

西谷川流域における降水による土砂流出について

徳島大学 学生会員 ○福田郁子 徳島大学大学院 正会員 武藤裕則
徳島大学大学院 正会員 田村隆雄 徳島大学 学生会員 小井宣秀

1.研究の背景と目的：荒廃した森林を流域内に持つ河川では，土砂生産量や河川への流入土砂量の増加が見られ，降水多量時には崩壊の危険性が高まることが指摘されている．そのため，山地流域からの土砂流出を予測することは，河道の維持，管理を行う上で重要な要素のひとつとされている．既往研究として表面流量と土壌侵食の関係に着目したもの¹⁾はあるが，降水から流砂までを一貫したモデルで検討した例は少ない．そこで，本研究では，降水に応答する河川への流入流砂量を推定する基礎的なモデルを構築し，流入流砂量の推定値と観測値の比較から，モデルの妥当性を検討し，精度の向上に必要な要素について考察する．

2.対象流域および解析手法：解析対象流域は，図 1 に示す，和歌山県の二級河川富田川の右支川のひとつである，西谷川流域（流域面積約 5.25 km²，流路延長約 2.0km）である．流域の斜面部に地表面流分離直列 2 段タンクモデル（図 2），河道部に修正 Muskingum-Cunge 法，水位観測点での H-Q 曲線の推定に水位-流量変換モデルを用いて流出解析を行い，流域下流端における表面流量を求めた．なお，斜面部については，図 3 のように 7 つに分割したのち，地質を考慮して 2 つのパラメータグループに分けた．以下，分割した斜面のことをサブ流域と呼ぶ．土砂流出予測モデルでは，掃流砂が表面流によって発生するとし，流域下流端での流砂量を芦田・道上の式（(1) 式）を用いて算出した．

$$q_B = 17 \tau_*^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*} \right) \left(1 - \frac{u_{*c}}{u_*} \right) \sqrt{sgd^3} \quad (1)$$

2014 年 8 月 8 日から 11 日までの 4 日間を解析期間とし，解析期間全体で得られる掃流砂量の合計を，流域下流端に流入する推定の土砂量とした．

3.解析結果と考察：図 4 は，流出解析によって得られた，サブ流域ごとの表面流出高の時間変化を示したものである．各グループの表面流出の様子を比較すると，一度目のピークでは，グループ 1（サブ流域 1～4）



図 1 富田川流域及び西谷川流域

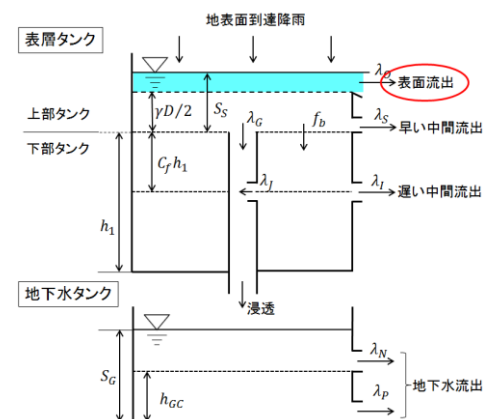


図 2 地表面流分離直列 2 段タンクモデル

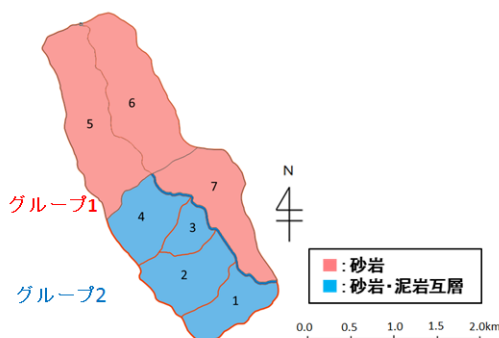


図 3 斜面分割とパラメータグループ

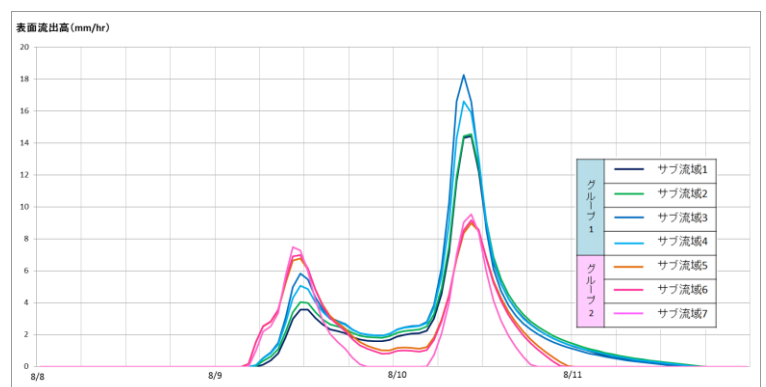


図 4 サブ流域ごとの表面流出高

より、グループ 2（サブ流域 5～7）のほうが先にピーク流出高を迎えるが、二度目のピークでは、順序が逆転する。また、グループ 1 の二度目のピークでは一度目のピーク時より 3～4 倍の流出高となっているが、グループ 2 では 1.3 倍程度である。これらから、一度目のピーク時には、グループ 1 では浸透、貯留しやすいために表面流出が発生しにくく、グループ 2 では浸透しにくいために表面流出が発生しやすくなり、より早いピークとなっていることが考えられる。二度目のピーク時には、貯留量が多くなったグループ 1 でも表面流出が発生しやすくなり、グループ 2 は一度目のピークとあまり変わらず表面流出が発生しやすい状態であることが考えられる。

図 5 に、流域下流端における表面流量から計算された粒径別の無次元掃流力と、無次元限界掃流力を示す。粒径 1.0cm, 1.5cm, 2.0cm, 3.0cm のときの無次元限界掃流力は、0.05 で一定となった。図より、粒径がおよそ 1.0cm

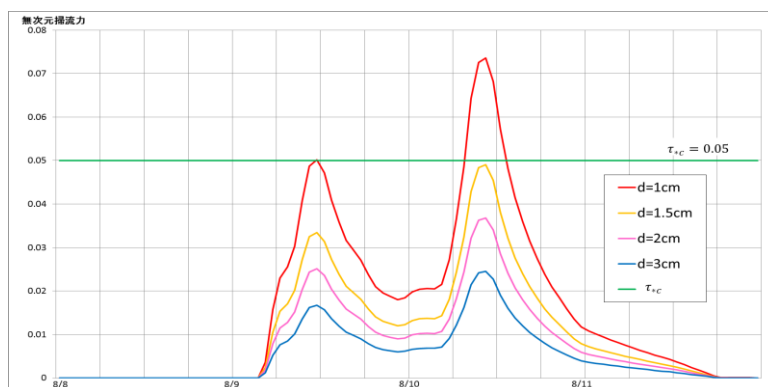


図 5 無次元限界掃流力と粒径別の無次元掃流力

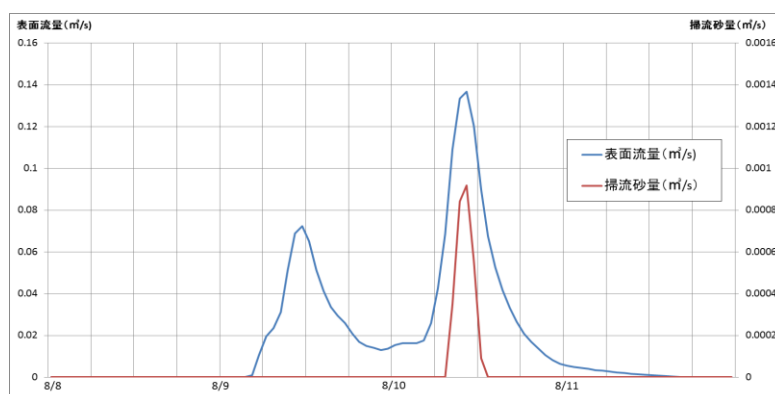


図 6 流域下流端における表面流量と掃流砂量

以下で掃流砂が発生することがわかる。粒径が 1.0cm のとき、一度目のピークでは、無次元掃流力と無次元限界掃流力はほぼ同じであったが、二度目のピークでは最大時で無次元掃流力が無次元限界掃流力のおよそ 15 倍の値となっており、まとまった量の掃流砂が算出される。流域下流端における表面流量と、粒径 1.0cm の場合に推定される掃流砂量を図 6 に示す。一度目のピークでは、わずかだが掃流砂量が算出され、二度目のピークでは最大で 0.0008 m³/s 算出された。これより、解析期間中の推定土砂量は 9.92 m³ となり、計測土砂量 2.26 m³ の約 4 倍と、オーダーは合致したものの、値には若干課題が残る結果となった。

適切な値が算出できなかった理由として、用いたモデルで、実際の現象を十分に表現できなかったことが考えられる。まず、流出解析モデルにおいては、一つの降雨イベントのみで解析を行ったため、同定したパラメータが、他の降雨イベントに対しても適切であるかどうか判断できていない。また、河道部モデルのパラメータを全河道区間で統一したため、河道の断面形状が全て同じであるという取り扱いになっている。土砂動態モデルの精度を左右するとされている、各河道区間の河床勾配と川幅が実河川と異なるため、推定土砂量と観測土砂量に差異が生じたと考えられる。次に、土砂流出予測モデルについては、芦田・道上の式を用いたが、山地河川である西谷川流域には適さなかったことや、混合砂ではなく一様砂を取り扱ったことが、過大評価の原因として挙げられる。さらに、表面流量が小さいため、無次元限界掃流力が移動限界に近い小さな値となり、掃流砂量の計算結果に影響を与えていることも想定される。また、本研究では掃流砂のみを取り扱ったが、浮遊砂などの他の流砂形態についても検討する必要がある。

4.まとめ：流出解析モデルに、流出土砂量を推定するモデルを組み込んだ結果、下流端における表面流量がもたらす掃流砂量を計算することができた。しかし、算出された掃流砂量は、計測土砂量の約 4 倍であるため、モデルの精度が充分でなかったと考えられる。今後、土砂流出予測モデルの精度向上のために検討すべき項目としては、他の降雨イベントに対しても適切な流出解析モデルのパラメータを設定すること、掃流砂以外の流砂形態を扱うこと、混合砂を対象としたモデルを用いることなどが挙げられる。

5.参考文献：1) 恩田裕一：人工林荒廃と水・土砂流出の実態，岩波書店，2008.10