

航空レーザー計測データを活用した砂防計画（土石流・流木対策）

朝日航洋株式会社 高泰朋 守岩勉 横溝和則
 砂防エンジニアリング株式会社 前海眞司 尾崎順一 ○吉永子規

1. はじめに

砂防計画を立案する上で対象溪流の実態に即した土砂量・流木量を算定することが基本である。しかしながら、土砂量・流木量は、サンプリング調査により求められた代表値を谷次数に一律与えて算定するなど、必ずしも溪流各所の堆積土砂や立木の分布状況を十分に反映していない。

近年では全国的に航空レーザー計測データ（以降、LPと呼ぶ）が取得され、高精度の地形データが広範囲で整備されつつある。筆者らもこれまで砂防計画の立案に資するよう、LPを用いた崩壊地や渓床堆積土砂の抽出^{1,2}について報告してきたが、渓床堆積土砂の把握では山腹・渓床の区分などに課題が残る。

そこで本研究では、1 時期のLPを用いて渓床堆積土砂の分布を面的に明らかにした上で、渓床の侵食想定範囲を設定し、移動可能土砂量を算定した。発生流木量については、LPとオルソ画像により林相の分布を把握した上で算定した。

2. 対象範囲

対象溪流は、天竜川水系前沢川上流の2 溪流であり、各流域面積は1.23km²、0.47 km²である（以降、前者をA溪流、後者をB溪流と呼ぶ）。A溪流の中流およびB溪流の下流～中流にかけて、支川から流出した土砂による沖積錐が見られる。流域内の主たる植生はスギ・ヒノキの人工林であるが、渓床には落葉広葉樹がみられる。両溪流の下流～中流には満砂した石積堰堤が多数存在する。

3. 検討手順

検討項目は、『移動可能土砂量の算定』と『発生流木量の算定』からなる（図-1）。移動可能土砂量は、昨年度の報告と同様²にLPから抽出した渓床堆積土砂のうち、侵食想定範囲に分布する土砂量として、発生流木量は林相区分毎の立木材積のうち、侵食範囲に分布する材積として算定した。

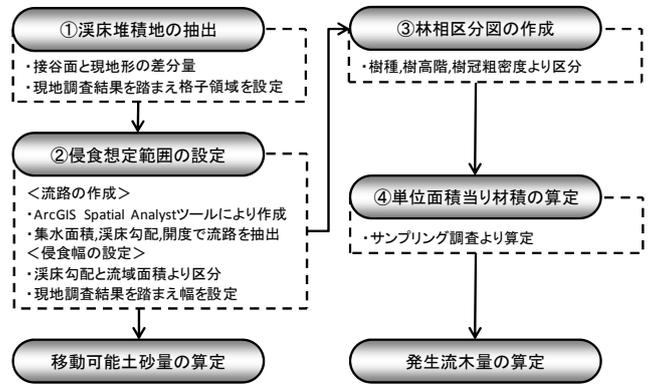


図-1 検討手順

4. 検討結果および考察

4.1 渓床堆積地の抽出

接谷面を作成する際の設定格子領域は3・5・10・15・20mの5パターンとし、現地の土砂堆積状況と最も適合する10mを採用した（図-2）。抽出の結果、主流路の堆積土砂や支川合流点付近の沖積錐などを、面的かつ比高別に抽出することができた。しかしながら、山腹緩斜面の一部を渓床堆積地として抽出しており、移動可能土砂量を計上する上では、侵食範囲を想定しこれらを除去することが必要である。

4.2 侵食想定範囲の設定

移動可能土砂量を計上する流路の条件は次のとおりとし、ArcGISのSpatial Analystツールを活用して作成した。人工改変地（林道等）などの誤抽出された箇所については、エラー処理を施し除去した。

- ①一次谷流路の上流端は、現地調査で明瞭な凹地形が確認された集水面積250m²以上とする。
- ②山腹と渓床（流路）の境界は、安息角を参考に30°とする。
- ③流路地形は、地上開度85°以下とする。

LPから作成した流路は、現地調査において確認した流路の範囲を包括しており、1mコンターの平面図で明瞭な形状を示す流路をよく表現している。

侵食幅は、現地で確認した広狭を表現するために、流路を谷次数別でなく、集水面積と渓床勾配で区分して設定した（表-1、図-2）。なお、0次谷は1次谷の最上端から流域の最遠点までの流路とし、侵食幅は2mとした。A溪流の最下流部で30m、それ以外の本川河道では概ね10mとなる。

表-1 侵食幅の設定

		渓床勾配(°)					
		0~2	~4	~6	~8	~10	10~
集水面積 (m ²)	0~1,000			2m			
	~10,000		3m		5m		8m
	~100,000						
	~1,000,000			10m			
	1,000,000~			30m			

4.3 移動可能土砂量の算定

移動可能土砂量は、侵食想定範囲に分布する渓床堆積地の面積に、接谷面と現地地形の比高からなる想定侵食深を乗じて算定した。算定の結果、AとBの両溪流で移動可能土砂量は107千m³/km²（182千m³）となった。

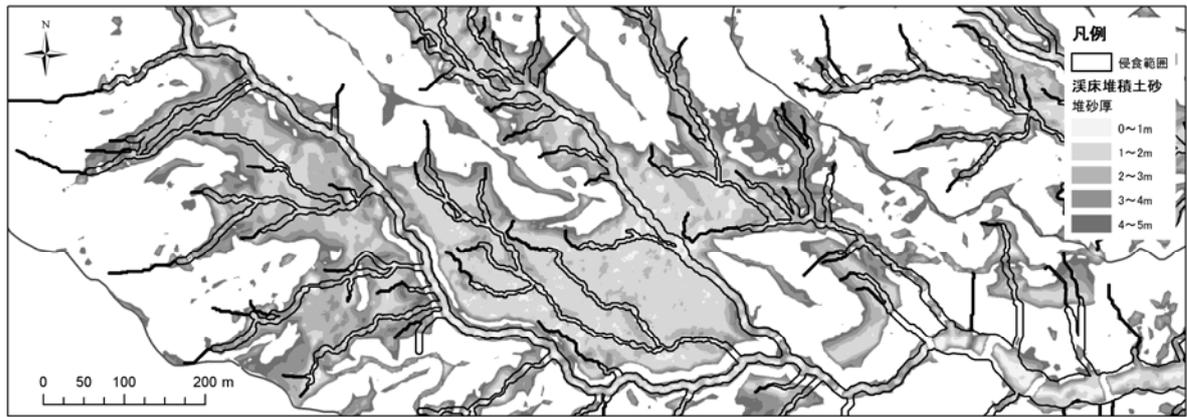


図-2 溪床堆積地の抽出結果と侵食範囲

4.4 林相区分図の作成

土石流発生・流下区間（10°以上かつ0次谷を含む）に該当する溪床の侵食想定範囲を対象にして樹種・樹高・樹冠疎密度を基に林相を区分した。樹高はLPのDSM(数値地表モデル)とDTM(数値地形モデル)の差分より、樹種・樹冠疎密度³はオルソ画像より把握した。

検討の結果、溪床の構成林分は広葉樹のみとなり、林相を樹高と樹冠疎密度の関係から5区分の林相区分図を作成した(図-3)。

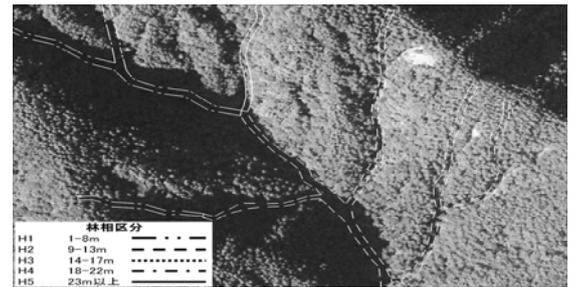


図-3 林層区分図

4.5 発生流木量の算定

5区分した林相毎にサンプリング調査を実施し、LP等による樹高・樹冠疎密度から算定される“上層木”の樹木材積に、現地確認した“下層木”の樹木材積を加えて、当該林相の樹木材積を算定した。“下層木”の樹高は“上層木”の最低高さを基本とした。胸高直径は現地での適用性を確認の上、既調査の「樹高曲線式」を用いて算定した。樹木材積と侵食範囲より砂防基本計画策定指針⁴に則って算定した結果、発生流木量は770m³/km²(約1,300m³)となった(表-2)。広葉樹林としては高めであるが、“広H12”以外の林相で樹冠疎密度が80%以上であるため適切な算定値であると考えている。

表-2 林相別発生流木量

林相	総面積 (m ²)	樹木材積 (m ³ /100 m ²)				発生流木量 (m ³)
		上層木		下層木		
		本	m ³	本	m ³	
広 H1 2	1,165	4	0.15	1	0.01	2
広 H2 4	49,453	4	0.52	5	0.05	282
広 H3 4	5,997	4	1.17	1	0.09	76
広 H4 4	6,308	6	7.84	4	0.20	504
広 H5 4	3,769	4	7.23	6	4.56	444

注) 林相
 広: 広葉樹/H1:1~8m, H2:9~13m, H3:14~17m, H4:18~22m, H5:23m以上/2:20~50%未満(疎), 4:80%以上(密)

5. おわりに

LPおよびGISの空間解析機能を活用する本手法は、アクセスの困難な箇所の実態を把握できるほか、堆積土砂および樹木材積を高精度に把握できるといった特徴を有する。また、従来のサンプリングに基づく手法に比べ、面的に溪床堆積土砂や林相の分布を捉えることにより、空間的に連続した移動可能土砂量や発生流木量を把握できる点で有用である。本手法は移動可能土砂量、発生流木量の計測精度の向上と効率化に寄与し、流域の特性や実態に即した砂防計画の立案に活用できるものと考えている。

今後、移動可能土砂量については侵食想定範囲や想定侵食深についてより客観的な設定値になるよう検討を加えるほか、既往施設の効果量表現についても検討する必要がある。発生流木量については倒木量や樹木材積に係る胸高曲線式など、算定精度の向上を引き続き検討する必要がある。

6. 謝辞

最後に、本研究にあたり、国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所砂防調査課関係各位にご協力をいただきました。記して感謝の意を表します。

¹ 高 他: 航空レーザー計測を利用した崩壊地の自動抽出, 砂防学会誌, vol. 63, No. 4, p. 26-29, 2010

² 守岩 他: 航空レーザー計測データを活用した溪床堆積土砂量把握に関する一考察(その3), 平成22年砂防学会研究発表会概要集, p. 244-245, 2010

³ 山田 他: 例解測樹の実務, 地球出版, 255pp., 1971

⁴ 国土交通省砂防部・国土技術政策総合研究所: 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策)及び同解説, 全国治水協会, 139pp., 2007