

地盤特性に及ぼす有用微生物の影響について

長崎大学工学部 学生会員 ○堤 大地 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静 正会員 杉本 知史

1. はじめに

日本では雨が多く、豪雨や大雨による被害に悩まされているのが現状である。特に、降雨後に水はけが悪い場所では、長時間にわたり水たまりが生じている。地盤の透水性は細粒分の含有率に影響を受けるが、作業機械に踏み固められて透水性が低下する場合もある。今まで地盤改良のために、さまざまな技術が考案されてきた。しかし大規模な地盤改良はコストがかかることも問題である。今後はよりコストや環境面を配慮することが、必要になると考えられる。また、降雨の影響により、土中のアルカリ分が流れ、日本では酸性あるいは弱酸性の土壌が多く見られる。一般土壌において、1g あたり $10^7 \sim 10^9$ の微生物が含まれている¹⁾。土壌中に極めて多数が生息するだけでなく、地盤特性に影響を与えることも考えられる。そこで、工学的にその微生物を効果的に利用できれば、新しい技術として期待できる。本研究では微生物機能による地盤特性の影響を明らかにし、実験によりこれを評価することを目的とする。微生物は、身近な周辺に存在し、容易に培養できる乳酸菌・光合成細菌を用いる。

2. 対象土

本研究では、微生物の散布の有無による影響を実験的に評価する。室内試験では、赤土の国頭マージ、黒ぼく、有明粘土を取り扱う。表-1 に室内試験で用いた試料の粒度分布を示す。また屋外試験では、佐賀県玄海町薬用植物栽培研究所のまさ土を対象にする。

表-1 粒度分布

	粒度分布 (%)	
	細粒分	砂分
有明粘土	81.59	18.41
国頭マージ	59.87	40.13
黒ぼく	70.55	29.45

3. 室内試験

室内試験では光合成細菌もしくは乳酸菌を土に散布後、温度 25℃、湿度 90% の恒温恒湿槽において 1 週間養生し、土の物理的性質の変化を確認するために液塑性試験、化学的性質を推定するために pH 試験を行う。微生物の希釈倍率は 10 倍、100 倍を用いる。各試料 200g に対して、初期の含水状態を考慮して、散布量は有明粘土に 11g、国頭マージに 12g、黒ぼくに 20g とする。

3.1. 液塑性試験

図-1 に液性限界を、図-2 に塑性限界の値を示す。国頭マージは液性限界・塑性限界共に低く、逆に黒ぼくは共に高い。有明粘土の液性限界はもっとも高いが、塑性限界は高い値は示していない。

試料の特性が異なる中で、光合成細菌・乳酸菌の散布を施したものを対象試料毎に比較すると、液塑性限界は図に示すとおり、値が増加する傾向にあることがわかる。光合成細菌・乳酸菌の両方にみられる。また希釈の倍率を 100 倍と 10 倍とでは、10 倍の試料の方が大きい値にある。さらに液性限界が増加することから、圧縮性が大きくなる特性へと変化していると考えられる。

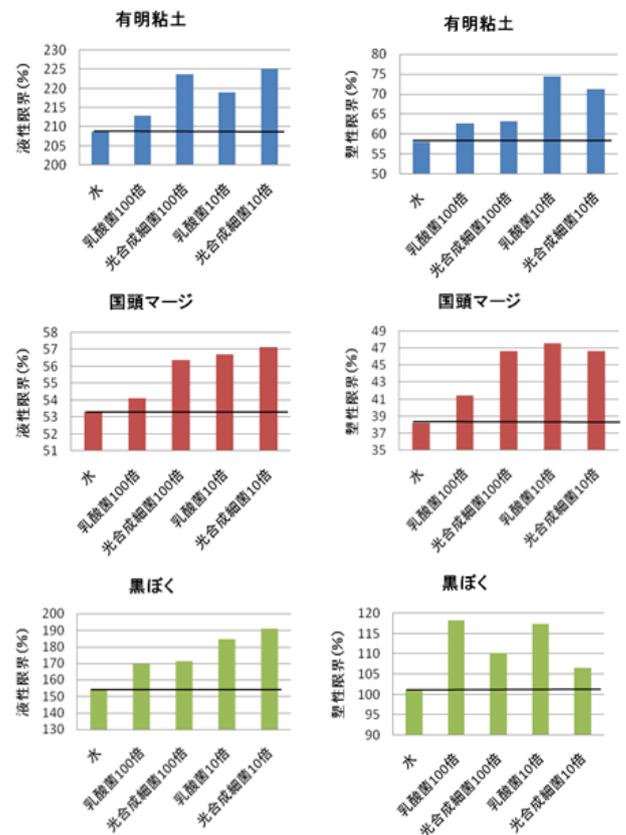


図-1 液性限界比較

図-2 塑性限界比較

3.2. pH 試験

微生物の原液の pH は、光合成細菌が 8.28、乳酸菌が 3.16 である。非乾燥法によって試料を準備する。含水比を測定後、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、攪拌棒で懸濁させ、30 分から 3 時間静置した後に pH 計を用いて測定する。表-2 の pH 試験結果から微生物による、pH の変化がわずかに生じていることがわかる。土の pH は植物や野菜の生育に大きく影響する。光合成細菌の散布で農作物の色や大きさが改善されたとの報告がある²⁾。そのため微生物の散布で適度な pH に変化することで地盤特性が改善されると考えられる。

表-2 pH 試験結果

	水	乳酸菌100倍	光合成細菌100倍	乳酸菌10倍	光合成細菌10倍
有明粘土	6.75	6.76	6.86	6.88	7.10
国頭マーヅ	5.84	5.86	5.87	6.00	5.89
黒ぼく	5.81	5.86	5.86	5.86	5.84



図-3 原位置透水試験器

4. 屋外試験

屋外試験では微生物を実際に散布し、原位置透水試験と動的コーン貫入試験を行う。微生物を散布してから約 1 ヶ月後の変化を評価する。実際の適用例²⁾を考慮して、今回は光合成細菌を 1000 倍に希釈し、1 畝に対し 5L 散布する。原位置透水試験器（ゲルフパーミアメータ）を図-3 に示す。

4.1. 原位置透水試験

原位置透水試験は、透水係数を求めるために実施する。降雨の影響を受けないビニールハウス内で行い、地表から 20cm・40cm の箇所を試験対象とする。試験孔に注水し、孔内水位が安定後、試験器具に水を注ぎ、栓を上げ水頭差を生じさせ、1 分ごとに水位の変化を記録し、安定した値を継続的に測定し、平均値を求める。

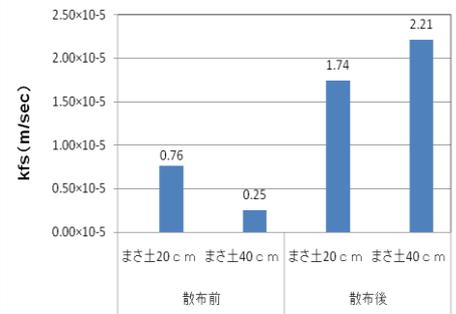


図-4 原位置透水試験比較

図-4 に示す原位置透水試験結果から、試験前後で透水係数に変化が見られる。透水係数が微生物の散布によって、地表から 20cm・40cm の両場所共で大きくなっている。つまり、散布前のまさ土は水はけが悪い状態であるが、散布後には改善が見られることがわかる。

4.2. 動的コーン貫入試験

簡易動的コーン貫入試験試験機を用い、原位置における地盤の貫入抵抗を求める。試験機を鉛直に調査地点上に保持し、ロッドが地中に自重沈下するかを確かめ、自重で貫入する場合は、貫入長さを計測する。ハンマーを自由落下させ、100mm 貫入させるのに要する打撃回数を記録する。

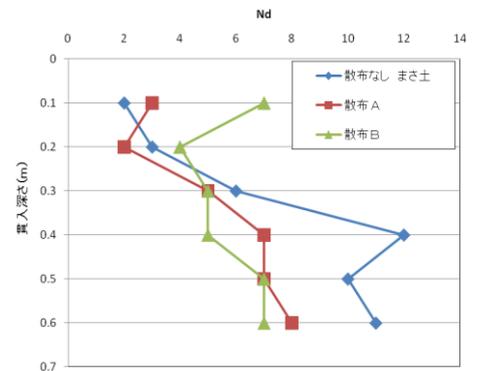


図-5 N_d 値比較

試験結果を図-5 に示す。また、散布Aは 20cm 透水試験箇所、散布Bは 40cm 透水試験箇所を表す。微生物の散布の有無での N_d 値から、地表から深くなると微生物を散布したものが小さい値を示しており、微生物の散布により柔らかい土になったと考えられる。

5. おわりに

本研究において、光合成細菌・乳酸菌の散布により液塑性限界や pH が増加する傾向が見られ、土の透水性が良くなることがわかった。水はけがよく、柔らかい土は適度に水分と酸素が土壌中に含まれ、農作物を育てるには最適な土壌となる。pH の変化により植物や野菜の生育に良い働きが期待できる。さらに、透水性の改善が容易に行いやすくなる。地盤特性の改良だけでなく、微生物の量から地盤の特性を見極めることも可能であると考えられる。

謝辞: 本研究を行うに当たり、佐賀県玄海町薬用植物栽培研究所より試験対象箇所とまさ土の試料提供をいただいたことに感謝を申し上げます。

【参考文献】 1) 微生物の代謝活動による固化する新しいグラウンドに関する基礎研究、応用地質、第 47 巻、第 1 号、2-12 頁、2006、2) 現代農業 2012.10 「ヤマカワプログラム」の現場を見る、pp.49-61