

吾妻川上流域における suspended sediment 流出特性の土地利用毎の比較検討

東京大学大学院 ○南波陽平, 堀田紀文, 執印康裕, 鈴木雅一

1 はじめに

suspended sediment(SS)に関して一般に、大流域では、流域の平均勾配が小さくなり、また、土砂生産源となる斜面の割合が低くなるため、河川の SS 流出特性は斜面での土砂生産の影響を受けにくく、逆に小流域では、急傾斜地の占める割合が高いため、流域内の斜面の影響を強く受ける。従って、大流域に対して提案された SS 流出量予測に関する式をそのままあてはめたのでは、小流域での予測を正確に行うのは難しいと言われている。しかし、実際にどの要因が SS 流出特性に対してどのように影響するのか、ということについて研究されたものは多くはない。そこで本研究では、7万 ha 規模の流域内における様々な面積の流域を対象に SS 流出特性を検討するとともに、流域内の土地利用が SS 流出特性に対してどのような影響を与えているのか検討を行った。

2 対象地・使用データ

本研究では、利根川水系に含まれる群馬県北西部吾妻川上流域(70,709ha)(図 1:太線が吾妻川、西側が上流)を対象流域とした。吾妻上流域水土保全対策検討調査報告書(林野庁)などの既往調査により、対象流域内の各流域では SS 濃度や流量などのデータが取得されている。同流域には入子状になっているために重複してカウントされている流域も含め、16ha から 2 万 ha 以上に及ぶ 100 以上の流域が含まれる。各流域は、急傾斜地、森林率の高い地域、流域西部の嬬恋村に代表されるキャベツ栽培などの農業が盛んな地域など、様々な特徴を有している。本研究では、上記資料中にある 100 の流域に関する既存データを用いて解析を行った。

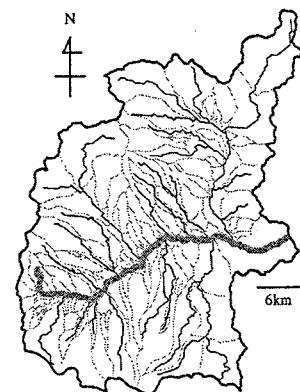


図 1. 吾妻川上流域

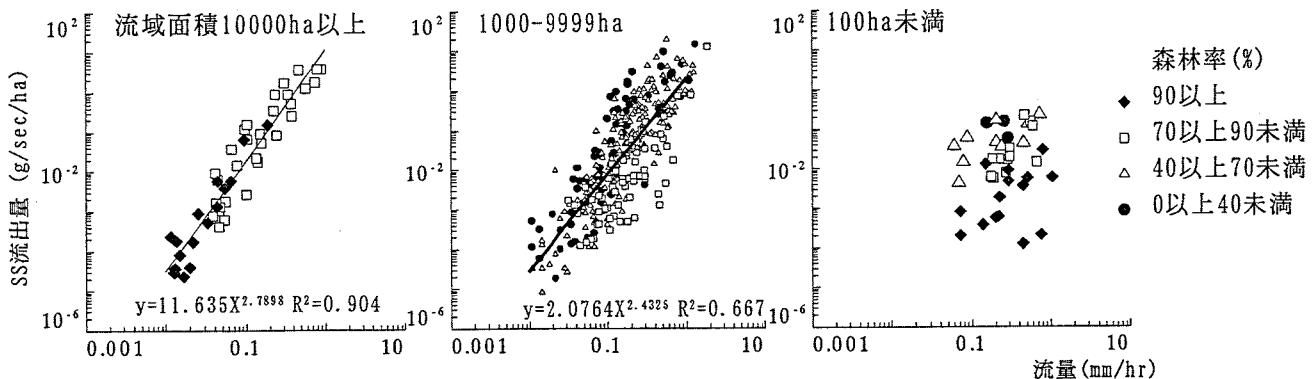


図 2. 流量と SS 流出量の関係(左側 A、中央 B、右側 C)

3 結果と考察

3.1 大流域での SS 流出特性について

対象流域内 1 万 ha 以上の 2 流域について、SS 流出量と流量の関係が土地利用や地形によってどのように異なるのか調べた(図 2 A)。この 2 流域は、緩傾斜地で農地の割合が 24% 以上ある流域南西部(グラフ中□)、急傾斜地で森林率が 94.2% ある流域北東部(グラフ中◆)というように対照的な流域である。また、SS 流出量と流量は流域面積で除した値を用いた。結果、流域によって流量に違いはあるものの、SS 流出量と流量の関係は乗数 $b \approx 3$ の回帰式(下記)で比較的高い精度で表された。なお、 $b \approx 3$ は既往の研究によって提案されている値と同様の値である。

$$Q_{ss} = C_{ss} Q = K_{ss}(X_1, X_2, X_3, \dots) Q^b$$

Q : 流量(mm/hr) Q_{ss} : SS 流出量(g/s/ha) C_{ss} : SS 濃度(mg/l) K_{ss} : SS 流出の係数

X_n : 森林率・土地利用・傾斜など K_{ss} の値を決定する要素

3.2 小流域での SS 流出特性と森林率について

対象流域内の 1 万 ha 未満の流域について、森林率の違いによって SS 流出量と流量の関係がどのように異なるのか調べた。その結果、1000ha 以上 1 万 ha 未満の流域(図 2 B)では、3.1 と同様の流量の累乗との比例関係と、森林率が高いものは SS 流出量が多く、低いものは少なくなる様子が見られた。100ha 未満の流域では森林率による SS 流出量の違いのみが見られた(図 2 C)。以上から、対象流域内の 1 万 ha 未満の流域では、SS 流出量が森林率の増加に伴い多くなると言える。

3.3 地形の影響について

一般に急傾斜であるほど斜面での土砂生産量が多くなり、河道についても同様に、土砂流送量が多くなるということが知られているが、ここでは流域内の平均勾配の変化によって SS 流出特性が具体的にどのような影響を受けるのか調べた。その際、同程度の森林率を有する 1000~1 万 ha 未満の流域で傾斜ごとに、流量と SS 流出量の関係についてグラフを作成した(図 3)。結果、森林率ごとに分けることで、図 2 B に比べて分布のばらつきは小さくなつたが、傾斜によって分布が偏ることは無く、傾斜の変化による SS 流出量の変化も見られなかった。これは、他の流域面積、森林率についても調べたが同様であった。従って、地形よりも森林の SS 流出特性に対する影響の方が明瞭に現れていると言える。

3.4 SS 濃度と森林率

森林率の変化が、SS 流出特性に対して具体的にどのように影響を与えていたかを詳しく調べるために、SS 濃度と森林率の関係についてグラフを作成した。その際、流出イベントによる流量の変化の影響を極力無くすため、流出イベント毎に検討を行った。図 4 は平成 5 年 9 月 10 日、日降雨 39mm が観測された比較的大きな流出イベントである。森林率が大きくなると SS 濃度が減少するという負の相関が明瞭に見て取られた。他の流出イベントでも同様の結果が観測されている。よって、3.2 において森林率の高い流域で SS 流出量が小さいのは、SS 濃度が低いためであると考えられる。

4 まとめ

本研究では、対象流域である群馬県北西部吾妻川上流域を 1 万 ha を閾値とした大小の二つに分け、それぞれ SS 流出特性について解析を行うことによって、以下のことが分かった。

- ・対象流域内の 1 万 ha 以上の流域では、地形や土地被覆状態に違いがある流域でも、流量-SS 流出量の関係は、SS 流出量が流量の累乗に比例する形で表される式により高い精度で表される。これは、流域面積が大きくなることによって、流域内の平均傾斜が小さくなることと、土砂生産の行われる斜面の割合が小さくなることで、SS 流出特性が斜面よりも河道状態の影響を強く受けるためであると考えられる。
- ・対象流域内の 1 万 ha 未満の流域では、SS 濃度は土地被覆状態の影響を強く受け、森林率の増加に伴い、その値は減少する。また、SS 流出量は SS 濃度によって求まるため、SS 流出量も土地被覆状態の影響を強く受ける。ただし、今回の対象流域では森林率の高い流域は農地利用率が低いというように、森林率と農地利用率の高低を切り離して検討できなかったため、今後、農地以外の土地利用率の高い流域などを対象にして、森林が少ないために SS 流出量が多いのか、それとも農地が多いために流出量が多いのかということを検討していく必要がある。

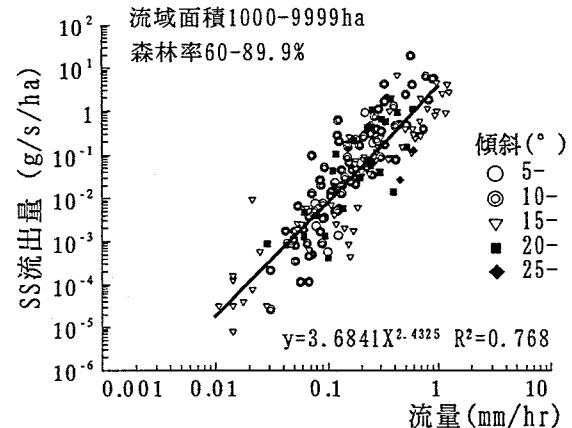


図 3. 流量と SS 流出量の関係(傾斜)

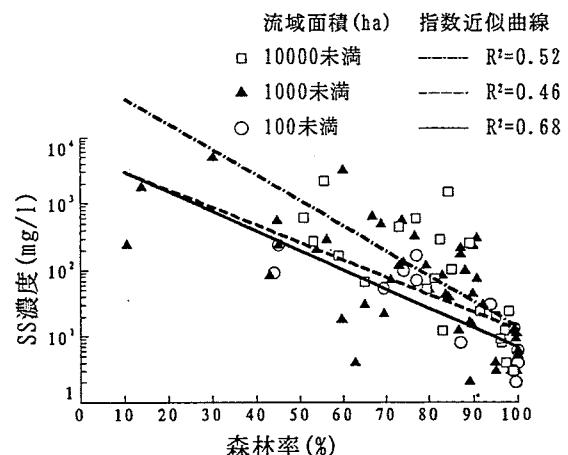


図 4. 森林率と SS 濃度の関係(H5.9.10)