

北海道で発生した *Colletotrichum acutatum* による 萎凋性のイチゴ炭疽病

北海道立総合研究機構道南農業試験場 ^み三 ^{さわ}澤 ^{とも}知 ^お央

はじめに

イチゴ炭疽病は、我が国のイチゴ栽培における最重要病害である。本病の主要な病原菌は、*Glomerella cingulata*；不完全時代 *Colletotrichum gloeosporioides* (岡山・辻本, 1994) および *Colletotrichum acutatum* (石川ら, 1992；松尾・太田, 1992) の2種である。前者による病徴は葉身に不明瞭な墨色の斑点、葉柄およびランナーには黒色紡錘形でやや陥没した病斑を形成するとともに、クラウン部が褐変し萎凋・枯死症状（以下、萎凋性の炭疽病）を呈する。一方、後者による病徴は葉では葉縁部に黒褐色の不整形病斑を形成し、葉柄およびランナーでは、黒褐色のやや陥没した紡錘形病斑を形成するのみで萎凋・枯死症状は呈さない（以下、葉枯性の炭疽病）とされてきた。しかし、2006年6月、北海道南西部に位置する上ノ国町、江差町および乙部町のイチゴ採苗圃場において発生した親株の萎凋・枯死症状について、菌の分離、同定、病原性の検定を行った結果、本症状が *C. acutatum* による炭疽病であることが明らかとなった（三澤ら, 2008；2010）。*C. acutatum* による萎凋性の炭疽病の発生は、これまで我が国では確認されていない。そこで、萎凋性のイチゴ炭疽病発生の概要および近年の北海道における各種作物の *C. acutatum* による病害の発生状況について紹介する。

I 萎凋性のイチゴ炭疽病の発生状況および病徴

2006年6月上旬、北海道上ノ国町、江差町および乙部町内のハウス栽培イチゴ（品種：けんたろう）採苗5圃場において、親株の萎凋・枯死症状が発生した（口絵A）。

発生圃場では、培土を充填した発泡スチロール製容器内に親株を定植し、もみがら上にランナーを伸長させる「もみがら採苗法」（中住, 2003）により栽培していた。発病親株ではランナーの伸長が不良となり、やがて親株が萎凋、枯死した。親株の発病・枯死に伴い子苗も枯死

したが、子苗での発病は確認されなかった。発病した親株のクラウン部を縦に切断すると外側から褐変が認められた（口絵B）。褐変クラウン部とつながった葉柄は基部が褐変していた。葉身部では病斑の形成は認められなかった。5圃場合計で1260株の発病状況を調査した結果、発病株率は6月22日には7.6%、7月18日には19.4%に達した。

萎凋症状発生圃場のうち上ノ国町内1圃場、江差町内1圃場より発病株を採取し、常法により菌の分離を行ったところ、単一の糸状菌が分離された。上ノ国町分離菌から単孢子由来のK11, K21の2菌株を得て、以降の試験に供試した。また、対照菌株として、1999年に栃木県で発生した葉枯性のイチゴ炭疽病発病株の葉身部から分離した *C. acutatum* A-3 菌株を試験に供試した。

II 分離菌の同定

1 培養特性と形態

分離菌のPDA培地上における菌叢は綿毛状、はじめ白色で後に赤桃色の分生子粘塊を菌叢表面に密生した。また、菌叢の基底部は赤桃色に着色していた。分生子は、無色単胞で、先端がやや尖った紡錘形であり、大きさはK11菌株で平均 $11.4 \times 4.0 \mu\text{m}$ 、K21菌株で平均 $11.7 \times 3.9 \mu\text{m}$ であった（口絵C）。ジャガイモ・ニンジン寒天培地を用いたスライドカルチャーによって形成された付着器は楕円形～棍棒状、時に不整形、淡褐色～暗褐色で、大きさはK11菌株で平均 $9.7 \times 5.6 \mu\text{m}$ 、K21菌株で平均 $9.4 \times 5.7 \mu\text{m}$ であった（口絵D）。これらの結果はSUTTON (1992) による *C. acutatum* の記載および対照のA-3菌株とほぼ一致した（表-1）。分離菌およびA-3菌株の5, 10, 15, 20, 25, 30および35℃の各温度におけるPDA培地上での菌叢の生育を調査した結果、分離菌では10～30℃で菌叢の生育が認められ、25℃で5日間培養した菌叢直径は31.3mmと生育は緩慢であった（図-1）。佐藤 (1997) は、*C. acutatum* と *C. gloeosporioides* の簡易同定法の1項目として、PDA培地上で25℃5日間培養後の菌叢直径が6cm以下を前者、6cm以上を後者としており、分離菌の菌叢直径は *C. acutatum* に一致した。

Occurrence of Anthracnose Crown Rot of Strawberry Caused by *Colletotrichum acutatum* in Hokkaido. By Tomoo MISAWA

(キーワード：イチゴ, 炭疽病, *Colletotrichum acutatum*, 萎凋性, 北海道)

表-1 イチゴ分離菌と既報の *Colletotrichum acutatum* と *C. gloeosporioides* の形態比較

菌株	分生子		附着器	
	形	大きさ ^{a)} (平均)	形	大きさ ^{b)} (平均)
K11	紡錘形	9.4 ~ 14.2 × 3.4 ~ 4.7 μm (11.4 × 4.0 μm)	楕円形, 棍棒状~不整形	8 ~ 12 × 4 ~ 7 μm (9.7 × 5.6 μm)
K21	紡錘形	8.6 ~ 15.3 × 3.1 ~ 4.5 (11.7 × 3.9 μm)	楕円形, 棍棒状~不整形	7 ~ 13 × 4.5 ~ 7.5 μm (9.4 × 5.7 μm)
<i>C. acutatum</i> A-3	紡錘形	10.8 ~ 15.4 × 4.3 ~ 5.9 μm (13.2 × 5.1 μm)	棍棒状, 卵形~不整形	8.5 ~ 15.5 × 5 ~ 8 μm (10.7 × 6.1 μm)
<i>C. acutatum</i> ^{c)}	紡錘形	8.5 ~ 16.5 × 2.5 ~ 4	棍棒状, 卵形~不整形	8.5 ~ 10 × 4.5 ~ 6
<i>C. gloeosporioides</i> ^{c)}	円筒形	12 ~ 17 × 3.5 ~ 6	棍棒状, 卵形, 輪郭に凹凸がある	6 ~ 20 × 4 ~ 12

a), b) 30 個測定, c) SUTTON (1992).

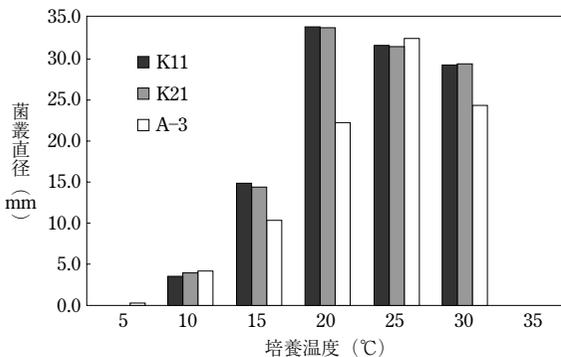


図-1 *Colletotrichum acutatum* K11 菌株, K21 菌株および A-3 菌株の異なる温度条件における菌叢直径 (PDA 培地・5 日間培養)

2 薬剤耐性

C. acutatum と *C. gloeosporioides* は形態的に類似し, 類別が困難な場合があるため, ベノミル剤およびジエトフェンカルブ剤に対する感受性の違いを利用した簡易同定 (佐藤, 1997) を行った。その結果, ベノミル剤 (1,250 ppm) 添加 PDA 培地で 25°C, 5 日間培養した菌叢の直径は, いずれの菌株も薬剤無添加 PDA 培地上の菌叢直径と比較して 20% 以上 (K11: 23.3%, K21: 25.6%, A-3: 24.4%) であった。同様に, ジエトフェンカルブ剤 (625 ppm) 添加 PDA 培地でも, いずれの菌株も 20% 以上 (K11: 45.1%, K21: 49.6%, A-3: 98.1%) であり, 佐藤 (1997) の *C. acutatum* の性質と一致した。

3 PCR 検定

C. acutatum, *C. gloeosporioides* をそれぞれ特異的に検出するプライマー (MILLS et al., 1992; SREENIVASAPRASAD et al., 1996) を用いて PCR 検定を行った。その結果, 分離

した 2 菌株および *C. acutatum* A-3 菌株は, いずれも *C. acutatum* の種特異プライマーを用いた PCR 法により 490 bp の増幅断片が得られた (図-2)。以上から分離菌を *C. acutatum* Simmonds ex Simmonds と同定した。

III 病原性

分離菌および対照の *C. acutatum* A-3 菌株の分生子懸濁液 (約 1.0×10^5 個/ml) をイチゴ苗全体 (品種: けんたろう) に噴霧接種し, 病原性を検定した。その結果, K11 および K21 菌株を接種したイチゴ苗では, 接種 1 週間後に葉柄が褐変または黒変し, 接種 2 週間後に株全体がしおれ始めた。接種 4 週間後には大半の葉身が地面に接する程度まで萎凋が進んだ (口絵 E)。株を掘り上げて, クラウン部を切断したところ褐変が認められた。葉身部には病斑が形成されなかった。一方, A-3 菌株を接種したイチゴ苗では, 葉身に淡褐色で長径 12 mm 程度の楕円形病斑を形成したが, 萎凋症状は呈さなかった。いずれの発病株からも, 接種菌が再分離された。なお, 無接種 (滅菌水噴霧) 区では病徴は認められなかった。

以上のことから, 今回の萎凋症状は *C. acutatum* による炭疽病であることが明らかとなった。本症状の発生が認められた 5 圃場のうち, 菌の分離は 2 圃場, 同定および病原性の確認は 1 圃場のみで実施したが, いずれの圃場でも病徴が酷似していたことから, これらの病害は, *C. acutatum* による萎凋性の炭疽病であると考えられる。本種による萎凋性のイチゴ炭疽病の発生事例は, 海外では報告されている (SMITH, 1986; SANTOS and ROMERO, 1999; TANAKA et al., 1999) が, 我が国では, これまで報告されていない。

また, 萎凋症状から分離した K11 菌株を, 品種 '宝交

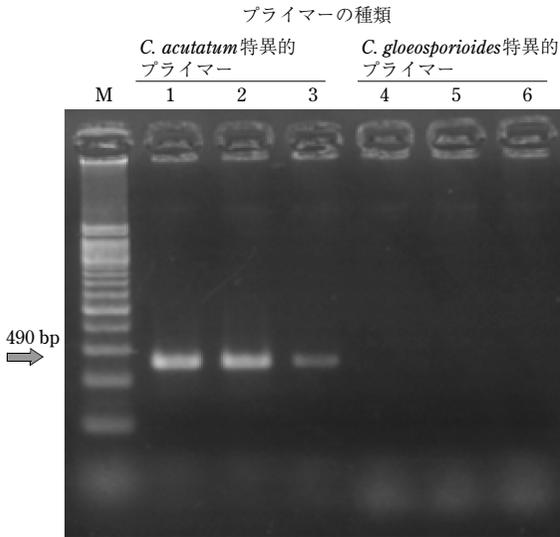


図-2 種特異的プライマーを用いたPCR法による同定
 レーン1～3: *C. acutatum* 特異的プライマーを用いてPCR。
 レーン4～6: *C. gloeosporioides* 特異的プライマーを用いてPCR。
 M: 200-bp ラダーマーカー、
 レーン1, 4: K11 菌株, レーン2, 5: K21 菌株, レーン3, 6: A-3 菌株。

早生'2株に接種した結果、1株で萎凋症状が再現された(データ未記載)。現地での発生品種である'けんたろう'以外の品種においても病徴が再現されたことから、萎凋症状は'けんたろう'に特異的に発生するものではない、すなわち菌株の特性であることが示唆された。しかし、本試験では供試品種数および供試苗数が少ないことから、本症状の品種間差異については、現在検討中である。

IV 発生地域における防除対策と翌年以降の発生状況

C. acutatum による萎凋性のイチゴ炭疽病発生ハウスでは、以下四つの防除対策を実施した。①発病株の抜き取り、②薬剤の茎葉散布、③水の跳ね返りによる炭疽病菌の伝染を防止するため、子苗に対する灌水方法をチューブ灌水からホースによる手灌水に切り替えた、④発病した親株から子苗への感染を防止するため、親株と子苗の間にビニール資材を展張し、両者を物理的に遮断した。以上の防除対策を講じた結果、子苗での発病は確認されなかった。そのため、発生圃場から採苗した外観健全な子苗を、2006年8月に本圃に定植した。翌2007年の収穫期(5～6月)に本圃での発生状況を調査した結果、本病の発生は確認されなかった(栢森ら, 2009)。

発生地域の本圃では発泡スチロール製容器を利用した

高設栽培を実施している。2007年の収穫期に本圃での発生は確認されなかったものの、土壌中に残存する病原菌を完全に死滅させるため、発生圃場から採苗した子苗を定植した土壌は、全量太陽熱消毒を実施した。2008年の収穫期にも、本圃での発生状況を調査した結果、本病の発生は確認されず、発生地域における本病の定着を阻止できたと判断した(栢森ら, 2009)。

V 北海道における各種作物の *C. acutatum* による炭疽病の発生状況

C. acutatum (SIMMONDS, 1965) は、1965年にオーストラリアで命名記載された種で、92年に国内初発生が確認されて以来、北海道を除く全国各地で様々な作物に炭疽病を起こすことが相次いで報告されてきた(佐藤, 1997)。北海道内における本種による病害の初確認は、1998年に道東の士幌町で発生した葉枯性のイチゴ炭疽病である(安岡, 2000)。道東地域では、その後本種による病害の発生は確認されていない。しかし、道南地域では2002年にブルーベリー(萩田, 2006)、06年には本稿で紹介したイチゴ(三澤ら, 2008; 2010)、08年にはリンゴおよびマルメロ(三澤, 未発表)で本種による炭疽病の発生が確認されており、発生地域および発生作物の拡大が懸念されている。

一方、植松ら(2004)は北海道大学総合博物館に収蔵されているペニバナ炭疽病の乾燥標本(*Gloeosporium carthami* の基準標本, 1915年に札幌市で採集)を調査し、病原菌の所属の再検討を行い、分生子の形態およびrDNA-ITS領域の塩基配列の解析結果から、同標本が*C. acutatum* と同一種であると結論した。すなわち、1915年にはすでに道内に*C. acutatum* が生息していたことが明らかとなった。安岡(2000)の報告の85年も以前に道内に本種が生息していたという事実は、今後本種による病害の防除対策を構築するうえでも重要な知見である。

おわりに

北海道においては、*C. acutatum* による炭疽病の発生が確認された時期が国内の他の地域より遅かったため、本種に関する研究蓄積が乏しい。筆者も炭疽病の診断経験が乏しかったため、*C. acutatum* による萎凋性のイチゴ炭疽病の発生時に現場から診断を依頼された際、萎凋症状を示すにもかかわらず、*C. acutatum* 様の糸状菌が分離されたため大変困惑し、診断結果を出すまでに時間を要してしまった。本種の国内における急激な発生地域の拡大(佐藤, 1997)および道南地域での近年の相次ぐ

発生事例からかんがみて、今後道内において本種による病害の発生地域が拡大することが懸念される。本種による炭疽病が発生した際には、迅速かつ正確に診断し、速やかに防除対策を講じることが必要である。そのため、道内の病害診断担当者においては本種の同定・識別技術の向上が望まれ、筆者もこれに助力する所存である。

最後に、本試験の現地実態調査を担当していただいた元・檜山農業改良普及センター（現在・北海道立総合研究機構・中央農業試験場）栢森美如氏および PCR 検定を快くお引き受けいただいた同試験場堀田治邦博士、対照菌株を分譲いただいた栃木県農業試験場中山喜一氏、貴重なご助言をいただいた農業生物資源研究所佐藤豊三博士、十勝農業試験場安岡眞二氏、前北見農業試験場萩田孝志博士、ジェトフェンカルブ剤を分譲いただいた住友化学株式会社田淵俊哉氏に厚くお礼申しあげます。

引用文献

1) 石川成寿ら (1992): 関東病虫研報 39: 129 ~ 133.

- 2) 萩田孝志 (2006): 北日本病虫研報 57: 78 ~ 81.
- 3) 栢森美如ら (2009): 北海道農業普及研究会報 27: 49 ~ 53.
- 4) 松尾和敏・太田孝彦 (1992): 日植病報 58: 544 (講要).
- 5) MILLS, P. R. et al. (1992): FEMS Microbiology Letters 98: 137 ~ 143.
- 6) 三澤知央ら (2008): 日植病報 74: 82 (講要).
- 7) ———ら (2010): 同上 76: (印刷中).
- 8) 中住晴彦 (2003): 北農 70: 223 ~ 227.
- 9) 岡山建夫・辻本 昭 (1994): 日植病報 60: 617 ~ 623.
- 10) SANTOS, B. G. P. and F. M. ROMERO, (1999): Plant Dis. 83: 301 (Abstr.).
- 11) 佐藤豊三 (1997): 四国植防 32: 1 ~ 19.
- 12) SIMMONDS, J. H. (1965): Queensl. J. Agric. Anim. Sci. 22: 437 ~ 459.
- 13) SMITH, B. J. (1986): Plant Dis. 70: 1074 (Abstr.).
- 14) SREENIVASAPRASAD, S. et al. (1996): Plant Pathol. 45: 650 ~ 655.
- 15) SUTTON, B. C. (1992): In *Colletotrichum*: Biology, Pathology and Control, CAB International, Wallingford, p.1 ~ 26.
- 16) TANAKA, M. A. S. et al. (1999): Summa Phytopathologica 25: 303 ~ 307.
- 17) 植松清次ら (2004): 日植病報 70: 219 (講要).
- 18) 安岡眞二 (2000): 北日本病虫研報 51: 295 (講要).

(新しく登録された農薬 31 ページからの続き)

- **CYAP 水和剤** ※名称変更
22678: ホクサンサイアノックス水和剤 (北海三共) 10/04/21
CYAP: 40.0%
三共サイアノックス水和剤 (No. 12092) から商品名のみ変更
- **CYAP 粉剤** ※名称変更
22679: ホクサンサイアノックス粉剤 (北海三共) 10/04/21
CYAP: 3.0%
北海三共サイアノックス粉剤 (No. 22222) から商品名のみ変更

「殺虫殺菌剤」

- **クロチアニジン・メトキシフェノジド・トリシクラゾール・バリダマイシン・フェリムズン粉剤** ※新混合剤
22657: キクゾー粉剤 DL (協友アグリ) 10/04/07
クロチアニジン: 0.50%, メトキシフェノジド: 0.50%, トリシクラゾール: 0.50%, バリダマイシン A: 0.30%, フェリムズン: 2.0%
稲: いもち病, 紋枯病, 穂枯れ (ごま葉枯病菌), ウンカ類, ツマグロヨコバイ, カメムシ類, コブノメイガ, フタオビコヤガ: 収穫 21 日前まで
- **クロラントラニプロール・ジノテフラン・プロベナゾール粒剤** ※新混合剤
22658: ホクコービルダーフェルテラスタークル箱粒剤 (北興化学工業) 10/04/07
22659: ビルダーフェルテラスタークル箱粒剤 (明治製菓) 10/04/07
22660: MIC ビルダーフェルテラスタークル箱粒剤 (三井化学アグロ) 10/04/07
クロラントラニプロール: 0.75%, ジノテフラン: 2.0%, プロベナゾール: 10.0%
稲 (箱育苗): いもち病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, コブノメイガ, フタオビコヤガ: 移植 3 日前 ~ 移植当日

「殺菌剤」

- **オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン・銅水和剤** ※名称変更
22666: ホクサンバクテサイド水和剤 (北海三共) 10/04/07
オキシテトラサイクリン: 1.0%, ストレプトマイシン硫酸塩: 12.5%, 水酸化第二銅: 38.4%
三共バクテサイド水和剤 (No. 18398) から商品名のみ変更
- **タラロマイセス フラバス水和剤**
22673: モミキーパー (セントラル硝子) 10/04/21
タラロマイセス フラバス B-422 株胞子: 1×10^8 CFU/ml
稲: ばか苗病, いもち病, 苗立枯病 (リゾープス菌), 苗立枯病 (トリコデルマ菌): 浸種前
- **ジクロシメット粉剤** ※名称変更
22674: ホクサンデラウス粉剤 DL (北海三共) 10/04/21
ジクロシメット: 0.30%
三共デラウス粉剤 DL (No. 20364) から商品名のみ変更
- **ジクロシメット水和剤** ※名称変更
22675: ホクサンデラウスフロアブル (北海三共) 10/04/21
ジクロシメット: 7.5%
三共デラウスフロアブル (No. 20367) から商品名のみ変更
- **ジクロシメット粒剤** ※名称変更
22676: ホクサンデラウス粒剤 (北海三共) 10/04/21
ジクロシメット: 3.0%
三共デラウス粒剤 (No. 20361) から商品名のみ変更

「除草剤」

- **ペントキサゾン・ACN 水和剤** ※新混合剤
22655: クリアホープフロアブル (科研製薬) 10/04/07
22656: 兼商クリアホープフロアブル (アグロ カネショウ) 10/04/07
ペントキサゾン: 4.0%, ACN: 18.0%

(50 ページに続く)