

土 壤 病 原 菌 の 密 度

第1報 幼苗立枯病の発生に關与する2, 3の土壤要因

小倉寛典・森本徳右衛門・池田 弘

(農学部 植物病理学研究室)

Dynamic Density of Soil Borne Pathogenic Fungi Caused Root Rot Disease.

I. Some Soil Factors Related with Occurrence of Damping-off of Cucumber Seedlings.

Hirosuke OGURA, Tokuuemon MORIMOTO

and Hiroshi IKEDA

(Laboratory of Phytopathology, Faculty of Agriculture)

It is considered that the occurrence of plant diseases caused by soil pathogens need to know densities or activities of pathogens in soil. In the present paper, the relations between the occurrence of damping-off of cucumber seedlings and inoculum density of causal fungi or environmental factors were studied.

Fusarium oxysporum had wide range of adaptabilities to soil temperature, soil humidity and carbon or nitrogen compounds. So, as a rule, the appearance of disease was influenced by the density of this fungus in soil. It was seemed that damping-off of seedlings appeared uncontinuously in case of gaining some quantitative activities in soil, but invasion of plant root increased step by step with increase of fungal density. *Rhizoctonia solani* had more narrow adaptabilities than that of *F. oxysporum*. The phenomenon of root invasion by this fungus showed the same way as *F. oxysporum* did, but from our experiments it could not confirm the relation between fungal density and damped symptom as *F. oxysporum*. *Pythium aphanidermatum* was most sensitive for environmental factors in three pathogens tested, and for reason of these characters of this fungus, it could not clear up for damage-fungal density relationship.

Each pathogen utilized well amino acids. For utilizing inorganic nitrogen sources, *R. solani* did not utilize much ammonium-nitrogen and *P. aphanidermatum* did not much nitrite-nitrogen. When these nitrogen sources were added in soil, diseases appeared more severe than in soil did not added. But, even if the nitrogen sources that promoted the growth of pathogen well were added in soil, disease did not always appear severely.

土壤中に生息する微生物はつねに他菌と競合しながら動的平衡を保っている。この平衡は微生物相として非生物的要因の影響を反映している。土壤病原菌もこの微生物相構成員の一端を受け持ちながら腐生生活を行なうが、生活根が存在すればそれを利用して他菌より優位に立とうとする。その場合、非生物的要因が病原菌に有利に働けば植物体ははげしく侵される。Garrett⁶⁾はこの関係を inoculum potential により解明し、病原菌の量的増加と質的増加の両面について検討した。前者については土壤中での菌密度の増大、後者については養分獲得による活性の増高などが考えられる^{2,5,7,9,13,17,19,20)}。

本報告は *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum* によって生ずる幼苗立枯病が土壤中の菌密度によりどのように発現するか、また、病害の発現を助長する要

因について2, 3の検討を加えた。

実 験 材 料

供試した病原菌はいずれもキュウリより分離した *F. oxysporum* (F507号菌), *R. solani* (RS 508号菌), *P. aphanidermatum* (P502号菌)である。検定植物としてはキュウリ幼苗(品種;四葉)を用いた。

実験方法ならびに実験結果

1. 土壌中の病原菌密度と病害の発生

土壌中の微生物的要因を除くためにあらかじめ殺菌した土壌に病原菌を任意の割合に混合し、菌量の相違により幼苗立枯病の発生が異なる様相を示すかについて検討した。

径2 mm以下のトウモロコシ粒子に各病原菌を接種し、25°Cで14日間培養したのち殺菌した砂を加えて100 mlとし、水を加えて土壌湿度が最大容水量の70%になるように調整した。砂とトウモロコシ粒子との割合は容積比で *F. oxysporum* は0:100, 30:70, 60:40, 90:10, 100:0に、*R. solani* は60:40, 90:10, 95:5, 99:1, 99.5:0.5, 100:0に、*P. aphanidermatum* は40:60, 70:30, 80:20, 90:10, 95:5, 99:1, 100:0になるように混合した。これを25°Cに4日間静置した。径15 cmの鉢に土壌(埴埴土)1400 mlを入れ、蒸気殺菌したのち各病原菌培養砂を加えてよく混合し、1日後にあらかじめ表面殺菌後催芽させたキュウリ種子を各鉢10粒ずつ播種した。なお、種子は直接に菌に接触するのを避けるため、病土上に約2 cmの厚さに殺菌した土を置いて播種した。この場合、土壌全量に対するトウモロコシ接種源の割合は、それぞれ、*F. oxysporum* では6.67, 4.67, 2.67, 0.67, 0%, *R. solani* では2.67, 0.67, 0.33, 0.06, 0.03, 0%, *P. aphanidermatum* では4.0, 2.0, 1.33, 0.67, 0.33, 0.06, 0%である。播種後15日に苗を抜取り罹病状態を観察した。実験は1968年8月中旬, 9月上旬, 9月下旬, 1969年5月上旬の4回に分けて行なった。第1図は比較的结果の明白なもののみを図示した(第1図, 第1表)。

実験ごとの平均温度, 土壌湿度はそれぞれ29.0°C・乾燥, 25.6°C・過湿, 23.8°C・やゝ過湿, 19.0°C・やゝ乾燥である。*F. oxysporum* 汚染土壌では実験のたびごとに数値的な変動は認めら

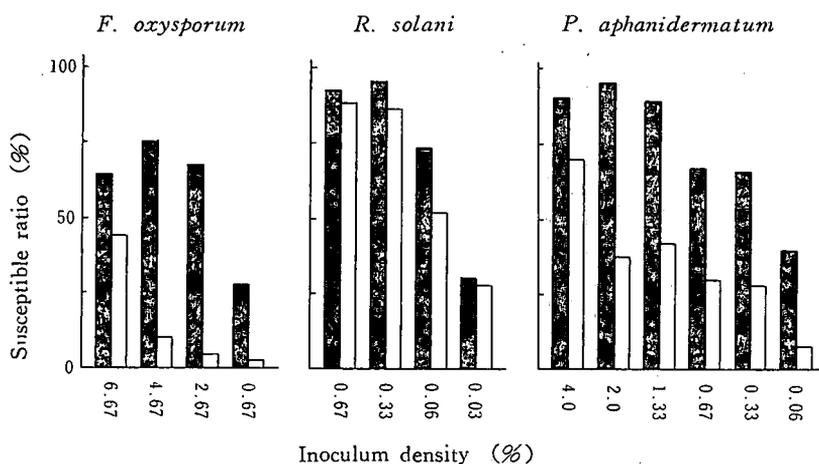


Fig. 1. Inoculum density related with damping-off of cucumber seedlings.

■ Per cent of diseased seedlings, □ per cent of damped seedlings.

Table 1. Occurrence of damped disease under different soil condition or different inoculum density.

Soil infested by *F. oxysporum*

Exp. plot	Susceptible ratio (%)			
	**6.67 %	4.67	2.67	0.67
* 1	***64(43)	70(10)	67(3)	28(3)
2	83(37)	50(3)	28(0)	23(3)
3	73(4)	43(0)	27(0)	13(0)
4	62(32)	61(16)	54(7)	27(5)

Soil infested by *R. solani*

Exp. plot	Susceptible ratio (%)			
	**0.67 %	0.33	0.06	0.03
* 2	***35(20)	35(19)	33(15)	—
3	96(94)	98(92)	74(54)	30(28)
4	88(88)	82(76)	62(51)	28(21)

Soil infested by *P. aphanidermatum*

Exp. plot	Susceptible ratio (%)					
	**4.0	2.0	1.33	0.67	0.33	0.06
* 1	***56(4)	43(13)	—	69(11)	—	—
2	100(99)	100(100)	—	93(77)	—	—
3	89(70)	95(37)	88(38)	67(30)	67(28)	40(8)
4	56(56)	56(51)	58(54)	28(26)	44(31)	27(20)

* The soil conditions of each plot were as follow; Exp. 1 : 29.0°C, arid, Exp. 2 : 25.6°C, overmoistened, Exp. 3 : 23.8°C, moistened; Exp. 4 : 19.0, arid a little.

** Quantity of inoculum in soil (Corn granule inoculated pathogen/soil(v/v)×100)

*** Per cent of diseased cucumber seedlings; Pre- and post-damping-off was shown in parentheses.

れるが、全実験を通じて菌密度と罹病率の間には関連性が認められ、幼苗立枯率はある菌密度以上になると急速に発生する。これに対し、根部の侵害は菌密度の増大に伴って増加するようと思われる。*R. solani* も同様の傾向をもつようであるが、供試した菌密度では明確な結果は得られなかった。*P. aphanidermatum* は実験のたびごとに数値が異なり一定の傾向は見出し難い。この菌は土壌中の菌密度もさることながら、土壌環境により発病を支配される面が多いと思われる。第2回の実験で被害率が高いのは過湿により菌糸が地表を拡げキュウリを侵したためである。

2. 土壌湿度と病原菌の分布

前述の実験において幼苗立枯病の発生の様相は実験時の条件により左右される場合が多いと思われる。この傾向は *P. aphanidermatum* においてはなほだしい。この点について、土壌中の菌密

度の変化と土壤湿度の関係を検討した。

供試した菌密度は前記実験において罹病率に変動が認められる程度の菌密度, すなわち, *F. oxysporum* では土壤 200 ml に対して病原菌接種トウモロコシ粒子 4.67%, *R. solani* では0.06%, *P. aphanidermatum* では0.67%の割合になるように秤量し, 径9 cm の腰高ペトリ皿に有機物を除去した砂 50 ml とともに入れた。この上に 150 ml の砂を入れ, 殺菌水を加えて土壤湿度を最大容水量の50, 70, 90%とした。このペトリ皿を25°Cに静置し, 2日後にスライドグラスを垂直に挿入した。スライドグラスは5日および10日後に取出して検鏡し, 菌糸数を計数した(第2表)。

Table 2. Number of mycelia in soil under different soil moisture (Contact slide method).

Soil humidity	<i>F. oxysporum</i>		<i>R. solani</i>		<i>P. aphanidermatum</i>	
	**7 days	12	7	12	7	12
* 50 %	***62	100	58	43	220	200
70	97	112	32	21	172	180
90	170	204	21	24	94	64

* Soil water holding capacity / max. soil water holding capacity × 100

** Days after inoculation

*** Number of mycelia on slide glass

F. oxysporum は湿度が大になれば菌糸数は増加する。また, 接種後7日より12日の方が菌糸の蔓延が増す。これに対し, *R. solani*, *P. aphanidermatum* は7日後にはかなりの菌糸が存在するが12日後には活性菌糸は減少する場合が多い。また, 湿度90%では菌糸数は少ない。さらに, これら菌糸の分布を見るために同じ実験を繰返して表土下 0.5, 1.5, 2.5 cm における菌糸の存在を検鏡した(第2図)。

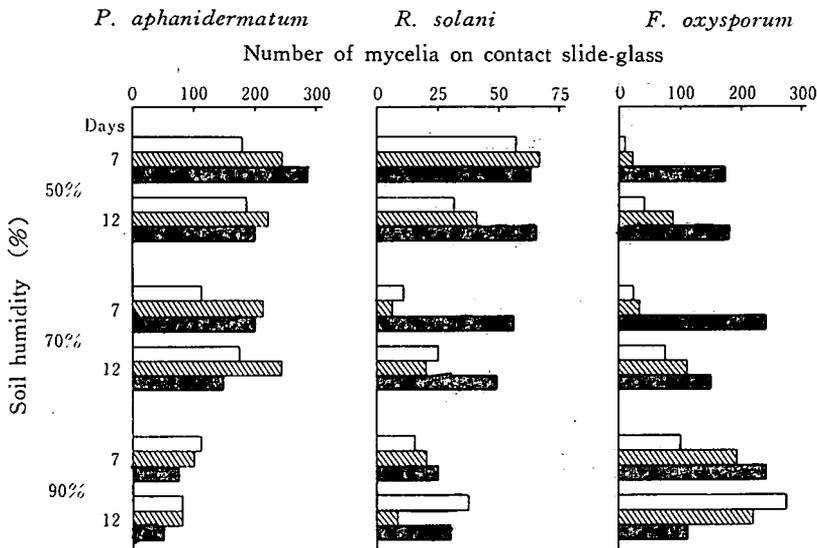


Fig. 2. Distribution of mycelia in soil at different soil humidity. Mycelia were counted at 7 and 12 days after inoculation; □ at 0.5 mm, ▨ at 1.5 mm, ■ at 2.5 mm soil depth.

この実験においては各菌はペトリ皿底部に接種しているの、調査初期の菌密度は下層部に多い。*F. oxysporum* では土壤湿度が低い場合には高い場合に比して菌糸の分布は下層部に多い。しかし、日時の経過につれて次第に菌糸は全面に広がるが、低湿度の場合には上層部への拡がり方はおそい。過湿の場合は12日後には上層部に菌糸は多く見出だされ、下層部には崩壊した菌糸および大型分生胞子が多く認められる。この胞子は上層部にはほとんど見出だされない。また、低湿度の場合には大型分生胞子の形成はほとんど認められない。*R. solani* は7日後には菌糸は土壤全面に分布する。この場合、菌糸の密度は低湿度の方が大である。12日後には湿度50%、70%区では上層部の菌糸は次第に厚膜化し、活性菌糸は減少する。これに対し、菌糸数の少ない90%区では12日後においても菌糸数は徐々に増加し、しかも、上層部に移行し、下層部には厚膜化した菌糸、あるいは内容物を失った菌糸が増加する。*P. aphanidermatum* も *R. solani* と同じ傾向を示すが、湿度90%の場合には菌糸数も少なく、各層での経時的変化もあまり認められない。これらのことは土壤湿度に対する感応域は *F. oxysporum*, *R. solani*, *P. aphanidermatum* の順に狭くなるものと思われる。

3. 温度に対する各病原菌の反応

幼苗立枯病の発生に關与する要因の一つとして、温度が病原菌におよぼす影響について検討した。

各病原菌をジャガイモ煎汁寒天培地上に移植し、15, 20, 25, 30, 33°C に静置し、24時間ごとに菌糸の伸長を測定した。また、径9 cm 高さ5 cm の腰高ペトリ皿に Czapek 寒天培地を約2 mm の厚さに流し、各菌を移植して25°C に静置した。菌そうが培地の大部分に拡った時、殺菌した砂を約4 cm の厚さに入れて土壤浸出液(土壤500 g に水1 l を加え、2気圧で加圧殺菌したのち24時間室温に放置し、その上澄液を使用)を加えて湿度を最大容水量の70%になるように調整した。菌そう表面から3 cm の位置に土壤浸出液寒天培地(寒天0.6%)を薄く塗附したカバーグラスを菌そうに平行あるいは垂直に置き、前記各温度に静置した。数日後、カバーグラスを取出して菌糸の有無を検鏡し、24時間に伸展した菌糸の速度に換算した(第3表)。

Table 3. Mycelial growth of pathogens at different temperature.

Temp. (°C)	<i>F. oxysporum</i>		<i>R. solani</i>		<i>P. aphanidermatum</i>	
	*A	S	A	S	A	S
15	** 3.0 mm	2.4	7.9	6.2	11.7	8.5
20	5.1	4.3	16.0	13.7	23.0	19.7
25	6.6	5.7	24.0	21.6	24.0	22.1
30	6.3	5.7	22.5	20.0	31.2	27.1
33	3.8	3.1	13.0	7.7	36.5	31.4

* A: On potato decoction agar plate, S: In sand added soil extract solution.

** Mycelial growth for 24 hrs.

F. oxysporum, *R. solani* は生育適温は25°C前後であるが、*P. aphanidermatum* は設定温度の範囲内では高温ほど生育は良好である。これは土壤中における伸長においても変りはないが、*R. solani* は土壤中では30°Cを越えると急激に伸長は低下し、また、培地上においても33°Cではsectorを形成しやすくなる。各菌とも土壤中での伸展は培地上よりもおそくなる。

4. 土壤添加物と病害の発生

土壤中の有機質としてセルロースを用い、また窒素化合物を加えて幼苗立枯病の発生の様相を観

察した。

径 15 cm の鉢に壤土と砂を 1 : 1 の割合に混合して入れ、セルロース粉末を各鉢 5 g ずつ加えて蒸気殺菌した。一方、各病原菌を 200 ml 容三角フラスコに 50 ml の Czapek 液を入れ、25°C で培養し、10日後に生育した菌そうを取出して水洗後、殺菌水を加えてホモジナイザーで切断し、その所定量を各鉢に混合した。各鉢の菌量は、*F. oxysporum* では 1 フラスコ中の全菌量を、*R. solani* は 1 フラスコ中の菌そうの 1/2 を、*P. aphanidermatum* は 2/3 の菌量を含む菌糸懸濁液を標準量とし、その10倍あるいは1/10倍を各鉢に接種した。接種10日後にキュウリを播種し、10日あるいは15日後に苗を抜取って罹病程度を調査した（第4表）。

Table 4. Occurrence of damped disease related with inoculum density of pathogen and cellulose in soil.

Pathogen	Inoculum density	Non cellulose			Cellulose addition		
		Damped	Slight	Diseased ratio	Damped	Slight	Diseased ratio
<i>F. oxysporum</i>	*10	**10	70	80	23	54	77
	1	0	25	25	15	30	45
	0.1	4	21	25	6	25	31
<i>R. Solani</i>	10	100	0	100	100	0	100
	1	76	23	99	84	7	91
	0.1	13	24	37	37	25	62
<i>P. aphanidermatum</i>	10	70	15	85	76	8	84
	1	40	22	62	41	2	43
	0.1	26	5	31	29	7	36

* 1 unit of inoculum density were mycelia of *F. oxysporum*, 1/2 of mycelia of *R. solani* and 2/3 of mycelia of *P. aphanidermatum* in 1 flask cultured in Czapek's solution (50 ml) at 25°C for 10 days.

** Per cent of diseased seedlings of cucumber.

各菌とも接種した菌量が増すと罹病率は増大する。*F. oxysporum* はセルロース添加により発病率は増加し、とくに幼苗立枯率が増加する。*R. solani* はセルロース添加の影響は菌密度の高い場合は認められない。これは無添加区においてもはげしく発病し、質的な活性を量的な活性で被うためであろう。しかし、菌密度の低い場合には無添加区に比して発病は多くなる。この2菌は土壌中のセルロースを利用して菌糸の活性を增高するものと考えられる。これに対して *P. aphanider-*

Table 5. Utilization of nitrogen sources by pathogens.

Nitrogen*	<i>F. oxysporum</i>	<i>R. solani</i>	<i>P. aphanidermatum</i>
NaNO ₂	**35.6 mg	115.1	18.6
NaNO ₃	29.8	175.0	32.0
KNO ₃	26.1	128.5	36.3
(NH ₄) ₂ SO ₄	22.2	78.3	28.2
NH ₄ NO ₃	24.8	83.5	39.1
(NH ₂) ₂ CO	33.7	92.5	39.0
Glutamic acid	57.1	147.6	50.3
Aspartic acid	55.5	188.6	50.6

* These nitrogen sources were added as same weight of nitrogen in Czapek's prescription.

** Dry mycelial weight of pathogen cultured for 10 days at 25°C.

matum ではセルロースによる影響は認め難い。この菌はセルロースを利用しないと考えられる。

3病原菌の窒素源の利用程度を知るために 50 ml の Czapek 液中の窒素源を同処方窒素量と等量の窒素化合物にかえて 200 ml 容三角フラスコ内にて 25°C で 10日間培養し、生育菌量の相違を秤量した (第5表)。

各病原菌はアミノ酸をよく利用するが、無機態窒素の利用はかなりの差異がある。すなわち、*F. oxysporum* はアンモニア態窒素の利用は悪い。*R. solani* も同様の傾向を示すがアンモニア態窒素の利用は *F. oxysporum* よりも悪く、硝酸態窒素はよく利用する。*P. aphanidermatum* は亜硝酸態窒素の存在の下では生育は不良である。

つぎに土壤中に窒素源を加えて幼苗立枯病の発生を観察した。前記同様に径 15cm の鉢に壤土と砂を等量混合して入れ、セルロース粉末を加えて殺菌し、各病原菌を前記の標準量の 1/4 量を接種し、Czapek 処方と等量の窒素源を各鉢 300 ml ずつ灌注した。窒素源液は 5 日ごとに灌注した。また、キュウリの播種ならびに病害調査も前記実験に準じて行なった。また、無殺菌土壌を用いて同様の処理ならびに調査を行なった (第6表)。

Table 6. Occurrence of damped disease in soil added cellulose and nitrogen sources.

Carbon source Nitrogen source	Non Non	Cellulose Non	Cellulose (NH ₄) ₂ SO ₄	Cellulose NaNO ₃	Cellulose Glutamic acid	
<i>P. aphanidermatum</i>	**Soil steril.	*14(3)	12(8)	27(17)	18(18)	32(20)
	Natural	0	0	1(0)	0	4(0)
<i>R. solani</i>	Sterilized	26(18)	32(24)	62(21)	25(15)	70(52)
	Natural	20(9)	30(5)	50(30)	20(12)	48(38)
<i>F. oxysporum</i>	Sterilized	31(6)	42(20)	50(10)	55(10)	77(31)
	Natural	18(0)	50(16)	54(7)	36(6)	61(17)

* Per cent of diseased cucumber seedlings, and ratio of pre- and postbumping-off was shown in parentheses.

** Soil was sterilized by steam.

各病原菌はいずれもグルタミン酸を加えることにより発病率は高くなる。しかし、前記の菌の生育実験において、*R. solani* はアンモニア態より硝酸態をよく利用したにも拘らず、発病は前者に多く後者に少ない。これはアンモニア態窒素の存在の下ではキュウリの根が被害をうけるため、活性の少ない菌糸でも容易に根組織に侵入しうるものと考えられ、硝酸態では菌糸の活性が大であるにも拘らずキュウリの根もまた生育旺盛であるためと考えられる。また、アミノ態窒素の下では病原菌のみが利用するため侵襲力が大になると考えられる。これらのことは *F. oxysporum* においても同様であると考えられる。しかし、無殺菌土壌においては養分獲得競合菌の存在などにより病原菌の活性は低下し、罹病率は低下するものと思われる。*P. aphanidermatum* も上記2菌と同じ傾向をもつが、無殺菌土壌中では供試した菌密度ではほとんど発病には到り得ないようである。

考 察

土壤病害の発現は土壤中における病原菌の密度あるいは活性により左右される^{6,7,10,15,16,17,19}。また、病原菌をも含めた一つの場における微生物相に与える非生物的要因も考慮すべきである^{2,3,4,5,8,12,17,18,20}。

F. oxysporum, *R. solani*, *P. aphanidermatum* を土壤に接種してキュウリ幼苗への侵害率を観察すると、温度、湿度などの環境条件により発病様相はかなり異っている。*F. oxysporum* は3者のうちでは安定した侵害力を示し、*R. solani* がこれに次ぐが、*P. aphanidermatum* は環境条件に左右されやすいようである。Kraft & Erwin¹⁰⁾ は菌密度の低い場合は環境要因は大きく作用することを報告し、Bateman²⁾, Colhoun & Park⁵⁾, Griffin⁸⁾, Malalasekera & Colhoun¹²⁾, 小倉・森本¹⁵⁾ らは物理的環境要因、とくに温度や土壤湿度について検討している。Rao & Rao¹⁰⁾ はワタ萎凋病は土壤中の菌密度に比例して発生すると報告し、Gooding & Lucas⁷⁾, 小倉・森本・坪井¹⁶⁾ らは *F. oxysporum* による発病はある菌密度以上で急激に起ることを指適している。本実験においても、*F. oxysporum* はある菌密度以上で急激に立枯症状を示すが、根部の被害は菌密度に応じて徐々に増加する。他の2菌についても同様の現象は認められるが、供試した菌密度では *F. oxysporum* のように明確には認められない。供試した3病原菌は温度に対する感応域は異っているが、当農学部における地中温度が28°Cを越えるのは8月中旬の数日にすぎず（農学部気象観測記録による）、この点を加味すれば高温要因は *Pythium* が他菌に比してやゝ有利であろうと思われる。一方、土壤湿度に対する反応も各菌により異なっている。本実験は下層部に各菌を接種しているため、地表部に比して下層部に多くの菌糸が検出されるが、*F. oxysporum* では湿度の増大につれて菌糸は地表部へ移行し、下層部には大型胞子を残すにすぎない。*R. solani* は低湿度の場合は菌糸は土壤全面に蔓延するが、12日後には活性菌糸は減少する。過湿状態では菌糸数は少ないが、経時的に菌糸数は増加し、地表部へ移行する。*P. aphanidermatum* も *R. solani* と同様の傾向を示すが湿度90%では菌糸量も少なく移行も少ない。これらの関係は第1表のキュウリの罹病状況からも推測され、*F. oxysporum* は他菌ほど環境条件に左右されないが、*R. solani* は土壤湿度が、*P. aphanidermatum* は低温がある程度の制限因子になると思われる。たゞ第2回実験で過湿条件下の *P. aphanidermatum* の被害が大きいのは菌糸が地表を伸展してキュウリを侵したためである。しかし、Griffin⁸⁾ は多くの病原菌は乾燥土壤においても生活しうることを報告している。

一方、Chapman⁴⁾ をはじめ、多くの研究者は土壤有機質が微生物相に与える影響について検討しているが^{1,6,13,20)}, Kraft & Erwin⁹⁾, Maier¹¹⁾, Papavizas¹⁷⁾, Toussoun・Nash & Snyder²⁰⁾ らは窒素源の影響を強調した。本実験において、土壤中にセルロースを添加すると *F. oxysporum*, *R. solani* は活性を増すが *P. aphanidermatum* は本物質を利用しない¹⁴⁾。窒素源の利用も各菌により差異が認められるが、キュウリの生育もアンモニア態窒素は抑制する。このことは *R. solani* はアンモニア態窒素の存在の下では生育が悪いにも拘らず、罹病率が増大する一因であろう。また、自然土壤では殺菌土壤よりキュウリ侵害率が低下するのは物質添加による微生物相構成員の変動と併せて検討することが必要であろう。

稿を終るにあたり、本実験に御助力頂いた山本多恵子氏に謝意を表する次第です。

要 約

土壤病害の発現は土壤中の病原菌密度ならびに活性により左右される。本報告は罹病キュウリより得た *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum* を用いて菌密度とキュウリ幼苗立枯病の発生様相との関係ならびに病害発生環境について検討した。

F. oxysporum は土壤温度、土壤湿度に対して適応の巾は広く、寄主植物への侵害は土壤中の菌密度により左右される場合が多い。立枯症状は菌密度と比例せず非連続的に起り、ある菌密度以下になれば急激に低下する。しかし、外見上健全な植物の根部の罹病は菌密度の増加に比例して増加する。*R. solani* は環境への適応力は *F. oxysporum* よりも弱い。植物根への侵害は *F. oxysporum*

と同じ傾向を示すが立枯症状と菌密度の関係は本実験では明らかでない。*P. aphanidermatum* は3菌のうち、もっとも環境要因の影響を受けやすい。このため、菌密度と発病の関係は明らかでない。各菌とも有機態窒素はよく利用するが、無機態窒素では、*R. solani* はアンモニア態窒素、*P. aphanidermatum* は亜硝酸態窒素の存在の下では生育は良くない。しかし、土壤中にこれら窒素源を灌注した場合、菌の生育の良否は必ずしも幼苗立枯病の発生の多少と関連しない。これら物質による植物体の生長も同時に考慮すべきである。

以上の結果、病害の発生は土壤中の病原菌の増減、寄主体の抵抗力の増減を支配する要因をつねに考慮せねばならないであろう。

文 献

1. Baker, R. & Nash, M. S. (1965) *Phytopath.*, 55: 1381—1382
2. Bateman, D. F. (1961) *Ibid.*, 51: 445—451
3. Bloom, J. R. & Couch, H. B. (1960) *Ibid.*, 50: 532—535
4. Chapman, H. D. (1965) *In Ecology of soil-borne plant pathogens edited by Baker, K. F. & Snyder W. C.* pp 120—139
5. Colhoun, J. & Park, D. (1964) *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 51: 397—404
6. Garrett, S. D. (1960) *In Plant pathology Vol. 3 edited by Horsfall, J. G. & Dimond, A. E.* pp 23—57
7. Gooding, G. V. & Lucas, G. B. (1959) *Phytopath.*, 49: 274—276
8. Griffin, D. M. (1963) *Biol. Rev.*, 38: 141—166
9. Kraft, J. M. & Erwin, D. C. (1967) *Phytopath.*, 57: 374—376
10. Kraft, J. M. & Erwin, D. C. (1968) *Ibid.*, 58: 1427—1428
11. Maier, C. R. (1968) *Ibid.*, 58: 620—625
12. Malalasekera, R. A. P. & Colhoun, J. (1968) *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 51: 711—720
13. 小倉寛典 (1966) *日植病報.*, 32: 236—243
14. 小倉寛典 (1966) *高知大学研報.*, 自然科学II, 15: 59—66
15. 小倉寛典・森本徳右衛門 (1964) *Ibid.*, 13: 255—263
16. 小倉寛典・森本徳右衛門・坪井福俊 (1968) *Ibid.*, 17: 77—83
17. Papavizas, J. C., Lewis, J. A. & Adams, P. B. (1968) *Phytopath.*, 58: 365—372
18. Raney, W. A. (1965) *In Ecology of soil-borne plant pathogens edited by Baker, K. F. & Snyder, W. C.* pp 115—118
19. Rao, M. V. & Rao, A. S. (1966) *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 49: 403—409
20. Toussan, T. A., Nash, S. & Snyder, W. C. (1960) *Phytopath.*, 50: 137—140

(昭和44年9月25日受理)

