

トマト萎ちょう病をおこす *Fusarium oxysporum*

I. トマト根ぐされ萎ちょう症の発生要因

小倉 寛典・伴 正敏

(農学部植物病理学研究室)

Fusarium oxysporum caused Tomato Wilt Disease

I. Some Factors for Appearance of Tomato Wilt Disease attended with Root Rot

Hirosuke OGURA and Masatoshi BAN

Laboratory of Phytopathology, Faculty of Agriculture

Abstract

Fusarium oxysporum caused tomato wilt disease. I. Some factors for appearance of tomato wilt disease attended with root rot. Hirosuke OGURA and Masatoshi BAN Laboratory of Phytopathology, Faculty of Agriculture. In Koch Prefecture, two type of tomato wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* were recognized; one was wilt type as usual, and other was root rot type. Mycelia of both fungi grew well in media added $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ or amino-N. Many of fungi existed in soil added nitrogen sources, especially added glutamic acid. The number of diseased tomato seedlings in infested soil related with the increase of fungal number in soil, and disease ratio of root rot fungus appeared lower than that of wilt type ordinarily. The differences of both fungi for nitrogen utilization were not clearly. Optimum temperature for mycelial growth of both fungi were in 25–30°C, but pathogenicity of wilt type fungus was virulent at optimum temperature, though that of root rot type fungus appeared in wide range tested. In green house test, wilt type fungus had severe pathogenicity less inoculum density than it of root rot one. From these results it is considered that, wilt type fungus infects tomato root in warm season for his reaction to environmental temperature, but root rot type fungus infects tomato in forcing in cold season for reason of host resistance, weak infectious activity or recessive competitive ability in soil etc. in warm, though this fungus has infectious ability to tomato root without regard to soil temperature.

近年、高知県土佐市を中心としてハウス促成栽培トマトに萎ちょう病が発生し、ここ2,3年の被害はきわめて大きく、トマト栽培農家はその多くがキュウリ栽培に転向のやむなきに至っている。

従来、トマト萎ちょう病は高温時に多く発生し、地下部は部分的に褐変するが、維管束は褐変し、これが地上部のかなり上部まで進行するのが特徴とされている。また、地上部は、罹病初期には頂葉が日中に萎ちょうするが、病状の進展に伴ない全身が萎ちょうする。下葉は初期から黄化とともに萎ちょうするが、地際部の皮層の腐敗は認められない。筆者らが土佐市において調査した萎ちょう病では、罹病初期には地下部では細根の基部の太根に褐色斑点を生じ、地上部では頂葉が日中に一時的に萎ちょうする。その後、地下部では細根が褐変し、維管束も褐変し、従来の萎ちょう病に比して根全体の褐変が著しく、根ぐされ症状を示す。地上部では下葉が黄化しはじめ、頂葉も黄変する。しかし、維管束の褐変は地際部10~20 cm内外にとどまり、上部に進行することなく、この点が従来の萎ちょう病と異なる。また、茎基部は末期には腐敗する。本病害はハウス促成トマ

トに多発し、被害のはげしい場合には定植1カ月後にはすでに散見されるが、定植3カ月頃(1月—2月)に病状は急速に増大する。しかし、正常栽培の場合には本症状は見当たらないが、あらかじめ本病原菌を多量に接種した土壌、あるいは被害根を混入した土壌では、温暖期においても本症状を再現しうる。筆者らの調査では本病害は1963年に土佐市新居の若干のハウス栽培トマトに出現していたが、1967年以降、本病害は同地区に急激に拡がり、次第に周辺地域にも拡がりつつある。1969年には同地区では多少とも罹病を見ないハウスはほとんど見当たらない状況である。本病害は現在のところ、従来のトマト萎ちょう病に対し、トマト根ぐされ萎ちょう症と仮称されている*。しかし、分類学上からは、トマトを侵す *Fusarium* は *F. oxysporum* f. *lycopersici* であり、分化型の確認がなされない以上は従来のトマト萎ちょう病と区別することは出来ないとの説もある**。なお本病害は高知県のほか、静岡、愛知、三重、兵庫の各地においても検出されている^{1,2,3,4,5,6,7}。

本報告は本病害の発生環境について2, 3の検討を加えたものである。

実験材料

高知市ならびにその周辺地域におけるトマトの露地栽培、ハウス促成栽培圃場の罹病株から病原菌を分離した結果、*Rhizoctonia solani* 8菌株、*Fusarium oxysporum* 78菌株、*F. roseum* 12菌株を得た。これらのうち、*R. solani* と *F. roseum* はトマトに接種した結果、前者は全菌株ともトマトを侵害するが、後者は3菌株のみがトマトの細根を褐変せしめた。しかし、これら両菌は前述の根ぐされ萎ちょう症状を示さない。これらに対し、*F. oxysporum* の多くは明らかにトマトを侵し、前述の病徴を示すものが多く認められ、これが本病害の病原菌であることを確め得た。本実験においては *F. oxysporum* 20菌株を用いた(Table 1)。また、病原性の検定にはトマト(福寿2号)を用いた。

Table 1. Origin of *F. oxysporum* tested

Strain number	District of isolation	Date of isolation
F 1001*	土 佐 市 新 居	1967
F 1002	〃	1967
F 1003	〃	1969
F 1004	〃	1969
F 1005	〃	1969
F 1007	〃	1969
F 1008	〃	1969
F 1009	〃	1969
F 1010	〃	1969
F 1011	〃	1969
F 1015	〃	1969
F 1016	土 佐 市 用 石	1969
F 1020*	土 佐 市 新 居	1969
F 1021	〃	1969
F 1022	〃	1969
F 1026*	南 国 市 物 部	1968
F 1027*	〃	1968
F 1028	長 岡 郡 大 津 村	1969
F 1034*	高 知 市 仁 井 田	1970
F 1035*	〃	1970

* Wilt type.

実験方法ならびに結果

各菌株の窒素源の利用 供試菌株の生育と窒素源との関係を見るために、Czapek 処方¹の窒素量と等量の NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, グルタミン酸ナトリウム塩を、窒素源を除いた Czapek 液 50 ml に加

* 日本植物病理学会関西支部集談会での討議結果(1970)。

** 松尾卓見氏他：日本植物病理学会第5回土壌伝染病談話会における質疑応答(1970)。

え, pH を 6.5 に調整し, 各菌株を接種した. これを 10 日間 25°C に静置したのち, 各菌株の乾燥菌体重を測定した (Table 2).

Table 2. *Mycelial growth of F. oxysporum in different nitrogen sources***

Strain	Dry weight of mycelia (mg)		
	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	Glutamic acid
F 1001*	697	1171	651
F 1002	487	669	625
F 1003	261	425	486
F 1004	179	448	376
F 1005	434	1285	634
F 1007	470	1016	645
F 1008	625	1185	826
F 1009	478	1066	665
F 1010	593	1186	655
F 1011	341	431	286
F 1015	386	991	826
F 1016	626	1208	733
F 1020*	761	981	966
F 1021	226	248	291
F 1022	352	481	406
F 1026*	425	806	731
F 1027*	428	439	486
F 1028	356	427	351
F 1034*	870	1612	1127
F 1035*	751	1176	697

* Wilt type.

** Cultured for 10 days at 25°C in Czapek's solution added different nitrogen.

各菌株とも, 生育には差が認められるが, 大多数の菌株は (NH₄)₂SO₄, グルタミン酸, NaNO₃ の順に利用する. この現象は根ぐされ型菌株, 萎ちょう型菌株のいずれも同じ傾向を示した.

つぎに窒素源の量と生育との関係を見るために, (NH₄)₂SO₄ を Czapek 標準窒素量および 2 倍量加えて 25°C で 10 日間培養した. 供試菌株は F1001, F1004, F1005, F1020, F1021 である (Table 3).

Table 3. *Mycelial growth of F. oxysporum in different volume of (NH₄)₂SO₄***

Strain	Dry weight of mycelia (mg)	
	***Standard-N	2 times-N
F 1001*	976	1105
F 1004	497	511
F 1005	1088	1368
F 1020*	1006	1311
F 1021	521	786

* Wilt type.

** Cultured in Czapek's solution added ammonium sulfate in place of sodium nitrate at 25°C for 10 days.

*** Nitrogen as same as in Czapek's prescription.

窒素源量が増加すると各菌とも菌体重は増加するが, この場合も根ぐされ型, 萎ちょう型の間には差は認められない.

上述のように各菌株は窒素源の種類によって生育に多少の差が認められ, また, 窒素の量によっても差を生じるが, 土壌中での動向を知るために以下の実験を行なった.

あらかじめ, 有機質を除いた砂 200 ml に 5 倍に希釈した Czapek 液 (NaNO₃ を除く) に所定の窒素源を加えて湿度を 75% (v/v) に調整した. 窒素源は NaNO₃, (NH₄)₂SO₄, グルタミン酸ソーダを

Czapek 処方 of 窒素量と等量あるいは2倍量を添加した。これに、あらかじめ、Czapek 寒天培地上で10日間25°Cで培養したF1001, F1005号菌の菌そうより得た孢子懸濁液(400倍1視野中に約15孢子)を1ml加え25°Cに静置した。接種30日, 60日後の砂土中の菌量を稀釈平板法により調査した(Fig. 1)。

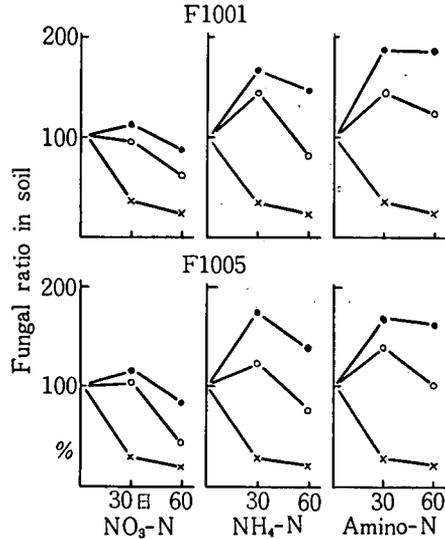


Fig. 1. Change of *F. oxysporum* in soil added different nitrogen.
 —●—: Added the same quantity of nitrogen as Czapek's prescription. —○—: Added two times of nitrogen. —x—: Non addition

両菌株とも窒素源を加えない場合は30日後には約1/5に低下するが、窒素源の存在する場合には菌量は増加する。この傾向はアミノ態窒素を加えた場合に顕著である。しかし、60日後には菌数は次第に低下する。

土壤中の窒素と発病状況を知るために、径8cmの腰高ペトリ皿に砂100mlを入れ、前記の土

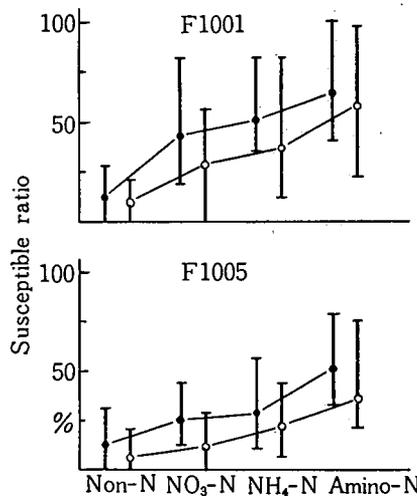


Fig. 2. Appearance of *Fusarium* wilt in soil added different nitrogen.
 ●: Tomato were planted at 15 days after inoculating the pathogen in soil. ○: Tomato were planted after 45 days.

壤中の菌数の推移を調査した場合と同じ方法で F1001 号菌および F1005 号菌を接種し、25°C に静置後、15、45 日後にさらに殺菌した砂 100 ml を加え、殺菌水で湿度を調整したのち、各ペトリ皿に 48 時間 25°C で催芽させたトマト種子を 10 粒ずつ播種した。15 日～20 日後にトマト幼苗を抜取って根部の罹病の有無を調査した (Fig. 2)。

各ペトリ皿により幼苗の罹病数は多少の変動が認められるが、両菌株ともアミノ態窒素が存在する場合がもっとも罹病数は多く、ついで $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の順に低下し、無添加の場合は罹病率はもっとも低い。また、菌を接種したのち、日数が経過すると発病率は低下する。F1001 号菌は F1005 号菌に比して、罹病率は高いようである。

各菌株の生育と温度 各菌株をジャガイモ煎汁寒天培地に接種し、10、15、20、25、30°C の各温度に静置し、48 時間ごとの菌そうの拡りを測定した (Table 4)。

Table 4. *Mycelial growth of F. oxysporum at different temperature***

Strain	Mycelial spread for 48 hrs. (mm)				
	10°C	15	20	25	30
F 1001*	4.3	12.3	15.6	28.9	28.5
F 1002	3.5	13.3	16.0	30.0	29.3
F 1003	4.0	14.0	17.7	29.9	31.7
F 1004	4.8	13.3	18.0	30.6	33.3
F 1005	3.7	14.3	15.3	27.3	29.6
F 1007	5.8	14.3	18.0	31.5	28.5
F 1008	4.3	12.3	17.3	30.3	29.8
F 1009	4.6	13.3	16.7	28.6	31.3
F 1010	4.6	12.6	17.8	29.3	32.3
F 1011	4.6	17.3	18.0	24.5	18.6
F 1015	3.5	13.3	16.0	28.9	28.5
F 1016	4.3	17.3	21.3	30.6	28.5
F 1020*	3.5	13.3	15.6	28.9	29.8
F 1021	3.7	12.3	18.0	22.3	17.3
F 1022	4.8	17.6	20.6	24.2	17.3
F 1026*	3.5	12.3	17.6	29.0	30.3
F 1027*	4.3	12.6	18.0	27.5	29.6
F 1028	4.8	13.3	18.0	29.6	25.0
F 1034*	3.5	14.6	18.3	31.3	33.0
F 1035*	4.3	14.3	18.3	27.6	29.0

* Wilt type.

** Cultured on PDA.

大多数の菌株は適温域が 25～30°C の範囲にあり、F1011、F1021、F1022 号菌のみは他に比して適温域は低いようである。また、典型的な萎ちょう型を示す菌株群は最適温度は 30°C に近いものと思われる。

つぎに各温度の下における病原性を検討するために、ジャガイモ煎汁寒天培地上に各菌株を接種し、15、20、25、30°C で培養した。各ペトリ皿の菌そう上に表面殺菌後 24 時間殺菌水に浸漬したトマト種子を 10 粒ずつ播種し、生育状況に応じて 7-15 日後に罹病数を観察した (Table 5)。

F1001、F1026、F1034 などの萎ちょう型菌株では温度の上昇とともに病原性は急激にはげしくなり、被害度大の幼苗が急激に増加する。これに対して根ぐされ型菌株では 15°C でもすでにかなり被害を示すものが多い。この点を考慮すれば、F1004、F1007 号菌はむしろ萎ちょう型に近いと思われる。また、F1021、F1022 号菌は根ぐされ型ではあるが他に比して病原性は弱いようである。

土壤中の菌量と発病 上述のように本病害の発現には特定環境による菌の活性の増大が考えられるので、量的な活性の増大について検討を加えた。すなわち、トウモロコシ粉末をパーミキュライトと混合し (1 : 10)、200 ml 容三角フラスコに 100 ml ずつ入れ、湿度を 70% (v/v) に調整したのち F1001、F1005、F1021 号菌を植えつけ、25°C で 15 日間培養した。各菌を 1.5、7.5、15 ml ずつ腰

Table 5. Pathogenicity of *F. oxysporum* to tomato seedlings at different temperature

Strain	Temp.	Pathogenicity (%)		
		Slight	Virulent	Total
F 1001*	15°C	15	5	20
	20	35	5	40
	25	45	55	100
	30	10	90 (40)	100
F 1002	15	60	15 (4)	75
	20	55	45 (10)	100
	25	5	95 (10)	100
	30	0	100 (35)	100
F 1003	15	15	85 (35)	100
	20	0	100 (25)	100
	25	10	90 (25)	100
	30	7	93 (46)	100
F 1004	15	10	0	10
	20	20	5	25
	25	30	10	40
	30	5	95 (20)	100
F 1005	15	35	75	100
	20	15	85	100
	25	10	90 (40)	100
	30	0	100 (70)	100
F 1007	15	5	0	5
	20	0	0	0
	25	75	5	80
	30	15	30	45
F 1008	15	65	5	70
	20	40	60 (10)	100
	25	70	30 (16)	100
	30	0	100 (25)	100
F 1010	15	10	85 (20)	95
	20	30	70 (20)	100
	25	25	75 (10)	100
	30	0	100 (30)	100
F 1021	15	30	0	30
	20	15	25	40
	25	10	35 (5)	45
	30	35	10	45
F 1022	15	30	0	30
	20	25	45 (20)	70
	25	20	40 (20)	60
	30	15	20	35
F 1026*	15	10	0	10
	20	15	5	20
	25	15	70 (20)	85
	30	5	70 (30)	75
F 1034*	15	5	0	5
	20	45	5	50
	25	0	100 (40)	100
	30	5	95 (40)	100

* Wilt type.

** (): Pre-emergent damping-off.

高ベトリ皿に移し、殺菌した砂 100 ml と混合したのち、さらに砂 50 ml を加え、殺菌水にて湿度を 70% に調整した。これに表面殺菌したトマト種子を各ベトリ皿 10 粒ずつ播種し、25°C の陽光下に置いて 15 日後に幼苗を抜き取り罹病の有無を調査した (Fig. 3)。

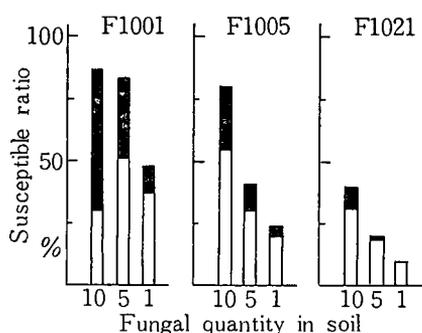


Fig. 3. Relation between damage of tomato seedlings and quantity of *F. oxysporum* in soil. One unit of fungal quantity is pathogen in 1.5 ml of corn-vermiculite mixture, and settled units are mixed in 100 ml of sand. ■ : Virulent, □ : Slight.

根ぐされ型菌系である F1005 号菌は萎ちょう型菌系の F1001 号菌に比して、土壤中の菌量の少ない場合には罹病率は低く、菌量の増大につれて急激に罹病率は増大する。一方、F1001 号菌は供試した菌量ではすでにかなり強い侵害力をもつものと思われ、菌量の増大に伴って枯死率も増大する。F1021 号菌は根ぐされ型菌系ではあるが、病原性は弱いものと思われる。

上述の結果が自然土壌の下でも再現されるかどうかを確認するために、ガラス室内の径 80 cm 高さ 40 cm の円筒形セメント枠に壇壤土を入れ、前記のトウモロコシーバーミキュライト接種源を各枠 500 ml ずつ混合し、半年間放置したのちトマト苗を植付けた。病原菌の検出は残渣法を用いた。また、トマトの罹病の有無は植付け後 30, 60 日目にトマトを抜取って根を調査した。供試菌は F1001, F1005 号菌である (Table 6)。

Table 6. Relation between appearance of tomato wilt and pathogenic *F. oxysporum* in soil

Days after planting	F 1001*		F 1005	
	Diseased ratio	Isolated ratio**	Diseased ratio	Isolated ratio**
0	— %	4 %	— %	9 %
30	87.5	19	25.0	17
60	100.0	16	75.0	21

* Wilt type

** Pathogen isolated from 100 pieces of debris in soil.

各ポットから検出される菌数は両菌株ともあまり差は認められず、トマト定植後に急に増加する。この増加の割合も両菌株とも同じ傾向をもつ。しかし、F1001 号菌は F1005 号菌に比してトマトを侵害する能力が大きく、定植 1 カ月後には大半のトマトに病徴が現われるのに対し、F1005 号菌では菌が増加しても直ちに病徴が出現するとは限らないと思われる。

考 察

土壌伝染性病害のうち、*Fusarium* によって起こる病害は防除困難な病害とされており、病原菌の生活様式の解明に多くの研究がなされ、Park^{8,9)}, Snyder 一派^{10,11,12)}, 井上・駒田・竹内¹³⁾, 松田・尾崎・下長根・渡辺¹⁴⁾, 鈴木¹⁵⁾ らにより土壌環境と *Fusarium* の消長との関連性が検討されてきた。トマト萎ちょう病については、本橋ら¹⁶⁾ の報告があるが、山本・斎藤・西内¹⁷⁾, 江塚・駒田⁷⁾ らの報告にみられるように根ぐされ萎ちょう症は従来の萎ちょう病に比して発生様相にかなりの相違が認められる。罹病トマトの根部、地際部からは多くの *F. oxysporum* が分離されるが、供試した 20 菌株はいずれもトマトに対し、病原性を示す。本実験で供試した菌株は土佐市以外で採集したものは少ないので、根ぐされ型の菌株の分布は不明であるが、土佐市周辺地域以外には未だあまり分布

していないようである。一方、土佐市近辺には本菌株が一様に分布するが、同時に従来の萎ちょう型菌株も少数ながら混在するようであり、低温時の促成栽培では両者の識別は困難である (Table 1)。両菌株とも窒素源の利用に差は認められず、アンモニア態窒素が生育にはもっとも有利であり、しかも濃度が高い場合に生育は良好である。しかし、土壌中では、アンモニア態窒素よりも、アミノ態窒素が存在する場合に本菌の生存は有利になる。この場合にも土壌中の窒素量が多いほど生残る菌数は多いが、いずれの場合にも60日後には菌数は減少の傾向を示している (Table 2, 3, Fig. 1, 2)。トマトに対する病原性も土壌中の菌量と相関があり、アミノ態窒素を添加した場合に発病は高くなる。また、添加後、日数の経過につれて罹病率は低下する。土壌中では、根ぐされ型菌株は萎ちょう型菌株に比して罹病率は低く、この傾向は窒素源を添加することにより明らかになるが、土壌中の菌量には両菌株間に明確な差は認められない (Fig. 1, 2)。このことは、罹病要因として根ぐされ型は萎ちょう型よりも高い菌密度を必要とすると思われる。斉藤・山本ら^{5,6)}は窒素肥料の多用は発病を助長することを報告し、筆者らも土佐市新居地区での現地調査で同様の傾向を確認した。Griffin¹⁸⁾は *Fusarium* の分生胞子は養分無添加の状態でも多少発芽しうることを認め、松田・尾崎・下長根・渡辺¹⁴⁾は萎ちょう病菌の厚膜胞子は各種アミノ酸、コハク酸および糖により発芽を助長され、硝酸カリでは助長されないと報告し、Cook & Snyder¹⁹⁾, Schroth, Jossoun & Snyder¹¹⁾は作物根から生産されるアミノ酸や糖により厚膜胞子は発芽することを認めている。これらの発芽促進効果は長期間は継続しないが、一時的に菌数を増加させるか、あるいは、作物根よりの連続的な物質生産により、発芽菌糸は活性を維持しうるものと思われる。

各菌株の温度に対する反応は3群に分かれ、30°Cの近くに生育適温域をもつ菌群、25°Cよりやや上に適温域をもつ菌群、25°C以下に適温域をもつ菌群となる (Table 4)。萎ちょう型菌株は高温菌群に属するが、根ぐされ型菌株は各菌群に属する。しかし、低温菌群の生育は他に比して劣り、トマトに対する病原性も弱く、根ぐされ型菌株としても弱小菌群であると思われる (Table 4, 5, Fig. 3)。菌糸の生育は各菌株とも15°Cを超えるとある程度の伸長を示すが、Table 5に示されるようにトマト幼苗侵害率は、萎ちょう型菌株は低温において低く、25°Cを超えると急激に増高する。これは本病が高温期に多発する理由の一端であろうと思われる。これに対し、根ぐされ型は低温期においてもかなりの発病をみる。しかし、本実験においては高温期においても発病が多いが圃場では発病が認められないのは、植物の温度反応、成育程度、土壌微生物間の温度差による競合の相違、自然条件下の病原菌密度などが考えられる。小倉・森本・池田²⁰⁾, Bateman²¹⁾は土壌環境による発病の差異を検討し、Kraft & Erwin²²⁾は菌密度の低い場合には環境要因の影響が大きいことを報告している。江塚・駒田⁷⁾は温度による寄主体の抵抗反応についても言及している。Table 5は菌量過多の条件下での各菌株の病原性を調査したものであるが、菌量が低下すると、根ぐされ型では罹病率が急激に低下する。また、同程度の菌量では萎ちょう型菌株では根ぐされ型菌株に比して発病はげしい。しかし、両菌株とも寄主体の存在による土壌中の菌密度の増加の程度にはあまり差が認められない (Table 6, Fig. 3)。

以上のように、*F. oxysporum* によるトマト萎ちょう病は2つの型があると思われ、1つは従来の萎ちょう病菌であり、もう1つは近年、栽培様式の変化により、今まで正常栽培では発生しなかったか、あるいは弱病原性菌株として見過ごされてきた菌群、すなわち、根ぐされ萎ちょう症菌であると考えられる。

稿を終えるにあたり、病原菌の採集ならびに実地調査に御尽力頂いた土佐市新居農協農業指導員中村博氏に謝意を表します。

要 約

近年、高知県下において *Fusarium oxysporum* によるトマトの病害が多発している。この病害は根ぐされ萎ちょう症と仮称され、ハウス促成トマトを侵す。本報告はこの病害の発生環境を従来の萎

ちよう病と対比させて検討した。

菌糸の生育は $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, グルタミン酸, NaNO_3 の順に低下する。窒素源の量が多い場合に生育は良好である。土壤中では菌量はグルタミン酸添加 $>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > \text{NaNO}_3 >$ 無添加の順になる。トマトの罹病程度は土壤中の菌量に一致する。しかし、萎ちよう型と根ぐされ型との間には窒素源に関する実験では差異は認められない。温度に対する反応は生育適温は大差はないが、萎ちよう型は低温では病原性は弱いのに対し、根ぐされ型は低温でも病原性を有する。しかし、同一菌量では萎ちよう型は根ぐされ型よりも強い病原性をもつ。したがって少ない菌量でも発病は可能である。以上の結果、萎ちよう型は夏期に多く発生するが、根ぐされ型はトマトの悪環境である促成栽培において多く発生すると考えられる。

文 献

- 1) 加藤喜重郎, 日本植物病理学会関西部会集談会資料, (1970).
- 2) 駒田 且・江塚昭典, 同上, (1970).
- 3) 山本 馨・斎藤 正, 同上, (1970).
- 4) 斎藤 正・山本 馨・山本公昭・西内美武, 高知農研昭和 42 年度成績書, 73-101 (1968).
- 5) _____, 同上 昭和 43 年度成績書, 69-74 (1969).
- 6) _____, 同上 昭和 44 年度成績書, 34-57 (1970).
- 7) 江塚昭典・駒田 且, 稲作転換のための技術資料, No. 1, 11-18 (1971).
- 8) Park, D., *Trans. Brit. mycol. Soc.*, **44**, 377-390, (1961).
- 9) _____, *Ann. Bot.*, **23**, 35-49, (1959).
- 10) Snyder, W. C. & Nash, S. M., Symposium on plant diseases in the Pacific, 80-90, (1966).
- 11) Schroth, M. N., Jossoun, T. A. & Snyder, W. C., *Phytopath.*, **53**, 809-812, (1963).
- 12) Schroth, M. N. & Hildebrand, D. C., *Ann. Rev. Phytopath.*, **2**, 101-132, (1964).
- 13) 井上義孝・駒田 且・竹内昭士郎, 坂本教授還暦記念論文集, 327-331, (1968).
- 14) 松田 明・尾崎克己・下長根鴻・渡辺文吉郎, 土と微生物, **9**, 30-40, (1967).
- 15) 鈴木直治, 土と微生物, 土壤微生物研究会編, pp. 190-208, (1966).
- 16) 本橋精一・阿部善三郎・飯島勉・平野寿一・横浜正彦, 東京農試研報., **3**, 27-51 (1964).
- 17) 山本 馨・斎藤 正・西内美武, 日植病報., **36**, 351 (1970).
- 18) Griffin, G. J., *Canad. Jour. Microbiol.*, **10**, 605-612. (1964)
- 19) Cook, R. J. & Snyder, W. C., *Phytopath.*, **55**, 1021-1025 (1965).
- 20) 小倉寛典・森本徳右衛門・池田 弘, 高知大学研報., 農学, **18**, 67-75 (1969).
- 21) Bateman, D. F., *Phytopath.*, **59**, 445-451 (1969).
- 22) Kraft, J. M. & Erwin, D. C., *Ibid.*, **58**, 1427-1428 (1968).

(昭和 46 年 9 月 30 日 受理)

