

島尻マージを対象とした人工降雨による土壌侵食実験 Soil Erosion Experiment of Shimajiri-maji Soil Using Rainfall Simulator

酒井 一人
Sakai Kazuhito

1. はじめに

沖縄県は、1972 年の日本復帰とともに赤土等流出をはじめ環境問題が顕著となった。県では 1994 年に「赤土等流出防止条例」の制定をはじめ、2013 年には「沖縄県赤土等流出防止対策基本計画」を策定し海域環境を良好な状態に再生するための環境保全目標(海域)と赤土等流出削減目標(陸域)を設定した。しかし海域に流出する赤土等の大半は依然として農地が発生源であるのが現状である。沖縄県ではモデルによる計算で対策導入効果の推定が行われている。ここでは経験モデルである Universal Soil Loss Equation (USLE) が用いられてきた。しかし USLE は年単位の侵食量を対象とし降雨イベントごとの推定には適さず、またパラメータの収集に長期間的観測を要するなど欠点を持つ。一方、物理プロセスモデルである Water Erosion Prediction Project (WEPP) Model は、USLE の欠点を補い、動的に捉えることが可能なモデルである。しかし、沖縄県の土壌に対する侵食に関するパラメータの検討については十分でない。そこで本研究では、島尻マージを対象とし、人工降雨装置を用いたインターリル侵食実験を実施し、実験結果からインターリル受食係数のベース値を求めた。また、試料土壌の粒度分析結果を WEPP に適用し、WEPP により算出した予測結果との比較を行った。

2. 研究方法

2.1 WEPP モデル

WEPP は米国農務省において 1985 年に開発が始まり、現在に至るまでモデルは更新されており、インターネットを介して無償で配布されている。WEPP は斜面における土壌侵食過程、降雨の流出、地表流による土砂の剥離、運搬・堆積といったプロセスを組み合わせた物理モデルであり、土壌侵食において作物の生長、土壌状態の変化、各種管理作業等を実際の現象に即した形で反映できることが特徴である。

2.2 実験方法

本研究では、本学内の島尻マージを対象とし、インターリル受食係数のベース値 K_{ib} を同定するため室内試験を行った。 K_{ib} は次式で表される。

$$D_i = K_i I_e \sigma_r \quad (1)$$

$$K_i = K_{ib} CK_{isl} \quad (2)$$

$$CK_{isl} = 1.05 - 0.85e^{-4\sin\theta} \quad (3)$$

ここで、 D_i : インターリル侵食量($\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^2$)、 K_i : インターリル受食係数($\text{kg}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-4}$)、 I_e : 有効降雨強度($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)、 σ_r : インターリル流量($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)、 CK_{isl} : 傾斜を反映した係数(無次元)、 K_{ib} : インターリル受食係数のベース値(無次元)、 θ : 斜面の傾斜($^\circ$)である。また WEPP での受食係数のベース値 K_{ib} は実験対象とした土壌の粒径組成を用いた推定式から求めた。実験では、メッシュサイズ 4.75mm のふるいを通過した風乾試料を供試土とし、ポリプロピレン製の土壌槽(長さ 49cm, 幅 36cm, 高さ 15cm)に下から砂利 7cm 厚、浸透性のある養生シートを敷き、その上に供試土を乾燥密度 $1.10\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 8cm 厚で充填した。また土壌槽下部に排出

琉球大学農学部

Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

Keywords: 土壌侵食、WEPP、人工降雨実験

口を設けた。土壌表面は裸地状態とし、土壌槽の傾斜は 7.5°とした。降雨装置として、学内の人工降雨装置を使用した。降雨強度は $36.6\sim 99.6\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ の範囲で変化させ、1 つ土壌槽において降雨を 8 条件の強度で与え、1 時間後の土壌侵食量を実測値とした。また同時に表面流出量および下部排出量の測定を行った。

3. 結果・考察

インターリル侵食実験の結果を図-1 に示す。横軸は式(1), (2), (3)における降雨強度(I_e)、流量(σ_{ir})および CK_{isl} を乗じた値で、植生や残渣のない状態における説明変数となる。縦軸は、インターリル侵食量である。破線は、切片をゼロとした場合の線形回帰直線である。図より、裸地においてインターリル侵食量は $I_e \cdot \sigma_{ir} \cdot CK_{isl}$ と比例関係にあることがわかる。裸地における相関係数(ピアソンの積率相関係数) r 値は 0.968 であり、 p 値は 0.001 程度であった。図-1 線形回帰直線の傾きがインターリル受食係数のベース値 K_{ib} となる。本実験では、

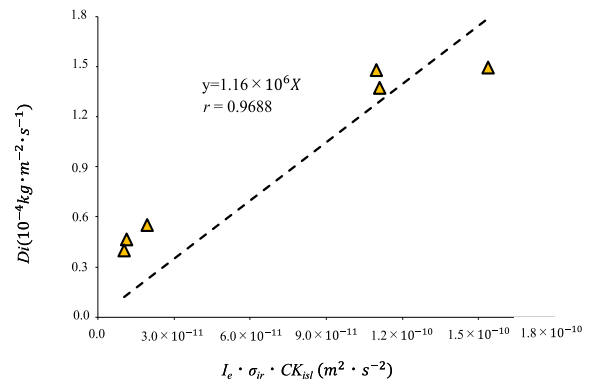


図-1 人工降雨実験結果のプロット

$K_{ib}=1.16 \times 10^6(\text{kg}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-4})$ となった。また、WEPP によって定められている土壌の粒度組成から算出する経験式を用いて推定した値は $K_{ib}=3.43 \times 10^6(\text{kg}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-4})$ であった。以上の結果から本研究で得られた実測値 K_{ib} は WEPP 規定の推定値 K_{ib} の 34%程度となった。小島・大澤ら¹⁾が行った沖縄県石垣市の島尻マーヅを対象とした既往の研究では、実測値が $K_{ib}=0.65 \times 10^6$ であり、WEPP 規定の推定値の 2.74×10^6 の 23%程度となっていた。一方、小谷ら²⁾による黒ボク土を対象とした既往の研究では、実測値 K_{ib} は WEPP 規定の推定値の 70%程度と報告されている。これらのことより、日本土壌を対象としたインターリル受食係数は、アメリカ土壌を対象としてモデル化された WEPP 規定の値より小さくなることが想定される。また、黒ボク土と島尻マーヅの縮小率が小さかったことから、WEPPにおけるインターリル受食係数の設定には土壌毎の特性の把握が必要であることが確認された。

4. おわりに

本研究では、人工降雨装置を用いた土壌侵食実験を行い、その結果から WEPP モデルにおけるインターリル受食係数を推定した。また、求めた推定値を WEPP で規定されている粒径組成から求めたインターリル受食係数と比較した。その結果、他の研究者が示した既往の研究と同様に、WEPP 規定の推定値より小さくなることが認められた。これらのことから、今後沖縄県において WEPP を適切に適用するためには、沖縄県内の土壌について、さらなる受食係数の評価および比較が必要と考える。

参考文献

- 1) 小谷義将, 加藤誠, 塩野隆弘, 西村拓:WEPP を用いた黒ボク土傾斜畑地における侵食量予測, 農業農村工学会誌(水土の知), 75(9), pp.825-829, 2007.
- 2) 小島壘, 大澤和敏, 松浦麻希, 藤澤久子, 富坂峰人, 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 . 地球環境研究論文集=Global environment engineering research : 地球環境シンポジウム 26, 233-239 (2018)