

我が国におけるトスポウイルス病の発生状況

九州沖縄農業研究センター病害遺伝子制御研究室 **おく だ みつる**
奥 田 充

はじめに

トスポウイルスによる病害は世界中で発生しており、作物の重要病害と位置づけられている。感染した作物は葉や果実にあざ輪紋や壊死斑点が生じ、茎頂部が壊死する。トスポウイルスの中ではトマト黄化えそウイルス (TSWV) が最も古くから確認されているが、現在では世界で 15 種が報告されており、このうち 5 種が日本で発生している (表-1)。本稿ではトスポウイルスの特徴と発生状況を解説し、現在取り組まれている防除方法や研究について述べたい。なお、本稿執筆に当たり、岡山県農業総合センター農業試験場病虫研究室の谷名光治研究員に貴重な病徴写真をお貸しいただくなど、各研究機関の方々にご協力をいただいた。この場を借りてお礼申し上げたい。

I トスポウイルスの特徴

1 ウイルス形状

電子顕微鏡観察によるとトスポウイルスの外観はほぼ球形でウイルス粒子は宿主由来の脂質膜に覆われている (図-1)。直径は球形ウイルスとしては大きく 80~100 nm、大きいものでは 140~170 nm とされている。ウイルス粒子の内部には 3 分節に分かれた 1 本鎖 RNA を遺伝子情報として持ち、この中に五つの遺伝子がウイルスの性質を決定する情報として保持されている。ウイルス粒子の主成分はウイルス RNA とヌクレオカプシドタンパク質 (N タンパク質) と呼ばれるウイルス RNA を保護しているタンパク質である。N タンパク質の遺伝子は既報の全てのトスポウイルスについて塩基配列が明らかになっており、N タンパク質の抗原性またはアミノ酸配列の類似性に基つき分類されている。

2 伝染性

トスポウイルスの伝染は自然条件では媒介虫であるア

表-1 トスポウイルスの種類と発生作物

名 称	略称	発生作物 ^{*)}
日本で確認されているもの		
トマト黄化えそウイルス	TSWV	トマト, ピーマン, ナス, ダリア, キク, ガーベラ, レタス, トルコギキョウ, シネリリア, マリーゴールド, アルストロメリアなど
スイカ灰白色斑紋ウイルス	WSMoV	スイカ, トウガン, ニガウリ, キュウリ
メロン黄化えそウイルス	MYSV	メロン, キュウリ
インパチェンスネクロティックスポットウイルス	INSV	シネリリア, シクラメン, (トマト, ベゴニア)
Iris yellow spot virus (和名未定)	IYSV	アルストロメリア, (タマネギ, ダッチアイリス)
日本未発生のもの		
Chrysanthemum stem necrosis virus	CNSV	(キク, トマト)
Peanut ^{*)} bud necrosis virus	GBNV	(ラッカセイ, スイカ, トマト)
Peanut yellow spot virus	GYSV	(ラッカセイ)
Groundnut chlorotic fan-spot virus	GCFSV	(ラッカセイ)
Groundnut ringspot virus	GRSV	(ラッカセイ, トマト)
Watermelon bud necrosis virus	WBNV	(スイカ)
Tomato chlorotic spot virus	TCSV	(トマト)
Zucchini lethal chlorosis virus	ZLCV	(ズッキーニ)
Peanut chlorotic fan-spot virus	PCFV	(ラッカセイ)
Peanut yellow spot virus	PYSV	(ラッカセイ)

^{*)} 括弧内は 2001 年 4 月の時点で日本未報告のもの, ^{*)} Peanut は Groundnut と記述する場合もある。

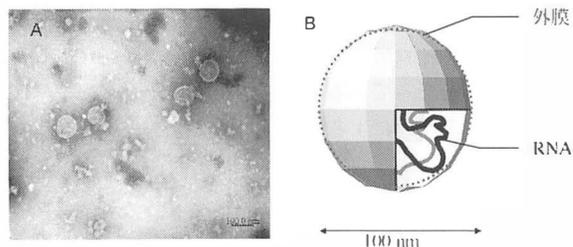


図-1 トスポウイルスの電子顕微鏡写真(A)とウイルス粒子の模式図(B)

ザミウマ類による虫媒伝染が一般的であると考えられている。アザミウマは成虫の体長が約1mmの昆虫であり、産卵から羽化まで25°C下において約2週間程度で成長し、成虫は20日程度生存する。アザミウマは種によって生息域が異なるが、多くは成虫および幼虫が作物の葉や花を食害するため、それ自体が重要害虫となっている。アザミウマによるトスポウイルスの媒介様式は特徴的であり、幼虫はウイルスを獲得するが媒介性は持たない。逆に成虫は新規にウイルスを獲得することではなく、幼虫期にウイルスを獲得した成虫のみウイルスを媒介する。ウイルスを獲得したアザミウマは終生伝搬能力を保持するが、経卵伝染はしない。ハウスや路地で見られるアザミウマがすべてウイルスを保持しているわけではないが、ウイルスの保持率の高い栽培現場ではトスポウイルス病の発生率も高いことが知られている。アザミウマの種類により、媒介するトスポウイルスの種類や媒介効率が異なる。これについては個々に詳しく後述する。近年では日本在来の種以外に、侵入害虫であるミカンキイロアザミウマとミナミキイロアザミウマが問題となっている。これらは、それ自体が難防除害虫であるうえ、トスポウイルスの媒介率が高い。また、トスポウイルスは汁液伝染するため、実験的に機械接種を行うことができる。しかし、汁液中での安定性は低く、室温では短い時間で感染性を失うため栽培現場での接触伝染や汁液伝染の可能性は少ないと考えられる。また、土壌伝染と種子伝染は知られていない。

3 宿主範囲

すべてのトスポウイルスは複数の植物に感染することが知られているが、宿主とする植物はトスポウイルスの種類により異なる。中でもTSWVは宿主範囲が極めて広い。宿主範囲の広さとアザミウマ媒介という性質のため、ウイルスの伝染源を絶つことは困難である。栽培されている作物以外に周辺の雑草にも感染することが報告されており、中間宿主の特定と除去がまん延防止策の柱の一つになると考えている。

II 日本におけるトスポウイルスによる病害の発生状況

1 トマト黄化えそウイルス (TSWV)

TSWVは1915年にオーストラリアで初めて発見された。日本では、1972年にダリアから初めて検出された。その後、ピーマンを中心として作物に被害が報告されたが、大きな被害には至らなかった。しかし、1994年以降、TSWVの媒介効率の高いミカンキイロアザミウマの侵入・発生拡大に伴って全国に被害が拡大していった(花田ら, 1999)。TSWVの宿主範囲は極めて広く、実験的には1,000種以上の植物に感染することが知られている。日本の作物で報告があるものでも、トマト、ピーマン、ナス、パプリカ等ナス科作物を始めとして、キク、ガーベラ、トルコギキョウ、スターチス、アルストロメリアなどの花き類にも被害が報告されている。TSWVの病徴は葉や果実にあそを伴う輪紋・斑点・黄化を生じるほか、莖や莖頂部に壊死が起こる。近年はキクに被害が多く発生し(口絵写真)、全国的に問題となっている。キクは挿し芽で増やすため、親株が潜在感染した場合、被害が大きくなると思われるため注意が必要である。TSWVの媒介昆虫としてはダイズウスイロアザミウマ、ネギアザミウマ、ヒラズハナアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、チャノキイロアザミウマが知られている。ミナミキイロアザミウマについては低率ながら媒介するとする報告(田中・篠田, 1989)と媒介しないとする報告(井上ら, 2001)が示されており、さらに検証が必要である。TSWVの伝染経路は栽培ハウス周辺の雑草の調査により低頻度ながらTSWVに感染している雑草が認められることと、ハウスの戸口および周辺部に罹病株が多く見られることから、保毒アザミウマの飛び込みによる感染が考えられている。

2 スイカ灰白色斑紋ウイルス (WSMoV)

1984年に沖縄でスイカの葉が灰白色に萎縮し、果実に斑点が生じるウイルス病が発生した。当初、これはウリ科に感染するTSWVと同定され、TSWV-W系統とされたが、血清学および分子生物学的な解析の結果からトスポウイルスの新種としてスイカ灰白色斑紋ウイルス(WSMoV)と命名された(Yeh et al., 1995)。資料によると、1982~83年で発生面積が70.65ha(国頭村を除く全地域)であり、発病率が平均50.5%と大変な被害をもたらした。現在は沈静化し、2000年度は発生面積17.7ha、発生株率は0.04%程度となっている。WSMoVは発生当初は鹿児島県奄美大島のトウガンからも分離されたが、現在は台湾と沖縄のみで発生してい

る。宿主範囲は TSWV ほど広範ではなく、実験的にはウリ科以外にトマトやピーマンにも感染するものの、現地ではスイカ、キュウリ、メロン、ニガウリ、トウガン等のウリ科作物と帰化植物のツルナでのみ感染が確認されている。媒介昆虫としてはミナミキイロアザミウマのみが報告されているが、媒介種を含めた伝染経路に関する研究は十分でない。当研究室では沖縄県農業試験場病理研究室の協力を得て、現地調査を行ったところニガウリからウイルスが高頻度に分離された。WSMoV に感染したニガウリの葉は、スイカとは異なり灰白色とはならず、激しいえそ斑点を生じる (図-2)。しかし、果実に大きな被害が認められないことから、あまり問題となっていないようだった。しかし、近年健康ブームからニガウリが九州以北でも盛んに栽培され、沖縄産の種苗も出回っていることから、感染苗の持込みによるまん延が危惧される。

3 メロン黄化えそウイルス (MYSV)

MYSV は 1992 年に静岡県の実験圃で初めて発生が確認された新種のトスポウイルスである。メロンおよびキュウリの葉および果実に激しい黄化えそ症状を起こす (口絵写真)。現在、本病は日本でのみ発生が認められている。発生地である静岡県の実験圃では本病は根絶されている (池田ら, 2001)。その後、高知県の実験圃でメロンおよびキュウリで類似ウイルス病の発生が認められ、同一種であることが明らかとなった (竹内ら, 2000)。高知県では発生面積が拡大しており、キュウリの重要病害と位置づけ対策を図っている。愛媛県でも被害が確認されており、全国的に被害が拡大する危険性が考えられる。本ウイルスも実験的にはスイカ、カボチャ等の他のウリ科植物に感染することが分かっているが、現地では



図-2 WSMoV に感染したニガウリの葉の病徴写真

メロンとキュウリでのみ被害が報告されている。媒介昆虫はミナミキイロアザミウマが比較的高率に媒介することが明らかとなっているが、高知県農業技術センターにおいてアザミウマによる媒介性について調査が進められている。ミナミキイロアザミウマは耐凍性が低く、九州本土以北では露地あるいは無加温施設での越冬は不可能とされ、冬季は加温施設で越冬する (河合, 2001)。MYSV は報告されてから間がなく、疫学的な解析が十分でない。発生地におけるミナミキイロアザミウマの生活史とウイルスの保毒率の年次変動を調査する必要がある。

4 インパチェンスネクロティックスポットウイルス (INSV)

INSV はニューギニアインパチェンスから最初に分離された。はじめは TSWV (普通系統) との血清学的性質および塩基配列の違いから TSWV-I 系統として同定された。現在は独立した種として INSV として分類されている。INSV は 1980 年代終わりからアメリカおよびヨーロッパで問題となっており、特にハウス内で栽培されるインパチェンス、ペゴニア、シネリリア、シクラメンなどの日本でも人気の高い観賞用花き作物に大きな被害を与えている。INSV の宿主範囲は TSWV 同様広く、実験的にはトマトやピーマンに感染するが、病徴が TSWV に比べ穏やかであるため発病することは希である。日本では 1999 年に岡山県で発生したシネリリアにえそ斑紋症状を生じる病害 (口絵写真) が INSV と同定された (谷名ら, 2000)。その後、栃木県のシクラメンにも発生している。媒介昆虫はミカンキイロアザミウマのみが知られている。

5 Iris yellow spot virus (IYSV)

1999 年にトスポウイルスに特徴的な輪紋症状が認められたアルストロメリアについて当研究室で感染ウイルスの同定を試みたところ、IYSV が検出された。IYSV はダッチ・アイリス (学名 *Iris hollandica*) から最初に分離されたトスポウイルスである。IYSV はイスラエル、オランダなどでトルコギキョウに被害が報告されているとともに、ブラジル、チュニジアなどでタマネギにも発生している。IYSV の媒介虫はネギアザミウマであり、ミカンキイロアザミウマとチャノキイロアザミウマは媒介しないとされている。ネギアザミウマは路地野菜の害虫でもあるため、ネギ、タマネギへの被害が出るおそれがあり、注意が必要である。

III 今後問題となりうるトスポウイルス病

現在、日本で発生しているトスポウイルスは上述の 5

種である。これらのうち、古くから発生している TSWV, WSMoV 以外は 1990 年代以降に新病害として認知されたものばかりであり、感染経路、媒介昆虫、中間宿主の有無などについて不明な点が多い。また TSWV を除き、発生地域が限定されているとはいえ、被害は拡大の傾向にある。トスポウウイルスを媒介する侵入害虫であるミナミキイロアザミウマとミカンキイロアザミウマの発生面積の拡大が原因の一つと考えられる。世界的にも新種のトスポウウイルスが次々と報告されている。日本で未発生のトスポウウイルスとして、Tomato chlorotic spot virus, Chrysanthemum stem necrosis virus, Groundnut yellow spot virus, Groundnut ring-spot virus 等の海外で問題となっているものが多く存在する (表-1)。近年、ガーデニングブームや趣味の多様化により、様々な観賞用植物や寄せ植え・鉢植え用の花が栽培されている。これらを介した侵入・拡大が起こる可能性も否定できない。日本未発生のトスポウウイルスや新規のトスポウウイルスについては、診断が遅れ、農業生産に被害を及ぼすことが危惧される。このため当研究室ではトスポウウイルスの多くの種類を検出可能な共通プライマーを作成し、RT-PCR による検出法を考案した (OKUDA and HANANA, 2001; 花田, 2001)。

IV トスポウウイルスの防除方法と問題点

トスポウウイルスはアザミウマにより媒介されるため、アザミウマの徹底防除と同時にウイルスを保毒したアザミウマを侵入させないことが重要である。また、感染作物から健全作物に次々と伝搬するため、速やかに感染植物を除去する必要がある。少なくとも病徴の見られるものは焼却するか土中に埋めるよう心がける必要がある。アザミウマの個体数を減らすために、農薬を使用した共同防除や一斉防除、圃場周辺の雑草の刈取りを徹底することが有効である。ハウス栽培ではアザミウマの侵入を抑制するシルバーマルチ、紫外線カットフィルムの使用、ハウス入り口や開口部に 1 mm 目のネットを張ることも効果的である。しかし、夏期の暑い時期のハウスでは風通しの確保のために開けざるを得ない状況となるほ

か、紫外線カットフィルムはナス等の色づきに紫外線の必要な作物には使用できないなど問題は残されている。抵抗性品種に関しては、TSWV に対する抵抗性品種が海外では知られているが、実験目的以外に日本では導入されていない。また、多様な作目に散発するため対応できないのが現状である。さらに、一般家庭が自家用に栽培する園芸野菜については無農薬で栽培することが多いと思われるが、管理が十分でない場合はウイルスや媒介昆虫の住処となる危険性がある。トスポウウイルスのような虫媒性のウイルスの場合、感染のサイクルを絶つことが重要であり、地域的な防除体系を確立することが必要であると思われる。

おわりに

静岡県では生産農家組合と県の職員が一体となって徹底防除を行うことでメロン黄化えそ病の根絶に成功している (池田, 2001)。このような例はまれであると考えられるが、病原体の特性を周知することは被害を最小限に抑えるために必要である。1990 年代以降、日本では新規のトスポウウイルスによる病害が発生している。これらのトスポウウイルスについては遺伝子の解析は進められているが、日本の農業生態系にどのように適応しているかなど疫学的な研究が十分でない。特に媒介可能なアザミウマの種類と中間宿主となりうる雑草の特定が急務である。今後も各研究機関が連携して包括的な研究を進めるとともに、研究成果の広報、普及が大切であると考え

引用文献

- 1) 池田二三高ら (2001): 植物防疫 55: 397~400.
- 2) 井上登志郎ら (2001) 日植病報 66: pp.160 (講要).
- 3) 花田 薫 (1999): 植物防疫 53: 312~315.
- 4) 花田 薫 (2001): 植物防疫 55: 491~494.
- 5) 河合 章 (2001): 応動昆 45: 39~59.
- 6) OKUDA M. and K. HANADA (2001): J. Virol. Method. Vol. 96: 149~156.
- 7) 佐伯 勇ら (1998): 植物防疫 52: 170~188.
- 8) 田中 潜・篠田徹郎 (1898): 研究成果 214: 22~34.
- 9) 谷名光治ら (2001): 日植病報 67: 42~45.
- 10) YEH S. D. and CHEN, T. F. (1995) Phytopathology 85: 58~64.