

植物防疫基礎講座：土壤病害の見分け方(2)

バーティシリウム菌による病害

群馬県園芸試験場

さか
酒
しら
白い
井
いし
石ひろし
宏
まさ
昌

群馬県農業技術課

とし
俊

は じ め に

近年、畑作物、なかでも園芸作物の栽培が各地で盛んになるにつれて、バーティシリウム菌による土壤病害の発生が増加してきている。また、バーティシリウム菌をめぐる情勢も変化しており、従来の *Verticillium dahliae* var. *longisporum* が新種 *V. longisporum* とされ、*V. tricorpus* の発生が国内で初確認されている。そこで、ここでは、国内で発生しているバーティシリウム菌による病害について、菌種ごとにその見分け方を紹介する。

I *Verticillium* 属菌の分類と発生生態、分離法

Verticillium 属菌は、不完全菌類に属し、直立した分生子柄上に小柄（フィアライド）を1~数段にわたって輪生し、その先端に分生胞子を集塊状に形成する（図-1）のを特徴とする（飯嶋、1983）。現在40種以上が報告されている（渡辺、1998）が、植物病原菌として扱われるのは *V. albo-atrum*, *V. dahliae*, *V. nigrescens*, *V. nubilum*, *V. longisporum*, *V. tricorpus* の6種である。このうち、*V. nubilum* は我が国では未発生である。

植物寄生性 *Verticillium* 属菌は、休眠体の違いなどによって表-1のように分類される。

また、近年では、RFLP 解析や RAPD-PCR 法などの分子生物学的手法により *V. albo-atrum*, *V. dahliae*, *V. longisporum* を区別することが可能である（小池・長尾、1997；小松、2001）。

バーティシリウム病菌は、土壤伝染性であり、休眠体が土壤中に長期間生存し、作物が作付けられると根から感染し維管束を侵す。そのため、病徵は、下葉の黄化、全身のしおれを伴うことが多く、発病株の維管束は褐変する。*V. dahliae* の休眠体である微小菌核は、土壤中で4~14年の長期間生存する（DOMSCH et al., 1993）。

病原菌の分離は、発病株の維管束褐変部を無菌的に切り出し素寒天培地に置床し、20~25°Cで培養して行う。

Soilborne Diseases Caused by *Verticillium* sp. By Hiroshi SAKAI and Toshimasa SHIRAISHI

(キーワード：バーティシリウム病、同定、発生生態、防除法)



図-1 *V. longisporum* のフィアライド

表-1 植物寄生性 *Verticillium* 属の検索表(長尾(1995)を改変)

- 1 休眠体として微小菌核を形成する
- 2 菌叢ははじめ白色で次第に黒くなる… *V. dahliae*, *V. longisporum*
- 2 菌叢ははじめ橙黄色、または白色で次第に黒くなり、厚膜胞子と休眠菌糸も形成する… *V. tricorpus*
- 1 休眠体として微小菌核を形成しない
- 3 厚膜胞子のみを形成する
 - 4 厚膜胞子の大きさは8~16 μmで間生が優占… *V. nubilum*
 - 4 厚膜胞子の大きさは5~10 μmで頂生が優占… *V. nigrescens*
- 3 休眠菌糸のみを形成する… *V. albo-atrum*

バーティシリウム病菌は、生育が遅く雑菌との競争にも弱いので、なるべく新鮮な試料から手早く分離することが肝要である。

II *V. longisporum* による病害

本種は、これまで *V. dahliae* var. *longisporum* とよばれ *V. dahliae* の変種とされてきたが、近年、KARAPAPA et al. (1997) によって形態的および分子生物学的解析が行われ *V. dahliae* とは別種とされた。国内では *V. dahliae* のアブラナ科系 (D群菌) 菌群 (萩原、1990) がこれにあたるとされ、本種名を使用することが提案されている（小池、1998）。現在、本種による病害は、キャベツでのみ報告（酒井ら、2001）があるが、

V. dahliae として報告がある作物、なかでもアブラナ科作物のなかに、*V. longisporum* によるものがあると思われ、今後これらの整理が必要である。

本種は、PDA 培地上での菌叢が、はじめ白色、後に中心から黒色に変わり、休眠体として微小菌核のみを形成する点は *V. dahliae* と同様である。本種と *V. dahliae* との違いは、①分生胞子の長径が長い、②微小菌核が不整型で細長い（図-2）、③フィアライド数が少ない、④ポリフェノールオキシダーゼ活性が弱い、⑤セイヨウアブラナ (*Brassica napus* spp. *oleifera*) に対する病原性が強い、⑥核の直径が大きい、⑦核内の DNA 含量が多いなどの点である（表-2）。

1 キャベツパーティシリウム萎凋病

結球期になると外葉が下葉から黄化・萎凋し、発病が激しい場合は結球葉まで黄化が及ぶ（口絵1）。根部、茎部および葉柄の維管束は褐変～黒変する（口絵2）。本病は、*V. dahliae* によっても発生するが、病徵の差異はほとんどない。群馬県の中山間地における夏秋取り作



図-2 *V. longisporum* の微小菌核（単位線分は 100 μm）

表-2 *V. longisporum* と *V. dahliae* との違い (KARAPAPA, et al. (1997) より作成)

	<i>V. longisporum</i>	<i>V. dahliae</i>
分生胞子の長径	長い 7.1~8.8 (平均 7.8) μm	短い 3.5~5.5 (平均 4.4) μm
微小菌核の形態	不整型で細長い	球形から亜球形
分生子柄先端の フィアライド数	4 本	5 本
ポリフェノール オキシダーゼ活性	弱い	強い
セイヨウアブラナに 対する病原力	強い	弱い
核の直径（平均）	1.85 μm	1.16 μm
DNA values (平均)	1.02	0.57

型では、発病は 7~10 月の収穫期間中に発生し、8~9 月が最も多くなる。病原菌の分離は、茎よりも葉柄部の維管束から行う方が分離率が高い。本菌は、5~30°C で生育し、生育適温は 25°C である。アブラナ科作物に病原力が強く、他の作物には病原性をほとんど示さない（剣持ら、1999）。防除法は、抵抗性の強い品種（剣持ら、2000）を作付ける、土壤消毒を行う、キャベツを含むアブラナ科植物およびパーティシリウム病の宿主作物の栽培を避ける、発病圃場からの土の移動に注意するなどである。また、キタネグサレセンチュウが発病を助長する（酒井ら、2002）ことから、線虫対抗植物のエンバク野生種などを作付け、キタネグサレセンチュウ密度を抑制することも本病防除に有効と考えられる。

III *V. dahliae* による病害

本種の宿主範囲は広く、国内では、現在までに野菜類 13 科 28 種、花き 9 科 21 種、果樹・樹木 4 科 4 種（タラノキは野菜類に含めた）と非常に多くの作物にパーティシリウム病を引き起こしている。本種は、PDA 培地上ではじめ白色、後に中心から黒色に変わり、休眠体として微小菌核（図-3）のみを形成する。生育適温は 23~25°C で、30°C でも生育できる (DOMSCH et al., 1993)。

本種には、寄生性の異なる系統が知られており、ナス、トマト、ピーマン、ハクサイ、エダマメに対する病原性から、ナス系、トマト系、ピーマン系、トマト・ピーマン系、エダマメ系、病原性不明株の 6 系統に類別される（萩原、1990）。なお、アブラナ科系菌株は *V. longisporum* となった。

1 ウド萎凋病

梅雨明けころから一部の下葉の黄化、生育不良などの病徵が現れ、しだいに全身が黄化、やがて枯死に至る。

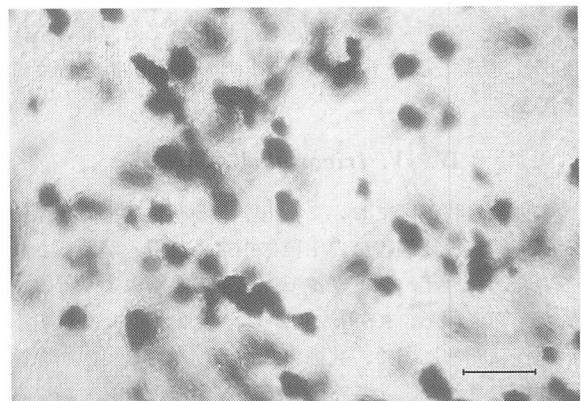


図-3 *V. dahliae* の微小菌核（単位線分は 100 μm）

夏期の高温期には病徵が停滞することもあるが、秋口には再び進展する。黄化した葉柄を切断してみると、維管束部の褐変が見られるので、単なる肥切れなどと区別できる。本病は根株養成期の栽培に発生し、軟化栽培では発生しない。

激しく発病すると黄化した葉柄は枯死して主幹から脱落するが、内部に多数の微小菌核を作り、これが次次の感染源となる。また、発病株の根部の中心柱は褐変する。

本病では *V. dahliae* のなかのトマト系菌群が多く、ナス系、ピーマン系、エダマメ系などの菌群による発病も確認されている（白石、1991）。

ウドの品種により萎凋病の抵抗性は異なるが、防除にはクロルピクリン剤によるマルチ畦内消毒の卓効が報告されている（白石、1994）。

2 トマト半身萎凋病

はじめ下葉の小葉が葉縁からくさび形に黄化する。黄化は次第に上位葉におよび、しおれが見られる場合もある。株全体が枯死することはほとんどないが、果実の肥大が不良となる。根や茎の維管束は褐変する。本病は、この褐変程度が、萎凋病や青枯病に比較すると薄い傾向がある。病原菌には、レース 1 と抵抗性品種を侵すレース 2（小林、1990）がある。防除法は、土壤消毒を行う、抵抗性品種を作付けるなどである。また、レース 2 に対してクロルピクリン剤のマルチ畦内消毒の効果が認められている（白石ら、1996）。

3 イチゴ萎凋病

はじめ外葉の葉柄が赤変し、小葉がしおれる。後に、外葉全体がしおれ、さらに株全体が萎凋し枯死に至る。根冠の維管束は発病初期はほとんど褐変が見られないが、病徵が進展すると薄く褐変する。山上げ育苗地などの育苗圃場で感染し、本圃に定植したのち発病する例が多く見られる。病原菌の系統は、ナス系、トマト系、ピーマン系、エダマメ系、病原性不明株である（酒井ら、2001）。防除法は、育苗圃場、本圃の土壤消毒を行うことである。

IV *V. tricorpus* による病害

本種は、我が国において、トマト萎凋性病害の病原菌として特定重要病害虫の 1 種に指定され侵入が警戒されていたが、近年、ジャガイモの塊茎の維管束より分離された（海老原ら、1999）。しかし、ジャガイモに対する病原性は非常に弱く、数種ナス科植物に対しての病原性はないとした。ところが、その翌年、デルフィニウムに萎凋・枯死を引き起こす原因菌として本種が報告され

（築尾ら、2000），国内初の病原菌とされた。その後、デルフィニウムに近縁のラクスパーでも本種が病原菌として記載された（築尾ら、2001）。また、アネモネ、ニゲラ、ランキュラスなどのキンポウゲ科植物やトマトからも分離されており、病原性の検討が行われている（海老原ら、2000）。

1 デルフィニウム半身萎凋病

下葉から萎凋し上位葉に及んでやがて枯死する。地際部付近の茎の維管束は褐変し導管内に菌糸が観察される。本菌は、若い菌層は黄色を呈するが、後に淡黒色となる（図-3）。培地上に微小菌核、休眠菌糸（図-4）、厚膜胞子（図-5）を同時に形成する。5～35°Cで生育し、生育適温は 20°C付近である。

V *V. albo-atrum* による病害

本種により国内で発生している病害は、アルファアルファバーティシリウム萎凋病（北沢・佐藤、1981）、ジャガイモ半身萎凋病（斎藤ら、1981）、ダイコンバーティシリウム黒点病（角野、1997）である。ジャガイモ、ア

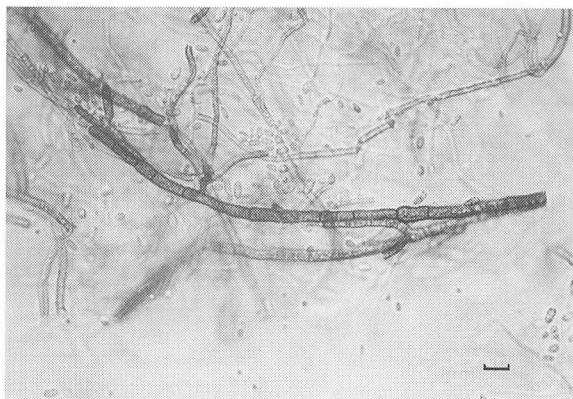


図-4 *V. tricorpus* の休眠菌糸（単位線分は 10 μm）

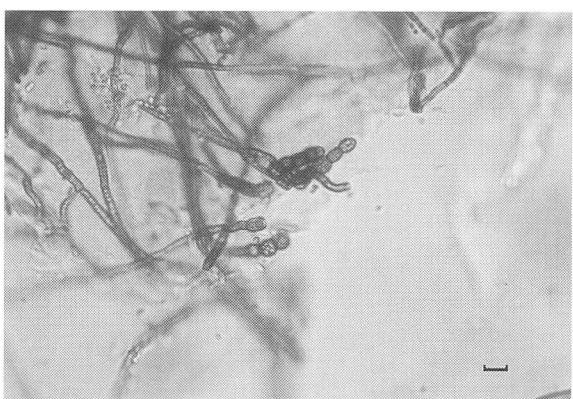


図-5 *V. tricorpus* の厚膜胞子（単位線分は 10 μm）

ルファルファでは下葉から黄化・萎凋し、株が枯死に至る。ダイコンでは、地上部の病徵は見られないが、根部の維管束が黒変する。本種は、休眠体として休眠菌糸のみを生じる。また、分生子柄の基部が暗色～黒色に着色する、30°Cで生育できないなどの特徴をもつ。本種は、一般に低温を好むと考えられており、北海道での発生の報告が多く、本州での発生はアルファルファ（白石ら、1990）のみである。

VI *V. nigrescens* による病害

本種により国内で発生している病害は、ジャガイモ半身萎凋病（北沢ら、1984）、ウド萎凋病、メロン半身萎凋病（飯嶋、1977）である。いずれの作物においても、病徵は下葉の黄化、萎凋、茎の維管束の褐変である。本菌はPDA培地上で、はじめ白色、後に中心部が淡黒褐色となり、さらに同心円状に着色する。休眠器官として、厚膜胞子のみを生ずる。本種は、*V. nubilum* と比較して厚膜胞子は小さく、生育適温が高い。

おわりに

以上、パーティシリウム菌による病害とその見分け方について述べてきた。本属菌のなかで最も重要なのは、*V. dahliae* であるが、*V. dahliae* とは別種になった *V. longisporum*、国内で初確認された *V. tricorpus* の動向にも注意が必要である。パーティシリウム病は、病原菌が土壤中に長期間生存でき、抵抗性品種もほとんどない

ことなどから、一度発生すると防除が困難な病害である。今後は、本属菌による病害の発生生態をさらに解明するとともに、輪作などの耕種的防除などにより、パーティシリウム病が発生しないような栽培体系を検討していく必要があると考えられる。

引用文献

- DOMSCH, K. H. et al. (1993) : Compendium of Soil Fungi, IHW-Verlag : pp. 828~845.
- 海老原克介ら (1999) : 日植病報 65 : 399 (講要).
- (2000) : 同上 66 : 274 (講要).
- 萩原 廣 (1990) : 植物防疫 44 : 299~303.
- 飯嶋 勉 (1977) : 日植病報 43 : 343 (講要).
- (1983) : 植物防疫 37 : 89~95.
- KARAPAPA, V. K. et al. (1997) : Mycol. Res. 101 : 1281~1294.
- 剣持伊佐男ら (1999) : 関東病虫研報 46 : 31~34.
- (2000) : 園芸学雑 69 : 483~491.
- 北沢健治・佐藤倫造 (1981) : 日植病報 47 : 272~274.
- ・佐藤章夫 (1984) : 同上 50 : 641 (講要).
- 小林正伸ら (1990) : 神奈川農総研報 132 : 35~42.
- 小池正徳 (1998) : 植物防疫 52 : 286~289.
- ・長尾英幸 (1997) : 同上 51 : 271~275.
- 小松 勉 (2001) : 同上 55 : 503~507.
- 長尾英幸 (1995) : 防菌防微 23 : 503~511.
- 斎藤 泉ら (1981) : 植物防疫 35 : 316.
- 酒井 宏ら (2001) : 日植病報 67 : 160~161 (講要).
- (2001) : 群馬園試研報 6 : 59~64.
- (2002) : 日植病報 68 : 199 (講要).
- 白石俊昌 (1990) : 同上 56 : 147 (講要).
- ら (1991) : 同上 57 : 396 (講要).
- ら (1994) : 群馬農業研究 D 園芸 8 : 35~44.
- ら (1996) : 関東病虫研報 43 : 107~108.
- 角野晶大 (1997) : 日植病報 63 : 203 (講要).
- 築尾嘉章ら (2000) : 同上 66 : 303 (講要).
- (2001) : 同上 67 : 165 (講要).
- 渡辺恒雄 (1998) : 植物土壌病害の事典, 朝倉書店 : pp. 195~210.

(27ページからの続き)

《サンリットカルホス粉剤》(20988:三共) 2002/12/24

だいす：フタスジヒメハムシ・紫斑病：14日前：2回

●ダイアジノン・シメコナゾール粒剤

ダイアジノン 3%

シメコナゾール 1.5%

《モンガリット・ダイアジノン粒剤》(20989:三共) 2002/12/24

稻：紋枯病・ニカメイチュウ：出穗5日前まで(収穫60日前まで)：2回

「除草剤」

●カフェンストロール・ダイムロン・プロモブチド・ベンスルフロンメチル水和剤

カフェンストロール 5.5%

ダイムロン 10.0%

プロモブチド 12.0%

ベンスルフロンメチル 1.0%

《ラクダープロL フロアブル》(20971:三共, 20972:デュポン) 2002/12/20

移植水稻：水田一年生雜草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ：移植後3~15日(ノビエ2.5葉期まで)：1回：原液湛水散布

●カフェンストロール・シクロスルファムロン・ダイムロン

粒剤

カフェンストロール 4.2%

シクロスルファムロン 0.90%

ダイムロン 9.0%

《レオンジャンボ》(20975:住商アグロインター) 2002/12/20

移植水稻：水田一年生雜草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ(北海道を除く)・ミズガヤツリ(東北, 関東・東山・東海, 九州)・ヒルムシロ(関東・東山・東海, 九州)：[北海道, 東北：移植後5~12日(ノビエ1.5葉期まで)] [北陸, 近畿・中国・四国：普通期栽培地帯, 九州：普通期栽培地帯：移植後5~12日(ノビエ2葉期まで)] [関東・東山・東海：普通期栽培地帯：移植後5~12日(ノビエ2葉期まで, 但し砂壤土は移植後5~10日(ノビエ1.5葉期まで))：小包装(パック)10個(500g)/10a]

●プレチラクロール・ベンスルフロンメチル粒剤

プレチラクロール 6.0%

ベンスルフロンメチル 0.75%

《ルーキー1キロ粒剤75》(20977:シンジェンタ) 2002/12/20

移植水稻：水田一年生雜草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・クログワイ・オモダカ・セリ・シズイ(東北)・エゾノサヤヌカグ(36ページへ続く)