

特集：ウリ科野菜果実汚斑細菌病

ウリ科野菜果実汚斑細菌病の発生生態と防除技術

長野県野菜花き試験場 小 木 曾 秀 紀

はじめに

果実汚斑細菌病は、1989～95年にかけてアメリカ合衆国で甚大な被害をもたらした種子伝染性病害である。本病はアメリカ合衆国以外にも世界各地で発生しており、ウリ科野菜における重要病害となっている。本病は *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Aac) により種子伝染することが明らかにされており (Sowell and Schaad, 1979; Rane and Latin, 1992), 過去、我が国における発生事例は汚染種子が第一次伝染源であると推察される。それらいくつかの発生事例では、Aac 汚染種子が数千粒に数粒という低い割合であったにもかかわらず、育苗施設などで多数の罹病株を生じた。これは接ぎ木など、我が国特有の栽培環境の影響が考えられる。

本病の第二次伝染を阻止し、生産現場での被害を最小限にとどめるためには、育苗期の防除が重要である。本稿では、Aac の主に育苗期以降における発生生態を検討した結果を述べる。さらにその発生生態を踏まえ、スイカおよびメロンの育苗期における耕種的、化学的防除対策を検討した結果を報告する。本稿は、「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」で得られた知見である。

I 果実汚斑細菌病の発生生態

1 日本での発生の特徴

海外では本圃において果実での発生が多いのに対し、日本のスイカでは育苗期、特に接ぎ木後の発生が多く認められる。この原因として、①我が国のスイカでは接ぎ木栽培が一般であり、穂木または台木実生に Aac が存在した場合、接ぎ木作業時に用いるナイフや竹ベラが Aac に汚染され、高率に Aac が二次伝播すること、②接ぎ木後は、活着促進のため苗をビニールフィルムで覆い、数日間高温多湿条件が維持されることにより、その間植物体上で Aac が急速に増加すること、③接ぎ木後の育苗管理も高温で維持され、さらに頭上灌水により発病苗や無病徴保菌苗から健全株への Aac 伝播が助長される

ことが考えられる。

このように Aac 保菌種子が、ごくわずかな割合であっても、育苗段階が進むに従い、保菌苗と発病苗が多数生じるものと考えられる。

2 育苗期の発病環境と植物体上での Aac 増殖

果実汚斑細菌病は高温・多湿条件により発生が助長される。スイカでは、発芽直後の苗に Aac を噴霧接種し、湿潤条件下で管理すると植物体上の Aac 菌数が漸増して発病するが、乾燥条件下であると無病徴保菌苗となる可能性が示されている (白川, 2002)。多湿条件下では、スイカ以外にもメロン、キュウリ、カボチャ等の植物体で Aac は急速に増殖する。

メロンの場合、本病は育苗時に 25～35℃の温度条件下で発病し、発病好適温度は 30℃である (表-1)。高温により発病が助長されるが、やや低温の 20℃でも発病し得る。発病に際して必ずしも葉面の濡れを必要としないが、相対湿度 99%以上であると著しく発病度が高まる。ただし相対湿度が 80%前後でも、わずかではあるが発病する。実際、北海道のメロン栽培ハウスでは夜間などに相対湿度が 80%以上となり、本病の発生に十分な温湿度環境がそろっている。特に、育苗期間中などの二重トンネルによる保温は、Aac の増殖を促進すると考えられる。

3 育苗期の第二次伝染

日本では、スイカは接ぎ木栽培が慣行であり、メロン

表-1 管理温度別の発病程度および葉面上の病原細菌数^{a)} (宮本ら, 2009を改変)

管理温度 (℃) ^{b)}	発病度 ^{c)}		接種1日後の葉面病原菌数 (cfu/生葉g)
	2日後	5日後	
20	7.1	53.0	2.9×10^7
25	38.5	64.4	4.9×10^7
30	57.1	84.8	7.2×10^7
35	39.1	72.0	2.1×10^8
40	0.0	—	2.6×10^7

^{a)} 噴霧接種した病原細菌懸濁液の濃度 = 10^7 cfu/ml.

^{b)} 管理湿度 = 99%.

^{c)} 調査は各温度 15 株について本葉 1 葉および子葉について行った。なお、40℃管理では、接種 2 日後には半数以上の葉に高温障害と考えられる葉焼け症状が発生し、5 日後には全株が枯死した。

Ecology and Control of Bacterial Fruits Blotch of Cucurbitaceae Vegetables. By Hideki Ogiiso

(キーワード：果実汚斑細菌病, ウリ科, 発生生態, 防除)

でも接ぎ木栽培が広く普及している。この接ぎ木作業や接ぎ木後の高温・高湿度管理が本病菌の広域な二次伝染を引き起こす要因となっている。実際 2004 年の長野県における発生時には、育苗施設で本病が広範囲に二次伝染し、約 3 万株のスイカ苗が廃棄された。

メロンで接ぎ木前後における Aac 菌数の推移を調査したところ、接ぎ木前に噴霧接種した Aac 菌数は、接ぎ木後 5 日間の養生期間後には、発病がなくても接ぎ木前の 10 ~ 1,000 倍 ($10^5 \sim 10^6$ cfu/生葉 1 g) に達し、その後の第二次伝染源となることが明らかとなった。また、スイカ・メロンいずれも頭上灌水と接ぎ木作業は本病原細菌の広範囲な第二次伝染を誘発した。試験の結果、実生苗、接ぎ木苗、定植後のいずれの段階でも無病徴汚染苗が確認されたことから、これらの無病徴汚染苗が、新たな伝染源として被害を大きくする可能性が考えられる。

4 Aac の罹病残渣における生残性

果実汚斑細菌病は基本的に種子伝染性病害であるが、我が国の気象条件下における罹病残渣中での生残性は明らかでなかった。そこで Aac の罹病残渣における生残性を長野県および北海道で検討した（小木曾・藤永, 2009 b; 木口, 未発表）。長野県の場合、土中に埋設したスイカおよびトウガンの罹病残渣、汚染種子中の Aac は、埋設翌年の春期（4 月上旬～5 月上旬）には非検出となった。各種条件下で複数年検討したところ、いずれも春季には Aac が非検出となったことから、罹病残渣が Aac の第一次伝染源になる可能性は極めて低いと考えられる（表-2）。北海道でも低温条件下での Aac の生存を調査したところ、メロン罹病残渣上では本菌は越冬できなかった。

現在まで我が国で発生した果実汚斑細菌病は、すべて

種子伝染した Aac によるものと考えられており、土壌や農業資材が伝染源となった発生事例は確認されていない。少なくとも我が国の土壌には Aac は定着していないと考えられる。長野県では 1999, 2004, 05 年にいくつかのスイカ本圃で本病が発生し、罹病茎葉や罹病果実が生じた。それら残渣は土壌埋却するなど、適切に処分したことにより、当該圃場における翌年以降の継続的な発生は認められていない。万一、果実汚斑細菌病が発生した際は、苗・つる・果実等の罹病残渣は圃場外に持ち出して土中深く埋める（耕起により再度地表に現れない）などの処分方法が有効である。

以上は罹病残渣を土壌に埋却した場合であるが、現実的には残渣を完全に持ち出すことが困難な場合もある。そこで発生施設内の土壌表面に、万一残渣が残ってしまった場合を想定した Aac の生残性を調査した。メロン収穫終了後の施設を夏季に閉め切り、乾燥させた罹病茎葉を放置したところ、Aac は放置後約 1 か月で検出限界以下となった。したがって万一施設内に残渣が残った場合でも、残渣を太陽熱消毒することにより、Aac の生残は阻止できると考えられる。

II 防 除 技 術

1 育苗期の防除薬剤

スイカなどウリ科野菜の栽培では、既述のとおり育苗期に Aac が広範に第二次伝搬しやすい。また、育苗期は本圃と比較して発病が発見しやすいうえ、各種防除対策を講じやすい。栽培のできるだけ初期の段階で本病を発見し、対策を講じることで本病の拡大が最小限に抑えられる。したがって栽培現場では、特に育苗期の防除が重要となる。

表-2 土壌に埋設した罹病残渣における Aac の検出（2006～07年）

残渣の種類	土壌湿度 条件	試料回収年月日											
		'06/	'06/	'06/	'06/	'06/	'07/	'07/	'07/	'07/	'07/	'07/	'07/
		11/2	11/16	11/29	12/13	12/26	1/15	2/9	3/14	4/5	4/25	5/17	6/4
スイカ果皮	湿潤	3 ^{a)}	3	2	2	1	1	2	0	0	0	0	0
	乾燥	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	0	0
トウガン果皮	湿潤	3	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	乾燥	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0
スイカ茎葉	湿潤	3	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0
	乾燥	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0	0
トウガン茎葉	湿潤	3	3	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0
	乾燥	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	0	0

^{a)} 供試 3 試料中の Aac 検出試料数。

果実汚斑細菌病には銅および銅混合剤の数種薬剤が既登録となっている。ただし、それら薬剤は薬害発生の危険性があるので、防除効果および Aac の二次伝染阻止効果を有する他系統薬剤を検討した。

上市されている生物農薬で、細菌性病害に効果があると考えられる3種薬剤（非病原性エルビニア・カロトボラ水和剤、シュードモナス・フルオレッセンス水和剤、パチルス・ズブチリス水和剤）のスイカ、トウガン、メロン果実汚斑細菌病に対する効果を試験した。その結果、防除効果が認められた試験例もあるが、いずれの生物農薬も総じて効果は低く、実用的ではないと判断した。一部薬剤に Aac 菌数抑制効果を有するものがあったが、対照で供試したカスガマイシン・銅水和剤と比較するとその効果は劣り、Aac の二次伝染阻止効果も低いと推察された（小木曾・藤永, 2009 a）。

果実汚斑細菌病に対する殺菌剤の農薬登録促進のため、数種薬剤の効果を試験したが、いずれも対照薬剤のカスガマイシン・銅水和剤と比較して効果が劣り、新規に農薬登録を図る有用性は見いだせなかった。カスガマイシン・銅水和剤は本病に対する既登録薬剤の中で最も効果が高く、本研究のすべての試験において最も安定した高い効果を示した。したがって、現状ではカスガマイシン・銅水和剤を基幹的に利用することで、本病が効果的に防除できると考えられた。さらにスイカ苗へのカスガマイシン・銅水和剤散布により、散布6日後まではス

イカ葉の Aac は非検出となり、高い菌数抑制効果が認められた（図-1）。その効果は試験に供試した他薬剤と比較して有意に高く、現状では最も Aac 伝染阻止効果の高い薬剤であると考えられた。そこで、カスガマイシン・銅水和剤によるスイカ育苗時の Aac 伝染阻止効果を検討した。接ぎ木前を想定した子葉期のセルトレイ試験、および接ぎ木後を想定した本葉6葉期のポット試験のいずれも同剤散布により接種株以外に Aac 感染株は生じず、高い Aac 伝染阻止効果を有することが明らかとなった（図-2）。

2 育苗期の体系的薬剤防除

スイカにおいて防除効果の高いカスガマイシン・銅水和剤と、薬害発生の危険性が低い有機銅水和剤を組み合わせ、接ぎ木後の体系防除を試験した。その結果、カスガマイシン・銅水和剤を利用した体系区ではいずれも防除効果が認められたが、特に接ぎ木12日後に同剤を散布した場合に効果が高かった。接ぎ木後の育苗期の防除は、カスガマイシン・銅水和剤の2回散布またはカスガマイシン・銅水和剤散布後に有機銅水和剤を散布する体系が有効と考えられた。

メロンの場合もカスガマイシン・銅水和剤を接ぎ木前日、10日後、17日後の3回散布することにより、Aac は接ぎ木24日後でも検出限界以下となった。その後も未検出であったことから、本体系は二次伝染阻止効果も高いことが明らかとなった（宮本ら, 2009）。

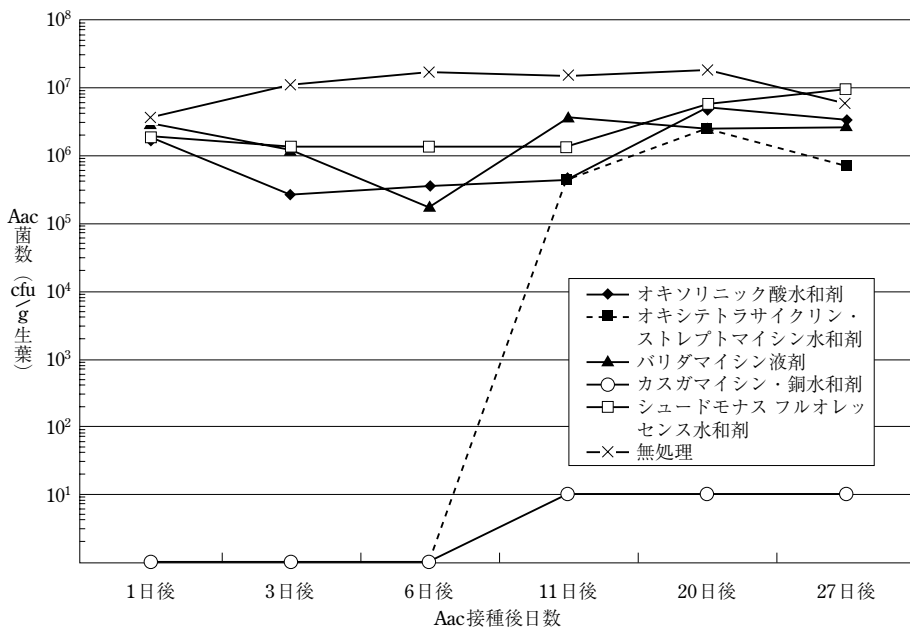


図-1 各種薬剤を散布したスイカ葉における Aac の菌数推移

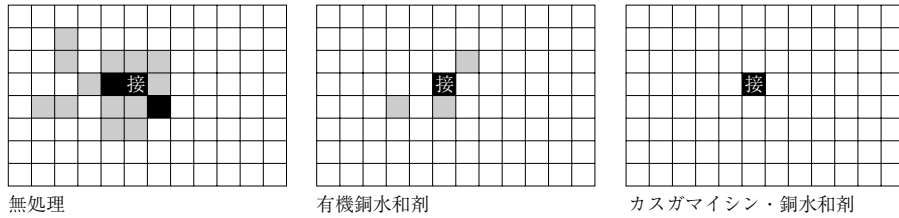


図-2 子葉期のスイカ苗（セルトレイ）における薬剤による Aac 伝搬抑止効果
 接：Aac 接種株
 □：Aac 検出株（薬剤散布 14 日後）
 ■：発病株（薬剤散布 14 日後）

以上から、カスガマイシン・銅水和剤を接ぎ木前に 1 回、さらに接ぎ木後に約 10 日間隔で 2 回散布することにより、高い防除効果および Aac 伝染阻止効果が得られることが明らかとなった。ただしこの体系では葉害が発生する危険性が高い。本体系は育苗段階で本病が確認された場合などの非常時で、産地内の健全苗を予防的に防除する際に適用可能と思われる（発病苗および同一育苗ロットの苗は当然廃棄する）。通常時は接ぎ木後に 1～2 回カスガマイシン・銅水和剤を予防的に散布する体系が有効と考えられる。

将来的な防除技術としてプロベナゾール粒剤（PBZ）の防除効果と Aac の増殖に与える影響を調査した（小木曾・藤永，2009 c）。スイカの育苗期に PBZ を株当たり 2 g 株元散布したところ、中発生条件下で防除価 89.5 の高い効果を得た。またトウガンでは株当たり 2～5 g で防除効果が高く、実用上問題となる葉害もなかった。ただし、スイカおよびトウガンいずれの場合とも、PBZ 処理による葉上の Aac 菌数抑制効果は認められず、PBZ 単独では Aac の二次伝染阻止は困難であると考えられた。そこで PBZ 処理とカスガマイシン・銅水和剤を組み合わせた処理を行った。定植時に、PBZ の植穴土壌混和およびカスガマイシン・銅水和剤を散布することにより、スイカ葉における Aac の増殖が抑制された。PBZ は現状、ウリ科野菜ではキュウリ斑点細菌病にのみ適用登録がある。将来的に PBZ とカスガマイシン・銅水和剤と組み合わせた防除対策は、スイカ育苗期～定植直後（本圃）における果実汚斑細菌病防除効果および Aac 二次伝染阻止効果が期待できる。

3 播種時の食酢灌注処理

Aac の伝染阻止のためには、育苗期のできるだけ早い段階で発病を抑止することが望ましい。そこで播種時に薬液を培土に灌注することで発病を阻止する防除技術が開発された。草野らは、特定防除資材の一つである食酢

表-3 播種後灌注処理によるメロン果実汚斑細菌病防除効果（草野ら，2009 を改変）

処理剤	処理濃度	発病度	防除価
食酢	70 倍	19.8	60.4
	14 倍	0	100
アスコルビン酸	0.05M	1.0	97.9
	0.125M	0	100
水道水	—	50.0	0

各処理区とも品種「ダブルガード」人工汚染種子 32 粒を供試。

や食品添加物として安全性が高いアスコルビン酸（ビタミン C）を用いてメロン播種後の灌注処理による防除効果を検討した（草野ら，2009）。

セルトレイに慣行により培土を充填し、人工汚染種子を播種後、灌水の代わりとして食酢（穀物酢，酸度 4.2%）の 14 倍希釈液，70 倍希釈液，またはアスコルビン酸の 0.125M，0.05M 溶液のいずれかをセルトレイに灌注処理した。薬剤処理後は 3 日間無灌水とし、以後慣行で管理して、2 週間後に発病程度を調査した。その結果、食酢 14 倍希釈液のメロン果実汚斑細菌病に対する防除価は 100、アスコルビン酸 0.05M 溶液の場合は 97.9 であり、高い防除効果が認められた（表-3）。食酢の灌注処理により高い防除効果が得られたことから、食酢の詳細な希釈倍率を検討したところ 10～20 倍希釈液で高い防除効果を認めた。10 倍希釈液以上の高濃度では発芽に悪影響を生じた。薬液処理後の灌水時期についても検討したところ、食酢 10 倍希釈液処理は灌注処理後の灌水時期に影響を受けなかった。さらに他のウリ科野菜についても検討した結果、キュウリ・メロン・カボチャ・ユウガオでは食酢を水で 10 倍以上、トウガン・スイカでは 15 倍以上に希釈し、播種直後に培土に十分量（目安として 1 トレイ当たり 1 l）灌注処理し、以後慣行

で管理するだけで、高い防除効果が得られることが明らかとなった。食酢を25倍以上に希釈した場合は防除効果が劣る。また、場合によっては若干の発芽遅延が生じる恐れがあるので、事前に栽培する品目・品種で被害の有無を確認する必要がある。

食酢は特定防除資材に指定されており、産地でも直ちに利用できる。本法は万一種子に汚染種子が混入している際も、被害の拡大を防ぐことのできる有効な手法となるであろう。

4 耕種的防除

接ぎ木後の養生期間における湿度が高いと本病の発病を促進するため、発病を抑制するには湿度を低くする必要があると考えられる。しかし、この養生期間の湿度を低くすると接ぎ木苗の活着率に悪影響があるので、接ぎ木後養生期間の温湿度の変更による発病抑制は事実上困難であった。

接ぎ木作業そのものが、Aacの広範囲な二次伝染をもたらす。Aacは、接ぎ木時に無病徴保菌苗を切除した際のナイフや竹ペラを介して高率に伝染する。種子の汚染程度が低い場合でも、接ぎ木時に対策を講じないとAacの広範囲な伝染が生じる恐れがある。そこで接ぎ木作業時のAac伝染阻止のため、効果的な接ぎ木用ナイフの殺菌法を検討した。

接ぎ木時にナイフなどを効率的に消毒するため、共立自動洗浄はさみAWS1を改造した接ぎ木用ナイフ消毒装置を試作した(小木曾・藤永, 2009a)。この試作したナイフ消毒装置を利用した場合、80%エタノールのナイフへの噴霧処理により、Aac汚染ナイフは完全に消毒され、高いAac伝染阻止効果を示した。一方、Aac汚染

ナイフを薬液に浸漬処理した場合、80%エタノールおよび次亜塩素酸カルシウム剤1,000倍液に高いAac伝染阻止効果が認められた。さらに接ぎ木時に置き置いた苗を水に浸漬して保存すると、高率にAacが伝染する危険性を明らかにした(小木曾・藤永, 2009a)。したがって接ぎ木時の耕種的防除対策の一つとして、できるだけ苗の置き置きを行わず、必要苗数のみ、その都度エタノールで殺菌したナイフで、台木および穂木を切除する必要がある。

おわりに

スイカ、メロンにおける育苗期の防除は、発病の早期発見に努めるとともに「ウリ科野菜果実汚斑細菌病防除マニュアル」(本号で白川氏解説, p.1)にある対策を実施したうえで、本研究で得られた対策を総合的に実施する必要がある。本研究で得られた防除薬剤に関する知見は、本圃での防除にも応用可能と考えられる。本病の我が国での常発、病原細菌の定着を防ぐため、引き続きその発生を警戒し、二次伝染防止対策を講じやすい育苗期に、総合防除対策を実施する必要がある。

引用文献

- 1) 草野新太郎ら (2009) : 関西病虫研報 51 : 19 ~ 21.
- 2) 宮本拓也ら (2009) : 関東東山病虫研報 56 : 139.
- 3) 小木曾秀紀・藤永真史 (2009a) : 長野県野菜花き試験場報告 14 : 39 ~ 47.
- 4) ———— (2009b) : 関東東山病虫研報 56 : 47 ~ 49.
- 5) ———— (2009c) : 同上 56 : 129 ~ 131.
- 6) RANE, K. K. and R. X. LATIN (1992) : Plant Dis. 76 : 509 ~ 512.
- 7) 白川 隆 (2002) : 農林水産技術会議事務局編, 研究成果第401集, 農水省, 東京, 82 pp.
- 8) SOWELL, G. and N. W. SCHAAD (1979) : Plant Dis. Rep. 63 : 437 ~ 441.

農林水産省プレスリリース (22.4.16 ~ 22.5.15)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

◆ 平成22年度病害虫発生予報第1号の発表について (4/22)

/syokubo/100422.html