

審査の結果の要旨

氏名 吉村 充 則

地球上の森林は、地球の総面積の約 30%の陸地のうちのさらに約 5 分の 1 でしかない。しかし、地球全体の植物バイオマスの約 80%が森林に集中しているため、森林の地球規模の環境に対する役割が重要であると考えられている。森林のうちでも熱帯雨林は、他の森林と比較してずば抜けて高い生産性を持つことから、そこで起こる現象が地球環境に対しても影響を与えることが考えられる。

一方で、森林生態学においては、森林を構成するさまざまなパラメータを計測し、光合成やガス交換を推定するなど森林におけるさまざまな現象を把握する研究が盛んに行われてきた。こういった森林の研究においては、異なる高さにおける光の状況の的確な状況把握が不可欠である。しかし、森林の光環境に対する計測は、高い樹高へのアクセスの困難さや技術的な問題があり、これまで草原や比較的規模の小さな植物群落を対象とするに過ぎなかった。

本論文は、東南アジアの熱帯雨林に対して、林冠クレーンを計測のプラットフォームとして用いた光環境計測手法を提案し、計測データに対する解析を通してその手法を確立し、さらに森林の光環境を評価し、かつ、計測手法の時間・空間での展開についても検討することで、リモートセンシング技術の森林機能の推定やスケールアップなどの森林生態学に対して貢献しようとしたものである。

提案する光環境計測は、円筒状領域に 3 次元的にアクセスできる林冠クレーンの機能を使った分光反射計測と林内光環境計測とから構成される。提案計測手法をこの地域を代表する熱帯低地林の優先種であるフタバガキ科 *Dryobalanops aromatica* 個体に適用した結果、熱帯雨林においては、1) 樹冠形状に対して特有な二方向性反射特性を持ち、2) 林内高さと相対光量子束密度との関係には指数関数的な関係が、3) 林内高さと葉面積指数との関係には直線関係が、それぞれあることがわかった。相対光量子束密度と葉面積指数との関係で表される日射の減衰から、対象林は Lambert - Beer の吸光則にしたがっていることがわかった。また、1) 三次元形状データから計算できる地表面積と葉面積指数からと 2) 葉面積密度から推定する方法によって対象樹冠の葉の総面積

が推定できることが確認できた。

計測手法の時間軸への展開では、林冠からの反射光が時間に依存することなくほぼ一定で、かつ入射光に対して数%であることがわかった。また、異なる林内高さに進入する光の時間変化から、曇天日に計測されたデータがその林内高さにおける光環境を忠実に表すことがわかった。さらに、林内光環境の時間代表性については、晴天時には日平均値、曇天時には30分平均値を取れば、それぞれ対象林を代表する値を求められることがわかった。分光反射特性と日射量の時間変化からは、531nmと570nmの波長における反射特性に注目したスペクトル指標であるPRI (Photochemical Reflectance Index) を、光合成速度の計測結果より導き出された光-光合成曲線と比較することで、強い日射にさらされる熱帯雨林の光防御機能を推定できる可能性があることがわかった。

計測手法の空間的展開では、分光反射計測を対象林冠全体の2次元空間上で一様に分布するように配置して実施することで、グリッドベース分光反射データを生成できることがわかった。葉面積指数についても同様、グリッドベース化ができた。林全体の林内光環境は、東西方向において変化する特徴があり、それはこの地域に降り注ぐ日射を効率よく受けるためであることがわかった。高分解能衛星 IKONOS データから算出される見かけ上の反射率と計測データに基づくグリッドベース分光反射データとの比較や、GLI の衛星検証を目的としたデータ処理からは、本論文で提案した計測が今後の衛星検証において十分な利用可能性を持っていることがわかった。スペクトル指標による植物の生理生態機能推定への応用可能性では、提案されているスペクトル指標が空間展開における応用可能性を十分に持つことがわかった。

このように、本論文で確立した光環境の計測手法は、計測結果から森林における光環境分布を的確に捉えていることがわかる。同時に、データ解析から、熱帯雨林の光環境に関するいくつかの興味深い知見を得ることができた。以上のことから、本研究で確立した森林の光環境計測手法によって、森林の光環境を的確に評価し、かつ、その結果が森林の定量化や炭素固定、水循環などといった森林の持つ機能の推定やモデルの構築に対するパラメータとして活用される可能性を十分に持つものと結論付けることができる。また、個葉レベルや鉛直一次元で議論されてきた森林のいくつかの機能推定に対し、本論文で確立した手法を適用すれば、そのスケールアップに対し貢献できる結果が得られ、同時に森林生態学などの関連分野に対する貢献は極めて高いと判断できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。