

原著論文

岡山県南部の二次林における異なる林分の葉リターに発生する 変形菌群集の比較

高橋和成¹・波田善夫¹

Comparison of myxomycetes communities on leaf-litter in different vegetation types of secondary forests in southern Okayama Prefecture, western Japan.

Kazunari TAKAHASHI¹ and Yoshio HADA¹

Abstract: Myxomycetes on leaf-litter were collected during one month survey in the 2007 rainy season (late June-late July) in forest sites classified into two types of vegetation of satoyama (culturally sustained traditional anthropogenic secondary forest in Japan) in southern Okayama Prefecture, western Japan, (1) deciduous *Quercus variabilis* Blume dominant forest sites and (2) evergreen *Quercus glauca* Thunb dominant forest sites. The communities of myxomycetes on leaf-litter were studied in fixed plots of 1 m² quadrats on forest floor leaf-litter accumulations. All fallen-leaves and twigs on which sporangia of myxomycetes occurred were collected in each plot. Their numbers were summarized by the two vegetation types, and the frequency of sporangia-bearing plots were counted by species for evaluating the myxomycetes abundance. A total of 33 species of myxomycetes were recorded from 98 plots in the two vegetation types, 20 from 48 plots in the deciduous sites and 25 from 40 plots in the evergreen sites, while only 12 found in both (coefficient of community index, CC=0.571 and percentage similarity, PS₂=0.203). The dominant phaneroplasmodia species were 85% of the total number of species; *Physarum melleum* and *Craterium aureum* in the deciduous sites, while *Craterium minutum* and *Physarum cinereum* in the evergreen sites. Among the study 7 sites, remarkable differences in species diversity of myxomycetes were observed in accordance with the species richness of dominant trees in the forest crown, myxomycetes diversity decreases as the number of dominant tree species decreases. All results indicate that the mixed leaf-litter accumulations favor myxomycetes growth and development.

Key words: litter-inhabiting myxomycetes, two vegetation types of satoyama, specie diversity

はじめに

変形菌は植物遺体の腐植で生活し、その分解過程に生きる微生物である。変形菌の生活史には2つの異なった栄養状態があり、ひとつは単核細胞のアメーバであり、他の一つは多核な構造をした変形体の時期である。これらの時期には、主に分解者である細菌などを栄養源として増殖する。そして、ある時期に変形体からは子実体が形成され、胞子が

つくられる。変形体は基物の中に隠れており、分類学上の形態的な特徴が少ない。そこで、変形菌は野外で観察可能な子実体によって識別され、分類されている。

Lister(1918)は、変形菌の様々な生育場所や多様な基物を調査し、落葉には多くの種が発生すると報告している。また、Härkönen(1981)は、6種の樹種で落葉を温室培養することにより、発生した14種

¹ 〒700-0005 岡山市理大町1-1 岡山理科大学大学院総合情報研究科数理・環境システム専攻; Mathematical and Environmental System Science, Graduate school of infomatics, Okayama Univ. Sci., 1-1 Ridai-cho, Okayama city Okayama 700-0005.

のうちで、ある種は特定の樹種の葉に高頻度で出現したと報告している。そこで、森林の樹種の異なる林分においては落葉樹種も異なることから変形菌群集には相違があると考えられる。これまでに、植生と関連して変形菌群集が異なることは、Lado(1993)やIng(1994)により指摘されている。Novozhilov et al. (2001)は、亜熱帯のコスタリカで海拔高度に応じた4つの異なる森林タイプで調査し、変形菌の種多様性と環境傾度との対応関係を分析している。それによると、海岸林から海拔が上がるにつれて変形菌は37種、15種、5種、6種となり、出現種数が減少したと報告している。これは、変形菌群集の分布と種多様性に、気温・雨量・植生などの複合的な環境要因が関係していることを示している。変形菌の生態的研究は乏しく、植生に対応した変形菌群集の相違については、未だ明らかではない。変形菌の生育基物となる葉リターの供給は、温帯の森林では落葉樹と常緑樹の落葉により定期的になされている。そのため、変形菌の生育は植物群落を構成する樹種に関係がある。変形菌と植生との対応関係は、地理的に離れた森林間ではなく、同じ森林域において優占樹種が異なる林分間での変形菌群集の定量的な比較研究も必要であると考えられる。

本研究では、岡山県南部の二次林において優占樹種の異なる2つの林分で発生する変形菌を定量的に調査し、変形菌群集の構造的な相違を解析した。

研究方法

1. 調査地の概要

岡山県南部の里山の植生は、松枯れ後に植生の遷移が進み、落葉樹のアベマキやコナラが優占する林が発達している。そして、丘陵地の山麓部には常緑

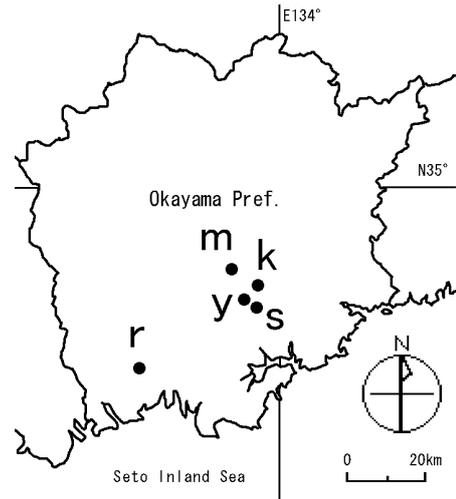


図1. 調査地.

y：岡山市横井上岡山理科大学自然植物園，s：岡山市宿岡山理科大学生態システム園，k：岡山市笠井笠井山，m：岡山市御津河内間瀬，r：浅口市鴨方町六条院中四，調査地のr地点はy地点から約40km西方に離れている。m地点はy地点から約8 km北方に離れている。

樹のアラカシが優占する林分が点在する(波田ほか，1994；難波・波田，1997；寺下ほか，2002)。主たる調査地(図1)は、岡山県南部に位置する岡山市横井上にある岡山理科大学の自然植物園(標高70m)と岡山市宿にある生態システム園(標高40m)の面積22haの里山である。これらは里山として利用されていた二次林を1996年から岡山理科大学の演習林として自然状態で維持している。さらに、多数の地点で比較するために、岡山市内の笠井山の山麓や御津河内、岡山市から西方に約40km離れた浅口市鴨方町六条院の二次林(標高60m)でも調査した(表1)。

岡山理科大学自然植物園では、丘陵地の北向き斜面で林冠にアベマキ・コナラが優占する林分とアラカシ・ナナミノキ・ソヨゴが優占する林分がある。また、生態システム園の東向き斜面では、アベマキの優占林が発達している。アラカシ林での調査は、

表1. 調査地の二次林の林冠優占樹種。()内は調査地点の略号を示す。

調査地	アベマキ林			アラカシ林			
	岡山市		浅口市	岡山市		浅口市	
	植物園(ay)	生態園(as)	鴨方町(ar)	植物園(gy)	御津(gm)	笠井山(gk)	鴨方町(gr)
標高	70m	40m	60m	70m	80m	240m	60m
林冠優占種数	3	1	2	3	2	2	3
優占樹種	アベマキ・コナラ・ソヨゴ		アベマキ・コナラ	アラカシ・ナナミノキ・ソヨゴ	アラカシ・シロガシ	アラカシ・アカガシ	アラカシ・ナナミノキ・アベマキ

岡山市御津河内(標高80m)および笠井山(標高340m)の山麓で行った。アラカシ林はアベマキやコナラなどの落葉樹林に隣接し、丘陵地の斜面中部から下部や谷部に立地している。浅口市鴨方町の里山は、丘陵地の南東斜面にアベマキ林が発達し、一部でアラカシ・ナナミノキが優占している。調査地では、林冠を構成する優占樹種によって林分を区分し、約0.1ha以上の同質な林分を形成している区域を調査地点とした。調査は、アベマキ・コナラが優占する林分とアラカシが優占する林分でそれぞれ行った。調査地はいずれも瀬戸内気候に属し、2007年の日平均気温は17.0℃、年降水量は773mm(気象庁<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/>)で、温暖少雨の気象条件下にある。

2. 変形菌の調査方法

変形菌の発生は、岡山県南部の里山での年間を通した調査から、通年で最も高温・多湿になる梅雨明け時期がピークになっている(高橋, 1995)。そこで、本研究では、調査時期を6月下旬から7月下旬の1ヶ月間とした。林内の調査地点には、斜面下部や谷地形となっている湿潤な場所で、林冠優占樹種の落葉が集積している地点を選定した。それは、林床の表層に堆積しているA₀層の乾物集積量の勾配が斜面の乾湿度に密接に関係すること(堤, 1974)による。調査方法は区画法とし、一つの区画の面積を1m²の方形枠とした。そして、1つの調査地点あたり5区画以上の複数の区画で調査した。ただし、それぞれの区画は、最低1m以上の間隔を置いて設定した。

変形菌の子実体は、目視とルーペを使って徹底的に探索し、区画内に存在する子実体の着生した落葉

や小枝片(直径0.5mm以下)をすべて採取し、紙袋に保存した。そして、一葉の半分以上が残存している葉で子実体が3個以上着生しているものを1標本として評価した。また、小枝片は、長さ5cm以上のものを1標本とした。こうした落葉や小枝片の標本数を変形菌の発生数とし、調査した区画ごとに出現した種名と標本数を記録した。

変形菌の分類形質について、子実体の外部形態は実体顕微鏡で観察した後、内部構造はプレパラートを作成して顕微鏡で観察した。そして種の同定は、山本(1998)を参照して行った。

3. 解析方法

調査地の地点ごとに各出現種の発生数と出現頻度を求めた。各種の発生数からは、出現種ごとに相対優占度(P_i)を求めた。その計算式はP_i=各種の出現数/総出現数である。各種の出現頻度は、ある種が出現した区画数/区画の合計数の割合(%)とした。変形菌群集内で、相対優占度および出現頻度が高い値を示す種を優占種とした。

調査地点の変形菌群集構造を比較するために、シャノン・ウィナー関数の多様性指数(H')と均等度指数(J')を利用した。その式は、それぞれH'=-∑P_i・ln(P_i)とJ'=H'/lnSで、Sは出現種数とした(日本生態学会編, 2004)。多様性指数H'は、種数が増加すると大きくなり、ある種だけが集中して出現すると低下する(中村, 2000)。

変形菌群集間の類似性の尺度には、定性的な指数としてシュレンセンの共通係数(CC)を用いた。さらに、種数と発生数のデータを用いて種の重複度を表現するために、百分率類似度(PS₂)と森下の類似度指

表2. 調査地点ごとの変形菌の出現種数と区画あたりの平均発生数および平均出現種数。

調査地点	アベマキ林				アラカシ林				
	岡山市		浅口市		岡山市		浅口市		
	植物園	生態園	鴨方町	全体	植物園	御津	笠井山	鴨方町	全体
区画数	19	23	6	48	20	5	9	6	40
総出現種数	13	8	6	20	10	7	8	11	25
区画あたり									
平均発生数	9	11	12	11	6	43	10	16	13
平均出現種数	2.0	1.3	2.2	1.6	1.7	3.0	1.4	3.8	2.0
標準偏差	0.9	0.5	1.2	0.8	0.8	0.7	0.7	1.2	1.2

数(C_{λ})を利用して比較した。共通係数CCは、調査地A, Bにおける出現種数をa, bとし、それらに共通して出現している種数をcとして、 $CC=2c/(a+b)$ で求める(小林, 1995)。百分率類似度 PS_2 は、ある2地点のA, Bにおける種iの相対優占度 P_i の最小値の総和から求める(小林, 1995)。その式は、 $PS_2=\sum \min(P_{iA}, P_{iB})$ である。また、森下の類似度指数(Morisita 1959)の計算には多変量解析ソフトPAST(<http://folk.uio.no/ohammer/past/>)を利用した。

結果

1. 区画法による変形菌群集の調査結果

調査地点の林分ごとの概要を表2に整理した。変形菌は、アベマキ林で3地点48区画から20種が出現し、アラカシ林で4地点40区画から25種が出現した。調査地点ごとの出現種数は、アベマキ林で6種~13種、アラカシ林で7種~11種であった。区画あたりの平均発生数は、アベマキ林で落葉・小枝片11個、アラカシ林で13個であった。平均出現種数は1.3種~3.8種の範囲で、アベマキ林で 1.6 ± 0.8 種、アラカシ林で 2.0 ± 1.2 種が出現した。これらの平均値の差は、片側T検定で有意であった($p < 0.05$)。こうした一定面積における平均出現種数の豊富さは、種の豊かさを直接的に表している。アラカシ林では、区画当りの発生数や平均出現種数が多く、総出現種数はアベマキ林よりも多数になっていた。

2. 種組成

全体で9属33種が出現した(表3)。出現種数の多い分類群は、モジホコリ属(*Physarum*)9種、カタホコリ属(*Didymium*)8種、ホネホコリ属(*Diderma*)5種などであった。これらの子実体の構造に石灰質を含んでいるモジホコリ目(Physariales)は28種で、全体の出現種の85%を占めた。モジホコリ属はアベマキ林でもアラカシ林でも7種類が出現した(図2)。アベマキ林ではアラカシ林で出現しなかったウツボホコリ属とヌカホコリ属が出現した。一方、アラカシ林ではカタホコリ属とホネホコリ属の出現種数が多くなった。図3には、属別の発生数の割合と出現頻度

(%)を示す。アベマキ林ではモジホコリ属が顕著に優占した。しかし、アラカシ林では一属だけの優占はなく、モジホコリ属、サカズキホコリ属、カタホコリ属が主に出現した。

2つの林分で、各種の発生数の相対優占度と出現頻度を求めた(図4)。アベマキ林(図4A)ではシロジクキモジホコリ(図5A)が著しく優占し、次に相対優占度が高いのはキサカズキホコリ(図5B)であった。また、アラカシ林(図4B)では、サカズキホコリ(図5C)の相対優占度が高く、出現頻度ではハイロフクロホコリ(図5D)とキサカズキホコリが高くなった。このように、出現種の種構成は相対優占度と出現頻度で比較したが、林分により優占種は相違していた。相対優占度は一ヶ所で大量に出現すると相対値が大きくなる傾向が表れ、著しく発生数の多い区画があればその影響を強く受けていた。これに対して、出現頻度では発生数が少ない種でも優占度の評価が可能であった。

3. 種多様性

調査地点の種多様性指数 H' は、アベマキ林が0.40~1.54の範囲、アラカシ林が0.80~2.05の範囲であった(表4)。種多様性指数は、調査地点の調査区画数、総出現種数、平均出現種数、区画当りの発生数などとは対応関係がなく、林冠を構成する樹種の数(表1)と正の相関関係($r=0.861$, $p < 0.05$)があった(図6)。アベマキのみが優占する地点では、多様性指数 H' と均等度指数 J' が低く、シロジクキモジホコリのみが優占した。同様に、アラカシが主に優占する

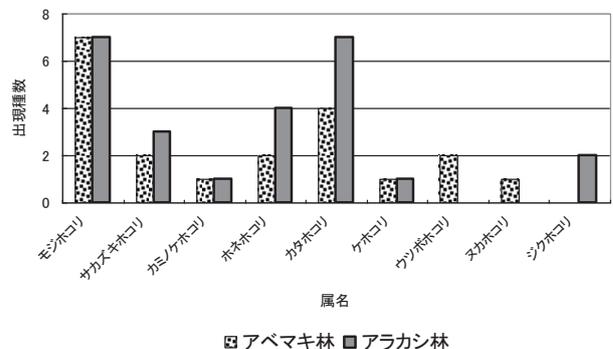


図2. アベマキ林とアラカシ林に出現した変形菌群集の属別出現種数。

表3. 調査地点ごとの変形菌が着生した落葉・小枝片数(発生数)と各種の発生した区画数(イタリックの数値は発生した区画数を示す).

種名	アバキギ林						アラカシ林								
	調査地点		生態園(as)		鴨方町(ar)		御津(gm)		笠井山(gk)		鴨方町(gr)				
	植物園(ay)	発生数	区画数	発生数	区画数	発生数	区画数	発生数	区画数	発生数	区画数	発生数	区画数		
1 <i>Physarum meluim</i>	シロシキモジホコリ	82	11	240	20	15	2	368	69	4	2	2	2	10	10
2 <i>Craterium aureum</i>	キヤカズキホコリ	43	5	1	1	1	1	50	13	72	14	1	1	86	35
3 <i>Comatricha pulchella</i>	アカミ/ケホコリ	1	1	1	1	38	4	40	10	4	1	2	2	9	8
4 <i>Physarum cinereum</i>	ハイイロフクロホコリ	17	5	2	2	1	1	27	17	20	5	8	3	70	35
5 <i>Diderma simplex</i>	ヒトエホネホコリ			16	2			18	4	9	1			10	3
6 <i>Didymium iridis</i>	コマシオカホコリ					13	2	13	4					8	8
7 <i>Diderma spmarioides</i>	アヲホネホコリ	5	2					7	4						
8 <i>Physarum nutans</i>	シロモジホコリ	2	2	1	1			6	6	2	2			4	5
9 <i>Physarum hongkongense</i>	ホンコンフクロホコリ	4	2					6	4	1	1			2	3
10 <i>Craterium leucocephalum</i>	シロサカズキホコリ					6	3	6	6						
11 <i>Didymium leoninum</i>	キラホシカホコリ	2	1	1	1			5	4			11	2	13	5
12 <i>Trichia fagaginea</i> v. <i>persimilis</i>	トゲケホコリ	3	2					5	4	1	1			2	3
13 <i>Hemitrichia serpula</i>	ヘビホコリ	2	2					4	4						
14 <i>Didymium nigripes</i>	ヒメホコリ	2	1					3	2			2	1	19	8
15 <i>Physarum leucopus</i>	シロアシモジホコリ	1	1					2	2	5	1			6	3
16 <i>Physarum aeneum</i>	シンチュウモジホコリ	1	1					2	2						
17 <i>Physarum roseum</i>	アカフクロホコリ	1	1	1	1			2	2						
18 <i>Arcyria chinerea</i>	シロウツホコリ	1	1					2	2						
19 <i>Arcyria globosa</i>	シラマツツホコリ			1	1			2	2						
20 <i>Didymium megalosporum</i>	クラカホコリ					1	1	1	1						
21 <i>Craterium minutum</i>	サカズキホコリ									168	4	1	1	4	2
22 <i>Physarum bivalve</i>	ガマガチホコリ											46	1		
23 <i>Didymium minus</i>	コカホコリ									1	1	26	2		
24 <i>Physarum serpula</i>	ヘビフクロホコリ													27	4
25 <i>Craterium leucocephalum</i> v. <i>cylindricum</i>	ツツサカズキホコリ									2	1	6	2	13	1
26 <i>Didymium squamosum</i>	シロエノカホコリ													9	4
27 <i>Diderma platycarpum</i> v. <i>berkeleyanum</i>	バーレイホネホコリ											1	1	6	2
28 <i>Diachaea bulbilosa</i>	タマシホコリ											3	1		
29 <i>Didymium clavus</i>	ナハシホコリ													2	1
30 <i>Diderma hemisphaerium</i>	ナハホネホコリ														
31 <i>Didymium serpula</i>	ヘビカホコリ									1	1			1	1
32 <i>Diachaea leucopodia</i>	ジクホコリ													1	1
33 <i>Diderma effusum</i>	ホネホコリ													1	1

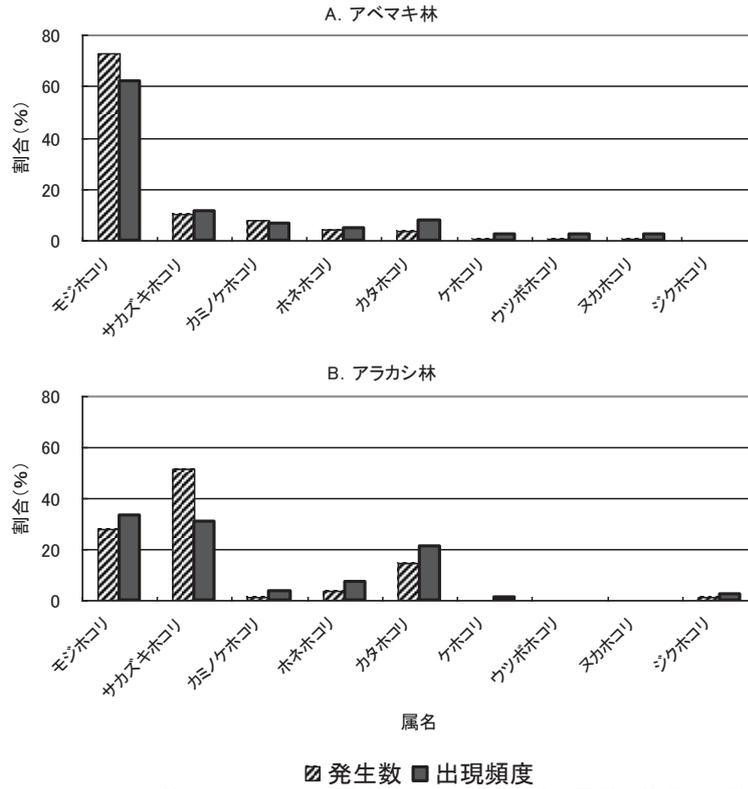


図3. アベマキ林(A)とアラカシ林(B)に出現した変形菌の属別に整理した発生数の割合と出現頻度(%)。

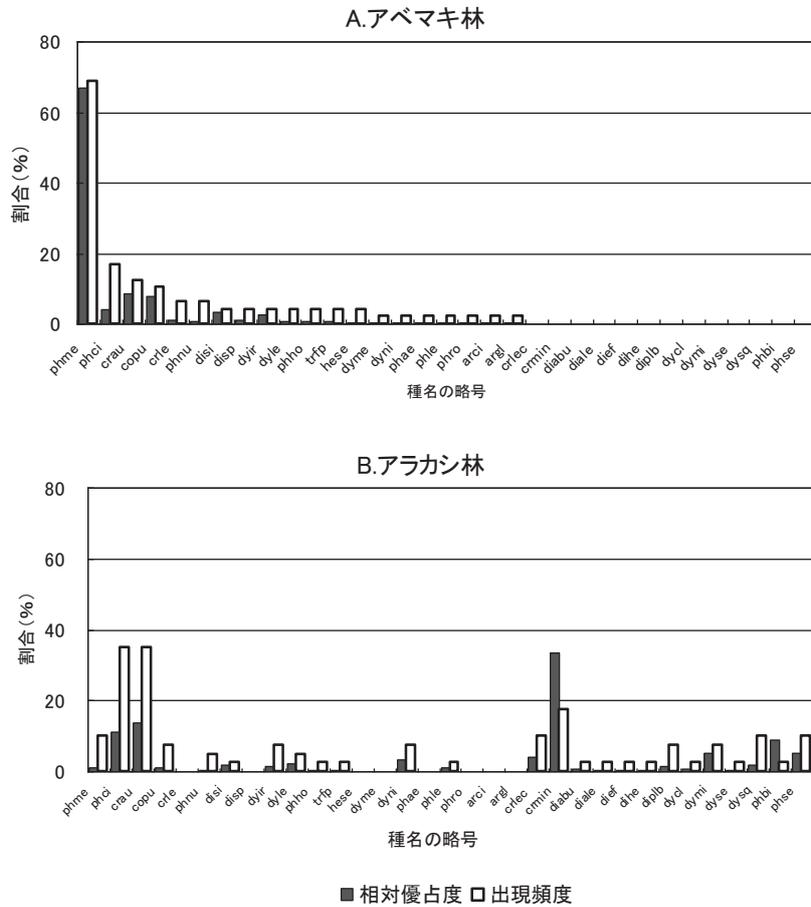


図4. アベマキ林とアラカシ林に出現した変形菌の相対優占度と出現頻度. 種名の配列順序と略号は表3に従う.

地点でもサカズキホコリが顕著に発生し、H'とJ'が低くなっていた。林床に集積する落葉の樹種が限定されると、変形菌の種多様性に影響を与えていた。また、J'はH'に正の相関関係($r=0.936$, $p<0.01$)を示したことから、シロジクキモジホコリやサカズキホコリなどの特定の種が大量発生すると群集の種多様性が低下することが示された。

4. 変形菌群集の類似性

表3には、調査地点ごとに出現した各種の発生数と出現した区画数を示した。出現種の配置は、アベマキ林での発生数が多い順に並べた。二次林の全体では33種が出現し、アベマキ林のみで出現した種は8種、アラカシ林のみで出現した種は13種であった。両方の林分に共通して出現した種は12種で、共通係数は $CC=0.571$ であった。これを、各種の発生数で重み付けした百分率類似度でみると、 $PS_2=0.203$ とな

った。二つの林分間では定性的な種組成において相違が現れ、さらに各種の発生数により数量化すると群集構造の相違が顕著であった。

5. 調査地点の類似性

調査地点間の相互の類似性を森下の類似度指数で表5に示した。植物園のアベマキ林(ay)は、直線距離で約2.1km離れた生態システム園のアベマキ林(as)との類似度指数が $C_\lambda=0.780$ で高くなった。また、植物園の同じ林域にあるアベマキ林(ay)とアラカシ林(gy)では $C_\lambda=0.526$ であった。さらに、植物園のアベマキ林(ay)は、植物園から遠く離れたアラカシ林(gr)とでは顕著に低い類似度($C_\lambda=0.040$)であった。このように、近隣に立地した同質な林分間では変形菌群集の類似性が高いことが示された。また、異質な林分であっても近接する林分では、遠く離れた同質な林分よりも類似性は高くなっていた。

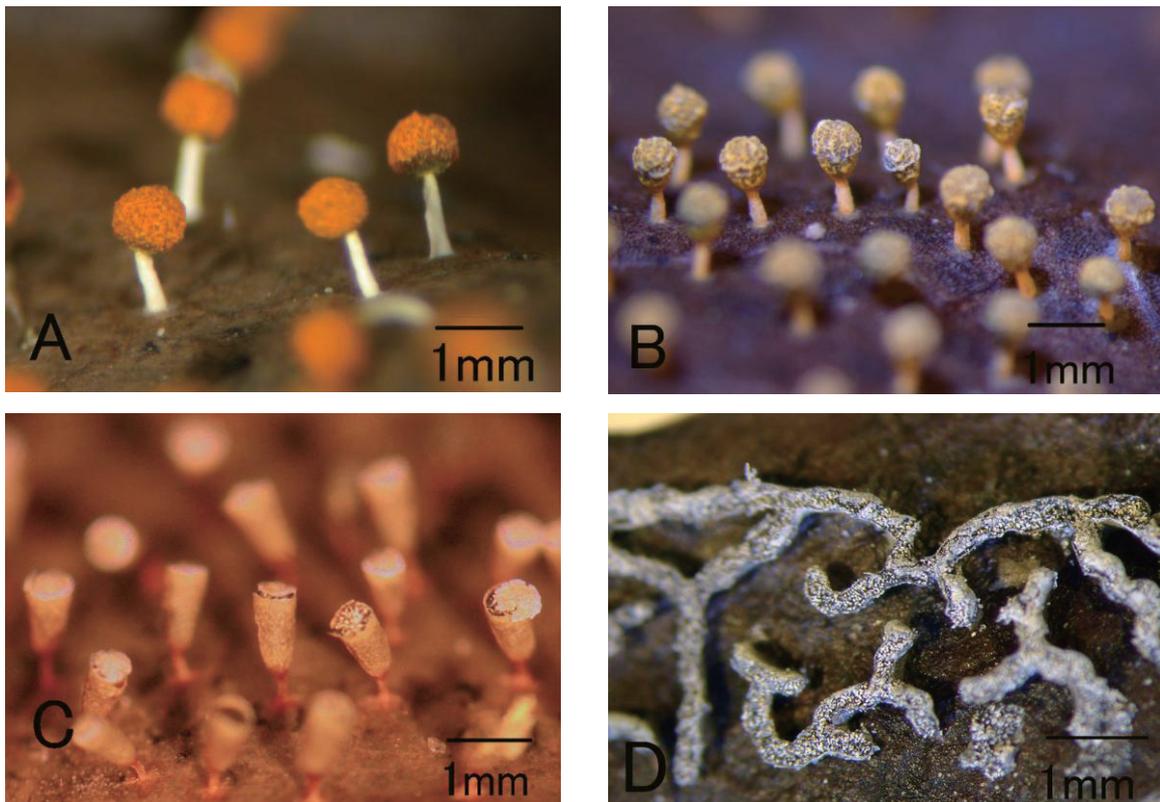


図5. 落葉に出現した変形菌の子実体。

A: シロジクキモジホコリ (*Physarum melleum*) 子のうは橙色から黄色で有柄、柄は円筒形で白い石灰質からなる。B: キサカズキホコリ (*Craterium aureum*) 子実体は倒卵形で橙色から黄色、子のうの外壁は石灰質で、内部の石灰節は小さいが擬柱軸を形成する、柄は短かく黄色から赤褐色である。C: サカズキホコリ (*Craterium minutum*) 子実体はウィングラス状で黄土色から褐色で蓋があり、外壁は軟骨質、内部の石灰節は白色で大きい。D: ハイイロフクロホコリ (*Physarum cinereum*) 屈曲子のう体で、子のう壁は一層で石灰で覆われ、内部に中丸みをおびた白色の石灰節が多い。

考察

1. 出現種の調査方法

本調査では岡山県南部の二次林で、葉リターに発生する変形菌を33種確認した。植物園の葉リターでは、2006年には25種が確認されている(高橋ほか, 2007)。これは、舟形トレイを利用して人為的に落葉堆積を林床に設置する方法により、林床で確認されなかった種も観察している。本調査では同じ林床で葉リターから16種の確認に止まり、昨年確認種のうちで4種(アマタマサカズキホコリ, ヘビフクロホコリ, ニセシロモジホコリ, サカズキホコリ)が確認されていない。変形菌の発生は一時的でその子実体は消失しやすい性質がある。そこで、こうした確認種の差異は、起こりやすいと考えられる。また、調査方法の違いにより生育種を捕捉する精度が異なると考えられる。

変形菌の発生のピークは梅雨の後期から梅雨明け頃に集中する(高橋, 1995)と報告されるが、地域に生育する変形菌群集をもれなく記録するためには、調査期間中に調査回数や調査区画数を増やしたり、数年間に渡って徹底した調査を行ったりすることが必要になると考えられる。また、人為的な落葉堆積を設置する方法により、捕捉する種数を増加させ、調査の精度を高めることができる。

葉リターに発生する変形菌は、コスタリカの植生の異なる4地点の森林でトランセクト法による徹底的な調査から25種が報告(Novozhilov et al., 2001)されている。本研究の区画法による確認種は33種であるため、種数としては多くの出現種を捕捉したと言える。Lister(1918)は、落ち葉には多くの種が発生するが、その出現量を明らかにすることは難しいと述べている。しかし、区画法での調査から子実体の付着した落葉・小枝片の数を比較したり、各種が出現した区画数を比較したりすることで、定量的に変形菌群集の構造を解析することが可能になった。

変形菌の野外での定量的な調査方法には、Maimoni-R. & Gottsberger(1980)が行った10m×10mの方形区での区画調査法やNovozhilov et al. (2001)が行った一定の距離をトランセクト法(幅6m×200m～

500mの区画)によって調査する方法もある。これらは、広い森林の数ヶ所で区画内の枯死木や落葉など様々な基物に発生する変形菌をくまなく調査している。しかし、葉リターに発生する変形菌の調査に限ると、森林内に変形菌の発生場所となる葉リターの集積場所は散在し、一様に分布することはほとんどない。また、面積が広い調査区では目視による徹底した探索は困難になる。したがって、狭い面積での綿密な探索を複数の区画で行う調査方法が、葉リターに発生する変形菌の調査には適している。

2. 発生数の評価方法

変形菌の発生数を比較するには、落葉などの基物を温室培養し、子実体が発生したシャーレの数や子実体の数で評価する方法(Schnittler & Stephenson, 2000)も取られている。しかし、野外調査において子実体数の計測は膨大な量になり困難であった。そこで、本研究では、発生数を子実体が着生した落葉・小枝片の数や各種が出現した区画数で評価した。しかし、落葉・小枝片の数は単一の変形体から発生した子実体を1つの標本としては評価していない。そこで、明らかに由来の異なる変形体から発生した子実体を1標本として評価するためには、各種の発生数を出現した区画数で評価する方法が合理的でより簡便であった。二次林の同質な林分では、15区画程度を調査すると出現種がほぼ一定に達した。そこで、各調査地点で調査区画数を十分量とれば、生育種の捕捉や発生数の評価は可能になると考える。一方、環境への影響を考える上でも、子実体が着生した落葉・小枝片をすべて採取する方法は避けたい。こうしたことから、各種の定量的な評価は、出現頻度で行うことが適切な調査方法と言える。

3. 落葉に豊富に発生する石灰性種

落葉に発生する変形菌は、アバマキ林とアラカシ林のどちらの林分でもモジホコリやカタホコリ、ホネホコリなどのモジホコリ目の種が優占した。Venkataramani et al. (1986)は、インドでの調査から石灰質を子実体に含む種(石灰性種)が枯死木や樹皮上

よりも葉リターで優占することを報告している。片桐(1975)は、樹体におけるカルシウムの養分含有率は、落葉>枝>幹の順に高いと報告し、さらに展葉から葉の生育につれてカルシウムの含有率が高くなることも報告している(片桐, 1977)。したがって、落葉中のカルシウムの蓄積は、林床における変形菌の種の分布に影響を与え、石灰性種はカルシウムを求めて落葉を好むと考えられる。

4. 種組成および群集構造の類似性

Stojanowska(1980)は、ポーランドの森林植生の似ている2つの落葉樹林で3年間の調査からそれぞれ53種と49種を確認し、2つの森林の共通種は35種(共通係数 $CC=0.686$)であり、種組成において厳密な違いはないとした。また、Stephenson(1989)は、北米の針葉樹林と広葉樹林で落葉・小枝片に発生した変形菌を比較して、共通係数 $CC=0.296$ の小さい値となったことを示した。さらに、Schnittler & Stephenson(2000)は、北米のバージニアとコスタリカで生木樹皮と落葉・小枝片に出現した種をそれぞれ比較し、共通係数は生木樹皮で $CC=0.22$ 、落葉・小枝片で $CC=0.26$ となったことを報告している。こうしたことから、同質な森林間では定性的な種組成の類似性は高く、異質な植生間では類似性が低いことが示唆されている。本研究では、同じ地域の二次林を構成する二つの林分間で共通係数が $CC=0.571$ となっ

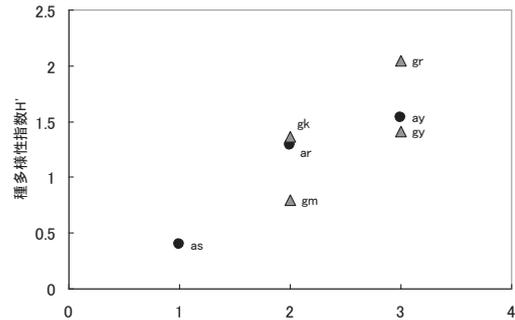


図6. 調査地点の林冠構成樹の種数と変形菌の種多様性指数との関係。

凡例の略号は表1の調査地点の略号に従う。

アベマキ林: ar, as, ay アラカシ林: gk, gm, gr, gy

た。この共通係数はあまり低い値ではないが、群集構造を比較した百分率類似度では $PS_2=0.203$ となり、優占種が著しく異なっていた。そこで、定量的な調査法と群集構造の解析から、変形菌の分布は地理的に遠く離れていなくても、群落が異なると相違があることが示された。

5. 変形菌の種多様性

森林は単一の樹種により構成されることはほとんどなく、多様な植物が生育し、それらの植物遺体に変形菌の生育基物になる。そこで、生育基物のタイプには倒木や落葉、草本遺体、生木樹皮など様々なタイプが存在する。Ukkola and Rikkinen(2000)は、変形菌の種多様性はこのような基物タイプの多様性に関係して増加すると指摘している。そこで、落葉に発生する変形菌では、落葉を供給する樹種が多様

表4. 調査地点ごとの変形菌群集の種多様性指数と均等度指数。

調査地点	アベマキ林			アラカシ林			
	岡山市		浅口市	岡山市		浅口市	
	植物園	生態園	鴨方町	植物園	御津	笠井山	鴨方町
種多様性指数 H'	1.54	0.40	1.29	1.41	0.80	1.36	2.05
均等度指数 J'	0.58	0.19	0.72	0.59	0.41	0.65	0.85

表5. 調査地点間の変形菌群集の類似度指数。

調査地点	アベマキ林			アラカシ林		
	植物園(ay)	生態園(as)	鴨方町(ar)	植物園(gy)	御津(gm)	笠井山(gk)
生態園(as)	0.780					
鴨方町(ar)	0.314	0.314				
植物園(gy)	0.526	0.062	0.071			
御津(gm)	0.008	0.000	0.011	0.016		
笠井山(gk)	0.116	0.038	0.023	0.117	0.037	
鴨方町(gr)	0.040	0.001	0.064	0.053	0.101	0.095

になれば、変形菌の種多様性も高くなることが推定される。実際、本研究では林冠の優占種が相違すると変形菌群集が異なることを明らかにした。そして、林冠の優占種の種数が増えると変形菌の多様性も増加した。つまり、基物タイプが同質であっても基物の種類数が変形菌群集に影響を与えていることが分かった。

6. 葉リターの分解過程に関係した変形菌

変形菌は腐植で生活し、主に細菌類を栄養源としている。そこで、変形菌は森林生態系の有機物の分解過程に関係をもって生育していることが考えられる。堤(1956)は、落葉の分解速度は樹種により異なり、窒素含有率の大きい葉ほど分解が速い傾向があるとしている。例えば、落葉広葉樹のハンノキやコナラは、針葉樹のヒノキやスギよりも分解速度が速い。また、石井ほか(1982)は、斜面の上部・中部・下部の位置によって植生が異なるが、土壤の水湿状態の差が落葉分解速度に著しく影響していない1つの斜面では、落葉の種組成が落葉分解速度の違いに起因していたと報告している。さらに、2種の落葉を混合すると落葉分解速度が変化するという報告もある(河原, 1975)。本研究では、同じ地域の二次林でも林冠樹種が異なる林分では変形菌の種組成と優占種が異なり、変形菌の種多様性は優占する樹木の種数に正の相関をもった。したがって、分解速度が異なる落葉の組成が、変形菌の発生に影響していることが考えられる。変形菌と落葉分解との関係は、落葉樹種との関係も含めて今後の研究課題である。

謝辞

本研究の野外調査にあたり、協力いただいた岡山理科大学総合情報学部生物地球システム研究会の古屋達規氏と小野智代氏に感謝の意を表します。

摘要

1. 岡山県南部の二次林において落葉樹のアベマキが優占する林分と常緑樹のアラカシが優占する林分で葉リターに発生する変形菌群集を比較した。調

査時期は、2007年6月下旬から7月下旬の一ヶ月間であった。二つの異なる林分で、落葉堆積にそれぞれ複数の1m²の区画を設定し、それらの区画内で変形菌の子実体が着生した落葉・小枝片をすべて採取し、各種の発生数を評価した。また、各種の発生した区画数から出現頻度を求めた。こうした定量的な調査から、変形菌群集の構造的な相違を比較した。

2. 変形菌の出現種は、アベマキ林では3地点48区画から20種、調査区画あたり1.6±0.8種であった。また、アラカシ林では4地点40区画から25種、2.0±1.2種になった。二次林の総出現種は33種で、それらの85%は子実体に石灰質を含むモジホコリ目の種であった。アラカシ林は、出現種数および平均出現種数で、アベマキ林よりも種が豊かであった。

3. 両林分に共通して出現したのは12種のみで、共通係数はCC=0.571、百分率類似度はPS₂=0.203であった。変形菌の優占種は二つの林分で相違し、アベマキ林ではシロジクキモジホコリ、アラカシ林ではサカズキホコリとハイイロフクロホコリであった。調査した7つの林分間で、森下の類似度指数は、距離の近い同質な林分間では高く、相互に距離が隔たった異質な林分間では低くなる傾向であった。

4. 変形菌群集の種多様性指数H'は、アベマキのみが林冠に優占する林分でH'=0.40であったが、アラカシ・ナナミノキ・アベマキが優占する林分ではH'=2.05に増加した。変形菌群集の種多様性指数は、林冠構成樹の種数に正の相関(r=0.862, p<0.05)を示した。このことから、変形菌の生育基物となる落葉の樹種多様性が変形菌の種多様性に影響を与えていることが示された。

引用文献

- 波田善夫・小新真代・福澤好晃・西本 孝(1994). 岡山県南部の里山と地形・地質について. 岡山県自然保護センター研究報告, 1:11-28.
- Härkönen, M. (1981). Myxomycetes developed on litter of common Finnish trees in moist chamber cultures. Nord. J. Bot., 1: 791-794.

- Ing, B. (1994). The phytosociology of myxomycetes. *New Phytol.*, 126: 175-201.
- 石井 弘・片桐成夫・三宅 登(1982). 尾根筋にアカマツを混交した落葉広葉樹林の斜面位置による落葉種組成の相違と分解速度. *日林誌*, 64: 66-71.
- 片桐成夫・堤 利夫(1975). 森林の物質循環と地位との関係について(Ⅲ)－地上部現存量および養分集積量－. *日林誌*, 57:412-419.
- 片桐成夫(1977). 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(Ⅳ)－樹体の養分含有率について－. *島根大農研報*, 11: 60-72.
- 河原輝彦(1975). リターの分解について(Ⅱ)－2種類の落葉の混合が落葉分解速度に及ぼす影響－. *日生態誌*, 25: 71-76.
- 小林四郎(1995). 「生物群集の多変量解析」. 194pp. 蒼樹書房.
- Lado, C. (1993). Myxomycetes of Mediterranean woodlands. In D. N. Pegler, L. Boddy, B. Ing & P. M. Kirk (Editors). *Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation*, pp 93-114. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Lister, G. (1918). "The mycetozoa: a short history of their study in Britain; an account of their habitats generally; and a list of species recorded from Essex". *Essex Field Club Special Memoirs* 6:1-54.
- Maimoni-Rodella, R. and Gottsberger, G. (1980). Myxomycetes from the forest and the Cerrado Vegetation in Botucatu, Brazil: A comparative ecological study. *Nova Hedwigia*, 34:207-246.
- Morisita, M. (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. (Biol.)*, 3:65-80.
- 中村寛志(2000). 生物群集の解析手法と環境アセスメント. *信州大学農学部紀要*, 36:1-10.
- 難波靖司・波田善夫(1997). 岡山県における植物分布要因の解析. *岡山県自然保護センター研究報告*, 5: 15-41.
- 日本生態学会編(2004). 「生態学入門」. 273pp. 東京化学同人.
- Novozhilov, Y. K., Schnittler, M., Rollins, A. W. and Stephenson, S. L. (2001). Myxomycetes from different forest types in Puerto Rico. *Mycotaxon*, 52:285-299.
- Schnittler, M. and Stephenson, S. L. (2000). Myxomycete biodiversity in four different forest types in Costa Rica. *Mycologia*, 92(4): 626-637.
- Stephenson, S. L. (1989). Distribution and ecology of myxomycetes in temperate forest. II. Patterns of occurrence on bark surface of living trees, leaf litter, and dung. *Mycologia*, 81: 608-621.
- Stojanowska, W. (1980). Comparison of myxomycetes of the forest in Skarszyn and of the beech reserve in Muszkowice. *Acta. Mycol.*, 16: 221-230.
- 高橋和成(1995). 岡山県南部の里山における変形菌の生態学的研究－基物嗜好性と結実季節性について－. *岡山県自然保護センター研究紀要*, 3: 23-31.
- 高橋和成・波田善夫(2007). 林床の落葉分解にともなう変形菌の発生を調べる予備的研究. *Naturalistae*, 11: 47-56.
- 寺下史恵・斎藤由希子・能美洋介・波田善夫(2002). 岡山理科大学自然植物園の森林植生. *自然植物園研究報告*, 7: 22-35.
- 堤 利夫(1956). 林木落葉の分解について. *京大演報*, 26: 59-87.
- 堤 利夫・片桐成夫(1974). 森林の物質循環と地位との関係について(Ⅱ)－斜面の環境勾配と乾湿度指数－. *日林誌*, 56: 434-440.
- Ukkola, T. and Rikkinen, J. (2000). Myxomycetes in the forests and woodlands of Western Oregon. *Mycotaxon*,

76:213-245.

Venkataramani, R. and Kalyanasundaram, I. (1986). Dis-
tribution and ecology of myxomycetes in India. Proc.

Indian Acad. Sci. (plant Sci.), 96: 289-301.

山本幸憲(1998). 「図説日本の変形菌」. 700pp.

東洋書林.

(2008年1月21日受理)