

特集：菌類伝搬性ウイルス病

メロンえそ斑点ウイルスと媒介菌の発生生態

中央農業総合研究センター病害防除部 おお き たけ ひろ
大 木 健 広

はじめに

メロンえそ斑点病は、メロンえそ斑点ウイルス (*Melon necrotic spot virus*, MNSV) によって引き起こされるメロンの重要病害である。岸 (1960 ; 1966) は、1959 年頃より静岡県下の温室栽培のマスクメロンに発生して“点々病”と呼ばれていた病害の病原ウイルスを世界で初めて明らかにし、MNSV と命名した。MNSV はハウスメロンの栽培が拡大するとともに広がり、全国各地で大きな被害を与えている (吉田ら, 1980 ; 斉藤ら, 1989 ; 坂口・片山, 1987)。

MNSV は、*Carmovirus* に属するウイルスで、直径約 30 nm の球状粒子であり (図-1)、ウイルス粒子は約 42 kDa の 1 種類の外被タンパク質と約 4,300 塩基の 1 本鎖 RNA ゲノムにより構成されている。宿主植物は、メロン、スイカ、キュウリなど、主としてウリ科植物に限られている。MNSV は、土壌伝染、種子伝染、汁液伝染するが、特徴としてはツボカビの一種である *Olpidium bornovanus* により媒介される。*O. bornovanus* は、休眠胞子を作り土壌中で長期間感染性を維持するとともに、比較的土壌深層まで棲息しているため土壌消毒の効果が

低く、メロンえそ斑点病の防除を困難にしている。近年、MNSV に対する抵抗性品種が普及しつつあるが、打破系統が発生する可能性もあり、抵抗性品種のみに頼った防除は危険である。今後は、*O. bornovanus* によるウイルスの獲得や植物への伝搬を防ぐなど、新たな防除法の開発が期待されるが、*O. bornovanus* は絶対寄生菌であるためその生態やウイルスの媒介機構の解明は遅れている。

先にも述べたとおり、MNSV は日本で初めて発見されたウイルスであり、その発生生態の多くは日本の研究者の努力により詳細に解析されてきた。本稿では、メロンえそ斑点病の病原ウイルスである MNSV とその媒介菌である *O. bornovanus* の発生生態を中心に、現在まで得られている知見を紹介し、今後の研究への一助としたい。

I MNSV による病徴と果実や種子への影響

1 MNSV による病徴

メロンでの病徴は多岐にわたり、10 型 11 種に分類されているが (表-1) (岸, 1966 ; 古木, 1981 ; 松尾, 2002)、典型的な症状としては、頂葉や側枝葉に小さなえそ斑が現れる小斑点型、成葉の葉脈に沿ってえそが生じる大病斑型、地際部の茎にえそを生じるトリアシ状茎えそ型の症状があげられる。

これらの病徴のうち、大病斑型 (図-2) の病徴は、摘芯期以降の成熟した葉に発生し、温室の出入り口付近

表-1 メロンえそ斑点病の病徴型 (松尾, 1991)

病徴型	症状	発生部位
I ^{a)}	微小斑点, 小斑点	葉 (上葉, 脇芽葉)
II ^{a)}	円形斑点	葉 (成熟葉)
III ^{a)}	葉脈えそ, 大病斑 (樹枝状)	葉 (成熟葉)
IV-A ^{a)}	茎えそ (トリアシ, ハカマ)	茎 (地際部)
IV-B ^{a)}	茎えそ	茎
V ^{b)}	傷えそ	茎 (節部など)
VI ^{b)}	巻ひげえそ	巻ひげ
VII ^{a)}	葉柄えそ	葉柄
VIII ^{a)}	玉えそ	果実 (表皮)
IX	果肉空隙	果実 (果肉)
X ^{b)}	根部褐変	根

a) 岸 (1966), b) 古木 (1981) により報告された病徴型。

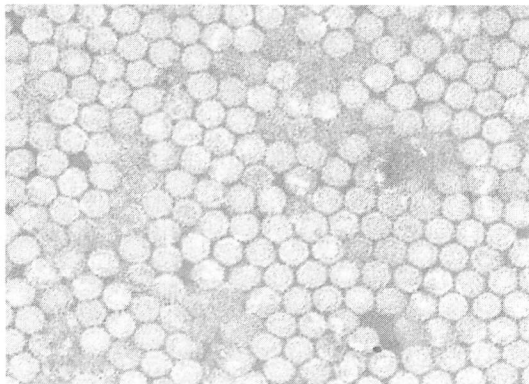


図-1 MNSV 純化ウイルス粒子の電顕写真

Ecology of *Melon necrotic spot virus* and its Fungal Vector. By
Takehiro OHKI

(キーワード: メロンえそ斑点病, MNSV, 媒介菌, *Olpidium*)

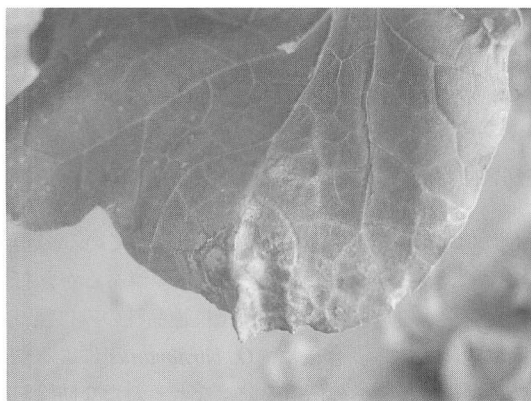


図-2 葉脈にそって生じた大病斑

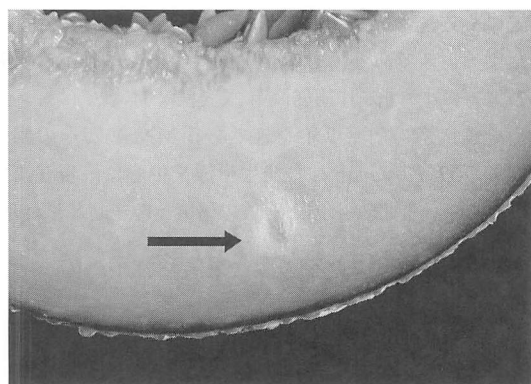


図-3 メロンえそ斑点病発病株果実で観察される果肉空隙症状

矢印：スポンジ状の空隙。

や温室内の通路など、人が接触しやすい側面で認められることが多い。大病斑型の病徴を示している株の根部から MNSV が検出されない事例も報告されており（古木, 1981）、管理作業による接触伝染の可能性が考えられるが、はっきりとした報告はない。一方、吉田ら（1980）は、葉へ傷を付けると大病斑が誘導されること、また、電顕観察により、導管周辺細胞にウイルス粒子や封入体様構造物が多数観察されたことから、木部導管組織付近に低濃度で存在するウイルスが傷により増殖可能な隣接細胞へ感染して、大病斑を形成すると推察している。このことから、圃場での大病斑は、人の動きや風により生じた傷によって誘導されている可能性も高い。今後、メロンえそ斑点病の防除対策を検討するうえで、MNSV が管理作業で広がっているのか再度検証する必要がある。

2 果実への影響

メロンえそ斑点病は、摘芯期以前に発病した場合、多

くは、小病斑型の病徴を示して株の生育が抑制され、果実肥大やネット形成が不良となり果実品質が低下する。一方、摘芯期以降に発病し大病斑型の病徴を示した場合、果実の外見は健全で、品質への影響がはっきりとしないことが多い。

メロンえそ斑点病の果実での病徴の一つとして、白く硬いスポンジ状の果肉ができ、ひどくなると空隙を生じる果肉空隙症状（図-3）が報告されている。この空隙症状は、果実の外観からは判別ができないため問題となっている。本空隙症状に関しては、MNSV が感染していなくても果実の2次肥大期に多灌水管理すると発生することが報告されている（河合ら, 1997）。一方 MNSV が感染した場合、摘芯期前の発病や比較的多くの発病葉が認められると、果実品質が不安定となり空隙症状が増えるとの報告もある。このことから、MNSV の感染は果実に何らかの影響を与え、空隙症状の発生を助長していると考えられる。今後、多灌水処理と MNSV 感染により発生する空隙症状の相違を詳細に比較検討し、本空隙症状の発生機構の解明や果実外観からの診断技術の開発などが必要である。

3 種子のウイルス汚染

MNSV は種子伝染し、遠隔地での新発生の原因となっていると考えられる（松尾, 2002）。メロン果実内や種子内の MNSV の分布を調べたところ、発病株の果実からウイルスが検出されない場合や、逆に無病徴株の果実からウイルスが検出される場合があり、株の発病程度と果実での MNSV 汚染程度は必ずしも一致しなかった（古木, 1981；堀ら, 1992；松尾, 2004）。また、同一果実内の種子間ではウイルスの濃度にばらつきがあり、一部種子の検定による MNSV 汚染の有無の判定は難しいと考えられる（松尾, 2004）。よって、健全種子の採種には細心の注意が必要である。

また、MNSV はメロン種子の胚部には存在せず、種皮に存在する（古木, 1981；CAMPBELL et al., 1996；松尾, 2002）。種皮の表面だけではなく、種皮内部にも存在しているため、第三リン酸ソーダによる種子表面消毒では不完全であり、乾熱処理による種子消毒が必要とされている（古木, 1981）。

II MNSV の系統と病原性

1 系統による病原性の違い

日本では、静岡で分離された MNSV-S と長崎で分離された MNSV-NH、MNSV-NK の3系統が詳しく解

析されている。この3系統は、メロン子葉での局部病斑の形成に要する時間や形が異なっている(松尾, 2002)。また、全身感染率を比較すると、MNSV-NHは全身感染率が高く、MNSV-NKとMNSV-Sは低い(松尾, 2002)。このように、MNSVは系統により病原性が異なるが、ウイルス遺伝子のどの部分が病原性の違いに関わっているのか明らかになっていない。それぞれのウイルス粒子を電気泳動したところ、ゲノムRNAとは異なるいくつかの低分子1本鎖RNAが確認され(MATSUO et al., 1991)、これらが病原性に関わっている可能性もあるが、詳しい性状や塩基配列は明らかになっていない。

一方、MNSVによるメロンえそ斑点病は冬季に多発する典型的な季節消長型病害と報告され(古木, 1981; 岸, 1966)、病徴発現には、ウイルスの系統だけではなく環境要因も大きく関わっていると考えられる。一つの要因として温度が考えられ、低温条件下で全身感染が助長されることが報告されている(MALLOR et al., 2003)。また、メロン感受性品種間でも、品種により全身感染率に差が見られる(MALLOR et al., 2003)。このように、様々な要因がメロンでの病徴発現に影響を与えており、今後それに関わるウイルス遺伝子の解析や、植物側の因子の探索など分子生物学的なアプローチが期待される。

2 抵抗性品種の打破ウイルス

MNSVに対する抵抗性遺伝子 *nsv* を導入した品種が育成され、現場での普及が進みつつある。しかしながら、スペインでこの抵抗性遺伝子をもつ品種に感染できる打破系統が見つかった(Díaz et al., 2004)。このウイルスのゲノム配列を解析しMNSV他系統と比較すると、ウイルスゲノム遺伝子の3'末端領域の配列が大きく異なっており、この部分が抵抗性の打破に関わっていることが示唆されている。幸いなことに、このスペインで発生した系統は他系統と比較して全身感染しにくく、大きな被害をもたらすには至っていない。日本では抵抗性打破系統の発生は未報告であるが、今後注意が必要である。

III MNSVの伝染方法

1 *O. bornovanus* の媒介による土壌伝染

土壌伝染は、*O. bornovanus* の遊走子が根へMNSVを伝搬することにより起こる。遊走子は水中を泳いで植物へ感染するため、メロンえそ斑点病は一般的に土壌水分量が高い方が発病しやすい。また、強い酸性では発病が抑制され、中～弱アルカリ性でえそ斑点病の発病が助長

されることから(古木, 1981)、*O. bornovanus* は比較的高い土壌pHを好むと考えられる。増殖適温は比較的高温(24～30℃)である(CAMPBELL and Sim, 1994)。

Olpidium によるウイルスの媒介は、菌の外側に吸着して媒介される場合と菌の内部に存在して媒介される場合がある。MNSVの場合、休眠孢子や遊走子を含む粗汁液を塩酸で処理し接種すると、*O. bornovanus* は増殖するがウイルスは検出されないことから(古木, 1981)、表面に吸着して植物へ伝搬されると考えられる。これ以上の詳しい媒介機構は明らかとなっていないが、MNSVと同じように*O. bornovanus* の遊走子表面に吸着して伝搬される *Cucumber necrosis virus* では、ウイルス粒子の外被タンパク質と、遊走子表面上の糖が吸着に関わっていると示唆されている(KAKANI et al., 2001; 2003)。今後、新しい防除開発の方向性として *Olpidium* によるウイルス媒介そのものを阻害する技術が考えられ、遊走子とウイルスの相互作用や植物への伝搬過程の詳細な解析が期待される。

2 *O. bornovanus* の媒介による種子伝染

MNSVの種子伝染に関しては古くから研究されているが、種子伝染に対する媒介菌の関与に関していくつか異なる結果が報告されている。滅菌土に汚染種子を播種すると数～20%の種子伝染が観察された(AVGELIS, 1985; GONZALEZ-GARZA et al., 1979)との報告がある一方、*Olpidium* が存在する場合だけ種子伝染したとの報告(吉田ら, 1980; 古木, 1981)がある。前者の報告では、根での *Olpidium* の感染確認が不十分であり、実験過程で *Olpidium* が混入した可能性は否定できないと思われる。これらの報告を踏まえ、CAMPBELL et al. (1996)はいくつかの実験を行って再検討し、MNSVの種子伝染は *Olpidium* が存在しない場合でもごくまれに起きる場合があるが、主として *Olpidium* が種皮のウイルスを獲得し、植物へ媒介することにより起きると結論づけた。このように、MNSVは *Olpidium* の働きで比較的高い率で種子伝染すると考えられることから、ウイルス汚染種子の混入には注意が必要である。

VI 今後の研究展開

現在、筆者らの研究グループでは *O. bornovanus* によるMNSV媒介機構の解明など本病の基礎的研究や、その現象に着目した新たな防除技術の開発に取り組んでいる。

MNSVの発病を抑える新しい技術としては、MNSVに干渉効果を示す植物ウイルスワクチンの開発、

Olpidium に対して高い拮抗作用を示す微生物の利用を核とした *Olpidium* の感染を阻止する技術, さらに *Olpidium* によるウイルス伝搬を阻害する技術などがあげられる。これらの技術開発に欠かせない基礎研究として, MNSV の病徴発現に関わる遺伝子配列の推定や, 環境条件が病徴発現に与える影響について検討を行っている。また, *Olpidium* によるウイルス媒介の全体像を明らかにするため, 遊走子によるウイルス媒介過程の詳細な観察や, 分子生物学的手法を利用してウイルス媒介に関わる生体物質の特定やその機能の解析が必要であろう。今後, これら基礎的な研究成果を活用した新たな環境保全型防除技術の開発が望まれる。

引 用 文 献

- 1) Avgelis, A. (1985): *Phytopath. Z.* 114: 365 ~ 372.
- 2) CAMPBELL, R. N. et al. (1996): *Phytopathology* 86: 1294 ~ 1298.
- 3) ——— and S. T. Sim (1994): *Can. J. Bot.* 72: 1136 ~ 1143.
- 4) DIAZ, J. A. et al. (2004): *Mol. Plant-Microbe Interact.* 17: 668 ~ 675.
- 5) GONZALEZ-GARZA, R. et al. (1979): *Phytopathology* 69: 340 ~ 345.
- 6) KAKANI, K. et al. (2001): *J. Virology* 75: 5576 ~ 5583.
- 7) ——— et al. (2003): *ibid.* 77: 3922 ~ 3928.
- 8) 岸 国平 (1960): *日植病報* 25: 237 ~ 238.
- 9) ——— (1966): 同上 32: 138 ~ 144.
- 10) 堀 武志ら (1992): *北陸病虫研報* 40: 47 ~ 50.
- 11) 古木市重郎 (1981): *静岡農試特別報告* 14: 1 ~ 94.
- 12) 河合 仁ら (1997): *園芸学雑誌* 66(別冊 2): 420 ~ 421.
- 13) MALLOR, C. et al. (2003): *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128: 541 ~ 547.
- 14) 松尾和敏 (2002): *長崎農試特別報告* 3: 1 ~ 110.
- 15) ——— (2004): *九病虫研会報* 50: 14 ~ 18.
- 16) MATSUO, K. et al. (1991): *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 57: 558 ~ 567.
- 17) 斉藤泰彦ら (1989): *北陸病虫研報* 37: 27 ~ 30.
- 18) 坂口莊一・片山克己 (1987): *九病虫研報* 33: 42 ~ 44.
- 19) 吉田幸二ら (1980): *日植病報* 46: 339 ~ 348.

新しく登録された農薬 (5 ページより続き)

●アンバム液剤

21504: 兼商ステンレス (ダウケミカル) 2005/04/27

アンバム: 53.5 %

桑: さび病, 裏うどんこ病, きく: 白さび病, 黒さび病, 黒斑病, ばら: べと病, カーネーション: さび病, 斑点病, りんどう: 褐斑病, すぎ: 赤枯病, たばこ: 赤星病, りんご (苗木など未結果樹又は跡地消毒) 紫紋羽病: 植付前又は植付後土壌灌注, りんご (苗木) 紫紋羽病: 植付前: 20 分間根部浸漬

「殺虫殺菌剤」

●イミダクロプリド・プロベナゾール粒剤

21482: Dr. オリゼアドマイヤー箱粒剤 (明治製菓) 2005/04/06

21483: ホクコー Dr. オリゼアドマイヤー箱粒剤 (北興化学) 2005/04/06

イミダクロプリド: 2.0 %, プロベナゾール: 24.0 %

稲 (箱育苗): いもち病, イネドロオイムシ, イネミズゾウムシ, ツマグロヨコバイ, ウンカ類: 移植 2 日前 ~ 移植当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する

●イミダクロプリド・プロベナゾール粒剤

21484: ビルダースターアドマイヤー箱粒剤 (明治製菓) 2005/04/06

21485: ホクコービルダースターアドマイヤー箱粒剤 (北興化学) 2005/04/06

イミダクロプリド: 2.0 %, プロベナゾール: 10.0 %

稲 (箱育苗): いもち病, イネミズゾウムシ, ツマグロヨコバイ, ウンカ類: 移植 2 日前 ~ 移植当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する

●イミダクロプリド・スピノサド・トリシクラゾール粒剤

21488: クミアイパワーリードスピノ箱粒剤 (クミアイ化学工業) 2005/04/27

21489: バイエルパワーリードスピノ箱粒剤 (バイエルクロップサイエンス) 2005/04/27

21490: パワーリードスピノ箱粒剤 (ダウケミカル) 2005/04/27

イミダクロプリド: 2.0 %, スピノサド: 0.75 %, トリシクラゾール: 8.0 %

稲 (箱育苗): いもち病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, ニカメイチュウ, コブノメイガ, イネツトムシ, イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ: 移植 2 日前 ~ 当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する

●イミダクロプリド・トリシクラゾール粒剤

21491: クミアイパワーリード箱粒剤 (クミアイ化学) 2005/04/27

21492: パワーリード箱粒剤 (バイエルクロップサイエンス) 2005/04/27

21493: DAS パワーリード箱粒剤 (ダウケミカル) 2005/04/27

稲 (箱育苗): いもち病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ: 移植 2 日前 ~ 当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する

●クロチアニジン・プロベナゾール粒剤

21494: Dr. オリゼダントツ箱粒剤 (明治製菓) 2005/04/27

21495: ダントツオリゼメート 24 箱粒剤 (住化武田農業)

クロチアニジン: 1.5 %, プロベナゾール: 24.0 %

稲 (箱育苗): いもち病, ツマグロヨコバイ, ウンカ類: 移植 3 日前 ~ 移植当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する

●ジノテフラン・プロベナゾール

21496: ビルダースタークル箱粒剤 (三井化学) 2005/04/27

21497: ホクコービルダースタークル箱粒剤 (北興化学工業) 2005/04/27

21498: 明治ビルダースタークル箱粒剤 (明治製菓) 2005/04/27

ジノテフラン: 2.0 %, プロベナゾール: 10.0 %

稲 (箱育苗): いもち病, ツマグロヨコバイ, イネミズゾウムシ: 移植 3 日前 ~ 移植当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する

「除草剤」

●ベンタゾン液剤

21486: BASF 大豆バサグラン液剤 (ナトリウム塩) (BASF アグロ) 2005/04/06

21487: 住友化学大豆バサグラン液剤 (ナトリウム塩) (住友化学) 2005/04/06

ベンタゾン: 40.0 %

だいち: 畑地一年生広葉雑草