

Botrytis cinerea によるキウイフルーツ灰色かび病 (新称)

三好孝典, 橘 泰宣
(愛媛県立果樹試験場)

Gray Mold of Kiwifruit Caused by *Botrytis cinerea*. By Takanori MIYOSHI and Yasunobu TACHIBANA (Ehime Prefectural Fruit Tree Experiment Station, Shimoidai, Matsuyama 791-01)

Fruit rot of kiwifruit in cold storage were occurred in 1989. The symptom and development period of this disease was different from Ripe rot disease. This disease showed the symptoms of fruit-or flower rot, leaf-spot, fruit injury. A species of *Botrytis* was easily isolated from the lesions, and this fungus attacked kiwifruit and citrus by artificial inoculation.

Mycelial colony of this fungus is hyaline or slight ash color on potato dextrose agar. The holdfasts are formed by mycelium which come in contact with glass walls, they are black and irregular in shape. The sclerotia are black irregular shaped, 2 to 5mm in length. Growth temperature of this fungus was 5 to 30°C, optimum temperature for growth was 20 to 25°C. Conidiophores are septate, slender, deep brown and dendroid. The upper portions are showed swollen tips. Conidia are oblong, elliptical, hyaline or slight ash color, nonseptum, 6.4 to 12.0 by 5.0 to 8.4 μ m. This fungus was identified as *Botrytis cinerea* Persoon based on these pathogenicity and morphological characteristics, and we propose the name of the disease kiwifruit gray mold.

緒 言

キウイフルーツは約20年前にニュージーランドから新しい果樹として導入され、西日本各地で温州ミカン園転換や水田転作の作物として広く栽培されるようになった。1990年の全国栽培面積は 5,210 ha, 生産量は68,900 tであり、そのうち愛媛県は栽培面積 1,040 ha, 生産量18,100 tの主産県となっている(愛媛県, 1991)。果実是一般に未熟果で収穫され、低温(1~3°C)で貯蔵し、逐次追熟して販売されている。

1989年、低温貯蔵中に多量の果実が腐敗し、地域によっては腐敗果率が50%以上にもなって大きな問題となり、長期にわたって貯蔵するうえで障害となるものと考えられた。また開花後、幼果に付着した花卉が同じ病原と思われる症状を呈し、幼果及び葉に障害を起こすことが観察された。

このため、これら障害果等から菌の分離を行い、病原について検討した結果、*Botrytis cinerea*による病害であることを明らかにしたので、その概要を報告する。

本報告の一部は平成3年度日本植物病理学会関西部会で発表した。

病 徴

低温貯蔵庫内で発生する場合、病徴は最初に果梗部を中心に現れる（写真1）。腐敗が進行すると、果実表面に黒色の菌核、灰白色の菌糸、灰色の胞子が認められ、隣接する健全果に2次伝染し、貯蔵ケース内の果実がすべて発病することもある（写真2）。腐敗部分の果肉色は少し赤色を帯びた黄褐色を呈する。

また幼果（落弁期、一般に6月）に発生する病徴は開花後の活性を失った花弁や雄ずいに約2mm程度の分生子柄と、その上に分生胞子を形成する（写真3）。それが落下しないで幼果に付着すると、毛茸を褐変させ、果皮も変色し障害が起き（写真4）、発病の著しい場合は落果する。

同様に葉に発病花弁や雄ずいが付着すると、その部分を中心に径2～3cmの褐変病斑を形成し（写真5）、さらに拡大すると落葉することがある。

幼果や葉の発病状態をみると、園内湿度との関係が高く、開花後から落弁期にかけての降水量の増加に比例して、発病程度は増加する傾向が認められる。

材 料 及 び 方 法

病原菌の分離及び供試菌

1989年から90年にかけて、表1に示す県内主要産地で、貯蔵果は1～3月に、幼果や葉などは6月にそれぞれ発病サンプルを採集した。各部位から健全部を少し残して病斑部を切り取り、病原菌の分離を行った。すなわち、供試病斑片を70%エタノール溶液、次いで0.5%次亜塩素酸ソーダ溶液で表面殺菌し、滅菌水でよく洗浄した。これをペトリ皿に流し込んだブドウ糖加用馬鈴薯煮汁寒天培地（PDA）上におき、定温器内で25℃に保ち、数日後病斑片から形成された菌糸片を新たなPDA培地上に移して分離した。なお、1切片、1分離株とした。分離部位からは *Botrytis* sp. が高率に分離されたので、この症状の主因は *Botrytis* sp. と判断し、以下の実験を行った。

供試菌は松山市下伊台町の発病貯蔵果実から分離した *Botrytis* sp. を分離菌1、伊予市唐川の発病葉から分離した *Botrytis* sp. を分離菌2として種の検討を行った。分離菌1及び分離菌2はPDA培地で分離後、形成された分生胞子を単胞子分離したものである。また、対照菌株として、温州ミカンの花弁から分離した *Botrytis cinerea* を用いた。

キウイフルーツに対する病原性

分離菌1、分離菌2及び *B. cinerea* をPDA培地で25℃、3日間培養後、菌糸先端部分を直径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、これを接種源とした。

葉に対する接種試験はポット植えのヘイワード新葉上に接種源の菌叢が葉に当たるように置き、ビニール袋で1日間湿室状態を保った。接種葉は1菌株当たり3葉用い、3日から4日後に葉の褐変状態を調査し、褐変症状からの再分離を行った。

果実に対する接種試験は1菌株当たり収穫果10個（ヘイワード）を用い、果梗部に葉と同様に接種源を置き、セロテープで固定した。接種果をビニール袋に入れ、1℃で1カ月間保存後、腐敗状態を調査し、腐敗果から菌の再分離を行った。

カンキツに対する病原性

葉への接種試験はポット植えのラフレモン実生を用い、新葉にキウイフルーツの葉に対する接種試験と同様に行った。

果実への接種試験は宮内イヨカンの効果を1菌株当たり3個ずつ用い、接種源の菌叢が果面に当たるようにセロテープで固定し、直ちに水を張ったプラスチックケース（30×20×10cm）内におき、1日間多

湿状態を保った。その後ケースを開放し、5日後に果面の傷の有無を調査した。

病原菌の形態

分離菌1及び分離菌2と対照の *B. cinerea* を PDA 培地で平板及び斜面培養し、菌叢、菌核の形態及び固着器形成の有無を調査した。また、PDA 培地に約2週間培養して得られた分離菌の菌核を培地からはぎ取り、流水中で良く洗浄し高圧滅菌した砂の上にのせ、湿室状態で4℃に保った。1カ月後に形成された分生子柄及び分生孢子の形態を光学顕微鏡で調査した。なお、分生孢子は1菌株につき100個測定した。

病原菌の培養温度に対する反応

分離菌と対照の *B. cinerea* の培養温度に対する反応を比較するため、分離菌1及び分離菌2と対照の *B. cinerea* を PDA 培地で3日間平板培養し、菌糸先端部分を直径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、菌叢が培地に接するよう PDA 平板培地(9cmペトリ皿、3枚)に移し、5、10、15、20、25、30、35℃の7段階で培養し、1日後と3日後に菌糸の直径を測定した。

結 果

病原菌の分離

各地域から採集した146切片の果実、72切片の葉、25切片の花弁、30切片の幼果の毛茸から分離した結果(第1表)、*Botrytis* sp. が優先的に分離された。果実や葉では純粋に *Botrytis* sp. が分離されたが、花弁及び幼果の毛茸では *Botrytis* sp. に混じって *Fusarium* sp. や *Alternaria* sp. が分離された。分離されたすべての *Botrytis* sp. は培地上での菌叢から判断して1種類であった。

第1表 病斑部位からの菌分離状況

部 位	採集地	分離数	分 離 率 (%)				
			Bot	Phom	Fusa	Alter	NO
果 実	吉 田 町	11	81.8	9.1	0	0	9.1
	八幡浜市	9	66.7	0	0	0	33.3
	伊 予 市	13	76.9	7.7	0	0	15.4
	松 山 市	110	88.2	0.9	1.8	0	9.1
	丹 原 町	3	66.7	0	0	0	33.3
	計	146	84.9	2.1	0.7	0	12.3
葉	伊 方 町	10	90.0	0	0	0	10.0
	宇和島市	6	83.3	0	16.7	0	0
	伊 予 市	26	80.8	7.7	0	0	11.5
	松 山 市	30	83.3	0	3.3	0	13.4
	計	72	83.3	2.8	2.8	0	11.1
花 弁	松 山 市	15	93.3	13.3	46.7	40.0	0
	伊 予 市	10	90.0	20.0	30.0	10.0	0
	計	25	92.0	12.0	40.0	28.0	0
幼 果 (毛 茸)	松 山 市	20	85.0	20.0	40.0	15.0	0
	丹 原 町	10	90.0	20.0	50.0	20.0	0
	計	30	86.7	20.0	43.3	16.7	0

Bot : *Botrytis*, Phom : *Pomopsis*, Fusa : *Fusarium*, Alter : *Alternaria*,
NO : 未分離を示す

キウイフルーツに対する病原性

分離菌 1, 分離菌 2 及び *B. cinerea* を新葉および果実に接種した結果, すべての菌株で自然発病と同様の病徴が再現でき, 再分離も可能であった (第 2 表)。

分離菌 1 及び分離菌 2 は葉及び果実に対し, とともに病原性が認められた。また, 対照の *B. cinerea* も同様に葉及び果実に対し, 病原性が認められた。

カンキツに対する病原性

キウイフルーツに対する接種試験と同様にラフレモン葉及び宮内イヨカンの幼果に接種した結果 (第 2 表), 葉に対してはすべての菌株で褐変症状が再現でき, また, 幼果では果面の傷が再現できた。

第 2 表 キウイフルーツ及びカンキツに対する病原性

接種菌	キウイフルーツ		カンキツ	
	葉	果実	葉	果実
分離菌 1	3/3	9/10	3/3	3/3
分離菌 2	3/3	8/10	3/3	3/3
<i>B. cinerea</i>	3/3	7/10	3/3	3/3
無接種	0/3	0/10	0/3	0/3

発病数/接種数を示す。

病原菌の形態

PDA 平板培地での菌糸は隔膜があり, よく分岐し, 初め白色であるが次第に灰色または灰白色になった。菌糸の進展速度はすみやかで, 20℃, 3 日後には径 9 mm のペトリ皿の全面に達した。空中菌糸の形成は稀であるが, 形成したものは綿毛状であり, その密度は粗であった。培地面に発達した菌糸はしなやかで強く, 白金耳による切断は容易でなかった。菌核は培養菌叢面に形成され, 黒色, だ円形または不整形で長径 2～5 mm であった。また, 古くなった菌核では表面に水滴を生じた。

PDA 斜面培養の菌糸がガラス壁に接すると, 幅 1～5 mm の黒色の固着器を帯状に形成した。

分生子柄は下部では灰褐色に着色し, 先端はほとんど無色で, 長さは約 2 mm 程度であった。先端は樹

第 3 表 分離菌と文献に記載されている *Botrytis cinerea* の分生胞子の大きさ比較

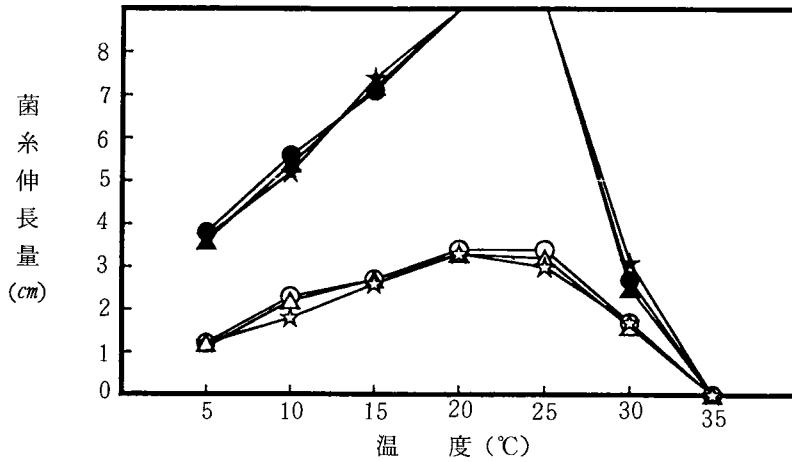
宿 主	分生胞子の大きさ (μm)	著 者
タマネギ	10.0～11.0 × 6.0～ 7.5	松尾ら (1971)
タマネギ	9.0～14.0 × 7.0～ 9.0	高桑ら (1974)
ラッキョウ	8.0～17.0 × 5.0～ 10.5	奈須田ら (1984)
リンドウ	8.0～16.0 × 6.0～ 9.0	夏秋ら (1982)
チャ	9.0～13.0 × 7.0～ 10.0	浜屋 (1982)
リンゴ	5.4～10.9 × 6.1～ 16.6	田村ら (1981)
ウメ	6.3～12.5 × 5.0～ 10.0	川久保ら (1976)
ビワ	9.0～13.1 × 5.6～ 10.0	森田 (1984)
カンキツ	8.0～15.0 × 6.4～ 10.2	
分離菌 1	6.4～12.0 × 5.0～ 8.4	
分離菌 2	7.0～12.0 × 5.0～ 7.0	

枝状に分岐し、その頂端部に分生胞子を着生し（写真6）、swollen tipsが確認された。

分生胞子は無色・単胞で、楕円形ないし卵形で、大きさは分離菌1で $6.4 \sim 12.0 \times 5.0 \sim 8.4 \mu\text{m}$ 、分離菌2で $7.0 \sim 12.0 \times 5.0 \sim 7.0 \mu\text{m}$ 、*B. cinerea*で $8.0 \sim 15.0 \times 6.4 \sim 10.2 \mu\text{m}$ であった（第3表）。

病原菌の培養温度に対する反応

分離菌及び *B. cinerea* は同様の生育を示し、5～30℃で生育が認められ、20～25℃で生育が最も優れた（第1図）。35℃ではすべての菌株の生育が認められなかった。



第1図 キウイフルーツより分離された *Botrytis* sp. の生育温度
（注：20℃および25℃で3日後には、いずれの菌も菌そうが径9 cmペトリ皿の培養基全面に進展した。）

—○— 分離菌1 1日後 —●— 分離菌1 3日後
—△— 分離菌2 1日後 —▲— 分離菌2 3日後
—☆— *B. cinerea* 1日後 —★— *B. cinerea* 3日後

考 察

現地で採集したサンプルの病原菌の分離において花卉等から *Fusarium* sp. や *Alternaria* sp. 等が混入して分離されたのは枯死切片から分離したことによるものであり、すべてのサンプルで *Botrytis* sp. が優先して、しかも果実と葉では純粋に分離されることから、低温貯蔵中の腐敗症状及び発病した花卉や雄ずいが幼果や葉に付着して発生する症状は *Botrytis* sp. が主因であると考えられる。

既知の貯蔵病害である果実軟腐病（橘ら，1983，高屋，1986）と、発生部位、発生時期及び症状について比較すると、表4に示すように相違点があり、さらに本研究において貯蔵中の発病果実から高率に分離されたのは *Botrytis* sp. であって、*Botryosphaeria* sp. 及び *Phomopsis* sp. を病原とする果実軟腐病とは明らかに異なっている。

Botrytis 属菌の分類は最近、走査電顕による器官の微細形態差異から類別する方法（堀内，1979）も検討されているが、本研究では特に病原性と分生胞子の大きさに重点をおいた従来の分類方法によって調査した。

第4表 貯蔵腐敗果の病徴と果実軟腐病との比較

	本 病	果 実 軟 腐 病
発 生 部 位	果梗部中心	果側部及び果梗部中心
発 生 時 期	低温貯蔵中から追熱後	追熱後
症 状	灰褐色の菌糸、胞子及び黒色の菌核を形成する 腐敗果肉色は赤色を帯びた黄褐色を呈する	菌糸、胞子は形成しない 腐敗果肉色は中心部：乳白色、 周辺：黄緑色、最外周：濃緑色 を呈する
	健全果へ2次伝染する	2次伝染しない

光学顕微鏡による形態を観察した結果では *B. cinerea* の特徴である固着器（松尾，1978）を形成し、分生子柄の頂端部に swollen tips (Barnett et al., 1972) が確認された。さらに分生胞子の大きさは *B. cinerea* と同定された各種病害（寄生植物がタマネギ（高桑ら，1974，松尾，1978），ラッキョウ（奈須田ら，1984），リンドウ（夏秋ら，1982），チャ（浜屋，1982），リンゴ（田村ら，1981），ウメ（川久保ら，1976）及びビワ（森田，1984））とほぼ一致しており，対照のカンキツより分離した *B. cinerea* とも一致し（第3表），分離菌1及び分離菌2がカンキツに対して病原性を示し，さらに培養温度からみた反応も *B. cinerea* と一致した。従って本菌を *Botrytis cinerea* Persoon と同定した。

キウイフルーツの *B. cinerea* による病害はわが国では未記載であり，また植物の *B. cinerea* による病害は1～2の例外を除き，灰色かび病と命名されるのが慣例になっている。

したがって本病をキウイフルーツ灰色かび病 (kiwifruit gray mold) と呼称するよう提案したい。

摘 要

- 1989年，低温貯蔵中のキウイフルーツ果実が多量に腐敗し，問題となった。本病は既知の貯蔵病害である果実軟腐病とは症状及び発生時期等が異なった。また，本病は貯蔵中の果実に発生するほか，落弁期に花卉や雄ずいに発生し，幼果の褐変や落果，葉の褐変や落葉を引き起こした。
- 病斑部からはキウイフルーツに病原性のある *Botrytis* sp. が容易に分離された。本菌は接種によってカンキツにも明らかな病斑を形成した。
- 本菌は PDA 培地上で，白色のちに灰白色の菌叢を生じ，菌糸がガラス壁に接すると，黒色の固着器を形成する。また，培養面に黒色，だ円形または不整形，2～5 mm の菌核を形成する。本菌は5～30℃の範囲で生育し，最適温度は20～25℃であった。分生子柄は菌糸より分岐し，有隔，先端付近は無色で樹枝状に分岐し，頂端部に swollen tips が認められた。分生胞子は無色，だ円形ないし卵形， $6.4 \sim 12.0 \times 5.0 \sim 8.4 \mu\text{m}$ である。
- 本菌は形態学的特性及び病原性から *Botrytis cinerea* Persoon と同定され，本病名にはキウイフルーツ灰色かび病を提案した。

引 用 文 献

BARNETT, H. L. and B. B. HUNTER (1972): Illustrated genera of imperfect fungi. third ed., Burgess Publ. Co., Minneapolis. 70～71.

- 愛媛県農林水産部生産流通課（1991）：愛媛の果樹，pp 74
- 浜屋悦次（1982）：チャの新病害“灰色かび病”。植物防疫，36：161～162。
- 堀内誠三（1979）：走査電顕によるボトリティス属菌の見分け方。植物防疫，33：34～37。
- 奈須田和彦，川久保幸雄（1984）：ラッキョウの灰色かび病（新称）について。日植病報，48：136。
- 夏秋知英，奥田誠一，寺中理明（1982）：リンドウの灰色かび病（新称）について。日植病報，48：136。
- 川久保幸雄，奈須田和彦（1976）：ウメ灰色かび病に関する研究。第1報 症状およびウメ果実上の各種斑点との相違。福井農試報，13：113～125。
- 松尾綾男（1978）：タマネギボトリチス病の疫学的研究。兵庫農総センター特別報告，1～100。
- 森田 昭（1984）：ビワにおける灰色かび病の発生。植物防疫，38：308～311。
- 橘 泰宣，佐川正典，大森尚典（1983）：キウイフルーツ果実の軟腐症の発生 1. 分離菌およびその病原性。日植病報，49：403。
- 高桑 亮，斉藤 泉，谷井昭夫，田村 修（1974）：タマネギおよびニラの白斑葉枯病。北海道立農試集報，29：1～6。
- 高屋茂雄（1986）：キウイフルーツ果実軟腐症の諸症状とそれに関与する病原菌。果樹試報 E 6：85～89。
- 田村 修，斉藤 泉（1981）：*Botrytis cinerea* Pers.によるリンゴ果頂腐敗病（新称）。日植病報，47：691～693。

写 真 説 明

- 写真1：低温貯蔵庫での腐敗状況（果梗部より腐敗）
- 写真2：腐敗果上の菌糸と菌核
- 写真3：枯死花卉の発病状況
- 写真4：幼果に生じた果皮障害（毛茸の褐変）
- 写真5：葉の発病状況
- 写真6：分生子柄の形態及び分生胞子の着生状況

