

地盤の透水性と微生物の関係に関する実験的検討

東京大学大学院 学生会員 ○細尾 誠  
 長野工業高等専門学校 正会員 畠 俊郎  
 東京大学生産技術研究所 正会員 桑野玲子

1. はじめに

低コスト、低環境負荷で原位置地盤の透水性を制御する手法として、微生物機能を活用する技術が各種提案されている。微生物による透水性制御のメカニズムは、炭酸塩の析出である Microbial Carbonate Precipitation(MCP), およびバイオクロッキングによるものが考えられる。本研究では、バイオクロッキングに着目して透水生との関連について検討を行っている。本文では、13日間の定水位透水試験を行い得られた知見について報告する。

2. 試験の概要

本研究で着目したバイオクロッキングのメカニズムを図-1に示す。バイオクロッキングとは、土壌中の微生物が増殖し、微生物細胞、微生物が生成する代謝生成物およびバイオフィームなどが間隙を充填し、透水性を低下させる現象である。土壌中に生息する糸状菌に着目した研究では、菌糸が目詰まりを起こす物質として作用している可能性が示唆されている<sup>1)</sup>。糸状菌は様々な環境に生息し、生育にともない菌糸を伸長させ、時には分岐させるという特徴を持つ。



図-1 バイオクロッキング

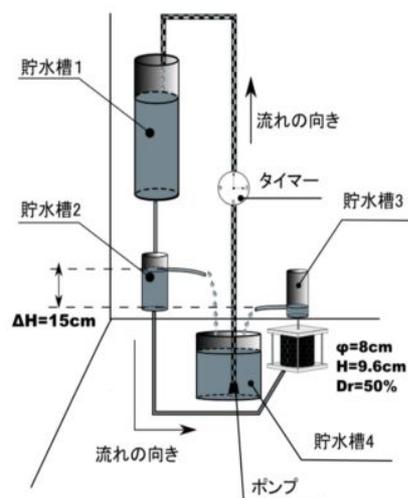


図-2 試験装置概要

試験装置の概要を図-2に示す。試料は砂地盤を想定し、豊浦砂を用いた。供試体は、相対密度50%を目標に水中落下法で作製し、試験中は培養液を循環し、水頭差15cmの定水位で維持した。試験は20℃恒温室にて13日間連続的に行うこととし、10日目に試験水を水道水に置換し、12日目に殺菌を実施した。その間、透水係数の測定と培養液のサンプリングを毎日行い、後日分析した。試験の概要を表-1に示す。試験水として農業用水の流入するため池水を採用・使用した。ため池水に微生物活性を高めるためのドライイースト、有機栄養源としてスクロースを添加した。また、有機物の分解時に生成される有機酸の影響を緩和するため、pH緩衝剤としてTrisを添加し、HClを用いてpH=8に調整した。殺菌には、家庭や医療機関で広く用いられている次亜塩素酸ナトリウムを使用した。濃度は、食器類の除菌などに用いられる濃度を参考として100ppmとした。分析項目の一覧、目的および方法は表-2に示す。

表-1 試験の概要

ステップ		1	2	3	
試験期間(日)		0-10	10-12	12-13	
試験水(11L)		ため池水	水道水		
添液組成	項目	種類	濃度		
	微生物活性化	ドライイースト	11g	-	-
	炭素源	スクロース	0.1mol/L	-	-
	pH緩衝剤	Tris	0.1mol/L	-	-
	pH調整	HCl	pH=8	-	-
殺菌	NaClO	-	-	100ppm	

表-2 分析項目一覧

目的	分析項目	方法(試験装置)	
地盤性状評価	透水係数	JGS 0311-2000	
微生物活性評価	一般細菌	下水試験方法	標準寒天培地
	糸状菌		ローズベンガル寒天培地
培養液pH評価	pH	twin pH (HORIBA)	

キーワード 微生物機能, 糸状菌, 透水性

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL 03-5452-6845

### 3. 分析結果および考察

透水係数の推移を図—3に示す。3日目まで低下傾向を示し、10日まで上昇と低下を繰り返す傾向が認められた。10日目に試験水を水道水に置換すると、11日にかけて大きく上昇し、維持されている。また、殺菌に伴い、初期の透水係数に近い値まで上昇していることが明らかになった。pHの推移を図—4に示す。試験開始から低下を続け、7日目にはほぼ定常状態となる傾向が認められた。10日目に溶液を置換した後は11日にかけてpH=6.8まで上昇し、最終的には、アルカリ性溶液である次亜塩素酸ナトリウムの添加によりpH=7.3を示した。pH低下は有機物分解時に生成される有機酸が原因であると考えられ、pHバッファの緩衝能を上回る有機酸が生成されていると推察される。一般細菌数および糸状菌の推移を図—5に示す。一般細菌数、糸状菌とも3日目にかけて急激に増加し、その後は若干変動するもののほぼ同数で維持される傾向が認められた。10日目の水道水へ置換した後も変化はなく、殺菌により大幅に減少していることがわかる。次亜塩素酸ナトリウムの添加による殺菌効果が得られたと考えられるが、糸状菌が検出されなくなったのに対し、一般細菌は菌体が19cells/ml検出された。このことから耐性を持つ一般細菌の存在が推察される。

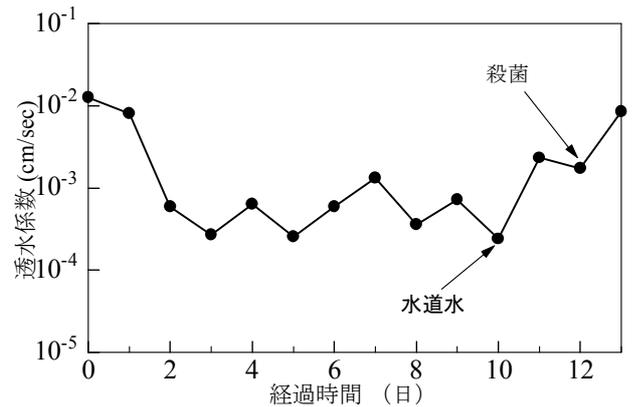
殺菌後に透水係数が上昇傾向を示し、微生物数が一般細菌、糸状菌ともに減少していることから、透水係数の変化に微生物が関与していることが推察される。しかし、試験水を水道水に置換した10~12日において、透水係数は上昇しているが微生物数の顕著な変化はない。微生物以外の原因が考えられるが、詳細については今後明らかにしていきたい。MCPとバイオクロッキングを組み合わせた試験<sup>2)</sup>が報告されているが、試験水を水道水に置換しても本試験のような透水性の上昇は確認されておらず、殺菌による透水性の上昇も本試験ほど大きくない。透水性制御の長期的な安定性にはMCPを活用する必要があると考えられ、今後の試験により明らかにする計画である。

### 4. まとめと展望

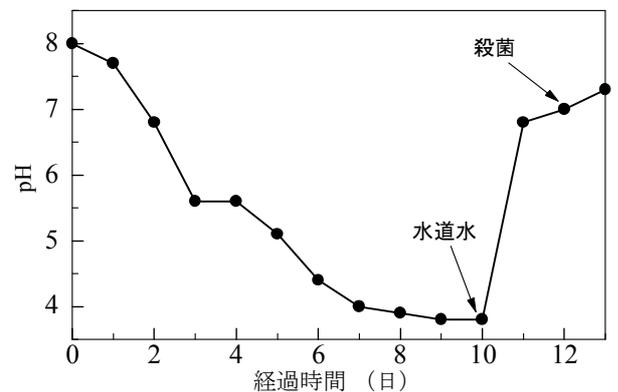
微生物機能として着目したバイオクロッキングによる透水性低下効果が確認された。しかしながら、殺菌により透水性が速やかに復元することから、安定的に任意の透水性を得るにはバイオクロッキングだけでなくMCPなどと組み合わせた新しい技術について検討する必要があると考えられる。

#### 参考文献：

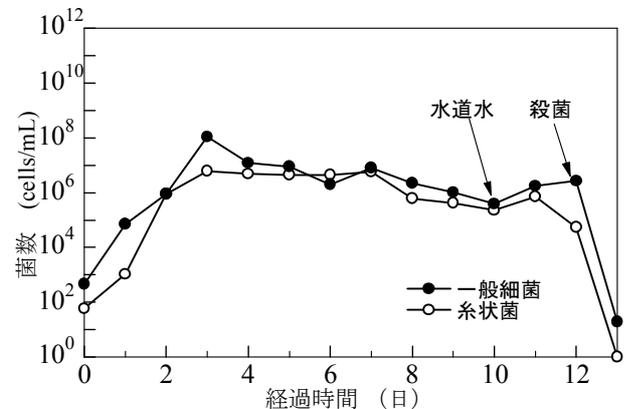
- 1) K.Seki : Effects of microorganisms on hydraulic conductivity decrease in infiltration , European Journal of Soil Science No.49, pp231-236,1998
- 2) 細尾 誠：地盤の透水性制御における微生物機能の活用に関する実験的検討，第8回環境地盤シンポジウム，2009（投稿中）



図—3 透水係数の推移



図—4 pHの推移



図—5 一般細菌数および糸状菌の推移