

リンゴ葉巻萎縮病の発生状況と特徴

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 ^{なか}中 ^{むら}村 ^{ひとし}仁
 地方独立行政法人 青森県産業技術センター りんご研究所 ^{あか}赤 ^{ひら}平 ^{とも}也
 長野県南信農業試験場 ^{いわ}岩 ^{なみ}波 ^{やす}靖 ^{ひこ}彦

はじめに

リンゴ葉巻萎縮病は、葉が黄化あるいは退緑して裏側に湾曲する葉巻症状を示す病害で、材質腐朽性の糸状菌によって引き起こされる。本病については、2009年に秋田県と長野県から「リンゴ萎縮病」、「リンゴさび色萎縮病」とそれぞれ異なる病名で報告がなされたが（浅利・佐野，2009；岩波ら，2009）、翌2010年に、それらが同一の病害と認められたことから、「リンゴ葉巻萎縮病（Apple Leafroll Dwarf）」として病名が再提案されるに至った経緯がある（岩波ら，2010）。2012年には青森県での発生が報告されたことから（赤平ら，2012）、本病はリンゴ主産地に広く発生していると推測されている。ただし、秋田県においては、1989年には発生が確認されており（浅利・佐野，2009）、また生理障害と混同されてきた可能性も指摘されているなど（赤平ら，2012）、これまで見過ごされてきたことが各所での発生報告につながっている可能性がある。そこで本稿では、今後、発生を早期に確認し、また発生拡大を未然に防ぐため、本病および病原菌の解説に加えて、試験方法および想定しうる防除対策を紹介する。

I 病徴および発生状況

1 病徴

発病樹の新梢葉において、葉が裏側に湾曲する葉巻症状を示し、全体が黄化あるいは退緑する。表面では退緑斑点や褐色斑点、あるいは壊死斑が現れる。同時に、各斑点部がこぶ状となって膨らむことから、表面全体が凸凹になる（口絵①）。成葉では葉全体が黄褐色～赤褐色となる場合もある。また、同一葉でも症状は均一ではなく葉緑のみ黄褐色～赤褐色を呈する場合などがある。

新梢においては、皮目が増加し、肥大する。また、樹皮を削ると内樹皮や形成層部に褐変（ネクロシス）部が認められる（口絵②）。葉腋から副梢が多発生することもある。病徴が激しく現れた枝では、葉の萎縮が顕著に

なり、新梢の伸長も悪くなる。

果実では顕著な症状は認められないことが一般的であるが、果肉が水浸状となる場合がある。

上記の症状は一度に発病樹全体で現れることはなく、一部の主枝や亜主枝単位で発生した後、次第に拡大して樹全体に及ぶようになる。また、発症した枝を切除すると翌年以降に隣接した他の枝が発症する場合が多い。

発病樹の材部には腐朽が認められる。特に、地際部や根部から腐朽が進んでいることが多く、地際部から主幹にかけて大きく広がることもある。根部については、地表面に露出した部分の傷口から腐朽が進行することが多い。

2 リンゴ主産地における発生状況

秋田県では1989～90年に横手市17圃場で発生が確認され、2000年には鹿角市5圃場でも確認されている（浅利・佐野，2009）。その後、2010年に横手市、2011～12年にかけて鹿角市で発生を認めているなど（浅利ら，2013）、継続して発生している。青森県では、2010年に青森県平川市の圃場で発生が認められ、その後の調査で、弘前市と鶴田町の圃場でも発生が確認されており、津軽地域を中心に広く発生していると考えられている（赤平ら，2012）。長野県では、2008年に中野市の1圃場での発生を認め（岩波ら，2009）、その初報告以降の発生例はないが、調査が行われていないことが理由の一つと推測されるため、実際には発生している可能性は残る。このように、本病は青森県や秋田県では広範囲で発生し、また長野県での発生も認められることから、少なくとも東日本に位置するリンゴ産地においては広い地域で発生する可能性があると考えられる。

これまで本病の発生が確認された品種は、‘ふじ’、‘つがる’、‘陽光’および‘シナノスイート’であるが、リンゴ台木のマルバカイドウにおいても発症することから、多くの品種で発生する可能性があると思われる。なお、品種による症状の違いについては、現時点では不明である。

発病樹は、樹齢30年生以上の老齢樹に多く、そのため高接ぎ樹などでの発生も目立つ。

発生環境などは不明であるが、山際の場所や日当たりが不良である等の土壌が湿気を帯びているような圃場での発生事例がある。

Occurrence of Apple Leafroll Dwarf and its Diagnostic Features.

By Hitoshi NAKAMURA, Tomoya AKAHIRA and Yasuhiko IWANAMI

(キーワード：リンゴ，萎縮，*Geniculosporium*，腐朽)

II 病原菌とその同定

1 病原菌

(1) 形態

病原菌は不完全菌類（アナモルフ菌類）に属する *Geniculosporium* spp. である（日本植物病理学会・農業生物資源研究所 編, 2012）。

腐朽材上で形成される灰白色～灰色の菌塊上で分生子柄および分生子が形成される（図-1, 2）。分生子柄は、ほぼ直立に形成され、分枝する。分生子柄先端では分生

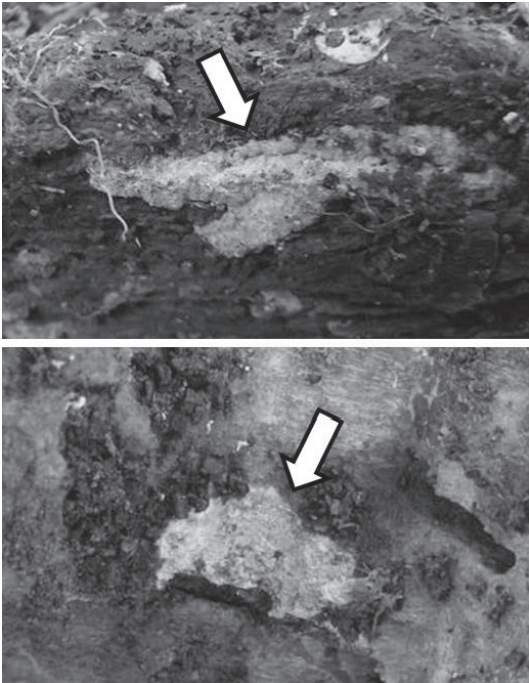


図-1 腐朽材上に認められるリンゴ葉巻萎縮病菌による灰色パッチ状の菌塊（上下とも矢印で示した部分）

子形成細胞が伸長しながら分生子を連続的に形成するため、ジグザグ状になる。これが本属の大きな特徴でもある。分生子は無色、単細胞、類球形～長楕円形で、大きさはおおよそ $3 \sim 6 \mu\text{m} \times 2 \sim 5 \mu\text{m}$ である。

(2) 培養性状

培養下では、ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天（PDA）培地上で白色でやや気中菌糸の多い、菊花状を呈する菌叢を形成する（図-3）。生育温度は $5 \sim 35^\circ\text{C}$ 、生育適温は 25°C 付近と考えられるが、 30°C 以上の高温域では生長しない菌株も多い。古い菌叢では、表面や培地中で黒色の菌体が形成される場合や黒色帯線が生じる場合等がある。なお、培養下における分生子柄・分生子の形成は認められていない。

2 同定

(1) 標徴および形態の観察

発病樹の根や地際部等に、灰色の菌塊がパッチ状に形成される（図-1）。通常、この菌塊の大きさは数 cm 程

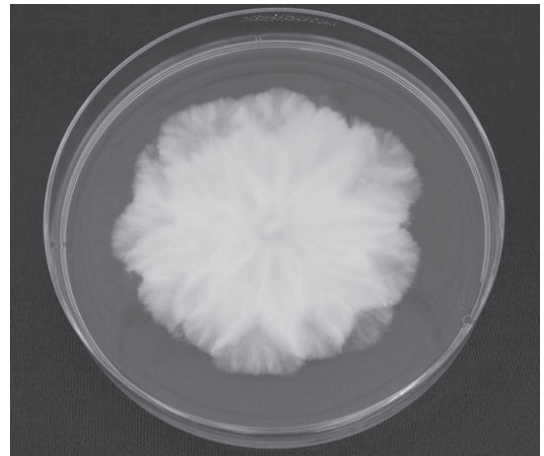


図-3 リンゴ葉巻縮病菌の培養菌叢
PDA培地上で約2週間培養。

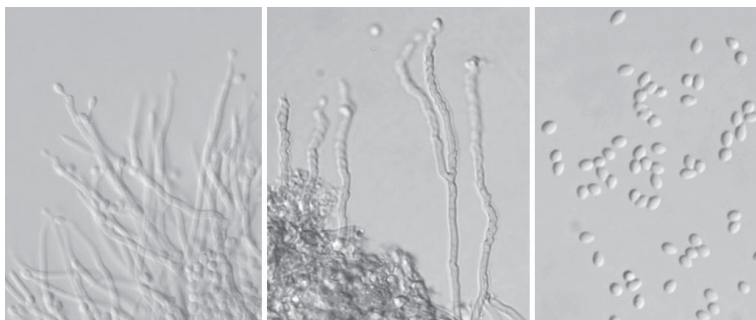


図-2 リンゴ葉巻萎縮病菌の分生子柄および分生子
分生子形成初期の分生子柄（左）、分生子形成が進んだ分生子柄（中）、分生子（右）。

度に及ぶため、肉眼で容易に確認できる。この菌塊が形成されるためには適度の温度と湿度を必要とすることから、野外では梅雨期や秋雨期等に確認しやすい。

上記の灰色パッチ状菌塊を発病樹の根や主幹から採取した腐朽材片で形成させることもできる。これは白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix*) の分生子形成方法 (中村, 2003) に準ずることで可能である。採取した材片を野外の日陰で浅く掘った穴、あるいは鹿沼土やもみ殻等を入れた素焼きの植木鉢に入れて、保湿のために稲わらや枯れ葉等を被せて放置すると、条件がよければ数週間程度で材片上に灰色菌塊が形成される。なお、菌塊形成のためには適度な光が必要であると推測されるため、放置する際には暗黒下条件とならないように注意する。

上記の菌塊上で分生子柄および分生子が形成されるので、表面を掻き取って検鏡する。既報を参考に、*Geniculosporium* 属の特徴である分生子柄の形状とそこで形成される分生子の形態を調べる。

(2) 分離および分離菌株を用いた形態観察

病原菌の分離については、発病樹の根や主幹等に認められた材腐朽部から常法に従って行うことでよい。腐朽部と健全部の境界部が認められる場合や腐朽が進んでいない材、あるいは灰色菌塊直下の材が得られた場合は、滅菌したナイフなどで表面を軽く削り、露出した腐朽部から2 mm 程度の大きさに切り出した材片を分離用寒天培地に置床することで、容易に分離することができる。灰色菌塊上の分生子を用いた分離は試みられていない。

得られた菌の培養性状を既報と比較し、同定の補助とする。また、下記項目で示すように接種を行って病原性を確認することで、同定の補助とする。

得られた分離菌株から分生子柄・分生子を形成させることも可能である。上記同様に白紋羽病菌の分生子形成方法 (中村, 2003) に準じて行う。ビニール袋に入れた滅菌したリンゴ枝など樹木枝 (長さ 15 ~ 20 cm, 径 1 ~ 1.5 cm) に菌株を接種して1 ~ 2か月程度、暗黒下で培養した後に、上述のように野外の日陰で保湿しながら放置する。梅雨期や秋雨期等では、早ければ1か月程度で菌塊の発達が見られ、分生子が形成される。

3 問題点と今後の課題

本病の病原菌は日本植物病名目録 (日本植物病理学会・農業生物資源研究所 編, 2012) においては *Geniculosporium* spp. とされており、*Geniculosporium* 属の複数種が病原菌であるかのように受け止められる。しかし、これは秋田県と長野県で発生した菌の異同が正確には決定できなかったためであり、必ずしも複数種が関与することを示すものではないことに注意されたい。なお、青

森県と長野県で得られた菌株間での rDNA ITS 領域の塩基配列の比較結果からは (中村ら, 未発表), これらは同一種である可能性が高いと思われる。

Geniculosporium 属は、子のう菌類クロサイワイタケ科 (*Xylariaceae*) の不完全世代 (アナモルフ世代) であることが知られており、完全世代はクロサイワイタケ科菌類であることが推定されるが、これまで確認されていない。しかし、秋田県で得られた菌株や青森県・長野県で得られた菌株の rDNA ITS 領域の塩基配列に基づく相同性検索の結果では各々 *Nemania* 属が挙げられ (浅利・佐野, 2009; 筆者ら, 未発表), また、発病樹において *Nemania* 属の子座形成が確認されている (浅利ら, 2013; 筆者ら, 未発表)。これらのことから、本病原菌の完全世代は *Nemania* 属である可能性が極めて高い。ここでは、今後の研究の進展を期待して、また、本病の早期発見のための注意喚起の一環として、*Nemania* 属の形態的特徴 (口絵③) について簡単に述べておくこととする。

Nemania 属の子座は、黒褐色 (未熟なものは灰黒色) の炭質状で、外観は平坦なクッション状を呈する。子座には多数の子のう殻が内包されており、縦断してみると子のう殻が並んで配置されているのがわかる。表面には子のう胞子を放出するための穴が空いており、その周辺部はやや盛り上がる。子のう胞子は褐色~暗茶褐色、長楕円形~紡錘形で、やや湾曲する。胞子の長径に沿って線状に発芽孔があり、これは周辺部より薄い色を呈するので比較的わかりやすい。

III 病原性

1 接種による病徴発現

接種には、圃場生育樹などの枝を用いる方法 (口絵④) とリンゴ台木であるマルバカイドウの挿し木苗を用いて室内で行う方法 (口絵⑤) がある (岩波ら, 2009; 赤平ら, 2012)。

枝を用いる方法については、PDA 平板培地で接種菌株を培養した後、径 5 mm 程度のコルクボーラーで打ち抜いた含菌寒天を接種源として用いる。リンゴ樹の新梢あるいは2年生枝の表皮を径 5 mm 程度に剥ぎ取った部位に接種源を密着させ、そのうえから乾燥防止のために接種部全体を接ぎ木用テープなどで巻いて覆う。接種対象の枝は生育期のものが望ましいが、二次伸長が認められれば、生育盛期以降でも構わない。通常、症状は当年中に現れる。

マルバカイドウ苗を用いる方法については、PDA 平板培地の菌叢上で培養した爪楊枝 (蒸留水中でオートク

レーブ滅菌)を接種源として用いる。ポット植えにした1~2年生のマルバカイドウ苗を地際部から5~10 cmの高さで切り返すなどして新梢の生長を促す。新梢が伸びてきた後、地際部から数cm上方の1箇所ドリル(径2.5 mm)で反対側まで貫通するように穴を開ける。その穴に接種源を差し込み、余分な部分を切除し、乾燥防止のために接種部をビニールテープなどで巻いて覆う。通常、接種後2週間程度で新梢先端の葉に症状が現れ始め、日数を経るに従って症状が顕著になる。

本病原菌のリンゴ品種に対する病原性などを調査する場合は枝を使用する方法で行い、本病原菌の病原力の違いを調べる場合や分離菌が本病の病原菌か否かを判断する場合等ではマルバカイドウ苗を使用する方法で行うのがよいと思われる。

2 病徴発現様式

症状が現れた葉や枝には病原菌は存在せず、接種植物においても接種部周辺以外からは菌は分離されない(赤平ら, 2012)。このことは菌が存在しなくても葉や枝に症状が現れることを示す。したがって、病原菌が材部に腐朽を起こすと、そこで産生した病徴を発現させる特性を有する代謝産物などが通導組織を通じて上部の枝葉に移行し、そこで症状を引き起こすものと考えられる。

このような病徴発現様式を有する病害には、リンゴなどの果樹類に発生する銀葉病がある。本病の病原菌は材質腐朽性の担子菌類(*Chondrostereum purpureum*, ムラサキウロコタケ)で、材部に腐朽を起こすとともに産生されたエンドポリガラクトナーゼ(endo-PG)が病徴発現物質として働いた結果、上部の葉で銀色に鈍く光る、いわゆる銀葉症状が起こる(宮入, 1988)。そのほかに、ナシ萎縮病やナシヒポキシロン幹腐病においても同様の様式によって症状が現れると推測されており(佐久間ら, 1993)、リンゴ葉巻萎縮病においても同様の発現様式と思われる。

また、マルバカイドウ苗に接種した際、葉齢に応じて様々な症状が認められることから、葉の生育段階と病徴発現物質との関係性が示唆される。自然発病条件においても、一枝内や一樹内で症状が異なることがしばしば観察され、また、異なる樹や発生場所間で症状が異なる場合もあり、病徴発現物質と葉の生育段階あるいは樹の栄養状態や樹勢等との関連によって症状が変化する可能性があると思われる。

IV 防除対策

本病については、伝染様式などが不明なこともあり具

体的な防除対策は講じられておらず、本病を対象とした登録薬剤もない。したがって、現状では一般的な腐朽病害に対して行うような耕種的な対策に拠らざるを得ない。ここでは、想定しうる対策について紹介することとする。

発病樹あるいは発病のおそれがある樹を早期に発見するため、主幹の地際部や地表面に露出した根には常に気を配り、灰色パッチ状の菌塊の存在を見逃さないようにする。実際、地表面に露出した根に灰色菌塊が形成されていても地上部では全く病徴を示していない樹が観察されたことがある。菌塊が形成されていても発症していない場合は、腐朽部が小さい可能性があるため、当該部を削り取ることを試みる。

本病原菌は、主幹の地際部や地表面に露出した根部の傷口から感染・侵入することから、除草作業を行う際には付傷に注意する。もし主幹地際部や地表面に露出した根を付傷させた場合は、付傷部に塗布剤を塗布し、傷口の保護とゆ合促進を図る。

本病の重症樹や枯死樹は伝染源となりうるため、可能な限り伐採・抜根して処分する。やむを得ず放置する場合は、樹周囲を清耕するなど乾燥状態を保ち、孢子形成などが起こらないようにする。

おわりに

リンゴ葉巻萎縮病については、防除対策を筆頭に不明な点や手つかずの点が多い。これは本病が最近報告されたものであることが理由であるが、冒頭でも触れたように、これまで生理障害との区別が正確になされてこなかったこともその一因と思われる。まずは、現場において異常症状を詳細に観察し、本病によるものか否かを見極める必要がある。本稿では、これまでの研究経緯を含めて病原菌や試験方法等について現状知りうる情報をおおよそ網羅したつもりである。今後、現場における発生状況の調査、そして本病原菌の詳細特定や本病の発生生態の解明に向けた試験研究に役立てていただけたら幸いである。

引用文献

- 1) 赤平知也ら (2012): 北日本病虫研報 63: 110 ~ 114.
- 2) 浅利正義・佐野輝男 (2009): 日植病報 75: 193 (講要).
- 3) ———ら (2013): 同上 79: 186 (講要).
- 4) 岩波靖彦ら (2009): 同上 75: 193 (講要).
- 5) ———ら (2010): 同上 76: 155 ~ 156 (講要).
- 6) 宮入一夫 (1988): 弘大農報 49: 61 ~ 148.
- 7) 中村 仁 (2003): 植物防疫 57: 123 ~ 126.
- 8) 日本植物病理学会・農業生物資源研究所 編 (2012): 日本植物病名目録 (第2版), 日本植物病理学会, 東京, 1524 pp.
- 9) 佐久間 勉ら (1993): 果樹試報 24: 45 ~ 59.