土壤病原菌の腐生生活に関する研究

第1報 土壤中の植物残渣を利用する *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum* の生存について

小 倉 寛 典*

Hirosuke OGURA*: Studies on the saprophytic behaviour of soil borne pathogenic fungi. I. On the existence of *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* and *Pythium aphanidermatum* utilizing plant debris in soil.

Abstract

Rhizoctonia solani, *Fusarium oxysporum* and *Pythium aphanidermatum* in the saprophytic behaviour usually inhabited on debris in 0-20cm of soil depth, and *P. aphanidermatum* was in upper layer, *R. solani* in middle and *F. oxysporum* in deeper of soil, respectively. But, in overwetting soil, many of them immigrated into upper layer than in moderately moist soil. In each depth of soil phosphate and nitrogen decreased gradually with depth but carbon hydrate decreased suddenly at 30cm of depth. The survival ratio of *R. solani* inoculated in soil dug up from different depth decreased suddenly downwards of 30cm at 3 weeks after inoculation. It is considered that, carbon sources in soil determine the inhabitation of the fungi. *P. aphanidermatum*, inoculated in soil with rice straw, decreased in a half for 1 month, *R. solani* did for about 3.5 monthes and *F. oxysporum* did for about 5 monthes. Whereas *P. aphanidermatum* was lost after 3 monthes on straw in summer, a few of *R. solani* and *F. oxysporum* were surviving on it for 7 monthes. These 2 pathogens were dead more rapidly in submerged soil than in moderately moistened soil. *P. aphanidermatum* grew well on fresh straw in soil, but *R. solani* and *F. oxysporum* grew well on decomposed one by soil microben.

From these results it is suggested that, though these 3 pathogens are alive in soil by utilization of plant debris, one of the factors determinating the colonized and active survival abilities of them are the components of debris on which they arrive and grow.

(Received March 23, 1966)

土壤伝染性病原菌の生態に関する研究には寄生相とともに腐生相における病原菌の活性を知ることが重要である。土壤病害の発生には、寄生相においては寄主植物と病原菌との間の直接的な相互作用を、腐生相においては両者の間接的な相互作用と同時に土壤を媒体とする種々の物理的、化学的あるいは生物的要因の介入を考慮せねばならない。病原菌が土壤中に存在して寄主植物を侵す場合には、量的にはある程度以上の

菌密度を必要とするとともに質的にも菌糸のもつ活性が大であるほど侵害は容易に行なわれる^{4,11,12)}。このように病原菌が土壤中で菌密度を維持し、あるいは菌糸の活性を増高させるには、土壤中における生活空間の確保ならびに生活に要する養分の獲得が必要であろう。

本研究では、畑地土壤における土壤病原菌の腐生相での生活様式について一連の実験を行なった。本報告では土壤中に存在する植物残渣上での病原菌の生存期間や生存範囲などについて *Rhizoctonia solani*, *Fu-*

* 高知大学農学部 Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi, Japan

sarium oxysporum, *Pythium aphanidermatum* の3菌の生活様式を比較検討した。

実験材料

供試した病原菌はいずれもキュウリから分離した *R. solani* (RS 508 号菌), *F. oxysporum* (F 507 号菌), *P. aphanidermatum* (P 502号菌) である。指標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. 土壌中の植物残渣上の病原菌の存在

供試圃場に病原菌を定着させるため、実験をはじめ約2年前よりイネわらに培養した各病原菌を2, 3ヵ月ごとに実験開始6ヵ月前まで混入し、その後、実験開始時まで未耕状態で放置した。この圃場の土壌を深さ50cmまで掘り取り、篩別して長さ1cm前後の植物残片を集め、各区100片からそれぞれの菌を分離した。*R. solani* の分離、培養は次亜塩素酸ソーダ20%液で殺菌後ローズベンガル、ストレプトマイシン添加ジャガイモ煎汁培地¹⁰⁾, *F. oxysporum* は殺菌後ジャガイモ煎汁稀釈培地⁹⁾, *P. aphanidermatum* は水洗後ストレプトマイシン添加ジャガイモ煎汁培地¹⁷⁾を用い、25°Cで行なつた。なお、*F. oxysporum* は各分離菌株についてキュウリ幼苗に対する病原性の有無を検討した。また、過湿条件下における各菌の分布を知るために、実験開始1ヵ月前から圃場表面を鍬

Table 1. Pathogens isolated from plant debris in soil.

In moderately moist soil

Soil depth (cm)	<i>R. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. aphanidermatum</i>	Other soil fungi
0~5	^a 11	6	4	129
5~10	17	12	4	141
10~20	6	12	2	124
20~30	3	5	0	111
30~50	0	1	0	94

In overmoistened soil

Soil depth (cm)	<i>R. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. aphanidermatum</i>	Other soil fungi
0~5	^a 10	6	6	136
5~10	9	17	1	136
10~20	6	11	0	122
20~30	1	2	0	116
30~50	0	2	0	82

^a Number of fungi on 100 pieces of debris

鍬で被い、1日おきに灌水して前記同様に植物残渣から各菌を分離した (第1表)。

土壌中の糸状菌は表土下5~10cmにもつとも多く見られ、30cm以下ではかなり減小する。*P. aphanidermatum* は他の2病原菌に比べると植物残渣からの分離率は低いが、検出された各病原菌の生息深度も一般の土壌菌と大体同じ傾向が認められる。3者のうちでは *P. aphanidermatum* が地表部に多く、次いで *R. solani*, *F. oxysporum* の順に生息深度は大になり、とくに後者は地表部よりも5~20cmの位置に多く、30cm以下でも検出される。また、土壌を過湿状態に保つと、*P. aphanidermatum* はあきらかに地表部に接近する。*R. solani* も同じ傾向を示すが、*F. oxysporum* ではあまりはつきりした傾向は認め難いが5~10cmの位置の菌数が増加する。

2. *R. solani* の棲み付きと土壌層との関係

地表部から2mの深さまでの土壌を採取し、各深度ごとに1尺鉢に入れ臭化メチルで殺菌した。各鉢に *R. solani* の菌そうをホモジナイザーで5細胞程度に切断し、殺菌水で稀釈後注入してよく混合した。各鉢に接種した菌糸量は1フラスコ程度*である。接種後1週間ごとにプロピレンオキサイドで殺菌した長さ5cmのわらを土壌中に挿入し、3日後に取出して前記同様に分離、培養してわら上に着生する本菌の有無を検討した (第2表)。また、各深度の土壌を風乾後、その中に含まれる炭素源量を Tyurin 法⁷⁾, 全窒素を Kjeldahl 法, りん酸を Deniges 法⁶⁾ により測定した (第3表)。

Table 2. Inhabitation of *R. solani* after inoculation in soil dug from different soil depth

Soil depth (cm)	Per cent of trapping <i>R. solani</i>					
	^a 1 day	3	7	14	21	28
0~10	100	96	94	75	82	67
10~20	100	97	92	85	84	76
20~30	100	97	94	71	77	70
30~50	95	94	91	82	41	32
50~100	98	89	91	81	16	7
100~200	96	81	93	25	13	6

^a Days after inoculation

^b Number of *R. solani* trapped/number of straw tested × 100

* 200ml 容三角フラスコに50mlの Czapek 液を入れ7日間25°Cで培養

Table 3. Components containing in soil at different depth

Soil depth (cm)	Per cent of component		
	Carbon source	Nitrogen	Phosphate
0~10	3.66	0.109	0.016
10~20	4.29	0.107	0.017
20~30	4.36	0.143	0.018
30~50	1.44	0.077	0.014
50~100	1.61	0.067	0.016
100~200	0.50	0.051	0.011

^a Component weight/dry soil weight $\times 100$

R. solani の存在は各深度の土壌とも接種 1 週間までは差が認められないが、2 週間後には 100cm 以下の土壌で、3 週間後には 30cm 以下の土壌で分離率は急に低下する。しかし、30cm までの土壌ではいずれも同じ傾向を示し、徐々に菌数が減少する。

各深度の土壌の組成は、炭素源は 30cm の位置まではほとんど変らないが、それ以下では急に減少し、100cm 以下ではさらに減少する。しかし、窒素源も 30cm を境として上部に多く、下部に少ないが、その減少の割合は炭素源ほど著るしくはない。また、りん酸は 100cm まではほとんど差が認められない。これらの結果を第 2 表の *R. solani* の分離率とあわせて考えれば、*R. solani* が土壌中に棲み付ける条件の 1 つは土壌中の有機質、とくに炭素源の影響が大きいものと考えられる。

3. 病原菌の生存期間

イネわらに 3 病原菌を 10 日間 25°C で培養し、それぞれの菌を 1/2 万ポットに無殺菌土壌とともに入れ、ガラス室内で適時灌水して畑地状態あるいは湛水状態に保った。土壌中のわらを 1 カ月ごとに各鉢 100 本ずつ取出して病原菌の生存を 25°C の Czapek 培地上で確認した。実験は 4 月（第 1 図）あるいは 10 月（第 2 図）から開始した。

温暖期におけるわら上の各菌の生存は、畑地状態では *P. aphanidermatum* は埋没後からかなり急激に菌数は減少し、1 カ月で半減し、以後さらに減少をつづけ 3 カ月でほとんど消滅する。*R. solani* は最初の 1 カ月ではあまり減少しないが、その後、減少の速度ははやくなり、4 カ月で分離率は 20% 以下になるが、それ以後の減少率の低下は少なく、7 カ月に至つてもわずかながら残存し、完全に消滅しない。*F. oxysporum* は *R. solani* よりもさらに減少の割合は少なく、5 カ月に至つて半数以下に減少するが、その生存様式は

Fig. 1. Existent duration of pathogens on rice straw in soil in warm season (in pot).

— : in field condition

---- : in submerged condition

● : *R. solani*, ○ : *F. oxysporum*

▲ : *P. aphanidermatum*

Fig. 2. Existent duration of pathogens on rice straw in soil in cold season (in pot).

— : in field condition

---- : in submerged condition

● : *R. solani*, ○ : *F. oxysporum*

▲ : *P. aphanidermatum*

R. solani と類似し、菌数はわずかながらかなり長期間生存するようである。この 2 菌は湛水状態に保てば、分離頻度 20% 前後になるのは畑地の場合に比してかなり短期間のものであり、*R. solani* は 6 カ月、*F. oxysporum* は 7 カ月でほとんど消滅するようである。しかし、*P. aphanidermatum* の減少は畑地状態とあまり差が認められない。寒冷期においても温暖期と同じ傾向が認められるが、極寒期には菌の変動が少なく、翌春になつて次第に分離頻度は低下する。

上記実験においては病原菌の存在を確認するために全期間を通じて取り出したわらを 25°C で培養したが、自然条件下では低温期には病原菌は不活動状態にあるので、つぎに各時期の地温に準じてわら上に出現する菌数を調査した。病原菌は *R. solani* を使い、わらに培養した本菌を 4 月および 9 月に畑地に表土下

Fig. 3. Annual temperature in 10cm of soil depth

Fig. 4. Existence of soil fungi on rice straw inoculated *R. solani* buried in soil in warm season (in field).

5 cm の位置に埋め、1 カ月ごとに 100 本のわらを取り出してその中央部 1 mm² に存在する菌を地温と同温度で分離した。また、9 月に埋めたわらについては 25°C でも培養し、出現する菌を比較した。各時期の地温 (表土下 10cm), *R. solani* 菌数、一般土壌糸状菌数は第 3, 4, 5 図の通りである。

4 月に土壤に埋めたわら上の *R. solani* は大体上記第 1 図と同じ傾向を示し、3 カ月後に菌数は 20 % 前後になり、以後かなり長期間わら上に存在する。9 月に埋めた場合、以後の分離を 25°C で行なえば上記第 2 図と同じ傾向を示すが、各時期の地温で分離を行なうと 1 カ月以降に菌数は急に減少し、それ以後 3 月頃までは菌の増加は認められない。3 月以降菌数は増加し、6 月に至つて再び減少し、それ以後は少数ながら安定するようである。これらの現象は、温暖期ではわら上に着生する他の微生物と *R. solani* は競合し、次第に減少する。一方、寒冷期には地温の低下とともに本菌も他の土壌菌と同様に減少する。これは 9、10 月にわら上に存在した各菌は地温が生育適温以下になるために休眠型になるものと思われる。これらの菌は 3 月を過ぎると活性をとりもどし、わら上で競合し、

Fig. 5. Existence of soil fungi on rice straw inoculated *R. solani* buried in soil in cold season (in field).

— : Fungi were isolated at the same temperature with soil condition of each period., ---- : Fungi were isolated at 25°C., ● : *R. solani*, ○ : other fungi

その結果、*R. solani* は 6 月以降減少すると考えられる。この場合、わらを 25°C で培養すると、*R. solani* も含めて多くの土壌菌が長期間わら上から分離される。

つぎに各時期の菌の種類の推移を検討した (第 4 表)。表中の菌の種類は各時期における優勢菌と目されるものを上位から順に並べたものである。

埋没初期にはすでに存在する *R. solani* のために他の菌数は少ないが、初期に出現する優勢菌の大部分のものは 2 カ月以上で他の菌と交替するようである。この傾向は温暖期、寒冷期いずれにも認められる。しかし、9 月に埋めたわらを 25°C で培養すると、初期に出現した菌がかなり長期間出現する。このことは掘り出したわらを流水で洗つても不活動態の菌はわらの組織に固着しているものと思われる。

4. 土壤中の植物残渣の腐植程度と病原菌の活性

6 月中旬に圃場にイネわらを表土下 5 cm に埋め、同時に、あるいは 1, 2, 4, 8 週間後に地中のわら上に 3 病原菌をそれぞれ接種した。すなわち、25°C で 7 日間 Czapek 培地上にのせた径 2 cm のセロファン円板に伸展させた菌そうをセロファンとともに取り出して 1 m² あたり 16 枚ずつを 25cm の間隔に接種した。同時に催芽させたキュウリ種子を 1 m² あたり 200 粒ずつ播種し、7 日後に罹病程度を調査した (第 5 表)。

各菌の発病程度については、*R. solani* は全期間を通じてかなりの発病をみるが、とくに 2, 4 週間埋没したわらが存在する時に発病がはげしい。*F. oxysporum* では 4 週間目のわらで発病がはげしく、2, 8 週間のわらがこれに次ぎ、*P. aphanidermatum* では埋没後 2 週間をすぎれば被害は軽減する。これらの

Table 4. Succession of dominant fungi on rice straw inoculated
R. solani in soil.

Duration buried in soil (Month)	Fungi on straw		
	Buried at April	Buried at September and isolated at 25°C	Buried at September and isolated at soil temperature
1	<i>R. solani</i> <i>Rhizopus</i> & <i>Mucor</i> <i>Trichoderma</i> <i>Chaetomium</i> <i>Cladosporium</i> <i>Fusarium</i> <i>Phoma</i> <i>Penicillium</i>	<i>R. solani</i> <i>Chaetomium</i> <i>Fusarium</i> <i>Penicillium</i> <i>Rhizopus</i> & <i>Mucor</i> <i>Trichoderma</i> <i>Pythium</i> <i>Cladosporium</i>	<i>R. solani</i> <i>Cladosporium</i> <i>Chaetomium</i> <i>Pythium</i> <i>Rhizopus</i> & <i>Mucor</i> <i>Penicillium</i> <i>Trichoderma</i> <i>Fusarium</i>
2	<i>R. solani</i> <i>Trichoderma</i> <i>Fusarium</i> <i>Penicillium</i> <i>Chaetomium</i>	<i>Trichoderma</i> <i>R. solani</i> <i>Cladosporium</i> <i>Fusarium</i> <i>Penicillium</i> <i>Chaetomium</i>	<i>Trichoderma</i> <i>Cladosporium</i> <i>Fusarium</i> <i>Chaetomium</i> <i>Penicillium</i>
3	<i>Fusarium</i> <i>Trichoderma</i> <i>Sporotrichum</i> <i>Coniothecium</i> <i>R. solani</i>	<i>Trichoderma</i> <i>R. solani</i> <i>Fusarium</i> <i>Cladosporium</i> <i>Chaetomium</i>	<i>Chaetomium</i> <i>Pullularia</i> <i>Sepedonium</i> <i>Torula</i> <i>R. solani</i>
4	<i>Fusarium</i> <i>Trichoderma</i> <i>Coniothecium</i> <i>Acremonium</i> <i>Cephalosporium</i> <i>R. solani</i>	<i>Trichoderma</i> <i>R. solani</i> <i>Fusarium</i> <i>Penicillium</i> <i>Cladosporium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Pullularia</i>	<i>Sepedonium</i> <i>Torula</i> <i>Pullularia</i> <i>Penicillium</i>
5	<i>Cephalosporium</i> <i>Hormodendrum</i> <i>Nigrospora</i> <i>Curvularia</i> <i>Alternaria</i>	<i>R. solani</i> <i>Fusarium</i> <i>Trichoderma</i> <i>Cladosporium</i> <i>Chaetomium</i> <i>Torula</i> <i>Pullularia</i>	<i>Penicillium</i> <i>Coniothecium</i> <i>Sepedonium</i>

現象は土壌中のわら上での各菌の生育が影響するものと思われる。すなわち、*P. aphanidermatum* は新鮮なわら上での生育が良好であり、わらの腐植につれて菌の活性は低下する。また、*R. solani* および *F. oxysporum* はある程度腐植されたわら上で良好な生育を示し、とくに後者は新鮮なわら上では生育がかなりおくれるものと考えられる。しかし、いずれの菌もわらのない場合には被害はかなり低下する。

各時期のわらを取り出して風乾後粉碎して Czapek 組成寒天培地 (sucrose を除く) に 20g/l ずつ加えて殺菌後、各菌を接種して 25°C に静置し、菌糸の伸長速度および菌糸量を検討した (第 6 表)。

R. solani および *F. oxysporum* の菌糸の伸長速度はいずれの培地でもよく、差が認められない。しかし、各培地上の菌糸量は Czapek 培地に比べると他

はいずれも少ないが、*R. solani* では 4 週間以内、*F. oxysporum* では 6 週間以内埋没わら培地では菌糸量はかなり多く、それよりも長期間土壌中においたわら培地では菌糸量はもつと減少する。しかし、*P. aphanidermatum* は各培地とも菌糸の伸長度にはあまり差は認められないが、新鮮なわら以外では菌糸量はかなり少なく、とくに 4 週間以上土壌中においたわら培地では明らかに減少する。これらの結果は、各菌がわらを利用する場合、*P. aphanidermatum* はわらの中の 1 部の成分のみを利用し、この物質の消費とともに生存率も低下するものと思われる。これに対し、他の 2 菌は *Pythium* よりも多くの物質を利用しうするため、1 部の物質が消費されても残余の成分を利用して長期間わら上に生存しうるものと考えられる。

Table 5. Appearances of damping-off of cucumber seedlings caused by 3 pathogens inoculated on rice straw buried in soil for different duration

Pathogen	Duration of straw in soil	Susceptible ratio %			
		Pre-emergence	Damping-off	Diseased slightly	Diseased total
<i>R. solani</i>	0 week	23	16	15	54
	1	33	12	19	64
	2	63	4	4	71
	4	41	13	1	55
	8	24	20	13	57
	Not added straw	0	15	13	28
<i>F. oxysporum</i>	0	0	22	7	29
	1	0	16	9	25
	2	3	22	17	42
	4	4	25	16	45
	8	0	25	15	40
	Not added straw	0	14	7	21
<i>P. aphani- dermatum</i>	0	15	61	11	87
	1	24	52	5	81
	2	18	41	9	68
	4	4	29	0	33
	8	7	21	9	37
	Not added straw	0	11	0	11

Table 6. Mycelial growth and amount of mycelia of pathogens on rice straw media

Medium containing rice straw dust buried in soil ^a	<i>R. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. aphanidermatum</i>
	^b	^c	
Straw not buried	23~25mm ++	7 mm ++	25~26mm ++
Straw buried for 1 week	22~23 ++	7~8 ++	25~26 +
Straw buried for 2 weeks	21~23 ++	7~8 ++	24~26 +
Straw buried for 4 weeks	21~22 ++	7~8 ++	24~26 ±~+
Straw buried for 6 weeks	21~23 +~+++	6~7 ++	24~26 ±
Straw buried for 8 weeks	20~22 +	6~8 +	23~24 ±
Straw buried for 10 weeks	21~22 +	6~7 +	23~25 ±
Czapek medium	23~26 +++	6~8 +++	26 +++

^a Medium component is Czapek's medium excepted sucrose and added 20g/l of dried rice straw buried in soil for different duration.

^b Mycelial growth for 24 hrs.

^c Amount of mycelia, +++~± : much~a little

考 察

一般に土壤中に生存する菌は生活の大部分を土壤中において腐生的に生長し、増殖しているものが多い。このような性質をもつ菌は土壤生息菌とされている

が、土壤生息性病原菌は同時に根部生息的性質を有し、両性質の程度は同種の菌でも菌株によりかなりの相違が認められる^{5,19)}。 *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium* はいずれも一般に土壤生息性菌とされている³⁾。本報告に供試した *R. solani*, *F. oxysporum*, *P.*

aphanidermatum は保存菌株のうちから腐生的性質の強いものを選んだ。

土壌菌の多くは地下 20 cm あたりまでに存在し、5 ~10 cm の間の植物残渣上に多く見出される。病原菌のうちでは *R. solani* がこの型に属し、*P. aphanidermatum* はやや表層性であり、*F. oxysporum* はやや深層でも生存する。このような分布は高橋・川瀬¹⁸⁾ も認めている。しかし、土壌を過湿に保つとこれら 3 菌はいずれも地表部に近づくが、その移行は *R. solani*, *P. aphanidermatum* によく認められ、*F. oxysporum* ではあまり目立たない。Durbin²⁾ は土壌中での *R. solani* の生存域はその菌株の CO₂ 耐性によるとしている。また、小倉¹²⁾ は土壌中にわらを添加すると *R. solani* の生存域は拡大し、Barbon¹⁾ は *P. mamillatum* の土壌中への着生は炭素源量によると報告している。供試土壌の成分の分布は、りん酸は深度にあまり影響されず、窒素は地下 30 cm 以下で次第に低下する。さらに、炭素源は 30 cm 以下で急に減少する。このような土壌での *R. solani* の生存は、接種後 3 週間を過ぎれば 30 cm 以下の土壌で急に低下することから、病原菌の生存域は CO₂ 以外にも土壌中で病原菌が利用しうる植物残渣、とくに炭素源の影響がかなり大きいと思われる。

3 病原菌の土壌中での生存期間は *F. oxysporum*, *R. solani*, *P. aphanidermatum* の順に短くなる。このことは、*P. aphanidermatum* は新鮮なわらしか利用できず、本菌は生育環境が良好な場合に急激に出現する、いわゆる、sugar fungi 的な性質を備えていると考えられる。これに対して他の 2 菌はわらの成分の利用範囲が広く、このため長期に亘つてわら上に存在すると考えられる。また、冬期には不活性型として菌数を維持しようとする。このことは病原菌以外の他の糸状菌にも認められ、菌の活動期においては糸状菌相の推移は約 2 カ月くらいで初期の優性菌は次第に次代に移る。初期に出現する *Phycomycetes* の多くは *Pythium* と同様に他の優性菌に比べて出現期間が短い。また、地温の低下にともない出現する菌の種類も変化するが、この場合、初期に出現した菌は地温の低下につれて不活動期に入り、植物残渣上でかなり長く非活動態として残存するようである。寒冷期には出現菌数は少なく、菌糸の生育もおそいので残渣中の養分の消費は少なく、このため翌春には非活動期の菌がふたたび活性を回復してお互いに競合するものと思われる。しかし、冬期湛水状態におかれた *R. solani* のように、何らかの条件ですでに活性の減少の

徴候が認められる場合には、非活動期でも菌数は次第に減少し、翌春になつても菌数は回復しないようである。また、湛水状態では *R. solani*, *F. oxysporum* は明らかに生存期間が短縮される。Park¹⁴⁾ は土壌菌の生存不良環境の 1 部として湛水、嫌気状態、養分欠乏などをあげ、また、土壌中での菌の活性低下の要因はどの菌に対しても一様ではなく、さらにいかなる状況の下でも有効であるとは限らないと述べている。

病原菌の土壌中での植物残渣への着生については、Luna & Hine⁹⁾ は、*P. aphanidermatum* は土壌中に適当な生活源がある場合にのみ出現すると述べている。Papavizas & Davey¹³⁾ は、*R. solani* は窒素過多の基質上で腐生能力は増大し、炭素源過多では減少すると報告し、Snyder, Schroth & Christou¹⁵⁾ も、*F. solani* は窒素過多の基質上で腐生能力を增高させ、炭素源過多の場合は多くの微生物が競合し、本菌は病原菌としての能力を発揮しえないと述べている。鈴木・宇井¹⁶⁾ は、不完全菌の着生している植物残渣上では *R. solani* の着生が不良であると報告している。また、渡辺²⁰⁾ は、土壌中の植物残渣の利用は病原菌の種類により、あるいは残渣の新鮮度によつて異なると述べている。供試 3 菌を土壌中で分解程度の異なるわら上に接種すると、程度の差はあるが、いずれも着生する。この場合、*P. aphanidermatum* は新しいわらほど着生がよく、他の 2 菌はある程度分解のすすんだわら上によく着生する。しかも、*F. oxysporum* は *R. solani* よりもややおくれて着生する。しかし、この 2 菌は各時期のわらを大差なく利用するが、*P. aphanidermatum* のみは新しいわらを利用する。これらのことは、各菌が植物残渣上で他の土壌菌と競合する場合、着生時期の残渣の状態により着生に難易があり、また、残渣上での生存期間も他菌との競合を考慮するとともに、残渣のもつ養分の欠乏による微生物相の推移が大きく影響するものと考えられる。

稿を終えるにあたり、本研究にいろいろご助言をいただいた高知大学農学部森本徳右衛門教授ならびに実験にご助力いただいた永野律氏に謝意を表する。

摘 要

本報告は *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum* の腐生相における生存様式について検討した。

3 病原菌はいずれも汚染土壌中の植物残渣から分離されるが、*P. aphanidermatum*, *R. solani*, *F. oxysporum* の順に生息域は深くなる。しかし、大部分の

菌は地下 20cm あたりまでに生息する。土壌を過湿状態に保つと、前 2 者は地表部に近づくが、*F. oxysporum* はさほど移行はみられない。また、土壌を地下 2m まで掘り取つて、殺菌後、*R. solani* を接種すると、30cm 以下の土壌では本菌の着生率は低下する。この土壌の成分は、窒素、りん酸には各深度によりあまり差は認められないが、炭素源にはかなり差が認められ、30cm 以下で急に減少し、100cm をすぎればさらに減少する。このことは、病原菌が土壌中で生存しうするためには炭素源の有無が大いに影響すると考えられる。土壌中での病原菌の生存期間は、温暖期には *P. aphanidermatum* は 1 カ月、*R. solani* は 3.5 カ月、*F. oxysporum* は 5 カ月で菌数は半減する。しかし、後 2 者は 7 カ月をすぎても少数ながら常に残存する。また、土壌を湛水状態にすると、*P. aphanidermatum* は畑地状態の場合と比べて菌の減少の様相は差がないが、*R. solani*, *F. oxysporum* はかなり早く菌数の減少がおこる。また、寒冷期には菌は残渣上で生存し、翌春になつて減小する。このように病原菌は植物残渣を利用するが、*P. aphanidermatum* は新鮮なわらを利用し、*R. solani*, *F. oxysporum* はやや腐植の進んだわらを利用しやすい。

これらの結果、3 菌が土壌中で生存するには植物残渣を利用するが、残渣への着生あるいは残渣上での生存を決定する要因は各菌が到達した残渣中の成分が大きく影響すると考えられる。

文 献

1. Barton, R. (1960). Trans. Brit. mycol. Soc. 43 : 529-540.
2. Durbin, R.D. (1959). Amer. Jour. Bot. 46 : 22-25.
3. Garrett, S.D. (1956). Biology of root-infecting fungi. London, pp. 45-52.
4. Garrett, S. D. (1960). In Plant pathology. (Edited by Horsfall, J.G. & Dimond, A.E.) London, Vol 3. pp. 23-57.
5. Hine, R.B. (1962). Phytopath. 52 : 840-843.
6. 川口桂三郎・小島懋 (1957). 農芸化学実験法 (京都大学農学部農芸化学教室編) 東京, pp. 103-104.
7. 川口桂三郎・小島懋 (1957). 農芸化学実験法 (京都大学農学部農芸化学教室編) 東京, p. 236.
8. 駒田且 (1964). 土壌病害の手引 II (植物防疫協会編) 東京, pp. 5-7.
9. Luna, L. V. & Hine, R.B. (1964). Phytopath. 54 : 955-959.
10. Martin, J.P. (1950). Soil Sci. 69 : 107-122.
11. Martinson, C.A. (1963). Phytopath. 53 : 634-638.
12. 小倉寛典 (1965). 高知大農紀要. 15 : 1-60.
13. Papavizas, G. C. & Davey, C. B. (1961). Phytopath. 51 : 693-699.
14. Park, D. (1965). In Ecology of soil-borne plant pathogens (Edited by Baker, K. F. & Snyder, W.C.) Los Angeles. pp. 82-98.
15. Snyder, W.C., Schroth, M. N. & Christou, T. (1959). Phytopath. 49 : 755-756.
16. 鈴井孝仁・宇井格生 (1964). 土と微生物 6 : 1-8.
17. 高橋実 (1964). 土壌病害の手引 II (植物防疫協会編) 東京. p. 17.
18. 高橋実・川瀬保夫 (1964). 日植病報. 29 : 155-161.
19. 宇井格生 (1962). 土と微生物. 3 : 1-6.
20. 渡辺文吉郎 (1960). 日植病報. 25 : 111-112.