

航空レーザ測量による平成29年7月九州北部豪雨災害の土砂移動実態

国際航業株式会社 ○坂下 晴佳, 江川 佳苗

1. はじめに

平成29年7月5日の昼頃から夜にかけて発生した「平成29年7月九州北部豪雨災害」(以下, H29災害とする)によって, 土砂災害等の甚大な被害が発生した. 本稿では, H29災害前後に撮影された航空レーザ測量データ(以下, LPデータとする)を使用し, 福岡県朝倉市・東峰村における土砂移動実態の把握を試みたので, その方法と問題点等について報告する.



図1 対象位置図

2. 土砂移動実態の把握方法

災害時の土砂移動実態を把握する方法として, 以下の2つが考えられる.

- ・現地調査での計測
- ・LPデータの差分解析

災害時における現地調査では, 安全を確保しつつ迅速な対応が求められている. しかし, 近年の土砂災害は, 広域かつ大規模なものが多いため, 現地調査は危険を伴い, 時間と労力を要する. それに比べて, LPデータを使用して土砂移動実態を把握する方法では, 災害後の現地に出向く必要はない. また, 災害直後の撮影データを使用することで, 広範囲の土砂移動実態を効率的に把握することが可能である.

本稿では, 災害時においてLPデータが土砂移動実態の把握に活用可能かを判断するため, LPデータの差分解析結果を使用した.

図2に土砂移動のイメージを示した. 本稿では, 災害時に生産され, 流域内に残存した土砂(流域内堆積土砂)に着目して検討を行った.

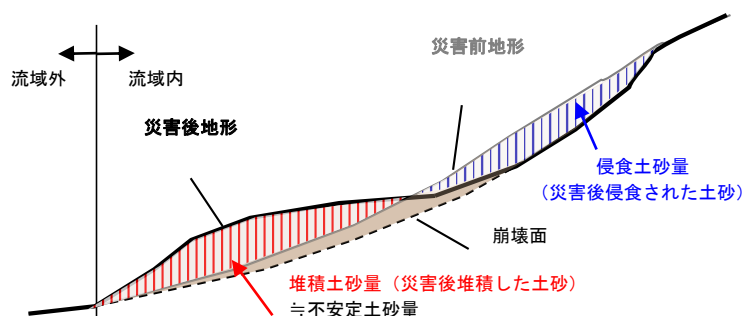


図-2 土砂移動のイメージ

3. LPデータによる流域内堆積土砂量の把握

対象溪流は, 福岡県朝倉市・東峰村のH29年災害関連緊急砂防事業(以下, 災関事業とする)対象溪流とした. また, LPデータは, 表1に示すH29災害前後に計測されたものを使用した.

表1 LPデータの諸元

	測量期間	計測密度
災害前	2017 (H29) 年1月	1m
災害後	2017 (H29) 年7月13日 ～ 2017 (H29) 年12月28日	1m

3.1 各溪流の土砂移動範囲の把握

災害後に撮影されたオルソフォトを使用し, 図3のように溪流内の土砂移動範囲(侵食区間, 堆積区間)を判読することで, 土砂移動範囲を把握した.

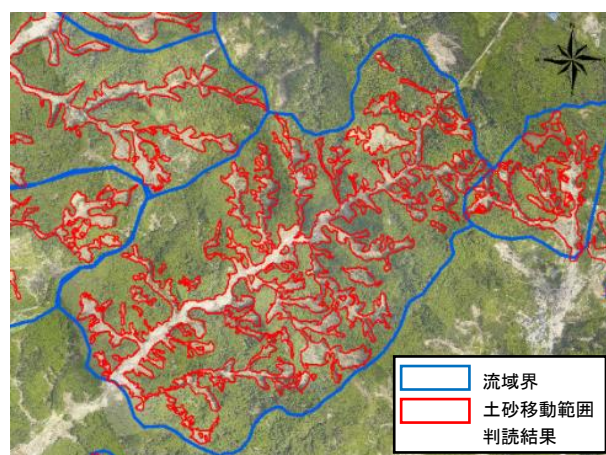


図3 土砂移動範囲の判読結果

3.2 流域内堆積土砂量の算出

H29災害前後のLPデータから差分解析を行い, 3.1で判読した各溪流の土砂移動範囲内に残存する流域内堆積土砂量を算出した(図4).

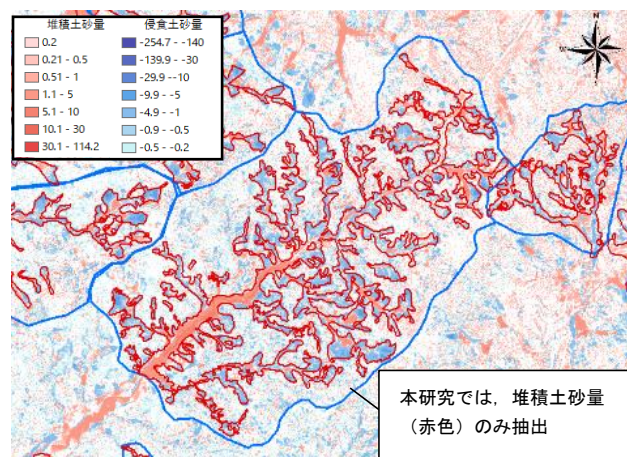


図4 流域内堆積土砂の把握

3.3 流域内堆積土砂量と不安定土砂量の比較

3.2で算出した流域内堆積土砂量と、各溪流の砂防施設詳細資料（平成29年 災関事業による砂防施設詳細資料）から把握した不安定土砂量を表2にまとめた。その結果、22溪流の7割の溪流の不安定土砂量は、LPデータの差分解析から算出した流域内堆積土砂量の0.5～1.3倍となることが分かった。

また、表2の溪流に対する2種類の土砂量は、相関係数（ R^2 ）が0.69となった（図5）。このことから、LPデータの差分解析によって算出した流域内堆積土砂量と、不安定土砂量の間には、相関関係があることが分かった。

表2 対象溪流の流域内堆積土砂量と不安定土砂量一覧

No.	①流域内堆積土砂量	②不安定土砂量	②/①	No.	③流域内堆積土砂量	④不安定土砂量	④/③
1	6,944	3,537	0.5	12	2,739	1,566	0.6
2	8,141	6,620	0.8	13	9,304	14,535	1.6
3	21,224	22,868	1.1	14	6,788	7,450	1.1
4	2,065	1,880	0.9	15	2,600	4,980	1.9
5	2,192	2,108	1.0	16	9,542	10,026	1.1
6	16,194	8,980	0.6	17	150,768	86,809	0.6
7	3,660	1,415	0.4	18	2,333	1,368	0.6
8	48,903	32,861	0.7	19	7,173	2,741	0.4
9	26,769	25,752	1.0	20	826	1,090	1.3
10	116,634	14,168	0.1	21	526	1,020	1.9
11	2,428	1,148	0.5	22	8,485	7,337	0.9

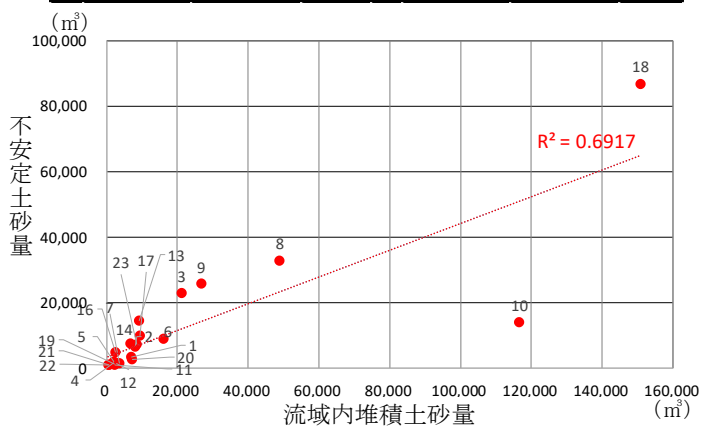


図5 対象溪流の流域内堆積土砂量と不安定土砂量の散布図

3.4 問題点と解決策

本稿結果の中には、差分解析によって算出した流域内堆積土砂量と、不安定土砂量の誤差が非常に大きい溪流がある（No.7, 10, 15, 19, 21,）。その原因として、2時期のLPデータの僅かな位置ずれが考えられる。特に崩壊地のような高低差の大きな地形では、照射位置が少し異なるだけで差分解析によって算出されるデータの誤差が大きくなりやすい。

この問題の解決策の1つとして、変動ベクトル解析（3D-GIV 解析）を使用したDEM（Digital Elevation Model）補正が挙げられる。手順は、以下の①～④、また、図6の通りとなり、この手法によって、自動処理で発生する傾向が強い「過剰補正」を防ぐことが可能となる。

【3D-GIV 解析を使用したDEM 補正の手順】

- ①2時期のDEM間の変位を3D-GIV 解析により検出
- ②現象に精通した技術者の分析により残すべき変位と取り除くべき変位を判別
- ③差分違法性解析により3次元の位置ずれを算出
- ④位置補正が必要な範囲だけを的確に抽出し、補正する

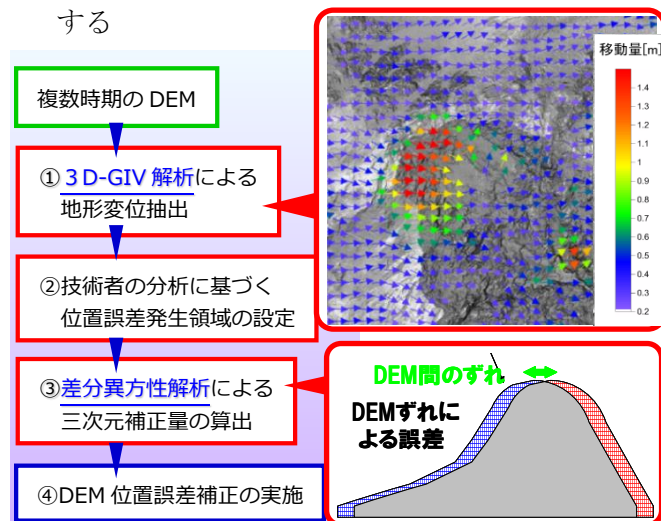


図6 3D-GIV 解析を使用したDEM 補正の手順

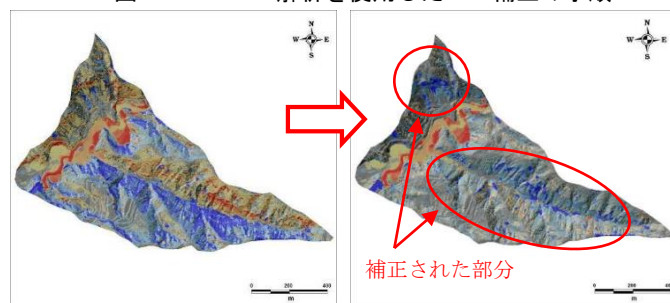


図7 3D-GIV 解析を使用したDEM 補正の例

本稿では、3D-GIV 解析を使用したDEM 補正は実施していないが、今後検証を実施していく予定である。

4. まとめ

LPデータを使用して算出した流域内堆積土砂量と現地調査で把握した不安定土砂量の間には相関があり、LPデータを使用した土砂移動実態の把握は十分可能と考えられる。しかし、2時期のLPデータの僅かな位置ずれによって生じる誤差の問題があり、3D-GIV 解析等を使用して誤差の補正をする必要がある。

LPデータを使用することで、現地への立ち入りを最小限に抑えることができ、また、災害が広範囲に及んだ場合でも、精度よく効率的に調査することが可能となる。

今後、土砂災害発生時において、土砂移動実態を把握する際、現地調査による計測にとってかわる手段の一つとしてLPデータの活用が期待される。

謝辞：本稿を作成するにあたり、災害関連データを福岡県 県土整備部 砂防課より提供いただいた。ここに記して謝意を表します。