

氏名	いな がき よし ゆき 稲 垣 善 之
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論農博第 2628 号
学位授与の日付	平成 19 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	土壌の窒素資源量に対するヒノキの窒素利用様式の反応

論文調査委員	(主査) 教授 武田博清	教授 谷 誠	教授 小崎 隆
--------	-----------------	--------	---------

### 論 文 内 容 の 要 旨

持続可能な人工林の維持管理のためには土壌生態系の機能を明らかにする必要がある。ヒノキは日本を代表する造林樹種であるが、これら人工林における物質循環など土壌生態系の諸機能についてはいまだ未解明の事項が多い。とりわけ土壌窒素の可給性は森林の生産力を規定する重要な要因として認識されながらその研究は遅れている。本学位論文では、ヒノキの一斉人工林における土壌窒素の動態を明らかにすることを目的に、高知県内のヒノキ人工林において、ヒノキの窒素利用効率を森林施行との関係で研究した。

第 1 章、第 2 章では、森林生態系における窒素の循環様式と資源量の変化に対する樹木の窒素利用の反応様式について概説した。調査対象とするヒノキの特性とその窒素利用様式を明らかにする重要性を指摘した。森林土壌における  $\text{NO}_3^-$ -N の生産と不動態の特性をヒノキ林、スギ林、落葉広葉樹林およびアカマツ林について調べた。ヒノキ人工林では他の林分に比べて窒素無機化速度が非常に低い傾向がみられた。ヒノキ林の土壌に  $\text{NO}_3^-$ -N を添加すると、 $\text{NO}_3^-$ -N の不動態と、 $\text{NH}_4^+$ -N の急速な生産がみられた。ヒノキ林においては、土壌微生物が  $\text{NO}_3^-$ -N を不動態するために、土壌中の  $\text{NO}_3^-$ -N が極めて少ないと考えられた。

第 3 章では、土壌微生物による窒素の不動態と植物の窒素吸収をヒノキ林、スギ林、広葉樹林で評価した。野外の実験から、ヒノキ林土壌における窒素無機化の機構を検討し、その結果、ヒノキは窒素無機化速度が低い土壌においても有機態の窒素を直接利用することが示唆された。

第 4 章では、土壌の窒素無機化速度とリターフォールの性質の関係を検討した。土壌の窒素無機化速度は、落葉のリグニン/窒素比が高いほど低い傾向がみられた。壮齢林分では若齢林分に比べ落葉のリグニン濃度、窒素濃度が低く、土壌の窒素無機化が高い傾向がみられた。壮齢林分において土壌の窒素無機化速度が高い理由は落葉のリグニン濃度が減少し分解しやすくなるためであると考えられた。壮齢林では若齢林に比べて土壌の窒素無機化速度が高いにも関わらず地上部の窒素利用効率が高い傾向がみられた。壮齢林では水分ストレスが緩和されたために窒素を効率的に利用することが示唆された。

第 5 章では、間伐が樹木による窒素利用や落葉の季節性に及ぼす影響を 3 年間にわたって評価した。間伐区の土壌において窒素無機化速度と含水率が増加した。生葉と落葉の窒素濃度は間伐区で対照区よりも高かった。落葉時期が早いほど落葉の窒素濃度が高く、窒素の引き戻し率が低下する傾向がみられた。間伐によって土壌の窒素無機化速度が増加しても窒素引き戻し率は低下しなかった。間伐区において残存木は増加した光、水、養分資源を利用して一次生産を増加し、窒素引き戻し率を増加させることが示唆された。

第 6 章では、13 年間にわたって落葉の季節性と窒素濃度を明らかにし、気象要因との関係を検討した。生育期間の全天日射量が多い年ほど急激に落葉し、落葉の窒素濃度が低下する傾向がみられた。全天日射量が多い年には光合成が活発であるために、落葉前の窒素の引き戻し率が高く、落葉の窒素濃度が低下すると考えられた。ヒノキの窒素利用効率は日射量が多いほど高く、台風の影響を受けると低下すると考えられた。

第 7 章では、高知県の 3 地域のヒノキ 8 林分において、気象要因と樹木の窒素利用様式の間を評価した。落葉開始時期

が遅いほどリターフォールの窒素濃度が低い傾向がみられた。窒素資源の乏しい環境では、ヒノキは長期間に着葉する結果、生育期間が長くなる。樹高成長が抑制されるほど落葉時期は早く、窒素利用効率は低い傾向がみられた。樹高成長の小さい林分では水分ストレスが強いため落葉時期が早いと考えられた。したがって、ヒノキは水分ストレスが強いほど早く落葉し、窒素利用効率が低下すると考えられた。

第8章では、2章から7章の結果を総合してヒノキの窒素利用様式に及ぼす環境要因について考察した。高温で多雨環境下において、ヒノキは、限られた無機態窒素を効率的に利用し成長することが明らかとなった。

## 論文審査の結果の要旨

ヒノキは水分資源や養分資源が欠乏した環境条件でも良好な生育を示すことが知られている。窒素は樹木の成長を規制する主要な養分物質であるが、土壌における窒素量とヒノキの窒素利用についての研究は少ない。ヒノキは可給態窒素の乏しい条件にどのようにして対応しているかを明らかにすることは、森林生態学における重要な研究課題である。本研究においては、ヒノキの窒素利用様式を土壌中の窒素資源と窒素利用に関連する水分、光、温度条件との関係で研究し、四国地域のヒノキ林における窒素循環特性を明らかにしている。評価すべき点は、以下の通りである。

1) 各種の森林生態系を比較し、ヒノキ人工林における無機態窒素量がきわめて低いことを明らかにした。ヒノキ人工林では土壌の窒素無機化速度が極めて低く、土壌微生物によるアンモニア態、硝酸態窒素の不動化が大きかった。安定同位体のトレーサー実験から、樹木は土壌の窒素無機化速度が低い条件において有機態の窒素を吸収することが示唆された。

2) ヒノキ人工林における窒素利用効率を、異なる立地条件、林齢との関係で調査している。ヒノキ林における窒素利用効率の高さを落葉の窒素濃度と炭素濃度の比率により評価し、ヒノキの窒素利用効率を明らかにしている。利用効率を高める落葉の特徴を明らかにしている。窒素の乏しい環境では落葉時期が遅い傾向がみられた。樹木はリグニン濃度の高い丈夫な葉を生産して窒素の保持時間を長くすることで窒素を効率的に利用することを明らかにしている。

3) 土壌の窒素が乏しい条件で窒素利用効率が高い傾向や、窒素の引き戻し率が高い傾向はみられなかった。一方、水分、光資源が増加すると窒素の引き戻し率は高くなった。これらの資源が豊富であるほど一次生産が活発になり、成長に必要な窒素量を確保するために引き戻し率を高くし、窒素を効率的に利用することが示唆された。

以上のように本論文は、ヒノキ人工林における土壌の窒素無機化能、窒素利用効率の研究から、ヒノキの窒素資源利用において環境要因である温度と降水条件の重要性を明らかにしており、造林学、森林生態学、および森林土壌学の進歩に寄与するところが大きい。

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18年11月27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。