

# イチゴの葉柄，ランナーで発生した疫病 (*Phytophthora cactorum*) の病徴

奈尾雅浩

A symptom of *Phytophthora* rot caused by *Phytophthora cactorum* on strawberry petioles and stolons

NAO Masahiro

## 要 旨

2011年6月に愛媛県内の露地地床栽培で育苗中のイチゴ(品種‘あまおとめ’)の葉柄及びランナーにおいて明瞭なくぼみを伴った黒変症状が確認された。この症状は炭疽病(*Glomerella cingulata*)の病徴と極めて似ていた。発病部からの分離菌種は一種類であり、形態的特徴から疫病菌の一種となる*Phytophthora cactorum*と同定した。イチゴ品種‘あまおとめ’、‘さがほのか’、‘さちのか’のポット苗に遊走子または卵胞子を株元接種したところ、遊走子を接種した3品種の葉柄に現地の黒変症状が再現された。卵胞子接種では黒変症状は再現されず、萎凋症状のみを示した。現地におけるランナー、葉柄で発生した炭疽病と類似する疫病菌の病徴は、遊走子の感染で発現することが示唆された。

キーワード：イチゴ育苗床，露地地床栽培，イチゴ疫病

## 1. 緒言

愛媛県のイチゴは、「平成22年産 野菜類の生産販売状況に関する調査」によると県全体の生産額が約21億円でキュウリ、トマトに次ぐ3番目に位置し、単価は835円/kgと粗生産額の高い重要品目である。また、愛媛県が育成したイチゴ品種‘あまおとめ’(伊藤・松澤, 2008)は、県内における主要な品種となっている。2011年6月下旬に愛媛県内の露地地床栽培で育苗中の品種‘あまおとめ’の葉柄及びランナーに明瞭なくぼみを伴った黒変症状が発生した。この症状はイチゴ炭疽病の黒色陥没斑(手塚, 1989)と極めて似ていた。この黒変箇所には疫病菌の遊走子のうの特徴を有する器官が形成されていた。現在、国内においてイチゴ疫病菌は4種類の発生が報告されている(松崎ら, 1979; 鈴井・牧野, 1980; 石川ら, 1990; 白井ら, 2006)。三澤(2008)は、主な発生菌種としては、*Phytophthora nicotianae* van Breda de Haan, *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröter の2種を挙げている。これらの病原菌がイチゴに感染すると、前者ではクラウン部が侵され急激な萎凋枯死を示し、場合によっては葉柄でも黒褐色病斑を形成し(古田, 2006)、後者では顕著な歪化及び葉や株全体の枯死が起こるとされている(三澤, 2008)。しかし、葉柄やランナーの病徴が炭疽病との類似性が高いとする報告は見当たらない。このことから、分離菌の同定と現地の病徴再現を行ったので、その結果を報告する。

## 2. 材料及び方法

### 2.1 現地調査による病徴と発生条件の確認

2011年6月15日に現地調査を行い、園主からの発生状況の聞き取りを含め、葉柄、ランナーの病徴把握、発生条件の解明につながる耕種概況を明らかにした。なお、発生圃場の品種は‘あまおとめ’であり露地で地床育苗され、定植は2011年4月下旬であった。

### 2.2 菌株の分離

採集した葉柄から組織分離を行った。すなわち、葉柄の病斑と健全部の境界を小切片状に切り出し、70%エタノール液と1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に順次30秒間ずつ浸漬し表面殺菌を行った。分離用培地には、ピシウム属菌の選択培地である NARM 培地(東條, 2008)に疫病菌への選択性を高めるためにヒメキサゾールを50mg/L量で添加し、上記の殺菌済み小切片を置床した。培養温度は25℃として、培養5日後に生育した菌叢の一部をCMA培地(BBLTM Corn Meal Agar, 17g/L量, Becton, Dickinson and Company製)に移植し、同じ特徴を有する2種のA-1菌株(MAFF 243284)、A-2菌株(MAFF 243285)を得た。

### 2.3 分離菌の異なる温度条件での菌糸生育

A-1菌株、A-2菌株を供試した。ジャガイモ・ショ糖寒天培地(PSA培地、寒天粉末:18g/L量)を用い、暗条件下で培養温度を5、10、15、20、25、30、35℃の7段階で行った。前培養した菌叢を寒天培地ごと直径4mmのコルクボーラで打ち抜き、この小片をPSA培地に置床し、暗条件下で3、6、9

日間培養後、菌叢直径(最長値)を測定した。供試シャーレは各温度で2反復とした。

#### 2.4 分離菌の同定

PSA 培地で前培養した A-1 菌株, A-2 菌株を寒天培地ごと V8 ジュース寒天培地 (V8 100%野菜ジュース, Campbell soup company 製 163ml に炭酸カルシウム 2g を加え, 強く攪拌後, 固形成分を遠沈し, 上澄み液を水道水で 1L に調整し, 寒天粉末を 18g/L 量加え, 121 10 分間オートクレーブ滅菌) 上に置床し, 25 の暗条件で培養後に形成された遊走子のうの形態を観察した。また, 神頭ら (2007) の手法を参考に, V8 ジュース寒天培地で生育中の菌叢上に滅菌した麻の実(麻の実を入れたピーカーに水を加え, 121 20 分間オートクレーブ滅菌)を載せ, 菌糸が種子に取りついた段階で取り出し, 新たなシャーレ内の滅菌水に浮かべ, 有性器官の蔵卵器, 蔵精子器, 卵胞子を形成させて形態観察した。

#### 2.5 PCR による分離菌の判別

A-1 菌株, A-2 菌株を PD 液体培地で静置培養し, 生育した菌叢を取り出しシャーレ上で滅菌水により洗浄した後, MagExtractor -Plant Genome- (TOYOBO 製) を用いて DNA を抽出した。なお, 特異的プライマーを利用した判別では対照菌株として 2008 年 7, 8 月に愛媛県内のアスパラガス罹病株と発病土壌から分離した *P. nicotianae* の E-1 菌株, E-2 菌株を供試し, 同様の手法で DNA を抽出し供試した。PCR で用いた耐熱性ポリメラーゼは, タカラバイオ製の TaKaRa E×Taq を 0.1 μl, 10×E×Taq Buffer を 2 μl, dNTPMix を 1.6 μl, 各プライマーは 20pmol/μl の調整液を 0.5 μl ずつ, DNA テンプレート量は 2 μl (沈殿 DNA は 50 μl のミリQ水に再懸濁) 添加し, 20 μl スケールで反応させた。PCR 機器は日本バイオ・ラッド ラボラトリーズ製の I Cycler (170-8720JA) を用いた。PCR 産物は倍量希釈し 10 μl に loading buffer を 4 μl 加え, これを 1.5%アガロースゲル (アガロース S, ゲル強度 1200g/cm<sup>2</sup> (1.5%)) で 100 ボルト, 30 分間電気泳動した。泳動後のゲル板を臭化エチジウム液で染色し, 紫外光照射で目的バンドの有無を観察した。

##### 2.5.1 疫病菌の特異的プライマーによる判別

供試菌から抽出した DNA を Martin et al. (2004) の FMPh-8b プライマー (5'-aaaagagaaggtgttttatgga-3') と FMPh-10b プライマー (5'-gcaaaagcactaaaaattaaataa-3') で PCR を行い 457bp に特異的なバンドを生じた場合, 供試菌は疫病菌の一種となる。この特異的プライマーを用いて菌種判別を行った。PCR 反応は 94 ・2分に続けて, 95 ・15秒, 55 ・15秒, 72 ・30秒を 35 サイクル繰り返し, 72 ・5分で最終伸長させた。

##### 2.5.2 ITS を含む rDNA 塩基配列による判別

White et al. (1990) の internal transcribed spacers (ITS) 領域

を増幅する ITS1 プライマー (5'-tccgtaggtagaacctcggg-3') と ITS4 プライマー (5'-tcctccgcttattgatatgc-3') で ITS1, ITS2 を含む rDNA を増幅した。PCR 反応は 94 ・2分に続けて, 94 ・30秒, 50 ・30秒, 72 ・1分を 35 サイクル繰り返し, 72 ・7分で最終伸長させた。この後, クールドな状態の PCR 産物をシグマアルドリッチジャパン (株) に送付し受託シーケンス解析した。カスタムプライマーは上記 ITS1, ITS4 プライマーとして, 5'末端側, 3'末端側から塩基配列を決定し, アライメントした塩基配列を BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) により, 国際塩基配列データベース (GenBank/EMBL/DBJ) で同源性検索を行った。

#### 2.6 分離菌による現地病徴の再現

接種に用いたイチゴ株はポット植えの品種 'あまおとめ', 'さがほのか', 'さちのか' とした。供試菌株は A-1 菌株として 遊走子接種では, V8 ジュース寒天培地で形成させた遊走子のうを滅菌水で  $3.7 \times 10^4$  個/ml に調整し, 5 で 1 時間置き遊走子を放出させた接種源を灌注接種した。卵胞子接種は, 麻の実に取りついた菌糸体と一緒に灌注接種した。接種後, 25 で 1 日間湿潤処理した後, 人工気象室 (小糸工業 (株) 製, 2kKG-106SHLD-特) で気温 25 , 光量子束密度 281 μmol/m<sup>2</sup>S (照度 20,000lux), 湿度 80%, 明条件 16 時間, 暗条件 8 時間に設定した庫内に置いた。病徴は 7 回, 接種 4, 8, 12, 15, 20, 25, 30 日後に観察した。

### 3. 結果

#### 3.1 現地調査による病徴と発生条件の確認

親株を中心に葉柄及びランナーにおいて炭疽病に類似した明瞭なくぼみを伴った黒色陥没斑が確認された (写真 1)。多くの葉柄に病徴が現れたイチゴ株は萎凋したようにみえるが, 新葉が展開し続けており, クラウン部の加害による株全体の萎凋症状とは異なっていた。被害が大きい栽植株は全体の 30% 程度であった。園主への聞き取りによると薬剤防除は炭疽病を対象に殺菌剤散布を約 1 週間ごとで行っていた。連続降雨で圃場が冠水し, その後, 本症状が発生したとのことであった。圃場は低地にあり, 地床育苗されており, 排水は良くない。なお, 発症葉柄を持ち帰り検鏡すると疫病菌とみられる遊走子のう (写真 2), 多元菌糸体 (写真 3) が観察された。

#### 3.2 分離菌の異なる温度条件での菌糸生育

図 1 に示すとおり, 培養 3 日後から菌糸生育が認められ 5 ~ 30 において菌叢直径で 7 ~ 26mm 生育した。培養 6 日後には, 未生育の 35 を除くと最大値 (25 ) と最小値 (5 ) の間には A-1 菌株が 26mm, A-2 菌株が 23mm の差を生じ温度による菌叢生育差が目立ってきた。培養 9 日後には温度の違いによる生育の特徴は明確となり, 5 ~ 30 で菌叢生育がみ

られ、生育適温は25 となった。この結果は、*P. cactorum* の温度別の菌叢生育を調査した石川ら(1990)、三澤・新村(2007)、高橋・前田(1960)、Waterhouse and Waterston(1966)の報告と一致するものであった。

3.3 分離菌の同定

V8 ジュース寒天培地を用い25 で培養し5~7日程度経過すると菌叢上に多数の遊走子のうを形成した(写真2)。形態は広楕円形で乳頭突起は顕著で小柄は短かった。大きさは平均値でA-1 菌株が34.6×26.1 μm、A-2 菌株が32.2×24.7 μmであり 縦横比を示す l/b 比はそれぞれ1.33、1.30 となった(表1)。蔵卵器、蔵精器は雌雄同株性で形成され、蔵精器は側着し楕円形または卵形を示していた(写真4)。表2に示すとおり、蔵卵器の平均径はA-1 菌株が27.5 μm、A-2 菌株が28.1 μmであった。蔵精器はA-1 菌株が13.4×10.2 μm、A-2 菌株が12.9×10.7 μmであった。卵胞子の平均径はA-1 菌株が23.3 μm、A-2 菌株が24.4 μmであった。以上の形態は三澤・新村(2007)、石川ら(1990)が報告したイチゴから分離された

*P. cactorum* の形態とほぼ一致した。また、遊走子のうの形態に着目して分類を試みた正子(1981)の検索表に従った場合でも *P. cactorum* の特徴に一致した。

3.4 PCRによる分離菌の判別

3.4.1 疫病菌の特異的プライマーによる判別

各レーンとも457bpの位置に単一バンドが出現し、いずれの供試菌株も *Phytophthora* 属菌の特徴を示した(図2)。

3.4.2 ITSを含むrDNA塩基配列による判別

ITS1の一部、ITS2の全領域を含むrDNAの塩基配列をA-1 菌株で801塩基、A-2 菌株で768塩基について決定した。これらを国際塩基配列データベースで相同性検索をしたところ、表3に示すとおりA-1 菌株では *P. cactorum* (accession: GU111587)をはじめ99.6%、A-2 菌株では *P. cactorum* (accession: EU662219)をはじめ99.7~99.9%の高い相同性が得られ、形態観察による同定結果が支持された。

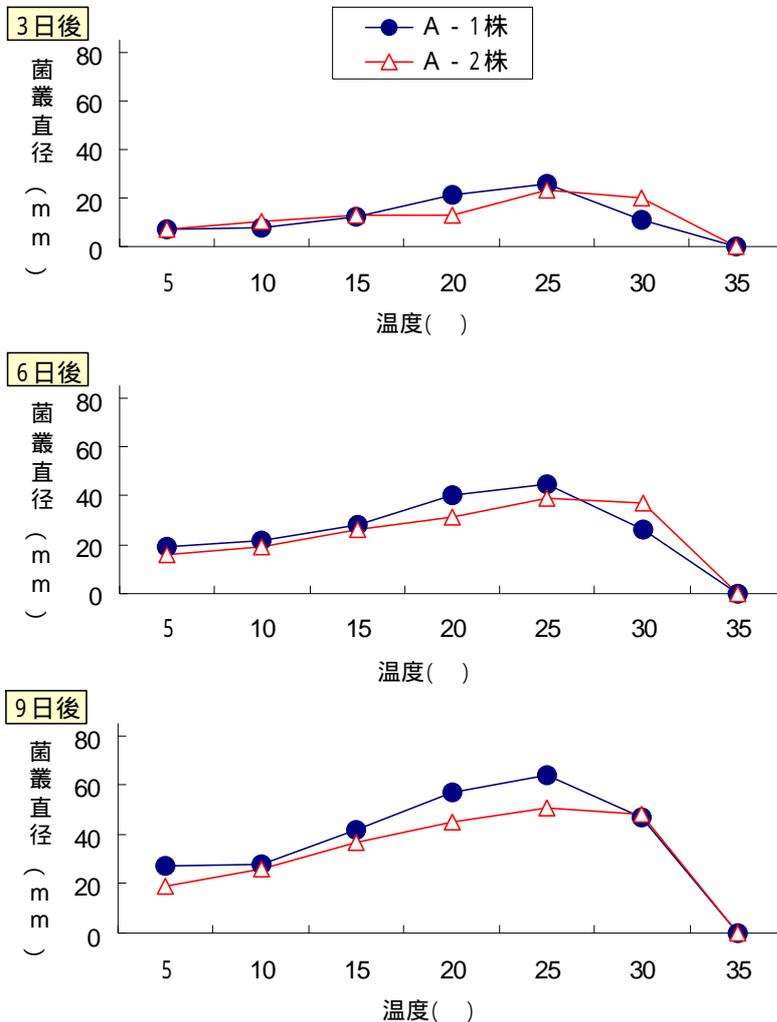


図1 イチゴから分離した菌株の温度別の菌叢生育  
図中の日数は、培養期間を示す。  
菌叢直径は、培地上に置床した小片径4mmを除いた。

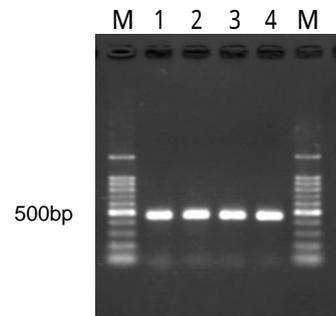


図2 特異的なプライマーを用いたPCRによる疫病菌の検出  
1:A-1菌株, 2:A-2菌株, 3:E-1菌株,  
4:E-2菌株(E-1,2菌株は*P. nicotianae*)  
M: サイズマーカー100bpラダー。

3.5 分離菌による現地病徴の再現

接種4日後の遊走子接種区の品種‘あまおとめ’、‘さがほのか’、‘さちのか’において、現地の黒色陥没斑が観察された(写真5,6左).表4に示すとおり、‘あまおとめ’では接種30日までこの黒色陥没斑が維持されたが、‘さがほのか’、‘さちのか’では接種20日後には、この黒色陥没斑は葉柄の萎凋(写真6右)や株全体の萎凋症状へ移行した.なお、卵胞子接種区では‘あまおとめ’、‘さちのか’で発病はみられず、‘さがほのか’のみが萎凋または枯死した(写真7).以上のことから、現地の黒色陥没斑の発生には遊走子の感染が関与していることが示唆された.

4. 考察

現地でイチゴの葉柄またはランナーに疫病の病徴が認められた品種‘あまおとめ’は、愛媛県農業試験場で2001年に品種‘とちおとめ’と‘さがほのか’を交配し実生個体から選抜して品種登録を行った本県オリジナル品種である(伊藤・松澤,2008).病害に対してはうどんこ病には抵抗性を示し、萎黄病、炭疽病には罹病性であるが、疫病に対する抵抗性は不明であった.本試験では、遊走子と卵胞子の接種を行ったが、黒色陥没斑は‘あまおとめ’が本病に弱い(罹病性である)ために発生したのではなく、むしろ本病に高い抵抗性を

表1 分離菌と既報のイチゴ疫病菌の遊走子のうとの形態比較

菌株名または出典	大きさ(μm)		l/b比
A-1菌株	34.6 ×	26.1	1.33
A-2菌株	32.2 ×	24.7	1.30
三澤・新村(2007)	34.4 ×	25.1	1.4
石川ら(1990)	36.5 ×	26.8	1.36

三澤・新村(2007),石川ら(1990)は、イチゴから分離した*P. cactorum*.

表2 分離菌と既報のイチゴ疫病菌との蔵卵器、卵胞子、蔵精器の形態比較

菌株名または出典	大きさ(μm)			
	蔵卵器	卵胞子	蔵精器	
A-1菌株	27.5	23.3	13.4 ×	10.2
A-2菌株	28.1	24.4	12.9 ×	10.7
三澤・新村(2007)	29.0	24.7	12.5 ×	11.0
石川ら(1990)	30.3	23.9	14.3 ×	11.8

三澤・新村(2007),石川ら(1990)は、イチゴから分離した*P. cactorum*.

表3 分離菌のITS1の一部、ITS2全領域を含むrDNA塩基配列による同源性検索

登録名 <sup>a)</sup>	菌株名	accession	同源性(%)
[A-1菌株との同源性]			
<i>Phytophthora cactorum</i>	TARI 20179	GU111587	99.6
<i>Phytophthora cactorum</i>	05MN55-1	EU662221	99.6
<i>Phytophthora cactorum</i>	748	EU240045	99.6
[A-2菌株との同源性]			
<i>Phytophthora cactorum</i>	WPC6625D1304	EU662219	99.9
<i>Phytophthora cactorum</i>	WPC10371A636	FJ801418	99.7
<i>Phytophthora cactorum</i>	P10371	EU045751	99.7

a) 国際塩基配列データベース(GenBank/EMBL/DDBJ)による検索結果.

表4 接種源の違いによるイチゴ品種別の病徴発現株数

接種後日数	あまおとめ				さがほのか				さちのか			
	遊走子接種		卵胞子接種		遊走子接種		卵胞子接種		遊走子接種		卵胞子接種	
	葉柄上	株全体										
4	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
8	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0
12	2	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0
15	2	0	0	0	1	1	0	3	1	0	0	0
20	2	0	0	0	0	2	0	3	(1)	0	0	0
25	2	0	0	0	0	2	0	3	(1)	0	0	0
30	2	0	0	0	0	2	0	3	(1)	0	0	0

各接種区3株ずつ1品種12株供試.供試菌株はA-1菌株.病徴は、葉柄上が黒色陥没斑,株全体が萎凋または枯死.

( )は発病葉柄の枯死(黒色陥没斑から移行).

示すことから生じたものと推察した。理由としては、‘さがほのか’は卵孢子接種区で供試株全てが萎凋するなど、三澤ら(2007)も指摘するように、疫病に対しては抵抗性の低い罹病性品種である。‘さちのか’は抵抗性の高い品種であるが、葉柄の黒色陥没斑は萎凋に移行し、病勢の進展を示した。このことから葉柄萎凋がみられない‘あまおとめ’の方が病斑の拡大抵抗性が高いようであった。ちなみに、‘あまおとめ’の交配親の‘とちおとめ’は疫病に対する抵抗性は高い品種とされている(三澤ら, 2007)。なお、本病の発病に対する品種抵抗性差は諸外国でも認められており、ノルウェーでは品種‘Senga Sengana’から‘Korona’に変遷した結果、新品種が*P. cactorum*に感染・発病しやすいため、疫病の発生が増加したことが報告されている(Eikemo et al., 2000)。以上のように、品種が固有に持つ疫病抵抗性が発病の有無だけではなく、今回のような特異的な病徴を生じる原因になっていることが明らかとなった。

今回の発症に関与した病原菌の*P. cactorum*は、当初、果実腐敗(leather rot, ゴム果)の病原として報告されていた(Rose, 1924; 長田ら, 1993)。その後、1952年にドイツにおいて、本菌による萎凋(crown rot)が報告された(Deutschmann, 1954)。1960年以来、欧米各国のフランス、ドイツ、ベルギー、オランダ、アメリカ、スペインで萎凋症状が発生した(Seemüller, 1984; Santos et al., 2002)。国内でも当初は高橋・前田(1960)が果実腐敗を報告し、その後は本病では株全体の萎凋被害を中心に報告されている(石川, 2006; 石川ら, 1990; 楠・東條, 2010; 三澤, 2008; 長田ら, 1993)。但し、これらの報告には愛媛県内で確認された黒色陥没斑の記載はない。また、西日本で発生が多く、もう一つの国内主要種とされる*P. nicotianae*による疫病では古田(2006)、松崎ら(1980)、Suzui et al.(1980)が葉柄の病徴に触れているがここでも炭疽病に類似するという記述はない。従って、*P. cactorum*によって品種‘あまおとめ’に生じた炭疽病に類似性の高い病徴発現は、国内はもとより海外でも新奇な事例報告となろう。

疫病菌の種の形態差を報告した Waterhouse (1963)の*P. cactorum*の形態と愛媛県内の分離菌株も含め国内でイチゴから分離された本菌特有の蔵卵器、卵孢子の大きさは一致したが、蔵精器の大きさは一致しなかった。今後、本菌の形態による同定を試みる場合には、イチゴからの分離菌と比較すべきであり注意が必要である。なお、PCRによる分離菌の判別では、Martin et al. (2004)の特異的プライマーによる判別、ITS領域を含むrDNAの塩基配列による相同性検索は有効であり、形態による同定結果を支持できる。

今回、発病圃場の特徴や気象が関係する環境条件について考察したい。Waterhouse and Waterston (1966)は*P. cactorum*の宿主範囲は広くバラ科を中心に120属以上の植物への寄生性を有することを述べている。宿主範囲が広いということは、本菌は、愛媛県内でも普遍的に存在していることが想像される。これが降雨後の冠水によって圃場内に入り込み、発病に

至ったものと判断した。次に、感染が起こったとみられる2011年の6月中旬の平均気温は平年並であったが、降水量は平年の3.5倍の降雨が記録されている(松山地方気象台データ)。Grove et al. (1985), Rose (1926), Wright et al. (1966)が指摘するように、本菌は降雨など多湿条件を好む。このような発病に適した気象条件が発病を助長したものとみられる。

接種試験では遊走子の接種で黒色陥没斑が形成され、卵孢子の接種では黒色陥没斑を形成せず萎凋症状を生じた。Madden et al. (1991)は*P. cactorum*の越冬形態は卵孢子であり、春先に卵孢子が発芽し遊走子のうを形成しイチゴに感染することを述べている。この知見を踏まえると卵孢子接種でも二次的に形成される遊走子で黒色陥没斑を生じることが考えられる。しかし、今回の試験では接種後の感染を促す湿潤時間を1日としたため、桂(1971)が述べている卵孢子の直接発芽による菌糸体がクラウン部に感染し萎凋に至ったものと考えられる。ただし、卵孢子の人工接種による萎凋発現には、‘さがほのか’のような罹病性品種であることが必要条件であり、‘あまおとめ’、‘さちのか’のような本病に抵抗性を示す品種では萎凋症状は発現しないようであった。

最後に本病の防除法について整理する。楠・東條(2010)、Madden et al. (1991)はメタラキシル剤が有効であることを述べている。愛媛県内の発生地においてもイチゴ疫病に適用登録のあるマンゼブ・メタラキシル水和剤の灌注処理で病勢進展を抑えることができたとの報告を受けた。三澤ら(2006)は本病防除に0.1mmの透明フィルムを土面に敷き、もみ殻を敷き詰める方法での耕種の防除を提案している。これらの防除法に加え、疫病対策には排水対策が最も重要であることを第一に考え、有効薬剤の適期処理で本病の防除は対応できるものと考えられる。

#### 謝辞

北海道並びに佐賀県のイチゴ疫病の発生状況をご教示いただいた北海道立道南試験場の三澤知央氏、佐賀県農業試験研究センターの古田明子氏に感謝の意を表す。また、疫病菌の特異的プライマーによる判別法でご指導いただいた元愛媛県立果樹試験場の三好孝典氏(現愛媛県東予地方局産業経済部今治支局産地育成室)、清水伸一氏(現愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課)に深謝する。

#### 引用文献

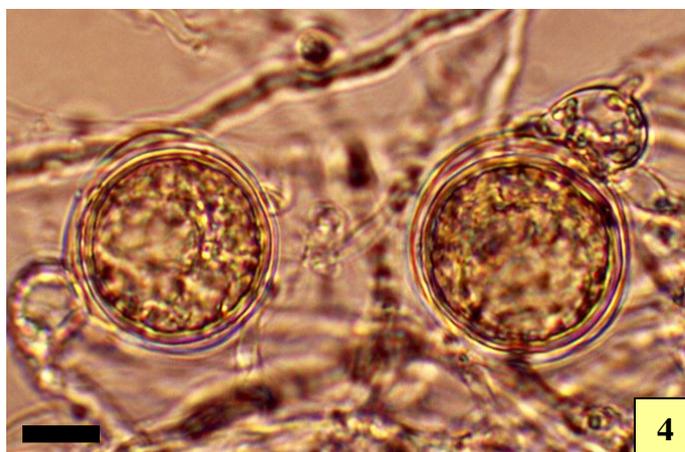
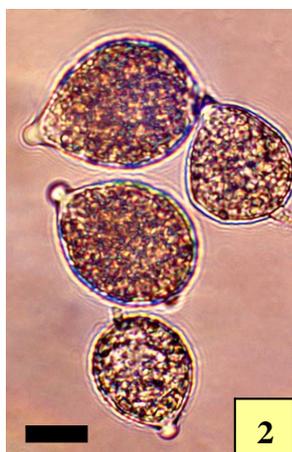
- Deutschmann, von F. (1954): Eine Wurzelfäule an Erdbeeren, hervorgerufen durch *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schroet., Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienst, 6, 7-9.
- Eikemo, H., Stensvand, A. and Tronsmo, A.M. (2000): Evaluation of methods of screening strawberry cultivars for resistance to crown rot caused by *Phytophthora cactorum*, Annals of applied biology, 137, 237-244.

- 古田明子 (2006): イチゴ疫病的発生生態と防除法, 農耕と園芸 **61** (12), 158-160 .
- Grove,G.G, Madden,L.V., and Ellis, M.A. (1985): Influence of temperature and wetness duration on sporulation of *Phytophthora cactorum* on infected strawberry fruit, Pytopathology , **75** , 700-703 .
- 石川成寿 (2006): イチゴ 疫病 (フィットフトラ・カクトラム菌) , 農業総覧 原色 病害虫診断防除編 2- 野菜・果菜ウリ科/イチゴ, 農文協, 東京, 127-132 .
- 石川成寿・斎藤司朗・中山喜一・国安克人・萩原廣 (1990): 栃木県に発生した *Phytophthora cactorum* によるイチゴの萎ちよう枯死症状について, 日植病報, **56** , 147 .
- 伊藤博章・松澤光 (2008): イチゴ新品種 'あまおとめ' の育成, 愛媛県農試研報, **41** , 16-20 .
- 神頭武嗣・植松清次・相野公孝 (2007): *Phytophthora nicotianae* によるポインセチア疫病 (新称), 日植病報, **73** , 112-113 .
- 桂琦一 (1971): 疫病菌の生活と生活史, 植物の疫病 理論と実際, 誠文堂新光社, 東京, 20-22 .
- 楠幹生・東條元昭 (2010): 香川県での *Phytophthora cactorum* によるイチゴ疫病的発生と本県主要 3 品種における本菌に対する感受性の差異および薬剤による防除効果, 四国植防, **45** , 38 .
- Madden,L.V., Ellis,M.A., Grove,G.G, Reynolds, K.M. and Wilson, L.L. (1991): Epidemiology and control of leather rot of strawberries , Plant disease , **75** , 439-446 .
- Martin,F.N., Tooley,P.W.and Blomquist, C. (2004): Molecular detection of *Phytophthora ramorum*, the causal agent of sudden oak death in California, and two additional species commonly recovered from diseased plant material , Phytopathology , **94** , 621-631 .
- 正子朔 (1981): 疫病菌の分類と同定, 植物防疫, **35** , 425-432 .
- 松崎正文・菅正道・木曾皓 (1979): イチゴ褐色疫病 (仮称) について, 日植病報, **45** , 528 .
- 松崎正文・菅正道・木曾皓 (1980): 九州に発生したイチゴ疫病, 日植病報, **46** , 179-184 .
- 三澤知央 (2008): イチゴ疫病的診断方法と防除対策, 植物防疫, **62** , 485-489 .
- 三澤知央・福川英司・中住晴彦 (2007): *Phytophthora cactorum* による疫病に対するイチゴ品種の抵抗性, 北日本病虫研報, **58** , 64-68 .
- 三澤知央・中住晴彦・新村昭憲 (2006): もみがら採苗法によるイチゴ疫病菌の苗への感染回避, 北日本病虫研報, **57** , 60-61 .
- 三澤知央・新村昭憲 (2007): 1999~2004 年の北海道におけるイチゴ疫病的発生実態, 日植病報, **73** , 76 .
- 長田茂・佐藤郁・菅野博英・土生利仁 (1993): *Phytophthora cactorum* によるイチゴ疫病的多発生, 北日本病虫研報 **44** , 68-70 .
- Rose,D.H. (1924): Leather rot of strawberries , Journal of agricultural research , **28** , 357-376 .
- Rose,D.H. (1926): Relation of strawberry fruit rots to weather conditions in the field , Phytopathology , **16** , 229-232 .
- Santos, B. de los, Porras, M., Blanco, C., Barrau, C. and Romero, F. (2002): First report of *Phytophthora cactorum* on strawberry plants in Spain , Plant disease , **86** , 1051 .
- Seemüller, E.(1984): Crown rot (vascular collapse), Maas, J.L.(ed), Compendium of strawberry diseases, APS PRESS , St. Paul , 83-85 .
- 白井佳代・新村昭憲・竹内徹・三輪千華・植松清次 (2006): *Phytophthora* sp.によるイチゴ疫病的発生 (病原追加), 日植病報, **72** , 207 .
- 鈴木孝仁・牧野秋雄 (1980): イチゴの果実腐敗を起こす疫病菌について, 日植病報, **46** , 64 .
- Suzui, T., Makino, T. and Ogoshi, A. (1980): Phytophthora rot of strawberry caused by *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* in Shizuoka , Annals of the phytopathological society of Japan **46** , 169-178 .
- 高橋実・前田篤実 (1960): 土壌病原菌の生態学的研究 (2) 莓疫病について, 日植病報, **25** , 56 .
- 手塚信夫 (1989): 最近におけるイチゴ病害の発生と問題点, 平成 2 年度野菜病害虫防除研究会シンポジウム講演要旨 - 最近多発生して問題となっているイチゴ炭そ病及びうどんこ病の防除対策 -, 1-6 .
- 東條元昭 (2008): フルアジナムとミコナゾールを用いたピシウム菌選抜培地の作製と病害診断への利用, 植物防疫, **62** , 161-163 .
- Waterhouse,G.M. (1963): Key to the species of *Phytophthora* de Bary , Mycological papers , **92** , 1-22 .
- Waterhouse,G.M. and Waterston,J.M. (1966): PHYTOPHORA CACTORUM, C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria **No.111** .
- White,T.J., Bruns,T., Lee,S., and Taylor, J. (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics , PCR Protocols:a guide to methods and applications ( Innis,M.A., Gelfand, D.H., Sninsky,J.J.and White,T.J. ed. ), Academic Press , San Diego , 315-322 .
- Wright,W.R., Beraha,L. and Smith,M.A. (1966): Leather rot on California strawberries , Plant disease reporter , **50** , 283-287 .

### Abstract

In June 2011, a disease characterized by cavernous black spots was observed on strawberry petioles and stolons in an open field in Ehime Prefecture, Japan. The symptom was very similar to the typical symptom of strawberry anthracnose caused by *Glomerella cingulata*. According to microscopic observation, zoosporangia and aseptate mycelia showing the typical characteristics of Phytophthora rot formed on the lesions. The causal agent was identified as *Phytophthora cactorum* on the basis of the morphological characters of the zoosporangia and sexorgans on culture media, compared with the previous reports. The morphological identification was supported by diagnostic PCR using primers specific to *Phytophthora* spp. or the DNA sequence of the rDNA ITS1 and ITS2 regions of isolates had more than 99.6% homology to *P. cactorum*. The pathogen was inoculated onto 3 cultivars 'Amaotome', 'Sagahonoka' and 'Sachinoka' as potted plants. Four days after inoculation, using the zoospore suspension, the characteristic symptoms were reproduced on the petioles. Only cultivar 'Amaotome' has maintained the same symptom 30 days after inoculation. On the other hand, inoculation of the oospore suspension, only cultivar 'Sagahonoka' showed the symptom of wilt.

イチゴの葉柄、ランナーで発生した疫病 (*Phytophthora cactorum*) の病徴



写真説明

- 1: 現地におけるイチゴ疫病 (*P. cactorum*) による葉柄の病徴 (品種 'あまおとめ')
- 2: 分離菌 (A-1菌株) の遊走子のう, スケールバー10  $\mu\text{m}$  .
- 3: 分離菌 (A-1菌株) の多元菌糸体
- 4: 分離菌 (A-1菌株) の蔵卵器, 卵胞子と蔵精器 (側着), スケールバー10  $\mu\text{m}$  .
- 5: 分離菌 (A-1菌株) の遊走子接種4日後の葉柄の病徴 (品種 'あまおとめ')
- 6: 分離菌 (A-1菌株) の遊走子接種4日後 (左) 接種25日後 (右) の葉柄の病徴 (品種 'さちのか')
- 7: 分離菌 (A-1菌株) の卵胞子接種15日後の萎凋・枯死症状 (品種 'さがほのか', 右上は対照株)