

沖縄県におけるマンゴー軸腐病の発生と果梗部熱処理法による防除

沖縄県農業研究センター名護支所 澤 岷 哲 也

はじめに

沖縄県では亜熱帯性の温暖な気象条件を活かし、商品性の高い熱帯果樹が盛んに生産されている。なかでもマンゴー (*Mangifera indica* L.) は沖縄県の果樹産出額の約4割(2012年度)を占める重要品目であり、近年では贈答用の高級果実として広く認知されている。しかし、2000年ころから沖縄産マンゴーの出荷果実において、果梗部から軟化腐敗する症状が発生し問題となっている。本症状は多くの場合輸送過程で激しくなるため、経済的損失だけでなく市場や消費者からの信頼、さらには産地ブランドの評価にも悪影響を与える。そのため、生産現場からは早急な原因の解明が求められていた。そこで筆者らは、罹病部位から同一性状の糸状菌株を多数分離し、これら分離菌株の病原性を確認するとともに、形態的特徴および EF1- α 遺伝子領域の塩基配列に基づく同定を行った結果、国内初発生の *Lasiodiplodia theobromae sensu stricto* によるマンゴー軸腐病であることが明らかとなった(澤岷ら, 2013)。

現在、沖縄県における本病の防除対策として圃場での薬剤散布が指導されているが、登録薬剤がプロシミドン水和剤(商品名: スミレックス水和剤)およびバチルス・ズブチリス水和剤(商品名: バチスター水和剤)の2剤のみであり(2016年3月現在)、生育期の長いマンゴー栽培においては部分的な薬剤防除しか行えず、スケジュール散布による体系的な防除が実施できていない点からも、十分な防除効果は得られていない。そのため、生産現場ではより効果の高い新たな防除技術の確立が求められている。

本病の病原菌は、圃場では果実の果梗部位で潜在感染していることが知られており(Johnson et al., 1993)、ほとんどの感染果実は収穫時に外観上健全であっても、その後の追熟の進行にともなって、完熟時(食べごろ)に果梗部から腐敗が進展する。そのため、収穫時に果梗部

を瞬時に殺菌処理できれば、病原菌の果実内部への侵入を防ぎ、発病を抑制することが期待できる。

そこで、本稿では沖縄県におけるマンゴー軸腐病の発生ならびに病原菌の分類同定に関する報告とあわせて、収穫時の熟度の異なるマンゴー果実において追熟にともない病原菌 *L. theobromae* が果梗部から果実内部へ侵入する過程を詳細に調べるとともに、新たな物理的防除法として、先端部を平らに加工した市販ハンダゴテを果梗部に押しあて加熱する果梗部熱処理法(澤岷・比嘉, 2014)の防除効果について検討したので、その概要を紹介する。

I 病 徴

マンゴー軸腐病はほとんどが収穫後の果実で発生し、常温下では保存4~5日後から病徴が確認された。初め果梗部の周辺から褐色または茶褐色の病斑が現れ(図-1b, 口絵①b), その後は水浸状となって急速に拡大し、発病から2~3日後には果実全体が黒変して軟化、腐敗した(図-1a, 口絵①a)。さらに腐敗が進行すると、病斑部には黒色の分生子殻が多数形成された。また、本病は果房に黒色の病斑を形成して発病する場合や打撲による果実側面の傷から収穫後に茶褐色の病斑をともなって発病する場合もある。

II 病原菌の分離

1999年6月に沖縄県宮古島市、2007年8月に豊見城市のマンゴー圃場から品種‘キーツ’(宮古島市)および‘アーウィン’(豊見城市)の罹病果実を採集した。それぞれの病斑部から切片を切り取り、表面殺菌後に素寒天培地に置床し、25℃で培養3日間後、切片から伸長した単一の菌糸先端部をPDA平板培地に移植した。得られた分離株は、Mif株(宮古島産果実由来)およびTof株(豊見城産果実由来)として、以降の同定および病原性、防除の試験に供試した。

III 分離菌の病原性

分離2菌株(MifおよびTof株)のマンゴー果実に対する病原性を、含菌寒天ディスクを用いた接種試験により確認した。接種は果実表面を滅菌した柄付き針で付傷

Occurrence of Stem-end rot of Mango in Okinawa Prefecture and Its Control by Heat Treatment of the Peduncle. By Tetsuya TAKUSHI

(キーワード: マンゴー, 軸腐病, *Lasiodiplodia*, EF1- α , 果梗部)

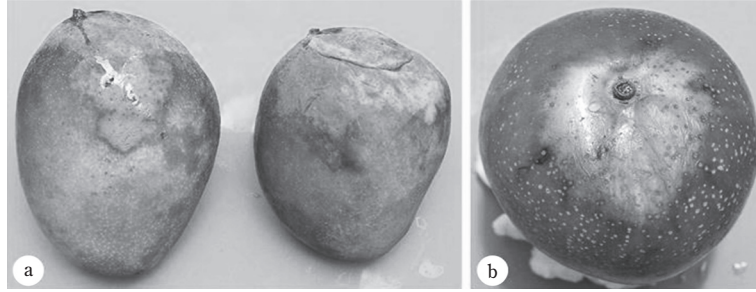


図-1 マンゴー軸腐病の病徴
a: 果実全体の軟化腐敗 b: 果梗部の褐色病斑。

し、そのうえに分離菌株の含菌寒天ディスクを貼り付けた。接種果実は密閉容器内で保湿し、25℃の暗室内に静置して病斑形成ならびに腐敗の有無を調査した。その結果、接種した2品種（‘キーツ’および‘アーウィン’）のすべての果実において、接種4日後から接種部位に茶褐色および水浸状の病斑が形成され、接種7日後には果実全体の著しい果肉の軟化と腐敗が認められた。また、病斑の一部には黒色粒状の分生子殻が形成された。一方、対照区では発病は認められなかった。これらの症状は、いずれも原病徴と一致しており、病斑部からは供試菌株と同一の糸状菌が再分離された。以上より、分離2菌株が本病害の病原であることが明らかになった。

IV 分離菌の同定

分離2菌株はPDA培地上で著しく生育が速く、初め白色、後に灰黒色の菌叢を示した。分生子殻は表皮下の子座内に群生、頂部に孔口を有し、黒色、球形～類球形、内壁の子実層より側糸を生じ、Mif株は直径160～360(平均267) μm 、Tof株は直径172～276(平均209) μm であった。分生子は初め、無色、広楕円形、単胞、平滑で大きさはMif株が17～24 \times 10～14(平均21 \times 12.2) μm 、Tof株が21～27 \times 13～15(平均24 \times 14) μm 、成熟すると暗褐色、中央1隔壁の2細胞、表面に縦縞を生じ、大きさはMif株が19～31 \times 12～19(平均23 \times 14) μm 、Tof株が21～29 \times 11～15(平均25 \times 13) μm であった(図-2)。さらに分離2菌株は15～40℃で生育し、適温は25～30℃付近であった。これらの形態および培養特性は、小野・中島(2005)、福田ら(2008)、Sato et al. (2008) および矢口・中村(1992)が報告した広義の *Lasiodiplodia theobromae* (Patouillard) Griffon & Maublanc の記載とほぼ一致した。また、両分離株の EF1- α 遺伝子領域 (Phillips et al., 2005) をプライマー EF1-688F および EF1-1251R (Alves et al., 2008) で増幅し、それぞれの塩基配列による BLAST 検索を行

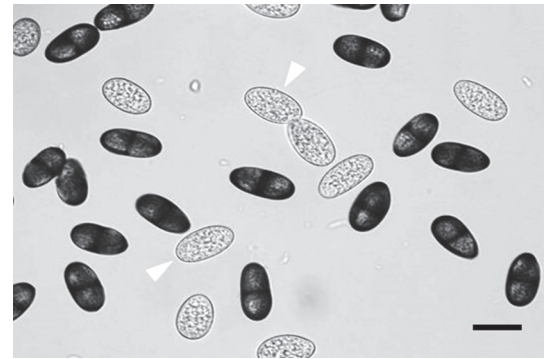


図-2 *Lasiodiplodia theobromae* の未熟および成熟分生子
白矢印は未熟分生子、スケールバーは20 μm を示す。

った結果、分離2菌株は既報の狭義 *L. theobromae* (BEGOUDE et al., 2010) の同領域塩基配列と99%の相同性が認められた。また、分離2菌株間の相同性は100%であった。分離2菌株と ABDOLLAHZADEH et al. (2010)、ALVES et al. (2008) および BEGOUDE et al. (2010) が報告した狭義の *L. theobromae* の分生子形態(大きさ、隔壁数およびL/W比)を比較した結果、同2菌株は三つの報告の記載とほぼ一致した(表-1)。なお、既報の *L. pseudotheobromae*、*L. parva*、*L. rubropurpurea*、*L. crassispora*、*L. citricola*、*L. gilansensis*、*L. plurivora* および *L. undulata* と分離2菌株の分生子形態にはほとんど違いは見られなかったが、これら8種はいずれもマンゴー以外を宿主としている (BURGESS et al., 2006; DAMM et al., 2007; ALVES et al., 2008; ABBAS et al., 2010; ABDOLLAHZADEH et al., 2010)。また、マンゴー由来の *L. iraniensis* および *L. hormozganensis* と分離2菌株とは分生子のL/W比に関して差異は認められなかったが(表-1)、*L. iraniensis* および *L. hormozganensis* は、10～35℃の範囲で生育することが報告されているのに対し (ABDOLLAHZADEH et al., 2010)、分離2菌株は15～40℃で生育し、生育温度の範囲に明らかな差異が認められた。さらに、EF1- α の部分塩基配列

表-1 *Lasiodiplodia* 属菌（既知種）と分離菌との形態比較

菌株および菌種名	分離源	分生子		L/W 比	参照
		大きさ (μm)	隔壁数		
Mif	マンゴー	19 ~ 31 × 12 ~ 19 ^{a)} (23 × 14) ^{b)}	1	1.6	本稿 (澤舩ら, 2013)
Tof	マンゴー	21 ~ 29 × 11 ~ 15 (25 × 13)	1	1.9	本稿 (澤舩ら, 2013)
<i>L. theobromae</i>	マンゴー	22 ~ 24 × 13 ~ 14	-	1.8	ABDOLLAHZADEH et al. (2010)
<i>L. theobromae</i>	アボカド, バナナ, ココヤシ, トウモロコシ, ブドウ	21 ~ 31 × 13 ~ 16 (26 × 14)	1	1.9	ALVES et al. (2008)
<i>L. theobromae</i>	モモタマナ	23 ~ 26 × 13 ~ 15	-	-	BEGOUDE et al. (2010)
<i>L. pseudotheobromae</i>	アカシア, ダイダイ, コーヒー, キダチキバナヨウラク, バラ	24 ~ 32 × 14 ~ 18 (28 × 16)	1	1.7	ALVES et al. (2008)
<i>L. parva</i>	カカオ	16 ~ 24 × 11 ~ 13 (20 × 12)	1	1.8	ALVES et al. (2008)
<i>L. gonubiensis</i>	フトモモ	32 ~ 36 × 16 ~ 19 (34 × 17)	1 ~ 3	1.9	PAVLIC et al. (2004)
<i>L. margaritacea</i>	バオバブ	14 ~ 17 × 11 ~ 12 (15 × 11)	1	1.3	PAVLIC et al. (2008)
<i>L. rubropurpurea</i>	ユーカリ	24 ~ 33 × 13 ~ 17 (28 × 15)	1	1.9	BURGESS et al. (2006)
<i>L. crassispora</i>	ビャクダン, ユーカリ	27 ~ 30 × 14 ~ 17 (29 × 16)	1	1.8	BURGESS et al. (2006)
<i>L. venezuelensis</i>	アカシア	26 ~ 33 × 12 ~ 15 (28 × 14)	1	2.1	BURGESS et al. (2006)
<i>L. citricola</i>	カンキツ	22 ~ 27 × 12 ~ 17 (25 × 15)	1	1.6	ABDOLLAHZADEH et al. (2010)
<i>L. gilanensis</i>	-	28 ~ 35 × 15 ~ 18 (31 × 17)	1	1.9	ABDOLLAHZADEH et al. (2010)
<i>L. iraniensis</i>	マンゴー, ユーカリ, カンキツ, サルバドドラ, クルミ, モモタマナ	17 ~ 23 × 11 ~ 14 (21 × 13)	1	1.6	ABDOLLAHZADEH et al. (2010)
<i>L. hormozganensis</i>	マンゴー, オリーブ	18 ~ 24 × 11 ~ 14 (22 × 13)	1	1.7	ABDOLLAHZADEH et al. (2010)
<i>L. plurivora</i>	スモモ, ヨーロッパブドウ	27 ~ 33 × 15 ~ 17 (30 × 16)	1	1.9	DAMM et al. (2007)
<i>L. undulata</i>	クワ	20 × 12	1	1.7	ABBAS et al. (2010)
<i>L. mahajangana</i>	モモタマナ	16 ~ 19 × 12 ~ 13 (18 × 12)	1	1.4	BEGOUDE et al. (2010)

a) 分生子 30 個を計測した.

b) 括弧内は平均値を示す.

-, データなし.

については、分離 2 菌株と ABDOLLAHZADEH et al. (2010) が報告した *L. iraniensis* および *L. hormozganensis* との相同性はそれぞれ 94.3% と 91.5% であり、狭義 *L. theobromae* (BEGOUDE et al., 2010) との相同性よりも明らかに低かった。その他の *Lasiodiplodia* 属菌、*L. gonubiensis*, *L.*

margaritacea, *L. venezuelensis* および *L. mahajangana* の分生子形態は両分離菌とは明らかに異なっていた (PAVLIC et al., 2004 ; BURGESS et al., 2006 ; BEGOUDE et al., 2010, 表-1)。以上の形態、培養特性、宿主ならび EF1- α の部分塩基配列に基づく既知種との比較により、分離 2 菌株を

狭義の *L. theobromae* と同定した。

V 熟度の異なる果実内部における病原菌の分離数

供試果実は農業研究センター施設内のマンゴー（品種：‘アーウィン’）10年樹より採集し、未熟果（果皮は緑色を示し、全体がブルームで覆われ光沢のない状態）および成熟果（果皮は鮮紅色を示し、光沢はなく収穫適期の状態）の二種類の熟度の異なる果実を使用した。接種は果実果梗部の切断面に供試菌 Mif 株の菌叢ディスクを置床した。培地の寒天片のみを置床したものを対照とした。接種 6, 12, 24 および 48 時間後に各果実を縦に切断し、果梗から果肉まで 0～20 mm（5 mm ごと）の深さ別に 2 × 2 mm 程度の組織切片を切り取り、PDA 培地上に置床した。その後、切片から伸長した単一の菌糸先端部を切り取り、PDA 培地に移植した。Mif 株特有のはじめ白色のちに灰黒色を示す菌叢の有無により接種菌と同定し、分離菌数を計測した。その結果、未熟果では病原菌を接種してから 6～24 時間後までは、果実内部の深さ 0～5 mm の範囲でのみ病原菌が分離されたが、接種 48 時間後には急激に果実内部へ進展して深さ 16～20 mm の範囲からも病原菌が分離された。一方、成熟果では接種 6 時間後に深さ 0～5 mm の範囲でのみ病原菌が分離されたが、接種 12～24 時間後には深さ 11～15 mm の範囲まで病原菌が到達し、48 時間後には深さ 16～20 mm の範囲から病原菌が分離された（表-2）。このことから、未熟果に比べて成熟果では果実内部への病原菌の侵入が早く、果実が未熟な状態では病原菌は果梗部にとどまっているが、追熟が進むにつれ病原菌は果梗から果実内部へ侵入を開始することが明らかとなっ

た。なお、未熟果および成熟果のいずれにおいても、対照区の果実内部から病原菌は分離されなかった。

マンゴーはクライマクテリック型果実であり、収穫後は追熟によって呼吸量やエチレン生成が急激に上昇し、果実が軟化する（米本，2008）。未熟果において病原菌接種 48 時間後に果梗から深さ 16～20 mm まで侵入したのは、最初の接種時は外観上未熟であっても、48 時間経過後には果実の追熟の進行によって、果実内部の熟度が完熟（食べごろ）に近い状態になったため、病原菌が急速に進展したものと考えられた。このことから、本病の発病と追熟による果実の熟度が密接に関係していることが示唆された。HASSAN et al. (2007) はマンゴーの収穫後の重要病害の一つである炭疽病の発病メカニズムについて、未熟果では果皮に含まれる抗菌成分であるレゾルシノールによって病徴の発現が抑制され、収穫後の果実熟度の進行とともに本物質が分解・減少することによって、完熟果実で本病の発病が増加することを明らかにした。このことから、本稿において未熟果で接種 24 時間後まで、病原菌が果梗部にとどまっている点についても、果実に含まれる抗菌物質の関与が示唆されるが、病原菌 *L. theobromae* に対するレゾルシノールの抗菌活性は明らかではない。果実の熟度と病原菌の侵入との関連性については、今後、様々な熟度のマンゴー果実に含まれる抗菌物質の解析と病原菌に対する抗菌活性について調査する必要がある。

VI 果梗部熱処理による防除効果（接種試験）

供試果実は農業研究センター施設内のマンゴー（品種：‘アーウィン’）10年樹より採集した成熟果を使用し

表-2 熟度の異なるマンゴー接種果実における果梗および果肉組織からの *Lasiodiplodia theobromae* の分離数

	深さ (mm)	接種後の経過時間 (h)			
		6	12	24	48
未熟果	0～5	1 ^{a)}	9	12	18
	6～10	0	0	0	14
	11～15	0	0	0	3
	16～20	0	0	0	2
成熟果	0～5	1	8	18	29
	6～10	0	3	5	24
	11～15	0	2	3	15
	16～20	0	0	0	7

^{a)} 果梗および果肉組織 35 切片当たりの病原菌の分離数。

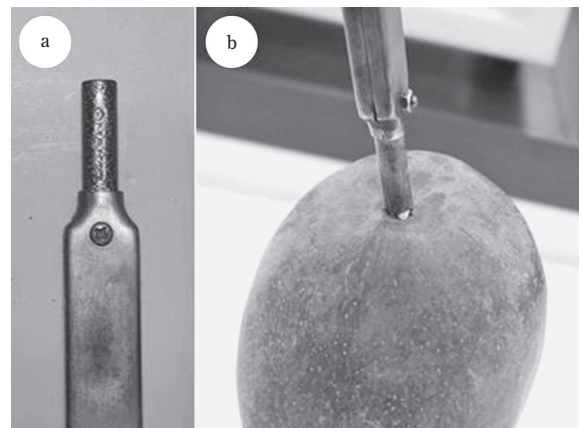


図-3 ハンドゴテを用いたマンゴー果実の果梗部熱処理

a：平らに加工したハンドゴテ先端部。

b：果梗部にハンドゴテを押し当て、熱処理する様子。

表-3 マンゴー軸腐病に対する果梗部熱処理の防除効果（接種試験）

接種後の 経過時間 (h)	果梗部熱処理		無処理	
	発病果率 (%)	発病度 ^{a)}	発病果率 (%)	発病度
3	6.7 a ^{b)}	5.6 a	50.0 a	48.9 a
6	13.3 a	7.8 a	66.7 a	64.4 a
12	23.3 a	12.2 a	50.0 a	46.7 a
24	63.3 b	62.2 b	53.3 a	51.1 a

a) 発病度は以下の基準に従って算出した。

指数 0：発病なし，指数 1：果梗周辺の軟化，指数 2：病斑が果面の 12.5%に達するもの，

指数 3：病斑が 12.5%以上に達するもの。

発病度 = $\{ \sum (\text{指数別発病果数} \times \text{指数}) / (3 \times \text{調査果数}) \} \times 100$ 。

b) アルファベットは Steel-Dwass test による多重比較検定 ($p < 0.05$) の結果であり，異符号間に有意差あり。

た。上記と同様に果実果梗部の切断面に供試菌 Mif 株を接種した。接種 3, 6, 12 および 24 時間後に果梗切断面にある菌叢ディスクをていねいに取り除き，あらかじめ先端部を平らに加工した市販のハンダゴテ (HAKKO 社, JUNIOR 331) を果実の果梗部に 10 秒程度，組織を押しつぶすように強めに押し当て果梗全体を熱処理した (図-3b)。ハンダゴテ先端部はディスクグラインダー (リョービ, MG-102) を用いて切断し，凹凸のないようにていねいに断面を平らに加工した (図-3a)。処理後の果実は 27°C で保存し，7 日後の発病率および発病度を調査した。その結果，対照区では病原菌接種 3～12 時間後のいずれの区においても発病率，発病度ともにそれぞれ 50～66.7%，46.7～64.4 の範囲で推移し，高い割合で発病した。一方，果梗部熱処理区では，病原菌接種 24 時間後の熱処理区と比較して，接種 3, 6 および 12 時間後の熱処理区で有意に発病が抑制され，特に接種 3 時間後の熱処理区で発病率 6.7%，発病度 5.6 と最も高い発病抑制効果が認められた (表-3)。これは，病原菌が果実内部に侵入する前に熱処理によって果梗部で効果的に抑えられたためと考えられた。一方，接種 24 時間後の熱処理区では病原菌が熱の届かない果実内部奥まで進展することから，防除効果が低下したものと考えられた。

果梗部熱処理による防除では，果実の収穫後から熱処理を行うまでの経過時間が防除効果に大きく影響する。表-2 から推察されるように，圃場の樹上の未熟果では，潜在感染した病原菌は果梗表層の浅いところで収穫されるまでとどまっている状態であるが，収穫適期の成熟果では，ハサミで収穫 (樹上から果梗を切り離す) した時点から果実の追熟の進行とともに病原菌も直ちに果梗から内部へ侵入を開始する。このことから，収穫後は早期に熱処理を行うことで，追熟にともなう病原菌の果

梗からの侵入開始をできるだけ早く阻止することによって高い防除効果が得られると考えられる。本稿では病原菌の侵入過程において，成熟果で接種 12 時間後には果実内部の深さ 15 mm まで病原菌の侵入が確認されたこと (表-2)，病原菌接種 3～12 時間後の熱処理で有意に発病が抑制されたこと (表-3) をあわせて考慮すると，より確実な防除効果を得るためには収穫後 6 時間以内に果梗部熱処理を行うことが妥当であると考えられた。

VII 果梗部熱処理による防除効果 (現地試験)

沖縄県宮古島市内の農家施設のマンゴー (品種：‘アーウィン’) 8 年樹より任意に成熟果を収穫した。なお，本園地では前年の果実肥大期に本病の果房発病率を調査したところ，44.7%の被害が認められ，多発園地であることが確認されている。果実は収穫 4 時間後に上記と同様な方法で果梗部の熱処理を行い，27°C で保存 7 日後の発病率および発病度を調査した。その結果，無処理の発病率 45.0%，発病度 35.0 と比較して，熱処理区では発

表-4 マンゴー軸腐病に対する果梗部熱処理の防除効果 (現地試験)

	果実数	発病果率 (%)	発病度 ^{a)}
果梗部熱処理 ^{b)}	20	5.0 ** ^{c)}	5.0 **
無処理	20	45.0	35.0

a) 発病度は以下の基準に従って算出した。

指数 0：発病なし，指数 1：果梗周辺の軟化，指数 2：病斑が果面の 12.5%に達するもの，指数 3：病斑が 12.5%以上に達するもの。

発病度 = $\{ \sum (\text{指数別発病果数} \times \text{指数}) / (3 \times \text{調査果数}) \} \times 100$ 。

b) 収穫 4 時間後に熱処理を行った。

c) アスタリスクは Mann-Whitney U 検定 ($p < 0.01$) による有意差を示す。

病率 5.0%, 発病度 5.0 と高い発病抑制効果が認められた (表-4)。また, 熱処理後の果梗部はやや焦げ跡のこる場合もあるが, 著しい果実の劣化は認められず, 品質に影響はないと判断した。

おわりに

これまで広義の *L. theobromae* は, 海外では既にマンゴーの果実腐敗 (Stem-end rot) および枝枯れ (Dieback) の病原として報告されている (PUNITHALINGAM, 1980)。近年, 病原菌の核内リボゾーム DNA (rDNA) の ITS および EF1- α の部分塩基配列と分生子形態により, マンゴー由来の広義の *L. theobromae* は, 狭義の *L. theobromae*, *L. hormozganensis* および *L. iraniensis* に細分化された (ABDOLLAHZADEH et al., 2010)。また, ブラジルでは狭義の *L. theobromae* のほかに *L. crassispota*, *L. egyptiacae*, *L. hormozganensis*, *L. iraniensis*, *L. pseudotheobromae* および *Lasiodiplodia* sp. の 6 種が新たにマンゴー軸腐病の病原として明らかにされた (MARQUES et al., 2013)。一方, 我が国ではバナナおよびゴレンシ (佐藤, 1990), パパイア (矢口・中村, 1992), ビワ (矢口ら, 1999), パッションフルーツ (小野・中島, 2005), ブドウ (井上・那須, 2008), カカオ (福田ら, 2008), モロヘイヤ (SATO et al., 2008) 等で広義の *L. theobromae* による病害報告があり, マンゴーでは花房や枝から同菌が分離されているのみで, 病原性は確認されておらず, 病名は提案されていない (佐藤, 1990; 2003)。また, 国内ではカカオ果実腐敗病菌のみが rDNA ITS 領域に基づく分子系統解析により同定され (福田ら, 2008), それ以外では形態に基づく広義の種への同定が報告されているに過ぎない。

広義の *L. theobromae* が分子系統解析に基づき複数種に分割されたことに伴い, 当然のことながら, その宿主範囲も変更され, 例えば広義の *L. theobromae* の宿主にはコーヒー, カンキツおよびカカオが含まれていたが, 現在, コーヒーおよびカンキツは *L. pseudotheobromae* の, また, カカオは *L. parva* の宿主であることが明らかにされている (ALVES et al., 2008)。新たな分類に基づいて, *Lasiodiplodia* 属菌, 特に狭義の *L. theobromae* を同定し, 宿主範囲を再認識することは, 生産現場における診断および防除対策を講じるうえで重要である。今回, 沖縄県産マンゴー由来の分離株を用いた接種試験により, 果実への明確な病原性が確認され, さらに EF1- α の部分塩基配列と分生子形態および生育温度範囲に基づき, 国内のマンゴー由来分離株が狭義の *L. theobro-*

mae であることが初めて明らかとなった。以上より, 本病を *L. theobromae sensu stricto* によるマンゴー軸腐病 (Stem-end rot) と命名した (澤岬ら, 2013)。

本稿ではハンダゴテによる果梗部熱処理法がマンゴー軸腐病の物理的防除法の一つとして有効であることを示した。本処理法はハンダゴテ先端部の到達温度が高く, 果実から果実への速やかな連続処理が可能である。また, ハンダゴテ先端部はグラインダーなどを用いれば容易に平らに加工することができる。一方, ハンダゴテ先端部の温度は 300℃ 以上に達するため, 火傷しないように取り扱いには慎重に行う必要がある。さらに, 果梗部熱処理法ではなるべくハサミ収穫した果実を用いるほうがよい。袋内で完熟落下した果実では, 落下後の経過時間が把握できないため, 袋内で追熟が進み, 病原菌が果実内部奥まで侵入して防除効果は不安定になることが推察される。

マンゴー軸腐病は果実以外に果房や緑枝でも感染・発病する (澤岬ら, 2013) ことから, 圃場では剪定残渣が重要な伝染源になると考えられている。このことから, 本病の効果的な防除対策として, 園外への残渣除去による耕種的防除を積極的に取り入れながら, 収穫後に果梗部熱処理法を組合せた総合的な防除管理を実施することが重要であると考えられる。

引用文献

- 1) ABBAS, S. Q. et al. (2010): Pakistan I. Pak. J. Bot. 42: 583 ~ 592.
- 2) ABDOLLAHZADEH, J. et al. (2010): Persoonia 25: 1 ~ 10.
- 3) ALVES, A. et al. (2008): Fungal Divers. 28: 1 ~ 13.
- 4) BEGOUDE, B. A. D. et al. (2010): Mycol. Prog. 9: 101 ~ 123.
- 5) BURGESS, T. I. et al. (2006): Mycologia 98: 423 ~ 435.
- 6) DAMM, U. et al. (2007): Mycologia 99: 664 ~ 680.
- 7) 福田有希子ら (2008): 東京農大農学集報 53: 130 ~ 138.
- 8) HASSAN, M. K. et al. (2007): Physiol. Mol. Plant Pathol. 71: 158 ~ 165.
- 9) 井上幸次・那須英夫 (2008): 日植病報 74: 68 (講要).
- 10) JOHNSON, G. et al. (1993): Acta Hort. 341: 329 ~ 336.
- 11) MARQUES, M. W. et al. (2013): Fungal Divers 61: 181 ~ 193.
- 12) 小野 剛・中島千晴 (2005): 日植病報 71: 216 (講要).
- 13) PAVLIC, D. et al. (2004): Stud. Mycol. 50: 313 ~ 322.
- 14) PHILLIPS, A. J. L. et al. (2005): Mycologia 97: 513 ~ 529.
- 15) PUNITHALINGAM, E. (1980): Plant diseases attributed to *Botryodiplodia theobromae* Pat. Bibliotheca Mycologia 71, London, 123 pp.
- 16) 佐藤豊三 (1990): 日植病報 56: 388 ~ 389 (講要).
- 17) ——— (2003): 微採取報 15: 1 ~ 20.
- 18) SATO, T. et al. (2008): J. Gen. Plant Pathol. 74: 91 ~ 93.
- 19) 澤岬哲也ら (2013): 日植病報 79: 15 ~ 19.
- 20) ———・比嘉 淳 (2014): 九病虫研究会報 60: 48 ~ 52.
- 21) 矢口行雄ら (1999): 日植病報 65: 408 (講要).
- 22) ———・中村重正 (1992): 日植病報 58: 30 ~ 36.
- 23) 米本仁巳 (2008): 新特産シリーズ マンゴー 完熟果実栽培の実践, 農文協, 東京, 190 pp.