

創立101年から120年

創立 101 年から 120 年  
栃木県農業試験場 120 年史

栃木県農業試験場  
120年史



平成 28 年 3 月  
120 年史編集委員会編

## 刊行のことば

栃木県農業試験場は、1895年（明治28年）5月に前身の栃木県立農事試験場が宇都宮市大字宿郷に設立されて以来120年を迎えました。

1895年からの100年間は、宇都宮市今泉に移転、「栃木県農業試験場」に改称、現在地である宇都宮市瓦谷町への移転外、分場の新設、廃止、組織の統廃合など、激動の一世紀でありましたが、これらの変遷の状況や当時の研究業績につきまして「栃木県農業試験場100年のあゆみ」にとりまとめてあります。

そこで、既刊行の100年のあゆみ以降の20年の足跡を整理することにいたしました。

この20年では、2008年いちご研究所の設立、2011年本館竣工、2012年に現行の農業試験場組織への改組がありました。

近年、県育成品種に対する期待が高まっており、これらに応えるべく、いちご「とちおとめ」、「なつおとめ」「スカイベリー」、二条大麦「ニューサチホゴールド」「アスカゴールド」、なし「にっこり」「おりひめ」、にら「ゆめみどり」、水稻「とちぎの星」、りんどう「おりひめ」、あじさい「きらきら星」などを開発しております。これら品種の開発は、多くの先輩諸兄の先見の明と努力の蓄積の賜です。

今日の農業を取り巻く情勢は、TPPの大筋合意など厳しい環境が懸念されるものでありますが、従来の枠にとらわれない新たな視点と創意工夫に活路を見いだし、本県農業の振興と農村地域の活性化に役立つ品種や技術の開発に努力する所存であります。

最後に、本誌の刊行にあたり、執筆の労をとられた関係各位に感謝し発行のご挨拶といたします。



栃木県農業試験場長 小瀧勝久

## 歴代場長



第24代 茂木 惣治  
自 平成5年  
至 同6年



第25代 栃木 喜八郎  
自 平成7年  
至 同8年



第26代 松浦 永一郎  
自 平成9年  
至 同10年



第27代 庄司 健二郎  
自 平成11年  
至 同13年



第28代 高橋 薫  
自 平成14年  
至 同15年



第29代 渋江 修  
自 平成16年  
至 同18年



第30代 関 一男  
自 平成19年  
至 同20年



第31代 鈴木 芳博  
自 平成21年  
至 同21年



第32代 鈴木 崇之  
自 平成22年  
至 同24年



第33代 安納 義雄  
自 平成25年  
至 同26年



第34代 小瀧 勝久  
自 平成27年  
至 同27年

## 栃木県農業試験場 120 年史 目次

第1章 農業試験場の概要	1		
第1節 沿革	1	第5節 果樹に関する試験研究	75
第2節 年譜	5	1 なしの品種育成に関する試験	75
第3節 本場、いちご研究所、原種農場の所在地 並びに概況	9	2 果樹類の品種選定に関する試験	76
1 本場	9	3 なしの栽培法に関する試験	77
2 いちご研究所	10	4 ぶどうの栽培法に関する試験	83
3 高根沢原種農場	11	5 その他の果樹に関する試験	85
4 黒磯農場	12	第6節 花きに関する試験研究	89
第2章 試験研究及び各種事業の業績	13	1 花き類の品種育成に関する試験	89
第1節 水稻、ほか夏作物に関する試験研究	14	2 花き類の簡易栄養診断技術に関する試験	90
1 水稻の品種育成、選定及び栽培方法に関する試験	14	3 切り花類の栽培法に関する試験	91
2 水稻の生育診断予測に関する試験	17	4 鉢物花きの栽培法に関する試験	95
3 水稻の育苗法に関する試験	21	第7節 農業経営に関する調査研究	99
4 水稻栽培のコスト低減に関する試験	22	1 経営方式の改善に関する調査	100
5 水稻の雑草防除、生育調節剤に関する試験	24	2 土地利用・組織化に関する調査	101
6 大豆の品種選定に関する試験	25	3 経営・経済的評価に関する調査	102
7 大豆の省力化、雑草防除に関する試験	25	4 産地育成・市場対応に関する調査	105
8 その他の夏作物に関する試験	28	5 地域開発に関する調査	106
第2節 麦類、ほか冬作物に関する試験研究	32	第8節 生物学に関する試験研究	107
1 二条大麦の品種育成に関する試験	32	1 DNA マーカーの開発	107
2 麦類の品種選定に関する試験	44	2 有用遺伝子の検索と機能解析	110
3 麦類等、冬作物の高品質多収技術に関する試験	49	3 組織培養に関する試験	112
第3節 野菜に関する試験研究	52	4 生物防除法の開発	113
1 野菜の品種育成に関する試験	52	5 遺伝資源の保存	114
2 野菜の品種選定に関する試験	53	第9節 病害虫防除に関する試験研究	115
3 野菜の育苗技術に関する試験	54	1 病害に関する試験	115
4 露地野菜の栽培法に関する試験	55	2 虫害に関する試験	121
5 施設野菜の栽培法に関する試験	60	3 生物的防除に関する試験	122
第4節 いちごに関する試験研究	65	4 発生予察に関する試験	124
1 いちごの品種育成に関する試験	65	5 農業登録に関する試験	125
2 いちごの栽培法に関する試験	68	6 水田水系を中心とした農業生態系の解明 と保全手法の確立	125
3 いちごの流通・鮮度保持に関する試験	73	第10節 養蚕に関する試験研究	127
4 いちごの作業技術に関する試験	73	1 蚕の品種育成および選定に関する試験	127
5 いちごの経営・流通・消費に関する試験	74	2 養蚕の飼養技術に関する試験	127

目次

3	繭の安定生産および加工技術に関する試験	128	1	登録品種	241
4	桑の省力化および安定生産技術に関する試験	128	2	特許	244
5	桑の多角的利用に関する試験	128	第4章	主なできごと	249
6	病害虫の生物防除技術の確立	129	第1節	各種表彰による受賞	250
第11節	土壌肥料及び環境保全に関する試験研究	131	1	叙勲	250
1	農耕地の土壌保全対策	133	2	科学技術庁長官表彰	250
2	畑地の環境容量の解明と畑地からの栄養塩類溶脱抑制技術の開発	137	3	文部科学大臣表彰	251
3	農業用水の水質保全対策に関する試験	139	4	学会表彰	251
4	バイオマスの利活用技術開発に関する試験	141	5	農業技術功労者表彰	252
5	野菜・果樹および花き類の施肥法と栄養診断	145	6	全国農業関係試験研究場長会研究功労者表彰	253
6	全量基肥施肥法の開発	146	7	蚕糸功労者表彰	254
7	水稻の有機農業栽培技術確立に関する試験	148	8	栃木県職員表彰	254
8	温室効果ガスの発生抑制に関する試験	149	9	学位	256
9	大気汚染に関する調査	150	10	その他	259
10	重金属の吸収抑制に関する試験	150	第2節	主要慶・行事等	260
11	農薬の安全使用に関する試験	152	1	天皇・皇后両陛下下行幸啓	260
12	土壌診断技術の開発	154	2	農業試験場創立百周年記念大会	260
第12節	放射性物質対策に関する試験研究及び県農産物等モニタリング検査	157	3	中国浙江省友好交流	260
1	県内農耕地土壌の放射性セシウム濃度分布	157	4	いちご研究所の開設	260
2	放射性セシウム吸収低減に関する試験	157	5	いちご研究所研究棟落成	261
3	堆肥施用によるセシウム吸収への影響に関する試験	159	6	新本館落成	261
4	加工過程におけるセシウム濃度の増減に関する試験	160	第3節	施設などの整備	262
5	県農産物等モニタリング検査	161	1	農業関係試験場再編整備事業	262
第13節	稲、麦、大豆、いちご等の原種・原苗の生産	163	2	原種農場の再編整備	264
1	主要農作物等の品種の変遷	163	3	先端技術開発研究施設整備事業	264
2	主要農作物の原種等の配布状況	167	4	その他の施設整備	264
3	その他の原種等の配布状況	170	第4節	情報の発信等	267
第3章	成果の発表等	173	1	刊行物	267
第1節	普及に移した成果	174	2	ホームページ	267
第2節	試験研究成果の発表等	188	3	研究セミナー	267
第3節	総説および解説	228	4	海外技術研修員の受け入れ	268
第4節	著書	237	附表		269
第5節	学位請求論文	240	1	予算	270
第6節	登録品種および特許	241	2	職員名簿	271
			3	現在の職員	276
			4	編集委員会構成員	280
			編集後記		281

## 第1章 農業試験場の概要

## 第1節 沿革

平成7年(1995)以降の情勢では、改正食糧法の施行に伴い、生産者団体が自主的に生産目標を決定・配分する方法になった。平成23年度(2011)からは、戸別所得補償制度(平成25年度は「経営所得安定対策」に改称)が実施されている。我が国の水稲作付面積は、米消費量の減少に応じて平成6年前後の210万haから平成25年には約160万haと減少している。

このような農産物需要の変化に適切に対応するため、本県では、昭和62年「栃木県農業振興計画(とちぎ新時代首都圏農業をめざして)」を策定し、平成4年からはその第二期計画の「とちぎ新農業プラン」により首都圏農業の確立を推進してきた。農業試験場の研究課題もこれを受けて検討された。そのなかで、本県農業は大量消費地である首都圏に位置しながら、肥沃な大地と穏やかな気候に恵まれ、多彩な農産物の安定供給のみならず、自然環境や県土の保全、緑豊かで心安らぐ空間の提供、さらには自然や生命について教育の場など、多面的で公益的な機能を有し、県民生活の向上に大きな役割を果たしていると分析されている。更に、本書では本県農業の持続的発展を図るためには、消費者ニーズに的確に応えた市場性の高い新品種をはじめ、担い手が希望を持って取り組める生産技術や環境への負荷をできるだけ抑制した循環型社会の構築に貢献できる農業技術など、革新技術が極めて重要であるとし、21世紀の幕開けの平成12年にはこれを具体化した「栃木県農業試験研究推進計画21」を策定した。

本計画のなかでは、次の6課題が進めるべき研究テーマとして挙げられている。a 特色ある地域農産物のための新品種の開発、b 持続的な農業生産のための環境保全型技術の開発、c 消費者等の多様なニーズに応える高品質・高付加価値化技術の開発、d 快適で生産性の高い栽培・飼育技術の開発、e 農業・農村活性化のための経営支援システムの開発、f 農業・農村環境の維持・発展技術の開発。

計画は5年後の平成17年に見直され、配慮すべき情勢として、食の安全指向、食の多様化、国際化、高齢化、環境への配慮、農業・農村の多面的機能が挙げられ、次期計画として次の研究テーマが設定された。a 新品種の開発、b 生産性向上技術の開発、c 多様なニーズに対応した高品質な農産物生産技術の開発、d 環境に配慮した農業生産技術の開発、e 資源循環型社会の形成に向けた技術の開発、f 農村における水域生態系の維持・保全に向けた技術の開発。



写真 1-1-1 正門付近から見る本場旧本館

計画は平成22年に再度見直され、試験研究に求められる新たな視点として、他産業の動向や国際情勢への対応、農業者自らの加工・販売や食品産業との連携、農産物の高付加価値化または栄養価に着目した研究開発が必要とされ、研究方法としては、異分野を含めた多様な研究機関・企業・生産団体とのネットワーク形成が重要とされた。その結果、新たな研究テーマとして次の5課題が設定された。a 栃木のブランド力を強化する農産物の開発、b 農業経営を革新する次世代型生産技術の開発、c 農産物の高付加価値化をリードする技術の開発、d 地球環境問題に対する持続的農業技術の開発、e 地域の活力と魅力を支える技術の開発。

この間の平成19年、かねてから課題となっていた農業試験場の再編整備が決定された。当初、畜産関係も含めた「農業関係試験研究機関再編整備事業」として計画されたが、折からの経済不況の中で、優先順位の高い農業試験場関係を先行して整備することとなった。「農業関係試験場再編整備事業」の予算要求の趣旨では、「選択と集中により、試験研究課題の重点化を図りながら、老朽化した研究施設の整備とともに、研究機関の整理・統合など、組織の見直しを含め総合的な再編整備を行う」とされた。整備方針では、具体的な試験研究の展開方向として、①環境技術(有機農業等)の開発強化、②いちご研究の充実、③野菜研究の集約化、④麦研究の縮小及び集約化、⑤原種生産の効率化、が掲げられた。

平成23年に発生した東京電力福島第1原子力発電所の事故に伴い、本県土壤も北西部を中心に放射性物質による汚染が発生した。これを受け、同年4月以降、生産物の放射性物質モニタリングが本場の重要な業務となり、また農産物による

吸収抑制対策技術が研究テーマの一つとして位置づけられた。

また、近年、地球規模での気候変動が続き、本県でも、夏季の異常高温が増加している。気候の変化は農業への影響が大きく、各種作物において高温による生産性の低下、生育障害や病害虫の多発による減収が想定されることから、これら気候変動に対応する課題も取り上げられている。

平成13年以後、本場の各実施課題は、「農業試験研究推進計画」の研究テーマ上に位置づけられ、課題毎の目標が明確に設定され、栃木県農業技術会議によって課題の設定および進行が確認される推進体制が構築され、運用されている。

これら研究テーマを解決するため、次に記載する組織の見直しが行われた。

#### [本場]

平成6年の研究体制は、場長の下に主幹兼場長補佐および技幹兼場長補佐が各1名配置され、庶務課、経理課、企画経営部、作物部、育種部、佐野原種農場、高根沢原種農場、野菜部、果樹部、花き部、土壌肥料部、環境保全部、病理昆虫部、生物工学部で構成された。

平成11年度に「農業基本法」に代わる「食料・農業・農村基本法」が制定され、また改正食糧法等の施行により米が関税化へ移行するなど、農業を取り巻く情勢が大きく変化した。本県においても「とちぎ21世紀プラン」、「首都圏農業推進計画21」策定、推進により、新鮮で安心な食料の生産や、農業・農村が持つ多面的機能の発揮など都市と農村が共生できる「食と農の郷とちぎ」をめざすことが示され、本場でも上述のとおり研究をとおして目標を実現するため「栃木県農業試験研究推進計画21」が策定され、より効率的かつ大局的・体系的に技術開発が行えるように平成12年度に組織を改編した。当該年度の改編では大部制が導入されるとともに、企画調整機能の強化のため企画情報室が新設された。場長の下に次長兼管理部長、次長、主幹および技幹が配置され、庶務課と経理課が統合され管理課が配置された。研究部門は4つの大部に統合され、作物経営部に経営管理研究室、作物研究室、作物品種開発研究室が配置された。園芸技術部に野菜研究室、果樹研究室および花き研究室が配置された。生物工学研究室に遺伝子工学研究室および応用生物研究室が配置された。環境技術部には病理昆虫研究室、土壌作物栄養研究室および環境保全研究室が配置された。

平成20年度からの再編整備に伴い、平成21年4月に、作物経営部の経営研究室を廃止し、いちご以外の経営研究を企画情報室に移管、作物経営部は作物技術部に、企画情報室は

企画経営室となった。また、平成23年4月には、栃木分場のビール麦に関する研究を作物技術部に移管し、作物技術部を水稻研究室と麦類研究室に再編した。本館は、当初、改修の方針であったが、耐震性の強化に耐え得ないことが判明し、新築に方針転換され、平成23年11月に新本館が竣工した。

この間、県の農政関係予算規模の縮小傾向が続く中、研究予算の一般財源も縮小を繰り返し、近年は外部資金の獲得が運営上重要な課題となっている。予算書ベースで平成26年度の一般財源が106百万円であるのに対し、国庫が140百万円、特財が65百万円で、このうちの多くの部分を外部資金が占め、本県内での研究ニーズと外部資金による研究内容の整合性の確保も課題となりつつあった。また、平成23年には、これまでの国からの補助事業(指定試験、委託プロジェクト等)が廃止・縮小され、国は基礎研究および広域品種の育成、地方は実用化といった従来 of 国主導の枠組みが変わり、国からの補助金や国が担ってきた研究に頼ることが困難な状況になった。地方農業試験場の地域振興に対する責任と役割がますます大きくなり、地域が必要とする試験研究に重点化するなど、効率的な試験研究の推進が改めて必要となった。一方、全庁的な合理化の中で、人事面からは大幅な研究員の削減が求められ、いかに効率的、効果的に研究を進め、かつ研究員の動機付けを高めていくかが問われることとなった。こうした状況を踏まえ、場内での検討を経て、農業試験場の総合力を発揮できる効率的な試験研究体制を目指し、平成24年度に2部1課8研究室体制へと組織再編された。場長の下に2名の次長が配置され、管理部および研究開発部の2部に集約された。研究開発部には横断的に研究の調整を行う2名の研究統括監および企画調整を担当するスタッフが配置された。また研究開発部に水稻研究室、麦類研究室、野菜研究室、果樹研究室、花き研究室、生物工学研究室、病理昆虫研究室、土壌環境研究室が設置された。



写真 1-1-2 平成23年度に竣工した本場新本館

[いちご研究所]

平成20年度からの再編整備に伴い、平成20年10月に、生産・流通に関する調査・分析、研修・情報発信などの機能を有するいちごの総合的な研究開発拠点として、栃木市大塚町の栃木分場内に開所した。平成21年4月に、企画調査担当と開発研究室が設置され、平成22年3月に研究等が竣工した。



写真 1-1-3 いちご研究所研究棟(2010)

[栃木分場]

平成12年4月の全場的組織改編に伴い、ビール麦研究室といちご研究室に名称変更された。平成18年3月に、かんぴょう関係の試験が終了した。平成19年4月にビール麦研究室は、ビール麦育種研究室とビール麦品質研究室に分けられ名称変更した。平成20年度からの再編整備に伴い、20年10月のいちご研究所設立により、ビール麦育種研究室とビール麦品質研究室の2研究室体制となった。平成23年3月にビール麦に関する研究が本場に移管され、栃木分場は廃止された。



写真 1-1-4 栃木分場本館(2009)

[黒磯分場]

平成20年度からの再編整備に伴い、平成20年3月に野菜等に関する研究が本場に移管され、黒磯分場は廃止された。同年4月より黒磯農場となった。



写真 1-1-5 黒磯分場

[原種農場]

平成12年4月の全場的組織改編に伴い育種部から原種生産部門を移管し、原種農場となり、さらに佐野原種農場が統合された。平成20年4月に黒磯農場が統合され、平成23年4月に栃木農場が統合された。佐野農場は平成23年3月に廃止された。



写真 1-1-6 佐野原種農場

[南河内分場]

平成12年4月 栃木県蚕業センターの廃止により、南河内分場として農業試験場に統合され、平成15年3月に廃止された。

[鹿沼農場]

平成6年3月に原種生産部門を高根沢原種農場に移転し、本場直轄の農場となった。平成24年3月にメガソーラー事業候補地となり、同年6月に環境森林部地球温暖化対策課へ所管替えとなった。



写真 1-1-7 南河内分場

## 第2節 年譜

年.月	農業試験場の主な動き	関連事項
5.10	にら：なかみどり品種登録出願	
6.3	なし：にっこり品種登録出願	
6.3	オンシジューム：ポコアポコピンク、ポコアポコオレンジ、ポコアポコホワイト、ポコアポコイエロー品種登録出願	
6.3	カーネーション：スマイリーファボーレ、ラプソディーファボーレ、ミステリーファボーレ品種登録出願	
6.3	鹿沼分場の原種生産部門を高根沢原種農場に移転し、本場直轄の農場となる	
6.6	いちご：とちおとめ品種登録出願	
6.9	水稲：晴れすがた、品種登録出願	
6.10	二条大麦：タカホゴールド品種登録出願	
7.1		兵庫県南部地震
7.1		WTO 発足
7.3	カーネーション：シルキーファボーレ、プリティーファボーレ品種登録出願	
7.3		地下鉄サリン事件
7.3	本場で水田 3,620 m <sup>2</sup> 買い入れ	
7.10	天皇・皇后両陛下下行幸啓	
7.11		食糧法施行
7.11		Windows95 日本語版発売
7.11	農業試験場創立百周年記念大会	
7.11	中国浙江省友好交流団来場	
8.4		東京ビッグサイト開場
9.2	炭そ病防除効果を示す新規微生物：特許出願	
9.4		消費税率 5%
9.9	造粒装置：特許出願	
9.9	造粒方法およびその装置：特許出願	
9.11		山一証券破綻
9.12	肥料作成システム：特許出願	
9.12	脱臭装置：特許出願	
9.12	脱臭システム：特許出願	
10.3	いちご栽培装置：特許出願	
10		エルニーニョ現象により世界の気温が観測史上最高
10.7	いちご：とちひめ品種登録出願	
11.4		とちぎ TV 開局

年.月	農業試験場の主な動き	関連事項
11.4		米が関税化
11.7		「農業基本法」に代わり「食料・農業・農村基本法」が制定
11.12	余剰液を出さない養液栽培装置：特許出願	
12.2	田川河川改修に伴う水田換地増 7,265 m <sup>2</sup>	
12.4	組織改編により大部制導入 産業センターが南河内分場に変更 原種農場設置	
12.11	二条大麦：スカイゴールデン品種登録出願	
13.3	「栃木県農業試験研究推進計画 21」策定	「とちぎ 21 世紀プラン」、「首都圏農業推進計画 21」策定
13.3	かぼちゃ：ニューなかやま品種登録出願	
13.4	栃木県農業技術会議によって課題の進行管理体制が運用	
13.4		独立行政法人「農業技術研究機構」発足
13.9		我が国初の BSE 発生
13.9		アメリカ同時テロ発生
14.6		FIFA ワールドカップ日韓大会開催
15.3		イラク戦争勃発
15.3	南河内分場廃止	
15.3	流量制御機構および該機構を備えた植物栽培装置：特許出願	
15.3	北道路建設のため本場ほ場減 2,614 m <sup>2</sup>	
15.10		「農業技術研究機構」が「生物系特定産業技術研究推進機構」と統合して「農業・生物系特定産業技術研究機構」と改称
15.11	誘引紐用結束具：特許出願	
16.2	水稻：なすひかり品種登録出願	
16.3	家蚕緑色繭を利用した紫外線遮蔽剤および蛍光発色剤：特許出願	
16.7	いちご：とちひとみ品種登録出願	
16.9		台風 21 号により全国で死者 26 名
16.10	水稻：とちぎ酒 14 品種登録出願	
16.12	果樹類の盛土式根圏制御栽培方法：特許出願	
17.1	なし：きりり品種登録出願	
17.2		You Tube 誕生
17.3	いちご品種識別用プライマーセット及びこれを用いたいちご品種識別方法：特許出願	
17.6	トマトやきゅうりの栽培具：特許出願	
17.11	二条大麦：サチホゴールデン品種登録出願	

年.月	農業試験場の主な動き	関連事項
18.3	「栃木県農業試験研究推進計画」見直し	
18.3	かんぴょうの試験終了	
18.3	いちご品種のDNA配列差異を利用したマルチレックス法に基づく識別方法出願方法国内出願	
18.4		独立行政法人「農業・食品産業技術総合研究機構」発足
20.3	農園芸植物の病虫害防除剤：特許出願	
20.3	巨峰系ブドウの鮮度保持用包装袋及び巨峰系ブドウの保存方法：特許出願	
20.3	黒磯分場廃止	
20.4	原種農場黒磯農場発足	
20.9		リーマンショックによる金融不安
20.10	「いちご研究所」開所	
20.10	大麦：とちのいぶき品種登録出願	
21.9		衆院選で自民党敗北し民主党政権発足
21.12	いちご：なつおとめ品種登録出願	
22.3	いちご研究所研究棟竣工	
22.3		宮崎県で口蹄疫発生
22.10	あじさい：きらきら星品種登録出願	
23.3	「栃木県農業試験研究推進計画」再見直し	
23.3		東北地方太平洋沖地震 東京電力福島第1原発事故 本県土壌も北西部を中心に放射性物質による汚染が発生
23.3	栃木分場廃止	
23.3	うど：栃木芳香1号、栃木芳香2号、品種登録出願	
23.3	りんどう：るりおとめ：商標登録出願申請	
23.3	栃木分場廃止	
23.4	生産物の放射性物質モニタリング開始	
23.4		戸別所得補償制度導入（平成25年度は「経営所得安定対策」に改称）
23.4	栃木分場のビール麦に関する研究を作物技術部に移管し麦類研究室発足	
23.6	水稲：とちぎの星品種登録出願	
23.10	新本館竣工	
23.11	二条大麦：アスカゴールデン品種登録出願	
23.11	いちご：栃木 i27 号品種登録出願	
23.12		スカイツリー竣工
24.1	果樹の栽培方法、特許出願	

年.月	農業試験場の主な動き	関連事項
24.4		尖閣諸島領土問題再燃
24.4	組織改編により、本場を2部1課8研究室体制	
24.6	メガソーラー事業候補地となり環境森林部地球温暖化対策課へ所管替え	
24.9	いちご：スカイベリー商標登録	
24.12		第46回衆議院議員総選挙で自民党が圧勝、民主党政権終了
25.2	なし：おりひめ品種登録出願	
26.4	二条大麦：HQ10品種登録出願 二条大麦：ニューサチホゴールデン品種登録出願	
26.7	にら：ゆめみどり品種登録出願	
26.8	酵素の製造方法：特許出願	

### 第3節 本場、いちご研究所、原種農場の所在地並びに概況

#### 1 本場(宇都宮市瓦谷町 1080)

東経 139°52′、北緯 36°37′、県中央部に位置し、地形は沖積地及び洪積地からなり、標高は 150 から 170m である。洪積地の水田の土壌は、厚層多腐植質多湿黒ボクで、表層は腐植に富む植壤土で排水はやや悪い。沖積地の水田は、礫質灰色低地土、灰褐系で、排水は良い。畑及び果樹園は洪積地で、土壌は表層多腐植質黒ボク土で、表層は腐植に富む黒色の壤土で排水は良い。

場用地は、25.9ha で内訳は下表のとおりである。

#### 土地

種 類	面 積
農地	202,489.76 m <sup>2</sup>
公舎敷地	1,392.41 m <sup>2</sup>
その他の敷地	55,695.24 m <sup>2</sup>
計	259,577.41 m <sup>2</sup>

#### 施設

- ① 本館
- ② 生物学研究施設
- ③ 水稻育種施設
- ④ 野菜硬質フィルム温室
- ⑤ 高品質野菜生産技術開発研究施設
- ⑥ 育苗システム温室
- ⑦ 環境調節実験温室 A1-14、B
- ⑧ 昆虫飼育室
- ⑨ 車庫
- ⑩ 倉庫
- ⑪ 堆肥舎
- ⑫ 農業未利用資源再利用研究施設
- ⑬ 作物品質調査棟
- ⑭ 架干乾燥室
- ⑮ 試験研究調査室
- ⑯ 調査室、作業室
- ⑰ 作物乾燥調整室
- ⑱ 農機具舎
- ⑲ 架干乾燥ハウス
- ⑳ 花き養液土耕研究開発温室
- ㉑ 花き養液土耕研究開発温室
- ㉒ 花き試験温室
- ㉓ なし加温ハウス
- ㉔ 果樹品質調査棟
- ㉕ 選果施設舎
- ㉖ 果樹ボックス生産システム施設



2 いちご研究所・栃木農場（栃木市大塚町 2920 番地）

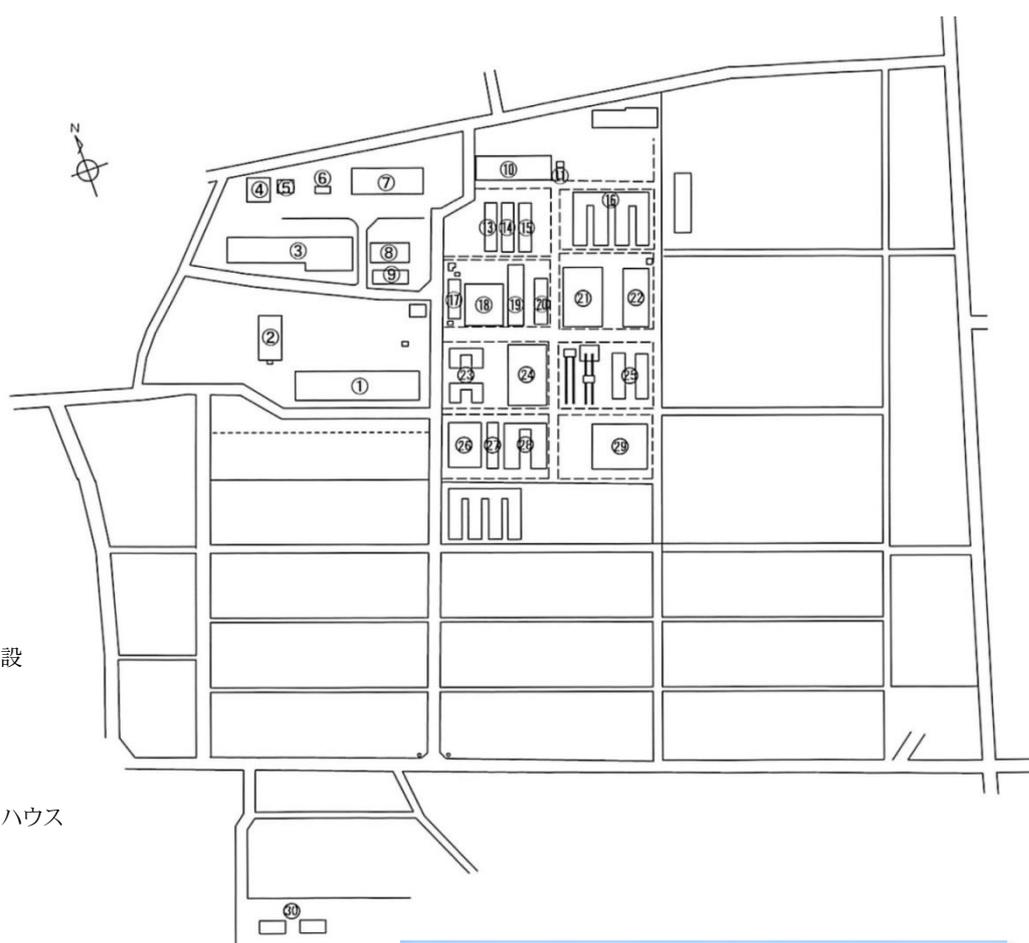
東経 139°47'、北緯 36°25'、県南部に位置し、標高は 58m の平坦地。河川堆積の沖積地で、土壌は細粒灰色低地土、灰褐色系である。

農場用地は、9.7ha で内訳は下表のとおりである。

土地	
種 類	面 積
農地	89,590.79 m <sup>2</sup>
公舎敷地	468.00 m <sup>2</sup>
その他の敷地	18,836.00 m <sup>2</sup>
計	108,894.79 m <sup>2</sup>

施設

- ① いちご研究所研究棟
- ② 研修施設
- ③ 原種作業棟
- ④ 原種低温貯蔵施設
- ⑤ 原種倉庫
- ⑥ 燃料倉庫
- ⑦ 農機具収納舎
- ⑧ ファイロン室
- ⑨ ガラス網室
- ⑩ 園芸作業棟
- ⑪ 低温貯蔵庫
- ⑫ 堆肥舎
- ⑬ ガラス温室
- ⑭ 網室
- ⑮ 網室
- ⑯ いちご原々苗増殖施設
- ⑰ ガラス温室
- ⑱ ガラス温室
- ⑲ ガラス温室
- ⑳ いちご育成系統保存ハウス
- ㉑ いちご育苗温室
- ㉒ いちご栽培プラント
- ㉓ 生理生態実験温室
- ㉔ ファイロン室
- ㉕ 栽培実証ハウス
- ㉖ 交配実生選抜温室
- ㉗ 2次選抜温室
- ㉘ 特性検定温室
- ㉙ いちご新品種開発温室
- ㉚ 公舎



3 高根沢原種農場（高根沢町上高根沢 5904）

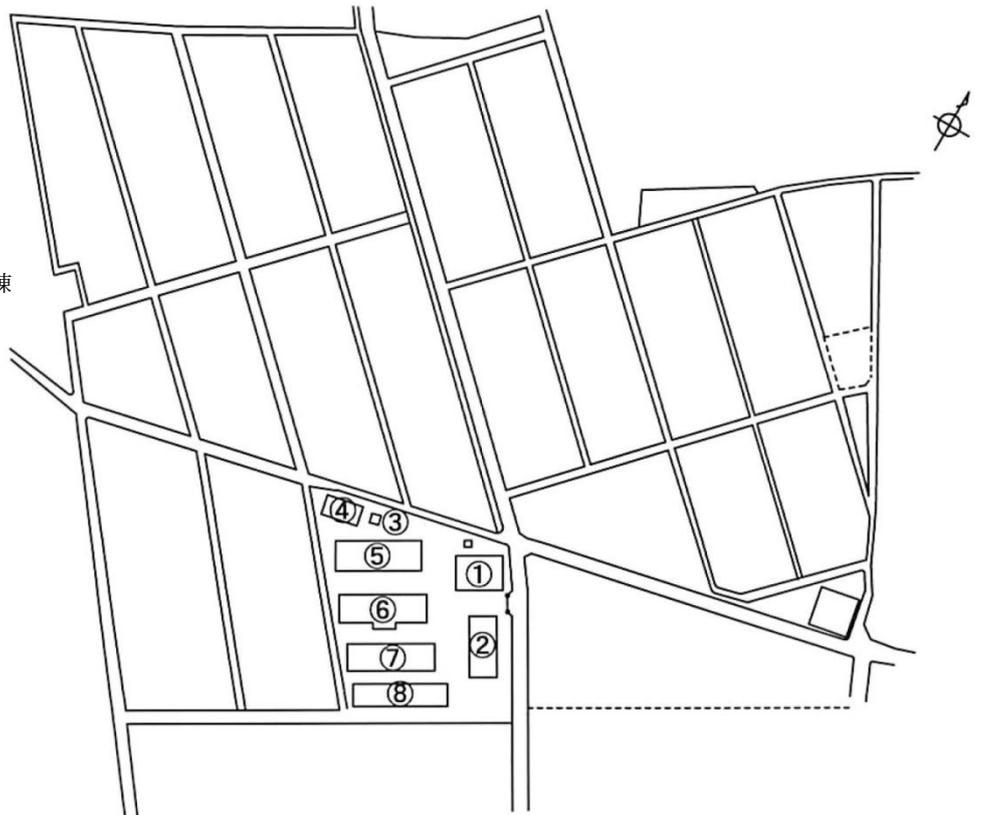
東経 140°00′、北緯 36°36′、県中央部に位置し、台地で標高は 149m である。土壌は、表層多腐植質黒ボク土よりなる。農場用地は、10.5ha で内訳は下表のとおりである。

土地

種 類	面 積
農地	78,000.00 m <sup>2</sup>
その他の敷地	27,000.00 m <sup>2</sup>
計	105,000.00 m <sup>2</sup>

施設

- ① 管理棟
- ② 原々種収納作業舎
- ③ 燃料貯蔵庫
- ④ 堆肥舎
- ⑤ 農具舎・休憩室棟
- ⑥ 原種貯蔵庫
- ⑦ 収納作業舎・車庫肥料庫棟
- ⑧ 育苗乾燥温室



4 黒磯農場（那須塩原市埼玉9の5）

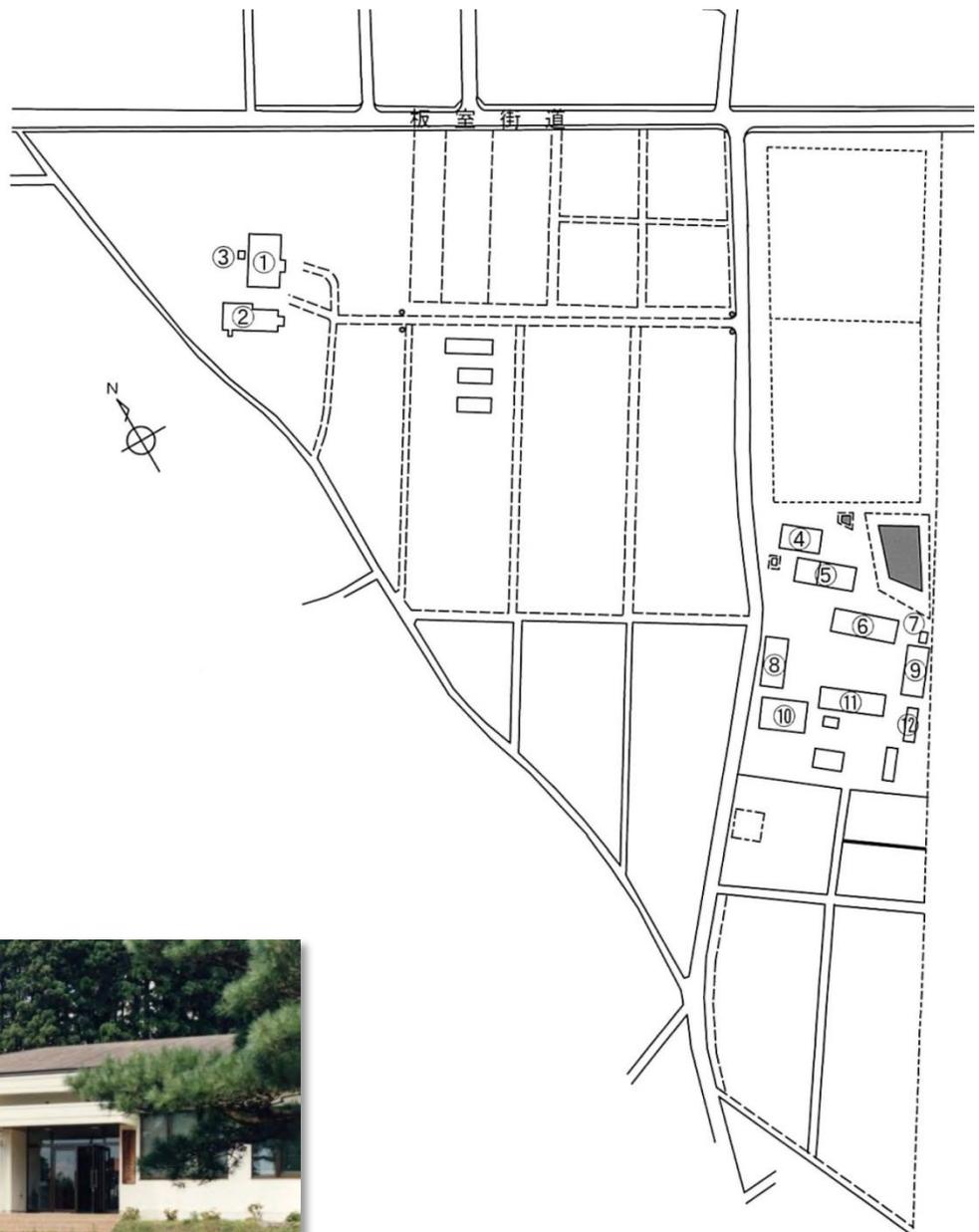
東経 140°01′、北緯 36°59′、標高 345m 県北部那須野力原の中央に位置し、地形は扇状地で、土壌は、表層腐植質多湿黒ボク土及び表層腐植質黒ボク土よりなる。

農場用地は、9.7ha で内訳は下表のとおりである。

土地	
種 類	面 積
農地	79,321.65 m <sup>2</sup>
その他の敷地	18,344.88 m <sup>2</sup>
計	97,666.53 m <sup>2</sup>

施設

- ① 本館
- ② 講堂
- ③ 機械室
- ④ 低温貯蔵庫棟
- ⑤ 詰所及び調査室
- ⑥ 作業舎
- ⑦ 油庫
- ⑧ 乾燥調整室
- ⑨ 農機具舎収納舎
- ⑩ 堆肥舎
- ⑪ 収納舎
- ⑫ 育苗ガラス温室



## 第2章 試験研究及び各種事業の業績

## 第1節 水稲ほか夏作物に関する試験研究

米の生産調整政策は、当初、昭和40年代前半に顕在化した米の過剰問題に対して、緊急的な米の生産抑制策として開始された。その後、米の生産過剰が一過性的ではなく構造的なものであるという判断から、稲作転換対策(昭和46から同50年度)、水田総合利用対策(昭和51から同52年度)、水田利用再編対策(昭和53から同61年度)、水田農業確立対策(昭和62から平成4年度)、水田営農活性化対策(平成5から同7年度)、新生産調整推進対策(平成8から同9年度)、緊急生産調整推進対策(平成10から同11年度)、水田農業経営確立対策(平成12から同15年度)など、生産調整に係る中長期的な対策が約40年に亘って順次実施されてきた。特に、平成16年度から実施された水田農業構造改革対策(平成16年度から同23年度)は、米政策改革に基づいて、生産調整を従来の行政主体から農業者・農業者団体主体のシステムに転換する画期的な政策であり、地域水田農業ビジョンに基づいて、米の生産調整、多様な作物の産地づくりおよび担い手育成などを一体的に行う水田農業経営を目指した。その後平成21年に戸別所得補償制度を中心的な政策とする農政への転換が図られることになった。平成21年度からは、米の生産調整の着実な推進のため、水田農業構造改革の一環として水田フル活用による自給力強化向上対策が開始された。このように国民の生活様式の変化に伴う米消費量の低下などによる過剰生産を解消するため制度変遷を行ってきた。試験研究においても量から質への転換及びコスト低減を中心とする目標が変わってきた。

### 1 水稲の品種育成、選定及び栽培法に関する試験

平成6年以降、本県水稲育成品種第1号の晴れすがた、良食味早生品種なすひかり、酒造好適米とちぎ酒14、高温登熟でも品質低下しない麦跡縞葉枯耐病性品種とちぎの星の4品種を育成した。

他県育成品種ではあさひの夢を平成12年に奨励品種へ採用した。陸稲では平成9年にゆめのはたもちを採用した。

#### (1) 晴れすがたの育成

栃木県中・南部の普通植地帯では、月の光、星の光に代わるコシヒカリ並みの良食味・高品質で縞葉枯病抵抗性品種が待望されていた。イネ縞葉枯病は、北関東の麦作地帯において、農業生産に大きな被害を与える流行を繰り返し、最近では昭和59年に本病発生面積は、作付面積の約25%にまで及んだ。現在の縞葉枯病発生面積は2から3%の低い状態を推移

しているが、ヒメトビウンカの保毒虫率は再び高まっており、要防除水準10%を超える地域も増えている。縞葉枯病常発地域では、抵抗性品種を導入・栽培することが最も経済的かつ効率的な防除法である。このため、育種目標を、良食味・高品質で、コシヒカリと熟期分散できる縞葉枯病抵抗性を持つものとし、昭和62年8月に栃木県農業試験場において、縞葉枯病抵抗性で多収な朝の光を母に、良食味なコシヒカリを父とする交配からコシヒカリに近い食味と、月の光並の玄米品質を併せ持ち、晩植適応性が高くイネ縞葉枯病抵抗性が強である水稲新品種晴れすがたを育成した。

栃木農試成果集 15:1-2 (1996)

#### (2) 晴れすがたの普通植における施肥法および生育診断指標値

晴れすがたは、県中南部の普通植地帯を中心に作付が推進された。そこで、普通植における安定栽培法について検討し、生育診断指標値を策定することを目標に試験を実施した。

目標収量を500 kg/10a程度とすると、最適総粒数は29,000～30,000粒/m<sup>2</sup>である。基肥窒素は2 kg/10a程度とし、穂肥は出穂前20日(幼穂長3から4 mm)に窒素4kg/10a(緩効性肥料LP40日タイプを50%含む)程度施用する。また、生育診断指標値には葉色×茎数値を使用し、穂肥前では1,600から1,900が適正であることを明らかにした。(平7-9)

栃木農試成果集 17:1-2 (1998)

#### (3) なすひかりの育成

早生で良食味品種であるひとめぼれは耐倒伏性が弱いことや、コシヒカリと比較して価格差が拡大していることなどの理由から作付面積が減少していた。また、作付品種がコシヒカリに集中し81%を越える状況になっていたが、コシヒカリは外観品質や作柄の安定上で問題を抱えていた。このため、早生で栽培性に優れ、多収で良食味の品種の育成を目的に、コシヒカリを母とし、愛知87号を父として人工交配し、選抜固定を図った。平成8年う系82の系統番号を付し、平成10年には栃木7号の系統名を付して、生産力検定試験本調査に供試した。平成11年には現地試験に供試し地域適応性を検討した。平成16年3月に栃木県の奨励(認定)品種に採用され、平成16年になすひかりとして品種登録を出願した。

なすひかりはひとめぼれに比べ、倒れにくく、いもち病にも強

いなど栽培性にも優れ、品質、食味も優れる。この品種は粒がやや大きいことから 1.85 mm 篩選にも十分対応でき、ひとめぼれに替わる良食味米として期待できる。

栃木農試成果集 23:1-2 (2004)



写真 2-1-1 なすひかり

#### (4) なすひかりの栽培法

早生で栽培性が優良食味のなすひかりの早植栽培法と診断基準を策定し、現地普及の資とすることを目的に栽培試験を実施した。

なすひかりの早植栽培における施肥法は、基肥窒素を 0.4 kg/a、追肥時期を出穂前 20 日、追肥窒素量を 0.4 kg/a とするのが良い(穂肥量は BB-NKC202 を用いて窒素成分で 0.4 kg/a)。また、目標とする収量構成要素と生育途中の適正生育量の目安を明らかにした。(平 13-14)

栃木農試成果集 23:3-4 (2004)

#### (5) とちぎ酒 14 の育成

栃木県の酒米は約 60 ha 作付けされているが、そのほとんどが五百万石である。また、掛け米としての需要を合わせると約 800 ha 分の米が酒造用として利用されている。しかし、これまで県の奨励品種になっている酒米がなかったことから、栃木県オリジナルの酒の生産を可能にする本県育成の酒米品種が強く要望

されてきた。そこで、収量性が高く栽培特性に優れた酒造好適米を育成することを目的に平成 8 年 8 月、栽培性に優れ多収の酒造好適米品種信交酒 480 号(後のひとごち)を母に、関東 177 号を父として人工交配し、選抜固定を図った。平成 13 年に F7 の有望系統に T 酒 15 の系統番号を付し、平成 15 年には栃木酒 14 号の系統名を付して生産力検定試験本調査、さらに現地試験に供試して地域適応性を検討した。また、平成 15 年に県内の蔵元で醸造試験を実施し酒造適性を検討した。その結果、端麗ですっきりとした味わいの良好な酒が生産され有望と認められたため、平成 16 年 10 月に品種登録出願(とちぎ酒 14 と命名)し、平成 17 年 2 月に奨励(認定)品種に採用された。

栃木農試成果集 24:1-2 (2005)

#### (6) 酒造好適米品種とちぎ酒 14 の栽培法

とちぎ酒 14 は、本県で初めて育成した酒造好適米品種であり、多収でたんぱく質含有率が低く、淡麗ですっきりとした味わいの酒が醸造できるという特性を持ち、作付面積が拡大されつつある。そこで、とちぎ酒 14 の特性を生かし、安定した高品質の酒米を生産するための栽培法を明らかにすることを目的に栽培試験を実施した。

安定した収量および品質を維持し、心白発現率を高めるためには、基肥窒素量は 0.4 kg/a 程度が適当であることを明らかにした。(平 16-17)

栃木農試成果集 25:1-2 (2006)

#### (7) 高温登熟性に優れ縞葉枯病に強い水稲とちぎの星の育成

平成 12 年に奨励品種に採用されたあさひの夢は、県中南部の縞葉枯病発生地帯を中心に本県水稲作付面積のおよそ 15 % を占めた。本品種の熟期は中生の晩であることから、二毛作では麦播種との競合を生じる場合があった。また、平成 22 年には夏季に異常高温に遭遇し著しい品質低下を招いた。そこで、あさひの夢に比べ成熟期が早く高温登熟性に優れ、縞葉枯病抵抗性を有する品種を開発することを目的に平成 14 年に、栃木 11 号を母に、栃木 7 号(後のなすひかり)を父として温湯除雄法により人工交配を行った。世代促進温室で F3 世代まで養成し、平成 16 年に圃場に栽植し個体選抜を行い、以降、系統選抜を続けた。平成 18 年から生産力検定ならびに特性検定に供し、平成 20 年に栃木 19 号の系統名を付し、平成 22 年まで現地試験に供した。その結果、あさひの夢よりやや熟期が早く、収量・品質・食味のバランスが良く、縞葉枯病抵抗性で高温登熟性も優れることが明らかになったので、とちぎの星と命名し平成 23 年 6 月に品種登録を申請した(品種登録出願中：第 25981 号)。

栃木農試成果集 30:7-8 (2011)



写真 2-1-2 栃木酒 14号(玄米および立毛)

(8) とちぎの星の施肥法

とちぎの星は中生で縞葉枯病抵抗性を有する水稲品種として、平成 24 年に奨励(認定)品種に採用された。そこで、とちぎの星の安定栽培の資とするため施肥法を検討した。

とちぎの星は、早植栽培では 0.7 kg/a、普通植栽培では 0.5 kg/a の基肥窒素量が適当であった。なお、両移植期とも追肥時期の違いによる明確な差は認められなかった。(平 22-24)

栃木農試成果集 32:1-2 (2014)

(9) あさひの夢の奨励品種採用

栃木県の水稲の作付面積(69,400 ha)のうち月の光は 11.6% を占め、県中南部の縞葉枯病の発生が問題となる地域に作付され

てきた。月の光は中生品種で、縞葉枯病抵抗性で栽培性が優れているものの食味が劣るため、月の光に代わる良食味、良品質多収、縞葉枯病抵抗性の品種を選定することとした。あさひの夢は本県において、平成 9 年から配付を受け奨励品種決定予備調査で検討し、平成 7 年から奨励品種決定本調査に繰り入れ、さらに平成 8 年から現地調査に供試し、県内の地域適応性を検討した。その結果、成績が良好であったので、平成 12 年 2 月に奨励品種に採用された。あさひの夢は、昭和 60 年に愛知県総合農業試験場において、愛知 70 号を母、愛知 56 号/愛知 65 号の F1 を父として交配され育成された。本品種は中生、倒伏に極強く、月の光より良食味、縞葉枯抵抗性品種である。

栃木農試成果集 19:1-2 (2000)



写真 2-1-3 とちぎの星(上:玄米と精米, 下:立毛)

(10) あさひの夢の栽培法

あさひの夢の普通植における栽培法および診断基準を策定し現地普及の資とすることを目的に栽培法の試験を行った。

あさひの夢の普通植における施肥法は、基肥窒素は 0.5 から 0.6 kg/a、穂肥時期は出穂前 20 から 18 日が良い(穂肥量は BB-NKC202 を用いて窒素成分で 0.4 kg/a 程度)。また生育途中の適正生育量の目安を明らかにした。(平 11-12)

栃木農試成果集 20:1-2 (2001)

(11) あさひの夢の肥効調節型肥料を用いた全量基肥栽培法

平成 12 年に奨励品種に採用されたあさひの夢は、県中・南部の縞葉枯病発生地帯向け品種として、平成 16 年には作付面積は 3,940 ha (作付割合 6%) と順調に増加した。そこで、全量基肥栽培法を明らかにし、耐病性および耐倒伏性に優れる本品種の省力的栽培技術を検討した。

あさひの夢の普通植全量基肥栽培には、速効性窒素：LPSS100 = 7:5 とし、窒素総量 0.51 kg/a 施用すると高品質で安定多収であった。また、生育量が不足した場合は、出穂前 23 日に速効性窒素肥料 0.2kg/a 追肥するのが良好であった。(平 13-15)

栃木農試成果集 24:13-14 (2005)

(12) 多収稲の品種選定

水稲多収品種は、飼料米、ホールクロップサイレージ等の資源作物として有望視されている。そこで、飼料用稲・多収稲用途に適した品種を選定することを目的に品種比較試験を実施した。

玄米が多収なものはタカナリおよび北陸 193 号、茎葉を含めた地上部乾物重が多収なものはリーフスターおよび北陸 193 号であった。また、窒素施肥量は多肥区ほど多収になる傾向がみられた。(平 20-22)

栃木農試成果集 30:3-4 (2011)

(13) 陸稲ゆめのはたまちの奨励品種採用

本県の奨励品種であった農林糯 26 号は、高い収量性を持つものの、長稈で倒伏しやすく、晩生種で干ばつの影響を受けやすいため、安定した収量を得ることが難しかった。そこで、農林糯 26 号に替わる、多収で耐干性が強く、栽培特性・品質および食味の優れる品種を選定し、陸稲の安定生産を図ることを目的とした。ゆめのはたまちは、本県において、平成 4 年から配付を受け、奨励品種決定予備調査で検討し、平成 5 年から奨励品種決定本調査に編入するとともに現地調査に供試し、各種特性および県下の地域適否を検討し成 9 年 2 月に奨励品種に採用された。ゆめのはたまちは、昭和 54 年に茨城県農業試験場において農林糯 4 号を母、深根性のインド在来品種 JC81 を父として交配を行い、昭和 55 および 56 年に農林糯 4 号を父として 2 度の戻し交配を行った。以来、同場で選抜と固定をすすめ、育成された。本品種は中生、多収で、耐干性が強く、餅食味が優れる。

栃木農試成果集 16:3-4 (1997)



写真 2-1-4 水稲の交配作業

2 水稲の生育診断予測に関する試験

昭和 60 年にスタートした水稲生育診断予測事業は、水稲の作況調査と生育診断技術の確立を目的に行ってきたが、近年は収量だけではなく品質向上技術への期待が高まったことから、目標を修正し継続している。

(1) 生育、収量

ア 水稲の間断灌水の開始時期と穂肥時期が生育・収量に及ぼす影響

水稲の肥培管理において、近年基肥を減肥し穂肥を重点とした稲作が普及されているが、この栽培法における黒ボク土壌での間断灌水の開始適期を確認することを目的に、間断灌水の開始時期と穂肥時期が水稲の本田生育、収量構成要素に及ぼす影響について検討した。

黒ボク土壌において間断灌水の開始時期を茎数が目標穂数分確保された時点とした場合、総粒数は確保しやすいが、稈長が伸びやすく、穂肥時期は出穂前 18 日が適当であった。目標穂数の 8 割確保時点で開始した場合は、生育期中間での窒素切れが早く総粒数が不足しがちであるため、穂肥時期を出穂前 23 日頃に早める必要があることを確認した。(平 4-5)

栃木農試成果集 13:59-60 (1994)

イ ひとめぼれ安定生産のための生育診断指標の策定

ひとめぼれは、平成 4 年に本県奨励品種に採用され、県中北

部を中心に4,439ha(平成6年産)の作付けがある。また、耐冷性が強く良食味品種であることから作付面積は前年比309%と急増している。そこで、安定した収量を確保するための、収量構成要素および各主要生育ステージ別生育診断指標値を検討した。

生育期間を通じて葉色×茎数値が総粒数との相関があり生育診断指標として有効と認められた。収量540から600kg/10aを得るには総粒数を32,000から36,000粒/m<sup>2</sup>確保する必要があり、この総粒数を確保するための主要生育時期別生育診断指標を策定した。(平4-6)

栃木農試成果集 14:63-64 (1995)

#### ウ 平成5年における水稲冷害の実態

平成5年は、水稲の生育期間中低温寡照傾向で推移し、特に7月及び8月の異常低温により障害型不稔が大発生した。そこで、県内の冷害の実態について品種、出穂期、標高、栽培様式、施肥法などの関連からまとめた。

平成5年の障害型不稔は、出穂期が7月末から8月5日及び8月15日から25日のものに多く発生し、多くの品種、地域に被害を与えた。県中北部の標高170mから300m地帯で特に甚大な被害となったことを明らかにした。

栃木農試成果集 13:1-2 (1994)

#### エ 水稲の不稔発生率の推定法

水稲の障害型冷害による不稔の発生を的確に把握し、被害実態をいち早く予測し、さらに気象予報と連動して的確な対策を講じるために、アメダス情報を利用した不稔発生割合の推定式を検討した。その結果、推定値と実際値の誤差は少なく、ほぼ推定できると考えられた。(平5)

栃木農試成果集 13:3-4 (1994)

#### オ コシヒカリにおける平年出穂期のメッシュ化

水稲の生育診断・予測情報をメッシュ化してきめ細かな情報を提供し、良質米の安定生産に資することを目的に試験を実施した。その結果、毎年次のリアルタイムな生育ステージ予測をメッシュ情報として提供するための第1段階として、早植コシヒカリの平年出穂期をメッシュ化し表示する手法を確立した。(平6-7)

栃木農試成果集 14:65-66 (1995)

#### カ メッシュ気象情報を利用した水稲の出穂期予測システム

良質米のよりいっそうの安定生産、品質向上を図るため、きめ細かい地域別精密診断技術の開発が求められている。そのため

に栃木県のメッシュ気象図をリアルタイムに作成するシステムを開発するとともに、昭和50年から平成4年のデータを解析して、水稲の出穂期予測をメッシュ化し、生育診断、穂肥時期診断などを実施するシステムを構築した。(平9-10)

栃木農試成果集 18:17-18 (1999)

#### キ 水稲の生育量に応じた一発穂肥の施用量

水稲良質米の収量・品質安定化および追肥作業の省力化のための一発穂肥を開発し普及しているが、その施用適量について水稲の生育量との関連で明らかにし、良質米の生産安定に寄与することを目的に早植コシヒカリを用いて試験を実施した。

一発穂肥の10aあたり窒素施用量は、生育量が小さい場合には出穂前23日で5から6kg、または出穂前18日で4から5kg、生育量が中庸な場合には出穂前18日に3から4kg、生育量が過剰な場合には出穂前10日以降に2から3kgが適当と判断された。(平5-6)

栃木農試成果集 14:67-68 (1995)

#### ク 水稲のヨードでんぷん反応を利用した追肥診断法

追肥の量を決定するために、葉鞘のヨードでんぷん反応を利用した診断法が現地で行われている。しかし、診断に利用されている指標値は、他県の調査結果に基づくものを使用しており、本県の主要品種であるコシヒカリについて具体的な診断指標値は明らかにされていない。そこで、この診断法の本県コシヒカリへの適用性を検討した。

ヨードでんぷん反応を利用した追肥診断法はコシヒカリへの適応性が高く、その指標値は追肥時期の平均染色率が55%であれば標準量の追肥が可能であることを明らかにした。ただし、生育診断指標値と組み合わせる利用することが必要で、追肥前の生育量が大きい場合は平均染色率が高くても倒伏する可能性があるため、時期を遅らせる、量を減らす等の対応が必要と考えられた。(平13-14)

栃木農試成果集 22:35-36 (2003)

#### ケ 水稲総粒数の簡易推定法

稲の栽培法を現場で指導、検討する場合に、適正総粒数を確保できているかを知ることが重要であるが、その圃場の総粒数を推定することは労力がかかり容易に対応できない。そこで、簡易に総粒数を推定する方法を検討した。

穂数は、観察によってその圃場の平均的な生育をしている場所を選定し、20株以上調査する。平均1穂粒数は平均株について、稈長+穂長で上から2番目と、稈長で下から3番目の2穂

の平均(上2下3法)粒数を算出する方法が比較的推定精度が良かった。この簡易推定法によって10株以上調査して、その平均値に平均穂数を乗じて、推定総粒数を算出できることを明らかにした。(平6-10)

栃木農試成果集 18:15-16 (1999)

## (2) 品質、食味

### ア 多湿黒ボク土におけるコシヒカリの診断指標と追肥による玄米中空素濃度の変化

肥沃な多湿黒ボク土(厚層多腐植質多湿黒ボク土)では生育後期の窒素発現量が多く、玄米中の窒素量が高くなり食味が低下しやすい。そこで、コシヒカリの玄米中の窒素濃度を過度に高くないために、追肥の種類、量を判定する生育途中の生育診断形質の目安を明らかにすることを目的に試験を実施した。

穂肥を一発穂肥にするか、穂肥を1回施用し出穂期の葉色が4.5以下であればもう一度追肥できることを明らかにした。(平2-4)

栃木農試成果集 13:57-58 (1994)

### イ 施肥法と玄米中空素濃度との関係及び緩効性肥料入り一発穂肥の特徴

黒ボク土水田において早植コシヒカリを用いて、施肥法(基肥窒素量、追肥の種類)と食味に影響する玄米中空素濃度との関係を明らかにし良質米の食味向上を図ること、また、一発穂肥の特徴を明らかにすることを目的に試験を実施した。

その結果、総窒素吸収量が多いほど玄米中の窒素濃度は高まった。また緩効性肥料入り一発穂肥施用では、追肥後の窒素吸収量が比較的多いが玄米中の窒素濃度が高くないことを明らかにした。(平2-4)

栃木農試成果集 13:61-62 (1994)

### ウ 水稻の基肥・栽植様式と収量・食味との関係

新食糧法が施行され、米の産地間競争が激化する中で、本県においても高品質・良食味米生産のための栽培方法の確立が急がれていた。そこで水稻の肥培管理の基本となる基肥窒素量と栽植様式(栽植密度、植付本数)が収量、食味に与える影響について年次変動を含め検討した。

最も関連性が高いのは基肥窒素量であり、食味を向上させると同時に安定収量を得るには3kg/10a程度が適量である。また、栽植密度が収量、食味に与える影響はほとんど認められなかったが、一株植付本数が多くなると食味が低下し収量が不安定になることから、植付本数は3から4本に抑える事が重要であると

考えられた。(平6-8)

栃木農試成果集 16:23-24 (1997)

### エ 米の粒度および調製篩目が食味・品質に及ぼす影響

米の産地間競争に対応するには、地域・土壌・栽培型と品質関係の実態を明らかにするとともに、肥培管理法による品質・食味向上指針を策定し、地域別の食味向上総合対策を実施する必要がある。その基礎資料として玄米の粒度別、調製篩目と食味品質の関係について検討した。また、成熟期前後における落水時期・収穫時期と食味品質との関係についても検討した。

いずれの品種とも粒厚の厚い粒の方が、タンパク質含有率が低く、また調製篩目では篩目が広い方が精玄米のタンパク質含有率は低下した。特に登熟度が低く、粒厚の薄い玄米については厳正に調製する必要が認められ、調製篩目は1.8mm以上が良いと判断された。落水時期は出穂後25日以降とするのが良いと考えられた。また、収穫時期は成熟期の5日前頃(帯緑色粗率10-15%)から収穫を開始し、帯緑色粗率が5%程度残存しているうちに終了するのが良いと考えられた。(平8-9)

栃木農試成果集 18:23-26 (1999)

### オ なすひかりの減肥、常時湛水による良食味米栽培法

平成16年に奨励品種に採用されたなすひかりについて、環境負荷に配慮した減農薬減化学肥料などを用い、良食味米栽培法を確立することを目的に試験を実施した。

なすひかりの減肥栽培では常時湛水で出穂前40日(最高分けつ期)に追肥を行うことにより、慣行以上の収量・品質を得ることができた。また、追肥に代えて、肥効調節型肥料LPS60を含んだ全量基肥栽培を行うことで、同様の収量、品質を得ることができた。(平16-17)

栃木農試成果集 25:41-42 (2006)

### カ 水稻品質食味の実態調査と改善方法

一般に、玄米タンパク質が少ないと粘りが強く良食味米と言われており、食味計の評価値は、タンパク質含有率を主要因にしている。米の食味は年次、栽培法及び地域によって異なることが知られている。そこで、食味の実態と要因を解析することにより、食味を改善し、均質にすることで県産米全体のレベルアップを図るため、県内14カ所の旧農業改良普及センターを通じ、耕種概要が明らかな玄米サンプルを平成7年から5年間で合計1,552点収集し、食味計により分析を行った。

玄米タンパク質含有率を下げ、食味評価を上げる栽培法は、登熟後半の気温低下が大きくなる8月中旬に出穂期になるよう

に移植し、総窒素施用量、追肥窒素量を少なくする施肥体系が適していた。灰色低地土の食味評価と関連が深い玄米白度は、有機物を施用することによって高まった。要因個々の寄与率は小さく、地域や土壌により異なるため、継続した食味評価と技術の組み合わせが必要と考えられた。

栃木農試成果集 20:29-30 (2001)

#### キ 水稲食味向上のための肥培管理技術

高品質良食味米生産を目的に、総窒素量の減肥、リン酸の施肥法、落水・収穫時期および調製方法の肥培管理技術を検討した。

良食味米の栽培方法は、総もみ数を 33,000 粒/m<sup>2</sup>以下に制御し、登熟度を 1,850 程度に高め、落水時期は出穂期後 30 から 35 日、収穫期は成熟期 ± 4~5 日にすることであった。多湿黒ボク土では総窒素施用量を 4 kg/10a 程度に少なくするとタンパク質含有率が下がった。(平 8-12)

栃木農試成果集 20:31-32 (2001)

#### ク 食味計を用いた高水分籾のタンパク質含有率の推定

玄米のタンパク質含有率は米の食味に影響を与えるとされている。収穫直後の高水分状態でタンパク質含有率が推定できれば、米の食味仕分けが可能となり米の有利販売に結びつく手法となる。そこで、高水分籾を従来の食味計を用いて測定することにより、乾燥後のタンパク質含有率を推定する手法について検討した。

食味計で高水分籾のタンパク質含有率を測定する場合、22% 以下の玄米水分含量で測定すると精度良く推定できた。(平 18-22)

栃木農試成果集 30:1-2 (2011)

#### ケ 生体情報を用いた総粒数、タンパク質含有率の推測と なすひかりのタンパク質含有率推定式の構築

粒数の制御は高品質米生産のための重要な要因である。追肥時期前に生育量を診断し、総粒数を推測することができれば、適正な総粒数に制御できる。そこで、正規化植生指数(NDVI)と総粒数およびタンパク質含有率の関係を検討し、それらの推定方法を開発するため試験を実施した。

携帯式水稲生育量測定装置で出穂前 40 日から総粒数を予測でき、タンパク質含有率は登熟中期から予測できた。また、出穂後 10 日の SPAD 値を用いて、なすひかりのタンパク質含有率を推定する式を作成した。(平 18-20)

栃木農試成果集 30:55-56 (2011)

#### コ 気象データからの水稲白未熟粒率の予測

近年、白未熟粒(乳白粒など)の発生による米品質低下が著しい。発生原因として、肥培管理や気象が考えられるため、平成 7 から 11 および 14 年の出穂期の気象から白未熟粒発生率を推定する手法を検討した。

登熟前半の気温が高く、相対湿度が低いほど白未熟粒が発生し、それらの気象値から発生率を推定することができた。コシヒカリで最高気温 31 °C 以上、5 日間の最小相対湿度が 50 % 以下で風速 4 m/s 以上になると、白未熟粒の発生によって検査等級が格下げとなることが予測できた。(平 14)

栃木農試成果集 22:21-22 (2003)

#### サ、水稲の白未熟粒発生に及ぼす温風の影響

一般に、白未熟粒(乳白粒、心白粒、基白粒など)は登熟期の高温で発生すると言われている。しかし、栃木県では高温でも乾燥風が少ない年には、白未熟粒の発生が少なかった。そこで、高温と風が白未熟粒発生に及ぼす影響を検討した。

白未熟粒(乳白、心白粒)は、出穂前の高温や出穂期後 9 から 13 日の温風で発生した。白未熟粒の発生を軽減するには、出穂期の葉色をある程度濃くすることで軽減できた。また、白未熟粒発生には品種間差異が認められた。(平 15-17)

栃木農試成果集 25:43-44 (2006)

#### シ、酒米五百万石の安定栽培法と心白の発現条件

県内酒造メーカーの需要の高い酒造好適米五百万石の安定多収栽培の確立及びその肥培管理と心白発現など酒米としての品質との関係について検討した。

酒米五百万石は、収量、品質面から 5 月下旬に移植し、7 月末から 8 月初めに出穂させるのが適していた。適正生育量は総粒数 26,000 粒/m<sup>2</sup>前後、玄米千粒重 26 g 以上を確保するのが良く、そのためには、基肥窒素 2 から 3kg/10a、栽植密度 22.2 株/m



写真 2-1-5 水稲の生育調査

程度、安定して高い心白発現率を確保するため穂肥は出穂前10日頃に窒素4kg/10a(緩効性肥料LP40日タイプを50%含有)を施用すると良いことを明らかにした。(平6-8)

栃木農試成果集 16:21-22(1997)

#### ス、水稲胴割粒発生の予測

平成14年は県内全域で、胴割粒の発生により著しく米品質が低下した。発生原因として、高温、寡照および成熟期の気温低下といった気象や収穫・調製作業が考えられた。そこで、出穂期や成熟期の気象から胴割粒率を収穫時まで推定する方法を検討した。

胴割粒は、登熟前半が高温で、登熟後半の日射量が少なく、降水量が多く、気温低下が大きいほど発生率が高まった。日射量と降水量から胴割粒率をほぼ推定することができた。(平14)

栃木農試成果集 22:23-24(2003)

### 3 水稲の育苗法に関する試験

移植精度を低下させず、育苗作業の軽労化、低コスト化を実現するための試験や育苗日数を極端に短縮する乳苗移植や播種作業を効率的に行える液肥利用、育苗箱の軽量化などに取り組んだ。

#### (1) 水稲乳苗移植栽培における機械移植精度の向上及び基肥窒素の適正量

水稲の規模拡大を前提とした省力化技術として、育苗労力が削減可能な乳苗移植栽培を利用した技術確立が望まれていた。そこで、乳苗の移植精度向上を目的に、乳苗の苗質及び田植機の設定等と機械移植精度との関係を検討すると同時に、基肥窒素の適正量についても併せて検討した。

水稲乳苗移植精度の向上と収量安定を図るためには、8cm以上の苗丈を確保することと茎数・穂数の確保が重要であった。また、田植機を平均植付本数5本/株、10a当り使用箱数15から16箱程度に設定することで、欠株率を5%以内に抑えることが可能であった。なお、基肥窒素量を稚苗並とすると最高分けつ期以降、生育過剰気味となり稈長が伸びやすいことから、基肥窒素量は稚苗に比べ3割程度減肥することが適当と考えられた。(平3-5)

栃木農試成果集 13:53-54(1994)

(2) 水稲普通期栽培における乳苗移植・湛水直播の作期晩限稲作の生産性向上が望まれる中で、乳苗移植・直播等の省力化技術が稲・麦二毛作地帯の水稲普通期栽培でも導入・普及される可能性がある。しかし、水稲普通期栽培において乳苗

移植・直播のように生育期間が長い栽培様式は、出穂の遅れによる登熟低下、減収を招くことが予測される。そこで、栃木県における水稲普通期栽培の乳苗移植・湛水直播の作期(移植・播種時期)の晩限について検討した。

水稲普通期栽培においてキヌヒカリを用いた場合、栃木県中部では乳苗移植・湛水直播とも6月10日、県南部では6月20日、栃木2号(晴れすがた)を用いた場合は県中部では乳苗移植・湛水直播とも6月20日、県南部では乳苗移植で6月30日、湛水直播で6月25日が移植・播種時期の晩限と推定された。(平6-7)

栃木農試成果集 15:69-70(1996)

#### (3) 水稲乳苗の効率的育苗法およびその対応技術

水稲乳苗は育苗期間の短縮が可能であり、また密播により使用苗箱数を3割程度削減できることから省力、低コスト技術として注目されていた。しかし、実用可能な機械移植精度を得るには苗丈8cm上の確保が必要である。そこで、乳苗育苗における苗丈8cm以上で、田植機利用可能な苗マットの安定のおよび効率的育苗法について検討した。なお、本試験では乳苗育苗における平置き出芽法の適応性、粒状培土を用いた育苗法など、対応技術についても併せて検討した。

成型培地に硝酸態窒素を含んだ液肥で窒素を0.5g/箱程度を施用する、あるいは育苗ハウス内管理においてシルバーラップ#90でベタ掛けする方法により、育苗期間8日程度で苗丈8cm上の乳苗を得ることが可能であった。また、平置き出芽法では苗丈確保のために、出芽初期にコモおよび保温マットを夜間被覆し、粒状培土を用いる場合には苗マット強度強化のために床土量を3L/箱程度に減量するのが良いと考えられた。(平6-7)

栃木農試成果集 16:39-40(1997)

#### (4) 水稲乳苗の疎植栽培法

水稲乳苗は育苗日数が最短で8日程度と短く、乾籾200g/箱程度の密播が可能であることから、植付本数を調整することで単位面積当たりの使用苗箱数を削減することができる。そこで、さらなる使用苗箱数の削減を目的に、水稲乳苗の疎植栽培の可能性について検討した。

早植栽培における乳苗移植の㎡当たり13.9株及び11.1株の疎植栽培の実用性は高いと考えられ、その場合の施肥方法は基肥窒素を稚苗の50%減程度とし、出穂前23日の早い穂肥を行うのが良いと考えられた。また、平均植付本数は5本/株程度とし、移植精度向上に留意する必要があると考えられた。(平7-8)

栃木農試成果集 16:41-42(1997)

(5) 液肥灌注による水稲育苗の省力化

稲作経営の大規模化および農作業の部分受託などに伴う大量育苗による労力増大が問題となっているが、その一つに床土を準備する段階での土の消毒、肥料の混和作業に多くの労力と時間を要することがあげられる。そこで、その作業を省力化することを目的に、床土の消毒・肥料の混和を播種時に液剤・液肥で同時灌注する水稲育苗法を検討した。

窒素成分がアンモニウム態のみの複合液肥を利用した水稲の育苗により、慣行と同質の苗を得ることが可能であり、育苗培土と肥料・農薬との混和作業の省力化が図れることを明らかにした。(平 3-6)

栃木農試成果集 14:61-62 (1995)

(6) 水稲のビニールプール育苗法

稲作の大規模化に伴い管理労力の増加が問題となっており、特に育苗期間中のかん水作業に多くの時間が費やされていた。現場ではかん水作業の労力を軽減できるビニールプール育苗が導入されているが、管理方法が農家独自技術や、他県の育苗マニュアルを参考にしていることが多く、本県にあった管理方法が確立されていなかった。そこで、ビニールプール育苗法における施肥、水管理、温度管理等を検討した。

ビニールプール育苗では慣行の育苗と比べて苗丈が伸びやすいため、慣行育苗法より窒素施用量を少なくし、成分で 1.3 g/箱を上限とし、液肥を用いる場合でも施肥量は同量が適した。温度管理は育苗ハウスのサイドを開けたままでよく、霜注意報の発令された場合のみ閉めることとする。水管理は間欠灌水等水を切る管理をするとムレ苗の発生を助長するため、湛水管理が適していた。(平 10-12)

栃木農試成果集 20:17-18 (2001)

(7) 水稲育苗箱の軽量化

水稲稚苗育苗において、水を含んだマット苗と箱の重量は約 6kg になる。この運搬は高齢者や女性が行うことが多く、共同育苗施設でも年々生産育苗箱数が増えているため、マット苗を軽量化して作業の軽労化を図るとともに、資材にかかる費用を低減することが求められていた。また、もみがらの有効利用も求められていた。そこで、培土量を減らし、培土にもみがらを用いるなど育苗法の実用性を検討した。

水稲稚苗育苗の培土を慣行の厚さ 3 cm から 2 cm に減らしても、保水力の良い底面構造の育苗箱か水稲育苗シートを併用すれば、良苗が育苗できた。また、粉碎もみがら 3L 対土 1L の割合で混ぜた培土を、自動播種機を用いて播種育苗すると、慣行

のマット苗重より 3 kg/箱軽くでき、しかも健苗が育成できた。(平 8-10)

栃木農試成果集 18:53-54 (1999)

(8) 軽量育苗箱及び専用の軽量培土による水稲軽量育苗法の開発

軽量育苗箱(深さが 2 cm 通常のものより 1 cm 浅い)の底面穴数及び育苗培土、灌水方法について検討した。

軽量育苗箱に軽量培土を用いて育苗すると慣行並みの草丈となり、移植時の重量は 4.8 kg と軽くなった。また、粒状培土を用いた育苗では窒素を 2 g/箱、平置出芽法で中間灌水後の被覆期間を慣行より 1 日長くすると、慣行並みの草丈となった。移植では、植付本数を株当たり 4 本以上にすれば欠株率が 4 %以下となり、慣行並の植え付け精度が得られた。(平 17-19)

栃木農試成果集 27:6-7 (2008)

4 水稲栽培のコスト低減に関する試験

担い手農家への土地の集積や米価の下落など水稲生産に係る環境は劇的に変化している。このような状況の中、米の再生産価格を維持するためには低コスト技術の導入が必須である。これらの課題解決のため直播などの栽培様式に関する試験、緩効性肥料を用いた施肥法、倒伏軽減剤を用いた収穫作業性の向上などに取り組んだ。

(1) 水稲の作期拡大のために移植時期を遅らせた場合の収量水準維持技術

水稲の規模拡大を容易にするには、季節的な労働のピークを解消する必要がある。そこで作期拡大のための一技術として、5月上旬に集中している移植時期を5月下旬(品種によっては5月中旬)まで拡大した場合の収量水準維持技術について検討した。

移植時期を遅らせても、適切な肥培管理により、5月下旬植でひとめばれば5月上旬植並、コシヒカリはその1割減程度、月の光は中旬植であれば上旬植並、下旬植は1割減程度の収量を確保できることを明らかにした。(平 3-5)

栃木農試成果集 13:17-22 (1994)

(2) 水稲の品種及び栽培様式の組み合わせによる収穫期間の拡大

稲作の経営規模拡大のためには、移植時及び収穫期の労働集中を解消する必要がある。そのためには作期の拡大が有効である。品種並びに栽培様式(稚苗栽培、乳苗栽培、散播湛水)の組み合わせで作期を拡大した場合の、収穫期間の拡大及び刈り取り適期幅を検討した。

品種、栽培様式を変え、5月初めから5月末に移植時期を拡大すると、刈り取り適期は9月上旬から11月初めの約50日間に拡大した。乳苗及び散播湛直は、倒伏を軽減することによって刈り取り適期幅を稚苗並に確保できた。(平3-5)

栃木農試成果集 13:23-24 (1994)

(3) 省力化技術・作期拡大技術の導入による稲・麦・大豆の合理的輪作体系(2年3作)の実証

水稲-小麦・大豆-水稲の2年3作体系を省力化技術・作期拡大技術を導入することにより実証し、問題点を検出するため試験を実施した。

省力化・作期拡大技術を導入した稲・麦・大豆の2年3作体系を実証した。水稲は乳苗や散播湛直栽培の導入により20から34%の省力化が実証され、収量水準は比較的高かった。小麦は早生品種の導入により播種期を11月中旬まで遅らせることができた。大豆は不耕起・狭畦栽培により16から18%の省力が実証されたが、7月播きの晩播では収量が低下することが明らかとなった。(平3-5)

栃木農試成果集 13:25-26 (1994)

(4) コシヒカリの散播湛水直播栽培法

水稲の低コスト生産において散播湛水直播栽培の関心は高まりつつあるが、本県主力品種であるコシヒカリは倒伏しやすいなどの理由により普及が進まなかった。また、本県の代表的な土壌である黒ボク土壌では、播種深度が確保しにくく、より倒伏しやすい。そこで、コシヒカリによる散播湛水直播栽培で安定多収を得るための栽培法を確立するため試験を実施した。

コシヒカリの散播湛水直播栽培を行う場合は、基肥窒素を移植栽培より2から3割減肥し、苗立数は130本/m<sup>2</sup>程度とやや多めとし、追肥時期は出穂前10日を基本に生育量が少ない場合はやや早めるのが良い。また、播種後2から3日程度入水しないことにより移植栽培の85から90%程度の収量が得られた。(平3-5)

栃木農試成果集 13:27-28(1994)

(5) 汎用管理機を利用した湛水直播栽培

主穀作の経営規模拡大を推進するために、省力・低コスト技術体系の確立が急がれている。水稲の栽培について現行の移植体系に湛水直播体系を導入し規模拡大を図ることが必要であるが、大規模圃場に対応した湛水直播体系がまだ確立されていない。そこで、汎用管理機を利用し水稲の湛水直播機械化一貫体系を検討した。

汎用管理機を利用した湛水直播栽培は、10a当たりの作業時間が、粒剤散布作業で2から3分、液剤散布作業で4から5分と極めて省力的に作業ができた。酸素供給剤(カルパー)の重量比は2倍重にする必要はなく、1倍重でも出芽性、収量性ともに良好であった。(平6-7)

栃木農試成果集 15:71-72 (1996)

(6) 側条施肥田植機を利用した水稲コシヒカリの湛水直播(作溝条播)栽培法

水稲湛水直播栽培体系の確立が急がれていたが、散播方式でコシヒカリを栽培すると倒伏が問題となった。一方、作溝条播方式は株元が覆土されるため、散播よりも耐倒伏性に優れていた。そこで、既存の施肥田植機を利用した作溝無覆土条播方式による湛水直播栽培法を検討した。

施肥田植機に湛直アタッチメントを装着して作溝条播を行う場合、圃場の硬さは下げ振り深7から10cmが好適であり、柔らかいほ場では作溝深を浅くする必要があった。本栽培法では、播種量を4.5kg/10a(乾籾)とすると必要苗立ち数100から130本/m<sup>2</sup>を確保できた。本栽培法では表層散播より倒伏が少なくなることを明らかにした。(平8-9)

栃木農試成果集 17:41-42 (1998)

(7) 高精度水稲湛水直播機によるコシヒカリの土中条播栽培法

水稲湛水直播栽培には様々な播種法があるが、最も簡便な湛水散播では、播種深度不足による転び倒伏が問題となった。しかし、作溝条播方式は株元が覆土されるため、散播よりも耐倒伏性に優れている。条播には、播種後強制的に覆土する土中播種と、播種直後は無覆土だが、その後自然に溝が崩れ、株元が覆土される無覆土播種があり、確実に株元が覆土される土中播種のほうが、より転び倒伏が少ないと考えられた。そこで、水田用栽培管理ピークルの作業機として開発された土中条播機による、水稲品種コシヒカリの湛水直播栽培法を検討した。

本機は、覆土板を土壌硬度センサーで制御して覆土量を調整し、一定の深さに播種することができた。それにより苗立ちが安定し、散播より転び倒伏が少なく、倒伏しやすいコシヒカリの栽培に適していた。(平8-9)

栃木農試成果集 18:45-46 (1999)

(8) 水稲湛水直播栽培に適した水管理と除草体系

直播が普及しない主な要因として、苗立の不安定性がある。そのため、従来は出芽後に芽干しを行っていた。しかし、落水することにより除草剤の効果が低下し、ヒエが残ってしまう場面

が多く、きめ細かな水管理が要求される。そこで、苗立ちを安定させつつ除草効果を保つ水管理法と、それに対応した除草体系を検討した。

水稲の湛水直播栽培の播種後水管理では、播種後自然落水し、出芽揃い期(播種後7から10日)まで落水管理をすることで、苗立ち確保、倒伏軽減に効果が認められた。また、この水管理に適した除草体系は、サンウェルまたはキックバイのノビエ2葉期処理と、マメットSMとの体系防除(残草がある場合)が適した。(平8-9)

栃木農試成果集 18:47-48 (1999)

#### (9) 湛水直播栽培における水稲品種ゆめひたちの栽培法

ゆめひたちは茨城県が育成し、早生、短強稈、良食味の特性を持つ有望品種なため、本県における直播適性を収量と品質のバランスを中心に検討した。

ゆめひたちの湛水条播栽培において、移植と同等の収量(70 kg/a)を目標とした場合、最適総粒数は35,000粒/m<sup>2</sup>程度、穂数は390から410本/m<sup>2</sup>程度であった。苗立ち数を80から100本/m<sup>2</sup>として、基肥窒素は0.5 kg/aとし、出穂23日前(幼穂長2から3 mm)に窒素を0.4 kg/a (BBNK202)追肥する。この場合、玄米蛋白質含有率は移植並、玄米品質は移植よりも良好であった。最高分げつ期の好適生育範囲は、草丈62から63 cm、莖数600から750本/m<sup>2</sup>、葉色3.1から3.7、追肥前は、草丈74から78 cm、莖数560から610本/m<sup>2</sup>、葉色3.0であった。(平13-14)

栃木農試成果集 22:39-40 (2003)

#### (10) コシヒカリの湛水条播栽培における苗立ち不足時の初期追肥による増収効果

コシヒカリの湛水条播栽培において、機械の調整不良による播種量の不足や、ほ場の傾斜による停滞水や播種後の降雨による落水管理の不徹底等によって、苗立ち数が不足した場合の追肥技術を検討した。

落水管理が可能なほ場で苗立ち数が不足した場合、3葉期に窒素0.1 kg/aを追肥することが適当であった。しかし、苗立ち数が40本/m<sup>2</sup>以下の場合には追肥による増収効果が低いため、再播種や移植へ切り替える必要があった。落水管理ができず湛水継続状態で苗立ち数が不足し、その後も落水を徹底できないほ場では、初期追肥による増収効果は低いので、直播栽培は不適と判断された。(平12-14)

栃木農試成果集 22:41-42 (2003)

#### (11) なすひかり、コシヒカリの全量基肥による疎植栽培法

水稲栽培の省力化及び低コスト化を図るため、なすひかりおよびコシヒカリの全量基肥と疎植を組み合わせた高品質安定栽培法を検討した。

なすひかりでは、LPS60を含む全量基肥で総窒素量を慣行の80%とし、栽植密度を15.2又は11.1株/m<sup>2</sup>の疎植とすると、慣行に比べ収量が増加し、玄米タンパク質含有率は低下し、品質は向上した。コシヒカリでは、LPSS100を含む全量基肥で総窒素量を慣行の80%とし、栽植密度を11.1株/m<sup>2</sup>とすると、倒伏が減少し、慣行と同程度の収量が得られた。これらの栽培法により省力化・低コスト化を図ることができた。(平19-20)

栃木農試成果集 28:21-22 (2009)

#### (12) グラウンドカバープランツを利用した省力的な水田畦畔管理技術

水田畦畔管理の労力負担を軽減するため、グラウンドカバープランツを用いた省力的技術を検討した。

センチピードグラスは、種子直播又はセル成型苗定植2年目までに水田畦畔の大部分を被覆し、雑草の発生を抑制するため、水田畦畔のグラウンドカバープランツに適していた。センチピードグラス定着後は、水田畦畔管理に要する労働時間の半減化が期待できる。(平18-20)

栃木農試成果集 28:23-24 (2009)

### 5 水稲の雑草防除、生育調節剤に関する試験

#### (1) 酸アミド系除草剤の水稲に対する薬害と土壌との関係

水田除草剤の体系は正剤(一発処理剤)の多くに含まれている酸アミド系除草剤は、殺草効果は高いが、栃木県では移植後3-5日の早い処理で水稲に対する生育抑制(薬害)が発生しやすい地域があり、適用地域の判定が困難になっていた。そこで、同系除草剤の水稲に対する薬害と土壌との関係について検討した。

仮比重0.7以下の軽い多湿黒ボク土は代かき後の土壌の沈降が遅いため、酸アミド系除草剤を移植後の早い時期に処理した場合、除草剤が水稲の茎葉基部あるいは根に接触しやすく、薬害が発生しやすかった。このような土壌で同除草剤を使用する場合、軟弱苗の使用および浅植は避け、移植後5から7日(植代後10日)以後に処理するのが安全であると考えられた。(平8-11)

栃木農試成果集 16:37-38 (1997)

#### (2) グリホサートの秋冬処理による畦畔雑草管理

栃木県における水田畦畔面積は3,784 haあり、水田耕地面積の3.5%を占めている。現在、畦畔雑草の管理は夏期の肩掛け

式草刈り機による管理が多く、生産者にとって大きな負担であった。そこで、夏期間中の畦畔雑草管理回数の軽減を目的に、収穫後の11月頃に除草剤を処理することで、翌年の雑草発生量を抑制し、畦畔雑草管理回数を減らす方法について検討した。

グリホサートの秋冬処理によって、翌年の雑草の発生量が少なくなり、6月中下旬まで刈取り管理の必要が無かった。また、6月中旬頃の草刈り及び抑草剤処理によって8月中旬まで抑草することができるが、抑草期間は約30から40日程度であり、その後は草刈りなどの管理が必要であった。(平8-10)

栃木農試成果集 18:19-20 (1999)

### (3) 水稲倒伏軽減剤の検討

水稲品種コシヒカリは、本県の水稲作付面積の7割を占める主要品種であるが、稈長が伸びやすく、倒伏に弱い性質がある。天候の不順などによって生育が制御できずに、倒伏が予想される場合、倒伏軽減剤の使用が有効である。しかし、粒剤タイプの湛水土壌処理は多湿黒ボク土での効果が充分ではない。そこで多湿黒ボク土における苗箱処理の倒伏軽減剤CGR-811®粒剤および茎葉散布処理のKUH-833F®フロアブルの倒伏軽減効果、収量性について検討し、倒伏軽減効果および増収効果が期待でき実用性が高いと判断した。(平2-5)

また、生育の早い段階での倒伏予測は難しいことから、倒伏軽減剤は出穂期間際に処理できることが望ましい。そこで、茎葉処理タイプの倒伏軽減剤テソロ顆粒水溶剤(トリネキサパックエチル5%)の倒伏軽減効果とその利用法について検討し、倒伏軽減効果及び増収効果が認められ実用性が高いと判断された。(平8-9)

当時、茎葉処理タイプは液剤タイプしか市販されていなかったため、動力噴霧器を持っていない農家では散布できないという課題があった。そこで粉末タイプの倒伏軽減剤ビビフル粉剤DL(プロヘキサジオンカルシウム塩0.12%)の倒伏軽減効果とその利用法について検討し、倒伏軽減効果が高く、増収効果も認められることから実用性が高いと判断された。(平10)

栃木農試成果集 14:23-26 (1995)

栃木農試成果集 18:21-22 (1999)

栃木農試成果集 19:35-36 (2000)

## 6 大豆の品種選定に関する試験

### (1) たまうら(旧系統名：東北118号)の奨励(認定)品種採用

本県における大豆の作付面積は水田転作目標の増加に伴い、平成7年度以降増加の傾向にあり、平成10年度では4,420 haであった。主要品種であるタチナガハは、機械化栽培特性に優

れ多収であることから、作付面積の大部分を占めている。しかし、近年、実需者から粗蛋白含量が低い等、加工適性について問題が指摘された。また、本品種だけでは作期分散による作付面積の拡大や気象災害での危険分散を図ることが難しいと考えられた。そこで、加工適性に優れ、早生で強稈品種の選定を目標に試験を行った。

粗蛋白含量が高く、豆腐および煮豆加工適性に優れ、早生で、倒伏に強いたまうららを選定し、平成11年3月に奨励(認定)品種として採用された。(平7-10)

栃木農試成果集 18:1-2 (1999)

### (2) 備蓄大豆の種子利用の可能性

栃木県原種生産事業においては、従来から備蓄した大豆は種子として利用してこなかった。これは水稲などに比べ、備蓄大豆の発芽・生育が不安定であるとされてきたことによる。しかし、現在の種子備蓄のための低温貯蔵庫は、温度・湿度とも一定に維持できるので、発芽・生育能力が低下しないことが想定され、また大豆種子の効率的で安定的な供給のためには備蓄種子の利用がかかせない。そこで、備蓄大豆の発芽・生育収量を調査し種子利用の可能性を検討した。

大豆の1年備蓄種子は前年産と差が無く、原種生産用として利用できるが、2年備蓄種子は発芽率や生育がやや不安定なことから原種生産には利用できないと判断した。(平12-13)

栃木農試成果集 21:9-10 (2002)

### (3) 納豆小粒の播種適期と栽植密度

納豆小粒は納豆加工用として評価が高く、納豆加工業者の要望を受け栃木県内で契約栽培が行われている。しかし、本品種は倒伏・蔓化しやすく成熟期も遅いなど栽培上の問題点が多いため、安定栽培を目的に播種期と栽植密度の検討を行った。

栃木県における納豆小粒の播種適期は、安定収量と小粒特性の点から、6月下旬から7月第1半旬であった。また、栽植密度は徒長と蔓化を軽減するため8.3から11.1株/m<sup>2</sup>(60cm×20cmから15cm)が適当であった。(平9-10)

栃木農試成果集 19:37-38(2000)

## 7 大豆の省力化、雑草防除に関する試験

### (1) 畑作大豆の不耕起・無中耕・無培土栽培

土地利用型作物の栽培において、作業工程の省力化は、今後の規模拡大や高収益輪作体系を確立する上で重要である。現在、大豆は他の畑作物に比べて、省力化された機械化栽培体系が確立しているが、より省力的な栽培体系を確立し、輪作体系

のより円滑な推進を図るため、不耕起・無中耕・無培土栽培の可能性およびその栽培指針の策定について検討した。

畑作大豆の不耕起・無中耕・無培土栽培はタチナガハが適しており、適正栽植密度は30cm×15から20cmで慣行栽培と同程度の収量が確保できた。窒素施肥は前作が裸地・野菜等跡でも施用した方が、増収効果が高かった。また、雑草の発生量により茎葉処理剤の播種前、播種直後の散布が必要であった。(平4-6)

栃木農試成果集 14:75-76 (1995)

## (2) 大豆の不耕起播種栽培の特徴

土地利用型作物の作付けに当たって、その省力化を図ることは、規模拡大・経営の合理化及び園芸作物の振興上必要である。不耕起播種機を利用して大豆栽培の省力化を図るため、麦一大豆作付体系上で麦跡大豆の不耕起播種と播種時の麦稈処理法について検討した。

麦跡での大豆不耕起播種栽培での麦稈処理法については、慣行程度の麦稈量(45 kg/a 子実重 45 kg/a 前後)施用では、播種作業や出芽・苗立への影響は少なく、また麦稈施用により雑草の発生量が抑制されることから、麦稈施用して当農試の不耕起播種機で対応でき、その場合の前作麦のコンバインでの麦稈刈高は、慣行程度で良かった。ただし、麦稈量が多い場合は、播種精度を高めるため麦稈搬出が必要であった。不耕起播種栽培での窒素施肥量は、0.2 kg/a が適当であり、地表面全面散布で対応できた。(平7-10)

栃木農試成果集 18:55-56 (1999)

## (3) 大豆の不耕起栽培における品種別播種時期と適正栽植密度

大豆の不耕起栽培は、省力化技術として普及が見込まれた。そこで、栃木県で栽培されている主力品種のタチナガハとたまうららの不耕起栽培における播種時期別の適正栽植密度を検討し



写真 2-1-6 大豆の不耕起栽培

た。

不耕起栽培における栽植密度は、タチナガハの6月中旬播では16.7株/m<sup>2</sup>、6月下旬播では22.2から33.3株/m<sup>2</sup>、7月上旬播では22.2株/m<sup>2</sup>のやや密植が適密度であった。たまうらは、6月中旬播では16.7株/m<sup>2</sup>、6月下旬播では33.3株/m<sup>2</sup>、7月上旬播では16.7株/m<sup>2</sup>が適密度であった。(平11-14)

栃木農試成果集 22:43-44 (2003)

## (4) 大豆の耕起省力栽培法

大豆栽培における中耕・培土は生産者にとって労力的に大きな負担である。そこで、耕起を前提とした省力栽培法である耕起・無中耕・無培土栽培および浅耕、部分耕播種栽培の省力効果を検討した。

中耕・培土を省くと、雑草発生量および倒伏程度は増加する傾向にあるが、生育、収量には問題がなかった。畦幅30cm×株間20cmの狭畦栽培を行うと増収した。また、たまうらは最下着莢高が高くなることによって、機械収穫上の問題がなくなった。(平11-14)

栃木農試成果集 22:45-46 (2003)

## (5) 大豆の不耕起・無中耕・無培土栽培による雑草防除法

大豆不耕起・無中耕・無培土栽培では、①前作の雑草を防除すること、②中耕培土による雑草防除が出来ないことなどが慣行栽培と異なる。したがって、播種時及び生育期の効果的な雑草防除法を確立することが、本栽培上必要不可欠であるため、その防除法について検討した。

不耕起播種でも雑草茎葉処理剤と土壌処理剤を混用し、播種後処理することが可能であった。土壌処理剤ではリニュロン7.5%+ベンチオカーブ50%+ペンディメタリン5%乳剤は除草効果が高く、広葉雑草が残ってしまった場合は本葉6葉期までにベンタゾン散布することが有効であった。(平3-5)

栃木農試成果集 13:31-32 (1994)

## (6) 麦跡大豆の不耕起狭畦栽培での雑草防除法

大豆の不耕起狭畦栽培は、圃場を耕起せず播種し、また作業の省力化のため中耕培土も行わないことから、雑草防除の成否が技術確立の上で重要な要因であった。そこで、不耕起狭畦栽培での効果的な雑草防除法を確立するため、麦収穫時の麦稈施用(被覆)の有無、大豆の栽植密度、除草剤の処理体系及び散布水量等の効果について検討した。

麦跡大豆の不耕起狭畦栽培での効果的な雑草防除法は、麦収穫時の麦稈をそのまま施用し、大豆の播種前に茎葉処理剤を

散布して、播種後に土壌処理剤を散布する体系処理、または播種後に茎葉処理剤と土壌処理剤を散布する方法が適した。なお、除草剤の散布水量は通常より多めに散布することが効果的であった。(平 11-14)

栃木農試成果集 22:47-48 (2003)

(7) 大豆の不耕起栽培における麦稈施用(散布)が大豆の生育収量に及ぼす影響

麦跡の大豆不耕起栽培で、コンバインから排出された細断麦稈の施用(被覆)と開花期窒素追肥が不耕起栽培大豆の生育・収量に及ぼす影響について検討した。

麦跡の大豆不耕起栽培での麦稈施用(被覆)は出芽・開花期は遅れないが、生育初期から下胚軸の伸長、主茎長の伸長を抑制し、生育後半の成熟期まで及んだ。また、麦稈施用により成熟期が2から3日遅れ、収量は麦稈施用量が0から60 kg/aと多くなるに伴い低下した。麦稈施用による収量低下対策としての開花期窒素追肥は、莢数の増加等により増収効果が認められた。増収効果は、多収年は小さいものの、子実重30 kg/a代の低収では大きいと考えられた。(平 11-15)

栃木農試成果集 23:75-76 (2004)

(8) 不耕起栽培による連作大豆の減収抑制

大豆は連作に伴い収量が低下する。そこで、その防止対策として大豆の根粒活性が高く維持できる不耕起栽培の減収抑制効果を検討した。

大豆の不耕起栽培は、生育期の土壌水分が高く維持されているため養分や水分の吸収が良く、根粒活性が高く地力窒素の減少が抑えられ、連作での減収及び品質低下が抑制された。(平 15)

栃木農試成果集 25:37-38 (2006)

(9) 大豆の栽培様式、土壌別の生育収量特性と土壌物理性

土壌条件、耕起の有無等異なる栽培条件下における大豆の根の分布状態、生育経過、収量及び土壌物理性の実態を調査し、大豆不耕起栽培の基礎資料を得ることを目的に試験を実施した。

灰色低地土は黒ボク土より軟らかく、乾燥していた。生育初期における大豆の根は、灰色低地土で多かった。生育前半は灰色低地土、慣行栽培が優り、生育後半は黒ボク土が優った。収量、百粒重、粗蛋白質含有率は、栽培様式による差は認められず、土壌別では黒ボク土が優った。黒ボク土、灰色低地土での不耕起栽培は、慣行栽培と収量・品質面において同等の成果が得ら

れたことから、今後の普及推進が可能であると考えられた。(平 11-15)

栃木農試成果集 23:71-72 (2004)

(10) 既存の機械で行う大豆の部分耕起播種栽培

大豆の播種適期は梅雨にあたるため、降雨による播種作業の遅延や生育初期の湿害により、収量の低下につながるが多い。不耕起播種栽培は、播種前に降雨があっても速やかに排水されるため、短期間で播種が可能になり、省力的であるなど利点が多い。しかし、機械が高価であるため大規模な経営体でない導入が難しい。そこで既存の機械で対応でき、不耕起栽培と同程度に播種前の降雨の影響を受けにくい栽培法を検討した。

既存の機械(ロータリーシーダ)の爪を切断加工または外すことで、不耕起のほ場で種子の近傍の耕起と同時に播種することができた。これにより播種前の降雨による播種遅れを回避できるが、播種後は湿害を受けやすかった。(平 18-20)

栃木農試成果集 28:21-22 (2009)

(11) 大豆のシワ粒発生要因の解明

たまうらは早生・大粒でタンパク質含有率が高く、豆腐加工適性に優れているが、シワ粒の発生が多く品質低下をきたしやすい。そこで、たまうららおよび奨励品種決定調査供試品種・系統を用いて、大豆の品質を低下させるシワ粒発生に及ぼすいくつかの要因を検討した。

大豆のシワ粒は大粒品種ほど発生率が高かった。また同一品種では収穫時期が遅いほど多く、収穫前の降水により増加した。乾燥温度の差は認められず、乾燥後の過湿条件で増加した。茎水分が低下し収穫可能になれば、できるだけ早く収穫し、乾燥後も適正条件下で貯蔵しておくことがシワ粒発生軽減のために重要であった。(平 13-14)

栃木農試成果集 25:37-38 (2006)

(12) タチナガハの機械収穫適期判定法

大豆はほとんどの莢が褐変する成熟期に達しても、茎の水分はまだ高い。本県の主力品種であるタチナガハはさらに莢先熟の程度がやや大きい特性のためなかなか茎水分が低下しない。コンバイン収穫では茎水分が高いと汚粒が発生するため、茎の枯れ状況のみで収穫する時期を経験的に判断している。そこで、タチナガハの茎水分の減少程度の簡便な判定方法を明らかにするとともに、コンバイン収穫適期について検討した。

タチナガハのコンバイン収穫適期は平均茎水分40%程度で、

ほとんどの個体が黒変始めに達し、剥皮率が40%程度になった時期と判断された。(平12-13)

栃木農試成果集 21:53-54 (2002)

(13) 難裂莢性遺伝子を導入した大豆の機械収穫時の刈遅れによる損失および品質低下

タチナガハは、成熟期以降も茎水分が下がりにくい青立ちの発生が問題であった。青立ちした株の茎水分が低下するまで収穫を遅らせると、裂莢による収穫ロスが増加する。そこで、難裂莢性遺伝子を導入した大豆系統について、適期より遅れた時期に機械収穫を行った場合の収穫損失や品質低下に及ぼす影響を検討した。

大豆に難裂莢性を導入することにより、刈遅れ時の損失を減少させることができた。しかし、刈遅れによる品質の劣化が従来の品種と同程度に発生するため、収穫適期に収穫する必要があると判断された。(平20-21)

栃木農試成果集 29:43-44 (2010)

(14) タチナガハ生育診断予測技術の開発

タチナガハについて、昭和57年から平成22年の29年間の生育調査結果と気象データを基に、生育診断予測技術を開発した。

試験場ほ場内でのタチナガハの過去29カ年の平均子実重は32.0 kg/aであった。子実重は開花期後30日の主茎直径、葉色および有効莢数との相関があり、目標子実重30 kg/aを得るための有効莢数は568 莢/m<sup>2</sup>と試算された。

また、播種から開花期までの日数は、日平均気温が高いと早まる傾向がみられ、登熟日数は、子実肥大が始まる開花期後30日から成熟期までの積算日照時間が長いほど長くなる傾向がみられた。

栃木農試成果集 30:57-58 (2011)

(15) 肥効調節型肥料を用いた大豆安定多収栽培技術

大豆の安定多収生産のため、肥効調節型肥料の効果を検討したところ、基肥窒素用の肥料として速効性肥料を0.2 kg/a、肥効調節型肥料(LPS80)を窒素成分で1.0 kg/a 施用するのが適当であると考えられた。(平12-15)

栃木農試成果集 23:73-74 (2004)

(16) 灰色低地土における大豆収量向上のための施肥改善

灰色低地土における大豆の収量は、黒ボク土に比べ低収である。そこで、施肥体系の改善(基肥窒素増肥、開花期窒素追肥、

肥効調節型肥料の施用)によって、灰色低地土における大豆収量の向上を図ることを目的に試験を実施した。

灰色低地土での大豆の低収対策として、開花期窒素追肥、または肥効調節型肥料の施用が効果的であった。また、肥効調節型肥料の施用により粗蛋白質含有率も増加した。経済性については、開花期窒素追肥は収益増となるが、肥効調節型肥料はメリットが認められず、更なる低価格化が望まれた。(平15)

栃木農試成果集 24:15-16 (2005)

8 その他の夏作物に関する試験

(1) 小豆カムイダイナゴンの播種時期及び栽植密度が収量・品質に及ぼす影響

丹波大納言は大粒で粒色が良く高価格で取引される反面、徒長しやすく機械収穫が困難(草型・成熟不均一等による)である。一方、カムイダイナゴンは本県で栽培すると大粒で徒長しにくく、成熟が均一で機械収穫が可能であるが、種皮色が暗いため商品価値が低くなる。そこで、カムイダイナゴンの種皮色の向上と大粒・低コスト多収栽培の可能性について検討した。

小豆カムイダイナゴンの種皮色は播種時期が遅いほど鮮やかさ・赤味が増加し丹波大納言に近づいた。7月中から下旬の遅めに播種し、栽植密度を畦間60 cm、株間5 cm程度に高めることによって大粒化し整子実重は増し優れた。(平3-5)

栃木農試成果集 13:71-72 (1994)

(2) 小豆の主要品種の特性および加工適性

小豆主産道府県の大納言小豆の品種、在来種および育成系統を収集し、その特性を調査した。

開花期が早い群は成熟期も早かった。開花期が遅い群は成熟期も遅かったが、成熟期はやや遅いものからかなり遅れるものまで幅が大きかった。草型では、主茎長の長いものは分枝数が多かったが、主茎長の短いものは分枝数が多い群と少ない群とに分けられ、早生種は分枝数の少ない群に属するものが多かった。百粒重は、成熟期が遅いものほど重くなる傾向がみられたが、早生種の中でも比較的重いものがあつた。種皮色は、赤味が薄いか暗色を呈しているものがほとんどで、鮮赤色を示したものは丹波大納言のみであった。

本県に適する品種を検討した結果、栽培面ではカムイダイナゴンが優れていたが、品質面では丹波大納言が極めて優れていた。流通上の有利性を考慮に入れると、丹波大納言が有望であると考えられた。(平3-5)

栃木農試成果集 15:7-10 (1996)

(3) 石灰窒素利用による小豆丹波大納言の熟期均一化

丹波大納言は、晩生で成熟むらや莢先熟的な傾向が見られ、当地域で栽培した場合、年によっては成熟前に降霜の危険性があり、収量・品質への影響が懸念される。そこで、石灰窒素を処理することによる成熟期の前進化および収量・品質への影響について検討した。

石灰窒素利用による丹波大納言の熟期均一・早期化の効果が認められ、生育が遅れ降霜による品質低下が予想される場合や、成熟むらが大きく熟期の均一化を図る場合などに有効と考えられた。しかし、収量・品質等への影響は早い時期の処理ほど大きく、石灰窒素の処理に際しては、小豆の莢の成熟度や天候等を考慮して使用する必要があると考えられた。(平 6-7)

栃木農試成果集 15:29-30 (1996)

(4) 小豆丹波大納言の播種時期と栽植密度

栃木県南部で主に栽培されている丹波大納言は京都地方の在来種であるため、従来の品種に比べ成熟期が遅く、年によっては霜害により収量や品質が落ちるなどの問題点がある。このため、本品種の安定栽培・生産を目的に播種期と栽植密度の検討を行った。

丹波大納言は播種期を遅らせないようにすることが霜害の回避と収量の確保につながった。また蔓化をさせないためには、栽植密度を高めすぎないことが必要であった。以上のことから、7月1日播種では4.2~5.6本/m<sup>2</sup>、7月10日播種では5.6本/m<sup>2</sup>が適正な栽植密度と考えられた。(平 6-8)

栃木農試成果集 16:1-2 (1997)

(5) こんにゃくの生育形質と収量形質の関係

こんにゃく在来種の昭和62年から平成5年の作況調査データから、生育調査形質と収量形質との関係を求め、関係の深い形質から収量を予測することを試みた。また、収量形質と生育温度との関係を求め、収量形質にいつの時期の気温の影響が高く、どのように影響するかを解析した。

総球茎重、肥大倍率は葉身長および7、8月あわせた平均気温によって推定が可能であった。生子関連形質は出芽期、開葉期および6月上旬の平均気温によって推定が可能であった。

栃木農試成果集 13:73-74 (1994)

(6) こんにゃくのライムギ混作による根腐病防除

こんにゃくの根腐病は土壌伝染性の強い病害で、土壌燻蒸が主要な対策であった。連作年数が長く、汚染程度が高い圃場では、土壌燻蒸による防除効果が不十分であった。混作麦の一つ

ライムギに根腐病軽減効果が認められたことから(栃木農試成果集第11号)、ライムギ混作の諸条件の根腐病防除効果について検討した。

ライムギ混作によるこんにゃく根腐病の防除は、土壌燻蒸の有無に関わらず効果が高かった。ライムギはおおむね8月中旬に枯死すると根腐病防除効果が安定し、球茎肥大の抑制程度も小さかった。ライ麦の枯死が遅れると予想される場合は、8月中旬に枯死させると良いことが明らかとなった。

また、こんにゃくのライムギ混作栽培は、ライムギの生育安定と生育コントロールがポイントになる。このため、ライムギの発芽に影響の少ない土壌処理除草剤と、こんにゃくに影響が少なく適期にライムギを枯死させる茎葉処理剤を使用することが条件の一つである。そこで、これら除草剤の種類と使用時期について検討した。

ライムギの混作における土壌処理剤は、発芽抑制程度の小さい剤を発芽期から3葉期以前に処理するのが良いと考えられた。また、茎葉処理剤はこんにゃくへの影響が少ないピアラホス剤を葉身の下に散布するのが適していた。(平 6)

栃木農試成果集 15: 31-32 (1996)

栃木農試成果集 15:33-34 (1996)

(7) 混作、輪作作物を利用したこんにゃくの減農薬栽培技術

こんにゃくはほとんどが連作で栽培されているため、作付前にクロルピクリン剤による土壌消毒が毎年実施されている。この土壌消毒は、栽培者にとっては労力的にも経済的にも大きな負担であり、さらには環境への影響も懸念された。そこで土壌消毒剤の使用量の削減を目的に、土壌病害(根腐病)に対して効果のあるイネ科作物との混作や輪作の効果について検討した。

その結果、マルチムギの混作とライ麦の輪作により、土壌消毒剤の使用量を慣行の3.0L/aから1.5L/aに半減しても、こんにゃくの収量、品質を低下させることなく連作でき、生産コストの低減と環境保全に寄与できることを明らかにした。(平 12-13)

さらに、土壌病害に対するギニアグラスおよびライ麦との輪作体系の効果について検討し、ギニアグラスとライ麦を輪作することにより土壌消毒をせずにこんにゃくの生産が可能であることを明らかにした。(平 12-15)

栃木農試成果集 21:21-22 (2002)

栃木農試成果集 23:39-40 (2004)

(8) こんにゃく栽培における被覆尿素肥料を用いた全量基肥施用

こんにゃく栽培では年次間差はあるが、基肥を減らし生育後半

に追肥する施肥方法が球茎の肥大及び病害軽減の点で効果的である。しかし、後期追肥は葉が繁茂している時期のため、作業面での問題が多い。そこで、追肥効果を維持しながら施肥作業の効率化を図るため、被覆尿素肥料を用いた全量基肥施用方法を検討した。

LPS100を総窒素施用量の3分の1基肥に混合施用した場合、球茎肥大効果が高く、収量の安定化が図られた。(平3-7)

栃木農試成果集 15:75-76 (1996)

(9) こんにゃく新品種みょうぎゆたかの栽培特性

本県のこんにゃくは、価格の低迷等によりその作付は年々減少したが、中山間地域の農業振興には重要な品目であった。平成9年には全国第2位の537haの作付で、県北部・東部・西部の中山間地域の畑作物として重要な位置を占めていた。

品質が良好なことから栽培の中心となっている在来種は、病害に弱い等栽培性が劣ることから、栽培しやすく、多収性・耐病性なあかぎおおだまの作付割合が年々増加した。そこで、良品質・多収性・耐病性のこんにゃく品種の普及を図り、中山間地域の農業経営安定のために、みょうぎゆたかの本県での栽培特性等について調査した。

みょうぎゆたかは、収量性で在来種に優り、品質もほぼ在来種並であることから、こんにゃく地域の生産安定と低コスト栽培に向けて期待できるものと判断された。(平4-9)

栃木農試成果集 16:5-6 (1997)

(10) こんにゃく新品種みやまさりの特性

本県で作付けされているこんにゃくの品種は、あかぎおおだまが60%程度で最も多い。あかぎおおだまは、収量性、耐病性に優れるが精粉歩留が低く取引価格が安いことと生子が棒状のため機械播きに適さないことが欠点である。そこで、それらの欠点を補う新品種みやまさり(平成14年群馬農試育成)の特性を

検討した。

みやまさりは球状生子で機械化適性が高く、あかぎおおだま並の肥大性、葉枯病・黄化症状への耐病性を持ち、あかぎおおだまより精粉歩留が高い有望品種であると判断した。(平12-13)

栃木農試成果集 23:5-6(2004)

(11) みやまさりに適した切断増殖法

こんにゃくの新品種への要望は、従来の塊茎による種芋の増殖だけでは、品種転換に時間と労力がかかる。新品種への速やかな品種転換には、植付前に球茎を切断して増殖を行うのが効率的である。みやまさりは、出芽と開葉があかぎおおだまなどと比較して遅いことから、みやまさりに適した主芽の切除時期、植付時期等を検討した。

みやまさりを切断増殖法によって増殖する場合は、生育期間を確保するため主芽の切除を2月下旬までに行い、5月下旬までに種いもを切断して植付を行うこと、種いもの大きさは60g以上とし、分割数は4分割までとするのが適当であった。(平17-19)

栃木農試成果集 27:8-9(2008)

(12) 畑作そばの不耕起安定栽培

土地利用型作物にあつて省力化を図ることは規模拡大、経営の合理化および園芸作物の導入に必要である。そこで、そばについて不耕起播種機を用いた播種作業の省力化と、不耕起栽培での安定生産技術について検討した。

畑地でのそばの不耕起栽培は、狭畦(畦巾30cm)で播種時期は8月下旬がよく、播種量は0.7~0.8kg/aが適当であった。窒素施用量は基肥が0.2kg/a、追肥を着蕾期-開花期に施用すると適正な生育量が確保できた。なお、麦跡栽培での麦稈は、そばの不耕起播種作業上支障はなく、雑草防除は播種前に茎葉処理剤の散布で対応できた。(平7-11)

栃木農試成果集 19:11-12 (2000)



図 2-1-7 こんにゃく「みやまさり」特性評価試験

コラム1

農試から提案・情報発信を！

私は1976年(昭和51年)に希望して農業試験場に異動してきました。幸い時々の上司のご配慮で、ちょうど30年間、同じ作物分野の研究に携わることができました。その間、水稲の安定栽培、生育診断技術、除草剤利用法、水稲品種育成、麦・大豆の品種選定などをテーマに仕事をしましたが、「現場に役立つ情報をたくさん提案・発信すること」を目標にしてきました。残念ながら「研究報告」は苦手な2つしか書けませんでした。が、「研究成果集」は目標の50を越えました。「じっくり型イネづくり」「水稲生育診断事業」「平置き出芽法」「水稲品種なすひかりの育成」など水稲に関する実用的情報をたくさん出すことができたのは、共に研究した同僚や技術員さん、パートさんのおかげで感謝しています。

しかし、一番印象に残っているのは、醤油用小麦「タマイズミ」の選定(2002年、平成14年)です。当時はビール麦を中心に15,000haの麦が県内で作付けされていましたが、黒ボク土でタンパク含量が高くなり良質の麦ができない地域がありました。現場の困っている状況を知り、全農とちぎと打ち合わせて、今まで経験のない醤油用の小麦を採用する事とし、タマイズミを選定しました。販売業者は1社しかなく、全くの冒険でしたがその後の経過は、まずまず良い結果だったと思います。「提案のない農試はいらない!」、農業試験場にはぜひ農業を変える提案・実用的情報の発信を期待します。

山口正篤

## 第2節 麦類等の冬作物に関する試験研究

本県の麦作は全国有数であり、土地利用型農業の重要な冬作物に位置づけられ、生産振興が図られている。3麦（二条大麦、六条大麦、小麦）の作付面積は、この20年間で若干の浮沈はあるが、14,000 ha前後で推移しており、約7割を二条大麦が占める。

二条大麦の大半を占めるビール大麦の栽培は従前から、最も体系的に整備された取引形態といわれている大手ビール会社と生産者団体による契約取引の上で行われているが<sup>1)</sup>、3年毎の契約更改の度に、契約数量未達や需要量そのものの減少等の影響で契約限度数量を減らしているのが実情である。しかしながら、全国ベースに比べて本県の下げ幅は小さく、全国に占める本県のシェアは20年間で29%から41%に増加しており、本県ビール大麦の重要性が益々高まっている。なお、契約限度数量の減少にもかかわらず作付面積が維持されているのは、見込み単収を実績に基づき引き下げて契約達成率の向上に努めているからである。

このような状況の中、ビール大麦の課題は第一に高い契約達成率を実現するための高位安定生産であると考え、大麦萎縮病等の病害抵抗性や、早生、多収、凍霜害耐性等の特性を備えた新品種の開発とその栽培法確立に取り組んできた。また、ビール大麦に求められる品質は、この20年間でエキス分が多いことや、デンプン分解酵素活性（ジアスターゼ力）が高いことに加え、麦芽の溶けが適正であることや、麦汁β-グルカンが低いことも重要視されるようになり、さらに最近ではビールの香味耐久性（鮮度）向上にも目を向けられるなど多岐にわたっ

ており、新たな項目にも対応した高品質特性を備えた新品種の開発にも力を注いできた。

一方、六条大麦、小麦及び大粒二条大麦については需給制度がこの20年間で様変わりした。つまり、国際化への対応や「需要と生産のミスマッチ」解消のために、平成12年産を境に従来の政府間統制から民間流通体制へと移行した<sup>2)</sup>。これにより、需要に応じた高品質品種を安定的に生産することの重要度が益々強まった。そのため、麦類の新品種選定基準を栽培特性の優秀性のみならず、実需者評価も重視して行ってきた。同時に、高品質安定生産技術の確立にも取り組んできた。大粒二条大麦については、ビール大麦の契約限度数量減少に伴う作付面積減少を未然に防ぐために、高付加価値を持たせた食用等の新たな需要を開拓する品種開発にも取り組んだ。

### 1 二条大麦の品種育成に関する試験

高品質、早生、多収、大麦萎縮病及びうどんこ病抵抗性、凍霜害耐性等を育種目標にした。平成6年度から25年度までに、交配は4,299組合せ（基礎試験用を含む）を行い、育種法は、F3まで集団を維持しF4以降個体・系統選抜する派生系統育種法を中心とし、一部を系統育種法、戻し交雑育種法とした。F1からF3までの集団は、平成18年度まではF1を場内ガラス温室(7から10月)、F2を鹿児島県(11から4月)、F3を北海道(5から8月)で養成し、1年で3世代進めていたが、現在ではF1のみ世代促進している。栃系244から栃系359の116系統を系統適応性検定試験及びビール大麦育成系統合同比較試験(系比試験)等に供試し、この内、21系統に関東二条28号から44号及び栃木二条45号から48号を付し、各県奨励品種決定調査及びビール大麦育成系統合同比較試験(品比試験)等に供試した。なお、指定試験地として平成22年度までに育成した系統には関東二条番号を、それ以降に育成した系統には栃木二条番号を付けている。

この中からビール大麦として、タカホゴールデン（関東二条28号）、スカイゴールデン（関東二条32号）、サチホゴールデン（関東二条35号）、アスカゴールデン（関東二条42号）を品種登録申請した。これらの品種については、高品質安定生産

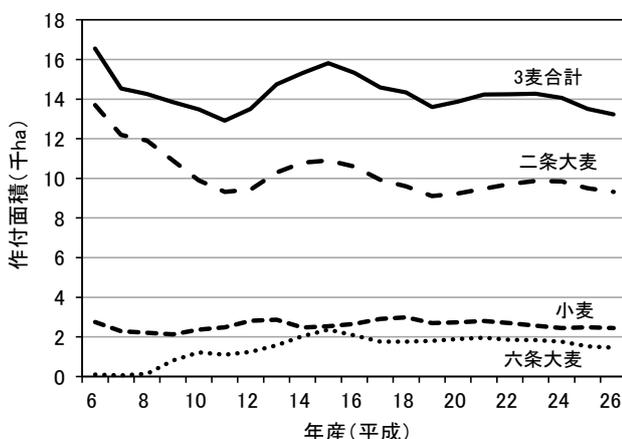


図 2-2-1 栃木県の麦作付面積の推移

注) 農林水産省「作物統計」より作成。

#### 引用文献

- 1) 鴻巣 正, ビール麦の契約取引の意義と展開. 調査と情報 205: 10-16 (2003)
- 2) 横山英信, 「新たな麦政策」と国内麦需給. 農業市場研究 50: 3-13 (2000)

の実現のために育成と同時期に、品種特性に適した栽培法を提示した。また、高付加価値品種として、とちのいぶき(関東二条41号)、HQ10(栃木二条48号)を品種登録申請した。

#### (1) ビール大麦の品種育成

##### ア タカホゴールド

平成6年産においてヤチホゴールドが現場製麦・醸造試験で問題点が見つかり、試験栽培の途中で生産中止の判断が下された。当時、作付面積1位のミサトゴールドは、大麦縞萎縮病抵抗性の早生・多収品種であるが、ビール醸造品質が不十分であると指摘されていた。一方、同病抵抗性で早生のミカモゴールドは品質が極めて優れる品種であるが、小粒であることやうどんこ病に罹病するなど栽培特性に問題があった。また、大麦縞萎縮病に罹病するあまぎ二条等の作付けも多く、被害が増大していた。そこで、ミサトゴールド並の早生・多収性を持ち、大麦縞萎縮病及びうどんこ病に抵抗性で、醸造品質が優れる品種の育成を行った。

##### (7) 育成経過及び品種特性

タカホゴールドは、醸造品質が優れ、うどんこ病抵抗性の大系 R2068 (Mona/新田二条1号//新田二条1号)を母、栃系144(後のミサトゴールド)を父とする組合せから、栃木分場で育成された。交配は昭和57年度に行われ、63年度より栃系211として系統適応性検定試験及び本県奨励品種決定調査(平成元年度より)等に供試、平成3年度より関東二条28号を付し各県奨励品種決定調査等に供試し、成績優秀なため、6年度に品種登録申請した(品種登録：平成9年3月、登録番号：第5547号)。

本品種の特性は、ミサトゴールドに比べ、出穂期は同程度の早生種。稈長はやや短く、穂数は同程度で、耐倒伏性も同程度である。千粒重や整粒歩合は大きく、整粒重は同程度かやや優れる。外観品質は優れ、大麦縞萎縮病ウイルスI型系統及びうどんこ病に抵抗性である。麦芽品質をあまぎ二条と比べると、エキス、粗蛋白含量、可溶性窒素は同程度かやや高く、コールバッハ数とジアスターゼ力は同程度かやや低く、麦芽β-グルカンとフライアビリティは優れ、総合的にやや優れた。(昭57-平6：指定試験事業)

栃木農試研報43：107-126(1995)

栃木農試成果集14：15-16(1995)

##### (1) 栽培法

栃木分場の細粒灰色低地土水田で試験を実施した。タカホゴールドは子実粗蛋白含量が変動しやすく、その増加に伴

い醸造品質が低下するので、窒素施肥量は水稻跡ドリル播で0.7kg/a程度とし、多肥栽培には向かないことを明らかにした。またこの試験では当時主力品種でありながら整粒歩合の低下が指摘されていたミカモゴールドについても試験を行い、安定生産のためには施肥量・播種量ともに控えめとし、水稻跡ドリル播で窒素施肥量0.6kg/a、播種量0.6から0.8kg/a程度とする指針を示した。(平8-9：指定試験事業)

栃木農試成果集17：17-18(1998)

栃木農試研報48：39-46(1999)

##### (ウ) 普及状況

平成7年産より現場製麦・醸造試験のための試験栽培が始まり、3年後から一般栽培に移行したが、最大普及面積は11年産の約1,550haにとどまった。本品種はミカモゴールドに替わる品種(ミサトゴールドは醸造品質に問題があり平成9年産を最後に生産中止)として大きな期待がかけられたが、耐倒伏性が優れるが故に、多肥栽培による高蛋白質化を招き、これが大きな要因となって生産撤退を余儀なくされた。この教訓からこれ以降は新品種を現場に出す際には栽培法を併せて提示するよう努めた。

##### イ スカイゴールド

大麦縞萎縮病ウイルスIII型系統の被害が昭和62年に確認され、平成10年頃には県南部全域に発病するまで拡がった。ウイルスIII型系統は従来抵抗性(後にウイルスI型系統抵抗性と改められる)とされた、当時の主力品種ミカモゴールドなども罹病することから、被害回避のため、I型とIII型の両系統に抵抗性の高品質品種育成が急務であった。なおウイルスII型系統は、ビール大麦品種の大部分が抵抗性を持つので問題になることはない。

##### (7) 育成経過及び品種特性

スカイゴールドは、醸造品質が優れ、うどんこ病抵抗性の関東二条25号を母、大麦縞萎縮病ウイルスI・III型抵抗性の栃系216を父とする組合せから、栃木分場で育成された。交配は平成元年度に行われ、7年度より栃系258として系統適応性検定試験等に供試、9年度より関東二条32号を付し各県奨励品種決定調査等に供試し、成績優秀なため、12年度に品種登録申請した(品種登録：平成15年11月、登録番号：第11466号)。

本品種の特性は、ミカモゴールドに比べ、出穂期は1から2日早い早生種。稈長は同程度、穂長はやや長く、穂数は同程度かやや少ない。千粒重や整粒歩合は明らかに大きく、

整粒重は優れる。外観品質は同程度。大麦縮萎縮病ウイルス I-III 型系統 (後に I-V 型系統抵抗性であることが判明) 及びうどんこ病に抵抗性である。麦芽品質については、エキス、ジアスターゼ力、最終発酵度は高く優れるが、粗蛋白含量が同程度で高くなりやすい。可溶性窒素とコールパッハ数も高い。麦汁  $\beta$ -グルカンと麦汁粘度は同程度で優れる。

現場製麦・醸造試験を開始するに当たり、可溶性窒素やコールパッハ数が高く、「蛋白質の溶けすぎ」が問題点として指摘され、急遽、製麦を種々の条件に設定した試験を行った。その結果、本品種は製麦の初期段階から澱粉、蛋白質、細胞壁多糖の分解が進む特性があるが、浸漬度を低く発芽温度を高く設定すれば、「蛋白質の溶けすぎ」を緩和できることを示した。その後、現場製麦・醸造試験を本品種に適した条件で試験してもらえることになり、子実粗蛋白含量を適正範囲に収めれば対応可能という回答をビール会社から得ることができた。(平 1-12: 指定試験事業、平 11-12: 受託試験【麦緊急開発】)

- 栃木農試研報 50: 1-18 (2001)
- 栃木農試研報 50: 19-25 (2001)
- 栃木農試成果集 20: 5-6 (2001)
- 栃木農試成果集 20: 15-16 (2001)

#### (f) 栽培法

栃木分場の細粒灰色低地土水田で試験を実施した。スカイゴールデンは窒素施肥量を多くすると子実粗蛋白含量が高くなりやすく多肥栽培には適さないことがわかった。水稻跡ドリル播の適正な窒素施肥量は 0.6 から 0.8 kg/a であったが、現場圃場との地力差を考慮し、0.55 から 0.65 kg/a とした。播種量については、多播にすると少播や標準播に比べ子実粗蛋白含量が低くなったが、整粒歩合が低下するなど、本品種の特長を出せなかったことから、水稻跡ドリル播の適量は 160 から 190 粒/m<sup>2</sup> (約 0.8 kg/a 相当) と判断した。(平 13-14: 受託試験【21 世紀プロ】、平 15: 受託試験【ブランド・ニッポン】)

- 栃木農試新技術シリーズ 9 (2004)
- 栃木農試研報 53: 35-41 (2005)
- 栃木農試成果集 23: 45-46 (2005)

#### (g) 普及状況

平成 13 年産より現場製麦・醸造試験のための試験栽培が始まり、3 年後から一般栽培に移行した。当初はビール大麦契約対象品種の限定品種にランクされたが、翌年 (平成 17 年産) に指定品種に格上げされた。最大普及面積は平成 22 年産の約 7,200 ha である。平成 24 年産に不稔粒が多発し、これが原

因で高蛋白化を招いた。これを境に作付けを急激に減らしたが、本品種の普及により、深刻だった大麦縮萎縮病ウイルス III 型系統の被害から救うことができた。本県以外では岡山県が平成 25 年度に採用した。

#### ウ サチホゴールデン

本品種の育成当時 (平成 17 年頃)、スカイゴールデンが順調に作付面積を拡大させていたが、ビール醸造品質に若干の問題点を抱えていた。一方、主力品種ミカモゴールデンは、醸造品質が高く評価されていたが、栽培性に問題があった。そこで、大麦縮萎縮病ウイルス I・III 型系統に抵抗性で栽培性が優れ、醸造品質が優れる品種を育成する必要があった。

#### (7) 育成経過及び品種特性

サチホゴールデンは、早生・短稈の大系 R4224 (新田系 30/大系 R3180 (後の関東二条 29 号)) を母、麦芽品質が優れ多収で広域適応性がある、関東二条 29 号を父とする組合せから、栃木分場で育成された。両親ともに大麦縮萎縮病ウイルス I・III 型に抵抗性である。交配は平成 5 年度に行われ、11 年度より栃系 284 として系統適応性検定試験等に供試、13 年度より関東二条 35 号を付し各県奨励品種決定調査等に供試し、成績優秀なため、17 年度に品種登録申請した (品種登録: 平成 21 年 2 月、登録番号: 第 17311 号)。

本品種の特性は、ミカモゴールデンに比べ、出穂期は 4 日早く成熟期は同程度の早生種。稈長は短く、穂長は長く、穂数はやや少ない。千粒重や整粒歩合は明らかに大きく、整粒重は 2 割程度多い。外観品質はやや優れるが、側面裂皮粒の発生がやや多い。大麦縮萎縮病ウイルス I-III 型系統及びうどんこ病に抵抗性である。麦芽品質については、エキスは約 2% 高く優れる。ジアスターゼ力は高く、最終発酵度は同程度である。粗蛋白含量はやや低く、可溶性窒素は同程度からやや高いため、コールパッハ数は高い。麦汁  $\beta$ -グルカンは低く優れ、麦汁粘度は同程度である。

関東二条 35 号を付ける段階で、スカイゴールデンの時のように「蛋白質の溶けすぎ」が懸念されたが、製麦の発芽温度を 3 段階設定し、発芽期間中の可溶性窒素と  $\beta$ -グルカンを調査したところ、両形質ともにサチホゴールデンはミカモゴールデンとスカイゴールデンのほぼ中間値であることがわかり、不安を払拭できた。(平 5-17: 指定試験事業、平 14: 受託試験【21 世紀プロ】、平 15-17: 受託試験【ブランド・ニッポン】)

- 栃木農試研報 58: 59-77 (2007)
- 栃木農試成果集 25: 3-4 (2007)

表 2-2-1 ビール大麦品種の諸特性一覧

品種名	育成年度	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	整粒重	千粒重	エキス	麦芽粗蛋白	コールバツハ数	ジアスターゼ力	麦汁β-グルカン
		月・日	月・日	cm	cm	本/㎡	kg/a	g	d.m.%	d.m.%	%	WK/TN	mg/L
タカホゴールド	1994	4.16	5.28	103	5.8	782	51.3	43.6	82.6	9.2	49.3	200	64.4
スカイゴールド	2000	4.19	5.30	98	5.9	822	50.2	40.5	84.3	9.9	54.3	237	19.3
サチホゴールド	2005	4.16	5.28	94	6.6	760	53.5	44.2	84.6	9.7	51.6	252	23.2
アスカゴールド	2011	4.18	5.29	94	6.0	886	53.7	42.0	84.3	9.7	46.9	262	19.8

注) アスカゴールド参考成績書, スカイゴールド参考成績書, タカホゴールド参考成績書より作成。

#### (イ) 栽培法

栃木分場の細粒灰色低地土水田で試験を実施した。サチホゴールドは、窒素施肥量を少なくすると、穂数を確保できず大幅な減収となり、側面裂皮粒の発生が多くなった。一方で多肥にすると子実重及び整粒歩合が高まったが、稈長が高くなり倒伏の可能性が高くなった。よって、水稲跡ドリル播では、やや多肥の 0.65 から 0.75 kg/a が適すると判断した。播種量を多くすると、穂数がやや多くなるが 1 穂粒数及び千粒重が小さくなるため増収効果はなかった。一方で少なくすると、子実粗蛋白含量が高くなる傾向が見られた。よって、水稲跡ドリル播の適正播種量は 0.85 kg/a と判断した。播種時期は、早播 (10/28) では側面裂皮粒の発生が多く見られ、遅播 (11/25) では子実粗蛋白含量が増加したので、標準播 (11/18) が適した。(平 16-18 : 指定試験事業)

栃木農試研報 59 : 37-43 (2008)

栃木農試成果集 26 : 14-15 (2008)

栃木農試新技術シリーズ 15 改訂版 (2015)

#### (ウ) 普及状況

平成 18 年産より現場製麦・醸造試験のための試験栽培が始まり、3 年後からビール大麦契約対象品種の指定品種にランクされ一般栽培に移行した。徐々に普及拡大しており、平成 26 年産の普及面積は約 17,000ha と、全国のビール大麦作付面積の 6 割強をシェアしている。本県ではビール大麦の約 8 割を占める。本県の他には群馬県、滋賀県、京都府、佐賀県、大分県が採用している。また、島根県や山口県でも採用の動きがあるなど今後も拡大する見込みである。

#### エ アスカゴールド

前に育成したサチホゴールドは麦芽の溶けが進みやすいものの許容範囲内であり、ビール原料として高い評価を受けている一方で、ビール原料に求める特性はビール製造の多様化の中で二分化し、ミカモゴールド並に麦芽の溶けが適正な特性を持つ品種が求められていた。加えて、サチホゴールド

ンは大麦縞萎縮病ウイルスⅣ型とⅤ型系統に罹病することがわかり、将来被害が発生する懸念が生じた。そこで、麦芽の溶けが適正で、大麦縞萎縮病Ⅰ-Ⅴ型まですべてのウイルス系統に抵抗性を有する品種が必要とされた。

#### (フ) 育成経過及び品種特性

アスカゴールドは、早生・多収で大麦縞萎縮病ウイルスⅠ-Ⅲ型に抵抗性の栃系 283 (サチホゴールドの兄弟系統) を母、麦芽の溶けが適正で同病ウイルスⅠ-Ⅴ型に抵抗性の九州二条 15 号を父とする組合せから育成された。交配は平成 12 年度に行われ、18 年度より栃系 326 として系統適応性検定試験等に供試、20 年度より関東二条 42 号を付し各県奨励品種決定調査等に供試し、成績優秀なため、23 年度に品種登録申請した (品種登録 : 平成 25 年 3 月、登録番号 : 第 22415 号)。

本品種の特性は、サチホゴールドに比べ、出穂期は 2 日遅く成熟期は 1 日遅い早生種。稈長は同程度、穂長は短く、穂数は多い。千粒重や整粒歩合はやや小さいが、整粒重は同程度である。外観品質も同程度だが、側面裂皮粒の発生は少ない。また、大麦縞萎縮病ウイルスⅠ-Ⅴ型系統及びうどんこ病に抵抗性である。麦芽品質については、エキス、ジアスターゼ力は同程度で、最終発酵度はやや高い。粗蛋白含量は同程度だが、可溶性窒素は低く、コールバツハ数も低い。麦汁β-グルカンと麦汁粘度は同程度である。可溶性窒素とコールバツ



写真 2-2-1 ビール大麦品種の立毛

左からスカイゴールド, サチホゴールド, アスカゴールド

ハ数はミカモゴールドと同程度で適正である。(平 12-22：指定試験事業、平 23：実用技術開発事業)

栃木農試成果集 30：17-18 (2012)

栃木農試研報 71：1-25 (2013)

#### (イ) 栽培法

栃木分場の細粒灰色低地土水田で、穂数型品種アスカゴールデンの持つ高品質・安定多収性を発揮させるための栽培法を検討した。窒素施肥量を多くすると穂数が立ちすぎて千粒重や整粒歩合が低下し、標準量の施肥と収量が変わらなかった。よって、水稻跡ドリル播の適正施肥量は、サチホゴールデンよりも少ない 0.55 から 0.65 kg/a とした。一方、播種量に関しては少播でも一定の穂数を確保でき多収となった。逆に標準量では穂数が立ちすぎて収量が低下することから、水稻跡ドリル播の適正播種量はサチホゴールデンよりも 2 割少ない 0.65 から 0.7kg/a とした。播種時期は遅れると子実粗蛋白含量が高まるので、11 月中旬の標準播が最適であった。(平 21-22：指定試験事業、平 23：実用技術開発事業)

栃木農試成果集 32：3-4 (2014)

栃木農試新技術シリーズ 14 (2014)

栃木農試研報 73：1-10 (2015)

#### (ウ) 普及状況

平成 24 年産より現場製麦・醸造試験のための試験栽培が始まり、26 年度にビール大麦契約対象品種の指定品種にランクされ、翌年産から一般栽培に移行する。平成 26 年産の普及面積はまだ 128 ha であるが、本県では今後普及拡大させる計画であり、群馬県、島根県、岡山県 (以上はビール大麦)、茨城県 (大粒大麦)でも採用に向けて有望視している。

#### オ 低リポキシゲナーゼ活性大麦

大麦種子のリポキシゲナーゼ (LOX)は、ビールの香味耐久性や泡持ち性等を低下させる。そこで、低 LOX 活性大麦の開発とそれに関わる基盤研究を行った。

#### (ア) 品種育成

低 LOX 活性の有望系統として、現在 (平成 25 年度)、栃木二条 45 号、同 47 号、栃系 356 を育成中である。栃木二条 45 号は大系 LM1 を母、サチホゴールデンを父とする F1 にサチホゴールデンを 5 回戻し交配して育成された準同質遺伝子系統である。最初の交配は平成 17 年度に行われ、21 年度より栃系 348 として系統適応性検定試験等に供試、23 年度より栃木二条 45 号を付し各県奨励品種決定調査等に供試している。

栃木二条 47 号は大系 LM1 を母、サチホゴールデンを父とする F1 にスカイゴールデンを 4 回交配して育成されたスカイゴールデン準同質遺伝子系統である。最初の交配は平成 17 年度に行われ、22 年度より栃系 351 として系統適応性検定試験等に供試、24 年度より栃木二条 47 号を付し各県奨励品種決定調査等に供試している。

栃系 356 は大系 LM2 を母、アスカゴールデンを父とする F1 にアスカゴールデンを 5 回戻し交配して育成された。最初の交配は平成 19 年度に行われ、24 年度より栃系 356 として系統適応性検定試験等に供試している。(平 17-22：指定試験事業、H23-24：実用技術開発事業、H25：農食科学技術研究推進事業)

育種学研究 17 (別 1)：65 (2015)

#### (イ) 基盤研究

低 LOX 活性大麦の開発を開始するに当たり、先ず主要な国内ビール大麦品種・系統の LOX 活性を調査し、原麦 LOX (LOX-1)活性に最大 2.2 倍の差異があり、育成年次の古い品種に高活性ものが多いことを明らかにした。次に、色素退色反応を利用した大豆の LOX アイソザイム判別法を一部改変した LOX 活性簡易評価法を用いて、アメリカ六条大麦 Karl にアジ化ナトリウムによる突然変異誘発処理を行った M2 個体から LOX-1 活性欠失個体を見出し、大系 LM1 とした。大系 LM1 の *Lox-1* 遺伝子の塩基配列解析を行ったところ、第 3 エクソン内で 1 塩基置換によるナンセンス変異を生じていることが明らかとなり、既報の LOX-1 活性欠失系統とは変異部位が異なっていた。

また、サチホゴールデンにアジ化ナトリウム突然変異誘発処理した M2 から LOX-1 活性欠失の大系 LM2 を選抜した。大系 LM2 の *Lox-1* 遺伝子は、第 2 エクソン内の 1 塩基置換によるナンセンス変異であることが明らかになり、やはり既報の LOX-1 活性欠失系統とは変異部位が異なっていた。この変異箇所を利用した CAPS マーカーと 2 塩基ミスマッチを導入したミスマッチプライマーを開発し、*Lox-1* 遺伝子の正常型、変異型、ヘテロ型の判別が可能となった。

さらに、LOX-1 活性欠失に加えて、発芽時に誘導される LOX-2 活性を欠失した系統を選抜するために、園芸用セルトレイで 25 °C (室温)4 日間発芽させた幼根を細胞磨砕機で粗抽出し、96 穴プレートを用いて色素退色反応により測定する簡易法を確立した。

大系 LM1 と原品種 Karl を用いて、麦芽品質と精麦品質の分析を行った。麦芽品質には両系統間で大きな差異は見られ

ず、*Lox-1* 欠損遺伝子 *lox1* は麦芽品質に悪影響を及ぼさないと考えられた。また、55%搗精麦 10g の密閉容器を用いた少量炊飯法による官能比較を行い、大系 LM1 は麦飯固有の臭いが少ないことが明らかとなった。(平 17-22：指定試験事業)

育種学研究 9：55-61 (2007)

栃木農試成果集 26：2-3 (2008)

栃木農試成果集 28：45-46 (2010)

栃木農試成果集 29：57-58 (2011)

#### カ 関東二条 29 号

関東二条 29 号は、<西海皮 33 号/栃系 133//あまぎ二条>F4 を母、栃系 166 を父とした組合せから、栃木分場で育成された。交配は昭和 59 年度に行われ、平成 2 年度より栃系 225 として系統適応性検定試験等に供試、4 年度より関東二条 29 号を付し各県奨励品種決定調査等に供試した。成熟期が中生のあまぎ二条よりも遅かったため品種にするのを断念したが、その後の育種に極めて重要な役割を果たした。

本系統は、麦芽品質が極めて優れ、両親や系譜上の親よりも上回っていることから、高品質に関与する遺伝子が集積した可能性がある。また、収量性が高く、その要因としては 1 穂粒数が多く登熟が良いためである。高品質と高収量性は、九州から北海道まで発揮され、広域適応性を持つと考えられる。また本系統は、大麦縮萎縮病ウイルス I-III 型系統抵抗性で抵抗性遺伝子 *rym3* を持つ最初の配付系統である。それまでは *rym3* を持つ有望系統が育成できず、*rym3* は劣悪な農業特性と連鎖していると考えられていた。本系統は、優れた特性からその育種上不利な連鎖を打破したものと推測され、実際に本系統を交配親に使った後代から多くの有望系統が生まれている。サチホゴールデンは系譜上に本系統が 3/4 含まれ、多くの優良特性がサチホゴールデンに受け継がれた。また、アスカゴールデンの母はサチホゴールデンの兄弟系統であり、アスカゴールデンの中にも本系統の優良特性は受け継がれていると考えられている。(昭 59-平 7：指定試験事業)

栃木農試研報 44：91-108 (1996)

栃木農試成果集 15：19-20 (1996)

#### キ β-グルカン欠失大麦

大麦や麦芽の β-グルカンは、麦汁ろ過工程での操業性に劣悪な影響を及ぼすことから、β-グルカン欠失大麦系統の開発を目指した。

岡山大学資源生物研究所で作出された赤神力の β-グルカン欠失突然変異である OUM125 (並性)を母材として、栃木分

場において平成 20 年度に大系 HV37 を育成した。組合せは、関東二条 32 号を母、<<栃系 253/OUM125 (並性)>F2//栃系 253>F3 を父とし、交配は平成 9 年度に行われた。なお、関東二条 32 号は後のスカイゴールデン、栃系 253 は大麦縮萎縮病ウイルス I-V 型系統抵抗性の多収系統である。大系 HV37 の特性は、ミカモゴールデンに比べ、β-グルカン含量が極めて低く、麦汁が低粘度でろ過時間が短い。他の麦芽品質についてはエキス、ジアスターゼ力がともに低い。農業特性については、寒さに弱く分げつが抑制される。出穂期及び成熟期は 4 日遅く、稈長は短く、穂数はやや少ない。粒が細長く整粒歩合が低く低収である。このように改良の余地が多く残されているが育種素材として活用されている。

また、サチホゴールデンにアジ化ナトリウムによる突然変異誘発した M3 から β-グルカンを欠失した T-793A と T-1612A を選抜した。この 2 系統は、サチホゴールデンに比べ、出穂期及び成熟期が 5 から 7 日遅い中生種で、稈長が短く穂数はやや少ない程度だが、千粒重が軽く低収である。耐寒性は劣るが大系 HV37 よりは優れる。2 系統について遺伝子解析を行ったところ、OUM125 (並性)と同座であるセルロース合成酵素様遺伝子 *HvCSLF6* のコード領域中の各々異なる箇所にアミノ酸置換をもたらす 1 塩基置換が見出された。さらに、それぞれの変異を検出する CAPS マーカーを開発した。(平 9-22：指定試験事業)

栃木農試成果集 28：47-48 (2010)

栃木農試成果集 30：67-68 (2012)

#### ク 低蛋白大麦

ビール大麦は子実粗蛋白含量が高すぎるとエキスの低下、麦汁濾過の遅延、ビール混濁等の原因となる。また低すぎると、酵素力の低下や酵母の栄養源不足を引き起こす。そのため適正範囲が 10.0 から 11.0% と定められている。遺伝的に粗蛋白含量が低い品種があれば、施肥量を現行より増やしても適正粗蛋白含量のビール大麦を生産でき、高品質多収化に役立つと考え開発を行った。

子実粗蛋白含量が特異的に低い六条大麦 Karl を栃木分場では昭和 50 年代後半に積極的に交配親に使用し、<Karl/野洲二条 3 号 (後のさつきばれ)>F1 を母、吉系 8 (後のニシノゴールド)を父とする組合せから大系 HC-15 を育成した (交配は昭和 58 年度)。本系統は子実粗蛋白含量が安定して低く中間母本として優れていたため、平成 7 年度に二条大麦中間母本農 1 号として登録された。

大系 HC-15 は、子実粗蛋白含量がミカモゴールデンよりも

2.1%低く、多くの品種・系統と比較して最も低いクラスである。麦芽品質についてはエキスがミカモゴールドデンよりも高く総合評点でも優れる。交配親のKarlは晩生、長稈、耐倒伏性「弱」、大麦縞萎縮病「弱」であり、日本での栽培には適さないが、本系統はミカモゴールドデン並に栽培性が改良された。しかしながら、窒素転流特性はKarlと一般品種の間であることがわかり、種子貯蔵蛋白質の一種であるホルデインの含有比が特異的に低いKarlの特性も引き継いでいなかった。そこで今一度Karlに立ち返り、ミカモゴールドデン/Karlの組合せから、平成10年度に大系HL138を育成した。(昭58-平12：指定試験事業)

その後、低蛋白特性を有するResearchを母、関東二条35号(後のサチホゴールドデン)を父とする組合せから、栃木分場において平成19年度に大系HU48を育成した(交配は平成15年度)。本系統は、子実粗蛋白含量がミカモゴールドデンよりも1%以上低く、熟期や収量性がサチホゴールドデンと同程度に優れ、大麦縞萎縮病ウイルスI-III型系統及びうどんこ病に抵抗性である。ただし、寒さによる葉先枯れが見られることがあるのと、耐倒伏性が劣ることが欠点である。麦芽品質についてはサチホゴールドデンとほぼ同程度である。まだ改良の余地が残されているが育種素材として利用されている。(平15-21：指定試験事業)

日作紀63：247-253(1994)

栃木農試研報41：1-49(1994)

栃木農試研報44：67-82(1996)

栃木農試成果集15：21-22(1996)

栃木農試成果集30：63-64(2012)

(2) 高付加価値大麦の品種育成

ア プロアントシアニンフリー大麦

大麦種子のプロアントシアニンなどのポリフェノール類は、ビール濁りの原因となることに加え、炊飯時の褐変の原因物質でもある。そのため、プロアントシアニンフリー(PAF)大麦の開発とそれに関わる基盤研究を行った。

(ア) とちのいぶきの育成

a 育成経過及び品種特性

とちのいぶきは栃系253を母、<栃系216/ant28-494>F1を父とする組合せから、栃木分場で育成された。栃系253及び栃系216は大麦縞萎縮病ウイルスI-V型系統抵抗性であり、ant28-494はPAFである。交配は平成6年度に行われ、10年度に大系HL107として選抜したが、穂発芽耐性が劣るため育種を中断した。平成14年度に民・官共同研究として育種を再

開し、18年度より栃系331として系統適応性検定試験及び本県奨励品種決定調査等に供試、19年度より関東二条41号を付し各県奨励品種決定調査等に供試した。その結果、ビール用としては不適であるが、精麦用として実需者から期待されたので、平成20年度に品種登録申請した(品種登録：平成24年3月、登録番号：第21710号)。

本品種の特徴は、スカイゴールドデンに比べ、出穂期、成熟期は同程度だが、ビール大麦ではないので2-3日早く収穫できる。稈長はやや短く、穂長は長く、穂数は多い。千粒重、整粒歩合、整粒重は同程度である。側面裂皮粒の発生は少なく外観品質は優れる。大麦縞萎縮病ウイルスI-V型系統に抵抗性だが、うどんこ病に罹病する。赤かび病抵抗性は同程度の「やや強」である。穂発芽耐性は劣り「極易」である。精麦時間はやや長い、精麦白度は高く砕粒率が低く精麦特性は優れる。本品種はPAF遺伝子ant28を有するため、プロアントシアニン含量が極めて低く、炊飯麦の加熱・保温による色相の変化が極めて小さい。(平6-20：指定試験事業、平16-19：高度化事業)

栃木農試成果集28：1-2(2010)

栃木農試研報66：53-66(2011)

b 普及状況

平成21年度に栽培を開始してから徐々に作付けを増やし、26年産の普及面積は約230haである。実需者から一定の需要がある。

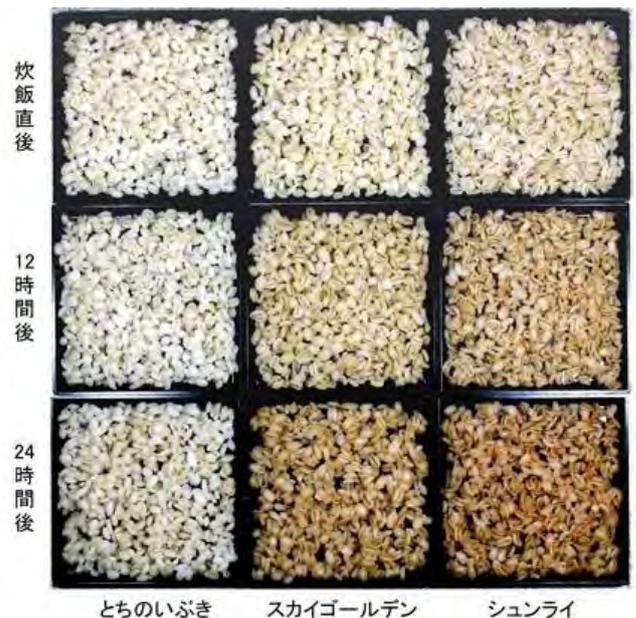


写真2-2-2 とちのいぶきの炊飯麦色相の経時変化

(イ) 基盤研究

栃木分場で育成した PAF 遺伝子 *ant13*、*ant17*、*ant28* を有する系統の農業特性及び品質（麦芽品質、精麦品質、炊飯後褐変特性）を評価した。大系 HL107（後のとちのいぶき）等、*ant28* を有する系統は、他よりも整粒重が重く、ミカモゴールドンよりも優れていた。しかし、いずれの PAF 系統も穂発芽耐性が劣った。麦芽品質も *ant28* を有する系統が他よりも相対的に優れたが、ジアスターゼ力が低く、麦汁  $\beta$ -グルカンが高かった。すべての PAF 系統で炊飯後褐変は認められず、精麦白度も高く優れていた。砕粒率は PAF 遺伝子との関連性はなく、その他の要因によって大きな系統間差異が見られた。

次に、作物研究所育成の各種 PAF 遺伝子を持つ準同質遺伝子系統を用いて、PAF 遺伝子の違いによる麦芽品質の差異を詳細に調査した。その結果、*ant28* と *ant29* を有する系統は麦芽品質が優れ、PAF 遺伝子の中では有望と考えられた。ただし、PAF 遺伝子を有する準同質遺伝子系統は、すべて穂発芽耐性が反復親品種よりも 1-2 ランク劣った。また、PAF 系統は栽培条件を変えて子実粗蛋白含量を高めると精麦時間が長くなり精麦白度が劣るが、炊飯後褐変の程度には影響しないことが明らかとなった。（平 16-19：高度化事業）

PAF 遺伝子 *ant28* と 0.4-0.9cM で連鎖する DNA マーカーを開発した。このマーカーは国内の主要な大麦品種で利用可能であった。また、共優性の CAPS マーカーであるので、ヘテロ判別が可能であり、戻し交雑育種法と組み合わせることで、PAF 品種の育種が効率的になると考えられた。（平 20-21：指定試験事業）

栃木農試研報 58：79-86 (2007)

栃木農試成果集 25：45-46 (2007)

栃木農試成果集 27：4-5 (2009)

育種学研究 11 (別 1)：194 (2009)

栃木農試成果集 28：43-44 (2010)

栃木農試研報 66：37-42 (2011)

イ プロアントシアニンフリー・低リポキシゲナーゼ活性大麦

炊飯麦の褐変が起こりにくい PAF 遺伝子 *ant28* と、ビール香味耐久性向上効果があり麦臭低減効果も期待される *Lox-1* 欠損遺伝子 *lox1* の導入・集積を図り、精麦適性とビール醸造適性を併せ持つ革新的の高付加価値大麦の開発を行った。

*lox1* を有する<大系 LM1/サチホゴールドン\*4>BC3F3 を母、*ant28* を有する大系 RF0831 を父とする組合せから、栃系 353 を育成した。交配は平成 18 年度に行い、23 年度より系統適応

性検定試験等に供試した。栃系 353 の特性は、とちのいぶきに比べ、精麦時間は同程度だが砕粒率はやや少ない。精麦色相の黄色みが少なく白度が高い。炊飯麦の褐変は同程度で極めて少ない。一方、麦芽品質をサチホゴールドンと比べると、可溶性窒素及びコールバツハ数は同程度で、ジアスターゼ力は高いが、エキスが低く、最終発酵度がやや低く、総合的に見るとビール醸造品質は劣る。農業特性をサチホゴールドンと比べると、出穂期及び成熟期は 3 日程度遅い「やや早生」で、稈長は同程度に短い。収量性はやや劣るがスカイゴールドン並である。大麦縮萎縮病ウイルス I-III 型系統及びうどんこ病に抵抗性である。穂発芽耐性は劣り、とちのいぶき並の「極易」である。本系統は精麦特性が優れたが、穂発芽耐性が改善されていないことから、二条番号付与を断念した。（平 18-22：指定試験事業、平 22-23：受託試験【水田底力】、平 24-25：受託試験【革新的低コスト】）

栃木農試成果集 33：31-32 (2015)

ウ 極高ジアスターゼ大麦

麦芽のジアスターゼ力は、澱粉分解酵素の総活性であり糖化工程の要となる形質である。そこで、ジアスターゼ力が一般の品種よりも極めて高い品種の開発とそれに関わる基盤研究を行った。

(ア) HQ10 の育成

a 育成経過及び品種特性

HQ10 は、関東二条 32 号（後のスカイゴールドン）を母、<大系 HG32//<大系 HC-15/四 R 系 1363>F1>F4 を父とする組合せから育成された。交配は平成 9 年度に行った。なお、四 R 系 1363 は高リジン遺伝子 *lys1* を有し、ジアスターゼ力の主活性である  $\beta$ -アミラーゼ活性が高いことが知られていた。平成 15 年度に極高ジアスターゼ力の大系 HQ10 を選抜し、その後交配母本として活用するとともに固定化を図った。平成 20 年度より

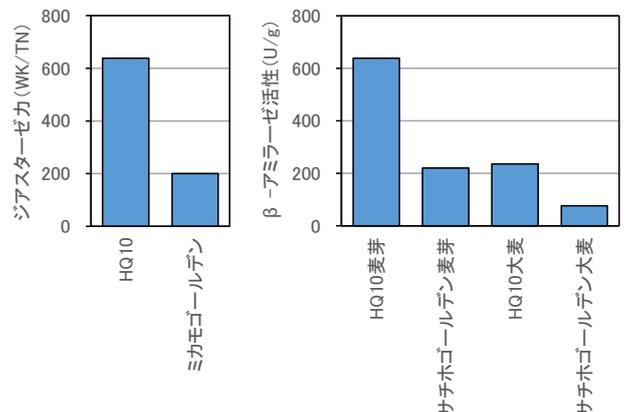


図 2-2-HQ10 のジアスターゼ力及び  $\beta$ -アミラーゼ活性

り生産力検定試験等に供試したが、収量性が劣ることから系統適応性検定試験は行わなかった。その後実需者から高  $\beta$ -アミラーゼ活性の大麦品種の要望があったことから、平成 24 年度より栃木二条 48 号を付し本県奨励品種決定調査等に供試した。その結果、極高ジアスターゼ力を活かした新たな需要創出が期待できることから、平成 26 年 4 月に品種登録申請した。

本品種の特性は、ミカモゴールドンに比べ、粗蛋白含量が高く、ジアスターゼ力及び  $\beta$ -アミラーゼ活性が約 3 倍高い。水感受性は劣り、エキスは同程度からやや低く、最終発酵度は高い。農業特性については、出穂期は同程度だが成熟期は 5 日程度遅い「やや早生」で、稈長はやや長く、穂長は長い。整粒重はほぼ同程度だが、千粒重が軽く整粒歩合が低い。大麦萎縮病ウイルス I-V 型系統及びうどんこ病に抵抗性である。

HQ10 について、浸漬後発芽期間中の緑麦芽の澱粉糖化力を調査したところ、いずれのステージでもサチホゴールドンに比べて有意に高かったが、増加パターンはサチホゴールドンと同様であり、最初の 24 時間の増加率が最大で、その後穏やかに増加し、72 から 96 時間でほぼ最高値に達した。(平 9-22 : 指定試験事業、平 23-25 : 県単)

栃木農試成果集 30 : 61-62 (2012)

栃木農試成果集 31 : 55-56 (2013)

#### b 栽培法

異なる栽培条件における  $\beta$ -アミラーゼ活性や収量性の特性を把握し、酵素活性が向上する高品質安定栽培法を検討した。 $\beta$ -アミラーゼ活性は、追肥時期が遅く、追肥量が多くなるほど増加した。 $\beta$ -アミラーゼ活性の向上に伴い、比活性 ( $\beta$ -アミラーゼ活性 units/粗蛋白含量 mg)も増加するので、追肥がもたらす窒素成分が効果的に酵素生成に寄与していると考えられた。また、出穂後の追肥により整粒歩合や千粒重が増加し、粒大の改善効果が認められた。播種量については  $\beta$ -アミラーゼ活性や収量性に及ぼす影響は見られなかった。(平 25 : 県単)

第 239 回作物学会講演会要旨集 : 153 (2015)

#### c 普及状況

高蛋白になりやすい地域に対してビール大麦の代替品種としての普及が期待できることから、平成 26 年産から約 3 ha の試験栽培を開始した。

#### (1) 基盤研究

#### a ジアスターゼ力の簡易選抜法

麦芽ジアスターゼ力の効率的な選抜法を開発するため、2 種類の RIL 集団 (大系 HG32/ミサトゴールドン、関東二条 25 号/南系 B4641)を用いて農業形質との関連を調査した。その結果、麦芽ジアスターゼ力と高い相関がある原麦ジアスターゼ力は、うどんこ病抵抗性の有無 (1H 染色体)、葉鞘毛の有無 (4H 染色体、秋播性遺伝子と連鎖)を指標に選抜できることを示した (平 8-10 : 受託試験【新用途畑作】)。

また、原麦で麦芽ジアスターゼ力を評価する方法をミカモゴールドン/Harrington の DH 系統を用いて検討した。還元剤を用いない場合の原麦  $\beta$ -アミラーゼ活性 (活性型)は、 $\beta$ -アミラーゼ遺伝子 (*Bmy1*)の遺伝子型別に見れば麦芽ジアスターゼ力との間に正の相関が認められた。より効率的な方法としては、還元剤を用いて不活性型を活性型に変換した後に原麦  $\beta$ -アミラーゼ活性を測定すれば、遺伝子型に関わりなく麦芽ジアスターゼ力を推定できることを明らかにした。(平 11-12 : 受託試験【麦緊急開発】、平 13 : 受託試験【21 世紀プロ】)

栃木農試研報 48 : 47-52 (1999)

栃木農試成果集 18 : 9-10 (1999)

栃木農試成果集 21 : 3-4 (2002)

栃木農試研報 53 : 17-25 (2005)

#### b 極高ジアスターゼ力の簡易選抜法

高リジン遺伝子 *lys1* を有する四 R 系 1363 (HQ10 の交配親)及びその後代系統について、極高ジアスターゼ力を効率的に選抜する方法として、原麦の SKCS 値 (穀粒硬度計 SKCS4100)を測定する簡易法を確立した。SKCS 値は小麦の硬軟質性を支配するピュロインドリリンと相同性を持つ大麦ホルドインドリリン B2 遺伝子 *Hinb-2* の遺伝子型に支配され、*Hinb-2* 欠損型が高 SKCS 値で硬質となる。国内の主要なビール大麦品種・系統はほとんどが正常型で軟質であった。SKCS 値の品質に及ぼす影響を調査したところ、高 SKCS 値になるに従い精麦時間は長くなった。また、高 SKCS 値になると砕粒率は低くなる傾向が見られたが、それほど強い関係ではなく、砕粒率は SKCS 値と千粒重との一次回帰式で推定できることを示した。(平 15-19 : 指定試験事業)

栃木農試成果集 24 : 3-4 (2006)

日作紀 77 (別 1) : 164-165 (2008)

栃木農試成果集 28 : 41-42 (2010)

日作紀 81 : 292-298 (2012)

#### (3) 品種育成を支える基盤研究

## ア 大麦縞萎縮病抵抗性に関する研究

## (7) ウイルス系統の同定

抵抗性遺伝子 *rym5* を侵すウイルスⅢ型系統が昭和 62 年に茨城県で最初に発見され、栃木県壬生町でも平成 3 年に発病が認められ、その後 1-2 年後に被害が拡大していることが確認された。また、山口県及び栃木県大田原市で抵抗性遺伝子 *rym3* を侵すウイルス系統は、判別品種の反応とウイルス外被蛋白質のアミノ酸相同性から、それぞれ V 型、IV 型とされた。さらに、判別品種の反応の違いから宮城県でも I-V 型と異なるウイルス系統が確認され、ウイルス外被蛋白質のアミノ酸相同性からも別クラスターに分類された。(平 4-22：指定試験事業)

育種学雑誌 47 (別 1)：279 (1997)

Archives of Virology 153：1783-1786 (2008)

栃木農試成果集 27：2-3 (2009)

日作紀 79：29-36 (2010)

栃木農試成果集 30：59-60 (2012)

## (4) Ⅲ型発病の収量及び品質への影響

ウイルスⅢ型系統が発病する圃場において、抵抗性遺伝子 *rym5* を有する品種の減収程度は 35-40 % であることが確認された。また、麦芽品質については麦芽エキスの低下が認められた。(平 11-12：受託試験【麦緊急開発】、平 13：受託試験【21 世紀プロ】)

栃木農試研報 51：1-8 (2002)

栃木農試成果集 21：7-8 (2002)

(ウ) *rym3* 及び *rym5* の遺伝解析

大麦縞萎縮病Ⅲ型ウイルス系統に抵抗性のはがねむぎ由来抵抗性遺伝子 *rym3* の早期導入を目指し、*rym5* を単独に持つ系統と *rym3* を単独に持つ系統の交配組合せの F5 及び F6 における遺伝子型頻度を I 型及びⅢ型に対する抵抗性の有無とエステラーゼアイソザイム遺伝子型により解析した。その結果、理論値に比べ *rym5* ホモの頻度は高く、*rym3* ホモの頻度は低くなることが明らかとなり、*rym5* の近傍に優れた農業形質遺伝子が連鎖しているか、*rym3* の近傍に劣悪な農業形質遺伝子が連鎖していると推測され、*rym3* を持つ系統の育成には農業形質を選抜する前の初期世代での選抜が必要であることを提唱した。(平 1-6：指定試験事業)

栃木農試成果集 13：45-46 (1994)

栃木農試研報 43：95-106 (1995)

日作紀 77：174-182 (2008)

栃木農試研報 67：1-55 (2012)

(イ) *rym3* 及び *rym5* の対立遺伝子の同定と育種素材の開発

有用な抵抗性遺伝子を持つ遺伝資源に、はるな二条等を戻し交雑して育成した系統について、I 型、II 型、Ⅲ型及び V 型ウイルス系統に対する反応を調査した。その結果、*rym3* と同座と見なされている、はがねむぎ、イシユクシラズ、会津 6 号、倍取、朝鮮及び米イラズ由来の抵抗性遺伝子は全て I-Ⅲ型に抵抗性で V 型に罹病することが明らかとなった。また、*rym3* の 5H 染色体上の連鎖分析を行った。さらに、*rym5* と同座と見なされている、羽系 I-41、横綱及び Solan の抵抗性遺伝子は、従来の *rym5* とは反応が異なることから作用の異なる対立遺伝子であることなどが明らかとなった。育成系統はその後戻し交雑を続け、収量、麦芽品質ともに反復親のはるな二条に近づいた準同質遺伝子系統を育成し、育種素材とした。(平 5-11：指定試験事業)

育種学雑誌 47 (別 1)：277 (1997)

栃木農試研報 47：65-77 (1998)

栃木農試成果集 17：11-12 (1998)

栃木農試成果集 21：5-6 (2002)

(オ) *rym3* の DNA マーカー開発

ダイセンゴールド (罹病性)/Ea52 (*rym3*) の F3 分離集団を用いて、各系統の抵抗性反応を調べるとともに、抵抗性と罹病性の各々 10 系統から DNA バルクを作成し、これを鋳型とする RAPD 解析を行い、多型を示したプライマーセットについて、各系統の多型と抵抗性反応の連鎖解析により、*rym3* と 0.6cM の組換え価を持つマーカーを開発した。(平 6-10：受託試験【DNA マーカー育種】)

その後の研究で、*rym3* 座乗領域の EST 配列から作成したプライマー等から、解析集団の親の塩基配列を決定し、得られた配列多型を基に CAPS マーカーを作成した。作成した 2 種類のマーカーは *rym3* の上流 0-0.5cM と、下流 1.4cM にそれぞれ位置していた。(平 19-22：指定試験事業)

栃木農試成果集 16：13-14 (1997)

栃木農試成果集 30：65-66 (2012)

## (カ) 未利用遺伝子の評価

既知の抵抗性遺伝子 *rym1-15* (*rym10*, *14* を除く) について、大麦縞萎縮病ウイルス I-V 型系統に対する反応を調査した。すべてのウイルス系統に抵抗性を示したのは *rym1* と *rym5* (木石港 3)、あるいは *rym3* と *rym5* (スカイゴールデン、とちのい

ぶき)を集積した遺伝子型であった。また、マイルドモザイクウイルスに対する反応も調査したところ、*rym1*、2、7、12、13及び15が抵抗性を示した。(平21-22:指定試験事業、H23-24:実用技術開発事業、H25:農食科学技術研究推進事業)

日作紀81(別2):20-22(2012)

栃木農試成果集31:53-54(2013)

#### イ 赤かび病及びストレス抵抗性に関する研究

##### (ア) 赤かび病に関する研究

麦類の赤かび病は産生される毒素デオキシニバレノール(DON)により安全性が損なわれることから重要病害の一つとされている。そこで育成系統について、赤かび病抵抗性程度とDON産生程度をポット検定法により評価した。その結果、ほとんどの系統は抵抗性「強」から「やや強」であり、DON産生も少なかった。また、ミサトゴールデン/カシマムギのSSD系統を用いて圃場検定法により抵抗性程度と穂形態の関連性を調査したところ、抵抗性に関わる形質は条性及び穂密度が大きく、次いで開閉花性であった。(平13-18:指定試験事業)

栃木農試成果集22:9-10(2003)

育種学研究8(別1):189(2006)

##### (イ) 凍霜害、湿害等のストレスに関する研究

秋播性程度Ⅱ-Ⅲで日長反応性がやや大きいヤチホゴールデンについて播種期移動試験を行い、茎立期が春播性品種より遅く幼穂凍死率が顕著に低いことを明らかにするとともに、極早播区の3月中旬の幼穂長が春播性品種と同等以上だったにもかかわらず幼穂凍死率が低かったことから純粋に耐凍性が強いことが示唆された(平2-4:指定試験事業)。

大麦の耐湿性は小麦より弱く栽培上大きな問題となっていることから、耐湿性に関して選抜指標の検討、育成系統及び遺伝資源の評価を行った。その結果、出芽10日後から幼苗期にかけて3週間の湛水処理を行い、節間伸長前に黄化程度を示す「黄化指数」で評価する方法が耐湿性の一次スクリーニング基準として有効であった。また、遺伝資源の中から耐湿性が優れる有用素材を見出した。(平16-17:指定試験事業)

種々のストレスに対して耐性のある品種を育成する目的で、秋播性程度や草型等の異なるビール大麦育成系統を用い、冬期寒暖、地力差及び湿害の影響を想定した栽培試験を行い、収量や麦芽品質の変動率を調査した。冬期寒暖を想定した播種期移動試験では早播きは凍霜害の影響で変動が大きかったが、秋播性系統(関東二条43号、大系RD0521)は変動が小さかった。地力差を想定した施肥試験では少肥は変動が大

きかったが、秋播性系統(大系RD0521)や穂数型系統(関東二条42号)は変動が小さかった。湿害を想定した湛水試験(分けつ期処理及び出穂・登熟期処理)では、分けつ期処理よりも出穂・登熟期処理の方がより低収となったが、秋播性系統(関東二条43号、大系RD0521)や穂重型系統(関東二条40号)は変動が小さかった。麦芽品質についても分けつ期処理よりも出穂・登熟期処理の方がより劣化したが、秋播性系統(大系RD0521)は比較の変動が小さかった。(平18-21:受託試験【加工プロ】)

栃木農試研報42:53-64(1994)

育種学雑誌45(別1):221(1995)

栃木農試研報59:55-60(2008)

栃木農試成果集26:6-7(2008)

栃木農試研報66:43-52(2011)

栃木農試成果集29:41-42(2011)

栃木農試成果集29:55-56(2011)

##### (ウ) 不稔及び穂発芽被害の実態調査

平成24年産において不稔粒の多発が大きな問題となった。不稔粒は、平成24年4月下旬～5月上旬に日最高気温26～27℃の日が数日続く高温により発生した。調査の結果、不稔粒の発生には品種間差があり、スカイゴールデンは宇都宮市で約30%、栃木市で約10%と多発した。一方、サチホゴールデン、アスカゴールデンの不稔粒率は数%と少なかった。また、不稔粒発生割合と子実蛋白質含有率との間には、強い正の相関関係( $r=0.845$ )が認められた。このため不稔粒の多発したスカイゴールデンの一部で、高蛋白化を招き、ビール大麦として扱われない事態となった。(平23:県単)

平成26年産ビール大麦において穂発芽粒が県内全域に発生し、甚大な被害となった。発生ほ場の平均穂発芽粒率は33%で、これによる栃木県の損害額は約20億円であった。今回の穂発芽の発生要因は、登熟期後半の高温(平年差+5.7℃)、成熟期の多雨(平年比964%)と低温(平年差-4.2℃)と考えられた。調査の結果、スカイゴールデンは他の品種に比べて穂発芽率が少なく、品種間差が認められた。また、成熟期の発芽率と成熟期4週間後の発芽率の間には関連性がないことから、穂発芽耐性が優れる実用的なビール大麦品種の育成が可能であることが推察された。(平25:県単)

育種学研究15(別2):245(2013)

第239回作物学会講演会要旨集:153(2015)

##### ウ 品質評価法の開発に関する研究

## (7) 麦芽の「溶け」に関する研究

## a 細胞壁多糖の「溶け」に関する選抜法

麦芽の「溶け」が重要視され始めたので、細胞壁多糖で、溶けの指標になる  $\beta$ -グルカンに着目した研究を行った。原麦  $\beta$ -グルカンは、高蛋白麦ほど高含量になり製麦中の溶けも緩慢になること、 $\beta$ -グルカン含量の遺伝的改良のために F5 世代での選抜が可能であり近赤外分析装置の利用が有効であることを示した。また、麦芽  $\beta$ -グルカン含量、 $\beta$ -グルカナーゼ活性及びフライアビリティについても F5 世代での選抜が可能であることを明らかにした。さらに、麦汁  $\beta$ -グルカン含量は麦芽  $\beta$ -グルカン含量及び  $\beta$ -グルカナーゼ活性の代用が可能であり、Congo Red 法を用いることにより測定が簡易になり選抜の効率化が図れることを明らかにした。(平 6-7: 受託試験【高品質輪作】、平 8-9: 指定試験事業)

もう一つの細胞壁多糖であるアラビノキシランについて、酸加水分解液をオルシノールにより呈色させる簡易測定法を確立させた。後に、酸加水分解した遊離アラビノース量を、ガラクトースデヒドロゲナーゼによる反応で生成する NADP 量で定量する方法に改良した。(平 9-14: 指定試験事業)

栃木農試成果集 13: 69-70 (1994)

栃木農試研報 43: 127-138 (1995)

栃木農試成果集 14: 19-20 (1995)

育種学雑誌 45: 471-477 (1995)

育種学雑誌 45 (別 1): 257 (1995)

栃木農試研報 47: 57-64 (1998)

栃木農試成果集 17: 13-14 (1998)

栃木農試研報 48: 49-64 (1999)

栃木農試成果集 18: 13-14 (1999)

## b 細胞壁多糖の「溶け」に関する QTL 解析

$\beta$ -グルカナーゼ活性は熱失活しやすいなど評価が難しいこともあり、 $\beta$ -グルカンの溶け関連形質を的確に評価するために QTL 解析を行った。まず Clipper/ヤチホゴールデンの後代系統集団を用い、 $\beta$ -グルカナーゼアイソザイム II 構造遺伝子 (7H 動原体近傍) の PCR 増幅産物に DNA 多型が存在すること、Clipper 型を示す系統の  $\beta$ -グルカナーゼ活性が有意に高いことを明らかにした。

次に、関東二条 25 号/南系 B4641 の RIL 集団を用い、溶け関連形質の QTL 解析を行った。その結果、 $\beta$ -グルカナーゼ活性が 5H、原麦  $\beta$ -グルカン含量と麦芽  $\beta$ -グルカン含量が 1H、麦汁  $\beta$ -グルカン含量が 2H と 7H に QTL 領域が検出された。また、アラビノキシラン含量の QTL 解析を関東二条 25 号/南系

B4641 の RIL 集団を用いて行ったところ、1H と 2H に QTL 領域が検出された。(平 6-10: 受託研究【DNA マーカー育種】)

育種学雑誌 48 (別 1): 148 (1998)

育種学雑誌 48 (別 1): 149 (1998)

育種学研究 (別 1): 22 (1999)

育種学研究 (別 1): 23 (1999)

## c 麦芽の「溶け」の要因解明

スカイゴールデンの育成が大きな契機となり、麦芽の溶けに関する育種目標が、澱粉や細胞壁多糖の溶けは従来どおりに溶けやすい方向で、蛋白質の溶けは進みすぎる方向から適正になるように方向転換が図られた。そこで、蛋白質の溶けが適正な品種を育成するために、スカイゴールデンの過剰に蛋白質が溶ける特性の要因を解析した。その結果、種子貯蔵蛋白質の遺伝子型とは関連せず、プロテアーゼ活性が高いことと、原麦高分子  $\beta$ -グルカンが少ないことの相互作用により、製麦過程での種子軟化が進みやすくプロテアーゼによる蛋白質分解が容易になったことによると推察された。(平 14: 受託試験【21 世紀プロ】、平 15-17: 受託試験【ブランド・ニッポン】)

育種学研究 5 (別 2): 115 (2003)

## (i) 水感受性に関する研究

遺伝資源を評価した中から見出された水感受性が極めて低く優れる系統 WI-2585 と、ニシノチカラとの RIL 集団を用いて水感受性の遺伝解析を行ったところ、WI-2685 並の水感受性を持つ系統の出現頻度がニシノチカラ並の系統より多く、またニシノチカラを超える極高水感受性を示す系統も分離した。関東二条 25 号/南系 B4641 の RIL 集団を用いて QTL 解析を行ったところ、2H 染色体長腕に寄与率の高い QTL 領域があることが推定された。(平成 8-10: 受託試験【DNA マーカー育種】)

育種学雑誌 45 (別 1): 258 (1995)

育種学研究 1 (別 1): 40 (1999)

## (ウ) 機能性成分に関する研究

ビール大麦の原麦粉は、玄米粉に比べて総遊離アミノ酸含量が 3 倍以上多いこと、製麦すると総遊離アミノ酸含量が原麦粉の 6 から 13 倍に増加すること、ビタミン E の中では特に抗酸化性の優れる  $\alpha$ -トコトリエノールが多いことなどを明らかにした。(平 16-17: 受託試験【ジーンバンク事業】)

栃木農試成果集 26: 40-41 (2008)

栃木農試研報 63: 69-75 (2009)

(I) その他の品質形質に関する研究

a 粗蛋白含量の近赤外分析

近赤外分析装置を用いた粗蛋白含量の測定法を確立するため、粉体サンプルと原麦非破壊サンプルを比較検討した。粉体サンプルでは 1.1g の少量でも標準誤差 0.24 の高精度で測定可能であった。また、原麦非破壊でも標準誤差 0.26 で測定可能であった。(平 9-10：指定試験事業)

栃木農試研報 48：53-58 (1999)

栃木農試成果集 18：11-12 (1999)

b 最終発酵度測定法の検討

最終発酵度測定法の再検討を行い、従来の 7 日間静置発酵法は EBC-analytica 法の 48 時間振とう発酵法による測定値との間に 0.95 の相関があることを認めるとともに、7 日間静置発酵法の方が約 2 %低くなることを明らかにした。(平 13-14：指定試験事業)

栃木農試成果集 22：11-12 (2003)

エ 変異拡大に関する研究

関東二条 29 号の早生化をねらって  $\gamma$  線照射による突然変異誘発処理を行った。目的とした実用的な早生系統を得ることができなかったが、育種上あるいは遺伝解析上有用と思われる突然変異系統を多数獲得した。(平 7-8：指定試験事業)

また、サチホゴールデンのアジ化ナトリウムによる突然変異誘発処理から裸性を 2 系統 (U490、T883A) 作出した。皮性遺伝子 *Nud* を解析したところ、U490 では AP2/ERF ドメイン内の 1 塩基置換、T883A では C-terminal モチーフ内の 1 塩基置換が見出された。(平 17-20：指定試験事業)

突然変異処理による有用系統の作出は、各項に記述したようにリポキシゲナーゼ-1 欠失や  $\beta$ -グルカン欠失でも成功している。

遺伝変異を拡げる目的で、国の事業で行われた遺伝資源探索チームの一員としてパキスタン北西部から 133 点を収集した。また、数多くの大麦遺伝資源について一次及び二次特性を評価した。(平 7-9：受託試験【遺伝資源】)

栃木農試成果集 20：13-14 (2001)

育種学研究 12 (別 1)：99 (2010)

日作紀 80：254-255 (2011)

栃木農試成果集 30：69-70 (2012)

オ 育種法に関する研究

(ア) 循環選抜法及び一代雑種法

遺伝的組換の機会を多くして有用遺伝子を効率良く集積させるために、遺伝子雄性不稔を利用した循環選抜法を検討した。農業研究センター (現農研機構作物研究所) から雄性不稔系統の分譲を受け、収量性や高品質性など有用形質を持つ品種を数回交配し、有用形質集積雄性不稔系統を作出した。また、雄性不稔遺伝子 (*msg6*) と密に連鎖した標識遺伝子 (*o*：橙色顕、*sex1a*：しわ粒) により識別した可稔系統と混合採種することにより、変異性に富んだ他殖性の有用形質集積集団を作出した。(平 7-12：指定試験事業)

二条大麦の一代雑種利用の可能性を検討するため、ミサトゴールデンと外国の 21 品種との F1 について農業形質及び麦芽品質を調査し、ヘテロシスは稈長、1 穂粒数、千粒重及び整粒歩合等に顕著に表れること、麦芽品質には少なくともマイナス効果はないことを示した。(昭 61-63：指定試験事業)

栃木農試研報 44：83-90 (1996)

栃木農試成果集 15：35-36 (1996)

(イ) QTL 解析及び DNA マーカー育種

細胞壁多糖の溶け関連形質や水感受性の QTL 解析の他にも、関東二条 25 号/南系 B4641 の RIL 集団を用い、RFLP マップと農業形質調査をとおして、出穂期、成熟期、稈長、穂長、粒大、粒重、穀皮のしわ・厚さ、茎立性、不稔障害抵抗性など多くの形質の QTL 領域を明らかにした。また、RFLP 分析の非放射性検出法として ELC 法と DIG 法を比較検討した。(平 6-10：受託試験【DNA マーカー育種】)

各項に記述したように、原麦リポキシゲナーゼ遺伝子 *lox-1*、プロアントシアニンフリー遺伝子 *ant28*、大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子 *rym3* 等の DNA マーカー開発を行った。この内、*Lox-1* 欠損を検出できる CAPS マーカー及びミスマッチプライマーと、外国で開発された、製麦中の蛋白質分解に関わるセリンプロテアーゼ遺伝子 *Cxp1*、大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子 *rym5*、うどんこ病抵抗性遺伝子 *mlo*、秋播性遺伝子 *vrn-H2* について、日本品種への適応性を評価するとともに、育種利用上の問題点を明らかにした。(平 16-19：指定試験事業)

栃木農試研報 46：49-56 (1997)

栃木農試成果集 16：15-16 (1997)

育種学研究 (別 1)：40 (1999)

栃木農試研報 59：45-54 (2008)

栃木農試成果集 26：4-5 (2008)

2 麦類の品種選定に関する試験

平成 6 年度から 25 年度までの 20 年間に、県単事業で実

施した奨励品種決定調査により、次に掲げる品種（二条大麦：6品種、六条大麦：2品種、小麦：4品種）が本県の奨励品種に採用された。同時に、品種特性に適した栽培法を確立した。なお、本県で育成したビール用二条大麦品種の栽培法確立試験は、品種育成の一環として行ったので、前項でとりあげた。

(1) 二条大麦

ア タカホゴールデン

本県育成品種。本県への適応性を試験するため、平成元年度より栃系 211 として予備調査、3 年度より関東二条 28 号として本調査に供試し、6 年度に採用された。特性及び栽培法は前出のとおり。

平成 7 年産から 16 年産まで生産され、最大普及面積は 11 年産の約 1,550ha であった。

イ みょうぎ二条

本品種は、サッポロビール株式会社（群馬県太田市新田）において、栃系 144（後のミサトゴールデン）を母、高品質のやす系 50（後のさつきばれ）を父とした組合せから育成された。本県への適応性を試験するため、新田二条 13 号として平成 2 年度より予備調査、4 年度より本調査に供試し、7 年度に採用された。本品種は、あまぎ二条と比較して、出穂期は 2 日、成熟期は 4 日早い早生種。稈長及び穂長は短く、穂数はやや少ない。耐倒伏性が優れ、千粒重、整粒歩合、整粒重は同程度。粒の外観品質も同程度であるが、側面裂皮粒の発生が多い。麦芽品質については、エキスは高く、コールバツハ数はやや高い。ジアスターゼ力及び最終発酵度は同程度で総合的に優れる。

早生・短強稈で栽培しやすく県南地域を中心に平成 7 年産から 20 年産まで生産された（最大普及面積は平成 17 年産の約 690 ha）。

栃木農試成果集 15：3-4 (1996)

ウ. スカイゴールデン

本県育成品種。本県への適応性を試験するため、平成 9 年度より関東二条 32 号として予備調査、10 年度より本調査に供試し、12 年度に採用された。特性及び栽培法は前出のとおり。

平成 13 年産からの 3 年間の試験栽培の後、徐々に普及拡大した。最大普及面積は平成 22 年産の約 7,200 ha で、その後は徐々にサチホゴールデンに切り替わっている。

栃木農試成果集 20：7-8 (2001)

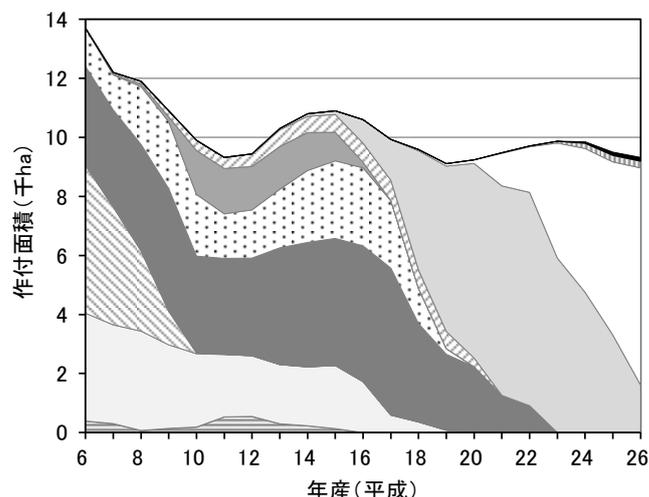


図 2-2-3 栃木県における二条大麦の作付面積推移  
作付面積合計は農林水産省「作物統計」より、品種別割合は県データより作成。

- アスカゴールデン
- スカイゴールデン
- なす二条
- あまぎ二条
- とちのいぶき
- みょうぎ二条
- ミモゴールデン
- その他
- サチホゴールデン
- タカホゴールデン
- ミサトゴールデン

エ. サチホゴールデン

本県育成品種。本県への適応性を試験するため、平成 13 年度より関東二条 35 号として予備調査、14 年度より本調査に供試し、17 年度に採用された。特性及び栽培法は前出のとおり。

平成 18 年産からの 3 年間の試験栽培の後、徐々に普及拡大している。平成 26 年産の作付面積は約 7,400 ha で、ビール大麦の約 8 割を占める。

オ. とちのいぶき

(7) 採用経過

本県育成品種。本県への適応性を試験するため、平成 18 年度より栃系 331 として予備調査、19 年度より関東二条 41 号として本調査に供試し、22 年度に採用された。特性は前出のとおり。

栃木農試成果集 30：13-14 (2012)

(1) 栽培法

本場黒ボク土水田（転換畑）でドリル播栽培の試験を実施した。窒素施肥量が基肥 0.4kg/a+ 茎立期追肥 0.2 から 0.3 kg/a の体系で、千粒重、整粒歩合、整粒重がともに優れ、精麦白度も高く優れていた。播種時期は 11 月上旬播きで整粒重が重く精麦白度が高くなった。播種量は 0.6 から 0.8 kg/a で整粒歩合、千粒重ともに向上した。また、真岡市の現地圃場で栽培したところ、整粒重が現行の二条大麦の平均単収比 124 %と多

収となり、収益性を試算した結果、小粒大麦から転換する場合、総収入は 6,352 円から 15,194 円/10a 増加した。(平 19：高度化事業、平 20-21：実用技術開発事業)

栃木農試成果集 29：3-4 (2011)

(ウ) 普及状況

平成 21 年産から生産が始まり徐々に普及しているが、近年伸び悩んでいる。平成 26 年産の作付面積は約 230 ha である。

カ. アスカゴールデン

本県育成品種。本県への適応性を試験するため、平成 20 年度より関東二条 42 号として予備調査、21 年度より本調査に供試し、23 年度に採用された。特性及び栽培法は前出のとおり。

平成 24 年産から試験栽培が始まり、27 年産から一般栽培に移行する予定。平成 26 年産の作付面積は 128ha である。

栃木農試成果集 31：11-12 (2013)

(2) 六条大麦

ア シュンライ

(7) 採用経過及び品種特性

シュンライは、長野県農事試験場において、ミノリムギを母、東山皮 68 号を父とした組合せから育成された。本県への適応性調査は昭和 60 年度から開始したが、平成 2 年度に採用の見込みがないために試験を中止した。その後、実需者からの六条大麦への要望が高まり、六条大麦の作付けを本作化するにあたり、過去の成績が良好であったために平成 7 年度に採用された。本品種は、カシマムギと比較して、出穂期は 1 から 4 日、成熟期は 4 から 8 日遅い中生種。稈長は長く、穂長はやや長い。穂数は同程度で耐倒伏性は優れる。千粒重は重く収量は多い。大麦縞萎縮病には比較的強いが高度抵抗性は持たない。うどんこ病にはやや弱い。精麦品質については、精麦時



写真 2-2-3 ビール大麦合同比較試験登熟期調査

間が短く、精麦歩留及び精麦白度が高く、加工適性は優れる。

栃木農試成果集 15：5-6 (1996)

(イ) 栽培法

本場黒ボク土水田で水稻跡ドリル播栽培の試験を実施した。シュンライは早播き (10 月第 6 半旬) しても茎立ちがそれほど早まらず、幼穂凍死の発生が少なかった。また、早播きは千粒重がやや軽くなるが、1 穂粒数が多くなり収量は標準播き (11 月第 1 半旬) に比べても遜色なかった。遅播き (11 月第 2 から 3 半旬) では精麦白度が低下し加工適性が劣った。多肥 (窒素 1.2 kg/a) は少肥 (0.6 kg/a) や標肥 (0.9 kg/a) に比べて収量が増加するが、倒伏が発生するとともに精麦時間が長くなり精麦白度が低下した。以上のことから、播種時期は 10 月第 6 半旬から 11 月第 1 半旬、窒素施肥量は 0.6 から 0.9 kg/a が適正であるとした。(平 7-10：県単)

栃木農試成果集 17：3-4 (1998)

(ウ) 普及状況

平成 15 年産に約 2,200 ha まで普及拡大したが、ここ数年は微減が続いており、26 年産では約 1,500 ha となっている。本県の六条大麦はすべて本品種である。

イ シルキースノウ

シュンライの作付けが連作地や畑地に拡大され、硝子粒の発生や精麦白度の低下が問題となって実需者評価が低下してきたため、硝子粒率が低く精麦白度が高い品種が望まれていた。

(7) 採用経過及び品種特性

シルキースノウは、長野県農事試験場において、関東皮 73 号を母、東山皮 86 号を父とした組合せから育成された。本県への適応性を試験するため、平成 14 年度より東山皮 101 号として予備調査、15 年度より本調査に供試し、17 年度に採用された。本品種は、シュンライと比較して、秋播性程度が IV (シュンライは I) で、出穂期は 3-4 日早く、成熟期は同程度から 1 日早い早生種。稈長は短く、穂長は同程度からやや長い。穂数はやや多く、耐倒伏性は同程度で優れる。千粒重はやや軽いが収量は同程度からやや多い。大麦縞萎縮病には「極強」である。精麦白度が高く砕粒率が少なく優れる。

栃木農試成果集 25：5-6 (2007)

(イ) 栽培法

播種量の増減は収量及び精麦白度に影響せず、窒素施肥

量は多肥にするほど多収になったが精麦白度が低下した。しかし、単年度の試験で判然としなかった。(平 17：県単)

(ウ) 普及状況

平成 21 年産に約 110 ha まで普及したが、小粒と赤かび病に弱いことが致命的な欠点となり現在は作付されていない。

(3) 小麦

ア バンドウワセ

(7) 栽培法

農業研究センター(現農研機構作物研究所)で育成された日本めん用の品種で、採用は平成 3 年度である。早生・短強稈・多収で、関東地域の主力品種になることが期待されたので、先ず本場黒ボク土水田において本品種に適した播種時期を検討した。農林 61 号と比較すると適期幅が広く、1 週間から 10 日遅らせることにより、凍霜害を回避した安定生産が可能になることを示した。次に、本場黒ボク土水田において水稲跡ドリル播栽培の追肥体系を検討した。莖立期の追肥は穂数が増加して増収したが、稈長が伸びる傾向にあった。莖立期 20 日後の追肥は稈長の伸びや穂数増加が抑えられたが、1 穂粒数が増加することによって増収した。出穂期の追肥は収量及び収量構成要素に変化が見られなかったが、子実粗蛋白含量が高まり外観品質が低下した。以上より、倒伏に強い本品種は、最も増収効果が高い莖立期に追肥し、追肥の判断基準を葉色値 46 以下、草丈×葉色値 900 以下とすることを提唱した。また、倒伏しやすい農林 61 号は、莖立期 20 日後に追肥し、追肥の判断基準を草丈×莖数 40,000 以下、草丈×葉色値 1,500 以下、莖数×葉色値 40,000 以下とした。(平 3-8：県単)

栃木農試成果集 13：65-66 (1994)

栃木農試成果集 13：67-68 (1994)

栃木農試成果集 14：29-30 (1995)

栃木農試成果集 15：27-28 (1996)

栃木農試研報 47：1-12 (1998)

(イ) 普及状況

農林 61 号に替わる主力品種になることが期待され、平成 12 年産には最大で約 1,400 ha まで普及拡大した。しかしながら、品質が不安定であることが指摘されるようになり、民間流通麦制度への移行に伴い、より高品質な品種が求められ、平成 13 年産を最後に撤退した。

イ. イワイノダイチ

晩生で耐倒伏性が劣るなど栽培性に問題の多い農林 61 号

の作付けは徐々に減少していたが、バンドウワセの作付けがなくなったことによって、再び農林 61 号に頼らざるを得ない状況になってしまった。そのため、早生・多収で栽培性が優れ、製粉性・製めん適性が優れる品種が急務であった。

(7) 採用経過及び品種特性

イワイノダイチは、九州農業試験場(現農研機構九州沖縄農業研究センター)において、秋 9 を母、西海 168 (後のきぬいろは)を父とした組合せから育成された。本県への適応性を試験するため、平成 8 年度より西海 181 号として予備調査、9 年度より本調査に供試し、12 年度に採用された。本品種は、農林 61 号と比較して、秋播性程度がⅣ(農林 61 号はⅡ)で、出穂期は 5 から 7 日、成熟期は 2 から 5 日早い早生種(バンドウワセ並)。稈長は短く、穂長はやや長い。穂数は同程度からやや多く、耐倒伏性は優れる。千粒重は重く収量は多い。アミロース含量はやや低い。製粉歩留がやや高く製粉性に優れ、めんの色、粘弾性、滑らかさ等の食感に優れ、製めん適性も高い。

栃木農試成果集 20：3-4 (2001)

(イ) 栽培法

本場黒ボク土水田で水稲跡ドリル播の安定栽培法について窒素施肥量・播種量・播種時期を変えた試験を実施した。基肥窒素量は農林 61 号より多い 1.5 kg/a の成績が最も良かった。播種量は標準量より 3 割減の 140 粒/m<sup>2</sup> (0.6 kg/a に相当)までは収量や子実粗蛋白含量への影響が見られなかった。早播きすると成熟期は前進したが収量及び子実粗蛋白含量が低下し、遅播きは収量がやや低下したので、標準的な 10 月第 6 半月から 11 月第 1 半月が適期であった。(平 11-12：受託試験【麦緊急開発】、平 13-14：受託試験【21 世紀プロ】)

現場で問題となっていた低蛋白化を解決するため、本場黒ボク土水田で最適な水稲跡ドリル播栽培の追肥体系を検討した。子実粗蛋白含量を(当時の)A ランク 9.5 から 11.5%に収めるには、極端な多肥栽培にする必要があり、多収になるものの倒伏の発生や粉色の低下を招いた。しかたがって、本品種の適正な子実粗蛋白含量は 9 %台前半と考えられた。この値に近づけるには、基肥窒素を 1.2 kg/a とし、莖立期の葉色が 38 以下の場合には窒素 0.2 から 0.4 kg/a を追肥する体系を提唱した。(平 15-17：受託試験【ブランド・ニッポン】)

また、降雨による品質低下を防ぐために、収穫適期診断法の策定を検討したところ、成熟期前後の穀粒水分、外観品質などの経時変化から判断して、成熟期前日から収穫可能であると考えられた。その時の状況は、穀粒水分 30 %、穂首・外穎が完全に黄化した穂が約 7 割、淡い緑色粒がわずかに見

える状態である。(平14：県単)

栃木農試成果集 22：3-4 (2003)

栃木農試成果集 23：43-44 (2005)

栃木農試成果集 25：35-36 (2007)

(ウ) 普及状況

実需者の評価が高く、現在でも主力品種である。平成26年産の作付面積は約620ha。

ウ タマイズミ

一般に畑地で作付けすると子実粗蛋白含量が高くなり、ビール用、食用、日本めん用のいずれも品質が低下しやすいので、畑地への振興が困難であった。そこで、粗蛋白含量が高いほど高品質とされる醤油醸造用に着目し、高蛋白な硬質小麦の試験を開始した。

(7) 採用経過及び品種特性

タマイズミは、農業研究センター(現農研機構作物研究所)において、関系W364を母、関系W361を父とした組合せから育成された。本県への適応性を試験するため、平成10年度より関東123号として予備調査、13年度より本調査に供試し、14年度に採用された。本品種は、農林61号と比較して、出穂期は3から4日、成熟期は1から5日早い早生種。稈長は短く、穂長は同程度からやや長い。穂数は同程度からやや少なく、耐倒伏性は優れる。容積重及び千粒重は重く収量は多い。白粒で外観品質は同程度である。子実粗蛋白含量がやや高い。赤かび病抵抗性は「中」で同程度、穂発芽耐性は「やや難」でやや劣る。

栃木農試成果集 22：1-2 (2003)

(4) 栽培法

本場黒ボク土水田及び灰色低地土水田において試験を実施した。高蛋白含量を確保するためには、基肥窒素に肥効調節型肥料を付加し、出穂期10日後に硫安追肥を併用するのが有効であった。この結果を基に「タマイズミ専用肥料」が開発された。また、実需者の要望に対応して生産開始年を早めるため、14年度と15年度に緊急に必要な種子を増殖した。(平14-16：県単)

本場黒ボク土水田において窒素追肥の生育診断技術を確立するため、基肥に速効性肥料のみを使った場合の追肥体系について検討した。出穂期10日後に止葉または第2葉の葉身長計測、あるいは葉色の測定により子実粗蛋白含量を予測することが可能であり、止葉23cm、第2葉29cm、葉色48以下の

場合は子実粗蛋白含量が12%を下回る可能性が高いので追肥を行うことを提唱した。ただし、肥効調節型肥料を基肥に施用した場合は適用できない。(平20-21：実用技術開発事業)

栃木農試成果集 29：1-2 (2011)

(ウ) 普及状況

実需者の要望が強く、現在でも主力品種であるが、小麦縮萎縮病が発生して被害が拡大しており、作付面積は漸減している。平成26年産の作付面積は約580ha。

エ ゆめかおり

国内各地の小麦育成地においてパン用小麦の品種開発が取り組まれ、高品質品種が育成されつつあった。当時、北海道以外にはパン用小麦の産地がまだなく、需要拡大が見込まれたことから、試験を開始した。

(7) 採用経過及び品種特性

ゆめかおりは、長野県農事試験場において、西海180号を母、KS831957を父とした組合せから育成された。本県への適応性を調査するため、平成17年度より東山42号として予備調査、18年度より本調査に供試し、21年度に採用された。本品種は、農林61号と比較して、出穂期は2日早く、成熟期は同程度。稈長はやや長い耐倒伏性は優れる。穂長は短く、穂数はやや多い。千粒重は重く収量は多い。小麦縮萎縮病に強く、穂発芽耐性はやや優れる。子実粗蛋白含量は高く(タマイズミよりも高い)、生地を強めるグルテニンサブユニット5+10を持ち、生地を弱めるGlu-A1c遺伝子を持たないので、パン加工上のグルテンの質が格段に優れる。

栃木農試成果集 29：7-8 (2011)

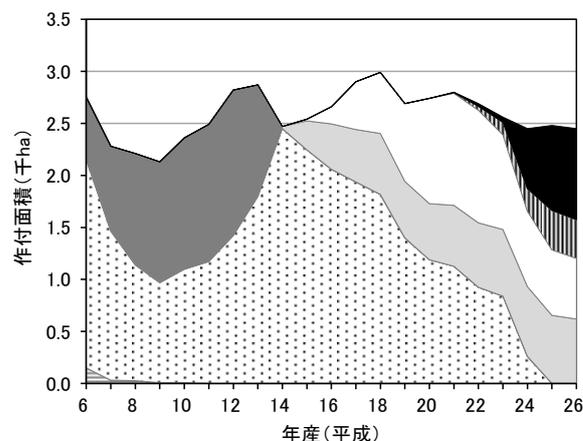


図2-2-4 栃木県における小麦の作付面積推移

作付面積合計は農林水産省「作物統計」より、品種別割合は県データより作成。

- さとのそら
- ▨ ゆめかおり
- タマイズミ
- ▨ イワイダイチ
- パンドウワセ
- 農林61号
- ▨ その他

(イ) 栽培法

本場黒ボク土水田でドリル播栽培の施肥試験を実施した。基肥に速効性肥料のみを施用した場合、追肥なしでも窒素施用量の増加に伴い子実粗蛋白含量が高まる傾向であったが、目標の12.5%に達しなかった。目標値以上を確保するためには、出穂10日後に窒素0.4kg/aを追肥する必要があった。水稲作業との競合を避けるために茎立期20日後に追肥するならば、基肥に肥効調節型肥料(タマイズミ専用866)を窒素0.8kg/a施用し、LP30を窒素0.4kg/a追肥する必要があった。また、堆肥の施用量が生育・収量・品質に及ぼす影響について検討した結果、堆肥施用400kg/a区では窒素無施用でも肥効調節型肥料区の8割程度の収量が確保された。(平22-23:県単)

栃木農試成果集31:13-14(2013)

(ウ) 普及状況

一定の需要があるが作付面積はやや伸び悩んでいる。平成26年産の作付面積は約350ha。

オ さとのそら

日本めん用小麦としてイワイノダイチが導入され普及したが、需要量が限られるため、農林61号の作付けが依然として1,000ha超あり、晩生で耐倒伏性が劣るなど栽培性に問題があることから、小麦の作付面積が減少傾向にあった。そのため、農林61号に替わる、栽培性が優れ製粉性・製めん適性が優れる品種が望まれていた。

(7) 採用経過及び品種特性

さとのそらは、群馬県農業試験場において、東山25号(後のしゅんよう)を母、西海168号(後のきぬいろは)を父とした組合せから育成された。本県への適応性を試験するため、平成17年度より利根3号として予備調査、18年度より本調査に供試し、22年度に採用された。本品種は、農林61号と比較して、秋播性程度がIVで、出穂期は4日、成熟期は4日早い早生種。稈長は短く、穂長は同程度、穂数は多い。耐倒伏性は優れる。容積重はやや軽い収量は同程度からやや多い。小麦縞萎縮病及びうどんこ病に強い。赤かび病抵抗性は同程度。農林61号と同じ通常アミロース含量を持ち、製粉歩留は高い。生地物性がやや弱い製めんの色はやや優れる。

栃木農試成果集30:11-12(2012)

(イ) 栽培法

本場黒ボク土水田の転換畑(夏期湛水)でドリル播栽培の試験を実施した。早播きは肥効調節型肥料(タマイズミ専用866)

を使用し薄播きすることにより高収量となったが、子実粗蛋白含量が目標値の9.7%(Aランク下限値)に達しなかった。一方、遅播きは収量が適期播きに及ばなかった。次に追肥体系について検討したところ、高収量は基肥(速効性肥料)0.8kg/a+茎立期追肥0.2kg/a+出穂期追肥0.2kg/aで得られたが、高蛋白になり粉色を低下させることから、高収量でAランクを満たすには、基肥(速効性肥料)0.8kg/a+茎立期追肥0.2kg/aが最適と判断した。さらに、基肥一発施肥を可能にする肥料を試作し、市販品(さとのそら一発)と比較検討したところ、収量や子実粗蛋白含量に違いが認められなかった。(平22-23:受託試験【水田底力】、平24-25:受託試験【革新的低コスト】)

栃木農試成果集33:3-4(2015)

(ウ) 普及状況

北関東(群馬県、埼玉県、茨城県、栃木県)の統一品種として農林61号に替えて普及を図っている。本県では採用後3年で農林61号から完全に切り替えた。平成26年産は約880haである。

3 麦類等、冬作物の高品質多収技術に関する試験

(1) ビール大麦の追肥法の検討

本場黒ボク土水田において、タカホゴールドの追肥栽培法を検討した。茎立期追肥では稈長が伸び倒伏が増え、追肥時期が遅くなると子実粗蛋白含量が高まる結果となり、適正な追肥時期は茎立期20日後頃、追肥量は0.3kg/aとした。(平6-9:県単)

スカイゴールドが育成された際にも、栃木分場の細粒灰色低地土水田において追肥の可能性について検討した。総施用窒素量が同じ場合、基肥のみと比べて茎立期の追肥は子実粗蛋白含量を上げる効果が高く、茎立期20日後の追肥は穂数が少なくなるものの千粒重の増加による整粒重の向上と子実蛋白質含量を高める効果が認められた。また、現地試作圃場において、基肥のみで目標粗蛋白含量を得ても、基肥+追肥により目標粗蛋白含量を得ても、エキスやジアスターゼ力等の麦芽品質に差が無いことを明らかにした。ただし、追肥判断基準に考えていた葉色は、子実粗蛋白含量との間に年次によっては相関関係が認められず、追肥技術の確立は今後の課題として残された。(平成13-14:受託試験【21世紀プロ】、平15:受託試験【ブランド・ニッポン】)

サチホゴールドの栽培法確立試験実施の際にも、栃木分場細粒灰色低地土水田において追肥の可否を検討した。茎立期及び茎立期20日後に追肥して増肥すると、基肥のみに比べ

て整粒歩合を下げたが穂数が増加し整粒重が増加する傾向が見られた。しかし、莖立期 20 日後の追肥は遅発莖、青未熟粒が多発した。また、出穂期の追肥により増肥すると、子実粗蛋白含量を高める効果がみられたが、側面裂皮粒が多発した。莖立期の草丈及び莖数、莖立期 20 日後の草丈、莖数及び葉色 (完全展開最上位葉)、出穂期の草丈、莖数及び葉色 (完全展開最上位葉)は、子実粗蛋白含量との間に 1 から 5 % 水準で正の相関が見られ、追肥の判断指標に使える可能性が示された。その後の試験では、稈長、止葉及び止葉 - 1 の葉身長で得られた回帰式が子実粗蛋白含量を実用的な精度で推定できることを示したが、年次により回帰式の傾きや切片が変わるので、追肥技術の確立は、後の研究進展に委ねられた。(平 16-18 : 指定試験事業)

栃木農試研報 53 : 27-34 (2005)

栃木農試成果集 23 : 47-48 (2005)

栃木農試成果集 30 : 15-16 (2012)

#### (2) 六条大麦の硝子粒発生要因の解明

シュンライ及びシルキースノウの硝子粒発生が問題となっていたことから、これが増加する要因を本場黒ボク土水田及び灰色低地土水田において調査した。1 年目は遅播き、厚播き、基肥窒素の多肥、出穂 10 日後の追肥によって増加した。特に追肥の影響が大きかった。2 年目は基肥窒素の多肥、出穂 10 日後の追肥、成熟期 5 日前の高水分刈り取りによって増加した。3 年目は基肥窒素の多肥、莖立期及び出穂期の追肥によって硬質粒が増加した。刈取時期や乾燥温度の影響は認められなかった。(平成 16-18 : 県単)

栃木農試成果集 27 : 30-31 (2009)

#### (3) 不耕起栽培に関する試験

水稻跡及び大豆跡で麦類の不耕起栽培を検討した。水稻跡では土壌の硬さ・透水性の悪さから出芽数が低下し生育不良となったが、大豆跡では慣行栽培並の生育を確保できた。不耕起栽培の適正な播種量及び窒素施肥量は、水稻跡では 240 粒/m<sup>2</sup>及び 1.0 kg/a、大豆跡では 200 粒/m<sup>2</sup>及び 0.6 kg/a であると提示した。(平 11-15 : 地域基幹技術体系化研究)

栃木農試成果集 23 : 77-78 (2005)

#### (4) 地下水水位制御システム (FOEAS)の実証試験

本場黒ボク土水田に FOEAS システムを施工し、ビール大麦の収量・品質への影響を調査した。地下水水位を - 30 cm 以下にすると、降雨後の土壌水分の急激な上昇が抑制され、整粒

重の低下を緩和できることが示された。また、収量増による低蛋白化を回避するため追肥を行ったところ、子実粗蛋白含量が 0.35 %/N kg 増加することを確認した。ただし、粗蛋白含量適正化のための追肥判断基準や追肥量などについては課題が残された。(平 22-23 : 受託試験【水田底力】、平 24 : 受託試験【革新的低コスト】)

栃木農試成果集 32 : 31-32 (2014)

#### (5) その他の試験

麦類に関しては生育診断に関する試験 (平 6-25 : 県単)と除草剤適用試験 (平 6-25 : 日植調受託試験)がある。

他の作物に関しては平成 19 年度から 21 年度にナタネの品種比較と播種時期の検討を行った。4 品種・系統を 9 月下旬から 10 月中旬まで 3 時期に播種し比較検討したところ、晩生品種ほど生育量や子実重が多い傾向があり、キザキノナタネ、ななしきぶの子実重が優れた。また、今回試験した播種期間の中では、遅くするほど子実重が多くなる傾向が見られた。(平 19-21 : 県単)

栃木農試成果集 30 : 5-6 (2012)



写真 2-2-4 野沢の黒ボク土ほ場での出芽状況

---

農業試験場に想う

農業試験場長に就任して考えたことは二つありました。

一つ目は今後の農業試験場の体制の在り方です。二つ目は研究の在り方と職員の育成方針です。

体制の問題は、私が新採職員として農業試験場に着任した昭和四十四年に都市化により研究環境が悪化した今泉の試験場から現在の試験場に移転しました。先輩たちは設置場所の選定、研究に耐えられる圃場にするための多くの苦勞談を時に触れお聞きしました。県央地域に沖積土壌と洪積土壌の二種類の水田と果樹園を含めた広大な畑面積を確保できる試験場にするため多くの候補地から野沢の試験場を選定したとのことでした。この考え方を継承すべきと考えています。野沢の試験場が継続することになり喜んでいきます。

研究は「現場の緊急的課題を解決する研究」「十年後二十年後の将来を見据えた研究」「自由発想に基づく研究」の三部門を考えて実施すべきと考えます。特に三番目の研究は特化した部門を深い見識と考察に基づいた研究になります。県政に重要な提案をする研究者が多く誕生することを祈念いたします。

渋江 修

---

### 第3節 野菜に関する試験研究

本県の野菜産地は、冬季の豊富な日照や恵まれた水利を活かした平坦地のいちご、トマトやにらなどの施設野菜、なす、ねぎ、高冷地のほうれんそうなどの露地野菜、さらにアスパラガス、軟化うどんなどの栽培が盛んである。

平成5年以降、野菜の品種育成では、栃木県のブランド力を高めるための新たな取組が行われ、新品種としてねぎとにらの種間雑種「なかみどり」、にら「きぬみどり」ならびに地域特産野菜であるかぼちゃ「ニューなかやま」、うどん「栃木芳香1号、栃木芳香2号」が育成された。

この間、社会経済的には、家族形態や食習慣の変化に伴い食の外部化が進展し、野菜消費は家庭仕向けよりも加工業務向けの消費が多くなった。市場外流通も増加し、加工業務用を中心とする輸入野菜の増加や長引く不況と国内人口の伸び止まり・減少に伴う消費低迷により、野菜の低価格化が定着した。一方、輸入野菜の農薬汚染問題などに端を発した消費者の安全な農産物への意識の高まりや、ポジティブリスト制度の導入など、国産野菜の供給に対する期待は依然として高い。また、中国をはじめとする新興国の経済発展を背景とした重油や資材価格の高騰により施設野菜を中心に経営の不安定性が高まった。このように、野菜生産を巡る情勢は急激に変化した中で、生産性の向上を目的とした養液栽培や環境制御技術、燃油削減のための省エネルギー技術や低コスト生産技術、作業労力の軽減を図るための機械化や省力技術、加工業務用野菜の生産技術、環境に優しい生産技術などの開発に取り組んだ。

品目別にみるとトマトでは、低コスト耐候性ハウスの導入が進み、ハイワイヤー誘引法による長期多段どり栽培技術が普及し生産性が飛躍的に向上した。にらでは抽だい抑制技術や生産性を高める連続収穫技術の確立を行った。また、トマトやなすの養液栽培では、ロックウール栽培における給液管理技術の確立を行うとともに、有機質培地(クリプトモス)を利用した排水液を出さない環境保全型養液栽培に取り組んだ。ねぎは特にハウスねぎ栽培技術に取り組み、露地野菜ではやまのいも、うどんやごぼうの技術開発を行った。

省力化技術では、均質な苗生産を図るため、セル成型苗による苗生産技術を確立した。さらに、生分解性マルチ等、機能性資材にも目を向けた先進的な研究を行った。

#### 1 野菜の品種育成に関する試験

##### (1) にら「なかみどり(ねぎにら)」の育成

にらは一般的に夏抽だい性の植物であるため、この時期には収量・品質の低下および調製労力の増大が問題となる。そこで、ねぎの春抽だい性をにらに取り込むため、組織培養を利用し、ねぎとにらの種間雑種の育成に取り組んだ。

平成2年に新里ねぎと(蒙古×たいりょう)F1にらを交配し、発育途上の未熟胚を無菌的に摘出後、組織培養により植物体を再分化させた。その後、雑種植物の茎盤組織を材料としてカルス経由の再分化植物集団を作出し、草型がにらに類似した株を選抜した。葉色が濃く生育旺盛で、ねぎとにらの特性を併せ持つことが認められたことから、平成8年6月に、なかみどり(ねぎにら)の名称で品種登録した。なかみどりは、半数性雑種であるため種子増殖ができないが、葉は濃緑色で半月状の中空となっており、栄養価についてもねぎとにらの両方の特性をもったユニークな作物である。

栃木農試成果集 13 : 43-44 (1994)



写真 2-3-1 ねぎにらの栽培状況

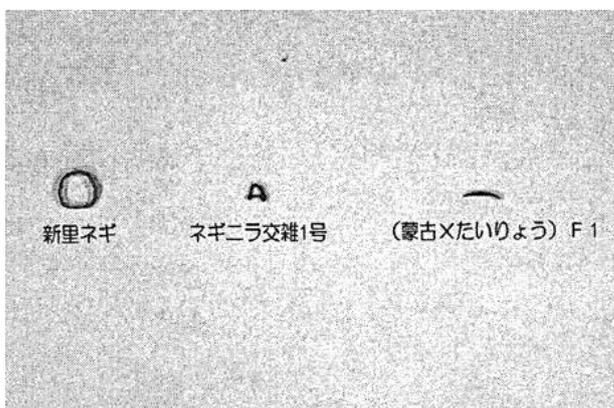


写真 2-3-2 ねぎにらの葉身断面図

(2) かぼちゃ「ニューなかやま」の育成

栃木県在来系統の中山かぼちゃは、紡錘形の果形をしており、果肉が粉質でホクホクした食感を有し、食味が極めて良いのが特徴である。しかし、着果節位が高く着果数が少ないのが欠点である。そこで、昭和63年に導入した在来種をもとに、平成12年に中山かぼちゃの果実品質を備えながら、低節位に着果する系統を選抜し、平成16年8月に、ニューなかやまとして品種登録した。

ニューなかやまは在来系統に比較して、第1雌花が7-8節程度早く着生し、着果数が多く、収量性に優れる。果実は、在来系統の特性を備え、果形は紡錘形で果皮は黒緑色、果肉は橙黄色、肉質は粉質で食感が優れる。

栃木農試成果集 20 : 9-10 (2001)



写真 2-3-3 ニューなかやまの果実形状

(3) うど「栃木芳香1号」、「栃木芳香2号」の育成

うどは那須地方を中心に栽培され、一般的な収穫期間は1-4



写真 2-3-4 緑化栽培における軟化茎

月であるが、一部で根株を早期に掘り上げて軟化を行う年内早出し栽培が行われている。しかし、主力品種の紫は年内早出し栽培において、軟化茎の腐敗が発生しやすい。さらに、根株に着生する芽の数が少ないため収量性が低く、軟化茎にアントシアニンが発生し、品質が低下しやすいといった欠点が指摘されていた。そこで、平成14年より群馬県在来系統を種子親、改良伊勢を花粉親として交配を行った。平成18年から選抜を始め、軟化茎が白く年内収量が優れた2系統を選抜し、平成24年4月に栃木芳香1号および栃木芳香2号の名称で品種登録した。

栃木芳香1号は、紫に比較して、収量性が高く、軟化茎の曲がり数が少なく、アントシアニンの発現が少ないため外観が優れる。栃木芳香2号は、収量性が極めて高く、軟化栽培では曲がりが多いものの、アントシアニンの発現が少ない。

栃木農試研報 68 : 23-40 (2012)

2 野菜の品種選定に関する試験

(1) トマトの優良品種

促成トマトでは、平成10年頃に完熟系品種のハウス桃太郎が全体の85%を占め、他にハウスおどりこ、T-121 やろくさんまるなど完熟系品種が栽培されていた。この頃主流であったハウス桃太郎は果皮が硬く、日持ちが良いことから市場性が高かったが、低段花房の果実肥大が劣り、中段花房の乱形果や障害果の発生が多かったことから、比較的栽培しやすく、肥大性のよい品種への要望が高まったことから、平成12年にハウス桃太郎を対照品種として、マイロック、麗容及び優美の3品種を供試して検討した。その結果、マイロックは1果重が優れ、空どう果や窓あき果等の不良果が少なく果実が硬いことが明らかとなり、優美は糖度が高いことが判明した。また、この頃から京浜市場に熊本産トマトが大量に入荷するようになり、価格が暴落したため産地では栽培期間を長期化する動きが見られ、年内から出荷するトマト促成長期どり栽培が増えていった。このため、この作型に適応する品種の選定が現地から要望され、平成13年にハウス桃太郎を対照品種として、マイロック、麗容及び桃太郎ファイトの3品種を供試して検討した。その結果、麗容は1月まで収量が多く、多収であったことから有望、マイロックは果実肥大が良く、空どう果の発生が少なかったことからやや有望とした。また、果実品質が良く、収量を多く確保するためには、7月中旬播種が適すると判断した。

栃木農試成果集 21 : 11-12 (2002)

栃木農試成果集 22 : 5-6 (2003)

(2) なすの優良台木品種

夏秋なす栽培では青枯病などの土壌病害対策として抵抗性台木トルバムビガーによる接ぎ木栽培を行っているが、トルバムビガーを台木として用いても青枯病が発生し問題となっている。そこで、近年育成された台木品種についてその生育特性及び青枯病抵抗性について検討した。その結果、トルバムビガーに比べ、カレヘン及び台太郎は青枯病抵抗性（第IV菌群）が強い台木であり、多収で有望な台木と考えられた。（平7-8）

栃木農試成果集 16 : 5-6 (1997)

(3) 葉菜類の優良品種

県北地方の水田転換畑及び那須野原開拓に春どりキャベツを導入するため、耐寒性が強く晩抽性の品種と播種期を検討したところ、県推奨品種の金系 201 より有望な品種として味春、春系 302 及び秋まき極早生 218B、やや有望品種として秋まき極早生 2 号及び迎春を選定した。金系 201 の播種適期は 9 月 10 日から 30 日で、収穫時期は 5 月中旬から 6 月上旬であった。（平 4-5）

近年、アスパラガスの栽培者が増加傾向にあることから、雨よけ栽培に適し、高品質・多収性のグリーンアスパラの品種について検討した。その結果、収量・品質の点からマラソン、バイトル、ウェルカムを選定した。（平 3-8）

県内で主に栽培されているふきで愛知早生と水ふきの品種及び系統について、その休眠特性を把握するため低温遭遇処理と萌芽後の長日処理を行った。その結果、愛知早生ふき（大阪系）の休眠は認められず、水ふきは馬頭系と群馬系の休眠が浅く、佐野系は休眠が深いと考えられた。また、休眠打破は馬頭系と群馬系は 50 時間の低温遭遇、佐野系は 400 時間の低温遭遇または 16 時間の長日がいとと考えられた。（平 5-7）

県北の冬どりに適する耐寒性が強くアントシアンの発生しにくいブロッコリーの品種と播種期を検討した。その結果、品種はグリーンフェイスを用い、播種を7月下旬に行うことで11月以降の収穫をねらいとした作型に適応できると考えられた。（平 6-7）

春どりレタスは2月から5月まで品種を替えて収穫されていたが、早出しの優良品種が求められていた。そこで、2月どり栽培に向く品種を検討した結果、低温伸長性が有り結球重が重く形状が安定し、病害等の発生が少なく商品化率の高いトリガー及びゲットが有望な品種であると判断した。（平15-16）

たまねぎの業務向け需要が高まる中で、本県の主力品種アポロにかわる甲高で高品質多収な品種を選定するため14品

種・系統を供試した。その結果、球形は七宝甘70、もみじ3号が球状で特に優れ、七宝甘70はアポロより多収で球の肥大も良く、もみじ3号は貯蔵性が高かった。アポロにかわる品種として七宝甘70が有望で、もみじ3号（貯蔵用）と組み合わせて作付けすることにより高品質長期安定出荷が可能と判断した。（平 11）

栃木農試成果集 14 : 13-14 (1995)

栃木農試成果集 15 : 11-12 (1996)

栃木農試成果集 15 : 13-14 (1996)

栃木農試成果集 16 : 11-12 (1997)

栃木農試成果集20 : 11-12 (2001)

栃木農試成果集26 : 10-11 (2008)

(4) 根菜類の優良品種

高冷地における初夏どりだいこんの播種期は、4月中旬から5月中旬であり低温による抽だいが問題となっている。そこで、初夏どり作型（マルチ栽培）において晩抽で品質良く、多収性品種の選定を行った結果、抽だいにいく青首の総太り型で根長35から38cm、葉が半立性-半開張性で濃緑小葉、萎黄病及び生理障害の発生が少ないYR鉄人を選定した。また、抽だいにいく、青首の総太り型で根長36-39cm、葉が半立性-半開張性で濃緑小葉、萎黄病の発生なく多収の春成を選定した。（平 7-9）

栃木農試成果集 16 : 9-10 (1997)

3 野菜の育苗技術に関する試験

(1) セル成型苗用粉碎籾殻培養土の開発と利用法

野菜育苗の省力化を目的とし、効率的な野菜生産が可能なセル成型苗の利用技術が開発された。すでに、県内においても育苗センター等でセル成型苗が生産され、農家に供給されていたが、価格がまだ高いため、十分な普及には至っていなかった。そこで、セル成型苗の低コスト化を目標として、粉碎籾殻を主体としてセル成型苗用培養土の開発を行い、その利用法について検討した。

その結果、粉碎籾殻は粒径を選別することなく利用が可能であり、混合材料としては鹿沼土の細粒が適していた。また、その混合割合は、容積比で粉碎籾殻 80 %に鹿沼土細粒を 20 %とすることで、利用適正が高いと判断した。（平 4-6）

この粉碎籾殻培養土を用いて、トマト、なす、レタス及びこれらの育苗を行い、その育苗適性と管理方法について検討した。トマトでは、苗の生育や第1花房の果実品質等から判断し、園試処方 1/2 単位濃度の液肥を発芽時から1日当たり3.2L/m<sup>2</sup>を

4回に分けて施肥することで育苗できた。また、なす、レタス及びには、根鉢形成や苗の生育、収量性等から判断し、園試処方 1/4 単位濃度の液肥を 1 日当たり 3.2 L / m<sup>2</sup> 施肥することで育苗できた。ただし、夏季のレタス育苗では、さらに 1.6 L / m<sup>2</sup> のかん水を 2 回に分けて行うことにより、安定した苗生産ができると考えられた。

さらに、長期間の育苗を要する、にらやたまねぎで省力・低コスト小規模育苗技術を検討した。その結果、10a 当たり、にはら粉砕籾殻培養土 35ℓ にマイクロロング肥料を 437.5 g、たまねぎは 100 L に 1250 g を混和し、448 穴セルトレイに詰め播種した後、かん水タイマーとかん水チューブによる簡易かん水で育苗することができることを明らかにした。(平 7-9)

栃木農試成果集 14 : 77-78 (1995)

栃木農試成果集 14 : 83-84 (1995)

栃木農試成果集 16 : 43-44 (1997)

栃木農試研究報告 46 : 1-10 (1997)

栃木農試成果集 17 : 45-46 (1998)

#### (2) トマトのセル育苗技術におけるセル容量の影響

トマトのセル成型苗に利用されている培養土容量が様々であり、このため、肥培管理等も多様である。そこで、培養土の容量毎の生育限界と適切な施肥時期を明らかにするため、トマトの生育と養分吸収の関係について検討した。

その結果、容量の小さい 288 穴、200 穴のトレイでは 10 日 -20 日で生育限界に達し、播種後 14 日から施肥が必要であり、容量の大きい 128 穴、72 穴のトレイでも高温時の育苗では生育限界は 20 日から 30 日で、培養土の窒素量から推定して 20 日目からの追肥が必要と考えられた。(平 4-6)

栃木農試成果集 13 : 33-34 (1994)

#### (3) トマトの幼苗接木時の管理法

近年、セル成型苗の利用が葉菜類を中心に進んでおり、果菜類ではトマトにおいても利用されつつある。特に、トマトでは土壌病害対策として接木苗の利用が多いことから、接ぎ木されたセル成型苗に対する要望が強い。このため、セル成型苗に対応した幼苗での接木技術と養生・順化条件の検討が必要となった。そこで、接木チューブを利用した幼苗斜め接ぎ法において、適正な苗の大きさ及び養生条件を検討した。

その結果、接木に適した苗の大きさは茎径で 2-3mm と考えられ、自然条件下の簡易な養成条件では遮光率を 60-80% 程度とし、夜温 20 から 30 °C で養成期間 3 から 4 日が良く、人工気象下の養成条件は気温 20 から 30 °C、光強度 5 から 10

klux で養成期間は 3 日程度が良いと考えられた。(平 4-6)

栃木農試成果集 13 : 79-80 (1994)

#### (4) しゅんぎくのセル成型苗育苗技術

しゅんぎく栽培においては地床育苗がほとんどであるが、育苗の省力化・分業化、移植機との併用による定植作業の軽労化等から野菜のセル成型苗利用が増加しているため、床土に籾殻粉砕土を用いたセル成型苗育苗技術を検討した。

その結果、しゅんぎくのセル育苗は、288 穴トレイ (セル容量 10 mL) 及び粉砕籾殻培土を用い、施肥かん水管理を園試処方 1/4 単位濃度液を 1 日 3 から 4 回施用、育苗日数を約 25 日 (春-秋) とすることで良苗が生産できた。また、被覆肥料 (マイクロロングトータル 40 日) を粉砕籾殻培土 1 L 当たり 3 g 程度均一に基肥として混和することで、かん水だけで液肥と同等の苗生産ができた。(平 9-11)

栃木農試成果集 18 : 63-64 (1999)

#### 4 露地野菜の栽培法に関する試験

##### (1) なすの栽培法確立

###### ア 夏秋なすのセル成型苗直接定植

近年、育苗と栽培の分業化が進み、セル成型苗 (購入苗) の利用が増加している。しかし、現場ではセル成型苗を購入後に 2 次育苗してから定植しており、2 次育苗の省力化が望まれていた。そこで、夏秋なすに対するセル成型苗直接定植の実用性を明らかにするため、定植時期について検討した。

その結果、播種後 40 日前後のセル成型苗を 4 月 20 日前後に直接ほ場に定植することにより 2 次育苗の省力化が可能で、かつ生育・収量の安定が図られた。また、カレヘン等の草勢のおとなしい台木を用いることで適正な草勢管理ができると考えられた。(平 7-9)

栃木農試成果集 17 : 47-48 (1998)

###### イ トンネル被覆による夏秋なす安定栽培技術

県北地域は冷涼な気候のため、夏秋なすの収穫期間が短い。そこで、収穫期間の前進化、早期収量の増加を目的としたトンネル被覆作型について検討した。

その結果、大型トンネル (間口 360 cm) で被覆することにより、小型トンネル (間口 270 cm) より半月程度の被覆期間延長が可能であり、初期生育の促進による早期収量確保に有効であった。主枝は 2 本の V 字仕立て法で栽培することにより 6-7 月の収量を高めることができた。(平 12-13)

栃木農試成果集 22 : 61-62 (2003)

(2) への栽培法確立

ア セル成型苗を利用したへの省力栽培法

本県のへの栽培は、水田転作野菜として県内各地に産地が広がり周年的に生産されている。しかし、生産者の高齢化や後継者不足により、省力化が大きな課題となっていることから、全自動機械定植を目的としたセル育苗法を確立するため、セルの大きさ、播種量、培土の種類、肥培管理について検討した。

セルの大きさと播種量は、448穴セルトレイに1穴3粒播種が適当と考えられた。育苗培地はPGやスーパー子床が適し、施肥管理は園試処方1/4倍液を1日4から6回施用することで、播種後60日前後で機械定植に適した15cm程度の苗が育成できた。セル育苗による全自動機械定植は極めて省力的で収量性も慣行栽培とかわらず、実用性の高い栽培法と考えられた。(平4-6)

栃木農試成果集13:35-36(1995)

栃木農試成果集14:83-84(1996)

イ 夏どりにへの抽だい制御による栽培法

夏どりにへでは、2年株を利用しているため、抽だいが収量及び品質を低下させ、収穫調整作業にも労力が多く必要となることから、抽だいの制御法について検討を行った。

その結果、10月下旬から保温開始し、昼温35℃、夜温5から10℃と高めに管理した株を12月にすて刈りし、冬どりにへを3回収穫することで、夏どりにへでは8月中旬まで抽だい花茎の発生が無かった。(平6-8)

また、すて刈りと同時に保温を開始した場合、保温開始時期が早いと抽だい時期が遅くなり、保温開始時期が遅いと早くなったが品種間差が認められた。10月にすて刈りと同時に保温を開始し、1月までに3回収穫、5から7月に3回収穫を行う作型(早期保温)では、スーパーグリーンベルト、タフボーイ、リッチおよびワンダーグリーンベルトのいずれの品種でも収穫時に抽だいが認められなかった。1月にすて刈りと同時に保温を開始し、4月までに3回収穫、8から10月に3回収穫を行う作型(晩期保温)ではパワフルグリーンベルトを用いることによって、収穫時に抽だいの問題が無く、2つの作型を組み合わせることによって周年生産が可能であった。(平20-21)

栃木農試成果集17:21-22(1998)

栃木農試成果集29:9-10(2011)

ウ への1年株利用による年内どり作型

11月から12月収穫のへには、2年株を利用するケースが多い。しかし、この時期の2年株は、茎数の過剰増加により品質が低下し、出荷調整作業に労力が多く必要となる。そこで、1年株を利用した年内どり作型を考案し、これに適した栽培方法を検討した。

その結果、1年株利用年内どり作型は、白黒ダブルマルチ展開後に、スーパーグリーンベルトでは10cm、ワンダーグリーンベルトでは5cmの深さで3月下旬に定植し株養成することで、10月下旬に捨て刈りと同時に保温を開始し、3回連続で収穫した場合、2年株利用慣行作型と同程度の収量を維持しつつ、葉幅が広く、品質の良いへを得ることができた。(平19-23)

栃木農試成果集31:15-16(2013)

エ きぬみどりの高品質生産法

きぬみどりについて、特性を生かした栽培法を確立するため、冬春どりにへの葉折れの発生要因、収穫開始時期と収穫回数、夏どりにへの追肥量について検討した。

葉折れは、収穫1、2回では窒素量が多いほど発生が高まる傾向が認められた。収穫開始時期は4月が最も適し、9回程度収穫できa当たり1,000kg程度の収量が得られた。また、夏どりにへの追肥時期は収穫前の捨て刈り時が適し、a当たり窒素成分で1から3kg施用することにより20から30%増収した。(平6-11)

栃木農試成果集20:39-40(2001)

オ への機能性成分に関する試験

への含まれる、抗がん作用などがあるスルフィド類の前駆体物質であるメチン及びアリシン含量の動態を調べるとともに、メチンおよびアリシン含量を高める栽培法を検討した。

メチンおよびアリシン含量は、生育時期、収穫回数、すて刈り後の日数および環境条件により、各部位毎に変化した。また、硫黄成分の施用を多くすると、収穫した葉のメチン及びアリシン含量は増加した。(平19-21)

栃木農試成果集29:11-12(2010)

栃木農試研報66:19-25(2011)

(3) ねぎの栽培法確立

ア ハウスねぎ

本県のねぎ栽培は、主な出荷時期は8から12月であるが、近年ハウス栽培による周年出荷をめざす農家が増加している。そこで、ハウス栽培に適した品種の選定や栽培管理法及び抽だい抑制法について検討した。

5 から7月出し栽培について検討した結果、5 から6月収穫には晩抽で低温伸長性に優れた長悦及びいさお、7月収穫には葉鞘の伸長性に優れ、肥大及びしまりの良好な金長3号が適した。土寄せに代わる軟白資材は、発砲スチロールが葉鞘部と資材との密着性がよく、軟白部が長く、また曲がりがなく適していると考えられた。ハウスの被覆は2重被覆で栽培が可能で、夜間のトンネル被覆が省力できた。ハウスの換気温度は、35℃にすることで抽だいが少なく、収量が優れ、特に5から6月収穫の作型で増収が期待できると考えられた。施肥量は、窒素5 kg/a、リン酸3 kg/a、加里5 kg/a程度が適当と考えられた。(平6-9)

ハウス軟白ねぎの9月播き春どり栽培では、抽だいの発生による品質低下が問題となる。そこで、抽だい抑制法について検討した。ハウスねぎの抽だいは、電照による長日処理や加温で抑制され、同時に実施することで相乗的に抑制された。抽だいいしやすいが食味の良い東国は、電照による長日処理により、草丈や葉鞘長等の生育が優れるとともに、花芽分化、抽だいが抑制された。特に、長日と加温処理により、花芽分化、抽だいが抑制され収量が増加するとともに栽培期間が短縮され、1ハウス年2回栽培が容易となると考えられた。電照法は初夜電照の16時間日長、地表面の照度は50 lux以上で、加温は夜間目標最低気温を15℃で管理するのが有効であった。

さらに、夜間15℃の温度管理では暖房のランニングコストが問題となるため、効率的な加温方法を検討した。収益性から判断すると、抽だいいしやすしい東国は花芽分化期前後からの2カ月間高温処理、抽だいいしにくい彩輝は花芽分化期前後からの1カ月間高温処理が効果的であった。

次に、高品質なねぎの周年生産を図るため、高温期を経過するハウス軟白ねぎ栽培の水管理について検討した。2月中旬播種、9月下旬から10月上旬収穫の夏季を経過する作型の土壌水分管理法としては、活着後(定植1カ月後)から軟白処理開始まではpF1.7から2.4の処理範囲で生育は旺盛であった。また、軟白処理開始以降はpF1.8から2.4の範囲で管理することで裂皮の発生が少なく高品質化が図れることが明らかとなった。

ねぎのハウス栽培では連作による塩類集積が問題となっている。そこで、窒素施用量の影響を検討した。その結果、窒素施用量が多いほど、ねぎ浸出液中の硝酸態窒素濃度も高くなる傾向であった。しかし、3から5 kg/aの範囲の窒素施用量では、生育、収量及び品質に及ぼす一定の傾向が認められないことから、減肥栽培が可能であると考えられた。(平11-15)

栃木農試成果集17:29-32(1998)

栃木農試主な研究成果02-13(2002)

栃木農試成果集23:61-62(2005)

栃木農試成果集23:63-64(2005)

栃木農試成果集23:65-66(2005)

栃木農試成果集23:67-68(2005)

#### イ 露地ねぎ

県北地域における露地ねぎの出荷時期は8月下旬からであるが、高単価時期出荷による所得増、労力分散などから作期の前進化が望まれている。そこで、セル成型苗移植栽培における出荷期の前進化技術について検討した。

その結果、セル成型苗の移植栽培において、晩抽性品種長悦を用い、220穴セルトレイで60日間程度育苗したやや太苗を11月下旬に定植し、12月上旬から4月上旬の低温期にべたがけ被覆することにより総収量及び上物率の向上が図られ、県北地域における7月収穫が可能であると考えられた。(平11-12)

また、ねぎ栽培の省力化のため、畦立同時溝施肥および土寄せ同時溝施肥の機能を有する作業機を用いた機械化体系を検討した。ねぎの最成長期でも、畝間をまたいで管理作業が可能なハイクリアランス型乗用作業機は、歩行型管理機と比較して作業時間を大幅に短縮することが可能で、収量も歩行型管理機より多収となったことから、実用性は高いと判断された。(平13-15)

栃木農試成果集21:41-42(2002)

栃木農試成果集23:81-82(2005)

#### (4) その他葉菜類の栽培法確立

##### ア キャベツの機械利用による省力栽培体系

キャベツは露地野菜の中でも最も機械化が進んでいる品目であるが、機械の能率や経済性が明確に示されていないため、は種、移植、中間管理および収穫までの各作業機の利用法を検討した。

その結果、播種機(半自動機または全自動機)、移植機(半自動機または全自動機)、乗用管理機(中耕・培土、薬剤散布)および半自動収穫機(乗用管理機装着)を利用した体系は、慣行栽培に比べ10a当たりの作業時間が約30%省力になることから、慣行と同程度の労働投下により作付面積が拡大でき、所得の増加が図られると考えられた。(平10-11)

栃木農試成果集19:17-18(2000)

試験研究25選19:6(1999)

##### イ アスパラガスの最適な生産方法

アスパラガス栽培は、収益性が高いため、宇都宮市および大田原市を中心に栽培面積が増加している。そこで、アスパラガス栽培で高収量を上げるための春芽収穫期間および立茎の太さならびに摘心および側枝の管理について検討した。

アスパラガスの品種ウェルカムを用いた3から4年目株は、春芽収穫期間を収穫開始後40から55日とすることで可収収量が多く、立茎径は10から14 mmが適した。また、3年目株の摘心管理は、摘心位置の高さが150 cmで、かつ、側枝を弱整枝の高さ80 cmとすることで可収収量が増加した。(平16-18)

栃木農試成果集 26 : 16-17 (2007)



写真 2-3-5 アスパラガス試験準備

#### ウ 春どりレタスの省力栽培法

トンネルを利用した春どりレタス栽培は、2月頃までに収穫すると高単価だが、年により低温の影響で小玉や病害が多くなりやすく、またこの時期は低温のため肥効が遅く過剰施肥傾向になる。さらに、毎日のトンネル開閉が重労働となっていることから、播種期、品種、施肥量および換気方法を検討した。

春レタスの2月どり栽培では、品種トリガーを9月下旬に播種し、基肥の窒素成分を2.0 kg/aとすることで生産安定が図られた。また、トンネル換気に自動換気装置(誠和製)を用いることで、換気労力を90 %削減でき、商品化率も高くなった。(平17-19)

栃木農試成果集27 : 12-13 (2008)

#### (5) 根菜類の栽培法確立

##### ア やまのいも

やまのいもの栽培法を確立するため、優良系統の選抜、種芋の大きさと栽植密度、植付時期及び施肥法が収量・品質に及ぼす影響を検討した。その結果、中首系の№8を選抜し、この系統を用いて、種芋の大きさは80 gで、栽植密度は畝幅70 cm、株間20 cmとし、4月下旬から5月上旬に植付けする

ことにより、安定生産が可能であった。また、施肥法については、緩効性肥料を用いた全量基肥施肥により、追肥の省力化と少肥栽培が可能であることを明らかにした。(平4-11)

次に、やまのいもの効率的な種いもの増殖法について検討した。その結果、むかごを利用する場合2 g以上であれば好適な種芋重と考えられる70 g前後の種芋生産が可能と思われた。切芋では20 g程度に分割した種芋を利用することが必要で、マルチ栽培で4月上旬から中旬に栽植密度㎡当たり22.2株(30 cm×15 cm)程度に植付けるのがよいと判断した。(平7-9)

やまのいもは植付けや収穫作業に多くの労力を要するため、堀取り機等の作業機械が一部導入されているが、植付け作業は人手に頼っているのが現状である。そこで、施肥装置を付けた植付機を用いて、植付作業労力の軽減、施肥作業の省力化、溝施肥による減肥の効果について検討した。その結果、植付けと施肥が精度良く同時にでき、作業時間を短縮することができた。また、肥料は「やまのいも専用肥料(8-8-10)」を用いることにより、全量を基肥として施用できるため追肥作業が省力化でき、慣行の全面全層施肥より20 %減肥しても同程度の収量が得られた。(平10-11)

栃木農試成果集 14 : 81-82 (1995)

栃木農試成果集 15 : 37-38 (1996)

試験研究 25 選 19 : 4 (1999)

栃木農試成果集 19 : 13-14 (2000)

##### イ うど

うどは県北地域を中心に栽培され、軟化栽培や半緑化栽培が行われている。収量や品質向上を図るための株養成や連作障害対策および植付作業の労力削減を図るため市販の野菜移植機を改良した植付機の実用性について検討した。

根株養成では、摘心方法、種株形状及び植付時期を検討した。この結果、摘心は茎長約100 cm時に約5 cm行うのが適した。また、種株は直径30 mm以上の大きな芽と、太さ20 mm程度の太い根を持ち、重さが100 g程度のものが良く、植付時期は4月上旬と判断した。(平3-5)

休眠打破は、大田原株について検討したところ、根株1 kg当たりGA225 ppm液の浸漬処理(GA量9 mg)、または低温処理10から15日間+100 ppm液の20 mL噴霧(GA量2 mg)が有効であった。(平6-8)

連作障害を発生させるため、4年間同じ圃場(土壌条件:表層腐植質黒ボク土、那須野統)で連作した結果、うど株養成期の生育及び軟化茎収量への明らかな影響は確認されなかったものの、連作区において掘取り時の根株に亀裂褐変症状の

発生が多く認められた。これらの症状はクロロピクリンによる土壌消毒を行うことによって軽減された。(平9-13)

また、湿害対策として高畝マルチ栽培を検討したところ、植付け深さが10 cm、7月下旬(茎長85 cm)ごろの摘心により、のぼり芽や不時萌芽が少なく充実した根株が充実した。マルチ資材は、価格面や作業性から黒ポリマルチが適した。(平16-17)

野菜の移植機を改良した「うど移植機」は、種株の植付けを乗用で行い、走行速度が0.2から0.25 m/秒で、植付け時間は10a当たり約80分であった。現在の慣行法や農家改良法に比べると、約6から7割の省力化ができた。なお、本機は年間3.7 ha以上の利用面積がないと過剰投資になるので、共同利用または葉菜類への活用等が望まれた。

栃木農試成果集13：85-86(1994)

栃木農試成果集15：43-44(1996)

栃木農試成果集15：77-78(1996)

栃木農試成果集22：63-64(2003)

栃木農試成果集26：18-19(2007)

#### ウ ごぼう

ごぼう生産は、作土の深いほ場に限定され、機械の投資(大型トラクタ、トレンチャー、特殊ハーベスタ)が大きいなど課題が多い。このため生産は伸び悩み、野菜類の中でも輸入依存の高い状況である。そこで、作土深等のほ場制限が少なく、機械投資の少ない、短根ごぼうの省力生産技術を検討した。(平21-22)

省力機械化体系の確立では、播種作業がトラクタ前方に肥料散布機、後方にロータリ、粒剤散布機・畝成形板・播種機を装着し、1工程で行うことができた。また、収穫作業は山ごぼう用に開発された掘り取り機械を利用し効率的に行うことができた。

作型は、春播きおよび夏播きとも短根ごぼう用品種「新ごぼう」の収量性が安定して優れた。施肥量は窒素成分10から20 kg/10aが適量と考えられ、窒素成分のうち緩効性肥料を75%、即効性肥料を25%とする配分で根重が最も重かった。また、栽植密度は畝間150 cm株間5 cm3条(4,000本/10a)とし、生育期間は150日が適する。これにより、1,700 kg/10a程度の多収栽培が可能と判断した。

栃木農試成果集30：23-24(2011)

#### (6) 遺伝資源調査

ア 「宮ねぎ」と「新里ねぎ」の特性

良食味系統として県内に現存している宮ねぎ、新里ねぎ等の特性を解明し、地域特産ねぎとしての高付加価値化と栽培安定化技術を確立するため調査を行った。

在来ねぎで、葉鞘のやや扁平な新里ねぎおよび葉鞘の太く短い宮ねぎは、対照品種長宝に比べ分けつやすく、葉鞘部のしまりがやや劣るなどの違いが見られた。いずれの品種も対照品種に比べピルビン酸濃度が高く、生食で強い辛みと臭いを発する。加熱後の官能評価では辛みの評価が低くなったことから、両品種は加熱調理に適すると考えられた。(平14-15)

栃木農試成果集 23：29-60(2004)

#### イ ゆうがの遺伝資源の特性

栃木県では3大特産農産物の一つとして、大正10年からゆうがの品種改良が始められ、耐病性品種育成のため昭和34年以降東南アジアを中心に海外のゆうがおやひょうたんの収集が行われた。作付面積は、昭和53年の3,040haをピークに、生産者の高齢化とともに、中国産の安価な輸入かんぴょうに押され、平成になると最盛期の10分の1以下にまで減少した。平成17年には、ゆうがお関係の試験が終了し、種子は冷凍保存されることとなった。そこで、保存品種・系統の特性を取りまとめることとした。保存してある107種の遺伝資源について調査した結果、葉縁が波状の品種は緑班モザイクウイルスに耐病性があると推察された。カボチャモザイクウイルスに対して7品種・系統が耐病性を示した。なお、冷凍保存した種子の発芽率に問題はなかった。

ゆうがの遺伝資源については、(独)種苗管理センターに移管された。

栃木農試成果集26：12-13(2007)

#### (7) 生分解性プラスチックフィルム利用技術

施設園芸におけるポリエチレンマルチ等のプラスチック性廃棄物は埋めても腐らず、燃やすと高熱や有毒ガスが発生するため焼却処理も簡単でない。一方、農業経営面では担い手の高齢化や労働不足が進み、マルチ栽培後の残渣処理の省力化が求められていた。そこで、自然環境下で微生物によって分解されるコーンスターチを素材とした生分解マルチの利用適応性を各種野菜で検討した。

生分解性マルチの適応性をだいこん及びさといもの栽培で検討した結果、生分解マルチの崩壊性は光崩壊マルチの異なり、地中でも微生物によって崩壊が進み、跡作への影響が少なく、栽培後そのまますき込むことが可能で、省力的かつ環境に優しい資材であると考えられた。供試資材の中では、

MATER-BIB が崩壊性が遅く収量性が高い上、作業性も優れることが認められた。(平 4-9)

次に、生分解性プラスチックフィルムの物性及びマルチ利用適性を検討した。物性は、キエ丸 D、ピオマルチ A 及び B がポリエチレンフィルムと同等の強さを示した。また、これらの資材は、地表面に展開している間は徐々に崩壊し、地中に埋設した場合は急速に崩壊する点も優れた。スイートコーン栽培では、BIOFAN M-16、マタービーD、キエ丸、PILOSA 及び B がマルチとして実用性が高いと考えられた。(平 7-11)

栃木農試成果集 13 : 113-114 (1994)

栃木農試成果集 19 : 65-66 (1999)

## 5 施設野菜の栽培法に関する試験

### (1) トマトの栽培法確立

#### ア 完熟系トマトの安定生産化技術

平成 10 年頃は完熟系トマトが全盛時代であった。ハウス桃太郎が完熟系トマトの代表格であったが、良食味であるがチャック果や窓あき果といった障害果の発生が多く収量も少なかった。そこで、高品質多収生産技術の確立に向けた取り組みを行った。その結果、曇雨天の日に 4 から 6 時間 15 から 20 °C に加温することで、窓あき果や空どう果の発生が少なく、上物収量が増加することを明らかにした。(平 4-6)

また、良食味トマトへの関心も高かったことから、隔離床を用いた高糖度トマトの長期安定栽培技術確立試験を行った。7 月中下旬に播種し、生育ステージ毎に液肥による施肥が有効で、高温期の尻腐れ果発生を抑制するには、3 月以降カルシウム 0.5% 濃度の塩化カルシウム剤の葉面散布が有効であることが判明した。(平 7-9)

栃木農試成果集 14 : 31-32 (1995)

栃木農試成果集 18 : 27-28 (1999)

#### イ トマトの省力・低コスト生産技術

トマト栽培において、省力化や低コスト化は効率的な経営を目指す上で必要不可欠な技術である。そこで、ホルモン処理や育苗の省力化と低コスト化について取り組んだ。

トマト促成栽培におけるマルハナバチの適応性を検討した結果、12 月下旬-2 月中旬頃の厳寒期を除いては安定して着果し、収量も従来のホルモン処理と遜色なく、品質面では特に空どう果の発生が少ないことから実用性が高く、省力化を図ることができた。(平 5-7)

また、育苗の省力化を目的にしたセル成型苗直接定植技術では、定植後の水分管理による生育制御について検討した。

その結果、水分管理は、定植までにほ場の土壌水分を pF2.6 程度に調整し、定植から 15 日間は 75 から 125 mL/日でかん水すると良いこと、セル成型苗を直接定植すると太い直根が発達するため、その後の第 5 花房開花期までの約 70 日間は黒ボク土の場合無かん水とする必要があることを明らかにした。(平 7-9)

育苗の低コスト化、省力化を図る目的で 2 本仕立て栽培が増加したが、低段花房の果実肥大・品質の向上が課題であった。これについては、育苗後半に追肥を行い、第 1 花房出蕾期程度の若苗で定植し、速効性肥料主体に施肥して本圃初期の窒素肥効を高めることで初期生育が安定するため、低段花房の果実肥大が向上し、中段花房では空どう果が少ない栽培ができた。(平成 12-13 年度)

トマトの促成長期どり栽培は、高軒高施設においてハイワイヤー誘引で栽培される一方、普通軒高施設においても需要が高まり、誘引技術について検討した。その結果、慣行のつる下ろし誘引よりも N ターン改良誘引法で栽培することで作業時間の削減、軽労化が図られ、可販果収量は 10 % 程度向上した。(平 17-19)

栃木農試成果集 14 : 79-80 (1995)

栃木農試成果集 18 : 59-60 (1999)

栃木農試成果集 22 : 51-52 (2003)

栃木農試成果集 27 : 16-17 (2009)

#### ウ 促成トマトのロックウール栽培

トマトの養液栽培は、昭和 60 年に真岡市に導入され、平成 7 から 10 年にかけて各種事業や制度資金の活用により新規導入者が増加し面積が拡大した。この頃、養液栽培の基本となる給液管理技術は統一されたものがなく、給液管理法の確立が急務であった。そこで、給液管理の基本となる給液 EC や給液量について検討した。(平 9-11)

その結果、給液濃度は定植-15 日目まで EC 0.7 dS/m、16 日目から第 2 花房開花期 (9/下旬) 1.1 dS/m、第 2 花房開花期から第 15 花房開花期 (3/下旬) 1.4 dS/m、第 15 花房開花期以降 1.2 dS/m とし、給液量は定植後では 1 日 1 株当たり 200mL とし生育に従い徐々に増やし、収穫初め頃は 600 mL、その後気温の上昇や日射量の増加に伴い収穫盛期には 1000 から 1500 mL を目安に行うと良いこと、排液率 (排液量/給液量×100) は全期間 15 から 20 % となるように管理することで草勢が安定し収量も優れることを明らかにした。

栃木農試成果集 19 : 15-16 (2000)

栃木農試研究報告 49 : 1-14 (2000)

## エ トマトの環境保全型養液栽培

従来の養液栽培システムは、ロックウールを用いた掛け流し方式であるため、使用済み培地の処理や排液による環境負荷が懸念された。そこで、環境に優しい有機物培地のクリプトモス(杉樹皮培地)を用い、排液を出さない栽培技術の開発に着手した。(平7-8、平12-16)

このシステムは、培地にクリプトモスを用い、培養液は培地上部ならびにベッド内に毛管吸引で供給する培養液を貯える毛管吸水槽を設け、それぞれ独立した制御により供給できる(特許第3415531号)。

かけ流し方式に比べて本システムでは、培地内溶液 EC が高い傾向で推移し、培地内溶液に  $\text{NO}_3\text{-N}$ 、Ca、Mg、S が高まりやすく、いったん高まると低下しにくいことがわかった。このため、かけ流し方式でトマトのみかけの成分吸収濃度を検討し、大塚処方より  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、Ca、Mg、S 濃度を下げ、K 濃度を高めた組成、濃度の改良処方培養液 ( $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}:\text{P}:\text{K}:\text{Ca}:\text{Mg}:\text{S}=7.0:0.2:2.1:5.6:2.9:1.0:1.1\text{ me L}^{-1}$ )を開発した。改良処方は大塚 A 処方と比較し、培地内溶液の EC ならびに  $\text{NO}_3\text{-N}$ 、Ca、Mg および S 濃度は低く推移した。K 濃度は高く推移したが、培養液の濃度を超え集積することはなかった。改良処方では上段果房の茎径が太く、収量は多い傾向であった。促成栽培において、排液が全くなくトマト1株12果房から栃木県の同作型の収量水準より多い18.2 t/10aの収量が得られた。この改良処方の組成と濃度の特徴は、かけ流し方式でトマトを栽培した結果、大塚処方 A より培地内溶液および排液の EC が低く安定すること、みかけの成分吸収速度が収穫開始期後も維持されること、みかけの成分吸収濃度がほぼ一定のレベルで推移すること、みかけの成分吸収濃度と培養液濃度がほぼ同じであることが示されたことから、改良処方の組成、濃度はトマトの養分吸収にはほぼ等しいと考えられた。培地上部への給液量はトマトの吸水量の約1/2を供給すると、約1/4を供給したときに比べて培地内溶液濃度が安定して推移し、上位果房の茎径が太く、収量がやや多い傾向となった。毛管吸水槽

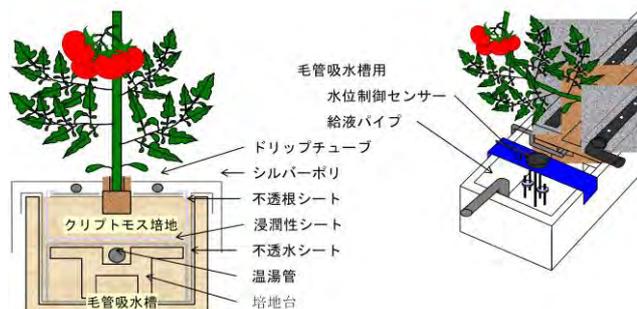


図 2-3-1 閉鎖型養液栽培システムの概要

への給液について、培地を通過した培養液のみを毛管吸水槽に貯留すると、その培養液 EC が施用培養液と同じであっても、両者の組成、濃度は異なっていた。毛管吸水槽には培地を通過した培養液を貯えるより、施用培養液を直接供給した方が培地内溶液濃度が安定して推移しトマト生産が安定した。

トマト促成長期栽培についても検討した。給液量および窒素施用量は定植後から増加し10月中旬に最大値をとり、その後12月中旬まで減少した。12月中旬からは促成栽培とほぼ同様な推移を示し、給液量は3月下旬まで、窒素施用量は2月上旬まで増加傾向にあった。培地内溶液濃度は促成長期栽培では促成栽培と同等かやや高めに推移したが、施用培養液濃度を超えて集積する成分は認められなかった。これらのことから、促成長期栽培における給液 EC の管理は、定植から12月上旬までが  $1.2\text{ dSm}^{-1}$ 、その後2月上、中旬まで  $1.4\text{ dSm}^{-1}$ 、以後低下させ4月上旬に  $1.0\text{ dSm}^{-1}$  とする管理が適すると考えられた。

トマトを促成栽培で連用した年数の異なるクリプトモス培地について検討した。三相分布は、液相率および気相率は連用しても変化しなかったが、固相率は連用年数の増加に従い低下した。連用年数の増加により CEC は高くなり、窒素の取り込みは少なくなった。また、培地内溶液の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は連用年数が多くなるにつれ高く推移する傾向で、K、Ca、Mg 濃度は3年目までの培地に比べ5年目培地で高く推移した。収量は2年目培地で高い傾向にあり、その後は連用により低下し、5年目培地では2年目培地と比べて有意に少なかった。これらのことから、本システムにおけるクリプトモス培地は5年連用後に交換するとよいことが示唆された。なお、トマトの閉鎖型養液栽培システムを用いた促成栽培において、カンパリおよび麗容とも、ハウス桃太郎と同等以上の収量で、品質が優れ、生育障害の発生も認められなかったことから、このシステムの品種適応性はあると考えられた。

栃木農試成果集 17 : 19-20 (1998)

栃木農試成果集 22 : 53-54 (2003)

栃木農試成果集 22 : 55-56 (2003)

栃木農試成果集 23 : 87-88 (2004)

栃木農試成果集 23 : 83-84 (2004)

栃木農試成果集 23 : 85-86 (2004)

栃木農試成果集 24 : 31-32 (2005)

栃木農試成果集 24 : 33-34 (2005)

栃木農試成果集 25 : 47-48 (2006)

栃木農試成果集 25 : 49-50 (2006)

栃木農試研究報告 59 : 1-9 (2007)

栃木農試研究報告 62 : 1-54 (2008)

- 園学雑, 73 別 1, 272 (2004)
- 園学雑, 73 別 2, 387 (2004)
- 園学雑, 74 別 1, 292 (2005)
- 園学雑, 74 別 1, 291 (2005)
- 園学研 (Hort. Res. (Japan))5(3): 265 (2006)
- 園学研 (Hort. Res. (Japan))6(1): 113 (2007)
- 園学研 (Hort. Res. (Japan))6(3): 391 (2007)
- 園学研 (Hort. Res. (Japan))6(3): 399 (2007)

#### オ トマト促成長期どり栽培技術

平成 12 年に京浜市場において冬春どりトマトの市場取引価格が大幅に下落した。このため、これ以降、収益を確保するために栽培を長期化したり、10 月頃から収穫するより早い作型が導入された。栃木県では、この作型は一般的ではなく、新たな技術の組立が必要であった。



写真 2-3-6 ハイワイヤー誘引 (左)と慣行 (右)

促成冬春どりよりも作型を前進・長期化する促成長期どり栽培において、品種と播種期を検討したところ、品種では、麗容が 1 月まで収量が多く多収であったことから有望、マイロックは果実肥大が良く、空どう果の発生が少なかったことからやや有望とした。また、年内出荷開始で、果実品質、収量を確保するためには、7 月中旬播種が適すると判断した。(平 13-15)

長期多段どりに対応するため、高軒高施設と 3.0m の誘引線を利用するハイワイヤーの特性について検討した。その結果、ハイワイヤーは、高さ 1.8 m の慣行誘引より受光体勢がよく、促成長期どり栽培では品質、収量、果実肥大が向上し、作業姿勢や作業能率も改善できることから、実用性の高い誘引法であることを明らかにした。栽植密度と品質、果実肥大の関係が解明され、日射量が増す 4 月以降では側枝の活用が示唆された。草勢制御では、定植時の苗のステージは第 1 花房出蕾期程度まで早め、基肥量を 4 kg/a と促成作型よりも多くすることで初期の生育が促進され、低温期の地中加温により厳寒期以

降の草勢が維持でき、安定した収量と品質が確保された。(平 14-16)

より早期出荷に適応した育苗の省力化と草勢確保を図るため、セル成型苗直接定植を検討した。その結果、定植ほ場の土壌水分は湿潤状態(pF2.0-2.2)に保ち、第 1 花房開花時頃からかん水を開始することで、年内の品質および収量が向上した。また、全量基肥にすることで収量および品質を落とすことなく、追肥作業の省力が図られた。(平 17-19)

栃木農試野菜関係試験成績書：9-16 (2002)

栃木農試成果集 23：49-50 (2005)

栃木農試研究報告 55：15-26 (2005)

栃木農試成果集 24：17-18 (2006)

栃木農試成果集 27：14-15 (2009)

#### カ トマトの省エネルギー生産技術

近年の燃油価格の高騰によりトマトをはじめとする施設園芸作物の生産原価は上昇し、経営を圧迫している。そこで、トマトの省エネルギー栽培技術を確立するため、温室内の温度管理および新暖房システムの活用法について検討した。

本県におけるトマト栽培の温室内の温度管理は、これまで午前中の温度より午後の温度を低めにし、最低夜温 10℃以上を確保する方法がとられてきた。しかし、昼間を高温に管理し、夜間の暖房温度設定を下げる管理方法で慣行栽培と同程度の日平均温度の積算温度を確保することができ、燃料費の削減が可能であることに加え、収量および品質は同等に確保でき、所得の向上が見込めることを明らかとした。(平 21-23)

養液栽培ペットの下に設置した蓄熱槽の水に蓄熱し、温室内の加温を①蓄熱槽からの自然放熱、②蓄熱槽を熱源とするヒートポンプ、③補助暖房を重油暖房機で行う、新暖房システム(蓄熱式栽培環境制御システム。特許：株式会社 誠和。)の活用法を、(株)誠和。、ネポン(株)と共同で検討した。その結果、



写真 2-3-7 蓄熱式栽培環境制御システム

本暖房システムを利用し、CO<sub>2</sub>濃度を1,000 ppm程度に高めた半閉鎖環境において、誘引方法をハイワイヤーとし、慣行密度で定植し、主枝をそのまま、あるいは栽培途中の12月に側枝を伸ばして収穫枝数を1.5倍とすることで慣行に比べ収量が増加した。また、慣行の暖房システムに対し、CO<sub>2</sub>施用時間が1日4時間以上長いにも関わらず、13%の燃料費削減となることを明らかにした。(平24)

栃木農試成果集 31 : 19-20 (2013)

栃木農試成果集 32 : 5-6 (2014)

#### キ トマトの環境制御技術

トマトの施設栽培における環境制御技術は、温度管理が中心となっていた。しかし、トマト栽培の長期化や収量の一層の向上を目指して、CO<sub>2</sub>施用や湿度調節などの施設内環境制御に対する機運が高まった。

3月以降の暖候期における栽培では、高温、強日射の影響からトマトの品質低下が問題となっている。そこで、細霧冷房がトマトの収量、品質に与える影響について検討した。その結果、日中25℃以上で稼働し、相対湿度50%以上で停止する細霧冷房処理では、果実の1果重が大きくなることが明らかとなった。また、促成長期どり栽培の栽培期間をとおし細霧冷房処理を実施した結果、ハウス内の相対湿度を60-80%に保つことができ、茎径、葉厚、および蒸散流量の日変化が小さくなり、水ストレスが軽減された。加湿によりハウス内気温が低下し、生育速度が遅くなるが光合成速度は高まって一果重が増加し、空洞果率が減少し可販収量が増えたと考えられた。(平17-18)

トマトの促成栽培や近年増加している促成長期どり栽培において、厳寒期の草勢低下に伴う小玉果や空どう果等の不良果発生による収量と品質の低下が問題となっている。そこで、CO<sub>2</sub>施用や温度管理による厳寒期の品質・収量向上対策について検討した。その結果、促成栽培や促成長期どり栽培において、CO<sub>2</sub>を施用し、日中を慣行より高い午前28℃-午後28℃-夜10℃で管理することで、慣行に比べて、品質が向上し収量が増加した。(平19-23)

栃木農試成果集 27 : 10-11 (2008)

栃木農試成果集 30 : 19-20 (2011)

栃木農試成果集 31 : 17-18 (2012)

#### (2) なすの栽培法確立

##### ア なすの土耕栽培における多収・省力生産技術

県北地域は冷涼な気候のため、夏秋なすの収穫期が短い。そこで、作期の前進化による収穫期間の拡大や早期収量の増

加を目的とし、簡易パイプハウスを利用した半促成栽培における仕立て法を検討した。その結果、簡易パイプハウスを利用した半促成なすの仕立て法としては、「摘心4本仕立て」が有効であり、早期収量、可販果収量及び品質等から総合的に判断して、定植時期は蓄期または出蓄期が適切と考えられた。(平12-14)

また、施設栽培ではホルモン処理にかかる労力が多く、労力軽減のため単為結果性なす「あのみり」の導入が試みられた。この品種は、ホルモン処理をしなくても果実が着果する省力的な品種であるが、側枝の伸長が緩慢なため収量性が低いことが課題であった。そこで、あのみりの高品質・多収生産技術を確立するため、適切な仕立て方法および側枝の剪定方法を検討したところ、台木にトナシムを用いて一文字仕立てとし、主枝本数を4本にすることで、収量の向上が図れると判断した。(平20-22)

栃木農試成果集 23 : 51-52 (2004)

栃木農試成果集 30 : 25-26 (2012)

##### イ なすの養液栽培技術

平成11年に真岡市では、県単の「とちぎの園芸ジャンプアップ事業」等を活用して促成なすのロックウール栽培施設が整備された。県内におけるなすの養液栽培の事例はなく、新たな技術の組立が必要であった。そこで、なすの養液栽培の育苗管理、本圃給液管理等について検討した。

育苗管理については、育苗日数を30日程度、給液ECを1.0-1.3dS/mとすることで、定植時の作業性も良く、収量性も優れる苗が育成できた。また、本圃における給液管理では、給液ECを定植から栽培終了まで栽培期間をとおしてEC 1.0から1.3 dS/mで管理し、給液量は排水率を目安として、定植から2月までは排水率10%程度、3月以降は概ね20%になるように管理することにより、生育が安定し多収となった。播種期は、6月下旬-7月中旬とし、本圃での栽植密度はa当たり100本(3本仕立てで茎数300本)として、培地温を20℃で管理することで年内からの収量が優れた。(平10-12)

促成なすは冬季を経過することから、この時期の生育促進と着果安定が課題となった。そこで、定植から厳寒期までの給液管理についてさらに検討したところ、給液濃度はEC 1.3dS/m、給液量は排水率10から15%で管理することにより、培地内養液濃度の安定が図られ、生育が安定し、多収となった。(平12-13)

促成なすの養液栽培は、ロックウールを用いた掛け流し方式であるため、使用済み培地の処理や排水による環境負荷が

懸念された。そこで、環境に優しい有機物培地のクリプトモスを用い排水を出さない栽培技術を確立するため、生育に好適な培養液処方の開発と給液ECを中心とした給液管理法を明らかにした。給液管理は、トマトの環境保全型養液栽培技術で開発した改良2処方を用いて、定植期から厳寒期まではEC1.3 dS/m、2月以降は1.2から1.0 dS/m を目安に管理することで、草勢が確保でき培地内ECの上昇も抑えられ、さらに培地内に無機成分が蓄積せず収量が優れた。(平14-16)

栃木農試成果集 20 : 37-38 (2001)

栃木農試成果集 21 : 65-66 (2002)

栃木農試成果集 21 : 63-64 (2002)

栃木農試成果集 22 : 49-50 (2003)

栃木農試成果集 24 : 27-28 (2006)

栃木農試研究報告 52 : 31-46 (2003)

コラム 4

#### 組織改編と試験研究の変革期の思い出

私は、本場が瓦谷町に移転した直後の昭和 45 年に農試に入り、真新しい本館と共に試験研究をスタートした。その後 34 年間試験場に勤務し、試験場への思いは数々ある。中でも研究員時代は、トマトの環境制御技術や省エネ対策、いちごちおとめの育成や早出し技術の開発に仲間と共に取り組んだことなどが思い出される。

農業試験場 100 周年以降は、3 年ほど専門技術員として試験場時代に関わったとちおとめの普及指導などに従事し、その後は再び試験場に戻り研究管理や場運営に携わった。

平成 12 年の組織改革で試験場は大部制に変わり、研究部門を4部に編成するとともに研究調整を担当する企画情報室が新設された。長年続いてきた場運営が大きく変わり、研究の推進管理面では新たに研究評価が導入され、場内の研究会議の評価は勿論、行政も含めた県農業関係試験研究推進会議での評価も受けることになり、外部評価も含む研究管理が行われるようになった。これにより研究改善が期待される中で、当初は大きな変化に管理職だけでなく研究員まで戸惑う場面があり、これらに馴染むのに何年も苦心を重ねた。

研究以外では、試験場は長年土足禁止で公開デーの時にさへ床にシートを張りクリーンな環境を維持してきたが、高橋場長の時に土足を解禁し長年の慣行を一転させた。また、各部で使っていた応接ソファをなくし、テーブルに変えたのもこの時期であった。

高野邦治

## 第4節 いちごに関する試験研究

平成当初の生産現場では、夜冷短日処理が順調に普及し、収穫期の前進化や収穫期間の拡大がなされ、いちご経営の収益性は大幅に向上した反面、労働時間の増加が課題となった。このため、育苗管理作業の省力化と軽労化を図るため、セル成型苗を利用した育苗技術（セル育苗）を開発するとともに本技術の導入による経済効果について検討を行った。

バブル景気の到来とともに、食に対する志向は「グルメブーム」が世間を席卷し、いちごについても、より大きなもの、より美味しい（甘い）ものが強く求められるようになった。当時は、野菜茶業研究所久留米支場育成の「とよのか」と本県育成の「女峰」が全国シェア第1位の座をかけた一進一退の産地間競争を展開する状況にあったことから、これに終止符を打つべく消費者ニーズに適合し、生産性に優れる促成栽培用品種として「とちおとめ」を育成し、平成8年に品種登録された。また、高品質安定生産技術を確立するため、品種特性や生理障害発生原因の解明、炭酸ガス施用法や電照処理法に関する検討などを行った。

「とちおとめ」は「女峰」に比べ大果で多収であることから、収穫作業の省力化・効率化が図られ、収益性も向上したが、中腰での収穫作業は依然として労働負担が大きく、後継者や雇用労力不足の一因であると考えられた。このため、低コストで生産性に優れ、環境負荷の小さい高設式イチゴ養液栽培システム（イチゴ閉鎖型養液栽培システム）を開発し、本システムに適した給液管理方法や培養液処方を検討するとともに、本システムの経済的効果を明らかにした。

平成10年代に入ると、輸入野菜を中心とした残留農薬問題などを契機とした消費者の食の安全・安心志向の高まりに伴い、国産いちごの周年供給体制の確立が生産現場、流通・実需者双方から強く求められるようになった。このため、本県初となる夏秋どり栽培向けの四季成り性いちご品種として、「とちひとみ」を育成し、平成19年に品種登録するとともに、その品種特性を明らかにした。とちひとみはランナー、花房とも発生数が多く、食味も良いなど特性を有するが、高温条件下での受精低下や草勢低下が著しいことから、「とちひとみ」よりも耐暑性に優れる夏秋どり栽培用四季成り性品種として「なつおとめ」を育成し、平成21年に品種登録され、品種特性の解明や電照処理やクラウン部冷却処理に関する検討を行うとともに、「なつおとめ」導入時の経営指標と経営モデルを明らかにした。

近年は各いちご主産県においてオリジナル品種を育成し

ブランド化を図る販売戦略が展開されており、「品種戦国時代」の様相がより一層強まっている。このため、贈答需要をターゲットとした新たな「いちご王国とちぎ」のブランドとして、「栃木i27号（商標名：スカイベリー）」を育成し平成26年に品種登録され、現在は、品種特性や生理障害発生原因の解明、高品質生産技術の確立に取り組んでいるところである。また、本県いちご産地の現状は、高齢化と後継者不足が深刻さを増しており、将来的には生産規模の縮小も懸念されることから、いちご産地の構造分析を行い、将来に向けた産地の振興方策を明らかにするとともに、本県いちご生産の新たな担い手として期待される新規参入者に対するいちご経営新規参入マニュアルを策定し、普及現場等での活用を進めているところである。

昭和末期から平成前期にかけては、促成栽培用品種の開発、花芽分化促進技術の開発などにより、いちごの生産技術、収益性とも大きな飛躍を遂げてきたが、近年は生産性の停滞がみられる。近い将来更なる飛躍的な発展を実現していくためには、「周年栽培」や「統合的環境制御」、「省力・低コスト」などをキーワードとして新品种開発、新技術開発の両面から更に研究を進化させることが重要である。

### 1 いちごの品種育成に関する試験

#### (1) ポスト「女峰」の育成

昭和60年に育成された「女峰」は、本県にとどまらず東北から関東東海地区を中心として普及し、「とよのか」とともに全国を二分する大品種となった。しかし、栽培の後半において酸味が強まり食味が低下し、果実が小玉化するなどの問題点が普及当初から指摘されていた。このため、女峰よりも大果で多収性を示し、糖度（Brix）は常に9度以上で食味良く、外観品質に優れ果皮、果肉ともに硬い促成品種を育成目標として、新品种開発を行った。

#### ア とちおとめ

「とちおとめ」は、大果で食味が良い促成栽培用品種として、平成2年に大果で多収性の「久留米49号」を母親、大果で果実品質の優れる「栃の峰」を父親として交配して得られた実生個体の中から育成された。平成6年に栃木15号の名称で品種登録出願し、平成8年11月に「とちおとめ」の品種名で登録された。

「とちおとめ」は、草姿は立性、開張性は中間、葉は濃緑色で厚く大きく、草勢は強く、ランナーの発生は良い。休眠は「女

峰」と同程度に浅く、花芽分化期は9月25日頃、開花期は「女峰」と同様で、頂花房の着花数は15花前後で「女峰」より少ない。果形は円錐形で、果皮は光沢に極めて富む鮮赤色であるため外観品質は優れる。糖度が高く酸度が低く、多汁質であるため、食味は極めて良い。果皮、果肉とも硬く日持ち性に優れる。平均一果重は約15gで、「女峰」より大きく、「とよのか」並の大果である。頂果は乱形になりやすいが、先青果や頂部軟質果などの発生はない。花房の連続性は「女峰」と同程度によく、総収量は「女峰」に比較して10%以上の多収性を示す。うどんこ病、炭疽病等は「女峰」とほぼ同程度であるなどの特性を有する。

「とちおとめ」は平成8年から普及に移され、販売単価、収量性とも「女峰」を上回る成績が評価され、急速に「女峰」からの品種転換が進んだ。普及2年後には県内作付け面積の5割、平成13年産では95%に達した。

栃木農試研報44：109-123(1996)



写真 2-4-1 とちおとめ

#### イ とちひめ

「とちひめ」は、大果で食味が良い促成栽培用品種として、平成2年に大果で果実品質の優れる「栃の峰」を母親、大果で多収性の「久留米49号」を父親として交配して得られた実生個体の中から育成された。交配組合せは、「とちおとめ」と正逆の関係である。平成10年に「栃木13号」の名称で品種登録を出願し、平成13年11月に「とちひめ」の品種名で登録された。

「とちひめ」は、草姿は中間、葉は濃緑色で大きく、草勢は強く、ランナーの発生は良い、休眠は「女峰」よりやや深い。花芽分化は9月25日頃で、「とちおとめ」及び「女峰」と同程度に早い。頂花房の着花数は12花前後と少なく、平均一果重は17g以上と「とちおとめ」よりさらに大果である。果形は円錐形、果色は濃赤色で光沢があり、糖度は女峰並み、酸度は「とちおとめ」より低く、糖酸比が高く、多汁質で食味が良い。果皮、



写真 2-4-2 とちひめ

果肉とも「女峰」と同程度かやや軟らかい。花房の連続性が良く、収量は「女峰」より20%以上の多収を示すなどの特性を有する。

栃木農試研報50：27-37(2001)

#### (2) ポスト「とちおとめ」の育成

「とちおとめ」は「女峰」の普及した関東東海地域を中心に栽培され、平成15年にはいちご主産県作付け面積(全農調べ)の3割を越え、平成16年には「とよのか」を抜いてトップシェアを獲得した。これ以降、3割を越えるシェアとトップの座を維持している。しかし、近年、各主産県で開発された「さがほのか」(佐賀県)、「あまおう」(福岡県)、「紅ほっぺ」(静岡県)等の大果系品種に比べ大ききでやや見劣りしてきた。また、普及当初から暖候期に果皮が傷みやすく、輸送性の改善が指摘されていた。

このような状況の中、本県においては、「とちおとめ」よりも大果で、多収性を示し、糖度(Brix)は常に9度以上で、甘酸適度で収穫期間をとおして品質変動が少なく、果皮が硬く、作業性、輸送性に優れ、炭疽病並びに萎黄病に耐病性を示すなどの形質を有することなどを育種目標として、新品种開発を行った。

#### ア 栃木i27号(スカイベリー)

「栃木i27号」は、大果・多収で食味が良く、耐病性を併せ持つ促成栽培用品種として、平成18年に大果で果実外観に優れる「00-24-1」を母親、食味がよく炭疽病に強い「栃木20号」を父親として交配して得られた実生個体の中から育成された。平成23年に「栃木i27号」の名称で品種登録を出願し、流通及び販売時における名称として平成24年9月に「スカイベリー」の名で商標登録された。

「スカイベリー」は、草姿は立性で、ランナーの発生は良好、草勢は強く、厳寒期の草勢低下も少ないことに加え、炭疽病、

萎黄病、うどんこ病に対してある程度の耐病性を有する。平地における花芽分化は9月22日頃で、「とちおとめ」と同程度に早い。頂花房の着花数は5-7花と極めて少ないが、平均一果重は25gを超え、極めて大きく、収量性は高く「とちおとめ」に比べ20%以上の多収性を示す。果形は円錐形、果皮色は濃橙赤で光沢があり、果実硬度は全期間を通して「とちおとめ」よりもやや硬い。糖度・酸度とも「とちおとめ」よりやや低いが、糖酸比は「とちおとめ」並みに高いため甘味が強く感じられ、肉質は粘質でみずみずしく食味が良いなどの特性を有する。

「スカイベリー」はその大きさ、形状の美しさ、食味の良さから「とちおとめ」とは異なる、高級贈答用等の新たな需要を開拓し、「いちご王国とちぎ」を牽引するリーディングブランド品種として期待されている。

栃木農試研報73：85-100 (2015)



写真2-4-3 栃木i27号(スカイベリー)

### (3) 夏秋どり用(四季成り性)品種の育成

いちごは、洋菓子等の業務用途を中心として周年的な需要があるが、「とちおとめ」などの一季成り性品種では、夏秋期の高温・長日条件下においては、花芽の分化や果実の発育が適応しにくく、全国的にも夏秋期は国産いちごの端境期となっていた。このため、ランナーの発生や収量性、輸送性に優れ、業務および生食用として利用可能で良食味な果実形質を有する夏秋どりの四季成り性いちご品種の開発を行った。

#### ア とちひとみ

「とちひとみ」は、四季成り性が強く、収量性、果実硬度、食味が優れる品種として、平成8年に四季成り性系統「セリーヌ偶発実生」を母親、食味が良く果実硬度が高い一季成り性品種「さちのか」を父親として得られた実生個体の中から育成された。平成16年7月に「とちひとみ」の名称で品種登録出願を行い、平成19年3月に品種登録された。



写真2-4-4 とちひとみ

「とちひとみ」は、花房当たりの花数は多く、草姿は立性で草勢は強く、ランナーの発生数は多い。果実は果皮色が鮮赤色の円錐形、光沢は中程度で外観は良く、果肉は鮮紅色で、空洞はかなり小さく、溝は少ない。果実の大きさはやや大きく、糖度(Brix)は夏秋期の栽培で7から9%程度、酸度は0.7から0.8%程度で、食味は良い。果実の硬度は極めて高く、日持ち、輸送性が優れる。特定の病害虫に対する抵抗性は無く、夏秋どり栽培では萎黄病やうどんこ病がやや発生しやすいなどの特性を有する。

「とちひとみ」は平成19年に登録・普及に移され、準高冷地の日光、那須地域を中心に約1ha栽培され、その後果実の大きさや収量性が改善された「なつおとめ」に代わっていった。

栃木農試研報58：47-57 (2007)

#### イ なつおとめ

「なつおとめ」は、夏秋季の収量性および果実硬度、食味、外観に優れる四季成り性品種として、平成17年に大果で外観が良く、盛夏期の受精能力に優れた四季成り性系統「栃木24号」を母親、果実硬度が高い一季成り性系統「00-25-1」を父親として得られた実生個体の中から育成された。平成21年12



写真2-4-5 なつおとめ

月になつおとめの名称で品種登録出願を行い、平成23年3月に品種登録された。

「なつおとめ」は、花房当たりの花数は少なく、草姿は立性で、草勢は強く、ランナーの発生数はやや多い。果実は果皮色が鮮赤色で円錐形、光沢はやや強く、外観は良い。果肉は鮮紅色、空洞は少なく、果実の溝は弱い。果実の大きさはやや大きい。糖度(Brix)は夏秋期の栽培で8%程度、酸度は0.8%程度で食味は良い。果実の硬度は高く、日持ち、輸送性は優れる。炭疽病および萎黄病に対する耐病性はとちおとめより高く、うどんこ病に対する耐病性もやや高いなどの特性を有する。

「なつおとめ」は平成23年に登録された時点から「とちひとみ」に代わり普及し、準高冷地の日光、那須地域に加え、塩谷、芳賀などの平坦地にも普及された。現在はクラウン部冷却技術の確立により作付け面積は2.6 haに及んでおり、さらに普及拡大が見込まれている。

栃木農試研報 73 : 77-84 (2015)

## 2 イチゴの栽培法に関する試験

### (1) セル成型苗の高付加価値化と生育制御技術

いちご生産は長期の栽培期間と比較的多くの労働時間を要することや栽培者の高齢化などにより、育苗管理作業の省力化が望まれていたため、省力化技術の1つとしてセル成型苗を利用した育苗(セル育苗)栽培技術の開発を行った。

#### ア イチゴのセル成型苗の生育特性

省力性の高い育苗方法であるセル成型苗の生育特性について検討した。セル成型苗の総出葉数、葉面積及び葉柄長は慣行苗と差がないことが明らかとなった。頂花房の収量や一果重も差がないことから、セル成型苗の栽培管理は慣行法に準じてよいと考えられた。

栃木農試成果集 14 : 37-38 (1995)

#### イ イチゴのセル育苗における培地の影響

セル育苗における培地の種類が生育、花芽分化及び収量に及ぼす影響について検討した。セル育苗の培地としては鹿沼土の方が赤玉土より収量が安定した。また鹿沼土単体より、くん炭やピートモスを混合することにより、重量、保水性など培地の物理性や育苗時の生育が優れることが明らかとなった。

栃木農試成果集 15 : 47-48 (1996)

#### ウ イチゴのセル育苗における省力化、経済性の評価

セル成型苗を利用した育苗の省力化技術の体系化を図るため、経済性を検討した。セル成型苗を利用した夜冷育苗では、労働時間は慣行(12cmポリポット)の約50%、労賃も含めた経費は約60%となり、省力性及び経済性とも優れることが明らかとなった。また、慣行の夜冷育苗技術が応用できること、定植以降は従来の管理でよいことが明らかとなった。

栃木農試成果集 15 : 79-80 (1996)

#### エ イチゴのクラウン部分の傾斜と花房伸長方向の関係

大量増殖が可能な組織培養苗は一般の苗と異なりランナーがないため、花房の伸長方向が一定しないことから、クラウン部分の傾斜が組織培養苗の花房伸長に及ぼす影響を検討した。

組織培養苗においても、一般の苗と同様にクラウン部分の傾斜方向側に花房が伸長することを認めた。また、花房伸長方向は、花房出蕾始期から開花始期に決定されることが明らかとなった。

栃木農試成果集 21 : 61-62 (2002)

### (2) 養液栽培技術の開発

いちごの栽培管理では中腰や低姿勢での作業が多く、10a当たりの作業労働時間は2,000時間以上に及び、このような現状が後継者不足の一因であることから、作業姿勢の改善や労働強度の軽減、土づくり等の省力化等の観点から、高設ベンチを用いたいちごの養液栽培技術の開発を行った。

#### ア 養液栽培における有機質培地の選定

いちごの養液栽培は、植え込み資材としてロックウール栽培(細粒綿等)が主流となっていたが、過湿になりやすいことや使用後の処分に関心があったことから、ほ場への還元が可能な有機培地の選定を行った。

本県産の杉樹皮を素材としたクリプトモスを基本とした有機質培地の検討を行い、培地の物理性や収量性から養液栽培に適した培地としてクリプトモスとパーライトの混合培地(容積比7:3)を選定した。

栃木農試研究成果集 17 : 79-80 (1998)

#### イ クリプトモスを用いたいちごの高設式養液栽培システム

より生産性の高いいちごの養液栽培システムの開発するため、有機質のクリプトモスを用いた高設式の養液栽培システムを開発し、収量性や経済性について検討した。

システムはクリプトモスにパーライトを30%混合した培地を内側の防根シートで支持し、外側を防水シートとした二層構造

とし、培地加温はこのシート間の空間に温風ダクトを配してハウス暖房機の温風を利用して行い、灌水は培地表面に浸潤性シートを敷き、この上にドリップチューブを配して養液を給液するベッド構造（開放型養液管理システム）とした。

本システムの収量性は土耕栽培より優れ、10a 当たり 1.2 t 程度の増収が見込まれた。システムの導入経費は、高設ベッドに要する資材費が約 230 万円で、給液装置を加えた経費の合計は約 350 万円と試算された。

栃木農試成果集 18 : 67-68 (1999)

#### ウ 排水を出さないいちごの高設式養液栽培システムの開発

養液栽培での給液管理は、かけ流し方式が主流であったが、環境保全に対する配慮が望まれていたことから、非循環式による排水を出さない閉鎖型養液管理システムの開発に取り組んだ。

開発したシステムは、内側に防根および吸水シート、外側に防水シートを用いた二層ハンモック構造で、内部ハンモックにクリプトモスとパーライトとの混合培地 (7 : 3) を入れ栽培ベッドとした。養液は培地表面に吸水シートを敷き、この上にドリップチューブを配して給液する。培地からの余剰液は外側の防水シート内に貯留し、これを内部ハンモックの底部から垂らした吸水シートで毛管給液し、再利用を図る構造とした。

閉鎖区の給液量は、定植後から2月頃までは開放区の6割程度、それ以降でも7割程度で生育が可能であった。また、開放型養液管理システムに比べ収量性が高く果実品質も土耕と同様に優れた。なお、本システムは1999年に特許を取得した(特許番号2998084)。

栃木農試成果集 19 : 21-22 (平 2000)

#### エ 養液栽培における収穫後の培地管理法

農業試験場開発のいちご養液栽培システムで用いるクリプ

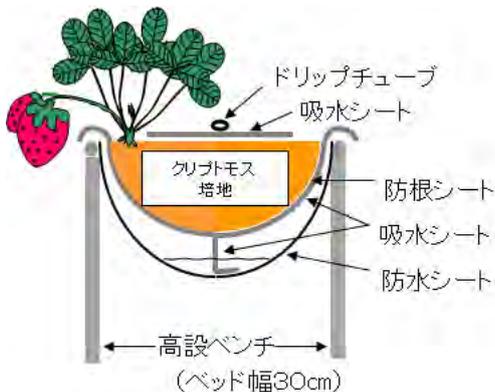


図2-4-1 栃木県農業試験場栃木分場開発のイチゴ閉鎖型養液栽培システム

トモス混合培地は、栽培終了後に乾燥させると撥水性を示し、次作でかん水ムラによると考えられる生育不良が発生し問題となった。このため、栽培終了後の夏期の培地管理について検討した。

クリプトモス混合培地を用いた栃木農試方式の養液栽培における収穫終了後の培地管理は地上部を刈り取った後、次作の定植まで穴のあいていないマルチで培地を密閉して湿潤状態に保つことにより、培地は撥水性を示すことなくかん水ムラがなくなり安定した生育・収量が得られることが明らかとなった。

栃木農試成果集 21 : 59-60 (2002)

#### オ 閉鎖型養液栽培における給液管理法

いちごの養液栽培は、作業の軽労化が図れることから、重要な技術として期待されているが、給液管理技術が確立しているとはいえず土耕並の収量が得られなかった。そこで、栃木農試方式の閉鎖型養液栽培において、濃度障害などの発生が無く、安定して6t程度の収量を実現する給液管理法を検討した。

クリプトモス混合培地を用いた栃木農試方式の閉鎖型養液栽培における給液管理は、大塚A 処方で定植後 EC 1.0 dS/m、開花後 EC 1.2 dS/m、2月以降 EC 0.8 dS/m とすることによって、培地内 EC 及び生育が安定し、6t程度の収量が得られることが明らかとなった。

栃木農試成果集 21 : 57-58 (2002)

#### カ 肥効調節型肥料を用いたいちごの空中採苗法

いちごの空中採苗は土壌病害の回避、省力化等目的として現地に導入されているが、液肥混入型給液装置の導入時コストが100から150万円と高く、普及の妨げとなっていたことから、低コスト化および施肥管理の簡素化を図るため、肥効調節型肥料を用いたいちごの全量基肥栽培による空中採苗法を開発した。

肥効調節型肥料を用いたイチゴの空中採苗(全量基肥栽培)は、定植直後の培地内溶液のECの上昇、6月以降の施肥量の不足などがあるものの、開放型システムで株当たり窒素成分でLT140日タイプを2.0gとSL140日タイプ5.5gを組み合わせたものでは養液栽培と同等の利用可能なランナー数が確保できたことから実用性は高いと考えられた。またカリ欠乏対策として基肥にケイ酸カリウムを施肥することが必要と考えられた。

栃木農試成果集 22 : 65-66 (2003)

キ 養液栽培におけるクリプトモス培地の連用年数

クリプトモス混合培地を用いた養液栽培では、培地を交換せずに太陽熱消毒のみで培地を連用できればコストだけでなく大幅な労力削減につながることから、クリプトモス混合培地の連用可能年数を検討した。

栃木農試方式の閉鎖型イチゴ養液栽培に用いるクリプトモス混合培地は、収穫後、透明ポリエチレンフィルムで覆い湿潤状態を保ちつつ太陽熱処理を行うことで、5年間連用しても生育・収量は安定しており、培地の多年使用が可能であることが明らかとなった。

栃木農試研究成果集 22 : 67-68 (2003)

ク 閉鎖型養液栽培に適した培養液処方

「閉鎖型システム」における、大塚 A 処方での培養液管理は、2月以降培地内 EC の上昇と Ca 及び  $\text{SO}_4\text{-S}$  の蓄積が顕著であったため、大塚 A 処方に比べ、収量・品質が向上し、栽培後半でも EC 上昇が少なく連用しても肥料成分が蓄積しにくい培養液処方及び給液管理方法を検討した。

$\text{SO}_4\text{-S}$  成分を大塚 A 処方の 1/2 に減らした培養液処方を用い、定植から頂花房開花期までを EC1.0 dS/m、頂花房開花期から2月末までを EC1.2 dS/m、3月以降を 1.0dS/m とすることで、培地内への肥料成分の蓄積が低く抑えられ、収量性も優れたことから、 $\text{SO}_4\text{-S}$  成分を大塚処方にに対し 1/2 に減じた処方を「栃木いちご処方」と称することとした。

栃木農試研報 63 : 59-68 (2009)

ケ 養液栽培における低コスト培地加温技術

いちごの養液栽培では、電熱線や温湯管を培地内に設置し、最低温度が終日 15 から 18℃ になるように加温する必要があり、燃料費等の負担が増加することから、培地加温の低コスト化について検討した。

いちごの養液栽培における培地加温は、午前中のみの培地加温でも終日加温と同程度の収量が見込め、培地加温に要するランニングコストは 4 割程度削減できることが明らかとなった。

栃木農試研究成果集 31 : 45-46 (2012)

(3) いちご「とちおとめ」の安定多収技術

「とちおとめ」の安定生産・増収技術を確立するため、品種特性や生理障害の発生要因の解明、電照処理法や炭酸ガス施用法に関する検討を行った。

ア 養分吸収特性

とちおとめの肥培管理技術確立のための基礎資料として、

養分吸収特性を調査した。

とちおとめの夜冷育苗において、部位別の無機成分含有率を測定した結果、1a 当たり収量が 700 kg 程度の場合、とちおとめ地上部の養分吸収量は、一作当たり窒素 2.1kg、リン酸 1.1kg、カリ 2.7 kg 程度と認められた。また、部位別で見ると、養分吸収量の約 60% を果実が占めることが明らかとなった。

栃木農試成果集 15 : 45-46 (1996)

イ 作柄適応性と生育パターン

とちおとめ普及のための基礎資料として、とちおとめと女峰について、早期夜冷、普通夜冷、低温暗黒育苗、ポット育苗、高冷地育苗の各作型の適応性について比較、検討した。

とちおとめは各種作型において、腋花房の収穫始期が遅れるものの、果実が大果で上位等級の発生が極めて高かった。収量は、早期夜冷、普通夜冷、ポット育苗では女峰よりも多収であり、主要な作型で女峰と同等かそれ以上の高い適性を持つことが明らかになった。

栃木農試成果集 16 : 17-18 (1997)

ウ 生育パターン調査

とちおとめの安定生産技術確立のための基礎資料として、作型別の生育パターンを調査した。

早期夜冷、普通夜冷、ポット育苗、平地育苗での生育について調査した結果、各作型とも 12 月上旬から葉の展開が緩慢となり、1 月まで生育が最も停滞する時期と認められた。また、単位面積当たりの乾物生産量は作型に大差がないことがわかった。

栃木農試成果集 16 : 19-20 (1997)

エ ランナー増殖技術

とちおとめは女峰に比べてランナーの発生数が少なく、先枯れ症やチップバーンが発生しやすいことから、安定して必要子苗数を確保できるように、ランナーの効率的な増殖法について検討した。

とちおとめの親株定植は、雨よけパイプハウスを用いて、従来より定植時期を早め、4 月上旬に定植し、夕方-朝までハウス内を保温することによって十分な子苗を確保できることを明らかにした。

施肥量においては、窒素施肥量が多くなると先枯れ症の発生が多くなることがわかった。また、ハウスを遮光することにより、先枯れ症やチップバーンが軽減されることが明らかになった。

栃木農試成果集 17 : 49-50 (1998)

#### オ 心止まり対策

とちおとめは心止まりとなる株の発生が見られ、特にセル育苗で発生することが多いことから、セル育苗において育苗中の窒素施用量と心止まり株発生との関係について検討した。

心止まりは育苗中の窒素施用量が少ない場合、頂花房直下第1葉の腋芽がランナーとなるために発生することが明らかとなった。また、セル育苗では、採苗後の窒素施用量を株当たり30mg-40mg施用することによって、心止まり発生を防止することが可能と考えられた。

栃木農試成果集 17 : 23-24 (1998)

#### カ 生産安定技術

とちおとめの栽培面積の拡大とともに、収量や品質のバラつきが認められた。そこで、生産の安定を図るため、各種栽培要因が収量に与える影響について検討した。

定植は、花芽分化後は速やかに行うこと、定植後の土壌水分はpF値で1.8程度と多めに維持し早期活着を図り、収穫開始期までに株の充実を図ることが増収につながるということがわかった。また、地中加温によって地温を高めることによって、低温期の展葉速度と2次腋花房の収穫期が早まり、増収効果が認められた。

栃木農試成果集 17 : 25-26 (1998)

#### キ 本ぼでのガク焼け、チップバーン対策

とちおとめは、出蕾期のガク片にチップバーン症状が発生しやすく、品質低下の要因として問題となっているため、定植後の管理方法とガク焼け果の発生関係について検討した。

ガク焼けは土壌水分が少なく、株の葉面積が大きく蒸散量が多いほど発生が多くなることが明らかになった。ガク焼け、チップバーン防止には、土壌水分をpF1.8から2.1の範囲で管理し、根からの水分量と葉からの蒸散バランスを崩さない草勢管理が重要であると考えられた。

栃木農試成果集 18 : 33-34 (1999)

#### ク 厳寒期の草勢管理技術

とちおとめは、12月から1月の厳寒期に生育が停滞しやすく、葉のわい化、草勢の低下が見られ、結果として中休みの発生を招いている。そこで、厳寒期の草勢維持技術として、とちおとめにおける電照、炭酸ガス施用、地中加温といった各栽培管理技術とそれらの組み合わせ効果について検討を行った。

電照を使うことにより厳寒期の生育が促進され、2次腋花房以降の収量が増えることが明らかになった。炭酸ガスの施用は、1次腋花房以降の収穫を早め、中休みが軽減される効果が認められた。地中加温は、厳寒期の草勢低下を抑え、2次腋花房以降の果数、果重が増加することがわかった。また、それらの栽培管理技術は、組み合わせることによって、相乗効果が認められた。

栃木農試研報 50 : 39-49 (2001)

#### ケ 花粉、雌ずいの受精能力

いちごの受精能力は品種によって異なり、品種に適した管理が必要となることから、とちおとめの花粉、雌ずいの受精能力について調査を行った。

とちおとめは女峰に比べて、花粉の発芽率が低く、日数経過に伴う受精能力の低下が大きかった。また、温度が高くなるほど発芽率が向上し、25℃で発芽率が最も高くなった。また、雌ずいは開花3日後までは高い受精能力が認められたが、その後急速に受精能力が低下した。これにより、とちおとめの栽培にあたっては、室温を25℃に保ち、開花後速やかに受粉させることが重要であることがわかった。

栃木農試研報 50 : 51-61 (2001)

#### コ 空中採苗における親株の定植時期と給液管理

空中採苗は土耕で増殖した苗に比べ不時出蕾しやすく、必要苗数の確保が困難であることから、空中採苗でのランナー増殖に適した親株定植時期、親株床の給液管理がランナー増殖及び不時出蕾発生に及ぼす影響を調査した。

親株は定植時期を3月とし、給液濃度をEC1.0-1.3で栽培すると子苗の発生が優れた。また、老化したランナーを除き、葉数四枚までの苗を用いることで不時出蕾を低減できることが明らかになった。

栃木農試研報 51 : 17-27 (2002)

#### サ 10月上旬どり作型の開発

とちおとめにおいて、収穫を早めるとともに、1次腋花房を連続的に開花させるための技術開発を行った。

7月上旬から夜冷処理した苗を、8月上旬に定植し、定植後本ぼのウォーターカーテンを利用して、短日夜冷処理(8時間日長、ハウス内温度17から18℃)を行うことで、10月上旬から中休みなく収穫することができた。

栃木農試成果集 24 : 19-20 (2006)

シ 畝上げ後土壌消毒における生育特性

とちおとめの普及とともに、いちご萎黄病の発生が年々増加傾向にあり、問題となっていた。萎黄病に対しては土壌消毒が有効であるが、特に高い防除効果が見込める畝上げ後土壌消毒について、定植後の生育特性と施肥反応を調査した。

畝上げ後土壌消毒では、畝上げ前土壌消毒と比較して、土壌中の無機化が促進され、無機態窒素含有量が増加するため、初期生育が旺盛になるとともに、初期の根量、収量が多くなる傾向が認められた。

栃木農試成果集 29 : 39-40 (2011)

ス 本ばにおける定植後の昇温抑制対策

とちおとめの促成栽培では、定植直後の9月下旬から10月下旬にかけての高温により、栽培後半の収量の低下が認められている。そこで定植直後の昇温抑制対策技術について検討した。

高温の年では、遮熱性遮光資材を用いて、日中のみ遮光処理することによって、朝方光合成を確保したうえで、ハウス内昼温の上昇が抑制され、2次腋花房以降の収量が増加することがわかった。

栃木農試成果集 31 : 49-50 (2013)

(4) 生育診断技術

いちごの生育診断・予測手法を確立するため、植物体中の硝酸態窒素や気象要因と収量との相関について検討を行った。

ア とちおとめの栄養診断法

いちごの肥培管理は、生産者の経験に頼るところが大きく、肥料の過不足が生産を不安定にしている一因となっている。そこで、いちごの収量と葉柄汁液の硝酸イオン濃度との関係を明らかにし、簡易栄養診断にもとづく施肥改善を検討した。

葉柄汁液の硝酸イオン濃度と収量、品質の間には正の相関が認められ、株当たり600g以上の収量を確保するためには、葉柄汁液の硝酸イオン濃度を12月で600ppm、1月で300ppm、2月で400ppm程度に維持する必要があると考えられた。

栃木農試成果集 17 : 51-52 (1998)

イ 気象要因と生育、収量との関係

いちごの収量性は年次間差が大きく安定生産が望まれていることから、生育と収量に及ぼす気温の影響を検討した。

生育、収量と気温との関係は、作型に関係なく9月下旬から10月下旬までの旬平均気温の積算が大きいほど収量が減少することがわかった。また、11月の旬平均気温の積算が大

きいほど1次腋花房・2次腋花房の収穫始期が早まる傾向が明らかとなった。

栃木農試成果集 28 : 3-4 (2010)

(5) 夏秋どり栽培技術の確立

栃木県産いちごの周年出荷体制を確立するため、四季成り性いちごを用いた夏秋どり栽培の実用性を検討した。夏秋どり栽培での生産安定技術を確立するため、「とちひとみ」並びに「なつおとめ」について、品種特性の解明や花成安定化技術の検討を行った。

ア いちごの夏秋どり栽培

近年のいちご栽培の主要な作型は促成栽培であり、出荷期は11月から5月である。しかし、いちご生産の端境期である6から11月にも業務用としての需要があるため、いちごの夏秋どり栽培について検討した。

夏秋どり栽培においては、一季成り性品種は連続的に花芽が分化しないため不適であり、四季成り性品種は連続的に花芽が分化し、作期をとおして収量が得られるため適することが明らかとなった。子苗の増殖法は、3月中旬に親株を定植し、9月下旬から10月上旬に採苗・仮植するのが望ましく、苗はクラウン径10mm程度が適する。定植は4月中旬に行い、定植後から5月下旬までに発生した花房を摘除すると、その後の収量が向上することが認められた。

栃木農試研報 46 : 43-48 (1997)

イ 夏秋どりいちご「とちひとみ」の栽培技術の確立

とちひとみは収量性および食味、輸送性、日持ち性に優れ、ランナー発生も多い四季成り性品種であり、2004年から夏秋どり栽培用品種として現地で栽培が始められた。しかし、夏季の高温期に草勢低下や受精障害が見られ、収量が安定しない状況にあった。そこで、とちひとみの栽培技術について検討した。

とちひとみの夏秋どり栽培に適した体系は、秋に採苗した苗を4月中旬に定植し、10a当たりの窒素施用量は10kg程度で収量性が優れることが明らかとなった。また、着果期の芽数は3芽程度に整理し、その後発生する花房は2週間毎に株当たり1本に整理することで可販果収量が増加することが認められた。

栃木農試成果集 27 : 28-29 (2008)

ウ いちご「なつおとめ」の養分吸収特性

平成21年に四季成り性いちご品種「なつおとめ」が育成され、県内の夏秋どりいちご品種は、それまでのとちひとみから

なつおとめに転換された。なつおとめの品種特性はとちひとみと大きく異なるため、その栽培特性を解明するため養分吸収特性について検討した。

株当たり収量が400g程度の場合、10a当たりの窒素吸収量は16kg、リン酸は11kg、加里は26kg程度であると考えられた。また、なつおとめは夏季の気象条件により収量性が大きく左右されるため、収量の増減に応じて追肥量を調整する必要性があると考えられた。

栃木農試成果集 32 : 23-24 (2013)

#### エ いちご「なつおとめ」の地域適応性

本県における夏秋どりいちご栽培は、中山間地を中心に1ha程度栽培されているが、本格的な周年出荷体制を築くためには標高の低い地域への普及拡大が必要である。そこで、なつおとめの収量性を準高冷地と平地で比較し、栽培適応性を検討した。

標高345m程度の準高冷地では、平年並みの気温であれば収量性は高いが、猛暑年は8月以降の収量が低下することが明らかとなった。また、標高50m程度の平地では、自然条件では収量性が低く、特に8月以降の収量が低くなることが明らかとなった。

栃木農試成果集 32 : 27-28 (2013)

#### オ クラウン冷却がいちご「なつおとめ」の収量に及ぼす影響

なつおとめは、標高が低い平地においては、盛夏期以降の収量低下が問題となった。そこで、なつおとめの栽培地域の拡大と安定生産を図るため、クラウン冷却がなつおとめの収量におよぼす影響を検討した。

水温20℃程度の地下水を用いて7月以降にクラウン冷却を行った場合、可販果収量および可販果率、平均果重の向上が認められた。

栃木農試成果集 32 : 29-30 (2013)

### 3 いちごの流通・鮮度保持に関する試験

本県産いちごのブランド力の強化を図るため、果実の損傷防止や鮮度保持効果に優れるパッケージング方法や輸出を想定した長期間貯蔵技術について検討を行った。

#### (1) 収穫熟度と保存温度が香気成分組成及び成分量に及ぼす影響

業務用としての適正収穫熟度と保存温度を明らかにするため、収穫時の果実の熟度及び保存温度がいちごの主要香気成

分である酢酸エチルとエタノールの発生量に及ぼす影響を検討した。酢酸エチル、エタノールとも保存温度が高く、また保存日数が長くなるほど発生量は多くなる傾向が認められ、エタノールの発生量は保存温度にかかわらず、完熟で収穫した果実で多かったことから、業務用としてはやや若採りの果実が適し、保存温度は5℃以下が適正であると考えられた。(平12)

#### (2) 長期輸送に対応した鮮度・品質保持技術の確立

MA包装による20日間の長期貯蔵時における果実外観、品質等の経時的変化並びにMA包装資材の通気性がこれらに及ぼす影響について検討した。MA包装により貯蔵した果実では、貯蔵後14日頃から不快臭が発生するが、MA包装資材の通気性を高めること等により、不快臭の発生は抑制され、不快臭の発生はMA包装袋内の二酸化炭素濃度との関連性が高いことが示唆された。(平26)

### 4 いちごの作業技術に関する試験

#### (1) いちご自動選果調整機の開発

いちご栽培では、10a当たりの総労働時間が2000時間に及び、労働時間の約35%は、選果・パック詰め等の調整作業で占められており、この調整作業を機械化し分業委託することによる大幅な省力化や更なる規模拡大を図ることができる。そこで、いちごの果梗を摘まむことで果実を傷めずに選果・パック詰めできる選果・調整機を開発に取り組んだ。

非破壊糖度センサー及び画像解析による規格選別機能を備え、果梗を保持し搬送することで果実を傷めずに自動でパック詰めができる選果調整機を開発した。

栃木農試成果集 24 : 23-24 (2006)

#### (2) 花梗の有無が鮮度保持に及ぼす影響

いちごの収穫・選果・調整システムの開発に際し、自動選果・調整機にかけるために残した花梗が果実の日持ち性等に及ぼす影響を検討した。

花梗付きで果実を収穫することは、果実の水分や糖度・酸度、果皮の色調には影響しないものの、傷みや腐敗防止効果が高く、ガクの萎れ防止にも効果があることが明らかとなった。ただし、傷み及び腐敗の防止効果は花梗自体の効果ではなく、花梗を摘まむことで果実に触れずに収穫でき、果皮が傷まない効果によることが考えられた。(平15)

5 イチゴの経営・流通・消費に関する試験

いちご研究所の開所にあたり、新たに経営やマーケティングの調査分析を行う企画調査担当を新たに設置した。企画調査担当では、いちごにおける新規参入のための経営試算やいちご新品種「なつおとめ」や「スカイベリー」の経営やマーケティング調査などを行った。また、いちご産地の構造分析による展開方向や加工用いちごを事例とした6次産業化や農商工連携によるフードバレー支援方策などの調査も行ってきた。

(1) 次世代型いちご経営体育成の展開方向の解明

ア いちご新規参入の経営試算

非農家から農業に参入する事例が増えており、いちご栽培を選択する割合が高くなっている。しかし、農外から就農する場合、農地確保や技術習得等の面で、農業後継者と比べハンディキャップが大きい。そこで、いちごで新規参入を考える際に参考となる経営試算を明らかにした。

いちごにおける新規参入の標準的な経営モデルは栽培規模20aで、必要な初期投資額は約1,460万円である。投資資金は一定条件をクリアすることで、就農支援資金により手当てできるが、研修期間と定植から収穫が始まるまでの期間の生活費約600万円は自己資金として用意しておく必要がある。また、経営試算のほかに「いちごの新規参入に関する参考資料」を作成した。

栃木農試成果集 32 : 39-40 (2013)

イ 夏秋いちご「なつおとめ」の経営モデル

夏秋いちご「なつおとめ」は、収量性が高く、食味や外観の果実品質にも優れているが、経営指標や所得目標が明確になっていなかった。そこで、本品種導入農家の経営調査から新規導入の指標となる経営モデルを明らかにした。

「なつおとめ」を導入した経営モデルは、所得が2,327千円となる。夏秋期の野菜としては、極めて収益性の高い品目であることが明らかとなった。しかし、収穫、パック詰めに係る家族労働時間は、旬別上限の120時間を超えるため、この収穫期間の労働力確保が「なつおとめ」を導入した経営のポイントになると考えられた。

栃木農試成果集 31 : 41-42 (2013)

(2) 産地構造分析と展開方向

いちご産地の構造分析を通じ、本県いちご産地の展開方向を明らかにするために、本県いちご産地及び担い手の構造実態などを調査した。

担い手の構造実態は、年齢では50歳代と60歳前半が中

心であるが、県南部では60歳代の比率がやや高かった。また、規模では10から39aが中心であるが、40から49a規模の比較的高い地域もあった。比較的規模の大きい経営体は、30から40歳代に多かった。後継者は担い手の中心世代である50歳後半から60歳前半に多いことを明らかにした。(H25)

(3) イチゴを核としたフードバレー支援方策の解明

ア 加工向けいちごの基礎的調査

いちごは生食として食されるだけでなく、企業を通して加工されジャム、乳製品、菓子類が製造され食されている。しかし、これまで加工向けいちごの流通実態や需要形態について明らかになっていなかった。そこで県内で生産された加工向けいちごの流通と全国における加工向けいちごの需要実態について基礎的調査を行った。

本県産いちごの加工向け出荷量は約660tで貨幣価値にして1.3億円と推計された。最終的に消費者に届く加工商品の貨幣価値としては41億円と推計され、加工過程を通して約30倍の付加価値を生み出していることを明らかにした。国内における加工向けいちごのうち14%に国産いちごが使用されると推計された。最終需要形態としてはジャムが約3割、乳製品、飲料向けが約4割、パン、菓子類向けが約3割と推計された。

栃木農試成果集 33 : 7-8 (2015)

イ 加工向けいちごの原料供給システムの構築

いちご王国としてブランド力をさらに高め、地域経済の活性化を図る方策として、いちご関連商品の充実と拡大が望まれる。しかし、その原料となる加工向けいちごは、供給が需要に応じきれていない状況にある。解決策の一つとして、生食用いちごの生産終了後に、外部労力を活用した加工向けいちご収穫の基礎データを収集するとともに、システム構築の課題を明らかにした。

加工向けいちごを生食用いちごの生産終了後に外部労力を活用して収穫した場合、労賃の支払いを行ってもシステムとして成り立つことを明らかにした。また、本システム構築の課題として、①関係者の調整機能の場、②収穫者の参加を促すための方策、③ヘタ取り処理の作業が集中しないように収穫作業をずらして行うことが必要であると整理した。

栃木農試成果集 32 : 57-58 (2014)

## 第5節 果樹に関する試験研究

全国的な動きをみると、平成4年以降における全ての果実、果実加工品の輸入の自由化により、果樹栽培は本格的な国際競争に突入した。さらに、消費者ニーズの多様化の中で、高品質化、低コスト化に対する技術開発の重要性が増してきた。

一方、果樹産地では後継者不足、担い手の高齢化が深刻な問題になることに加え、昭和40年代の転作作物として導入された、なし、ぶどう、りんごなどが高樹齢化してきており、生産性の低下が課題化してきた。

国際化に対応した果樹経営を目指すためには規模拡大が必要となるため、作期拡大を図るための、①新品種の育成、②ハウス栽培での安定出荷対策、③新品種の栽培技術確立、④長期貯蔵、輸出のための鮮度保持技術、新植や改植による面積拡大、生産性向上や省力化を図るための、⑤根圏制御栽培法の開発、⑥ぶどう短梢せん定技術、生産の安定を図るための、⑦なしの生育予測技術開発、⑧果実生理障害発生軽減対策、⑨凍霜害防止対策、⑩有害鳥獣被害回避対策、⑪施肥改善調査に取り組んだ。

## 1 なしの品種育成に関する試験

なし品種は、昭和30年代から40年代にかけて、新水、幸水及び豊水が登場したことにより、それまでの酸味が強く、果肉が硬いものから、食味・食感のよい品種へと大きく変化し、より高品質な幸水、豊水の二大品種時代へ突入した。しかし、摘果や収穫などの作業が集中し、規模拡大が困難となっていたことから、良食味の極早生並びに晩生品種の育成が望まれていた。そこで、栃木県オリジナル品種の育成に取り組んだ。

## (1) につこり

昭和59年、農業試験場本場において、新高を母、豊水を父として人工交配を行い育成したもので、平成元年から高接ぎによる第1次選抜、平成4年から特性調査を経て、平成6年3月に品種登録出願し、平成8年8月に登録された。

につこりは、樹勢はやや強く、短果枝および腋花芽の着生はやや少なく、開花期は「新高」とほぼ同時期である。収穫期は10月下旬で、果実は赤褐色で800から900gと大果である。果形は円で、肉質は軟らかく、糖度は12%程度、酸味は弱く、食味は良好である。また、日持ちは75日程度と良い。黒星病、黒斑病、輪紋病には強く、えそ斑点病は病徴発現性である。

栃木農試成果集 15: 15-16 (1996)



写真 2-5-1 晩生品種「につこり」

## (2) きらり

平成6年、農業試験場本場において、おさ二十世紀を母、につこりを父として人工交配を行い育成したもので、平成9年から高接ぎによる第1次選抜、平成13年から系統適応性検定を経て、平成17年1月に品種登録出願し、平成19年2月に登録された。

きらりは、樹勢は中庸、短果枝および腋花芽の着生は新高より少なく、開花期は豊水とほぼ同時期である。収穫期は10月上旬から中旬で、果実は黄褐色で600から800gと大果である。果形は円形で、肉質は緻密で軟らかく、糖度は12%程度、酸味は弱く、食味は良好である。黒星病、黒斑病、輪紋病には新高と同程度に強く、えそ斑点病は病徴発現性である。

栃木農試成果集 24: 5-6 (2006)



写真 2-5-2 晩生品種「きらり」

## (3) おりひめ

平成3年、農業試験場本場において、新水を母、筑水を父として人工交配を行い育成したもので、平成7年から原木による第1次、2次選抜、平成18年から特性検定および系統適応

性検定試験を経て、平成25年2月に品種登録出願した。

おりひめは、樹勢は中庸、八里、なつしづくに比べ短果枝および腋花芽の着生は少なく、開花期はほぼ同時期である。収穫期は8月上-中旬で、果実は黄色で370g程度である。果形は円形で、肉質は緻密で軟らかく、糖度は12%程度、酸味は弱く、食味は良好である。黒星病、輪紋病の発生は少なく、黒斑病には抵抗性を有し、えそ斑点病は病徴非発現性である。

栃木農試成果集 33: 19-20 (2015)



写真 2-5-3 極早生品種「おりひめ」

## 2 果樹類の品種選定に関する試験

品種、系統適応性検定試験として農研機構果樹研究所、各都道府県及び民間育成の新品種及び系統の本県における適応性検定を実施した。

### (1) なしの品種選定

平成7年から26年に第6から8回系統適応性検定試験を実施した。この中で、筑波45号があきあかり、筑波46号が秋麗、筑波47号があきづき、筑波48号が王秋、筑波50号がなつしづく、筑波55号が凜香、筑波58号が甘太として命名され、種苗登録された。

また、品種比較試験として27品種を供試し、この中で、あきづき、彩玉について本県での適応性が認められた。

栃木農試成果集 18: 3-4 (1999)

### (2) ぶどうの品種選定

平成6年から26年に第8～13回系統適応性検定試験を実施した。この中で、安芸津9号がダーククリッジ、安芸津18号がサニールージュ、安芸津19号がハニービーナス、安芸津23号がシャインマスカット、安芸津24号がオリエンタルスター、安芸津25号がサンヴェルデ、安芸津27号がクイーンニーナ、福岡13号が秋鈴として命名され、種苗登録された。

また、品種比較試験として24系統を供試し、この中で、ハニービーナス、シャインマスカットについて本県での適応性が認められた。

栃木農試成果集 18: 5-6 (1999)

### (3) りんごの品種選定

平成6年から26年に第4～6回系統適応性検定試験を実施した。この中で、盛岡50号がさんたろう、盛岡52号がきたろう、盛岡56号がこうたろう、盛岡63号がもりのかがやきとして命名され、種苗登録された。

また、品種比較試験として26系統を供試し、この中で、さんさ、ぐんま名月、きたろう、シナノレッド、シナノゴールド、シナノスイート、涼香の季節について本県での適応性が認められた。

栃木農試成果集 18: 7-8 (1999)

栃木農試成果集 25: 9-10 (2007)

### (4) くりの育種および品種選定

丹沢より早生で甘みの多い品種の育成を目標に、平成3年に人丸×丹沢など7種の組み合わせ、平成4年に丹沢×清里など2種類の組み合わせ、平成10年に森早生×中国クリ等3種の組み合わせで、平成11年に(26号×人丸)×森早生、(丹沢×26号)×森早生、(人丸×丹沢)×森早生、(丹沢×森早生)×人丸の4組み合わせで交配を行った。交配後、収穫期が早く品質の優れる個体を選抜した。その後、くり新品種に対する要求の変化などにより本課題は中止され、新品種育成には至らなかった。

平成6年から26年に第5～7回の系統適応性検定試験を実施した。この中で、筑波35号が秋峰、筑波36号がぼろたん、筑波39号が美玖里として命名され、種苗登録された。

また、品種比較試験として13品種を供試し、この中で紫峰および秋峰の本県への適応性が認められた。

### (5) うめの品種選定

平成6年から20年に第1および2回系統適応性検定試験を実施した。この中で、筑波2号が八郎、筑波6号が加賀地藏、筑波7号が翠香、筑波10号が露茜として命名され、種苗登録された。

また、品種比較試験として12品種を供試し、この中で南高、加賀地藏および高田梅について本県への適応性が認められた。

(6) かきの品種選定

平成15年から26年に第6および7回系統適応性検定試験を実施した。この中で、安芸津20号が太月、安芸津21号が太天として命名され、種苗登録された。

(7) ブルーベリーの品種選定

平成6年から22年に品種比較試験として15品種を供試し、この中でレイトブルー、オザークブルーについて本県での適応性が認められた。

3 なしの栽培法に関する試験

(1) なしのハウス栽培技術

平成に入り、なしの長期出荷を目的にしたハウス栽培が宇都宮市、芳賀町、小山市を中心に約10ha導入され高単価で取引された。しかし、幸水において、変形果、まだら果の発生により秀品率の低下が問題となったため、ハウス栽培技術確立に取り組んだ。

ア 温度管理技術

6月下旬から7月上旬収穫の作型における温度管理を検討した。その結果、1月中旬からのビニル被覆で、加温までに1週間程度の無加温期間を設けて地温の上昇を図り、加温開始開花期までの最高気温は23℃以下、最低気温は開花始めまで7℃、開花期は10℃で管理すること、開花期以降は露地栽培の生育段階と同じ温度を目標とすることで計画的な生産が可能であった。(平4-6)

栃木農試成果集14:39-40(1995)

イ まだら果防止技術

ハウス栽培の幸水は露地栽培に比べ、果実表面の果点間コルクの発達が悪い「まだら果」が多く発生し、果実外観が悪く市場等の評価が低くなっている。そこで、果実外観を良くするため、果点間コルクの発達に及ぼす散水の効果について検討した。その結果、満開後11から60日の間、夜間に樹上から2から4回散水すると、ハウス「幸水」の果点間コルクの発達に有効であった。(平15-17)

栃木農試成果集25:53-54(2007)

ウ 変形果の発生要因解明

ハウス栽培の幸水では露地栽培に比べ果形が縦長になる洋なし型などの変形果が多く発生し、果実等級を著しく低下させて問題となっている。そこで、変形果の発生要因を明らかにするため、ハウス内温度条件等を調査した。ハウス栽培における

特異的な変形果は、洋なし果と有てい果であった。幸水の変形果は、開花始めから満開後30日間の日中の26℃以上の高温遭遇時間が長いほど多く、中でも洋なし果の発生が多くなった。また、催芽期から満開後10日間の日温度格差が大きいほど変形果の発生が多く、なかでも有てい果の発生が多くなることが明らかになった。(平12-14)

栃木農試研報52:47-54(2003)

栃木農試成果集21:43-44(2004)

(2) にっこのり栽培技術

にっこりは平成8年に品種登録され、栃木県内全域に導入されたが、収穫時期により果実品質にバラツキが生じたため、収穫適期判定技術、糖度向上技術開発に取り組んだ。また、晩生品種で貯蔵性が優れていたことから、さらに長期販売を目的に貯蔵方法の開発に取り組んだ。

ア 収穫期判定

にっこりは果色が茶褐色で収穫適期の判定が難しく、現地においては早取りによる食味不良等の問題があった。そこで、「にっこり用カラーチャート」を作成し、満開後の日数と果実品質の関係から収穫適期判定基準を作成した。

にっこり果実表面色から作成した「にっこり用カラーチャート」の収穫適期の果色は、通常の年は満開後190日以前が4.5から5.0であり、豊水にみつ症およびす入り症の発生が多い年は、満開後190日以前が4.0、それ以降は3.5とした(平9-12)。

栃木農試成果集18:43-44(2000)

栃木農試研報0:63-68(2001)

イ 糖度向上技術

にっこりは10月中下旬に収穫できる晩生種で、平均果重800g程度と大果で食味品質が優れている。県内各地で植栽されるに従い、地域・栽培条件や年によって果実糖度のばらつきがみられるようになったことから、果実糖度を向上させるための



写真2-5-4 開発した「にっこり」表面色カラーチャート

技術確立を図った。

にっこりは主幹から距離が遠く、果色が進み、早く収穫され、大きい果実ほど糖度が高かった。そのため、側枝の利用位置を樹幹周辺とする剪定方法や早期摘果により果実を大きくし糖度向上を図ることができた。更に、反射資材を利用することで糖度向上効果は高まると考えられた。(平 13-15)

栃木農試成果集 23: 53-54 (2006)

### ウ 長期貯蔵技術

にっこりは大果で食味品質が優れた晩生種である。貯蔵性に優れるため、年内の販売は可能であるが、さらなる販売期間の長期化が望まれている。そこで、にっこの予冷库を利用した長期貯蔵技術を検討した。

にっこの長期貯蔵は、常温では90日間が限界であった。また、2℃の予冷库を使用する場合、貯蔵する果実は梅雨期に入る前に袋かけを行い、カラーチャートの果色4.0程度の果実を貯蔵することで150日間の長期貯蔵が可能であった。(平 10-12)

栃木農試成果集 20: 45-46 (2004)

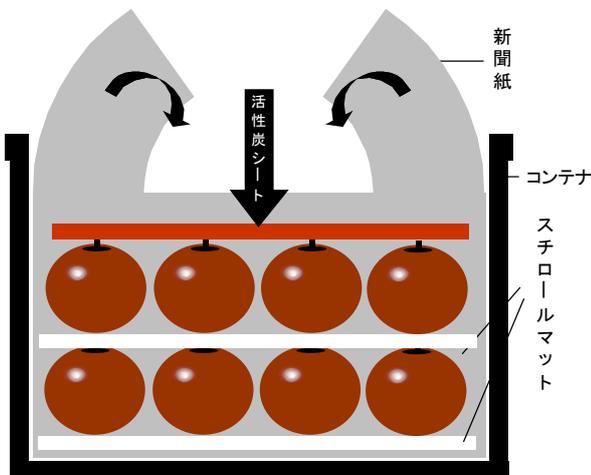


図 2-5-1 コンテナを使った「にっこり」長期貯蔵法

### (3) なしの生育予測プログラム

近年の異常気象は、なしの開花期や収穫期を平年より極端に変動させる等、樹体生育に大きな影響を及ぼしていた。安定生産のため、昭和61年に重回帰分析を中心としたなしの生育予測技術を開発し、栽培者に情報提供を行ってきたが、年により適合精度が低かった。そこで、精度良く生育を予測できる技術開発が必要となっていたため、樹の生理生態反応に基づく開花期、果実肥大、収穫期、果実生理障害発生についてのプログラム開発に取り組んだ。(平 16-18)

### ア 開花期予測

開花日は、2つの発育ステージを示す次式により予測できた。

$$\text{①自発休眠期: } DVI_1 = \Sigma DVR_1$$

$DVI_1$  は自発休眠期の発育ステージ

$DVR_1$  は自発休眠期の発育速度

$$\text{②他発休眠期: } DVI_2 = \Sigma DVR_2$$

$DVI_2$  は他発休眠期の発育ステージ

$DVR_2$  は他発休眠期の発育速度

この予測式の推定誤差は、幸水の開花始で1.1日と極めて小さかった。加えて、開花予測式と長期予報を組み合わせ、早期に予測可能な開花予測プログラムを開発した。本プログラムは、県内10か所における開花予測式を求めることにより、県内全域を網羅することができた。

### イ 果実肥大予測

果実肥大は、細胞分裂停止期の果実体積と全天日射量を使用することで予測が可能であり、本式により、果実体積を予測できた。

$$V_x = V_0 + \sum_{d=0}^{x-1} k_n * S_d b * V_{0p}$$

ただし、 $V_x$ : 果実体積、 $V_0$ : 細胞分裂停止期の果実体積、 $k_n$ : 係数、 $S_d$ : 全天日射量。

### ウ 収穫期予測

細胞分裂期の高温により果実発育が早まり開花から収穫までの日数が短縮され、さらに収穫前の気温が低いほど収穫期が早まった。収穫期の予測は、次の重回帰式で示され、幸水、豊水では満開日から38日間、にっこりは42日間の平均気温により予測でき、収穫予定日前の平均気温を加えることでさらに精度は高まった。

$$Y = ax_1 + bx_2 + c$$

### エ 果実生理障害予測

果実生理障害(豊水のみつ症およびす入り)の発生程度は、満開日から38日間の平均気温( $X_1$ )および収穫前60から41日の平均気温( $X_2$ )を使用した次の重回帰式で予測できた。

$$\text{みつ症} = 0.3111 X_1 - 0.4359 X_2 + 6.9866$$

$$\text{す入り} = 0.3432 X_1 - 0.4982 X_2 + 7.9979$$

栃木農試研報 58: 17-30 (2006)

栃木農試成果集 24: 11-12 (2006)

栃木農試成果集 26: 28-29 (2008)

#### オ 果実品質予測

開発した生育予測プログラムを活用し、平成 18 年度から生育診断予測事業により生産者や流通市場等へ生育予測情報を提供してきた。その結果、さらに現地からは、有利販売のための糖度予測への期待がなされた。そこで、非破壊糖度計を活用し、果実生育期の非破壊糖度から収穫時の糖度を予測するプログラムを検討した。

幸水の満開後 100 日の非破壊糖度から収穫時の糖度を予測することができた。なお、満開後 100 日の非破壊糖度の測定に用いる検量線は年次変動が大きいため、その年ごとに検量線を作成する必要があると考えられた。(平 19-23)

栃木農試成果集 31: 57-58 (2013)

#### (4) きらりの栽培技術の確立

きはりは平成 17 年に品種登録され、栃木県内全域に導入されたが、収穫時期や果実肥大にバラツキが生じたため、収穫適期判定技術、着果管理技術開発に取り組んだ。また、生育が進むに従い、果実生理障害の発生が問題となってきたため、発生軽減対策に取り組んだ。(平 17-21)

#### ア 収穫期判定

きはりの現地への普及にあたり、高品質で生理障害の少ない果実を安定生産するための収穫適期判定基準を策定した。

収穫期は地色により判定が可能で、糖度が高く、果実生理障害が少なく、肉質が良く、デンプン臭がなくなる地色は、収穫前半で 3.5、収穫盛-後半で 4.0 であった。収穫適期が簡易に判定でき、適合率の高い表面色カラーチャートを作成した。

栃木農試成果集 27: 18-19 (2009)

#### イ 高接ぎ更新技術

きはりは、晩成品種の新高やっこりより花芽着生が少ない。そこで、予備枝の剪定強度の違いによる花芽着生の特性、また結果枝の種類の違いと着果番果の違いが果実品質に及ぼす影響を検討した。

きはりの予備枝の剪定強度は、短果枝の花芽着生を目的とした場合、先端 2、3 芽で切り返し、60 度に誘引することで、花芽数が増加した。また、長果枝の腋花芽着生を目的とした場合、1/2 程度に切り返し 7 月に環状剥皮を行うことで腋花芽数が増加した。さらに、大玉生産のためには、結果枝の低、中位と長果枝の低位に着果させることで一果重が増加することを明らかにした。

栃木農試成果集 27: 20-21 (2009)

#### ウ 着果管理技術

きはりの適正な着果管理技術の指標を策定するため、予備摘果時期と着果量を検討した。

きはりの予備摘果時期は、果形を確認でき、落果率が低くなる満開後 40 日後に行い、 $m^2$ 当たり着果数は、果形が優れ食味不良な 450 g 未満の果実の発生率が低く、落果率が低い 8 果が適した。

栃木農試成果集 27: 22-23 (2009)

#### エ 果実生理障害防止技術

きはりは、高接ぎ樹や弱樹勢の樹では「褐変を伴った水浸状障害」や「コルク状障害」などの生理障害の発生がみられ問題になっていた。そこで、果実生理障害の発生を軽減する技術について検討した。

きはりは収穫期の果色が進むと果実生理障害の発生が助長されるので適熟果を収穫し採り遅れのないようにする必要を認めた。また、果実生理障害は遮光率が高い(97.5 %程度)2 重袋を満開後 60 日頃に被袋することで発生を軽減できた。さらに、ホウ素の連年施用は花芽のホウ素濃度を高め果実生理障害の発生軽減に効果があった。

栃木農試成果集 29: 15-16 (2011)

#### (5) なしの根圏制御栽培法に関する研究

果樹産地では、高齢化、後継者不足、気候変動や土壌病害等による生産性の低下が課題となっているため、これらを総合的に解決できる技術開発が望まれていた。特に、なしは、水田転作作物として導入が始まった 1970 年代前後の樹が多く、植え付けから 40 年以上が経過し、樹の老木化や萎縮症の広がり等により単収の低下が著しい。加えて、移植した樹が成園化するには、十年程度を要するため改植や新植が進まず、出荷量の減少も進んでいた。そこで、なしにおける早期成園化および高品質多収栽培技術の確立を目的として、遮根シートにより地面と隔離した盛土に苗を植付け、樹齢、生育時期ごとに測定した吸水量に基づき、樹の成長に合わせて設定した灌水を行う盛土式根圏制御栽培法(以下、根圏制御栽培)を開発した。(平 8-23)

#### ア システムの概要

根圏制御栽培の培地は赤玉土: バーク堆肥の体積比が 2 : 1 の混合土を用い、灌水はコンピューター制御の点滴灌水で行うこととした。灌水装置は流量計、灌水制御盤、電磁弁など

で構成した。盛土上部への給水はコンピューターによるタイマーで制御し、灌水チューブによる給水とした。灌水管理はあらかじめ樹齢、生育時期ごとに灌水量と盛土から排出した排水量の差から求めた吸水量に基づき設定した生育時期ごとおよび時刻帯ごとの灌水量を、1日20回、40分間隔で盛土上部に設置した8本の灌水ノズルにより点滴灌水を行うこととした。

#### イ 培土量

なしの高品質多収を目的に根圏制御栽培における1樹当たりの適正な培土量を検討した。

その結果、列間2.5m×樹間2.0mの栽植間隔における培土量は、1樹当たり150Lが収量および果実品質で優れた。

#### ウ かん水管理

果実肥大や樹体生育にストレスを与えない灌水管理を行うため、樹齢ごと、生育時期ごとに毎日の樹体の吸水量を測定した。

生育時期ごとにみると、1日の樹体吸水量は葉数が最大に達する満開後91から120日に多くなり、成木の8年生樹で1樹当たり29.3Lであった。日吸水量は葉数と正の相関を示し、展葉数に1葉当たりの吸水量を乗することで灌水量を決定できた。時刻帯ごとの吸水量は日射量との関係が大きく、正午から午後2時頃に吸水量のピークを迎えた。これらの調査から、生育時期および時刻帯ごとの灌水マニュアルを作成した。

土壌乾燥の影響は生育時期ごとに異なり、満開後31から60日の土壌乾燥は、灌水量の削減が図れるとともに腋花芽着生を向上させた。また、満開後61日以降の土壌乾燥は果実肥大を低下させ、満開後91日以降の土壌乾燥は糖度を向上させることを明らかにした。

#### エ 施肥管理

樹体の吸収特性に応じた効率的な施肥管理技術を確認するために、樹齢ごとの乾物重増加量、窒素吸収量を検討した。

樹体の1年間の乾物重増加量および窒素吸収量は樹齢とともに増加し、成木で10a換算1,780kg、窒素吸収量20.4kgであった。この調査をもとに樹齢ごとの施肥窒素量を設定した。また、使用した肥料は、リニア型100日タイプの緩効性被覆肥料で、催芽期から収穫期までの溶出特性が樹体の窒素吸収特性と類似した。

#### オ 仕立て方

栽培方式と仕立て方が樹体生育、収量および乾物生産に及



写真 2-5-5 なし根圏制御栽培法の着果状況(移植8年目)

ぼす影響を検討した。

根圏制御栽培では、仕立て方を2本主枝Y字仕立てにすることにより、糖度が高く慣行の2倍の収量が得られることが明らかとなった。また、細根の発生が多く樹体生育が良好になるとともに、Y字仕立てにすることでLAIが大きくなり、LADが一層に集中することなく0.5から2.5mの高さに配置されることで、受光体制が良好となり乾物生産量が多くなった。さらに、コンパクトな樹形とすることで果実への同化産物分配率が高まり、収量および糖度の向上が図られた。

#### カ 早期多収法

根圏制御栽培2本主枝Y字仕立て(以下、Y字根圏)の早期多収性を明らかにするため、植付け1年目から5、6年目の樹体生育、収量および果実品質を検討した。

Y字根圏の10a換算収量は植付け2年目から幸水で1.8tとなり早期多収であった。収量は、その後も着果数の増加とともに増え、植付け5年目が6.1t、5年間の累積収量は15.1tと慣行の平棚地植(以下、慣行)の8.5倍と極めて多収となった。果実品質では果重が大きく果実糖度も高く推移した。Y字根圏で早期多収が可能となった要因として、Y字根圏は根域制限により樹体がコンパクトになり密植が可能で、樹体の吸水量にあった灌水管理により花芽数の多い結果枝が多く確保できること、Y字仕立てにより延べ棚面積の拡大が図られ早期から葉数が増えることがあげられた。なお、にっこりは植付け5年目の10a換算収量は12.7tと超多収性を示した。

#### キ 底面給水法

根圏制御栽培における初期導入経費削減の可能性を探るため底面給水法の導入を検討した。

給水水位を地面から2cm、給水マットの幅を100cmとすることで樹体の吸水量に応じた給水ができ10a換算収量6.1tと

慣行栽培の2倍程度の多収となったうえ、果重373g、糖度12.7%と高品質となることが明らかとなった。さらに、満開後91日から15日間給水水位を-8cmに下げ盛土をpF2.6程度に乾燥させた後、給水水位を2cmに戻すことで土壌pFは1.5程度となり果重を低下させることなく糖度を向上させることができた。底面給水法は一般的な点滴灌水法にくらべ導入時の灌水関係経費を36%程度に抑えることができた。

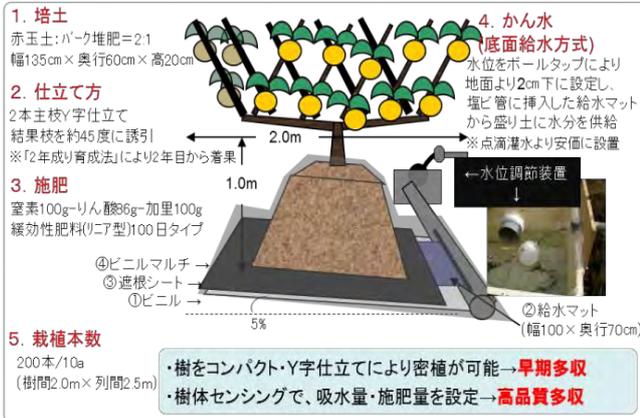


図 2-5-2 底面給水法による根圏制御栽培法の概要

#### ク 現地実証

平成19年から20年に根圏制御栽培を導入した3戸(点滴灌水法2戸、底面吸水法1戸)のほ場で、現地実証試験を行った。

樹体生育、果実肥大および収量は本試験(栃木県農業試験場)で検討したY字根圏と比較し同等で、普及性は高いと考えられた。果実糖度はY字根圏よりも1%程度低い数値であったが、これは栃木県農業試験場の収穫基準よりも熟度が若い果実を収穫しているためであると考えられた。

根圏制御栽培導入にかかる経営収支を検討した結果、根圏制御栽培は初期投資が大きいですが、収穫開始が植付け2年目と早期で、初期収量が大きいいため経営収支がプラスに転じるの



写真 2-5-6 現地導入されたなし根圏制御栽培法導入直後の状況

が早く、その後の累積所得の増加が慣行にくらべ格段に大きかった。また、成園後の収量も慣行の2倍程度と大きいため、経営所得は慣行の3倍程度と極めて優れることが明らかとなった。

栃木農試成果集 26: 30-31 (2008)

栃木農試成果集 26: 32-33 (2008)

栃木農試成果集 29: 13-14 (2011)

東京農工大博論 1-174 (2011)

栃木農試研報 67: 1-70 (2011)

新技術シリーズ 12: 1-16 (2008)

新技術シリーズ 13: 1-22 (2013)

#### ケ 根域部分乾燥法

なしの盛土式根圏制御栽培の核となる灌水は、樹体の吸水量に基づいて行うため、果実肥大盛期は6t/10a程度と多量の灌水が必要となる。そこで、灌水量の削減が図れ、かつ果重を落とさず品質が良好となる灌水方法を検討した。

なしの盛土式根圏制御栽培において盛土の片側だけに灌水を行う常時根域部分乾燥処理は、灌水量の削減が図られるとともに、生理活性および灌水部の細根乾物重増加量が高く、果重の増加と糖度の向上が図られた。

栃木農試成果集 29: 45-46 (2011)

#### コ 側枝更新技術(くさび処理)

なしの盛土式根圏制御栽培法は、「幸水」で植付け2年目に2kg/m<sup>2</sup>、5年目に6kg/m<sup>2</sup>程度と早期多収を図ることができる。しかし、早期多収を得るためには、初期に側枝を多数配置するため、植付け4年目以降順次側枝の更新が必要となる。そこで、効率的に側枝更新を行うため、側枝基部から新梢発生が良好となる技術を検討した。

側枝基部に剪定時V字の切込みを入れるくさび処理は、新梢発生率が高く平均新梢長も1m程度となり次年度の側枝を確保できた。また、処理した側枝の果実肥大や品質への影響もみられず、側枝を利用しながら新梢確保ができた。なお、平棚地植栽培でもくさび処理は新梢発生率、新梢長とも優れ側枝更新技術に利用できた。

栃木農試成果集 30: 39-40 (2012)

栃木農試研報 67: 1-70 (2011)

#### サ 結果枝更新技術(Uターン予備枝)

なしの根圏制御栽培では、主枝分岐部付近から発生する新梢は徒長しやすく、腋花芽がほとんど着生しないため、次年に

結果枝として利用できない。そこで、主枝分岐部付近から発生した新梢を水平に誘引して樹勢を弱めることにより、予備枝から発生した新梢の腋花芽着生を促進し、優良な結果枝を確保する技術について検討した。

なしの根圏制御栽培において、主枝分岐部付近の優良結果枝を確保するためには、主枝分岐部付近から発生した新梢を水平に主幹方向へ誘引するのが有効な手段であった。ただし、誘引には枝径 10 mm 以上の樹勢の強い枝を利用し、先端に着果させて樹勢調節を図る必要があった。

栃木農試成果集 31: 21-22 (2013)

栃木農試研報 67: 1-70 (2011)

#### (6) なしの多目的防災網下の着果管理法

開花期の降雹による被害を軽減させるために多目的防災網を被覆すると、訪花昆虫の飛来がなくなるため結実が不安定となる。そこで、なしの結実を安定させるとともに予備摘果の省力を図るため、なしの多目的防災網下の着果管理法を検討した。

多目的防災網を開花前に被覆し、1 果そうに 1 花に人工受粉をすることで、慣行より「幸水」の予備摘果時間を約 20-50% 短縮させることができた。なお、多目的防災網を開花前から被覆することで、雹害を回避することができた。(平 7-9)

栃木農試研報 47: 13-16 (1998)

栃木農試成果集 17: 53-54 (1998)

#### (7) 高品質なし園の園地条件解明

近年、高樹齢化や気象条件等により果実品質が不安定となる事例が多かった。しかし、毎年安定的に高品質の果実を生産している園地が存在する。そこで、果実生産の高位平準化を図るため、高品質なし園の園地条件を調査した。

高品質(高糖度)なし園の土壌硬度は主要根域である 30 から 50 cm で基準値より低く、土壌化学性は概ね基準値内であった。樹体条件は側枝比率が 65 %、1 年生率(長果枝)が概ね 50 %と基準値に収まっていた。また、収穫時の果重は 16 玉(2L)以上の大玉比率が 77 %と高い傾向を示した。これらのことから、高品質なし園では、適正なほ場管理と樹づくりが行われており、毎年安定した高品質果実生産ができると考えられた。(平 21-23)

#### (8) なしの溶液受粉

果樹栽培における受粉作業は栽培者にとって大きな負担となっている。現在行われている石松子による粉末受粉は個々

の花に受粉するため作業効率が悪く、風や雨により作業性がさらに悪化するなどの課題があった。そこで、液体増量剤を用い省力的で気象条件にも影響されない人工授粉技術を検討した。

A 社製の液体受粉用の溶液を用い純花粉を 250 倍に希釈して使用することにより梵天受粉並の結実率を示し、収穫果実も梵天受粉並みの果実肥大を示すことから実用性が高いと考えられた。しかし、ハウス内では降雨がないため、溶液が花卉等に付着し摘果作業の障害や果実汚れが発生することから、ハウス内の使用には注意を要すると考えられた。(平 20)

#### (9) 結果枝育成技術

なし幸水は、果実品質が良く栃木県の主要品種となっている。整枝剪定は収量性に優れる長果枝(結果枝)を多く利用し、2 から 3 年で結果枝の更新を図ることから、長果枝として利用できる優良な発育枝の確保が必要となる。しかし、必要とする場所の芽が伸長せず、短果枝で停止してしまう新梢がみられる。そこで、新梢伸長が良好で花芽着生が多い優良な長果枝を育成できる結果枝育成法を検討した。

ジベレリンペースト(ジベレリン 2.7 %)を短果枝基部に塗布することで、新梢伸長が良好となり腋花芽着生の良好な結果枝が確保できた。処理時期は満開後 10 日前後が最も優れるが、開花前 10 日頃から満開後 40 日頃まで効果が認められた。処理は米粒大程度(100 mg)のペーストを果梗基部に塗布する方法で簡易に行えた。(平 19-21)

栃木農試成果集 29: 17-18 (2011)

#### (10) なしの挿し木苗生産技術

県内の生産ほ場において、幸水は生産性の高い樹が存在し、豊水では果実生理障害多発年でも発生しない樹がある。本県で育成したきりりは、高接ぎにより果実生理障害が発生しているが、原木では果実生理障害がほとんど発生していない。果樹の苗木生産は、挿し木苗によるクローン増殖が困難であるため、「ヤマナシ」や「マメナシ」の実生を台木として、穂品種を接木することにより育成しているが、台木に用いる実生は遺伝的に固定されていないために樹の生育に個体差がみられ、このことが樹体間差を生じる要因と考えられる。

一方、日本製紙株式会社が開発した難発根性樹における発根技術により、なしにおいても挿し木苗の利用が可能となった。そこで、穂品種の挿し木苗による樹体生育揃い、果実生理障害発生軽減効果等を検討した(試験継続中)。

その結果、挿し木苗の発根率は品種間で差がみられ、豊水

が 50 % 程度以上と高い傾向であった。根圏制御栽培法における挿し木苗の果重は年次により差はみられたが、幸水および豊水ともヤマナシ台よりも優れる傾向であった。また、豊水の果実生理障害である水浸状果肉障害の発生は挿し木苗がヤマナシ台よりも少ない傾向であった。(平 20)

#### (11) なしの果実生理障害防止

本県育成のなしきり、にっこりは、年次により果実生理障害である水浸状果肉障害の発生が問題となる。そこで、これらの品種の果実生理障害軽減対策技術を検討した(きりりについては前述)。

その結果、「にっこり」の水浸状果肉障害は、遮光率の高い果実袋を満開後 90 日から収穫時まで被袋することで発生を軽減できた。(平 22-25)

### 4 ぶどうの栽培法に関する試験

#### (1) ぶどうの根圏制御栽培法に関する研究

本県の黒ボク土壌においては、巨峰は樹勢が旺盛となり、新梢の徒長や花振るいによって結実が不良となりやすい。また、老木化や、紋羽病等の土壌病害の発生などによって、収量は低下傾向であった。そこで、高品質、早期多収および土壌病害回避、省力化などを目的として、平成 8 年度から、ドリップ灌水による盛土式の根域制限栽培の技術確立に取り組んだ。(平 8-23)

#### ア システムの概要

本栽培の大きな特徴は次の 4 点である。

- ① 遮根シートの上に培土を盛り、根圏を制御する方法である。過灌水による湿害の発生がなく、樹勢をコントロールすることができる。培土は、赤玉土：バーク堆肥＝2:1 の混合土を使用し、遮根シート(ルートラップ)を敷き、その上に 1 樹当たり 60L の培土を盛土し苗木を植え付ける。栽植距離はうね間 2 m × 株間 1 m、500 本/10a 植えとし、仕立て方は一本主枝の垣根仕立て長梢剪定とする。
- ② 本栽培の灌水は、1 回当たりの灌水量を少なくし、1 日の必要量を数十回に分けて与えるドリップ灌水法(午前 4 時から、40 分間隔に 1 日 20 回)であり、植物の生育に合わせた養水分コントロールが可能である。
- ③ 樹勢コントロールにより超密植栽培ができ、従来 4-5 年で成園になるところが、植え付け初年目から 1t 程度の収量が得られ、2 年目から慣行成園(1.2 t/10a)以上の 10 a 当たり 2 から 3 t の早期多収が可能となり、糖度の高い高

品質な果実生産ができる。

- ④ 仕立て方は、垣根仕立てにより、日当たり等が良く軽労化が図られる。

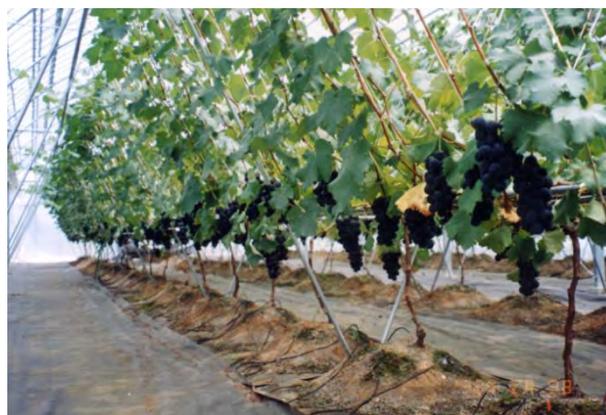


写真 2-5-7 ぶどう「巨峰」の根圏制御栽培法

#### イ 灌水管理法

生育ステージの日射量に応じた灌水管理により、節水型の灌水管理法を開発するため、水ストレスが無い条件下での平均吸水量を気象的に推定し基準吸水量を求め、日積算日射量(x)と樹体の日吸水量(y)の間に、 $y = 0.250x$  ( $r = 0.671$   $p < 0.001$ ) の密接な比例関係があることを明らかにした。晴天日の樹当たりの日吸水量および相対吸水量は、生育ステージが進むに伴って増加し、成熟期には基準吸水量以上の吸水量となった。また、曇雨天日の相対吸水量は生育ステージとともに減少することを明らかにした。本管理法は、生育ステージに応じて年 3 回、日灌水量を設定するのみであることから簡便な方法である。本制御法により、発芽期から収穫終期までの総灌水量は、pF センサーによる灌水管理と比較して、46 から 47 % の節水が図られるとともに、成熟期では系外への排水が大幅に減少し、環境負荷軽減が図られた。

#### ウ 根系パラメーターと地上部の生育の関係

地上部の仕立て方および樹冠面積を同程度とし、樹体生育、収量および画像解析に基づく根系パラメーターの特徴について比較検討した。本栽培法は、地植え栽培より根系が発達し、とくに養水分吸収に重要な役割を持つ細根は、総根長は地植えの 4.7 倍、総表面積は 3.8 倍であった。また、培土量が多いほど地上部の生育は旺盛で果実品質は劣り、培土量が少ないほど地上部の生育が抑制され、結実安定、果実品向上が図られた。

#### エ 施肥窒素の分配

根圏制御栽培では生育期の施肥窒素の利用率は60%以上と高く、特に着色期施肥では85%と非常に高かった。吸収された窒素の大部分が根や果実、葉に移行した。また、新梢伸長や展葉などの初期生育は貯蔵態窒素により確保され、幼果の発育には貯蔵態窒素および当年施肥窒素が同程度寄与していた。さらに、果粒肥大期以降の生育期後半の施肥は、主に果実の肥大や成熟に寄与していることが明らかになった。

根圏制御栽培における秋肥窒素の利用率は30%程度と高く、吸収された秋肥窒素は70%が枝や根などに貯蔵され、翌年に31%が地上部の新生部位に再移動することから、秋肥は初期生育確保のため樹体内貯蔵窒素として機能していると考えられた。

#### オ 7年目以降の養水分管理法

ハウスぶどうの根圏制御栽培は、植付7年目以降の樹では樹勢が旺盛となり、結実および品質が不安定となった。そこで経済寿命をできるだけ長くし長期安定多収となる樹齢に応じたかん水量、施肥量を検討した。

樹齢が経過したハウスぶどうの根圏制御栽培では、生育初期のかん水量を1.0 L/樹とし、窒素施肥量を時期により変えることで結実が安定し糖度が高く一粒重が12 gを超える果実が生産できることを明らかにした。

#### カ 挿し木2年生苗の育苗管理法

植付初期の収量は苗質の不揃いにより不安定となるため、植付初年目から安定した収量が得られる育苗管理技術の確立を図った。

挿し木2年生苗では、年間窒素施肥量20g、株間50 cmで管理し、新梢長160 cmで摘心を行うと良いこと。花穂数を多く確保するためには、植付時に長さが1.5 m以上で、芽数が多く、たく充実した苗を用い、芽傷を入れ発芽数を確保するのが良いと考えられた。

#### キ 裂果防止対策

ハウスぶどうにおいて梅雨期に着色を迎える作型では、着色期から収穫期にかけて裂果が多発し、収量および品質の低下を招いている。また有核巨峰の根圏制御栽培でも気象条件等により裂果が多発することがある。そこで、根圏制御栽培における収穫前の裂果を少なくする水管理等環境条件と裂果との関係を検討した。

その結果、着色期の日かん水量を晴天日6 L/樹、曇雨天日1 L/樹とし、ハウス内湿度を低下させることで、着色期から収

穫期の裂果の発生を抑制できた。

栃木農試成果集 19: 27-28 (1999)

栃木農試成果集 20: 19-20 (2001)

栃木農試成果集 22: 57-58 (2004)

新技術シリーズ 7: 1-13 (2005)

栃木農試成果集 25: 55-58 (2007)

栃木農試成果集 27: 24-25 (2009)

栃木農試研報 70: 1-38 (2011)

栃木農試成果集 30: 29-30 (2012)

#### (2) ハウスぶどうの葉焼け防止対策

ハウスぶどうの超早期加温栽培は労力分散と高い収益性から欠かせない作型として取り入れられてきた。ところが、収穫間近の着色期頃から葉焼けが発生し、その後徐々に増加していき、ひどい場合は落葉に至り、その年の収量、果実品質に大きな影響を及ぼしていた。そこで、葉焼けの発生について現地調査を行い、その原因を解明するとともに、防止対策について検討した。

超早期加温栽培における葉焼けは、着色期の高温、低湿度の条件が重なった時に発生した。葉焼けの防止には、樹勢を強め、新梢を強く長く生育させると、催芽から満開期は温度を低く管理すること、満開期以後は湿度を高く管理することが有効であった。(平 8-9)

栃木農試成果集 17: 33-34 (1998)

#### (3) ぶどうハニービーナスの栽培技術

ぶどう新品種ハニービーナスは、高品質で着粒の良好な品種であるが、摘粒作業に時間を要する。そこで、摘粒作業が省力でき、商品性の高い房が生産できる着粒管理技術を明らかにするため、房づくりの改善および植物調節剤の利用法について検討した。

有核栽培の場合、花穂先端を切りつめないで、花穂長を4から6 cmに整形し、摘粒は行わず、フルメット液剤10 ppmを満開14日後に浸漬処理することで目標である房型の生産が可能となった。無核栽培の場合、花穂先端を切りつめないで、花穂長を3.5 cmに整形し満開期にフルメット液剤5 ppm混用ジベレリン25 ppm液で第1回目の浸漬処理を行い、満開後10日にジベレリン25 ppm液で第2回目の浸漬処理を行うのが良いと考えられた。(平 13-15)

栃木農試成果集 23: 55-56 (2005)

#### (4) ぶどう赤系品種の養水分管理法

赤系品種安芸クイーンは、食味や品質が優れるが、作型や気象条件により着色不良や裂果の発生が問題となる。そこで、生育ステージ別の養水分管理について、根圏制御栽培を用いて検討した。

安芸クイーンの根圏制御栽培における1日1樹あたりかん水量、窒素施肥量はそれぞれ新梢伸長期-開花期2 L、0.13 g、果粒肥大期10 L、0.27 g、着色期以降晴天日6 L、曇雨天日1 L、0.13 gが適していた。これらの結果を基に養水分管理マニュアルを作成した。(平 19-23)

栃木農試成果集 32: 9-10 (2014)

(5) 黒ボク土に適応したぶどう短梢せん定

本県ぶどう生産は、老木化や生産者の高齢化が進み、栽培管理の簡素化や省力化、品種のスムーズな切り替えが課題となっている。そこで、強勢となりやすい黒ボク土で、シャインマスカットを用いて樹形が単純で省力化が図れる短梢剪定を取り入れた平行整枝法について検討した。

「一文字」「H型」「ダブルH型」で調査を行った結果、植付け2年目には一文字で、3年目にはH型、ダブルH型で樹形が完成した。植付け4年目までは、一文字整枝で一粒重、収量が優れたことから、一文字整枝を中心とすることで早期多収を図ることができた。(平 23-27)



写真 2-5-8 ぶどう「シャインマスカット」の平行整枝法

5 その他の果樹に関する試験

(1) 被覆植物による土壌表面管理の省力化

大規模なし園を経営する農家にとって春から収穫期までの草生管理が摘果等の適期作業を妨げる要因の一つである。そこで、草生管理を省力化できるなし園の被覆植物を選定し、その草種の管理法及び果実品質・収量に及ぼす影響を検討した。

なし園に導入する被覆植物は、草生管理の労力が減少し、

摘果作業等が適期にできるためナギナタガヤとヘアリーベッチが適すると判断された。なお、播種適期は両植物とも10月上旬で、播種量はナギナタガヤ3 kg/10a、ヘアリーベッチ5 kg/10aであった。なしの樹体生育や果実品質・収量は慣行の雑草草生栽培と差がなかった。(平 15-17)

栃木農試成果集 25: 51-52 (2007)

(2) 果樹園の凍霜害対策技術

ア なしの低温限界温度

日本なしでは、気候温暖化による暖冬傾向の影響を受け、発芽・開花期が前進し、開花がこの10年間で3日程度早まった。平成11、13、16年には、開花期の降霜により「にっこり」を中心に甚大な被害が発生し、きめ細やかな降霜害対策が必要となっている。そこで、本県主要品種の催芽期から幼果期までの低温限界温度を検討した。

幸水およびにっこの生育ステージ別低温限界温度(当該温度に30分間置かれた場合に被害が発生する温度)は品種間および年次間で差はなく、満開時および幼果時が-1.4から-1.5℃と高いことを明らかにした。(平○-○)

栃木農試成果集 30: 41-42 (2012)

図3 ニホンナシの安全限界温度(幸水)

生育ステージ	発芽期	花蕾露出期	花蕾露出始期	花弁白色期	開花直前	満開期	幼果期
安全限界温度*	-3.9℃	-2.7℃	-2.7℃	-1.9℃	-1.9℃	-1.5℃	-1.4℃

\*安全限界温度は、観測物が当該温度下に30分間置かれた場合に被害がわずかも発生するおそれがある温度  
「にっこり」の安全限界温度は、「幸水」と同程度かやや高い

図 2-5-3 ニホンナシ開花期の安全限界温度

イ 防霜ファンと多目的防災網の併用技術

本県のなしの開花期前後は、降霜による凍霜害の発生しやすい時期である。凍霜害対策として、防霜ファンによる被害回避技術が確立されており、本県でも導入が進んでいる。また、この時期は、降雹対策として多目的防災網を開帳する時期でもあるが、両者組合せによる防霜効果の確認がされていない。そこで、防霜ファンと多目的防災網の併用による晩霜害防止効果の確認を行った。

なし栽培における開花期の晩霜害は、防霜ファンを稼働することで軽減でき、防霜ファンと9mmクロスの多目的防災網を組み合わせることによって、晩霜害および降雹害を同時に軽減す



図 2-5-4 晩霜の危険性がある場合の防霜対策

ることができた(平 21-22)。

栃木農試成果集 30: 37-38 (2012)

#### ウ 晩霜対策の実用性評価

なしの晩霜対策として、防霜ファンによる送風法、多目的防災網や燃焼資材が用いられているが、その効果は単用によるものであった。そこで、防霜対策の組合せによる昇温効果について検討した。

晩霜対策の効果は燃焼資材が最も高く、さらに晩霜対策を組み合わせる(燃焼法+多目的防災網+防霜ファンで 2.5 から 4.0 °C 程度上昇)ことで昇温効果が高まることが明らかとなり、晩霜の危険性がある場合の防霜対策を作成した。また、新たな燃焼法として防霜ヒーターの有効性が示され、氷結法の気温低下抑制効果が確認された。(平 25-26)

栃木農試成果集 33: 17-18 (2015)

#### (3) 有害鳥獣による農作物被害回避

ハクビシンによる食害は栃木県内全域で発生しているが、ハクビシンによるものと認識されていない場合もあり、潜在的な被害はかなり大きいと推測される。その生態については不明な点が多く、被害防止対策は手探りの状態である。そこで、ハクビシンの生態や行動について解明するとともに、効果的な被害回避対策技術を検討した。

ハクビシンは丘陵地帯から市街地まで広範囲に行動し、民家や空屋、側溝など、人間生活のすぐそばに存在していた。甘いにおいの強い食物に対し嗜好性を示すので、捕獲えさにはバナナやいちごが有効であった。電気柵は被害軽減に有効であり、宇都宮大学型電気柵は立体的な形状と電気刺激によりほ場侵入防止効果が高いことを明らかにした。(平 21-23)

栃木農試成果集 30: 35-36 (2012)

#### (4) 輸出に対応した基盤的技術の開発(平 17-19: 交付金プロジェクト)

攻めの農林水産業を進める上で、果実の輸出も重要な戦略の一つである。そこで、栃木県産果実の代表的な品目であるぶどう巨峰およびなしにっこりについて、長期貯蔵、輸出に適応した鮮度保持技術を検討した。

##### ア ぶどうの鮮度保持

巨峰果実の日持ち性を向上させる機能性包装資材及び穂軸への処理方法を選定し、実際にシンガポールへ輸出する果実に処理し、果実の品質に及ぼす影響について検討した。

巨峰は、MA 包装資材で密封し 10 °C で貯蔵した場合、酸

素透過度 11,000 cc/m/24h/atm のフィルムが最も脱粒が少なく、食味が優れた。また、貯蔵温度 10 °C の場合、防湿段ボールで包装し、穂軸に給水処理を行った果実は、収穫 21 日後まで食味が比較的良好で穂軸の褐変を抑えることができた。さらに、実際の輸出試験において、「穂軸の給水処理+防湿段ボール包装」処理を行い、船便で 2 週間を要してシンガポールへ輸出した果実は、穂軸の褐変が抑制され、果実外観品質が優れた。食味は、酸味はほとんど感じられず甘く、果肉は柔らかくなっていったものの良好であった。

栃木農試研報 63: 1-8 (2009)



写真 2-5-9 ぶどう穂軸への給水処理

##### イ なしにっこりの鮮度保持技術

本県では平成 16 年度からにっこりの輸出に取り組み、同 19 年には香港、タイ、シンガポール等へ 8.3 t が輸出されている。そこで、更に輸出を加速させるため貯蔵庫出庫後の鮮度保持技術を検討した。

にっこりの輸出に適する温度管理は、産地で 0 °C 程度で長期貯蔵し、輸出コンテナは 5 °C 以下、輸出先においては高温遭遇時間を 6 時間以内に抑え 10 °C 以下の条件で販売することで、品質の低下が防止できた。

栃木農試成果集 28: 13-14 (2010)

#### (5) 気候温暖化プロ(第 1 期、2 期: 平 20-24)

地球の温暖化条件下では果樹への低温遭遇時間が不十分となり、従来の加温開始時期では、発芽不良が発生する。そこで、第 1 期では、温暖化条件下でも、正確な自発休眠覚醒期を推定できる自発休眠覚醒モデルを開発した。また、温暖化条件下でも自発休眠覚醒を進めるための発芽促進技術を開発し、ほ場レベルで自発休眠ステージに適応した最も効果的な発芽促進技術の現地実証を行った。

第 2 期では、温暖化による危険性が高まる開花期の低温遭遇について被害を指標化するとともに、冬季に発生する低温障

害の一つである「紫変色枝枯れ症」の発生要因を明らかにした。

ア なしの発芽促進技術

加温ハウス栽培の幸水における花芽の生育が良好で、果実品質が優れる加温開始期の花芽の生育指数 (DVI)は1.5以上であった。自発休眠覚醒前の発芽促進技術としてはシアナミド剤とハウス内気温 30℃で30時間連続高温処理の組合せが優れ、開花揃い、果実品質が良好となった。

栃木農試成果集 30: 31-32 (2012)

イ ぶどうの発芽促進技術

ブドウ巨峰の加温ハウス栽培において、安定的に発芽を良好にするために必要な DVI は、3.2 以上 (7.2℃以下積算時間が750 時間以上)であった。DVI が 3.2 未満で加温を開始する場合は、シアナミド処理をすることで、展葉、満開および収穫までの日数短縮を図ることができた。

栃木農試成果集 30: 33-34 (2012)

ウ なしの晩霜害予測

幸水およびにっこりについて、晩霜対策時の目安とする催芽直前-幼果期の生育ステージ別低温限界温度の指標を作成した。幸水の安全限界温度は、花蕾露出期および花卉露出始期で-2.7℃、花卉白色期で-1.9℃、開花直前で-2.2℃、満開期で-1.5℃、幼果期で-1.4℃であった。なお、にっこりは幸水と同程度かやや低いことが明らかとなった。

栃木農試成果集 30: 41-42 (2012)

エ 凍霜害等がなしの樹体に及ぼす影響評価

休眠期に低温と高温処理の繰り返し処理を行うことにより、凍害の発生時期や被害程度を解析した。その結果、なし豊水等の紫変色枝枯れ症は、初冬期の高温による耐凍性の遅延や冬期温暖化による樹液流動の開始時期に加え、両時期の一時的な低温遭遇により発生することを明らかにした。また、品種では豊水、にっこりは幸水よりも発生程度が高いことが明らかとなった。

(6) 減肥基準策定に向けたデータ収集(平 22-23:一部委託事業)

栃木県のなし主要品種幸水は、大果生産を目的に化学肥料を多量施用する傾向にある。近年、安全安心な農産物が求められており、化学肥料の削減に向けた施肥体系の確立が必要となっている。そこで、堆肥を利用した施肥体系や化学肥料の

削減がなし幸水の樹体生育、収量および果実品質に及ぼす影響を検討した。

県施肥基準量(窒素 20 kg/10a、リン酸 18 kg/10a、カリウム 19 kg/10a)に準じ、施用量(全量、半量、無肥料)と肥料の種類(化学肥料、牛ふん糞堆肥)を組み合わせた6処理区(全量堆肥、半量堆肥、化学堆肥、半量化学、無肥料、全量化学(慣行))を設定し、平成19年12月の基肥から平成24年まで5年間実施した。

その結果、化学肥料半減や堆肥代替利用の組み合わせによる樹体生育、収量および果実品質への影響は、処理5年目までは小さく、化学肥料の慣行施用と同等の果実生産が期待できることが明らかになった。

栃木農試成果集 32: 7-8 (2014)



写真 2-5-10 なし生育量調査

果樹の根圏制御栽培について

果樹研究室が開発した「ナシの根圏制御栽培法」は県内だけでなく、県外でも取り組む事例がでていいる。今注目を集めているこの課題に、果樹研究室(当時の果樹部)が取り組むに至った経緯について記したい。

昭和40年代の後半から、新品種「幸水」の人気が高まり、県内の栽培面積は急増した。当時は、若木から成木に向かう時期で、毎年収量が伸びていき、農試で開発した技術がすぐに現地に導入されるなど、活気のある時代であった。

しかし、平成に入り、ナシの樹も成木になって収量の伸びも止まり、価格の変動もあって、「ナシは儲からない」との声も聞かれるようになった。農家の収入を増やすには単収の増加以外にないが、従来の棚栽培では限界があり、新しい栽培法が必要と考えた。それが「根圏制御栽培法」である。

小さな木を密植することで、作業の省力化と多収を狙うという発想は以前からあったが、うまくいかず、実用化された技術はほとんどなかった時代である。主産県の試験場では重要視されない研究課題であった。しかし、現状を打開するにはこれ以外にないとの思いで、課題化を進めた。

研究が開始され、圃場に整然と並んだ苗木を見た時の感動は忘れられない。新しい栽培法の開発で、担当者は大変な苦勞をしたと思うが、粘り強い努力の結果、当時の夢が現実となった。感無量である。

金子友昭

## 第6節 花きに関する試験研究

花き栽培では、これまで経験と勘に依存した養水分管理が行われてきたが、これが生育阻害を招き生産性や品質にも大きく影響していた。そのため、各品目における栄養診断方法および診断基準を明らかにするとともに、適正な養水分管理技術の確立に取り組んできた。また、新たな消費動向に対応するために切り花生産技術、高品質および安定生産につながる革新的な栽培技術、肥効調節型肥料を利用した省力的な鉢物生産技術の開発を進めてきた。さらに、生産の活性化および産地戦略に活かすため、ブランドにつながるようなオリジナル品種の開発に取り組んできた。

### 1 花き類の品種育成に関する試験

#### (1) りんどう

栃木県は全国有数のりんどうの早出し産地であり、特に6月上旬から出荷開始となる極早生系品種の無加温半促成栽培が主力作型となっている。しかし、県内各産地では独自の系統が導入されており、県統一ブランドとしての優良品種が存在していない。産地からは極早生系りんどうの育成に対しての要望が強く、平成14年から栃木県りんどう研究会の協力を得て、極早生で開花時の草姿が優れた半促成栽培に向く濃紫系F<sub>1</sub>品種の育成を目標に育種に取り組んだ。

県内各産地の優良系統を収集し、それらを親とした組合せの中から、形質の優れた1系統を選抜した。そして、交配親系統の後代による再現性検定を行った結果、品種としての優良性および斉一性の向上が認められたことから育成を完了し、「りんどう栃木1号」を付した。知名度の向上とブランド化を推進するため、平成23年に「るりおとめ」として商標登録を行い、翌24年産より「るりおとめ」の商標名で出荷を開始した。

「りんどう栃木1号」は、季咲き栽培で7月上旬（無加温半促成栽培では5月中旬）に開花となる極早生で、開花開始から頂花開花まで5日以内の一斉咲きで開花揃いが良い。花色は濃紫色で斑点が少なく、着花段数は平均で7段と多く、草姿の優れた品種である。

栃木農試成果集 29 : 19-20 (2011)

栃木農試研報 73 : 35-43 (2015)

#### (2) あじさい

近年、鉢物の価格が低迷している中で、特徴のある品目および品種は、依然高単価で有利な取引が行われている。その



写真 2-6-1「りんどう栃木1号」(商標 るりおとめ)

中で、あじさいは県内鉢物生産においてシクラメンに次ぐ重要品目で、母の日の主力商材となりつつあり、需要の見込まれる競争力の高い品目といえる。そのため、生産現場からは消費者ニーズに合った商品性の高いあじさい品種の育成が強く望まれていた。そこで、平成11年からスミダノハナビ由来の系統を種子親、フラウヨシコを花粉親とした交配を実施し、八重咲き覆輪の装飾花を持つ品種開発を目標に育種を展開した。平成21年、目標とした八重咲きガクアジサイタイプの有望系統が得られたことから、「あじさい栃木1号」を付し、翌22年に「きらき



写真2-6-2あじさい新品种「きらきら星」

ら星」として種苗登録を出願した。

きらきら星は、装飾花が覆輪タイプの八重咲きガクアジサイで、花色は主色が赤味紫、覆輪外側が紫白、がく片の縁に深い切れ込みを有する等、既存の品種にはない優れた装飾花の特徴を有しており、優美で斬新なイメージの品種である。また、本品種は用土資材の種類や肥培管理によってピンク系花色を発色させることも可能である。

栃木農試成果集 30 : 47-48 (2012)

栃木農試研報 73 : 27-33 (2015)

## 2 花き類の簡易栄養診断技術に関する試験

### (1) 簡易栄養診断技術による適正な養水分管理

簡易栄養診断は、植物体の樹液および土壌溶液中の無機成分濃度をリアルタイムかつ経時的に測定するもので、普及指導員の現場指導および生産者が簡易かつ迅速に行うことのできる診断技術である。これまで土壌溶液および様々な品目の植物体サンプリング方法を明らかにしてきたが、その診断基準の作成および施肥管理法の検討を行った。

#### ア 青系ハイドランジアの栄養診断

現地では親株の管理、用土および施肥法が統一されておらず、無機養分の過剰や欠乏による生育異常により、装飾花の異常や花色の発色不良の原因となっていた。そこで、生育ステージ別の診断基準を検討した。

各生育ステージにおける施肥は、概ね基準値付近を維持するよう管理すれば、良品が安定生産できることを明らかにした。

栃木農試成果集 13 : 109-110 (1994)

表 2-6-1 青色品種のステージ別診断基準値

生育ステージ	(単位: ppm)						
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	AL
鉢上げ～摘芯前	50	25	50	1000	100	25	10
摘芯後～2対葉展開まで	50~100	25	50	1500	100~250	25	10
2対葉展開後～花芽分化前まで	100	25	50~100	2000	100~250	25~50	10
花芽分化開始～入庫前	10~50	10	50	1000	100	10	50
萌芽～開花	0	25	50	2000	100	25	300

#### イ ユリの簡易栄養診断技術

ユリの施設栽培は輸入貯蔵球の利用により抑制や促成栽培などの作型が可能となり、年間を通じて出荷が行われるようになってきている。しかし、品種の多様化に伴い、基肥主体の肥培管理に起因する花蕾成熟期頃の葉先の枯れ込み等の無機養分の過剰障害の発生が確認されるようになった。そこで、過剰障害の回避のための簡易栄養診断手法を検討した。

診断のためのサンプリング部位を明らかにするため、上位、中位および下位の各展開葉を挟んだ上下3cmの茎部、最上位展開葉、中位葉、下位葉を供試して検討したところ、最上位完全展開葉を挟んだ上下3cmの茎部が適しており、また測定にあたっては、リン酸、カリは20倍希釈、他は10倍希釈し、浸漬時間を30分から1時間とするのが適当であることを明らかにした。

栃木農試成果集 14 : 43-44 (1995)

#### ウ パフィオ・ペディルムの簡易栄養診断

パフィオ・ペディルム生産現場では、不適切な栄養管理による葉身のネクロシス、ブラインドやプラスチック、さらに病害などの発生が顕著であった。栽培期間の長いこともあり、施設ローテーションを狂わせ経営の圧迫につながっていたことから、適切な栄養管理により生産ロスを減らし、品質向上につなげるため、簡易栄養診断における植物体樹液中および培地溶液の診断基準を生育ステージごとに検討した。

植物体樹液中および培地溶液を迅速栄養テスト法を用いて、リアルタイムで栄養管理の推移を把握しながら基準に基づいて施肥管理を行うことで生育ロスも無く、高品質生産を行うことが可能であることを明らかにした。

栃木農試成果集 14 : 47-48 (1995)

表 2-6-2 培地排出液および樹液診断による栄養管理基準

培地抽出液診断による栄養管理基準						(単位: ppm)
生育ステージ	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
栄養成長前期	1~2.5	1~2.5	2.5~10	50~200	10~25	
栄養成長後期	5~20	2.5~5	10~50	100	10	5~10
生殖成長期	1~5	1~2.5	10	100~200	10~25	
樹液診断による栄養管理基準						(単位: ppm)
生育ステージ	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
栄養成長前期	0	10	5~10		10	100
栄養成長後期	0	10	5~10	1000~2000	10	100
生殖成長期	0	10	5~10		10	50~100

#### エ ばらの簡易栄養診断技術

ばらの栽培では、養液栽培が導入されるようになってから、より客観的に植物体の生育状況を把握し、養水分の管理を行うことが求められるようになった。そこで、適正な液肥管理を行うため簡易栄養診断手法について検討した。

表 2-6-3 簡易栄養診断による樹液中無機成分の濃度(呈色度)

無機成分	呈 色 度				
	1	2	3	4	5
NO <sub>3</sub> -N	多 い	過 剰	過 剰	過 剰	過 剰
NH <sub>4</sub> -N	不 足	少 ない	適 当	適 当	過 剰
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	不 足	少 ない	適 当	適 当	過 剰
K <sub>2</sub> O	不 足	不 足	少 ない	適 当	適 当
CaO	適 当	適 当	多 い	過 剰	過 剰
MgO	不 足	少 ない	適 当	多 い	過 剰

植物体のサンプリング部位は、発蕾期の最上位完全展開葉を挟んだ上下2節の茎部が適し、また測定にあたっては、アンモニア態窒素、カリは20倍希釈、他は10倍希釈とし、浸漬時間は1時間とするのが適当であることを明らかにした。また、適正な草姿コントロールのための診断基準を明らかにした。

栃木農試成果集 15 : 65-66 (1996)

オ 簡易栄養診断に基づくシクラメンの2月播き5号鉢仕上げ栽培技術

シクラメンの生育ステージ別栄養診断指標を昭和63年に明らかにしたが、生産現場では生育ステージを的確に捉えられず、栄養診断結果が必ずしも施肥管理に活かされていなかった。そこで、各生育ステージを葉数で捉え、側芽発達期を葉数7から20枚、花芽分化期を20から40枚、花芽発達期を40から80枚とすることで的確な栄養管理を可能とした。これにより、2月播種でも簡易栄養診断に基づいた施肥管理により、5号鉢として商品性の高い良質なシクラメンの生産が可能であることを明らかにした。

栃木農試成果集 17 : 59-60 (1998)

カ 生殖成長期におけるファレノプシスの簡易栄養診断指標

ファレノプシス生産の現場では、開花遅延や奇形花等の生理障害の発生要因と考えられる過剰施肥、また栄養成長期から生殖成長期に移行する際にはリン酸およびカリ濃度を高めるなど、根拠ない施肥管理が実施されていた。そこで、ファレノプシスの生理にあった施肥管理のため、生殖成長期における簡易栄養診断の診断基準を検討した。

栄養成長期から生殖成長期に移行する際に、リン酸およびカリの施肥濃度を高める必要はなく、簡易栄養診断指標に基づいた施肥管理を行い、施肥濃度は窒素 : 25 ppm-リン酸 : 12.5 ppm-カリ : 25 ppm が望ましいことを明らかにした。

栃木農試成果集 18 : 69-70 (1999)

表 2-6-4 生殖成長期における最上位完全展開葉樹液の簡易栄養診断指標(ppm)

NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
0	10~25	25~50	500~1000	500~1000	50~100

キ 養液土耕法によるカーネーションの周年栽培技術  
養液土耕法によるカーネーションの周年栽培技術を確立するため、簡易栄養診断による植物体樹液および土壌抽出液の適正基準を設定した。

窒素の施用量は100 mg/ní(実面積)/日以下で、年間の施肥量は10 aあたり15から20 kgが目安となると判断した。また、窒素、リン酸、加里のバランスは重量比で2 : 1 : 4を基本とし、簡易栄養診断の結果を基に施肥量の調節を行うとした。

栃木農試成果集 18 : 73-74 (1999)

表 2-6-5 植物体および土壌抽出液の無機成分濃度の適正值

診断サンプル	無機成分濃度 (ppm)				
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
植物体					
樹液	100~200	10以下	100~500	1000~2000	100~250
土壌抽出液	10~50	5以下	5~50	10~50	25~100

(2) RQflex を用いた花きの簡易栄養診断法

花き類の生産現場では、栄養障害と思われる生育異常や、それに伴う病気の発生が問題となっていたことから、簡易に植物の栄養状態を把握できるチェック法が必要とされた。そのため、昭和62年以降様々な花き類の栄養診断を行い、簡易栄養診断法を確立するとともに、品目ごとのステージ別診断指標を作成してきた。そして近年、無機成分の簡易な測定機器として開発されたRQflexを利用したより簡易な診断法を検討した。

RQflex を利用した診断では、これまでの診断法とほぼ同じ手順で正確な値が得られ、これまで作成したステージ別診断指標をそのまま活用できることを明らかにした。

栃木農試成果集 15 : 61-64 (1996)

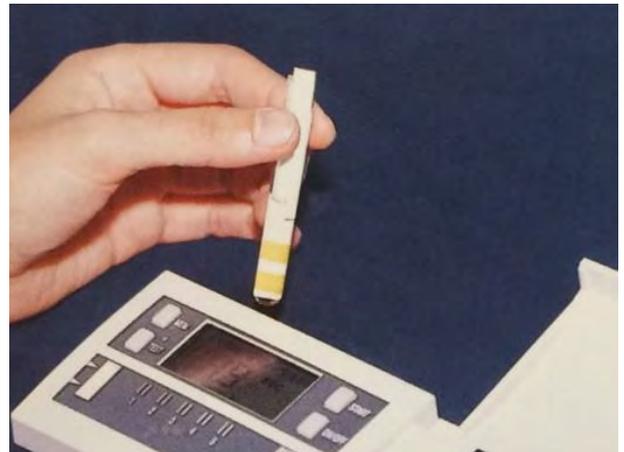


写真 2-6-3 RQflex による栄養診断

3 切り花類の栽培法に関する試験

(1) 養液土耕法による適正な養水分管理技術の確立

本県の切り花生産は、鉄骨ハウスを中心とした施設栽培が主体であり、連作による土壌の塩類集積が懸念されたことから、これらの解決のため点滴チューブと液肥を利用し、生育に合わ

せて養水分を管理する栽培技術の確立に取り組み、画期的な栽培法として養液土耕法の開発を行った。

養液土耕法は、施肥量は植物の吸収量相当とし、かん水量は蒸発散量(作物の吸水量+ 地表面からの蒸発量)とすることで、塩類集積および肥料流亡を防止する管理技術である。本栽培法では、①施肥およびかん水管理が、経験と勘ではなくプログラム化され、また自動化となるため省力化となる、②過剰施肥に伴う塩類集積による連作障害等の発生がなく、安定生産につながる、③塩類の地下水汚染の防止につながり環境保全型農業に寄与できる等の特徴ある栽培法である。

ア スプレーギク

周年栽培に対応したスプレーギク養液土耕法での養水分管理を検討した。

黒ボク土圃場の場合、適正土壌 pF 値は 2.2 程度、作型別の晴天時 1 日当たりかん水量は 4 から 9 月までが 3.0 から 6.0 L/m<sup>2</sup>程度、10 から 3 月までが 1.0 から 2.3 L/m<sup>2</sup>程度が適当と考えられた。また、適正施肥量は窒素を 1 とした吸収割合はリン酸 0.3、加里 2.2 とし、目標調製重を 50 g とした場合の適正施肥量は m<sup>2</sup> (69 株) 当たり窒素 20 g、加里 44 g と推定され、栄養成長期と出蕾期は施肥量を多くし、花芽分化期は少なくする管理が好ましいと考えられた。また、リン酸は液肥ではなく基肥で施用することとした。

- 栃木農試成果集 14 : 51-52 (1995)
- 栃木農試成果集 15 : 53-54(1996)
- 栃木農試成果集 15 : 57-58(1996)
- 栃木農試成果集 16 : 53-54 (1997)
- 栃木農試成果集 21 : 69-70 (2002)
- 栃木農試成果集 22 : 27-28 (2003)
- 栃木農試成果集 23 : 91-92 (2005)

イ カーネーション

養液土耕法におけるカーネーション周年栽培での適正な施肥量とともに、簡易栄養診断による植物体樹液および土壌抽出液の適正基準値を検討した。

無機養分の総吸収量は、m<sup>2</sup>(36 株) 当たり窒素 53 g、リン酸 5 g、カリ 83 g、カルシウム 54 g、マグネシウム 8 g で、年間施肥量は窒素 53 g/m<sup>2</sup>、カリ 83 g/m<sup>2</sup> が適正で、養液土耕法での養水分管理における適正施肥量は、m<sup>2</sup> 当たり窒素 50 g、リン酸 50 g、加里 75 g で、かん水は日射量をもとに定植から 9 月までは 0.3 L/6.3(MJ/m<sup>2</sup>)/m<sup>2</sup> (ベッド面積)、10 月以降は 1.2 L/6.3 (MJ/m<sup>2</sup>)/m<sup>2</sup> (ベッド面積) が好ましいと考えられた。

- 栃木農試成果集 13 : 103-104(1994)

- 栃木農試成果集 16 : 57-58(1997)
- 栃木農試成果集 18 : 73-74(1999)
- 栃木農試成果集 19 : 31-32(2000)
- 栃木農試成果集 21 : 71-72(2002)
- 栃木農試成果集 23 : 93-96(2005)

ウ 養液土耕法マニュアルの作成

様々な土壌における点滴かん水施肥に伴う土壌中の養水分動態の解明並びに本県の主力品目であるスプレーギクおよびカーネーションに関する生育ステージ別養分吸収量等の成果を取りまとめ、養液土耕法マニュアルを作成した。

新技術シリーズ No11 (2005)

表 2-6-6 スプレーギク施肥・かん水マニュアル

a 施肥

栄養成長期 (1~3週)	花芽分化期 (4~6週)	出蕾期 (7~10週)	開花期 (11週~)	合計 (g/m <sup>2</sup> (ベッド面積))
施肥量 400-0-800	150-0-300	400-0-800	0-0-0	23-0-46

注1) 表中の数字は、施肥量で左から窒素、りん酸、加里を表し、単位は合計を除き mg/m<sup>2</sup> (ベッド面積) /日。  
2) りん酸は定植前に熔りんまたは、重焼りんで成分 23 g/m<sup>2</sup> (ベッド面積) 施用。

b かん水 (上:日射量制御 下:日射量制御なし)

定植~葉数20枚	葉数20枚~収穫
0.5L/2.1 (MJ/m <sup>2</sup> )/m <sup>2</sup> (ベッド面積)	0.7L/2.1 (MJ/m <sup>2</sup> )/m <sup>2</sup> (ベッド面積)

注) 1日の第1回目のかん水時に液肥を施用する。

生育ステージ	12~2月	3月~6月	7月~9月	10月~11月
定植~葉数20枚	3.0L	5.0L	7.0L	4.0L
葉数20枚~収穫	4.2L	7.0L	9.8L	4.8L

注) 表中の数字は、1日のm<sup>2</sup>当たり (ベッド面積) かん水量を表す。

表 2-6-7 カーネーション施肥・かん水マニュアル

a 施肥

定植7日後~	8/15~	12/16~	3/1~	合計 (g/m <sup>2</sup> ベッド面積当り)
8/14	12/15	2/28	栽培終了7日前	50-50 <sup>0</sup> -75
100 <sup>0</sup> -0-150	250-0-375	80-0-120	100-0-150	

注1) 表中の数字は、施肥量で左から窒素、りん酸、加里を表し、単位は合計を除き mg/m<sup>2</sup> (ベッド面積) /日。  
2) りん酸は定植前に熔りん、重焼りんで成分 50 g/m<sup>2</sup> (ベッド面積) 施用する。

b かん水 (上:日射量制御 下:日射量制御なし)

マルチ	6月(定植)~9月	10~5月(栽培終了)
使用	0.3L/6.3(MJ/m <sup>2</sup> )/m <sup>2</sup> (ベッド面積)	1.2/6.3 (MJ/m <sup>2</sup> )/m <sup>2</sup> (ベッド面積)
未使用	0.5/2.1 (MJ/m <sup>2</sup> )/m <sup>2</sup> (ベッド面積)	

マルチ	6 (定植) ~ 9月	10~11月	12~1月	2~5月(栽培終了)
使用	0.6~1.5L	2.4~3.6L	1.2~2.4L	3.6~4.8L
未使用	3.0~7.5L	3.0~4.5L	1.5~3.0L	4.5~6.0L

注) 表中の数字は、1日のm<sup>2</sup>当たり (ベッド面積) のかん水量を表す。

(2) ホームユース需要に対応した生産技術の確立

市場出荷される切り花類は、業務用として茎の長い規格が求められている。一方、ホームユース用は栽培段階から短い規格の優良な切り花を手頃な価格で提供するものである。ホームユース規格は、今後の切り花消費拡大に寄与すると期待されることから、その栽培管理について研究を実施した。

ア スプレーギク

きくの需要拡大に向け、ホームユース用規格の安定多収栽培に適した栄養成長期間および栽植密度を検討した。

ホームユース規格(切り花長 60cm、切り花重 30g)を目標としたスプレーギクの冬季栽培では、栄養成長期間 3 週間で栽植密度 67 本/m<sup>2</sup>程度、夏期では 1 週間で 100 本/m<sup>2</sup>程度の条件により、単位面積当たりの収量とボリュームの両方を確保できることを明らかにした。

栃木農試成果集 14 : 91-92 (1995)

栃木農試成果集 16 : 55-56 (1997)

栃木農試成果集 29 : 25-26 (2011)



写真 2-6-4 養液土耕法によるスプレーギク栽培

イ バラ

ホームユース規格のバラは、業務需要で求められるボリュームは必要なく、切り花長 50 から 70 cm で十分であることから、養液栽培において、この規格を目標とした場合の収量性および多収につながる大輪系・中輪系品種を検討した。

ホームユース規格の栽培には、ローテローゼ、コランドロ、シベリア、エスキモー、ジュピター、エスタ、アストラルなどが適していると考えられた。また、冬季栽培において燃料費の削減が求められる中、ホームユース規格を効率的かつ安定的に生産するための夜温および培地加温の影響を検討した。

加温温度を慣行より低い 16 °C 設定とした場合、20°C の培地加温を行うことで慣行と同等の出荷可能本数および品質が得られることを明らかにした。

栃木農試成果集 29 : 27-28 (2011)

栃木農試成果集 30 : 43-44 (2012)

(3) カーネーションの安定生産技術の確立

ア 短期一斉切り栽培

カーネーションの短期一斉切り栽培は、目的とする時期に出荷を集中でき、株元から採花できることから上位規格を狙うことができる。そこで、定植時期別に短期一斉切り栽培に適した品種の早晩性を検討した。

到花日数は、6 から 7 月定植では早生品種が中・晩生品種より短くなるが、9 から 12 月定植では差は見られなかった。6 から 7 月定植では施設の利用率の向上を考え早生品種の使用が有効であり、9 から 12 月定植では品種の早晩性による到花日数に大きな差が見られないことから、ボリュームのとりやすい中・晩生品種の導入が有効であると考えられた。

栃木農試成果集 17 : 57-58 (1998)

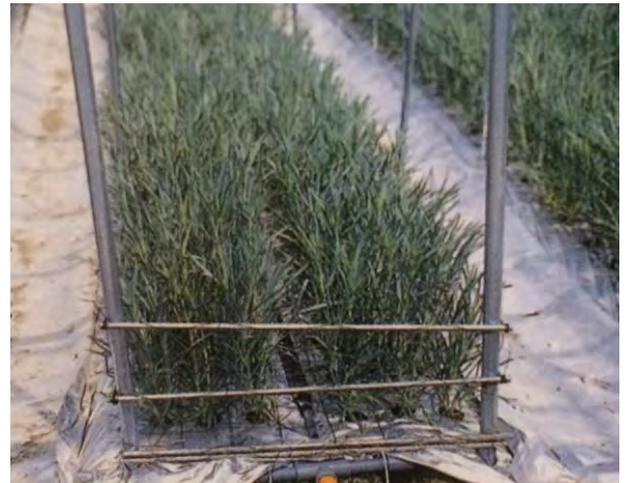


写真 2-6-5 養液土耕法によるカーネーション栽培

イ 多年切り栽培

カーネーションは、種苗コストが高いことから 2 年間同一株を利用する 2 年切り栽培が各地で試みられている。切り戻しによる株枯れや芽の整理に労力がかかるなど問題もあり、現場からは安定した技術の確立が望まれている。そこで、多年切り栽培における切り戻し法、水分管理、栽植密度および適性のある品種を検討した。

カーネーションの 2 年切り栽培では、切戻し高さを 10 cm とし、土壤水分を切戻し前 pF2.2 程度、切戻し後 pF2.2 から 2.5 とすることで生存率を下げることなく余剰な芽の発生を減らすことができることを明らかにした。また、栽植密度は 36 株/m<sup>2</sup>とし、株仕立ては 6 本 2 ハーフ仕立てが好ましいと考えられた。品種は、スタンダードタイプではエクセリア、スプレータイプではインテルメツオ、デリカード、ガンジーイエローが適すると考えられた。3 年以降栽培を継続する多年栽培では、スタンダードタイプではエクセリア、スプレータイプではインテルメツオ、デリカードが適し、4 年次では栽培 1 年次よりも所得が低下するため行わない方が良いと考えられた。

栃木農試成果集 27 : 26-27 (2009)

栃木農試成果集 28 : 7-8 (2010)

#### (4) 輪ギクの冬季安定生産技術の確立

輪ぎく栽培では、冬季の夜間の管理温度を高めに確保することで適正な花芽分化、発達を促すことで品質の向上につながってきた。しかし、暖房費の高騰に対応した変温管理等の省エネ効果が期待できる栽培技術の確立が求められていた。そこで、暖房費削減効果が高く、安定生産につながる夜間の変温管理法を検討した。

変温管理は、栄養成長期、花芽分化期、花芽発達期の夜間の温度管理を前夜半(18:00-24:00)/後夜半(0:00-6:00)でそれぞれ 16°C/10°C、20°C/14°C、16°C/10°Cとするもので、慣行よりも開花が 5 から 8 日程度遅れるものの、品質低下を招くことなく燃料消費量を 20 % 程度削減でき、また挿し穂を 20 cm と長くすることで、消灯日、収穫日を早めて栽培期間を短縮でき暖房費削減につながることを明らかにした。

栃木農試成果集 29 : 21-24 (2011)

#### (5) 早出しりんどうの安定生産技術の確立

本県のりんどう栽培は、パイプハウスを利用した極早生系統の半促成および雨除け栽培が主力作型である。本来りんどうは連作を好まないが、本作型では、改植時の設備移動が大きな労働負担となることから、同一ほ場に作付を行う事例が増加し、これが生育不良や欠株発生の要因となっていた。そこで、連作障害を回避しながらハウス施設を継続利用する方策を検討した。

連作障害回避には、コンテナ利用による隔離栽培が効果的であり、使用する用土は黒ボク土 100 % および赤玉土(小粒) : 赤玉土(細粒) : 腐葉土 : ピートモス : 籾殻堆肥を各 20 % で配合した用土が適すると考えられた。



写真 2-6-6 りんどうコンテナ隔離栽培

また、早出し作型に利用する極早生系統は樹勢が弱いことで茎立ち数が少なく、株の生産寿命も短い傾向があり、これらが生産性の低さの原因となっていたことから、生産性向上につながる栽培方法を検討した。

セル成型苗を 1 セル当たり 2 株仕立てとすることで慣行の 1 株仕立てに比べ、採花 1 年次の収穫本数を増加させる効果があることを明らかにした。

栃木農試成果集 32 : 13-14 (2014)

栃木農試成果集 33 : 23-24 (2015)

#### (6) きく類の省エネ光源 LED を利用した栽培技術の確立

きくの周年栽培では、花芽分化抑制のための暗期中断の光源として白熱電球が利用されてきたが、国内生産が中止となることに伴って、代替光源利用技術の確立が求められていた。そこで、消費電力が少なく高い省エネ効果が期待でき、長寿命である LED の利用技術を明らかにし、きく花芽分化用電照装置の開発に取り組んだ。

きく類の花芽分化抑制には、赤色 (ピーク波長 633 nm) が最も高い効果を示し、 $0.2 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  以上の光量子束密度を確保すれば、白熱電球と同等の花芽分化抑制効果、品質が得られることを明らかとした。また、生産現場の電照用配線を利用し、高さ 1.8 から 2.8 m の範囲での設置において、装置間の間隔が最大 2.0 m の範囲で花芽分化抑制に必要とされる光量子束密度  $0.2 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  以上を確保でき、十分な花芽分化抑制効果があるライン型の花芽分化抑制用赤色 LED 電照装置 (ピーク波長 633 nm、長さ 1.0 m) を開発した。

この電照装置が、スプレーギクおよび輪ぎくの県内作付主要品種の花芽分化抑制に十分な効果があることを確認した。

栃木農試成果集 30 : 71-72 (2012)

栃木農試成果集 31 : 25-26 (2013)

栃木農試成果集 32 : 11-12 (2014)

栃木農試研報 73 : 45-57 (2015)

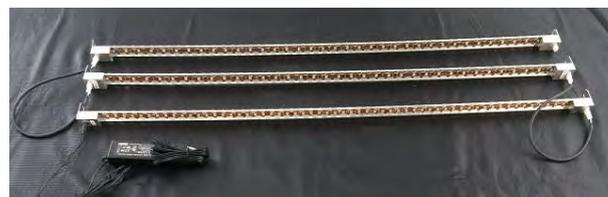


写真 2-6-7 きく花芽分化抑制用赤色 LED 電照装置



写真 2-6-8LED電照装置の設置状況

#### 4 鉢物花きの栽培法に関する試験

##### (1) 洋ラン類の底面給水栽培と適正な施肥管理技術の確立

###### ア バンダ

着生植物のバンダは、株を吊り下げて根を露出させた状態で栽培を行うが、根群が過度に発達することから鉢植えとして出荷するには多くの困難が伴う。そこで、開花株における底面給水栽培での適正な養液管理を検討した。

クリプトモスを培地として鉢上げし、マット底面給水栽培で栽培する場合、養液濃度が窒素 50 ppm、リン酸 25 ppm、カリ 50 ppm の液肥を施用することで、大衆性のあるコンパクトな鉢物として生産できた。

栃木農試成果集 13 : 107-108 (1994)

###### イ パフィオ・ペディルム

パフィオ・ペディルムは地生ランであるため、根は常時適度の水分を必要とすることから、底面給水方式による栽培が適する。そこで、底面マット給水栽培での養水分管理を検討した。

マット底面給水では、クリプトモスL など含空気孔隙率が 40 % 程度の高い培地材料を用い、リアルタイム栄養診断により栄養成長期前期は窒素 50 から 75 ppm、リン酸 25 から 50 ppm、カリ 50 から 150 ppm、栄養成長期後期は窒素 50 から 75 ppm、リン酸 25 から 100 ppm、カリ 50 から 100 ppm、生殖成長期は窒素 50 から 100 ppm、リン酸 25 から 50 ppm、カリ 50 から 100 ppm を目安に養分管理を行うことで、生理障害や病害のない口

スのない高品質・省力安定生産が可能であった。

栃木農試成果集 14 : 93-94 (1995)

##### (2) ファレノプシスの肥効調節型肥料を利用した施肥管理技術の確立

ファレノプシス栽培における培地は、近年になってミズゴケからバーク(ラジアータパイン等の樹皮のチップ)に急速に転換が図られたことで、生育遅延や開花輪数減少等の品質の低下が問題となっている。また、これまでの液肥管理では排液として流亡する量が多く、施肥の無駄が多い。そこで、バーク培地で栽培を行う場合の効率的な肥管理技術を検討した。

バーク培地で栽培を行う場合、肥効調節型肥料を利用することで効率かつ省力的な施肥が可能となり、2.5 号鉢育苗では鉢上げ 1 か月後に、鉢当たりロング 424 (N 14 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12 % K<sub>2</sub>O 14 %) 270 日タイプ、または 360 日タイプを 1.6 g、被覆加里エコカリコート 180 日タイプを 0.4 g、6 か月後に 180 日タイプを 0.4 g 追肥すると良いことを明らかとした。また、4 号鉢定植株は定植 1 か月後にロング 424, 270 日タイプまたは 360 日タイプを 4.0 g、被覆加里エコカリコート 180 日タイプを 0.8 g、6 か月後に 0.8 g 追肥すると商品性の高い鉢物を得られることを明らかにした。

栃木農試成果集 31 : 23-24 (2013)

栃木農試研報 73 : 59-66 (2015)

##### (3) 一般鉢物類の底面給水での肥効調節型肥料を利用した肥管理技術の確立

鉢物栽培では、かん水および液肥を主体とした施肥管理などに多大な労力を要することから、省力かつ効率的な施肥につながる肥効調節型肥料を利用した施肥管理技術の確立が求められていた。

###### ア シクラメン

シクラメン栽培では、液肥の施用ミスによる生育不良の発生や、施肥労力が大きいことが問題となっていた。そこで、マット底面給水栽培における施肥管理法を明らかにし、養分吸収特性に基づいた効率的な養水分管理による規格品大量生産技術を検討した。

シクラメンのパステル系品種では、葉数 100 枚以上、開花数 20 輪程度の 5 号鉢の規格品を生産するため、12 月下旬には種し、4 月中旬にシグモイド 70 日タイプ 1 g/株および被覆加里 140 日タイプ 0.5 g/株、9 月中旬にリニア 70 日タイプ 4g/株および被覆加里 100 日タイプ 2g/株程度を施用することが適当



写真 2-6-9 シクラメンの底面給水栽培

であることを明らかとした。しかし、8 から 9 月中旬および 11 月以降には窒素欠乏が懸念されるため、栄養診断に基づいて液肥による追肥が必要であると考えられた。また、かん水管理は 1 時間間隔で 1 日当たり 10 回の間断給水が株元手かん水と同等の生育、品質および日持ち性が得られ、労働時間の短縮につながることを明らかにした。

栃木農試成果集 24 : 29-30 (2006)

栃木農試成果集 28 : 9-10 (2010)

#### イ ポインセチア

年末の鉢花を代表するポインセチア栽培では、かん水と施肥管理に労力を要し、省力化が課題となっていた。そこで、5 号鉢の規格品生産における養分吸収量を解明し、養分吸収特性に基づき肥効調節型肥料を用いたトイ(C鋼)ひも底面給水栽培の施肥管理技術を検討した。

ポインセチア 5 号鉢生産での株当たりの養分吸収量は、窒素 1,320 mg、リン酸 410 mg、加里 1,570 mg 程度で、8 月上旬発根苗の 5 号鉢上げ、12 月出荷作型において、鉢上げ時に基肥として鉢当たりシグモイド型 100 日タイプを 10 g 施肥する



写真 2-6-10 パーク培地での肥効調節型肥料の利用

ことで、規格品としての生育が得られることを明らかとした。

栃木農試成果集 26 : 22-23 (2008)

#### ウ ゼラニウム

県内の主要鉢花のゼラニウム栽培では、かん水と施肥管理に労力を要することから省力化が課題となっている。そこで、4 号鉢の規格品生産における養分吸収量を解明し、養分吸収特性に基づき肥効調節型肥料を用いたトイ(C鋼)ひも底面給水栽培における施肥管理法を検討した。

ゼラニウム 4 号鉢生産の株当たりの養分吸収量は、窒素 350 から 580 mg、リン酸 85 から 130 mg、加里 390 から 750 mg で、10 月中旬は種の 2 月出荷作型において、11 月中旬の 2.5 号鉢上時に基肥として鉢当たりシグモイド型 70 日タイプを 3.5g 施肥することで、規格品としての生育が得られることを明らかにした。

栃木農試成果集 26 : 24-25 (2008)

#### エ ハイドランジア

ハイドランジア栽培では、かん水、肥培管理にの労力負担が大きく、その省力化が課題となっている。そこで、6 号鉢規格品の省力安定生産のため、マット底面給水による栽培技術を検討した。

ハイドランジアの 6 号鉢生産では、用土によりん、重焼りん、過りん酸石灰を各 4 g/L、グアノ 6 g/L を加え、基肥としてロング 70 日タイプ 30 g/鉢を施用し、マット底面給水の間断給水で栽培することで、かん水および施肥管理の省力化につながることを明らかにした。

栃木農試成果集 28 : 11-12 (2010)

#### (4) 観賞性の持続を重視した鉢物の肥培管理

消費者がより長く鑑賞できる鉢花を生産することは、商品の有意性が増すばかりでなく、再度の購入意欲を喚起させることになり、消費拡大につながる。そこで、鉢物で普及している底面給水栽培での養分管理について検討した。

##### ア ベコニア・エラチオール

ベコニア・エラチオールでは、培養液中の窒素の供給形態が生育・品質に大きく影響する。そこで、液肥の硝酸態窒素とアンモニア態窒素の割合が生育と観賞性に及ぼす影響および最適な施肥窒素形態を検討した。

ベコニア・エラチオールの底面給水栽培では、アンモニア態窒素の割合が多いと生育が劣り、硝酸態窒素の割合が多いと出荷時の品質が優れるが、全量硝酸態窒素では観賞時に黄化

葉が多く発生するため、生育および観賞性の面から、液肥の窒素成分は硝酸態窒素 7：アンモニア態窒素 3 の割合が望ましいと判断した。

栃木農試成果集 20：41-42 (2001)

#### イ シクラメン

シクラメンの品質および観賞性の向上を図るため、シクラメンにおける花蕾発達期以降の養水分管理が出荷時の品質および観賞中の品質持続に与える影響を検討した。

花蕾発達期以降における養分条件の違いによって、出荷時の品質および観賞性の持続に与える影響が明らかになり、この時期の施肥管理は、窒素 50 ppm、リン酸 25 から 50 ppm、カリ 100 ppm の濃度が適当であり、商品性の向上および観賞性をより持続させることが可能である。

栃木農試成果集 20：43-43 (2001)

#### (5) あじさい新品種きらきら星の安定生産技術の確立

きらきら星は、赤系と青系の両方の花色を発色させることが可能な品種であるが、それぞれの花色を安定的に発色させるための用土条件の解明が求められていた。そこで、発色安定のための用土配合条件を検討した。また、節間が伸長しやすい特性をもつことから、鉢物用あじさい規格である株の高さを 40cm 程度にする育苗時の側枝伸長抑制技術および開花枝のわい化剤処理による節間伸長抑制技術を検討した。

赤系の発色は、パーライト 1 に対しピートモスおよびクリプトモスが各 1 から 2 の配合割合の用土で良好であり、青系の発色はアルミニウムの含量が高い赤玉土を基本に、赤玉土の割合がピートモスおよび腐葉土の各 1 に対して 4 の配合割合において良好であることを明らかとした。また、開花株の高さを 40cm 程度にする草姿管理は、育苗時の 8 月下旬に最終摘心を行うか、定植 15 日後と 30 日後にわい化剤としてダミノジッド剤 4,000 から 8,000 ppm 処理の効果が高いことを明らかにした。

栃木農試成果集 32：15-16 (2014)



写真 2-6-11 きらきら星 赤系および青系の発色



写真 2-6-12 あじさい試験準備

花き部長の思い出

4代目花き部長が組織改編により最後になるとは思いもしませんでした。

私は、丁度 100 周年記念の年に試験場に復帰しました。研究スタッフも大きく変わり切り花の国庫補助事業の主査県としてのとりまとめに苦労したことを思い出します。

前任者から引き継いだ養液土耕法の成果が全圖的に認められるとともに多くの研修生が集まり研究機関、専門技術員、普及員、農家の師弟などの長期研修を受け入れました。

当時、養液土耕法の概念が定かでなかったため方針を出してほしいとの要望を受けて那須温泉のホテルを会場に全国大会を開催したところ、九州から北海道の関係者 100 数十名が集いました。

参加者は夜 10 時まで宴会のない勉強漬けの大会に驚きと満足感に浸っていた様です。

開催に当たって研究に注目していただいたJA那須野から人的支援を頂き事なきを得ました。

養液土耕法の研究が認められ、成果を発展させるため最新装置を装備した養液土耕温室と植物分析室が完成しました。新技術PRのため研究員は園芸学会やシンポジウム、講演会講師等に幅広い活動を行っていました。

組織改編により県北の園芸振興の拠点となれ、との場長命令により黒磯分場に赴任しました。

水稲から野菜・花きへの研究の転換は圃場の整備が重要課題でした。ウド栽培では那須水害の影響を受けた苗を増殖するため那須拓楊高校のバイテク技術と試験場の馴化技術、普及所の栽培技術を連携させて地域貢献の研究をさせていただいた。りんどうの新品種育成にも取組み本場に受け継がれ現在に至っていると思っています。当時普及所の付属施設として温室が試験場に建設されたのも初めてのことでした。

軟白ネギの抽だい研究にも取組み食味改善のため口の中がアリシンで一杯になりました。

中山カボチャも若果節位が高く山上げ祭りに販売できないとの要望を受けて収穫時期の前進させるための系統選抜により新中山カボチャを育成し那須烏山市、JA那須烏山から場長と一緒に感謝状を頂いたこともありました。

いずれにせよ研究員に恵まれた9年間でした。

古口光夫

## 第7節 農業経営に関する試験研究

平成に入ってからの農業経営は、国際化、農畜産物の輸入自由化、農業の担い手の他産業への流出に伴う兼業農家の増加、高齢化・女性の参画化、新規就農者の減少、中山間地域の活性化、消費者の高品質な農産物志向、環境への関心の高まりなど、様々な課題に直面していた。

平成7年からの20年間、農業経営研究は、担い手確保や経営の組織化、技術の経営的評価などに取組んだ。

特に、土地利用型農業においては、担い手不足が顕著となり、家族労働以外の雇用の活用や組織化した経営が求められた。このため、労務管理技術を確立し、法人化を見据えたマニュアル策定と、担い手不足下における個別・組織経営体育成のための作業・労務管理技術の確立(平 6-8)に取組んだ。また、施設園芸においても家族経営で経営を維持することは困難となり、規模の拡大や直接販売などの取組みにより経営改善を図るには、これまで明確にしてこなかった雇用導入時の作業分担や労務管理が必要となったため、雇用型家族農業経営の課題と展開方向(平 12-14)の研究について取組み、雇用管理マニュアルを策定した。さらに、人手不足を経営の効率化で解消する手法として、作業の分業化について研究、苗生産の分業化に伴う野菜生産の対応と広域育苗施設の役割解明(平 6-8)や共同乾燥施設を軸とした土地利用型農業の再編(平 8-10)の研究などに取組み、広域共同施設活用が地域農業を活性化させ生産性を向上させることを明かにした。しかし、担い手不足は深刻化し、営農集団や集落営農といった共同・協業経営等に取り組む土地利用型経営も出てきたことから、集落営農の組織化と運営方式の策定(平 10-12)に取組み、集落営農推進マニュアルを策定した。地域水田農業担い手確保手法の解明(平 18-19)では、'00 センサスデータを利用した栃木県内の農業構造を分析し、地域にあった担い手のあり方を検討する手助けとなるシステムを開発した。また、経営の法人化に関する研究要望が高まったことから、農業経営法人化基準の解明(平 18-20)に取組み、経営者が経営組織を法人化するにあたっての基準を指標化し、法人化の目安を作成した。

新たに開発された技術や機械装備などの経営的評価については、経営への導入時における条件や労働性、収益性の問題点を明かにするなど、技術普及の視点に立った研究が求められるようになり、いちご高能率生産システムの経営的評価(平 9-11)、直播技術を中心とした稲・麦・大豆による低コスト水田輪作体系の確立(平 8-10)、やまのいもを基幹とする新畑作技術

の確立(平 8-11)、環境保全型農業の経営的評価(化学肥料・農薬低減)(平 11-13)、不耕起・無中耕・無培土栽培を基幹とした高生産性大豆生産の超省力栽培技術の確立(平 11-15)、いちご収穫・選果・調整システムの実用化(平 15-16)、多様な需要に対応できる露地野菜の高品質安定生産技術の確立(平 20-22)の研究に取組み、開発技術の優位性や課題などを明かにした。また、減農薬、有機農業について、県内の生産者の状況を調査し、消費者と生産者との信頼関係を築く地産地消の需要と供給の分析(平 21-23)、バイオマス資源作物の導入条件の解明(平 21)の研究に取組み、新たに取組む栽培者の定着条件や経営指標を示した。

農家の経営も多角化、組織化するも、経営改善を図る上で、経営者に計数把握が求められるようになってきた。しかし、これまで経理の計数的把握は、どんぶり勘定的に行われていた。税理士などをお願いするなど記帳はしているが、自らの経営把握は行われていないことが多かった。普及指導において、簿記記帳を推進するには、農家でも分かる簡易な経営分析・診断が望まれたことから、簿記記帳を利用した農業経営の簡易な診断指標の策定(平成 8-11 年)に取組み、簡易診断システムを開発し、普及指導員へ配布した。また、これまでであった、簡易な農業計画のシステムを Windows でも利用できるようなソフトを組み直し、さらに、経営技術課で進める新たな経営診断指標データを組み入れるための経営設計ソフトを開発した(平 21-24)。

農産物輸入自由化などによる農産物価格の低迷や流通経費の増大に伴い、その対応策として高付加価値生産による消費者への直接販売を行う農家が多くなった。そこで、販路の確保や消費者ニーズに即した生産、販売管理方法を明かにするため、直販によるマーケティング戦略の確立(平成 12-14)に取組んだ。一方で、販売方法の改善だけでなく、経営の方向性を示唆するために、価格低迷下におけるトマトや主穀作経営モデルの策定(平 13-15)について研究を行い、価格低迷が続く中での適性規模についての提言を示した。また、野菜の重点5品目について、主要野菜価格動向の要因解明(平 14)に取組むとともに、いちご、にらの戦略的経営モデルの策定による経営成立条件の解明(平 15-17)に取組み、今後の経営の課題、規模拡大についての提言を示した。

農業経営研究は、平成 24 年度から、各作目の研究室に引き継がれ、開発技術の経営的評価などを実施している。また、

いちご研究所では、平成21年度から企画調査担当を設置していちごに限定した経営調査研究を行っている。

1 経営方式の改善に関する調査

(1) 苗生産の分業化に伴う野菜生産の対応と広域育苗施設の役割(平6-8)

苗生産の分業化に伴う野菜生産の体系・経済性を明らかにし、今後の野菜の産地維持・発展の資料を得るため、南河内町及び上三川町の育苗施設の事業開始の理由と移設の概要、運営の状況を調査・分析した。

苗生産の分業により農家は、育苗作業が省略、または、労働が短縮化された。そのため、作業競合の軽減、野菜生産労働の省力化・軽労働化を図ることができ、規模拡大や新規作付けが容易となることを明らかにした。

栃木農試成果集 16 : 77-78 (1997)

(2) 共同乾燥施設を軸とした土地利用型農業の再編(平8-10)

上三川町、宇都宮市及び矢板市農業協同組合のカントリーエレベーターないしライスセンターの日別の荷受量及び稼働率等の利用実態と、その利用農家の経営条件や利用動機についてアンケート調査を行い、共同乾燥調整施設(以下共乾施設)を軸とした稲作経営を確立するための方策を検討した。

共乾施設の利用によって過剰投資の抑制、複合経営への専念、労働時間短縮など部分的に経営改善にはつながっているが、経営全体でみると機械への過剰投資やほ場の分散、転作作物の選択等の問題点があげられた。今後の方向として、農家全戸が生産計画や土地利用計画に参画する集落営農が望ましく、一層の経営改善を図るには共乾施設を核とし、効率的利用や稼働率向上のため搬入方法や運営方法に集落の役割を位置づけ明確にすることが重要であることを示した。

栃木農試成果集 17 : 83-84 (1998)

(3) やまのいもを基幹とする新畑作技術の確立

ア 平坦畑作地帯の経営構造の解明と展開方向の検討(平7-9)

本研究は、地域基幹農業技術体系実用化研究として取組んだ。新畑作技術の導入対象地域である真岡市大内・中村地区及び地区内の畑作経営農家を対象にセンサス等の資料の解析及びアンケート調査等を実施し、今後の畑作経営の展開方向について検討した。

畑作経営の振興方で最も重要なものは、高齢者や女性なども視野に入れた多様な担い手の確保であり、販売チャンネル

の拡大が必要と考えられた。また、大型機械の導入可能な営農基盤の整備とともに、農地の流動化及び地域農業の組織化を支援する関係機関の一層の機能充実が不可欠であることが明らかとなった。

栃木農試成果集 17 : 85-86 (1998)

イ 基幹輪作技術の実証と経営的評価(平8-11)

畑作経営の振興作物として期待される、やまのいも・ねぎなどの新作物を基幹とした新畑作技術体系の経営的評価を行った。

新技術であるやまのいもの植付機、夏・秋ねぎの播種機及び全自動定植機、大豆・小麦・そばの不耕起施肥播種機を対象に、やまのいも→やまのいも→夏ねぎ+秋ねぎ+飼料作物の輪作に大豆(前作に小麦)、そばを組み合わせた作付体系を設定し、水稻3haを加えたモデル経営とした。線型計画法で試算すると、畑面積2.7ha以下では基幹作物による輪作、畑面積2.7ha以上では大豆(小麦)、2.9ha以上では、より省力的なそばが選択され、最大6.1haまで作付が可能であった。

(4) 雇用型家族農業経営の課題と展開方向(平12-14年)

農業経営が効率的かつ安定的な経営体として発展するためには、経営規模の拡大と併せて雇用労働力の導入が必要となる。そこで、雇用型家族農業経営の展開方向を模索するため、県内における雇用農業労働の動向及び、雇用を導入して規模拡大を図っている施設野菜経営2戸と施設花き経営1戸を調査し、経営展開と経営管理の実態を明らかにした。

本調査をもとに雇用型家族農業経営の課題を整理、支援方策の「雇用導入管理マニュアル」を作成した。

栃木農試成果集 22 : 71-72 (2003)

「雇用導入管理マニュアル」抜粋

- ①雇用型家族農業経営とは
- 【雇用】
- ②雇用導入の動向
- ③雇用の雇い方
- ④雇用労働力の年齢及び就業年数
- ⑤就業時間、休憩及び休日の設定
- ⑥労働基準法の適用除外
- ⑦休暇の取り方
- ⑧給与の決め方・諸手当
- ⑨賞与
- ⑩雇用保険・労災保険
- ⑪雇用の教育
- ⑫作業の指示・注意
- ⑬人間関係・福利厚生
- ⑭栽培技術
- ⑮作業の効率化
- ⑯作業の分担
- ⑰作業の軽労化
- 【募集】
- ⑱役割分担
- ⑲作業の効率化・軽労化
- ⑳後継者の確保
- ㉑就業条件
- ㉒教育

図2-7-1「雇用導入管理マニュアル」抜粋

2 土地利用・組織化に関する調査

(1) 担い手不足下における個別・組織経営体育成のための作業・労務管理技術の確立(平 6-8)

土地利用型農業の推進にあたり、成熟した活動を行っている任意の営農集団を漸次法人化し、経営感覚に優れた人材とその確保が可能な経営体に育成する事が求められている。そこで、主穀作の法人組織及び営農集団について調査・分析し、雇用確保のためのマニュアルの検討を行った。

本研究は、千葉県、埼玉県、愛知県との共同研究により各県の特徴を生かし、栃木県は主穀作を分担しており、「雇用型経営体のための作業管理・労務管理マニュアル」を作成した。

栃木農試成果集 16 : 71-72 (1997)

(2) 集落営農の組織化と運営方式の策定(平 10-12)

集落を基盤とした生産性の高い土地利用型農業と豊かな農村生活環境の実現を目指した営農システムを解明するため、県内集落の農業構造を分析に基づき類型化を行うとともに、世帯員別に農業に対する意識調査を行った。

対象集落については、集落営農について水田の合理化によるコスト低減の視点から比較的肯定的な見方が多かった。しかし、利益より自由、共同より私的を重視する意識が強く、個々の農家にとって共同のメリットを増幅させるような営農システムの構築が必要と考えられた。実際の集落営農の推進にあたっては、世帯ごとの期待が加工、直売、生きがい農業など異なることから、水田の合理化だけでなく地域の活性化を図る総合的な取組が必要と考えられた。調査結果をまとめ、集落営農推進のためのマニュアルを策定し、指導機関への配布を行った。

栃木農試成果集 18 : 87-88 (1999)

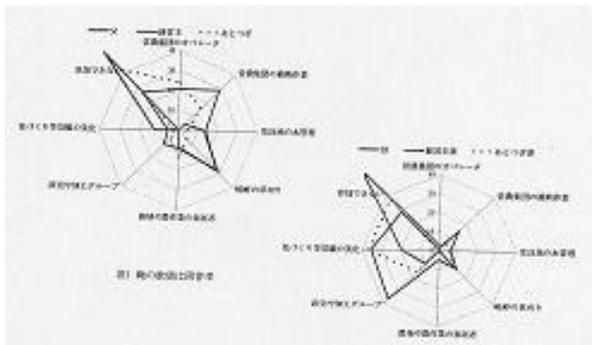


図 2-7-2 集落営農にどのように関わるかの意向調査結果

(3) 地域水田農業担い手確保手法の解明(平成 18-20 年)

水田農業の再編が農政施策の重要課題となり、集落を単位とした担い手の確保について推進を図っており、地域にあった担い手のあり方を検討支援するシステムに対する要望が高まっていた。そこで、センサス分析により、県内の集落毎の担い手や農地等の実態を捉え、集落の分類方法について検討した。

その結果、担い手の経営類型を基準にした分類では、県内 3,223 集落のうち主穀作経営が存在する集落が 1,397 集落 (43.3 %)であるのに対して、園芸や畜産が主作目で主穀作との複合経営が存在する集落は 1,992 集落 (61.8 %)であった。このことから、園芸や畜産経営が水田の貴重な担い手として位置づけられる集落が多いことが明らかとなった。

また、集落の分類方法に基づき、センサス農家調査一覧データベースを整理分析するためのシステムを開発した。

栃木農試成果集 26 : 34-35 (2008)

栃木農試成果集 28 : 49-50 (2010)

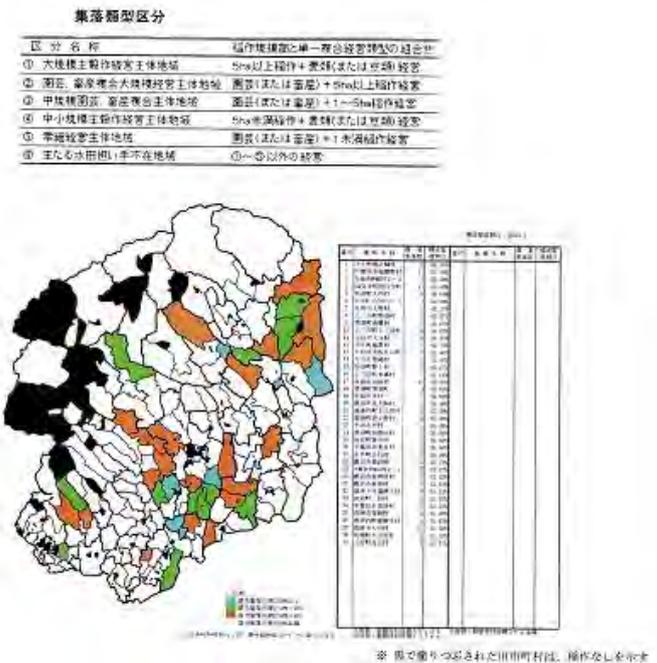


図 2-7-3「農業集落マッピングシステム」の表示

(4) 農業経営法人化基準の解明(平 18-20)

経営の多角化や雇用労働の活用による労務管理の必要性もあり、組織的な運営が求められてきた。また、農業の担い手も少なく、組織経営による経営の大規模化を図り、農業の中核的な担い手を確保するため、農業経営の法人化を推進するようになってきた。そこで、経営主が法人化を図る上で強く求められる判断基準について、盛り込むべき指標の項目を明らかにするため、県内法人経営者に対して法人化に関する意向調査を実

施した。

その結果、法人化の動機は「家計と経営の分離」及び「節税」が高い割合を占めた。また、法人化後のメリットは「経営の明確化による経営改善」で、次いで「経営意欲の向上」があげられた。

また、鉢花、いちご、露地野菜経営の法人化基準を検討し、経営管理の発展段階を整理、経営管理チェックシートを作成した。

栃木農試成果集 26 : 36-39 (2008)

栃木農試成果集 28 : 17-20 (2010)

### 3 経営・経済的評価に関する調査

#### (1) 直播技術を中心とした稲・麦・大豆による低コスト水田輪作体系の確立(平 8-10)

汎用管理機を利用した湛水直播及び不耕起麦・大豆の栽培体系を分析し、主穀作経営並びに水稻複合経営の慣行作業体系と比較し、規模拡大、所得の増大とコストの低減効果を線型計画法により試算した。

その結果、10 a 当たりの労働時間は慣行と比べて約 40% 省力化され、また、生産費は約 10% のコスト削減が図れた。農繁期に休日を取り入れることを考慮すると、最大作付面積は主穀作経営で 24.8 ha、複合経営(いちご)で 9.3 ha まで規模拡大することが可能であった。経営改善効果は水稻複合経営のほうが大きいことが明らかとなった。

栃木農試成果集 18 : 85-86 (1999)

#### (2) 簿記記帳を利用した農業経営の簡易な診断指標の策定(平 8-11)

企業的農業経営を目指す上で、経営内容を計数的に把握するため複式簿記の記帳が進められてきたが、税務申告が目的でせつかくの記帳結果が利用されていない経営体が多かった。そこで、稲作経営、トマト作経営、いちご作経営、なし作経営を対象として、経営の基幹部門の作付規模の拡大、売上げの増加、経費削減に伴う所得及び利潤の変化をシミュレーションできるプログラムを開発した。

栃木農試成果集 19 : 73-74 (2000)

#### (3) いちご高生産システムの経営的評価(平 9-11)

いちご生産は、生産量については年々増加しているが、生産農家数は減少をしている。いちごの単価は高まる傾向にあることから、生産者数の減少は経済性が原因ではなく、栽培の作業強度にあるものと推察された。この作業負担の強さは、若

者が職業選択の条件で敬遠する「きつい」作業であるため、新規就農者が意欲をもって経営に取組める環境を整備する必要があり、栃木農試で開発されたいちご高生産システム(高設ベンチ栽培)について、経済性ととも作業労働が作業者に及ぼす影響を含めた総合的な評価を行った。

高設ベンチでの作業は、土耕栽培の作業に比較し腰及び膝にかかる負担が軽く、作業能率も向上し、高設ベッドというイメージから「きつい」のみだけでなく「きたない」からも解放され女性のパートなどの雇用労働の導入も比較的容易になり、さらに環境汚染につながる廃液も出さないことから、規模拡大を試行する生産者に適した「人と環境にやさしい」システムであると評価できた。また、栽培面積 40a で収量水準 6.0t/10a を達成できれば、2 から 3 人を雇用することにより農業所得 1,000 万円が可能であると試算された。

栃木農試成果集 19 : 23-24 (2000)

#### (4) 環境保全型農業の経営的評価(平 11-13)

安全な農産物を求めて、消費者サイドから有機農産物を求める声が高まるとともに、農業生産における過度の化学肥料や農薬への依存が地力低下や環境負荷等に与える影響が懸念されるようになり、「環境保全型農業」の展開が強く求められるようになった。そこで、県内における実践事例から経営的特徴と波及効果及び普及推進のための課題を明らかにするため、有機農産物等生産者を対象にアンケート調査を行うとともに、低農薬・低化学肥料稲作技術の経営的評価を行った。

アンケートの結果、有機農産物等の生産者は、食の安全性、健康への配慮、農薬汚染など安全・安心へのこだわりが強いことが明らかになった。技術面では「土づくり」を重視し、課題として雑草対策などに起因する労働過重が認められた。販売面においては、持続的経営を実施するために、高価格で安定した販路の確保が必要で、規模拡大により生産量が増加した場合は、新たな販路開拓が不可欠となることを明かにした。

低農薬・低化学肥料稲作技術の経営評価では、栽培条件を整備すれば 10 a 当たりの労働時間は慣行栽培以下となり、販売条件を整えることで慣行よりも粗収入を確保することも可能であることが明らかとなった。

栃木農試成果集 19 : 55-56 (2000)

栃木農試成果集 20 : 61-62 (2001)

#### (5) 不耕起・無中耕・無培土栽培を基幹とした高生産性大豆生産の超省力栽培技術の確立(平 11-15)

大豆生産は、転作助成措置の大きさに高い相関関係があり、

本作として経営の柱には定着が難しい作物で、生産性の拡大と省力・低コスト化を図らなければ資産量増加もありえない。

そこで、地域基幹農業技術体系化促進研究に栃木県、愛知県、岩手県が協力して取組み、土地利用型農業の一層の発展のため水稲—麦—大豆の合理的・省力的な輪作体系の技術確立を図った。本研究は、技術体系の経営的評価を行い、技術の導入条件を解明するとともに指針となるモデルを策定した。

大豆生産は、6月中旬から7月上旬の播種作業が栽培面積拡大の制限要因であり、作業の効率化・省力化と降雨の影響を受けにくい不耕起播種等の技術は主穀作経営の大規模化に不可欠な技術であることが明かとなった。しかし、専用播種機のイニシャルコストが高く所得は低下することも明らかとなり、安定収量が見込めるようになれば普及性は高まると推察された。

栃木農試成果集 21 : 51-52 (2003)

栃木農試成果集 23 : 79-80 (2005)

(6) いちご収穫・選果・調製システムの実用化(平 14-16)

いちごでは、収穫・選果・調整が労働時間の約6割を占め、これら作業の短縮化が求められているため、新たな収穫・選果・調製システムの導入について、労働時間及び機械選果による品質評価、販売単価に対する消費者ニーズについて明かにし、経営モデルの策定を行った。なお、新たなシステムの収穫はつる付きで行い、それに対応した機械選果・調整である。

個別手選果モデルを基準に比較すると、システムを2割利用する場合は現有労働力(家族4人、雇用5人)で110%の規模拡大が可能であり、5割利用では113%まで拡大可能であることが明らかになった。しかし、完全移行した場合は、5割利用と同程度の規模拡大にとどまった。

生産者の意向としては、半数の生産者が選果パック詰めを大変な作業の筆頭にあげ、作付面積40a以上の層では9割以上が委託もしくは委託を検討すると答えており、選果料の設定が利用推進を決めることが明らかとなった。

消費者の意向は、本システムの利用にメリットを感じ、本システムに付加した品質評価選別機能についても購買の決め手と評価することが明らかになった。

栃木農試成果集 24 : 25-26 (2006)

(7) 経営体育成支援に向けての施設野菜経営実態調査(平 15-17)

県産いちご栽培技術の実態把握をもとに5戸の調査対象を選定し、労働時間と経済性について調査した。栽培管理時間で約700時間/10aを境にグループ分けでき、700時間以下の

経営では補完的労働力の合計が2名であるのに対して、700時間以上の経営では5名以上であった。このことから、補完、雇用労働力が多いと作業効率が悪く、労働力の効率的活用の程度が経営体によって違うことが判明した。

栃木農試成果集 24 : 35-36 (2006)

(8) 多様な需要に対応できる露地野菜の高品質安定生産技術の確立(平 20-22)

米価の下落により土地利用型農業の経営は苦しく、新たな取組みによる経営向上が求められている。国内の野菜生産も中国等からの輸入野菜によって野菜自給率が低下したが、中国冷凍食品を始め、輸入農産物に対する不信感が高まり、業務・加工需要であっても国産品を望む声が高まってきた。そこで、輸入が多い野菜で、土地利用型の省力的な生産が可能な品目を探索し、省力的な生産方式による導入が可能な新規露地野菜品目について経営的評価を行った。

新たな品目として、短葉ねぎ、短根ごぼう、にんじん、らっきょうについて単作及び水稲との組み合わせを検討した。

① 短葉ねぎの10aあたりの所得は、571,884円で収益率69%であり、労働時間は221時間であった。

② 短根ごぼう春まき(マルチなし)は、所得223,817円で収益率70%であり、労働時間は34時間であった。

③ 短根ごぼう夏まきは、所得192,927円で収益率66.5%であり、労働時間は35時間であった。

④ にんじんは所得120,813円で収益率23%であり、労働時間は78時間であった。

⑤ らっきょうは所得651,307円で収益率51%であり、労働時間は242.5時間であった。

⑥ 水稲(3ha)+短葉ネギ(2ha)体系は、水稲の収穫と短葉ねぎの収穫期間の9月下旬から10月下旬に、家族労働力2人で行える時間を大きく上回ることから、雇用労働力の導入が必要であることが判明した。収益は、合計で12,943,710円で、内訳は水稲が12%、短葉ねぎが88%であった。

⑦ 水稲(3ha)+短根ごぼう春まき(1ha)+短根ごぼう夏まき(1ha)体系は、7月下旬の労働ピークを労働時間でみると116時間となっており、家族労働力2人で行える作業体系であることが判明した。収益は、合計で5,278,060円であり、内訳は水稲が29%、短根ごぼう春まきが35%、短根ゴボウ夏まきが36%であった。

⑧ 水稲(2ha)+にんじん(2ha)体系は、にんじんの播種時期である3月上旬から中旬と水稲の育苗・田植とにんじん間

引き時期である4月中旬から5月上旬に家族労働力2人でできる時間を上回り、雇用労働力の導入が必要な作業体系と考えられた。収益は、合計で3,922,290円であり、内訳は水稲が1,506,030円(38%)、にんじんが2,416,260円(62%)あった。

- ⑨ 水稲(3ha)+らっきょう(2ha)体系は、らっきょうの定植時期である8月とらっきょうの収穫・調整・出荷時期である6月に、家族労働力2人でできる時間を上回り、雇用労働力の導入が必要な作業体系と考えられた。収益は、合計で14,532,170円であり、内訳は水稲が1,506,030円(10%)、らっきょうが13,026,140円(90%)であった。

(9) 原油価格高騰が農業生産に及ぼす影響とその対策等の分析(平 21-23)

原油価格高騰に伴う燃油価格や農業用資材価格の上昇による主要な作物の生産原価への影響を明らかにするために、費用変動、収益性のシミュレーションをおこなった。

ヒートポンプを導入すると、一般的には重油使用量が減少するが、電気使用量は増加するとされている。動力光熱費で見ると、ヒートポンプ導入による重油使用量が抑えられたため、費目のトータルコストは低い値となった。

収益性シミュレーションでは、A重油単価が100円/Lを超え

た条件でヒートポンプを導入した場合、イニシャルコストを考慮しても経費削減効果が認められた。また、ヒートポンプを導入することでイニシャルコストが発生するにもかかわらず、ランニングコストの削減と収量及び売上の増加により、所得の向上が図られた。

ただし、収量の向上を図るには導入したヒートポンプを適切に活用しハウス内環境の改善につなげる必要があるため、ヒートポンプ導入に際しては、「コスト削減」と「ハウス内環境改善」の視点で導入適正台数を検討、活用する必要があると考えられた。また、生産資材等の単価のデータを自由に修正し、収益性のシミュレーションが可能となるシステムを作成した。

栃木農試成果集 31 : 5-10、51-52 (2013)

(10) 消費者と生産者との信頼関係を築く地産地消の需要と供給の分析(平 21-23)

消費者の有機農産物を望む声が多くなり、県においても有機農業で生計を営む生産者が増加してきた。消費者と生産者との信頼関係を築き、魅力ある農業を作り上げていくため、県内の主要な減農薬栽培・有機農業等の実態を把握し、定着条件と課題解決方法を明らかにしようとした。

有機農業実践者の多くは水稲栽培に取組み、有機農業取組面積の約7割が水稲で、約2割が野菜であった。有機農業に取組むに当たって、病害虫や雑草防除などの課題があり、経営的には収入、販路、農地の確保が課題であった。水稲有機栽培のポイントは、成苗育苗による草に負けない苗作り、米ぬか又は米ぬか+オカラ+粃がら等を原料とした発酵肥料を利用する肥培管理、さらに、米ぬかや屑大豆の混合ペレットの利用や、水管理による抑草対策であることを明らかにし、経営的指標及び生産モデルの経営的評価を示した。

栃木農試成果集 31 : 1-4 (2013)

(11) バイオマス資源作物の導入条件の解明(平 21)

原油価格上昇が平成16年3月頃から始まり、農家経営に大きな影響を与えていた。そこで、平成17年に「とちぎ“バイオマスの環”推進プラン」が策定され、堆肥や家畜の飼料などの製品利用と電気・熱や燃料のエネルギー利用について、総合的かつ計画的な利用推進が示された。平成20年3月には「栃木県バイオ燃料実用化指針」が策定され、特に代替え燃料としてバイオマス資源作物の探索が求められ、その経営的評価を行い、経営内に導入するための課題について検討した。

資源作物としてはナタネに着目した。県内においては、宇都宮市、小山市、那須烏山市が「バイオマスタウン構想」を策



定し、栽培に取り組んでいた。

ナタネ栽培の生産費は、10 a 当たり 48,198 円で、食用ナタネ油販売価格の試算では、搾油率を約 30% とすると単収 280 kg の場合、84 kg のナタネ油が搾油される。生産費をまかなうための販売単価は約 574 円/kg と試算された。しかし、栽培事例から試算すると最低搾油量は 20 kg で、価格は約 2,410 円/kg となった。

したがって、ナタネ生産にあたっては、食用ナタネ油 1 kg 当たり 580 円から 2,400 円以上で時価販売の出来る販路と副産物であるナタネ油かすを有利販売できる体制を同時に整えることが必要であると考えられた。

#### 4 産地育成・市場対応に関する調査

##### (1) 直販によるマーケティング戦略の確立(平 12-14)

自らが販売を手がける、いわゆる直販を経営に取り入れる生産者が増加している。直販を導入すると、販路の開拓や価格設定、代金回収など新たな管理作業が発生する。そこで、直販に必要な経営管理のポイントやこれから直販を導入しようとする生産者にどのようなタイプの直販が好ましいか検討する際に活用できるマニュアルを検討した。

まず、県内における直販や契約生産導入の状況を整理した。次に、直売所、宅配、専門流通業者や百貨店・スーパー・食品業者取引等を実践している直販農家 4 経営体を対象に、経営展開と生産管理の特徴と課題を整理し、直販の類型化を試みた。

県内の直販を「直売所販売」と「業者取引」に類型化し、それぞれの直販を導入し定着させるポイントを整理した。「直売所販売」の特徴とポイントは、1)コンセプト、2)売場、3)販売員、4)品揃え、5)品質、6)価格、7)情報発信、8)雰囲気づくりで、「業者取引」のポイントは、1)セールスポイント、2)業者



写真 2-7-1 直販導入マニュアル

の選択、3)販路開拓、4)価格交渉、5)納期、6)品質管理、7)代金回収、8)信頼関係の構築であった。

栃木農試成果集 22 : 73-74 (2003)

##### (2) 産地の安定・拡大方策の確立(平 13-17)

###### ア 価格低迷に対応するトマトの戦略的経営モデルの策定(平 13-14)

トマトは、本県の園芸農業推進の中で戦略作目に位置づけられているが、市場価格の低迷が安定経営を困難にしている。戦略的な経営モデルを策定し、これに合わせた販売戦略と生産体制を明かにし、価格低迷に対応できる経営体の育成を目指して検討した。本県産トマトの価格低迷の要因は、①東京市場への入荷が量的、期間的に拡大している、②本県産の出荷時期が東京市場の入荷ピークと重なる、③量は多いが産地としての評価は低いと推測される、3 点があげられた。共同選果場を利用し、収穫期は 2 から 6 月の経営体を調査した結果、平均単価が 227 円/kg(平成 12 年)でも経営を維持するためには、単収 18.4kg/10a まで生産性を向上させるか、90.7a まで栽培面積を拡大する必要があると考えられた。

栃木農試成果集 21 : 73-76 (平 14)

###### イ 米価低迷に対応する主穀作経営の戦略的経営モデルの策定(平 14-15)

米消費量の減少や入札取引の実施等の影響で米価が年々低下しており、担い手の高齢化や減少が深刻さを深める一方で、田植えの 5 月連休への集中、コシヒカリへの作付偏重等が農業機械の高度利用を阻むなど、低コスト化を阻害する要因が増大している。そこで、主穀作経営の経営環境と課題を明らかにし、経営体が再生産可能な経営条件を示し、主穀作経営の米価低迷下における目標となる戦略的経営モデルを示すことを目的とした。

米価低迷は、消費の減退が大きく、生産コストの削減努力もほぼ限界に近い状況下にあることが推測された。水稲、麦、大豆の延べ面積が 17 から 20 ha 程度の中規模主穀作経営体では、純粋な農業所得だけで家計を支えることは困難であった。しかし、今後十数年間は、労働力増加が見込めない家族経営でも、大規模主穀作経営並みの省力化ができれば、現行の 2 倍程度の経営面積と所得が期待できるが、ワンオペレーションを前提とする作業技術の開発改良等が求められることを明らかにした。

栃木農試成果 23 : 97-98 (2005)

ウ 主要野菜価格動向の要因解析(平 14)

本県は、首都圏農業の確立を図るため、いちごと野菜重点5品目を戦略的作物として推進しているが、一部の農作物では価格が低迷し、再生産が困難となっている経営も見られる。そのため、いちご、にら、ねぎ、きゅうり、なすの価格動向の要因を解析し、園芸推進の方策検討資料としてまとめた。

エ 戦略的経営モデル策定によるいちご経営成立条件の解明(平 15-17)

本県のいちご生産は、系統出荷が中心の家族労働経営である。今後もいちご産地として維持発展していくためには、雇用を導入した戦略的な経営モデルを策定する必要があり、そのときの単収および単価、雇用労働導入等による経営成立条件について検討した。

その結果、作付面積と単収レベルからみた再生産可能な経営条件(必要家計費 551 万円)は、県平均面積の 25a では 5.5 t / 10 a が必要で、30 a では 5 t / 10 a、40 a では 4.2 t / 10 a、50 a 以上では 4 t / 10 a の確保が必要であることが明らかとなった。規模を拡大するためには、雇用労働力の導入は不可欠であり、いちご単一経営のモデルを線型計画法により検討したところ、家族労働 3 人による 40 a 経営では、夏期作業と収穫期の雇用 1 名と収穫後に継続的に利用できる雇用 2 名の確保が必要で 920 万円の所得が得られる。60 a 経営では夏期作業と収穫期の雇用が 4 名と収穫後に継続的に利用できる雇用 4 名の確保が必要で 1,200 万円の所得が得られることを明らかにした。

栃木農試成果 25 : 59-60 (2007)

オ 戦略的経営モデル策定によるにら経営成立条件の解明(平 17)

にら栽培の規模拡大を図るためには、調製・結束作業の省力化の検討が必要である。そこで、にらの結束機の導入による効率的な調製作業体系を明らかにし、営農モデルを提案した。

にら結束機を利用した効率的な調製作業体系は、袴とり工程に 1 から 2 人、計量・結束工程に 4 人、袋詰め工程に 1 人をそれぞれ配置し、これらを分業できる 6 -7 人体制が適することを明らかにした。この体系に適する経営規模は、栽培面積 174 a、年間出荷量は 17,000 箱程度であった。

栃木農試成果 25 : 61-62 (2007)

5 地域開発に関する調査

(1) 中山間地域の農業再編と地域活性化に関する調査(平 5-7)

条件不利地域にある中山間地域を活性化させる農業生産の仕組みと地域社会形成のあり方を明らかにするため、中山間地域に位置する黒羽町(現大田原市)・馬頭町(現那珂川町)・葛生町(現佐野市)において地域活性化を目的に活動する 3 組織を調査・分析した。

地域活性化活動には、5 つの活動過程があり、①動機づけ、②意識と問題の整理、③条件の整備、④諸行動の推進、⑤信頼関係の増進を順におこなうことで活性化できると考えられた。また、これらは連鎖した活動で、地域住民による地域資源の有効活用を持続的に行うことが地域活性化であり、活動は活動参加者自身も楽しみをもてるものであることが最も重要であった。関係機関の支援策としては、PR や情報提供が最も有効であることを明かした。

栃木農試成果集 15 : 89-90 (1996)

## 第8節 生物学に関する試験研究

平成6年の生物学に関する試験研究は、植物の組織培養や植物病害の生物防除に関する課題が中心であった。しかし、平成8年にいらで始まったDNAマーカーに関する試験研究は、その後いちごに重心を移して展開され、平成25年現在では大麦、今後はあじさいへと広がりを見せている。また、にらやいちごで開発されたDNAマーカーは育種選抜に利用されるとともに、いちご、水稲、にら、なし等の品目で品種識別が可能となっている。

にらやいちごではcDNAマイクロアレイを用いた大量遺伝子発現解析が行われ、有用遺伝子の検索が行われた。更にいちごに関しては得られた有用遺伝子について、野生種へ形質転換を行って機能解析が行われた。

### 1 DNAマーカーの開発

#### (1) 酵素多型を利用した育種法に関する試験

にらは単為生殖性を有するため、交配して得られた後代は数%しか交雑していない。そこで酵素多型を解析して、交雑個体を選抜した。また、りんどうでは、エゾリンドウとササリンドウの識別が可能であった。

栃木農試研報 44 : 49-54 (1996)

#### (2) 有用形質に連鎖するDNAマーカーの開発

##### ア にら育種におけるDNAマーカーの開発

酵素多型では利用できる品種・系統が少ないため、より汎用性の高い花粉親特異的DNAマーカーを用いた交雑個体の選抜法を開発した。その結果、多くの交雑個体が得られるようになり、その中から単為生殖性を有しない両性生殖性個体を獲得した。また、複相大胞子を形成する両性生殖性個体も得られたため、複相大胞子形成と単為発生が異なる遺伝子によっ

て制御されていることが明らかとなった。更に、単為発生性および複相大胞子形成性に関する分離集団を作成し、両形質とも単因子優性遺伝であることを解明するとともに、RAPD(Randomly Amplified Polymorphic DNA)マーカーによるバルクセグレガント分析を行い、両形質に連鎖したDNAマーカーを開発した。単為発生性に連鎖したマーカーは遺伝子を挟んで3.4 cMと1.1 cM、複相大胞子形成性に連鎖するマーカーは約10 cMの距離に位置付けられた。各マーカーをSCAR(Sequence Characterized Amplified Region)マーカー化し、それぞれPLM(Parthenogenesis Linked Marker)1、PLM3、PLM2とした。その後、単為発生因子とPLM3との間、遺伝子から0.9 cMの位置にマーカーが作出されPLM4とした。これらの結果から、両性生殖性系統を子房親として単為生殖性系統と交配し、得られた実生個体の生殖性をPLMマーカーで判定して、単為発生性個体は新品種候補、両性生殖性個体を中間母本候補とする育種システムを構築した。なお本研究の最初の6年間は、国庫補助事業として実施された。

栃木農試研報 55 : 27-32 (2005)

育種学研究 8 : 89-98 (2006)

育種学研究 12 : 73-80 (2010)

栃木農試成果集 19 : 5 (2000)

栃木農試成果集 24 : 9-10 (2006)

栃木農試成果集 29 : 47-48 (2011)

##### イ いちご育種におけるDNAマーカーの開発

###### a 炭疽病

いちごは8倍体(2n = 4x = 56)であり解析が難しいため取組が遅れていたが、平成15年からRAPD、AFLP(Amplified Fragment Length Polymorphism)、SSR(Simple Sequence Repeat)の各マーカーを蓄積し、ゲノム全体での連鎖解析を行うための準備を開始した。最初は炭疽病耐病性を対象とし、とちおとめ×いちご中間母本農2号のF<sub>1</sub>集団を用いて連鎖地図を作成し、QTL(Quantitative Trait Loci)解析により炭疽病耐病性に関わる3つの領域を検出し、選抜に有効な3マーカーを同定した。また、GMM(Genotype Matrix Mapping)法を用いた解析により、QTL解析より選抜精度が高い3マーカーの組合せが同定された。更に、他の形質についてQTL解析を行った結果、寄与率は低いが高果率、頂果房着果数、開花始期、糖度に関するQTLが検出された。更なる炭疽病耐病性QTLを検出するた

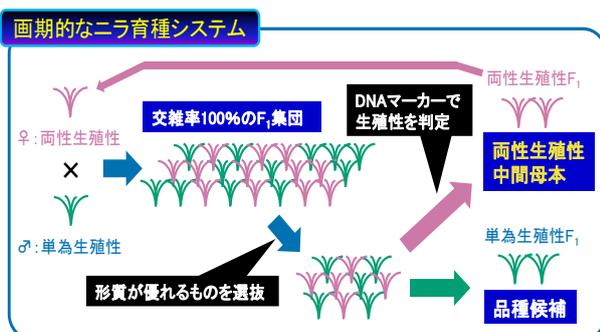


図 2-8-1 両性生殖性判別 DNA マーカーを活用した新たなにら育種システム

め、系統 91-21-7 の自殖集団を用いて GMM 法によりマーカー検索を行ったところ、罹病性連鎖マーカーが同定された。なお、炭疽病耐病性を安定して再現性良く検定する方法として、培養植物をセルトレイに養液栽培で順化し、炭疽病菌を接種してインキュベーター内で評価する方法を確立した。

#### b 萎黄病

次に萎黄病耐病性を対象とし、とちおとめ×アスカウェイブの F<sub>1</sub> 集団を用いて連鎖地図を作成し、QTL 解析を行った結果、極めて寄与率が高い 1 か所の QTL が検出された。LOD(Logarithm of the Odd)スコアが最大になる位置には 5 マーカーが座乗しており、それらのマーカーは耐病性遺伝子と 0 cM で連鎖していた。そのうちの 1 つの AFLP マーカー AA300 を STS(Sequence Tagged Site) 化し、Rf1(Resistance of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* 1)とした。その後、マーカー周辺領域の塩基配列を解析して耐病性に特異的な 869 bp の挿入配列を明らかにし、検出安定性を向上させた Rf3 に改良した。

#### c 四季成り性

四季成り性は単因子優性の遺伝様式を示すとされていたため、他の形質に先立って連鎖マーカーの開発を行った(平 10-14)。四季成り性に関する分離集団を用いて 1,525 組のランダムプライマーを供試してバルクセグレガント分析を行った。しかし、四季成り性判定結果との適合率が最も高いマーカーでも 68.8 %であり、実用上は不十分であった。その後、SSR マーカーの蓄積や AFLP マーカー技術の導入で当研究室のマーカー開発力が向上したことや、四季成り性を有することが前提とされる次世代いちご品種の開発のため、四季成り性連鎖マーカーの必要性が高まったことにより、再び開発に着手した(平 24-27 予定)。なつおとめ×やよいひめの F<sub>1</sub> 集団を用いてバルクセグレガント分析を行い、四季成り性に連鎖した DNA マーカーの開発を行っている。これまでに、遺伝子から 2.9 cM の位置に AFLP マーカー、1.9 cM の位置に SSR マーカーを作出し、SSR マーカーは STS 化した。

#### d ゲノミックセレクション

いちごの主要な果実形質は、QTL によって支配されていると推察されるが、8 倍体であることから通常の QTL 解析では検出力が不十分と考えられる。そこで、6 品種・系統を親とした相互交配集団を用いて糖度、色、大きさ、硬さを対象形質とし、ゲノミックセレクション法の確立を目指して研究を開始した。本研究は、かずさ DNA 研究所を中心として本県と福岡県、千葉県、大阪大学で実施している。

育種学研究 15 : 90-97 (2013)

栃木農試成果集 29 : 51-52 (2011)

栃木農試成果集 31 : 63-64 (2013)

栃木農試成果集 32 : 37-38 (2014)

栃木農試成果集 32 : 39-40 (2014)

#### ウ 大麦育種における DNA マーカーの開発

平成 25 年度からムギ類萎縮病抵抗性を対象形質として、大麦の DNA マーカー開発を開始した。はるな二条×H602(大麦野生種)の半数体倍加系統集団およびスカイゴールデン×とちのいぶきの SSD(Single Seed Descent)集団を解析集団として用いた。

#### (3) DNA マーカーによる品種識別に関する試験

##### ア これらの品種・系統識別と遺伝的類縁関係

交配組合せの選定に資するため、19 プライマー165 個の RAPD マーカーを用いて、当场で保有する 52 品種・系統の遺伝的類縁関係を明らかにした。また、供試全品種・系統の識別が可能であった(平 10)。その後、遺伝資源の品種・系統数が増えたため、かずさ DNA 研究所と共同開発した SSR マーカーを用いて 93 品種・系統の遺伝資源について類縁関係を再調査中である。

栃木農試研報 46 : 29-35 (1997)

栃木農試成果集 16 : 7-8 (1997)

##### イ いちごの品種・系統識別

海外から輸入された農産物が国産に偽装される問題が頻発し、それを防ぐために国庫予算により技術開発が行われた(平 14-16)。当研究室では、本県育成いちご品種の識別を可能にして知的財産を保護するため、RAPD マーカーおよび AFLP マーカーを用いて、国内主要 25 品種を識別できる DNA マーカーを検索した。その結果、10 マーカーで全品種が識別可能であり、STS 化およびマルチプレックス化することで 3 回の PCR(Polymerase Chain Reaction)によって全 25 品種が識別可能となった。

その後、各県で新品種が多数育成され、将来育成される新品種にも対応可能とするため、SSR マーカーを用いた汎用性の高い品種識別法の開発を行った(平 22-23)。その結果、5 プライマーペアで 181 品種・系統を識別でき、マルチプレックス化により 2 回の PCR で全品種を識別可能となった。

更に、加工品(ジャムやジュース等)は DNA が断片化されており DNA マーカーの検出が難しいが、それらから検出可能なレトロトランスポゾンマーカーを用いた品種識別技術の開発

を、岡山大学が中心となり取り組んでいる(平 24-26)。

DNA 多型 16 : 119-128 (2008)

育種学研究 10 : 111-115 (2008)

栃木農試成果集 19 : 7-8 (2000)

栃木農試成果集 24 : 7-8 (2006)

栃木農試成果集 31 : 59-60 (2013)

#### ウ リンドウ属植物の種の識別

当場に保存されているエゾリンドウ 4 系統、エゾオヤマリンドウ 3 系統、ササリンドウ 1 系統について遺伝的類縁関係を明らかにするため、10 種類のランダムプライマーを用いて PCR を行い、得られた 162 個の RAPD マーカーを用いてクラスター分析を行った。その結果、ササリンドウのみが離れて位置付けられたが、他の系統は 1 つのクラスターを形成した。

#### エ うどの品種・系統識別

県内収集 16 系統、県外収集 20 系統について遺伝的類縁関係を明らかにするため、37 種類のランダムプライマーを用いて PCR を行った。その結果、127 個の RAPD マーカーが得られたが、そのうち多型が認められたのは 42 個のみで、供試した系統の遺伝的多様性は低いと考えられた。また、収集した地域と遺伝的類縁関係の関連は認められなかった。

栃木農試成果集 21 : 13-14 (2002)

#### オ 水稻の品種識別

栃木県が育成した品種の知的財産の保護および原種の安定生産を目的とし、本県や近県の奨励品種等 20 品種・系統について、品種識別技術の開発を行った(平 17)。23 種類のランダムプライマーを用いて PCR を行った結果、178 個の RAPD マーカーが得られたが、多型が認められたのは 13 プライマー 25 マーカーであった。そのうち 7 プライマー 9 マーカーで供試 20 品種・系統を識別可能であった。

その後、本県や近県の奨励品種が変更されたため、今後の品種の変更にも対応しやすい汎用性の高い品種識別法を開発するため、公開されている水稻の SSR マーカーの品種識別への適応性を検討した(平 22-23)。本県や近県の奨励品種等 15 品種について、97 プライマーペアを供試して PCR を行った結果、10 プライマーペアで多型が認められ、そのうち 5 プライマーペアで全 15 品種が識別可能であった。また、マルチプレックス化により 3 回の PCR で供試 15 品種の識別が可能であった。

日作紀 74 : 207-211 (2005)

栃木農試研報 71 : 55-61 (2013)

栃木農試成果集 31 : 61-62 (2013)

#### カ 麦類の品種識別

原種の安定生産を目的に、本県や近県の奨励品種等で小麦 17 品種、大麦 19 品種について、それぞれ品種識別技術を開発した。28 種類のランダムプライマーを供試し、小麦で 153 個、大麦で 156 個の RAPD マーカーが得られたが、品種間で多型が認められたのは小麦で 14 プライマー 37 マーカー、大麦で 16 プライマー 64 マーカーであった。また、小麦では 5 プライマー 6 マーカーで、大麦では 6 プライマー 9 マーカーでそれぞれの供試全品種の識別が可能であった。

日作紀 75 : 165-174 (2006)

日作紀 75 : 175-181 (2006)



写真 2-8-1 シーケンサーによる塩基配列の解読作業

#### (4) DNA マーカーによる選抜および遺伝子型判定

##### ア 雑交個体の選抜

交配によって得られた実生個体について、雑交した個体のみを圃場に定植するため、花粉親特異的 DNA マーカーを用いてセルトレイの段階で選抜を行った。野菜研究室と共同で実施し、10 年間で 6,681 個体の中から 804 個体の雑交個体を選抜した。(平 10-19)

##### イ 雑交実生個体の生殖性判定

両性生殖性系統を種子親とし、単為生殖性品種・系統の花粉を交配して得られた実生個体について、当研究室で開発した単為発生性を識別する PLM マーカーを用い、セルトレイの段階で生殖性の判定を行っている。単為生殖性と判定した個体は新品種候補、両性生殖性と判定した個体は中間母本候補とした。野菜研究室と共同で実施し、6 年間で 3,115 個体の中から 1,877 個体を単為生殖性と判定した。(平 17-21、平 25-)

ウ なし育成系統の S 遺伝子型の判定

なしは自家不和合性を有しており、種子親と同じ S 遺伝子型の花粉は不和合性となる。結実させるには和合性である他品種・系統の花粉を人工授粉させる必要があるため、S 遺伝子型を明らかにすることは重要である。なしの S 遺伝子は既に特定されており、突然変異によって自家不和合性を示さなくなった遺伝子型も明らかとなっている。また、遺伝子型を特定するマーカーも開発されているため、それを利用して S 遺伝子型を特定する必要がある当該育成系統について、果樹研究室と共同で判定を行っている。これまでに 95 系統の S 遺伝子型を判定した。(平 16-)

エ イチゴ萎黄病耐病性個体の選抜

萎黄病耐病性系統を片親として人工交配で得られた実生個体について、当研究室で開発した萎黄病耐病性を識別する Rf3 マーカーを用い、セルトレイの段階で耐病性の判定を行っている。いちご研究所と共同で実施し、平成 25 年は 1,642 個体の中から 785 個体を耐病性と判定した。(平 25-)



図 2-8-2 DNA マーカーによるイチゴ萎黄病耐病性実生苗の選抜

2 有用遺伝子の検索と機能解析

(1) にら単為生殖性に関連した遺伝子の検索

にらの単為生殖は、胚のう母細胞における減数分裂異常との関連が示唆されるため、減数分裂期特異的に発現する遺伝子を検索した。にら品種「きぬみどり」の未成熟の蕾と成熟期の蕾から cDNA ライブラリーを作製した。また、それらのライブラリーとユリ減数分裂期における特異的遺伝子(かずさ DNA 研究所より分譲)をハイブリダゼーションして候補遺伝子を検索する技術を確認し、39 個の候補遺伝子を選抜した。なお、本研究は国庫補助事業の一部として実施された。

(2) マイクロアレイを用いた有用遺伝子の検索

ア にらにおける単為生殖性関連遺伝子の検索

大量遺伝子の発現を同時に解析できるマイクロアレイに関する備品一式の導入に伴い、平成 14 年度からにらの単為生殖性関連遺伝子の検索を開始した。最初は技術確立を行うと同時に、にら品種きぬみどり(単為生殖性)の蕾から cDNA ライブラリーを作製して、4,800 クローンを単離した。

にらの単為生殖は複相大孢子形成と単為発生の 2 つの要因から成り、両要因とも極めて限定的な場所と時期に起こると考えられる。そこで、受粉した H12C2 系統(両性生殖性)胚珠で特異的に発現する遺伝子を濃縮したサブトラクションしたライブラリーを作製し、1,536 クローンを単離した。更に、首都大学東京から卵細胞単離と卵細胞からの RNA 抽出技術を導入し、H12C2×テンダーポール(単為生殖性)の F<sub>1</sub> 系統で単為生殖性と両性生殖性の各 1 系統を供試し、各々の卵細胞で特異的に発現する遺伝子を濃縮したサブトラクションライブラリーを作製した。それぞれのライブラリーから、2,913 個および 444 個の計 3,357 クローンを単離した。これらのクローンの中には、卵細胞分裂開始時に特異的に働く遺伝子が含まれ、更には単為発生に関連することが期待される。

それぞれの段階でアレイスライドを作製し、マイクロアレイ解析を実施した。最終的には卵細胞由来 3,357 クローンのスライドと胚珠由来 1,536 クローンのスライドを用いて、テンダーポールの開花 18 時間以内の花の卵細胞(未分裂)と開花 48 時間前後の卵細胞(分裂期)の RNA を用いたマイクロアレイ解析を行った。その結果、未分裂と比較して分裂期に 2 倍以上発現上昇した遺伝子が 73 個、1/2 以下に発現低下した遺伝子が 94

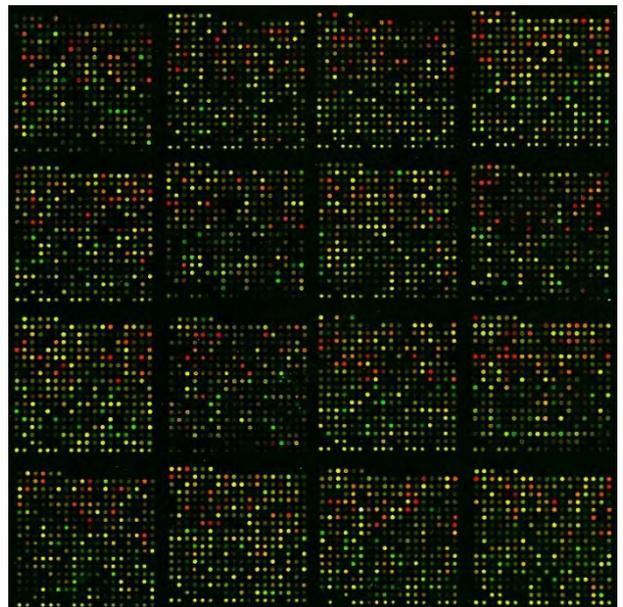


図 2-8-3 マイクロアレイを用いた大量遺伝子発現解析

個であった。それらのクローンは、塩基配列を決定して EST (Expressed Sequence Tag) 情報を取得し、BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) により相同性検索を行った。

#### イ いちごにおける有用遺伝子の検索

これらのマイクロアレイ解析に1年遅れて、いちごでもアレイ解析の研究を開始した。最初はとちおとめの未成熟果実と成熟果実由来の cDNA クローンを蓄積し、塩基配列を解析して EST 情報を取得した。その情報を元に cDNA のグルーピングを行い、非重複の 4,521 クローンをスポットしたアレイスライドを作製した。果実の成熟に伴う遺伝子発現変動を解析した結果、未成熟の果実と比較して成熟した果実で2倍以上発現が高かった遺伝子が291個あり、香気成分やフラボノイドの生合成に関与する遺伝子が含まれていた。

炭疽病耐病性は複数の遺伝子が関与するが、8倍体のいちごでは QTL 解析は難しいため、遺伝子発現解析から耐病性に関与する遺伝子の検索を行った。とちおとめの葉や花由来の cDNA ライブラリーや、イチゴ中間母本農2号(以下、農2号：耐病性)ととちおとめ(罹病性)の両品種で、炭疽病菌接種時に特異的に発現する遺伝子を濃縮したライブラリーを作製した。各ライブラリーから得られたクローンの塩基配列を解析し、EST 情報を取得した。それにより cDNA クローンをグルーピングし、非重複の 8,056 クローンをスポットしたアレイスライド (Ver.2 アレイ) を作製した。農2号ととちおとめに炭疽病菌を接種し、経時的にサンプリングしてマイクロアレイ解析を行った。その結果から炭疽病応答性候補遺伝子448個を選抜し、更にとちおとめ×農2号の F<sub>1</sub> 系統で炭疽病耐病性および罹病性各5系統ずつを供試して44遺伝子を選抜した。それらの遺伝子について、リアルタイム RT-PCR 解析を行って12遺伝子を選抜し、機能解析に供試した。

農2号は強い耐病性を有し、通常栽培では枯死しないが、無菌培養植物は枯死する。順化することで徐々に耐病性が向上する現象が明らかとなったため、Ver.2 アレイを用いてマイクロアレイ解析を行った。農2号ととちおとめの培養植物と順化植物をそれぞれマイクロアレイ解析し、農2号のみが順化によって特異的に発現上昇する遺伝子を検索した。その結果、31遺伝子を選抜され、更にリアルタイム RT-PCR 解析によって5遺伝子を選抜された。そのうち4遺伝子はフラボノイド生合成に関わる遺伝子であった。そのため、アレイ解析の結果を再度検討すると、順化によってフラボノイド生合成経路が活性化することが明らかとなり、それは農2号で顕著であった。また、農2号のフラボノイド生合成経路の活性化は、温室植物でも持続

していることが確認され、耐病性との関連が示唆された。

萎黄病耐病性に関連する遺伝子を検索するため、萎黄病菌を接種してマイクロアレイ解析を行った。萎黄病菌は根から感染することから、根で働く遺伝子を蓄積するため、とちおとめ(罹病性)根由来の cDNA ライブラリーと、アスカウェイブ(耐病性)の根で萎黄病菌接種時に特異的に働く遺伝子を濃縮したサブトラクションしたライブラリーを作製した。両ライブラリーの計4,446クローンをスポットしたアレイスライド(根アレイ)と Ver.2 アレイを用い、アスカウェイブととちおとめに萎黄病菌を接種して経時的に採取したサンプルを供試し、マイクロアレイ解析を行った。萎黄病菌接種に応答する35遺伝子を選抜され、更に詳細に解析するためリアルタイム RT-PCR 解析を行った。その結果、萎黄病菌接種時にアスカウェイブで強く発現する3遺伝子、発現量が低下する1遺伝子を選抜した。

J. Gen. Plant Pathol.79 : 402-411 (2013)

栃木農試成果集 29 : 49-50 (2011)

栃木農試成果集 32 : 41-42 (2014)

#### (3) シロイヌナズナのリン酸吸収に関与する遺伝子の検索

黒ボク土壌に低リン酸要求性品種の育成や養分要求性を遺伝子発現レベルでモニタリングする指標の作成など、持続的農業生産技術の向上に資するため、シロイヌナズナのゲノム情報を利用してリン酸吸収に関与する遺伝子を明らかにすることを試みた。まず、突然変異処理した種子を低リン酸培地や難溶性リン酸培地に播種し、低リン酸耐性の2系統および難溶性リン酸利用可能な2系統を選抜した。同時に、リン酸飢餓処理に応答する遺伝子をマイクロアレイによって検索し、有望な2遺伝子を選抜した。しかし、他研究機関からより進んだ同様の研究成果が発表されたため中止とした。

The Plant Journal30 : 247-255 (2002)

#### (4) いちごにおける炭疽病菌接種に応答する遺伝子の機能解析

マイクロアレイで選抜した有用遺伝子の機能を解析するため、2倍体野生種を用いた形質転換系を確立した。最初に炭疽病耐病性に関連する遺伝子を機能解析の対象として想定したため、収集した2倍体野生種の炭疽病耐病性検定を行った。その結果から発病度が高く、遺伝的に固定が進んでいると推察される種子繁殖性である Alexandria、C3、Alba の3系統を形質転換系に供試する系統候補とした。そのうち、多芽体増殖で遺伝的に同一の個体が多数得られた Alexandria を供試し、GUS( $\beta$ -glucuronidase)遺伝子をレポーター遺伝子として形質転

換系を確立した。形質転換効率は6.25%であった。

マイクロアレイ解析で選抜された炭疽病応答性遺伝子のうち9個のcDNAクローンを供試して、アミノ酸翻訳領域全長を取得した。cDNAクローンに全長が含まれていない場合は、5'RACE法または3'RACE法により未知配列を取得した。これらの9遺伝子を順次 Alexandria に形質転換したが、途中から形質転換効率が著しく低下し、6遺伝子を導入した形質転換体しか得られなかった。導入遺伝子の発現が非形質転換体より上昇した、5遺伝子が導入された系統について、炭疽病耐病性検定を実施したが、耐病性が向上した系統は認められなかった。

また、その後の予備試験で、培養容器を変更することで形質転換効率が20%程度に向上することが明らかとなった。

栃木農試成果集 31 : 67-68 (2013)

栃木農試成果集 31 : 69-70 (2013)

栃木農試成果集 32 : 35-36 (2014)

#### (5) いちごウイルスベクターを用いた遺伝子機能解析法の開発

2倍体いちご野生種形質転換系による機能解析は、長い時間と多くの労力を要するため、解析できる遺伝子の数は限られる。そこで、宇都宮大学で開発されたストロベリーマイルドイエローエッジウイルス(SMYEV)ベクターを用いた、遺伝子発現抑制法を用いて機能解析法の確立を試みた。SMYEVベクターを



写真 2-8-2 いちご 2倍体野生種を用いた形質転換体  
左：非形質転換体、右：GUS 遺伝子導入形質転換体

増殖するための大腸菌内や、いちご組織内での安定性を向上するため、構造の異なる3種類のベクターを再構築した。安定性は向上したものの、いちご組織内での遺伝子発現抑制効果は認められず、試験を中止した。

### 3 組織培養に関する試験

#### (1) 組織培養による新品種育成

##### ア 半数体育種法を用いた早期固定法の確立

花粉や卵細胞の半数化した組織から植物体を再生して倍加することで、遺伝的に固定した系統が早期に獲得できる。そこで、りんどうの花粉や栃木市の地域特産である宮ねぎの半数体倍化系統の作出を試みた。また、稲では花粉培養における培地組成や光等の様々な条件を検討し、育種部門で交配したF<sub>2</sub>やF<sub>4</sub>系統を用いて、花粉培養によって得られた半数体倍化系統を作出した。

##### イ 組織培養系を用いたイチゴ萎黄病耐病性個体の選抜

突然変異を利用して、とちおとめに萎黄病耐病性を付与することを目的とした。変異原は培養変異と後にイオンビームを用いた。最初に再分化培地条件、供試組織や部位などを検討し、とちおとめの再分化系を確立した。また、多くの変異個体から簡易に耐病性個体を選抜する方法として、培地にフザリン酸を添加する方法やセルトレイに順化して萎黄病菌を接種する方法を検討したが、最終的にはセルトレイに養液栽培で順化し、萎黄病菌を接種する方法を採用した。イオンビームは、日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所において、炭素イオン(<sup>12</sup>C<sup>6+</sup>)をとちおとめ葉片に照射した。適正照射線量は、2.5 Gy以下であった。簡易選抜した培養変異8個体、イオンビーム照射61個体について、通常の耐病性検定を行ったところ、それぞれ2個体ずつ計4個体が耐病性付与系統として選抜された。

栃木農試研報 63 : 9-16 (2008)

栃木農試成果集 26 : 8-9 (2008)

栃木農試成果集 31 : 65-66 (2013)

#### (2) 組織培養によるウイルスフリー化および大量増殖に関する研究

##### ア 栃木県育成品種の大量増殖法の確立

当场が育成したデルフィニウム培養3品種について、効率的な多芽体培養条件を確立するとともに、より増殖効率の高い葉柄からの不定胚誘導条件を明らかにした。また、花き部が交配

したオンシブプシス 13 系統について大量増殖を試み、9 系統が PLB(Protocorm Like Body)を形成し、うち 6 系統が良好な増殖を示した。

栃木農試研報 42 : 45-52 (1994)

栃木農試成果集 13 : 51-52 (1994)

#### イ 地域特産植物の大量増殖法の確立

地域特産植物を乱獲から保護するために組織培養技術を活用することを考え、サギソウ、イワタバコおよびセッコクの大量増殖法を確立した。また、サギソウの完熟種子は無菌播種すると著しく発芽率が悪いが、種皮を除去することで改善されることが明らかとなった。

#### ウ ウイルスフリー化および大量増殖

各種作物についてウイルスフリー化および大量増殖の技術確立を行った。やまのいもは優良系統を増殖するため培地条件を検討した。こんにゃくは優良系統をウイルスフリー化して増殖するため、培地条件および順化条件を検討した。バンダは優良系統を増殖するため、初代培地と継代培地の培地条件を検討した。うどは優良系統を効率的に増殖するため、多芽体培養系を確立し、より効率の高い不定胚培養系を検討した。

ねぎには野菜研究室で苗を増殖して現地に供給するため、ウイルスフリー化を行い、効率的な培地条件および順化条件を確立した。ウイルスフリー化はアカザで検定したが、後に RT-PCR での検定に変更した。

#### (3) 植物組織の凍結保存法に関する研究

組織培養による継代保存は労力が必要であるため、茎頂の凍結保存による効率化技術を検討した。にぎにら、デルフィニウム、いちごについて、ガラス化法による凍結保存で、ハードニング条件および凍結前処理条件を検討した。その結果、デルフィニウムで 10 %、ねぎにらおよびいちごで 25 %程度の生存率であった。

### 4 生物防除法の開発

#### (1) 共生微生物による病害防除法および生育制御技術の確立

微生物を利用した病害防除法の効果が安定ににくいのは、接種した微生物が安定して定着しないためと考え、胚軸を切断して細菌懸濁液に浸漬することで組織内に微生物を取り込ませることが可能となった。この胚軸切断接種法を用いた病害防除法を検討した。また、胚軸切断したトマトを萎凋病菌で汚染し

た培土に挿し木し、正常に生育した個体は組織内に有用な微生物を取り込んだと考え、組織内から細菌を分離した(胚軸切断補足法)。トマト萎凋病、トマト根腐萎凋病、ユウガオつる割病、レタスすそ枯病、メロンつる割病、ナス半身萎凋病、ハクサイ根こぶ病について、胚軸切断接種法を用いた防除法の検討を行ったが、圃場試験においての効果は判然としなかった。胚軸切断接種法を用いて育成した苗は、接種した細菌以外の細菌がより高密度に定着しており、防除効果が安定しない要因の 1 つであることが示唆された。また、胚軸切断補足法によって選抜した細菌の中には、ショ糖存在下で生育抑制物質を産生するものがあり、その物質は耐熱性の両性物質であった。

キク科のレタスや雑草のハルジオン根面から分離した蛍光性 *Pseudomonas* を、レタスに種子浸漬接種またはセル苗に灌注接種すると、セル苗の生育を促進する菌株が認められた。そのうちの 1 菌株はポット試験において、すそ枯病に対する防除効果が認められた。

栃木農試研報 43 : 47-86 (1995)

栃木農試研報 44 : 55-66 (1996)

栃木農試研報 46 : 37-41 (1997)

栃木農試成果集 16 : 25-26 (1997)

#### (2) ブドウ白紋羽病の総合防除法

白紋羽病菌の病原性を低下させるハイポウイルスを検索し、それを用いた防除法を核とした総合防除法を確立することを目的とした。県外(岡山県、千葉県)から 11 菌株の白紋羽病菌の分譲を受け、ハイポウイルスの検出を試みたが、検出された菌株は無かった。また、ハイポウイルスは菌糸融合により伝搬されるので、遺伝的類縁関係は重要であるため、県内の白紋羽病発病樹から分離した 14 菌株を加えて計 25 菌株について、RAPD マーカーを用いてクラスター解析して系統樹を作成した。しかし、組織改編に伴う課題見直しのため中止した。

栃木農試研報 47 : 37-46 (1998)

栃木農試成果集 16 : 25-26 (1997)

#### (3) 拮抗微生物を用いた農作物病害防除技術の確立

ア バイオトラスト水和剤を用いたいちご病害に対する生物防除技術の確立

バイオトラスト水和剤の有効成分系状菌である *Talaromyces flavus* の菌糸寄生範囲や寄生状況を明らかにするとともに、いちご葉上で起きている実際の菌糸寄生状況を詳細に明らかにした。また、誘導抵抗性の可能性を示唆するいちご葉へのリグニン沈着状況を明らかにし、作用機作の解明を行った。更に、

バイオトラスト散布時期と炭疽病菌感染時期との関係、温度による菌糸伸長や胞子発芽、耐熱性などを調査し、最適使用条件を明らかにした。

栃木農試成果集 21：23-24 (2002)

栃木農試成果集 21：25-26 (2002)



写真 2-8-3 バイオトラスト製剤および効果

#### イ 拮抗微生物を用いたいちご主要病害の生物防除技術の確立

在来の微生物を収集して有用な拮抗微生物を見つけ出し、生物防除技術を確立することを目的とした。各種供試資材から102菌株を収集し、イチゴ白絹病、萎黄病、根腐萎凋病に防除効果のある3菌株を選抜した。それら菌株の最適培養条件や吸着資

材の検討、保存試験を行うとともに、イソライトに吸着させた簡易製剤を作製し、萎黄病を対象に最適使用条件を検討した。しかし、防除効果が認められなかったため、生分解性ポットを利用して防除効果の底上げを図ったが、生分解性ポットの発病抑制効果は認められたものの、拮抗微生物の防除効果は認められなかった。また白絹病に対しては、菌糸が生分解性ポットのふちを乗り越えるため、ポットの防除効果は無く、拮抗微生物の防除効果も判然としなかった。

#### 5 遺伝資源の保存

ねぎには培養植物および温室でポットに植えて保存されている。デルフィニウムは育成者権が切れるまで保存された。特許微生物は、特許が切れるまで特許生物寄託センターで保存された。いちごやにらの cDNA クローンは、グリセロールストックの状態でのディープフリーザーにおいて保存されている。



写真 2-8-4 生物工学実験棟

コラム3

#### 退職直前の思い出

コラムに要望された業務期間は、退職直前の在任2か年である。

特筆は、黒磯分場の今後の方向であった。ここは、私の新任地で、担当した果樹は途中で廃止され、水田中心となり、その後野菜にシフトされた。さらになお、改変の対象となり、私にとっては、因縁めいたものを感じた。

主管課との話し合いでは、ここには記せないが、けっこう極端なことを申し上げた。

結局、野菜に加え花きを導入することとなった。この際、リンドウの育種試験を強く要望した。栽培試験だけでは特徴を出せず、これまでと変わらない。那須地方のリンドウ産地を背景に、今後の重要課題と思ったからである。育種は退職後平成12年から開始した。退職を一週間後に控え、驚いたことに、科学技術振興功績者受賞の内定の通知が入ってきた。業績名は、多目的防災網被覆による生産安定技術の開発である。

この課題は、坂本果樹部長（当時）の積年の思いによる発案で、私が試験担当者となった。試験遂行に当たって、防雹棚づくりは祖母井梨農家の棚づくりプロの人達のお世話になった。さらに技術員、パート職員の組織力によって、成果をあげたと思っている。

この試験は、農家のために、泥くさく、忍耐強くやり遂げたという思いが強かった。

なお後日、全国改良普及職員協議会から感謝状をいただいた。

松浦栄一郎

## 第9節 病害虫防除に関する試験研究

我が国は湿潤で温暖な気象条件にあり、病気や害虫の発生が多く、品質の良い農作物を安定的に生産するには病害虫対策が極めて重要である。平成3年から4年に日本植物防疫協会の主導で実施された、「農業を使用しないで栽培した場合の病害虫などによる被害調査試験」の結果によれば、一般的な栽培を行っていて病害虫防除対策を行わなかった場合の減収率は、水稲で20から50%、リンゴで100%、キャベツで25から75%とされ、作物の収量に及ぼす病害虫防除の重要性が示された。

一方、化学農業は、農耕地を中心とする生態系や土壌・水・空気を含む環境に影響を及ぼすことが懸念されている。これに対し近年は、化学農業の登録に際し、安全性や毒性、さらに環境への影響、残留性について厳しく評価されているものの、将来にわたって持続的な農業生産を継続していくためには、さらに環境への影響を極力抑え、生産性と品質を維持できるような農業技術が求められている。こうした考え方は我が国に限らず広く国際的な潮流ともなっており、近年の病害虫防除技術開発が向かうべき大きな方向付けの一つになっている。

近年、本県では園芸部門の振興が継続的に推進され、昭和60年の農業産出額は、米麦1549億円(45%)、園芸723億円(21%)であったものが平成24年には米麦876億円(31%)、園芸975億円(35%)と園芸の占める割合が大きくなり、それに応じて、病害虫防除技術開発研究も、この20年間にその重心が水稲から園芸作物に移った。

産出額251億円(H24)と本県の園芸作物の中で最も重要な位置を占めるいちご栽培上の最大の生産阻害要因は、イチゴ萎黄病およびイチゴ炭疽病である。これら病害の防除のため、各種試験が実施された。その過程で、これら病害を迅速かつ高精度に診断するための手法として、遺伝子診断技術を用いた診断手法が開発された。さらに、いちご栽培への養液栽培の導入等の栽培様式の変化に伴い新たな病害虫の発生が懸念され、または報告され、これらに対応した病害虫試験が実施された。

いちごから見出された糸状菌のタラロマイセス・フラバスによるイチゴ炭疽病およびうどんこ病に対する防除効果が確認され、炭疽病およびうどんこ病の防除剤としては初の微生物農薬として、メーカーと共に製剤化、登録された。その後、トマトおよびミニトマトの葉かび病、稲のばか苗病、いもち病、苗立枯病並びにもみ枯細菌病にも登録が拡大され、メーカーからの製剤の供給とともに生産現場への普及が図られた。

天敵の利用技術としては、ハダニ類に対する天敵カブリダニ

類の効果的な使用や調査手法の開発が実施された。また、新規の土着天敵、オオメカメムシやナケルクロアブラバチについて各種試験が実施された。このうち、ナケルクロアブラバチについては、いちご生産現場への普及を想定し、使用しやすい技術に焦点を当てた技術開発が精力的に実施された。

イチゴに次ぐ産出額のトマト栽培には、近年、長期越冬作型等、従来に比べ栽培期間が長い作型の導入が進められ、これに伴ってこれまで発生の見られなかった新たな病害のトマトフザリウム株腐病の発生が顕在化し、その防除技術開発が進められた。

各種の微小害虫の防除技術として、高濃度二酸化炭素処理の開発が行われた。また、ニラえそ条斑病の媒介虫であるネギアザミウマに対する高温処理、にらのネダニ類に対する温湯処理等、多様な物理的防除手段の有効性が明らかにされ、また普及技術が確立された。

栽培作物種や品種の変化、作期の長期化等の作型の変化、養液栽培等の新たな栽培様式の導入、温暖化に代表される気候の変化、さらに、国際化や国内における物流インフラの発達に伴う物流の多様化により多くの病害虫が発生し問題となった。たとえば、タバココナジラミが媒介するトマト黄化葉巻病、ネギアザミウマが媒介するニラえそ条斑病、コナジラミ類が媒介するトマト黄化病等の虫媒伝染性ウイルスはこれまで県内で発生の見られなかったものの、この20年間に新たに発生し、それら病害は、またたくまに県内全域に発生が拡大した。これら病害虫に対しては、本県内における発生生態の解明と防除技術の確立を図るための調査と試験が迅速に実施された。

この様に、病害虫は、社会環境、農業環境および自然環境の変化に伴ってその発生状況も激しく変化する。将来は、地球温暖化に伴って気候の変動幅が大きくなると予測されており、また物流や人の生活様式が大きく変化するものと予想されている。この様な中で、病害虫の発生生態にもこれまで経験しなかった展開も予測され、県内での発生動向に今後一層の注意が払われる必要があり、またその動向に対して、柔軟で迅速な対応の継続が望まれている。

### 1 病害に関する試験

各種の病害、特に新発生の虫媒ウイルスによる病害の発生生態解明に重点的に取り組んだ。

#### (1) いちごの病害の診断と防除技術の開発

##### ア イチゴ萎黄病

萎黄病は、いちごの重要病害で、臭化メチル剤の全面使用禁止を受けて、代替技術を開発した。

まず、現地ほ場におけるイチゴ萎黄病の発生実態調査を実施した。続いて、イチゴ萎黄病を対象に、土壤消毒剤と太陽熱消毒の併用、太陽熱消毒単用による防除効果を検討した結果、いずれも対照の臭化メチル剤と同等の防除効果が認められることを明らかにした。また、萎黄病発生ほ場において還元消毒法、クロルピクリンおよび DD 剤の防除効果を検討した結果、いずれも臭化メチル剤にやや劣るものの高い防除効果が認められることを明らかにした。(平 10-15)

関東病虫研報 51 : 33-36 (2004)

さらに県内各地のいちごほ場からいちご萎黄病菌を収集し、病原性及び薬剤感受性(ベノミル剤)を検定した。その結果、県内各地から採集したイチゴ萎黄病菌はすべてベノミル感受性であることを明らかにした。

また、イチゴ萎黄病菌に特異的な遺伝子を検索し、特異性の高いプライマーを開発することで、PCR 法による遺伝子診断技術を確認した。(平 12-14)

イチゴ萎黄病は、土壤伝染またはランナー伝染するとされる。栽培管理で発生する地上部の傷部位に萎黄病菌を接種し、地上部感染の可能性を検討した。その結果、地上部からの感染は確認されなかった。

本病汚染ほ場への紙ポット定植による防除効果を調査した結果、汚染ほ場に紙ポットのまま定植すると 60 日程度の発病遅延効果が認められた。また、微生物資材 (*Talaromyces flavus* 資材) を本ほ土壤混和及び育苗培土処理することで、30 から 60 日の発病遅延効果が確認されたが、実用性は低いと考えられた。(平 20-23)

関東病虫研報 58 : 43-46 (2011)

関東病虫研報 58 : 47-50 (2011)

クリプトモスを培地としたいちごの高設式養液栽培では、低コスト化のため、複数年の培地使用が求められているが、培地の連用にあたっては、土壤伝染性病害の防除対策が必要であった。そこで、太陽熱を利用した簡便かつ効果的な防除方法について検討した。その結果、いちごの高設栽培培地の太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病防除は、夏季に 2 週間以上の透明マルチ被覆で高い防除効果を発揮することを明らかにした。また、クロルピクリンテープ剤を用い、透明ポリで被覆することで土壌病害の防除効果が高いことを明らかにした。(平 24-26)

栃木農試成果集 23 : 27-28 (2005)

#### イ イチゴ炭疽病

イチゴ炭疽病は、本病菌が潜在感染した場合、無病株との判別が困難であることから潜在感染株の簡易診断法を開発した。これはエタノール浸漬簡易診断法を利用したもので検定に供試する診断葉には下位葉が適し、処理 7 日後から診断が可能であることを明らかにした。本法は、いちごの品種によらず適用でき、またイチゴ輪斑病も診断できることを明らかにした。さらに、本法は、各種植物の炭疽病診断に有効であることを明らかにした。(平 6-8)

栃木農試研報 54 : 1-187 (2005)

植物防疫 48 : 337-339 (1994)

上述のように、イチゴ炭疽病の主な一次伝染源は潜在感染株であり、本県では、苗の供給に際し、原々苗を対象にエタノール浸漬簡易診断法による検定を実施している。近年はさらに遺伝子診断法によるイチゴ炭疽病潜在感染株の検出が可能となっている。そこで、いちご苗生産増殖システムに適用できるイチゴ萎黄病、炭疽病の遺伝子診断プログラムを開発・実証した。(平 21-23 実用化技術開発事業)

栃木農試成果集 31 : 27-28 (2013)

日植病報 78 : 23-24 (2011)

また、近年栽培面積が拡大傾向にある夏秋どりのいちご「なつおとめ」で、これまで「とちおとめ」では問題になっていなかった炭疽病の花器・果実への発生が問題となった。そこで定植後の防除を想定し、なつおとめでの花器・果実の発病を予防する防除薬剤の検討を行った。しかし、有効な薬剤は認められなかった。なお、接種試験により花器及び果実は高率に発病することが明らかとなり、育苗期の防除が重要であることが示唆された。(平 24-26)



写真 2-9-1 葉上に誘導されたイチゴ炭疽病菌

さらに、炭疽病防除に関しては、後述するとおりタラロマイセス・フラバスによる微生物農薬の開発と有効性の確認が行われた。

#### ウ イチゴウイルス病

イチゴウイルス病を迅速に診断するため、イチゴウイルス病の(SMoV、SMYEV)の生物検定及び遺伝子診断法確立のための診断条件を検討した。また、県内ほ場周辺に自生するヘビイチゴからSMoV及びSMYEVを検出し、第一次伝染源として重要であることを明らかにした。(平7-9)

栃木農試成果集 23 : 31-32 (2005)

栃木農試成果集 25 : 23-24 (2007)

#### エ イチゴうどんこ病

イチゴうどんこ病菌は、人工培地での培養ができず、薬剤感受性の検定にはリーフディスク法しかなく、植物の育成及び検定に多くの労力と時間が必要であった。そこで、より簡易な診断手法を開発するため、まず、イチゴうどんこ病菌 DMI 剤標的酵素遺伝子の全塩基配列を解読し、その構造を明らかにした。続いて、DMI 剤耐性イチゴうどんこ病菌の遺伝子変異を明らかにするとともに、検出のためのプライマーを設計し、PCR法による診断法を開発した。本法により、DMI 剤耐性イチゴうどんこ病菌が県内に広く分布していることを明らかにした。(平14-18)

栃木農試成果集 23 : 9-10 (2005)

栃木農試成果集 26 : 44-45 (2008)

日植病報 73 : 212 (2007)

植物防疫 61 : 417-420 (2007)

#### オ イチゴ灰色かび病

イチゴ灰色かび病に対する薬剤付着ミツバチの放飼による防除を試み、薬剤散布労力の軽減とイチゴ灰色かび病の効果的な防除方法を検討した。その結果、授粉用ミツバチを薬剤キャリアとした防除法を考案し、イチゴ灰色かび病に対し高い防除効果が認められた。(平5-6)

#### カ イチゴ先枯れ病

イチゴ先枯病 (*Fusarium moniliforme*) の発生生態解明のため nit 変異株を作成し、本病がイチゴ株及び残渣で越冬することを明らかにした。さらに防除剤としてプロピネブ剤の有効性を明らかにした。(平6-8)

#### キ イチゴばら色かび病

平成9年7月にいちご空中採苗ハウスにおいて、子苗クラウン部に淡桃色の胞子粉を形成する病害が発生し、苗不足が問題となった。原因菌を同定し、*Trichothecium roseum* による新規病害、イチゴばら色かび病であることを確認するとともに基礎的な生態を解明した。(平9)

栃木農試成果集 19 : 67-68 (2000)

日植病報 64 : 431 (1998)

#### ク イチゴジクホコリカビ病

平成11年にいちご親株上で、変形菌子実体の着生が確認された。原因を同定し、*Diachea leucopodia* による新規病害、イチゴジクホコリカビ病であることを確認した。

#### (2) いちご耐病性品種の育成

イチゴ炭疽病、イチゴ萎黄病に対する耐病性品種育成の素材を得るために、様々な品種及び系統に炭疽病菌の噴霧接種及び萎黄病菌のかん注接種を行い、耐病性程度を明らかにした。

イチゴ萎黄病耐病性品種「アスカウェイブ」に病原性を示す萎黄病菌株があることを確認し、新たな育種素材の探索を開始した。

炭疽病菌接種苗の温湯及び薬剤浸漬による病原菌不活化を試みたが、完全な不活化はできなかった。(平7-16)

栃木農試成果集 23 : 7-8 (2005)



写真 2-9-2 イチゴの病害試験準備作業

#### (3) トマトの病害の診断と防除技術の開発

##### ア トマトおよびなす台木の防除効果

トマト、なすについて、幼苗検定により、トマト台木品種のトマト萎凋病(レース 2)、トマト褐色根腐病及びトマト青枯病、なす台木品種のナス青枯病及び半身萎凋病に対する抵抗性

程度を接種検定により調査し、防除効果の高い台木品種を選抜した。(平 12-14)

栃木農試成果集 21 : 27-28 (2002)

#### イ トマト残さの圃場内すき込み技術の評価

生産現場において作業労力の省力化等からトマト茎葉残さのほ場鋤き込みが求められていた。そこで、トマト茎葉鋤き込みによる病害虫の発生を調査したが、問題となる病害虫の発生は認められなかった。しかし、土壌病害虫の発生が認められる場合は、注意が必要であると考えた。(平 19)

#### ウ トマトフザリウム株腐病

平成 16 年に県内各地で発生していたトマト立枯症の原因菌を同定し *Fusarium solani* f.sp. *eumartii* によるトマトフザリウム株腐病であることを明らかにした。

トマト主要品種には、本病に対し高度の抵抗性を示す品種はなかった。本病原菌の宿主範囲は、トマトの他にはいんげんおよびそらまめに限られ、なすには病原性が認められなかった。本病は、土壌感染だけでなく、地上部感染(茎、花、果実)することを明らかにした。

本病原菌に対し系統の異なる 7 薬剤の薬剤感受性、胞子発芽試験、菌糸伸長抑制検定を実施したが、いずれの剤も感受性が低く、防除に有効な剤はなかった。本菌の土壌中からの捕捉及び他病原菌との識別には、ジャガイモマイクロチューバ(茎頂培養による無病塊茎)の利用が有効であることを明らかにした。紙ポット定植は本病の発生抑制に有効であることを明らかにした。(平 19-22)

栃木農試成果集 27 : 34-35 (2009)

日植病報 76 : 135-141 (2010)

植物防疫 64 : 639-642 (2010)

関東病虫研報 57 : 105-106 (2010)

栃木農試成果集 29 : 29-30 (2011)

栃木農試成果集 30 : 49-50 (2012)

#### エ トマト青枯病

トマト作型(越冬及び冬春)の前進化等によりトマト青枯病の発生が増加し問題となった。そこで、本病に対する総合的な防除対策確立に取り組んだ。

その結果、防除効果の高い台木品種を選抜し、接木位置による効果の比較から、耐病性台木の高接ぎ木の防除効果が高いことを明らかにした。

各種微生物資材及び抵抗性誘導剤の土壌処理による防除

効果を検討した結果、本ぼ定植時のイソチアニル粒剤施用とパーティシリウムレカニ水和剤の継続かん注処理に発病遅延効果があることを明らかにした。

平成 24 から 25 年度には、中央農業研究センター、茨城県農業総合センター、新潟県農業総合研究所、石川県農林総合研究センター、山口県農林総合技術センターと研究協定を締結し、高接ぎ木法によるトマト青枯病防除の実証試験を下都賀農業振興事務所管内で実施した。

現地ほ場において、高接ぎ木栽培が生育・収量とも慣行の接ぎ木栽培と差がなく、実用性が高いことを明らかにした。また、廃糖蜜を発酵資材とした土壌還元消毒による防除効果を実証した(平 22-25)。

栃木農試成果集 32 : 17-18 (2014)

関東病虫研報 59 : 158 (2012)



写真 2-9-3 トマトフザリウム株腐病

#### オ トマト黄化病

平成 20 年に県北部の養液栽培トマトに、葉の黄化、壊死など苦土欠症状に酷似した原因不明の症状が発生し、宇都宮大学により ToCV (*Tomato chlorosis virus*) による新規病害、トマト黄化病と確認された。県内のトマト産地で発生状況、コナジラミ類の保毒状況を調査したところ、県内全域のトマト産地で高率に発生していることを明らかにした。

主要なトマトの穂木品種及び台木品種の本病に対する抵抗性を検討したところ、全てに発病が認められ、高い抵抗性を示

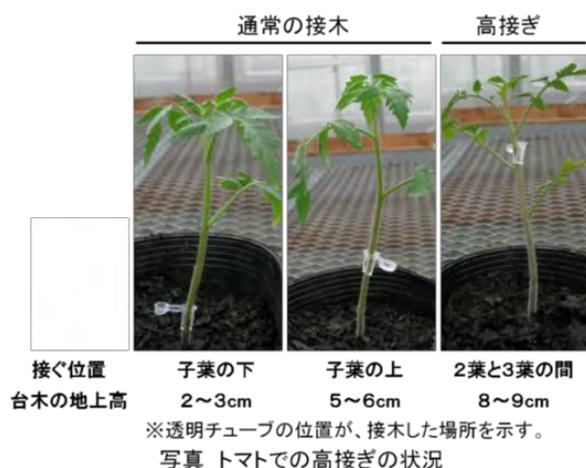


図 2-9-1 トマト青枯病に対する高接木栽培

す品種は認められなかった。

宿主範囲を解明するため、虫媒伝染法により接種試験を行い7科14種の植物に感染することを確認した。ほ場周辺の雑草に感染発病する種、無病徴感染する種があり、トマトへの感染リスクが高いことを明らかにした。タバココナジラミバイオタイプB及びQ、オンシツコナジラミの3種についてウイルス獲得及び接種吸汁能力を比較し、タバココナジラミバイオタイプQが最も能力が高いことを明らかにした。(平22-26)

関東病虫研報 57 : 27-29 (2010)

関東病虫研報 60 : 35-36 (2013)

#### カ トマト退緑斑紋病

平成19年10月にトマトの葉にえそを伴わない退緑斑紋や輪紋症状を呈する病害が発生した。原因を究明し、トウガラシ退緑斑紋ウイルス(CaCV)による新規病害、トマト退緑斑紋病であることを確認した。

栃木農試成果集 28 : 51-52 (2010)

#### (4) その他の病害

##### ア ユウガオモザイク病

ユウガオモザイク病の防除技術を確立するため、弱毒ウイルスの作出や強毒ウイルスに対する干渉効果を検討した。その結果、CGMMV及びWMV2弱毒株の複合接種は強毒株に対し防除効果が高く、ゆうがおの生育収量への影響は小さい。また、他のウリ科作物に対する病原性は弱く、実用上問題ないことを明らかにした。(平3-7:地域バイオテク事業)

栃木農試成果集 13 : 47-48 (1994)

栃木農試成果集 13 : 49-50 (1994)

栃木農試研報 47 : 37-46 (1998)

関東病虫研報 41 : 115-118 (1994)

##### イ シクラメン炭疽病

シクラメン炭疽病は、種子伝染するため、無病株から採種することが重要であるが、潜在感染株と無病株を外見上区別することは困難で、本病の潜在感染株を簡易に診断する技術の開発が必要であった。そこで、イチゴ炭疽病潜在感染株簡易診断技術がシクラメン炭疽病に適用出来るか検討した。その結果、エタノール浸漬簡易診断法の最適温度条件は、28から31℃であることを明らかにした。

なお、ペゴニア及びハイドラランジアに由来する炭疽病菌はシクラメンに対し病原性を持つことが示唆された(平5-7)。

栃木農試成果集 15 : 67-68 (1996)

関東病虫研報 43 : 141-143 (1996)

##### ウ シクラメンえそ斑紋病、エキザカムえそ斑紋病

平成12年11月、シクラメン及びエキザカムにTSWVと類似する症状が発生した。原因を究明し、INSVによる新規病害、シクラメンえそ斑紋病及びエキザカムえそ斑紋病であることを確認した。

関東病虫研報 48 : 97-100 (2001)

植物防疫 55 : 541-544 (2001)

##### エ ナシ黒星病・輪紋病

なし栽培において、農業散布作業の労力軽減、防除経費の削減や農業による環境負荷の軽減を図るため、なしの主要病害である黒星病・輪紋病の重要防除時期となる開花期前後及び満開75から90日後に治療効果の高いDMI剤及びQoI剤(ストロビルリン系)を重点的に使用することで殺菌剤の総散布回数を大幅に削減した防除体系を実証した。その結果、ナシ黒星病に重点をおいた効率的な防除体系は、殺菌剤の散布回数を慣行のほぼ1/2に削減できることを明らかにした。(平8-17)

栃木農試成果集 26 : 50-51 (2008)

##### オ オオムギ黒節病

平成22年5月に県内の大麦ほ場においてオオムギ黒節病が多発した。種子の保菌状況を調査した結果、県内の大麦種子の保菌率は極めて高かった。そこで種子消毒効果のある化学農薬及び特定農薬の防除効果及び出芽率を調査した。その結果、化学農薬と熱処理等の物理的防除法との組合せが必要であることを明らかにした。(平22)

関東病虫研報 58 : 9112 (2011)

関東病虫研報 58 : 112 (2011)

カ ニラえそ条斑病

平成16年ににらの葉に白斑症状を呈する病害が発生し原因究明を行った結果、IYSVによる新規病害、ニラえそ条斑病であることを明らかにした。ニラえそ条斑病の媒介虫であるネギアザミウマの発生活長と本ウイルスの保毒虫率及び発病状況との関係を明らかにした。また、ネギアザミウマに対する物理的な防除法を検討し、近紫外線除去フィルム、防虫ネット、反射資材の組合せは被害遅延に有効であることを明らかにした。

ネギアザミウマの防除を目的とした蒸し込み処理は、成虫及び卵への防除効果から45℃、30分、50℃、15分以上の処理が有効であることを明らかにした(平19-21)。

栃木農試成果集25:25-26(2007)

日植病報73:311-313(2007)

栃木農試成果集26:46-47(2008)

栃木農試成果集28:29-30(2010)

植物防疫64:818-821(2010)

栃木農試成果集29:31-32(2011)

応動昆56:95-101(2012)



写真 2-9-4 ニラえそ条斑病

キ ネギえそ条斑病

平成17年にねぎの葉身に退緑斑やえそ条斑症状を呈する病害が発生した。原因を究明し、アイリスイエロースポットウイルス(IYSV)による新規病害、ネギえそ条斑病であることを確認した。

栃木農試成果集26:48-49(2008)

関東病虫研報54:39-42(2007)

関東病虫研報54:43-46(2007)

ク ショウガ青枯病

平成21年の7月から9月に、しょうがの葉が黄化・萎凋症状を示し、倒伏、枯死する株が多数発生した。原因を究明し、

青枯病であることを確認した。また、分離菌がレース4の系統Iで炭素源利用能の違いによる生理型解析によりbiover3であることを明らかにした。本菌株をトマトに接種した結果、最終的に萎凋、枯死させた。

関東病虫研報57:135(2010)

ケ キクえそ病

平成9年にトマト黄化えそウイルス(TSWV)によるキクえそ病が発生した。本ウイルスは多犯性であるため他作物への発生拡大が懸念された。そこで、キク植物体内のTSWV濃度をELISA法により調査し、ウイルスの分布を明らかにした。

アザミウマ類及びほ場周辺雑草におけるTSWV保毒状況を調査した結果、アザミウマ類は92%が保毒し、タカサブロウ、エノキグサ、イヌタデ、アメリカアゼナ及びハキダメギクで感染が認められ、これら雑草がウイルスの伝染源の1つと考えられた。

TSWVによるキクえそ病は、生育初期の土壌の乾燥と窒素及びリン酸の欠乏で感染が多くなることを明らかにした。(平11-13)

栃木農試成果集19:45-46(2000)

コ キクわい化病

キクわい化病は夏秋キクに多く発生し、品種によって発生の差異が見られる。本病は、挿し芽の調整や摘芯などの栽培管理によって伝搬されるため、無病苗の利用が唯一の防除法である。しかし、本病は低温条件下で病徴がマスクされることが多く、親株の症状から感染の有無を診断することはきわめて困難である。そこで、キクわい化病の病原ウイルスを診断するための遺伝子診断法を検討し、高精度で診断できることを明らかにした。また、接ぎ木検定の効率的な手法を明らかにした。(平8-10)

栃木農試成果集17:39-40(1998)

サ バラばら色かび病

平成11年にバラのロックウール栽培ハウスにおいて、折り曲げ部、採花部に淡桃色の胞子粉を形成する病害が発生した。原因菌を同定し、*Trichothecium roseum*による新規病害、バラばら色かび病であることを確認し、基礎的な生態を解明した。

シ リンドウ炭疽病

平成13年及び平成14年にりんどうの茎葉に褐色の斑点が生じ、後に激しい株枯症状を呈する病害が発生した。原因菌

を同定し、*Colletotrichum acutatum* 及び *C. gloeosporioides* による新規病害、リンドウ炭疽病であることを確認した。

栃木農試成果集 23 : 11-12 (2005)

関東病虫研報 51 : 101-104 (2004)

#### ス リンドウ株腐病

平成 23 年 8 月に施設栽培りんどうで地際部が褐変腐敗し、病勢が進展すると立ち枯れ症状を呈する病害が発生した。原因菌を同定し、*Fusarium sp.*による新規病害、リンドウ株腐病であることを確認した。

## 2 虫害に関する試験

農業に依存しない防除技術として、発生生態に基づく効率的な防除技術を策定するとともに、温湯や炭酸ガスによる防除技術を開発し実用化した。

### (1) イネの虫害の診断および防除技術の開発

ほ場における病虫害の発生様相に応じたスポット防除法等の効率的防除法を確立するため、イネミズゴケムシに対する防除薬剤の水田額縁施用について検討した。その結果、本法は本種の生態に適合した効率的な防除法であることを明らかにした。(平 5)

病虫害の発生量の多少に応じた防除をした場合のその後の被害解析を行い、ほ場ごとのニーズに応じた病虫害の要否を判断できる手法を確率するため、防除回数と被害粒率の相関を求めた。その結果、カメムシ多発地帯での水稻早期移植栽培では、出穂期以降のカメムシ防除として、2 から 3 回の薬剤防除が必要であることを明らかにした。(平 5)

さらに、県内で多発するイネ縞葉枯病の媒介虫であるヒメトビウンカの越冬幼虫に対して、畦畔火入れの効果を現地ほ場で調査した。その結果、一般的な火入れでは、ヒメトビウンカの生存には影響しないことを明らかにした。(平 25)

### (2) いちごの虫害の診断および防除技術の開発

#### ア クロバネキノコバエ類

いちごほ場において根が褐変し、生育不良となる株が発生した。褐変した根及びクラウン部からは多数のクロバネキノコバエ類の幼虫が検出され、根部を加害していた。そこで本種の発生生態解明に取り組んだ。その結果、土壌中の幼虫の検出には、ツルグレン法、ベルレーゼ法とも不適で、洗浄根株の密閉処理が有効であることを明らかにした。

トウモロコシ粉末寒天培地を用いることで、幼虫の羽化まで

の飼育及び採卵が可能であった(平 11)。

いちご養液栽培におけるクロバネキノコバエ類の発生生態の解明に取り組んだ。その結果、クロバネキノコバエ類の発消長を明らかにし、効果的な防除薬剤 2 剤を選抜した。(平 16-18)

#### イ ネグサレセンチュウ

土壌還元消毒は、化学合成農薬を使用せず、環境への負荷の少ない土壌消毒法であり、イチゴ萎黄病に対する防除効果が高いことが明らかになっている。しかし、生産現場では、病害の他にネグサレセンチュウ類の防除も考慮する必要がある。そこでいちごのネグサレセンチュウに対して麦フスマを発酵資材とした土壌還元消毒を検討した。その結果、土壌還元消毒は、クロルピクリンおよび D-D 剤とほぼ同等の高い防除効果が認められた。また、クロルピクリンおよび D-D 剤と比較すると防除コストが削減できることを明らかにした。(平 17-18)

栃木農試成果集 26 : 54-55 (2008)

関東病虫研報 50 : 49-53 (2003)

#### ウ 二酸化炭素処理による各種害虫の防除

宇都宮大学に研究協力し、いちご定植苗を 60 % 二酸化炭素に処理温度 30 °C で 24 時間処理することで、ナミハダニ、ワタアブラムシ、オンシツコナジラミに対して死虫率 100 % の高い防除効果が得られることを明らかにした。

本技術は、いちごのナミハダニに対して二酸化炭素くん蒸剤として農薬登録され、平成 26 年度より本県を中心にいちご産地に普及した(平 19-21)。

#### エ ヒラズハナアザミウマ

夏秋どりいちごにおいて、果実を加害するヒラズハナアザミウマに対し、各種防虫ネットの効果を比較検討し、効果の高い資材を明らかにした。ハウス外周反射マルチ被覆と反射資材入り防虫ネットの展張は、被害発生遅延に有効であった。(平 24-26)

いちごの虫害に関しては、天敵による防除技術が導入され、後述するチリカブリダニ及びミヤコカブリダニによるハダニ防除、コレマンアブラバチ及びシヨクガタマバエによるアブラムシ類防除、オンシツツヤコバチによるオンシツコナジラミ防除等が検討された。

(3) 野菜の害虫の診断および防除技術の開発

ア ブロッコリーの害虫

セル成型苗定植後の害虫の発生生態を解明するため、ブロッコリーのセル成型苗定植後に害虫の発生実態を調査した。その結果、ほ場での優占種はタマナギンウワバ及び生育期中盤から増加したモンシロチョウであった。

ブロッコリー春作では、IGR 剤、BT 剤を使用した天敵保護区でクモ類の発生が多く、コナガ、タマナギンウワバ等の鱗翅目幼虫の発生が少なかった。ブロッコリー秋作では、ハスモンヨトウの被害が大きく、被害を回避するには花蕾形成期の薬剤防除が不可欠であることを明らかにした。(平 5-7)

イ いらの害虫

県内に発生しているいらのネダニ類の主要種がロビンネダニであることを確認し、いらほ場中での生息分布について明らかにした。

ほ場管理作業によりネダニ密度が変化することを明らかにした。土壌中のネダニ発生の有無と密度を生産者が判断する手段として、いら茎トラップを考案し、実用性を明らかにした。

温水処理による防除法を検討し、45℃ 10 分の処理により、いらの生育には影響なく 100 %の防除効果が得られることを明らかにした。本防除法は、セル苗及び本ぼに適用でき、実用的な処理機を選定した。

いら本ぼのネダニ対策として、温水処理と薬剤防除を組み合わせることにより、高い防除効果が得られることを実証した。(平 22-25)

栃木農試成果集 30 : 51-52 (2012)

栃木農試成果集 31 : 72-73 (2013)

栃木農試成果集 32 : 19-20 (2014)

関東病虫研報 59 : 160 (2012)

ウ なすの害虫

平成元年に本県で発生が確認されたミナミキイロアザミウマ(新発生)は、露地栽培なすを中心に被害が拡大した。そこで本害虫の密度調査法及び各種防除法の検討を現地ほ場を中心に実施した。平成 6 年度には、2 年間の現地試験の結果から、ほ場障壁、反射マルチ、栽培管理、薬剤防除等を組み合わせた防除体系を実証し、その有効性を明らかにした。(平 4-6)

平成 5 年に本県で初確認されたミカンキイロアザミウマ(新発生)が、平成 6 年には県内複数の半促成なすほ場で多発したことから、発生状況、防除薬剤の検討を行い、有効な防除薬剤を明らかにした。



写真 2-9-5 いらのネダニ



写真 2-9-6 いらのネダニ類に対する温水処理

さらに、本害虫の発生生態を解明するため、本県における発生状況について県内全域の各種作物で調査を実施し、加害作物を明らかにした。

また、イチゴにおける発生消長と果実被害を調査し、簡便な密度調査法を開発した。(平 7-9)

栃木農試成果集 14 : 33-34 (1995)

エ その他の害虫

平成 5 年に県内のファレノプシスほ場で、国内 3 例目となるランヒメハダニの加害が確認された。そこで、被害実態と防除薬剤の検討を行った。(平 5-6)

3 生物的防除に関する試験

拮抗微生物タラロマイセス・フラバスの基礎的生態から応用に向けた研究を重ね生物農薬として実用化を図った。また、いちごを中心に天敵殺虫剤の実用化試験に取り組み普及の基盤を作った。

(1) 微生物農薬の開発

稲の細菌性病害に拮抗的な蛍光性 *Pseudomonas* 属細菌から

選抜した Bf-11 菌は、 $10^9$  cfu/ml の濃度で、苗立枯れ細菌病、  
 籾枯細菌病に対して防除効果が高かった。しかし、化学農薬と  
 有用細菌の同時施用は防除効果が低下した。(平 8-10)

ケトミウム属菌等 2 種の拮抗微生物は、イチゴ炭疽病菌の菌  
 糸に対して、先端部の肥大等の奇形をもたらした。

拮抗糸状菌の生孢子を製剤化した生物防除剤の処理前後  
 に化学剤を処理し、生物剤の定着に及ぼす影響を試験した結  
 果、化学剤の影響は少なく実用性が高いことを明らかにした。

タラロマイセス・フラバス水和剤を組み込んだ防除体系は、  
 親株期及び育苗期のイチゴ炭疽病に対して化学農薬体系と同  
 等の防除効果があり、化学農薬(殺菌剤)の使用回数を 1/3 から  
 1/2 削減できることを明らかにした。(平 8-12)

栃木農試成果集 23 : 35-36 (2005)

イチゴ灰色かび病に対する拮抗微生物の作用機作、最適使  
 用条件について検討し、防除効果を明らかにした。(平 9-13)

拮抗微生物剤のうどんこ病に対する防除効果を検討した結  
 果、1,000 から 2,000 倍の 1 から 3 回の散布が有効であるこ  
 とを明らかにした。

タラロマイセス・フラバス水和剤を組み込んだ防除体系は、  
 本ぼのイチゴうどんこ病に対して化学農薬体系と同等の防除  
 効果があり、化学農薬(殺菌剤)の使用回数を 1/3 から 1/2 削減  
 できることを明らかにした(平 11-13)。

栃木農試成果集 23 : 35-36 (2005)

イチゴ萎黄病に対し、拮抗微生物の育苗培土への処理及び  
 本ぼ土壤への処理が発病軽減及び遅延効果があることを明ら  
 かにした。(平 22-23)

## (2) 天敵の利用

### ア いちご

いちごにおいて減農薬栽培を進めるため、チリカブリダニ及  
 びミヤコカブリダニによるハダニ防除、コレマンアブラバチ及び  
 ショクガタマバエによるアブラムシ類防除、オンシツツヤコバチ  
 によるオンシツコナジラミ防除についてその効果を検討し、い  
 ずれも害虫を低密度に抑えた。さらに、黄色蛍光灯によるハスモ  
 ンヨトウの産卵抑制、ピリプロキシフェンテープ剤等を組み合わ  
 せることで、殺虫剤の使用量を削減した実用的防除体系を実証  
 した。

コレマンアブラバチの利用は、バンカープラント導入により効  
 果が安定することを明らかにした。

土着天敵のオオメカメムシは、アザミウマ類防除に有効であ

った。

土着寄生蜂ナケルクロアブラバチ *Ephedrus nacheri* の発育  
 特性を調査し、16 から 28 °C 条件下の発育日数、発育零点及  
 び有効積算温度等の発育パラメーターを明らかにした。

ナケルクロアブラバチ成虫に対して、いちご栽培に使用され  
 る主要な殺菌剤 10 剤の影響を調査し影響がないことを明らか  
 にした(平 7-23)。

栃木農試成果集 20 : 53-54 (2001)

栃木農試成果集 20 : 55-56 (2001)

栃木農試成果集 20 : 57-58 (2001)

栃木農試成果集 22 : 13-14 (2003)

栃木農試成果集 29 : 33-34 (2011)

栃木農試成果集 30 : 73-74 (2012)

栃木農試研報 55 : 33-44 (2006)

関東病虫研報 50 : 151-155 (2003)

関東病虫研報 54 : 105-108 (2007)

関東病虫研報 57 : 75-78 (2010)

関東病虫研報 57 : 140 (2010)

いちご栽培での使用を前提に複数のアブラムシ種に有効で  
 取扱いの簡便なバンカー資材の開発に取り組んだ。

アブラムシの土着寄生蜂ナケルクロアブラバチのマミーに対  
 して、いちご栽培に使用される主要な殺菌剤・殺虫剤各 11 剤  
 を調査した結果、大きな影響がないことを明らかにした。また、  
 雌成虫に対して殺虫剤 11 剤の影響を調査した結果、7 剤で影



写真 2-9-7 ナケルクロアブラバチ

響が少ないことを明らかにした(農林水産業・食品産業科学技  
 術研究推進事業 平 25-27)。

### イ トマトおよびなす

トマト促成長期どり栽培での化学農薬の散布回数を大幅に  
 削減するため、主要病害虫(灰色かび病、コナジラミ類、ハモ

グリバエ類等)を対象に生物農薬及び防虫ネットを基軸とした防除体系を実証した。その結果、トマトの主要病害である灰色かび病をバチルスズブチリス水和剤のダクト散布により、発生を低く抑えることが可能であった。防虫ネットの展張は、定植後約1か月まで主要害虫の侵入抑制効果が認められ、慣行防除に比べ化学農薬の散布回数を大幅に削減できることを明らかにした。(平5-18)

栃木農試成果集 28 : 33-34(2010)

なすの害虫に対して従来の天敵を温存することにより害虫を防除することが可能かを検討した。その結果、露地なすほ場に天敵温存植物を配置することで、栽培初期から天敵昆虫が定着し、栽培期間を通して害虫の発生を抑制できることを明らかにした。(平9)

関東病虫研報 45 : 191 (1998)

#### ウ なし

ハウス栽培のなしにおいて、コレマンアブラバチによるアブラムシ類防除効果を検討した。その結果、3回の放飼でアブラムシ類を防除することが可能であることを明らかにした。ハダニ類に対するチリカブリダニの放飼も防除効果が認められた。(平9-21)

なし露地栽培におけるハダニ類とその土着天敵の種類と発生推移を調査した。その結果、なし園の下草及び周辺植物におけるハダニ類の天敵の発生状況は、複数種のカブリダニ類をはじめとする在来天敵の生息が確認された。特にマメ科植物上でカブリダニ類の発生が確認された。本県のなし園では、ハダニ類の土着天敵としてミヤコカブリダニが優占種であることを明らかにした。さらにミヤコカブリダニに対し、なし園で慣行的に使用される化学農薬の感受性を明らかにした。(平10-17)

栃木農試成果集 18 : 83-84 (1999)

栃木農試成果集 23 : 37-38 (2005)

栃木農試成果集 25 : 33-34 (2007)

関東病虫研報 51 : 129-132 (2004)

減農薬栽培では、土着天敵の活動によって害虫密度が抑制されることが知られている。特にハダニ類では、ケナガカブリダニ等の数種のカブリダニが有効とされ、その密度を把握することは、なしの減農薬栽培を実施する上で重要である。そこで、なしのカブリダニ類をモニタリングするトラップの有効性を検証するため、トラップ捕獲虫数と見取り調査による葉上密度と

の関係进行调查した。その結果、トラップ4から5枚が葉上100枚調査に相当することが推定された。また、トラップからのカブリダニ類の分離は、ツルグレン装置が適することを明らかにした。

本トラップとツルグレン装置を利用したモニタリング手法により、効率よくカブリダニ類の密度推移が把握できることを明らかにした。本トラップではハダニ類も捕捉できるが、密度推定には適さなかった。(平12-14)

関東病虫研報 45 : 227 (1998)

栃木農試成果集 19 : 53-54 (2000)

栃木農試成果集 20 : 51-52 (2001)

#### エ その他

大豆ほ場におけるハスモンヨトウ天敵としてのニホンアマガエルの評価のために、ニホンアマガエルのハスモンヨトウ採集効率及び胃内容物の調査から、効率的な調査手法を明らかにした。(平12)

くりのクリタマバチ防除のため、平成元年に農水省果樹試験場により宇都宮市野高谷町に放飼されたチュウゴクオナガコバチの拡大、定着状況を調査した。その結果、県内全域でクリタマバチへの寄生を確認した。(平5)

#### 4 発生予察に関する試験

病害虫発生予察法、要防除水準策定について国庫事業を導入し取り組んだ。

トマトの冬春作型においてオンシツコナジラミの発生量と収量、品質との関係を解析し、被害許容密度を検討した結果、株当たり235から355頭であることを明らかにした。(平6-9)

トマト栽培では、すす病の原因となるオンシツコナジラミを防除するため、殺虫剤の計画散布が行われていた。しかし、計画散布であるためオンシツコナジラミの発生が極低密度の時点で殺虫剤散布を実施することが多く、必要以上の殺虫剤散布により、薬剤抵抗性の発達が危惧されていた。そこでトマト栽培におけるオンシツコナジラミの要防除水準を検討した。その結果、オンシツコナジラミの要防除水準は、促成、抑制栽培ともに株あたり成虫数で50頭/株であることを明らかにした。また、ほ場における発生量のモニタリング手法として、株当たり成虫数と黄色粘着紙の誘殺数との関係について明らかにした。

黄色粘着紙に1日間で誘殺されるオンシツコナジラミ成虫数(x)と株あたり成虫数(y)の関係

促成栽培(冬春トマト)  $y=13.526+0.480x$ ,  $r=0.424$   
抑制栽培(夏秋トマト)  $y=2.597+0.881x$ ,  $r=0.847$

なお、抑制栽培に関しては相関が高く有効であるが、促成栽培での本手法によるモニタリングは困難であると考えられた。(10-12)

栃木農試成果集 18 : 31-32 (1999)

栃木農試成果集 19 : 69-70 (2000)

リンドウ葉枯病は、多発すると切り花品種を著しく低下させる。そこで、本病の発生と気象条件、特に降雨との関係及び本病原菌の分類学的所属について検討した。その結果、リンドウ葉枯病菌分生子の飛散には水滴が必要であり、自然条件下での飛散ピークは6月中旬から7月中下旬であり、本病の生育適温と考えられる気温 20℃においても、葉が24時間以上濡れた状態でないと発病しないことを明らかにした。また、りんどうに寄生する9種の *Septoria* 属菌のなかで、本病の病原は *Septoria gentianae* Thumen であることを明らかにした。

栃木農試成果集 19 : 51-52 (2000)

リンドウホソハマキ越冬世代の羽化時期を調査し、越冬世代成虫と第一世代若齢幼虫を対象とした防除適期を5月下旬から6月中旬と推定した。予察灯によりリンドウホソハマキの発生消長を把握した。また、りんどうに寄生するアザミウマ類の種構成と発生消長、ハダニ類の寄生状況を明らかにした。(平 3-9)

## 5 農薬登録に関する試験

新農薬選定試験、マイナー作物農薬登録試験とも、本県農業推進上重要な作物の病害虫防除に必要な薬剤について試験を実施した。

### (1) 新農薬選定試験

農薬の新規登録等を目的に日本植物防疫協会から試験を受託し、毎年度6から20剤について薬効、薬害試験を実施した。また、必要に応じてミツバチに対する影響試験を実施した。

### (2) マイナー作物農薬登録拡大試験

登録農薬の少ないマイナー作物について、経営技術課の要請に基づき、薬効、薬害試験を実施し、適用拡大の資とした。

特に、本県の農業生産推進上重要な品目である、ゆうがお、うど、アスパラガス等について、試験を実施し登録のためのデータを取得した。(昭 40-)

## 6 水田水系を中心とした農業生態系の解明と保全手法の確立

農業の多面的機能としての生物多様性保全についての基礎データを得る調査を実施した。

水田環境における生物多様性の一端を解明するため、水田内及び畦畔に生息するクモ類の種類及びその発生消長を調査した。県内水田環境を鬼怒川周辺の大規模水田、河川中流域、中山間地域の谷津田に分類し、それぞれの水田泥中の昆虫相、畦畔のクモ相、周辺樹林地の鳥相の特徴を把握した。

水田環境で天敵として有用なクモ類の種構成およびその発生消長を調査した結果、ヒメグモ科、サラグモ科、タナグモ科が優先種であることを明らかにした。(平 13-15)

栃木農試成果集 23 : 99-100 (2005)

コラム7

農業試験場勤務経験から思うこと

農業試験場は新採職員で配属された職場で、現在がどうなのかは知らないが、当時は研究職員の異動があまりなく経験豊富なベテラン揃いであったため、研究に対する考え方や試験のテクニック等について時間をかけてじっくり新人教育されたのは幸運であった。

農試所属期間のほとんどは病虫害防除関連の業務をしていたが、仕事の中身の一つは急ぎ対応すべき目先の現場対応課題で、対象病虫害の有効薬剤を選定するいわゆるぶっかけ試験類似の仕事が多かったように思う。もう一つは上記の間を縫って病虫害の生態を細かく調べ、結果として防除に活用できる病虫害の弱点を見つけ出す基礎的な仕事であった。

今になって考えても、生態学等の手法を活用した基礎的な研究が、栽培品種等の変化や減農薬などの社会的要望等にも対応できる息の長い成果として活用できると考える。

過去と違って普及事業でも現場の課題解決も業務の一環として位置付けられているのに加え、現在私が所属している農業団体においても、ある程度のレベルの課題は現場段階でも解決できることを改めて実感している。

このような経験から、昔から研究者間で言われている「基礎的な研究が最も実用的である」は普遍的な事実であり、現場や行政からの要望に対応するのは当然であるが、基礎的研究に業務量の一定割合を振り分けられるような研究管理が必要であると考ええる。

大兼善三郎

## 第10節 養蚕に関する試験研究

本県の養蚕は、最盛期の昭和初期には年間400万トンの繭を生産した。生産量は戦後激減し、昭和30年代には1000トン程度となった。その後養蚕は畑作地帯における極めて重要な土地利用型作物として、また、農業経営上重要な複合部門として位置づけられ、昭和40年以降省力技術の普及、桑園の基盤整備の実施、また米生産調整対策の土地利用型戦略作物にも取り入れられ、昭和48年の繭生産量は2400トンで全国7位に位置づけられた。しかし、その後、海外からの安い繭、生糸および絹製品の輸入ならびに後継者不足等の構造的要因により生産量は減少し、平成12年の生産量は74トンであった。このような養蚕を取り巻く環境の変化を受けて、大正5年以来、継続された養蚕に関する試験研究は、平成12年に、蚕業センターが南河内分場として農業試験場の一部となり、さらに同14年をもって研究業務を終了した。

平成12年から14年における主な研究課題として、県内産生糸の高付加価値化を目指す1)ブランド繭蚕品種の選抜、桑樹の多角的利用を目指す2)桑樹の果樹利用、次世代型養蚕技術として3)昆虫病原糸状菌による生物防除5)環境に優しい桑園の雑草抑制6)桑樹の生育予測、7)蚕の核多角体病防除9)多回育養蚕に対応した省力収穫法が実施された。

### 1 蚕の品種育成および選定に関する試験

繭ブランド製品の創出に取り組む中で、養蚕農家の活性化を図るためには、既存品種と差別化できる付加価値が高く特徴のある品種の普及が急務である。特に、近年育成された繭糸の色や太さに特徴を持った品種は従来の普及品種と異なる特性を示すことが多い。そこで、これらの品種特性を明らかにし、ブランド化の可能性および現場での効率的な飼育方法について検討した。

#### (1) ブランド繭蚕品種の選抜試験(平10-13)

流通段階で人気の高い小石丸に中国種を掛け合わせた新しい小石丸交雑種の桑葉食下量試験、飼育試験及び生糸の物性試験を行い、普及に適した品種及びその場合の基本的な飼育法などを確認した。

特徴ある蚕品種(緑色繭、太織度繭)の基本的性状の把握および飼育方法について検討した。緑色繭は薄い黄緑色で、この特徴を活かす工夫が必要になる。また、太織度繭はやや大

型であるが、現在使用されている回転簇も十分利用でき、平均織度は4デニールであった。

太織度繭および緑色繭は、繭糸織度が太く繭糸長が短い特性を持つ品種であった。また、5齢期の食桑行動は活発で、特に、桑付け直後から盛食期にかけて桑不足にならないよう給桑量に注意することが必要であることを明らかにした。

栃木農試成果集 21, 15-16 (2002)

#### (2) 特色ある蚕品種の飼育特性

特色ある蚕品種の飼育特性を比較した結果、対照品種と比較すると5齢期経過日数が「はくぎん」は短く、「鐘光×黄玉」は概ね同等であった。また、はくぎんは登簇性および平面吐糸性が強く、本品種に合った上簇管理が必要と思われた。鐘光×黄玉は登簇距離が短く平面吐糸量の少ない、上簇管理がし易い蚕品種であった。それぞれの繭質特性を活かした特殊用途用蚕品種としてブランド繭の産地化を進める必要があることが示された。

栃木農試成果集 19, 9-10 (2000)



写真 2-10-1 ブランド繭と生糸

### 2 養蚕の飼養技術に関する試験

#### (1) 蚕病(核多角体病)防除に関する試験(平12-14)

蚕の作柄を悪くしている主要な原因である多角体病防除のため、病原ウィルスの拡散経路およびその調査方法を検討したところ、ウィルス濃度の高いところから低いところへと拡散する傾向が認められた。

また、3齢起蚕を冷蔵処理することで、蟻蚕並にウィルス感

受性が高まり、添食後はビニール袋で飼育するため、観察が容易で、調査後の廃棄も安全で、農家でも実施できる病原汚染場所を特定する手法を確立した。

栃木農試成果集 21, 49-50 (2002)

### 3 繭の安定生産および加工技術に関する試験

#### (1) 蚕の高品質安定生産技術の確立(平 7-14)

ネットロウシルクの特徴を活かして高付加価値の製品になるよう繊維工試と共同で検討した。かさ高性を生かしたニット、レースおよび伝統的な紬に近い生地が有望であった。また、絹に含まれるセリシンの制菌効果を調査したところ、一部でその効果が認められた。

ネットロウシルクのニット・レースへの利用についてカバーリング技術及び太繊維繭利用による効率的操糸法を検討し、また、紬織物への利用についても紬織物用ネットロウシルク糸及びこれで作られた紬織物の物性を調査し、各用途に適したネットロウシルクの作成法を確認した。

また、本県ブランド繭として期待されている新しい品種の紫外線に対する透過性について検討した。その結果、特に緑繭に安定して高い遮蔽効果が確認された。

栃木農試成果集 20, 49-50 (2001)



写真 2-10-2 ネットロウシルクの繰糸状態  
糸が網状になり、かさ高な糸になる。

### 4 桑の省力化および安定生産技術に関する試験

#### (1) 桑樹の生育予測に関する試験(昭 51-平 12)

養蚕の年間計画を立てる際に最も重要視されるのが各蚕期の掃立日と飼育箱数の決定である。春蚕期は気候が安定しており桑の葉質が良好で、蚕の飼育に最も適した時期であることから、養蚕農家では年間で最初の春蚕期の掃立日の決定に注

意を払っている。そこで、桑の生育(発芽)と気温および桜の開花日との関係を検討し、桑の発芽予測を試みた。また、初・晩秋蚕期の 10a 当たりの収穫量を予想し飼育可能箱数を決める際の参考資料として、桑の時期別枝条長および各時期における 1 日当たり枝条伸長量を調査した。

桑の発芽と 3 月の平均気温および桜の開花日は相関があり、その関係式を使って桑の脱ぼう日が予測でき、春蚕期の掃立日や 10a 当たり飼育可能箱数を決定する際の参考となる。また、初・晩秋蚕期の 10a 当たり飼育可能箱数の決定に際しては、時期別枝条長とその時期における 1 日当たり枝条伸長量が参考となることを明らかにした。

栃木農試成果集 20, 27-28 (2001)

#### (2) 優良桑品種の安定生産技術の確立(昭 61-平 12)

組織培養による優良桑苗の大量生産技術を確立し、苗の変異について調査した。また、遺伝資源として約 200 種の桑品種を保存している。

#### (3) 桑の省力収穫法の確立(平 12-14)

年 5 回程度の多回育養蚕に対応した、株直しを必要としない効率的な桑栽培管理技術を確認するため試験を実施した。

その結果、蚕期のばらつきがあるもののおおむね普通収穫法以上の収穫量を確保し、作業性についても株直しや矮小枝整理等の作業を省略できることを確認した。

#### (4) 環境に優しい桑園管理に関する試験(平 9-13)

桑園雑草を牧草等で制御するため、被覆植物の中からハゼリソウ、クリムソクローバー、ヘアリーベッチ等の有望な草種が選抜され、使い方によっては高い雑草抑制効果が期待できることが明らかになった。

夏切桑園では、ケンタッキーブルーグラスとアルファルファ、春切桑園では、ヘアリーベッチが有望であった。

### 5 桑の多角的利用に関する試験

#### (1) 桑の多角的利用の検討(平 11-14)

桑樹で果樹として利用できる品種として、トルコフルーツ、カタネオ、大唐桑を選出し、特性を調査したところ、大型の実が成り果樹として期待できることが確認された。

また、カタネオを横幹仕立法に設定し、総枝条長から実採取量を予測し普通仕立法と対比して検討した。



写真 2-10-3 果樹としての桑樹利用の検討

## 6 病害虫の生物防除技術の確立

### (1) 昆虫糸状菌による生物防除に関する試験(平 10-14)

昆虫に病原性のある糸状菌の生息状況、動態を把握するとともに、害虫防除に有望な菌株を収集し、罹病性を確認した。

13年度に分離した昆虫病原糸状菌の、ハスモンヨトウに対する病原性及び殺菌剤に対する薬剤感受性について検討し、害虫防除に有用な昆虫病原糸状菌の選抜及び同時期に使用できる殺菌剤を確認した。

また、ハスモンヨトウの齢期別 NPV 感染力は接種齢期が進につれて弱くなり、感染から死亡までの期間が延長されること

を確認した。さらに、NPV 不活化に及ぼす紫外線の影響は紫外線照射 1 時間後ほぼ 2 分の 1 に低下し、8 時間後に完全に不活化されることを確認した。

### (2) ハスモンヨトウの生物的防除技術に関する試験(平 12-14)

ハスモンヨトウは薬剤抵抗性が高く、化学農薬以外の天敵微生物などを活用した防除法を導入する必要がある。そこで、天敵微生物の研究並びにその実用化に向け供試虫を大量飼育する技術を確認するため、ハスモンヨトウの基本的性状について調査するとともに、適した人工飼料を選抜した。

ハスモンヨトウを安定かつ大量に飼育するには、温度が 25℃、3 齢以降の人工飼料には経済性および幼虫の斉一性に優れる「くわのはな」の使用が適していると考えられた。

栃木農試成果集 21, 37-38 (2002)



写真 2-10-4 ハスモンヨトウと人工飼料



念願の新生試験場の整備はじまる

新しい研究棟が白く輝いている。感無量である。

雨の日には、松林の中にそびえる旧研究棟で、場長室にバケツを持ち込み、雨漏り対策に奮闘した頃が懐かしい。

農試の研究施設は、過去に幾度となく整備構想が策定されたが、その度の実現を見る事が無く、関係者にとっての構想策定は成果の出ないむなしい仕事であった。私が着任した平成 19 年度に新たに着手する時も、「これで何度目の計画策定だ！本当に実現できるのか？」と多くの疑心の声が出たのも当然であった。

しかし、関係者の努力によって新たな構想ができ、当初の見込み額として4カ年で総事業費23億円が、平成20年度の予算編成に盛り込まれ、新生農業試験場の整備がスタートした。

そして、手始めとして、まだまだハード面で研究体制が整っていない段階のまま、全国初のいちご研究に特化した「いちご研究所」が前倒しで開所した。平成20年10月1日(開所式は10月6日)であった。

その後、本館をはじめ、いちご研究所の完成はもちろん、実験温室も、果樹研究棟も、水田も、作物実験棟も、原種農場も、すべてが順次生まれ変わり嬉しく思っている。

農業試験場が、これらの施設を最大限に駆使し、時代のニーズに対応した多くの成果を上げて、本県農業発展のけん引的役割を果たしていくものと確信している。

関 一男

## 第11節 土壤肥料及び環境保全に関する試験研究

土壤肥料及び環境保全に関する試験研究として、昭和44年の瓦谷町移転以来、土壤肥料研究の柱の一つとして継続されてきた農林水産省指定試験の火山灰水田の効率的な水利用に関する試験が平成3年に終了し、平成6年以降は、1 農耕地の土壤保全対策、2 畑地の環境容量の解明と畑地からの栄養塩類溶脱抑制技術の開発、3 農業用水の水質保全対策に関する研究、4 野菜、果樹、花き類の施肥法と栄養診断、5 全量基肥施肥法（肥効調節型肥料）の開発、6 バイオマスの利活用技術開発に関する研究、7 水稻の有機農業栽培技術確立に関する研究、8 温室効果ガスの発生抑制に関する研究、9 大気汚染に関する研究、重金属の吸収抑制に関する研究、10 環境影響評価および農薬の安全使用に関する研究、11 土壤診断技術の開発が実施された。

農耕地の土壤保全対策として実施されてきた定点調査は、平成10年に4巡目が終了し、調査は規模が大幅に縮小し、調査地点数が概ね1/5となった。その後、農林水産省の補助事業「土壤保全対策事業」が打ち切れ、平成25年から一部が「土壤炭素貯留機能に関する評価」として継続されている。同様に当該事業で実施されていた有機物連用試験は3圃場の内2圃場で中止され、本場内に設置された黒ボク土水田のみが、やはり「土壤炭素貯留機能に関する評価」として継続されている。国民の環境保全への意識が高まるのに相まって、その環境を大きく損なうことなく、受け入れることのできる環境負荷物質の量として許容される投入量または浄化能力の限界量を表す「環境容量」という概念が農業環境にも導入され、本県の農耕地土壤の機能に対しても、かつての生産性に加えて環境保全能力の評価が試みられた。環境基準が設定されている硝酸に対して黒ボク土畑地での下方浸透速度が明らかにされ、また黒ボク土台地上の露地野菜畑地における浸透実態が明らかにされた。さらに環境容量を陰イオンまたは陽イオンの吸着容量として捉え、土壤の分布に対応させて面的な拡がりとして把握しようとする試みがなされ、土壤の荷電特性を電気化学的な理論で説明された。

水田は食糧生産機能の他、水質浄化、土壤浸食防止、洪水防止などの多面的な機能を有し、特に脱窒による窒素除去能力は環境保全能力として高く評価される。本県において水田は農耕地の80%、県土の16%を占め、農地環境保全の上で水田の水質浄化に対する寄与を考慮することは重要である。まず用水水質の実態調査を行い、用水環境との関連を明らか

にし、汚濁用水に対する対応を検討した。さらに用水が水田を通過する際の水質の変化を把握し、各種栄養塩類を中心に水質への水田の寄与を明らかにした。県内各水田土壤の潜在的脱窒能力が測定され、脱窒能力は有機態溶存炭素の供給能力であり、既存の測定値として可給態窒素と相関が高いことに基づき、脱窒容量マップが作成された。

農業生産費に対する圧縮圧力の中で、施肥技術に関しては一層の省力化が求められ、施肥改善として、肥効調節型のコーティング肥料を組み合わせた水稻の全量基肥栽培が各種作型や地域に対応して組み立てられた。また、本県の主要畑作物に対する全量基肥栽培向けの肥料が開発され、施肥法が確立された。さらに、より科学的に省力的かつ効果的な施肥を実施するための技術として、気象の変化に対応した生育および土壤窒素の無機化を予測する技術が開発された。すなわち、県内水田に分布する主要な水田土壤を培養し、反応速度論的手法によって窒素無機化パラメータを算出し、水田圃場での水稻コシヒカリによる窒素吸収量の推定を行った。本手法によって各地点、各年の気温の推移により水稻の窒素吸収量をおおむね予測することができた。また、水稻全量基肥栽培面積が増加する中、本施肥法では従来の慣行分施肥栽培と莖数や葉色の推移が異なることから、コシヒカリの全量基肥栽培の最適な生育パターンを明らかにし、生育量と追肥効果の関係に基づき生育診断指標が作成された。

野菜、果樹、花き類の施肥法と栄養診断として、トマト体内の硝酸濃度による栄養診断が検討された。またトマトやばら栽培施設の一部で導入された灌水同時施肥栽培（養液土耕栽培）における土壤管理や植物体の栄養診断技術が検討された。一部のいちご栽培で導入されたクリプトモス養液栽培における施肥技術が開発された。花きの養液土耕栽培または果樹の根圏制御栽培に対する供給養液組成が検討された。

日本政府は、平成14年に、循環型社会を目指す長期戦略「バイオマス・ニッポン総合戦略」を閣議決定し、農林水産業からの畜産廃棄物、木材やわらなどの有機物からエネルギーや生分解性プラスチックなどを生産し、食品産業から発生する廃棄物、副産物を活用する施策を進めた。本県でも本技術開発を積極的に進めた。本県は年間おおよそ300万トンの家畜排泄物が発生し、その有効活用のため、豚糞を主原料に化学肥料で成分調整をした成分調整粒状化肥料を開発し、民間企業と共同で製造プラントを構築した。また、農業集落排水汚泥

の生石灰による肥料化装置を開発し、同様にやはり民間企業と共同で全自動肥料化装置として製品化され、県内の農業集落排水処理施設に導入された。さらに、流域下水道で生産する下水汚泥肥料の黒ボク土畑地への連用による有害金属の蓄積や可給化を検討して連用可能年数を明らかにした。畜産部門では家畜糞尿からエネルギーを回収する手段としてメタン発酵が研究され、そこで発生する消化液の活用が求められた。当場では消化液中養分の作物生産への有効性を確認し、水稲に対して化学肥料と同等の効果があることを明らかにして、さらに基肥利用技術を確立した。

かつては有機資材を利用して栽培された農産物も有機農産物と呼ばれることがあったが、平成4年に農林水産省によって「有機農産物及び特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」が制定され、「化学的に合成された肥料及び農薬を避けることを基本として、播種または植付け前2年以上(多年生作物にあっては、最初の収穫前3年前)の間、堆肥等による土づくりを行ったほ場において生産された農産物」と定義された。平成12年に日本農林規格(JAS)が改正され、農産物について有機農産物またはそれに類似した表示をするためには、農林水産省の登録を受けた第三者機関(登録認証機関)の認証による有機JASの格付け審査に合格することが必要となった。県内でも、水稲の有機栽培では各地に民間主導で技術体系が成立したものの、その技術を科学的に解析した例は少なく、技術の普及を困難にしていた。そこで、NPO法人民間稲作研究所(上三川町)の有機栽培水田を調査するとともに、農試ほ場で水稲有機栽培を行い、土壤管理技術を科学的に解明した。その結果、水稲への米ぬか施用の収量への影響が明らかにされ、抑草技術が確立された。また、移植前の長期湛水による窒素無機化量の増加による効果などを明らかにした。

農地土壤は堆肥の施用等適切な土壤管理により炭素を貯留することが可能とされており、気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書においても温室効果ガスの吸収源の一つとして位置づけられている。炭素貯留効果の高い営農活動に取り組む指標とするため、温室効果ガスの発生および土壤炭素貯留効果が、黒ボク土畑地において調査された。また温室効果ガスの農地からの発生量を最小にするための対策として、水田ではメタン発生の実態と抑制対策が、また畑地では亜酸化窒素の発生実態と抑制対策が明らかにされた。

これまで、我が国では、酸性雨による被害は顕在化していないとされるが、本県の白根山地域における森林の衰退(先枯れ、立枯れ、倒木等が発生している状況)の原因のひとつとして首都圏等から移流した大気汚染物質を含む雨や霧による

影響が指摘されている。そこで、県内の代表的な土壤である黒ボク土と灰色低地土の非耕地土壤について、酸性雨による影響を調査した。さらに、白根山の森林衰退地域において、土壤の理化学性を調べ、土壤の酸性化と森林衰退の関係について検討した。これらデータは環境省によってとりまとめられ、全国規模での影響が検討されている。一方、酸性霧は、付着すると流れ落ちにくいので、植物との接触時間が酸性雨よりも長く酸性雨よりも植物に悪影響を与える可能性が高いとされる。植物を人工酸性霧に曝露してどのような影響を受けるか調査し、酸性霧に感受性の高い指標植物の検索を行った結果、多くの植物に白化現象として可視的障害が発生し、これらの感受性のある植物は酸性霧の指標植物として用いることができることを明らかにした。

現在、本県内に、「農用地土壤汚染法」に基づく指定地域は存在しないものの、CODEX委員会による農産物中有害物質の国際基準策定を受けて、麦類のカドミウム吸収実態の把握と抑制対策の検討がなされた。大麦のカドミウム含有率の実態を把握するため、県内産大麦の子実中カドミウム含有率を調査した。子実105検体中104検体が大麦のCODEX基準値 $0.1\text{ mgkg}^{-1}$ 未満であった。また小麦子実のカドミウム濃度予測手法が検討され、小麦子実のカドミウム濃度がCODEX基準( $0.2\text{ mgkg}^{-1}$ )未満となる土壤 $0.1_M$ 塩酸抽出カドミウム濃度は、灰色低地土で $0.5\text{ mgkg}^{-1}$ 、黒ボク土で $1.0\text{ mgkg}^{-1}$ であることを明らかとした。さらに、土壤の化学性にに基づき土壤溶液中カドミウム濃度を予測する手法を開発し、予測に必要なパラメータはCECなど既存の土壤分析値から得られることを併せて明らかにした。

食の安全性に関する消費者の関心は、この20年間、一層高まり、農薬の安全使用の重要性が増した。農薬の環境中の動態として、水田系における動態が検討され、既存モデルによってよく説明されることが明らかにされた。また、黒ボク土畑地の土層内の浸透について検討され、浸透速度は農薬の水溶性に大きく関連していることが示された。マイナー作物への登録拡大に向けた残留濃度に関する試験は以前から継続的に実施され、この20年間ではゆうがおやうどで実施された。平成15年の「食品衛生法」改正により、現在設定されている農薬、飼料添加物及び動物用医薬品の残留基準が見直され、基準が設定されていない農薬等が一定量以上含まれる食品の流通を原則禁止する制度として残留基準値がポジティブリスト化された。本県では、これに対応するため、多成分同時分析や簡易分析法としてイムノアッセイによる分析法が検討され、一部実用化された。

作物生産に際し、土壤環境を整えることは最も基本的であり、土壤診断は継続的にその柱となっている。土壤診断の高速化と新たな評価のため、新たな土壤診断技術の開発と評価がなされた。まず交換性陽イオンの浸出法として酢酸アンモニウム溶液に塩化ストロンチウムを加えさらに土壤:溶液比を大きくして、それまで問題視されていたカルシウムの回収率を大幅に向上するバッチ法を開発した。またトリエタノールアミンを緩衝溶液として使用する交換酸度と交換性陽イオンの和として算出する新たな CEC 測定法を開発し、団体等による土壤診断現場で使用された。可給態窒素を、オートクレーブまたはリン酸緩衝液による抽出で簡易に測定する方法が開発され、水稻の施肥診断に活用された。

施肥基準は、これまでの現地慣行や施肥試験結果としての各種知見に基づき定期的に改訂されている。近年は、環境保全や施肥コストの削減への要求の高まりを受け、これまで主に長期的な地力の維持として捉えられていた、有機質資材の施用に対し、含有成分を施肥量の一部として捉える考え方が拡がり、平成 18 年に改訂された施肥基準では、この考え方に基づく施肥量の算出方法が示された。同時に、各種有機質資材中養分の肥効率を見積もるための試験が実施された。

我が国は、肥料原料のほとんどを海外に依存しており、肥料価格は、世界の需給動向の影響を受けやすい。人口増加による食料用穀物需要の増加、BRICS に代表される経済発展著しい国々での穀物から肉を中心とした食生活への変化に伴う穀物需要の増加等により、肥料需要が世界的に増加し、我が国の肥料原料及び肥料の輸入価格が、平成 20 年以降急激に上昇した。国内では、肥料価格高騰を受け、水稻栽培におけるリン酸やカリウムの適正施用が求められ、本県水田の代表的な土壤である黒ボク土において、減肥基準を見直した。

### 1 農耕地の土壤保全対策 (昭 54-平 19 : 土壤保全事業)

農耕地土壤は、降雨等自然的要因や土壤管理等人為的要因の影響を受け、急速に変化している。県内農耕地の生産阻害要因を除去し生産性を維持または高めるため、実態調査および対策試験が実施された。

#### (1) 土壤環境基礎調査・定点調査

##### ア 農耕地土壤の実態

農耕地土壤のモニタリングのため、昭和 54 年に開始された「土壤環境基礎調査」は平成 6 年から 10 年には第 4 巡、平成 11 年から 15 年には第 5 巡、平成 12 から 16 年には第 6 巡目の調査が実施された。調査地点数は、開始当初 545 地点であったものが、農地転用などによって徐々に減少し、第 4 巡目の



写真 2-11-1 大麦畑における土壤調査 (2002)

調査点数は 457 地点であった。第 5 巡目以後の調査地点は、それまでの重要定点のみとなり、96 から 142 地点となった。

第 4 巡目の 457 地点の調査結果に対し、化学性の変化および化学性を性格付ける因子と土壤管理の影響がとりまとめられた。交換性カリウムは樹園地および施設で上昇程度が特に大きく、交換性カルシウムは、全ての地目で上昇傾向にあった。灌漑水の影響で安定的に維持されるとされる水田でも上昇傾向にあり、カルシウム収支を検討する必要が認められた。また可給態リン酸の上昇傾向が続き、この傾向は樹園地および施設で顕著であった。可給態リン酸は地点間のばらつきが大きいものの徐々に増加する傾向にあり、施設では中央値で  $168 \text{ cgkg}^{-1}$  と特に高水準で、過剰害が懸念された。可給態リン酸の上昇速度は施肥量に従い、土壤中リン酸 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 含量の維持に必要な年間施用量は黒ボク土で 200 から  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ 、非黒ボク土で 100 から  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  と推測された。化学性に対する因子分析の結果、塩基状態、母材および可給態窒素に関わる 3 種の因子に集約された。全地点、水田または畑地を対象に分析を行っても因子内容は同様で、全地点および畑地では塩基状態が 1 番目の因子となったのに対し、水田では母材が 1 番目の因子となり、水田で塩基状態が安定し、畑地では、圃場管理の影響が大きく、塩基状態が化学性を性格付ける重要な因子になっていることが示された。さらに、それら 3 種の因子得点の分布は、土壤タイプと地目の組み合わせにより特徴的に分布し、土壤の化学性の性格付けがそれら要因によって形成され

表 2-11-1 地目別調査有効地点数の推移

巡	調査年	水田	普通畑	樹園地	草地	施設	計
1	1979-1984	289	161	46	23	21	540
2	1984-1989	288	159	44	20	21	532
3	1989-1993	276	156	39	19	19	509
4	1994-1998	252	134	33	19	19	457
5	1999-2003	66	37	16	6	17	142
6	2004-2008	61	25	5	4	1	96
7	2009-2013	61	25	5	4	5	100

ていることが示された。

栃木農試成果集 18 : 75-76 (1999)

栃木農試研報 49: 25-32 (2000)

第5巡目の県北東地域では、普通畑の作土深がやや浅くなり、水田および普通畑の耕盤がやや硬くなるなどの物理性の悪化が明らかとなった。県中南部地域では、普通畑の作土深がやや浅くなり、水田および普通畑の耕盤がやや硬くなる等の物理性の悪化および交換性カルシウムやリン酸など養分の蓄積傾向が明らかになった。

栃木農試成果集 23: 15-16 (2005)

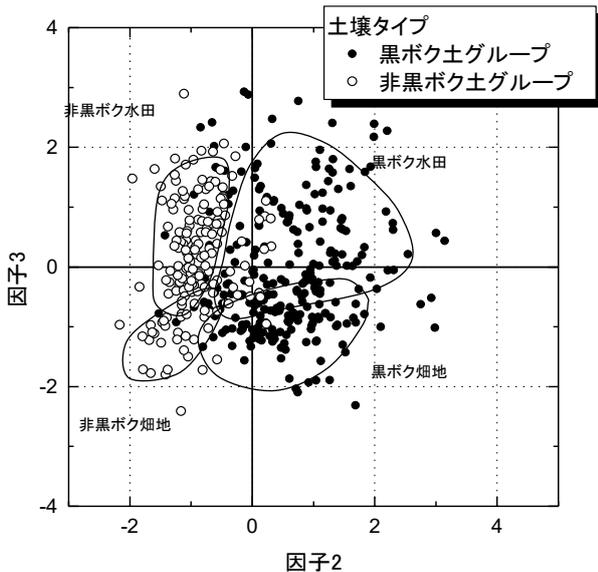


図 2-11-1 定点調査化学性による因子分析結果

因子 2 : T-C, T-N, CEC、 因子 3: Av-N, Av-N/T-N

### イ 微量元素

県内には銅 (Cu)やホウ素 (B)などの微量元素含量の低い地点があり、生育や収量の低下等の潜在的欠乏症が懸念される。そこで、4巡目調査全地点 460 地点、636 検体の微量元素 B (ホウ素)、Cr (クロム)、Mn (マンガン)、Fe (鉄)、Co (コバルト)、Ni (ニッケル)、Cu (銅)、Zn (亜鉛)、As (ヒ素)、Pb (鉛)、Mo (モリブデン)、および Cd (カドミウム)を測定し、その実態を明らかにした。黒ボク土水田の Cu 含量中央値は 38 mgkg<sup>-1</sup>、また熱水可溶性 B の非黒ボク土普通畑の中央値は 0.31 mgkg<sup>-1</sup>で、これらの地点では欠乏症が発生する可能性が示された。樹園地の Zn 含量は土壤タイプ別に 104 から 118 mgkg<sup>-1</sup>の範囲にあり管理基準の 120 mgkg<sup>-1</sup>に近い値であった。

銅含量の少ない土壤をポットに充填し小麦を栽培した結果、銅の添加により、生育量や子実が増加する土壤もあったが、一定の傾向はなかった。

栃木農試成果集 22: 17-18 (2003)

腐植質黒ボク土畑圃場で pH が 6.7 を越え、土壤中 Mn の難溶化により大麦「シュンライ」の稈の伸張が抑制され大幅に減収した。これら圃場に Mn を施用することにより正常な収量が得られ、高 pH 土壤での Mn 施用効果が示された。(平 19)

### ウ 陰イオンの分布

本県に広く分布するアロフェン質黒ボク土は HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、F<sup>-</sup>、H<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等の陰イオン種を特異的に吸着し、さらにそれが荷電特性に大きく影響することが知られている。陰イオン存在量の垂直分布を把握することは農耕地の陰イオン負荷に関する環境容量を評価するうえで一つの手がかりともなる。そこで、定点調査 4 巡目の畑地 233 地点から採取された 324 点の土壤試料の吸着態および水抽出性陰イオン含量を分析し、土壤類型別および利用形態別に陰イオンの垂直分布の状況を明らかにし、それらの条件の違いによる分布への影響等について検討した。黒ボク土の吸着態 (0.01 molL<sup>-1</sup> NaOH 抽出)陰イオン含量は作土層から耕盤下層まで Cl<sup>-</sup>および NO<sub>3</sub><sup>-</sup>に比べて SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が最も高く、また SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>含量は下層ほど高い傾向であった。この傾向は普通畑、樹園地および草地で共通であった。非黒ボク土の普通畑および樹園地の各層の吸着態陰イオン含量は黒ボク土に比べてかなり低かった。非黒ボク土・施設の土壤溶液中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>および Ca<sup>2+</sup>の活動度積は石膏の溶解度積に達していると推測した。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>および Ca<sup>2+</sup>の濃度の上限値は非黒ボク土では石膏の溶解度に、一方黒ボク土では土壤固相との吸着平衡に支配されていると推察した。さらに吸着態 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>含量は、リン酸含量の低い土壤で高い傾向があり、リン酸の蓄積によって SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>吸着が阻害されているものと推察した。調査対象土層内の吸着態 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>存在量は年間施用推定量の、黒ボク土では 10.4 から 16.8 年、非黒ボク土・露地では 1.3 から 3.9 年に相当する量であった。

土肥誌 65: 255-265 (1994)

### エ 土壤図の更新およびデジタル化

地力保全基本調査に基づき昭和 55 年に作成された 1/50000 スケールの土壤図 23 図幅は電子データ化され、現在、農業環境技術研究所のウェブサイトで公開されている。平成 6 年から耕作放棄地や市街地化等の土地利用の変更、用排水の分離に伴う土壤統の変更等を修正し、それらデータが更新され、併せて物理化学性および断面写真のデータベース化を行い、各農業振興事務所等へ閲覧用として配置した。(平 6-18)

さらに、これまで異なる体系で分類されてきた農耕地と森林の土壤類型を統一し、統一の土壤図を作成するための作業が資源

対策課の事業「土地分類基本調査」として継続的に実施された。

(昭56-平15)

栃木農試成果集 26: 42-43 (2008)

## (2) 土壤の炭素貯留調査 (H20-)

温室効果ガス排出削減の一つとして、農耕地土壤の炭素貯留の現状と可能性を評価することが急務となっている。そこで、定点調査の一部50地点において炭素含量や圃場管理の調査を実施した。調査ほ場は、牛ふん堆肥施用が11件、鶏ふん堆肥施用が5件、落ち葉堆肥施用が1件、堆肥無施用は30件であった。場内の有機物連用圃場(基準点調査)で実施された土壤炭素の貯留に関するモデル調査で、有機物由来の投入量と二酸化炭素の累積発生量から炭素収支を算出すると、堆肥区では $+30 \text{ g m}^{-2}$ 、有機区では $+176 \text{ g m}^{-2}$ となったが、炭素含量のばらつきと作土深見積りの不正確性から、短期間の調査結果から作土の炭素含量から炭素収支を見積もることは困難と考えた。

栃木農試成果集 32: 53-54 (2014)

## (3) 土壤環境基礎調査・基準点調査

水田および畑地における地力増強対策の指針を得るため、各種有機物の施用や作付け体系の違いが地力の要因に及ぼす影響を明らかにした。

### ア 黒ボク土水田

まず、農試本場黒ボク土水田で昭和58年から稲わら堆肥および稲わらの長期連用により、土壤の膨軟性を維持する効果が確認され、また腐植の集積、地力窒素の増大や塩基類の集積が認められた。有機物の施用が収量におよぼす影響は、連用6年目から明確となり、特に稲わらの秋すき込みは連用期間が長くなるとともに収量指数が増加する傾向を示し、連用11年以降、堆肥施用より窒素供給量を高める効果が顕著となった。連用11年目の平成5年に採取した土壤の窒素無機化速度を反応速度論により解析した結果、水稻作付け期間中の土壤窒素無機化量は稲わら $\geq$ 堆肥 $>$ 無窒素 $\geq$ 三要素の順であり、各有機物施用区の無機化量は無施用区の2.0から2.5倍であった。これら結果から、稲わらの秋すき込みおよび堆肥施用による水田土壤への還元が、黒ボク土水田の地力維持および収量の安定確保に大きく寄与していることが裏付けられた。

さらに、有機物連用による精玄米重の増加は、堆肥連用では穂数が、また稲わら連用では一穂粒数が増加してもたらされ、この違いは、堆肥連用では主に幼穂形成期までの窒素供給量が増加し、稲わら連用では出穂期前の窒素供給量が増加

したためと考えた。

栃木農試成果集 17: 67-68 (1998)

栃木農試研報 49: 15-23 (2000)

栃木農試研報 66:27-35 (2011)

### イ 灰色低地土水田

農試栃木分場の灰色低地土水田において、昭和52年から稲わら、麦わら、稲わら堆肥および麦わら堆肥を連用し、水稻および二条大麦の生育収量および土壤の理化学性への影響を調査した。有機物を長期連用して二毛作栽培することにより、土壤の膨軟性を維持する効果が確認され、腐植の集積、可給態窒素の増大や塩基類の集積が認められた。また、有機物の施用が収量に及ぼす影響は施用初期には判然としないものの、連用年数が長くなるに伴い三要素区より増収した。特に堆肥区で作物に対する窒素供給量が高まり、作物の収量指数は増加する傾向を示した。これらの結果から、稲わら+麦わらすき込みおよび堆肥施用は、二毛作水田の地力維持および収量の安定に寄与していることが明らかとなった。

栃木農試成果集 17:69-70 (1998)

栃木農試成果集 23: 17-18 (2005)

土肥学会講要集 53: 264 (2007)

栃木農試研報 59: 11-23 (2007)

### ウ 黒ボク土畑

本場の黒ボク土畑地で昭和54年から、稲わら堆肥、牛ふん、豚ふん、デントコーン、麦わらの連用試験を継続した。作物生産性は、窒素施用量、土壤中可給態リン酸および可給態窒素含有量に大きく影響され、可給態窒素含有量は有機態窒素施用量と正の相関が認められた。このことから稲わら堆肥、牛ふん、豚ふんおよび麦わらは、同等の効果が期待できると考えられたが、稲わら堆肥は塩基類過剰、牛ふんはリン酸不足等の若干の問題を補う必要があった。またデントコーンは、収量性、肥料の利用率および養分の圃場外への流亡の可能性の点から他の有機物よりやや劣ることが明らかになった。

栃木農試成果集 17: 65-66 (1998)

栃木農試研報 50: 79-91 (2001)

栃木農試研報 63: 35-45 (2008)

さらに、黒ボク土畑地での有機物連用の環境への影響を検討するため深層土壤の化学性を明らかにした。表層から5mまで、陰イオンではリン酸および硫酸が優占種であった。同様に陽イオンではカルシウムが優占種であった。リン酸は作土およ

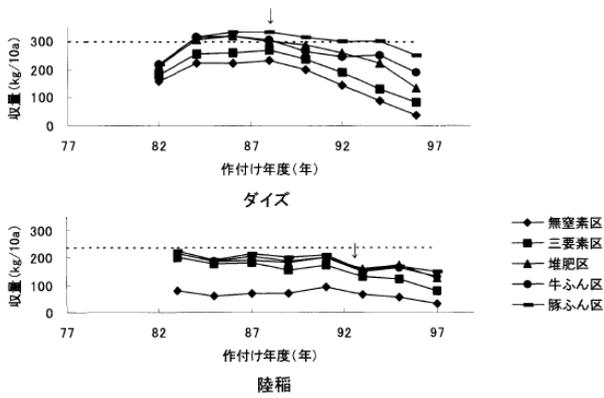


図 2-11-2 畑基準点・穀類系の大豆および陸稲収量の推移

び耕盤層に最も多く下層ほど少なかった。硫酸は深さ 0.5 から 1.0 m の今市軽石層に最も多く、それ以下は下層ほど少なかった。カルシウムは作土および耕盤層で最も高く、次いで 4 m から 5 m の粘土層、次いで 1 m から 3 m のローム層に多かった。今市軽石層は両極性が強く陰イオンを陽イオンと同等に吸着した。一方 5 m 付近に分布する粘土層は陰イオンをほとんど吸着しなかった。リン酸の吸着は土層の電気化学的特徴に変化をもたらした。硫酸は固相および液相の双方に分布し、電気化学的性質の変化と液相無機イオン濃度の決定と移動に寄与した。土層内に存在する各イオン種の量は化学肥料および有機物の施用量に規定され、それらの垂直分布パターンは各土層の電気化学的特徴による影響を強く受けた。20 年間に施用されたリン酸の大部分は 1 m 以内に蓄積した。同様に窒素は NO<sub>3</sub><sup>-</sup>として 5 m 以深に浸透しそのときの濃度はデントコーン鋤込みで最も高く 2.1 mmolL<sup>-1</sup> (29.4 mgkg<sup>-1</sup>)であった。土壤の化学性および作物収量に併せて硝酸態窒素およびカウンターイオンとしての塩基類の溶脱を考慮すると、本県黒ボク土畑での有機物連用量は、稲わら堆肥で 17 Mg ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>、牛ふんで 35 Mg ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>、豚ふんで 9 Mg ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>が適正であることを明らかにした。

栃木農試研報 52: 63-74 (2003)

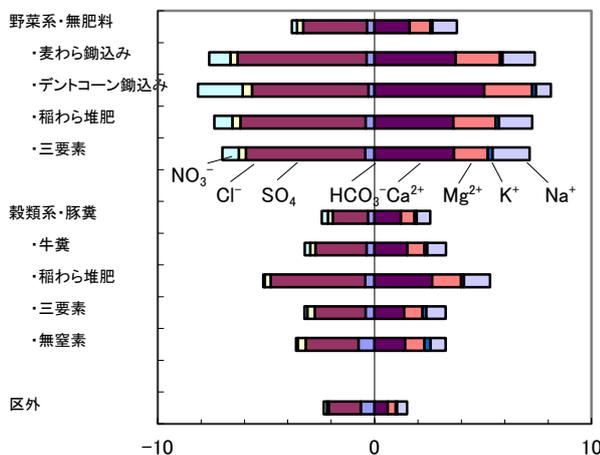


図 2-11-3 鹿沼軽石層の液相中無機イオン推定濃度

栃木農試成果集 22: 19-20 (2003)

さらに、有機質物の施用によって土壤中の水溶性有機態炭素含量が高まることにより脱窒能力が高まるものと推定された。脱窒は、窒素の肥効を低下させる一方、流出量を低減する機能を持ち、その把握は適正な有機物の利用を図る上で知らなければならない。当該基準点畑圃場の脱窒能を測定した結果、有機物施用によって作土の脱窒能は高まり、その値は同一 pH で測定した場合、土壤の有機態炭素含量が高いほど高かった。しかし、作土下層の脱窒能は極めて低水準であり、窒素溶脱量低下への寄与は小さいことが示された。

土肥学会講要集 47: 325a (2001)

土肥学会講要集 47: 325b (2001)

土肥学会講要集 47: 214 (2001)

栃木農試成果集 21: 33-34 (2002)

Soil Science and Plant Nutrition 53: 401-412 (2007)

有機物連用により土壤に蓄積された地力を評価するため、「基準点調査」によって各種有機物を 20 年間連用した腐植質黒ボク土の作土を 1/2000 a ワグネルポットに充填し、土壤ごとに N 欠 (PK) 施肥、P 欠 (NK) 施肥、K 欠 (NP) 施肥を行い、5 年間で二条大麦やデントコーン等を 9 作栽培し、作物による窒素、リンおよびカリウムの吸収量を測定した。稲わら堆肥連用土壤は、窒素、リンおよびカリウムの供給能力が高く、牛糞連用土壤は、窒素、リン、カリウムいずれも供給能力は低かった。豚糞連用土壤はリン、麦わら鋤き込み土壤は窒素とリン、青刈りデントコーン鋤き込み土壤は窒素の供給能力が高かった。

栃木農試成果集 23: 19-20 (2005)

(4) 芳賀台地地区営農推進技術実証調査

芳賀台地に導入された畑地灌漑のモデル実証圃の土壤調査および技術指導を実施した。露地畑での 1300 mm から 2900 mm の畑地灌漑によって硝酸態窒素濃度は表層から 1.0 m に渡り低下したが可給態リン酸および交換性陽イオン類は変化しなかった。施設圃場における 7100 mm 掛け流しによって表層から 0.2 m の硝酸態窒素濃度は低下したが 0.4 m では上昇した。本圃場の湧水面が 0.45 m と浅く、下方への水分移動が妨げられたためと考えた。300 mm 湛水では表層の硝酸態窒素濃度が高まり、湛水後の水分上昇によって下層から移動したものと考えた。300 mm 湛水後代かきすることによって可給態リン酸および交換性陽イオン類濃度はやや上昇した。(平 6-10)

2 畑地の環境容量の解明と畑地からの栄養塩類溶脱抑制技術の開発

畑地における余剰養分は降雨に伴って地下水に到達し、環境に負荷をもたらす。硝酸態窒素は環境基準が設定されており、系外への流出を最小にすることが求められている。系外に流出する栄養塩類を最小にするため、畑地の環境容量を明らかにし、土壤管理技術を明らかにするための試験を実施した。

(1) 黒ボク土荷電特性の解明

本県の主要な畑土壌である黒ボク土のイオン交換反応についてはこれまでに多数研究されているものの、現象に対する理論に基づいた量的な検討は行われていない。そこで、黒ボク土を用いて広い範囲の pH およびイオン濃度で、塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)、硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) およびカリウムイオン (K<sup>+</sup>) の吸着量を測定し、「表面錯体生成モデル・4 面モデル」の各パラメータを決定した。モデルによる予測値と測定値は、全ての電解質溶液の広範囲な pH および濃度で極めて良く一致した。

それら検討の中で、陰イオン吸着には表面錯体生成が大きな機能を果たし、その生成量の違いが陰イオン種間の吸着量に違いをもたらしていることを明らかにした。陰イオン種 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup> および SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の比較では、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の吸着量が際だって大きいことを明らかにした。陰イオンによる表面錯体生成は負荷電を生じ、陽イオンの吸着量を増加させ、表面錯体生成量は陰イオンの吸着のみならず、陽イオンの吸着に対しても重要であり、リン酸 (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) の蓄積も同様の変化をもたらしていることを明らかにした。

県内に分布する主要な土壌の荷電特性を測定した結果、陽イオンおよび陰イオン吸着量はいずれも腐植質黒ボク土>腐植の少ない黒ボク土>灰色低地土の傾向にあり、さらに、腐植質黒ボク土の陰イオン吸着量は未耕地>既耕地の関係にあり、リン酸の集積が陰イオン吸着を阻害していると考えた。一般に、土壌の pH 緩衝能は、重炭酸イオンの解離、陽イオン吸脱着、陰イオン吸脱着ならびにアルミニウムおよび鉄の溶解によってもたらされ、実用 pH 領域ではこれらのうち陽イオンおよび陰イオンの吸脱着が主に機能し、したがって、実用 pH 領域での pH 緩衝能は未耕地の腐植質黒ボク土の硫酸塩平衡下で最も大きく、一方、灰色低地土で最も小さいことが予測された。

さらに、黒ボク土への陰イオン吸着における陰イオン種間の相互作用を明らかにするため、黒ボク土を用いて KNO<sub>3</sub> および K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 混合溶液での NO<sub>3</sub><sup>-</sup> および SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 吸着量を測定した結果、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸着量は液相の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 濃度の上昇によって低下し、一方、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 吸着量は液相の NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 濃度の上昇によって増加した。表面

錯体生成モデルによって複数イオン種の同時吸着を解析するため、単一塩養液の電氣的拡散二重層を示す「Gouy-Chapman 式」に代わる一般式を電氣的拡散二重層理論の中心式から誘導した。

$$\Gamma = -2\beta^{-\frac{1}{2}} \left[ \sum C_0, k \{ \exp(zk y) - 1 \} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ mol m}^{-2}$$

ただし、y は Boltzman 定数で  $y = -F\psi/RT$ 、zk はイオン K の荷電数、C<sub>0</sub>、K はイオン K の濃度 (mol m<sup>-3</sup>)、また β は定数。

$$\beta = \frac{8\pi F^2}{\epsilon' RT}$$

ただし F はファラデー定数 (9.648×10<sup>4</sup> C mol<sup>-1</sup>)、R はガス定数 (8.314 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>)、T は温度 (K)、ε' は誘電率 (ε' = 4πε<sub>0</sub>ε<sub>r</sub>)、ε<sub>0</sub> は真空中の誘電率 (8.854×10<sup>-12</sup> F m<sup>-1</sup>)、ε<sub>r</sub> は水の誘電定数 (298K で 78.3)。

これら検討結果、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> は液相のイオン濃度、浸透圧および pH に対してレギュレーターとして機能していると評価され、またこの現象により、土層中での陰イオンならびにカウンターイオンとしての陽イオンの移動および垂直分布にも影響することが示された。

Soil Sci. Plant Nutr. 42: 785-799 (1996)

Soil Sci. Plant Nutr. 42: 801-808 (1996)

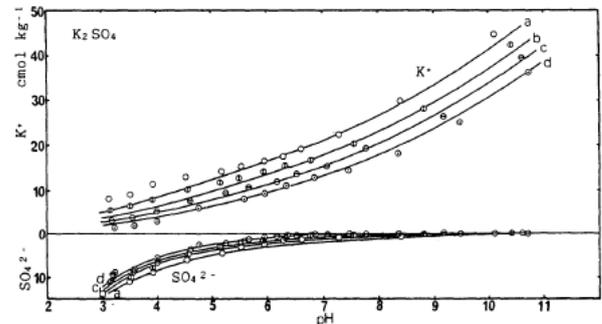


図 2-11-4 腐植質黒ボク土の荷電特性

(2) 畑地からの栄養塩類溶脱抑制技術の開発

ア 黒ボク土畑地における硝酸の垂直移動

昭和 63 年 9 月から平成 3 年 6 月の約 3 年間、黒ボク土露地畑でレタスおよび二条大麦を栽培し、表層から 1.0 m までの水分張力および土壤溶液中イオン濃度を継続的に調査した。土層中のマトリックポテンシャルの変動は表層から 0.5 m まで大きく、それ以深での変動幅は比較的小さかった。蒸発散量推定値から降水量を差し引いた正味蒸発散量の積算値は 3 年間の平均で -629 mm<sup>2</sup> で、この値および未回収施肥窒素量から求めた浸透水中 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 濃度は標準量施用で 7 から 11 mgL<sup>-1</sup> であったのに対し、標準量の 2.5 倍量施肥では 52 から 60 mgL<sup>-1</sup>

と非常に高かった。これらの値から浸透水中 NO<sub>3</sub>-N 濃度を環境基準値 10 mgL<sup>-1</sup> 未満にするための窒素環境容量は、野菜+麦栽培露地畑の黒ボク土でおおよそ 260 から 300 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> と推定した。硫酸系肥料を使用した場合、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> は明瞭なピークを形成しながら下降し、おおよそ 1 年後に 1.0 m に達するのに対し、塩素系肥料を使用した場合、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の下降速度が速く、また吸着態として土層内全体に分散する傾向で、このような違いは、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> と SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> または NO<sub>3</sub><sup>-</sup> と Cl<sup>-</sup> の吸着の相互作用の違いによってもたらされたと考えた。

栃木農試研報 43 : 19-43 (1995)

栃木農試成果集 13 : 75-76 (1994)

イ リン酸水準が硝酸流亡に及ぼす影響

本県に分布が多い腐植質の黒ボク土はリン酸吸収能が非常に高く、未だリン酸欠乏により作物の生育が制限される圃場も多い。そこで土壤のリン酸水準の違いが窒素およびカリウムの吸収に及ぼす影響と窒素の流亡に及ぼす影響を明らかにした。昭和 59 年から平成 4 年までの 9 年間に可給態リン酸水準 2 cgkg<sup>-1</sup> から 1000 cgkg<sup>-1</sup> の多腐植質黒ボク土畑圃場における大麦および各種野菜類の計 15 作のデータを解析し、標準的な施肥条件下での窒素の見かけの利用率が 100 % に達する可給態リン酸水準は 38 cgkg<sup>-1</sup> で、肥効の確保および環境負荷の低減の両面から、土壤の可給態リン酸を本水準に維持するのが有効と考えた。

栃木農試成果集 13 : 17-18 (1994)

ウ 畑地の環境容量の評価

硝酸態窒素の深層土壤への浸透実態と畑地の窒素浄化能を評価するため、県内の主要な畑地土壤で、硝酸態窒素濃度、陰イオン交換容量 (AEC) 及び脱窒活性等を深さ 5 m まで調査した。作土の陽イオン交換容量 (CEC) は 35 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> であったのに対し、AEC は 0.2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> と極めて小さかった。下層土の AEC は褐色土壤で 4 から 5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> 程度の値を示す場合もあったが、総じて小さかった。硝酸態窒素は、表層から下層まで高水準の地点もあった。黒ボク土ほ場における硝酸の浸透速度を年間約 1 m と仮定し、過去 5 年間に投入された化学肥料及び有機物由来の窒素と深さ 5 m までの土層内硝酸態窒素存在量は、堆肥やスラリーを多量に施用した草地 2 地点を除き有意な正の相関が示され、残存窒素の大部分が脱窒等の影響を受けることなく下層に浸透することが示された。

栃木農試成果集 29 : 53-54 (2010)



写真 2-11-2 露頭での深層の物理性測定試料の採取 (2008)

エ 畑地帯における硝酸の流亡実態

県南部の畑作地帯の農業用地下水硝酸態窒素濃度は、他地域よりも高い傾向であった。特に壬生台地は、県特産品かんぴょうの原料であるゆうがおの主産地である。ゆうがおは、肥料による濃度障害を起こしにくいと過剰に施肥される傾向にあり、この地域周辺では化学肥料窒素の過剰施肥が報告されている。本地域の農業用地下水の硝酸態窒素濃度を調査した結果、その平均値は 2.9 から 6.9 mgL<sup>-1</sup> と、環境基準値 10 mgL<sup>-1</sup> を越える地点はなかったものの、比較的高い値を示した。地下水中の硝酸は、δ<sup>15</sup>N 値および過去の土地利用状況から、その 50 から 60% が化学肥料由来と推測した。また、施肥水準を変えてゆうがおを栽培したところ、多肥による果実の収量は標準施肥の 110 % で、肥料費の上昇によって経済的メリットはない一方、施用窒素の溶脱率は、標準施肥で 19.6 % であったのに対し多肥では 39.6 % となり、多肥栽培が地下水の硝酸態窒素濃度の上昇に大きく影響することが示された。(平 7-11)

栃木農試研報 49 : 47-54 (2000)

土肥学会講要集 47 : 332 (2001)

栃木農試成果集 19 : 59-60 (2000)

日作紀 80 : 96-102 (2011)

表 2-11-2 δ<sup>15</sup>N 値利用法による地下水中 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 起源別構成比の

地点名	NO <sub>3</sub> -N mgL <sup>-1</sup>	δ <sup>15</sup> N ‰	NO <sub>3</sub> -N の構成比											
			Z=2.0の場合			Z=1.5の場合			Z=1.0の場合			Z=0.5の場合		
			肥料	動物	土壌	肥料	動物	土壌	肥料	動物	土壌	肥料	動物	土壌
A	5.13	5.85	40	21	39	45	26	29	51	30	19	56	34	10
B	2.83	5.19	28	1	71	37	10	53	48	20	32	56	26	18
C	6.82	6.35	42	29	29	46	32	22	51	36	13	54	39	7
D	5.41	4.43	51	12	37	56	16	28	61	22	17	66	25	9
E-高	3.98	5.45	37	13	50	43	19	38	51	26	23	57	30	13
E-低	1.20	4.87	-22	-45	167	1	-24	125	28	-3	75	45	13	42
F	6.29	5.38	47	21	32	51	25	24	57	29	14	60	32	8

オ 硝酸流亡を抑制する有機物管理

地下水の硝酸汚染は有機物の大量施用によっても発生する可能性がある。有機物由来の窒素は土壤中で長期間にわたって無機化が継続し、硝酸等雄の養分流亡の長期的な予測は難しい。そこで、平成 19 年 10 月から平成 22 年 12 月に、キャ

ピラリライシメーターを埋設した黒ボク土の露地野菜畑で継続的に牛糞堆肥および豚ふん堆肥を施用し、浸透水中の硝酸態窒素を継続的に測定した。夏作物の生育および収量は堆肥に施肥基準量の化学肥料を上乗せすると最も高くなるものの同時に浸透水中硝酸態窒素濃度が環境基準値  $10 \text{ mgL}^{-1}$  を上回った。一方、冬期に六条大麦を導入することにより、収量は高水準を維持しながら、浸透水の硝酸態窒素濃度は環境基準を上回ることはなく、年間窒素溶脱量は堆肥に化学肥料を上乗せした場合の 17 %と少なくなり、六条大麦導入による窒素溶脱の減効果が非常に大きいことが示された。

また、堆肥連用 4 年間の養分供給特性、作物生育および窒素の溶脱量から、持続的な栽培が可能な適正施用量は、全窒素量で施肥基準量と同等と判断した。(平 19-22)

栃木農試研報 68: 51-63 (2011)

栃木農試成果集 30: 77-78 (2011)

### 3 農業用水の水質保全対策に関する試験

水田は食糧生産機能の他、水質浄化、土壤浸食防止、洪水防止などの多面的機能を持ち、特に水質浄化による窒素除去能力は高い。水田は本県農耕地の 80 %、県土の 16 % を占め、農地環境保全の上で水田の水質浄化に対する寄与を考慮することは重要である。そこで、水田と周辺環境との相互作用を明らかにするため、用水汚濁への対策と水田の浄化能力の評価が行われた。

#### (1) 農業用水の水質実態

県内主要農業用水の現状を把握するため、県内の主要農業用水 104 地点水質調査を行った。アンモニウム態窒素濃度は、約 90 % の地点で  $1 \text{ mgL}^{-1}$  以下であったが、水稻の生育に影響を及ぼす汚濁濃度の地点があった。硝酸態窒素は水田地帯より畑作地帯の方が高く、土地利用形態による違いが見られた。昭和 61 から 63 年の一次調査、平成 3 から平成 5 年の二次調査と 2 回に分けた調査を実施した。農業用水の汚濁は、窒素成分で顕著に現れた。全窒素で基準値  $1 \text{ mgL}^{-1}$  を越える地点が、一次調査で 96 %、二次調査で 80 % であった。全窒素濃度の平均値は、基準値の  $2 \text{ mgL}^{-1}$  以上であったが、値は、低下する傾向にあった。アンモニウム態窒素濃度は、90 % 以上の地点で  $1 \text{ mgL}^{-1}$  以下で、低下の傾向にあったものの、水稻の生育に影響を及ぼす汚濁地点が散見された。全リン濃度が特に高い地点があった。調査地域は、都市下流で、汚濁水準は高かったが、二次調査で全窒素濃度の低下の傾向にあり、二次調査において、下水道が整備されていない都市下流では、全濃度の高い地点が残っていることから、汚濁程度の低下は、

下水道の普及によってもたらされたと考えた。(平 6-9)

さらに、5 年後の平成 8 から 10 年に主要農業用水 85 地点および農業用排水 6 地点の調査をした。調査時期による水質の変化は小さかった。調査地が同一である 53 地点について 10 年前と比較したところ、栄養塩類の濃度は低下する傾向にあり、特に全窒素で顕著であった。農業用排水は用水に比較してケイ酸を除き栄養塩類濃度が高かった。(平 8-10)

さらに、土地改良課の事業である農業用水水質汚濁調査として水質が汚濁傾向にある農業用水路 25 地点で年間 4 回の調査を継続して実施した。全窒素で基準値を越える地点が多く、平成 12 年度測定試料の中で基準値をクリアする地点は 16 % にすぎなかった。

栃木農研報 42: 35-44 (1994)

栃木農試成果集 13: 115-116 (1994)

栃木農試成果集 15: 81-82 (1996)

日作紀 78: 234-241 (2009)

#### (2) 水田土壤の水質浄化能力

##### ア 水田の通過による水質の変化

県内主要水田地帯の田川・姿川流域、五行川流域および巴波川流域の 3 流域で、水田を通過することによる流入水の水質変化を、水稻移植後、最高分げつ期、出穂期の 3 回、のべ 395 地点で溶存態栄養塩類など 13 項目について実態調査を行った。硝酸態窒素は流入水の濃度にかかわらず大部分の地点で表面流去および地下浸透により低くなった。アンモニウム濃度は、流入濃度が低い場合、表面流去または地下浸透により濃度が上昇し、 $0.12$  から  $0.15 \text{ mmolL}^{-1}$  が平衡濃度であった。リン酸およびカリウムは水稻移植後 20 日の灰色低地土で、表面流去または地下浸透により上昇する地点が多かった。カルシウム、マグネシウムおよびケイ酸濃度は、表面流去により低下し、地下浸透により上昇した。本調査による濃度変化を水収支



写真 2-11-3 現地水田での脱窒速度の測定 (2007)

に基づき予想される濃度変化の値と比較した結果、水田が浄化するのは窒素のみと推測した。

栃木農試研報 55: 45-55 (2005)

栃木農試成果集 23 : 23-24 (2004)

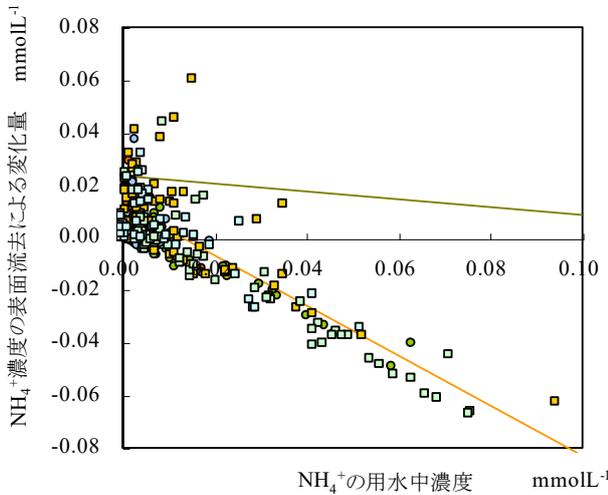


図 2-11-5 実態調査によるアンモニウムの水田の通過による濃度変化

イ 水田の窒素浄化能力の解明

県内主要土壤 9 種類をワグネルポットに充鎮し、硝酸カリウム溶液を給水し、継続的に排出液中硝酸態窒素等の濃度を測定した。2 種類の土壤を除いて、窒素負荷量の増加とともに窒素除去量は直線的に増加した。また、湛水 51 日後のポットの作土のアセチレン阻害法による脱窒酵素活性測定値の傾向と水準はポット試験の収支による推定値と概ね一致したため、窒素除去が主に脱窒によるものと推論した。

栃木農試成果集 23 : 21-22 (2005)

水田の窒素浄化能力について具体的な値や土壤間差および県内における分布を明らかにし、水田の多面的機能としての窒素浄化能力を活用した県内水環境の維持ならびに水利用計画や土地利用計画に資するため、本県に分布する水田の脱窒能力(脱窒酵素活性)を測定した。

各種土壤を含む 13 地点の水田における脱窒酵素活性測定の結果、脱窒能力は還元能力と同義であり、土壤からの溶存有機態炭素の供給により高まり、遊離酸化鉄の供給によって抑えられることから、既存の分析値を用いた次の予測式を得た。

脱窒酵素活性積算値 (kg/10a/作期間)	=	98.9	可給態窒素	-	113.2	遊離酸化鉄
			(mg/100g)			(%)

本式に定点調査による既存データを適用し、土壤統群毎の脱窒能力を推定し脱窒マップを作成した。潜在的脱窒能力には、相対的に腐植質多湿黒ボク土>灰色低地土、グライ土>褐

色低地土という土壤間差があった。地域的には、那須野が原、五行川流域および今市扇状地で高く、一方、鬼怒川上流域、思川上流域および南西部山間谷津田地域で相対的に低く、また、八溝山系那須北部の谷津田地域、鬼怒川下流域、思川下流域および渡良瀬川流域で中程度であることが示された。

栃木農試成果集 25: 17-18 (2006)

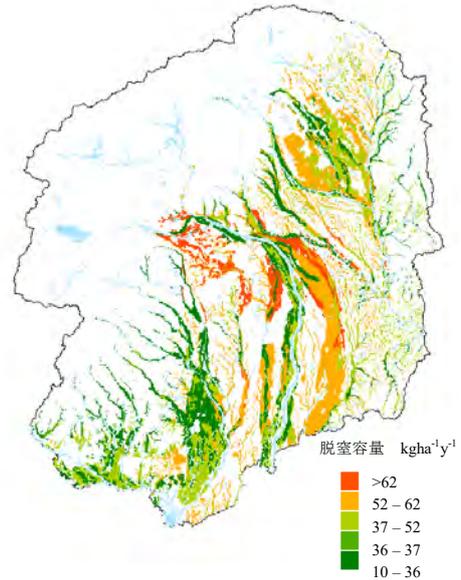


図 2-11-6 脱窒容量マップ (2006 作成)

さらに、脱窒速度に地点間差が生じる要因を明らかにするため、各種土壤を含む県内 8 地点で 3 年間、脱窒を測定した。水稻作付け期間中の水田土壤にシリンダーを打ち込み内部の田面水を硝酸カリウム溶液に替え、その後田面水および作土の土壤溶液中硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)濃度、溶存有機態炭素濃度 (DOC)および水位を経時的に測定した。脱窒速度係数  $k$  (脱窒速度= $k$ [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N])は、田面水の溶存有機態炭素濃度が高いほど大きいものの、NO<sub>3</sub>-N 濃度が高いほど溶存有機態炭素濃度が消耗するため脱窒速度係数  $k$  は小さくなりやすく、さらに、作土の溶存有機態炭素の供給は作土の酸化還元電位の低下と一体的に進行することが示された。

栃木農試成果集 28: 55-56 (2009)

宇都宮市南部の中島堰用水の全窒素濃度は 2~9 mgL<sup>-1</sup> と高く、用水を利用する多腐植質黒ボク土水田地帯では施肥管理に苦慮している。用水の水質と水田土壤の窒素浄化能力を考慮した施肥・水管理に資するため、地域内の物質収支を明らかにした。用水中窒素濃度は水田の通過によって低下し、その程度は濃度が高いほど大きく、したがって水田での窒素浄化は主に水口付近で生じ、その機作は水稻による吸収と脱窒により、その値は水稻一作期間中に 72 kg ha<sup>-1</sup> と推定した。

栃木農試成果集 25: 19-20 (2007)

#### ウ 那須北部地域における窒素フローと水田の水質浄化機能の評価

那須扇状地は、栃木県北部に位置する面積おおよそ 400 km<sup>2</sup> の広大な扇状地である。北辺を那珂川、南辺を箒川に挟まれ、これら両河川ならびに中央部を流れる蛇尾川および熊川などによって形成された複合扇状地で、扇頂を要とし箒川が那珂川に合流する扇端で閉じる紡錘形あるいは砲弾型に近い形状をもつ。北西から南東に向けて傾斜し、扇頂部から扇中央部にかけて河川は伏流水無川となり、扇中央付近で河川は再び表流し、また多数の湧水が存在し小河川を形成している。扇頂から扇中央部は乳牛の飼養頭密度が高く、家畜糞尿を汚濁源とする地下水の硝酸態窒素濃度の上昇が懸念されている。一方、扇中央から扇端部は 1885 年に開通した那須疎水や地下水を利用して市街地を除くほとんどの土地が水田として活用されている。本地域内の水分動態に関する水文的特徴や硝酸態窒素濃度に関してこれまでに多数の調査実績があり、その実態の一部が明らかにされているものの、域内での伏流水の移動および表流水との交換に伴うフローや水田の機能を組み込んで統合的に解析した報告は見当たらない。

そこで、那須扇状地および周辺地域で流域を単位として養分流量の実態を調査し、その結果を再現するモデルを作成し、当該地域での水分および養分動態を総合的に把握し水質形成に関する特徴として、伏流水や水田の寄与について推論した。

那須扇状地の窒素収入総量 70.6 kg $\text{ha}^{-1}\text{y}^{-1}$  の内、家畜糞尿+養魚由来が 40.4 kg $\text{ha}^{-1}\text{y}^{-1}$  と最も多かった。周辺流域からの流入も含め、伏流水により 59.5 kg $\text{ha}^{-1}\text{y}^{-1}$  が流域間を移流し、水田かんがいによって 24.1 kg $\text{ha}^{-1}\text{y}^{-1}$  が脱窒した。周辺流域および扇頂付近での家畜飼養により発生した窒素の一部は伏流水



写真 2-11-4 那珂川水系での流量調査 (2008)

し、上流流域や北部高久丘陵からの伏流水によって希釈され、さらにその一部は扇中央から扇端部の水田で脱窒されると推論した。(平 19-22)

土肥誌 (審査中)

#### エ 農業集落排水処理施設処理水を用いた水稲栽培

天水を利用して水稲栽培をする足利市彦谷地区は用水量が不足するため、地域内の農業集落排水施設処理水のみで水稲栽培を検討した。その結果、窒素供給量が過剰となり水稲を栽培するのは困難であるものの、水田を用いた窒素除去法の可能性が示された。(平 12)

#### 4 バイオマスの利活用技術開発に関する試験

栃木県内で家畜から排せつされるふん尿は年間約 300 万 t と推定され、それらバイオマスの有効活用が生産コスト低減と環境保全対策の面で重要である。堆肥の積極的活用技術の開発や、より使いやすい新肥料の開発が行われた。また、農業集落排水汚泥の生石灰による肥料化装置を開発した。

##### (1) 家畜ふん尿の利活用

堆肥や家畜糞尿は、これまでは主に長期的な地力の維持のための資材として捉えられていた。近年はより積極的な活用のため、含有成分を施肥量の一部として捉える考え方が拡がり、肥料成分としての有効性および化学肥料の代替性の評価が行われた。

##### ア 牛ふん堆肥の水稲栽培への利用

堆肥を有用な資源として、水稲栽培に安定して継続的に利活用するための栽培法を明らかにした。コシヒカリ早植栽培において、オガクズ牛ふん堆肥 20 Mg $\text{ha}^{-1}$  を春施用し、出穂期前 15 日に窒素成分 20 kg $\text{ha}^{-1}$  を追肥することで、5 年間は慣行栽培並の収量と玄米粗タンパク質含有率が得られた。

牛ふん堆肥の水稲に対する肥料効果を評価した。牛ふん堆肥の肥効は施設間のバラツキが大きかったが、同一施設の肥効は年間変動が少なかった。牛ふん堆肥の肥料効果をねらって水稲に連用施用する場合は、20 Mg $\text{ha}^{-1}$  を上限とすれば生育、収量および品質が安定することを明らかにした。

敷料の異なる牛ふん堆肥を施用して、水稲を栽培した結果、0.5 mol $\text{L}^{-1}$  塩酸抽出窒素含有量は堆肥由来窒素吸収量と正の相関が認められ、本分析法は堆肥の窒素肥効の指標として有効であった。追肥前時点で茎数×葉色値が 2300 以下の場合、追肥の効果が期待できた。茎数が過剰な場合には、中干しは籾数過剰防止の有効な手段であることを示した。

牛ふん堆肥の水稲コシヒカリ早植栽培への基肥としての利用は、牛ふん堆肥の  $0.5 \text{ molL}^{-1}$  塩酸抽出アンモニウム態窒素量を指標に不足する窒素を化学肥料で補い、代かきの 20 日以内に施用し、慣行と同様に追肥することにより可能と考えられた。

栃木農試成果集 25:27-28 (2007)

栃木農試成果集 25:29-30 (2007)

栃木農試成果集 28:35-36 (2010)

栃木農試成果集 31:29-30 (2013)

土肥学会講要集 57:132 (2011)



写真 2-11-5 成分調整豚ふん肥料製造プラント (2005)

#### イ 黒ボク土普通畑における各種有機物の適正管理技術の解明

おがくず牛糞堆肥や発酵豚ふん等の有機質資材を施用し、化学肥料の減肥割合を検討し、施肥基準作成のための基礎資料とした。(平 5-9)

各種有機物の施用後の窒素等の無機化特性を明らかにして施肥の減肥基準作成に資するため、主要な畜種の堆肥の圃場での無機化率を測定した。牛糞オガクズ堆肥、牛糞モミガラ堆肥、発酵鶏ふん堆肥施用後のレタス栽培期間 8/22 から 10/27 の窒素の溶出無機化率はそれぞれ 30%、34%、40%、さといも栽培期間 4/18 から 11/1 の溶出無機化率はそれぞれ 27%、22%、39%、しんつみな栽培期間 11/1 から 4/8 の溶出無機化率はそれぞれ 34%、29%、41%であった。また、キャベツ栽培期間 9/6 から 11/13 の溶出無機化率は 43%、46%、35%、ねぎ栽培期間 5/20 から 12/3 の溶出無機化率は 67%、62%、62%であった。

さらに、牛糞堆肥 35 点、豚ふん堆肥 5 点および鶏ふん堆肥 5 点を 5 月または 9 月に土壤に埋設し、1 年間の窒素無機化率を測定した。5 月埋設では豚ふんおよび鶏ふんは 3 ヶ月間に急速に無機化が進んだが、1 年後には牛糞を含めた全畜種で C/N が小さいほど無機化率が高い傾向にあることを明らかにし

た。(平 10-14)

家畜ふん尿の農業におけるリサイクルの推進を図るためには、生産性の評価に加えて安全性面で金属の吸収に及ぼす影響を明らかにすることが必要である。そこで、県内各地から家畜ふん堆肥 51 点を集め、重金属等 19 項目の含有量を調査した結果、肥料取締法の規制値を超えるものはなかった。さらに、県内で生産された家畜ふん堆肥 10 点施用してこまつなを栽培したところ、亜鉛、マンガン、銅および鉄の吸収量は堆肥施用による土壤への持ち込み量の違いよりも土壤種の違いによる影響が大きかった。さらに、有機物が連用されている施設 6 地点で隣接する非農耕地土壤とともに作土を採取し、ポットに充填してこまつなおよびほうれんそうを栽培し、各種養分の吸収量を比較した。Na、P および Fe は全土壤において連用区の含有率が高く、特に水溶性  $\text{Na}^+$ 濃度の高い土壤で栽培されたほうれんそうの Na 含有率は、対未耕地土壤比で 9 倍であった。(平 14-16)

#### ウ 硝酸態窒素溶脱軽減技術の開発

堆肥の活用は、安定した収量の確保と同時に土壤や地下水の環境に考慮することが必要である。そこで、にらにおける硝酸態窒素溶脱軽減栽培について検討した。窒素無機化が遅い堆肥は、収量を低下させることなく硝酸態窒素溶脱を軽減させることができ、無機化が速い堆肥は、土壤中の残存窒素量に応じて基肥窒素を減肥すると、目標収量を確保しながら硝酸態窒素の溶脱を低下させることができることを示した。

栃木農試成果集 26:56-57 (2008)

#### エ 土壤物理性の改善効果

牛ふんオガクズ堆肥と牛ふん戻し堆肥を灰色低地土の水田転換畑に多量施用してほうれんそうを栽培し、土壤物理性の改善効果を検討した。堆肥の多量施用により短期間で土壤の固相が低下し気相が増加して物理性が改善した。また、全炭素、全窒素、陽イオン交換容量が増加した。

栃木農試成果集 29:35-36 (2011)

#### オ 成分調整肥料の開発

農耕地で家畜ふんを利用を促進するため、各種加工技術を検討した。まず、豚糞の付加価値を高めた迅速肥料化技術を開発した。(平 6-8)

続いて石灰窒素入り豚糞粒状肥料を製造し、その肥効を検討した。豚糞に石灰窒素、尿素および PK 化成を添加し混合すると粒状肥料が製造でき、その成分含有率は  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} =$

8:6:5 程度であった。(平 9-17)

さらに、生ふんを原料に成分を調整し成型した肥料を製造する方法を開発し、肥料の性質および施用効果を明らかにした。豚ふんおよび牛ふんを乾燥し、化学肥料を添加・混合後、湿式押出造粒機でペレット状に成型、乾燥し家畜ふん肥料とした。ポットによるこまつなおよびほうれんそう栽培では、同肥料の施用による発芽および生育障害がなく、有害金属含量、大腸菌群数等についての安全性も確認された。製造安定性、保存安定性も確保された。また、同肥料について、原料豚ふんの窒素肥効率を 50%として施肥量を設定したとき、水稻、なす、ほうれんそう、ねぎに対して化学肥料と同等の収量が得られ、肥料としての有用性が実証された。

なお、開発肥料は、公定規格に規格のない普通肥料と特殊肥料の混合物であったため、農林水産省に働きかけた結果、規格が新設された。(平 16-18)

日作紀 76:555-561 (2007)

日作紀 79:198-204 (2010)

栃木農試研報 63:47-58 (2008)

## (2) その他バイオマス

### ア 農業集落排水汚泥の石灰処理

汚泥の有効利用を図るため、継続的に各地の集落排水汚泥の含有成分を調査した。さらに、肥料化とその肥効について検討した。汚泥に生石灰を添加する方式により、短時間に汚物感の少ない粒状肥料の製造を可能とした。自動肥料化装置を開発・製品化した。製造した肥料は、保管中の変質がなく、運搬、機械散布に耐えうる硬度を有し、流通性の高い製品であることを確認した。水稻、えだまめ及びキャベツ等への肥効試験によりその有用性を実証した。本研究は(株)トキメック(後に古河機械金属)との共同研究で実施され、全自動肥料製造装置が開発され、県内 5 箇所の農業集落排水処理施設に導入された。(平 5-12)

栃木農試研報 49:33-46 (2000)

### イ その他の有機質資材の石灰処理

豚ふん、豆腐粕、醤油粕及び魚粕を堆肥化または生石灰処理による粒状肥料化を行った。製造した肥料を用いてスイートコーン、はくさい及びびつまいもに対する効果を確認した。(平 9-17)

### ウ 豆腐かす堆肥の製造

豆腐かすを取扱性の良い堆肥に加工し利用する技術の検討を行った。重量比で豆腐かす 100、裁断紙 6 から 10 を攪拌し



写真 2-11-6 農業集落排水汚泥の石灰処理装置および製造肥料 (1998)

ながら発酵させ粒状の堆肥化物が製造できた。こまつな、だいこんへの堆肥の施用試験を実施した結果、窒素施肥量の 50%を製品堆肥で、50%を化学肥料で施用することで、慣行栽培と同等の収量が得られた。

栃木農試成果集 20:59-60 (2001)

### エ 浄水汚泥と豚糞を主原料とした育苗培土の製造

浄水汚泥、豚ふん、紙および籾殻を混合・醗酵して浄水汚泥培土を製造した。その比率は 10 : 10 : 1 : 2.5 (現物重量)が望ましく、培土としての適正な化学性を有した。浄水汚泥培土は、トマトおよびきゅうりの育苗試験では市販培土と同等に生育したが、レタス、キャベツ、パインジーおよびマリーゴールドでは市販培土より劣った。また浄水汚泥培土はトマトおよびきゅうりの鉢上げ用にはそのまま使用できるが、葉菜類や花壇苗のは種用にはパーク堆肥を容積比で培土と等量程度混合して使用するのが望ましいと考えた。浄水汚泥培土は市販培土に比較して細粒の画分が多く、取り扱い性は不良で、乾燥すると撥水性を生じ、灌水後ポット中心部まで水が浸潤するのに長時間を要した。葉菜類および花壇苗で農試培土の生育が不良となった一因として通気性不良が考えられた。

栃木農試成果集 23: 33-34 (2004)

### オ 作物残さの炭化による有効利用技術の開発

作物残さの有効利用のため低温炭化物の利用を検討した。炭化物の pH は 200 °C から 300 °C で低下し、それ以上では処理温度が高く処理時間が長いほど高い傾向であった。EC は処理温度が高くまた処理時間が長いほど高く、なし剪定枝は 0.2 から 1.4 dS m<sup>-1</sup>であったのに対し、トマト茎葉は 6.3 から 13.4 dS m<sup>-1</sup>と高かった。トマト茎葉炭化物の全窒素含有率は 250 °C の時 2.3%で最大となり、一方なし剪定枝では 325 °C で 1.3%で最大であった。土壤中で徐々に窒素無機化が続き、128 日後

の無機化率はトマトで全窒素の17.2%、乾物重の0.4%であった。全リンおよび全カリウム濃度は温度が高いほど高く、また水溶性カリウムも処理温度が高いほど高まったが水溶性窒素、リン、カルシウムおよびマグネシウムは温度が高いほど低下した。トマト茎葉炭化物のCECは300℃で最大となり60 cmol/kg<sup>-1</sup>であった。

炭化物を施用してこまつなを栽培した結果、トマト炭化物は全窒素で化学肥料の4倍施用しても化学肥料より肥効が劣った。またナシ炭化物は生育阻害効果が認められた。化学肥料区の窒素の20%およびカリウムの全量を炭化物で代替し、スイートコーンを栽培した結果、乾物重、雌穂重いずれも、化学肥料区と同等であった。鹿沼土になし剪定枝炭化物を混入した培土でトマト苗を育苗したところ、60%混入で最も生育が良かったものの市販培土に劣った。(平14-16)

#### カ 黒ボク土における下水汚泥肥料の連用可能年数

地力維持を目的とした下水汚泥肥料の連用に伴う黒ボク土畑地土壌の化学性の変化を把握して、当該肥料の年間施用量および連用可能年数を明らかにした。平成9年10月から農試本場の黒ボク土畑圃場で汚泥肥料または堆肥を現物重で冬作30 kg a<sup>-1</sup>、夏作70 kg a<sup>-1</sup>を5年間連用し、冬作として毎年小麦を、夏作として各種葉菜類を栽培した。銅および亜鉛の全量測定値は、下水汚泥肥料の連用により徐々に高まる傾向であったが、0.1 mol L<sup>-1</sup>塩酸可溶性測定値および鉛の可溶性(pH4.5 1 mol L<sup>-1</sup>酢酸アンモニウム)測定値は連用によって低下する傾向であった。汚泥肥料由来のカルシウムによって土壌のpHが上昇し、土壌中可溶性画分が低下する現象が捉えられた。本汚泥肥料はカルシウム含量が高く、土壌の急激なpHの上昇を避けるためには年間50 kg a<sup>-1</sup>程度の連用が適当と考えられ、この場合の連用可能年数は、カルシウム含量から13年間、亜鉛含量から109年、銅含量から111年間と推定された。

栃木農試成果集 21: 35-36 (2002)

#### キ メタン発酵消化液

家畜ふん尿をメタン発酵させることによるエネルギー回収の技術開発の中で、メタン発酵消化液の処理が課題となっている。そこで、牛ふん尿由来の消化液の水稲および畑作物への利用技術について検討した。

固液分離した牛ふん尿の液分を主原料としたメタン発酵消化液を用いて、水稲コシヒカリの基肥施用の肥効を検討した。用いた消化液の全窒素のうちアンモニウム態が67%を占めた。水稲施肥基準相当量のアンモニウム態窒素を含む消化液を施

用し、速やかに代かきすることにより、化学肥料と同等の生育ならびに収量が得られた。このことから、全窒素の残り大部分を占める消化液の有機態窒素による水稲の生育への影響を考慮する必要がないことが示された。

また、施用直後の代かきは大規模圃場では困難なので、湛水前施用および流入施用による肥効を検討した。湛水前施用では、湛水2日前に施用すると、直後に代かきした場合と同等の生育および収量が得られた。しかし、湛水9日前施用では、消化液由来の追肥直前の窒素吸収量は直後に代かきした場合の40%となった。流入施用では、施用3日後に代かきを行ったものの、消化液由来の追肥直前の窒素吸収量は、施用直後に代かきした場合の48%であった。このように、流入から放置することによって生じる著しい肥効の低下は、アンモニウム態窒素の硝化および引き続き脱窒による損失によってもたらされたと考えた。

なお、消化液のpHは8.4であり、アンモニアガスとしての揮散の可能性が考えられるが、湛水前に消化液を施用し、翌日にすき混みを行えば、pH調整の有無に関わらず、生育および収量は同等であり、揮散による損失を考慮する必要がないことが示された。

土肥誌 82 (1):31-40 (2011)

栃木農試成果集 30:75-76 (2012)



写真 2-11-7 メタン発酵消化液の水稲に対する流し込み施肥試験 (2008)

#### ク 土を用いた農業施設排水の浄化装置の開発

土壌1500 mLを用いた小規模実験で硝酸カルシウム液による水質浄化能力を調査した結果、有機炭素の適量添加により、容積1000 mL当たり1日の浄化量は窒素として最大200 mgであった。畜産施設排水を対象とした中規模浄化装置を作製し、窒素浄化能力の確認およびSS除去資材の検討を行った結果、粉がらが適当であった。しかし、短期間で土壌に目詰まりが生

じ窒素浄化能力の低下が認められたため、家畜ふん尿液状部分の簡易窒素浄化装置の開発は困難と判断した。(平 14-16)

## 5 野菜・果樹および花き類の施肥法と栄養診断

トマトやバラ栽培施設の一部で導入された灌水同時施肥栽培における土壌管理や植物体の栄養診断技術が検討された。一部のいちご栽培で導入されたクリプトモス養液栽培における施肥技術が開発された。

### (1) トマト

トマトの養水分吸収特性を明らかにして施肥効率の向上を図るとともに時期別最適養水分供給量を明らかにした。(平 8-10)

また、高品質トマトの安定生産を実現するため、作型別トマトの時期別栄養診断技術を開発した。養液栽培の葉柄汁液の硝酸濃度は、培養液 EC 0.6 dSm<sup>-1</sup> 区では常に低かったが、EC 1.2dSm<sup>-1</sup> および 2.4 dSm<sup>-1</sup> 区では上段花房ほど低い値となった。栄養診断のための葉柄汁液の硝酸濃度測定部位は、測定値の安定性の面から、果実がピンポン玉サイズに肥大した開花果房周辺の基部近くの小葉柄が適していることを明らかにした。収穫開始時期までの植物体窒素濃度は、10 から 12 節葉柄汁液の硝酸濃度から推定可能であった。(平 10-14)

### (2) 有機質培地を用いたいちごの全量基肥施肥技術の開発

クリプトモス+パーライト (7:3) 培地によるとちおとめ栽培において、通常の液肥に代えて肥効調節型肥料「ロングトータル」を窒素成分 2.0g 株<sup>-1</sup> 施用することで液肥と遜色ない可販果収量が得られたものの、12 月までは頂果房の乱形果の多発や一次腋果房開花の遅れが見られ窒素過多と判断された。また、4 月以降では草勢の衰えが見られ、肥料の溶出パターンの再検討の余地が示された。(平 11-12)

### (3) ネギニラ「なかみどり」の施肥基準設定試験

春どりおよび夏どり作型において目標収量 26 Mgha<sup>-1</sup> を得るためには、収穫 1 回目の収量水準を 3 回目まで維持する必要があり、収穫期間中に地上部に移行する窒素は土壌からの吸収が多く、収穫期間中の養分供給が重要であると考えた。

パーライトを支持材とした養液栽培の結果、移植直後には NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 20 mmolL<sup>-1</sup> 以上の高濃度を要求するが、移植 30 日以後は 8 mmolL<sup>-1</sup> 程度が望ましく、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 濃度は常に 0.5 mmolL<sup>-1</sup> 以下で十分であり、HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup> および Mg<sup>2+</sup> の NO<sub>3</sub><sup>-</sup> に対する濃度比は 0.49、3.0、0.58、0.4 が適正であることを明らかとし

た。

可給態リン酸 8.1 から 202 cgkg<sup>-1</sup> の腐植質黒ボク土でネギニラ「なかみどり」および「スーパーグリーンベルト」を栽培し、両作物ともに可給態リン酸は 50 cgkg<sup>-1</sup> 以上が必要であることを明らかにした。

上都賀地域の夏どりにらの葉中硝酸濃度は、516 から 3260 mgkg<sup>-1</sup> で、土壌中無機態窒素と可給態窒素合計量が 35cgkg<sup>-1</sup> までは高いほど高まるがそれ以上ではやや低下することを明らかにした。(平 9-11)

### (4) 花き生産安定技術の確立・土壌管理技術の解明

ばらの養液土耕における適正な施用液肥濃度および土壌溶液養分濃度を検討した。硝酸 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) の施用濃度は 200 mgL<sup>-1</sup> で土壌溶液硝酸濃度は 1370 から 1880 mgL<sup>-1</sup> で推移した。窒素施用量は 40 mg から 280 mg 株<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> の範囲で多いほど切り花本数も多かったが、高水準で土壌溶液硝酸濃度が上昇し、これを考慮し、150 mg 株<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> が適正と判断した。

点滴灌水において、最初に確保された浸潤領域に対し土壌表面からの蒸発によって失われる水分量を供給することで浸潤領域の水分状態を安定的に維持できることを明らかにした。(平 5-7)

### (5) 果樹の根圏制御栽培技術の開発

毛管給水によるぶどう根圏制御栽培における養水分管理技術を明らかにして低コスト、高品質、多収となる栽培システムを開発した。施肥は加温開始と同時に土壌混和することで摘房時に着粒の良好な房を選ぶことが容易になり、房重および収量が向上した。窒素施用量 40 g 樹<sup>-1</sup> 以上で 20 Mgha<sup>-1</sup> の目標収量を得ることができたものの、60 g 樹<sup>-1</sup> 以上では窒素吸収量や跡地土壌の無機態窒素含有率が高まり、40 g 樹<sup>-1</sup> が適当であることを明らかにした。根圏制御栽培なしの側枝のデンプン含有率および C/N が大きいほど果実横径および収量が大きい傾向があった。(平 13-18)

### (6) 野菜における硝酸塩蓄積機構の解明と低減化技術の確立

にら葉中硝酸イオン濃度は、夏どりでは土壌中の無機態窒素と可給態窒素の含量に関係が認められたが、冬どりでは収穫時の土壌化学性との関係は認められなかった。品種により可食部の硝酸イオン濃度は差があり、冬どりに比べ夏どりで低下した。基肥は、土壌の残存窒素量に応じて減肥し冬どり前は追肥せず、翌年の夏どり前に肥効調節型肥料 (70 日タイプ) で施肥した結

果、目標収量の3 t/10aを確保でき、これらの葉中硝酸イオン濃度は慣行栽培に比べて半減することを明らかにした。(平 14-16)

## 6 全量基肥施肥法の開発

施肥技術として、水稻の生育診断技術の開発とともに、各作型に対する全量基肥栽培技術と専用肥料の開発が進められ、現在では水稻作付面積の50%に普及している。畑作物として、ねぎやたまねぎ等主要各作目に対する全量基肥肥料が開発された。

### (1) 水稻

#### ア 早植コシヒカリ

各種の肥効調節型肥料の開発によって全量基肥施肥による水稻の省力および安定生産が期待できるようになった。そこでシグモイドタイプの窒素溶出特性をもつ被覆肥料を用いた全量基肥施肥法に



写真 2-11-8 開発された全量基肥肥料

における水稻の窒素吸収特性を把握するとともに、それに応じた被覆肥料と速効性窒素肥料の適正な配合割合を検討した。

その結果、黒ボク土地帯の早期早植コシヒカリを対象にした全量基肥施肥法には、速効性窒素肥料とシグモイドタイプの窒素溶出特性を示す被覆尿素 (LPS100 タイプ)を2から3:4の成分割合で配合し、20%程度減肥することが適当であった。これにより施肥の省力化を図りつつ追肥体系と同様の施肥効果が得られるため、安定した収量および玄米品質が維持できた。

栃木農試成果集 13 : 29-30 (1994)

栃木農試研報 42 : 9-24 (1994)



写真 2-11-9 水稻全量基肥肥料の開発 (2000)

### イ 一発穂肥

水稻栽培では被覆尿素入り穂肥専用肥料 (一発穂肥)の普及により、収量の安定化とともに追肥作業の省力化が図られていた。一方、良質米生産のために栽培法の工夫などによっても食味向上が図られており、一発穂肥においても食味に及ぼす影響を明らかにする必要がある。そこで、食味との関連性に有意な相関を示す玄米中窒素濃度を指標とし、一発穂肥の施用量の多少による変動を検討した。

その結果、追肥窒素を1 kg/10a減らすことによって、玄米中窒素濃度が0.03から0.04%低下すると推察された。その割合は基肥窒素の多少に関わらずほぼ一定であった。

栃木農試成果集 14 : 69-70 (1995)

### ウ 普通植栽培

施肥作業の省力化を図るため、県南部の普通植栽培地帯を対象として、肥効調節型肥料を利用した全量基肥施肥法を検討した。

その結果、LP50または70タイプの被覆尿素を80%程度配合することにより、全量基肥施肥栽培ができた。また、肥料の利用率が高まることから、20%程度の減肥が可能であった。収量は慣行並を確保でき、省力施肥技術として位置付けられた。

栃木農試成果集 15 : 73-74 (1996)

### エ 湛水直播

水稻栽培はより一層の低コスト化が求められていた。そこで、省力化技術である湛水直播水稻について、肥効調節型の被覆尿素を用いた全量基肥施肥法を検討した。

その結果、湛水直播 (条播)におけるコシヒカリの全量基肥栽培は、肥効調節型肥料の被覆尿素40日タイプ (LP40)と100日タイプ (LPSS100)の1:2の組合せで栽培が可能であった。また、慣行分施に比べて25%程減肥できた。

栃木農試成果集 17 : 43-44 (1998)

### オ 施肥時期と地域適合性の検討

水稻の全量基肥栽培は早植コシヒカリを中心に栽培面積が拡大しつつあったが、専用肥料の施用時期や適用地域によっては、緩効性肥料部分の溶出時期と水稻の生育ステージにずれが生じる等の問題が指摘されていた。特に、地温の高い地域での施用や施用時期が早すぎると溶出の開始時期が早まり、倒伏や生育後半の肥料切れの危険性を生じる懸念があった。そこで、全量基肥栽培におけるこのような問題について検討した。

その結果、全量基肥法の水稲の生育は慣行分施肥法の生育と異なることが明らかとなった。また、肥料の溶出は年次および適応地域により変動するが、水稲の生育ステージとのずれは、年次変動よりもむしろ地域間差のほうが大きかった。さらに、施用時期が早まると肥料の溶出も早まり倒伏等の危険性が増加した。したがって、早植コシヒカリの LPS100 を用いた全量基肥栽培をより安定させるには、施用時期に特に注意する必要がある。また、県南地域への適応性をさらに高める場合や、施肥時期を早め春先の作業効率を高めるためには、LPSS100 の配合が有効であることが示唆された。

栃木農試成果集 17 : 61-64 (1998)

#### カ 全量箱施肥法

水稲栽培では肥効調節型肥料の利用により全量基肥栽培が普及し、低コストおよび省力化は一層進む方向にあった。さらに、全量育苗箱施肥法の導入によって一層の低コスト化と省力化が図れると考えられた。本県に分布が広い黒ボク土水田は、リン酸肥沃度が低い一方、地力窒素の発現が生育後期まで続くなどの特徴があるため、全量育苗箱施肥法の導入に際し、これら問題を検討した。

その結果、肥効調節型肥料を利用することによって水稲生育に必要な窒素質肥料の全量を育苗箱に施肥する栽培が可能となった。この場合、LPS100 を窒素で 6 kg/10a (箱当たり現物 750 g)、または NK301 を窒素で 6 kg/10a (箱当たり 1000 g) の施肥が適当であった。

なお、本施肥法は、県央および県北部黒ボク土水田で、交換性カリウム 20 mg/100g 以上、可給態リン酸 15 mg/100g 以上の圃場に適応し、またカリウムを補給するため稲わらの秋季鋤込みを励行した。

栃木農試成果集 18 : 49-50 (1999)

#### キ 配合肥料の検討

水稲栽培の省力化技術として肥効調節型肥料を用いた全量基肥栽培法が開発され、早植コシヒカリを中心に普及しつつあった。しかし、被覆尿素肥料の窒素溶出速度は地温に影響されるため、地域によっては、尿素的溶出時期と水稲の生育ステージとのずれが想定された。このため、倒伏の軽減や登熟向上を図るために、それぞれの地域に適合した肥効調節型肥料を選定した。

その結果、これまで県内の地温の高い地域では、LPS100 の単用では溶出が早過ぎる懸念があったが、LPSS100 を配合することで穂肥としての効果がより安定すると考えられた。

また、早植コシヒカリを対象とした全量基肥栽培法の地域区分を行った。県北では LPS100 単用または LPS100 と LPSS100 とを 1:1 に配合した場合が適合し、県央では LPS100 と LPSS100 とを 1:1 に配合した場合が適合した。

栃木農試成果集 18 : 51-52 (1999)

栃木農試成果集 20 : 33-34 (2001)

#### ク 側条・全量基肥施肥

水稲栽培のより一層の省力化と低コスト化を図るため、水稲の側条施肥に用いる全量基肥肥料の配合割合、減肥率を検討した。

側条施肥用の全量基肥肥料として適した速緩比率は、適正な茎数や穂数が確保できることから、1:2 であった。また、全層の全量基肥栽培に比べて減肥が可能で、全層施肥で慣行分施肥の 2 割減とすると、側条施肥で 3 割減が可能であった。側条・全量基肥施肥で省力化が可能になるだけでなく、減肥によって、コストの削減や環境負荷を軽減できた。

栃木農試成果集 21 : 19-20 (2002)

#### (2) 水稲以外

##### ア ねぎ

6 月定植の秋冬どりねぎにおいて、追肥による従来の施肥法と比較して同等以上の収量と窒素吸収量が得られる緩効性窒素肥料の種類と速効性肥料の配合割合を検討し、さらに施肥位置を考慮し、環境への負荷軽減を目指した新しい施肥法を検討した。

その結果、定植位置の直下 10 cm に条施肥することにより 10 から 20 % の減肥が可能で、収量の安定性、窒素吸収量の面から LP140+硫安 (1.2+0.8 kg/a) と、スーパー IB+硫安 (1.4+0.6 kg/a) が適当と考えられた。また、条施用することにより、施肥基準より 25% 減肥しても従来の慣行栽培並の収量を得られた。

栃木農試成果集 13 : 37-38 (1994)

栃木農試成果集 16 : 47-48 (1997)

##### イ やまのいも

黒ボク土での窒素施用量は 20kg/10a が適正で、8 月までの追肥により増収し、くびれが少なくなることを明らかとした。

緩効性肥料を用いて、追肥的効果のある全量基肥施肥法を検討した結果、施肥法としては、速効性肥料と緩効性肥料を組み合わせた (速効性 : 緩効性 = 5:10) 全量基肥施肥が省的で、低コスト化が図れ効果的であった。この施肥法で、栃木

県の施肥基準（基肥 15 kg + 追肥 5 kg）よりも 20 % 程度の減肥が可能と考えられた。（平 5-6）

栃木農試成果集 14 : 71-72 (1995)

#### ウ とちおとめ

いちご「とちおとめ」栽培の省力化と高品質生産技術の確立に寄与するため、緩効性窒素肥料を利用した全量基肥施肥法を検討した。

その結果、9 月上旬定植の作型では、定植前一週間以内に施肥する場合、窒素肥料として、100 日タイプと 140 日タイプを 1 : 4 にブレンドしたものを 18 から 20 kg/10a 施用することにより全量基肥施肥が可能であった。

栃木農試成果集 16 : 49-50 (1997)

#### エ こんにゃく

従来のこんにゃく栽培では、基肥 1 回の施肥が行われていた。しかしこの作業では、降雨などにより作物に吸収される前に肥料成分が流亡し、土壌や地下水などを汚染する危険性が生じる。そこで、肥効調節型窒素肥料の溶出特性を明らかにし、収量および利用率の点からこんにゃく栽培に適した肥料を選定した。

肥効調節型窒素肥料を 3 種類検討した結果、肥効調節型窒素肥料を施肥すると、窒素利用率が高くなり、その中でも、LPS100 は地上部の生育が増加する時期に窒素が溶出し、こんにゃくの生育量を確保することから、収量性が最も安定しており、こんにゃく栽培に適した肥料であった。

栃木農試成果集 18 : 57-58 (1999)

#### オ たまねぎ

従来、たまねぎの栽培法は基肥と 2 回程度の追肥を行う追肥主体の施肥が行われてきた。しかし、たまねぎは生育期間が約 220 日と長く、追肥作業では、作業上の労力はもちろんのこと、生育旺盛な株間を通して行わなくてはならないため、生育中の葉を痛めてしまう危険性もあった。

そこで、肥効調節型窒素肥料を利用し、収量を低下させず、省力的で肥料の利用率高い全量基肥栽培法を検討した。

その結果、肥効調節型窒素肥料に 40 日タイプと 70 日タイプを用いることで全量基肥施肥による省力的な栽培法が可能であった。また、収量・貯蔵性・窒素利用率の面から見て、速効性肥料を使用せず、40 日タイプと 70 日タイプを 3 : 7 で配合し、全窒素量を慣行より 20 % 減肥した全量基肥減肥処理がたまねぎに最も適した栽培法と結論づけた。

栃木農試成果集 18 : 61-62 (1999)

### 7 水稻の有機農業栽培技術確立に関する試験

水稻の有機栽培では各地に民間主導で技術体系が成立しているが、その技術を科学的に解析した例は少なく、技術普及を困難にしていた。そこで、NPO 法人民間稲作研究所（栃木県上三川町）の有機栽培水田を調査するとともに、農試ほ場で水稻有機栽培を行い、土壌管理技術を科学的に解明した。

#### (1) 米ぬか施用の効果

##### ア 水稻への肥料効果

平成 21 年から 22 年の 3 年間米ぬか施用を主体とした水稻栽培を行い、土壌肥料の観点から収量や土壌への影響等を評価した。

その結果、米ぬかの施用を主体とした水稻有機栽培では、基肥と移植直後の米ぬか表面施用（計 150 から 300kg/10a）により、化学肥料区の 80 から 90 % の収量を確保できた。米ぬかの秋施用は、冬期から春期に 50 % 以上が分解するため、肥料効果が低下し、米ぬかの連用効果は小さく、跡地土壌の化学性に影響を及ぼさないと考えた。

栃木農試成果集 31 : 31-32 (2013)

##### イ 雑草の抑草効果

米ぬかを水稻の移植直後に表面施用することにより、雑草抑制効果が発揮される。しかし、移植時期の違いや、植代から米ぬか施用までの日数と雑草の出芽状況を基にした最も適切な米ぬか施用のタイミングの評価が不十分であった。そこで、これらの時期別の米ぬか表面施用の抑草効果を、主にコナギの多発する圃場で平成 24 年および 25 年の 2 年間評価した。

その結果、米ぬかの表面施用によりコナギを抑草するためには、普通植時期にコナギの出芽が確認される前に表面施用することが重要と考えられた。また、早植で効果が認められない要因の一つとして、米ぬかの分解の遅れによる影響が考えられた。

栃木農試成果集 33 : 29-30 (2015)

#### (2) 移植前長期湛水の効果

水田の移植前長期湛水の効果および機作について土壌肥料学的観点から検討した。

その結果、現地の有機水田では、移植前に 30 日以上長期湛水を行うことにより、湛水土壌中のアンモニウム態窒素が蓄積し、収量増につながるものと考えられた。

栃木農試成果集 31 : 73-74 (2013)

(3) アミミドロ・ウキクサの発生と雑草抑制効果

雑草の抑制は、水稻有機栽培を行う上で大きな課題となる。そこで、雑草管理技術を科学的に解明するため、NPO 法民間稲作研究所（上三川町）の有機栽培水田の雑草抑制効果を評価した。有機栽培水田では、移植後にアミミドロやウキクサが繁茂し田面が覆われ、アミミドロは乾物  $10 \text{ gm}^{-2}$  の発生量で 60%、 $25 \text{ gm}^{-2}$  の発生で 80% 遮光され、雑草発生量が低下すると考えられた。また、アミミドロの大量発生は、深水管理の維持により継続的に供給される用水中の硝酸態窒素が起因していることが明らかとなった。

栃木農試成果集 31 : 75-76 (2013)

また、これら個々の技術を基に、NPO 法民間稲作研究所の水稻有機栽培体系について総括し、発酵肥料の施用や移植前の長期湛水によって水稻の安定栽培が確保されていることを明らかにした。

栃木農試成果集 32 : 21-22 (2014)



写真 2-11-10 田面水におけるアミミドロ発生条件の検討 (2012)

8 温室効果ガスの発生抑制に関する試験

農業による環境負荷としての温室効果ガスの発生を抑制することが求められている。水田ではメタンの発生が、畑地では亜酸化窒素の発生が懸念されており、その実態の把握と発生量抑制対策を明らかにした。

(1) 水田から発生するメタンの有機物施用を中心とした制御方法

県内の代表的な土壌である黒ボク土（宇都宮市）および灰色低地土（栃木市）において、メタンの発生量、施用有機物の種類による発生量の相違、およびメタン発生に及ぼす温度の影響について比較検討した。メタンの平均年間発生量は、黒ボク土では稲わら施用 > 化学肥料施用 > 堆肥施用の順となり、灰色低

地土では麦・稲わら施用 > 堆肥施用 > 化学肥料施用の順となった。

水稻の収量、メタン発生量の 2 点から、水田には適正量の腐熟の進んだ堆肥施用が望ましく、また、中干しや間断かん水の実施によりメタン発生を少なくすることが可能であった。

灰色低地土では水稻の生育後半にも堆肥中の易分解性有機物の分解が進行することが想定され、土壌別の堆肥施用基準を確立する必要性が認められた。

栃木農試研報 43 : 35-46 (1995)

栃木農試成果集 14 : 97-98 (1995)

(2) 畑地における亜酸化窒素の発生と制御方法

亜酸化窒素の温室効果は二酸化炭素の 150~250 倍に相当し、今後、温暖化への寄与率がより高まることが予想されている。農業分野では施肥によって亜酸化窒素が発生することが指摘されていることから、黒ボク土（宇都宮市）において、窒素施用量、施用有機物および肥料の種類による畑地からの亜酸化窒素の発生量の相違を明らかにした。

はくさい及び二条大麦を栽培しながら発酵豚ふん、硫安 1.5 倍、稲わら堆肥、稲わら、硫安の各施用をして 2 年間、亜酸化窒素発生量を継続的に測定したところ、亜硝酸窒素の放出率は 0.03 から 0.5 % で、年次変動が大きく、発生フラックスは、特に基肥施用直後の温度および土壌水分の影響を大きく受けることが示された。作物の生産性と亜酸化窒素の発生制御の両面を実現するためには、易分解性有機物の少ない腐熟の進んだ堆肥施用が望ましいと考えられた。また、窒素の多施用を控えること、緩行性窒素肥料の施用、必要以上の多湛水を控えることや排水不良畑の排水対策が亜酸化窒素の発生制御に有効であることが示された。

栃木農試研報 44 : 35-46 (1996)

栃木農試成果集 15 : 87-88 (1996)

(3) 土壌管理が温室効果ガス発生と土壌炭素の貯留へ及ぼす影響

農耕地土壌は堆肥の施用等適切な土壌管理により炭素を貯留することが可能とされており、京都議定書においても温室効果ガスの吸収源の一つとして位置づけられている。炭素貯留効果の高い営農活動に取り組む指標とするため、温室効果ガスの発生および土壌炭素貯留効果について、黒ボク土畑地（茂木町）において 3 年間調査した。

にんじんを栽培しながら、堆肥施用、堆肥多量施用および化学肥料施用について比較したところ、二酸化炭素や亜酸化

窒素の発生量は堆肥を多量に施用することによる影響が大きく、土壤への炭素貯留効果も高かった。しかし、降雨量が多い年には、炭素貯留効果が最も少なくなる現象も確認された。

栃木農試成果集 31 : 81-82 (2013)

## 9 大気汚染に関する調査

我が国では、酸性雨による被害は顕在化していないとされてきたが、本県の白根山地域における森林の衰退（先枯れ、立枯れ、倒木等が発生している状況）の原因のひとつとして首都圏等から移流した大気汚染物質を含む雨や霧による影響が指摘された。

そこで、県内の代表的な土壤である黒ボク土と灰色低地土の非耕地土壤について、酸性雨による影響を調査した。さらに、白根山の森林衰退地域において、土壤の理化学性を調べ、土壤の酸性化と森林衰退の関係について検討した。

県内の代表的な土壤である黒ボク土と灰色低地土について、人工酸性雨を用いたモデル実験を行った。その結果、処理した希硫酸水の pH が低くなる程、土壤 pH が低下し、また、灰色低地土に比べて、黒ボク土の方が酸性化しやすいと考えられた。

白根山のダケカンバ林衰退地の土壤は、酸性のポドゾル土壤であり、ダケカンバが衰退していた地点の土壤では、土壤溶液中のアルミニウムイオン ( $Al^{3+}$ ) の活動度が大きかった。

酸性霧は付着すると流れ落ちにくいので、植物との接触時間が酸性雨よりも長い。このため酸性霧は酸性雨よりも植物に悪影響を与える可能性がある。そこで、植物を人工酸性霧に曝露してどのような影響を受けるか調査し、酸性霧に感受性の高い指標植物の検索を行った。酸性霧により陸稲、ほうれんそう、はつかだいこん、大豆、インパチエンス、ルピナス、水稻、あさがお、ベチュニアに可視的障害として白色小斑点があらわれた。これらの感受性のある植物は酸性霧の指標植物として用いることができると考えられた。

栃木農試研報 42:25-34 (1994)

栃木農試成果集 13:119-120 (1994)

栃木農試成果集 17:77-78 (1998)

## 10 重金属の吸収抑制に関する試験

CODEX 委員会による農産物中有害物質の国際基準策定を受けて、本県でも麦類のカドミウム吸収抑制、水稻のカドミウムおよびヒ素吸収抑制対策が実施された。

### (1) 水稻におけるカドミウム吸収抑制手法の検討

アルカリ資材として ALC (軽量気泡コンクリート粉末肥料) を土壤に施用し、カドミウム吸収抑制効果について検討した。ALC の施用により、無施用区に比べて土壤および土壤溶液の pH は高くなり、土壤溶液カドミウム濃度は低くなった。出穂 1 週間後に採取した土壤溶液カドミウム濃度と玄米カドミウム濃度との間に有意な相関関係が認められた。

栃木農試成果集 31:77-78 (2013)

### (2) 水田土壤のカドミウム浄化技術

カドミウム高吸収水稻品種「モーれつ」を用い、カドミウム汚染土壤の浄化効果を検討した。モーれつは対照品種のコシヒカリ等に比べ、籾重、わら重、わらおよび籾のカドミウム吸収量が最も高く、栽培後の土壤カドミウム濃度の低減率も最も高かった。

栃木農試成果集 31:79-80 (2013)

### (3) 大麦のカドミウム吸収の品種間差

大麦のカドミウム含有率の実態を把握するため、県内産大麦の子実中カドミウム含有率を調査した。子実 105 検体中 104 検体が大麦の CODEX 基準値  $0.1 \text{ mgkg}^{-1}$  未満であった。

カドミウム低水準灰色低地土は場ならびにカドミウム添加土壤または現地汚染土壤 (腐植質黒ボク土) で大麦を栽培し、カドミウム含有率の品種・系統間の特性を検討した。子実中カドミウム含有率が高い品種として Apam およびカシマムギ、低い品種として RisoM56、大系 HL138-8-7、Spartan および RisoM86、極めて低い品種として 2727 (GRIN) を分類した。

栃木農試研報 63:17-25 (2008)

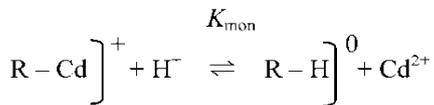
### (4) カドミウム吸収予測手法の開発

水田では、土壤の還元に伴う硫化カドミウム生成がカドミウム溶解度の低下をもたらす、湛水の継続が水稻による吸収抑制技術として確立されている。一方畑作物では吸収量の予測手法や吸収抑制手法は確立されておらず、カドミウム吸収に関するリスク予測技術の確立が急務となっている。そこで、まず腐植質黒ボク土と灰色低地土でのしゅんぎく栽培結果に基づきカドミウム吸収量予測手法を開発した。しゅんぎくのカドミウム吸収量と土壤溶液カドミウム濃度の関係を植物根による養分吸収モデルによって解析し、土壤種類の違いにかかわらず、土壤溶液カドミウム濃度  $5 \text{ mmolL}^{-1}$  以下で、作物根はカドミウムを能動的に吸収し、それ以上では受動的に吸収すると判断した。さらに、土壤によるカドミウム吸脱着反応は次式によると仮定し、本式に基づきカドミウム活動度 ( $Cd^{2+}$ ) と  $\log Q$ -pH の関係



写真 2-11-11 人工圃場における小麦のカドミウム吸収試験(2007)  
土壤類型、カドミウム水準、塩化物水準が設定された

図を作成したところ、両土壤ともに、傾き 1 の直線的な関係にあった。



したがって、 $\log(\text{Cd}^{2+}) = \log K_{\text{mon}} + \log Q_{\text{Cd}} - \text{pH}$ 、

ただし、 $K_{\text{mon}}$  は土壤のカドミウム吸脱着係数、 $Q_{\text{Cd}}$  は土壤のカドミウム含有量。

$\log(\text{Cd}^{2+})$  と  $\log Q_{\text{Cd}} - \text{pH}$  の回帰直線の Y 切片は吸脱着係数  $\log K_{\text{mon}}$  に相当し、土壤類型毎に固有の値であり、土壤類型毎に明らかにすることにより、土壤のカドミウム含有率と pH から土壤溶液中カドミウムイオン濃度 (活動度) が推定でき、これら二種の関係に基づき、土壤のカドミウム含有率および pH から作物のカドミウム吸収量予測が可能であることを示した。

さらに、多様な土壤での土壤溶液カドミウム濃度を予測するため、県内に分布する 6 種の土壤に硝酸カドミウムおよび硝酸を多水準で添加した。4 週間後に土壤溶液中カドミウム並びに各種イオン濃度を測定し、解析した結果、土壤溶液カドミウム活動度は、土壤の種類に関わらず前述のしゅんぎくを用いた試験と同様に活動度  $\log(\text{Cd}^{2+})$  と  $\log Q - \text{pH}$  の関係図を作成し次式で示されることを確認した上、吸脱着係数  $K_{\text{Cd}}/C_{\text{Cd}}$  を求めた。

$$(\text{Cd}^{2+}) = \frac{Q_{\text{Cd}} K_{\text{Cd}}}{10^{\text{apH}} C_{\text{Cd}}}$$

さらに既知の各種イオンペア生成定数から土壤溶液カドミウム濃度にはイオンペア  $\text{CdCl}^+$  の生成が重要であると推定し、土壤中カドミウム含有率  $Q_{\text{Cd}}$ 、土壤のカドミウム吸着容量  $C_{\text{Cd}}$ 、カドミウム吸着係数  $K_{\text{Cd}}$ 、pH、塩化物イオン濃度  $[\text{Cl}^-]$ 、イオンペア  $\text{CdCl}^+$  生成定数  $K_{\text{CdCl}}$  およびカドミウムイオン活動度係数  $f_{\text{Cd}}$  から土壤溶液カドミウム濃度  $[\text{Cd}_T]$  を予測する次の予測式を得た。

$$[\text{Cd}_T] = \frac{Q_{\text{Cd}} K_{\text{Cd}}}{10^{\text{apH}} C_{\text{Cd}}} \left\{ \frac{1}{f_{\text{Cd}}} + K_{\text{CdCl}} [\text{Cl}^-] \right\}$$

さらに、 $f_{\text{Cd}}$  は EC から予測でき、 $K_{\text{Cd}}/C_{\text{Cd}}$  は CEC と極めて関連が深いことを見出し、一般的な土壤分析項目から土壤の種類にかかわらず土壤溶液総カドミウム濃度を予測する次式を誘導した。

$$[\text{Cd}_T] = 0.288 Q_{\text{Cd}} 10^{-0.6\text{pH}} \text{CEC}^{-2.37} \{1 + 2.23 \text{EC}^{0.490} + 95.5 [\text{Cl}^-]\}$$

Soil Sci. Plant Nutr. 55: 441-451 (2009)

Soil Sci. Plant Nutr. 57: 367-376 (2011)

栃木農試成果集 28: 53-54 (2010)

カドミウム低水準灰色低地土ほ場において、土壤 pH、カドミウム濃度および子実カドミウム濃度のほ場内変動を検討した。その結果、pH の圃場内変動は比較的小さかったものの、カドミウム濃度および子実カドミウム濃度の変動係数は 12 から 45 % と大きかった。また、場内の腐植質黒ボク土と灰色低地土人工圃場において多水準の土壤カドミウム濃度と pH 条件下で小麦を栽培し、小麦子実カドミウム濃度予測手法を検討した。子実カドミウム濃度は、播種前土壤 0.1 M 塩酸抽出カドミウム濃度が 0.1 から 2.5  $\text{mgkg}^{-1}$  の範囲で直線的に増加した。小麦子実カドミウム濃度が CODEX 基準 (0.4  $\text{mgkg}^{-1}$ ) 未満となる土壤 0.1 M 塩酸抽出カドミウム濃度は、灰色低地土で 0.5  $\text{mgkg}^{-1}$ 、黒ボク土で 1.0  $\text{mgkg}^{-1}$  だった。土壤、土壤溶液および収穫前作物体カドミウム濃度と子実カドミウム濃度との間には、それぞれ正の相関が認められた。出穂 1 か月後の穂カドミウム濃度が成熟期の子実カドミウム濃度と最も相関が高く収穫前に収穫物のカドミウム濃度が予測可能であることを示した。

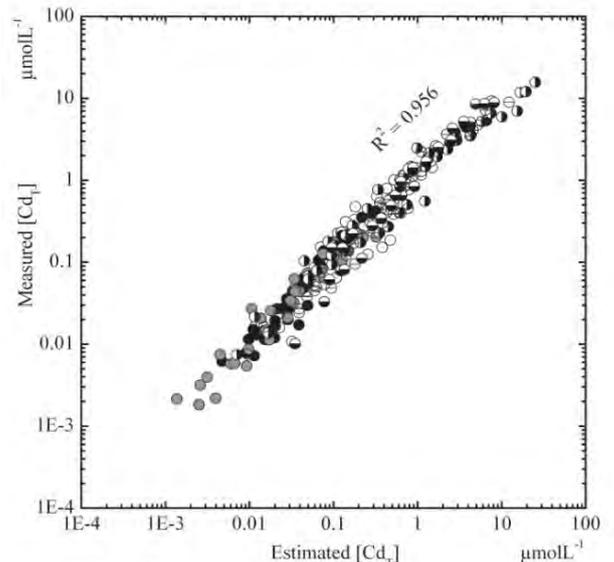


図 2-11-7 土壤養液 Cd の予測値と測定値の関係

栃木農試研報 68 : 65-77 (2012)

### 11 農薬の安全使用に関する試験

農薬の環境中の動態として、水田系における動態ならびに土層内の浸透について検討された。また残留基準値のネガティブリスト化に対応して、多成分同時分析や簡易分析法としてイムノアッセイによる分析法が検討された。

#### ア 農作物由来による農薬摂取の実態

残留農薬の消費者への安全性の資料を得るために市販の食品を購入し、水洗、調理後分析を行い、数種類の農薬の一日あたり摂取量を明らかにした。イソキサチオン、DDVP、DEP、ジネブは米、麦・雑穀、豆類、いも類、果実類、野菜類、茶の全ての食品群から検出されなかった。イプロジオンは緑黄色野菜から1人1日当たり0.6 µg、エチルチオメトンでは緑黄色野菜から1人1日当たり1.0 µg、その他の野菜から0.4 µgの摂取があり、ADIに対する比率はイプロジオンでは0.004%、エチルチオメトンでは1.4%であった。

栃木農試研報 40 : 39-46 (1993)

#### イ 栃木県におけるマイナー作物の農薬残留と防除効果

##### (ア) ゆうがいの病害虫の防除効果と農薬残留

平成2、4年にTPN、エチオフェンカルブの残留および防除効果を試験した。ユウガオ炭そ病防除に対しTPNフロアブル剤が5回散布、収穫前日までの使用、アブラムシ防除に対しエチオフェンカルブ乳剤が2回散布、収穫前日までの使用で登録拡大された。いずれの場合も残留濃度が登録保留基準あるいは残留基準を大きく下回り、農産物としての安全性は高いと考えられた。また、いずれの場合も病気の初発前あるいは害虫の低密度時からの農薬散布が防除効果に優れていると考えられた。

##### (イ) うどの病害の防除効果と農薬残留

平成3から4年に塩基性塩化銅、TPNの残留および防除効果を試験した。うど黒斑病防除に対し、塩基性塩化銅水和剤が根株養成期における散布(回数の制限なし)およびTPNフロアブル剤が根株養成期における3回散布の使用で、登録拡大された。散布された農薬は収穫までに消失し、あるいは検出されず、農産物としての安全性は高いと考えられた。また、いずれの場合も病気の初発前からの農薬散布が防除効果に優れていると考えられた。

栃木農試研報 44 : 25-32 (1996)

栃木農試成果集 15 : 83-86 (1996)

#### ウ 黒ボク土畑地における農薬の浸透

畑地における農薬の浸透試験は実施例が少ない。そのため、畑地における農薬散布後の気象条件、土壌水分並びに農薬の特性が浸透に及ぼす影響について検討した。

##### (ア) イプロジオンおよびジメトエート

農薬散布後の降雨強度および時期、土壌水分および農薬の土壌吸着係数によって浸透に違いが生じた。また、水溶解度が高く、土壌吸着係数が小さいジメトエートは、バイパス流だけでなく、マトリックス流によっても下方まで浸透することが明らかとなった。深度70cmの検出は不被圧層の存在では微量な濃度ではあるが、下層の微生物活性や温度の低下などにより農薬の消長が長くなることから、浅層地下水への浸透の可能性が考えられた。

##### (イ) ペンディメタリンおよびアセフェート

ペンディメタリンの浸透水中の濃度はイプロジオンやジメトエートに比べて低かった。また、アセフェートの検出頻度は低かった。しかし、それぞれの $t_{1/2}$ (半減期)が長いことや、土壌吸着係数が小さいという特性により、浅層地下水への浸透の可能性が考えられることから、今後も監視が必要であると考えた。

##### (ウ) リニュロンおよびプロメトリン

県内での畑地はアロフェン質黒ボク土の占める割合が高いため、これら2農薬の浅層地下水への浸透の可能性は少ないと考えた。

##### (エ) 有機物施用による浸透制御

腐植化が進んだ高い有機物含量を持つアロフェン質黒ボク土の特性により、有機物施用による農薬の浸透制御効果は遮蔽される場合が多かった。しかし、稲わら堆肥施用により、ペンディメタリンやアセフェートの浸透が制御された。一方、ニトロフミン酸には吸着の促進効果も可溶性の低分子画分による浸透助長の影響も認められなかった。

栃木農試成果集 16 : 61-68 (1997)

#### エ 流通農産物からの農薬摂取の実態

食品群ごとに調理前と調理後の試料に分割して14種類の農薬について分析を行い、食品中に残留している農薬の摂取の実態を明らかにした。調査した14種類の農薬のうち、9種類が調理前のいずれかの食品群から検出され、このうちの7種類が調理後にいずれかの食品群から検出された。調理後の食品から摂取される農薬の量は、体重50kgあたりADIの0.017から2.18%であった。

栃木農試研報 48 : 29-37 (1999)

栃木農試成果集 18 : 77-78 (1999)

オ 農薬の鉛直浸透と土壌特性との関係

県内の代表的土壌である黒ボク土、灰色低地土および茨城県牛久市の淡色黒ボク土の3種類の土壌における農薬の鉛直浸透を、モデル的に把握する試験を行った。土壌カラムリーチング法により、各種農薬の土壌中鉛直浸透を調査した。その結果、水溶解度の高い農薬ほど溶出しやすい傾向を示した。また、土壌の特性としては、有機炭素含量が農薬溶出に影響を与えると考えられた。

栃木農試成果集 18 : 79-80 (1999)

カ 農薬の特性と表面流出との関係

モデル的に作成した傾斜地に農薬を散布し、その農薬の降雨による流出実態を、人口降雨装置を用いて調査することにより、農薬の環境中での挙動を明らかにした。また、傾斜地からの農薬の流出実態を、モデル的に把握した。その結果、流出率は散布した農薬量の2%を超えることはなく、また、散布後の時間の経過に従い、流出率は概ね減少する傾向を示した。しかし、農薬によっては、土中での移動に伴い、逆に若干増加する場合もみられた。また、農薬は、散布後の時間の経過に従い、SS画分に存在する割合が高かった。

栃木農試成果集 18 : 81-82 (1999)

キ 水田から河川への農薬流出の実態

農薬の水田から河川への流出は、環境への影響および人の健康への影響から問題とされることが多い。そこで、農薬の流出実態を調査し、環境への影響を明らかにした。調査した薬剤のうち、ベンチオカーブ以外は、特に濃度が高まることはなく、安全性が確認された。特に、航空散布薬剤については、散布3日後にはほとんど検出されなくなり、環境および人に対する影響は、最小限に抑えられていると考えられた。ベンチオカーブについては、農家の散布時期が集中し、水溶解度も比較的高い薬剤であることから、多量の降雨が予想される場合は散布を延期し、水田の水止めをしっかりと行うことによって、環境への負荷が少なくなり、かつ効率的な防除が行われることが示された。

また、調査水田からのベンチオカーブおよびフサライドの流出率は農薬水田ほ場モデル (PADDY)を用いた推定値に極めて近かった。

栃木農試研究報告 51 : 29-36 (2002)

栃木農試成果集 19 : 61-62 (2000)

ク 畑土壌の種類が農薬の鉛直浸透に及ぼす影響

近年、農薬による環境負荷が問題となっている。その中で水質に関しては環境基準が4農薬、要監視項目の指針が27農薬について設定されている。しかし、地下水等の基準は設定されておらず、基準設定に関して多くの土壌によるデータを集積する必要がある。そこで、本県の代表的土壌についてモデル実験を行い、農薬の畑圃場における鉛直浸透試験を実施した。11剤を検討した結果、10剤の農薬が黒ボク土よりも灰色低地土において移動が速いことが認められた。農薬別ではジメトエート、PHCの移動速度が速く、ジメトエート、メトラクロール、シマジンは土壌間の差が大きかった。

栃木農試成果集 21 : 31-32 (2002)

ケ イムノアッセイによる残留農薬測定方法

残留農薬分析は多大な労力を要することから、各産地のモニタリングや出荷前検査への対応は困難であった。そこで、イムノアッセイ (免疫測定法)を本県の重要農産物に適用できるよう技術的な課題を検討した。作物としてねぎ、いちご、なしと農薬としてイプロジオン、アセタミプリドの組み合わせでは、イムノアッセイによる残留測定はほぼ可能であった。アセタミプリドをいちごに供した場合には作物成分の影響が大きく、回収率が劣ったが、希釈により回避できた。ただし、イムノアッセイで基準値の1/5程度以上の分析値が出た場合は機器分析による再分析が必要と考えた。分析の手引きを作成した。

栃木農試成果集 23 : 13-14 (2005)

コ 土壌中の残留農薬が葉菜類の農薬残留濃度に及ぼす影響

前作物に使用し、土壌中に残留した農薬が後作物に基準値



写真 2-11-12 イムノアッセイによる残留農薬の簡易測定法の手引き (2004)

を超えて吸収される事例が報告されている。そこで、物理化学性の異なる農薬を裸地に施用後、葉菜類を栽培し、施用された農薬の土壤および作物体における動態を明らかにした。すなわち、場内表層多腐植質黒ボク土畑において、平成22年にこまつな、ほうれそうとチアクロプリド、プロシモン、平成23年にしゅんぎく、みずなどホスチアゼート、フルトラニルの組合せで実施した。作物の残留農薬基準値を超えた組合せはなかった。農薬の土壤中残留濃度の減少程度は、水溶解性が高いものほど大きく、最も水溶解性が高いホスチアゼートでは、散布直後から7日の間に急激に減少した。

栃木農試成果集 31 : 33-34 (2013)

## 12 土壤診断技術の開発

土壤診断は、作物生産の基本である。近年は団体による分析点数が増加し、一層の効率化が求められている。ただし、測定法が簡易であっても、測定値には確実性が求められる。現在使用されている土壤分析法の中で長時間を要する項目は、可給態窒素および CEC である。可給態窒素はインキュベータ装置と4週間の培養期間を要する。また、CEC は浸透管を接続する専用の装置と煩雑な操作を伴う。さらに、交換性陽イオンの測定には日常的に簡易法も用いられるが、簡易法による測定値は、特にカルシウムとマグネシウムの浸出率が低く、問題視されている。

そこで、これら問題に対応する新たな分析法として、浸出液に塩化ストロンチウムを含む酢酸アンモニウム溶液を用いた交換性陽イオン類の測定法、交換酸度を用いた CEC 測定法が開発され、リン酸アンモニウムによる可給態窒素の測定法が検討された。

さらに、近年の化学肥料の高騰を受け、水稻のリン酸およびカリウムの減肥基準が見直された。

### (1) 陽イオン交換容量の測定を要さない土壤試料のための簡易な交換性陽イオンの浸出法

交換性陽イオン含量は生産力を評価する重要な化学性として多数の土壤試料の測定が行われている。交換性陽イオン含量はセミマイクロショーレンベルガー法(カラム法)による陽イオン交換容量(CEC)の測定過程で得られる浸透液中の陽イオン濃度を測定することによって行うことが標準法となっているが、浸出作業が煩雑であること、浸出装置の不備などのためカラム法を使用できない場合が多い。また、CEC の値が既知の場合は、従来 pH7.0, 1M 酢酸アンモニウム溶液を浸出液とした酢酸振とう法が広く用いられていた。しかし、酢酸振とう法はカラム法に比べて操作性、効率性で優れている一方で、特に二価の陽イオン類

の測定値が低くなる問題があることから、簡易な浸出測定法について検討した。

その結果、0.0114M 塩化ストロンチウム / 0.05M 酢酸アンモニウム溶液により溶液 / 土壤 = 200 で浸とうすることにより、カラム法と同等の測定値が得られ、特定の器具や煩雑な浸透作業を必要とせず、短時間で多試料の分析が可能であることから CEC の測定を必要としない土壤試料の交換性陽イオン浸出に有効と考えた。

土肥誌 68 : 61-64 (1997)

栃木農試成果集 16 : 35-36 (1997)

### (2) 土壤診断における簡易な CEC 測定法

CEC は土壤の保肥力を評価し、陽イオン飽和度を計算する上で土壤診断の際に必要な値である。標準法であるカラム法は、操作が煩雑で長時間を要することから、これに代わる簡易な CEC 測定法を開発した。すなわち pH 7.1, 1M 塩化カリウム + 0.2M トリエタノールアミン溶液の交換・浸出溶液による交換酸度の測定値に交換性陽イオン類総量を加えることにより標準法より短時間、低コストで標準法に近似の CEC 測定値が得られる測定法を開発した。

本法による測定値は、ショーレンベルガー法による測定値に良く一致し、塩基飽和度が 100% を越える地点、つまり炭酸塩が生成していると推測される地点でも良好な測定値が得られた。前項の簡易な交換性陽イオン類の測定法と組み合わせ、極めて効率的な分析ができると考えられた。

栃木農試成果集 19 : 57-58 (2000)

土肥誌 72 : 550-553 (2001)

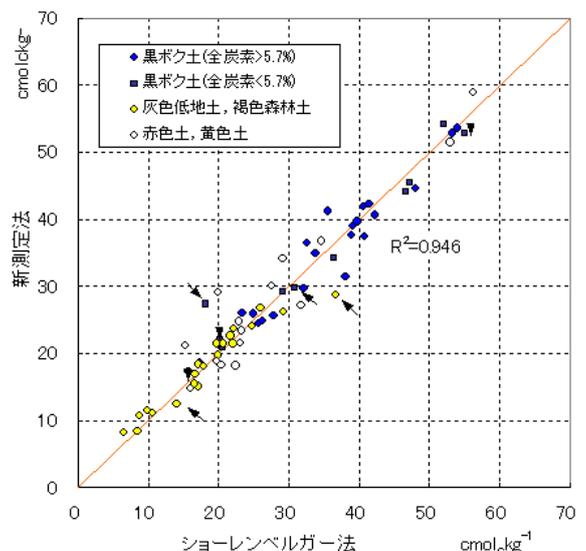


図 2-11-9 ショーレンベルガー法と新測定法測定値の関係

↓ EC > 1.0 dSm<sup>-1</sup> の試料で、指し示す先端は水溶性陽イオンを差し引いた値。  
 ↓ 塩基飽和度が 100% を越える試料

### (3) 施設土壤の可給態窒素の簡易測定法と土壤からの無機化量の推定

施設土壤は一般に残存無機態窒素や可給態窒素含有率が高く、これらを考慮して基肥量を決定する必要がある。しかし、可給態窒素の測定には4週間の培養が必要であり、黒ボク土ではその簡易測定法が確立されていない。また、栽培期間中に土壤から無機化してくる窒素量の推定方法も確立されていないことから、施設土壤の可給態窒素簡易測定法と土壤からの無機化量の予測について検討した。

黒ボク土および褐色低地土の4種の施設土壤を用いて無機態窒素と可給態窒素の検討を行った結果、土壤残存無機態窒素は窒素質化学肥料と同等の肥効を示すと評価できた。また、可給態窒素の簡易分析法についてこれまでに提案された各種手法を比較した結果、オートクレーブ抽出液を415 nmと210 nmで測定した原スペクトルにおける方法が有効であった。また、栽培期間中の無機化窒素量は、無機化係数(栽培開始から追肥までの累積地温)/(可給態窒素の累積地温840℃)として推測することが可能で、栽培前の可給態窒素測定値に基づき「無機化量=可給態窒素×無機化係数」から基肥の施肥量が計算可能であった。

栃木農試成果集23:69-70(2005)

### (4) 水田の可給態窒素の簡易測定法

水稲栽培で地力窒素を考慮して適正な施肥量を決定するため、指標となる可給態窒素の簡易測定法として、多腐植質黒ボク土ならびに灰色低地土で短期間培養法および浸出法を検討した。

短期間培養法は培養期間4日、7日、培養温度30℃、35℃、40℃を組み合わせた6処理、リン酸緩衝浸出の前処理法は風乾土を用いた2M塩化カリウムによる浸出、蒸留水での洗浄、無処理の3処理を比較した。

培養法は35℃7日間培養とし、前処理無しにリン酸緩衝浸出液で浸出した液を295 nm前後の吸光度スペクトルを2次微分する方法が、標準法である30℃で4週間培養による可給態窒素の測定値との相関が最も高く、簡易測定法として適していた。

栃木農試成果集27:36-37(2009)

### (5) 地力を考慮した水稲の施肥量診断技術

良質米生産安定技術確立として、県内の黒ボク土と灰色低地土で生産された水稲の玄米を食味計により分析し、土壤の化学性と食味の関連を検討した。(平2-6)

一方、水稲栽培において環境への負荷を抑えて目標収量540 kg/10aを確保するため、地力窒素の指標値である可給態窒素と水稲の土壤由来の窒素吸収量の関係を明らかにし、地力に応じた施肥量診断技術を確立した。場内の腐植質黒ボク土水田において、無窒素区、施肥診断区、施肥基準区でコシヒカリを5年間栽培した。可給態窒素が高いほど、無窒素区の窒素吸収量は高くなる傾向が認められた。追肥直前までの窒素吸収量が多いと収量が増加し、この時期の窒素吸収量が5.0 kg/10aで540 kg/10aの収量が得られた。

栃木農試成果集28:31-32(2010)

### (6) 水稲生育診断予測技術の開発

気象の変化に対応した水稲の生育および土壤窒素の無機化を予測する技術を開発した。県内水田に分布する主要な水田土壤を培養し、反応速度論的手法によって窒素無機化パラメータを算出し、水田圃場での水稲コシヒカリによる窒素吸収量の推定を行った。各地点、各年の気温の推移により水稲の窒素吸収量をおおむね予測できた。

また水稲全量基肥栽培では、従来の慣行分施肥栽培とは茎数や葉色の推移が異なる傾向が見られることから、全量基肥栽培の最適な生育パターンを検討した。特に、初めて全量基肥栽培を導入する農家に対して、数年かけて施肥の適量を決定するまでの経過措置として、生育量と追肥効果の関係から生育診断指標を作成し、追肥時期とその要否判定を検討した。すなわち場内黒ボク土水田において、窒素施肥量を全量基肥として4割増(H13のみ6割増)区、2割増区、標準区、2割減区、4割減区、慣行分施肥区、無窒素区の計8処理について平成11年から3年間実施した。収量は基肥窒素量が多いほど多く、基肥窒素量が少なく生育の小さい区では収量に対する追肥の効果が大きかった。収量と総粒数には正の相関があり、目標収量540から600 kg/10aを確保するために必要な総粒数は281から315(×100粒/m)と推定された。出穂前20日の葉色×茎数値で生育診断値を下回る場合、生育診断値が低いほど収量に対する追肥の効果が大きかった。しかし、最高分げつ期に追肥を行うと玄米中の窒素含有率が適正値を大幅に超える傾向にあり、全量基肥栽培の生育診断時期は出穂前20日、指標値は葉色×茎数値は1779から1974と設定した。これによって、全量基肥栽培導入時などで、生育の小さい場合には追肥で対応できる。

また、診断手法の一つとしての水稲生育期間中の土壤溶液アンモニウム態窒素の簡易測定に真空採血管の利用が有効であった。(昭61-平13)

栃木農試成果集 21 : 17-18 (2002)

栃木農試成果集 21 : 23-25 (2002)

栃木農試研報 52 : 19-29 (2003)

(7) 水稻のリン酸およびカリウムの減肥基準の見直し

世界的な肥料価格高騰を受け、水稻栽培におけるリン酸やカリウムの適正施用が求められている。そこで、本県水田の代表的な土壤である黒ボク土において、減肥基準を見直した。

ア リン酸

土壤中の可給態リン酸 (Truog 法)が  $5 \text{ cgkg}^{-1}$  程度の場合、リン酸標準施肥でも収量が低下するため、リン酸水準の改良が必要である。 $10 \text{ cgkg}^{-1}$  程度の場合、リン酸を減肥しても収量は維持されるが、可給態リン酸および作物体中リン濃度が低下するので標準施肥から 1/2 施肥とする。 $30 \text{ cgkg}^{-1}$  を越える場合は数年間の減肥は可能であることが示された。

また水田における可給態リン酸の評価にはアスコルビン酸

還元-ブレイ No.2 法がより優れることを明らかにした。

栃木農試成果集 33 : 27-28 (2015)

イ カリウム

土壤中のカリウム蓄積量と施肥によるカリウム量が不足する場合、ナトリウムが代替吸収され、カリウム欠乏の指標となる。土壤中の交換性カリウム水準が  $30 \text{ cgkg}^{-1}$  以上で、カリウム資材を 3 年間程度減肥できる可能性が示された。

栃木農試成果集 33 : 41-42 (2015)



写真 2-11-13 蒸留による窒素の分析作業

コラム 8

土壤調査と現地試験の思いで

新採の頃、箒川流域の水田土壤の調査に行った。午前中、中野主任研究員に断面の見方を教えられ、午後一人で調査を始めたが、土壤断面の「土の基色」を記載すべきところ「部分グライの色」で記載してきた。夜、宿で夕食後に調査票を見せると「あそこ断面の基色に、こんな色はない」と誤りを厳しく指摘された。翌日、中野主研と共に、全ての試坑の断面調査をやり直した。自分の勉強不足が恥ずかしかった。この時から、土壤調査で二度と同じ失敗をすまいと、お陰で「甘さ」が消え、その後、なんとか土壤肥料で飯が食えるようになった。中野先輩には、感謝している。

また、幸運にも当時は、現地試験が、仕事の大部分を占めていた。例えば、足利では「銅の汚染土壤」、栃木では排水対策試験地の「盤層のある土壤」、小山の「カドミウム汚染土壤」「砂質の強グライ土壤」、大田原の「リン酸欠乏の開田土壤」、都賀の「珪酸欠乏土壤」など列挙できないほど、多くの問題のある土壤をこの目で見る機会を得た。

当時、試験地を作るのも大変だった。水田の客土の土を運搬するのに山道がぬかるんで車輪が滑り、小型トラックにチェーンを巻いて何回も往復した事。トンチャーを自分で操作し掘削しコルゲート管を埋設した事。弾丸暗渠を施工した際、土壤の余りの硬さに弾丸を固定している金具が曲ってしまった事など懐かしい。

土壤調査と現地試験で県内各地の土壤を知るという貴重な経験が、後年、土壤肥料の専門技術員になった時に本当に役立った。

岩崎秀穂

## 第12節 放射性物質対策に関する試験研究及び県農産物等モニタリング検査

平成23年3月11日の東日本大震災後に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故により、多量の放射性物質が放出され拡散した。本県は福島第一原子力発電所より約80から180kmに位置し、その影響を大きく受けた。

同4月8日に原子力災害対策本部から稲の作付に関する考え方が示され、過去のデータをもとに水田の土壌から玄米への放射性セシウム移行の指標を0.1と仮定して、玄米中の放射性セシウム濃度が食品衛生法上の暫定基準値500Bqkg<sup>-1</sup>を超える可能性の高い土壌中放射性セシウム濃度5000Bqkg<sup>-1</sup>を超える地域での稲の作付制限が行われることとなった。また、農林水産省は、稲等の作付が可能な地域で、収穫物への放射性物質の移行を抑えるための取組可能な技術の1つとして、カリウム肥料を慣行より多く投入することを示した。

安全な農産物を生産する対策をとるために、農地土壌がどの程度放射性物質に汚染されているか分布状況を把握すること、更に経年変化を監視していくことが重要である。

消費者は農産物中の放射性セシウム濃度ができるだけ低いことを望んでおり、土壌からの作物への移行を低減する技術の確立や土壌の種類等による移行率の違いを明らかにすること等農産物の放射性セシウムを低減する技術の確立が必要である。

また、安全な県産農産物が流通するためには、出荷前に農産物が放射性物質に関し食品衛生法に適合していることを確認する必要がある。

### 1 県内農耕地土壌の放射性セシウム濃度分布

農耕地土壌がどの程度放射性物質に汚染されているか分布状況を把握するため、農林水産省と協力して県内の土壌調査を



写真2-12-1 放射性物質測定のための土壌採取

行った。

その結果、本県農耕地には、稲の作付制限の対象となる土壌中放射性セシウム濃度が5000Bqkg<sup>-1</sup>を超える地点はなかったが、北部および北西部で1000Bqkg<sup>-1</sup>を超える地点があった。

また、農林水産省による207地点の調査結果をもとに農業環境技術研究所により農地土壌の放射性セシウムの分布マップが作成され、15都県の調査結果とともに平成24年3月23日に農林水産省から公表された。

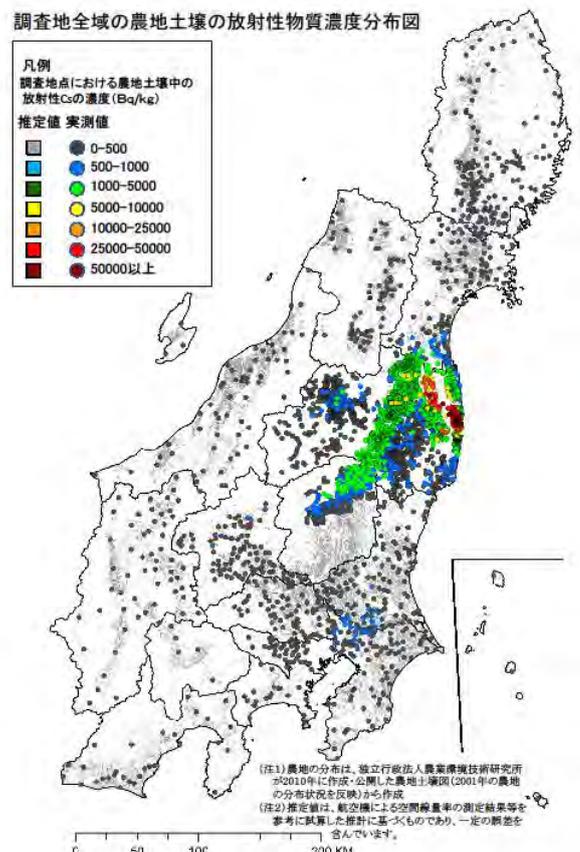


図2-12-1 農地土壌の放射性物質濃度分布図(農林水産省 2012)

### 2 放射性セシウム吸収低減に関する試験

主要農産物において、放射性セシウムの移行係数に及ぼす土壌環境の影響ならびにカリウム施用、深耕または粗皮削り等の吸収低減のための効果を確認した。

#### (1) 水稻

##### ア 土壌の化学性との関係

県北部において、平成23年産および24年産玄米において50Bqkg<sup>-1</sup>を超える放射性セシウムが検出された。

県北部を中心に、平成23年産米および平成24年産米およ

び跡地土壌（84 検体）を採取し、それぞれの放射性セシウム濃度を測定した。両者から移行係数を求め、跡地土壌の理化学性との関係について検討するとともに、移行係数の予測式を作成した。

水稻玄米への放射性セシウムの移行係数は、土壌の交換性カリウム含量が 20 mg/100g 未満の場合、比較的高く、20 mg/100g 以上では低かった。平成 23 年度は、水稻玄米への放射性セシウムの移行係数には、交換性カリウム含量に加え、炭素含量の影響が大きかった。一方、平成 24 年度は、炭素含量に代わり粘土含量や粗砂含量の影響が大きかった。平成 24 年度の結果に基づく玄米への放射性セシウムの移行係数は、次に示す交換性カリウム含量、粗砂含量を用いた予測式で得られた。その寄与率は 0.306 であった。

$$\text{移行係数} = 0.00672 - 0.00091\text{Ex-K}_2\text{O}(\text{cgkg}^{-1}) + 0.00197 \text{粗砂}(\%)$$

栃木農試成果集 31 : 35-36 (2012)

栃木農試成果集 32 : 45-46 (2013)

#### イ カリウム資材および有機物の施用による影響

さらに水稻の放射性セシウム吸収抑制対策として、カリウム資材の施用による放射性セシウムの影響を確認した。

玄米の放射性セシウム濃度が比較的高かったほ場において、土壌の交換性カリウム含量を 40 mg/100g に土壌改良することで、玄米の放射性セシウム濃度は、改良しなかった場合の約 3 分の 1 に低下した。また、カリウムの施用効果は、追肥よりも基肥の方が高かった。土壌改良資材としては、塩化カリウムまたは塩化カリウムとケイ酸カリウムの混合が有効であった。大谷石粉末(ゼオライト含有資材)は、含有するカリウムの影響で、玄米の放射性セシウム濃度を低下させた。

牛ふん堆肥および稲わらの連用により、水稻生育期間中の土壌中交換性カリウム含量は 20 mg/100g 以上に維持され、玄



写真 2-12-2 水稻への加里資材施用試験

米の放射性セシウム濃度は低下した。有機物連用圃場における移行係数は平成 23 から 25 年まで低下する傾向であったがその程度は徐々に低下した。

土肥学会講要集 59 : 263 (2013)

土肥学会講要集 59 : 154 (2013)

土肥学会講要集 60 : 273 (2014)

#### ウ 天水田での吸収動態

平成 23 年秋に県内河川の底質から高濃度の放射性セシウムが検出された。森林面積が大きい本県では、山地から平地への放射性セシウムが継続して流出し、水稻への吸収が懸念される。

そこで、平成 24 年に県北部の天水田 2 カ所、対照として県北から県中部の用水田 6 カ所の用水調査を実施した（7 月 6 日：定常時および 10 月 2 日：台風通過翌日）。作付け前後の土壌の放射性セシウムを分析し、その増減を比較し新たな負荷の有無を検討するとともに土壌の理化学性も分析した。また、水稻を収穫し、玄米の放射性セシウム濃度を測定した。

定常時には、天水田を含めほとんどの用水から放射性セシウムは検出されなかった。1 箇所、用水田の用水から検出限界付近の  $0.1 \text{ BqL}^{-1}$  で検出された。この用水は懸濁物質（SS）濃度が  $30 \text{ mgL}^{-1}$  と他地点に比べて高かった。台風通過翌日には、1 つの天水田のため池から放射性セシウムが  $0.3 \text{ BqL}^{-1}$  の濃度で検出された。このときの SS 濃度は、定常時より低かった。

土壌の全放射性セシウム濃度および交換性放射性セシウム濃度の作付け前後における増減は小さかった。

これらのことから、天水田において山地からの放射性セシウムの負荷は小さいと考えられた。

天水田の土壌の放射性セシウム濃度は用水田に比べて高かったが、玄米のセシウム濃度は、用水田と同等以下であった。土壌の交換性カリウム含量が 20 mg/100g 程度であれば、天水田においても玄米の放射能濃度は高くならないと考えられた。

栃木農試成果集 32 : 47-48 (2013)

#### (2) 大豆

##### ア 土壌の化学性との関係

平成 23 年に本県内で収穫された大豆子実から放射性セシウムが検出された。土壌の放射性セシウム濃度が  $200 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度の県中部でも 30 から  $40 \text{ Bqkg}^{-1}$  の濃度で検出され、大豆は比較的移行係数の大きい作物であると懸念された。そこで、県央および県北部において平成 23 年産大豆子実および跡地土壌を採取し、放射性セシウムの移行係数を求め、跡地土壌の理化学性

との関係を検討した。

大豆子実では、土壌の交換性カリウム含量が大きくなると放射性セシウムの移行係数は小さくなる傾向を示した。しかし、水稲玄米ほど関係性は明確ではなかった。また、可給態窒素含量が高いほど移行係数は小さかった。

栃木農試成果集 31 : 37-38(2012)

#### イ カリウム資材の施用による影響

カリウム肥料の施用による大豆子実への放射性セシウムの移行係数の低減効果を那須塩原市の現地圃場で検討した。カリウム増施により子実への放射性セシウム濃度および移行係数の低減効果が認められ、播種時の土壌中の交換性カリウム含量を 30 mg/100g (栽培後の土壌中の交換性カリウム含量 : 20 mg/100g) にするよう土壌改良を行うことで、移行係数はおよそ 0.01 以下に低減できた。一方、カリウム資材としての大谷石粉施用によって子実放射性セシウム濃度および移行係数が高くなる場合があり、土壌中カリウムの吸着による水溶性カリウムの低下がその原因と考えた。

#### (3) そば

カリウム肥料の施用による移行係数の低減効果を日光市の現地圃場で検討した。カリウム増施により子実への放射性セシウム濃度および移行係数の低減効果が認められ、50 mg/100g (栽培後の土壌中の交換性カリウム含量 : 35 mg/100g) にするよう土壌改良を行うことで、移行係数はほぼ 0.01 以下に低減できた。

#### (4) 麦類

黒磯農場(多湿黒ボク土、交換性カリウム含量 26-30 mg/100g)において、平成 23 年秋に播種した小麦(品種:ゆめかおり)および大麦(品種:スカイゴールデン)の放射性セシウム濃度を測定し、移行係数を算出した。また、放射性セシウムの移行を抑制することが期待されている土壌改良資材のカリウム増肥(慣行の 3 倍量)、大谷石施用(3000 kg/10a)、ゼオライト施用(1000 kg/10a)について、その効果を検討した。

子実の乾物あたりの放射性セシウム濃度は、小麦では 2.0 Bqkg<sup>-1</sup>、大麦では 1.6 Bqkg<sup>-1</sup>と極めて低いレベルであった。土壌から子実への移行係数は、小麦では 0.0018、大麦では 0.0013 と極めて低かった。カリウム増肥、大谷石施用またはゼオライト施用による効果は判然としなかった。

日本作物学会講演会要旨集 237: 402-403(2014)

#### (5) 果樹

福島第一原発事故発生時に降下した放射性セシウムは、果樹の粗皮などの樹体表面に付着し残留した。2 年間のデータから、事故発生後に発芽したなしおよびぶどうの 1 年生結果枝の放射性物質濃度は、2 年生以上結果枝および結果母枝と比較し低く、新梢への移行は少ないことが明らかとなった。なし果実は放射性物質濃度の高い粗皮に接触していても検出限界以下であることが明らかとなった。作土表層の除去、耕耘や粗皮削りによりほ場内の放射性物質を低減できることが明らかとなった。

#### (6) れんこん

県北部では、平成 24 年産の一部のれんこんから放射性セシウムが 100 Bqkg<sup>-1</sup>以上の濃度で検出された。このため、平成 24 年 12 月に県北地域のれんこん及び跡地土壌を採取し、それぞれの放射性セシウム濃度を測定した。両者から移行係数を求め、跡地土壌の理化学性との関係について検討した。

土壌の pH、細砂含量が放射性セシウムのれんこんへの移行係数との間で有意な正の相関を示した。一方、炭素含量、CEC および可給態窒素含量は有意な負の相関を示した。れんこんへの放射性セシウムの移行係数は、次に示す pH、炭素含量および細砂含量を用いた予測式で求められ、その寄与率は 0.766 であった。

移行係数 =  $-0.7433 + 0.1073\text{pH} - 0.0242\text{T-C}(\%) + 0.003084 \text{細砂}(\%)$

栃木農試成果集 32 : 49-51 (2013)

### 3 堆肥施用によるセシウム吸収への影響に関する試験

#### (1) 放射性セシウムを含む堆肥等連用による土壌およびいちごへの影響調査

原発事故発生時はいちごの収穫期間中であり、いちご生産ほ場は温室に展張した被覆フィルムによりほ場の土壌汚染は免れたものの、土づくり資材として不可欠な堆肥や栃木農試方式いちご閉鎖型養液栽培システム等で広く利用されているクリプトモス培地などの資材が、放射性セシウムに汚染されていることが明らかとなった。

そこで、放射性セシウムに汚染された堆肥並びにクリプトモス培地のいちご子実への影響を明らかにした。また、高濃度汚染土壌のいちご果実中放射性セシウム濃度に及ぼす影響を検討し、さらにその抑制対策を明らかにした。

#### ア 堆肥連用による影響

放射性セシウムを含む堆肥の施用がいちご果実に及ぼす影響を検討した。非汚染土壤に放射性セシウムを  $500 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度含む堆肥を  $200 \text{ kga}^{-1}$  施用したほ場で収穫されたいちご果実から放射性セシウムは検出されなかった。

#### イ クリプトモスを利用したいちご栽培での影響

放射性セシウムを含む汚染クリプトモス培地を用いたいちご養液栽培がいちご果実に及ぼす影響を検討した。放射性セシウムを  $200 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度含む汚染クリプトモス培地を用いた養液栽培でのいちご果実への放射性セシウムの移行係数は最大で 0.06 であり、汚染クリプトモス培地にバーミキュライトを混合することにより、放射性セシウムの果実への移行を抑制できることが明らかとなった。また、汚染クリプトモスに体積比で 5 倍量の地下水をかけ流すことにより、培地中の放射性セシウムを 30 %程度低減できることが明らかとなった。

#### ウ 高汚染土壤における果実への影響

放射性セシウムを多量に含む高汚染土壤中の交換性カリウム含量の違いがいちご果実に及ぼす影響を検討した。放射性セシウムを  $2500 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度含む土壌を用い、交換性カリウムの含量を高 ( $35.1 \text{ mg}/100\text{g}$ )、中 ( $20.9 \text{ mg}/100\text{g}$ )、低 ( $14.7 \text{ mg}/100\text{g}$ ) の 3 水準で比較したところ、放射性セシウムのいちご果実への移行係数は、高 0.001、中 0.002、低 0.004 であり、土壌に交換性カリウムを高めることにより、放射性セシウムの吸収を抑制できることが明らかとなった。

#### (2) 放射性セシウムを含む堆肥連用によるトマトへの影響

トマトに放射性セシウムを  $1000 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度含む堆肥を  $3 \text{ t}/10\text{a}$  施用したところ、収穫物および植物体(茎・葉)において、放射性セシウムは検出限界値以下であった。

#### (3) 放射性セシウムを含む堆肥連用による花き類への影響

小菊およびシクラメンに放射性セシウムを  $1000 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度含む堆肥を施用したところ、両作物とも、放射性セシウムはほとんど検出されなかった。

#### (4) 放射性セシウムを含む堆肥の表面施用によるアスパラガスおよび土壌への影響

堆肥の放射性セシウムの暫定許容値は  $400 \text{ Bqkg}^{-1}$  (現物あたり) である。この値は、毎年  $2 \text{ t}/10\text{a}$  の堆肥を土壌混和することを想定して策定されている。アスパラガス栽培では一般に堆肥を毎年、表層へ多量に施用するため、堆肥中セシウムの影響への

懸念が大きい。そこで、堆肥の表面施用による作物体および土壌の放射性セシウム含量への影響を調査した。

アスパラガス栽培で放射性セシウムが  $400 \text{ Bqkg}^{-1}$  程度の堆肥を  $14 \text{ t}/10\text{a}$  と多量に表面施用した場合でも、若芽の放射性セシウムは収穫期間中  $0.5 \text{ Bqkg}^{-1}$  (新鮮あたり) 未満であった。収穫終了時の土壌中放射性セシウムは、地表から  $5 \text{ cm}$  まで多少高まり、その程度は理論値と同程度であった。

栃木農試成果集 32 : 43-44 (2013)

#### (5) 土壌動物への影響

土壌動物の代表種であるミミズ類への土壌からの放射性セシウムの移行および、ミミズによる有機物分解作用が、土壌中の交換態セシウム濃度に与える影響を検討した。

放射性セシウム濃度が  $5820 \text{ Bqkg}^{-1}$  の県畜産酪農研究センター畑土壌と購入腐葉土を容積比 9:1 で混合して滅菌し、当該土壌  $10 \text{ L}$  にミミズを 80 頭放飼した。ミミズの放射性セシウム濃度は、飼育日数の経過とともに上昇し、180 日後には  $70.4 \text{ Bqkg}^{-1}$  になり、土壌中の放射性セシウムの一部は、土壌動物の体内に移行することが確認された。

土壌の交換態セシウム濃度は、全放射性セシウム濃度の 3 から 4% 前後で推移し、ミミズ飼養による影響はなかった。(平 24)

#### 4 加工過程におけるセシウム濃度の増減に関する試験

平成 24 年産の果実類の一部で放射性セシウムが検出された。加工方法によっては、濃縮によって放射性セシウム濃度が高まる懸念された。

そこで、平成 24 年に、梅、プラム、ブルーベリーおよびいちごの果実を採取し、標準的なレシピに従い加工し、加工品の放射性セシウム濃度を測定した。

梅干しの製造過程において、生梅の放射性セシウム量は梅干し  $0.65$  : 梅酢  $0.35$  に分配された。加工前後における放射性セシウムの存在量はほぼ同等であり、消失は生じていなかった。梅干しの放射性セシウム濃度は、生梅のセシウム濃度 ( $\text{Bqkg}^{-1}$ )  $\times 0.65 \times (\text{加工後の乾物率}/\text{加工前の乾物率})$  で予測できた。

梅ジャムは、加工後の放射性セシウム濃度が大幅に低下し、製造過程の裏ごし作業によって系外の排除されたものと考えた。一方、プラム、ブルーベリー、いちごではジャム加工後の放射性セシウム濃度は、加工前の放射性セシウム濃度  $\times (\text{加工前重量}/\text{加工後重量})$  で推定できた。

栃木農試成果集 32 : 51-52 (2013)

## 5 県農産物等モニタリング検査

県農林水産物のモニタリング検査は、国の原子力災害対策本部が定めた「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」に基づき、原則市町村単位で、販売目的に生産される農林水産物について出荷前に実施され、安全性を確認した。

モニタリング検査計画にしたがい、県農業振興事務所の職員が採取した試料または、農業振興事務所の NaI シンチレーション検出器で  $50 \text{ Bqkg}^{-1}$  以上の測定値を示した試料について、当場のゲルマニウム半導体検出器で放射性物質を測定した。県庁に報告した結果は県ホームページで公表された。

場の検査体制は、土壤環境研究室および生物工学研究室の研究員からなり、ゲルマニウム半導体検出器の測定結果の検証やメンテナンスを実施する「放射能測定マネジメントチーム」と、それ以外の全研究員からなり測定業務を輪番制で実施する「放射能測定従事者」で構成された。ゲルマニウム半導体検出器は、

1号機が平成23年8月に、2号機が平成24年3月に導入された。

測定試料は、玄米、大豆、麦類、そば、野菜類、果樹類、茶、腐葉土、畜産物、水産物、(林産物、平成24年5月まで)など、平成27年3月までに10,414点の測定を実施した。



写真 2-12-3 ゲルマニウム半導体検出器

コラム 9

### 農業試験場の新たな門出

私が場長をしておりましたのは、平成22年から3カ年間です。当時、県庁は財政再建計画(未来開拓プログラム)の途上にあり、職員の給与は減額され、研究予算も大幅カット、さらに研究員を5年あまりで10余名の削減を求められておりました。幸いなことに財政再建計画においても農業試験場関係の施設再編整備計画は関係者の努力により計画通り実施され、いちご研究所の竣工、新しい本館の竣工、麦類研究室の本場移転、佐野原種農場の廃止など、数十年ぶりの施設整備や、組織再編が行われました。まさに、新たな門出を迎える時期でありました。また、技術労務職員の任用替え試験が実施され、技術職員の中堅が大挙して、事務系の職場に異動するという事態になり、代わりに土木管理業務や運転業務を主とした職員が配置されましたが、農業関係の業務には不慣れなものが多く、試験研究や原種生産に影響を及ぼすことが予想されるなど、内外共に大きな変革の時期でもありました。

当時の予算削減や人員削減が大幅であり、従来の縦割りの執行体制では、研究課題の廃止やさらには研究室自体の存続が議論されるような状況になってきておりました。このため、研究室自前ですべて行ってきた試験等(耐病性、土壌分析、DNA マーカーの活用等)をそれぞれ専門の研究室との連携による業務分担や、効率化を進め、研究業務や、予算執行の合理化を推進し、場全体での組織横断的な対応を図ろうと検討を進めておりました。それぞれ割り振られている試験研究課題を研究室の壁を取り払い、予算の効果的な執行や人員削減に伴う影響をできるだけ排除し、農業の課題解決に向けて速やかに試験研究に取り組むシステムを確立しようとする考えでありました。これらの検討の結果、部を廃しすること、各研究室の横断的な試験研究を推進する研究統括監を設置することになりました。県庁の組織変更は、リード期間が少なくとも

1年以上は必要となります。また、将来の目標、試験場の方向性などの理念を構築することなど、必要性、合理的・効率的なものであって、初めて関係部署の説得が可能となります。この組織再編の検討は、伊藤浩次長をトップに各研究室長がメンバーとなるワーキンググループで行われ、具体的な組織案を石毛正純次長が人事当局等の関係部署との粘り強い折衝の上に成し遂げられたものです。研究統括監については、県庁の他の部からも注目され、他県からも視察や問い合わせがあるなど、新たなシステムとして評価されておりました。さらに、技術職員の任用替えについては、技術を指導する技術長の設置や原種農場に技術職員OBを嘱託として配置するなどの緊急的な処置は取りましたが、抜本的な対応には至らずに残りておりました。

一方、いちご王国を自認する栃木の主力品種「とちおとめ」の許諾権切れが迫ったことや「あまおう」等の他県産の新品種が続々登場していることなどから、農家はもとより、県執行部や議会などから、新たな品種の開発を強く要望されておりました。いちごの新品種育成については、これまで、場を挙げて全力で取り組んで来ておりましたが、収量・品質・栽培性などの能力が極めて高い「とちおとめ」に代わる品種の開発は難航しておりました。十数年の間に多くの新品種候補の系統が開発され、他県では立派な品種になる能力を持つ系統もありましたが、「とちおとめ」を超えるというわけにはいかず、新品種とはならない状況でありました。こうした中、「とちおとめ」と比べる(替える)との発想ではなく、「将来に向けたに新たな形質を持ち、高級ブランドになる品種」として、新たに品種を導入することのことで、大果を特徴とする「栃木 i27 号(スカイベリー)」が誕生しました。いちご研究所の深澤所長をはじめとする職員の考えに、考えぬいた戦略により、新しい品種が世に出たわけでありました。「とちおとめ」とは栽培特性が大幅に異なることから、当初の成績は不安定でありましたが、試験場の総力を挙げた栽培試験の結果、多くの課題が解決され徐々に期待どおりの成果を上げてきております。平成27年産の東京市場の価額では、「とちおとめ」に比べ30%近くのプレミアムがついてきております。

オリジナルの新品種は、県産ブランドとして確立することが容易であり、生産・流通販売が活性化するなど、農業振興においてきわめて大きな影響を及ぼします。各作物の生産現場や販売環境などにより、その影響には大小がありますが、3カ年間で、アジサイの「きらきら星」、うどの「栃木芳香1号、2号」、水稻の「とちぎの星」、二条大麦の「アスカゴールデン」、梨の「おりひめ」、いちごの「スカイベリー」などが品種登録出願され、おおむね高い評価を受け、生産者が増加する品目も見られるなど、順調に生産拡大が図られております。これらの成果を踏まえ、水稻、麦類、いちご、梨、花(あじさい、りんどう)、野菜(にら)等について、今後10年程度を目標とする育種の方向性を、「農業試験場育種方針」として取りまとめ、各研究室の育種に取り組む方向性を明確化したところでありました。この方針の策定にあたっては中山研究統括監をはじめ育種を行う研究室(栽培)、育種を支援する各研究室長(環境)にご苦労いただきましたが、横断的な試験研究業務の一つとして、この方針が具体化されたものであると考えております。余談になりますが、本館竣工式のあいさつにおいて福田知事から多くの新品種の開発、育成について「農業試験場には明るい話題が多い」とのお褒めをいただき職員一同感激したところであります。

前後しますが、東日本大震災では、原発の事故に伴う放射能拡散により農作物や畜産物から放射能が検出されたことにより、出荷自粛や停止となるなどの大問題となりました。急遽、農業試験場に放射能分析機器が設置され、分析業務をおこなうことになりました。当初、1点の分析に数時間かかるのとことで、予定される分析件数を想定し、24時間体制で研究員全員が対応しなければいけないと考え、場全体で取り組む分析体制を整備しました。分析は1点30分程度になり、当初見込みの徹夜の業務は避けられたものの、お米などは分析点数が多く、牛肉の分析などには手が回らない事態となりましたが、農業振興事務所や家畜保健衛生所などの、分担により、円滑に分析が行われるようになりました。当初の導入期から、獅子奮迅の働きで分析業務に関わった伊藤浩次長、福田充主任研究員、生井潔室長および鈴木聡室長に感謝いたします。

多くのことは当時の試験場の職員の努力はもとより、伝統ある農業試験場の多くの先輩の研究・蓄積の上に成し遂げられたものであることは申すまでもありません。新たな農業試験場の門出としてはまとまりのないものとなりましたが、職員の皆様には、日々是革新し、新しい農業試験場で成果を挙げますことを期待するものです。

鈴木崇之

## 第13節 稲、麦、大豆、いちご等に関する原種・原苗の生産

### 1 主要農作物等の品種の変遷

#### (1) 水稻

昭和36年国民所得倍増計画とともに、農業分野においては農業基本法が制定され、米の増産が奨励された。しかし、昭和44年になると米は生産過剰傾向となり、生産調整や自主流通米制度が始まり、昭和62年には付加価値を高めるための特別栽培米制度が、平成5年にはミニマムアクセス枠の設定や、冷害による外国産米の緊急輸入など多様な米が流通するようになった。一方、米消費の減少、米価の低迷に伴い稲作農家の収入は減少し、閉塞状態に陥った。そこで、政府は平成11年に食料・農業・農村基本法を制定し、効率的で継続的な農業経営を目指した政策を推進した。平成20年頃からは、米の国際価格は高騰し、外国産米の落札量は減っている。このような推移の中でも、食料自給率は一貫して減り続け39%(H26)となり、日本は主要先進国中最下位となっている。しかし、米は熱量ベースで国内供給量2,619 kcal/人・日の22%に相当し、食料の基幹的役割を担っている。

平成6年の水稻奨励品種数は8品種と多かったが、コシヒカリ以外の当時の水稻品種は平成17年までに全て廃止され、

一極集中したコシヒカリの作付割合は85%まで増加し寡占状態となった。そこで、平成16年に県オリジナル極良食味早生品種なすひかりを奨励品種に採用した。なすひかりは5年連続(H22-26、参考品種1年を含む)特Aランクに位置づけられ、平成24年には3,400ha作付けされ、栃木米の評価向上に貢献している。また、縞葉枯病の被害が平成15年頃から再び発生し始め、あさひの夢を平成12年、県オリジナル品種とちぎの星を平成24年に採用し、両品種あわせて15,000haと栃木県水稻栽培面積の約4分の1に作付けし、防除対策が講じられている。



写真 2-13-1 水稻原種の立毛審査(2003)

表 2-13-1 水稻奨励品種の変遷

品種名	採用	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
コシヒカリ	S32	←																					→
日本晴	S43	←						→															
アキニシキ	S49	←											→										
初星	S54	←											→										
星の光	S57	←						→															
月の光	S61	←						→															
ひとめぼれ	H4	←											→										
キヌヒカリ	H4	←						→															
晴れすがた	H7		←										→										
あさひの夢	H12								←														→
なすひかり	H16															←							→
とちぎ酒1 4	H17																						→
とちぎの星	H24																						→
オトメモチ	S43	←											→										
モチミノリ	H3	←																					→
ヒメノモチ	H18																						→

表 2-13-2 陸稲奨励品種の変遷

品種名	採用	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
農林26号	S22	←						→															
ワラベハタモチ	S44	←			→																		
トヨハタモチ	S60	←																					→
ゆめのはたもち	H9				←																		→

表 2-13-3 水稻奨励品種(粳)の作付面積

年度	ha													
	コシヒカリ S32	日本晴 S43	アキニシキ S49	初星 S54	星の光 S57	月の光 S61	ひとめぼれ H4	キヌヒカリ H4	晴れすがた H7	あさひの夢 H12	なすひかり H16	とちぎ酒14 H17	とちぎの星 H24	稈計
H6	48,941	356	4,702	3,438	1,822	8,579	4,439	1,894	—	—	—	—	—	77,230
H7	50,428	401	4,979	2,971	1,686	8,753	6,103	1,686	—	—	—	—	—	80,300
H8	49,620	300	3,990	2,030	830	7,760	6,100	1,210	750	—	—	—	—	75,300
H9	50,753	301	3,313	1,506	753	8,132	6,099	979	525	—	—	—	—	75,300
H10	50,211	199	2,328	320	377	7,288	5,519	569	645	—	—	—	—	68,526
H11	52,250	150	2,050	150	80	7,950	4,600	200	500	—	—	—	—	68,500
H12	53,640	—	1,770	—	—	7,330	3,870	—	270	70	—	—	—	67,900
H13	53,160	—	1,670	—	—	6,140	3,270	—	130	1,200	—	—	—	66,700
H14	53,677	—	1,390	—	—	5,493	2,714	—	96	1,853	—	—	—	66,200
H15	53,166	—	1,378	—	—	4,595	2,560	—	19	2,888	—	—	—	65,637
H16	56,307	—	1,019	—	—	3,396	2,377	—	10	3,939	27	—	—	67,997
H17	57,224	—	811	—	—	—	1,959	—	—	6,486	203	—	—	67,561
H18	56,458	—	—	—	—	—	—	—	—	6,141	660	20	—	66,033
H19	55,900	—	—	—	—	—	—	—	—	6,990	2,020	—	—	66,530
H20	52,500	—	—	—	—	—	—	—	—	7,190	2,160	—	—	62,930
H21	51,000	—	—	—	—	—	—	—	—	7,660	2,470	—	—	62,350
H22	50,117	—	—	—	—	—	—	—	—	9,294	3,064	—	—	62,946
H23	49,209	—	—	—	—	—	—	—	—	10,312	2,834	—	—	63,109
H24	47,090	—	—	—	—	—	—	—	—	11,100	3,380	—	—	62,240
H25	50,340	—	—	—	—	—	—	—	—	13,670	80	—	270	65,380
H26	44,679	—	—	—	—	—	—	—	—	13,614	3,199	—	1,285	63,900

出典 H6-H18 試験成績概要、H19-H23 稲麦大豆作推進資料、H24- 生産振興課推計(統計及び種子供給)  
品種名下段の年度は奨励品種採用年度

加工業務用として、酒米品種とちぎ酒 14 を平成 17 年に、  
糯品種きぬはなもちを平成 27 年に採用し、県オリジナル品種  
による地域ブランド化を推進している。

(2) 陸稲

陸稲の栽培面積は昭和 45 年 9,300 ha であったが、その後  
漸減し、平成 25 年には約 6% の 530 ha まで減少した。陸稲は  
輪作作物の基幹品目として栽培されてきたが、近年は収量より  
クリーニングクroppとして利用されている。平成 9 年に、深根  
性で良食味品種ゆめのはたもちを奨励品種に採用した。平成  
17 年をもって、育成地から本県向き品種の供給が無くなりその  
後品種育成も無くなり、陸稲の奨励品種決定調査を中止した。

(3) 麦類

食料・農業・農村基本法が平成 11 年に制定され、麦類に  
おいては平成 12 年産から、生産者と実需者が品質評価を反映  
した直接取引を行う民間流通を基本とするようになった。さら  
に、生産者の経営安定を図るために、麦作経営安定資金を交  
付するようになった。麦類の課題として、加工業者のニーズに  
応じた品質を産地毎に管理する取り組みが求められ、品質の安  
定、低コスト化のために一層の規模拡大と団地化が推進され

表 2-13-4 水稻奨励品種(糯)の作付面積 ha

年度	ha			もち合計
	オトメモチ S43	モチミノリ H3	ヒメノモチ H18	
H6	104	542	—	1,022
H7	75	623	—	1,000
H8	30	380	—	600
H9	26	396	—	600
H10	25	636	—	874
H11	20	780	—	900
H12	10	1,000	—	1,100
H13	8	410	—	470
H14	5	355	—	400
H15	6	426	—	463
H16	2	536	—	603
H17	1	483	—	639
H18	—	—	—	667
H19	—	—	—	670
H20	—	—	—	570
H21	—	—	—	950
H22	—	—	—	954
H23	—	—	—	891
H24	—	—	—	960
H25	—	—	—	820
H26	—	—	—	—

出典 H6-H18 試験成績概要、H19-H23 稲麦大豆作推進資料、  
H24- 生産振興課推計(統計及び種子供給)  
品種名下段の年次は奨励品種採用年

た。

ア. 二条大麦

昭和60年に醸造適性が高いミカモゴールドを奨励品種に採用し、その後作付面積を増やし、平成14年には作付割合が県の約4割の4,600haまで増加した。平成6年にうどんこ病と大麦縞萎縮病の抵抗性を併せ持つタカホゴールドを奨励品種に採用し、平成11年には県内の17%に相当する1,820haまで普及した。平成7年にみょうぎ二条を採用した。平成12年に栽培性が優れ、大粒で整粒歩合が高いスカイゴールドを採用し、平成21年には7,080ha 県内の75%まで拡大した。平成18年にサチホゴールドを採用し、平成26年には7,390ha 県内の79%まで普及拡大した。そして、県育成ビール大麦品種は国内シェアの約75%を占めるまでになった。平成24年に醸造特性のバランスが優れ、大麦縞萎縮病(I-V型)に抵抗性を持つアスカゴールを採用し、平成27年に香味が持続するLox欠の同質遺伝子系統ニューサチホゴールドを採用した。その他に大麦の機能性を生かした褐変しにくい米粒麦とちのいぶきを平成23年に奨励品種に採用し、平成26年には酵素原料用HQ-10を育成し(出願公表)、新たな需要開発を行っている。

表 2-13-5 陸稲奨励品種の作付面積 ha

年度	農林 26号 S22	ワラベ ハタモチ S44	トヨ ハタモチ S60	ゆめのは たもち H9	陸稲 合計
H6	233	233	1,429	—	2,120
H7	211	164	1,724	—	2,310
H8	129	92	1,288	—	1,610
H9	60	50	1,275	—	1,450
H10	69	—	1,214	—	1,380
H11	70	—	1,100	20	1,220
H12	47	—	1,071	36	1,190
H13	—	—	799	44	898
H14	—	—	769	51	853
H15	—	—	680	61	800
H16	—	—	590	83	757
H17	—	—	621	88	796
H18	—	—	—	—	800
H19	—	—	—	—	800
H20	—	—	—	—	700
H21	—	—	—	—	663
H22	—	—	—	—	658
H23	—	—	—	—	600
H24	—	—	—	—	533
H25	—	—	—	—	533
H26	—	—	—	—	—

出典 H6-H18 試験成績概要、H19-H23 稲麦大豆作推進資料、H24-生産振興課推計(統計及び種子供給)  
品種名下段の年次は奨励品種採用年

表 2-13-6 二条大麦奨励品種の作付面積

ha

年度	はるな 二条 S57	あまぎ 二条 S57	ミサト ゴールド S60	ミカモ ゴールド S62	なす 二条 H2	ヤチホゴ ールデン H4	タカホ ゴールド H6	みょうぎ 二条 H7	スカイ ゴールド H12	サチホ ゴールド H18	とちの いぶぎ H23	アスカ ゴールド H24	二条 合計
H6	205	4,446	5,165	3,020	1,392	198	—	—	—	—	—	—	14,607
H7	139	3,819	4,427	3,518	1,387	—	13	15	—	—	—	—	13,585
H8	111	3,454	3,024	4,023	2,196	—	94	106	—	—	—	—	13,079
H9	7	3,224	1,289	4,741	2,567	—	191	232	—	—	—	—	12,109
H10	—	2,866	—	3,824	2,395	—	1,375	408	—	—	—	—	11,443
H11	—	2,535	—	3,767	1,787	—	1,815	438	—	—	—	—	10,976
H12	—	2,291	—	3,667	1,848	—	1,655	473	—	—	—	—	10,537
H13	—	2,191	—	4,321	2,192	—	1,575	603	52	—	—	—	11,268
H14	—	2,200	—	4,605	2,602	—	1,392	597	95	—	—	—	11,747
H15	—	2,248	—	4,530	2,759	—	1,022	629	133	—	—	—	11,465
H16	—	1,532	—	4,883	2,733	—	154	656	844	—	—	—	10,805
H17	—	740	—	4,875	2,262	—	—	657	1,435	—	—	—	9,972
H18	—	362	—	3,741	1,200	—	—	629	3,764	46	—	—	9,742
H19	—	—	—	2,588	—	—	—	585	5,639	82	—	—	9,167
H20	—	—	—	2,217	—	—	—	—	6,605	100	—	—	9,240
H21	—	—	—	1,225	—	—	—	—	7,084	1,110	—	—	9,435
H22	—	—	—	—	—	—	—	—	6,832	1,475	—	—	9,183
H23	—	—	—	—	—	—	—	—	5,826	3,854	59	—	9,739
H24	—	—	—	—	—	—	—	—	4,597	4,717	166	49	9,529
H25	—	—	—	—	—	—	—	—	3,138	5,575	206	107	9,025
H26	—	—	—	—	—	—	—	—	1,617	7,386	227	129	9,359

出典 H6-H18 稲麦大豆推進資料  
品種名下段の年度は採用年度

表 2-13-7 二条大麦励品種の変遷

品種名	採用	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
はるな二条	S57	←			→																			
あまぎ二条	S57	←													→									
ミサトゴールデン	S60	←			→																			
ミカモゴールデン	S62	←																						
なす二条	H2	←													→									
ヤチホゴールデン	H4	↔																						
タカホゴールデン	H6	←													→									
みょうぎ二条	H7		←																					
スカイゴールデン	H12	←																					→	
サチホゴールデン	H18																							→
とちのいぶき	H23																							→
アスカゴールデン	H24																							→

表 2-13-8 小麦奨励品種の作付面積

ha

年度	農林 61号	バンドウ ワセ	イワイノ ダイチ	タマ イズミ	ゆめ かおり	さとの そら	小麦 合計
	S27	H3	H12	H14	H21	H23	
H6	2,197	538	-	-	-	-	2,809
H7	1,493	837	-	-	-	-	2,362
H8	1,158	1,112	-	-	-	-	2,299
H9	982	1,188	-	-	-	-	2,179
H10	1,096	1,282	-	-	-	-	2,387
H11	1,269	1,358	-	-	-	-	2,632
H12	1,439	1,414	-	-	-	-	2,854
H13	1,841	1,103	6	-	-	-	2,949
H14	2,628	-	21	-	-	-	2,649
H15	2,397	-	296	13	-	-	2,706
H16	2,104	-	443	179	-	-	2,726
H17	1,861	-	529	478	-	-	2,868
H18	1,827	-	577	616	-	-	3,021
H19	1,326	-	514	709	-	-	2,549
H20	1,203	-	522	1,015	-	-	2,740
H21	1,078	-	570	1,043	4	-	2,700
H22	922	-	641	1,098	39	-	2,731
H23	802	-	624	895	125	57	2,503
H24	265	-	683	741	218	583	2,494
H25	1	-	689	665	39	860	2,613
H26	-	-	590	590	354	834	2,334

出典 H6-H18 稲麦大豆推進資料

品種名下段の年度は採用年度

表 2-13-9 六条大麦奨励品種の作付面積

ha

年度	カシマ ムギ	シュン ライ	シルキー スノー	六条 合計
	S45	H7	H17	
H6	34	-	-	112
H7	22	-	-	70
H8	28	3	-	180
H9	9	575	-	851
H10	-	962	-	1,304
H11	-	928	-	1,156
H12	-	1,167	-	1,293
H13	-	1,636	-	1,719
H14	-	2,122	-	2,268
H15	-	2,328	-	2,497
H16	-	2,042	-	2,130
H17	-	1,796	-	1,881
H18	-	1,654	57	1,777
H19	-	1,702	50	1,816
H20	-	1,798	-	1,890
H21	-	1,780	-	1,882
H22	-	1,839	-	1,904
H23	-	1,766	-	1,766
H24	-	1,699	-	1,699
H25	-	1,590	-	1,590
H26	-	1,405	-	1,405

品種名下段の年度は採用年度

採用し、さび病、うどんこ病、小麦萎縮病に強く、平成 25 年には県下全域に 860 ha まで普及した。

#### ウ. 六条大麦

平成 7 年に栽培性に優れ多収で加工適性が優れるシュンライを採用した。県下全域の水田転換畑を中心に、平成 15 年には 2,300 ha まで普及した。平成 17 年にシルキースノーを採用した。

#### (4) 大豆

大豆は水田の輪作品目として重要な役割を担っており、4 年 1 作を基本に、間の 3 年間は水稻 + 麦類を作付けし、連作障害の回避をしながら生産振興を図っている。大豆の食料自給率は 31

%で国内供給熱量 2,619 kcal/人・日に占める割合は 0.9 %である。大豆の生産は平成 15 年の 6,900 ha をピークに漸減傾向であり、契約栽培の推進、加工業者のニーズ把握、団地化等による生産の安定化と低コスト化、広域出荷によるロットの大型化などが課題となっている。

昭和 61 年に栽培性に優れ多収なタチナガハを採用し、平成 15 年には 6,250 ha まで普及した。平成 13 年にたまうららを採用し、平成 15 年に 145 ha まで普及した。平成 23 年に栽培性

#### イ. 小麦

平成 12 年に製麺適性に優れるイワイノダイチを奨励品種に採用し、平成 25 年には 690 ha まで県南部を中心に普及した。平成 14 年に醤油・中華麺用タマイズミを採用し、高タンパク質になりやすい県内畑作地帯を中心に、平成 22 年には 1,100 ha まで普及した。平成 21 年にグルテンが高品質なパン用硬質小麦ゆめかおりを採用し、県中北部を中心に平成 26 年には 350 ha まで普及した。平成 23 年に日本麺用小麦さとのそらを

表 2-13-10 小麦奨励品種の変遷

品種名	採用	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
農林61号	S27	←																					→	
バンドウワセ	H3	←																						
イワイノダイチ	H12							←																→
タマイズミ	H14									←														→
ゆめかおり	H21																							→
さとのそら	H23																							→

表 2-13-11 六条大麦奨励品種の変遷

品種名	採用	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
カシマムギ	S45	←			→																			
シュンライ	H7	←																						→
シルキースノー	H17																							→

が優れ大粒でタンパク質含有率が高く、紫斑病・ウイルス病に強い里のほほえみを採用した。H27 年産はタチナガハを全面的に切り替え、里のほほえみが主力品種になった。

(5) 大麻

昭和 58 年に無毒大麻とちぎしろを品種登録し、無毒大麻へ全面切り替えを図り、平成 25 年の県内栽培面積は 5 ha、生産量は 2 t である。

(6) 落花生

落花生は畑作地帯の特産物として生産され、良質多収のナカテユタカと良食味の千葉半立が栽培されている。作付面積は年々減少し、平成 2 年 685 ha 栽培されていたが、平成 6 年には約 5 割の 368 ha まで減少した。そこで、平成 6 年をもって優良品種選定試験を中止した。

2 主要農作物の原種等の配布状況

稲、麦類、大豆の主要農作物の採種事業は、主要農作物種子法により、「都道府県は、・・・主要農作物の優良な種子の生産を行うために必要な・・・主要農作物の原種及び原原種の生産を行わなければならない」と定められており、本県においては原種農場がこの業務を担当している。

(1) 稲、麦、大豆の原種生産

表 2-13-12 大豆奨励品種の作付面積 ha

年度	大豆奨励品種						大豆合計
	スズユタカ	エンレイ	タチナガハ	ゆめゆたか	たまうらら	里のほほえみ	
	S57	S59	S61	H4	H11	H23	
H6			1,600	10			1,660
H7			1,699	11			1,750
H8			2,370	20			2,440
H9			2,650	30			2,730
H10	—	—	4,340	20			4,420
H11	—	—	4,640				4,740
H12	—	—	4,970	—			5,340
H13	—	—	5,520	—	55		5,940
H14	—	—	6,140	—	117		6,560
H15	—	—	6,248	—	145		6,860
H16	—	—	5,081	—	88		5,570
H17	—	—	4,750	—	60		5,330
H18	—	—	4,473	—	16		4,984
H19	—	—	4,226	—	—		4,742
H20	—	—	4,327	—	—		4,698
H21	—	—	4,221	—	—		4,460
H22	—	—	3,869	—	—		4,093
H23	—	—	2,986	—	—		3,196
H24	—	—	2,124	—	—	20	2,710
H25	—	—	1,762	—	—	168	2,440
H26	—	—	770	—	—	1,024	2,320

出典 H6-H23 稲麦大豆推進資料, H24 年以降は全農栃木扱い面積。品種名下段の年度は採用年度

表 2-13-13 大豆奨励品種の変遷

品種名	採用	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
スズユタカ	S57	←			→																		
エンレイ	S59	←			→																		
タチナガハ	S61	←																					→
ゆめゆたか	H4	←						→															
たまうらら	H11																						→
里のほほえみ	H23																						→

表 2-13-14 水稻原種の配布数

品種	コシ ヒカリ	日本晴	アキ ニシキ	初星	星の光	月の光	ひとめ ぼれ	キヌ ヒカリ	晴れ すがた	あさひ の夢	なす ひかり	とちぎ 酒 14	とちぎ の星	オトメ モチ	モチ ミノリ
H6	10,880	80	880	600	440	1,280	1,860	440	560						340
H7	9,840		880	380	132	1,160	1,940		940						60
H8	9,840		480	160		1,460	1,660		400						240
H9	7,400		580	160		1,320	1,944		332					20	330
H10	11,400	80	592			1,380	1,438		240					20	340
H11	12,960			1,612		900	5,180		180						340
H12	10,020		220	36		980	520			760					200
H13	10,980		320			860	760			580					200
H14	11,840		320			960	560			720					200
H15	14,560		240				240		20	1,800	765				240
H16	9,120		140				231			1,575	280				228
H17	8,760		15							1,715	442				263
H18	8,805									1,715	577				267
H19	9,475									1,715	980				228
H20	8,830									1,732					158
H21	10,808									2,382	560				158
H22	8,814									3,254	960	11			275
H23	8,880									2,828	1,015		1,542		168
H24	12,153									2,715	1,520	20	386		289
H25	11,722									3,229	1,044	2	664		140
H26															

※系統名は品種名に変換した。

平成6年に原種農場高根沢農場を高根沢町に新設した。平成20年に黒磯分場を黒磯農場に改称し、平成23年に佐野農場を閉鎖し栃木市に移転して栃木農場とし、原種、原々種を県内3か所で生産している。さらに、高根沢町に2か所合計135a借地して、水稻、麦類の原種を生産している。平成15年から良質米生産のために水稻種子更新率の向上を推進した結果、種子更新率は平成5年の54%が、平成26年には99%とほぼ倍増し全国平均を上回っている。麦類の種子更新率も98%、大豆は70.6%と高く、いずれも全国平均を上回っている。平成26年に生産した原種は、水稻が6品種14.9t、陸稲が2品種0.192t、麦類が8品種21.6t、大豆が1品種1.8tであった。職員数は、行政職員が2名、現業職員が12名である。

(2) 原種農場における原種生産の流れ

原種農場における作付計画から出庫までの流れは次のとおりである。

- ①主要農作物種子計画の策定(当面の生産振興計画(種子生産計画・作付目標面積))により必要原種量の提示(生産振興課)

②必要原種量の提示に基づき、原種農場での原種生産計画数量

- ・作付面積等を作成し原種生産計画会議に提出(原種農場)

○稲・大豆原種生産計画 2月上～中旬作成

○麦類原種生産計画

9月上旬作成

\* 原種生産基準反収

水稻 330kg、陸稲 150kg、大豆 150kg(黒磯農場 120kg)、二条大麦 220kg、小麦 240kg、六条大麦 260kg

③原種生産計画会議

○稲・大豆原種生産計画会議 2月中～下旬開催

○麦類原種生産計画会議 9月中旬開催

\* 参加者:生産振興課、経営技術課、農業試験場、JA 全農、栃木県米麦改良協会

④原種生産設計検討会(農業試験場)

○稲・大豆原種生産設計検討会 3月上旬開催

○麦類原種生産設計検討会 10月上～中旬開催

⑤原々種・原種作付役割分担等の決定(原種農場)

稲・大豆関係 4月

麦類関係 9月

⑥原々種・原種立毛検討会(関係機関・団体等、農業試験場)

表 2-13-15 陸稲原種の配布数 kg

年度	農林 26号	トヨ ハタモチ	ゆめの はたもち
H6	180	900	
H7	200	300	
H8		725	
H9		725	100
H10		725	100
H11		700	100
H12		400	80
H13		435	80
H14		390	80
H15		390	80
H16		360	80
H17		380	116
H18		380	80
H19		240	56
H20		172	59
H21		116	56
H22		84	66
H23		84	88
H24		180	134
H25		200	88
H26			

※系統名は品種名に変換した。

表 2-13-16 小麦原種の配布数 kg

年度	農林 61号	バンドウ ワセ	イワイノ ダイチ	タマ イズミ	ゆめ かおり	さとの そら
H6		720				
H7		1,505				
H8		1,890				
H9		1,400				
H10		1,400				
H11	4,780	1,470				
H12	3,020					
H13	3,240		360			
H14	2,940		840			
H15	2,160		1,050	1,050		
H16	2,800		700	1,120		
H17	2,800		690	1,190		
H18	2,030		910	1,710		
H19	1,190		850	1,890		
H20	1,260		1,260	1,890		
H21	870		1,280	1,680		
H22			1,270	1,400	520	
H23			1,260	1,190	700	966
H24			1,090	702	736	756
H25			1,045	870	760	1,105
H26						

表 2-13-17 六条大麦原種の  
配布数 kg

年度	カシマ ムギ	シュン ライ
H6		
H7	60	
H8		1,500
H9		2,100
H10		2,240
H11		1,630
H12		2,800
H13		3,080
H14		3,010
H15		2,590
H16		2,590
H17		2,380
H18		1,295
H19		2,940
H20		2,940
H21		2,520
H22		2,310
H23		2,940
H24		2,965
H25		2,235
H26		

表 2-13-18 二条大麦原種の配布数

年度	あまぎ 二条	ミサト ゴールド	ミカモ ゴールド	タカホ ゴールド	みょうぎ 二条	スカイ ゴールド	サチホ ゴールド	とちの いぶき	アスカ ゴールド
H6	4,290	5,000	8,625	1,750					
H7	5,140	2,560	8,000	304					
H8	6,400		8,270	6,250					
H9	1,760		5,670	4,440	492				
H10	4,130		7,280	4,400	492				
H11	3,710		8,170	800	800				
H12	1,710		6,665	2,980	800				
H13	4,000		7,760	2,400	960	197			
H14	4,280		8,720	1,040	940	1,520			
H15	3,120		9,520		960	2,080			
H16	1,000		6,930		1,400	3,925			
H17			5,180		1,400	10,420			
H18			4,690			11,200			
H19			3,850			10,920	1,750		
H20						12,585	2,550		
H21						10,240	7,125		
H22						10,180	7,500		
H23						7,700	9,170	420	
H24						3,990	12,397	420	175
H25						5,025	13,350	390	1,660
H26									

※系統名は品種名に変換した

表 2-13-19 大豆原種の配布数 kg

年度	タチナガ ハ	たま うらら	里の ほほえみ
H6	400		
H7	1,240		
H8	655		
H9	1,830		
H10	2,725		
H11	3,034		
H12	3,637	265	
H13	4,277	265	
H14	3,185	210	
H15	3,375	150	
H16	3,458	180	
H17	3,440	175	
H18	3,610	25	
H19	3,380		
H20	3,338		
H21	3,423		
H22	2,382		
H23	2,250		150
H24	825		1,100
H25	850		1,125
H26			

- 稲・大豆原々種・原種立毛検討会 8月下旬～9月上旬
- 麦類原々種・原種立毛検討会 5月下旬
- ⑦原々種・原種調製程度確認検討会(同上)
  - 稲・大豆原々種・原種調製程度確認検討会 12月中旬
  - 麦類原々種・原種調製程度確認検討会 7月中～下旬
- ⑧原種生産実績報告(原種農場から生産振興課へ報告)
  - 当年産稲・大豆原種生産実績報告 1月下旬
  - 当年産麦類原種生産実績報告 8月上旬
- ⑨原種の出庫(原種農場)
  - 稲(3月)、大豆(5月)、麦類(10月)
  - \* 採種ほ設置計画会議(栃木県米麦改良協会主催)の結果に基づき栃木県米麦改良協会より出庫依頼
    - ・稲・大豆採種ほ設置計画会議 2月
    - ・麦類採種ほ設置計画会議 9月



写真 2-13-2 六条オオムギ原種の収穫(2002)

### 3 その他の原種等の配布状況

#### (1) 大麻

昭和 58 年から無毒大麻とちぎしろを生産始め、昭和 59 年には 65kg 配布し、県内一斉に無毒大麻に切り替えた。その後は漸減したため、当场研究開発部が 4 年おきに隔離ほ場で原種を生産、配布している。平成 24 年に 12 kg 生産し、あさ振興連絡協議会(鹿沼市経済部)に 2 から 4 kg ずつ毎年配布し、各生産者が次年度種子を増殖している。

#### (2) ゆうがお

昭和 46 年から栃木分場の前身である南河内分場において、しもつけしろとしもつけあおの原種生産を開始し、昭和 48 年には 2 品種あわせて 16 kg 配布した。その後減少し、平成 3 年からは早生でモザイクウィルス病に強いゆう太を 4 万粒配布し

始めた。平成 4 年に優良種子緊急確保事業が始まり、当年に採種用の 200 粒、平成 5 年に 1,000 粒を配布した。平成 9 年からモザイクウィルス病抵抗性品種育成のためにインド品種、マニラ野生種及び日本在来品種を交配母本に品種開発を進めたが、ゆうがお栽培面積減少のため平成 18 年を最後にゆうがおの品種開発を中止した。現在生産者は、JA 宇都宮(30,800 本、H26)や JA 小山が生産したかわしろ等の苗を購入して、干瓢等を生産している。

#### (3) いちご

昭和 46 年から佐野分場において、いちご無病苗の配布を開始した。組織培養で得た無病苗を、隔離網室内で増殖し、昭和 51 年からは栃木分場に移行した。

本県育成品種については平成元年から女峰の原苗配布を始め、平成 6 年度までは、女峰並びに栃の峰の原苗を県内 11 力所に設置されたいちご無病苗増殖施設へ配布した。平成 7 年度に栃木県経済農業協同組合連合会園芸種苗総合センター(現 JA 全農とちぎ園芸部園芸種苗総合センター)が開設したことを期に、いちご無病苗の供給は、農業試験場が原々苗を生産、園芸種苗センターにこれを配布し、同センターにて原苗

年度	女峰	栃の峰	とち おとめ	とちひめ	とち ひとみ	なつ おとめ	スカイ ベリー
H5	7,800	200					
H6	7,800	200					
H7	390	150	210				
H8	240	150	260				
H9	230	20	570				
H10	200		600				
H11	200		600				
H12	200		600				
H13	50		700	50			
H14	50		700	50			
H15	50		700	50			
H16	50		700	50			
H17	50		700	50			
H18	50		700	50	50		
H19	50		700	50	50		
H20	50		700	50	50		
H21	35		850	35	35	20	
H22	35		850	35		35	
H23	24		650	24		24	350
H24	24		600	42		42	504
H25	42		1,020	42		42	504
H26							

※H5-H6 は原苗、H7 以降は原々苗  
※系統名は品種名に変換した。

生産を行う体制となったことから、農業試験場におけるいちご種苗の配布数はそれ以前に比べ、大幅に減少した。

現在の原苗生産体制は、県がとちぎ農産物マーケティング協会と許諾契約を結び、原々苗を全農種苗センターに配布し1年かけて増殖した後、県内各地の無病苗増殖基地で1年間増殖し、生産者に配布している。平成6年にとちおとめの登録出願がなされたことを受け、平成7年度からとちおとめの原々苗生産が開始された。とちおとめの普及に伴い、平成9年度をもって栃の峰の現々苗配布は中止され、平成13年度以降は女峰についても配布数は大幅に減少した。新品種の育成に伴い、平成13年度からとちひめ、平成18年度からとちひとみ、平成21年度からなつおとめ、平成23年度からスカイベリーの原々苗生産がそれぞれ開始された。とちひとみの原々苗生産はなつおとめの普及に伴い平成21年度で中止となり、現在に至っている。

平成11年に国庫事業を活用して新たにいちご原々苗増殖施設が建設され、それ以前のコンクリートベンチによる増殖体系から空中採苗方式による増殖体系へと変更された。

(4) には

平成8年にねぎとらの種間雑種なかみどりを開発し、河内、上都賀地域を中心に普及した。平成22年には原苗を2,010株配布した。なお、現在は日光種苗(株)が県と許諾契約を結び、苗を生産・販売している。

平成26年に多収なオリジナル品種ゆめみどりを育成(出願公表)した。H28年からとちぎ農産物マーケティング協会と許諾契約して販売を委託し、民間種苗会社で原種生産する計画である。

(5) うど

平成24年に良食味多収で軟化栽培向きオリジナル品種栃木芳香1号、緑化栽培向き栃木芳香2号を育成した。平成22年には栃木芳香1号の原苗515株、栃木芳香2号560株を生産した。平成24年にとちぎ農産物マーケティング協会と許諾契約を結び、JA那須野で2.2ha、JA塩野谷で30aにおいて、原苗を増殖し県内生産者に配布した。その後、日光、小山、茂木地域へも原苗を数十株ずつ供給した。

(6) なし

平成8年に大玉良食味な晩生オリジナル品種にっこりを開発し、宇都宮、芳賀、大田原等を中心に60ha普及した。平成21年には、にっこり原穂木を3,000本、平成22、23年に各400本ずつ配布した。平成19年に赤なし晩生種きらりを開発し、平成18年に原穂木1,500本、平成19、20年に各3,000本ずつ配布した。平成27年極早生青なし品種おりひめを品種登録した。平成26年から原穂木を配布した。

(7) りんどう

平成23年に、りんどう極早生F1品種栃木1号(商標登録るりおとめ)を開発した。平成22年より種子を配布始め、平成26年は20mL(20a分)配布した。生産者は毎年購入した種子を、育苗業者に委託して苗を生産している。

(8) あじさい

平成27年に当場はあじさい八重咲き覆輪品種きらきら星を開発した。平成23年にとちぎ農産物マーケティング協会と許諾契約を結び、母株を栃木県鉢物研究会きらきら星部会に配布した。平成27年生産者の販売数量は1万鉢であった。

表 2-13-21 その他原種・原苗の配布数

年度	麻	ゆうがお	ねぎにら	うど		梨	
	とちぎ白	ゆう太	なかみどり	うど 栃木1号	うど 栃木2号	きらり	にっこり
	kg	粒	株	株	株	本	本
H5		1,000					
H6	3						
H7	4						
H8	4						
H9	4						
H10	11						
H11							
H12							
H13	22						
H14							
H15	15.5						
H16			500				
H17	12		500				
H18			900			1,500	
H19						3,000	
H20						3,000	
H21	12						3,000
H22			2,010	515	560		400
H23							400
H24	12						
H25							
H26							



## 第3章 成果の発表等

## 第1節 普及に移した成果

本節は、新技術シリーズ、試験研究25選(平成18年まで)および普及成果カード(平成22年まで)掲載課題を掲載する。

## 1 良質米の生産

成果	発表誌	発表年
水稲乳苗移植栽培の実用化(作物部)	試験研究25選	H05
「稲-麦・大豆」2年3作体系における省力化・作期拡大技術導入による規模拡大	成果カード	H05
被覆肥料を用いた水稲コシヒカリの全量基肥施肥法	成果カード	H05
水稲の晩植栽培における移植苗の適葉齢	成果カード	H05
施肥法と玄米中窒素濃度との関係及び一発穂肥の特徴	成果カード	H05
水稲障害型不稔発生の推定法(早期判定法・低温デグリーディ)	成果カード	H05
水稲乳苗の移植精度の向上及び基肥窒素の適正量	成果カード	H05
間断灌水の開始時期と穂肥時期が水稲の生育・収量に及ぼす影響	成果カード	H05
被覆肥料を用いた水稲コシヒカリの全量基肥栽培法	試験研究25選	H06
冷害による障害型不稔の早期把握法	成果カード	H06
水稲うるち種「栃木2号」の育成と認定品種採用	成果カード	H06
水稲品種「ひとめぼれ」安定生産のための生育診断指標	成果カード	H06
液肥灌注による省力的な水稲育苗法	成果カード	H06
黒ボク土水田における有効な水稲倒伏軽減剤	成果カード	H06
育苗マットを使わない水稲稚苗の作り方	成果カード	H06
液肥灌注による省力的な水稲育苗法	試験研究25選	H07
水稲「栃木2号」の育成について	試験研究25選	H07
水稲普通期栽培における乳苗移植・湛水直播の作期の晩限	成果カード	H07
水稲の普通植え栽培における全量基肥栽培	成果カード	H07
酒米[五百万石]の安定栽培法と心白の発現条件	成果カード	H08
陸稲「ゆめのはたもち」の奨励品種採用	成果カード	H08
主穀作大規模経営における湛水直播栽培導入による規模拡大	成果カード	H08
汎用管理機による水稲湛水直播栽培体系	試験研究25選	H09
生育診断のためのメッシュ気象図作成システム	試験研究25選	H09
水稲生育診断のためのメッシュ気象図の作成	成果カード	H09
乗用管理機による湛水直播(散播)栽培法	成果カード	H09
側条施肥田植機を利用した湛水直播(作溝条播)栽培法	成果カード	H09
水稲品種「晴れすがた」の普通植における栽培法および生育診断指標値	成果カード	H09
水稲コシヒカリの基肥窒素量および栽植様式と玄米品質・食味	成果カード	H09
肥効調節型肥料を利用した水稲湛水直播の全量基肥栽培	成果カード	H09
水稲育苗箱の床土減量による軽量化	試験研究25選	H10
水稲倒伏軽減剤「テソロ顆粒水和剤」の利用法	成果カード	H10
早植コシヒカリ全量基肥栽培の早期施用法	成果カード	H10
水稲の箱施肥法	成果カード	H10
粉碎籾がら利用による水稲育苗箱の軽量化	成果カード	H10
高精度水稲湛水直播機(土中条播)の播種精度とコシヒカリ栽培適性	成果カード	H10
培土減量による水稲育苗箱の軽量化	成果カード	H10
汎用管理機利用による水稲湛水直播の経営的評価	試験研究25選	H11
コシヒカリの条播湛水直播栽培	試験研究25選	H11
水稲「あさひの夢」の奨励品種採用	成果カード	H11
新育苗箱を用いた水稲育苗の軽労化	試験研究25選	H12
多収でおいしい新奨励品種「あさひの夢」	試験研究25選	H12
肥効調節型肥料を用いた水稲湛水直播の全量基肥栽培	試験研究25選	H12

成果	発表誌	発表年
おいしいお米の湛水直播き栽培技術	試験研究 25 選	H13
栃木県における水食味の実態調査と食味向上のための肥培管理法	試験研究 25 選	H13
早植え「コシヒカリ」の全量基肥栽培の地域別肥培管理	試験研究 25 選	H13
大区画圃場における水稲の直播栽培管理技術の確立	成果カード	H13
新育苗箱を用いた水稲マット苗の軽量化	成果カード	H13
メッシュ気象情報を利用した水稲の精密生育診断情報	成果カード	H13
水稲品質食味の実態調査	成果カード	H13
水稲食味向上のための肥培管理	成果カード	H13
水稲ビニールプール育苗法	成果カード	H13
早植えコシヒカリにおける全量基肥栽培の県内への適応	成果カード	H13
水稲の全量基肥栽培における生育診断法	試験研究 25 選	H14
水稲の側条・全量基肥施肥法	試験研究 25 選	H14
畦畔雑草の省力的管理技術の開発	成果カード	H14
水稲全量基肥栽培における生育診断技術の確立	成果カード	H14
水稲の側条・全量基肥施肥法	成果カード	H14
米の食味向上のための肥培管理方法	試験研究 25 選	H15
米の食味向上のための肥培管理方法	成果カード	H15
早生・良食味水稲新品種「栃木 7 号」	試験研究 25 選	H16
栃木県オリジナル酒造好適米新品種「とちぎ酒 14」	試験研究 25 選	H17
栃木県オリジナル酒造好適米新品種「とちぎ酒 14」	成果カード	H17
水田への牛ふん堆肥適正施用量と土壌への影響	試験研究 25 選	H18
水稲「なすひかり」の高品質良食味米安定栽培法及び水稲白未熟粒の発生要因とその対策	試験研究 25 選	H18
酒造好適米「とちぎ酒 14」の栽培法	成果カード	H18
陸稲良質多収品種の選定	成果カード	H18
水稲へのオガクズ牛ふん堆肥安定施用法	成果カード	H18
水稲「なすひかり」の減肥、常時湛水による良食味米栽培法	成果カード	H18
水稲の白未熟粒発生に及ぼす温風の影響	成果カード	H18
水田作の除草剤の選抜および利用法の確立	成果カード	H18
水稲の高品質省力生産技術の開発	成果カード	H20
家畜ふん堆肥等を活用した高品質水稲及び畑作物栽培技術の確立	成果カード	H20
水稲の疎植・減化学肥料による安定栽培技術の確立	成果カード	H21
省力・低コストな畦畔管理技術の確立	成果カード	H21
地力を考慮した水稲の施肥量診断技術開発	成果カード	H21
家畜ふん堆肥を活用した高品質水稲栽培技術の確立	成果カード	H21

## 2 大麦

成果	発表誌	発表年
ビール麦品種「ヤチホゴールド」の栽培特性	試験研究 25 選	H05
ビール麦「ヤチホゴールド」の播種適期	成果カード	H05
ビール麦新品種「タカホゴールド」の育成	試験研究 25 選	H06
ビール麦「タカホゴールド」の認定品種採用	成果カード	H06
低タンパク質ビール麦「二条大麦中間母本農 1 号」の育成	試験研究 25 選	H07
低β-グルカン高品質ビール生産のための播種期と施肥量	成果カード	H07
二条大麦「みょうぎ二条」（新田二条 13 号）の認定品種採用	成果カード	H07
六条大麦「シュンライ」の認定品種採用	成果カード	H07
一代雑種利用によるビール大麦の高品質、多収化の可能性	試験研究 25 選	H08
ビール大麦の休眠打破法	成果カード	H08
六条大麦新奨励品種「シュンライ」	試験研究 25 選	H09

成果	発表誌	発表年
オンシジウム新品種「ポコアポコシリーズ」の組織培養による大量増殖法	試験研究 25 選	H09
DNA マーカーを用いた大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子の選抜法	試験研究 25 選	H09
ビール大麦新品種「タカホゴールド」の特性と高品質栽培法	試験研究 25 選	H10
オオムギゲノムの主要遺伝子地図の作成	試験研究 25 選	H11
縞萎縮病にかからないビール麦新品種「関東二条 32 号」	試験研究 25 選	H12
ビール大麦新品種「関東二条 32 号」の特徴	成果カード	H12
原麦 $\beta$ -アミラーゼ活性による高品質ビール大麦の簡易選抜	試験研究 25 選	H14
原麦 $\beta$ -アミラーゼ活性による高品質ビール大麦の選抜方法	成果カード	H14
ビール大麦「スカイゴールド」の高品質栽培技術	新技術	H16
ビール大麦指定品種「スカイゴールド」の高品質安定栽培技術	試験研究 25 選	H16
ビール大麦指定品種「スカイゴールド」の高品質安定栽培法	成果カード	H16
大粒で収量が多く品質の優れるビール麦新品種「サチホゴールド」	試験研究 25 選	H18
ビール麦の種子貯蔵タンパク質の分解（溶け）要因の解明	試験研究 25 選	H18
大粒で収量が多く醸造適性の優れるビール麦新品種「サチホゴールド」	成果カード	H18
種子成分に特徴のあるビール大麦系統	成果カード	H18
ビール大麦精麦時の貯蔵タンパク質の分解過剰要因	成果カード	H18
高品質ビール大麦の効率的育種のための品質簡易選抜法の開発	成果カード	H18
六条大麦の硬質粒発生要因の解明	成果カード	H19
ビール大麦「サチホゴールド」の栽培法	成果カード	H19
機能性成分に特徴のあるビール大麦育成系統	成果カード	H19
新形質付与等による市場価値の高い低ポリフェノール大麦の開発	成果カード	H20
麦類奨励品種決定調査	成果カード	H22
ビール麦の品質変動要因の解析と高位安定品質系統の作出（栽培条件の違いが特性の異なるビール大麦の収量及び品質に及ぼす影響）	成果カード	H22
ビール麦の品質変動要因の解析と高位安定品質系統の作出（湿害でビール大麦の麦芽品質は低下する）	成果カード	H22
アスカゴールド栽培マニュアル～高品質安定多収の栽培法	新技術	H25

### 3 小麦

成果	発表誌	発表年
小麦農林 61 号の時期別の追肥可否の判定基準	成果カード	H05
小麦の追肥時期別の生育パターンと追肥の判定	試験研究 25 選	H06
小麦バンドウワセの追肥時期と追肥可否判定基準	成果カード	H06
小麦の倒伏予測	成果カード	H07
小麦「バンドウワセ」の追肥可否の判定基準について	成果カード	H08
小麦新品種「イワイノダイチ」の特徴	成果カード	H12
醤油用小麦「タマイズミ」の高タンパク質化安定栽培法	試験研究 25 選	H17
醤油用小麦「タマイズミ」の高タンパク質化安定栽培法	成果カード	H17
小麦品種「イワイノダイチ」の茎立期追肥による粗タンパク質含有率増加と安定多収栽培	成果カード	H18

### 4 畑作物

成果	発表誌	発表年
こんにゃくのライ麦混作栽培体形における土壌処理除草剤の施用時期	成果カード	H06
こんにゃくのライ麦混作栽培体形における茎葉処理除草剤	成果カード	H06
こんにゃくの緩効性肥料の利用法	成果カード	H07
こんにゃく根腐病のライムギ混作による防除	成果カード	H07
こんにゃく根腐病のライ麦混作による防除	試験研究 25 選	H08
畑作経営の問題と今後の意向	成果カード	H08
良品質・多収性のこんにゃく新品種「みょうぎゆたか」の特性	試験研究 25 選	H10

成果	発表誌	発表年
干ばつに強い陸稲「ゆめのはたもち」	試験研究 25 選	H10
栃木県におけるこんにゃく新品種「みょうぎゆたか」の特性	成果カード	H10
ギニアグラスとライ麦の輪作による土壌消毒剤を使用しないこんにゃく栽培	試験研究 25 選	H16
ギニアグラスとライ麦の輪作で土壌消毒剤を使わないこんにゃく栽培	成果カード	H16
畑作物の雑草防除	成果カード	H18
こんにゃく新品種みやまさりの切断増殖技術	成果カード	H19
果樹剪定枝炭化物の畑作利用技術の確立	成果カード	H21

## 5 大豆および小豆

成果	発表誌	発表年
あずきのダイズシストセンチュウの生物的防除技術	試験研究 25 選	H05
畑作大豆の不耕起・無中耕無培土栽培	成果カード	H06
大豆「東北 118 号」の奨励（認定）品種採用	成果カード	H10
大豆「納豆小粒」の播種適期と栽植密度	成果カード	H11
加工適性の高い大豆品種「たまうらら」	試験研究 25 選	H11
大豆の新しい省力生産技術（平成17年3月）	新技術	H16
大豆の不耕起狭畦・無中耕・無培土による省力栽培技術	試験研究 25 選	H16
大豆の不耕起狭畦・無中耕・無培土による省力栽培技術	成果カード	H16
大豆の省力栽培を基幹とした水田輪作体系の経営的評価	成果カード	H16
不耕起栽培による連作大豆の減収抑制	試験研究 25 選	H18
不耕起栽培による連作大豆の減収抑制	成果カード	H18
大豆の高位生産新栽培システムの確立	成果カード	H21
DNA マーカー育種による耐裂莢性大豆育成	成果カード	H22
小豆「丹波大納言」の適正な播種時期と播種密度	成果カード	H08
小豆「丹波大納言」の優良系統選定	試験研究 25 選	H13
小豆「丹波大納言」の優良系統選定	成果カード	H13

## 6 いちご

成果	発表誌	発表年
いちごの低温暗黒処理による促成栽培	試験研究 25 選	H05
いちごの新品種「栃の峰」について	成果カード	H05
いちごの高冷地育苗における無仮植苗の利用について	成果カード	H05
いちご炭そ病菌潜在感染株の簡易診断法	試験研究 25 選	H06
いちご新品種「栃木 15 号」の育成	試験研究 25 選	H06
セル成形苗を利用したいちごの効率的な育苗法	成果カード	H06
いちごの葉面積の簡易な測定法	成果カード	H06
いちごセル成型苗の生育特性	成果カード	H06
いちごの施肥改善について	成果カード	H06
準高冷地におけるいちごの無仮植育苗	成果カード	H06
いちご生産におけるセル成型苗育苗の経営的評価	成果カード	H06
いちごの省力育苗技術	試験研究 25 選	H07
いちご新品種「栃木 15 号」の育成	成果カード	H07
いちごのセル育苗における花梗発生方向の解明	成果カード	H07
いちご不受精果発生要因の解明（昼温の影響）	成果カード	H07
拮抗微生物を用いた土壌改良資材の開発いちごの夏秋どり栽培	試験研究 25 選	H08
いちご「とちおとめ」の花芽発育と生育特性	試験研究 25 選	H08
とちおとめに対する昼温及び灌水管理の影響	成果カード	H08
とちおとめの作型適応性	成果カード	H08

成果	発表誌	発表年
とちおとめの養分吸収特性	成果カード	H08
とちおとめの定植時期と根土の有無	成果カード	H08
いちごの夏秋どり栽培	成果カード	H08
いちご「とちおとめ」の高品質果実の生産	試験研究 25 選	H09
親株の無加温ハウス栽培によるとちおとめの子苗生産	成果カード	H09
電照によるとちおとめの厳寒期の草勢維持法	成果カード	H09
いちご「とちおとめ」の生産安定技術	成果カード	H09
観光用いちご品種「とちひめ（栃木 13 号）」の育成経過と特性	試験研究 25 選	H10
いちごにおける炭酸ガスの施用効果について	成果カード	H10
いちごの養液栽培に適した有機質培地	成果カード	H10
いちごの有機質培地を用いた養液栽培（ハンモック式ベット I 型）	成果カード	H10
いちご「とちおとめ」の多収技術	試験研究 25 選	H11
いちご「とちおとめ」のガク焼け果防止対策	成果カード	H11
いちご「とちおとめ」の多収技術	成果カード	H11
排出液を出さないいちごの高設式養液栽培システム	成果カード	H11
いちご「とちおとめ」の栽培技術	新技術	H12
排液を出さないいちごの養液栽培システム	試験研究 25 選	H12
クリプトモスを用いた環境にやさしいいちごの養液栽培技術	新技術	H13
クリプトモス培地を用いたいちご養液栽培の養水分管理	試験研究 25 選	H13
クリプトモス培地を用いたいちご「とちおとめ」の空中採苗法	試験研究 25 選	H13
いちご「とちおとめ」の花粉および雌ずいの受精能力	試験研究 25 選	H13
いちご炭疽病、うどんこ病を防ぐ生物農薬の開発	試験研究 25 選	H13
クリプトモス培地を用いたいちご養液栽培の養水分管理	成果カード	H13
「とちおとめ」のクリプトモス混合培地を用いた空中採苗における親株の定植時期と養水分管理	成果カード	H13
いちご「とちおとめ」の花粉および雌ずいの受精能力	成果カード	H13
いちご萎黄病に対する臭化メチル代替防除技術	成果カード	H13
いちごのクリプトモス養液栽培培地の太陽熱消毒	試験研究 25 選	H15
いちごの高効率育苗技術の確立	試験研究 25 選	H15
いちごの全量基肥栽培技術	試験研究 25 選	H15
いちご「とちおとめ」のクリプトモス培地を用いた高設ベンチ全量基肥栽培技術の確立	成果カード	H15
DNA マーカーによるいちご四季成り性個体選抜技術の開発	成果カード	H15
いちご「とちおとめ」の養液土耕栽培における畝内水分動態	成果カード	H15
薬剤浸漬によるイチゴ炭疽病保菌苗の発病抑制	成果カード	H15
夏秋どり栽培に向く四季成性いちご「栃木 18 号」	試験研究 25 選	H16
いちごの臭化メチル代替土壌病害虫防除法	試験研究 25 選	H16
イチゴうどんこ病菌のDMI 剤標的酵素遺伝子の解明	成果カード	H16
いちごの花房間葉数の年次変動	成果カード	H16
いちご収穫・選果・調整システムの実用化	成果カード	H16
天敵等を利用したいちご害虫の防除	成果カード	H16
生物農薬バイオトラスト水和剤はいちご表皮細胞のリグニン沈着を促進する	成果カード	H16
いちごの臭化メチル代替土壌病害虫防除法	成果カード	H16
いちご、にらの有用遺伝子の機能解析手法	成果カード	H17
DNA マーカーによる主要ないちごの品種識別	成果カード	H17
いちご収穫・選果・調整システムの経営的評価	成果カード	H17
いちご、にらの有用遺伝子の機能解析手法	成果カード	H17
DNA マーカーによる主要ないちごの品種識別	成果カード	H17
いちご萎黄病菌の発生生態の解明と遺伝子診断法の開発	成果カード	H18
いちご経営の労働時間と経営費からみた実態	成果カード	H18

成果	発表誌	発表年
培養変異を利用したいちご「とちおとめ」の萎黄病耐病性個体作出法	成果カード	H19
いちご閉鎖型養液栽培に適した育苗培地と培養液処方	成果カード	H19
いちごうどんこ病 DMI 剤耐性菌の遺伝子診断法	成果カード	H19
いちご養液栽培におけるクロバネキノコバエ類の発生生態	成果カード	H19
土壌還元消毒によるいちごのネグサレセンチュウ防除	成果カード	H19
いちごの高品質安定生産技術の確立	成果カード	H20
萎黄病防除に適したいちご栽培技術の確立	成果カード	H21
イチゴ炭疽病応答遺伝子の検索	成果カード	H22
イチゴ炭疽病耐病性に連鎖する DNA マーカーの開発	成果カード	H22
いちごの新品種育成（四季成性新品種の育成）	成果カード	H22

## 7 トマト

成果	発表誌	発表年
促成トマトの花粉発芽率の推移	成果カード	H05
トマトの生育診断技術	成果カード	H05
トマトの幼苗接木の養生条件	成果カード	H05
トマトのセル成型苗の育苗法	試験研究 25 選	H06
トマトのセル成形苗の作型別生育特性	成果カード	H06
マルハナバチを利用したトマト栽培の実用性	成果カード	H06
隔離床を利用した高糖度トマトの栽培法	成果カード	H06
促成栽培トマトの曇雨天時における日中加温の効果	成果カード	H06
マルハナバチを利用したトマト栽培の実用性	成果カード	H06
隔離床を利用した高糖度トマトの栽培法	成果カード	H06
促成栽培トマトの曇雨天時における日中加温の効果	成果カード	H06
トマトセル成型苗の作型適応性と低段密植栽培	試験研究 25 選	H07
トマト促成栽培におけるマルハナバチの利用	試験研究 25 選	H08
クリプトモスを利用したトマトの養液栽培	成果カード	H09
トマトセル成型苗の本ぽ生育制御法	成果カード	H10
トマト摘心 2 本仕立てにおける低段花房の果実肥大が向上する栽培法	試験研究 25 選	H14
トマト土耕 2 本仕立て栽培における果実肥大、品質向上技術の確立	成果カード	H14
豚糞と浄水汚泥を主原料としたトマトの育苗培土の製造方法	成果カード	H15
トマト、なす台木品種の土壌病害に対する抵抗性	成果カード	H15
トマト促成長期どり栽培における草勢制御技術	試験研究 25 選	H17
トマトの環境保全型養液栽培技術の確立	試験研究 25 選	H17
トマトハイワイヤー誘引による省力・快適化栽培	試験研究 25 選	H17
トマト促成長期どり栽培における草勢制御技術	成果カード	H17
トマトの環境保全型養液栽培技術の確立	成果カード	H17
トマトのハイワイヤー誘引による省力・快適化栽培技術の確立	成果カード	H17
トマト促成長期どり栽培における草勢制御技術	成果カード	H17
トマトの環境保全型養液栽培技術の確立	成果カード	H17
トマトのハイワイヤー誘引による省力・快適化栽培技術の確立	成果カード	H17
高温期の細霧冷房処理がトマトの植物応答に及ぼす影響	成果カード	H19
トマトの促成長期どり栽培の省力生産技術	成果カード	H20

## 8 ニラ

成果	発表誌	発表年
にらの栄養診断	試験研究 25 選	H05
にらの新品種「きぬみどり」の育成	試験研究 25 選	H05

成果	発表誌	発表年
にらの新品種「きぬみどり」について	成果カード	H05
ねぎとにらの種間雑種植物「ねぎにら（仮称）」の育成	成果カード	H05
にらの品質向上と省力栽培法の確立 1)かん水方法	成果カード	H05
にらの品質向上と省力栽培法の確立 2)かん水・施肥管理	成果カード	H05
にらのセル育苗における施肥管理と全自動定植機の実用性	成果カード	H06
にらのセル成型苗利用による省力栽培	試験研究 25 選	H07
ニラ新品種「きぬみどり」の夏どり栽培の適用性について	成果カード	H07
ねぎにら「なかみどり」の栽培法確立	成果カード	H12
ねぎにら「なかみどり」の栽培法	試験研究 25 選	H13
ねぎにら「なかみどり」の基肥追肥量と加温による効率的な増殖法	成果カード	H13
ねぎにら「なかみどり」の栽培技術	新技術	H14
DNA マーカーを利用したにら育種の効率化	成果カード	H14
にら育種における有用遺伝子の検索	成果カード	H14
ねぎにらの効率的培養システムの開発	成果カード	H15
にらの昼温管理に対する品種間差異	成果カード	H15
にらの単為生殖性と抽だい性に連鎖する DNA マーカーの開発	成果カード	H17
土壤中の窒素制御技術を活用したにらの硝酸塩低減化技術	成果カード	H17
にらの単為生殖性と抽だい性に連鎖する DNA マーカーの開発	成果カード	H17
土壤中の窒素制御技術を活用したにらの硝酸塩低減化技術	成果カード	H17
にらの高品質多収生産技術の確立（ニラ抽だい軽減栽培体系の確立）	成果カード	H22
にらの高品質多収生産技術の確立（機能性成分の高まるニラ栽培法の確立）	成果カード	H22
にら育種における高精度 DNA マーカー利用技術の開発	成果カード	H22
ニラえそ条斑病の発生生態の解明及び防除技術の確立	成果カード	H22

## 9 その他の野菜

成果	発表誌	発表年
うどの軟化栽培の根株養成と貯蔵	試験研究 25 選	H05
うどの根株養成における窒素施用量と窒素肥料の種類	成果カード	H05
緩効性肥料を利用したねぎの全量基肥施肥法	成果カード	H05
チコリーの早期軟化用品種と栽培法	成果カード	H05
なすにおけるミナミキイロアザミウマの耕種的防除対策について	成果カード	H05
レタス、ブロッコリー及びキャベツの省力低コスト育苗法	成果カード	H05
ねぎの省力周年栽培法の確立	成果カード	H05
抑制アールスメロン「プリム」について	成果カード	H05
野菜産地の育成と地域農業の組織化	試験研究 25 選	H06
うど根株養成の栽培技術	試験研究 25 選	H06
やまといもの植え付け時期、種芋の大きさおよび栽植密度について	成果カード	H06
うど根株養成の栽培技術について	成果カード	H06
緩効性窒素肥料利用によるやまのいもの全量基肥施肥法	成果カード	H06
複合弱毒ウイルスを用いたユウガオモザイク病の防除	成果カード	H06
緩効性窒素肥料を利用した全量基肥施肥によるやまのいもの新しい栽培技術の開発	試験研究 25 選	H07
ゆうがおのキュウリ緑斑モザイクウイルス（CGMMV）弱毒株の作出と干渉効果	試験研究 25 選	H07
腫軸切断捕捉法による有用土壌微生物の分離選抜	試験研究 25 選	H07
グリーンアスパラガス優良品種「バイトル」「マラソン」「ウェルカム」について	成果カード	H07
抑制メロンのセル育苗におけるセル容量と育苗期間について	成果カード	H07
うど早期出荷の休眠打破法について	成果カード	H07
堆肥施用を主とした場合の野菜栽培の基肥窒素減肥割合	試験研究 25 選	H08
RIPA 法（迅速免疫ろ紙検定法）によるゆうがおモザイク病の診断	試験研究 25 選	H08

成果	発表誌	発表年
やまのいもの栽培法と種芋生産法	成果カード	H08
平坦地における夏どりだいこんの栽培	成果カード	H08
属間交雑種オンシツブシスの馴化及び栽培法	成果カード	H08
ブロッコリーの県北冬どり品種と播種期	成果カード	H08
夏秋なすの耐病性優良台木「台太郎」と「カレヘン」について	成果カード	H08
苗生産の分業化に伴う野菜生産の変化	成果カード	H08
ねぎハウス栽培の品種と播種期	成果カード	H08
粉碎籾殻を用いた低コストセル苗培養土の開発	試験研究 25 選	H09
粉碎籾殻を利用したセル成形苗用培養土の育苗管理法	成果カード	H09
だいこんの高冷地初夏どり品種	成果カード	H09
粉碎籾殻を利用したセル成型苗用培養土によるにらとたまねぎの育苗管理法	成果カード	H09
夏秋なすのセル苗直接定植	成果カード	H09
クリプトモス培地によるトマトの養液栽培	試験研究 25 選	H10
肥効調節型肥料利用によるタマネギの全量基肥栽培	試験研究 25 選	H10
天敵昆虫温存によるなすの害虫防除	試験研究 25 選	H10
DNA マーカーを利用したにら交雑個体の選抜法	試験研究 25 選	H10
ねぎのハウス利用による5~7月どり栽培法	成果カード	H10
高糖度トマトの長期安定多収栽培技術確立	成果カード	H10
肥効調節型肥料利用によるたまねぎの全量基肥栽培	成果カード	H10
促成トマトの昼温管理法	成果カード	H10
施設栽培におけるトマトセル成型苗直接定植後の水分制御法	成果カード	H10
ねぎにら「なかみどり」の栽培法	成果カード	H10
しゅんぎくのセル成型苗育苗技術	成果カード	H10
やまのいもの省力機械化体系	試験研究 25 選	H11
キャベツの機械利用による省力栽培体系	試験研究 25 選	H11
促成トマトの曇雨天時の昼間暖房による品質向上	成果カード	H11
やまのいもの減肥・省力機械化植付技術	成果カード	H11
生分解性プラスチックフィルムの特性と栽培適応性	成果カード	H11
トマト栽培におけるオンシツコナジラミの要防除水準	成果カード	H11
トマト黄化えそウイルス(TSWV)の発生とアザミウマ類の保毒状況	成果カード	H11
促成トマトのロックウール耕における給液管理	成果カード	H11
キャベツの機械利用による省力栽培体系	成果カード	H11
なすのロックウール栽培における給液管理	試験研究 25 選	H12
黄色粘着紙によるオンシツコナジラミのモニタリング法	試験研究 25 選	H12
良食味かぼちゃの品種「ニューなかやま」	試験研究 25 選	H13
良食味かぼちゃの新品種「ニューなかやま」	成果カード	H13
促成なすのロックウール栽培における育苗管理	成果カード	H13
うど根株養成の作柄安定	試験研究 25 選	H14
うど根株養成の作柄安定	成果カード	H14
促成なすのロックウール栽培における安定生産技術	成果カード	H14
高冷地におけるほうれんそうの高付加価値化と葉菜類の選定	成果カード	H14
DNA マーカーによるうど系統の類縁関係の解明	成果カード	H14
うどの優良系統選抜	成果カード	H14
促成なすのロックウール栽培技術	新技術	H15
施設土壌に残存する無機態窒素の肥効	試験研究 25 選	H15
ハウス軟白ねぎの秋播き春どり栽培における抽だい抑制	試験研究 25 選	H15
9月播きハウス軟白ねぎの長日・加温処理による抽だい抑制	成果カード	H15
うどの効率的培養システムの開発	成果カード	H15

成果	発表誌	発表年
植物組織の凍結保存法の確立	成果カード	H15
施設土壌に残存する無機態窒素量に基づく減肥目安の作成	成果カード	H15
ハスモンヨトウの生物的防除	成果カード	H15
簡易パイプハウスを利用した半促成なすの仕立て法	成果カード	H16
かぼちゃ「ニューなかやま」の着果節位に及ぼす要因解明	成果カード	H16
「宮ネギ」「新里ネギ」の特性解明	成果カード	H16
ネギ抽だい抑制技術の経営評価	成果カード	H16
畦立同時溝施肥ができる乗用作業機利用によるねぎの省力技術の開発	成果カード	H16
なすの環境保全型養液栽培技術	成果カード	H17
なすの環境保全型養液栽培技術	成果カード	H17
2月どり栽培に適したレタス「トリガー」の特性	成果カード	H18
野菜の生育調節剤・除草剤の適応性	成果カード	H18
水田転作におけるうどの高畝マルチ栽培による湿害回避技術	成果カード	H19
アスパラガスの最適な生産方法	成果カード	H19
2月に収穫できるレタスの栽培法及び省力的な換気法	成果カード	H19

## 10 なし

成果	発表誌	発表年
なしの収量、品質を高める園地利用率について	試験研究 25 選	H05
なしの新品種「にっこり」の育成	試験研究 25 選	H06
なし幸水の加温ハウス栽培	成果カード	H06
なし幸水の果実肥大予測式	成果カード	H06
果樹作（なし）経営の展開条件	成果カード	H06
なし「幸水」の加温ハウス栽培	試験研究 25 選	H07
展着剤加用によるなし幸水のまだら果発生の軽減	成果カード	H07
なし「筑水」の収穫適期判定基準	成果カード	H07
なし新品種「にっこり」（仮称）の育成	成果カード	H07
カラーチャートを利用したなし「筑水」の収穫適期判定	試験研究 25 選	H08
なし花粉の発芽率の推移	成果カード	H08
なし花粉の上手な保存法	試験研究 25 選	H09
メッシュ気象図を利用したなしの開花予測	成果カード	H09
多目的防災網を利用した幸水の摘果の省力化	成果カード	H09
ハウス栽培なし「幸水」の温度管理法	成果カード	H10
なし「にっこり」の収穫適期判定基準	成果カード	H10
なし新品種「あきづき」の特性	成果カード	H10
なし「にっこり」の収穫適期判定基準	試験研究 25 選	H11
ハウス栽培なし「幸水」のまだら果防止	成果カード	H11
なし「にっこり」の栽培技術	新技術	H12
ハウス栽培なし「幸水」のまだら果防止法	試験研究 25 選	H12
なし「にっこり」の長期貯蔵法	試験研究 25 選	H13
ハウスなし「幸水」のドリップ灌水による根圏制御栽培法	成果カード	H13
なし「にっこり」の長期貯蔵法	成果カード	H13
ハウスなし「幸水」の変形果発生を軽減する温度管理法	試験研究 25 選	H15
ハウスなし「幸水」の変形果発生を軽減する温度管理	成果カード	H15
なし園におけるカブリダニ類のモニタリング手法の開発	成果カード	H15
なし「にっこり」の糖度向上技術	試験研究 25 選	H16
なし、ぶどうの盛り土式根圏制御栽培法	試験研究 25 選	H16
なし「にっこり」の糖度向上技術	成果カード	H16

成果	発表誌	発表年
なし、ぶどうの盛り土式根圏制御栽培	成果カード	H16
なし園におけるハダニ類とその在来天敵の発生消長	成果カード	H16
中晩生で良食味のなし新品種「きらり」	試験研究 25 選	H17
ナギナタガヤ、ヘアリーベッチによるなし園の省力的草生管理法	試験研究 25 選	H17
中晩生で良食味のなし新品種「きらり」	成果カード	H17
ナギナタガヤ、ヘアリーベッチによるなし園の省力的草生管理法	成果カード	H17
中晩生で良食味のなし新品種「きらり」	成果カード	H17
ナギナタガヤ、ヘアリーベッチによるなし園の省力的草生管理法	成果カード	H17
夜間散水がハウスなし「幸水」の果点間コルク発達に及ぼす影響	成果カード	H18
なしの盛土式根圏制御栽培法	新技術	H19
異常気象にも対応できる、なしの生育予測プログラムの開発	成果カード	H19
早期多収を可能にした、なし根圏制御栽培の「二年成り育成法」	成果カード	H19
安価で安定的に給水できるなし・ぶどうの底面給水法	成果カード	H19
なしの効率的防除体系モデルの実証	成果カード	H19
高品質果実の輸出に対応した鮮度保持技術の開発	成果カード	H20
なし「きらり」の栽培技術の確立	成果カード	H22
施設栽培なしの総合的害虫管理（IPM）による生産技術の確立	成果カード	H22
底面給水によるなし盛土式根圏制御栽培法	新技術	H24

## 11 ぶどう

成果	発表誌	発表年
ウイルスフリー巨峰の優良系統選抜	成果カード	H05
葉面散布剤「フルハート」によるぶどう「巨峰」の着色向上	成果カード	H05
ぶどう「甲斐路」の簡易被覆栽培	成果カード	H05
超早期加温ハウスぶどうの葉焼け防止	成果カード	H09
超早期加温ハウスぶどうの葉焼け防止	試験研究 25 選	H10
ぶどう新品種「ハニービーナス」の特性	成果カード	H10
ハウスぶどう「巨峰」のドリップ灌水による盛土式根圏制御栽培法	試験研究 25 選	H13
ぶどう「巨峰」の根圏制御栽培	新技術	H14
ハウスぶどう「巨峰」の根圏制御栽培	新技術	H15
ぶどう「ハニービーナス」の省力的な着果管理と植調剤利用法	成果カード	H16
樹齢が経過したハウスぶどう「巨峰」根圏制御栽培における養水分管理	成果カード	H19

## 12 その他の果樹

成果	発表誌	発表年
ミクロデナポンによるりんご「ふじ」の薬剤摘果	成果カード	H05
りんご新品種「きたろう」の特性	成果カード	H10
9月下旬から収穫できる黄色りんご「シナノゴールド」の特性	成果カード	H18
りんご園の新規除草剤の効果	成果カード	H18

## 13 切り花

成果	発表誌	発表年
デルフィニュームの組織培養による大量増殖	試験研究 25 選	H05
養液土耕栽培システムによるデルフィニュームの生産技術開発	試験研究 25 選	H05
カラー・チルドシアーナの養液土耕栽培	成果カード	H05
デルフィニュームの育成品種について	成果カード	H05
デルフィニュームの養液土耕栽培	成果カード	H05
トルコギキョウの養液土耕栽培	成果カード	H05

成果	発表誌	発表年
養液土耕栽培における養水分管理マニュアル	成果カード	H05
デルフィニウムの組織培養マニュアル	成果カード	H05
カラー・チルドシアーナの養液土耕栽培	試験研究 25 選	H06
カラー（湿生種）の組織培養による大量増殖	試験研究 25 選	H06
カーネーションの新品種育成	成果カード	H06
カジュアル規格スプレーギクの密植無摘心栽培における栽植法	成果カード	H06
オリエンタル系ハイブリッドユリの葉焼症の発生要因と対策	成果カード	H06
リゾクトニア菌によるリンドウ葉腐病	成果カード	H06
スプレーギクの 7-12 月出しに対応した養水分管理マニュアル	成果カード	H07
スプレーギクの簡易栄養診断	成果カード	H07
12 月出しカジュアル規格スプレーギクにおける養水分管理マニュアル	成果カード	H07
バラの簡易栄養診断技術	成果カード	H07
RQ フレックスによる花き類の簡易栄養診断	成果カード	H07
養液土耕法によるスプレーギク栽培	試験研究 25 選	H08
RQflex を用いた花き類の簡易栄養診断技術の確立	成果カード	H08
長期氷温貯蔵したオリエンタル系のハイブリッドゆりの葉焼症軽減対策	成果カード	H08
オリエンタル系ゆりの葉焼け症軽減対策	試験研究 25 選	H09
スプレーギクの作型別かん水量基準の設定	成果カード	H09
養液土耕法によるリンドウ2 年生株加温促成栽培の養水分管理	成果カード	H10
秋ギクタイプスプレーギクにおける栽培時期別施肥量及び栽植密度の設定	成果カード	H10
カーネーションの養液土耕法	試験研究 25 選	H11
キクわい化病の診断法	試験研究 25 選	H11
養液土耕法によるカーネーションの周年生産技術	成果カード	H11
夏秋ぎくタイプスプレーギクの 8~10 月出し適応品種の選定	成果カード	H11
生物検定及び遺伝子診断によるキクわい化病の検定	成果カード	H11
球根養成前歴がオリエンタル系ユリの切り花品質に及ぼす影響	成果カード	H11
スプレーカーネーションの品種育成	成果カード	H13
秋ぎくの茎曲がり発生要因の解明	成果カード	H14
DNA マーカーによるりんどう系統の類縁関係の解明	成果カード	H14
冬季スプレーギクの地温の上昇による品質への影響	成果カード	H14
きく栽培地域におけるアザミウマ類のトマト黄化えそウイルス（TSWV）保毒状況と防除	成果カード	H14
スプレーぎく及びカーネーションの養分吸収量	成果カード	H15
りんどう種類別のためのDNA マーカーの開発	成果カード	H15
スプレーギク・カーネーションの点滴かん水施肥栽培技術	新技術	H16
点滴かん水施肥栽培におけるカーネーションの養水分管理プログラム	試験研究 25 選	H16
点滴かん水施肥栽培におけるスプレーギクの養水分管理プログラム	試験研究 25 選	H16
切り花の点滴かん水施肥栽培における実用性	試験研究 25 選	H16
切り花の点滴灌水施肥栽培における土壌の水分動態と有機物施用効果	成果カード	H16
切り花の点滴灌水施肥栽培における養水分管理プログラム	成果カード	H16
肥効調節型肥料を利用したカーネーションの点滴灌水栽培における施肥管理技術の開発	成果カード	H16
切り花の点滴灌水施肥栽培における実用性の評価	成果カード	H16
トルコギキョウの冬季出荷におけるプラスチック発生要因の解明	成果カード	H19
オリエンタル系ユリの品質向上のための適正なプレルーティング処理方法	成果カード	H19
カーネーションの 2 年切り栽培法	成果カード	H19
カーネーション多年切り栽培技術の確立	成果カード	H21
りんどうの新品種の育成	成果カード	H22
きく類の冬季安定生産技術の確立	成果カード	H22
ホームユース用ばらの安定生産技術の確立	成果カード	H22

## 14 鉢物

成果	発表誌	発表年
樹液によるハイドランジアの簡易栄養診断技術	成果カード	H05
バンドの底面給水栽培による施肥管理	成果カード	H05
簡易診断によるカトレアの栄養管理	成果カード	H05
洋ランの属間雑種オンシポシスの新品種育成	成果カード	H06
シクラメンの品種比較栽培	成果カード	H06
シクラメンの底面給水栽培における緩効性粒状化成肥料の施用について	成果カード	H06
パフィオペディルムの簡易栄養診断	成果カード	H06
マット底面給水によるパフィオペディルムの省力栽培技術	成果カード	H06
ルーフ型ベンチベットによるシンビジウムの栽培技術	成果カード	H06
デルフィニューム・キャンドルシリーズの栽植密度と品質	成果カード	H06
ハイドランジアの栄養診断に基づく施肥管理	試験研究 25 選	H07
パフィオペディルムにおける株分け時のマット底面給水による養水分管理技術	成果カード	H07
シクラメン炭疽病の簡易診断技術	試験研究 25 選	H09
生育ステージ別栄養診断指標に基づくパステル系シクラメンの 5 号鉢生産	成果カード	H09
花き類の RQ フレックスを用いた簡易栄養診断法	試験研究 25 選	H10
2 月播種 5 号鉢生産におけるシクラメンの品種選定	成果カード	H11
生殖生長期におけるファレノプシスの樹液の簡易栄養診断指標	成果カード	H11
ファレノプシスの簡易栄養診断基準値	試験研究 25 選	H12
ファレノプシスにおける生殖生長期の簡易栄養診断基準値	成果カード	H12
鉢物花きにおける観賞持続性向上の施肥技術	試験研究 25 選	H13
鉢物花きにおける観賞持続性の向上	成果カード	H13
クリプトモスのルートマット化植物培地への利用	成果カード	H15
「岩の白扇」の扁平花の発生要因	成果カード	H15
クリプトモス培地を用いたルートマット化植物の栽培方法	成果カード	H16
肥効調節型肥料を用いたシクラメンのマット底面給水方法	成果カード	H16
種苗登録されたシクラメンの特性調査	成果カード	H18
シクラメンの規格品生産のための肥効調節型肥料利用による底面給水栽培	成果カード	H19
ポインセチア等鉢花の規格品生産のための肥効調節型肥料利用による底面給水栽培	成果カード	H19
鉢物花きのかん水制御技術確立	成果カード	H21

## 15 環境

成果	発表誌	発表年
光化学スモッグによる植物被害の実態と年次推移	試験研究 25 選	H05
なし園黒ボク土壌の実態	成果カード	H05
光化学スモッグによる植物被害	試験研究 25 選	H06
水田から発生するメタンの制御方法	試験研究 25 選	H08
土壌診断に用いる交換性陽イオンの簡易な浸出測定法	成果カード	H08
水田における有機物の長期連用効果	試験研究 25 選	H09
生石灰処理による豚ふんの肥料化および施肥方法	成果カード	H09
農業集落排水汚泥の肥料化技術	試験研究 25 選	H10
多湿黒ボク土水田における有機物連用効果	成果カード	H10
栃木県農耕地土壌の物理性及び化学性の変化	成果カード	H10
農耕地土壌の理化学性・15 年間の変化	試験研究 25 選	H11
流通農産物からの農薬摂取の実態	試験研究 25 選	H11
土壌診断における簡易な C E C 測定法	成果カード	H11
かんぴょうへの過剰施肥が地下水水質及び作物収量に及ぼす影響	成果カード	H11
農業集落排水汚泥の肥料化技術	成果カード	H11

成果	発表誌	発表年
ゆうがおへの多量施肥が収量および浸透水に及ぼす影響	試験研究 25 選	H12
農業集落排水汚泥のリサイクル	試験研究 25 選	H13
緑色菌溶解セリシンの制菌効果	成果カード	H13
農業集落排水汚泥から製造した肥料の肥効	成果カード	H13
県内畑地での下水汚泥肥料の利用法	試験研究 25 選	H14
畑土壌の種類が農薬の浸透速度に及ぼす影響	試験研究 25 選	H14
うどの効率的培養システムの開発	成果カード	H14
黒ボク土畑における石灰で処理した下水汚泥肥料の連用可能年数	成果カード	H14
畑土壌の種類が農薬の鉛直浸透に及ぼす影響	成果カード	H14
家畜ふんの肥料化方法の開発	成果カード	H15
クリプトモス養液栽培培地の太陽熱消毒	成果カード	H15
残留農薬の迅速な一斉分析法	成果カード	H15
県内農耕地土壌の微量要素含量の実態	成果カード	H15
水田土壌の浸透過程における浄化能	成果カード	H15
水田の水質浄化機能の実態	成果カード	H15
家畜糞堆肥中の重金属等の含有量	成果カード	H15
土壌を用いた農業施設排水の浄化装置の開発	成果カード	H15
イムノアッセイ（免疫測定法）による残留農薬の簡易分析	試験研究 25 選	H16
イムノアッセイによる残留農薬の簡易分析	成果カード	H16
水田の持つ水質浄化機能の実態調査	成果カード	H16
家畜ふんの肥料化技術	成果カード	H17
作物残渣の炭化処理による性状・養分含有率の変化	成果カード	H17
農薬取締法改正の経過措置に伴う登録拡大のためのデータ収集	成果カード	H17
家畜ふんの肥料化技術	成果カード	H17
作物残渣の炭化処理による性状・養分含有率の変化	成果カード	H17
農薬取締法改正の経過措置に伴う登録拡大のためのデータ収集	成果カード	H17
有機物の長期連用効果	成果カード	H18
牛ふん堆肥の肥効と連年施用の土壌への効果	成果カード	H18
豚ふんと化学肥料から製造した成分調整肥料の畑作物に対する肥効	成果カード	H18
イムノアッセイ法による残留農薬測定法	成果カード	H18
畑地土壌の環境容量の評価	成果カード	H18
水田土壌の潜在的脱窒能力	成果カード	H18
水質汚濁地域での水田による水質浄化能力の評価	成果カード	H18
地域特産農産物の農薬登録拡大のためのデータ収集	成果カード	H19
生物的防除技術の開発	成果カード	H20
作物残さ利用技術の確立	成果カード	H20
農耕地土壌の土壌保全対策技術の確立	成果カード	H22
水田の水質浄化能力の解明	成果カード	H22

## 16 経営

成果	発表誌	発表年
いちごの収穫・調整方法と作業能率（企画経営部）	試験研究 25 選	H05
地域営農集団の育成と安定化のためのマニュアル策定	成果カード	H05
鉢物経営における生産・労務管理手法	成果カード	H06
大規模主製作経営の成立条件	成果カード	H06
果樹作（なし）経営の展開条件	試験研究 25 選	H07
中山間地域の農業再編と地域活性化の仕組み	成果カード	H07
土地利用型営農集団の現状と課題	成果カード	H07

成果	発表誌	発表年
中山間地域の農業再編と地域活性化のしくみ	試験研究 25 選	H08
経営体育成のための作業・労務管理マニュアル	試験研究 25 選	H09
共同乾燥調整施設の利用実態と今後の方向	成果カード	H10
汎用管理機を利用した水稻湛水直播の経営評価	成果カード	H10
簡易な農業経営改善シミュレーションプログラムの開発	成果カード	H11
田畑地帯における新畑作技術体系の経営的評価	成果カード	H11
有機農産物等生産者の実態と課題	成果カード	H11
Windows 対応の農業経営設計システムの開発	成果カード	H11
パソコンを使った農業経営設計システム	試験研究 25 選	H12
低農薬・低化学肥料稲作技術の経営的特徴	成果カード	H13
集落営農推進マニュアルの作成	成果カード	H13
大規模主穀作経営における大豆生産の実態解明	成果カード	H14
化学肥料・農薬低減技術の経営的評価	成果カード	H14
雇用型家族農業経営の特徴と支援方策	成果カード	H15
直販導入マニュアルの策定	成果カード	H15
いちごの市場動向	成果カード	H15
価格低迷に対応するトマトの戦略的経営モデルの策定	成果カード	H15
米価低迷に対応する中規模主穀作経営の戦略的経営モデル	成果カード	H16
いちご収穫・選果・調製システムの経営的評価	成果カード	H17
いちご経営における雇用労働力の導入条件	成果カード	H18
にら経営における結束機導入効果と効率的な営農体系	成果カード	H18
水田農業担い手の分類と現地調査	成果カード	H21
主要経営類型の法人化基準の解明	成果カード	H21

## 17 養蚕

成果	発表誌	発表年
養蚕現場における核多角体病の汚染防止技術	試験研究 25 選	H12
組織培養による桑の増殖技術と培養苗の生育特性	成果カード	H13
ネットロウシルクの加工法と特性	成果カード	H13
桑の発芽予測および初・晩秋蚕期の枝条長	成果カード	H13
環境に優しい桑園の雑草抑制技術	試験研究 25 選	H14
蚕核多角体病汚染場所の簡易特定法	試験研究 25 選	H14
蚕核多角体病汚染場所の簡易特定法	成果カード	H14
環境にやさしい桑園の雑草抑制技術	成果カード	H14
ブランド繭品種の選定	試験研究 25 選	H15
緑繭による紫外線遮蔽効果	試験研究 25 選	H15
ブランド繭蚕品種の選定	成果カード	H15
紫外線照射による絹繊維の特異性	成果カード	H15
桑の果樹としての利用に向けた品種選抜	成果カード	H15
昆虫糸状菌による生物防除素材としての有用性	成果カード	H15
ネットロウシルクのニット・レース、紬織物への利用	成果カード	H15
多回育養蚕に対応した桑の省力収穫法	成果カード	H15

## 18 基礎

成果	発表誌	発表年
肱軸切断挿木法を用いた細菌の分類法及びその細菌の植物組織内定着法	成果カード	H08
シロイヌナズナのリン酸吸収に関する遺伝子の検索	成果カード	H15

## 第2節 試験研究成果の発表等

研究報告、各学会誌及びその他の学術雑誌、学会講演要旨、学位論文並びにその他重要な会議資料等への掲載業績は次のとおりである。

## 1 良質米新品種の作出

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
栃木県における米の食味評価・選抜	佐藤恭子・伊藤浩・大久保堯司・大谷和彦・小島隆	栃木農試研報 43, 9-18, 1995
水稻新品種「晴れすがた」の育成	大谷和彦・小島陸・佐藤恭子・大久保堯司・伊藤浩・五月女敏範・古田土通・藤井敏男・栃木喜八郎・小林俊一	栃木農試研報 44, 1-14, 1996
RAPD 分析による栃木県水稻優良品種の品種識別	小林俊一・吉田智彦	日作紀 74(2), 207-211, 2005
水稻新品種「なすひかり」の育成	伊澤由行・湯澤正明・藤井真弓・五月女恭子・大谷和彦・小林俊一・大久保堯司・小島隆・山口正篤・伊藤浩・倉井耕一・出口美里・栃木喜八郎・五月女敏範・池田二郎	栃木農試研報 55, 1-14, 2006
水稻新品種「とちぎの星」の育成	山崎周一郎・湯澤正明・永島宏慧・青沼伸一・三好真弓・篠崎敦・伊澤由行・山口正篤	栃木農試研報 68, 1-13, 2012
ポストラベル法を用いた栃木県水稻奨励品種を識別する SSR マーカーセットの開発	癸生川真也・中澤佳子・天谷正行・生井潔	栃木農試研報 71, 55-61, 2013

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
水稻新品種「晴れすがた」の育成	大谷和彦	栃木農試成果集 15, 1-2, 1996
陸稲「ゆめのはたもち」の奨励品種採用	佐藤恭子・大谷和彦・小島隆・大久保堯司	栃木農試成果集 16, 3-4, 1997
水稻「晴れすがた」の養分吸収特性	柴田和幸・薄井雅夫	栃木農試成果集 17, 7-8, 1998
水稻新奨励品種「あさひの夢」の特性	伊澤由行・池田二郎・倉井耕一・小林俊一・出口美里	栃木農試成果集 19, 1-2, 2000
水稻新奨励品種「あさひの夢」の栽培法	山口正篤・伊澤由行・池田二郎	栃木農試成果集 20, 1-2, 2001,
水稻育種における系統選抜への食味計の利用	山口正篤・伊澤由行・正部家二郎	栃木農試成果集 21, 1-2, 2002
新品種「栃木7号」の品種特性と栽培法	伊澤由行・山口正篤・池田二郎	日本作物学会関東支部会報 19, 30-31, 2004
水稻新品種「なすひかり」の育成	伊澤由行	栃木農試成果集 23, 1-2, 2005
ひとめばれに替わる水稻新品種「なすひかり」の栽培法	伊澤由行	栃木農試成果集 23, 3-4, 2005
水稻新品種「とちぎ酒14」の育成	伊澤由行	栃木農試成果集 24, 1-2, 2006
栃木県育成水稻品種の家系分析	飯田貴子・大谷和彦	日本作物学会関東支部会報 23, 54-55, 2008
多収稲の品種選定	飯田貴子	栃木農試成果集 30, 3-4, 2012
高温登熟性に優れ縞葉枯病に強い水稻「とちぎの星」の育成	山崎周一郎	栃木農試成果集 30, 7-8, 2012
本県育成水稻品種識別技術の開発	癸生川真也、中澤佳子、天谷正行、生井潔	栃木農試成果集 31, 61-62, 2013

## 2 水稻安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
緩効性肥料を利用した水稻の全量基肥栽培法	手塚俊介	栃木農試研報 42, 9-24, 1994
液肥灌注による水稻育苗の省力化	福島敏和・山口正篤・星 一好	農及園 71(3), 383-389, 1996
水稻育苗箱の軽量化	大谷和彦・菊池清人	栃木農試研報 48, 13-20, 1999
水稻「コシヒカリ」におがくず牛糞堆肥を施用した場合の収量・品質・土壌へ及ぼす影響	青沼伸一・小林靖夫	農及園 84(12), 1273-1280, 2007
栃木県水稻の品質変動要因と地域間差異—数10年の現	大谷和彦・吉田智彦	日作紀 77(2), 133-141, 2008

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
地試験データを用いた検討 送風時期が水稻「白未熟粒」発生に及ぼす影響	大谷和彦・吉田智彦	日作紀 77(4), 434-442, 2008
全量基肥施肥と疎植を組み合わせた水稻「なすひかり」 の高品質安定栽培	五月女恭子・青沼伸一・大谷和彦・飯田貴子・ 高齋光延・塚原俊明	栃木農試研報 66, 1-9, 2011
黒ボク土水田に連用する有機物の違いが水稻の窒素吸 収パターンと収量構成要素に違いをもたらす	吉澤比英子・高沢由美・常見謙史・大島正徳	栃木農試研報 66, 27-35, 2011

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
コシヒカリの穂肥時期の形態による倒伏予測	福島敏和・山口正篤・青木岳央	栃木農試成果集 12, 23-24, 1993
水稻の晩植栽培における移植苗の適葉齢	山口正篤・福島敏和・小林俊一	栃木農試成果集 12, 25-26, 1993
水稻品種「キヌヒカリ」の晩植における栽培法	小林俊一・福島敏和・山口正篤	栃木農試成果集 12, 27-28, 1993
「一発穂肥」による水稻の省力追肥法	手塚俊介・山口正篤	栃木農試成果集 12, 29-30, 1993
アドマイヤー箱粒剤による水田初中期病害中の一発防除技 術	渡辺守・斉藤浩一	栃木農試成果集 12, 31-32, 1993
水稻の幼穂分化期の判定による出穂期予測	山口正篤・福島敏和・小林俊一	栃木農試成果集 12, 83-84, 1993
県内主要地点の水稻の出穂予測法	山口正篤・小林俊一・福島敏和	栃木農試成果集 12, 85-86, 1993
冷害による障害型不稔の早期把握法	星 一好・山口正篤・福島敏和	日本作物学会関東支部会報 9, 5-6, 1994
水稻「コシヒカリ」の生育に応じた追肥法と食味向上に関す る研究	山口正篤・小林俊一・手塚俊介・福島敏和	日本作物学会関東支部会報 9, 7-8, 1994
水稻の作期拡大のために移植時期を遅らせた場合の収量 水準維持技術	福島敏和・山口正篤・小林俊一・星 一好	栃木農試成果集 13, 17-18, 1994
水稻の品種及び栽培様式の組み合わせによる収穫期間の 拡大	山口正篤・福島敏和・星 一好・小林俊一	栃木農試成果集 13, 23-24, 1994
省力化技術・作期拡大技術の導入による稲・麦・大豆の 合理的輪作体系(2年3作)の実証	山口正篤・湯沢正明・小林俊一	栃木農試成果集 13, 25-26, 1994
コシヒカリの散播湛水直播栽培法	星 一好・山口正篤・福島敏和	栃木農試成果集 13, 27-28, 1994
被覆肥料を用いた水稻コシヒカリの全量基肥施肥法	手塚俊介・菊池清人	栃木農試成果集 13, 29-30, 1994
水稻稚苗移植栽培における機械移植精度の向上および基 肥窒素の適正量	福島敏和・山口正篤・小林俊一・星一好	栃木農試成果集 13, 53-54, 1994
多湿黒ボク土におけるコシヒカリの診断指標と追肥による 玄米中窒素濃度の変化	山口正篤・福島敏和・手塚俊介	栃木農試成果集 13, 57-58, 1994
水稻の間断灌水の開始時期と補肥時期が生育・収量に及 ぼす影響	福島敏和・山口正篤・小林俊一・星一好	栃木農試成果集 13, 59-60, 1994
施肥法と玄米中窒素濃度との関係および緩効性窒素入り 一発補肥の特徴	山口正篤・福島敏和・手塚俊介	栃木農試成果集 13, 61-62, 1994
液肥灌注による水稻育苗の省力化	福島敏和・山口正篤・星 一好	日本作物学会関東支部会報 10, 69-70, 1995
乗用汎用管理機の利用による水稻湛水直播栽培体系の確 立(第1報)	星 一好・福島敏和・山口正篤	日本作物学会関東支部会報 10, 71-72, 1995
水稻「コシヒカリ」の生育量に応じた追肥法と食味向上に 関する研究(第3報)	手塚俊介・山口正篤・福島敏和	日本作物学会関東支部会報 10, 73-74, 1995
栃木県における米の食味評価・選抜	佐藤恭子・伊藤浩・大久保亮司・大谷和彦・ 小島 隆	栃木農試成果集 14, 1-2, 1995
多湿黒ボク土における有効な水稻倒伏軽減剤	福島敏和・小林俊一・山口正篤・星 一好	栃木農試成果集 14, 23-24, 1995
玄米中および白米中成分に及ぼす土壌肥料的要因	手塚俊介・山口正篤	栃木農試成果集 14, 27-28, 1995
液肥灌注における水稻育苗の省力化	福島敏和・山口正篤・星一好・小林俊一	栃木農試成果集 14, 61-62, 1995
水稻品種「ひとめぼれ」安定生産のための生育診断指標の 策定	星 一好・小林俊一・山口正篤・福島敏和	栃木農試成果集 14, 63-64, 1995
育苗マットを使わない水稻稚苗の作り方	山口正篤	栃木農試成果集 14, 73-74, 1995
一発穂肥の施用量と玄米中窒素濃度との関係	手塚俊介・山口正篤	栃木農試成果集 14, 69-70, 1995
水稻普通期栽培における乳苗移植・湛水直播の作期晩限	福島敏和・山口正篤・星 一好	日本作物学会関東支部会報 11, 20-21, 1996

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
水稲普通期栽培における稚苗移植・湛水直播の作期晩限 汎用管理機を利用した湛水直播栽培	福島敏和・山口正篤・星 一好 星 一好・福島敏和・山口正篤	栃木農試成果集 15, 69-70, 1996 栃木農試成果集 15, 71-72, 1996
水稲の普通移植栽培における全量基肥栽培	手塚俊介	栃木農試成果集 15, 73-74, 1996
水稲の栽植密度、植付本数と収量構成要素、玄米品質との関係	福島敏和・山口正篤・薄井雅夫・松永純子	日本作物学会関東支部会報 12, 38-39, 1997
酒米「五百万石」の安定栽培法と心白の発現条件	松永純子・福島敏和・山口正篤・薄井雅夫	日本作物学会関東支部会報 12, 40-41, 1997
酸アミド系除草剤の水稲に対する葉害と土壌の種類との関係第1 報土壌の種類と葉害発生程度	山口正篤・福島敏和	雑草研究 42(別), 46-47, 1997
酸アミド系除草剤の水稲に対する葉害と土壌の種類との関係第2 移植条件・処理条件と葉害発生程度	山口正篤・福島敏和	雑草研究 42(別), 48-49, 1997
酒米「五百万石」の安定栽培法と心白の発現条件	松永純子・福島敏和・山口正篤・薄井雅夫・星 一好	栃木農試成果集 16, 21-22, 1997
水稲の基肥・栽植様式と収量・食味との関係	福島敏和・山口正篤・星一好・薄井雅夫・松永純子	栃木農試成果集 16, 23-24, 1997
酸アミド系除草剤の水稲に対する葉害と土壌との関係	福島敏和・山口正篤	栃木農試成果集 16, 37-38, 1997
水稲乳苗の効率的育苗法およびその対応技術	福島敏和・山口正篤・星 一好	栃木農試成果集 16, 39-40, 1997
水稲乳苗の疎植栽培法	福島敏和・星 一好・薄井雅夫・松永純子	栃木農試成果集 16, 41-42, 1997
栃木県における水稲湛水直播に関する研究	薄井雅夫・山口正篤・佐藤圭一・松永純子	日本作物学会関東支部会報 13, 28-29, 1998
水稲品種「晴れすがた」の普通植における施肥法および生育診断指標値	薄井雅夫・星 一好・福島敏和・山口正篤・松永純子	栃木農試成果集 17, 1-2, 1998
米の食味成分分析機器の特徴	福島敏和	栃木農試成果集 17, 15-16, 1998
側条施肥田植機を利用した水稲コシヒカリの湛水直播（作溝条播）栽培法	薄井雅夫・山口正篤・星 一好・福島敏和・松永純子	栃木農試成果集 17, 41-42, 1998
肥効調節型肥料を利用した水稲湛水直播の全量基肥栽培	森 聖二・手塚俊介	栃木農試成果集 17, 43-44, 1998
全量基肥施用による早植コシヒカリの安定栽培技術	柴田和幸	栃木農試成果集 17, 61-62, 1998
水稲マット苗の軽量化	大谷和彦	日本作物学会関東支部会報 14, 40-41, 1999
水稲総収数の簡易推定法	山口正篤・星一好	栃木農試成果集 18, 15-16, 1999
メッシュ気象情報を利用した水稲の出穂期予測システム	山口正篤	栃木農試成果集 18, 17-18, 1999
グリホサートの秋冬処理による畦畔雑草管理	松永純子・山口正篤	栃木農試成果集 18, 19-20, 1999
水稲倒伏軽減剤「テソロ顆粒水溶剤」の利用法	松永純子・福島敏和	栃木農試成果集 18, 21-22, 1999
米の粒度および調節節目が食味・品質に及ぼす影響	福島敏和	栃木農試成果集 18, 23-24, 1999
落水時期および収穫時期が米の食味・品質に及ぼす影響	福島敏和	栃木農試成果集 18, 25-26, 1999
高精度水稲湛水直播機によるコシヒカリの土中条播栽培法	薄井雅夫・山口正篤・福島敏和・佐藤圭一・松永純子	栃木農試成果集 18, 45-46, 1999
水稲湛水直播栽培に適した水管理と除草体系	薄井雅夫・山口正篤・福島敏和・佐藤圭一・松永純子	栃木農試成果集 18, 47-48, 1999
黒ボク土水田のコシヒカリに対する全量育苗箱施肥法	亀和田國彦	栃木農試成果集 18, 49-50, 1999
水稲全量基肥栽培におけるの肥効調節型肥料の溶出特性	柴田和幸	栃木農試成果集 18, 51-52, 1999
水稲育苗箱の軽量化	大谷和彦・菊池清人	栃木農試成果集 18, 53-54, 1999
新育苗箱を用いた水稲育苗の軽労化	大谷和彦・菊池清人・山口正篤	日本作物学会関東支部会報 15, 14-15, 2000
水稲倒伏軽減剤「ビビフル粉剤(DL)」の利用法	松永純子	栃木農試成果集 19, 35-36, 2000
栃木県における水稲食味の実態調査と食味改善のための肥培管理法	大谷和彦	日本作物学会関東支部会報 16, 10-13, 2001
水稲のピニールプール育苗法	青木純子	栃木農試成果集 20, 17-18, 2001
水稲品質食味の実態調査と改善方法	大谷和彦・福島敏和	栃木農試成果集 20, 29-30, 2001
水稲食味向上のための肥培管理技術	大谷和彦・福島敏和	栃木農試成果集 20, 31-32, 2001
早植えコシヒカリの全量基肥栽培における肥効調節型肥料の地域別配合割合	鈴木 聡	栃木農試成果集 20, 33-34, 2001
早植えコシヒカリにおける窒素吸収量と総もみ数との関係	鈴木 聡	栃木農試成果集 20, 35-36, 2001
平成13年 コシヒカリにおける乳白粒の発生要因	大谷和彦・薄井雅夫・青木純子	日本作物学会関東支部会報 17,

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
水稲全量基肥栽培における生育診断技術の確立	森 聖二	26-27, 2002 栃木農試成果集 21, 17-18, 2002
水稲の側条・全量基肥施肥法	森 聖二	栃木農試成果集 21, 19-20, 2002
平成14年度に採用された水稲用除草剤の特徴	青木純子	栃木農試成果集 21, 39-40, 2002
栃木県における白未熟粒の発生要因	大谷和彦・青木純子・高齋光延・山口正篤	日本作物学会関東支部会報 18, 58-59, 2003
栃木県産米の食味変動要因と肥培管理による改善法	大谷和彦・薄井雅夫・青木純子・山口正篤・福島敏和・佐藤圭一・星一好	栃木農試研報 52, 1-18,
水稲コシヒカリの全量基肥栽培における生育特性の解明	森 聖二	栃木農試研報 52, 19-30, 2003
気象データからの水稲白未熟粒の予測	大谷和彦	栃木農試成果集 22, 21-22, 2003
水稲胴割粒発生の予測	大谷和彦	栃木農試成果集 22, 23-24, 2003
水稲のコードでんぶん反応を利用した追肥診断法	青木純子	栃木農試成果集 22, 35-36, 2003
平成15年度に採用された水稲用除草剤の特徴	青木純子	栃木農試成果集 22, 37-38, 2003
湛水直播栽培における水稲品種「ゆめひたち」の栽培法	薄井雅夫	栃木農試成果集 22, 39-40, 2003
コシヒカリの湛水条播栽培における苗立ち不足時の初期追肥による増収効果	薄井雅夫	栃木農試成果集 22, 41-42, 2003
水稲白未熟粒発生に及ぼす風の影響	大谷和彦・藤井真弓・青木純子・高齋光延	日本作物学会関東支部会報 19, 48-49, 2004
水稲「あさひの夢」の肥効調節型肥料を用いた全量基肥栽培法	大谷和彦	栃木農試成果集 24, 13-14, 2006
酒造好適米品種「とちぎ酒14」の栽培法	藤井真弓	栃木農試成果集 25, 1-2, 2007
水稲へのオガクズ牛ふん堆肥安定施用法	青沼伸一・小林靖夫	栃木農試成果集 25, 27-28, 2007
水稲「なすひかり」の減肥、常時湛水による良食味米栽培法	高齋光延	栃木農試成果集 25, 41-42, 2007
水稲の白未熟粒発生に及ぼす温風の影響	大谷和彦	栃木農試成果集 25, 43-44, 2007
軽量育苗箱及び専用の軽量培土による水稲軽量育苗法の開発	高齋光延	栃木農試成果集 27, 6-7, 2009
水稲「なすひかり」、「コシヒカリ」の全量施肥による疎植栽培法	五月女恭子・青沼伸一	栃木農試成果集 28, 21-22, 2010
グラウンドカバープランツを利用した省力的な水田畦畔管理技術	五月女恭子・青沼伸一	栃木農試成果集 28, 23-24, 2010
牛ふん堆肥を利用した水稲の高品質安定栽培技術の確立	青木敦隆・小林靖夫・五月女恭子・青沼伸一	栃木農試成果集 28, 35-36, 2010
水稲栽培におけるメタン発酵消化液の有効的な基肥施用法	上岡啓之	栃木農試成果集 28, 39-40, 2010
牛ふん堆肥の水稲基肥としての利用	宮崎成生・青木敦隆	土肥学会要旨集 57, 132, 2011
黒ボク土水田におけるリン酸減肥試験	吉澤比英子・宮崎成生	土肥学会要旨集 57, 139, 2011
食味計を用いた高水分粒のタンパク質含有率の推定	塚原俊明・大谷和彦・高齋光延	栃木農試成果集 30, 1-2, 2012
生体情報を用いた総粒数、タンパク質含有率の推測となすひかりのタンパク質含有率推定式の構築	塚原俊明・大谷和彦・高齋光延	栃木農試成果集 30, 55-56, 2012
水稲栽培における米ぬかの連用が水稲の生育および土壌の化学性に及ぼす影響、	上岡啓之	土肥学会要旨集 59, 270, 2013
牛ふん堆肥の水稲基肥としての利用	宮崎成生	栃木農試成果集 31, 29-30, 2013
米ぬか施用を主体とした水稲有機栽培	上岡啓之	栃木農試成果集 31, 31-32, 2013
水稲有機栽培における移植前長期湛水の効果	上岡啓之・飯田貴子・糸川晃伸	栃木農試成果集 31: 73-74 2013
水稲有機栽培におけるアミドロ・ウキキサの発生と雑草抑制効果	上岡啓之・飯田貴子・糸川晃伸	栃木農試成果集 31, 75-76, 2013
米ぬかの土壌表面施用時期が一年生雑草の発生量に及ぼす影響と土壌表層部の変化	上岡啓之・糸川晃伸	土肥学会講要集 59, 125, 2013
水稲新品種「とちぎの星」の施肥法	永島宏慧・青沼伸一・寺村好司	栃木農試成果集 32, 1-2, 2014
水稲有機栽培における土壌管理技術および雑草管理技術の科学的解明	上岡啓之・飯田貴子・糸川晃伸	栃木農試成果集 32, 21-22, 2014

## 3 麦類の新品種作出

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
二条大麦新品種「ヤチホゴールド」の育成	宮川三郎・佐々木昭博・早乙女和彦・福田瑛・加藤常夫・神永明・五月女敏範・大塚勝・桐生光広・伊藤浩・吉田久・田谷省三・天谷正行・小林俊一・瀬古秀文・藤井敏男・小松田美津留・氏原和人・関口忠男・倉井耕一	栃木県農試研報 40, 109-128, 1993
エステラーゼアイソザイム同位酵素遺伝子型を標識としたオオムギ縞萎縮病抵抗性の選抜ならびに抵抗性遺伝子の集積	五月女敏範・早乙女和彦・河田尚之・福田 暎・宮川三郎	栃木農試研報 43, 95-106, 1995
二条大麦新品種「タカホゴールド」の育成	河田尚之・石川直幸・福田 暎・早乙女和彦・加藤常夫・五月女敏範・大塚 勝・徳江紀子・宮川三郎・神永 明・佐々木昭博・桐生光広・伊藤浩・吉田 久・田谷省三・天谷正行・小林俊一・瀬古秀文・藤井敏男・小松田美津留・氏原和人・関口忠男・倉井耕一	栃木農試研報 43, 107-126, 1995
オオムギにおけるβ-グルカン及びβ-グルカナーゼの環境変動と選抜効率	加藤常夫・石川直幸・大塚勝・徳江紀子	栃木農試研報 43, 127-138, 1995
オオムギにおけるβ-グルカン含有率及びβ-グルカナーゼ活性の遺伝変異と麦芽品質との関係	加藤常夫・佐々木昭博・武田元吉	育種学雑誌 45(4), 471-477, 1995
醸造用低タンパク質二条大麦中間母本「大系HC-15」二条大麦中間母本農1号の育成	石川直幸・大塚勝・徳江紀子・小玉雅晴・加藤常夫・神永明・佐々木昭博・桐生光広・田谷省三・伊藤浩・天谷正行・早乙女和彦・小松田美津留・氏原和人・関口忠男	栃木農試研報 44, 67-82, 1996
一代雑種利用によるビール大麦の高品質,多収化の可能性	早乙女和彦・天谷正行・伊藤 浩・吉田 久	栃木農試研報 44, 83-90, 1996
オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 ym3 を持つ極高品質,多収ビール大麦系統「関東二条29号」	五月女敏範・早乙女和彦・河田尚之・福田 暎・石川直幸・宮川三郎・加藤常夫・神永 明・佐々木昭 博・大塚 勝・吉田久・桐生光広・伊藤浩・小林俊一・徳江紀子・天谷正行・瀬古秀文・藤井敏男・田谷省三・小玉雅晴	栃木農試研報 44, 91-108, 1996
オオムギのECL法及びDIG法を用いたRFLPの検出	五月女敏範・小山内英一・長村吉晃	栃木農試研報 46, 49-56, 1997
高品質ビール大麦育成のためのβ-グルカン簡易測定法(Congo Red法)の改良	石川直幸・大塚勝・小玉雅晴・加島典子	栃木農試研報 47, 57-64, 1998
オオムギ縞萎縮病抵抗性準同質遺伝子系統の作出と病原ウイルス系統に対する反応	河田尚之・五月女敏範	栃木農試研報 47, 65-77, 1998
ビール大麦の原麦ジアスターゼ力と他形質との関係	加島典子・石川直幸・大塚勝・小玉雅晴・谷口義則・河田尚之・五月女敏規	栃木農試研報 48, 47-52, 1998
近赤外分析法によるビール大麦タンパク質含有率の簡易測定法	大塚勝・石川直幸・小玉雅晴・加島典子・河田尚之・五月女敏規	栃木農試研報 48, 53-58, 1998
ビール大麦アラビノキシランの簡易分析法の検討と麦芽品質との関係	小玉雅晴・石川直幸・大塚勝・加島典子	栃木農試研報 48, 59-64, 1998
二条大麦新品種「スカイゴールド」の育成(二条大麦農林20号)	谷口義則・小田俊介・常見謙史・大塚勝・関和孝博・糸川晃伸・山口昌宏・五月女敏範・福田暎・早乙女和彦・河田尚之・石川直幸・加藤常夫・加島典子・宮川三郎・神永明・小玉雅晴・佐々木昭博・仲田聡・徳江紀子・桐生光広・野沢清一・佐藤圭一・伊藤浩	栃木農試研報 50, 1-18, 2001
二条大麦「スカイゴールド」の溶け特性	関和孝博・大塚 勝・常見謙史・加島典子・小田俊介	栃木農試研報 50, 19-25, 2001
原麦全β-アミラーゼ活性による高ジアスターゼ力系統選抜方法の開発	関和孝博・渡邊修孝・小田俊介・加藤常夫・長嶺敬	栃木農試研報 53, 17-26, 2005
ビール大麦の高品質化育種-蛋白質分解制御と品質中間母本系統-	長嶺 敬・関和孝博・山口美恵子・加藤常夫	農と園 80(5), 546-552, 2005
RAPD分析による栃木県を中心とした関東周辺地域のムギ類優良品種識別	小林俊一・吉田智彦	日作紀 75(2), 165-174, 2006

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
コムギおよびオオムギにおける家系図から計算した近縁係数と分子マーカーから推定した遺伝的距離との関係	小林俊一・吉田智彦	日作紀 75(2), 175-181, 2006
二条大麦新品種「サチホゴールド」の育成(二条大麦農林 22号)	加藤常夫・長嶺 敬・糸川晃伸・山口恵美子・大野かおり・渡辺浩久・大関美香・関和孝博・渡邊修孝・谷口義則・山口昌宏・大塚勝・小田俊介・常見謙史・五月女敏範・加島典子・仲田聡・河田尚之・石川直幸・小玉雅晴・野沢清一・福田暎・佐藤圭一・早乙女和彦・徳江紀子・宮川三郎・神永明	栃木農試研報 58, 59-77, 2007
極低ポリフェノールビール大麦育成系統の品質および農業特性	長嶺敬・山口恵美子・大関美香・関和孝博・渡邊修孝・渡辺浩久・大野かおり・糸川晃伸・望月哲也・河田尚之・加藤常夫	栃木農試研報 58, 79-86, 2007
我が国のビール大麦品種におけるリポキシゲナーゼ活性の変異と新たな活性欠失突然変異系統の作出	大関美香・長嶺敬・池田達哉・鈴木保宏・関和孝博・山口恵美子・加藤常夫	育種学研究 9, 55-61, 2007
ビール大麦の主要形質DNAマーカーの開発・評価と育種利用上の問題点	長嶺 敬・天谷正行・池田達哉・大関美香・春山直人・加藤常夫・五月女敏範	栃木農試研報 59, 45-54, 2008
ビール大麦の耐湿性評価法及び育種素材	加藤常夫・渡邊浩久・長嶺敬	栃木農試研報 59, 55-60, 2008
エステラーゼアイソザイムを利用したオオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子の集積法	五月女敏範・河田尚之・吉田智彦	日作紀 77 (2), 174-182, 2008
大麦の種子・麦芽の機能性成分含量の品種間差異と精麦による変化	長嶺 敬・加藤常夫・五月女敏範・金子成延・野方洋一	栃木農試研報 63, 69-75, 2009
Molecular phylogenetic analysis of Barley yellow mosaic virus	NISHIGAWA H., HAGIWARA T., YUMOTO M., SOTOME T., KATO T. and NATSUAKI T.	Archives of Virology 153, 1783-1786, 2008
Recent advances and problems in malting barley breeding in Japan	NAGAMINE Takashi and KATO Tsuneo	JARQ 42(4), 237-243, 2008
Relationship Between Quality Parameters and SKCS Hardness Index in Malting Barley.	NAGAMINE Takashi, SEKIWA Takahiro, YAMAGUCHI Emiko, OZEKI Mika and KATO Tsuneo	JOURNAL OF THE INSTITUTE OF BREWING 115, 292-295, 2009
栃木県育成ビール醸造用二条オオムギ品種の家系分析.	五月女敏範・大関美香・小林俊一・吉田智彦	日作紀 78(3), 344-355, 2009
我が国で育成された醸造用二条オオムギ品種・系統の家系分析	小林俊一・五月女敏範・大関美香	日作紀 79 (1), 37-43, 2010
日本のオオムギ品種におけるうどんこ病抵抗性遺伝子座 Mla 及び Mlo の多型解析	春山直人・大関美香・五月女敏範・沖山毅・渡邊浩久・高山敏之・山口昌宏・長嶺敬・河田尚之	近中四農研センター研報 9, 15-26, 2010
プロアントシアニジンフリー遺伝子 <i>ant28</i> の選抜に有効な DNA マーカーの開発	春山直人・大関美香・五月女敏範・高山敏之・渡邊浩久・沖山毅	栃木農試研報 66, 37-42, 2011
二条大麦新品種「とちのいぶき」の育成	高山敏之・五月女敏範・大関美香・春山直人・山口昌宏・沖山毅・長嶺敬・加藤常夫・渡邊浩久・大野かおり・糸川晃伸・鈴木恵美子・関和孝博・渡邊修孝・谷口義則・大塚勝・小田俊介・常見謙史・加島典子・仲田聡・河田尚之・石川直幸・小玉雅晴・野沢清一・福田暎・佐藤圭一・早乙女和彦・徳江紀子	栃木農試研報 66, 53-66, 2011
ビール大麦における低砕粒率系統育成のための選抜技術の開発と、ホールドインドリン遺伝子型の効果	沖山 毅・山口昌宏・五月女敏範・長嶺 敬・河田尚之・高山敏之	日作紀 81 (3), 292-298, 2012
ビール大麦(二条大麦)「アスカゴールド」の育成	大関美香・五月女敏範・加藤常夫・渡邊浩久・糸川晃伸・長嶺敬・春山直人・関和孝博・山口昌宏・鈴木恵美子・大野かおり・沖山毅・高山敏之・渡邊修孝・谷口義則・大塚勝・小田俊介・常見謙史・飯田貴子・鈴木康夫・薄井雅夫	栃木農試研報 71, 1-25, 2013

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
大麦遺伝資源の $\beta$ -グルカン含量及び $\beta$ -グルカナーゼ活性の変異性と麦芽品質との関係	加藤常夫・武田元吉・佐々木昭博・桐生光広・神永明	育種学雑誌 43(別 1), 248, 1993

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ビールオオムギ品質検定における浸麦度及び発芽日数と溶けとの関係	佐々木昭博・神永 明・加藤常夫・大塚 勝	育種学雑誌 43(別2), 152, 1993
ビール大麦新品種「ヤチホゴールド」	宮川三郎	農業技術 48(5), 224, 1993
ビール麦新品種「ヤチホゴールド」の育成	宮川三郎	栃木農試成果集 12, 17-18, 1993
ビール大麦「ヤチホゴールド」の準奨励品種採用	伊藤 浩	栃木農試成果集 12, 37-38, 1993
遺伝子標識を利用した大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>rym3</i> および <i>Ym</i> の集積方法の確立	五月女敏範	栃木農試成果集 13, 45-46, 1994
ビール醸造用二条大麦品種「タカホゴールド」の育成	河田尚之・石川直幸・福田 暎・早乙女和彦・加藤常夫・五月女敏範・大塚 勝・徳江紀子	育種学雑誌 45(別1), 219, 1995
二条オオムギ品種「ヤチホゴールド」の耐凍性ならびに出穂特性	早乙女和彦・伊藤 浩・五月女敏範・福田 暎・宮川三郎・河田尚之	育種学雑誌 45(別1), 221, 1995
醸造用オオムギにおける (1-3), (1-4)β-グルカン含有率の環境変動および他形質との相関	石川直幸・加藤常夫・大塚 勝・徳江紀子	育種学雑誌 45(別1), 255, 1995
醸造用オオムギにおける (1-3), (1-4)β-グルカン含有率の選抜効率	加藤常夫・石川直幸・大塚 勝・徳江紀子	育種学雑誌 45(別1), 256, 1995
醸造用オオムギにおけるフライアピリティの選抜効率	徳江紀子・石川直幸・加藤常夫・大塚 勝	育種学雑誌 45(別1), 257, 1995
醸造用オオムギにおける水感受性の変動要因と消失過程	大塚 勝・石川直幸・加藤常夫・徳江紀子	育種学雑誌 45(別1), 258, 1995
オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>rym 3</i> を持つ高品質・多収ビール大麦系統「関東二 29 号」の育成	五月女敏範・早乙女和彦・福田 暎・加藤常夫・大塚 勝・石川直幸・河田尚之・徳江紀子	育種学雑誌 45(別1), 220, 1995
ビール大麦新品種「タカホゴールド」の育成と奨励(認定)品種採用	小林俊一・伊藤浩・五月女敏規・大久保亮司・河田尚之・石川直幸・福田暎・早乙女和彦・加藤常夫・五月女敏規・大塚 勝・徳江紀子・宮川三郎・神永 明・佐々木昭博・桐生光広・伊藤 浩・吉田 久・田谷省三・天谷正行・小林俊一・瀬古秀文・藤井敏男・小松田美津留・氏原和人・関口忠男・倉井耕一	栃木農試成果集 14, 15-16, 1995
ビール麦におけるβ-グルカン系統の初期選抜技術	石川直幸・加藤常夫・大塚 勝・徳江紀子	栃木農試成果集 14, 19-20, 1995
オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝解析 VI. 抵抗性遺伝子の I 及び皿型ウイルス系統 1 に対する反応	河田尚之・早乙女和彦・五月女敏範	育種学雑誌 46(別1), 198, 1996
標識遺伝子を用いたオオムギ縞萎縮病抵抗性系統の選抜および抵抗性遺伝子の集積	五月女敏範・早乙女和彦・河田尚之・福田 暎	育種学雑誌 46(別1), 224, 1996
ビール大麦「みょうぎ二条」の奨励(認定)品種採用	伊澤由行・小林俊一・大久保亮司・伊藤浩・早乙女敏範	栃木農試成果集 15, 3-4, 1996
六条大麦「シュンライ」の奨励(認定)品種採用	伊澤由行・小林俊一・大久保亮司	栃木農試成果集 15, 5-6, 1996
オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>ym3</i> を持つ極高品質・多収ビール大麦系統「関東二条 29 号」	五月女敏範・早乙女和彦・河田尚之・福田 暎・石川直幸・宮川三郎・加藤常夫・神永 明・佐々木昭博・大塚 勝・吉田 久・桐生光広・伊藤 浩・小林俊一・徳江紀子・天谷正行・瀬古秀文・藤井敏男・田谷省三・小玉雅晴	栃木農試成果集 15, 19-20, 1996
醸造用低タンパク質二条大麦中間母本「大系 HC-15」(二条大麦中間母本農 1 号)の育成	石川直幸・大塚 勝・徳江紀子・小玉雅晴・加藤常夫・神永 明・佐々木昭博・桐生光広・田谷省三・伊藤 浩・天谷正行・早乙女和彦・小松田美津留・氏原和人・関口忠男	栃木農試成果集 15, 21-22, 1996
一代雑種利用によるビール麦の高品質・多収性の可能性	早乙女和彦・天谷正行・伊藤 浩・吉田 久	栃木農試成果集 15, 35-36, 1996
BaYMV・型系統の拡大及び抵抗性遺伝子 <i>ym3</i> を持つ品種の罹病について	五月女敏憲・早乙女和彦・河田尚之・前岡庸介・井上興	育種学雑誌 47(別1), 279, 1997
オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝解析・, 抵抗性遺伝子 <i>ym3</i> の連鎖解析	河田尚之・五月女敏憲・早乙女和彦	育種学雑誌 47(別1), 277, 1997
オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>ym3</i> の RAPD マーカーの開発	早乙女和彦・河田尚之・五月女敏憲	育種学雑誌 47(別1), 278, 1997
オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>ym3</i> の DNA マーカーの開発	早乙女和彦・河田尚之・五月女敏範	栃木農試成果集 16, 13-14, 1997
大麦の ECL 法および DIG 法を用いた RFLP の検出	五月女敏範	栃木農試成果集 16, 15-16, 1997

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
オオムギの製麦時における(1-3),(1-4)- $\beta$ -D-グルカナーゼ活性の消長	石川直幸・加島典子・大塚勝・小玉雅晴	育種学雑誌 48(別 1), 148, 1998
オオムギの(1-3),(1-4)- $\beta$ -D-グルカナーゼ活性と関連するDNA マーカー	大塚勝・石川直幸・加島典子・小玉雅晴	育種学雑誌 48(別 1), 149, 1998
オオムギ原麦のジアスターゼカと他形質との連鎖	加島典子・石川直幸・大塚勝・小玉雅晴	育種学雑誌 48(別 1), 150, 1998
オオムギ種子中のアラビノキシランと麦芽品質の関係	小玉雅晴・石川直幸・加島典子・大塚勝	育種学雑誌 48(別 1), 151, 1998
$\gamma$ 線照射によって誘発されたオオムギの短程他有用形質について	五月女敏憲・河田尚之・佐々木昭博	育種学雑誌 48(別 1), 221, 1998
高品質ビール大麦育成のための $\beta$ -グルカン 簡易測定法 (Congo Red 法) の改良	石川直幸・大塚勝・小玉雅晴・加島典子	栃木農試成果集 17, 13-14, 1998
本邦ビールオオムギを用いたゲノム解析研究 3. $\beta$ -グルカン含量及びその分解酵素活性の QTL 解析	大塚勝・石川直幸・加島典子・金子隆史・小山内英一・谷口義則	育種学研究 1(別 1), 22, 1999
本邦ビールオオムギを用いたゲノム解析研究 4 アラビノキシラン含量の QTL 解析	小玉雅晴・石川直幸・大塚勝・加島典子・金子隆史・小山内英一・谷口義則・五月女敏範	育種学研究 1(別 1), 23, 1999
本邦ビールオオムギを用いたゲノム解析研究 5 主要生育形質の QTL 解析	五月女敏範・河田尚之・石川直幸・金子隆史・小山内英一	育種学研究 1(別 1), 24, 1999
二条オオムギの水感受性とその遺伝解析	河田尚之・五月女敏範・石川直幸・金子隆史・小山内英一	育種学研究 1(別 1), 40, 1999
ビール大麦のジアスターゼカと農業特性との関係	加島典子・石川直幸・大塚勝・小玉雅晴・河田尚之・五月女敏規	栃木農試成果集 18, 9-10, 1999
小麦新奨励 (認定) 品種「イワイノダイチ」の特性	池田二郎	栃木農試成果集 20, 3-4, 2001
二条大麦新品種「スカイゴールド」の育成	谷口義則	栃木農試成果集 20, 5-6, 2001
ビール大麦奨励 (認定) 品種「スカイゴールド」の特性	池田二郎	栃木農試成果集 20, 7-8, 2001
$\gamma$ 線照射によって誘導された二条大麦有用形質変異	五月女敏範	栃木農試成果集 20, 13-14, 2001
二条大麦「スカイゴールド」の溶け特性	関和孝博	栃木農試成果集 20, 15-16, 2001
原麦 $\beta$ -アミラーゼによる高品質ビール大麦の選抜法	関和孝博・小田俊介	栃木農試成果集 21, 3-4, 2002
大麦縮萎縮病抵抗性ビール麦中間母本の収量および麦芽品質	谷口義則	栃木農試成果集 21, 5-6, 2002
オオムギ縮萎縮病が収量および麦芽品質に及ぼす影響	山口昌宏	栃木農試成果集 21, 7-8, 2002
ビール麦育成系統の赤かび病抵抗性検定および DON 産生性	加藤常夫・糸川晃伸・山口恵美子・大野かおり	赤かび病研究会講演要旨, 2003
Breeding for Quality Improvement of Malting Barley and Introduction of Micro-brewery in Japan	NAGAMINE Takashi and KATO Tsuneo	Symposium on Development Strategy for Quality Improvement and Value Added of Upland Crops(Korea)
原麦、麦芽および麦汁中のアラビノキシラン含量の簡易分析法の開発	関和孝博・渡邊修孝・加藤常夫・小前幸三・長嶺敬	育種学研究 5(別 2), 347, 2003
ビールオオムギ種子貯蔵蛋白質グルテリンおよびホルデインの遺伝変異	渡邊修孝・長嶺敬・池田達哉・関和孝博・加藤常夫	育種学研究 5(別 2), 115, 2003
オオムギ種子中における $\beta$ -アミラーゼ熱安定性と遊離型/結合型 $\beta$ -アミラーゼ活性との関係	木原誠・岡田吉弘・小田俊介・関和孝博・金子隆史・朝倉隆司・伊藤一敏	育種学研究 5(別 2), 350, 2003
小麦新奨励 (認定) 品種「タマイズミ」の特性	池田二郎	栃木農試成果集 22, 1-2, 2003
ビール大麦育成系統の赤かび病抵抗性の評価	糸川晃伸	栃木農試成果集 22, 9-10, 2003
ビール麦の最終発酵度測定法の比較	関和孝博	栃木農試成果集 22, 11-12, 2003
ビール大麦指定品種「スカイゴールド」の農業・品質特性	加藤常夫・長嶺敬・糸川晃伸・関和孝博・山口恵美子・大野かおり・渡辺浩久	育種学研究 6(別 2), 239, 2004
麦類の種子及び麦芽の遊離アミノ酸含量の品種間差異	長嶺敬・野方洋一・柳沢貴司	育種学研究 6(別 2), 299, 2004
原麦全 $\beta$ -アミラーゼ活性による極高ジアスターゼカビール大麦の選抜	関和孝博・山口恵美子・渡邊修孝・小田俊介・加藤常夫・長嶺敬	育種学研究 6(別 2), 322, 2004
オオムギプロテアーゼに関する育種的研究 5、ミカモゴールドンと Harrington の DH 集団における QTL の年時間比較	木原誠・岡田吉弘・関和孝博・河田尚之・金子隆史・齊藤渉・朝倉隆司・伊藤一敏	育種学研究 6(別 2), 323, 2004
オオムギ SSD 集団における穂形態形質が抵抗性に及ぼす影響	加藤常夫	赤かび病研究会講演要旨, 2005

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ビール大麦の穀粒硬度による極高ジアスターゼ系統の選抜	長嶺 敬	栃木農試成果集 24, 3-4, 2006
RT-PCR/RFLP 法による日本における大麦縞萎縮病ウイルス (BaYMV) の系統分類 (オオムギプロテアーゼに関する育種的研究 7. ミカモゴールデンと Harrington の DH 集団における麦芽および麦汁中遊離アミノ酸含有率の QTL 解析)	岡田吉弘・木村貴志・加藤常夫・齊藤 彰	育種学研究 8(別 1), 170, 2006
オオムギ SSD 集団における穂形態形質が赤かび病抵抗性に及ぼす影響	木原 誠・岡田吉弘・加藤常夫・河田尚之・金子隆史・齊藤 渉・伊藤一敏	育種学研究 8(別 1), 173, 2006
ビール大麦のリポキシゲナーゼ活性の品種間差異と新規 lox-1 欠失突然変異の作出	大関美香・長嶺 敬・池田達哉・鈴木保宏・関和孝博・山口恵美子・加藤常夫	育種学研究 8(別 2), 141, 2006
育種および機能解析に有用な二条オオムギ突然変異処理系統、	大関美香・五月女敏範・春山直人・長嶺 敬	日作紀 80(別 2), 254, 2006
ビール大麦育成系統および大麦遺伝資源の赤かび病抵抗性評価	加藤常夫	赤かび病研究会講演要旨, 2006
二条大麦新品種「サチホゴールデン」(二条大麦農林 22 号) の育成	加藤常夫・長嶺 敬	栃木農試成果集 25, 3-4, 2007
六条大麦「シルキースノウ」の奨励(認定)品種採用	湯澤正明	栃木農試成果集 25, 5-6, 2007
極低ポリフェノールビール大麦育成系統の品質および農業特性	長嶺 敬・山口恵美子・加藤常夫	栃木農試成果集 25, 45-46, 2007
リポキシゲナーゼ欠失ビール大麦の作出	大関美香・長嶺 敬・関和孝博・山口恵美子・加藤常夫	栃木農試成果集 26, 2-3, 2008
ビール大麦育種に有用な 4 種の DNA マーカーと利用上の留意点	長嶺 敬・天谷正行・大関美香・春山直人・加藤常夫	栃木農試成果集 26, 4-5, 2008
ビール大麦の耐湿性評価法と耐湿性育種素材	加藤常夫・渡邊浩久・長嶺 敬	栃木農試成果集 26, 6-7, 2008
機能成分の多いビール麦	長嶺 敬	栃木農試成果集 26, 40-41, 2008
サチホゴールデンの突然変異処理によって得られた新たなリポキシゲナーゼ-1 欠失遺伝子とその DNA マーカーの開発	大関美香・天谷正行・鈴木保宏・長嶺 敬・春山直人・五月女敏範	育種学研究 10(別 2), 241, 2008
大麦在来品種「横綱」が持つ縞萎縮病抵抗性遺伝子に固有の一塩基決失変異	長嶺 敬・沖山 毅・渡邊浩久・五月女敏範・高橋飛鳥・柳沢貴司	育種学研究 10(別 2), 273, 2008
六条性裸麦の高βグルカン含量系統の選抜	柳沢貴司・高橋飛鳥・高山敏之・長嶺 敬	育種学研究 10(別 2), 285, 2008
極低ポリフェノール大麦「関東二条 41 号」の製麦品質および農業特性	渡邊浩久・加藤常夫・望月哲也・大関美香・春山直人・五月女敏範・沖山 毅・河田尚之・長嶺 敬	日作紀 77(別 1), 162-163, 2008
ビール大麦中の麦芽・精麦品質に対するホルドインドリ ン遺伝子、β-グルカン含量の効果	沖山 毅・河田尚之・渡邊浩久・五月女敏範・小林俊一・高橋飛鳥・長嶺 敬	日作紀 77(別 1), 164-165, 2008
オオムギのプロアントシアニンフリー遺伝子 ant28 の選抜に有効な DNA マーカー	春山直人・五月女敏範・大関美香・沖山 毅	育種学研究 11(別 1), 165, 2009
オオムギの加熱後褐変におけるタンパク質含量の影響	高山敏之・高橋飛鳥・渡辺修一・柳沢貴司	育種学研究 11(別 1), 194, 2009
極低ポリフェノール大麦「関東二条 41 号」の精麦品質および農業特性	渡邊浩久・加藤常夫・望月哲也・大関美香・春山直人・五月女敏範・沖山 毅・河田尚之・長嶺 敬	日作紀 77(別 1), 162-163, 2008
ビール大麦の麦芽・精麦品質に対するホルドインドリ ン遺伝子、β-グルカン含量の効果	沖山 毅・河田尚之・渡邊浩久・五月女敏範・小林俊一・高橋飛鳥・長嶺 敬	日作紀 77(別 1), 164-165, 2008
アントシアニンフリー遺伝子の違いによる麦芽品質の差異	五月女敏範・長嶺 敬・大関美香・春山直人・加藤常夫・渡邊浩久・沖山 毅	栃木農試成果集 27, 4-5, 2009
硬質小麦「タマイズミ」の生育期間の形質と子実タンパク質含有率の関係	山口昌宏	日本作物学会関東支部会報 24, 46-47, 2009
二条大麦新品種「とちのいぶき」の育成	高山敏之・五月女敏範	栃木農試成果集 28, 1-2, 2010
二条大麦における砕粒率の低い系統を選抜する手法の開発	沖山 毅・五月女敏範	栃木農試成果集 28, 41-42, 2010
低ポリフェノール大麦育成に有効な DNA マーカーの開発	春山直人・大関美香・五月女敏範	栃木農試成果集 28, 43-44, 2010
リポキシゲナーゼ欠失大麦系統「大系 LM2」の作出及び DNA マーカーの開発	大関美香・五月女敏範・春山直人	栃木農試成果集 28, 45-46, 2010

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
β-グルカンを欠失したビール大麦の開発	五月女敏範・大関美香・春山直人	栃木農試成果集 28, 47-48, 2010
製パン性・耐病性に優れる小麦「ゆめかおり」の奨励(認定)品種採用	湯澤正明	栃木農試成果集 29, 7-8, 2011
大麦におけるリポキシゲナーゼ(LOX-2)簡易選抜法の開発	大関美香・五月女敏範・春山直人	栃木農試成果集 29, 57-58, 2011
皮性・裸性を支配する Nud 遺伝子の多型からみた栽培オオムギの起源	武田 真・辻野泰弘・湯尾崇央・最相大輔・漆川直希・春山直人・大関美香	育種学研究 12(別 1), 99, 2010
β-グルカンを欠失したビールオオムギの開発	五月女敏範・大関美香・春山直人	育種学研究 12(別 1), 197, 2010
オオムギリポキシゲナーゼ(LOX-2)の簡易選抜法の開発	大関美香・五月女敏範・春山直人・長峰 敬	育種学研究 12(別 1), 198, 2010
大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>rym3</i> の選抜に有効な DNA マーカー	春山直人・大関美香・五月女敏範・高山敏之・沖山 毅・山口昌宏	育種学研究 13(別 1), 300, 2011
ジアスターゼカの高いビール大麦系統「大系 HQ10」	大関美香・五月女敏範・春山直人・長峰 敬・石川直幸・加藤常夫・小田俊介・谷口義則・高山敏之	栃木農試成果集 30, 61-26, 2012
小麦新奨励(認定)品種「さとのそら」の特性	湯澤正明	栃木農試成果集 30, 11-12, 2012
二条大麦新奨励(認定)品種「とちのいぶき」の特性	五月女敏範	栃木農試成果集 30, 13-14, 2012
ビール大麦の生育診断に基づく原麦粗蛋白質含遜推定法の開発	沖山 毅・山口昌宏・五月女敏範	栃木農試成果集 30, 15-16, 2012
縞萎縮病に強く、麦芽の溶けが適正なビール大麦「関東二条 42 号」	大関美香・加藤常夫・渡邊浩久	栃木農試成果集 30, 17-18, 2012
ジアスターゼカの高いビール大麦系統「大系 HQ10」	大関美香・五月女敏範・春山直人	栃木農試成果集 30, 61-62, 2012
粗蛋白質含量が低いビール大麦系統「大系 HU48」	大関美香・五月女敏範・春山直人・高山敏之・沖山 毅・山口昌宏・長嶺 敬	栃木農試成果集 30, 63-64, 2012
オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 <i>rym3</i> の選抜に有効な DNA マーカー	春山直人・大関美香・五月女敏範	栃木農試成果集 30, 65-66, 2012
突然変異で得られた大麦の新しい β-グルカン欠失系統	大関美香・春山直人・武田 真・五月女敏範	栃木農試成果集 30, 67-68, 2012
突然変異で得られた大麦の新しい裸性変異	大関美香・春山直人・武田 真・五月女敏範・長嶺敬	栃木農試成果集 30, 69-70, 2012
大麦縞萎縮病に強く溶けが適正なビール大麦新品種「アスカゴールデン(旧系統名: 関東二条 42 号)」	大関美香・五月女敏範・加藤常夫・長嶺 敬・春山直人・山口昌宏・高山敏之・飯田貴子・鈴木康夫	育種学研究 14(別 2), 277, 2012
オオムギマイルドモザイクウイルスに対するハダカムギ日本品種及び各種の <i>rym</i> 遺伝子をもつオオムギ遺伝資源の反応	長嶺 敬・五月女敏範・石川浩一	日作紀 81(別 1), 20-21, 2012
オオムギ縞萎縮ウイルス系統と抵抗性遺伝子 <i>rym</i> の反応	飯田貴子・五月女敏範・大関美香・青木恵美子・内山亜希・山口昌宏・沖山 毅・大山 亮	日作紀 81(別 1), 334-335, 2012
ビール大麦新奨励(認定)品種「アスカゴールデン」の特性	鈴木康夫・五月女敏範・薄井雅夫・山口昌弘・大関美香・飯田貴子	栃木農試成果集 31, 11-12, 2013
オオムギ縞萎縮ウイルス系統に対する各種抵抗性遺伝子( <i>rym</i> )を有する大麦品種の反応	飯田貴子・薄井雅夫・五月女敏範・山口昌宏・大関美香・青木恵美子・鈴木康夫	栃木農試成果集 31, 53-54, 2013
オオムギの内穎欠損および内穎裂開突然変異体の分子遺伝学的解析	武田 真・五月女敏範・氷見英子	育種学研究 15(別 2), 139, 2013
パン用小麦「ゆめかおり」の高品質多収栽培法	鈴木康夫・山口昌宏・飯田貴子・五月女敏範	栃木農試成果集 31, 13-14, 2013

## 4 麦類の安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
小麦の低アミロと降水時期との関係	倉井耕一・木村 守・湯澤正明	栃木農試研報 40, 1-12, 1993
秋播性二条オオムギ品種の気象変動に対する生産安定性	早乙女和彦・伊藤 浩・五月女敏範・福田 暎・宮川三郎	栃木農試研報 42, 53-64, 1994
小麦の追肥による生育パターンの変化と追肥技術への応用	倉井耕一・木村 守・遠山明子	栃木農試研報 47, 1-12, 1998
「タカホゴールデン」、「ミカモゴールデン」の施肥量及び播種量による農業特性及び醸造品質の変動	五月女敏範・佐藤圭一・河田尚之・早乙女和彦・福田暎	栃木農試研報 48, 39-46, 1998
オオムギ縞萎縮病がビール大麦の収量および麦芽品質に及	山口昌宏・谷口義則・関和孝博・大塚勝	栃木農試研報 51, 1-8, 2002

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ぼす影響 ビール大麦への追肥が収量と麦芽品質に及ぼす影響	五月女敏範・小田俊介 糸川晃伸・谷口義則・山口昌宏・渡邊修孝・ 山口恵美子・関和孝博・加藤常夫	栃木農試研報 53, 27-34, 2005
ビール大麦「スカイゴールデン」の高品質安定栽培	山口恵美子・糸川晃伸・谷口義則・山口昌宏・ 渡邊修孝・関和孝博・加藤常夫	栃木農試研報 53, 35-41, 2005
ビール大麦「サチホゴールデン」の高品質安定多収栽培法	渡邊浩久・加藤常夫・糸川晃伸・大野かおり・ 山口恵美子・大関美香・春山直人・関和孝 博・長嶺敬	栃木農試研報 59, 37-43, 2008
栃木県におけるオオムギ縞萎縮ウイルスの発生状況と新たに 見出されたオオムギ縞萎縮ウイルス系統	内田尚之・加藤常夫・関和孝博・西川尚志・ 夏秋知英・木村晃司・前田庸介・長嶺 敬・ 小林俊一・和田義春・吉田智彦	日作紀 79 (1), 29-36, 2010
栽培条件の違いが特性の異なるビール大麦の収量および品 質に及ぼす影響	渡邊浩久・高山敏之・沖山毅・五月女敏範・ 大関美香・春山直人・長嶺 敬・加藤常夫	栃木農試研報 66, 43-52, 2011

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
小麦の追肥時期別の生育的特徴	倉井耕一・木村 守	栃木農試成果集 12, 33-34, 1993
ビール麦の時期別の生育パターン・収量	木村 守・倉井耕一	日本作物学会 関東支部会報 9, 25-26, 1993
小麦農林 61 号の追肥可否判定	倉井耕一・木村 守	栃木農試成果集 13, 65-66, 1994
小麦バンドウワセの播種期	木村 守・倉井耕一・湯沢正明	栃木農試成果集 13, 67-68, 1994
ビール大麦の原麦 $\beta$ -グルカン含量の環境変動	栃木分場 加藤常夫	栃木農試成果集 13, 69-70, 1994
小麦「バンドウワセ」の追肥可否条件	倉井耕一・木村 守	栃木農試成果集 14, 29-30, 1995
小麦「農林 61 号」「バンドウワセ」の倒伏予測	倉井耕一・木村 守・遠山明子・相吉沢秀 夫	作物学会 関東支部会報 10, 75-76, 1995
小麦の倒伏予測	倉井耕一・遠山明子・木村 守	栃木農試成果集 15, 27-28, 1996
六条大麦「シュンライ」の播種適期と窒素施肥量	山口昌宏・村上明子・相吉沢秀夫・倉 井耕一	栃木農試成果集 17, 3-4, 1998
大麦縞萎縮病抵抗性準同質遺伝子系統の作出と病原ウイル ス系統に対する反応	河田尚之・五月女敏範	栃木農試成果集 17, 11-12, 1998
タカホゴールデン、ミカモゴールデンの施肥量と播種量が栽 培特性及び醸造品質に及ぼす影響	五月女敏範・佐藤圭一・河田尚之・早 乙女和彦	栃木農試成果集 17, 17-18, 1998
近赤外分析法によるビール麦タンパク質含有率の簡易測定 法	大塚 勝・石川直幸・小玉雅晴・加島 典子	栃木農試成果集 18, 11-12, 1999
ビール大麦アラビノキシランの簡易分析法の検討と麦芽品質 との関係	小玉雅晴・石川直幸・大塚 勝・加島 典子	栃木農試成果集 18, 13-14, 1999
小麦「イワイノダイチ」の収穫適期診断法	池田二郎	栃木農試成果集 22, 3-4, 2003
醤油用小麦「タマイズミ」の高タンパク質化安定栽培法	青沼伸一・伊澤由行・池田二郎・山口 正篤・湯沢正明	作物学会 関東支部会報 19, 32-33, 2004
ビール大麦の粗蛋白質含量安定化に向けた取り組み	加藤常夫	冬作物研究 4, 28, 2004
小麦「イワイノダイチ」の安定栽培	相吉沢秀夫	栃木農試成果集 23, 43-44, 2005
ビール大麦「スカイゴールデン」の高品質安定栽培法	山口恵美子	栃木農試成果集 23, 45-46, 2005
ビール大麦の追肥が収量と麦芽品質に及ぼす影響	糸川晃伸	栃木農試成果集 23, 47-48, 2005
汎用型不耕起播種機を利用した麦類の不耕起栽培技術	菊池清人	栃木農試成果集 23, 77-78, 2005
小麦品種「イワイノダイチ」の茎立期追肥による安定多収栽 培	新井 申・相吉沢秀夫	栃木農試成果集 25, 35-36, 2007
オオムギ大麦縞萎縮ウイルスにおける分子系統解析	萩原智美・湯本真理・西川尚志・五月女 敏範・加藤常夫・夏秋知英	日植病関東部会要旨集 16, 2007
栃木県及び山口県で見いだされたオオムギ縞萎縮病ウイル ス系統	五月女敏範・加藤常夫・関和孝博・渡邊 浩久・大関美香・西川尚志・夏秋知英・ 長嶺 敬・吉田智彦	日作紀 77(1), 160-161, 2008
二条大麦新品種「サチホゴールデン」の高品質・安定多収 栽培法	渡邊浩久	栃木農試成果集 26, 14-15, 2008
裸麦における炊飯・保温後白度の低下に関わる要因	高橋飛鳥・高山敏之・長嶺 敬・柳沢	育種学研究 10(別 2), 282, 2008

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
	貴司	
栃木県及び山口県で見いだされたオオムギ縞萎縮ウイルス系統	五月女敏範・加藤常夫・関和孝博・渡邊浩久・大関美香・西川尚志・夏秋知英・長嶺 敬・吉田智彦	日作紀 77(別 1), 160-161, 2008
六条大麦シュンライ、シルキースノウの硬質粒発生要因解明	白間香里・菊池清人	栃木農試成果集 27, 30-31, 2009
栃木県及び山口県で見いだされた大麦縞萎縮病ウイルス系統と育種的対応	五月女敏範・加藤常夫・渡邊浩久・大関美香	栃木農試成果集 27, 2-3, 2009
播種期および施肥量の違いが特性の異なるビールオオムギの収量および子実粗蛋白質含量に及ぼす影響	渡邊浩久・高山敏之・沖山 毅・五月女敏範	日作紀 79(別 1), 252, 2010
栃木県那須地方におけるビールオオムギ生産の問題点と技術的改善方向	五月女敏範・藤田正好・郡司 陽・尾川雄大・白石淳夫・小林俊一・高橋行継・吉田智彦	日作紀 79(別 1), 528-535, 2010
ビール大麦の生育診断による原麦粗タンパク質含量推定法の開発	沖山 毅・五月女敏範・山口昌宏・渡邊浩久・高山敏之	日作紀 80(別 1), 292-293, 2011
湛水処理によるビール醸造品質の変動	大関美香・五月女敏範・春山直人・高山敏之・渡邊浩久・沖山 毅	日作紀 80(別 1), 454-455, 2011
硬質小麦タマイズミの施肥法と窒素追肥の判断指標	山口昌宏	栃木農試成果集 29, 1-2, 2011
精麦用二条皮麦「とちのいぶぎ」の高品質安定多収生産技術の確立	飯田貴子・白間香里	栃木農試成果集 29, 3-4, 2011
過湿処理（湿害）がビール大麦品質に及ぼす影響	五月女敏範・大関美香・春山直人・高山敏之・渡邊浩久・沖山 毅	栃木農試成果集 29, 41-42, 2011
栽培条件の違いが特性の異なるビール大麦の収量及び品質に及ぼす影響	渡邊浩久・高山敏之	栃木農試成果集 29, 55-56, 2011
宮城県で見出された新しい大麦縞萎縮ウイルス系統	五月女敏範・西川尚志・加藤常夫・長田 茂・大関美香	栃木農試成果集 30, 59-60, 2011
宮城県で見出された新たな大麦縞萎縮ウイルス系統	五月女敏範・加藤常夫・大関美香・長嶺 敬・西川尚志・長田 茂・夏秋知英	日作紀 80(別 1), 436-437, 2011
栃木県におけるオオムギ黒節病の発生と種子消毒法の検討	山城 都・和氣貴光・森島正二・福田 充	関東病虫研報 58, 9-12, 2011
オオムギ黒節病の発生および防除方法の検討	山城 都・和氣貴光・森島正二・福田 充	関東病虫研報 58, 112, 2011
製麦条件による緑麦芽でんぷん糖化力の違い	大関美香・五月女敏範・酒井敏秀・丹羽栄樹・飯田貴子・薄井雅夫・山口昌弘・鈴木康夫	栃木農試成果集 31, 55-56, 2013
ビール大麦新品種「アスカゴールド」の生育・収量・麦芽品質に適した施肥量と播種量	山口昌宏・飯田貴子・大山亮・大関美香・関和孝博・鈴木康夫・薄井雅夫・加藤常夫・五月女敏範	育種学研究 15(別 2), 127, 2013
不稔の発生によるビールオオムギ子実中粗タンパク質含量の上昇	大山 亮・五月女敏範・山口昌宏・大関美香	育種学研究 15(別 2), 245, 2013
黒ボク土における日本めん用小麦「さとのそら」用緩効性肥料の開発	関和孝博・齋藤哲哉・大山 亮・飯田貴子・白間香里・大関美香・山口昌宏・鈴木康夫・薄井雅夫・加藤常夫・五月女敏範	日作紀 83(別 1), 128-129, 2014
ビール大麦「アスカゴールド」の高品質安定栽培法	山口昌宏・大山 亮	栃木農試成果集 32, 3-4, 2014
ビール大麦及び水田輪作体系におけるFOEAS 施工効果	大山 亮・家中容子・出口美里	栃木農試成果集 32, 31-32, 2014

## 5 大豆および小豆の安定生産技術の開発

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
県北における小豆の栽培法について	古田土通	栃木農試成果集 12, 41-42, 1993
大豆の不耕起・無中耕・無培土栽培による雑草防除法	湯沢正明	栃木農試成果集 13, 31-32, 1994
小豆「カムイダイナゴン」の播種時期および栽植密度が収量・品質に及ぼす影響	湯沢正明	栃木農試成果集 13, 71-72, 1994
畑作大豆の不耕起・無中耕・無培土栽培	山口正篤・福島敏和・手塚俊介	栃木農試成果集 14, 75-76, 1995
小豆の主要品種の特性および加工適性	佐藤恭子	栃木農試成果集 15, 7-8, 1996
石灰窒素利用による小豆「丹波大納言」の熟期均一化	相吉澤秀夫	栃木農試成果集 15, 29-30, 1996

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
小豆「丹波大納言」の播種時期と栽植密度	山口昌宏・相吉沢秀夫・倉井耕一	栃木農試成果集 16, 1-2, 1997
栃木県での小豆「丹波大納言」の適正播種期と栽植密度	山口昌宏・相吉沢秀夫・山口正篤	作物学会関東支部会報 12, 76-77, 1997
大豆「たまうらら」の奨励(認定)品種採用	小林俊一・大久保亮司・倉井耕一	栃木農試成果集 18, 1-2, 1999
大豆の「不耕起播種栽培」の特徴	相吉沢秀夫・山口昌宏・倉井耕一	栃木農試成果集 18, 55-56, 1999
大豆「納豆小粒」の播種適期と栽植密度	遠山明子・山口昌宏・相吉沢秀夫	栃木農試成果集 19, 37-38, 2000
備蓄大豆の種子利用の可能性	山口正篤・神山克己	栃木農試成果集 21, 9-10, 2002
大豆タチナガハの機械収穫適期判定法	山口正篤・伊澤由行・正部家二郎	栃木農試成果集 21, 53-54, 2002
ダイズのシワ粒発生要因の解明 第1報:刈取時期・降水量・乾燥条件の影響	山口正篤・伊澤由行・池田二郎	作物学会関東支部会報 18, 30-31, 2003
大豆の不耕起栽培における品種別播種時期と適正栽植密度	菊池清人	栃木農試成果集 22, 43-44, 2003
大豆の耕起省力栽培法	新井 申・相吉沢秀夫・菊池清人・福田暎	栃木農試成果集 22, 45-46, 2003
麦跡大豆の不耕起狭畦栽培での雑草防除法	相吉沢秀夫	栃木農試成果集 22, 47-48, 2003
大豆の栽培様式・土壌別の生育収量・特性と土壌物理性	新井 申・相吉沢秀夫	栃木農試成果集 23, 71-72, 2005
肥効調節型肥料を用いた大豆安定多収栽培技術	菊池清人	栃木農試成果集 23, 73-74, 2005
大豆の不耕起栽培における麦稈施用(散布)が大豆の生育収量に及ぼす影響	相吉沢秀夫	栃木農試成果集 23, 75-76, 2005
不耕起栽培による連作大豆の減収抑制	菊池清人	栃木農試成果集 25, 37-38, 2007
大豆のシワ粒発生要因の解明	山口正篤・伊澤由行・池田二郎	栃木農試成果集 25, 39-40, 2007
既存の機械で行う大豆の部分耕起播種栽培	山口昌宏	栃木農試成果集 28, 25-26, 2010
大豆難裂莢性遺伝子の有無による品質劣化程度の差異	永島宏慧・篠崎 敦	作物学会関東支部会報 24, 56-57, 2009
難裂莢性遺伝子を導入した大豆の機械収穫時の刈遅れによる損失及び品質低下	山口昌宏	栃木農試成果集 29, 43-44, 2011
難裂莢性遺伝子を導入したダイズの機械収穫と刈遅れによる損失および品質低下	山口昌宏・永島宏慧・湯澤正明・山田哲也・羽鹿牧太・船附秀行	日作紀 79(別1), 206-207, 2010
大豆新奨励(認定)品種「里のほほえみ」の特性	青沼伸一・永島宏慧・篠崎 敦	栃木農試成果集 30, 9-10, 2012
大豆「タチナガハ」生育診断予測技術の開発	白間香里	栃木農試成果集 30, 57-58, 2012

## 6 畑作物の安定生産技術の開発

### a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
こんにゃくの生育・収量の年次間変動と気温の影響	倉井耕一・木村 守・湯沢正明	栃木農試研報 43, 1-8, 1995
コンニャクの根腐病防除におけるライ麦混作の効果	倉井耕一・木村 守・遠山明子	栃木農試研報 48, 1-12, 1998

### b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
こんにゃくの在来種およびはるなくろの植付時期と生育・収量	木村 守・倉井耕一	栃木農試成果集 12, 35-36, 1993
こんにゃくの収量形質と生育温度との関係	倉井耕一・木村 守	作物学会関東支部会報 9, 49-50, 1994
こんにゃくの生育形質と収量形質の関係	倉井耕一・木村 守	栃木農試成果集 13, 73-74, 1994
緩効性窒素肥料を利用したやまのいもの全量基肥施肥栽培	佐藤文政	栃木農試成果集 14, 71-72, 1995
こんにゃくのライムギ混作による根腐病防除	倉井耕一・遠山明子・木村 守	栃木農試成果集 15, 31-32, 1996
こんにゃくのライムギ混作のための除草剤使用法	倉井耕一	栃木農試成果集 15, 33-34, 1996
こんにゃく栽培における被服尿素肥料を用いた全量基肥施肥法	遠山明子・木村 守・倉井耕一	栃木農試成果集 15, 75-76, 1996
コンニャクのライムギ混作による根腐病防除	倉井耕一・木村 守・遠山明子	作物学会関東支部会報 11, 86-87, 1996
こんにゃく新品種「みょうぎゆたか」の栽培特性	相吉沢秀夫・村上明子・山口昌宏・倉井耕一	栃木農試成果集 17, 5-6, 1998
こんにゃく栽培における肥効調節型肥料の選定	武田容子	栃木農試成果集 18, 57-58, 1999

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
畑作そばの不耕起安定栽培	相吉沢秀夫・山口昌宏・倉井耕一	栃木農試成果集 19, 11-12, 2000
混作、輪作作物を利用したこんにゃくの減農薬栽培技術	菊池清人	栃木農試成果集 21, 21-22, 2002
こんにゃく新品種「みやまさかり」の特性	菊池清人	栃木農試成果集 23, 5-6, 2005
ギニアグラスとライ麦の輪作で土壌消毒剤を使わないこんにゃく栽培	菊池清人	栃木農試成果集 23, 39-40, 2005
灰色低地土における大豆収量向上のための施肥改善	新井 申・相吉沢秀夫	栃木農試成果集 24, 15-16, 2006
こんにゃく新品種「みやままさり」に適した切断増殖法	山口昌宏	栃木農試成果集 27, 8-9, 2009
ナタネの品種選定と栽培技術の確立	鈴木康夫・山口昌宏・飯田貴子	栃木農試成果集 30, 5-6, 2012
メタン発酵消化液の畑作利用技術の開発	中西陽子	栃木農試成果集 30, 75-76, 2012

## 7 いちご新品種の作出

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
イチゴ新品種「とちおとめ」の育成	石原良行・高野邦治・植木正明・栃木博美	栃木農試研報 44, 109-123, 1996
イチゴ新品種「とちひめ」の育成	石原良行・高野邦治・植木正明・高際英明	栃木農試研報 50, 26-38, 2001
近年育成されたイチゴ品種の近親交配の程度および近交係数と収量の関係	稲葉幸雄・吉田智彦	園学研 5(3), 219-225, 2006
四季成り性イチゴ新品種「とちひとみ」の育成	植木正明・大橋幸雄・重野貴・出口美里・高際英明・栃木博美・深沢郁男・癸生川真也・稲葉幸雄	栃木農試研報 58, 47-57, 2007
日本の主要イチゴ品種を識別するマルチプレックス PCR プライマーセットの開発	田崎公久・柏谷祐樹・小林俊一・天谷正行	育種学研究 10, 111-115, 2008
イチゴ品種「とちおとめ」および「とちひめ」識別用プライマーセットの開発	田崎公久・天谷正行・柏谷祐樹・小林俊一	DNA 多型 16, 119-128, 2008
イチゴ品種「とちおとめ」のカルス誘導および再分化条件	高野純一・生井 潔	栃木農試研報 63, 9-16, 2009
QTL 解析によるイチゴ炭疽病耐病性遺伝子領域の検索	飯村一成・田崎公久・中澤佳子・天谷正行	育種学研究 15(3), 90-97, 2013

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
いちご「とちおとめ」の育成	石原良行・高際英明	栃木農試成果集 15, 23-24, 1996
いちご「とちおとめ」の花芽発育および生育特性調査	石原良行・稲葉幸雄	栃木農試成果集 15, 25-26, 1996
イチゴ新品種「とちおとめ」について	石原良行・高野邦治・植木正明・栃木博美	園学雑 66(別 1), 262, 1997
イチゴ「とちおとめ」の生育特性と果実品質について	栃木博美・石原良行・大橋幸雄・佐藤文政・高際英明	園学雑 66(別 1), 264, 1997
いちご「とちおとめ」の作型適応性	植木正明	栃木農試成果集 16, 17-18, 1997
いちご「とちおとめ」の生育パターン調査	栃木博美	栃木農試成果集 16, 19-20, 1997
観光用いちご「とちひめ(栃木 13 号)」の育成	石原良行・栃木博美	栃木農試成果集 19, 3-4, 2000
DNA マーカーによるいちごの品種・系統の識別	須永哲央	栃木農試成果集 19, 7-8, 2000
イチゴうどんこ病菌におけるDMI 剤標的酵素 P450 <sub>14DM</sub> (CYP51)の塩基配列の解析	後藤知昭・小山田浩一	日植病報 69(1), 38, 2002
イチゴ萎黄病菌の nit 変異菌株の作出とその諸性質	後藤知昭・小山田浩一・中山喜一	関東病虫研報 51, 29-32, 2004
RAPD および AFLP によるイチゴ品種「とちおとめ」および「とちひめ」識別マーカーの選抜	田崎公久・柏谷祐樹・小林俊一・生井潔・酒井美幸・天谷正行	育種学研究 6(別 2), 357, 2004
イチゴ炭疽病保菌苗の温湯浸漬および薬剤浸漬による病原菌不活化の試み	野沢英之	栃木農試成果集 23, 7-8, 2005
イチゴうどんこ病菌の DMI 剤標的酵素遺伝子の解明	後藤知昭	栃木農試成果集 23, 9-10, 2005
イチゴの果実成熟に伴う遺伝子発現プロファイリング	生井 潔・柏谷祐樹・飯村一成・柴田大	育種学研究 8(別 1), 19, 2006

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
イチゴ SSR 濃縮ライブラリーの構築	輔・天谷正行 田崎公久・飯村一成・天谷正行	育種学研究 8(別 1), 61, 2006
イチゴ育種に向けた果実由来 EST の蓄積	生井 潔・矢野健太郎・櫻井望・柴田大輔・柏谷祐樹・天谷正行	育種学研究 7(別 1・2), 173, 2005
いちご品種を識別できる DNA マーカーの開発	田崎公久	栃木農試成果集 24, 7-8, 2006
イチゴ SSR 配列の特徴	田崎公久・飯村一成・家中達弘・稲葉幸雄・天谷正行	育種学研究 9(別 1), 103, 2007
各種 DNA マーカーによる八倍体イチゴの連鎖地図作成	飯村一成・田崎公久・森嶋正二・松本紀子・酒井美幸・家中達弘・稲葉幸雄・天谷正行	育種学研究 9(別 1), 287, 2007
夏秋どり用の四季成り性いちご新品種「とちひとみ」	植木正明	栃木農試成果集 25, 7-8, 2007
培養変異を利用したいちご「とちおとめ」の萎黄病耐病性個体作出法	高野純一	栃木農試成果集 26, 8-9, 2008
培養変異を利用したイチゴ品種「とちおとめ」の萎黄病耐病性個体作出システムの検討	高野純一・生井 潔	園学研(別 7), 495, 2008
イチゴ炭疽病抵抗性品種と罹病性品種間の葉における斑点型病斑形成の差異	生井 潔・高野純一・夏秋知英	日植病報 75(3), 260, 2009
四季成り性イチゴ新品種「栃木 25 号」の育成	植木正明・直井昌彦・小林泰弘	園学研 9(別 1), 147, 2010
夏秋どり栽培に適した四季成り性いちご新品種「なつおとめ」の育成	直井昌彦・中西達郎	栃木農試成果集 29, 37-38, 2011
マイクロアレイ法を用いたイチゴ炭疽病応答性遺伝子の検索	松島雄大・天谷正行・生井 潔・森島正二	栃木農試成果集 29, 49-50, 2011
いちご中間母本農 2 号の炭疽病耐病性に連鎖する DNA マーカー開発	飯村一成	栃木農試成果集 29, 51-52, 2011
Comparative Proteomics Analysis of the Resistant and the Susceptible Cultivar to Anthracnose in Strawberry	NAMAI Kiyoshi, NATSUAKI Tomohide and KOMATSU Setsuko	3rd International Symposium on Frontiers in Agriculture Proteome Research (Abstracts), 26, 2011
イチゴ「アスカウェイブ」における萎黄病耐病性に関する連鎖解析	飯村一成・中澤佳子・天谷正行	育種学研究 13(別 1), 295, 2011
SSR マーカーによる 8 倍体イチゴ品種・系統識別と親子鑑定への利用の可能性	中澤佳子・若槻睦子・飯村一成・天谷正行	育種学研究 14(別 1), 277, 2012
栃木県における「とちおとめ」ブランドを引き継ぐ品種開発	植木正明	園学研 10(別 2), 46-47, 2011
促成栽培における四季成り性イチゴの生産能力	植木正明・稲見明奈・重野貴	園学研 11(別 1), 312, 2012
イチゴ新品種「栃木 i27 号」について	重野 貴・直井昌彦・植木正明	園学研 13(別 1), 84, 2013
大果系いちご新品種「栃木 i27 号」の育成	重野 貴・小林泰弘	栃木農試成果集 31, 43-44, 2013
広範囲のいちご品種を識別できる高精度マーカーの開発	中澤佳子	栃木農試成果集 31, 59-60, 2013
イチゴ萎黄病耐病性を判別する DNA マーカーの開発	飯村一成	栃木農試成果集 31, 63-64, 2013
イオンビーム照射によるいちご品種「とちおとめ」の萎黄病耐病性個体の作出	世取山守・高野純一・生井 潔	栃木農試成果集 31, 65-66, 2013
いちご遺伝子の機能解析法の確立	鈴木恵美子・高野純一・石川美幸・世取山守・生井 潔	栃木農試成果集 31, 69-70, 2013
四季成り性イチゴの促成 2 年どり栽培における根茎長の品種間差と遺伝	植木正明・中西達郎・重野 貴	園学研 13(別 1), 316, 2014
イチゴ育種における DNA マーカー開発と利用	生井 潔	平成 25 年園芸学会秋季大会小集会「園芸作物における DNA マーカーの開発と利用」, 2013
イチゴ炭疽病耐病性遺伝子の機能解析に用いる 2 倍体野生種系統の選定	高野純一・生井 潔	栃木農試成果集 32, 35-36, 2014
イチゴ炭疽病耐病性を識別する新たな DNA マーカーの開発	中澤佳子・癸生川真也・天谷正行・若槻睦子	栃木農試成果集 32, 39-40, 2014
マイクロアレイ法を用いたイチゴ萎黄病耐病性遺伝子の探索	和氣貴光・松島雄大・天谷正行	栃木農試成果集 32, 41-42, 2014
いちご「なつおとめ」の果実に含まれる葉酸含有量	豊田明奈・植木正明	栃木農試成果集 32, 55-56, 2014

## 8 いちごの安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
イチゴ女峰の夜冷短日処理における処理開始時期の影響	植木正明・須崎隆幸・高野邦治	栃木農試研報 40, 75-82, 1993
イチゴの夜冷短日処理における昼夜温が花成誘導に及ぼす影響	植木正明・望月龍也・高野邦治	栃木農試研報 40, 83-88, 1993
低温暗黒処理における諸要因がイチゴ“女峰”の花芽分化、発育及び収量に及ぼす影響	石原良行・高野邦治	栃木農試研報 40, 89-98, 1993
イチゴの新品種「栃の峰」について	植木正明・長修・川里宏・赤城博・高野邦治	栃木農試研報 40, 99-108, 1993
いちご「栃の峰」の花芽発育調査	植木正明	栃木農試成果集 14, 21-22, 1995
セル成型苗利用によるイチゴ育苗の省力化	石原良行・植木正明・四方田純一・高野邦治・大谷晴美	栃木農試研報 42, 65-77, 1994
イチゴの夏秋どり栽培	吉原泉・矢田部健一・村上文生	栃木農試研報 46, 43-48, 1997
促成栽培におけるイチゴ「とちおとめ」の生育及び収量に及ぼす電照、炭酸ガス施用及び地中加温の効果	重野 貴・栃木博美・大橋幸雄・稲葉幸雄	栃木農試研報 50, 39-50, 2001
イチゴ「とちおとめ」の花粉と雌ずいの受精能力	稲葉幸雄	栃木農試研報 50, 51-61, 2001
花房出蕾時期の土壤水分および草勢がイチゴ「とちおとめ」のがく焼け発生に及ぼす影響	石原良行・植木正明	栃木農試研報 51, 9-16, 2002
クリプトモス混合培地を用いたイチゴ「とちおとめ」の空中採苗法	畠山昭嗣・重野 貴・植木正明・稲葉幸雄・深澤郁男	栃木農試研報 51, 17-27, 2002
養液栽培におけるクリプトモス培地の太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病防除	小山田浩一・後藤知昭・中山喜一	農及園 80(9), 998-1002, 2005
天敵等を利用したイチゴの害虫防除体系	若樹睦子・山城 都・癸生川真也・伊村務・出口美里	栃木農試研報 55, 33-44, 2006
ウォーターカーテンを利用した本圃短日夜冷処理によるイチゴの新作型開発	家中達広・稲葉幸雄	栃木農試研報 58, 31-45, 2007
促成栽培イチゴの10月どり作型における一次側花房の連続出蕾技術の開発	稲葉幸雄・家中達広・畠山昭嗣・吉田智彦	園学研 6(2), 209-215, 2007
イチゴの促成栽培における主茎腋芽の発達に及ぼす定植後の温度および施肥量の影響	稲葉幸雄・吉田智彦・杉山信男	園学研 6(3), 431-434, 2007
イチゴの閉鎖型養液栽培に適した培養液処方	直井昌彦・畠山昭嗣・岡村昭子・稲葉幸雄・植木正明	栃木農試研報 63, 59-68, 2009

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
イチゴのセル成型苗に関する研究	石原良行・高野邦治・四方田純一	園学雑 62(別 1), 316-317, 1993
<i>Fusarium moniliforme</i> によるイチゴ先枯病 (新称)	石川成寿・上野臣一・中山喜一・一戸正勝	日植病報 59, 286, 1993
イチゴ炭そ病菌の nit 変異の作出とその病原性	石川成寿・上野臣一・中山喜一	関東病虫研報 40, 59-61, 1993
ポット育苗時の底面給水法によるイチゴ炭そ病の蔓延抑制効果及び本病菌分生胞子の飛散に及ぼす風と水野影響	石川成寿	関東病虫研報 40, 63-68, 1993
いちご炭そ病菌潜在感染株の簡易判別法	石川成寿	栃木農試成果集 12, 55-56, 1993
いちごの収穫・調整方法別の作業能率と作業規模低温暗黒処理による花成促進	石原良行	栃木農試成果集 12, 57-58, 1993
いちごの高冷地育苗における無仮植苗の利用	大谷晴美	栃木農試成果集 12, 59-60, 1993
いちごの摘花と花房整理について	四方田純一	栃木農試成果集 12, 61-62, 1993
いちごの有機栽培における施肥と病害虫防除	四方田純一	栃木農試成果集 12, 63-64, 1993
セル成形苗を利用したイチゴの効率的な育苗法	石原良行	栃木農試成果集 13, 39-40, 1994
いちご「栃の峰」の先青果発生要因	植木正明	栃木農試成果集 13, 87-88, 1994
いちごの山下げ栽培	大谷晴美	栃木農試成果集 13, 89-90, 1994
イチゴ炭疽病の nit 変異株による越冬形態の検討	石川成寿・中山喜一・大野義文・上野臣一	日植病報 60, 356, 1994
いちごの山下げ栽培夏秋とり品種	吉原 泉	栃木農試成果集 14, 11-12, 1995
いちご「栃の峰」の花芽発育調査	植木正明	栃木農試成果集 14, 21-22, 1995
いちごの作型別生育パターン	栃木博美	栃木農試成果集 14, 35-36, 1995

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
いちごセル成形苗の生育特性	石原良行	栃木農試成果集 14, 37-38, 1995
いちご夏秋どりの小苗増殖法について	村上文生	栃木農試成果集 14, 87-88, 1995
いちごの施肥改善	植木正明	栃木農試成果集 14, 89-90, 1995
いちご夏秋どり栽培における苗質と定植時期	村上文生	栃木農試成果集 15, 41-42, 1996
いちごの養分吸収特性調査	栃木博美・佐藤文政	栃木農試成果集 15, 45-46, 1996
いちごのセル育苗における培地の影響	植木正明	栃木農試成果集 15, 47-48, 1996
いちごのセル育苗における培地の影響省力化・経済性の評価	石原良行・大橋幸雄	栃木農試成果集 15, 79-80, 1996
イチゴ炭そ病に対するプロベナゾール粒剤及びピロキロン粒剤の防除効果	石川成寿・山崎周一郎・大野義文	関東病虫研報 43, 95-97, 1996
いちご夏秋どりのスリップス防除法	吉原泉	栃木農試成果集 16, 27-28, 1997
いちご「とちおとめ」の定植時における根土の有無と灌水量の影響	石原良行・大橋幸雄	栃木農試成果集 16, 29-30, 1997
いちご「とちおとめ」の定植時期と窒素の葉面散布の影響	石原良行・稲葉幸雄	栃木農試成果集 16, 31-32, 1997
緩効性窒素肥料利用による「とちおとめ」の全量基肥施肥	佐藤文政	栃木農試成果集 16, 49-50, 1997
いちご「とちおとめ」の心止まり株の発生と育苗中の窒素施用量との関係	稲葉幸雄	栃木農試成果集 17, 23-24, 1998
いちご「とちおとめ」の生産安定技術	栃木博美	栃木農試成果集 17, 25-26, 1998
いちご「とちおとめ」における電照開始時期	大橋幸雄	栃木農試成果集 17, 27-28, 1998
いちご「とちおとめ」のランナー増殖法	稲葉幸雄	栃木農試成果集 17, 49-50, 1998
いちご「とちおとめ」の栄養診断法の検討	栃木博美	栃木農試成果集 17, 51-52, 1998
いちごの養液栽培における有機質培地の選定	植木正明	栃木農試成果集 17, 79-80, 1998
イチゴ空中採苗で発生した <i>Trichothecium roseum</i> によるイチゴばら色かび病	石川成寿・宮睦子・大野義文・後藤知昭	日植病報 64, 431, 1998
杉パーク「クリプトモス」を培地としたイチゴの高設ベッド栽培(第1報)非循環による閉鎖型養液管理システムの開発	植木正明・栃木博美・畠山昭嗣・稲葉幸雄・重野 貴	園学雑 68(別1), 233, 1999
いちご「とちおとめ」のガク焼け果発生要因	稲葉幸雄・石原良行	栃木農試成果集 18, 33-34, 1999
準高冷地で生産されたいちご無仮植苗の山下げ時期と苗の大きさ	畠山昭嗣	栃木農試成果集 18, 35-36, 1999
炭酸ガス施用によるいちごの増収効果	稲葉幸雄	栃木農試成果集 18, 65-66, 1999
クリプトモスを用いたいちごの高設式養液栽培システム	植木正明	栃木農試成果集 18, 67-68, 1999
いちご「とちおとめ」の多収技術	重野 貴	栃木農試成果集 19, 19-20, 2000
排水を出さないいちごの高設式養液栽培システムの開発	植木正明	栃木農試成果集 19, 21-22, 2000
排水を出さない高設式養液栽培システムの経営的評価	家中達広	栃木農試成果集 19, 23-24, 2000
いちご高設式養液栽培における培地加温法	植木正明	栃木農試成果集 19, 25-26, 2000
いちご空中採苗で発生したイチゴばら色かび病	石川成寿	栃木農試成果集 19, 67-68, 2000
<i>Trichothecium roseum</i> によるバラ色かび病	石川成寿・中山喜一	日植病報 66, 92, 2000
<i>Diachea leucopodia</i> によるイチゴジワホコリカビ病	石川成寿・郷間秀夫	日植病報 66, 95, 2000
いちご「とちおとめ」の空中採苗における親株の定植時期と給液管理	畠山昭嗣・重野 貴	栃木農試成果集 20, 25-26, 2001
いちご「とちおとめ」の蒸散量	稲葉幸雄	栃木農試成果集 20, 45-46, 2001
いちご「とちおとめ」の花粉および雌ずいの受精能力保有期間	稲葉幸雄	栃木農試成果集 20, 47-48, 2001
いちご栽培における天敵を利用したハダニ類防除	宮 睦子	栃木農試成果集 20, 53-54, 2001
いちご栽培における天敵を利用したオンシツコナジラミの防除	宮 睦子	栃木農試成果集 20, 55-56, 2001
いちご栽培における天敵を利用したワタアブラムシ防除	宮 睦子	栃木農試成果集 20, 57-58, 2001
パイオトラスト水和剤の有効成分糸状菌 <i>Talaromyces flavus</i> の諸特性	石川成寿	栃木農試成果集 21, 23-24, 2002
イチゴ炭疽病に対するパイオトラスト水和剤および拮抗糸状菌 <i>Talaromyces flavus</i> 培養菌体散布による防除効果	石川成寿	栃木農試成果集 21, 25-26, 2002
とちおとめの心止まり発生要因と防止対策	稲葉幸雄	栃木農試成果集 21, 55-56, 2002
いちごの閉鎖型養液栽培における給液管理法	植木正明・重野 貴・出口美里	栃木農試成果集 21, 57-58, 2002
いちごの養液栽培における収穫後の培地管理法	深澤郁男・畠山昭嗣	栃木農試成果集 21, 59-60, 2002

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
いちごのクラウン部分の傾斜と花房伸長方向の関係	稲葉幸雄	栃木農試成果集 21, 61-62, 2002
いちごを加害するオンシツコナジラミに対するラノーテープの防除効果	宮 睦子	栃木農試成果集 22, 13-14, 2003
肥効調節型肥料を用いたいちごの空中採苗法	畠山昭嗣	栃木農試成果集 22, 65-66, 2003
いちごの養液栽培におけるクリプトモス培地の連用年数	畠山昭嗣・重野 貴	栃木農試成果集 22, 67-68, 2003
いちごの養液土耕栽培における畝内水分分布	畠山昭嗣・深澤郁男	栃木農試成果集 22, 69-70, 2003
土壌還元消毒法のイチゴ萎黄病に対する防除効果	小山田浩一・鈴木 聡・和田悦郎・齋藤芳彦	関東病虫研報 50, 49-53, 2003
黄色蛍光灯を用いたイチゴのハスモンヨトウ防除技術の評価	宮睦子・伊村 務・出口美里・癸生川真也	関東病虫研報 50, 151-155, 2003
夜冷育苗装置を用いたイチゴの連続的花芽分化促進法(第1報)	稲葉幸雄・家中達広	園学雑 73(別 1), 295, 2004
肥効調節型肥料を用いたイチゴの低コスト高設ベンチ栽培技術	畠山昭嗣・佐藤文政・柴田和幸・渡邊修孝・植木正明	園学雑 73(別 1), 297, 2004
イチゴの収穫法と果梗の長さが果実の鮮度保持に及ぼす影響	家中達広・深澤郁男・出口美里	園学雑 73(別 1), 352, 2004
イチゴの閉鎖型養液栽培システムにおける培養液処方の開発	畠山昭嗣・稲葉幸雄	園学雑 73(別 2), 175, 2004
イチゴの高設式養液栽培培地の太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病防除	小山田浩一	栃木農試成果集 23, 27-28, 2005
イチゴ萎黄病菌のベノミル剤に対する感受性検定	後藤知昭	栃木農試成果集 23, 31-32, 2005
養液栽培培地の太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病防除	小山田浩一・後藤知昭・中山喜一	関東病虫研報 51, 33-36, 2004
タラロマイセス・フラバス水和剤を基軸にしたイチゴ炭疽病、うどんこ病の防除体系	野沢英之・石川成寿・中山喜一・尾川新一郎・伊豆 進	関東病虫研報 51, 37-42, 2004
タラロマイセス・フラバス水和剤を用いたイチゴ炭疽病、うどんこ病の防除対策	野沢英之・石川成寿・中山喜一・尾川新一郎・伊豆 進	関東病虫研報 51, 177, 2004
CYP51 遺伝子上流領域の PCR 増幅による DMI 剤耐性イチゴうどんこ病菌 <i>Sphaerotheca aphans</i> var. <i>aphans</i> の検出	後藤知昭・山城 都・内田景子・宋和弘・中山喜一・石井英夫	日植病報 70, 253, 2004
夜冷育苗装置を用いたイチゴの連続的花芽分化促進法(第2報)	稲葉幸雄・家中達広・畠山昭嗣	園学雑 47(別 2), 2005
イチゴ萎黄病 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i> の特異的プライマーによる PCR 診断	後藤知昭・石塚美帆・中山喜一・石井英夫	日植病報 71(3), 230, 2005
バイオトラスト水和剤を基軸としたイチゴ炭疽病、うどんこ病の体系防除	野沢英之	栃木農試成果集 23, 35-36, 2005
薬剤淘汰試験によるストロビルリン系薬剤耐性イチゴうどんこ病菌の選抜	大関文恵・中山喜一・後藤知昭・内田景子・武田敏幸・稲田稔・石井英夫	日植病報 72(4), 322, 2006
いちごの 10 月上旬どり作型の開発	家中達広	栃木農試成果集 24, 19-20, 2006
いちご自動選果調製機の開発	家中達広	栃木農試成果集 24, 23-24, 2006
いちご経営の労働時間と労働力の特徴	小幡葉子・伊藤 浩	栃木農試成果集 24, 35-36, 2006
イチゴ萎黄病菌の遺伝子診断技術の開発	後藤知昭	栃木農試成果集 25, 23-24, 2007
DMI 剤耐性イチゴうどんこ病菌の遺伝子診断法	大関文恵・後藤知昭・中山喜一・生井潔・福田 充・内田景子・武田敏幸	日植病報 73(3), 212, 2007
DMI 剤耐性イチゴうどんこ病菌の遺伝子診断法	大関文恵・後藤知昭・中山喜一・生井潔・福田 充・内田景子・武田敏幸	日植病報 73(3), 212, 2007
いちごうどんこ病 DMI 剤耐性菌の遺伝子診断法	中山喜一・大関文恵	栃木農試成果集 26, 44-45, 2008
土壌還元消毒によるいちごのネグサレセンチュウ類防除	小山田浩一	栃木農試成果集 26, 54-55, 2008
<i>Pythium spinosum</i> および <i>P. sylvaticum</i> によるイチゴピシウム根腐病の発生(病原菌追加)	中山喜一・景山幸二・渡辺秀樹・福田充・石川成寿	日植病報 74(3), 177, 2008
夏秋どりいちご「とちひとみ」の栽培技術の確立	植木正明	栃木農試成果集 27, 28-29, 2009
いちごの閉鎖型養液栽培に適した培養液処方	直井昌彦	栃木農試成果集 27, 42-43, 2009
イチゴ炭疽病抵抗性品種(宝交早生、Dover)を高率に枯死させる菌株の出現	森島正二・石川成寿・和氣貴光・福田充	関東病虫研報 56, 139, 2009
バンカープラントを利用したイチゴのワタアブラムシ防除	西村浩志	関東病虫研報 57, 140, 2010
いちごの生育、収量と気温との関係	須永哲央・植木正明	栃木農試成果集 28, 3-4, 2010
バンカープラントを利用したいちごのワタアブラムシ防除	西村浩志	栃木農試成果集 29, 33-34, 2010
イチゴ養液栽培における培地加温の低コスト化技術	小林泰弘・重野 貴	園学研 10 (別 1), 131, 2011
定植後の気温がイチゴ'とちおとめ'の収量性に及ぼす影響	永嶋麻美・須永哲央・稲葉幸雄・植木正	園学研 10 (別 1), 390, 2011

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
いちごの畝上げ後土壌消毒における生育特性と施肥反応	明 直井昌彦・植木正明	栃木農試成果集 29, 39-40, 2011
微生物資材と紙ポット移植の併用によるイチゴ萎黄病の発病軽減効果	森島正二・福田 充・和氣貴光・中山喜一・石川成寿	関東病虫研報 58, 47-50, 2011
栃木県におけるトモモロコシアブラムシを代替寄主としたバンカープラント法によるイチゴのワタアブラムシ防除	西村浩志	関東病虫研報 57, 75-78, 2011
ポット移植によるイチゴ萎黄病の発病軽減効果	森島正二・福田 充・和氣貴光・中山喜一	関東病虫研報 58, 43-46, 2011
PCR 法によるイチゴ炭疽病菌検出技術のイチゴ苗生産圃場での実証	森島正二・和氣貴光・山城 都・福田 充・小林 誠・石川成寿・鈴木 健	日植病報 78, 23-24, 2011
土着天敵オオメカメムシは、いちごのアザミウマ類防除に有効である	小山田浩一	栃木農試成果集 30, 73-74, 2012
<i>Stemonitis pallida</i> によるイチゴイリマメホコリカビ病 (新称)	郷間秀夫・石川成寿	日植病報 79, 28-30, 2012
イチゴうどんこ病に対する静電霧化微粒子水処理の防除効果	森島正二・小山田浩一	関東病虫研報 59, 157, 2012
イチゴ'なつおとめ'に含まれる葉酸の含有量と収穫後の変化	稲見明奈・増田亮一・植木正明	園学研 11(別 1), 313, 2012
イチゴうどんこ病に対する静電霧化微粒子水処理の防除効果	森島正二・小山田浩一	関東病虫研報 59, 157, 2012
四季成り性イチゴ品種'なつおとめ'の栃木県における夏秋どり栽培適応性	小林泰弘・中西達郎・植木正明	園学研 12(別 1), 361, 2013
クラウン冷却が夏秋どり四季成り性イチゴ'なつおとめ'の収量に及ぼす影響	中西達郎・小林泰弘・植木正明	園学研 12(別 1), 366, 2013
いちご健全種苗生産のための炭疽病検査プログラムの構築	森島正二	栃木農試成果集 31, 27-28, 2013
いちご養液栽培における低コスト培地加温技術	小林泰弘・重野 貴	栃木農試成果集 31, 45-46, 2013
いちごの空中採苗後の挿し苗方法と遮光方法の違いが苗の活着に及ぼす影響	小林泰弘・植木正明	栃木農試成果集 31, 47-48, 2013
いちごの本ほにおける定植後の昇温抑制対策	永嶋麻美・大橋 隆	栃木農試成果集 31, 49-50, 2013
夏秋いちご品種'なつおとめ'におけるイチゴ炭疽病の花器官及び果実での発病と予防的薬剤 の効果	小林 誠、	関東病虫研報 60, 2013
栃木県におけるイチゴでのカブリダニ利用の普及	伊村 務	第 23 回天敵利用研究会資料, 2013
周年栽培下における四季成り性品種の栽培特性に関する研究. 第 1 報: 定植時期とクラウン冷却が生育・収量に及ぼす影響	中西達郎・植木正明	園学研 13(別 1), 342, 2014
いちご「なつおとめ」の養分吸収特性	小林泰弘・中西達郎	栃木農試成果集 32, 23-24, 2014
いちご「なつおとめ」果実の保存温度と着色変化	小林泰弘・中西達郎	栃木農試成果集 32, 25-26, 2014
いちご「なつおとめ」の地域適応性	小林泰弘・中西達郎	栃木農試成果集 32, 27-28, 2014
クラウン冷却がいちご「なつおとめ」の収量に及ぼす影響	中西達郎・小林泰弘	栃木農試成果集 32, 29-30, 2014
育種現場で利用できるイチゴ萎黄病耐病性個体選抜技術の確立	松島雄大・飯村一成	栃木農試成果集 32, 37-38, 2014
アブラムシ寄生蜂ナケルクロアブラバチ <i>Ephedrus nacheri</i> のマミーに対する薬剤の影響	小林誠・西村浩志・伊村 務	関東病虫研報 61, 2014
アブラムシ寄生蜂ナケルクロアブラバチ <i>Ephedrus nacheri</i> のマミーに対する各種薬剤の影響	小林誠・西村浩志・伊村 務	応動昆講演要旨 58, 23, 2014

## 9 トマトの安定生産技術の開発

### a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
トマトの窓あき果の発生要因について	深澤郁男・和田悦郎・木村 栄・安川俊彦・栃木博美・本島俊明・石川孝一・赤城博	栃木農試研報 40, 13-28, 1993
近年育成されたイチゴ品種の近親交配の程度および近交係数と収量の関係	稲葉幸雄・吉田智彦	園学研 5(3), 219-225, 2006
施設栽培におけるトマトセル成型苗直接定植栽培の生育制御法	駒場謙一・本島俊明・高野邦治・木村 栄・石原良行	栃木農試研報 48, 21-28, 1998
促成トマトのロックウール栽培における給液管理	石原良行・渡辺恵美子・大島一則・駒場謙一・木村 栄	栃木農試研報 49, 1-14, 1999
トマト促成栽培におけるハイワイヤー整枝法の特性	羽石重忠・石原良行	栃木農試研報 55, 15-26, 2005

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
毛管給液を併用したトマトの閉鎖型養液栽培における培養液組成が培地内溶液濃度および収量に及ぼす影響	石原良行・人見秀康・八巻良和	園学研 5(3), 265-270, 2006
閉鎖型培養液栽培におけるスギ樹皮培地の連用が培地の理化学性およびトマト収量に及ぼす影響	石原良行・中山千知・八巻良和	園学研 6(1), 113-118, 2007
閉鎖型培養液栽培用に開発された培養液組成がトマトの成分吸収濃度に及ぼす影響	石原良行・人見秀康・八巻良和	園学研 6(3), 391-397, 2007
非循環式の閉鎖型養液栽培システムを用いたトマト促成長期栽培における培養液濃度管理法	石原良行・人見秀康・中山千知・八巻良和	園学研 6(3), 399-404, 2007
トマトの閉鎖型養液栽培システムにおける培地の種類が生育・収量に及ぼす影響	中山千知・石原良行	栃木農試研報 59, 1-9, 2008
細霧冷房装置利用による相対湿度の制御がトマト生体情報および収量品質に及ぼす影響	木野本真沙江・松本佳浩・吉田 剛	栃木農試研報 71, 27-31, 2013

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
隔離床利用による高糖度トマトの栽培法	木村 栄	栃木農試成果集 12, 45-46, 1993
トマトのセル育苗におけるセル容量の影響	本島俊明	栃木農試成果集 13, 33-34, 1994
トマトの幼苗接木時の管理法	深澤郁男	栃木農試成果集 13, 79-80, 1994
促成トマト栽培における花粉発芽率の推移	室井栄一	栃木農試成果集 13, 81-82, 1994
完熟系トマトの促成栽培における曇天日の日中加温効果	深澤郁男	栃木農試成果集 14, 31-32, 1995
トマトのセル育苗用低コスト培養土	本島俊明・駒場謙一	栃木農試成果集 14, 77-78, 1995
トマトの促成栽培におけるマルハナバチの利用	堀江収一・室井栄一	栃木農試成果集 14, 79-80, 1995
セル成形成苗を利用したトマト栽培の省力化と経済性	駒場謙一	栃木農試成果集 14, 85-86, 1995
クリプトモス培地によるトマトの養液栽培	堀江収一・本島俊明	栃木農試成果集 17, 19-20, 1998
高糖度トマトの長期安定多収栽培技術確立	駒場謙一	栃木農試成果集 18, 27-28, 1999
完熟系トマトの高品質多収栽培法の確立	大島一則	栃木農試成果集 18, 29-30, 1999
トマト栽培におけるオンシツコナジラミの要防除水準	宮 睦子	栃木農試成果集 18, 31-32, 1999
施設トマトのセル成形成苗直接定植栽培における水分管理技術	駒場謙一	栃木農試成果集 18, 59-60, 1999
促成トマトのロックウール栽培における給液管理	石原良行	栃木農試成果集 19, 15-16, 2000
トマト台木品種の萎凋病 (レース2) に対する抵抗性検定	後藤知昭	栃木農試成果集 21, 27-28, 2002
促成トマトの新品種の特性	羽石重忠	栃木農試成果集 21, 11-12, 2002
トマト促成長期どり栽培における品種と播種期	羽石重忠	栃木農試成果集 22, 5-6, 2003
トマト土耕2本仕立て栽培における果実肥大、品質向上技術	羽石重忠	栃木農試成果集 22, 51-52, 2003
トマトの環境保全型養液栽培システムの開発	石原良行・人見秀康	栃木農試成果集 22, 53-54, 2003
トマトの閉鎖型養液栽培における作型と培養液処方が生育および収量に及ぼす影響	石原良行・人見秀康	園学雑 73(別1), 272, 2004
閉鎖型養液栽培におけるクリプトモス培地の連用がトマトの生育、収量等に及ぼす影響	中山千知・石原良行・八巻良和	園学雑 74(別1), 291, 2005
閉鎖型養液栽培における給液法がトマトの生育及び収量に及ぼす影響	石原良行・中山千知・人見秀康・八巻良和	園学雑 74(別1), 292, 2005
トマトハイワイヤー誘引の特性	羽石重忠	栃木農試成果集 23, 49-50, 2005
トマト環境保全型養液栽培システムによる促成長期どり栽培	石原良行・人見秀康・中山千知	栃木農試成果集 23, 83-84, 2005
トマト環境保全型養液栽培における培養液組成の開発	石原良行・人見秀康・中山千知	栃木農試成果集 23, 85-86, 2005
トマト環境保全型養液栽培における培地給液法	石原良行・人見秀康・中山千知	栃木農試成果集 23, 87-88, 2005
トマト環境保全型養液栽培システムにおける毛管吸水槽水位制御装置の開発	石原良行・大島一則・人見秀康	栃木農試成果集 23, 89-90, 2005
栃木県、群馬県および岐阜県のトマト立枯株から分離した <i>Fusarium solani</i> - complex 菌株とその分子系統解析	中山喜一・青木孝之・漆原寿彦・渡辺秀樹・堀之内勇人・福田 充・石川成寿	日植病報 72(4), 205, 2006
促成栽培トマトにおける蒸し込み処理によるコナジラミ類 (タバココナジラミ、オンシツコナジラミ) の防除	水越小百合・福田 充・中山喜一・深澤郁男・石原良行・山城 都	関東病虫研報 54, 109-112, 2007
<i>Pythium aphanidermatum</i> による土耕栽培トマトの育苗中に発生した根腐症状	中山喜一・渡辺秀樹・福田 充・景山幸二	関東病虫研報 54, 1-4, 2007

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
トマト閉鎖型養液栽培における培地の違いが生育・収量に及ぼす影響	中山千知・石原良行	栃木農試成果集 25, 47-48, 2007
トマト閉鎖型養液栽培における品種適応性	中山千知・石原良行	栃木農試成果集 25, 49-50, 2007
促成栽培トマトのハウス密閉処理によるタバココナジラミの防除	水越小百合	栃木農試成果集 26, 52-53, 2008
トマト立枯原因菌のトマト品種および各種植物に対する病原性	中山喜一	栃木農試成果集 27, 34-35, 2009
細霧冷房がトマトの収量、品質に及ぼす影響	大森雅子・大島一則	栃木農試成果集 27, 10-11, 2009
トマトの促成長期どり栽培におけるセル成型苗直接定植法	根岸直人・大島一則	栃木農試成果集 27, 14-15, 2009
トマトの低軒高施設における省力誘引法の確立	吉田剛・大島一則	栃木農試成果集 27, 16-17, 2009
トウガラシ退緑斑紋ウイルスによるトマト退緑斑紋病（新称）	福田 充・森島正二・和氣貴光・石川成寿・富高保弘・津田新哉	日植病報 75(3), 219-220, 2009
トマトの果実体積測定による日本およびオランダ品種の果実肥大と着果量の特性比較	吉田 剛・高市益行・佐々木英和・安場健一郎・中野明正	園学研 8(別2), 263, 2009
トマト主要病害虫に対する効果的な減化学農薬栽培	西村浩志・松本佳浩	栃木農試成果集 28, 33-34, 2010
トマト茎葉残さの圃場鋤込み技術の確立	鈴木隆浩・高沢由美・大関文恵・和氣貴光・根岸直人	栃木農試成果集 28, 37-38, 2010
トウガラシ退緑斑紋ウイルスによるトマト退緑斑紋病（新称）	福田 充	栃木農試成果集 28, 51-52, 2010
<i>Fusarium solani f.sp.eumartii</i> によるトマトフザリウム株腐病（新称）	中山喜一・青木孝之	日植病報 76(1), 7-16, 2010
トマトフザリウム株腐病菌 ( <i>Fusarium solani f. sp. eumartii</i> ) の薬剤感受性	中山喜一・和氣貴光・森島正二・福田充	関東病虫研報 57, 105-106, 2010
トマトフザリウム株腐病菌 ( <i>Fusarium solani f. sp. eumartii</i> ) のトマト花器、果実および茎に対する病原性	中山喜一・和氣貴光・青木孝之・森島正二・福田 充	日植病報 76(3), 135-141, 2010
トマトフザリウム株腐病菌の花器、果実及び茎に対する病原性	和氣貴光・中山喜一	栃木農試成果集 29, 29-30, 2011
トマトフザリウム株腐病に対する物理的防除法の開発	山城 都 和氣貴光	栃木農試成果集 30, 49-50, 2012
温度統合(Temperature Integration)の概念を活用したトマトの省エネルギー温度管理方法の実用性	吉田 剛・後藤晶子・木野本真沙江・根岸直人	園学研 10(別1), 106, 2011
CO <sub>2</sub> 施用と温度管理がトマトの生育に及ぼす影響	木野本真沙江・根岸直人・吉田 剛	園学研 10(別1), 110, 2011
トマトのツヤなし果発生に及ぼす着果ホルモン濃度の影響	半田有宏・吉田 剛	園学研 10(別1), 117, 2011
蓄熱式栽培環境制御システムにおける高生産・省エネ技術の開発(第2報) トマト栽培の実証	木野本真沙江・根岸直人・吉田 剛	園学研 10(別1), 110, 2011
二酸化炭素施用と温度管理によるトマト高品質多収生産技術の確立	根岸直人・木野本真沙江	栃木農試成果集 30, 19-20, 2012
ジャガイモを利用したトマトフザリウム株腐病菌の土壌からの検出	中山喜一・和氣貴光・山城 都	日植病報, 78, 28~30, 2012
近年トマトで問題となっているトマト退緑ウイルスの発生生態	山城 都	ウイルス病防除研究会講演要旨, 1-6, 2013
トマト退緑ウイルス ( <i>Tomato chlorosis virus</i> ) の宿主範囲	山城 都・青木久美・伊村 務	関東病虫研報 60, 35-36, 2013
素寒天培地上でのトマトフザリウム株腐病菌 <i>Fusarium solani f.sp.eumartii</i> のトマトに対する病原性検定	中山喜一	関東病虫研報 60, 49-51, 2013
トマト青枯病に対する主要台木品種の耐病性評価	青木久美・小林 誠	栃木農試成果集 32, 17-18, 2013
施設トマトにおけるヒートポンプ導入によるコスト低減効果の実態	大野恭子・樋山宏幸	栃木農試成果集 31, 7-8, 2013
施設トマトにおける省エネ技術の組み合わせによるコスト低減効果の実態解明	大野恭子・樋山宏幸	栃木農試成果集 31, 9-10, 2013
細霧冷房装置利用による相対湿度の制御がトマトの生体情報および収量品質に及ぼす影響	木野本真沙江・松本佳浩・吉田 剛	栃木農試成果集 31, 17-18, 2013
トマトの省エネルギー栽培管理方法	高野あけみ・吉田 剛・菊地 聡・後藤晶子	栃木農試成果集 31, 19-20, 2013
トマトの新暖房システムを活用した栽培技術の確立	木野本真沙江・菊地 聡・吉田 剛・稲葉幸雄・大島一則	栃木農試成果集 32, 5-6, 2014
トマト青枯病に対する生物農薬及び化学農薬の防除効果の検討	青木久美・和氣貴光	関東病虫研報 61, 175, 2014

10 ニラの新品種の作出および安定生産技術の開発

a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ネギとニラの種間雑種植物の育成	天谷正行・大橋一夫・木村 栄・小栗尚子・小島昭夫	栃木農試研報 43, 87-94, 1995
エステラーゼ酵素多型を利用したニラ交雑個体の選抜	天谷正行	栃木農試研報 44, 49-54, 1996
RAPD マーカーによるニラ品種の識別	天谷正行	栃木農試研報 46, 29-35, 1997
RAPD マーカーを用いたニラ交雑個体の選抜技術の確立	中澤佳子・生井 潔・酒井美幸・田崎公久・小林俊一・小玉弘恵・土屋久子・木村 栄・室井栄一・石原良行・大島一則・天 谷 正行	栃木農試研報 55, 27-32, 2006
四倍体ニラにおける単為発生性の遺伝様式	中澤佳子・生井 潔・小島昭夫・小林俊一・田崎公久・天谷正行	育種学研究 8, 89-98, 2006
バルクセグレガント法によるニラ四倍体 ( <i>Allium ramosum</i> , syn. <i>A. tuberosum</i> 2n=4x=32) の単為発生性連鎖マーカーの開発	天谷正行・中澤佳子・松本紀子・飯村一成	育種学研究 12(3), 73-80, 2010
ニラ収穫時抽だいを軽減する栽培体系の確立	齋藤容徳・大島 一則	栃木農試研報 66, 11-17, 2011
栽培管理がニラの機能性成分含有量に及ぼす影響	齋藤容徳・大島一則・矢吹友二・向田佳孝・宇田 靖	栃木農試研報 66, 19-25, 2011
両性生殖性系統と単為発生性連鎖マーカーを利用したニラ四倍体 F1 集団における休眠性および抽だい期の変動	齋藤容徳・大島一則・松本紀子・癸生川真也・中澤佳子・天谷正行	栃木農試研報 68, 15-22, 2012
ニラ圃場におけるネギアザミウマの発生消長と <i>Iris yellows pot virus</i> によるニラえそ条斑病の発生生態	森島正二、福田 充、和氣貴光、	応動昆 56(3), 95-101, 2012
Modes of inheritance of two apomixis components, diplospory and parthenogenesis, in Chinese chive ( <i>Allium ramosum</i> ) revealed by analysis of the segregating population generated by back-crossing between amphimictic and apomictic diploids	YAMASHITA K., NAKAZAWA Y., NAMAI K., AMAGAI M., TSUKAZAKI H., WAKO T. and KOJIMA A.	Breeding Science 62, 160-169, 2012
ニラの1年株利用による年内どり作型	佐藤隆二・齋藤容徳・奥野祐子・根岸直人・半田有宏	栃木農試研報 71, 33-43, 2013

b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ニラの窒素栄養診断	小林靖夫	栃木農試成果集 12, 53-54, 1993
にら新品種「きぬみどり」(栃交1号)の育成について	木村 栄	栃木農試成果集 12, 13-14, 1993
ニラ新品種「ネギニラ」の育成	天谷正行	栃木農試成果集 13, 43-44, 1994
にらの機械定植に適したセル成形苗の育苗法	木村 栄	栃木農試成果集 13, 35-36, 1994
セル成形苗を利用したニラの省力栽培法	木村 栄	栃木農試成果集 14, 83-84, 1995
<i>Pyrenochaeta terrestris</i> によるニラ紅色根腐病	石川成寿・大野義文・山崎周一郎	日植病報 61(6), 604, 1995
エステラーゼ酵素多型を利用したニラ交雑個体の選抜	天谷正行	栃木農試成果集 15, 17-18, 1996
RAPD マーカーによるにらの品種識別	天谷正行	栃木農試成果集 16, 7-8, 1997
RAPD 法によるにらの系統識別	生井 潔・天谷正行・丹羽久子・中澤佳子	育種学雑誌 48(別2), 206, 1998
高頻度有性生殖ニラの RAPD 法による交雑率の推定	中澤佳子・小島昭夫・生井 潔・丹波久子・天谷正行	育種学雑誌 48(別2), 207, 1998
夏どりにらの抽だい制御による栽培法	手塚弘恵	栃木農試成果集 17, 21-22, 1998
DNA マーカーによるにら交雑個体の選抜	生井 潔・中澤佳子	栃木農試成果集 19, 5-6, 2000
ねぎにら「なかみどり」の養分吸収特性	片峯美幸・手塚弘恵	栃木農試成果集 19, 39-40, 2000
ねぎにら「なかみどり」の栽培法	手塚弘恵	栃木農試成果集 19, 41-42, 2000
にら「きぬみどり」の高品質生産法	小玉弘恵	栃木農試成果集 20, 39-40, 2001
四倍体ニラの中に見いだされた非単為発生個体とその生殖性	中澤佳子・生井 潔・小林俊一・田崎公久・酒井美幸・天谷正行	育種学研究 6(別1), 131, 2004
堆肥と窒素の施用量がニラ葉中硝酸イオン濃度と収量に及ぼす影響	大島一則・大島正稔・小玉弘恵・廣澤美幸・石原良行・本島俊明・鈴木聡	園学雑 74(別2), 457, 2005
ニラ蓄由来 EST の蓄積とマイクロアレイの作製	柏谷祐樹・田崎公久・生井 潔・天谷	育種学研究 7(別1・2), 142, 2005

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
RAPD マーカーを用いたにら交雑個体の選抜技術の確立	正行 中澤佳子・天谷正行	栃木農試成果集 24, 9-10, 2006
ニラ四倍体における単為発生性の遺伝様式の推定と複相大胞子形成する非単為発生性個体の発見	中澤佳子・天谷正行・生井 潔・小林俊一・小島昭夫・田崎公久・飯村一成・松本紀子	育種学研究 8(別 1), 111, 2006
<i>Iris yellow spot virus</i> によるニラえそ条斑病 (新称)	福田 充・中山喜一・大関文恵・本田要八郎	日植病報 72(4), 277, 2006
<i>Iris yellow spot virus</i> (IYSV)によるにらえそ条斑病 (新称)	福田 充	栃木農試成果集 25, 25-26, 2007
ニラ栽培における堆肥施用が窒素の溶脱に及ぼす影響	高間由美	土肥学会講要集 53, 260, 2007
四倍体ニラの単為発生遺伝子に連鎖する DNA マーカーの開発	天谷正行・中澤佳子・松本紀子・飯村一成	育種学研究 9(別 1), 2007
アイリスイエロースポットウイルス (IYSV) によるニラえそ条斑病 (新称) の発生	福田 充・中山喜一・本田要八郎	日植病報 73, 311-313, 2007
ネギアザミウマの発生消長とニラえそ条斑病の発生状況	森島正二・福田 充・中山喜一・大関文恵	関東病虫研報 55,185, 2008
ニラの機能性成分含有量の部位別および時期別の推移	齋藤容徳・大島一則・矢吹友二・宇田靖	園学研 8(別 2), 367, 2009
にらにおけるネギアザミウマの発生消長とニラえそ条斑病の発生	森島正二	栃木農試成果集 28, 29-30, 2010
ニラのネギアザミウマに対する高温処理および薬剤による殺虫効果	福田 充・森島正二・和氣貴光	関東病虫研報 57, 67-69, 2010
にら収穫時抽だいを軽減する栽培体系の確立	齋藤容徳	栃木農試成果集 29, 9-10, 2011
にら栽培管理法による機能性成分の変化	齋藤容徳	栃木農試成果集 29, 11-12, 2011
にらのネギアザミウマに対する各種物理的防除	福田 充	栃木農試成果集 29, 31-32, 2011
にらの単為発生性に連鎖する DNA マーカーの開発	天谷正行・中澤佳子・松本紀子・飯村一成	栃木農試成果集 29, 47-48, 2011
炭酸ガス施用がニラの収量, 品質に及ぼす影響	齋藤容徳・大島一則	園学研 10(別 1), 145, 2011
にらのネダニ類の発生状況とほ場における分布状況	西村浩志	栃木農試成果集 30, 51-52, 2012
ニラ苗温湯浸漬によるニラネダニ防除	西村浩志	関東病虫研報 59, 160, 2012
にらの1 年株利用による年内どり作型	佐藤隆二・齋藤容徳・奥野祐子・根岸直人・半田有宏	栃木農試成果集 31, 15-16, 2013
にらのロビンネダニに対するセル苗温湯浸漬の防除効果	西村浩志	栃木農試成果集 31, 71-72, 2013
ニラセル苗の温湯浸漬によるロビンネダニ防除	西村浩志	関東病虫研報 60, 115-116, 2013
ニラ遺伝資源の類縁関係解析に用いる EST-SSR マーカーの作出	生井 潔・田崎公久・柏谷祐樹・中澤佳子	育種学研究 15(別 1), 32, 2013
にらのロビンネダニに対する本ほ温水処理の防除効果	西村浩志	栃木農試成果集 32, 19-20, 2014

## 11 野菜類の安定生産技術の開発

### a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
イチゴの育種 1 栃木県における育種	石原良行	農及園 69(8), 907-912, 1994
組織内共生微生物を用いた生育及び病害の制御	木嶋利男・天谷正行・郷間秀夫・米内貞夫・大橋一夫・生井 潔・須永哲央・小栗尚子・橋田弘一・熊田欽丈・小林光子	栃木農試研報 43, 47-86, 1995
<i>Pseudomonas</i> 属細菌が産生する生育抑制物質	生井 潔・須永哲央・木嶋利男・橋田弘一	栃木農試研報 44, 55-66, 1996
セル成型苗用粉碎粒殻培養土の開発と利用法	本島俊明・駒場謙一・高野邦治・木村 栄	栃木農試研報 46, 1-10, 1997
弱毒ウイルスを用いたユウガオモザイク病の防除	大野義文・中山喜一	栃木農試研報 47, 37-46, 1998
促成ナスのロックウール栽培における栽培及び給液管理法	大島一則・鈴木雅子・羽石重忠・小玉弘恵・石原良行	栃木農試研報 52, 31-46, 2003
ハウス軟白ネギの抽だい抑制による初夏どり栽培法	吉原 泉	栃木農試研報 53, 1-8, 2005
RAPD 分析によるユウガオ <i>Lagenaria siceraria</i> の品種分類	小林俊一・吉田智彦	日作紀 76(1), 93-99, 2007
ユウガオの遺伝資源の特性について	齋藤昭子・大橋幸雄・須崎隆幸・大谷晴美・重野貴・栃木博美・四方田純一・田村恭志・野沢隆則・植木正明	栃木農試研報 59, 25-35, 2008

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ウド新品種「栃木芳香1号」および「栃木芳香2号」の育成	半田有宏・矢田部健一・吉光寺徳子・吉原泉・島山照嗣・大島一則・稲葉幸雄・吉田剛	栃木農試研報 68, 23-40, 2012
b その他		
表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ユウガオ新品種「ゆう太」の育成経過と特性について	高野邦治・長修・川里宏・赤木博・田村恭志・田口章一	園学雑 62(別1), 166-167, 1993
CGMMV 弱毒株及び WMV-2 弱毒株の複合利用によるユウガオモザイク病防除	中山喜一・亀谷満朗・石川成寿・常見讓史	関東病虫研報 40, 93-95, 1993
ブロッコリーの省力機械定植法について	室井栄一	栃木農試成果集 12, 47-48, 1993
ナスにおけるミナミキイロアザミウマの耕種的防除対策について	室井栄一	栃木農試成果集 12, 49-50, 1993
ネギの機械定植法について	木村 栄	栃木農試成果集 12, 51-52, 1993
チコリーの品種と栽培法	深澤郁男	栃木農試成果集 12, 43-44, 1993
2 種弱毒ウイルスの複合利用によるゆうがおモザイク病防除	中山喜一	栃木農試成果集 12, 21-22, 1993
葉菜類の省力低コスト育苗法	村上文生	栃木農試成果集 12, 3-4, 1993
緩効性窒素肥料を用いたねぎの全量基肥施肥栽培	小林靖夫	栃木農試成果集 13, 37-38, 1994
現地圃場での複合弱毒ウイルスによるユウガオモザイク病の防除効果	中山喜一	栃木農試成果集 13, 47-48, 1994
うどの根株養成における窒素の種類と施用量	斎藤 寿・村上文生	栃木農試成果集 13, 83-84, 1994
うど根株養成の技術改善	村上文生	栃木農試成果集 13, 85-86, 1994
野菜栽培における生分解マルチの利用適性	室井栄一	栃木農試成果集 13, 13-14, 1994
簡易・高精度・短時間のウイル診断法—RIPA 法(迅速免疫濾紙検定法)	中山喜一	栃木農試成果集 13, 49-50, 1994
春どりキャベツの品種と播種期	村上文生	栃木農試成果集 14, 13-14, 1995
ミカンキイロアザミウマの防除薬剤の検討	伊村 務・野沢英之・合田健二	栃木農試成果集 14, 33-34, 1995
ヤマノイモの効率的な種芋増殖法	木村 栄	栃木農試成果集 14, 81-82, 1995
アスパラガスの優良品種	駒場謙一	栃木農試成果集 15, 11-12, 1996
ふきの品種および系統の休眠特性	本島俊明	栃木農試成果集 15, 13-14, 1996
ヤマノイモの栽培法	木村 栄	栃木農試成果集 15, 37-38, 1996
うど早期出荷の休眠打破法	村上文生	栃木農試成果集 15, 43-44, 1996
市販の野菜移植機を改良した「うど移植機」	村上文生	栃木農試成果集 15, 77-78, 1996
CGMMV 弱毒株及び WMV-2 弱毒株によるユウガオモザイク病防除	大野義文・中山喜一・石川成寿・山崎周一郎	日植病報 62(3), 322, 1996
<i>Pseudomonas</i> 属細菌が算出する生育抑制物質	生井 潔	栃木農試成果集 15, 39-40, 1996
ユウガオの病害虫の防除効果と農薬残留	鈴木 聡・中山喜一・伊村 努	栃木農試成果集 15, 83-84, 1996
キュウリ緑斑モザイクウイルス弱毒株 No.24 ゲノムの塩基配列	大野義文・夏秋知英・奥田誠一・中山喜一	日植病報 63(3), 267-268, 1997
夏秋なすの優良台木品種	堀江收一	栃木農試成果集 16, 5-6, 1997
だいごんの高冷地初夏どり品種	吉原 泉	栃木農試成果集 16, 9-10, 1997
県北冬どり向きブロッコリー品種グリーンフェイスと播種期	村上文生	栃木農試成果集 16, 11-12, 1997
蛍光性 <i>Pseudomonas</i> によるレタスの生育促進と病害防除	須永哲央・生井 潔・木嶋利男	栃木農試研報 46, 37-41, 1997
蛍光性シュードモナスによるレタスの生育促進と病害防除	須永哲央・生井 潔・木嶋利男	栃木農試成果集 16, 25-26, 1997
粉碎籾殻を利用したセル成型育苗培養土の育苗管理法	本島俊明	栃木農試成果集 16, 43-44, 1997
ねぎの全量基肥栽培における施肥位置の検討	佐藤文政	栃木農試成果集 16, 47-48, 1997
平坦地における夏どりだいごんの栽培法	本島俊明	栃木農試成果集 16, -1, 1997
果菜類に対する至当土壌溶液 NO <sub>3</sub> 濃度の検索	亀和田國彦	土肥学会講要集 45, 377, 1998
5~7 月出しネギのハウス栽培	吉原 泉・佐藤文政	栃木農試成果集 17, 29-30, 1998
粉碎籾殻培養土にマイクロロング肥料を用いた省力、低コストセル育苗法	本島俊明	栃木農試成果集 17, 45-46, 1998

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
夏秋なすのセル成型苗直接定植	堀江收一	栃木農試成果集 17, 47-48, 1998
天敵昆虫温存によるナスの害虫防除	荒川裕美・合田健二・宮 睦子	関東病虫研報 45, 191-193, 1998
肥効調節型窒素肥料を利用したたまねぎの全量基肥栽培	武田容子	栃木農試成果集 18, 61-62, 1999
しゅんぎくのセル成型苗育苗技術	矢田部健一	栃木農試成果集 18, 63-64, 1999
施肥装置付植付機を利用したやまのいもの省力的な植付け法	大島一則	栃木農試成果集 19, 13-14, 2000
キャベツの機械利用による省力栽培体系	吉原 泉	栃木農試成果集 19, 17-18, 2000
生分解性プラスチックフィルムの特性とマルチとしての利用適性	駒場謙一	栃木農試成果集 19, 65-66, 2000
黄色粘着紙を利用したオンシツコナジラミのモニタリング方法	宮 睦子	栃木農試成果集 19, 69-70, 2000
かぼちゃ「ニューなかやま」の育成	矢田部健一・室井栄一・土屋久子・本島俊明	栃木農試成果集 20, 9-10, 2001
需要に対応したタマネギの優良品種選定	羽石重忠	栃木農試成果集 20, 11-12, 2001
うど組織培養苗の生育特性と利用技術	矢田部健一	栃木農試成果集 20, 21-22, 2001
促成ナスのロックウール栽培における給液管理法	大島一則	栃木農試成果集 20, 37-38, 2001
県北地域における露地ねぎの初夏どり技術の確立	矢田部健一	栃木農試成果集 21, 41-42, 2002
促成なすのロックウール栽培における安定生産技術	大島一則	栃木農試成果集 21, 63-64, 2002
促成なすのロックウール栽培における育苗管理	大島一則	栃木農試成果集 21, 65-66, 2002
DNA マーカーを用いたうどの品種識別	田崎公久	栃木農試成果集 21, 13-14, 2002
うどの優良系統選抜	矢田部健一	栃木農試成果集 22, 7-8, 2003
野菜栽培における堆肥の化学肥料減肥可能割合と推定無機化率	廣澤美幸	栃木農試成果集 22, 15-16, 2003
ウドの組織培養による大量増殖	高野純一	栃木農試成果集 22, 31-32, 2003
促成なすのロックウール栽培における定植から厳寒期までの給液管理法	大島一則・鈴木雅子	栃木農試成果集 22, 49-50, 2003
トンネル被覆による夏秋ナス安定栽培技術	大金美佐江	栃木農試成果集 22, 61-62, 2003
うど根株養成の作柄安定化	矢田部健一	栃木農試成果集 22, 63-64, 2003
夏秋なすの栄養診断法の検討	大金美佐江	栃木農試成果集 23, 41-42, 2005
簡易パイプハウスを利用した半促成なすの仕立て法	大金美佐江	栃木農試成果集 23, 51-52, 2005
「宮ネギ」、「新里ネギ」の特性解明	大金美佐江	栃木農試成果集 23, 59-60, 2005
ハウスねぎの効率的加温による抽だい抑制法	吉原 泉・室越宗夫	栃木農試成果集 23, 61-62, 2005
ハウスねぎの高温期の水分管理法	吉原 泉・室越宗夫	栃木農試成果集 23, 63-64, 2005
ハウスねぎの高温期の減肥栽培法	吉原 泉・室越宗夫	栃木農試成果集 23, 65-66, 2005
ハウスねぎ抽だい抑制技術の経済性	矢田部健一	栃木農試成果集 23, 67-68, 2005
露地ねぎのハイクリアランス型乗用作業機を利用した省力栽培法	室越宗夫	栃木農試成果集 23, 81-82, 2005
ミヤコカブリダニの各種ハダニ卵パッチにおける定着性の評価	宮 睦子・岸本英成・足立 瞳	関東病虫研報 51, 129-132, 2004
トマト促成長期どり栽培における草勢制御技術の確立	高浪弘好・羽石重忠・石原良行	栃木農試成果集 24, 17-18, 2006
にらの葉中硝酸イオン濃度低減化技術	森 聖二・廣澤美幸・大島一則・小玉弘恵	栃木農試成果集 24, 21-22, 2006
促成なすの環境保全型養液栽培における給液管理法	鈴木雅子・大島一則	栃木農試成果集 24, 27-28, 2006
トマト環境保全型養液栽培における培地および毛管給水槽の給液濃度	中山千知・石原良行	栃木農試成果集 24, 31-32, 2006
トマト環境保全型養液栽培における有機物培地連用の影響	中山千知・石原良行	栃木農試成果集 24, 33-34, 2006
細霧利用によるハウスの保温効果	鈴木雅子・大島一則・室井栄一	農業環境工学関連学会 2006 年合同講演会要旨集 (CD-ROM)、1321, 2006
春レタス2月どりの優良品種選定	大島一則	栃木農試成果集 26, 10-11, 2008
ゆうがおの遺伝資源の特性について	齋藤昭子・植木正明	栃木農試成果集 26, 12-13, 2008
アスパラガスの最適な生産方法	畠山昭嗣・大金美佐江	栃木農試成果集 26, 16-17, 2008
うどの高畝マルチ栽培における湿害防止対策	吉光寺徳子・吉原 泉	栃木農試成果集 26, 18-19, 2008

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
栃木県における耐性菌の発生と対策	中山喜一	日本植物病理学会第17回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集 p1-10, 2007
アイリスイエロースポットウイルス (I Y S V) によるネギえそ条斑病 (新称)	福田 充・中山喜一	関東病虫研報 54, 39-42, 2007
栃木県の各種 <i>Allium</i> 属植物によるアイリスイエロースポットウイルス (I Y S V) の発生状況	福田 充・中山喜一・黒崎 良	関東病虫研報 54, 43-46, 2007
本県におけるアイリスイエロースポットウイルス (I Y S V) の発生実態	福田 充	栃木農試成果集 26, 46-47, 2008
アイリスイエロースポットウイルス (I Y S V) によるねぎえそ条斑病 (新称)	福田 充	栃木農試成果集 26, 48-49, 2008
2月どり春レタス栽培に適した播種期、品種、施肥技術および換気方法	齋藤容徳・高浪弘好	栃木農試成果集 27, 12-13, 2009
栃木県におけるネギ、タマネギおよび雑草でのアイリスイエロースポットウイルス (IYSV) の発生状況	福田 充・森島正二・和氣貴光	関東病虫研報 56, 13-16, 2009
栃木県におけるショウガ青枯病の初発生	和氣貴光・中保一浩・堀田光生・森島正二・福田 充	関東病虫研報 57, 135, 2010
栃木県での <i>Tomato chlorosis virus</i> (ToCV) の発生状況と感受性のトマト品種間差異	福田 充・森島正二・和氣貴光・廣田知記・夏秋知英	関東病虫研報 57, 27-29, 2010
テンサイの品種比較と播種時期の検討	塚原俊明・白間香里	栃木農試成果集 29, 5-6, 2011
栃木県におけるショウガ青枯病の発生と病原細菌の系統解析	和氣貴光・堀田光生・黒瀬大介・土屋健一・山城 都・森島正二・小林 誠	日植病報 3, 28~30, 2012
水田を活用した加工・業務向け土地利用型野菜多収品目の選定	奥野祐子・齋藤容徳・半田有宏	栃木農試成果集 30, 21-22, 2012
短根ごぼうの省力栽培体系の確立	齋藤容徳・大島一則・稲葉幸雄・吉田剛	栃木農試成果集 30, 23-24, 2012
なす品種「あのみのに」に適した仕立方法と側枝の剪定方法	奥野祐子・松本佳浩	栃木農試成果集 30, 25-26, 2012
ウド新品種「栃木芳香1号」および「栃木芳香2号」の育成	半田有宏	栃木農試成果集 30, 27-28, 2012
水田転換畑におけるねぎの施肥量低減基準の検討	安達 瞳	栃木農試成果集 30, 53-54, 2012
ウド新品種「栃木芳香1号」および「栃木芳香2号」の育成	半田有宏・吉田 剛・稲葉幸雄	園学研 11(別1), 159, 2012
栃木県内におけるナス科青枯病菌の菌群について	和氣貴光・堀田光生・山城 都・森島正二・小林 誠	関東病虫研報 59, 158, 2012

## 12 なしの安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ニホンナシの着果条件と着果数が糖度に及ぼす影響	高橋建夫・金子友昭・松浦永一郎	栃木農試研報 42, 1-8, 1994
ナシ園黒ボク土壌の実態と果実の収量・品質との関係	鈴木智久・山田健悦・亀和田國彦	栃木農試研報 44, 15-23, 1996
ニホンナシ「筑水」の成熟特性と収穫適期判定	高野孝夫・山田健悦・金子友昭	栃木農試研報 46, 11-14, 1997
ニホンナシ新品種「にっこり」の育成	高橋建夫・金子友昭	栃木農試研報 46, 15-18, 1997
施設栽培ナシにおける天敵を利用したナミハダニとアブラムシ類の防除	菊地祥康・荒川裕美・宮 睦子	関東病虫研報 45, 227, 1998
多目的防災網を利用したニホンナシ「幸水」の摘果の省力化	石下康仁・高橋建夫・半田睦夫・金子友昭	栃木農試研報 47, 13-16, 1998
ニホンナシ「にっこり」の成熟特性と収穫適期判定	半田睦夫・高野孝夫・金子友昭	栃木農試研報 50, 63-6, 2001
ニホンナシ「幸水」のハウス内の気温が変形果の発生に及ぼす影響	渡邊浩樹・金原啓一・小島耕一	栃木農試研報 52, 47-54, 2003
ニホンナシ新品種「きらり」の育成	鷲尾一広・高橋建夫・半田睦夫	栃木農試研報 58, 1-5, 2007
気象生態反応に基づくニホンナシの開花予測	大谷義夫	栃木農試研報 58, 7-16, 2007
気象生態反応に基づくニホンナシの収穫期、果実肥大、果実生理障害予測	大谷義夫	栃木農試研報 58, 17-29, 2007

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
なし幸水、豊水における1樹中の着果条件と果実糖度との関係について	高橋建夫	栃木農試成果集 12, 65-66, 1993
なし豊水の貯蔵法	金子友昭	栃木農試成果集 12, 67-68, 1993
ナシの着果数と糖度との関係	高橋建夫	栃木農試成果集 13, 91-92, 1994
土壌中空素成分がなしの収量および糖度に及ぼす影響	鈴木智久	栃木農試成果集 13, 93-94, 1994
展着剤加用によるなし幸水のまだら果発生の軽減	石下康仁	栃木農試成果集 15, 49-50, 1996
なし「筑水」の収穫適期判定基準	高野孝夫	栃木農試成果集 15, 51-52, 1996
なし「筑水」の着果基準	高野孝夫	栃木農試成果集 16, 33-34, 1997
なしの花粉発芽率の推移	石下康仁	栃木農試成果集 16, 51-52, 1997
多目的防災網を利用した幸水の摘果の省力化	石下康仁	栃木農試成果集 17, 53-54, 1998
メッシュ気象図を利用したなしの開花予測	金子友昭	栃木農試成果集 17, 55-56, 1998
ハウス栽培なし「幸水」の温度管理法	高野孝夫	栃木農試成果集 18, 37-38, 1999
ニホンナシ新品種「きらり」の育成	金原啓一・鷺尾一広・高橋建夫・半田睦夫	園学研 13(別1), 267, 2014
ニホンナシ新品種「おりひめ」の育成と収穫期判断	三坂 猛・高橋建夫・鷺尾一広・金原啓一・半田睦夫・大谷義夫	園学研 13(別1), 267, 2014
なし幸水のハウス加温栽培	益子 勇	栃木農試成果集 14, 39-40, 1995
なし幸水の果実肥大予測式	金子友昭	栃木農試成果集 14, 41-42, 1995
なし新品種「にっこり」の育成	高橋建夫	栃木農試成果集 15, 15-16, 1996
なしの新品種「あきづき」の特性	半田睦夫	栃木農試成果集 18, 3-4, 1999
減農薬栽培なし園におけるハダニ類およびその天敵類の発生消長	菊地祥康・宮 睦子	栃木農試成果集 18, 83-84, 1999
なし「にっこり」用カラーチャートによる収穫適期の判定	半田睦夫	栃木農試成果集 19, 43-44, 2000
なし葉上のカブリダニ類のモニタリング手法の開発	伊村 務	栃木農試成果集 19, 53-54, 2000
なし樹上のカブリダニ類の簡単な調査手法	伊村 務・宮 睦子	栃木農試成果集 20, 51-52, 2001
なしハウス幸水の変形果発生の要因	渡邊浩樹	栃木農試成果集 21, 43-44, 2002
なし「にっこり」の長期貯蔵法	大谷義夫	栃木農試成果集 21, 45-46, 2002
ハウスなし「幸水」の根圏制御栽培における適正な培土量	鷺尾一広	栃木農試成果集 21, 67-68, 2002
ニホンナシ「幸水」のハウス栽培における気温が変形果発生に及ぼす影響	渡邊浩樹・金原啓一・小島耕一	園学雑 72(別1), 2003
ハウスなし「幸水」の変形果発生を軽減する温度管理	渡邊浩樹	栃木農試成果集 22, 25-26, 2003
ニホンナシ「幸水」のハウス栽培における気温が変形果発生に及ぼす影響	渡邊浩樹・金原啓一・小島耕一・杉浦俊彦	園学雑 72(1), 211, 2003
なし「にっこり」の糖度向上技術の確立	大谷義夫	栃木農試成果集 23, 53-54, 2005
なし園におけるハダニ類の在来天敵の発生	宮 睦子	栃木農試成果集 23, 37-38, 2005
なし新品種「きらり」の育成	鷺尾一広	栃木農試成果集 24, 5-6, 2006
収穫前の気温がニホンナシ幸水のデンプン反応に及ぼす影響	大谷義夫・杉浦俊彦・朝倉利員・緒方達志・杉浦裕義	園学雑 74(別1), 258, 2005
収穫前の気温がニホンナシ「幸水」のデンプン反応に及ぼす影響	大谷義夫・杉浦俊彦・朝倉利員・緒方達志・杉浦裕義	園学雑 74(別1), 258, 2005
収穫前の気温がニホンナシ「幸水」果実の成熟に及ぼす影響	大谷義夫・杉浦俊彦・朝倉利員・緒方達志・杉浦裕義	園学雑 74(別2), 362, 2005
異常気象にも対応したなし生育予測モデルの作成	大谷義夫	栃木農試成果集 24, 11-12, 2006
ニホンナシの盛土式根圏制御栽培における底面吸水法	大谷義夫・鷺尾一広・金原啓一	園学雑 75(別2), 154, 2006
なし園におけるカブリダニ類の発生状況と薬剤感受性	山城 都・若榎睦子	栃木農試成果集 25, 33-34, 2007
被覆植物を利用したなし園の省力的草生管理法	高橋建夫・大谷義夫	栃木農試成果集 25, 51-52, 2007
夜間散水がハウスなし「幸水」の果点間コルク発達に及ぼす影響	高橋建夫・鷺尾一広・岡本春明	栃木農試成果集 25, 53-54, 2007
なし樹上および下草におけるカブリダニ類の発生状況と薬剤感受性	山城都・若榎睦子	関東病虫研報 53, 129-135, 2007
予測精度の高いなし生育予測プログラム	大谷義夫	栃木農試成果集 26, 28-29, 2008
安価で安定的に給水できるなしの底面給水法	大谷義夫	栃木農試成果集 26, 30-31, 2008

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
なしの根圏制御栽培による早期成園化、超多収栽培技術の開発	大谷義夫	栃木農試成果集 26, 32-33, 2008
なし主要病害に対する殺菌剤散布回数の削減技術	福田 充・大谷義夫	栃木農試成果集 26, 50-51, 2008
根圏制御栽培におけるニホンナシ‘幸水’に対するPRDかん水試験(第1報)かん水制限が樹体生育及び果実品質に及ぼす影響	大谷義夫・朝倉利員・林雅子	園学研 6(別 1), 83, 2007
ニホンナシ盛土式根圏制御栽培の‘二年成り育成法’による早期多収技術	大谷義夫・林 雅子	園学研 7(別 1), 69, 2008
盛土式根圏制御栽培におけるニホンナシ‘幸水’に対するPRD灌水制限試験(第2報)RDI, PRD処理が光合成及び根の呼吸活性に及ぼす影響	大谷義夫・林 雅子・朝倉利員	園学研 7(別 1), 70, 2008
なし新品種「きらり」の収穫適期判定基準	大谷義夫	栃木農試成果集 27, 18-19, 2009
なし新品種「きらり」の予備枝の剪定強度と花芽着生特性	竹澤雅子・大谷義夫・鷺尾一広	栃木農試成果集 27, 20-21, 2009
なし新品種「きらり」の着果管理技術	竹澤雅子	栃木農試成果集 27, 22-23, 2009
ニホンナシの盛土式根圏制御栽培における底面給水法(第2報)吸水管内施肥法が窒素溶出率, 樹体生育収量および作業時間に及ぼす影響	大谷義夫・八巻良和・林雅子	園学研 8(別 1), 47, 2009
なし「にっこり」の冷蔵出庫後の鮮度保持技術の確立	三坂 猛・高橋建夫・金原啓一	栃木農試成果集 28, 13-14, 2010
ニホンナシ‘幸水’の盛土式根圏制御栽培における着果数の違いが樹体生育, 乾物生産および分配に及ぼす影響	大谷義夫・八巻良和	園学研 8(別 2), 144, 2009
光独立栄養培養法により作出されたニホンナシ‘幸水’自根苗の生育	大谷義夫・藤井裕二・望月勇志・河岡明義	園学研 9(別 1), 58, 2010
ニホンナシの側枝基部へのくさび処理による側枝更新技術の検討	大谷義夫・八巻良和	園学研 9(別 2), 122, 2010
なし根圏制御栽培の底面給水法による高糖度果実生産技術	大谷義夫	栃木農試成果集 29, 13-14, 2011
なし「きらり」の果実生理障害発生軽減技術	大谷義夫	栃木農試成果集 29, 15-16, 2011
ジベレリンペーストの塗布処理により優良な結果枝が育成できる	大谷義夫	栃木農試成果集 29, 17-18, 2011
なし根圏制御栽培における根域部分乾燥法による高品質果実生産	大谷義夫	栃木農試成果集 29, 45-46, 2011
光独立栄養培養法により作出されたニホンナシ‘幸水’、‘豊水’の樹体生育および果実品質	大谷義夫・藤井裕二・望月勇志・河岡明義	園学研 10(別 1), 67, 2011
収穫期前の高温がニホンナシ‘にっこり’における果肉障害に及ぼす影響	小林正明・大谷義夫	園学研 10(別 1), 295, 2011
ハウスなし幸水の自発休眠覚醒モデルおよび新たな休眠打破を組み合わせた発芽の産地における実証	大谷義夫	栃木農試成果集 30, 31-32, 2012
自発休眠覚醒モデルおよび新たな休眠打破法を組み合わせた発芽促進技術の解明	須藤貴子	栃木農試成果集 30, 33-34, 2012
なしの晩霜害防止技術の開発	三坂 猛・竹澤雅子・小林正明	栃木農試成果集 30, 37-38, 2012
ニホンナシの側枝基部へのくさび処理による側枝更新技術	大谷義夫	栃木農試成果集 30, 39-40, 2012
なしの低温限界温度の解明	大谷義夫	栃木農試成果集 30, 41-42, 2012
なし根圏制御栽培におけるUターン予備枝利用技術	榎渕康平・大谷義夫・竹澤雅子	栃木農試成果集 31, 21-22, 2013
なし幸水の糖度予測プログラムの開発	石下康仁・大谷義夫・小林正明	栃木農試成果集 31, 57-58, 2013
ニホンナシにおける防霜ファン, 多目的防災網および燃焼資材の組合せによる実用性評価	大谷義夫・北原智史	園学研 12(別 2), 90, 2013
なし「幸水」は化学肥料半減や堆肥代替利用で5年間慣行と同等の果実生産が可能	榎渕康平・大谷義夫	栃木農試成果集 32, 7-8, 2014

## 13 ブドウの安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ドリップ灌水によるブドウの根圏制御栽培における窒素およびリン酸施肥量の違いが樹体生育, 果実品質および収量に及ぼす影響	金原啓一・岸 祐子	栃木農試研報 50, 69-71, 2001
ドリップ灌水によるブドウ「巨峰」の根圏制御栽培における樹冠面積, 培土量及び樹齢が樹体生育, 果実品質, 収量に及ぼす影響	岸 祐子・金原啓一	栃木農試研報 52, 55-62, 2003
ブドウ巨峰における機能性包装資材等の利用が輸出後の果実品質に及ぼす影響	須藤貴子・岡本春明・高橋建夫・小林正明・金原啓一	栃木農試研報 63, 1-8, 2009
根圏制御栽培ハウスブドウ巨峰における裂果防止対策技術	須藤貴子・小林正明	栃木農試研報 71, 45-54, 2013

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
ウイルスフリー巨峰の優良系統選抜	高野孝夫	栃木農試成果集 13, 95-96, 1994
ぶどう赤系大粒種の簡易被服栽培	蓬田 武	栃木農試成果集 13, 97-98, 1994
ぶどうの着花と果実被覆資材および葉面散布剤との関係	蓬田 武・益子 勇	栃木農試成果集 13, 99-100, 1994
超早期加温ハウスブドウの葉焼け防止	金原啓一・小川祐子	栃木農試成果集 17, 33-34, 1998
ぶどうの新品種「ハニービーナス」の特性	金原啓一	栃木農試成果集 18, 5-6, 1999
根域制限栽培ブドウの根系画像解析第1報	金原啓一・梅宮善章・中村ゆり・小川祐子	園学雑 69(別 1), 202, 2000
根域制限栽培ぶどうの根茎画像解析第2報	金原啓一・梅宮善章・中村ゆり・小川祐子	園学雑 70(別 1), 228, 2000
ぶどう「巨峰」の垣根仕立て根域制限栽培による軽労・省力化	岸 祐子	栃木農試成果集 19, 27-28, 2000
ハウスぶどう「巨峰」のドリップ灌水による盛土式根圏制御栽培法	金原啓一	栃木農試成果集 20, 19-20, 2001
ドリップ灌水によるブドウ根圏制御栽培における水分制御と新梢管理の違いが収量および果実品質に及ぼす影響	金原啓一・小島耕一・執行盛之	園学雑 71(別 1), 215, 2002
ハウスぶどう「巨峰」の根圏制御栽培における適正な培土量	岸 祐子	栃木農試成果集 22, 57-58, 2003
ブドウ根圏制御栽培における秋期施肥窒素が樹体内分配および翌年の移行に及ぼす影響	金原啓一・梅宮善章・岸祐子・中村ゆり	園学雑 73(別 1), 235, 2004
ブドウ根圏制御栽培における生育ステージ毎の施肥窒素が樹体内分配に及ぼす影響	金原啓一・梅宮善章・岸祐子・中村ゆり	園学雑 74(別 1), 267, 2005
ぶどう「ハニービーナス」の着果管理技術の開発	岸 祐子	栃木農試成果集 23, 55-56, 2005
ぶどう根圏制御栽培における前年秋季施肥窒素の樹体内分配および翌年の移行	金原啓一	栃木農試成果集 25, 55-56, 2007
ぶどう根圏制御栽培における当年の施肥窒素の樹体内分配	金原啓一	栃木農試成果集 25, 57-58, 2007
ブドウ「巨峰」における機能性資材等の利用が輸出後の果実品質に及ぼす影響	須藤貴子・岡本春明・高橋建夫・小林正明・金原啓一	園学研 7(別 1), 451, 2008
ブドウ「巨峰」の根圏制御栽培における蒸散量に基づく灌水管理法	金原啓一・八巻良和・岸祐子・須藤貴子	園学研 8(別 1), 92, 2009
ハウスぶどう「巨峰」根圏制御栽培における植付7年日以降の養水分管理および育苗法	須藤貴子	栃木農試成果集 27, 24-25, 2009
輸出に対応したぶどう「巨峰」の鮮度保持技術の開発	須藤貴子	栃木農試成果集 27, 32-33, 2009
根圏制御栽培におけるハウスぶどう巨峰の裂果防止技術の確立	須藤貴子	栃木農試成果集 30, 29-30, 2012
根圏制御栽培におけるぶどう「安芸クイーン」の養水分管理	須藤貴子	栃木農試成果集 32, 9-10, 2014

## 14 リンゴ等果樹の安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
果樹カメムシ類の予察灯誘殺状況及び誘殺虫の卵巣発育状況	片山栄助・福田 充・野沢英之	栃木農試研報 40, 59-74, 1993
RAPD法を用いた白紋羽病菌系統判別の試み	生井 潔・須永哲央・木嶋利男	栃木農試研報 47, 47-55, 1998

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
マイクロデナポンによるりんご「ふじ」の薬剤摘果	益子 勇	栃木農試成果集 13, 41-42, 1994
りんご各種矮性台木の特性	蓬田 武	栃木農試成果集 13, 01-2, 1994
RAPD法による白紋羽病菌系統判別の試み	生井 潔	栃木農試成果集 16, 69-70, 1997
りんごの新品種「きたろう」の特性	石下康仁	栃木農試成果集 18, 7-8, 1999
黄色りんご「シナノゴールド」の特性	林 雅子	栃木農試成果集 25, 9-10, 2007

## 15 切り花の安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
養液土耕の理念とカーネーション栽培への技術対応	船山卓也	農及園 74(10), 1073-1079, 1999
カーネーションの2年切り栽培の確立	沼尾貴延	栃木農試研報 68, 41-49, 2012

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
養液土耕栽培における養水分管理システム	岡部陽一	栃木農試成果集 12, 69-70, 1993
デルフィニウムの養液土耕栽培	岡部陽一	栃木農試成果集 12, 71-72, 1993
トルコギキョウの養液土耕栽培	岡部陽一	栃木農試成果集 12, 73-74, 1993
デルフィニウムの育成品種について	岡部洋一	栃木農試成果集 12, 15-16, 1993
カーネーションの溶液土耕栽培	久地井恵美	栃木農試成果集 13, 03-4, 1994
カラー・チルドシアーナの溶液土耕栽培	岡部陽一	栃木農試成果集 13, 05-6, 1994
バラ園土壌の理化学性実態	斎藤 寿	栃木農試成果集 13, 11-12, 1994
スプレーカーネーションの育成	岡部陽一	栃木農試成果集 14, 3-4, 1995
カジュアル規格スプレーギク適応品種の剪定	落合悦子	栃木農試成果集 14, 9-10, 1995
ユリの簡易栄養診断技術	常見譲史	栃木農試成果集 14, 43-44, 1995
オリエンタル系ハイブリッドユリの葉焼け症の発生要因と対策	常見譲史	栃木農試成果集 14, 45-46, 1995
10月出し作型におけるスプレーギクの溶液土耕管理マニュアル	落合悦子	栃木農試成果集 14, 51-52, 1995
カジュアル規格スプレーギクの密植無摘心栽培における栽植密度	落合悦子	栃木農試成果集 14, 91-92, 1995
養液土耕法によるスプレーギク栽培第1報 養水分管理プログラムの検討	鈴木智久・落合悦子・峯岸長利・古口光夫	園学雑 65(別2), 665-663, 1996
スプレーギクの周年栽培に対応した養水分管理技術	鈴木智久	栃木農試成果集 15, 53-54, 1996
養液土耕法におけるスプレーギク定植方法の適応性	鈴木智久	栃木農試成果集 15, 57-58, 1996
養液施用条件がスプレーギクの日持ちに及ぼす影響	鈴木智久	栃木農試成果集 15, 59-60, 1996
ばらの簡易栄養診断技術	常見譲史	栃木農試成果集 15, 65-66, 1996
スプレーギクにおける作型別適正かん水量の設定	鈴木智久	栃木農試成果集 16, 53-54, 1997
スプレーギクの作型別適正播種密度および栄養生長期間	鈴木智久	栃木農試成果集 16, 55-56, 1997
スプレーカーネーションの無摘心栽培に対応した養水分管理技術	船山卓也	栃木農試成果集 16, 57-58, 1997
養液土耕法によるスプレーギク栽培(第3報) 養水分管理プログラムの周年栽培への適応	鈴木智久・小口光夫	園学雑 67(別2), 1998
スプレーぎくにおける栽培時期別施肥量の設定	鈴木智久	栃木農試成果集 17, 35-36, 1998
植物根鋤込み処理がスプレーギクの切り花品質に及ぼす影響	鈴木智久	栃木農試成果集 17, 37-38, 1998
キクわい化病の検定法	大野義文	栃木農試成果集 17, 39-40, 1998
カーネーションの短期一斉切り周年生産における品種特性	船山卓也	栃木農試成果集 17, 57-58, 1998
リンドウ2年生株加温促成栽培における養水分管理	酒井美幸	栃木農試成果集 18, 43-44, 1999
養液土耕法によるカーネーションの周年生産技術	船山卓也	栃木農試成果集 18, 73-74, 1999
夏秋ギクタイプスプレーギクの適応品種選定	鈴木智久	栃木農試成果集 18, 39-40, 1999
球根養成前歴の違いとオリエンタル系ユリの切り花品質の関係	鈴木智久	栃木農試成果集 18, 41-42, 1999
養液土耕法によるスプレーギク栽培(第4報)	鈴木智久・古口光夫	園学雑 68(別1), 305, 1999
カーネーションの養分吸収特性	船山卓也	栃木農試成果集 19, 31-32, 2000
養液土耕法によるゆり栽培	鈴木智久	栃木農試成果集 19, 33-34, 2000
きく栽培地域におけるアザミウマ類の TSWV 保毒状況	大野義文	栃木農試成果集 19, 45-46, 2000
リンドウ葉枯病の発生生態とその病原菌	大野義文	栃木農試成果集 19, 51-52, 2000
無側枝性ギク「岩の白扇」のエセフォン利用による開花調節効果	藤田雅一	栃木農試成果集 20, 23-24, 2001
秋ぎくの茎曲がり発生要因の解明	藤田雅一	栃木農試成果集 21, 29-30, 2002
スプレーギクの養分吸収特性と品質の関係について	青木雅子	栃木農試成果集 21, 69-70, 2002
カーネーションの養分吸収経過と品質	船山卓也	栃木農試成果集 21, 71-72, 2002
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> および <i>C.acutatum</i> によるリンドウ炭疽病(新称)	中山喜一・後藤知昭・野沢英之・石川成寿	日植病報 70(3), 218, 2004
スプレーギク養液土耕法における養分管理プログラムの作成	青木雅子	栃木農試成果集 22, 27-28, 2003
バラの養液土耕法における施肥管理プログラムの作成	船山卓也・高沢慎	栃木農試成果集 22, 29-30, 2003
輪ギク「岩の白扇」の扁平花の発生要因	藤田雅一	栃木農試成果集 22, 33-34, 2003
県内主要土壌の点滴かん水施肥栽培における水の浸潤動態	本島俊明	栃木農試成果集 22, 59-60, 2003
<i>Colletotrichum</i> 属菌2種によるリンドウ炭疽病(新称)	中山喜一・後藤知昭・野沢英之・石川成寿	関東病虫研報 51, 101-104, 2004

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
スプレーギクの養液土耕法における養水分管理マニュアル	青木雅子・高沢 慎	栃木農試成果集 23, 91-92, 2005
カーネーションの養水分管理マニュアルの作成	船山卓也・沼尾貴延	栃木農試成果集 23, 93-94, 2005
りんどうの新病害「炭疽病 (英名, Anthracnose)	中山喜一	栃木農試成果集 23, 11-12, 2005
球根切花ゆり (オリエンタル系) のプレルーティング処理による品質向上	高沢 慎・沼尾貴延	栃木農試成果集 26, 20-21, 2008
12~2月開花トルコギキョウの品質向上技術の確立	沼尾貴延	栃木農試成果集 26, 26-27, 2008
カーネーションの2年切り栽培の確立	沼尾貴延	栃木農試成果集 27, 26-27, 2009
カーネーションの多年切り栽培における栽培密度および仕立て本数が品質に及ぼす影響	沼尾貴延	栃木農試成果集 28, 5-6, 2010
ホームユース用ばら生産のための仕立て方法の検討	沼尾貴延	栃木農試成果集 28, 27-28, 2010
カーネーションの多年切り栽培における適性品種の選定	沼尾貴延	栃木農試成果集 28, 7-8, 2010
半促成栽培用F1品種「リンドウ栃木1号」の育成	渡辺 強・成澤規之・藤田雅一	栃木農試成果集 29, 19-20, 2011
ばらの短茎多収栽培に適した品種の選定	沼尾貴延	栃木農試成果集 29, 27-28, 2011
輪ぎくの低コスト変温管理技術	坂本あすか・菊地直美	栃木農試成果集 29, 21-22, 2011
輪ぎくの栽培期間短縮技術	坂本あすか・菊地直美	栃木農試成果集 29, 23-24, 2011
ホームユース規格に適したスプレーギクの栽培	菊地直美・沼尾貴延	栃木農試成果集 29, 25-26, 2011
波長の異なるLEDのキクの花芽分化抑制効果と品質への影響	坂本あすか・菊地直美・渡辺強・小倉乃理湖・鈴木保彦・赤澤利明	園学研 10(別 1), 448, 2011
波長の異なるLEDがスプレーギクの花芽分化抑制と品質に及ぼす影響	坂本あすか・菊地直美	栃木農試成果集 30, 71-72, 2012
冬季生産における夜温および培地加温がバラの収量・品質に及ぼす影響	沼尾貴延・菊地直美	栃木農試成果集 30, 43-44, 2012
蛍光灯の色調、光強度がスプレーギクの花芽分化抑制に及ぼす影響	坂本あすか・菊地直美	栃木農試成果集 30, 45-46, 2012
きくの花芽分化抑制に効果的な赤色LEDの光強度の解明と電照装置の開発	坂本あすか	栃木農試成果集 31, 25-26, 2013
<i>Fusarium</i> sp. によるリンドウ株腐病 (新称) の発生	山城 都	日植病報 79, 181, 2012
きく類の花芽分化抑制用赤色LED電照装置の効果確認および設置方法の検討	嘉島芳井	栃木農試成果集 32, 11-12, 2014
りんどうのコンテナ隔離栽培における最適な用土組成の解明	渡辺 強	栃木農試成果集 32, 13-14, 2014

## 16 花卉鉢物の安定生産技術の開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
デルフィニューム <i>Delphinium elatum</i> の組織培養による大量増殖2	天谷正行・米内貞夫	栃木農試研報 42, 45-52, 1994
ベゴニア・エラチオールの底面給水栽培における液肥中の硝酸態窒素とアンモニア態窒素の割合が生育と鑑賞時の品質に及ぼす影響	高崎 正	栃木農試研報 53, 9-16, 2005

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
簡易診断によるカトレアの栄養管理	久地井恵美	栃木農試成果集 12, 75-76, 1993
デルフィニュームの葉柄および根からの不定芽分化	天谷正行・小栗尚子	育種学雑誌(別 1), 44, 112, 1994
デルフィニュームの不定芽誘導	天谷正行	栃木農試成果集 13, 51-52, 1994
底面吸水栽培によるバンドの鉢物栽培技術	久地井恵美	栃木農試成果集 13, 7-8, 1994
青系ハイドランジアの栄養診断	和久井隆	栃木農試成果集 13, 9-10, 1994
洋ランの交雑種オンシブシスの育成品種	和久井隆	栃木農試成果集 14, 5-6, 1995
最近のシクラメン品種の特性	和久井隆	栃木農試成果集 14, 7-8, 1995
パフィオペディルムの簡易栄養診断	久地井恵美	栃木農試成果集 14, 47-48, 1995
デルフィニューム「アローシリーズ」の栽植密度と品種の関係	岡部陽一	栃木農試成果集 14, 49-50, 1995
パフィオペディルムのマット底面給液栽培による省力栽培技術	久地井恵美	栃木農試成果集 14, 93-94, 1995
ルーフ型ベンチベッドによるシンビジウムの栽培技術	和久井隆	栃木農試成果集 14, 95-96, 1995

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
Fungal and Bacterial Diseases of Orchid and their integrated controle	木嶋利男	第5回アジア太平洋蘭会議講演要旨集, 1995
シクラメン炭そ病潜在感染葉に対する簡易診断法	山崎周一郎・大野義文・石川成寿	日植病報 61, 605, 1995
マット底面吸水によるパフィオペディルムの栽培技術確立第1~2報	久地井恵美・和久井・峯岸長利	園学雑 64(別1), 550-551, 1995
シクラメン炭そ病潜在感染株に対する簡易診断法	山崎周一郎・石川成寿・大野義文	関東病虫研報 43, 141-146, 1996
RQflexを用いた花き類の簡易栄養診断法	和久井隆	栃木農試成果集 15, 61-62, 1996
シクラメン炭疽病潜在感染株に対する簡易診断法	山崎周一郎	栃木農試成果集 15, 67-68, 1996
簡易栄養診断に基づくシクラメンの2月播き5号鉢仕上げ栽培技術	高崎 正	栃木農試成果集 17, 59-60, 1998
ファレノプシスの花茎伸長 花芽分化過程における樹液中無機成分濃度	高崎 正・古口光夫	園学雑 68(別1), 304, 1999
生殖生長期におけるファレノプシスの簡易栄養診断指標	高崎 正	栃木農試成果集 18, 69-70, 1999
2月播種5号鉢生産におけるシクラメンの品種選定	高崎 正	栃木農試成果集 18, 71-72, 1999
ファレノプシスの花茎伸長・花芽分化過程における樹液中無機成分濃度	高崎 正・古口光夫	園学雑 68(別1), 304, 1999
過剰施肥がファレノプシスの生育と開花に及ぼす影響	高崎 正	栃木農試成果集 19, 29-30, 2000
化学調節剤が観賞時のシクラメンの品質に及ぼす影響	小玉雅晴	栃木農試成果集 19, 47-48, 2000
施肥における無機成分濃度がペゴニア・エラチオールの生育および日持ちに及ぼす影響	高崎 正	栃木農試成果集 19, 49-50, 2000
観賞性を重視したペゴニア・エラチオールの底面給水栽培における窒素施肥形態	高崎 正	栃木農試成果集 20, 41-42, 2001
観賞性の持続を重視したシクラメンの養水分管理	小玉雅晴	栃木農試成果集 20, 43-44, 2001
<i>Impatiens necrotic spot virus</i> によるシクラメンえそ斑紋病およびエキザカムえそ斑紋病	後藤知昭・九石寛之・野沢英之・中山喜一・夏秋知英	関東病虫研報 48, 97-100, 2001
鉢花花きの観賞時における品質劣化要因の解析	高崎 正・小玉雅晴	栃木農試成果集 21, 47-48, 2002
クリプトモス培地を用いたルートマット化植物の栽培方法	高崎 正	栃木農試成果集 23, 57-58, 2005
葉に対する高温処理がファレノプシス葉身の黄化に及ぼす影響 (第1報)	高崎 正・西島隆明	園学雑 73(別2), 502, 2005
葉に対する高温処理がファレノプシス葉身の黄化に及ぼす影響 (第2報)	高崎 正・西島隆明	園学雑 74(別1), 376, 2005
肥効調節型肥料を利用したシクラメンの施肥管理技術	高崎 正	栃木農試成果集 24, 29-30, 2006
ゼラニウムの養分吸収量と規格品生産における施肥管理技術	吉成 強・青木雅子	栃木農試成果集 26, 24-25, 2008
ポインセチアの養分吸収量と規格品生産における施肥管理技術	吉成 強・青木雅子・高崎 正	栃木農試成果集 26, 22-23, 2008
シクラメンの肥効調節型肥料を用いたマット底面給水栽培技術の確立	吉成 強・坂本あすか	栃木農試成果集 28, 9-10, 2010
ハイドランジアのマット底面給水による栽培技術の確立	坂本あすか	栃木農試成果集 28, 11-12, 2010
八重咲き、複色あじさい新品種「きらきら星」の育成	小玉雅晴	栃木農試成果集 30, 47-48, 2012
覆輪の八重咲きアジサイ新品種「きらきら星」	小玉雅晴	研究ジャーナル 35(1), 28-29, 2012
パーク培地におけるファレノプシスの施肥管理技術	小玉雅晴	栃木農試成果集 31, 23-24, 2013
アジサイの新しい商品価値である秋色花色の発現に関わる要素	小玉雅晴・井上博道・谷川奈津・中山真義	園学研 12(別2), 229, 2013
あじさい「きらきら星」の安定生産技術	小玉雅晴	栃木農試成果集 32, 15-16, 2014
アジサイ新品種「きらきら星」の育成と花色の変化性	小玉雅晴・渡辺 強・坂本あすか	園学研 12(別1), 217, 2014
肥効調節型肥料を用いたファレノプシスの施肥管理技術の検討	小玉雅晴・渡辺 強	園学研 13(別1), 412, 2015

17 生産環境保全技術

a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
栃木県農耕地土壌の実態 4県南部水田土壌の圃場整備に伴う土壌統の変化	亀和田國彦・植木与四郎・金田晋平	栃木農試研報 40, 29-38, 1993
農作物由来による農薬摂取の実態	鈴木 聡	栃木農試研報 40, 39-46, 1993
アズキのダイズシストセンチュウの生態的防除について	渡邊 守・斉藤浩一	栃木農試研報 40, 47-58, 1993
畑地における土壌中陰イオン含量(Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )の垂直分布	亀和田國彦	土肥誌 65, 255-265, 1993

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
酸性雨の土壌へ及ぼす影響	伊藤和子	栃木農試研報 42, 25-34, 1994
栃木県における農業用水の水質実態	宮崎成生・青木一郎・鈴木 聡	栃木農試研報 42, 35-44, 1994
黒ボク土露地畑での水分および硝酸イオンの周年的垂直移動	亀和田國彦	栃木農試研報 43, 19-34, 1995
水田から発生するメタンの有機物施用を中心とした制御方法	鈴木 聡	栃木農試研報 43, 35-46, 1995
Application of "Four-plane model" to the adsorption of $K^+$ , $NO_3^-$ , and $SO_4^{2-}$ from a mixed solution of $KNO_3$ and $K_2SO_4$ on Andisols.	KAMEWADA Kunihiko	Soil Science and Plant Nutrition 42, 801-808, 1996
Increase in cation adsorption induced by surface complexation of sulfate on Andisols and prediction by "Four-plane model".	KAMEWADA Kunihiko and TAKAHASHI Yoshiaki	Soil Science and Plant Nutrition 42, 785-799, 1996
栃木県におけるマイナー作物の農薬残留と防除効果	鈴木 聡・中山喜一・伊村 務	栃木農試研報 44, 25-32, 1996
畑地における亜酸化窒素の発生と制御方法	鈴木 聡	栃木農試研報 44, 33-47, 1996
Several Pesticide Residues in Rainwater in Eastern Japan, 1989-1992	SUZUKI Satoshi	日本農薬学会誌, 21(1), 7-15, 1996
陽イオン交換容量の測定を要さない土壌試料のための簡易な交換性陽イオンの浸出法	亀和田國彦・柴田和之	土肥誌 68(1), 61-64, 1997
生石灰処理による豚ふんの粒状肥料化(第1報)製造方法及び製品の性質	宮崎成生・大村裕顕	栃木農試研報 46, 19-28, 1997
Determination of optimal chromium oxidation conditions and evaluation of soil oxidative activity in soils	MAKINO Tomoyuki, KAMEWADA Kunihiko, HATTORI Tamao, TAKAHASHI Yoshiaki and SAKURAI Yasuhiro	Journal of Geochemical Exploration 64, 435-441, 1998
水田による生活排水の水質浄化	岩崎慎也・森 聖二・関和孝博・大村裕顕	栃木農試研報 47, 17-28, 1998
生石灰処理による豚ふんの粒状肥料化(第2報)畑作物への施用効果	宮崎成生・大村裕顕	栃木農試研報 47, 29-36, 1998
流通農産物からの農薬摂取の実態	伊藤和子	栃木農試研報 48, 29-37, 1999
Leaching of several pesticides in Andosol upland field under natural rain conditions	SUZUKI Satoshi	J. Pesticide Sci. 25, 1-9, 2000
黒ボク土水田における有機物の長期連用効果	武田容子・柴田和幸・橋本秀司	栃木農試研報 49, 15-23, 2000
農耕地土壌の化学性の変化および化学性を性格付ける因子と土壌管理の影響(栃木県農耕地土壌の実態第5報)	亀和田國彦・岩崎秀徳・柴田和幸・鈴木智久・鈴木康夫・印南一憲	栃木農試研報 49, 25-32, 2000
農業集落排水汚泥の粒状肥料化とその肥効	岩崎慎也・森聖二・宮崎成生・大村裕顕・高橋 睦・阿部保雄・高山茂男・山代篤志	栃木農試研報 49, 33-46, 2000
栃木県南部畑作地帯の地下水水質の実態ならびに多量施肥による水質およびユウガオ収量への影響	宮崎成生	栃木農試研報 49, 47-54, 2000
農業集落排水汚泥の粒状肥料化とその肥効	岩崎慎也・宮崎成生・森 聖二・大村裕顕	土肥誌 72(3), 444-448, 2001
pH7.0 1.0 <sub>N</sub> KCl 交換酸度による簡易な CEC 測定法	亀和田國彦	土肥誌 72(4), 550-553, 2001
黒ボク土畑における各種有機物の 20 年間連用が作物生育ならびに土壌理化学性に及ぼす影響	片峯美幸・亀和田國彦・鈴木康夫・伊藤良治・中山喜一・内田文雄	栃木農試研報 50, 79-91, 2001
畑地における硝酸態窒素等の溶脱量モニタリング技術の開発ー埋設型ライシメーターを用いた黒ボク土畑での浸透水の採取ー	尾崎保夫・前田守弘・亀和田國彦・本島俊明・関口浩昭	農及園 76, 490-496, 2001
水田における農薬の流出実態と数値モデル(PADDY)予測の可能性	伊藤和子	栃木農試研報 51, 29-36, 2002
Method to diagnose latent infection by <i>Glomerella cingulata</i> in strawberry plants using etanol	ISHIKAWA Seiju	Journal of General Plant Pathology 69, 372-377, 2003
Monitoring of 15 Pesticides in Rainwater in Utsunomiya, Eastern Japan, 1999-2000,	SUZUKI Satoshi, OTANI Toshikazu, IWASAKI Shinya, ITO Kazuko, OMURA Hiroaki and TANAKA Yoshiharu	日本農薬学会誌, 28(1), 1-7, 2003
各種有機物を 20 年間連用した黒ボク土畑圃場の各種養分の垂直分布	亀和田國彦・広沢美幸	栃木農試研報 52, 63-74, 2003
栃木県の農業と土壌肥料; 黒ボク土の理解と生産性向上	亀和田國彦	土肥誌 75(6), 755-756, 2004
水田を通過する農業用水の水質変化の実態	宮崎成生・亀和田國彦・岩崎慎也	栃木農試研報 55, 45-55, 2005

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
Long-term effects of inorganic fertilization and organic amendments on soil organic matter and soil microbial properties in Andisols	GOYAL S., SAKAMOTO K., INUBUSHI K. and KAMEWADA K.	Archives of Agronomy and Soil Science 52, 617-625, 2006
Vertical distribution of denitrification activity in an Andisol upland field and its relationship with dissolved organic carbon, Effect of long-term organic matter application	KAMEWADA Kunihiko	Soil Science and Plant Nutrition 53, 401-412, 2007
栃木県の二毛作水田における有機物連用が土壌および作物生育に及ぼす影響	小林靖夫・鈴木 聡・渡邊修孝・吉沢 崇・植木与四郎・鈴木智久・金田晋平	栃木農試研報 59, 11-23, 2008
Effects of Different Anion Species and Various Cd Rates on Plant Cd Content of Spinach	NENG-Fei Ding, Ji-Qing Zhou, KAMEWADA Kunihiko, QING-Lin Fu, BIN Guo, CHEN Liu and YI-Cheng Lin	Plant Nutrition and Fertilizer Science 14, 1137-1141, 2008
オオムギのカドミウム吸収の品種間差	中山 恵・亀和田國彦・京島理恵	栃木農試研報 63, 17-25, 2009
各種土壌の水田条件下での脱窒能力	亀和田國彦	栃木農試研報 63, 27-34, 2009
土壌の化学性、作物収量および周辺環境への影響から判断した黒ボク土畑の有機物連用手法	高間由美・廣澤美幸	栃木農試研報 63, 35-45, 2009
豚ふんと化学肥料をブレンドした成分調整肥料の肥効特性および作物利用	齋藤匡彦・宮崎成生・大門繁・田口和久・賀川昌彦・阿部保雄	栃木農試研報 63, 47-58, 2009
Cadmium uptake by garland chrysanthemum can be predicted from the cadmium in the soil solution, independent of soil type	KAMEWADA Kunihiko and NAKAYAMA Megumi	Soil Science and Plant Nutrition 55(3), 441-451, 2009
成分調整・成型豚ふん肥料の水稲への施用効果	宮崎成生・齋藤匡彦・高橋行継・吉田智彦	日作紀 79(2), 198-204, 2010
ユウガオへの多量施肥が収量、地下水に及ぼす影響	宮崎成生・高橋行雄・吉田智彦	日作紀 80, 96-102, 2010
A widely applicable model for predicting the cadmium concentration in soil solution	KAMEWADA Kunihiko and NAKAYAMA Megumi	Soil Science and Plant Nutrition 57(3), 367-376, 2011
水稲コシヒカリに対するメタン発酵消化液の基肥利用	上岡啓之・亀和田國彦	土肥誌 82, 31-40, 2011
黒ボク土水田に連用する有機物の違いが水稲の窒素吸収パターンと収量構成要素に違いをもたらす	吉澤比英子・高沢由美・常見謙史・大島正捻	栃木農試研報 66, 27-35, 2011
黒ボク土露地畑における堆肥の施用と冬期の土壌管理が地下浸透水中の硝酸態窒素量に及ぼす影響	吉泉裕基・中澤佳子・齋藤匡彦	栃木農試研報 68, 51-63, 2012
小麦子実のカドミウム濃度予測手法の開発	中山 恵・鈴木 聡・亀和田國彦	栃木農試研報 68, 65-77, 2012

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
アズキのダイズシストセンチュウの生態的防除技術	渡辺 守・斎藤浩一	栃木農試成果集 12, 39-40, 1993
有機物連用（黒ボク土）施設土壌の養分集積パターン	齋藤 寿	栃木農試成果集 12, 77-78, 1993
し尿汚泥堆肥の施用基準 -夏作レタス、冬作小麦を例として-	大村裕顕・鈴木 聡・伊藤和子	栃木農試成果集 12, 79-80, 1993
大気汚染による植物被害調査	伊藤和子	栃木農試成果集 12, 81-82, 1993
県南部水田の圃場整備に伴う土壌の変化	亀和田國彦	栃木農試成果集 12, 1-2, 1993
水稲用殺虫剤のハナグモへの影響	渡辺 守	関東病虫研報 40, 197-198, 1993
畑地における農薬の動態第1〜3報	権田重雄・佐々木智子・鈴木聡・伊藤和子・高川 功・杉山正幸・澤川 隆・矢口直樹・小林 仁・竹丘 守・大川郁子	日本農薬学会講要 19, 151, 1994
畑地における農薬の土壌浸透について	鈴木 聡	日本農薬学会講要 19, 152, 1994
有機物連続施用による水稲の収量および土壌窒素無機化量の変化	柴田和幸	栃木農試成果集 13, 63-64, 1994
黒ボク土露地畑での硝酸イオンの周年的垂直移動	亀和田國彦	栃木農試成果集 13, 75-76, 1994
黒ボク土露地畑におけるリン酸水準の違いが養分吸収割合に及ぼす影響	亀和田國彦	栃木農試成果集 13, 77-78, 1994

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
農業用水の利用実態	宮崎成生	栃木農試成果集 13, 115-116, 1994
農業水系における水質変動	鈴木 聡	栃木農試成果集 13, 117-118, 1994
酸性雨の土壌に及ぼす影響	伊藤和子	栃木農試成果集 13, 119-120, 1994
水田から発生するメタンの制御対策	鈴木 聡	栃木農試成果集 14, 97-98, 1995
農業用地下水の水質実態調査	宮崎成生	栃木農試成果集 15, 81-82, 1996
うどの病害の防除効果と農薬残留	鈴木 聡・中山喜一	栃木農試成果集 15, 85-86, 1996
畑地における亜酸化窒素(N <sub>2</sub> O)の発生と制御方法	鈴木 聡	栃木農試成果集 15, 87-88, 1996
石灰処理による家畜ふんの粒状肥料化—製造方法及び成分組成—	宮崎成生・大村裕顕	土肥学会講要集 43, 187, 1997
土壌診断に用いる交換性陽イオンの簡易な浸出測定法	柴田和幸・亀和田國彦	栃木農試成果集 16, 35-36, 1997
生石灰処理による粒状豚ふんの肥料の製造方法及び性質	宮崎成生	栃木農試成果集 16, 59-60, 1997
黒ボク畑地における農薬の浸透(1) イプロジオンとジメトエートの場合	鈴木 聡	栃木農試成果集 16, 61-62, 1997
黒ボク畑地における農薬の浸透(2) ベンディメタリンとアセフェートの場合	鈴木 聡	栃木農試成果集 16, 63-64, 1997
黒ボク畑地における農薬の浸透(3) リニューロンとプロメリンの場合	鈴木 聡	栃木農試成果集 16, 65-66, 1997
黒ボク畑地における農薬の浸透(4) 有機物施用による浸透制御	鈴木 聡	栃木農試成果集 16, 67-68, 1997
石灰窒素添加による豚糞の粒状肥料化	宮崎成生・大村裕顕	土肥学会講要集 43, 187, 1997
Annual Vertical flow of Water and Nitrate Ion on Andosols Fields	KAMEWADA Kunihiko	Transaction of 16th World Congress of Soil Science, Scientific registration No.2073, 1997
土壌カラムリーチング法による農薬の土壌浸透調査	伊藤和子	農業残留分析研究会 21, 1998
黒ボク土畑における有機物長期連用効果と土壌理化学性の変化	鈴木康夫	栃木農試成果集 17, 65-66, 1998
有機物連用多湿黒ボク土水田における見かけ上の養分収支	柴田和幸	栃木農試成果集 17, 67-68, 1998
灰色低地土の二毛作水田における有機物連用効果	渡邊修孝	栃木農試成果集 17, 69-70, 1998
黒ボク土畑における有機質資材施用に伴う窒素肥料の減肥割合	武田容子	栃木農試成果集 17, 71-72, 1998
生石灰処理による粒状豚ふん肥料の畑作物への施肥代替率	宮崎成生	栃木農試成果集 17, 73-74, 1998
水田の水質浄化機能	岩崎慎也・関和孝博・大村裕顕・森聖二	栃木農試成果集 17, 75-76, 1998
人工酸性霧による植物影響調査	関和孝博・伊藤和子	栃木農試成果集 17, 77-78, 1998
土壌診断のための新しい CEC 測定法の開発	亀和田國彦	土肥学会講要集 45, 23, 1999
県内農耕地土壌の理化学性の 15 年間の変化	柴田和幸	栃木農試成果集 18, 75-76, 1999
流通農産物からの農薬摂取の実態	伊藤和子	栃木農試成果集 18, 77-78, 1999
農薬の鉛直浸透と土壌特性との関係	伊藤和子	栃木農試成果集 18, 79-80, 1999
農薬の特性と表面流出との関係	伊藤和子	栃木農試成果集 18, 81-82, 1999
土壌診断における簡易な CEC 測定法	亀和田國彦	栃木農試成果集 19, 57-58, 2000
ゆうがおへの多量施肥が水質および収量に及ぼす影響	宮崎成生	栃木農試成果集 19, 59-60, 2000
水田から河川への農薬流出の実態	伊藤和子	栃木農試成果集 19, 61-62, 2000
農業集落排水汚泥の粒状肥料化とその肥効	岩崎慎也	栃木農試成果集 19, 63-64, 2000
黒ボク土畑における各種有機物の連用効果 1 作物生育ならびに養分収支に及ぼす影響	片峰美幸・亀和田國彦	土肥学会講要集 47, 325, 2001
黒ボク土畑における各種有機物の連用効果 2 各種養分の垂直分布	亀和田國彦・片峰美幸	土肥学会講要集 47, 325b, 2001
かんびょうへの多量施肥が水質および収量に及ぼす影響	宮崎成生	土肥学会講要集 47, 332, 2001
有機物連用畑下層土の脱窒能	亀和田國彦	土肥学会講要集 47, 214, 2001
豆腐かす成形堆肥の製造および利用技術	宮崎成生	栃木農試成果集 20, 59-60, 2001
土壌の COS 分解微生物の単離とその性状 地球水質評価システムの開発—各種水質測定データ管理ルーチンの組込み—	齊藤匡彦・片山葉子	日本土壤微生物学会講演要旨集 56, 147, 2002
畑土壌の種類が農薬の鉛直浸透に及ぼす影響	池澤和美	栃木農試成果集 21, 31-32, 2002
有機物連用土壌の脱窒能	亀和田國彦	栃木農試成果集 21, 33-34, 2002
黒ボク土における下水汚泥肥料の連用効果	亀和田國彦	栃木農試成果集 21, 35-36, 2002
黒ボク土水田の水質浄化機能の評価, 各種栄養塩類の水田での実態	宮崎成生・鶴野樹々子・岩崎慎也・亀和田國彦	土肥学会講要集 49, 1, 2003
黒ボク土水田の水質浄化機能の評価, 浸透速度の脱窒速度への影響	亀和田國彦・宮崎成生	土肥学会講要集 49, 1b, 2003

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
県内農耕地土壌の微量元素含量の実態	亀和田國彦	栃木農試成果集 22, 17-18, 2003
各種有機物を20年間連用した黒ボク土畑圃場の各種養分の垂直分布	亀和田國彦	栃木農試成果集 22, 19-20, 2003
栃木県におけるイネいもち病菌のMBI-D剤に対する感受性の遺伝子診断による検定	毛 雪琴・後藤知昭・川嶋勇樹	関東病虫研報 52, 9-12, 2004
ミヤコカブリダニの各種ハダニ卵パッチにおける定着性	宮睦 子・岸本英成・足立 瞳	関東病虫研報 52, 183, 2004
イムノアッセイによる残留農薬測定法	池澤和美	栃木農試成果集 23, 13-14, 2005
県内の農耕地土壌における理化学的の20年間の変化	小林靖夫	栃木農試成果集 23, 15-16, 2005
灰色低地土の二毛作水田における有機物連用効果	小林靖夫	栃木農試成果集 23, 17-18, 2005
各種有機物を20年間連用した畑土壌の三要素供給能力	京島理恵	栃木農試成果集 23, 19-20, 2005
水田土壌の潜在的窒素浄化能力	亀和田國彦	栃木農試成果集 23, 21-22, 2005
県内水田の水質浄化の実態	宮崎成生	栃木農試成果集 23, 23-24, 2005
家畜糞堆肥中の微量元素含有量	池澤和美	栃木農試成果集 23, 25-26, 2005
水田における窒素施肥量診断のための地温メッシュ図の作成	森 聖二	栃木農試成果集 23, 29-30, 2005
浄水汚泥と豚糞を主原料とした育苗培土の製造	亀和田國彦	栃木農試成果集 23, 33-34, 2005
施設土壌の可給態窒素の簡易測定法と土壌からの無機化量	森 聖二	栃木農試成果集 23, 69-70, 2005
水田環境におけるクモ類の発生状況	小山田浩一	栃木農試成果集 23, 99-100, 2005
黒ボク土水田の水質浄化機能の評価Ⅱ 各種土壌の脱窒速度	亀和田國彦・宮崎成生	土肥学会講要集 50, 267, 2005
深層土壌調査に基づく水及び硝酸態窒素の浸透流出特性の予測	中野恵子・大倉利明・亀和田國彦・加藤英孝	農業土木学会全国大会講演要旨集, 772-773, 2005
イムノアッセイによる残留農薬測定法	池澤和美	栃木農試成果集 25, 11-12, 2007
堆肥の連用が硝酸態窒素溶出に及ぼす影響	高間由美・本島俊明・亀和田國彦	栃木農試成果集 25, 13-14, 2007
各種堆肥の無機化特性の解明	高間由美・小林良子	栃木農試成果集 25, 15-16, 2007
本県に分布する水田土壌の潜在的脱窒能力	亀和田國彦	栃木農試成果集 25, 17-18, 2007
水質汚濁地域での水田の水質浄化能力の評価	上岡啓之・宮崎成生	栃木農試成果集 25, 19-20, 2007
水田を通過する水の水質変化	亀和田國彦・宮崎成生	栃木農試成果集 25, 21-22, 2007
牛ふん堆肥の水稲に対する肥効と土壌の肥料成分に及ぼす影響	小林靖夫・鈴木 聡・青沼伸一・青木純子・薄井雅夫	栃木農試成果集 25, 29-30, 2007
豚ふんに化学肥料を添加した成分調整肥料の開発	齋藤匡彦・宮崎成生	栃木農試成果集 25, 31-32, 2007
水質汚濁地区での水田の水質浄化能力の評価、宇都宮市雀宮地域における実態	上岡啓之	土肥学会講要集 53, 263a, 2007
水田土壌の潜在的脱窒能力の推定	亀和田國彦	土肥学会講要集 53, 263b, 2007
栃木県の二毛作水田における有機物連用効果	小林靖夫	土肥学会講要集 53, 264, 2007
オオメカメムシ1 齢幼虫の生存と発育に及ぼすミカンキイロアザミウマ2 齢幼虫給餌量の影響	小山田浩一・下田武志・鈴木芳人・後藤千枝	関東病虫研報 54: 105-108 2007
栃木県農耕地土壌図のデジタル化およびその利用	常見讓史・大島正稔	栃木農試成果集 26, 42-43, 2008
にらの牛ふん堆肥を利用した硝酸態窒素溶脱	高間由美・小林靖夫・鈴木聡	栃木農試成果集 26, 56-57, 2008
シュンギクによるカドミウム吸収に及ぼす塩化物イオンの影響とカドミウム吸収量予測の試み	亀和田國彦・中山 恵	土肥学会講要集 54, 167, 2008
イネ品種「あさひの夢」におけるイナズマヨコバイの被害解析	沼尾小百合・小山田浩一・五月女恭子・星一好・渡辺善夫・関和孝博	関東病虫研報 55, 103-106, 2008
可給態窒素の簡易測定法	大島正稔・森 聖二	栃木農試成果集 27, 36-37, 2009
大麦のカドミウム吸収の品種間差	中山 恵・亀和田國彦・京島理恵	栃木農試成果集 27, 38-39, 2009
豚ふんに化学肥料を混ぜた成分調整肥料の各種作物への肥効	齋藤匡彦	栃木農試成果集 27, 40-41, 2009
地力を考慮した水稲の施肥量診断技術	大島正稔・森 聖二	栃木農試成果集 28, 31-32, 2010
しゅんぎくのカドミウム吸収量は土壌の違いに拘わらず土壌溶液カドミウム濃度から予測できる	亀和田國彦・中山 恵	栃木農試成果集 28, 53-54, 2010
水田の脱窒速度は田面水の溶存有機態炭素濃度に影響される	亀和田國彦	栃木農試成果集 28, 55-56, 2010

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
水田の地力涵養機能を活用した水稲栽培技術開発のための予測調査	上岡啓之	栃木農試成果集 28, 57-58, 2010
水稲移植前湛水期間と米ぬか・大豆かす表面施用が1年生雑草の発生に及ぼす影響と土壌表層の変化	上岡啓之	土肥学会講要集 57, 143, 2011
灰色低地土における堆肥の多量施用による土壌物理性の改善効果	安達 瞳	栃木農試成果集 29, 35-36, 2011
県内畑地における深層土壌への硝酸態窒素の浸透実態と土壌の窒素浄化能との関係	鈴木 聡・上岡啓之・亀和田國彦	栃木農試成果集 29, 53-54, 2011
有害鳥獣ハクビシンの行動解明による農作物被害回避技術の開発	須藤貴子	栃木農試成果集 30, 35-36, 2012
緑肥用麦の栽培によって地下浸透する窒素量を大幅に削減できる	吉泉裕基・中澤佳子・齋藤匡彦	栃木農試成果集 30, 77-78, 2012
小麦子実のカドミウム濃度予測手法の開発	中山 恵・鈴木 聡・亀和田國彦	栃木農試成果集 30, 79-80, 2012
放射性 Cs のホウレンソウへの吸収移行抑制技術の検討	菊地 聡・吉田 剛・鈴木 聡	園学研 11(別 1), 151, 2012
土壌中の残留農薬が葉菜類の農薬残留濃度に及ぼす影響	中山 恵	栃木農試成果集 31, 33-34, 2013
土壌理化学性が水稲の放射性セシウム吸収に及ぼす影響	鈴木 聡・伊村 務	栃木農試成果集 31, 35-36, 2013
土壌理化学性が大豆の放射性セシウム吸収に及ぼす影響	鈴木 聡・加藤常夫	栃木農試成果集 31, 37-38, 2013
アルカリ資材施用によって水稲のカドミウム濃度は低減する	中山 恵	栃木農試成果集 31, 77-78, 2013
高カドミウム吸収水稲品種による土壌浄化効果	中山 恵	栃木農試成果集 31, 79-80, 2013
土壌管理が温室効果ガス発生と土壌炭素の貯留へ及ぼす影響	鈴木 聡	栃木農試成果集 31, 81-82, 2013
農業環境の重金属問題をリスクの視点から見つめる	川崎 晃・河野憲治・永井孝志・小野恭子・青木政典・亀和田國彦・渡辺和彦・後藤逸男・石川 寛	土壌誌 83, 344-350, 2012
加里施用による水稲の放射性セシウム吸収抑制効果、	宮崎成生・出口美里・廣澤美幸	土肥学会講要集 59, 263, 2013
黒ボク土水田での有機物連用による水稲の放射性セシウム吸収への影響	宮崎成生	土肥学会講要集 59, 154, 2013
栃木県黒ボク土水田におけるカリ施用による放射性セシウム吸収抑制効果	宮崎成生	土肥学会講要集 59, 154, 2013
栃木県における麦類の放射性セシウムの移行係数	五月女敏範・鈴木康夫・山口昌宏・大関美香・飯田貴子・大山 亮	日作紀 83(別 1), 402-403, 2014
麦類における放射性セシウムの移行係数	鈴木康夫・五月女敏範	栃木農試成果集 32, 33-34, 2014
放射性セシウムを含む堆肥の表面施用によるアスパラガスおよび土壌への影響	宮崎成生	栃木農試成果集 32, 43-44, 2014
土壌理化学性が水稲の放射性セシウム吸収に及ぼす影響(続報)	鈴木 聡・小林靖夫・薄井雅夫	栃木農試成果集 32, 45-46, 2014
天水田における水稲の放射性セシウム吸収	鈴木 聡・小林靖夫	栃木農試成果集 32, 47-48, 2014
土壌理化学性がレンコンの放射性セシウム吸収に及ぼす影響	鈴木 聡・小林靖夫・水沼正好	栃木農試成果集 32, 49-50, 2014
果実の加工が放射性セシウム濃度に及ぼす影響	鈴木 聡	栃木農試成果集 32, 51-52, 2014
多湿黒ボク土では有機物連用による炭素貯留効果は小さい	吉泉裕基	栃木農試成果集 32, 53-54, 2014

## 18 経営に関する技術開発

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
いちごの収穫・調整方法別の作業能率と作業規模	田中真実	栃木農試成果集 12, 5-6, 1993
野菜産地育成のための地域農業の組織化	齋藤一治	栃木農試成果集 12, 7-8, 1993
野菜の経営的性格による分類	石井康夫	栃木農試成果集 12, 9-10, 1993
カーネーション生産における生産性と収益性	須藤優一	栃木農試成果集 12, 11-12, 1993
土地利用型農業の規模拡大の可能性	田中真実・須藤優一・齋藤浩一	栃木農試成果集 13, 13-14, 1994
地域営農集団の育成と安定化のためのマニュアル策定	齋藤一治	栃木農試成果集 13, 15-16, 1994
大規模主穀作経営の成立条件	石井康夫	栃木農試成果集 14, 53-54, 1995
農村女性の行動変化とその評価・位置づけ	齋藤一治	栃木農試成果集 14, 55-56, 1995
いちご生産におけるセル成形育苗の経営的評価	石井康夫	栃木農試成果集 14, 57-58, 1995

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
果樹(なし)作経営の展開条件	家中達広・須藤優一	栃木農試成果集 14, 59-60, 1995
中山間地域の農業再編と地域活性化ののしくみ	石井康夫	栃木農試成果集 15, 89-90, 1996
土地利用型営農集団の現状と今後の課題	家中達広・斎藤一治	栃木農試成果集 15, 91-92, 1996
女性の側面からみた家族農業経営の課題と家族経営協定の意義	齋藤一治	村落社会研究 3(2), 22-34, 1997
経営体育成のための作業・労務管理技術の確立	家中達広・斎藤浩一・石井康夫	栃木農試成果集 16, 71-72, 1997
主穀作大規模経営における湛水直播栽培技術の導入条件	松井 丈	栃木農試成果集 16, 75-76, 1997
苗生産の分業化に伴う野菜生産の変化	石井康夫	栃木農試成果集 16, 77-78, 1997
現場から見た環境保全型農業の技術評価と経営問題	家中達広	関東東海農業経営研究 89, 30-43, 1998
共乾施設の利用実態と今後の方向	松井 丈	関東東海農業経営研究 89, 97-100, 1998
畑作経営の現状と問題-栃木県真岡市を事例として-	高橋聖恵	関東東海農業経営研究 89, 61-64, 1998
認定農業者にみる財務管理の実態調査	石井康夫	栃木農試成果集 17, 81-82, 1998
共同乾燥調製施設の利用実態と今後の方向	松井 丈	栃木農試成果集 17, 83-84, 1998
畑作経営の現状と今後の方向	高橋聖恵・家中達広	栃木農試成果集 17, 85-86, 1998
栃木県における農業集落の類型化の試み	家中達広	関東東海農業経営研究 90, 45-48, 1999
汎用管理機を利用した水稻湛水直播の経営的評価	松井 丈	関東東海農業経営研究 90, 61-64, 1999
汎用管理機を利用した水稻湛水直播の経営的評価	松井 丈	栃木農試成果集 18, 85-86, 1999
世帯員別にみた集落営農に対する意識と課題	家中達広	栃木農試成果集 18, 87-88, 1999
アグレッシブ・ファーマーの経営管理の実践に学ぶ	齋藤一治	農業経営研究 37(4), 71-72, 2000
有機農産物等生産者の実態と課題	松井 丈・高橋聖恵	栃木農試成果集 19, 55-56, 2000
Windows 対応の農業経営設計システムの開発	高橋聖恵	栃木農試成果集 19, 71-72, 2000
簡易な収益性シミュレーションプログラムの開発	金子里子・斎藤一治	栃木農試成果集 19, 73-74, 2000
集落ぐるみ営農集団の組織化手法	斎藤一治	栃木農試成果集 20, 63-64, 2001
低農薬・低化学肥料稲作技術の経営的評価	高橋聖恵・根岸里子	栃木農試成果集 20, 61-62, 2001
大規模主穀作経営の実態と大豆生産の課題	阿久津政行・田部怜子	栃木農試成果集 21, 51-52, 2002
県産トマト価格低迷の要因	阿久津政行・伊藤 浩	栃木農試成果集 21, 73-74, 2002
県内トマト経営における経営継続のための条件	阿久津政行・伊藤 浩	栃木農試成果集 21, 75-76, 2002
雇用導入管理マニュアル及び経営支援ソフトの策定	阿久津政行	栃木農試成果集 22, 71-72, 2003
直販導入マニュアルの策定	田部怜子・根岸里子	栃木農試成果集 22, 73-74, 2003
いちご経営の雇用による規模拡大と経営戦略	根岸里子	関東東海農業経営研究 94, 17-22, 2004
大豆の超省力栽培を基幹とした水田輪作体系の経営的評価	北島怜子・伊藤 浩	栃木農試成果集 23, 79-80, 2005
米価低迷に対応する中規模主穀作経営の戦略的経営モデル	伊藤浩・小幡葉子	栃木農試成果集 23, 97-98, 2005
いちご収穫・選果・調製システムの経営的評価	伊藤浩・根岸里子	栃木農試成果集 24, 25-26, 2006
いちご経営における雇用労働力の導入条件	小幡葉子・根岸里子	栃木農試成果集 25, 59-60, 2007
にら経営における結束機導入の経営的効果	根岸里子・斎藤総幸	栃木農試成果集 25, 61-62, 2007
水稻作付面積を基準とした集落分類の一事例	増淵仁一・宝野洋子・斎藤総幸	栃木農試成果集 26, 34-35, 2008
法人化に関わる法人経営者の意識の実態	宝野陽子・根岸里子	栃木農試成果集 26, 36-37, 2008
鉢花経営における経営管理を指標とした法人化基準	根岸里子	栃木農試成果集 26, 38-39, 2008
センサス集落カード整理分析マッピングシステムの開発	増淵仁一・樋山宏幸・斎藤総幸	栃木農試成果集 28, 15-16, 2010
いちご経営の法人化基準の解明	松本知美・樋山宏幸	栃木農試成果集 28, 17-18, 2010
露地野菜経営の法人化チェックシート	宝野陽子・樋山宏幸	栃木農試成果集 28, 19-20, 2010
集落分類の実態解明	樋山宏幸・斎藤総幸	栃木農試成果集 28, 49-50, 2010
有機農業生産における水稻・麦・大豆の経営指標	樋山宏幸	栃木農試成果集 31, 1-2, 2013
水稻・麦・大豆有機農業生産モデルの経営的評価	樋山宏幸	栃木農試成果集 31, 3-4, 2013
主要農産物の収益性シミュレーションシステムの作成	樋山宏幸・大野恭子	栃木農試成果集 31, 5-6, 2013
いちご新規参入の経営試算	米倉禎都志	栃木農試成果集 31, 39-40, 2013
夏秋いちご「なつおとめ」の経営モデル	大森貴寿・植木一博・米倉禎都志	栃木農試成果集 31, 41-42, 2013

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
施設トマトにおけるヒートポンプ導入に伴う経営者の意識変化と行動原理	大野恭子・樋山宏幸	栃木農試成果集 31, 51-52, 2013
加工向けいちごの原料供給システム	米倉禎都志	栃木農試成果集 32, 57-58, 2014

## 19 養蚕技術開発

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
繭検査用簡易型煮繭機の開発と改善	白井博之・矢木沢茂夫・羽石克彦	日本蚕糸学会関東支部第 51 回学術講演会講演要旨集, 2000
緑色繭蚕品種「POG×PNG」の飼育特性	戸谷良二・山城 清・小林ケイ・浅川利子	日本蚕糸学会関東支部第 51 回学術講演会講演要旨集, 2000
特徴ある蚕品種の飼育特性	戸谷良二	栃木農試成果集 19, 9-10, 2000
ブランド繭「太織度蚕品種」の選定	戸谷良二・山城 清・阿相敏雄・代田丈志	日本蚕糸学会雑誌 71(1), 42, 2001
ネットロウシルクの試作縫製	白井博之・千葉志弘・栗原幸一	日本蚕糸学会雑誌 71(1), 43, 2001
被覆植物を用いた雑草抑制	須永文夫・直井 清	日本蚕糸学会雑誌 71(1), 43, 2001
桑の発芽予測および初・晩秋蚕期における枝条伸長	須永文夫	栃木農試成果集 20, 27-28, 2001
ネットロウシルクの加工と特性	白井博之	栃木農試成果集 20, 49-50, 2001
太織度および緑色繭品種の飼育特性	戸谷良二	栃木農試成果集 21, 15-16, 2002
ハスモンヨトウの大量飼育法	山城 都	栃木農試成果集 21, 37-38, 2002
蚕病「核多核体病」の防除	白井博之	栃木農試成果集 21, 49-50, 2002

## 20 基礎的な技術開発

## a 原著論文

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
Comparative study of promoter activity of three anther-specific genes encoding lipid transfer protein, xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase and polygalacturonase in transgenic Arabidopsis thaliana.	ARIIZUMI T., AMAGAI M., SHIBATA D., HATAKEYAMA, K. WATANABE, M. and TORIYAMA K.	Plant Cell Rep. 21, 90-96, 2002
Analysis of gene expression in Arabidopsis thaliana by array hybridization with genomic DNA fragments aligned along chromosomal regions.	HANANO S., AMAGAI M., KANEKO T., KUWATA C., TSUGANE T., SAKURAI N., NAKAMURA Y., SHIBATA D. and TABATA S.	The Plant Journal 30(2), 247-255, 2002
Identification of anther-specific genes in a cruciferous model plant, Arabidopsis thaliana, by using a combination of Arabidopsis macroarray and mRNA derived from Brassica oleracea.	AMAGAI Masayuki, ARIIZUMI Tohru, ENDO Makoto, HATAKEYAMA Katsunori, KUWATA Chikara, SHIBATA Daisuke, TORIYAMA Kinya and WATANABE Masao	Sex Plant Report 15, 213-220, 2003
Resistance to anthracnose is decreased by tissue culture but increased with longer acclimation in the resistant strawberry cultivar	NAMAI Kiyoshi, MATSUSHIMA Yuta, MORISHIMA Masaji, AMAGAI Masayuki and NATSUAKI Natsuaki	J. Gen Plant Pathol 79, 402-411, 2013

## b その他

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
電算機のための病害虫診断記録簿の作成	渡辺 守	関東病虫研報 42, 305-306, 1995
<i>Rhizoctonia solani</i> 菌糸融合 2-2 群のプラスミド、pRS2 24 の相同 RNA の解析	倉舘公子・生井 潔	日植病報 61, 236-237, 1995
Crop Application Effect Of Fertilizer Made Of Sewage Sludge And Fertilizer Production System	OOMURA Hiroaki, MIYAZAKI Naruo and IWASAKI Shinya	ICID International Workshop on Wastewater Reuse Management, 21-26, 2001
ゲノム DNA アレイを用いた植物遺伝子発現解析法	天谷正行・桑田主税・津金胤昭・花野滋・中村保一・田畑哲之・柴田大輔	育種学研究 3(別 1), 18, 2001
作物育種に向けた cDNA マクロアレイ技術の検討	生井 潔・櫻井 望・桑田主税・浅水恵理香・田畑哲之・柴田大輔	育種学研究 5(別 2), 166, 2003
22K01 イネ初アレイを用いた 01 イネ各種ステージとカルス再	田崎久久・大岡久子・山田仁美・Lee	育種学研究 6(別 1), 42, (2004)

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
分化ステージの遺伝子発現解析	Jung-Sook・佐藤浩二・菊池尚志	
ゲノムレベルでの遺伝子発現解析による植物のリン酸飢餓応答性	天谷正行・櫻井 望・島田裕士・太田啓之・柴田大輔	日本植物生理学会年会講演要旨集, 1, 2003
イチゴ炭疽病応答性遺伝子の全長配列の取得	生井 潔・世取山守	栃木農試成果集 31, 67-68, 2013

## 21 平成5年異常気象に関する研究

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
平成5年における水稲冷害の実態	星 一好・山口正篤・福島敏和	栃木農試成果集 13, 1-2, 1994
水稲の不稔粒発生率の推定法	星 一好・山口正篤・福島敏和	栃木農試成果集 13, 3-4, 1994
水稲障害型不稔の早期推定法	柴田和幸・星 一好	栃木農試成果集 13, 5-6, 1994
平成5年の冷夏の果樹に対する影響	金子友昭	栃木農試成果集 13, 7-8, 1994
低温寡日照下におけるカラー・チルドシアーナの生育および開花	岡部陽一	栃木農試成果集 13, 11-12, 1994

## 第3節 総説および解説

## 1 水稲栽培に関する事項

表題	雑誌, 巻, 発行年
倒伏軽減剤の上手な使い方	グリーンレポート 235, 1995
茎葉処理タイプの水稲倒伏軽減剤「ビピフルフロアブル」の効果及び利用法について	農業通信 40, 1995
水稲新品種・栃木2号について	くらしと農業 20(4), 1996
水稲新品種・栃木2号について	くらしと農業 20(4), 1996
茎葉処理タイプの水稲倒伏軽減剤ビピフルフロアブルの利用法	くらしと農業 20(6), 1996
栃木県における除草剤1 キロ粒剤の効果および散布精度	雑草とその防除 33, 1996
酸アミド系除草剤の水稲に対する薬害と土壌の種類との関係	雑草とその防除 33, 1996
米の食味をよくする栽培法①基肥窒素と植付本数	くらしと農業 21(4), 1997
水稲育苗箱施肥	くらしと農業 21(4), 1997
米の食味をよくする栽培法②穂肥及びリン酸追肥	くらしと農業 21(6), 1997
米の食味をよくする栽培法③落水・収穫時期と調整法	くらしと農業 21(9), 1997
水稲のプール育苗法	くらしと農業 21(3), 1997
施肥田植機を利用した水稲湛水直播栽培 「陸稲新品種・ゆめのはたまち」	くらしと農業 21(3), 1997 くらしと農業 22(3), 1998
1997年に登録された注目新品種晴れすがた	現代農業 22(2), 1998
酒米「五百万石」の安定栽培法と心白の発現条件	グリーンレポート 291, 1998
ベンタゾン剤の出穂前撒布によるクロゲワイ防除	雑草とその防除 35, 1998
水稲の全量基肥栽培法	くらしと農業 20(1), 1999
水稲の箱施肥法	くらしと農業 24(2), 1999
水稲の湛水直播栽培	くらしと農業 23(4), 1999
水稲の倒伏軽減剤の特性と利用法	雑草とその防除 36, 40-46, 1999
多収でおいしい新品種「あさひの夢」	くらしと農業 24(4), 2000
水稲新奨励品種「あさひの夢」について	とちぎ米麦改良 50(5), 2000
水稲良食味米の湛水直播栽培	くらしと農業 24(3), 2000
水稲のピニールプール育苗法	くらしと農業 25(3), 2001
栃木県における畦畔雑草の類型化	雑草とその防除 38, 2001
水稲の新しい倒伏軽減剤「テソロ顆粒水溶剤」の利用法	雑草とその防除 38, 2001
農産物価格動向⑥米	くらしと農業 26(12), 2002
水稲新奨励品種「あさひの夢」の普通栽培における栽培法	くらしと農業 26(5), 2002
水稲全量基肥栽培の生育診断	くらしと農業 26(5), 2002
水稲食味の実態調査(1)	くらしと農業 26(6), 2002
水稲食味の実態調査(2)	くらしと農業 26(7), 2002
米の辞典・水稲の栽培技術	幸書房 2002
平成14年度採用・水稲用除草剤の特徴と使い方	くらしと農業 27(2), 2003
栃木県における水田雑草の発生状況と防除	今月の農業 2, 2003
試験場のプロジェクトX 開田病を救え! 不良火山灰土壌水田で多収を実現した熔りん1 トン施用	くらしと農業 27(12), 2003
試験場のプロジェクトX 単収百キロ増やす水稲の生育診断「くさまさり稲」から「じっくり型稲」作りへ	くらしと農業 27(5), 2003
主穀作経営改善一考	くらしと農業 28(11), 2004
水稲のヨード・でんぶん反応による追肥診断法	くらしと農業 28(6), 2004
水稲のヨード・でんぶん反応による追肥診断法	くらしと農業 28(6), 2004
早生で作りやすく良食味の水稲新品種「栃木7号」	くらしと農業 28(7), 2004
水稲新品種「栃木7号」で新たな飛躍を	くらしと農業 28(12), 2004
新品種の開発と育成	とちぎ米麦改良(9), 2004
多収で作りやすい栃木県オリジナルの酒米新品種「栃木酒14号」	くらしと農業 29(5), 2005
多収で作りやすい栃木県オリジナルの酒米新品種「栃木酒14号」	くらしと農業 29(5), 2005

表題	雑誌, 巻, 発行年
試験場のプロジェクト X 暑い夏に田んぼから解放! 水稲の全量基肥栽培技術の開発	くらしと農業 29(3), 2005
有機物の連用が水稲の生育、収量に及ぼす影響	土づくりとエコ農業 45(6), 11-15, 2014

## 2 麦類に関して

表題	雑誌, 巻, 発行年
世界に冠たる日本のビール麦品種	グリーンレポート 225, 1995
ビールオオムギ新品種「タカホゴールド」について	米麦改良 7, 21-28, 1995
奨励品種・二条大麦「みょうぎ二条」, 六条大麦「シュンライ」	くらしと農業 20(10), 1996
ビール麦新品種「タカホゴールド」の栽培法	くらしと農業 22(10), 1998
小麦新品種「イワイノダイチ」の特性	とちぎ米麦改良 53, 2001
ビール大麦新品種「関東二条 32 号」の特性	とちぎ米麦改良 52(1), 2001
大麦縞萎縮病に強く麦芽品質の優れた二条大麦農林 20 号「スカイゴールド」	麦新品種緊急開発プロジェクト平成 12 年度の麦類新品種, 農林水産技術会議事務局 2001
大麦縞萎縮病に強く麦芽品質の優れた二条大麦農林 20 号「スカイゴールド」	麦類新品種の特性と栽培ポイント, 麦類良質品種実用化・普及促進協議会 2001
二条大麦新品種「スカイゴールド」の育成	くらしと農業 25(7), 2001
縞萎縮病に強く麦芽品質の優れた品種スカイゴールド	麦栽培マニュアル, 11, 農林水産省農林水産技術会議事務局 2001
小麦新品種「イワイノダイチ」の特性	くらしと農業 26(10), 2002
ビール大麦「大麦縞萎縮病」の発生状況と抵抗性品種の育成	くらしと農業 26(7), 2002
麦類の新品種と栽培上の留意点	とちぎ米麦改良 60(9), 3-5, 2003
ビール麦新品種「スカイゴールド」の蛋白質含量を適正に	くらしと農業 27(10), 2003
試験場のプロジェクト X よみがえれ! 緑の大地: 世界初大麦縞萎縮病抵抗性ビール麦「ミサトゴールド」の育成	くらしと農業 27(6), 2003
小麦新品種「タマイズミ」の特性	とちぎ米麦改良 (1), 2003
醤油用小麦「タマイズミ」のタンパク質向上技術	くらしと農業 28(10), 2004
醤油用小麦「タマイズミ」のタンパク質向上技術	くらしと農業 28(10), 2004
ビール大麦「スカイゴールド」の高品質栽培技術	くらしと農業 28(10), 2004
ビール大麦の粗蛋白質含量安定化に向けた取り組み	冬作物研究 4, 28-32, 2004
六条大麦の硬質粒を出さない栽培法	くらしと農業 29(11), 2005
炊飯後褐変の少ない六条大麦新品種「東山皮 101 号の特性」	くらしと農業 29(10), 2005
ビール用二条大麦の品種改良ーその成果と今後の方向	応用糖質科学会東日本シンポジウム 2005
大麦縞萎縮病が収量・品質に及ぼす影響	くらしと農業 29(10), 2005
ムギの品種と育種⑤「醸造用大麦の育種」	農耕と園芸 61(6), 106-107, 2006
ムギの品種と育種⑭「スカイゴールド」	農耕と園芸 62(3), 120-121, 2007
小麦「イワイノダイチ」の莖立期追肥による安定多収栽培及び追肥診断法	くらしと農業 30(1), 2006
ビール用二条大麦新品種「サチホゴールド」の育成	米麦改良 1, 29-36, 2007
「和育良種」ービール大麦「スカイゴールド」(二条大麦農林 20 号) 育成により栃木県知事表彰を受賞してー	農業技術 65, 113-118, 2010
ビールオオムギにおけるオオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子集積品種の育成とその普及	植物防疫 67, 68-74, 2013

## 3 大豆および畑作物に関して

表題	雑誌, 巻, 発行年
こんにゃくのライ麦混作における土壌処理除草剤および茎葉処理除草剤について	雑草とその防除 32, 1995
畑作物の不耕起栽培ー大豆ー	くらしと農業 20(5), 1996
コンニャク栽培における緩効性肥料の利用	くらしと農業 21(4), 1997
コンニャク根腐病のライ麦混作による防除	くらしと農業 21(5), 1997
加工適性の高い大豆新品種東北 118 号について	くらしと農業 23(5), 1999
こんにゃくの新品種「みょうぎゆたか」	くらしと農業 23(6), 1999

大豆新品種「たまうらら」の特性と栽培法	とちぎ米麦改良 51 (9), 2000
大豆新品種「たまうらら」の栽培方法	くらしと農業 24(6), 2000
続・大豆新品種「たまうらら」の栽培方法	くらしと農業 25(4), 2001
大豆作経営の現状と課題	くらしと農業 26(8), 2002
ダイズ畑の天敵・カエルの実力は?	現代農業 6, 2002
コンニャクの減農薬栽培法	くらしと農業 27(4), 2003
コンニャク、ムギを播けば土壌消毒剤半減	現代農業 82(9), 2003
大豆の耕起省力栽培法	くらしと農業 28(5), 2004
大規模主穀作経営に適した大豆の不耕起・無中耕・無培土栽培技術	くらしと農業 28(6), 2004
大豆の耕起省力栽培法	くらしと農業 28(5), 2004
試験場のプロジェクト X 静かな夜を取り戻せ! 無毒麻品種「とちぎしろ」の育成	くらしと農業 28(1), 2004
畑地における各種堆肥の肥料的効果について	くらしと農業 28(9), 2004

#### 4 いちごの品種と栽培法

表題	雑誌, 巻, 発行年
「栃の峰」の品種特性と栽培技術	今月の農業 38(2), 31-33, 1994
いちごの新品種「栃の峰」	農耕と園芸, 1994
いちごの新品種「栃の峰」の栽培特性	農耕と園芸, 1994
いちご新品種解説「栃の峰」	野菜園芸技術 21, 1994
いちごの夏秋どり栽培	農業技術 50(8), 1995
イチゴ「女峰」の低温暗黒処理による栽培の安定化	野菜園芸技術 19, 1995
イチゴ「栃の峰」における先青果の発生軽減技術	野菜園芸技術 23(6), 1996
いちご栽培の省力化における最近の動き	野菜園芸技術 23(6), 1996
いちご「とちおとめ」の特性と栽培技術	農耕と園芸 52 (3), 1996
イチゴ「とちおとめ」の特性と栽培技術	今月の農業 11, 1997
いちご新品種「とちおとめ」の特性と栽培のポイント	野菜園芸技術 6, 1997
イチゴ新品種解説 「とちおとめ」	野菜園芸技術 7, 1997
いちご「とちおとめ」の育成経過と栽培技術	施設と園芸(97 春) 3, 1997,
とちおとめの高品質生産技術	くらしと農業 21(11), 1997
イチゴ新品種・栽培法 「とちおとめ」と栽培法	ビニールと園芸 209, 1997
栃木県におけるイチゴ病害虫防除の現状	農耕と園芸 52(8), 1997
いちご「とちおとめ」の栽培のポイント	現代農業 2, 1998
来春が楽しみ...いちごを作ってみませんか	園芸新知識・花の号 11, 1998
有機質培地を利用したハンモック式養液栽培	技術と普及 12, 1998
とちおとめの品種特性と栽培技術	イチゴ品種と新技術 1998
栃の峰の品種特性と栽培技術	イチゴ品種と新技術 1998
イチゴ	JA 営農指導員テキスト野菜 1999
イチゴ「とちおとめ」の生産安定技術	くらしと農業 23(8), 1999
イチゴの高設栽培における排水を出さない養液栽培システム	ハイドロポニクス 13, 1999
イチゴ・クリプトモス培地は定植前に溶液濃度を上げておくのがコツ	現代農業 10, 1999
イチゴ「とちおとめ」生産安定技術	施設園芸 41, 1999
クリプトモス培地を利用したイチゴの高設栽培における閉鎖型養液管理システム	野菜園芸技術 6, 1999
廃液を出さないイチゴの養液栽培システム	くらしと農業 24(7), 2000
杉パーク「クリプトモス」を用いたイチゴの養液栽培	施設園芸 42, 2000
イチゴ「とちひめ」の品種特性と栽培技術	施設園芸 42, 2000
栃木県におけるイチゴの品種動向と課題	施設園芸新技術研修会群馬大会テキスト 2000
排出液を出さないイチゴの高設式養液栽培システム	関東東海農業の新技術 16, 2000
とちおとめ	季刊フレッシュフードシステム, 果実の鮮度保持マニュアル 29, 2000

表題	雑誌, 巻, 発行年
イチゴの病害	野菜の病害 農林水産研究解題 26, 2001
肥効調節型肥料を用いたイチゴ空中採苗法	くらしと農業 25(11), 2001
排出液を出さないイチゴ養液栽培システム	今月の農業 4, 2001
イチゴとちおとめの空中採苗法	くらしと農業 25, 2001
農産物価格動向⑤イチゴ	くらしと農業 26(10), 2002
とちおとめの心止まり株発生要因と防止対策	くらしと農業 26(6), 2002
いちご「とちおとめ」における電照、炭酸ガス施用、地中加温による増収効果	今月の農業 4, 2002
イチゴにおける臭化メチル代替技術	くらしと農業 23(7), 2003
養液栽培によるイチゴの多収技術	くらしと農業 27(10), 2003
四季成り性品種を用いたイチゴ栽培	くらしと農業 27(7), 2003
地域農産物の生理機能・活用便覧 (イチゴ・ユウガオ)	サイエンスフォーラム 2003
試験場のプロジェクト X イチゴ王国、日本一を奪回せよ! (上)いちご「とちおとめ」の育成と普及	くらしと農業 27(7), 2003
試験場のプロジェクト X イチゴ王国、日本一を奪回せよ! (下)いちご「とちおとめ」の育成と普及	くらしと農業 27(8), 2003
ポスト「とちおとめ」の開発が加速	くらしと農業 28(11), 2004
試験場のプロジェクト X イチゴ王国栃木を支えた県初のオリジナル品種「女峰」の育成	くらしと農業 28(9), 2004
夏秋どりいちご「とちぎ 18 号」	農耕と園芸 11, 2004
バイオトラスト水和剤を主にしたイチゴ病害の体系防除	くらしと農業 28(2), 2004
高設ベンチ栽培システムを用いたイチゴの全量基肥栽培	くらしと農業 28(7), 2004
養液栽培におけるクリプトモス培地の太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病防除	くらしと農業 29(7), 2005
夏秋どりいちご「とちぎ 18 号」	現代農業 2, 2005
肥効調節型肥料を用いたイチゴの低コスト高設ベンチ全量基肥栽培技術	農業と科学 558(12) 2004, 562(3) 2005
夏秋どりいちご「とちひとみ」の安定栽培技術の確立	くらしと農業 29(12), 2005
いちごの識別自動選果機の開発	くらしと農業 29(6), 2005
いちごの最新技術情報(6)促成栽培における腋花房を早く出させる技術	農耕と園芸 60(8), 2005
イチゴの立枯れ	現代農業 6, p248-256, 2005
マルチプレックス PCR によるイチゴ品種識別技術の開発	ブレインテクノニュース No.117, 2006
四季成り性新品種「とちひとみ」(栃木 18 号)	農耕と園芸 61 (12) , 172-173, 2006
イチゴうどんこ病菌における DMI 剤耐性菌の遺伝子診断	植物防疫 61, 11-14, 2007
栃木県におけるいちごの育種戦略	施設と園芸 143, 4-7, 2008
品種育成権保護のための DNA マーカーの利用	食品と技術 445, 23-26, 2008
四季成り性イチゴ「とちひとみ」	農耕と園芸 64(5), 2009
いちごのセル育苗	野菜園芸技術 21
失敗しないイチゴ育苗のポイント	園芸新知識秋号 , 33-35, 2009
イチゴ炭疽病に対する底面吸水法による伝染抑制効果と潜在感染株の簡易診断法	植物防疫 48

## 5 トマト

表題	雑誌, 巻, 発行年
トマトの幼苗接木の養生条件	野菜園芸技術 22(10), 1995
トマト促成栽培におけるマルハナバチの利用技術と低温期の花粉発芽率の向上対策	農耕と園芸 50(12), 1995
トマトのセル苗による省力化と経済性	園芸新知識
完熟系トマトの昼温管理	くらしと農業 23(2), 1999
促成トマトにおける冬季曇雨天時の昼間暖房による品質と収量の向上	くらしと農業 24, 2000
トマト萎凋病 (J2) に対する各種台木品種の抵抗性	くらしと農業 25(9), 2001
施設トマトのセル成型苗直接定植栽培における水分管理技術	野菜園芸技術 29(3), 2001
施設トマトの昼温管理	野菜園芸技術 28(12), 2001
冬春トマト-話題の新品種	くらしと農業 26(2), 2002
トマトの環境保全型養液栽培システムの開発	くらしと農業 27(1), 2003
トマト促成長期どり栽培技術	くらしと農業 28(3), 2004

表題	雑誌, 巻, 発行年
トマトハイワイヤー誘引の特性	くらしと農業 29(1), 2005
養液栽培からみたトマトの養水分吸収量	くらしと農業 28(11), 2004
養液栽培からみたトマトの養水分吸収量	くらしと農業 28(11), 2004
新技術が労力の軽減に—トマトのハイワイヤー誘引器具の開発—	くらしと農業 28(6), 2004
トマトハイワイヤー誘引の特性	くらしと農業 28(7), 2004
栃木県における低コスト耐候性ハウス導入に関する取り組みと栽培技術	農耕と園芸 59(6), 2004
ハイワイヤー誘引によるトマトの高品質多収栽培について	野菜園芸技術 9, 2005
トマト促成長期どり栽培技術の開発	施設と園芸 136, 48, 2007
トマトの促成長期どり栽培における省力化安定生産技術	農耕と園芸 64(12), 2009
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>eumartii</i> によるトマトフザリウム株腐病とその発生生態	植物防疫 64, 639-642, 2010

## 6 への品種と栽培法

表題	雑誌, 巻, 発行年
ニラ/きぬみどり	農耕と園芸 51(3), 1996
きぬみどり	野菜園芸技術 22(7), 1995
夏どりニラの抽だい抑制法	くらしと農業 22, 1998
ねぎにらの栽培法	くらしと農業 23(4), 1999
抽台制御による夏どりニラの栽培法	今月の農業 5, 2000
夏どりニラの生産安定を目的とした抽台制御法	施設と園芸 109, 2000
DNA マーカーでニラの品種開発	くらしと農業 24(8), 2000
最近のニラの品種特性	くらしと農業 25(5), 2001
フェロモントラップのネットワーク化によるハスモンヨトウ防除	くらしと農業 25(6), 2001
栃木農試開発の生物農薬「バイオトラスト水和剤」	くらしと農業 25(9), 2001
二月どりに適したレタスの品種選定	くらしと農業 30(2), 2006
野菜作り講座,ニラ	日本施設園芸協会
人工の植物 ねぎにら「なかみどり」の栽培法	くらしと農業 26(3), 2002
ネギニラ	ANA Journal, 2002
農産物価格動向④ニラ	くらしと農業 26(8), 2002
栃木県におけるニラえそ条斑病(IYSV)の発生生態と防除	植物防疫 12, 40-43

## 7 その他の野菜に関して

表題	雑誌, 巻, 発行年
関東地域に見る品種動向	農耕と園芸 50(9), 1995
ポットを利用した育苗技術	野菜園芸技術 21
春どりレタスの換気作業を伴わないトンネル栽培法	今月の農業, 39(4), 1995
さといもの冬期間の腐敗を防ぐ貯蔵法	農耕と園芸 50(3), 1995
生分解プラスチックのマルチフィルム利用	施設と園芸 102, 1998
粉砕籾殻を用いたセル成型苗の培養土と肥培管理法	農耕と園芸 53, 1998
野菜生産における生分解性プラスチックフィルムの利用と課題	農業経営者 8(4), 1999
栃木県の野菜	肥料 83,1999
やまのいもの省力機械化植え付け技術	くらしと農業 24(12), 2000
タマネギの品種と栽培法	くらしと農業 24(9), 2000
ゆうがお	食品加工総覧 4, 2000
初めて取り組むナス栽培	農耕と園芸 56(2), 2001
かぼちゃ「ニューなかやま」の育成	くらしと農業 25(11), 2001
良食味カボチャ「ニューなかやま」の育成	今月の農業 3, 2002
良食味カボチャ新品种「ニューなかやま」	農耕と園芸 57(10), 2002
試験場のプロジェクト X 地域特産品を開発せよ ホクホク美味しいかぼちゃ「ニューなかやま」の開発	くらしと農業 28, 7, 2004

表題	雑誌, 巻, 発行年
2月どりに適したレタスの品種選定	園芸ニュース 69, 12, 2006
黄色系スイートコーンの品種と栽培	くらしと農業 28(2), 2001
促成ナスのロックウール栽培における給液管理	くらしと農業 25(8), 2001
シリーズ・環境にやさしい農業のススメ⑩環境にやさしい新しい園芸作物の生産システムの開発	くらしと農業 25(8), 2001
促成ナスのロックウール栽培における給液管理	施設と園芸 114, 2001
ハウスネギの電照・加温による抽だい回避技術の開発	農耕と園芸 56(8), 2001
県北地域に適したナスの仕立て法	くらしと農業 26(1), 2002
農産物価格動向 ①ねぎ	くらしと農業 26(2), 2002
ヤマノイモの植え付け、施肥の省力機械化	野菜園芸技術 29(3), 2002
トマト・ナス台木品種の青枯病抵抗性検定	くらしと農業 26(11), 2002
県北地域における夏秋ナスの早期増収技術	くらしと農業 26(12), 2002
農産物価格動向②トマト	くらしと農業 26(4), 2002
旬を食す	くらしと農業 26(6), 2002
農産物価格動向③ナス・キュウリ	くらしと農業 26(6), 2002
春どりハウスネギの抽だいを抑える新技術	くらしと農業 27(10), 2003
べたがけ栽培による露地ネギの収穫期前進化	くらしと農業 27(6), 2003
促成ナスのロックウール栽培における管理	くらしと農業 27(8), 2003
環境に優しい養液栽培の現況と展望	平成 15 年度野菜茶業課題別研究会, 2003
試験場のプロジェクト X 春に花咲くネギとニラの子供を作ろう! 世界でただ一つ、とちぎオリジナル野菜「ネギニラ」の育成	くらしと農業 28(2), 2004
ネギ生産における高品質化、周年安定化技術の確立	くらしと農業 28(9), 2004
「うど」の系統と根株養成	くらしと農業 29(2), 2005
パイプハウスを利用した半促成なすの仕立て法	くらしと農業 29(9), 2005
加工業務向け短根ごぼうの低コスト省力生産技術	野菜情報 1, 37-40, 2010

## 8 ナシの品種と栽培法

表題	雑誌, 巻, 発行年
注目される日本ナシの新品種 (にっこり)	今月の農業 41(5), 1997
全国なし研究大会「にっこり」の品種特性	全国なし研究大会資料 49 回
果樹園管理のポイント なし	果実日本 2, 2000
ナシ幸水のハウス栽培における果形をよくする温度管理	くらしと農業 25(12), 2001
ナシ「にっこり」用カラーチャートによる収穫適期の判定	くらしと農業 25(9), 2001
果樹園管理のポイント「なし」	果実日本 10, 2001
樹園管理のポイント「なし」	果実日本 12, 2001
果樹園管理のポイント「なし」	果実日本 4, 2001
果樹園管理のポイント「なし」	果実日本 6, 2001
果樹園管理のポイント「なし」	果実日本 8, 2001
「にっこり」の品種特性	福岡の果樹 7, 2001
「にっこり」の品種特性	落葉果樹 10, 2001
なし新品種育種状況	くらしと農業 26(2), 2002
試験場のプロジェクト X 夢のナシ品種を開発せよ! 大玉で食味の良いナシ「ニッコリ」の生育	くらしと農業 27(11), 2003
「にっこり」の糖度向上技術《糖度1.2%の果実を安定して生産するために》	くらしと農業 28(4), 2004
試験場のプロジェクト X 「ひょう害からなしを守れ! なし振興のために長年の網張りへの挑戦」	くらしと農業 28(8), 2004
日本最高水準の多収を可能にしたナシ根圏制御栽培	くらしと農業 28(8), 2004
地球温暖化に対応したナシの生育予測モデルを開発	くらしと農業 29(8), 2005
ハウス栽培「幸水」の温度管理による変形果の発生軽減	果実日本 61(1)
早期多収を可能にしたナシ根圏制御栽培	農耕と園芸 60(10), 2005
早期多収を可能にしたナシ「幸水」の根圏制御栽培	落葉果樹 (1)-(2), 2006

表題	雑誌, 巻, 発行年
栃木県におけるナシの品種育成	落葉果樹 (9)-(10), 40-41, 2006
なしの底面給水による根圏制御栽培	今月の農業 (5), 57-62, 2007
ナシの根圏制御栽培	施設と園芸 139, 27-30, 2007
今月の農作業ナシ	果実日本 (2), 101-103, 2008
果樹管理ポイント、ナシ	果実日本 (10), 104-106, 2008
果樹研究最前線 気象変動に対応したニホンナシの生育予測プログラムの開発	果実日本 (11), 62-63, 2008
果樹管理ポイント、ナシ	果実日本 (12), 97-99, 2008
果樹管理ポイント、ナシ	果実日本 (2), 101-103, 2008
果樹管理ポイント、ナシ	果実日本 (4), 102-104, 2008
果樹管理ポイント、ナシ	果実日本 (6), 102-104, 2008
果樹管理ポイント、ナシ	果実日本 (8), 104-106, 2008
ニホンナシ豊水の果実生理障害予測	農業技術 64 (3), 116-120, 2009
日本なしの早期多収技術	グリーンレポート 481(7), 12-14, 2009
不順天候に対応したなし豊水の生理障害予測	福岡の果樹 514, 16-17, 2009
栃木県におけるナシ病害虫の防除対策	果実日本 60

## 9 ぶどうおよびその他の果樹の品種と栽培法

表題	雑誌, 巻, 発行年
白紋羽病菌の RAPD 解析	日本植物病理学会報 64, 1998
ハウスぶどう「巨峰」の根域制限栽培	くらしと農業 24(6), 2000
果樹における各種障害発生を考えるー早期加温ハウスぶどうの葉焼け	果実日本 (2), 2000
果樹新品種の特性	くらしと農業 12(7), 2000
垣根支立てぶどう「巨峰」の根域制限栽培における軽労、省力化	果実日本 (9), 2001
ブドウ「巨峰」の根域制限栽培による結実安定	今月の農業 5, 2001
ハウスぶどう「巨峰」のドリップ灌水による根圏制御栽培法	施設と園芸 114, 2001
ハウスブドウのドリップかん水による高品質・多収栽培	くらしと農業 26(5), 2002
精興光玉の良品栽培技術	農耕と園芸 57(7), 2002
ブドウの根圏制御栽培の現地における実証	くらしと農業 27(11), 2003
リンゴの摘花剤利用による摘花作業の効率化	くらしと農業 27(3), 2003
新技術が経営を変えるー果樹類の盛り土式根圏制御栽培法の開発ー	くらしと農業 28(5), 2004
ぶどう「ハニーピーナス」の着果管理技術	くらしと農業 29(4), 2005
ハウスブドウ巨峰のドリップ灌水による盛土式根圏制御栽培	季刊肥料 109, 51-62, 2008

## 10 花き類

表題	雑誌, 巻, 発行年
切り花生産における簡易栄養診断	農耕と園芸 50(12), 1995
養液土耕法によるスプレーギクの養水分管理技術	農耕と園芸 52(7), 1997
鉢物における底面給水の問題点	くらしと農業 21(9), 1997
シクラメンなど花き類の簡易栄養診断	グリーンレポート 1, 1998
家庭消費をターゲットにした切り花栽培技術	農耕と園芸 53(3), 1998
スプレーカーネーションの養液土耕法による栽培技術	農耕と園芸 53(4), 1998
養液土耕法によるスプレーギク栽培	農耕と園芸 53(4), 1998
養液土耕法によるスプレーギク栽培	農耕と園芸 53, 1998
スプレーカーネーションの養液土耕法による栽培技術	農耕と園芸 53, 1998
ユリの葉焼け症対策	くらしと農業 23(5), 1999
野菜花きの養液土耕栽培 養液栽培の基礎知識	農耕と園芸 54, 1999
野菜花きの養液土耕栽培 岡崎和夫さんの経営事例	農耕と園芸 54, 1999

表題	雑誌, 巻, 発行年
生殖生長期におけるファレノプシス栄養管理	くらしと農業 23(11), 1999
野菜花きの養液土耕栽培 簡易栄養診断の利用法	農耕と園芸 54, 1999
ハイドランジアの栽培管理	くらしと農業 24(10), 2000
ペゴニア・エラチオールの施肥管理	くらしと農業 24(8), 2000
簡易栄養診断に基づくファレノプシスの栄養管理	第7回アジア太平洋ラン会議
花きの養液土耕法(連載4回)	くらしと農業 24(6)-(7) (9)(11), 2000
無側枝性ギク「岩の白扇」の開花調節技術	くらしと農業 25(12), 2001
シクラメンの養水分管理が観賞時の日持ちに及ぼす影響	くらしと農業 25(9), 2001
カーネーションの養分吸収特性	くらしと農業 26(5), 2002
スプレーギクの養分吸収特性	くらしと農業 26(6), 2002
ペゴニア・エラチオールの底面給水栽培における施肥管理	くらしと農業 26(3), 2002
カーネーションの肥効調節型肥料を利用した施肥管理法	くらしと農業 27(9), 2003
シクラメンの養分吸収量	くらしと農業 27(5), 2003
試験場のプロジェクト X シクラメンを健康診断せよ! -簡易栄養診断による肥培管理技術の開発-	くらしと農業 28(11), 2004
スプレーギクの養液土耕栽培における養水分管理	くらしと農業 28(8), 2004
スプレーギクの養液土耕栽培における養水分管理	くらしと農業 28(8), 2004
スプレーギクの養液土耕栽培と施肥管理技術	農耕と園芸 59(7), 2004
試験場のプロジェクト X 産廃で美しい花を咲かそう! -環境にやさしい園芸資材「クリプトモス」の開発-	くらしと農業 28(3), 2004
リンドウの新病害「炭疽病」	くらしと農業 29(5), 2005
<i>Colletotrichum</i> 属菌2 種によるリンドウ炭疽病 (新称)	今月の農業 49(12), 18-22, 2005
ガーデニング	くらしと農業 30(1)-(3), 2006
シクラメンの肥効調節型肥料を利用したマット底面給水栽培	くらしと農業 30(1), 2006
ポインセチアの養分吸収量と肥効調節型肥料を用いた省力施肥管理技術	農耕と園芸 64(9), 2009
カーネーションの2年切り栽培技術の確立	施設と園芸 148, 26, 2010
ポインセチアの養分吸収量と肥効調節型肥料を用いた省力施肥管理技術	農業と科学 (3・4), 1-3, 2010
ハイドランジアのマット底面給水による栽培技術の確立	農耕と園芸 66(12), 2011
<i>Impatiens necrotic spot virus</i> (INSV) によるシクラメンえそ斑紋病 (新称) の発生	植物防疫 55(12), 2001

## 11 生産環境

表題	雑誌, 巻, 発行年
「豚ふん粒状肥料」製造の技術開発	月刊養豚界 1, 1996
畑地における有機物資材の連用効果	くらしと農業 21(12), 1997
農業集落排水汚泥の肥料化	栃木県農村総合整備センター 1998
農業集落排水汚泥の地域内リサイクルの推進について	再生と利用 21, 1998
地球環境再生への栃木県の取り組み	栃木科学技術シンポジウム 13, 1998
農業集落排水汚泥の肥料化技術	くらしと農業 24(11), 2000
多水分含有有機物の急速肥料化	圃場と土壌 31, 10-11, 39-44, 2001
シリーズ・環境にやさしい農業のススメ⑩化学肥料と農業を減らし農業環境を守る研究最前線	くらしと農業 25(7), 2001
県内農業用水の水質実態	くらしと農業 26(6), 2002
農業の多面的機能としての生物相	くらしと農業 26(10), 2002
農薬の土壌中浸透速度	くらしと農業 27(8), 2003
水田・畑地における有機物の連用効果	くらしと農業 27(11), 2003
堆肥中の微量金属	くらしと農業 28(1), 2004
試験場のプロジェクト X 汚泥を肥料に変えろ! 農業集落排水汚泥肥料化装置の開発	くらしと農業 28(4), 2004
黒ボク土の改良に取り組んだ60年 (連載4回)	くらしと農業 29(10)2005, 29(11) 2005, 30(1)2006, 30(2) 2006
イムノアッセイ (免疫測定法) による農薬の簡易測定	くらしと農業 29(4), 2005
県内水田のもつ水質浄化の実態	くらしと農業 29(8), 2005

## 12 経営

表題	雑誌, 巻, 発行年
高冷地農業の振興	農業技術 50(8), 1995
土地利用型営農集団の現状と今後の問題	農業経営通信 185(9), 1995
雇用型経営のための労務管理のポイント	くらしと農業 22(1), 1998
野菜の苗生産分業化と経営の変化	くらしと農業 22(2), 1998
有機農業の向こうに見えるもの	農業経営通信 198(1-2), 1998
環境保全型農業の意義と支援方策	農業経営通信 195(3), 1998
農業をもっと自由に生き生きとーある法人経営者の実践に学ぶー	農業経営通信 203(1), 2000
パソコンであなたの経営をシミュレーションしてみませんか?	くらしと農業 25(2), 2001
地域みんなの力で集落営農の推進を! 真岡市西沼集落の実践	くらしと農業 25(3), 2001
栃木県における有機農産物等栽培の特徴	くらしと農業 24(5), 2000
農業をもっと自由に生き生きとー手と手で育てよう! ある法人経営書の実践に学ぶ	農業経営通信 2000
雇用導入で経営のレベルアップを	くらしと農業 25(11), 2001
直販露地野菜経営における生産対応	くらしと農業 25(7), 2001
シリーズ・環境にやさしい農業のススメ⑩化学肥料・農薬低減技術の経営的評価	くらしと農業 25(9), 2001
儲ける農業と雇用の導入	くらしと農業 26(11), 2002
農産物のコスト分析	流通システム研究センター, 2002
直販を導入するために	くらしと農業 27(7), 2003
規模拡大を10a当たりの売上で考える	くらしと農業 27(9), 2003
簿記記帳と経営分析(連載9回)	くらしと農業 29(4)-(12), 2005
雇用を取り入れたいちご経営の改善	くらしと農業 29(9), 2005

## 13 養蚕

表題	雑誌, 巻, 発行年
繭1キロ二千元を目指した蚕病予防と繭質改善	くらしと農業 25(5), 2001
春先の桑園管理	くらしと農業 26(2), 2002
蚕・膿病汚染場所の簡易特定法	くらしと農業 26(6), 2002
養蚕の年間作業	くらしと農業 27(3), 2003
ブランド蚕品種の選抜	くらしと農業 27(5), 2003
試験場のプロジェクト X 繭質改善に風革命! 常識をくつがえす「風を使ったまゆづくり」の開発	くらしと農業 28(6), 2004

## 第4節 著書

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
あなたにもできる安心イネづくり	山口正篤	p1-116, 1993, 農文協
栃木県のコシヒカリ栽培改善	山口正篤	コシヒカリ p491-498, 1995, 農文協
種子の遺伝的改良	石川直幸	種子のバイオサイエンス, 種子生理生化学研究会編, 1995, 学会出版センター
種子の生産, 環境と品質	佐々木昭博	種子のバイオサイエンス, 種子生理生化学研究会編, 1995, 学会出版センター
元肥・穂肥窒素量と玄米中窒素濃度	山口正篤、 手塚俊介	農業技術大系作物編 p240, 1996, 農文協
関東秋まきコムギの生育・栄養診断と追肥	倉井耕一	農業技術大系作物編第4巻 174 22-29, 1998, 農文協
晴れすがた	倉井耕一	現代農業 1998年2月号, p185, 1998
アサ (タイム)	倉井耕一	地域生物資源活用大辞典 p11-13, 1998, 農文協
ビールムギの品種と選択	長嶺 敬	転作全書 第1巻 ムギ, p130-140, 2001, 農文協
〈コムギ〉イワイノダイチ, 中国 143号 中山間地域での小麦作, 生産と特産加工を結ぶ石臼挽き「黒いうどん」 中山間地域に特有の気象環境に対応した転作コムギづくり 農業試験場・加工業者と連携しての品種選定・栽培・加工・販売試験 石臼製粉をセールスポイントにした「黒いうどん」の加工販売 広島県双三郡君田村 山口誠 (64歳) 岡山県苫田郡奥津町 田中省三 (69歳) 中山間地の転作田に最適 イワイノダイチと中国 143号	長嶺 敬・ 山下裕作	農業技術大系作物編 4 広島・山口・岡山・田中 p1-11, 2001, 農文協
西日本での高品質パン用コムギの栽培—高タンパク質化追肥技術とパン用新品種	長嶺 敬	現代農業 2001年2月号, p178-180, 2001, 農文協
ビールムギの品種と選択 新形質ムギの開発と利用 ビールムギ, 食糧用オオムギ	浦野光一郎・ 長嶺 敬	農業技術大系作物編 4, p174 40-48, 2002, 農文協
栃木県の水稲の品質変動要因と地域間差異	長嶺 敬	農業技術大系作物編 4, p111-120, p121-124, p145-146, 2007, 農文協
実ズレやガク枯れを防いで、大果で甘い「とちおとめ」を作るとちおとめ	大谷和彦	農業技術大系作物編 第2-2巻 p770 1 42 - 51, 2013, 農文協
とちおとめの生理・生態と栽培技術	栃木博美	現代農業 1998年2月号, p20-204, 1998
とちおとめの品種特性と栽培技術	栃木博美	農業技術大系野菜編 3, 205-208, 2012, 農文協
セル成型苗育苗 (女峰)	栃木博美	農業技術大系野菜編 追録 22, 1997, 農文協
カンバリ・大規模高軒高ハウスによる年1作どり 大規模高軒高ハウス+ロックウール栽培システム 房どり中玉トマトの9~6月長期どり トマトの加工と雇用創出による地域貢献 栃木県下都賀郡大平町 (有) グリーンステージ大平	石原良行	イチゴ 品種と新技術, 2-13, 1998, 誠文堂新光社
栃の峰	石原良行	農業技術大系野菜編 3, p418 14-19, 1998, 農文協
女峰の生理・生態と栽培技術	石原良行	農業技術大系野菜編 2, 栃木・グリーンステージ大平 p1-8, 2006, 農文協
栃の峰の品種特性と栽培技術	植木正明	現代農業 1995年2月号, p216-217, 1995, 農文協
ユウガオ	植木正明	農業技術大系野菜編 追録 22, 1997, 農文協
イチゴ・クリプトモス培地は定植前に溶液濃度を上げておくのがコツ	植木正明	イチゴ 品種と新技術, p14-20, 1998, 誠文堂新光社
四季成り性品種の特性—とちひとみ	植木正明	地域生物資源活用大事典 p337-338, 1998, 農文協
土づくりと肥培管理, 灌水	植木正明	現代農業 1999年10月号, p134-136, 1999, 農文協
女峰	植木正明	農業技術大系野菜編 追録 33, 2008, 農文協
セル成型苗機械移植栽培 (ニラ)	植木正明	農業技術大系野菜編 3, p105-118, p201-204, 2012, 農文協
セル成型苗機械移植栽培 (ネギ)	木村 栄	農業技術大系野菜編 追録 p21, 1996, 農文協
ニラ	大島一則	野菜の施肥と栽培 葉菜・マメ類編 p109-115, 2006, 農文協
栃木県・夏ダイコン産地-萎黄病, 軟腐病, ワッカ症, ネグサレセンチュウ	吉原 泉	農業技術大系土壌施肥編 5, p329-332, 2000, 農文協

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
種子の質と発芽促進処理 種子消毒 播種法と発芽 発芽の不良の判断と対策 地温・土壌水分と発芽 種子の保存方法	高野邦治	農業技術大系野菜編 2, p187-198, 1997, 農文協
苗の生育診断のポイント 苗の診断と追肥・灌水の判断 育苗日数と苗質 作型と苗質 仕立て方と苗質 失敗したときの手だて わき芽を苗に利用 セル成型苗の苗質	深澤郁男	農業技術大系野菜編 2, p267-294, 1997, 農文協
ポット苗 自家製培養土の素材とその特徴 ポット苗 自家製培養土のつくり方 ポット苗 市販培養土の利用 ポット苗 その他の培養土 新梢管理 (赤ナシ)	本島俊明	農業技術大系野菜編 1, p257-266, 1998, 農文協
剪定の実際 豊水の剪定 幸水の剪定	金子友昭	農業技術大系果樹編 3, p63-66, 1997, 農文協 農業技術大系果樹編 3, p191-200, p204 8-9, p204 2-6, 2004, 農文協
ドリップかん水による盛土式根圏制御栽培 ナシ根圏制御栽培法 盛土式根圏制御栽培法 にっこり 底面給水による盛土式根圏制御栽培法 周年生産の技術体系 (スプレーギク)	金原啓一 大谷義夫 大谷義夫 大谷義夫 大谷義夫 中枝 健	農業技術体系果樹編 2, p286 47 8-18, p286, 2006, 農文協 最新農業技術果樹編 1, p55-66, 2008, 農文協 農業技術体系果樹編 3, p306 1 2-13, 2008, 農文協 農業技術大系果樹編 3, p306 72-84, 2010, 農文協 農業技術大系果樹編 3, p306 1 14-28, 2011, 農文協 農業技術大系花卉編 6, p491-498, 1995, 農文協
〈アジサイ〉3~6 月出荷 フラウシリーズなど 25 品種の育成と栽培ー赤系と青系で用土や施肥を変え良品生産ー 栃木県芳賀郡二宮町 海老原広 (45 歳)	古口光夫	農業技術大系花卉編 11, p43-47, 1994, 農文協
据置き株利用の二度切り短期栽培 ロック低温庫利用による切り花の人工開花法	古口光夫	農業技術大系花卉編 7, p131-134, p91-93, 1996, 農文協
〈輪ギク〉周年出荷 養液土耕で連作障害回避ー養水分管理の自動化, 窒素施用量の激減, 塩類集積なく品質向上ー 栃木県黒磯市 養田勝重	鈴木智久	農業技術大系花卉編 6, p411-416, 1995, 農文協
〈カーネーション〉長期切り 10 月中旬~5 月下旬出荷・短期切り 9 月中旬~12 月下旬出荷 養液土耕による高品質生産ー養水分管理の自動化, 生育ステージに応じた施肥管理で, 塩類集積なく品質向上-栃木県黒磯市 岡崎和夫-	船山卓也	農業技術大系花卉編 7, p189-194, 1996, 農文協
病害被害残渣の処理法 共生細菌の胚軸切断接種法による病害防除	木嶋利男	農業技術大系土壌施肥編 5, p216 72-75, p216 49 6-12, 1993, 農文協
土着有用土壌微生物の固定化・活性化	木嶋利男	農業技術大系土壌施肥編 5, p106 1 43-48, 1996, 農文協
病害虫対策ー糸状菌病, 細菌病 (ラン)	木嶋利男	農業技術大系花卉編 12, p57-60, 1996, 農文協
黒ボク土におけるリン酸施肥	亀和田國彦	都市と農業の共存を目指して: 関東の土壌と農業, p155-170, 1996, 日本土壌肥科学会関東支部
pH(ガラス電極法) 中和石灰量(緩衝曲線法) 電気伝導率(EC)(1:5 水浸出法) 水溶性陽イオン・陰イオン 土壌交換能(CEC, AEC) 交換性陽イオン・陰イオン 陰イオン交換能, 交換性陰イオン	亀和田國彦	土壌環境分析法, p195-197, p199-222, 1997, 博友社 土壌機能モニタリング調査のための土壌水質及び植物体分析法 p 56-59, 2001, 日本土壌協会

表題	著者	雑誌, 巻, 発行年
塩基バランス (診断の基本) 交換性カリウム (診断の基本) 交換性カルシウム (診断の基本) 交換性マグネシウム (診断の基本) 簡易 CEC 測定法	亀和田國彦	農業技術大系土壤施肥編 4, p137, p141-142, p262-264, 2002, 農文協
北関東の黒ボク土と鹿沼土	亀和田國彦	土壌を愛し土壌を守る 日本ペドロジー学会編, p149-153, 2007, 博友社
土壌のイオン, 土壌酸性, 酸化還元	亀和田國彦	土壤肥料用語事典(第2版), p61-76, 2010, 農文協
ニラ 夏どり前 1 回追肥による葉中硝酸イオン低減化栽培(環境保全型施肥)	森 聖二	農業技術大系土壤施肥編 6, p250 2-4, 2007, 農文協
有機物連用田での窒素供給の特徴とイネの生育	吉澤比英子	農業技術大系作物編 1, p218 1 2-9, 2014, 農文協
生石灰処理とかくはんによる粒状肥料化 (「豚ふん肥料」)	宮崎成生	農業技術大系畜産編 8, p184 10-13, 1997, 農文協
集落排水汚泥石灰処理肥料	大村裕頭	農業技術大系土壤施肥編 7, p 306 1 2-4, 1999, 農文協
経営の継承	斎藤一治	新農業経営ハンドブック p236-245, 1998, 全国農業改良普及協会

## 第5節 学位請求論文

表題	著者	提出大学院, 提出年	掲載誌
黒ボク土における養水分移動と作物生育に関する土壌溶液論的研究	亀和田國彦	東京農工大学大学院連合, 1997	栃木農試研報 45, 1-120, 1997
イチゴ炭疽病の病原菌、生態ならびに環境に配慮した防除技術開発	石川成寿	東京農工大学大学院連合, 2004	栃木農試研報 54, 1-187, 2004
ゲノム生物学的手法による植物のリン酸応答機構に関する研究	天谷正行	東北大学大学院, 2004	栃木農試研報 56, 1-111, 2005
家族経営発展における経営者能力に関する実証的研究	齋藤一治	東京農工大学大学院連合, 2005	栃木農試研報 57, 1-89, 2006
栃木県の主要作物および地域特産作物の DNA マーカーを利用した品種識別と遺伝資源の保存・利用に関する研究	小林俊一	東京農工大学大学院連合, 2007	栃木農試研報 60, 1-53, 2007
イチゴの生理生体特性の解明による周年生産技術の開発および周年栽培品種の育成と普及に関する研究	稲葉幸雄	東京農工大学大学院連合, 2007	栃木農試研報 61, 1-66, 2007
毛管給液を併用したトマトの閉鎖型溶液栽培に関する研究	石原良行	東京農工大学大学院連合, 2008	栃木農試研報 62, 1-54, 2008
栃木県における水稲や麦類の品質安定化に関する研究	大谷和彦	東京農工大学大学院連合, 2009	栃木農試研報 64, 1-55, 2010
栃木県における農業用水の水質実態と資質保全技術開発およびその作物栽培への応用に関する研究	宮崎成生	東京農工大学大学院連合, 2009	栃木農試研報 65, 1-64, 2009
ピールオオムギにおける大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子集積品種の育成とその普及に関する研究	五月女敏範	東京農工大学大学院連合, 2010	栃木農試研報 67, 1-55, 2011
盛土式根域制限栽培によるニホンナシの早期多収に関する研究	大谷義夫	東京農工大学大学院連合, 2011	栃木農試研報 69, 1-70, 2011
ブドウの盛土式根圏制御栽培法に関する研究	金原啓一	東京農工大学大学院連合, 2011	栃木農試研報 70, 1-38, 2012
炭疽病耐病性イチゴ品種‘いちご中間母本農2号’における耐病性機構に関する研究	生井 潔	東京農工大学大学院連合, 2013	栃木農試研報 72, 1-75, 2013

## 第6節 登録品種及び特許等

### 1 登録品種

農業試験場で育成し、登録した品種は次のとおりである。

#### (1) 稲類

##### ア 晴れすがた

平成6年9月に品種登録出願した良食味粳品種。品種登録番号第5427号。主な特性は、コシヒカリより出穂期及び成熟期が2日ほど早い早生、耐倒伏性は強く中程度、収量性は多収、玄米千粒重はやや軽く、見かけの玄米品質は良い。

縞葉枯病に高度の抵抗性を有し、穂いもちはやや弱、穂発芽性は難、耐倒伏性及び収量は中。県中、南部の普通植地帯に適する。

##### イ なすひかり

平成16年2月に品種登録出願した良食味粳品種。品種登録番号第14775号。主な特性は、ひとめぼれより、出穂期で1日、成熟期で2日遅い早生、耐倒伏性は強く中程度、収量性はやや多収、玄米千粒重はやや重く、見かけの玄米品質は良い。

耐冷性が極強で、いもち病の圃場抵抗性は、葉いもち、穂いもち共に中で、穂発芽性は難。県中、北部の早植地帯に適する。

##### ウ とちぎ酒14

平成16年10月に品種登録出願した多収性酒造好適米品種。品種登録番号第15391号。主な特性は、若水と比べて、出穂期は8日、成熟期は10日遅い晩生、耐倒伏性はやや弱、収量は2割程度多収、玄米千粒重は同程度。心拍は小さく、大きさは小中。

いもち病圃場抵抗性は、葉いもち、穂いもち共にやや強で若水よりも強い。

##### エ とちぎの星

平成23年6月に品種登録出願した良食味多収粳品種。品種登録番号第25981号。主な特性は、あさひの夢より出穂期で4日、施熟期で6日早い中性、玄米千粒重はやや重く、収量性はやや多収。

いもち病圃場抵抗性は、葉いもちで強、穂いもちはやや強。県中南部の早植栽培および普通植栽培地帯に適する。

#### (2) 大麦類

##### ア タカホゴールド

平成6年10月に品種登録出願したビール醸造用二条大麦品種。品種登録番号第5547号、二条大麦農林番号第16号。主な特性は、早生、稈中、短穂で多収。縞萎縮病抵抗性が強、うどんこ病耐病性が極強。

##### イ スカイゴールド

平成12年11月に品種登録出願したビール醸造用二条大麦品種。品種登録番号第11466号、二条大麦農林第20号。

主な特性は、早生、中稈、短穂で多収。縞萎縮病抵抗性は極強、うどんこ病抵抗性は強。

##### ウ サチホゴールド

平成17年11月に品種登録出願したビール醸造用二条大麦品種。品種登録番号第17311号、二条大麦農林番号第22号。

主な特性は、早生、短稈、中穂で多収。縞萎縮病抵抗性及びうどんこ病抵抗性は共に極強。

##### エ とちのいぶき

平成20年10月に品種登録出願した食用二条大麦品種。品種登録番号第21710号。主な特性は、早生、短稈、中穂で多収。縞萎縮病抵抗性は極強、うどんこ病抵抗性はやや弱。ポリフェノール含有量が低く、炊飯後の褐変がほとんどない。

##### オ アスカゴールド

平成23年11月に品種登録出願したビール醸造用二条大麦品種。品種登録番号第22415号。主な特性は、早生、短稈、短穂で多収。縞萎縮病抵抗性及びうどんこ病抵抗性は共に極強。

##### カ HQ10

平成26年4月に品種登録出願した酵素製造用二条大麦品種。主な特性は、早生、中稈、中穂で収量性はやや少。麦芽のジアスターゼ力はスカイゴールドやミカモゴールドよりも極めて高く、β-アミラーゼ力もサチホゴールドよりも高く共に極高。

キ ニューサチホゴールドデン

平成26年に品種登録出願したビール醸造用二条大麦品種。主な特性は、サチホゴールドデンと同。原麦リポキシゲナーゼ活性は無。

(3) いちご属

ア とちおとめ

平成6年6月に品種登録出願した促成栽培用品種。品種登録番号第5248号。主な特性は、休眠は女峰よりほぼ同程度かやや浅く、果実は女峰よりも大きく、果色は鮮赤色で光沢がある。糖度はとよのか並みに高く、硬度は女峰より果皮果肉共に硬く、日持ちが良い。

イ とちひめ

平成10年7月に品種登録出願した促成栽培用品種。品種登録番号第9512号。主な特性は、休眠は女峰よりやや深く、果実はとちおとめより大きく、果色は濃赤色で光沢がある。糖度は女峰並みで糖酸度が高く、硬度は果皮果肉共に女峰と同程度かやや柔らかい。食味は良く、いちご狩りや直接販売等、観光用栽培に適応性が高い。

ウ とちひとみ

平成16年7月に品種登録出願した夏秋どり栽培品種。品種登録番号第15007号。主な特性は、四季成り性が強く、果実はセリーヌ・ペチカよりやや大きく、鮮赤色の円錐形で、光沢は中程度である。糖度は、セリーヌ・ペチカよりもやや高く、硬度は極めて高く、日持ち、輸送性とも優れ、食味を良い。準高冷地から高冷地までの栽培が可能である。

エ なつおとめ

平成21年12月に品種登録出願した夏秋どり栽培品種。品種登録番号第20766号。主な特性は、四季成り性はとちひとみに比べ弱く、果実は鮮赤色の円錐形で、光沢も良い。収量性は、とちひとみ、ペチカよりも優れ、食味はとちひとみと同等である。準高冷地から高冷地までの栽培が可能である。

オ 栃木 i27 号

平成23年11月品種登録出願した促成栽培用品種。主な特性は、果実は濃橙赤の円錐形で、光沢は良い。糖度、酸度はやや低く、食味はとちおとめと同等によい。硬度はとちおとめよりやや高い。収量性はとちおとめよりも高い。

(4) うど種

ア 栃木芳香1号

平成23年3月に品種登録出願した軟化・緑化栽培用品種。品種登録番号第21788号。主な特性は、萌芽の早晩性は、紫と同様に中生で休眠性は中程度である。軟化茎の伸長性は、紫より小さく中程度で、食味は紫と同程度である。

イ 栃木芳香2号

平成23年3月に品種登録出願した緑化栽培用品種。品種登録番号第21789号。主な特性は、法がの早晩性は、紫より早く早生で休眠性は深い。軟化茎の伸長性は、紫より小さく中程度である。食味は、香りおよびあくの程度が紫に比べてやや弱い。

(5) かぼちゃ属

ア ニューなかやま

平成13年3月に品種登録出願したトンネルおよび露地普通栽培用品種。品種登録番号第12198号。主な特性は、雌花開花開始期は、在来系統（中山かぼちゃ）に比べトンネル栽培で6日、露地栽培で6日早い。果実は、在来系統の特性と同じである。収量は在来系統の約2倍で、食感に優れている。

(6) いら種

ア なかみどり

ネギにニラの花粉を交配し胚珠培養によって作出した種間雑种植物を平成5年10月に品種登録出願した。品種登録番号第5073号。主な特性は、休眠はスーパーグリーンベルトよりやや深く、分けつきぬみどりの半分程度である。稔性がなく、株分けなどの栄養繁殖を行う。葉長はきぬみどりと同程度、葉幅は狭く、収量はやや少ない。ねぎやいらに比べ、カロチン、鉄、繊維、リン、糖質が多く含まれ、香りはねぎといらの両方の成分を含み、にんにく臭が強い。

イ ゆめみどり

平成26年7月に品種登録出願した多収性品種。主な特性は、休眠性はスーパーグリーンベルトよりやや浅く、茎数はやや少。草姿は立性で、葉鞘長が長い。周年生産が可能で、慣行作型や年1作連続収穫栽培用品種。

(7) 日本なし

ア につこり

平成6年3月に品種登録出願した晩生の赤なし品種。品種

登録番号第 5138 号。主な特性は、果実は大きく、玉揃いは良い。果肉はやや雪白、硬度は豊水と同程度で、糖度は高く甘い、酸味は弱い。貯蔵性は愛宕や親雪より短く常温で 75 日程度。

#### イ きらり

平成 17 年1 月に品種登録出願した晩生の赤なし品種。品種登録番号第 14786 号。主な特性は、収穫期は豊水とにっこりの間、新高とほぼ同時期。果実の大きさは新高よりやや大、果肉は黄白色で軟。糖度は高く甘い、酸味は弱い。貯蔵性はあきづきと同程度で新高より短く常温で 10 日程度。

#### ウ おりひめ

平成 25 年 2 月に品種登録出願した早生の青なし品種。主な特性は、収穫期は八里やなつしづくより早く、果実は早生の中では大果で果皮は黄色。糖度は高く、酸味は弱く、なつしづくより食味はよい。

### (8) 花き

#### ア デルヒニウム属

優良系統の塊茎腋芽から組織培養によって、クローン品種を作出した。花色は、淡い青色でスプレー状に咲く系統をスプレーアロー①、淡い黄色系で穂状に咲く系統をイエローアロー、鮮明な青色系で穂状に咲く系統をブルーアローとして平成 4 年 12 月に品種登録出願した。品種登録番号①第 5379 号、②第 5380 号、③第 5381 号。

#### イ オンシジューム類

オンシジュームとイオノプシスを属間交配し作出した。花色は、未展開の花弁は淡黄色だが、完全に展開するまでに淡紫ピンク色に変化するポコアポコピンク①、未展開の花弁は浅黄色だが、完全に展開するまでに淡茶橙色に変化するポコアポコオレンジ②、未展開の花弁は明緑黄色だが、完全に展開するまでに白色に変化するポコアポコホワイト③、花色は浅黄色で、オンシジュームより柔らかい黄色であるポコアポコイエロー④として平成 6 年 3 月に品種登録出願した。品種登録番号は、①第 5597 号、②第 5599 号、③第 5600 号、④第 5598 号。

#### ウ カーネーション種

場内育成系統どうしを交配し作出した。花色は淡桃色の単色、開花期はライトピンクバーバラより早く、早生品種であるスマイリーファボーレ①、花色は桃白色の単色で、開花期はライ

トピンクバーバラより早く、早生品種であるラブソディーファボーレ②、花色は淡桃色の単色で、開花期はライトピンクバーバラとほぼ同程で、早生品種であるミスティーファボーレ③として平成 6 年 3 月に品種登録出願した。品種登録番号は、①第 5988 号、②第 5989 号、③第 5990 号。また、花色は桃白色の単色で、開花習性は四季咲き、茎は太く折れ難く、分枝数が多く、花型は盛咲きであるシルキーファボーレ④、花色は鮮桃色の単色で開花習性は四季咲きで開花は早く、花型は盛咲きであるプリティーファボーレ⑤として平成 7 年 3 月に品種登録出願した。登録品種番号は、④第 6955 号、⑤第 6956 号。

#### エ あじさい属

平成 22 年 10 月に品種登録出願した鉢物栽培用品種。花序は平型のガクアジサイ型で直径は城ヶ崎より大。装飾花は八重咲きの覆輪タイプで複数色。主色は赤味紫で、覆輪の外側は白く、がく片の縁に深い切り込みが入る。平成 23 年 1 月にきら星として出願公表。

2 特許

農業試験場で勤務発明によって出願した特許は、次のとおりである。

- |     |      |  |
|-----|------|--|
| (1) | 発明者  | 石川成寿、山崎周一郎、伊豆進                                   |
|     | 出願月日 | 平成9年2月21日  |
|     | 発明名称 | 炭そ病防除効果を示す新規微生物                                  |
|     | 出願方法 | 国内出願（出光興産株式会社と共同出願）                              |
|     | 内容   | イチゴ炭そ病菌に対して拮抗作用を有し、その拮抗作用を持続性をもって発揮することが可能な新規微生物 |
| (2) | 発明者  | 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、阿部喜夫、阿部保雄、稲垣作樹、高山茂男、高橋睦           |
|     | 出願月日 | 平成9年9月17日  |
|     | 発明名称 | 造粒装置   |
|     | 出願方法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）                             |
|     | 内容   | 脱水ケーキ化された汚泥状物質等を混練、造粒、整粒化する装置                    |
| (3) | 発明者  | 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、高山茂男、阿部喜夫、阿部保雄、高橋睦                |
|     | 出願月日 | 平成9年9月17日  |
|     | 発明名称 | 造粒装置   |
|     | 出願方法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）                             |
|     | 内容   | 汚泥状物質や粉体状物質を混練、造粒、整粒化するための装置                     |
| (4) | 発明者  | 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、阿部保雄、阿部喜夫、高山茂男、稲垣作樹、高橋睦           |
|     | 出願月日 | 平成9年9月17日  |
|     | 発明名称 | 造粒方法およびその装置                                      |
|     | 出願方法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）                             |
|     | 内容   | 混練、造粒、整粒を行うための装置                                 |
| (5) | 発明者  | 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、阿部保雄、高山茂男、高橋睦、稲垣作樹、山代篤志、倉知孝雄      |
|     | 出願月日 | 平成9年12月12日                                       |
|     | 発明名称 | 肥料作成システム   |
|     | 出願方法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）                             |
|     | 内容   | 汚泥状物質を脱水処理し、粒状の肥料にする装置                           |
| (6) | 発明者  | 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、安中敏男、高橋睦、阿部保雄、高山茂男                |
|     | 出願月日 | 平成9年12月12日                                       |
|     | 発明名称 | 脱臭装置   |
|     | 出願方法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）                             |
|     | 内容   | 石灰処理肥料を作成する際に発生する悪臭気体及び悪臭成分を薬品と反応させ脱臭する装置        |
| (7) | 発明者  | 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、安中敏男、高橋睦、阿部保雄、高山茂男                |
|     | 出願月日 | 平成9年12月12日                                       |

第3章 第6節 登録品種及び特許等

- |         |   |
|---------|---|
| 発 明 名 称 | 脱臭装置  |
| 出 願 方 法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）  |
| 内 容     | 石灰処理肥料を作成する際に発生する粉塵、水蒸気等を含有する悪臭気体及び悪臭成分を薬品と反応させ脱臭と水蒸気を冷却し発生した水滴を外部に排出する装置 |
- (8) 発 明 者 大村裕顕、宮崎成生、岩崎慎也、安中敏男、高橋睦、阿部保雄、高山茂男
- |         |                         |
|---------|-------------------------|
| 出 願 月 日 | 平成9年12月12日              |
| 発 明 名 称 | 脱臭システム                  |
| 出 願 方 法 | 国内出願（株式会社トキメックと共同出願）    |
| 内 容     | 石灰処理肥料作成装置全体に対する脱臭を行う装置 |
- (9) 発 明 者 植木正明、高際英明、栃木博美、稲葉幸雄、大橋幸雄、石原良行、畠山昭嗣
- |         |   |
|---------|---|
| 出 願 月 日 | 平成10年3月30日  |
| 発 明 名 称 | いちご栽培装置   |
| 出 願 方 法 | 国内出願  |
| 内 容     | 余剰液排出による環境汚染を防ぐため、培地ベット下に貯留した培養液を再び培地に滴下させると共に吸収布による毛管現象を利用し、培地に吸収させ拡散させる装置 |
- (10) 発 明 者 植木正明、高際英明、栃木博美、稲葉幸雄、大橋幸雄、石原良行、畠山昭嗣
- |         |  |
|---------|--|
| 出 願 月 日 | 平成10年3月30日   |
| 発 明 名 称 | いちご栽培装置  |
| 出 願 方 法 | 国内出願   |
| 内 容     | 余剰液排出による環境汚染を防ぐため、培地ベット下に貯留した培養液を再び培地に滴下させ吸収、拡散させる装置 |
- (11) 発 明 者 石原良行、木村栄
- |         |                |
|---------|----------------|
| 出 願 月 日 | 平成11年12月20日    |
| 発 明 名 称 | 余剰液を出さない養液栽培装置 |
| 出 願 方 法 | 国内出願           |
| 内 容     | 余剰液を出さない養液栽培装置 |
- (12) 発 明 者 石原良行、大島一則、人見秀康、加納賢三、野村保明
- |         |  |
|---------|--|
| 出 願 月 日 | 平成15年3月3日  |
| 発 明 名 称 | 流量制御機構および該機構を備えた植物栽培装置                                       |
| 出 願 方 法 | 国内出願（株式会社誠和と共同出願）  |
| 内 容     | 流体漏れおよびチューブのはずれという弊害のない、流体の制御能に優れた流量制御機構および該流量制御機構を備えた植物栽培装置 |
- (13) 発 明 者 戸谷良二、山城都、井澤倫久、植竹大輔
- |         |                            |
|---------|----------------------------|
| 出 願 月 日 | 平成16年3月31日（優先日：平成15年9月24日） |
| 発 明 名 称 | 家蚕緑色繭を利用した紫外線遮蔽剤および蛍光発色剤   |
| 出 願 方 法 | 国内出願、優先権主張                 |

第3章 第6節 登録品種及び特許等

- |            |  |
|------------|--|
| 内 容        | 家蚕のうち緑色繭を生産する蚕品種の繭からフィブロインを取り除くことで紫外線UV-Aを遮蔽かつ、紫外線を有用な蛍光色に変換させる成分を得る方法                     |
| (14) 発 明 者 | 那須野泰弘、石原良行、羽石重忠、野尻重利   |
| 出 願 月 日    | 平成15年11月4日   |
| 発 明 名 称    | 誘引紐用結束具  |
| 出 願 方 法    | 国内出願（ナスニック株式会社、株式会社JA 栃木グリーンと共同出願）   |
| 内 容        | 架線にワンタッチで簡単に装着でき、ずり下げ誘引に必要な長さの誘引紐の付けた機具の開発   |
| (15) 発 明 者 | 金原啓一、岸祐子、鷺尾一広、小島耕一   |
| 出 願 月 日    | 平成16年12月27日（優先日：平成15年12月26日）   |
| 発 明 名 称    | 果樹類の盛土式根圏制御栽培方法  |
| 出 願 方 法    | 国内出願、優先権主張   |
| 内 容        | 防水シート上に盛土を形成し果樹類を植え、樹の成長状態に合わせて要求される水を給水できるように自動灌水装置を付けて栽培する方法                             |
| (16) 発 明 者 | 那須野泰弘、石原良行、羽石重忠、高浪弘好、野尻重利  |
| 出 願 月 日    | 平成17年6月22日   |
| 発 明 名 称    | トマトやキュウリの栽培具   |
| 出 願 方 法    | 国内出願（ナスニック株式会社、株式会社JAグリーンとちぎと共同出願）   |
| 内 容        | トマトやキュウリの茎を所定の高さに張られた架線につり下げるための機具の開発  |
| (17) 発 明 者 | 天谷正行、田崎公久  |
| 出 願 月 日    | 平成17年3月15日   |
| 発 明 名 称    | いちご品種識別用プライマーセット及びこれを用いたいちご品種識別方法  |
| 出 願 方 法    | 国内出願   |
| 内 容        | 識別マーカールを用いたいちご品種識別方法   |
| (18) 発 明 者 | 天谷正行、田崎公久、柏谷祐樹   |
| 出 願 月 日    | 平成18年3月24日   |
| 発 明 名 称    | いちご品種のDNA配列差異を利用したマルチプレックス法に基づく識別方法  |
| 出 願 方 法    | 国内出願   |
| 内 容        | マルチプレックスPCR法を用いてイチゴ由来のゲノムDNAを核酸増幅し、イチゴ品種を識別する方法  |
| (19) 発 明 者 | 千田茂樹、石川成寿、森下康行   |
| 出 願 月 日    | 平成20年3月14日   |
| 発 明 名 称    | 農園芸植物の病虫害防除剤   |
| 出 願 方 法    | 国内出願（出光興産株式会社と共同出願）  |
| 内 容        | タラロマイセスフラバス Yuri-01 株、ペニシリウムヴァーミキュラタム Yuri-12 株およびこれらの菌株の変異株等で病虫害防除能を有する菌株を利用した農園芸植物防除剤の開発 |

第3章 第6節 登録品種及び特許等

- (20) 発明者 田中敦、高橋建夫、須藤貴子  
出願月日 平成20年3月19日（優先日：平成19年3月30日）  
発明名称 巨峰系ブドウの鮮度保持用包装袋及び巨峰系ブドウの保存方法  
出願方法 国内出願（住友ベークライト株式会社と共同出願）、優先権主張  
内 容 巨峰系ブドウの鮮度保持用高分子フィルム包装資材および保存方法
- (21) 発明者 根岸直希、藤井裕二、望月勇志、河岡明義、大谷義夫  
出願月日 平成24年1月24日  
発明名称 果樹の栽培方法  
出願方法 国内出願（日本製紙株式会社と共同出願）  
内 容 果樹の自根苗を根圏制御及びフルメット処理を行って栽培する果樹栽培方法
- (22) 発明者 上田（大関）美香、関和孝博、五月女敏範、岡田正通、片瀬徹  
出願月日 平成26年8月  
発明名称 酵素の製造方法  
出願方法 国内出願（株式会社天野エンザイムと共同出願）  
内 容 植物種子に含まれる酵素を高生産・高収量に回収することが出来る酵素の製造方法

3 商標登録

- (1) 作物名 いちご  
出願月日 平成24年3月4日  
商標名 スカイベリー  
登録番号 第5519463号（第31類）  
第5519465号（第29類、第30類、第32類、第33類）  
第5686275号（第29類、第30類、第32類、第33類）
- (2) 作物名 りんどう  
出願月日 平成23年3月4日  
商標名 るりおとめ  
登録番号 第5436866号（第31類）



## 第4章 主なできごと

## 第1節 各種表彰による受賞

### 1 叙勲

石川欣作

石川欣作氏は、長年農業試験場に勤務し、技術員として、試験研究推進のために現業業務に献身的に精励し、その功績により平成24年の秋に瑞宝単光章を受賞しました。

氏は、昭和45年4月栃木県農業試験場に勤務されて以来、平成22年3月の退職までの36年余にわたり、試験研究の補助及び種子生産業務に従事し、研究員の業務が円滑に進み、研究成果が上がるよう支えました。

特に、効率的な試験実施や作業が滞りなく進められるよう、機具のメンテナンスや圃場の準備を遺漏なく進め、早生うるち品種「なすひかり」、酒造好適品種「とちぎ酒14」の育成に多大なる貢献を果たしました。また、他品種との混種が絶対に認められない原種生産に取り組みながら、後輩技術員へ作業技術の継承に努め、人材育成をも担っていただきました。

氏の、誠実・正確に実行する勤務態度と勤勉で責任感の強い姿勢は、温厚篤実、明朗闊達な人格と相まって、職場の同僚、後輩からも深い信頼を受けていました。

### 2 科学技術庁長官表彰

科学技術庁長官賞 研究功績者表彰

拮抗微生物による農作物の病害防除方法の研究

木嶋利男

拮抗細菌を親和性のあるネギ属植物に接種し、作物の根圏に混植する方法を開発した。本方法は拮抗細菌をネギ属植物の根圏に定着させるもので、これによって防除効果が安定化する。また、双子葉植物の胚軸を切断し、拮抗微生物を接種する方法を開発した。病原性を持たない拮抗微生物を植物組織内に定着させるもので、これによって防除効果が飛躍的に安定化する。さらに、拮抗微生物を担体に固定化した資材を開発した。

拮抗微生物を接種したネギ属植物の混植の発明は、国内はもとより広く諸外国で実施されている。また、拮抗微生物を植物組織内に定着させる方法はまったく新しい概念で、農作物の病害及び生育の制御はもとより、病原性の解明などにも広く利用することが可能な発明である。

このことが高く評価され、平成7年4月に「拮抗微生物による農作物の病害防除方法の研究」の功績により授賞した。

科学技術庁長官賞 科学技術振興功労者表彰

切り花の人工開花法の開発

古口光夫

つぼみ収穫した切り花を保蔵し、人工的に開花させるための、つぼみの収穫法、品質維持のための化学的処理法、つぼみの長期安定保蔵法及び切り花の品質向上を図ることができ人工開花法を開発した。また、これらを低コストで実用化するのに極めて有利な条件を具備した緑色凝灰岩（ゼオライト）採掘跡の巨大空洞を利用して、大量のつぼみを保蔵、人工開花させることができるシステムを開発した。さらに、採掘跡の空洞環境を低温庫内に再現するため、内壁面に板状に加工した緑色凝灰岩を装着し、輻射方式で冷却する低温庫を開発して、一連の技術の汎用化を図った。

この技術では、6ヶ月を超えるつぼみの長期保蔵が可能であり、人工開花させた切り花は、自然開花の切り花より品質に優れ、日持ちもよく、市場から高い評価を受けた。このことで、切り花生産農家では、生産性が向上し、需要ニーズに対応した計画出荷が可能となった。

この成果が、切り花の流通及び販売の革新に大きく貢献したことが評価され、平成7年4月に「切り花の人工開花法の開発」の功績により授賞した。

科学技術庁長官賞 科学技術振興功績者表彰

なし栽培用多目的防災網の開発

松浦永一郎

防止困難とされていた自然災害（ひょう害や強風害）だけでなく、鳥害や虫害を一緒に防止できる多目的防災網を開発した。

北関東では、ひょう害が多く、なしの生産安定のためには、ひょう害防止技術の開発が是非とも必要であり、加えて、幸水などの高品質品種の導入により、鳥害や吸蛾類被害が増大し、併せて対策が必要となっていた。そこで、防災網の開発利用に関し試験を重ね、9mm目以下の網目であれば実用的な効果があり、網を被覆しても樹体や果実に悪影響はないことを明らかにした。

なし栽培用多目的防災網の開発は、なしの安定生産に寄与し、栃木県内のなし栽培面積の9割に設置され、全国的にも普及したことが評価され、平成11年4月に「なし栽培用多目

的防災網の開発」の功績により授賞した。

科学技術庁長官賞 科学技術振興功績者表彰

多水分含有有機質廃棄物の処理システムの開発

大村 裕 顕

水分を多く含む有機質廃棄物のうち、農業分野においては農業集落排水汚泥と家畜廃棄物の処理が問題となっている。そこで、農業集落排水汚泥や家畜ふんなど有機質廃棄物の処理方法の研究及び自動肥料化装置の開発を行った。家畜ふん尿の利用しやすい形態への加工ができ、それを施用した結果、製造した粒状肥料は、品質管理及び効果の面で問題なく、標準栽培と同等な畑作物の収量が得られた。また、農業集落排水汚泥を衛生的にかつ利用しやすい形状への加工方法を開発し、作物の施用試験により炭酸カルシウム肥料と同等の効果を確認した。粒状肥料化技術を確認し、さらに自動肥料化装置を精密機械メーカーと共同開発し、特許を取得した。

従来利用が困難であった家畜ふんや汚泥を迅速に処理し、優良な肥料として利用が可能となり、資源リサイクル・環境保全の分野での技術革新に寄与したことが評価され、平成12年4月に「多水分含有有機質廃棄物の処理システムの開発」の功績により授賞した。

### 3 文部科学大臣表彰

科学技術賞（開発部門）

環境に優しい生物農薬 タロロマイセス・フラバ

ス水和剤の開発

石川 成 寿

平成5年、栃木県内のいちご株から炭疽病菌を抑制する拮抗菌タロロマイセス・フラバスを発見した。本菌を生物農薬化するため、本菌体散布処理の防除効果を確認し、さらに、防除メカニズム（病原菌に対する菌糸寄生能、植物体へのリグニン沈着促進によるバリア効果等）を明らかにし、平成13年世界初の炭疽病防除用バイオトラスト水和剤を開発した。その後、本菌を有効成分とする葉斑の生じないタフパールを上市した。さらに、イネ育苗期の五大種子伝染性病害防除用にタフブロックを開発した。

この成果が大きく評価され、平成20年に「環境に優しい生物農薬タロロマイセス・フラバス水和剤の開発」の功績により授賞した。

### 4 学会表彰

日本作物学会技術賞

北関東内陸部における水稻の収量向上と

品質の安定化

栃木県稲作向上グループ

北関東内陸部では、夏季の昼夜の温度格差が小さいこと、出穂後の平均日照時間が短いこと、稲・麦二毛作の水田利用体系が広く行われていることが要因となって水稻収量は全国平均よりも著しく低かった。しかし、この低収要因を克服し、収量を全国平均単収まで引き上げることを目的として取り組み「じっくり型稲作り」栽培法を体系化し、その栽培法にあった生育診断指標を策定した。さらに、この診断指標を利用し、パソコンネットワークを用いて地域にあった栽培指導を行い、コシヒカリ中心の栃木県の平均単収は昭和60年から平成13年の15年間で、95 kg/10a 高くなり、517 kg/10a となった。また、これらの手法は、稲・麦二毛作地帯をもつ北関東内陸部の群馬県、埼玉県にも波及し、これら地域稲作の収量と品質の向上に大きく貢献した。

この北関東内陸部における水稻生産の飛躍的向上は、全国的に収量が停滞し、品種がほぼ固定されている状況下で、主として栽培技術の改良を通じて達成されたものであることが評価された。

SSPN Award (Soil Science and Plant Nutrition Award)

Cadmium uptake by garland chrysanthemum can be predicted from the cadmium in the soil solution independent of soil type

亀和田國彦・中山 恵

植物によるCd吸収量は、「1.土壌溶液からの吸収速度」と「2.土壌中での固相-液相平衡」により説明できることを、理論立てて実験結果から明確に示したことが高く評価された。

しゅんぎくは、カドミウム(Cd)を含む各種元素を土壌溶液として吸収するため、その速度は、土壌の違いにかかわらず土壌溶液全Cd濃度に対し単一の関数、つまり、能動的吸収に対応する双曲線関数と、受動的吸収に対応する一次関数の和で示される、一方、土壌溶液Cd濃度は、固相吸着態との間に平衡が成立し、測定結果を溶液化学理論と吸脱着平衡理論を組み合わせて解析した結果、土壌養液Cd濃度は、土壌のCd吸着容量、Cd蓄積量、pHおよびCl濃度に明確に関連づけられた。従って、これら両関係を組み合わせることにより、植物のカドミウム吸収量を、土壌条件から論理的に予測する方法が示された。

本手法は、広範囲な環境下での植物によるカドミウム吸収の予測を可能にしたばかりではなく、土壌への吸着機作の類似する広範囲な陽イオン種の吸収予測にも適用可能であり、土壌化学・植物栄養分野におけるエポックメイキングの論文であると評価され、平成 21 年に SSPN Award が授与された。

## 5 農業技術功労者表彰

### 花き類の簡易栄養診断と切り花類の養液土耕法の開発と実用化

峰 岸 長 利

花きの高品質安定生産には生育ステージに合わせた施肥管理技術の確立が必要として、昭和 58 年から簡便・迅速に土壌溶液及び植物体中の養分濃度を診断する養分テスト法を開発するとともに、これに基づく施肥管理マニュアルを作成し、栽培後における土壌中の残存無機成分を少なくする簡易栄養診断技術を確立した。

また、少量の水を点滴灌水し、根を限られた範囲内のみ発達させ、この根域内に簡易栄養診断法で算出された必要養分量を供給して生育を制御する養液土耕法を開発した。

この養液土耕法は、県内はもとより関東、東海及び東北地域の施設切り花生産地でも使用され、今日の養液土耕法の基礎を築いた。

以上の功績が高く評価され、平成 13 年に第 57 回農業技術功労賞を受賞した。

### いちごの栽培安定化技術の開発・普及

高 野 邦 治

昭和 40 年代初めにいちごが全国的にウイルス病に汚染され、県内大部分の産地でも収量に大きな影響があったため、県は 46 年以降無病苗の配布を行った。

平成元年から 2 年のウイルス病発生実態調査から、3 種のウイルスを確認し、無病苗更新後の期間が長いと重複感染が増加すること、昭和 46 年当時からは感染率がきわめて低下していることを明らかにし、県の配布事業に確たる指針を与え、生産振興に寄与した。

また、昭和 60 年からいち早く培養液薄膜法によるいちごの水耕栽培技術確立に取り組み、液組成の解明、ロックウールの使用などにより栽培体系を確立し、現在の栃木式（高設ベンチ栽培）の先鞭をつけた。

さらに、花成促進技術確立のため、夜冷短日処理方法の解明に取り組み、処理開始時期、処理日数と花芽分化・開花・

収穫開始期の関係、処理後の高温と果実の肥大・糖度の関係を明らかにして、早期出荷・品質向上技術を体系化して現地での生産安定に大きく貢献した。

以上の功績が高く評価され、平成 14 年に第 58 回農業技術功労賞を受賞した。

### 北関東内陸部における水稻の収量向上と品質安定化技術の体系化と普及

山 口 正 篤

栃木県の黒ボク土壌、低日照、多雨など不利な条件の下での良質米コシヒカリの安定栽培技術法を研究し、従来の「V 字型稲作り」に替えて「じっくり型稲作り」を体系化した。また「じっくり型稲作り」に適した追肥の労力が軽減できる追肥法（一発穂肥）を開発し、その普及率は約 60 % となり追肥の効率化が図られた。その後「じっくり型稲作り」の考え方に基づいた全量元肥「ひとふりくん」が開発され、県内の約 50 % の水田に普及した。

「じっくり型稲作り」では、コシヒカリの最適総粒数は 32,000 から 34,000 粒/m<sup>2</sup>であり、その最適総粒数を得るための生育途中の好適診断指標値(葉色×茎数値)を明らかにし、各年次における追肥管理、追肥時期の指標として情報を提供した。また、主要品種の出穂期等についてノンパラメトリック法を適用し、予測情報をメッシュ化して提供できるシステムを構築した。さらに現場でできる簡易診断指標として、幼穂長による出穂予測、葉身長による倒伏診断などを普及した。これらの診断技術と「じっくり型稲作り」の組み合わせにより、適期の積極的な追肥が可能となった。

「じっくり型稲作り」と生育診断技術を基にした生育診断事業(普及指導員を動員して県で実施している事業)が定着したことにより、栃木県の水稲平均単収は以昭和 60 年当時 422 kg/10a であったものが、約 20 年間で約 3 割に当たる 117 kg/10a 増加し、平成 18 年の平均単収は全国で 8 位となる 539 kg/10a まで向上した。

また、水稻育苗時における育苗箱運搬の労力が半減する簡易な無加温出芽法である平置き出芽法を実用化した。この出芽法に適した被覆資材をメーカーと共同で開発し、県内約半分の農家(水田約 3 万 ha)に導入され、県外にも普及している。以上の功績が高く評価され、平成 22 年に第 66 回農業技術功労賞を受賞した。

### いちご「とちおとめ」の育成と環境に優しいマトの養液栽培技術の開発と普及

## 石原 良行

平成8年に「とちおとめ」は品種登録され、平成11年には本県いちご栽培面積の67%、平成14年にはほぼ100%となった。また、国内では、東北から関東、東海地方まで広く栽培され、平成16年には全国いちごの栽培面積の約33%を占めるまでになった。

トマトロックウール栽培における使用済み培地処理及び養液廃棄による環境への付加軽減を図るため、培地に地域未利用資源であるスギ樹皮を用い、給液した培養液を作物に全て吸収させる閉鎖型・非循環方式の「毛管給液を併用した閉鎖型溶液栽培システム」を開発し、平成11年に特許出願、平成15年に登録となった。また、本システムに適する培養液処方を開発し、培地内溶液濃度、生育及び収量面から給液管理法を検討し、促成長期栽培における培養液管理モデルを作成・実証した。その結果、定植から栽培終了までの約9ヶ月間排水を出すことなく、促成長期栽培の目標である25t/10aの収量が得られることとなった。さらに、この成果は、養液土耕栽培の肥培管理にも応用され、本県の促成長期栽培トマトの生産安定に貢献している。

以上の功績が高く評価され、平成23年に第67回農業技術功労賞を受賞した。

## オオムギ縞萎縮病抵抗性育種の効率化とサチホゴールデン等の育成

## 五月女 敏 範

栃木県ではビール醸造用二条大麦が約1万ha作付けされ、本県農業の重要な役割を担っている。長年に涉り収量や品質の低下を招いてきたオオムギ縞萎縮病は、抵抗性品種以外に防除の手段がなく、それまで「ミサトゴールデン」や「なす二条」等の抵抗性品種が育成されてきたが、それらが持つ抵抗性遺伝子が侵され、再び被害が拡大していた。

国内で発生しているオオムギ縞萎縮ウイルスの各系統と既知の抵抗性遺伝子との関係や、Ⅲ型（新型）ウイルス系統に抵抗性の遺伝子 *rym3* を持つ系統が育種の選抜過程で出現頻度が低くなるという育種上の課題を明らかにした。

次いで、アイソザイムを活用した抵抗性遺伝子の選抜・集積法を平成7年に開発し、育種現場に導入を行った。アイソザイムによる選抜法は、分子選抜を活用した M.A.S (Marker Assited Selection) の先駆けであり、雑種第6世代における *rym3* の出現頻度を例にとると、2.3 倍の効率化が図られている。これらにより、ビール大麦「スカイゴールデン」、「サチホゴールデン」、食用二条大麦「とちのいぶき」等の *rym3* を持つ品種や抵抗性

遺伝子を集積した品種を初めて選抜・育成した。

アイソザイムによる選抜法は、現在 DNA マーカーに置き換えられ、各大麦育成地で活用され、「スカイゴールデン」は平成19年に、「サチホゴールデン」は平成23年に国内ビール大麦の主導品種となった。

以上の功績が高く評価され、平成25年に第69回農業技術功労賞を受賞した。

## 6 全国農業関係試験研究場長会研究功労者表彰

## 黒ボク土の土壤管理と窒素及びリン酸の施肥管理

## 岩崎 秀穂

県内の代表的な土壌とそこに生育する作物中の重金属含量を調査し、土壌の種類、粘土含量、地目別にその傾向を明らかにした。また、カドミウムや銅によって汚染された地域の水稻の土壌改良対策試験に取り組んだ。

県内に広く分布する黒ボク土の特徴に合った水稻の施肥法を研究し、地域毎に最適の全量基肥栽培技術を開発するとともに、野菜の全量基肥栽培技術を開発した。

各種りん酸質肥料の施肥量と土壌中の可給態りん酸の変化との関係を明らかにし、土壌診断基準に活用されている。

以上の功績が高く評価され、平成13年に「黒ボク土の土壤管理と窒素及びリン酸の施肥管理」の業績により授賞した。

## にらの品質向上と省力、安定栽培技術の確立

## 木村 栄

夏どり用にらとして葉色の濃い「きぬみどり」、ねぎとにらの交雑及び組織培養による種間雑種「なかみどり」を育成。

冬どりにらの早期保温による収量、品質の低下は休眠によるものではなく、養分の貯蔵器官である根群の発達が不十分な時期に収穫されるためであることを明らかにした。また、保温開始時期は、5℃以下の積算時間が500時間経過後とし、それまでに確保する乾物1茎当たりの根量と1株当たりの全糖の必要量を明らかにした。

夏にらの抽台抑制には、1年株を10月下旬に保温開始し、昼温35℃、夜温5℃を確保する事で抑制できることを明らかにした。

さらに、セル成型苗を利用した省力機械化体系栽培技術の確立を行った。

以上の功績が高く評価され、平成17年に「にらの品質向上と省力、安定栽培技術の確立」の業績により授賞した。

いちごの優良品種「とちおとめ」の育成と

安定生産技術の開発

植木 正明

栃木県に適した品種育成に取り組み、「栃の峰」、「とちおとめ」、「とちひめ」、「とちひとみ」を育成した。「とちおとめ」については県の主力品種となり、全国で3割程度普及している。

促成栽培における早期出荷技術を確認するため夜冷短日処理における処理温度や処理時期などの影響を明らかにし、「女峰」や「とちおとめ」での栽培技術を確認した。

作業環境を改善するため、高生産が可能な高設式養液栽培システムの開発に取り組み、杉樹皮を主体とした有機質培地を用いた閉鎖型養液栽培システムを開発した。

以上の功績が高く評価され、平成21年に「いちごの優良品種「とちおとめ」の育成と安定生産技術の開発」の業績により受賞した。

環境保全、食の安全・安心に関する研究

鈴木 聡

散布された農薬の環境中での動態解明及び農地から発生する温室効果ガス発生に関する基礎データを積み上げ、その抑制技術の開発に貢献した。

また、環境中に放出された放射性セシウムが土壌から作物へ移行する要因を解明するなど本県農産物の安全・安心に寄与した。

以上の功績が高く評価され、平成26年に「環境保全、食の安全・安心に関する研究」の業績により受賞した。

7 蚕糸功労者表彰

養蚕技術の改良開発・普及指導

中村 弘男

栃木式風洞族中管理法を開発し、繭質（解じょ率）の向上に貢献し、県下一円に当該技術の普及を推進した。特に、試験研究やブランド繭の生産指導など一貫して県蚕糸業の振興に寄与し、このことが高く評価され、平成14年に「養蚕技術の改良開発・普及指導」の業績により蚕糸功労賞を授賞した。

養蚕技術の普及指導・産地育成

岩瀬 晴輝

昭和47年稲作転換政策が打ち出され、稲転特対事業の導入した市町村と一緒に桑園造成を実施し、最高繭生産高2,500トンの礎をつくった。

平成9年蚕糸業法・製糸業法の廃止に伴い、県内産繭処理の公平を期するため行政としての自治繭検査について要領を作成し、生産者・繭需要者との調整を図った。

ブランド産地育成「蚕品種」白銀を活用し、生産者・製糸業者・絹業者の提携の下に付加価値の高い生産体制を構築し、試作品をつくり方向性を開いた。

このことが高く評価され、平成19年に「養蚕技術の普及指導・産地育成」の業績により蚕糸功労賞を授賞した。

養蚕技術の普及指導・産地育成

橘 健二

昭和48年から過疎地域対策の一貫として中山地域に養蚕を導入し、山林開墾により桑園造成や稚蚕共同飼育所（機械育）を新設するなど生産基盤の拡大に努め、繭増産に寄与した。

昭和53年度から、養蚕の革新的技術として開発された密植促成機械化桑園と人工飼料育を普及させた。密植促成機械化桑園については、補助事業を活用して密植桑園の造成や桑収穫機を導入し、作業の省力化、経営規模の拡大による所得向上を推進した。また、人工飼料育については、6カ所の機械育稚蚕共同所を整備するとともに、人工飼料供給センターを設置して、県内の稚蚕供給体制を構築した。

平成7年から5カ年間国庫補助事業を受け、埼玉農試、茨城蚕研、群馬蚕試との共同研究を実施し、蚕病の診断法(PCR法等)及び伝染環の解明と遮断方法等に関する研究を行い、蚕病の迅速診断と防除法に関する実用技術体系を構築した。

以上の功績が高く評価され、平成20年に「養蚕技術の普及指導・産地育成」の業績により蚕糸功労賞を授賞した。

8 栃木県職員表彰(栃木県職員功績賞表彰)

(1) 知事表彰

大麦縞萎縮病新型抵抗性品種「スカイ  
ゴールド」の育成

五月女敏範・大塚 勝 ・福田 暎・早乙女和  
彦・加藤常夫・加島典子・神永 明・小玉雅晴

平成12年に縞萎縮病の主要ウイルスすべてに抵抗性を持ち、うどんこ病にもかからない品種の育成に成功、平成15年にスカイゴールドとして品種登録された。

スカイゴールドは、大麦品種の中で唯一全ての大麦縞萎縮病に抵抗性を示し、麦芽品質も高い優れた品種である。

この成果は、本県農業生産に貢献するところが極めて大きく、平成20年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

善玉菌(タロマイセス菌)で作物の病気を  
防ぐ「生物農薬」の開発

石川 成 寿・山 崎 周一郎

安全・安心な農産物生産は、社会的に強く求められており、稲作では、育苗期の化学合成農薬の成分回数の多さ、いちご生産では、炭疽病、うどんこ病の被害の多さや防除回数の多さが問題となっていた。

そこで、いちごの株から炭疽病菌を抑制する拮抗糸状菌タロマイセスフラバスを発見し、株式会社出光興産と共同研究を行い、世界初の炭疽病防除用生物農薬バイオトラスト水和剤を開発した。また、本拮抗糸状菌の広範囲な病原菌抑制力を活かして、新たにタフパール、タフブロックを開発した。これらは、防除効果も高く、有機農産物生産にも貢献できる生物農薬として普及している。この成果は、本県農業生産に貢献するところが極めて大きく、平成20年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

新品種「にっこり」の開発

高橋 建 夫・金子 友 昭

なし「にっこり」の収穫時期は10月下旬から11月上旬であり、収穫期の延長ができ、品種による収穫期の分散ができ過重労働の解消ができた。また、今まで販売が出来なかった年明けまで販売が可能となり、晩生品種の栽培面積の60%以上で栽培されるようになった。

国内だけでなくアジアを中心とした諸外国でも評価が高まり年々輸出量が伸びている。

この成果は、本県農業生産に貢献するところが極めて大きく、平成20年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

本県オリジナル品種「栃木i 27号」の育成

いちご新品種「栃木i27号」育成グループ  
(重野貴・植木正明 他11名)

いちごは本県の基幹農産物であり、新品種の普及推進により、とちぎ農業成長プランにおける「需要に対応した力強い園芸産地の育成」「トップブランド農産物の育成・強化」の施策実現に大きく寄与していくものである。

栃木i27号は、極めて大果で収量性が高く、食味に優れた品種で、贈答用や輸出用として新たな需要開拓につながるものと期待される。

この成果は、本県農業生産に貢献するところが極めて大きく、平成23年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

(2) 農政部長表彰

ビール大麦品種育成への貢献

大塚 孝

昭和50年に入庁以来、一貫して農業試験場の技術員として試験研究を支えてきた。この間、ビール大麦「スカイゴールデン」、「ミサトゴールデン」の開発に関して、そのほ場管理や試験補助を通じて大きく寄与した。

また、トラクタ装着作業機用移動台車、土壌消毒時の被覆ビニルを広げる装置、麦架干し用S字フック、麦一時貯留箱、古タイヤを利用した麦踏ローラー等の試験研究で使用する農機具類の作製、プラスチック製ラベル活用の提案、排水対策やカモ除け対策等に創意と工夫をもって取り組み、試験研究現場における作業能率の向上に貢献するところが極めて大きく、平成21年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

微生物農薬の開発と各種実験機材の作成

による試験研究効率化への貢献

齋藤 芳彦

病害虫の試験研究補助として長年従事してきた。その間、生物農薬タフブロック、タフパール及びバイオトラスト水和剤の開発には、その実証試験等において大きく貢献した。

また、各種試験実施に伴う実験機材の作成等でも、卓越した技能により様々な調査・実験器具等を作成し、効率的な試験研究の実施に貢献するところが極めて大きく、平成22年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

本県オリジナルの良食味水稻品種「なす

ひかり」の育成

水稻新品種「なすひかり」育成グループ

(五月女恭子・大谷和彦・小林俊一 他9名)

水稻「なすひかり」は、早生で耐冷性が強く、栽培特性に優れ、収量性の高い良食味品種である。平成2年に人工交配を行い、平成19年に品種登録された。

本県の水稲作付はコシヒカリ偏重となっており、平成13年から15年には天候不順で品質や収量が低下し、「コシヒカリ」生産者は3年連続で大きな打撃を受けた。「なすひかり」の育成及び作付拡大により、気象災害など危険分散を図れるようになったことは本研究の大きな成果である。

また、食味及び品質に対する実需者(加工・業務用含む)からの評価は高く、平成22年産は2,889haとなり県全体の4.5%を占めており、今後、更なる作付拡大が強く望まれている。

「なすひかり」は、県農業振興計画「とちぎ“食と農”躍進プラン」に位置づけられ「多様なニーズに対応した高品質な農産物生産技術等の開発」の施策実現に大きく寄与することが極めて大きく、平成23年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

本県オリジナルの「とちぎの星」,「アスカゴールデン」,「とちのいぶき」,「栃木芳香1号、2号」  
「るりおとめ」,「きらきら星」の育成

新品種開発チーム

とちぎの星：山崎周一郎・青沼伸一 他6名
アスカゴールデン：上田美香・加藤常夫 他19名
とちのいぶき：五月女敏範・長嶺 敬 他26名
栃木芳香1号2号：半田有宏・稲葉幸雄 他6名
るりおとめ：成瀬規之・渡辺 強・藤田雅一
きらきら星：小玉雅晴・渡辺 強・坂本あすか

水稲「とちぎの星」はあさひの夢よりも早く刈取ることができる良食味・縞葉枯抵抗性品種で、高温障害にも強い。「アスカゴールデン」は、大麦縞萎縮病に強く、多収で被害粒の発生が少なく、かつ実需者が望む麦芽の溶けが適正なビール醸造用二条大麦である。「とちのいぶき」は加熱後の褐変極めて少なく、耐病性、栽培性、収量性に優れる食用二条大麦で、商品化され一般に販売されることから、作付面積の拡大が期待される。うど「栃木芳香1号、2号」は現在の普及品種紫と比べて品質・収量が格段に優れ、特に「芳香1号」は軟化茎の外観が優れることから軟化栽培に適し、「芳香2号」は、収量性が極めて高く緑化栽培に適している。りんどう「るりおとめ」は、本県主力作型6から7月にかけての早出し栽培に適した極早生で、極めて優秀な形質を有している。「きらきら星」は、八重咲きのガクアジサイで、装飾花の主色が赤味紫、覆輪外側が紫白の覆輪タイプの複色で優美なイメージの品種である。これらの開発は、本県農業の生産性向上に大きく寄与することが極めて大きく、平成24年に栃木県職員功績賞表彰を受けた。

9 学位

黒ボク土における養水分移動と作物生育に関する土壌溶液論的研究

亀和田 國彦

平成9年3月21日付けで、黒ボク土における養水分移動と作物生育に関する土壌溶液論的研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、作物生産と環境保全の両面から、黒ボク土に

おける適切な土壌・養分管理法を明らかにするため、黒ボク土のイオン吸着特性を解析し、その結果に基づいて土壌溶液のイオン組成の変化を説明し、さらにそれが作物生育、土層内での養分垂直移動および垂直分布に及ぼす影響を推論した。

黒ボク土の陰イオン吸着能は  $SO_4^{2-} >> Cl^- > NO_3^-$  という関係にあった。陰イオンはコロイド表面での表面錯体の生成によって吸着し、吸着能の違いは表面錯体生成定数の違いがもたらしたと推論した。 $SO_4^{2-}$  と  $NO_3^-$  が共存する系では、 $SO_4^{2-}$  濃度の上昇によって  $NO_3^-$  吸着量は低下し、一方、 $NO_3^-$  濃度の上昇によって、 $SO_4^{2-}$  吸着量は増加することがわかった。陰イオン間の吸着の相互作用は土層内での  $NO_3^-$  の移動にも影響し、硫酸系肥料を施肥した場合、浸透水の下降に伴う  $NO_3^-$  の下降時に明瞭な濃度ピークを形成したのに対し、塩化物系肥料では土層内全体に分散する傾向がある。作物の生育過程で、土壌溶液の  $NO_3^-$  および  $Cl^-$  濃度の低下に応じて、吸着態  $SO_4^{2-}$  が固相から液相に放出され、土壌溶液イオン濃度に対するレギュレーション機能として作用していることが明らかとなった。

$SO_4^{2-}$  は、 $NO_3^-$  や  $Cl^-$  に比べて陽イオンとのイオンペア生成量が多く、溶液の EC および浸透圧を上昇させにくいことが明らかとなった。また、黒ボク土で、りん酸は作土層に、 $SO_4^{2-}$  は耕盤および耕盤下層に集積しやすく、黒ボク土へのリン酸蓄積は陰イオン吸着量の低下と陽イオン吸着量の増加をもたらす。これは、リン酸の表面錯体の生成によりコロイド表面に負荷電が生じた結果と推論した。

ゲノム生物学的手法による植物のリン酸応答機構に関する研究

天谷 正行

平成16年3月25日付けで、ゲノム生物学的手法による植物のリン酸応答機構に関する研究に対し、東北大学大学院より生命科学博士の学位が授与された。

本研究では、ゲノム生物学的手法により植物の遺伝子発現解析を行う方法を開発し、リン酸飢餓に応答する植物の遺伝子発現変化をゲノムワイドに解明した。結果、リン酸不足を補うためのリン酸吸収の増大や、体内でのリン酸消費抑制に関連した遺伝子発現変化に加え、新規なリン酸飢餓応答遺伝子を同定した。

イチゴ炭疽病の病原菌、生態ならびに環境に配慮した防除技術開発

石川 成寿

平成16年9月29日付けで、イチゴ炭疽病の病原菌、生態

ならびに環境に配慮した防除技術開発に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、イチゴ炭疽病菌の生活史、病原性、諸性質を明らかにした。また、*nit* 変異株を生態研究の手法とした。研究の過程で新炭疽病菌 *C.acutatum* を発見して病原菌を追加した。これは本菌の我国初報告になった。耕種の防除法として雨除け栽培および底面給水法の伝染防止技術を開発普及させた。罹病残渣処理方法として嫌氣的発酵に着目し、圃場衛生向上技術とした。有効薬剤の検索・使用方法等を検討し防除法を確立した。また、本病菌潜在感染株の簡易診断技術を開発し、世界的に普及させた。さらに、本病菌の拮抗糸状菌を発見し、出光興産株式会社と共同研究を行い、世界初の生物農薬タラロマイセスフラバス水和剤を実用化させた。

#### 家族経営発展における経営者能力に関する 実証的研究

齋藤 一治

平成17年9月21日付けで、家族経営発展における経営者能力に関する実証的研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本論文では、企業的な家族農業経営を対象として、経営の成長・発展過程における経営者の行動をできるだけ具体的に把握・分析することを通じて、家族農業経営の持続的・安定的な発展のあり方を考察した。結果、将来あるべき家族経営像を人的資源に注目して提示した。役割と分担を明確にし、独立した個と個の結びつきを基本とする法人経営や家族経営協定締結農家を、家族経営のモデルとした。

農業経営も社会の一員であるから、経営者の行動として私益のみならず公益の追求も重要である。こうした行動が、職業としての農業の確立に結びつくことを指摘した。

#### 栃木県の主要作物および地域特産作物の DNA マーカーを利用した品種識別と遺伝資 源の保存・利用に関する研究

小林 俊一

平成19年3月16日付けで、栃木県の主要作物および地域特産作物の DNA マーカーを利用した品種識別と遺伝資源の保存・利用に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究は、栃木県産米の品質向上と原種、および原原種の混種防止を目的として、栃木県奨励品種を中心に酒米品種を含む合計20品種について、PAPD分析により9種類のDNA

マーカーを用いた品種識別技術を確立した。

同様に、栃木県の奨励品種及び有望視している品種を中心に小麦17品種をPAPD分析による6種類のDNAマーカーで、二条・六条・裸大麦を含む大麦19品種については9種類のDNAマーカーで、識別する技術を開発した。

他殖性であるゆがおの保存品種を維持するにあたり、栃木県由来の品種については表現型で分類し代表的な品種を、県外や海外からの導入品種については広い地域からの品種を数多く保存することが望ましいことを明らかにした。

#### イチゴの生理生体特性の解明による周年生産 技術の開発および周年栽培品種の育成と普及 に関する研究

稲葉 幸雄

平成19年3月16日付けで、いちごの生理生体特性の解明による周年生産技術の開発および周年栽培品種の育成と普及に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、一季成り性品種において労力とコストを最小限に抑えながら収穫期を現在の11月上旬からさらに前進、また、労力とコストのかかる花芽誘導処理を必要としない四季成り性品種を育成、育成した四季成り性品種を用いた夏秋どり作型の開発とその普及性を考え、いちごの周年生産技術について明らかとした。

#### 毛管給液を併用したトマトの閉鎖型溶液栽培 に関する研究

石原 良行

平成20年3月14日付けで、毛管給液を併用したトマトの閉鎖型溶液栽培に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究は、トマト溶液栽培における使用済み処理および培養液廃棄による環境への負荷軽減を図るために開発した杉樹皮培地を用いた閉鎖型・非循環方式の養液栽培システムの培養液管理法を明らかにした。

#### 栃木県における水稲や麦類の品質安定化に 関する研究

大谷 和彦

平成21年9月16日付けで、栃木県における水稲や麦類の品質安定化に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究は、数10年間の栃木県内の現地試験結果から、水稲、麦類の収量、外観品質の変動要因を解析し、地域、栽培年次による特異性や類似性が認められ、玄米収量、倒伏などは、外観品質に対し適正值があり、外観品質とその安定性には品種間差異があることを明かにした。

水稲、麦類の品質変動要因が明確となり、高品質化のための品種選定や組合せ、播種期、場肥培管理、病虫害防除、水管理などの生産現場に応じた技術指針を明かにした。

#### 栃木県における農業用水の水質実態と資質保全技術開発およびその作物栽培への応用に

##### 関する研究

宮崎 成生

平成21年9月16日付けで、栃木県における農業用水の水質実態資質保全技術開発およびその作物栽培への応用に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、10年前は栃木県内の主要農業用水および農業用排水の水質はおおむね良好であったが、近年、県南部および西部の都市下流域で水質汚濁がみられること。10年前に比べ、栄養塩類の濃度は低下する傾向にあり、特にT-Nで顕著であることを明らかにした。農業用地下水の水質はNO<sub>3</sub>-N濃度が環境基準値10mgL<sup>-1</sup>を超える地点はなかった。土地利用別では畑作地帯で高い傾向であった。県南部畑作地域の農業用地下水のNO<sub>3</sub>-Nは窒素安定同位体自然存在比および過去の土地利用状況から、化学肥料の影響を大きく受けていると推測した。

農業地域における水質汚濁の主な要因の対策として、畑地での適正施肥の重要性を指摘し、家畜ふんおよび農集排汚泥の肥料化技術を開発し、その作物生産への応用をおこない、さらに水田の脱窒による水質浄化機能を評価した。

#### ビール大麦における大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子集積品種の育成とその普及に関する研究

五月女 敏 範

平成22年3月15日付けで、ビール大麦における大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子集積品種の育成とその普及に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、ビール大麦の安定生産を目指し、大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子集積品種の育成と普及について明かにした。

ビール大麦主産地の栃木県において大麦縞萎縮病の発生状況を調査した結果、県南地域では、大麦縞萎縮ウイルスⅢ型が常発化、また県中北地域ではⅠ型が発生していることを確認した。さらに、大田原市においてⅠからⅢ型抵抗性遺伝子rym3を犯すⅣ型と、山口県山口市でⅤ型を発見した。ⅠからⅤ型抵抗性のビール大麦品種育成のためには、抵抗性遺伝子rym3、rym5の集積が重要と考えられ、集積法を開発し、スカイゴールデンを育成した。

また、生産現場の課題を明かとし、粗タンパク質含有量が高くないための栽培法を確立した。

#### 盛土式根域制限栽培による二ホンナシの早期

##### 多収に関する研究

大谷 義夫

平成23年3月17日付けで、盛土式根域制限栽培による二ホンナシの早期多収に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、早期多収および高品質果実生産が可能な根圏制御栽培を開発した。

根圏制御栽培は、根シートにより地面と隔離した盛土に果樹類苗を植え付ける栽培方法である。その特徴は、①根圏を地面から隔離し、養水分の管理により生育を制御する、②灌水は点滴灌水法を基本として、1回の灌水量を少なくし、生育時期ごとに1日の必要量を数十回に分けて与える、③樹勢制御による密植栽培で、植え付け2年目から収穫が可能、④仕立て方は、2本主枝Y字仕立てにより受光体勢もよく軽労化が図れることである。

#### ブドウの盛土式根圏制御栽培法に関する研究

金原 啓一

平成23年3月17日付けで、ブドウの盛土式根圏制御栽培法に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、早期多収、結実安定、環境負荷低減を同時に実現でき、後継者に魅力あるぶどう経営を提案できる盛土式根圏制御栽培法を開発した。

盛土式根圏制御栽培の特徴は、①灌水は生育ステージと日射量に応じて灌水量を管理する、②1樹あたりの葉面積確保のため、垣根仕立てを用い、軽労化も図られることである。

また、ぶどうの日射量に応じた水分吸収性、根系の発達および窒素吸収特性に関する報告はぶどうの研究に大きく寄与している。

炭疽病耐病性イチゴ品種‘いちご中間母本農2号’における耐病性機構に関する研究

生井 潔

平成25年9月18日付けで、炭疽病耐病性イチゴ品種‘いちご中間母本農2号’における耐病性機構に関する研究に対し、東京農工大学大学院連合より農学博士の学位が授与された。

本研究では、イチゴ炭疽病耐病性品種である‘農2号’と感受性品種である‘とちおとめ’を材料とし、分子生物学的なアプローチで耐病性メカニズムを解明しようとし、‘農2号’と‘とちおとめ’の耐病性に関する表現形質の違いについて明かにした。葉身における斑点型病斑の形状状況から‘農2号’は‘とちおとめ’と比較して防御応答が速いことが、耐病性の要因の1つと推察したが、遺伝子発現レベルで明らかにすることはできなかった。

‘農2号’を無菌培養すると感受性を示し、順化する過程で耐病性が向上することが明らかとなった。一方‘とちおとめ’は順化による耐病性の向上は認められなかった。それぞれの無菌培養個体と順化個体の遺伝子発現を調べ、‘農2号’の順化個体の発現量のみが有意に高い遺伝子を検索したところ、フラボノイド生合成遺伝子であることがわかった。これらの遺伝子は、順化することによって概ね上昇し、‘とちおとめ’に比べ‘農2号’でより高く上昇する傾向が認められた。この遺伝子の活性化は、順化時だけではなく、通常のいちご栽培条件下の温室個体においても持続していることから、‘農2号’のフラボノイド生合成経路が、‘とちおとめ’と比べて常に活性化されている可能性を示し、耐病性との関連があるとした。

10 その他

(1) 園芸振興松島財団振興奨励賞

いちご「とちおとめ」の育成

いちご「とちおとめ」育成研究グループ

いちご品種「とちおとめ」は、大果で食味が優れ、早生・多収の画期的品種として消費者、市場流通関係者、生産者の評価が高く、平成8年の本格的な市場出荷以後、関東・東海地方を中心に急速に普及し、生産量全国一の栃木県において作付面積の95%を占め、全国的には平成13年産のシェアは全農系統作付面積の20%を超えて「とよのか」に次ぐ全国的な主力品種となった。

本品種の育成、栽培技術の確立及び普及を通じて国内のいちご生産振興に寄与した功績を大きく評価され、平成13年第27回園芸振興松島財団振興奨励賞を受けた。

(2) 徳安記念普及功労者表彰

地域農業の振興と普及事業の発展

高橋 馨

平成15年に徳安記念普及功労者表彰を受けた。

(3) 植物調節剤功労者表彰

植物調節剤（除草剤、植物の生育調節剤及び生育調節資材）に関する開発及び利用の研究

山口 正篤・高橋 栄一

平成16年に植物調節剤功労者表彰を受けた。

植物調節剤（除草剤、植物の生育調節剤及び生育調節資材）に関する開発及び利用の研究

大谷 和彦・星 一好

平成26年に植物調節剤功労者表彰を受けた。

(4) 井上春茂賞

環境にやさしい生物農薬の開発

石川 成寿

生物農薬の有効成分となる有用な善玉糸状菌（以下、拮抗菌）を発見、選抜し、出光興産株式会社と商品化のために共同研究、開発。生物農薬「タフブロックSP」、「タフブロック」、「タフパール」および「バイオトラスト水和剤」の商品化となった。この四剤は、環境に配慮した病害防除が可能で、新JAS法における有機農産物生産に使用でき、主要農産物である水稲、野菜類の環境保全型病防除の有効なツールとなり、安全・安心な農産物生産に大いに貢献していることが高く評価され、平成25年に井上春茂賞を受けた。

## 第2節 慶事・行事等

### 1 天皇・皇后両陛下下行幸啓

天皇・皇后両陛下は、平成7年10月11日、農業試験場本場に行幸啓になり、生物工学棟、果樹園、花き温室等を親しく視察された。



写真 4-2-1 天皇・皇后両陛下下行幸啓(1995)

### 2 農業試験場創立百周年記念大会

平成7年11月22日、宇都宮市内アピアにて、約六百名の参加者のもと盛大に記念式典が開催された。式典は、渡辺文



写真 4-2-2 農業試験場創立百周年記念大会(1995)

雄知事の式辞に始まり、栃木場長から百年の歩みの紹介、16名・団体への感謝状贈呈、14名の職員表彰を行い、農林省農業研究センター所長、吉谷県議会議長、増山宇都宮市長、豊田県農業会議会長から祝辞を受けた。最後に、NHK解説委員の中村靖彦氏を招き、「農業を巡る国際情勢」と題した記念講演を行った。式典後には記念祝賀会も開催された。

### 3 中国浙江省友好交流

平成7年11月24日、楊団長外5名の訪問を受け、本場及び栃木分場の研究課題や成果を説明した。以前から実施されていた中国浙江省からの技術研修員受入れは、平成19年まで継続され、18名の研修生を受け入れた。

### 4 いちご研究所の開設

平成20年10月、旧栃木分場いちご研究室の機能を拡充強化し、いちごの総合的な研究開発拠点としていちご研究所が設立された。本施設は、全国唯一のいちご専門研究機関となった。なお、同10月6日には、福田知事、県議会議長御臨席のもと開所式が行われた。



写真 4-2-3 いちご研究所開所式(2008)

5 いちご研究所研究棟落成

平成 22 年 3 月 15 日に農業関係試験場再編整備事業によりいちご研究所研究棟が竣工し、4 月 12 日、福田知事、県議会議長御臨席のもと竣工式が行われた。



写真 4-2-4 いちご研究所研究棟竣工式(2010)

6 新本館落成

昭和 44 年建設の旧本館に変わり、平成 23 年 10 月 31 日に新本館が竣工し、同 12 月 22 日に福田知事、県議会議長御臨席のもと本館完成記念式典が行われた。



写真 4-2-5 新本完成記念式典(2011)

### 第3節 施設などの整備

#### 1 農業関係試験場再編整備(平成20から23年度)

平成19年、かねてから課題となっていた農業試験場の再編整備が決定された。「農業関係試験場再編整備事業」の予算要求の趣旨では、「選択と集中により、試験研究課題の重点化を図りながら、老朽化した研究施設の整備とともに、研究機関の整理・統合など、組織の見直しを含め総合的な再編整備を行う」とされた。整備方針では、具体的な試験研究の展開方向として、①環境技術(有機農業等)の開発強化、②いちご研究の充実、③野菜研究の集約化、④麦研究の縮小及び集約化、⑤原種生産の効率化、が掲げられ、対応する組織・施設の再編整備の内容として、①本場の老朽化施設(本館・温室等)及び高度環境分析棟の整備、②栃木分場をいちご専門の研究所として整備、③黒磯分場を廃止し、野

菜研究を本場へ移管、④栃木分場のビール麦研究を縮小の上、本場へ移管、⑤佐野農場を廃止し、栃木分場及び黒磯分場跡地を活用、することが示された。なお、当初の計画



写真 4-3-1 新本館工事(2010)

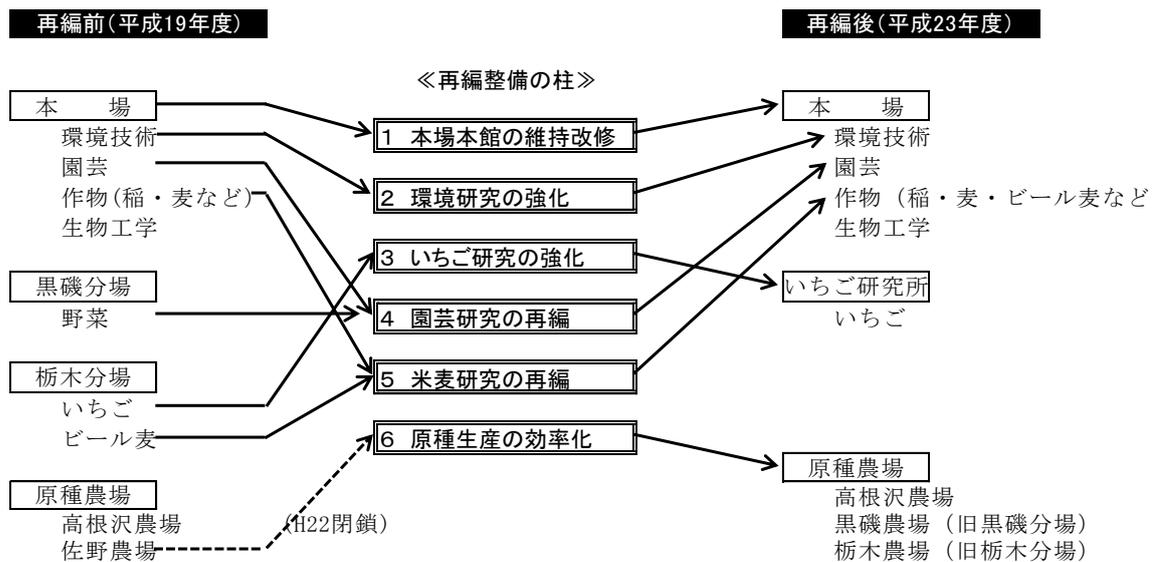


図 4-3-1 再編整備の概要

表 4-3-1 農業試験場再編整備事業全体計画

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
1 本場本館の維持改修	耐震診断			本館建て替え		本館解体	本館解体跡地整備
2 環境研究の強化		環境調節実験温室					
3 いちご研究の強化		いちご育苗温室	いちご研究所研究棟 いちご生理生態温室	いちご育成系統保存 温室	栃木分場本館解体 堆肥舎立て替え		
4 園芸研究の施設整備		果樹品質調査室					
5 米麦研究の施設整備		柏崎水田改修	作物品質調査棟 本場麦ほ場整備				
6 原種生産の効率化		黒磯ハウス撤去 黒磯水路改修	高根沢原種収納 作業舎	栃木ほ場配管改修	栃木低温貯蔵施設 原種作業舎改修		
その他整備			各種研究機器・備品等整備				

では本場本館は維持改修とされたが、耐震診断をしたところ維持改修に堪えないことが判明し、高度環境分析棟と一体で整備することとなった。また、県財政再建中のため、再編整備事業のうち農機具舎改修等の一部事業は中止となった。

表 4-3-2 農業試験場再編整備の年度別事業費

単位:千円

区分	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成21年度 補正	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
1 農業試験場本場	6,426	323,832	289,432	98,423	285,267	851,682	174,854		2,029,916
2 いちご研究所		36,406	335,768	9,715	13,828	60,768			456,485
3 栃木分場		15,542							15,542
4 原種農場		12,753	31,977		9,000	62,354			116,084
5 その他									0
合計	6,426	388,533	657,177	108,138	308,095	974,804	174,854	0	2,618,027

表 4-3-3 農業試験場再編整備事業の概要

区分	仕様等	規模	予算額 千円
1 本場関係			
本館新築	鉄筋コンクリート造、2階建て	2644.8㎡ 高度環境分析棟と一体で整備	1,083,794
旧本館解体	解体		174,854
果樹品質調査棟	鉄骨造(立替)	250㎡	62,652
作物品質調査棟	鉄骨造(移転新築)	528㎡	209,631
環境調節実験温室	ガラス温室(立替)	56.7㎡×14棟、129.15㎡×1棟	185,191
柏崎水田用排水路	改修	用排水路 940m外	31,938
クリーンルーム空調計装盤	改修	温度調整機器一式	2,835
花き温室ヒートポンプ	改修	花き11号温室空調機取り替え	2,637
麦ほ場整備	改修	整地工3.5ha、道路工478m、用排水路1291m	40,215
温室複合環境制御装置	交換	複合環境制御装置、室内外センサー、通信管理用パソコン	7,389
作物乾燥調整室改修	鉄骨造、平屋建て	446㎡	64,181
備品購入費	作物・環境研究機器等		143,712
その他	施設改修・機器移設等		20,887
2 いちご研究所関係			
いちご研究棟新築	鉄骨造、平屋建て	689㎡	238,642
駐車場整備	アスファルト舗装	3000㎡	9,612
いちご育苗温室	網室立替	648㎡	18,627
いちご生理生態実験温室	鉄骨硬質ビニール張り	30㎡×4棟、連絡棟45㎡×2棟	88,716
いちご育成系統保存ハウス	鉄骨硬質ビニール張り	126㎡	10,038
温室等整備	ハウス屋根改修等		4,362
堆肥舎立て替え	立替	217㎡、土間コンクリート増設74㎡	21,809
備品購入費	いちご研究機器		25,720
3 栃木分場関係			
麦開発研究機器購入費	麦新品種開発研究機器		15,542
本館等解体工事	解体		38,959
4 原種農場関係			
高根沢原原種収納舎	鉄骨造、平屋建て	180㎡	31,672
栃木ほ場配管改修	改修	パイプライン工事5.5ha分、いちご施設への配管改修	9,305
栃木低温貯蔵施設整備	新築	施設132㎡、低温貯蔵庫W10m×D8m×H2.8m	49,899
栃木原種作業舎改修	改修	西側330㎡	12,048
黒磯水路改修	改修	法面・水路 200m、調整池 295㎡	8,641
黒磯ハウス撤去	撤去・移転	パイプハウス 72㎡×6棟	4,112
佐野農場案内標識撤去	撤去		407
合計			2,618,027





写真 4-3-2 果樹品質調査棟(2008)



写真 4-3-3 作物品質調査棟(2009)



写真 4-3-4 環境調節実験温室(2008)



写真 4-3-5 柏崎水田水路改修



写真 4-3-6 麦ほ場整備(2009)



写真 4-3-7 整備された環境実験温室(手前)と野菜温室群(奥)



写真 4-3-8 麦ほ場から果樹研究エリアを望む



写真 4-3-9 花き研究エリア

(2) 果樹研究施設の整備

果樹関係では、本県オリジナル技術である果樹の根圏制御栽培につながる、果樹ボックス生産システム施設(平成8年度、ビニルパイプハウス 1,830 m<sup>2</sup>)が整備され、平成14年度にはなしドリップ灌水根圏制御栽培ハウス(4連棟パイプハウス 24×51m、1224 m<sup>2</sup>)が整備された。また、平成12年度から16年度にかけて、なし育種試験ほ場のなし棚、フェンス、防霜ファン等の整備が行われた。

(3) 花き研究施設の整備

平成9年度に花き養液土耕研究開発温室(ガラス温室 307 m<sup>2</sup>×2棟)が整備された。予算額は7,100万円であった。

(4) 本場野沢水田用排水路の改修

平成11から14年度にかけて野沢水田の用排水路が整備された。予算額は7,486万円であった。

(5) 研究情報ネットワークシステム構築

平成12年度に、本場、黒磯分場、南河内分場のインターネット接続及び部室間のネットワークシステムが構築された。予算額は548万円であった。

(6) いちご研究施設の整備

栽培研究施設としては、平成2年度にいちご実証温室(148.4 m<sup>2</sup>×2棟)、平成7年度にいちご養液栽培プラント(324 m<sup>2</sup>)、平成14年度にいちご栽培試験用パイプハウス(4棟 662 m<sup>2</sup>、連結部 122.4 m<sup>2</sup>、合計 662 m<sup>2</sup>)が整備された。また、いちごの育種施設としては、平成16年度に品種開発を加速化させるため、実生規模を1万株に引き上げることとなり、いちご新品種開発温室(537.6 m<sup>2</sup>)の整備が行われた。

## 第4節 情報の発信等

従来から、刊行物の発行により研究成果の発信を行ってきた。ただし刊行物の発行は、情報発信の適期に関わらず定期的に行われているため、IT化が進むと共に情報発信に遅れが生じることが懸念される。近年は、個人においてもパソコンやスマートフォン等の情報通信機器の普及が進み、より迅速な情報提供が求められ、かつ対象者の幅も広がっていることから、ホームページによる速やかな情報発信も不可欠となっている。

### 1 刊行物

#### (1) 研究報告

未発表の原著論文または学位論文を掲載し、第43号(平成7年)から第73号(同27年)まで31冊を発行した。掲載した課題数は128課題(+73号の課題数)で、うち13課題(13冊)は学位論文である。

#### (2) 研究成果集

試験研究成果のうち、普及に移しうるもの、技術的な価値の認められるもの、今後の研究に有用なものを掲載し、年1回、第14号(平成7年)から第33号(平成27年)まで20冊を発行した。掲載した課題数は、691課題である。

第28号(平成22年発行)からは、課題を「生産現場で活用される技術等(普及情報)」、「研究の場で活用される新手法等(研究情報)」に区分して掲載している。

#### (3) 新技術シリーズ

試験研究成果のうち、新品種の栽培技術や革新的な新技術に関し体系化された成果について、生産現場への迅速な普及に活用することを目的として発行している。

平成5年に発行を開始し、平成26年までに17巻発行した。近年はホームページ掲載のみで情報提供している。

#### (4) 農業試験場ニュース

平成12年4月号までは「栃木県農業試験場月報」として、通巻154号を発行した。同年5月号からは「栃木県農業試験場ニュース」に名称を改め、平成27年3月号で通巻333号の発行となった。

研究成果や進行中の試験研究状況に加え、トピックスとして下記に記す研究セミナーの開催状況や、受賞、イベント参加状況、マスコミ報道等、当場のPRにふさわしい情報を掲載している。

平成26年3月号までは、関係機関、団体および関連する

公的研究機関に対する印刷物配布とホームページ掲載を並行していたが、同4月号からは印刷物配布を終了し、ホームページ掲載にて情報発信することとなった。

### 2 ホームページ

平成15年以前は、当時ホームページ及び旧アグリネット(現在のとちぎファーマーズチャレンジネット)に「研究報告」、「新技術シリーズ」、「農業試験場ニュース」などの刊行物データの他、育成品種や特許などの成果情報を掲載していた。

同年4月から、現在の栃木県ホームページに移行し、現在は、上記刊行物データに加え、他研究機関に対する研究情報、生産者や普及指導員など生産現場向けの成果情報、一般閲覧者に対する当場の役割や業務内容の紹介を中心に情報を発信している。

ホームページアドレス <http://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/>

### 3 研究セミナー

平成12年度から、作物、野菜、いちご、果樹、花きの5部門において農業試験場研究セミナーを開始した。県内農業関係者に対する研究成果の普及および生産現場の声を試験研究に活かすことを目的とし、各部門とも年1または2回開催している。セミナー開催により、農政部各課室および出先機関職員、農業団体職員、農協生産部会員等生産者並びに流通・加工関係者及び実需者が一同に介し、相互に意見を交換することが可能となった。

## 4 海外技術研修員の受け入れ

海外技術研修員として平成6年から21年の間に19名を受け入れた。

年度	研修生氏名	国籍	研修内容
6	莫 林方	中華人民共和国	稲作
8	陳 魯軍	中華人民共和国	施設野菜
9	鄭 華章	中華人民共和国	野菜栽培
10	蔣 桂華	中華人民共和国	いちご
	傅 見和	中華人民共和国	野菜栽培
	古川・グスターボ・アンドレス	ブラジル連邦共和国	花き栽培
11	施 澤彬	中華人民共和国	果樹
12	ガブリエル・ヘラルド・ロドリゲス・ミランダ	コスタリカ共和国	土壌肥料
	徐 偉	中華人民共和国	花き
13	張 志友	中華人民共和国	野菜栽培
	方 躍波	中華人民共和国	生物工学
14	周 吉忠	中華人民共和国	野菜栽培
15	張 一品	中華人民共和国	土壌環境
16	毛 雪琴	中華人民共和国	病虫害防除
17	丁 能飛	中華人民共和国	環境保全
	キム ミジョン	韓国	ビール麦品質分析
18	阮 美穎	中華人民共和国	野菜栽培
19	鄭 偉年	中華人民共和国	水稻育種
21	殷 深	中華人民共和国	農業試験研究

## 附表

附1 予算

平成6年度以降の農業試験場費の推移

単位：千円

年度	予算総額	内訳		備考
		事業費	施設整備費	
6	522,705	289,077	233,628	
7	354,667	308,184	46,483	
8	360,711	298,050	62,661	
9	367,785	255,677	112,108	
10	270,030	197,283	72,747	
11	255,068	183,187	71,881	
12	288,450	231,595	56,855	
13	272,302	226,904	45,398	
14	309,247	196,494	112,753	
15	341,239	262,436	78,803	
16	454,772	276,753	178,019	
17	296,107	280,198	15,909	
18	294,275	271,424	22,851	
19	247,828	239,017	8,811	
20	303,871	225,357	78,514	
21	419,310	199,311	219,999	
22	184,827	168,206	16,621	
23	1,199,011	223,085	975,926	
24	373,024	246,937	126,087	
25	248,687	196,936	51,751	

附2 職員名簿

附2 職員名簿

転入	転出	職名	氏名
平成 5	7	主事	前原あゆみ
平成 4	7	副主幹兼課長	鈴木 栄 司
平成 4	7	主事	茂呂由美子
平成 4	7	主事	岡田 倫 江
平成 6	7	特別研究員	横倉 昭 美
昭和 45	平成 7	技査	若田部幸太郎
平成 2	7	主任研究員	安川 俊 彦
平成 4	7	技師	益子 勇
昭和 61	平成 7	特別研究員	久池井恵美
平成 1	7	技師	手塚 俊 介
平成 1	7	技師	渡邊 守
平成 5	7	技師	小栗 尚 子
昭和 61	平成 7	特別研究員	村上 文 生
平成 6	7	技師	徳江 紀 子
平成 5	8	場長	栃木喜八郎
平成 7	8	技幹兼場長補佐	中 枝 健
平成 5	8	技幹兼黒磯分場長	内 田 文 雄
平成 6	8	副主幹兼課長	菊池 睦
平成 5	8	主任	斎藤 和 之
平成 3	8	部長	大久保堯司
昭和 52	平成 8	主査	赤羽 末 広
平成 2	8	主任	和久井 隆
平成 7	8	技師	印南 一 憲
昭和 38	平成 8	主任技術員	鈴木 京 子
平成 5	8	主任	藤田 里 子
平成 5	8	主査	宗像 令 子
平成 6	8	部長	高際 英 明
平成 2	9	主査	塩沢 正 子
平成 7	9	主事	高槻 史 明
平成 7	9	主査	蓮見 正 洋
平成 6	9	主査	小葉 洋 子
昭和 37	平成 9	主査	高橋 憲 一
平成 2	9	主任	福島 敏 和
昭和 41	平成 9	副主幹	鈴木 一 水
平成 6	9	主任研究員	佐藤 文 政
昭和 59	平成 9	主任	早乙女和彦
平成 4	10	技幹兼栃木分場長	長 修
平成 6	10	主任	小林 茂 喜
平成 7	10	特別研究員	阿久津敏夫
平成 7	10	技師	土屋 久 子
平成 3	10	主任	高野 孝 夫
昭和 44	平成 10	部長	木嶋 利 男
平成 4	10	技術員	田代 衛 子
平成 6	10	部長	河田 尚 之
平成 5	10	主任研究員	石川 直 幸
平成 8	10	技師	菊地 祥 康

転入	転出	職名	氏名
平成 9	10	場長	松浦永一郎
平成 9	10	技幹兼黒磯分乗長	青木 一 郎
平成 9	10	主任	篠崎 文 之
昭和 52	平成 11	特別研究員	倉井 耕 一
平成 7	11	技師	遠山 明 子
平成 5	11	技師	駒場 謙 一
平成 4	11	主任	柴田 和 幸
平成 1	11	技師	伊藤 和 子
平成 4	11	主任	大野 義 文
平成 7	11	技師	荒川 裕 美
平成 5	11	主任研究員	栃木 博 美
平成 8	11	主任	蟹澤 幸 子
平成 8	11	主事	中三川哲雄
平成 8	11	主任	加島 典 子
平成 9	11	場長補佐兼課長	大島 正 雄
平成 9	11	主任	直井 茂
平成 9	11	主任	大蔵 直 子
平成 9	11	主査	藤井 光 枝
平成 9	11	技師	佐藤 圭 一
平成 10	11	副主幹兼課長	阿久津則夫
平成 10	11	技師	仲田 聡
昭和 43	平成 12	主査	若田部紀国
昭和 45	平成 12	部長	金子 友 昭
平成 8	12	主事	村井みちよ
平成 8	12	技師	高橋 聖 恵
平成 9	12	部長	斎藤 一 治
平成 10	12	主事	時庭 靖 岳
平成 10	12	主査	大根 田 悟
平成 11	12	副主幹兼課長	稲葉 富 之
平成 11	12	主任研究員	小田 俊 介
平成 12	12	次長兼管理課長	山本 和 俊
平成 12	12	技師	清水 裕 子
平成 12	12	主査	松本ヒデ子
平成 12	12	主査	山崎 宏
平成 12	12	技師	山城 清
平成 12	12	技査	福田喜美子
平成 12	12	農場長	河住 忠 順
平成 7	13	主幹兼場長補佐	永 井 建 司
昭和 52	平成 8	部長	斎藤 浩 一
平成 12	13	部長	斎藤 浩 一
昭和 52	平成 13	主査	山城 誠 一
昭和 55	平成 13	主任技術員	吉沢 清
平成 7	13	主任	岩崎 慎 也
昭和 44	平成 13	主任研究員	福田 瑛
平成 4	13	技師	大塚 勝
平成 9	13	技幹兼栃木分場長	峯岸 長 利
平成 9	13	主任	小林 恵 美 子

附2 職員名簿

転入	転出	職名	氏名	転入	転出	職名	氏名
平成 10	13	主査	関本カツヨ	平成 9	16	技師	池田二郎
平成 11	13	場長	庄司健二郎	平成 9	16	技師	手塚弘恵
平成 11	13	技幹	赤木博	平成 9	16	技師	酒井美幸
平成 11	13	部長	小林光子	平成 12	16	主事	渡辺登志子
平成 12	13	主任技術員	小林ケイ	平成 12	16	特別研究員	高橋栄一
平成 7	14	主任	船山卓也	平成 12	16	技師	藤田雅一
平成 7	14	特別研究員	神山克己	平成 13	16	主任	後藤知昭
平成 10	14	主査	宇賀神裕子	平成 14	16	主事	福田敦子
平成 11	14	技師	渡邊浩樹	平成 15	16	次長兼管理部長	稲尾勝雄
平成 11	14	技師	鶴野樹々子	平成 15	16	副主幹	黒崎カツ子
平成 11	14	主事	本名理江	昭和 60	平成 17	部長	山口正篤
平成 11	14	部長	谷口義則	昭和 61	平成 11	特別研究員	木村栄
平成 12	14	技幹兼南河内分場長	中村弘男	平成 13	17	技幹兼分場長	
平成 12	14	主事	中山昌徳	昭和 47	平成 17	主査	野沢隆則
平成 12	14	主任	阿久津政行	平成 12	17	主任研究員	須永文夫
平成 12	14	技師	人見秀康	平成 13	17	技師	大金美佐江
昭和 62	平成 9	主任研究員	本島俊明	平成 15	17	主事	三好大輔
平成 12	14	主任研究員	室越宗夫	平成 15	17	技師	小幡葉子
平成 12	14	主任	平山めぐみ	平成 15	17	技師	中山千知
平成 12	14	主任研究員	白井博之	平成 15	17	技師	岡本春明
平成 12	14	主任研究員	戸谷良二	平成 15	17	技師	柏谷祐樹
平成 12	14	技査	直井清	平成 15	17	技師	小林良子
平成 12	14	技査	黒川秀子	平成 15	17	技師	京嶋理恵
平成 13	14	次長兼管理課長	鯨昭雄	平成 15	17	主査	吉田厚子
平成 13	14	係長	川越節子	平成 16	17	部長補佐兼課長	山本弘
平成 6	15	主任研究員	相吉沢秀夫	平成 16	17	農場長	岡村五郎
昭和 45	平成 15	主任技術員	斉藤ヒサ	平成 6	18	主任研究員	家中達広
平成 7	15	部長	古口光夫	昭和 50	平成 18	主任技術員	尾林通夫
平成 3	12	部長	大村裕顕	昭和 45	平成 8	部長	高野邦治
平成 14	15	部長	矢田部健一	平成 12	18	次長	
平成 8	15	主任研究員	渡邊修孝	平成 3	8	技師	
平成 9	15	技師	大兼善三郎	平成 12	12	主任	常見讓史
平成 10	11	技幹兼黒磯分場長	村上正之	平成 17	18	主任研究員	
平成 14	15	次長	山田真司	平成 6	18	部長	岩崎秀穂
平成 10	11	副主幹	小島耕一	平成 6	8	技師	山崎周一郎
平成 13	15	原種農場長	野沢英之	平成 17	18	主任	
平成 12	15	主査	古口薫	昭和 39	平成 18	主任技術員	渡辺英美子
平成 12	15	特別研究員	中野健志	平成 10	18	技師	金子里子
平成 12	15	主任	高橋真紀	平成 12	18	主任	池澤和美
平成 13	15	部長補佐兼管理課長	田部怜子	平成 14	18	技師	高沢慎
平成 13	15	主事	高橋馨	平成 15	18	技師	大野かおり
平成 13	15	主事	富岡聖悟	平成 16	18	場長	渋江修
平成 13	15	技師	松永純子	平成 16	18	主査	横山信之
平成 13	15	技師	小川祐子	平成 16	18	技師	藤井真弓
平成 14	15	場長	高崎正	平成 16	18	主任	高浪弘好
昭和 40	平成 16	主任技術員		平成 16	18	主任研究員	小林靖夫
平成 8	16	技師		平成 16	18	技師	吉光寺徳子
平成 8	16	主任		平成 4	11	主任	吉原泉
平成 8	16	技師		平成 15	19	主任研究員	
				昭和 49	平成 19	主任技術員	小倉東次郎
				平成 15	19	技師	高齋光延

附2 職員名簿

転入	転出	職名	氏名	転入	転出	職名	氏名
平成 15	19	技師	高間由美	昭和 57	平成 22	技術員	福田正孝
平成 15	19	主任	中安澄子	平成 5	22	技術員	荒川秀樹
平成 15	19	主任研究員	長嶺敬	昭和 61	平成 10	主任	天谷正行
平成 15	19	技師	齋藤昭子	平成 13	22	特別研究員	
平成 16	19	部長	伊藤良治	昭和 39	22	技査	大森進
平成 17	19	次長兼管理部長	金井勝一	平成 3	22	技術員	篠江一弘
平成 17	19	主事	和田幸子	平成 14	22	技術員	田中祐
平成 17	19	特別研究員	斉藤総幸	平成 15	22	技師	沼尾貴延
平成 18	19	部長補佐兼課長	佐藤洋一	平成 16	22	主任研究員	湯澤正明
平成 18	19	技師	水越小百合	平成 16	22	技術員	福田学
平成 18	19	技幹兼分場長	岩瀬晴輝	平成 17	22	主任	齋藤容徳
平成 18	19	主査	人見恵子	平成 17	22	主任研究員	成澤規之
平成 7	20	特別研究員	金原啓一	平成 18	22	主任研究員	寶野陽子
平成 5	13	部長	和田悦郎	平成 18	22	技師	小林正明
平成 16	20	技幹兼分場長		平成 18	22	技師	春山直人
平成 6	12	主任	須永哲央	平成 19	22	技師	冲山毅
平成 18	20	主任		平成 20	22	技師	塚原俊明
平成 13	20	技師	大島正稔	平成 20	22	技師	後藤晶子
平成 14	14	部長	合田健二	平成 20	22	技師	鈴木隆浩
平成 19	20	次長		平成 20	22	主任研究員	高山敏之
平成 16	20	主事	櫻井まどか	平成 20	22	部長補佐	清水孝夫
平成 17	20	部長補佐	小口健一	平成 21	22	技師	安達瞳
平成 17	20	主任	清野幸代	平成 21	22	主任技術員	中田幸広
平成 17	20	主任研究員	増渕仁一	昭和 55	平成 23	主任技術員	増渕清一
平成 17	20	主任	松本紀子	平成 6	23	主任技術員	徳原裕幸
平成 8	10	主任	吉成強	平成 5	23	技術員	館沼伸一
平成 18	20	主任研究員		平成 8	14	主任	薄井雅夫
平成 19	20	場長	関一男	平成 23	23	主任研究員	
平成 3	21	主任研究員	小林俊一	平成 8	23	技術員	加藤守
昭和 56	平成 21	主任技術員	山口修司	平成 13	23	技術員	宮下正春
平成 8	11	技師	松井丈	平成 14	23	技術員	手塚俊和
平成 19	21	主任研究員	齋藤匡彦	平成 16	23	主任研究員	福田充
平成 14	21	技師		平成 17	23	技師	竹澤雅子
平成 2	8	主任研究員	高橋建夫	平成 18	23	主任研究員	吉田剛
平成 16	21	特別研究員	渡邊浩久	平成 18	23	技師	森島正二
平成 16	21	主任研究員	松本佳浩	平成 18	23	技師	中山恵
平成 17	21	技師	杉山直美	平成 19	23	主任	根岸直人
平成 17	21	技師	廣瀬文恵	平成 19	23	技師	坂本あすか
平成 18	21	主事	吉田啓紀	平成 19	23	技師	半田有宏
平成 18	21	技師	篠崎敦	平成 19	23	主任技術員	大橋一雄
平成 18	21	技師	直井昌彦	平成 20	23	補佐兼管理課長	高根沢公喜
平成 18	21	農場長	橘建二	平成 20	23	係長	荒山順子
平成 19	21	主任研究員	青木敦隆	平成 20	23	主任研究員	樋山宏幸
平成 20	21	次長兼管理部長	石川徹夫	平成 20	23	主任	川嶋寛子
平成 21	21	場長	鈴木芳博	平成 20	23	技師	永島麻美
昭和 52	平成 8	主任研究員	室井栄一	平成 21	23	部長	前波健二郎
平成 16	19	企画情報室長		平成 21	23	特別研究員	植木一博
平成 21	22	次長	若榊淳	平成 22	23	次長兼管理部長	石毛正純
平成 5	22	技術員		平成 7	9	技師	鈴木康夫
平成 2	9	技師	五月女恭子				
平成 19	22	主任研究員					

附2 職員名簿

転入	転出	職名	氏名
平成 22	24	主任研究員	
昭和 47	平成 21	主任	野沢清一
平成 24	24	原種生産業務嘱託	
平成 9	11	主任	半田睦夫
平成 22	24	特研(経技兼務)	
平成 9	17	主任研究員	稲葉幸雄
平成 21	24	特別研究員	
平成 14	24	主任	小山田浩一
平成 18	24	技師	飯田貴子
平成 19	24	主査	石川幸一
平成 19	24	技師	松島雄大
平成 20	24	技師	吉泉裕基
平成 21	24	副主幹	高山光生
平成 21	24	主任	横山尚子
平成 21	24	特別研究員	三坂猛
平成 21(再)	24	主任研究員	世取山守
平成 21	24	技師	稲見明奈
平成 22	24	場長	鈴木崇之
平成 22	24	主事	秋元祐亮
平成 22	24	主任	奥野祐子
平成 22	24	農場長	相吉澤秀夫
平成 23	24	主任研究員	米倉禎都志
平成 24	24	主任技能技師	武井昌彦
平成 24(代)	24	技師	麦倉秀明
平成 24(代)	24	技師	監物瑛
平成 24	24	技査	笹沼修二
昭和 45	平成 21	主任技術員	石川欣作
平成 24	25	原種生産業務嘱託	
昭和 60	平成 24	主任研究員	石川成寿
平成 25(再)	25	主任研究員	
昭和 43	平成 25	技査	高嶋一三
昭和 63	平成 15	技師	五月女敏範
平成 19	25	主任研究員	
昭和 62	平成 11	主任研究員	植木正明
平成 18	25	特別研究員	
平成 10	15	技師	中澤佳子
平成 19	25	主任	
平成 11	15	主任研究員	鈴木聡
平成 18	25	特別研究員	
平成 13	16	特別研究員	伊藤浩
平成 20	25	次長兼研究開発部長	
平成 15	25	特別研究員	中山喜一
平成 17	25	技師	上岡啓之
平成 18	25	主任	須藤貴子
平成 19	25	技師	松本知美
平成 19	25	技師	永島宏慧
平成 20	25	主任	木野本真沙江
平成 21	25	主任研究員	渡辺強
平成 24	25	次長	毛塚恒雄
平成 24	25	部長補佐兼課長	青柳昭
平成 24	25	主任	嘉島芳井
平成 24	25	特別研究員	大森貴寿

転入	転出	職名	氏名
平成 25	25	副主幹	大房茂雄
平成 25(代)	25	技師	寺村好司
平成 3	9	技師	石井康夫
平成 25		主任研究員	
平成 7	7	主任	星一好
平成 22		特別研究員	
昭和 62	平成 21	主任	大谷和彦
平成 26		研究統括監	
平成 7	17	主任研究員	伊澤由行
平成 25		特別研究員	
昭和 60	平成	技術員	大橋和男
平成 1		技査	青木武志
平成 3		技査	柴田知生
昭和 50	平成 25	技査	大塚孝
平成 26(再)		主任技術員	
平成 4	9	技師	堀江收一
平成 26		主任研究員	
平成 5	10	技師	石下康仁
平成 23		主任研究員	
昭和 50	平成	主任技術員	上野栄一
平成 5		技術員	堀井和己
平成 7	11	主任	家中容子
平成 24		主任研究員	
平成 5		技術員	鈴木恭子
平成 4		主任技術員	大貫悟
平成 2	16	主任研究員	宮崎成生
平成 22		主任研究員	
平成 5	16	主任	森聖二
平成 25		主任研究員	
昭和 57	平成	技術員	齋藤芳彦
平成 5	12	技師	生井潔
平成 15		主任研究員	
平成 3	8	主任	
平成 12	17	主任研究員	菊池清人
平成 24		副主幹	
平成 7	13	技師	小玉雅晴
平成 21		主任研究員	
昭和 56	平成 25	主任技術員	石川武
平成 26(再)		主任技術員	
平成 1	7	主任	
平成 10	16	主任研究員	石原良行
平成 25		研究統括監	
昭和 56	平成	技査	稲葉正雄
平成 8	14	技師	山口昌宏
平成 18		主任	
平成 8	16	技師	関和孝博
平成 25		主任研究員	
平成 9		技術員	田中良張
平成 9	18	技師	若槻睦子
平成 23		主任研究員	
平成 9	19	技師	畠山昭嗣
平成 26		主任研究員	
平成 10	14	技師	出口美里
平成 23		主任	
平成 10	20	主任	大島一則
平成 25		部長補佐兼室長	
平成 10	20	特別研究員	亀和田國彦
平成 26		研究統括監	
平成 10	14	技師	廣澤美幸
平成 23		主任	

附2 職員名簿

転入	転出	職名	氏名	転入	転出	職名	氏名
平成 10		主任技術員	阿久津操	平成 23		技査	湯田利夫
平成 10		主任技術員	星野洋子	平成 23		主任技術員	高野浩
平成 10	13	技師	重野貴	平成 23		技師	小林誠
平成 19		主任研究員		平成 23		主任技術員	鈴木和吉
平成 11	15	技師	羽石重忠	平成 23		技査	石川昭男
平成 24		主任研究員		平成 23		主任技術員	加藤良克
平成 11	17	技師	鷺尾一広	平成 23		技査	松本芳一
平成 26		主任研究員		平成 23		技査	松本芳一
平成 11	15	主任研究員	伊村務	平成 24		副主幹	菊地智子
平成 24		部長補佐兼室長		平成 24		主任	長谷川尚子
平成 12	17	技師	青木雅子	平成 24		技師	大山亮
平成 26		主任研究員		平成 24		技査	阪井伸吉
平成 12	19	技師	田崎公久	平成 24		主任技術員	高橋聡
平成 25		主任研究員		平成 24		主任研究員	高野あけみ
平成 12	17	技師	糸川晃伸	平成 24		技師	北原智史
平成 23		主任		平成 24		技師	青木久美
平成 12	14	主任研究員	深澤郁男	平成 24		技師	八木沢律子
平成 22		所長兼栃木分場長		平成 24		主査	田上弘美
平成 12		主任技術員	浅川利子	平成 24		主任研究員	大橋隆
平成 13	18	技師	青沼伸一	平成 24		技査	壁田幸雄
平成 22		主任		平成 24		主任技術員	野中英昭
平成 13	21	主任	高野純一	平成 24		主任技術員	鶴見昌之
平成 26		主任研究員		平成 25		場長	安納義雄
平成 13	18	主任研究員	加藤常夫	平成 25		係長	高橋敦子
平成 25		特別研究員		平成 25		主事	仲山竜央
平成 13	17	技師	山城都	平成 25		主任技能技術員	市川元紀
平成 22		主任		平成 3	11	主任	鈴木智久
平成 14	17	技師	新井申	平成 25		主任研究員	鈴木智久
平成 26		主任		平成 25 (代)		技師	藤田悠介
平成 14	19	技師	大森雅子	平成 25 (代)		技師	鈴木未来
平成 25		主任		平成 6	9	技師	大橋幸雄
平成 14	22	主任室長	大谷義夫	平成 25		特別研究員	池崎誠二
平成 25		主任		平成 25		主幹兼農場長	森川智行
平成 14	17	技師	鈴木恵美子	平成 25		主任技術員	森川智行
平成 22		主任		平成 26		次長兼管理部長	萩原則夫
平成 14		技師	癸生川真也	平成 26		部長補佐兼管理課長	手塚紀夫
平成 16	23	技師	飯村一成	平成 26		主事	大島大地
平成 26		主任		平成 26		技師	菅谷和音
平成 17		技師	白間香里	平成 26 (代)		技師	斉藤哲哉
平成 17		技師	大関美香	平成 26		技師	田邊雄太
平成 19		主任技術員	田村茂子	平成 26		技師	岡田香織
平成 19		技師	伊藤比英子	平成 26 (代)		技師	藤本里美
平成 20		技師	西村浩志	平成 26		技師	関口雅史
平成 20		技師	和氣貴光	平成 26		技師	櫻岡良平
平成 20		技師	小林泰弘				
平成 20		主任技術員	小田切晃司				
平成 22		主任研究員	大野恭子				
平成 22		技師	太田陽子				
平成 22		技師	中西達郎				
平成 23		係長	青井順子				
平成 23		主任研究員	秋山俊明				
平成 23		主任技術員	茂田実				
平成 23		技師	菊地聡				
平成 23		技師	佐藤隆二				
平成 23		技師	櫛渕康平				
平成 23		技師	植竹史				

附3 現在の職員



写真 F-3-1 管理部

後列 左から手塚紀夫、君島 守、中山竜央  
前列 左から、石塚利雄、大崎朋子、萩原則夫、高橋敦子、大島大地、



写真 F-3-2 研究開発部スタッフ(本部)

左から、長谷川尚子、亀和田國彦、岩崎浩美、深澤郁男、大谷和彦、石井康夫  
右側 高橋和子





写真 F-3-3 水稲研究室, 麦類研究室および作物チーム技術員

後列 左から, 新井 申, 石川 武, 伊澤由行, 高野 浩, 市川 武  
 中列 左から, 阪井伸吉, 糸川晃伸, 新井友輔, 大山 亮, 山口昌宏, 関和孝博, 壁田幸雄  
 前列 左から, 大関美香, 家中容子, 柴田知生, 星 一好, 加藤常夫, 木村 守, 菅谷和音



写真 F-3-4 野菜研究室, 果樹研究室, 花き研究室および園芸チーム技術員

後列 左から, 鷺尾一広, 羽石重忠, 佐藤隆二, 石下康仁, 櫛渕康平, 堀江收一, 大貫 悟, 小玉雅晴, 湯田利夫, 田島嘉存, 板谷和城, 船山卓也,  
 中列 左から, 北原智史, 田邊雄太, 小田切晃司, 青木雅子, 高崎恭子, 高野あけみ  
 前列 左から, 浅川利子, 渡辺 強, 大島一則, 齋藤彦彦, 大谷義夫, 石川昭男  
 右側 西川 史



写真 F-3-5 生物工学研究室, 病理昆虫研究室, 土壌環境研究室および分析チーム技術員

後列 左から、関口雅史, 人見良実, 蜂巢恒平, 大谷寿一, 大島正念, 櫻岡良平, 小林 誠, 西村浩志, 癸生川真也,  
高橋怜子, 岡田香織, 田村茂子  
中列 左から, 出口美里, 野崎律子, 星野洋子, 阿久津操, 鈴木恵美子, 阿久津翠, 山城 都  
前列 左から, 田崎公久, 高野純一, 生井 潔, 福田 充, 宮崎成生, 若樹睦子  
右側 上から, 廣澤美幸, 中西陽子



写真 F-3-6 いちご研究所

後列 左から, 飯村一成, 小林泰弘, 鈴木和吉, 田上弘美, 稲葉正雄, 鶴見理沙, 大森雅子, 中西達郎  
前列 左から, 堀井数己, 大橋 隆, 石原良行, 大橋幸雄, 畠山昭嗣



写真 F-3-7 原種農場(高根沢)

左から、高橋 聡、加藤良克、大橋和男、黒崎俊明、森川智行、田中良張



写真 F-3-8 原種農場(栃木農場)

左から、松本芳一、秋山俊明、上野栄一、鶴見昌之、大塚 孝



写真 F-3-9 原種農場(黒磯)

左から、茂田 実、野中英昭、青木武志

付3 編集委員会構成員

委員	平成25年度	平成26年度	平成27年度
委員長	安納義雄	安納義雄	小瀧勝久
副委員長	毛塚恒雄	萩原則夫	萩原則夫
	伊藤浩	深澤郁男	深澤郁男
	中山喜一	亀和田國彦	亀和田國彦
	石原良行	大谷和彦	大谷和彦
	深澤郁男	石原良行	石原良行
	池崎誠二	池崎誠二	黒崎俊明
委員	青柳昭	手塚紀夫	手塚紀夫
	星一好	星一好	星一好
	五月女敏範	加藤常夫	加藤常夫
	大島一則	大島一則	大島一則
	大谷義夫	大谷義夫	大谷義夫
	渡辺強	渡辺強	渡辺強
	生井潔	生井潔	生井潔
	伊村務	伊村務	福田充
	鈴木聡	宮崎成生	宮崎成生
	大森貴寿	大橋幸雄	大橋幸雄
	植木正明	大橋隆	大橋隆
事務局員	大房茂雄	菊地智子	石塚利雄
	菊地智子	青井順子	高橋敦子
	青井順子	高橋敦子	大崎朋子
	高橋敦子	仲山竜央	君島守
	仲山竜央	大島大地	仲山竜央
	石井康夫	石井康夫	大島大地
	大野恭子	大野恭子	石井康夫
	長谷川尚子	長谷川尚子	長谷川尚子
			高橋和子
			岩崎浩美

本史は、平成7年に刊行された100年史である「栃木県農業試験場100年のあゆみ」発行後18年が経過した、平成25年秋頃に企画された。12月の運営会議で作成委員会の設置が発議され、運営会議後、早速、第1回の作成委員会が開かれた。平成27年11月の発行を目指し、平成6年度から25年度までの20年間の試験成果等をまとめて後世に残すため編纂することとなった。平成26年2月の第3回作成委員会では、目次や執筆分担、書式等が決定された。本史の基本は記録を残すこととし、記録の中心となる「第2章 試験研究及び各種事業の業績」は各研究室で執筆し、各10ページ以内、全体で120～130ページ程度といったおおまかな構想で進められた。

平成26年10月とされた初稿提出期限には、なかなか原稿が集まらない状況であったが、問題はそれよりも、内容のばらつきであった。書式は、100年史を踏襲することとし作成イメージも示したが、「基本は記録」で「手を余り掛けない」で作成するという了解もあった。このため、成果集の写しというもので現れた。また、ページ数も当初の2倍以上の300ページに膨らんだ。第2章が1.5倍程度になったほか、「第3章の成果の発表等」だけで70ページを超える分量になった。ゼロ予算が前提とされていたため、実際の段階になると印刷の目処が立たない状況となった。平成27年の3月、ここに至って、企画部会で対応を検討することとなった。内容のばらつきの問題は、「記録」の基本に立ち返り、多少「手間を掛け」ても、100年史と同様に各節の冒頭にこの20年間の研究の大きな流れを総括して記載してもらうこととした。研報や成果集、業務年報は記録として100年後でも残るが、その研究が必要とされた研究当時の雰囲気は20、30年後には忘れ去られてしまう。すでにこの20年間の研究の流れを書き残すことは大変骨の折れる作業であったと思う。20年というのは、執筆の中心となった室長達が体験し記憶している限界で、それほど長い期間であると改めて考えさせられた。また、各項目の冒頭にも研究の背景や成果を総括してもらい、研究内容についても単年度成績や成果集のコピペでは無く、研究の構成と流れを考慮し、背景、目的を含めて再構成してもらうこととした。これらの提案を行って開かれた平成27年4月の作成委員会は紛糾したが、なんとか委員（執筆者の中心でもある室長達）に了解してもらい第2稿の作成に入った。

こうして進められた修正稿が揃い、10月には編集作業に入った。研報等の編集委員会のメンバーでそれぞれ第2章を読み、全体の統一を図るため記載方法等の打合せを行った上、委員で分担して最終校正を行うこととした。当初発行予定の11月を過ぎて、校正が終了したのは2月末であった。原稿を印刷に回すための編集作業は、全てK氏に頼った。膨大な労力と時間を要する作業で、編集作業中、常に頭の下がる思いであった。印刷配布については、インターネット時代を考慮して、基本的にホームページにアップすることとしたが、印刷物での要望もあったことから、OB等からの希望部数と最小部数の関係機関配布用に印刷を行うこととした。データファイル原稿の校正無し一発印刷で格安な印刷の体裁となったことを御了解願いたい。

最後に、農試の思い出などをコラムとして執筆頂いたOBの方々に感謝申し上げるとともに、執筆方針の変更など企画部会のぶれのなか原稿を執筆された場職員、そして最後まで質の向上に努められた編集委員及び事務局担当者各位の献身的な努力に謝意を表す。I.F



---

栃木県農業試験場 120 年史

---

発行者 栃木県農業試験場

発行日 平成 28 年 3 月 10 日

編集 「栃木県農業試験場 120 年史」編集委員会

〒320-0002 宇都宮市瓦谷町 1080

Phone 028-665-1241

印刷所 鈴木印刷株式会社

〒321-0901 宇都宮市平出町 3751-11

Phone 028-660-3555

---