

亜熱帯島嶼地域における水・土砂・栄養塩流出モデル (SWAT) の適用
- 石垣島轟川流域を対象として -
Application of SWAT model for Water, Sediment and Nutrients Outflow in Subtropic
Islands Watershed
-Targeting Todoroki-river Watershed in Ishigaki Island-

○乃田 啓吾* 大澤 和敏** 飯泉 佳子*** 小沢 聖***
○Keigo NODA*, Kazutoshi OSAWA**, Keiko IIZUMI***, Kiyoshi OZAWA***

1. はじめに

近年、農地における土砂や窒素・リンといった栄養塩の流出が顕著になっており、下流域における生態系劣化に大きな影響を与えている。そのため、土地利用、土壌、営農管理といった農業活動に関わる要素が、流出量にどれほど影響を与えているかを把握し、具体的な負荷流出抑制対策について検討する必要がある。特に亜熱帯島嶼地域では、土壌の性質、降雨形態といった特徴的な自然条件が土砂、栄養塩の流出に大きな影響を与えている。そこで本研究では、沖縄県石垣島轟川流域を対象に、水、土砂、栄養塩の流出量を算出可能な解析モデルである SWAT(Soil and Water Assessment Tool)を用い、観測値と SWAT の計算値を比較し、モデル上で栄養塩の動態を規定する水及び土砂の動態についてモデル適用の妥当性を検討する。

2. SWAT モデル概要

SWAT(Soil and Water Assessment Tool)は米国農務省によって開発されたモデルであり、流域において、地形、気象、土壌、土地利用、営農管理といった要素により影響を受ける水、土砂、栄養塩(窒素・リン)の動態を同時に扱うことができる。SWAT は物理的なプロセスモデルであり、様々な要素の変動過程を明確に表現できる。さらに、長期間のシミュレーションを比較的短

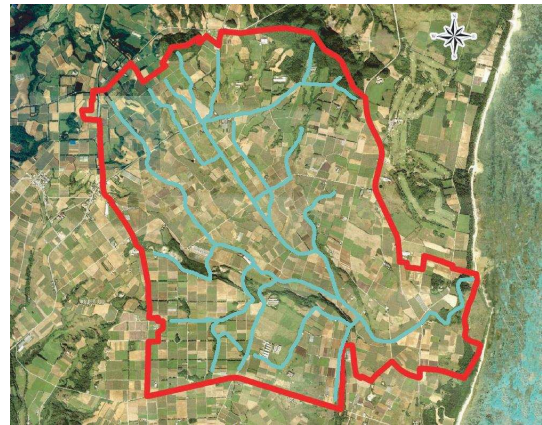


Fig.1 Study Area (Todoroki-river watershed)

時間で実行できるようにするため、対象とする流域内で地形、土壌、土地利用情報を HRU(Hydrologic Response Units)と呼ばれる単位に集中化し、計算効率を高めている。

3. 対象流域および適用方法

沖縄県石垣島南東部に位置する轟川流域を対象流域とした(Fig.1)。轟川は流域面積 10.9km²の準用河川であり、流域面積の約 86%が農地として利用されている。モデルの適用期間は、2007年1月1日から同年12月31日の1年間とし、適用方法として、流路網・流域境界の決定し、気象、土地利用分布、土壌分布、営農作業等の基礎データの入力、そして、パラメータの感度分析や最適化を行う。最適化は、流量及び土砂濃度の観測値との二乗誤差が最小となる

* 東京大学大学院 農学生命科学研究科(Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

** 宇都宮大学 農学部(Faculty of Agriculture, Utsunomiya University)

***国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点 (Tropical Agriculture Research Front, JIRCAS)

キーワード: SWAT モデル, 土壌侵食, 栄養塩流出

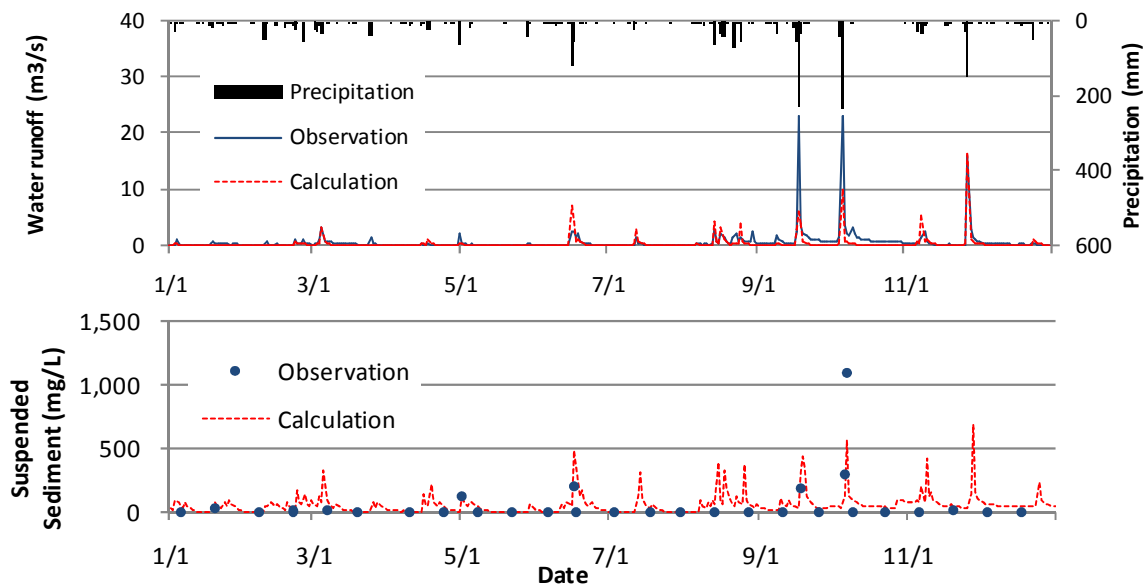


Fig.2 Daily precipitation, water runoff and suspended sediment concentration of observation data and calculation output

よう、水および土砂動態に関するパラメータの最適化を行った。

4. 結果および考察

Fig.2 に年間の日降雨量、日平均流量、日平均浮遊土砂濃度の観測値及び計算値を示す。2007年の年間降水量は2270mmであった。

総流出量及び流出率はそれぞれ1880mm, 83% (観測値), 990mm, 44% (計算値)であった。計算値は概ね観測値と高い適合性を示したが、9月17日及び10月6日の降雨時には、ピーク流量が小さく(観測値の26% (9月17日), 43% (10月6日)), 降雨後の低減が早かった。対象流域は地下数m程度の浅い岩盤を有するテラス構造となっており、下段テラスでは上段テラスにおいて浸透したと考えられる湧水が複数確認されている。大規模降雨時には、このような復帰流が適切に評価されず、降水の多くが地下帯水層への浸透損失と評価されており、今後亜熱帯島嶼地域の地形を考慮して水移動に関するパラメータを検討することが必要である。

年間の土砂流出量は、8650kg/ha (観測値), 3160kg/ha (計算値)であった。なお、観測値の年間土砂流出量は、平水時及び洪水時の採水サ

ンプルから得られた浮遊土砂濃度と流量を用いてL-Q曲線法により算出した。同じく轟川流域を対象とした既往の研究(仲曾根ら(2001))によれば、降雨時の最大浮遊土砂濃度は約500mg/Lであり、計算値はそのピークをよく表現しているといえる。一方、10月6日の降雨では、観測値:1080mg/Lに対して計算値:550mg/Lと約50%過小評価している。これは、SWATでは侵食モデルとして侵食エネルギーを表面流で評価するMUSLEを用いているため、前述のように大規模降雨時の水収支が適切に評価されず、その結果、浮遊土砂濃度が過小評価となったと考えられる。

5. 結論

石垣島轟川流域においてSWATを適用した結果、栄養塩の動態を規定する水、土砂の動態を再現可能であり、観測値に対する適合性も概ね良好であることがわかった。一方、大規模降雨時の水収支については、亜熱帯島嶼地域の地形を考慮して今後パラメータを検討することが必要であることが確認された。

参考文献

仲宗根 一哉, 比嘉 榮三郎, 大見 謝辰男, 安村 茂樹, 灘岡 和夫(2001): 石垣島轟川のSSと栄養塩濃度, 沖縄県衛生環境研究所報, Vol 35, pp.93-102, 2001