

全天空写真撮影による林内微気象の推定

東北支所 齋藤武史

1. はじめに

森林の内部では風速や気温の変動が緩和され、穏やかな気象環境が形成される。この現象は、森林による気象緩和作用と呼ばれ、森林の公益的機能のひとつとして重要視されている。

しかし、林相の差違（樹冠の疎密）と気象緩和作用との定量的な関係は十分に解明されておらず、様々な林分における林内微気象の推定、予測は困難であった。

その理由として、森林群落では葉面積などの樹冠要素を直接測定することが作業的に非常に困難なために、林内微気象と同時に測定を行った例が少なく、これらの樹冠要素と林内微気象との関係を明らかにすることが困難であったことが挙げられる。

本研究では、様々な林相の森林内部で容易に撮影することができる全天空写真によって、その林分の樹冠の状態を把握し、全天空写真における「開空度」と呼ばれる量を指標として、林内の気温、相対湿度、平均風速の推定を行った。

2. 全天空写真を用いた群落葉面積指数の推定

はじめに、まず森林内の微気象環境の形成に最も影響を及ぼす林分側の条件と考えられる群落葉面積指数について、全天空写真から推定する手法を検討した。

ウグイカンバ林内とケヤマハンノキ林内で、魚眼レンズを装着したカメラを用いて全天空写真を撮影し、開空度（全天空写真に写った枝、幹、葉以外の空の部分の面積率）を、イメージスキャナで天頂角別に読み取り、ポイントコドラート法を適用して葉面積指数の推定を行った。若葉期に撮影した全天空写真について、天頂角別に葉面積指数（枝幹による遮蔽部分を含む）を推定したところ、図1のようになった。天頂角が20度から70度の範囲内については、推定値の標準誤差が小さく（0.6以下）、開空度の値も比較的大きかった（1%以上）ので、推定値はこの範囲の中から求めればよいものと考えた。天頂角が20度から70度までの範囲内における10個の天頂角別開空度のデータを用いて、最小二乗法でポイントコドラート法による理論曲線をあてはめ、若葉期の各全天空写真から葉面積指数（枝幹による遮蔽部分を含む）を推定したところ、推定値の平均値と標準誤差は、ウグイカンバ

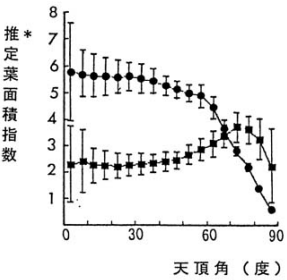


図1. 天頂角別開空度から推定した葉面積指数*
(平均値と標準偏差)
●：ウグイカンバ、■：ケヤマハンノキ
*：枝幹による遮蔽部分を含む

林が 4.91 ± 0.35 、ケヤマハンノキ林が 2.71 ± 0.30 となった。この推定値から、同様にして求めた落葉期の推定平均値（ウグイカンバ林は0.49、ケヤマハンノキ林は0.40）を差し引いて、枝幹による遮蔽の影響を除いた葉面積指数の推定値を求めた結果、ウグイカンバ林は4.42、ケヤマハンノキ林は2.31となった。この結果と、プロットの毎本調査及びサンプル木の伐倒調査によって求めた葉面積指数の測定値（ウグイカンバ林は4.08、ケヤマハンノキ林は2.96）とを比較すると、ウグイカンバ林では約10%過大、ケヤマハンノキ林では約20%過小となったが、簡易な推定手法としては概ね良好な推定結果であった。

この結果から、全天空写真における開空度は、群落葉面積指数の推定指標として利用できるといえる。

(左側下へ)

3. 全天空写真における開空度と森林内の気温、相対湿度との関係の解明

森林総合研究所東北支所構内に植栽されたブナ、ケヤキ、スギ、ヒノキなど8樹種12林分と気象観測露場の合計13地点で気温、相対湿度の観測を行うとともに全天空写真を撮影して開空度の測定を行い、開空度と林内の気温、相対湿度との関係を調べた。

開空度と林内の日最高気温、日平均気温、日最低気温との関係は、図2に示した通りで、いずれも有意な相関（1%水準）が認められ、直線回帰式を当てはめることができた。開空度の小さい（樹冠が密な）林分ほど日最高気温、日平均気温が低く、日最低気温が高い傾向があり、樹冠による気温緩和作用が認められた。開空度と林内の相対湿度との関係は、日最高気温、日平均気温との関係はどは相関が高くなかったが、開空度の小さい（樹冠が密な）林分ほど湿度が高い傾向があった。なお、林内の日最低湿度は、図2に示すように開空度よりも開空度の対数との相関が高かった。

これらの結果から、開空度を指標として、図2に示した回帰式を用いて林内の気温、相対湿度をおおまかに推定できることが示された。

4. 全天空写真と乱流拡散モデルとを用いた林内風速推定手法の検討

ケヤマハンノキ林内で若葉期から落葉期にかけて林内風速の測定と全天空写真の撮影を行い、全天空写真における開空度と林内の相対風速（林外開放地の地上10mにおける風速を100%とする）との関係を、単純な比較（直線回帰）および半経験的な理論モデル（拡散方程式とベアランバートの法則とを用いて組み立てたモデル）の両面から検討した。

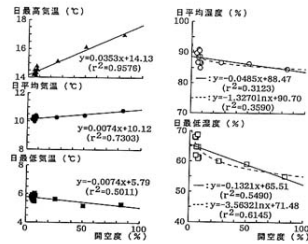


図2. 開空度と林内の気温、相対湿度との関係
(拡大図: 42KB)

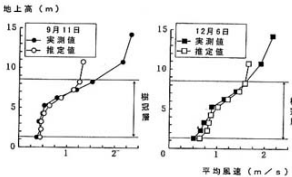


図3. 開空度を用いた林内風速の推定
(拡大図: 25KB)