

山地小流域からの流出土砂量の季節変化と降雨量への応答

九州大学演習林大学院 牧田正代
九州大学演習林 笠井美青
九州大学演習林 小川 滋
九州大学農学部 丸谷知己

1. はじめに

流出土砂量は、河川の下流ほど水理的に高い精度で予測できるのに対して、上流ほど予測が困難である。河川は上流にいくほど崩壊地からの土砂生産の影響を受け、流出土砂量も粒度組成も不規則となり、わずかな地形の差や降雨量の変化が土砂流出機構に大きな差をもたらす。崩壊地を含む山地小流域からの流出土砂量は継続的に計測することさえ難しい。しかし、我が国のような急峻な国土では、多くの土砂災害が山地源流域からの流出土砂によって引き起こされており、その流出機構の解明はさけて通れない課題である。

本研究では、山地の1～2次の崩壊地を含む小流域において実用的な流出土砂量の予測手法を開発することを目的としている。河川の流出土砂量に影響する降雨量として、有効降雨量をどうとるか、降雨強度の時間単位はどうか、先行降雨量はどれくらいの時間必要かなど、様々な議論がなされてきた。降雨量については、山地小流域での流出土砂が降雨に対して不規則であることやこれまでの最も蓄積のあるデータ形式が日単位であることから考えて、本研究では日降雨量を基本単位として検討した。そして、支流からの流出土砂量を計測した期間ごとに、その期間での日降雨量の積算値（以下、期間降雨量と呼ぶ）として評価した。支流流域の地形として、土砂生産に関係する既存の崩壊地面積、生産土砂を流送するストリームパワーを求めると流域面積と平均勾配をとりあげた。

2. 計測方法

調査は、一ツ瀬川支流大藪川（宮崎県椎葉村九州大学演習林）の4つの支流流域で行い（図1）、1996年4月から約1年半の間の流出土砂量と期間降雨量を計測した。4つの支流流域の地形的な特徴を表1に示した。一ツ瀬川支流大藪川は、わが国有数の多雨地帯である九州山地に位置しており、年間の降雨量は3500mmに達する。この地域の地質は、広域変成作用を受けた中生層砂岩、頁岩からなる破碎帯であるため著しく風化作用を受けており、土砂流出が特に激しい。流出土砂量の計測は、4つの支流流域が本流と合流する地点に、縦2m×横4mのブロック製の貯砂用ダムを築設し、約一か月ごとに貯砂用ダムに堆積した流出土砂量とその粒度分布を計測した。観測は、1996年4月26日より開始した。No.0流域では1997年4月15日以前、No.1流域では1997年5月24日から8月5日まで、No.2流域では1997年8月27日から9月23日まで欠測となっている。また、降雨量は大藪川に設置している自記雨量計によって計測した。

3. 結果

各計測期間ごとの流出土砂量と期間降雨量を図2に示した。98/7/4や97/8/5では多量の期間降雨量があったが、いずれの流域でも流出土砂量は多くない。No.3流域は最も流出土砂量が最も多く、97/8/5で最大の流出土砂量を記録した後減少している。No.1流域とNo.2流域とは、流出土砂量の変化が類似している。図2をもとにして流出土砂量と期間降雨量の関係を縦軸対数で表した（図3）。期間降雨量の増加にともない流出土砂量が指数関数的に増加していることがわかる。水路を兩岸45度のV字谷とすると、降雨量2倍＝流量2倍で掃流力は1.38倍になるはずだが、実際にはそれ以上の急激な増加を示している。流出土砂の粒度組成を0～1mm、1～10mm、10～100mmに分けて重量（kg）で示した（図4）。粒度組成についてはNo.1では、97/9/23除いて、1～10mmが常に多いが、No.2では10～100mmの方が多。また、No.3は期間ごとに異なるが、96/8/5では、1～10mm<10～100mmでその後、土砂量減少に伴い同量となり、97/9/23では他と同じく10～100mmが多くなった。粒径階別掃流力から考えれば、降雨量の増加に伴い10～100mmが増加するのが普通である。

これらの結果を表1より考えた。流域No.1とNo.2は崩壊地面積（土砂生産面積）がほぼ等しいが、No.1では勾配が緩いためASはNo.2の約1/6となっている。また、No.2とNo.3とはASでは等しいが、崩壊地面積（土砂生産面積）ではNo.3が1.5倍大きくになっている。以上より、No.1は土砂生産量は相対的に多くはなく流送されにくい、No.2は土砂生産量は相対的に多くないが流送されやすい、No.3は土砂生産量は多く、かつ流送されやすいことがわかる。これと流出土砂量、粒度分布との関係を考察した。

本研究は日産科学振興財団（平成9年度総合研究）の一部によって行った。

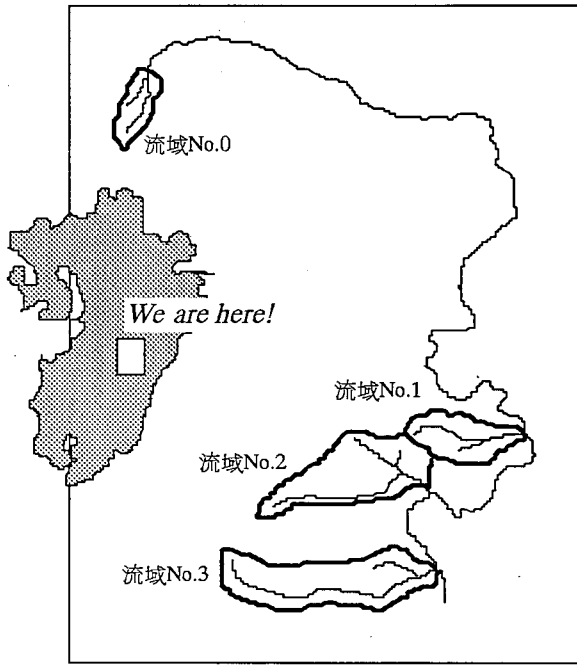


図1 流域位置図

表1 各流域の地形的特徴

| | No.0 | No.1 | No.2 | No.3 |
|-------------------------|---------|--------|---------|---------|
| 流域面積 [ha] | 0.54 | 4.2 | 9.52 | 10.18 |
| 平均勾配 [-] | 0.166 | 0.093 | 0.249 | 0.249 |
| 水路長 [m] | 236.5 | 454 | 843.5 | 729 |
| AS [ha] | 0.08964 | 0.3906 | 2.37048 | 2.53482 |
| 崩壊地面積 [m ²] | 51 | 431.25 | 405.85 | 648.3 |

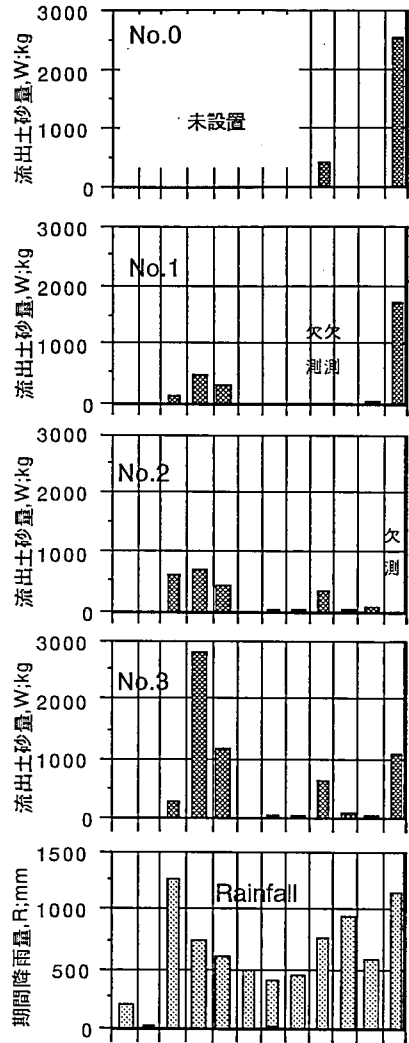


図2 各計測期間ごとの流出土砂量と期間降雨量

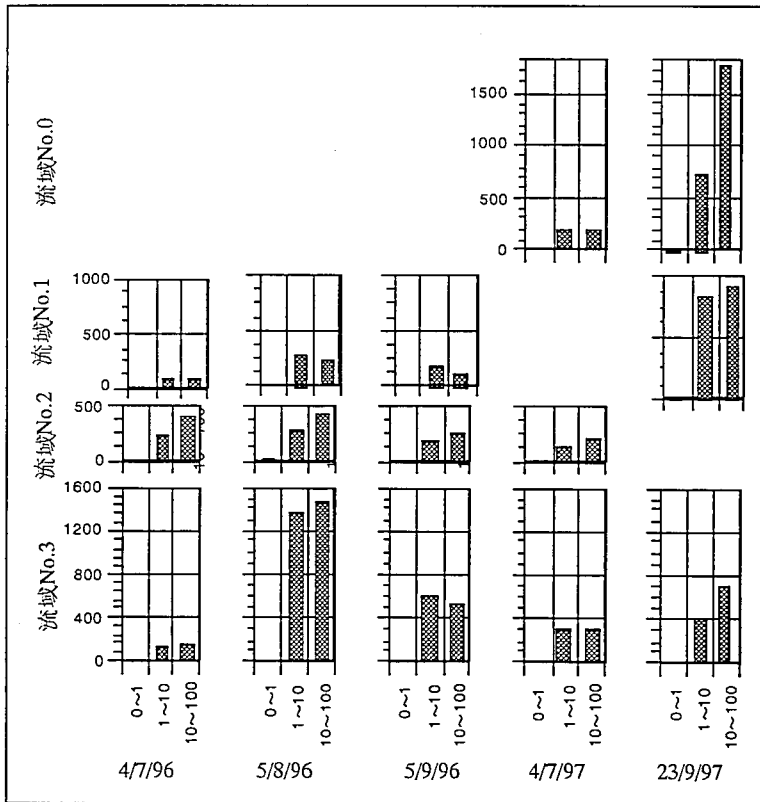


図4 流出土砂の粒度組成

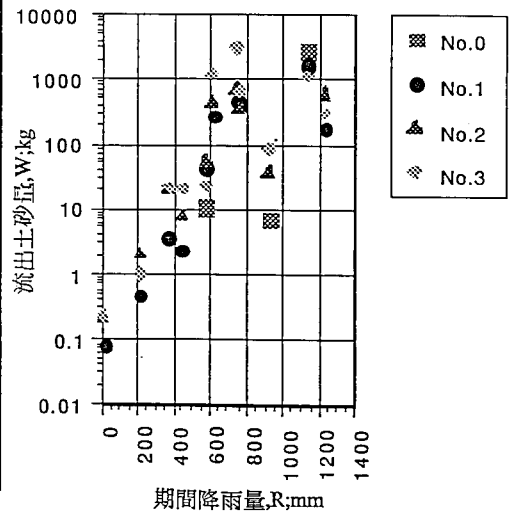


図3 流出土砂量と期間降雨量の関係