

日本下水道事業団 三品 文雄
 川口 幸男
 三機工業（株） ○加藤 薫
 室谷 憲男

1. はじめに

下水の高度処理法のひとつとして、脱窒流動床と好気性ろ床を組み合わせた方法を考え、その可能性を確認してきた。¹⁾ この方法は脱窒流動床の優れた脱窒性能と好気性ろ床の優れた硝化性能を利用することで、窒素除去を含む高度処理法として、とくに処理設備のコンパクト化を意図している。

今回は脱窒流動床のスタートアップ実験を行い、脱窒性能と流動床担体への生物膜付着状況について調査したので報告する。

2. 実験方法

実験フローシートを図1に示す。原水は都市下水処理場の最初沈澱池越流水（1次処理水）を用いた。脱窒流動床（以下、流動床という）は、寸法120φ×4650H、流動床担体は珪砂（径0.5mm、充填高0.7m）であり、好気性ろ床（以下、ろ床という）は、寸法500φ×4000H、充填材はアンスラサイト（径3～6mm、充填高2m）である。

実験運転条件を表1に示す。実験は次の手順で行った。まずろ床に原水を供給し、BOD除去と硝化が充分に行われている状態にした後、図1のフローに従って流動床に原水とろ床からの硝化循環液との供給を開始し、22日間にわたって流動床のスタートアップの状況を調べた。ろ床の逆洗は24時間ごとに定期的に行い、脱窒流動床の流動界面は、実験開始時より16日経過時までは4m以下に、それ以降は3mでコントロールした。なお、実験期間中の1次処理水の水温は20.3～25.3℃であった。

水質分析のサンプルは、1日のコンボジットサンプルとして採取し、分析は下水試験方法に準拠した。また、脱窒流動床の生物膜の付着状況の観察を走査型電子顕微鏡により行った。

表1 実験運転条件

脱窒流動床上向流速	36 m/時
好気性ろ床通水速度	20 m/日
脱窒流動床滞留時間	17 分
好気性ろ床滞留時間	2.4 時間
循環率	150 %

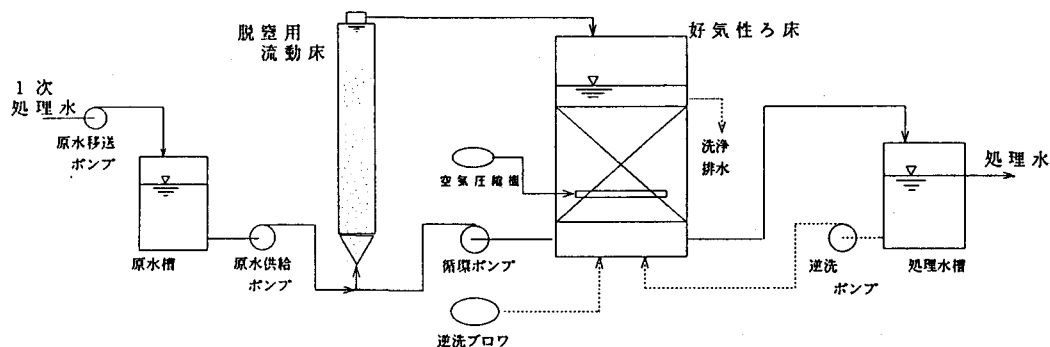


図1 実験フローシート

3. 実験結果および考察

3. 1 流動床への生物膜付着と脱窒状況について

流動床の脱窒状況の経日変化を図2に示す。実験開始時から急激な流動床内汚泥濃度の増加がみられ、8日経過時に降約6～7g/lで安定した。流動界面は実験開始時115cmであったが、4日経過時には385cmまで膨張した。床内汚泥濃度の増加に伴い流動床出口の $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度も低下し、15日経過時に降0.4mg/l以下となり、ほぼ完全な脱窒が行われるようになった。

次に1日経過時、3日経過時および7日経過時の流動担体への生物膜付着状況の観察結果を写真1に示す。1日経過時にはすでに床内汚泥濃度は4g/l以上であったが、担体表面にはほとんど生物膜の形成がみられなかった。3日経過時にはまばらな付着がみられるようになり、7日経過時には担体表面を覆い尽くすほどの生物膜が形成された。また、写真1には10日経過時の付着生物膜の拡大像を示したが、脱窒細菌と思われる桿菌が密生していた。

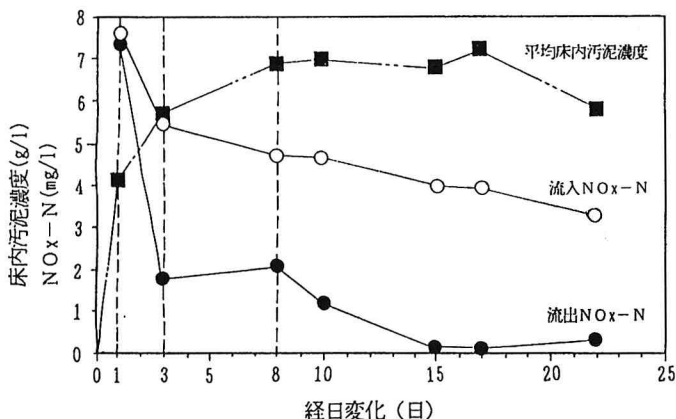
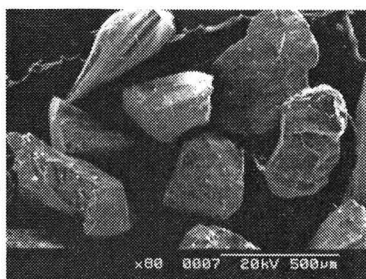


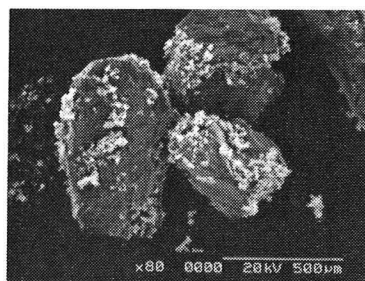
図2 流動床での脱窒状況の経日変化

3. 2 流動床の脱窒速度について

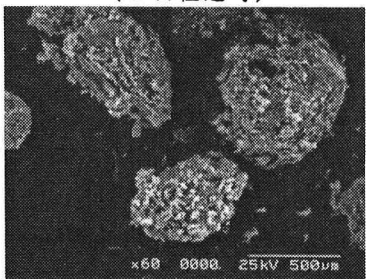
流動床の脱窒速度の経日変化を図3に示す。単位汚泥量当たりの脱窒速度が3日経過時には4.6mg-N/g-SS・hrに達し、その後少し低下して15日経過時に降約3.4mg-N/g-SS・hrで安定した。流動床と従来法である活性汚泥循環変法の脱窒槽との脱窒速度の比較を表2に示す。流動床では従来法に比べて単位汚泥量当たりの脱窒速度が3～4倍であり、また、汚泥濃度は約3倍であるので反応槽当たりの脱窒速度は約10倍となり、高速での脱窒が可能であった。



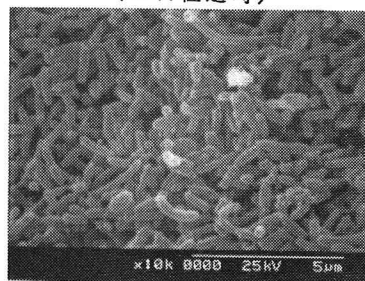
(1日経過時)



(3日経過時)



(7日経過時)



(10日経過時の拡大像)

写真1 流動床担体への生物膜付着状況

3.3 流動床とろ床の組み合わせによる処理水質について

流動床とろ床の組み合わせによる処理水質の経日変化を図4に示す。BOD、SSはそれぞれ2～8mg/l、0.8～2.4mg/lと良好であった。一方、T-N濃度は原水が平均で21.2mg/lに対し、処理水は10日経過時以降10mg/l以下になり、除去率60.0～63.7%であった。また、処理水T-Nの約82%はNOx-Nであった。

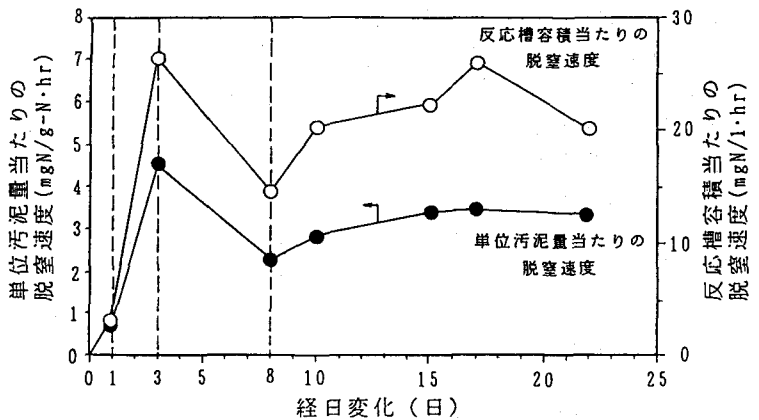


図3 流動床の脱窒速度の経日変化

4. まとめ

下水処理場の1次処理水を原水に、脱窒流動床と好気性ろ床を組み合わせた下水の高度処理法について脱窒流動床のスタートアップ実験を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 脱窒流動床はスタートから15日経過時以降ほぼ完全な脱窒が行われるようになり、短期間でのスタートアップが可能であった。
- 2) 脱窒流動床の生物膜付着状況は、7日経過時には担体表面を覆い尽くす生物膜が形成され、脱窒細菌と思われる桿菌が優占して存在していた。
- 3) 脱窒流動床の脱窒速度は反応槽容積当たりで20.4mg-N/l・hrで、活性汚泥循環変法脱窒槽の約10倍であった。
- 4) 脱窒流動床と好気性ろ床を組み合わせた処理法では、滞留時間約2.7時間で処理水T-N 10mg/l以下になり、またT-N除去率は循環率150%の場合の理論除去率とされる60%をわずかに上回る60.0～63.7%となった。

表2 流動床と従来法の脱窒性能の比較

項目	単位	流動床	活性汚泥循環変法における脱窒槽
汚泥濃度	(mg/l)	6,800	2,000～3,000
単位汚泥量当たりの脱窒速度	(mg-N/g-SS・hr)	3.0	0.8～1.0
反応槽容積当たりの脱窒速度	(mg-N/l・hr)	20.4	1.6～3

(参考文献)

- 1) 久保谷、原田、三品、室谷：
第29回下水道研究発表会講演集，pp474～476，1992
- 2) 田中：下水道協会誌，pp36～45，Vol.18，
No.209，1981/10

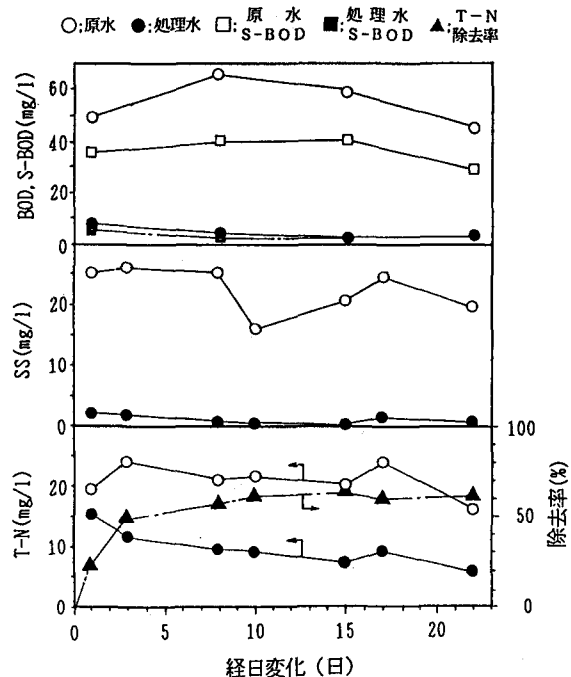


図4 流動床とろ床の組み合わせによる処理水質の経日変化