

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 平田 泰雅

本研究は、高精細リモートセンシング技術を用いて森林の林分構造を把握することを目的として、航空機レーザースキャナー(ALS)データ及び高分解能衛星データの人工林の林分因子推定および天然林のギャップ動態への適用性を解明し、その適用性に関する知見を集積した。

ALSによる森林計測は、従来の2次元でのリモートセンシングから3次元への拡張であり、林分情報抽出の高度化が期待される。そこで、ALSを用いた森林計測における問題点について検証し、人工林及び天然林の林分特性を明らかにした。

まず、人工林間伐試験地と落葉広葉樹林においてALSのレーザー光の林冠透過率を調べた。林冠透過率はスギ人工林の強度間伐区、弱度間伐区、対照区で28.1%、26.8%、21.3%であり、ヒノキ人工林において50.6%、43.1%、9.2%であった。また落葉広葉樹林では展葉期に14.9%、落葉期に65.7%であった。次に、ALSデータから作成された0.25mメッシュでのデジタル林冠高モデル(DCM)からの立木抽出率を調べた。抽出率はスギ人工林の強度間伐区、弱度間伐区、対照区で95.8%、86.5%、75.2%、ヒノキ人工林では95.3%、89.2%、60.0%であった。抽出された立木のDCMからの樹高と地上測定による樹高との比較の結果、スギ人工林におけるRMS誤差は1.09mであり、ヒノキ人工林におけるRMS誤差は0.75mであった。

次に、ヒノキ人工林における単木樹高と地形因子との関係を解析した。DCMから抽出された優勢木の樹高と地形因子との重回帰分析の結果、ヒノキの樹高は斜面位置と標高に依存することが明らかになった。

さらに、ALSデータを用いて林分因子を推定した。立木密度は、DCMからの各プロットの立木密度と現地調査による立木密度との間に高い正の相関( $R=0.96$ )が見られ、RMS誤差は369.9本/haであった。林分樹高は、DCMからの樹高と現地調査による樹高との間に高い正の相関が見られた。林分材積は、DCMからの材積と現地調査による材積との間には高い正の相関が見られ、RMS誤差は153.5m<sup>3</sup>/haであった。

最後に、落葉広葉樹林でのギャップの動態を調べるため、時系列のALSデータを用いて林冠の状態を比較しギャップを抽出した。林冠のギャップ動態は新規、拡大、縮小、消滅というパターンに分類された。2時期のギャップ面積とギャップの減少面積とは累乗近似できた( $R=0.87$ )。

高分解能衛星データは単木レベルでの観測が可能であり、林分構造に関連する因子が抽出されることが期待されている。そこで高分解能衛星データを用いて人工林及びマングローブ林での林分因子を推定し、森林の空間配置の把握を試みた。

まず、高分解能衛星データから得られる単木の樹冠情報を利用して、人工林における林分因子の推定を行った。人工林において立木密度を推定した結果、40年生以下の林分においては現地調査による立木密度との間に相関が見られなかったが、41年生以上の林分においては正の相関が見られた。人工林の41年生以上の林分において、高分解能衛星データから抽出された樹冠投影面積からアロメトリー式により胸高直径を推定し、樹高曲線から樹高を求めた。これらの変数から単木材積を算出し、その合計から林分材積を求めた。高分解能衛星データから得られた林分材積と現地調査による林分材積との間には正の相関が見られた。

次に、マングローブ林において高分解能衛星データを用いて樹冠情報から地上バイオマスを推定する手法を開発した。高分解能衛星データから陽樹冠を抽出し、この陽樹冠投影面積から現地調査から得られた回帰式により幹直径を推定した。この幹直径及び樹高曲線による樹高から地上バイオマスを推定した。その結果、高分解能衛星データから推定した地上バイオマスは、7%から27%過小推定であった。

最後に、高分解能衛星データからオブジェクト指向型分類により森林の空間配置を把握する際に、スペクトルや形状から算出される異質性のパラメータにより領域分割される森林のオブジェクト数やその面積がどのように変化するかを検討した。高分解能衛星データからオブジェクト指向型分類を行う場合には、スケールパラメータが80～120の値を用いて、林分を3～5のオブジェクトで表す領域分割が実用上適していると考えられた。

以上のように本論文は、森林分野での利用が期待されているALSおよび高解像度衛星データについて、詳細な森林におけるデータ特性が明らかにされただけではなく、実務で用いてゆくために必要な体系的な研究であり、これらの技術の実利用に貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。