

UAVを用いた立木調査について

八千代エンジニアリング株式会社 池田誠、○矢野孝樹、小林泰士、
吉永栄一、長谷川怜思、横田敏広
株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク 春田健作、横山壮

1. はじめに

土石流対策計画を立案する際に、計画流出流量を算出するための立木調査を行う必要がある。この調査は、一般に 10m×10m の範囲のサンプリング調査によって行われている。

サンプリング調査では、樹木材積算出を行うために、範囲内の樹木ごとに地盤から 1.2m (北海道では 1.3m) の胸高直径を計測する。

土石流危険渓流等は急峻渓流が多く、現地調査で到達することが困難な地形を有している場合もある。このような現地では、調査地点までの移動だけでも多くの時間を要し、調査中の安全管理も十分な配慮が必要となる。

本検討は、生産性向上と安全確保、胸高直径を調査員が直接計測することなく立木調査を実施可能とすることを目的とした、UAVを用いた立木調査を試験的に実施した。本論では、その調査結果と今後の課題について報告するものである。

2. 使用したUAV

本調査で使用した UAV は、SkydioR2 for Japanese Inspection (SkydioJ2) である(図1)。

本機は、6つのセンサーカメラが 360度周囲を撮影し、その映像を AI で解析して障害物を避ける機能を有している(表1)。

障害物回避機能が優れているため、既存の砂防堰堤等にも近接して撮影をおこなうことができ、高精度な施設形状を把握することが可能である(図2)。

上記の理由より、GPSが届かない林内でも安定した飛行が可能であることから、本機を採用した。



図1 使用したUAV (SkydioJ2)

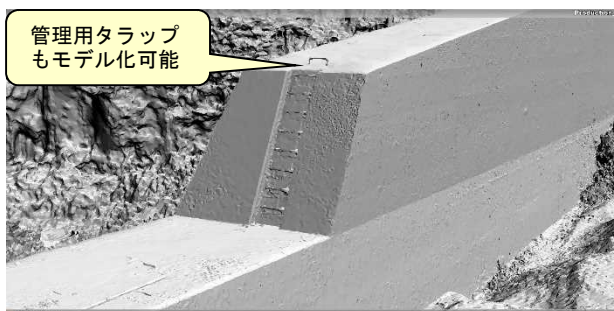


図2 砂防堰堤をUAV計測でモデル化した事例

表1 使用したUAV (SkydioJ2) の基本諸元

項目	諸元
飛行時間	23分
最大速度	58km (36mph)
カメラ解像度	静止画:1,200万画素、動画:4K 60fps
サイズ	L 223 mm×W 273 mm×H 74 mm
重量	775g
最大通信距離	200m
位置補正	GPS+VIO+SLAM
最大風速抵抗	約10メートル
障害物検知	全方向(魚眼レンズ上下3つ 計6つ)
動作温度範囲	-5度~40度

3. 従来方法による調査

山梨県の現地を試験地として選定した(図3)。調査は概ね 10m×10m の範囲にテープを囲み、調査員によって立木の位置・胸高直径を計測した。対象範囲には 13本の立木が位置していた。



図3 従来方法による調査

4. UAVによる調査

従来方法の調査を実施した範囲と同じ範囲に対して、UAVによる調査を行った(図4)。

オペレーターは、調査範囲外で目視とモニターで確認を行いながら UAV を操縦した。

調査時間は、概ね 20~30 分間程度であった。



図4 UAVによる調査

5. UAVによる調査結果の解析

UAVによる調査を行ったデータを基に、机上で解析を行った。

点群データとして三次元化を行い(図5)、現地で目視調査した結果と概ね同等の現地地形と立木の状況を再現することができた。

ここで、現地の地盤は傾斜しているため、地盤高から 1.2m の位置をどのように設定するかが課題となった。

この課題を解決するため、地盤の代表的な傾斜方向を確認した上で、地盤の傾斜が概ね水平になる様にモデルを回転させ、地盤から 1.2m の位置を算出する方法を用いた (図 6)。

その上で、地盤から 1.2m 付近の点群データを 1cm の厚さでスライス状に切り抜き、平面に投影させ、立木の直径 (短径) を計測した (図 7)。

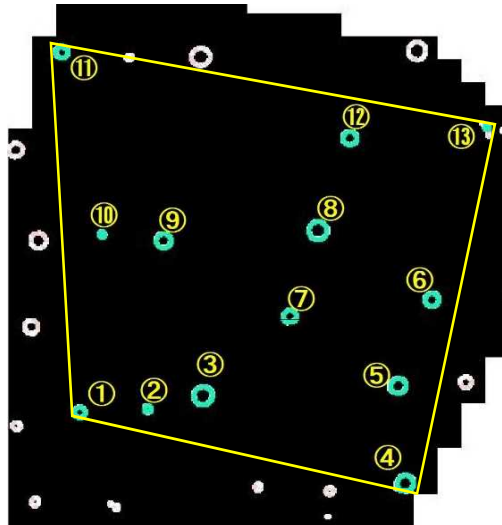


図 7 立木のスライスと直径 (短径) の計測

6. 調査結果の対比

従来方法による調査結果と、UAV による調査結果を対比した。

調査範囲に位置した 13 本の立木の胸高直径の対比を行った結果、従来方法による調査は、5cm 単位で計測したことを勘案すれば、UAV による調査でも、ほぼ同精度の調査結果が得られるということが明らかとなった (図 8)。

7. おわりに

本調査では、UAV のみでの調査によって、胸高直径を比較的高い精度で計測することが可能となった。今後は、次の点に着目して、開発を進めていく必要があると考えている。

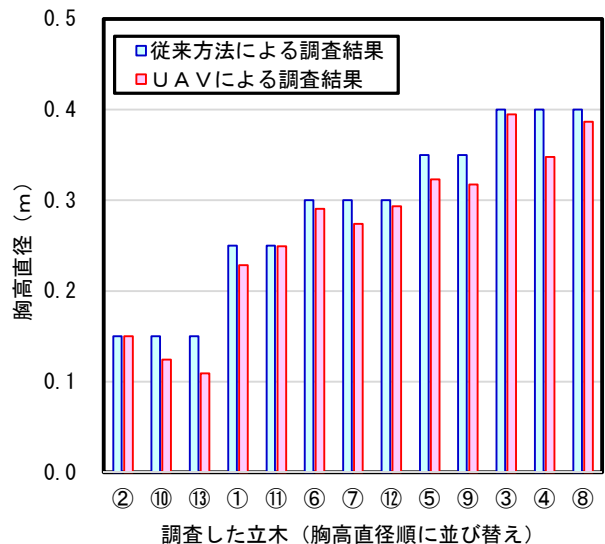


図 8 調査方法による胸高直径の対比

(1) 機体に関する課題

今回の現場条件では問題はなかったが、今後、現地調査困難箇所での適用を想定した場合、基点から遠く離れた現地までの往復時間を考えると、現状のバッテリーより大容量のバッテリーを搭載させることが望ましい。

調査当日は快晴であったため、林内の日向と日陰のコントラストが極端であった。本手法は映像を基に解析を行うため、この明暗差が、点群データの粗密を生じさせ、三次元化に一部影響を与えた。これらの改良も今後の課題と考えられる。

(2) 解析に関する課題

今回の調査は初めての試みであったため、計測モデルを回転させ、地盤を水平にさせる後処理を行った上で地盤からの胸高を算出した。今後、これらの作業の自動化が必要である。

また、この電子データのファイル容量が大きく、解析処理に時間を要するため、ファイルサイズの削減も今後の課題である。

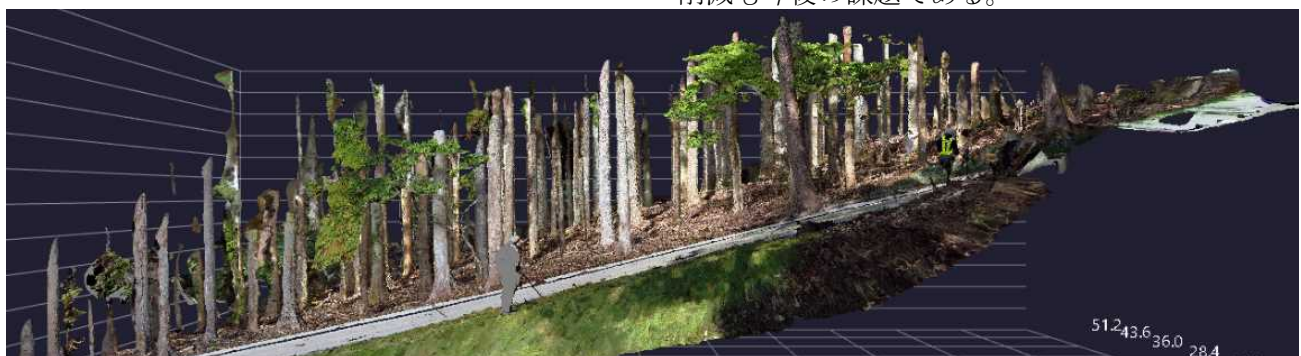


図 5 UAV 調査結果のモデル化 (点群データ)



図 6 地盤を水平に回転させた胸高 (地盤から 1.2m 位置を切り抜き)