

レタス腐敗性病害の耕種的防除法

岩手県農業研究センター 県北農業研究所 田代 勇 樹

はじめに

岩手県におけるレタス生産は、主に県北部の夏期冷涼な高原地帯で盛んに行われている。品種や標高差を様々な組合せることにより、6月上旬～10月上旬まで連続して出荷している。近年、産地では契約栽培の面積が増加しており、何よりも出荷量の安定化が求められている。平均的な年の出荷量を基準にして、契約量以上の作付けを行うことで契約を確実に履行するなどの対策をとっている。出荷量を不安定にする大きな要因は、高温や集中豪雨などによって多発する腐敗性病害によることが多い。腐敗性病害とは、腐敗症状を伴う病害の総称であり、ここではすそ枯病・軟腐病・腐敗病の3種類の病害を指す。

岩手県での腐敗性病害の発生実態については、仲谷・平良木の報告(1988)に詳しい。また、現地の実態調査などから、仲谷・平良木の報告にある発生時期よりも、年々早まる傾向にあることが、桐山・富永(2005)によって報告された。また、桐山・富永は腐敗性病害の発生量と降雨量との関係についても併せて報告している。これらの報告をもとに、標高や時期別の薬剤散布体系がまとめられ、産地での指導が進められている。一方で、発生要因としての影響が大きい降雨自体を制御することが困難であり、営農上の問題から必ずしも的確なタイミングで薬剤散布を実施できないことも現実問題としてあるため、腐敗性病害を薬剤のみで防除することは難しい状況にある。そこで、薬剤による防除だけに依存せずに、栽培体系を改めて見直して、腐敗性病害を耕種的に防除することが求められるようになった。産地では、長年の連作や大型機械の踏圧による排水不良畑の増加、全面マルチ栽培の普及とともに進められた密植化等、栽培環境の悪化が発生を助長させていると考えられている。腐敗性病害の発生要因として共通している点は、降雨のほか高温多湿によって発生が助長されることや、罹病株や前作残渣等が発生源となり、連作によって被害が拡大しやすいことである。そこで、基本的な栽培方法を改めて見直し、耕種的対策によって腐敗性病害の発生を抑制できないか検討したため、これまでの取り組みについて紹

介する。

I 各病害の特徴と生態

1 すそ枯病 (*Rhizoctonia solani*)

すそ枯病は、一般的には結球初期以降の発生が多いものの、結球前から発生することもあり、長期間にわたり発生が確認される。岩手県では高温多雨期である7月の発生が多い。結球前では外葉の基部が褐色になり、発病葉の葉色は淡くなって葉先が枯れる。結球期には地面やマルチに接した外葉に褐色の大型病斑が現れ、その表面に白色もしくは灰褐色のかびが見られる。病勢が進むと外葉の褐色病斑は結球部にまで拡大し、株の大半が褐色もしくは黒褐色に腐敗する。病原菌は土壌生息性のかびの一種で、菌糸や菌核の形で土壌中に生息する。発生適温は20～25℃、気温が高く、雨の多い時期に結球する作型に発生し、土壌伝染する。伝染源となる菌核は被害株の中で形成されるため、被害株を放置することで発生が拡大する。また、被害株を鋤き込むことで次作の被害が拡大する。

2 軟腐病 (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)

軟腐病は結球期にのみ発病し、結球期が高温・多湿条件であると発生が多い。岩手県では、特に高温となる7～8月に収穫する作型で、降雨が多い場合に多発する。外観で被害をはっきりと確認することができ、収穫期に茎葉の黄化および萎凋症状が現れる。はじめは、外葉の中肋部や地際部に発病し、水浸状の小さな斑点が現れる。その後、次第に拡大し、茎のずい部が淡緑色水浸状の大型の病斑となり、やがて病勢の進展とともに黒変・軟化腐敗する。本病は、かびの発生を伴わず、強い悪臭を放つのが特徴である。生育適温は32～33℃で、寄主植物や雑草の根圏土壌に生存し、レタスの生育に伴い外葉や土壌接触部位および地上部表面で増殖し、損傷した部分から侵入し発病する。また、すそ枯病などの他病の病患部から二次的に侵入・感染する事例も見られる。

3 腐敗病 (*Pseudomonas cichorii*)

腐敗病の病原細菌は *Pseudomonas cichorii*, *P. marginalis* pv. *marginalis*, *P. viridiflava* の3種が確認されている。岩手県などの高冷地での栽培圃場では、このうち *Pseudomonas cichorii* による発生が多い。腐敗病は、結球初期から収穫期にかけて、結球葉の2枚目くらいから

褐色不整形の光沢のある病斑を生じ、多くの場合結球内部まで貫通するように病斑が拡大していく。発生適温は20～25℃と軟腐病に比べると低温性で、降雨が多い場合、爆発的に多発する。降雨後2日間で、細菌数は外葉で100倍、結球葉では1,000倍以上となる。また、発病後に葉面の水滴中に漏出し、降雨による跳ね返りなどで近くの株に伝染する。このように、腐敗病の発病株率と降雨日数との間には、強い相関関係が見られる。病原細菌は、前年の被害残渣のほか、キク科、ナス科、ウリ科等の雑草根圏で生息しており、岩手県産地の土壌中には通常の雑菌のレベルと同程度の $10^2 \sim 10^3$ cfu レベルで存在している。レタス定植後に、風雨によって土砂とともに跳ね上がり株に付着し、葉の気孔から侵入し、細胞間隙で増殖、導管を通して株全体に行きわたる。本病は連作によって発生が助長される。また、多湿条件でも発生を助長させるため、排水対策を徹底することが必要となる。

II 耕種的防除法

1 緑肥との交互作と残渣除去

耕種的防除法の一つとして、緑肥との交互作の導入による防除効果について検討した。これは各腐敗性病害の非寄生性目を間に入れることにより、菌密度の低下を狙ったものである。緑肥品目としてエンバクの野生種（品種名‘ハイオーツ’）を選択した。また、併せて収穫後残渣を除去する区を設けた。こちらは収穫後残渣が各腐敗

性病害の温床となり、次作に悪影響を与えるものと考え、これを除去することで圃場内の菌密度を低下させることを狙ったものである。試験は岩手県農業研究センター北農業研究所（岩手県軽米町標高230m）において2003～07年まで5か年で行い、各区の腐敗性病害および灰色かび病の発生株率、出荷可能株率、調製重について調査した。出荷可能株率とは、出荷が可能である株の割合であり、例えば下葉から被害が拡大するすそ枯病の場合、発病していても出荷基準となる結球葉と外葉2～3枚にまで被害が及んでいないものは出荷可能株としてカウントした。対照となるレタス連作区では、毎年レタスを作付けし、収穫後残渣を現地の慣行どおりそのまま鋤き込むものとした。レタスは2003年から順に、6月25日、7月20日、7月28日、7月25日、7月18日にそれぞれ定植した。2003年のみシルバーマルチを用い、それ以外はすべて白黒ダブルマルチを用いた。すべての年で品種‘サクセス’を用いて、栽植距離畦間45cm×株間24cmの全面マルチ栽培とした。エンバクは、品種‘ハイオーツ’を用い、2003年9月17日、04年9月17日、06年4月20日、06年9月24日にそれぞれ播種し、およそ2か月間栽培の後に鋤き込んだ。防除は岩手県農作物病害虫防除指針に準じて行った。

表-1は調査結果を示したものである。試験を開始した2003年以降、すべての年で対照区と比べて交互作区と残渣除去区のほうが出荷可能株率は高くなった。年に

表-1 残渣除去および緑肥交互作導入による腐敗性病害への影響^{a)} (岩手県軽米町)

試験年度	試験区	調整重 (g/株)	出荷可能株率 (%)	腐敗性病害発生株率 (%)			灰色かび病
				すそ枯病	軟腐病	腐敗病	
2003年	対照区	704	79.4	2.0	10.6	0.0	8.0
	残渣除去区	704	81.2	0.0	7.8	0.0	11.0
	交互作区	704	83.4	1.0	6.6	0.0	9.0
2004年	対照区	599	87.1	11.4	0.7	0.1	0.7
	残渣除去区	607	94.8	5.0	0.0	0.0	0.3
	交互作区	602	91.3	8.4	0.2	0.2	0.0
2005年	対照区	487	82.3	11.2	2.0	7.6	— ^{b)}
	残渣除去区	487	92.3	2.4	0.4	5.2	—
	交互作区	545	91.7	7.5	0.4	1.2	—
2006年	対照区	534	37.2	45.6	1.6	0.0	15.9
	残渣除去区	678	70.5	5.2	0.0	0.5	23.9
	交互作区	598	70.2	18.2	0.0	1.5	10.1
2007年	対照区	537	69.0	37.0	7.0	0.0	14.0
	残渣除去区	492	79.0	40.0	3.0	0.0	10.0
	交互作区	463	81.0	43.0	0.0	0.0	4.0

^{a)} 全面マルチ栽培, 供試品種‘サクセス’, ^{b)} データ欠損。

よる振れはあるものの、交互作区および残渣除去区で各腐敗性病害の発病株率が低下しており、特にすそ枯病の発病株率は大きく低下している。軟腐病と灰色かび病についても、すそ枯病ほどではないものの発病株率は低下する傾向であった。腐敗病については、発生量が少なく明確な傾向は見られなかったが、少発生だった2005年では交互作区で発病株率が低下している。試験4年目となる2006年はすそ枯病の多発年であり、対照区の出荷可能株率が37.2%と壊滅に近い状態であるのに対して、交互作区および残渣除去区では、ともに70%以上の出荷可能株率となった。

2 土壌排水対策

耕種の防除の方策として、圃場の排水性を確保することも重要な点である。圃場内および土壌中の過剰な水分を排出することにより、株の健全な生育を促すとともに、病原菌の活動を抑え、根部や株元から病原菌に感染することを防ぐことで発病を抑えられると考えられる。そこで、排水対策として心土破碎と圃場周囲へ明渠を施工することで、腐敗性病害の発生を軽減させることが可能かどうか検討した。試験は2003～06年までの4か年で行った。上記の排水対策を実施しない区を対照区として、心土破碎のみ実施する区と心土破碎と明渠施工の両方を実施する区を設けた。心土破碎は2003～04年までプラソイラを用い、05～06年まではサブソイラを用いた。両者とも深さ40～50cmで90cm間隔で施工した。

明渠は圃場の傾斜上部および下部に幅45cm、深さ80cmで施工した。耕種概要および調査は前記交互作および残渣除去の試験と同様である。

表-2に結果を示した。試験年度すべてにおいて、対照区に対して心土破碎と明渠を併せて施工した区で出荷可能株率が高くなった。心土破碎のみ施工した区では、明渠も併せて施工した区よりは効果が劣るものの、対照区よりは出荷可能株率が高くなる傾向にある。各腐敗性病害のうち、発生株率が有意に低下した病害はすそ枯病のみであった。有意差はないものの、軟腐病および腐敗病が多発した2003年においては、両病害の発生株率は対照区が最も高く、次いで心土破碎のみ施工した区が高く、心土破碎と明渠を併せて施工した区が最も低かった。

3 栽植密度

細菌性の植物病害の多くは、土壌の過湿や植物体付近に滞留する湿気等、過剰な水分が発生を助長させることが多い。レタスの腐敗性病害についても同様のことが当てはまる。過剰な水分の原因はほとんど降雨によるものであるが、夏秋レタスを含む土地利用型露地野菜品目では降雨を遮断して栽培することは現実的には困難を伴う。現実的な対応としては、降雨後いかに早く過剰な水分を排出させるかであり、土壌中の水分を速やかに排出させる方法については前項で検討したとおりである。次いで対策を求められることは、株付近に過剰な湿気が滞留しないよう通風をよくして、葉に付着する水滴を速や

表-2 排水対策導入による腐敗性病害への影響^{a)} (岩手県軽米町)

試験年度	試験区	上：定植日 下：調査日	調整重 (g/株)	出荷可能株率 (%)	腐敗性病害発生株率 (%)		
					すそ枯病	軟腐病	腐敗病
2003年	対照区	7/9	617.0	36.3	2.0	37.9	25.0
	心土破碎	8/19	649.0	43.8	5.0	30.6	22.5
	心土破碎+明渠		624.5	50.9	1.5	24.5	18.0
2004年	対照区	7/8	700.8	74.8	26.0	2.9	0.0
	心土破碎	8/19	605.6	65.2	33.2	4.5	0.0
	心土破碎+明渠		682.6	88.6	13.1	1.4	0.0
2005年	対照区	7/15	677.0	36.5	63.5	11.3	0.3
	心土破碎	8/26	702.0	45.9	54.1	7.6	0.0
	心土破碎+明渠		679.0	57.2	42.5	5.9	0.3
2006年	対照区	8/2	700.0	64.3	62.7	1.3	0.4
	心土破碎+明渠	9/15	649.0	70.4	43.5	0.0	1.5
排水対策			ns ^{b)}	**	*	ns	ns
試験年度			ns	**	**	**	**
排水対策×試験年度			ns	ns	ns	ns	ns

^{a)} 全面マルチ栽培，供試品種‘サクセス’。^{b)} 分散分析。**, *はそれぞれ1%, 5%水準で有意差あり。nsは有意差なし。

かに乾かすことである。特に、株付近の微気象による影響が大きく、湿度が99%以上(結露状態)の時間が病害発生量に大きく影響を与えるものと考えられる。そこで、畦間、株間を変更し、株付近の微気象および腐敗性病害の発生量について検討した。試験は2005年に岩手県一戸町奥中山のレタス生産者の圃場(標高400m)を借用して行い、対照区を畦間45cm×株間24cmとして、45cm×27cm, 45cm×30cm, 50cm×24cm, 50cm×27cmの五つの区を設けた。定植は2005年7月26日に行った。栽植密度以外の耕種概要については、これまで紹介した試験のと同様である。また、防除は現地の慣行体系に準じた。調査はこれまでと同様に腐敗性病害の発症株率、出荷可能株率、調製重について調査するとともに、株間および畦間の微気象について計測した。

表-3に結果を示した。まず、株間と畦間の微気象については、対照区に対して株間を30cmまで広げた区で濡れ時間(湿度99%以上の時間)および病原菌の活動が活発となる25℃以上の時間が減少した。畦間を広げた区では明確な傾向が見られなかった。次いで、腐敗性病害の発生株率については、対照区と比べて45cm×30cmの区ですそ枯病の発生株率が減少している。軟腐病については発生株率が減少しているものの統計的有意差はなかった。腐敗病については株間および畦間の変更によって発生株率に差は見られなかった。各区の出荷可能株率を見ると、45cm×30cmの区で最も高く46.7%となり、対照区と比べて10%近く高い結果となった。

4 排水対策と疎植化の組合せ

排水対策と株間の疎植化(慣行24cmから30cmに変更)の組合せによる腐敗性病害の発生軽減効果を検討

した。また、腐敗病については、試験年度や作型によって発生量が大きく異なるため、対策技術の効果が確認できない状況が多々あった。そこで、これまでどおり自然状態での試験に加えて、結球期にスプリンクラーによる人工降雨を発生させ、さらに腐敗病菌を接種する試験も同時に行った。対照区を排水対策未実施、栽植密度45cm×24cmとし、試験区(耕種的防除区)を心土破碎と明渠による排水対策実施、栽植密度45cm×30cmとした。人工降雨はスプリンクラーを用い、収穫20日前に日降水量70mm, 収穫19日~17日前までの期間毎日、日降水量20mm散水した。腐敗病菌(*Pseudomonas cichorii*)は、スプリンクラー散水に用いる貯水タンクに、 3.4×10^4 cfu/mlの懸濁液を作製し、収穫18日前に散水と同時に250l接種した。耕種概要、防除、調査はこれまで同様に行った。

表-4に結果を示した。自然条件での試験では、対象区と比べて耕種的防除区ですそ枯病の発病株率が減少している。軟腐病と腐敗病は少発生であったが、耕種的防除による効果は認められなかった。一方、人工降雨・菌接種条件下では、耕種的防除区ですそ枯病と軟腐病の発病株率が減少したものの、腐敗病については、むしろ対照区よりも発病株率が高くなっており、耕種的防除によって発病を抑制することは困難であることが明らかとなった。

おわりに

本稿では、耕種的対策によってレタス腐敗性病害の発病抑制についての試みを紹介した。ここで検討した技術は、いわば基本技術であり、多くの栽培指南書には必ず記載されている技術事項かと思われる。これらの結果は、いかに基本技術が重要であることを示す一例であり、

表-3 栽植密度による微気象および腐敗性病害発病株率^{a)}(岩手県軽米町2005)

栽植密度 (畦間×株間)	微気象				腐敗性病害発病株率			収量性	
	株間		畦間		すそ枯病	軟腐病	腐敗病	調整重	出荷可能株率
	濡れ時間 ^{b)} (湿度99%以上)	25℃以上 時間	濡れ時間 (湿度99%以上)	25℃以上 時間	(%)	(%)	(%)	(g/株)	(%)
45 cm × 24 cm	113.0	55.5	128.0	58.0	61.8	6.2	7.8	607	36.8
45 cm × 27 cm	126.5	54.0	139.5	55.5	58.5	7.4	11.9	586	34.0
45 cm × 30 cm	99.0	51.5	118.5	62.5	46.1	2.3	12.5	657	46.7
50 cm × 24 cm	— ^{c)}	—	136.5	57.5	61.3	5.2	9.3	594	35.4
50 cm × 27 cm	—	—	127.0	58.0	44.6	5.0	15.5	590	45.8
栽植密度					** ^{d)}	ns	ns		

^{a)} 全面マルチ栽培, 供試品種‘サクセス’。 ^{b)} 微気象は結球後期11日間のデータ。 ^{c)} データ欠損。 ^{d)} 分散分析。 **, *はそれぞれ1%, 5%水準で有意差あり。 nsは有意差なし。

表-4 排水対策と疎植栽培導入による腐敗性病害への影響^{a)} (岩手県軽米町 2007)

		出荷可能株率 (%)	腐敗性病害発病株率 (%)			灰色かび病 発病株率 (%)
			すそ枯病	軟腐病	腐敗病	
自然条件	対照区	61.5	27.5	5.5	0.5	5.0
	耕種の防除区	83.5	9.5	5.0	0.0	2.0
人工降雨・ 腐敗病菌接種条件	対照区	— ^{b)}	28.9	52.8	42.8	1.7
	耕種の防除区	—	21.7	32.8	53.3	2.2

^{a)} 全面マルチ栽培, 供試品種‘サクセス’. ^{b)} データ欠損.

今後とも十分検討されるべき部分かと考えられる。薬剤を十分に活用することと同時に、植物の生育を健全化することで、病害の発生を抑制していくという考え方も重要な視点であろう。一方、残渣の除去など、一定の効果があることはわかっているが、労力の問題などでこれを実践できないことも多々ある。例えば残渣除去機の開発など、耕種の防除を実践するための技術開発が、今後異

なる研究・技術分野に広がっていくことを期待したい。

引用文献

- 1) 岩手県植物防疫協会 (1995): いわたの農作物病害虫図鑑 (III) 野菜・花き編, 岩手県植物防疫協会, 盛岡, 82 ~ 84.
- 2) 桐山直盛・富永朋之 (2005): 北日本病虫研報 56: 38 ~ 41.
- 3) 仲谷房治・平良木武 (1988): 同上 39: 121 ~ 124.
- 4) 土屋行夫ら (1979): 農技研報 C33: 77 ~ 99.

植物防疫特別増刊号 No.10

植物ダニ類の見分け方

B5判 120頁 口絵カラー
価格 2,520円税込 (本体 2,400円)

◆ 農作物に寄生するダニ類および天敵のカブリダニ類の見分け方を詳しく解説。

掲載内容



- I. ハダニ科の見分け方 (江原昭三・後藤哲雄 著)
 - 1) ハダニ科の概説と日本産の種のリスト
 - 2) ピラハダニ亜科のハダニ
 - 3) ナミハダニ亜科のハダニ
- II. ヒメハダニ科およびケナガハダニ科の見分け方 (江原昭三 著)
- III. フシダニ類の見分け方 (上遠野 富士夫 著)
 - 1) フシダニ類の概説とナガクダフシダニ科およびヨツゲフシダニ科
 - 2) フシダニ科群の概説と属への検索
 - 3) ハリナガフシダニ科の概説と属への検索
- IV. コナダニ類の見分け方 (岡部 貴美子 著)
 - 1) コナダニによる作物被害とダニの見分け方
 - 2) コナダニ類の同定 I 標本の作製から科の同定まで
 - 3) コナダニ類の同定 II 成虫と第2若虫から属への同定
- V. カブリダニ科の見分け方 (江原 昭三 著)
 - 1) カブリダニ科の概説と日本産の種のリスト
 - 2) ムチカブリダニ亜科
 - 3) ホンカブリダニ亜科
 - 4) カタカブリダニ亜科