

沖縄県における赤土流出の解析を目的とした WEPP モデルの適用性の向上 Improvement of applicability in WEPP model for simulating soil erosion in Okinawa

○町田 元* 大澤 和敏** 松井 宏之**
○Gen MACHIDA*, Kazutoshi OSAWA*, Hiroyuki MATSUI*

1. 背景と目的

沖縄県では土壌侵食(水食)による過度の赤土流出が問題となっており、農地における侵食量の予測手法の確立が求められている。プロセスベースモデルである WEPP(Water Erosion Prediction Project)を用いた解析が試みられているが^{1),2),3)}、日本国内でモデルを適用する際に必要となる土壌、気象、営農管理などの各種条件の決定方法が未確立である。そこで本研究では、沖縄県における侵食量の予測手法を確立することを目的として、土壌入力データの決定方法と各種条件の値が WEPP の計算に及ぼす影響を評価する。また、将来的な気候変動を反映させた長期的な土壌侵食リスクを評価する手法を確立する。さらに、営農管理作業の設定に対する WEPP の応答を解析した上で、圃場整備と営農管理を組み合わせた侵食抑制対策の検討を行う。

2. 方法

2-1. 土壌入力条件の比較 侵食の受けやすさを表す受食係数

(インターリル受食係数 K_{ib} , リル受食係数 K_{rb} , 限界掃流力 τ_{cb})に、経験式から得た推定値と室内試験から得た試験値³⁾(Table 1)を入力して得られる侵食量の実測値との整合性を比較する。実測値は沖縄県石垣島における現地試験結果(裸地)⁴⁾を用いた。また、受食係数や土性の差異による侵食量の応答について分析する。

Table 1 土壌および気象データ

	国頭 マーヅ	島尻 マーヅ (本島)	ジャ- ガル	島尻 マーヅ (石垣)
$K_{ib}(\text{kg}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3})$	1.2×10^{-6}	5.9×10^{-5}	1.1×10^{-6}	6.5×10^{-5}
$K_{rb}(\text{s}\cdot\text{m}^{-1})$	4.9×10^3	1.6×10^3	3.9×10^4	5.0×10^4
$\tau_{cb}(\text{Pa})$	1.02	0.64	2.25	0.24
砂(%)	18.1	15.9	12.1	50.8
シルト(%)	48.0	56.4	38.2	44.1
粘土(%)	33.9	27.7	49.7	5.1
有機物(%)	7.8	7.1	11.3	6.8
礫(%)	0	0	0	52.6
気象	名護	名護	那覇	石垣

2-2. 気候変動を考慮した評価手法の確立

気象統計値と気象シミュレータ MarkSim を用いて将来的な気候変動を反映させた気象入力データを生成し、長期的な土壌侵食リスクを評価する。気象入力データは 2013 年から 2099 年まで、RCP(代表濃度経路)シナリオごとに 4 種作成する。土壌入力データには、前節の結果を踏まえて実測された国頭マーヅの試験値³⁾を用いる。

2-3. 侵食抑制対策の検討

沖縄県のサトウキビ栽培条件下における侵食抑制対策ごとの土壌侵食の比較を行う。土壌条件として受食係数などが実測されている 4 種の土壌入力データ³⁾を適用し、気象条件として各土壌の代表的な分布地域における気象入力データを適用する(Table 1)。営農管理条件は傾斜が 10%、斜面長が 100m のサトウキビ春植え栽培圃場とする。また、侵食抑制対策として、勾配修正工を想定し圃場の傾斜を 10%から 3%に修正する“圃場整備”，収穫時に根株を残し再び生育させる株出し栽培を春植え栽培に続き 2 年間行う“営農サイクルの変更”，耕起後の地表面にサトウキビの残渣を撒く“葉がらマルチ”の設定を、単独または組み合わせで解析した。

3. 結果と考察

3-1. 土壌入力条件の比較

受食係数に試験値を用いて計算した侵食量は、推定値のそれより実測値と高い整合性をもつことが示された(Fig. 1)。したがって、受食係数には推定値ではなく試験値を用い

*宇都宮大学大学院地域創生科学研究科 (Graduate School of Regional Development and Creativity, Utsunomiya University)

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

キーワード：WEPP モデル, MarkSim, 地球温暖化, 赤土流出

た方が、高精度の解析結果が得られると言える。また、リル受食係数 K_{rb} は、他の2つの受食係数より侵食量の計算値に与える感度が高いことが分かった(図未掲載)。さらに、粘土やシルトなどの微細粒子の成分を多く有する土壌ほど、侵食量が増大する傾向にあった(図未掲載)。

3-2. 気候変動を考慮した評価手法の確立 沖縄県名護市における解析結果を Fig. 2 に示す。RCP4.5 以上のシナリオでは将来的に降水量が増加傾向であるのにもかかわらず、侵食量は減少傾向にある。これは、年を経るごとに気温と日射量が増大し、土壌が乾燥することによって浸入量が増え、降雨時の表面流出量が減少したことが原因であると考えられる。したがって、将来的な気候変動に際して、降水量の増加は、必ずしも侵食量の増加に繋がらない可能性が示唆される。

3-3. 侵食抑制対策の検討 解析結果を Fig. 3 に示す。粒度組成が比較的近い国頭マージと島尻マージ(本島)の結果から、受食係数の違いは侵食量に大きく影響を与えるものの、対策効果は同程度であることが示された。また、それらと比較して粒度組成が上記の2土壌とは異なるジャーガルと島尻マージ(石垣島)は“営農サイクルの変更”の抑制効果が大きく、“葉がらマルチ”による抑制効果が小さい。このことから、土壌の粒度組成によって最適な対策が異なることが示唆される。国内の基準⁵⁾では、農地の生産性維持において許容される土壌侵食量を $10\sim 15\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{y}^{-1}$ としているが、圃場整備と営農管理対策を組み合わせることで、全ての土壌で侵食量を $10\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{y}^{-1}$ 以下に抑えることができると予測された。本節の結果から、WEPP は、USLE などの経験的予測モデルでは難しい、営農対策を組み合わせた侵食量抑制効果の評価が可能であることが示された。

4. 結論及び今後の課題

米国の土壌をもとに作成された受食係数の経験式は、侵食量を過大評価してしまうため、受食係数を試験によって定める必要があることが明らかになった。また、気候変動を考慮した評価手法を開発することができた。さらに、複数の土壌条件で複数の侵食抑制対策を組み合わせながら解析を行った結果、土壌種ごとに異なる対策効果を表現することができた。

今後の課題として、本研究において作成したデータを整理し、各種条件のデータベースを構築することが必要である。また、土壌の受食係数を多く測定し、新たな受食係数の推定式を提案することが必要であると考えられる。

引用文献 1) 大澤和敏, 池田駿介, 久保田龍三朗, 乃田啓吾, 赤松良久: 石垣島名蔵川流域における土砂輸送に関する長期観測および WEPP の検証, 水工学論文集, 52, 577-582, 2008. 2) 大澤和敏, 中島祥子, 松井宏之: 日本で WEPP モデルを適用するための気象入力データ自動作成プログラムの構築と活用, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.879-880, 2016. 3) 小島望, 大澤和敏, 藤澤久子, 冨坂峰人, 松井宏之: 藻類・菌類による被覆土壌の受食性評価および WEPP による侵食解析, 土木学会論文集 G (環境) Vol.74, NO.5, 2018. 4) 大澤和敏, 山口悟司, 池田駿介, 高椋恵: 農地における土砂流出抑制対策の比較試験, 水工学論文集, 第 49 巻 1099-1104, 2005. 5) 農林水産省構造改善局計画部, 土地改良事業計画指針, 農地開発(改良山成畑工), 1992.

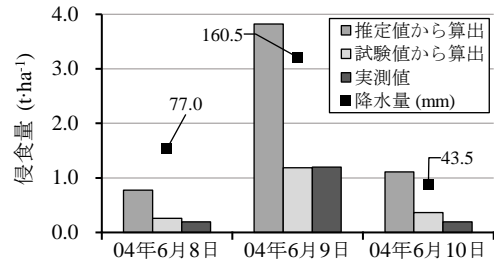


Fig. 1 受食係数の決定方法毎の侵食量解析結果

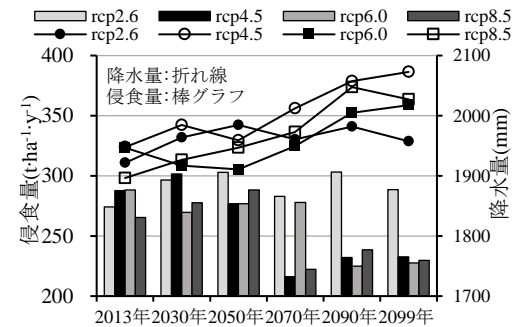


Fig. 2 気象予測値を用いた侵食量解析結果

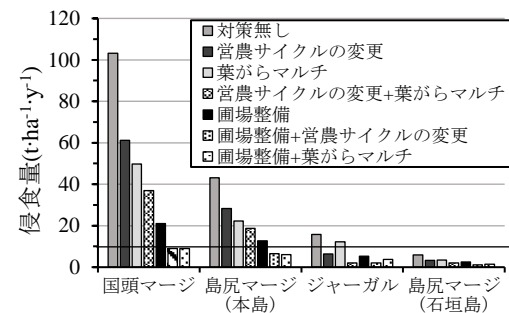


Fig. 3 侵食抑制対策毎の侵食量の比較