

GeoWEPP を用いた風化花崗岩森林流域の水土砂流出計算

Water runoff and sediment discharge calculation in a weathered granitic catchment by GeoWEPP

○山崎琢平 濱本昌一郎 西村拓

Takuhei YAMASAKI, Shoichiro HAMAMOTO, Taku NISHIMURA

1. はじめに

森林は雨滴衝撃を緩和する植生被覆や表層土壌の高い透水性により土壌侵食量が少ない土地利用と考えられている。しかし、伐採や間伐時の不適切な管理や、森林火災等により土壌侵食量が増加する場合がある。森林からの土壌流出を適切に管理するためには、森林流域の土壌侵食を予測する必要がある。その際には森林内の複雑な地形や局所的な被覆状況の変化を反映できることが望ましい。

土壌侵食モデルは主として農地を対象に開発されてきたため、水移動特性が異なる森林に適用する場合には水移動プロセスを表現した物理モデル等が適している。森林流域は表面流よりも地中流が降雨流出に大きく寄与しているが、国内に分布する風化花崗岩流域においては深部地下水が流出に与える影響が無視できない¹⁾。土壌侵食のプロセスモデルである WEPP 及び GeoWEPP は、地下水流出を単一項で表現するため、経路の異なる地下水流出の表現が難しい。一方で、土壌侵食は降雨直後に発生する現象であることから、降雨後の流出を説明する直接流出の影響が大きいことが予想される。そこで本研究は、土壌侵食において重要と考えられる降雨直後の直接流出を流出ハイドログラフから分離し、直接流出のみを GeoWEPP を用いて再現し土砂流出量を計算した。また、得られた結果や推定されたパラメータについて妥当性の検討を行った。

2. 方法

計算対象地は愛知県に位置する東京大学生態水文学研究所の白坂流域である。流域面積は 88.5 ha であり、植生は大半が落葉広葉樹である。計算期間とした 2001 年から 2009 年の年平均気温は

13.2°C、年平均降水量は 1790 mm である。流量観測は四角堰で行い、土砂流出は観測点に設置した土砂マス内の堆砂量を測量によって求めている。2000 年の台風により流域の一部で崩壊が生じ、2001～2004 年の流域全体からの土砂流出量は 3.7 t ha⁻¹ y⁻¹、2005～2009 年は 1.9 t ha⁻¹ y⁻¹であった。また、流出土砂の幾何平均粒径は 2.2 mm である。一方、森林斜面の土壌侵食量が 2001～2004 年にかけて一部の小流域で測定され、測定値を再現した USLE 式のパラメータから森林斜面の侵食量の平均が 0.94 t ha⁻¹ y⁻¹と推定されている²⁾。

日流量の成分分離は digital filter 法³⁾を用いて行った。現地地盤が風化花崗岩であることから、透水性の岩盤を持つ流域としてパラメータを設定した。

GeoWEPP の計算に必要な 4 種類のデータのうち、①標高は国土地理院の 4 秒間隔の DEM を 13 m メッシュに変換して用いた。②気象データのうち 1 時間降水量、日最高最低気温、露点温度、風速は現地気象計の値を、日射は現地に最も近い AMeDAS 名古屋を用いた。③土地利用は全域を落葉森林とした。④土壌・河道の水移動特性・受食性はパラメータを 1 つずつ値を変えながら計算して観測値と比較し、試行錯誤をして得た。斜面の透水係数は森林表土を表現するため 200 mm h⁻¹とした。水移動パラメータの同定は 2001～2004 年の観測値を用いて行い、2006 年～2009 年の結果を用いて精度を検証した。土砂流出については推定された斜面侵食量に合うように斜面の受食性パラメータを設定した後、全土砂流出量を再現するよう河道の受食性パラメータを決定した。なお、2005 年以降に土砂流出量が減少したため、河道においては 2 つの計算期間で異なる受食性パラメータを設

定した。

3. 結果と考察

図1に2001～2004年の降水量、日流量と積算土砂流出量の観測値及び計算値を示す。この期間のNash-Sutcliffe係数は0.71であり、概ね降雨流出を再現した。拡大図に示すように通常の降雨イベントの再現性は高かった一方で、台風通過時の大出水においては流出を過大評価した。これは、表層土壌からの速やかな流出を再現するために土層を薄くしており、土壌の貯留スペースが少なくなったことが原因と考えられる。同じパラメータを用いた2006～2009年計算も中程度の降雨イベントにおいては十分流出を再現したが、台風イベントは過大評価した。

土砂の流出については概ね積算土砂流出を再現できた。2001～2004年の計算から得られたパラメータは2006～2009年計算のものより受食性が

高く、これは2000年の崩壊により流出しやすい土砂が2000年代始めに多かったことが反映されたと考えられる。また、推定された限界掃流力(1.0 Pa)において移動する河床砂の粒径を求めると1.6 mmとなり、堆砂マスに貯まったマサ土粒子の粒径と同程度の値となった。

2001～2004年計算の土砂流出・堆積マップをみると、斜面の8割において土砂移動量が0となり、土壌侵食に関与していなかった。これは健全な森林としては自然な結果と考えられる。土砂の発生は主として河道近辺の谷部に集中しており、一部の集水性の高い区域が土砂の流出に寄与していると考えられる。

本発表においては、流出ハイドログラフ全量を計算する既存の手法との比較結果についても併せて報告する。

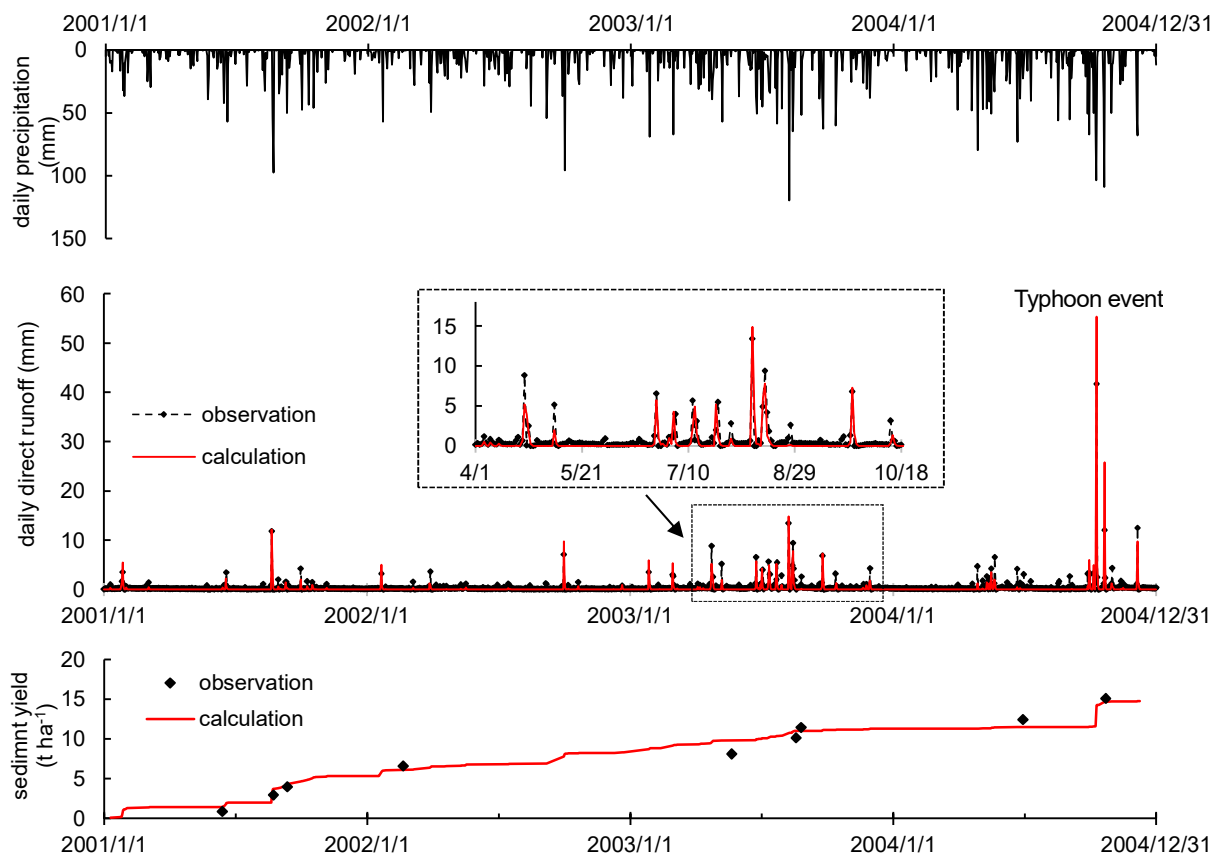


Fig. 1 Daily precipitation, water runoff, and cumulative sediment yield in 2001-2004.

参考文献

- 1) Katsuyama et al. 2005. Water Resources Research 41: W01010
- 2) Karki KB and Shibano H. 2006. 東京大学農学部演習林報告 115:1-36
- 3) Eckhardt K. 2005. Hydrol. Proces. 19:507-515