

深層崩壊発生危険度評価に有効な地形指標の提案

独立行政法人 土木研究所 ○ 鈴木隆司, 内田太郎, 田村圭司, 寺田秀樹

国土交通省 宮崎河川国道事務所 堤 宏泰, 下西浩治

砂防エンジニアリング株式会社 井上享郁, 相馬竜司

1 はじめに

近年の気候変動の影響とも思われる大型台風の襲来や集中豪雨は、各地で 1 時間雨量や累加雨量の極値を更新するような降雨をもたらし、大規模土砂災害を発生させている。このような大規模な土砂災害の原因の 1 つに深層崩壊がある。従来の深層崩壊発生場に関する研究では¹⁾、崩壊発生前後の空中写真判読による崩壊地周辺の特徴的な微地形の抽出、斜面勾配や起伏量などの地形量の解析結果などが報告されている。しかし、これまで深層崩壊は発生頻度が低く、崩壊機構も未解明な部分が多かったため、発生危険箇所の予測は困難とされていた。そこで、本研究では、地質構造及び微地形要素とDEMデータから算出される地形量を用いて、深層崩壊の発生斜面・非発生斜面における特徴の違いを明らかにすることにより、深層崩壊の発生危険度評価に有効な指標の抽出と深層崩壊発生危険渓流の抽出手法の検討を行った。

2 検討対象地域

検討対象地域は、2005 年 9 月に台風 14 号による豪雨(5 日間累加雨量 1,029mm:「鰐塚山(気象庁)」)²⁾によって深層崩壊が多数発生した宮崎県鰐塚山周辺の面積約 130km²の地域である。検討対象地域を溪流単位で 1~2km²程度になるように 95 の単元溪流(以下、流域とする)に区分した(図-1)。

3 検討方法

(1) 深層崩壊跡地の抽出・整理

土木地質図(S=1/20 万)及び 2005 年台風 14 号による崩壊発生前に撮影された空中写真(2003 年撮影)の判読により「深層崩壊跡地」を抽出した。

また、2005 年台風 14 号による崩壊発生後に撮影された空中写真の判読により「深層崩壊発生箇所」を抽出した。

(2) 地質構造と微地形要素の抽出及びこれらと深層崩壊発生との関連性の分析

本研究では、既往の研究³⁾において深層崩壊発生と関連性が高いとされてきた地質構造要素のうち、①活断層、②明瞭なリニアメント、③キャップロック構造の 3 要素を対象とし、地質図、活断層マップ等から抽出した。また、深層崩壊発生と関連性が高いと考えられる微地形要素として、①円弧状クラック、②岩盤クリープ斜面、③線状凹地、④山頂緩斜面、⑤地すべり地形の 5 要素を対象とし、地質図及び深層崩壊発生前の空中写真(2003 年撮影)判読により抽出した。

この抽出結果を基に、溪流ごとに各要素の有無を集計した。その上で、①ある要素が分布する溪流のうち、深層崩壊発生箇所または深層崩壊跡地がある溪流の割合(以下、「的中率」とする)及び②深層崩壊発生箇所または深層崩壊跡地がある溪流のうち、ある要素が分布する溪流の割合(以下、「カバー率」とする)を算出した。

(3) 地形量の算出及び深層崩壊発生との関連性の分析

表層崩壊発生に関する物理モデルでは、表層崩壊発生場所をコントロールする地形要因としては、斜面傾斜度、集水面積が挙げられている⁴⁾。そこで、本研究でも、同じ考え方に従い、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ(標高)を用いてメッシュごとの斜面勾配、集水面積を算出した。その上で、斜面傾斜度 8 階級と集水面積 9 階級のカテゴリーに区分し、各カテゴリーに属する全メッシュ数に対する深層崩壊跡地メッシュ(メッシュの重心が深層崩壊跡地ポリゴン内にあるメッシュ)の割合を「深層崩壊跡地率」として算出した。

4 検討結果

(1) 地質構造及び微地形要素と深層崩壊の発生確率

深層崩壊跡地を対象に、的中率とカバー率を算出した結果を図-2 に示す。カバー率では、活断層は他の要素と比べて小さく、深層崩壊が発生した溪流においてあまり分布していないことが分かった。また、他の 5 要素はいずれもカバー率が概ね 0.4 以上であり、深層崩壊が発生した溪流に比較的多く分布する確率の高い要素であることが分かった。

一方、深層崩壊跡地が分布する溪流は 23 あり、検討対象地域全体での的中率は 0.24 となった。「円弧状クラック」と「岩盤クリープ斜面」的中率は 0.24 より明らかに大きいものの、他の 5 要素の的中率は概ね 0.24 以下の値であり、これら 5 要素が存在する溪流においては、要素のない溪流に比べて深層崩壊が発生しやすいとは言えないことが分かった。

以上のことから、鰐塚山周辺地域においては、「円弧状クラック」と「岩盤クリープ斜面」が深層崩壊跡地と関連性が高いと

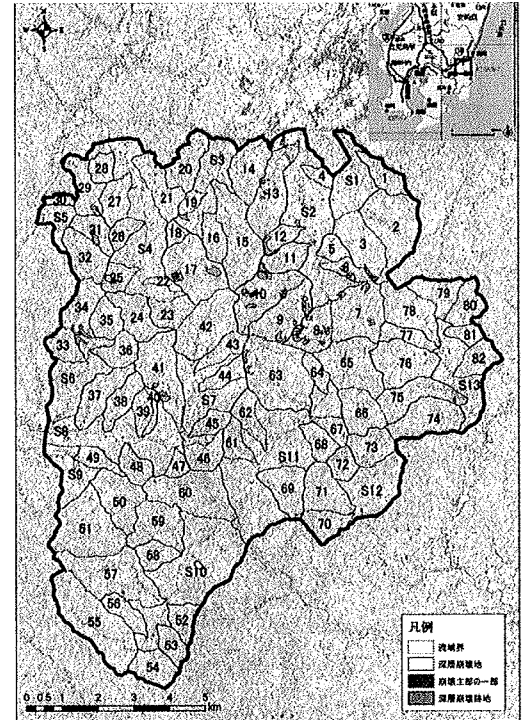


図-1 検討対象地域の鰐塚山周辺地区

推定された。

(2) 地形量と深層崩壊発生危険度の関係

地形量ごとの深層崩壊跡地率を検討対象地域全体の平均深層崩壊跡地率で割った値を表-1 に示す。なお、対象地域の総メッシュ数は 51,621 個、深層崩壊跡地メッシュ数は 370 個で、深層崩壊跡地率は 0.007 となる。この結果からは、斜面傾斜度と集水面積が大きいほど深層崩壊跡地率は概ね大きくなり、表層崩壊と同様に、斜面傾斜度と集水面積が深層崩壊の発生場所をコントロールする可能性の高いことが分かった。

そこで、深層崩壊跡地率が対象地域の平均値より 2 倍以上を深層崩壊の危険度の高いメッシュと考え、「危険メッシュ」とした(表-1)。溪流ごとの危険メッシュ数を集計し、危険メッシュ数の階級区分ごとに深層崩壊跡地の分布する溪流数の割合を整理した結果(図-3)、危険メッシュ数が多くなるほど深層崩壊跡地が存在する可能性が高くなり、危険メッシュ数が溪流単位の深層崩壊発生危険度を表す指標として有効である可能性が指摘できた。

5 抽出手法の提案と適用

(1) 抽出手法の提案

前述した深層崩壊跡地に関する分析結果に基づいて、以下に示す各条件を全て備える溪流が最も深層崩壊発生恐れの高い溪流と考えた。

- ① 地質構造及び微地形要素の条件 : 「円弧状クラック」または「岩盤クリープ斜面」を有する溪流
- ② 地形条件 : 「危険メッシュ」数が 200 個以上ある溪流
- ③ 過去の深層崩壊実績 : 深層崩壊跡地を有する溪流

(2) 2005 年発生時の深層崩壊地予測への適用

この考えに基づいた抽出を行った場合の抽出手法の妥当性を検証するために、2005 年の深層崩壊実績について解析した。すなわち、深層崩壊が発生した 8 溪流を含む検討対象地域の 95 溪流について、上記①～③の条件のうちのいくつを満たす溪流かという点で整理した(図-4)。その結果、1 つの条件も満たさない溪流では、深層崩壊は発生していなかった。一方、満たす条件数が多いほど、深層崩壊が発生した溪流数の条件を満たす全溪流数に対する割合が高くなり、①～③の条件は同地域の深層崩壊発生危険溪流を抽出する上で有効な指標であることが明らかになった。

6 まとめと課題

鰐塚山周辺地域を対象に、2005 年以前に発生した深層崩壊跡地に関して地質構造・微地形要素及び地形量から解析した結果に基づき、深層崩壊発生恐れのある溪流を抽出した結果、2005 年に発生した深層崩壊が分布する溪流は精度良く抽出できた。このことは、事前に深層崩壊跡地を対象に深層崩壊の発生と関連性の高い地質構造・微地形要素及び地形量を抽出しておけば、深層崩壊発生危険溪流が抽出できる可能性を示している。

今後は、他地域への適用事例を増やし、指標や基準値の汎用性、地質等との関連性を確認をする必要がある。

参考文献 1) 例えば、建設省土木研究所(1988):土木研究資料 第 2544 号, pp.252 2) 気象庁(2005):災害時自然現象報告書, 2005 年第 1 号, pp.55 3) 1)のほかに例えば、岩松ら(1986):自然災害西部地区部会報 1 号, p.79-89 4) D.R. Montgomery and W.E. Dietrich(1994):Water Resour. Res. 30, p.1153-1171

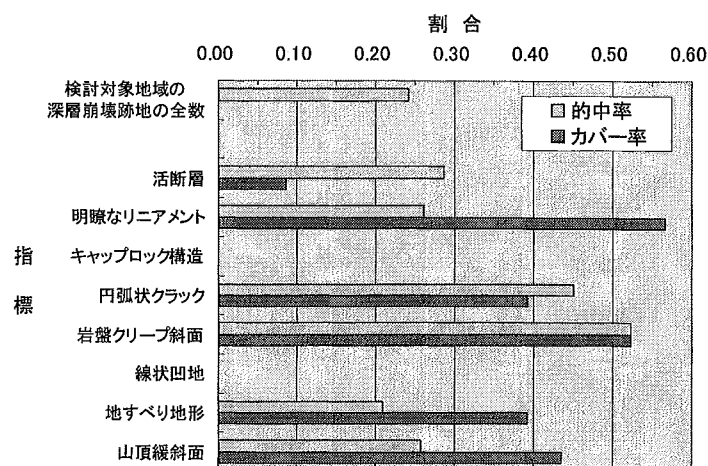


図-2 地質構造及び微地形要素と深層崩壊跡地の関係

表-1 斜面傾斜度－集水面積と深層崩壊跡地率の関係

		集水面積 (log ₁₀ As)					
		3.40	3.70	3.88～4.00	4.10～4.40	4.44～4.70	4.72～
危険メッシュ数	～10	0.00	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
	10～15	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	(0.00)
	15～20	0.10	0.08	0.17	0.54	0.41	0.42
	20～25	0.50	0.50	0.54	0.62	1.83	2.40
	25～30	0.81	1.54	1.87	3.18	3.31	(0.86)
	30～35	1.02	3.72	3.93	3.60	(5.40)	(1.89)
	35～40	(1.95)	5.73	3.23	(2.09)	(2.11)	(0.00)
	40～	(7.34)	(1.28)	(3.77)	(0.00)	(0.00)	—

- ※・実線より下の着色部分の領域が「危険メッシュ」を表す。
- ・表中の数値は検討対象地域の平均値との比を表す。
- ・カッコ付きの数値はカテゴリーの全体メッシュ数が検討対象区域総メッシュ数の 1% 以下の場合、「—」は該当メッシュなしの場合。

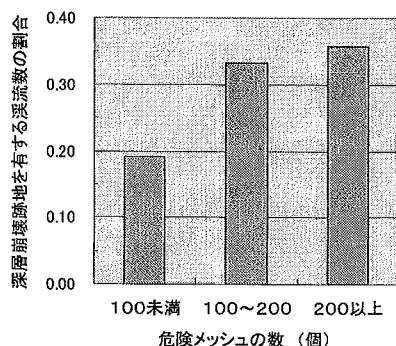


図-3 危険メッシュ数と深層崩壊跡地を有する溪流の関係

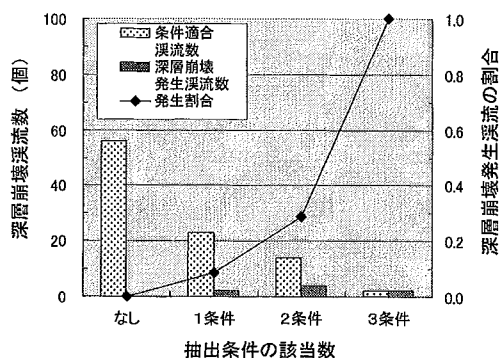


図-4 抽出手法(案)の適用結果