

# アカマツ林土壌における糸状菌の分布に関する研究

## 第7報 鈹質土層の糸状菌集団の性質

石 井 弘<sup>※</sup>

Hiroshi ISHII

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

7. Characters of Micro-fungus Population in Mineral Soil.

### I ま え が き

有機物の分解を行なう多くの微生物のうち、希釈平板法で検出される糸状菌が森林土壌でどのように分布し、その分布のしかたにどのような法則性がみられるかを明らかにする目的で、これまでの一連の報告<sup>1-6)</sup>ではアカマツ林の有機物層におけるこれら糸状菌の分布状態を垂直分布<sup>1,2)</sup>と水平分布<sup>2,4,5)</sup>および時間的変化<sup>6)</sup>について検討してきた。その結果、有機物層では糸状菌の分布のしかたは空間的、時間的に非常に不均一ではあるが、有機物の種類(落葉、落枝、根系、樹種の違いなど)およびその分解過程と最も密接な関係があることが認められた。

本報告では、さらに鈹質土層における糸状菌の分布法則を明らかにするため、アカマツ林土壌でみられる糸状菌集団の種類組成を検討し、その集団の特徴を明らかにしたうえで、それが一つの林分内において、また土壌の種類の違いによって、あるいは他の生物因子(マツタケ菌)によってどのような変化を示すかについて調査した結果を検討する。

### II 鈹質土層における糸状菌集団の種類組成

第1報<sup>1)</sup>において鈹質土層の一土壌断面における糸状菌集団の内容とその垂直方向での変化のしかたを調査したが、一般にアカマツ林の鈹質土層の糸状菌集団はどのような種類組成を示すか、現在までのアカマツ林における調査結果から、分離した各種類の出現頻度をまとめたのが表-1である。また鈹質土層と有機物層での違いを比較し、鈹質土層の糸状菌集団の特徴を把握するために鈹質土層に現われた各種類の有機物層における出現頻度も併記した。

資料として、以下に掲げる各地のアカマツ林で1965年～1969年の間に調査した結果を用いた。

鈹質土層については、

1. 島根県松江市, 16林分35試料。
2. 広島県芦品郡協和村, 5林分21試料。
3. 岡山県久米郡久米南町, 1林分3試料。
4. 鳥取県西伯郡大山町, 2林分8試料。

有機物層については、

1. 島根県松江市, 9林分30試料。
2. 広島県芦品郡協和村, 4林分60試料。
3. 滋賀県蒲生郡日野町, 1林分4試料。

表-1は、鈹質土層での出現頻度が高い種類の順に並べ、それぞれの属する垂直分布型<sup>1)2)</sup>も示した。

鈹質土層では67試料から42種類(筆者は糸状菌の同定をプレート上のコロニーの検鏡だけで行なっているもので、容易に識別できるものは種単位、それ以外は属あるいはそれ以上の単位で分類されている)が検出されたが、出現頻度100%のものはなく、多くの種類は出現頻度が低い。

各種類の出現頻度を有機物層と鈹質土層とで比較するとかなり差のあるものが多い。

垂直分布型のI型およびII型に属するものは *Mortierella* spp., *Absidia* sp. 1, *Oidiodendron* spp. を除いて、いずれも鈹質土層での出現頻度が有機物層での頻度よりも低い。このように多数の試料について有機物層と鈹質土層での出現頻度を比較してみても、I型菌とII型菌は明らかに有機物層で多いことがわかり、この垂直分布型の分類の妥当なことが裏付けられる。*Mortierella* spp., *Absidia* sp. 1, *Oidiodendron* spp. の出現頻度は有機物層より鈹質土層で高いが、菌数の点では有機物層で多い。この3種類はII型菌のうちでも有機物層の最下層(H層)で菌数が最大となるもの(II-H型)<sup>3)</sup>であ

※ 育林学研究室

Table 1. Frequency of isolation of micro-fungi in pine forest soils.

Fungi	Frequency of isolation		TYPE of vertical distribution patterns
	Mineral soil	A <sub>0</sub>	
	%	%	
<i>Penicillium</i> spp.	96	96	II (F-H)
<i>Mortierella</i> sp. P	93	13	III
<i>Trichoderma viride</i>	87	96	II (F)
<i>Mortierella</i> spp.	85	46	II (H)
<i>Spicaria</i> sp. 1	85	6	III
<i>Cephalosporium</i> sp. W1	84	93	II (F-H)
<i>Mucor ramannianus</i>	82	96	II (F-H)
not identified (?5)	61	1	
<i>Bisporomyces</i> sp.	60	85	II (F-H)
<i>Aspergillus</i> sp. B	40	1	III
Dematiaceae (sp. 3)	40	1	III
dark sterile mycelium	34	69	I (L)
<i>Absidia</i> sp. 1	28	12	II (H)
<i>Oidiodendron</i> spp.	25	9	II
Sphaeropsidales	22	67	I (L)
<i>Spicaria</i> sp. 5	19	37	II (F-H)
<i>Spicaria</i> sp. 4	19	0	III
<i>Papularia</i> spp.	18	68	I (L-F)
<i>Gliocladium</i> spp.	15	12	
<i>Verticillium</i> sp. W-Ac	15	39	I (F-H)
<i>Spicaria</i> sp. 2	15	36	II (F-H)
<i>Pestalotia</i> spp.	12	66	I (L-F)
<i>Fusidium</i> spp.	7	12	
<i>Gliomastix</i> sp.	7	0	
<i>Cunninghamella</i> spp.	6	10	II (H)
<i>Oidiodendron</i> sp. 1	6	0	III
<i>Humicola</i> spp.	6	3	
<i>Aspergillus</i> spp.	4	1	
<i>Cladosporium</i> spp.	4	43	I (L)
<i>Monocillium</i> sp.	4	37	
<i>Hyalopus</i> spp.	4	26	
<i>Fusarium</i> spp.	3	4	
<i>Spicaria</i> sp. 7	3	0	
<i>Cylindrocarpon</i> spp.	3	0	
<i>Mucor</i> spp.	3	30	I (L-F)
<i>Cephalosporium</i> spp.	3	14	
<i>Calcarisporium</i> sp.	1	0	
<i>Acrostalagmus</i> spp.	1	35	II (F)
<i>Spicaria</i> sp. 3	1	0	
<i>Absidia</i> sp. 2	1	13	
<i>Septonema</i> spp.	1	4	
<i>Chaetomium</i> spp.	1	2	I (L-F)

るから、それに接する鈹質土層の最表層(深さ 0~4cm)でもよく分離されるものと思われる。

一方、有機物層の最表層(L層)で菌数が最大値を示すI型菌では少数の種類は鈹質土層にもかなり現われるが、その多くは鈹質土層では全くみられず、この表にもあがっていない(第3報参照)<sup>3)</sup>。

III型に属するものはその垂直分布のしかた<sup>1)</sup>からみて当然のことではあるが有機物層では稀にしか現われず、鈹質土層での出現頻度がはるかに高い。

このようにみると、有機物層の糸状菌集団は主として垂直分布型のI型菌とII型菌から構成されている<sup>1)3)</sup>のに対して、鈹質土層の糸状菌集団はII型菌とIII型菌によって構成されていると考えられる。

同じ資料から有機物層と鈹質土層における各垂直分布型の菌数および相対密度の度数分布を示すと図-1のよ

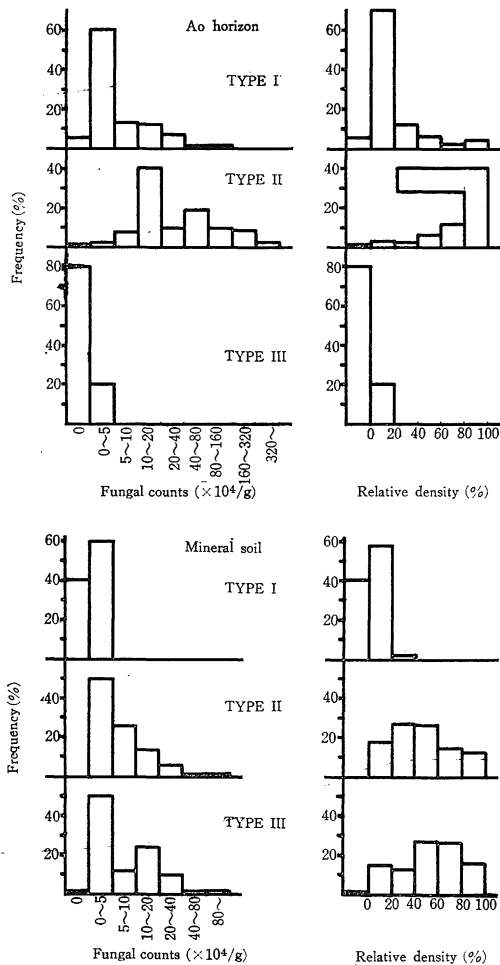


Fig. 1. Frequency distributions of fungal counts (left) and relative densities (right) in organic horizon (upper) and mineral soil (lower) of pine forests.

うである。量的にみても有機物層と鈹質土層での上記のような違いが明らかにみられる。鈹質土層ではII型菌とIII型菌の菌数の度数分布はほぼ同じ形を示し、相対密度では相半ばする場合が多く、アカマツ林土壌の糸状菌集団のII型菌とIII型菌の比率は1対1がほぼ標準的なものであるといえる。しかしどちらかが異常に多くなる場合もかなりみられ、これは後述するように鈹質土層の土壌の諸因子によって左右される。

アカマツ林の鈹質土層の種類組成のなかで最も普遍的にみられるものはII型菌に属する *Penicillium* spp., *Trichoderma viride*, *Mortierella* spp., *Cephalosporium* sp. W1, *Mucor ramannianus* とIII型菌に属する *Mortierella* sp. P, *Spicaria* sp. 1 で全試料の80%以上に出現した。上記5種類のII型菌はいずれもアカマツ林ばかりでなくあらゆる森林の有機物層において最も出現頻度が高く、菌数も多いものであるが<sup>1)3)7)</sup>、鈹質土層での出現頻度をみても森林土壌の有機物層から鈹質土層にわたって広く分布していることがわかる。一方、III型菌の *Mortierella* sp. P, *Spicaria* sp. 1 は他の出現頻度の低いIII型菌とともにアカマツ林の鈹質土層の糸状菌集団を特徴づけるもので、アカマツ林土壌でよくみられるが、アカマツ以外の森林土壌では出現頻度、菌数とも少ないか、あるいは全く分離されない場合が多い。後述するようにアカマツ林でも特定の場所では少なく、アカマツと直接関係のある糸状菌というよりも、一般にアカマツの成立しやすい土壌条件と結びつきが強いものと思われる<sup>8)9)</sup>。

### III 1 林分内における糸状菌の水平分布

有機物層における糸状菌の水平分布については第5報<sup>5)</sup>で報告したが、その同じ林分で鈹質土層の表層(0~4cm)について糸状菌の水平分布を調査した。

#### 1. 調査地と調査方法

調査林分：福山営林署管内箱田37林班ろの1(広島県芦品郡協和村)の45年生アカマツ林、花崗岩を母材とするBB型土壌。

調査日：1968年11月7日試料採取、11月8日糸状菌分離。

1斜面(勾配約30°, 斜面長 35m)に巾 20m の区を隣接して3つもうけ、それぞれをさらに斜面上部と下部にわけて6区とし、各区で2ヶ所を選んで試料採取個所(計12プロット)とした。1つの試料採取個所では1m平方内で任意に10地点から表層土(0~4cm)を採取し、よく混合した。各試料は2mmの篩を通し、細土10g(生重)を糸状菌の分離に供した。分離は希釈平板法により、希釈度は1/1,000とした。方法の詳細はこれまで

Table 2. Physical and chemical properties of the soil.

	Block I		II		III	
	upper part	lower part	upper part	lower part	upper part	lower part
Volume weight	69.2	60.4	57.7	75.8	57.5	64.5
Porosity %	70.7	74.2	75.4	68.2	76.8	73.4
Air capacity %	10.2	19.0	25.5	17.3	22.0	19.8
Water-holding capacity %	58.9	51.6	45.7	47.9	50.7	50.9
Moisture content of fresh soil %	25.9	33.5	40.9	40.5	50.6	46.9
Carbon (C) %	2.9	2.1	3.3	2.9	2.4	2.6
Nitrogen (N) %	0.10	0.08	0.12	0.14	0.11	0.10
C/N	29	26	28	21	22	26

Table 3. Micro-fungi isolated from mineral soil of pine stand.

Fungi	Plot	Block											
		I				II				III			
		U*		L**		U		L		U		L	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
<i>Absidia</i> sp. 1		1***											
<i>Mucor ramannianus</i>		4	11	6	1	11	4	7		3	7	5	1
<i>Mortierella</i> spp.		18	9	1	16	10	17	5	8	36	6	9	4
<i>Mortierella</i> sp. P		127	172	95	168	166	86	43	19	174	121	58	61
<i>Cunninghamella</i> sp.					2								
<i>Trichoderma viride</i>		15		26	29	3	1	23	10	7	26	13	17
<i>Penicillium</i> spp.		42	35	28	63	75	86	40	37	33	31	39	51
<i>Aspergillus</i> sp. B		1	3				8	1					2
<i>Cephalosporium</i> sp. W1		12	17	23	52	16	12	11		6	8	59	12
<i>Spicaria</i> sp. 1		13	2	4	15	34	12	10	2	2	11	17	10
<i>Spicaria</i> sp. 2									5		2		5
<i>Spicaria</i> sp. 4		2	1			3	1	2		2			
<i>Spicaria</i> sp. 5		2							7				
<i>Verticillium</i> sp. W-Ac		10	7	1	1					2	4		
<i>Oidiodendron</i> sp.		2							1		1		
<i>Monocillium</i> sp.			2					1					
<i>Gliocladium roseum</i>					2								
<i>Cephalosporium</i> spp.							2						
<i>Papularia</i> spp.				3			6			3	7	5	6
<i>Bisporomyces</i> sp.		4		22	9	3	3	22	16	7	11	22	7
Dematiaceae (sp. 3)			1	6			2	2	2		4	4	6
Dark sterile mycelium							2	7			2		
Hyaline sterile mycelium		2	1			2	1		2	14	17	4	
Sphaerosidales				2	2		4		2	8	2		
Sphaerosidales (W2)										2	2	2	7
<i>Pestalotia</i> sp.							2						
not identified (?5)		6	2	2	9	7	4		3		2	2	1
<i>Fusarium</i> sp.		2											
Suppressed by others		30	11	30	60	24	13	15	14	20	49	37	12
Total		291	273	249	430	354	263	187	135	320	313	282	195

\* Upper part of slope, \*\* Lower part of slope. \*\*\*  $\times 10^3$ , per gram of dry soil.

Table 4. Frequency of isolation of micro-fungi from 12 samples.

Frequency	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Number of species	4	4	1	0	1	0	4	1	1	2	2	6

の報告<sup>1)</sup>のとおりである。

各区の土壌の物理・化学的性質は表-2のとおりである。

2. 結果と考察

各試料から糸状菌を分離した結果は表-3に示した。

各種類の出現頻度：出現回数ごとの種類数は表-4のようである。ここで分類した26種類群のうち12試料すべてに現われたのは *Mortierella* spp., *Mortierella* sp. P, *Penicillium* spp., *Spicaria* sp. 1 の4種類、次いで *Mucor ramannianus*, *Trichoderma viride*, *Cephalosporium* sp. W1, *Bisporomyces* sp. の4種が12試料中11試料から分離された。残る半数以上の種類の出現頻度は有機物層の場合<sup>5)</sup>と同じように低い。

この林分内での各種類の出現頻度の傾向は、前節でみた各地のアカマツ林における出現頻度の傾向と非常によく似ている。すなわち、アカマツ林に普遍的に分布するものほど林分内における分布も普遍的であり、アカマツ林で出現頻度の低い種は林分内でも局所的に現われる。

このような現象は糸状菌の分離方法によるものと思われるので<sup>5)</sup>。各種類の出現頻度と菌数の最大値との関係を示すと図-2のとおりで、有機物層でみられたのと同じように菌数の多い種類ほど出現頻度が高い傾向がある。したがって菌数の少ない種類は例えその分布が均一であっても、現行の一定希釈度による糸状菌の分離方法

では1つの林分内で、また各地のアカマツ林でも出現頻度が低くなり、その分布が限られているようにみえらる。

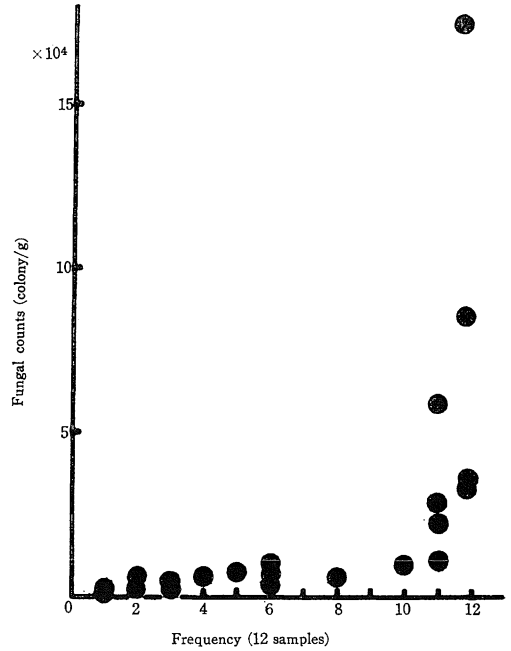


Fig. 2. Relationship between frequency of isolation and maximum count of each species.

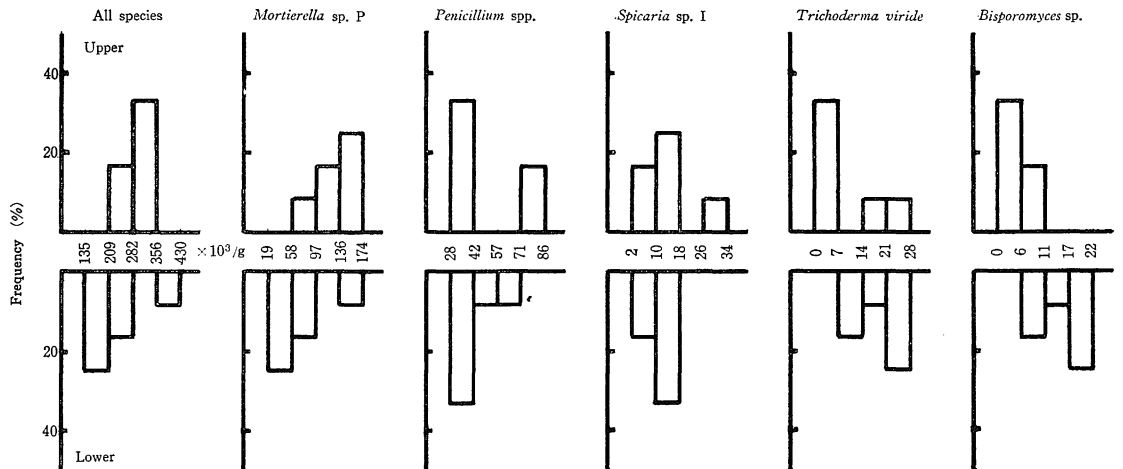


Fig. 3 Frequency distributions of fungal counts of dominant species in mineral soils of upper and lower part of the slope in pine forest.

考えるのがよいであろう。このように出現頻度の低い種類が多いことは、鉍質土層においても有機物層の場合と同様に糸状菌の生息密度（厳密にいうと孢子密度）が場所によって非常に不均一であることを示すものである。

各種類の菌数：総糸状菌数では  $135.0 \times 10^3 \sim 429.5 \times 10^3$  と約3倍のひらきがあり、個々の種類の菌数でも有機物層の場合と同様にバラツキが大きい。

有機物層の糸状菌集団では総菌数および各種類の菌数に林分内の地上植生あるいはその他環境因子の差によるといえるような場所的な偏りは認められなかったが<sup>5)</sup>、鉍質土層においては斜面上部と下部の間で2, 3の種類菌数の違いがあるように思われる。そこで総糸状菌数および出現頻度の高い主要種について菌数の度数分布を斜面上部と下部にわけて示したのが図-3である。菌数のバラツキを考慮しても *Mortierella* sp. P は斜面の上部に多く、下部で少なく、反対に *Trichoderma viride*, *Bisporomyces* sp. は斜面上部より下部に多い傾向が認められる。その他の種類ではこのようになりに明瞭な違いはみられない。わが国の森林土壌では斜面地形による土壌の断面構造および物理、化学性の違いが重要視され、この点に基づいて土壌の分類が行なわれていることから、このような糸状菌の分布の違いも斜面上下による土壌の諸因子の違いと関係が深いものと考えられる。しかし表-2にみられるように土壌の物理、化学性には斜面の上下ではっきりした違いは認められない。マクロな土壌調査では表わせない程度の差異が糸状菌には影響を及ぼしているものと思われる。

斜面上下による糸状菌集団の差：以上のように鉍質土層の糸状菌集団は同じ林分内でも斜面の上部と下部で差異があるように思われるが、そのような違いを個々の種

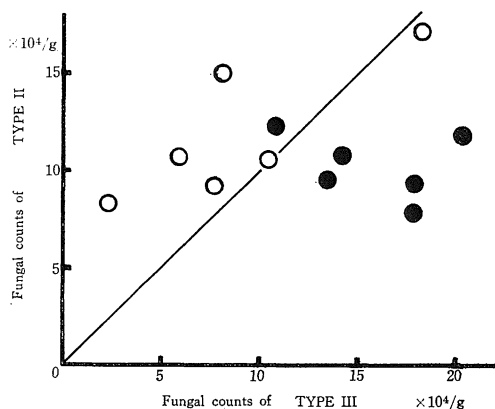


Fig. 4. Relationship between TYPE II and TYPE III of vertical distribution patterns of micro-fungi in mineral soil of pine forest. ●: upper and ○: lower part of the slope.

類について検討するには出現頻度の低いものが多いことと菌数のバラツキが大きいことから容易でない。そこでおおまかに鉍質土層の糸状菌集団を構成するⅡ型菌とⅢ型菌の2つのグループにわけて、両者の量的関係(Ⅱ-Ⅲ関係)から斜面上下の糸状菌集団の違いを検討してみよう。

縦軸にⅡ型菌の菌数、横軸にⅢ型菌の菌数をとり、斜面上部と下部の各6試料の値をプロットすると、原点を通る勾配1の直線によって斜面上部と下部の点がはっきりと分けられる(図-4)。すなわち斜面上部ではⅡ型菌とⅢ型菌の比(Ⅱ/Ⅲ)が1より小さく、斜面下部では1より大きい。また見方をかえると斜面下部での1点を除いて斜面上下の間にはⅡ型菌ではそれほどの違いがみられないのに対してⅢ型菌が斜面上部でより多い。したがって斜面上下による土壌因子の差はⅢ型菌の分布に強く影響していると考えられる。

先に報告した有機物層では、林分内の糸状菌の水平分布に特定の因子と関連づけられるような偏りは認められなかったが、鉍質土層では明らかに斜面上下の違いによって糸状菌の分布のしかたにも差がみられる。わが国の森林はその大部分が斜面地形に成立しているから、鉍質土層の糸状菌集団を検討するにあたって斜面上の位置を十分考慮する必要があると思われる。

#### IV 土壌の種類による糸状菌集団のちがひ

前節において、鉍質土層の糸状菌集団は斜面地形によって差異のあることが知られるが、これは斜面地形がもたらす土壌の物理、化学的性質の違いによるものと思われる。このような土壌の諸性質の違いが糸状菌集団に及ぼす影響を明らかにするため、土壌の種類(土壌群)によって糸状菌集団にどのような差がみられるか調査した。これまでも土壌の種類による糸状菌集団の違いを調べた例<sup>10)11)</sup>はみられるが、その上に立つ植生が異なるなど、かならずしも土壌の性質の違いだけが影響しているとは考えられない。そこで同一地域に分布し、気候、土壌母材、主要樹種の等しい黒色土壌と褐色森林土壌の間で糸状菌集団の差異を調べた。

##### 1. 調査地と調査方法

調査は鳥取県西伯郡大山町から淀江町にかけての大山火山々麓で、天然生アカマツ林が広く分布し、火山灰を母材とした黒色土壌と褐色森林土壌について行なった。比較しやすいように両土壌とも残積土の地域を選んだが、黒色土壌は山麓斜面に分布するのに対し、褐色森林土壌は緩斜面中の凸地形の部分に分布し黒色土壌よりは乾燥しやすい地形であった。そのため土壌型が黒色土壌はB1D(d)ないしはB1D(m)であるのに、褐色森林土

Table 5. Physical and chemical properties of two soils.

	Black soil		Brown forest soil	
	sample 1	sample 2	sample 1	sample 2
Volume weight	48.2	40.1	78.5	60.0
Specific gravity	2.37	2.33	2.54	2.42
Water-holding capacity %	126.6	169.6	69.4	116.2
Moisture content of fresh soil %	77.5	97.5	33.8	40.0
Mechanical compositions				
Sand %	35	28	44	50
Silt %	25	30	36	17
Clay %	40	42	20	33
Carbon %	11.8	13.3	3.5	3.9
pH	5.3	5.1	4.7	5.0

壤は BB で、土壤の種類以外に地形による水分条件の差があることが認められる。アカマツの生育も後者でやや劣っている。この地域の土壤、地質については経済企画庁の国土調査にくわしく記されている<sup>12)</sup>。

両土壤とも各4ヶ所から表層土(0~4cm)を採取し、希釈平板法によって糸状菌の分離を行なった<sup>1)</sup>。希釈度は  $1/12,000$  とした。同時に土壤の2, 3の性質についても測定した(1969年10月18日試料採取, 翌19日分離)。

2. 結果と考察

両土壤の物理、化学的性質を表-5に示したが、その違いは明瞭である。

糸状菌の分離結果を表-6に示す。

前述の水平分布でみられたように菌数のバラツキが大きいが、両土壤における糸状菌集団の差は顕著である。両者を比較すると、*Mortierella* spp., *Trichoderma viride*, *Penicillium* spp., *Cephalosporium* sp. W1, *Bisporomyces* sp. は黒色土壤に多く、*Mucor ramannianus*, *Mortierella* sp. P, *Spicaria* sp. 4, *Oidiodendron* sp. 1 が褐色森林土壤に多い。黒色土壤に多いものはいずれも垂直分布型のII型に属するものであり、褐色森林土壤に多いものは *Mucor ramannianus* 以外はいずれもIII型に属し、この両土壤の性質が垂直分布のしかたの違う糸状菌であるII型菌とIII型菌に正反対の影響を及ぼしていることがわかる。いいかえると、II型菌とIII型菌は垂直分布のしかたが異なるだけでなく、同じように鉍質土層に分布していてもその生理、生態的な性質を全く異にするものであることは明らかである。

この違いを前節と同じ手法でII型菌とIII型菌の量的関係(II-III関係)について図示すると図-5のようである。この場合もII型とIII型の比(II/III)が1より大(黒色土壤)と小(褐色森林土壤)にはっきり分離する

が、1斜面の上下での差よりさらに著しい違いがあり、両土壤の性質の差による糸状菌集団の違いの大きいことをよく示している。

また同じアカマツ林であってもその糸状菌集団がこのように著しい差異を示すことからみて、鉍質土層では特定の地上植生と直接結びつくような糸状菌集団はないといえるようである。

このような糸状菌集団の違いが両土壤の物理、化学的性質の違いに基づくものであることは勿論であるが、そのうちどのような因子と特に関係が深いかはこの調査では明らかでない。しかし、筆者の各地、各種の森林についての調査結果<sup>8,9)</sup>から推測すると、地上植生を等しくするこの両土壤の糸状菌集団の差は両者の位置する地形および土壤の物理性に基づく水分条件の違いが最も強

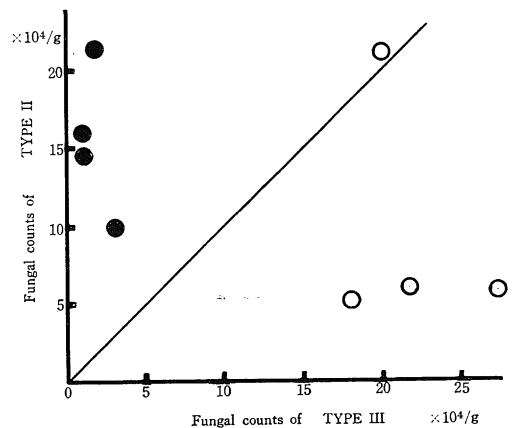


Fig. 5. Relationship between TYPE II and TYPE III of vertical distribution patterns of micro-fungi in mineral soils of pine forests. ● : black soil and ○ : brown forest soil.

Table 6. Micro-fungi isolated from mineral soil horizons of black soil and brown forest soil.

Fungi	Soil groups		Black soil				Brown forest soil			
	Plot		1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Absidia</i> sp. 1								3.5	*	
<i>Mucor ramannianus</i>					4.4		3.2	16.9	70.5	
<i>Mortierella</i> spp.	5.2	30.0	35.6	23.5		9.6	16.9	31.8	3.2	
<i>Mortierella</i> sp. P						64.0	87.9	74.1	92.8	
other Phycomycetes				4.7						
<i>Trichoderma viride</i>	26.1	38.6	26.7	28.2		6.4		14.1	6.4	
<i>Penicillium</i> spp.	62.6	12.9	71.1	28.2		22.4	13.6	38.8	38.4	
<i>Cephalosporium</i> sp. W1	36.5	8.6	40.0	23.5			6.8	14.1		
<i>Spicaria</i> sp. 1	5.2	12.9	13.3	9.4		22.4			12.8	
<i>Spicaria</i> sp. 2				14.1		6.4			3.2	
<i>Spicaria</i> sp. 4						3.2	30.4	56.5	25.6	
<i>Spicaria</i> sp. 5	5.2		4.4	9.4				3.5		
<i>Gliocladium roseum</i>	5.2			14.1						
<i>Monocillium</i> sp.									9.6	
<i>Fusidium</i> sp.								3.5	3.2	
<i>Oidiodendron</i> spp.		4.3	17.8	18.8		12.8	3.4	35.3		
<i>Oidiodendron</i> sp. 1	5.2	12.9	4.4			128.0	155.5	70.6	48.0	
<i>Gonatotryps</i> sp.	5.2									
<i>Cephalosporium</i> spp.	5.2			18.8						
other Moniliaceae				4.7						
<i>Bisporomyces</i> sp.	10.4	4.3	13.3	14.1						
<i>Leptographium</i> sp.				4.7						
<i>Humicola</i> sp.			4.4							
<i>Gliomastix</i> sp.						3.2				
<i>Chloridium</i> sp.	5.2									
Dematiaceae (sp. 3)		4.3								
Dark sterile mycelium	15.7		4.4			6.4			16.0	
<i>Pestalotia</i> sp.				4.7						
<i>Thielavia</i> sp.				4.7						
Hyaline sterile mycelium not identified (?5)			4.4			3.2	3.4	3.5	28.8	
Suppressed by others	20.9	8.6	26.7	28.2		44.8	50.7	105.9	102.4	
Total	213.9	137.1	271.1	254.1		342.4	385.3	525.9	393.6	

\*  $\times 10^3$ , per gram of dry soil.

く影響しているものと思われる。すなわち、この調査では黒色土壌は褐色森林土壌よりも緩傾斜地に分布しており、水分条件に恵まれているうえ、黒色土壌の特性としてその保水力も大きい。このような土壌では鉍質土層でもⅡ型菌が広く分布し、Ⅲ型菌は少ない。それに反して褐色森林土壌は凸地形に分布しているため土壌が乾性になる上、その機械組成が黒色土壌に比べて粗粒部分が多いことから水分保持力も弱い。このような場合にはⅢ型菌が優勢となり、Ⅱ型菌は少なくなる。このように考え

ると前節でみられた斜面上部にⅢ型菌の多いという事実も、斜面上下の水分条件の差として説明できる。

### V マツタケ菌が糸状菌集団に及ぼす影響

アカマツ林土壌で糸状菌の生育に大きな影響を及ぼすと思われる生物因子の一つとして、アカマツの根と共生関係にあるマツタケ菌が考えられる。マツタケ菌のように菌環を形成する担子菌類が他の土壌微生物に不利な影響を与えることはすでに知られているが<sup>13)</sup>、主として担



子菌の側からみたものが多い。ここでは鉱質土層の糸状菌集団（希釈平板法で知りうる）の性質を解明する観点から、マツタケ発生地の土壌において糸状菌集団がどのような変化を示すかを調査した。

1. 調査地と調査方法

つぎの2個所のマツタケ山で調査した。

(1) 岡山県久米郡久米南町にある岡山県のマツタケ試験地内のアカマツ林（母材花崗岩，BA型土壌）で菌環（代）と、それから約1m離れた菌環内部（忌地）および外部（処女地）の土壌（深さ0~4cm）をそれぞれ採取し、糸状菌を分離した。希釈度は $1/4,500$ とした（1967年11月13日試料採取，17日分離）。なおこの年はマツタケ発生前期の降水が少なく不作であった。

土壌の含水率は代で10.2%（生土重の%），忌地10.8%，処女地17.9%で、これまでの知見<sup>13)</sup>と同様、菌環内部は異常に乾燥していた。

(2) 広島県芦品郡協和村にある福山営林署管内のアカマツ林（母材花崗岩，BB型土壌），マツタケの子実体が環状に発生している所で、同じように代とその内外20cm離れた忌地と処女地の土壌（0~4cm）を採取した。アカマツの根圏土壌の糸状菌集団の変化についても調査するために、持帰った土壌からアカマツの細根をよりわ

け、一般の土壌（control soil）および細根とそれに附着した土壌（rhizosphere soil）のそれぞれから糸状菌の分離を行なった。希釈度は $1/6,000$ とし、根圏土壌の糸状菌数は根と附着土の合計重量当りで示した（1968年11月7日試料採取，翌8日分離）。

土壌の含水率は代9.7%，忌地9.4%，処女地12.9%で、先の結果と同じ傾向を示している。

2. 結果と考察

糸状菌の分離結果は表-7，表-8のようである。

予想されたように、マツタケ菌の糸状菌集団に及ぼす影響は顕著である。

(1) 岡山土壌：処女地ではIII型菌の *Mortierella* sp. P が全菌数の70%を占めて非常に優勢ではあるが、*Trichoderma viride*, *Penicillium* spp., *Mortierella* spp., *Mucor ramannianus*, *Cephalosporium* sp. W1 などII型菌の主要種も菌数こそ少ないが現われ、アカマツ林土壌の一般的な種類組成を示している。このような糸状菌集団がマツタケ菌の生長によって大きな変化を示し、代土壌の種類相は貧弱になるが、*Mortierella* sp. P だけは処女地よりもむしろ多くなっている。マツタケ菌通過後の忌地では再び糸状菌の侵入がおこるものと思われ、種類相もかなり豊富になり、処女地の糸状菌集団に

Table 7. Effect of fairy ring of *Tricholoma matsutake* on micro-fungus population (Okayama soil).

Fungi	TYPE	Normal soil		Fungal zone		Inside of fungal zone	
		Nos. *	%	Nos.	%	Nos.	%
<i>Absidia</i> sp. 1	II	1.1	0.3				
<i>Mucor ramannianus</i>	II	4.4	1.2	1.0	0.3	2.0	1.4
<i>Mortierella</i> spp.	II	2.2	0.6			1.0	0.7
<i>Mortierella</i> sp. P	III	252.4	71.4	350.0	95.6	103.1	72.3
<i>Trichoderma viride</i>	II	4.4	1.2				
<i>Penicillium</i> spp.	II	19.8	5.6			11.1	7.8
<i>Cephalosporium</i> sp. W1	II	7.7	2.2			8.1	5.7
<i>Aspergillus</i> sp. B	III	2.2	0.6			2.0	1.4
<i>Spicaria</i> sp. 1	III	25.2	7.1				
<i>Papularia</i> sp.	I	1.1	0.3				
<i>Bisporomyces</i> sp.	II					1.0	0.7
Dematiaceae (sp. 3)	III	6.6	1.9	4.0	1.1	2.0	1.4
<i>Pestalotia</i> sp.	I	1.1	0.3				
Dark sterile mycelium	I					1.0	0.7
Hyaline sterile mycelium not identified (?5)		5.5	1.6	3.0	0.8	3.0	2.1
Suppressed by others		19.8	5.6	8.0	2.2	7.1	5.0
Total		353.4		366.0		142.6	

\*  $\times 10^3$ , per gram of dry soil.

Table 8. Effect of fairy ring of *Tricholoma matsutake* on micro-fungus population of control soil and rhizosphere soil (Hiroshima soil).

Fungi	TYPE	Normal soil		Fungal zone		Inside of fungal zone	
		C. S.*	R. S.*	C. S.	R. S.	C. S.	R. S.
<i>Absidia</i> sp. 1	II	**		4.0			
<i>Absidia</i> sp. 2	II		2.8				
<i>Mucor ramannianus</i>	II	2.1	19.7				
<i>Mortierella</i> spp.	II	13.4	5.6	4.0			
<i>Mortierella</i> sp. P	III	70.3	219.3	47.0	71.3	41.5	27.4
<i>Trichoderma viride</i>	II	4.1	11.2	1.0			
<i>Penicillium</i> spp.	II	13.4	101.2	3.0	3.4	4.0	3.9
<i>Cephalosporium</i> sp. W1	II	7.2	25.3	4.0	6.8		
<i>Verticillium</i> sp. W-Ac	II		2.8				
<i>Spicaria</i> sp. 1	III	9.3	28.1				
<i>Spicaria</i> sp. 5	II		2.8				
<i>Monocillium</i> sp.			2.8				
<i>Aspergillus</i> sp. B	III	14.5	78.7	1.0			
<i>Spicaria</i> sp. 4	III	7.2	5.6				
<i>Oidiodendron</i> sp.	II		2.8	2.0			
<i>Bisporomyces</i> sp.	II	2.1	5.6				
Dark sterile mycelium	I			2.0		2.0	
Hyaline sterile mycelium			2.8				
Sphaeropsidales (sp. W2)	I	2.1					
Not identified (?5)		2.1	11.2			1.0	3.9
Suppressed by others		1.0	28.1	3.0			
Total		149.0	556.8	71.0	81.5	48.5	35.2

\* C. S. : control soil, R. S. : rhizosphere soil.

\*\*  $\times 10^3$ , per gram of dry soil.

回復していくようである。

(2) 広島土壌：上例と同じような結果を示すが、代土壌よりも忌地土壌でさらに種類数、菌数とも減少している。ここでは菌環のすぐ内側の土壌を忌地土壌として調べているので、まだこの付近ではマツタケ菌のこれら糸状菌に対する抗菌性が強く残っているものと思われる。また、ここでは *Mortierella* sp. P も他の菌ほどではないが代および忌地で減少している。マツタケの子実体の発生がみられる場合とみられない場合とで糸状菌への影響力に強弱があるとも考えられる。

つぎに根圏土壌の糸状菌集団についてみると、処女地ではいずれの菌も根圏により多く、いわゆる根圏効果がよく現われている<sup>2)</sup>。ところが代および忌地では根圏効果はみられず、根圏に現われる数少ない菌でさえむしろ根圏の方で少なくなる傾向もある。この現象は明らかにアカマツ細根の付近でマツタケ菌糸の生育が旺盛なことを示している。

このようにマツタケ菌の生育は他のあらゆる糸状菌の

生育を抑制するが、III型菌のうちで *Mortierella* sp. P はマツタケ菌に対して最も抵抗性が強いようで、その相対密度は代あるいは忌地で高くなり、ほとんどこの菌だけで占められる。

マツタケの代あるいは子実体から *Mortierella* の1種がよく分離されることが報告され、浜田は *Mortierella pussilla* と同定している<sup>14)</sup>。本報告にみられるように、*Mortierella* sp. P はアカマツ林土壌で最もよく現われるものであり、上述のようにマツタケ菌に対する抵抗性が強いことから同一種であると思われる。マツタケ研究者たちはマツタケ菌とこの菌の結びつきの強いことから、この菌がマツタケ菌の生育にプラスの関係をもつのではないかという見方をしているようである。しかし、これまでみてきたアカマツ林土壌一般におけるこの菌の分布のしかたからすると、土壌の乾燥やマツタケ菌の存在など他の菌の生育に不利な条件の所でこの菌は多い傾向があり、マツタケ菌の分布と似た分布のしかたをするものと思われる。単にマツタケ山に多いことだけでマツ

タケ菌との関係を推測することは、アカマツ林土壌の糸状菌集団の面からみると早計のように思われる。もっともその分布のしかたが似ていることからマツタケ菌の生育しやすい場所としての指標的な糸状菌として見ることはできるであろう。

### 引用文献

1. 石井 弘：島根農大研報15：15-21, 1967.
2. ———：島根農大研報15：22-27, 1967.
3. ———：島根大農研報1：60-70, 1967.
4. ———：島根大農研報2：51-56, 1968.
5. ———：島根大農研報2：57-61, 1968.
6. ———：島根大農研報3：17-20, 1969.
7. ———：日林誌50：195-203, 1968.
8. ———：日林関西支講集20：13-14, 1969.
9. ———：天然林の一次生産力の比較研究班中間報告(44年度)73-78, 1970.
10. 大政 正隆・河田 弘・河田明子：林試研報95：1-70, 1957.
11. THORNTON, R. H. : Trans. Br. mycol. Soc. 39 : 485-494, 1956.
12. 経済企画庁：土地分類基本調査簿66号, (米子) 土壌学各論 東京 1967, 11-14.
13. WARCUP, J. H. : Ann. Botany 15 : 305-317, 1951.
14. マツタケ研究懇話会：マツタケ 京都 1964, 70-75, 110-111.

### Summary

The characteristics of the composition of the fungus population in pine forest soil and some factors affecting the fungus population of mineral soil such as relief, soil types and macro-fungus (*Tricholoma matsutake*) were investigated by dilution plate method.

The composition of the fungus population was discussed with frequency of isolation of each member in relation to the patterns of vertical distribution. Data were obtained on 94 samples for organic horizons and on 67 samples for mineral soil horizons. Results shown in Table 1 and Fig. 1 indicated that the micro-fungus population of mineral soil was composed of fungi which belonged to TYPE II and TYPE III of vertical distribution patterns, whereas that of organic horizon was composed of TYPE I and TYPE II. Then, the fungus population of the mineral soil could be analysed with quantitative relationship of these two types.

The survey of horizontal distribution of micro-fungi in a stand indicated that although the distribution of fungi was heterogeneous among positions sampled, there existed apparent differences in fungus populations between the upper and the lower part of the slope. Fungal counts of TYPE III were greater in the upper than in the lower part of the slope (Table 3, Fig. 3 and 4).

The differences of the micro-fungus populations in soil types were also shown on the examination of black soil and brown forest soil (Table 5 and 6). TYPE II was more dominant in black soil, whereas TYPE III is in brown forest soil (Fig. 5).

Moisture conditions of the soils could be an important factor contributing the observed phenomena.

The fairy ring of *Tricholoma matsutake* markedly affected on the fungus populations (Table 7 and 8). Almost all fungi were restricted in fungal zone and inside of it where soil was drier than normal soil. The rhizosphere of pine roots in fungal zone were poor in microfungus population, whereas rhizosphere effect was apparently observed in normal soil.