

## 航空写真測量を用いた森林資源モニタリングシステムの構築

米 康充・尾崎嘉信・葛西絵里香・山下多聞・杜 靈通・伊藤勝久

### 背景・目的

生物資源教育研究センター森林科学部門（以下演習林）では、所有する森林の現状把握と運営計画を立てる事を目的に、1995年度から全ての小班（同質な森林のまとまりの単位）を対象にサンプルプロットを設定して森林資源モニタリング調査の体制を構築しつつあった。適切な運営のためにはさらにプロットを増やして資源の推定精度を向上させる必要がある。しかし、近年の職員数の減少にともない、調査頻度を下げざるを得ない状態となり、現状のサンプルプロットの維持さえも困難な状況となってきた。特に匹見演習林では1999年度を最後に調査が中断していることから、早急に森林資源モニタリング調査体制を再構築する必要がある。現在の少ない職員数で森林資源モニタリング調査の品質を維持し、さらに向上させるためには調査の効率化が必要である。そのような効率化のための技術の一つとしてリモートセンシングを利用したモニタリング手法があり、その導入・研究の推進が不可欠な状況である。

リモートセンシング手法の中でも、航空写真は①日本全国を対象に、②1950年代後半以降約5年毎に撮影され、③高さデータが計測可能なデータであり、森林モニタリングに最も適したデータといえる。そこで、航空写真データ処理の可能なデジタル写真測量システムの導入および解析手法の研究を行い、森林資源モニタリングシステムの構築を行うことで、演習林の管理・教育研究利用に資することを目的とする。

### 方 法

#### 1. 調査地

調査は島根大学三瓶演習林内にある獅子谷団地を対象に行った。対象林分は、スギ・ヒノキ・アカマツを中心とした人工林と、広葉樹を中心とした天然林で構成されている。今回はこの中で人工林を対象とした。人工林では、1960年ころ皆伐が行われ、その跡地を1963～1964年にかけて島根大学が購入、1967年以降に順次造林が行われてきた。

#### 2. デジタル写真測量システムの導入

研究に先立ち、解析に必須であるデジタル写真測量システムの導入を行った。システムは、デジタル写真測量ソフトウェアおよびハードウェアから構成されている。

ハードウェアは、三次元画像表示および実体視（3D表示）が可能な構成とした。航空写真画像は、実体視することにより森林の状況をより詳しく観察・判読することが可能であり、古くから実体鏡を用いて行われてきた。本構成により、これをデジタルでより厳密に行うことが可能となる。

#### 3. 航空写真の写真測量解析

解析には、対象地において最新である2004年、および皆伐が行われてまもなくの1964年の航空写真を用いた。航空写真はほとんどの場合60%の重なりをもって撮影されるため、重なる二枚の画像から立体情報を得ることができる。ここでは、二枚の航空写真から自動ステレオマッチングを用いて2004年の高さデータ（DSM: Digital Surface Model；樹冠標高モデル）を作成した（図-1）。次に皆伐直後で地盤が写っている1964年の航空写真からDSMを作成し、これをDTM（Digital Terrain Model；地表面標高モデル）とみなした。さらに2004年の航空写真からDSMを作成することで、2004年の森林樹高（DCHM: Digital Canopy Height Model）を作成した（図-1）。

#### 4. 森林バイオマス・材積算出モデルの構築

調査地に既に設定されているサンプルプロットデータを用いて、DCHMからバイオマス・材積を算出するモデルを作成し、広域バイオマス・材積を算定した。

### 結果と考察

2004年と1964年のDSMを作成し、双方の差分データを作成した（図-2）。図-2によると、獅子谷団地においては、この40年間に樹高は、おおよそ+20mの成長を示しており、皆伐跡地において造林・育林を行った結果、樹高が成長してきたことがわかる。獅子谷団地の西側では、0～+5m程度の成長を示しているが、航空写真の様子からこの40年間の途中で伐採・再造林され再度成長して1964年当時の樹高まで回復したと考えられる。このことは、1980年頃の写真を解析することで、明らかになると考えられる。農地等、平地部分においては、ほぼ0mを示しており、標高の変化がないことがわかる。一部においては、-20mを示す部分もあるが、これは近年皆伐された部分であると考えられる。

航空写真判読を用い、1964年において皆伐跡地と判断された場所の差分データをDCHMとした。DCHMの計

測精度を検証するために、調査地に既に設定されているサンプルプロットの平均樹高と比較した結果を図-3に示す。RMSEで3m以内に納まっており、精度良く計測できていることがわかる。

DCHMと、サンプルプロットの林分材積から推定式を作成した(図-4)。この推定式を用いて、推定した材積マップの鳥瞰図を図-5に示す。

おわりに

本成果から、航空写真解析により樹高(DCHM)の推定が可能であること、DCHMから材積が推定可能であることがわかった。したがって本解析を用いることで、演習林の森林資源モニタリングが可能であると考えられる。次年度以降は、演習林職員の研修や学生の教育を行い、さらに航空写真解析に利用しやすいサンプリングプロットを設定することで、演習林の森林資源モニタリングを推進していきたい。一方、デジタル写真測量システムの維持のためには、年間50万円の保守費用が発生するため、

この維持管理費用を今後どのように確保するか検討する必要がある。

本課題では上記の他、大陸での本解析の可能性を検討するため、人工衛星「だいち」画像について検討を行ったが、ページ数の都合上別の機会に報告したい。農地への適用可能性については今後の課題としたい。

最後に、本手法には航空写真が撮影され始めた1950年代後半以降に皆伐が行われていることが必須であるという制限がある。しかし、日本ではちょうど1950年代後半以降に拡大造林政策が行われており、この間多くの森林に対して皆伐・造林が行われてきた。つまり、日本においては本手法が適用できる森林は多く存在しているといえる。本手法は、演習林のみならず日本全国で適用できる有望な手法となりえると考えられる。今後さらなる、研究を進め、普及をはかっていきたいと考える。

本プロジェクトを進めるにあたり、国立環境研究所の小熊宏之主任研究員には事前から協力を賜った。ここに感謝の意を表す。

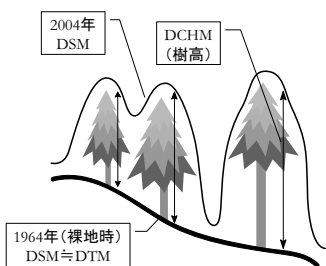


図-1 標高モデル

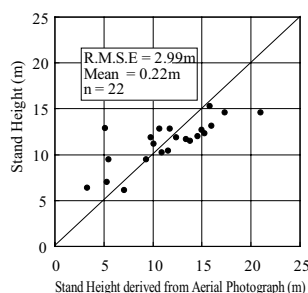


図-3 航空写真とプロットの樹高

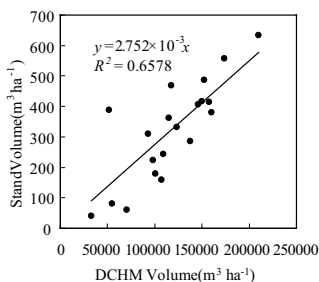


図-4 DCHM 空間体積と林分材積

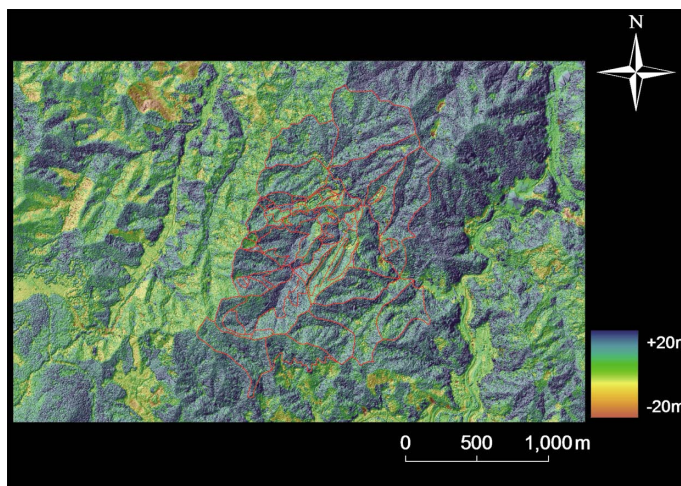


図-2 1964年から2004年の樹冠面標高変化量(赤線は獅子谷団地の範囲)

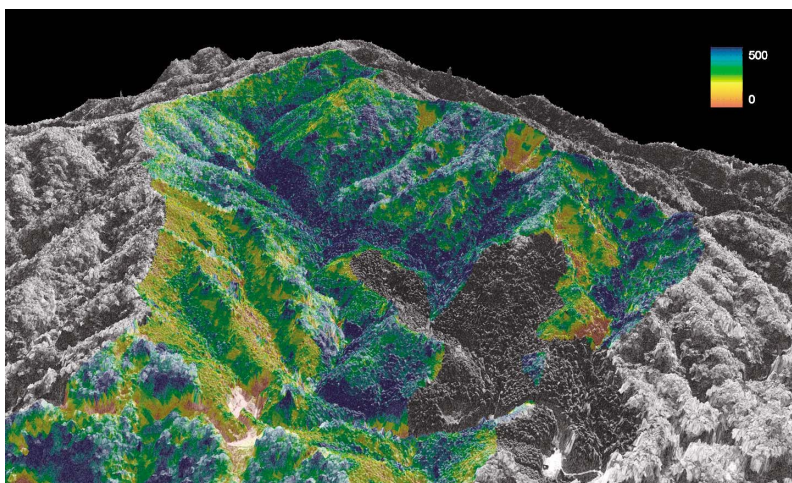


図-5 広域材積マップ(鳥瞰図) カラーは林分材積(m³/ha)を表す