

# ドローンを用いた定性と列状間伐木の画像抽出

信州大学農学部 4年 ○浦野<sup>うらの</sup> 陽平<sup>ようへい</sup>

## 要旨

間伐木の把握手法として、ドローンを用いた間伐木の画像抽出を行いました。撮影データから樹頂点を抽出し、間伐前後の樹頂点変化から間伐木を抽出しました。列状・定性間伐と異なる間伐方法で間伐木の抽出を行い、精度検証しました。列状間伐木の抽出率は60.5%であったのに対して、定性間伐木の抽出率は34.7%となりました。未抽出間伐木の多くは被圧木であることから、間伐木の抽出精度には間伐方法と林分の立木密度が影響していると考えられます。

## はじめに

近年、森林には木材生産、地球温暖化防止、災害防止・国土保全、水源涵養等の多面的機能が十分発揮されることが求められています。しかし、間伐遅れの人工林が数多く存在し、これらの森林を健全な状態で維持していかなければなりません。そのため、間伐による森林の適切な管理を推進するために国や都道府県などは様々な補助事業を実施していますが、補助金の給付に必要な間伐後の伐採照査業務には多大な労力を要しており、その省力化が求められています。

そこで、本研究では省力化手法として安価な普及型ドローンを用いた定性と列状間伐木抽出法の実用性を検討しました。また、林業現場での普及を想定して、森林組合の間伐施業地を調査地としました。

## 1 調査地

北信州森林組合の管轄である長野県下高井群山ノ内町向原施業地を調査地としました。この施業地では2018年の8～9月に間伐を行いました。主な構成樹種はカラマツとスギです。今回はカラマツ列状間伐林とスギ定性間伐林について紹介します。

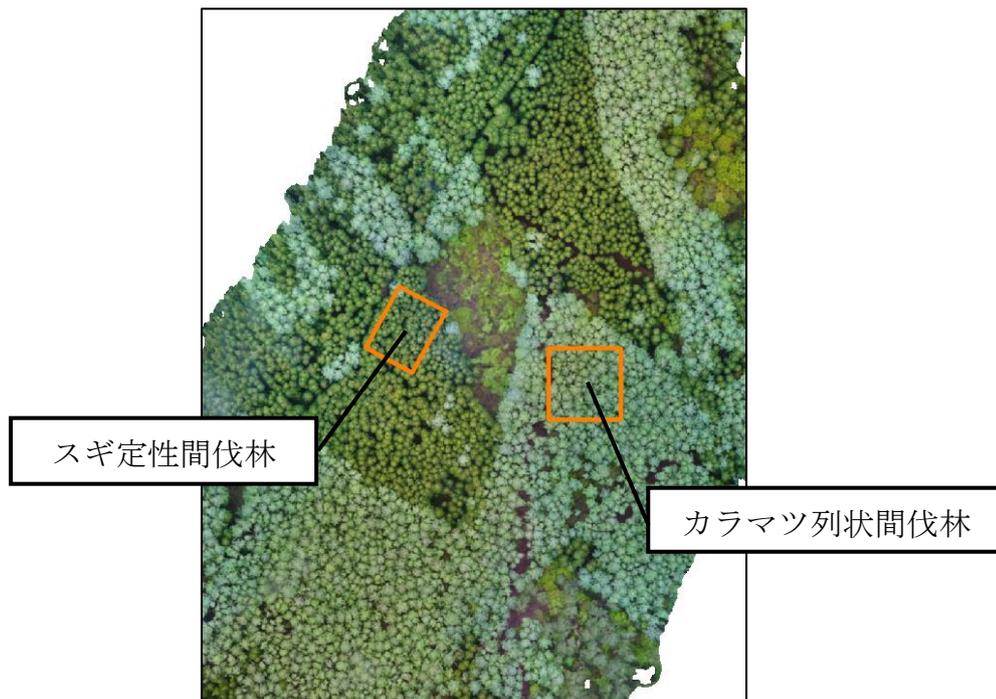


図1 調査地とプロット位置

### (1) カラマツ列状間伐林の概要

列状間伐を実施した範囲内に 40m×40m のプロットを設置しました。間伐前の立木密度は 693 本/ha でした。

### (2) スギ定性間伐林の概要

定性間伐を実施した範囲内に 40m×30m のプロットを設置しました。間伐前の立木密度は 1,366 本/ha でした。

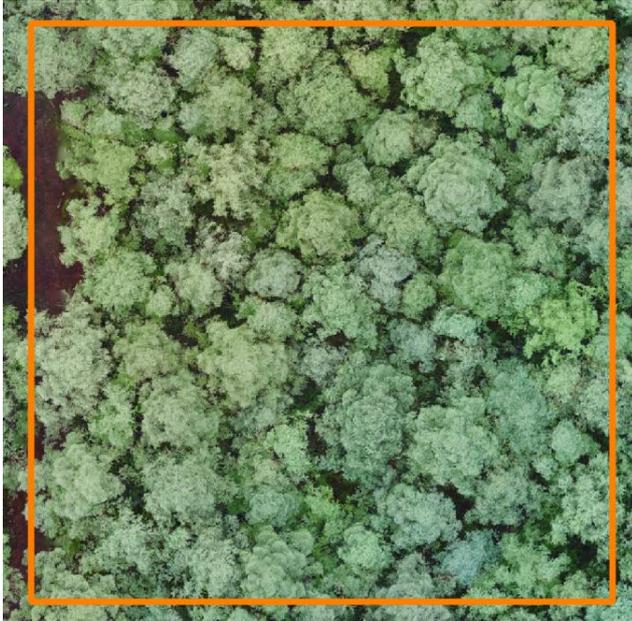


図2 カラマツ列状間伐林のプロット



図3 スギ定性間伐林のプロット

## 2 使用ツール・使用機器

Litchi (VC Technology 社), Phantom 4 Pro (DJI 社), METASHAPE (Agisoft 社), 長野県航空レーザデータ、QGIS, Geo7x (Trimble 社), TRUPULSE360 (LASER TECHNOLOGY 社)

## 3 撮影方法

Litchi で直接ルートを作成することもできますが、今回はドローンの飛行高度精度を極力高めのために QGIS を使用してルートを作成しました。ルート上の長野県航空レーザデータから 50cm の DEM データを抽出し、地上の高さデータを正確にしたうえで、飛行高度を 100m に設定しました。また、シャッター速度は 2 秒に 1 枚、飛行速度を 18.1km/h に、コース間距離を 36m に設定しました。作成したデータを CSV 形式で Litchi にインポートし、ドローンを自動飛行させました。

今回の撮影は間伐前が 2018 年 5 月に、間伐後が 2019 年 9 月に行いました。

## 4 研究の流れ

### (1) 画像解析

間伐前後の各撮影データを SfM (Structure from Motion) ソフトウェアである METASHAPE に取り込み、オルソ画像及び DSM を作成しました。

### (2) 樹頂点抽出

METASHAPE で作成した DSM と DEM の差分から DCHM を作成しました。この DCHM に QGIS の GRASS ツールの「r.neighbor」を用いて、局所最大値フィルターを適用しました。局所最大値フィルターとは設定した

ピクセル数内の最大値を全ピクセルの値へと置換するフィルターです。そして、局所最大値フィルター処理した DCHM から DCHM を引き、値が限りなく 0 となった点を樹頂点としました。そのため、設定するピクセル数は林分の平均樹冠サイズとなります。今回はヒノキ林で 11×11、スギ林で 9×9 のピクセル数に設定しました。

局所最大値フィルターを使用することで、ほとんどの樹頂点は正しく抽出できます。しかし、中には 1 つの樹冠に対して複数の樹頂点が存在したり、樹頂点が抽出できない個体もあります。そこで、本研究ではオルソ画像と DCHM を参考にして、誤抽出された樹頂点の削除と未抽出樹頂点の追加を目視で行いました。

### (3) 間伐木抽出

図 4 のように間伐前後のオルソ画像と樹頂点を重ね合わせることで、間伐木と残存木を目視判読しました。今回は間伐後に消失している樹頂点を間伐木 (●) としました。その結果、カラマツ列状間伐林では間伐木 31 本、残存木 57 本を判読しました。一方で、スギ定性間伐林では間伐木 20 本、残存木 101 本となりました。

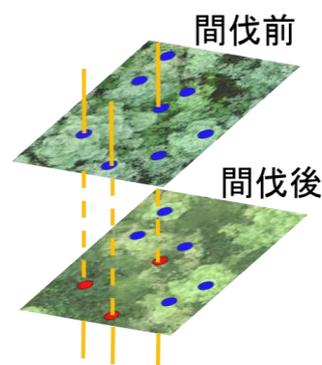


図 4 目視判読の方法

### (4) 現地調査

はじめに、伐根の位置データを取得しました。その際に Geo7x と TRUEPALSE 360 を使用しました。Geo7x で基準とする場所の位置情報を取得し、その後基準点を起点に TRUEPALSE 360 で伐根の位置情報を記録しました。

また、伐根直径及び立木の DBH・根元直径を調査し、間伐木の DBH を推定しました。

### (5) 間伐木抽出の精度検証

QGIS の解析により抽出した間伐木 (ドローン間伐木) と現地間伐木の重ね合わせを行いました。ドローン間伐木と現地間伐木の比較から、各間伐林の間伐木抽出精度の検証をしました。



図 5 カラマツ列状間伐林の比較



図 6 スギ定性間伐林の比較

- |                                                                                               |                                                                                                       |                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  : ドローン間伐木 |  : 10cm 以上 20cm 未満 |  : 20cm 以上 30cm 未満 |
|  : 現地間伐木   |  : 30cm 以上 40cm 未満 |  : 40cm 以上 50cm 未満 |

## 5 結果・考察

表1にドローン計測による列状・定性間伐木抽出結果をまとめました。ここでの、抽出率(%)は以下の式から算出しました。

$$\text{抽出率}(\%) = (\text{一致本数} / \text{伐根本数}) \times 100$$

列状間伐林ではドローン計測で抽出した31本の間伐木のうち、26本が一致し、抽出率が60.5%となりました。一方で、定性間伐林では抽出した20本のうち17本が一致しましたが、未抽出木が32本もあり、抽出率は34.7%と低下しました。図7、8には各間伐林における一

表1 ドローン計測による間伐木抽出結果のまとめ

	伐根総数	抽出総数	一致本数	抽出率(%)
列状間伐林 693本/ha	43	31	26	60.5
定性間伐林 1,366本/ha	49	20	17	34.7

致間伐木と不一致間伐木の本数をDBHの大きさごとに表しています。図7より列状間伐林ではDBH20cm以上の間伐木において、ドローン計測で多く抽出できていることが判明しました。また、図8より定性間伐林ではDBH30cm以下の間伐木で抽出率が低下していることが分かりました。

図7、8より列状・定性間伐ともに、DBHの大きい間伐木ほど抽出率が上昇していることが見て取れました。このことから、間伐方法に関わらず上層の間伐木抽出は十分可能であると言えます。次に間伐方法別に見ると、列状間伐木の抽出率は60.5%と比較的高くなりました。これは列状間伐が上層木も間伐木に多く含まれるためと考えられます。一方で、定性間伐木の抽出率は34.7%と低くなりました。これは定性間伐の主な間伐木が劣勢木であったためと推測されます。また、定性間伐林では間伐前の立木密度が高く、樹木間競争が激しくなり被圧木が多く存在していた可能性が高いです。本研究では、間伐前後の樹頂点変化から間伐木を抽出しているため、被圧木のように間伐前のドローン計測から樹頂点を抽出できない単木を間伐木として抽出することは困難であったと示唆されます。

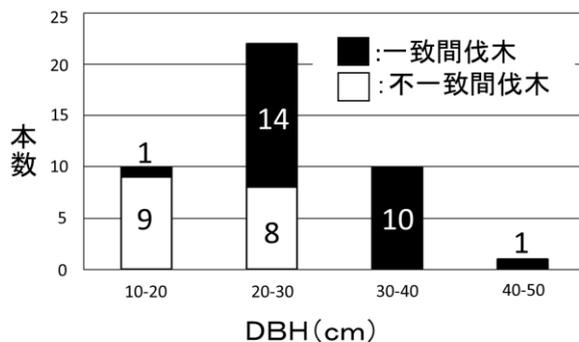


図7 列状間伐林のマッチング結果

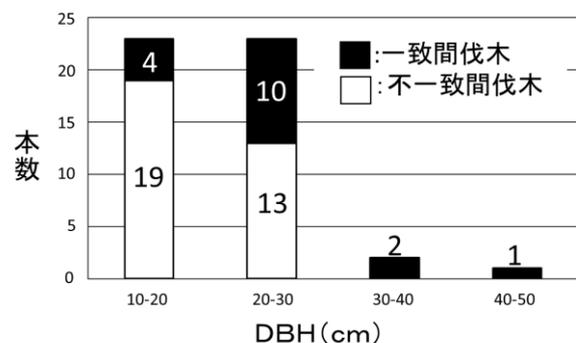


図8 定性間伐林のマッチング結果

### おわりに

本研究では、ドローンを用いた間伐木抽出法の実用性を検討しました。抽出率は低くなりましたが、上層の間伐木把握には有効であると分かりました。今後は、結果の客観性確保と解析の効率化のためにも、樹頂点抽出の簡略化が必要となります。

### 参考文献

- ・林野庁 , (2018), 森林・林業白書
- ・千代西尾 輔 , (2018), 普及型ドローンを用いた単木レベルの森林解析・森林情報の可視化 , 信州

大学卒業論文

- ・小林 竜大 ， (2013), 高解像度データを用いて樹頂点検出方法の開発 ， 信州大学学位論文
- ・国土地理院 ， (2015), 航空レーザ測量データを用いた樹高等のデータ作成
- ・加藤 正人 ， (2014), 森林リモートセンシング 第4版 ―基礎から応用まで―, 日本林業調査会
- ・喜多 耕一 ， (2017), 業務で使う林業 QGIS 徹底使いこなしガイド ， 全国林業改良普及協会