

UAVによる法面植栽木の炭素固定量推定

UAVとレーザ計測による森林計測の効率化

キーワード：UAV, レーザ計測, 法面緑化, 樹木計測, 炭素およびCO₂固定量

森林・農業ソリューション技術部 藤井 創一朗・和田 幸生 海外事業推進部 金 宗煥
株式会社 安藤・間 池田 穰

はじめに

近年、UAV（無人航空機）を用いた各種計測技術が急速に普及しつつあり、森林分野でも現地調査を省力化する新たな手法として注目を集めています。

本稿では、UAV を活用してアジア航測が実施した、「平成 30 年度宮ヶ瀬ダム原石山緑化調査業務」（発注者：株式会社 安藤・間）の内容を紹介します。

宮ヶ瀬ダム（神奈川県）湖畔の法面（図 1）では、CO₂ の固定による温暖化防止への貢献を目的として従来の草本緑化とは異なる木本緑化が実施されました^{*1}。本業務では、木本緑化の温暖化防止効果の有効性を検証するために欠かせない緑化植栽木の炭素固定量を推定するため、UAV を用いて樹冠高、生体バイオマスを把握しました。

樹木の生育状況のモニタリングには、これまで、作業員が現地で調査を行っていましたが、今回は UAV による計測を現地調査の代替とすることで、作業員が危険な急傾斜地に立ち入ることなく、安全かつ効率的に調査を行うことができました。

図 1 宮ヶ瀬ダム調査対象地



図1 宮ヶ瀬ダム調査対象地

方法

本業務では、既存のデータ（過去に取得した航空レーザデータ、現地植生調査データ）と新規に取得したデータ（UAV 空撮画像）を組み合わせ、植栽木の樹冠高および炭素固定量を推定しました（図 2）。

(1) 樹冠高の計測

樹冠高は、樹冠も含めた表層面の高さ（DSM）から、地

表面の高さ（DTM）を差し引くことで求められます（図 3）。

地表面の高さは過去に計測した時から変化がないと見なし、既存の航空レーザデータを利用しました。一方、表層面の高さは、樹木の成長により変化し続けていることから、UAV で新規に空中写真を撮影しました。

撮影した空中写真は、写真測量ソフトウェアにより DSM を取得することができます。DSM から DTM を引くことで、最新の樹冠高（DCHM）を求めました（図 4）。

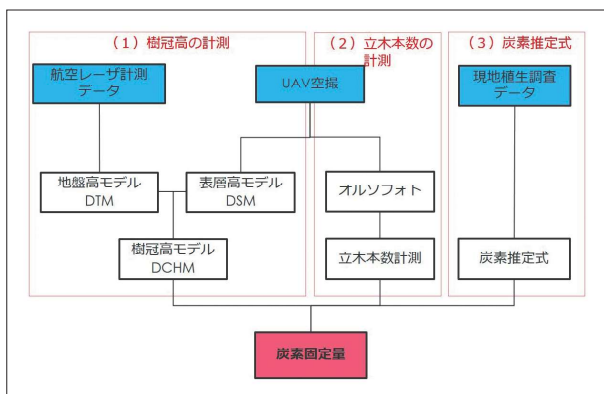


図2 炭素固定量およびCO₂固定量の推定までの流れ

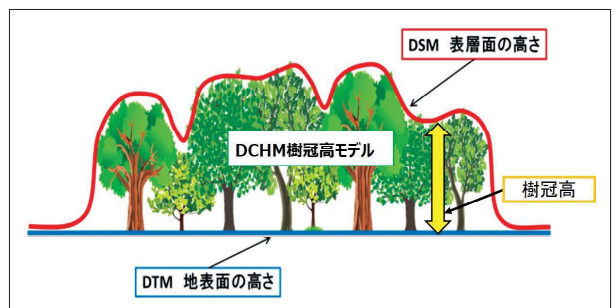


図3 樹冠高モデルの概念図

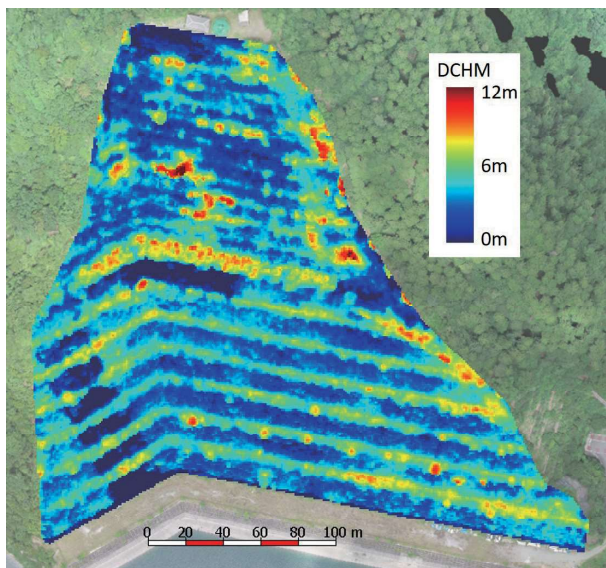


図4 樹冠高モデル (DCHM)
暖色ほど樹冠高が高く、寒色ほど低いことを示す

なお、広葉樹は針葉樹に比べ樹冠の凹凸が少ないことから、ここでは一定範囲の DCHM の平均値を平均樹高としました。

(2) 立木本数の計測

法面に4つの試験ブロックを設定し、ブロック内の立木本数を、UAVで撮影した空中写真から目視で判読し計測しました(図5)。ただし、空中写真の判読による立木本数は過少に測定される傾向があり、針葉樹人工林で15~20%程度立木本数が実際より少なく評価されると

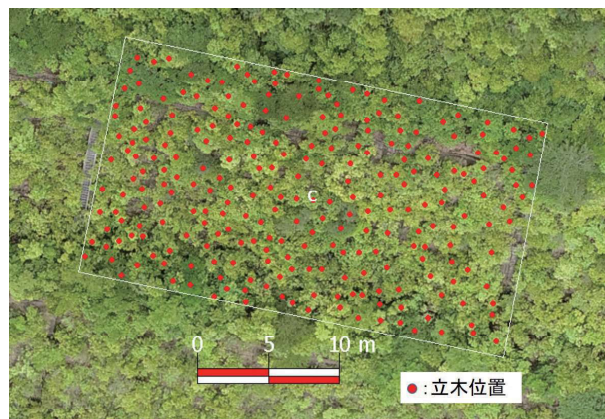


図5 立木本数の計測

の指摘があります^{*2}。さらに、広葉樹(調査地植栽木)は樹冠が不明瞭で、下層に小径木が隠れていることもあり、立木本数がより過少に判読されると想定されます。ここでは、過去の調査結果から計算した自然枯死率も考慮した上で、目視判読本数の1.5倍を推定立木本数として炭素固定量算出の計算に用いました。法面全体の立木本数は試験ブロックの面積按分により算定しました。

(3) 炭素固定量推定式の作成とCO₂固定量の算定

植栽木の炭素固定量は、樹高から単木の炭素固定量を推定する式(過去の現地植生調査データを用いて作成)により計算することができます。この式と、(1)の平均樹冠高(≒平均樹高)、(2)の立木本数を組み合わせて、法面全体(48,000m²)の炭素固定量を求めたのち、CO₂変換係数(44/12)^{*3}を乗じてCO₂固定量を算定しました。

結果

調査の結果、2007年の前回調査時と比較して平均樹高とCO₂固定量がともに増加したことがわかりました(表1)。ただし、前回調査時と調査方法が異なっているため単純比較は難しいことに留意が必要です。

調査地の立木は低木であるため、CO₂固定量は一般的なスギ人工林の1/6程度^{*3}でしたが、CO₂固定量が年々増加していることから、1年~数年で枯れてしまう草本類に比べ、ダム法面への木本類の植栽は、より温暖化防

止に貢献していると言えます。

なお、UAVによる計測作業期間は1日でした。複数名の作業員が数日かかりで実施した前回調査時と比較すると、大幅に効率化されています。

表1 調査結果

2001年		2007年(前回調査)		2018年(今回調査)		
平均樹高(m)	CO ₂ 固定量(t-CO ₂)	平均樹高(m)	CO ₂ 固定量(t-CO ₂)	立木本数	平均樹高(m)	CO ₂ 固定量(t-CO ₂)
2.0	67.3	3.0	250.4	23,653	4.0	259.9

おわりに

今回の手法を用いれば、急斜面の調査でも従来より安全かつ効率的に樹木調査を実施することが可能です。航空レーザデータとUAVを組み合わせた低コストな森林調査方法として、炭素固定量の推定のみならず、伐採地

の検地や森林簿の更新などの森林施業・計画に関する業務にも応用可能です。立木本数推定の精度向上などの技術開発をさらに行い、次世代の森林調査技術として今後も活用を図っていきます。

*1 池田・山口: 樹木ポット苗による緑化法面の経時変化、日緑工誌、29(4)、2004。

*2 渡辺宏: 最新森林航測テキストブック、日本林業技術協会、1993。

*3 林野庁ホームページ(https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/ondanka/20141113_topics2_2.html)、2020年10月参照。