

第7回国際菌類媒介植物ウイルス ワーキンググループ会議レポート

元 岡山大学資源生物科学研究所 ^{たま}玉 ^だ田 ^{てつ}哲 ^お男

はじめに

第7回国際菌類媒介植物ウイルスワーキンググループ会議 (International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, IWGPVVFV) が、2008年9月1～4日、ドイツのクヴェトリンブルク (Quedlinburg) で開催された。ドイツでは、第1回の会議が1990年にブラウンシュヴァイク (Braunschweig) で開催されて以来で2回目の開催である。クヴェトリンブルクには、ごく最近改組されたドイツ連邦栽培植物研究センター Julius Kuhn-Institute (JKI) の本部が置かれており、農業研究都市ブラウンシュヴァイクまでは車で1時間ほどの距離である。

クヴェトリンブルクは、ベルリンの西南西に位置し、フランクフルトから電車で数回乗り換え、所要時間が5時間もかかる交通の不便なところである。ハルツ山地の北に位置し、ハルツ山から流れるボーデ川のほとりにある、人口2万人程度の小さな町で、木組みの家々が軒を連なる1,000年の歴史をもつ古都である。第2次世界大戦でもほとんど戦災を受けず、また冷戦時代には東西ドイツの国境近くに位置していたため、立ち居入り制限があったことから人々から忘れ去られた存在になっていたという。そのお陰で、交易で栄えた中世の雰囲気がたっぷり貴重な街並がそのまま保存されることになった。

町の中心は市庁舎前のマルクト広場で、旧市街には築700年以上の木組みの家が約2,000戸も現存している。旧市街の街並は1994年にユネスコの世界文化遺産に登録された。

IWGPVVFVは3年ごとに開催の研究集会で、内容は菌類伝搬ウイルスと媒介菌に関することすべてで基礎から生態や防除まで幅広く、発表内容は150～200ページの論文集として発刊されている。発表や討議は、形式的ではなく、和やかな雰囲気で行われ、お互いに研究情報を交換しながら研究材料の分譲や共同研究などについても話し合われている。

Report of 7th Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors (IWGPVVFV). By Tetsuo TAMADA

(キーワード: 菌類媒介ウイルス, *Polymyxa*, *Olpidium*)

講演とポスター発表は、新しい研究所の講堂で行われた。参加者は、18箇国、約50名、口頭発表、ポスター発表あわせて45題の発表があった。いつもより参加者は少なかったが、活発な討議が行われ有意義な研究会であった。また、オーガナイザーのThomas KUHNE氏 (JKI) の好意によって、新研究所視察、市内見学、KWS研究所視察など盛りだくさんなエクスカージョンが企画され、十分に楽しむことができた。日本からの参加者は4名であった。発表の中からいくつかの研究トピックと改組されたドイツの農業研究センター JKIを紹介したい。

I テンサイのそう根病 (*Benyvirus* 属, BNYW)

Polymyxa betae で媒介されるテンサイのそう根病 (Rhizomania) についての発表は、全課題の約4分の1を占めた。そう根病の病原がBNYVV (*Beet necrotic yellow vein virus*) であると同定されてほぼ40年になることから、それを記念して、主催者から筆者あてに特別講演が依頼された。講演内容は、40年間の研究レビューと将来展望であったが、特にウイルスの変異と病原性、進化について筆者らの研究室で得られた研究を中心に講演を行った。

BNYVVの発生拡大に伴い、抵抗性品種の栽培は不可欠な防除法である。近年、欧米では抵抗性品種が罹病化する現象が見られ、その出現機構が注目されている。筆者らは、既にBNYVVのもつP25がそう根病の発現と抵抗性に関与することを見付け、抵抗性の打破に関与するP25アミノ酸領域を特定しているが、これに関して、ドイツのKOENIG (JKI, Braunschweig) は、P25に人工的に変異を導入し、テンサイの根に機械的接種実験を行い、抵抗性品種に病原性を示す変異株を同定した。一方、米国のRUSH (Texas AgriLife Research) の研究グループは、抵抗性の異なるテンサイの根で継代接種した子孫ウイルスを集団統計学的手法で解析し、P25の遺伝的変異性について報告した。

近年、ウイルス感染または抵抗性反応時に発現する宿主因子の探索は注目的である。そう根病については、二つの研究グループから発表があった。米国のLARSON

(USDA-ARS Sugar Beet Research Group Unit) の研究グループは、多次元液体クロマトグラフィー (MLC) を用いて、BNYVV 感染テンサイの根から特異的に発現または減少するタンパク質を 65 種リストアップし、とりわけオーキシン応答に関与する遺伝子と病徴発現に注目している。他方、ドイツの VARRELMANN (Gottingen University) の研究グループは、P25 が病原性因子であることに注目し、P25 と相互作用するタンパク質を酵母ツーハイブリッド法によって探索した。その結果、ユビキチン化とストレス応答に関与するタンパク質などを同定、特に F-box タンパク質と P25 タンパク質の相互関係に注目している。

II 麦類の菌伝搬ウイルス病 (*Bymovirus* 属, *Furovirus* 属)

麦類には、*Polymyxa graminis* で媒介されるウイルス病 (*Bymovirus* 属と *Furovirus* 属) が多く、欧州で経済的に重要病害として位置づけられている。そのためか麦類のウイルス病に関する発表が、全体の約 40% を占めていた。ウイルス病の防除は抵抗性品種の栽培に依存しているため、ほとんどは抵抗性に関する研究であった。一般に、*Furovirus* 属に属する SBCMV (*Soil-borne cereal mosaic virus*) に対する麦類の抵抗性は、根からシュートへのウイルスの移行阻止 (増殖阻止) によるとされている。英国の KANYUKA (Rothamsted Research) の研究グループは、まずオオムギとコムギに対する SBCMV の抵抗性を比較し、オオムギには抵抗性素材が多く存在することを示した。さらに、彼らは SBCMV に対するコムギの抵抗性について、抵抗性植物では、根やシュートから外被タンパク質 (CP) がほとんど検出されないのに対して、ウイルス RNA は低レベルであるが、コンスタントに検出されることを示した。すなわち、ウイルス粒子の解体とウイルス CP の合成阻止または分解が抵抗性に関与しているという興味深い実験結果を示した。一方、ドイツの ORDON (JKI, Quedlinburg) は、フランスや英国の研究グループと共同で、SBCMV に対するコムギの抵抗性遺伝子 *Sbm1* のマッピングを行い、*Sbm1* は 5DL 染色体に位置していることを示した。

一方、*Bymovirus* 属ウイルス (*Barley yellow mosaic virus* と *Barley mild yellow mosaic virus*) によるオオムギの抵抗性は、オオムギのもつ eIF4E (タンパク質合成開始因子の一種) とウイルスのもつ VPg との結合能の欠失 (低下) によるとされている。これまで少なくとも 14 種の劣性抵抗性 eIF4E アレルが報告されているが、KANYUKA (Rothamsted Research) のグループは、オオム

ギ遺伝資源から 30 種以上の eIF4E を同定し、その中からスペクトラムの広い新規 eIF4E アレルを発見している。西川ら (宇都宮大学) は、日本産 BaYMV の系統について全塩基配列を報告、外国産のウイルスと系統解析を行い、VPg 領域が宿主因子との相互関係に関与していると示唆した。

III ジャガイモモップトップ病 (*Pomovirus* 属, PMTV)

ジャガイモ粉状そうか病菌 (*Spongospora subterranea*) で媒介される PMTV (*Potato mop-top virus*) は、北欧など冷涼な地域で発病が見られるとされていたが、2005 年に北海道の主要馬鈴芋生産地 (十勝) で発生が確認された。中山ら (北海道農業研究センター) は、おとり植物と高度のウイルス遺伝子検出法を紹介し、その診断法を用いて北海道における PMTV の発生実態とその特徴を報告した。

PMTV は、それぞれ複製、細胞間移行 (TGB)、外被タンパク質 (CP) にかかわる 3 種のゲノムをもつ。ウイルスの全身移行にはウイルス粒子を必要としないことが知られている。英国の TORRANCE (Scottish Crop Research Institute) は、CP とその読み過ぎタンパク質である CP-RT の長距離移行における役割について、CP-RT の C 末端がそれ自身の RNA の全身移行を阻害するが、他の 2 種の RNA の移行には影響しないこと、さらに CP-RT と移行タンパクの一種 (TGB1) が酵母ツーハイブリッド系で相互作用することを示した。すなわち、PMTV の RNA は、二つの異なった戦略で長距離移行するという新知見を発表した。

IV レタスビッグベイン病 (*Ophiovirus* 属, MLBVV)

Ophiovirus 属の MLBVV (*Mirafiori lettuce big-vein virus*) によって起こるレタスビッグベイン病は、日本でも話題のウイルス病である。米国の WINTERMANTEL (USDA-ARS, Salinas) は、レタスの野生種 *Lactuca virosa* が、ビッグベイン病に対して抵抗性であることに着目し、*L. virosa* やレタスとのハイブリッドなどについて抵抗性を検定し、抵抗性の程度と病徴発現およびウイルスの蓄積レベルとの関係を明らかにした。栽培種への抵抗性遺伝子導入の可能性を示した。

V ウイルス媒介菌

ウイルス媒介菌には、ツボカビ目の属する *Olpidium* 属とネコカビ目に属する *Polymyxa* 属および

Spongospora 属が知られている。ツボカビ目は、菌界(カビ)に分類されているが、ネコブカビ目は、原生生物界に分類されている。ベルギーの BRAGARD (Louvain Chathoric University) の研究グループは、*Bymovirus*、*Furovirus* および *Pecluvirus* 属とそれらを媒介する *Polymyxa* 属 (*P. graminis* f. sp. *temperata* と *P. graminis* f. sp. *tepida*) の地域分布、寄生性、ウイルス媒介能力の違いに着目し、ウイルスと媒介生物の地域適応と共進化について考察した。

スイスの MERZ (IBZ, Zurich) は、厩肥がジャガイモ紛状そうか病菌 (*S. subterranea*) の感染源になりうるという、古い論文に着目して、それを実験的に証明した。病原菌(休眠孢子)を含む飼料を家畜に摂取させ、排泄物中の菌の活性を確認し、さらに畑に施用した後の感染を確認している。

VI ドイツ連邦栽培植物研究センター Julius Kuhn-Institute について

これまでドイツの農業研究所は、それぞれ専門別に、例えば、ドイツ連邦生物研究センター所管の植物ウイルス、微生物およびバイオセーフティー研究所のような長い名称で呼ばれていたが、2008年にドイツ連邦政府は、大幅に研究所を改組し、名称を Julius Kuhn-Institute (JKI) として一つ屋根のもとに統合した。Julius Kuhn とは、19世紀に活躍したドイツの農学者(植物病理学にも関与)とのことである。全国に15の研究所またはユニットがあり、研究員約250名、1,000人以上のスタッフからなるが、その本部がこの小さな町クヴェトリンブルクにおかれている。6研究所がクヴェトリンブルクとブラウンシュヴァイクに存在する。

研究分野は遺伝学、栄養学、土壌学、病理学、昆虫学等から成るが、15箇所のうち、次に示すように10箇所が植物保護にかかわる研究所であるのは、極めて印象的

である：畑作と牧草の植物保護、園芸作物と森林の植物保護、果樹とブドウ栽培の植物保護、疫学と病原診断、抵抗性とストレス耐性、生物防除、組み換え植物の安全性、植物保護の戦略と技術評価、植物保護の応用技術(防除機械など)、国内および国際植物健康(検疫)。

おわりに

第7回を迎えた本会議は、発足してほぼ20年になる。この間、病原ウイルスのゲノム構造や機能、宿主の抵抗性に関する研究は著しい発展を見ている。特にテンサイと麦類に関する研究発表が、毎回、全体の80%近くを占めている。麦類については、ドイツのJKIが中心となって、フランス、英国等と国際的な大型プロジェクトのもとで抵抗性遺伝子の単離を目指したマッピングが勢力的に行われているのが印象的である。テンサイでは、欧州の大手企業が競ってそう根病抵抗性品種の開発に取り組んでいる。例えば、エクスカーションで訪れたKWS(世界最大手の種子育種会社)の研究所は人員、施設とも目を見張るものがあり、そう根病抵抗性品種が次々と開発される理由が理解できた。

しかしながら、麦類やテンサイのいずれのウイルス病についても根部におけるウイルス抵抗性の病理学的機構については不明な点が多く、早急に解明する必要がある。また、媒介生物に関する研究についても大きな進展が見られないのが残念である。取り扱いが困難であり、研究成果が出にくいことが原因であると思われるが、この分野の研究の充実を切望する。2011年の第8回のIWGPVFFV会議は、ベルギーのLouvainで開催される予定であるが、次は日本での開催を打診されている。我が国には、菌類伝搬性ウイルスにかかわっている研究者も多く、研究レベルは他の国と比べて決して劣っているとは思われない。研究の充実と益々の発展を期待したい。