HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高濃度アンモニア廃水の多段処理性能の評価
Author(s)	小笠原, 多佳子; 中村, 裕紀; 江森, 弘祥 他
Description	第7回衛生工学シンポジウム（平成11年11月11日（木）-12日（金） 北海道大学学術交流会館） . 6 水処理 1 . P6-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 193-198
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7291
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-6-1_p193-198.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

6－1　高濃度アンモニア廃水の多段処理性能の評価

日立プラント建設（株）　○小笠原 多佳子　中村 裕紀
江森 弘祥　角野 立夫

1．はじめに

閉鎖性水域や海域の窒素規制強化や、産業廃棄物の海洋投棄禁止に伴い、高濃度アンモニア（NH_4-N が 500mg/L 以上）含有廃水の効率良い処理技術が必要となってきた。すでに当社では、下水の窒素除去に実績のある固定化微生物担体の適用を図り、無希釈で生物処理が可能な多段処理プロセスを開発中[1) 2)]である。多段処理プロセスは、第1段目の硝化槽の NH_4-N 濃度を高く維持することで担体中の高濃度 NH_4-N 耐性菌群（AH菌）を優占させることと、亜硝酸型硝化・脱窒反応を活用することを意図したものである。本研究では、ベンチスケールの実験装置を用いて硝化・脱窒性能を確認するとともにプロセスの特徴を明らかにすることができたので、ここに報告をする。

2．実験方法

（1）供試材料

①硝化用包括固定化担体：硝化槽に添加した担体は、材質はポリエチレングリコール系樹脂で活性汚泥を2％含有する3mm角形の担体である。

②合成無機廃水：原水として実験に用いた合成無機廃水の組成を表1に示す。

表1　合成無機廃水（NH_4-N：1,000mg/ℓ）

	(mg/ℓ)
NH_4Cl	3,820
$NaHCO_3$	11,700
$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	1,160
NaCl	510
KCl	240
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	240
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	840

（2）実験装置

実験装置略図を図1に示す。装置は、第1硝化槽−第1脱窒槽−第2硝化槽−第2脱窒槽−再曝気槽の5槽（各 33L）から成る生物反応槽と、最終沈殿槽（50L）で構成される。硝化槽には、包括固定化担体（以下、担体という）を槽容積当りの充填率として 15％で添加し、散気装置で流動した。脱窒槽は、浮遊汚泥を撹拌機により撹拌した。最終沈殿槽で分離した汚泥は、返送比 100％で第1脱窒槽へ返送した。そのため、第1硝化槽は担体単独槽、第2硝化槽は担体と浮遊汚泥が共存する槽となる。なお、硝化槽は 1N の水酸化ナトリウム水溶液を用いて pH を 7.8 に制御した。

（3）実験方法（定常運転）

反応槽の滞留時間を 50～100h（10～20h×5 槽）とし、水温 20℃、硝化槽の DO 濃

度を 6.0mg/L（DO 濃度の影響検討のときは 2.0～7.0mg/L で変化させた）とした。第1硝化槽を除く反応槽の汚泥（MLSS）濃度は、2,000～5,000mg/L とした。また、脱窒槽への NOx-N 流入量に対するメタノール添加量は、メタノール/NOx-N 比として第1脱窒槽は 1.4、第2脱窒槽は 2.6 程度とした。

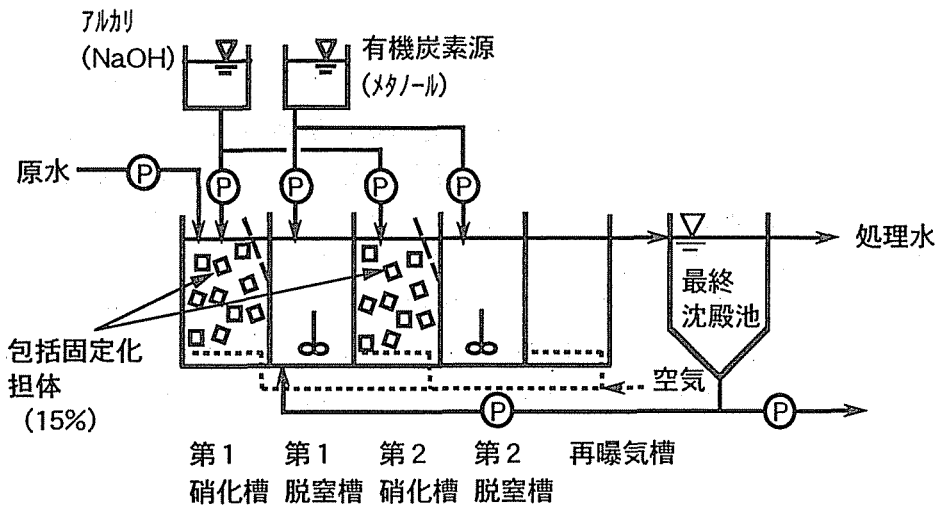

図1　実験装置概略図

3．実験結果と考察

（1）連続処理結果

連続処理における各槽の水質を図2に示す。第1硝化槽では、NH_4-N が 300～400mg/L まで除去され、NO_2-N および NO_3-N が生成している。第1脱窒槽は、最終沈殿池から返送汚泥が返送比 100％で流入するため、NH_4-N 濃度が第1硝化槽の 1/2 になる。また、第1脱窒槽では NO_x-N が 50mg/L 以下まで脱窒される。第2硝化槽では、ほぼ完全硝化が達成されている。NH_4-N は NO_3-N まで硝化され、NO_3-N は、続く第2脱窒槽ではぼ完全に脱窒されている。

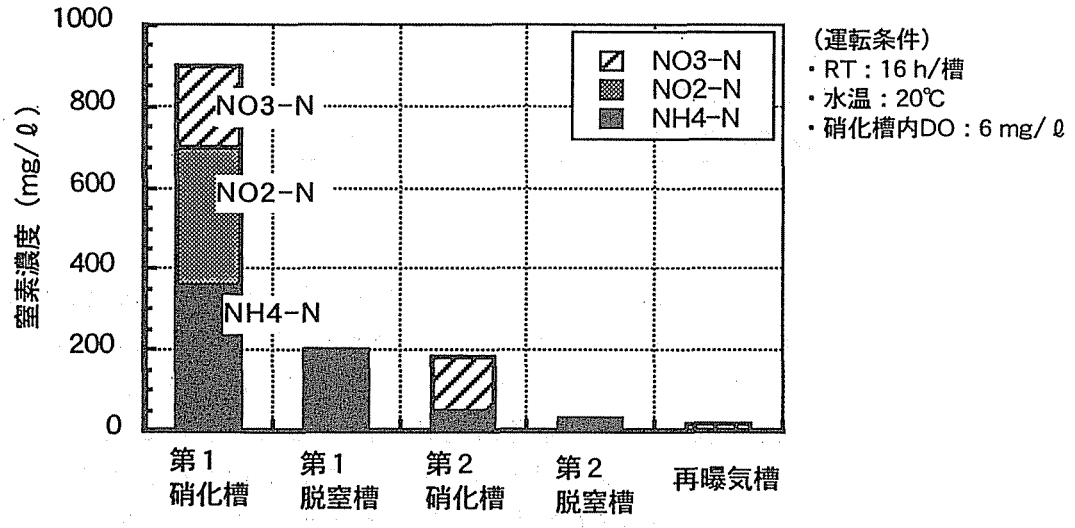

図2　連続における各槽の水質

（2）硝化特性

①槽内 NH_4-N 濃度の影響

第１硝化槽内 NH_4-N 濃度と硝化速度の関係を図３に示す。NH_4-N 濃度が 200mg/L 以上のとき、最大硝化速度 320mg-N/h･L-担体が得られた。これは、NH_4-N＞200mg/L で担体内に AH 菌が優占化し、その高い硝化活性を活用できたためと考えられる。なお、第２硝化槽は、槽内 NH_4-N 濃度が 10mg/L 以上で硝化速度は 150mg-N/h･L-担体以上を維持できた。

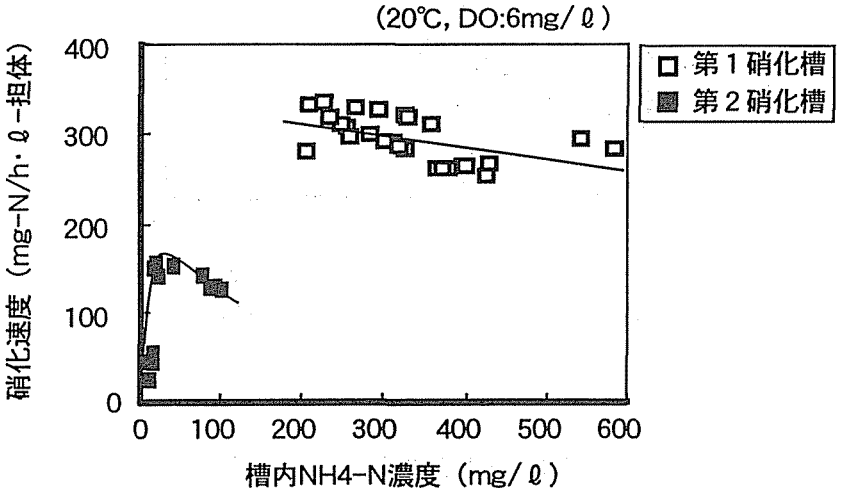

図３　槽内NH4-N濃度と硝化速度の関係

②DO の影響

硝化槽内 DO 濃度と硝化速度の関係を図４に示す。第１硝化槽、第２硝化槽ともに DO 濃度の影響を受けやすく、DO 濃度が高いほど大きくなる傾向が認められた。また、第１硝化槽は DO 濃度が 4.0mg/L を下回ると NO_X-N 生成速度が NH_4-N 除去速度より小さくなる傾向が著しく、硝化反応が不十分になると考えられる。

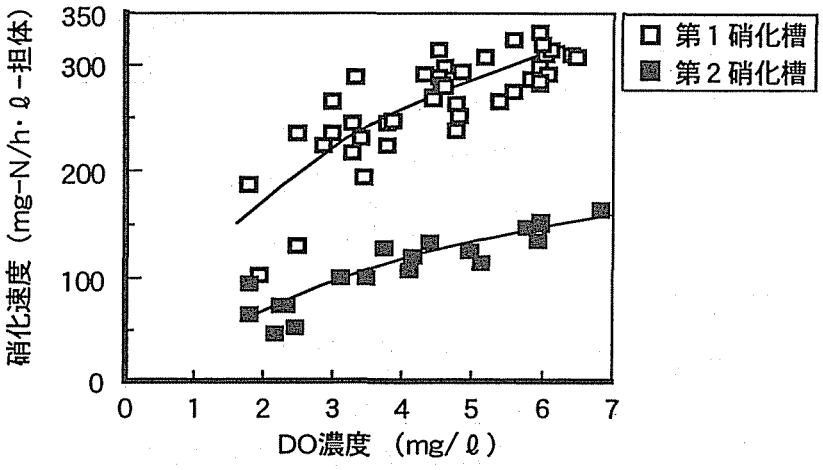

図４　DO濃度と硝化速度の関係

（３）亜硝酸型硝化・脱窒の効果

①亜硝酸型硝化

第１硝化槽内 NH_4-N 濃度と硝化型式の関係を図５に示す。硝化型式は槽内の NO_2-N/(NO_2-N＋NO_3-N)比で評価した（以下、NO_2-N 比という）。NO_2-N 比は１に近い程その硝化型式は亜硝酸型であることを示している。槽内 NH_4-N 濃度が 300mg/L 以上のときに NO_2-N/(NO_2-N＋NO_3-N)＞0.5 となり、亜硝酸型硝化が生じやすい傾向を得た。

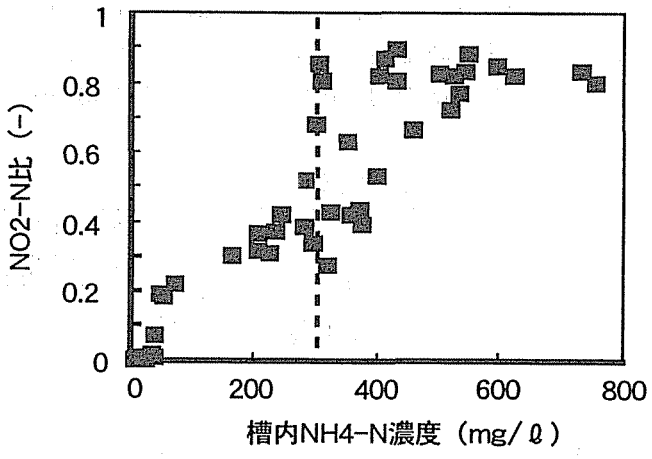

図5　NH4-N濃度と硝化型式の関係

②必要空気量

第1硝化槽の NO_2-N 比と（Rr/NO_x-N 生成速度）比の関係を図6に示す。ここで Rr は、槽内の担体混合液の酸素消費速度を回分測定したもので、全体の値から ATU 添加による測定値を引いた値を硝化分の値とした。Rr を硝化分（N-Rr）とした場合、その値は、NO_2-N 比が1のときに 3.43、NO_2-N 比が0のときに 4.57 の理論値（図6の破線）に近い傾向を示した。Rr を実酸素消費速度全体とした場合の（Rr/NO_x-N 生成速度）比（図6の実線）は、NO_2-N 比が大きいほど小さく、亜硝酸型硝化は、硝酸型硝化と比較して約 25％必要空気量を低減できることがわかった。

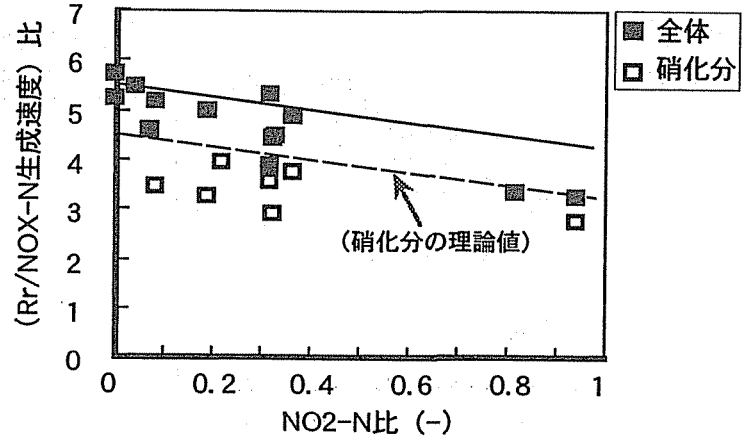

図6　NO2-N比と（Rr/NOX-N生成速度）比の関係

③メタノール添加量

第1脱窒槽における NO_2-N 比と除去（ﾒﾀﾉｰﾙ/NO_x-N）比の関係を図7に示す。ここで、除去（ﾒﾀﾉｰﾙ/NO_x-N）比は、NO_x-N 除去量に対するメタノール消費量の比を表わす。メタノール消費量は、メタノール添加量からメタノール残存量を差し引いて求めた。この結果から、亜硝酸型脱窒は、硝酸型脱窒と比較してメタノール添加量を約 30％低減できることが確認された。

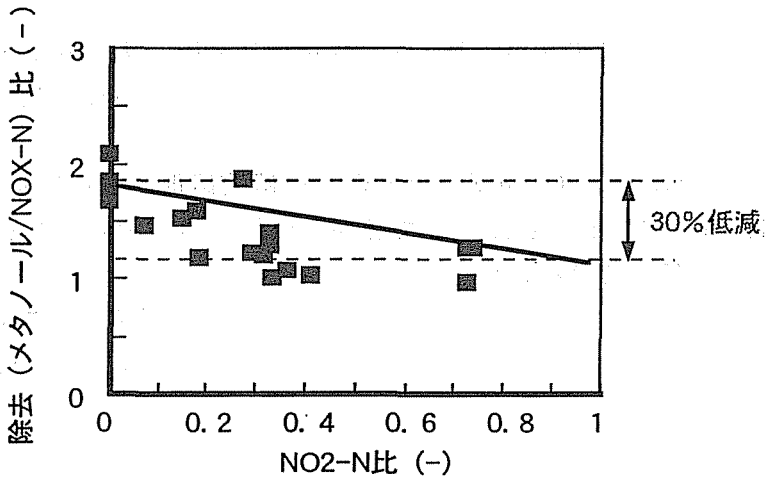

図7　NO2-N比と除去(メタノール/NOX-N)比の関係

（4）アルカリ消費量

第1硝化槽ではアルカリ（OH^-）消費量は、硝化量に対し理論値と同等の2倍となった（図8）。一方、第2硝化槽は第1脱窒槽からのアルカリ度の持ち込み分があるため、アルカリ添加量は硝化量の 1.2 倍でよい結果が得られた。第2硝化槽の硝化量とアルカリ消費量の関係を図9に示す。

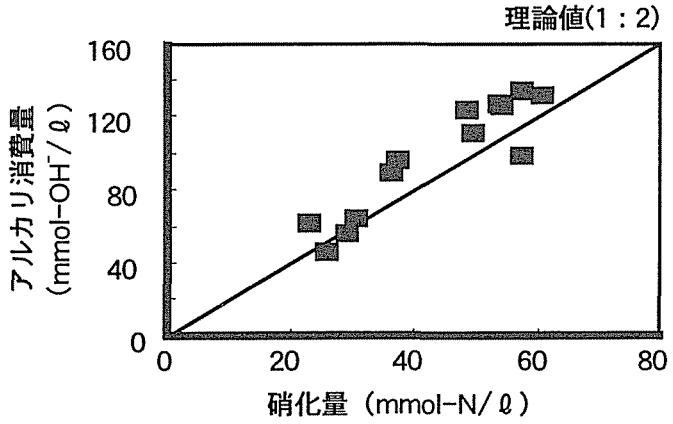

図8　第1硝化槽の硝化量とアルカリ消費量の関係

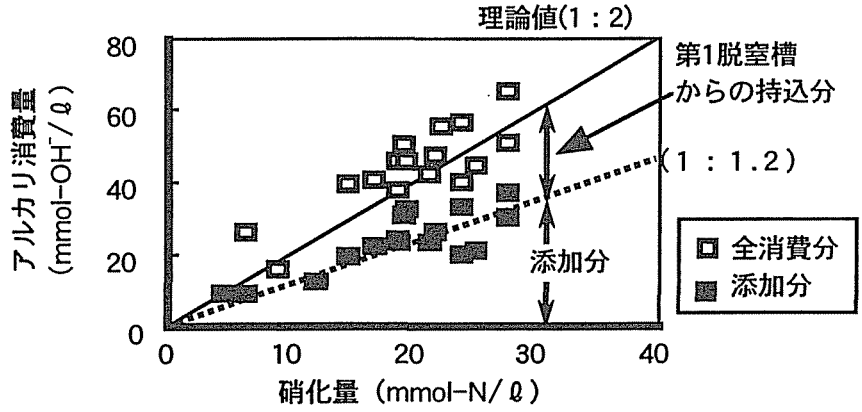

図9　第2硝化槽の硝化量とアルカリ消費量の関係

4．まとめ

（1）第1硝化槽は NH_4-N＞200mg/L、第2硝化槽は NH_4-N＞10mg/L、で最大の硝化速度を得た。また、硝化速度は DO 濃度に影響を受けやすく DO 濃度が高いほど大きくなる。

（2）第1硝化槽内 NH_4-N＞300mg/L のとき、亜硝酸硝化が生じやすい傾向が認められた。亜硝酸型硝化は硝酸型硝化と比較して必要空気量を約 25%、次段脱窒槽でのメタノール添加量を約 30%低減できる。

（3）硝化に必要なアルカリ（OH^-）量は、理論値通り硝化量の2倍である。ただし、第2硝化槽では、第1脱窒槽からのアルカリ度の持ち込み分があるため、アルカリ添加量は硝化量の 1.2 倍でよい。

＜参考文献＞

（1）小笠原ほか：包括固定化担体を用いた高濃度ｱﾝﾓﾆｱ廃水処理技術の検討，第 33 回下水道研究発表会講演集，p.555（1995）

（2）小笠原ほか：亜硝酸型硝化脱窒による高濃度ｱﾝﾓﾆｱ廃水処理の検討，第 35 回下水道研究発表会講演集，p.1121（1997）