

スマート精密林業におけるドローンレーザによる単木把握

中信森林管理署 総括地域林政調整官
 信州大学山岳科学研究所

いわつか のぶひと
 ○岩塚 伸人
 いちかわ しおり
 ○市川 葉

要旨

航空機を活用したレーザ計測は、既に、長野県民有林等各地で取り組まれており、本数、高さ、体積については、高い精度で把握できることが分かっています。

中信森林管理署と信州大学山岳科学研究所は、ドローンレーザ計測による単木把握が収穫調査に実用化できる可能性について、ドローンレーザ計測と毎木調査の比較による精度の解析を行い検証するとともに、収穫調査以外でのドローンレーザの活用方法についても検証を行いましたので、その結果について報告します。

はじめに

国有林においては、戦後造林した資源が成熟期を迎え、木材としての利用可能な森林が増加傾向にあること（図-1）、当署における収穫調査業務は、標準地によるサンプル調査が多く、調査精度に人為的な誤差が生じる可能性があることや当署の国有林は傾斜角度が30度以上の急傾斜地が全体の90%を占め（図-2）、ササの丈やササの密度が高い場所が多く（写真-1）、安全面や調査経費面からも調査効率の向上及び省力化が課題となっており、調査研究の背景として、航空レーザーやUAVレーザによる上空からの効率的な森林資源把握の期待があります。また、当署と信州大学山岳科学研究所は研究開発に関しての協定を締結していたこともあり、調査研究を連携して行うことにしました。



写真-1

ササの密度が高い箇所での収穫調査

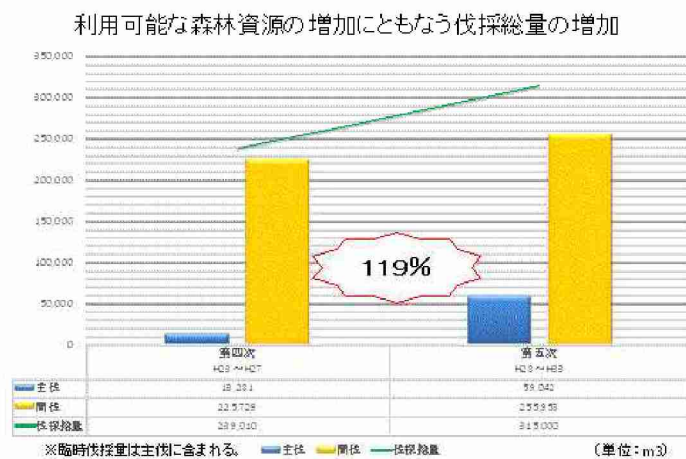


図-1 伐採量の変化

中信森林管理署管内国有林における急傾斜地(30度以上)の森林の割合

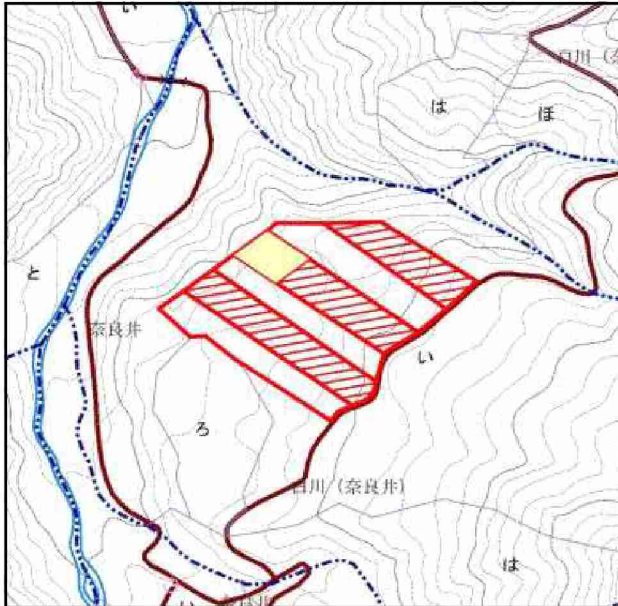


図-2 急傾斜の割合

1. 調査地

中信森林管理署管内の南部に位置する塩尻市の奈良井国有林1542い林小班の製品生産事業地4.44 ha（うち2.37 ha伐採）を調査地に設定しました。（写真－2）

調査地は林齢63年生のカラマツの人工林で下記の斜線箇所（図－3）を帯状に伐採しました。



図－3 位置図



写真－2
事業地の概要

2. 調査手順

ドローン及びレーザスキャナ、ドローン計測で得たデータ解析に使用したソフトウェアは以下を使用しました。株式会社Ace-1様の御協力を得て、計測をしました。

(1) 使用機材等

使用機材

- ・ UAV（ドローン）（enRoute社）（写真－3）
- ・ レーザスキャナ (YellowScan社)（写真－4）

ソフトウェア

- ・ ArcGIS10.4.0
- ・ ENVI LiDAR5.3 など



写真－3 UAV（ドローン）



写真－4 レーザスキャナ

(2) 調査手順 (図-4)

伐採前に現地調査を行いDBH（径級）と樹高の回帰式を作成しました。

ドローンレーザ計測は、伐採前と伐採後の2回行い、データの収集を行うことにしました。

伐採前後に撮影したドローンのレーザデータからそれぞれ樹木のみのデータをDCHM（樹高）として抽出しました。また、収穫前後のDCHM（樹高）の差分を取り出すことで、実際に伐採された収穫本数を取り出すことができます。

このDCHM（樹高）は精度5cm

以内の樹高の正確なデータを含んではいますが、DBH（径級）のデータをもっていないので、回帰式を用いてDBH（径級）を求め、立木幹材積式から材積を求めました。

得られた材積を現地調査結果と比較し精度を検証しました。

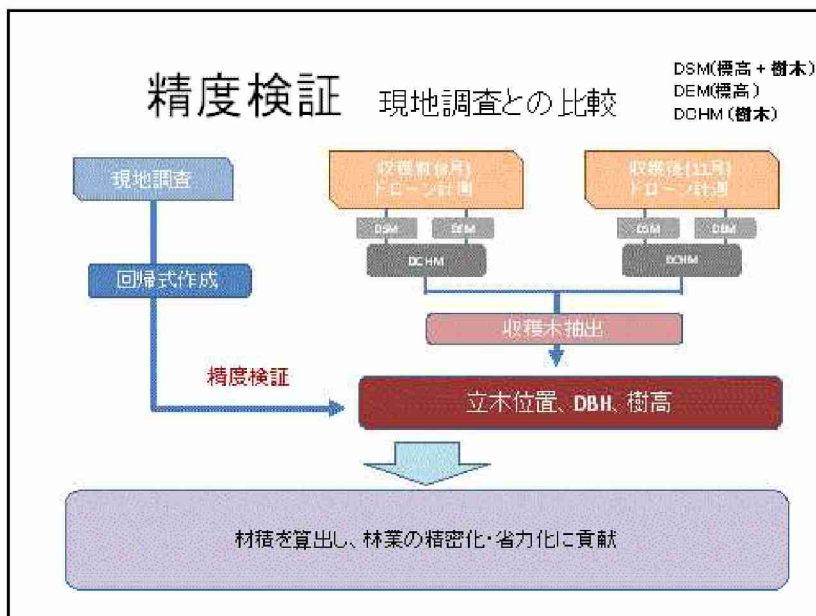


図-4 調査手順

(3) 現地調査

伐採面積の10%に相当する0.21 ha(30m×70m)を比較プロットとして設定し、DBH（径級）と樹高の回帰式データとするとともに精度検証データとしました。

調査方法は伐採前に樹種、立木位置、径級、樹高を調査しました。(図-5)

伐採後には伐倒された木の長さメジャーで実測し、先の調査で得た樹高と比較しました。

ドローンは一度飛行ルートを設定すれば、何度でも同じルートで飛ばすことができ、画像やレーザデータを1回の飛行で同時に取得することが可能となります。(図-6) 1回の飛行は10分程度で、準備を含めて1時間程度で終了しました。



図-5 現地調査

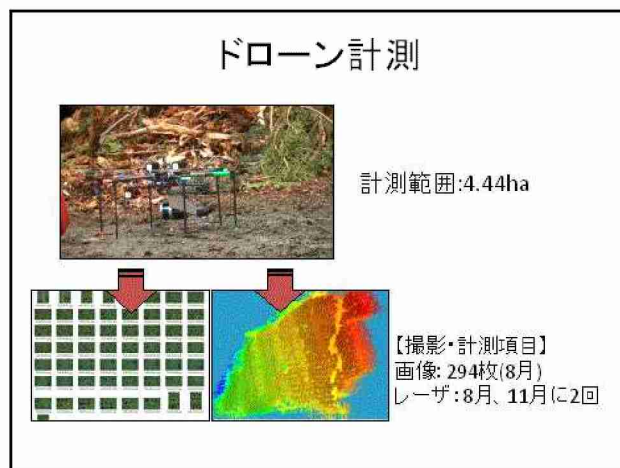


図-6 ドローン計測

(4) 解析手順

標高と樹木の高さを含むDSM（標高+樹木）、DEM（標高）を作成し、次に、DSM（標高+樹木）からDEM（標高）を差し引きDCHM（樹高）を抽出しました。オリジナルのレーザデータの計測センサのノイズや樹冠が明瞭でないことから、解析を正確に行うため、これらノイズを除去しました。（図-7）

伐採前後のDCHM（樹高）を抽出することで、伐採された立木のみデータの取り出ししました。これだけでは単木ごとの樹高や立木位置を検出できないので、単木の樹冠を検出しました。この単木樹冠から樹頂点を抽出して、樹高、そして回帰式によって求められたDBH（径級）、材積をエクセル表のデータベースに保存しました。（図-8）

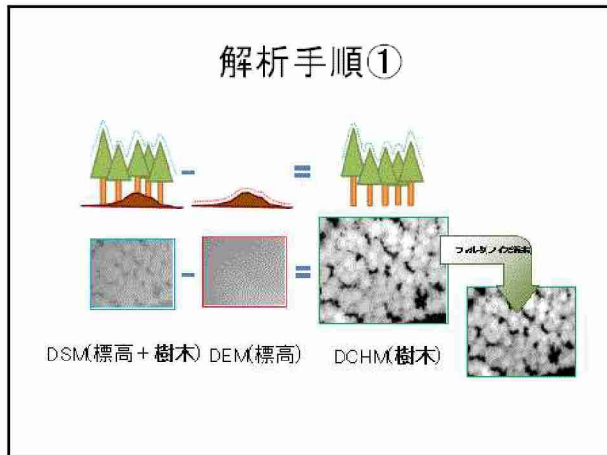


図-7 解析手順① ノイズ除去

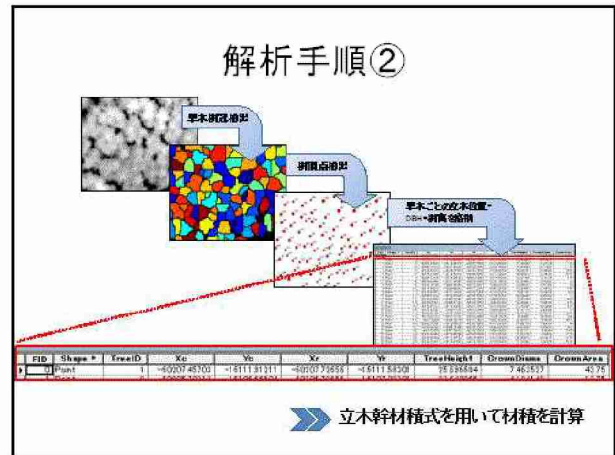


図-8 解析手順② 樹幹の検出

3. 解析結果

現地調査により記録された立木本数は70本、ドローンレーザデータによって検出した立木本数は57本であり、単木検出率は81%という結果になりました。これは、ドローンレーザデータによる検出本数が実測値より13本少なかったことを示しており、上空からのレーザ点群では検出しづらい被圧木や集団内の中層木などが判別できなかったことが原因でした。（図-9）

現地調査とドローン計測を平均値で比較した場合、DBH（径級）は0.2 mm、樹高は一致、平均材積は0.1m³の差となりました。判別できなかった被圧木や集団内の中層木は全体の材積への影響は少なくhaあたりの収穫材積としては、材積検出率で89%の精度となりました。（図-10）



図-9 分析結果① 立木位置と本数

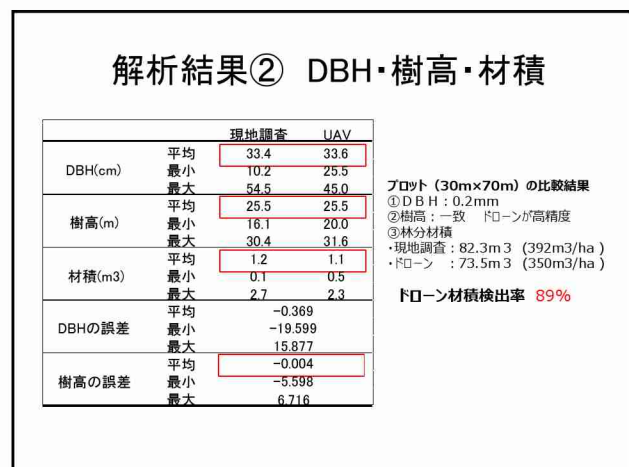


図-10 分析結果① DBH・樹高・材積

4. 考察

解析結果を踏まえ、実用化の可能性を検証すると、森林調査簿などの基礎データの整備に活用することができ、品質区分を余り必要としない製品生産事業、保育間伐、本数調整伐事業の収穫調査への活用が可能となります。

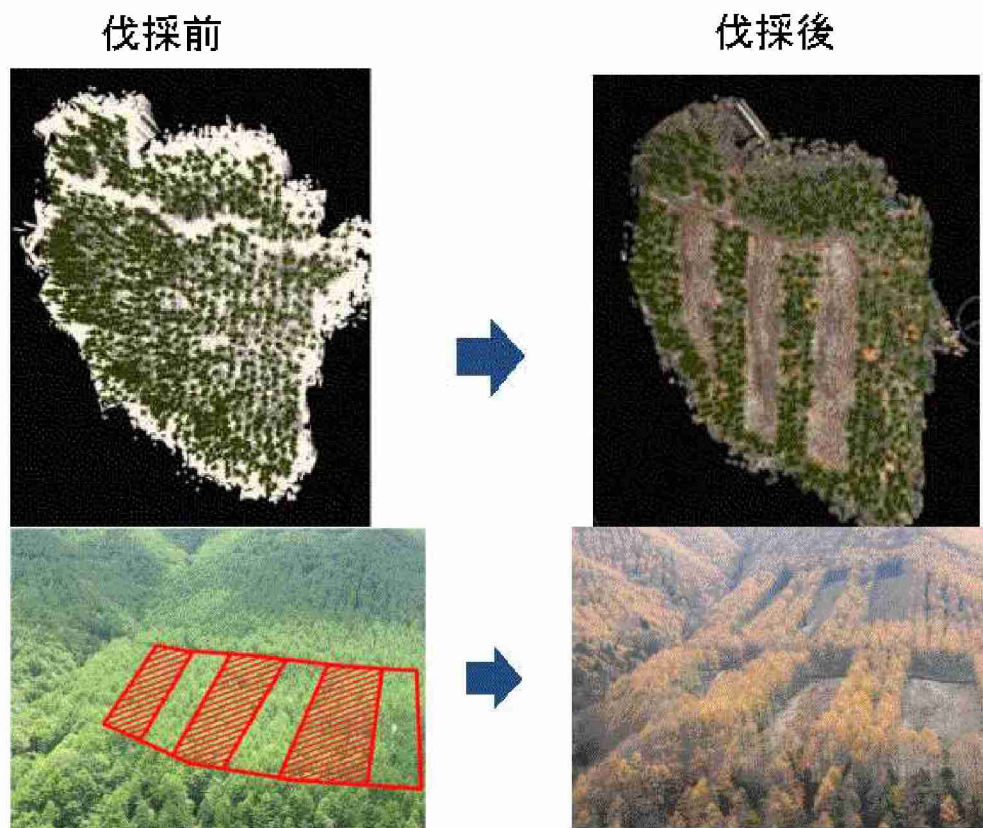
計測データを3Dの樹幹解析画像（写真－4）により活用することで、景観の保全などに配慮するため伐採方法の制約を受ける林分や針広混交林化を図る林分の伐採において、伐採前後をバーチャルに示すことができることから検討が容易になります。また、製品生産箇所において集材方法の検討も容易となります。

収穫調査以外にも林道・治山の設計の支援が可能となり、同時に災害等の緊急時においても早急に対応ができ、情報の収集が期待できます。

航空レーザと比較した場合、調査箇所を集中的かつ早急に調査できることがメリットと考えます。

5. 課題

立木販売の収穫調査に活用を図るためには、被圧木などの判読、樹種別の判定、品質区分の判定が必要となります。また、現在のドローンの飛行時間はバッテリーの蓄電量により1回の飛行時間が10分程度で、林道から離れたドローンの運搬が困難な箇所には適さないことがあります。



写真－4

ドローンレーザによる伐採前後の3Dモデル

おわりに

今回の調査研究は中部森林管理局管内での初めての取り組みでしたが、ドローンレーザ計測による森林資源把握の可能性を確認することができました。森林林業分野において、航空レーザ、ドローン搭載レーザを目的や規模に合わせて活用することにより様々な効果が期待できることから、引き続き、信州大学と連携し、実用化に向け検証していきます。

また、持続的なスマート精密林業の開発に向け関係機関と連携して新たな林業モデルである長野モデルの構築に向け、調査・検証も実施していきたいと考えています。