

# 三次元地形モデル作成技術による 土砂災害状況把握

斜め写真を利用した崩壊土砂量の速やかな算定

九州空間情報部

空間データ解析センター

事業推進本部

みつやす  
光安  
やまくち  
山口  
よしかわ  
吉川

としき  
利樹  
ゆみこ  
由美子  
ともひこ  
智彦

## はじめに

近年、全国的に短時間に数百 mm を超える局地的な集中豪雨が増加しており、土砂災害が多発しています。

2012年7月、「九州北部豪雨」では、「これまでに経験したことのないような大雨」と表現される豪雨に見舞われました。熊本県の阿蘇（阿蘇乙姫）では、12日未明から朝にかけて1時間に80mm超の豪雨が4時間にわたって降り続き、土砂災害による甚大な被害が発生しま

した。

アジア航測では、降雨が中断した15日に、小型機による土砂災害発生箇所の斜め写真撮影を実施しました。

ここでは、この時撮影した斜め写真から三次元地形モデルを作成し、既存の航空レーザ計測データとの差分により崩壊土砂量を算定し、土砂災害調査に活用する可能性を検討しました。

## 斜め写真撮影成果について

斜め写真撮影は、手持ちのデジタル一眼レフカメラ（2,100万画素）で実施されました。

当時は通常の災害状況把握が撮影の目的であったため、三次元地形モデル作成用の写真撮影ではなく、崩壊箇所について2～5枚/箇所程度の撮影であり、全体では約96枚の写真データとなりました。

図1に、斜め写真の例と撮影位置を示します。

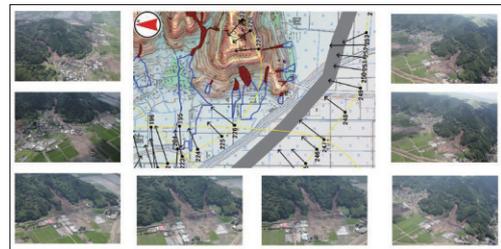


図1 斜め写真と撮影位置

## 三次元地形モデルの作成

三次元地形モデル作成にあたって、写真データ、撮影カメラ位置のGPSデータを使用しました。

また、地形図よりGCP（地上基準点）を7点取得して、高精度化を図りました。

撮影された写真は、三次元地形モデルを作成するため

にはラップ率などが不規則なものでしたが、一部の地区で三次元地形モデルの作成に成功しました（図2、図3）。

このデータでは、崩壊形状や崩壊面の状況を詳細かつ立体的に観察することができます。

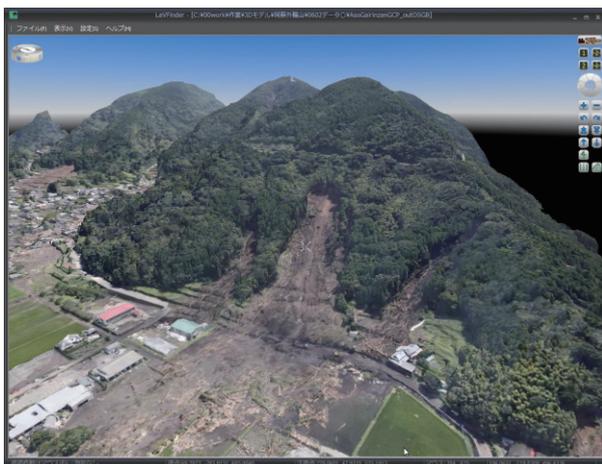


図2 作成した三次元地形モデル

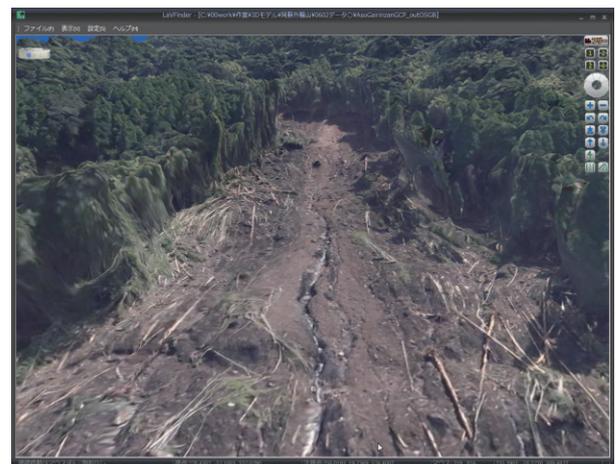


図3 作成した三次元地形モデル（拡大）

## 崩壊土砂量の比較・検討

当該地区は国土交通省九州地方整備局により、災害前（2009年）と災害後（2013年）の2時期の航空レーザ計測データが整備されています。これらを活用して、三次元地形モデルと災害前後の航空レーザ計測データの崩壊土砂量について比較・検討を行いました。

崩壊土砂量は5m間隔の断面線を設定して、差分の断面積から平均断面法により算出しました（図4）。

災害前後の航空レーザ計測データから算出した土砂量

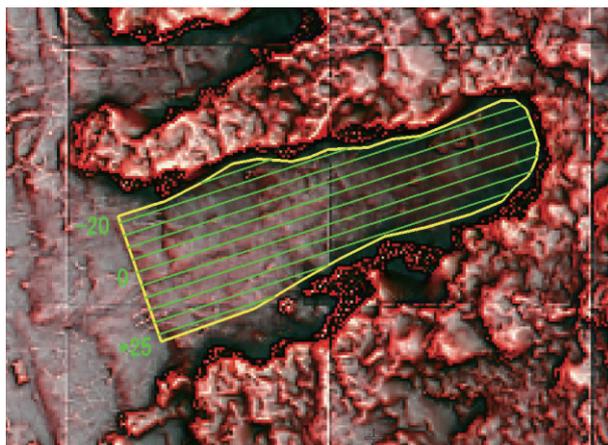


図4 設定した断面線

災害前-災害後					災害前-災害後				
航空レーザ (2009年)					航空レーザ (2013年)				
断面No	断面積 (m <sup>2</sup> )	平均	距離	体積 (m <sup>3</sup> )	断面No	断面積 (m <sup>2</sup> )	平均	距離	体積 (m <sup>3</sup> )
-25	4.66	42.83	5	214.15	-25	-2.04	48.71	5	243.54
-20	81.00	170.79	5	853.97	-20	99.45	129.26	5	646.32
-15	260.59	296.02	5	1480.11	-15	159.07	179.40	5	896.99
-10	331.46	334.75	5	1673.77	-10	199.73	225.96	5	1129.82
-5	338.05	347.32	5	1736.62	-5	252.20	277.45	5	1387.23
0	356.60	370.77	5	1853.86	0	302.69	286.91	5	1434.57
+5	384.95	366.17	5	1830.86	+5	271.14	260.99	5	1304.97
+10	347.40	279.14	5	1395.69	+10	250.85	223.11	5	1115.55
+15	210.88	125.73	5	628.66	+15	195.37	99.48	5	497.42
+20	40.59	43.50	5	217.48	+20	3.60	18.95	5	94.73
+25	46.41	23.20	5	116.01	+25	34.29	17.14	5	85.72
				12001.16					8836.87

12.0km<sup>3</sup>

➔

8.8km<sup>3</sup>

誤差 25%

図5 崩壊土砂量の比較結果

と、災害前航空レーザ計測と三次元地形モデルから算出した土砂量を比較した結果、約25%程度の誤差でした（図5）。

崩壊土砂量算定までに、斜め写真を利用した三次元地形モデル作成手法では、撮影完了後1日であるのに対し、航空レーザ測量では4日と圧倒的に早いことから、緊急性が求められる土砂災害状況把握には有効と考えられます（図6）。

なお、三次元地形モデルには以下の課題があり、使用目的に応じて注意が必要となります。

- ①撮影方法、地上基準点の有無により、精度が大きく変化します。
- ②樹木下の三次元地形モデル作成は不可能のため、樹木下で小規模崩壊が多数発生している場合は、災害状況把握が困難であると予測されます。
- ③崩壊土砂量算定に活用する場合は、災害前の航空レーザ計測データなどの地盤データが必要となります。

日	発災	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
状況	豪雨	降雨終了					
斜め写真 三次元地形モデル		斜め写真撮影 (夜間) 自動解析	(午前中) ●三次元地形モデル作成 (夕方) ●崩壊土砂量算定				
空中写真撮影・図化		垂直写真撮影	空中三角測量 (夕方) ●写真判読図	図化	図化編集	解析	●崩壊土砂量算定
航空レーザ計測		航空レーザ計測	計測データ処理 (夕方) ●写真判読図	●地盤高データ作成	解析	●崩壊土砂量算定	

スケジュールは、1箇所程度の崩壊地に関する最短の日数です。  
天候、面積、崩壊の分布状況等によって、所要日数は変化します。

図6 タイムスケジュール

## おわりに

崩壊土砂量の比較結果の誤差25%については、崩壊土砂量算定に要する日数が1日であることから、2次災害の危険度や災害緊急復興の検討に必要な速報値の誤差としては、許容値内であると考えられます。

また、斜め写真による三次元地形モデルの作成は、空中写真撮影・図化や航空レーザと比較して安価です。

崩壊土砂量算定に必要な航空レーザ計測データは、国

土交通省などにより、全国的に整備が進んでいます。

緊急性が求められる土砂災害状況の把握において、費用対効果を勘案すると斜め写真による三次元地形モデルの活用は、有効な手段であると考えられます。

本技術紹介にご協力いただきました、国土交通省九州地方整備局企画部に謝意を表します。