

35 森林流域からの浮流土砂の流出

東京大学大学院 保々 佐和子 (現アンダーセンコンサルティング)
 東京大学大学院 ○堀田 紀文・執印 康裕・鈴木 雅一・太田 猛彦

1. はじめに

対照流域法を実施する予定の東京大学千葉演習林袋山沢流域において、その準備として

- ・袋山沢流域からの浮流土砂流出の実態を明らかにすること
- ・浮流土砂の長期モニタリング手法を確立すること

を目的に浮流土砂流出の実態調査を行ってきたのでここに結果を報告する。

2. 観測

観測を行った千葉演習林袋山沢流域は 1929 年植栽のスギ・ヒノキ人工林で、地質は新第三紀層である。隣接した A, B, 2 流域 (A:0.8ha, B:1.1ha;伐採予定) よりなり、それぞれの流域の末端には量水堰が設置されて継続的に流量データが得られている。

浮流土砂の観測は、量水堰において自動採水器 (アメリカンシグマ社) と自作の濁度計を用いて行った。自動採水器と濁度計の特長は表 1 のようにまとめられる。

表 1 自動採水器と濁度計の特長

	自動採水器	濁度計
長所	直接土砂濃度測定が可能 粒度分布や有機物含有量についても調べられる	長期連続測定が可能
短所	採水回数に限界があり、長期連続的なデータが取得できない	直接土砂濃度が測定できない (キャリブレーションが必要)

自動採水器は水面に設置したトリガーによってある流量に達すると作動し、その後 20 分間隔で採水するよう設定した。1 リットルボトル×24 本分の採水を行う。採水試料は吸引ろ過した後乾燥重量を求め、重量濃度 (mg/l) を算出した。観測は B 流域では 1996 年 7 月から、A 流域では 1997 年 7 月から行っている。

濁度計は受光部にフォトダイオードを、光源に豆電球を用いて自作し、1998 年 7 月より観測を行っている。濁度計の出力から土砂濃度を算出するためには自動採水器によって得られた土砂濃度によるキャリブレーションが必要となる。電源にバッテリー電圧を用いているためにその消耗を考慮して

①バッテリー電圧—濁度計出力

②土砂濃度—濁度計出力

の 2 段階のキャリブレーションを行っている。

本来本研究で用いている、光の透過率によって土砂濃度を求める濁度計では、土砂の粒度分布が異なれば同濃度でも濁度出力は変わってしまう。図 1 で土砂濃度と濁度出力 (土砂濃度 0 の時の濁度出力と、出水時濁度出力の土砂濃度 0 の時よりの降下値の比を用いた) の関係を示しているが、本研究で取得したデータの範囲では両者は良好に対応している。このことから袋山沢流域においては、出水ごとの流出土砂の粒度分布は比較的一致していると考えられ、濁度計のみで、出水ごとに検定を行わずともある程度浮流土砂量の見積もりが可能だと言える。

次に、図 2 に観測例 (1998/07/16 B 流域) を示す。図から、自動採水器によって得られた土砂濃度と、濁度計の出力を変換して求めた土砂濃度が時系列でも良好に対応していることが見て取れる。また、濁度計の出力によって土砂濃度の時間変化が細かく追跡できることも分かる。

図 2 から、浮流土砂濃度の大きなピークには流出のピークに対応したものと、流出のピークより先行して降雨のピークに対応しているように見えるものの 2 つが存在することが見て取れる。これは他

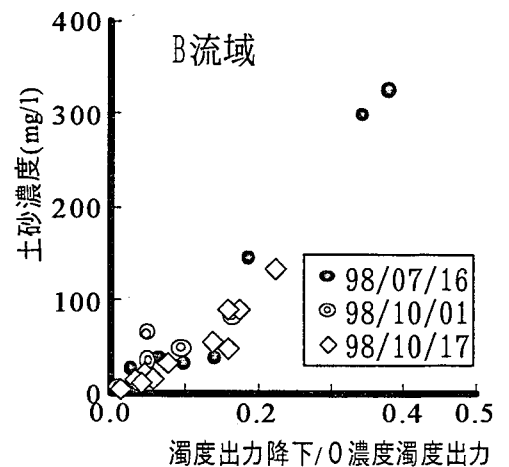


図 1 濁度出力と土砂濃度の関係

の出水例でも同様に見て取れる特徴であるが、降雨のピークとの対応は必ずしも毎回あるわけではなかった。

3. 検討

流出に対応した浮流土砂は、水の掃流力によって運搬される河床堆積物起源の土砂だと考えられる。流砂量式としてブラウン式を用いれば流出土砂量と流出量の関係は

$$q_b = K \left(\frac{q}{\varphi} \right)^{5/3} \quad (1)$$

と表すことが出来る。ただし q_b は土砂流出量、 K は水路勾配、重力加速度、土砂の粒径及び比重の関数で表現される係数であり、 q は流出量である。ここで φ は $\varphi = (u/u_*)$ であり、対数則や Manning 則によって水深の関数となるが、 q と比較するとほぼ一定として扱える。

土砂濃度を、流出に対応した成分と前述のように流出のピークに先行して生じる土砂濃度のピークに属する成分とに分けてそれぞれ土砂量を算出し、流出量と比較したものが図3である。流出に対応した成分に関してはばらつきは大きいものの、式(1)で表されたように流量の $5/3$ 乗に近い分布していることとみなせることが分かる。ちなみに従来の研究では観測結果から2乗に比例するとされることが多い。

流出に対応しない土砂流出は図3から、ほぼ流量に比例する形で生じていることが見て取れた。これは浮流土砂の濃度が流量によらずほぼ一定であることを意味する。また、図4において降雨と比較しているが、ある程度の相関は見られるものの非常にばらついている。一般的に流出土砂の供給源となるのは

- ・斜面
- ・溪岸堆積物
- ・河床堆積物

であり、対象流域が森林地であり表面流による斜面浸食が生じにくい事を考えると、流出に対応していない浮流土砂は溪岸堆積物起源の土砂であることが予想される。今後河道の拡幅と流出ピークに先行する浮流土砂流出の関係について調査を行う。

4. おわりに

本研究で、自動採水器と濁度計を併用して浮流土砂の観測を行ったことによって、千葉演習林袋山沢流域では○濁度計出力によって求めた土砂濃度は自動採水器によって得られる土砂濃度と良好に対応し、濁度計による長期連続的な観測が可能であること

○浮流土砂には流出に対応した成分と対応していない成分が存在し、それぞれ起源が異なると思われることが示された。

今後は対照流域法により、伐採が浮流土砂流出に与える影響について研究をすすめる。

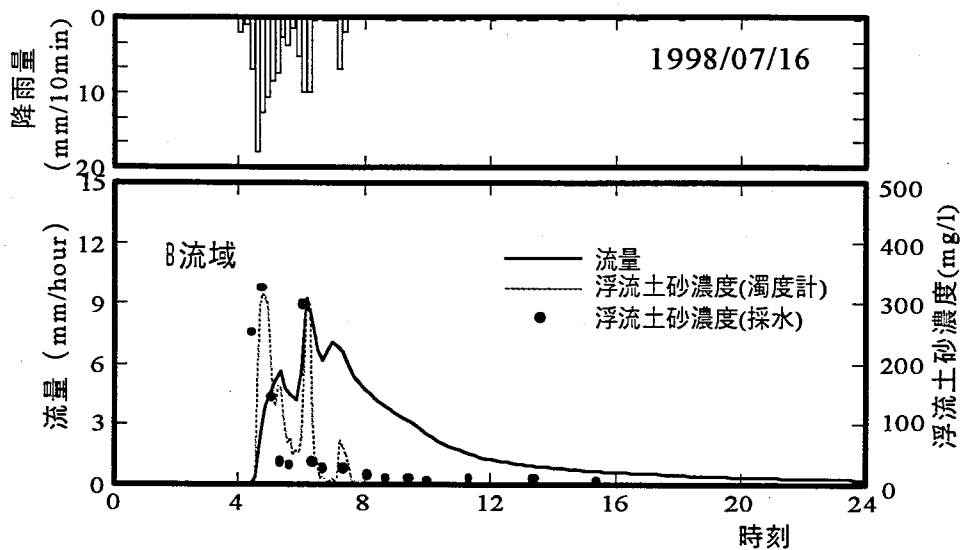


図2 土砂濃度の観測例

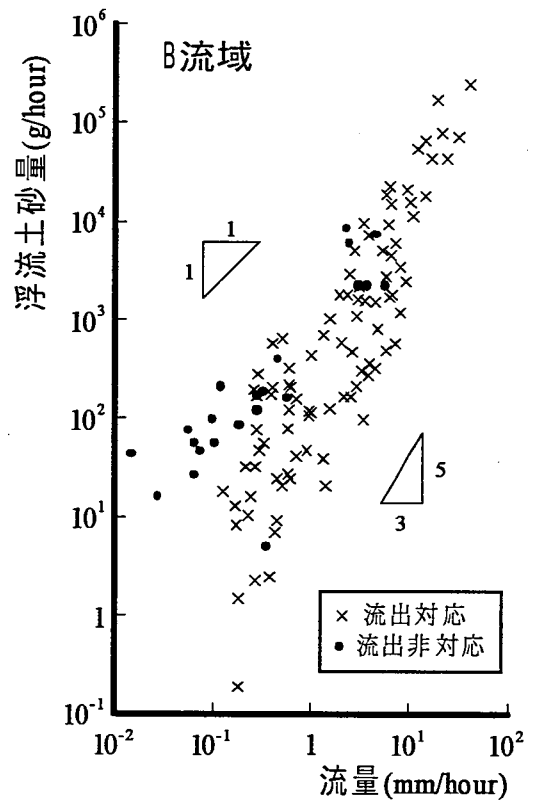


図3 浮流土砂量と流出量

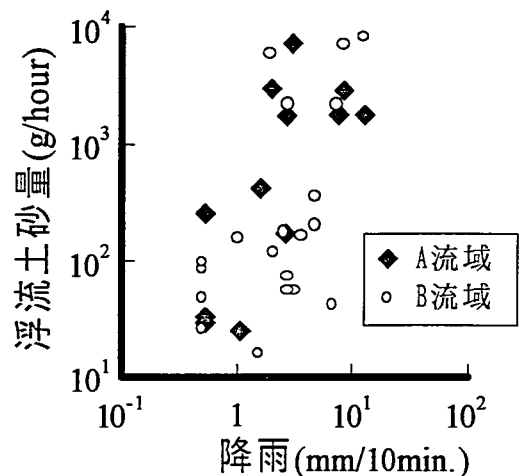


図4 降雨と流出非対応の浮流土砂量