

土石流危険渓流における地域特性を考慮した崩壊可能性の評価に関する研究

山口大学工学部 学生員 ○長通伸幸 中電技術コンサルタント(株) 正会員 荒木義則
広島県 正会員 松永悟 山口大学工学部 正会員 菊池英明
山口大学工学部 正会員 古川浩平

1. はじめに

我が国では宅地開発等による土地の高度利用化にともない土石流危険渓流に指定される渓流は増加傾向にある。このような中で人的災害の軽減と災害の再発防止を図るためには、あらかじめ土石流発生危険性の高い渓流を判断し、また土石流が発生した場合の規模やその被害状況を事前に予測・評価を行い、さらには警戒・避難のための処置や体制を確立することが急務になっている。

このような事前の防災対策を行う上で非常に多数の渓流を扱うためには、既存の資料を有効に活用し、また個々の流域に対して新たにデータを得る場合には、地形図から比較的容易に求められる要因を用いるのが望ましい。また全国多数の渓流の危険度を同一の基準で、比較的短時間で判定する手法が要求される。これら多数の渓流を扱うには統計的手法が好ましい。これは土石流の機構を無視し、現象の本質的な解明はできないが、比較的容易に知り得る要因から多数の渓流の危険度を評価できる。そのため本研究での解析方法としては、多変量解析手法である重回帰分析を用いて渓流崩壊規模の評価を行った。

本研究では地質・地形に重点を置き、まず地域ごとの地質・地形の特徴を評価し、特に地形的特徴の違いが土石流の発生規模にどういった影響を及ぼすかを比較評価する。そのため広島県に広く分布している花崗岩地山で発生した土石流災害(呉市休山周辺の昭和42年7月土石流災害)の崩壊発生規模の予測を行い、同じ地質特性(花崗岩)をもつ広島県北西部の昭和63年7月災害との比較検討を試みた。また、呉では過去の土石流発生件数に比べ現在は減少していることから土石流発生の誘因の1つである降水量の経年変化との関係についても検討を行った。

表-1 地形要因一覧図

2. 分析データ

重回帰分析の説明変数となる地形要因には、建設省が全国的に統一した基準で行っている土石流危険渓流調査結果と、その他の要因として、地形図から比較的容易に求められる土石流や崩壊に関係があると考えられる要因を1/5000地形図から抽出した。これらの地形要因とその内容を表-1に示す。目的変数として、被災形態を基にした崩壊規模のランクを用いることにした。崩壊ランクとして1~5ランクを被災形態別に整理したものを表-2に示す。

要 因		内 容
地 形	A	水系標本
	B	渓床平均勾配(°)
	C	主源流長(km)
	D	流域面積(km ²)
	E	流域幅(m)
地 質	F	0次水系の級
	G	流域最大傾斜(°)
	H	渓床堆積層評価
要 素	I	降雨集中度評価
	J	渓床危険度評価

要 因		内 容
地 形	A	流水の流下形態(渓流長/最短渓流長) 「すべり台」としての土石の流下しやすさ
	B	「すべり台」としての土石の流下しやすさ
	C	流水の流下距離
	D	集水の大小
	E	流水の流下形態
地 質	F	崩壊移動(30mコンタで計測)
	G	土石流発生時の大小
	H	崩壊形態の発生・再発生
要 素	I	建設省方式による評価(ランク1~3) 渓床勾配1.0°以上での各断面の最盛堆積土砂層の平均値 ランク1: 渓床堆積厚0.3m未満 もしくは 少ない ランク2: 渓床堆積厚0.3m以上2m未満 もしくは 中 ランク3: 渓床堆積厚2m以上 もしくは 多い
	J	流域形状と谷の発達状況から降雨の集中度を評価 (ランク1~5)
		建設省方式による評価 (ランク1~4) ランク1: 渓床勾配1.0°以下 ランク2: 渓床勾配1.0°~1.5°を有する ランク3: 渓床勾配1.5°以上で流域面積5ha未満 ランク4: 渓床勾配1.5°以上で流域面積5ha以上

表-2 被災形態別崩壊ランク

3. 分析ケース

分析ケースは次の3ケースとした。
CASE 1 :対象とする範囲を呉土木事務所から半径5 km以内の流域とし、土質成分により花崗岩、火山岩等その他、全流域の3つに分けて分析。
CASE 2 :対象とする範囲を時間雨量6.5 mm以上の流域

ランク	崩 壊 形 態
1	安 定
2	崩 壊 (崩壊面積<500m ²)
3	崩 壊 (崩壊面積≥500m ²)
4	土 石 流 (侵食路長<0.5km)
5	土 石 流 (侵食路長≥0.5km)

(呉市)とし、土質成分により花崗岩、火山岩等その他、全流域の3つに分けて分析。

CASE 3 :対象とする範囲を加計土木事務所から半径5 km以内の流域とし、土質成分により花崗岩、火山岩等その他、全流域の3つに分けて分析。

表-3 CASE別分析結果

分析の結果、採用された要因や予測精度が、CASE1とCASE2ではほぼ同じ結果となったため、CASE2を削除しCASE1とCASE3について比較検討する。

4. 分析結果

分析より得た重回帰式を表-3に示す。呉と加計の地形ポテンシャルの平均は加計の同定式を使用すると呉のポテンシャルは1.514,加計は1.587であり、呉の同定式を使用すると呉では2.05,加計では2.143となり、若干加計の方が高くなっているがほぼ同じといえる。加計の同定式を使用した長崎と小豆島の地形ポテンシャルは長崎が1.294,小豆島が1.158であり、呉と加計は高いポテンシャルであることが分かる。呉と加計では採用される要因が大きく違うが、これは土石流の崩壊形態や地形要因が呉と加計では違うためと考えられる。また、花崗岩地質の溪流と火山岩等その他の溪流では重回帰式に採用される要因が違うことから、地質により重要となる要因が異なるといえる。

5. 結論

本研究では広島県の呉市と加計町の土石流災害を対象とし、地形・地質要因から多変量解析手法である重回帰解析により崩壊規模予測を試みた。これらにより得られた結論を以下に列挙する。

() は標準編回帰係数

- ①本研究の対象とした呉市と加計町は、他の大きな災害があった地域(長崎、小豆島)に比べ地形ポテンシャルが高く、非常に危険な溪流が多いと言える。
- ②呉では過去に比べ土石流災害が減少しているが、災害時のような豪雨は災害時以降には降っておらず、そのため近年では土石流災害が発生していないと考えられる。しかし、加計町と同じく地形ポテンシャルも高いため、災害時に降ったような豪雨が襲えば、土石流が発生する可能性があると考えられる。
- ③下記に今回対象とした災害での土石流の発生率を示すが、土質成分が火山岩等その他の流域に比べて、花崗岩の流域は土石流発生率が高い傾向にある。

呉市において、CASE1 花崗岩溪流：16.7% 火山岩等その他の溪流：10.5%

CASE2 花崗岩溪流：25.5% 火山岩等その他の溪流：12.5%

- ④安定溪流・崩壊溪流・土石流溪流の各地形要因の平均値が安定<崩壊<土石流となっている要因が重回帰式に採用されやすい傾向にある。
- ⑤土質成分(花崗岩)が同じであっても、対象とする地域が変われば、重回帰式に採用される要因が異なっている。これは、土石流の崩壊形態や地形要因の分布の違いによるものと考えられる。
- ⑥花崗岩地質の溪流と火山岩等その他の溪流では重回帰式に採用される要因が違っている。これは、地質の特性の差が反映されたものと考えられる。

説明変数	CASE1 呉地域			CASE3 加計地域
	花崗岩	火山岩等 その他	全流域	
水系模様		4.16 (0.225)		
溪床平均勾配(°)				
主溪流長(km)	0.977 (0.124)		0.987 (0.147)	1.173 (0.219)
流域面積(km ²)				
溪流幅(m)	0.026 (0.183)		0.027 (0.172)	
最急溪床勾配(°)	0.046 (0.244)		0.034 (0.183)	
0次水系の数				
流域最大傾斜(°)				
溪床堆積厚評価	0.525 (0.224)	0.673 (0.274)	0.493 (0.209)	0.169 (0.201)
降雨集中度評価				
溪床危険度評価	0.626 (0.157)	0.897 (0.329)	0.679 (0.189)	
定数項	-3.393	-7.554	-3.227	0.644
重相関係数 R	0.477	0.577	0.48	0.346
寄与率 R ² ・R	22.71	33.25	23.07	11.96
分散比	9.17	5.64	11.64	6.04