

LP差分解析と流砂観測を基にした土砂動態把握

流砂観測データに着目した土砂動態把握の試み

東北国土保全コンサルタント技術部 滝澤 雅之・岸本 博志・あらい 瑞穂
 国土保全技術部 荒井 けんいち

はじめに

豪雪地域における流域の土砂管理は、融雪出水による土砂流出が想定されるため、多降雨期でのイベント時の土砂動態だけでなく、融雪期での中小出水時の土砂動態を把握することも重要です。

航空レーザ計測データ（以下LPと省略する）の差分解析^{※1}は、流域の土砂移動状況を把握できる手法の一つで、高精度かつ迅速に広域のデータが得られます。

対象流域・対象期間の概要

対象流域は、月山に近接した豪雪地域に位置しており、積雪深は数mを記録します。そのため、融雪出水による土砂流出が生じる地域です。実際、2012年5月には、銅山川流域で融雪水に起因した崩壊が発生しています。

差分解析には、表1に示す2時期のLPデータを使用しました。この期間内の降雨は、規模の大きなイベントは少なく、中小規模が多い状況でした。

流砂観測施設は、基本的には水位計と濁度計で構成されており、銅山川流域の肘折観測所には、ハイドロフォ

土砂動態の把握

土砂動態を把握するために、2時期のLPを差分解析し、標高値の変動量を算出しました。算出した変動量の増加傾向、減少傾向それぞれを流域毎に集計することで、流域全体の変動傾向を把握しました。

また、算出した変動量の増加傾向を赤色、減少傾向を青色で表現した河床変動マップと2時期の標高と変動量を記載した縦断面図を作成しました（図1、2）。作成した

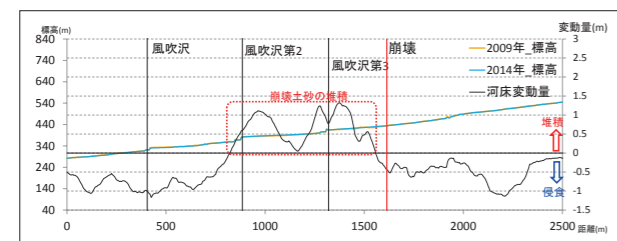


図1 作成した縦断面図（寒河江川流域の風吹沢の例）

今回は、LPの差分解析に加えて、近年、直轄砂防事務所積極的に観測が実施されている流砂観測データも活用し、土砂動態の把握と土砂生産要因の検討を行いました。

本稿では、最上川水系に属する山形県の流域（銅山川流域など）で、国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所発注業務として実施した事例を紹介します。

ン^{※2}も設置されています。各観測施設は、2011年～2012年にかけて各流域の基準点を含めた複数箇所に設置されています。

表1 使用したLP及び流砂観測データの状況

流域	LP		流砂観測施設		観測所名	設置年	水位計	濁度計	ハイドロフォン
	計測年	計測密度	計測年	計測密度					
角川	2009	1m	2014	1m	古口	2011	○	○	○
					ミツ沢川	2012	○	○	○
					湯り	2011	○	○	○
銅山川	2009	1m	2013	1m	合流点	2011	○	○	○
					肘折	2011	○	○	○
					腰沢	2011	○	○	○
寒河江川	2009	1m	2014	1m	水沢川	2011	○	○	○
					大輪原川	2011	○	○	○
					安久土	2011	○	○	○
鮎川	2009	1m	2014	1m	大向	2011	○	○	○
					中田春木	2011	○	○	○
					林木沢	2011	○	○	○
					黒森沢	2011	○	○	○

河床変動マップと縦断面図から、流域内の土砂の「生産（崩壊）・流出・堆積」の発生位置が把握できました。

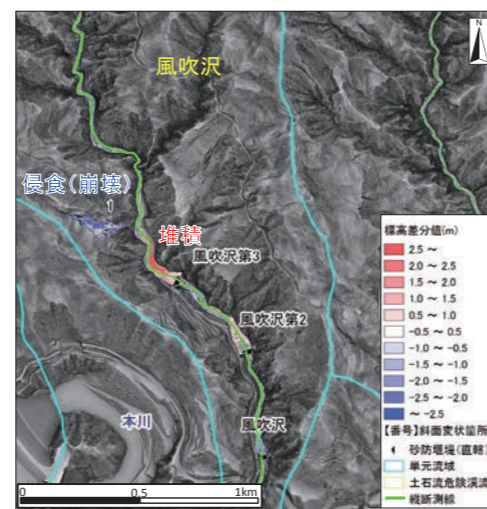


図2 作成した河床変動マップ（寒河江川流域の風吹沢の例）

土砂生産要因の検討

①斜面崩壊・斜面変状の抽出

土砂生産要因を探るため、差分期間内に発生した斜面崩壊と斜面変状（クリープ等）を抽出しました。

斜面崩壊は、LPの差分解析とLP取得時に撮影されたオルソ画像を用いて抽出し、流出土砂量（侵食）と残存土砂量（堆積）を算出し、「生産・流出・堆積」を整理しました（図3）。

斜面変状は、CCICP手法^{※3}による斜面変動解析を行い、空中写真等では把握できない水平変位がある箇所を抽出し、将来的に河床変動を引起す可能性がある箇所として整理しました（図4）。

②斜面崩壊の誘因推定

斜面崩壊は、空中写真と衛星画像で斜面状況を確認し、崩壊の発生時期を絞り込みました。絞り込んだ期間に対して、近傍雨量観測所の最大日雨量と流砂観測結果を確認して誘因を推定しました（表2）。また、絞り込んだ期間が融雪期で、最大日雨量が小さかった崩壊は、融雪水の影響で崩壊した可能性があるため、濁度の上昇を検知した時に土砂流出があったものと推定しました。実際、2012年5月13日の崩壊発生時は、濁度の上昇を検知していました（図5）。

流砂観測データも活用したことで、雨量データだけでは絞り込めない融雪期の崩壊発生時期も推定できました。

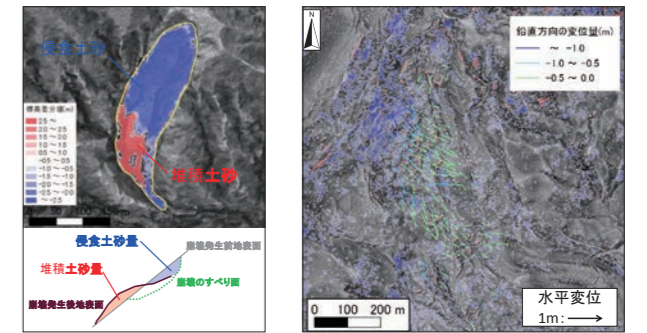


図3 算出した土砂量のイメージ 図4 斜面変動箇所（寒河江川の例）

表2 崩壊発生時期の推定と最大日雨量（一部抜粋）

流域	変動箇所 No.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	最大日雨量（雨期内）	雨量観測所
角川	上野川01			★				137mm (2011年6月23日)	平根
	鹿の沢川01			★				169mm (2011年6月23日)	紫倉山
	鹿の沢川02					★		147mm (2013年7月18日)	紫倉山
銅山川	赤松川01					★		32mm (2012年5月3日)	豊牧
	鮎川03				★			36mm (2012年5月3日)	肘折ダム
	本川05					★		36mm (2012年5月3日)	肘折ダム
寒河江川	扇川05						★	2012年5月13日20時に崩壊発生	肘折
	見附川01			★				518mm (2011年6月23日)	日鷹沢
	大輪原川01					★		212mm (2013年7月18日)	大井沢
	大越川01					★		185mm (2013年7月18日)	志津

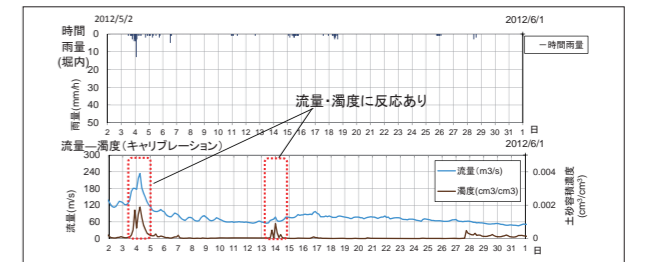


図5 2012年5月の観測結果（通り観測所）

積雪・融雪期の流砂の流出実態

大規模な出水がなかった2012年のハイドロフォン（肘折観測所）の観測結果から、通年の掃流砂量^{※4}の流出傾向を把握しました。累積掃流砂量を見ると、通年で約22,000 m³流出しているのに対して、積雪・融雪期に約13,000 m³、約6割が流出している結果となりました（図6）。この結果は、過去に隣接地域（立谷沢川流域）で検討された結果^{※5}と同じ傾向でした。

おわりに

LP差分解析の結果と流砂観測データを活用して、流域の土砂動態の把握と土砂生産要因の検討を行うことで、通年の流砂流出傾向や、融雪期に発生した崩壊の発生時期の絞り込みができました。土砂移動が発生した時期の特定は、流域の土砂管理で重要です。そのため、定期的な

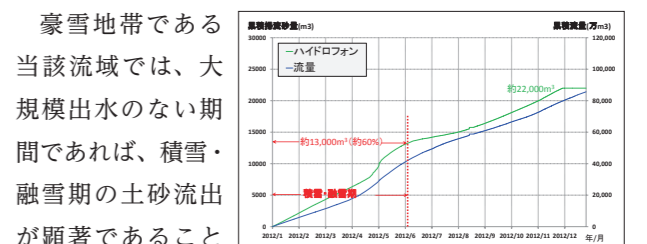


図6 累積掃流砂量（肘折観測所）

豪雪地帯である当該流域では、大規模出水のない期間であれば、積雪・融雪期の土砂流出が顕著であることが示唆されました。

LPの取得と解析、流砂観測の継続的な実施は、土砂管理を行う上で有効です。今後、観測施設の増設が進めば、さらに細かな期間ごとに土砂流出実態の把握が可能となり、より詳細な土砂動態が把握できると考えています。

※1 2時期のLPデータの標高値を比較して、比較期間での標高値の増減量を算出する解析
 ※2 マイクを内蔵した金属管で、掃流砂が金属管に衝突する際の音響データを取得・解析することで掃流砂量を計測する機器
 ※3 同一箇所を2時期(複数期)に亘って計測した時に生ずる点群間のズレを最小化するように位置合わせする手法(ICP)を活用して、2時期(複数期)の点群間のズレの変位量を算出する変動解析
 ※4 河床面近くを滑動・転動あるいは跳躍しながら移動する土砂の量
 ※5 藤沢ら:ライシメーターを用いた融雪実態把握と積雪寒冷地域における土砂移動現象の解明,平成26年度砂防学会予稿集,ppA-194~A-195,2014