

アカマツ林土壌における糸状菌の分布に関する研究

第 3 報 有機物層における分布^{***}

石 井 弘[※]

Hiroshi ISHII

Studies on the Distribution of Micro-fungi in Pine Forest Soil.

2. Distribution in Organic Horizon.

ま え が き

アカマツ林の有機物層を落葉の分解程度によってL, F, Hに層分けし, 希釈平板法によって糸状菌を分離した結果, 種類構成・数量にちがいのみられること, および現われる種類が土壌断面における垂直分布のしかたから4つの垂直分布型に分類されることはすでに報告した。

これまで希釈平板法によって分離される糸状菌の森林土壌における分布上の特徴について明らかにされた事実は乏しく, そのうちでも多くの研究者の間ではば一致した結果を示しているのは *Penicillium*, *Trichoderma* が⁽¹⁾ 優占的で *Aspergillus*, *Fusarium* が⁽³⁻⁸⁾ 少ないということだけである。そこで希釈平板法で見出される種類についてその分布の特徴を明らかにするため, 本報告ではいくつかのアカマツ林での測定結果から有機物層の糸状菌群落について一般的な考察を行ない, さらに垂直分布型の

うち有機物層で優占的なI型・II型に属する種類の位置づけを検討する。

試 料 採 取 地

試料採取地, 採取月日, 有機物層の状態は第1表のとおりである。下層植生は plot 7を除きいずれもアカマツ林でよくみられる乾性植物が多く, plot 1~6はゴキダケ, plot 8~9はチュウゴクザサが混生している。アカマツ林では下層植生が多く, 有機物層の形成にはその影響が大きいと思われるので, plot 7はそれを除くためにヒノキ・コウヤマキ林中に群状に残存するアカマツだけからなる場所を選んだ。その有機物層はほとんどアカマツの落葉で周辺のヒノキ, コウヤマキの落葉が多少混っていた。

試料採取および糸状菌分離方法

方法は第1報⁽²⁾と同じである。plot 1~5は試料採取後直ちに分離を行なったが, plot 6~9は遠隔地のため試

※ 育林学研究室

※※ Contributions from JIBP-PT No.15

TABLE 1. Sampling sites.

Plot No.	Locality	Forest age	Date of sampling	Depth of Ao horizon (cm)	Water content (%)		
					L	F	H
1	島根県松江市, Shimane Pref.	50	11-13 '65	5.0	70	72	67
2	同 上, do.	50	11-22 '65	5.5	75	74	72
3	同 上, do.	60	11-29 '65	7.5	64	76	75
4	同 上, do.	60	12- 4 '65	4.5	67	75	73
5	同 上, do.	50	12-21 '65	5.5	54, 75	79	74
6	松江市三坂山, do.	40	6-12 '67	5.8	46	69	67
7	滋賀県蒲生郡日野町, Shiga Pref.	Natural	11-19 '66	6.9	40, 60	72	68
8	広島県芦品郡協和村, Hiroshima Pref.	60	8-21 '66	2.2	23	40	53
9	同 上, do.	60	8-21 '66	2.7	47	63	61

TABLE 2. Number of micro-fungus colonies isolated from Ao horizon in several pine forests.

($\times 10^3$)

	Plot	L ₁	L ₂	F	H		Plot	L ₁	L ₂	F	H
Total numbers	1		820	1779	3100	<i>Cunninghamella</i> spp.	1		0	0	5
	2		2652	1771	4618		2		0	0	5
	3		1433	1981	1326		3		0	0	0
	4		550	1872	1333		4		0	0	0
	5	225	930	2657	3060		5	0	0	7	6
	6		592	1546	1084		6		0	0	7
	7	318	477	2327	1148		7	0	0	0	0
	8		643	864	1371		8		0	0	0
	9		499	1450	891		9		0	0	0
<i>Absidia</i> sp. 1	1		0	0	0	Sphaeropsidales	1		0	0	0
	2		0	0	0		2		0	0	0
	3		0	6	0		3		154	13	0
	4		0	0	17		4		191	0	0
	5	0	0	0	6		5	95	60	7	0
	6		0	0	21		6		29	15	7
	7	0	0	0	0		7	120	153	0	0
	8		0	0	0		8		23	0	0
	9		0	0	0		9		27	0	0
<i>Mucor</i> spp.	1		10	38	23	<i>Pestalotia</i> spp.	1		15	0	0
	2		48	12	5		2		138	29	0
	3		13	31	6		3		4	19	6
	4		0	0	0		4		27	6	0
	5	0	6	0	0		5	13	18	0	0
	6		4	0	0		6		4	15	27
	7	0	0	0	0		7	18	108	0	11
	8		5	6	12		8		0	0	0
	9		7	0	0		9		0	0	0
<i>Mucor ramannianus</i>	1		175	38	1036	<i>Cephalosporium</i> sp. W1	1		—*	—*	—*
	2		60	46	836		2		—*	—*	—*
	3		75	181	24		3		54	144	318
	4		5	18	22		4		27	1308	528
	5	3	60	64	1035		5	0	48	721	254
	6		25	51	21		6		4	152	273
	7	0	9	0	11		7	0	27	862	315
	8		7	9	115		8		75	36	65
	9		75	49	32		9		17	58	185
<i>Mortierella</i> spp.	1		5	5	0	<i>Trichoderma viride</i>	1		90	209	68
	2		0	17	75		2		306	519	129
	3		0	38	30		3		113	350	180
	4		0	0	0		4		23	84	28
	5	0	0	0	12		5	0	258	507	58
	6		0	22	41		6		0	152	157
	7	0	0	26	124		7	0	0	141	56
	8		0	0	0		8		157	411	306
	9		0	0	9		9		119	535	175

* In this case, this fungus was included in Hyaline sterile mycelium.

TABLE 2. — (Continued)

	Plot	L ₁	L ₂	F	H		Plot	L ₁	L ₂	F	H
<i>Penicillium spp.</i>	1		205	209	1073	<i>Cladosporium spp.</i>	1		0	0	0
	2		162	150	2293		2		96	0	5
	3		225	294	216		3		21	0	0
	4		27	204	628		4		23	0	0
	5	0	60	443	981		5	3	0	0	0
	6		175	639	171		6		21	15	0
	7	0	0	90	34		7	0	0	0	0
	8		47	30	19		8		0	0	0
	9		34	15	46		9		0	0	0
<i>Acrostalagmus spp.</i>	1		25	11	0	<i>Bisporomyces sp.</i>	1		5	0	5
	2		36	69	5		2		0	12	11
	3		4	13	6		3		42	13	30
	4		0	12	0		4		0	0	17
	5	0	0	7	0		5	0	12	50	0
	6		0	0	0		6		17	58	27
	7	0	0	0	0		7	0	0	26	68
	8		0	0	0		8		5	9	12
	9		0	0	14		9		0	24	60
<i>Spicaria sp. 2</i>	1		0	11	5	Dark sterile mycelium	1		55	48	5
	2		0	6	21		2		858	23	11
	3		0	0	0		3		163	31	6
	4		0	0	0		4		123	6	0
	5	0	0	0	0		5	65	102	0	17
	6		4	44	136		6		58	15	14
	7	0	0	334	90		7	36	27	26	11
	8		0	0	0		8		5	0	0
	9		0	0	0		9		17	0	0
<i>Papularia spp.</i>	1		30	0	0	Hyaline sterile mycelium	1		100	348	86
	2		114	23	21		2		138	144	129
	3		13	13	6		3		54	25	96
	4		23	24	0		4		27	18	11
	5	23	132	7	0		5	10	0	0	0
	6		4	0	0		6		33	29	0
	7	0	0	0	0		7	48	117	206	23
	8		19	0	0		8		16	0	0
	9		0	10	0		9		10	10	14
<i>Pullularia pullulans</i>	1		0	0	0	<i>Rhizopus sp.</i>					
	2		0	0	0	1		0	5	0	
	3		4	0	0	<i>Mortierella sp. P.</i>					
	4		14	0	0	2		0	0	11	
	5	0	0	0	0	5	0	0	0	6	
	6		13	0	0	8		0	0	38	
	7	12	0	0	0	9		0	0	46	
	8		0	0	0	<i>Chaetomium sp.</i>					
	9		0	0	0	5	0	6	0	0	

TABLE 2.—(Continued)

	Plot	L ₁	L ₂	F	H
<i>Cephalosporium spp.</i>					
	2		18	6	0
	6		4	7	7
	8		5	0	0
<i>Gliocladium roseum</i>					
	2		6	0	5
	4		0	6	0
<i>Gliocladium sp.</i>					
	3		129	0	6
	6		17	22	0
<i>Verticillium sp. W-Ac.</i>					
	6		4	22	27
	7	0	0	0	11
<i>Spicaria sp. 1</i>					
	1		0	0	18
	7	0	0	0	23
<i>Spicaria sp. 5</i>					
	6		0	7	0
	7	0	0	103	68
<i>Spicaria sp. 6</i>					
	6		0	0	14
<i>Nigrospora spp.</i>					
	4		0	6	0
	5	0	6	0	0
<i>Humicola spp.</i>					
	3		8	25	6
<i>Chalara sp.</i>					
	9		0	10	0
<i>Helminthosporium sp.</i>					
	1		5	0	0
<i>Spondylocladium sp.</i>					
	2		6	0	0
<i>Alternaria spp.</i>					
	1		0	5	0
	4		9	0	0
	6		13	0	0
<i>Acrostaphylus sp.</i>					
	7	0	0	0	23
<i>Leptographium sp.</i>					
	6		4	15	0
<i>Fusarium sp.</i>					
	6		0	0	14
<i>Basidiomycetes</i>					
	5	3	0	0	0
not identified (sp. 5)					
	9		0	0	9

料採取後1～2日に分離した。希釈度は $\frac{1}{12,000}$ ～ $\frac{1}{18,000}$ とした。

結果および考察

分離結果は第2表に示した。ここでは本論文の考察を容易にするため従来よく行なわれているようなフロアの表の形式をとらず、種類別に各 plot での数量をまとめて表わした。分離されたすべての種類を掲げたが各 plot について総菌数と全種類の菌数の差はプレート上で他の菌に被圧されて同定できなかったコロニーの数である。

plot 1・2の測定時には *Cephalosporium sp. W1* の特徴が明らかでなかったので識別せず Hyaline sterile mycelium に一括して含めた。後に一部の培養菌種から同定して多数存在したことは明らかである。 *Mortierella sp. P*, *Spicaria sp. 1*, 所属不明種 sp. 5 が H層から少数分離されたがこれらは垂直分布型の III, IV型に属するものなので有機物層に関する本報告では一切考察を加えなかった。

1. 糸状菌数

総菌数は第2表にみられるように plot 2 を除いて L層に少なく、F層あるいはH層で最大値を示した。L層を新しい落葉 (L₁層) と古い落葉 (L₂層) に分けると L₁<L₂で、希釈平板法によって表わされる菌数はある程度分解の進んだ層に多い。plot 2 のようにF層よりL層の方が菌数が多い場合あるいはF層で最大値を示したりH層で最大値を示すのは希釈平板法による数量の変動が大きいこと、あるいはL, F, Hの層分けが非常に主観的で場所、時によりかならずしも一致しないこと、および一つの層でも種々の分解過程にある基質が入混っているためと考えられる。したがって同じ層でも場所によって菌数の差は大きくL層で23～265万、F層で86～266万、H層で89～462万の値を示した。アカマツ林の有機物層 (F～H層) の糸状菌数についてはこれまで中山⁽⁸⁾ (28～194 × 10⁴/g), 大政・河田・河田⁽⁴⁾ (29～242 × 10⁴/g), 安藤⁽⁵⁾⁽⁹⁾ (17～89 × 10⁴/g) の報告があるが、いずれも場所による変動が大きいうえに希釈平板法でも分離操作、プレート上のコロニーの算へ方などが研究者によって違うためかなりの巾が認められる。有機物層を層分けして希釈平板法によって糸状菌を分離した例は斎藤⁽¹¹⁾のブナ林で行なった報告があるに過ぎない。それによるとF層を細分した場合その分解程度によって菌数の増減がみられるが、一般的には本報告の結果と同じく L<F<Hと下層ほど多いようである。

2. 各種の出現頻度と最大値

分離されたすべての種類について全試料中の出現頻度

TABLE 3. Frequency of isolation and maximum number of micro-fungi in Ao horizon of pine forests.

Fungi	Frequency of isolation *					Maximum number per 1g dry matter, ×10 ³
	Total	L ₁	L ₂	F	H	
<i>Absidia</i> sp. 1	4	—	—	1	3	21
<i>Rhizopus</i> sp.	1	—	—	1	—	5
<i>Mucor ramannianus</i>	27	1	9	8	9	1036
<i>Mucor</i> spp.	15	—	7	4	4	48
<i>Mortierella</i> sp. P.	4	—	—	—	4	46
<i>Mortierella</i> spp.	12	—	1	5	6	124
<i>Cunninghamella</i> spp.	5	—	—	1	4	7
<i>Chaetomium</i> sp.	1	—	1	—	—	6
Sphaeropsidales	13	2	7	3	1	191
<i>Cephalosporium</i> sp. W 1	28	—	9	9	9	1308
<i>Cephalosporium</i> spp.	6	—	3	2	1	7
<i>Trichoderma viride</i>	25	—	7	9	9	535
<i>Penicillium</i> spp.	26	—	8	9	9	2293
<i>Gliocladium roseum</i>	3	—	1	1	1	6
<i>Gliocladium</i> sp.	4	—	2	1	1	129
<i>Verticillium</i> sp. W-Ac.	1	—	—	—	1	27
<i>Acrostalagmus</i> spp.	11	—	3	5	3	69
<i>Spicaria</i> sp. 1	2	—	—	—	2	23
<i>Spicaria</i> sp. 2	9	—	1	4	4	334
<i>Spicaria</i> sp. 5	3	—	—	2	1	103
<i>Spicaria</i> sp. 6	1	—	—	—	1	14
<i>Papularia</i> spp.	15	1	7	5	2	132
<i>Pullularia pullulans</i>	4	1	3	—	—	14
<i>Nigrospora</i> spp.	2	—	1	1	—	6
<i>Humicola</i> spp.	3	—	1	1	1	25
<i>Cladosporium</i> spp.	7	1	4	1	1	96
<i>Chalara</i> sp.	1	—	—	1	—	10
<i>Bisporomyces</i> sp.	20	—	5	7	8	68
<i>Helminthosporium</i> sp.	1	—	1	—	—	5
<i>Spondylocladium</i> sp.	1	—	1	—	—	6
<i>Alternaria</i> spp.	3	—	2	1	—	13
<i>Acrostaphylus</i> sp.	1	—	—	—	1	23
<i>Leptographium</i> sp.	2	—	1	1	—	15
<i>Fusarium</i> sp.	1	—	—	—	1	14
<i>Pestalotia</i> spp.	16	2	7	4	3	108
Basidiomycetes	1	1	—	—	—	3
not identified (sp. 5)	1	—	—	—	1	9
Hyaline sterile mycelium	23	2	8	7	6	348
Dark sterile mycelium	23	2	9	6	6	858

*Numbers of samples are as follows : L₁ : 2 ; L₂, F, H : 9 ; Total : 29.

と試料19（絶乾）当りの最大菌数をまとめたのが第3表である。出現頻度とその種の示す最大値とはほぼ平行した関係がみられ、出現率の大きな種ほど最大菌数も多い。ただ *Bisporomyces* sp. は1試料中の菌数は少ないが出現頻度は高い。逆に *Gliocladium* sp. と *Spicaria* sp. 5 は出現頻度は低いが時に多数分離される。恐らくこれらの種は特定の因子と結びつきが強いものと思われる

るがこの結果だけでは明らかでない。出現頻度の高い種（常在種ともいべき種）をみるといずれも森林土壌に普遍的に分布している種類で、*Mucor ramannianus*, *Penicillium* spp., *Trichoderma viride* はこれまで多くの研究者により確認されている。⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽¹¹⁾*Cephalosporium* sp. W1, *Bisporomyces* sp. は希釈平板法によってほとんどとりあげられていないが筆者の各種森林の調査結果（未

TABLE 4. Dominant fungi in Ao horizon of several pine forests.

plot	L ₁ layer	L ₂ layer	F layer	H layer
1		<i>Penicillium</i> spp. <i>Mucor ramannianus</i> <i>Trichoderma viride</i> Hyaline sterile mycelium	<i>Penicillium</i> spp. <i>Trichoderma viride</i> Hyaline sterile mycelium	<i>Penicillium</i> spp. <i>Mucor ramannianus</i>
2		Dark sterile mycelium <i>Trichoderma viride</i>	<i>Trichoderma viride</i>	<i>Penicillium</i> spp. <i>Mucor ramannianus</i>
3		<i>Penicillium</i> spp. Dark sterile mycelium Sphaeropsidales	<i>Trichoderma viride</i> <i>Penicillium</i> spp.	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Penicillium</i> spp. <i>Trichoderma viride</i>
4		Sphaeropsidales Dark sterile mycelium	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Penicillium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp. <i>Cephalosporium</i> sp. W 1
5	Sphaeropsidales Dark sterile mycelium <i>Papularia</i> spp.	<i>Trichoderma viride</i> <i>Papularia</i> spp. Sphaeropsidales	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Trichoderma viride</i> <i>Penicillium</i> spp.	<i>Mucor ramannianus</i> <i>Penicillium</i> spp.
6		<i>Penicillium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Penicillium</i> spp. <i>Trichoderma viride</i> <i>Spicaria</i> sp. 2
7	Sphaeropsidales Hyaline sterile mycelium Dark sterile mycelium	Sphaeropsidales <i>Pestalotia</i> spp. Hyaline sterile mycelium	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Spicaria</i> sp. 2	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Mortierella</i> spp.
8		<i>Trichoderma viride</i> <i>Cephalosporium</i> sp. W 1	<i>Trichoderma viride</i>	<i>Trichoderma viride</i>
9		<i>Trichoderma viride</i> <i>Mucor ramannianus</i>	<i>Trichoderma viride</i>	<i>Cephalosporium</i> sp. W 1 <i>Trichoderma viride</i>

発表)では普遍的に分布している。出現頻度と最大値についてみるとアカマツ林の有機物層の糸状菌群落には希釈平板法によるかぎりでは標徴種といったものはみられず、糸状菌の分布は普遍的であるといえよう。希釈平板法のように簡単な組成の培養基を用いる方法では有機物源に対して比較的選択性のない種類が多く分離されるのは当然であろう。

試料1g当りの菌数の少ない種類の出現頻度が低いのはその分布が限られているとみるべきではなく、菌数が少ない故に希釈平板法のように少量の試料を高度に希釈する方法では分離されるチャンスが少ないためであろう。このような種類はある場所で多数に分離されないかぎりその分布の特徴はつかめないと思われる。

次に層位別にみると、出現頻度の最も高い *Cephalosporium* sp. W1, *Mucor ramannianus*, *Penicillium* spp., *Trichoderma viride* はL₁層を除き普遍的に分布し、出現頻度に関しては層による差は認められない。これらより出現頻度の低い種はそれぞれ層によって違いが認められ、第1報で設けた垂直分布型の分類によくあてはまる。即ちI型に属する *Mucor* spp., *Pullularia pullulans*, *Papularia* spp., *Cladosporium* spp., *Pestalotia* spp., SphaeropsidalesがL層で出現頻度が高くF, H層ほど低くなり、II型に属する *Acrostalagmus* spp. がF層で、*Ab-sidia* sp. 1, *Cunninghamella* spp., *Mortierella* spp., *Bisporomyces* sp. がH層で最も出現頻度が高い。

3. 優占種

総菌数の10%以上を占める種を優占種とみなしてまとめたのが第4表である。

一般に希釈平板法で出現頻度が高く、森林土壌で普遍的に分布するとされている種類がほとんどで一部のL層において垂直分布型のI型に属するものが優占種として現われるに過ぎず、優占種に限ってみるとこれまでの研究と同じ傾向を示し場所、層位の違いによる差はそれほど顕著ではない。ただアカマツの針葉のみからなるplot 7に *Trichoderma*, *Penicillium* が優占種として現われず、他では少数しか分離されない種類が優占種となることは広葉樹が混らないアカマツ林の有機物層では糸状菌群落が普通のアカマツ林の場合と異なるといえるかもしれない。

4. 垂直分布型

以上述べてきたようにアカマツ林の有機物層の糸状菌群落を全般的にみると、希釈平板法によって最も頻繁かつ多量に分離されるいくつかの種類が普遍的に分布しているとしかいえず、種々の森林におけるこれまでの調査

と比較してもほぼ同じ傾向を示している。

ところが1つのアカマツ林でも有機物層をその分解程度の違うL, F, H層にわけてそれぞれの種類の消長をみると希釈平板法によってもかなりの違いが認められる。(1) その違いを明らかにするために第1報では分離された種を一土壌断面における数量の変化に基いて4つの型に分類し垂直分布型 (Patterns of Vertical Distribution) と名づけ、有機物層で優占的な種類について、L層で最大値を示し下層へいくほど減少する種をI型、L層に少なくF~H層で最大値を示し以下深さが増すと減少する種をII型と2つに分類した。(2)

第1報で取扱った種類のほか(第1報の第4表参照)、本報告の調査結果からいくつかの種が加えられる。Dematiaceaeに属する *Pullularia pullulans*, *Helminthosporium* sp., *Spondylocladium* sp., *Alternaria* spp., *Leptographium* spp. および胞子を形成しないので所属は明らかでないが恐らくSphaeropsidalesとDematiaceaeに属するものと思われる暗色の菌糸(Dark sterile mycelium)をもつ種類がI型に属する。*Pullularia pullulans* はSMIT and WIERINGAによって種々の樹木の落下直前の葉から多数分離されペクチン分解力が強く落下後分解が進むと他の菌にとって代わることが報告されている。(3) 齊藤もブナ林でL層だけから分離されたと報告している。*Spondylocladium* sp., *Leptographium* spp. はそれぞれ1度分離されているだけであるが筆者のこれ以外の調査(未発表)でI型に含めるのが正しいと思われる。*Helminthosporium* sp., *Alternaria* spp. も種々の植物に対して弱い病原性をもつことが知られ、I型に属する種類は落下前の葉に関係の深いものが多いと思われ、落下後の落葉の分解にどの程度関与しているかは今後検討されるべきであろう。この他Moniliaceaeに属する *Gliocladium* sp., *Cephalosporium* spp. が一部で分離されI型の傾向を示すが確定するにはさらに資料を集める必要がある。

II型に属するものとしてはMoniliaceaeの *Spicaria* sp. 2, *S.* sp. 5, *Verticillium* sp. W-Ac, Dematiaceaeの *Chalara* sp. が加えられる。いずれもこの資料だけでは不確かであるが他の森林の調査結果も考慮すると間違いないように思われる。Dematiaceaeの多くがI型に属するのにendoconidiaを作る分類学上近縁の *Bisporomyces* sp. と *Chalara* sp. がII型に属するのは興味ある事実である。この他本報告の調査では *Rhizopus* sp., *Spicaria* sp. 6, *Gliocladium roseum*, *Humicola* spp., *Acrostaphylus* sp., *Fusarium* sp. が分離されているがいずれも資料に乏しく確かな分類はできない。

TABLE 5. Patterns of vertical distribution of micro-fungi in Ao horizon of pine forest.

TYPE I		TYPE II		
TYPE L	TYPE L-F	TYPE F	TYPE F-H	TYPE H
	PHYCOMYCETES <i>Mucor spp.</i>		PHYCOMYCETES <i>Mucor ramannianus</i>	PHYCOMYCETES <i>Absidia sp. 1</i> <i>Cunninghamella spp.</i> <i>Mortierella spp.</i>
	ASCOMYCETES <i>Chaetomium sp.</i>			
BASIDIOMYCETES				
FUNGI IMPERFECTI SPHAEROPSIDALES (Dark sterile) mycelium DEMATIACEAE <i>Pullularia pullulans</i> <i>Cladosporium spp.</i> <i>Helminthosporium sp.</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Spondylocladium sp.</i>	FUNGI IMPERFECTI MELANCONIALES <i>Pestalotia spp.</i> DEMATIACEAE <i>Papularia spp.</i> <i>Nigrospora spp.</i> <i>Leptographium sp.</i>	FUNGI IMPERFECTI MONILIACEAE <i>Trichoderma viride</i> <i>Acrostalagmus spp.</i> DEMATIACEAE <i>Chalara sp.</i>	FUNGI IMPERFECTI MONILIACEAE <i>Cephalosporium sp. W 1</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Verticillium sp. W-Ac.</i> <i>Spicaria sp 2</i> <i>Spicaria sp. 5</i> DEMATIACEAE <i>Bisporomyces sp.</i>	

このような垂直分布型が洗浄法による結果とよく一致することはすでに第1報⁽⁹⁾で検討した。希釈平板法⁽¹¹⁾を用いてブナ林の有機物層を6層に区分して調べた齊藤の結果によると、*Penicillium* はL層とF層の上部に、*Absidia glauca* はF層下部、*Trichoderma album* がH層にそれぞれ優占的で *Mucor ramannianus*, *Trichoderma viride* が全層に均一に分布している。これらの種は筆者の垂直分布型ではすべてII型に属し一致しない点が多いが *Mucor spp.*, *Phoma sp.*, *Papularia sp.*, *Pullularia pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria sp.* がL層あるいはF層上部に多いことは本報告のI型の種類の傾向とよく一致する。KENDRICK⁽¹³⁾ は *Pinus sylvestris* の有機物層における糸状菌の遷移は希釈平板法では明らかでなかったと報告している。

この2型に属する種類を有機物層だけについてみるとさらにI型でもより表層に優勢なものと下層に優勢なもの、II型でもF層に優勢なものとH層に優勢なものに分けられるように思われる。しかし連続的に変化するものをいくつかの型に細分してしまうのは現実的でなくかなり作為的になる恐れもあるが、有機物層における糸状菌の分布をより明瞭にするため、L, L~F, F, F~H, H層に優勢な種に5区分した。各層における数量の変化(第2表)および出現頻度(第3表)を考慮して分類したのが第5表である。出現頻度が少なく数量も少ない種類は他樹種の森林の調査結果(未発表)も参考にして配置したがこれらの種類については今後さらに検討する必要があるであろう。

I型のうち上層で優勢な種類(L型)はL層をL₁層とL₂層に分けた場合L₁層に菌数が多くF層以下では出現頻度および数が非常に少なくなるという特徴を示し、下層で優勢な種(L~F型)はL₁層よりもL₂層で数が多くL型よりもF層以下でみられる頻度も数も多い。この2型の違いは腐生能力(saprophytic ability)の違いと考えられよう。即ちL~F型はL型に比べより分解の進んだ有機物を利用できるかあるいはそこに生存できるも

TABLE 6. Distribution of Sphaeropsidales in Ao horizon. (×10³)

Plot	Species	L ₁	L ₂	F	H
5	sp. 1	46	0	0	0
	sp. 2	42	0	0	0
	sp. 4	7	60	7	0
7	sp. 5	72	144	0	0
	sp. 6	24	9	0	0
	sp. 7	24	0	0	0

のであろう。事実鈹質土壌からはL型のものよりL~F型に属する *Mucor*, *Papularia*, *Pestalotia* がはるかに多く分離される。また *Sphaeropsidales* はこれに属する種をすべて合めて考えてきたが、このうちでも種によってはL~F型のものも認められる、その一例として plot 5, 7 における結果を示すと第6表のようである。プレート上で分離されたすべてのコロニーを種の段階まで同定するのは容易でなく多くは属単位でまとめて考察を行なっているが、この例からも種による検討の必要ことは明らかでそうすればさらに多くの貴重な事実が得られるであろう。

II型では出現頻度、数量ともF層あるいはH層にかたよりのみられるものをそれぞれF型あるいはH型とし、そのどちらに層するともいえないかなり変動のあるものをF~H型とした。II型のこのような違いがどのような因子に基くものか推測しがたいが、第2報で報告したようにII型に属する種のうち根の影響をうけやすい *Absidia sp. 1*, *Mortierella spp.* がH型に、根の影響がそれほど著しくない *Trichoderma viride*, *Mucor ramannianus*, *Penicillium spp.* がF型ないしはF~H型に属していること、および非常に好氣的な *Trichoderma viride*⁽¹⁴⁾ が明らかにH層よりF層に優勢でF型に属することなどから有機物層のF, H層に棲息する糸状菌の生態的な区分として意味があるように思われる。

このような有機物層における糸状菌の垂直分布は落葉の分解過程における糸状菌の遷移をある程度表わしているといえるであろう。もっとも希釈平板法によって分離される糸状菌は有機物の分解に与る微生物のごく一部であり、またこの方法が主として孢子態のものを出しているため、ここに現われる種類だけでアカマツ林の落葉の分解における糸状菌の遷移を論じることは無理であろう。ただ落葉前の葉にも存在することが知られている種類の多いI型のもものがL層に多いということはその落葉の分解がまだあまり進んでいないことを示し、また齊藤⁽¹⁶⁻¹⁹⁾によって示されたように micro-fungi が主として担子菌類によって生成された水溶性物質を利用するものとする、II型の種類が多くみられるということは有機物の分解にともなう水溶性物質の消長を示していると考えられる。

ま と め

これまで希釈平板法を使って土壌中から微生物を分離し、その量、種類を調べ、土壌中におけるこれらの微生物の働きを解明しようと多くの研究が行なわれてきた。その結果、量的にみると土壌中の微生物の分布が非常に

不均一で再現性のある結果をうることが困難であることが明らかとなり、質的にみると少なくとも属に関するかぎりはあらゆる土壌で微生物群が非常に均一性を保っているという考えが強くなった。このような事実がこの方法のもつ他の多くの欠点とあいまって希釈平板法の価値がほとんどないとまでいわれるようになったものと思われる。

森林土壌の糸状菌に関する研究はまだ少ないが、それでも希釈平板法によるかぎりではこれといった成果は少なく、特に多くの研究者の間で一致する事実乏しく再現性のない結果が多い。本報告の対象である種類の分布についても同様であった。これは恐らく希釈平板法で分離される糸状菌の分布を最も大きく左右する因子が明らかにされなかったため、試験の対象とする因子とその因子を完全に分離することができず結果があいまいなものになったと考えられる。

糸状菌は heterotrophic な生物であるからその存在はまず有機物に左右されることは明らかであるが、GARRETT が土壌糸状菌と基質の生態学的な関係を体系づけるまで土壌菌類学者にはっきりとした認識がなかったように思われる。多くは分類学的な見地から土壌中の糸状菌を分離、同定し、色々な因子との関係を明らかにしようとして試みられていた。

本報告においてもアカマツ林の有機物層全体としてみると、これまでの結果と同じくいくつかの種類が普遍的に分布し他の森林にみられるのとかわりはなかった。ところが有機物層を分解程度により層分けしてみると種類構成にかなり再現性のある一つの傾向が見出される。この有機物の分解程度の違い即ち有機物組成の違いという重要な因子を見逃していたということが上述の混乱の一因ともいえよう。それではなぜこれまで樹種を異にする森林の間で糸状菌の種類構成の差が明らかにならなかったのか考えてみると、河田によって明らかにされたように有機物組成を異にする落葉でもその分解過程は同じであるとすれば有機物層の糸状菌群をこれまでよく行なわれているように分解の進んだF～H層と比較するとほぼ同じ種類構成がみられたといえよう。分解の進んでいないL層と比較すれば樹種間の差はより明らかになると思われる。今後有機物の分解程度の違いという因子を考慮して希釈平板法を用いるならば、この方法でもまだ多くの微生物の現象を解明できるかもしれない。

摘 要

9個所のアカマツ林で有機物層をL, F, H層にわけ希釈平板法によって糸状菌を分離した。

1. 菌数は表層に少なくF～H層で最も多かった。
2. *Penicillium spp.*, *Mucor ramannianus*, *Cephalosporium sp. W1*, *Trichoderma viride* が出現頻度、数量とも最も多く、アカマツ林有機物層における糸状菌群の特徴はみられなかった。
3. 糸状菌の垂直分布型による分類の妥当なことが明らかにされた。
4. 垂直分布型のI型, II型を有機物層における分布のしかたによって細分し, I型をL型, L～F型に, II型をF型, F～H型, H型に分けた。
5. 垂直分布型の意義を考察した。

引用文献

1. 石井弘：日林講演集 77：429-431, 1966.
2. 石井弘：島根農大研報 15(A-2)：15-21, 1967
3. 中山治朗：京大演報 25：1-34, 1956
4. 大政正隆・河田弘・河田明子：林試研報 95：1-70, 1957
5. 安藤辰夫・堤利夫：京大演報 37：40-54, 1965
6. JENSEN, H. L.: Soil Sci. 31: 123-158, 1931
7. COBB, M. J.: Soil Sci. 33: 325-345, 1932
8. WAKSMAN, S. A.: Soil Sci. 2: 103-156, 1916
9. MILLER, J. H., GIDDENS, J. E. & FOSTER, A. A.: Mycologia 49: 779-808, 1957
10. 安藤辰夫・堤利夫：京大演報 38：26-49, 1966
11. 斎藤紀：Ecol. Rev. 14: 141-147, 1956
12. SMIT, J. & WIERINGA, K. T.: Nature 171: 794-795, 1953
13. KENDRICK, W. B.: Nature 181: 432, 1958
14. 石井弘：島根農大研報 15(A-2)：22-27, 1967
15. 斎藤紀：菌叢 13：1-6, 1967
16. ———：Sci. Rep. of Tohoku Univ. 24：73-79, 1958
17. ———：Ibid. 26：125-131, 1960
18. ———：土と微生物 5：33-38, 1963
19. ———：Sci. Rep. of Tohoku Univ. 31：255-273, 1965
20. BURGESS, A.: Micro-organisms in the Soil, 1958 (土壌微生物, 熊田ら訳, 東京・朝倉書店, p.39, p.109, p.41)
21. GARRETT, S. D.: Biology of Root-infecting Fungi, Cambridge Univ.
22. 河田弘：林試研報128：115-144, 1961

Summary

The distribution of micro-fungi in organic horizon of pine (*Pinus densiflora*) forests was examined by soil dilution plate method.

Samples were collected from nine localities (TABLE 1). Organic horizon was divided into L, F and H layers.

Numbers of fungus colonies are shown in TABLE 2. Total numbers of fungi are fewer in fresh litter layer than in more decomposed layers.

Frequency of isolation and maximum number of each fungus are shown in TABLE 3. In general, the greater the frequency of isolation is, the greater the maximum number of any one fungus is. The most dominant fungi occur constantly in each layer but less dominant ones occur more frequently in some layer. Its tendency accords with the patterns of vertical distribution of micro-fungi.

The dominant fungi in A₀ horizon are shown in TABLE 4. Except in several cases, the fungi such as *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucor ramannianus*, *Cephalosporium sp.* W1 which are most frequently isolated from soil by dilution plate method are dominant. In this respect the fungus flora of the forest soil seems to be cosmopolitan.

The patterns of vertical distribution of micro-fungi in A₀ horizon of pine forest are summarized in TABLE 5. The fungi which belong to TYPE I are subdivided into two groups, i. e. TYPE L and TYPE L-F, the former is more dominant in upper part of L layer, and its vertical distribution is restricted, the latter is dominant in lower part of L layer and its distribution is wider than the former. The fungi which belong to TYPE II are subdivided into three groups, i. e. TYPE F, TYPE F-H, and TYPE H. The fungi of TYPE F and TYPE H are characteristically most dominant in each layer but ones of TYPE F-H distribute more widely.

These patterns of vertical distribution in A₀ horizon seem to indicate some aspects of fungus succession in the decomposition of litter.