

## 一槽型アナモックス反応による浸出水の脱窒素処理について

辰市祐久・飯野成憲・寺嶋有史・小泉裕靖・岩田智彦\*

(\*中防管理事務所)

\*\*\*\*\*

【要約】浸出水を用いて単一槽内の硝化脱窒素処理実験を行った。円筒形の水槽の中に円錐状の内筒を設置し、その中に散気装置を入れてばっ気を行った。投入された球状の担体は水槽の下に沈降し、その部分が嫌気性でアナモックス反応による脱窒素を起こし、流動している部分は好気性となり、硝化が行われた。窒素の除去速度は適切に管理された期間に  $150\text{g/d}\cdot\text{m}^3$  を超える値が得られ、窒素の除去率は 78% であった。

\*\*\*\*\*

### 【目的】

著者らは、浸出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ を除去するために、ばっ気を用いた硝化工程と、アナモックス反応を用いた脱窒工程を組み合わせた窒素除去技術を検討してきた。硝化工程では好気的な環境で亜硝酸菌が育成され、脱窒工程では嫌気的な環境で $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ からアナモックス菌が育成される。最近になって、一工程の反応槽の中で硝化・脱窒を同時に進行させて $\text{NH}_4\text{-N}$ を除去する一槽型のアナモックス処理方法<sup>1)</sup>が検討されている。この方法では、繊維状の担体に微生物膜を形成させ、生物膜の表面では水中の溶存酸素によって硝化が促進され、生物膜内部の嫌気性の条件では脱窒素が進行している。本研究では、硝化工程と脱窒工程の実験で使用した球形の流動性担体を一槽型の脱窒素処理に適用することを試みた。

### 【方法】

処理装置は図1に示す直径29cm、水中の高さ38cmの円筒形プラスチック槽の中に、直径14cm 底部9.5cmの円錐状のプラスチック内筒を設置した。浸出水を用いた脱窒素処理の汚泥は流出しやすいため、球形の直径4mmのPEG(ポリエチレングリコール)担体を20%投入した。散気装置を円錐体の底近くに設置し、担体がばっ気によって上方に移動し、水面近くの円錐体から出た後下降することによって、円錐体を囲んで好気性の領域を形成した。プラスチック槽の底では、攪拌されることがないPEG担体が6cm程度溜まり、この領域で嫌気性を保てると考えられた。硝化工程と脱窒工程が別の反応では前者にアルカリ溶液でpH調整し、後者では酸溶液でpH調整しているが、今回は全体を希苛性ソーダ溶液でpH8.2に調整している。また水温はアナモックス菌が育成されやすいようにヒーターによって30℃に保った。プラスチック槽への浸出水の供給は最初0.540/h程度とした。流入水と槽出口の溶液を週に2~3回採水し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ をイオンクロマト装置で測定した。又、円筒形槽の高さ別に酸素濃度を測定した。

### 【結果の概要】

#### (1) 処理槽の溶存酸素濃度

溶存酸素の測定を槽の上、中、下の位置で行った。溶存酸素の測定値は図2のように担体が蓄積した下部ではほとんど酸素がなく、中、上部では溶存酸素が1~2mg/lに保たれていた。中、上部の溶存酸素はほとんど同じ値であり、槽内で水が循環することにより、溶存酸素がほぼ同じ濃度になっていたと考えられる。4月中旬ごろに溶存酸素が高いのは、その前の3月に硝化が進まず、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が残ったため、この期間ばっ気量を増やしたことが原因となっている。

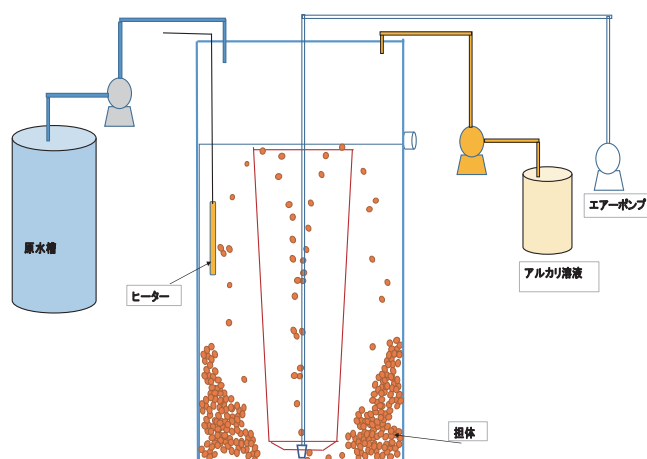
#### (2) $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

原水と流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を図3に示した。原水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は300mg/l前後であったが、一時的に150mg/lまで低下した時期があった。3月に流出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ が高くなったため、翌月溶存酸素を増加したところ、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が高くなっていた。また4月中旬にアナモックス反応で生成する以上に $\text{NO}_3\text{-N}$ が多くなっていた。5月から10月までは硝化によって生成した $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の比がアナモックス反応に合う比率(1:1.3)になっていたと考えられ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ とも除去されていた。10月後半から11月中旬までは原水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が低下したため、硝化汚泥に対する窒素負荷が低下して、硝化反応が $\text{NO}_2\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ にまで進んでいた可能性がある。アナモックス反応では $\text{NH}_4\text{-N}$ の1/10程度の $\text{NO}_3\text{-N}$ が生成するが、この期間はアナモックス反応で生成する $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度以上に高くなっていた。12月から原水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が元に戻っても、一回増殖した硝酸菌が残留し $\text{NO}_3\text{-N}$ を生成するため、影響が1ヶ月程度残っていた。1月中旬以降に $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成が低下する一方、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が再び増加していた。これは硝化が遅れ $\text{NO}_2\text{-N}$ の生成量が少ないため、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の比率がアナモックス反応に合わなくなっていた可能性がある。

#### (3) 窒素化合物の除去速度と除去率

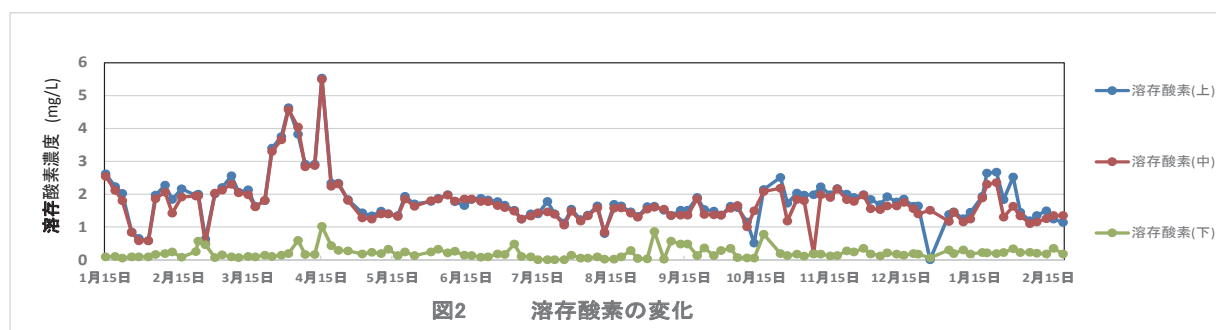
1日の送水量と槽容量あたりの硝化脱窒素した窒素量から窒素化合物の除去速度を図4に示した。除去速度は変動が大きいものの、窒素化合物の除去速度は5月から10月までの $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ ともに除去されていた期間に $150\text{g/d}\cdot\text{m}^3$ を超える値が出ていた。窒素の除去率は1月15日から5月13日の平均で51%、5月17日から10月18日の平均で78%、10月25日から2月21日の平均で63%であり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の比を適切に管理できれば高い除去率が得られることが分かった。

【参考文献】1) 奥田雄太郎他, SNAP法を用いた高濃度アンモニア含有排水の窒素除去に関する研究, 土木学会西部支部研究発表会, P901-902 (2009)

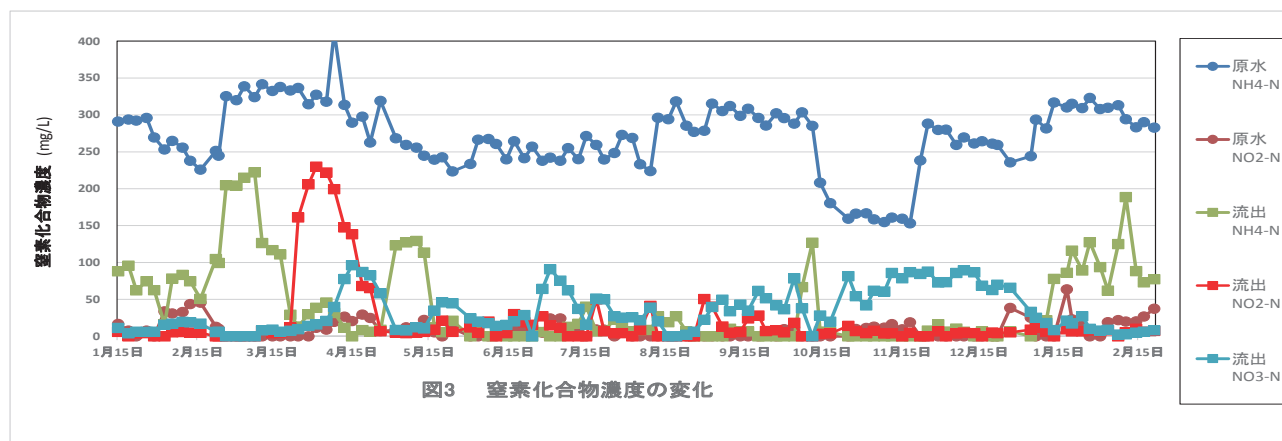


- ・担体に硝化菌またはアナモックス菌が付着して、生物反応を起こす。
- ・水中の担体が浮かんだ領域では好気性で硝化反応が生じている
- ・槽の底で担体がたまっている領域では嫌気性で脱窒素反応が生じている。

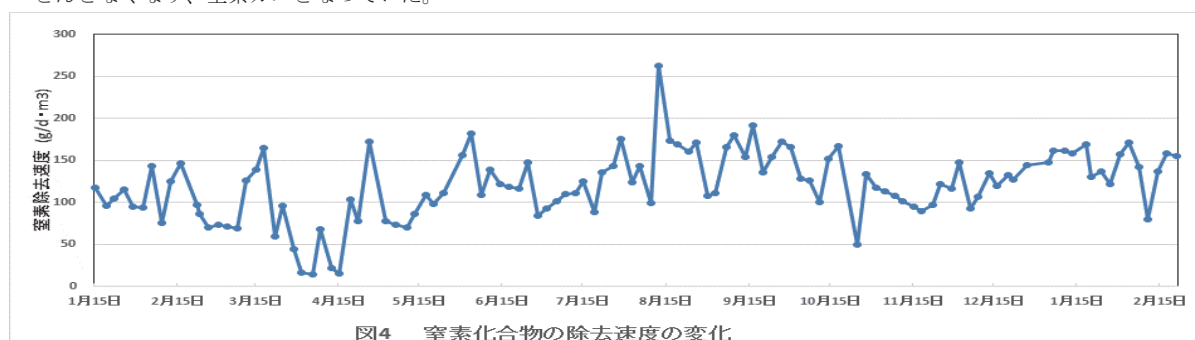
図1 一槽型硝化脱窒素処理装置の概要



- ・水中の上と中の領域の溶存酸素は2mg/Lを示し、底では酸素がないことを示す。



- ・5月から10月にかけて原水のアンモニア性窒素が300mg/Lであるのに対して、流出水のアンモニア性窒素や亜硝酸性窒素がほとんどなくなり、窒素ガスとなっていた。



- ・流入水質や流量の変動で除去速度が変動していた。