

砂防分野における森林 3次元計測システム OWL の有用性について —立木サンプリング調査から流出流木量の算出まで—

国際航業株式会社 ○真庭志歩、小段應司、西村佳苗、坂下晴佳、岩間翔平

1. はじめに

令和5年8月、国土交通省が『土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の基本的な考え方（試行版）（案）』を公表したこと受け、全国的に土砂・洪水氾濫における流木対策検討が実施されている。

土砂・洪水氾濫で対象となるような中小流域の流木量を高精度に推定するためには、地質・林相別により多くの立木サンプリング調査を効率的に実施し、LPデータを併用して流木量を推定することが望ましい。本検討では、中小流域においても高精度かつ効率的に調査を実施できる方法として、森林3次元計測システムOWL（Optical Woods Ledger、通称：アウル）を活用した事例を紹介する。

2. 3次元計測システム OWL について

OWLとは、赤外線レーザーを使用した軽量・コンパクトな森林計測装置である。レーザースキャナにより屋外の空間情報を3次元データとして取得し、得たデータを概ね自動的に解析・変換・集計することができる。

OWLの操作方法の特徴について以下に概説する。

- ①周辺樹木の樹高・胸高直径を短時間かつ一括で計測
- ②10m程度の間隔をあけて数か所で計測し、それらのデータを結合させることで3次元モデルを作成
- ③GPS搭載のため、LPデータとの位置合わせが容易
- ④調査終了後も、データの確認および設定区画位置を微調整することが可能

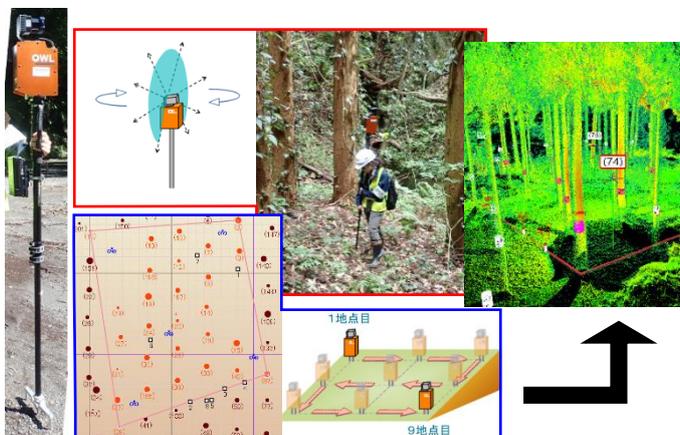


図1 計測方法の特徴

3. 検証方法

コドラート法（OWL）による計測とコドラート法（従来の手法）による計測を実施し、『①計測精度』と『②作業のしやすさ』を検証した。

計測精度は、OWLによる計測結果、従来の手法による計測結果、LPデータより算出した樹高値を取得し、データの比較を行った。

作業のしやすさは、OWLによる計測、従来の手法による計測を実施し、調査およびデータ整理にかかった時間や手間を比較した。

4. 調査地域



図2 調査地域位置図

【紫尾川】

- スギ1地点
- ヒノキ2地点
- 広葉樹1地点

【狩川】

- スギ2地点
- ヒノキ2地点
- 広葉樹1地点

【汐見川】

- スギ1地点

鹿児島県内の土砂・洪水氾濫対策を検討する流域において立木サンプリング調査を実施した。

5. 計測精度についての評価

計測結果を表1に示した。狩川の広葉樹の調査地点においては、林相状況が悪く、OWLによるスキャンデータを結合させることができなかった。

表1 3手法の計測結果

現地調査 地点名	① 従来の手法による計測			② OWLによる計測			③ LPデータ	
	本数	樹高平均	胸高直径 平均	本数	樹高平均	胸高直径 平均	本数	樹高平均
紫尾川	スギ0次谷			7	16.03	0.28	7	16.30
	ヒノキ0次谷①			18	14.67	0.22	19	16.17
	ヒノキ0次谷②			21	14.48	0.22	19	14.01
	広葉樹0次谷	15	10.5	0.21	14	11.80	0.29	
狩川	スギ0次谷	15	22.49	0.32	14	19.89	0.32	14
	スギ1次谷	20	14.00	0.21	20	12.91	0.21	21
	ヒノキ0次谷（雨天時）	12	13.48	0.26	12	15.33	0.24	12
	ヒノキ0次谷（晴天時）	12	13.48	0.26	12	15.18	0.24	12
	ヒノキ1次谷	8	20.44	0.27	8	17.25	0.26	8
汐見川	広葉樹0次谷	9	8.06	0.11	-	-	-	
	スギ0次谷				15	18.50	0.36	12

樹高平均は、「LP データ」と「従来手法」、「OWL 手法」を比較すると、全体的に類似する値であったが、若干「OWL 手法」の方が「LP データ」に近い値となった。これは、OWL による自動計測が従来手法の手動計測より精度よく計測できたことが要因と考えられる。

胸高直径平均は、「従来手法」と「OWL 手法」でほとんど差は生じない結果となった。なお、紫尾川の広葉樹は OWL による計測結果が大きくなったが、これは樹木の曲がりや下草の影響で、実際よりやや太く算出されたことが考えられる。

ただ、全体的に計測結果の差異は少ないことから、LP データを用いた流木の発生量の推定に OWL による計測は適用可能と考えられる。

6. 作業のしやすさについての評価

「従来手法」と「OWL 手法」について、『計測時間』、『データの品質』、『調査環境条件の自由度』の3項目を比較した。計測時間の面では、「OWL 手法」は、「従来手法」と比較して半分程度の作業時間で終わることができた。データの品質の面では、「OWL 手法」は機械での計測のため林内状況の3次元データが残り、調査実施後においてもデータの見直しや整理が可能である。また、機械による計測のため、調査者による計測誤差が生じにくい。調査環境条件の自由度の面では、OWL は下草が繁茂する場合や雨天時（小雨を除く）に使用が限定的なため、「従来手法」の方が自由度は高い。

以上から、「従来手法」は調査条件の自由度というメリットがある一方で、「OWL 手法」には、時間短縮と品質向上に寄与するメリットが挙げられる。

表 2 従来の手法と OWL による計測の比較

	従来の手法による計測	OWLによる計測
計測時間	△ 約30～60分/箇所（約4箇所/日） 樹木を1本ずつ計測するため時間がかかる	○ 約10～30分/箇所（約7箇所/日） 樹高や胸高直径を一括で計測可能
データの品質	△ 調査者によって計測誤差が生じる	○ 調査者による計測誤差は生じにくい 調査実施後もデータの確認が可能である
調査環境条件の自由度	○ ・どのような生育環境でも計測可能 ・天候に左右されない	△ ・下草が繁茂している場合は利用不可 ・悪天候の場合は利用不可（少雨なら可）

7. OWL を使用するにあたっての留意事項

OWL を用いることで、時間短縮と品質向上が期待できる結果となったが、より効率的に調査を実施できるよう、使用にあたっての留意点を以下に整理した。

①下層植生や倒木が多く視界が悪い場合、データの結合ができないため、OWL を用いる地点の選定には注意が必要である（図3）。



図3 調査地点ごとの計測しやすさ

②赤外線レーザを用いるため、強雨時や霧の発生時は、調査を実施することができない。

③胸高付近に下層植生があるなどにより、胸高直径が太く計測される場合がある。計測結果を鵜呑みにせず、OWL で記録される3次元モデルや改良版モデルに搭載された360°カメラ等を利用して林内状況を確認し、調査後の補正が適宜必要である。

④OWL による計測が可能な地点であっても植林地等で樹木の生育状況が同様である場合、流出流木量を算出するにあたって適切な樹高-胸高直径の関係式を作成できない恐れがある。可能な限り、一斉同齢林ではなく自然状態に近い調査地点を選定することが必要である。

8. 総括（今後の課題）

土砂・洪水氾濫対策における流木対策のため、広大な流域面積で流木の発生量を推定する必要があった。今回、OWL を用いることで精度向上および作業がしやすくなり、今後の土砂・洪水氾濫対策の流木調査においても有効活用が期待できる結果が得られた。

ただし、広葉樹は一本一本の樹高を LP データで計測することが不可能であり、OWL を用いた調査も比較的難しいことから、より効率的かつ高精度な調査実施のためにはデータ取得の方法や調査地点の選定などに関して、今後も検討を続けていく必要がある。

9. 謝辞

本調査の実施および学会で発表するにあたって、鹿児島県土木部砂防課の方より了承をいただいた。この場を借りて感謝申し上げます。