

## メロンえそ斑点病に対する拮抗菌及び抵抗性品種の防除効果

田中千華・植松清次・若梅均\*<sup>1</sup>・海老原克介\*<sup>2</sup>・大泉利勝・相野公孝\*<sup>3</sup>・鍛冶原寛\*<sup>4</sup>・池頭靖夫\*<sup>5</sup>・木戸一孝\*<sup>6</sup>・竹内繁治\*<sup>7</sup>・松尾和敏\*<sup>8</sup>・大木健広\*<sup>9</sup>・津田新哉\*<sup>9</sup>

キーワード：メロンえそ斑点病、MNSV、拮抗菌、熱水土壤消毒、抵抗性品種

### I 緒 言

メロンえそ斑点病は1959年に静岡県温室メロンで初めて発生が確認され、1960年にウイルスによる病害であることが明らかになった(岸、1966)。千葉県では、2000年に長生郡一宮町の半促成栽培のメロンで発生が認められ、発生面積は年々拡大している。

メロンが本病に感染すると、葉の小斑点及び大病斑、茎のトリアシ症状、果肉の空洞化など様々な病徴を示す(岸、1960;1966;古木、1981;松尾、2002)。本病の特徴は、果実の外観に病徴があらわれず、内部に空洞やスポンジ状の部分ができることである。現在、果実内部の障害を検査する方法はなく、消費者の信頼を失わないよう発病株の果実を全て廃棄している産地もある。そのため、経済的被害の大きい病害である。

本病は、メロンえそ斑点ウイルス (*Melon necrotic spot virus*, 以下MNSVとする) によって引き起こされる。本ウイルスは土壌伝染性で、土壌生息菌 *Olpidium bornovanus* (以下 *O.bornovanus* とする) によって媒介される(古木、1981;松尾、2002) ことから、本病の防除には、作業性に優れ、防除効果も高い臭化メチルくん蒸剤が主に使用されてきた(井上ら、1998)。しかし、臭化メチルくん蒸剤は、1992年の「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書第4回締約国会合」において、オゾン層破壊物質に指定され、2005年に全廃された(楯谷、1993;1996;1998)。

そこで、臭化メチルくん蒸剤に代わる防除法を開発するため、媒介菌 *O.bornovanus* に対して拮抗作用を持つ4

種微生物の本病に対する防除効果を圃場にて検討した。さらに、拮抗菌による防除効果の向上を目的に、熱水土壤消毒と拮抗菌の併用による防除効果を検討した。また、近年MNSV抵抗性品種の育種が進んでおり、産地導入にあたり品種の選抜が求められている。そこで、これら抵抗性品種による防除効果とその果実品質について検討した。

本研究は2003年度先端技術を活用した農林水産高度化事業「微生物の防御機能を利用したメロンえそ斑点病防除技術の緊急開発」において実施した。

本研究の実施にあたって(独)野菜・茶業研究所西和文上席研究員、JA長生施設野菜部会、千葉県長生農林振興センター、JAグリーンウェブ長生及び神奈川肥料株式会社の方々にも多大な御協力及び有益な御助言を賜った。また、本研究のとりまとめに当たり、当センター安西徹郎次長に御校閲を賜った。ここに記して深く感謝を申し上げる。

### II 材料及び方法

#### 1. 拮抗菌による防除効果

##### (1) 供試圃場

2004年に千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所環境研究室の単棟ガラス温室(間口9m×奥行17m、面積153m<sup>2</sup>、以下研究所A圃場とする)、2005年に研究所A圃場及び長生郡一宮町の連棟ガラス温室(間口8m×奥行40m、面積320m<sup>2</sup>(1棟)、以下一宮A圃場とする)で試験を実施した。研究所A圃場では、長生郡一宮町から採取したMNSV感染葉粗汁液をカーボランダム法でメロン葉へ接種して発病させた後、メロン茎葉を土壤中にすき混み、汚染土とした。一宮A圃場では、前作にて本病の発生を観察し、メロン葉を試料としたDAS-ELISA法(抗血清:日本植物防疫協会)によりMNSVを確認した。ガラス温室の中で、本病が均一に発生した1棟を試験に用いた。

2006年10月19日受理

\*<sup>1</sup>千葉県山武農林振興センター・\*<sup>2</sup>千葉県安房農林振興センター・\*<sup>3</sup>兵庫県立農林水産技術総合センター・\*<sup>4</sup>山口県農業試験場・\*<sup>5</sup>片倉チッカリン株式会社・\*<sup>6</sup>横浜植木株式会社・\*<sup>7</sup>高知県農業技術センター・\*<sup>8</sup>長崎県総合農林試験場・\*<sup>9</sup>(独)中央農業総合研究センター

本報告の一部は、2006年度植物病理学会北海道大会において発表した。

(2) 供試拮抗菌

*O.bornovanus*に対して拮抗作用を持つ4菌株を供試した。これら拮抗菌は、本高度化事業の中で、兵庫県立農林水産技術総合センター、山口県農業試験場、片倉ツツカリン株式会社により選抜された菌である。菌の種類、培養方法、定着方法などが異なるため、処理年次ごとに各拮抗菌に対して最適と考えられる方法で苗または圃場に処理した(第1表)。

(3) 試験区

2004年研究所A圃場では、拮抗菌処理を1区8株の3反復、対照薬剤として臭化メチルくん蒸剤(98.5%)40L/10a処理を、1区10株の3反復とした。2005年研究所A圃場では、拮抗菌処理を1区6株の4反復、対照薬剤としてクロロピクリン・D-Dくん蒸剤(クロロピクリン40.0%・D-D52.0%、以下ソイリーンとする)30L/10a処理を、1区6株の3反復とした。2005年一宮A圃場では、拮抗菌処理を1区14株の3反復、対照薬剤として臭化メチルくん蒸剤(98.5%)40L/10a処理を、1区16株の4反復とした。なお、一宮A圃場ではサツマイモネコブセンチュウの防除を目的に臭化メチル区を除く全ての区にD-D剤(92.0%)30L/10a及びホスチアゼート粒剤(1.5%)20g/m<sup>2</sup>を処理した。

(4) 栽培概要

メロンは、MNSV感受性品種であり現地で主に栽培されている「アールス雅春秋系」を用いた。無催芽でセルトレイへ播種し、本葉が2~3枚展開葉した段階で本圃へ定植した。2004年は3月16日に播種、4月7日に定植、7月5日に収穫した。2005年は研究所A圃場では4月5日に播種、4月25日に定植、7月15日に収穫した。一宮

A圃場では3月16日に播種、4月6日に定植し、7月5日に収穫した。

(5) 防除効果の評価

拮抗菌による発病抑制効果を評価するため、栽培期間中、数日おきに供試全株について病徴を観察し、経時的に発病株率を算出した。また、収穫時に供試全株の病徴を0~3(0:発病なし、1:下位葉の数枚に発病、2:全体の半分程度の葉に発病、3:ほぼ全体に発病)の発病指数で評価し、次式により発病度を算出した。

$$\text{発病度} = \Sigma(\text{発病指数} \times \text{株数}) / (3 \times \text{調査株数}) \times 100$$

2004年研究所A圃場では、各区から12果を無作為に選び、それぞれ4等分して空洞及びスポンジ症状を観察し、障害果率を算出した。これらの果実から、種子を取り除いたすぐ下の果肉を採取し、摩砕して得られた果汁を50倍に希釈してDAS-ELISA法によりMNSVを検出した。また、MNSVが検出された果実数の調査果実数に対する割合を検出率として算出した。収穫終了後、供試全株からそれぞれ数本の根を採取して摩砕し、この粗汁液を50倍に希釈した。これを試料として、DAS-ELISA法によりMNSVを検出し、MNSVが検出された株数の調査株数に対する割合を検出率として算出した。

拮抗菌処理による生育への影響を調査するため、2004年研究所A圃場で交配前の5月1日(定植24日後)に草丈、葉数及び着花率を全株調査した。また、障害果率を調査した各区12果について、調製済みの果重を測定した。さらに、果実の上部、中央部、下部の3点の糖度をデジタル屈折糖度計(アタゴ)で測定し、平均値を算出した。

第1表 4種拮抗菌の年次別処理方法

拮抗菌	2004年	2005年
A-1	10 <sup>8</sup> CFU/mlに調整した拮抗菌培養液を育苗培土(スミンシル)に添加して連結ポットに詰め、そこに催芽せず表面殺菌した種子を直播きした。表面殺菌は、ケミクロンG1000倍液に10分間種子を浸漬して行った。	拮抗菌を混合した育苗資材(1x10 <sup>7</sup> CFU/g含有)を連結ポットに詰め、灌水後播種、覆土し、発芽室30℃で4日間管理した。その後、育苗用温室へ移して本葉3葉期まで水道水を灌水して育苗した後、本圃に定植した。
M21	播種時及び定植時に10 <sup>8</sup> CFU/mlに調整した菌液を灌注して接種した。播種時の接種は、催芽せず表面殺菌した種子を直播きし、そこに1穴あたり20mlの菌液(10倍希釈液)を灌注した。接種した拮抗菌を定着させるため、播種後24時間は灌水せずに放置した。定植時の接種は、定植直前に植え穴に50mlの菌液を灌注後直ちに定植し、さらにその直後に株元へ50mlの菌液を灌注した。	菌液(M21:1.6x10 <sup>12</sup> CFU/ml、BS2421x10 <sup>10</sup> CFU/ml)に種子を2時間浸漬した。育苗用土を連結ポットに詰め、蒸留水を灌水後、浸漬した種子を播種した。さらに、濃縮菌液の100倍希釈液(蒸留水)を1ポットあたり20mlずつ灌注した。その後、発芽室30℃に3日間置いた後、育苗用温室へ移して本葉3葉期まで水道水を灌水して育苗した。定植直前に、植え穴へ各供試菌液(M21:1x10 <sup>8</sup> CFU/ml、BS242:2x10 <sup>9</sup> CFU/ml)を1株あたり50mlずつ灌注した。さらに、定植後にも、株元へ供試菌液を1株あたり50mlずつ灌注した。
山口2	定植前日に、濃度未調整の拮抗菌培養液(YPGSで28℃3日間静置培養したもの)をジョロを用いて5L/m <sup>2</sup> をベッド全面に灌注した。	育苗用土を連結ポットに詰め、播種・覆土後、濃度未調整の供試菌液を1ポットあたり1mlずつ灌注し、底面給水を行った。その後、発芽室30℃に3日間置いた後、育苗用温室へ移して本葉3葉期まで水道水を灌水して育苗した。定植時には、拮抗菌を7.4x10 <sup>4</sup> CFU/g含有させた資材100ml/株を植え穴へ処理した。

## 2. 拮抗菌と熱水土壤消毒の併用による防除効果

### (1) 試験区

2005年一宮A圃場で試験を実施した。拮抗菌は前述した4菌株を用い、処理方法は第1表に示した。320m<sup>2</sup>の圃場内の3カ所(各40m<sup>2</sup>)で熱水土壤消毒を行い、各場所に拮抗菌の併用区(各7m<sup>2</sup>)と熱水土壤消毒の単独区(7m<sup>2</sup>)を1区ずつ設け、それぞれ計3反復とした。残りの200m<sup>2</sup>に臭化メチル区(10m<sup>2</sup>)を4反復、拮抗菌の単独区(各7m<sup>2</sup>)及び無処理区(7m<sup>2</sup>)をそれぞれ3反復設けた。1区当たり14株のメロンを定植し、臭化メチル区のみ1区当たり18株を定植した。なお、臭化メチル区を除く全ての区にD-D剤(92.0%)を30L/10a、ホスチアゼート粒剤(1.5%)を20g/m<sup>2</sup>処理した。

### (2) 熱水土壤消毒

熱水土壤消毒の効果を向上させるため、圃場の深耕が推奨されている。そこで、2005年3月14日にパイプロスーパースイラー(川辺農研産業(株)製、SV2)で圃場全体を深耕した。硬盤が破砕されていることを確認するため、深耕前5地点、深耕後3地点について、貫入式土壤硬度計を用いて土壤硬度を測定した。その後、2005年3月14~16日に移動散布式熱水消毒機(神奈川肥料(株)製、ポイラー:BW-4R、ウィンチ:FKC-110)により300L/m<sup>2</sup>の熱水を処理した。熱水処理後に、被覆資材(ポリシャイン、日立製)で覆い、8日後に被覆を除去し、その5日後に耕起した。

熱水土壤消毒区内の6地点で、熱水投入から被覆資材除去までの地温を深さ0、15、30、45、60及び75cmについて測定した。その結果を、*O.bornovanus*及びMNSVの死滅温度と比較するため、50℃以上の地温が維持された累積時間を50℃以上60℃未満、60℃以上70℃未満、70℃以上80℃未満、80℃以上の4段階に分けて算出した。

また、熱水土壤消毒の効果を確認するため、室内幼苗検定法(松尾・内川, 2003)により土壤中のMNSVを検出した。すなわち、熱水土壤消毒区3地点、無処理区3地点、対照として臭化メチル区2地点について消毒直後、栽培終了直後に深さ地中10、30及び50cmの土壤を採取した。これら各地点の土壤に子葉が展開した幼苗を9株ずつ植付け、25℃に3週間おいた後、前項と同様に根部からMNSVを検出した。9株の内1株でもMNSVが検出された場合、この地点を検出地点とした。

### (3) 栽培概要

メロンはMNSV感受性品種である「アールス雅春秋系」を用いた。3月16日に播種、4月6日に定植、7月5日に収穫した。

### (4) 防除効果の評価

拮抗菌と熱水土壤消毒の併用による発病抑制効果を、

収穫時の発病株率及び発病度により評価した。発病度は前項と同様に算出した。

## 3. 抵抗性品種による防除効果

### (1) 供試品種

MNSVに対して抵抗性を示すといわれる6品種について、その抵抗性の強さを評価した。試験には、「UA307」、「UA308」、「UA313」、「UA208」(横浜植木(株))、「K4-005」(S社)、「アーネスト」(サカタのタネ(株))を供試し、対照としてMNSV抵抗性遺伝子「*nsv*」を持つ台木品種「Perlita」、「PMR5」を、またMNSV感受性品種であり現地

### (2) 子葉接種による防除効果の評価

抵抗性遺伝子「*nsv*」はMNSVの感染を許さない免疫抵抗性であるため、圃場試験を行うための予備試験として、MNSV子葉接種により抵抗性の品種比較を行った。子葉接種は、播種7日目の苗に長生郡一宮町から採取したMNSV感染凍結葉の粗汁液をカーボランダム法により接種し、25℃一定条件下に10日間おいて局部病斑の形成を観察した。その後、1株あたり1枚の子葉を採取し、摩砕して得られた50倍粗汁液からDAS-ELISA法によりMNSVを検出した。1品種あたり10株の苗を用いた。播種は、3月13日、MNSV接種は3月20日、局部病斑の評価は3月30日に実施した。

### (3) 農家圃場における防除効果の評価

本病が発生した農家圃場を対象に、抵抗性品種の防除効果を調査した。

2004年は長生郡一宮町2農家の連棟ガラス温室の一部(以下一宮B圃場及び一宮C圃場とする)、2005年は一宮A圃場で試験を実施した。いずれの圃場も本病の発病圃場であり、前作のトマト栽培終了後、一宮A圃場は無消毒のまま、一宮B圃場とC圃場は臭化メチルくん蒸剤による土壤消毒を行った。子葉接種による予備試験の結果から、一宮A圃場では抵抗性5品種、一宮B圃場では抵抗性2品種、一宮C圃場では抵抗性3品種を供試した。対照として感受性品種「アールス雅春秋系」を用いた。

一宮A圃場では品種ごとに1区6株の3反復で栽培し、3月16日に播種、4月6日に定植、7月5日に収穫した。一宮B圃場では品種ごとに1区10株の3反復で栽培し、3月9日に播種、3月31日に定植、7月1日に収穫した。一宮C圃場では品種ごとに1区8株の3反復で栽培し、3月17日に播種、4月7日に定植、7月9日に収穫した。

収穫時に供試全株について病徴を観察し、発病株率を算出した。また、一宮A圃場では各区6果、一宮B圃場と一宮C圃場では各区5果について、前項と同様に障害果率及びMNSV検出率を算出した。

(4) 節間長及び果実品質の評価

生育の品種間差を明らかにするため、2005年に一宮町A圃場及び長生郡一宮町連棟ガラス温室の一部（以下一宮D圃場とする）の2圃場と本病未発生の暖地園芸研究所野菜・メロン研究室ガラス温室（以下研究所B圃場とする）で調査を行った。一宮D圃場は本病の発病圃場であり、メロンの定植前に臭化メチルクン蒸剤による土壤消毒を行った。

一宮A圃場では、抵抗性品種の内K4-005を除く5品種及び慣行品種であるアールス雅を、品種ごとに1区6株の3反復で栽培し、3月16日に播種、4月6日定植、7月5日収穫した。一宮D圃場では、抵抗性品種の内UA208を除く5品種及びアールス雅を、品種ごとに1区5株の3反復で3月1日に播種、3月23日に定植、6月28日に収穫した。研究所B圃場では、UA313とアールス雅の2品種を1区14株の反復なしで栽培し、3月8日に播種、3月23日に定植、7月1日に収穫した。

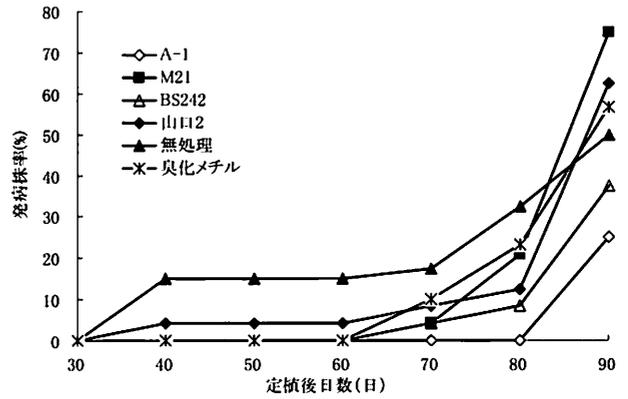
交配直前（一宮A圃場：5月2日、一宮D圃場：4月26日、研究所B圃場：4月21日）に、供試全株の草丈葉数及び節間長を測定した。また、収穫終了時、供試全株の果実について、果実品質を調査した。果形、ネット及び食味は、1（劣）～5（優）の5段階で評価して平均値を算出した。また、果実の付け根から結果枝までの長さ（果柄長）を測定した。さらに、前項と同様に果重と糖度を測定した。

Ⅲ 結 果

1. 拮抗菌による防除効果

2004年研究所A圃場では、メロン生育初期～中期（定植時～定植後80日）の発病株率が、全ての拮抗菌処理区で概ね、臭化メチル区と同等かそれ以下であった（第1図）。中でも、A-1区及びBS242区は収穫時（定植後90日）まで発病株率が臭化メチル区より低かった。また、MNSV検出率は根部ではA-1区とBS242区が低く、果肉では山口2区が低かった（第2表）。収穫時の障害果率は、全ての拮抗菌処理区で低かった。なお、定植24日後の草丈、葉数及び着花率、収穫時の果重及び糖度は拮抗菌処理区と無処理区に差はなかった（第3表）。

2005年の試験では、収穫時の無処理区での発病株率が一宮A圃場で59.5%、研究所A圃場で100%であり、研究所A圃場の汚染度がより高かった（第4表）。汚染程度の低かった一宮A圃場では、A-1区及びBS242区の発病株率が35.7%と低く、無処理区および臭化メチル区よりも低く抑えられた。これに対し汚染程度の高かった研究所A圃場では、いずれの拮抗菌処理区もソイリオン区より高い



第1図 4種拮抗菌処理によるメロンえそ斑点病の発病株率の経時変化 (2004年)

第2表 4種拮抗菌処理によるMNSV検出率と障害果発生率への影響 (2004年)

処理区	MNSV検出率(%)		障害果率(%)
	根部	果肉	
A-1	0.0	12.5	0.0
M21	12.5	25.0	0.0
BS242	0.0	12.5	0.0
山口2	4.2	8.3	0.0
臭化メチル	0.0	6.7	0.0
無処理	20.0	22.5	4.2

- 注1) MNSV検出は、DAS-ELISA法により行った。吸光度(405nm)で0.1以上を示したものを、MNSV検出株とした。  
 2) 根部は、1株あたり数本を採取し、摩砕したものを50倍に希釈して供試した。  
 3) 果肉は、種子を取り除いたすぐ下のゼリー状の部分から得られた果汁を50倍に希釈して供試した。  
 4) 障害果率は、収穫した果実を12個を4等分し、果肉のスポンジ果・空洞果の発生を観察した。

第3表 拮抗菌処理による生育特性及び果実品質への影響 (2004年)

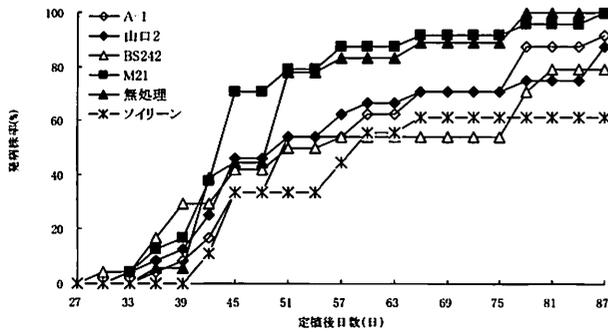
処理区	生育特性(定植24日後)			果実品質	
	草丈(cm)	葉数(枚)	着花率(%)	果重(g)	糖度(%)
A-1	136	24.2	100	1,560	15.4
M21	128	23.9	98	1,630	15.4
BS242	131	23.4	99	1,520	15.8
山口2	130	24.1	98	1,540	15.3
臭化メチル	121	24.3	100	1,500	15.4
無処理	127	24.5	99	1,550	15.5

- 注1) 草丈、葉数及び着花率は、定植24日後(5月1日)に調査した。  
 2) 糖度は、果実の上部・中部・下部の平均を算出した。

第4表 4種拮抗菌処理による収穫時の発病抑発病抑制効果 (2005年)

処理区	一宮A圃場		研究所A圃場	
	発病株率(%)	発病度	発病株率(%)	発病度
A-1	35.7	9.5	91.7	31.3
M21	54.8	15.5	100.0	39.5
BS242	35.7	8.9	79.2	28.1
山口2	61.9	17.9	87.5	32.3
臭化メチル	68.8	19.1	-	-
ソイリオン	-	-	61.1	20.8
無処理	59.5	16.1	100.0	39.4

- 注1) 発病度 =  $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{株数}) / (3 \times \text{調査株数}) \times 100$   
 2) - : 未調査であることを示す。



第2図 各種拮抗菌処理によるメロンえそ斑点病の発病抑制効果(2005年研究所A圃場)

第5表 6測定地点の熱水土壤消毒期間における各基準地温以上の累積時間

深さ	地温(℃)	各地温の累積時間(hr)					
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
0cm	50	33	18	31	24	31	53
	60	15	11	18	11	14	35
	70	10	7	9	5	8	29
	80	7	5	4	2	5	8
15cm	50	36	37	35	31	43	37
	60	20	19	24	18	30	27
	70	13	11	12	8	16	9
	80	8	5	6	3	9	5
30cm	50	38	46	47	35	54	63
	60	25	27	31	20	43	38
	70	18	15	18	9	22	25
	80	8	3	10	2	13	13
45cm	50	46	48	51	32	63	68
	60	26	25	31	11	48	40
	70	14	8	19	0	21	24
	80	2	2	9	0	10	12
60cm	50	27	29	41	0	52	59
	60	0	7	18	0	21	30
	70	0	2	3	0	0	13
	80	0	0	0	0	0	2
75cm	50	0	0	0	0	25	48
	60	0	0	0	0	0	17
	70	0	0	0	0	0	2
	80	0	0	0	0	0	0

注) 50℃以上60℃未満、60℃以上70℃未満、70℃以上80℃未満、80℃以上の各地温の累計時間を示す。

第6表 深さ別MNSV検出地点数

処理区	MNSV検出地点数/調査地点数									
	土壤消毒前 深さ(cm)			土壤消毒直後 深さ(cm)			収穫直後 深さ(cm)			
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	70
熱水土壤消毒区	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3	2/3	0/3
臭化メチル区	0/2	0/2	1/2	0/2	0/2	0/2	1/2	1/2	0/2	—
無処理区	1/3	1/3	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3	1/3	0/3	0/1

- 注1) 熱水土壤消毒区及び無処理区は3地点、臭化メチル区は2地点から土壤を採取し、「アールス雅春秋系」9株/地点を供試した。  
 2) 吸光度(405nm)が0.1以上を、MNSV検出株とした。調査株の内、1株でもMNSVが検出された場合、その地点をMNSV検出地点として判断した。  
 3) —: 未調査であることを示す。

発病株率であった。しかし、BS242区は生育中期(定植後75日)までの発病株率が対照薬剤のソイリンと同程度に低かった(第2図)。

## 2. 拮抗菌と熱水土壤消毒の併用による防除効果

土壤硬度測定の結果、深耕前には全調査地点で深さ20~60cmの土壤硬度が25kgf/cm<sup>2</sup>以上であった。深耕後には調査した3地点中2地点で深さ0~50cmが15kgf/cm<sup>2</sup>以下であったが、残り1地点は深さ25~50cmが15kgf/cm<sup>2</sup>以上であった。

熱水処理時の地温測定の結果、測定地点により地温上昇にばらつきがみられたが、最も地温の上昇が少なかった地点No.4でも、深さ45cmまで60℃が11時間、深さ地中30cmまで80℃が2時間持続した(第5表)。

土壤消毒前のMNSVは、全区の土壤から均一に検出できないほど低密度であった(第6表)。土壤消毒直後、MNSVの密度が低下し、全区からMNSVは検出できなかった。しかし、収穫直後には熱水土壤消毒区の深さ10cm~50cm、及び臭化メチル区の深さ10cm~30cm及び無処理区の深さ30cmからからMNSVが検出された。

拮抗菌と熱水土壤消毒の併用区と拮抗菌の単独区を比較すると、発病株率及び発病度は併用区がいずれの単独区よりも高かった(第7表)。また、併用区と熱水土壤消毒の単独区を比較すると、発病株率及び発病度はA-1の併用区が単独区よりもやや低かったが、その他の併用区では単独区よりも高かった。

3. 抵抗性品種による防除効果

子葉接種試験において、「アールス雅春秋系」では局部病斑が形成され、MNSVが検出された(第8表)。これに対し、抵抗性品種では接種により局部病斑は形成されず、子葉からMNSVも検出されなかった。

圃場試験では、感受性品種「アールス雅春秋系」の発病率は47.5~100%であり、果肉からのMNSV検出率も高く、障害果の発生もみられた。これに対し、5種類の抵抗性品種は発病せず、果肉内からMNSVは検出されなかった。さらに、空洞果やスポンジ果などの障害果の発生もみられなかった。

また、「UA313」のネット及び食味は慣行の「アールス雅春秋系」と同等であり、果重はいずれの圃場でも1,800g以上となり大果であった。また、「UA313」及び「UA307」は他の抵抗性品種と比較して節間長が短かった(第9表)。

第7表 拮抗菌と熱水・土壌消毒の併用による抑制効果 (2005年)

処理区	発病株率(%)	発病度
A-1	35.7	9.5
M21	54.8	15.5
BS242	35.7	8.9
山口2	61.9	17.9
熱水+A-1	47.6	12.5
熱水+M21	71.4	20.2
熱水+BS242	52.4	14.9
熱水+山口2	97.6	29.2
熱水	52.4	13.7
臭化メチル	68.8	19.1
無処理	59.5	16.1

第8表 抵抗性品種によるメロンえそ斑点病の防除効果

品種	子葉接種試験		圃場試験								
	発病株数 /全株数	MNSV 405nm	発病株率(%)			MNSV検出率(%)			障害果率(%)		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C
UA307	0/10	0.027	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—
UA308	0/4	0.016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UA313	0/10	0.021	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—
UA208	0/10	0.014	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
K4-005	0/10	0.024	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アーネスト	0/10	0.015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アールス雅	9/10	1.956	59.5	47.5	100.0	34.4	25.0	83.3	4.8	0.0	36.4
Perlita	0/10	0.020	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PMR5	0/10	0.031	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- 注1) A:2005年一宮A圃場, B:2004年一宮B圃場, C:2004年一宮C圃場  
 2) MNSV405nm: DAS-ELISA法における405nmの吸光度の平均値を示す。  
 3) MNSV検出率は、第2表に準じる。  
 4) 障害果率は、収穫した果実を5等分し、果肉でのスポンジ果・空洞果の発生を観察した。  
 5) —: 未調査であることを示す。

第9表 各種抵抗性品種の交配期の節間長及び収穫期の果実品質 (2005年)

圃場名	品種	交配期の 節間(cm)	果実品質					
			果重(g)	果形	ネット	果柄長(cm)	糖度(%)	食味
一宮A圃	UA307	7.2	1,620	3.9	3.8	2.2	12.6	—
	UA308	7.9	1,680	3.9	4.2	2.8	11.3	—
	UA313	7.3	1,810	4.0	4.0	1.8	12.7	—
	UA208	7.3	1,550	4.1	4.3	2.1	12.6	—
	アーネスト	8.1	1,540	3.9	3.3	1.8	12.3	—
	アールス雅	6.6	1,600	4.2	4.2	1.9	12.3	—
一宮D圃	UA307	6.7	1,940	3.6	4.3	1.7	13.1	—
	UA308	7.2	2,000	3.7	4.3	1.6	13.5	—
	UA313	6.7	1,880	3.6	4.5	2.2	12.9	—
	K4-005	7.9	1,560	4.2	4.2	1.6	14.0	—
	アーネスト	7.8	1,620	4.2	4.3	1.5	13.9	—
	アールス雅	5.7	1,800	4.2	4.5	1.3	14.4	—
研究所B圃場	UA313	4.2	1,980	3.6	4.1	—	15.5	4.3
	アールス雅	4.4	1,580	3.6	4.4	—	15.5	4.2

- 注1) 果重は、調製済みの果実の重さを測定した。  
 2) 果形、ネット及び食味は、1(劣)~5(優)の5段階で評価した。  
 3) 果柄長は、果実の付け根から結果枝の付け根までの長さを測定した。  
 4) 糖度は、果実の上部・中央部・下部の3地点を測定しその平均を算出した。  
 5) —: 未調査であることを示す。

## IV 考 察

### 1. 拮抗菌による防除効果

本試験で4種類の*O. bornovanus* 拮抗菌について圃場での発病抑制効果を検討したところ、A-1、BS242及び山口2で発病抑制効果がみられた。2004年研究所A圃場の試験では、収穫時の発病株率が無処理区で50%、障害果が4.2%発生したことから、生産現場と同程度の発病であったと考えられる。その条件下で、根部からのMNSV検出率はA-1区及びBS242区で低く、これら2菌が土壌からのMNSV感染を抑制したと考えられる。しかし、果肉からMNSVが検出されているため、汁液感染により発病した可能性も考えられる。また、発病株率はA-1区及びBS242区で低く、これら2菌の発病抑制効果が高かった。同様に2005年一宮A圃場でも、A-1区及びBS242区の発病抑制効果が高い傾向がみられた。これに対し、汚染程度の高い2005年研究所A圃場では生育中期までBS242が発病を抑制しており、4種拮抗菌の中でBS242の発病抑制効果及び発病遅延効果が最も高いと考えられた。

BS242の防除効果は、感染程度が低い圃場では、臭化メチルくん蒸剤やソイリーンと同等かそれ以上であったが、汚染程度の高い圃場では効果が劣る傾向がみられた。ポット試験でもBS242は*O. bornovanus* に対する拮抗作用を持ち、その効果は汚染程度の低い土壌でその効果が高いことが報告されており(松尾ら、2006)、本試験においても圃場で同様の傾向がみられた。

そのため、実用的には土壌消毒などによりMNSV及び媒介菌密度を下げた後にBS242を処理するなど、工夫が必要がである。

### 2. 拮抗菌と熱水土壌消毒の併用による防除効果

本病の防除法として、薬剤による防除(福原・角田、2002;松尾・内川、2003)、太陽熱消毒による防除(堀田ら、2005)の効果が明らかにされている。これらの土壌消毒によりMNSV及び媒介菌の密度を下げた後、拮抗菌を処理することでその効果が向上すると考えた。これらの防除法は、処理後から次作の植え付けまで数十日必要であり、長生郡一宮町の栽培体系では導入が難しい。そこで、処理から次作植物定植までの期間が短い熱水土壌消毒と拮抗菌BS242の併用処理について検討した。

熱水土壌消毒は、熱水が土壌中により深く浸透することで効果が発揮される。そのため、土壌硬度 $15\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上であると透水性が悪くなり、熱水土壌消毒の効果が十分発揮できないと考えられる。本試験では土壌硬度の調査結果から、深さ0cm~50cmでは概ね $15\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以下であ

ったと考えられるが、施設の柱の近くなどは硬盤が十分破碎できず、深さ25cm~50cmで $15\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上の場所が残ったと考えられた。

本病の媒介菌*O. bornovanus*の耐熱限界は $50\sim 55^\circ\text{C}$ で10分、汁液中でのMNSVの耐熱限界は $60\sim 70^\circ\text{C}$ で10分であり、土壌伝染についても $70^\circ\text{C}$ 数時間の処理で防止できることが報告されている(古木、1981)。そこで、熱水処理によって土壌中の*O. bornovanus*及びMNSV密度が低下し、BS242の発病抑制及び遅延効果が向上すると考えて試験を実施した。

その結果、熱水土壌消毒直後には深さ50cmまでの土壌からMNSVは検出されず、熱水処理により*O. bornovanus*及びMNSVの密度が著しく低下したものと考えられた。しかし、圃場での拮抗菌と熱水土壌消毒の併用による防除効果の向上は認められなかった。この理由として、熱水により消毒された土層を越えてより深くメロン根が伸長し、汚染土壌に接触することでMNSVに感染し、蔓延したと推察される。長生郡一宮町のメロン団地は砂壤土であり、収穫後のメロン根を観察したところ、深さ約70cmまで根が伸びていた。深さ75cmの地温は概ね $50^\circ\text{C}$ 未満であり、熱水による消毒効果が及ばなかったと考えられる。したがって、BS242の防除効果を向上させるためには、メロンの根域を制限した上で、土壌消毒と拮抗菌処理を併用するなどの対策が考えられる。しかし、長生郡一宮町ではメロンとトマトの輪作が多く、現段階では防根シートなどの導入が進みにくい。そのため、BS242の性状解明が進み、それに基づいた最適な処理方法や圃場条件が明らかになることで、圃場での実用的な利用技術として確立されることが期待される。

### 3. 抵抗性品種による防除効果

本病に対する抵抗性台木としてカボチャ、トウガン、メロン抵抗性台木の防除効果が高いことが報告されている(吉田・後藤、1976;吉田・根本、1977;松尾、2002;堀田ら、2005)。しかし、果実品質や生育への悪影響、深植えによる不定根の発生がみられるなど、問題点も指摘されている。また、生産者の高齢化や種苗費の増加が問題となり、産地における接ぎ木苗台木の導入は進んでいない。そのような状況の中、本病抵抗性品種が各メーカーにより育成され、実用化が進んでいる。そこで、これらの抵抗性を示すといわれる6品種について、その防除効果の子葉接種により検討した。その結果、全ての品種で十分な防除効果を示し、発病株は全くみられなかった。さらに、抵抗性品種の内5品種について汚染程度の異なる圃場で栽培した結果、発病株は全くみられず高い防除効果を示した。中でも「UA313」は現地ですら主に栽培されて

いる「アールス雅春秋系」と同等の果実品質を示した。また、他の抵抗性品種が概ね節間が徒長しがちで栽培しにくいのに対し、「UA313」は比較的節間長が短く、産地への導入が期待された。

以上の結果から、臭化メチルくん蒸剤に替わる本病の防除方法として、現段階では抵抗性品種が有効であると考えられる。ただし、抵抗性品種の果肉からMNSVが検出される事例がある(木戸ら;2005)。また、ヨーロッパではMNSV抵抗性遺伝子「*nsv*」打破系統が出現したという報告もある(Diaz et al., 2004)。そのため、抵抗性品種を導入した後も産地での本病の発生状況を調査するとともに、抵抗性品種を連続栽培した土壌における*O. bornovanus*及びMNSVの動向を調査する必要がある。

メロン産地では、本病のみでなく黒点根腐病やサツマイモネコブセンチュウなどの病害虫が問題となっている。MNSV抵抗性品種のみに頼ることなく、BS242などの拮抗菌を利用した生物防除、熱水土壤消毒などの物理的防除、汚染土を拡散させない耕種の防除などを組み合わせ、総合的な防除体系を組み立てる必要がある。

## V 摘 要

メロンえそ斑点病防除対策の確立を目的に、MNSVを媒介する*O. bornovanus*に拮抗作用を示す微生物処理による防除効果を検討した。さらに、防除効果の向上を目的とし、拮抗菌と熱水土壤消毒との併用処理及びMNSV抵抗性品種の防除効果を検討した。

1. 4種拮抗菌を圃場に処理して感受性品種「アールス雅春秋系」を栽培したところ、本病の発病株率、MNSV検出率及び障害果の発生率がBS242が最も低く抑えた。特に、汚染程度の低い圃場では対照薬剤(臭化メチルくん蒸剤、クロルピクリン・D-Dくん蒸剤)と同等の効果が得られた。
2. 4種拮抗菌と熱水土壤消毒を併用処理して感受性品種「アールス雅春秋系」を栽培したところ、拮抗菌単独処理及び熱水土壤消毒単独処理と比較して発病株率の低下はみられなかった。
3. 抵抗性品種6品種には、MNSVを子葉接種したところ、局部病斑を形成せず、子葉からMNSVは検出されなかった。子葉接種を行った品種の内5品種を本病発生圃場で栽培したところ発病株はみられず、いずれも十分な抵抗性を示した。特に、「UA313」は「アールス雅春秋系」と同等の果実品質であった。

## 引用文献

- 堀田治邦・布目暁洋・八木亮治・平井剛(2005). 抵抗性台木を用いたメロンえそ斑点病の防除. 北日本病虫研報. 56: 84-87.
- 福原宏行・角田佳則(2002). クロルピクリン・D-Dくん蒸剤によるメロンえそ斑点病の防除. 今月の農業. 46(4): 40-45.
- 古木市重郎(1981). メロンえそ斑点病の伝染病学的研究. 静岡農試特別報告. 14: 1-94.
- 井上興・片川聖・角田佳則・鍛冶原寛(1998). メロンえそ斑点ウイルス(MNSV)に対するウリ科植物の抵抗性と台木を用いた防除. 山口農試研報. 49: 32-40.
- Diaz, J. A., Nieto, C., Moriones, E., Truniger, V., and Aranda, M. A. (2004). Molecular Characterization of a Melon necrotic spot virus Strain That Overcomes the Resistance in Melon and Nonhost Plants. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 17: 668-675.
- 木戸一孝・三輪千華・久保田健嗣・望月啓司・植松清次・大木健広・本田要八郎・飯哲夫・津田新哉(2005). メロンえそ斑点ウイルス抵抗性遺伝子「*nsv*」の低温特性. 日植病報. 71: 260-261.
- 岸国平(1960). マスクメロンのバイラス病に関する研究: 俗称点々病の病原について. 日植病報. 25: 237-238.
- 岸国平(1966). メロンえそ斑点病. 日植病報. 32: 138-144.
- 松尾和敏(2002). 暖地ハウスメロンにおける「メロンえそ斑点病」の発生生態学的研究. 長崎県総合農林試験場特別報告(農業). 3: 1-110.
- 松尾和敏・内川敬介(2003). メロン幼苗利用による土中のメロンえそ斑点ウイルス及びその媒介菌の検出法. 九州病害虫研究会報. 49: 20-32.
- 松尾和敏・内川敬介・相野公孝・鍛冶原寛・池頭靖夫・竹内繁治・植松清次・三輪千華・大木健広・津田新哉(2006). 室内幼病検定法を用いたメロンえそ斑点ウイルス媒介菌*Olpidium bornovanus*に対する拮抗微生物の選抜. 日植病報. 72: 325
- 楯谷昭夫(1993). 臭化メチルとオゾン層について. 植物防疫. 47: 193-195.
- 楯谷昭夫(1996). 臭化メチルの全廃決定—オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書締約国第7回締約国会合一. 植物防疫. 50: 69-70.
- 楯谷昭夫(1998). 臭化メチルの使用規制の経緯. 代替技

術開発・普及の現状及び今後の防除対策について。

今月の農業. 42(12)：19-22.

吉田幸二・後藤忠則 (1976). 北海道のメロン (*Cucumis melo L.*) より分離された5種類のウイルス. 日植病

報. 46：339-348.

吉田幸二・根本正康 (1977). メロンえそ斑点病に関する研究抵抗性品種の検討について. 日植病報. 43:371.

# The Preventible Effect to a Melon Necrotic Spot Disease, in Which Selected Antagonists to its Fungus Vector and Resistance Melon Cultivars Possess.

Chika TANAKA, Seiji UEMATU, Hitoshi WAKAUME\*, Yoshiyuki EBIHARA\*<sup>2</sup>,  
Toshikatu OIZUMI, Masataka AINO\*<sup>3</sup>, Hiroshi KAJIHARA\*<sup>4</sup>, Yasuo IKEGASHIRA\*<sup>5</sup>, Kazutaka  
KIDO\*<sup>6</sup>, Shigeharu TAKEUCHI\*<sup>7</sup>, Kazutoshi MATSUO\*<sup>8</sup>,  
Takehiro OOKI\*<sup>9</sup> and Shinya TSUDA\*<sup>9</sup>

Key words : Japanese pear, Melon Necrotic Spot Disease, MNSV, Fungus Vector,  
Soil Disinfection with Hot-water, Resistance Melon Cultivars

## Summary

To prevent necrotic spot disease of melon, we investigate the effect to inoculate with antagonists against *Olpidium bornovanus*, viral vector for *Melon necrotic spot virus* (MNSV).

Furthermore, to enhance the prevention effect, we investigated the effect of antagonists and combination processing with hot water soil sterilization and the cultivation of resistance melon to MNSV.

1. Four kinds of antagonists that we investigated in farms showed an effect to prevent necrotic spot disease. Above all, BS242 showed the effect of controlling and delaying the disease, but the prevention effect of a practical use level was not provided.
2. The improvement of a prevention effect was not recognized when we performed hot water soil sterilization to decrease MNSV and density of *O. bornovanus* and processed antagonism bacteria afterwards.
3. The resistance of melon to be developed by seed corporations showed enough resistance as a result of cotyledons inoculation and investigation in farms. 'UA313' was in particular superior in fruit quality.

Chiba.Pref.Tech.Cent.South.Pref.Hortic.Inst,\*Sanbu Agriculture and Forestry Promotion Center,  
\*<sup>2</sup>Awa Agriculture and Forestry Promotion Center, \*<sup>3</sup>Hyogo Pref.Tech.Cent.For Agric.Forest.and  
Fish,\*<sup>4</sup>Yamaguchi Agric.Exp.Stat., \*<sup>5</sup>Katakurachikkarin co., \*<sup>6</sup>Yokohamaueki co., \*<sup>7</sup>Kochi  
Pref.Agric.Res.Cent., \*<sup>8</sup>Nagasaki Agric.and Forest.Exp.Stat., \*<sup>9</sup>Natl.Agric.Res.Ctr.