

LP 差分解析と流砂観測を基にした土砂動態把握

国土交通省東北地方整備局 新庄河川事務所 光永健男 嶋原吉隆^{※1} 窪田敏一阿部勝博 矢倉広和^{※2} 中村傑

アジア航測株式会社 ○滝澤雅之 岸本博志 新井瑞穂 荒井健一

^{※1} (現) 国土交通省東北地方整備局 仙台河川国道事務所^{※2} (現) 国土交通省東北地方整備局 福島河川国道事務所

1. 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も想定されるため、大規模出水等のイベント時の土砂動態だけでなく、中小出水時の土砂動態を把握することは重要である。

流域の土砂移動状況を把握する手法は、航空レーザ測量（以下 LP と称す）データの差分解析もその一つであり、高精度かつ迅速に広域のデータが得られる手法である。

近年、直轄砂防事務所において積極的に流砂観測が実施されており、土砂流出に関するデータが蓄積されてきている。新庄河川事務所管内の直轄流域では、平成 23 年頃から観測所が設置されている。

本稿では、2 時期（H21、H25、26）の LP データを用いた差分解析と流砂観測データから流域の土砂動態の把握とその要因検討を行った結果を報告する。

2. 対象期間内の降雨状況と土砂災害

対象流域は銅山川、角川、寒河江川、鮭川流域である（図 1）。

差分期間では、大きな降雨イベントは少なかった。最も大きなイベントは、平成 25 年 7 月の降雨であり、日雨量の超過確率規模が最も大きかった観測所は大井沢観測所の 80 年以上であった。この豪雨で西川町（寒河江川）では崩壊が発生している。

積雪量は平成 24 年が最も大きく、同年 5 月には肘折地区（銅山川）で融雪水が影響したと考えられる崩壊が発生している。

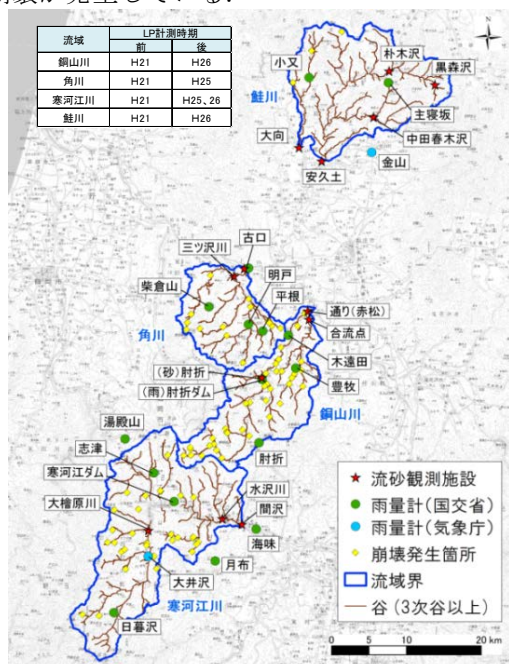


図1 対象流域の雨量・流砂観測所位置と差分解析期間内における崩壊発生箇所

3. 土砂移動実態の把握

3.1 河床変動量

各流域の河床変動量は堆積・侵食傾向毎に合計し、堆積量・侵食量を算出した（図2）。変動幅は、堆積量 1,713（千 m³）、侵食量 1,544（千 m³）と寒河江川流域が最も大きかった。流域毎の傾向を見ると、銅山川、寒河江川流域で堆積傾向、角川、鮭川流域で侵食傾向であった。

また、砂防堰堤が施工されている区間毎に堆積量・侵食量を算出して土砂収支図を作成した。

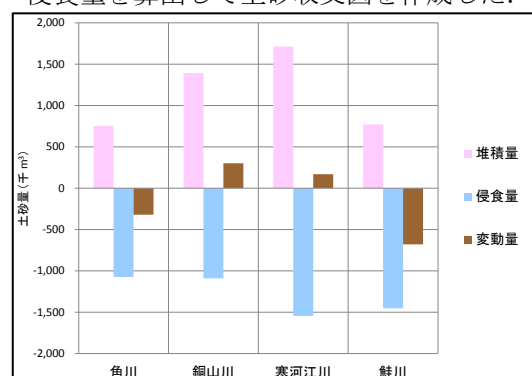


図2 流域全体の河床変動量

3.2 堆砂速度

差分解析結果から算出した砂防堰堤の堆砂速度と、平成 21 年度に実施された堰堤の堆砂測量結果から算出した堆砂速度を比較した（図3）。堰堤は、他の堰堤の影響を受けない最上流の施設を対象とした。堆砂速度は、角川、寒河江流域で差分期間の方が速く、銅山川流域は両期間で同程度、鮭川流域で差分期間の堆砂速度が遅い傾向であった。

差分期間の堆砂速度が速かった寒河江川流域は、期間内に超過確率規模が大きな降雨イベントを経験している。

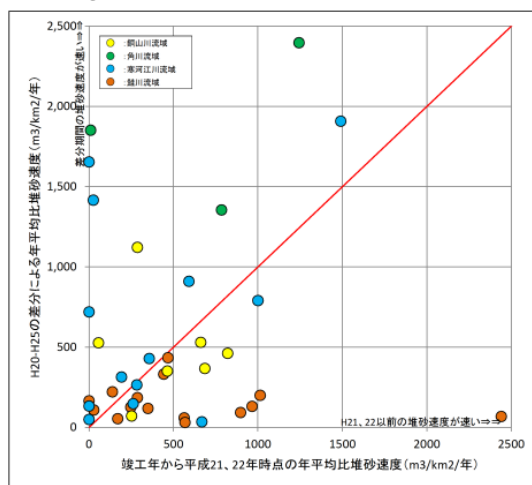


図3 堆砂速度の比較結果

4. 土砂生産要因の検討

4.1 斜面崩壊・斜面変状の抽出

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

斜面崩壊は、LP 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（図1）、ナンバリングすると共に、LP 差分解析から崩壊による侵食土砂量と堆積土砂量を算出した。

斜面変状は、CCICP¹⁾手法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た。本対象期間では顕著な地すべり変状は認められなかったが、微小変状（最大で0.5m）が認められた箇所が、銅山川、寒河江川流域にそれぞれ1箇所ずつあり、将来的に地すべりや崩壊を引起す可能性がある箇所として整理した（図4）。

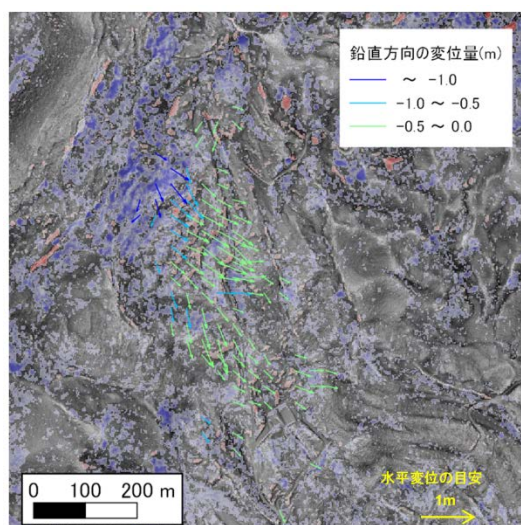


図4 抽出された斜面変状（寒河江川の例）

4.2 斜面崩壊の誘因推定

斜面崩壊の発生時期を絞り込むため、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んだ。絞り込んだ期間に対して、近傍雨量観測所の最大日雨量（表1）と流砂観測結果を確認し誘因を推定した。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では、該当期間の流砂観測データ（濁度計）に反応がある時期を土砂流出があったと推定した。平成24年5月13日20時に崩壊が発生した時の流砂観測データは、崩壊発生時に濁度計の反応があった（図5）。

今回、流砂観測データも活用することで、誘因の推定と崩壊の発生時期を絞り込むことが出来た。

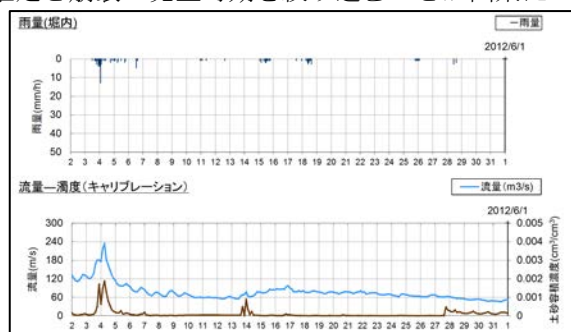


図5 平成24年5月の観測結果（通り観測所）

表1 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.	H21	H22	H23	H24	H25	H26	最大日雨量(期間内)	雨量観測所
角川	上野川01			★				137mm(平成23年6月23日)	平瀬
	鹿の沢川01			★				169mm(平成23年6月23日)	柴倉山
	鹿の沢川02					★		147mm(平成25年7月18日)	柴倉山
銅山川	赤松川01					★		32mm(平成24年5月3日)	豊牧
	蔵川03					★		36mm(平成24年5月3日)	肘折ダム
	本川05					★		平成24年5月13日20時に崩壊発生	肘折ダム
	角川05					★		149mm(平成25年7月18日)	肘折
	見附川01					★		518mm(平成23年6月23日)	日暮沢
寒河江川	大権原川01					★		212mm(平成25年7月18日)	大井沢
	大越川01					★		185mm(平成25年7月18日)	志津

★ 土砂移動が発生した期間
★ 融雪期に発生した崩壊
★ 各地点の近傍雨量観測所における期間内の最大の日雨量の発生年

5. 積雪・融雪期の土砂流出実態

銅山川の肘折観測所に設置されたハイドロフォンの観測結果から、通年の掃流砂量の流出傾向を把握した。累積掃流砂量を見ると、通年で約22（千m³）流出しているのに対して、積雪・融雪期で約13（千m³）が流出しており、約6割の掃流砂が流出している結果となった（図6）。過去に隣接地域（立谷沢川）で検討された結果²⁾と同じ傾向となった。豪雪地帯である当該流域では、積雪・融雪期の土砂流出が顕著であることが示唆された。この結果から、大規模出水が無い期間は、積雪・融雪期の土砂動態の把握が重要であることが分かった。

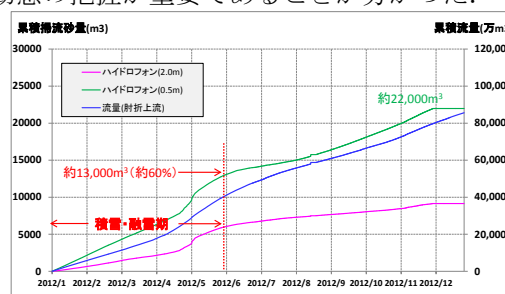


図6 累積掃流砂量

6. まとめ

LP 差分解析の結果と流砂観測データを活用することで、斜面崩壊（土砂生産）、土砂移動が発生した時期の絞り込みを行った。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ある。そのため、今後も以下を実施して土砂動態を把握していくことは、流域の土砂管理を行う上で有効である。

- ・定期的な LP データの取得と解析
- ・差分解析による新規斜面崩壊の抽出とナンバリング箇所の拡大や縮小傾向の確認
- ・CCICP 手法による既往斜面変状の変遷確認、斜面変状の抽出
- ・流砂観測データによる土砂流出時期の推定と通年の土砂流出実態の把握

今後、流砂観測技術の向上と観測施設の増設が進めば、流砂観測データから細かな期間毎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られる。

参考文献

- 1)高山ら：2 時期の航空レーザ計測による熊本地震の定量的な変状把握,第 55 回日本地すべり学界研究発表会講演集, pp282, 2016
- 2) 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