

## 沈砂池堆積土の農地還元による土壤受食性の変化および植物生長への影響 Soil erodibility and plant growth changes due to mixing deposits from sedimentation pond to farmland

○金敷 奈穂\*, 欣 陽\*\*, 大澤 和敏\*\*\*, 藤澤 久子\*\*\*\*, 富坂 峰人\*\*\*\*, 松井 宏之\*\*\*

○Naho KANASHIKI\*, Yang XIN\*, Kazutoshi OSAWA\*, Hisako FUJISAWA\*\*,  
Mineto TOMISAKA\*\*\* and Hiroyuki MATSUI\*

### 1. はじめに

沖縄地方では赤土等流出問題が深刻である。対策の一つに、農地から流出した土砂を溜める沈砂池の設置が挙げられる。沈砂池は堆積土を適時浚渫することで効果が維持される。しかし、水分を多く含む堆積土の乾燥に時間がかかることや、堆積土が産業廃棄物としてお金をかけて処理されることが課題となっており、十分な維持管理がなされているとは言いがたい。そこで、浚渫時に堆積土を農地に還元することが望ましいと考えられるが、その手法や土壤侵食や植物生長への影響は検証されていない。堆積土を還元する手法の一つとして、土壤固化剤イーファップ(以降 EU)の利用がある<sup>1)</sup>。EUは、浚渫直後の水分を多く含んだ堆積土に混和すると瞬時に固化する性質がある。そのため、浚渫土の乾燥が不要となり、運搬問題を解消できる。そこで本研究では、沈砂池堆積土の農地還元による土壤の受食性の変化および植物生長への影響の検証を目的とした。

### 2. 研究方法

**【受食係数】**土壤侵食では、畝等の斜面で生じる面状侵食(インターリル侵食)と流路における土壤の剥離および運搬(リル侵食)が主要素となる。土壤侵食解析モデルである Water Erosion Prediction Project (WEPP) では、土壤の侵食されやすさの指標である受食性をインターリル侵食係数  $K_{ib}$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^4\cdot\text{s}$ ], リル侵食係数  $K_{rb}$  [ $\text{s}\cdot\text{m}^3$ ], 限界掃流力  $\tau_{cb}$  [Pa]で表し、次式で侵食量を計算する。

$$D_i = K_{ib} I \sigma S \quad (1) \quad D_f = K_{rb} (\tau_f - \tau_{cb}) \quad (2)$$

ここで、 $D_i$ : インターリル侵食量 [ $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ],  $I$ : 降雨強度 [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ],  $\sigma$ : 流出高 [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ],  $S$ : 傾斜の補正係数 [無次元],  $D_f$ : リル侵食量 [ $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ],  $\tau_f$ : 表面流の掃流力 [Pa]である。

**【試験方法】** Table 1 で「侵食」と記されている計7種類の供試土で降雨試験, 流水試験を実施した。国頭マージ(K)および島尻マージ(S)は、沖縄地方で代表的な土壤である。侵食試験KとSは小島ら(2019)によるデータを使用した<sup>2)</sup>。降雨試験では、

Table 1 試験ごとの供試土

試験	表記法	内容
侵食・栽培	K	国頭マージ(無処理)
侵食・栽培	K-50	国頭マージに沈砂池堆積土 50%混和
侵食・栽培	K-50EU	国頭マージに EU あり沈砂池堆積土 50%混和
侵食	K-10	国頭マージに沈砂池堆積土 10%混和
侵食	K-10EU	国頭マージに EU あり沈砂池堆積土 10%混和
侵食	S	島尻マージ(無処理)
侵食	S-10EU	国頭マージに EU あり沈砂池堆積土 10%混和
栽培	K-30EU	国頭マージに EU あり沈砂池堆積土 30%混和

土壤槽(縦 50cm, 幅 37cm, 深さ 6cm)と降雨装置(レインカーテン, テクノコア)を用いた。複数の降雨強度や傾斜を設定し、採水試料に含まれる流出土砂量および試験の諸条件からインターリル受食係数  $K_{ib}$  を算出した。流水試験では、土壤槽(縦 50cm, 幅 5cm, 深さ 6.5cm)と定量ポンプ(FP-600-1515, フロントラボ)

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

\*\* 東京農工大学大学院連合農学研究科 (United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology)

\*\*\* 宇都宮大学農学部 (School 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: 農地保全, 土壤侵食, 沈砂池, WEPP, 沖縄

を用いた。複数の流量や傾斜を設定して流出土砂量を測定し、リル受食係数  $K_{rb}$  および限界掃流力  $\tau_{cb}$  を算出した。WEPP の解析条件は、土壌データは試験で同定した値を用い、気象データは那覇気象台の観測値、地形データは斜面長 100m における勾配 3%、作物・栽培管理データは栽培作物なし、畝高 20cm、畝幅 140cm、リル幅 10cm とした。

栽培試験は、Table 1 で「栽培」と記されている計 4 種類の供試土で実施した。コマツナを同じ環境で栽培し、発芽率および生長後の湿潤重を比較した。また、NC アナライザーを用いた酸素循環燃焼法やトルオーグ法によって、植物生長に関わる土壌中の炭素、窒素、可給態リンの含有量を分析した。

### 3. 結果と考察

**【堆積土の混和による侵食抑制効果】** 侵食試験結果を Table 2 に示す。国頭マージを供試土とした侵食試験では、K-10 を除く全ての条件で  $K_b$  の減少が確認され、K-50 を除く全ての条件で  $K_{rb}$  の減少が確認された。WEPP による解析結果を見ると (Table 2)、全ての条件で侵食量の減少が予想され、削減効果は K-50、K-50EU、K-10、K-10EU の順で大きくなった。島尻マージを供試土とした S-10EU の  $K_b$ 、 $K_{rb}$  も減少が確認され、WEPP

Table 2 侵食試験および WEPP による解析の結果

条件	$K_b$ [kg·m <sup>-4</sup> ·s]	$K_{rb}$ [s·m <sup>-1</sup> ]	$\tau_{cb}$ [Pa]	年間総侵食量 [kg·m <sup>-2</sup> ·yr <sup>-1</sup> ]
K	1.12×10 <sup>6</sup> (a)	9.77×10 <sup>-3</sup> (a)	1.02 (a)	48.90
K-50	0.94×10 <sup>6</sup> (b)	9.88×10 <sup>-3</sup> (a)	2.37 (b)	40.96 (16%減)
K-50EU	0.82×10 <sup>6</sup> (c)	2.22×10 <sup>-3</sup> (b)	1.25 (c)	26.10 (47%減)
K-10	1.28×10 <sup>6</sup> (a)	0.56×10 <sup>-3</sup> (c)	>4.63 (d)*	3.57 (93%減)
K-10EU	0.73×10 <sup>6</sup> (d)	0.25×10 <sup>-3</sup> (c)	>4.64 (d)*	1.79 (96%減)
S	0.65×10 <sup>6</sup> (a)	1.04×10 <sup>-3</sup> (a)	0.23 (a)	4.97
S-10EU	0.29×10 <sup>6</sup> (b)	0.55×10 <sup>-3</sup> (a)	0.96 (b)	2.95 (40%減)

アルファベットは 5%水準で有意差があることを表す。\*は試験の最大値とした。

Table 3 栽培試験の結果

条件	発芽率 [%]	湿潤重 [g/個体]
K	14.5	0.75
K-50EU	34.5	5.67
K-50	63.5	5.65
K-30EU	36.0	4.01

Table 4 土壌の栄養分析結果

試料	炭素 [%]	窒素 [%]	リン酸 [mg/100g]
国頭マージ	0.45	0.05	0.44
堆積土	2.11	0.14	0.41
EU あり堆積土	2.29	0.15	0.75

による解析でも侵食量の減少がみられた。以上より、堆積土の混和、EU の添加は侵食抑制効果があり、堆積土の混和率は 50%よりも 10%の方が効果的であることが示唆された。これは、堆積土の混和による粒度組成の変化や EU の団粒化作用が要因として考えられる。

**【堆積土の混和による植物生長促進効果】** 沈砂池堆積土を加えた土壌は、発芽率および生長量共に増加した (Table 3)。この理由として、Table 4 に示した栄養分析より、堆積土は炭素や窒素等の栄養分を多く含むことが明らかとなり、これが生長量に寄与したと考えられる。一方、堆積土は可給態リンをほとんど含んでいないことが分かった<sup>4)</sup>。これは、リンが湛水下で還元状態となり、溶脱したことが考えられる<sup>5)</sup>。よって堆積土を圃場に還元した際には、リンの施肥が必要になることが予想される。

### 4. 結論と今後の課題

農地土壌に沈砂池堆積土を混和することで、土壌侵食抑制効果や植物生長促進効果があることが確認された。特に、土壌固化材 EU を添加した沈砂池堆積土を 10%混和する条件が、最も高い土壌侵食抑制効果を示した。今後は、現地での圃場試験、侵食抑制や生長促進のメカニズムの解明が必要である。

引用文献

- 1) 富坂峰人ら：新たな固化剤を用いた沈砂池堆積土砂の再利用技術の開発について(3)、平成 24 年度赤土等流出防止交流集会事例集、2012。
- 2) 小島星ら：沖縄地方の土壌を対象とした藻菌類の被覆による侵食抑制対策の評価、平成 30 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.622-623、2018。
- 3) 仲村渠将, 吉永 安俊, 酒井 一人：沈砂池での浮遊土砂と富栄養化成分の流入出と削減に関する現地調査、雨水資源化システム学会誌、15(1)、pp.1-7、2009。
- 4) 農林水産省：有効態リン酸の土壌診断基準、2019。[https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyohozen\_type/h\_sehi\_kizyun/]
- 5) 塩沢昌, 山路永司, 吉田修一郎：農地環境工学第 2 版、pp.32、2016。