

## 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種開発、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、新品種開発を行った。

#### 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た「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期的な需要があるが、「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

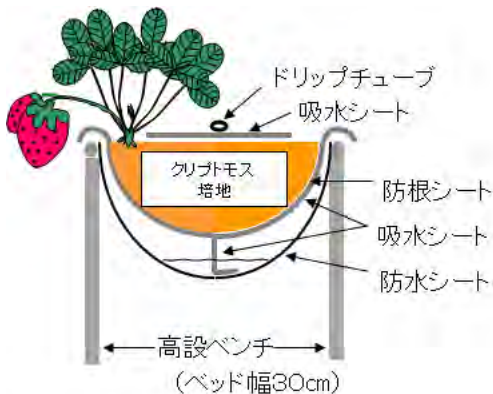


図2-4-1 栃木県農業試験場栃木分場開発のイチゴ閉鎖型養液栽培システム

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 2.0 g と SL140 日タイプ 5.5 g 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はなく、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)