

## 春日山天然林土壌の微生物数に影響を及ぼす要因

伊月亜有子・辻 秀幸<sup>\*1</sup>・藤江 隼平<sup>\*1</sup>・油谷 幸代<sup>\*2</sup>

Factors to influence the microbial numbers in Kasuga-yama Hill Primeval Forest Soil

Ayuko ITSUKI, Hideyuki TSUJI, Shunpei FUJIE and Sachiyo ABURATANI

The soils (F, H and A horizons) under the Laurel-leaved (BB-1) and *Cryptomeria japonica* (BB-2) forests in Kasuga-yama Hill Primeval Forest were selected and divided according to particle-size (<1, 1-2, 2-4, >4mm) to examine the microbial count and the amount of organic matter. A remarkable difference was not admitted between each particle-size both in the numbers of microorganism and the amount of organic matter. It is due to a higher metabolic activity in Kasuga-yama Hill Primeval Forest. The numbers of bacteria were complexly influenced forest morphology, horizon, lipid, hot-water-soluble organic matter, and cellulose. The numbers of fungi were influenced hot-water-soluble organic matter.

### 1. はじめに

春日山天然林は、1,160年以上も自然の状態が保たれた関西唯一の天然林である。本天然林内の動・植物に関する研究は古くから行われている<sup>[1]</sup>。しかしながら、土壌特性および微生物生態に関する調査は皆無である。そこで、本天然林土壌の微生物生態などに関する一連の研究<sup>[2-4]</sup>を開始した。

森林土壌において植物遺体に含まれる脂質、多糖類、ヘミセルロース、セルロース、リグニンなどの有機物は、主に細菌や糸状菌などの土壌微生物によって分解される<sup>[5-6]</sup>。この過程は森林生態系における物質循環に重要な役割を果たしている。これまでに、本天然林の層別別土壌について、理化学的性質、有機物組成および微生物数量など調べ、有機物層のF、H層および鉍質土層のA層が物質代謝の拠点であることを明らかにしてきた<sup>[2-4]</sup>。しかしながら、森林土壌の物質代謝過程を解明するためには、層別別のマクロな視点だけでなく、生態学的に土壌を分画し、詳しく調べる必要がある。

そこで、本研究では、春日山天然林の層別別土壌を粒子径別に分画し、それぞれの画分に存在する糸状菌および細菌数を調べた。また、微生物数に影響を及ぼす物理的および化学的要因について検討した結果を報告する。

### 2. 供試土壌および実験方法

#### 2.1. 供試土壌

実験は春日山天然林内の代表的な2地点で行った。すなわち、タブノキ (*Machilus thunbergii*) およびイヌガシ (*Neolitsea aciculata*) などの高木林からなる乾性褐色森林土 (照葉樹林と称する) および高木スギ (*Cryptomeria japonica*) 林からなる乾性褐色森林土 (天然杉林と称する) について、有機物層のF、H層および鉍質土層のA層を平成17年4月に採取した。各地点ともに数断面観察を行い、様相が最も平均的であるところを選定した。

採取土壌をメッシュ目1mm、2mm、4mmの篩を用いて、1mm以下、1~2mm、2~4mmおよび4mm以上の4つの粒子径に分画した。2~4mmおよび4mm以上の試料についてはさらに鉢で切断して2mmの篩に通した。また、有機物量を測定するために、風乾した土壌を粉碎 (WB-1, 大阪ケミカル) し、0.5mmの篩を通した。

#### 2.2. 実験方法

##### 1) 微生物数

2mm以下に調整した湿潤試料5gを45mLの滅菌水を入れた100mL容ステンレス製カップに加え、ホモブレンドャー (500C, 佐久間製作所) を用いて、12,000rpmで3分間粉碎<sup>[7]</sup>した。その後、希釈平板法<sup>[8]</sup>で、細菌は普通寒天培地<sup>[9]</sup>を用いて、30℃で7日間培養し、糸状菌はローズベンガル・ストレプトマイシン寒天培地<sup>[9]</sup>を用いて、30℃で5日間培養してそれぞれ計数した。

2) 有機物量

Waksman の近似分析法<sup>[10-11]</sup>を改変した和田らの方法<sup>[12-13]</sup>を用いて行った。すなわち、ベンゼン・エタノール(1:1)抽出画分の抽出物の乾燥重量を定量し、脂質量とした。熱水抽出画分の有機物量を重クロム酸カリウム・硫酸法<sup>[14-15]</sup>を用いて測定し、熱水可溶有機物量とした。2%塩酸加水分解画分のヘキソースおよびペントース量を、それぞれアンスロン・硫酸法<sup>[14-15]</sup>および Bial 反応・福井法<sup>[14-15]</sup>を用いて測定し、それらの含量を0.9倍してヘミセルロース量とした。72%硫酸加水分解画分のヘキソース量をアンスロン・硫酸法<sup>[14-15]</sup>を用いて測定し、0.9倍してセルロース量とした。

3. 結果および考察

1) 微生物数

各層位における粒子径別細菌数および糸状菌数を図1に示した。両天然林で比較すると、植生の違いに起因して、細菌数は天然杉林の方が、糸状菌数は照葉樹林の方が多かった。また、細菌数はH層で最も多かったが、糸状菌数は各層位とも多かった。

しかしながら、細菌数および糸状菌数ともに、粒子径との間に差が認められなかった。土壌有機物の分解が速いことに起因すると考えられる。

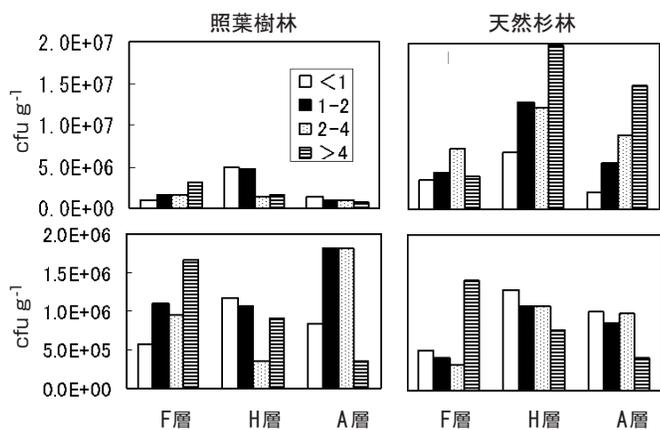


図1 各層位における粒子径別細菌数(上)および糸状菌数(下)

2) 有機物量

各層位における粒子径別有機物量および残渣量を図2に示した。

照葉樹林の脂質量は、各層位ともに天然杉林よりも少なかった。照葉樹林は各層の厚さが薄いため、微生物による有機物の分解が活発に行われていると推察された。天然杉林の脂質量はF層よりもH層の方が多かった。また、HおよびA層では粒子径が大きいほど脂質量が

多く、脂質が分解されにくいことが推察された。

熱水可溶有機物量は脂質量と同様に、照葉樹林の方が少なかった。また、各天然林ともに、層位が深くなるにつれて減少していたが、粒子径による違いは認められなかった。熱水可溶有機物は易分解性であるため、速やかに分解する<sup>[3,6,16]</sup>ことが推察された。

ヘミセルロース量は熱水可溶有機物量と同様に、層位が深くなるにつれて減少していたが、粒子径による違いは認められなかった。

セルロース量は層位が深くなるにつれて減少していた。また、粒子径が大きいほどセルロース量が多く、セルロースが分解されにくいことが推察された。残渣は各有機物量とは異なり、下層になるにつれて増加していた。逐次抽出により有機物が減少したことが明らかとなった。

以上の結果から、脂質量およびセルロース量は粒子径が大きくなるにつれて増加する傾向が認められたが、他の有機物は植生および層位による違いのみで、粒子径による違いはほとんど認められなかった。本天然林土壌は、各層の厚さが1~5cmと著しく薄い<sup>[3]</sup>ことからわかるように、温暖な気候で、微生物による有機物の分解が活発に行われていることによると推察された。

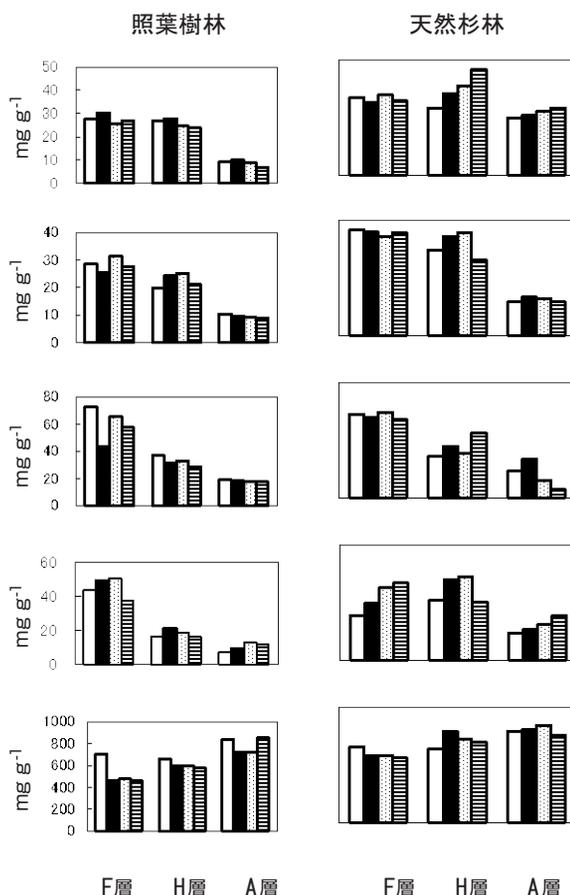


図2 各層位における粒子径別有機物量および残渣量(上から脂質,熱水可溶有機物,ヘミセルロース,セルロース,残渣)

### 3) 微生物数を決定する要因

本天然林土壌において、微生物数を決定する物理的要因（森林形態（植生）、層位、粒子径）を調べるために、三元配置の分散分析（3 要因によって分類された各群のデータが複雑で、データに対応が認められない場合に使用）を行った結果を表 1 に示した。

細菌数は森林形態および層位に対し、有意な数値が得られたことから、細菌数は森林形態および層位の物理的要因が関与していると考えられる。一方、糸状菌数はいずれの物理的要因に対しても有意な数値が得られないことから、糸状菌数は森林形態、層位、粒子径のどの要因にも影響されないと考えられた。

表 1 微生物数と物理的要因との関係

	細菌数	糸状菌数
森林形態	0.002**	0.418
層位	0.048*	0.102
粒子径	0.222	0.435
森林形態・層位	0.166	0.134
森林形態・粒子径	0.142	0.309
層位・粒子径	0.771	0.173

\*\* 1%有意、\* 5%有意

次に、微生物数を決定する化学的要因（各有機物量）を調べるために、Spearman の順位相関（数値のオーダーが違う 2 変数の間に相関があるかどうかを検定する方法）を求め、表 2 に示した。

細菌数は森林形態、層位の物理的要因が関与し、脂質、熱水可溶有機物およびセルロースの化学的要因と有意な相関があることから、細菌は物理的要因、化学的要因の影響を複雑に受けていると考えられる。

一方、糸状菌数は、物理的要因のいずれにも影響されず、化学的要因では熱水可溶有機物のみと有意な相関があることから、糸状菌は基質特異性が高いと考えられる。また、細菌数および糸状菌数ともに残渣と負の相関が見られた。残渣は微生物の栄養となる有機物が少ない<sup>6)</sup>ことに起因すると考えられる。

表 2 微生物数と化学的要因との関係

	脂質量	熱水可 溶有機 物量	ヘミセ ルロー ス量	セルロ ース量	残渣
細菌数	0.828**	0.448*	0.102	0.406*	-0.226
糸状菌数	0.312	0.422*	0.378	0.366	-0.412*

\*\* 1%有意、\* 5%有意

## 4. おわりに

春日山天然林土壌において、層位別土壌（F、H およ

び A 層）を粒子径別に分画し、細菌数、糸状菌数および各有機物量を調べた。

粒子径別微生物数および有機物量は顕著な差が認められなかった。春日山天然林は土壌有機物の分解速度が速いことに起因していると考えられる。

細菌数は森林形態、層位および脂質、熱水可溶有機物、セルロースの影響を複雑に受けていた。糸状菌数は基質特異性が高く、熱水可溶有機物の影響を受けていた。

## 参考文献

- [1] 菅沼孝之（1982）奈良公園史自然編, 第一法規出版, pp.95.
- [2] 金澤晋二郎・伊月亜有子・河越幹男（2005）世界遺産奈良県春日山における天然林土壌の特性解明（第 1 報）天然林土壌における培養法および直接検鏡法による微生物数量, 土肥誌, 76, 459-470.
- [3] 伊月亜有子（2008）森林土壌 A<sub>0</sub> 層および A 層における中性糖組成, 奈良高専研究紀要, 44, 57-60.
- [4] Itsuki,A., Aburatani,S. and Kanazawa,S. (2010) Soil microbial ecology of laurel-leaved and *Cryptomeria japonica* forests assessed by dilution plate count and direct microscopic count methods, 19<sup>th</sup> WCSS, 187-190.
- [5] 河田弘（1961）落葉の有機物組成と分解にともなう変化について, 林試研報, 128, 115-144.
- [6] 河田弘（1989）リターの組成と分解過程, 森林土壌学概論, 博友社, p.259-292.
- [7] Kanazawa,S., Takeshima,S. and Ohta,K. (1986) Effect of waring blender treatment on the counts of soil microorganisms, *Soil Sci.Plant Nutr.*, 32, 81-89.
- [8] 東京大学農学部農芸化学教室編（1978）実験農芸化学上 第 3 版, 朝倉書店, p.306-307.
- [9] 田辺市郎・鈴木達彦（1972）微生物に関する分析法その 1 土壌微生物の測定法, 土肥誌, 37, 34-45.
- [10] Stevenson,F.J. (1965) Gross chemical fraction of organic matter, *Methods of soil analysis. Part 2, American Society of Agronomy Inc., Publisher, Magison, p.1409-1414.*
- [11] Waksman,S.A. and Stevens,K.R. (1930) A critical study of the methods for determining the nature and abundance of soil organic matter, *Soil Sci.*, 30, 97-116.
- [12] 和田秀徳・金沢晋二郎・高井康雄（1971）土壌有機物の物理的分画法（第 3 報）, 土肥誌, 42, 109-117.

- [13] 菅家文左衛門 (1990) 土壤炭水化物の分析方法, 福島農短大報, 1 : 42-48.
- [14] 立川涼 (1966) 土壤および液体試料中の有機物の迅速定量法ならびに糖類に関するニ, 三の定量法, 土肥誌, 37, 28-33.
- [15] 福井作蔵 (1969) 還元糖の定量法, 東京大学出版会, pp.193.
- [16] 金沢晋二郎・高井康雄・竹島征二・和田秀徳 (1976) 亜高山帯針葉樹林下の土壤有機物の性状と分解過程 (第2報) 本地帯の土壤有機物の近似組成成分とその存在量について, 土肥誌, 47, 307-313.