

宮崎県で発生したニガウリつる割病（新称）と 病原菌の rDNA IGS 領域の解析

今村 幸久¹⁾・川越 洋二²⁾・久野 公子³⁾・神川 朋恵⁴⁾・杉田 亘³⁾

(¹⁾宮崎県病害虫防除・肥料検査センター・²⁾宮崎県西臼杵農業改良普及センター・
³⁾宮崎県総合農業試験場・⁴⁾国立大学法人宮崎大学フロンティア科学実験総合センター)

Occurrence of *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* in balsam pears in Miyazaki, Japan and analysis of the pathogen based on the rDNA IGS sequence.

Yukihisa Imamura¹⁾, Yohji Kawagoe²⁾, Kohko Kuno³⁾, Tomoe Jinkawa⁴⁾ and Tohru Sugita³⁾
(¹⁾Miyazaki Plant Protection and Fertilizer Inspection Center, Miyazaki, Miyazaki 880-0212, Japan. ²⁾Nishiusuki Agricultural Extension Center, Takachiho, Miyazaki 882-1101, Japan. ³⁾Miyazaki Agricultural Research Institute, Miyazaki, Miyazaki 880-0212, Japan. ⁴⁾Frontier Science Research Center, University of Miyazaki, Miyazaki, Miyazaki 889-2192, Japan)

A new disease was observed in balsam pears (*Momordica charantia* L.) growing in open fields and greenhouses in Miyazaki Prefecture, Japan, in 2000. A *Fusarium* sp. that was highly pathogenic to balsam pears was isolated from the infected plants. Based on morphological tests using synthetic low nutrient agar (SNA) and potato dextrose agar (PDA) cultures, the isolate was identified as *Fusarium oxysporum*. Thus far, there are no detailed reports regarding this disease in Japan. Therefore, we propose a common name for this disease: Fusarium wilt of the balsam pear (“nigauri turuware-byo” in Japanese). The isolate was also highly pathogenic to bottle gourd and to cucumber, melon, watermelon, pumpkin, and the wax gourd. The pathogenicity of the balsam pear isolate obviously differed from that of other formae speciales of *Fusarium oxysporum*; it causes wilting of cucurbitaceous plants. The formae speciales of *Fusarium oxysporum*, including the isolate that causes wilting of cucurbitaceous plants, are suggested to be polyphylogenetic based on rDNA intergenic spacer (IGS) sequence analysis.

Key words : *Momordica charantia* L., *Fusarium oxysporum*, formae speciales, polyphylogenetic, rDNA IGS

緒 言

ニガウリ (*Momordica charantia* L., Balsam pear) は、九州地域および沖縄県を中心に栽培されてきたローカル野菜であったが、近年の健康志向の高まり等により消費が全国的になり、宮崎県でも栽培面積が増加しつつある品目である。2000年に宮崎県宮崎市を中心とするニガウリ産地において、萎凋症状が発生し問題となった。本症状の原因を究明した結果、*Fusarium oxysporum* Schlechtendahl : Fries によるニガウリつる割病であることを明らかにした(今村ら, 2002)。本病は海外では台湾、国内では鹿児島、宮崎および沖縄の3県で発生を認めている(Sun and Huang, 1983; 並木ら, 1992; Namiki et al., 1994; 金城ら, 2002)ものの記載が不十分なことから、宮崎県

における本病の病徴や病原菌についての詳細を報告する。さらに、rDNA IGS 領域の塩基配列を解析し、本病菌とウリ科作物つる割病菌各分化型との比較を行った。

なお、本論文を草するに当たり、東京農工大学の有江力助教授には有益な御助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

材 料 お よ び 方 法

1. 発生状況および病徴

宮崎市内の露地および施設の2圃場において、2000年9月～11月に発生状況および病徴を調査した。

2. 病原菌の分離および同定

圃場から採集したニガウリ萎凋株の地際部分を70%エタノールに瞬時浸漬した後、10倍に希釈した次亜塩素酸

Table 1. Cultivars and the makers of cucurbitaceous plants used in this study

Species	Cultivar (Maker)
Balsam pear (<i>Momordica charania</i> L.)	Hyakunareishi (Kurume-syubyo), Miyazaki-koimidori (Miyazaki-ken)
Bottle gourd (<i>Lagenaria siceraria</i> Standl)	FRdantotsu (NANTO-SEEDS), Nagakanpyo (TAKII-SEED)
Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.)	Sharp1 (Saitama Genshu), Kasyufusinari (TOKITA-SEED)
Melon (<i>Cucumis melo</i> L.)	Amusu (Japan Hort.Prod.Res.Inst), Sunrise (TAKII-SEED)
Watermelon (<i>Citrullus lanatus</i> Matsum)	Mikisui (Uji Kouhai), Koudai (NANTO-SEEDS)
Pumpkin (<i>Cucurbita maxima</i> Duch)	Ebisu (TAKII-SEED)
Pumpkin (<i>Cucurbita moschata</i> Duch)	Miyazaki-wase 2gou (Miyazaki-ken)
Zassyu kabocha (<i>C.maxima</i> × <i>C.moschata</i>)	Shintosa 1gou (SAKATA-SEED)
Wax gourd (<i>Benincasa hispida</i> Cogn)	Ao-togan (TAKII-SEED), Lion-togan (NANTO-SEEDS)

ナトリウム溶液 (塩素濃度10%) で2分間表面殺菌し、維管束組織をストレプトマイシン加用素寒天培地に置床した。20℃暗黒下で5日間培養し、伸長してきた菌叢先端部をジャガイモ煎汁寒天 (PDA・Difco 社製) 培地に移植した。25℃暗黒下で2週間培養後に単胞子分離を行い、露地圃場からMR2-2、施設圃場からM1-Tの2菌株を得た。両菌株を供試し、滅菌濾紙片を置いた Synthetic low Nutrient Agar (SNA) 培地で、20℃暗黒下または12hr BLB 照射下で3週間培養し、分生胞子等各器官の形態観察および大きさの測定を行った。また、PDA 培地で25℃暗黒下で1週間培養し、菌叢の色調等を観察した。さらに、菌叢生育と温度との関係を明らかにするため、PDA 培地を用い25℃暗黒下で6日間の前培養を行い、直径6 mmのコルクボーラで打ち抜いた菌叢先端部をPDA 培地に置床後、5～40℃の9段階の温度下にて8日間培養した。

3. 分離菌株の病原性および宿主範囲

MR2-2およびM1-T菌株を供試し、「百成レイシ」「宮崎こいみどり」のニガウリ2品種への接種による病原性確認、およびウリ科作物における宿主範囲を明らかにするための接種試験を行った。接種は、供試菌株をフスマ培地で約1ヶ月間培養し、滅菌土8 L当たり培養物1 Lを混和した土壤に供試作物の幼苗を移植する土壤混和接種法を行った。供試苗は、あらかじめコンテナに入れた滅菌土に各作物を播種し、本葉2枚程度まで育苗した。コンテナに入れた接種土壤に1品種当たり10株の苗を移植し、ガラスハウスにて25～33℃の温度範囲内で管理した。なお、滅菌土と同様に栽培したものを対照とした。以下に示す基準により発病調査を行い、供試菌株の病原性の強弱を判定した。即ち、1ヶ月以内に70～100%の株が萎凋または枯死する場合を+++ (very strong)、40～60%の株が萎凋または枯死する場合を+

+ (strong)、10～30%の株が萎凋または枯死する場合を+ (present)、萎凋または枯死はしないが対照に比較して生育が劣る場合を± (weak)、病徴が見られない場合を- (non-pathogenic) とした。さらに、病徴発現苗の地際部から菌の再分離を行い、同様の接種法によりニガウリへの病原性を確認した。また、分離菌株とウリ科作物の割病菌の各分化型 *F. oxysporum* f. sp. *lagenariae*, f. sp. *cucumerinum*, f. sp. *melonis*, f. sp. *niveum* の菌株を供試し、同様の接種方法によりウリ科作物に対する病原性を比較した。供試したウリ科作物の品種名および入手先を Table 1 に、供試菌株の由来を Table 2 に示した。

4. rDNA IGS 領域の塩基配列解析

供試菌株をショ糖加用ジャガイモ煎汁液体培地で25℃7日間振とう培養し、得られた菌体を液体窒素で凍結粉砕後、Nucleon Phytopure (Amersham) を用いてDNAを抽出した。rDNA IGS 領域の増幅は、FIGS11 (GTAA GCCGTCCTTCGCCTCG) と FIGS12 (GCAAAATTC AATAGTATGGC) (Kawabe et al., 2005) をプライマーとして rTaq (Takara Biomedicals) を用いて行った。PCR 反応条件は95℃・1分間を1サイクル行った後、94℃・20秒間、50℃・30秒間、72℃・1分間を35サイクル繰り返し、72℃・5分間を1サイクル行った。2%アガロースゲルを用いてPCR産物の電気泳動を行い、目的とするバンドを切り出して suprec-01 (Takara Biomedicals) による精製を行い、ABI3100 sequencer (Applied Biosystems) を用いて塩基配列を解読した。ClustalW でアラインメントを行った後、MEGA を用いて系統解析を行った。

Table 2. Isolates of *Fusarium oxysporum* in this study

Strain	Forma specialis	Origin		
		Prefectur	Plant	Source
MR2-2	ND ^{a)}	Miyazaki	Balsam pear	This study
M1-T	ND	Miyazaki	Balsam pear	This study
MAFF103008	<i>lagenariae</i>	Mie	Bottle gourd	MAFF ^{b)}
MAFF305118	<i>lagenariae</i>	Kouchi	Bottle gourd	MAFF
MAFF103054	<i>cucumerinum</i>	Mie	Cucumber	MAFF
Focu -1S	<i>cucumerinum</i>	Ohita	Naturally infested soil	KONARC ^{c)}
Focu -2S	<i>cucumerinum</i>	Ohita	Naturally infested soil	KONARC
MAFF305544	<i>melonis</i>	Shizuoka	Muskmelon	MAFF
Melo2005	<i>melonis</i>	Unknown	Muskmelon	KONARC
Melo2010	<i>melonis</i>	Unknown	Muskmelon	KONARC
MAFF305543	<i>niveum</i>	Shizuoka	Watermelon	MAFF
MAFF305608	<i>niveum</i>	Unknown	Watermelon	MAFF

a) ND: not determined b) MAFF, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Gene Bank.

c) KONARC, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region.

結 果

1. 農家圃場における発生状況および病徴

露地圃場（宮崎市池内町）の栽培品種は「百成レイシ」で、9月の調査時は定植後4ヶ月経過した栽培末期の状態にあり、枯死あるいは萎凋した株の割合は約20%であった。施設圃場（宮崎市広原）の栽培品種は「宮崎こいみどり」で、10月の調査時には定植後1ヶ月経過しており、枯死株は無かったものの約3%の萎凋株率であった。発病株は、一部の主枝がまず萎れ、その1週間～1ヶ月後に株全体が萎凋枯死した（Fig. 1）。萎凋した主枝を除く枝が枯れずに残る場合や、萎凋したままで枯死に至らない株もあった。また、萎凋に先だってウイルス症状様の葉脈黄化や葉枯症状がみられる場合もあった（Fig. 2）。萎凋株の根部を掘取って観察すると、根腐れ症状は認められないが、地際部の茎を水平に切るとわずかに褐変がみられ、検鏡により導管部に糸状菌の菌糸および胞子が観察された。なお、詳細な調査は行っていないが、宮崎市を含む県内のニガウリ産地で本病の発生が広く確認された。

2. 病原菌の分離および同定

萎凋株の地際部からは、同一性状の糸状菌が高率に分離された。MR2-2およびM1-Tの両分離菌株は、SNA培地上で大型分生子と小型分生子を形成した。大型分生子は3隔壁（平均 $32.6 \times 4.6 \mu\text{m}$ ）のものがほとんどで鎌形、培地表面あるいは培地中の分枝ないし非分枝の分生子柄上のモノフィアライドから形成された（Fig. 3, 4）。小型分生子は単胞（平均 $8.1 \times 3.6 \mu\text{m}$ ）で非分

枝の短い分生子柄上のモノフィアライドから擬頭状に形成された（Fig. 5）。厚膜胞子（平均 $10.2 \times 9.6 \mu\text{m}$ ）は頂生又は間生に形成された（Fig. 6）。分生子連鎖は認められず、PDA培地上で白色綿毛状から淡紫色の気生菌糸を表生し、裏面に紫色に着色する菌叢を形成した（Fig. 7）。また、菌叢の生育適温は 27.5°C 付近にあった（Fig. 8）。これらの形態的特徴および培養性状から、分離菌株を *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl:Fries と同定した（Table 3, 4）。

3. 分離菌株の病原性

分離菌株の接種土壌にニガウリ幼苗を移植すると、約2週間後に現地圃場でみられるような葉脈の黄化や葉枯れを伴う激しい萎凋症状が再現された。さらに、分離菌株はニガウリの他にユウガオに強い病原性を示し、キュウリ、メロン、スイカ、カボチャ、トウガンにも病原性が認められた（Table 5）。これらの接種作物幼苗の地際部からは、接種菌株と同様な糸状菌が再分離され、全てニガウリに強い病原性を示した。しかしながら、雑種カボチャ品種「新土佐一号」では、対照と比較して生育は劣ったものの萎凋などの明瞭な病徴は見られなかった。また、*F. oxysporum* の各分化型の菌株は、それぞれの宿主に病原性を示したが、ニガウリには病原性を示さなかった（Table 6）。

4. rDNA IGS 領域の塩基配列解析

ニガウリ分離菌株を含む各分化型計12菌株のrDNA IGS領域の塩基配列について、National Center for Biotechnology Information (NCBI) に登録されている *Gibberella fujikuroi* (FGSC7610) を out group として解

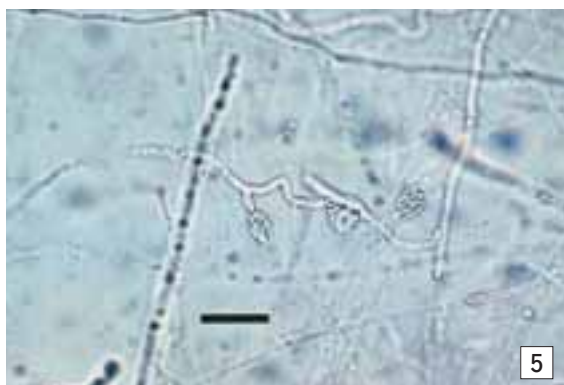
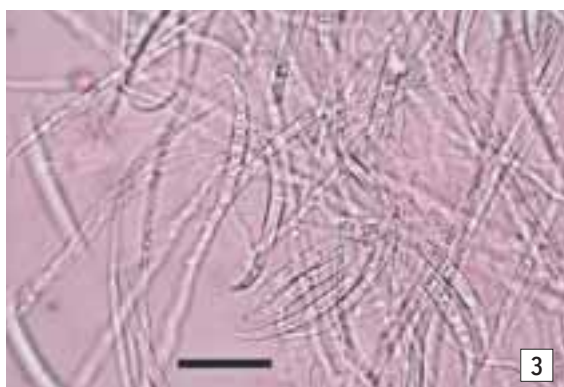


Fig. 1. Wilt on a diseased balsam pear.

Fig. 2. Yellowing and blighting of leaves in a diseased balsam pear.

Fig. 3. Macroconidium (bar : 30 μ m).

Fig. 4. Sporulation of macroconidium from monopialidic conidiogenous cell (bar : 30 μ m).

Fig. 5. Microconidia from monopialidic conidiogenous cell in false heads (bar : 30 μ m).

Fig. 6. Chlamydospore (bar : 30 μ m).

Fig. 7. Colony on PDA.

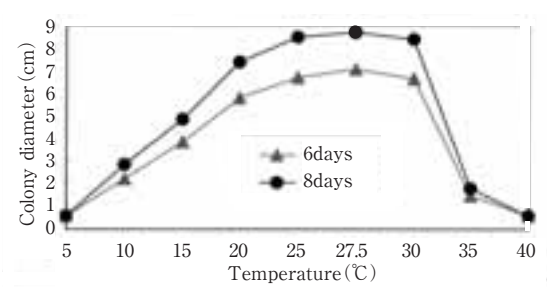


Fig. 8. Growth on PDA at various temperatures.

Table 3. Morphological characteristics of the fungus isolated from balsam pear

Medium		Morphological character
SNA	Macroconidium	falcate (1-)3-5-septate
	Microconidium	ellipsoid 0-septate
	Sporulation of microconidium	false heads like on short conidiophore
	Chlamydospore	terminal or intercalary
	Conidium catenate	no obsreved
	Conidiogenous cell	monophialide
PDA		Colony
		aerial mycelium whitish to light violet
		pigmentation in the reverse violet

Table 4. Size of the spores

Spore	Septate numbers	Length × Width (μm)	Average (μm)
Macroconidium			
Dark ^{a)}	1	15.0-25.0×3.0-5.0	20.3×4.5
	2	20.0-33.5×3.8-5.0	25.6×4.5
	3 ※	22.5-47.5×3.3-5.0	32.6×4.6
	4	36.3-50.0×4.3-5.0	37.4×4.7
BLB ^{b)}	1	12.5-31.0×3.0-4.5	21.8×4.1
	2	22.5-30.8×3.8-4.8	27.0×4.3
	3 ※	23.8-55.0×3.8-5.0	40.4×4.6
	4	41.3-62.5×4.1-5.0	53.9×4.8
	5	52.5-68.8×4.6-5.0	60.9×4.9
Microconidium			
Dark	0	5.0-13.0×2.6-5.0	8.1×3.6
BLB	0	6.3-16.3×3.0-5.5	9.8×3.8
Chlamydospore			
Dark	-	6.5-15.0×5.5-15.0	10.2×9.6
BLB	-	5.8-13.8×5.0-11.3	8.0×7.2

a) 24hr dark. b) 12hr dark and 12hr BLB. ※ 3-septate is predominant.

Table 5. Pathogenicity to cucurbitaceous plants

Plant	Cultivar	Intensity of pathogenicity ^{a)}
Balsam pear	Hyakunareishi	+++
	Miyazaki-koimidori	+++
Bottle gourd	FRdantotsu	++
	Nagakanpyo	++
Cucumber	Sharp1	+
	Kasyufusinari	+
Melon	Amusu	+
	Sunrise	+
Watermelon	Mikisuika	+
	Koudai	+
Pumpkin	Ebisu	+
	Miyazaki-wase 2gou	+
Zassyu kabocha	Shintosa 1gou	±
Wax gourd	Ao-togan	+
	Lion-togan	+

a) +++very strong, ++strong, +present, ± weak

Table 6. Comparison of pathogenicity between the isolates from balsam pear and the formae speciales of *Fusarium oxysporum* found in cucurbits

Strain	Forma specialis	Pathogenicity ^{a)} to cucurbitaceous plants				
		Balsam pear	Bottle gourd	Cucumber	Melon	Watermelon
MR2-2		+++	++	+	+	+
M1-T		+++	++	+	+	+
MAFF103008	<i>lagenariae</i>	–	+++	NT	NT	NT
MAFF305118	<i>lagenariae</i>	–	+++	NT	NT	NT
MAFF103054	<i>cucumerinum</i>	–	NT	+++	NT	NT
Focu -1S	<i>cucumerinum</i>	–	NT	+++	NT	NT
Focu -2S	<i>cucumerinum</i>	–	NT	+++	NT	NT
MAFF305544	<i>melonis</i>	–	NT	NT	+++	NT
Melo2005	<i>melonis</i>	–	NT	NT	+++	NT
Melo2010	<i>melonis</i>	–	NT	NT	+++	NT
MAFF305543	<i>niveum</i>	–	NT	NT	NT	+++
MAFF305608	<i>niveum</i>	–	NT	NT	NT	+++

a) +++very strong, ++strong, +present, – non-pathogenic, NT indicates no test.

析し、近隣結合法 (NJ 法) および平均距離法 (UPGMA 法) で系統樹を作成した。NJ 法による系統樹を Fig. 9 に示した。これによるとウリ科作物を宿主とする *F. oxysporum* 各分化型の菌株は系統樹の中にランダムに

分布し、分化型と系統の間に明確な相関は認められなかった。UPGMA 法でもほぼ同様な結果であった (データ省略)。

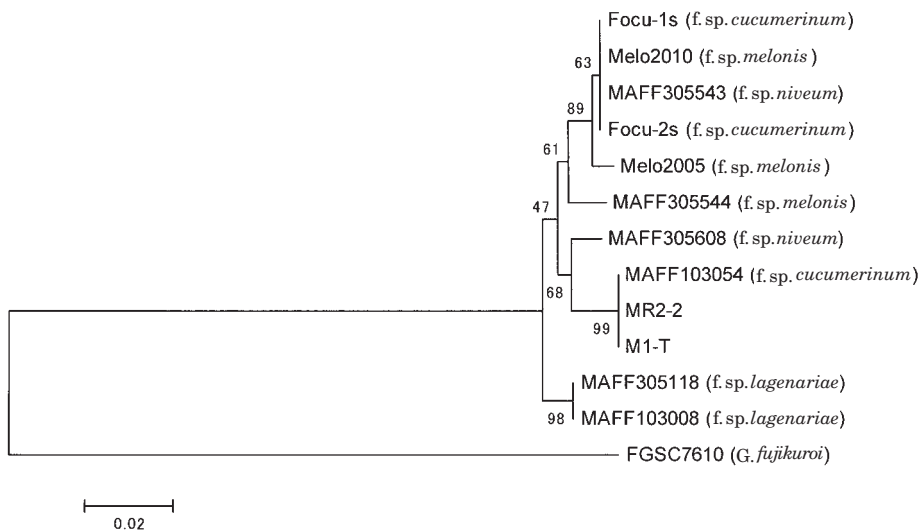


Fig. 9. Evolutionary tree (method : NJ) Bootstrap trial : 1000.

考 察

宮崎県で発生したニガウリの萎凋性病害は、分離菌株の特性および病原性から *F. oxysporum* による新病害としてニガウリつる割病と呼称することを提案する。Sun and Huang (1983) は、台湾で発生したニガウリの萎凋性病害から分離した *F. oxysporum* がニガウリにのみ病原性を示すことから、新分化型 *f. sp. momordicae* を提案している。ところが、宮崎県で発生したニガウリつる割病菌は、ニガウリに加えユウガオをはじめとする多くのウリ科作物に病原性があった。このため本稿では、分化型を当てはめることは行わず、*Fusarium oxysporum* Schlechtendahl : Fries を病原として記載したい。

F. oxysporum における分化型の概念は、明瞭な宿主特異的病原性に基づいており、限られた宿主植物のグループにのみ病原性を示すことが特徴となっている。しかし、分化型には多くの例外が報告されており、ある単一の分化型の菌株が複数の属や種のウリ科作物を宿主とする場合がある (Kim et al., 1993; McMillan, 1986; Nomura, 1992)。宮崎県で分離したニガウリつる割病菌も、これらの報告のように分化型の概念の例外と言えるような病原性を示した。一方、供試した4分化型の各菌株はそれぞれの宿主作物には強い病原性を示したが、ニガウリには病原性はなく、明らかに本分離菌株とそれら4分化型の各菌株の病原性は異なった。

ニガウリつる割病菌および他のウリ科作物を宿主とする分化型がどのような系統関係にあるのかを解析するこ

とは、ニガウリつる割病菌の発生・進化の考察や、抵抗性台木利用において有益な知見を与えることと思われる。近年、*F. oxysporum* の分化型の関係を分子系統に基づいて解析する研究が多く報告されており、rDNA IGS領域の塩基配列の比較により病原性と系統との関係を明らかにする試みが行われている (Fujinaga et al., 2005; Kawabe et al., 2005)。そこで、本分離菌株と各分化型に属する菌株のrDNA IGS領域に基づく系統解析を行った結果、これらの供試菌株は多系統由来 (polyphylogenetic) であることが示唆された (Fig. 9)。Kim et al. (1993) は、ウリ科作物を宿主とする *F. oxysporum* 各分化型の mitochondrial DNA RFLPs のクラスター分析および最節約法分析によって、全ての供試菌株は系統的に非常に近い関係にあり、宿主特異性と系統関係が結びつかないことを報告した。本研究で得られた系統樹でも、分化型は系統を反映しておらず、本分離菌株とキュウリつる割病菌 *f. sp. cucumerinum* (MAFF103054) の rDNA IGS領域 (590bp) の塩基配列が100%相同であったように、異なる分化型の菌株が同じ分化型の菌株よりも近縁である場合も認められた。これは、ある分化型の中から宿主特異性に変異した菌株が生じる可能性を示唆している。このため、ウリ科作物を宿主とする *F. oxysporum* の分化型等の宿主特異性を、rDNA IGS領域の解析によって識別することは困難であると考えられた。

本病発生地域では、農家の経験的な技術として雑種カボチャ「新土佐一号」を用いた接木栽培が行われている (杉下ら, 2002) が、接種試験においても「新土佐一号」

には明瞭な病徴が認められず (Table 5), 本品種を利用した接木が防除対策上有効であることが裏付けられた。一方, 本病菌は種子伝染 (金城・上原, 2003) および土壌伝染することが推定されていることから, 病原菌の生態と防除法についてはさらに詳細な検討が必要である。

引用文献

- Fujinaga, M., H. Ogiso, H. Shinohara, S. Tsushima, N. Nishimura, M. Togawa, H. Saito and M. Nozue (2005) Phylogenetic relationships between the lettuce root rot pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* races 1, 2, and 3 based on the sequence of the intergenic spacer region of its ribosomal DNA. J. Gen. Plant Pathol. 71 : 402-407.
- 今村幸久・川越洋二・青木孝之・三浦猛夫 (2002). *Fusarium oxysporum* によるニガウリのつる割病 (新称). 日植病報68 : 185 (講要).
- Kawabe, M., Y. Kobayashi, I. Yamaguchi, T. Teraoka and T. Arie (2005) Three evolutionary lineages of tomato wilt pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, based on sequences of IGS, MAT 1 and pg1 are each composed of isolates of a single mating type, and a single or closely related vegetative compatibility groups. J. Gen. Plant Pathol. 71 : 263 - 272.
- Kim, D. H., R. D. Martyn and C. W. Magill (1993) Mitochondrial DNA (mtDNA) - relatedness among formae speciales of *Fusarium oxysporum* in the cucurbitaceae. Phytopathology 83 : 91-97.
- 金城衣恵・上原勝江 (2003) ニガウリつる割病菌の種子伝染. 日植病報69 : 273-274 (講要).
- 金城衣恵・大城篤・上原勝江 (2002) ニガウリつる割病 (新称) の発生. 九病虫研報48 : 97 (講要).
- McMillan, R. T. (1986) Cross pathogenicity studies with isolates of *Fusarium oxysporum* from either cucumber or watermelon pathogenic to both crop species. Ann. Appl. Biol. 109 : 101-105.
- 並木史郎・和泉勝一・栢村鶴雄・塩見敏樹 (1992). ウリ科植物に寄生する *Fusarium oxysporum* の系統分化. 日植病報58 : 540-541 (講要).
- 並木史郎・塩見敏樹・栢村鶴雄・梅川 学・栢植尚志 (1992). 反復 DNA フィンガープリント法によるウリ科植物つる割病菌分化型間遺伝的類縁性の解析. 日植病報58 : 541 (講要).
- Namiki, F., T. Shiomi, T. Kayamura and T. Tsuge (1994) Characterization of the formae speciales of *Fusarium oxysporum* causing wilts of cucurbits by DNA fingerprinting with nuclear repetitive DNA sequences. Applied and Environmental Microbiology : 2684-2691.
- Nomura, Y. (1992) Pathogenicity to pumpkins (*Cucurbita* spp.) of bottle gourd fusarium wilt organism (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*) isolated from acutely wilted cucurbitaceous plants. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 58 : 373-379.
- 杉下弘之・白木己歳・中村憲一郎・富永 寛 (2002) ニガウリの接ぎ木栽培. 九農研報64 : 164.
- Sun, S. K. and J. W. Huang (1983) A new *Fusarium* wilt of bitter gourd in Taiwan. Plant Disease 67 : 226-227. (2007年1月27日受付 ; 9月25日受理)