

好気性ろ床法による二次処理水質の向上

水質管理課 多田 実
 広沢 昭一
 ○小野 勝義

1 はじめに

好気性ろ床法は、近年開発された固定床式の生物膜処理であり、BOD、SSの除去と共に、硝化速度が速いことで注目されている。そこで、本実験は、二次処理水質の向上を目的に、平成5年度から好気性ろ床法の処理実験を開始した。今回は、硝化反応に関しいくつかの知見が得られたので報告する。

2 実験方法

本実験に使用したパイロット実験装置の概要を表-1に、概略図を図-1に示す。また、運転方法は次のとおりである。

- ① 2～5mm程度のろ材を充填したろ床の上部より原水を流入する。
- ② ろ床の下部からは、好氣的生物処理に必要な空気を吹込んでいる。
- ③ 逆洗時は、ろ床の下部から逆洗水と空気を流入させる。

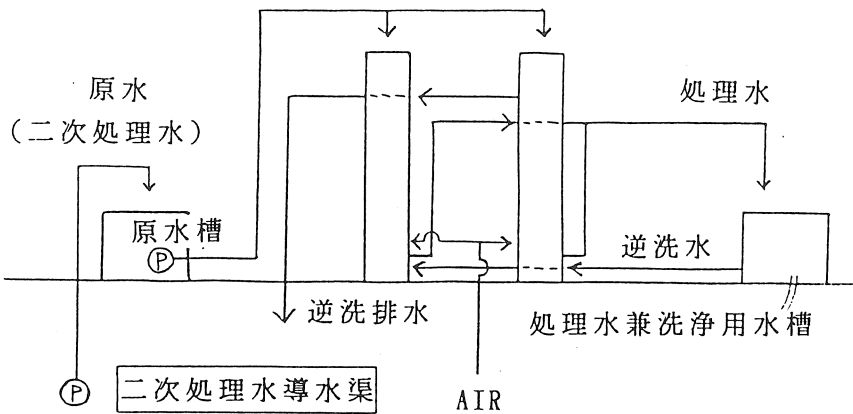


表-1 パイロット実験装置の概要

反応塔直径	0.3	m
反応塔断面積	0.07065	m ²
水深	1.72	m
ろ床高	1.7	m
散気ろ床高	1.5	m
反応塔有効容積	0.106	m ³

図-1 パイロット実験装置の概略図

実験条件を表-2に示す。RUN-1では、原水アンモニア性窒素（以下NH₄-N）濃度 14mg/ℓ，原水注入量 4.6m³/日（毎分3.2ℓ，滞留時間33分，NH₄-N 負荷 0.6kg-N/m³/日）を目標に設定し、送気量を変化させ、送気量と処理性の関係を調査した。

表-2 実験条件

RUN-2では、原水注入量 5.3m³/日（毎分 3.7ℓ，LV75m/日，滞留時間29分），送気量14.1m³/日（毎分 9.8ℓ，空気倍率 2.7倍）を目標に設定し、原水NH₄-N濃度を変化させ、NH₄-N 負荷と処理性の関係を調査した。

RUN-3では、同じ実験装置を使用して、活性汚泥法と好気性ろ床法の硝化速度の比較を行った。

調査の目的	RUN-1	RUN-2	RUN-3
送気量と処理性	変化	変化	二法の比較実験
原水注入量 (m ³ /日)	4.6	5.3	7.2
(ℓ/分)	3.2	3.7	5.0
LV (m/日)	6.5	7.5	10.2
滞留時間 (分)	33	29	21
原水 NH ₄ -N (mg/ℓ)	14	変化	22
NH ₄ -N 負荷 (kg-N/m ³ /日)	0.6	変化	1.5
送気量 (m ³ /日)	変化	14.1	*1 22.3
(ℓ/分)	変化	9.8	15.5
空気倍率 (倍)	変化	2.7	3.1
(実験結果・水温℃)	(22.5±2)	19.5±1.5	15.5)

*1 活性汚泥法はバッチ実験のため、送気量以外は好気性ろ床法の条件。

3 実験結果および考察

(1) 送気量と処理性の関係 (RUN-1)

NH₄-N 1 gを酸化するのに必要な空気量と空気倍率との関係を図-2に、硝化速度と空気倍率との関係を図-3に示す。空気倍率0~1倍(送気量として0~5 l/分)の範囲では、NH₄-N 1 gを酸化するのに必要な空気量(エア効率)は一定であった。すなわち、送気量と硝化量は正比例することになり、送気量の増加に伴って、硝化速度は上昇した。

空気倍率約1倍以上(送気量として約5 l/分以上)では、送気量の増加に伴って、NH₄-N 1 gを酸化するのに必要な空気量は増加している。すなわち、送気量の増加に伴って、エア効率は低下することになり、送気量を増加させても、硝化速度はほぼ一定のままであった。

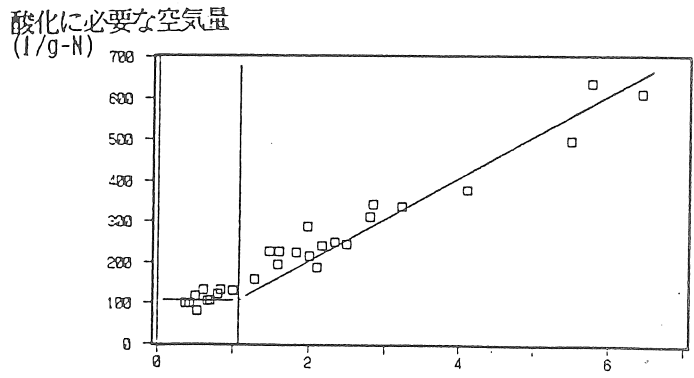


図-2 NH₄-N 1 gを酸化するのに必要な空気量と空気倍率の関係

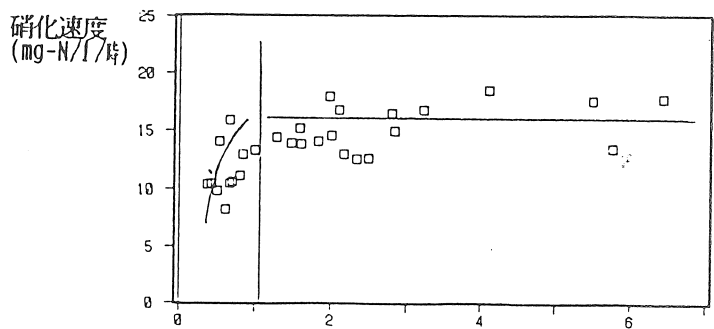


図-3 硝化速度と空気倍率の関係

(2) 負荷と処理性の関係 (RUN-2)

負荷と硝化速度の関係を図-4に示す。NH₄-N 負荷約 0.4 kg-N/m³/日までは低負荷のため、処理水中にNH₄-N がほとんど残らず、見かけ上、負荷の上昇に伴って硝化速度は上昇した。NH₄-N 負荷 0.4 kg-N/m³/日くらいから、処理水中にNH₄-N が残りだし、以降硝化速度はほぼ一定となった。NH₄-N 負荷 3.5 kg-N/m³/日くらいまでは、高負荷による硝化速度の低下は見られなかった。このときの処理水中の溶存酸素は 3 mg/l 以上であり、空気量は不足していないことを確認している。

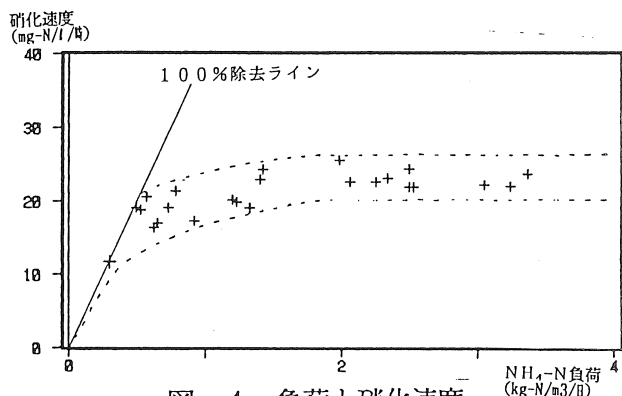


図-4 負荷と硝化速度

次に、負荷と処理水NH₄-N 濃度との関係を図-5に、原水NH₄-N 濃度と処理水NH₄-N 濃度との関係を図-6に示す。それぞれ、 $r = 0.984$, 0.998 という高い相関が得られた。また、処理水中のNH₄-N 濃度 1 mg/lを処理目標(水温 19.5 ± 1.5 °C)とした場合、NH₄-N 負荷は約 0.5 kg-N/m³/日となる。言い換えると、LV 75 m/日の場合、NH₄-N

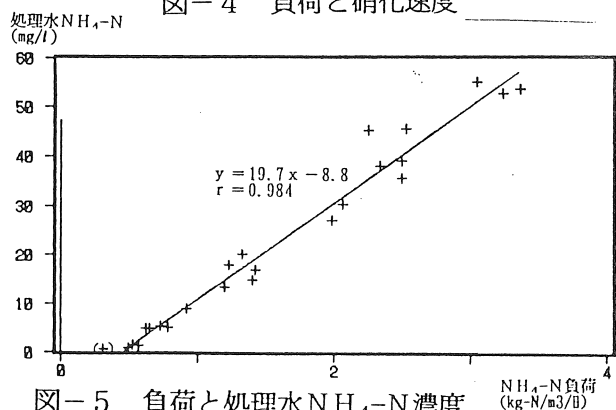


図-5 負荷と処理水NH₄-N濃度

濃度約10mg/l以下の原水であれば、NH₄-N濃度1mg/l以下の処理水を得ることが可能であった。

ろ床内でのNH₄-N濃度分布を図-7に示す。下部で若干、処理能力の低下が見られたが、ろ床内ではほぼ均等に処理が行われていることがわかった。

(3) 活性汚泥法と好気性ろ床法の比較

(RUN-3)

同じ実験装置を使用して、活性汚泥法と好気性ろ床法の硝化速度の比較を試みた。その結果、活性汚泥法の硝化速度は7.2mg-N/l/時、好気性ろ床法では18.5mg-N/l/時であった。活性汚泥処理の硝化速度は、実施設のエアレーションタンク内では、約2mg-N/l/時程度である。今回の活性汚泥法の硝化実験で高い値が得られた理由は、バッチ実験及び高MLSS(4000mg/l)と好条件であったことが考えられる。いずれにしても、好気性ろ床法の硝化能力は、活性汚泥法の少なくとも2倍以上優れていることがわかる。

(4) NH₄-N以外の処理性

原水と処理水について、その他の分析結果を表-3に示す。好気性ろ床法は、ろ過の効果を併せ持つため、NH₄-Nの他に、SS、透視度に対する処理効果が大きいことがわかる。

4 まとめ

硝化速度を上げるために、送気量を増加させることは有効であるが、適正風量値以上送気しても無駄であることがわかった。その適正風量値は、NH₄-N負荷0.6kg-N/m³/日の場合、約5ℓ/分、空気倍率として1倍程度であった。

また、高負荷による硝化速度の低下は見られず、ほぼ一定の速度が得られることから、施設の運転管理においては、微妙な負荷の調整は必要ないと思われる。さらに、19℃程度の低い水温で、約20mg-N/l/時という高い硝化速度が得られたことから、好気性ろ床法は、NH₄-Nの処理に関し、優れた処理法であることがわかった。

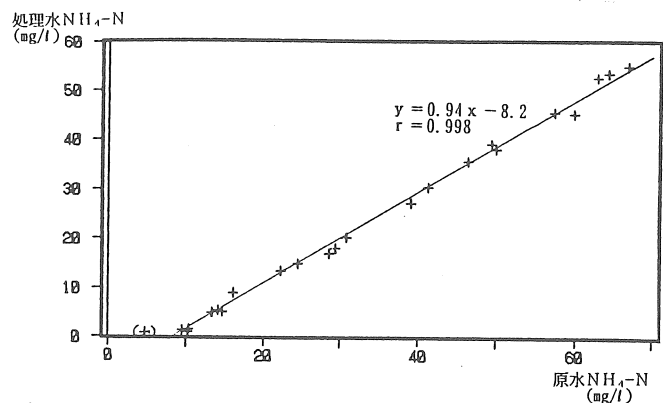


図-6 原水NH₄-N濃度と処理水NH₄-N濃度

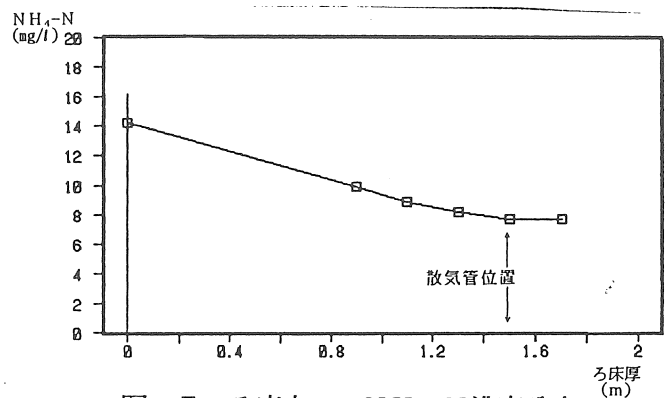


図-7 ろ床内でのNH₄-N濃度分布

表-3 原水、処理水の分析結果

	原水	処理水
pH (-)	7.1	6.6
SS (mg/ℓ)	5	1
透視度 (cm)	50	100
COD (mg/ℓ)	11	10
BOD (mg/ℓ)	11	9