

森林の微地形と土壌堆積腐植の様式

I. 斜面地形の尾根部と谷部における土壌堆積腐植の様式

武田 博清・金子 信博*

Patterns of soil humus accumulation in forests. I. Mull and
moder types humus in a broad-leaved forest.

Hiroshi TAKEDA and Nobuhiro KANEKO

要 旨

京都市北部の京都大学芦生演習林内のブナ・ミズナラ林の斜面上部と下部において、土壌堆積腐植の様式を調べた。斜面地の下部においては、ムル型の土壌堆積腐植、斜面の上部にはモダー型の土壌堆積腐植層の発達が認められた。斜面の上部と下部において認められた二つの土壌堆積腐植様式について、その形成過程を土壌断面の微形態観察、落葉量の推定、土壌堆積腐植層の量、落葉の分解速度をもとに考察した。

は じ め に

ミュラー³⁾は土壌堆積腐植層の形成過程における土壌生物の活動の重要性を指摘した。その後、肉眼的な観察をもとに土壌堆積腐植層の類型化がヨーロッパを中心に行なわれた⁴⁾。わが国においても、内田¹¹⁾により北海道の針葉樹林の土壌堆積腐植層の形態分類、理化学性についての研究が行なわれている。土壌堆積腐植の様式を落葉の分解過程における土壌動物や微生物の働きから説明する試みが行なわれてきている。クビエナは肉眼的な土壌堆積腐植の観察にもとづく記述に代わるものとして土壌の薄片を顕微鏡を用いて観察する土壌微形態学研究法を導入し、その後、土壌微形態の観察から土壌堆積腐植の形成過程が研究されてきている^{1), 2), 12)}。

わが国において、森林生態系における物質循環の研究から土壌堆積腐植層の量や落葉、落枝量をもとに土壌堆積腐植における有機物の回転速度が数多く推定されてきているが⁹⁾、土壌堆積腐植の形成過程についての研究は少ない。森林生態系における養分の循環を理解するうえで、今まで生態系生態学において用いられてきたリター量、土壌堆積腐植の量、落葉分解速度の推定といった生態系における物質循環のパラメーターの推定と同時に土壌堆積腐植層における分解の過程を微形態学的手法を用いて研究することは分解のプロセスを探るうえで有効と思われる。

この報告において、斜面に立地するブナ・ミズナラ林の尾根部と谷部における落葉、落枝量、落葉の分解速度、土壌堆積腐植の量をもとにして土壌堆積腐植層の有機物の回転速度を求めて、土壌堆積腐植の形成時間を推定した。さらに、土壌堆積腐植の微細形態の観察をもとにして土壌堆積腐植層における分解過程の記述を行なった。

* 現在の所属：島根大学農学部林学科

本研究は文部省科学研究費（一般研究 C 661560168）による助成を受けて行なわれた。

本文に先立って、本報告を御校閲くださった提利夫教授、土壌堆積腐植の量測定をしてくださった加藤篤君に謝意を表します。

調査地の概要

本調査は京都市北部に位置する京都大学芦生演習林のブナ (*Fagus crenata*), ミズナラ (*Quercus crispula*) の優占する林分において行なわれた。調査地の標高は 660–690 m。調査地の斜面長約 50 m, 傾斜30度の北向きの斜面の上部 (尾根部) に 15×10 m と下部 (谷部) に 5×30 m の調査プロットを設けた。

調査地の気候は日本海型で冬期に降雪が多く林床は12月末から翌年の4月頃まで積雪に覆われる。調査地の近くの長治谷観測所の記録によれば、年間の平均気温と年間の降水量は各々11.3°C, 2788 mm である。

斜面上部のプロットにおいて、上層木としてブナ (*Fagus crenata*), ミズナラ (*Quercus crispula*) が優占しており、亜高木としてアオハダ (*Ilex macropoda*) が優占している。林床にはチシマザサ (*Sasa Kurilensis*) が優占している。斜面の下部プロットにおいては、ブナ (*Fagus crenata*), ウリハダカエデ (*Acer rufinerve*), トチノキ (*Aesculus turbinata*) が上層木を占めている。亜高木層を欠き林床にはリョウメンシダ (*Rumohra Standishii*) が優占している。

表1 調査プロットの土壌の物理性
The property of the top
mineral soil. (0–5cm)

Site	Type of soil	Water percolation rate (ml/min.)	Bulk density (g/100cc)	Porosity (%)			Max. water holding capacity (%)		Min. Air capacity (%)	Moisture content of fresh soil (%)	
				Coarse	Fine	Total	Weight	Volume		Weight	Volume
Ridge	B _a	245	54	39	35	74	82	50	24	63	39
Bottom	B _b	389	40	35	38	73	173	59	14	130	34

表1に斜面の上部と下部のプロットにおける土壌の物理性を示した。斜面の上部プロットにおいては乾性褐色森林土壌 (B_a), 斜面の下部プロットにおいては適潤性褐色森林土壌 (B_b) が発達している。斜面上部において、A₀ 層は約5 cm, A₁, A₂ 層は4 cm, 3 cmと鉍質土壌の発達は悪い。斜面の下部において、A₀ 層はおもにL層からなり有機物層 (A₀) と鉍質土壌との境界は明瞭である。鉍質土壌の A₁ A₂ はそれぞれ5cm, 15 cmであった。

調査方法

斜面の上, 下部のプロットにおいて, 1. リター量の測定, 2. 土壌堆積腐植層の量の測定, 3. リター分解の実験を行なった。

1. リター量の測定

斜面の上部, 下部のプロットに各々 50×50 cm のリタートラップを設定し, リター落下量を1984, 1985年の二年間にわたって測定した。リターは毎月採集し, 105°C で乾燥後, その重量を測定した。

2. 落葉分解の測定

リターバッグ法を用いることにより落葉の分解を斜面上部, 下部において測定した。斜面上部

のプロットにおいて、コナラ (*Q. serrata*), ミズナラ (*Q. crispula*), ブナ (*F. crenata*), スギ (*Cryptomeria japonica*), オオウラジロノキ (*Malus Tschonoskii*) の合計 5 種の落葉の分解を調べた。斜面下部においてコナラ (*Q. serrata*), ミズナラ (*Q. crispula*), ブナ (*F. crenata*), スギ (*C. japonica*), ミズキ (*Cornus controversa*), トチノキ (*A. turbinata*), クリ (*Castanea crenata*), ホウノキ (*Magnolia obovata*), ウリハダカエデ (*Acer rufinerve*) の合計 9 種の落葉の分解を調べた。斜面の上部, 下部のプロットで共通して, コナラ, ミズナラ, ブナ, スギの落葉の分解を調べた。

実験に用いた落葉は1982年12月に調査地の近くで採集された。落葉は実験室に持ち帰り, 風乾の後 20×20 cm のリターバッグに各々の樹種について 10 g を封入した。リターバッグは各々の種について 5 個, 合計 60 個作られた。斜面の上部, 下部の調査プロット内に 1×1 m の小プロットを各々 5 個, 設定し, そのなかにリターバッグを落葉層を除去した後に針金で止めて設置した。リターバッグは設置 12 カ月後に回収した。リターバッグは実験室に持ちかえり風乾の後に重量の測定を行なった。

3. 土壌堆積腐植層の量の測定。

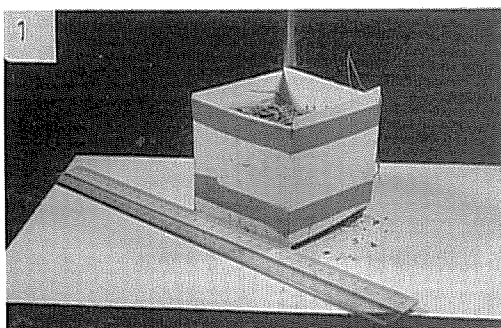
調査地の斜面の上部から下部に向かってトランセクトをもうけ 1 m 間隔で土壌堆積腐植層の厚さの測定を行ない, 表面積 100 cm の円筒を用いて土壌堆積腐植を採集した。採集した土壌堆積腐植層は実験室にもちかえり, 風乾の後に重量の測定を行なった。

4. 土壌堆積腐植層の微形態的観察

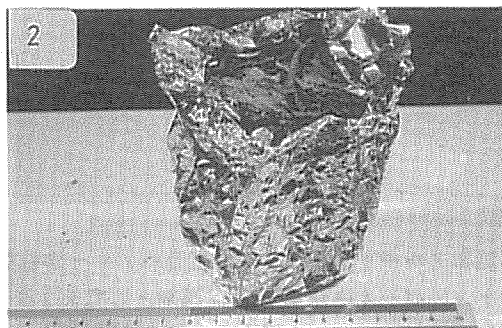
土壌堆積腐植層の微形態観察の試料を1988年5月に調査地の斜面の上部と下部において採集した。採集にあたって, まず林床に 10×10 cm の塩化ビニールの板を置きその縁にそって垂直に土壌層を深さ 10 cm までナイフ (NT カッター) を用いて切断した。その後, 四つの切断面に沿って垂直に 10×10 cm 塩化ビニールの板を差し込み, 一断面を切りだして土壌を四つの塩化ビニールの板で囲んで取り出した (写真 1-1)。底に 10×10 cm 塩化ビニールの板をあてビニールテープで接ぎあわせて箱とした。土壌試料は実験室において数週間かけて風乾した後, 土壌断面観察の試料とした。

風乾の後, 土壌試料をアルミホイルで覆い上部から土壌の充填剤を流し込んだ (写真 1-2)。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-レジン (不飽和ポリエステル樹脂で

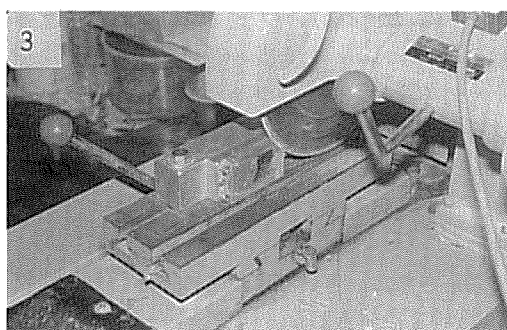
写真 1



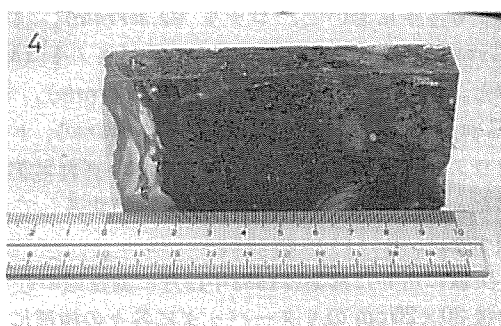
1-1: 10×10 cm のプラスチック板を用いて採集された土壌サンプル。室内において風乾して土壌断面作成の試料とする。



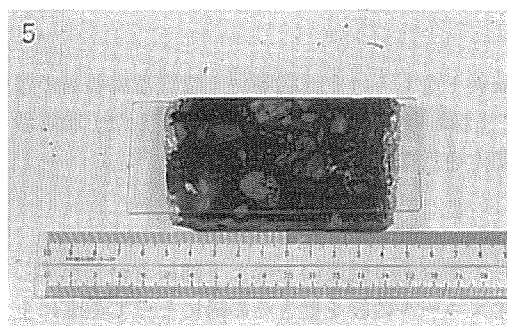
1-2: 風乾後, 土壌サンプルを 40°C で 3 日乾燥させた後, アルミホイルで土壌サンプルを被い土壌の固化剤 (P-レジン) を流しこむ。



1—3：土壌サンプルは、岩石切断機を用いて、10×5 cm 厚さ1 cm のブロックに切り出される。ダイヤモンドブレードを付けた岩石切断機。



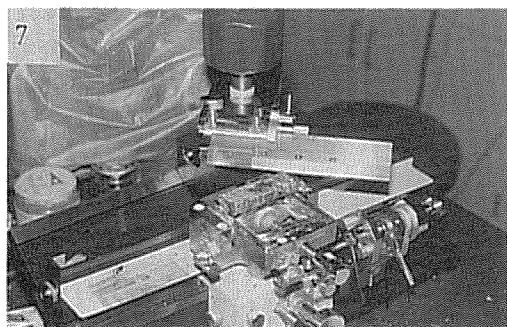
1—4：岩石切断機により作成された土壌サンプル。



1—5：土壌サンプルのブロック（10×5 cm 厚さ1 cm）を厚いスライドガラスにP-レジンをを用いて接着する。接着後、さらに土壌ブロックを岩石切断機を用いて約1～2 mm までに切断する。



1—6：スライドガラスに接着し約1 mm までに切断された土壌サンプルを、岩石研磨機を用いて0.1 mm 程度まで研磨を行う。



1—7：ポリエチレングリコールを用いて固化した土壌有機物層のサンプルから、ミクロトームを用いることで容易に数10 μm の薄片を切り出すことができる。その場合、切断面をセメンダインでコーティングすることで、薄片の作成が可能である。

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。固化時間は触媒と促進剤の量の増減で調整することができる。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5 cm×縦10 cmで厚さ1 cm とな

るように切りだした（写真1—3，1—4）。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 5×10 cm，厚さ3 mmのスライドガラスに接着した（写真2—5）。

スライドガラスに接着した試料は岩切切断機を用いて約0.5 mm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0.1 mm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0.05 mm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ガラスで覆った。

観察が土壤堆積腐植層のみで鉍物質の土壤層を対象としない場合，土壤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）⁶⁾ に紹介されている。固化試料はマイクロームを用いて $40 \mu\text{m}$ にスライスして薄片を作成した（写真1—7）。

結 果

1. リターの年供給量と土壤堆積腐植層の量

図1に斜面の上部と下部におけるリター供給量の季節変化を示す。リター落下量は10—11月に

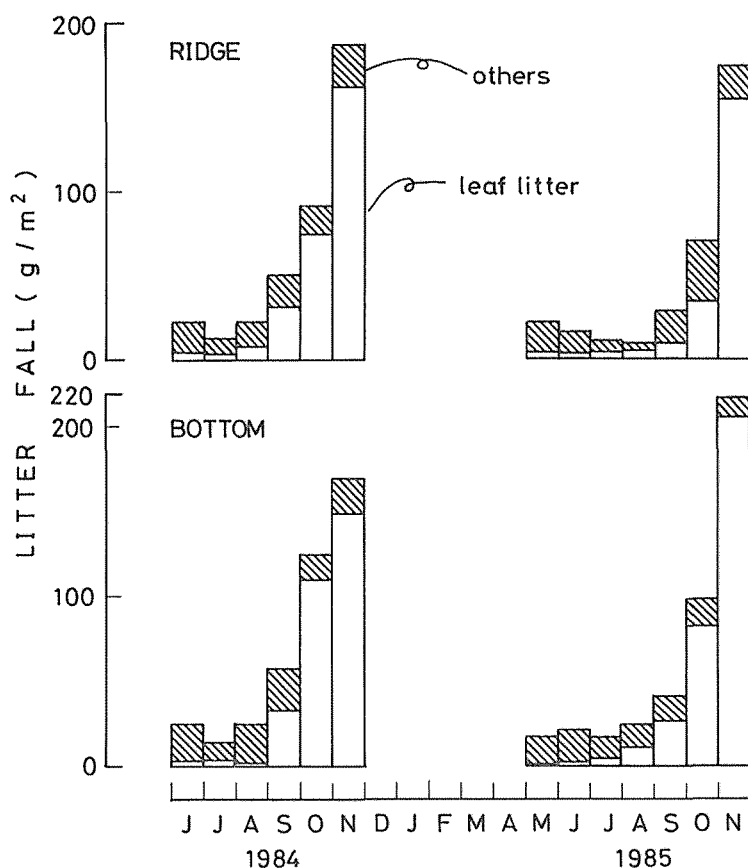


図1 リター量の斜面上部と下部での季節変化

表2 定期調査プロットにおける年間リターフォール量
Annual litter fall in the plots. (g/m²)

Site	1984 (Jun.-Nov.)				1985 (May.-Nov.)			
	Leaf total	(Fagus leaves)	Others	Total	Leaf total	(Fagus leaves)	Others	Total
Ridge	287.1	(104.0)	103.7	390.8	233.6	(75.4)	103.4	337.0
Bottom	301.6	(34.7)	106.1	407.7	331.8	(57.2)	106.1	437.9

集中していた。表2に斜面の上部と下部における年間のリター量をしめした。斜面の上部において、年間のリター量は1984, 1985年で各々3.9t/ha, 3.4t/ha, 斜面の下部において、1984, 1985年で各々4.1t/ha, 4.4t/haと斜面の下部において高い傾向を示した。

斜面の上部と下部における各々10mのトランセクトにそっての土壌堆積腐植層の測定の結果、斜面の上部において土壌堆積腐植の量は23.4t/ha(標準誤差2.8t/ha; サンプル数10点), 斜面の下部において7.9t/ha(標準誤差0.5t/ha; サンプル数10点)と土壌堆積腐植の量は斜面の上部において有意に高かった。

2. 落葉の分解速度

表3にリターバッグ法により推定した10種の落葉の一年間の分解後での残存量を示した。斜面の下部において9種の樹種の分解を調べた結果、残存量においてミズキでの27.6%からブナとの69.6%と種間において著しい差が認められた。一方、斜面の上部のプロットにおいて用いたコナラ、ミズナラ、スギ、ブナ、オオウラジロノキの5種については残存量に著しい差はなかった。

表3 落葉の分解速度

樹 種	1年間分解の後のリター残存量(%)	
	斜 面 の 下 部	斜 面 の 上 部
コナラ (<i>Q. serrata</i>)	60.8+2.3	74.3+3.5
ミズナラ (<i>Q. crispula</i>)	60.8+1.8	61.0+4.0
ブナ (<i>F. crenata</i>)	69.6+2.4	76.7+5.9
スギ (<i>C. japonica</i>)	65.2+2.3	79.0+2.1
オオウラジロノキ (<i>Malus Tshonoskii</i>)		82.0+2.5
ミズキ (<i>C. controversa</i>)	27.6+2.0	
クリ (<i>C. crenata</i>)	50.0+0.5	
トチノキ (<i>A. turbinata</i>)	65.8+3.4	
ホウノキ (<i>M. obovata</i>)	39.2+1.2	
ウリハダカエデ (<i>A. rufinerve</i>)	62.6+1.6	

斜面の上部と下部において共通に測定された、コナラ、ミズナラ、ブナ、スギの4種の落葉について斜面の下部において、分解が速い傾向が見られたが、リターバッグ間での重量減少の変動を考慮すると、同一の樹種について斜面の上部と下部において分解率に有意差はなかった。

3. 土壌堆積腐植層の形態観察

写真2.に斜面の上部と下部における代表的な土壌堆積腐植層の断面を示す。斜面の上部において土壌堆積腐植層の量は場所ごとに変動を示したが、共通してモダー型(moder)の土壌堆積腐植の様式を示した。斜面の下部において、場所によって薄いF層の発達が認められたが多くの場所でL層のみからなるムル型(mull)の土壌堆積腐植様式が認められた。

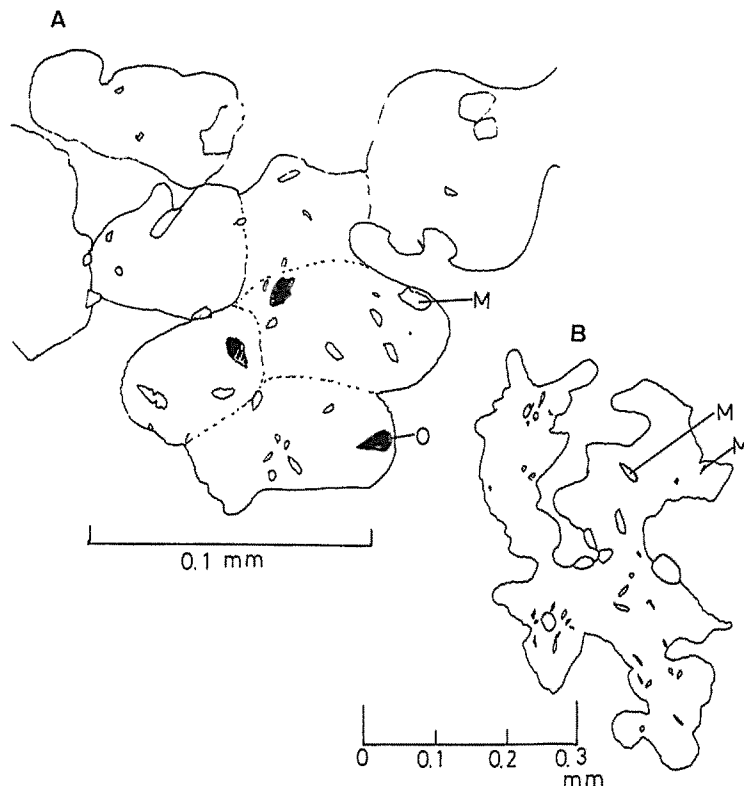


図2 小型の団粒(B)の内部にアモルファス物質と鉱物(M)が交り合っている。団粒をさらに拡大すると、団粒がアモルファス物質を単位としていることがわかる。図Aには8個の単位が示されている。アモルファス単位は鉱物(M)をまじえて、集合している。アモルファス単位内にも鉱物質が認められる。

3-1. 斜面の下部におけるムル型土壌堆積腐植の形態

写真2に示されるように、斜面の下部においては土壌堆積腐植層は余り発達しておらず土壌堆積腐植層はおもにL層からなり、土壌堆積腐植層と鉱質土壌層との境界は明瞭であった。

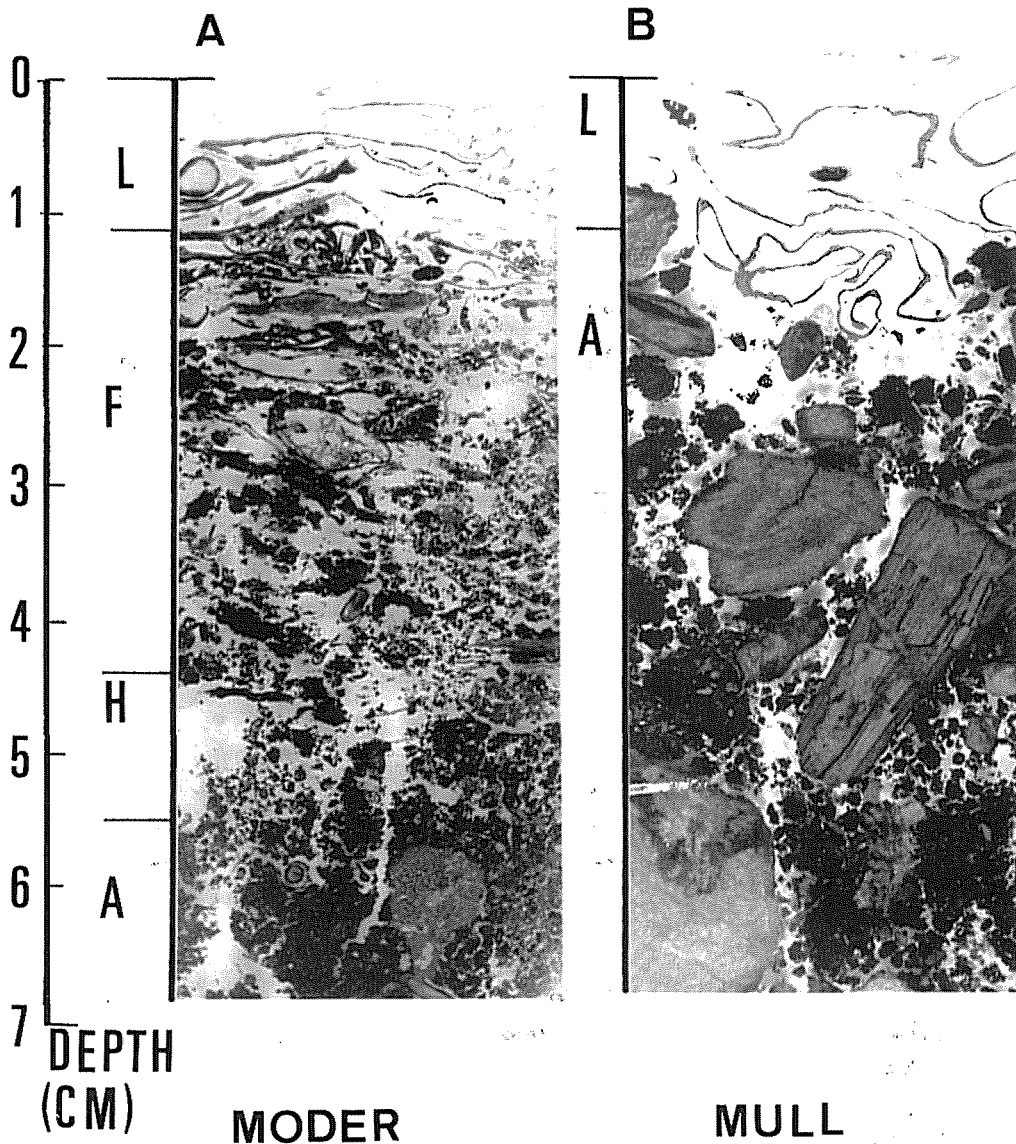
a. L層の形態(写真3)

L層の上部から下部に向かって、落葉は褐色から黒褐色に変化していた。L層の下部において白色の腐朽葉が認められる。また、L層の下部において、葉表面に土壌動物の糞の堆積が認められるが、その量は多くなかった(写真3-1)。薄くF層が発達している場所では、葉表面に土壌動物の糞が堆積し、落葉と糞の堆積からなる積層構造が認められる(写真3-2)。

b. A₁層の形態(写真3)

A₁層の構造は石礫の間を土壌団粒がうめっているが多くの空隙が見られる。土壌団粒は黒褐色で大きさは0.1 mm—数 mm の大きさを示す。部位により、これらの小型の1 mm 程度の土壌団粒が集合して大型の数 mm から1 cm ほどの大型の土壌団粒を形成している。L層との境界付近の土壌団粒は有機物に富むものが多く大型の土壌動物の糞に起源すると考えられる。A₁層の上部から下部に向かって土壌団粒内に鉱物質を混合した土壌団粒が増加する。写真3-4に示されるように、偏光顕微鏡のもとにおいて土壌団粒における鉱物質の分布が認められる。土壌団粒はミミズの糞に起源する大型の数 mm から1 cm、小型の1 mm 程度の土壌団粒に分けられる。

写真2



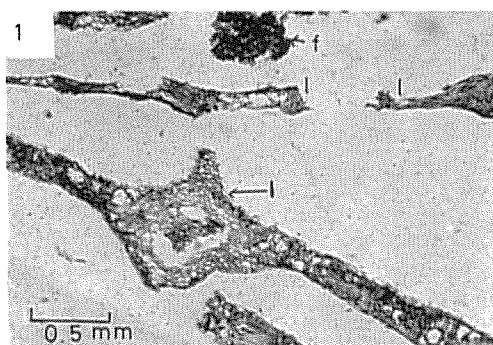
2-A: 斜面上部における moder (モーダー) 型の土壌堆積腐植層
 2-B: 斜面下部における mull (ムル) 型の土壌堆積腐植層

さらに、高い倍率で小型の土壌団粒を観察すると、図2に示されるように土壌団粒は0.1 mm程度の内部に鉱物を含むうす茶色のアモルファス物質から成り立っている。鉱質土壌の土壌団粒にはこうしたうす茶色のアモルファス物質が認められる(写真3-5, 6)。

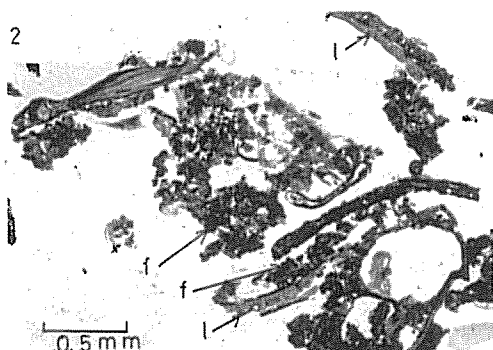
3-2. 斜面の上部におけるモーダー型の土壌堆積腐植層の様式(写真4)

斜面の上部において、土壌堆積腐植層はL層、F層、H層から成り立ち、土壌動物の分解産物の集積が鉱物質土壌との境界にH層を発達したモーダー型の土壌堆積腐植層の特徴を示していた。土壌堆積腐植層の構造は有機物の積層構造により特徴づけられる(写真4-1)。L層において有

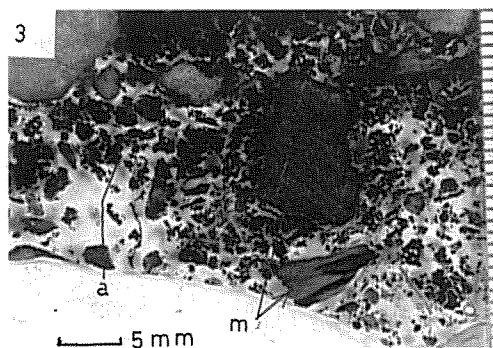
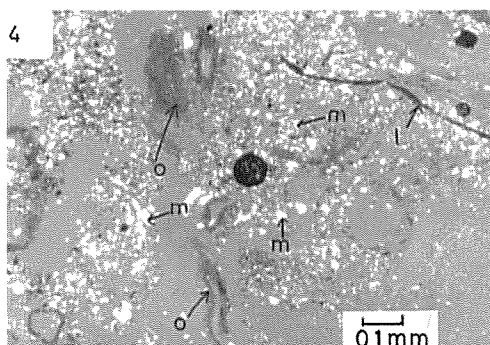
写真3



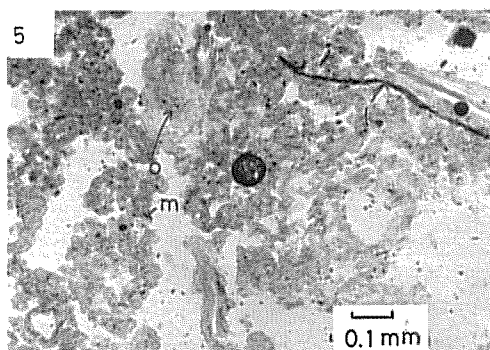
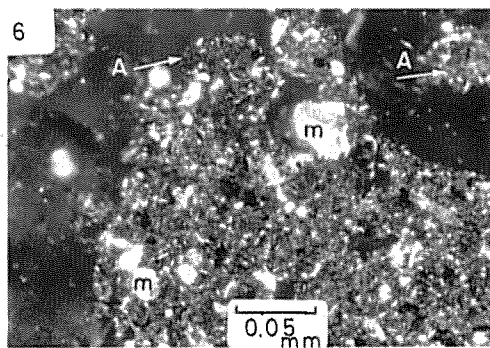
3-1: L層における落葉 (l) と葉上のフン (f)



3-2: F層における落葉 (l) と動物のフン (f) の堆積

3-3: A₁層における団粒の分布, 鉾物 (m), 団粒 (a)

3-4: 偏光下での土壤団粒。白色の部分は、鉾物 (m), 黒色部は有機物 (o), 葉 (l)。

3-5: 3-4と同じ, A₁層の団粒, 小型のアモルファスの集合に鉾物 (m), 葉 (l), 植物体 (o) が混合している。

3-6: 団粒の拡大, アモルファス (A) と鉾物 (m) がまじり合って団粒を形成している。

機物堆積の積層構造は落葉のみから成り立っている。F層においては落葉の上に土壤動物の糞に起源する分解産物の堆積が増加し、落葉とその上に堆積する土壤動物の糞が積層構造をなしている。F層の下部に向かって、積層構造の骨格となっていた落葉の分解が進み落葉の上に堆積した土壤動物の糞を主体とした分解産物が積層構造をなしているが、最終的には落葉は分解され、土壤動物の糞を主体とした分解産物が堆積しH層を形成している。H層と鉾物質土壌との境界は不

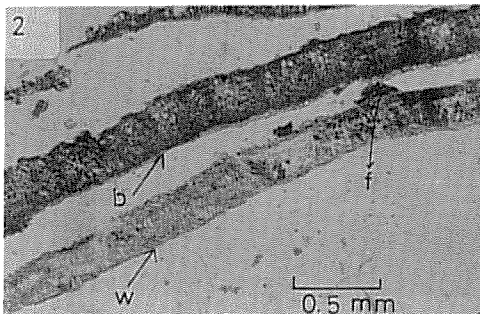
写真4



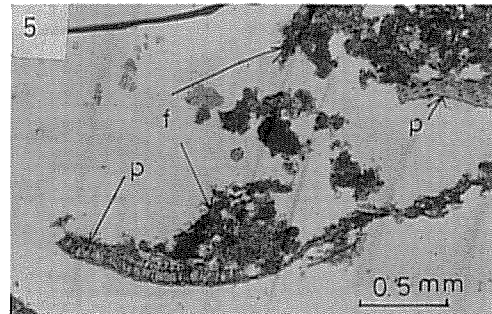
4-1: F層において落葉とその上に堆積したフンを起源とする分解産物が積層の構造をなしている。



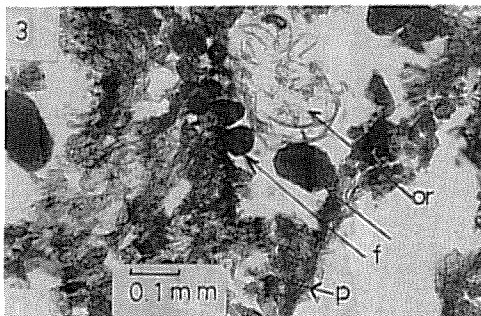
4-4: 葉上に堆積した土壌動物のフン、分解産物とリターの積層の構造



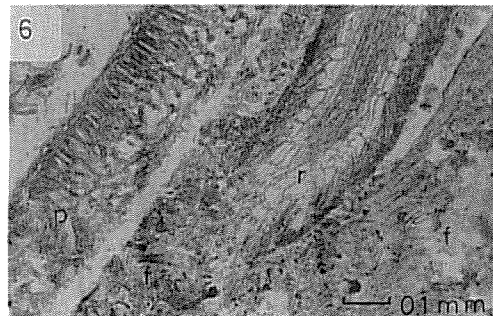
4-2: 白色の腐朽葉 (w) と黒褐色の腐朽葉 (b), 葉上の虫フン (f)。



4-5: 落葉の上に堆積したフン (f), 植物体 (p) フンの堆積からなる積層構造



4-3: 分解葉におけるササラダニ (or) とそのフン (f)。植物体 (p) は褐色を示し、フンは植物体と同じ色を示す。



4-6: 落葉 (p) ー分解産物の堆積 (f) からなる積層構造に見られる細根 (r)

明瞭である。

a. L層の形態 (写真4)

L層は数枚の落葉の堆積から成り立っている。落葉は下方に向かって黒褐色の色彩を帯びている。落葉の表面には菌の侵入が認められるが、著しくない。分解の余り進んでいない落葉は、葉

肉内の細胞壁に沈着した蛋白質-タンニンの複合物の褐色物質により、褐色を呈している。分解の進んだ落葉は白色の腐朽葉と黒褐色の腐朽葉が認められる（写真4-2）。ヒメフナムシや大型のトビムシといった土壌動物の糞が認められるが、その量は多くない。

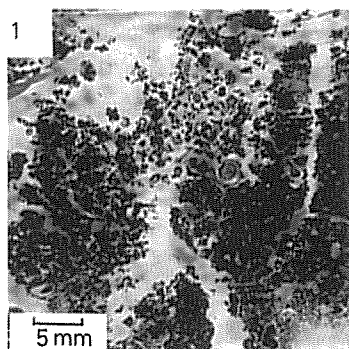
b. F層の観察

土壌堆積腐植層においてこの層位は、土壌動物の活動の最も活発な場所となっている。構造的には落葉とその上に堆積する土壌動物の糞を起源とする分解産物の集積から成り立つ積層構造を基本として堆積している（写真4-1, 4-4）。落葉の上に堆積する糞を起源とする黒色の分解産物の割合が下方に向かって増加する（写真4-1）。

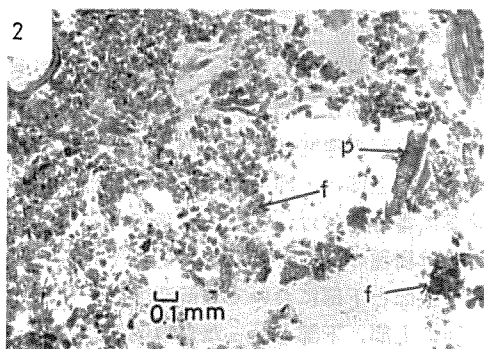
落葉の内部には小型の穿孔性のササラダニの糞が認められる（写真4-3）。また、糞を起源とする分解産物の他にトビムシ、ヒメフナムシなどの節足動物の糞が認められる（写真4-5）。葉の上に堆積した糞は、さらにミミズなどの土壌動物により摂食、排出され二次分解産物として葉の上に黒色の物質として堆積している。

広葉樹のモダーの土壌堆積腐植層は、葉の上に分解産物を堆積しており、そこに細根の発達が認められる（写真4-6）。

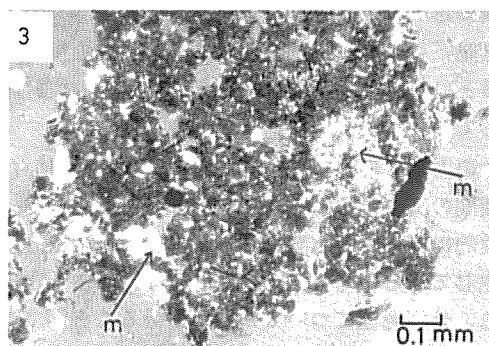
写真5



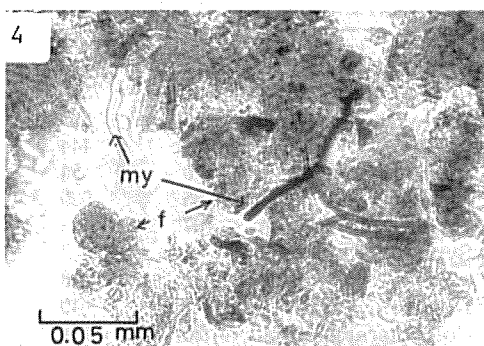
5-1：モダー型でのH層とA₁層。



5-2：H層に見られる土壌動物のフンの集積(f)と植物体(p)



5-3：H層とA₁層の境界付近の団粒，内部に鉱物(m)がまじっている。



5-4：土壌動物のフン粒(f)とそこに発達した菌糸(my)。

考 察

ブナ・ミズナラの優占する林分の斜面の上部と下部において発達する土壤堆積腐植層の形成過程を、リターバッグを用いた分解実験、土壤堆積腐植層の量とリター量の比を用いた回転速度、土壤堆積腐植層の形態観察から調べた。土壤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あう程度により決る。土壤堆積腐植層の様式は、分解が速く分解産物が鉱物質土壌と混ざりあったムル型、分解が遅いか、または分解産物が鉱物質土壌と余り混ざり合っていないモル型を両極として連続的に変化する。中間の形態をモーダー型とよぶ。

調査地の斜面の上部においてはモーダー型、下部においてムル型の土壤堆積腐植層の発達が認められた。これら二つの土壤堆積腐植層の形成過程を、リター供給量と土壤堆積腐植層の量の比率から求めたリターの平均残存時間を基にして調べた。斜面上部における土壤堆積腐植層の量は23.4 t/ha、リター量は3.5 t/haであり、土壤堆積腐植層におけるリターの平均滞在時間は6.7年と推定された。一方、斜面の下部において土壤堆積腐植層の量は7.8 t/ha、リター量は4.3 t/haとなり、土壤堆積腐植層におけるリター平均滞在時間は1.8年と推定される。リター平均滞在時間は定常状態にある森林生態系における有機物の回転速度のパラメーターとして用いられてきているが、同時に安定した土壤堆積腐植層の形成時間を表わしている。斜面下部におけるムル型では1.8年、斜面上部のモーダー型では6.7年と土壤堆積腐植層の形成時間に著しい差が認められる。京都市の上賀茂でのアカマツのモーダー型でリター平均滞在時間は約9年と推定されている⁷⁾。

斜面の上部と下部における土壤堆積腐植層の形態的な差異や、リター平均滞在時間により推定される分解の速度に著しい差が認められたが、リターバッグを用いた落葉の一年間での分解率には斜面の上部と下部において著しい差は認められなかった。武田ら⁹⁾は同じ調査地において直接落葉に番号を付け、各種の落葉について分解の過程を調べた結果、分解の初期においては分解の難易は樹種の基質としての特性と関係しており、分解初期の一年においてブナ、ミズナラでは斜面の上部と下部において分解速度に有意な差がないことを示した。さらに、分解の進行とともに斜面の上部、下部といった立地条件が分解に影響することを示している。表4に示すように斜面の上部に比べて斜面の下部には大型の土壤動物の量が多く、二つの場所での分解に影響している

と考えられるが(金子、未発表)、塚本⁹⁾が指摘しているように、この調査地における土壤堆積腐植層の形成に欧州におけるムル型でのミミズの分解活動、モル型における小型節足動物の分解物の結果といった説明が適切かどうかは今後の検討点として残されよう。

このように落葉の分解をリターバッグを用いた短期間の実験から明らかにするには問題点が多い。実験的に落葉の分解を追跡する方法と同時に分解の生じている場である土壌を直接観察することにより、分解過程についての知見を得ることができ。武田⁷⁾はアカマツ林におけるモーダー型の土壤堆積腐植層を微細形態的に観察することにより、従来、モルやモーダー型での堆積腐植層の発達が、単に基質である針葉の難分解性により説明されて

表4 斜面の上部と下部における土壤動物の現存量(1982年8月測定)

Group 土壤動物群	斜面上部	斜面下部
Large Oligochaeta	1931	7370
Enchytraeidae	32	399
Isopoda	650	444
Amphipoda	0	54
Chilopoda	485	620
Diplopoda	107	93
Symphyla	6	2
Aranea	94	218
Dipteran larvae	0.2	40
Coleopteran adults	26	124
Coleopteran larva	410	167
Others	257	1118
合 計	3998	10749

現存量はアルコールづけの湿量 (mg/m²)

きたが、分解の遅さは基質の分解が遅いことよりむしろ、分解産物がF層やH層において基質に付着して堆積することで鉍物質土壌と混じり合わないことによることを示している。

土壌の堆積腐植層の形態観察から、土壌堆積腐植層の形成において落葉の分解の速さだけではなく、分解産物が鉍物質土壌と混じりあう程度により土壌堆積腐植層の様式が決っている。モーター型の堆積腐植層はF層における葉とその上に堆積する分解産物の積層状の構造により特徴づけられる。ムル型の土壌堆積腐植層では、分解産物は鉍物質土壌と混ざりあい団粒を形成している。この調査地のモーター型の土壌において認められた分解産物と落葉からなる積層の構造は細根の養分の吸収の場として重要である。

通常、モルやモーター型の堆積腐植は肥沃度の低い乾性の褐色森林土やポドゾル土壌に発達している。これらの堆積腐植層をもつ森林において、樹木は養分吸収の主体をなす細根を土壌堆積腐植層のF、H層に発達させている。こうした状態は、この調査地のモーター型の土壌においても認められた。一方、適潤性土壌において、植物は細根を鉍物質土壌に発達させている。土壌における養分の循環や分解を理解するうえで、分解の速度だけではなく土壌生物による分解産物の土壌における分解や分解産物の堆積様式の研究が重要である。

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) MÜLLER, 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
- 4) ROMELL, L. G. and Heiberg, S. O. : Types of humus layers in the forest of northeastern United State. *Ecology*, 12. 567-608, 1931
- 5) 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
- 6) TAKEDA, H., ISHIDA, Y. and TSUTSUMI, T. : Decomposition of leaf litter in relation to litter quality and site conditions *Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ.* No. 130. 17-38, 1987
- 7) 武田博清: アカマツ林における落葉の土壌堆積腐植層の形成過程. *京大演報*. 59. 76-90, 1988
- 8) 塚本次郎: 我国の森林の落葉消失に果すミミズの役割評価についてヨーロッパとの比較を中心に. *森林立地* 28. 1-10, 1986
- 9) 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 62頁
- 10) TSUTSUMI, T. : The nitrogen cycle in a forest. *Mem. Coll. Agric., Kyoto Univ.* No. 130. 1-16, 1987
- 11) 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. プレート2, 1959
- 12) ZACHARIAE, G. : Spuren tierischen Tätigkeit im Boden des Buchenwaldes. *Forstwissenschaftliche Forschungen*, 20. Parey, Hamburg. 68pp 1965

Résumé

Decomposition processes and genesis of soil organic layer were studied in a *Fagus-Quercus* forest in Kyoto, Japan. The soil organic layer showed a mull type in the bottom parts of a forest slope covered with *Fagus-Quercus*. In the ridge parts of the slope, a moder type humus accumulation was observed. The decomposition processes and structures of soil organic matters were studied for the two humus types, i. e. mull and moder types. The decomposition processes in the soil organic layers were shown in the attached photographs.