

4. 植物に感染するレオウイルス

笹谷 孝英

農研機構九州沖縄農業研究センター

レオウイルス科は2つの亜科に分かれ、15のウイルス属からできている非常に大きなウイルスのグループである。これらのうちファイトレオ属、オリザウイルス属およびフィジーウイルス属に含まれる14種のウイルスが植物に感染する。日本ではイネ萎縮ウイルスやイネ黒条萎縮ウイルスなど4種のウイルスの発生が報告されている。植物に感染するレオウイルスは、日本をはじめとする東南アジアのイネやトモロコシなどのイネ科作物に突発的に大発生することがあり、東南アジアの食料の安定生産上の脅威となっている。ウイルスの粒子は二殻の正二十面体で、その直径は50~80nm、10から12の分節された二本鎖のRNAを持つ。ウイルスは植物のみならずウンカやヨコバイなどの昆虫の細胞で増殖し、なかには親から子へと経卵伝染する種類もある。本稿では、研究が進んでいるイネ萎縮ウイルスの研究で得られた知見を中心に、植物に感染するレオウイルスの分類と起源、作物に及ぼす被害、ウイルスの基本構造と複製機構、昆虫および植物での細胞間移行について解説を行うとともに、遺伝子組換え技術を用いたウイルス防除に関する研究を紹介する。

はじめに

レオウイルス科は2つの亜科、15属からなる大きなウイルスのグループであり、ヒトをはじめとするほ乳類、鳥類、魚類、昆虫、植物、菌類と幅広く感染する。レオウイルス科のうちファイトレオウイルス属、オリザウイルス属およびフィジーウイルス属に含まれる14種（暫定種も含む）のウイルスが植物に感染する。特に、これらのウイルスは東南アジアのイネやトモロコシなどのイネ科作物で突発的に大発生し、作物の生産に壊滅的な打撃を与える。これらのウイルスの発生は東南アジアの食料の安定生産上重大な問題となることがある。

植物に感染するレオウイルスは、イネ科作物の害虫であるウンカやヨコバイが媒介者となり、植物に感染する（図1）。ウンカやヨコバイはセミを小さくしたような害虫で、

ウイルスを媒介する以外にもこれらの昆虫自体がイネやトモロコシなどのイネ科作物に加害吸汁を行い、作物の生育に悪影響を及ぼす。ときにはこれらの作物を枯死させることもある。

植物ウイルス病と媒介生物の関連を世界で初めて報告したのは、わが国の高田鑑三であり、1895年、彼はイネ萎縮病の発生にはイナズマヨコバイが関係すると主張したことに始まる。さらに、安藤広太郎は昆虫が病気を媒介していることを見だし、福士貞吉は、1933年昆虫体内でもウイルスは増殖し、さらに卵を介して親から子へとウイルスが伝搬することを明らかにした。わが国はウイルス研究の黎明期から植物に感染するレオウイルスの研究に関しては画期的な成果をあげ、世界の植物ウイルス研究をリードしてきた。

本稿では、植物に感染するレオウイルスの概説を行うとともに、特に研究が進んでいるイネ萎縮ウイルスの研究で得られた新知見を中心に植物に感染するレオウイルス研究の新展開の解説をおこなう。また、遺伝子組換え技術を用いたウイルス病防除に関する研究の紹介を行う。

レオウイルスの分類と起源

レオウイルス科はウイルス粒子の構造の違いによってセドレオウイルス亜科とスピナレオウイルス亜科に分類され、さらにウイルスのゲノム構造の違いによって、セドレオウイルス亜科は6属に、スピナレオウイルス亜科は9

連絡先

〒861-1192

熊本県合志市須屋 2421

農研機構九州沖縄農業研究センター生産環境研究領域

TEL: 096-242-7729

FAX: 096-249-1002

E-mail: tsasaya@affrc.go.jp

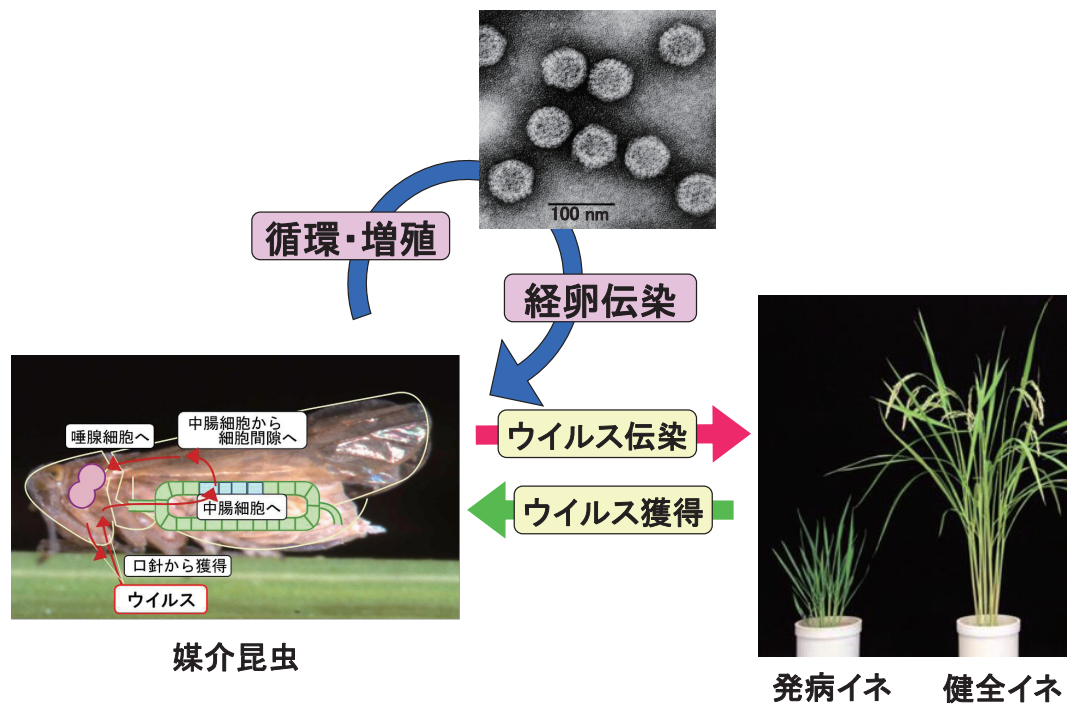


図1 植物に感染するレオウイルスの伝染環

属に分かれる¹⁾。セドレオウイルス亜科に属すウイルスは粒子の表面に大きなスパイク状の突起物を持たないが、スピナレオウイルス亜科に属すウイルスは粒子の表面に大きなスパイク状の突起物を持つ。レオウイルス科に属すウイルスのうち植物に感染するものは、ファイトレオウイルス属の4種、オリザウイルス属の2種、フィジーウイルス属の8種の計14種類が報告されている(表1)²⁾。現在、日本ではイネ萎縮ウイルス、イネラギッドスタントウイルス、イネ黒条萎縮ウイルス、イネ南方黒条萎縮ウイルスの4種の発生が報告されている。

植物に感染するレオウイルスはウンカやヨコバイなどの媒介昆虫の細胞で増殖し、なかには経卵伝染する種類もある(図1)²⁾。ウイルスを植物だけで継代培養するとウイルスは植物体中で増殖できるが、昆虫体内中で増殖できなくなり、昆虫による植物への媒介能力が失われる。植物で継代培養したウイルスの遺伝子を調べるとウイルス遺伝子の一部に欠失や欠損が起り、その欠失や欠損された遺伝子からのタンパク質合成が損なわれている。しかし、昆虫の培養細胞で継代培養してもウイルス遺伝子の欠失や欠損は起らない。このことより、ウイルスの持つすべての遺伝子が昆虫での増殖には必要不可欠であるが、植物ではすべての遺伝子が必要では無いと考えられる³⁻⁵⁾。さらに、フィジーウイルス属の *Nilaparvata lugens reovirus* は昆虫細胞では増殖するが、植物細胞では増殖できない。しかし、昆虫が植物に吸汁行動を行うときに植物の維管束組織にウイルスが放出され、次に吸汁した昆虫が維管束組織に放出さ

れているウイルスを獲得する。このことによって、昆虫へのウイルス感染が起り、ウイルスが昆虫間で伝染する⁶⁾。これらのことから植物に感染するレオウイルスの起源は昆虫ウイルスであり、ウイルスを保毒した昆虫が植物で吸汁行動を行っている過程で植物に対する感染性を獲得したものと考えられている⁵⁾。

ウイルスによる作物被害

植物に感染するレオウイルスはイネ科植物に感染し、特に、東南アジアのイネやトモロコシを栽培している地域では突発的に大発生し、甚大な被害を及ぼすことがある。そのため、植物に感染するレオウイルスは東南アジアの食料の安定生産上の脅威となっている。

1889年～1930年にかけてのイネ萎縮ウイルスが西日本で突発的に発生し、これらの地域で深刻な米不足を引き起こした²⁾。2006年～07年に南ベトナムにおいてはイネラギッドスタントウイルスをはじめとするイネウイルスが大発生し、82.8万tの米が失われ、その被害額は1.2億ドルと推定されている⁷⁾。1957～67年にかけ、イネ黒条萎縮ウイルスが関東地域のイネやトモロコシで発生し、収穫が皆無となる圃場も現れた⁸⁾。1997～98年には中国の浙江省および福建省においてイネ黒条萎縮ウイルスが大発生し、これらの地域の米生産に壊滅的な被害を与えた⁹⁾。

近年、新たに発生が確認されたイネ南方黒条萎縮ウイルスは、当初、中国の一部地域のイネやトモロコシで発生していたが、2009年以降、中国の稲作地帯全域およびベ

表1 植物に感染するレオウイルス

亜科	属	種 (暫定種)	発生植物	媒介昆虫	発生地域
セドレレオウイルス	ファイトレオウイルス	イネ萎縮ウイルス	イネ, イヌビエ, スズメノヒエ	ツマグロヨコバイ	日本, 韓国, 中国, ネパール, フィリピン
		Rice gall dwarf virus	イネ	ツマグロヨコバイ	中国, タイ, マレーシア
		Wound tumor virus	クローバ	シダヨコバイ	北米国
		Tobacco leaf enation virus	タバコ	不明	南アフリカ, インド
スピナレオウイルス	オリザウイルス	イネラギッドスタントウイルス	イネ	トビイロウンカ	東アジア, 東南アジア
		Echinochloa ragged stunt virus	コムギ, タイヌビエ	ヒエウンカ	台湾
	フィジーウイルス	Fiji disease virus	サトウキビ	クロフツウンカ	オーストラリアおよび周辺地域
		イネ黒条萎縮ウイルス	イネ, トウモロコシ, コムギ, オオムギ	ヒメトビウンカ	日本, 韓国, 中国
		Maize rough dwarf virus	トウモロコシ, コムギ, オオムギ	ヒメトビウンカ	スカンジナビア, 地中海地域
		Mal de Rio Cuarto virus	トウモロコシ, コムギ, ソルガム	タテゴトウンカ	アルゼンチン
		Pangola stunt virus	メヒシバ	セジロウンカ	南米国, オセアニア, 北オーストラリア, 台湾
		Oat sterile dwarf virus	オオムギ, エンバク	キタウンカ	北ヨーロッパ
		Garlic dwarf virus	ニンニク	不明	南フランス
		イネ南方黒条萎縮ウイルス	イネ, トウモロコシ, ソルガム, イヌビエ	セジロウンカ	日本, 中国, ベトナム

トナムに広がり, 日本でもその発生が確認された¹⁰⁻¹²⁾. 現在では, 被害面積は600万ha以上に及んでおり, 今後さらにアジアの稲作地帯に蔓延することが恐れられている¹³⁻¹⁴⁾.

ウイルスの基本構造

ファイトレオウイルス属のイネ萎縮ウイルス, オリザウイルス属のイネラギッドウイルスおよびフィジーウイルス属のイネ黒条萎縮ウイルスのゲノム構造を示した(図2). ファイトレオウイルス属のイネ萎縮ウイルスは12本の分節した2本鎖RNAゲノムからなり, 12のタンパク質をコードしている. ウイルス粒子は, 12本の分節ゲノム, ウイルスの転写や複製に関係する3つの酵素タンパクおよび内殻タンパクから内殻粒子を形成し, さらに内殻粒子は3つの外殻タンパク質によって取り囲まれた二殻構造をした正20面体で, その直径は50~70nmである^{1,15)}.

オリザウイルス属のイネラギッドスタントウイルスのゲノムは, 10本の2本鎖RNAからなり, 12のタンパク質をコードしている. ウイルス粒子は8個の構造タンパク質と10本の分節ゲノムからなり, 直径が57~65nmの正二十面体で, 12の頂点に大きなスパイクがついた二殻構造をしており, スパイクの長さも含めると直径が65~80nmとなる¹⁾. フィジーウイルス属のイネ黒条萎縮ウイルスのゲノムは10本の2本鎖RNAからなり, 12のタンパク質をコードしている. ウイルス粒子は6個の構造タンパク質と10本の分節ゲノムからなり, オリザウイルス属のウイルスと同様に直径が55nmの正20面体で, 12の頂点にスパイクがついた二殻構造をしており, スパイクの長

さも含めると直径は65~70nmである¹⁾.

ウイルスの複製機構

ウイルスの侵入から複製プロセスに関する研究は, 媒介昆虫であるツマグロヨコバイの培養細胞を用いたイネ萎縮ウイルスにより詳細な研究が行われている(図3). 媒介昆虫の口針から吸汁されたウイルスは中腸細胞から取り込まれ¹⁶⁾, ウイルス粒子の外殻にあるP2が昆虫細胞のレセプターに結合することで粒子の吸着が起こる^{5,17-19)}. 吸着したウイルス粒子はクラスリン依存性エンドーシスにより細胞質内に取り込まれるが, 動物に感染するレオウイルスと異なり外殻の脱外被は起こらず, 二殻構造を保ったままエンドソーム内に取り込まれる^{16,20)}.

細胞に侵入したウイルスは, 二殻構造を保ったまま粒子内にあるRNA複製酵素を用いてゲノムのマイナス鎖を鋳型として転写が開始されるが, その詳細については不明な点が多い. ウイルスはRNA干渉などの宿主側からの攻撃から自身を守りながら宿主細胞質内でウイルス複製を開始するため, バイロプラズムの形成を開始する. そのため, ウイルス感染の初期にはバイロプラズムに関連するタンパク質の転写が優先的に開始されると考えられている²¹⁾. イネ萎縮ウイルスではゲノムの6, 11および12番目にコードされている3つのタンパク質(Pns6, Pns11, Pns12)がバイロプラズムに関連するタンパク質であるが, Pns12がバイロプラズマの骨格を形成する主たるタンパク質であり, 他の2つのタンパク質はバイロプラズム内でのウイルスRNAの移動や合成に関係していると考えられている²¹⁻²³⁾. ウイ

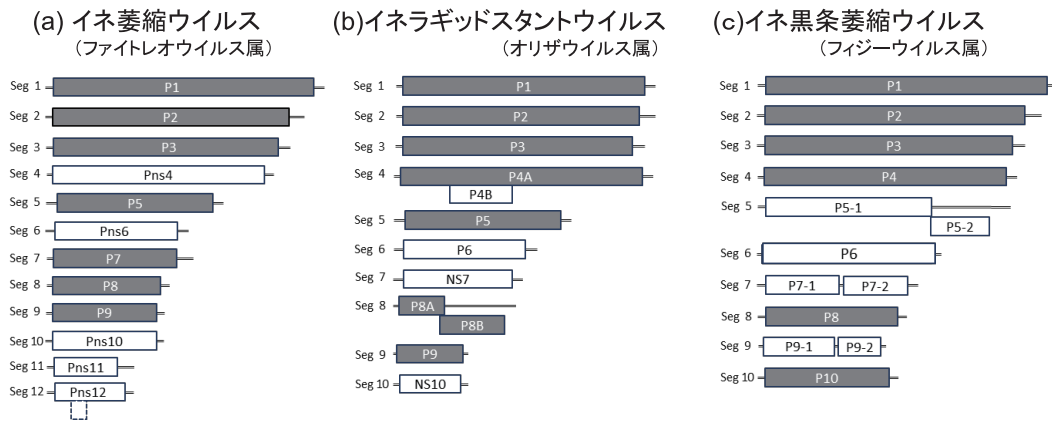


図2 植物に感染するレオウイルスのゲノム構造

灰色の四角はウイルス粒子を形作る構造たんぱく質，白色の四角は非構造たんぱく質をコードするオープンリーディングフレームを示す。

ルスゲノムと内殻粒子に関係するタンパク質 (P1, P3, P5, P7) はバイロプラズムの内部に，外殻に関係する P2, P8 および P9 はバイロプラズムの外側に存在することより，ウイルスゲノムの複製から内殻粒子の形成はバイロプラズムの内部で行われ，内殻粒子はバイロプラズマの外側に運ばれて外殻タンパク質がくっつき完全粒子としてバイロプラズムの外側へ放出される²⁴⁻²⁷⁾。

バイロプラズムから放出されたウイルス粒子は細胞骨格系のモータータンパク質によって細胞の周辺部に移動する^{28,29)}。ツマグロヨコバイの培養細胞を用いた rice gall dwarf virus の研究では，粒子が細胞の微小管沿いに移動している電子顕微鏡画像が得られており，ウイルスの細胞内移動は微小管系モータータンパク質が関与していると考えられ，さらに，3次元電子線トモグラフィ解析により，微小管に付着する粒子密度からモータータンパク質はキネシンであると推察されている^{31,32)}。

媒介昆虫がイネに吸汁するときに見える微小な傷からウイルスは侵入すると考えられているが，昆虫の培養細胞で明らかになったことが実際に植物でも起こっているかは不明である。植物におけるウイルスの感染から複製プロセスに関する研究が進まない最大の理由は，昆虫の培養細胞のようにウイルスを同調的に感染させる実験系が無いためである。そこで，イネ萎縮ウイルスに感染したイネで発現する遺伝子の挙動をマイクロアレイ解析することによって，植物の遺伝子側からウイルスの感染から複製を明らかにする研究が試みられている^{33,34)}。

昆虫でのウイルスの細胞間移行

ウイルスを保毒した昆虫の中腸を電子顕微鏡観察するとウイルス粒子を含んだチューブ状の構造が観察され，ウイルスはこのチューブを介して昆虫の細胞間を移行すると考えられている^{12, 35-37)}。イネ萎縮ウイルスにおいては10番

目の分節ゲノムにコードされている Pns10 が，rice gall dwarf virus では9番目にコードされている Pns9 がチューブ構造を形作るタンパク質である。イネ黒条萎縮ウイルスおよびイネ南方萎縮ウイルスでもチューブ構造は観察され，このチューブは7番目の分節ゲノムの5'側にコードされている P7-1 によって作られている^{38,39)}。

イネ萎縮ウイルスを昆虫の培養細胞に接種すると感染細胞の表面からチューブ状の構造(糸状仮足)が形成される。同様の糸状仮足はバキュロウイルスで Pns10 を発現した Sf9 細胞でも確認され，この仮足にはアクチンが多く集積している⁴⁰⁾。3次元電子線トモグラフィ解析でこの仮足の内径はウイルス粒子の直径とほぼ一致することが明らかになっている。さらに，ウイルス粒子は仮足の先端部から隙間無くきちんと並んでいることから，ウイルス粒子がこのチューブ状の仮足に充填されることに従って仮足伸長すると推察されている⁴¹⁾。また，さらに突起物の先端が隣の細胞に接続するときは P2 が必要であることも明らかになっている⁴²⁾。

植物でのウイルスの細胞間移行

植物の細胞は，動物や昆虫細胞と異なり細胞間に厚い細胞壁を持つ。そのため，植物に感染したウイルスが細胞から隣の細胞へと移行するには細胞間隙を通過しなくてはならない。しかし，細胞間隙はウイルスが通過するには小さすぎる。そこで，ウイルスは細胞間隙を通過しやすいように，ウイルス粒子を核酸・タンパク複合体に変形する，あるいは，細胞間隙の構造を変化させるタンパク質(移行タンパク質)を持っている⁴³⁻⁴⁵⁾。当然，植物に感染するレオウイルスも植物細胞間を移行するための移行タンパク質遺伝子をそのゲノム上に持っている。

カリモウイルス属，コモウイルス属，トスポウイルス属などの植物ウイルスでは，ウイルスが植物細胞間を移行す

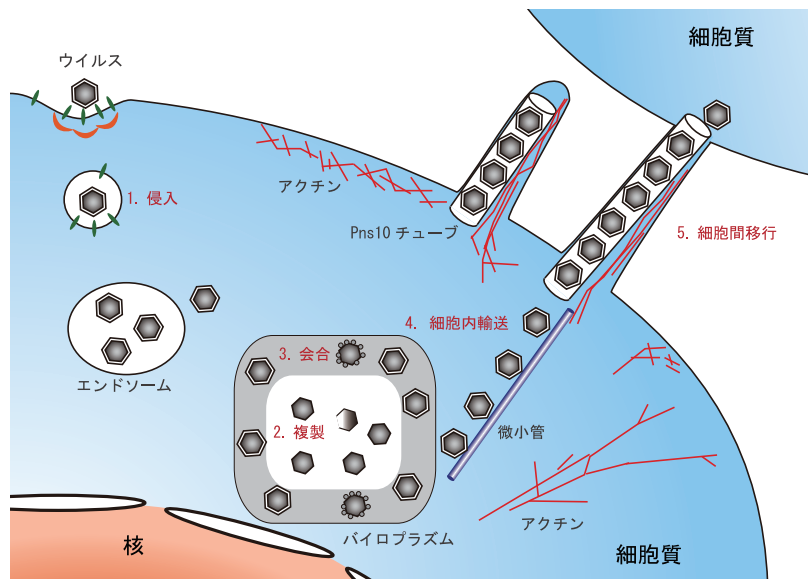


図3 昆虫細胞における植物に感染するレオウイルスの複製
Miyazaki (2013)²⁶⁾より一部改変して引用

るために細胞間隙を突き破るようなチューブ状の構造を作り、その中をウイルス粒子が移行する⁴⁶⁻⁴⁸⁾。イネ黒条萎縮ウイルスやイネ南方黒条萎縮ウイルス感染イネでは、昆虫細胞で観察されるものと同じようなウイルス粒子を含んだチューブ状の構造が観察され^{12,36)}、これらのウイルスは昆虫細胞と同様に植物細胞でもチューブ状の構造を利用して、ウイルス粒子の形で細胞間を移行すると考えられる。しかし、イネ萎縮ウイルスにおいては昆虫細胞で観察されるようなチューブ状の構造は植物中で観察されず、植物における細胞間移行は長年不明であった⁴⁹⁻⁵¹⁾。

ウイルスの移行タンパク質は自身のウイルスの細胞間移行以外、全く異なる種類のウイルスの細胞間移行にも作用する。この性質を利用して、細胞間移行能力を欠損したウイルスの相補実験によって、ウイルスの移行タンパク質の同定が行われている⁵²⁻⁵⁵⁾。イネ萎縮ウイルスとイネラギッドスタントウイルスにおいても、細胞間移行能力を欠損したポテトウイルスXやタバコモザイクウイルスを用いた相補実験で、これらのウイルスの6番目の分節ゲノムにコードされているPns6が移行タンパク質であることが証明された。さらに、これらのタンパク質は一本鎖にしたウイルスゲノムと特異的に結合すること、さらに、長年これらウイルス感染したイネ組織が電子顕微鏡で観察されてきたが、細胞間隙にウイルス粒子が確認されていないことより、イネ萎縮ウイルスとイネラギッドスタントウイルスは粒子の形ではなく、核酸・タンパク複合体の形に変形して細胞間移行すると考えられる⁵⁶⁻⁵⁹⁾。イネ萎縮ウイルスの昆虫での細胞間移行はPns10によって作られるチューブ状の構造の中を粒子の形態で行われ、植物ではPns6の関与の

と核酸・タンパク複合体の形で行われる。

イネ萎縮ウイルスは、細胞間の移行に参与するタンパク質およびその細胞間移行様式を昆虫と植物で変えている。一方、イネ黒条萎縮ウイルスは昆虫および植物ともにウイルスの持つP7-1によって作られるチューブ状の構造の中を粒子の形態で移行する。この両ウイルスの植物細胞間の移行様式に違いがあるのは、両ウイルスの植物組織での局在性、すなわち、イネ萎縮ウイルスは植物の維管束組織のみならず葉肉組織にも広く分布するが、イネ黒条萎縮ウイルスはイネの維管束組織のみに局在して葉肉組織には侵入できないことに起因する可能性があるが、さらに詳しい研究が必要である^{2,49,60)}。

ウイルス抵抗性作物の開発

ウイルスに対して抵抗性を示す作物を育成するには、植物の持つウイルス抵抗性遺伝子を自然界から見つけ出し、その抵抗性遺伝子を交配などによって作物に導入することが一般的に行われている。しかし、タバコモザイクウイルスの遺伝子を導入したタバコはウイルスに対して抵抗性が誘導される現象が見いだされてからは⁶¹⁾、遺伝子組換え技術を用いたウイルスに対する抵抗性を付与する研究が盛んに行われている⁶²⁻⁶⁴⁾。近年、真核生物は自身の遺伝子配列とは異なる配列を持つ2本鎖RNAを特異的に認識し、その発現を抑制する現象(RNA干渉)が見いだされ、ウイルスのRNA自体がウイルスに対して抵抗性を誘導する引き金になることが分かった⁶⁵⁻⁶⁹⁾。このRNA干渉法を利用したウイルスに対して抵抗性を示す植物が多く作出されている⁷⁰⁻⁷²⁾。しかし、発現を抑制するウイルスの遺伝



図4 イネ萎縮ウイルスのバイロプラズムの遺伝子の発現抑制によって作出されたウイルス抵抗性組換えイネ

子によって誘導される抵抗性に差が生じ、ウイルスの感染や増殖の鍵となる遺伝子を特定し、そのウイルスにとって「アキレス腱」となる遺伝子の発現を抑制することが、強いウイルス抵抗性作物を作出するには重要であることが明らかになっている⁷³⁻⁷⁵⁾。

植物に対するレオウイルスの抵抗性付与技術の研究は、イネ萎縮ウイルスを用いた研究が最も進んでいる。イネ萎縮ウイルスは12個の遺伝子を持つが、RNA干渉によってこれら12個の遺伝子の発現を個別に抑制する遺伝子組換えイネを作出し、それらのウイルスに対する抵抗性を検定した。その結果、ウイルスの増殖が確認されず、全く発病しない強い抵抗性を示すもの(抵抗性強)、弱い病徴を示すもの(抵抗性中)、激しい病徴を示すが発病が遅延するもの(抵抗性弱)、非組換えイネと同様に激しい病徴を示し、ウイルスに対して全く抵抗性を示さないもの(抵抗性なし)と、RNA干渉の標的遺伝子によって誘導されるウイルスに対する抵抗性に差が見られた(表2)⁷⁶⁾。特に、植物での細胞間移行タンパク質であるPns6、外殻粒子の主要な構成タンパク質であるP8、およびバイロプラズムの主要構成タンパク質であるPns12の遺伝子の発現を抑制した組換えイネは強い抵抗性が誘導され、これらの遺伝子がウイルスの感染初期に働く重要な鍵となる遺伝子であり、ウイルスの感染や増殖にとって「アキレス腱」となる遺伝子であると推察された(図4)。一方、昆虫の媒介性に関係するタンパク質であるP2や昆虫での細胞間移行タンパク質であるPns10の遺伝子は、イネでウイルスを継代培養

すると欠失する遺伝子であるが、これらの遺伝子の発現をRNA干渉で抑制したイネは全く抵抗性を示さなかったことより、これらのタンパク質はウイルスが植物で増殖するときは不必要であると考えられた⁵⁾。

植物に感染するレオウイルスは感染初期に植物細胞中にバイロプラズムを形成し、RNA干渉などの植物側からの攻撃から自身を守りながらウイルス複製を開始する²¹⁾。このことを考えるとレオウイルスのバイロプラズム遺伝子は、ウイルスの感染や増殖にとって「アキレス腱」となる遺伝子であると推察される。そこで、イネ萎縮ウイルスのバイロプラズムの主要タンパク質であるPns12遺伝子と相同な遺伝子である、rice gall dwarf virusのPns9遺伝子^{77,78)}、およびイネ黒条萎縮ウイルスのP9-1遺伝子^{22,36)}の発現を抑制したイネを作製し、ウイルスに対する抵抗性検定を行ったところ、これらの組換えイネはウイルスに対して非常に強い抵抗性を示した^{79,80)}。以上より、レオウイルスに対する抵抗性作物を作出するには、RNA干渉の標的遺伝子としてバイロプラズム遺伝子を用いることが有効であることが明らかになった⁷⁶⁾。

おわりに

植物に感染するレオウイルスは東南アジアのイネやトウモロコシを栽培している地域で突発的に大発生し、問題となることがある。さらに、地球温暖化はこれらのウイルスや媒介昆虫の発生やその蔓延拡大を助長する。また、ウイルスを媒介する昆虫は偏西風により、東南アジアから日本

表2 RNA 干渉によって誘導されるイネ萎縮ウイルスに対する抵抗性

RNA 干渉の標的遺伝子	存在場所	機能・役割	抵抗性程度
P1	内殻粒子内	RNA 複製酵素	中
P2	外殻粒子	昆虫媒介性	なし
P3	内殻粒子	内殻粒子の主構成タンパク	小
Pns4	細胞質	細胞内輸送	中
P5	内殻粒子内	キャップ化酵素	なし
Pns6	バイロプラズム	植物細胞間移行	強
P7	内殻粒子内	RNA 結合タンパク	なし
P8	外殻粒子	外殻粒子の主構成タンパク	強
P9	外殻粒子	機能不明	なし
Pns10	細胞質	昆虫細胞間移行、RNA 干渉サプレッサー	なし
Pns11	バイロプラズム	バイロプラズムの構成タンパク	中
Pns12	バイロプラズム	バイロプラズムの主構成タンパク	強

へと飛来する⁸¹⁾。今後、媒介昆虫の飛来数の増加や、未発生ウイルスの日本への侵入や蔓延を警戒する必要がある⁸²⁾。海外から侵入してくるウイルスが日本で蔓延することを阻止するには、迅速に侵入してきたウイルスを診断し、徹底的な病株の抜き取りや媒介昆虫の防除を行い、短時間に撲滅を行うことが重要である。東南アジアのイネやトウモロコシで問題となるレオウイルスに対する抗血清が作製されており、迅速にこれらのウイルスを診断できる ELISA などの血清学的診断法が開発されている。また、ウイルスの配列に基づいた RT-PCR などの遺伝子診断法により海外からのウイルスを迅速に診断する体制も整っている^{13, 83-87)}。

ウイルスに対して抵抗性を示す作物を育成するには、植物の持つウイルス抵抗性遺伝子を見つけ出し、その遺伝子を交配によって作物に導入することが一般的である。しかし、レオウイルスに対して抵抗性を示す植物の遺伝子は見つかっておらず、交配によりレオウイルスに対して抵抗性を示す作物を育成することは難しい。一方、遺伝子組換え技術を利用して作物にウイルス抵抗性を付与することはウイルス抵抗性作物を育成するに上で有効な手法である。実際、米国のハワイ州においてはパパイヤ輪点ウイルスの被害に悩まされていたが、ウイルスの外被タンパク質を導入したウイルス抵抗性パパイヤが実用化され、ウイルス病被害の軽減に大きく寄与している^{88,89)}。植物に感染するレオウイルスにおいても、バイロプラズムの遺伝子はウイルスの感染や増殖にとって「アキレス腱」となる遺伝子であり、RNA 干渉法を利用してその発現を抑制するとウイルスに対して強い抵抗性が付与されることが分かっている。しかし、現状では遺伝子組換え作物を食用として利用することは一般的に受け入れられていない。そこで、非食用としての飼料作物をターゲットにし、遺伝子組換え技術を用いたイネ萎縮ウイルスに対して抵抗性を示す飼料用イネの開発に関する研究が行われている⁷⁶⁾。

引用文献

- 1) Attoui H, Mertens PPC, Becnel J, Belaganahalli S, Bergoin M, Brussaard CP, Chappell JD, Ciarlet M, del Vas M, Dermody TS, Dormitzer PR, Fang Q, Graham R, Guglielmi KM, Harding RM, Hillman B, Makkay A, Marzachi C, Matthijssens J, Milne RG, Mohd Jaafar F, Mori H, Noordeloos AA, Omura T, Patton JT, Rao S, Maan M, Stoltz D, Suzuki N, Upadhyaya NM, Wei C, Zhou H.: Family *Reoviridae*. King, AMQ Adams MJ, Carstens EB, Lefkowitz EJ, eds. *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature*. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. San Diego, London, Tokyo: Elsevier Academic Press, 541-637, 2011.
- 2) Hibino H.: Biology and epidemiology of rice viruses. *Annu Rev Phytopathol* 34:249-274, 1996.
- 3) 木村郁夫: イネ萎縮病ウイルスにおける昆虫伝搬性の喪失. *日植病報* 42:322-324, 1976.
- 4) Reddy, DVR, Black, LM.: Deletion mutations of the genome segments of Wound tumor virus. *Virology* 61:458-473, 1974.
- 5) Pu Y, Kikuchi A, Moriyasu Y, Tomaru M, Jin Y, Suga H, Hagiwara K, Akita F, Shimizu T, Netsu O, Suzuki N, Uehara-Ichiki T, Sasaya T, Wei T, Li Y, Omura T.: Rice dwarf viruses with dysfunctional genomes generated in plants are filtered out in vector insects: implications for the origin of the virus. *J Virol* 85: 2975-2979, 2011.
- 6) Nakashima N, Noda H.: Nonpathogenic *Nilaparvata lugens* reovirus is transmitted to the brown planthopper through rice plant. *Virology* 207:303-307, 1995.
- 7) Cabauatan PQ, Cabunagan RC, Choi IR.: Rice viruses transmitted by the brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stål. Heong KL, Hardy B, eds. *Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. Los Baños: International Rice Research Institute, 357-358, 2009.
- 8) 石井正義, 吉村彰治: イネ黒条萎縮ウイルスの関東東山地域における発生生体. *農事試験報* 17:61-121, 1973.
- 9) Li C, Song J, Jiang L.: Research progress on the maize rough dwarf virus disease. *Plant Prot* 25:34-37, 1999.
- 10) Hoang AT, Zhang HM, Yang J, Chen JP, Hébrard E,

- Zhou GH, Vinh VN, Cheng JA.: Identification, characterization, and distribution of southern rice black-streaked dwarf virus in Vietnam. *Plant Dis* 95:1063-1069, 2011.
- 11) Matsukura K, Towata T, Sakai J, Onuki M, Okuda M, Matsumura M.: Dynamics of Southern rice black-streaked dwarf virus in rice and implication for virus acquisition. *Phytopathology* 103:509-512, 2013.
 - 12) Zhou G, Wen J, Cai D, Li P, Xu D, Zhang S.: Southern rice black-streaked dwarf virus: a new proposed *Fijivirus* species in the family *Reoviridae*. *Chin Sci Bull* 53:3677-3685, 2008.
 - 13) Wu WQ, Guo XG, Zhang H, Yang J, Lv MF, Chen J.: Simultaneous detection and survey of three rice viruses in China. *Plant Dis* 97:1181-1186, 2013.
 - 14) Zhou G, Xu D, Xu D, Zhang M.: Southern rice black-streaked dwarf virus: a white-backed planthopper-transmitted fijivirus threatening rice production in Asia. *Front Microbiol* 4:doi:10.3389/fmicb.2013.00270, 2013.
 - 15) Omura T, Yan J.: Role of outer capsid proteins in transmission of Phytoreovirus by insect vectors. *Adv Virus Res* 54:15-43, 1999.
 - 16) Chen H, Chen Q, Omura T, Uehara-Ichiki T, Wei T.: Sequential infection of *Rice dwarf virus* in the internal organs of its insect vector after ingestion of virus. *Virus Res* 160:389-394, 2011.
 - 17) Omura T, Yan J, Zhong B, Wada M, Zhu Y, Tomaru M, Maruyama W, Kikuchi A, Watanabe Y, Kimura I, Hibino H.: The P2 protein of Rice dwarf phytoreovirus is required for adsorption of the virus to cells of the insect vector. *J Virol* 72:9370-9373, 1998.
 - 18) Tomaru M, Maruyama W, Kikuchi A, Yan J, Zhu Y, Suzuki N, Isogai M, Oguma Y, Kimura I, Omura T.: The loss of outer capsid P2 results in nontransmissibility by the insect vector of rice dwarf phytoreovirus. *J Virol* 71:8019-8023, 1997.
 - 19) Yan J, Tomaru M, Takahashi A, Kimura I, Hibino H, Omura T.: P2 protein encoded by genome segment S2 of *Rice dwarf phytoreovirus* is essential for virus infection. *Virology* 224:539-541, 1996.
 - 20) Wei T, Chen H, Ichiki-Uehara T, Hibino H, Omura T.: Entry of *Rice dwarf virus* into cultured cells of its insect vector involves clathrin-mediated endocytosis. *J Virol* 81:7811-7815, 2007.
 - 21) Wei T, Shimizu T, Hagiwara K, Kikuchi A, Moriyasu Y, Suzuki N, Chen H, Omura T.: Pns12 protein of *Rice dwarf virus* is essential for formation of viroplasm and nucleation of viral-assembly complexes. *J Gen Virol* 87:429-438, 2006.
 - 22) Akita F, Higashiura A, Shimizu T, Pu Y, Suzuki M, Uehara-Ichiki T, Sasaya T, Kanamaru S, Arisaka F, Tsukihara T, Nakagawa A, Omura T.: Crystallographic analysis reveals octamerization of viroplasm matrix protein P9-1 of *Rice black streaked dwarf virus*. *J Virol* 86:746-756, 2012.
 - 23) Xu H, Li Y, Mao Z, Li Y, Wu Z, Lin Q, An C, Ming X, Schiemann J, Casper R, Chen Z.: Rice dwarf phytoreovirus segment S11 encodes a nucleic acid binding protein. *Virology* 240:267-272, 1998.
 - 24) Hagiwara K, Higashi T, Miyazaki N, Naitow H, Cheng RH, Nakagawa A, Mizuno H, Tsukihara T, Omura T.: The amino-terminal region of major capsid protein P3 is essential for self-assembly of single-shelled core-like particles of *Rice dwarf virus*. *J Virol* 78:3145-3148, 2004.
 - 25) Miyazaki N, Hagiwara K, Naitow H, Higashi T, Cheng RH, Tsukihara T, Nakagawa A, Omura T.: Transcapsidation and the conserved interactions of two major structural proteins of a pair of phytoreoviruses confirm the mechanism of assembly of the outer capsid layer. *J Mol Biol* 345:229-237, 2005.
 - 26) Miyazaki N, Nakagawa A, Iwasaki K.: Life cycle of phytoreoviruses visualized by electron microscopy and tomography. *Front Microbiol* 4:doi: 10.3389/fmicb.2013.00306, 2013.
 - 27) Nakagawa A, Miyazaki N, Taka J, Naitow H, Ogawa A, Fujimoto Z, Mizuno H, Higashi T, Watanabe Y, Omura T, Cheng RH, Tsukihara T.: The atomic structure of rice dwarf virus reveals the self-assembly mechanism of component proteins. *Structure* 11:1227-1238, 2003.
 - 28) Döhner K, Nagel CH, Sodeik B.: Viral stop-and-go along microtubules: taking a ride with dynein and kinesins. *Trends Microbiol* 13:320-327, 2005.
 - 29) Radtke K, Döhner K, Sodeik B.: Viral interactions with the cytoskeleton: a hitchhiker's guide to the cell. *Cell Microbiol* 8: 387-400, 2006.
 - 30) Wei T, Kikuchi A, Suzuki N, Shimizu T, Hagiwara K, Chen H, Omura T.: Pns4 of rice dwarf virus is a phosphoprotein, is localized around the viroplasm matrix, and forms minitubules. *Arch Virol* 151:1701-1712, 2006.
 - 31) Iwasaki K, Omura T.: Electron tomography of the supramolecular structure of virus-infected cells. *Curr Opin Struct Biol* 20:632-639, 2010.
 - 32) Wei T, Uehara-Ichiki T, Miyazaki N, Hibino H, Iwasaki K, Omura T.: Association of *Rice gall dwarf virus* with microtubules is necessary for viral release from cultured insect cells. *J Virol* 83: 10830-10835, 2009.
 - 33) Satoh K, Shimizu T, Kondoh H, Hiraguri A, Sasaya T, Choi IR, Omura T, Kikuchi S.: Relationship between symptoms and gene expression induced by the infection of three strains of *Rice dwarf virus*. *PLoS ONE* 6:e18094, 0018094, 2011.
 - 34) Shimizu T, Satoh K, Kikuchi S, Omura T.: The repression of cell wall- and plastid-related genes and the induction of defense-related genes in rice plants infected with Rice dwarf virus. *Mol Plant-Microbe Interact* 20:247-254, 2007.
 - 35) Chen Q, Chen H, Mao Q, Liu Q, Shimizu T, Uehara-Ichiki T, Wu Z, Xie L, Omura T, Wei T.: Tubular structure induced by a plant virus facilitates viral spread in its vector insect. *PLoS Pathog* 8:e1003032. doi:10.1371/journal.ppat.1003032, 2012.
 - 36) Isogai M, Uyeda I, Lee B.: Detection and assignment of proteins encoded by rice black streaked dwarf Fiji-virus S7, S8, S9 and S10. *J Gen Virol* 79:1487-1494, 1998.

- 37) Nasu S.: Electron microscopy studies on transovarial passage of *Rice dwarf virus*. *Jpn J Appl Entomol Zool* 9: 225-237, 1965.
- 38) Liu Y, Jia D, Chen H, Chen Q, Xie L, Wu Z, Wei T.: The P7-1 protein of southern rice black-streaked dwarf virus, a fijivirus, induces the formation of tubular structures in insect cells. *Arch Virol* 156:1729-1736, 2011.
- 39) Sun Z, Zhang S, Xie L, Zhu Q, Tan Z, Bian J, Sun L, Chen J.: The secretory pathway and the actomyosin motility system are required for plasmodesmatal localization of the P7-1 of rice black-streaked dwarf virus. *Arch Virol* 158:1055-1064, 2013.
- 40) Wei T, Kikuchi A, Moriyasu Y, Suzuki N, Shimizu T, Hagiwara K, Chen H, Takahashi M, Ichiki-Uehara T, Omura T.: The spread of *Rice dwarf virus* among cells of its insect vector exploit virus-induced tubular structures. *J Virol* 80:8593-8602, 2006.
- 41) Katayama S, Wei T, Omura T, Takagi J, Iwasaki K.: Three-dimensional architecture of virus-packed tubule. *J Electron Microsc* 56: 77-81, 2007.
- 42) Zhou F, Pu Y, Wei T, Liu H, Deng W, Wei C, Ding B, Omura T, Yi Li Y.: The P2 capsid protein of the nonenveloped Rice dwarf virus *Phytoreovirus* induces membrane fusion in insect host cells. *Proc Natl Acad Sci USA* 104:19547-19552, 2007.
- 43) Benitez-Alfonso Y, Faulkner C, Ritzenthaler C, Maule AJ.: Plasmodesmata: gateways to local and systemic virus infection. *Mol Plant Microbe Interact* 23:1403-1412, 2010.
- 44) Lucas WJ.: Plant viral movement proteins: agents for cell-to-cell trafficking of viral genomes. *Virology* 344:169-184, 2006.
- 45) Waigmann E, Ueki S, Trutnyeva K, Citovsky V.: The ins and outs of nondestructive cell-to-cell and systemic movement of plant viruses. *Crit Rev Plant Sci* 23:195-250, 2004.
- 46) Kasteel DT, Perbal MC, Boyer JC, Wellink J, Goldbach RW, Maule, AJ., van Lent JWM.: The movement proteins of cowpea mosaic virus and cauliflower mosaic virus induce tubular structures in plant and insect cells. *J Gen Virol* 77:2857-2864, 1996.
- 47) Storms MMH, Kormelink R, Peters D, van Lent JWM, Goldbach RW.: The nonstructural NSm protein of tomato spotted wilt virus induces tubular structures in plant and insect cells. *Virology* 214: 485-493, 1995.
- 48) van Lent J, Storms M, van der Meer F, Wellink J, Goldbach R.: Tubular structures involved in movement of cowpea mosaic virus are also formed in infected cowpea protoplasts. *J Gen Virol* 72: 2615-2623, 1991.
- 49) Boccardo G, Milne RG.: Plant reovirus group. Morant AF, Harrison BD, eds. *CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses*, Old Woking: Gresham Press, 294:1-7, 1984.
- 50) Fukushi I, Shikata E, Kimura I.: Some morphological characters of riced warf virus. *Virology* 18: 192-205, 1962.
- 51) Shikata E.: Electron microscopic studies on rice viruses. Baltimore MD, ed. *The Virus Disease of the Rice Plant*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 223-240, 1969.
- 52) Dasgupta R, Garcia BH, Goodman RM.: Systemic spread of an RNA insect virus in plants expressing plant viral movement protein genes. *Proc Natl Acad Sci USA* 98, 4910-4915, 2001.
- 53) Morozov S, Fedorkin ON, Juttner G, Schiemann J, Baulcombe DC, Atabekov JG.: Complementation of a potato virus X mutant mediated by bombardment of plant tissues with cloned viral movement protein genes. *J Gen Virol* 78:2077-2083, 1997.
- 54) Solovyev AG, Zelenina DA, Savenkov EI, Grdzlishvili VZ, Morozov SY, Lesemann DE, Maiss E, Casper R, Atabekov JG.: Movement of a barley stripe mosaic virus chimera with a tobacco mosaic virus movement protein. *Virology* 217:435-441, 1996.
- 55) Tamai A, Kubota K, Nagano H, Yoshii M, Ishikawa M, Mise K, Meshi T. Cucumovirus- and bromovirus-encoded movement functions potentiate cell-to-cell movement of tobamo- and potexviruses. *Virology* 315:56-67, 2003.
- 56) Ji X, Qian D, Wei C, Ye G, Zhang Z, Wu Z, Xie L, Li Y.: Movement protein Pns6 of *Rice dwarf phytoreovirus* has both ATPase and RNA binding activities. *PLoS ONE* 6:e24986, doi:10.1371/journal.pone.0024986, 2011.
- 57) Li Y, Bao YM, Wei CH, Kang ZS, Zhong YW, Mao P, Wu G, Chen ZL, Schiemann J, Nelson RS.: Rice dwarf *Phytoreovirus* segment S6-encoded nonstructural protein has a cell-to-cell movement function. *J Virol* 78:5382-5389, 2004.
- 58) Shao CG, Lü, HJ, Wu JH, Gong ZX.: Nucleic acid binding activity of Pns6 encoded by genome segment 6 of rice ragged stunt oryzavirus. *Acta Biochim Biophys Sin* 36:457-466, 2004.
- 59) Wu Z, Wu J, Adkins S, Xie L, Li W.: *Rice ragged stunt virus* segment S6-encoded nonstructural protein Pns6 complements cell-to-cell movement of tobacco mosaic virus-based chimeric virus. *Virus Res* 152:176-179, 2010.
- 60) Hiraguri A, Netsu O, Sasaki N, Nyunoya H, Sasaya T.: Recent progress in research on cell-to-cell movement of rice viruses. *Front Microbiol* 5:doi: 10.3389/fmicb.2014.00210, 2014.
- 61) Abel PP, Nelson RS, De B, Hoffmann N, Rogers SG, Fraley RT, Beachy RN.: Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene. *Science* 232:738-743, 1986.
- 62) Baulcombe D.: Mechanisms of pathogen-derived resistance to viruses in transgenic plants. *Plant Cell* 8:1833-1844,1996.
- 63) Miller ED, Hemenway C.: History of coat protein mediated protection. *Meth Mol Biol* 81:25-38, 1998.
- 64) Palukaitis P, Zaitlin M.: Replicase-mediated resistance to plant virus disease. *Adv Virus Res* 48:349-377, 1997.
- 65) Baulcombe D.: RNA silencing in plants. *Nature* 431:356-363, 2004.
- 66) Baulcombe D.: RNA silencing. *Trends Biochem Sci* 30: 290-293, 2005.
- 67) Ding SW, Voinnet O.: Antiviral immunity directed by

- small RNAs. *Cell* 130:413-426, 2007.
- 68) Fusaro AF, Matthew L, Smith NA, Curtin SJ, Dedic-Hagan J, Ellacott GA, Watson JM, Wang MB, Brosnan C, Carroll BJ, Waterhouse PM.: RNA interference-inducing hairpin RNAs in plants act through the viral defence pathway. *EMBO Rep.* 7: 1168-1175, 2006.
 - 69) Voinnet O.: Induction and suppression of RNA silencing: insights from viral infections. *Nat Rev Genet* 6:206-220, 2005.
 - 70) Bonfim K, Faria JC, Nogueira EOPL, Mendes ÉA, Aragão FJL.: RNAi-mediated resistance to Bean golden mosaic virus in genetically engineered common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Mol Plant Microbe Interact* 20:717-726, 2007.
 - 71) Kalantidis K, Psaradakis S, Tabler M, Tsagris M.: The occurrence of CMV-specific short RNAs in transgenic tobacco expressing virus-derived double-stranded RNA is indicative of resistance to the virus. *Mol Plant Microbe Interact* 15:826-833, 2002.
 - 72) Reyes CA, De Francesco A, Peña EJ, Costa N, Plata MI, Sendin L, Castagnaro AP, García ML.: Resistance to Citrus psorosis virus in transgenic sweet orange plants is triggered by coat protein-RNA silencing. *J Biotechnol* 151:151-158, 2011.
 - 73) Mansoor S, Amin I, Hussain M, Zafar Y, Briddon RW.: Engineering novel traits in plants through RNA interference. *Trends Plant Sci* 11:559-565, 2006.
 - 74) Shimizu T, Nakazono-Nagaoka E, Uehara-Ichiki T, Sasaya T, Omura T.: Targeting specific genes for RNA interference is crucial to the development of strong resistance to *Rice stripe virus*. *Plant Biotechnol J* 9:503-512, 2011.
 - 75) Shimizu T, Yoshii M, Wei T, Hirochika H, Omura T.: Silencing by RNAi of the gene for Pns12, a viroplasm matrix protein of *Rice dwarf virus*, results in strong resistance of transgenic rice plants to the virus. *Plant Biotechnol J* 7:24-32, 2009.
 - 76) Sasaya T, Nakazono-Nagaoka E, Saika H, Aoki H, Hiraguri A, Netsu O, Uehara-Ichiki T, Onuki M, Toki S, Saito K, Yatou O.: Transgenic strategies to confer resistance against viruses in rice plants. *Front Microbiol* 4:doi: 10.3389/fmicb.2013.00409, 2014.
 - 77) Akita F, Miyazaki N, Hibino H, Shimizu T, Higashiura A, Uehara-Ichiki T, Sasaya T, Tsukihara T, Nakagawa A, Iwasaki K, Omura T.: Viroplasm matrix protein Pns9 from rice gall dwarf virus forms an octameric cylindrical structure. *J Gen Virol* 92: 2214-2221, 2011.
 - 78) Moriyasu Y, Maruyama-Funatsuki W, Kikuchi A, Ichimi K, Zhong B, Yan J, Zhu Y, Suga H, Watanabe Y, Ichiki-Uehara T, Shimizu T, Hagiwara K, Kamiunten H, Akutsu K, Omura T.: Molecular analysis of the genome segments S1, S4, S6, S7 and S12 of a *Rice gall dwarf virus* isolate from Thailand; completion of the genomic sequence. *Arch Virol* 152:1315-1322, 2007.
 - 79) Shimizu T, Nakazono-Nagaoka E, Akita F, Uehara-Ichiki T, Omura T, Sasaya T.: Immunity to *Rice black streaked dwarf virus*, a plant reovirus, can be achieved in rice plants by RNA silencing against the gene for the viroplasm component protein. *Virus Res* 160:400-403, 2011.
 - 80) Shimizu T, Nakazono-Nagaoka E, Akita F, Wei T, Sasaya T, Omura T, Uehara-Ichiki T.: Hairpin RNA derived from the gene for Pns9, a viroplasm matrix protein of *Rice gall dwarf virus*, confers strong resistance to virus infection in transgenic rice plants. *J Biotechnol* 157:421-427, 2012.
 - 81) Kishimoto R.: Long distance migration of planthopper, *Sogatella furcifera* and *Nilaparvata lugens*. *Trop Agric Res Ser* 5:201-216, 1971.
 - 82) Otsuka A.: Migration of rice planthoppers and their vectored re-emerging and novel rice viruses in East Asia *Front Microbiol* 4:doi: 10.3389/fmicb.2013.00309, 2013.
 - 83) Cho SY, Jeong RD, Yoon YN, Lee SH, Shin DB, Kang HW, Lee BC.: One-step multiplex reverse transcription-polymerase chain reaction for the simultaneous detection of three rice viruses. *J Virol Methods* 193:674-678, 2013.
 - 84) Le DT, Netsu O, Uehara-Ichiki T, Shimizu T, Choi IR, Omura T, Sasaya T.: Molecular detection of nine rice viruses by a reverse-transcription loop-mediated isothermal amplification assay. *J Virol Methods* 170:90-93, 2010.
 - 85) Takahashi Y, Omura T, Shohara K, Tsuchizaki T.: Comparison of our serological methods for practical detection of ten viruses of rice in plants and insects. *Plant Dis* 75:458-461, 1991.
 - 86) Uehara-Ichiki T, Shiba T, Matsukura K, Ueno T, Hirae M, Sasaya T.: Detection and diagnosis of rice-infecting viruses. *Front Microbiol* 4:doi: 10.3389/fmicb.2013.00289, 2013.
 - 87) Zhou T, Du L, Fan Y, Zhou Y.: Reverse transcription loop-mediated isothermal amplification of RNA for sensitive and rapid detection of southern rice black-streaked dwarf virus. *J Virol Methods* 180:91-95, 2012.
 - 88) Bau HJ, Cheng YH, Yu TA, Yang JS, Yeh SD.: Broad-spectrum resistance to different geographic strains of Papaya ringspot virus in coat protein gene transgenic papaya. *Phytopathology* 93: 112-120, 2003.
 - 89) Mendoza EMT, Laurena AC, Botella JR.: Recent advances in the development of transgenic papaya technology. *Biotechnol Annu Rev* 14: 423-462, 2008.

Plant-infecting reoviruses

Takahide SASAYA

Agro-Environment Research Division,
NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Suya, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan
E-mail:tsasaya@affrc.go.jp

The family *Reoviridae* separates two subfamilies and consists of 15 genera. Fourteen viruses in three genera (*Phytoreovirus*, *Oryzavirus*, and *Fijivirus*) infect plants. The outbreaks of the plant-infecting reoviruses cause sometime the serious yield loss of rice and maize, and are a menace to safe and efficient food production in the Southeast Asia. The plant-infecting reoviruses are double-shelled icosahedral particles, from 50 to 80nm in diameter, and include from 10 to 12 segmented double-stranded genomic RNAs depending on the viruses. These viruses are transmitted in a persistent manner by the vector insects and replicated in both plants and in their vectors. This review provides a brief overview of the plant-infecting reoviruses and their recent research progresses including the strategy for viral controls using transgenic rice plants.

