

スギ・ヒノキ人工林と落葉広葉樹林における  $A_0$  層の詳細な画分と養分動態

佐々木道子・戸田浩人・崔東壽(東京農工大大学院)

**要旨:**  $A_0$  層における有機物分解と土壌への養分の移動を明らかにするため、人工林(ヒノキ, スギ), 落葉広葉樹林(ミズナラ, ケヤキ)の  $A_0$  層を詳細に画分した。 $A_0$  層は従来の L, F, H を基本に、分解程度と大きさによって6段階(L-F1, F2, F3, F4, HA1, HA2)に分画した。 $A_0$  層の各画分の構成割合は、ヒノキ林では F3, F4 画分, ミズナラ林では F2, F3 画分, スギ林とケヤキ林は共に HA2 画分が多く含まれていた。また、各画分の N 濃度は全ての林相で分解初期では増加し、その後減少する傾向が見られた。N 濃度が最大となる画分は林相によって異なり、C/N 比は N 濃度が最大の画分を過ぎると 20 未満となった。 $A_0$  層を詳細に分画することで、N 不動化から無機化へ移行する画分が林相で異なることが明らかとなった。

**キーワード:**  $A_0$  層, 画分, C/N 比

**Abstract:** To clarify  $A_0$ -layer decomposition and moving nutrient into soil, we investigated in fine  $A_0$ -layer class on Japanese cedar, Japanese cypress, and deciduous broad-leaved forests (*Zelkova serrata* and *Quercus crispula*). In general,  $A_0$ -layer is classified L, F and H-layers. In this study, their  $A_0$ -layers were classified into six fine classes, L-F1, F2, F3, F4, HA1, HA2 by decomposition level and size of their pieces. The greatest amount of dried weight in fine  $A_0$ -layer classes was F3-F4 class for Japanese cypress, F2-F3 class for *Quercus crispula*, HA2 class for Japanese cedar and for *Zelkova serrata*. Nitrogen concentration of classified  $A_0$ -layer increased in primary decomposition classes and then decreased in later classes in every site. The maximum N concentration class in fine  $A_0$ -layer classes varied with the site. The C/N of fine  $A_0$ -layer classes was under 20 for later class of maximum N concentration in almost sites. These results suggested that the fine  $A_0$ -layer class for the turning point of N-immobilization to net N-mineralization varied with forest type.

**Keywords:**  $A_0$ -layer, classified, C/N

## I はじめに

森林のリターフォールは林床に堆積し  $A_0$  層を形成する。 $A_0$  層は、地表および地下部の分解者のエネルギー源である一方、地上で生産された有機物が分解して鉱質土層に移行し、再び植物の養分となる過程の境界に位置している。従って、 $A_0$  層は生態系の物質循環において重要な位置にあり、かつ森林の特徴が反映されていると言える。林相の違いはリターフォールの質、量を変化させ、土壌系の物質動態に影響すると考えられる。 $A_0$  層については、これまで層位の分類や化学的性質(5)、リターバッグを用いたリター分解速度(2)、(6)、土壌微生物との関係(7)、(8) についての研究がされている。林相の違いと  $A_0$  層の細片化と養分動態については大園ら(9)などの研究があるものの報告例は少ない。

林相が異なることによる土壌系の物質循環の把握は、針広混交林化や林相転換などの施業による変化が表層土壌への物質動態に与える影響を考える上で重要である。本研究では、北関東地方の代表的な森林として、針葉樹人工林のヒノキ、スギ林、落葉広葉樹二次林のミズナラ、ケヤキ林において  $A_0$  層を従来の区分よりも詳細に分画し、その特徴を明らかにした。

## II 調査地

調査地は群馬県みどり市東町(旧勢多郡東村)に位置する東京農工大学フィールドミュージアム草木である(以下 FM 草木とする)。FM 草木は渡良瀬川左岸の横川流域を中心として馬蹄形に広がる(図-1.)。FM 草木は渡良瀬川左岸の横川流域を

Michiko SASAKI, Hiroto TODA, Dong-su CHO(Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology)  $A_0$ -layer fine classes of nutrient dynamics in Japanese cedar, Japanese cypress and deciduous broad-leaved forests

中心として馬蹄形に広がる(図-1)。面積は 415ha, 標高は 600~1,200m, 表層地質は頁岩・混在岩, チャートと, 花崗閃緑岩・花崗岩, 土壌は褐色森林土である。主な植生はスギ, ヒノキ人工林と落葉広葉樹林である。

FM 草木内のスギ人工林で2カ所(40年生, 100年生), ヒノキ人工林で2カ所(50年生, 100年生), 落葉広葉樹二次林はミズナラ林2カ所(110年生, 80年生), ケヤキ林1カ所(100年生)の3カ所, 合計7カ所の調査区を設定し, A<sub>0</sub>層および表層土を採取した。なお, 110年生のミズナラ林は林冠にミズナラが優占し, 80年生はミズナラとモミが優占する(以下ミズナラ・モミとする)。



図-1. 調査地および調査区位置

Fig. 1 Location of study area and sample plot

### III 材料と方法

A<sub>0</sub>層は, 50×50cmの範囲からL-F1画分を採取し, 引き続き400ml 円筒を用いてF2画分~A1までを持ち帰り, 実験室で以下で述べるように画分を採取した。試料採取の繰り返しは2回である。試料採取は2010年11月~12月に行った。採取した試料は直ちに生重を測定した後, 風乾し分析に供した。

A<sub>0</sub>層の画分基準は以下の通りとした。①L-F1画分: 輪郭が明確で, 艶が残るもの, または変色が少ないもの。②F2画分: 輪郭が崩れ, 黒褐色または褐色に変色しているもの。③F3画分: 破碎・分解が進み, 細分化して原型が不明だが, 植物組織として肉眼で判別可能で, ≥10mmのもの。④F4画分:F3と同質で10>F4≥2mmのもの。⑤HA1画分: 有機質だが肉眼では植物組織と認められないもの。またこれが土粒子と混ざり合

っているもので, 2>HA1≥1mmのもの。⑥HA2画分:HA1と同質で1mm>HA2のもの。採土円筒で持ち帰ったF2以下は, F2~F3画分はピンセットを用い目視で分画し, F4~HA2画分は孔径2mm及び1mmの円孔篩を用いて分画した。なお, HA2画分については鉍質土層表面より鉍物質との違いを質感で確かめながら, 丁寧に分離した。また, 混入している礫(≥2mm)および生根は取り除いた。

分画したA<sub>0</sub>層は標準土色帳で色相を判定し, 乾重を測定した後, CNコーダ(YANACO MT-700)で炭素(C)と窒素(N)の分析を行った。

### IV 結果と考察

1.色相 L-F1 から HA2 の色相の変化を見ると(表-1), いずれの林相でも明度彩度ともに小さな数字になっており, 分解が進むに従って暗色で濃い色となっていた。また, 落葉広葉樹二次林は, HA2画分の色相にバラつきが見られ, ミズナラ林やケヤキ林では黒褐色(7.5YR2/2, 10YR2/3 など)に至らないもの(7.5YR3/3, 10YR4/4 など)が見られた。

2.各画分量 ヒノキ林のA<sub>0</sub>層にはF3,F4画分が多く, 全体の半分以上を占めた。ミズナラ林はF2画分が30%, ミズナラ・モミ林はF3画分が45%と多かった。一方, スギ林はHA2画分が50%以上, ケヤキ林もHA1とHA2画分で38%とHA画分が多かった(図-2)。ヒノキ林に多かったF3, F4画分は, 破碎された鱗片葉が大半を占めた。ヒノキリターは落下後比較的短期間に細枝から鱗片葉が分離・破碎されることが言われている(丸)。また, ミズナラ, ミズナラ・モミ林のF2, F3画分は破碎されているがまだ葉脈が確認できる葉片で構成されていた。このように林相の異なるA<sub>0</sub>層の各画分は, その破碎状況が異なり, 量の違いとして表れた。これは, リターフォールの形状が影響していると考えられた。

3.炭素および窒素 各画分のCおよびN量は, すべての林相で概ね全乾重量を反映していた。一方, 各画分の乾物重当りのC濃度は分解が進むに従い減少し, N濃度は上昇した後減少に転じた(図-3)。L-F1画分のN濃度はケヤキ>ミズナラ>スギ>ヒノキの順に高く, N濃度ピーク時においても, ミズナラを除き, この順に高かった。

C/N比はL-F1画分ではヒノキが最も高く125~130, 次いでスギが40~90, ミズナラ・モミ40~60, ミズナラ30~50, と続き, ケヤキが30~40と, 最も低かった。林相でL-F1画分のC/N比は異なったが, 分解が進みF4画分以下になると12~20の

表-1 L-F1画分からHA2画分にかけての色相変化  
Color change of A<sub>0</sub>-layer from L-F1 class to HA2 class,

class	ヒノキ	スギ	ミズナラ	ミズナラ・モミ	ケヤキ
L-F1	10YR5/6,5/4	5YR4/6 7.5YR4/6	2.5Y5/4	7.5Y5/6	10YR4/6
F2	7.5YR4/6	7.5YR4/4,4/6	7.5YR4/4	7.5YR4/6,4/4	7.5YR4/3
F3	10YR3/3 7.5YR3/4	7.5YR3/4,4/4	7.5YR4/3	7.5YR4/4,4/3	7.5YR4/3
F4	7.5YR3/3,3/4	7.5YR4/3,3/4	10YR5/3,4/3	7.5YR3/3,3/4	10YR3/3 7.5YR4/3
HA1	7.5YR3/3	10YR3/4,3/3	10YR5/2,5/3	7.5YR3/3	10YR3/3
HA2	7.5YR2/2	10YR3/2	10YR4/4,3/3	7.5Y3/2 10YR2/3	7.5YR3/3,3/2

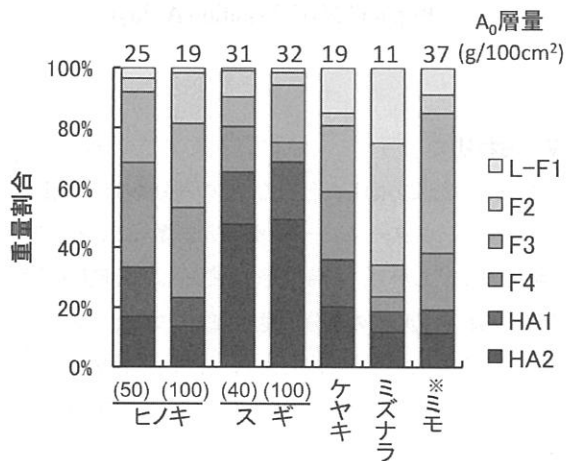


図-2. 各画分の重量割合(%)

※ミモ：ミズナラ・モミ

スギ、ヒノキの( )内は林齢

Fig. 2 Percentages of dry weight of classified A<sub>0</sub>-layer

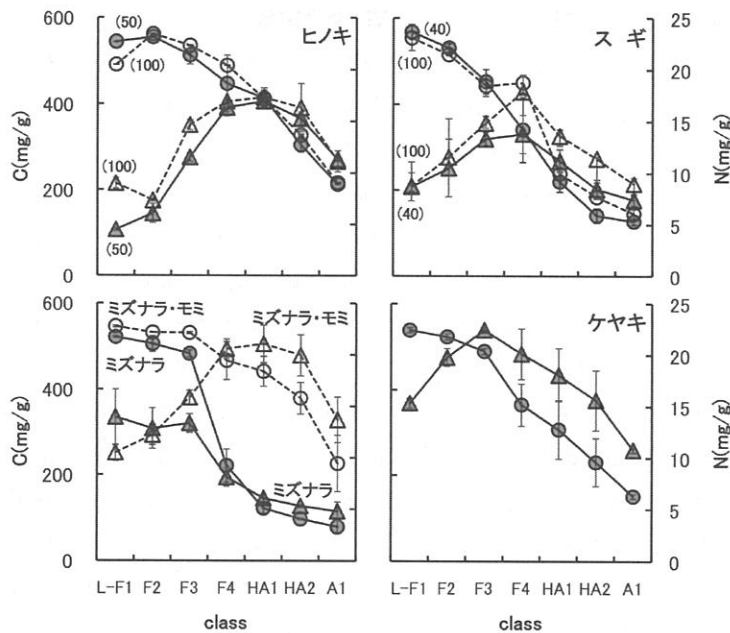


図-3. 各画分のC, N濃度

( )内は林齢, エラーバーは最大値・最小値

Fig. 3 C and N concentration of classified A<sub>0</sub>-layer

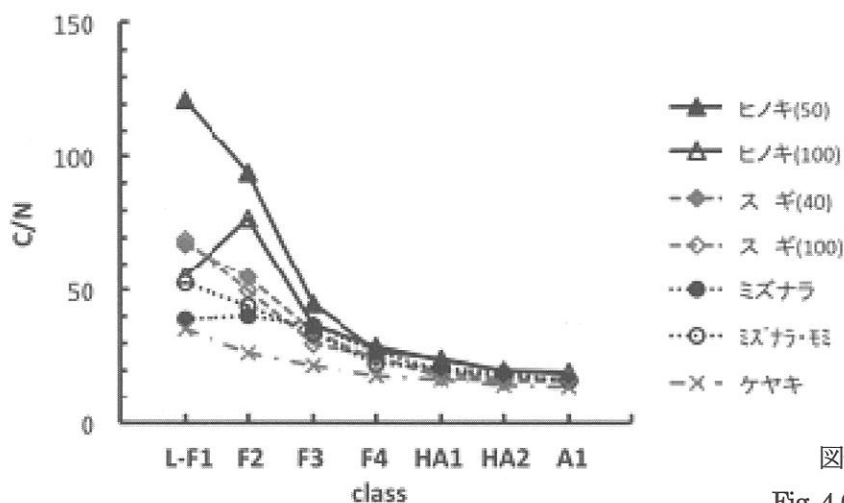


図4. 各画分のC/N比  
Fig. 4 C/N of classified A<sub>0</sub>-layer

範囲に収斂して行った(図4.)。

4.最多画分のC/N比 最も多く含まれた画分のC/N比は、ヒノキが30-50(F4),ミズナラが30-45(F2),ミズナラ・モミが30-40(F3)であったのに対し、スギが12-20(HA2),ケヤキが15-20(HA2)であった。一般に斜面下部で有機物の分解が速く、H層は発達しにくい、本研究ではスギ、ケヤキにHA画分が多く含まれていた。スギ(100年生)にはA<sub>0</sub>層下端にH層の層位が見られたが、スギ(40年生)、ケヤキ(100年生)にはH層は見られなかった。したがって、HA画分は下部に移行して明瞭な層を成している訳ではなく、F4以上の画分と混在し、その一部は鉍質土層の表面に入り込んでいると考えられた。A<sub>0</sub>層全体として見ると、斜面上部へ尾根よりも斜面下部へ沢筋の方がC/N比の低い画分が多く含まれ、より分解が速く行われているという一般的な傾向が読み取れた。

5.N濃度のピークのC/N比 N濃度ピークのC/N比はヒノキ20-30(HA1),ミズナラ30-40(F3),ミズナラ・モミ20(HA1),スギ20-30(F4),ケヤキ20-30(F2)と、ピークの位置する画分は林相によって異なるがC/N比は概ね20-30の範囲であり、N濃度ピークの次の画分でC/N比はほぼ20未満となった。以上のように詳細な画分によって、N濃度とC/N比の結果からN不動化から無機化へ移行する状況が捉えられた。しかしながら本研究のミズナラ林についてはN濃度に明確なピークが見られず、N動態が不明瞭であった。N濃度をC/N比だけでなく、P濃度など他の純N無機化に対する制限要因と共に解析する必要がある。

## V おわりに

A<sub>0</sub>層を詳細に分画したところ、その画分構成は林相によって異なり、リターフォールの性質が影響していることが示唆された。しかし、同時にその特徴には立地環境の影響も考えられた。A<sub>0</sub>層の画分と養分動態についてリターフォールのみを変化させる操作実験や、各画分の腐植の特徴などを把握し、リターの質を明らかにしていく必要がある。

## VI 参考文献

- (1)井上輝一郎・岩川雄幸・吉田桂子(1987)ヒノキ単純林における落葉および土砂の移動, 林業試験場研究報告, 343: pp171-186
- (2)河原輝彦・佐藤明・竹内郁雄・只木良也・蜂屋欣二(1981)カラマツ・ヒノキ混交林におけるリターフォール量とその分解, 林業試験場研究報告, 313: pp79-91
- (3)大園亨司(2007)冷温帯における落葉の分解過程と菌類群集, 日本生態学会誌, 57: pp304-318
- (4)大園亨司・武田博清(1998)Mull型有機物層における落葉の細片化過程, 日本林学会誌, 80(3): pp196-200
- (5)内田丈夫(1959)北海道における針葉樹林の堆積腐植に関する研究, 林業試験場研究報告, 114: pp53-205
- (6)Takeda H.(1987)Decomposition of leaf litter in relation to litter quality and site conditions., Memoirs of College of Agriculture, Kyoto University, 130: pp17-38
- (7)山家義人・小川眞・石塚和裕(1981)ヒノキ人工林の堆積腐植の分解と微生物相, 林業試験場研究報告, 313: pp161-174