

# 第12回報農会シンポジウム『植物保護ハイビジョン-1997』

— 植物保護と共生 —

## 講演要旨

### 1. 昆虫と共生微生物の進化

— 同翅目昆虫の細胞内共生微生物とその窒素代謝における役割 —

(講師：東京大学大学院理学系研究科 石川 統氏。田付貞洋抄録)

演者の石川教授は多年にわたってアブラムシやウンカを材料に、昆虫と昆虫の細胞内に共生する微生物のダイナミックな関係をマイクロからマクロのレベルを通して精力的に追及してこられたこの分野の第一人者である。今回のテーマは昆虫と微生物の共生関係の中でも最も親密かつ安定しているアブラムシと細胞内共生バクテリアの興味深い関係を大変わかりやすく解説いただいた。参加者は巧妙なマイクロの共生の世界に知らず知らずのうちに引き込まれたことであろう。

#### I. アブラムシの細胞内共生系

アブラムシの体内には特殊な菌細胞があり、中に共生体である大腸菌に近縁のバクテリアがつまっている。共生体は垂直感染して次世代に伝播されるが、これには約2億年の歴史がある。この間、共生体は自由生活性バクテリアとはまったく異なる進化を経て、極度に菌細胞内の環境に適応してきた。

種々のアブラムシからとった共生体のrRNA遺伝子の構造を基にした系統樹は、形態的特徴に基づく系統樹とびたりと一致した。つまり、共生体の祖先はアブラムシの共通祖先に一度だけ感染し、その後アブラムシの種分化にともなって自らもアブラムシの細胞の一部であるごとく種分化して現在に至ったと思われる。このように従順な共生体は稀であり、これは共生体が寄主に与える利益がきわめて大きかったことを物語る。

#### II. アブラムシの窒素代謝と共生体の役割

アブラムシの摂取する植物の師管液には糖分は豊富だが窒素分であるアミノ酸はわずかしき含まれず、しかもそのバランスが悪い。にもかかわらずアブラムシがきわめて旺盛な増殖力を示すのはなぜか。その理由を共生体がからむ窒素の再循環にもとめ、エンドウヒゲナガアブラムシを用いて種々の実験をおこなった。

抗生物質を処理したアブラムシの次世代虫は共生体をもたない。非共生虫の排泄物(甘露)中には共生虫よりはるかに多くのグルタミンが含まれていた。つぎに、グル

タミンを含まない合成培地で飼育した虫の甘露を分析すると、非共生虫には共生虫にほとんどみられないグルタミンが多量に含まれていた。つまり、グルタミンは窒素老廃物とみなされ、共生虫ではこれをさらに利用できるが非共生虫はできないと解釈される。その後、菌細胞がグルタミンを取り込んでグルタミン酸に変え、できたグルタミン酸をもとに共生体が各種のアミノ酸をバランスよく生産することがわかった。共生体の役割のひとつは師管液のアンバランスなアミノ酸組成を補正することにあると思われる。

アブラムシの菌細胞中のmRNAを調べたところ、若い虫で特異的に発現する遺伝子の中で2-オキソグルタル酸デヒドロゲナーゼ(OGDH)が注目された。これは共生体でアミノ酸と同時に多量の2-オキソグルタル酸が生成されることを示す。OGDHはこの酸をクエン酸回路に導入する酵素であるから、共生体が生成した2-オキソグルタル酸をエネルギー源として利用できると考えられる。従来、菌細胞共生系からアブラムシの得ている利益については多くの示唆があったが、共生体側の利益は定かではなかった。ここで得られた結果は、アブラムシの菌細胞共生系が双方のパートナーにとって本来の意味での「共生系」であることを示す初めての証拠である。

## 2. アレロパシーと植生の管理

(講師：農業環境技術研究所 藤井義晴氏。重野武夫抄録)

演者が長年に亘りかかわってきたアレロパシーに関する最近の研究動向、アレロパシー候補物質の単離・同定、実用的な雑草防除や植生管理に役立つような植物について豊富なスライドを用いて、興味のある内容を具体的かつわかりやすく説明していただいた。

「アレロパシー」は、化学物質による生物個体間の攻撃、防御、協同現象、その他の情報伝達に関する相互作用の意味で「他感作用」と訳され、このような作用を有する作用物質を『他感物質』と呼び、生体防御や生物間相互作用に重要な役割を果たしている。アレロパシーは特定の現象をさすのではなく、例えばキク科植物を抑制するが、イネ科植物には促進作用があるといった特異性を示すことが多く、むしろこのような作用の選択性、限定性こそがアレロパシーの特性であると演者は考えている。

アレロパシー植物の検索、作用物質の単離・同定、作用機作の解明と実用的な雑草制御技術の開発に役立てようとする農水省バイオコスモス・プロジェクトを通じ、演者らが考案したアレロパシーの特異的検出法である①プラントボックス法、②サンドイッチ法を駆使してムクナ、ヘアリーベッチなどの緑肥植物やヒガンバナなどの薬草

植物に強い阻害活性を見出した。それらの中から実用的な雑草防除や植生管理に役立つようなアレロパシー植物としてヘアリーベッチとムクナを選抜し、被覆作物として利用した場合の休耕地、果樹園地、法面や傾斜地での下草植生管理や雑草の発生抑制など具体的な利用戦略について詳述された。殊にムクナの他感物質として特殊なアミノ酸であるL-DOPAが作用物質の一つであることを突き止めたことの話は我々の興味を引くものであった。今回の講演のためにこのアレロパシー作物の種子を講演会場で紹介され、雑草抑制以外にも、地力増進、土壌の流亡防止、旱魃の防止、景観の形成、環境の美化などの効用を利用して、植生の管理・国土の環境の保全に役立てたいと、その普及・実用化を意欲的に図っている事も強調された。

また、アレロパシー物質に関する最近の海外事情にも触れ、アメリカやメキシコなどでのアレロパシー物質の抗菌作用研究、発芽促進（植調）作用研究、抗がん作用研究事例、雑草抑制効果など興味ある世界のトピックスについても言及された。近年、植物のアレロパシー等の天然物質を利用した雑草防除に対する期待も高まり、天然物の同定に関しては我が国もアメリカに匹敵する水準にあるが、米国ではUSDA傘下に巨大な国立天然物開発研究センターが昨年開設された。我が国もこの分野で遅れることのないよう国公立研究機関の充実が望まれる。

### 3. 植物・動物病原細菌による発病機構とその相違点、共通点について

（講師：静岡大学農学部 露無慎二氏。河野義明抄録）

植物・動物病原細菌の発病機構に関する研究の最近の成果に基づいて、特にその共通点を中心に発表された。

これまで、病原細菌による疾病発現の直接的因子を比較し、植物病原菌と動物病原菌とは、はっきり区別されるものと考えられていたが、近年明らかにされつつある病原性関連因子について見ると、両者に共通点が多数認められる。病原性関連因子には、*hrp*遺伝子群と名付けられる25kbのクラスター中に存在する複数の遺伝子が発現する因子があり、それらは発病に間接的に関わるものである。この研究には、薬剤抵抗性遺伝子を組み込み可視的に確認できるように工夫されたトランスポゾンを用いて病原菌に導入して突然変異を起こさせ、突然変異によって機能を失った遺伝子を同定する、いわゆる、トランスポゾンタギングの手法が用いられる。

クラスターに存在する約20個の*hrp*遺伝子はそれらの上流に存在する遺伝子が

作る2つの制御因子（環境条件に反応して転写を調節する因子と翻訳産物が転写を促進する因子）によって調節される。植物の病原性関連因子としては、細胞膜にトンネル状の筒を形成する蛋白が知られており、この部分から発病因子などを一段階で分泌する働きをもつと考えられる。また、宿主に付着する際に働くとも考えられている繊毛を形成する蛋白、環状グルカンを生産する因子等が知られている。これらの蛋白のアミノ酸配列に相同のものが動物病原細菌においても知られており、発病因子等を宿主に送り込む助けとなる因子は植物、動物両病原細菌に共通であり、細菌に本来備わったものであると推測される。

最近の大腸菌O-157の問題にも関連する話題として、細菌1個から数個を検出できるような高感度の検出方法が紹介された。すなわち、発光オペロンをゲノムに組み込んだ細菌ファージを作成し、これを細菌に感染させ、発光を手掛かりにその存在を検出するのである。ファージの宿主特異性によって、検出する細菌の種類も限定することができる。種々の病原細菌の生存様式等の研究に活用していけるものと思われる。

#### 4. 果樹産業における植物保護の役割

— 植物保護における育種の役割及び防除との関係 —

（講師：塚平農園 塚平貞俊氏。塩澤宏康抄録）

果樹農家に生まれた演者は常に新技術を導入しながら農業経営を実践し、果樹産業の局面を切りぬけてこられた。その貴重な報告である。中でも植物保護の役割と植物保護における育種の役割及び防除の大切さを力説された。また、桃の一品種である華中系の「蟠桃」を材料として用い、30年余りの年月を掛けて遂に新品種を育成し、「塚平の蟠桃」としてこの世に出された長年の苦勞話しには胸を打たれるものがあった。

以下講演のタイトルと簡単な説明で要約する。

##### ○桃の一種である蟠桃について

桃の原産地は中国華北の高原地帯であると考えられている。桃は華北系、華中系、ヨーロッパ系・アメリカ東部系品種の3品種群に大別され、蟠桃は華中系品種群に属する偏平な桃で、白肉種のまいかん、小青、大紅、在来の4品種と黄肉種の黄（き）種の5種類がある。中国では、女神である西王母が漢の武帝に天空から携えてきた仙果が蟠桃であると伝えられている。現在日本では、大紅種と在来種が多く作られているが、それも山梨、福島、長野の3県に少し栽培されているだけである。

## ○蟠桃の問題点、蟠桃の病虫害防除について

病虫害に非常に弱い、ボリューム感がない、あまり消費者に知られていない、着色・日持ちが悪い、栽培しにくい（剪定、木作り）の5つの理由が蟠桃栽培の問題点としてあげられ、特に病害に非常に弱く日持ちの悪いことがネックになっている。桃にでる病害はすべて発生し、灰星病に特に弱い。それ以外の病害として縮葉病、黒星病、穿孔細菌病、ホモプシス腐敗病、疫病、炭疽病がある。農薬の使用量は減らす努力がされているが、それでも選択使用されている農薬（病虫害防除）は、19種類にのぼっている。

## ○栽培し易い蟠桃への取組み

気象条件に合った収穫時期と病虫害に強く薬害が出にくい等を考慮に入れて、できるだけ少ない農薬量で栽培可能な栽培し易い蟠桃への取組み（品種育成）を行なった。蟠桃品種は農薬の多散布と袋掛け等に頼るだけでは良い果実は生産することができず、植物保護の立場をとりながら育種を行い、長い年月を経て遂に「塚平蟠桃」を作りあげたことが今回の講演のメインテーマとなった。

蟠桃の果実は中心部分が凹み、その凹みの中に核が入っている。その核の上部は通常果皮がなく、果肉がかさぶた状になっているだけである。この部分が病害に弱く裂果、腐敗等になりやすい。雨水、湿気をおびやすく、有袋栽培でなければ現在栽培は困難である。この欠点を克服するため、凹部を小さくし、果皮を作る育種が病害防除対策となる。桃、ネクタリンとの交配を計画的に繰返し、やっと現在目的に近い蟠桃品種が出来てきている。しかし、育種のみによって病虫害防除を完全なものにすることは非常に難しく、栽培技術や農薬使用との併用で防除に努めなければならないことが痛感される。

なお、果樹の新しい栽培技術として柵仕立てY字形整技法、植物生長調節剤によるわい化栽培、また、スカシバコンの導入の例について現場の研究を紹介された。

蟠桃栽培の余談として、桃の葉の薬効についても触れ、今後果樹産業は医薬など機能性食品として利用拡大の可能性もあることも話された。国と生産者（農家）が一丸となって環境にやさしい総合防除で農業を守らなければならないと結論された。