

LP測量成果を用いた発生流木量の推定と経年変化の検討事例

国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所 平澤良輔, 向山正純, 松岡高志, 三野汰晟, 宮崎巴葉
八千代エンジニアリング株式会社 ○山田創太, 横尾公博, 児玉龍朋

1. はじめに

平成30年7月豪雨では、四国地方の吉野川流域において多数の斜面崩壊が生じ、土砂とともに多量の流木が流出したことで甚大な被害をもたらした。今後、効果的な流木対策を講じる上では、流域内で崩壊に伴い流出しうる流木量（ポテンシャル）を精度よく算定することが不可欠である。

しかしながら、森林内の樹木は経年的な成長や枯死によって樹高や立木密度等の樹林構造が変化することで、発生しうる流木量もまた、時間経過とともに変化すると考えられる。将来的な流木量の推移を推定することは、長期的な視点に基づく流木対策計画の実現性及び精度の向上、下流域の安全性に寄与するものである。

上記を踏まえ、吉野川右支川の南小川流域を対象として、複数時期の航空レーザ（LP）計測データを用いた発生流木量の推定と経年変化の分析を行った。さらに、平成30年LPと令和6年LP（以降、H30LP, R6LP）のLP解析結果により材積量の変化を把握するとともに、現地調査や文献調査を行い、経年変化推定の妥当性について確認した結果を報告する。

2. 南小川流域の概要

南小川流域は、小檜曾山に端を発し、西方に流下し吉野川と合流する南小川本川と、その左支川である南大王川、沖野々川、小檜曾谷川からなる流域面積約80km²の流域である。

流域内の植生は、スギ・ヒノキの人工林が多くを占め、コナラ・ミズナラ等の広葉樹の二次林も認められる。南小川本川沿いの段丘面や南大王川下流付近には、民家や田畑等の土地利用があり、樹木が分布しない地域が散在している。

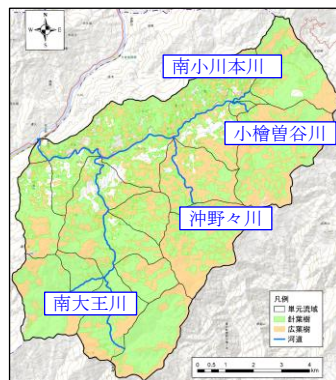


図1 南小川流域（針・広葉樹区分）

3. 発生流木量の推定手法

南小川流域における発生流木量の推定は、樹木形状の違いから針葉樹と広葉樹に分けて流域内材積量を推定し、発生流木量を算定した。なお、算出に用いたLPデータは、南小川流域全域をカバーする2時期（H30LP及びR6LP）とした。

3.1 針葉樹エリア材積量の推定

針葉樹エリアの材積量については、LPデータを基に作成したDSM（表層モデル）とDTM（標高モデル）を用いた解析を行い、樹木ごとの樹高、胸高直径を推定し、流域内の針葉樹林エリアにおける材積量を推定した。

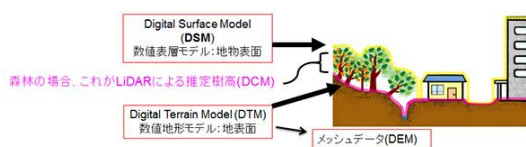


図2 DSMとDTMのイメージ¹

3.2 広葉樹エリア材積量の推定

広葉樹エリアの材積量については、樹冠の特定が困難であることから、総体積法を用いた。総体積法はLP測量成果による樹林内の「空間体積」と流域内代表地点における現地調査（サンプリング調査）結果による「材積量」を組み合わせ、回帰式を推定する手法である。本検討では、流域内でサンプリング調査を実施し、回帰式を作成した。この回帰式を用いて流域内の広葉樹エリアにおける材積量を推定し、前項の針葉樹林エリアの材積量を併せて材積量分布図を作成した（図3）。

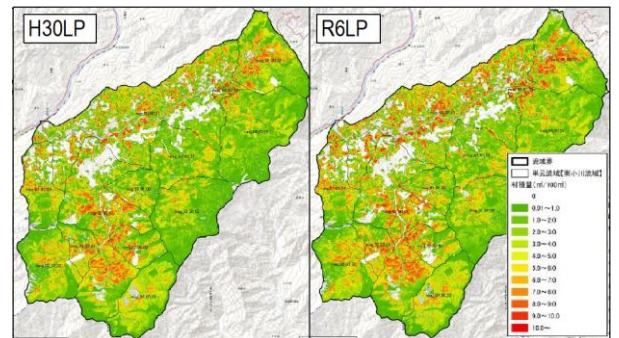


図3 材積量分布図

3.3 発生流木量の算定

発生流木量は、「土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の考え方（試行版） 令和6年2月一部修正版」に従い算出した。

算出には計画規模シナリオを想定し、発生形態に応じて「①崩壊に伴う発生流木量」、「②溪床発生流木量」、「③河道内（河床勾配10°未満の範囲）からの発生流木量」に区分し、これらの総和を計画発生流木量とした。その結果、各時期の発生流木量はH30LPでは84km³、R6LPでは96km³となった。

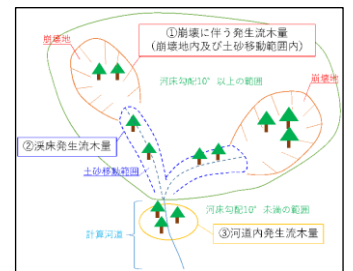


図4 発生流木量の算定

4. 発生流木量の経年変化

算定した各時期の発生流木量を単元流域毎に集計し、2時期における発生流木量の経年変化を確認した。2時期間の発生流木量の増加率を図5に示す。

H30からR6にかけて南小川流域内における発生流木量は概ね増加傾向にあり、流域全体で110%～120%程度の増加傾向であった。ただし、南小川本

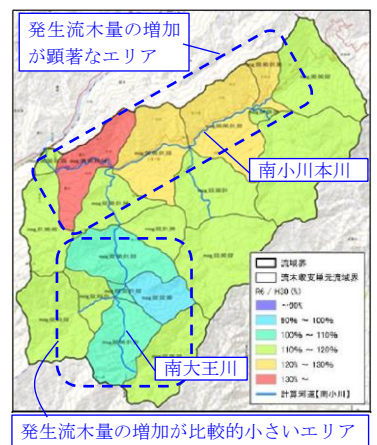


図5 発生流木量の経年変化

川周辺では120%以上の増加が確認され、流域内において増加率が顕著に高い結果となった。また、南大王川周辺では、90%~110%と比較的低い増加率となり、一部の単元流域では減少傾向にあることが確認された。

5. 考察

前項での発生流木量の経年変化の結果を踏まえて、次の3点に着目して経年変化を考察した。①流域の全体的な経年変化傾向（約1.1~1.2倍の増加傾向）。②南大王川における経年変化傾向（約0.9~1.1倍の減少・微増傾向）。③南小川本川周辺における経年変化傾向（約1.2倍以上の増加傾向）。

5.1 流域の全体的な経年変化傾向

材積量の推定結果をもとに針葉樹林における樹齢と幹材積の関係を整理した。なお、樹齢はLP解析結果による樹高から推定し、幹材積は高知県民有林におけるスギの収穫表²をもとにした。整理した結果を図6に示す。

幹材積と樹齢の関係は、等地（森林の持つ機能や生産性、立地条件などに応じて土地を等級分けしたもの）毎に分けられる。H30LPにおける針葉樹林の平均樹齢は33~54程度とされ、R6LPでは39~64程度とされる。この樹齢幅における幹材積を図6中の表に示す。推測された樹齢による幹材積はH30LP~R6LPにかけて約1.15~1.16倍になることが確認された。

この結果は、南小川流域全体における発生流木量の増加率が1.1~1.2倍程度であった結果と概ね一致することから、流域全体における発生流木量の経年変化率は概ね妥当な値と考えられる。

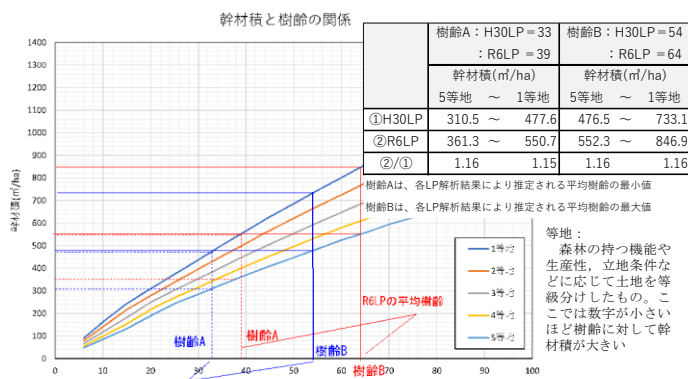


図6 幹材積と樹齢の関係

5.2 南大王川における経年変化傾向

南大王川における発生流木量の減少・微増の変化傾向を確認するため、流域内の2時期間のDCHM（DSMとDTMの差分）の変化を確認した（図7）。この結果より、南大王川周辺においてDCHMがH30からR6にかけて減少しているエリアが散見された。DCHMの差分が減少を示すことは、樹木の伐採・間伐や斜面崩壊により、2時期間に於いて樹林が喪失した場合が考えられる。

この結果を踏まえて、2時期のオルソ画像比較を行った（図8）。その結果、当該箇所の樹林はH30からR6にかけて伐採・間伐されている状況が確認され、南大王川流域における発生流木量の変化率が減少・微増傾向にある

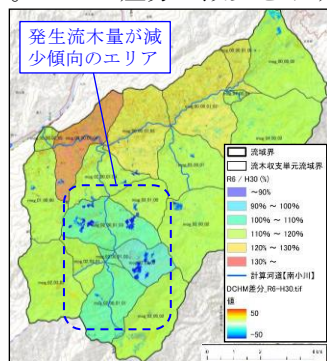


図7 2時期のDCHM差分 (R6-H30)

単元流域は、2時期の間（H30-R6）に実施された伐採・間伐の影響により、樹林が部分的に喪失することで、発生流木量が減少したと考えられる。

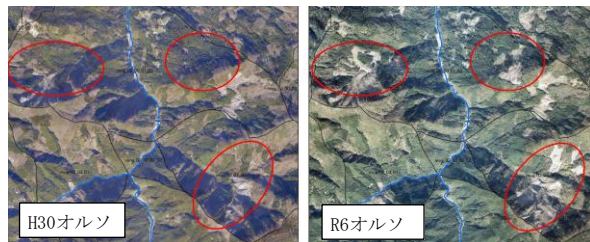


図8 流域内における伐採状況（赤丸が樹林伐採範囲）

5.3 南小川本川周辺における経年変化傾向

南小川本川周辺では、発生流木量の増加率が1.2倍以上となり、他エリアと比較して発生流木量の増加率が大きい傾向が認められた。発生流木量の増加率には、土地的条件が関係していると考えられるため、流域内の地形的特徴を確認した。本検討では、流域内の斜面方位と増加率の関係性に着目し、その特徴について確認した。

流域内の斜面方位図を図9に示す。この図より、南小川本川周辺エリアには、南向き斜面が多く分布していることが確認された。一般に南向き斜面は、日照時間が北向き斜面と比べて長いことから、光合成が活発に行われ成長が促進されるとされている。

また、既往研究³では、斜面方位が樹木の成長に影響を与える要因として考えられている。南向き斜面のスギ林・ヒノキ林での成長が北向き斜面に比べ成長量が多い傾向にあると分析されている。

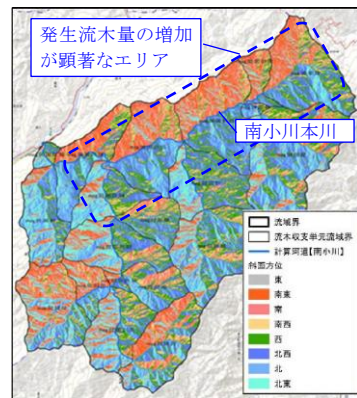


図9 斜面方位図

したがって、南向き斜面の比較的多い南小川本川周辺において、他エリアよりも樹木の成長が促進されたことにより、材積量が増加し、発生流木量の増加率が比較的高い傾向にあったと考えられる。

6. おわりに

平成30年から令和6年にかけて推定した発生流木量の経年変化を確認した結果、南小川流域全体では約1.1~1.2倍に増加することが明らかとなった。しかしながら、流域内における伐採等の人的活動や斜面崩壊による自然現象によって樹林の喪失や流出が想定され、流域内における流木量は単調に増加するとは限らない。このため、今後の発生流木量の推定に当たっては、最新のLP測量成果を用いた推定をすることで、現状を可能な限り反映した流木量を推定することが望ましいと考えられる。

また、斜面方位を一つの要因とする地形的特徴により、樹木の成長速度がエリアにより異なることが想定されるため、隣接した流域であっても流域毎に発生流木量の経年的な変化特性は異なる可能性が示唆される。このため、発生流木量の推定にあたっては対象流域毎に推定を行うことが望ましいと考えられる。

【参考文献】1) 国土地理院HP (https://www.gsi.go.jp/chirijoho/chirijo_ho40069.htm) 2) 高知県 スギ民有林収穫表 3) 林野庁HP (https://www.rin-ya.maff.go.jp/j/seibi/sinrin_seibi/attach/pdf/R01mitudo-16.pdf)