

(続紙 1)

京都大学	博士（ 情報学 ）	氏名	Fadaei Hadi
論文題目	Forest Inventory by Remote Sensing: Development of Methodology to Measure aboveground Biomass in arid and semi-arid areas		
（論文内容の要旨） 第1章は森林資源調査に関する序論である。地球環境問題を考える場合、森林の役割は重要であるが、その資源調査には多大な労力と時間を要する。乾燥・半乾燥地域が大部分を占めるイランにおいて、効率的な森林資源調査法として衛星画像を用いたリモートセンシング手法による調査法の確立が課題となっている。 第2章は森林資源調査に関するリモートセンシング技術の研究・報告についてのレビューを行っている。航空写真や衛星画像を用いた調査法について述べられている。 第3章では、衛星画像データを用いて乾燥・半乾燥地域における樹木本数密度(立木密度)を測定するための手法について述べている。大別して3つの方法を提案している。それらは可視光と近赤外の反射強度から算出される植生指数を用いる方法、ピクセル(画素)をベースとしたクラス分類による方法、隣接する類似したピクセルを結合させたオブジェクトをベースとしたクラス分類による方法である。解析対象画像データには、10m解像度の4バンド画像と2.5m解像度のパンクロ画像を用い作成するパンシャープ画像を用いている。画像解析の結果と現地調査データとの適合性を上げるためには、対象とする樹木とその背景にある下層植生や影を識別分離する必要がある。そのためトライアルにより閾値を求め、分離する方法を示している。 第4章では、提案した手法の適用性について、現地調査結果と画像処理から得られた結果を比較し、検討している。乾燥・半乾燥地域の代表樹種であるジュニパー (<i>Juniperus excelsa</i> subsp. <i>Polycarpos</i>) 林およびピスタチオ(<i>Pistacia vera</i>)林、と山岳地域のザービン森の3地域を対象に比較検討している。その結果、すべて地域ともピクセルベースの推定法が、現地調査結果と最も高い相関が得られ、樹木本数密度推定法として適用性が高いことを示した。植生指数を用いた方法は、草地などの下層植生や樹木自体の影の影響を受けやすいが、全可視域3バンド(RGB)と近赤外バンドを用いた植生指数(TRVI)が乾燥・半乾燥地域では有用であることを示した。オブジェクトベース法は、対象が疎林で樹冠が大きくないため、現地データとの相関が低く、その適用性が高くないことを示した。また、個々の対象地域毎にその地域特性を踏まえ、各手法の適用性などについて考察している。 第5章では、森林資源調査に用いられる衛星画像リモートセンシングにより得られるさまざまな情報について述べている。ピスタチオ林とザービン森について、具体的な画像解析結果から得られた情報を示している。 第6章は本論文の総合考察である。乾燥・半乾燥地域におけるリモートセンシング技術を用いた森林資源調査、樹木本数密度の推定法としてピクセルベースによる方法が有用とし、その調査手法を示している。また林況（樹種・下層植生など）の異なる3つの対象地域の樹木本数密度推定法の適用についてまとめている。 第7章では、衛星画像リモートセンシング技術を用いた今後の研究の展開方向について述べている。			

(論文審査の結果の要旨)

- (1) 本論文は、衛星リモートセンシング技術を用いた森林資源調査の一部、樹木本数密度の推定法について議論を展開したものである。現地でのサンプルプロット調査データと、画像解析から得られるサンプルプロットのデータを適合させる実験式を求め、画像解析結果から調査対象地域全体の本数密度を推定する調査方法である。この方法の確立は、広域の森林資源調査は多大な労力と時間を要するため、大いに意義がある。また、乾燥・半乾燥地域特有の植生―疎林と草地を識別する閾値法についても議論しており、分類手法として新規性がある。
- (2) 本論文3章では、安価に容易に入手できるALOS衛星の可視・近赤外4バンド解像度10mのAVNIR2データと、パンクロ解像度2.5mPRISMデータから、2.5m解像度のパンシャープ画像を作成し、解析画像としている。樹木を個別識別するためには、樹冠幅の半分程度の解像度が必要であり、この画像フュージョンは有用であり評価できる。
- (3) 本論文3章では、植生指数・ピクセルベース・オブジェクトベースの3つの解析手法を提案している。植生指数を用いた解析手法では、一般に用いられている植生指数に加え、可視域3バンドと近赤外バンドを用いて計算するTRVIを提案している。ピクセルベースおよびオブジェクトベースの解析手法は既往の手法であるが、得られた分類結果から閾値法により樹木を抽出している。樹木と草地や影とを識別するもので、最大および最小閾値を、現地調査データと照合しつつトライアルで求めるアルゴリズムであり、この手法はユニークであり評価できる。
- (4) 本論文4章では、乾燥・半乾燥地域の3か所の森林を対象に、提案した3つの解析手法を用い、その適用性について比較検討している。その結果、樹木本数密度推定法としてピクセルベースの解析手法が有用であることを示しており、実応用への提案として評価できる。また、植生指数による解析手法では従来の植生指数と比較し、提案した植生指数(TRVI)の適用性が高いことを示した。これは乾燥・半乾燥地域での植生指数としてTRVIの有用性を示したもので評価できる。
- (5) 本論文5章では、森林資源調査に衛星リモートセンシング解析結果の活用を例示している。広域の森林資源調査に有用であることを示しており評価できる。

よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成23年8月11日に実施した論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。