

## 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立した。(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、孢子発芽試験、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

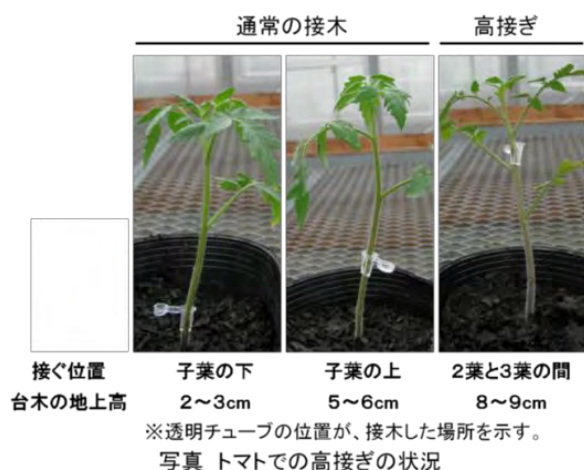


図 2-9-1 トマト青枯病に対する高接木栽培

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ロイド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て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