

森林樹木の光合成における窒素利用様式の研究

Nitrogen use and photosynthesis of forest trees

長田典之

京都大学フィールド科学教育研究センター 研究員

OSADA, Noriyuki

Field Science, Education and Research Center, Kyoto University

Researcher

研究の概要

本研究では森林樹木の生産性を制限する要因として、自然界に不足することの多い窒素の利用様式に着目し、樹木がどのように個体内で窒素を使い光合成しているのかを理解する事を目的とする。この調査によって、これまで数多く行われてきた草本群落における個体内窒素分配と光合成速度の関係を樹木に当てはめるときの問題点を整理し、樹木の種による窒素利用様式の違いが生産性に及ぼす影響を特定する。とくに分枝を繰り返し複雑な構造をもつ樹木では草本と違って光合成のために窒素を最適に分配することができない可能性に着目して研究をおこない、枝と葉における窒素分配パターンを決める生理的な要因を把握する。

Nitrogen (N) is mostly allocated to leaves as photosynthetic proteins, and thus leaf N content is strongly correlated with the photosynthetic capacity of leaves. Leaf N is generally allocated to maximize the productivity in herbaceous stands (optimal N allocation). In this study, leaf N allocation was investigated for tall trees to determine what factors regulate leaf N allocation of tall trees in the forests. Particular attention was paid to the question of whether the model of optimal N allocation developed for herbaceous plants can be applied to tall trees of complex crowns.

1. 研究目的

植物にとって窒素は光合成をおこなうために必須の元素であり、また自然界で窒素が不足しているため、植物の窒素利用様式は個体の生産性に大きく影響する (Hirose & Werger 1987 など)。本研究ではこの点をふまえて、森林樹木の生産性に窒素利用が与える影響を把握することを目的として、これまで草本群落で行われてきた植物の窒素分配様式の研究の方法を森林内の高木に拡張する。高木において樹冠内の個葉レベルの光環境と窒素含量の関係を調べることにより、高木における葉の窒素分配が草本と同様に個体の生産性を最大にするように調節されているのか、調節されていないとしたらどのような原因によるのかを理解することを目的とする。この研究により、森林樹木の生産性を考える時に草本で得られたパターンを単純に樹木に外挿するだけでよいのか、あるいは樹木特有の生理的な制限 (たとえば枝から枝へ窒素を転流するのには限界があり、個体レベルで最適に窒素を分配することは不可能であるといった現象) が個体の生産性を制限しているため、こうした点を考慮する必要があるのかを把握する。樹木の生産

性を制限する要因を把握することは、森林の炭素固定能を評価する上で重要であり、社会的な価値が高いと考えられる。

2. 研究経過

本研究では林冠観測タワーを用いることにより、ブナ高木の樹冠内の光環境と葉の窒素分配様式の間関係を調べるとともに、コナラとアラカシ高木の樹冠内光環境の変異と成長量の間関係についての調査を行った。樹冠の上、中、下部において枝系 (複数の枝のかたまり) を対象として、分枝構造を記録し、すべての葉の長さ×幅および個葉レベルの光環境を測定した。さらに葉から直径 1 cm のリーフディスクを回収して葉重/葉面積比 (Leaf mass per area; LMA)、窒素含量を測定した。葉の長さ×幅から葉面積を推定した。

3. 研究成果

ブナ高木 3 個体では樹冠内の高さに応じて葉の平均的な光環境、葉重/葉面積比 (Leaf mass per area; LMA)、面積あたり窒素含量 (Narea) は増

加しており、光と LMA および光と Narea の間には高い相関があった。しかし、同じ枝系内の葉（=同じ高さ）どうしで比較すると、これらの値には非常にばらつきが大きく、光と LMA および光と Narea の間の相関は弱かった（図 1）。このことは、対象個体が枝系内において光環境に合わせて個葉レベルで窒素含量を調節しきれていないことを意味する。

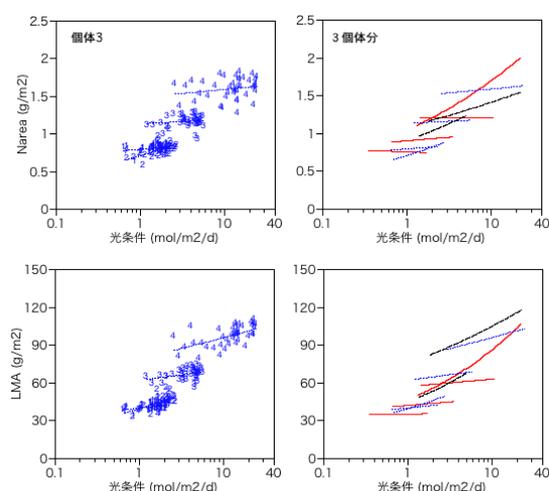


図 1. 葉の光条件と LMA, Narea の関係。1-4 は異なる高さの枝型を表し、各点が 1 枚の葉を表す。右図の回帰線については異なる個体は異なる色で表している。

さらに、光と着葉面積、枝の次数と Narea の関係を線形混交モデルによって解析したところ、樹冠上部では着葉面積が大きいほど Narea が大

きくなったのに対し、樹冠下部では光環境が良いほど Narea が大きくなっていった。樹冠上部では直立枝が密集するために葉の光条件には変異が非常に大きくなり、個々のシュートの光環境は予測しづらいと考えられる。このため、成長量が大きく着葉面積が多い当年枝ほどシンク活性が大きいことを反映して Narea が大きくなっていったものの、光条件と Narea には関係が見られなかったと考えられる。これに対し、樹冠下部では斜行枝によって枝を平面上に広げるため、個々のシュートの光環境を予測しやすく、光と Narea の関係が検出されたと考えられる。

以上のように、ブナ高木では樹冠内で光環境の変異に合わせて窒素分配を最適化出来ていないことや、シンク活性が窒素分配に影響していることが示唆された。このような窒素分配機構はブナ高木の生産性に大きく影響していると考えられる。

次に、ブナで見られた関係がコナラやアラカシでも見られるかを調べた。光環境と LMA の樹冠内変異を調べたところ、樹冠上部ほど光条件がよく、LMA が大きい傾向が見られた。ただし、ブナと同様に、樹冠上部ほど光環境にはばらつきが大きかった（図 2）。

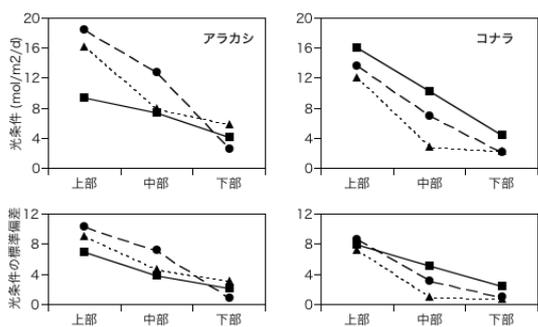


図 2. 樹冠の上、中、下部の枝系内の葉の光環境。異なるシンボルは異なる個体を表す。

シュートあたりの受光量（葉の受光量×葉面積）と新シュートの数の関係を調べたところ、どちらの種も受光量の多いシュートほど新シュート数が多い傾向が見られたものの、同一受光量ではアラカシよりもコナラの方が新シュート数が多かった。

4. 今後の課題と発展

本研究により、高木の樹冠内でどのように葉の窒素分配パターンが調節されているのかに付いての知見を得ることができた。一般に窒素は光合成系のタンパク質として重要であり、窒素含量と光合成速度には高い相関があるため、本研究により得られた窒素分配パターンの制限要因は樹木個体の生産性に直接影響していることが期待される。しかし、本研究で

は光合成を測定していないため、上記の考察については今後さらなる検証が必要である。

なお、気象条件の年変動が葉の生産性に与える影響も大きいと考えられるため、このような研究は長期間にわたって継続することが重要である。このため、今後も引き続き調査を継続していくことを予定している。コナラとアラカシの調査においては、葉の窒素含量の分析が終わっていないため、今後分析をおこない、受光量、窒素含量とシュート成長量の関連を探る。多種で窒素含量、受光量と成長量を関連づけて比較することにより、窒素利用の得意な種と不得意な種を整理できると期待される。

5. 発表論文リスト

なし