

光合成細菌を施与した土質の透水性・保水性と改善効果に関する基礎的検討

九州大学 学生会員 ○加藤省三 フェロー会員 安福規之 正会員 古川全太郎

復建調査設計(株) 福田直三 青山勇一 (株)サンコウキン 北道昌佳 田中昭廣 (株)ギブイングツリー 尾家光将

1. 背景と目的

近年、砂漠化の進行や地盤の酸性化、津波による塩類化、土壌汚染などにより地盤が有する様々な機能が劣化する事例が多くある。これらの地盤環境問題への対策として、自然界に多く存在する細菌の一つである光合成細菌が有用である¹⁾²⁾。また光合成細菌は、透水性や保水性等の土質特性の向上効果をもつと言われている³⁾。本研究では砂漠化や塩類化などの環境の悪化した地盤において、従来の酸性域のみだけでなく、アルカリ域にも適合した耐アルカリ性光合成細菌(以下光合成細菌)を用いることで透水性・保水性などの地盤環境の向上を目指している。基礎的検討として光合成細菌を灌水した土質の透水性・保水性の経時変化を測定し、微生物施与濃度、量との透水性・保水性の関係を把握した。加えて、土質へ光合成細菌の濃度を変えて施与し、土質中の Adenosine Tri-Phosphate (アデノシン三リン酸:以下 ATP) 量の値を計測し、透水性と保水性との関係性を把握した。

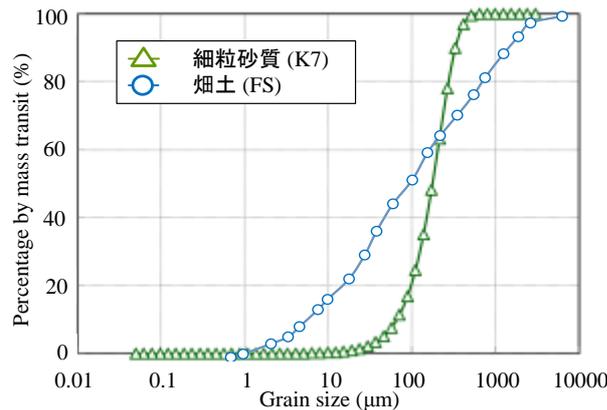


図 1. 粒度分布

2. 内容

2-1. 光合成細菌を用いた透水性・保水性試験

使用した土質の粒度分布と土質特性をそれぞれ図1と表1に示した。供試体は内径 100 mm、高さ 100 mm の塩ビパイプに細粒砂質土(以下 K7)と畑土(以下 FS)をそれぞれ乾燥密度 1.4 g/cm³、1.1 g/cm³で詰めて、インキュベーター内(温度 25 °C、湿度 65%、暗期 8 h 照度 0 lx 以下、明期 16 h 照度 20000 lx 以上)で養生した。透水性試験は表2に示した条件で灌水を行い、2週間後と5週間後にどちらも変水位透水試験を行って計測した。保水性試験は同様の条件で灌水を行い、2週間後に遠心法で値を計測した。

表 1. 土質特性

	細粒砂質土 (K7)	畑土 (FS)
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.646	2.649
塑性指数 I_p	NP	20.17
強熱減量 L_i (%)	0.83	20.47
pH	5.19	5.69
電気伝導率 (mS/cm)	0.31	0.67

2-2. 土質中の ATP 量測定

ATP は生物のエネルギー源として、生命活動が行われている場所には必ず存在する化学物質である⁴⁾。土質中の ATP 量を測定することで、そこに存在する微生物の量や活性度を知ることが出来る。試験方法は土試料の含水比を測定した後、乾燥質量に対する水の質量比が 5 になるように水を加え、懸濁させ、30 分~3 時間以内静置後ろ過した。測定チューブに試料 1.0 mL を採取し、0.1 mL の ATP 消去試薬を添加して攪拌し

表 2. 実験条件

条件名	使用する土質	散布細菌	乾燥密度 (g/cm ³)	筒体積 (cm ³)	筒本数	灌水量 (ml/週)	灌水頻度 (回/週)
K7-1	細粒砂質土	光合成細菌 (原液)	1.4	785	20	70	2
FS-1	畑土		1.1				
K7-2	細粒砂質土	光合成細菌 (100倍希釈)	1.4				
FS-2	畑土		1.1				
K7-3	細粒砂質土	光合成細菌 (500倍希釈)	1.4				
FS-3	畑土		1.1				
K7-5	細粒砂質土	無施肥	1.4				
FS-5	畑土		1.1				

キーワード 光合成細菌、透水性、保水性、ATP

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地ウエスト 2 号館 1108-2 号室 九州大学 TEL 092-642-2111

た後、試料から 0.1 mL を別の測定チューブに採取して攪拌し、ラップで測定チューブを覆って室温で 30 分反応させた。測定チューブに試料 0.1 mL を採取し、0.1 mL の ATP 抽出試薬を添加、20 秒後に 0.1 mL の発光試薬を添加した。数秒攪拌した上で、20 秒以内に測定機で発光量の測定を行った。

2-3. 実験結果

図 3 に灌水から 2 週間後と 5 週間後の透水係数を示した。図中の初期 K7 と初期 FS はそれぞれ供試体作成直後の透水性である。2 週間後の透水性は FS の光合成細菌濃度 100 倍希釈が最も高いが、5 週間後の透水性は光合成細菌濃度 500 倍希釈が最も高かった。初期の透水係数と比較して両土質とも概ね高くなっている。K7 では 2 週間後と 5 週間後で光合成細菌原液を施与した条件が最も値が大きくなった。FS の条件ではほとんどが 2 週間後より 5 週間後の方が透水係数を高く示した。図 4、図 5 に 2 週間後の K7 と FS の保水性変化をそれぞれ示した。K7 で保水性は光合成細菌濃度 100 倍のものと同液のものが他の条件と比べて改善されていた。FS では保水性の向上はほとんど見られなかった。図 6 に 3 ヶ月後の土質中の ATP 量を示した。土質中の ATP 量は、その土中に存在する微生物の証左、量、活性度の指標となる値で、K7 では条件別の違いはほとんどなく、畑土よりも小さな値であった。FS では水のみの灌水に比べて光合成細菌を施与したものが大きな値を示し、濃度 100 倍希釈が水のみと比べて約 9 倍大きい値であった。

3. 結論

- (1) 透水係数に注目すると条件 K7 よりも FS の方がより高くなっている。これは光合成細菌による団粒化が FS のほうがより顕著であるためと考えられた。粒度分布から FS の方が粘土・シルト分が多く、しやすいためと考えた。透水性に関して、有効であるのは光合成細菌濃度 500 倍希釈であった。
- (2) 保水性は K7 に関して 2 週間後の結果で原液と 100 倍希釈が高い値を示していたが、これは高濃度の光合成細菌によるためと考えた。FS ではほとんど値の違いが見られず、保水性は今回の実験範囲内では光合成細菌原液を施与した条件が最も有効であった。
- (3) 土質中の ATP 量の値は K7 で低く、FS で高かった。これは元々土質中に含まれる微生物量が FS のほうが多いことに加えて、光合成細菌を施与したことで土質中の微生物量が増加したと、条件 FS での各条件の比較から分かった。条件 FS では光合成細菌濃度 100 倍希釈が最も ATP 量が高い値を示し、これは今回の実験条件の中では、100 倍希釈が光合成細菌を含む他の細菌群が増殖しやすかったためと考えられる。

参考文献：1) 佐々木健、竹野健次 光合成細菌による放射能汚染土壌の実用的除染と農業への還元利用 用水と廃水 pp458-467 2015、2) 細川雄一、北本光、佐々木健 凝集性光合成細菌を用いた脱塩技術の開発 日本生物工学会大会 pp221 2011、3)大嶺聖地盤特性に及ぼす有用微生物の影響について 平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 pp451-452 2015、4)久保倉宏一、畑田宏、中川育、中尾航大 剪定枝葉堆肥化物の品質向上に関する ATP 測定法利用の基礎的検討 平成 17 年度福岡市保健環境研究所報 31 号 pp123-126 2005

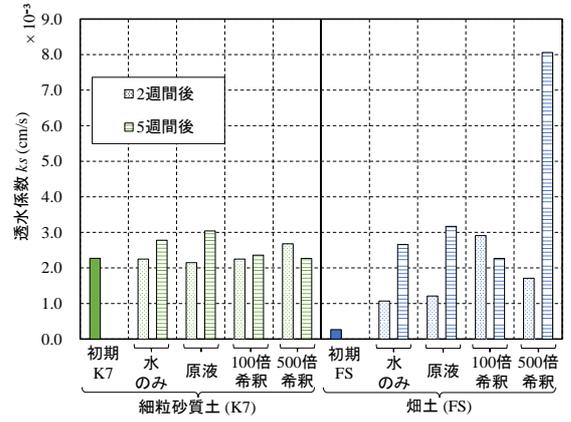


図 3. 2 週間後と 5 週間後の透水性

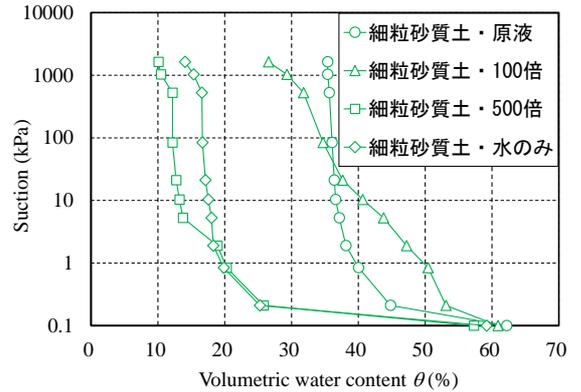


図 4. 2 週間後の保水性 (K7)

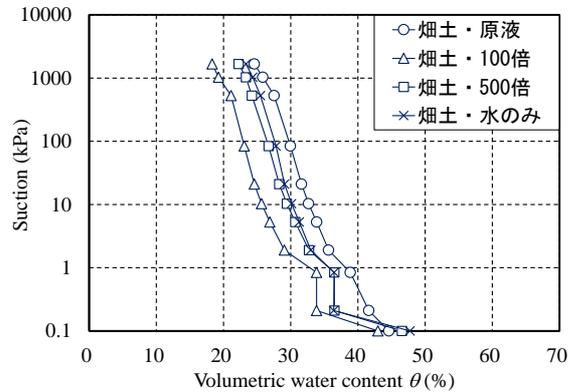


図 5. 2 週間後の保水性 (FS)

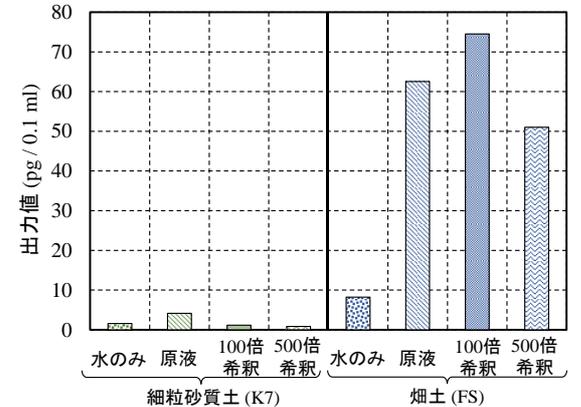


図 6. 3 ヶ月後の土質中の ATP 量