

抵抗性台木品種によるメロンつる割病レース 1, 2y 対策

八木 亮治・小松 勉

北海道立 花・野菜技術センター

平井 剛

北海道 原子力環境センター

中住 晴彦

北海道立 道南農業試験場

Control of Melon Fusarium wilt by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Race 1,2y with Resistant Rootstock Cultivars

Ryoji YAGI, Tsutomu KOMATSU

Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center

Goh HIRAI

Hokkaido Nuclear Energy Environmental Research Center

Haruhiko NAKAZUMI

Hokkaido Dohnan Agricultural Experiment Station

キーワード：メロン，育種，つる割病レース 1, 2y，抵抗性台木

1 はじめに

メロン栽培においてつる割病は重要病害のひとつである。その理由として、つる割病は土壌病害であるため薬剤による防除が困難で、発生すると被害を回避することが難しく、深刻な被害をもたらしてきたことが挙げられる。これまで本病に対する防除としては抵抗性品種・台木品種の利用、臭化メチル等の燻蒸剤による土壌消毒、輪作などが行われ、特に抵抗性品種の導入により本病の被害は格段に減少した。本病には品種群ごとに病原性が異なるレースが存在し、レース 0, 1, 2 および 1, 2 が報告されている¹⁾。更にレース 1, 2 は引き起こす病徴の違いにより葉が黄化する黄化型 (1, 2y) と株が萎ちょうする萎ちょう型 (1, 2w) に類別される²⁾。早くから国内で発生しているレース 0 に対しては、抵抗性遺伝子 *Fom-1*

を利用した抵抗性品種が実用化されていたが、近年、従来の抵抗性品種を侵す新レース (レース 1 およびレース 1, 2y) が発生し、大きな問題となっている。

レース 1 は 1994 年に滋賀県湖南地方で初めて確認された後³⁾、2001 年に茨城県でも発生が確認された⁴⁾。レース 1 にはつる割病抵抗性遺伝子 *Fom-2* が有効であり、抵抗性品種により防除可能であることが明らかにされている^{1) 5)}。しかし、茨城県で発生したレース 1 は、判別品種に対する病原性が従来のレース 1 と若干異なることも報告されており、本レースの発生実態については未解明な部分も多い。

レース 1, 2y は 1984 年に高知県で発生が初めて確認された後⁶⁾、1993 年に北海道⁷⁾、1998 年に愛知県でも確認され⁸⁾、被害が全国的な広がりを見せている。本病罹病株は始めに葉が激しく黄化することが特徴で、後に全身

が萎ちょうし枯死に至る²⁾。レース 1, 2y は抵抗性遺伝子 *Fom-1*, *Fom-2* を有する品種をことごとく侵すため、既存の品種では対応ができなかった¹⁾。また、土壤燻蒸剤を利用する防除法についても、臭化メチルは 2005 年を目処に全廃が決定されているため使用には制限があり、クロロピクリンは作土層が深い場合には処理効果が低い⁹⁾、などの問題があり、発生現場では対策に苦慮していた。

以上のことから、レース 1, 2y の防除対策の確立、特に抵抗性品種の育成が急務となっていたが、質的抵抗性を有する遺伝資源は発見されていなかった。そこで中住らは比較的発病程度の軽微な品種を利用し、量的抵抗性を有する抵抗性台木品種‘どうだい 1 号’を育成した^{10) 11)}。‘どうだい 1 号’は強い抵抗性を有するものの、実用面では台木特性を改善する必要があったため、新たな台木品種‘どうだい 2 号’を育成した¹⁰⁾。‘どうだい 2 号’はレース 1, 2y に対する抵抗性が‘どうだい 1 号’に比べやや劣るものの、台木特性が優れていたことから北海道内のレース 1, 2y 発生地で普及している。一方で、民間種苗会社育成のレース 1, 2y 抵抗性台木品種も数多く発表され、穂木品種の特性に合わせて抵抗性台木品種を選ぶ段階に至っている。

‘どうだい 1 号’‘同 2 号’の育成、および前作の発病株率に基づく‘どうだい 2 号’導入指針、民間種苗会社育成台木品種の抵抗性など、北海道における抵抗性台木品種による割病レース 1, 2y の防除対策を報告する。

2 レース 1, 2y 抵抗性台木品種‘どうだい 1 号’‘どうだい 2 号’の育成

2.1 抵抗性遺伝資源

1994 年に石内らは、北海道および高知県で発生したレース 1, 2y に対する抵抗性品種育成のため、育種素材の検索を行った¹²⁾。その中で外部病徴が軽微であると判断されたのは、北海道のレース 1, 2y に対して 30 品種・系統があり、その多くは‘東京早生’などのシロウリであった。高知県のレース 1, 2y に対しては 6 品種があり、その多くは‘黄金 9 号’などのマクワウリであった。シロウリ、マクワウリの違いがあるものの、レース 1, 2y に抵抗性を有すると考えられる素材は東南アジアで選抜育成されてきたグループであったことから、石内らはこのグループに抵抗性遺伝子が広く存在していると推察し、抵抗性台木品種の育成に重要な育種素材になると指摘した。

2.2 抵抗性検定方法

レース 1, 2y 菌の接種方法は浸根接種法¹³⁾を用いた。播種後約 10 日(子葉完全展開時)の苗を品種間差が出やすい密度¹⁴⁾である 1.0×10^5 /ml 程度に調整した分生子

懸濁液に 2 時間浸根し、液肥(N:P:K=6:5:5)を施用した培土(パーライト)に鉢上げした後、25°C で栽培して定期的に発病を調査した。発病調査は 0(無病徴)~4(枯死)の 5 段階の発病指数で評価し、発病度(Σ 発病指数 $\times 100$ / (最大発病指数 \times 供試個体数))を算出した。

2.3 ‘どうだい 1 号’の育成および特性

2.3.1 育成経過

‘どうだい 1 号’は石内らの報告に基づき、1995 年にレース 1, 2y にやや強い抵抗性を有する‘メロン中間母本農 1 号’(‘安濃 1 号’)と強い抵抗性を有するシロウリ‘東京早生(丸葉)’の交配を行い、1996 年に F₂ 種子を採種して基礎集団とし、浸根接種法により 2 回個体選抜を繰り返した。選抜過程で両親の持つ抵抗性を上回る系統が得られ¹⁵⁾、1997 年に‘空知台 1 号’の系統名を付し、その後レース 1, 2y 発生圃場および未発生圃場等でレース 1, 2y 抵抗性検定試験、生産力検定試験を実施した。1999 年に北海道の優良品種に認定され、2002 年に‘どうだい 1 号’の品種名で種苗登録された。

2.3.2 主要特性

レース 1, 2y 抵抗性については、発生圃場において維管束褐変が観察されたものの発病は認められず、抵抗性を有しない品種の自根栽培と比べ明らかに発病株率が低かった¹¹⁾。

つる割病の他レースについて幼苗接種検定を用いて抵抗性検定を行った結果、レース 0 に対して質的抵抗性を有するが、レース 2 には抵抗性を有しないことが確認された。

また、台木特性においては、接ぎ木接合面の癒合は正常であり親和性に問題はなかった。しかし、胚軸がやや細いため接ぎ木作業はやや難しく、また自根等と比較した場合、着果期以降の草勢がやや劣る事例が認められた。

以上の特性により‘どうだい 1 号’はレース 1, 2y に非常に強い抵抗性を有するが、台木特性に改善の余地があったため、レース 0, 2 および 1, 2y に抵抗性を持ち、台木特性に優れる台木品種の育成を継続した。

2.4 ‘どうだい 2 号’の育成および特性

2.4.1 育成経過

‘どうだい 1 号’の有するレース 1, 2y 抵抗性を維持し、草勢の弱さ等の台木特性を改良することを育種目標とし、台木用品種として広く利用され、レース 1, 2y にやや強い抵抗性を有する‘バーネット・ヒル・フェボリット’を種子親、‘どうだい 1 号’を花粉親とする F₁ 交配を 1998 年に行い、1999 年から‘空知台 2 号’の系統名を付し、レース 1, 2y 発生圃場および未発生圃場等でレース 1, 2y 抵抗性検定試験、生産力検定試験を実施した。2001 年に北海道の優良品種に認定され、‘どうだい 2 号’の品種候補名で種苗登録申請中である。

2.4.2 主要特性

レース 1, 2y 発生圃場において‘どうだい 2 号’は抵抗性を有しない品種の自根栽培と比べ発病株率が低かった¹¹⁾。未発生圃場では、草勢が‘どうだい 1 号’や自根と比較し同等からやや優り、果実肥大・収量・品質も同等からやや優った。胚軸の太さも北海道で台木品種として広く利用されてきた‘金剛 1 号’と同等であり、接ぎ木作業性が‘どうだい 1 号’と比較して大きく改善された。

浸根接種検定によりレース 1, 2y の抵抗性を比較した場合、‘どうだい 1 号’より発病度が高く、レース 1, 2y 発生圃場においても‘どうだい 1 号’より発病株率が高かったことから、抵抗性は‘どうだい 1 号’よりやや劣っていると考えられた。

浸根接種検定によりレース 0, 2 の抵抗性について検定を行ったところ、抵抗性であることが確認された。

3 レース 1, 2y 発生圃場における‘どうだい 2 号’導入指針

3.1 指針作成の目的

‘どうだい 2 号’をレース 1, 2y 発生圃場に導入した場合、発病株率の減少は認められるものの、汚染程度が激しい圃場では収穫前に発病し枯死する事例も認められた。

このため、‘どうだい 2 号’を導入した産地圃場において、①レース 1, 2y 菌密度と‘どうだい 2 号’発病との関係、②‘どうだい 2 号’のレース 1, 2y 発生程度別発病抑制効果、③トマト輪作または土壌還元消毒後の‘どうだい 2 号’導入効果、について検討し、‘どうだい 2 号’導入の指針を示すこととした。

3.2 試験方法

①レース 1, 2y 菌密度は改良駒田培地（糸状菌に対する選択的阻害物質 PCNB を 1/10 量、その他抗菌性物質を 1/2 量とした）¹⁶⁾を用いた希釈平板法により *Fusarium oxysporum* コロニーを計数・分離し、レース 1, 2y 罹病性でレース 0, 2 に抵抗性である品種‘めろりん’¹⁷⁾への接

種によりレース判別し測定した。

②‘どうだい 2 号’によるレース 1, 2y 発病抑制効果の検討は 2001, 02 年に道央および道北地域の発生圃場で行った。供試作型はレース 1, 2y が発生しやすい加温、無加温半促成栽培とした。前年の‘ルピアレッド’、‘妃’自根栽培でのレース 1, 2y 発病株率を基に「無 (0), 少 (0~10%未満), 中 (10~20%未満), 多 (20%以上)」の 4 段階に発生圃場を分類し供試した。各試験区は‘どうだい 2 号’、標準品種‘金剛 1 号’、参考品種‘どうだい 1 号’、自根とし、1 株ずつ 5 反復で行った。レース 1, 2y 発病株は発病により収穫まで至らなかった株とし、収穫終了時に発病株率を調査した。

③トマト輪作後における導入効果の検討は、レース 1, 2y 発生圃場にトマトを 1 年間または 2 年間栽培した後に‘どうだい 2 号’を導入して行った。

土壌還元消毒¹⁸⁾後の導入効果の検討は前年メロン収穫後の 8 月中旬~9 月上旬に土壌還元消毒を実施した後に‘どうだい 2 号’を導入して行った。

3.3 土壌中のレース 1, 2y 菌密度と‘どうだい 2 号’の発病

2001 年に‘どうだい 2 号’を導入し、レース 1, 2y が発生した箇所（株元部）の土壌について、土壌中のレース 1, 2y 菌密度を測定したところ、レース 1, 2y に抵抗性のない‘レッド 113U’、‘金剛 1 号’が発病した箇所のレース 1, 2y 菌密度は、乾土 1g 当たり約 10^3 であった。一方、‘どうだい 2 号’が発病した箇所では、おおむね乾土 1g 当たり $10^3 \sim 10^4$ であった。2002 年の測定においても同様な傾向であったことから、‘どうだい 2 号’がレース 1, 2y を発病する危険性が高くなる菌密度は、乾土 1g 当たり 10^3 以上であると考えられた。

3.4 ‘どうだい 2 号’単独の導入効果

レース 1, 2y 発生圃場においてメロンを連作した場合、2001 年の自根の発病株率は前年と比べ増加している圃場が多かった。2001 年、「少」発生圃場では非抵抗性台木‘金剛 1 号’および自根の発病は見られたものの、‘どうだい 2 号’は発病株率 0% であった。また、‘ど

表 1 レース 1, 2y 発生圃場における‘どうだい 2 号’の発病抑制効果

試験地	2000 年		2001 年発病株率 (%)				2002 年発病株率 (%)			
	発生程度	発病株率 (%)	2号 ¹⁾	金剛 ²⁾	1号 ³⁾	自根	2号 ¹⁾	金剛 ²⁾	1号 ³⁾	自根
A-1	無	0	0	0	0	0	—	—	—	—
B-1	無	0	0	0	0	0	0	0	0	—
A-2	少	2	0	20	0	0	0	40	0	—
C	少	2	0	20	0	20	—	—	—	—
D	中	19	0	100	0	80	0	40	0	—
E-1	中	14	10	80	0	40	—	—	—	—
E-2	中	10	4	—	—	—	20	100	0	60

アルファベットは農家 2000 年は自根栽培 1: どうだい 2 号 2: 金剛 1 号 3: どうだい 1 号

表2 トマト輪作後に‘どうだい2号’を導入した場合の発病抑制効果

試験地	1999年		2001年			2002年		
	自根	自根	発病株率(%)		発病株率(%)			
	発病株率(%)	発病株率(%)	2号	金剛	自根	2号	金剛	自根
F-1	5.8	(トマト)	6.0	100	100	—	—	—
F-2	8.8	29.4		(トマト)		11.6	100	—
B-2	81.2	(トマト)		(トマト)		12.0	100	100

表3 還元消毒後の‘どうだい2号’発病株率

試験地	2001年 発生程度	発病株率(%)	
		2001年 ¹	2002年 ²
T	少	1	0
U	少	5	—
V	少	5	1
W	少	5	1
X	中	15	0
Y	多	100	1
Z	多	100	22

1. 還元消毒未実施時の自根栽培でのレース1,2発病株率

2. 還元消毒後, ‘どうだい2号’導入した場合の発病株率

うだい2号’を2年連続で栽培した場合も発病株率は0%であった。「中」発生圃場でも‘どうだい2号’導入1年目(2001年)は前年の自根栽培より発病株率が大きく低下したが, 導入2年目(2002年)において, 発病株率が導入前の自根栽培より増加する事例も認められた(表1)。

以上のことから, 「少」発生圃場では‘どうだい2号’導入により安定した発病抑制効果が期待できると考えられた。しかし, 「中」発生以上の圃場では‘どうだい2号’を2年連続で導入した場合, 発病が増加する事例が認められるため, 発病抑制効果は不安定になると考えられた。

3.5 トマトとの輪作あるいは土壌還元消毒と組合せた‘どうだい2号’の導入効果

「少」発生圃場ではトマト1年輪作と‘どうだい2号’導入を組合せた場合, 発病株率は導入以前とほぼ同等であった。一方, 「多」発生圃場ではトマト1年輪作, 2年輪作と‘どうだい2号’導入を組合せた場合, 発病株率が大幅に低下した(表2)。

土壌還元消毒と‘どうだい2号’との組合せでは, いずれの発生程度の圃場においても発病株率の低下が認められ, 高い発病抑制効果が得られた(表3)。

トマト輪作, 土壌還元消毒単独処理との比較成績が無いため明確な効果の判定は出来ないが, 「多」発生の圃場では, トマト輪作あるいは土壌還元消毒と組合せた‘どうだい2号’の導入が発病株率を低下させるために有効であると判断された。

表4 各台木品種の幼苗接種検定による発病度

品種・系統名	発病度*
どうだい2号	75.5
金剛1号	100.0
どうだい1号	29.3
CRCW	64.1
T-170	23.5
耐病1,2yキラー	65.6

*非抵抗性台木品種‘金剛1号’の発病度が100に達した時点の調査結果

表5 レース1,2y発生圃場での果実肥大・品質(6農家圃場の平均値)

台木品種	一果重 (g)	同左 自根比	果径比 (縦/横)	糖度(Brix) (%)
どうだい2号	1,499	115	1.04	13.5
金剛1号	1,267	97	1.05	12.9
自根	1,302	100	1.03	12.9
どうだい1号	1,292	99	1.01	14.2
CRCW	1,516	116	1.05	13.6
T-170	1,649	127	1.06	14.3
耐病1,2yキラー	1,473	113	1.04	14.0

穂木品種: ルピアレッド

以上の結果から, レース1,2y発生圃場に‘どうだい2号’を導入するにあたり, 前年における自根の発病株率が10%未満の圃場では安定した発病抑制効果が認められる。しかし, 10%以上の圃場では効果が不安定になる場合も認められるため, 輪作, 土壌還元消毒の処理後に‘どうだい2号’を導入することが望ましい, との導入指針を示した。

4 北海道で用いられているレース1,2y抵抗性台木品種の検討

2000年頃から民間種苗会社からも数種の抵抗性台木品種が販売され始めており, 花・野菜技術センターおよびレース1,2y発生圃場で抵抗性や台木特性の検討を行った。幼苗接種検定の結果により, ‘T-170’は‘どうだい1号’とほぼ同程度の強い抵抗性を有すると判断された。‘CRCW’と‘耐病1,2yキラー’は‘どうだい1号’

よりやや劣り, ‘どうだい2号’ とほぼ同程度の抵抗性を有すると考えられた (表4).

レース1, 2y 発生圃場で収穫まで至った (非発病とした) 株の果実調査において ‘どうだい2号’, ‘CRCW’, ‘T-170’ および ‘耐病1, 2y キラー’ では果実肥大および糖度がほぼ同等であった. これらと比較して果実肥大が劣っていたのは ‘どうだい1号’, 果実肥大および糖度が劣っていたのは抵抗性を有しない自根および ‘金剛1号’ であった (表5). ‘どうだい1号’ の果実肥大が劣る原因として, 着果期以降, 草勢が低下することが知られている¹⁰⁾.

以上のことから, レース1, 2y 発生圃場において抵抗性を有しない品種を栽培する場合, 外観上病徴が認められない株から収穫された果実であっても品質が劣る危険性があるため, 果実品質の低下を抑制するためにも抵抗性台木を用いることが重要であると考えられた.

5 おわりに

北海道におけるレース1, 2y 対策は, 抵抗性台木 ‘どうだい1号’ ‘どうだい2号’ が育成され, その導入指針を示したことにより一定の成果を収めつつある. しかし, 汚染程度が高い場合には, 現在実用化されている抵抗性台木品種を利用して発病を十分に抑えられない事例が見受けられる. このため, 更に強い抵抗性を有する台木品種の育成と同時に, 輪作, 土壌還元消毒等の処理により土壌中の菌密度を高めない努力が必須である. 現在, メロンえそ斑点病など他の土壌病害の抵抗性も有する複合抵抗性台木品種の育成が望まれていることから, 今後汎用性の高い台木品種が育成されてくると思われる. 一方, 生産者の経済的, 労力的負担 (台木種子代, 接ぎ木時の労力) などを軽減するためにレース1, 2y 抵抗性実取り品種の育成が望まれているが, 抵抗性の遺伝様式を考慮すると育成には時間を要すると思われる.

メロンは収益性が高く地域経済の支柱となっている場合も多い. メロンの高品質, 安定生産には土壌病害対策が不可避である. 土壌燻蒸剤より環境負荷が少なく比較的安価な台木の役割が一層重要になると考えられ, 抵抗性台木の育成を積極的に進めていく必要がある.

摘要

つる割病レース1, 2y は北海道のメロン産地に大きな被害を与えていたためレース1, 2y 抵抗性台木品種 ‘どうだい1号’ を育成した. ‘どうだい1号’ はレース1, 2y に強い抵抗性を有するが台木特性に改善の余地を残していたため, ‘どうだい2号’ を育成した. ‘どうだい2号’ はレース1, 2y に抵抗性を有し台木特性が優れていたためレース1, 2y 発生産地で利用されている.

‘どうだい2号’ の有する抵抗性が量的であることから安定した発病抑制効果を示す基準を作成するため, レー

ス1, 2y 発生程度別発病抑制効果を検証した結果, 前年の自根発病株率10%未満の圃場では ‘どうだい2号’ の導入により安定して発病を抑制したが, 10%以上では ‘どうだい2号’ の導入に先立ち輪作や土壌還元消毒等菌密度を低下させる処理が必要と判断された.

引用文献

- 1) Risser, G., Banihashemi, Z. and Davis, D. W. 1976. A proposed nomenclature of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races and resistance genes in *Cucumis melo*. *Phytopathology*. 66:1105-1106
- 2) Bouhot, D. 1981. Some aspects of the pathogenic potential in formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* on Cucurbitaceae. Pages 318-326 in *Fusarium: Disease, Biology, and Taxonomy*. P. E. Nelson, T. A. Toussoun, and R. J. Cook, eds. The Pennsylvania State University Press, University Park.
- 3) Namiki, F., Shimizu, K., Satoh, K., Hirabayashi, T., Nishi, K., Kayamura, T. and Tsuge, T. 2000. Occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Race 1 in Japan. *J. Gen. Plant Pathol.* 66:12-17
- 4) 小河原孝司・並木史郎・富田恭範・千葉恒夫. 2001. 茨城県におけるメロンつる割病菌レース1の発生と太陽熱消毒による防除. *Jpn. J. Phytopathol.* 67 (2): 201
- 5) 小河原孝司・佐藤祐子・富田恭範・長塚久. 2003. 茨城県で発生しているメロンつる割病菌レース1に対する品種抵抗性. *Jpn. J. Phytopathol.* 69 (3): 273
- 6) Kobayashi, T. 1989. Soilborne disease in Kochi Prefecture. *PSJ Soilborne Dis. Workshop Rep.* 14:1-5 (in Japanese)
- 7) 田中民夫・田村修. 1997. 北海道における *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* レース1, 2y によるメロンつる割病の発生. *北日本病虫研報*. 49: 45-50
- 8) 松崎聖史. 1999. 露地メロンに発生したつる割病レースの確認. *関西病虫害研究会報*. 41: 91 (講演要旨)
- 9) 松田明. 1994. クロルピクリンガイド. クロルピクリン研究会: 2
- 10) 中住晴彦・平井剛. 1999. メロンつる割病 (レース1, 2y) 抵抗性台木新品種候補系統「空知台1号」. *研究成果情報北海道農業*: 104-105
- 11) Hirai, G., Yagi, R., Nakazumi, H. and Nakano, M. 2002. FUSARIUM WILT (RACE 1,2y) RESISTANT MELON (*cucumis melo* L.) ROOTSTOCK CULTIVARS ‘DODAI No. 1’ AND ‘DODAI No.2’. *Acta Hort.* 588:155-160
- 12) 石内博治・山田文典・岡本毅・小原隆由. 1995. 平成6年度野菜・茶業試験場野菜育種部研究年報. 北海道及び高知県で新たに分離されたメロンつる割病菌に対する抵抗性素材の検索: 71-76
- 13) 大畑貫一・荒木隆男・木曾皓・工藤晟・高橋廣治. 1995. 作物病原菌研究技法の基礎: 297-298
- 14) 石内博治・山田文典・岡本毅・小原隆由. 1995. 平成6年度野菜・茶業試験場野菜育種部研究年報. 北海道及び高

- 知県で新たに分離されたメロンつる割病菌の病原性の比較：
68-70
- 15) 中住晴彦・平井 剛. 2000. メロンにおける *Fusarium oxysporum* p. sp. *melonis* race 1, 2y に対する抵抗性の遺伝分析. 北海道園芸研究談話会報. 33: 6-7
- 16) 小松 勉・八木亮治・堀田治邦. 2003. 土壌中のメロンつる割病菌レース 1, 2y 密度と台木品種の発病. 北日本病虫研報. 54: 64-66
- 17) 中住晴彦・土肥 紘・宮浦邦晃・志賀義彦・中野雅章・平井 剛. 2002. ネットメロン新品種「めろりん」の育成. 北海道立農試集報. 82: 49-56
- 18) 新村昭憲. 土壌還元消毒. 農業技術体系. 土壌施用編 5-① 土壌管理土壌病害 <1>. 12: 6-9