

透水に伴う砂中の微生物移動

Microbial transport in saturated sand columns

武藤由子，菊地愛，渡辺晋生，新庄彬

Yoshiko MUTO, Ai KIKUCHI, Kunio WATANABE and Akira SHINJO

1. はじめに

土壤微生物は，土壤中での物質循環に重要な役割を果たし生態系を維持してきた．また現在では，土壤微生物の持つ機能を利用し，汚染土壤を浄化する試み（バイオレメディエーション）が活発に行われている．浄化効率を上げるためには，土壤微生物の活動と土壤の物理的性質との関係，さらにはその空間的・時間的変動についての理解を深める必要がある．土壤微生物の移動は，主に団粒の崩壊や有機物の分解，鉱物の風化などをきっかけとし，透水によって生じると考えられる．しかし，透水による土壤微生物の移動については未だ不明な点が多い．そこで，本研究では透水による砂中の細菌の移動を調べることを目的とした実験を行った．

2. 実験

1) 試料

試料には粒度分布の異なる2種類のオタワ砂（3550, 70110）を用いた．各中間粒子直径 d_{50} (mm)は表1に示すとおりである．細菌は動植物油分解微生物製剤（株式会社ゲイト，GKN-4）から分離して用いた．この細菌は Acinetobacter 属に属し（非運動性，球状桿菌，グラム染色陰性），油脂分解性を有するものである．微生物製剤をホモジナイザー（15000rpm，5分）で除菌水に分散させた（10 g/L）．1時間静置したものの上澄みの半量を100倍に希釈して細菌分散液とした．細菌分散液の初期濃度 C_i (mg/L)を表1に示した．

2) 方法

蒸留水で超音波洗浄して風乾させたオタワ砂を，円筒型カラム（内径4.4cm，高さ10cm）に間隙率が $\epsilon=0.35$ となるように詰め除菌水で飽和した．カラムの上端と下端にはステンレスメッシュを取り付けた．実験装置図を図1に示す．砂カラムの下端から定量ポンプを用いて除菌水を115分間，細菌分散液を115分間，除菌水を170分間の順に一定フラックス $q=0.10$ (cm/min)で流した．カラム上端からの流出液を5分間隔で採取し，比色計を用いて透過率を測定した．全透水が終了した直後，試料を1cm幅に切り分け除菌水を20mL加えて15分間振とうした．これを30分間静置して上澄み（8mL）の透過率を測定し，カラム内に保持された細菌量の垂直分布を調べた．

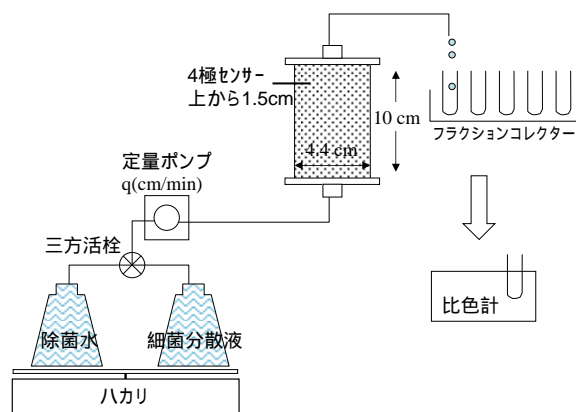


図1 実験装置図

表 1 実験条件

Soil Type	d_{50} (mm)	C_i (mg/L)	M_{in} (mg)	MF_E	MF_S	MB_T
3550	0.36	14.1	2.3	0.70	0.28	0.98
70110	0.15	14.4	2.5	0.60	0.37	0.97

細菌分散液初期濃度 C_i , 細菌流入量 M_{in} , 流出液からの細菌回収割合 MF_E , 砂カラムからの細菌回収割合 MF_S , 細菌回収割合 $MB_T=MF_E+MF_S$

3. 結果と考察

図 2 にカラム流出液の pore volume (PV) と相対細菌濃度 (C/C_i) の関係を示す。また、細菌分散液の代わりに $C_i=0.01M$ の NaCl 溶液を流した場合のカラム流出液の PV と相対 NaCl 濃度についても示した。試料 5330, 70110 に細菌分散液を流した時の C/C_i のブレイクスルータイムは、共に NaCl と等しかった。一方、そのピーク値は NaCl よりも小さかった。これは、細菌分散液中の細菌がカラム内を通過する過程で孔隙に目詰まりや付着を起こし、そのまま保持されたことを示す。さらに細菌分散液の C/C_i のピーク値は、3550 よりも 70110 で小さかった。これは、粒径の細かい試料の場合に細菌の孔隙への目詰まりが起りやすいことによると考えられる。細菌のカラム流出液からの回収割合 MF_E は、試料 3550 では 0.70, 70110 では 0.60 であった。

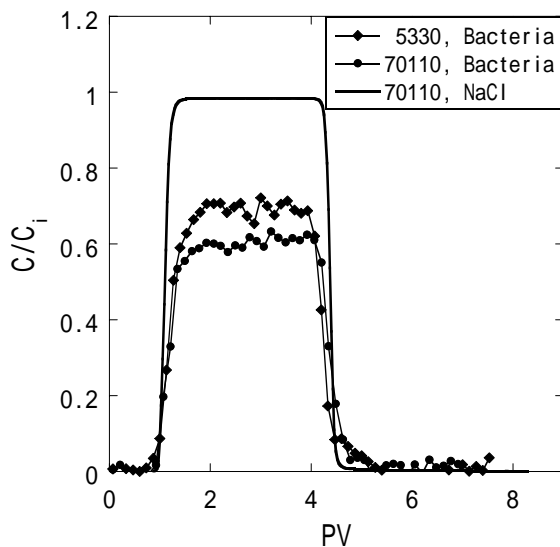


図 2 流出液の PV と相対細菌濃度の関係

図 3 に透水を終了した直後の、カラム内

に残留した細菌量の垂直分布を示した。図の横軸は乾燥試料 1g 当たりには換算した細菌量、縦軸はカラム流入口（下端）からの距離である。試料をカラムから取り出したのは除菌水を流した後であり、この結果は付着又は目詰まりによって各位置の試料に保持された細菌の量を示している。細菌のカラム内からの回収割合 MF_S は 3550 では 0.28, 70110 では 0.37 であった。

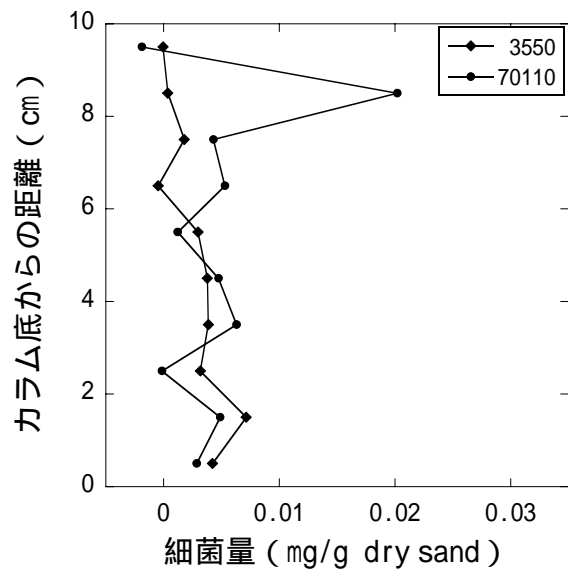


図 3 カラム内に保持された細菌量の垂直分布

4. おわりに

飽和したオタワ砂を用いて、透水に伴う細菌の移動を調べるための実験を行った。実験の結果、細菌はカラム内を移動する過程で試料への付着や目詰まりを起こし、カラム内に保持されることが示された。今後は、粒度分布や水分量の異なる試料で実験を行う必要がある。また、細菌の種類による違いについても検討する必要がある。