

9. 攪乱を受けた落葉広葉樹林におけるミズナラの樹冠発達過程

緑地環境情報学研究室 KT

1. はじめに

樹木の成長因子の1つとして生育場所の光環境が挙げられる。林床における光環境はセンサーによる測定や全天写真の解析などで把握することができるが、林冠付近の光環境をこれらの方法で直接測定することは困難である。本研究では各個体の樹冠部の光環境を把握するため、樹木モデルを用いて樹冠部の光環境を推定し、光環境と樹冠の発達との関係を検討した。

2. 方法・解析

2-1 使用データ

北海道西興部村のミズナラを主とした広葉樹林内に設置された間伐試験地（1994年間伐実施）のうち、材積間伐率40%の強度間伐区（25m×50m）と無間伐区（25m×50m）を対象とした。

1995年、1999年、2003年に調査地内で樹木の根元の座標、胸高直径、樹高、枝下高、四方位の樹冠幅を測定した。調査対象は胸高直径5cm以上の全樹木個体とした。四方位の樹冠幅は根元から見た北、東、南、西方向への樹冠の水平方向の張りである。また、1995年～1999年、1999年～2003年の2つの観察期間で樹冠幅の変化を計算した。

2-2 樹木のモデル

樹木を樹冠部と幹部に分け、それぞれ楕円体と円錐で表現した（図1）。幹を表す円錐は根元を底面の中心とし、樹冠を表した楕円体の中心を頂点とした円錐とした。円錐の基部直径は胸高直径から求めた。また、3次元CGによってモデルの可視化を行った。変化が顕著である強度間伐区の図を右に示す（図2）。

2-3 開空度の計算

開空度（天空率）とはある点から上を見たときの、天球の表面積の中で障害物に遮られずに見える空の占める部分の割合のことである。開空度は、天空の放射輝度を一様と仮定したときの散光強度の相対値に等しい。

i) 開空度の計算方法

開空度の計算点には天球のあらゆる角度から光線がやってくるものとし、計算点に到達する光線の、全光線に対する割合を開空度とした。光線が計算点に到達するかどうかは、光線が全ての個体の樹冠（楕円体）および幹

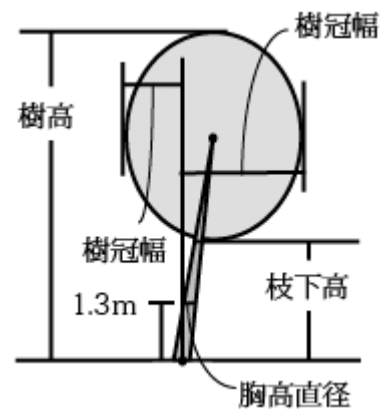


図1. 樹木モデルのイメージ（断面図）



図2. 可視化した強度間伐区

(円錐)のいずれにも交わらない場合に到達するとした。

ii) 開空度の計算精度の検証

計算された開空度の妥当性を検討するため、全天写真から計算された開空度との比較を行った(図3)。ただしプロット外の個体の影響を排除するため、プロット辺より10m未満の点は考慮しないものとし、また入射角が水平面より45°に満たない光線も考慮せずに比較した。両者の間の相関は強かったが、いくらかのデータで計算値と実測値の乖離が見られた。誤差が生じる理由としては、森林調査において調査対象外になっている小個体による影響が計算値では考慮されていないことが考えられる。計算値と実測値の比較(図3)が林床付近での値の比較であるため、この影響が強く表れる。しかし、林冠付近で開空度を計算するときには、小個体に起因する誤差は小さいものと考えられる。

2-4 樹冠拡張速度の解析

ミズナラの各個体の樹冠表面上に開空度の計算点を設定した。計算点は四方位の側端の点、四方位それぞれの側端から頂端までの高さが1/3、2/3となる点、頂端の点の計13点である。この計算結果をもとに、4年間の樹冠幅の変化を応答変数、開空度、観察期間(1995年~1999年、1999年~2003年の区別)、方位、期首の樹高、胸高直径、樹冠幅、樹冠長、樹冠体積を説明変数とし、個体をランダム変数とした線形混合モデルをデータに当てはめた(フルモデル)。フルモデルを出発点として、AIC(Akaike Information Criterion)を用いたモデル選択を行った。樹冠長の変化についても同様のモデル当てはめ・モデル選択を行った。ただし説明変数に方位は入れなかった。

3. 結果・考察

樹冠幅の変化の説明変数として選択されたのは、側端および1/3の高さの点の開空度、方位、観察期間、樹高、胸高直径、樹冠幅、樹冠長であった。樹冠長の変化の説明変数としては、頂端の開空度、観察期間、樹高、胸高直径、樹冠長、樹冠体積が選択された。樹冠幅の変化では側端からの2点の開空度が、樹冠長の変化では頂端の開空度が選択され、そしてこれらの説明変数がいずれも正の係数をもっていたことから、ミズナラは間伐後に光環境が良好である空間に樹冠を拡大することが示された。図4に開空度と樹冠長・樹冠幅の変化との関係を示す。

樹冠が競争者のいない方向に伸長する現象はこれまでも観察されてきた。しかし、樹冠の伸長と光の強さとの関連を直接解析した研究は少ない。この研究で明らかになった関係を用いて、樹冠の可塑性を考慮した、より現実的な森林モデルを構築することができる。特に、間伐など攪乱を受けた森林で林冠の修復過程を再現できるようになる。

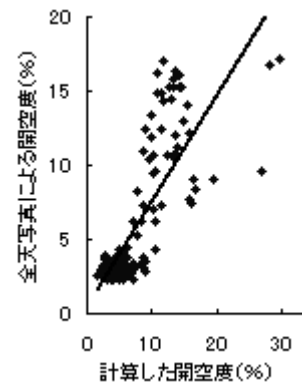


図3. 開空度の比較

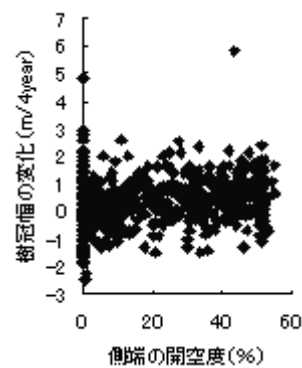
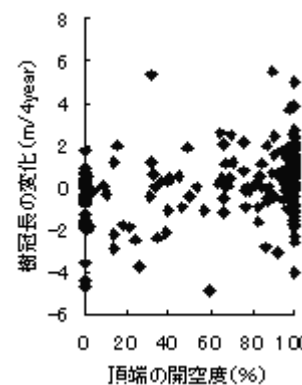


図4. ミズナラの樹冠の変化と開空度との関係