

# 航空レーザ計測データを活用した浦川流域の土砂移動実態の把握

国土交通省 松本砂防事務所 神野忠広, 吉田俊康, 石田哲也, 春日裕次, ○宮原靖  
アジア航測株式会社 白杵伸浩, 佐野寿聡, 柏原佳明, 松原わかな, 太井正史, 梶原あずさ

## 1. はじめに

近年、砂防事業では基礎的な地形データを取得する手段として、広く航空レーザ計測技術が用いられるようになってきた。また、従来の空中写真測量に比べ、高精度（計測間隔：1～2点/m<sup>2</sup>程度（固定翼））かつ迅速に面的なデータが取得できる利点から、流水のない河道部や崩壊地の土砂移動状況や斜面の植生・積雪状況等を把握する手段として活用されている<sup>1)2)</sup>。

今回、2時期の航空レーザ計測データを用いて解析を行うことにより、平成21年6月に浦川流域において発生した土石流の発生源が金山沢上流部斜面の大規模な土砂移動に起因することが明らかとなった。また、これらのデータを用いて計測期間内の流出土砂量を推定し、計測データや推定土砂量を用いた緊急時の活用方法を整理した。本論では、これらの調査結果について報告するものである。

## 2. 対象地域の概要と調査方法

### 2.1 対象流域の概要

対象地域は、長野県北安曇郡小谷村に位置する姫川水系浦川流域（流域面積：22km<sup>2</sup>）であり、上流部は唐松沢と金山沢の2溪流からなる（図1）。本流域は、日本三大崩の一つである稗田山大崩壊を有し、頻繁に土石流が発生する土砂生産の活発な流域である。最近では平成21年6月22日～23日にかけて、金山沢において土石流が発生したことが現地調査により報告されている<sup>3)</sup>。

### 2.2 調査方法と計測期間内の気象状況

浦川流域では平成18年から計3回の航空レーザ計測（回転翼）を実施している。本検討では、平成19年と平成21年に計測した2時期のレーザ計測データ（表1）の差分を行い、計測期間内の金山沢流域における土砂移動実態を解析した。解析データは2時期のデータ誤差を最小化するため高さ精度の検証を行い誤差を補正し使用した。

近傍の小谷気象観測所における計測期間内（平成19年10月21日～平成21年11月27日）の降雨状況（4月～10月）を見ると、期間内雨量は2,108mm、最大日雨量は122.5mm（平成21年10月8日）であり、計測期間内の最大日雨量は3～10年程度の確率年規模であった。また、融雪の影響を確認するため冬期間（寒候年）の積雪状況を見ると、平成20年の降雪量の合計値は984cm、日最大積雪深158cm（2月28日）であり概ね平常通りであったが、平成21年の降雪量の合計値は504cm、日最大積雪深64cm（2月21日）であり平常の1/2程度の少雪であった。

平成21年6月の金山沢土石流発生時の降雨状況は、6月21日～23日の連続雨量は51mm、最大日雨量45.5mm（6月22日）、最大時間雨量は19.5mm（6月22日23時）であった。計測期間内において当該降雨以上の連続雨量であった降雨は土石流発生前に4降雨、発生後に7降雨あったことから、土石流発生時の降雨は特異な降雨でなかった。しかし、当該降雨の最大時間雨量が計測期間内において最大値を示したことから、強い単時間降雨の影響により土石流が発生したものと考えられる。

## 3. 浦川流域における土砂移動実態の把握

平成19年と平成21年との差分結果より、金山沢上流部斜面において大規模な土砂移動が発生していることが分かる。また、金山沢からの土砂流出の影響で、唐松沢と金山沢の合流点から下流の浦川本川では堆積傾向を示した（図2）。

とくに大規模な変動がみとめられた金山沢上流部斜面の状況を2時期の断面図、オルソ写真、赤色立体地図より比較した（2時期のオルソ写真、赤色立体地図は紙面の都合により割愛する）。金山沢上流部斜面における大規模変動箇所の断面図を示す（図3）。



図1 検討対象地域(浦川流域)

表1 浦川流域における航空レーザ計測一覧

No.	1	2	
検証データ名	H19	H21	
計測方法	回転翼	回転翼	
計測範囲(km <sup>2</sup> )	13	10	
計測諸元	計測日	平成19年10月21～22日、24～25日	平成21年11月26、27日
	計測密度(点/m <sup>2</sup> )	2	3.3
	パルス頻度	117kHz	180kHz
	デジカメ解像度	3800万画素	—
取得モード	4パルス	4パルス	
メッシュサイズ	1m	1m	

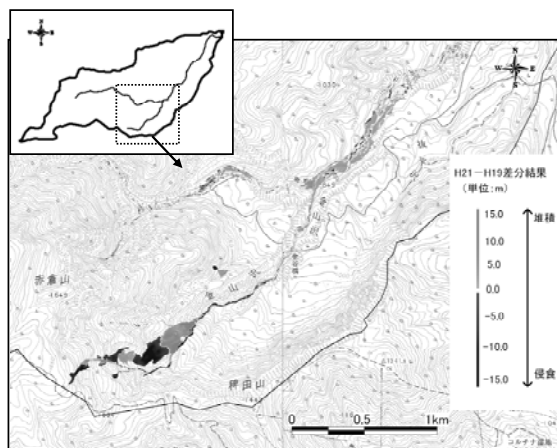


図2 H19—H21 差分結果

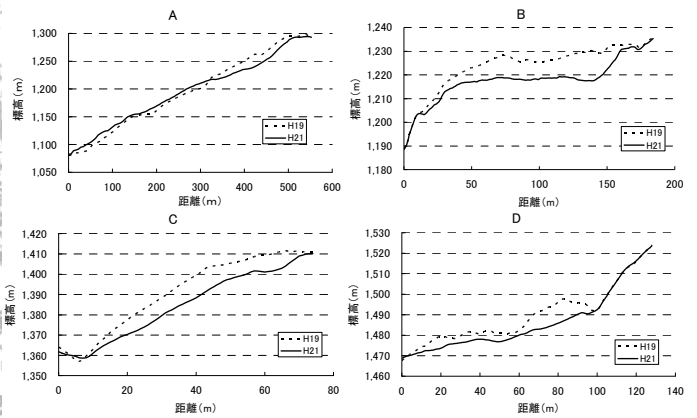
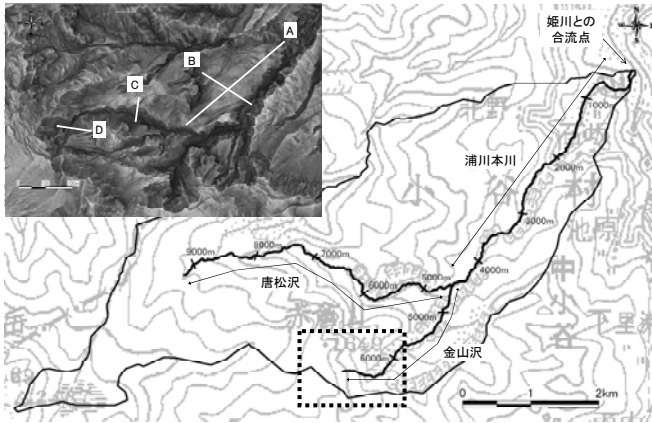


図3 金山沢上流部斜面変動状況

測線 A, B の地点では、斜面が地すべりの的に滑動し、斜面上部では 10~20m 程度の侵食、斜面下部では 10m 程度の堆積が認められた。また、測線 C の地点では、大規模な溪岸崩壊が発生し、測線 D の地点では、既存崩壊地が拡大し、約 25m にわたって尾根が消滅している状況が確認された。

このように、金山沢上流部斜面では大規模な土砂移動が発生しており、平成 21 年 6 月の土石流の発生源はこの土砂移動に起因すると考えられる。

ここで、浦川流域における河道部の土砂移動状況を示す(表 2)。唐松沢の河道部では大きな変動は見られず、2 溪流の合流点直上流区間でのみ、平均変動深 50cm 程度の顕著な堆積がみとめられた。金山沢の区間ごとの平均変動深は -6m~+5m と大きく、河道部においても大きな土砂移動があったと考えられる。また、浦川本川の 2 溪流合流点直下の区間では、約 98,000m<sup>3</sup> もの土砂が堆積しており、今後の出水で流出する可能性がある。

以上の差分結果を用いて、浦川流域の平成 19 年から平成 21 年の土砂収支図を作成した(図 4)。金山沢では期間中に大規模な土砂移動により、約 215,000m<sup>3</sup> もの土砂が流出し、唐松沢では約 10,000m<sup>3</sup> が浦川本川に流出したものと推定された(唐松沢上流域は航空レーザ計測の対象範囲外であったため、計測対象範囲で土砂収支を行っている)。また、浦川本川では 2 支川の合流点直下で顕著な堆積をはじめ、全体に堆積傾向を示し、姫川本川への流入量は約 108,000m<sup>3</sup> と推定された。

表 2 河床変動量一覧

流域	姫川合流点からの距離 (m)	堆積土砂量 (m <sup>3</sup> )	侵食土砂量 (m <sup>3</sup> )	河床変動量 (m <sup>3</sup> )	平均変動深 (m)	備考
唐松沢	7,137	2,115	-2,802	-687	-0.04	上流
	7,018	797	-1,181	-385	-0.08	
	6,865	1,277	-958	319	0.12	
	6,496	401	-1,121	-720	-0.24	
	6,180	2,240	-2,421	-181	-0.02	
	4,749	3,363	-16,507	-13,145	-0.28	
3,992	22,233	-4,857	17,376	0.47	合流点	
金山沢	6,417	70	-25	45	0.36	上流
	6,362	11	-375	-364	-1.85	
	6,129	12,174	-124	12,050	5.89	
	6,092	191	-76	115	0.65	
	6,051	26	-455	-428	-2.50	
	6,024	434	-13	421	2.59	
	5,950	0	-2,389	-2,389	-6.49	
	5,759	69	-7,097	-7,028	-3.36	
	5,681	2,334	-110	2,224	2.72	
	5,373	190	-17,859	-17,669	-6.80	
	4,679	2,595	-17,602	-15,007	-1.06	
4,242	9,569	-1,431	8,139	0.96		
4,118	401	-3,024	-2,623	-1.60		
3,998	8,906	-27	8,879	3.37	合流点	
浦川本川	3,998	108,508	-10,322	98,186	1.16	合流点
	3,385	6,460	-6,394	65	0.00	
	1,818	29,008	-10,918	18,090	0.22	
	1,466	2,006	-5,148	-3,141	-0.26	
	1,061	10,294	-3,010	7,284	0.35	
	754	18,726	-3,408	15,318	1.47	
0	3,270	-5,722	-2,453	-0.07	姫川合流点	

#### 4. 航空レーザ計測データの利活用検討

このように、広範囲を定量かつ精度よく把握できる航空レーザ計測データを用いて土砂移動実態の把握、流出土砂量の推定を行うことができた。一方で、土砂災害の危険性が把握された場合には、土砂移動実態の把握にとどまらず緊急の対策が必要となる。航空レーザ計測データは、広範囲な地形変化を定量かつ精度よく評価することが可能であり、例えば、土石流災害発生後の緊急対策を行うにあたって重要な計画対象土砂量、土石流ピーク流量の推定ができる。本対象流域では今回の推定結果より、金山沢流域河道部に不安定に堆積する土砂量 (40,777m<sup>3</sup>) が一波の土石流により流出すると仮定すると、土石流ピーク流量は 815.5m<sup>3</sup>/s と推定することが可能となり、災害発生後における緊急対策施設の概略設計などへの活用が期待できる。

以上に述べた航空レーザ計測データを用いた緊急時における土砂移動実態把握から対策施設の概略設計への活用の流れについて整理した(図 5)。今後はこれらの具体的な方法等を検討し、災害関連調査・設計等へ航空レーザ計測データを広く活用することが期待される。

##### 【参考文献】

- 1) 長谷川ら (2007) 航空レーザ計測による雪崩と積雪深分布特性, 平成 19 年度砂防学会研究発表会概要集, p.526-527
- 2) 岩崎ら (2008) 航空レーザ計測を用いた土砂変動量の解析手法の改良, 日本写真測量学会平成 20 年度年次学術講演会発表概要集, p.189-190
- 3) 国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 (2009) 浦川金山沢における土石流調査業務報告書
- 4) 国土交通省砂防部・国土交通省国土技術政策総合研究所 (2007) 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)及び同解説, p.32-33

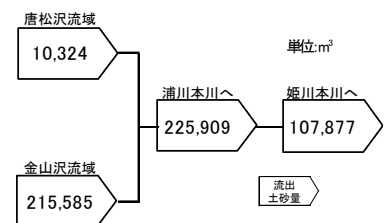


図 4 浦川流域における土砂収支図

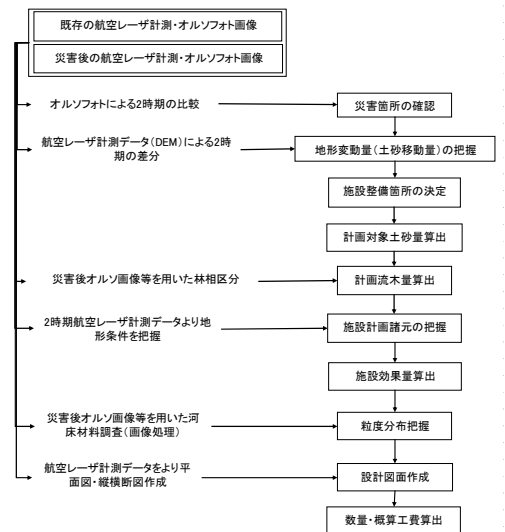


図 5 災害関連調査・設計データとしての活用の流れ