

菌類等による土壌侵食抑制効果

(独)土木研究所 栗原淳一, 田方 智, 寺田秀樹
 日本工営(株) ○下村幸男, 富坂峰人, 小林 豊

1. はじめに

沖縄本島をはじめとする南西諸島における赤土の海域への流出によるサンゴ等の死滅や、四国を代表する水源地である早明浦ダムにおける濁水問題など、降雨時に土壌侵食により生産された微細土砂が流出することによる治水面や利水面、環境面への影響が深刻な問題となっている。沖縄県ではこれらの問題に対し、沈砂池などを用いた対策が行われているが、コストや労力の負担が大きい。また、発生源対策として植生工などが用いられるが、植生が安定して効果を発揮するまでに期間を要するといった課題がある。このように、微細土砂流出の問題に対して低コストで即効性をもつ適切な手法の開発が望まれている。

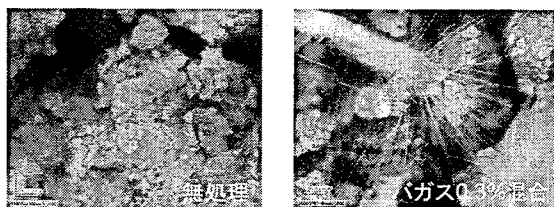
これまでに土木研究所で行ってきた研究¹⁾により、菌類や藻類などの土壌微生物にバガス(サトウキビから砂糖を抽出した絞りかす)を混入させると地表面の菌類等の繁茂が旺盛になることが確認されている。また、現地観測により菌類や藻類が繁茂した状態では裸地状態に比べて、流出土砂量が10%以下程度に減少することが確認されている²⁾。そこで本研究では、土壌中に存在する微生物の繁茂による微細土砂の侵食抑制効果について、主に沖縄県の赤土を対象として水路実験や引き上げ試験によって、その抑制のメカニズムを検討するとともに、その効果の定量的な評価を試みたので、その結果を報告する。

2. 研究方法と結果

2.1 対象とした土壌と菌の種類

本研究では沖縄の赤土を対象とした。赤土とは、堆積岩が強風化した赤黄色土壌の総称である。対象とした赤土はシルト分以下の粒径が60%以上を占め、細粒分を多く含む土壌である。

バガスを混入し、室内にて約1ヶ月間養生した状況を図-1に示す。養生は、植物育成用蛍光灯のもとに20±2℃ならびに湿潤状態を維持した恒温室で



養生14日

図-1 土壌中に繁茂した菌の状況

行った。

なお、確認された菌(糸状菌)の種類は、*Trichoderma*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* などである。これらの菌は全国各地の土壌で見られ、比較的高温多湿の環境を好むものである。これらの菌は、室内の一定条件下ではおよそ2週間~1ヶ月までは時間の経過とともに増加する傾向がみられ、バガス等の養分を混ぜることで繁茂が促進される傾向が確認された。

2.2 水路実験

次に、沖縄で採取した赤土を対象として水路実験を実施した。水路勾配3%(約1.7°)、長さ3m、幅30cmの矩形水路に、流下方向1m区間に現地にて採取した試料を敷き詰め、現地の密度に合うように締め固めた。上流から5段階の流量をそれぞれ10分間通水させ、下流端で流出土砂量やSS濃度を計測した。実験は、無処理(バガス混合なし)とバガス混合比(=バガス乾燥重量/土砂乾燥重量)を変化させたケースで実施した。

図-2に各流量における平均流速と流出土砂量の関係を示す。無処理(バガス混合なし)のケースとバガスを混合したケースを比較すると、無処理に比べてバガス混合の方が流出土砂量が小さく、侵食が抑えられていることがわかる。無処理のケースと最も流出の少ないバガス1.0%混合のケースを比較すると、無処理は平均流速18cm/sec程度で土砂が流出し始めるのに対し、バガス1.0%のケースでは40cm/secを超えても流出はあまりみられず、40cm/sec程度の流速で比較すると流出土砂量は無処理の約1/30程度に抑えられている。また、バガスの混合率の違いによる流出土砂量の差をみると、0.5%までは混合率の増加に伴い抑制効果が增大するが、0.5%を超えると効果にあまり変化がないことが分かった。

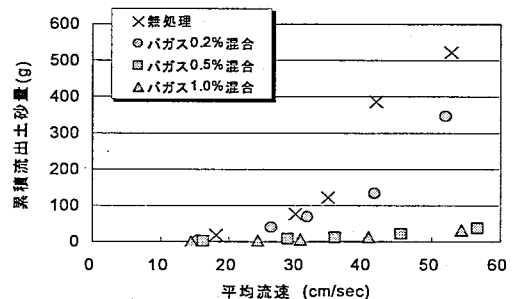


図-2 平均流速と流出土砂量の関係

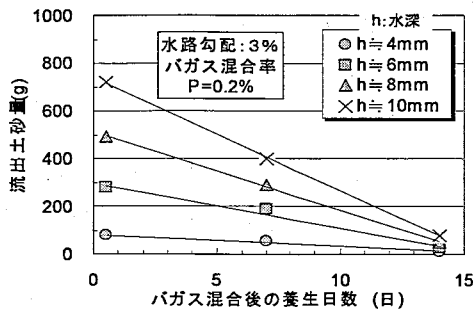


図-3 養生期間と流出土砂量の関係

図-3 はバガス混合率 0.2%における養生期間(0~14 日)と流出土砂量との関係を生水深(流量)ごとに示したものである。どの流量においても、養生日数に応じて流出土砂量が減少することが分かる。水深 10mm(流速約 50cm/s)の場合、養生期間 0.5 日では流出土砂量約 700g に対し、養生 14 日後では約 80g と 1/10 程度に減少している。

2.3 引き上げ試験

菌類等の繁茂による抵抗力の増加を定量的に評価するために引き上げ試験を実施した。これは、直径 2.5mm のステンレス単棒もしくは格子棒を地表面に敷設しておき、養生後(菌類等の繁茂後)に静かに引き上げ、鉛直抵抗力を計測するものである。この抵抗力を計測することで菌類等の繁茂による侵食に対する抵抗力として評価するものである。引き上げ棒の形状により計測値に差異が生じる可能性があるため、2種類の形状の引き上げ棒で試験を行った。

図-4 に養生期間と引き上げ抵抗力の関係を示す。これによると、養生 14 日までは養生期間に沿って引き上げ抵抗力が増加し、その後は緩やかに増加する傾向がみられる。

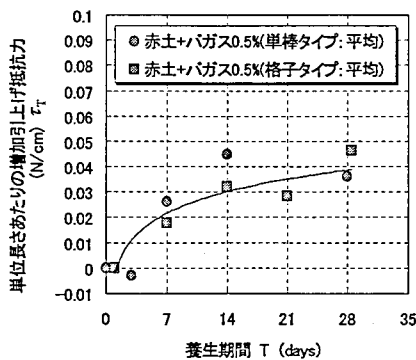


図-4 養生期間と引き上げ抵抗力の関係

3. 侵食速度式の検討

降雨時の表面流に対する菌類等の緊縛による土壌の侵食抑制効果を定量的に把握するために、水理実験と引き上げ試験結果を基に侵食速度として評価することを考えた。ここでの侵食速度は、流出土砂の体積を試料面積と通水時間で除して求めている。無

処理の状態において赤土の粘着性に着目して求めた侵食速度式を基本とし、実験的に引上げ抵抗力を見かけ粘着力の増加分として補正係数を求めた。これらを用いて、以下の侵食速度式を導いた。

$$E = 4 \times 10^{-7} (U_* - U_{*c}) \cdot \left(\frac{C_{0sc}}{\beta \cdot C_{0s}} \right)^4 \dots\dots\dots (1)$$

$$\beta = R^{-1/4} \dots\dots\dots (2)$$

$$R = -21 \times \Delta\tau_T + 1 \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta\tau_T = 0.013Ln(T) + 0.0013 \dots\dots\dots (4)$$

E : 侵食速度(cm/s), U_* : 摩擦速度 (cm/s), U_{*c} : 限界摩擦速度 (cm/s), C_{0s} : 表層粘着力(N/cm²), C_{0sc} : 限界表層粘着力(N/cm²), β : 菌類の繁茂による C_{0s} の補正係数(みかけ上の粘着力), R : 侵食速度低減割合, $\Delta\tau_T$: 引き上げ抵抗力の増加分(N/cm), T : 養生期間(室内) (日)

ここで、上式に実験で得られた $U_* = 3.0$ cm/s, 限界表層粘着力 $C_{0sc} = 1.0$ N/cm², 表層粘着力 $C_{0s} = 0.25$ N/cm² を代入し、図-5 に示すように実験値との適合をみると、養生 14 日で計算値の方がやや大きめになるが、概ね実験値と合う結果を得た。

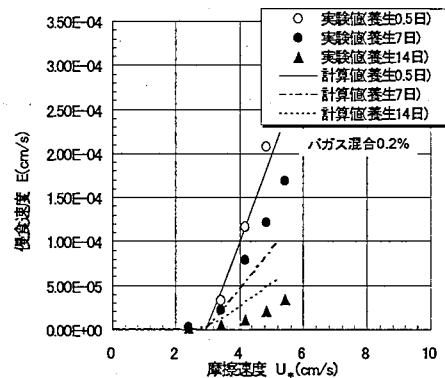


図-5 侵食速度式による計算値と実験値

4. おわりに

水路実験や引上げ試験を実施し、菌類等による侵食抑制効果を検討し、その効果を定量的に評価する侵食速度式を示した。現地への適用についても検討を進めており、改めて報告する予定である。

菌種の同定については、(独)農業環境技術研究所微生物分類研究室の方々には多大な協力をいただいた。ここに深く謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 桜井亘・徳永敏朗・南哲行・山田孝・下村幸男: バガス混合による赤土砂の耐侵食性の向上について, 平成 14 年度砂防学会研究発表会概要集, pp.234-235, 2002
- 2) 南哲行・山田孝・仲野公章・富坂峰人・徳永敏朗・山城修: 耕作ステージの異なるパイナップル圃場での赤土砂流出特性, 砂防学会誌, Vol.54, No.5, pp.30-38, 2002