

航空レーザ測量データを用いた2019年10月東日本台風災害による土砂移動発生箇所への分析

従来の25,000地形図と数値地形図データによる災害発生箇所の抽出精度の比較

キーワード：斜面崩壊、土石流、航空レーザ測量データ、令和元年東日本台風

東北国土保全コンサルタント技術部 古賀 勇輝・黒岩 知恵
 経営本部 中島 達也 仙台支店 中川 敬志

はじめに

近年、土砂災害警戒区域以外でも斜面崩壊や土石流が発生し、土砂災害をもたらした事例が報告されています。令和2年8月には土砂災害防止対策基本指針が変更されており、今後は、数値標高モデル（DEM）等のより詳細な地形図データを用いることにより、土砂災害警戒区域等の指定基準を満たす箇所の精度の高い抽出が求められ

ます（国土交通省、2021）。本稿では、2019年10月台風19号に伴う宮城県丸森町での土砂移動実績を対象に航空レーザ測量データを用いた地形解析を行い、斜面崩壊や土石流による土砂災害発生場所を精度よく抽出した事例を報告します。

高精度な地形図の作成と、土砂移動実績の分類

台風災害発生前の2008～2013年に計測された航空レーザ測量データ（計測密度1点/1m²以上）を収集し、GISを用いたTIN法で5mと10mの2種類のDEMからなる地形図データを作成し、土砂移動現象が発生するおそれのある箇所の抽出基図として使用しました。

また、台風19号に伴う斜面崩壊・堆積分布図（国土地理院、2019）^{*1}をもとに、災害後の空中写真を判読し、

斜面崩壊発生箇所と土石流発生箇所のポリゴンデータを作成しました。分類の結果、丸森町内で発生した斜面崩壊は813箇所（3.0箇所/km²）、土石流は48箇所（0.2箇所/km²）となり、そのうち、建物に危害が生じたと判断されたものは22箇所（斜面崩壊：16箇所、土石流：6箇所）でした。

斜面崩壊および土石流の発生のおそれのある箇所の抽出

作成した地形図データを解析し、土砂災害警戒区域の指定基準に基づいて、斜面崩壊・土石流が発生するおそれのある箇所を抽出しました。

斜面崩壊の発生のおそれのある箇所として、傾斜度30°以上かつ高さ5m以上となる斜面を抽出しました。具体的にはArcGIS（Esri社）を用いて、平面近似法により各メッシュの傾斜角を算出して30°以上の範囲を作成し、このうち最急勾配方向の比高差が5m以上の範囲を斜面崩壊のおそれのある箇所としました（図1）。また、土石流の発生のおそれのある箇所は、ArcGISの水文解析の累積流量ラスタ作成ツールを用いて抽出しました。このツールでは、累積流量（当該メッシュより上流の集水面積）として任意のメッシュ数を設定すると、その閾値以上の集水面積をもつ谷線を自動で生成できます。前述の地形図データから作成した等高線をもとに判読した1次谷に対して、集水面積を種々変化させて感度分析を行った結果、1次谷の

カバー率・的中率が良い条件は、集水面積を5,000m²とした時でした（メッシュ数に換算すると5mDEM：200、10mDEM：50）。この条件で谷線を自動生成し、土石流の発生のおそれのある箇所として抽出しました（図1）。

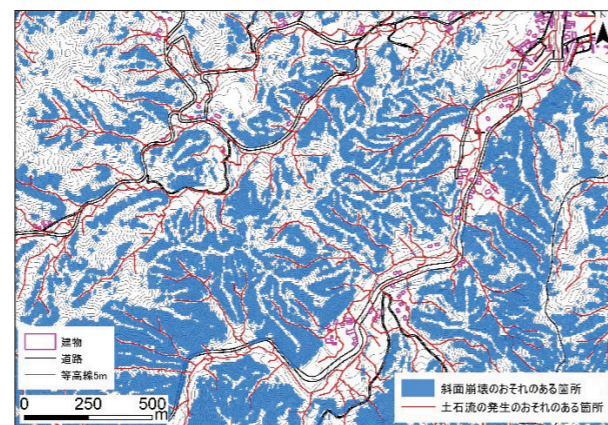


図1 5mDEMから抽出した斜面崩壊・土石流の発生のおそれのある箇所（丸森町）

抽出箇所による土砂移動実績のカバー率

台風災害時の斜面崩壊と土石流の発生箇所に対する、前章で抽出した斜面崩壊もしくは土石流の発生のおそれのある箇所のカバー率を表1に示します。カバー率は、作成した斜面崩壊・土石流発生箇所のポリゴンデータの全数と、そのポリゴンデータと斜面崩壊（もしくは土石流）の発生のおそれのある箇所として抽出したメッシュ（もしくはライン）の重複数の割合として算出しました。

表1より、斜面崩壊の発生箇所に対しては、5mDEMを用いた場合のカバー率が91.6%と大半の土砂移動実績が抽出できました。これに対して、10mDEMではカバー率は42.9%と低く、斜面高さ5m程度の崩壊発生箇所を抽出できていません（図2）。土石流の発生箇所に対するカバー率は、5mDEMでは100%であり、全ての土石流発生箇所が抽出される結果となりました。10mDEMのカバー率は95%程度と5mDEMに比べて若干低い結果となっています。

現象区分	土砂移動実績 (丸森町全域)	航空レーザ測量データを用いた土砂移動実績の抽出結果 ※	
		5mDEMによるカバー率	10mDEMによるカバー率
斜面崩壊	813	746 746/813 (91.6%)	349 349/813 (42.9%)
土石流	48	48 48/48 (100%)	46 46/48 (95.8%)

※()内はカバー率を示す。

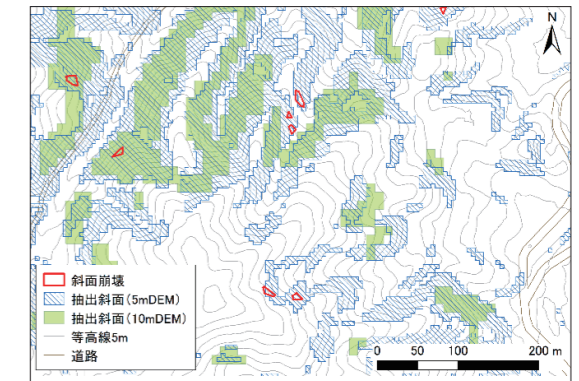


図2 斜面崩壊発生箇所の抽出状況の比較（5m・10mDEM）

抽出箇所による土砂災害発生場所のカバー率

斜面崩壊や土石流の発生箇所のうち建物に危害が生じた箇所を土砂災害発生場所と考え、従来の25,000地形図、5mDEMおよび10mDEMによるカバー率を算出しました（表2）。

25,000地形図によるカバー率は、土砂災害危険箇所および土砂災害警戒区域と土砂災害発生場所の分布状況から算出しました。25,000地形図による斜面崩壊のカバー率は43.8%、土石流のカバー率は50%となっており、概ね半数の土砂災害が従来の25,000地形図の精度では抽出できなかった箇所で発生しています。

斜面崩壊による土砂災害発生場所のカバー率は、5mDEMを用いた場合は81.3%と、25,000地形図を用いた場合に対して、抽出精度が概ね40%向上しました。5mDEMを用いた場合では、25,000地形図や10mDEMに比べると、斜面高や発生域の面積が比較的小さい斜面崩壊も抽出されており、小規模な斜面崩壊を起因とする土砂

現象区分	土砂災害発生場所(実績) ※1	地形図データの精度による抽出結果の比較 ※2		
		25,000地形図によるカバー率	5mDEMによるカバー率	10mDEMによるカバー率
斜面崩壊	16	7 7/16 (43.8%)	13 13/16 (81.3%)	10 10/16 (62.5%)
土石流	6	3 3/6 (50.0%)	6 6/6 (100%)	6 6/6 (100%)

※1 空中写真判読により、建物に直接土砂が到達し危害が生じた箇所を示す。（洪水氾濫により被災したと考えられる箇所は除く。）
 ※2 ()内はカバー率を示す。

災害発生場所の抽出精度が向上したことがわかりました。土石流による土砂災害発生場所のカバー率は、25,000地形図を用いた場合は50%で、これに対して、5mDEMおよび10mDEMを用いた場合はいずれも100%であり、DEMデータを用いることで漏れなく土砂災害発生場所が抽出されていることがわかります。この理由としてDEMデータにより一定の集水域をもつ谷地形が一律かつ面的に抽出されたことが挙げられます。

おわりに

これまで土砂災害の発生のおそれのある箇所は、縮尺1/25,000の地形図で抽出されてきました。本検討では、航空レーザ測量データから作成された5mDEMおよび10mDEMを抽出基図として用いることで、従来に比べて斜面崩壊および土石流による土砂移動発生場所の抽出精度が高くなり、特に5mDEMが精度よく土砂災害発生

場所を抽出できることを確認できました。今回は、地形図から漏れなく土砂移動発生箇所を抽出することを前提にカバー率にのみ着目したため、今後は抽出した土砂移動のおそれのある箇所による、土砂移動実績の抽出精度（的中率）の向上について検討する必要があります。

【引用文献】
 国土地理院：令和元年台風19号に伴う斜面崩壊・堆積分布図 丸森地区（宮城県白石市、角田市、丸森町、福島県相馬市、伊達市）。
https://www1.gsi.go.jp/geowww/201910/houkai/houkai_s.pdf, 2019