

温暖積雪域における積雪・融雪の効果を考慮した土砂生産量推定の検討

日本大学大学院工学研究科 学生会員 ○堀江 祐希

日本大学工学部 正会員 朝岡 良浩

日本大学工学部研究員 正会員 古川 仁志

1. はじめに

近年、日本では気候変動に伴い河川の流量変化が報告され、気候変動に適応した河川管理が必要となる(国土交通省, 2015). 河川管理を行う上で考慮すべき項目の一つに土砂管理がある.

土砂は岩石の風化, 流水による侵食, 崩壊や地滑りなどの土砂移動によって生産される. 土砂生産においては雨や雪の降水が大きく寄与しており, 豪雪地帯では土壌の凍結・融解により岩石の風化が激しく, 洪水期間が長いことから, 降雨による土砂生産とは発生機構が異なると考えられる. また, 土砂生産が河川環境に及ぼす影響も大きいと考えられ, 今後の気候変動の進展に伴い降水形態が降雪から降雨に移り, 降雪量に変化した場合に土砂生産にどのような影響を及ぼすか評価する必要がある. しかし, 降雨を前提とした土砂生産量を推定する研究は数多く行われてきたが, 豪雪地帯の融雪出水を対象とした研究事例は少ない. 本研究は, 一級水系阿賀野川水系伊南川流域を対象として積雪・融雪と崩壊地を扱い土砂生産量を推定するモデルを作成する.

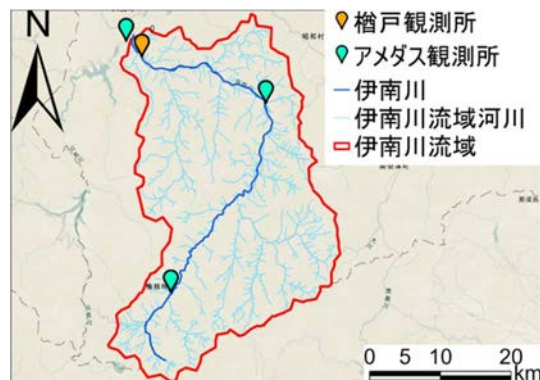


図-1 伊南川流域概要

降雪量が変化した場合に土砂生産にどのような影響を及ぼすか評価する必要がある. しかし, 降雨を前提とした土砂生産量を推定する研究は数多く行われてきたが, 豪雪地帯の融雪出水を対象とした研究事例は少ない. 本研究は, 一級水系阿賀野川水系伊南川流域を対象として積雪・融雪と崩壊地を扱い土砂生産量を推定するモデルを作成する.

2. 対象地域

伊南川は福島県の南会津地方を流れ, 只見川に合流する一級河川で, 流域面積 1058km², 延長 80.2km である. 気候は日本海型気候であり, 冬季には山間部で積雪が 2~4m を越える豪雪地帯となる. そのため, 融雪期には融雪出水によって流量が卓越する. 伊南川流域の土砂生産・輸送が豊富なため, 伊南川が合流する只見川中流域に位置する滝調整池の堆砂が問題となっている.

3. 研究手法

伊南川流域における土砂生産量は, 降水と土壌侵食量を関係づけた USLE(Universal Soil Loss Equation, 土壌流亡予測式)モデルを用いて推定する. USLE モデルは降雨特性, 土地利用, 地形, 地質のデータを入力値とし, 各データを(1)式に代入することで, セル単位で土壌侵食量を推定する(農林水産省, 1992). 本研究は 200m メッシュで各係数を整備した.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (1)$$

A は単位面積当たりの流亡土量(tf/ha), R は降雨係数(tf・m²/ha/h), K は土壌係数(h/m²), LS は地形係数(無次元), C は作物係数(無次元), P は保全係数(無次元)である. USLE モデルの変数の内 K , LS , C , P の時間変化一定とし, R は月単位で変動と仮定し, 異なる降雨係数の算定方法で求めた土砂生産量を比較した. 降雨係数 R は降雨侵食指数 EI より求められ, 降雨強度 I に依存する. 降雨強度 I を流域周辺の AMeDAS より取得した 1 時間と 10 分間の降水量データより 2 条件算定した. また, 伊南川流域は豪雪地帯に指定されていることから積雪を考慮する必要がある. ここでは, USLE で定義されている積雪・寒冷地の融解・融雪期の補正方法と, 積雪・融雪モデルを用いて降雨係数を算定する方法を検討し比較した. 従来の USLE モデルの補正方法は, 根雪月の降水量に 1.06 を乗じて補正する. これにより, 全降雨を条件とした Rr_{10} , Rr_{60} , 補正を行った Rs_{10} , Rs_{60} の 4 条件を設定した. 積雪・融雪モデル⁴⁾は USLE モデルと同じ 200m メッシュ上に適用し, 各メッシュの融雪出水を算定する.

キーワード USLE, 土壌侵食量, 土砂管理, 融雪出水, 豪雪地帯

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1, 水文・河川工学研究室 TEL 024-956-8732

伊南川流域では森林内に斜面崩壊が多々存在するため人工衛星 Sentinel-2 の衛星画像を用いて裸地化した地域を抽出し、森林内の作物係数 C を補正する。土砂は質量で算定されるため道路橋示方書(日本道路協会, 2017)を参考に日本全国で自然地盤の密度を 1.8t/m^3 として体積に換算した。

4. 結果

ここでは USLE モデルの変数のうち降雨係数の設定方法について検討する。土砂輸送量の現地観測²⁾が行われた 2021 年の積雪融雪期間(1 月から 6 月)において時間降水量から降雨係数 (Rr_{60}), 10 分間降水量から降雨係数(Rr_{10})を作成した。なお、降水量は AMeDAS 3 地点(只見, 南郷, 桧枝岐)の積雪・融雪期 6 カ月の平均値とした。 Rr_{60} は $15.5\text{tf} \cdot \text{m}^2/\text{ha}/\text{h}$, Rr_{10} は $37.0\text{tf} \cdot \text{m}^2/\text{ha}/\text{h}$ と Rr_{60} の 2.39 倍となった。融雪補正した Rs_{60} と Rs_{10} の場合, Rs_{60} は $15.9\text{tf} \cdot \text{m}^2/\text{ha}/\text{h}$, Rs_{10} は $38.8\text{tf} \cdot \text{m}^2/\text{ha}/\text{h}$ と 2.43 倍となった。4 種類の降雨係数に対してそれぞれ土砂生産量を推定し比較した。 Rr_{60} から求めた土砂生産量は 3090m^3 , Rr_{10} の場合は 7390m^3 , Rs_{60} の場合は 3190m^3 , Rs_{10} の場合は 7740m^3 となった。以上より降雨係数 R が土砂生産量推定に大きく影響することを確認した。従来の USLE モデルで推定した土砂生産量は最大 7740m^3 となったが、伊南川より下流域の滝ダムでは積雪融雪期の堆砂量は約 20万 m^3 から 30万 m^3 であり、他の支川を考慮しても伊南川流域では約 15万 m^3 から 25万 m^3 の土砂が流出すると推察され、土砂生産量の過小評価となった。降水量の空間分布が土砂生産の過小推定に起因すると考えられる。本研究で用いた AMeDAS 観測点の標高が只見 377m , 南郷 494m , 桧枝岐 973m に対して流域には標高 1000m を上回る地域もある。山岳域の降雪は標高に伴い増加する性質があることから、このような地域では USLE 式に過小な降水量を入力したと考えられる。また、融雪は降雪よりも集中的に発生することも要因と考えられる。

5. まとめ

本研究は USLE モデルでは土砂生産量が過小評価される結果となった。講演会では積雪・融雪モデルを用いた積雪・融雪と衛星画像を用いた斜面崩壊地を考慮した土砂生産量の推定について報告する。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (20K04712, 代表: 朝岡良浩) の支援によって実施された。電源開発株式会社 東日本支店から滝調整池の堆砂量等の資料提供を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省: 国土交通省の気候変動への適応策。
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_mn_000013.html(参照 2022/1/24)
- 2) 古川ら: 浮遊砂観測に用いる超音波減衰スペクトル計と濃度・粒度試験法の改善, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.77, No.2, pp.I_889-I_894, 2021.
- 3) 農林水産省構造改善局計画部: 土地改良事業計画指針 農地開発(改良山成畑工), 1992.
- 4) 神戸・朝岡: MODIS snow Product を用いた積雪・融雪モデルのパラメータ算定および検証, 投稿中.
- 5) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I共通編, 2017.

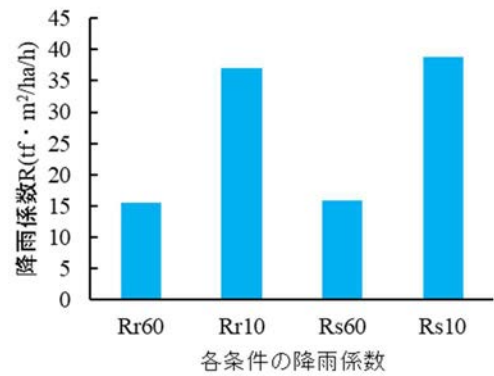


図-2 各条件の降雨係数 R

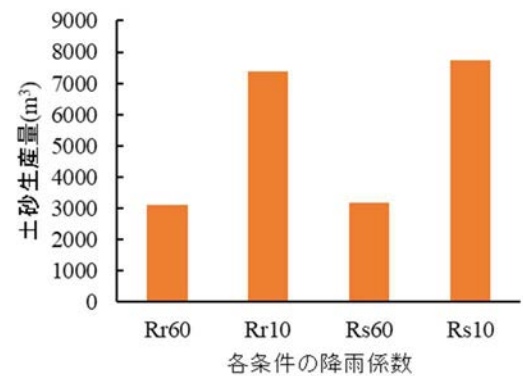


図-3 各条件の土砂生産量