

航空レーザデータ どう使う？

岩手南部森林管理署遠野支署	発表者・チームリーダー	総括森林整備官	佐野 智一
	発表者	主事	小柳 聖弥
		主事	吉永 雄弘
	チーム員	森林情報管理官	遠藤 祥五
			齊藤 悠都
	アドバイザー	支署長	加藤 重義

1 はじめに

国有林野における人工林に占める 50 年生以上の割合が 5 割を超え、利用期を迎える中、それに合わせて収穫調査面積は増加傾向にあります。一方で、現場系非常勤職員や指定調査機関の調査員の高齢化などにより、収穫調査の実行体制は縮小傾向にあります。

その解決策の一つとして、リモートセンシング技術の活用により、内業を含めた収穫調査業務の効率化や簡素化を推進することが検討されています。

リモートセンシング技術のうち、飛行機で上空からレーザを地表に照射してデータを取得する航空レーザ測量については、無人航空機を用いる UAV レーザ測量と比較し、取得できるデータの正確性では劣るものの、現地の天候に左右されにくい、比較的広範囲を測量できるという利点があり、森林経営管理制度を運用する中で活用が期待されています。航空レーザ測量で取得できるデータ（以下、レーザデータ）のうち、地形解析データについては、傾斜区分図や CS 立体図といった形で林道や森林作業道のルート選定に活用されています。

一方、樹頂点データや立木材積といった森林資源解析データについては、林野庁が令和 2 年度に国有林野事業における手順書を作成しているものの、実際の事業には活用が進んでいない状況です。

そこで、手順書を参考に、レーザデータを用いた収穫調査結果に基づいて製品生産事業および立木販売を実施する方法について検討することにしました。

2 取組・研究方法

(1) レーザデータの活用に関する勉強会の開催

取組を開始するにあたり、岩手県県有林で、県庁担当者が主体となり、レーザデータを利用した立木販売を開始しているという情報を得ました。そこで、そのノウハウやレーザデータを利用するにあたっての留意事項を共有いただくため、県庁担当者を講師に迎え、遠野市内の林務担当者等を対象とした勉強会を企画しました。

当日の流れは、遠野市の航空レーザ測量事業の受託事業者からレーザ測量の概要を紹介いただいた後、遠野支署、岩手県農林水産部、遠野市および遠野地方森林組合から、試行段階のものも含めてレーザデータの活用事例を共有し、意見交換を行いました。

(2) レーザデータと収穫調査結果との比較

レーザデータの精度を検証するため、レーザデータを用いた場合の立木本数および立木材積の集計結果と、収穫調査結果との比較を行いました。

使用したデータは、令和5年度に遠野市と共同で取得した土淵地区のレーザデータです。遠野市では、令和元年度から航空レーザ測量事業を行っており、遠野支署では令和5年に協定を締結し、令和5年度以降にレーザデータを共同で取得することとしました。

今回の比較検証にあたって、製品生産事業と立木販売について1林小班ずつ選定しました。製品生産事業については令和7年度事業予定箇所の東恩徳国有林42い2林小班（小班面積17.96 ha）を、立木販売については販売済み箇所で元分収造林地である東恩徳国有林34に2林小班（同9.11 ha）を、それぞれ選定しました。

製品生産事業箇所では除外地5.54 haを除いた12.42 haについて解析を行いました。

解析は、QGISとMicrosoft Excelを用いて以下の手順で行いました。

- ① レーザ測量の対象区域全体のレーザデータから対象小班のデータを抽出する。その際に、樹種の誤り、異常な胸高直径、異常に近接した樹頂点がないか確認する。
- ② 樹頂点データをCSVファイルに出力し、本数および材積の合計を出す。
- ③ 合計した本数と材積を収穫調査結果のそれで除し、本数、材積割合を算出する。
- ④ 同様の解析を、スギ、アカマツ、その他針葉樹（ヒノキ等）、広葉樹について行う。

加えて、立木販売箇所については、レーザデータに含まれていない品質区分のデータの取得と、レーザデータと実測値との差があるかどうかの検証の可否の確認を目的として、追加で現地調査を行いました。調査方法は、地上型3Dレーザスキャナを活用した収穫調査で用いられる標本ライン法を準用しました。これは、対象小班を10mごとのラインに分割し、その中から小班の平均的な立木密度に近いライン（以下、標本ライン）を抽出し、標本ラインの中の立木について、樹高・直径・品質区分を40～50本程度調査する方法です。標本ラインの抽出は、QGISを用いて以下の手順で行いました。

- ① 対象小班上に10mメッシュを作成し、各メッシュ内の樹頂点の個数を7段階に区分して階層化する（図1）。
- ② 対象小班全体で、階層ごとのメッシュ出現比率を算出する。

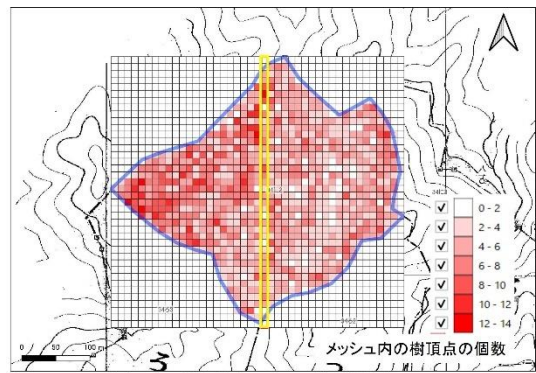


図1 レーザデータによる標本ラインの抽出結果



写真上 標本ライン法試行状況(区域の確認)

写真下 標本ライン法試行状況(立木調査)

③ ②で求めた出現比率とほぼ一致するラインを選定し、標本ラインとする。

レーザデータで標本ライン上の樹種別の本数を算出し、現地にて比較のための調査を実施しました。

3 結果

(1) レーザデータの活用に関する勉強会で情報共有

令和6年9月27日に、遠野支署会議室とZOOMを併用する形で勉強会を実施しました。参加者は、Web参加を含めて計25名でした。内訳は、岩手県農林水産部3名、岩手県林業技術センター2名、岩手県遠野農林振興センター3名、遠野市2名、遠野地方森林組合3名、受託契約者6名と職員6名でした。



写真 レーザデータの活用に関する勉強会の様子

岩手県農林水産部の担当者からは、レーザデータには、樹種が実際と異なるデータや、異常な胸高直径のデータ、樹頂点の間隔が1m未満のような異常な立木密度のデータが含まれている場合があるので、このようなデータを修正、削除しながら使用する必要があるという参考事例情報の提供がありました。遠野支署からは、次節の結果の一部を紹介しました。遠野市および遠野地方森林組合からは、森林経営管理制度の意向調査の際、間伐の可否を判断する際にレーザデータの収量比数を利用しているとした上で、視覚的でわかりやすい樹頂点データ等をより活用していきたいということで、樹頂点データをGoogle Earthと組み合わせた試行結果を共有いただきました。意見交換では、除外地の設定や誤伐の防止等のために区域表示は必要、レーザデータを扱える職員の育成が必要、等の意見が出ました。

(2) レーザデータと収穫調査結果との比較

① 製品生産事業箇所

小班の樹頂点データを抽出し確認を行ったところ、修正すべきデータはなかったため、そのまま解析を行いました。42い2林小班のレーザデータと収穫調査の結果を表1に示しました。レーザデータの結果は、立木本数が7,889本、立木材積が3,996 m³でした。一方、収穫調査の結果は、立木本数が11,568本、立木材積が4,482 m³でした。これらの結果から本数、材積割合を算出すると、本数割合が68%、材積割合が89%でした。本数、材積割合を樹種ごとにみると、スギは本数割合79%、材積割合98%、アカマツは本数割合113%、材積割合113%、その他針葉樹は本数割合0%、材積割合0%、広葉樹は本数割合30%、材積割合45%でした。

表1 調査方法による立木本数・立木材積の違い(42い2林小班)

樹種	レーザデータ	収穫調査	材積割合
スギ	(5,303)	(6,727)	(79)
	2,916	2,989	98
アカマツ	(1,996)	(1,772)	(113)
	875	772	113
その他 針葉樹	(0)	(1,080)	(0)
	0	263	0
広葉樹	(590)	(1,989)	(30)
	205	458	45
計	(7,889)	(11,568)	(68)
	3,996	4,482	89

(単位 上段():本、下段:m³、材積割合:%)

② 立木販売箇所

小班の樹頂点データを抽出し確認を行ったところ、異常な胸高直径や異常に近接した樹頂点はなかったものの、収穫調査結果の林相図および航空写真との比較により、レーザデータで広葉樹となっている区域が実際にはスギの区域であることがわかったため、そのように樹種を修正しました。34 に2林小班の結果を、樹種を修正する前のレーザデータ、樹種を修正した後のレーザデータ、収穫調査の順で表2に示しました。修正後のレーザデータの結果は、立木本数が5,822本、立木材積が3,337 m³でした。一方、収穫調査の結果は、立木本数が11,299本、立木材積が3,431 m³でした。これらの結果から本数、材積割合を算出すると、本数割合が52%、材積割合が97%でした。本数、材積割合を樹種ごとに見ると、スギは本数割合52%、材積割合87%、アカマツが本数割合117%、材積割合165%、その他針葉樹はどちらにも存在せず、広葉樹は本数割合30%、材積割合86%でした。

表2 調査方法による立木本数・立木材積の違い(34に2林小班)

樹種	レーザデータ (修正前)	レーザデータ (修正後)	収穫調査	材積割合
スギ	(1,688) 1,262	(3,352) 2,160	(6,499) 2,471	(52) 87
アカマツ	(1,461) 767	(1,394) 732	(1,188) 444	(117) 165
その他 針葉樹	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(-) -
広葉樹	(1,872) 915	(1,076) 445	(3,612) 515	(30) 86
計	(5,021) 2,944	(5,822) 3,337	(11,299) 3,431	(52) 97

(単位 上段():本、下段:m³、材積割合:%)

追加調査は、令和6年12月23日に実施しました。樹種ごとの品質区分別の本数を表3に示しました。調査した75本の樹種の内訳は、スギ26本(35%)、アカマツ29本(39%)、広葉樹20本(26%)でした。品質区分については、スギの場合、「正常」が21本(81%)、「根曲がり」が0本(0%)、「外」が5本(19%)でした。レーザデータと標本ライン法とのスギの直径階別本数割合の比較結果を図2に示しました。ともに26cm~30cmが最も割合が高く、似たような分布を示しました。一方で、16cm未満ではレーザデータの本数割合が標本ライン法のそれよりも低い傾向にあり、32cm~34cmではレーザデータの本数割合が高い傾向にありました。

表3 標本ライン法で算出した樹種と品質区分の本数および割合

樹種	本数	割合	品質区分	本数	割合
スギ	26	35	正常	21	81
			根曲がり	0	0
			外	5	19
アカマツ	29	39	A	5	17
			B	17	59
			NA	7	24
広葉樹	20	26	下	7	35
			外	13	65
計	75	100			

(単位 本数:本、割合:%)

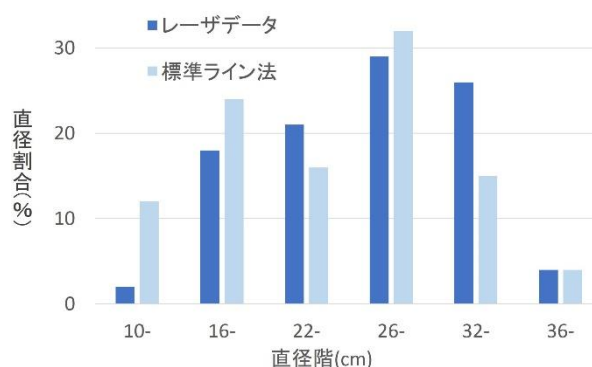


図2 レーザデータと標本ライン法の直径階別本数割合の比較 (スギの例)

4 考察・結論

製品生産事業箇所、立木販売箇所ともに、立木材積については10%程度の差に収まっているものの、立木本数については2倍近くの開きが出ていることがわかりました。立木本数で大きな差が出た理由としては、収穫調査では野帳に計上していた胸高直径4 cm以上の樹冠未到達木について、レーザデータでは樹頂点を把握することができないためだと考えられます。立木販売箇所のレーザデータと収穫調査の結果について、直径階別および樹高別に本数の分布を図3、図4に示しました。レーザデータは、収穫調査と比べて、胸高直径24 cm以上についてはほぼ本数が一致しているものの、胸高直径が18 cm未満や樹高が16m 未満の本数が少ないことが読み取れます。これらの多くは樹冠未到達木と考えられることから、この説明は確からしいと言えます。

樹種ごとの結果からは、スギについては材積割合で10%程度の範囲に収まっているものの、アカマツ、その他針葉樹、広葉樹については材積割合が安定しないことがわかりました。また、今回の対象小班には含まれていないカラマツのデータの精度については、今後検証する必要があります。

実際の事業への適用の可能性について、製品生産事業と立木販売に分けて検討します。

製品生産事業においては、レーザデータの調査結果をそのまま利用可能であると考えられます。データの形式については、立木本数、胸高直径、樹高のデータが存在するので、利用可能な形式が備わっており、現状、事業実施後の素材生産数量の把握を行っていることから、利用可能な範囲内であると考えます。

一方、立木販売においては、データ形式、データ精度とともに追加の作業が必要になると考えられます。データ形式については、レーザデータには品質区分のデータが含まれておらず、樹種構成や立木材積の増減が購入者の売上に直結するため、より正確な結果が求められます。このため、追加調査法の検討を重ね、立木販売に利用可能なデータに修正する方法を検討する必要があると考えます。

今後の課題として、①レーザデータの精度の検証、②解析作業の定型化、③現地作業の省力化、④入札者への情報提供の工夫、⑤民有林と連携した取り組みの推進、の5点が挙げられます。

今後の検証として、①レーザ測定の精度の検証に関しては、製品生産事業箇所の小班ごとの材積や立木販売箇所の購入業者から聞き取った出材情報により、入札者にとって信頼できる精度が担保できているか検証する予定です。②解析作業の定型化に関しては、レー

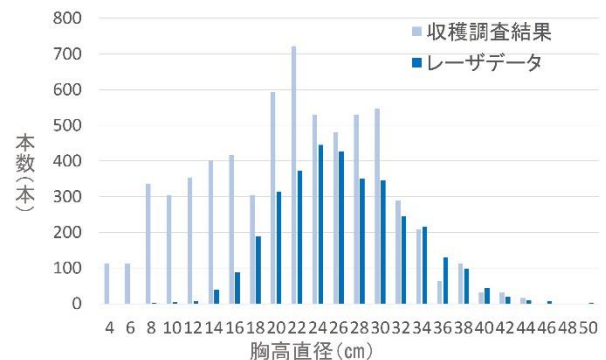


図3 34い2林小班の収穫調査結果とレーザデータの直径階別立木本数の比較

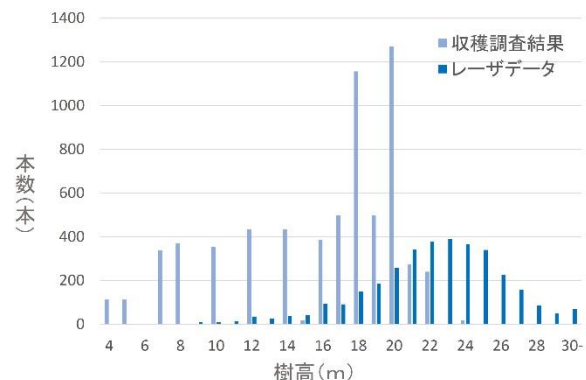


図4 34い2林小班の収穫調査結果とレーザデータの樹高別立木本数の比較

ザ測量に関する専門知識やGISの操作方法についての研修を受講していく予定です。同時に、GISソフトの基本操作がわかる程度の職員が担当となった場合でも作業が実行できるようマニュアルの作成を検討しています。③現地作業の省力化に関しては、製品生産事業箇所の収穫調査を、レーザデータを用いて行うこととし、現地での作業を除外地の設定を含めた区域表示のみとして、問題がないかを検証する予定です。④入札者への情報提供の工夫に関しては、入札公告の立木本数と立木材積はレーザ測量データに基づいていることを明示し、小径木の本数を過少推定している可能性がある等の留意事項を記載の上、実施する予定です。⑤民有林との連携に関しては、令和6年度同様、遠野地域の林務担当者等を対象とした勉強会を企画開催し、情報共有と意見交換を行いながら取り組みを進めていく予定です。

これらの課題を解決し、収穫調査の省力化に向けて引き続き検証していく予定です。

参考文献

農林水産省．令和5年度 国有林野の管理経営に関する基本計画の実施状況．2024．

林野庁．令和2年度 航空レーザ計測を活用した収穫調査実証等委託事業 報告書 航空レーザ解析データの取りまとめ手順参考資料（森林管理署・局向け）．2021．

林野庁．令和3年度 地上型3Dレーザスキャナを活用した収穫調査実証等委託事業 地上レーザスキャナによる収穫調査実施手順書．2022．