Rhizoctonia solani KÜHN の土壌中における消長について

IV. 腐生的活性の持続と生存

宇井格生・内記　隆

（北海道大学農学部植物学教室）

Studies on the vicissitude of *Rhizoctonia solani* KÜHN in soil.

Part IV. On the persistence of saprophytic ability and its survival

Tadao UI and Takashi NAIKI

(Department of Botany, Faculty of Agriculture Hokkaido University Sapporo, Japan)

(Received December 11, 1967)

I. 緒　　言

土壌伝染性病原菌は，土壌中で何らかの形で生存を続け，寄主植物の根と接触するとこれに侵入する。これらのうち，土壌棲息性病原菌は，寄主植物の生組織も土壌中の有機質も利用することができ，積極的腐生生活を行ない，腐生能力の強い菌とされる。*R. solani* は，菌糸が土壌中を生長し[1]，また土壌に埋めたセルロースを利用し，増殖する[6]，土壌棲息菌の代表的なものと見なされている。いわゆる，ケンブリッジ法[5]により，腐生能力を検討すると，本菌は予想に反し，腐生能力が弱く[16]，また菌株により著しい差があり，無殺菌土壌に接種したのち，短期間に腐生能力が低下し，休止状態になることは，すでに前報で認められている[22]。

かかる腐生能力の低下は，菌株によりいかなる差があるか，また発病といかなる関係にあるかを検討し，寄主植物や新しい植物遺体の加わらない土壌中における菌の生存期間と生存形態は，どのようなものであるかについて検討を行なった。

本研究を行なうにあたり，多くの援助を与えられた北海道大学農学部，植物学教室各位に深甚なる感謝の意を表す。

II. 実験材料および実験方法

1）供試菌　北海道大学農学部，植物学教室に分離，保存されている，*Rhizoctonia solani* のうち，F-15，F-20，B-5 三菌株を用いた。F-15 菌株は，アマ子苗に立枯を起こし，F-20 菌株は，開花成熟したアマ茎の地際部にのみ寄生する。B-5 菌株は，テンサイの子苗，肥大した根部に根腐病を起こす。これら菌株の病原性，生理的，形態的性質および土壌中の腐生能力の違いについてはすでに報告されている[19,20]。

2）接種源および接種土壌　Rao[16] の方法により，川砂 100 に対し，トウモロコシ粉末 3，蒸留水 15 の割合で混合したもの 500 g を 1 ℓ 三角フラスコに入れ，1.5 気圧で 2 時間高圧滅菌した。これに予めジャガイモ煎汁培地上に生育させた各菌株菌叢の生育先端部より，コルクボーラーで打ち抜いた円盤を接種し，25°C で，30 日間培養し，接種源とした。接種源を無殺菌土壌に対し，重量比で，2，10，50，90% の割合で混合し，inoculum potential の異なる土壌を作った。その他に，土壌のみの対照区 (soil control) と接種源のみの対照区 (inoculum control) をそれぞれ設けた。これら接種土壌を 100 g ずつ 200 mℓ 三角フラスコに入れ，棉栓をし，土壌水分を保水力の約 40～45% に保って，室温に置いた。用いた土壌は，すべて北海道大学農学部，農場の植壌土 (pH 5.0～5.2) である。

3）腐生的活性の推移　ケンブリッジ法[5]に従い，宇井・生越[21]が *Rhizoctonia solani* の土壌中の検出に用いた，アマ茎 Trap 法により，腐生的活性を評価した。すなわち，予めプロピレンオキサイドで殺菌した長さ 1 cm の乾燥アマ茎片，50 本を一定期間毎に各々の接種

土壌に入れ，4日間保った。その後アマ茎片を取り出し，水道水で付着土壌粒子を洗い落し，酸性水道水寒天培地上にならべ，これらから供試菌の得られる割合を腐生的着生率とし，その大小より腐生的活性を評価した。これらの実験を菌を接種した直後から10, 20, 40, 80および160日間ごとに行ない，各期間における着生率のちがいを検討した。なお何れの実験の接種土壌も，実験毎に異なるものを使用した。さらに，一定期間後にアマ(品種・ウイラー)を播種し，その発病を調査し，また，発病しない個体は地下部を水道水で充分洗い，ストレプトマイシン加用酸性水道水寒天培地上におき，供試菌の分離を行ない，根圏における各菌株の生存を確かめた。

4) 植物残渣からの分離および生存形態　10%の接種源を加えた土壌について，4日後から一定期間毎に植物残渣法[4),8)]に従い，50個の残渣を取り出し，ストレプトマイシン加用酸性水道水寒天培地上にならべ，菌の分離を行ない，*R. solani* の生存および割合を調査した。また，同じ土壌から別に50個の残渣を取り，アニリングルー染色により，それらの上における菌の生存形態を検鏡した。なお植物残渣は，供試した畑土壌中にすでに含まれていた分解過程の著しく進んだ，長さ1~2mmのものである。

III. 実験結果

1) 土壌中における腐生的活性の推移

接種濃度をかえ，inoculum potential を異にした土壌中で，*R. solani* の腐生的活性は，時間とともにどのように変化するかを，生態的に異なる菌株について比較した。すなわち，接種量2, 10, 50, 90, 100% (接種源対照区) の各土壌について，接種直後 (0日とする) 挿入したアマ茎片に *R. solani* の着生する割合を調べ，接種量，着生率をそれぞれ横軸，縦軸とするグラフに取り，次いで，接種後20, 40, 80日までの結果も同じグラフに取った (Fig. 1)。

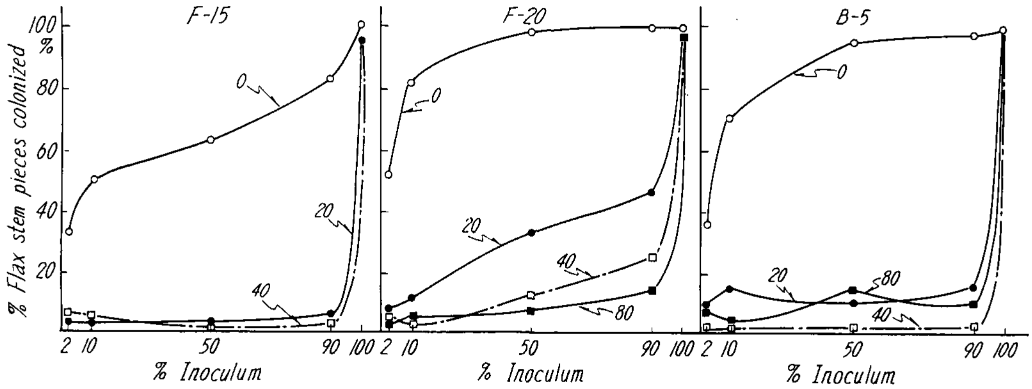


Fig. 1. Saprophytic activities of *R. salani* strain (F-15, F-20, B-5) in the unsterilized soil inoculated with sand corn-meal inoculum.
0, 20, 40, 80; The length of incubation period, days.

この結果をみると，接種直後における各菌株の腐生的着生率は，F-20>B-5>F-15の順で，何れも腐生能力は強く，とくに前2者は極めて強い能力をもつものと認められる。しかし，接種後の日数が経過するとともに，着生率は低下し，低下の状況は菌株により異なる。すなわち，F-15では20日後に接種源対照区の他は，接種量の多少にかかわらず，着生率は8%以下となり，その後も極めて低い割合を保ったにすぎない。これに対し，F-20は着生率の低下が緩慢で，160日後ですら平均7.6%の値を示した。B-5の着生率は，接種20日後にF-20より低くなるが，80日後はF-20と大差を認め難い。ただ40日後の着生率は，どの接種量の場合も著しく低くなったが，その原因は明らかでない。

以上のうち，各菌種ごとに接種後の日数の経過に伴う腐生能力低下の傾向を明らかにするため，各時期における全接種土壌について得られた着生率の平均値を求め，それを図示した (Fig. 2)。

この図から明らかなように，各菌株の腐生能力の低下は，F-15>B-5>F-20の順にすみやかにおこり，とくに，F-15は他の菌株に比べ低下の傾向が極めて特異的なことがわかる。これらの結果をみると，何れの菌株でも自然土壌に接種したのち，腐生的着生率は次第に低下し，ある期間を経過後は，最初の接種量の多少とはほとんど無関係に何れも低い着生率しか示さないようになる。一

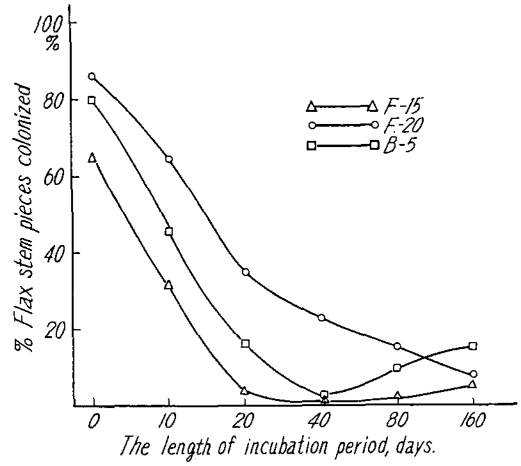


Fig. 2. The average of saprophytic colonization ratings *R. solani* summarized from the results of experiments illustrated in Fig. 1.

方接種源対照区の着生率は，Table 1. に示したように，F-20，B-5 ともに 320 日後まで，ほとんど低下することなく，100% に近い値を示したが，F-15 は著しく低下した。

Table 1. Saprophytic activities of *R. solani* in the pure sand corn-meal inoculum incubated for 0 to 320 days.

Inoculant	Flax stem pieces colonized (%) (Incubation period, days.)					
	0	20	40	80	160	320
F-15	100	95	100	100	100	46
F-20	100	100	100	98	100	82
B-5	100	100	92	100	100	100

以上の結果から，*R. solani* は Garrett[5] のいう Compititive saprophytic ability の強い菌とされるとしても，長期間適当な基質の存在しない土壌では次第に腐生能力は低下し，最初の接種源量とは関係なく，ほぼ同じていどの活性を示すことが知られる。またこのような場合でも，菌は少なくとも 160 日間は生存を続けることができる。

2) 土壌中における病原性維持期間

前の実験で，土壌に接種した *R. solani* の腐生能力は，接種後 80～160 日で著しく低下することが知られた。このような際，菌の病原性はどのようになっているかを知るため，80 日および 160 日後の土壌を深底シャーレにつめ，表面殺菌したアマ種子を播種し，2 週間後に子苗立枯率を調査した (Fig. 3)。

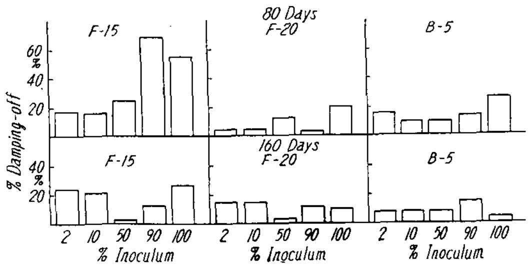


Fig. 3. Pathogenicity of *R. solani* on the flax seedlings planted in the soil incubated for 80 and 160 days.

各菌株とも，土壌に接種後，80 日および 160 日間放置したときも発病が認められる。とくに腐生的活性が著しく低下した F-15 菌株は，80 日後でも接種菌量が多い土壌ほど，発病率も高くなる傾向を示した。しかし，160 日後には発病率は低下し，接種量のちがいによる差は明らかでない。一方土壌中で腐生的な活性を長期間持続する，F-20，B-5 は何れの接種土壌でも，発病は認められるが，接種量の増加に伴う発病率の増加は，F-15 のように明らかでない。

以上の結果から，基質の加えられない土壌中で *R. solani* は，少なくとも 160 日間は病原性を保持し，生存していることがわかる。供試 3 菌株のアマ子苗に対する病原性は，著しく異なっており，F-20 のごときは，極めて弱いため，以上のような発病の検討のみではその活動の程度は比較しがたい。そこで，土壌接種 160 日後に行なった実験の材料で，発病していない健全個体について，*R. solani* が根圏で増殖しているか否かを，培地上にならべた根から，菌糸の分離如何により検討し，その分離率を (Fig. 4) に示した。

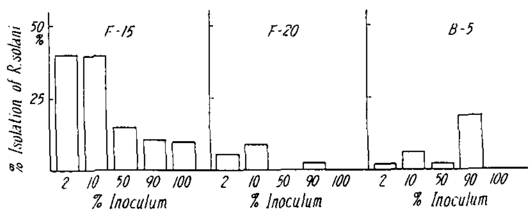


Fig. 4. Isolation of *R. solani* from the healthy root of flax seedlings planted in the soil incubated for 160 days.

罹病しなかったアマ根圏における菌の存在は，病原性の強いF-15菌株区で高く，B-5菌株ではこれより低くかったが，胚軸部に菌核の形成されている例がみられた(Plate. 1. A)。腐生能力の強いF-20のアマ根圏における生育は，2, 10, 90%接種区でのみ認められた。根圏での生育の程度と接種菌量との関係は，何れの菌株においても明らかでない。しかし各菌株とも侵入の如何は別として生きている植物の根に着生する割合は，乾燥アマ茎のような茎質に対する着生率よりも高いことがわかる。すなわち，土壌中で腐生的な活性が低下し，あたかも休止状態となっている菌が寄主植物により活動を開始し，その周辺に著しく増殖することが知られる。

3) 寄主植物栽培による腐生的活性の変化

前述の方法により，接種後160日間放置し，基質着生率が著しく低下した土壌に，アマを播種し，2週間生育させた。その後アマを抜き取った土壌に再びアマ茎片を加えて，各菌株の基質着生率を調査し，植物栽培前後の腐生的活性を比較した (Fig. 5)。

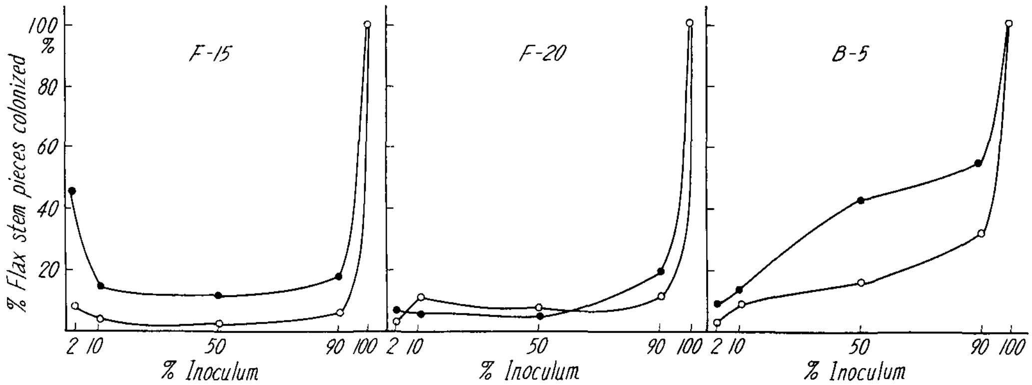


Fig. 5. Reactivation of saprophytic activities of *R. solani* after the planting of flax seedlings in the inoculated soil incubated for 160 days. ○——○ Saprophytic activities of the fungus determined in advance of the planting. ●——● Saprophytic activities of the fungus determined after the removal of the plants.

接種後腐生的活性の低下した土壌に，アマを栽培すると，各菌株ともその基質着生率が増加し，寄主植物栽培により腐生的活性の増加したことが認められる。腐生能力が比較的弱く，寄主根への依存性の強いF-15, B-5菌株は，植物栽培後の腐生的活性の増加が著しく，他方腐生能力が強く，寄主根への依存性の低いF-20では，寄主植物栽培による影響は顕著ではなかった。

4) 植物残渣上における生存と形態

供試菌株の接種源を10%の割合で接種した土壌について，4日後から80日後まで，一定期間毎に植物残渣を取り出し，分離を試み，その結果をTable 2. に示した。対照区とした無接種土壌中の残渣についても同様の検討を行なった。なお植物残渣から生育した菌糸は，再分離を行ない，供試菌株であることを確かめた。

腐生能力の強いF-20は，植物残渣からの分離率が最も高く，次いでF-15で，接種80日後でも4日後と同程度の値を示した。B-5は土壌に接種後，腐生的着生能力を維持しているが，接種4日後に植物残渣から分離されるだけで，その残渣上の生存は全く確かめられなかった。このことは腐生能力持続期間の長いF-20も，また短いF-15もともに残渣上に着生しているが，B-5はこれと全く無関係に生存することを示唆している。

Table 2. The survival of inoculated fungus on the plant residues in the soil inoculated with 10% sand corn-meal inoculum.

Inoculant	Plant residues obtained the inoculated fungus (%) (Incubation period days.) 0	10	20	40	80
F-15	4	0	2	4	2
F-20	12	10	8	12	14
B-5	8	0	0	0	0
Control*	0	0	0	0	0

* Control; Not inoculated field soil.

次に，接種後40日および80日間放置した土壌から，植物残渣を取り出し，これを直接検鏡して，各菌株の生

Table 3. Surviving structures of *R. solani* observed on the plant residues in the soil incubated for 40 and 80 days.

	Plant residues colonized (%)		The types of fungal structures on the plant residues (%)					
			Hyphae		Sclerotia		Chlamydospores	
Incubation period, days.	40	80	40	80	40	80	40	80
Inoculant F-15	32	20	24	18	8	2	0	0
F-20	64	46	36	32	0	0	28	14
B-5	12	2	12	2	0	0	0	0
Control*	—	2	—	2	—	0	—	0

* Control; Not inoculated field soil.

存形態を調べ Table 3. に示した。接種 40 日および 80 日たった土壌中では，何れの菌株の場合も，表面に菌糸の付着している残渣が最も多く，とくに F-20 ではその割合が高い (Plate 1. C)。F-15 菌株接種土壌中の残渣には，褐色菌糸が比較的多くみられ，一部の残渣には小形の菌核が形成されていた (Plate 1. B)。F-20 は残渣の内部と表面に厚膜胞子を形成することが多い (Plate 1. D. E)。しかし，他の菌株の場合には，この種胞子の存在は認められなかった。B-5 は，残渣上に菌核も厚膜胞子も形成せず，わずかの残渣に菌糸が認められただけで (Plate 1. F)，分解過程の著しく進んだ残渣と無関係に土壌中に独立した菌核をしばしば形成することが観察された。しかし前の実験で，残渣から菌が分離されなかったことから，例え本菌の菌糸が生存していても，腐生的活性が著しく低下しているものと考えざるを得ない。

以上の実験から明らかなように，*R. solani* は残渣上に菌糸，菌核，厚膜胞子などをつくり生在しているが，その何れにより生き続けるかは菌株により異なる。

IV. 論　議

土壌伝染性病原菌の競合的腐生能力と生存に関しては，一般に腐生能力の強い病原菌ほど，土壌中の適当な基質に着生，それを利用し，生存に有利とされている[5]。*R. solani* の土壌中の腐生的活動は，菌株あるいは系統の腐生能力により異なり[12,13,19]，土壌中ですみやかに腐生的活性が低下し，休止状態となるもの，あるいは，長期間腐生的活性を持続するものが存在すると考えられている[22]。しかしながら，このように腐生的活動の異なる菌株間の接種量と腐生的活動，あるいは腐生的活性の低下と生存期間，生存状態については不明な点が多く残されている。*R. solani* の土壌中の耐久生存の機構を知るためには，これらの諸問題の解明がまず必要となる。

inoculum potaintial の異なる土壌中で，新鮮な基質への着生能力をみると，土壌に接種直後は各菌株とも腐生能力が強く，接種菌量の増加が，他の微生物との競合に有利となることを示している。しかし，接種後の日数の経過に伴う着生率の低下は，菌株により著しく異なり，F-15 では 20 日後に，接種源対照区の他は接種量の多少にかかわらず，著しく低下し，その後も極めて低い割合を示す。このような傾向は，腐生能力の強いとされている F-20 では，接種 160 日後に，B-5 では 40～80 日後に認められる。これらのことから，何れの菌株も，自然土壌に接種したのち日数の経過に伴い，基質に対する着生能力が低下し，最後には接種菌量との関係は，ほぼ一定の状態となるものと認められる。このような低下は，接種源対照区できわめて緩慢であることから，自然土壌が関与していることは当然であるが，F-15 は低下が極めてすみやかなこと，また本菌株の接種源対照区は，他菌株に比べ，低下傾向が早いことから，この菌には内的な低下要因の働いていることも推察される。上記のように，接種後長く放置した土壌中で，菌の腐生的活性が，接種量と関係なく著しく低下する原因について何んら裏付ける実験はないが，土壌に高濃度の菌量を接種した場合，そこに起る現象として，菌の stain effect が考えられ[18]，さらに Park[14] は，negative feedback system により，inoculum potential の減少におよぼす環境影響の強くなることを論じている。これらからみても，土壌に加えられた多量の菌は外的，内的要因によって，腐生的活動の potential が一定のレベルまで低下を強制され，土壌微生物相との間で平衡関係を保持しながら，長期間生存を続けているものと考えられる。

腐生的活性が著しく低下したのちでも，アマ子苗に対する発病，根圏における増殖，あるいは，アマ子苗による腐生的着生能力の賦活のみられるところから，何れの菌株も，腐生能力の強弱とは無関係に，少なくとも160日間は生存できる。F-15菌株の腐生的活性の著しい低下は，決して本菌の死滅，または病原性の喪失を意味するものではなく，休止状態で生存を続けているものと認められる。これらのことは，植物残渣からの分離率が著しく低いにもかかわらず，実際残渣上に菌糸や菌核が多く観察されることからも明らかである。寄主根が *R. solani* の生育を刺激し[7]，また植物体上での寄生相が生存に影響を有していることが知られている[3,17]。腐生的活性の低下が著しく，寄主への依存性の強いF-15の如くは，寄主による増殖が生存に大きな意義を有するものと認められる。F-20は土壌中で高い腐生能力を持続することが知られている[22]。本菌株は接種160日後の土壌で，アマ子苗に対する侵入も，根圏における生育も比較的少ない。しかし，植物残渣から分離されること，あるいは，古い残渣上に，菌糸，厚膜胞子の存在が観察されることから，本菌株の腐生的活動や生存は，これらの器官により維持されるものであり，長期間の生存においては，腐生生活が大きな意義を有しているものとみなされる。一方B-5菌株はケンブリッジ法に従って腐生能力を評価すると，F-20より弱い菌株とされ，土壌中における腐生的活動の低下も認められている[22]。ここに記した実験においては，腐生的着生率に幾分変動がみられたが，長い間，新鮮な基質に腐生的に着生する能力を持ち，生きている根圏に依存し，菌核を形成する。植物残渣上での生存は，菌糸の形でわずか認められるのみで，他の微生物による分解過程の著しく進んだ植物残渣には着生できず，植物残渣への依存性は極めて低い。従って，本菌株の土壌中の生存は，羅病組織とともに土壌中に入った菌核，または，植物残渣以外の場所に形成された菌核などの耐久器官により維持されているものと認められる。このことは，著者らの他の実験において，B-5菌株が，腐植土壌粒子上に多くの菌核を形成し，これら菌核は，土壌中で長期間発芽能力を維持していること[20]，さらに菌糸は土壌中の溶菌作用により，すみやかに消滅する[10]ことからも裏付けられる。*R. solani* の土壌中の生存における菌核の重要性については，すでに報告がなされているが[2,11,15]，B-5菌株の生存においても，耐久器官としての菌核の意義が大きいことが知られる。

植物残渣上における *R. solani* の生存については，残渣からの分離率，生存形態について報告されており[2,4]，分離される系統のちがい，残渣の新鮮度により異なることが知られている[8]。本実験においても，分解過程の著しく進んだ植物残渣への依存度は，菌株により異なることが示されたが，羅病組織の内部または表面で形成されたのち，土壌中に生育した菌糸，菌核，厚膜胞子や新鮮な植物残渣上で形成されたこれら各器官の生存における意義については，今後検討を要する所である。

Garrett[5]は，土壌伝染性病原菌は，進化の過程において，腐生能力を失い，次第に寄生性を獲得してくるとしており，Menzies[9]は，腐生能力の消失は耐久器官の形成により補われ，寄生相に移るまで，受動的に生存を維持するものとしている。同じ *R. solani* の菌株の間に，寄主への依存性が低く，生存が腐生的活動により維持されているものや，腐生的活動の低下がすみやかで，寄主植物により活動が促進されるまで，菌核のような耐久器官で生存を続けている菌株が存在する。

V. 摘　　要

1. 土壌中における腐生的差異の明らかにされている Rhizoctonia solani 3菌株について，腐生的活性の推移と接種菌量との関係，病原性，生存期間，植物残渣上の生存形態について検討した。

2. ケンブリッジ法に従い，sand corn-meal 培地に培養した菌を，無殺菌土壌に種々の割合で混合し，inoculum potential の異なる土壌をつくり，接種直後から，一定期間毎に，アマ茎の小片に対する菌の着生率から腐生的活性の推移を比較した。

3. 接種土壌中における腐生的活性の低下は，菌株により異なり，基質の存在しない土壌中で，高い腐生能力を維持するもの (F-20，B-5) と短期間にその能力が低下し，休止状態となる菌株 (F-15) が存在する。何れの菌株も，日数の経過と共に，接種菌量の多少にかかわらず，腐生的に基質に着生する一定の inoculum potential を維持するようになる。

4. 腐生的活性が著しく低下した時期においても，アマ子苗に対する病原性の維持，根圏における増殖，アマ栽培後の腐生的活性の増大などから，腐生能力の強弱とは無関係に，何れの菌株の場合も，少なくとも160日間の生存が認められた。

5. 10% 接種土壌中において，他の微生物による分解過程の著しく進んだ植物残渣からの分離率は，各菌株とも低い。しかし，直接顕微鏡観察から，F-15は残渣上に菌糸や菌核を形成し，休止状態で生存を続け，F-20では菌糸，厚膜胞子が観察されることから，腐生的活動や

生存は，これらの器官により維持されるものと認められる。一方 B-5 は，植物残渣への依存性が低く，本菌株の生存は，これら残渣とは無関係な場所に形成された菌核などの耐久器官によるものとみなされる。

6. これらの結果から，同じ *R. solani* の中にも，土壌中で植物残渣への依存性が強く，腐生的活動により生存が維持されているものや，耐久器官の形成により，休止状態で生存を続ける菌株が存在する。

引 用 文 献

1) BLAIR, L. D. 1943. Ann. Appl. Biol. 30 : 118-127.
2) BOOSALIS, M. G. and A. L. SCHARREN 1959. Phytopath. 49 : 192-198.
3) CHRISTOU, T. 1962. Phytopath. 52 : 381-389.
4) DAVEY, C. B. and G. C. PAPAVIZAS 1962. Can. J. Microbiol. 8 : 847-853.
5) GARRETT, S. D. 1956. Biology of root-infecting fungi. Cambridge University Press, London and New York. 293 p.
6) ———— 1962. Trans. Brit. mycol. Soc. 45 : 115-120.
7) KEER, A. 1956. Austr. J. Biol. Sci. 9 : 45-52.
8) 松田　明 1966. 指定試験 (病害虫) 第 7 号，茨城県農業試験場，1-131 p.
9) MENZIES, J. D. 1963. Botan. Rev. 29 : 79-122.
10) 内記　隆 1966. 日植病報，32 : 311 (講要).
11) PALO, M. A. 1927. Philippin Agricuturist 15 : 361-375. (R. A. M.).
12) PAPAVIZAS, G. C. 1964. Can. J. Microbiol. 10 : 739-746.
13) ————, and C. B. Davey. 1961. Phytopath. 51 : 693-699.
14) PARK, D. 1965. Ecology of soil-borne plant pathogens, University of Calfornia press, Barkeley, Los Angeles. 82-97.
15) PITT, D. 1964. Ann. Appl. Biol. 54 : 231-240.
16) RAO, A. S. 1959. Trans. Brit. mycol. Soc. 42 : 97-111.
17) SANFORD, G. S. 1952. Can. J. Bot. 30 : 652-664.
18) 宇井格生 1962. 土と微生物，3 : 1-6.
19) 宇井格生・三井　康・原田幸男 1963. 日植病報，28 : 270-279.
20) 宇井格生・内記　隆 1967. 日植病報，33 : 92 (講要).
21) 宇井格生・生越　明 1964. 北大農邦文紀要，5 : 5-16.
22) 宇井格生・生越　明 1966. 日植病報，32 : 145-150.

Résumé

The survival of the fungus, *Rhizoctonia* in the soil with various inoculum level was studied after the determined period of incubation without addition of any substrate. The soil was prepared by mixing the sand corn-meal cultures of the respective strains of the fungus at the rate of 90, 50, 10, and 2% (W/W) with the unsterilized field soil and incubated for 0, 20, 40, 80, and 160 days under the laboratory conditions maintaining the moisture level of the soil at 40-45% M. H. C.. Three strains of the fungus (F-15, F-20, B-5) differing in the ecological and pathological characters, as described previously, were compared.

The saprophytic colonization of the incorporated substrates (dried mature flax stem pieces) declined with the duration of incubation of the soil, and the declining tendency was different depending on the strains and amount of inoculum, as illustrated in the figures presented. Although the saprophytic ability of each strain became very low after longer incubation period irrespective of the original inoculum level, the high pathogenic ability was still maintained in every strain; i. e. the fungus was activated by the germination on the host plants and the hyphae invaded or developed vigorously on the hypocotyle of the plants.

The survival sites of the fungus in the field soil inoculated with 10% sand corn-meal cultures of the fungus were tested. The hyphae of each strain were observed on the plant residues which had been in the field soil. However the isolation of the fungus from the resides was only performed in the soil inoculated with strains F-15 or F-20, in which the sclerotia or chlamydospores, as shown in the plates presented, were observed on or in the residues. The sclerotia of B-5 developed on fresh substrates or among the soil particles.

Explanation of plate 1

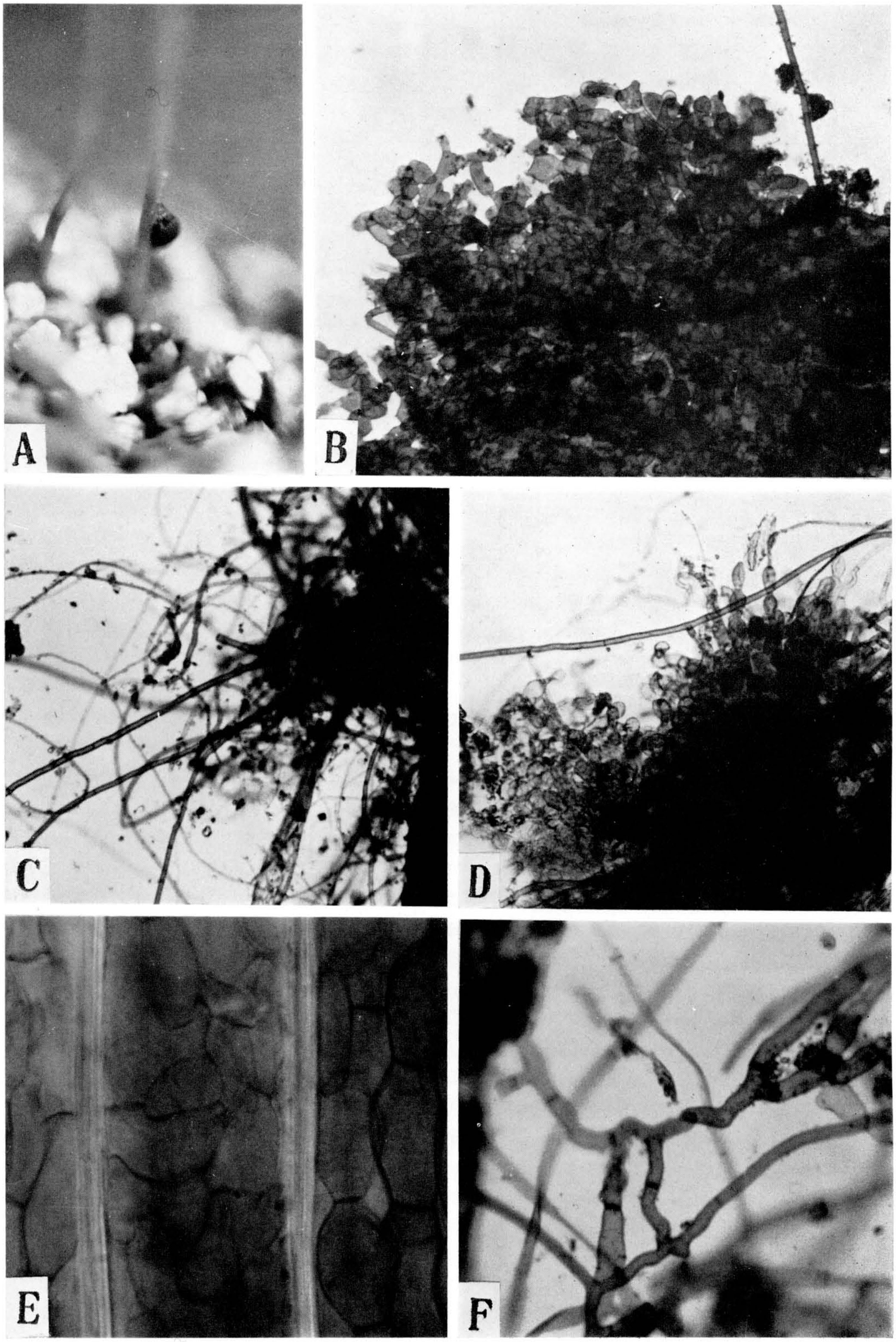
A. The sclerotium of *R. solani* (B-5) formed on the hypocotyle of the flax seedling grown in the soil incubated for 160 days.

B. The sclerotium of *R. solani* formed on the plant residues in the soil inoculated with the fugus (strain F-15).

C. The hyphae of *R. solani* developed on the plant residues in the inoculated soil with the fungus (strain F-20).

D and E. The chlamydospores of *R. solani* formed on or in the plant residues in the inoculated soil with the fungus (strain F-20).

F. The hyphae of *R. solani* developed on the plant residues in the inoculated soil with the fungus (strain B-5).


A
B
C
D
E
F