会 長 講 演

植物病理学の社会への貢献—植物病害防除を中心に†

米 山 勝 美*

YONEYAMA, K.*: Social contributions of plant pathology with special focus on plant disease control

昨今、いろいろな分野で社会への貢献ということが問われている。植物病理学を含めて、いかなる学問においても社会から必要とされて誕生したものであり、何らかの形で社会へ貢献していることは自明の理である。問題は、学問ではなく、それを遂行している人

が、本来の学問の目的を意識して研究を行っているか否かである。植物病理学において、1960年以降における分子生物学や分子遺伝学の発展により、病原体、病原菌の感染・増殖機構、植物の病害抵抗性の機構などの本質が次第に遺伝子レベルで理解できるようになり、植物病理学が生命科学の魅力ある学問領域として脚光を浴びるようになった。このことは植物病理学に著しい進展をもたらしたばかりでなく、分子生物学、分子遺伝学、育種学など他の分野にも貴重な多くの学問的発展をもたらしたことは述べるまでもないことである。反面、分子遺伝学的研究に傾注するあまり、植物病理学の主要な役割である病害の診断や防除の面が疎かにされてきたことも否めない。これはわが国だけの問題ではなく、世界的な傾向であり、学会としても取り組むべき大きな課題となっている。「植物病理学は植物病理学者のためにあるのではなく、植物のためにある」、つまり植物の病気を防ぐという植物病理学の目的を忘れないことが大切である。

そこで、本講演では植物病理学における「社会への貢献とは何か」について、原点に返って考えてみたい。

1. 植物病理学とは

わが国の植物病理学に関わる教科書を繙くと、多くの書で植物病理学とは「植物の病気の原因や伝染方法を明らかにし、病気を防ぐ方法を研究する学問である」と述べられている。名書である Agrios 著の Plant Pathology においても、「Plant pathology tries to increase our knowledge about plant diseases. At the same time, plant pathology tries to develop methods, equipment, and materials through which plant diseases can be avoided or controlled」と記されている。つまり、植物病理学の本来の使命は、植物の病気を回避したり、防除する方法、設備、材料を開発することであり、そのための植物病理学的な基礎的知見の集積と技術の発展を図ることであるといえる。植物病理学はカビ、バクテリア、ウイルスなどの病原体を研究する植物病原学、病原体の伝播を研究する伝染病学、病気を診断・同定する植物診断学、宿主-病原体相互作用や植物の病害抵抗性などを研究する植物感染生理学など、植物の病気を材料として発展してきた。これら学問は植物の病気から教えられたものであり、植物病理学にはこの教えられた知識を植物にフィードバックして病気の予防や防除に貢献する役目があるものといえる。

2. 食の植物と心の植物

人間は植物から多くの恩恵を受けている。植物が地球上の有機化合物の生産や酸素の供給に大きな役割を果たしていることはもちろんであるが、人間の体と心の発達に受ける恩恵から植物を大きく二つに分けることができる。一つは生きるうえに必須な食べ物を供給する植物(食の植物)、他は緑や花のように心の安らぎや精神的な癒しを与える植物(心の植物)である。食の植物については記述するまで

† 平成16年3月28日 平成16年度大会で行われた会長講演の要旨

* 明治大学・農学部 Meiji University, Faculty of Agriculture, 1-1-1 Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571, Japan

もないが、これらはイネや麦などの穀物、サツマイモやジャガイモなどの作物、果樹、野菜など体のエネルギー源を供給する植物であるが、広い意味では花卉栽培、林業などの生活の糧を支える農林業植物を含めることができる。心の植物としては、家庭園芸、芝生、緑化樹木、盆栽など緑の生活環境に関わる植物を指すが、広く環境保全植物も含めることができる。とくに、欧米では古くから「ファーム・セラピー」と言って、心の病んだ人を農作業を通じて立ち直らせる療法がある。わが国においても、最近植物を育てることによる老化や痴呆の防止、病院や療養所などにおける緑の環境が心のケアに良い効果を与えるなど、植物が高齢者や慢性疾患の治療に役立つことが注目されており、これらは農業療法、植物療法、園芸療法などと呼ばれている。今後社会的には、安全で安心できる食糧の供給とともに、心に安らぎを与える緑豊かな生活環境がますます求められるものと思われる。植物病理学における食の植物と心の植物に対する貢献はどうであろうか。

3. 食の植物への貢献

わが国の基幹作物である米の10アール当たりの収量について年次的に見ると、1960年には約350 kgであったものが、2000年には530 kgとなり、約1.5倍の驚異的増収となっている。この増収は品種改良、肥料による効果など耕種的な面の進歩があることはもちろんのこと、病虫害の防除技術の発展により減収を抑制できたことが大きく貢献しているものといえる。日本植物防疫協会が1991年から1992年に行った実験によると、無農薬で栽培した場合、米の収量は約30%の減収となり、金額的には約1兆円の損失と見積もられている。害虫や雑草の被害を除いても、病害防除が米の増収に大きく寄与していることが伺える。この大きな要因は、なんと言っても病害防除資材の進歩にあるといっても過言ではない。

わが国における病害防除資材の歴史を見ると、明治初期にムギのさび病防除に石灰硫黄合剤が使用された事例が最初であり、その後明治30年（1897年）にボルドー液が導入された。殺菌剤としては、1940年以前は無機化合物が主体であり、それ以後は有機合成化学の発展により、ジチオカーバメート剤、PCP、キャプタンなどの輸入薬剤、および国産の酢酸フェニル水銀など、非選択的殺菌剤が使用されるようになった。1960年以後は、わが国における農薬開発も盛んになり、抗生物質の農業への応用を初め、多数の有機リン殺菌剤など、選択性を有する薬剤が開発されるようになった。一方、1962年にはレーチェル・カーソンの「Silent spring, 和訳：生と死の妙薬や沈黙の春」の出版、

1975年には有吉佐和子の「複合汚染」が出版され、農薬の毒性や環境に及ぼす影響が社会問題化されるようになった。このようなことから、より安全性の高い薬剤の開発が推進され、ピロキロン、フサライド、カルプロパミドなどの病原菌を殺さない薬剤やプロベナゾール、BTHのような植物に病害抵抗性を付与する薬剤の開発に至った。さらに、1996年にシオ、コールボーンらによる「Our Stolen future, 和訳：奪われし未来」が出版され、農薬の環境ホルモン作用が問題となった。これを契機に合成農薬に変わる病害防除資材として、非病原性の *Fusarium*, *Erwinia* や拮抗菌の *Bacillus*, *Pseudomonas* などの生物農薬が製品化されるとともに、土壌病害に対する熱水土壌消毒法や土壌還元消毒法などの物理的防除法が注目されるようになった。

1960年以降の薬剤開発には幼苗検定法の確立や植物病害抵抗性の機構の解明が大きく貢献している。とくに、以前は薬剤のスクリーニング法として阻止円法などの抗菌性に基づく選抜が主流であったが、たとえ化合物が高い抗菌性を示しても、それらの殆どは光安定性や植物への浸透性などの問題で圃場では防除効果を発揮しないことがしばしばであった。そこで、植物幼苗を用いるスクリーニング法に切り換えられたが、当初は幼苗に均一に病気を発病させることは容易なことではなかった。イネいもち病防除薬剤の開発でも大量胞子形成法、イネ幼苗に均一に病気を発病される噴霧接種法の確立が、プラストサイジンSのような多くの微生物源農薬の発見、プロベナゾールのような抵抗性誘導剤の開発を導いた。今後の植物病害防除剤は優れた効力とともに、むしろ人畜や環境に対する高い安全性がますます強く求められており、その開発には植物病理学の知識と技術の貢献が不可欠である。

4. これからの植物病害防除の方向

(1) 病原菌を殺さない防除薬剤

現在、代表的な薬剤はメラニン合成阻害剤である。糸状菌のメラニンは、チロシンからドーパ経路を経て合成される動物のメラニン合成系とは異なり、酢酸から始まるペンタケタイド経路を経て合成される。イネいもち病菌の場合、分生子は発芽管を伸長し、イネ体表面の疎水性と堅さを認識して、その先端に付着器を形成し、周囲に粘着物質を分泌、細胞内部に高い膨圧を生じて貫入する。その膨圧を可能にするのが細胞壁の裏打ちをするメラニン層である。いもち病菌はメラニン層によって、細胞内に産生される8メガパスカルにも達する高い圧力でイネへの貫入を果たすといわれる。メラニン合成阻害剤にはメラニン生合成

系の還元酵素を阻害するものと、脱水素酵素を阻害するものがあり、いずれも基質と拮抗的に結合することでメラニン合成を阻害し、付着器の成熟を抑制してイネへの感染力を喪失させる。近年これら酵素と薬剤の結合様式の構造解析が進み、タンパクの立体構造に基づく、将来におけるより優れたドラッグデザインの可能性が示唆されている。

(2) 植物に病害抵抗性をつける防除薬剤

ある種の薬剤は植物に全身獲得抵抗性 (SAR) を誘導して病害を防除する。これらの薬剤をプラントアクチベーターと呼ぶ。たとえば、プロベナゾール (PBZ) をタバコやイネに処理すると、これらの植物には SAR の誘導に関わるサリチル酸濃度の増加と PR-タンパクの発現が認められる。PR-タンパクの発現誘導を指標としてシロイヌナズナの変異株を利用した PBZ と BTH (アシベンゾラル S メチル) の SAR の発現に及ぼす作用機構の研究から、PBZ はサリチル酸-NPR1 経路の活性化により SAR を誘導するが、BTH はサリチル酸より下流で作用して SAR を誘導することが明らかにされた。現在、病害抵抗性の誘導機構が分子レベルで活発に研究されており、その機構の解明は新たな作用性を有する薬剤の開発に繋がることが期待される。

(3) 遺伝子組換え病害抵抗性植物

わが国では、食の植物に対する病害抵抗性トランスジェニック植物はまだ実用化されていないが、心の植物に対しては1997年に紫色のカーネーション「ムーンダスト」が市場化された。筆者らは、タバコ野火病菌の生産する毒素タブトキシンを不活化する酵素遺伝子 *ttr* を病原菌自身から単離し、その遺伝子をタバコ植物に導入することにより、世界に先駆けて1989年にタバコ野火病抵抗性植物を作出することに成功した。現在ブルガリアで実用化に向けて圃場テストが実施されている。わが国の現状では食の植物に対する遺伝子組換え植物で社会的コンセンサスを得ることは容易ではないが、将来的には花、芝、観葉植物などの心の植物から始まり食の植物へと遺伝子組換え植物が利用されるようになるものと期待される。

(4) 生物的・物理的防除の役割

わが国ではいわゆるマイナー作物と言われる付加価値の高い小規模特定農作物の栽培が増加する傾向がある。これら小規模栽培作物の病害に対しては企業における採算性の問題から、優れた防除薬剤の開発や適用が遅れている。また、土壌伝染性病害、苗床や箱育苗などの病害、あるいは細菌病やウイルス病などの難防除病害には有効な薬剤が存在しない場合が多い。これらの病害防除には、生物的防除や物理的防除が有効な手段となる。とくに、箱育苗のよう

な限られた面積の病害防除における生物農薬の利用、ハウス栽培の土壌病害に対する熱水・土壌消毒法や土壌還元消毒法など、優れた防除効果が期待される場面であると考えられる。これら生物的・物理的防除法の開発は植物病理学者が最も貢献した分野であり、これからも貢献の主役となる分野であろう。

5. 心の植物への貢献

食の植物に関する病害防除は、大学、国や都道府県の試験研究機関、企業の研究所などの努力により著しい成果をもたらしてきた。また、今後も食料の安定生産と増産に向けて、食の植物に対する防除技術はなお一層の発展が期待されている。一方、心の植物に対しては、園芸店やスーパー、造園業者などで取り扱われる関係上、植物病理学の専門家は少なく、また一部の専門家がテレビ、新聞、園芸雑誌などで病害防除の指導をしているが、実際に病気の植物を診断したり、その防除法を指導したりすることはまれである。さらに、研究予算的にも食糧増産に結びつかない関係上、これまで重要視されなかった面もある。しかし、今後の高齢化社会とともに心の安らぎを求める人々を考えると、この方面の植物に対する植物病理学的サポートが社会的に期待されると考えられる。職業人口の分布から見ても、1960年には国民の3人に1人が農家人口であったが、2000年には10人に1人に減少し、国民の9割は農業以外の職業に従事していることになる。世帯数では、約6300万世帯のうち5000万世帯以上は農家以外の世帯である。多くの一般世帯が心の植物に接していると考えれば、これら植物の病気や栽培について相談できる体制を整えることが必要である。それには心の植物に対応できる植物クリニックの創設が望まれる。

一般家庭における植物の病虫害対策に関する相談には、人に対する病院や動物に対する家畜病院と同様に、気楽にアクセスできるインターネットや直接に相談できる植物診断・治療センターのような施設の創設が必要とされる。とくに、植物病害の診断は素人の肉眼では判断が難しく、専門的知識と経験を有する植物病理学者の協力と診断に必要な器具や設備が不可欠である。もちろんセンターでは植物の病虫害管理に関する予防、診断、治療など幅広い領域について相談できることが望ましく、それ故に植物病害の専門家だけではなく、害虫や農薬の専門家の協力も必要とされる。センターの創設には多くのメリットがある。たとえば、植物の病気を通して社会と植物病理学の強い結びつきを築き上げることで、植物病理学が社会で広く理解されることが期待される。また、農業に関しては生産者に大きな

メリットがあるものの、消費者には直接的なメリットが感じられないため、とかく社会の批判的的となってきた。しかしセンターにおける地道な一般社会への貢献により農薬の正しい使い方や必要性を消費者が実体験することで農薬に対する理解がさらに深まることが期待できる。従って、センターの創設は植物病理学の社会への貢献ばかりでなく、植物保護分野における学問と社会を結びつける一つの糸口を開くことになるであろう。2004年度から国家試験として植物保護技術士制度が導入されたことから、将来的には植物保護資格者が専門家として活躍できる場となること

も期待される。センターの設立に向けて学会としても専門的知識を有する人的貢献を含めて積極的に協力できる体制を整える必要があるだろう。

最後に、社会人大学などにおける植物病理学の講義に対する聴講生の反応を通して察するに、植物診断・治療センターの必要性が求められていることを実感する。センターの設立が一日も早く実現することを願うとともに、植物病理学が食の植物と心の植物の両分野にますます貢献されることを期待する次第である。