

起伏量を指標とした深層崩壊の規模の評価に関する研究

(独) 土木研究所

○石塚忠範・武澤永純・森田耕司・一色弘充

国土技術政策総合研究所

内田太郎

1 はじめに

深層崩壊の発生規模を予測することは、深層崩壊による被害範囲や対策工に作用する外力を推定するために不可欠であり、深層崩壊対策を進めていく上での基本的な情報の一つと言える。一方、深層崩壊は斜面を構成する基盤岩から崩壊するものであり、崩壊の発生は基盤内部の構造や地下水の状況などに影響されると考えられ、深層崩壊の規模を予測する手法は、まだ確立されていないのが現状と言える。

斜面崩壊の規模は、一般的に、発生場となる斜面の規模に制約されると考えられ、斜面の規模を表す地形量指標の一つとして起伏量がある。既往研究では、中小規模の崩壊では起伏量と崩壊規模には相関があるとされており、深層崩壊についてもこうした地形量指標を用いて、その発生規模を推定できる可能性が考えられる。

本研究では、2011 年台風 12 号災害（十津川村）のデータを用いて、起伏量から深層崩壊の発生規模を評価する方法について検討を行ったので報告する。

2 研究方法

対象地域は、2011 年台風 12 号により深層崩壊が多数発生した地域のうち、奈良県十津川村の範囲（672km²）とし、対象地域を 10m メッシュで区切り検討を行った。崩壊地は 2011 年 9 月 6 日～13 日にかけて撮影された空中写真の判読結果から、GIS 上でポリゴンを作成し、崩壊地ポリゴンと重なるメッシュを崩壊メッシュとした。崩壊面積区分毎の崩壊地数と崩壊メッシュ数は、表-1 のとおりである。

起伏量は、国土地理院の 10m メッシュ標高データを用い、計算の対象とするメッシュを中心に 3×3 メッシュ（30m×30m）、15×15 メッシュ（150m×150m）、35×35 メッシュ（350m×350m）、55×55 メッシュ（550m×550m）、75×75 メッシュ（750m×750m）、105×105 メッシュ（1050m×1050m）の計算範囲（以下、ウインドウサイズ（WS）と表記）の最大と最小の標高値の差として求めた。

起伏量と崩壊規模の関係を分析するための指標として、比崩壊メッシュ率（式 1）を用いた。

$$P_i = \frac{N_{L,i}/N_i}{N_L/N} \dots (1)$$

$N_{L,i}$; ある起伏量帯 i の崩壊メッシュ数

N_i ; ある起伏量帯 i の全メッシュ数

N_L ; すべての起伏量帯の崩壊メッシュ数

N ; 全メッシュ数

表-1 崩壊地データ

崩壊面積区分 (m ²)	崩壊地数	崩壊メッシュ数
全崩壊地	603	46,770
100-1,000	252	3,778
500-5,000	410	12,892
1,000-10,000	296	14,602
5,000-50,000	90	15,227
10,000-100,000	49	14,967
50,000-500,000	11	17,725
全メッシュ数	-	6,733,161

3 結果

崩壊面積区分毎の、起伏量と比崩壊メッシュ率の関係を図-1 に示す。起伏量と崩壊規模の関係は、起伏量の算出に用いるウインドウサイズにより異なっている。つまり、WS 3×3 では、崩壊面積 50,000-500,000m² の大規模な崩壊は、起伏量が小さい領域で比崩壊メッシュ率が 1 より大きい値を示し、逆に起伏量の大きい領域で比崩壊メッシュ率が 1 以下となっている。崩壊面積 1,000-10,000m² 以下の崩壊規模の小さいものは、それとは逆の傾向を示し、起伏量の小さい領域で比崩壊メッシュ率が 1 以下であり、起伏量の大きい領域では比崩壊メッシュ率が 1.5 前後の大きな数値を示している。

一方、WS 55×55 では、崩壊面積 50,000-500,000m² の区分で起伏量と比崩壊メッシュ率の間には明瞭な相関が見られ、起伏量 370m 以上では概ね 2 以上の非常に大きな値となっている。崩壊面積 1,000-10,000m² では、値にバラツキがあるものの、起伏量 350m 付近までは比崩壊メッシュ率がやや増加し、それ以上の起伏量では低下する傾向が認められる。

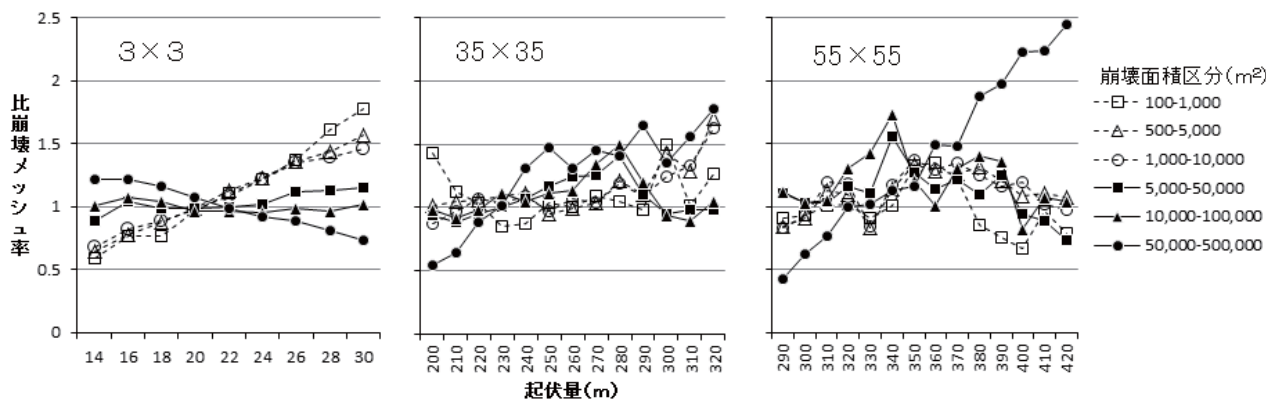


図-1 崩壊面積区分毎の起伏量比と比崩壊メッシュ率の関係（ウインドウサイズ 3×3、35×35、55×55）

WS35×35 の場合では、両者の中間的な傾向となっている。

なお、WS35×35、WS55×55 の図は、比較的起伏量の大きい部分の違이에着目したものであり、図の範囲以下の起伏量の領域では、何れの崩壊面積区分においても比崩壊メッシュ率が概ね1を下回る結果となっている。

4 考察

図-1では、WS3×3の場合、起伏量の大きさと崩壊規模の関係はほぼ逆の相関を示し、またWS55×55では起伏量が大きくなるほど大規模な崩壊が多く発生する傾向が顕著に見られた。これは、WS3×3で算出された起伏量は対象メッシュ近傍の傾斜度を反映したのとなっており、一方ウインドウサイズをある程度大きくすることによって、斜面の規模が適切に評価され、起伏量の大きな斜面で大規模崩壊が多く発生している結果が得られていると考える。つまり、崩壊面積が大きな崩壊（大規模深層崩壊）は、起伏量の大きな規模の大きい斜面で、かつ勾配が比較的ゆるやかな場所で発生していると考えられる。

図-2に、十津川村長殿周辺で発生した深層崩壊（崩壊面積10,000m²以上）の崩壊斜面内のメッシュを対象にWS3×3で算出した起伏量とWS55×55で算出した起伏量の分布を示した。図より、崩壊面積が大きいものでは、WS55×55で起伏量の大きい領域に多くのメッシュが分布していることが分かる。またWS3×3の起伏量は、崩壊面積がどちらの場合も、比較的小さい領域に集中している。

つぎに、国土交通省近畿地方整備局により公表された深層崩壊溪流レベル評価における概ね1km²の溪流を単位として、表-2に示す条件で、崩壊面積50,000m²以上の大規模深層崩壊の発生状況の評価した。WS55×55のみを用いた評価では、カバー率100%（見逃しが0）で、抽出率は60%となり、その際の中率は4%となった。上記にWS3×3の条件を加えた場合には、抽出率は42%となり、危険性が高いと評価される斜面がさらに絞り込まれる。ここで検討した評価手法は、危険

表-2 大規模深層崩壊の発生危険度の評価結果

抽出条件	的中率 (P)	カバー率 (C)	抽出率 (R)
WS55×55起伏量370m以上の占める割合が20%以上	0.04	1.00	0.60
WS3×3起伏量18m以下の占める割合が30%以上、かつWS55×55起伏量370m以上の占める割合が20%以上	0.06	1.00	0.43

$P = Nr, c/Nr, C = Nr, c/Nc, R = Nr/N$

Nr, c: 抽出条件に該当しかつ大規模深層崩壊が、発生した溪流数

Nr: 抽出条件に該当する溪流数、Nc: 大規模深層崩壊が発生した溪流数

N: 全溪流数

斜面を精度良く特定することは出来ないものの、深層崩壊対策を考える際に、大規模現象を想定した検討が必要となる斜面を絞り込む上で、有効な手法となると考えられる。

5 まとめ

本研究により、以下のことが分かった。

- (1) 崩壊面積50,000m²を超える大規模深層崩壊は、起伏量のより大きなメッシュで発生していた。また崩壊地のメッシュは、勾配が比較的ゆるやかな場所に多く分布している。
- (2) 斜面勾配と斜面規模を適切に表すウインドウサイズにより求められる起伏量を用いて、大規模深層崩壊の発生危険斜面を評価出来る可能性がある。

一方課題としては、本研究の成果は十津川村内でのデータのみを用いた結果によるものであり、今後他の地域でも検証を行い、適用性を明らかにする必要がある。

謝辞: 本研究においては、国土交通省近畿地方整備局が実施した調査の成果を使用させていただいた。記して、謝意を申し上げます。

参考文献: 武澤ほか (2013) : 起伏量を用いた地震による崩壊危険度と規模の評価, 砂防学会誌, Vol. 65, No. 6, p. 22-29

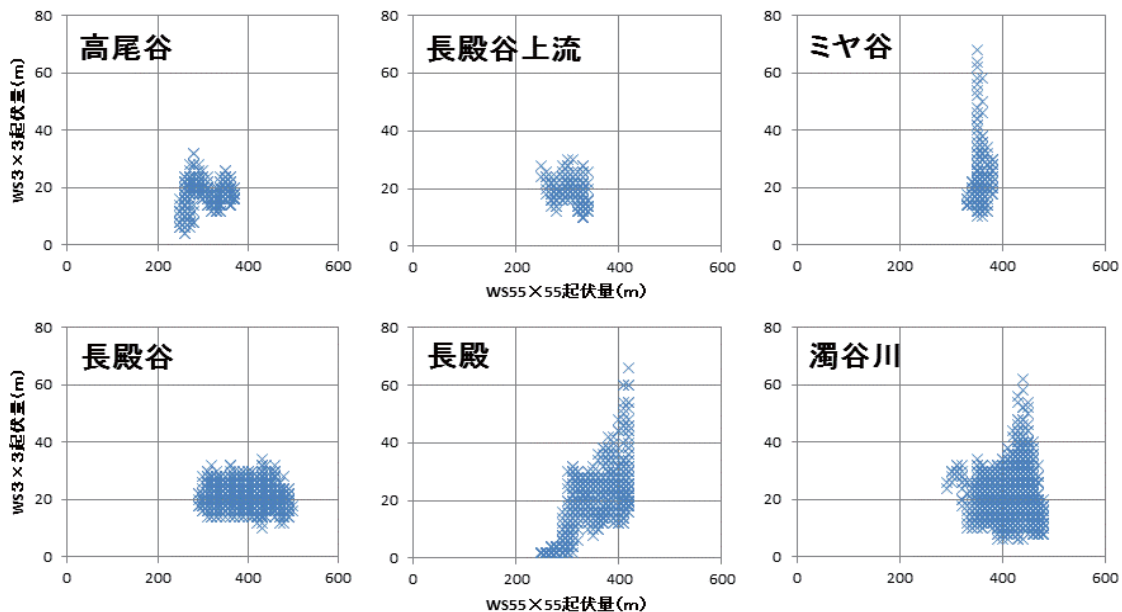


図-2 深層崩壊発生斜面におけるWS3×3とWS55×55の起伏量の分布
(上段: 崩壊面積10,000-50,000m² 下段: 崩壊面積50,000m²以上)