

# サンゴ砂を活用した水田濁水の抑制に関する基礎的検討

## Mitigation of the red soil runoff from paddy fields with the application of coral dust

○松本佑介\*, 松井宏之\*\*

MATSUMOTO Yusuke\*, MATSUI Hiroyuki\*\*

### 1. はじめに

沖縄県における赤土流出は海域を汚染し、深刻な問題となっている。こうしたなか、水田は土壌流出防止機能を持つと認識され(谷山、1999)、沖縄県石垣島でも赤土流出対策の一つとして水田の利用が検討されている。一方で、谷山(2002)は細粒画分土粒子が流出していることを指摘し、当研究室でも現地観測から水田が流出源となっていることを指摘している。なかでも代掻き期の流出は著しく、何らかの対策が求められる。そこで、赤江(1998)が  $\text{Ca}^{2+}$  を溶出する資材(石膏、消石灰など)の投入により、水田からの濁水を軽減させうることを示していることをふまえ、沖縄県にて豊富に調達でき、90w/w%以上が  $\text{CaCO}_3$  で構成されるサンゴ砂を地域資源の利活用という点から用い、水田濁水の抑制が可能かどうか検討することを目的とする。本研究の構成を Fig.1 に示す。

### 2. 試験方法

主な試験の概要を次に示す。**凝集沈降効果試験** サンゴ砂懸濁液 100mL 相当(蒸留水 100mL+サンゴ砂(105 $\mu\text{m}$ ふるい通過)0.1g)、サンゴ砂溶液 100mL あるいは蒸留水 100mL に、石垣島で採取し風乾した水田表土 10g、1g、0.1g(105 $\mu\text{m}$ ふるい通過)を加えて攪拌する。静置後 10 分、1、3、6、12、24 時間後に水面下 2cm の位置から懸濁液を採取し、SS 濃度を計測する。 **$\text{Ca}^{2+}$ 溶出試験** 溶媒中でのサンゴ砂からの  $\text{Ca}^{2+}$  溶出量をもとめるため、液体クロマトグラフィ(LC-10AD VP、Shimadzu)を用いて  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を計測する。

### 3. サンゴ砂添加による凝集沈降効果

サンゴ砂を懸濁水中に添加しただけでは、Fig. 2 に例示するように凝集沈降効果は確認できなかった。これは、サンゴ砂を添加しただけでは、サンゴ砂からの  $\text{Ca}^{2+}$  溶出がほとんどなかったためであり、溶出を促す物理的操作や何らかの溶媒を用いる必要があることがわかった。

### 4. 3種の溶媒による $\text{Ca}^{2+}$ の溶出効果

100mL の溶媒(蒸留水、希塩酸、希硫酸)に対し、サンゴ砂または石膏 0.1g を加え、Table 1 に示した条件で、一定時間(1、2、3、6 時間)経過後の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を計測した。

この結果、蒸留水に石膏を加え攪拌した条件 3 を除けば、希硫酸および希塩酸中で粒径 105 $\mu\text{m}$  以下のサンゴ砂を攪

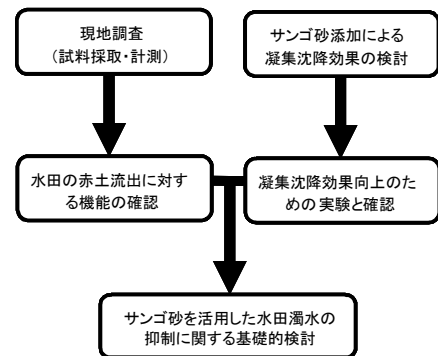


Fig. 1 研究の構成

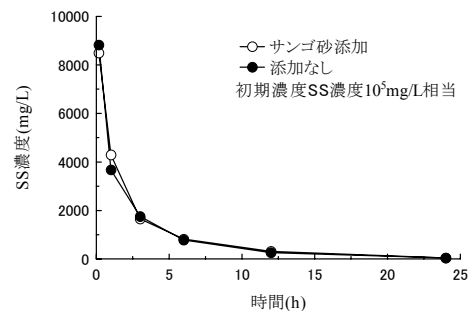


Fig. 2 凝集沈降効果(水田表土 10g)

Table 1  $\text{Ca}^{2+}$ 溶出試験における実験条件

溶媒	攪拌	石膏	サンゴ砂	サンゴ砂
			(105 $\mu\text{m}$ 以下)	(---)
蒸留水	なし	条件1	条件2	×
	あり	条件3	条件4	条件5
希塩酸 (pH3)	なし	×	条件6	条件7
	あり	×	条件8	条件9
希硫酸 (pH3)	なし	×	条件10	条件11
	あり	×	条件12	条件13

\*宇都宮大学大学院(Graduate School of Utsunomiya Univ.)\*\*宇都宮大学農学部(Utsunomiya Univ.)

キーワード：水田、赤土流出、サンゴ砂、凝集剤

拌した条件 8、12 が最も  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を上昇させ、試験開始 1 時間で 1.5 mol/L を上回った (Fig. 3)。他の条件では試験開始 6 時間後であっても 1.5 mol/L を上回ることにはなかった。赤江 (1998) は、ハロイサイトを主体とする粘土鉱物を含む懸濁水を試料として、 $\text{Ca}^{2+}$  濃度が 1.5 mol/L 以上になると土粒子は凝集することを示している。石垣島の大半を占める土壌、国頭マージはハロイサイトを主たる粘土鉱物としており、生成したサンゴ砂溶液は凝集剤として十分利用が可能であると考えられる。

### 5. サンゴ砂溶液を用いた凝集沈降効果

4. で最も  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を上昇させた条件 12 で 1 時間攪拌後、ろ過したサンゴ砂溶液を用いて凝集沈降効果試験を行った。その結果、サンゴ砂溶液は水田表土の量に関わらず凝集浄化効果を発揮した (Fig. 4)。とくに、水田表土 10g を供試したとき (初期 SS 濃度  $10^5 \text{mg/L}$  相当)、試験開始 10 分後、蒸留水中の SS 濃度が 8820 mg/L であるのに対し、サンゴ砂溶液は 435 mg/L となり、短時間のうちに凝集剤としての効果が顕著に現れた。

### 6. サンゴ砂溶液の利用可能性

Table 1 の条件 12 によるサンゴ砂溶液の生成・利用を考えたとき、膨大な量の原料や労力を必要とするため、実用的ではない。そこで、簡便に生成・利用が行える濃度の高いサンゴ砂溶液の生成方法について検討した。ここではサンゴ砂 1g に強酸溶液 (0.5、0.05、0.005 mol/L 硫酸、2、1 mol/L 塩酸、計 5 条件) 2 mL を加え 2~3 回振とうし、 $\text{Ca}^{2+}$  溶出試験を行った。1 時間静置後の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度は、順に 19.9、35.1、5.9、1041.4、526.3 mol/L となり、2 mol/L 塩酸を用いることにより最も  $\text{Ca}^{2+}$  が溶出された (サンゴ砂に含まれる Ca のうち 28% 程度に相当)。この結果をもとに、代掻き期の水田 1ha あたりのサンゴ砂溶液の必要量を試算する。田面水深を 5cm、灌漑水の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を 0.5 mol/L (観測値) とすると、約 240kg の粒径 105  $\mu\text{m}$  以下のサンゴ砂と約 480L の 2 mol/L 塩酸によって、500  $\text{m}^3$  ( $10^4 \text{m}^2 \times 0.05 \text{m}$ ) の灌漑水中の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を 1.5 mol/L 以上に高め、懸濁水の早期浄化を促すことができる。また、2 mol/L 塩酸を用いたサンゴ砂溶液は pH6.1 となり、pH に関しては水稻の成長に影響を及ぼすことはないと考えられる。

### 7. まとめ

港湾の改修や航路の整備によって排出される浚渫土砂にはサンゴ砂が非常に多く含まれる。また今後とも、港湾・航路維持のため浚渫は必要であり、サンゴ砂は容易に入手することができる。本研究では、地域資源ともいえるサンゴ砂を活用して、水田濁水の低減が可能かどうかについて検討した。その結果、サンゴ砂は塩酸の添加によって有用な Ca 源となり凝集剤の原料となり得るものの、実際の適用については施用量の点 (1ha あたりサンゴ砂 240kg、2 mol/L 塩酸 480L) で、現実的ではないことがわかった。

【引用文献】1) 谷山一郎 (2002) : 環境負荷を予測するーモニタリングからモデリングへー, 128-137, 博友社, 2) 谷山一郎 (1999) : 農耕地の持つ土壌浸食防止機能, 農業および園芸, 74(4), 11-17, 3) 赤江剛夫 (1998) : 石膏による代掻き濁水の浄化と水田土壌の分散凝集構造, 土壌の物理性, 79, 49-55

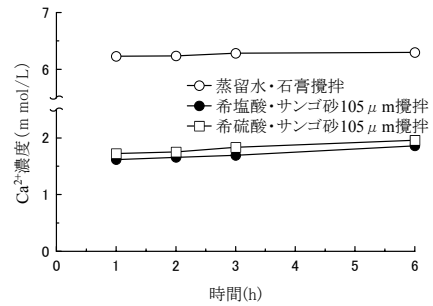


Fig. 3  $\text{Ca}^{2+}$  溶出試験結果

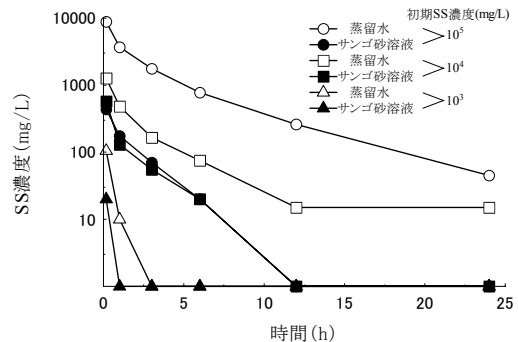


Fig. 4 サンゴ砂溶液を用いた凝集沈降効果