

研究・活動紹介

## 私の教育研究の歩み

多々良 明夫 (静岡県立農林環境専門職大学 生産環境経営学部)

私は幼少の頃から昆虫に惹かれ、小学校の頃から昆虫採集を始めた。高等学校では生物部に所属し、昆虫の実験ごときも行ない、将来は昆虫学者になりたいと思っていた。大学卒業後は試験場の研究者を目指し、静岡県に農業職として就職した。農業職は研究だけでなく、生産者を指導する農業改良普及員(現在の普及指導員)、行政事務と大きく分けて3つの仕事があるが、幸い公務員人生で半分以上の期間を研究で過ごすことが出来、その後大学で職を得ることが出来た。ここでは大学の学生時代を皮切りに、今まで行った主な教育研究を紹介する。

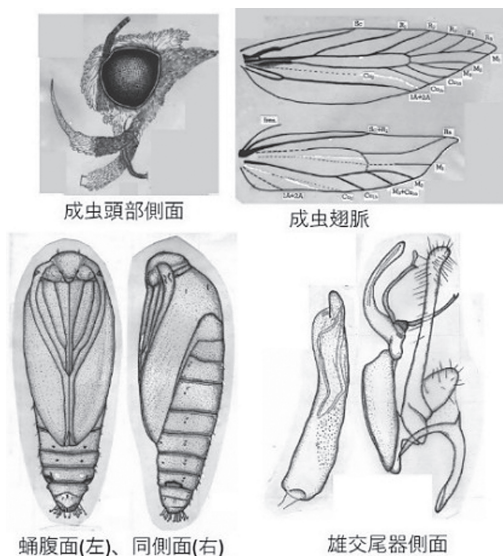
### I. 大阪府立大学農学部

最初の研究らしきことは大学の卒業研究である。1976年3年生で大阪府立大学農学部農業昆虫学研究室に入り、森内茂先生の指導の下、セジロチビキバガ (*Evippe syrichtis*) の生活史に関する研究を行った。本種はキバガ科に属する開張7~9mmの微小な蛾で、ウメやモモなどのサクラ科サクラ属の葉を綴って食べる。生態はほとんどわかって

いなかった。幼虫、蛹の新記載と成虫の再記載を行うと共に(第1図)、大阪では4月中旬に越冬世代の成虫が現れ、10月上旬まで4~5回発生すること、落葉した葉の中に隠れ蛹で越冬すること、幼虫の加害習性などの新知見を明らかにした。これらの成果を発表する機会はなかったが、講談社から出版された「日本産蛾類大図鑑」における本種の解説の中で森内先生が紹介して下さった。

### II. 静岡県柑橘試験場病害虫研究室

静岡県採用後の4年間は果樹担当の農業改良普及員として働いた。果樹担当は偶然だったが、その縁で5年目の1983年に当時の清水市駒越(現在静岡市清水区)にあった静岡県柑橘試験場(現果樹研究センター)病害虫研究室に異動となった。当時、農林水産省は天敵の増殖配付事業を行っており、静岡県はイセリヤカイガラムシ (*Icerya purchasi*) の天敵であるベダリアテントウ (*Rodolia cardinalis*, 写真1) の増殖配付を担当していた。ベダリアテントウは大成功を取めた天敵であり、1890年イセリヤカイガラムシの原産地であるオーストラリアからアメリカに導入され、その後世界各地のカンキツ園に導入された。その増殖配布は、研究室では最も若い害虫担当職



第1図 セジロチビキバガの形態



写真1 ベダリアテントウ

員が担当するのが常であり、当然のごとくそれを任せられた。毎年4月末までに日本各地から天敵配付要請の葉書が届くが、放飼適期である5月～6月に発送する必要があるため、3月に入ると県内各地に天敵の餌となるイセリヤカイガラムシの採集に出かける。例年採れるポイントや防除所からの情報を基に、時には泊まりがけで採りに行くのである。イセリヤカイガラムシを採集するとベダリアテントウも一緒に採集でき、ベダリアテントウは累代飼育する必要がない。2～3ヶ月かけて増殖し、ミカン園10aあたり100頭の幼虫をパッキングして送る。残念なことに、柑橘試験場にいた7年間私より年下の研究員は異動して来ず、異動まで担当を離れることはなかった。

当時、研究室長は西野操さん、害虫担当は古橋嘉一さん、土屋雅利さん、私を含めると虫の研究者は4人もいた。古橋さんは前年に中国から導入したヤノネカイガラムシ (*Unaspis yanonensis*) の天敵である2種のツヤコバチ科寄生蜂 (ヤノネキイロコバチ *Aphytis yanonensis*, ヤノネツヤコバチ *Physcus fulvus*) の研究を精力的に行っていた。私は古橋さんの仕事を手伝いながら、ヤノネツヤコバチの生態に関して研究を行った。本種は受精しないとオスが生じる産雄性単為生殖を行い、しかもオスはメスに寄生する同胞寄生、性比は1対1であることを明らかにした。このカンキツの大害虫であったヤノネカイガラムシの導入天敵による防除は、ベダリアテントウ以来の大成功を収め、日本の伝統的生物的防除の歴史に残る快挙となった。

1984年に土屋さんが異動となり、彼が担当していたチャノキイロアザミウマ (*Scirtothrips dorsalis*) の研究を引き継いだ。本種は1mm程度と微少な虫だが、カンキツでは1970年代から害虫として問題になり始め、果実の表面に傷をつけて商品価値を低下させるため(写真2)、瞬く間に全国の柑橘産地で重要害虫となった害虫である。本種は名前の通り、チャでの密度が高く、温州みかん園では密度が低いことが知られていた。実際にどの程度増殖しているか、本種が地表面で蛹になることを利用して、羽化してくる個体を捕らえる地表面トラップを温州みかん園、チャ園とナシ園に設置した。その結果、トラップによる捕獲頭数はチャやナシ園より温州みかん園が極めて少なかった。また、チャと温州みかん、さらにはみか

ん園の防風林に用いるサンゴジュの葉を餌にして雌を飼育すると、チャやサンゴジュでは1ヶ月近く生存するのに対し、温州みかんでは4日程度で死亡し、産卵数も少なかった。すなわち、本種にとって温州みかんは好適な食べ物ではなかったのである。

では、なぜ密度が低いのに被害が問題となるのか。温州みかんの幼果に2齢幼虫と雌成虫を5頭接種し、5日後に被害を観察した。雌成虫では全体的に果皮がかすり状になる被害が生じ、幼虫では容器が果実に接した部分に被害が集中した。チャノキイロアザミウマはアザミウマの中でも小さい方で、口器の長さが10 $\mu$ mしかなく、表皮細胞しか加害出来ない。そのため、5日間という短い期間でも果実の表皮細胞を広く吸汁し、その内側の細胞が肥大するとかすり状の被害となって現れるのである。では、なぜ好きではない温州みかんに来るのだろうか。地上3.5mに仕掛けた黄色粘着トラップに本種が捕獲されることがわかった。飛翔能力が低い微小害虫がそのような高さで捕獲されるということは、風を利用して移動している可能性があり、いつも好きなところに降りることが出来るわけではない。特に、チャ園が近くにある温州みかん園の被害が大ききことから、偶発的に温州みかん園に運ばれてきたと考えられた。

温州みかん園に天敵はいないのだろうか。ハダニ類の天敵であるニセラーゴカブリダニ (*Amblyseius eharai*) がみかん園にいることが知られている。この天敵がチャノキイロアザミウマを食べることは確認できたが、無防除ほ場における本種と天敵類を4年間調査した結果、ニセラー

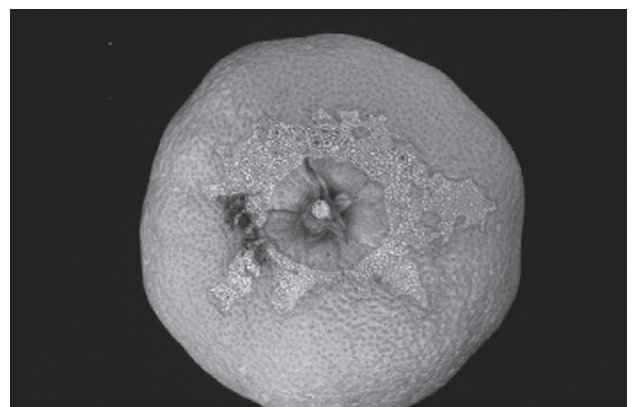


写真2 チャノキイロアザミウマによる  
ウンシュウミカンの被害

ゴカブリダニの密度変動はミカンハダニ (*Panonychus citri*) に依存しており、アザミウマの天敵として知られているヒメハナカメムシの一種 (*Orius* sp.) やアザミウマヒメコバチ類 (*Thripoctenus* spp.) は少なく、土着天敵による防除は難しいと考えられた。

しかし、不思議なことに、防除回数の少ない温州みかん園ではチャノキイロアザミウマの被害が少ない傾向があった。これはどういうことだろうか。そこで、ミカンハダニと混在させたり、ミカンハダニが食べた後の葉に本種を放して歩行量を測定してみた。その結果、単独時よりも明らかに歩行量が増加したのである。これは本種が摂食場所を競合するミカンハダニを避けようとしているのではないかと考えた。とすると、多くの害虫や被害を与えない「ただの虫」がいるような防除が少ない温州みかん園で密度が低いことが納得できるのである。

また、他のアザミウマ類忌避効果が確認されている紫外線反射フィルムの効果を試験した。ほ場の70%を覆うように設置することで、農薬と同様の効果が確認できた。しかし、樹冠占有面積率 (ミカンの木が地面を覆う面積の割合) が高いと効果が低くなる。試験の結果、樹冠占有面積率が50%以下でないと農薬散布と同等の効果が得られないことが明らかとなった。

そのほか、農薬による防除のタイミングやトラップによる調査方法等も明らかにし、これらをまとめて1994年に博士の学位を取得した。

### Ⅲ. 静岡県農業試験場病害虫部発生予察研究室

柑橘試験場に7年もいると、このままずっといいのかと思いついていたら、1990年に異動となってしまった。発生予察研究室は当時県内5箇所にあった病害虫防除所を束ねる研究室で、異動した年は病理が専門の牧野秋雄さんが室長だった。2年目は太田光輝さんが室長となる。病理一人、虫一人、農薬残留分析一人といった3人の研究室だった。害虫研究室の池田二三高さんが私のために研究課題を用意してくれていた。当時害虫研究室では「イチゴ栽培における総合害虫管理技術」という研究に取り組んでおり、その内のハダニ類を担当することだった。1990年当時イチゴの品

種は‘宝交早生’から‘女峰’に変わりつつあり、重要害虫であるハダニ類の発生に対する品種特性を調べる必要があった。‘宝交早生’は‘女峰’よりハダニ類の被害が問題となっていた。しかし、両品種の無防除ほ場におけるハダニの増殖率に差はなく、実験室内での産卵数や生育日数、死亡率も両品種間に差はなかった。‘宝交早生’は‘女峰’よりも葉が横に開いている。ハダニ類は葉裏に生息するため、農薬の付着状況を調べると、明らかに‘宝交早生’の方が付着率が低く、ハダニ類の多発生はこのことが原因と考えられた。しかし、‘女峰’に変わっても相変わらず現場ではハダニ類の被害が多かった。そこで、県内13ほ場からハダニ類を採取し、主要農薬の感受性を調べると当時よく使われていた農薬は、ほとんどのほ場で感受性が低下していた。また、当時はアブラムシ類の防除に合成ピレスロイド剤を使用しており、他の作物と同様、イチゴでも合成ピレスロイド剤がハダニの天敵の発生を長期間抑制し、ハダニのリサージェンス (異常増殖) を起こすことが明らかになった。すなわち、防除効率のよい‘女峰’に変わっても、薬剤抵抗性と合成ピレスロイド剤によるリサージェンスのため、ハダニ類の被害が問題となっていたのである。イチゴのハダニの調査は毎週1,000枚以上の葉にいるハダニを座りながら調査した。毎回、調査中は、いつかは終わると思いつつながらハダニを数えたものである。

2年目の年から農林水産省の「花き類病害虫発生予察実験事業」が始まり、静岡県はシバを担当することになった。シバツトガ (*Parapediasia teterrella*)、スジキリヨトウ (*Spodoptera depravata*)、コガネムシ類の県内における発生状況を調査すると同時に、スジキリヨトウの温度別産卵数を調べた。26℃では雌成虫の寿命は約12日、産卵数は平均で約1,000卵だった。

通常、試験研究機関での異動は激しくなかったが、どういうわけか、2年で異動となってしまった。

### Ⅳ. 静岡県西部病害虫防除所

静岡県の防除所は1996年1箇所統合されたが、異動した1992年当時は県下に5箇所防除所があった。私は旧浜松市や旧引佐郡などを管轄する西部病害虫防除所に配属された。実働職員は二人で、独立事務所ではなく西部農林事務所農産園芸課の

中に置かれていた。防除所の職員は研究職であり、発生予察事業の傍ら、発生予察に関する研究を行うことになっていた。研究内容は自分で決めてよく、その点では自由な研究環境であった。古木孝典さんが同僚であり、発生予察は分担して、研究は一緒に行うことが多かった。

マメハモグリバエ (*Liriomyza trifolii*) は1990年に浜松において日本で最初に発見された体長2mmほどの海外からの侵入害虫で、キク、ガーベラなどの花き類、トマトやセルリーなどの野菜類で大発生し、多くの農薬に感受性が低いことから、大害虫となっていた。また、研究も進んでいなかったこともあり、この害虫を対象にいくつか研究を行った。その内の一つが天敵寄生蜂による防除試験である。用いた天敵はオランダ・コパート社のMINEXというハモグリコマユバチ (*Dacnusa sibirica*) とハモグリヒメコバチ (*Diglyphus isaea*) の2種類を混合した製剤である。オランダから商社である(株)トーマンを通じて輸入した商品で、この天敵製剤の試験はおそらく日本でもかなり早い時期に行なった試験ではないかと思う。天敵の事業を行っていたトーマンの和田哲夫さんとは1988年カナダ・バンクーバーで行われた国際昆虫学会に出席した後、視察で訪れたサンフランシスコでお世話になった縁でこの試験を行うことが出来た。しかし、この試験はうまくいかなかった。他の害虫のために散布した農薬の天敵に対する影響期間を調べた結果、これらの農薬は散布後2ヶ月以上経過してもすべての天敵寄生蜂を殺してしまう影響があったからである。

1990年に日本に侵入したミカンキイロアザミウマ (*Frankliniella occidentalis*) が1992年6月に浜松で発見された。キク、バラ、ガーベラ、イチゴ、ブドウ、ハウスミカンに薬剤抵抗性を身につけた強者が侵入し、現場は大混乱となった。天敵の研究も面白かったが、アザミウマに興味があったことと、現場の要請が強かったことから、研究はこの害虫にシフトした。本種は早春から晩秋まで活動し、成虫で越冬すること。合成ピレスロイド剤よりも有機リン剤、ランネート水和剤などの古い農薬の効果が高いこと、青色の粘着トラップによく捕獲されること、施設栽培ではアルミ蒸着フィルムを混紡したネットをハウスの側窓に設置することにより侵入を低減する効果があることを

明らかにした。

浜名湖周辺にはキク栽培が多く、冬は親株として無防除で放置してある。秋から花が咲き、その中で本種が多数越冬していることを確認した。そこで、地域と協力し、越冬虫を一掃する地域防除を行うことにした。1キクの親株は最小限、2親株の花の摘み取り、3ハウスや親株周囲の雑草の除去、4親株等を対象とした冬季農薬防除。これらを広範囲で行った結果、熱心に行った地域ほど春先の密度の低いことが明らかになった。この地域防除は地域の協力なくして出来なかったが、生産者に積極的な実施を促してくれたのはJAの古参技術員だった。技術に自信があるせいか、異動当初は話すすら聞いてもらえなかったが、熱心に研究を行っている姿を見てくれて、最後には強力な協力者となった。一生懸命やることがいかに重要か、再認識した次第である。

## V. 静岡県茶業試験場病害虫研究室

静岡県の病害虫関係者では県にある3つの試験場をすべて経験した人をグランドスラマーと呼んでいた。1995年茶業試験場病害虫研究室へ異動し、3人目のグランドスラマーになった。後に病害虫の専門技術員となり、防除所も経験していたことで自ら大グランドスラマーと称していた。役職は主任研究員であったが、研究室で最年長であったため、内部的には室長として扱われた。室員は害虫担当の小杉由紀夫さんと病害担当の西島卓也さん、二人とも経験豊富で頼もしい布陣だった。

この頃静岡県の茶栽培ではクワシロカイガラムシ (*Pseudaulacaspis pentagona*) が大発生し、大問題となっていた。過去もしばしば多発生していた害虫であるが、1994年から96年にかけては全国的に過去最大の発生となったのである。本種は茶樹の枝や幹に付着し、樹液を吸汁する。密度が高くなると茶樹を枯らす害虫である。樹冠内部に生息することと、防除適期が幼虫孵化時期に限られることから、防除に苦慮していた。

防除適期をいかに把握するかを研究することにした。本種の雌は介殻の下に卵を産み、卵塊となっている。卵の50%以上が孵化した卵塊がどの程度の割合であるかという、当時防除所にいた小澤朗人さんが用いていた指標と茶樹の内部に設置した粘着トラップに捕獲される1齢幼虫の数を関

連付けて簡易的な指標にすることとした。2年間の研究により、50%孵化卵塊率では60~90%、粘着トラップでは捕獲ピークから2~5日後が防除適期ということを明らかにした。

お茶の研究機関は数が少なく、害虫関係の会議では必然的に栽培面積の多い県の発言力が強かった。そのため、研究の方向や試験のやり方などを国立野菜・茶業試験場害虫研究室長の河合章さん、鹿児島県茶業試験場病害虫研究室長の神寄保成さんと私の3人でリードすることが出来、非常に充実感があつた。

研究ではないが、この期間大きな変更を伴う決断を試験場、静岡県として行った。当時健康のために製茶を自ら粉にして食べることがはやりつつあつた。ところが、茶農薬の残留基準値は、抹茶には茶葉中に含まれる農薬残留量を、煎茶等煎じて飲むお茶には煎じた茶中の農薬残留量と二本立てとなつていた。当然、前者の方が残留量が多い。そこで、茶が持つ健康イメージを損なわないよう、静岡県では1996年から農薬残留量を茶葉に含まれる量に一本化する指導を行うこととした。このようなことは本来国が行うことであるが、大産地である静岡県が率先して行ったのである。茶葉の基準値にすると言うことは、摘採前の使用期間が長くなり、農薬によっては冬しか使えなくなってしまう。当然、農薬メーカーなどの反発が強かつた。同時に国にとっても面白くないことだらう、というのも、農薬残留値を煎じた茶に含まれる量へと国に要望したのは静岡県だったからだ。しかしながら、この変更は多くの県が追随し、国も1996年6月に茶の農薬残留基準値の一本化を方針として掲げたのである。茶業試験場も2年で異動となつてしまった。

## VI. 静岡県農業試験場土着天敵プロジェクト

茶業試験場を異動した後は農業試験場普及課で病害虫の専門技術員を3年、県庁農業振興室で普及方法の専門技術員を4年と農業改良普及員の指導を行う職にいた。2004年ようやく農業試験場に戻るも所属は企画経営部で企画の仕事だった。翌年8年ぶりに虫の仕事に戻ることになる。

農業試験場には私が企画経営部に異動した年に始まった専任型プロジェクトである「土着天敵プロジェクト」があつた。そのリーダーが大学に転

出することになり、私が後任となつたのだ。研究の目的は静岡県の主要農産物であるトマト、チャそしてミカンについて、土着天敵を活用した防除体系を創出することである。ミカンの担当研究員は片山晴喜さん、チャは金子修治さん、それぞれ、茶業試験場と柑橘試験場に駐在して研究を行つていた。私はプロジェクトリーダーとして農業試験場において、プロジェクト研究の指揮を取りつつ、土井誠さんとトマトを対象に研究を行った。

トマトの主要害虫はハモグリバエ類とコナジラミ類である。前者はマメハモグリバエとトマトハモグリバエ (*Liriomyza sativae*)、後者はオンシツコナジラミ (*Trialetrodes vaporariorum*) とタバココナジラミ (*Bemisia tabaci*) であり、驚くことに4種すべて海外からの侵入害虫である。この内、ハモグリバエ類には土着の寄生蜂が数多く知られている。そこで、県内各地のトマトとエンドウを加害するハモグリバエ類に寄生する寄生蜂を調べたところ、共通する寄生蜂が多く、その種構成も県内各地で大きな違いは無かつた。エンドウを加害するのはナモグリバエ (*Chromatomyia horticola*) であり、この種はトマトを加害しないため、エンドウを利用して天敵を確保することにした。トマトの様々な作型に対応するため、寄生蜂を使用する時期別の播種時期を明らかにした。例えば、抑制栽培では6月から7月に寄生蜂を放飼したい。必要な寄生蜂の数を確保するためには5月上旬にエンドウを播種すればよい、といった具合である。また、寄生蜂の数は季節変動があるため、必要な寄生蜂数を確保するために時期別のエンドウ株投入量も明らかにした。ただ、寄生蜂の数は春先に最も多い。そこで、春先のエンドウ株をポリ袋に入れて冷蔵庫に入れると、4ヶ月後でも14%の寄生蜂が生き残つた。寄生蜂の数は夏少ないことから、トマトの抑制栽培には春先のエンドウ株を冷蔵する方法が良いと考えられた。

コナジラミ類には有力な土着天敵がないことと、タバココナジラミが黄化葉巻病のウイルスを媒介することから、育苗期からタバココナジラミを極低密度に抑制する必要があるため、市販の天敵や農薬を使用することとした。他の病害虫の防除に使用する農薬は土着天敵に影響があつてはならない。そこで、殺虫剤、殺菌剤計42種類の寄生蜂に対する影響を調べ、土着天敵を活用した防除体

系で使用できる農薬11剤と殺菌剤12剤を選抜した。また、トマトの育苗時に粒剤で害虫を抑制することが一般的である。寄生蜂は一般的に害虫よりも農薬に弱い。そこで、5種類の粒剤の寄生蜂に対する影響期間を調べ、影響が長期間続かない2種の粒剤を選定した。また、寄生蜂を放飼する前に発生する害虫に天敵に影響のある農薬で対処するため、散布剤の影響期間を調べ、寄生蜂の安全な放飼時期を明らかにした。これらを組み合わせた防除体系は実証試験の結果、慣行防除と同等の効果があり、経費を41%減らすことが可能となった。

カンキツではミカンハダニを土着天敵で防除する主な対象に、チャではクワシロカイガラムシを主な対象として防除体系を構築し、それぞれの防除経費は慣行の22%、50%減となった。

私が関わったプロジェクト研究は2年で終了し、2007年農林技術研究所と名称が変わった部署に害虫担当としてそのまま残ることになった。杉山恵太郎さんが同僚で、ネギアザミウマの薬剤感受性、スイゼンジナを加害するアザミウマ、シキミのフシダニ類の防除研究などに携わったが1年で異動となってしまった。

## VII. 法政大学生命科学部応用植物学科

2008年に県庁へ管理職として異動となったのを皮切りに、2010年静岡県病害虫防除所長、2011年農林技術研究所研究統括監、2013年果樹研究センター長と管理職で過ごし、自身の研究とは無縁の日々が続いた。2015年3月に静岡県を退職した後はJICAシニアボランティアとしてラオスに行くことになった。ラオスは昆虫採集で3回行ったことがあるなじみのある国であり、ビエンチャンにある国立植物防疫センターで害虫の同定法などを支援するという私にぴったりの役割だった。しかし、後ろ髪を引かれながら、1年弱で日本に引き揚げ、2016年4月法政大学に就職することになった。

法政大学では4年間在籍しただけであったが、学部生42名、修士課程の大学院生4名の指導を行った。卒業研究、修士研究は、先輩から引続いた研究もあるが、基本的にすべて異なる内容である。多くの研究成果があったが、その中でひとつの研究を紹介する。

シキミは仏花として全国各地で栽培されている。多くの産地ではシキミの葉にリング状の斑が生じ、ウイルスの関与が疑われていた(写真3)。ベクターとしてシキミに寄生するフシダニではないかと考えられていたが、確証は得られていなかった。このかねてから気になっていたことに長谷川勇介くんが大学院修士課程の研究として取り組むことになった。東京、静岡、神奈川、千葉からシキミの枝を採取したところ、3種類のフシダニが見つかった。なんとすべて新種で、一つは新属新種らしいことがわかった。まだ種の記載がされていないため、便宜上和名を付けて区別することにした。最も密度が高かったのはハリナガフシダニ科のシキミハリナガフシダニ(*Diptilomiopus* sp., 写真4)で主に葉裏に生息していた。次に多かったのがフシダニ科のシキミフシダニ(*Acaricalus* sp.)で比較的若い葉に多かった。最も少なかったのはフシダニ科のシキミフシダニ(*Eriophyidae* sp.)で葉腋、実、頂芽そして腋芽などに虫こぶを作り、



写真3 シキミのウイルスによる輪斑症状

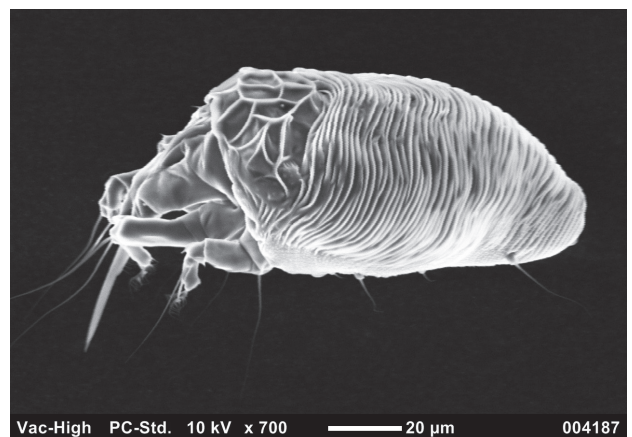


写真4 シキミハリナガフシダニ SEM画像

その中に生息していた。フシダニ科の種によるウイルスの媒介例があったことから、最初はシキミフシダニをベクターとして疑っていたが、接種試験の結果、シキミハリナガフシダニがウイルスを媒介することが明らかとなった。ハリナガフシダニ科の種がウイルスを媒介する報告は世界初である。このほか、シキミ樹内の生態、年間の発消長、温度と生育との関係について明らかにした。

他にもシソサビダニの生態、アザミウマ類の温度による体色変化、害虫であるミカンキイロアザミウマがハダニの捕食者になること、侵入害虫であるマメハモグリバエが侵入後キク品種の指向性が極めて短期間で変化したことなど多くの研究成果をあげた。

## 終わりに

様々なところで虫の研究が出来たことは、虫好きの身としては幸せであった。しかし、それ以上に感動したのは自分の研究成果が現場に普及した場面を見たときである。西部病害虫防除所で行った研究でアルミ蒸着フィルム混紡ネットがミカンキイロアザミウマに忌避効果のあることを明らかにしたが、数年後に西部地区の発源地を訪れた際、多くのハウスでアルミ蒸着フィルム混紡ネットを張ってあったのだ。研究者と言うより、技術者冥利に尽きると思ったものだ。現場相手の研究のいいところである。