

丹沢山地大洞沢試験流域における土砂生産と流出：斜面プロットと沈砂池の観測結果

東京農工大学大学院 農学府 ○平岡真合乃・五味高志
 東京大学大学院 農学生命科学研究科 小田智基
 京都大学防災研究所 流域災害研究センター 宮田秀介
 神奈川県 自然環境保全センター 内山佳美

1. 背景

山地流域における土砂生産や流出を定量的に把握することは、流砂系の土砂管理を行う上で重要である。山地斜面で生産された土砂は直接的に流域外へ流出せず、斜面脚部や河道内に貯留されるなど、生産と流出には時間的な遅れが生じる。また、斜面で生産された土砂は、その移動過程において分級などを経て流域末端部で観測される。本研究では、斜面下端と流域末端における土砂観測結果から、対象流域における土砂生産、流出の特徴を把握した。また、斜面から河道への流入土砂量と流域からの流出土砂量を比較し、流域内の土砂生産および滞留過程について検討した。

2. 方法

2.1 対象地域

研究対象流域は神奈川県東丹沢の大洞沢の2流域(No.3: $7.0 \times 10^{-2} \text{ km}^2$ 、No.4: $4.6 \times 10^{-2} \text{ km}^2$)とした(図-1)。年平均気温は 12°C で、年平均降水量は約 3,000 mm である。基岩は風化した堆積岩であり、両流域内には崩壊跡地も確認されている。流域内の平均傾斜は 36° で、流路沿いに 40° 以上の斜面が分布している。No.3 および No.4 のそれぞれ 19%、15% が裸地化した斜面であり、流域末端部の流路沿いに分布していた(五味ほか, 2013)。No.3、No.4 の流路長はそれぞれ 525 m、223 m で、このうち裸地に接する流路長は No.3 で 191 m、No.4 で 78 m であった。

2.2 現地観測

斜面から河道に流入する土砂量の把握には、開放型斜面プロットを用いた。傾斜が $41 \sim 53^\circ$ の斜面に、上端と左右端には境界を設けず、下端に横幅 1 m の土砂捕捉箱を設置した(図-1)。任意の期間に土砂捕捉箱に捕捉されたリターおよび土砂を回収した。サンプル回収期間は 2009 年 10 月 9 日から 2012 年 3 月 15 日である。回収したサンプルはリターと土砂に分離して乾重量を計測し、土砂については粒径組成も把握した。

流域の流出土砂量の把握は、沈砂池(幅 5 m×長さ 10 m×深さ 2 m; 図-1)における横断測量から、任意の期間の堆積土砂量の測定により行った。当該堆積土砂量と前回堆積土砂量との差分を期間流出土砂量とした。各流域の出口に 90°V ノッチ量水堰に圧力式自記水位計を設置し(図-1)、水位を 10 分ごとに観測した。観測された水位は水位流量関係式を用いて流量に変換し、日流量を算出した。観測期間は 2009 年 8 月 1 日から 2012 年 3 月 31 日とした。

3. 結果と考察

3.1 斜面から河道への流入土砂量

期間内の捕捉土砂量は、P3-1 で 1.0 kg (SD=1.0)、P3-2 で 2.8 kg (SD=2.0)、P4-1 で 2.2 kg (SD=2.2)、P4-2 で 0.9 kg (SD=0.7) であり、季節的なパターンや期間内降雨量に対する傾向はみられなかった(図-2)。捕捉土砂に対する粒径 2 mm 以下の土砂の重量割合は 0.2~53.2% であり、捕捉土砂の 50% 以上は石礫が占めていた(図-2)。

単位斜面幅当たりの年間土砂生産量を推定したところ、P3-1 で $3.2 \sim 7.2 \text{ kg/yr}$ 、P3-2 で $11.0 \sim 18.9 \text{ kg/yr}$ 、P4-1 で $6.6 \sim 14.1 \text{ kg/yr}$ 、P4-2 で $3.8 \sim 7.9 \text{ kg/yr}$ となった。単位斜面幅当たりの土砂生産量に各流域の裸地斜面に接する流路長を乗じて、流域内の斜面から河道へ流入する土砂量を推定したところ、No.3、No.4 でそれぞれ $1.0 \sim 3.7 \text{ t/yr}$ 、 $0.3 \sim 1.1 \text{ t/yr}$ となった。

3.2 流域からの流出土砂量

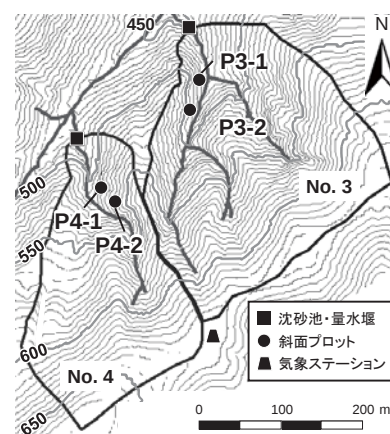


図-1 観測流域概要

流域末端の流量は降雨に対して鋭敏に反応する傾向がみられた（図 - 3）。期間内流出土砂量は、No.3、No.4 それぞれで $0.1 \sim 9.6 \text{ m}^3$ 、 $0.3 \sim 3.4 \text{ m}^3$ であり（図 - 3）、期間内の総降雨量や流量とほとんど関係がみられなかった。

推定した年流出土砂量は、 $40.3 \sim 42.5 \text{ t/yr}$ (0.3 mm/yr)、 $7.8 \sim 18.7 \text{ t/yr}$ ($0.1 \sim 0.2 \text{ mm/yr}$) であった。ダム堆砂量から推定される山地斜面の平均的な年間侵食速度は $0.1 \sim 1.0 \text{ mm/yr}$ で（長谷川ほか, 2005）、対象流域からの流出土砂量は同程度であった。流域からの流出土砂量は、斜面から河道へ流入する土砂量よりも 1～2 オーダー大きかった。このことから、流域の流出土砂に対する、河道内の貯留土砂や流域内の崩壊跡地からの土砂生産の影響が示唆された。

また、No.3、No.4 の単位面積当たりの年流出土砂量は、それぞれ $15,686 \sim 16,534 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ 、 $3,035 \sim 7,282 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ であった。東丹沢地域内のダム堆砂量から推定された流出土砂量は三保ダム流域（流域面積： 20.91 km^2 ）で $2,897 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ （Koi *et al.*, 2008）、本対象流域下流に位置する宮ヶ瀬湖ダム（流域面積： 101.4 km^2 ）で $3,385 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ であり（社団法人電力土木技術協会, 2002）、本対象流域から流出する土砂量は、これらの既往研究と比較して最大で 5 倍程度であった。これは、関東大震災によって生産された土砂の影響（Koi *et al.*, 2008）が、源頭部の土砂流出現象でより顕著にみられる可能性を示唆している。

4. まとめ

本対象流域からは $1.5 \sim 6.1 \text{ t/ha/yr}$ の土砂が流出しており、日本の山地からの平均的な土壌侵食速度と同程度であることが分かった。丹沢山地の隆起速度に対して侵食速度はわずかであるが、周辺のダム堆砂量と比較すると多く、流域内の斜面から河道へ流入する土砂量と流域末端の流出土砂量は最大で 2 オーダー異なっていたことから、今後は流域内の土砂滞留過程や崩壊跡地からの土砂生産量などについて調べる必要がある。

引用文献

- 社団法人電力土木技術協会（2002）昭和 37 年～平成 13 年度発行発電用貯水池・調整池土砂堆積状況，電力土木昭和 38 年度～平成 14 年度，1963-2002.
- 五味高志・平岡真合乃・坂上賢・ファムティクインアン・内山佳美（2013）大洞沢試験流域における林床植生の空間分布特性．*神奈川県自然環境保全センター報告* **10**：59-69.
- 長谷川浩一・若松加寿江・松岡昌志（2005）ダム堆砂データに基づく日本全国の潜在的侵食速度分布．*自然災害科学* **24**：287-301.
- Koi T., Hotta N., Ishigaki I., Matsuzaki N., Uchiyama Y., Suzuki M. (2008) Prolonged impact of earthquake-induced landslides on sediment yield in a mountain watershed: the Tanzawa region, Japan. *Geomorphology* **101**: 692-702.

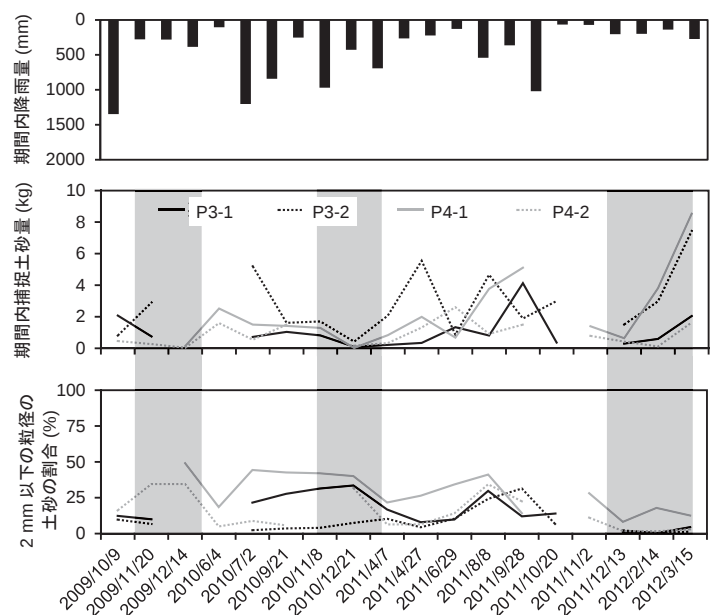


図 - 2 期間内降雨量、期間内捕捉土砂量、2 mm 以下の粒径の土砂の割合（灰色塗部分は冬季を表す）

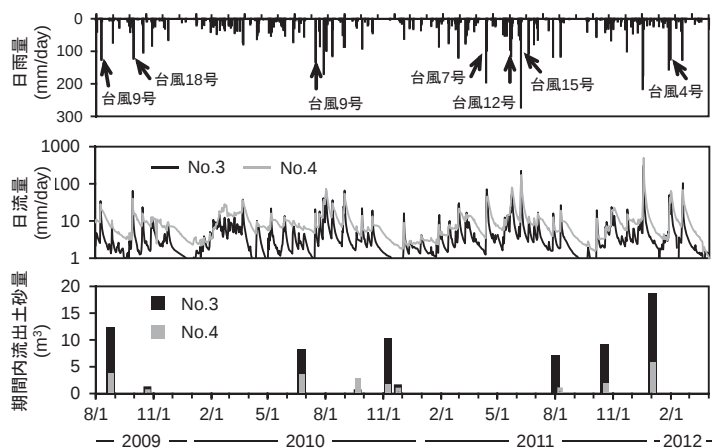


図 - 3 観測期間の日雨量、日流量、期間内流出土砂量