

土壤中浸透水に伴う脱窒菌の移動に関する研究

Research on movement denitrifying bacteria accompanying osmosis-among soil water

鈴木 文行* 佐藤 裕一** 佐藤 幸一** 高松 利恵子**
Fumiyuki Suzuki* Yuichi Sato** Koichi Sato** Rieko Takamatu**

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壤還元とされる。過剰施肥による窒素汚染に対し、浄化方法の一つとして脱窒作用が挙げられる。脱窒作用は脱窒菌と呼ばれる一群の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。また、脱窒菌はべん毛を持つ土壤微生物で水中を 5.4 ~ 27 (cm/h) で移動することが出来ると言われている。

脱窒作用は主に還元的条件下で起こるが、実際は畑地等の好氣的条件下の団粒中でも脱窒作用は行なわれ、その作用と土壤中の水分状態との関連性が推測される。そこで、脱窒菌の生息環境と土壤の水分状態が脱窒菌に与える影響を検討し、土壤中における窒素浄化に寄与する脱窒菌の分布を推測することを研究の目的とした。

2. 実験方法

本研究は、恒温室内(温度:20~23、湿度:60~70%)にて浸透実験箱を用い、供試土壤を同条件で現場の林地土壤状態に締固め、貯水槽の水頭差(以下 H)を変えて行なった。

1) 浸透実験箱概要: Fig.1 に塩化ビニル製の浸透実験箱の概要を示す。Fig.1 に示す貯水槽の水位はマリOTT瓶を用いて水位を保ち、不飽

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。

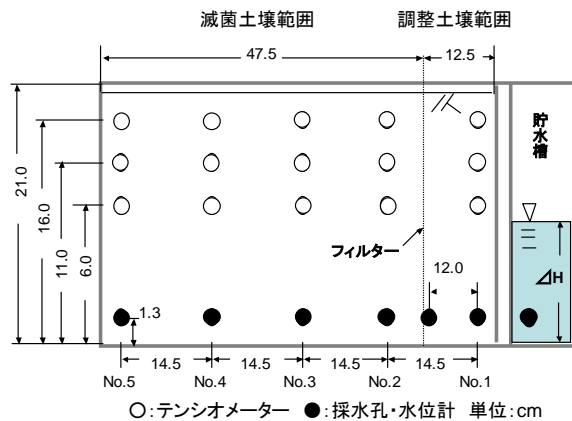


Fig.1 浸透実験箱の概略

The outline of an osmosis experiment box

2) 供試土壤: 供試土壤は青森県十和田市立崎地区の林地土壤を 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 70% にし 4.75mm 篩通過した土壤(以下、調整土壤)と、その調整土壤を滅菌した土壤(以下、滅菌土壤)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壤を、フィルターと No.5 間に滅菌土壤を、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: 浸透水は蒸留水を滅菌して用いた。貯水槽の水位は H=5、10cm、そして H=0cm(対照用)で行なった。実験期間は 7 日間とし、テンシオメーターと水位計を 9:00 ~ 17:00 時まで 2 時間おきに観測し、24 時間ごとに採水を行なった。実験終了後、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: 各層ごとの攪乱土及び、Giltay の培地を用いて培養し、MPN 表を用いて乾土 1g 当りの脱窒菌数を測定した。

* 北里大学大学院獣医畜産学研究所 Graduate School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Kitasato University

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

キーワード: 土壤微生物 水分移動

3. 結果及び考察

1) 締固め土壌の物理性：Table1 に浸透実験箱に締固めた土壌(実験 1、2、3 はそれぞれ H=0、5、10cm)の主な物理性を示す。これらの値は現場の物理性に近い状態で締固められた。

Table1 締固めた土壌の物理性

The physical property of the bundle hardening soil

| 実験 | 締固め後の各層厚 (cm) | 含水比 (%) | 真比重 | 乾燥密度 (g/cm ³) | 間隙比 | 飽和度 (%) | 透水係数 (cm/sec) |
|----|---------------|---------|-------|---------------------------|------|---------|-----------------------|
| 1 | 3.10 | 72.40 | 2.471 | 0.620 | 2.99 | 59.86 | 3.09×10^{-2} |
| 2 | 3.26 | 73.68 | 2.471 | 0.619 | 2.99 | 60.85 | 1.04×10^{-3} |
| 3 | 3.44 | 72.38 | 2.471 | 0.616 | 3.01 | 59.39 | 6.86×10^{-3} |

2) H=0、5、10cm における脱窒菌数分布の比較：Fig.2、3、4 にそれぞれ H=0、5、10cm の各測点・各層の乾土 1g 当りの脱窒菌数を示す。

H=0cm (Fig.2) は 2 層目の No.3 を除き 1 ~ 3 層目の脱窒菌数分布の傾向がほぼ同様であり、土壌中浸透水に関係なく、脱窒菌は調整土壌から滅菌土壌に移動する。これは締固め土壌の飽和度が全体で約 60%であること、土壌中浸透水の影響を受けないこと、酸素が十分に供給され脱窒菌の活動が抑制されなかったためと考えられる。また、 H=5cm(Fig.3)の脱窒菌数は H=10cm(Fig.4)に比べると No.1 ~ 5 にかけて、ほぼ同じオーダーを示す。これは H=10cm に比べて水圧が弱く浸透流量が少ないため脱窒菌が団粒間の水中を自由に移動し、一様に分布したと考えられる。

H=10cm の脱窒菌数分布は No.5 に向かって減少する傾向にあり、3 層目は 1、2 層目に比べて脱窒菌数が 1 オーダー低い。これは、H=10cm の土壌中浸透水速度が 0.4 (cm/h)、3 層目の飽和度が約 87%と高く、脱窒菌は飽和した団粒間の水中を容易に移動できると考えられる。しかし、本実験では窒素酸化物をほとんど含まない滅菌した蒸留水を浸透・排水したため、土壌中浸透水の影響を最も受けるこの層が脱窒菌の生息が少ない。採水試料中の脱窒菌数分布と H=10cm の 3 層目の分布が同様の傾向を示し、また土壌粒子に吸着した脱窒菌はほとんど移動出来ないと考えられる。このため、主に団

粒間に生息する脱窒菌が土壌中浸透水と共に排出されたと考えられる。

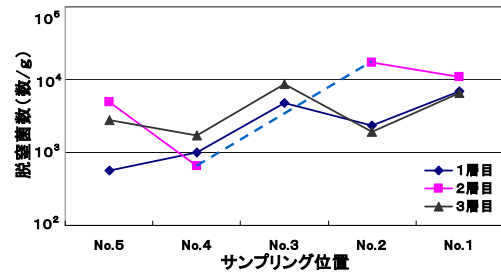


Fig.2 H=0cm における脱窒菌数分布

The number distribution of denitrifying bacteria in H=0cm

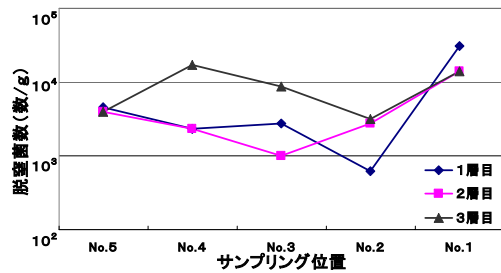


Fig.3 H=5cm における脱窒菌数分布

The number distribution of denitrifying bacteria in H=5cm

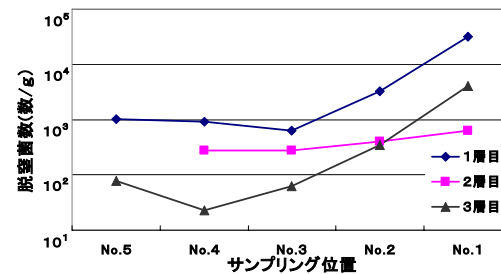


Fig.4 H=10cm における脱窒菌数分布

The number distribution of denitrifying bacteria in H=10cm

5. まとめと課題

脱窒菌は飽和度 60%程度において、土壌中浸透水がなくても十分移動する。しかし、べん毛を持つ脱窒菌がより早く移動するためには、土壌の団粒間に生息する脱窒菌が移動するために十分な水圧をかけた浸透水が必要である。

今後の課題として、脱窒菌測定において増殖した脱窒菌か、移動した脱窒菌なのか、そして脱窒菌の生息環境を詳しく調べる必要がある。

参考文献

服部 勉(1967)；土壌の団粒構造と微生物、東北大農研報、18：159-193

栗山 宜之(2003)；脱窒に与える土壌中浸透流速の影響、北里大学大学院獣医畜産学研究所修士論文