

カラム流出実験による土壤微生物の流出特性 —水分フラックスと NaCl 濃度の影響—

Microbial Transport in Soil with Different Water Flow Rates and NaCl Concentrations

○武藤由子^{*}・菅野萌^{*}・渡辺晋生^{**}

Yoshiko MUTO, Ibuki KANNO, Kunio WATANABE

1. はじめに

地球環境への負荷要因として問題となっている、農地からの硝酸態窒素や亜酸化窒素、メタンガスの発生は、土壤中における窒素・炭素動態に由来するものであり、土壤微生物の活動がその中心的役割を担うといえる。特に水田土壌では、水管理の状態によって土壌水分量が飽和から不飽和の領域で大きく変化するため、微生物相が時間的・空間的に異なる分布を示し、酸化還元反応といった物質動態に関与する種々の反応に影響していると考えられる。これまでの研究では、水田土壌における水移動と土壌の酸化還元電位や窒素・炭素動態との関係が明らかとなり土壤微生物活動の影響が示唆されてきた。土壤微生物の生育状態の詳細は未だ解明されていないが、窒素・炭素動態のメカニズムの解明とモデル化には、土壤微生物自体の水と溶質移動に対する移動特性を調べる必要がある。そこで本研究では、水分溶質移動が土壤微生物の挙動に与える影響を調べることを目的として一次元カラム流出実験を行った。微生物量の定量には、近年清浄度測定用に普及した ATP 濃度測定器（ルミテスター C-110 キッコーマンバイオケミファ）と専用試薬を用いた。

2. 実験方法

岩手大学下台圃場から表土を採取し、2mm フルイ通過分を試料とした。試料の ATP 量は 0.68(mg/kg 乾土)であった。これをオートクレーブ滅菌 (121°C, 60 分) したときの ATP 量は 0.01(mg/kg 乾土)であった。同じ測定器と手順によって測定した土壌の ATP 量は、クロロホルム燻蒸法によるバイオマス炭素量と相関があることが明らかとなっている¹⁾。

これらの試料を円筒カラムに乾燥密度が

0.68(g/cm³)となるように充填し、マリオット管を用いて下端から 0.01M, pH7.0 のリン酸緩衝液で満たした (図 1)。その後、定量送液ポンプでリン酸緩衝液又は塩化ナトリウム溶液 (0.01, 0.05, 0.50M) を供給した。実験条件を表 1 に示す。リン酸緩衝液のみを供給した場合には 2 種のフラック

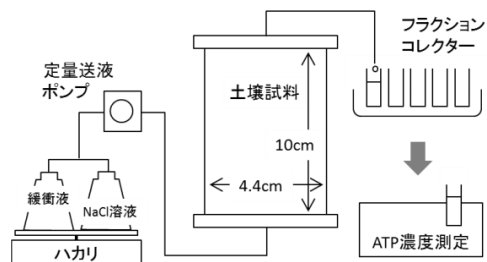


図 1 実験装置図
Experimental apparatus.

表 1 実験条件
Experimental conditions.

	NaCl 濃度 M	フラックス q cm/s	送液量 PV
1	0	0.001	3.3
2	0	0.004	4.0
3 (滅菌)	0	0.001	3.1
4	0.01	0.002	2.6 (3.5)
5	0.05	0.001	1.0 (5.8)
6	0.50	0.001	1.3 (1.6)

* 岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University キーワード: 土壤微生物, 窒素動態, 水溶質移動

** 三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University

ス $q=0.001, 0.004(\text{cm/s})$ で実験を行った。一方, NaCl 溶液を流した場合の q は約 $0.001(\text{cm/s})$ とした。実験 4~6 ではまず NaCl 溶液を供給し, その後の送液をリン酸緩衝液に切替えた。表には NaCl の送液量とともに括弧内に積算の送液量を示した。カラムからの流出液をフラクションコレクターで回収し ATP 濃度を測定した。送液を終了した後, カラム内の試料を垂直方向に 2cm 間隔で切り分け, 各々の ATP 量を測定した。

3. 結果と考察

フラックスが異なる条件でリン酸緩衝液を供給した場合の流出液の ATP 相対濃度の変化を図 2 に示す。横軸は PV で縦軸は流出液 ATP 濃度 $C(\text{mol/L})$ と送液開始時の土壌溶液の ATP 濃度 $C_i(\text{mol/L})$ の比である。 C_i は試料の ATP の全量が液相に存在すると仮定して算出した。 C/C_i は指数関数的に減少した。初期の減少量が大きな段階では主に土壌溶液中の微生物が流出し, その後の収束した段階での主な流出分は土層に付着した微生物の増殖によるものと考えられる。また, C/C_i は q が大きな条件で低い値を示したことは, 流出液の ATP 濃度に土壌微生物の増殖が関与したことによると考えられる。実験に滅菌試料を用いた場合 C/C_i は小さな値を示したが, 2PV 以降で急激な増加が見られた。

流入液に異なる濃度の NaCl 溶液を用いた場合の結果を図 3 に示す。 C/C_i は NaCl 溶液を供給している間は指数関数的に減少し, その値は NaCl 濃度が高い条件で低くなった。その後流入液をリン酸緩衝液に切替えると急激に増加した。これは, カラム内の NaCl 濃度が変化することにより土壌微生物が凝集・分散・目詰まりしたためと考えられる。また実験後にカラム内の ATP 量を測定し微生物量の収支を調べた結果, NaCl 濃度は土壌微生物の増殖速度に影響することが示された。

4. おわりに

土壌微生物の水分と溶質移動に対する流出特性を調べる目的で, フラックスと NaCl 濃度が異なる条件の一次元カラム流出実験を行った。その結果, 浸透にともなう土壌微生物の移動は, 増殖・吸脱着・目詰まりなどを考慮して評価する必要があることがわかった。

文献 1) 浦嶋泰文, 中嶋美幸, 金田哲, 村上敏文: 市販キットを用いた ATP 測定による簡易な土壌バイオマス評価法の開発, 土肥誌, 78(2), 187~190 (2007)

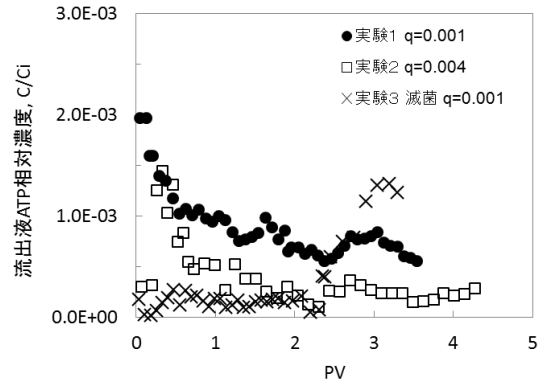


図 2 フラックスが異なる条件での流出液の ATP 相対濃度の変化

Outflow concentration versus time of ATP for different flux condition.

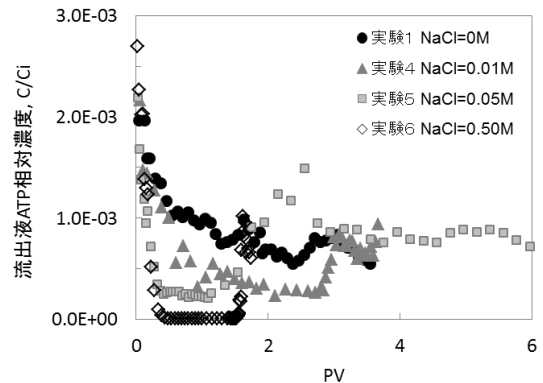


図 3 NaCl 濃度が異なる条件での流出液の ATP 相対濃度の変化

Outflow concentration versus time of ATP for different NaCl concentration condition.