

空中写真を利用した足尾地域の森林回復量の評価に関する基礎的研究

宇都宮大学大学院

学生会員

○江口 陽祐

宇都宮大学大学院

正会員

池田 裕一

宇都宮大学大学院

正会員

飯村 耕介

株式会社 建設技術研究所

正会員

戸舘 光

1. はじめに

足尾地域はかつて自然豊かな土地であった。しかし、銅山開発に伴う煙害・山火事により森林が広範囲に渡り荒廃した。その後、荒廃地復旧のため治山・緑化事業が開始され、現在も継続されている¹⁾。また、銅山開発による産業発展と荒廃地の自然回復の観点から足尾地域の世界遺産登録に向けた活動が行われており²⁾、足尾地域の森林回復量を簡便にかつ持続的にモニタリングしていくことが重要である。これまで、過去60年からの空中写真や最近のリモートセンシングデータを用いて、面的な回復量の評価を行った例があるが³⁾、樹高など高さも含めた回復量を研究したものは少ない。そこで本研究では、実体鏡とフリーな写真測量ソフトウェアを用いて、年代別の空中写真から樹高を計測することを試みる。

2. 実体鏡による樹高計測

使用した空中写真は国土地理院が提供する1947年、2000年の白黒写真と1976年のカラー写真である。まず各年代の空中写真上で同じ地点を通る直交する直線を引く。次にそれぞれの直線上で地表面、樹頂点の標高をそれぞれ計測した。また、実体鏡による計測値と5万分の1地形図の等高線から読み取った標高値を比較した。図-1は2000年の空中写真上で直交する直線を引いた画像である(H-H'とV-V'が直交)。図-2は2000年のV-V'線に沿った計測結果である。青のプロットが等高線から読み取った標高値である。図-2の赤枠内の2点は同一地点の樹頂点と地表面の標高値であり、その差をとって樹高を求めた。V-V'断面と同様にH-H'断面についても同じ地点で樹高を計測し、これら2回の計測結果の平均をとった。こうして求めた樹高を年代別に図-3に示した。年代の経過とともに値が大きくなっており、樹高の変化を確認できたといえる。ただし、今後現地での計測結果との比較など精度の検証が必要である。

3. 写真測量ソフトを用いた樹高計測

実体鏡で多地点の計測を行うのは大変な労力を要する。そこで、効率よく計測を行うためにソフトウェアの活用を考えた。本研究では定評のあるフリーな写真測量ソフトウェア「Solid From Photo」(以下、SFPとする)を使用した。作業手順はまず、測量対象の写真画像を複数用意し、少なくとも2つの画像に共通してみられる座標基準点あるいは測定地点を、いくつか目視により特定し、それらの画像上の位置をマウスでクリック

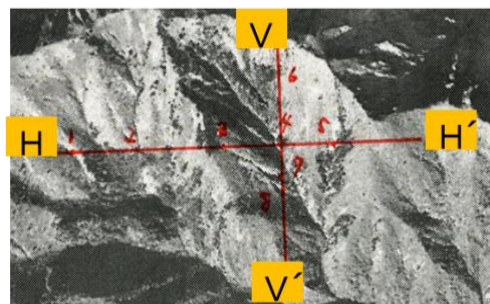


図-1 2000年空中写真に直線を引いた画像

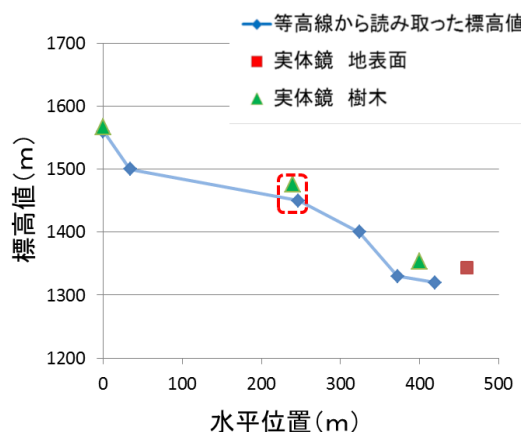


図-2 2000年V-V'の計測結果

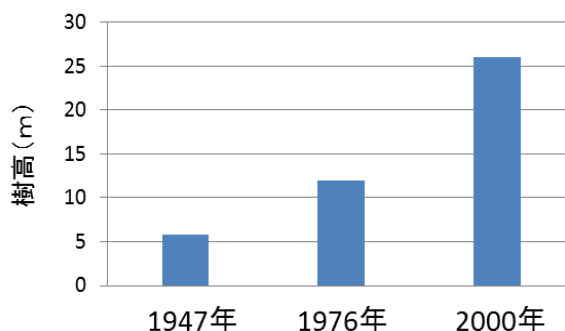


図-3 年代別の樹高計測結果

することにより、ソフトウェアに入力する。そして、座標基準点の3次元座標を入力することにより、測定対象点の3次元座標が出力される。

本研究では空中写真での計測を行う前に、地形と樹

キーワード 足尾 森林回復 空中写真 写真測量

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL028-689-6226

木を表現した簡易模型を作成し、SFP による計測値の精度検証を行った。図-4 はその検証結果である。模型の実際の寸法(真値)に対し、計測値は 1 割の誤差の範囲内に収まっており、模型での検証段階では樹高計測が可能であると判断した。

空中写真を用いた樹高計測では、SFP により求めた樹頂点の標高から、5 万分の 1 地形図から読み取った地表面の標高を差し引いて、樹高とした。その際、2 枚 1 組の空中写真を用い、そのうち 1 枚を GIS 上で幾何補正して、5 万分の 1 地形図と重ね合わせることで、座標基準点および樹高測定地点の地表面の 3 次元座標を読み取った。2000 年空中写真の計測結果の一部を表-1 に示す。計測値が地表面の標高値よりも低い値となり、正確な計測ができていない。また、14 番の計測点は図-2 の赤枠で囲った地点での計測結果であり、図-3 に示した実体鏡の計測値とも異なる結果となった。その他の年代の計測においても、100m以上の計測結果が出るなど、正確な樹高を計測できなかった。

このような計測誤差の要因として、座標基準点の座標設定の精度が影響していると考え、若干の検討と改善を試みた。座標基準点の 3 次元座標の読み取りには、2 枚の空中写真のうちの 1 枚を用いていたが、もう片方の写真を用いて座標基準点の座標を求め、同様の計測を行った。また 2 つの写真から読み取った座標の平均値を用いた計測も行い、これらの結果を比較することにした。図-5、6 に基準点座標と樹高の計測結果の比較を示した。「写真 A 基準」とは 2 枚の写真のうちの 1 枚を基準点座標の読み取りに用いた結果を意味する。「写真 B 基準」はもう 1 枚の空中写真を用いた結果である。写真 A 基準の方が基準点座標の誤差が小さいといえるが、樹高については 100m以上の計測結果もあり、精度としては不十分である。また、両者の平均値を入力して計測を行っても、計測精度の改善は見られなかった。正確な樹高計測を行うためには、より正確な基準点座標値の取得やその他の補正が必要であると考えた。

4. 結論

実体鏡を用いた樹高計測から樹木の成長を把握することができた。しかし、計測値の精度については現地での計測値との比較などが必要であると考えた。次に SFP を用いて計測を行った。模型での精度検証の段階では精度の良い計測結果が得られたが、実際の空中写真では正確な計測結果は得られなかった。これについては種々の視点からの検討が必要である。

参考文献

- 1) 秋山 智英：森よ、よみがえれ、足尾銅山の教訓と緑化作戦：農文協 1990。
- 2) 栃木県日光市：足尾銅山の世界遺産登録をめざして
<http://www.nikko-ashio.jp/>
- 3) 池田裕一ら：足尾地域の植生モニタリングにおける MODIS データの適用に関する基礎的検討，土木学会論文集 F3, Vol.6, No.2, pp. II_51-II_59, 2011。
- 4) 写真測量ソフト SurveyFromPhoto と写真 3D ソフト SolidFromPhoto
<http://www.solidfromphoto.com/>

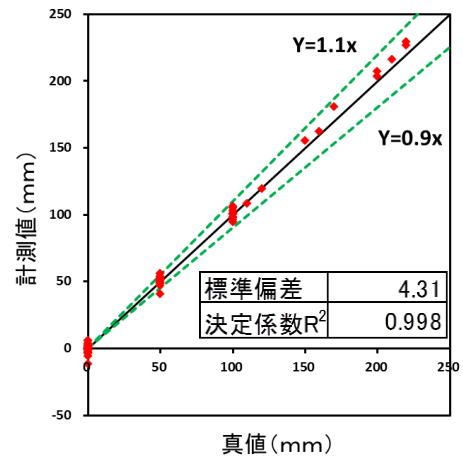


図-4 模型による精度検証結果

表-1 2000 年の樹高計測結果の一例

計測点 No.	地表面の 標高値 (m)	樹頂点 計測値 (m)	樹高 (m)
14	1450	1423	-27
19	1560	1502	-58
20	1360	1286	-74
21	1555	1431	-124
22	1120	1125	5
23	1325	1283	-42

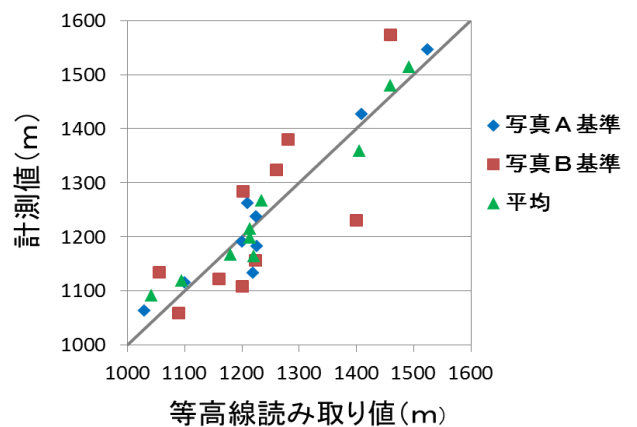


図-5 基準点座標値の比較

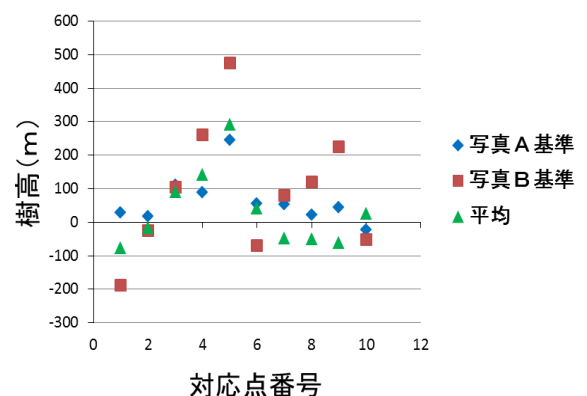


図-6 2000 年樹高計測結果の比較