

# 硝酸性窒素除去への余剰集落排水汚泥の適用性検討

Application of waste rural sewage sludge to nitrate nitrogen removal

山岡 賢，廣瀬裕一，上田達己，凌 祥之

YAMAOKA Masaru , HIROSE Yuichi , Ueda tatsuki and SHINOGI Yoshiyuki

**1 . はじめに** 硝酸性・亜硝酸性窒素は，公共用水域及び地下水の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準の項目として 10mg/L の値が定められている．地下水では，硝酸性窒素・亜硝酸性窒素の基準値の超過率は最も高く対策が求められる．著者らは，農業集落排水施設で窒素除去に働くとともに，その後余剰となって廃棄される集落排水汚泥の持つ窒素除去能力に着目し，その利用方法を検討した(山岡ら，2002)．その結果，汚泥を砂層上に層状にして同汚泥層に硝酸性窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )を含有する水を上部から浸透させたところ(図 1 参照)，汚泥層から流出した水の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は大幅に低減していた．汚泥層浸透による  $\text{NO}_3\text{-N}$  除去は，極めて容易な水質浄化技術と考えられる．その実用化に向けては，(1)汚泥層の浸透性の把握，(2)汚泥の  $\text{NO}_3\text{-N}$  除去能力の把握，(3)アンモニア態窒素，大腸菌等の汚泥層からの有害物質の流出の把握及び対策等を明らかにする必要がありと考えられる．本報では，汚泥層の透水性及び  $\text{NO}_3\text{-N}$  除去能力について実験したので報告する．

## 2 . 実験方法

(1)供試汚泥：窒素除去運転をしている茨城県内の農業集落排水施設(オキシデーションディッチ法)から余剰汚泥をもらい受け実験に用いた．汚泥は，18L ポリタンクに入れ，恒温室に約 3 カ月保管した．保管中，2L/min で 2h 曝気，1 h 停止の間欠曝気を実施した．汚泥の性状は，表 1 のとおりである．保管中に性状が徐々に変化している．

(2)汚泥層実験装置：長さ 450mm，内径 100mm の透明アクリルパイプを用いて，図 1 のような実験装置を作成して，汚泥層の形成，汚泥層の浸透性， $\text{NO}_3\text{-N}$  除去性能を調査した．

(3)温度条件：実験は，気温 20 に設定した恒温室で実施した．恒温室は，測定等の作業時以外は暗条件に置いた．

(4)実験ケース：汚泥(ケース 1：1L，ケー

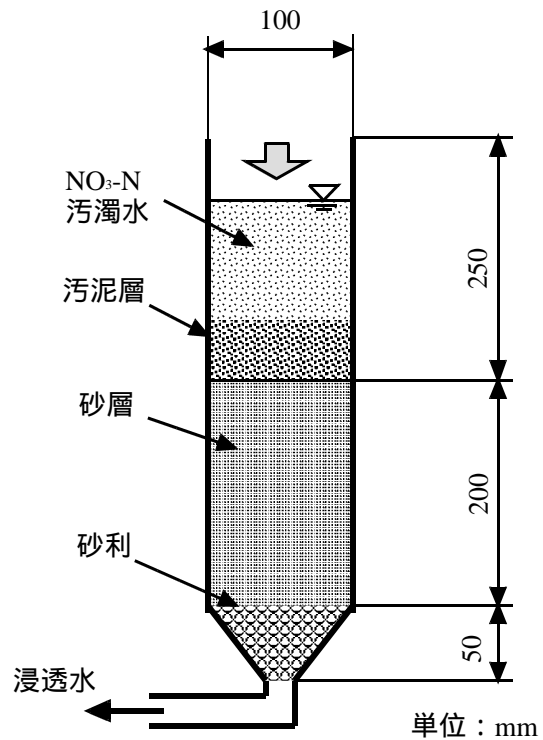


図1 汚泥層実験装置  
Fig.1 Experimental apparatus for sludge layer

表1 汚泥の性状  
Table 1 Sludge characteristics

測定日	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	VSS/SS (-)	脱窒菌含量 (個/100mL)	T-C 乾物%	T-N 乾物%	備考
H15.11.10	18546	14518	0.78	$1.7 \times 10^8$	41.2	6.4	採取直後
H16.2.10	13956	9700	0.70	$4.9 \times 10^6$	34.8	4.8	実験時
H16.4.15	12787	8523	0.67	$4.9 \times 10^6$	35.7	4.7	

MLSS:活性汚泥浮遊物質 MLVSS:活性汚泥有機性浮遊物質

ス 2 : 0.7L) を実験装置上部から投入して汚泥層を形成させた。形成した汚泥層に約 1L の NO<sub>3</sub>-N 汚濁水(蒸留水に硝酸カリウムを溶解し調製, NO<sub>3</sub>-N 濃度: 60mg/L または 30mg/L) を投入して, 流出水量及び水質をモニタリングした。

### 3. 結果

(1)汚泥層: 砂層上に形成された汚泥層厚は, ケース 1 が 3.3cm, ケース 2 が 2.2cm であった。汚泥層の密度(汚泥層体積あたりの汚泥乾物量)は, ケース 1: 0.054gSS/cm<sup>3</sup>, ケース 2: 0.057gSS/cm<sup>3</sup> であった。

(2)汚泥層の透水性: ケース 1 及び 2 の汚泥層の透水性を測定した結果は, 表 2 のとおりであった。両ケースとも, 汚泥層の透水係数は 10<sup>-6</sup> オーダーと難透水性を示した。このような汚泥層の難透水性は, NO<sub>3</sub>-N 汚濁水が汚泥層を浸透する際に汚泥層内の脱窒菌による脱窒反応のための反応時間を与えることになる。

(3)NO<sub>3</sub>-N除去: 汚泥層の上部に投入した NO<sub>3</sub>-N 汚濁水(原水)と汚泥層を浸出した水(浸出水)の NO<sub>3</sub>-N 濃度を図 2 に示す。汚泥層浸透による NO<sub>3</sub>-N の除去率は 61 ~ 89% であった。

(4)今回実験に用いた汚泥では, 汚泥層浸出水のアンモニア態窒素濃度は, ケース 2 の 3 回目(C2-3)が 3.2mg/L に達したが, 他の 5 回は 0.2mg/L 以下であった。事前の汚泥への間欠曝気は, アンモニア態窒素の溶出を抑制することが期待できるが, 詳細な条件はさらに検討が必要である。参考文献 山岡賢, 凌祥之, 齋藤孝則(2002):畑地排水浄化への集落排水汚泥の適応性の基礎的検討, 農土論集, 218, 165-166。

表2 汚泥層の透水性  
Table 2 Permeability of sludge layers

ケース No.	投入水量 mL	流出時間 h	透水係数 cm/s
C1-1	1000	236.1	4.7E-06
C1-2	999	476.6	1.5E-06
C1-3	999	527.4	1.6E-06
C1-4	954	573.7	1.6E-06
C1-5	949	502.7	1.6E-06
C2-1	1000	365.7	1.7E-06
C2-2	999	406.3	1.6E-06
C2-3	950	281.8	4.5E-06

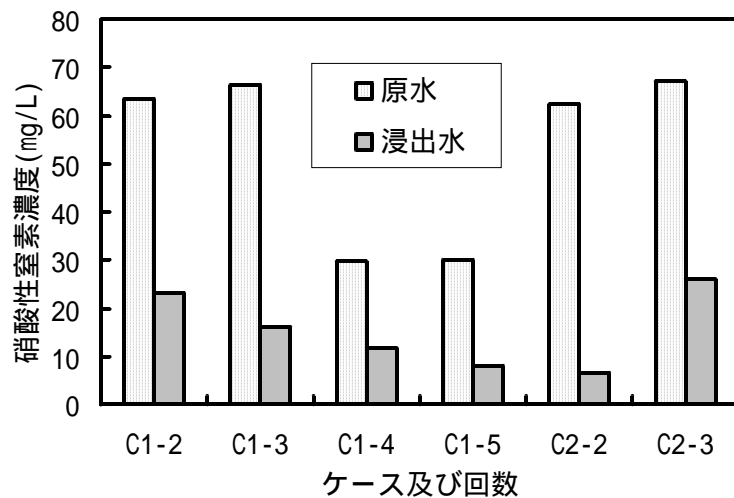


図2 汚泥層による硝酸性窒素の除去結果  
Fig.2 Nitrate nitrogen removal by sludge layers