

Fine Particle Sediment Yield from Mountainous Catchments

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 金, 勲 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2641

氏 名 (本 國 籍)	金 勲 (大韓民国)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第 300 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 年 3 月 13 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻
研究指導を受けた大学	信州大学
学 位 論 文 題 目	Fine Particle Sediment Yield from Mountainous Catchments (山地流域からの細粒土砂の流出特性)
審 査 委 員 会	主査 信州大学 教 授 丸 谷 知 己 副査 信州大学 教 授 山 寺 喜 成 副査 岐阜大学 教 授 戸 松 修 副査 静岡大学 教 授 土 屋 智

論 文 の 内 容 の 要 旨

山地流域から沖積河道までの土砂流出過程を推定することは、災害防止および河川環境保全のために重要な課題である。とくに、山地流域から生産された細粒土砂は、大部分が浮遊砂として下流河川に直接流出し、河川水の汚濁の原因や、貯水池や緩勾配河道に堆積して河床上昇を引き起こす。また、浮遊砂流出量は斜面から生産されたウォッシュロードから構成されているため、斜面侵食の指標としても有用である。これらのことから、流出土砂量のうち浮遊砂を含む細粒土砂量の割合を土砂生産域から堆積域まで広い範囲で把握することは重要な課題であると言える。しかし、山地流域では降雨、地形、植生などが偏在するために多様な土砂生産過程が生じ、流域スケールでの土砂流出を推定することがきわめて難しい課題となっている。本研究は山地流域での細粒土砂流出特性を流域スケールで明らかにするために、細粒土砂量の長期観測に基づいて、降雨強度との関係、流域面積との関係、植生の差異との関係を解析したものである。

観測調査は、ふたつの流域で行った。一つは、九州山地の中央部、標高約 1000m～1400m に位置する一ツ瀬川支流大藪川流域で行われた。大藪川流域は、延岡一紫尾山構造線上にあるため、中生層の砂岩、頁岩、泥岩が破碎作用を受けて脆弱な地質構造となっている。また大藪川は、年平均降雨量が 3500mm で、年最大日雨量が 600mm にも達するわが国有数の多雨地帯である。もう一つは、伊那山地の標高 1000～1500m に位置する天竜川支流棚沢流域である。地質は、大部分が花崗岩からなり、一部に片状ホルンフェースが分布している。降雨は、年平均降雨量が 1474mm で、大藪川流域に比べると半分以下の少雨地帯である。植生は、広葉樹天然林のほか、多様な齢級の人工林で構成されている。

大藪川流域では、5つの小面積流域(面積 0.022km²～0.042km²)を対象として、一定期間に流出した細粒土砂量とその期間の降雨量との関係を明らかにした。細粒土砂流出量は、それぞれの観測流域の出口(大藪川本流との合流点付近)に設置した簡易サンプリングボ

ックスによって採集し、採集した土砂の重量を計測した。細粒土砂の流出に最も関与する流量は、降雨量と密接に関係する。そこで、先行降雨を含んだ期間影響降雨量、最大イベント影響降雨量及び最大日影響降雨量を求め、それぞれと細粒土砂流出量との関係を解析した。

その結果、降雨との応答関係として、細粒土砂流出量が最大イベント影響降雨量または最大日影響降雨量が一定値を超えると、急激に増加することが明らかになった。また、影響降雨量と細粒土砂流出量との関係は、べき乗関数として回帰が出来ることが分かった。その原因は、地表流の発生に伴うウォッシュロードの生産が増加したためと考えられた。細粒土砂流出量のうち浮遊砂成分となるシルト量は、降雨特性に関わらず流域ごとに一定の割合で流出していることも分かった。そして、細粒土砂に占めるシルト成分量の割合は、斜面の地被物量（地被植生及びリター）が多い流域ほど大きいことがわかった。

棚沢川流域では、流域面積の異なる3つの流域（0.25km²～4.07km²）を対象として、流量、降雨量の変化に対する浮遊砂及び掃流砂流出量の応答特性を明らかにした。それぞれの流域の出口（棚沢川本流との合流点付近）で自動サンプラー（マニング社製）によって浮遊砂流出量を自動測定し、同時にチェックダムによって掃流砂流出量を沈殿させて定期的に測定した。

その結果、流量と浮遊砂流出量との関係はバラツキが大きく、それは特に低水流量時に大きいことがわかった。そこで、流量クラス分け法を用いて、区間流量と区間内の平均浮遊砂流出量との関係式を導くことにより、高い精度で浮遊砂を推定することができた。さらに、浮遊砂流出量は期間降雨より期間流量との相関が高く、掃流砂流出量は期間流量より期間降雨量との相関が高いことが明らかになった。

期間降雨量と浮遊砂流出量との関係は、 $YS=a \cdot Q^b$ という指数式により回帰されたが、この式における係数 a と指数 b は反比例関係を示すことがわかった。棚沢川支流の3流域を含めて、流域面積が10km²以上の他の流域と比べた結果、係数 a に対して指数 b の値が大きく、係数 a が大きくなるにつれて、指数 b が急激に減少することが分かった。このことは流域面積の小さい流域においては浮遊砂流出量が多く、流量変化による浮遊砂流出量の変化が大きいことを示唆している。また個別にみれば、全流出土砂量に占める浮遊砂の流出比率は、流域面積0.69 km²で約55%、流域面積0.25km²で約40%を占めることから、浮遊砂と掃流砂の流出比率が流域面積によって異なることが分かった。

これまで山地の河床変動は河床堆積土砂量の変動量解析から求められてきたが、これに加えて、今後は流域全体の土砂収支を把握するには、浮遊砂を考慮するべきであることが強く示唆された。そして、その予測は降雨量と流域面積を用いることによって、推定可能であることがわかった。

審 査 結 果 の 要 旨

山地流域から沖積河道までの土砂流出過程を推定することは、災害防止および河川環境保全のために重要な課題である。しかし、山地流域では降雨、地形、植生などが偏在するために多様な土砂生産過程が生じ、流域スケールでの土砂流出を推定することがきわめて難しい課題となっている。本研究は山地流域での細粒土砂流出特性を流域スケールで明らかにするために、細粒土砂量の長期観測に基づいて、降雨強度との関係、流域面積との関係、植生の差異との関係を解析したものである。観測調査は、九州山地の中央部標高約1000m～1400mに位置する一ツ瀬川支流大藪川流域と伊那山地の標高1000～1500mに位置する天竜川支流棚沢流域のふたつの流域で行われた。研究の位置づけ、および観測対象地の選択理由等について質問がなされ、的確は解答がなされた。

大藪川流域では、5つの小面積流域（面積 $0.022\text{km}^2 \sim 0.042\text{km}^2$ ）を対象として、一定期間に流出した細粒土砂量とその期間の降雨量との関係を明らかにされた。また、棚沢川流域では、流域面積の異なる3つの流域（ $0.25\text{km}^2 \sim 4.07\text{km}^2$ ）を対象として、流量、降雨量の変化に対する浮遊砂及び掃流砂流出量の応答特性を明らかにされた。

その結果、降雨と細粒土砂流出量との応答関係は、最大イベント影響降雨量または最大日影響降雨量が一定値を超えると、急激に増加すること、また、影響降雨量と細粒土砂流出量との関係は、べき乗関数として回帰が出来ることが分かった。その原因は、地表流の発生に伴うウォッシュロードの生産が増加したためと考えられた。細粒土砂流出量のうち浮遊砂成分となるシルト量は、降雨特性に関わらず流域ごとに一定の割合で流出していることも分かった。そして、細粒土砂に占めるシルト成分量の割合は、斜面の地被物量（地被植生及びリター）が多い流域ほど大きいことがわかった。

一方、自動サンプラーを用いて計測された浮遊砂流出量と流量との関係はバラツキが大きいため、流量クラス分け法を用いて、区間流量と区間内の平均浮遊砂流出量との関係式において高い精度を得ることができた。さらに、浮遊砂流出量は期間降雨より期間流量との相関が高く、掃流砂流出量は期間流量より期間降雨量との相関が高いことが明らかになった。さらに、期間降雨量と浮遊砂流出量との関係を指数式($YS=a \cdot Q^b$)により回帰し、係数 a と指数 b が反比例関係を示すこと、流域面積が 10km^2 以上の他の流域と比べた結果、係数 a に対して指数 b の値が大きく、係数 a が大きくなるにつれて、指数 b が急激に減少することが分かった。このことは流域面積の小さい流域においては浮遊砂流出量が多く、流量変化による浮遊砂流出量の変化が大きいことを示唆している。また個別にみれば、全流出土砂量に占める浮遊砂の流出比率は、流域面積 0.69km^2 で約55%、流域面積 0.25km^2 で約40%を占めることから、浮遊砂と掃流砂の流出比率が流域面積によって異なることが分かった。

結局、これまで山地の河床変動は河床堆積土砂量の変動量解析から求められてきたが、これに加えて、今後は流域全体の土砂収支を把握するには、浮遊砂を考慮すべきであることが強く示唆された。そして、その予測は降雨量と流域面積を用いることによって、推定可能であることがわかった。

これらの結果の応用方法、応用範囲に質問がなされたが、山地流域から生産された細粒土砂は、大部分が浮遊砂として下流河川に直接流出するため、河川水の汚濁の原因や、貯水池や緩勾配河道に堆積して河床上昇を引き起こすこと、また、浮遊砂流出量は斜面から生産されたウォッシュロードから構成されているため、斜面侵食の指標としても有用であることが解答された。

また、観測方法およびその精度等についても質問があったが、的確な解答がなされた。本研究は、以下の2本の公表論文によって、意義と有用性が認められており、本発表もそれにそったものであった。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

<基礎となる学術論文>

- 1) Temporal changes in small particle sediment yielded from the catchment following to forest growth after clear cutting Hoon Kim, M. Kasai, M. Imada and T. Marutani *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 44(3・4), 473-481(2000)
- 2) Scale dependent, seasonal changes in suspended sediment load from the mountainous catchments of Nagano, Japan Hoon Kim and T. Marutani *Interpraevent 2002 in the Pacific Rim, Congress Publication*, 1, 41-52(2002)
- 3) 山地源流域での細粒土砂生産に対する降雨の影響－沈殿方式による簡易サンプリングを用いた検討－ 金 勲、丸谷知己、笠井美青、砂防学会誌、55(5)、11－21(2003)
- 4) 山地流域における浮遊砂と掃流砂の流出量変化 金 勲、丸谷知己、宮崎敏孝、砂防学会誌、55(6)、印刷中(2003)