

氏名	たてのりゅうのすけ 館野隆之輔
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1342号
学位授与の日付	平成15年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科地域環境科学専攻
学位論文題目	Nitrogen use efficiency of trees in relation to the relative availability of soil nitrogen to light along forest structure (森林構造に沿った窒素と光の相対的な資源量にたいする樹木の窒素利用効率) (主査)
論文調査委員	教授 武田博清 教授 東 順一 教授 谷 誠

### 論 文 内 容 の 要 旨

樹木にとって光と窒素は、生育に不可欠な重要な資源であり、多くの森林において、樹木個体の生育は利用可能な光と窒素資源量の制限を受けている。森林において樹木個体の利用可能な資源量は、土壌条件や森林の階層構造などにより大きく変化する。森林内の様々な資源環境において、樹木個体がどのように光と窒素を利用し成育しているかを明らかにすることは、森林構造の発達や森林の更新動態を明らかにする上で重要であるにも関わらず、研究事例が少ない。本研究では、奈良市御蓋山の常緑針葉樹のナギと常緑広葉樹のイヌガシの優占する森林において、2種の樹木個体の窒素利用様式を個体レベルと個葉レベルで評価した。これまで多くの研究で、土壌窒素の不足にたいして、樹木は生理的形態的に変化して、吸収した窒素量にたいする有機物生産量を示す窒素利用効率を上昇させることにより、窒素不足を補うことが明らかとされてきた。一方で、同じ土壌窒素条件でも光が増加することにより、光にたいする相対的な窒素不足が生じると考えられる。しかし、これまで光の増加による相対的な窒素不足にたいして、樹木がどのように窒素の利用様式を変化させるかを明らかにした研究例はない。本研究では、樹木は相対的な窒素不足にたいしても、窒素利用効率を上昇させるという仮説をたて、その仮説を検証することを目的として行った。

本研究では、樹木個体の生産量や窒素吸収量を個体レベルで測定を行った。その結果、大きな個体ほど大きさの割には窒素吸収量は増加しないことが明らかとなった。一方で、これまで多くの研究で光の吸収量は、大きな個体ほど大きくなることが示されている。このことは、吸収した窒素と光の資源量の比が、大きな個体ほど小さくなり、光にたいして相対的に窒素が不足することを示す。また純一次生産量は、大きな個体ほど大きさの割には増加しないことが明らかとなった。純一次生産量を吸収した窒素量で割った個体レベルの窒素利用効率は、大きな個体ほど高くなった。このことは、大きな個体では、光の増加による相対的な窒素不足にたいしても、窒素利用効率を増加することにより、少ない窒素で高い純一次生産を行い、窒素不足を補っていると考えられた。大きな個体における高い窒素利用効率は、葉への有機物の配分比を減少することや葉レベルでの窒素利用効率を上げることにより達成していることが明らかとなった。このような樹木の反応は、これまでの研究において報告されている土壌の窒素不足にたいする反応と同じものであった。

また個葉レベルでは、葉の窒素濃度と落葉の際の窒素の樹体への再転流に注目し、ナギとイヌガシの林冠木と下層木で比較を行った。林冠木と下層木から葉を採取し、窒素濃度を測定した結果、ナギとイヌガシの両種において、葉の窒素濃度は林冠木の方が下層木より低くなることが明らかとなった。このことは、光条件の良い林冠木において、少ない窒素で多くの葉を生産していることを示す。また、落葉に際して窒素をどれだけ樹体に引き戻すかを示す窒素引き戻し効率は、林冠木の方が下層木よりも高かった。相対的に窒素が不足する林冠木では、落葉前に窒素を樹体に転流することにより窒素の損失を減らしていると考えられる。一方、窒素の引き戻しには、エネルギーコストがかかることが知られているが、光条件の悪い下層木では、相対的に豊富に存在する窒素の樹体からの損失を減らすために、コストのかかる引き戻しを行っていないと考えられる。低い葉の窒素濃度と高い引き戻し効率によって、林冠木では下層木よりも窒素利用効率が増加した。このように、

光の増加による相対的な窒素不足にたいして葉レベルの窒素利用効率を上げることにより、窒素不足を補っていることが明らかとなった。

以上のことから、樹木は光資源量の増加によって生じる相対的な窒素不足にたいしても、葉レベルや個体レベルで窒素利用効率を増加させることにより、窒素不足を補うことが明らかとなった。このように光と窒素の相対的な利用可能性に着目して、樹木の窒素利用様式を明らかにすることは、様々な資源環境における樹木の資源競争や森林動態を把握する上で有効なアプローチであると考えられる。

## 論文審査の結果の要旨

森林生態系において、樹木の利用する光と窒素は、生育に不可欠な重要な資源であり、樹木個体がどのように光と窒素を利用し生育しているかを明らかにすることは、森林構造の発達や森林の更新動態を明らかにする上で重要である。本研究では、奈良市御蓋山の常緑針葉樹のナギと常緑広葉樹のイヌガシの優占する森林において、樹木の窒素利用様式を個体レベルと個葉レベルにおける養分利用効率から研究している。評価すべき主要な成果は、以下の通りである。

1. 樹木は相対的な窒素不足にたいして、窒素利用効率を上昇させるという仮説を検証することを目的として、樹木の窒素や光の利用効率を樹木個体の生産量や窒素吸収量から検討を行っている。その結果、大きな個体ほど大きさの割には窒素吸収量は増加しないことが明らかとなった。

2. 光の利用効率についての検討を行っている。光の吸収量は、大きな個体ほど大きくなることが示されている。このことは、吸収した窒素と光の資源量の比が、大きな個体ほど小さくなり、光にたいして相対的に窒素が不足することを示す。また純一次生産量は、大きな個体ほど大きさの割には増加しないことを明らかにしている。純一次生産量を吸収した窒素量で割った個体レベルの窒素利用効率は、大きな個体ほど高くなった。このことは、大きな個体では、光の増加による相対的な窒素不足にたいしても、窒素利用効率を増加することにより、少ない窒素で高い純一次生産を行い、窒素不足を補っていることを明らかにしている。

3. 葉の資源利用についての検討を行った。大きな個体における高い窒素利用効率は、葉への有機物の配分比を減少することや葉レベルでの窒素利用効率を上げることにより達成していることを明らかとしている。個葉レベルでは、葉の窒素濃度と落葉の際の窒素の樹体への再転流に注目し、ナギとイヌガシの林冠木と下層木で比較を行い、林冠木と下層木から葉を採取し、窒素濃度を測定している。

4. 森林の構造にたいする樹木の窒素と光利用の効率の変化を検討した。相対的に窒素が不足する林冠木では、落葉前に窒素を樹体に転流することにより窒素引き戻し効率は、林冠木の方が下層木よりも高いことを明らかにしている。光条件の良い林冠木において、少ない窒素で多くの葉を生産していることを示し、落葉に際して窒素をどれだけ樹体に引き戻すかにより窒素の損失を減らしていることを明らかにしている。窒素の引き戻しには、エネルギーコストがかかることが知られているが、光条件の悪い下層木では、相対的に豊富に存在する窒素の樹体からの損失を減らすために、コストのかかる引き戻し機能の少ないことを示唆している。低い葉の窒素濃度と高い引き戻し効率によって、林冠木では下層木よりも窒素利用効率が増加することを明らかにしている。

5. 樹木の光と窒素資源利用の研究成果をもとに、樹木の光と窒素資源利用の効率についての総合考察を行っている。

以上のように、本研究は、野外における樹木の光と窒素資源利用の効率を個葉と樹木個体のレベルから検討し、樹木は光資源量の増加によって生じる相対的な窒素不足にたいしても、葉レベルや個体レベルで窒素利用効率を増加させることにより、窒素不足を補うことを明らかにしたものであり、森林生態学、森林生物学、森林育成学などにたいして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のあるものと認める。なお、平成15年2月17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。