

出会いに支えられた3つのエピソード ～すべては「そんなバカな！」から始まった～

竹内繁治

（高知県農業技術センター）

四国植防の特別講演という大変名誉な機会をいただいた。できることならば、多くの方が興味を持ちそうな最新のトピックを紹介し、活発な議論の呼び水としたいところであるが、自分で研究することも植防事業に直接関わることもほとんどなくなった今となつては、情けないけれど過去の遺産にすぎない。どう頑張っても退屈な思い出話にしかなりそうにないが、せめて懇親会の肴にでもなればと願ひ、これまで関わった仕事の中から3つのトピックを選び、論文には書いていないエピソードも交えながら紹介することとした。

エピソードⅠ「ナス水ほう症」

～倉田宗良氏との出会い～

高知県職員として採用され、運よく農林技術研究所病理研究室に配属となって最初に与えられた研究テーマが「ナス水ほう症の原因究明と防除対策の確立」であった。水ほう症はナスの果実表面に文字どおり水ぶくれのような小突起が多数生じ、商品価値が低下してしまう障害である。実はこの時すでに、研究室長の倉田宗良氏や私と入れ替わりに専門技術員として転出された古谷眞二博士らによって、原因は灰色かび病菌であることが明らかにされていた。灰色かび病といえば、さまざまな果菜類の果実を腐敗させる病害で、ナスでも本病による果実の腐敗が大きな問題となっていた時代だったから、同じ病原菌と宿主の組み合わせにもかかわらず、腐敗と小突起という全く異なる症状が発生するというのは、非常に興味深い現象であると同時に、にわかには信じられないことであつたに違いない。だが、研究者として全くの

駆け出しであつた当時の私には、「そんなバカな！」と思うほどの知識もなく、その発見の凄さにも気付いていなかった。

この当時の農林技術研究所は、非常に自由な雰囲気があふれており、倉田室長からは「決められた研究計画に沿った仕事さえきちんとこなしていれば、後は何をやってもかまわない」と常々言われていた。その言葉に後押しされ、殺菌剤を用いた防除や発生を助長する環境などについての試験を行うかたわら、少し踏み込んで発生のメカニズムも解明してやろうと意気込んだ。そして、灰色かび病菌の分生子を噴霧接種した場合だけでなく、病原菌の培養ろ液や市販のペクチン分解酵素を噴霧しても類似の症状が発生することを見出した。また、灰色かび病に効果のある殺菌剤の中でも、分生子発芽抑制効果の高い剤が特異的に水ほう症の発生を抑制することを見出し、水ほう症はナスの果実表面に付着した灰色かび病菌の分生子が発芽する際に分泌するペクチン分解酵素様の物質によって発生する可能性があると結論付けた（竹内・倉田，1987）。今改めて見てみると、肝心な部分が不明のままの中途半端な仕事と言わざるを得ないが、とりあえずは研究の目的も達成されているし、新人の仕事としてはまずまずと自画自賛したくなる。だがよく考えると、何もわからない新人に、一見のびのびと仕事をさせているようで、実は次々と的確な指示を与え、進むべき方向を示し、論文にまとめあげるまで導いてくれた倉田室長のお陰に他ならない。倉田室長はほどなく県庁の要職や農業技術センターの所長を歴任されることになるが、今にしてみると、病理研究室長時代の倉田氏に新米研究員として出会ったこと

が、その後の私の人生を決定づけたように思えて仕方がない。

エピソードII 「キュウリ黄化えそ病」

～亀谷満朗博士，花田薫博士，本田要八郎博士，後藤忠則博士との出会い～

ナス水ほう症の仕事が一区切りついた後，今度はピーマンモザイク病の弱毒ウイルスを作出する研究を命じられた。思うような弱毒株を得ることができず困っていた頃，幸運にも北海道農試の後藤忠則博士の下で短期の研修を受ける機会を得た。後藤博士はトマトモザイクウイルスの弱毒株L11Aの生みの親であり，弱毒ウイルス研究の第一人者として知られていたあこがれの研究者だったので，まるで有名タレントにでも会いに行くような心持ちで，春まだ浅い札幌に向かった。後藤博士からは論文には書かれていないさまざまな話をたくさん聞くことができた。残念ながらこの時の私の弱毒ウイルスは，その後抵抗性品種の登場もあり日の目を見ることはなかったが，この研修の成果は何年も先になって大いに役立つことになる。また，北農試ウイルス研究室長だった本田要八郎博士には，電子顕微鏡操作の‘いろは’を教えていただいた。記念に持ち帰ったトバモウイルスの電顕写真は，その時から病理の研究を離れるまでのおよそ20年間，お手本としていつも傍らに置いていた。

同じ年の夏，今度はつくばの農業研究センターでウイルスの同定に関する研修を受ける機会を得た。ここでは亀谷満朗博士と花田薫博士から，電子顕微鏡の操作を中心に，ウイルス同定の基本や抗血清作製技法などを学んだが，この経験がなければ，以下に記すキュウリの新病害には手も足も出なかったに違いない。

研修を終えウイルス病の診断にもある程度の自信がついてきた頃，上位の葉にはモザイク，中～下位葉にはえそ症状というそれまで見たことがない変わった症状のキュウリが持ち込まれた。恐らくモザイクはウイルス病の症状だが，えそはそれとは別の生理障害と見当をつけ，電顕観察，血清反応など一連の診断手順を踏んだ。また，念のためにキュウリの余り苗に汁液接種を行った。とこ

ろが，いくら探しても粒子は確認できないし血清反応もすべて陰性。「モザイクに見えた症状もどうやらウイルス病ではなく，残念ながら原因不明」という，今思えばずいぶんいい加減な診断結果を返そうとしていたころ，接種していたキュウリ苗に葉脈透過症状が発生していることに気付いた。「そんなバカな！」である。急いで電顕観察や血清試験を繰り返したが，結果は同じであった。原因がよくわからないままやみくもに試験を繰り返しているうちに，キュウリ以外のいくつかの植物でも接種を行うとウイルス感染の反応が起こることがわかった。また，罹病葉をグルタルアルデヒドで固定してから電顕観察を行うと，奇妙な粒子が罹病葉に特異的に見出されることに気がついた。しかし，いくら眺めていてもそれがウイルス粒子かどうかは見当がつかず，困った末に山口大学の教授に就任されていた亀谷先生に実験データや電顕写真を送った。しばらくして「数年前に静岡県のレストランに発生したメロン黄化えそウイルス（MYSV）の可能性がある」というお返事をいただいたうえ，静岡農試の加藤公彦博士に連絡して抗体とウイルス感染葉を送ってもらえるよう手配していただいた。届いた抗体を用い，はやる気持ちを抑えながら慎重にELISAを行ったところ，見事に陽性反応が観察され，病原がMYSVであることがほぼ明らかになった。その後，花田博士にもご指導いただき，RT-PCRやウェスタンブロットなどによってMYSVであることの証拠を積み重ねた。

この時加藤博士に分けていただいた抗体は，大腸菌を形質転換して得たNタンパク質を用いて作製されたもので，診断に用いるためには量も力価も十分とはいえなかった。そこで，ウイルス粒子の精製と抗体の作製に独自に取り組んだ。試行錯誤の連続ではあったが，幸いにも実用性のある抗体を得ることができた（竹内ら，2001）。

診断技術は確立されたものの，黄化えそ病の被害は増加する一方で，最初は症状が出ないと考えられていた果実にも激しい病徴が現れるようになった。また，キュウリやメロン以外にスイカやニガウリでも被害が見られ始めた（Takeuchi *et al.*, 2009）。そこで，いったん休止していたMYSV

の研究を再び開始することになった。この研究は途中から四国4県と近中四農研センターの共同研究に発展し、高知県は弱毒ウイルスの作出を担当することになった。ここでかつて後藤博士から得た情報やテクニックが大いに役立ち、運よく弱毒株SA08-8を得ることができた。

エピソードⅢ 「抵抗性打破トバモウイルス」

～奥野哲郎博士、曳地康史博士との出会い～

現高知大学教授の曳地先生との出会いは、今考えても不思議としか言いようがない。盛岡で開かれた植物病理学会で、ひょんなことから偶然知り合うことになったのだが、この出会いがまさか将来自分に大きな転機をもたらすことになるとは予想だにできなかった。だから、数年後に曳地先生が高知大学に赴任され、その少し前に京都大学から高知大学に教授として移られた奥野先生とともに私の研究室にやって来て「高知大学での新しいテーマとしてトバモウイルスの病原性、特に品種の抵抗性との関係について研究したいので、協力してもらいたい。ついては、大学院の博士課程に籍を置いて一緒に研究しないか」というお誘いをいただいた時の驚きは例えようもないものだった。今でこそ高知県は職員の大学院への派遣を研修制度として推奨しているが、これはまだその制度ができる前のこと。職員が学位を取得することに対しては決して追い風とは言えない雰囲気が漂っていた。しかも、研究の対象はまだ高知には発生していない抵抗性打破ウイルスであった。県の研究機関が地域に発生していないウイルスを研究対象にするなど常識的にはありえず、無理と言わざるを得ない話だった。ところが、どうやって周りを説き伏せたのか自分でも不思議に思うが、この話はそのまま前に進んだ。そして、その後信じられないことに、相次いで抵抗性打破ウイルスが県内で見付き、この研究は高知県にとって非常に重要な課題となったのである。

奥野先生と曳地先生の指導は、それまでの私の研究に対する常識、姿勢、価値観といったものを大きく転換させる極めて新鮮で刺激的なものであった。こうした指導の下、抵抗性打破ウイルスの特徴を明らかにするとともに、トバモウイルス

のさまざまな検出法を確立することに成功した (Takeuchi *et al.*, 1999 : Takeuchi *et al.*, 2000 : 竹内, 2000 : Hamada *et al.*, 2002 : Takeuchi *et al.*, 2005)。

大学院を無事修了してしばらくしたころ、風変わりなトウガラシの診断依頼があった。一般にはほとんど栽培されていない特殊な品種ということだったが、電子顕微鏡観察の結果トバモウイルスに感染していることがすぐわかった。普通ならそれだけで診断を終え、一般的なトバモウイルス対策を指導するところなのだが、せつかくの研究成果だからと、ウイルスの病原性を識別することにした。ところがここで「そんなバカな！」が起こった。遺伝子診断の結果、既存のどの病原性にも当てはまらないし、血清反応を見ても、既存種の抗体との反応がとても弱い。そこで、判別植物への接種試験によって病原性を調べたところ、なんとそれまで日本では見つかっていなかったP₁型であることが分かった。そして、高知大学との共同研究の結果、ヨーロッパで知られていたパプリカマイルドモトルウイルス (PaMMV) であることが明らかになった (Hamada *et al.*, 2003)。

このPaMMVの発見は、トウガラシ類の育種にとって非常に大きな意味があった。というのは、日本で育成されたトバモウイルス抵抗性トウガラシ品種のうち、Po型ウイルスに対して抵抗性でP_{1,2}型ウイルスに対しては感受性の一群の品種は、抵抗性因子としてL¹遺伝子またはL²遺伝子のいずれかを保持していると考えられていたが、それを見極める決め手のP₁型ウイルスが国内に存在しなかったため、不明のまま放置されていたからである。そこで、早速P₁型のPaMMVを市販の抵抗性品種に接種し、その反応を調べた。そして、またしても「そんなバカな！」である。なんと、各品種の反応はL¹でもL²でも説明できない予想外のものだった。この結果はその後育種の研究者も巻き込んだ新しい研究へと展開し、L^{1a}というそれまで知られていなかった抵抗性遺伝子の存在を世界で初めて証明することにつながった (Sawada *et al.* 2004)。

人との出会いはたいてい偶然の出来事だと思う

が、こうして振り返ると、なんだかどれも必然だったかのような気になる。もちろんそれは一種の錯覚なのだが、そういう風に思えるということは、きつととても幸せなことなのだろう。私は実に幸運な出会いに恵まれ、たくさんの人たちに支えてもらいながらこれまでどうにかやってこられた。これまでお世話になった方々に、改めて深く感謝したい。翻って、いったい自分は誰かの支えになったことがあるのだろうか・・・。

研究の面白さは常識が覆るところにあると思う。予想に反する結果を得た時、人は「そんなバカな！」と思うが、たいていはなにかと理由を探して常識の枠の中に押し込め、安心しようとする。「きつと実験ミスに違いない」「使った抗体が古かったのだろう」「今年の気象は異常だから」エトセトラ。だが、目の前で起こった予想外の出来事を常識や固定観念の力でねじ伏せてしまうと、新しい発見は逃げていく。だから、後輩たちにはいつも「自分の目の前で起きていることだけを信じろ。他人の言うことは聞くな」と言ってきた。だが、ふと今の自分に目を向けると、いつの間にかそんなしなやかさを失っていることに気づき、愕然とする。歳をとり立場も変わったのだから、それは仕方のないことだと言いつつ聞かせながら、でももう一度ぐらい「そんなバカな！」と言ってワクワクしてみたいと思う。

引用文献

Hamada, H., S. Takeuchi, A. Kiba, S. Tsuda, Y. Hikichi and T. Okuno (2002) : Amino acid changes in *Pepper mild mottle virus* coat protein that affect L^3 gene-mediated resistance in pepper. *J. Gen. Plant Pathol.*, 68 : 155~162.

Hamada, H., S. Takeuchi, Y. Morita, H. Sawada, A. Kiba and Y. Hikichi (2003) : Characterization of *Paprika mild mottle virus* first isolated in

Japan. J. Gen. Plant Pathol., 69 : 199~204.

Sawada, H., S. Takeuchi, H. Hamada, A. Kiba, M. Matsumoto and Y. Hikichi (2004) : A new tobamovirus-resistance gene L^{1a} , of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 73 : 552~557.

竹内繁治・倉田宗良(1987) : *Botrytis cinerea*に起因するナス果実の水ほう症(仮称)の発生と防除. 高知農林技研報, 19 : 19~27.

Takeuchi, S., Y. Hikichi, Y. Kawada and T. Okuno (1999) : Direct immunostaining assay, a new simplified technique for detection of tobamoviruses from seeds of green pepper (*Capsicum annuum* L.). *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 65 : 189~191.

竹内繁治(2000) : *Capsicum* 属植物におけるトモウイルス病の発生生態とその防除に関する研究. 高知農技七特報, 3 : 1~53.

Takeuchi, S., Y. Hikichi, Y. Kawada and T. Okuno (2000) : Detection of tobamoviruses from soils by non-precoated indirect ELISA. *J. Gen. Plant Pathol.*, 66 : 153~158.

竹内繁治・奥田 充・花田 薫・川田洋一・亀谷満朗(2001) : メロン黄化えそウイルス (*Melon yellow spot virus*) によるキュウリ (*Cucumis sativus*) の黄化えそ病. 日植病報, 67 : 46~51.

Takeuchi, S. H. Hamada, K. Toyoda, K. Suzuki, A. Kiba, Y. Hikichi and T. Okuno (2005) : Discrimination between tobamoviruses and their pathotypes for L -gene-mediated resistance in green pepper (*Capsicum annuum* L.) by reverse transcription-polymerase chain reaction. *J. Gen. Plant Pathol.*, 71 : 60~67.

Takeuchi, S., Y. Shimomoto and K. Ishikawa (2009) : First report of Melon yellow spot virus infecting balsam pear (*Momordica charantia* L.) in Japan. *J. Gen. Plant Pathol.*, 75 : 154~156.

土着天敵の販売について

西川洋史

(株式会社ベストバグ)

はじめに

食の安全が求められる中、食品の偽造問題や農薬混入の問題など、食をめぐる事件が多く報道され、消費者の安全・安心な農産物を求める声がますます高まっている。

施設園芸が盛んな高知県。近年では「天敵昆虫」を積極的に導入していることにより、全国的に注目されている。その中で特に、古くからその地域に生息している「土着天敵」の利用について盛んであり、他県では類を見ないほどの導入率となっている。

この土地で高知大学発のベンチャー企業として、高知県内の土着天敵を県内限定で販売する会社を平成26年3月に立ち上げたが、それまでの経緯とこれからの展望について話をしたい。

農薬取締法の改正と土着天敵

農薬取締法に規定する「特定農薬」は、平成14年農薬取締法の改正により無登録農薬の製造、使用等の規制が強化されたことに伴い、原材料に照らし農作物等、人畜及び水産動植物に害を及ぼすことが明らかな農薬についてまで登録の義務を課すことは過剰規制になるとの判断から、農林水産大臣及び環境大臣が指定した薬剤や天敵については同項の登録を必要としない仕組みとして創設された。

特定農薬として「使用場所と同一の都道府県内で採取された天敵（以下「土着天敵」）」が指定され、その利用範囲は、他の都道府県内で使用された場合に自然環境や生態系に対して有害な影響をもたらす可能性が否定できなかったことから、同一の都道府県内で採集されたものに限られている。が、言い換えれば、使用場所と同一の都道府県内で採集した天敵昆虫は、農薬として登録せずとも利用することが認められるようになった。

しかし、土着天敵を施設等で増殖することにより生産された次世代以降の天敵を使用すること（以下「土着天敵の増殖利用」という）については、他の都道府県に持ち出され、環境影響を及ぼす可能性があると考えられたため、土着天敵の増殖利用は土着天敵の利用にあたらないと解釈された。わかりやすく言い換えると、「土着天敵の利用は、生産者が自ら採集してきた天敵昆虫を、自らの施設に放飼する事例のみ認める。」ということである。

だが、平成20年11月21日に開催された農業資材審議会農薬分科会特定農薬小委員会及び中央環境審議会土壌農薬部会農薬小委員会合同会にて、土着天敵の増殖利用は、他の都道府県に持ち出され、環境影響を及ぼすことのない限りIPMの有効な手段の一つであるため、土着天敵の増殖利用による環境影響を回避するために必要な管理措置をとれば、土着天敵の増殖利用は土着天敵の利用として解釈することとして差し支えないと解釈されるようになった。「同一県内で採集された土着天敵を、同一県内で人工的に増殖し、同一県内であれば譲渡（販売）することができる」というようになったのである。

ベンチャー会社設立の経緯

高知大学は平成24年から2年間、高知県安芸郡芸西村に研究拠点を設置し、土着天敵を増殖し、ピーマン生産者への無料配布を行っていた。増殖施設の空間や人件費などの制約のため一部地域の生産者に限定していたが、配布量の増加や、また他の市町村からも要望が来るようになっていた。

高知県内である程度の売り上げを確保できるのであれば、ビジネスとして成り立つ可能性がある。また土着天敵は県内で採集したものであれば県内で使用する場合、農薬登録は必要ない。様々な種類の天敵を実用化しやすいメリットがある。そこ

で作物，地域ごとに最適な土着天敵を供給する体制を整えたいと考え，会社を設立した。

我が社の目指す姿

高知県で利用されている土着天敵について，これまで安定供給するシステムはなく，生産者自らが土着天敵を野外から採集・放飼をしている。これは生産者にはかなりの負担である。また冬季に施設内で害虫が増えてしまった場合，追加で土着天敵を放飼することができない。

土着天敵の中には農業害虫を防除する可能性を

秘めている種はまだまだ沢山いる。我が社ではそれらの情報を収集し，高知大学・高知県と連携し，まずは高知県内の生産者にいち早く供給したい。そして，ターゲットとする害虫に対する防除効果や使い勝手を確かめ，有望が確認された種から生物農薬として登録を取得し，安定供給しすることにより農業生産性を高める手助けをしていきたい。

さらには，「ムシでムシを防除する」というユニークな手段で，日本の基幹産業である農業を魅力ある産業として発展させたいと考えている。