

アカマツ林における落葉の分解と 土壌堆積腐植層の形成過程

武田 博清

A Preliminary Study on the Decomposition and Genesis of
Soil Organic Layer in a Pine Forest

Hiroshi TAKEDA

摘 要

アカマツ林におけるリター量の推定と針葉のリターバッグ法による分解の実験の結果から土壌堆積腐植層を形成する有機物の分解時間を推定した。さらに一時間断面における堆積腐植層の微細形態観察の結果からマツ林の堆積腐植層における有機物の分解過程と土壌堆積腐植層の形成過程を調査した。アカマツ林における土壌堆積腐植層における有機物の分解や物質循環の様式についての考察を行った。

は じ め に

土壌の表層に発達する堆積腐植層は森林の立地条件を反映している。土壌堆積腐植層は地上からの落葉、落枝といったリターの供給と、それらの分解過程のうえに形成されている。土壌堆積腐植層における分解の研究は森林生態系の物質循環の機構を理解するうえで重要である。

古くから林学者は森林土壌の堆積腐植層について関心を払ってきた。ミュラー⁴⁾はデンマークにおける森林の土壌堆積腐植層を大きくムル、とモルの二つの堆積様式に分類し、その後の土壌堆積腐植の研究の基礎を成した。その後、森林の堆積腐植層の形態について詳しい類型化がヨーロッパや北アメリカの森林土壌について行われてきている⁵⁾。わが国においても、内田¹³⁾は北海道の針葉樹林の土壌堆積腐植層の分類を行い、堆積腐植層の形態がその理化学性とも関係しており、さらに鉱物質土壌とも密接に関係していることを示した。

土壌堆積腐植層の研究は、ヨーロッパにおいてはマクロな形態の記述を終えて、その生成過程を土壌微形態学的手法により土壌の微生物、動物の役割から解明する研究が展開されている¹⁾²⁾¹⁵⁾。

森林生態系の研究において物質の内部循環の速度を推定する目的で土壌堆積腐植層の量、落葉落枝の量推定が数多くの森林について行われている¹¹⁾。これらの研究は堆積腐植層の生成、回転率を推定するうえにおいても重要である。

この報告においては、針葉のリターバッグ法による分解の実験と、一時間断面における堆積腐植層の形成過程を調査した。アカマツ林における土壌堆積腐植層における有機物の分解や物質循環の様式についての考察を行った。

本研究は文部省科学研究費（一般研究C61560168）による助成を受けて行われた。

植層の形態観察結果を述べ、マツ林の堆積腐植層における分解過程とその形成過程を考察した。本報告を御校閲くださった堤 利夫教授に謝意を表します。また調査における便宜を計ってください上賀茂試験地の各位に謝意を表します。

調査地の概要

本調査は、京都市北部に位置する京都大学上賀茂試験地内の天然生のアカマツ (*Pinus densiflora*) の優占する二次林においておこなわれた。調査林分は尾根部に位置し、斜面の方位は北西、傾斜度は約10度である。上層木として、アカマツが優占し、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) を混交している。下層の植生として常緑のヒサカキ (*Eurya japonica*)、サカキ (*Cleyera japonica*)、アセビ (*Pieris japonica*)、落葉樹として、コバノミツバツツジ (*Rhododendron reticulatum*)、ネジキ (*Lyonia ovalifolia*) などが優占している。この林分は、戦後の皆伐跡地にアカマツが成林し、その後、アカマツの枯死跡にヒノキが侵入し現在アカマツとの混交林分を構成している。アカマツの枯死木から、林齢はおおよそ40年と推定される。本調査地の降水量は年間1650mm、平均気温は15℃である。土壌は古生層を起源とする砂岩、粘板岩を母岩としており、土壌は乾性の褐色森林土壌 BB に属している。

調査方法

1. 落葉量とその分解速度の推定

アカマツ林に10×20mの調査区を設定し、さらにそれを2×5mの小区画にわけた。各々の小区画に25×25cmのリタートラップを一個、合計20個設置した。1978年11月の設置から毎月リターの回収を1981年12月まで行った。回収したリターはアカマツ針葉、ヒノキ針葉、その他の葉、枯死枝、バークなどに分けて各々の重量を105℃において乾燥後測定した。

リタートラップを用いて採集したアカマツの針葉を材料として、リターバッグ法によりアカマツ針葉の分解過程を調べた。リターバッグのサイズは10×10cmで2mmメッシュを用いた。一つのリターバッグに風乾したマツの針葉を3g封入した。封入の量は自然におけるマツのリター落下量に近似して決定した。約300個のリターバッグを分解の実験に用いた。リターバッグは落葉の終了した、1979年2月に調査地に設置した。調査地に設けた20の小区画の各々の中に1×1mを区ぎり、そのなかにリターバッグを設置した。設置にあたり、まず林床の落葉層を除去したのち、リターバッグを林床に置き針金で固定した。設置後、初期3年間は、3ヶ月おきに、後期の2年間は毎年2月に回収した。回収したリターバッグは土壌動物抽出装置で土壌動物を抽出の後に風乾して重量を測定した。

土壌堆積腐植層の厚さと量の測定

土壌堆積腐植層の厚さを1971から1985年まで毎年落葉期の終り2月に測定した。表面積25cm²、深さ8cmの土壌のサンプルを調査地において15～20個採集し、実験室において土壌堆積腐植層の厚さを測定した。

これとは別に、1987年5月に地形に対応した土壌堆積腐植層の量的な変動についての検討を行った。調査地の周辺の尾根部の北西斜面に平行して5本のトランセクトを設け、トランセクトに沿って土壌堆積腐植層の量と厚さを測定した。トランセクトは斜面に沿って水平距離で10mであ

り、トランセクトに沿って50cm間隔に土壌堆積腐植層を表面積10×10cm、深さ10cmまで掘取り、その厚さを測定した。一つのトランセクトから採集した土壌堆積腐植層を持ち帰り重量を風乾の後に測定した。

土壌堆積腐植層の微形態的観察

土壌堆積腐植層の微形態観察の試料を1986年11～12月に調査地のアカマツ林土壌から10個採集した。採集にあたって、まず林床に10×10cmの塩化ビニールの板を置きその縁にそって垂直に土壌層を深さ10cmまでナイフ（NT カッター）を用いて切断した。その後、4つの切断面に沿って垂直に10×10cm塩化ビニールの板を差し込み、一断面を切りだして土壌を4つの塩化ビニールの板で囲んで取り出した。底に10×10cm塩化ビニールの板をあてビニールテープで接ぎあわせて箱とした。土壌試料は実験室において数時間かけて風乾した後、土壌断面観察の試料とした。

塩化ビニールの箱に土壌をいれたまま、箱をアルミホイルで覆い、箱の上部から土壌の充填剤を流しこんだ。土壌の充填剤として、日本地科学社から市販されているPーレジン（不飽和ポリエステル樹脂で不飽和アルキッドとスチレン重合モノマーからなる液状の樹脂）、触媒としてメチル・エチル・ケトン・パーオキサイド、促進剤としてナフテン酸コバルトを用いた。充填剤100に対して促進剤0.2%、触媒2.0%を混合したのち土壌試料に充填した。固化は迅速で室温において約1日で試料は固化した。

樹脂を充填した試料から岩石切断機をもちいて土壌の垂直断面を大きさが横幅5cm×縦10cmで厚さ1cmとなるように切りだした。一次切断試料の接着面を自動研磨機をもちいて一次研磨した。研磨試料は超音波洗浄して試料に付着した研磨剤を除去した。試料の乾燥ののち、試料の研磨面をアクリル変性物からなる光化学接着剤（日本地科学社製）を用いて5×10cm、厚さ3mmのスライドグラスに接着した。

スライドグラスに接着した試料は岩石切断機を用いて約0.5mmの厚さに二次切断した。二次切断試料は一次研磨と同様に#400のカーボランダムを研磨剤とし自動研磨機において厚さ0.1mmまで研磨した。大型の試料を均一に自動研磨機により研磨することは難しいので、仕上の研磨は硬質ガラス板の上で#3000のカーボランダムを研磨剤として0.05mmの厚さまで研磨した。研磨の後超音波洗浄機により付着研磨剤を除去した。研磨面に光化学接着剤をもちいて大型のスライドグラスで覆った。

観察が土壌堆積腐植層のみで鉱物質の土壌層を対象としない場合、土壌堆積腐植層の試料はポリエチレングリコールを用いて充填した。試料からの薄片作成法は武田（1986）⁸⁹に記されている。固化試料はミクロトームを用いて40μにスライスして薄片を作成した。

結 果

1. リター供給量の季節変化

調査地におけるリター量の季節変化を図1に示す。一年の総落葉量は、1979、1980、1981年において、おのおの4619、4137、4961kg/haと年次を通じて安定していた。リター落下量は明瞭な季節変化を示し、総落葉量の80%以上が11月から2月にかけて集中していた。アカマツ針葉の重量は1986、2616、2549kg/haであった。アカマツ針葉に次いでヒノキ針葉の割合が高かった。

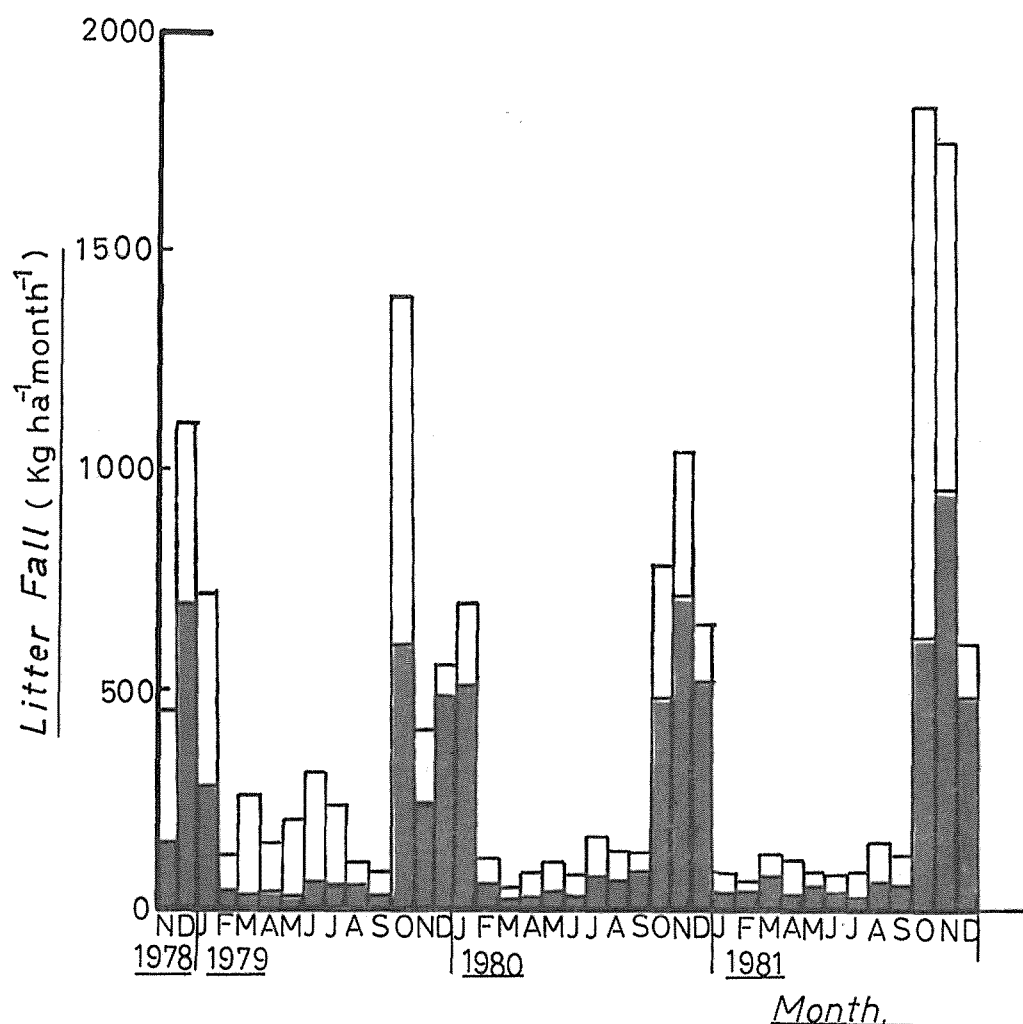


図1. アカマツ林におけるリター量の季節変化. マツ針葉は黒い部分, その他のリター白色部

2. アカマツ針葉の分解に伴う重量の変化

図-2 A. にアカマツ針葉の分解に伴う重量の変化を示す。リターバッグは初期8ヶ月間にリーチングに伴う重量の減少を示した。その後2年間を通じて針葉の重量は指数関数的に減少した。3年目頃からは、重量は定常状態に達し変化はなかった。重量の減少の変化から、分解過程を次の3つの期間に分けることができる；0-3ヶ月までの初期リーチングによる重量減少期、4ヶ月-2年6ヶ月までの指数減少期、2年6ヶ月-5年までの定常期。各々の期間における分解速度は、Olson⁶⁾ の指数分解式の係数(K)で $K_1=0.054$, $K_2=0.024$, $K_3=0.000049\text{yr}^{-1}$ と分解が進むにつれて分解速度の低下が認められた。リターバッグは初期の2年間はL層に位置していた。3年目からはF層の上部に位置し、実験終了の5年目にはリターバッグの上には約2-3cmの堆積腐植層が形成されていた。また3年目頃からリターバッグ内に細根の侵入が認められた。

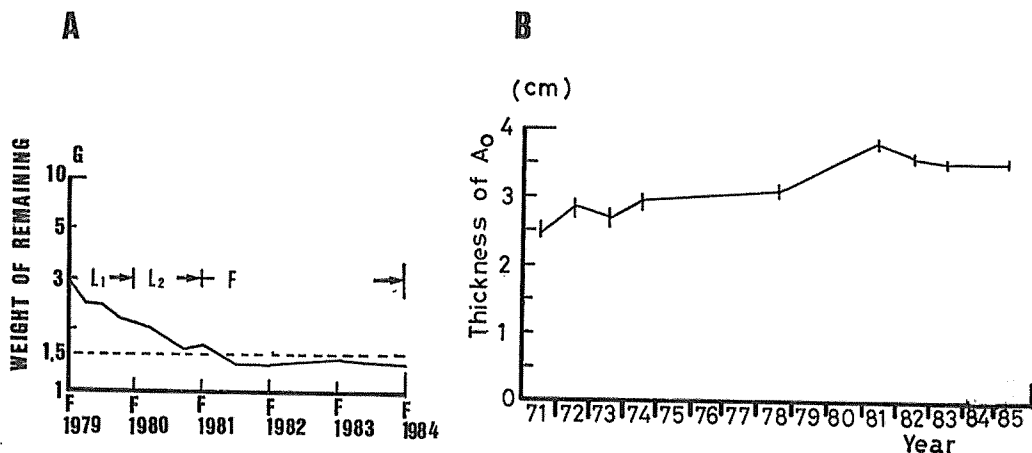


図2. A, B., A: マツ針葉の分解にともなう重量の変化, L₁, L₂, F はリターバッグが L₁ (リター層), L₂ (2年目のリター層), F 層に位置することを示す. B, A_o 層の厚さの年次変化. 平均の厚さ±標準偏差で示してある.

3. 土壌堆積腐植層の年次変化

土壌堆積腐植層の量とリター供給量から土壌堆積腐植層の回転速度を求める場合, リター供給量と分解速度の間に平衡が成り立っていることを検討する必要がある。堆積腐植層の厚さの年次変化を図2 B. に示す。10年間を通じて堆積腐植層の厚さは2.5cm—3.5cmと増加の傾向を示したが, 1980—1985年にかけては堆積腐植層の厚さは約3.5cmとほぼ定常に達し変化がなかった。

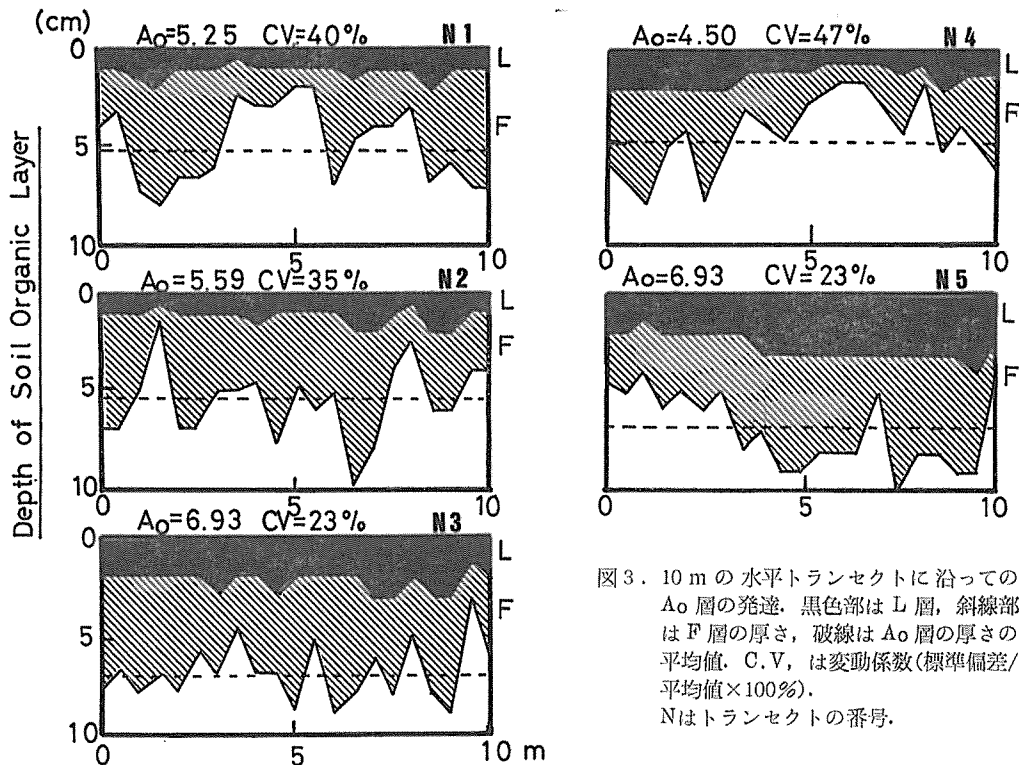


図3. 10 m の水平トランセクトに沿っての A_o 層の発達. 黒色部は L 層, 斜線部は F 層の厚さ, 破線は A_o 層の厚さの平均値. C.V. は変動係数 (標準偏差/平均値×100%). N はトランセクトの番号.

従ってこの調査地において、リター供給と分解速度には平衡が成り立っていることを前提とすることができる。

4. 土壤堆積腐植層の地形に伴った変化

土壤堆積腐植層の量が小面積内の地形変化に対応してどのように変化するかについて、調査地の周辺の尾根部に斜面に沿って設けた5本のトランセクトについて、土壤堆積腐植層の量を測定した。結果を図. 8に示す。堆積腐植層は場所ごとに変動を示した。変動量は変動係数で25%—48%であった。また平均の土壤堆積腐植層の厚さはトランセクト間において4.5—6.9cmと変動を示した。土壤堆積腐植層の重量はトランセクト1と4において、51t/ha, 42t/haであった。トランセクト1—3においては、1—3mといった小スケールでの土壤堆積腐植層の変化が認められた。こうした小スケールでの変動は上層林木や、下層植生の幹の基部へのリターの堆積により説明される。一方、トランセクト4—5においては、斜面の凹凸に対応し5m程度のスケールでの変動が認められた。

5. 土壤堆積腐植層の微形態観察

写真1—2に土壤断面の薄片標本を示す。10個の土壤断面について、前の節で示したように、場所ごとでのL, F, H層の厚さは異っていたが、基本的な土壤堆積腐植の堆積様式は共通してmoder型を示した。

5—1 L層の形態(写真3—1, 2)

土壤堆積腐植層の最上部に位置し、それに続くF層から容易に区別される。植物遺体はこの層位に1—2年留まる。L層は主にマツ針葉から成り立つ。針葉は分解活動を受けておらず、形態は完全であり黄褐色を示す。

5—2 F層の形態(写真3—3, 4)

F層は生物的な分解活性の高い層である。植物の遺体は分解により黒褐色に変化しており、針葉内にはササラダニの脱ぶんの集積が認められる。植物遺体の表面や植物遺体の間には土壤節足動物、トビムシ、ササラダニの脱ぶんの集積がみとめられる。F層下部には直径0.5mm程度の細根が分布している。

本調査地においては大型土壤動物は稀で、土壤動物のほとんどは小型の節足動物、トビムシ、ササラダニから成り立っている。小型の節足動物はその摂食様式から肉食性(endophagous)と外食性(ectophagous)に分けられる。ササラダニの一群(ヒメイレコダニ, ヒメイブリダニ)は針葉の中に穿孔し葉肉部分を摂食している。ササラダニの一群とトビムシの多くの種は植物遺体の表面を覆う菌糸を摂食している。従って、肉食性のササラダニは植物遺体の葉肉部を食物資源としており、葉肉部を分解する菌類と共通な資源利用を行うことで競争者となっている。一方、植物遺体の表面に生えた菌類を摂食するトビムシはグレーザの役割をはたしており⁷⁾、その摂食作用を通じて菌類の成長の調整や菌類相の遷移を促進している。従って、小型節足動物の分解における役割を、肉食性の直接的な分解と外食性の間接的な分解活動に区別することができる⁸⁾。ヨーロッパの森林のモルやモダーの形成において重要な役割をはたしている、ヒメミミズの働きは、この調査地においては認められなかった¹⁵⁾。その原因として、本調査地は乾性の土壤であり高い水分条件を必要とするヒメミミズの生息に適していないことを挙げるができる。

5—3 H層の形態(写真3—5, 6, 7)

H層はリターなどの植物遺体の組織が分解の結果、その組織が肉眼で認められない程度まで分解した有機物から成り立つ層位として定義されている。ここでは微細形態の観察からH層の特徴

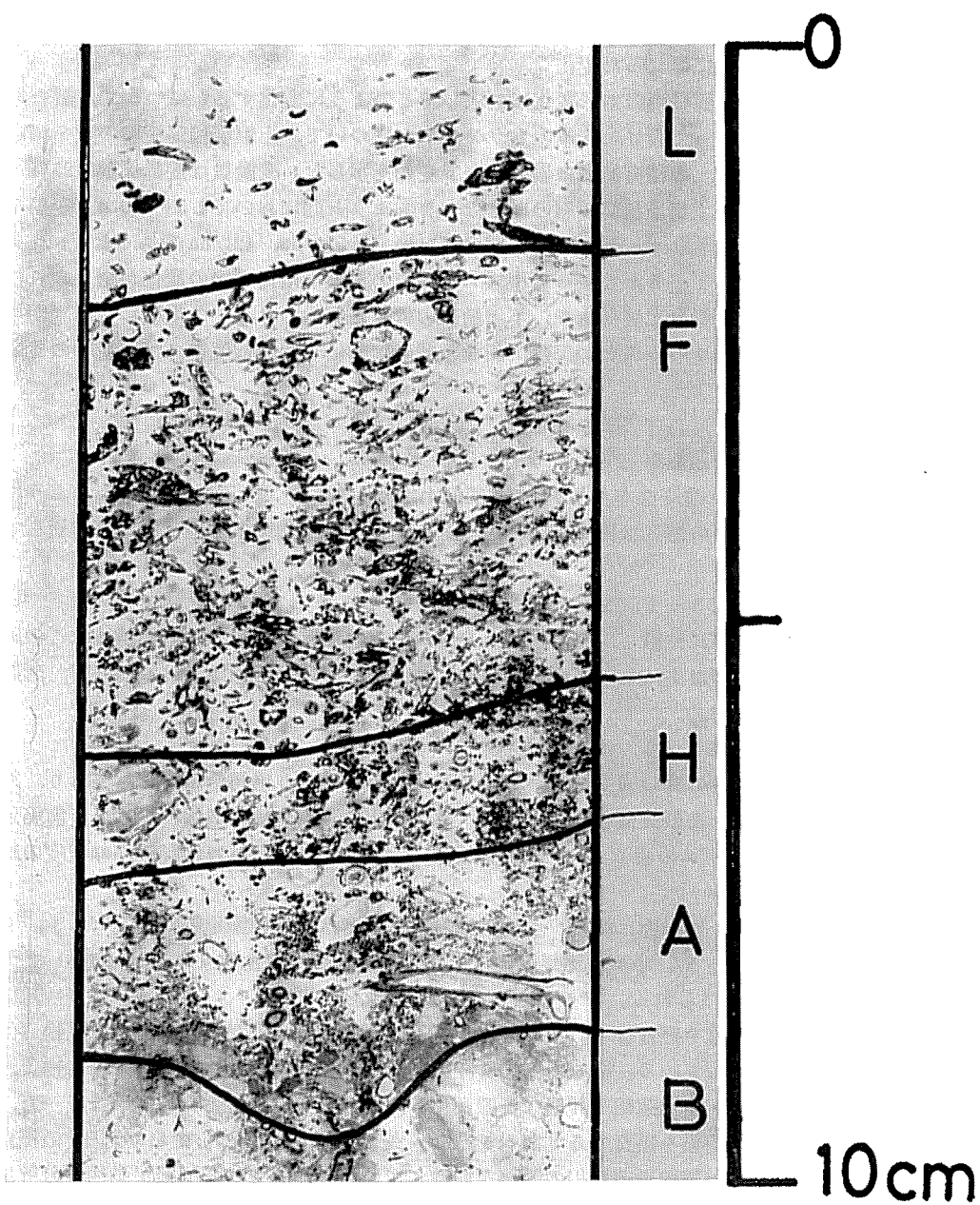


写真 1 Moder 型の土壌堆積腐植層の垂直断面

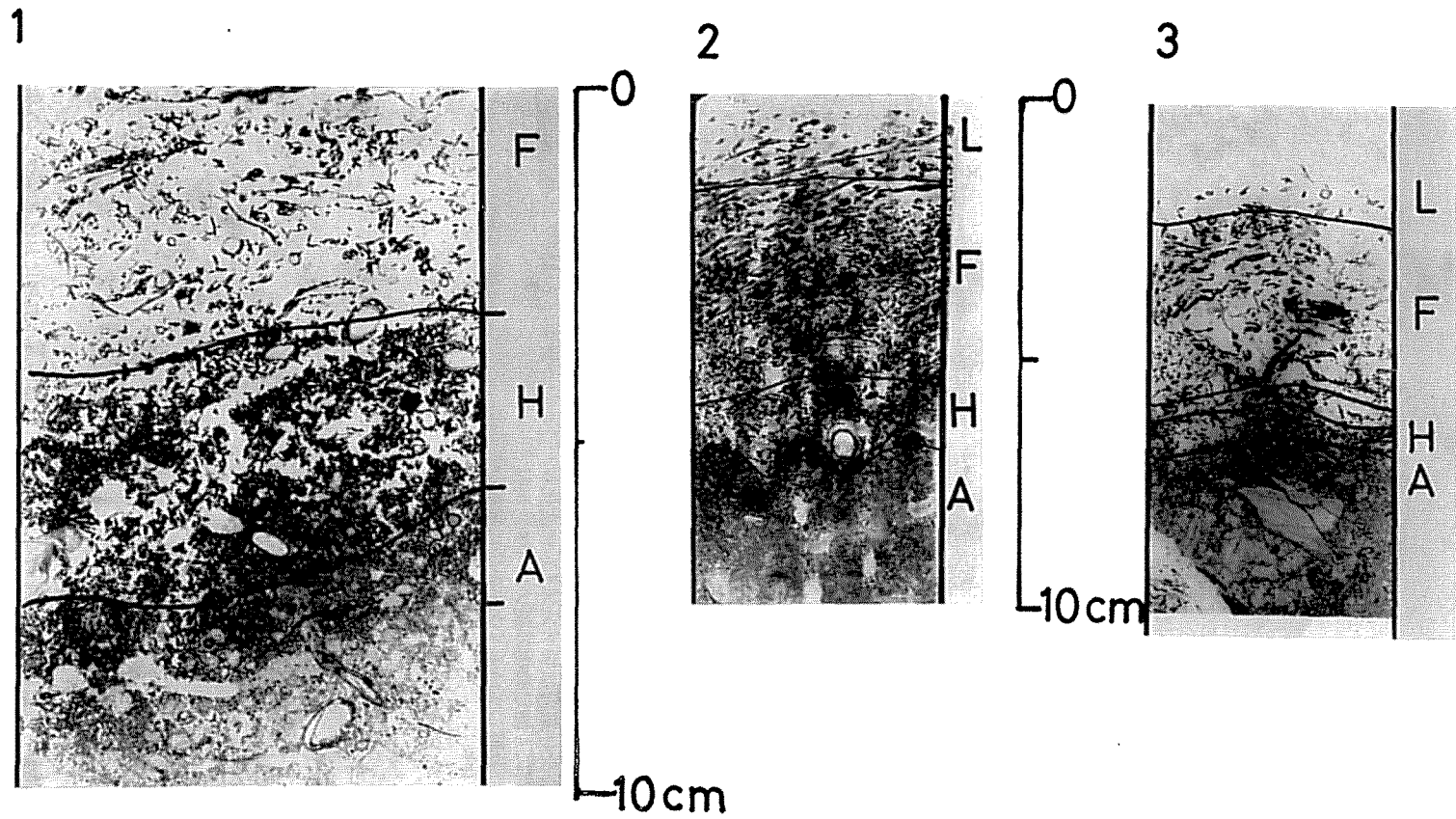
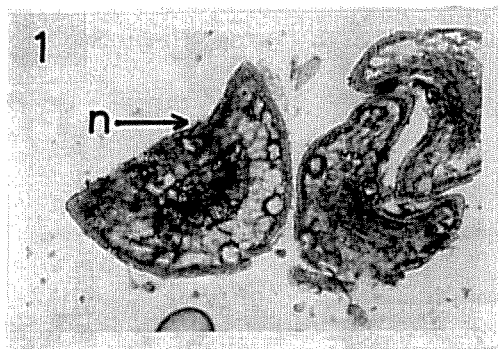
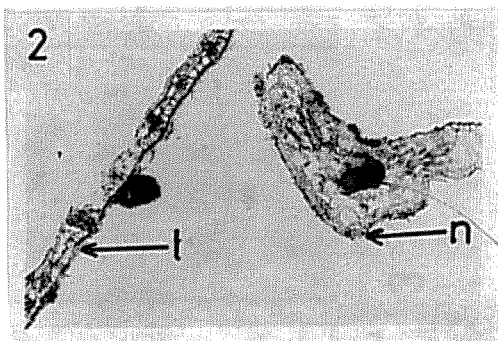


写真2 Moder 型の土壌堆積腐植層の変異. 1. 2では集積層としてのH層が発達している. 3ではH層が余り発達していない。

写真3



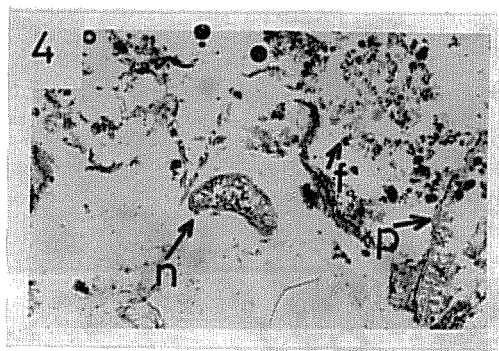
3-1: L層に位置するマツ針葉 (n). 落下して1年以内で表面における菌のコロナイズは進んでいない。



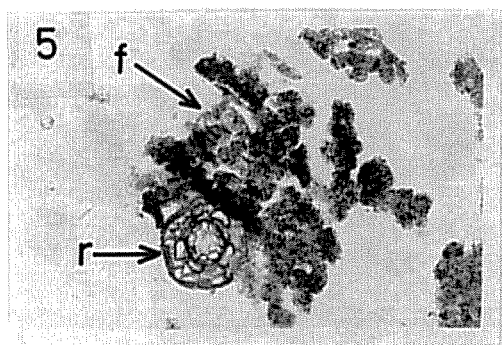
3-2: L層の下部に位置する広葉樹 (l) とマツの葉 (n). 葉面に褐色の菌糸が認められる。



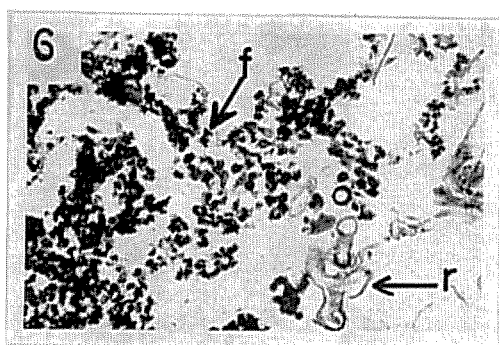
3-3: F層に見られるマツ針葉 (p) はササラダニの摂食を受け葉肉は脱ブン (f) に変化している。表面にも節足動物の脱ブン (f) が付着している。分解しているリターの間に細根が認められる (r)。



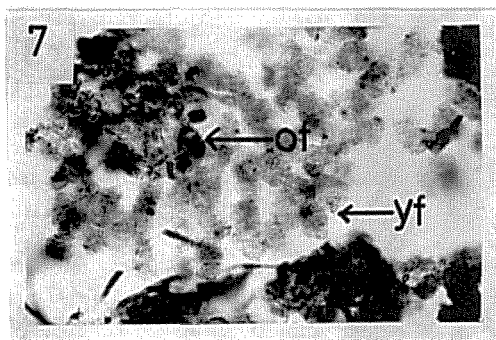
3-4: F層における有機物の分布. n, p はマツ針葉, f は脱ブン。



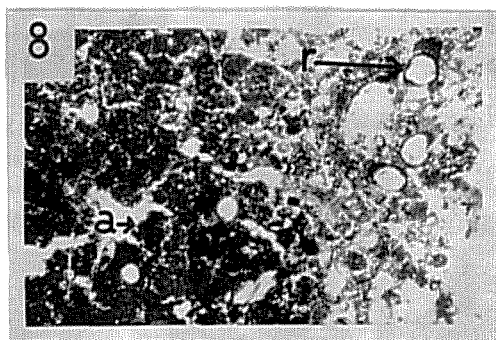
3-5: H層における細根 (r) とそれをおおう脱ブン (f) から成る小型の団粒。



3-6: H層における脱ブンの集積 (f), その中に細根 (r) が発達する。



3-7: H層における脱ブンの分解に伴う変化。若い脱ブン(yf)は摂食した有機物の色を示すが分解にともない構造がこわれ黒色化する(of)。



3-8: 鉱物質の土壌層(A)にH層から混入してきた脱ブンを主体とする分解産物は小さい団粒を作る(a)。有機物と鉱物質(白い部分)の混合は悪い。細根の発達(r)が認められる。

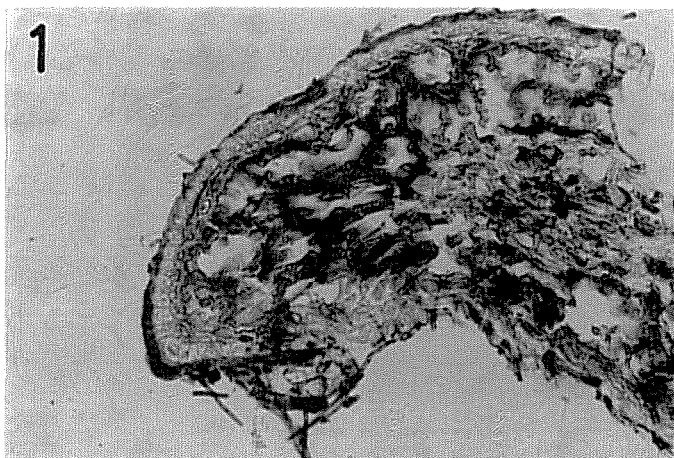
を述べる。F層においてササラダニに内部を摂食された針葉の表皮の破壊に伴って、内部に集積していた脱ふんは放出され下方のH層に集積する。また植物遺体の表面に集積していた脱ふんなども降水により下方のH層に移動、集積する。従って、H層は生物分解の最も盛んなF層からの分解産物や難分解の結果残存した植物遺体の組織の一部が堆積する集積層とみなれる。H層には比較的若い分解産物から古い分解産物まで異なる分解時間を経た分解産物が集積しておりそのなかに細根の発達が認められる。H層における分解産物の主体をなす節足動物の脱ふんは微生物の分解作用を受けて変化していく。こうした分解作用は脱ふんの分解に伴う形態の変化に認めることができる。この変化に Bal¹⁾ は aging という名称を与えている。aging にともない摂食した植物遺体の組織の色彩を示す脱ふんは、腐植化により黒褐色に変化していく。

5-4 A層(写真3-8)

H層に集積した分解産物は下方の鉱物質土壌に混ざりこみA層を形成する。A層にはH層から供給された分解産物と鉱物質がモザイク状に分布している。脱ふんは集合をしめしている、そのなかで個々の脱ふんは分解作用を受け黒色化している。A層には直径数mmから1cmの根が分布している。これらの根は枯死後ササラダニに内部を摂食され、A層における有機物源となっている。

5-5 アカマツ針葉の分解過程(写真4)

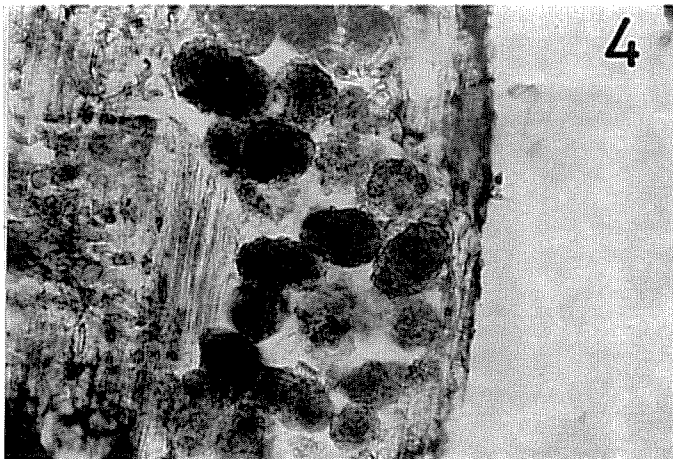
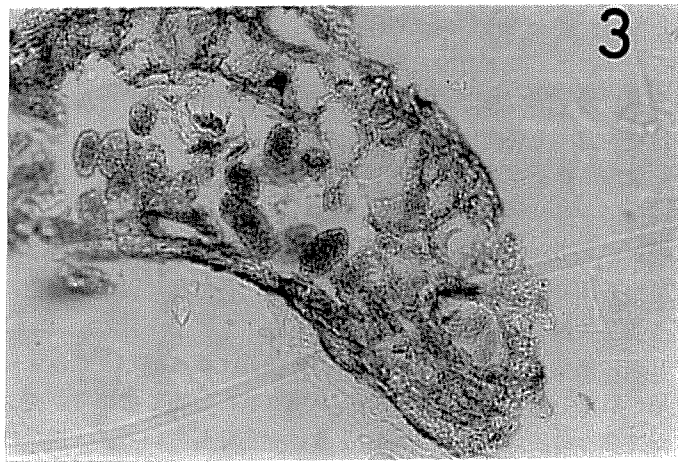
写真4



4-1: L層下部のマツ針葉。落下後に葉肉は褐色化し、表面のワックス層に黒褐色の菌糸がコロナイズしている。こうした針葉は分解2年目くらいまで見られる。



4-2 : マツ針葉はF層において菌の分解により葉肉部分を消失している。



4-3 : , 4-4 : F層において針葉は4-2の菌による分解を受けるか、4-3 : 4-4 : のようにササラダニにより摂食される。

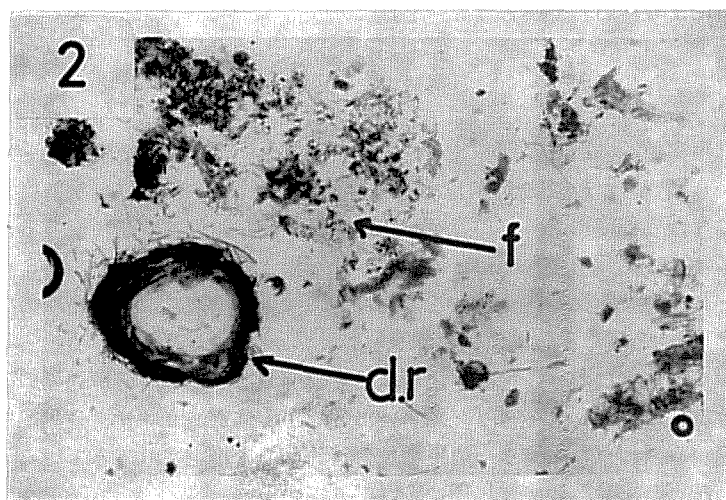
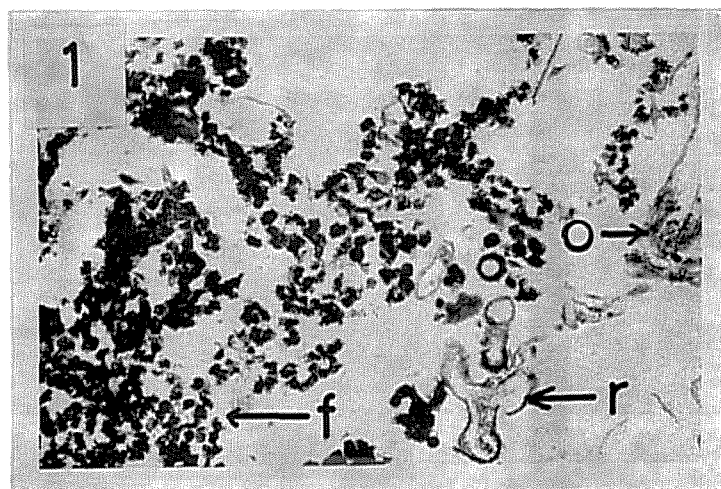
落下直後の新鮮落葉は黄褐色を示しているが分解に伴って一年以内に褐色化していく。落下後、1—2年の針葉は表層を菌糸にコロナイズされ表面が黒褐色化してくる(4—1)。F層において、菌により分解された針葉は表皮層とそこを覆う菌糸ともにトビムシやササラダニに摂食されている。分解にともない落下2年目頃から肉食性のササラダニが針葉内に穿孔し葉肉部分は摂食され脱ぶんに変る(4—3, 4)。また針葉によっては、菌の分解により、葉肉部分が消失する(4—2)。F層において、針葉は土壌動物による分解葉と微生物による分解葉に変化する。最終的に針葉は脱ぶんや未分解の組織片としてH層に集積する。

5—6 根系の発達(写真5)

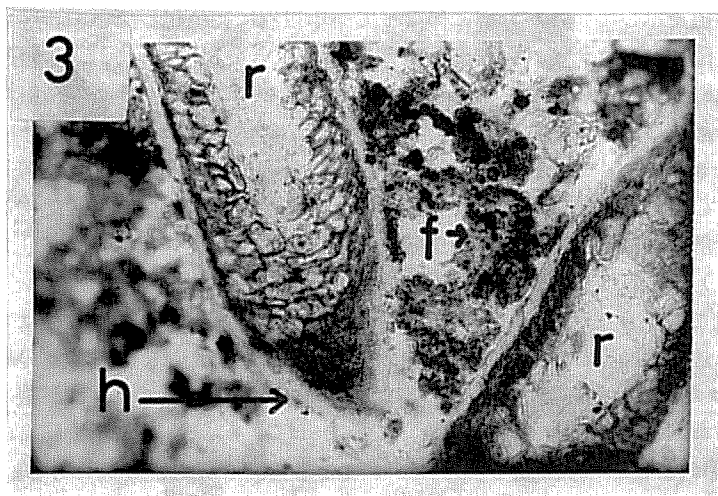
リターバッグの設置三年目ごろからリターバッグ内部への細根の侵入が認められた。これはちょうどリターバッグがF層に達した時期に相当する。F層の下部からH層にかけて1mm以下の細根が分布している。アカマツの細根は外生菌根を形成している(5—1, 3)。これらの細根はHとA層の境界に分布する数mmから1cmほどの枝根から出ている(写真1, 2)。土壌堆積腐植層の枯死細根やA層の枯死根は内部の木質部分をササラダニにより摂食されている(5—4)。

写真5

5—1：H層に分布するマツの細根(r)，外生の菌根を発達させている。(o)，有機物，(f)，脱ぶん。

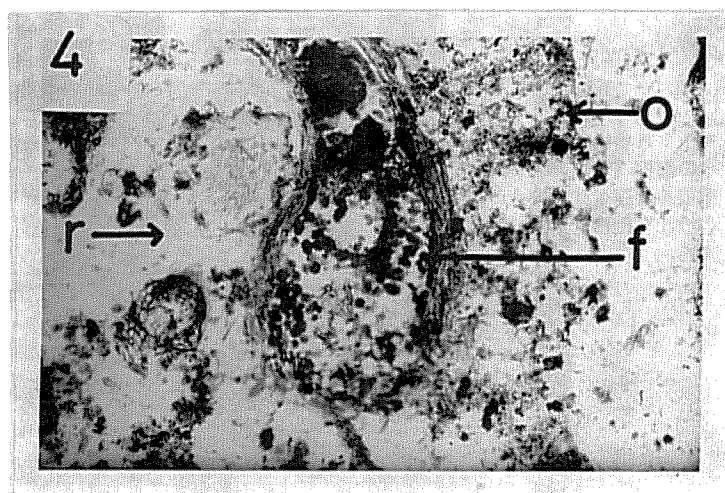


5—2：H層における枯死菌根(dr)，黒褐色を示す。fは脱ブン。



5—3：H層の分解産物（f）に発達するマツの外生菌根（r）、根の表面に白色菌糸が発達（h）している。

5—4：H層における枯死細根、内部をササラダニ（f）により摂食されている。r：細根；O分解した有機物のアルモルフオス。



枯死した菌根は黒褐色の菌糸により覆われている（5—2）。

考 察

アカマツ林における土壌堆積腐植層の形成過程をリターバッグをもちいた針葉の分解実験と堆積腐植層の微形態的な観察から調査した。土壌堆積腐植層の発達様式は、有機物の分解速度と分解産物が鉱物質土壌と混じり合う程度によって、分解が速く分解産物が鉱物質土壌に混ざった mull 型と、分解が遅く分解産物が鉱物質土壌の上に堆積し厚い堆積腐植層を形成する mor 型の二つの堆積腐植層を両極として連続的に変化する。この調査地における土壌は、分解産物の集積層である H 層の発達を示す moder 型の土壌堆積腐植層を示した。

土壌堆積腐植層の形成過程や、森林における物質の循環機構を理解するうえで、分解過程の研究は重要である。有機物の分解は、1. リターバッグを用いた分解率の推定、2. リター供給量と土壌堆積腐植層の量の比率から求められるリターの平均残存時間を基に推定されてきている。リターバッグ法は標準的な方法として分解の実験に用いられてきている。

この実験においてリターバッグは分解にともなってL層からF層まで移動した。また分解にもなった、針葉の形態の変化や土壤動物相の遷移が認められた¹⁰⁾。分解の開始3年目頃からリターバッグへの細根の侵入が認められた。したがって、リターバッグを用いての分解の実験結果は、ほぼ自然の分解の過程を反映していると考えられる。今までの多くの分解の研究は1—2年といった短期間の分解を追跡した研究例⁹⁾が殆どであり、分解にともなった重量の変化は分解による基質の重量減少により説明されてきている。この研究においても、L層の観察から、針葉は分解によって菌糸に覆われていたが、針葉の表面や針葉間に著しい分解産物の堆積は認められなかった。したがって、この期間の針葉の重量の減少は溶脱や微生物の分解により生じていることが示唆される。

この実験においてリターバッグがF層に到達する3年目頃から、リターバッグに封入した針葉の重量減少が生じなくなった。このような分解にともなった分解率の低下は長期の分解実験において既に報告されてきており、分解率の低下は難分解性の物質の残存により説明されてきている⁹⁾。微形態の観察からF層において針葉の表面や針葉間には土壤動物の脱ぶんといった分解産物の堆積が認められた。リターバッグがF層に位置するようになると、リターバッグにおける針葉の重量変化は上部からの分解産物の加入と分解による基質の無機化と下方への分解産物の流出を反映するようになる。F層における観察は分解の後期における重量減少の低下は単に基質の難分解要素の残存によるだけではなく、リターバッグへの上層からの分解産物の加入を反映するようになることを示している。

従って、長期の分解を研究する場合、その結果の解釈にあたって注意が必要である。分解が長期間かかる mor や moder 型の土壤堆積腐植層を持つ土壤における分解の速度を推定する場合、リターバッグ法に代るものとして、第二の方法である土壤堆積腐植層の量 (A_0 層量) とリター供給量から求められるリターの平均残存時間を用いるのが好ましい。この方法を用いる場合、リター供給と A_0 層量の年次的な安定を検討することが必要である。この調査地においては、リター供給と A_0 層量ともに年次的に安定をしめた。次に推定において問題となるのは A_0 層における根量である。この調査地において、 A_0 層量は 52 t/ha、リター量、4.6 t/ha であり、平均残存時間は約 9.1 年と推定される。推定に A_0 層に含まれる根量、3.0 t/ha、を考慮すると推定値は 8.3 年となる。

Vogt 等¹⁴⁾ は A_0 層における有機物の回転速度を推定する場合、地上部のリターの加入と同様に地下部からの細根のリター加入の重要性を指摘している。モミ林における有機物の平均残存時間は細根の加入を計算に入れた場合、8.1 年、入れない場合、31.7 年と、回転速度は細根により速くなっており、細根の有機物の循環における役割の重要性が示されている¹⁴⁾。この調査において細根の回転率を推定していないが、細根の加入とその分解を考慮すると A_0 層における有機物の回転速度は 8.3 年よりさらに短いものとなろう。

土壤における mor や moder 型の堆積腐植層の発達には、基質の難分解により説明されてきている。しかし、ここでの土壤堆積腐植層における分解の観察から、基質は F 層において土壤小型節足動物であるササラダニやトビムシにより摂食されたり、菌の分解を受けて基質は分解産物に転換されていた。さらに分解産物は鉱物質土壤との境界に集積層 (H 層) を形成していた。土壤堆積腐植層の発達は、基質の難分解性を反映すると同時に分解産物が F 層や H 層において基質に付着したり堆積しており鉱物質土壤と混じり合わないことによって説明される。土壤堆積腐植層の形態は分解産物が土壤においてどのように分布しているかによって決定されている。

通常、mor や moder 型の堆積腐植層は肥沃度の低い乾性の褐色森林土やポトゾル土壌に発達している。これらの堆積腐植層をもつ土壤において植物は養分吸収の主体をなす細根を A_0 層に

発達させている。そこで、植物は植物遺体や分解産物から直接、または菌根をかいして養分の吸収を行っていることが示唆されている¹⁴⁾。土壌堆積腐植層の発達した土壌における樹木の養分吸収や物質の循環の機構を探ることの重要性が示唆されている¹²⁾。

ここで用いた土壌微形態の手法は、今まで物質循環の研究に用いられてきた研究手法とともに利用することにより森林生態系における物質循環の研究を進めるにあたって有効な方法を提供する。

引用文献

- 1) BAL, L. : Morphological investigation in two moder-humus profiles and the role of the soil fauna in their genesis. *Geoderma*. 4. 5-36, 1970
- 2) BAL, L. : Zoological ripening of soils. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 365 pp, 1980
- 3) MINDERMAN, G. : Addition, decomposition and accumulation of organic matter in forests. *J. Ecol.* 56. 355-362, 1968
- 4) MULLER, P. E. : Recherches sur les formes naturelles de l'humus. Extr. des Annales de la Science agronomique française et étrangère(Nancy). 1. 1-351, 1889
- 5) OLSON, J. : Energy strage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*. 44. 322-331, 1963
- 6) ROMELL, L. G. and HEIBERG, S. O. : Types of humus layers in the forest of northeastern United States. *Ecology*. 12. 567-608, 1931
- 7) TAKEDA, H. and ICHIMURA, T. : Feeding attributes of four species of Collembola in a pine forest soil. *Pedobiologia*. 25. 373-381, 1983
- 8) 武田博清 : 簡易土壌薄片製作法とヒノキ林土壌有機物層の微細形態観察への応用. 京大演報 58. 1-11, 1987
- 9) TAKEDA, H., ISHIDA, Y., and TSUTSUMI, T. : Decomposition of leaf litter in relation to litter quality and site conditions Mem. Coll. Agric, Kyoto Univ. 130. 17-38, 1987
- 10) TAKEDA, H. Dynamics and maintenance of Collembolan community structure in a forest soil system. Researches on population. *Ecology* 29, in press. 1987
- 11) 堤利夫 : 陸上植物群落の物質生産 I. b. 一森林の物質循環一. 共立出版, 東京, pp.62.
- 12) TSUTSUMI T. : The nitrogen cycle in a forest. Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ. No. 130. 1-16, 1987
- 13) 内田丈夫 : 北海道における針葉樹林の堆積腐植層に関する研究. 林試研究報告, 114. 53-205. プレイト 2. 1959
- 14) VOGT, K. A., GRIER, C. C. and VOGT, D.J.: Production turnover and nutrient dynamics of above-and below ground detritus of world forests. *Advances in ecological research*. 15. 303-377, 1986
- 15) ZACHARIAE, G. : Spuren tierischen Tätigkeit im Boden des Buchenwaldes. *Forstwissenschaftliche Forschungen*. 20. Parey, Hamburg. pp.68

Résumé

Decomposition processes and genesis of soil organic layer were studied in a pine forest in Kyoto, Japan. The soil organic layer showed a moder type which is characterized by the development of the H layer consisting of the faunal faces. The decomposition processes were studied by the litter bag and the micromorphological observation methods. The development of the soil organic layer was not simply due to the slow decomposition of substrates, but the accumulation of decomposed materials on and in the decomposing needles and the H layer. The decomposition processes in the soil organic layer were shown in the attached photographs.