

エンドウつる枯細菌病の生態と防除対策

和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場 ^{ます} 増 ^だ 田 ^{よし} 吉 ^{ひこ} 彦*

はじめに

和歌山県は、サヤエンドウの産出額全国 1 位の産地を形成している。作付けは、莢ごと食べるキヌサヤエンドウや大型莢のオランダエンドウのほか、関西での消費が多く、むき実を食べるウスイエンドウが多い。露地では、夏まき年内どり栽培(抑制栽培)と秋まき春どり栽培がある。ハウスでは秋まき冬春どり栽培となっている。

1992 年ごろより中部海岸地域の露地エンドウにおいて、明らかなつる枯症状を示さないにもかかわらず、突然、莖葉・莢に暗褐色水浸状の病斑を激しく形成する症状のエンドウつる枯細菌病が発生し、95 年には中部のエンドウ産地全域に広がった。その後発生は収まっていたが、2000 年から 02 年に激しい発生により被害が拡大した。

エンドウつる枯細菌病は、北アメリカ、イギリス、オーストリア等世界中のエンドウ産地で発生している重要な種子伝染性細菌病害である (SACKETT, 1916; KRAFT and PFLEGER, 2000)。

本稿では、和歌山県において取り組んできた病原菌の性状や発生生態の解明、種子の健全化対策を中心とした防除対策について紹介する。

I 病 徴

葉での病徴は、初め水浸状の斑点として現れるが、すぐに褐変し不定形の褐色斑点を形成する。これは、褐紋病の初期病徴や褐斑病に酷似し、当初農家ではこれらの発生と混同しており、糸状菌剤の効力低下が口にされた。防除上これらの識別は重要である。褐紋・褐斑病の病斑は日光に透かしても不透明であるのに対し、本病は光が透けて見えることで区別できる。

莖では、暖かい多湿条件で托葉や節を中心に水浸状斑点を形成し、暗黒色水浸状の条斑に拡大する。やがて、表皮は褐色となり組織からはく離する。一方、これまで一般的であったつる枯症状は、寒い乾燥した時期に発生し、冬期の寒害による傷などから地際の莖に暗黒色水浸

状の条斑を形成し、後に上方に拡大して枯死させる(滝元, 1936; 家村, 1988)。

莢上の病徴は湿潤条件で形成され、直径 2 ~ 5 mm のおおむね円形でくぼんだ水浸状を呈し、やがて黒~暗褐色に変色する。莢での発生はウスイエンドウで多く、キヌサヤエンドウでは少ない。

II 病原菌の性状

MUC 法(マイクロプレートによる炭素源利用試験などによる簡易同定法)および API20NE (BIO MERIEUX S.A.社)を用い、西山の作成した植物病原菌の陽性率表およびプロフィールインデックスのデータベースでコンピュータ検索を行った(西山, 1996)。それぞれのプロフィールは 1340, 0457451 で *Pseudomonas syringae* 群が推定された。これらを比較菌株とし、75 項目の細菌学的性質を調べて各種記載のデータと比較検討した。

1993 ~ 95 年に葉、莢、葉柄、がく等の病斑より分離した 16 菌株のうち、15 株は蛍光色素を産生し、LOPAT (+ - - - +) は Ia 群に属して、その他の細菌学的性質およびエンドウへの接種試験の結果から *P. syringae* pv. *pisi* (以下 Ppi と略す) と同定された。これらは Pathotype Strain である対照菌株 MAFF302269 (ICMP2452) の性質に近かったが、エスクリン、アルブチンを水解せず、ペタインを利用しない点が異なった。また、残る 1 株は蛍光色素非産生の Ppi と同定された。

Ppi は世界的には七つの病原性レースに分化していることが報告されている (TAYLOR, 1989; BEVAN, 1995)。そこで、本県分離菌株をレース判別品種の最少セット (Kelvedon wonder, Early Onward, Belinda, Hursts greenshaft) を用いて検定した(表-1)。King's B 培地で 26℃ 24 ~ 48 時間培養の菌体を、は種後 10 ~ 14 日のエンドウ実生に上位 2 節の托葉と莖のつけねに刺針接種した。20℃ で接種 10 日後の病斑の進展を調査し、品種ごとの感受性を判定した。その結果、Kelvedon wonder, Belinda, Hursts greenshaft は感受性、Early Onward は抵抗性を示し、全株がレース 2 であった(増田・西山, 2001)。

III 発病環境条件

種子伝染による発芽時の発病に及ぼす環境条件について

Epidemiology and Control of the Pea Bacterial Blight Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*. By Yoshihiko MASUDA

(キーワード: エンドウ, 細菌病, 発生生態, 防除, 種子検定)

* 現所属: 和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場

て検討した。土壌水分についての20℃条件下での試験では、pF 0.09～0.03の多湿状態では小葉に最も激しく病斑を形成し、やや乾燥したpF 0.71以上では病斑形成は抑制された。しかし、pF 0.82のかなり乾燥した条件においても、胚軸部での病斑形成が認められた。また、温度条件についての湿室内での試験では、18～28℃の広い範囲で高率に感染した。16℃では感染率が低下し、14℃でもわずかに感染した。これらのことから、発芽時の発病抑制には、土壌水分を高めないことが重要で、排水のよい圃場を選ぶことや、8月は種の抑制栽培などで、過度のスプリンクラー灌水を実施しないことが肝要と考えられた。

エンドウ生育期の発病に及ぼす環境条件は、温度条件についての湿室内の接種試験において、有傷では温度条件にかかわらず茎葉に感染し、無傷でも17.5℃以上で感染した。また、圃場における10月や3～4月の風雨の後に生じる激しい茎葉病斑の初発気象条件解析より、エンドウ生育期の発病好適条件は、日平均気温17.5～20℃、かつ日平均湿度90%以上で、風雨を伴うと発生

が助長されると考えられた。

IV 種子の保菌検定

海外では種子の病原体検査が実施されている (BALL and REEVES, 1992)。しかし、本邦では検査体制が整っておらず、自家採種する小規模農家も多いため、汚染率の高まりが懸念された。そこで、種子中のPpiの保菌検査を実施し、産地内での汚染種子の排除に取り組んだ。

検定法は、種子200gを400mlのストマッカー用サーキュレータバック (以下SB) にサンプリングし、滅菌水400mlを加え、減圧下で熱溶着シール後、4℃で1日静置した。SBを手でもみかくはんした後、被検液を採取した。PSEUDOMONAS AGAR F (以下PsF)、および5%ショ糖含有普通寒天培地 (以下NA-S) にセファレキシム80ppmとホウ酸1,500ppmを添加した選択培地に100μlの被検液を塗抹し、26℃で3～4日間培養後、コロニー性状により分別計数して病原菌密度を求めた (増田, 2003)。PpiはPsF培地上で無色、平滑なコロニーを形成し、紫外線下で蛍光を発した。NA-S培地上ではレバンが産生され、不透明なドーム型に隆起したコロニーを形成した。また、培養コロニーより接種針で釣菌し、プラスチックシャーレ上で抗Ppi血清50倍液10μlと混ぜ合わせ凝集の有無で簡易同定し、必要に応じてレース検定と同様の方法で病原性を確認した。

印南町内農家の2002年自家採種種子では、18検体中5検体でPpiの保菌が確認され、産地内で種子汚染が広がっていることが確認でき、発生圃場からの採種禁止と汚染種子の廃棄を指導した。

なお、県採種組合では実エンドウについて採種圃場を

表-1 *Pseudomonas syringae* pv. *pisii* のレース

判別品種	レース						
	1	2	3	4	5	6	7
Kelvedon wonder	S	S	S	S	S	S	S
Early Onward	S	R	S	S	R	S	R
Belinda	R	S	R	S	S	S	R
Hursts greenshaft	R	S	S	R	R	S	R

網掛け部分は和歌山県産菌株での反応。BEVAN et al. (1995) より改変。

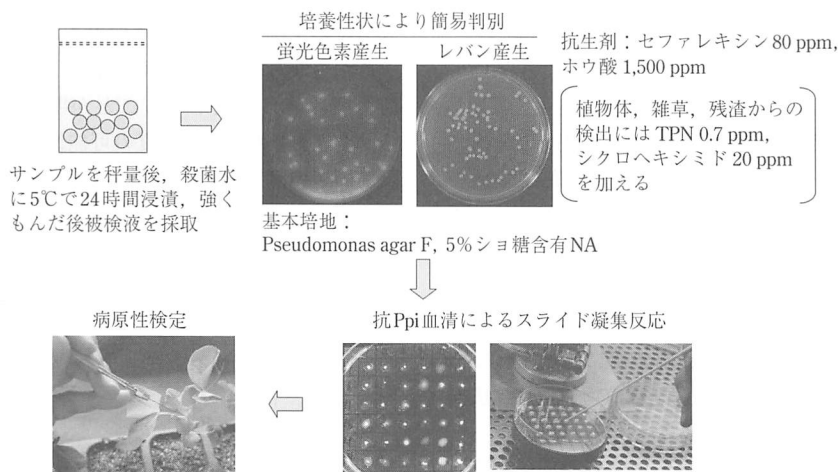


図-1 エンドウつる枯細菌病の検出および簡易同定法

中部海岸地域の主産地と離れた内陸部のやや冷涼な橋本市に設けており、4月および5月に採種地検査を実施している。また、必要に応じ、採種圃場ごとに種子保菌検査を実施し健全種子の供給を確認している。

しかし、その他のサヤエンドウなどは、種苗メーカーの市販種子に頼っており、輸入種子を含めて、汚染種子侵入の可能性があると考えられた。

V 種子冷蔵処理による多発

夏まき年内どり栽培の‘きしゅうすい’において、開花促進のための種子冷蔵処理が実施されている。そこで印南町農協の冷蔵種子処理中の病原菌検査を実施した(増田, 2003)。冷蔵処理は、湿らせたおがくず中で種子を20℃1日催芽させた後、1℃の冷蔵庫で25日間保つ。冷蔵処理終了前日に、おがくずを採取し、その抽出液より選択培地(種子検定用培地に、TPN 0.7 ppm, シクロヘキシミド 20 ppm を追加処方)でPpiを検出した。その結果、自家採種種子5検体中2検体のおがくずよりPpiが検出され、平均菌量は 7.4×10^6 cfu/g おがくず濃重と非常に高かった。また、同種子の播種後の追跡調査では、100%の株で下葉での発病が確認された。これは、種子冷蔵処理に伴ってPpiが増殖、おがくず中で拡散していることを示唆し、少量の保菌種子の混入においても、種子汚染率を上昇させると考えられた。しかし、県採種圃の種子を使用していた6検体ではPpiは検出されなかった。

これらのことから、種子冷蔵用の種子には、特に健全種子の使用が必要であると考えられた。また、開花促進に電照処理を行うと、種子冷蔵による感染拡大のリスクは低減できると考えられ、これを推奨している。

VI エンドウ植物体上および残渣でのPpiの生存

エンドウ無病徴部位でのPpiの密度について調査した。圃場内に病斑がわずかに認められる程度の発病でも、無病徴のエンドウ生長点を含む莖葉に $10^4 \sim 10^5$ cfu/g fwのPpiが存在していた。また、これらのPpiは表面殺菌によりほとんど消失することから、エンドウ上でのPpiは、植物体表面に存在する考えられた。

このことは、本病が病斑がほとんど認められない状態から10月や3～4月の激しい風雨の後に圃場全体で激発する場合があるが、発病前から既に植物体全体に広がっているPpiがそのまま感染することを示している。

次に発病残渣上でのPpiの生存密度を経時的に調査した。2001年4月よりハウス内および露地状態に放置し

た残渣において8月上旬は $10^4 \sim 10^5$ cfu/gのPpiを検出したが、9月上旬の調査では検出されなくなった(検出限界 10^2 cfu/g; 増田, 2002)。また、2001年9月の前年発病圃場跡6地点より採取した発病残渣断片において、Ppiは検出されなかった。しかし、2002年に圃場で根付きのまま放置された発病残渣では、8月下旬の菌密度は 4.5×10^2 cfu/g 低下するものの、10月には 10^5 cfu/g 台のPpiが検出された(表-2)。そのため、エンドウの発病残渣から次作への伝搬は、8月は種ではややリスクが高く、9月以降のは種でも発病残渣を根付きのまま放置した隣接圃場では、感染のリスクが高いと考えられた。

これらのことから、本圃では被害残渣の処理、および慣行の太陽熱消毒を徹底することを指導している。特に隣接地においても残渣を放置しないことが肝要で、少なくともすき込みを実施することが必要である。

VII エンドウ圃場の周辺雑草などでのPpiの生存

2001年9月～02年11月に、エンドウ圃場の隣接地における雑草などからPpiの検出を行った(表-3)。エンドウにおいてつる枯細菌病が広範に発生した2002年2～4月の調査では、圃場周辺のカラスノエンドウ、シロツメグサ、ヨモギ、スズメノテッポウ、ニンジンからPpiが検出された。これらは、無病徴であるが、菌密度は10の 10^4 cfu/g レベルに及ぶことから、エンドウへの伝染源となり得ると考えられた。また、カラスノエンドウの残渣よりPpiが検出され、エンドウの被害残渣と同様に適切に処理することが必要であると考えられた。

エンドウが作付けされていない夏期、およびエンドウでつる枯細菌病の発病が認められない秋期の調査では、ヨモギの1例を除きPpiは検出されなかった。

これらから、エンドウの作付けがなくなると雑草上の菌密度は著しく低下することが明らかとなった。しかし、雑草上でのPpiの越夏の可能性は残った。そのため、圃場周辺の除草は必要と考えられ、刈草は放置せず、適切に処理ことが望ましいと考えられた。

表-2 現地圃場の発病残渣でのエンドウつる枯細菌病菌の生存

	調査日			
	7月24日	8月29日	10月4日	11月21日
病原菌密度 (cfu/g)	8.8×10^3	4.5×10^2	1.2×10^5	1.3×10^4

印南町印南の抑制キヌサヤエンドウ甚発生圃場で、枯死した莖葉残渣を根付きのまま放置、莖葉残渣より分離調査。

表-3 *Pseudomonas syringae* pv. *psii* のエンドウ圃場周辺雑草などへの寄生

調査時期	エンドウでの 発病	周辺植物	検出株数/調査株数	検出菌数 ^{a)}
				(cfu/g)
2001年 9～10月	無	シロクローバー	0/ 2	ND ^{b)}
		クズ	0/13	ND
		サツマイモ	0/ 3	ND
		ニンジン	0/ 1	ND
		ヨモギ	1/ 3	3.0×10^2
		セイタカアワダチソウ	0/ 1	ND
2002年 2～4月	有	カラスノエンドウ	6/ 9	$1.7 \times 10^3 \sim 8.0 \times 10^4$
		シロツメクサ	2/ 2	$9.3 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^4$
		スズメノテッポウ	1/ 1	6.0×10^4
		ニンジン	1/ 1	1.3×10^4
		ヨモギ	2/ 3	$2.1 \times 10^2 \sim 2.0 \times 10^3$
		ホトケノザ	0/ 1	ND
6～8月	作付け無	ヨモギ	0/10	ND
		キク	0/ 3	ND
11月	無	カラスノエンドウ	0/ 2	ND
		キク	0/ 1	ND
		ヨモギ	0/ 1	ND

^{a)} 選択培地で分離後、*Pseudomonas syringae* pv. *psii* の特異抗血清による凝集反応で簡易同定後、計数した。分離菌はエンドウ実生により病原性を確認した。^{b)} ND：検出されず。検出限界は約 10^2 cfu/g。

VIII 種子消毒

ウスイエンドウの自然感染種子に対して、1%次亜塩素酸ナトリウム、温湯浸漬、乾熱処理の殺菌効果を検討した。1%次亜塩素酸ナトリウムの10分浸漬の殺菌効果は、ほとんど認められなかった。温湯浸漬では、発芽に対して影響が少ない50℃20分、55℃15分、60℃10分、62℃10分の処理を検討したが、効果は認められなかった。乾熱処理では、55℃2日（予備乾燥40℃2日）の処理で検出される菌数は100分に1以下に減少し、発芽に対する影響も軽微で、発病株率は1/2となった。しかし、その後の発病に十分な伝染源となると考えられ、高度な汚染種子に対して乾熱処理に実用的な効果を期待できないと考えられた。しかし、原種種子などの生産において保菌検定をクリアした種子に対して、さらに保菌のリスクを低下させる目的で利用可能であると考えられた。

IX 薬剤散布の効果

発芽揃い期からの防除効果について、2002年10月4日にウスイエンドウの自然感染種子を播種し、10月10日から塩基性硫酸銅水和剤1,000倍を6日間隔で2回散布したが、全く発病は抑制されなかった。

生育初中期の病斑拡大がゆっくりと進んだ条件の試験

では、塩基性硫酸銅水和剤1,000倍の病斑抑制効果は認められたが効果が不安定であり、病原菌のまん延防止は期待できないと考えられた。

秋まき春どり栽培における収穫期の突発的多発条件での試験において、各種薬剤の効果を検討した。1995年は、発病後の1回散布、96年は発病前からの7日間隔で3回散布で検討したが、無処理区より薬剤処理区のほうが多発傾向となった。

以上のことから、つる枯細菌病に対し薬剤散布による防除は難しいと考えられた。

X 防風ネットによる物理的防除

1996年1月30日に、南部町西岩代の海に面した露地圃場において、高さ2m、4mm目の防風ネットをエンドウ畦に沿って海側に設置した。防風ネット区および無処理区は、それぞれ同一畦の畦長10mに設定した。調査は4月12日、19日、5月1日の3回、200～300個の莢における発病の有無について行い、被害率を求めた。防風ネットは、つる枯細菌病による莢の被害に対して発病抑制効果が高く、収穫最盛期の4月19日での防除価は76となった（図-2）。

このように、エンドウつる枯病の防除対策として、防風ネットは効果が高く、圃場の風当たりの強い部分に設

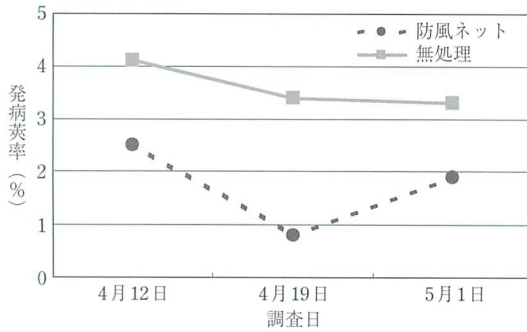


図-2 エンドウつるの枯細菌病による莢被害に対する防風ネットの効果

置する必要があると考えられた。

おわりに

エンドウつるの枯細菌病の防除対策は、種子の健全化対策につきるといっても過言ではない。ところが、本病はエンドウ植物上に病原菌を保菌している、気象条件に

よってはほとんど症状を現さず、激しい風雨条件と重なり多発するまで病原菌のまん延に気がつかないことが多い。平時からの種子検査の重要性が再認識され、種苗メーカーを含めた全国的な取り組みを望むところである。また、防風対策、雑草対策、残渣処理等は、突発的発生のリスクを減らすため、取り組む必要があると考えている。

引用文献

- 1) BALL, S. and J. REEVES (1992): Techniques for the rapid detection of plant pathogens, Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 193 ~ 207.
- 2) BEVAN, J. R. et al. (1995): Plant Pathology 44: 98 ~ 108.
- 3) 家村浩海 (1988): 作物病害辞典, 全国農村教育協会, 東京, p. 137.
- 4) KRAFT, J. M. and F. L. PFLEGER eds. (2000): Compendium of Pea Diseases and Pests, Second edition, APS PRESS, St. Paul, Minnesota, USA, p. 22 ~ 23.
- 5) 増田吉彦・西山幸司 (2001): 日植病報 67: 206 ~ 207.
- 6) ——— (2002): 同上 68: 260.
- 7) ——— (2003): 関西病虫研報 45: 97 ~ 98.
- 8) 西山幸司 (1996): 農環研資 19: 1 ~ 24.
- 9) SACKETT, W. G. (1916): Colo. Agric. Exp. Stn. Bull. 218: 3 ~ 43.
- 10) TAYLOR, J. D. et al. (1989): Plant Pathology 38: 364 ~ 375.
- 11) 滝元清透 (1936): 病虫雑 23: 252.

人事異動

関係者分抜粋
()内は前職

農林水産省消費・安全局 (4月1日付)

堀部 敦子氏 (農産安全管理課課長補佐 (農薬指導班担当)) は同 (農薬企画班担当) へ
 仲田 俊一氏 (大臣官房国際部国際経済課国際専門官) は (農産安全管理課課長補佐 (農薬指導班担当)) へ
 横地 洋氏 (植物防疫課生産安全専門官) は植物防疫課課長補佐 (検疫企画班担当) へ
 大岡 高行氏 (植物防疫課課長補佐 (防除第1班担当)) は同 (防除班担当) へ
 古川 明氏 (畜水産安全管理課水産安全班安全企画係長) は農産安全管理課農薬指導班農薬指導基準係長へ
 中庭 政之氏 (植物防疫課防除第1班防除指導係長) は農産安全管理課農薬検査班検査登録係長へ
 坂口 剛氏 ((独)農林水産消費安全技術センター農薬検査部生物課専門調査官) は農産安全管理課農薬検査班取締係長へ
 染谷 潔氏 (関東農政局消費・安全部安全管理課植物防疫係長) は植物防疫課防除班防除指導係長へ
 角張 徹氏 (植物防疫課) は同防除班防除技術第1係長へ
 白石 正美氏 (農林水産技術会議事務局技術政策課政策評価班評価第1係長) は植物防疫課防除班防除技術第2係長へ
 小野里 浩二氏 (植物防疫課検疫業務班運営係長兼国際基準課) は同国内検疫班輸出検疫係長へ

新里 英伸氏 (農産安全管理課農薬指導班農薬使用基準係長) は生産局 (生産技術課資材効率利用推進班流通係長) へ出向

中森 茂氏 (植物防疫課防除第2班防除技術第2係長) は東海農政局 (消費・安全部安全管理課植物防疫係長) へ出向

猪平 倫文氏 (農産安全管理課農薬企画班企画調査係長) は横浜植物防疫所業務部次席植物検疫官へ

笹沼 伸一郎氏 (農産安全管理課農薬検査班検査登録係長) は(独)農林水産消費安全技術センター (農薬検査部生物課専門調査官) へ出向

農林水産技術会議事務局 (4月1日付)

横田 敏恭氏 (技術安全課長) は技術政策課長へ

早川 泰弘氏 (東北農政局生産経営流通部長) は技術安全課長へ

(独)農林水産消費安全技術センター (3月31日付)

山口 勇氏 (農林水産消費安全技術センター理事長) は退職

同 (4月1日付)

吉羽 雅昭氏は農林水産消費安全技術センター理事長へ [以下農薬検査部]

曾根 一人氏 (生物課長) は検査調製課長へ

佐々木 晃氏 (神戸植物防疫所業務部次席同定官) は生物課長へ

佐々木 隆氏 (有用生物安全検査課検査管理官 (陸生)) は検査調整課検査管理官 (情報) へ

平山 利隆氏 (業務調査課専門調査官) は生物課検査管理官 (除草剤) へ

(61 ページに続く)