

アカマツ林土壌における糸状菌の分布に関する研究

第4報 針葉と広葉の糸状菌群落におよぼす影響

石 井 弘^{※1}

Hiroshi ISHII

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

4. Influence of Needles and Broad-leaves on the Micro-fungus Flora.

ま え が き

一般にアカマツ林では下層木として多くの常緑および落葉広葉樹が生育し、その地表の有機物層はアカマツの落葉枝のほか、これらの広葉樹に由来するものがかなりの割合を占めている。落葉の化学的性質および有機物組成は樹種によって異なり、それぞれの有機成分の分解には難易の差があるが、一般的に針葉樹の落葉より広葉樹の落葉の方が分解速度が早いことはよく知られている。したがってアカマツ林といっても混交している樹種の違いとその混交程度によって有機物層全体としての分解のしかたに違いがあり、その分解をおこなう糸状菌群落にも違いが生ずるものと推測される。

アカマツ林の有機物層における糸状菌の分布についてはさきに報告したが⁽¹⁾、さらにこの糸状菌群落を分析するにはこのような針葉樹落葉と広葉樹落葉の性質の違い、およびそれらの混交が糸状菌におよぼす影響を明らかにする必要がある。

これまで樹種を異にした森林土壌で糸状菌群落にどのような違いがみられるかについていくつかの研究⁽²⁻⁷⁾が行なわれているが、場所を異にした森林ではまた気候、土壌などの環境条件も異なるためにそこでみられる糸状菌群落の違いは森林を構成するあらゆる因子の総合的な影響を示すものであって、落葉の化学的性質および有機物組成の違いが糸状菌群落におよぼす影響はかならずしも明らかでない。

また有機物の分解過程ではそれに関与する糸状菌に遷移⁽¹⁾⁽⁷⁾⁽¹³⁾がみられ、すでに報告したように同じ森林でもその有機物層における落葉の分解程度によって糸状菌群落が変化し、むしろその違いは樹種間での違いより顕著であるから、落葉の種類の違いによる糸状菌群落の変化を比較

する場合どの分解段階で議論すべきか問題である。

そこでリターバッグ法によって落葉後約1年半を経過し、分解程度もほぼ等しい(実験の結果、偶然そうなったものであるが)段階でアカマツ林を構成する針葉と広葉、およびその混交程度の違いによって糸状菌群落にどのような変化がみられるか検討した。

試 験 方 法

1967年3月に島根県松江市、島根農科大学附属演習林大角山実験林のアカマツ林(約50年生)で、前年秋に落葉し、外観的にまだ何の変化も受けていない落葉を集めリターバッグを作成した。リターバッグによる分解試験では分解量の定量が主目的になることが多いので落葉直後のものを集めて行なうのが普通であるが、この方法では最初から堆積状態が人為的となり微生物の定着のしかたに影響すると思われるので、ここでは冬の間自然状態にあったものを使用した。したがって分解量の測定としては不十分で落葉後採取するまでの間の分解量は明らかでない。リターバッグはクレモナ寒冷沙(網目1.5mm)で50×25cmの大きさとし、生重量で次の割合にアカマツの針葉と広葉を混合した。

1. 針葉100g + 広葉 0g (針葉100%区)
2. 針葉 70g + 広葉 30g (針葉 70%, 広葉30%区)
3. 針葉 50g + 広葉 50g (針葉 50%, 広葉50%区)
4. 針葉 30g + 広葉 70g (針葉 30%, 広葉70%区)
5. 針葉 0g + 広葉100g (広葉100%区)

広葉には下層木として生育しているすべての樹種の落葉を含み、以下の樹種から構成されている。

クロキ、ネジキ、ヒサカキ、リョウブ、ヤマウルシ、ザイフリボク、ゴンゼツ、ソゴゴ、タカノツメ、カマツカ、ナナカマド、アセビ、シャシャンボ、ミヤマガマズミ、モッコク、モチノキ、コナラ、ゴキダケ、ウラジロ

※1 育林学研究室

Table 1. Percentage loss of weight from pine needles and broad-leaves.

Mixed ratio f leaves		Loss of weight in 374 days, %	Ash content, %		Water content %
Pine needles	Broad-leaves		Begining	End	
100	: 0	38.9	5.1	8.2	76.1
70	: 30	38.4	—	11.5	75.3
50	: 50	39.2	—	14.8	76.8
30	: 70	37.3	—	17.3	73.6
0	: 100	27.1	15.2	22.1	71.4

シダ, サルトリイバラ。

乾重量は別に一部の試料から求めて推定した。

バッグは各処理5個とし、3月18日に同じアカマツ林でL層を取除き、F層の上に置いた。配置はラテン方格とした。

1968年3月25日(設置後374日)にバッグを回収した。各処理ごとに1つのバッグからリターを10g(生重)ずつとりよく混合したのち、10gずつ2試料について糸状菌の分離を行なった。残ったリターからバッグごとの含水率、乾重量を測定して、試験期間中の落葉の消失率を求めた。

糸状菌の分離は希釈平板法によって行なった。方法の詳細はこれまでの報告⁽⁷⁾⁽¹³⁾と同じである。分離は試料採取の翌日に行なった。

結果および考察

1. 落葉の分解消失率[※]

各処理における落葉の分解消失率は第1表のとおりである。針葉より広葉の方が分解が早いという予想された結果とは反対にむしろ広葉100%区のもののが最も消失率は低かった。その原因としては、ここで用いた広葉が広葉樹のうち比較的分解が遅いと思われる樹種のものからなること、落葉後3~4カ月経過した落葉を用いたため落葉直後の分解量が含まれていないこと、および採取時⁽⁹⁾の含水率からも推測されるように広葉の乾燥が早い⁽⁹⁾ため1967年春から夏にかけての異常乾燥により分解が促進されなかったことなどが考えられる。その他の処理では針葉と広葉の混合割合の違いによる消失率の差は認められなかった。

しかし、このために針葉と広葉の化学的性質および有機物組成の違いが糸状菌群落におよぼす影響を明らかにするのにほぼ同じ分解程度で比較できると考えられる。

針葉と広葉の固有の性質の違いは灰分含有率について

も明らかにみられる。

2. 糸状菌群落

各処理の落葉から糸状菌を分離した結果は第2表のとおりである。

一般に希釈平板法による糸状菌数の測定では試料間のバラツキが大きいため、処理による糸状菌群落の違いを比較することが困難なことが多い。しかし今回の結果では針葉と広葉による違いがかなり明瞭にみられるので2連の平均値がほぼその傾向を示していると考えてよいであろう。アカマツ針葉と広葉の混合割合による全糸状菌および2・3の種類⁽⁷⁾の菌数の変化を平均値で示したのが第1図である。

(1) 総菌数

針葉100%区で 147.3×10^4 と最も少なく、広葉の混合割合の増加にほぼ比例して菌数も増加し、広葉100%区で 669.6×10^4 と最大の菌数を示した。

各種の森林における糸状菌群落のこれまでの調査結果から針葉樹林と広葉樹林での菌数の多少をみると、安藤らは日本各地の各種の森林の有機物層(F~H層)を調査して一般に同一気候のもとでは広葉樹林の菌数が針葉樹林より多かったと報告し、筆者の調査結果⁽⁷⁾では有機物層がMull型を示す広葉樹林ではMor型およびMull型の針葉樹林より各層とも菌数の多い傾向が認められたが、Mor型の広葉樹林の菌数は針葉樹林とほぼ同じであった。一方、COBB⁽²⁾は合衆国でツガ林と落葉広葉樹林の有機物層を比較して、1年を通じて針葉樹のツガ林の方が糸状菌数が多かったと報告している。しかしこの報告のデータを検討すると同じ有機物層といってもその有機物含有率はツガ林で50%、広葉樹林で16%と非常に大きな差があり、広葉樹林の方はむしろ鉍質土壌に近いのではないかと思われ、かなり異質な層での比較といえるようである。

すでに述べたように同じ種類の落葉でもその分解程度⁽¹⁾⁽⁷⁾⁽¹³⁾によって糸状菌数に変化がみられるから、広葉と針葉による違いをどの時点で比較するか問題である。自然状態

※ リターバッグ法では微生物による分解のほか、物理的、生物的に粉碎されたリターが網目から失われるので重量減少を消失と呼んだ。(8)

Table 2. Micro-fungi isolated from pine needles and broad-leaves*

Mixed ratio of leaves Sample	Needle 100%		N. 70%, B. 30%		N. 50%, B. 50%		N. 30%, B. 70%		Broad-leaf 100%	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Aspidia</i> sp. 2 ⁽²⁾					1.4	2.8			1.7	
<i>Mucor</i> sp. ⁽¹⁾						1.4				
<i>Mucor ramannianus</i> ⁽²⁾	1.3	4.0	29.8	15.6	19.3	45.6	24.2	29.2	18.5	39.2
<i>Mortierella</i> spp. ⁽²⁾				2.6	2.8	1.4	1.8	3.0	3.9	6.7
<i>Trichoderma viride</i> ⁽²⁾	26.8	28.1	63.5	77.7	107.6	131.0	132.1	183.6	130.3	244.5
<i>Penicillium</i> spp. ⁽²⁾	5.4	17.4	92.0	18.1	66.2	154.5	141.2	95.2	236.1	242.2
<i>Fusidium</i> sp.	2.7						1.8	1.8		
<i>Gliocladium roseum</i> ⁽²⁾			1.3							
<i>Verticillium</i> sp. W-Ac. ⁽²⁾		1.3	3.9		1.4			1.2	2.8	
<i>Cephalosporium</i> sp. W1 ⁽²⁾			2.6	3.9	40.0	4.1	15.2	7.3	35.6	7.3
<i>Spicaria</i> sp. 5. ⁽²⁾	2.7		1.3		1.4				1.1	5.6
<i>Monocillium</i> sp.				2.6					7.3	
<i>Oidiodendron</i> sp. ⁽²⁾			35.0			2.8	7.3	1.8	8.4	6.7
<i>Monosporium</i> sp.	10.7	14.7	1.3				4.8			
<i>Geotrichum</i> sp. ⁽¹⁾							4.8			
<i>Papularia</i> spp. ⁽¹⁾	9.4	21.4	7.8	15.5	11.0	13.8	9.1	6.1	3.9	3.9
<i>Bisporomyces</i> sp. ⁽²⁾	9.4	5.4	6.5	5.2	17.9	9.7	17.0	46.7	4.5	7.3
<i>Chalara</i> sp. ⁽²⁾					1.4	2.8	23.0	65.5	9.5	
<i>Humicola</i> sp.									1.1	
<i>Chloridium</i> sp. ⁽¹⁾			1.3							
<i>Cladosporium</i> sp. ⁽¹⁾					1.4			1.2	4.5	
<i>Gliomastix</i> sp.			2.6							
DEMATIACEAE ⁽¹⁾	1.3	1.3						1.8		
<i>Pestalotia</i> spp. ⁽¹⁾	2.7	4.0		2.6			3.0	4.8	4.5	7.3
SPHAEROPSIDALES ⁽¹⁾	9.4	12.1	2.6	10.4	2.8	9.7	9.1	1.8	5.6	9.5
SPHAEROPSIDALES sp.W2 ⁽¹⁾	9.4	5.4	1.3	5.2	4.1		1.8	1.8		
Dark sterile mycelium ⁽¹⁾	10.7	12.1	3.9	1.3	5.5			1.2	2.8	2.8
Hyaline sterile mycelium	2.7	8.0	1.3	2.6	2.8		1.8	1.2	4.5	3.9
BASIDIOMYCETES ⁽¹⁾	1.3									
Suppressed by others	21.4	32.1	22.0	25.9	41.4	120.0	128.5	115.2	148.2	119.2
Total	127.2	167.4	279.8	189.2	328.3	499.3	528.5	570.9	633.2	706.0

* ×10⁴, per gram of dry organic matter.

(1) (2) : Species which belong to TYPE I and TYPE II

で堆積している有機物層では立地条件および樹種による分解速度の違いから落葉の分解程度はさまざまに糸状菌群落の違いがみられても樹種固有の成分あるいは分解のしかたの違いによるものか、たんに分解段階が違うことによるものか区別できない。

落葉の全分解過程にわたって糸状菌群落の変化を追跡して比較するのが最も適当であると考えられるが、樹木の落葉のように分解の比較的緩慢な場合は長年月にわたる調査を必要とする。したがって樹種固有の性質が糸状菌群落におよぼす影響を知るには実験的に同一林地で一定期間分解を行なわせて比較するのが最良の方法であろう。もっとも樹種による分解速度の差はこの場合でも影響するので、この時間的なずれは考慮する必要がある。

このような分解試験による結果では、安藤がヒメヤシヤブシ、ヤマハンノキ、クヌギ、アカマツ落葉を苗畑でる年間分解させたのち糸状菌群落を調査し、分解の最も早かったヒメヤシヤブシで菌数が最も多く、以下ヤマハンノキ、クヌギ、アカマツの順に分解がわるく、菌数も少なかったと報告している。この実験例ではアカマツの残存量がヒメヤシヤブシのその2倍でその分解速度にかなりの違いがみられるので分解程度を異にした時点で

の比較であるが、本報告の結果と同じようにアカマツ針葉より広葉の方が糸状菌数が多い傾向のあることを示している。WITKAMP⁽¹¹⁾は林地に数種の落葉のリターバッグを置き、1年の間2週間ごとに糸状菌数の変化を調べた結果、C/N比の低い、分解の早い広葉樹の落葉ほど菌数が多かったが、その差は分解初期に顕著で1年後には分解の最も遅かったマツとほぼ等しくなったことを認めている。

これらの結果を総合してみると、自然状態の森林での調査結果および分解試験の結果とも研究者によって比較する段階が異なるため多少の相違はあるが、一般に針葉より広葉の方が糸状菌数が多くなるといってよいように思われる。

次にアカマツ林における針葉と広葉の混交の影響をみると、アカマツに対する広葉樹の混交割合が増すほど有機物層全体の糸状菌数は増加するが、その菌数の変化はほぼ直線関係を示している(第1図)から針葉と広葉の混合による相互作用は考えられず、針葉に広葉が加わったことによって針葉あるいは広葉の糸状菌群落に変化はなくそれぞれ独立なものではないかと思われる。したがってアカマツ林で広葉樹が混交してもアカマツ針葉の分解過程そのものに変化がおこると思われぬ。四手井も「針葉樹林への広葉樹混交による落葉の分解促進は、それにより針葉樹落葉の分解がより早くなるというものではなく、混じた広葉樹の落葉の分解が容易になるだけ早くなると考えてよい。」と述べている。

(2) 種類組成

現われる種類は処理によってほとんど違いがなく、優占種(総菌数の10%以上を占める種)としても *Trichoderma viride*, *Penicillium spp.* およびその他2・3の種類があげられるにすぎず針葉と広葉の間で違いはみられないようである。

しかし量的には顕著な違いがあり、全般的にみて垂直分布型のI型に属する種類の菌数は針葉に多く、II型に属する種類の菌数は広葉に多い傾向がある。すなわちI型に属する *Papularia spp.*, SPHAEROPSIDALES, dark sterile mycelium は針葉100%区で最も多く、広葉の混合割合が多いほど少なかった。*Pestalotia spp.*にはこのような違いがみられなかった。これに反してII型に属する *Mucor ramannianus*, *Mortierella spp.*, *Trichoderma viride*, *Penicillium spp.*, *Cephalosporium sp.* W I はいずれも広葉の割合が多いほど菌数が大であった。DematiaceaeのうちII型に属する *Bisporomyces sp.*, *Chalara sp.*は針葉30%区で最大を示した。このほかの種類は出現頻度が低く一定の傾向がみら

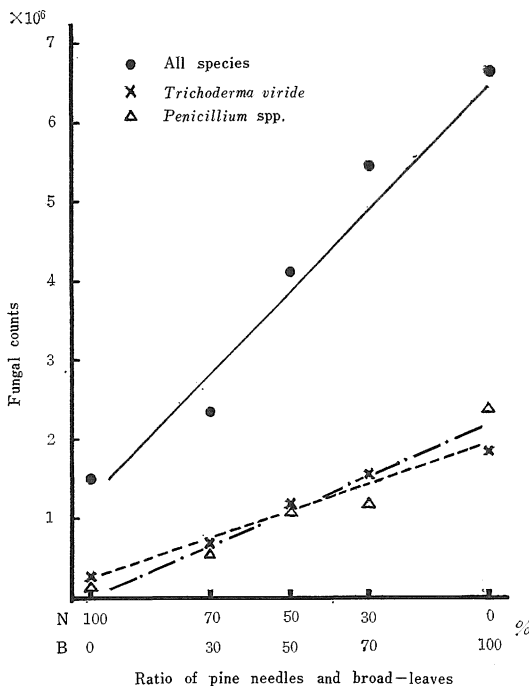


Fig. 1. Influence of pine needles and broad-leaves on micro-fungi.

Table 3. Numbers of fungi which belong to TYPE I or TYPE II of the vertical distribution patterns of soil fungi.

Mixed ratio of leaves	TYPE I, ×10 ⁴	TYPE II, ×10 ⁴
Pine needles : Broad-leaves		
100 : 0	50.3	50.9
70 : 30	26.0	180.0
50 : 50	24.9	307.1
30 : 70	23.3	397.7
0 : 100	22.4	504.1

れなかった。

I型およびII型に属する種類の菌数をまとめて示したのが第3表である。落葉後1年以上分解を受けたのちの調査であるから、分解初期に多くみられるI型の菌数よりも分解が進んだ段階で多く現われるII型の菌数の方がはるかに多く、処理による違いも顕著である。このようなI型とII型の種類の菌数の違いは有機物の分解段階によって変化するから、この試験の分解程度より初期あるいは後期の分解段階ではまた違った傾向がみられるであろう。

Mor型およびMull型の有機物層における糸状菌分布を調べた結果⁽⁷⁾、分解のより良好なMullのL層の方がMorのL層よりもII型の種類の菌数が多く、分解速度の違いを示しているように思われたが、本研究においては落葉後実験開始までの冬期約3カ月間の分解量を考えなければ針葉と広葉の実験期間中の分解速度はほぼ等しかったので、このようなII型の菌数の違いは必ずしも両者の分解速度の違いによるとはいえないようである。むしろ針葉と広葉の分解過程における質的な違いによるもので同じ分解段階では広葉の方に早く出現するものと思われる。

ここでみられるほど明らかな各種類の量的な違いは自然状態の森林についての調査では認められていない。落葉の分解程度からみてもII型の種類の菌数が全般に多いようである。リターバッグによる分解試験が特殊な環境条件を作りだし、このような種類の菌の生育に好適（希

釈平板法の菌数とその生育状態を示すと仮定して）であるのかもしれない。落葉の分解量の測定にはこの方法が使われることが多いが、できるだけ自然状態の微生物環境での試験が好ましいから今後検討する必要があるように思われる。

摘 要

アカマツ林を構成しているアカマツおよび広葉樹の落葉がそれぞれ糸状菌群落にどのような影響をおよぼしているかを明らかにする目的で、針葉と広葉の混合割合をかえたりターバッグによる分解試験を行なって糸状菌群落の違いを調べた。

(1) 実験期間中の落葉の分解消失率は広葉100%区で低かったほかは針葉と広葉の混合割合による差は認められなかった。

(2) 総糸状菌数は針葉100%区で最少で、広葉の割合の増加に比例して多くなり、広葉100%区で最大値を示した。

(3) 分離された種類の違いは認められないが、各種類の菌数には変化がみられ、垂直分布型I型の種類は針葉に、II型は広葉に多かった。

引 用 文 献

1. 石井弘：島根大農研報 1：60～70, 1967
2. COBB, M. J. : Soil Sci. 33 : 325～345, 1932
3. TRESNER, H. D.; BACKUS, M. P. and CURTIS, J. T. : Mycologia 46 : 314～333, 1954
4. THORNTON, R. H. : Trans. Brit. Mycol. Soc. 39 : 485～494, 1956
5. 中山治朗：京大演報 25 : 1～34, 1956
6. 安藤辰夫・堤利夫：京大演報 37 : 40～54, 1965
7. 石井弘：日林誌 50 : 195～203, 1968
8. 桐田博充：大阪市大理修士論文, 1965
9. 堤利夫：日林誌 39 : 480～482, 1957
10. 安藤辰夫：日林大会講演集 78 : 310～312, 1967
11. WITKAMP, M. : Ecology 47 : 194～201, 1966
12. 四手井綱英編：アカマツ林の造成 P. 269, 地球出版, 東京, 1963
13. 石井弘：島根大農研報 15 : 15～21, 1967

Summary

The influence of pine needles and broad-leaves which constituted pine forest litter on the micro-fungus flora was investigated.

Leaves fallen last autumn and having no visible change were collected from pine

forest floor in spring. The pine needles and broad-leaves were mixed in the following ratio on the basis of fresh weight : needles 100 g; needles 70 g + broad-leaves 30 g; needles 50 g + broad-leaves 50 g; needles 30 g + broad-leaves 70 g; broad-leaves 100 g. Five litter bags with each mixture were exposed on F layer of pine stand. After 374 days, bags were brought into the laboratory for measurement of fungal counts, moisture content and loss of weight. The micro-fungi were isolated by dilution plate method.

In contradiction to the general tendency, the loss of weight of broad-leaves was least (Table 1).

Fungi isolated from each sample are shown in table 2. Fungal counts per gram of oven-dry litter were higher in broad-leaves than in pine needles. The rate of increase of fungal counts was in proportion to the ratio of broad-leaves in mixture (Fig. 1).

Concerning the species isolated, there was no difference between pine needles and broad-leaves, but in quantity the difference was apparent. The species such as *Papularia* spp., Sphaeropsidales, and dark sterile mycelium which belong to TYPE 1 of the vertical distribution patterns of soil fungi were dominant in pine needles. On the contrary, *Mucor ramannianus*, *Mortierella* spp., *Trichoderma viride*, *Penicillium* spp. and *Cephalosporium* sp. W1 belonging to TYPE 2 were abundant in broad-leaves (Table 3)