

N-7 高濃度アンモニア廃水処理技術 (1)
-多段処理による高濃度アンモニア廃水処理の検討-

日立プラント建設 (株) ○橋本 信子 角野 立夫
同 上 能登 一彦 小笠原 多佳子
資源環境技術総合研究所 諏訪 裕一

1. はじめに

産業廃液の海洋投棄禁止に伴い、高濃度アンモニア廃水の自家処理が必要となった。筆者らは、すでにアンモニア酸化細菌には、下水などの低濃度で増殖するAL菌群(Haldane型)、中高濃度で増殖するAH菌群(Michaelis-Menten型)の分類を報告している^{1)~3)}。特にAH菌群は、中高濃度で硝化活性が高く、前報³⁾での中濃度廃水の処理において、濃度勾配をつけた多段処理で高速処理が可能であることを明らかにしている。そこで本研究では、さらに高濃度の廃水についてAH菌群の生息及び処理特性について検討した。

2. 実験方法

2.1 供試材料

実験に使用した担体は、T下水処理場の活性汚泥を2%含有するPEG製3mm角形を使用した。供試廃水は、NH₄-N1,000mg/L含有する合成無機系廃水(表1)とA社化学系廃水(NH₄-N 840~960mg/L)を使用した。

表1 合成無機廃水の組成	
成 分	濃 度 (mg/ℓ)
NH ₄ Cl	3,820
NaHCO ₃	11,700
Na ₂ HPO ₄ ・12H ₂ O	1,160
NaCl	510
KCl	240
CaCl ₂ ・2H ₂ O	240
MgSO ₄ ・7H ₂ O	840

(NH₄-N として1,000 mg/ℓ含有)

2.2 実験装置

単段実験装置の構造概略図を図1に示す。
容量3Lの曝気槽に充填率10%で担体を添加した。原水は、曝気槽上部から流入し、側面の担体流出防止網を経て処理水が流出する構造である。酸素の供給と担体の攪拌のために5L/分の通気速度で曝気する完全混合の装置である。
また、3段処理実験装置の構造概略図を図2に示す。曝気槽を直列に3槽配置した装置で、各槽とも等容積の3Lである。通気速度は、単段実験装置と同じく各槽に5L/分で曝気した。

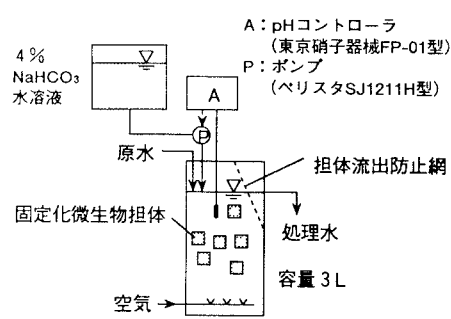


図1 単段処理実験装置の構造概略図

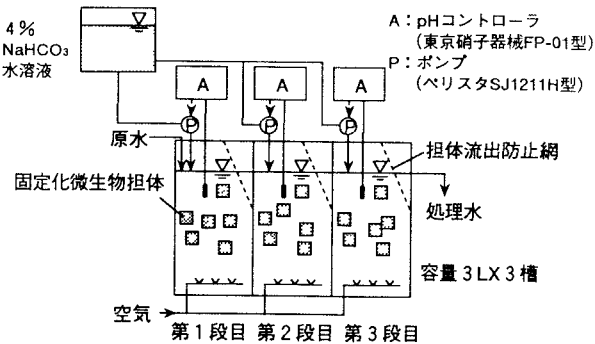


図2 3段処理実験装置の構造概略図

2.3 アンモニア酸化細菌数の計測

前報³⁾で報告した方法と同じ方法で2種類の培地（硫酸アンモニウム100mg/L含有する培地をL培地、及びこの培地で検出される菌をAL菌群、5,000mg/L含有する培地をH培地、及びこの培地で検出される菌をAH菌群と定義）を用いMPN計測した。

3. 実験結果と考察

3.1 処理特性

(1) 合成無機廃水の処理

3段処理実験装置を用いて各槽の処理水質や硝化速度を求め、多段処理での処理性能を評価した。NH₄-N濃度1,000mg/Lの原水を用いて負荷0.3~1.0kg-N/m³・dで3段処理した結果を図3に示す。負荷0.3kg-N/m³・dで運転を開始し、除去率80%以上得られた時点で負荷を順次高くすることにより馴養した。運転開始60日以後に負荷1.0kg-N/m³・dで3段目の処理水アンモニア濃度が10mg/L以下になった。前報³⁾で筆者等は原水NH₄-N濃度300mg/L、負荷1.0kg-N/m³・dでの馴養に24日を要している。このように処理水が安定するまでに日数が大幅に異なるのは、原水NH₄-N濃度が高くなると馴養期間に硝化阻害物質である亜硝酸の生成量が多くなるためと考えられる。

また、各段での硝化速度は、第1段目で300~400mg-N/h・L-担体と高い値が得られ、第2段目で100~300mg-N/h・L-担体、第3段目で150mg-N/h・L-担体以下となり硝化速度は槽内NH₄-N濃度に比例する傾向が得られた。以上の結果から、多段処理によって曝気槽内の濃度勾配をつけAH菌群を優占させることにより担体の硝化速度を大幅に向上できた。

次に3段処理の連続実験において各段でのアンモニア酸化細菌数（AL菌群とAH菌群）を測定し、経日変化を図4に示す。

アンモニア酸化細菌数は40日目以後、第1段目でAH群が10⁹cells/mL-担体と高濃度で安定し第2段目と第3段目でAL菌群とAH菌群が10⁸~10⁹cells/mL-担体で推移した。

前報³⁾で筆者等が報告した原水NH₄-N濃度500mg/L処理では、第1段目（曝気槽内NH₄-N濃度160~250mg/L）ではAH菌群が10¹⁰cells/mL-担体以上で高濃度で優占し、

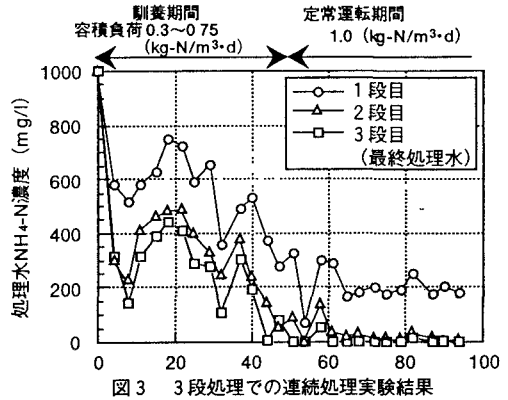


図3 3段処理での連続処理実験結果

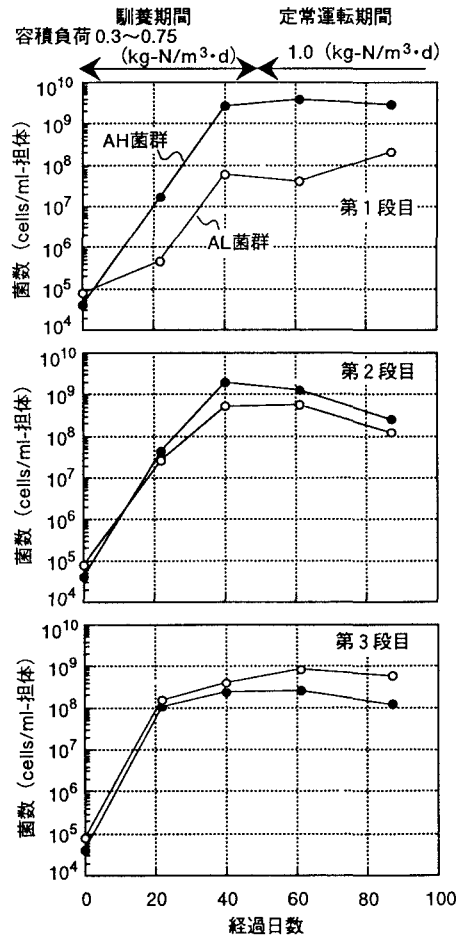


図4 各槽での硝化細菌数測定結果

第2段目と第3段目（曝気槽内 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 $< 100\text{ mg/L}$ ）でAL菌群とAH菌群が $10^7 \sim 10^9 \text{ cells/mL}$ 担体で推移した。今回の結果もこれと同様な傾向を得た。3段処理によって $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度勾配をつけた結果、特に1段目でのAH菌群を高濃度に保持できることを確認した。

(2) A社化学系廃水の処理

A社化学系廃水を用いて単段処理、2段処理と3段処理を比較した。結果を図5に示す。単段処理では低負荷の $0.2 \sim 1 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{d}$ でも処理水水質が $20 \sim 50 \text{ mg/l}$ と悪く、目標水質 10 mg/L 以下を得ることが出来なかった。2段処理では、負荷 $0.5 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{d}$ 以下で、3段処理では、負荷 $1 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{d}$ まで目標水質を満足出来た。この様に多段処理することにより高負荷運転が可能であることを確認した。

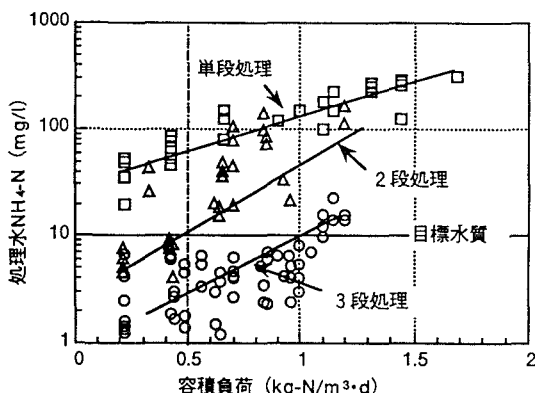


図5 A社廃水処理での処理水水質に及ぼす負荷の影響

3.2 AH菌の透過型電子顕微鏡写真

合成無機系廃水の連続実験で用いた担体からゲランガムを用いて純粋分離したAH菌の透過型電子顕微鏡写真を図6に示す。硝化菌特有の形態学的特徴（①細胞膜がラメラ構造、②カルボキシソームの顆粒）が観察された。

今後、これらの分子生物学的特性を明らかにして行く予定である。

4. まとめ

高濃度アンモニア廃水処理技術について検討した結果、

（1）AH菌群の硝化速度は、反応槽内のアンモニア濃度が高いほど向上した。

（2）多段処理システムを採用し、濃度勾配をつけ、AH菌群を高濃度に維持することで効率良く処理出来た。

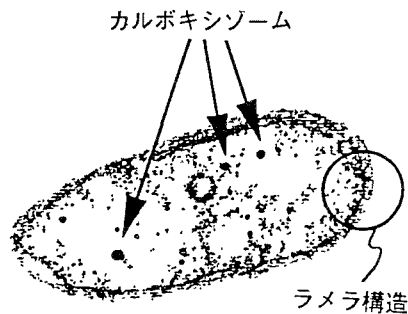


図6 透過型電子顕微鏡写真
AH菌

<参考文献>

- （1）Suwa Y. : Ammonia-oxidizing bacteria with different sensitivities to $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ in activated sludges, Wat.Res. 28 (7),1523-1532 (1994)
- （2）角野,中村: 包括固定化微生物ペレット内部の硝化細菌数の検討,第27回水環境学会講演集,1530 (1993)
- （3）小笠原,角野,田中: 固定化微生物担体を用いた高濃度アンモニア性窒素含有廃水の硝化処理特性,第32回環境工学研究フォーラム講演集,42~44 (1995)