

(別紙様式博 5)

学位論文要旨

学位授与申請者

塩田 廣美

題目： 航空機レーザースキャンデータを活用した森林情報データベースの構築と間伐指針図の作成：地域人工林資源管理手法の体系化に向けて

第1章 序論

日本国内のスギ、ヒノキの人工林は本格的な利用期を迎えているが、過疎化、担い手不足など林業の現状は依然厳しく、生産性の向上や原木の安定供給が求められている。適切な森林管理と需要に応じた木材生産を可能にするためには、どこにどのような森林が、どれだけの面積・本数・材積で存在しているのかを示した森林情報が不可欠となる。このような高度な森林資源情報の整備の必要性から、近年航空機レーザースキャン(Airborne Laser Scan: 以下 ALS)による森林資源情報の取得に急速に期待が寄せられている。さらに、森林経営管理制度及び森林環境譲与税の導入に伴い、自治体で ALS データの取得が徐々に開始されていることから、ALS データによる森林資源データの解析・管理手法を我が国として体系化する必要性が生じている。すなわち、森林における ALS データの解析方法や解析によって提供すべきデータセットとその精度、そして得られたデータを森林管理に役立てる方法の検討・整理である。林野庁においても、「レーザ計測による森林資源データの解析・管理の標準化事業」により、樹種ポリゴンと単木ポイントで作成される集計ポリゴンに、立木本数、立木密度、樹種、樹高、胸高直径、材積などのデータを付与することを標準的な仕様として整理している。しかし、これらの情報を得るための解析手法は、各企業の技術に依存しており、研究レベルでも模索が続けられている状況である。また、得られた情報をどのように森林管理につなげていくかの検討をしている事例も少なく、林野庁においても整理がなされていない。このため本研究では、ALS データに基づく地域人工林資源管理手法の体系化に向けて、森林資源情報の整備及び森林管理に役立てる情報提供のあり方を提案することを目的とした。具体的には、1)無償で汎用性が高い米国農務省森林局で開発された解析ソフト Fusion/LDV に着目し、日本の森林の単木解析における利用の可能性と課題を明確にし、2)精度向上に向けて解析の際に用いるパラメータであるセルサイズ、フィルタの範囲及び種類の適切な組み合わせを検討した。その上で、3)京丹波町全域を対象に解析を行い、森林情報データベース(DB)を整備するとともに、間伐の必要性の観点から森林を評価した間伐指針図の作成を行なった。そして、これらの解析手法、DB の整備、指針図の作成を通して地域人工林資源管理手法の体系化に向けての課題について考察した。

第2章 Fusion/LDV を用いた単木解析の利用の可能性と課題

本章では、目的1)の日本の森林環境における Fusion/LDV の単木解析の利用の可能性と課題の検討を行なった。57年生のヒノキ林、103年生のスギ・ヒノキ林、109年生のヒノキ・アカマツ林を対象に Fusion/LDV を用いて単木解析を行い、得られた立木の樹高・樹冠底高・樹冠幅を現地調査で得られた値

と比較した。その結果、平均樹高の誤差は 0.3 m～1.2 m と比較的高い精度で推定でき、Fusion/LDV が日本の森林の平均的な樹高の算出に有効であることを示した。一方、樹冠底高・樹冠幅の算出には課題が残り、特に、林齢による樹冠幅の違いを考慮できていないことが考えられ、樹冠サイズは単木抽出本数にも影響を与えることから、精度の向上には林齢・樹冠幅に応じた ALS データ解析時のパラメータの検討が必要であることが明らかになった。

第 3 章 樹木自動抽出と平均樹高計測におけるセルサイズとフィルタの種類及び範囲の効果

本章では 2 章を受け、林齢、林分密度、樹種が異なる 2 林分を対象に、ALS データ解析のセルサイズ、フィルタの種類と範囲のパラメータを変えた 108 通りのデータを作成・解析し、樹木の抽出を行う際の適切なパラメータの把握を試みた。その結果、40 年生前後のスギ林で、本数密度 1000 本程度の林分ではセルサイズ 0.2 m、中央値フィルタ使用、フィルタの範囲 5×5 セルの組み合わせが、また、100 年生前後で本数密度 450 本程度のヒノキ林では、セルサイズ 0.25 m、平均値フィルタ使用、フィルタの範囲 3×3 セルの組み合わせが適切であることを明らかにした。さらに、樹木抽出にセルサイズが最も重要であり、立木密度が不明の場合は樹種の違いも考慮する必要があるものの、0.2 m 前後のセルサイズを使用して解析を行うことが現実的であることを示した。

第 4 章 京丹波町における森林情報データベースの構築と間伐指針図の作成

本章では、ALS データの解析から得られたデータを森林管理に活かす方法を検討するため、3 章で判明した、立木密度 1000 本程度の森林の単木抽出に適切なパラメータの組み合わせ（セルサイズ 0.2 m、中央値フィルタ使用、フィルタの範囲 5 x 5 セル）で、京丹波町全域を対象に解析し、立地の傾斜、立木本数、ha あたりの立木本数、平均樹高、相対幹距、ha あたりの材積、区画材積、および平均単木材積を含む、10 m のタイルポリゴンによる森林情報 DB を整備した。そして、間伐の実施可能性を評価するため、相対幹距と傾斜角との関係から、相対幹距が「過密」・「密」で、傾斜が「緩」・「中」のポリゴンを「間伐可能林」、相対幹距が「過密」・「密」だが傾斜が「急」なポリゴンを間伐が実施できるか検討を要する「間伐要検討林」、相対幹距が「過密」・「密」で、傾斜が「峻」なポリゴンを間伐が困難な「間伐困難区」とし、GIS で間伐指針図として図示した。さらに、「間伐可能林」「間伐要検討林」の間伐によって得られる間伐材積の推定を行なった。この結果、「間伐可能林」はスギで 13% (626 ha)、ヒノキで 9% (324 ha)、「間伐要検討林」はスギで 12% (622 ha)、ヒノキで 9% (313 ha) あり、間伐材積は 52 万 m³ (約 80 万本分)、ヒノキで 18 万 m³ (約 55 万本分) と推定され、これらを GIS で表示することで、間伐可能林・間伐要検討林が集中して存在する箇所を今後の施業候補地としてわかりやすく示すことに成功した。その一方で、本研究では材積算出の精度検証を実施していないことから、今後の検証が課題として示された。

第 5 章 総合考察

本研究を通して、Fusion/LDV は、林齢や樹冠サイズに応じて解析の際に適切なパラメータを用いれば比較的精度高く単木解析が可能なことを示した。また、立木密度が 1000 本程度の場合はセルサイズを 0.2 m、500 本程度であれば 0.25 m とすることが望ましいこと、密度が不明な場合は 0.2 m 前後のセルサイ

ズを適用することが望ましいことを明らかにした。このことは、解析に当たっての指標として非常に重要な成果であり、今後の単木解析手法の体系化に大きく貢献できると思われる。一方、さらに精度を高めるには、樹冠のサイズに応じてセルサイズを変える単木解析が必要と思われる。京丹波町全域を対象とした森林情報 DB の整備では、材積推定に課題が残された。林業の現場において材積は最も重要な要素であり、今後材積推定方法の体系化に向けて材積の精度を左右する胸高直径の推定方法を確立する必要があると指摘した。

本研究では、ALS データから得られた相対幹距と立地の傾斜との関係から、間伐の可能性を評価した間伐指針図を作成する方法を提案し、さらに、ALS データから得られる個々のデータを組み合わせることで、より現場で活用し易いデータを提供できることを示した。地域人工林資源管理手法の体系化に向けては、間伐の可能性からの評価だけでなく、林業の適地性、皆伐・再造林の可能性、防災の観点からの評価など、得られたデータを組み合わせ、様々な観点からの評価を可能にする方法を提案し、整理をしていく必要があることを指摘した。