

人工衛星画像を利用して木を数え、幹材積の分布を求める

林業研究部 副主任研究員 佐野 俊和

はじめに

2年前(平成20年)の本誌9月号で「人工衛星画像を利用した森林資源調査」について紹介しましたが、その中で山にどれだけの大きさの樹木が何本あるかを明らかにする技術の開発を始めることに触れました。これは近年入手可能になった地上分解能1m以下の詳細な人工衛星画像を使用するもので、航空機から撮影した空中写真のように肉眼でも1本1本の木が識別できます。この技術が実用化

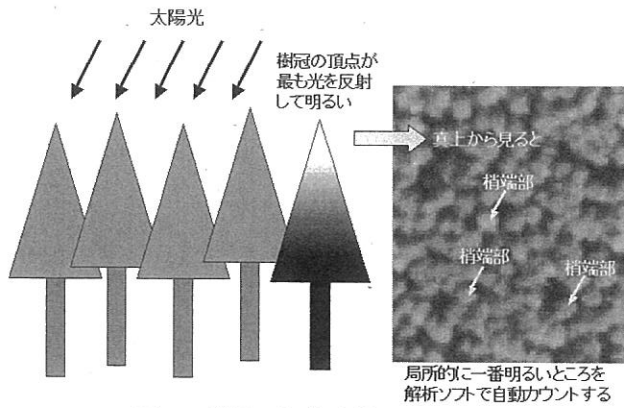


図1 樹冠の頂点を抽出する原理

現在、県内のスギ・ヒノキ人工林の林齢のピークは40年生前後で、これらの人工林の樹木の樹冠(枝葉全体の集まりのこと)の横幅は平均して3m前後になります。一方、解析に用いる高分解能人工衛星画像の地上分解能は50cmから100cmで、樹冠の直径よりも小さくなっています。つまり人工衛星の画像では、樹冠直径3mの樹木1本は9〜36個の画素のかたまりとして写っているわけです。スギやヒノキは中心の幹がはつきりとした針葉樹なので、樹冠の頂点は1つとして容易に認識できます。樹冠の頂点は最も太陽の光を反射して明るい場所で、衛星画像では樹木1本に相当する画素のかたまりの中で最も明るい点が樹冠の頂点となるわけです(図1)。これをコンピュー

されると、低コスト林業団地等を対象に、詳細な立木蓄積の把握が可能になり、これと作業道の開設容易度、危険箇所判定技術を組み合わせた路網計画策定システムの開発に結びつけられることが期待されます。今回はこの技術が本数を数えるだけでなく、幹材積の分布の推定も可能になりつつある現状について紹介します。

樹冠抽出による本数計測

胸高直径は現地調査の結果、樹冠直径から推定する方法が確立しています。樹冠直径は一定面積あたりの本数、すなわちメッシュ単位で集計された本数がわか

れば求められます。したがって、10mメッシュ単位の本数から樹冠直径を求め、次いで樹冠直径から推定式により胸高直径を求めることが出来ます。結果は本数と同様に10mメッシュ単位のデータとなります。

この方法は樹冠が閉鎖していることが前提です。樹木が疎らであったり大きな穴が開いている場合には、明るい林床の一部が樹冠と誤認識され正確に推定できません。これから集約化を進めて間伐を推進しようとしている多くの低コスト林業団地は林冠が閉鎖した林分が多いと思われるので当面は問題は無いと思われるが、間伐が進んで林分密度が低下する将来に検討すべき課題です。

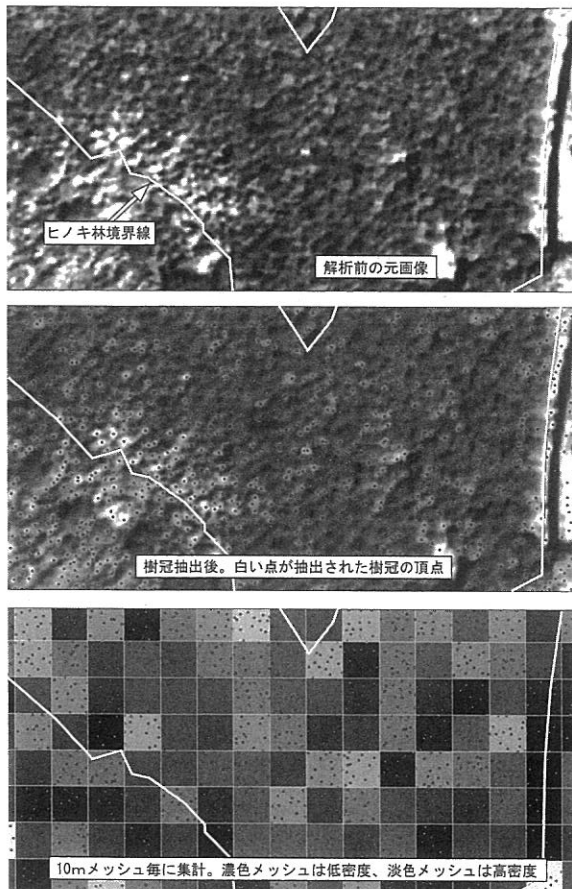


図2 樹冠の抽出からメッシュデータ化の過程

累積流量と林齢による樹高推定

樹高は水平方向の情報しか持っていない高分解能人工衛星画像から求めることが出来ません。別の人工衛星で、レーザーを地表に向けて照射して高さの情報を得ることが出来るものもありますが、コストが倍増するため現実的ではありません。代替案として、地形情報から得られる累積流量と森林GIS (GISデータ化された森林簿) の林齢情報を利用することにしました。これは林齢から標準的な樹高の値を得て、累積流量を水平方向の林地生産力(地位)の違いの指標に用いて樹高分布を求める方法です。累積流量は本誌7月号の本コーナーでも路網計画指標として紹介されていますが、水の集まりやすさを表す指標で、この値が高いと地位も高いと推定されます。

図3は三次市の高谷山で現地調査(207点)に基づいて作成したヒノキ人工林の累積流量と樹高の関係図です。図中の直線は林齢に応じて両者の関係が変ることを表していて、森林GISから得られた林齢情報に応じて利用する関係線を変えます。例えば、累積流量が10で林齢が40年の場合は、樹高が約19mと推定されます。この図はまだ高谷山のヒノキ人工林のものしか作成していません。樹種が異なったり適用する地域が離れていて諸条件が異なると考えられる場合は、現地調査を行って累積流量と樹高の関係を求めておく必要があります。

累積流量とともに用いる現地情報には、事業実施に先立って行われる標準地調査のデータを利用することも検討中です。森林GISは位置のずれが大きい場所があったり、樹種の誤りがあったりする場合があるという問題があるためです。このため、森林GISから得られる林齢情報を基にした樹高分布は数100ha規模の低コスト林業団地全体を見渡して路網計画を考える際の情報に利用することとし、団地内の特定の場所の詳細な情報が必要となった場合には標準地調査のデータに基づいてより正確な樹高推定を行うという2段階構えのアプローチの提案を考えています。

推定値の検証
ここまでで本数、胸高直径、樹高が求められたので、これらを材積式にあてはめれば材積が求まります。

三次市の高谷山では昨年度まで「低コスト作業システム構築

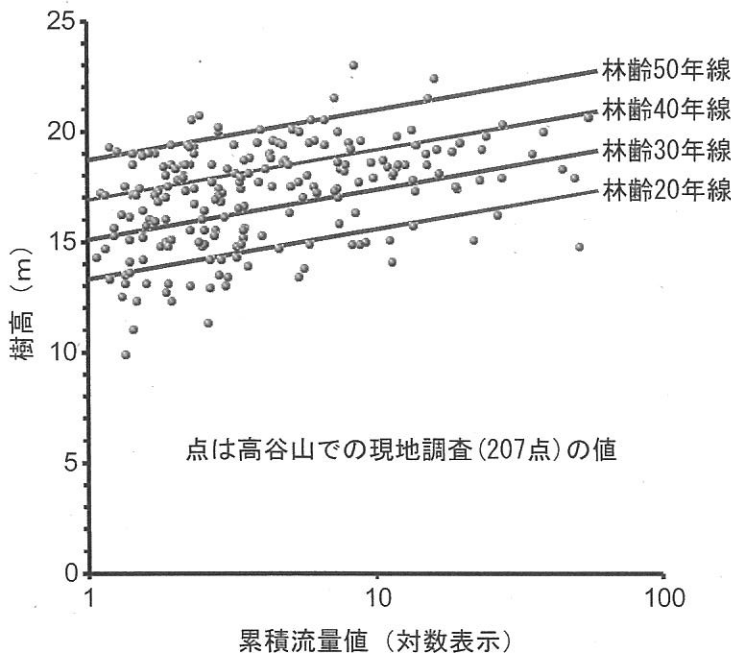


図3 累積流量と樹高の関係

事業」が行われており、詳細な測量、毎木調査データ等の蓄積があります。この場所を利用して、推定した本数、胸高直径、樹高、材積の精度がどれくらいかを調べてみました。対象にした調査地は4つある調査区の中の1つで、面積は1.33ha、40年生のヒノキ林です。比較結果は表1のとおりで、現地調査の値に比べて平均胸高直径と、平均樹高は、±10%以下の誤差、総本数と平均幹材積及び総幹材積は±12~15%の誤差という推定精度が得られました。2~3割程度の

誤差を予想していたので、少し出来すぎの感がありますが、高谷山の残りの3調査区及び今年度後半に三次市吉舎町での実証試験においても検証を行い、林分の状態の違いによる推定精度のバラツキを把握してゆきたいと考えています。

	総本数	平均胸高直径	平均樹高	平均幹材積	総幹材積
現地調査	1,614	24.7	18.8	0.4711	760.4
推定値	1,402	26.6	18.5	0.5254	645.1
誤差	-13%	+8%	-2%	+12%	-15%

*誤差は現地調査値を100としたときの推定値を土パーセントで表示

表1 高谷山A-2調査区における推定精度