

# ステレオ空中写真ペアを活用した、 効率的な林分材積把握システムの構築

岩手北部森林管理署 小鳥谷森林事務所 森林官（小鳥谷担当区） 北山 勝史

## 1. はじめに

現在、広範囲に林分材積を把握するために、様々な方法が研究されています。空中から可視・不可視の光線あるいは、電波などで地表を走査するものが中心です。それらの方法の多くは、新たにコストを掛けて調査を行う必要があります。もし、既存の資料から広範囲に林分材積を把握することができれば、新たなコスト発生を軽減できるとともに、既存の資料の有効活用になると考え本研究に取り組みました。

研究に当たって、私が注目したのは2011年に波崎氏が発表した「空中写真の新たな活用の可能性～画像解析による林況調査～」という手法です。この手法では、衛星写真等から手作業により樹冠を強調し、パソコンで樹冠を検出しやすくした上で、樹冠と実測の胸高直径を対応させ材積を求めています。この手法の利点は既存の資料から追加コストを必要とせず行えることにあります。

この手法を基本として採用するにあたり問題となる点が二点ありました。一点目は手作業が含まれていることです。これは作業者によって精度のばらつきが出る恐れがあり、また時間がかかるため広範囲の処理を困難にしています。二点目は、作業工程の中で英語のソフトウェアを使用する必要があるため、だれでも手軽にできるものではないということです。これらの問題点を解消することにより、効率的な林分材積把握システムを構築できると考えました。

## 2. 研究方法

### (1) 手作業の自動化

手作業から自動化するにあたっての課題は通常、単一の画像を解析して樹冠を検出することは困難であるということです。波崎氏の研究の中でも画像解析を検討していましたが、誤検出が多かったことから手作業で樹冠を強調する作業を行っています。

そこで、樹冠の境界を検出するために高さ情報を利用します。業務で利用している写真には、オルソ化画像、衛星写真、ステレオ空中写真などがあります。写真の高さ情報は視差により発生します。そのためこれらの写真の視差の発生状態について確認します。

まず、オルソ化画像は地表をスキャナで走査して撮影していき、すべての地点で天頂から撮影したような写真を取得しています。このためオルソ化画像には視差が発生せず高さ情報を得ることは出来ません。

衛星写真では撮影範囲に対して、撮影距離が長いいため撮影点が異なったとしても視差が極小となり高さ情報を得ることが出来ません。

ステレオ空中写真では一定のコースに従い、一定の間隔で撮影を繰り返すため視差が発生し、衛星写真と比較して撮影高度も低いいため十分な量が確保されています。

実体視鏡などでステレオ空中写真をペアで見ることにより高さのある写真を見ることが出来ることから、ステレオ空中写真ペアは有効な資料であることがわかります。

これらのことから、高さ情報をもつ既存の資料として、ステレオ空中写真のペアを使用します。

## (2) 英語表記の解消

この手法ではImageJという画像解析ソフトを使用します。このソフトウェアは英語ですが、コマンドラインオプションをサポートしています。このため必要な機能をコマンドラインから呼び出し、バックグラウンドで処理することにより英語表記を回避することが出来ます。

## (3) 操作

パソコンで処理を行うため、ステレオ空中写真ペアをそれぞれ1,200DPIでスキャンしました。(図-1) 空中写真をステレオ化するためには、左右画像の位置関係を正確に計る必要があります。このために次の4種類の操作を行います。

- ① 元画像の先鋭すぎる部分をぼやかす操作を行う。(図-2)
- ② 図-2から特徴を取り出す。
- ③ ②で取り出した特徴から位置関係を計る。(図-3)
- ④ 図-1を③で得た位置関係により正確に重ね、高さを計算する。

これらの操作により高さが異なる部分を樹冠の縁の部分として取り出すことが出来ます。

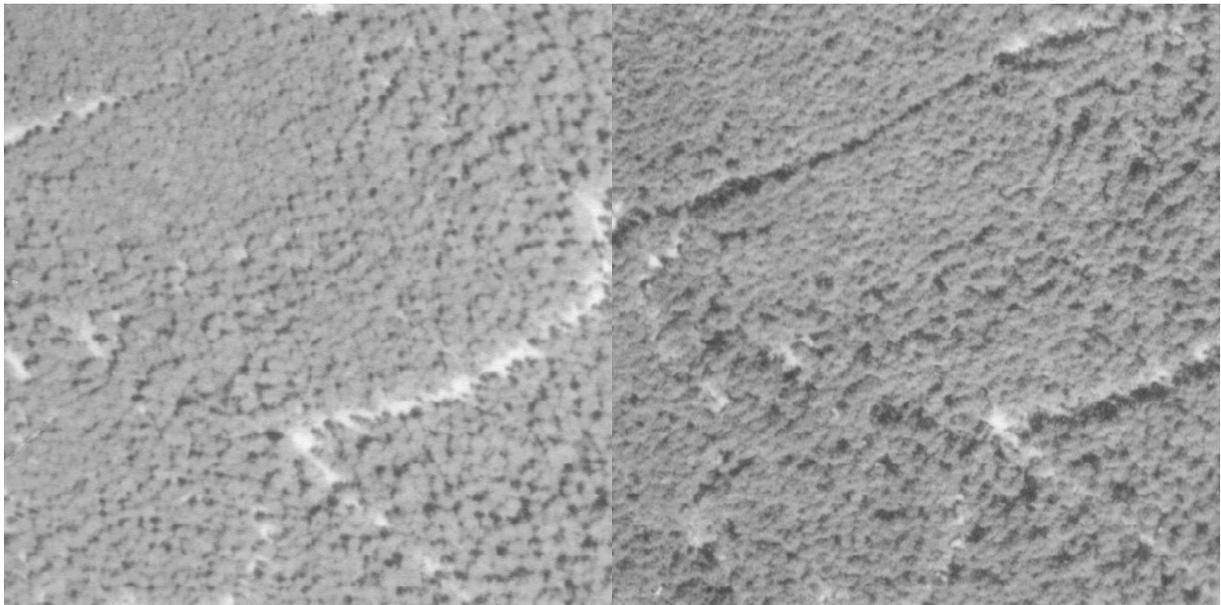


図-1 スキャンした元画像

各操作の処理内容として①では、適応的閾値処理を図-1に適用することにより範囲ごとに閾値で区切り、平滑化しています。これにより、画像の細かすぎる部分をぼやかしています。

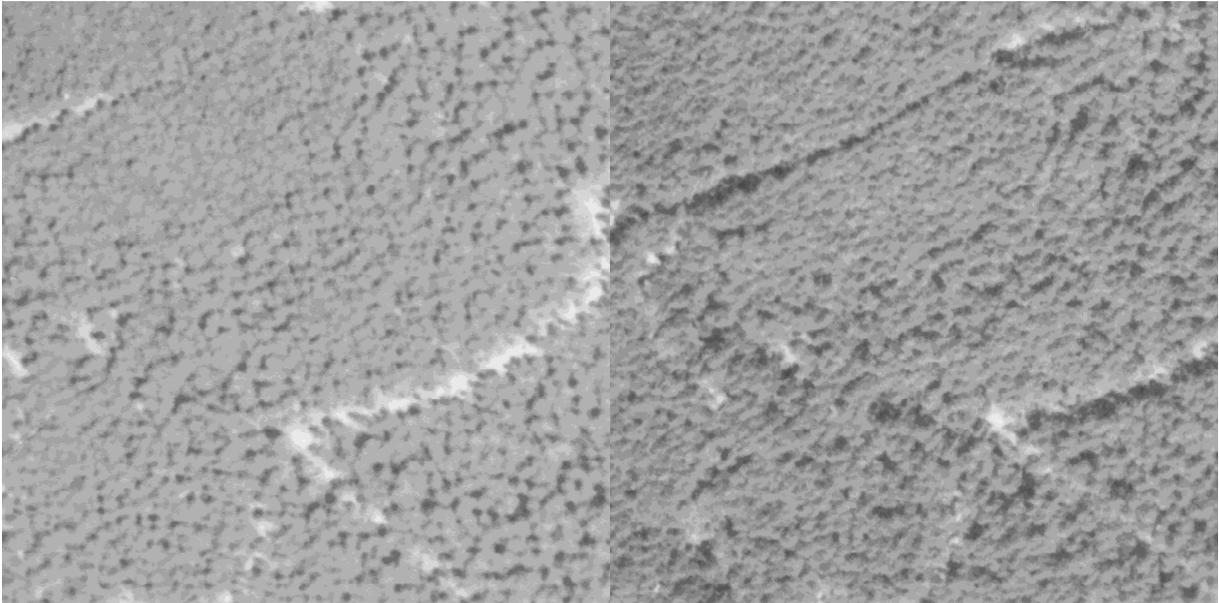


図-2 PyrSegmentation level:2 threshold1:40.0 threshold2:10.0

②では、行ったペア写真それぞれについて、SIFTにより特徴点を抽出します。森林の空中写真では樹冠が特徴点として大量に抽出されてしまうため、これを防ぐために①で平滑化の処理を行っています。

③では、②で抽出した特徴点を取捨し位置を決定します。②で検出した特徴点を点として、検出された特徴点の対応を線として表示してあります。期待通りに検出された場合は対応線が同じ長さの平行線となり、それらの平均を移動量として位置関係を決定することが出来ます。しかし本作業では期待する対応線を得ることが出来ませんでした。

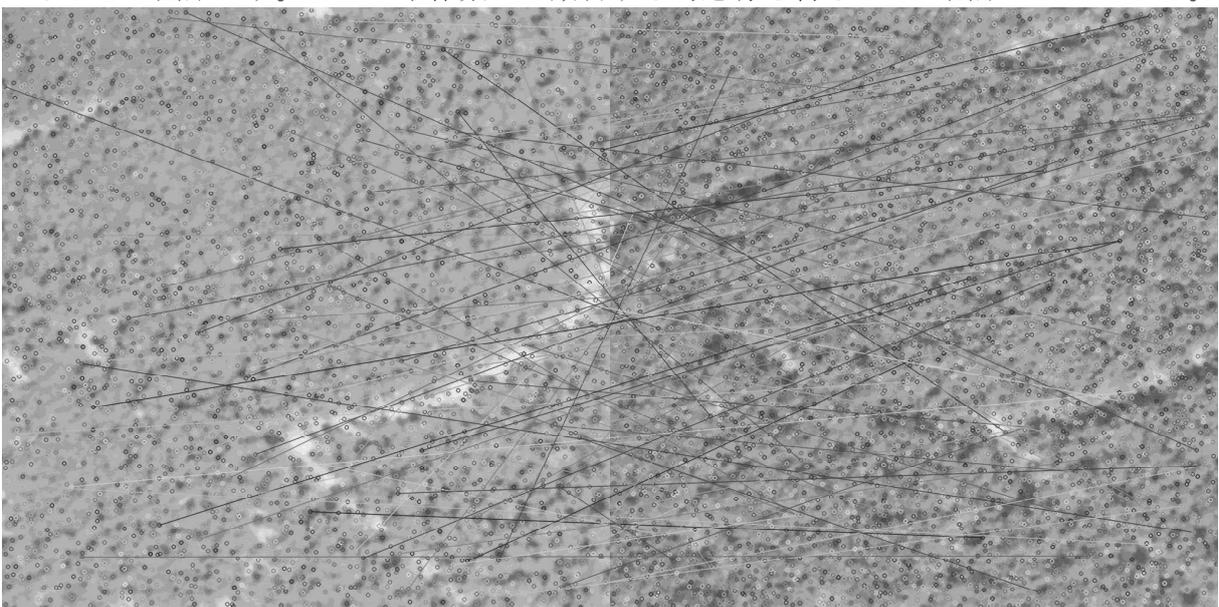


図-3 特徴点および対応付け

④ではまず、③で決定した位置関係を元に左右画像からそれぞれ30pix\*30pix程度ずつとりだします。それらをZ. Zhangの手法を用いてカメラキャリブレーションを行います。最後に、処理前後の画像からSURFにより画素の移動量を抽出し、移動量の多少から樹冠を検出することとしました。

各処理には、画像処理ライブラリであるOpenCVを利用しました。

④までで樹冠情報を得ることが出来るので、これを画像化しImageJにパラメータとして与え一連の処理とします。

しかしながら、これらの作業では③の過程で位置関係の検出が行えず、樹冠情報を得ることが出来ませんでした。これは特徴点の検出に失敗したためで、画素が不足しており、輪郭の検出に失敗したことによるものと考えます。

### 3. 結果及び考察

今回、検討した方法でステレオ空中写真ペアから、画像処理により高さを検出し樹冠を把握する方法について十分結果を得ることが出来ませんでした。

理論自体はステレオ空中写真の持っている能力をパソコンで置き換えるものなの実現可能だと考えています。それにもかかわらず結果を得ることができなかった原因として、写真に十分な解像度が無かったこと、画像処理はアルゴリズムの選択やパラメータの調整に経験を要するが、その経験が不足していたことが挙げられます。

本研究では十分な結果を得ることは出来ませんでした。研究過程のなかで検討した事項について考察を行います。

(1) 当初検討したとおり樹冠を把握し、胸高直径と関連づけることにより材積の把握を行うことができます。

(2) 平面の写真と比較して樹冠の段差が明瞭になることから、平面の写真では見つけることができない古い作業道等を発見する事ができます。現在空中写真で行われていますが、実体視鏡を使用せず手軽に行えるようになります。森林踏査を行う際に大変有効です。

(3) 特殊な機材を使用せず、通常のパソコンのみで作業を行うことが出来ます。実際に業務で使用する場合に必要コストはソフトウェア作成のコストのみです。

今回、ステレオ空中写真ペアを活用した、効率的な林分材積把握システムの構築には至りませんでした。しかしながら、今回検討したステレオ写真という分野は、現在盛んに研究されている拡張現実などの技術でも活用されている分野です。また、低解像度の画像を補間して高解像度化する技術についても進歩を続けています。それらの技術を参考にして、これからも継続して研究していきます。

#### 参考

加藤正人, 『森林リモートセンシング第3版—基礎から応用まで—』, (株)日本林業調査会, 2010

J. パルデ J. ブウシオン(大隈眞一訳), 『森林計測学—Dendrométrie—』, 東京計画学会出

版局, 1993

波崎卓巨, 『空中写真の新たな活用の可能性～画像解析による林況調査～』, 2011

使用

第9 二戸 第三次施行実施計画航空写真 (21. 4. 1～26. 3. 31) 2007年7  
月26日撮影 C16A-7, C16A-8

OpenCV 2.4.8

OpenCvSharp x64 2.4.8

Microsoft Visual Studio Professional 2013 Update 1