

土壌内硝化・脱窒による下水2次処理水中の窒素除去

静岡県

穂山 大介

広島大学工学部 正 員

○山口 登志子

広島大学工学部 正 員

福島 武彦

1. はじめに

近年、内湾、内海、湖沼等の閉鎖性水域において、富栄養化現象が大きな社会問題になっている。富栄養化の主な原因としては、窒素、リンなどの栄養塩類の閉鎖性水域における供給増加があげられる。とくに、従来の下水処理では、主に有機性汚濁成分、浮遊物質の除去および病原菌の殺菌を目的としており、窒素、リンの除去はほとんど対策がなされていないため、河川等に放流される下水処理水が窒素、リンの主要な供給源の一つとして考えられる。そのため、栄養塩の除去を目的とした高度な処理を2次処理後に行う必要がある。そこで、本研究では、特に下水中の窒素除去に着目して、土壌カラム実験を行い、土壌処理による窒素除去の可能性を検討する。

2. 実験方法および実験条件

本研究では図-1に示すような土壌カラムを使用する。このカラムは長さ400mm、内径100mmの塩化ビニル製（肉厚6mm）で、採水装置として直径0.5mmの小穴を多数あけた塩化ビニルパイプ（長さ174mm、内径6mm）にテフロン棒（長さ150mm、直径5mm）を差し込んだものを10cm間隔で配置しており、その両端をシリコン栓でとめている。

このカラムの上部には重量比で7%のバーライトを混合したマサ土（以後、混合土と呼ぶ）を、下部には砂利を充填する。充填土量、間隙率を表-1に示す。

供給水は、下水2次処理水を用いた。供給方法は、土壌内への酸素の十分な供給により硝化反応を促進するために、間欠的にし、硝化・脱窒率への影響を連続供給の場合と比較する。

また、カラムの深さ方向に対して中央部に水位を設けることにより、上部を不飽和流域にして、硝化を促進させる。一方、下部を飽和流域にし、硝化反応が定常になった後、下部の飽和流域に直接、有機炭素（メタノール）を加えて、脱窒を促進させる。また、供給量を変えることにより、供給量による窒素除去率への影響を検討する。

採水方法は、不飽和流域では真空ポンプを用いて吸引し、飽和流域では採水口から直接採取して、各窒素成分を分析した。実験装置は温度25℃の恒温室に設置した。また、実験条件を表-2に示す。

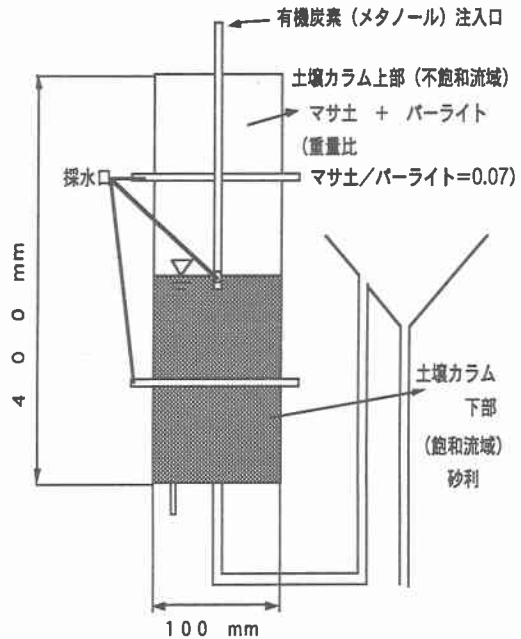


図-1 実験カラム

表-1 充填量と間隙率

	混合土の充填量 (kg)	混合土の間隙率 (%)	砂利の充填量 (kg)	砂利の間隙率 (%)
カラム A	1.42	40.3	2.3	45.1
カラム B	1.52	36.3	2.3	45.1

表-2 実験条件

	実験日数	ポンプの作動回数	1回の負荷量	1回の供給下水流量
カラム A	95 (day)	8 (回/day)	13.9±0.9 (mg/回)	109.4±6.8 (ml/回)
カラム B	95 (day)	8 (回/day)	19.1±0.4 (mg/回)	150.1±3.0 (ml/回)

3. 結果と考察

供給水と流出水を採取し、分析した。水質の経日変化を図-2に示す。

1) 硝化反応

亜硝酸性窒素濃度はいずれのカラムにおいても10日前後で10~25 (mg/l) 検出されたが、それ以降ほとんど検出されていない。これから、10日前後にアンモニア酸化細菌が主に増殖したと考えられる。また、10日に亜硝酸性窒素濃度のピークがあること、18日には亜硝酸性窒素がほとんど検出されないことから、この間に亜硝酸酸化細菌が主に増殖したと考えられる。これら硝化反応は供給量にかかわらず主に土壌深さ0cm~20cmで進行し、硝化率は約60%であった。

多少実験条件は異なるが、山口¹⁾らによる実験は硝化率がほぼ100%に達している。山口らの実験では、供給水の水量負荷に関してはほぼ等しいものの、供給方式が異なり、連続的供給である。本研究では供給水を間欠的に供給するため、供給水が流れているときに供給水の水量負荷が山口らの実験の数倍になる。そのため、供給水が酸素と接触する時間が短くなり、十分に硝化反応が進まないことが一因として考えられる。

2) 脱窒反応

実験開始から78日後にメタノールの注入を開始した。メタノール注入開始後7~11日の間に急激に硝酸性窒素が減少している。これはこの間に主に脱窒菌が増殖したと考えられる。また、脱窒反応は土壌深さ20cm~30cmで起こっている。脱窒率は供給量が小さいカラムAで80%、供給量が高いカラムBで71%であった。しかし、脱窒量は、カラムBで24.6(mg/day)であったのに対して、カラムAでは21.2(mg/day)であった。

3) BOD

BODの除去率はいずれの供給水量においても平均除去率は83%前後と高い除去効果が得られた。

4. まとめ

硝化反応は主として、土壌内深さ0~10cm、脱窒反応は20~30cmで進行した。また、硝化率、脱窒率、窒素除去率、BOD除去率はそれぞれ、60%、71~80%、60~70%、83%であった。本研究で行った範囲では、下水供給量がこれらの除去率に及ぼす影響は小さい。

参考文献 1) 山口登志子他：土壌内硝化速度の時空分布、衛生工学研究論文集、VOL. 22, p.p1-7, 1986.

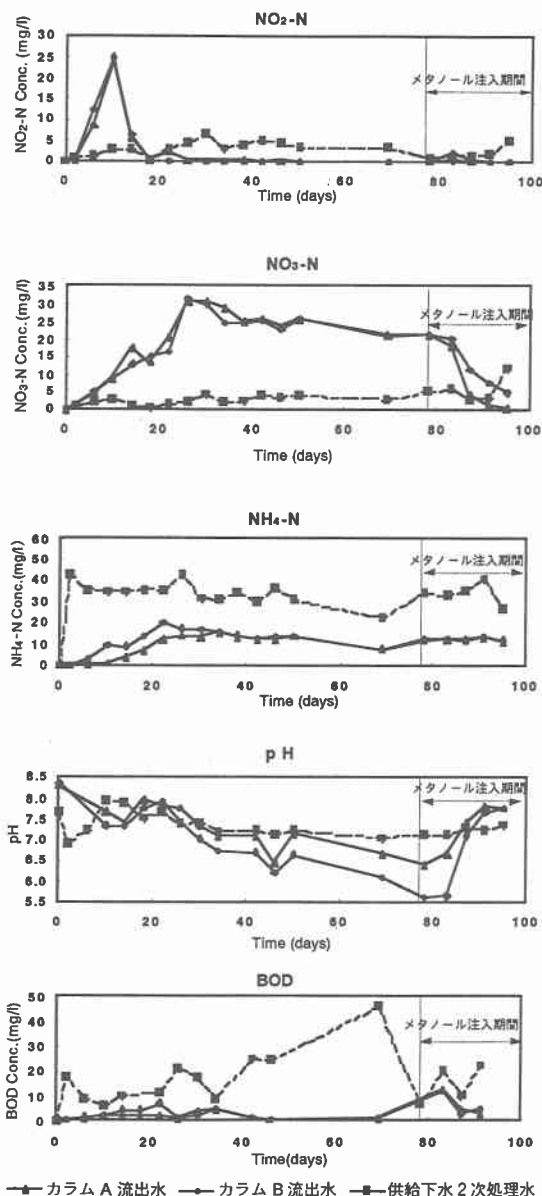


図-2 流入・流出水の水質の経日変化