



Title	3Dモデルによる植生調査手法の技術開発
Author(s)	坂井, 励; 間宮, 渉; 吉田, 俊也
Citation	北方森林保全技術, 第35号, 6-9
Issue Date	2018-02-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/72972
Type	departmental bulletin paper
File Information	2016-35_1-2.pdf



I-2 3D モデルによる植生調査手法の技術開発

坂井 励, 間宮 渉, 吉田 俊也

雨龍研究林

1. はじめに

植生調査は農業・土木・森林等様々な分野で行われる。森林管理においては、特に天然更新の予測や成否の判断をする上で林床植生の調査が重要である。目的樹種の稚樹だけではなく、競合するササや草本類の量を明らかにすることにより、はじめて植生全体を評価でき、その後の動態を予測できる。

しかしながらその調査には、多くの労力を要する。特にササ・草本類は種ごとに形状やサイズが大きく異なるため、バイオマス量を正確に定量化するためには、個体毎の高さ、展葉面積の計測が必要であり、その労力が大きな障害であった。簡易な方法として、写真画像解析で植被率を算出する方法が知られているが、これは平面の情報であり、成長量の指標である高さの情報を評価することはできなかった。

近年、情報処理におけるハードウェアとソフトウェアの発達により、SfM (Structure from motion) という技術を用いて、画像情報から 3D モデルの抽出が容易にできるようになった [1]。この手法を植生調査に利用すれば、写真撮影による画像情報のみで植生情報、特にバイオマス量を評価できる可能性がある。

本報告では SfM を利用した、より簡便で定量的な植生バイオマス量の調査手法を提案する。

2. 方法

北海道大学雨龍研究林 410 林班の掻き起こし施工地に試験地を設定した。「掻き起こし」とは重機を用いて天然更新を阻害するササを剥ぎ取り、鉱質土壌を裸出させて樹木の発芽、定着を促す施工である。掻き起こし施工は 2015 年 10 月に行い、既に完了している。翌春、融雪後の 2016 年 5 月に、掻き起こし施工面に方形 (1m×1m) の植生調査プロットを計 62 カ所設定した。植生調査区の 4 隅には杭を打設してある。

・通常の植生調査

発生した植生の成長が終了し、落葉が始まる前の 2016 年 9 月に、植生調査プロットに生育している全ての植物個体について、植生高を計測した (以下「個体調査」と呼ぶ)。別の研究で主要な植物種ごとに得られていた、植生高と地上部乾重とのアロメトリー関係を用いて、プロットごとの地上部バイオマス量 (地上部乾重の合計値) を算出した。

・SfM による推定

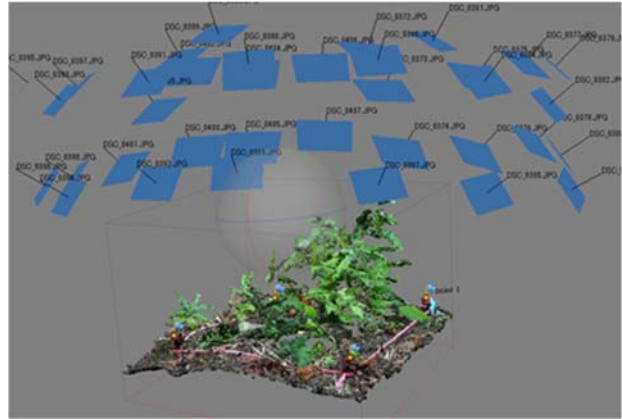
以下の手順で地上部バイオマス量を推定した。

- ① 2016 年 5 月、まだ植生が発生していない状況で、デジタルカメラ (NICON COOLPIX P330) を用いて調査プロットを多方向 (平均撮影枚数 30 枚) から撮影した (図-1)。画像を PC に取り込み、写真測量ソフト (Agisoft PhotoScan) を用いて、地表面の 3D モデルである DTM (Digital Terrain Model) を抽出した (図-2)。DTM の水平方向の解像度は 1cm とした。
- ② 通常の植生調査を実施したのと同じ 2016 年 9 月に、再び調査プロットの写真撮影を行い (図-3)、植生群落表面の 3D モデルである DSM (Digital Surface Model) を抽出した。

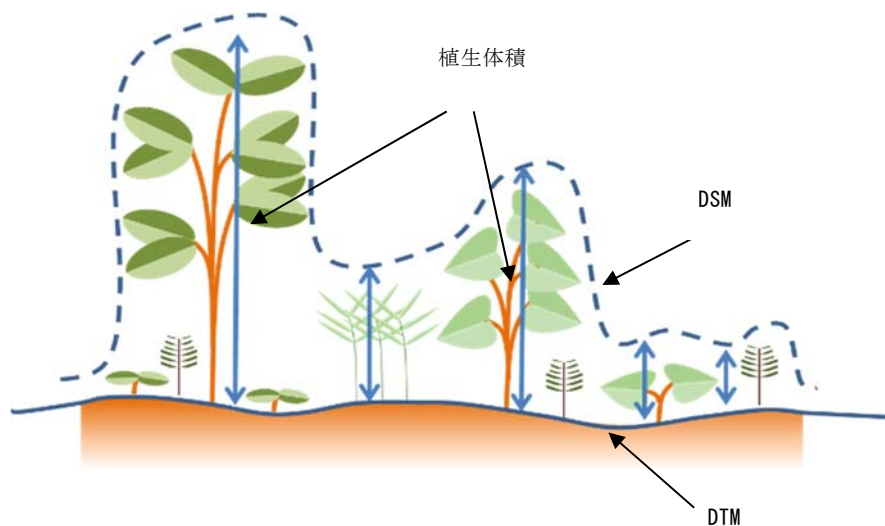
- ③ ①と②の3Dモデルには4隅の杭が再現されており、これらを用いて場所を定位することができる。GIS（地理情報システム）上で、解像度である1cmごとにDSMからDTMを減じて植生高を算出したうえで、これに水平単位面積（ $100 \times 100 \text{cm}^2$ ）を乗じて積算し、植生に被覆された箇所全体の体積（植生体積）を推定する。



図－1 プロット撮影画像の一枚



図－3 SfMによる3Dモデル抽出
(プロット上の四角が写真撮影位置となる)



図－2 DTM、DSM、植生体積の概念
(図は垂直方向の断面図であり、実際のモデルは平面的な広がりを持つ)

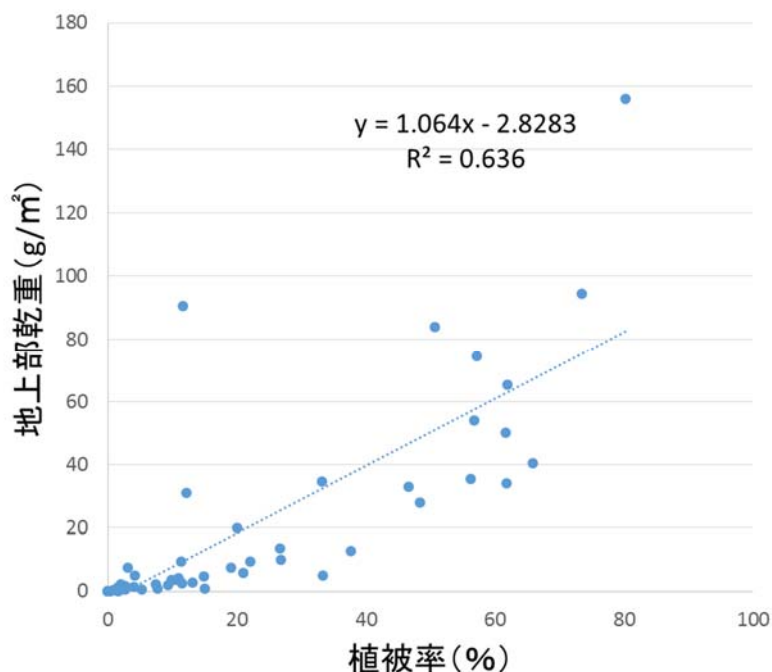
このようにして写真撮影から得られた植生体積が、個体調査から得られた地上部乾重と比例関係にあるならば、その関係式を用いて推定が可能となる。

なお、通常の植生調査においては、しばしば植生の被覆率が、植生量の指標として用いられる。今回、その計測も写真画像で行った。3Dモデルを作成する過程では、面積が正確に表現される除歪画像（オルソ画像）が作成できる。このオルソ画像を用いて、植生と非植生のエリアを分類（教師付分類）し、それぞれの画素数をカウントすることでプロット内の植被率を算出した。

また、このオルソ画像を用いれば、植物種ごとのバイオマス推定ができる可能性がある。オルソ画像上で、葉の展開しているエリアを種ごとに手で抽出し、その範囲の植生体積をもとに、上記で作成した関係式から地上部乾重を求めた。

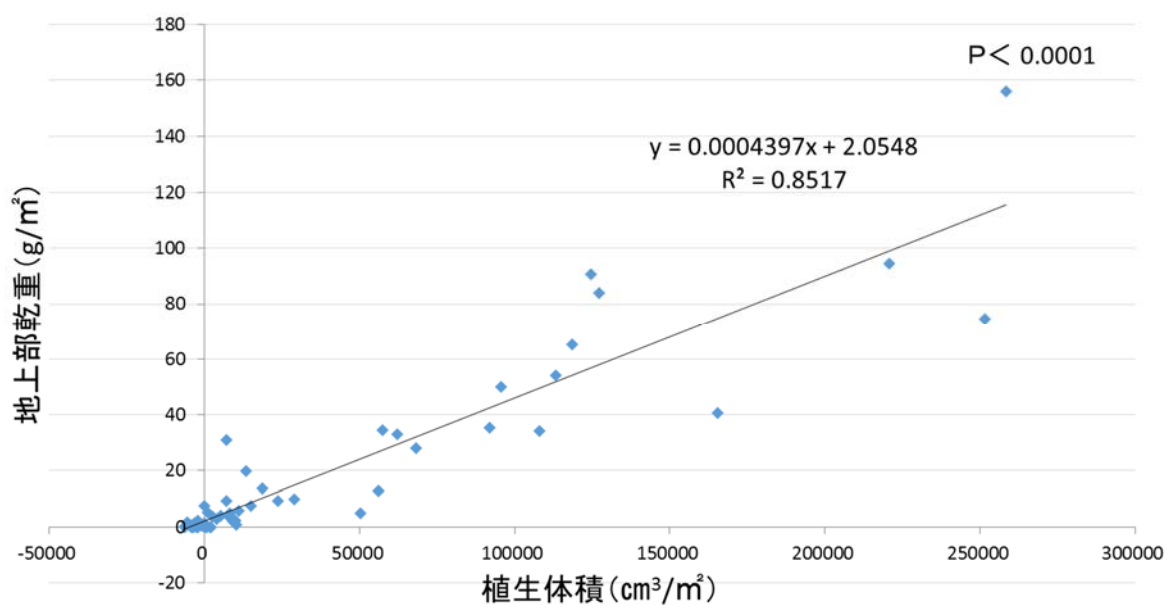
3. 結果と考察

まず、植被率と、個体調査から得られた地上部乾重との関係を示す（図－4）。両者に直線関係は見られたが、既に1年目で植被率80%に達するプロットもあった。バイオマスを経時的に推定していくことを考えると、100%が上限となる植被率での評価には限界がある。



図－4 植被率と地上部乾重の関係

次に、SfM から算出した植生体積と、個体調査から得られた地上部乾重との関係を示す（図－5）。当てはまりのよい回帰式を描くことができ、この関係を用いれば、写真画像をもとにバイオマス推定ができることが示された。

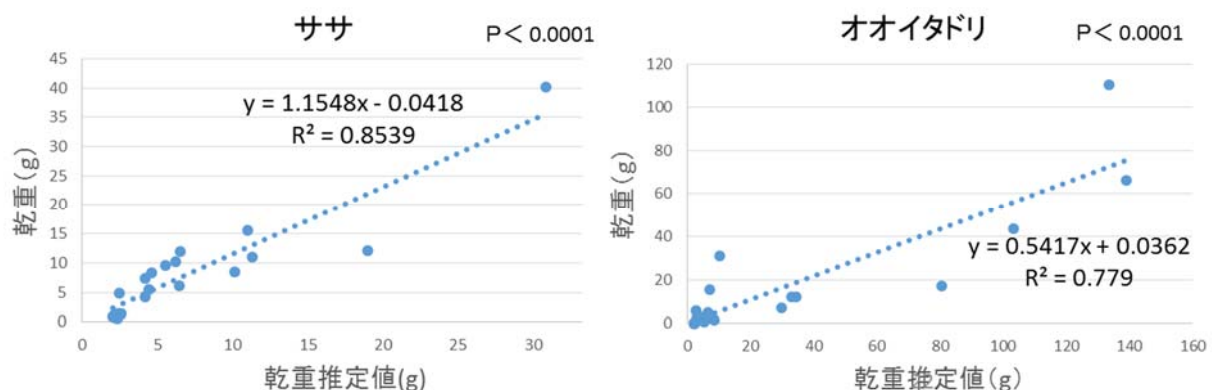


図－5 植生体積と地上部乾重の関係

最後に、植生の中で、優占度の高かったクマイザサとオオイタドリについて、種ごとの植生体積から地上部乾重の推定を試みた。推定結果を、個体調査から得られた地上部乾重と比較した（図－6）。クマイザサ、オオイタドリとも比較的高い相関が見られたが、関係式の傾きは1から離れており、またそれぞれに傾向が異なっていた。すなわち、クマイザサは推定が過小評価、オオイタドリは過大評価となっていた。

これは植物種ごとの形状（葉の空間配置）の違いに起因したと考えられる。今回の手法で算出される植生体積は、上部の葉から地面まですべての空間を含む体積となる。そのため地上部バイオマスが同量であったとしても、上層に葉を集中させる形状を持つ種（ふたつの種の比較で言えばオオイタドリ）のほうが、植生体積が高く算出され、評価が過大になると考えられる。

しかしながら、相関係数自体は高かったことを考えれば、植物種ごとの補正係数（グラフの傾き）を求めることによって、精度の高いバイオマス推定ができるということがいえる。



図－6 個体調査の乾重と推定値の比較

4. まとめ

SfMの利用により植生調査プロットのオルソ画像と3Dモデルを容易に作成することができた。オルソ画像からは種の同定や植被率を算出することができ、3Dモデルからは関係式を作成することでバイオマス量を求めることができる。両者を利用し補正值を算出すれば種ごとのバイオマス量の推定精度を高めることも可能である。本報告においてSfMは、簡便で定量的なバイオマス量の調査手法として有用であることがわかった。

SfMを植生調査に導入することの長所は、作業効率が高いことと再現性が高いことにある。フィールドでは、対象とする地物の写真を撮影するだけなので、調査時間が大幅に短縮され、多数の調査地を効率よく記録できるようになった。また3D形状を正確に再現するので、長さ・面積・体積の計測や、植物種ごとの位置、葉の重なりの様子などを後から確認できる。これらの点は、従来行われてきたこれまでの個体調査より優れているといえる。

SfM導入のメリットは多いが、課題もある。ボリュームの評価はしやすいが、葉の陰に隠れ、写真に写らない小さい個体については再現することができない。すなわち、個体数の評価は難しいといえる。そのため、個体数の推定が調査の目的である場合は、これまでのフィールド調査での手法は引き続き重要である。SfMでの評価とフィールド個体調査での評価、両者を組み合わせることも含め、目的に応じてより適した調査手法を選択していくことが肝要であろう。

参考文献

- [1]. 味岡収・渡邊弘行,2014,画像解析による3次元形状復元の可能性についての再考,日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）, p791-792