

特集：ウリ科野菜果実汚斑細菌病菌

ウリ科野菜果実汚斑細菌病菌の宿主範囲と 本病に対する品種抵抗性

茨城県農業総合センター園芸研究所 おがわら 小河原 たかし 孝司・みやもと 宮本 たくや 拓也*
カネコ種苗株式会社 てら 寺 さわ 沢 ゆう 祐 いち 一

はじめに

日本国内における *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (以下、Aac とする) による果実汚斑細菌病の発生は、これまでに、スイカ (白川ら, 2000; 小木曾ら, 2001), トウガン台木 (小木曾ら, 2005) およびメロン (堀田ら, 2006) で確認されている。茨城県においても, 2005 年 6 月下旬にメロン栽培圃場で本病の発生が確認された (冨田ら, 2006)。これら国内での本病の発生は, Aac に汚染した種子が第一次伝染源であり, 育苗期の高温・高湿度条件で発病することが多い。メロン栽培では, 高品質な果実生産のためにハウス内を高温・高湿度管理することが多いことから, 栽培期間を通じて発病を助長する条件であり, 甚大な被害を与える恐れがある。本病の防除対策としては, 育苗期および生育期間中の薬剤防除が有効であるが, ウリ科作物の中には本病に対し農薬登録がないものや, 使用時期によっては薬害が生じる薬剤もあり, 種子検査や種子消毒により, できる限り未然に防ぐ必要がある。また, 万が一, 圃場で発生した場合には, 次作におけるウリ科作物の作付けを中止し, ウリ科以外の作物に転換して, 本病の定着を回避する必要がある。ここでは, 病原細菌の宿主範囲について調査するとともに, 抵抗性品種による防除の可能性を探るため, ウリ科作物各品種間の本病原細菌に対する抵抗性の差異について検討を行った。なお, 本研究は実用開発事業 (旧: 高度化事業) 課題である「ウリ科野菜果実汚斑細菌病の日本への侵入・定着防止技術の開発」(2006~08 年度) により実施したものである。

I 病原性および抵抗性検定

Aac の病原性検定並びにウリ科作物の抵抗性検定は, ポットで育成した幼苗の子葉および本葉の表裏に, 病原

細菌懸濁液を無傷で噴霧接種し, 生じた病斑面積により評価した。懸濁液は, YP 培地 (1%ペプトン, 0.5%酵母エキス) で 24 時間振とう培養し, 培養液から遠心分離によって細菌を回収して, 0.01M リン酸緩衝液 (PB) を用いて数回, 遠心洗浄後, 得られたペレットを PB に再懸濁し, $10^5 \sim 10^9$ cfu/ml に調整して接種源とした。接種後の植物体は, ビニル被覆したトンネル内や高湿度条件に設定した人工気象器内で管理した。調査は接種 5~7 日後ころに行った。

また, カボチャの切断した葉に刺針接種 (接種濃度: 10^6 cfu/ml) したときの病斑の伸展割合によって噴霧接種と同様に抵抗性を評価することが可能であった (寺沢, 私信)。噴霧接種は病原細菌を周囲に飛散させる恐れがあるため, Aac のように取り扱いに注意を要する病害の場合, 安全性が高く, 省スペースで検定ができるため有効な手法と考えられた。

II 病原細菌の宿主範囲

白川ら (2000) は, 山形県のスイカから分離した菌株を用い, Aac がウリ科作物やトマト, ナスに対して広く病原性を有することを報告している。本試験では, 1998 年に山形県のスイカから分離した Aac9801 菌株を対照菌株とし, 2005 年に茨城県のメロンから分離した Aac0501 菌株を用い, 表-1 に示した各種ウリ科および表-2 に示したナス科, アブラナ科, マメ科等の 12 作物に対する病原性について検討した。

その結果, 両菌株ともウリ科に広く病原性が認められ, 特に, メロンに対する病原性は Aac0501 菌株が強く, スイカに対する病原性は Aac9801 菌株がやや強い傾向が見られた (表-1)。ウリ科作物以外では, ナス科作物とキャベツに対し病原性が認められたが, それ以外のアブラナ科作物, マメ科作物, レタス, ホウレンソウ, スイートコーンに対して, 病原性は認められなかった (表-2)。このことは, 白川ら (2000) の報告とほぼ一致したが, キャベツへの病原性のみ異なった。また, 病原性が認められたトマトおよびキャベツについて, 植物体上での細菌数の推移を調査したところ, 接種 7~

Pathogenicity to Various Crops of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* and Varietal Resistance of Cucurbits to Bacterial Fruit Blotch.
By Takashi OGAWARA, Takuya MIYAMOTO and Yuichi TERASAWA

(キーワード: ウリ科野菜果実汚斑細菌病, 宿主範囲, 品種抵抗性)

* 現所属: 茨城県県南農林事務所

14日後まで、葉面の付着細菌数はわずかな増加が見られたが、メロンの増加率に比べて明らかに低く、調査66日後において病原細菌は検出限界以下となった(図-1)。本結果から、Aacはナス科作物やキャベツに病原性を有し、宿主となる可能性が示唆されたが、本試験は実

際の栽培とは異なる条件で実施しており、今後、これら作物の栽培条件で病原細菌の植物体上での生残性について検討する必要がある。

III ウリ科作物の品種間差異

1 メロン、マクワウリ、シロウリの品種間差異

本病に対するメロン品種などの抵抗性を明らかにし、耕種的防除や育種素材としての利用の可能性について検

表-1 果実汚斑細菌病菌のウリ科作物に対する病原性

品目	品種名	調査葉数(枚)	発病度 ^{a)}	
			Aac0501菌株 (茨城・メロン)	(対照) Aac9801菌株 (山形・スイカ)
メロン	味の香	12	40	26
カボチャ	えびす	12	46	40
キュウリ	北進	12	46	65
ユウガオ	相生FMT	9	44	39
スイカ	縞王マックスK	18	22	38
トウガン	早生長小冬瓜	14	73	88

^{a)} 発病度 = $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{発病指数別葉数}) \times 100 / (4 \times \text{全調査葉数})$

発病指数 0: 病斑なし, 1: 病斑面積率10%未満, 2: 病斑面積率10%以上~25%未満, 3: 病斑面積率25%以上~50%未満, 4: 病斑面積率50%以上.

接種時期: 本葉3~4枚展開期, 噴霧接種, 接種濃度: 10^9 cfu/ml, 発病調査: 接種7日後の第1~3本葉.

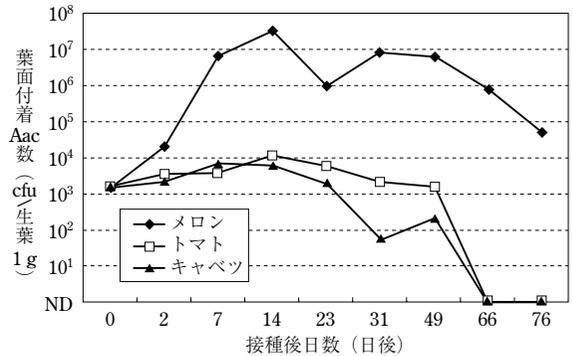


図-1 各種植物体上における果実汚斑細菌病菌の細菌数の推移 (使用菌株: Aac0501, 接種濃度: 10^5 cfu/ml)

表-2 果実汚斑細菌病菌のウリ科以外の作物に対する病原性

品目	品種名	調査葉位	調査葉数(枚)	発病度 ^{a)}	
				Aac0501菌株 (茨城・メロン)	(対照) Aac9801菌株 (山形・スイカ)
トマト	ボンテローザ	第1~3本葉	36	38	63
ナス	千両二号	第1~2本葉	32	24	55
ピーマン	土佐グリーン	第1~2本葉	12	2	2
キャベツ	YRあおば	第1~2本葉	16	47	30
ダイコン	耐病総太り	第1~2本葉	20	0	0
ハクサイ	耐病六十日	第1~3本葉	24	0	0
カブ	夏小町	第1~4本葉	32	0	0
レタス	サクセス	第1~2本葉	16	0	0
ホウレンソウ	アトラス	第1~2本葉	2	0	0
キヌサヤ	三十日絹莢	第1~3本葉	18	0	0
インゲン	初みどり2号	子葉	8	0	0
スイートコーン	ピーター 235	第1~3本葉	30	0	0

^{a)} 発病度 = $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{発病指数別葉数}) \times 100 / (4 \times \text{全調査葉数})$

発病指数 0: 病斑なし, 1: 病斑面積率10%未満, 2: 病斑面積率10%以上~25%未満, 3: 病斑面積率25%以上~50%未満, 4: 病斑面積率50%以上.

接種時期: 本葉3~4枚展開期, 噴霧接種, 接種濃度: 10^9 cfu/ml, 発病調査: 接種7日後.

討するため、外観形質や果肉色の異なるメロン 41 品種、マクワウリ 7 品種およびシロウリ 6 品種の計 54 品種を用いて、子葉および本葉における発病差異を調査した。病原細菌は、Aac0501 菌株（メロン分離株）を用いた。

接種した子葉の発病度は、‘コロナ’、‘アムス’、‘ラブミー 1 号’ 等で低い傾向が認められ、本葉の発病度は、‘ワンツアタック’、‘アムス’、‘ラブミー 1 号’、‘タイトガード’ 等でやや低い傾向が認められた（表-3）。「アムス」

表-3 果実汚斑細菌病菌 Aac0501 菌株（メロン分離株）をメロン、マクワウリおよびシロウリ各品種に接種^{a)}した場合の発病度^{b)}の差異（小河原ら，2008）

分類・品種 (<i>Cucumis melo</i> 種内の変種名)	子葉		本葉 ^{c)}		分類および品種	子葉		本葉 ^{c)}		
	調査 葉数 (枚)	発病度	調査 葉数 (枚)	発病度		調査 葉数 (枚)	発病度	調査 葉数 (枚)	発病度	
ハウスメロン					台木用メロン					
ネット系緑肉	ローラン L	20	46	20	71	メロンパートナー	30	38	30	54
	オトメ	30	40	30	59	CRCW	30	38	29	53
	アンデス	30	37	30	53	大井新一号	30	29	30	70
	タカミ	30	28	30	53	FR-2	30	29	30	49
	アンデス 5 号	30	28	30	42	ワンツアタック	30	29	30	39
	HN-21	30	22	30	46	園研台木 2 号	30	27	30	44
	キスミー 1 号	30	20	30	48	MK-M153	30	27	30	43
	CM17187	30	17	30	52	UA-902	28	27	26	43
	エメラルド	30	17	30	42	タイトガード	28	23	28	34
	アムス	26	13	28	34	ワンツアタック	28	22	28	31
ネット系赤肉	クインシー	30	47	30	70					
	春のクインシー	30	34	30	51					
	マルセイユ	30	28	30	53					
	ルミナス	20	24	20	40					
	ルビアレッド	30	23	30	51					
ノーネット系	ラブミー 1 号	30	13	30	34	マクワウリ(<i>makuwa</i>)				
	プリンス PF	30	23	30	38	金太郎	30	44	28	50
	プリンス	30	18	30	44	黄金九号	30	39	30	50
	ババイヤ	30	15	30	60	ガンダーラ	30	29	30	34
	キンショウ	29	15	29	48	銀泉	30	28	30	42
黄皮系	ユウカ	28	29	28	41	大型菊メロン	30	26	30	46
イボメロン (<i>cantaloupensis</i>)	Charentais T	18	29	15	42	ニューメロン	30	23	30	48
						コロナ	30	11	30	39
温室メロン										
アールス (<i>reticulatus</i>)	アールスフェボリット	12	17	12	40					
アールス系緑肉	雅夏系	30	48	30	68	シロウリ (<i>conomon</i>)				
	雅夏系 2 号	30	24	30	52	さぬき白瓜	30	54	30	61
	雅春秋系	30	20	30	49	よかうり	30	53	29	44
	モネ早春晩秋系	30	20	30	42	桂白瓜	30	52	30	43
	アールスナイト夏系	30	18	30	48	青大長白瓜	30	37	30	60
	モネ盛夏系	30	15	30	38	長崎漬瓜	29	28	30	36
	アールスナイト早春晩秋系	30	14	30	44	東京大白瓜	30	26	30	45
アールス系赤肉	妃盛夏系	30	23	30	56					

^{a)} 本葉が 3 ~ 4 枚展開した苗に、 $10^8 \sim 10^9$ cfu/ml に調整した病原細菌懸濁液を噴霧接種し、ビニルを被覆したトンネル内で管理し、接種 5 日後に調査した。

^{b)} 発病度 = $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{発病指数別葉数}) \times 100 / (4 \times \text{全調査葉数})$
 発病指数 0: 病斑なし, 1: 病斑面積率 10% 未満, 2: 病斑面積率 10% 以上 ~ 25% 未満, 3: 病斑面積率 25% 以上 ~ 50% 未満, 4: 病斑面積率 50% 以上。

^{c)} 第 1 および第 2 本葉の発病状況を調査した。

および‘ラブミー1号’は、子葉および本葉とも発病度が低く、今回供試した品種の中で最も発病が少なかった。

メロンでは、ネットを形成する品種としない品種に分かれ、形態の特長として大きく異なる。両者の本病に対する発病差異について検討するため、ネット系メロンの‘アールス雅夏系’および‘アンデス5号’、ノーネット系メロンとして‘プリンス’および‘ホームランスター’を用いて調査した。各品種とも交配後12日(ネット未形成)、20日(ネット形成期)および28日後(ネット形成後)に果実を収穫し、果実表面に病原細菌(Aac0501菌株)懸濁液を噴霧接種した。その結果、供試した4品種とも発病が認められたが、ノーネット系品種よりもネット系品種で発病度がやや高い傾向であった(図-2)。また生育ステージ別では、交配後20日に接種した果実で発病度が最も高く、感受性が高かった。

以上の結果から、茨城県のメロンから分離されたAacに対するメロン、マクワウリおよびシロウリの感受性は、品種によりやや異なると考えられた。しかし、今回、発病が少なかった品種であっても、その発病度はやや高く、耕種の防除や抵抗性育種に利用することは難しいと考えられた。BAHAR et al. (2009)は、市販のメロン品種や育種系統、メロン野生種について種子伝染や苗接種に

よる試験を行っているが、本試験結果と同様に、抵抗性を有する品種などは認められなかった。

2 カボチャの品種間差異

青果用カボチャ22品種、台木用カボチャ35品種について、Aac9801菌株(スイカ分離株)およびAac0501菌株(メロン分離株)を接種した場合の発病差異を調査した。いずれのカボチャ品種も発病は認められたが、青果用の日本カボチャの‘鹿の子’、‘宮崎早生1号’、‘宮崎早生2号’、‘鹿ヶ谷’、‘備前縮緬黒皮’等の7品種および台木用で日本カボチャと西洋カボチャの交雑種である‘鉄甲’、‘ジャスト’、‘剛力’の発病程度は低く、抵抗性を有すると考えられた(表-4)。一方、青果用の‘みやこ’、‘えびす’や台木用の‘バトラー’、‘輝虎’等の発病程度は高く、罹病性であった。本病に対する抵抗性について、罹病性親と抵抗性親の交雑第一代は、抵抗性親と同等の抵抗性を示すこと、また、これに罹病性親を戻し交雑した結果、抵抗性親と同等の抵抗性を示す個体に加え、中間的な抵抗性を示す個体が出現したことから、本病に対する抵抗性は優性的に遺伝し、かつ複数の遺伝子が関与すると推測された(寺沢ら、私信)。しかし、抵抗性品種の発病程度は低いが、高温多湿条件では、植物体上で病原細菌が増殖することが明らかとなっており、第二次伝染源となり得ることも考えられ、無病徴感染には注意を払う必要がある。

3 その他のウリ科作物の品種間差異

キュウリ10品種、ユウガオ18品種(うち、台木用14品種)、トウガン12品種(うち、台木用7品種)について、Aac9801菌株(スイカ分離株)を接種した場合の発病差異を調査した。供試したキュウリ、ユウガオおよびトウガン品種はすべて罹病性であり、抵抗性品種は認められなかった(寺沢ら、2008;寺沢ら、私信)。

加藤ら(2002)は、山形県のスイカから分離したAacを用い、スイカ13品種について抵抗性検定を行っているが、茎葉における感受性は‘祭りばやし777’、‘EL369’で高く、‘紅トップ’、‘紅こだま’、‘縞無双H’で低かった。また、7品種の果実に接種したところ、‘縞王マックス’では、果皮で病斑が止まったのに対し、他の6品種では、果肉にまで病斑が進展したと報告している。また、海外では、スイカの品種抵抗性について22品種と2系統を用いた試験で発病差異はあるものの、免疫的な抵抗性を有する品種は認められないことを報告している(HOPKINS et al., 1993)。

おわりに

筆者らは果実汚斑細菌病に対し、抵抗性品種による防

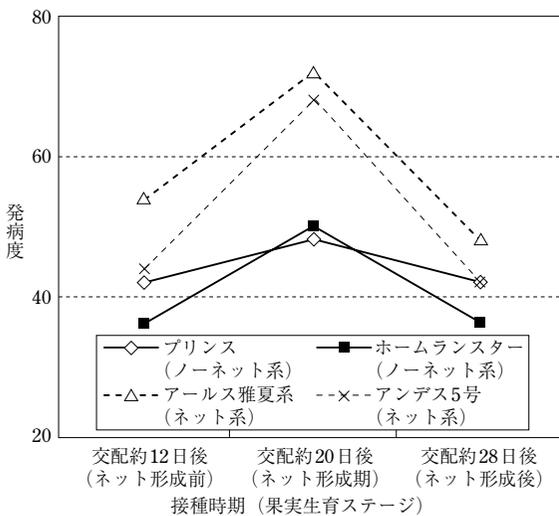


図-2 果実汚斑細菌病に対するメロン果実の品種の違い、および生育ステージによる感受性差異

使用菌株: Aac0501, 接種濃度: 10^6 cfu/ml.

発病度 = $\frac{|\sum(\text{発病指数} \times \text{発病指数別葉数})|}{(5 \times \text{調査葉数})} \times 100$

発病指数 0: 発病なし, 1: 病斑が数個, 2: 病斑面積率10%未満, 3: 10~25%未満, 4: 25~50%未満, 5: 50%以上.

表-4 果実汚斑細菌病菌を接種したカボチャ各品種での発病程度の差異

品種名	種名 ^{a)}	平均発病程度 ^{b)}		用途
		Aac9801 菌株 (山形・スイカ)	Aac0501 菌株 (茨城・メロン)	
鉄甲	雑	0.5	0.4	台木用
ジャスト	雑	0.7	0.7	台木用
剛力	雑	0.9	1.3	台木用
輝虎	— ^{c)}	3.1	— ^{d)}	台木用
バトラー	日	3.3	—	台木用
鹿の子	日	0.3	1.2	青果用
宮崎早生1号	日	0.4	0.7	青果用
宮崎早生2号	日	0.4	1.4	青果用
鹿ヶ谷	日	0.5	1.1	青果用
備前縮緬黒皮	日	0.5	0.4	青果用
姫菊	日	0.6	1.3	青果用
日向14号	日	0.7	0.7	青果用
えびす	西	3.2	4.0	青果用
みやこ	西	3.3	—	青果用

^{a)} 種名 日：日本カボチャ，西：西洋カボチャ，雑：日本カボチャと西洋カボチャの交雑種。

^{b)} 平均発病程度 = $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{発病指数別株数}) / \text{調査株数}$

発病指数 0：無発病～4：拡大病斑形成または立枯れ。

接種時期：子葉展開期，噴霧接種，接種濃度： 10^6cfu/ml ，発病調査：接種7日後の子葉および第1～3本葉。

^{c)} 種名未確認。 ^{d)} Aac0501 菌株の発病度は未調査。

除の可能性について検討した。その結果、カボチャでは、発病程度が低い10品種を見いだし、その形質は優性的に遺伝することが明らかとなり、抵抗性育種の可能性が示唆された。しかし、植物体上で病原細菌が長期間生存できることから、罹病性のウリ科作物と同時に管理する場合は、第二次伝染に注意を払う必要がある。また、メロンおよびスイカでは、品種により発病程度に差が認められたが、いずれも発病が認められ、本病に対する抵抗性品種は見いだせなかった。キュウリ、ユウガオ、トウガンについては、品種間差が認められず、いずれも感受性であった。

生産者にとって最も有用な防除法は、抵抗性品種の利用である。本病に対し、カボチャでは発病程度が低く、抵抗性を有する品種が認められたが、残念ながら現時点では、多くのウリ科作物で品種による防除や抵抗性育種は難しいと考えられた。ほとんどの生産者は、本病防除の経験も知識もないことから、被害を防止するためには健全種子を利用するとともに、関係機関が連携して発病

株の早期発見に努め、接木用器具類は他病害の防除も兼ねて消毒を行う必要がある。また、発病が確認された場合は、薬剤散布や被害残渣の処理等の総合的な対策により防除することが重要である。

謝辞 本研究を進めるにあたり、試験種子の提供にご協力いただきました日本種苗協会並びに同協会加盟各社に心よりお礼申し上げます。また、本課題遂行にあたり、野菜茶業研究所白川隆博士をはじめ、ご助言・ご指導をいただきました関係各位に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) BAHAR, O. et al. (2009): Eur. J. Plant Pathol. **123**: 71 ~ 83.
- 2) HOPKINS, D. L. et al. (1993): HortScience **28**: 122 ~ 123.
- 3) 堀田治邦ら (2006): 日植病報 **72**: 82 (講要).
- 4) 加藤智弘ら (2002): 研究成果情報 (東北農業) **16**: 267 ~ 268.
- 5) 小木曾秀紀ら (2001): 関東病虫研報 **48**: 33 ~ 36.
- 6) ————ら (2005): 日植病報 **71**: 290 (講要).
- 7) 小河原孝司ら (2008): 関東病虫研報 **55**: 31 ~ 33.
- 8) 白川 隆ら (2000): 日植病報 **66**: 223 ~ 231.
- 9) 寺沢祐一ら (2008): 同上 **74**: 41 (講要).
- 10) 富田恭範ら (2006): 同上 **72**: 312 (講要).