

土石流規模予測に向けた集水領域の指標化に関する研究

京都大学大学院農学研究科 ○辻 淳基 中谷加奈 小杉賢一朗
 広島大学大学院先進理工系科学研究科 長谷川祐治
 立命館大学理工学部 里深 好文

1. はじめに

土石流は土砂災害の中でも被害が甚大になることから、被害軽減のために適切に土石流規模を予測することが重要である。土石流は土砂と水で構成される流れで、発生時には水の量に対応した土砂量が流出する。実務上では土砂量から規模が推定されることが多く¹⁾、土石流の水の起源や量に着目した研究は少ない。また、従来から集水領域には二次元的な地形として流域が用いられる。しかし、土石流発生時には流域への降雨量よりも多い水流出が発生していると推測される事例も見られ、隣接溪流からの移動や山体内部からの水の寄与の影響が考えられる。

本研究では、土石流の水の量に着目して従来とは異なる集水領域を検討するとともに、土石流の規模に影響する要因を明らかにすることを目的とする。

2. 流域面積を集水領域とした検討

2014年8月に土石流が発生した広島市安佐南区の18溪流²⁾を対象とした(図1)。各溪流での流出土砂量³⁾を基に、災害前の解像度1mのDEM(Digital Elevation Model)を用いてHyperKANAKOで⁴⁾土石流シミュレーションを実施した。このシステムは高橋モデル⁵⁾を採用しており、設定した土砂と供給した水に対して、溪流の勾配に応じた土石流の侵食・堆積が表現される。

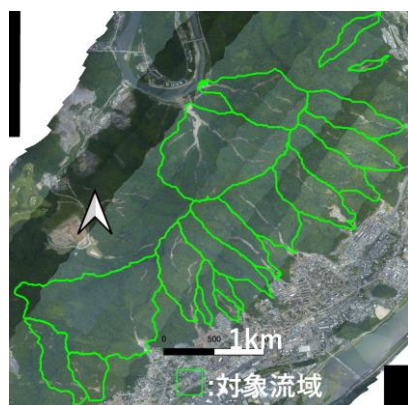


図1 広島市安佐南区の18溪流(災害後オルソ画像)

計算では急勾配の谷部を一次元領域(計算点間隔5m、川幅10m)、谷出口から下流の住宅地を二次元領域(1mメッシュ)とした。また、災害で実際に移動した土砂量を、一次元領域に均一厚さで設定した。上流端から供給する水の総量を(流域面積×雨量×流出率)により算出した。流域面積はGISで求めた各対象の数値を(表1)、雨量は高瀬観測所で雨の降り始めから降り終わりの6時間で189mm、流出率は山地を想定して0.7とした。ハイドログラフは台形形状で、継続時間は350秒とした。計算結果から、溪流からの土砂の流出状況や堆積範囲を実災害と比較した。これは流域への降雨による水の量で、災害と同程度の土砂流出が発生するかを検証するためである。

表1: 対象溪流

溪流名	流域面積(km ²)	流出土砂量(m ³) 空隙込	水供給量の土砂量 に対する比率	結果の土砂 残存率(%)
緑7西	0.17	13,000	1.7	70
緑7	0.11	7,200	2.0	44
緑8	0.77	11,200	9.0	30
住宅	0.22	33,000	0.9	59
県A	0.02	3,100	1.0	71
県B	0.03	2,000	2.1	6
県C	0.04	7,900	0.6	57
県D	0.19	4,900	5.1	8
団地	0.20	22,200	1.2	0
南西	0.28	10,400	3.6	9
南A	0.25	8,900	3.7	3
南B	0.22	12,100	2.4	2
南C	0.20	19,100	1.4	0
南D	0.20	16,600	1.6	0
東A	0.02	2,400	1.0	3
東B	0.07	3,400	2.8	18
北東	0.31	33,900	1.2	0
北西	0.67	62,300	1.4	0

3. 結果と考察

実際の流出土砂量と計算結果と比較した。また、土石流規模に影響する要因として、地質、地層、流域の形状や植生についても検討した。

一次元領域での計算結果の残存土砂量を供給土砂量で除した土砂残存率(%)として各溪流で求めた(図2)。堆積範囲も実災害より狭いものが多かった。流域面積を集水領域として降雨をもとに算出した水の量では土砂流出しない溪流が多く、実際の土石流規模で流出するには水が不足すること示された。

また、図2に示した地質との対応から、土砂が多く残存して水が不足する溪流は、花崗岩で構成されている割合が多く、地質が土石流を構成する水の量や起源に影響することが推測される。また、流域面積が小さいもの(0.1 km²以下)や、流域よりも標高の高い上流側に別の流域が存在する溪流で、土砂残存率が多いことも示された。

実際の流出土砂量の多い溪流は、計算における土砂に対する水の供給量が少なく、実際の流出土砂量が少ない溪流では、土砂に対する計算での水の量が多い。流出土砂量が少ない溪流から、流出土砂量の多い溪流へと水が地下経路を経て移動しているのではないかと推測できる。

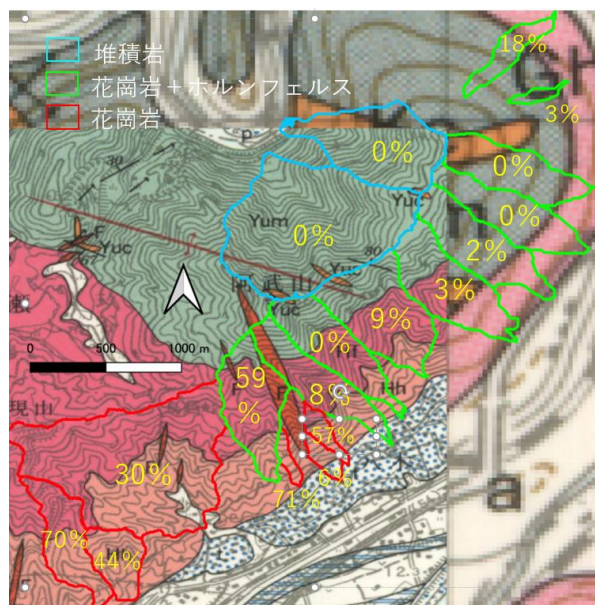


図2 各流域の計算結果の土砂残存率と地質
(国土地理院5万分の1地質図に、流域界、残存率、凡例、方位、縮尺を追記)

4. 三次元的な山体の領域の検討

土石流が発生する降雨イベントでは、山体の内

部に貯留された水の寄与や、隣接溪流からの水移動が発生することも考えられる。従来の流域だけでなく、三次元的な山体の体積や、隣接溪流も含む大きな流域、谷出口よりも標高が高いエリア全体の山体、などが土石流規模に影響することを着想した。

そこで、2.で検討対象とした18溪流について、流域の末端よりも標高が高い部分をQGISで抽出して、流域に対する山体の体積を求めた。土砂量との対応を検証する際、地形指標である流域ならびに山体の体積は、それぞれが土砂量に影響する。このため、流出土砂量をそれぞれでの地形指標で除した値を単位面積(体積)あたりの土砂量として、検討した。図3の結果から、山体の体積と単位体積あたりの土砂量は、流域面積を指標とした場合よりも相関がよいことが示された。

今後も、異なる地形指標も含めて、対象流域を増やして検討を進める。

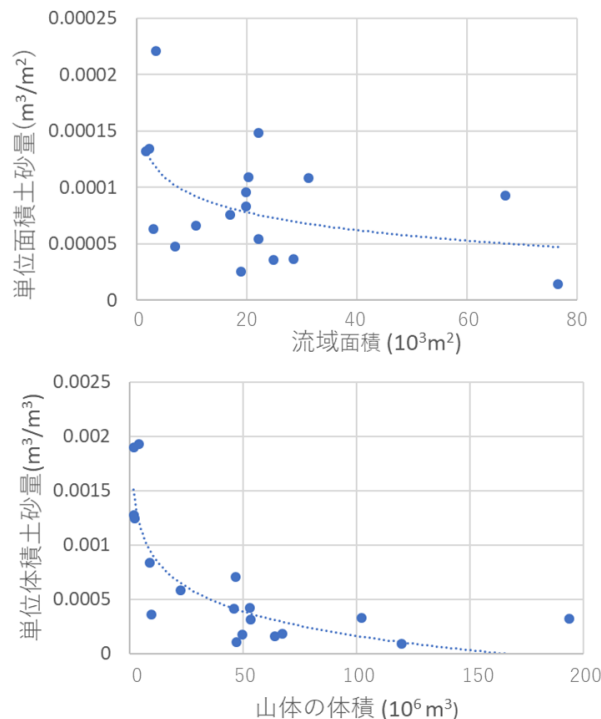


図3 流域面積と山体の体積、並びに単位面積(体積)あたりの土砂量

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 20K04706 の助成を受けたものです。国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所からは災害前後のLP データを提供頂きました。ここに記して感謝致します。

参考文献 1) 国土交通省砂防部:砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説, 2016,2) 中谷ら, 砂防学会誌, 69(5),3-10,2017,3) 吉野: 広島災害の誘因の特徴と土砂移動の状況, JSECE Publication No.74,31-36, 2014, 4)堀内ら, 砂防学会誌, 64(6), 25 -31, 2012, 5)高橋ら, 砂防学会誌, 44(3),12 -19, 1991