

## *Fusarium oxysporum* によるネギ根腐萎ちょう病の発生

新村 昭憲\*<sup>1</sup> 坂本 宣崇\*<sup>1</sup> 林 哲央\*<sup>1</sup> 星 春光\*<sup>2</sup> 故谷井 昭夫\*<sup>1</sup>

北海道檜山北部地域のハウス栽培において発生したネギの萎ちょう症状は、葉先が枯れ、根部は激しく腐敗しているものの、茎盤部並びに葉鞘部に異常は認められなかった。本症状のネギの根からは PSA 培地にオレンジ色の色素を産生するフザリウム菌が高頻度に分離され、同菌の接種により病徴が再現された。分離菌は大型分生子、小型分生子および厚膜胞子を形成し、小型分生子は短い分生子梗上に擬頭状に形成され、*Fusarium oxysporum* (Schlech.) Snyd. et Hans. に一致した。

本病原菌は、ネギの葉鞘部には病原性が無く、根のみに病原性を示した。また、タマネギに乾腐症状を示さないことからネギ萎ちょう病とは明らかに相違し、未報告の病害であることから、本病をネギ根腐萎ちょう病と命名した。

### I 緒 言

1994年に北海道檜山北部地域のハウス栽培のネギに原因不明の萎ちょう症状が発生した。地上部の症状はネギの葉先から枯れ、生育が著しく停滞し、萎ちょうする。引き抜くと根は激しく腐敗していたが、茎盤部や通導組織には損傷や病原菌の侵入による褐変などが見られなかった。生産者からの聞き取りによると、1993年頃から発生しており徐々に生育が悪化してきたという。これまでにネギに関する根腐れ性の病害の報告は見あたらず、当初は生理障害の可能性も想定したが、腐敗した根部からは高い頻度でフザリウム属菌が分離されることから同菌が原因である可能性が高いと考えられた。

北海道内におけるネギ属の類似症状に関する既往の研究には *Fusarium oxysporum* Sch. f. sp. *cepae* (Hanz.) Snyd. et Hans. が病原菌のタマネギ乾腐病およびネギ萎ちょう病があるが<sup>3,4,5,7)</sup>、本病の発生が今のところ連作ハウスに限られ、茎盤部や通導組織に病変が見られないことを考慮すると、未記録の新病害であると考えられた。

筆者らは罹病根部から病原菌を分離し、その形態、病原性から病原菌を *Fusarium oxysporum* (Schlech.) Snyd. et Hans. と同定し、「ネギ根腐萎ちょう病」と命名することを提案した<sup>11,12)</sup>。

本報では現地発生したネギから病原菌を分離し、同菌の病原性の確認、発病の再現および形態調査の結果を

まとめて報告する。

### II 試験方法

#### 1. 病原菌の分離

1) 病原菌の分離：1995年11月に北海道檜山支庁管内今金町神丘地区、八東地区および金原地区のネギの簡易軟白栽培ハウス77棟(根腐萎ちょう病無発生ハウスも含む)から生育不良のネギを各ハウス2カ所から各5個体を採取、この中から平均的な2個体を選び、この個体当たり各5本の根について糸状菌の分離を行った。根を十分に水洗後、長さ約1cmに切断し、次亜塩素酸ナトリウム(有効塩素1%)で1~2分間表面殺菌し、滅菌水で水洗後硫酸ストレプトマイシン100ppmを加えた蔗糖加用ジャガイモ煎汁培地(PSA)の上に置床し、25°C・5日間培養してえられた菌糸の先端から分離した。また、表1に示した菌株を病原性、分類・同定試験に供試した。

2) ハウス内の病原菌分布：1996年8月に今金町金原地区の根腐萎ちょう病発生ハウス内の6地点(図1)から各3個体採取した計18個体について、個体当たり各5本の罹病根について前述した方法で分離を行い、オレンジ色の色素を産生するフザリウム菌(以下F.Or菌と略記する)を分離した。

#### 2. 分離菌の病原性

1) 土壌灌注接種：1995年1月に13戸の農家ハウスから分離されたF.Or菌(14菌株)を供試した。滅菌(121°C, 60分)した育苗土(ポットエース)400gを詰め直径12cmのビニール製ポットにネギ種子「元蔵」0.2g、タマネギ種子「札幌黄」0.3gを播種し、そこにPS液体培地で振とう培養した菌液(3×10<sup>7</sup>/ml)を50ml灌注した。接種ポットは温室内で管理し、播種29日後に立枯

1997年11月17日受理

\*<sup>1</sup> 北海道立道南農業試験場, 041-1201 亀田郡大野町

\*<sup>2</sup> 檜山北部地区農業改良普及センター, 049-4308 瀬棚郡今金町

表1 接種試験に用いた菌株の来歴

菌株	分離地	年.月
SF- 1-1	今金町 神丘	1995.11
SF- 2-1	今金町 金原	1995.11
SF- 3-1	今金町 金原	1995.11
SF- 5-2	今金町 金原	1995.11
SF- 6-5	今金町 金原	1995.11
SF- 7-3	今金町 金原	1995.11
SF- 9-4	今金町 八束	1995.11
SF-10-2	今金町 八束	1995.11
SF-12-4	今金町 八束	1995.11
SF-14-1	今金町 八束	1995.11
SF-15-1	今金町 八束	1995.11
SF-16-3	今金町 八束	1995.11
SF-17-1	今金町 金原	1995.11
TF-9495	今金町 八束	1994. 9

TF-9495, SF-1-1 の両菌株については同定試験を行った。

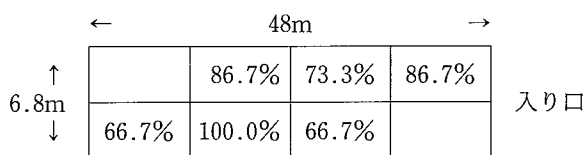


図1 ハウス内の F.Or 菌の分離頻度

率を調査した。

2) 土壌混和接種: 滅菌土壌(道南農業試験場内のネギ栽培無歴土)を用い、塩類濃度(以下 EC と略記する)を混合塩(硫酸カリウム, 塩化カリウム, 過リン酸石灰, 塩化ナトリウム, 硫酸マグネシウムを重量比で 2:2:2:1:1 の割合で混合)で 0.5 mS/cm に調整し、PS 液体培地で 28°C, 5 日間振とう培養した F.Or 菌 (TF 9495) を 10<sup>5</sup>/g 乾土で接種し十分に混和した。そこにネギ苗「元蔵」を移植し温室内で管理し、4 カ月後に生重・根部の腐敗程度を調査した。

3) ネギ葉鞘部接種: 最外葉鞘を剥いだネギ葉鞘に直径 6 mm のコルクボーラーで深さ 2~3 mm の穴を開けた。そこに PSA で培養した F.Or 菌の含菌寒天を付着させた。接種した葉鞘は 25°C の湿室に保ち 7 日後に葉鞘の腐敗状況と茎盤の褐変を調査した。なお、接種には F.Or 菌 (TF 9495, SF 1-1), とネギ萎ちょう病菌 (Fce-3, Fce-9) およびタマネギ乾腐病菌 (NKF-900, NK-10) も供試した。

4) タマネギ母球接種: タマネギ母球の茎盤部から根をナイフで除去し、そこに PSA で培養した F.Or 菌の含菌寒天を付着させた。これを滅菌した育苗土(ポットエース)を詰めた直径 12 cm のポットに母球の 1/3 程度まで埋め、温室内で管理した。土壌は乾かないように適宜灌水し、30 日後に乾腐症状の有無を調査した。なお、接種菌株は前項の葉鞘部接種と同じである。

### 3. 分離菌の形態

単孢子分離した F.Or 菌 (SF 1-1 および TF 9495) を、素寒天培地上で 25°C・7 日間培養し、形態的特徴を調べた。

### 4. 分離菌の生育適温

PSA 平板で 25°C・5 日間培養した F.Or 菌 (TF 9495) を直径 6 mm のコルクボーラーで打ち抜き、PSA 平板の中心に置床した。これを 10, 15, 20, 25, 30, 35°C の恒温器内で培養し、6 日後に菌叢の直径を計測した。

## III 試験結果

### 1. 発生状況と病徴

本病は桧山北部地域のネギのハウス栽培農家 17 戸のすべてに発生していた。聞き取り調査の結果、調査ハウス 85 棟のうち 33 棟に本病が原因と思われる生育不良が確認された。発生時期は周年栽培では年間を通して発生しているが、夏期の高温時に症状が激しい。同一のハウス内では全面的に発生するが、ハウス側面近くのネギの生育は比較的良好である。地上部の病徴は移植後一カ月前後で認められ、葉先枯れと生育の停滞、萎ちょう症状を示す。しかし、完全に枯死した株は殆ど認められず、水分不足による生育障害に似ている(写真 1)。根部は根の内部まで完全に腐敗し、中心部の古い根から次第に周囲の根へと腐敗根が増えるが、ネギは次々に新しい根を発生するため、外側には健全根が僅かに残る。しかし、症状の激しい個体では殆どの根が褐色に腐敗するため地上部を引くと容易に抜くことができる。また、腐敗は根の組織の茎盤につながる部分まで認められるが、茎盤、葉鞘には腐敗、褐変等の症状は見られない(写真 2)。

### 2. 病原菌の分離

調査農家 17 戸すべてからフザリウム菌および F.Or 菌が分離され、F.Or 菌はハウス単位では 77 棟中 58 棟から分離された。これらフザリウム菌および F.Or 菌の分離率を根部の腐敗指数(表 2)別に階層分けした。これによると、腐敗指数が 0 (健全)~0.9 では F.Or 菌の分離率が 3.8% であるが、腐敗指数 1 (褐色腐敗あり)~2.9 では 27.2%, さらに腐敗指数 3 (褐色腐敗多・細根少)~4 (殆どの根が腐敗脱落)では F.Or 菌の分離率が 54.0% と、腐敗が激しくなるほど F.Or 菌の分離率が顕

表2 根の腐敗指数

指数	根の症状	褐色腐敗根の割合(%)
0	褐色腐敗なし 細根多数	~ 4
1	褐色腐敗あり 細根やや多	5~25
2	褐色腐敗やや多 細根少	26~50
3	褐色腐敗多 細根少	51~75
4	殆どの根が褐色腐敗して脱落	76~

表3 根腐指数別オレンジ色素産生フザリウム菌 (F.Or 菌) の分離頻度

分離菌	集計単位*	分離率 (%)			
		根の腐敗指数			全体
		0~0.9	1.0~2.9	3.0~4.0	
F.Or.菌	ハウス	25.0	66.7	96.7	74.0
	根	3.8	27.2	54.0	35.2
Fusarium菌 (F.Or.菌を除く)	ハウス	100.0	89.7	100.0	94.8
	根	45.0	41.3	42.7	42.2

注) \*集計単位のハウス:分離ハウス数/調査ハウス数(77棟),根:分離根数/調査根数(770本)

著に高まった。一方, F.Or 菌以外のフザリウム菌の分離率は, 何れの階層でも変化が少なく, 41~45%であった(表3)。ついで, F.Or 菌のハウス内での分布状況を知るため, 根腐萎ちょう病が発生している同一ハウス内の6地点(図1)について同菌の分離を行ったところ, 分離率は平均80.0%(最低66.7%~最高100%・標準偏差13.3)と極めて高い値を示した。以上のことから, F.Or 菌が根腐萎ちょう病の病原菌であることが示唆され, かつ, ハウス内全域にかなり均一に生息すると判断された。

### 3. 分離菌の病原性

1) 土壌灌注接種: ネギへの接種では供試菌株の平均で99.1%(97.2~100%), タマネギでは95.5%(87.9~100%)の立枯率を示し, 14菌株とも両作物の幼苗に対し強い病原性を示した(表4)。

2) 土壌混和接種: ネギの生育は, 移植初期では対照区と接種区ともに差は認められなかった。しかし, 移植後1カ月程度で両区間に明らかな差が認められ, その

表4 分離菌株 (F.Or 菌) がネギおよびタマネギの苗立枯れに及ぼす影響

菌株	苗立枯率 (%)	
	ネギ*	タマネギ**
SF- 1-1	98.6	94.3
SF- 2-1	100.0	95.7
SF- 3-1	99.5	92.9
SF- 5-2	97.2	97.1
SF- 6-5	98.6	99.3
SF- 7-3	98.1	95.7
SF- 9-4	100.0	95.0
SF-10-2	99.5	92.1
SF-12-4	99.1	97.9
SF-14-1	99.1	99.3
SF-15-1	98.6	99.3
SF-16-3	99.5	92.1
SF-17-1	99.5	97.9
TF-9495	99.5	87.9

注) \*播種量0.2g(96粒), \*\*播種量0.3g(72粒) 苗立枯率: {1-(接種種子の生育本数)/(無接種種子の生育本数)}×100

程度は時間の経過とともに拡大した。この症状は, まず, 接種ネギの葉先が枯れ, ついで生育が著しく停滞した。また, 分離菌を接種したネギの茎盤および葉鞘には病徴が認められないが, 根は褐色に腐敗し, 葉身が徐々に萎ちょうした。これらの病徴は何れも現地発生圃と同様であり(写真1, 2), 根腐萎ちょう病が再現された(表5, 写真3, 4)。また, 接種したネギの罹病根からは接種菌が再分離された。

3) ネギ葉鞘部接種: 本菌を直接作物体に接種して7日経過しても葉鞘部の腐敗は見られず, 含菌寒天の周囲が僅かに褐色になるのみであった。しかし, 同時に接種したネギ萎ちょう病菌およびタマネギ乾腐病菌は接種部周囲の葉鞘を腐敗させ, 内部の葉鞘を伝わり茎盤部まで褐変させた(表6)。

4) タマネギ母球接種: 本菌を接種したタマネギは外見上殆ど変化が認められず, 茎盤部が僅かに褐変するのみで正常に発根する母球もあった。また, 母球内部にも腐敗は認められず, 本菌はタマネギに対し乾腐症状を発生させなかった。一方, ネギ萎ちょう病菌およびタマネギ乾腐病菌を同様に接種したタマネギは尻腐れ症状を呈し, タマネギ母球は典型的な乾腐症状を示した(表7, 写真5, 6)。

### 4. 病原菌の形態と生育適温

本病菌のPSA培地での生育は速く, 気中菌糸は白色綿毛状である。PSA培地で25°Cの培養では初め黄色の色素を産生し, 次第に濃くなりオレンジ色を呈する(写

表5 分離菌の接種が生育および根の腐敗に及ぼす影響

項目	接種	無接種(対照)
草丈(cm)	39.9	55.7
個体重(gFM)	14.0	38.7
根部腐敗指数	3.6	0.3
再分離	+	-

注 1) 接種菌株: TF 9495  
2) 調査15株の平均

表6 ネギ葉鞘に対する病原性

菌 株	葉鞘の腐敗	茎盤の褐変
TF9495	—	—
SF1-1	—	—
Fce-9	+	+
Fce-3	+	+
NKF-900	+	+
NK-10	+	+
Cont.(寒天)	—	—

表7 タマネギ母球に対する病原性 (茎盤接種)

菌 株	発病指数*	乾腐症状
TF9495	1.0	—
SF1-1	1.0	—
Fce-9	4.0	+
Fce-3	3.5	+
NKF-900	4.0	+
NK-10	3.8	+
Cont.(寒天)	0.0	—

\*発病指数 0:変化なし  
1:茎盤の表面部分が褐変  
2:茎盤まで腐敗  
3:茎盤と鱗片の一部が腐敗  
4:茎盤と内部の鱗片の殆どが腐敗

真7)。本病菌が形成する大型分生子および小型分生子の大きさを表8に示した。F.Or菌の大型分生子は1~5隔膜の範囲であるが、3隔膜を有するものが最多であった。小型分生子は楕円あるいは卵形を呈し、分生子梗上に擬頭状に形成された(写真8)。分生子梗は短く、隔膜が無い。厚膜胞子は円形で頂生または間生、単一または連なって形成した。以上の形態は *Fusarium oxysporum*

(Schlecht.) Snyder et Hansen に一致した<sup>1)</sup>。

本菌の温度に対する反応を表9に示した。25°Cで生育が最も速く、ついで30°Cであった。このことから、生育最適温度は25~30°Cと考えられた。また、同様に培養したネギ萎ちょう病菌およびタマネギ乾腐病菌も同様の温度反応を示した。

#### IV 考 察

北海道においてネギは露地栽培が主体であり、大部分が連作されているものの、これに伴う大きな障害はでていない。しかし、根腐萎ちょう病は連作に由来する土壤伝染性病害であり、罹病すると著しい減収をとる。これまでネギ属に関する既往の研究では、深刻な連作障害に関する事例や報告は少ないにもかかわらず、ハウス内の簡易軟白栽培によるネギでは本病による大きな被害が発生している。

現地発生圃における症状は、葉先が枯れ、生育が著しく停滞していた。また、根部は激しく腐敗しているものの、茎盤部並びに葉鞘部に病徴は認められず、完全に枯死している株は認められなかった。本症状のネギの根からはF.Or菌が高頻度に分離され、同菌の接種により病徴が再現された。従って、檜山北部地域で発生した萎ちょう症状の原因はF.Or菌によると確認された。

異なる圃場から分離された14菌株の接種試験の結果、何れの菌株もネギおよびタマネギ苗に立枯れ症状を発現させ、発芽直後の幼苗に対し強い病原性を示した。また、健全苗を病原菌混和土壌へ移植すると、根は激しく腐敗し、生育が停滞した。この症状は現地発生圃と同じ病徴であった。ネギの葉鞘への接種ではネギ萎ちょう病菌およびタマネギ乾腐病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp.

表8 オレンジ色素を産生する分離菌の形態

菌 株	小型分生子	大型分生子(1隔膜)	大型分生子(3隔膜)
TF9495	10.4×3.0μm	17.8×4.1μm	41.8×5.1μm
SF1-1	12.0×3.1μm	21.3×3.9μm	37.8×4.4μm

注) 各分生子100個計測した平均値

表9 F.Or菌および *F. oxysporum* f. sp. *cepae* の生育適温

病原菌	菌 株	各温度における菌叢直径 (mm)					
		10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
F.Or菌	TF9495*	16.3	28.8	48.7	64.6	53.6	28.5
	WO-F-34**	18.6	34.2	56.2	75.0	57.4	23.8
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i>	Fce-9**	15.7	30.2	52.5	78.9	62.1	31.6
	NKF-900***	18.6	37.0	63.5	84.1	73.6	35.1

注) \*根腐萎ちょう病菌 \*\*ネギ萎ちょう病菌 \*\*\*タマネギ乾腐病菌

cepaе)は葉鞘部を腐敗させ、莖盤まで侵入、褐変させるが、本菌は同部に対して病原性を示さなかった。また、タマネギ母球に対して接種した場合も乾腐症状を発現させなかった。これらのことから本菌は葉鞘部や母球に接種しても根部以外に病原性を示さず、根を特異的に侵すものと考えられる。このような特徴を持つ病原菌であるため、根系の未発達な発芽したばかりの幼苗には強い病原性を発揮して立枯れを招くが、ある程度生育したネギは発根する能力が備わっているため、本菌によって根が腐敗しても次々と新しい根を発生し、決定的なダメージを受けることがない。しかし、健全根の減少による水分不足によって生育が停滞し徐々に萎ちょうを起すと考えられる。これに対しネギ萎ちょう病菌は莖盤部にダメージを与えるため、ネギを完全に枯死させるに至ると考えられる。

本病菌はPSA培地に黄色～オレンジ色の特徴的な色素を産生するが、小型分生子、大型分生子および厚膜胞子を形成し、短い分生子梗上に小型分生子を擬頭状に形成すること、大型および小型分生子の大きさがBoothの報告に一致することからFusarium oxysporum (Schlech.) Snyder et Hans. と同定した。ネギおよびタマネギの苗に病原性があることからネギ萎ちょう病菌およびタマネギ乾腐病の病原菌であるFusarium oxysporum f. sp. cepae と宿主が一致している。しかし、ネギ萎ちょう病およびタマネギ乾腐病は莖盤部から葉鞘あるいは鱗茎に腐敗をもたらすが、本菌は莖盤部および葉鞘などに侵入せず両病害とは病徴が明らかに異なる。さらにタマネギに対して乾腐症状を全く示さないことからネギ萎ちょう病菌とは異なる病原菌と考えられ、今後分化型の検討を要する。

以上、本病害は未報告の病原菌が原因の新病害であることから、ネギ根腐萎ちょう病の名を与えた。

謝辞 本論文の校閲をいただいた北海道立中央農業試験場病虫部長宮島邦之博士、同環境化学部長沢口正利博士ならびに北海道立道南農業試験場場長土屋武彦博士に深く感謝いたします。また、同澤田一夫研究部長、同主任研究員阿部秀夫博士には研究上の助言をいただいた。

## 引用文献

- 1) Booth, C. "The genus Fusarium". Commonwealth Mycological Institute, Kew. 1971. p237.
- 2) 東田修司, 大崎玄佐雄. "北見地方のタマネギ土壌病害(乾腐病)に関する実態調査". 北海道立農試集報. 47, 31-38 (1982).
- 3) 児玉不二雄, 石坂伸之, 高桑 亮, 斉藤 泉. "タマネギ乾腐病の病原菌について(予報)". 日植病報. 41, 123 (1975).

- 4) 児玉不二雄, 斉藤 泉, 高桑 亮. "タマネギ乾腐病発病の経過とベノミル剤による苗浸漬の効果". 日植病報. 42, 489-490 (1976).
- 5) 児玉不二雄. "Fusarium oxysporum による萎ちょう病(新称)". 日植病報. 43, 340 (1977).
- 6) 児玉不二雄. "北海道におけるタマネギの試験研究の現状と生産流通上の諸問題<続>". (4). 北海道におけるタマネギの病害". 北農. 44(3), 1-13 (1977).
- 7) 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, 1-65 (1983).
- 8) 松尾卓見, 駒田 旦, 松田 明. "作物のフザリウム病". 全国農村教育協会. p.502. 1980.
- 9) 沢田一夫. "ねぎの栽培法に関する研究. 簡易軟白による栽培法について". 北農. 35(5), 25-31 (1968).
- 10) 新村昭憲, 坂本宣崇, 林 哲央, 星 春光, 谷井昭夫. "松山北部地域におけるネギ根腐萎ちょう病の発生実態". 北海道立農試集報. (印刷中).
- 11) 新村昭憲, 谷井昭夫, 坂本宣崇. "Fusarium oxysporum によるネギ根腐萎ちょう病(仮称)の発生". 日植病報. 62, 645 (1996).
- 12) 新村昭憲. "ネギ根腐萎ちょう病(新称)の病原菌Fusarium oxysporumの寄主範囲および病原性". 日植病報. 63, 202 (1997).
- 13) 高桑 亮, 石坂伸之, 児玉不二雄, 斉藤 泉. "タマネギ乾腐病の寄主範囲". 日植病報. 43, 479-481 (1977).



写真1 自然感染での根腐萎ちょう病発生状況



写真2 自然感染での根部の腐敗



写真3 土壌混和接種における発病 (上：接種，下：無接種，接種濃度 10<sup>5</sup>/g 乾土，EC 0.5)



写真4 土壌混和接種における根部の腐敗



写真5 根腐萎ちょう病菌はタマネギ母球に対し乾腐症状を起こさない



写真6 萎ちょう病菌を接種したタマネギ母球は乾腐症状を呈する

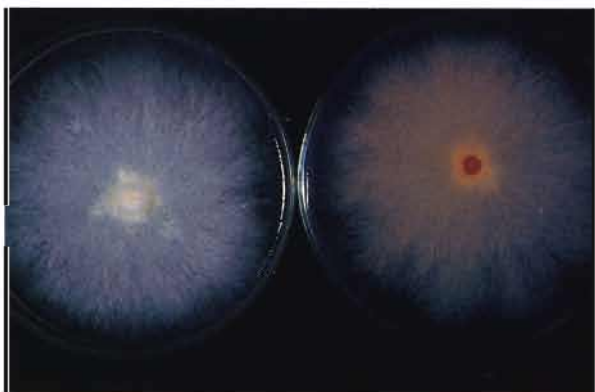


写真7 *F. oxysporum* TF 9495 菌株の菌叢 (左：表，右：裏)

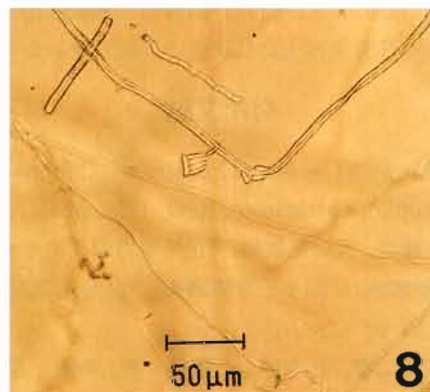


写真8 *F. oxysporum* TF 9495 菌株の小型分生子

## Occurrence of *Fusarium* Root Rot of Welsh Onion Caused by *F. oxysporum*

Akinori SHINMURA\*<sup>1</sup>, Nobumitsu SAKAMOTO\*<sup>1</sup>, Tetuo HAYASHI\*<sup>1</sup>,  
Harumitu HOSHI\*<sup>2</sup> and Akio TANI\*<sup>1</sup>

### Summary

*Fusarium* root rot of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) has been occurred in Imakane district of Hokkaido. The root of these welsh onion turned brown and almost dumped off, leaves caused wilt, but leaf sheath and stemplate were healthy and not turned brown. Strains of *Fusarium oxysporum* sp. that produce orange pigment in PSA (potato sucrose agar medium) were isolated from these roots. The strains of *F. oxysporum* were pathogenic to seedlings of welsh onion and onion (*Allium cepa* L.), percentage of dumping off were 88-100% in inoculation test. It was also pathogenic to transplanting welsh onion that showed the same symptoms as natural lesions. This disease was caused by *F. oxysporum* sp., the symptoms are different from those of *Fusarium* wilt caused by *F. oxysporum* f. sp. *cepae* which has pathogenicity to stemplate and leaf sheath of welsh onion. This is the first report of a welsh onion root rot disease caused by *F. oxysporum* sp., therefore, we named "Fusarium root rot of welsh onion" as common name.

\*<sup>1</sup> Hokkaido Prefectural Donan Agricultural Experiment Station, Ono, Hokkaido, 041-1201 Japan

\*<sup>2</sup> Hiyama-hokubu Agricultural Extension Center, Imakane, Hokkaido, 049-4308 Japan