

# レタス腐敗病の発生生態と防除

農林水産省野菜・茶業試験場盛岡支場 <sup>しら</sup>白 <sup>かわ</sup>川 <sup>たかし</sup>隆

## はじめに

レタスはその需要の拡大に伴って、その栽培面積が平成5年には22,000 haを超え、主要な野菜の一つとなっている。クリスピーヘッド型レタスの栽培は昭和35年ごろから本格的になり、昭和40年代後半から、軟腐病とは異なる結球部の腐敗症状が各地で発生し始めた。土屋ら(1979)は、レタスに発生する腐敗症状の原因細菌について研究し、*Pseudomonas cichorii*, *P. marginalis* pv. *marginalis*, *P. viridiflava*, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*の4種の病原細菌が関与していることを明らかにした。このうち、*Pseudomonas*属細菌3種による腐敗症状は腐敗病と命名され、現在では主要産地での大きな栽培阻害要因の一つとなっている。

レタス腐敗病の発生生態についてはいまだ明らかにされていない点が多いが、本稿では、被害も大きく比較的説明が進んでいる*P. cichorii*による腐敗病を中心に、発生生態、品種抵抗性及び防除について既往の研究を紹介したい。

## I 病原細菌と病徴

*P. cichorii*による腐敗病は、主に長野県、岩手県などの高冷地で発生が多く、発生が著しい場合にはほとんど出荷が不可能な畑も認められる。本菌による腐敗病は結球開始期ごろから発生し、収穫期にかけて発生が増加する。はじめ、結球最外葉から2,3枚内側の葉にハローを伴わない不整形の暗褐色病斑が発生し、しだいに葉全体または他の葉に広がる。病斑部と健全部の境界は明りょうである。また、結球表面に位置する葉にも同様な病斑が現れる。しかし、発病初期に軟化腐敗することはなく、発病末期になって組織が軟化することがあるが、軟腐病のような腐敗臭はない。病斑の表面は表皮が腐敗せずに残るために暗褐色の光沢を帯びる。このため、現地ではキンキラ病あるいはタール病と呼ばれている(関口ら, 1982)。結球表面の葉が一見健全に見えても、その内部の葉に暗褐色病斑が認められることも少なくない。高冷地産地での発生初期、あるいは生育が結球開始に至っていない段階で、このような褐色不整形病斑が地際部外葉の

中肋基部に認められることが多い。また、降雨が多く、圃場内での細菌密度が比較的高いと思われる場合には、外葉葉肉部に褐色で大型の不整形斑点を形成することもある。圃場での以上のような特徴、特に発病初期には軟化腐敗しない点は、*P. marginalis* pv. *marginalis*及び*P. viridiflava*による腐敗病と見分けるポイントとなる。

*P. marginalis* pv. *marginalis*及び*P. viridiflava*による腐敗病は、関東以西のビニルトンネル栽培で発生が多い。これらの2種の細菌による腐敗病は、葉縁等から初め淡褐色、あるいは緑色に軟腐し、その周辺は黄化して、しだいに拡大して褐色に腐敗する。結球最外葉の先端から淡褐色に葉脈に沿って腐敗が進行することもある。また、結球最外葉が健全な葉であっても、内部が淡色に軟化腐敗していることがある。いずれの場合も、軟腐病のように茎から軟化腐敗して悪臭を放つようなことはない。

## II 腐敗病の発生生態

### 1 発病環境

大畑ら(1979)は、1976年から1978年にかけて全国の主要レタス産地52か所で採取した標本から、病原細菌を分離し、採集地、作型別に整理した。その結果、*P. cichorii*は収穫期が7月下旬から11月中旬にあたる春作、夏作、秋作で高率に分離された。この場合、7月下旬～9月にかけては長野、岩手、群馬各県の高冷地地帯で、11月には関東地方の比較的海抜の低い地域で分離されている。一方、*P. marginalis* pv. *marginalis*及び*P. viridiflava*は、主として秋作型及び冬作型で検出率が高いことが示された(図-1)。このことから、病原細菌の種類と発生時期との関係には、気温等の気象環境が密接に関与していることが示唆される。

*P. cichorii*によるレタス腐敗病は、気温が15～30°Cの間で発生し、20～30°Cが適温であるとされている(関口, 1980)。また、同病原細菌によるガーベラ斑点細菌病は10～25°Cの間で発生し、20～25°Cが発病適温であることが示されている(家村, 1989)。したがって、本細菌による腐敗病の発生には、比較的高温な気候が適しているものと考えられる。

一般に植物の細菌病の発生は、細菌の増殖特性から、高湿度下で促進され、低湿度下で抑制される。*P.*

*cichorii* によるレタス腐敗病は、連続した降雨の多い時期、あるいは降雨の多い年に発生が多いことが知られている。しかし、本細菌によるレタス腐敗病について、降雨、湿度などと発病との関係を検討したデータの蓄積はこれまでにない。JONESら (1984) は、*P. cichorii* によって発生するキク斑点細菌病及びゼラニウム斑点細菌病の病斑拡大に高湿度 (葉の濡れ) が影響していること示した。接種後、高湿度下に置かれると病斑は速やかに拡大するが、低湿度下ではほとんど病斑拡大は認められなかった。また、拡大過程の病斑もいったん低湿度下に移されると病斑の拡大は停止し、その後高湿度下に移されても病斑の再拡大はほとんど認められないことを報告している。さらに接種前 24 時間以内に高湿度下に置かれることが発病を促進することを認めている (JONES et al., 1985)。これらの結果は、レタスにおいても認めており、夏秋期レタスの生産地で連続した降雨があると本病の発生が多くなる事実とも一致する。したがって、レタスの場合もキク斑点細菌病等の結果が適合できるものと考え

られ、本病の発生、拡大に湿度、降雨が大きく関係していることが示唆される。

2 伝染様式

大畑ら (1982) は、*P. cichorii* の伝染源について検討した。人工接種種子を 23°C, 5°C で保存した場合にそれぞれ 50 日後, 93 日後までは分離された。温室で 3 か月後には検出できなかったことから、種子伝染の可能性はあったとしても、本病の伝染源として重要な役割は占めていないと考察している。土壌伝染についても検討し、土壌中に埋没したレタスの乾燥罹病葉では、6 か月間の *P. cichorii* の生存を認めている。土屋ら (1982) は、*P. cichorii* の宿主範囲について検討し、無傷噴霧接種で 11 科 35 種, 刺針噴霧接種で 19 科 63 種の雑草に病原性を認めている。大畑ら (1982) は、長野県の腐敗病発生圃場に自生しているナズナ、ノボロギク、ヨモギの根面、根圏土壌、及びナズナ、ノボロギクの腐敗症状葉から *P. cichorii* を検出している。これらのことから、土壌中に埋没した罹病植物と保菌雑草が第一次伝染源として重要であると考察している。

曳地ら (1995) は、夏作レタスにおいて葉上の *P. cichorii* の細菌数と腐敗病発病との関係について検討した。結球前のレタス体上に存在する *P. cichorii* は、生葉 1g 当たり  $2 \times 10^3 \sim 10^5$  cfu であったが、結球時には対数正規分布を示し、生葉 1g 当たり  $10^5$  cfu の *P. cichorii* が検出される葉で病徴が認められた。さらに外葉及び結球葉に生存する *P. cichorii* は結球初期以降に増加し、外葉に生存する *P. cichorii* が結球最外葉に移行して増殖、結球部に病斑を形成することを示唆した。

以上を総合すると、*P. cichorii* は、土壌、土壌中に埋没した罹病植物体、ナズナ、ノボロギクなどの雑草の植物体表面あるいは根圏で越冬するものと考えられる。春以降、レタスの作付けがあると、土壌などからは土壌の飛沫あるいは葉の土壌への接触によって、保菌雑草からは雨水やエアロゾル等によってレタス葉に付着する。そして降雨等の水分の供給を得て葉面上で増殖し、一定の

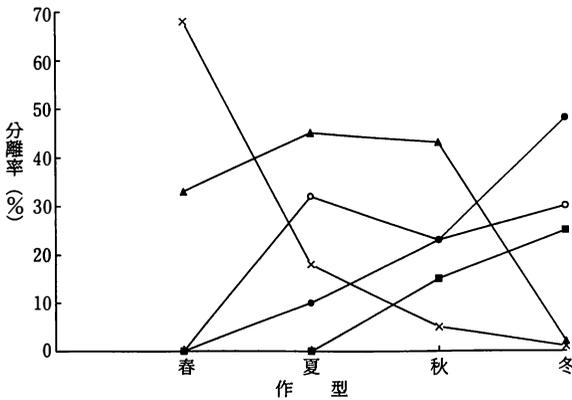


図-1 レタ스에 腐敗を起す病原菌の種類と作型との関係 (大畑ら, 1979)

- ▲ : *Pseudomonas cichorii*, ● : *P. viridiflava*,
- : *P. marginalis* pv. *marginalis*,
- : *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*,
- × : *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

表-1 土壌中の腐敗病罹病レタス乾燥葉からの *Pseudomonas cichorii* の経時的分離 (大畑ら, 1982)

保存場所	土壌埋没葉	1月25日	2月27日	3月30日	5月10日	6月26日	9月8日
戸外	罹病葉	+	+	+	+	-	-
	健全葉	-	-	-	-	-	-
ビニールハウス	罹病葉	+	+	+	+	-	-
	健全葉	-	-	-	-	-	-

*P. cichorii* を 1978 年 12 月 14 日接種, 同 19 日罹病葉をとり風乾後 12 月 27 日ナイロン布に包んで土壌中に埋め, 経時的に病原細菌を分離。

密度に達すると気孔、傷口等から感染して発病に至る。特に収穫間際には、結球内部が増殖に良好な湿度と温度が保たれると共に、レタス植物体の感受性が高まるため、発病が多くなるものと推察される。

### III 腐敗病に対する品種抵抗性

関口ら (1982) は、39 の品種あるいは系統を供試して *P. cichorii* による腐敗病に対する罹病性について調査した。その結果、絶対的な抵抗性を示す品種はなかったが、グレートレイクス 54 及び salad bowl の 2 品種はかなり強い耐病性を示した。大畑ら (1980) は市販 52 品種を供試し、その結球開始期に  $10^7$  cells/ml の濃度の病原細菌を噴霧接種して本病に対する抵抗性を検討している。その結果、接種によってすべての品種が発病したが、クリスピーヘッド型レタス (結球型レタス) はバターヘッド型レタス (サラダナ) と比較して抵抗性が高い傾向を認めている。クリスピーヘッド型レタス内では、グレートレイクス OX, 同 54, サガミレク等の品種に比較的高い抵抗性を認めている。

筆者ら (1995) は、大畑らの方法に準じて 3 か年にわたり、圃場に栽培した市販 56 品種のクリスピーヘッド型レタスを供試して発病差を調査した。図-2 に示したように、クリスピーヘッド型レタス内での抵抗性の強弱は品種タイプとほぼ一致した。つまり、エクシード、ユニバー

ス等のエンパイヤータイプ、及びカイザー、オリンピア等のフルトン (マック) タイプの品種は抵抗性が低く、シスコ、シナノグリーン、テキサスグリーン等のバンガードタイプの品種は最も高い傾向が認められた。グレートレイクスのグレートレイクス, カルマーの二つのサブタイプに属するグレートレイクス 54, マイレタス等の品種はほぼ中間の抵抗性を示した。この品種による抵抗性の強弱の傾向と葉中肋へ単針付傷接種したときに形成される病斑長との間には相関が認められなかった。また、抵抗性の強弱と単位面積当たりの気孔数の間にも相関は検出できなかった。一方、収穫期の結球最外葉での病原細菌の組織内増殖量と抵抗性との間には  $r=0.9613^*$  の高い相関が認められた。このことは、組織内での細胞間隙の占める割合、組織内成分の違いなどが発病の強弱に関係している可能性を示している。また、オートグラフを用いて測定したレタス葉の貫入抵抗値と抵抗性の強弱との間には  $r=-0.8589^*$  の相関が検出された。つまり、貫入抵抗値が高い (堅い) 品種ほど抵抗性が高く、貫入抵抗値が低い (軟らかい) 品種ほど抵抗性が低い傾向が認められた。この貫入抵抗値は、その波形から主として表皮の堅さを示しているものと考えられる。本間 (1980) は、葉のすれた傷や折れた部分に *P. cichorii* の感染を認めている。抵抗性と貫入抵抗値の間の相関はこの事実を裏付けているものと考えられる。

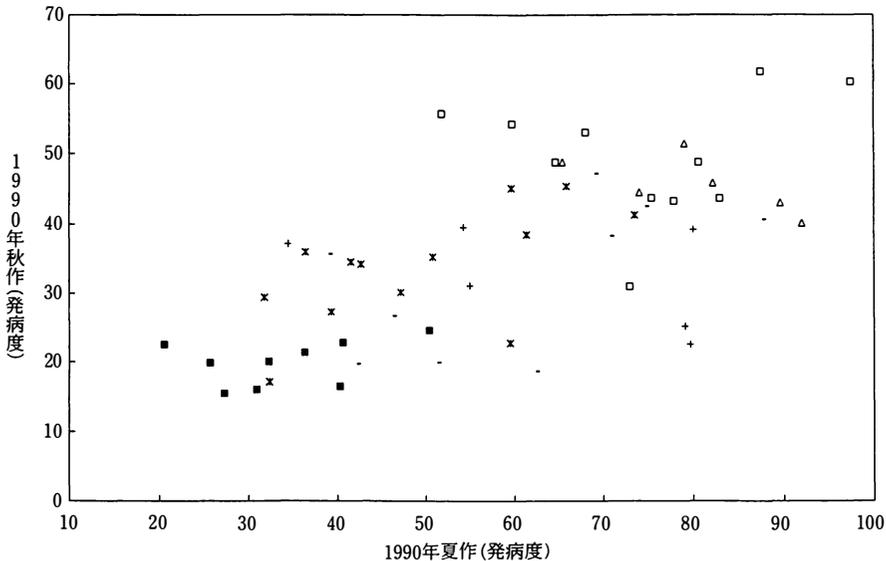


図-2 腐敗病に対する結球レタス品種の抵抗性の品種間差異  
 +: グレートレイクスタイプ (グレートレイクス)  
 \*: グレートレイクスタイプ (カルマー)  
 △: エンパイヤータイプ,  
 ■: バンガードタイプ,  
 □: フルントンタイプ,  
 -: 分類不明

表-2 防寒防風手段が冬作レタス腐敗病の発生に及ぼす影響 (西村ら, 1986)

被覆資材の種類・防寒防風防湿手段		腐敗病発病株率(%)	
		1983年	1984年
180 cm 幅ビニル トンネル被覆	裾垂らし	1.0	6.7
	同上・割繊維不織布併用	0	0.5
155 cm 幅ビニル トンネル被覆	裾開き (対照区)	7.8	6.7
	同上・割繊維不織布併用	0	0
	同上・エンバク1畝ごと間作	0	0.5
	同上・エンバク4畝ごと間作	0	1.9

#### IV 防除方法

上述のように、レタス腐敗病はその被害が大きいが、主要な他の作物の細菌病と比較してその発生生態にはいまだ明らかにされていない部分が多い。また、現在、これといった抵抗性品種が存在しないこと、本病が細菌病であるために卓効を示す防除薬剤がないなどの理由により、生産地では難防除病害となっており、早急な対応策が求められている。本病の防除についての既往の知見は少なく、的確な防除方法を示すことができないので、私見を交えながら現在考えられる防除方法について考察したい。

##### 1 *P. cichorii* による腐敗病

上述のように、*P. cichorii* による腐敗病に対する絶対的な抵抗性品種は存在しないが、バンガードタイプの品種を中心として比較的抵抗性の高い品種が明らかになっている。したがって、防除の第1点として結球性、耐暑性、抽台性等に注意しながら抵抗性の高い品種を作付けすることが重要と考えられる。本細菌は土壌及び土壌中の罹病植物残渣で伝染することから、適切な作物を組み合わせた輪作が有効な予防手段と考えられる。また、収穫後、罹病残渣を圃場外に除去して焼却するなどの圃場衛生に努めること、土壌中に存在する *P. cichorii* の飛沫の付着を防止する上での全面マルチを励行することが重要である。さらには、圃場内及び圃場周辺に生息する本細菌の中間宿主となりうるノボロギク、ナズナなどの雑草の除去に努めることも予防的手段の一つであろう。また、レタス葉上の病原細菌密度と発病との間には密接な関係が存在することが明らかにされていることから、定植後の薬剤散布などによって立毛中の圃場内病原細菌密度を低く抑えておくことが重要であると考えられる。とりわけ、結球開始期前の薬剤散布は、本病を予防する上での大切なポイントであると思われる。本病の防除薬剤として有機銅あるいは塩基性塩化銅、水酸化第二銅などの無機銅のそれぞれ水和剤とその混合剤、ストレプトマイシン水和剤、ポリカーバメート水和剤、プロベナゾール粒剤など

が登録されている。関口ら (1982) は、オキシン銅水和剤 800 倍液、塩基性塩化銅水和剤 500 倍液、水酸化第二銅水和剤 500 倍液の播種 30 日後から 1 週間間隔で 5 回散布することにより高い防除効果を得ている。しかし、銅剤は一般的に薬害が出やすく、レタスの場合、結球中後期には特に銅剤の散布によってさび斑などの薬斑が発生しやすくなる。したがって、銅剤の散布にあたっては薬害の発生に注意することが必要である。

##### 2 *P. marginalis* pv. *marginalis* 及び *P. viridiflava* による腐敗病

これらの細菌による腐敗病には、凍霜害が深く関係していることが示唆されているので、防除の第一の目的は凍霜害の防止にある (大畑, 1979)。牧野 (1979) は、12 月どりレタスでトンネルの被覆時期の遅れが凍霜害を多くして腐敗玉の発生を多くしたことを報告、冬季の腐敗病防止におけるトンネル被覆の重要性を示唆している。西村ら (1986) は防寒防風資材の腐敗病の発生軽減に及ぼす効果について検討した。ビニルトンネル被覆とエンバクの 1 畝ごと、または 3 畝ごとの混植とを併用することで、被覆トンネルの裾から内部に吹き込む寒風がさえぎられ、腐敗病の発生軽減効果が認められた。また、結球期以降、結球葉面上に割繊維不織布を被覆することによって、対照区のトンネル被覆内気温が  $-6.0 \sim 33.0^{\circ}\text{C}$  で経過したのに対して、 $-1.5 \sim 20.5^{\circ}\text{C}$  と極度の低温と高温との遭遇が回避できたために腐敗病の発生もきわめて少なく、感染防止に効果的であったとしている。他方、冬季における腐敗病に対するレタスの品種間差は、耐寒性と同一傾向にあることが示唆されており、耐寒性、ひいては凍霜害に強い品種を作付けすることも重要であると考えられる (大畑, 1979)。

#### 引用文献

- 1) 曳地康史ら (1995) : 日植病報 61 : 255.
- 2) 本間宏基 (1980) : 関東東山病虫研報 27 : 67~68.
- 3) 家村浩海・土屋行夫 (1989) : 関西病虫研報 31 : 7~10.
- 4) JONES, J. B. et al. (1984) : Plant Disease 68 : 248~251.
- 5) ——— et al. (1985) : ibid. 69 : 782~784.
- 6) 牧野秋雄 (1979) : 関東東山病虫研報 26 : 53.
- 7) 西村十郎ら (1986) : 関西病虫研報 28 : 73.
- 9) 大畑貫一 (1979) : 植物防疫 33 : 146~151.
- 10) ——— (1979) : 日植病報 45 : 333~338.
- 11) ——— (1980) : 同上 46 : 402.
- 12) ——— (1982) : 農技研報 C 36 : 75~80.
- 13) 関口昭良・陶山一雄 (1982) : 長野野菜花き試報 2 : 51~62.
- 14) 白川 隆ら (1995) : 日植病報 61 : 258.
- 15) 白田 昭ら (1982) : 農技研報 C 36 : 61~73.
- 16) 土屋行夫ら (1979) : 同上 C 33 : 77~99.
- 17) ——— (1982) : 同上 C 36 : 41~59.