

# ヒノキ人工林における土壌窒素の季節変化

山下 多聞・武田 博清・渡辺 弘之

Spatio-temporal Variations of Mineral Nitrogen  
in a *Chamaecyparis obtusa* Plantation Soil

Tamon YAMASHITA, Hiroshi TAKEDA and Hiroyuki WATANABE

## 要 旨

大津市奥比叡に位置する延暦寺社寺有林内のヒノキ人工林に調査区を設定し、1990年9月から1992年1月までの17か月にわたって、土壌中の全窒素量と無機態窒素量の季節変化を調査した。

この調査林分では、無機態窒素生成能（無機化能）はA<sub>0</sub>層およびA層にあたる表層土においてみられ、生成される無機態窒素の多くはアンモニア態窒素であった。また、鉍質土層における全窒素・アンモニア態窒素・硝酸態窒素の年平均現存量は、2.33t/ha、4.91kg/ha、0.72kg/haであった。鉍質土層におけるアンモニア態窒素の現存量は、夏期に高く、冬期に低くなる傾向を示した。それに対して、鉍質土層における全窒素・硝酸態窒素現存量は季節的には顕著な変化を示さなかった。A<sub>0</sub>層および深さ0～20cmの鉍質土層におけるアンモニア態窒素の現存量の垂直分布は、季節毎に異なり、夏期にはA層にあたる上部で、冬期にはB層にあたる下部で多く、A<sub>0</sub>層では冬期に多くなった。全窒素の垂直分布は一年を通して上部で多く、下部で少ない傾向を示した。

ヒノキの根の分布が表層に集中しているため養分の吸収がおもに表層で生じていること、粘土含有量がA層からB層に向かって上昇し、養分吸着量が増加することなど、ヒノキ林土壌では窒素が溶脱などにより系外に流亡する可能性が小さい。そのため、窒素に代表される養分は、効率的に循環していると考えられる。

## I. は じ め に

一般に、植物は窒素源として土壌中に存在する窒素を利用しているが、植物に利用可能な窒素はアンモニアもしくは硝酸のような無機態窒素である。森林土壌では、土壌窒素の多くは、有機態窒素であり、無機態窒素の量は有機態窒素に比べて少なく<sup>1) 2)</sup>、千分の1から数百分の1である。このため、森林を構成する植物の成長は窒素の可給性に大きく依存していることが考えられ、窒素肥料の施肥に対する成長増大、無機化力の林木生産性への影響などが報告されている<sup>3) 4)</sup>。

森林では、土壌の無機態窒素生成量は、樹木による無機態窒素の吸収量および消失量を若干上回っている。この若干上回った量が土壌中の現存量として測定される。無機態窒素生成や消失は生物的要因によって生じるものが多い。生物活性は気温や水分などの変化にともなって、つまり季節的に変動するので、それにともない現存量も季節的な変動を示すことが予想される。過去に、表層土の無機態窒素現存量が季節的に変動することが報告されている<sup>5) 6)</sup>。

そこで、本研究では、ヒノキ林土壌を例に土壌窒素現存量の垂直分布および水平分布が、季節的にどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。そして、窒素という必須元素を通じてヒノキ林土壌の物質代謝の特徴を考察したい。

本研究において、試料の分析に関する有益な助言助力を頂いた徳地直子、京都大学農学部助手に感謝を述べます。野外調査でいろいろ研究協力をされた糟谷信彦、京都府立大学農学部助手や森林生態学研究室の学生・大学院生、国際林業論研究室の学生・大学院生の諸氏に感謝を述べます。

## II. 調査地の概要

調査地は、大津市奥比叡の延暦寺社寺有林内に設置された。調査地には、おもにヒノキ林が造成されており、沢沿いなど一部にはスギが植栽されている。花崗岩を母岩とする土壌で、ヒノキ林で乾性褐色森林土 (BB)、または、適潤性褐色森林土偏乾亜型 (BD (d))、スギ林で適潤性褐色森林土 (BD) であった。調査地の年平均気温は10.5°C、年平均降水量は1976mmである。土壌温度は、気温よりも数°Cから10°C低い値を示した。

調査地内のヒノキ壮齢林に調査プロットを1カ所設置した。標高約400m、斜度20°の南東向き斜面に10×20mのプロットを設置した。林齢は設定時推定30~40年生で、これまでに2回の間伐が実施されている。林況は、平均樹高17.3m・平均胸高直径22.2cm・胸高断面積合計 (Basal area) 43.03m<sup>2</sup>/ha・立木密度1084本/haである。概ね閉鎖している林冠も、最近の間伐により、一部に微少なギャップを形成している。林床は暗いが、ヒサカキ (*Eurya japonica*)・ヒイラギ (*Osmanthus heterophyllus*)・コアジサイ (*Hydrangea hirta*)・ヒノキ実生・その他草本などの下層植生が比較的よく発達している。

土壌は、乾性褐色森林土 (BB) で、A<sub>0</sub>層はL・F・Hが比較的よく発達したモダ型で2~6cm、A層は4~6cm程度、B層は90cm以上であった。A層は、土色が7.5YR 3/1で、腐植にすこぶる富んでいる。また、A層の土壌構造は、中度の団粒状構造で土壌堅密度は軟または鬆であった。その土性は砂質壤土 (sandy-loam) であった。一方、B層は、土色が10YR 5/6で腐植に乏しかった。土壌構造は強度のカベ状で土壌堅密度は軟であった。土性は壤土 (loam) であった。

## III. 調査方法

調査プロットにおいて、おもに鉍質土層から試料を採取した。試料は、1990年9月から1991年7月までは、A<sub>0</sub>層を除去した残りの鉍質土層の表層部分 (0~20cm) を、1991年8月から1992年1月まではA<sub>0</sub>層および鉍質土層を実験室に持ち帰った。実験室では、全炭素量・全窒素量・無機態窒素量を測定した。

10×20mのプロットをさらに5×2mのサブプロット20個に分け、毎月10個のサブプロットから土壌試料を採取した。各サブプロットにおいて土壌試料は、断面積25cm<sup>2</sup>の円筒型のコアサンプラーを用い、鉍質土層の表層0~20cmについて100ccづつ計5層採取した。A<sub>0</sub>層の試料は、断面積25cm<sup>2</sup>にある有機物全てを採取した。実験室に持ち帰った土壌試料は、2mm目のフルイで根・レキ・細土に分け、それぞれの重量を測定した後、分析試料に供した。A<sub>0</sub>層の試料は、根およびレキを取り出した残りを測定用試料として用いた。細土または有機物10gと2M-KCl水溶液10mlを200ml容三角フラスコにいれ、1時間振蕩した後、No. 1濾紙で濾過し、無機態窒素分析用

土壌抽出液とした。

無機態窒素の分析は、土壌抽出液について住友化学製ガスクロ方式形態別窒素測定装置GCT-16N型を用いて、アンモニア態窒素および硝酸態窒素（亜硝酸を含む）について測定した。

全炭素・全窒素は、細土を風乾後粉碎し、その数百mgを用いて柳本製CNコーダーMT600型により分析した。

土壌中の窒素の無機化能の測定のために、実験室でのビン培養法<sup>6)</sup>を用いた。フルイで分けた生土状態の細土10gを100ml容ポリ瓶にいれ、25℃無光の条件で培養器内で培養した。一定期間培養の後、上記の方法で抽出し、無機態窒素の分析に共した。ここで、無機態窒素生成量とは、培養の前後の含有量の差とした。

#### IV. 結 果

##### 1) ヒノキ林土壌の層別無機化能

表1. 各層位の全窒素含有率、30日間培養後の無機態窒素生成量（アンモニア態窒素・硝酸態窒素）、全窒素に対する無機態窒素生成量割合（無機化率）、および全窒素に対する無機態窒素現存量割合（無機態率）

層位	月	全窒素[%]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N生成量[*]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N生成量[*]	無機化率[%]	無機態率[%]
A <sub>0</sub> 層	8月	0.97	2.59	0.00	2.67	1.31
	9月	1.24	5.09	0.00	4.10	1.09
	10月	0.94	3.22	0.00	3.43	3.93
	3カ月の平均	1.05	3.63	0.00	3.40	2.11
0~4cm	8月	0.56	0.85	0.05	1.61	1.50
	9月	0.50	1.74	0.12	3.72	1.23
	10月	0.50	1.08	0.52	3.20	1.62
	3カ月の平均	0.52	1.22	0.23	2.84	1.45
4~8cm	8月	0.34	0.58	0.04	1.82	2.32
	9月	0.34	1.03	0.01	3.05	1.69
	10月	0.34	0.10	0.25	1.03	1.74
	3カ月の平均	0.34	0.57	0.10	1.97	1.92
8~12cm	8月	0.29	0.00	0.06	0.21	2.50
	9月	0.28	0.83	0.00	2.96	2.16
	10月	0.28	0.00	0.16	0.57	2.12
	3カ月の平均	0.28	0.28	0.07	1.25	2.26
12~16cm	8月	0.25	0.00	0.03	0.12	3.08
	9月	0.24	0.50	0.01	2.13	2.73
	10月	0.23	0.00	0.10	0.43	2.79
	3カ月の平均	0.24	0.17	0.05	0.89	2.87
16~20cm	8月	0.23	0.00	0.01	0.04	3.17
	9月	0.19	0.36	0.04	2.11	3.22
	10月	0.22	0.00	0.04	0.18	2.79
	3カ月の平均	0.21	0.12	0.03	0.78	3.06

\*:N-mg/100g Dry Matter

1991年7月から同年10月まで、調査地の土壌の層別の窒素の無機化能を実験室のビン培養法により測定した。表1に示すように、アンモニア態窒素生成が大部分を占めており、硝酸態窒素生成は少量であった。無機化率は、A<sub>0</sub>層およびA層にあたる0～4 cmおよび4～8 cmの層位で高く、8 cm以下の層で低い値を示した。この結果から、窒素の無機化は、おもにA<sub>0</sub>層およびA層で生じていることが示唆された。

無機化能を決定する土壌の要因について検討した。アンモニア態窒素の生成量は、全炭素含有量 ( $r=0.79$ ) および全窒素含有量 ( $r=0.81$ ) と有意な相関性を示した。しかし、土壌の炭素/窒素比とは有意な相関を示さなかった。

硝酸態窒素は、有機物からなるA<sub>0</sub>層では生成されておらず、生成は鉱質土層に限られていた。硝酸態窒素の生成量は、炭素/窒素比、炭素量、窒素量のいずれの要因とも有意な相関性は認められなかった。

## 2) 土壌中の全窒素と無機態窒素の現存量

表2. 各層位における形態別窒素現存量の季節的な変動[年平均現存量±標準偏差(変動係数)]  
および調査地点間の変動[各月の変動係数の平均±その標準偏差]

層位	全窒素		アンモニア態窒素		硝酸態窒素		C/N比	
	季節変動 t/ha	地点間変動 %	季節変動 kg/ha	地点間変動 %	季節変動 kg/ha	地点間変動 %	季節変動	地点間変動 %
A <sub>0</sub> 層	0.58±0.14(24%)	31±6	1.29±0.69(54%)	34±7	0.14±0.04(30%)	65±19	32.6±3.6(11%)	13±13
0～4cm	0.56±0.09(16%)	20±86	0.61±0.20(33%)	33±17	0.12±0.05(47%)	70±64	22.5±1.5(6%)	7±2
4～8cm	0.45±0.09(21%)	18±5	0.65±0.24(36%)	32±24	0.12±0.07(61%)	58±50	20.0±1.2(5%)	6±2
8～12cm	0.47±0.09(18%)	20±7	0.87±0.29(34%)	26±10	0.13±0.14(54%)	65±64	19.0±1.3(6%)	7±2
12～16cm	0.43±0.08(18%)	22±14	1.01±0.29(28%)	28±9	0.13±0.07(53%)	66±59	18.6±1.3(7%)	7±3
16～20cm	0.42±0.06(16%)	23±9	1.22±0.28(23%)	24±10	0.17±0.10(57%)	79±55	17.9±0.9(5%)	9±2
全層	2.33±0.32(14%)		4.91±1.05(21%)		0.72±0.35(49%)			

表2に、各形態別窒素の調査期間の現存量の平均値を示す。土壌における全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の現存量は、それぞれ2.33t/ha、4.91kg/ha、0.72kg/haであった。無機態窒素の現存量は、全窒素量の0.24%と低い値を示した。

表2に、ヒノキ林におけるC/Nと各形態別の窒素の現存量の調査地点間の変動と季節的な変動を変動係数を用いて表した。全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の現存量の調査地点間での変動は、変動係数値でそれぞれ18～31%、24～34%、58～79%の変動を示した。現存量の地点間での変動は、全窒素、アンモニア態窒素で同程度であったが、硝酸態窒素で高い地点間の変動が認められた。

図1にヒノキ林における全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の現存量の季節変動を示す。全窒素と硝酸態窒素の現存量は、明瞭な季節変化を示さなかった。一方、アンモニア態窒素の現存量と濃度は夏に高く、冬に低い傾向を示した。各形態別の窒素の現存量について、季節的な変動を変動係数を用いて表した。全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の現存量の季節変動

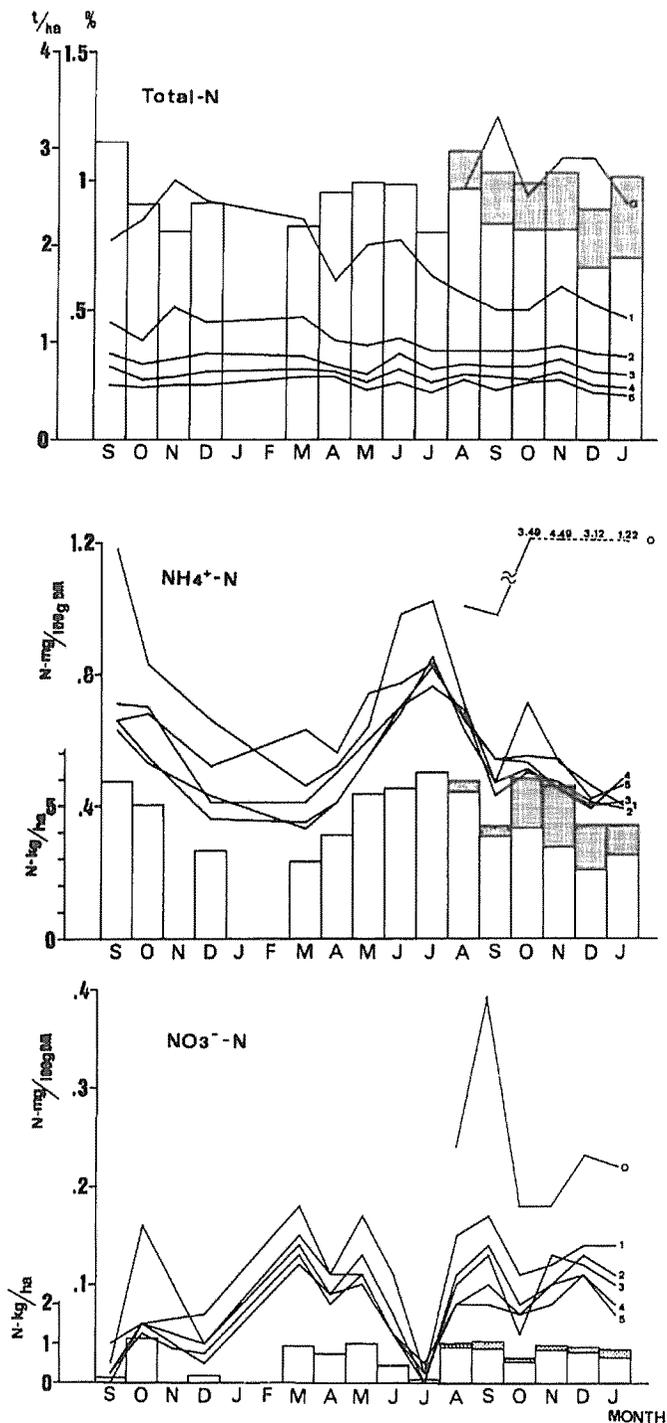


図1. 各形態別窒素の濃度および現存量  
 図中、実線は各層位の濃度を示し、棒グラフ（白抜きは0～20cmの鉍質土層の合計、影付きはA<sub>0</sub>層）は現存量を示す。実線の右端の数字は土壤の層位を示し、0はA<sub>0</sub>層、1は0～4cm、2は4～8cm、3は8～12cm、4は12～16cm、5は16～20cmを示す。

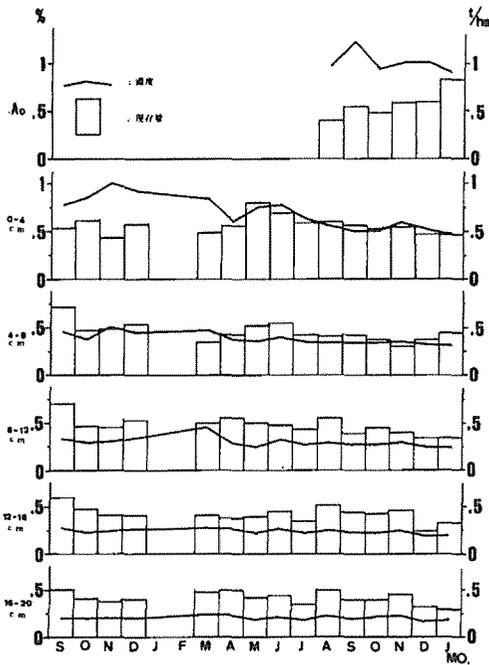


図2. 各層位における全窒素の濃度および現存量の季節変化

1.29kg/haからA層の下部（4～8 cm）での平均0.65kg/haと低下の傾向を示したが、A層の下部からB層下部（16～20cm）にむけて増加の傾向を示した。

アンモニア態窒素の各土壌層位での季節変動を検討した。各土壌層位において、アンモニア態窒素の濃度・現存量は、春から夏にかけての増加期と秋から冬にかけての減少期をもつ明瞭な季節変動を示した。アンモニア態窒素の現存量・濃度の季節変化には温度依存性が認められた。各層位（A<sub>0</sub>を除く）における月ごとのアンモニア態窒素濃度と温度との回帰係数  $r$  は、0.67（第1層）、0.91（第2層）、0.92（第3層）、0.92（第4層）、0.48（第5層）となった。この結果、第5層を除いた他の層位では有意（ $P < 0.05$ ）な相関性が認められた。アンモニア態窒素の濃度を決定する要因として、気温が土壌窒素のアンモニア化を通じて寄与していることが示唆される。また、鈳質土B層の下部（第5層）では、濃度は気温以外の要因により決定されていることが示唆される。

図4に示すように、硝酸態窒素の濃度は、アンモニア態窒素と同様に、A<sub>0</sub>層で平均0.24mg/100 g DMと高い値を示したが、鈳質土での濃度は平均0.07～0.11mg/100 g DMと低い値を示した。硝酸態窒素の現存量は、平均0.12～0.17kg/haと明瞭な垂直分布での傾向を示さなかった。また、硝酸態窒素の濃度、現存量は、一年を通じて低く保たれており、明瞭な季節変化は認められなかった。1990年9月および1991年7月にかなり低い値の硝酸態の濃度が得られたが、これらは降水量が多かった月に当り、土壌粒子に維持される硝酸態窒素が降水により流失したことを示唆している。

の変動係数は、おのおの16～24%、23～54%、30～61%となった。現存量の季節的な変動と地点間の変動を比較した結果、アンモニア態窒素で明瞭な季節変動が認められたが、全窒素と硝酸態窒素の現存量は、明瞭な季節変動が認められなかった。

### 3) 土壌の全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の現存量の垂直分布の様式

図2～4に、土壌中の各層位ごとの全窒素・アンモニア態窒素・硝酸態窒素の濃度および現存量を示した。土壌中の全窒素の濃度は、表層のA<sub>0</sub>層での平均1.04%から下層のB層での平均0.22%まで明瞭に低下した。全窒素の現存量は、A<sub>0</sub>層での平均0.58 t/haからB層の平均0.42t/haまで減少したが、現存量の下層に向けての減少率は、濃度ほど顕著でなかった。全窒素の濃度、現存量は、調査期間を通じて安定していた。

アンモニア態窒素の濃度は、A<sub>0</sub>層において平均2.39mg/100 g DMと高い値を示したが、0～20cmの鈳質土層では平均0.48～0.55mg/100 g DMと低い値を示した。アンモニア態窒素の現存量は、A<sub>0</sub>層での平均

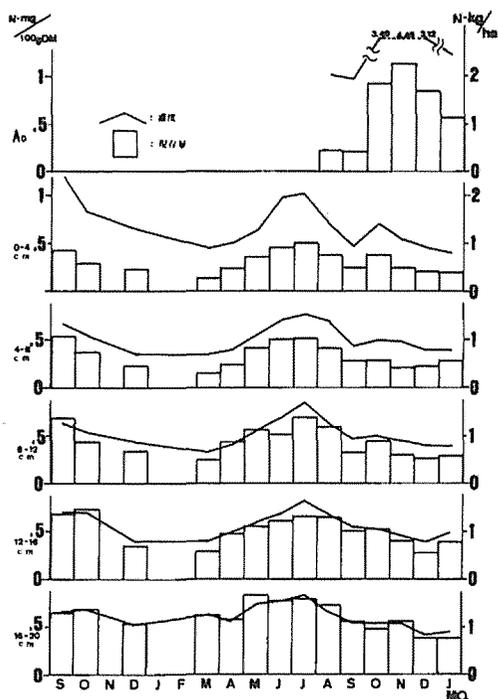


図3. 各層位におけるアンモニア態窒素の濃度および現存量の季節変化

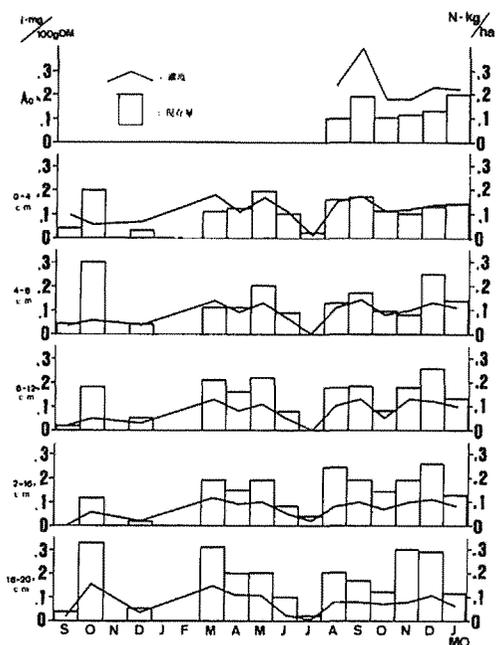


図4. 各層位における硝酸態窒素の濃度および現存量の季節変化

## V. 考 察

本調査の行われたヒノキ林分での土壌における窒素の現存量は、2330kg/haであり、京都府芦生の冷温帯落葉樹林でのB<sub>B</sub>型土壌での2980kg/ha、京都市山科のB<sub>D</sub>(d)に立地するヒノキ人工林での3431kg/ha、2431kg/haに近い値を示した。樹木に利用可能な無機態の窒素の現存量は5.62kg/haであった。土壌において生成された無機態窒素のうち、土壌に維持されている無機態の窒素量は全窒素の0.24%にすぎなかった。堤ら<sup>2)</sup>は、芦生の冷温帯落葉樹林で全窒素のうちの無機態窒素の割合を乾性褐色森林土B<sub>B</sub>型で0.20%、適潤性褐色森林土B<sub>D</sub>型で0.67%と報告している。土壌の無機態窒素量は、通常において全窒素蓄積の1%以下であることが知られているが、土壌における無機態窒素の現存量についての考察は少ない。ここでは、土壌における無機態窒素の現存量について、土壌の無機化能、無機態窒素の土壌における維持の様式から検討を行う。

### ヒノキ林の窒素無機化能

実験室において、ヒノキ林土壌の層位別の無機化能を測定した結果、この林分での窒素の無機化の大部分は、有機物層(A<sub>0</sub>層)と鈣質土A層で行われていることが明かとなった。また、有機物層における窒素はアンモニア態窒素まで無機化されたが、硝酸態窒素の生成は検出されなかった。一方、鈣質土A層での窒素の無機化では、硝酸の生成が認められたが、土壌での無機態窒素に占める硝酸態の割合は、5~20%と低い値を示した。これまで、窒素の無機化率は、各種の褐

色森林土における炭素/窒素比（C/N比）と関係していることが報告されており、C/N比の高い乾性褐色森林土の無機化率がC/N比の低い適潤性褐色森林土の無機化率に較べて低いことが知られている<sup>8)</sup>。

しかし、実験室での無機化能の実験から、同じ土壌型の林分での地点間での無機化率の相違は、C/N比とは関係しておらず、土壌中での全窒素の現存量と有意な関係を示した。同じ土壌型の林分内での無機化率の変異がC/N比と相関を示さないことが、適潤性褐色森林土についても知られている<sup>9)</sup>。ヒノキ林土壌に堆積する有機物層の量は、地点間で大きく異なり、それにともない、鈣質土層特に表層土に含まれる有機物量も変動する。つまり、有機物量に比例する無機化力もまた、地点間で変動することを示している。その結果、林木に利用可能な無機態窒素の現存量は、地点ごとで異なることが予想される。土壌のアンモニア態窒素の現存量の地点間での変動の割合は、全窒素の地点間での変動の割合と同じ程度であった。この結果から、同一の林分でのアンモニア態窒素の現存量の地点間の変動は、地点間での窒素現存量に依存した窒素の無機化量の変動を反映していることが示唆される。

#### 土壌のC/N傾度と無機化の様式

土壌における窒素の無機化は、微生物による有機物の分解の一過程として進行している。土壌の有機物の炭素や窒素の利用において、植物と微生物は共通の資源として無機態窒素などの無機塩類を必要としている。微生物は、有機物の分解により炭素と窒素を利用している。炭素に比べて窒素の少ない、C/N比の高い有機物では、窒素は微生物の体に取り込まれて不動化され窒素の無機化は生じにくい。Staafら<sup>10)</sup>は、ヨーロッパアカマツ針葉の分解実験から、針葉からの窒素の無機化は、分解や呼吸により針葉のC/N比が微生物の代謝に必要な割合（C/N=60）より低くなった時点から生じることを報告している。分解や呼吸により、さらに炭素が失われると林床の有機物のC/N比は微生物体のC/N=12まで低下する。C/N比が12以下の場合、土壌は微生物が代謝のエネルギー源として利用する炭素の不足した状態になる。こうした、C/N比の低い状態では、アンモニア態窒素からの無機的なエネルギーにより生活する亜硝酸化成菌や硝酸化成菌などによる硝酸化が生じやすい条件が提供されている。C/N比が10前後と低い適潤性褐色森林土では、有機物の分解によるアンモニア化とそれを利用した硝酸化が進行しており、無機態窒素での硝酸の割合が高い。一方、土壌の有機物層の発達した乾性褐色森林土では、C/N比が高く無機化はアンモニア態窒素までしか進行していないことが予測されている。

土壌の有機物は、地上部からのリターなどの有機物の供給により維持されているので、土壌表層の土壌有機物層（A<sub>0</sub>層）から下層に向かってC/Nの比率は低下の傾向を示し、C/N比の傾度が土壌に生じている。本調査地における土壌のC/N比は、土壌有機物層（A<sub>0</sub>層）で30であり下層に向かって20まで低下した。こうした、C/N比の状態でも本調査地での窒素の無機化は、おもにアンモニア態の状態まで進行していた。

#### 土壌における無機態窒素の垂直分布の様式

図5に、実験室で測定された土壌の各層位での無機態窒素生成量と野外での土壌中の無機態窒素の現存量の比較を示した。土壌の各層位でのアンモニア態の窒素の現存量は、下記の式により表される。

アンモニア態窒素の現存量 = (アンモニア態窒素の生成量) + (上層からのアンモニア態窒素の流入量) - (植物や微生物によるアンモニア態窒素の利用量) - (下層への流失量)

無機態窒素は、大部分がアンモニア態の窒素として存在していた。実験室での培養実験から、

土壌での窒素の無機化は、おもにA<sub>0</sub>層と鈹質土A層（0～8 cm）で生じていた。無機化のポテンシャルは、上層から下層に向かって明瞭な減少を示していた。この結果から、野外においても土壌のアンモニア態窒素の生成量は、おもにA<sub>0</sub>層とA層で行われていると考えられる。本調査林分に近接したヒノキ林での、養分吸収をしている細根の分布は、表層から下層に向けて低下し、細根の大部分は土壌有機物層とA層に分布していることが報告されている<sup>13)</sup>。細根の分布様式から、土壌での植物によるアンモニア態窒素の利用量も、生成量と同様に土壌有機物層（A<sub>0</sub>層）とA層で大部分が生じていることが示唆される。

従って、上の式で示されるように、土壌表層のA<sub>0</sub>層やA層でのアンモニア態窒素の現存量の季節的な変化は、アンモニア態窒素の生成量と利用量の季節的変動から生じることが示唆される。無機態窒素であるアンモニア態窒素は土壌のカチオン交換能によって土壌に吸着されやすく容易に流失しない傾向をもつ。本調査地において、土壌の各層位でのアンモニア態窒素の現存量の季節変動は、土壌の有機物層（A<sub>0</sub>層）とB層の下層16～20cmの層位を除いて土壌の温度と有意な相関を示した。一方、土壌の下層での現存量の変化は、上層で生成されたアンモニア態窒素のうちで植物に利用されなかった余剰のアンモニア態窒素が土壌水により下層に移動し粘土含有量の高い土壌粒子に吸着保持された量を表している。

本調査の行われたヒノキ林では、窒素の無機化は土壌の表層の土壌有機物層（A<sub>0</sub>層）と鈹質土（A層）を中心に行われており、同時に無機化の盛んな土壌層位に樹木の細根の大部分が分布していた。また、有機物の分解により無機化は、アンモニア態まで進行していたが、高いC/N比を反映して硝酸化の割合は極めて少なかった。一般に、土壌条件の悪い乾性褐色森林土などでは、分解が遅く、その結果、土壌には表層の土壌有機物層（A<sub>0</sub>層）から下層のA層まで高いC/N比の土壌条件が成り立っている。これまで、こうした乾性褐色森林土は、C/N比が低い硝酸化活性の盛んな適潤性褐色森林土に比べて樹木の成長が悪いことが示されてきている。一方、本調査地のように乾性褐色森林土では、有機物に蓄積されている窒素は、無機化によりアンモニア態窒素に無機化され樹木に効率的に利用されている。また、アンモニア態窒素は、硝酸態窒素にくらべて土壌に吸着されやすく生態系外への土壌水にもなう流出が少ない。本調査地のヒノキ林のように窒素の可給性が、植物や微生物の成長の制限要因となっている森林生態系では、樹木の根系の有効な窒素利用と窒素のアンモニア態による土壌への吸着能の増大の2つの機構により、有効な窒素の利用および保持機構が働いていることが考えられる。

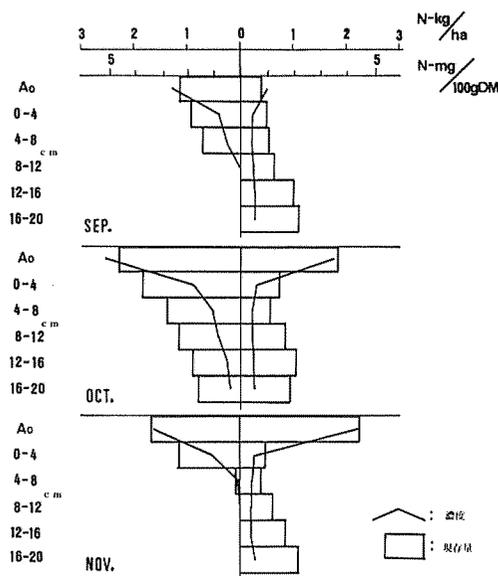


図5. アンモニア態窒素の生成量現存量の比較  
左側：30日間培養後の生成量，右側：現存量

## 引用文献

- 1) 堤利夫 (1973) 陸上植物群落の物質生産 I b - 森林の物質循環 - p64 共立出版,
- 2) --- (1987) 森林の物質循環, UP BIOLOGY, 67. 124pp, 東京大学出版会
- 3) Vitousek, P. M., J. R. Gosz, C. G. Grier, J. M. Melillo, and W. A. Reiners (1982) A Comparative analysis of potential nitrification and nitrate mobility in forest ecosystem, em, Ecol. Monog., 52. 155-177,
- 4) Lea, R., W. C. Tierson, D. H. Bickelhaupt, and A. L. Leaf (1980) Defferential foliar responses of northern hardwoods to fertilization, Plant Soil, 54. 419-439,
- 5) 河原輝彦・堤利夫 (1968) 森林土壌中の無機態チッ素量に関する研究 (I), 京大演報, 42. 157~168,
- 6) 村上雅志・武田博清・岩坪五郎 (1990) スギ, ヒノキ人工林における土壌の窒素無機化量の季節変化, 京都大学農学部演習林報告, 62. 44-54,
- 7) 農林水産技術会議事務局監修 土壌養分測定法委員会編 (1970) 土壌養分分析法, 養賢堂, p440
- 8) 河原輝彦 (1970) 森林土壌中の無機態チッ素に関する研究 (II), 日林誌, 52. 71~79,
- 9) 徳地直子 (1987) 森林生態系における溶存物質の垂直分布について, 京都大学農学部修士学位論文
- 10) Staaf, H., and B. Berg (1982) Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter, Long term decomposition in a Scots pine forest II Can. J. Bot., 60. 1561-1568,
- 11) 今吉直俊・武田博清・岩坪五郎 (1991) ヒノキ林における細根量の季節変動, 京大演報告, 63. 37-43,

## Résumé

Spatio-temporal variations of mineral nitrogen was measured for 17 months, from September 1990 to January 1992 in a *Chamaecyparis obtusa* plantation located in Enryakuji-Temple's forest on Mt. Hiei, Shiga, Japan.

In this experimental stand, nitrogen mineralization occurred only at organic layer and uppermost mineral soil horizon. In this case, mineralization stayed at ammonification. Nitrification was detected slightly. The mean annual contents of total and mineral (ammonium and nitrate) nitrogen in mineral soil horizons are 2.33t/ha, 4.91kg/ha, and 0.72kg/ha, respectively. The content of ammonium-nitrogen in mineral soil changed with a fluctuation of temperature. While total and nitrate nitrogen did not show the significant change.

The vertical distribution pattern of mineral nitrogen in organic layer and mineral soil changed with a climatic fluctuation. In the high temperature season, relatively high concentration at A horizon was found. On the other hand, in low temperature season, relatively high at B horizon. That of total nitrogen had an uniform trend that the content was high in upper horizon and became lower downwards through the period.

It is suggested that soil ecosystems of a *Chamaecyparis obtusa* plantation cycles nitrogen effectively due to nutrient conserving mechanisms that prevent leaching or loss from the ecosystem, since the root systems of *Chamaecyparis obtusa* stands concentrate in the forest floor and the soil texture become heavier downwards through soil profile causing high adsorption of ammonium.