

レタス根腐病抵抗性育種

長野県野菜花き試験場育種部 ^{つち}土 ^や屋 ^{のぶ}宣 ^{あき}明

はじめに

レタス根腐病は、*Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* によって引き起こされる土壤病害であるが、我が国における発生については小木曽らが書いた総説 (2000) および藤永・和田 (1997) による報告を参照されたい。長野県内における発生は 1995 年の初発生以来年ごとに拡大し、2002 年における発生面積は 62 ha、被害面積は 118 ha に上っている。対策としてはクロルピクリンによる土壤消毒に効果が認められている。しかしレタスが肥効に敏感で外観品質に影響が出やすいことや環境保全上からも土壤消毒は好ましくないことから、抵抗性品種の導入が最も求められている。筆者らが調べたところ (土屋ら, 2000)、国内に本病害に対し抵抗性を示し、かつ、夏秋期に栽培可能な品種が存在しなかったことから、1998 年より当圃場において抵抗性品種の育成を開始した。本稿ではこの病害に対する抵抗性育種の育成が開始して日が浅いことから、育種試験の選抜に必要な抵抗性検定に関する知見と本検定を用いて育成された世界初の抵抗性品種「^{ちよう}長・^や野 28 号」の概要を述べたい。

I レタス根腐病菌の基本的性質

本菌は土壤伝染性の病原菌として *F. oxysporum* の一般的な特性を持つ。詳しくは小木曽らが書いた総説 (2000) および藤永・和田 (1997) による報告を参照されたい。これらの報告以外で特筆すべき性質は、発生初期よりレース分化が認められたことである。これは筆者らが本病害に対する育種素材の選抜を後述する抵抗性検定を用いて実施中、同一素材で両菌株に対し全く異なる発病度を示す VP 1010, VP 1013 が発見された (土屋ら, 2000) ことから表面化した。藤永ら (1999) も、同様なことを示唆していたことから、両素材について共同で判別品種としての研究を進めたところ、レースの存在が確認され、一連の試験に用いられた *F. oxysporum* SB 1-1 がレース 1 の基準菌株に、*F. oxysporum* F 9501 がレース 2 の基準菌株と規定された。またこの二つのレ

ースに属する菌株は、VCG により分化起源も全く異なることが明らかになっている (小木曽ら, 印刷中)。さらに最近サラダナに対し特異的に病原性を示す菌株の存在が明らかになり、藤永ら (2003) によってレース 3 と提唱された。

トマト萎凋病など、現在複数のレースが確認されている病害では、最初のレースに対する抵抗性品種の育成後、これに感染する新レースが発見されることが通例であった。だが、本病害では品種育成以前から複数のレースが同一県内という狭い地域に存在したことは、植物病理学的にも非常に特異と言える。

なお山内らが提唱した病原性グループによる分類 (山内ら, 2001) については、グループ 1 がレース 2 に、グループ 2 がレース 3 に、グループ 3 がレース 1 に相当するとして今後レースによる呼称を統一して使用することが当事者間で確認されている。また HUBBARD et al. (1993) が報告した *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucum* についても、*Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* (Race 1) と同一であることが藤永ら (2003) によって指摘されている。

II 抵抗性検定法

1 接種手法

フザリウム属菌に対する抵抗性育種では①土壤接種法、②灌注接種法、③浸根接種法が現在までに抵抗性検定として用いられてきている。②は山内ら (2001) が報告した接種手法で、多くの菌株を同時期に接種する場合に都合がよい手法である。ただ、現在野菜育苗の主流であるセルトレイを用いた場合には、大量の検体に対し一つ一つのセルに灌注せざるを得ず、作業性の面から当圃場では採用を見送った。①は筆者らが開発した手法 (土屋ら, 1998) で、事前にふすまとバーミキュライトの混合培地において病原菌を培養する必要があるが、セルトレイにも応用が可能であった。病土を詰めたセルトレイへ直接播種する方法を試みたところ、高率な発病が得られると同時に有意な品種間差が得られた (表-1)。またこの手法は無病苗に対する接種手法としても有効なことが確認されている (土屋ら, 1998)。③はキャベツ萎黄病抵抗性品種育成時の抵抗性検定でも主に用いられている手法であり、HUBBARD ら (1993) もこの手法を用い

Breeding of a Root Rot Disease-Resistant Lettuce Variety.
By Nobuaki TSUCHIYA

(キーワード: レタス, レタス根腐病, 育種, 病害抵抗性, 抵抗性検定, 抵抗性育種, フザリウム)

表-1 病土への播種によるレタス根腐病の発病程度 (1998)

品種名	検定個体数	地上部			地下部		
		発病株率(%)	発病度 Z	t 検定	発病株率(%)	発病度	t 検定
‘サリナス 88’	20	60	37	*** Y	100	70	***
‘パトリオット’	20	100	100		100	100	

Z: 発病度 = $\Sigma(\text{発病評点} \times \text{評点別}(0 \sim 3) \text{株数}) \times 100 / (\text{調査株数} \times 3)$, Y: t 検定により 0.1% の危険率で有意差あり.

使用菌株: SB 1-1.

た。しかしこの手法は、接種後の管理を人工気象室など、温度条件を適温で長時間管理できる施設で行った場合には安定した発病が得られたが、実際の選抜を行うことが想定されたガラス温室では、灌水回数を多くせざるを得ない場合や、低温期で日長が短い時期に検定を行うと十分な発病強度が得られない試験例が当圃場で複数得られた。このため接種方法として①を抵抗性検定の接種手法に採用した。

2 基準品種

これについては、HUBBARD ら (1993) の報告でアメリカ農務省が育成した‘サリナス’ (RYDER, 1979) に抵抗性が認められていたことから、育成経過よりこの品種に遺伝的相同性が高かつ日本で流通している‘サリナス 88’ (RYDER, 1991) を供試した。その結果、抵抗性が認められ、特にレース 1 に対しては高い抵抗性を示したため、抵抗性の基準品種の候補とした。‘サリナス 88’ は‘サリナス’にレタスモザイクウイルス (LMV) 抵抗性を付与した品種であるが、LMV 抵抗性以外の形質は‘サリナス’と同一とされている。またこの品種は‘サリナス’同様レタス根腐病に対する選抜を育成過程で実施していない品種である。罹病性品種については玉レタスで初めて発病が確認された‘パトリオット’を候補とした。この 2 品種について長野県内の各レース汚染圃場で発生盛期に発病調査を行ったところ、‘サリナス 88’は球外抽だいが発生し出荷株率は 0 であったが、レタス根腐病に対する抵抗性は接種方法の検討で見られた品種間差が認められたため、抵抗性検定の基準品種に採用した。

3 接種条件

接種時または接種後の管理に関する条件の検討は、学術的には温度・湿度・日長・土壌水分・菌密度などをそれぞれの要因について詳細に検討し、接種条件を一定化して抵抗性検定を行うべきであるが、選抜のための抵抗性検定を、綿密な環境制御が不可能な施設で行うことが想定されていたことや、根腐病の発生が急速に拡大し早急な品種育成が求められていたことから、育種試験を優先した。そのため現段階では本検定法による選抜の信頼

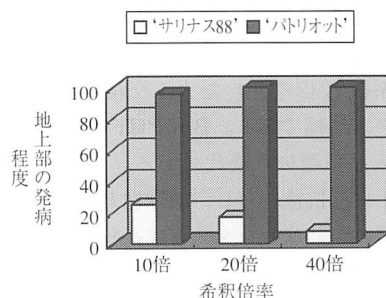


図-1 病土の希釈倍率とレタス根腐病の発病程度 (レース 1, 2000)

性を確認するにとどまっている。

検討を行った接種条件は、温度・希釈倍率・調査時期を試験要因として取り上げた。温度では接種後の管理温度を、15～25℃の間に 3 段階設定した。その結果、いずれの温度でも品種間差が認められた。20℃以上で‘パトリオット’の発病度が 90 を越え、高い発病を示した。‘サリナス 88’は温度が上昇するとともに、発病度も上昇したが、いずれの温度でも‘パトリオット’と有意な差が認められた (土屋ら, 投稿中)。藤永・和田 (1997) は、28℃付近で菌糸の伸長速度が最も速くなり、罹病性品種の発病度も最大値に達することを報告している。またレタスの生育適温は 15～25℃とされ、特に発芽時は 28℃以上になると急激に生育が抑制される (稲川・宮瀬, 1943) ことから、発芽時は 20～25℃が選抜温度として適当と思われた。

希釈倍率については、重量比で 10～40 倍の希釈倍率について試験を行った。その結果、重量比で 40 倍でも高い発病度が得られた (図-1)。「サリナス 88」のそれは、希釈倍率が大きくなるほど低下した。本来であれば温度条件との交互作用を試験した上で、適当な希釈倍率を推定すべきであるが、前述した事情と育種試験の初期段階では、可能な限り発病度の低い育種素材および育成系統を選抜することが必要なため、希釈倍率は 20 倍までにとどめることとした。

接種後 14 日から発病が認められはじめ、接種後 41 日

で、発病度は最大値に達している。厳密に言えば、系統選抜の場合は接種後 25 日以降で、個体選抜は接種後 42 日以降で、正確な選抜が行える。しかし、本検定法では容積の小さなセルトレイを用いていることや、接種個体はそのまま採種母株として栽培を続けていくことが予想されることから、調査時期については、管理上接種後 1 か月程度で行うことが適当と思われた。

III ‘長・野 28 号’の育成経過と品種特性

1 育成経過

‘長・野 28 号’ (図-2) は、母本に選抜系統 B 155、父本に育成系統 B 42 を用いた人工交雑から選抜、育成された玉レタス品種である。B 155 は、晩抽性に優れた玉レタス導入品種選抜系後代である。B 42 はレタス根腐病レース 1 に抵抗性を有し、結球性と外観形質、特に葉の光沢に優れた結球性レタス育成系統である。人工交雑は 1996 年に実施され、F₂ 世代で抽だい性検定とレタス腐敗病に対する耐病性検定を用いて系統選抜および個体選抜を行った。F₃ 世代で上記した抵抗性検定をレタス根腐病レース 1 の基準菌株である SB 1-1 を用いて実施し、選抜個体から採種を行った。F₄ 世代に再度菌株 SB 1-1 を用いてレタス根腐病抵抗性を確認後、現地発病圃場において栽培検定を実施した。その結果、表-2



図-2 ‘長・野 28 号’の草姿

表-2 レタス根腐病レース 1 発病圃場におけるレタス‘長・野 28 号’の発病程度

品種名および 系統名	地上部		地下部	
	発病株率(%)	発病度	発病株率(%)	発病度
‘長・野 28 号’	2	<1	74	35
‘サリナス 88’	32	10	91	50
‘パトリオット’	100	83	100	98

調査株数は 15～20 株、試験場所は長野県塩尻市、播種 2000 年 7 月 13 日、定植 8 月 4 日、調査 9 月 12 日。

のようにクラウン部において発病が認められるものの発病程度は軽く、地上部における発病は極軽微であった。また球外抽だいは認められず結球性にも問題は認められなかった (土屋ら, 2002)。F₅ 世代に大規模実証試験を行い、前世代と同様な抵抗性および結球性が確認されたので 2002 年 3 月農水省に対し品種登録申請 (品種登録申請名‘シナノホープ’) を行った。

2 品種特性

レタス根腐病レース 1 に対する抵抗性は‘サリナス 88’と同程度の圃場抵抗性であり、他の盛夏どり品種に比べ優れる (表-3)。レース 2 に対しては抵抗性を示さない。葉色は緑色で、葉面の光沢はやや多い。葉縁の切れ込みは浅く、葉縁の波打ちは少～中である。熟期は‘パトリオット’と同等で、早生である。抽だい性はより晩であるが、本病害が発生する以前の慣行品種に比べやや早抽である。栽培に際しては、‘長・野 28 号’の抵抗性は優れるものの、圃場抵抗性であることから輪作圃場に導入することが栽培の前提条件となる。適する栽培作期は、定植期で 7 月下旬以降である。気象条件によりチップバーンが発生するので、カルシウムを含む葉面散布剤を定期的に散布することが必要になる。

IV 育種法と今後

レタスは自殖性作物であるため、育種手法は系統選抜と個体選抜を中心とした交雑育種である。レタス根腐病抵抗性品種育成ではここに、抵抗性検定による病害抵抗性育種が加味される。さらに先に述べたように、複数のレースへの対応が前提となり難度は非常に高い。また土壌水分や肥料要素の種類・濃度の違いが、本病原菌の生理生態に及ぼす影響など、育種にも関連してくる点植物病理学的諸特性が未解明な部分も多く、育種試験とともに解明を進めていかなければならない。

当圃場の育種計画では、さきにも述べたように現場で

表-3 レタス‘長・野 28 号’のレタス根腐病レース 1 に対する抵抗性

品種名および 採種系統 No.	地上部		地下部	
	調査 株数	発病 株率(%)	発病 株率(%)	発病度
‘長・野 28 号’	17	29	18	53
‘サリナス 88’	22	45	29	77
‘パトリオット’	22	82	76	91
‘マイヤー’	22	91	86	100
‘ラブトル’	20	55	47	65
‘アサマグリーン’	22	100	97	100
‘サウザー’	17	88	80	94

の汚染圃場の面積拡大が急速に進んでいることから、育種素材として可能な限り結球性レタスを利用することが有効と判断した。また当病害が発生から7年経過しても、同一圃場で複数のレースが検出されないことなどから、それぞれのレースに対する抵抗性品種育成を優先し、その後長期的に複数レースに対する抵抗性品種を育成する戦略を採用している。

選抜対象となる形質の中で、重要視される形質はレタス根腐病に対する抵抗性のほかに、晩抽性、作期適応性が挙げられる。現在までに我々が抵抗性を確認した育種素材はいずれも晩抽性を保有しておらず、また夏秋期栽培では、草勢が強過ぎ過剰生育を招く素材が多い。また非結球型のレタスに複数レースに免疫の抵抗性を有する素材が確認されているが、結球性を回復させるために戻し交雑を行わなければならない育種年数の長期化が懸念される。

今後は用いている育種素材の遺伝様式を解明しながらこうした課題をクリアし、レタス根腐病抵抗性品種育成に結びつけていきたい。

引用文献

- 1) 藤永真史・和田健夫 (1997) : 関東東山病害虫研報 44 : 29~31.
- 2) ——— (1999) : 日植病報 65 : 655.
- 3) ——— et al (2001) : J. Gen. Plant Pathol. 67 : 205~206.
- 4) ——— et al (2003) : J. Gen. Plant Pathol. 69 : 23~28.
- 5) HUBBUARD, J. C. and J. S. GERKI (1993) : Plant Disease 77 : 750~755.
- 6) 稲川俊男・宮瀬 勇 (1943) : 農及園 18 : 763~764.
- 7) 小木曾秀紀ら (2000) : 植物防疫 54(8) : 322~326.
- 8) RYDER, E. J. (1979) : Hortscience 14 : 283~284.
- 9) RYDER, E. J. (1991) : ibid 26 : 439~440.
- 10) 土屋宣明ら (2000) : 日植病報 66 : 118.
- 11) ——— (1998) : 園学雑 67 別 2 : 333.
- 12) ——— (2000) : 同上 69 別 2 : 145.
- 13) ——— (2002) : 同上 71 別 2 : 337.
- 14) YAMAUCHI, N et. al. (2001) : J. Gen. Plant Pathol. 67 : 288~290.

書評

イノシシから田畑を守る
—おもしろ生態とかしこい防ぎ方—
江口祐輔 著
149 ページ、定価 1,762 円+税
農山漁村文化協会発行、2003 年 3 月
ISBN4-540-02123-0

本書の表題をみて、井上雅央氏の著書『山の畑をサルから守る—おもしろ生態とかしこい防ぎ方—』を思い浮かべる人は多いだろう。著者もあとがきで井上氏は本書誕生のきっかけであり、その著書には衝撃を受けたとあるが私も同感であった。本書は井上氏のサルでの方法論をベースに、サルとは異なる被害を及ぼすイノシシについて、その行動パターンから得られる防除のヒント・極意が紹介されている。

まず、イノシシに対するイメージの多くは間違っただけであり、彼らの正しい姿をまず認識することが被害対策の第一歩であると説いている。イノシシを実際に飼育し、また野生イノシシの餌づけに成功し、運動能力や色覚テストなどを実施してきた著者ならではの指摘であり、彼らの弱点はなにかなど被害対策を進めていく上では重要な示唆となる。

つぎに、農家が田畑を囲う前にできることや正しい田

畑の囲い方、防止柵の設置法など個々の防護柵の価格や特徴、弱点に至るまで詳しく述べており農家や普及担当者がこれらの柵を選択し、設置・管理していく上で大いに役立つ。

さらに、被害を減らすためにはどのような捕獲をすべきか、捕獲方法の具体例や注意点が丁寧に述べられ、捕獲したイノシシの食し方に至るまで付録されている。これらは捕獲を実際に進めていく行政担当者やハンターなどの参考になる。

最後には、イノシシとの共存を目指し、日本人とイノシシとの闘いの歴史、個体数増加や被害増加の要因、そして今後の農地管理のあり方にまで踏み込んでおり、たいへん興味深い内容である。

本書は、著者が昨年まで勤務していたイノシシ被害の中心地ともいえるべき中国地方の島根県大田市にある近畿中国四国農業研究センター鳥獣害研究室で得た豊富な知見を被害対策に生かされた労作である（本年からは出身の麻布大学へ勤務）。被害対策をイノシシ行動学の視点から検証できるのは、日本では数少ないイノシシ行動学の研究者である著者以外にはいないであろう。この研究分野の第一人者である著者が解き明かす被害対策の基本ノウハウをやさしく解説した本書は、農家や行政・普及担当者の方々などに是非一読をお勧めしたい一冊である。

(島根県中山間地域研究センター 金森弘樹)