

ユリ科植物に病原性を示す *Fusarium oxysporum* 分化型の体細胞和合性群 (Vegetative Compatibility Group, VCG)

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	兪, 晟濤 渡辺, 英樹 小林, 喜六 生越, 明 児玉, 不二雄
発行元	日本植物病理學會
巻/号	59巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 3-9
発行年月	1993年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ユリ科植物に病原性を示す *Fusarium oxysporum* 分化型の体細胞和合性群 (Vegetative Compatibility Group, VCG)

兪 晟濬*・渡辺 英樹*・小林 喜六*・生越 明*・児玉不二雄**

Sung Joon YOO*, Hideki WATANABE*, Kiroku KOBAYASHI*, Akira OGOSHI* and
Fujio KODAMA** : Vegetative Compatibility Grouping of Formae Speciales
of *Fusarium oxysporum* Pathogenic to the Liliaceae

Abstract

Vegetative compatibility groups (VCGs) within seventy-five isolates of *Fusarium oxysporum* pathogenic to the Liliaceae, i. e. ff. sp. *garlic*, *lilii*, *asparagi*, *cepa*e, *allii* and *tulipae*, were determined. The nitrate non-utilizing mutants (*nit* mutants) were recovered from *F. oxysporum* isolates cultured on minimal agar amended with 1.5% potassium chlorate. *Nit* mutants were assigned to one of three phenotypic classes (*nit1*, *nit3*, *nitM*) by their ability to utilize various nitrogen sources. Vegetative compatibility between isolates was demonstrated with heterokaryon formation between complementary *nit* mutants. Fiftyeight isolates of *F. oxysporum* f. sp. *garlic* were placed into 3 VCGs. Five isolates of *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* were placed into 2 VCGs and 12 isolates of *F. oxysporum* ff. sp. *lilii*, *cepa*e, *allii* and *tulipae* belonged to a VCG each of formae speciales. Vegetative compatibility was not detected among isolates from different formae speciales of *F. oxysporum* tested.

(Received February 3, 1992)

Key words: *Fusarium oxysporum*, Nitrate non-utilizing mutant (*nit* mutant), Liliaceae, Vegetative compatibility groups (VCGs).

緒 言

Fusarium oxysporum Snyder et Hansen は、各種植物に対する病原性の差異によって、多数の分化型に分けられている^{2,23,30)}。*F. oxysporum* の分化型やレースを判別するには、多くの作物や品種に接種実験を行って病原性を調べる必要があり、多大の労力と時間を要する。

ユリ科植物に病原性を示す *F. oxysporum* の分化型 f. sp. *garlic* Matuo, Miyagawa et Saito²⁴⁾, f. sp. *cepa*e (Hanz.) Snyder et Hansen¹⁶⁾, f. sp. *lilii* Imle¹⁰⁾, f. sp. *asparagi* Cohen³⁾, f. sp. *allii* Matuo, Tooyama et Isaka³²⁾, f. sp. *tulipae* Apt¹⁾ が報告されており、それぞれニンニク、タマネギまたはネギ、食用ユリ、アス

パラガス、ラッキョウ、チューリップを侵すことが知られている。しかし、接種実験が困難な場合があり、また、複数の分化型が同一植物に対し病原性を示すことが知られている³¹⁾。

このような問題から、より簡便でより正確に *F. oxysporum* の分化型を判別する方法が求められていた。Puhalla²⁸⁾ および Correll ら⁵⁾ は硝酸塩の利用能をマーカーにして、体細胞和合性 (vegetative compatibility) を調べ、簡便に分化型を識別できることを示した。

本実験では、筆者ら³³⁾ が報告した北海道の名寄市、深川市のニンニク (*Allium sativum* L.) 栽培地で発生したニンニク乾腐病^{24,33)} の病原菌 *F. oxysporum* f. sp. *garlic* を中心に、その他のユリ科植物に病原性を示す

* 北海道大学農学部 Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan

** 北海道立中央農業試験場 Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido 069-13, Japan

Table 1. Origin of isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *garlic* and number of *nit* mutants obtained from each isolate

Isolates	Origin	Number of mutant			Isolates	Origin	Number of mutant		
		<i>nit1</i>	<i>nit3</i>	<i>nitM</i>			<i>nit1</i>	<i>nit3</i>	<i>nitM</i>
HF8801	Fukagawa	111	2	21	HF8920	Nayoro	12	1	22
HF8802	Fukagawa	10		5	HF8922	Nayoro	1	3	3
HF8803	Fukagawa	15	1	10	HF8932	Nayoro	3	2	5
HF8804	Fukagawa	7	3	7	HF8937	Nayoro	15	12	5
HF8805	Fukagawa	1	1	7	HF8938	Nayoro	3		5
HF8807	Fukagawa	1	1	1	HF8939	Nayoro	2	1	1
HF8808	Fukagawa	2	1	12	HF8950	Nayoro	1	1	1
HF8811	Fukagawa	11		13	HF8953	Nayoro	12		11
HF8816	Fukagawa	7		10	HF8955	Nayoro	11		10
HF8818	Fukagawa	11		3	HF8960	Nayoro	10		12
HF8819	Fukagawa	12		7	HF8961	Nayoro	5	1	4
HF8820	Fukagawa	28	1	30	HF8662	Nayoro	9	1	9
HF8825	Fukagawa	22	1	25	HF8966	Nayoro	11	2	4
HF8827	Fukagawa	12	1	39	HF8989	Nayoro	9	1	11
HF8832	Fukagawa	11	1	22	HF9002	Nayoro	8		20
HF8833	Fukagawa	22	1	22	HF9006	Nayoro	1	1	30
HF8843	Fukagawa	12	1	22	HF9009	Nayoro	2		10
HF8848	Fukagawa	15	1	23	HF9011	Nayoro	5	1	10
HF8852	Fukagawa	22	1	12	HF9014	Nayoro	9	1	19
HF8853	Fukagawa	11	7	10	HF9017	Nayoro	9	1	20
HF8861	Fukagawa	12	3	22	HF9018	Nayoro	9	5	10
HF8864	Fukagawa	11	1	17	HF9021	Nayoro	11	1	10
HF8865	Fukagawa	15	1	22	SUF1342	Nagano	18	2	8
HF8871	Fukagawa	12	1	22	SUF1343	Nagano	12	3	54
HF8872	Fukagawa	1	1	5	SUF1344	Nagano	11	1	22
HF8873	Fukagawa	8	1	13	HUK-I	Nayoro	22	15	5
HF8909	Fukagawa	2	1	12	HUK-II	Nayoro	5		2
HF8918	Fukagawa	4	1	13	T-2	Taiwan	12		12
HF8919	Fukagawa	2	1	5	T-5	Taiwan	11		11

F. oxysporum 菌について、分化型内および分化型間の菌株間で体細胞和合性を調べた。

材料および方法

供試菌 ニンニク乾腐病菌は1988~1990年にかけて名古屋、深川市、および台湾で採集した罹病ニンニクの植物体および根圏土壌から分離した菌株を供試した (Table 1, 2)。

罹病ニンニク子球および根圏土壌からの病原菌の分離 子球の水浸状の変色部位および茎盤部から0.5~1cm角の小片を切り取り、0.25%次亜塩素酸ナトリウムで5分間表面殺菌後、滅菌蒸留水で2回洗浄し、駒田培地^{17,18)}に移して、25°C 5~7日間培養した。伸長してきた *F. oxysporum* の菌叢を分離した。根圏土壌からの病原菌の分離は、罹病ニンニク株の根圏土壌を風乾した後、希釈平板法によって行った。すなわち0.5 mlの土壌希釈液 (1,000倍) を9 cm ペトリ皿の駒田培地

上に広げ、25°C 3~7日間培養後、生育してきた菌叢の中で *F. oxysporum* と思われるものを単孢子分離し、7日間培養後顕微鏡下で観察し、*F. oxysporum* であることを確認した。

病原性の簡易検定法 筆者ら³³⁾が報告したニンニク乾腐病菌の病原性検定法は、大量の菌株を調べるには不適なので、より簡便な方法を考案した。すなわち、ニンニク珠芽を0.25%次亜塩素酸ナトリウムで5分間表面殺菌後、休眠打破のため5°Cで2ヵ月間冷蔵処理し、病原菌の検定に用いた。珠芽はニンニク子球と同じ構造をもつ小さなニンニクで、7~10日間で発芽・発根する。

温室内でペーパーポット (直径1.5 cm, 高さ13 cmの5列×70段) に市販の育苗土 (ポットエース, 片倉チッカリン) とパーミキュライトを3:2に混ぜたものを詰め、*F. oxysporum* 胞子を土壌1g当たり10⁶個になるように接種後、健全な珠芽を1菌株当たり20個植えた。

Table 2. List of isolates and numbers of *nit* mutants of *Fusarium oxysporum* ff. sp. *lilii*, *asperagi*, *allii*, *cepa*e and *tulipae*

Isolates	Number of mutants			Isolates	Number of mutants		
	<i>nit1</i>	<i>nit3</i>	<i>nitM</i>		<i>nit1</i>	<i>nit3</i>	<i>nitM</i>
f. sp. <i>lilii</i>				f. sp. <i>asperagi</i>			
90N-1	13	4		IFO31382	30		3
OY-1	7	1	1	ATCC38818	2	1	9
OKF-6	24			ATCC18770	3		5
F10-4	14		4	ATCC42144	5	9	9
KF-577	7	1		R2-5	19	5	12
W3-12	17		1	f. sp. <i>tulipae</i>			
f. sp. <i>allii</i>				TUL	21	19	1
ALL	2		8	f. sp. <i>cepa</i> e			
F-11	5	1	10	Y-2	1		13
F-21	4	39		Y-12	2		18

病原性の程度はニンニク珠芽苗の発芽率および萎ちよう率を調べた。

***nit* mutant の選抜** 硝酸塩非利用突然変異株 (Nitrate non-utilizing mutant: *nit* mutant) の選抜は Puhalla²⁸⁾ と Correll ら⁵⁾ の方法に従った。窒素源として硝酸ナトリウムを加えた Czapek-Dox 改変培地 (最少培地) に KClO_3 を 1.5~3% を添加した培地 (塩素酸培地), あるいは PDA (potato dextrose agar) に KClO_3 を 1.5~3% を添加した培地上に野生型の *F. oxysporum* 菌糸片を置いた。3 日から 7 日間で良好な生育を示したセクターの先端菌糸を, 解剖顕微鏡下で取って最少培地上に移し, 菌糸が素寒天培地上での生育と同じような薄い菌叢を形成する菌を *nit* mutant として選抜した (Fig. 1A)。

***nit* mutant の表現型の同定** *nit* mutant の表現型の同定は Correll ら⁵⁾ の方法に従った。*nit* mutant を亜硝酸ナトリウムまたは Hypoxanthine を加えた Czapek-Dox 改変培地 (亜硝酸培地と Hypoxanthine 培地) を利用して, 両培地上で良好な生育を示す菌を *nit1*, 亜硝酸培地上で薄い菌叢を示す菌を *nit3*, Hypoxanthine 培地上で薄い菌叢を示す菌を *nitM* とした (Fig. 1B)。

菌株内の相補性試験 野生型の親株から 3 種類の表現型の *nit* mutant を 30~100 菌株分離し, これらを最少培地上で相互に対峙培養した。相補性がある *nit* mutant 間では, 菌糸接触部分でヘテロカリオンを形成し, 野生型様の気中菌糸を形成する (Fig. 1C)。ヘテロカリオンの形成が良好な菌株を *nit1* から 1 株, *nit3* から 1 株, *nitM* から 2 菌株を選び, 各親株の代表として以後の相補性試験に用いた。

分化型内の相補性試験 各分化型に属する菌株間で

の相補性を調べ, 和合性群を決定した。

分化型間の相補性試験 各分化型内に生じた和合性群の菌株から, 生育の良い *nitM* を 2 菌株を選抜して, *nit* テスターとした。分化型間の *nit* テスターを相互に対峙して相補性があるか否かを調査した。

結 果

ニンニク乾腐病菌

約 150 菌株の *F. oxysporum* について, 珠芽を用いた接種試験を行った結果, 53 菌株のニンニク乾腐病を得た (Table 1)。

nit mutant の作出

nit mutant の出現率は, KClO_3 を 1.5% 添加した塩素酸培地で 60~80% であり, KClO_3 を 1.5% 添加した PDA 上の 30~40% に比べ高かった。また, 塩素酸培地の KClO_3 の量を 2% と 3% に調整した場合と比較して, 1.5% のほうが *nit* mutant の出現率は高かった。

出現した *nit* mutant の表現型の比率は *nit1* と *nitM* のほうが *nit3* より高かった。*nit* mutant の表現型を決定する際, 多くの *nit3* は亜硝酸培地上で薄い菌糸生育を示したが, まれにほとんど生育できない菌株が認められた。これは, 高濃度の亜硝酸塩による生育阻害であると思われる。また, 菌株によっては同じ表現型のみ生じる傾向もあった。ニンニク乾腐病菌 58 菌株から出現した *nit* mutant の表現型の調査結果を Table 1 に示した。*nit1* と *nitM* は 58 菌株すべて (100%) から, *nit3* は 44 菌株 (76%) から出現した。一方, ユリ科植物に病原性を示す f. sp. *garlic* 以外の五つの分化型の 16 菌株では *nit1* 16 菌株 (100%), *nit3* は 9 菌株 (56%), *nitM* は 13 菌株 (81%) から出現した (Table 2)。

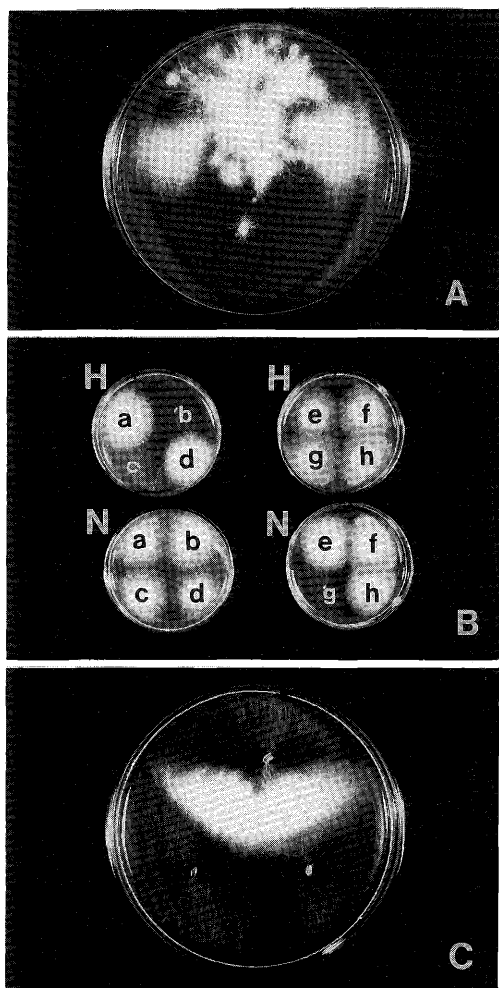


Fig. 1. A: The chlorate resistant sectors of *F. oxysporum* f. sp. *garlic* cultured on minimal medium amended with 1.5% potassium chlorate. B: Classification of three phenotypic nitrate non-utilizing (*nit*) mutants of *Fusarium oxysporum* f. sp. *garlic* with the growth on minimal media containing hypoxanthine and nitrite as the two different sources of nitrogen. H: Hypoxanthine medium, N: Nitrite medium a-h: *Nit* mutants of *F. oxysporum* f. sp. *garlic* a, d, e, f, h: *nit1*, g: *nit3*, b, c: *nitM*. C: Heterokaryon formation between complementary nitrate non-utilizing mutants of *F. oxysporum* f. sp. *garlic* on minimal medium containing nitrate as the sole source of nitrogen.

相補性試験

異なる親株から生じた同じ表現型の *nit* mutant 間でのヘテロカリオン形成は *nit1* と *nitM* では頻繁にみられたが, *nit3* にはほとんどみられなかった。Elmer and Stephens⁹⁾ は, *nit* mutant 間でヘテロカリオンが形成された場合, 菌糸接触部分で空中菌糸は *nit1* と *nitM* 間では厚く, *nit1* と *nit1* 間, *nit1* と *nit3* 間では比較的薄いと述べている。本実験では, *nit1* と *nit1* 間でも厚い菌叢が多くみられる一方で, 菌株 (SUF1343) によってはいかなる組合せにおいても厚い菌叢は形成されず, 薄いかまたは点のような小さい菌叢のみを示す場合もみられた。

各菌株ごとに選抜した *nit1* 1 株, *nit3* 1 株, *nitM* 2 株の四つの *nit* mutant を用い, 同一分化型に属する菌株間の相補性を調べたところ, ニンニク乾腐病菌 (f. sp. *garlic*) では三つの体細胞和合性群が認められた (Table 3)。体細胞和合性群のコード番号は Leslie²⁰⁾ の方法に従い, 1011 から始めて HU (Hokkaido University) を数字の最後につけた。1011HU に属したのは深川市, 名寄市, 長野県および台湾で分離された 23 菌株で, 1012HU に属したのは深川市で分離された 2 菌株, また, 1013HU に属したのは深川市, 名寄市で分離された 4 菌株であった。それ以外の菌株は他の菌株と和合性を示さない single VCG (101-HU) であった (Table 3)。また, ユリ科植物に病原性を示す *F. oxysporum* の分化型の和合性群は f. sp. *asparagi* では 2 群, f. sp. *lilii*, f. sp. *allii*, f. sp. *cepa*, f. sp. *tulipae* ではそれぞれ各 1 群が認められた (Fig. 2)。これらの 5 分化型については使用菌株数が少なかったためコード番号は使用しなかった。

分化型間の相補性試験

各分化型に生じた和合性群から生育がよい表現型 *nitM*, 2 菌株を *nit* テスターとして選抜し, 分化型間での相補性を調べた。その結果, 異なる分化型の菌株間では相補性は認められなかった (Fig. 3)。

考 察

近年, 糸状菌の遺伝学的分類に, *nit* mutant を用いた体細胞和合性を利用する方法が試みられてきている。

nit mutant に関する研究は *Ustilago maydis*²¹⁾, *Aspergillus nidulans*⁷⁾, *Neurospora crassa*²⁵⁾, *Fusarium moniliforme*^{15,29)}, *Aspergillus flavus*²⁶⁾, *Fusarium solani*⁹⁾, *Verticillium albo-atrum*¹¹⁾ 等で行われている。

Table 3. Vegetative compatibility groups, representative strains, and their respective localities of *Fusarium oxysporum* f. sp. *garlic*

VCG ^{a)}	Tester strain	Localities	Strains
1011HU	HF8801	Fukagawa	HF8801, HF8802, HF8803, HF8804 HF8805, HF8807, HF8808, HF8820 HF8833, HF8848, HF8852, HF8853 HF8861, HF8864, HF8871 HF8920, HF8950, HF8953, HF8962 HF8966, HF9006, HF9011 SUF1343 T-2
		Nayoro	
		Nagano	
		Taiwan	
1012HU	HF8811	Fukagawa	HF8811, HF8819
1013HU	HF8827	Fukagawa	HF8825, HF8827, HF8832 HF8922
		Nayoro	
101-HU ^{b)}			HF8816, HF8818, HF8843, HF8865 HF8872, HF8873, HF8909, HF8918 HF8919, HF8932, HF8937, HF8938 HF8955, HF8960, HF8961, HF8989 HF9002, HF9009, HF9014, HF9017 HF9018, HF9021, SUF1342, SUF1344 HUK-I, HUK-II, T-5

a) VCGs are numbered according to Leslie's new numbering system²⁰⁾.

b) 101-HU is an artificial group containing isolates that are single members of a VCG.

	F -11	F -21	ALL	TUL	Y -12	Y -2	R2 -5	ATCC 42144	ATCC 18770	ATCC 38818	IFO 31382	W3 -12	KF -577	F10 -4	OKF -6	OY -1	90N -1
90N-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
OY-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
OKF-6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
F10-4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
KF-577	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
W3-12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
IFO31382	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						
ATCC38818	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						
ATCC18770	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						
ATCC42144	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						
R2-5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						
Y-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
Y-12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
TUL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
ALL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
F-21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
F-11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						

● : Complementation
○ : No complementationFig. 2. Complementation of *nit* mutants of *Fusarium oxysporum* ff. sp. *lilii*, *asparagi*, *cepa*e and *tulipae*.

Cove^{7,8)} は *A. nidulans* の硝酸塩の利用能をマーカーにして、体細胞和合性を調べた。Cove の方法に従い、Puhalla²⁸⁾ は 1985 年 *F. oxysporum* の *nit* mutant を用いて、体細胞和合性を調べ、簡便に分化型を識別できることを示した。すなわち、異なる菌株が菌糸融合後、ヘテロカリオンを形成したとき、これらは和合性であるとみなす方法で、和合性である菌株は同一分化型に属した。また *F. oxysporum* を 4 桁の VCG コー

ド番号で細分することを提案した。

1987 年, Klittich and Leslie¹⁴⁾ は *F. moniliforme* の *nit* mutant を遺伝的に分析して *nit1*, *nit3*, *nitM* の表現型に分類することを報告した。Correll ら⁵⁾ はその方法に従い、*F. oxysporum* の *nit* mutant も三つの表現型 (*nit1*, *nit3*, *nitM*) に分類されることを報告した。これまでの研究では、体細胞和合性である菌株は遺伝的に近縁で、病原性も同じであると報告されてい

	<i>Fusarium oxysporum</i> ff. sp.				
	<i>asparagi</i>	<i>tulipae</i>	<i>allii</i>	<i>cepaе</i>	<i>garlic</i>
f. sp. <i>garlic</i>	○	○	○	○	●(3)
f. sp. <i>cepaе</i>	○	○	○	●(1)	
f. sp. <i>allii</i>	○	○	●(1)		
f. sp. <i>tulipae</i>	○	●(1)			
f. sp. <i>asparagi</i>	●(2)				

● Complementation, number in parenthesis shows number of VCG
○ No complementation

Fig. 3. Vegetative compatibility grouping of formae speciales of *Fusarium oxysporum* pathogenic to the Liliaceae.

る^{5,6,12,13})。一方、最近の VCG に関する研究で、f. sp. *cubense* には、ひとつの VCG の中に複数のレースの存在することが認められている²⁷⁾。逆に、f. sp. *niveum*¹⁹⁾ と f. sp. *melonis*¹²⁾ の場合にはひとつのレースに複数の VCG が存在している。また、f. sp. *radicis-lycopersici* では一つの VCG をさらに sub-group に分けている例もある¹³⁾。また、f. sp. *asparagi* の中には病原性菌株と和合性を示す非病原性の菌株が存在することが報告されている⁹⁾。

本研究の結果から、*F. oxysporum* f. sp. *garlic* は三つの VCG に分けられた。1011HU 群は深川市、名寄市、長野県および台湾で分離された 23 菌株、1012HU は深川市で分離された 2 菌株、1013HU は深川市、名寄市の 2 ヶ所で分離された 4 菌株が属した。このように VCG と分離地域との間には関連性は認められなかった。58 菌株の中で 27 菌株は他の菌株との和合性を示さない single VCG であった (Table 3)。Jacobson and Gordon¹²⁾ と Elmer and Stephens⁹⁾ も多くの single VCG が存在することを指摘している。Table 3 に示した *F. oxysporum* f. sp. *garlic* の三つの VCG の nit テスターを用いることによって、それらの VCG に属するニンニク乾腐病のより正確迅速な同定が可能になる。しかし、single VCG に属する菌株については、三つの nit テスターを用いても同定することは不可能であり、接種試験をする必要がある。また、非病原性 *F. oxysporum* の VCG を調べることによって、交差防御に用いる非病原性 *F. oxysporum* の選抜にも今後、この方法を利用することができるものと考えられる。

その他、ユリ科植物に病原性を示す *F. oxysporum* の分化型では f. sp. *asparagi* に二つの VCG が認められたが、その他の 4 分化型はいずれも一つの VCG であった。使用した菌株のなかには分離地域を確認できな

かったものもあったが、各 VCG はいくつかの地域から分離された菌株の含まれていることが明らかになった (Fig. 2)。ニンニク乾腐病の VCG でみられたように、VCG と分離地域の関連性は認められなかった。また異なる分化型の菌株間では体細胞和合性は認められなかった。

ユリ科植物に病原性を示す *F. oxysporum* の VCG に関しては Elmer and Stephens⁹⁾ の f. sp. *asparagi*, Löffler and Rumine²²⁾ の f. sp. *lilii* が既に報告されており、今後これらの VCG と本実験で明らかとなった VCG 間の関係を調査する必要がある。

本実験を行うにあたり、元信州大学繊維学部教授松尾卓見博士、福井農業試験場本多範行氏、北海道立十勝農業試験場田中文夫氏、ならびに北海道大学農学部近藤則夫助手から菌株を分譲していただいた。ここに深く感謝の意を表する。

摘 要

ユリ科植物 (ニンニク、食用ユリ、アスパラガス、タマネギ、ラッキョウ、チューリップ) に病原性を示す *F. oxysporum* の 6 分化型 (f. sp. *garlic*, *lilii*, *asparagi*, *cepaе*, *allii*, *tulipae*) 75 菌株の体細胞和合性を Puhalla (1985), Correll ら (1987) の方法に従い硝酸塩の利用能をマーカーにして分化型内および分化型間について調べた。f. sp. *garlic* の 58 菌株は、少なくとも三つの体細胞和合性群に分けられ、また f. sp. *asparagi* で 5 菌株は 2 群に分かれた。他の 4 分化型 12 菌株では各分化型ごとにそれぞれ一つの体細胞和合性群を形成した。一方、これらの 6 分化型間では体細胞和合性は認められなかった。

引用文献

1. Apt, W.J. (1958). Studies on *Fusarium* diseases of bulbous ornamental crops. Dissertation Abstr. 19 : 416.
2. Booth, C. (1971). The Genus *Fusarium*. Commonwealth Myc. Inst., Kew, Surrey, England.
3. Cohen, S.I. (1946). A wilt and root rot of *Asparagus officinalis* L. var. *altilis* L. Phytopathology 36 : 397.
4. Correll, J.C. (1986). Differential growth response of *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* on a medium containing potassium chlorate. Phytopathology 76 : 1145 (Abstr.).
5. Correll, J.C., Klittich, C.J.R. and Leslie, J.F. (1987). Nitrate non-utilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative compatibility tests. Phytopathology 77 : 1640-1646.
6. Correll, J.C., Puhalla, J.E. and Schneider, R.W. (1986). Identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* on the basis of size, virulence and vegetative compatibility. Phytopathology 76 : 396-400.
7. Cove, D.J. (1976). Chlorate toxicity in *Aspergillus nidulans* : The selection and characterization of chlorate resistant mutants. Heredity 36 : 191-203.
8. Cove, D.J. (1979). Genetic studies of nitrate assimilation in *Aspergillus nidulans*. Biol. Rev. 54 : 291-327.
9. Elmer, W.H. and Stephens, C.T. (1989). Classification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* into vegetatively compatible groups. Phytopathology 79 : 88-93.
10. Imle, E.P. (1942). Bulb rot disease of lilies. American Lily Yearbook, North Amer. Lily Soc., Burlington, Vermont. pp. 30-41.
11. Gordon, T.R., Correll, J.C. and McCain, A.H. (1986). Host specificity in *Verticillium albo-atrum*. Phytopathology 76 : 1111 (Abstr.).
12. Jacobson, D.J. and Gordon, T.R. (1990). Further investigations of vegetative compatibility within *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Can. J. Bot. 68 : 1245-1248.
13. Katan, T., Zamir, D., Sarfatti, M. and Katan, J. (1991). Vegetative compatibility groups and subgroups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Phytopathology 81 : 852-855.
14. Klittich, C.J.R., and Leslie, J.F. (1987). Nitrate reduction mutant of *Fusarium moniliforme* (*Gibberella fujikuroi*). Genetics 118 : 417-423.
15. Klittich, C.J.R., Leslie, J.F., and Wilson, J.D. (1986). Spontaneous chlorate-resistant mutant of *Gibberella fujikuroi* (*Fusarium moniliforme*). Phytopathology 76 : 1142 (Abstr.).
16. 児玉不二雄 (1983). タマネギ乾腐病とその防除に関する研究. 北海道立農試報告 39 : 1-65.
17. 駒田 旦 (1975). *Fusarium oxysporum* の選択分離培地とその利用. 植物防疫 29 : 126-130.
18. 駒田 旦 (1984). 土壌伝染性フザリウム病に関する研究. 日植病報 50 : 301-303.
19. Larkin, R.P. (1990). Vegetative compatibility within *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* and its relationship to virulence, aggressiveness, and race. Can. J. Microbiol. 36 : 352-358.
20. Leslie, J.F. (1988). A proposal for numbering vegetative compatibility groups of formae speciales in *Fusarium*. *Fusarium* notes. An International Newsletter 7 : 4-5.
21. Lewis, C.M. and Fincham, J.R.S. (1970). Regulation of nitrate reductase in the Basidiomycete *Ustilago maydis*. J. Bacteriol. 103 : 55-61.
22. Löffler, H.J.M. and Rumine, P. (1991). Virulence and vegetative compatibility of Dutch and Italian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lilii*. J. Phytopath. 132 : 12-20.
23. 松尾卓見 (1980). 作物のフザリウム病 (松尾卓見, 駒田 旦, 松田 明編). 全国農村教育協会, 東京. pp. 31-36.
24. Matuo, T., Miyagawa, M. and Saito, H. (1986). *Fusarium oxysporum* f. sp. *garlic* n. f. sp. causing basal rot of garlic. Ann. Phytopath. Soc. Japan 52 : 860-864.
25. Marzluf, G.A. (1981). Regulation of nitrogen metabolism and gene expression in fungi. Microbiol. Rev. 45 : 437-461.
26. Papa, K.E. (1986). Heterokaryon incompatibility in *Aspergillus flavus*. Mycologia 78 : 98-101.
27. Ploets, R.C. (1990). Variability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Can. J. Bot. 68 : 1357-1363.
28. Puhalla, J.E. (1985). Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. Can. J. Bot. 63 : 179-183.
29. Puhalla, J.E. and Spieth, P.T. (1985). A comparison of heterokaryosis and vegetative incompatibility among varieties of *Gibberella fujikuroi* (*Fusarium moniliforme*). Exp. Mycol. 9 : 39-47.
30. Snyder, W.C. and Hansen, H.N. (1940). The species concept in *Fusarium*. Amer. J. Bot. 27 : 64-67.
31. 田中文字夫・長浜 恵・児玉不二雄 (1991). 食用ユリの乾腐病菌 *Fusarium oxysporum* の分化型. 日植病報 57 : 395-396.
32. 遠山 明 (1980). ラッキョウ乾腐病に関する研究. 鳥取野菜試特別報告 1 : 1-56.
33. 兪 晟濬・小林喜六・生越 明 (1990). 北海道に発生したニンニク乾腐病. 北海道大学農学部邦文紀要 17 : 389-397.