

## WEPP モデルによる流域土砂流出抑制対策シミュレーション

東京工業大学大学院理工学研究科 正会員 ○大澤 和敏  
 東京工業大学大学院理工学研究科 フェロー会員 池田 駿介  
 日本生態系協会 非会員 藤咲 雅明

### 1. はじめに

面源における土砂生産が顕著である沖縄県では、この問題を赤土流出と称して、サンゴをはじめとする沖縄独自の自然形態を破壊する要因として問題視している。営農地域を対象とした赤土流出規制について検討するためには、土砂流出防止対策の効果を定量的に把握し、流域内での土砂動態解析の中に組み込んだ形で統合的な流域土砂管理計画を策定する必要がある。そこで、沖縄県石垣島の名蔵川流域を対象として、WEPP(Water Erosion Prediction Project)モデルによる流域土砂動態シミュレーションを行い、土砂流出抑制対策効果の算定を行う。

### 2. WEPP モデル

WEPP は現在、ソフトウェア化され無償で配布されている<sup>1)</sup>。WEPP は農地における土壌侵食、水路または河川における土砂輸送、そして貯水池における土砂輸送の3つの過程で構成されている。中でも土壌侵食過程では作物の生長、土壌状態の変化、各種営農管理作業などを実際の現象に即した形で表現している。その概要を図-1に示す。これらを明確に表現した点が古典的な侵食モデルである USLE<sup>2)</sup>と大きく異なる。また、USLE が年間侵食量の算定可能であるのに対して、WEPP は一雨毎の侵食量を算定可能である。加えて、USLE は1筆の農地のみにおける侵食量が算定可能であるのに対して、WEPP は流域スケールでの土砂動態を表現することができる。

WEPP モデルは筆者らの研究<sup>3)</sup>によって、農地スケールおよび流域スケールでの検証が行われた。その結果、観測値との適合性は概ね良好であることが示されたことから、赤土流出抑制対策の効果算定のためのシミュレーションモデルとして相応しいと考えられる。

### 3. 石垣島名蔵川流域の概要

沖縄県石垣島名蔵川流域の概要を図-2に示す。名蔵川は全長4.6km、流域面積14.9km<sup>2</sup>、上流の支流には名蔵ダムがあり、河口部にマングローブ域と名蔵アンパルと呼ばれる干潟を有する。対象領域を干潟上流部とする。

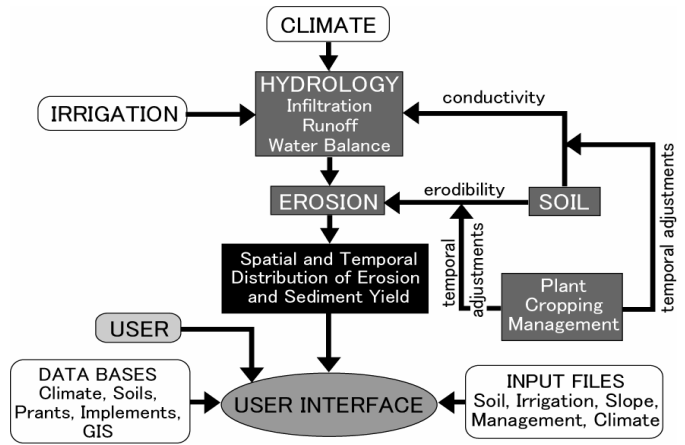


図-1 WEPP の土壌侵食過程の概要

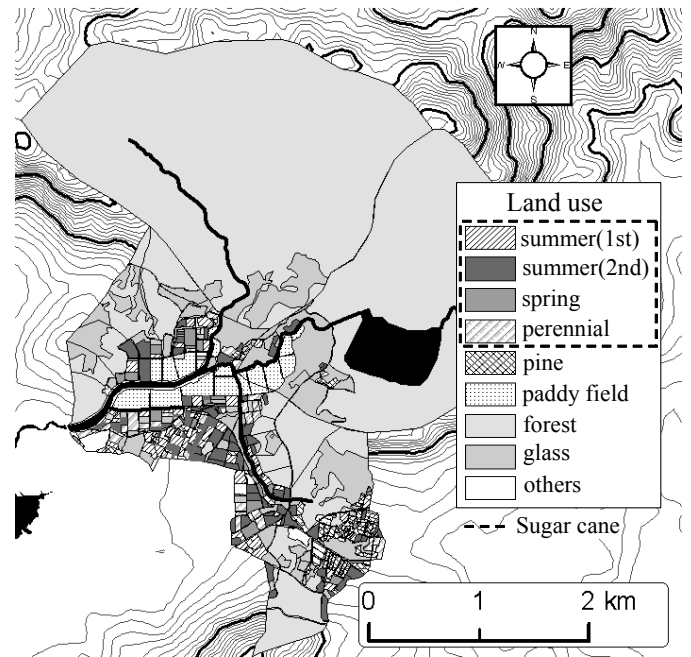


図-2 名蔵川流域における土地利用(2005年6月)

GIS を用いて、土地利用、面積、勾配、斜面長、水路網、そして沈砂池のデータベース化を行なった。流域南西部ではサトウキビ夏植えが多く、南部ではサトウキビ夏植えとパインアップルが多くを占めている。農耕地の斜面長は50m以上の斜面が多くを占める。農耕地の勾配は、南西部では3%未満の勾配が多いのに対し、南部では3%以上の勾配を持つ農耕地が多い。

### 4. 土砂流出抑制対策シミュレーション

気象データとして、1994~2005年の最寄りの石垣島気象台のアメダス観測値を用いた。地形や土地利用データはGISを用いて決定した。土壌データとして、流域内の土地利用別に採取した6地点の粒度区分を用いた。水路や河川に関して現地踏査で確認できたものについては材質や形状を入力し、確認できなかった場合は擬似的に水路を配置した。沈砂池は形状の測定値を入力した。主な作物の条件に関して、2005年6月の調査結果や一般的な栽培スケジュールを考慮して以下のように設定した。サトウキビの夏植え栽培の栽培期間は約1.5年であり2年周期で行う。サトウキビ春植え-株出し栽培は、1年目に春植え栽培を行い、続く2,3年目に株出し栽培を行う方法で3年周期となる。パイナップルは4年周期とした。

現状の地形及び土地利用であった場合の年平均侵食量の分布および流域末端における土砂流出量を図-3に示す。土地利用と合わせて見ると、サトウキビ夏植え栽培やパイナップル畑における侵食量が大きいことがわかる。また、勾配や斜面長によっても侵食量は異なった。流域末端における土砂流出量は、1048t/yearと算出された。

この結果をもとに対策シナリオを定める。本来ならば河川または沿岸域における生態系への影響評価に基づいて土砂流出量の許容量を定め、その量を目標値とすべきであるが、現段階までの研究では許容量の定量化には至っていない。そのため、実現可能な範囲で対策を行った場合における土砂流出量の最小値の算定を行う。想定する対策として以下の3種を挙げる。①サトウキビ夏植え栽培から春植え-株出し栽培へ変更、②サトウキビの葉殻によるマルチングの実施、③植生帯(グリーンベルト)の設置。①に関して、沖縄県の報告<sup>4)</sup>によると、県内の製糖計画および農家へのアンケート調査から夏植え栽培と春植え-株出し栽培の面積割合は2:1が適切であるとしている。よって本研究においても、面積割合を2:1と定め、約5haの夏植え栽培農地を春植え-株出し栽培へ変更した。②および③に関して、流域内全てのサトウキビ、パイナップル、野菜畑に対して以下のように設定した。②は作物の苗の植え付け直後に実施することとし、③は牧草を農地末端0.5mの長さで設置することを想定した。

対策後の結果を図-4に示す。図では対策箇所、対策を行った農地における年平均侵食量の削減率、そして流域末端における年平均土砂流出量が示されている。結果を見ると、対策を想定した全ての農地において侵食量が減

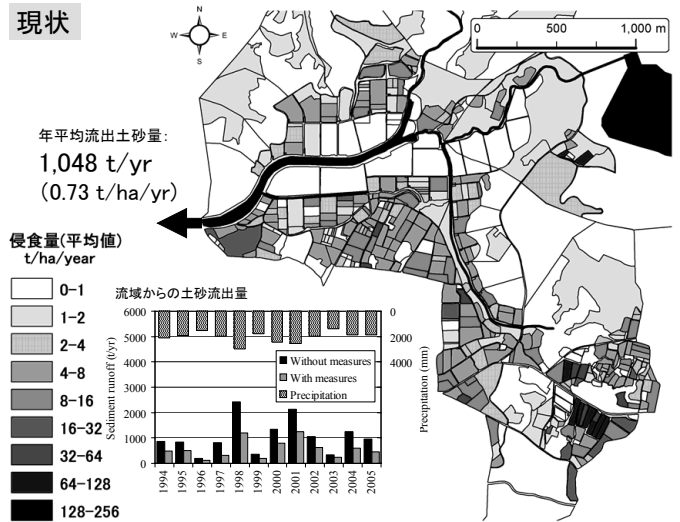


図-3 WEPPモデルによる現状の計算結果

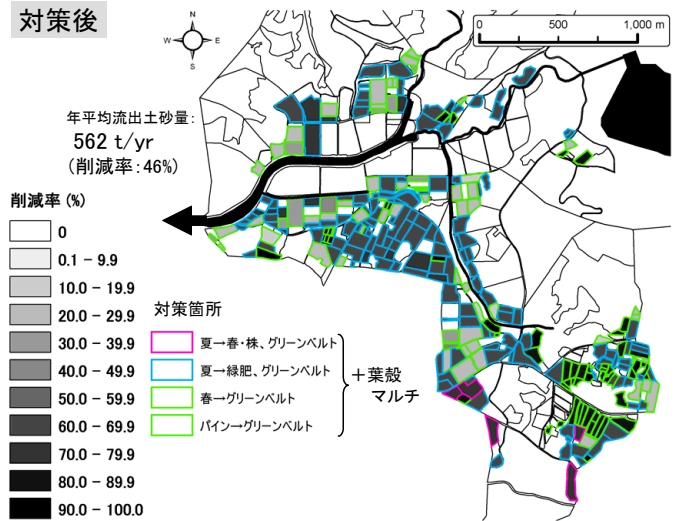


図-4 対策後の土砂流出削減率

少している。特に、①の対策を想定したサトウキビ畑および②および③の対策を想定したパイナップル畑における削減率が大きい。流域末端における土砂流出量は現状と比較して46%減少する結果が得られた。

以上より、WEPPは流域における土砂流出抑制効果の算定のための解析モデルとして有望であることが示された。今後、勾配修正や斜面長修正などの対策項目も加えたシナリオを策定し、費用対効果を含めた検討を行う。

#### 参考文献

- 1) WEPP Home Page:  
<http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/wepp.html>.
- 2) Wischmeier, W.H. and D.D. Smith: Predicting rainfall-erosion losses, Agricultural Handbook No. 537, USDA Washington D.C., 1978.
- 3) 大澤和敏, 池田駿介, 酒井一人, 島田正志: 農業流域における土砂動態の現地観測およびUSLE・WEPPによる評価, 河川技術論文集, 10, 179-184, 2004.
- 4) 沖縄県: 平成16年度轟川流域農地赤土対策推進検討委員会第1回検討委員会資料, 2004.