

藻菌類の土壤被覆による土壤侵食抑制対策の評価

Effects to Soil Erosion by Biological Soil Crust Using Algae and Fungi

○小島 壘*, 大澤 和敏**, 藤澤 久子***, 富坂 峰人****, 松井 宏之**

○Rui KOJIMA*, Kazutoshi OSAWA**, Hisako FUJISAWA***, Mineto TOMISAKA****, Hiroyuki MATSUI**

1. 背景と目的

近年、沖縄県では、降雨時の赤土流出がサンゴの死滅や生態系破壊の原因の一つとなっている。また、農地における土砂流出は肥沃な耕土の流亡を意味し、農家にとっては重大な損失である。現在、この土壤侵食の抑制対策の一つとして、藻類や菌類などの土壤被覆によって土砂流出を抑制する BSC (Biological Soil Crust) 工法というものがある。これは土壤侵食に対して高い対策効果をもつことが確認されている¹⁾。しかし、対策効果は土壤や地形によって異なることが予想され、様々な条件下での対策効果を検討しなければならない。そこで本研究では、土壤侵食・土砂流出解析モデルである WEPP (Water Erosion Prediction Project) モデルで用いられている土壤侵食の度合いを表す侵食係数に着目し、室内実験により BSC の有無の条件で係数を同定し、それらを WEPP に入力して算出される侵食量の違いから BSC の効果を評価することを目的とする。

2. 研究方法

リル(水の流れによってできる流路)における土壤の剥離および運搬過程であるリル侵食やリル間の斜面で生じる面状侵食であるインターリル侵食は土壤侵食の主要な要素である。それらの侵食の受けやすさを表す指標(受食性)を WEPP ではインターリル侵食係数、リル侵食係数、限界掃流力として以下の式で用いられている。

$$D_i = K_{ib} \cdot I \cdot \sigma \cdot S \quad (1)$$

$$D_f = K_{rb} (\tau_f - \tau_c) \quad (2)$$

ここで、 D_i : インターリル侵食量($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、 K_{ib} : インターリル侵食係数($\text{kg} \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{s}$)、 I : 降雨強度(m/s)、 σ : 流出高(m/s)、 S : 傾斜を考慮した係数、 D_f : リル侵食量($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、 K_{rb} : リル侵食係数(s/m)、 τ_f : 表面流の掃流力(Pa)、 τ_c : 土粒子の限界掃流力(Pa)である。

供試土は沖縄県石垣市新川サトウキビ圃場の島尻マージとした。藻菌類の土壤被覆は、現地の藻菌(緑藻類)を用いて生成された2種類(BSC1, BSC2)を適切な土壤水分や光条件で土壤表面において約1ヶ月間養生して作成した。養生後、実験室内において侵食実験を行った。また、藻菌類の土壤被覆のない状態で同様の実験を行った。インターリル侵食実験では土壤槽(Fig. 1)を2つ用意し、そこに降雨装置(レインカーテン、テクノコア)を用いて人工的に雨を降らせた。降雨強度は16~76mm/hの範囲か

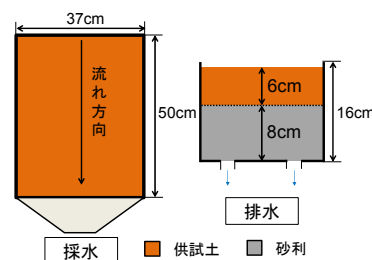


Fig. 1 インターリル土壤槽
Soil box for interrill experiment

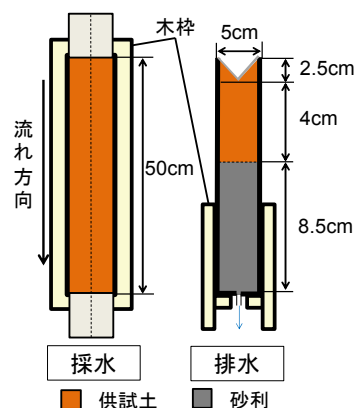


Fig. 2 リル土壤槽
Soil box for rill experiment

* 宇都宮大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agriculture, Utsunomiya University)

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

*** 日本工営株式会社 中央研究所 (R&D Center, NIPPON KOEI CO., LTD)

**** 日本工営株式会社 (NIPPON KOEI CO., LTD)

キーワード : 土壤侵食, Biological Soil Crust, WEPP モデル, 受食性

ら4種類、土壌槽の傾斜は7.5°、15°で設定し、降雨開始10分後に3回表面流去水の採水を行った後、侵食量を求めて K_{ib} を算出した。リル侵食実験では土壌槽(Fig. 2)を2つ用意し、そこに定量ポンプ(FRONT LAB, アズワン)を用いて上流からリルに水流を与えた。流量は0.25~2.5L/minの範囲から7種類、土壌槽の傾斜は5°、10°、15°で設定し、送水開始5分後に3回、または10分間に3回表面流去水の採水を行った後、侵食量を求め K_{rb} 、 τ_c を算出した。

実際の圃場における対策効果を検討するためにWEPPモデルの適用を行った。計算条件として、算出した侵食係数および土壌物性値(Table 1)、地表面の状態を裸地、斜面長100m、傾斜3%、気象条件を既往の研究²⁾で得られている石垣島における100年間の仮想気象データをWEPPモデルに入力した。

3. 結果と考察

インターリル侵食実験の結果をFig. 3に示した。近似直線の傾きがインターリル侵食係数となる。裸地、BSC1、BSC2土壌は、それぞれ $K_{ib}=6.5 \times 10^5$ 、 2.5×10^5 、 1.0×10^5 (kg·m⁻⁴·s)となり、裸地と比較してBSC1が約60%減、BSC2が約85%減となった。これは土壌被覆によって剥離が抑制されたと考えられる。一方、BSC1およびBSC2のリル侵食実験では、リル侵食が起こらなかった。これより、土壌被覆は水流に対して侵食抑制効果が大きいということが示唆された。裸地土壌のリル侵食実験の結果をFig. 4に示した。近似直線の傾き、切片がそれぞれリル侵食係数、土粒子の限界掃流力である。裸地土壌は $K_{rb}=1.7 \times 10^{-4}$ (s/m)、 $\tau_c=0.42$ (Pa)となり、既往の研究³⁾にある黒ボク土の値($K_{rb}=0.9 \times 10^{-4}$ (s/m)、 $\tau_c=0.84$ (Pa))などから、本実験で用いた土壌はリル侵食を受けやすいことが示唆された。

WEPPによって解析した年平均侵食量をTable 2に示した。BSCの年平均侵食量は裸地と比較して80~90%減となった。その内訳として、インターリル侵食量は18~70%減、リル侵食量は100%減となり、リル侵食の削減効果が侵食抑制に大きく寄与した。

4. 結論

室内における侵食実験の結果、BSCはインターリル侵食をある程度削減させ、リル侵食を受けないことがわかった。実験結果によって得られた侵食係数を用いて、WEPPによる侵食シミュレーションを行った結果、リル侵食係数の違いが侵食量の削減に大きく寄与することがわかった。

引用文献

- 1) 下村幸男, 富坂峰人, 島田政好, 小林豊, 藤澤久子, 栗原淳一, 桜井亘, 田方智, 小澤聖, 南雲不二男, 干川明, 中野武登: 土壌微生物を応用した土砂流出防止技術の開発, こうえいフォーラム第15号 (2007)
- 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, 平成28年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集 (2016)
- 3) 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, 水土の知 75(9), 33~37 (2007)

Table 1 土壌の物性値
Soil characteristics

土粒子 密度	有機物 含有量	乾燥 密度	含水比
2.38g/cm ³	6.76%	1.42g/cm ³	21.8%
礫	砂	シルト	粘土
52.6%	24.1%	20.9%	2.4%

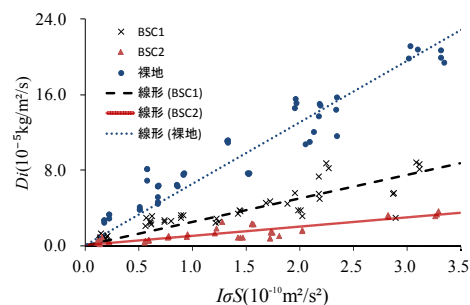


Fig. 3 インターリル侵食実験の結果
Result of interrill erosion experiment

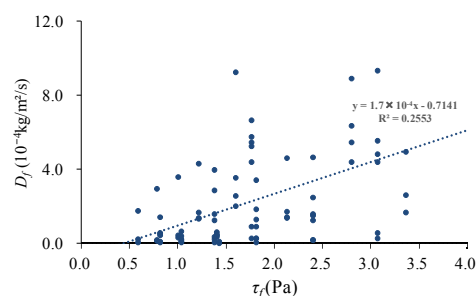


Fig. 4 リル侵食実験の結果
Result of rill erosion experiment

Table 2 WEPPの解析結果
Annual sediment yield estimated by WEPP model

	裸地	BSC1	BSC2
インターリル 侵食量	5.52	4.53	1.77
リル侵食量	18.04	0.00	0.00
総侵食量	23.26	4.53	1.77

(単位: t/ha/yr)