

分布型土壌侵食・土砂流出モデル (WEPP) の集中化

Lumping of distributed erosion and sediment runoff model, WEPP

○大澤 和敏* 渡部 勇太* 飯泉 佳子** 乃田 啓吾***

○Kazutoshi OSAWA*, Yuta WATANABE*, Keiko IIZUMI**, Keigo NODA***

1. はじめに

土壌侵食によって肥沃な土壌の流亡による生産性の低下, 侵食された土砂や栄養塩の流出による水域汚染が問題となっており, 農地および流域における土砂・栄養塩動態を評価可能な手法の確立が急務である. こうした中, プロセスモデルであり, 様々な侵食抑制対策を取り入れた評価が可能な WEPP(Water Erosion Prediction Project)が注目されている. しかしながら, 流域スケールでの適用の際, 詳細な農地情報が必要とされるが, これらのデータが完備されている地域は少ない. そのため, 限られたデータを用いて土壌侵食量を予測・評価することが求められる. そこで本研究では, WEPP の効率的かつ高精度な適用を目指し, 流域内に分布している農地情報の集中化を行い, 集中化の程度に対する計算値の誤差を把握することを目的とする.

2. WEPP の概要および対象流域

WEPP は農地・水路・貯水池の要素で構成されている. 土壌侵食に関して大きな影響因子である作物の生長, 土壌状態の変化, 各種営農管理作業を実際の現象に即した形で表現している. さらに, 侵食過程では, リル侵食とインターリル侵食が考慮された機構を備えている. その概要を Fig. 1 に示す.

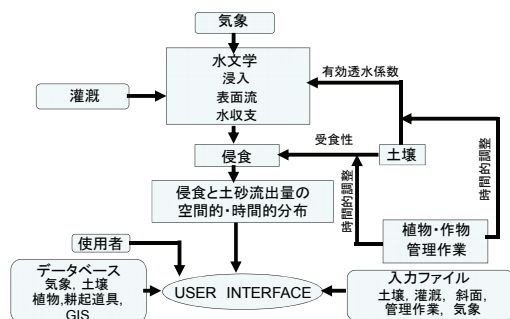


Fig. 1 Outline of WEPP model

本研究では, 沖縄県石垣島の南東部に位置している轟川流域(Fig. 2)を対象とする. 流域面積 10.9km² の準用河川である. 土地利用に関して, 流域面積の約 86%が農地として利用されている.

3. 結果および考察

(1) 仮想流域における集中化

農地情報の集中化の程度による誤差を検証するため, 仮想流域を用いた数値実験を行った. 同条件の農地情報(土地利用, 土壌, 勾配, 斜面長)を持つ複数の圃場を 1 つの圃場としても誤差は微少であった(結果省略). 勾配に関しては 1,2,⋯,15%と異なる 15 筆を, 斜面長に関しては斜面長 10,20,⋯,250m と異なる 25 筆を, 分割数を変え, それぞれ 6 通りの集中化をした. 勾配の集中化に関する結果を Fig. 3 に示す. 勾配, 斜面長(結果省略)ともに 3 分割(5%間隔, 80m 間隔)で集中化させることで誤差が 10%以下となった. ここで得られた 3 分割の集中化の程度を“中間”, 2 分割を“粗”, 5 分割を“密”の集中化方法として後述の実流域の適用に用いる.

(2) 実流域における集中化

数値実験の結果を踏まえ, 轟川支流で 3 種類の集中化方法を適用し, 適切な集中化方法を検討した. 集中化により圃場数は粗, 中間, 密の各方法で 146 筆からそれぞれ 23 筆, 28

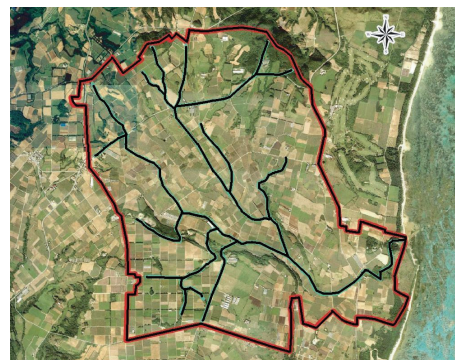


Fig. 2 Study Area (Todoroki-river watershed)

* 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)

*** 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)

キーワード: 土壌侵食, 農地保全, WEPP, 赤土流出

筆, 47筆に減少した. これらの計算条件と過去 10 年間の気象データを用いて算出された年平均土砂流出量を Fig. 4 に示す. 中間の方法は, 粗の方法と比べて著しく誤差が減少した. 一方, 密の方法は中間の方法より誤差がさらに減少するが, 圃場数が 47 筆と多い. これらの結果から, 中間の集中化方法が適切であると考えられる.

(3) 轟川流域全体への適用

前述の中間の集中化方法を計算条件として轟川流域全体へ WEPP を適用した. 集中化によって, 筆数は 2455 筆から 252 筆に減少し, データ入力に要する時間が著しく短縮できた.

2006 年における土砂流出量の計算値および観測値を適合性の検証に用いた. 土砂流出量の観測値, WEPP による計算値, そして代表的な侵食モデルである USLE(Universal Soil Loss Equation)による計算値を Fig. 5 に示す. 結果を見ると, 観測値と WEPP による計算値の適合性は概ね良好であることがわかる. 一方, WEPP と USLE による計算値を比較すると, ほぼ全てのイベントにおいて WEPP の方が USLE よりも精度は高い. 観測値の総土砂流出量は $6.46 \times 10^3 \text{ t/yr}$, USLE により算出した値は $20.00 \times 10^3 \text{ t/yr}$, WEPP により算出した値は $9.64 \times 10^3 \text{ t/yr}$ であった. このことから, 集中化を施した WEPP は USLE よりも適切なモデルであると評価できる.

(4) 土砂流出抑制対策の評価

前述の集中化方法を用いて, 3 種類の土砂流出抑制対策の数値シミュレーションを行った. 過去 10 年間の気象条件を用い, 年平均土砂流出量を算出する. 対策を行う土地利用は受食性の高いサトウキビ, パインアップル, 野菜類とした. 土木的対策である勾配修正は 5%以上の勾配である場合に適用し, 勾配を沖縄県的设计基準である 3%に修正した(対策面積:93ha). 営農的対策の一つであるマルチングは上述の土地利用に対して葉殻などの残渣を圃場に散布する方法とした(対策面積:471ha). さらに, 両対策を組み合わせ合わせた場合も想定した(対策面積:471ha).

無対策状態である現況と対策を想定した場合の年平均土砂流出量を Fig. 6 に示す. 各対策の削減率は, それぞれ 15%, 40%, 49%であった. このことから営農的対策は土木的対策より効果的であり, 費用対効果の観点から考えても推奨すべき対策と考えられる.

4. 結論

仮想流域および実流域における集中化に伴

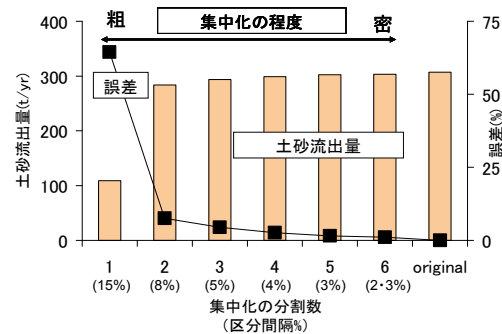


Fig. 3 Difference of soil loss with lumped slope angle

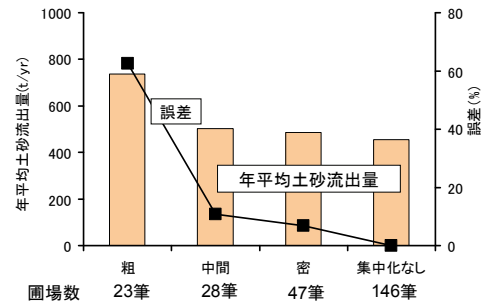


Fig. 4 Difference of soil loss with lumping level

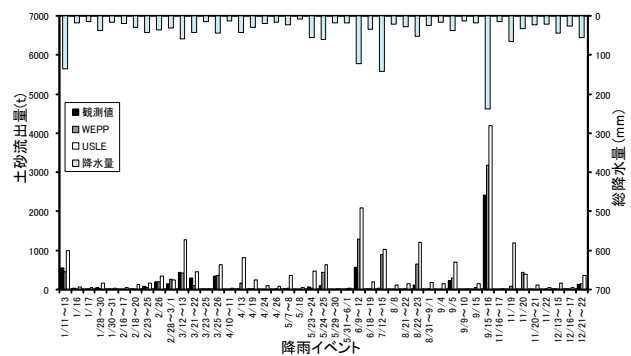


Fig. 5 Observed soil loss and Calculated soil loss by lumped WEPP and USLE

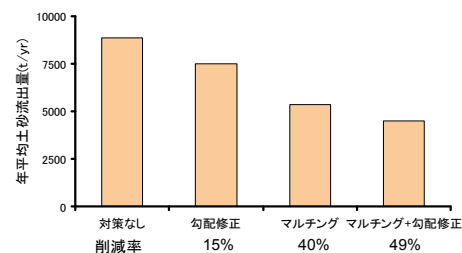


Fig. 6 Simulations of erosion reduction measures

う誤差を評価した結果, 土地利用, 土壌に関しては同一条件の組み合わせであれば複数の圃場を 1 筆に集中化でき, 勾配は 5%間隔, 斜面長は 80m 間隔で集中化した場合, 誤差は 10%程度であった. さらに, 流域全体へ集中化を適用した結果, 観測値に対する適合性も高く, 対策評価でも妥当な結果が得られ, 実用に関して有望な手法であることがわかった.