V-082

GeoWEPP を用いた山地森林流域の長期土砂計算

東京大学大学院農学生命科学研究科　○長岡岳　堀田紀文　酒井佑一
Padjadjaran University　Kharistya AMARU

1　背景と目的

近年、流量や流出土砂量の予測を行うための様々な土壌浸食モデルの開発と適用が世界中で進められている。しかし、土壌浸食モデルは世界的に農地を対象とした適用が多く、山地に適用した例は少ない。そのため、山地流域が多くを占める我が国への適用例は僅かであり、その適用性は明らかにされていない。日本でのモデルの適用が可能になれば、ダムの堆砂の予測や、土砂災害対策への活用、森林の多面的機能の定量的な評価に有効と考えられる。本研究の目的は生態水文学研究所白坂流域を対象に、モデルを適用し実際の観測値と比較することによって、日本の山地森林流域に対するモデルの適用性を明らかにすることである。

2　解析対象地

解析対象地である生態水文学研究所内の白坂流域は、愛知県瀬戸市に存在し、流域面積は 88.5 ha で、地質は流域全域が風化花崗岩である。標高 295 m から 629 m の山地に属し、土壌は主として褐色森林土から成っている。年平均気温 13.5℃、平均年雨量は約 1900 mm で夏季に雨が多い。現在の植生は大部分が落葉広葉樹天然林、一部が針葉樹人工林である。本流域は過去に里山として利用され、人為的な伐採利用が行われた結果裸地率は 1930 年代には約 11%だったが回復し、裸地率は 1980 年代には約 4%、2000 年代以降は約 0%になっている。長期にわたり気象・水文・土砂データが存在し、日本の流域の多くと同じく、元々ハゲ山だった経歴を持つことが本研究の対象地とした理由である。

3　データと解析手法

解析には、ArcGIS のプラグインである GeoWEPP を用いた。

入力データには、5 m グリッドの数値標高地図、100 m グリッドの土壌図と土地利用図、生態水文学研究所で観測された 1942 年から 2011 年までの降水量・最高気温・最低気温を使用した。計算結果と比較するデータには、流出水量、流出土砂量を用いた。

実測データが十分存在する中で最も条件の異なる 2000 年代と 1950 年代の条件下でそれぞれパラメーターフィッティングを行った。パラメーターは、WEPP データベース内の「Tree-20 year old forest」土地利用ファイル・「20-yr forest loam」土壌ファイルをベースに植生などの条件から文献値を参照して定めた。計算結果を実測データと比較することで, GeoWEPP による水・土砂流出量の長期的な再現性を検討した。パラメーターフィッティングは、サイトの依存性が大きく適切な値を与えるのが難しい有効透水係数、河道中心の浸食可能深に関して行った。

4　結果

まずは水文部分を再現するのだが、年間の水収支については Penman-Monteith 式を用い、不透水層を導入することにより概ね再現することができた。2000 年以降のパラメーター設定に関しては、有効透水係数を 30 mm/h、河道中心の浸食可能深を 250mm 以上にしたときに、流量・流出土砂量ともに良好な再現がみられた(図 1)。日単位での流量は観測値と比べ大きなばらつきがあったが、系統的な大きなずれはなかった。年平均の斜面浸食量は 194 トン、河道浸食量は 54 トンであった。1950 年代のパラメーターフィッティングにあたって、まずは植生被覆率の違いを反映させた。斜面パーツのうち、現在は人工林となっているものの土地利用をデータベース内の休耕している農地を表す「fallow」に変更しその流域全体に対する面積率を 12%にしたうえでパラメーターフィッティングを試みた。パラメーターフィ

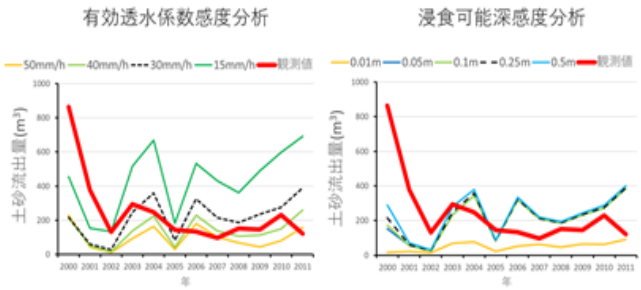

図１　2000 年代感度分析結果

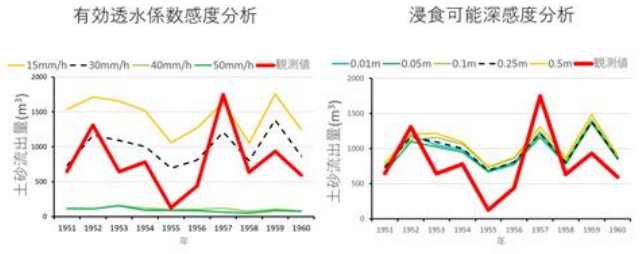

図２　1950 年代感度分析結果

ッティングを行うパラメーターは、時間変化により大きく変化する可能性のある河道の浸食可能深と斜面の有効透水係数の二つとした。有効透水係数は 30mm/h、浸食可能深はいずれも大きな違いはなかった(図２)。年平均の斜面浸食量は 2029 トン、河道浸食量は 626 トンであった。

土砂量の観測値と計算値の比較を図３に示す。観測値は当初は 1950 年代の条件下での結果に適合していたが、時間の経過とともに 2000 年代の条件下での結果と適合するようになった。

5　考察

本研究においては、まず水文過程を再現する際に、実際の森林流域と同じく、表面流をほとんど発生させないことにより流量を再現することができた。それゆえ、白坂流域の現実の土砂生産を考慮すると、斜面以外の土砂生産源の存在が推察される。白坂流域においては、河道に堆積した土砂が主要な土砂生産源である可能性が高いと考えられる。

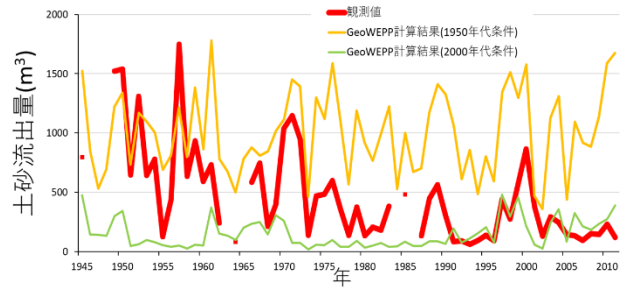

図３　土砂流出量の長期比較

本研究において、1950 年代は表面流の割合が大きく、浸食可能深の影響が小さかったことから、浸食において斜面における浸食が中心であったのに対し、2000 年代は表面浸食の割合が小さくなり、浸食可能深の影響も比較的大きいことから、浸食において河道による侵食の影響が大きくなっているという浸食動態の変化を見ることができる。

本研究において、2000 年東海豪雨のときは再現性が低かった。また、その他にも再現性が低い箇所があり、その時は短期間に大量の降水があるところがほとんどであった。以上のことから、短期間の降水による崩壊が発生することにより予測が外れることがあると考えられる。

しかしながら、全般的にみると土壌浸食モデルの一つである GeoWEPP により全体的に良く水・土砂流出を再現することができた。1950 年代と 2000 年代の比較を通して、土地被覆のみを変更し他は同一のパラメーターを使用しても良い再現を得られた。また、図１からわかるように、パラメーターフィッティングをしていない 1960-1990 年代に関しても、実際の被覆率と対応するように観測値が 1950 年代の被覆条件での計算結果から 2000 年代のそれへと変化していることがみられる。以上のことから、適切な植生被覆率を与えることで，土壌浸食モデルを用いた流域土砂動態の長期的な予測／評価が可能になると考えられる。より詳細な植生分布や土層厚といったパラメーターの正確な調査を行うことにより、より正確にモデルを適用できることが期待される。

謝辞

データの提供をしてくださった愛知県生態水文学研究所には心より感謝を申し上げる。

参考文献

Amaru,K. and Hotta ,N.(2018):平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 IS-02.A-66-A-67.

Dun, S, et al. (2009): J. Hydrol. 366(1-4): 46-54.