

土壌中浸透水が脱窒菌の分布に与える影響

The effect of the seepage water in the soil on the distribution of denitrifying bacteria

○鈴木 文行* 佐藤 幸一** 高松 利恵子** 佐藤 裕一***

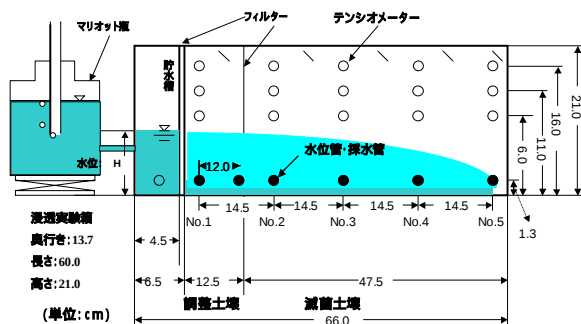
○ Fumiyuki Suzuki* Koichi Sato** Rieko Takamatu Yuichi Sato***

1. はじめに：近年、農村地域の地下水中、特に畑作地域で高濃度の硝酸イオンが検出され、その原因は化学肥料の多量施用や畜産廃棄物の投棄的な土壌還元とされ、その浄化方法の一つに脱窒作用が挙げられる。脱窒作用は脱窒菌と呼ばれる条件的嫌気性細菌の異化的還元作用で、通常酸素を利用する脱窒菌が、酸素欠乏状態で水中の窒素酸化物を代わりに利用して起こる。脱窒作用は主に還元的条件下で起こるが、実際は畑地等の微好氣的条件下の団粒中에서도行なわれ、その作用と土壌中の水分状態に関連性が推測される。

そこで、土壌の窒素浄化に寄与する脱窒菌の分布を推測することを目的とし、土壌の水分状態が脱窒菌の分布に与える影響を検討した。

2. 実験方法：本研究は恒温室内（温度：21～22、湿度：60～70%）にて浸透実験箱を用い、現場の林地土壌状態に合わせて締固め、貯水槽の水頭差（以下 H）を一定にして行なった。

1) 浸透実験箱概要：図 1 に塩化ビニル製の浸透実験箱の概要を示す。貯水槽の水位はマリ奥特瓶を用いて保ち、飽和領域や水分移動はテンシオメーターと水位計を用いて測定した。



表層から順に 1, 2, 3 層（各層厚約 6cm）に分けてサンプリングした

図 1 浸透実験箱の概略

Fig.1 The outline of the seepage experiment box

2) 供試土壌：供試土壌は青森県十和田市立崎地区の林地土壌を 5～20cm 深で採取した砂壤土を用いた。試料調整は含水比を約 80%にし 4.75mm フルイ通過した土壌（以下、調整土壌）と、その調整土壌を滅菌した土壌（以下、滅菌土壌）を用いた。締固めは浸透箱の No.1 とフィルター間に調整土壌を、フィルターと No.5 間に滅菌土壌を、撒きだし厚さ 5cm で各層 1 回、全 6 層の締固めを行なった。

3) 浸透実験：浸透水は純水を滅菌して脱気した『滅菌水』と硝酸イオン濃度を 50mg/L に調整して脱気した『硝酸カリウム溶液』を用いた。貯水槽の水位はそれぞれ H=10cm とし、浸透期間を 72, 120, 168hr とした。テンシオメーターと水位計は 2hr 毎に観測し、24hr 毎に採水を行なった。浸透終了後、各採水孔上の 3 深度から攪乱土、不攪乱土を採取した。

4) 脱窒菌数測定実験：各層ごとの攪乱土を Giltay の培地で培養し、MPN 表を用いて乾土 1g 当りの脱窒菌数（cells/g soil）を測定した。

3. 結果及び考察

1) 締固めた土壌の物理性：表 1 に浸透実験箱に締固めた土壌(実験 1～3 は浸透水に滅菌水を用い、実験 4～6 は硝酸カリウム溶液を用いた)の主な物理性を示した。これらは現場の物理性(特に乾燥密度)に近い状態で締固めた。

表 1 締固めた土壌の物理性

Table1 The physical property of the compacted soil

浸透実験	含水比 (%)	乾燥密度 (t/m ³)	間隙比	飽和度 (%)	飽和透水係数 (cm/sec)
1	83.54	0.550	3.20	60.30	2.46×10^{-2}
2	84.60	0.556	3.16	61.94	3.73×10^{-2}
3	86.83	0.561	3.12	64.33	1.30×10^{-2}
4	90.81	0.532	3.34	62.76	6.97×10^{-2}
5	79.11	0.561	3.12	58.61	3.62×10^{-2}
6	85.43	0.552	3.19	61.96	4.83×10^{-3}

1, 2, 3は滅菌水、4, 5, 6は硝酸カリウム溶液を浸透

2) 実験 1~3, 4~6 における脱窒菌数分布の比較: 図 2, 3 に実験 1, 2 の浸透期間 72, 120hr、図 4, 5 に実験 4, 5 の浸透期間 72, 120hr の各測点・各層の脱窒菌数を示した。

実験 1, 4 共に脱窒菌は浸透開始から 72hr 経過した場合で滅菌土壌への分布が見られた。

滅菌水を浸透させ、72hr経過した場合(図 2) 浸透水の影響を最も受ける 2, 3 層目の脱窒菌数は No.1~5 に向けて $10^3 \sim 10^6$ (cells/g soil)に増加している。さらに 48hr経過した 120hrの 2, 3 層目の脱窒菌数は 10^3 から 10^6 (cells/g soil)のオーダーで分布している(図 3)。この結果より、脱窒菌は脱窒作用を伴わない還元条件下でも飽和度が高ければ、移動・増殖して分布できると考えられる。

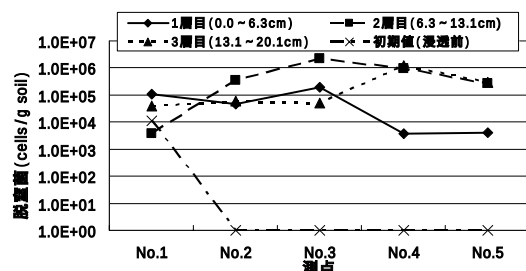


図 2 実験 1 における脱窒菌数分布

Fig.2 The number distribution of denitrifying bacteria in experiment 1

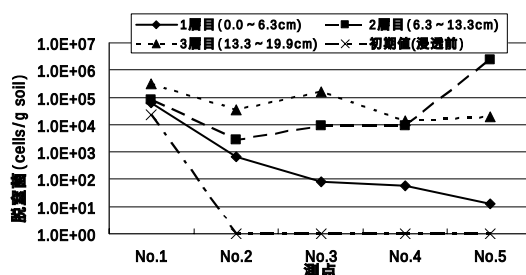


図 3 実験 2 における脱窒菌数分布

Fig.3 The number distribution of denitrifying bacteria in experiment 2

また、硝酸カリウム溶液を浸透させ、72hr経過した場合(図 4) 2, 3 層目の脱窒菌数は No.1~5 に向けて $10^4 \sim 10^6$ (cells/g soil)に増加している。しかし、120hr経過した場合(図 5) 2, 3 層目の脱窒菌数は No.1~5 に向けて $10^4 \sim 10^1$ (cells/g soil)に減少した。168hr経過した場合

の 3 層目の脱窒菌数は $10^5 \sim 10^3$ (cells/g soil)と 120hrの脱窒菌数より 1 オーダーほど増加している。これは、酸素欠乏状態の還元条件下で脱窒作用を伴う場合は、脱窒菌が硝酸イオンに含まれる酸素を用いるため増加するが、脱窒作用により硝酸イオン濃度が激減すると脱窒作用に依存していた脱窒菌は減少するのではないかと考えられた。そこで硝酸イオン濃度を測定した結果、96hr以上経過すると No.2 以降は測点の硝酸イオン濃度が激減していた。

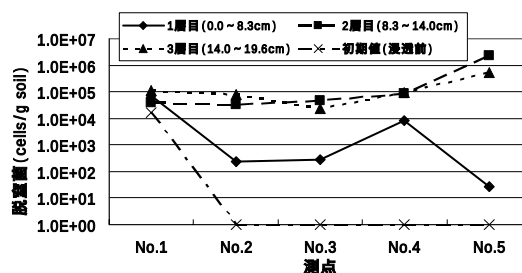


図 4 実験 4 における脱窒菌数分布

Fig.4 The number distribution of denitrifying bacteria in experiment 4

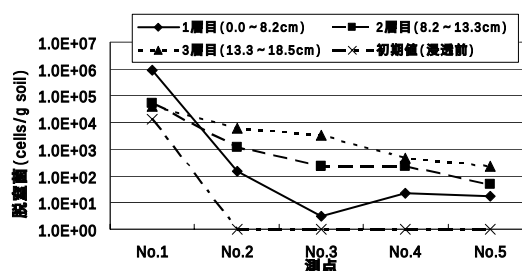


図 5 実験 5 における脱窒菌数分布

Fig.5 The number distribution of denitrifying bacteria in experiment 5

5. まとめ: 脱窒菌は浸透水を与えると 72hr で分布が確認される。また、短期間(168hr)においては異なる浸透水によって傾向が異なる。これは硝酸イオンに依存しない滅菌水の浸透と脱窒に伴い硝酸イオン濃度が減少する浸透との差が影響しているのではないかと考えられる。

*北里大学大学院獣医学研究科 Graduate School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Kitasato University

**北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Kitasato University

***北里大学名誉教授 Kitasato University professor