

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 (2)

一流木調査のDX化と流木量算出の精度向上への取り組み

国際航業株式会社 ○坂下晴佳, 小段應司, 真庭志歩, 岩間翔平

1. はじめに

土砂・洪水氾濫対策を検討するような中小流域では、『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)(令和5年8月)』を基に流木の検討が行われており、具体的な手法としては、下記に示す①～③の手順で流木量を算出する。

①現地調査による立木サンプリング調査

流域内の代表地点を樹種(針葉樹, 広葉樹)毎に選定し、同地点における立木サンプリング調査を実施

②回帰式の作成

①で得られた結果から対象流域における樹高-胸高直径の回帰式を作成(針葉樹)

③材積量の算出

航空レーザ測量データで算出した樹高から、②の回帰式を用いて樹木毎の胸高直径を推定し、左記値を基に材積量を算出

上記手順において、流木量をより精度良く算出するために重要となる項目は、『①現地調査による立木サンプリング調査』と考えられる。

現地調査の手法として筆者らは、R5年度に鹿児島県において、“森林3次元計測システムOWL”を取り入れた立木サンプリング調査を実施し、その効率性と精度検証を行った。

本論文では、過年度の検証結果において確認された課題への対応を検討し、流木量算出の精度向上を図った結果を報告するものである。

2. 流木量算出の精度向上における課題

①回帰式の精度向上

航空レーザ測量データを活用した流木量の算出において、樹木の成長傾向に沿わない回帰式では流木量が適切に算出できない。

②OWLの調査地点の精度向上

OWLによる計測地点数が十分でない場合や、計測位置が適切でない場合は解析に必要なデータ数が不足する。

3. 流木量算出の精度向上への対応

3.1. ①回帰式の精度向上への対応

R5年度立木サンプリング調査において、図1のように樹高が同等の地点を調査したことにより、回帰式作成時に標本プロットが偏り、相関の低い回帰式が作成される結果となった。

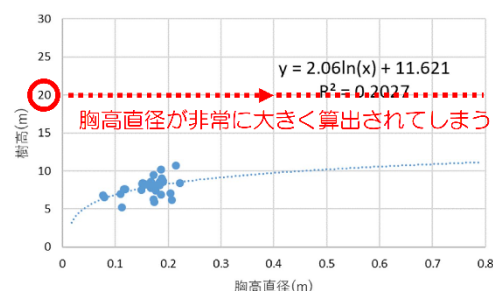


図1. 回帰式作成時に標本プロットが偏る例

そのため、調査箇所の選定では、樹高区分にばらつきを持たせ、人工林や一斉林を避けることが望ましいと考え、表1のように机上調査時にDCHM(樹冠高データ)を確認し、樹種別に樹高5mごとに分類・整理することで、選定地点に幅を持たせた。

その結果、図2に示すように樹高・胸高直径にばらつきのある、相関の高い回帰式を作成することができた。

表1. 立木サンプリング調査候補地点一覧(机上時点)

地点番号	流域名	樹種	谷次数	DCHM	アクセス	備考
S-6	D流域	スギ	1	25~	A	
K-1	D流域	広葉樹	0	10~15	B	道路からの高低差が大きい可能性あり
H-1	D流域	ヒノキ	0	10~15	B	ストリートビューなし/河床材料調査実施地点付近
H-5	D流域	ヒノキ	1	15~20	C	ストリートビューなし/付近に開伐用の道路あり
S-8	D流域	スギ	2	20~25	C	ストリートビューなし/付近に開伐用の道路あり
K-7	E流域	広葉樹	1	15~(25~	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
H-6	E流域	ヒノキ	1	20~25	A	
K-12	A流域	広葉樹	4	5~10	A	
S-1	A流域	スギ	0	15~20	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
H-2	A流域	ヒノキ	0	15~20	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
H-3	A流域	ヒノキ	0	15~20	A	河床材料調査実施地点付近
H-8	A流域	ヒノキ	3	20~25	A	
H-7	A流域	ヒノキ	2	15~20	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
H-4	B流域	ヒノキ	1	10~15	B	道路からの高低差が大きい可能性あり
K-2	E流域	広葉樹	0	10~15	B	
S-7	C流域	スギ	2	10~15	A	ストリートビューなし/河床材料調査実施地点付近
K-10	C流域	広葉樹	2	10~15	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
S-4	B流域	スギ	1	15~20	A	
S-5	E流域	スギ	1	20~25	B	
S-3	C流域	スギ	0	20~25	B	道路からの高低差が大きい可能性あり
S-2	A流域	スギ	0	15~20	A	
K-8	A流域	広葉樹	1	15~20	A	
K-11	B流域	広葉樹	3	15~20	B	
K-9	C流域	広葉樹	1	15~20	A	ストリートビュー見る限りではやや樹高が高そう
K-5	D流域	広葉樹	1	10~15	B	
K-6	A流域	広葉樹	1	10~15	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
K-3	A流域	広葉樹	0	15~20	C	ストリートビューなし/入れない可能性あり
K-4	D流域	広葉樹	0	15~20	A	

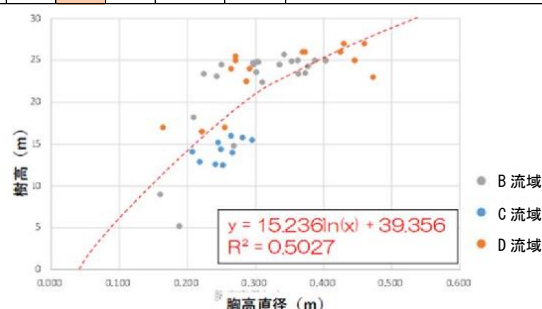


図2. 本検討で得られた回帰式(スギ)

3. 2. ②OWL の調査地点の精度向上への対応

R5 年度立木サンプリング調査において、OWL を用いた調査を実施した結果、見通しの悪い地点では、機器の性質上、計測データの結合が困難となる場合があった。

そのため、立木サンプリング調査を実施する前に現地概査を実施し、OWL を用いた計測が可能な箇所、下層植生の状況や地形状況により計測が困難な箇所を区分した。また、OWL を用いた計測を実施する箇所においては、取得データの精度向上を目指した。

上記を踏まえ、以下に OWL の調査地点の精度向上への対応を示す。

【対応①】机上調査での精度向上

OWL による調査が実施可能な机上や現地概査による選別を行った。

表 1 に整理した机上選定箇所の全てで概査を行い、以下に示す OWL による調査が可能な条件を確認することで、OWL を用いて計測する箇所を設定した。

- | |
|---|
| ①下層植生や倒木が膝下未満（50cm 未満）の箇所
②機器の運搬を考慮し道路に近い箇所（100m 程度）
③急勾配ではない箇所（概ね 15 度未満）
④樹木が直立している箇所
⑤立木密度が極端に高い箇所は避ける |
|---|



図 3. OWL による計測を実施する箇所の例
（①～⑤を満たす地点）



図 4. 従来の手法（手計）を実施する箇所の例
（①、③、⑤が非該当）

【対応②】現地調査での精度向上

対応①により選定した箇所において、適切な計測位置の設定や計測地点数の十分な確保により、データ精度の向上に努めた。

OWL マニュアルに掲載されている仕様では、計測数は通常 10m に 1 地点（10×10m コドラートの場合は 4 地点）を確保することが望ましいと記載されているが、R5 年度調査時には、6 地点計測したにもかかわらずデータ結合が困難な箇所が存在した。

そのため、R6 年度調査時には、OWL による計測を実施する地点同士の見通しが 2 点以上確保できる地点を計測地点として設定し、見通しが確保できない場合は、地点数を増やすことでデータ結合が適切に行われるように改善を図った。

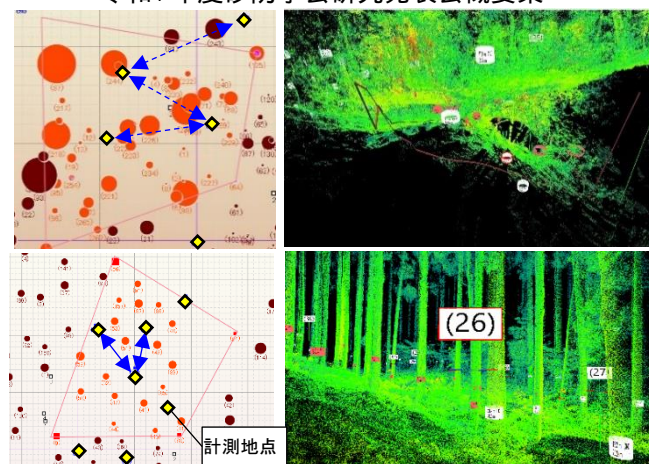


図 5. OWL による計測データの結合結果
（上：結合不可の事例，下：結合可の事例）

4. 流木量算出における今後検討すべき課題

本検討において、流木量算出に必要な回帰式の相関を高めるためには、立木サンプリング調査を実施する調査箇所を適切に選定することが重要であることが分かった。また、OWL の活用においては、OWL を使用する箇所の選別を行うことが望ましく、また、精度の良いデータを取得するためには、調査箇所の状況に応じた計測地点の設定が必要であることが分かった。

上記のような結果から、流木量調査における全体の作業量は増加したが、OWL の改良による計測時間の短縮（1 計測 44 秒→22 秒へ改良）や、概査による OWL 活用可能箇所の増加などから、品質と作業効率の向上が実現し、砂防分野において OWL を最大限に活用することができた。

今後、土砂・洪水氾濫における流木量調査では、現地調査以外にも精度向上すべき項目が確認される。

1 つ目として、伐木、用材を含んだ流木量の算出への対策が挙げられる。『砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説※令和 7 年 3 月一部改訂』では、“伐木、用材を含む”流木量の検討が必要となった。土砂・洪水氾濫対策を行う流域は広域であるため、航空レーザ測量データを用いた流木量の算出が主流であるが、航空レーザ測量データでは伐木、用材の表現が困難なため、事前のヒアリングや伐木計画について確認を行うなど調査方法の確立が必要となる。

2 つ目として、広葉樹における流木量算出の精度向上が挙げられる。広葉樹は単木の樹高を航空レーザ測量データで計測することが困難なため、“総体積法”を用いた流木量を算出する方法が考えられる。ただし、DCHM から得られる樹高は、広葉樹林中の針葉樹についても計測されることから標高が過大となる可能性があり、広葉樹の流木量が過大に算出されることが懸念される。

上記課題への対応は、土砂・洪水氾濫対策における流木量算出の精度向上に寄与すると考えられるため、今後も検討を続けていきたい。

5. 謝辞

本調査の実施にあたっては、熊本県砂防課のご理解をいただき、また、学会で発表するにあたりご了承をいただいた。この場を借りて感謝申し上げます。