

1 次谷流域における生産土砂量の定量的評価の試み

朝日航洋株式会社 ○對馬美紗
筑波大学 内田太郎

1. はじめに

土砂・洪水氾濫対策において、生産土砂量の予測が不可欠である。生産土砂量については、様々な予測手法が提案されてきているものの、過去の実績に基づく経験的手法^{例えば1)}が主流である。そのため、気候変動に伴い、近年増加傾向にあるこれまでに経験のない豪雨への対応が難しいことが考えられ、予測手法の開発が求められている。一方で、土砂生産域にあたる山地源流域からの生産・流出土砂量は空間的ばらつきが大きく、さらにそのばらつきを生む要因については明らかとなっていないのが現状である。

既往研究^{2),3)}では、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。その結果、対象流域の全 1 次谷流域において、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。また、条件の程度がより同一であると考えられる隣り合う複数の 1 次谷流域であっても、侵食土砂量には最大で 6 倍程度の差がみられることを示した。これらの研究から、1 次谷流域の生産・流出土砂量にばらつきを生じさせると考えられる降雨・地質の影響を取り除いた際の生産・流出土砂量のばらつきが、定量的に評価された。しかし、そのばらつきを生じさせるプロセスについて十分明らかに出来たとは言い難い。

そこで本研究では、1 次谷流域内の土砂生産における①侵食・堆積の寄与の程度と、②土砂生産源に着目し、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。

2. 研究方法

2.1. 1 次谷流域の作成

本研究では、主な土砂生産源である 1 次谷流域のみを対象とした。集水面積と勾配の関係⁴⁾より、集水面積が 100,000m²以下の流域を 1 次谷流域と定義し、流域区分を行った。その際、災害前の航空レーザ測量データから 10mDEM を作成し、GIS による地形解析から 10m 格子ごとに集水面積と勾配を算出した。さらに、集水面積を小さい順に

並べ任意区間ごとの平均勾配を整理した。区分の結果、深成岩類域で 142 流域、変成岩類域は 117 流域であった。

2.2. 生産土砂量の算出

本研究では、1 次谷流域内の侵食土砂量から堆積土砂量を差し引いた土砂量が、1 次谷流域から下流への生産土砂量であるとした。

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。差分解析結果から、土砂移動範囲ポリゴン内の崩壊・侵食土砂量・生産土砂量を 1 次谷流域ごとかつ地質別に整理した。

2.3. 地形区分

1 次谷流域における土砂生産の場の違いを整理するため、2.1 と同様に集水面積・勾配の関係⁴⁾を用いて、1 次谷流域を①斜面域、②0 次谷域（斜面～溪流への遷移区間）、③1 次谷域（溪流）の 3 つに地形区分を行った。集水面積と勾配の関係は、集水面積の区間ごとに傾きの異なる複数の直線で表せること、それらの傾きの違いは地形の成因によるものであると考えられることが示されている（図 1）。

既往研究における地形区分結果とも比較を行い分布傾向が概ね同様であると判断し、斜面域：－1,000m²、0 次谷域：－10,000m²、1 次谷域：－100,000m²と区分した。さらに、地形区分結果は、現地調査によってその妥当性の確認を行った。

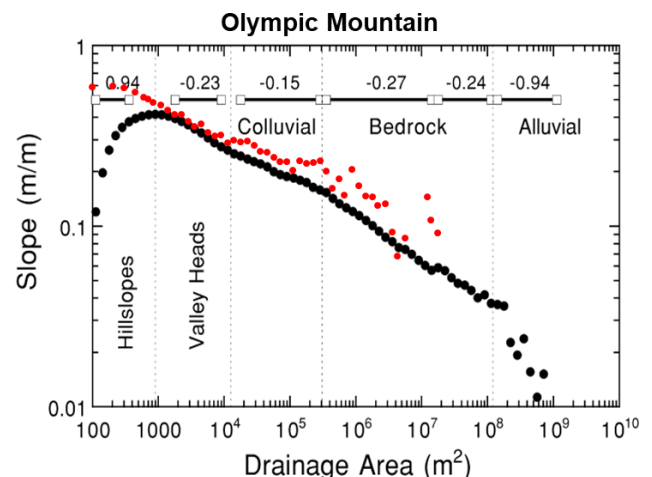


図 1 既往研究との比較
(本整理結果を赤プロットでMontgomery(2001)に加筆)

3. 結果・考察

3.1. 1次谷流域の生産土砂量における侵食と堆積の傾向

各1次谷流域からの侵食・堆積・生産土砂量を、累積頻度分布を用いて整理を行った(図3)。生産土砂量および侵食土砂量は $4.0 \times 10^1 \sim 2.6 \times 10^4 \text{m}^3$ の間に分布し、その分布形は概ね一致していた。堆積土砂量は $9.0 \times 10^1 \sim 7.9 \times 10^3 \text{m}^3$ に分布し、侵食・生産土砂量と比較して1オーダー程度小さい傾向であった。この傾向は、変成岩類域においても同様であった。

また、1次谷流域ごとに堆積土砂量と侵食土砂量の比を算出し累積頻度分布で整理した(図4)。深成岩類・変成岩類ともに、ほぼ全流域が1より小さい値を示している。深成岩類域に分布する1次谷流域の約4割が、堆積土砂量は侵食土砂量の1/100~1/10倍であった。これらのことから、1次谷流域における土砂生産では、侵食が卓越する傾向にあることがわかる。

3.2. 1次谷流域における土砂生産の場の違い

1次谷流域内における土砂生産場を整理するために、2.3で実施した地形区分に基づき斜面・0次谷・1次谷ごとに生産土砂量と、1次谷流域からの

生産土砂量に対する各地形からの生産土砂量の比を算出した。さらに分布の傾向を把握するために、任意区間の1次谷流域の生産土砂量と各地形からの生産土砂量の比の平均値を整理した(図5)。

1次谷流域からの生産土砂量と各地形からの生産土砂量の比について、斜面域では0.5~1.0にかけて集中して分布しており、平均値は0.8程度の値となった。0次谷・1次谷域では0.0~0.5にかけて集中して分布しており、平均値は0.1前後であった。この傾向は、1次谷流域の生産土砂量の大小によらず同様であった。

4. まとめ

本研究では、航空レーザ測量データを用いて赤谷川流域を対象に、1次谷流域からの生産土砂量が侵食・堆積により受ける影響と土砂生産源について定量的な評価を行った。その結果、以下のことが明らかとなった

- ◆ 侵食土砂量は堆積土砂量と比較して十分に大きく、1次谷の生産土砂量のばらつきは侵食土砂量のばらつきによって決まっていた。
- ◆ 生産土砂量の大小は土砂生産場の違い(例えば斜面崩壊等による崩壊土砂量)に依存するものではなかった。

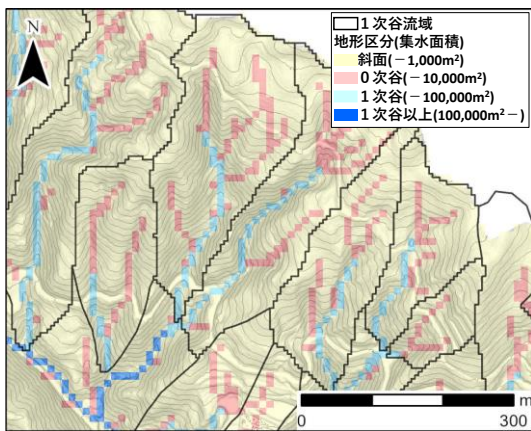


図2 地形区分結果

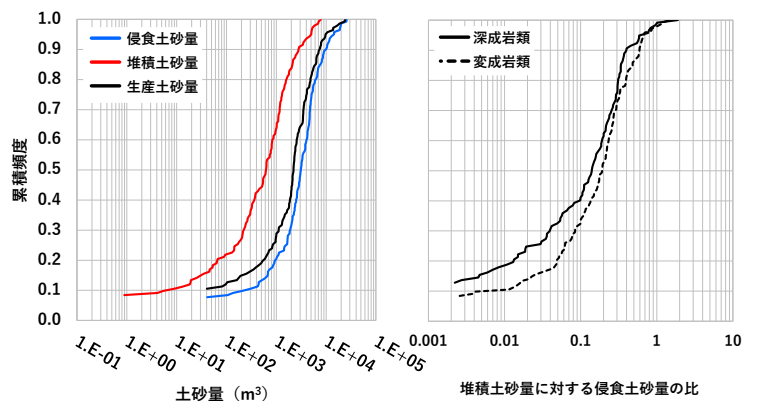


図3 1次谷流域における侵食・堆積・生産土砂量(深成岩類の例) 図4 1次谷流域の堆積土砂量と侵食土砂量の比

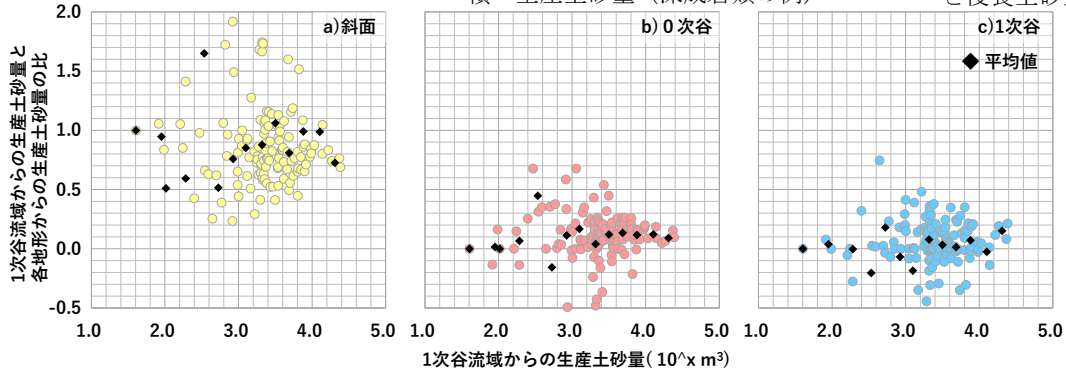


図5 1次谷流域からの生産土砂量と各地形からの生産土砂量の比の関係

【参考文献】

- 1) 打萩(1971): ひと雨による山腹崩壊について, 新砂防, Vol.23, No.4, p.21-34
- 2) 對馬ら(2020), 砂防学会誌, Vol.73, No.3, p.25-34
- 3) 對馬ら(2021), 2021年度砂防学会発表会 概要集, p.2-057
- 4) Montgomery (2001), American Journal of Science, 301, .432-454