

## 平成 26 年 8 月豪雨による広島県で発生した土砂災害をふまえた 土石流発生源の予測方法と対策の提案

東亜グラウト工業株式会社 梅沢広幸, 澤田梨沙, ○溜池綾  
東京農工大学 石川芳治

### 1. はじめに

土石流の発生源となる崩壊は、塚本らの研究により 0 次谷で発生する確率が高いことが報告されている<sup>1)</sup>。塚本らは、1 次谷まで成長していない山腹斜面上にみられる凹地形を全て 0 次谷（1 次谷未満の谷）と定義し、0 次谷での崩壊が広範囲に分布することを明らかにした。しかしながら、土石流発生源を予測し、発生源対策工の実施を検討する場合には、崩壊箇所の予測範囲が広範囲に分布し、コスト面での優位性が保たれないことから、より限定的な土石流発生源の予測が必要となる。

これらの背景より、本稿では、土石流の発生源を高い確率で予測することを目的とし、「平成 26 年 8 月豪雨による広島県で発生した土砂災害」の事例を対象に土石流発生源の崩壊箇所を地形別に細分化し、その発生割合を求め、これらの結果に基づき土石流発生源の予測方法と対策案についての基礎的研究を実施したので、報告する。

なお、研究の対象地区としては、土石流発生数が多数認められる阿武山（標高約 585m）山体と、高松山（標高約 340m）山体の 2 箇所を選定した。

### 2. 方法

研究対象地区災害発生後の航空写真（朝日航洋株式会社）を用いて、1/5,000 の等高線図に崩壊地・土砂流下範囲を示した（図 1）。また設定した定義に則り、崩壊の発生箇所を区分しその割合を求めた。さらに、0 次谷内の崩壊は、予測面積を絞り込むため、3 つに区分し、その割合を求めた。

### 3. 発生地区における区分等の定義

判読域内の崩壊発生地区を区分Ⅰ：0 次谷内崩壊，区分Ⅱ：溪岸崩壊，区分Ⅲ：その他の崩壊の 3 つに区分した（図 2）。それぞれに設定した定義を以下に示す。

#### 3.1 0 次谷（区分Ⅰ）

ここでは 1 次谷まで発達している谷の上部のみを 0 次谷とし、1 次谷最上端から伸びる谷延長線から左右岸側に各々 30 度ずつ開いた直線と流域界のラインで囲まれた範囲と定義した。また、0 次谷の範囲内における崩壊箇所は、0 度ラインから左右岸に 10 度ずつ 3 等分し、それぞれを区分 a：10 度未満，区分 b：10 度以上 20 度未満，区分 c：20 度以上 30 度未満とした（図 3）。なお、30 度ラインまで広範囲に及ぶ崩壊は区分 a とし、その他各々のラインをまたぐ崩壊においては、崩壊範囲がより広く含まれる区分とした。

#### 3.2 溪岸（区分Ⅱ）

流域界の範囲内で、谷線から左右岸に水平距離 20m 以内で囲まれた範囲を溪岸と定義した。

#### 3.3 その他（区分Ⅲ）

上記の区分Ⅰ，区分Ⅱのどちらにも当てはまらない区域を区分Ⅲとした。なお、崩壊発生箇所の地形により凸地形と凹地形の 2 つに分類した。

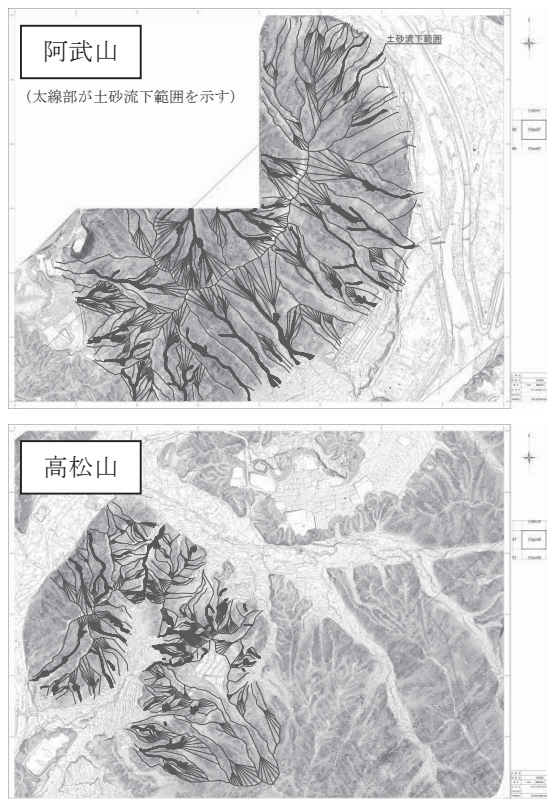


図 1 阿武山（上）と高松山（下）の判読状況  
（朝日航洋株式会社提供）

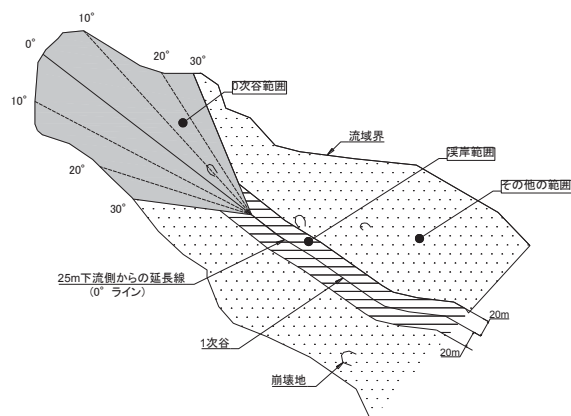


図 2 崩壊箇所区分

#### 3.4 土石流

土砂移動距離が水平距離で 100m 以上あるものを土石流と定義した。移動距離とは崩壊源から土砂が停止している地点までを指し、土砂の氾濫域は含まない。なお、複数の崩壊源から発生した土砂が合流し流下している場合においても、同様に 1 つの崩壊部から停止地点までの水平距離をそれぞれ測定した。

## 4. 結果

### 4.1 崩壊箇所評価

判読した崩壊箇所数は 181 箇所だった。分類結果は区分Ⅰが 96 箇所、発生割合は最も高く約 53%となった。また、区分Ⅱは 18 箇所、区分Ⅲが 67 箇所、全体の約 37%となった。この区分Ⅲの崩壊のうち、64 箇所、全体の約 35%が凹地形で発生しており、区分Ⅰでの発生割合に次いで大きな値となった(表 1)。また、区分Ⅰをさらに細分化すると、96 箇所中区分 a が 42 箇所、区分 b が 26 箇所、区分 c が 28 箇所となり、0 次谷内の区分割合は、区分 a が約 44%と最も高かった(表 2)。

さらに、判読域全体の 0 次谷数は 155 箇所存在し、崩壊を有する 0 次谷は 73 箇所であった。この値は全 0 次谷の約 47%を占める結果となった(表 3)。

区分Ⅰもしくは区分Ⅲの凹地形での崩壊発生割合が非常に高くなる理由として、降雨時の地表水の集中ならびに表層土内における地中水の集中が崩壊を誘発することが考えられる。そこで、斜面上方からの雨水が集中する地点が最も崩壊しやすいと考え、その箇所を判読することが、崩壊箇所予測の範囲縮小につながるのではないかと考える。

### 4.2 土砂流下長評価

全崩壊箇所数 181 箇所において、それぞれ土砂移動距離を測定したところ、156 箇所の崩壊が土石流化し、25 箇所が途中停止したという結果となった。この結果より、発生した崩壊の約 86%が土石流になったことが判明した(表 4)。一方、土砂移動が途中停止した 25 箇所の崩壊発生区分は区分Ⅰが 6 箇所、区分Ⅱが 4 箇所、区分Ⅲが 15 箇所となり、区分Ⅰおよび区分Ⅱで発生した崩壊土砂が途中停止する割合は極めて低い結果となった(表 5)。

区分Ⅰや区分Ⅱで発生した崩壊が高い割合で土石流化した理由として、直下もしくは水平距離 20m 以内に土砂流下を導く 1 次谷にまで発達した谷が存在するため比較的長距離を土砂が移動できる環境にあることが挙げられる。ただし、区分Ⅰまたは区分Ⅱで崩壊が発生したにも関わらず土石流化しなかったものに関しては、1 次谷まで到達しなかった場合と、1 次谷内で停止している場合の 2 パターンが考えられるが、更に傾斜区分図等を利用した考察が必要であると考え。なお、区分Ⅲのうち 52 箇所では土石流化したが、これらのうち 2 箇所では 1 次谷に流入していなかった。

## 5. 対策の提案

土石流対策として、比較的小規模な崩壊である源頭部の対策を行うことが有効な手段と考える。今回判読した地域では、判読域の全 0 次谷のうち約半数で崩壊が発生し、そのほとんどが土石流化しているため、0 次谷内の崩壊対策を実施することで、半数程度の土石流を防止することができるのではないかと考える。また、対策箇所は主に区分Ⅰのうち、特に区分 a の箇所が最重要地と考える。ただし、全 0 次谷数、面積共に膨大な数量となるため、土石流危険渓流を重ね合わせた判読域の絞込みや、土砂移動停止の要因がある渓流、下流での既対策の有無を考慮して重要度を決定することが必要であると考え。

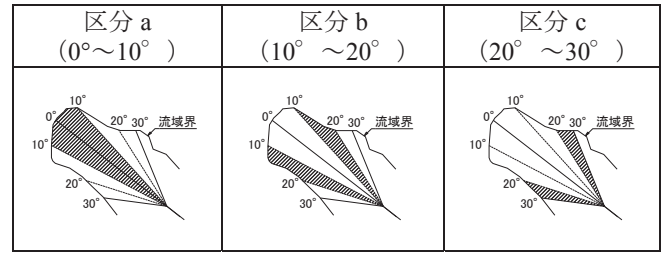


図 3 0 次谷内区分

表 1 崩壊発生箇所区分

	崩壊発生箇所区分					
	Ⅰ.0次谷内			Ⅱ. 溪岸		Ⅲ.その他
	a	b	c	凸地	凹地	
阿武山	22	14	14	4	2	27
高松山	20	12	14	14	1	37
① 崩壊箇所数	42	26	28	18	3	64
	96			67		
② 総崩壊箇所数	181					
③ 発生割合(%) (①/②×100)	23.2	14.4	15.5	9.9	1.7	35.4
	53.0			37.0		

表 2 0 次谷内区分

	Ⅰ.0次谷内崩壊		
	a	b	c
④ 崩壊箇所数	42	26	28
⑤ 総崩壊箇所数	96		
⑥ 発生割合(%) (④/⑤×100)	43.8	27.1	29.2

表 3 全 0 次谷数と発生割合

	0次谷内崩壊数			崩壊なし
	1箇所	2箇所	3箇所	
⑦ 崩壊を有する 0次谷数	54	15	4	82
	73			
⑧ 判読域内の 総0次谷数	155			
⑨ 発生割合(%) (⑦/⑧×100)	74.0	20.5	5.5	52.9
	47.1			

表 4 土砂移動区分

	流下	停止
⑩ 箇所数	156	25
⑪ 総崩壊数	181	
⑫ 流下割合(%) (⑩/⑪×100)	86.2	13.8

表 5 土砂移動停止区分

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
⑬ 箇所数	6	4	15
⑭ 総数	25		
⑮ 発生割合(%) (⑬/⑭×100)	24.0	16.0	60.0

## 6. 今後の課題

0 次谷の一般的な定義として、1/25,000 地形図あるいは大縮尺の地形図を使用して、凹んでいる等高線群の間口よりも奥行きが小さな地形と定義されているが<sup>2)</sup>、崩壊の可能性を有する 0 次谷を限定的に抽出するためには、さらに明確な定義付けが必要になると考える。

### 参考文献

- 1) 塚本良則ら (1973) : 侵蝕谷の発達様式に関する研究 (Ⅲ) 0 次谷と山崩れの関係, 砂防学会誌, vol.26, No.2, p14-20
- 2) 国土交通省砂防部 (2007) : 国土交通省国土技術政策総合研究所編, 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 及び同解説 (国総研資料第 364 号)
- 3) 海堀正博ら (2014) : 2014 年 8 月 20 日に広島市で発生した集中豪雨に伴う土砂災害, 砂防学会誌, vol.67, No.4, p49-59