

沖縄県内の赤土等流出抑制技術に用いる 暗渠排水ろ過材の濁度低減効果に関する一考察

大分工業高等専門学校 学生会員 ○浦上 なるみ
大分工業高等専門学校 正会員 前 稔文
ティーエスプラント (有) 非会員 具志堅 俊一

大分工業高等専門学校 正会員 佐野 博昭
ティーエスプラント (有) 非会員 友寄 喜隆

1. まえがき

沖縄県では、農地からの土壌流出、いわゆる赤土等の流出が生じており、その結果、河川・海域の汚濁や底質汚染を引き起こし、河川生物や沿岸海域のサンゴなどの生態系を破壊して水産業や観光業に大きな被害をもたらしている。

伊東ら^{1,2)}は、赤土等の流出を抑制する方法として、沈砂池に着目し、沈砂池における電解凝集法や凝集沈殿法の検討を行った結果、その有効性を確認している。

しかしながら、沈砂池のみでは河川・海域への赤土等の流出を抑制することは困難であり、赤土等の排出源である農地土壌に対する対策と併せて取り組む必要がある。

現在、農地圃場に対してマルチング、グリーンベルト、緑肥 (畑面植生) 等の対策工法が行われており、改善効果が認められるものの、未だ赤土等の流出が続いているという厳しい現実も存在している。

本研究では、赤土等の流出を抑制するために、圃場の勾配をゼロにして畦畔を構築するとともに、暗渠排水ろ過材を敷設することによって降水の地下浸透を促進することを目論んでいる。また、暗渠以外の排水路等にろ過材を設置することによって多面的に赤土等の流出を抑制することが可能となる。

そこで、今回は、暗渠排水におけるろ過材の基本的性状を調べるとともにろ過材中に赤土等が混入した場合の透水性の推移および濁度低減効果について実験的に検討を行ってみることにした。

2. 実験に用いたろ過材の基本的性状

暗渠排水ろ過材には、一般的に、もみ殻、竹炭、貝殻などが使用されているが、今回は、入手の容易さと使用後の再利用の観点から市販のもみ殻を用いることにした。

まず、ろ過材の充填密度 ρ を調べるために、メスシリンダーにより測定する方法を採用し、容量 1000mL のメスシリンダーにもみ殻を 1000mL まで正確に入れ、もみ殻表面を平らにならした後に質量を測定した。

その際、もみ殻の投入方法の違いによる充填密度の差を求めるために、以下に示す 3 種類の方法を用いた。
①市販の漏斗を用いて連続的に投入した場合 (自然落下法) : 自然状態の密度に相当

②アート紙を用いて作製した漏斗を用いて試料上面と漏斗面とを接触させながら投入した場合 (漏斗法) : 最小密度に相当

③①の市販の漏斗を用いて 3 層にわけて試料を投入し、1 層ごとにメスシリンダー全体を机に 50 回打ち付けた場合 (タッピング法) : 最大密度に相当

得られた結果より、最小密度 $\rho_{\min}=0.096\text{g/cm}^3$ 、最大密度 $\rho_{\max}=0.124\text{g/cm}^3$ 、自然密度 $\rho_n=0.096\text{g/cm}^3$ となり、最小密度と自然密度の値が一致した。

次に、化学的性状として、ろ過材の pH、電気伝導率、フェノール濃度を調べたところ、pH は 6.5 程度とほぼ中性であること、電気伝導率は 68.5~80.9mS/m、フェノール濃度は 2.8~4.0mg/L となった。

3. 改良型定水位透水試験機を用いた赤土等混入時の透水係数の推移

赤土等流出水を室内において模擬するための試料土として、沖縄県うるま市石川地区から採取した国頭マーグ (土粒子の密度 $\rho_s=2.74\text{g/cm}^3$, pH(H₂O)=8.5, 電気伝導率 $\chi=19.1\text{mS/m}$) を 110℃で 24 時間炉乾燥し、75 μm ふるい通過分を用いた。

もみ殻の透水性および試料土の混入にともなう透水係数の推移を評価するために定水位透水試験機の改良を行うことによって透水係数を測定するとともに、もみ殻上部から国頭マーグ 10g を連続的に投入し、そのときの透水係数を測定した。なお、もみ殻の充填密度 ρ は、1 $\rho_{\max}$ と 1.5 $\rho_{\max}$ の 2 種類を設定した。

図-1 は、ろ過材の充填密度 ρ と透水係数 k との関係を示す。図中には、文献 3) の結果 (載荷圧力条件下) を併せて示す。

図より、本研究で用いたもみ殻 (新材料) の場合 (記号○), 透水係数 $k=6.67\times 10^{-3}\text{m/s}$ (充填密度 0.124g/cm³) と $k=3.41\times 10^{-3}\text{m/s}$ (0.186g/cm³) となった。

また、文献 3) の新材料 (未使用, △) では、 $k=6.77\times 10^{-3}\text{m/s}$ (充填密度 0.133g/cm³) と $k=3.31\times 10^{-3}\text{m/s}$ (0.147g/cm³) となり、ほぼ同様の結果が得られたことになる。

一方、埋設後 (□3 年, ▽3 年, ◇7 年) のもみ殻を用いた結果³⁾より、透水係数が低下する傾向が認められたが、これは、泥土混入率 (□25.5%, ▽124.3%, ◇32.9%) の影響を受けていると報告している。

なお、後述する本研究で用いた国頭マージ懸濁水混入後のもみ殻(●)は、透水係数 $k=1.25 \times 10^{-3} \text{m/s}$ (充填密度 0.124g/cm^3 , 国頭マージ混入率 127.6%) と $k=1.79 \times 10^{-4} \text{m/s}$ (0.186g/cm^3 , 78.0%) となった。

図-2 は、国頭マージ累積混入質量 m と透水係数との関係を示す。図より、国頭マージ混入質量 m の増加にともなって透水係数は低下しており、その程度は、充填密度 0.186g/cm^3 (●) の方が顕著となっている。

参考までに、写真-1 は、図-2 において(a)充填密度 0.124g/cm^3 (国頭マージ混入質量 300g) と(b) 0.186g/cm^3 (110g) の場合の定水位透水試験終了後のもみ殻の状況を示しており、もみ殻の空隙に国頭マージが堆積している様子が伺える。

4. 透水円筒を用いた赤土等懸濁水混入時の濁度低減効果の推移

赤土等懸濁水混入時の濁度低減効果を評価するために、透明な透水円筒(内径 10cm, 高さ 60cm)にもみ殻を厚さ 30cm (充填密度 0.124g/cm^3) に充填した。

次に、濃度を 20g/L に調整した国頭マージ懸濁水 1340cm^3 をもみ殻上部から連続的に投入し、円筒下部から流出した試料液を採取して pH, 電気伝導率, フェノール濃度, 懸濁物質, 透視度, 濁度の測定を行った。

図-3 は、国頭マージ懸濁水累積通水量 Q と懸濁物質 SS との関係を示す。図より、当初 $SS=20 \text{g/L}$ であった国頭マージ懸濁水が 1 回の通水で 8.7g/L まで減少し、その後は、徐々に SS が減少しており、国頭マージ懸濁水累積通水量 Q が 16L (年間降水量の 92%相当) では 542mg/L まで低下することが明らかとなった。

5. まとめ

定水位透水試験の結果から、国頭マージ累積混入質量の増加にともなって透水係数が低下する傾向を確認するとともに、透水円筒を用いた実験により赤土等懸濁水混入時の濁度低減効果を確認することができた。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、「全国 KOSEN 沖縄赤土等流出抑制技術研究会(会長：佐野博昭)」関係各位には貴重なご助言をいただいた。ここに、深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 伊東雄一郎, 安藤りほ, 河野李奈, 佐野博昭, 前 稔文, 上野崇寿, 嶋田浩和, プロハースカ ズデネク: 沖縄県内の農業用沈砂池における赤土等懸濁物質の凝集処理法, 平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-038, pp.315-316, 2018.
- 2) 伊東雄一郎, 浦上なるみ, 佐野博昭, 前 稔文, 森岡秀一, 川満 洋, 上野崇寿, 福村卓也, 庄司 良, 二階堂満, 照井教文: 沖縄県内の農業用沈砂池における赤土等懸濁物質の凝集沈殿法, 平成 30 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-079, pp. 435-436, 2019.
- 3) 永石義隆: 暗キヨ疎水材としてのモミガラの耐用性につ

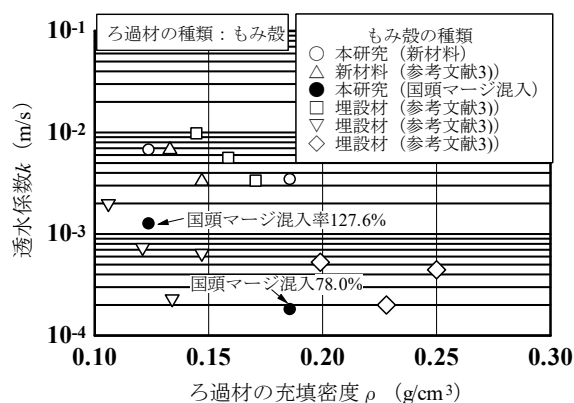


図-1 ろ過材の充填密度と透水係数との関係

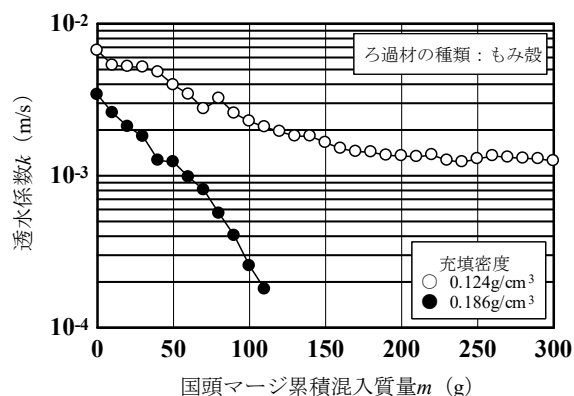


図-2 国頭マージ累積混入質量と透水係数との関係



(a) 充填密度 0.124g/cm^3 (b) 充填密度 0.186g/cm^3

写真-1 定水位透水試験終了後のもみ殻の状況

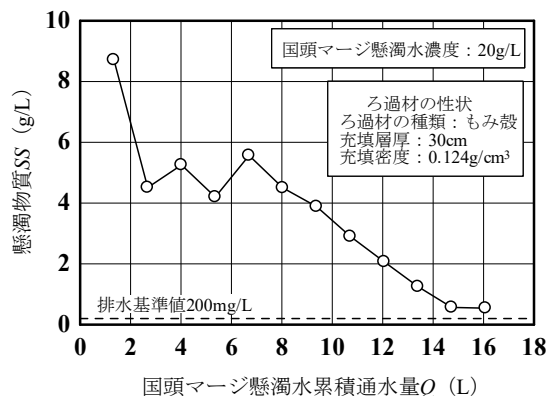


図-3 国頭マージ懸濁水累積通水量と懸濁物質との関係

いて(第Ⅱ報), 農業土木学会誌, 第 48 巻, 第 6 号, pp. 387-391, 1980.