



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	衛星リモートセンシングを利用した樹高および森林バイオマスの広域評価に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	林, 真智
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第6971号
Issue Date	2015-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/60156
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masato_Hayashi_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学）

氏名 林 真智

審査担当者 主 査 教 授 平野 高司
副 査 教 授 鮫島 良次
副 査 准教授 高木健太郎（本学北方生物圏フィールド科学センター）

学 位 論 文 題 名

衛星リモートセンシングを利用した樹高および森林バイオマスの広域評価に関する研究

本論文は、図72、表16を含む130頁の和文論文であり、参考文献4編が添えられている。

森林による様々な生態系サービスの中でも、気候変動の緩和に貢献しうる炭素貯蔵の機能が、近年関心を集めている。しかし、森林をはじめとする陸域生態系の炭素吸収量の推定値には大きな不確実性が含まれている。また、途上国における森林減少などを抑制する枠組みである REDD+ を実現するためには、炭素蓄積量の時間変化を正確に計測することが求められる。このように、炭素循環の理解という科学的側面と、REDD+ の実現という政策的側面の両面から、広域の森林資源モニタリングの必要性が増しつつある。

森林の広域モニタリングには衛星リモートセンシングの利用が適しているが、中でも衛星 LiDAR は高精度な計測を実現できる新しいセンサとして注目されている。LiDAR は地表面をレーザ光で照射する能動型センサで、反射されたレーザ光の波形変化の解析から地面標高や樹高などが推定できる。NASA が 2003～2009 年に運用した ICESat 衛星に搭載された GLAS は、これまで存在した唯一の衛星 LiDAR である。本研究では、森林資源の広域モニタリングにおける衛星 LiDAR の能力を評価することを目的とし、北海道とボルネオ島を対象に、GLAS データを利用して樹高や地上部バイオマスといった森林資源を推定した。

はじめに、北海道の森林を対象に、GLAS データから樹高を推定する手法を構築し、広域評価に適用した。道内 49 地点で樹高を地上計測し、GLAS データから樹高を推定する際の誤差要因を多変量解析により特定した。続いて、道内の 476 地点において航空機 LiDAR により計測された樹高データにもとづき、先行研究で利用されている複数の樹高推定モデルの精度を比較した。その結果、GLAS 波形の両端のエッジの長さを利用したモデルが最も高精度であり、その平均二乗誤差は 4.3 m であった。この推定モデルを利用して北海道の森林の樹高を推定した結果、平均樹高±標準偏差は 22.8 ± 6.0 m であることなどがわかった。

次に、北海道の森林を対象に、GLAS データから地上部バイオマスを推定する手法を構築し、広域評価に適用した。道内の 106 地点において、ビッターリッヒ法により地上部バイオマスを計

測した。このデータをもとに、GLAS 波形から地上部バイオマスを推定するモデルを構築したところ、推定精度は 41.2 Mg ha^{-1} であった。この推定モデルを利用して北海道の森林の地上部バイオマス推定したところ、平均値±標準偏差は $119.4 \pm 49.5 \text{ Mg ha}^{-1}$ であることや、地上部バイオマスに影響を与える地理条件で最大の要因は森林タイプであること、最大の地上部バイオマスを有する森林タイプは落葉針葉樹林（カラマツ林）で、最小は混交林であることなどがわかった。

最後に、北海道とは森林タイプが異なるボルネオ島の熱帯林を対象に、GLAS データから樹高および地上部バイオマス推定する手法を構築し、広域評価に適用した。島内の 37 地点の地上計測にもとづき推定モデルを構築したところ、樹高の推定精度は 3.8 m、地上部バイオマスの推定精度は 38.7 Mg ha^{-1} であった。この推定モデルを利用して地上部バイオマスを推定した結果、平均値±標準偏差が $190.2 \pm 131.6 \text{ Mg ha}^{-1}$ であることや、全島における総量は 10.26 Gt であることなどがわかった。また、ボルネオ島の森林消失率を算定したところ、2004～2007 年の約 3 年間に $1.6 \% \text{ yr}^{-1}$ の速度で森林が失われたことや、インドネシア領ではマレーシア領の 2 倍以上の速度で消失していたことがわかった。

本研究は、衛星LiDARが樹高や森林バイオマスを効率的かつ広域的にモニタリングする目的に適していることを示した。北海道とボルネオ島という2地域において有効性が確認されたことから、他地域の森林へも同一の手法を適用できる可能性が示唆された。全球規模で統一的手法により森林資源を評価できるツールは、炭素循環の理解やREDD+を実現するうえで極めて有効である。2009年にICESat衛星の観測が終了してから衛星LiDAR不在の期間が続いているが、今後打ち上げ予定の計画がいくつかあるため、森林モニタリングの需要の高まりを受け、衛星LiDARは一層重要な役割をになうことが期待される。よって、審査員一同は林真智が博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。