

## 地形量に基づいた流出土砂量の推定に関する検討

中電技術コンサルタント(株) ○杉原 成満, 高橋 源貴, 大盛 泰我, 河井恵美  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科 長谷川 祐治

### 1. はじめに

豪雨に伴う土砂災害は毎年発生しており、平成30年7月豪雨では土石流や土砂・洪水氾濫が多発し、甚大な被害をもたらした。土砂災害対策を進めるにあたっては流域からの流出土砂量を把握する必要があり、一般的には溪流調査に基づき設定される。溪流調査は、溪床の断面形状を踏まえ概ね50~200mを目安に実施されるが、流域規模が大きい場合、調査に多大な労力と時間を要する。また、設定した流出土砂量の妥当性を過去の災害実績から行うことができるが、事例ごとに流出土砂量は異なるため判断は難しい。

そこで本検討では、地形量と土砂移動実績の関係に着目し、流出土砂量の概略算定や妥当性の確認への活用を想定した簡易的な推定手法について検討を行った。

### 2. 検討対象流域および使用データ

#### (1) 検討対象流域

検討対象流域は、平成30年7月豪雨において土砂・洪水氾濫が発生した大屋大川である。本検討では、このうち主要な土砂生産源である本川上流域における土砂移動実績に着目し、図-1に示す本川および流域面積の大きい支川主流路へ流入する小流域を対象とする。

#### (2) 土砂移動実績

平成30年7月豪雨による土砂移動実績は、災害前後のLPデータから作成した5mDEMの差分から算定する。ここで、小流域に該当する全データを用いた場合、LPデータのフィルタリング精度の影響に伴う斜面部での堆積等、ノイズデータを含むため、本検討では確実に侵食が生じた範囲として、侵食が顕著な小流域(図-1に示すA1~E1)のうち、侵食深0.25m以上のデータを用いる。

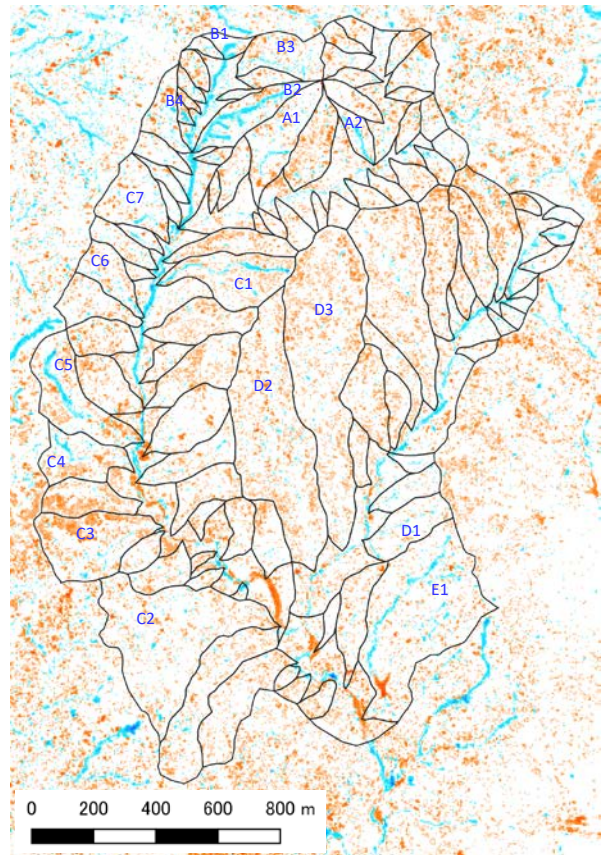
#### (3) 地形量

土砂移動には、誘因と素因の双方が影響すると考えられるが、検討対象が限定した流域であり、降雨分布や地質条件が概ね同一と考えられる。そのため、本検討では土砂移動に影響すると考えられる地形量として、斜面勾配と集水面積に着目し、災害前5mDEMから各指標を算定した。

### 3. 地形量に基づいた流出土砂量の推定

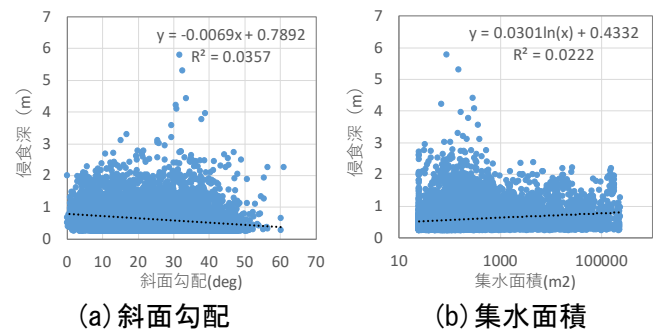
#### (1) 侵食深推定式の検討

各地形量と侵食深の関係を図-2に示す。図に示すとおり、大局的には緩勾配の区間や集水面積の大きい領域において侵食深が深くなる傾向を示すが、いずれの地形量もばらつきが大きい(相関は低い)。そのため、本検討では地形量



※寒色系が侵食、暖色系が堆積を示す。

図-1 検討対象流域



(a) 斜面勾配 (b) 集水面積

図-2 地形量と侵食深の関係

を等間隔でカテゴリ区分した上で、当該カテゴリに含まれる5mDEMの平均侵食深に基づき推定式を構築する。

斜面勾配および集水面積と平均侵食深との関係および侵食深推定式(回帰モデル)を図-3に示す。ここで、集水面積と平均侵食深との関係については、流下形態を踏まえ、勾配に基づき区分した場合についても記載している(図-3(c))。なお、図中に記載の推定式は、サンプルが少ない範囲の実績を除外して構築している。

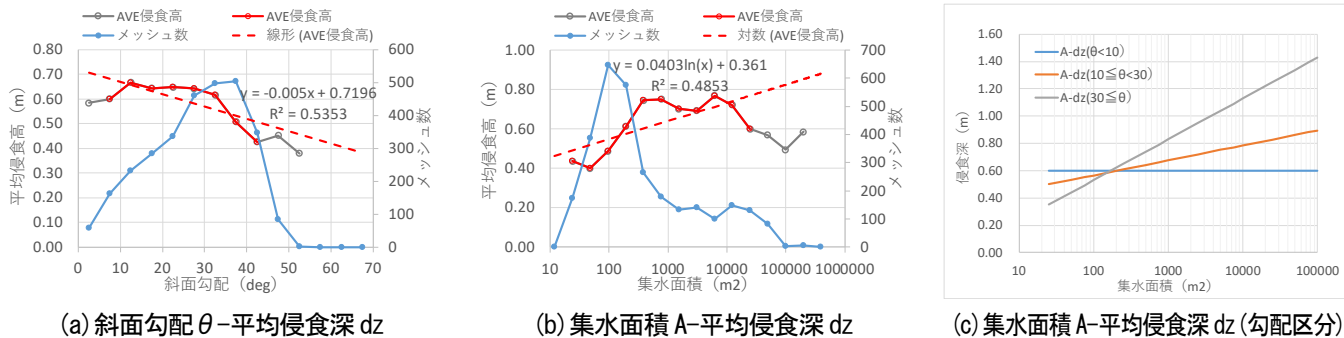


図-3 侵食深推定式

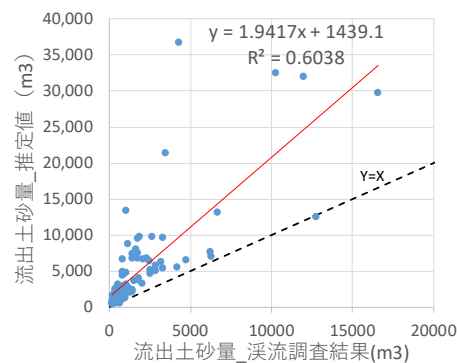
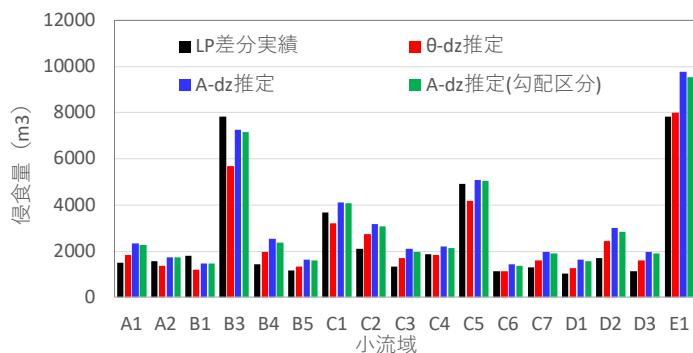


図-4 実績と推定値の比較

図-5 流量土砂量の比較

図-3(a)に示す、斜面勾配と侵食深の関係に着目すると、概ね30度を境に傾向が変わっており、30度未満の緩勾配区間では侵食深が0.6~0.7m程度と概ね一定であるが、勾配30度以上の急勾配区間では、勾配が急なほど侵食深が浅くなる傾向を示す。このような一定地形量を境とする変化は、図-3(b)に示す集水面積と侵食深の関係でも見られ、集水面積300m<sup>2</sup>までは集水面積が大きくなるにつれて侵食深が深くなる傾向を示すが、集水面積300m<sup>2</sup>~10,000m<sup>2</sup>程度の区間の侵食深は概ね一定値を示している。また、斜面勾配で区分して整理した場合、集水面積と侵食深の関係は勾配区分ごとに異なり、10度未満では集水面積に関わらず、侵食深が概ね一定となっている。

そのため、より精度の高い推定式の構築にあたっては、上記傾向を踏まえた区間ごとの構築が適切と考えられる。ただし、区間を分けない場合であっても外観的な傾向は示せている。よって、本検討では図中に記載のとおり、全区間で統一した推定式を構築した。

## (2) 侵食深推定式の評価

推定式の構築に用いた小流域における侵食量と推定式に基づいた侵食量の関係を図-4に示す。図に示すとおり、小流域によって適した式は異なっているが、推定土砂量は実績と概ね一致している。そのため、斜面勾配や集水面積に基づいた流出土砂量の推定式は、小流域単位での土砂移動実績については概ね再現できていると評価できる。

## (3) 流出土砂量の推定

斜面勾配に基づいた推定式を適用し、各小流域からの流出土砂量について推定を行った。代表的な箇所を実施した溪流調査に基づく流出土砂量との比較結果を図-5に示す。ここで、流域内の5mDEMには溪流調査では土砂量算定に含まない残斜面や尾根も含まれることから、平均曲率と集水面積に基づき土砂量算定範囲の絞り込みを行っている(凸斜面, 平行斜面⇒残斜面, 集水面積100m<sup>2</sup>未満⇒尾根)。

図-5より、本検討で作成した推定式に基づいた各小流域からの流出土砂量は、溪流調査結果に対して多寡は概ね一致するが、一様に多くなっており、平均的には約2倍に達している。この原因としては、①推定式では露岩区間を表現できないこと、②算定範囲の絞り込みが十分でなく、現地では認識できない谷を含んでいること等が考えられる。

## 4. おわりに

本稿では、地形量に基づいた流出土砂量の推定式について検討を行い、小流域単位での土砂移動実績については概ね再現できることが確認された。ただし、今後想定される流出土砂量を推定する観点では、溪流調査に基づく土砂量との乖離が大きい結果である。そのため、今後は推定式の見直しや流出土砂量算定範囲の絞り込み等について検討を重ねることが必要と考える。

謝辞：本検討にあたり、国土交通省中国地方整備局広島西部山系砂防事務所にはLPデータ等の資料提供を頂いた。ここに記し感謝の意を表す。