

日立プラント建設(株) ○小笠原多佳子

同 上 角野 立夫

日 本 大 学 田 中 和 博

1. はじめに

下水2次処理水に残存するアンモニア性窒素は、放流先の公共用水水域の溶存酸素の低下やN-BOD(窒素に起因するBOD)による処理水BODの増加の原因となることから、その除去が課題となっている。筆者らは、ポリエチレングリコールを包括固定化材料とし、硝化細菌を固定化した担体を用い、下水の窒素除去プロセスを進めている¹⁾。本報告では、アンモニア性窒素濃度200~500 mg/lの高濃度アンモニア性窒素含有廃水の処理を目的に、単段処理装置と3段処理装置を用いて硝化速度に及ぼす処理槽内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の影響と、担体内部の硝化細菌数の推移、及び硝化速度の関係を検討した。

2. 実験方法

2.1 供試材料

使用した担体は、主材料をポリエチレングリコール製とし活性汚泥を2%含有する3mm角形の包括固定化担体である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を調整した合成無機廃水を原水として使用した。アンモニア酸化細菌を異なる2種類の培地(硫酸アンモニウム100 mg/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、5,000 mg/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菌と定義²⁾)で同時にMPN計測した。

2.2 実験装置

実験装置の構造概略図を図1に示す。容量500 mlの曝気槽に担体50 mlを添加することにより充填率10%とした装置で、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。担体流出網は目開き2 mmの塩化ビニル製である。酸素の供給と担体の攪拌のために3 l/分の通気量で曝気する完全混合の装置である。単段処理実験は、この装置を用いた。3段処理実験は、この曝気槽を直列に3槽配置した装置(図2)を用いた。硝化が進むとpHが低下し、活性が低下するために曝気槽内のpHをpHコント

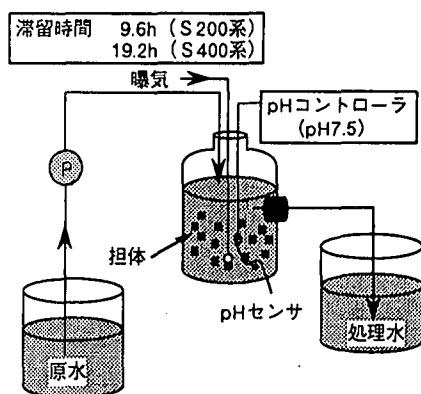


図1 単段処理実験装置

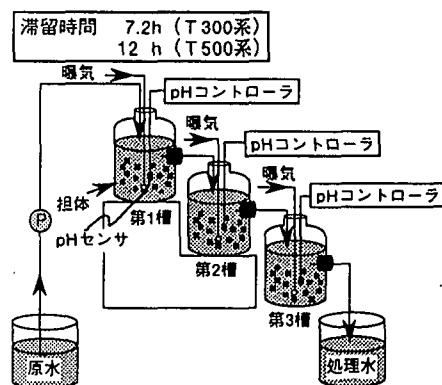


図2 3段処理実験装置

ローラで下限設定 7.5 で制御した。pH コントロールには 4 % 炭酸水素ナトリウムを用いた。

2.3 連続処理実験

(1) 単段処理実験

NH₄-N 濃度 200 mg/l と 400 mg/l に調整した合成無機廃水を原水として用いた。20℃ の恒温室で滞留時間は、NH₄-N 濃度 200 mg/l 処理 (S200 系) で 9.6 h とし、NH₄-N 濃度 400 mg/l 処理 (S400 系) で 19.2 h とした。経過日数ごとに処理水 NH₄-N 濃度、NO₂-N 濃度、NO₃-N 濃度、及び担体中の硝化細菌 (アンモニア酸化細菌) 数を測定した²⁾。

(2) 3 段処理実験

NH₄-N 濃度 300 mg/l と 500 mg/l に調整した合成無機廃水を原水として用いて 3 段処理を行った。20℃ の恒温室で滞留時間は、NH₄-N 濃度 300 mg/l 処理 (T300 系) で 7.2 h、NH₄-N 濃度 500 mg/l 処理 (T500 系) で 12 h とした。経過日数ごとに処理水 NH₄-N 濃度、NO₂-N 濃度、NO₃-N 濃度、及び担体中の硝化細菌 (アンモニア酸化細菌) 数を測定した²⁾。

3. 実験結果と考察

3.1 単段処理実験結果

原水 NH₄-N 濃度 200 mg/l (S200 系) を滞留時間 9.6 h、負荷 0.5 kg-N/m³・d で連続処理した結果、NH₄-N 濃度 10 mg/l 以下の安定した処理水が得られた。しかし、原水 NH₄-N 濃度 400 mg/l (S400 系) を滞留時間 19.2 h、負荷 0.5 kg-N/m³・d で連続処理した結果、処理水 NH₄-N 濃度 150 ~ 200 mg/l で推移し、除去率は 50 ~ 63 % であった。同じ負荷 0.5 kg-N/m³・d 条件でも原水濃度が高くなると単段処理では処理性能は低下する。使用した担体中の硝化細菌数は S200 系では A H 菌数が 1.38×10^9 cells/ml-担体、A L 菌が 2.37×10^9 cells/ml-担体で A L 菌が若干優先しており、S400 系では A H 菌数が 4.28×10^8 cells/ml-担体、A L 菌が 2.29×10^8 cells/ml-担体で A H 菌が若干優先していた。

3.2 3 段処理実験結果

前項結果より、高 NH₄-N 濃度では A H 菌が、低 NH₄-N 濃度では A L 菌が優先することから、3 段処理による処理効率の向上を検討した。前項の S200 系では処理が可能であるため、ここでは原水濃度を若干高めにし滞留時間を短くした負荷 1 kg-N/m³・d の条件で検討した。3 段処理では、いずれも処理水 NH₄-N 濃度 10 mg/l 以下で安定した処理結果を得、単段処理より硝化速度が 2 ~ 3 倍高い値を得た。結果を表 1 に示す。

表 1 単段処理と 3 段処理の比較

	原水 NH ₄ -N (mg/l)	滞留時間 (h)	負荷 (kg-N/m ³ ・d)	処理水 NH ₄ -N (mg/l)	最大硝化速度 (mg-N/h・l-担体)
単段処理 (S200 系)	200	9.6	0.5	<10	200
単段処理 (S400 系)	400	19.2	0.5	150~200	105
3 段処理 (T300 系)	300	7.2	1	<10	480
3 段処理 (T500 系)	500	12	1	<10	500

T300系とT500系共に第1段目（曝気槽内 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度160～250mg/l）でAH菌が 10^{10} cells/ml-担体で高濃度で優先した。第2,3段目（曝気槽内 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度<100mg/l）ではAH菌とAL菌が $10^7 \sim 10^8$ cells/ml-担体で推移し、AL菌が優先傾向にあった。3段処理を用いることにより第1段目にAH菌を高濃度に保持でき、単段処理より処理効率を向上できたものと考えられる。

3.3 3段処理における硝化速度の変化

3段処理における各段の水質と硝化速度の変化を図3,図4に示す。第3段目の担体は負荷が低く幾分低い硝化速度になる傾向である。T300,T500系共に硝化速度は、第1段目で350～500 mg-N/h・l-担体、第2段目で100～300 mg-N/h・l-担体、第3段目で100 mg-N/h・l-担体以下となり特に第1段目で高い値を得た。

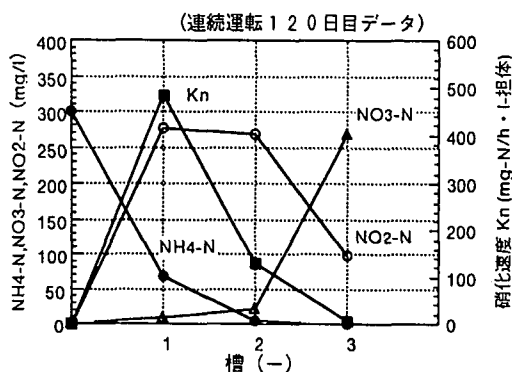


図3 水質と硝化速度の変化 (T300系)

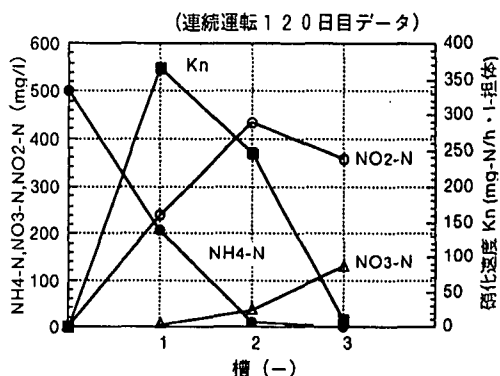


図4 水質と硝化速度の変化 (T500系)

このように3段処理で高速化運転ができる要因としては、高濃度アンモニアに耐性があるAH菌が前段（第1段目）に高濃度に保持できたことが考えられる。今後、AH菌,AL菌の特性について検討をさらに進めていく必要がある。

4. まとめ

3段処理では単段より約2～3倍の高負荷運転が可能である見通しを得、特に原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度500 mg/l, 負荷1 kg-N/m³・dの3段処理では処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度10 mg/l以下を得ることができた。3段処理での第1段目には、硝化細菌が 10^{10} cells/ml-担体と高濃度に増殖し、担体の硝化速度が400～500 mg-N/h・l-担体と高活性に維持できることを明らかにした。

＜参考文献＞

- 1) 茂木ほか：包括固定化微生物を用いた下水の窒素除去技術の開発，第26回水環境学会講集(1992)
- 2) 角野ほか：包括固定化微生物ペレット内部の硝化菌数の検討，第27回水環境学会講演集(1993)