

氏 名	森 圭 子
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1715 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	農 学 研 究 科 地 域 環 境 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Morphology of Humus Profiles and their Chemical Properties under Different Vegetation Types in Japan (日本の異なる植生下における堆積腐植層の形態とその化学的性質の解明)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 崎 隆 教 授 武 田 博 清 教 授 二 井 一 禎

論 文 内 容 の 要 旨

堆積腐植層(O層)はリターフォールから供給される有機物が生物活動を通して分解される過程で堆積する有機質の層で、土壌を物理的に保護し、水文過程や植物生育並びに森林更新の過程に大きな影響を及ぼす重要な森林の一構成部分である。堆積腐植層はその分解の様式により様々な形態を持つため、有機物の分解や養分の無機化の様式を理解する上で重要である。堆積腐植層の形態分化は気候、母材、地形、土壌、土壌生物、植生によって説明される。日本では養・水分環境の良好な斜面下部では分解が速く無機物質とよく混ざり合ったムル型、養・水分環境の不良な斜面上部では分解が遅く有機物が厚く堆積し無機物質との混入程度が低いモルあるいはモーダー型が形成され、それを規定する要因は地形、養分環境であると説明されることが多い。植生もそのリターの質の違いにより堆積腐植層の形態分化に与える影響が大きいと考えられるが、植生は地形によって変化することが多く、両者を区別して堆積様式に与える影響を評価できていないのが現状である。以上のような背景のもと、本論文は気候、母材、地形が同様の地点において植生が堆積腐植層の形態ひいては分解と養分無機化様式に与える影響を、堆積腐植層構成物の微視的な観察とその化学的性質から明らかにすることを目的として行った一連の研究をとりまとめたものであり、次の各章からなっている。

第1章は序論であり、この研究の背景を明示するとともに、本論文で取り扱う課題について記述している。

第2章では、調査地点の森林下の土壌を分類し、比較することで各地点の類似性と特徴を明示した。研究を行った地点はブナを代表とするブナ林、ナラを代表とする落葉広葉樹二次林(ナラ林)とスギ植林地(スギ林)で、リターフォールとO層の堆積量から有機物の平均回転率を算出すると、ブナ、スギ、ナラの順に低く、それぞれ年間0.09, 0.12, 0.24であった。ブナ林は厚い堆積腐植層に特徴付けられるようにリターの分解が遅く、ポドゾル化が進行していること、また、Soil Taxonomyがこのような堆積腐植層-土壌の関係を的確に捉えた分類法であることが示された。

第3章では、リターの分解に重要であると考えられた土壌動物の嗜好性の試験と土壌動物個体数の調査を行うとともに、堆積腐植層の形態を直接的な顕微鏡観察により詳細に記述した。堆積腐植層の形態観察には、従来用いられている薄片法ではなく、分解段階により0.5-2 cmの厚さで採取した試料をエタノールに浸漬後そのまま観察するという方法と、構成物の内部については薄片を用いる方法を併用して行った。これにより、生物活動の痕跡や、構成物の形状変化を従来法より詳しく捉えることが可能となり、またポイントカウント法を用いることで定量的に堆積腐植層の形態形成過程を記述することができた。いずれの地点においても有機物質と無機物質の混和は少なく、モーダー型に分類されたが、その形状は大きく異なっていた。ブナ林ではリターの変容が漸次的で白色腐朽菌による白色化や土壌動物によるリターの粉碎程度が小さいため、未分解のリターと土壌動物の糞などの分解産物がOe層(主に元の形状が判別可能な植物遺体で構成される層)として層状に厚く堆積し、それらが大型の土壌動物による摂食などの攪乱をあまり受けず残存するため、比較的大きな分解産物の構造がO層下部で発達することが示された。一方、ナラ林ではO層上部における白色腐朽菌の活動など、微生物と土壌動物によるリターの粉碎の相乗効果によりリターが消失するため、薄いOe層が形成され、その厚さは生物活動の違いにより異な

ることを示した。土壤動物の分解産物が比較的厚く堆積した層（Oa層）においても土壤動物の攪拌の痕跡が認められ、有機物質と無機物質の混和はムル型の形成には充分ではなかったものの、ブナ林よりもその程度が高かった。無機質土壌表層における構造の大きさはブナ林より小さく、ヤスデなどの摂食による既存の団粒の破壊によると考えられた。スギ林ではミミズによるリターの摂食と小型節足動物によるスギ針葉内部からのリターの摂食、さらに微生物による表皮の分解とそれによる針葉の消失過程が観察された。無機質土壌への有機物の混入は少なく、Oe層が比較的厚く発達しているものの、Oa層が薄いことは、土壤生物による有機物の分解が現在の植生下で充分に進んでいないことを示しており、スギ植栽以前の影響がいまだ残っていると考えられた。しかし、生物活動の痕跡が多く見られたこと、腐植食性の生物バイオマス量が最も高かったことは、現在と過去の生物活動にギャップがあることを示し、将来、堆積腐植層が分解により薄くなる可能性を示唆した。

第4章では、ブナ林とナラ林について堆積腐植層を分解段階により細分し、潜在炭素無機化速度、有機炭素化合物組成、無機元素濃度、潜在窒素無機化量といった化学性の分析を行った。潜在無機化速度は易分解性の可溶性炭素濃度が高いO層上部で高く、可溶性炭素の減少とともに潜在無機化速度が低下するものの、落葉後数ヶ月から一年が経過した層において潜在無機化速度がブナ林では高いまま維持され、ナラ林ではやや高い値を示していた。この高い潜在無機化速度は易分解性の基質量で説明できず、基質の物理的な利用しやすさが土壤動物のリターの粉碎によって高まるためであると説明された。O層下部では無機化速度が大きく低下し、有機物は難分解性であることがわかった。ナラ林は全体的に無機化速度が速く、また窒素の無機化量が高く、さらに無機化された窒素は主に硝酸態であることから、ムル型に類似した高い分解速度と効率的な養分の無機化機構を持つことがわかった。ブナ林は厚い堆積腐植層の発達に見られるように分解速度が遅く、それが土壌をボドゾル化している主要因であることがわかった。

第5章では総合的な議論を行い、1) 堆積腐植層の形態と化学的性質から、分解の早い段階における土壤動物による粉碎と微生物の活動の相乗効果がリターの消失とOe層の発達程度などに見られる堆積腐植層の分化に重要であること、2) O層下部は基質が難分解性であるが、ブナ林とナラ林では土壤動物の活動程度の違いが分解速度の違いをもたらししていること、3) ブナ林とナラ林における土壤動物バイオマス量の規定要因の一つとしてCa濃度が考えられること、4) リターの分解と養分の無機化様式の違いが根の分布に現れていることを明らかにした。

第6章は本研究の成果のまとめと結論に充てられている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

森林の堆積腐植層は生態系における分解過程や養分循環の機構を理解する上で重要な示唆を与える。本論文は、従来ほとんど評価されなかった、植生が堆積腐植層の形態に与える影響を、母材や地形など植生以外の条件が同様で植生のみが異なる3地点において検討した一連の研究成果を取りまとめたもので、評価できる点は以下のとおりである。

1. 堆積腐植層の形態を評価するにあたり、従来用いられている薄片法ではなく、分解段階により細分した試料について直接観察するという方法と構成物の内部については薄片を用いる方法を併用して行った。これにより、堆積腐植層構成物の形状の変化を従来法より詳しく捉え、またポイントカウント法を用いたことで定量的に堆積腐植層の形態形成過程を記述することができた。

2. 上記の方法を用いて堆積腐植層の形態を詳細に記述し、同様の環境下にある堆積腐植層の形態形成過程は、植生によって大きく異なり、初期の生物活動が堆積腐植層の分化に重要であることを示した。

3. 堆積腐植層を細分してその炭素および窒素無機化速度や化学的組成の変化を解析することにより、堆積腐植層の形態と化学的性質の関係を示し、比較的厚いOa層を持つモダー型であっても、生物の活動が大きくかつ薄いOe層を伴う場合はムル型に近い分解と養分の無機化様式を持つことを示した。

以上のように本論文は、日本の異なる森林植生下において、堆積腐植層の形態を詳細に観察し、その化学的性質を解析することにより、堆積腐植層の形態形成メカニズムを植生によって異なるリターの質と生物の分解活動に基づき説明することに成功しており、土壌学、森林生態学並びに環境科学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお，平成20年2月14日，論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果，博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。