

赤谷川流域および登川流域における山地源流域からの侵食土砂量の空間的ばらつきの違いに関する考察

朝日航洋株式会社 ○對馬美紗
国土交通省国土技術政策総合研究所 山越隆雄
筑波大学 内田太郎

1. はじめに

場の条件や降雨条件から、流出土砂量を経験的に予測する手法が数多く提案されてきている。このような方法の多くは、場の条件として地質、植生、地形量（比高や起伏量比）を入力し、その上で降雨規模から流出土砂量を予測する手法となっている（例えば、1)~3)。予測手法の提案にあたり、1流域からの流出土砂量や土石流の規模のばらつきを評価する検討等も行われてきているが、同様の研究例は多くはない（例えば、4),5)。既往研究では⁶⁾、筑後川中流域赤谷川（流域面積 20km²程度）において、降雨・地質・地形の条件が同程度である複数の山地源流域からの流出土砂量の大小のばらつきを検討した。この時、①流域の平均雨量に対する解析雨量メッシュの比が 0.8-1.2 倍となること、②1次谷流域のみを対象としていること、③20 万分の 1 シームレス地質図にて同様の地質に分類されることを、降雨・地形・地質の条件が同程度であるとした。その結果、全 1 次谷流域の上位 5%の流域の流出土砂量と下位 5%の流域の流出土砂量には、100 倍程度の違いがあることを示した。

既往研究⁶⁾において、降雨・地質・地形の条件が同程度としたものの、それぞれの条件にはわずかな違いを含んでおり、それらが流出土砂量に影響を与えている可能性は十分に考えられる。そのため、流出土砂量の大小に影響を及ぼすと考えられる降雨・地質・地形の条件について、より差がないと想定される隣り合う流域同士を比較した際に、侵食土砂量にはどの程度の違いが現れるのかを、信濃川水系登川流域（平成 23 年新潟・福島豪雨）と筑後川水系赤谷川流域（平成 29 年九州北部豪雨）を対象に検討を行った。また、本研究では、山地源流域における侵食土砂量のみを対象とすることとした。

2. 研究方法

2.1. 対象範囲の設定

本研究では、地質及び降雨条件の差がより小さい 1 次谷の侵食土砂量を比較することを目的とするため、地質が同一である 1 次谷で、かつ降雨条件が概ね等しい領域に分割した。これらの領域

に含まれる 1 次谷の侵食土砂量の空間的ばらつきについて比較を行うことから、領域に含まれる 1 次谷数は一定数以上であることが望ましいと考え、本研究においては 8 流域以上確保出来ることを条件とした。また、領域の矩形は解析雨量メッシュ（1km 四方）を参考とした。各流域の 1 次谷平均流域面積（登川：0.24km²、赤谷川流域：0.04km²）より、8 流域以上の条件を満たすためには登川流域では 2km×2km、赤谷川流域では 1km×2km の領域が確保できれば十分であると考えた。その際、領域と 1 次谷の重複率が 80%以上となる 1 次谷を調査対象流域とした。また、赤谷川流域の降雨分布が、西南-北東方向にかけて分布していることから、降雨メッシュが横並びになる領域で抽出することとした。

調査対象範囲の決定は、各流域にて設定した領域と 1 次谷流域の重複率が 80%以上となる流域数が多い調査対象範囲を優先した。ただし、登川流域においては 8 流域以上を確保できる調査対象範囲が 2 つのみであったため、1 次谷流域との重複率を 70%以上とした。以上を踏まえ、登川流域では 3 エリア、赤谷川流域深成岩域で 4 エリア、変成岩域で 4 エリアの計 11 エリアについて検討することとした。また、それぞれのエリアを N1~3、AG1~4、AM1~4 と呼ぶこととする（図 1）。

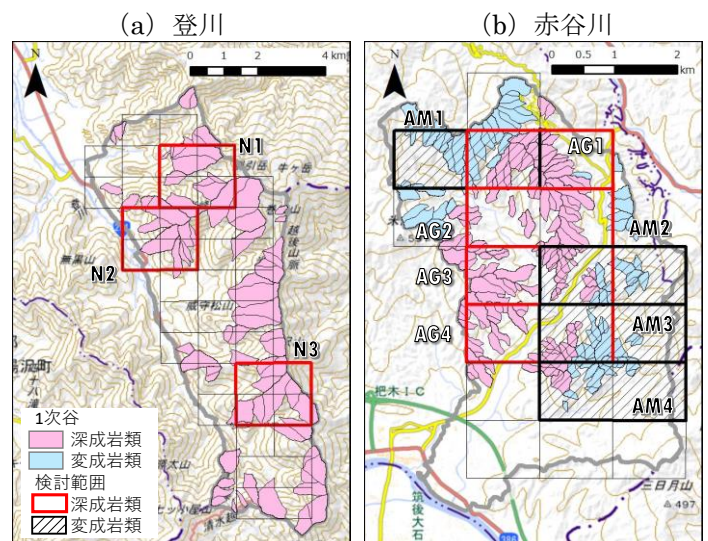


図 1 調査対象範囲（背景には地理院地図を使用）

2.2. データ整理

2.2.1. 土砂侵食状況の整理及び侵食土砂量の算出

災害前後の航空レーザ測量データを用いて差分解析を行い、差分解析結果と傾斜量図を参考に斜面崩壊や土石流などの土砂移動により標高に変化があったと思われる範囲を判読し、土砂移動範囲ポリゴンを作成した。

差分解析結果を用いて、土砂移動範囲ポリゴン内の崩壊・侵食土砂量（差分解析結果がマイナス値）を算出し、区分した1次谷流域毎に比侵食土砂量を整理した。

3. 結果・考察

3.1. 1次谷流域からの侵食土砂量の空間分布

登川流域及び、赤谷川流域における1次谷の比侵食土砂量の空間分布について、例えばN3では、隣り合う2流域（N3-1、N3-2）であってもN3-1: $4.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ と N3-2: $9.0 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2$ となっており5倍程度の違いが見られた。また、AG4では隣り合う3流域（AG4-1、AG4-2、AG4-3）比侵食土砂量は、AG4-1: 土砂侵食なし、AG4-2: $2.1 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、AG4-3: $3.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ となっておりAG4-2とAG4-3では6倍程度の差が見られた。

3.2. 1次谷流域からの侵食土砂量の累積頻度分布

N1～N3では、それぞれ $2.8 \times 10^3 \sim 4.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ （侵食土砂量が0の流域は除く）、 $4.8 \times 10^3 \sim 3.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、 $7.1 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$ の範囲で比侵食土砂量が分布しており、それぞれの最大と最小の比は15.6倍、7.0倍、20.0倍であった。同様に、AG1～4では12.3倍、10.0倍、13.6倍、36.7倍、AM1～4では13.1倍、17.0倍、9.0倍、38.4倍であった。一方で、登川流域と

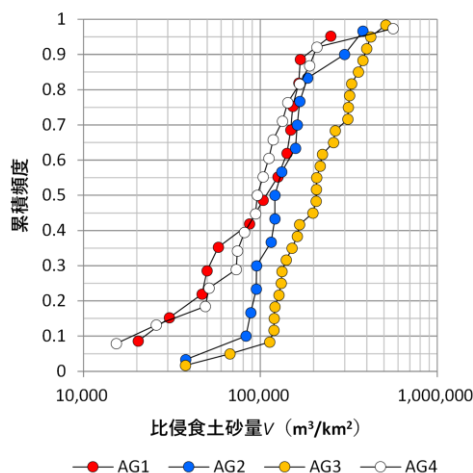


図2 比侵食土砂量の累積頻度（AGを例に示す）

赤谷川流域の累積頻度分布の形状に大きな違いは見られず、累積頻度が1.0に近づくにつれて頻度の増加の程度が小さくなるS字の形状をとることが分かった（図2にAGを例に示す）。これらの分布形状は、対数正規分布やワイブル分布などの比較的シンプルな関数を用いて近似できる可能性が十分に考えられる。実測値を基に、対数正規分布やワイブル分布による比侵食土砂量の推測を行ったところ、実測値と推測値には非常に高い相関関係が認められた（相関係数は、対数正規分布：0.886～0.989、ワイブル分布：0.923～0.985）。

3.3. 1次谷流域からの侵食土砂量のばらつき

N1～3、AG1～4、AM1～4ごとに対数正規分布で近似し、対数正規分布の中央値と標準偏差を算出した（図3）。N1～3、AG1～4、AM1～4における標準偏差はそれぞれ、0.311～0.467、0.184～0.382、0.280～0.334となった。全体でみると、比侵食土砂量は最小と最大で100倍程度の差があるが、標準偏差はおおむね0.2～0.4の範囲に分布していた。また、比侵食土砂量が大きくなるにつれて、標準偏差は小さくなる傾向がみられた。

4. まとめ

本検討では、航空レーザ測量データを用いて、登川流域および赤谷川流域を対象に、隣り合う複数の山地源流域からの侵食土砂量の空間分布および空間的ばらつきについて整理を行った。比侵食土砂量は、隣り合う流域であっても最大で6倍程度の差がみられ、対数正規分布などの関数を用いて近似できる可能性があることが分かった。また、比侵食土砂量が大きくなるにつれて、標準偏差が小さくなる傾向が示された。

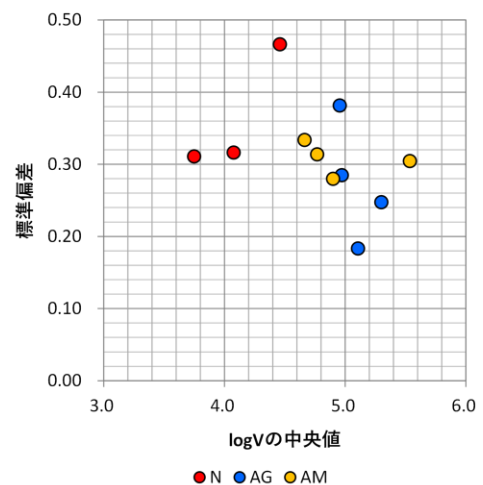


図3 対数正規分布より算出した1次谷流域からの比侵食土砂量の中央値と標準偏差

【参考文献】

- 1) 吉松(1977),砂防, vol.102, No.2, P.1-9
- 2) 打款(1971), 新砂防, Vol.23, No.4, p.21-34
- 3) Gartner et al.(2014), Engineering Geology, Vol.176, pp.45-56

- 4) De Haas et al.(2019), Geological Society of America, Vol.47, No.8, p.791-794
- 5) Hong et al.(2015), Engineering Geology, Vol.187, pp.122-134
- 6) 對馬ら(2020),砂防学会誌, Vol.73, No.3, p.25-34