

足利工業大学 正員 ○本田 善則

足利工業大学 正員 中山 隆男

1. はじめに

散水ろ床法は、排水の生物学的処理法の一つであるが、従来より好氣的な処理法として使用されている。ろ床内には空隙があり、排水はろ材表面に形成される生物膜の上を薄い膜状で自然流下することが、また有機物の除去に際しては生物膜相、液相および気相の3相の間で物質が移動することが、他の装置と比べた場合の特徴である。本研究では、この散水ろ床方式を用いて、ろ床を気密にし嫌氣的状態で操作することにより、脱窒が可能かどうかについて実験的に検討した。

2. 実験方法

実験装置の概略を図1に示す。実験ろ床として、内径5cm高さ110cmの透明塩化ビニール製円筒を使用した。ろ材を4mm径の穴38個を有する円板で支持し、ろ材充填高さは100cmとした。ろ床の下部には、気密にするために、内径3cmの円筒を接続し沈殿池を設けた。発生ガスについては、ろ床上部から排出させるようにした。供試排水の組成を表1に示す。 CH_3OH は $\text{NO}_3\text{-N}$ に対し3倍の濃度で加えた。流入水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を 50mg/l にした。また、散水量を 20l/d にした。この散水量の大きさは、散水ろ床法で使用されている散水負荷約 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ に相当する。

ろ材は、表2に示す3種類のものを使用した。NO.A、NO.B、NO.Cの順でろ材を交換し、連続して実験を行った。NO.Aのろ材の場合は、すでに脱窒反応が起こっている別の装置のろ材を用いて充填した。NO.BとNO.Cのろ材の場合は、前の実験で得られた生物膜をろ材表面に塗布して充填した。また、実験は、温度条件が気温とともに変化する室内で行った。なお、温度の代表値として、水質試験のための試料採水前24時間について時間毎の値を算術平均して用いた。

3. 実験結果

各々のろ材の場合において、散水開始直後からろ材とろ床周壁上に透明な薄い膜が形成され、その後この膜はシャボン玉のような膨らみを部分的に生じさせた。散水をさらに続行すると、ろ床の上部から中間部にかけての生物膜は、その膨らみが重なり合い、洗剤が泡だつような状態になった。また、泡だち状態の進行にともなって、生物膜の一部は小さな粒状になってろ材間に蓄積した。

図2は、窒素除去率の経日変化を示したものである。散水開始時点で脱窒菌がすでに存在したため、窒素除去率がほぼ

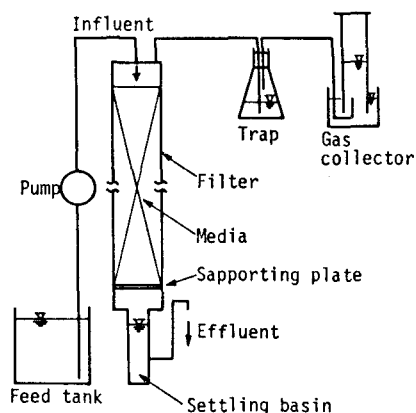


図1 実験装置の概略

表1 供試排水の組成

Constituents	Concentration
NaNO_3	303.4 mg/l
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3.7
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10.0
KH_2PO_4	30.0
CH_3OH	1.15 ml/l

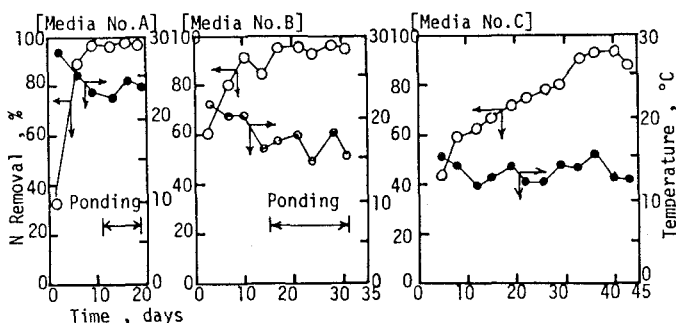


図2 窒素除去率の経日変化

一定の状態に達するのに要する期間は短かった。

No. Aと No. Bのろ材の場合は、実験後半で、小さな粒状の生物膜の蓄積が著しくなり、流下水がろ床内に溜まり湛水を起こした。ただし、この期間中でも、窒素除去率の減少はなかった。湛水については、ろ床、負荷あるいは温度の条件によっては起こらない場合もあると考えられる。また、湛水は、好气的処理の場合と異なり嫌气的状態がそのまま維持されるので脱窒効率には影響を及ぼさないと考えられるが、ろ床の操作という点では問題になろう。なお、ろ床下部の沈殿池では、生物膜の流出はなく、散水期間中を通じて汚泥の堆積はほとんどなかった。ろ材支持板が生物膜を保留する効果を持っていたと考えられる。No. Cのろ材の場合では、実験終了時点で、ろ材支持板の上に粒状の生物膜が約2cm程度蓄積し、湛水に近い状態になっていた。

表2は、ろ材条件と操作条件とともに、実験で測定した各項目の平均値をまとめたものである。本実験ろ床で、10℃前後の温度条件でも90%以上の窒素除去率が得られた。流下水の滞留時間については、実験終了時点の値は、生物膜が無い場合に比べて約10倍程度大きくなった。滞留時間の増加は、湛水によると考えられる。また、各々のろ材の場合、発生ガス中の N_2 の割合は、実験終了頃で、98%程度であった。

温度と生物膜付着可能面積に対する窒素除去率のプロットを、それぞれ図3と図4に示す。図3は図2に示された結果のうち窒素除去率がほぼ一定値に達した以後についてプロットしたものであり、図4の生物膜付着可能面積は実験ろ床が小規模なためろ材表面積に周壁部の面積も加えたものである。各々のろ材の場合において、温度が窒素除去率に影響を及ぼすことが認められた。また、生物膜面積については、温度条件が異なるため直接比較することはできないが、窒素除去率に影響を及ぼす重要な因子になるものと考えられる。脱窒効率に及ぼす温度とろ材面積の影響、さらにはろ床条件や負荷条件の影響については、今後の研究課題になる。

4. むすび

本研究では、散水ろ床方式を用いて脱窒を行わせることができるという結果が得られた。また、生物膜の過剰な蓄積によって湛水が起こる場合があることを、さらに脱窒効率に対し温度とろ材面積が影響を及ぼすことを指摘した。

謝辞：本研究を行うにあたり、実験に協力していただいた本学土木工学科学生芦澤辰也君と阿部光君に、ならびにろ材を提供していただいた古河電工柳柏好一氏に、深く感謝致します。

表2 ろ材条件、操作条件および実験結果

Media NO.		A	B	C
ろ材	材 料	砂 利	塩化ビニール	塩化ビニール
	形 状	ほぼ球形	円筒形	円筒形
	寸 法 (cm)	平均径2.36	径1.8高2.0	径2.5高5.0
	表面積 (cm ²)	17.5	19.5	64.4
	充填方法	ランダム	ランダム	積み重ね
	充填個数	157	138	21
ろ床の空隙率 (%)		45.1	88.2	98.6
生物膜付着可能面積 (m ²)		0.431	0.426	0.292
滞留時間 (sec)	生物膜 無	78	52	33
	実験終了時点	765	612	510
平均温度 (℃)		24.3	16.9	13.1
平均N除去率 (%)		97.2	95.5	91.6
平均ガス発生量 (ml/d)		865	652	613

- 備考) 1) Media NO. Aの径と表面積は、等体積の球と仮定し計算した。
 2) Media NO. BとCの表面積は、波形で、それぞれ1.0cm径の穴2個と1.5cm径の穴4個がある。
 3) Media NO. Cの充填は、2個ずつ互い違いに積み重ね、最上層だけを3個とした。
 4) 生物膜付着可能面積は、ろ材とろ床周壁の合計である。
 5) 流下水の滞留時間は、hold-up量を求めて決定した。
 6) 温度、N除去率およびガス発生量の平均値は、N除去率がほぼ一定値に達した以降について算術平均したものである。
 7) N除去率は、 $N_{O_2}-N$ と $N_{O_3}-N$ を合わせたものである。

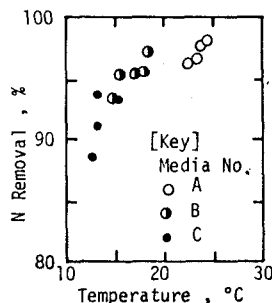


図3 温度と窒素除去率の関係

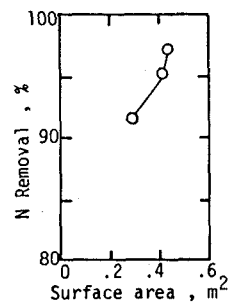


図4 生物膜付着可能面積と窒素除去率の関係