

広義 *Colletotrichum acutatum* の種分割と炭疽病の病原再同定

独立行政法人農業生物資源研究所

富山県農林水産総合技術センター園芸研究所

佐
藤
森

とう
藤
脇

とよ
豊
じょう
丈

ぞう
三
じ
治

はじめに

温帯域を中心に世界的に分布する多犯性炭疽病菌 *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds は、我が国では1992年初めてイチゴに被害を及ぼすことが報告され、現在、リンゴやトルコギキョウ等47種の有用植物に炭疽病を起こすことが知られている（日本植物病理学会・農業生物資源研究所, 2012）。10年ほど前から炭疽病菌の分類に分子系統解析が取り入れられ（Moriwaki et al., 2002; 2003; 佐藤・森脇, 2009）、ここ数年の間に分子に基づく再分類の論文がいくつも発表された（Crouch et al., 2009; Damm et al. 2009; Moriwaki and Tsukiboshi, 2009; Damm et al., 2012 a; 2012 b; Weir et al., 2012）。*C. acutatum* も一部の形態に基づいて一括りにされた複数種の集合体（種複合体 = species complex）であることが明らかになり、その構成種が順次分割されている（Nirenberg et al., 2002; Shivas and Tan, 2009; Uematsu et al., 2012; Damm et al., 2012 b）。

最近、国内でセルリーに激しい萎縮を伴う炭疽病が発生し、既報の *C. acutatum* による苗の炭疽病とは病徴も被害も明らかに異なることが報告された。そこで、分子系統解析により両者の病原菌を再同定した結果、同複合体の異なる構成種であることが判明した（Fujinaga et al., 2011）。このように、広義の *C. acutatum* (= 種複合体) には分子のみならず、形態や病原性により明確に識別できる複数種が含まれており、当然のことながら、それらの宿主範囲も異なる。したがって、構成種ごとに起因される病害を識別・診断することは、それらの総合的な防除を考えるうえで不可欠と言えよう。本稿では、主に β -tubulin-2 遺伝子を用いた系統解析による *C. acutatum* 種複合体の分割とそれに基づく国内産菌株の再同定について述べ、炭疽病の診断・防除の一助としたい。

I *Colletotrichum acutatum* の分類の変遷

1 形態分類

多犯性炭疽病菌 *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds は分生子が小型の紡錘形で培養コロニーが赤くなる特徴から1965年オーストラリアで初記載された（Simmonds, 1965）。その後世界各地に分布することが確認され、他の *Colletotrichum* 属菌と比べて小型で形の揃った付着器を形成することも特徴として加えられた（Sutton, 1980）。20世紀末までに、コロニーが赤くならない菌株は円筒形や大型の分生子も混生する等、形態的に多様な種であることが明らかにされてきた（Aa et al., 1990; 佐藤, 1997; 佐藤ら, 1998）。

2 分子系統解析の導入

今世紀に入って間もなく、18S rDNAの一部、ITS1, 5.8S rDNA および ITS2 領域の塩基配列に基づく分子系統解析により広義の *C. acutatum* から最初に *Colletotrichum lupini* (Bondar) Nirenberg, Feiler & Hagedorn (現在 *C. lupini* (Bondar) Damm, P. F. Cannon & Crous が正名) が分割された（Nirenberg et al., 2002）。その後、様々な菌株の rDNA-ITS 領域の解析に基づき *C. acutatum* の種内に系統群 A1 ~ A8 があること、および *C. lupini* は系統群 A1 に該当することが明らかにされ、それら系統群は種に格上げされるべきとの主張がなされた（Sreenivasaprasad and Talhinhas, 2005）。次いで、 β -tubulin-2 遺伝子の部分塩基配列による解析に基づき系統群 A9 が追加された（Whitelaw-Weckert et al., 2007）。これらを受け、 β -tubulin-2 遺伝子による解析に基づき同複合体から *C. simmondsii* R. G. Shivas & Y. P. Tan および *C. fioriniae* (Marcelino & Gouli) R. G. Shivas & Y. P. Tan が分割され、狭義の *C. acutatum* が定義された（Shivas and Tan, 2009）。続いて、同塩基配列が異なりキク科植物に特異的な病原性を持つ *C. carthami* (Fukui) S. Uematsu, Kageyama, Moriwaki & Toy. Sato が独立した（Uematsu et al., 2012）。また、つい最近、rDNA-ITS 領域および β -tubulin-2 遺伝子を含む6遺伝子の塩基配列を用いた系統解析に基づいて同複合体を30種に分割することが提案された（Damm et al., 2012 b, 表-4）。なお、国内では、

Splitting of the *Colletotrichum acutatum* Species Complex and Re-identification of Anthracnose Pathogens. By Toyozo SATO and Jouji MORIWAKI

(キーワード: 分子系統解析, β -tubulin-2, *C. simmondsii*, *C. fioriniae*, *C. carthami*, *C. acutatum* A2, *C. acutatum* A2-P)

表-1 農業生物資源ジーンバンク所蔵 *Colletotrichum acutatum* 種複合体菌株の再同定結果 a)

分離源 (宿主植物) ^{b)}	再同定結果	MAFF 番号 ^{c)}	文献 ^{d)}
アネモネ	<i>C. simmondsii</i> ^{e)}	306487, 306488, 306507 ~ 306509	Sato et al., 1996 佐藤, 1997
	<i>C. acutatum</i> A4 ^{f)}	306506	Sato et al., 1996
アメリカクロヤマナラシ	<i>C. fioriniae</i>	410043	小林・千葉, 1961
アンズ	<i>C. fioriniae</i>	306528, 306529	菅野・森脇, 1999
	<i>C. simmondsii</i>	239773, 306647, 306682, 731068 ⁱ⁾ , 731069 ⁱ⁾	佐藤・森脇, 2003
イチゴ	<i>C. fioriniae</i>	241293, 242430, 306282, 306283	石川ら, 1992 Moriwaki et al., 2002
	<i>C. carthami</i>	238555, 744062 ⁱ⁾ , 744063 ⁱ⁾	Sato et al., 2012
ウメ	<i>C. fioriniae</i>	306526, 306527	菅野・森脇, 1999
ウルシ	<i>C. simmondsii</i>	410042	伊藤・小林, 1959
キウイフルーツ	<i>C. fioriniae</i> ^{g)}	237215 ~ 237218	牛山ら, 1996
	<i>C. fioriniae</i>	237240	佐藤・森脇, 2003
キンセンカ	<i>C. carthami</i> ^{h)}	239355 ~ 239361, 242919	Uematsu et al. 2012
クワ	<i>C. fioriniae</i>	840072, 840073	吉田ら, 1995
コスモス	<i>C. fioriniae</i>	237758, 306550	矢口ら, 1996
シナノグルミ	<i>C. simmondsii</i>	410040	伊藤・小林, 1956
シュンギク	<i>C. carthami</i>	239362 ~ 239369	Uematsu et al. 2012
スダジイ	<i>C. fioriniae</i>	238654, 238655	竹内・堀江, 1997
ストック	<i>C. simmondsii</i>	712311	菅原ら, 2009
セイヨウナシ	<i>C. fioriniae</i>	306520, 306521	菅野・森脇, 1999
	<i>C. simmondsii</i>	242590	Fujinaga et al. 2011
セルリー	<i>C. fioriniae</i>	242591	竹内, 2007 Fujinaga et al. 2011
トウガラシ, ピーマン	<i>C. simmondsii</i>	242420 ~ 242428, 242592, 242692, 242693	植松ら, 2010 神頭ら, 2010 塚本ら, 2010
トルコギキョウ	<i>C. fioriniae</i>	238652, 238653, 306247, 306249 ~ 306252, 306502, 306254	佐藤, 1997 Sato et al., 1997 Moriwaki et al., 2002 佐藤・森脇, 2003
ナツツバキ	<i>Colletotrichum</i> sp.	237922, 306725, 306726, 410809	金子ら, 1998 佐藤・森脇, 2003
ニホンナシ	<i>C. fioriniae</i>	306773, 306774	深谷, 2004
ハゲマノキ	<i>C. fioriniae</i>	712312	菅原ら, 2009
		241801, 305596, 306405, 306408 ~ 306410	佐藤, 1997 Sato et al., 1997 Moriwaki et al., 2002
ビワ	<i>C. simmondsii</i>	306406, 306407	Sato et al., 1997
ブドウ	<i>C. fioriniae</i>	238647, 665009	山本ら, 1999
ブルーベリー	<i>C. fioriniae</i>	240425, 240426, 306610, 306611, 306650	Yoshida et al. 2002
ベニバナ	<i>C. carthami</i>	239370 ~ 239374, 243248	Uematsu et al. 2012
モモ	<i>C. simmondsii</i>	306430, 306522 ~ 306524	菅野・森脇, 1999 Moriwaki et al., 2002
モロヘイヤ	<i>C. fioriniae</i>	306551	本田ら, 2001
	<i>C. acutatum</i> A4	241295	萩田, 2006
ヨーロッパスモモ	<i>C. fioriniae</i>	306489, 306504, 306651	Sato et al., 1996 Moriwaki et al., 2002
	<i>C. simmondsii</i>	241294, 306503, 306505	Sato et al., 1996 萩田, 2006
	<i>C. acutatum</i> A4	241297	
リンゴ	<i>C. fioriniae</i>	305145, 306543, 306544, 306549, 306630	堀江ら, 1990 佐藤ら, 1998 森脇ら, 2002
	<i>C. simmondsii</i>	306546 ~ 306548	佐藤ら, 1998
リンドウ	<i>C. fioriniae</i>	241878, 241879	中山ら, 2004
	<i>C. simmondsii</i>	712289	
ワレモコウ	<i>C. acutatum</i> A4	240289	杉山ら, 2008

a) 新病害等の提案で用いられた菌株のみ (その他は表-2 参照, Sato et al. (2013) を改変)

b) 太字は国内で “*Colletotrichum acutatum*” による病害が報告されている植物。

c) 太字は再同定のため形態および DNA 塩基配列が調べられた代表菌株 (その他は分子同定のみ)。

d) 太字は “*C. acutatum*” による病害の初報告 (詳細は日本植物病名目録 2 版参照)。e) *Colletotrichum simmondsii* R. G. Shivas & Y. P. Tan,f) *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds group A4 = ‘larger spored form’ (Simmonds, 1965)g) *Colletotrichum fioriniae* (Marcelino & Gouli) R. G. Shivas & Y. P. Tanh) *Colletotrichum carthami* (Fukui) S. Uematsu, Kageyama, Moriwaki & Toy. Sato

i) 接種により病原性を確認 (未発表)

表-2 *Colletotrichum acutatum* 種複合体構成種の宿主 (分離源)

種名等	宿主 (分離源) ^{a)}
<i>C. acutatum</i> A4	マルメロ
<i>C. fioriniae</i>	アケビ, ウンシュウミカン, オモト, カキ, カンコノキ, キカラスウリ, ギシギシ, ケンボナシ, サクラ, サクラツツジ, ザクロ, ステラ, タブノキ, ニッサボク, ニホンスモモ, ハナハッカ, ハマナス, ヒアシンス, ブナ
<i>C. simmondsii</i>	アカギ, サクラ, サネカズラ, パンレイシ, リョクトウ

^{a)} 表-1 以外の宿主 (分離源, SATO et al. (2013) による)

上記のセルリー萎縮炭疽病が *C. simmondsii* により生じ、セルリー苗の炭疽病が *C. fioriniae* に起因することが明らかとなり (FUJINAGA et al., 2011), 同複合体構成種による病害の初報告となった。

II β -tubulin-2 遺伝子を用いた系統解析による種分割

1 SHIVAS and TAN (2009) による種分割

SHIVAS and TAN (2009) は、rDNA-ITS 領域に基づく広義 *C. acutatum* の種内 9 系統群のうち A2, A3 および A5 の菌株を用いて、 β -tubulin-2 遺伝子の部分塩基配列による系統解析を行った。その結果、系統群 A2 を新種 *C. simmondsii* に、また、A3 に相当する変種 *C. acutatum* var. *fioriniae* を種 *C. fioriniae* に格上げした。一方、*C. acutatum* のタイプ由来菌株が含まれる A5 を狭義の *C. acutatum sensu stricto* として定義した。この論文では上記 3 種の培養性状の相違が強調されたが、分生子など微小形態の差異は明記されなかった。

2 UEMATSU et al. (2012) による *C. carthami* の復活

長い間、ベニバナ炭疽病菌は *Gloeosporium carthami* (Fukui) Hori & Hemmi, また、シュンギク炭疽病菌は *Colletotrichum chrysanthemi* (Hori) Sawada (= *Gloeosporium chrysanthemi* Hori) とされてきた。上田・梶原 (1968) は *G. chrysanthemi* を *G. carthami* の異名としたが、後者が *C. gloeosporioides* の異名であるという説 (ARX, 1957) は要検討とした (日本植物病理学会・農業生物資源研究所, 2012)。植松ら (2004) は両学名提案の基となった約 90 年前の 2 標本を探し出し、ベニバナとシュンギクから分離した菌株およびキンセンカ炭疽病菌とともに形態観察および rDNA-ITS 領域による系統解析を行った結果、それらはいずれも広義 *C. acutatum* であることを明らかにした。次いで、植松ら (2011) は β -tubulin-2 遺伝子の塩基配列の相同性によりこれらを *C.*

simmondsii とした。ところが、これらの菌株は 3 種のキク科宿主植物には互いに顕著な病原性を示すのに対し、他の植物に由来する *C. simmondsii* および *C. fioriniae* はキク科の 3 宿主を侵さないことから、 β -tubulin-2 遺伝子に基づく分子系統解析を行った。その結果、上記の 2 標本と 3 種キク科植物に由来する菌株は単系統群となり、形態的にも *C. simmondsii* とはやや異なることから、*G. carthami* を復活させ *Colletotrichum* 属に移して *C. carthami* とした。

III β -tubulin-2 遺伝子に基づく国内産菌株の再同定

1 農業生物資源ジェンバンク所蔵菌株の再同定

SATO et al. (2013) は農業生物資源ジェンバンクに *C. acutatum* として保存されている 170 菌株を用いて β -tubulin-2 遺伝子に基づく分子系統解析を行った。その結果、80 菌株が *C. fioriniae* に、37 菌株が *C. simmondsii* に、25 菌株が *C. carthami* に、ピーマン炭疽病菌 12 菌株が系統群 A2 内に新たに設定した '*C. acutatum* 系統群 A2-P' に、5 菌株が *C. acutatum* 系統群 A4 に再同定された (表-1, 2)。残りの 11 菌株は *C. acutatum* 種複合体以外である可能性が示された (図-1)。*C. simmondsii* と同定された菌株は SHIVAS and TAN (2009) の対照菌株とともに複数の枝に位置づけられ、同種は多系であることが示された。また、形態的に *C. acutatum* と同定されたナツツバキ炭疽病菌の 4 菌株は (金子ら, 1998), 上記の *C. acutatum* 種複合体構成種・系統群のいずれともクレードを形成せず、同複合体に含まれるか不明であった。なお、供試菌株の中には狭義 *C. acutatum* に該当するものはなかった。

2 *C. acutatum* 種複合体構成種・系統群の形態的差異

(1) コロニー裏面の色

次いで SATO et al. (2013) は、再同定された代表的菌株の PDA および Modified Weitzman-Silva-Hunter Agar (WSH) 培地上の培養コロニー裏面と分生子の形態を詳細に調べ、上記 3 種・2 系統群の差異を明らかにした。それによると、*C. fioriniae* は両培地上で淡紅色～赤色を帯びるが、PDA 上でほとんど赤くならない古い菌株でも WSH 上では明瞭な淡紅色となる。*C. simmondsii* および *C. carthami* は暗褐色またはオリーブ色ないし淡橙色～淡黄色を呈する。一般に PDA 上では *C. carthami* のコロニー裏面は *C. simmondsii* より暗色で、系統群 A2-P は *C. simmondsii* より淡色になる。また、3 種の PDA 上コロニー裏面は WSH 上のものより暗色となることが多い。系統群 A4 のコロニー裏面は WSH 上で暗褐色、もしくはまれにクリーム色で、PDA 上のほうが淡色を

表-3 *Colletotrichum fioriniae*, *C. simmondsii*, *C. carthami*, *C. acutatum* group A2-P および *C. acutatum* group A4 の分生子形態

種または系統群 (文献)	形状	培地	大きさ		SD ^{a)}	長さ/幅 (L/B) 比	
			範囲 (μm)	平均 (μm)		範囲	平均
<i>C. fioriniae</i> (Shivas & Tan, 2009)	紡錘形, 時に長楕円形 あるいは両端の尖った 円筒形	PDA ^{b)}	6.4-17.5 (-20) × 1.7-4.9 (-6.5)	12.7 × 3.9	1.79	2.19-4.14 (-4.73)	3.26
		WSH ^{c)}	(6.5-) 9.5-17.7 × (2.1-) 3.0-4.9	12.9 × 3.7	1.14	3.04-4.32	3.53
<i>C. simmondsii</i> (Shivas & Tan, 2009)	紡錘形, 基端あるいは 両端の尖った円筒形, 棍棒形, 楕円形, 舟形 ないしソーセージ形, 長楕円形	PDA	5.5-16.7 × 1.9-4.6 (-5.7)	10.4 × 3.3	1.68	2.85-3.80	3.15
		WSH	(7.4-) 9.4-16.3 × 2.6-4.5	12.3 × 3.6	1.47	2.95-3.74	3.42
<i>C. carthami</i> (Uematsu et al., 2012)	やや丸みを帯びた両端 をもつ太く短い紡錘 形, 楕円形, 棍棒形, 短円筒形	PDA	(4.9-) 5.7-18.6 × 2.1-6.2	10.9 × 4.1	2.19	2.13-2.97 (-3.63)	2.66
		WSH	8.0-15.3 × 2.8-4.6	11.8 × 3.5	1.30	2.22-3.56	3.33
<i>C. acutatum</i> A2-P ^{d)} (Sato et al., 2013)	円筒形, 紡錘形, 楕円 形, 細く鈍く尖る両端 の長楕円形	PDA	7.2-17.8 × 3.0-5.0	11.3 × 3.0	2.80	3.25-4.06	3.73
		WSH	9-14.8 × 2.6-4.1	12.2 × 3.3	2.01	3.25-4.21	3.72
<i>C. acutatum</i> A4 ^{e)} (Sreenivasaprasad and Talhinas, 2005)	端の尖った円筒形, 紡 錘形, 棍棒形, 両端の 円い長円筒形	PDA	9.9-30.0 × 2.9-5.3	14.7 × 3.8	3.45	3.37-3.83 (-4.73)	3.82
		WSH	10.6-19.2 (-22.5) × (2.8-) 3.1-5.4	14.9 × 3.9	2.09	(3.29-) 3.8-4.17	3.82

^{a)} 長さの標準偏差値, ^{b)} ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天培地, ^{c)} Modified Weitzman-Silva-Hunter Agar (SATO et al., 2013),

^{d)} ピーマン炭疽病菌のみからなる系統群, ^{e)} 'larger spored form' (SIMMONDS, 1965).

示す(口絵)。

(2) 分生子の形態

特に PDA 上で *C. carthami* の分生子は L/B 比が最も小さく, 系統群 A4 は最も大きな分生子を形成する。*C. fioriniae* の分生子の平均長は明らかに *C. simmondsii* のそれより長く, 系統群 A2-P は PDA, WSH いずれの培地上でも最も細い分生子を形成する(表-3, 図-2)。なお, すでに報告のある代表菌株の付着器の形態は *C. carthami* でやや小さい傾向があるが, 3 構成種・2 系統群の間ではほとんど差がない。

(3) *C. acutatum* 種複合体構成種・系統群の検索表

以上の結果を基に SATO et al. (2013) はこれら 3 種・2 系統群の検索表を作成した。

1. PDA または WSH 上でコロニー裏面が赤みを帯びる
…*C. fioriniae*
1. PDA または WSH 上でコロニー裏面が赤みを帯びない
…2
2. 長さ 18 μm 以上の分生子を混生する
…*C. acutatum* 系統群 A4
2. 分生子の長さは 18 μm 以下
…3
3. PDA 上の分生子の平均長は 11 μm 以下
…4

3. PDA 上の分生子の平均長は 11 μm 以上
…5

4. PDA 上の分生子の L/B 比はほとんどの場合
3 以下…*C. carthami*

4. PDA 上の分生子の L/B 比はほとんどの場合
3 以上…*C. simmondsii*

5. 分生子の平均幅は 3.5 μm 以下
…*C. acutatum* 系統群 A2-P

5. 分生子の平均幅は 3.5 μm 以上
…*C. fioriniae*

SATO et al. (2013) の供試 170 菌株には狭義 *C. acutatum sensu stricto* がなかったため, この検索表にも含まれていない。同種の典型的菌株は *C. fioriniae* の一部菌株と同様に PDA 上でコロニー裏面が深紅を呈する (SHIVAS and TAN, 2009)。海外では狭義 *C. acutatum* はアボガドやマンゴー等から分離されており, それらを輸入あるいは栽培している我が国でも見つかる可能性がある。今後, コロニー裏面が赤くなる菌株を分離した場合は, なるべく β -tubulin-2 の塩基配列を調べて *C. fioriniae* であるか確かめることが望ましい。

3 広義 *C. acutatum* による炭疽病の病原学名更新

C. acutatum による炭疽病の提案に用いられた菌株の再同定結果に基づき, SATO et al. (2013) は次のように

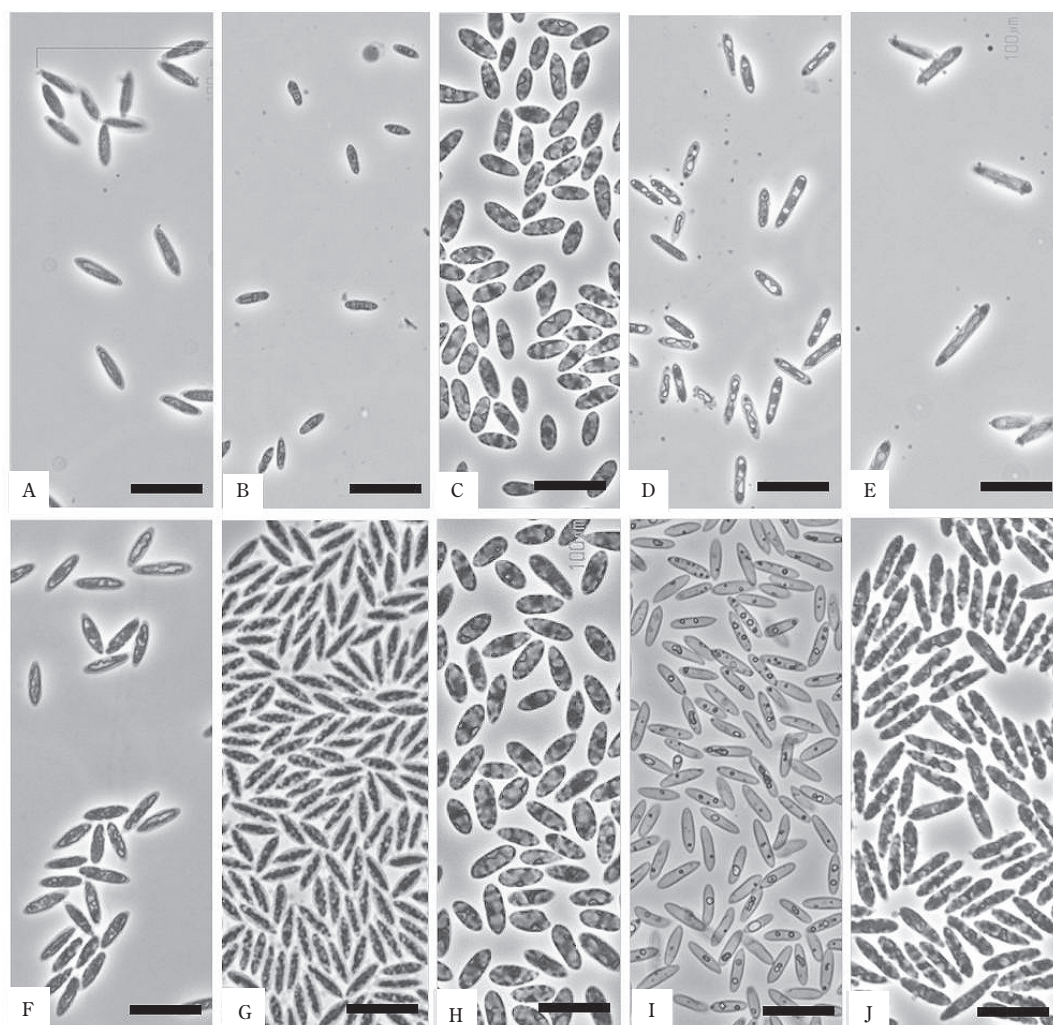


図-2 PDA (A～E) および WSH (F～J) 上に形成された *Colletotrichum fioriniae* (A, E; MAFF306520), *C. simmondsii* (B, G; MAFF306172), *C. carthami* (C, H; MAFF243248), *C. acutatum* 系統群 A2-P (D, I; MAFF242420) and *C. acutatum* 系統群 A4 (E, J; MAFF241297) の分生子
20～25℃, 21日間培養。バー: 20μm, 位相差顕微鏡像 (Sato et al. (2013) を改変)。

病原学名更新を提案した。

C. fioriniae……ブルーベリー, スダジイ, コスモス, リンドウ, ブドウ, モロヘイヤ, キウイフルーツ, クワ, トルコギキョウ, ハグマノキ (スモークツリー)

C. simmondsii……ストック

C. acutatum 系統群 A2-P……ピーマン

C. acutatum 系統群 A4……ワレモコウ

C. fioriniae および *C. simmondsii*……リンゴ, ピワ

C. simmondsii および *C. acutatum* 系統群 A4……アネモネ

C. fioriniae, *C. simmondsii* および *C. carthami*……イチゴ

C. fioriniae, *C. simmondsii* および *C. acutatum* 系統群 A4……プルーン

4 *C. acutatum* 種複合体構成種・系統群の宿主範囲

3で提案した *C. acutatum* 種複合体構成種・系統群と宿主の組合せのほかに, 今回の再同定により明らかになった宿主は表-2に示した。最も菌株数の多かった *C. fioriniae* の宿主 (分離源) がやはり多様であるが, ヒアシンスやステラ由来菌株等分離源の植物に接種しても病変を起こさない菌株があり (未発表データ), 内生的に生存している可能性もある。それらが上記園芸作物の炭

表-4 DAMM et al. (2012) による *Colletotrichum acutatum* 種複合体の分割

クレード ^{a)}	系統群 ^{b)}	再分類後の種 ^{c)}	宿主植物 (属)
1	A1	<i>C. lupini</i>	<i>Lupinus</i>
	A8	<i>C. tamarilloi</i>	<i>Solanum</i>
		<i>C. costaricense</i>	<i>Coffea</i>
		<i>C. cuscuteae</i>	<i>Cuscuta</i>
		<i>C. limetticola</i>	<i>Citrus</i>
		<i>C. melonis</i>	<i>Cucumis</i>
2		<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Passiflora, Caryocar, Solanum</i>
	A2	<i>C. nymphaeae</i>	<i>Fragaria, Anemone, Nymphaea, Protea, Malus, Capsicum</i>
		<i>C. scovillei</i>	<i>Capsicum</i>
		<i>C. guajavae</i>	<i>Psidium</i>
		<i>C. chrysanthemi</i>	<i>Chrysanthemum</i>
		<i>C. cosmi</i>	<i>Cosmos</i>
		<i>C. walleri</i>	<i>Coffea</i>
		<i>C. simmondsii</i> ^{d)}	<i>Fragaria, Anemone, Protea, Carica</i>
		<i>C. paxtonii</i>	<i>Musa</i>
		<i>C. sloanei</i>	<i>Theobroma</i>
		<i>C. indonesiense</i>	<i>Eucalyptus</i>
	↓	<i>C. laticiphilum</i>	<i>Hevea</i>
3	A2	<i>C. brisbanense</i>	<i>Capsicum</i>
	A3	<i>C. fioriniae</i> ^{d)}	<i>Malus, Fragaria, Pyrus, Vitis, Vaccinium, Tulipa, Solanum, Rubus, Persea, Mangifera</i>
4	A5	<i>C. acutatum</i> s. str. ^{d)}	<i>Carica, Fragaria, Pyrus, Pinus, Capsicum, Asparagus, Coffea, Protea</i>
	A4 ^{e)}	<i>C. godetiae</i>	<i>Prunus, Fragaria, Citrus, Vitis, Solanum, Malus, Rubus</i>
5	A6	<i>C. rhombiforme</i>	<i>Olea, Vaccinium</i>
	A7	<i>C. salicis</i>	<i>Salix, Solanum, Malus, Acer, Fragaria, Pyrus, Rhododendron</i>
		<i>C. johnstonii</i>	<i>Citrus</i>
		<i>C. pyricola</i>	<i>Pyrus</i>
		<i>C. phormii</i>	<i>Phormium</i>
		<i>C. acerbum</i>	<i>Malus</i>
		<i>C. kinghornii</i>	<i>Phormium</i>
5		<i>C. australe</i>	<i>Hakea, Populus, Trachycarpus</i>
広義 <i>C. acutatum</i> 以外 (<i>C. pseudoacutatum</i> <i>Pinus</i>)			

a) DAMM et al. (2012 b), b) SREENIVASAPRASAD and TALHINHAS (2005),

c) 太字は DAMM et al. (2012 b) による新種, d) SHIVAS and TAN (2009) が記載した種

e) “larger spored form” (SIMMONDS, 1965).

疽病を起こし得るのか、広範囲の接種試験により明らかにすることは伝染源の所在を予測するうえで重要である。

IV 複数遺伝子を用いた系統解析による細分化

DAMM et al. (2012 b) は、広義 *C. acutatum* 系統群 A1 ~ A8 を含む多数の菌株を用いて rDNA-ITS 領域、 β -tubulin-2, Actin, GAPDH (グリセルアルデヒド-3-リ

ン酸デヒドロゲナーゼ), CHS-1 (キチン合成酵素-1), Histone-3 各遺伝子の部分塩基配列に基づき系統解析を行った結果、それらは未同定 1 種を含む 30 種に分割されたとした (表-4)。この論文によれば、国内に分布する系統群 A3 は *C. fioriniae* のみからなり、A4 は *C. godetiae* Neergaard に一致する。また、多系統と予想された A2 は 12 種に類別され、狭義の *C. simmondsii* はパ

パイアやイチゴ等を侵す比較的宿主範囲の狭い種のようなものである。前出のピーマン炭疽病菌 A2-P はこの 12 種のいずれかに該当する可能性がある。また、上記のようにナツツバキ炭疽病菌は、 β -tubulin-2 のみによる系統解析では *C. acutatum* 種複合体に所属するか不明であった。今後、これらの菌株を rDNA-ITS および β -tubulin-2 以外の 4 遺伝子に基づいて系統解析を行い、所属を明らかにすることが期待される。なお、上記論文で新種記載された *C. pseudoacutatum* Damm et al. は *C. acutatum* 種複合体の構成種ではないため注意を要する。

お わ り に

昨今は生物分類に分子系統解析が不可欠になり、菌類の分類も以前よりは科学的客観性が増した。とはいえ、解析に使う遺伝子や種の範囲を決めるのは人間であるから、分類は科学の進歩に伴って今後も変遷するに違いない。応用分野（現場）で分類学の成果を利用する場合、変遷に振り回されないために実用性の観点から評価する必要がある。分子系統が異なることを根拠に些細な表現形質の違いで菌種が細かく分けられても、それら姉妹種が起こす病害の病徴や防除法が同じならば、現場で手間暇かけて病原菌を同定し精密な診断をするであろうか。しかし、そのような姉妹種の薬剤感受性や宿主範囲が明らかに異なる場合は、異なる病原菌による別病害として現場に受け入れられよう。また、上記のセルリー炭疽病と萎縮炭疽病のように、現場の実態から病原が識別されることもある。今回再同定した *C. acutatum* 種複合

体の構成種・系統群の形態的差異はほぼ明らかになったが、今後も各種・群の宿主範囲の調査を継続するとともに、薬剤感受性や生態に関する研究も期待される。

引 用 文 献

- 1) AA, H. A. van der et al. (1990): Stud. Mycol. **32**: 3 ~ 19.
- 2) ARX, J. A. von (1957): Phytopathol. Z. **29**: 413 ~ 468.
- 3) CROUCH, J. A. et al. (2009): Mycologia **101**: 717 ~ 732.
- 4) DAMM, U. et al. (2009): Fungal Divers. **39**: 45 ~ 87.
- 5) ——— et al. (2012 a): Stud. Mycol. **73**: 1 ~ 36.
- 6) ——— et al. (2012 b): ibid. **73**: 37 ~ 113.
- 7) FUJINAGA, M. et al. (2011): J. Gen. Plant Pathol. **77**: 243 ~ 247.
- 8) 金子 繁ら (1998): 樹木医学研究 **2**: 17 ~ 20.
- 9) MORIWAKI, J. et al. (2002): J. Gen. Plant Pathol. **68**: 307 ~ 320.
- 10) ——— et al. (2003): Mycoscience **44**: 47 ~ 53.
- 11) ——— and T. TSUKIBOSHI (2009): ibid. **50**: 273 ~ 280.
- 12) 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), 東京, 1,524 pp.
- 13) NIRENBERG, H. I. et al. (2002): Mycologia **94**: 307 ~ 320.
- 14) 佐藤豊三 (1997): 四国植防 **32**: 1 ~ 19.
- 15) ———ら (1998): 日菌報 **39**: 35 ~ 44.
- 16) ———・森脇丈治 (2009): 日本微生物資源学会誌 **25**: 97 ~ 104.
- 17) SATO, T. et al. (2013): JARQ **47** (in press).
- 18) SREENIVASAPRASAD, S. and P. TALHINHAS (2005): Mol. Plant Pathol. **6**: 361 ~ 378.
- 19) SHIVAS, R. G. and Y. P. TAN (2009): Fungal Divers. **39**: 111 ~ 122.
- 20) SIMMONDS, J. H. (1965): Queensl. J. Agric. Anim. Sci. **22**: 437 ~ 459.
- 21) SUTTON, B. C. (1980): The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata: *Colletotrichum*, Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK, p. 523 ~ 537.
- 22) 上田郁子・梶原敏宏 (1968): 日植病報 **34**: 371.
- 23) 植松清次ら (2004): 同上 **70**: 219.
- 24) ———ら (2011): 同上 **77**: 164.
- 25) UEMATSU, S. et al. (2012): J. Gen. Plant Pathol. **78**: 316 ~ 330.
- 26) WEIR, B. S. et al. (2012): Stud. Mycol. **73**: 115 ~ 180.
- 27) WHITELAW-WECKERT, M. A. et al. (2007): Plant Pathol. **56**: 448 ~ 463.