



Title	北海道に発生したニンニク乾腐病
Author(s)	兪, 晟濬; Yoo, Sung Joon; 小林, 喜六 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 17(4), 389-397
Issue Date	1991-10-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12135
Type	departmental bulletin paper
File Information	17(4)_p389-397.pdf



北海道に発生したニンニク乾腐病

兪 晟濬・小林喜六・生越 明

(北海道大学農学部植物寄生病学・樹病学講座)

(平成3年2月13日受理)

Occurrence of the Basal Rot of Garlic in Hokkaido

Sung Joon YOO, Kiroku KOBAYASHI and Akira OGOSHI

(Laboratory of Plant Pathology, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

I. 緒 言

1988年、北海道深川市、名寄市のニンニク (*Allium sativum* L.)栽培地で地上部が著しく萎ちょうし、茎盤部が褐変する病害が大発生し、問題となった。このような病害は、すでに1970年頃から青森県、長野県、群馬県、北海道などで発生が認められていた⁷⁾。北海道では1978年、名寄市では *Fusarium oxysporum* Snyder et Hansen によるニンニク萎ちょう症が発生している⁵⁾。また、1986年には、

松尾ら⁷⁾が本病原菌の新分化型 *F. oxysporum* f. sp. *garlic* Matuo, Miyagawa et Saito によるニンニク乾腐病を報告している。

本研究では、北海道におけるニンニクの病害を調査し、病徴、分離菌株の病原性、培養性質、形態、分化型について検討した。

II. 病 徴

北海道におけるニンニク栽培は北海道在来のピンク種が主体であったが、最近ではホワイト種を導入

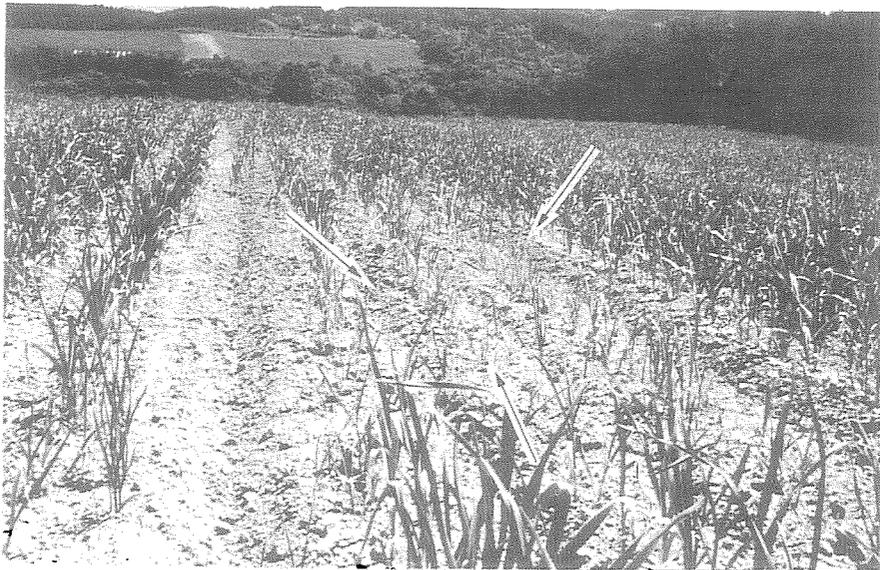


Fig. 1. Garlic field at Fukagawa, Hokkaido, affected by *Fusarium oxysporum*. The diseased garlic plants showed yellowing, severe wilting, stunting and poor growth.



Fig. 2. Diseased garlic plants showing leaf chlorosis and discoloration.

し、これを多く栽培している。植付け期と収穫期は栽培地帯によって異なるが、一般的には9月頃植え付けて、翌年8月に収穫する。

1988年深川市の圃場で調査したところ越冬前の発芽したニンニクには、萎ちょう症状は認められなかった。初発は翌春、5月下旬～6月初旬に伸長した新しい葉に症状が現れ始め、発病畑では局部的な生育不良が見られた (Fig. 1)。

地上部の病徴は下位葉の中央部がすじ状に黄化し、萎ちょうした。地下部では茎盤と根に褐変がみられた。その後6月下旬～7月初旬になると、病害が畑全体に広がり、萎ちょう症状はさらに酷くなって、時には枯死する株も見られた (Fig. 2)。この時期の地下部は、茎盤部の褐変がさらに進み、根はほとんどが脱落し、残っている根も水浸状に変色していた。症状の激しいものは茎盤も失なわれ、線虫やネギバエの幼虫が侵入していることが多い。罹病株

の側球は、健全なものに比べ、大きさと重さが著しく減少していた。

III. 病原菌の分離

1988年と1989年に上記の病状が発生した深川市のニンニク畑から罹病株を採集して、以後の実験に供試した。

罹病株を根、側球茎盤部、茎、葉に分けて、それぞれから病原菌の分離を試みた。それぞれの部位から褐変した部分を1cm角の大きさに切り、0.5%次亜塩素酸ナトリウムで5分間表面殺菌した後、殺菌水で3回洗浄し、滅菌した濾紙をしいたシャーレに移し、25℃で培養した。病斑部から伸長してきた菌糸を解剖顕微鏡下で釣菌し、ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天培地 (PDA) に移植し、25℃で培養した。その結果、罹病株の根、側球茎盤部及び茎からは多くの *Fusarium* 属菌が分離された。特に茎盤部

からの分離率が高かった。しかし葉からは *Fusarium* 属菌は分離されなかった。また、罹病株の根圏土壌からは *Fusarium* 属菌が高頻度で分離された。

IV. 培養形態

A. 菌の形態と種の同定

供試菌株は Table 1 に示したとおりで、HF8801, HF8861 は 1988 年深川市の罹病ニンニクから分離されたものである。HUK-1, HUK-2 は北海道立中央農業試験場児玉不二雄博士から、SUF1343 と SUF1344 は信州大学繊維学部から分離して頂いた。これらの菌株はいずれも接種試験によってニンニクに対する病原性を確認した。

これらの 6 菌株についてその形態を観察したところ、いずれの菌株も、小型分生孢子、大型分生孢子、厚膜胞子を形成した。小型分生孢子的大きさは 5.0-13.8×2.5-5.0 μm (Table 2) で、無隔膜、無色、楕円型、長楕円型または卵型で、菌糸から側方にてできるフィアライド上に擬頭状に形成された (Fig. 3A)。大形分生孢子は 1~5 隔膜、無色、三日月形でやや曲がっていた。1~3 隔膜胞子は多数形成されたが、4~5 隔膜胞子の形成は少なく、モノフィアライド上に形成された (Fig. 3B)。大きさは、1 隔膜胞子は 8.8-18.8×2.5-5.0 μm、3 隔膜胞子は 17.5-31.3×3.8-5.0 μm であった。厚膜胞子 (6.2-9.3 μm) は円形または楕円形、無色、または淡褐色、膜が厚く、表面はなめらかまたは粗造、頂生または間生であった (Fig. 3C)。気中菌糸は白色綿毛状で、PDA 培地上の菌叢は青色、または薄いオレンジ色に着色する (Fig. 4)。以上の結果から、本菌は *Fusarium oxysporum* Schl. emend. Snyder et Hansen と同定された⁶⁾。

は、1 隔膜胞子は 8.8-18.8×2.5-5.0 μm、3 隔膜胞子は 17.5-31.3×3.8-5.0 μm であった。厚膜胞子 (6.2-9.3 μm) は円形または楕円形、無色、または淡褐色、膜が厚く、表面はなめらかまたは粗造、頂生または間生であった (Fig. 3C)。気中菌糸は白色綿毛状で、PDA 培地上の菌叢は青色、または薄いオレンジ色に着色する (Fig. 4)。以上の結果から、本菌は *Fusarium oxysporum* Schl. emend. Snyder et Hansen と同定された⁶⁾。

B. 菌叢の生育適温と pH

菌叢生育に及ぼす温度の影響を PDA 培地上で調査した結果、25~30℃ が生育適温であった (Table

Table 3. Effect of temperature on growth of *Fusarium oxysporum* isolates on potato dextrose agar

Isolates	Mycelial growth on PDA (mm/5 days)				
	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
HF8801	32.5	51.5	74.5	67.5	11.0
HF8861	30.5	44.5	64.5	61.5	10.0
HUK-1	32.5	48.5	70.5	57.5	9.0
HUK-2	34.0	54.0	74.5	65.0	10.0
SUF1343	35.0	52.0	73.0	70.0	11.0
SUF1344	34.0	52.0	72.0	66.5	9.0

Table 1. List of *Fusarium oxysporum* isolated from garlic and used in this study

Isolates	Species	Geographic origin	Collector
HF8801	<i>Fusarium oxysporum</i>	Fukagawa	Authors
HF8861	"	Nayoro	"
HUK-1	"	"	F. KODAMA
HUK-2	"	"	"
SUF1343	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>garlic</i>	Nagano	T. MATUO
SUF1344	"	"	"

Table 2. Measurements of conidia and chlamydo spores of *Fusarium oxysporum* isolates of garlic

Isolates	Measurements (μm)			
	Conidia			Chlamydo spores
	O-septate	1-septate	3-septate	
HF8801	5.0-13.6×2.5-4.4	10.0-18.8×3.8-5.0	18.8-31.3×3.8-5.0	7.5-8.8
HF8861	5.0-13.8×2.5-4.0	8.8-16.3×2.5-3.8	21.3-25.0×3.8-5.0	7.5-8.8
HUK-1	6.2-12.5×2.5-3.8	8.8-13.8×3.8-5.0	17.5-25.8×3.8-5.0	6.2-7.5
HUK-2	5.0-11.3×2.5-3.8	10.0-13.3×2.5-3.8	21.3-28.8×3.8-5.0	7.5-9.3
SUF1343	5.0-7.5×2.5-5.0	10.0-18.8×3.8-5.0	25.0-31.3×3.8-5.0	7.5-8.8
SUF1344	5.0-12.5×2.5-3.8	8.8-16.3×3.1-3.8	25.0-31.3×3.8-5.0	6.9-7.5

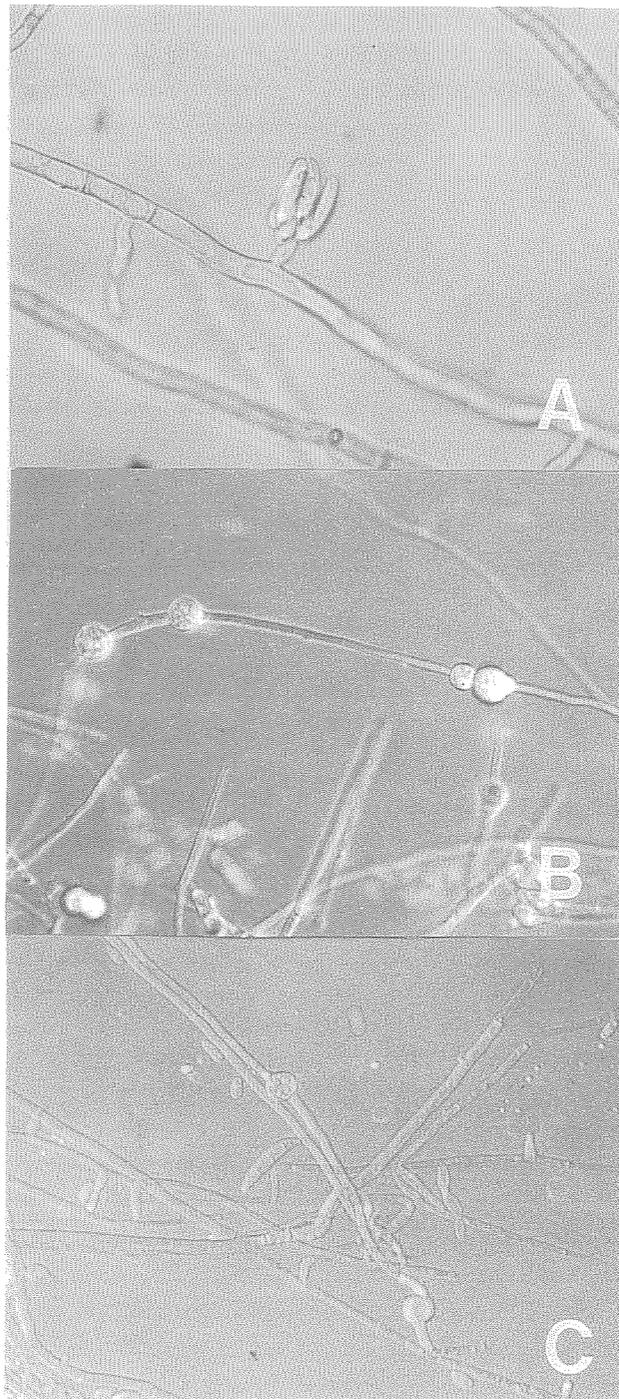


Fig. 3. The morphology of *Fusarium oxysporum* isolated from diseased garlic plants.
A. Microconidia borne in a false heads on short monophialides. ($\times 600$)
B. Chlamydospores ($\times 200$)
C. Macroconidia ($\times 200$)

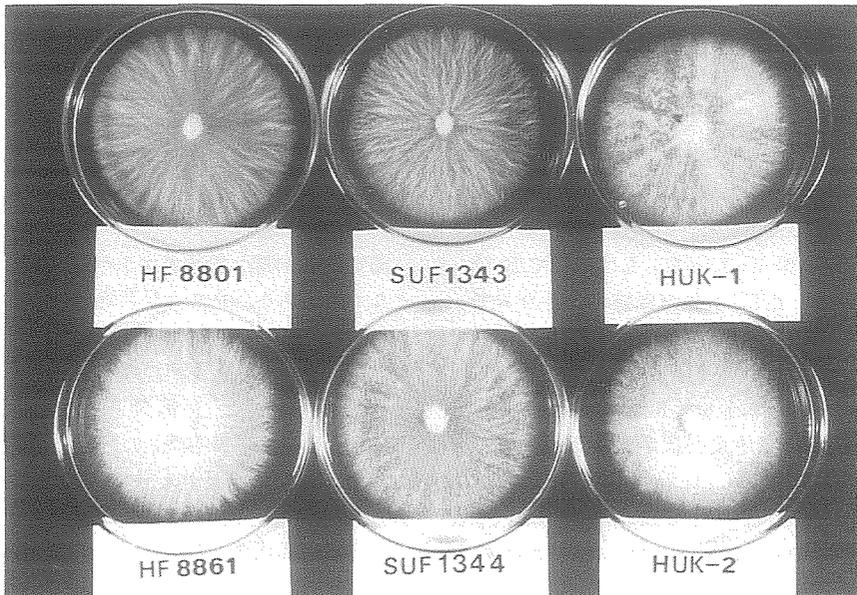


Fig. 4. Six isolates of *Fusarium oxysporum* from garlic grown on potato dextrose agar at 26°C.

Table 4. Effect of pH of potato dextrose agar on the growth of *Fusarium oxysporum* isolates of garlic

Isolates	Mycelial growth on PDA (mm/5 days)								
	4.0	5.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	10.0
HF8801	44.0	51.0	55.0	56.0	56.0	57.0	56.0	63.0	59.0
HF8861	34.0	37.5	41.5	45.0	46.5	47.0	48.5	55.5	55.0
HUK-1	38.5	43.5	47.0	50.0	49.0	50.5	51.0	55.0	56.0
HUK-2	41.5	49.0	53.0	55.0	57.0	58.0	58.0	57.5	59.0
SUF1343	38.0	48.5	52.5	54.5	56.0	54.0	54.0	56.0	57.0
SUF1342	41.0	50.5	50.0	56.0	57.0	55.5	56.0	56.5	57.0

3)。pH を調整した PDA 培地上での菌叢の生育は酸性側よりもアルカリ性側で良く、pH 7.5~10.0 で最も生育がよかった (Table 4)。

V. 病原性と分化型

Fusarium oxysporum に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の存在することが報告されている^{2,8)}。ニンニクの属するユリ科に関しては、*F. oxysporum* f. sp. *cepae* (Hanz.) Snyder et Hans.⁸⁾, f. sp. *lilii* Imle⁴⁾, f. sp. *asparagi* Cohen⁹⁾, f. sp. *tulipae* Apt.¹⁾, f. sp. *allii* Matuo, Tooyama et Isaka⁹⁾ などの分化型がこれまでに報告されている。

ニンニクについては、乾腐病罹病株から分離された *F. oxysporum* が新分化型 f. sp. *garlic* として報告されている⁷⁾。そこで、筆者ら並びに児玉が深川市、名寄市から分離した菌株と f. sp. *garlic* との異同を検討するために、側球切片接種法並びに土壌接種法により病原性を調査し、本菌の分化型を検討した。

A. 材料及び方法

1. 供試植物

罹病株から収穫したニンニクの側球はほとんど *F. oxysporum* を保菌しており、側球の茎盤部から高頻度で分離され¹⁰⁾、線虫の存在も認められた他、健全と思われるニンニク側球にも低頻度ながらこれ

らが存在していた。ニンニクを50°C、20分間の温湯処理をすることにより、*F. oxysporum* 及び線虫を抑制することが既に報告されているが¹¹⁾、ホワイト種では発芽障害をおこし(発芽率45%程度)不適当であった。そこで処理温度を45°Cにしたところ100%の発芽率を得、線虫の抑制効果も良好であった。そこで、以後の実験には、収穫直後の新鮮な側球を60日間低温処理(-1~5°C)し、45°Cで20日間温湯処理した後、0.5%次亜塩素酸ナトリウムで5分間表面殺菌したホワイト種を用いた。

2. 供試菌株

供試菌株はTable 1に示した6菌株のほか、北海道立上川農業試験場田中文夫氏から分譲を受けた*F. oxysporum* f. sp. *cepae* (Y-2, Y-12)並びに*F. oxysporum* W3-12株(ユリ分離菌株)、北海道大学保存菌株(*F. oxysporum* ff. sp. *melonis*, *raphani*, *F. solani*, *F. moniliformae*)を供試した(Table 5)。

3. 側球切片接種

側球の外皮をはいで0.5%次亜塩素酸ナトリウムで5分間表面殺菌した。その茎盤部を殺菌ナイフで除去し側球を横と縦に切って、以下に述べる三ヶ所に含菌寒天を置いて接種を行った(Fig. 5)。I) 側球外側表面(付傷) II) 縦断面の中央 III) 横断面の中央

接種した側球切片は湿らせた濾紙を敷いたシャー

レに入れ、パラフィルムで密閉し、20日間20°Cで培養した。

4. 土壌接種

接種試験は温室(20~28°C)で以下の二つの方法を用いて行った。一つは北海道大学圃場殺菌土(100°C、1時間)をプラスチックポット(直径15cm高さ25cm)につめ、フスマ混合培地で培養した(25°C、14日間)接種源を1ポット当り生重5g加えたものである。フスマ混合培地は北大圃場土とフスマを3:1の割合に加え、土壌水分を60%に調整したものである。もう一つはポットにパーミキュライトをつめ、ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁液(PDbroth)で振盪培養した孢子を殺菌蒸留水で3回洗浄したもの(10⁶/ml)を、1ポット当り5mlを加えたものである。双方とも接種二日後に側球を1ポット当り3個ずつ植えた。

5. 調査方法

側球切片接種では、発病程度を、健全(-)、腐敗の程度により+~+++の3段階で評価した。調査は1側球切片ごとに接種7日目から20日間行った。

土壌接種では、葉の黄化及び萎ちょう程度(0=健全, 1=0-25%, 2=25-50%, 3=50-57%, 4=75-100%, 枯死)、根の腐敗量(0=健全, +=25%, ++=50%, +++=75%, ++++=100%)により発病程度を表し、接種後90日目まで

Table 5. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* isolates to three sites of garlic cloves

Species	Isolates	Plants	Infection sites		
			I ^A	II	III
<i>Fusarium oxysporum</i>	HF8801	garlic	+ ^B	+++	+++
"	HF8861	garlic	+	+++	+++
"	HUK-1	garlic	+	+++	+++
"	HUK-2	garlic	+	+++	+++
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>garlic</i>	SUF1343	garlic	+	+++	+++
"	SUF1344	garlic	+	+++	+++
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i>	Y-12	onion	-	-	-
"	Y-2	onion	-	-	-
<i>Fusarium oxysporum</i>	W3-12	lily	-	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>		melon	-	-	-
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>		radish	-	-	-
<i>Fusarium solani</i>		?	-	-	-
<i>Fusarium moniliformae</i>		?	-	-	-

A: I=Surface II=Longitudinal III=Cross

B: +++=Severe ++=Moderate +=Slight -=None

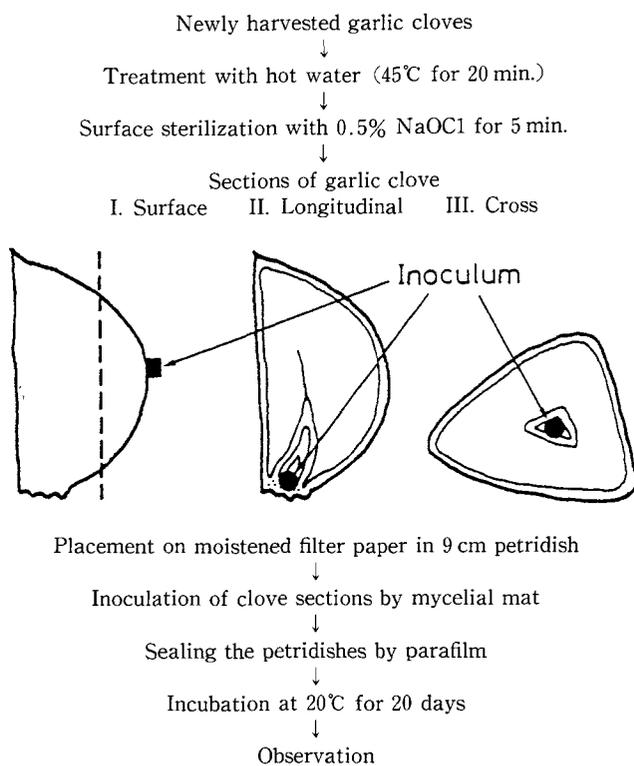


Fig. 5. Method for inoculation to garlic clove by *Fusarium oxysporum*.

数回調査した。

B. 結 果

1. 側球切片接種法

ニンニク側球に、ニンニクから分離された6菌株を接種したところ、縦断面の中央と横断面の中央に接種した場合、接種7日後に断面、および芽が水浸状に褐変し、その後進展し、3週後には側球全体が腐敗した。しかし、側球外側表面に接種した場合は、接種部分に水浸状の病斑が形成されたものの、腐敗に至ることはなかった。無接種区の縦断面切片では病斑は認められず、根と芽の伸長が認められた。ニンニク分離菌株以外の *Fusarium* 菌株では、ユリ分離菌株を接種した場合にごく軽微な腐敗が認められたほか、いずれの場合も全く腐敗が起こらなかった。このように、ニンニクから分離された菌は、ニンニクに対し強い病原性を示したが、他の作物から分離されたものは病原性がほとんどなかった (Table 5)。

2. ポット接種法

供試したニンニク分離6菌株を土壌およびパーミキュライトに接種した結果、発病時期には個体差が

みられたが、二つの接種方法とも葉の黄化、しおれ、地下部では側球茎盤部の腐敗、根の脱落等の症状が現れた。その後枯死に至るものも認められた。パーミキュライトに接種した方が土壌接種の場合より病気の進展が早く、第三葉が出葉した苗に病徴が現れた。

3. 分化型

松尾らが報告した新分化型 *f. sp. garlic*⁷⁾ と深川市、名寄市の罹病ニンニクから分離された *F. oxysporum* の異同を検討するために、種々の *Fusarium* 属菌と共に、側球切片接種並びに土壌接種により病原性を調査した結果、両者ともニンニクに対して強い病原性を示し、同一分化型であることが明らかになった。

VI. 考 察

北海道に多く栽培されているホワイト種は一般的には9月頃植付けて、翌年8月に収穫する。越冬前の発芽したニンニクには萎ちょう症状は認められないが、翌年、気温が上昇する5月下旬~6月初旬になると病徴が現れ始める。地上部では下位葉の中央

部がすじ状に黄化し、地下部では茎盤と根に褐変が認められる。初発期には局部的な発病に限定されるが、6月下旬~7月初旬になると畑全体に広がり、この時期の地下部は、茎盤部の褐変がさらに進み、側球は乾腐する。根はほとんどが脱落し、残っている根も水浸状に変色している。病状の激しいものは茎盤も失なわれ、線虫やネギバエの幼虫の侵入がみられた。罹病株のニンニク側球は、健全なものに比べ、大きさと重さが著しく減少していた。

1988年と1989年に、深川市のニンニク畑において乾腐症状を示した株の種球、根、茎から多数の *Fusarium* 属菌が分離された。分離された *Fusarium* 属菌の形態を観察した結果、そのほとんどは Snyder & Hansen⁸⁾、Booth²⁾らの分類体系から *F. oxysporum* であることが明らかになった。

F. oxysporum には各種植物に対する病原性の差異に基づき多数の分化型が存在し、ユリ科に関しては、6分化型がこれまでに報告されている。ニンニクについては、松尾ら⁷⁾が1986年に新分化型 n. f. sp. *garlic* を報告した。そこで、*F. oxysporum* f. sp. *garlic* と深川市、名寄市の罹病ニンニクから分離された *F. oxysporum* の異同を検討するために、種々の *Fusarium* 属菌と共に、側球切片接種並びに土壌接種により病原性を調査したところ、ニンニクから分離された菌株はいずれもニンニクに対して強い病原性を示した。この側球切片接種法は簡便で迅速な病原性検定法として有効と思われる。

以上より、1988年に深川市、名寄市で発生した *F. oxysporum* によるニンニクの病害¹⁰⁾は松尾らが報告した *Fusarium oxysporum* f. sp. *garlic* によるニンニク乾腐病⁷⁾であることが明らかになった。また、児玉が報告した、名寄市で1978年発生した *F. oxysporum* によるニンニク萎ちょう症⁵⁾は、本病害の病徴と酷似すること、並びに本研究結果から、f. sp. *garlic* による乾腐病であったものと考えられる。

また、伝染源は接種試験および本菌が罹病ニンニク根圏土壌や側球から高率に分離されることから土壌伝染と汚染された鱗茎によるものと思われる。

VII. 摘 要

1. 1988年、北海道深川市、名寄市のニンニク栽培地で地上部が著しく萎ちょうし、茎盤部の維管束が褐変する病害が発生した。

2. 病徴はニンニクの葉の中央部が黄化し、後に葉全体に広がり枯死する。地下部では、茎盤と根が褐変し、側球は乾腐する。

3. 発病株の側球、根、茎からは高頻度に *Fusarium* 属菌が分離された。これらの菌株はモノフィアライド上に擬頭状に形成する小型分生孢子、大形分生孢子、厚膜胞子の形態および菌の培養形態から、*F. oxysporum* であると同定した。

4. 病原性を調査した結果、ニンニクから分離した菌株はいずれもニンニクに対して強い病原性を示した。

5. このことから、深川市、名寄市で発生した病害は松尾らの報告したニンニク乾腐病と同一の病原菌、*F. oxysporum* f. sp. *garlic* によるものであることを確認した。

謝 辞

本試験を行うにあたり、北海道立中央農業試験場児玉不二雄博士、上川農業試験場田中文夫氏、並びに信州大学繊維学部から多くの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。

引用文献

1. APT, W. J.: Studies on *Fusarium* diseases of bulbous ornamental crops. Dissertation Abstr. 19(3): 416. 1958
2. BOOTH, C.: The genus *Fusarium*, pp. 237. Commonwealth Myc. Inst., Kew, Surrey, England. 1971
3. COHEN, S. I.: A wilt and root rot of *Asparagus officinalis* L. var. *atilis* L. *Phytopathology* 36: 397. 1946
4. IMLE, E. P.: Bulb rot disease of lilies. *American Lily Yearbook*, North Amer. Lily Soc., Burlington, Vermont, 30-41. 1942
5. 児玉不二雄: 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: 16. 1983
6. 松尾卓見: 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: 31-36. 1980
7. MATUO, T., MIYAGAWA M. and SAITO H.: *Fusarium oxysporum* f. sp. *garlic* n. f. sp. causing basal rot of garlic. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 52: 860-864. 1986
8. SNYDER, W. C. and HANSEN, H. N.: The species concept in *Fusarium*. *Amer. J. Bot.* 27: 64-67. 1940

9. 遠山 明： ラッキョウ乾腐病に関する研究. 北陸病害虫研究会報 1:1-56. 1980
10. 兪 晟濬・小林喜六・生越 明： 北海道に発生したニンニク乾腐病について. 日植病 56:142. 1990
11. SIMS, W. L., LITTLE, T. M. and VOSS, R. E.: Growing Garlic in California. pp.6 Division of Agri. Sci. Univ. of California. 1977

Summary

- 1) In 1988, the basal rot of garlic was found in Fukagawa and Nayoro in Hokkaido.
- 2) The disease is characterized by severe wilting and yellowing of the leaves and discoloration and rotting of bulbs.

3) Several isolates of *Fusarium* spp. were obtained from stems, bulbs and roots of diseased garlic plants. Most of these isolates were identified as *Fusarium oxysporum* on the basis of the size of macroconidia and phialides, the presence of microconidia, macroconidia, and chlamidospores, and the colony characteristics.

4) Pathogenicity tests indicate that only the isolates of *F. oxysporum* from garlic were highly pathogenic, while the isolates from other crops were nonpathogenic to garlic.

5) We confirmed that the isolates of *F. oxysporum* from garlic in Fukagawa and Nayoro belong to *F. oxysporum* f. sp. *garlic* (Matuo, 1986).