

# 流木量算出のための林相区分および材積量算出への航空レーザ計測データの活用方法

北陸地方整備局松本砂防事務所 神野忠広・吉田俊康・石田哲也（現信濃川河川事務所）・宮原靖朝  
朝日航洋株式会社 ○藤本拓史・守岩勉

## 1. はじめに

砂防基本計画策定指針（以下、「指針」という）では、発生流木量の調査方法は現地踏査と空中写真判読を併用し、写真判読にて土石流発生・流下範囲を同一林相（樹木密度、樹高等）に区分し、現地踏査にて林相区分ごとの樹高および樹木本数（密度）を調査するとある<sup>1)</sup>。しかし、写真判読による林相区分は作業者による差異が生じやすい問題があり、また現地踏査を流域面積が大きい土砂災害危険渓流あるいは水系砂防流域において行うと、膨大な時間を要する。

これまでの研究により、航空レーザ計測データを用いて、DSM と DTM から樹高の算出方法および単木位置の抽出方法が報告されている<sup>2)</sup>。よって本研究では、航空レーザ計測データを流木量算出に活用することとし、DSM と DTM の差分から樹高を抽出し林相区分を効率的に行い、また DSM から単木位置を抽出し林相区分毎の本数と樹高を算出することで現地踏査実施の代替として省力化を図ることを本研究の目的とする。

## 2. 対象流域

2009年10月下旬に、信濃川水系上流の奈良井川流域を1mメッシュ設定で航空レーザ計測を実施した。その流域内支流である贄川沢を対象流域とする（図-1）。長野県中央部付近の塩尻市大字贄川に位置し、流域面積は10.2km<sup>2</sup>である。植生状況は、カラマツ・アカマツを主とした人工林が中心であるが、広葉樹の天然林も混交している。

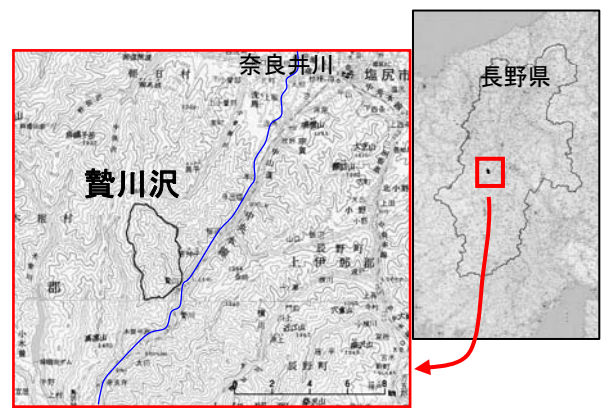


図-1 調査地位置図

## 3. 航空レーザ計測データの活用

図-2 に、指針による作業フロー（左図）と、レーザデータを活用した本研究の作業フロー（右図）をそれぞれ示した。以下に、材積の算出までの本研究の作業手順を示す。

### 3. 1. 土石流発生・流下範囲区分

指針より、流出流木量は土石流侵食想定幅と流路長をかけた範囲内の単木材積の総和より求める。本研究では、侵食想定幅が確実に含まれるよう便宜的に50m幅とし（図-3）、レーザデータのDTMによる等高線図とオルソ画像をもとに谷地形（流路）を線状に描いて、片側25mずつ延伸させ土石流発生・流下範囲とした。

### 3. 2. 林相区分（地域区分）

土石流発生・流下範囲を、同一林相（樹種・樹高・樹木密度）となるよう細分化した。樹高の把握のため、レーザデータのDSMとDTMの差分値を4m毎に階層分類し色分けした林高図を作成した（図-4）。オルソ画像を用いて樹種と樹木密度の粗密を判読し、林高図の色分類と樹種・樹木密度がおおむね同じになるよう区分を行った結

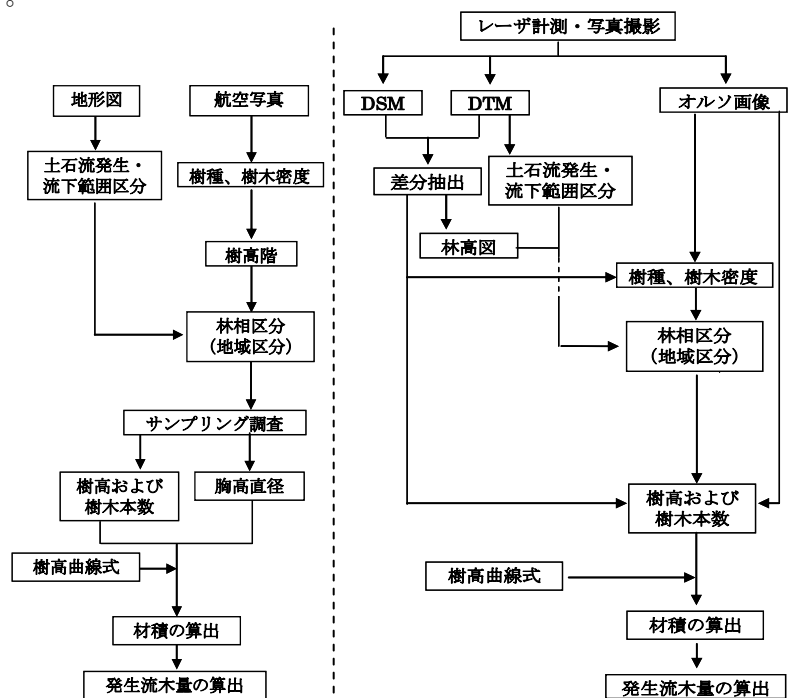


図-2 作業フローの比較(左図:指針のフロー、右図:本研究のフロー)

果、贅川沢の末端部（堰堤部）から源流部まで15の区分となった（図-5）。

### 3. 3. 樹高および樹木本数の算出

レーザデータの DSM を活用して各樹木の頂部位置を特定し、樹木頂部毎の DSM と DTM との差分を算出して、林相区分毎の樹高および樹木本数を算出した。樹木頂部位置の算出は、図-6 に示すように、DSM 上に分割タイルを与えその最高点を取得し（=手順1）、取得した多数の最高点のうちで、樹木間距離（最高点間距離）の最低値を与えそれ未満であれば同一樹木とみなし最高点を1つに絞る（=手順2）手法である。算出された頂部位置をオルソ画像上に重ね、一致度を検査した。特に樹木間距離の最低値によって結果が異なったため、一致度が高くなるよう試行錯誤を行った。図-7 は樹木間距離 3m、4m、5m でそれぞれ計算させた検査状況であり、この場合 3m としたものが最も一致度が高い。

### 3. 4. 材積の算出

樹種および地域ごとの特性である樹高曲線により、樹高から胸高直径を割り出すことが可能である。一般的には現地サンプリング調査により樹種毎の樹高と胸高直径の関係を算出するが、本研究では長野土木技術センターの報告書<sup>3)</sup>によるアカマツ、カラマツ、広葉樹の各樹高曲線を用いて胸高直径を算出した。さらに、指針より、樹高 ( $H_w$ ) と胸高直径 ( $R_w$ ) を用いた以下の式にて材積 ( $V_{wy}$ ) が算出できる。

$$V_{wy} = \pi \cdot H_w \cdot R_w^2 \cdot K_d / 4$$

ただし、 $K_d$ ：胸高係数である。指針記載のグラフより、樹高から  $K_d$  を算出した

以上により、林相区分毎の材積を算出した（表-1）。3-3 で算出した樹高および樹木本数も併せて示した。

## 4. 課題

樹木頂部位置算出について、試行錯誤による計算結果のオルソ画像上での検査に時間を要したため、その短縮化と、正確性の高い手法の確立が必要である。

<参考文献> 1) 国土交通省国土技術総合研究所：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成19年3月

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0364pdf/ks0364.pdf>

2) 大野他：LiDAR データを用いた単木抽出手法の高度化，日本写真測量学会 平成19年度秋季学術講演会論文集

3) 東日本旅客鉄道会社 長野土木技術センター：長野支社管内鉄道林検査作業報告書，平成21年11月

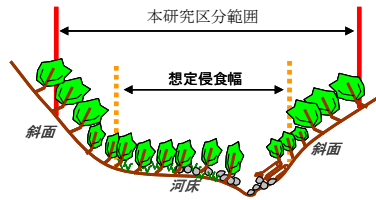


図-3 本研究の区分範囲(横断面図)

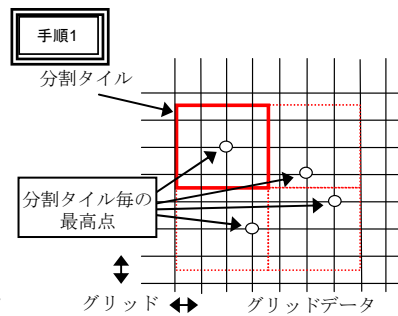


図-6 樹木頂部位置の抽出方法

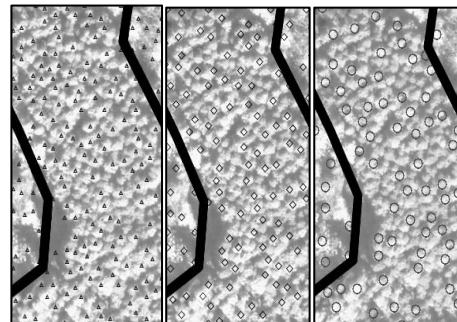


図-7 樹木頂部位置と樹木画像の一致度検査(左から、樹木間距離が3m、4m、5mであり、▲、◇、○が算出された樹木頂部位置)

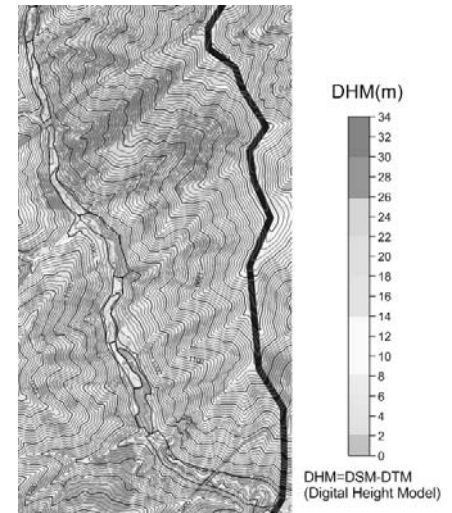


図-4 林高図

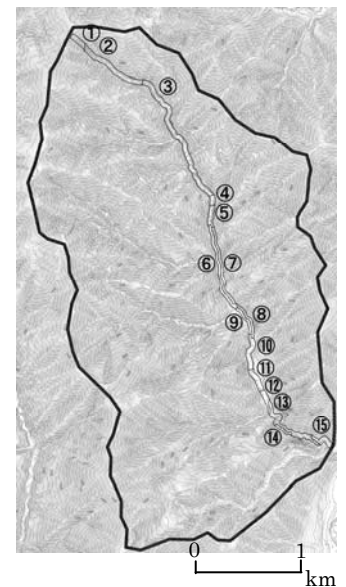


図-5 林相区分結果

表-1 林相区分毎の樹木本数、樹高および材積算出結果

| 区分 | 面積 (km <sup>2</sup> ) | 樹種   | 本数 (/100m <sup>2</sup> ) | 平均樹高 (m) | 材積 (m <sup>3</sup> ) |
|----|-----------------------|------|--------------------------|----------|----------------------|
| ①  | 0.009                 | アカマツ | 4.8                      | 15.5     | 254                  |
| ②  | 0.034                 | アカマツ | 3.6                      | 18.8     | 1040                 |
| ③  | 0.070                 | アカマツ | 3.5                      | 19.3     | 2200                 |
| ④  | 0.005                 | 広葉樹  | 2.5                      | 13.9     | 49                   |
| ⑤  | 0.010                 | 広葉樹  | 3.5                      | 20.5     | 842                  |
| ⑥  | 0.023                 | 広葉樹  | 2.3                      | 15.7     | 507                  |
| ⑦  | 0.021                 | カラマツ | 4.7                      | 20.4     | 533                  |
| ⑧  | 0.010                 | アカマツ | 4.8                      | 23.6     | 806                  |
| ⑨  | 0.008                 | カラマツ | 4.4                      | 21.2     | 214                  |
| ⑩  | 0.017                 | 広葉樹  | 1.9                      | 19.1     | 725                  |
| ⑪  | 0.012                 | アカマツ | 3.0                      | 20.2     | 469                  |
| ⑫  | 0.009                 | アカマツ | 7.4                      | 26.1     | 1341                 |
| ⑬  | 0.030                 | 広葉樹  | 3.0                      | 20.4     | 2101                 |
| ⑭  | 0.005                 | アカマツ | 7.5                      | 23.1     | 547                  |
| ⑮  | 0.011                 | アカマツ | 3.3                      | 22.1     | 596                  |