

UASB 反応器と好気性ろ床を組み合わせた都市下水処理における窒素の挙動

長岡高専 学○竹林 賢 呉高専 正 山口隆司, 正 市坪 誠
高知高専 正 山崎慎一 長岡技科大 正 原田秀樹

1 はじめに

栄養塩の一つである窒素は、水域においては富栄養化を引き起こす原因となる。硝酸性・亜硝酸性窒素に関しては、水道法で基準値が設けられているほか、1999 年に「環境基本法第 16 条」においても新たに基準が設けられる等、窒素化合物の除去は、環境保全で大きな課題である。そこで本研究では、都市下水を処理対象とする UASB リアクターと好気性散水ろ床を組み合わせた排水処理プロセスにおける窒素の挙動について評価した。研究では脱窒に関する微生物の知見を得ると共に窒素除去の可能性を検討することを目的とした。

2 生物学的脱窒法の原理

都市下水中の窒素化合物が、好気性微生物である硝化細菌により硝酸・亜硝酸性窒素に酸化され、嫌気性微生物である脱窒細菌により窒素ガスとして大気中に放出される。表-1 に窒素除去に関する細菌の特徴を示す。硝化細菌の代表的な属としては、*Nitrosomonas* や *Nitrobacter* が広く分布している。脱窒細菌については *Pseudomonas* 属の他、数種の細菌において脱窒作用を持つものが確認されている。硫黄脱窒細菌には、*Thiobacillus* が知られている。

表-1 窒素除去に関する微生物と一般的な生育条件

	硝化細菌	脱窒細菌	硫黄脱窒細菌
栄養要求性	独立栄養細菌	従属栄養細菌	独立栄養細菌
好気 / 嫌気	好気性細菌	通性嫌気性細菌	通性嫌気性細菌
最適温度	15℃以上	15～50℃	30℃前後
最適 pH	7.0～8.0	6.0～9.0	7.5～8.0

3 実験方法

3.1 排水処理プロセス

本システムは、前段の UASB 反応器と後段の好気性ろ床により構成した。前段の UASB 反応器は、内径 270mm×高さ 5000mm の円筒カラムに、本研究室で開発した GSS（気固液分離装置）を上部に備えた構造である（全容積 404 L）。後段処理装置は内径 500mm×高さ 1500mm のカラム 1～3 で構成し、円筒カラムに繊維状担体を充填した。UASB 反応器からの処理水はカラム上流部から自然流下する仕組みとし、担体表面において好気状態を作り出すものとしている。窒素化合物の測定は、UASB 反応器の連続運転 104 日目以降に行った。

3.2 回分試験

前段の UASB 反応器に対しては脱窒回分試験を、後段処理装置に対してはアンモニア酸化回分試験の評価を行った。脱窒回分試験については窒素パージを施し、嫌気的環境下で行い、アンモニア酸化回分試験については好気的環境下で行った。この操作は、作成した培地に各汚泥を加え、培養汚泥とした上で、122ml バイアル瓶に分注した。これを恒温ロータリーシェーカーに装着し、減少量を経時的に測定した。

4 実験結果・考察

4.1 排水の流入状況（連続実験）

図-1 は連続排水実験におけるアンモニア濃度と硝酸・亜硝酸濃度の経日変化を図-2 に窒素バランスを示す。流入下水と UASB 出口を比較すると、アンモニア性窒素濃度が増える傾向にあるが、これは固形性有機物内に含まれる窒素化合物が UASB 反応器内で分解、溶出したためと思われる。後段処理水については、硝酸・亜硝酸窒素量が 1mg-N/l 程度生成されている。硝化細菌は 15℃ 以下で微生物の活動が低下するといわれているが、

後段酸化槽での硝化反応が確認できた。一方、アンモニア濃度の経日変化では、後段酸化槽においてアンモニア性窒素濃度が低下している。この原因は、脱窒細菌である硫黄脱窒細菌の関与、あるいは無機沈殿物の生成が考えられる。

4.2 回分試験

図-3はアンモニア酸化試験の結果である。実験開始時にバイアル内に添加したアンモニア濃度が経時変化と共に減少した。このことから、好気性条件である後段ろ床にはアンモニア性窒素を硝酸・亜硝酸性窒素へと酸化する硝化細菌が増殖していたことが分かる。しかし、アンモニア還元反応の反応速度は低い。これは供試汚泥採取時、後段ろ床内の温度が15℃未満である場合が多く、硝化細菌の増殖が最適な環境ではないためと思われる。回分試験の結果から、本処理プロセスにおいて散水ろ床で硝化能、UASB反応器で脱窒能が確認された。

5 まとめ

- (1) 前段のUASB反応器は、冬季においても脱窒反応を示し、十分な脱窒細菌を保持することが分かった。
- (2) 後段ろ床においてアンモニア性窒素の減少がみられたが、これは硫黄脱窒細菌によるものであると示唆された。
- (3) 気温15℃以下の冬季でも、後段ろ床において硝化反応が確認できたが、保持されている硝化細菌の活性は低かった。今後、気温（水温）15℃以上の条件下で硝化細菌が増殖すれば本システムで脱窒処理も可能となることが示唆できた。

【謝 辞】 研究の場を与えて下さいました呉市下水道局及び関係各位の皆様へ深く感謝いたします。なお、この研究の一部は平成12年度科学研究費補助金（奨励研究A、課題番号11780407）を受けて実施したことを付記する。

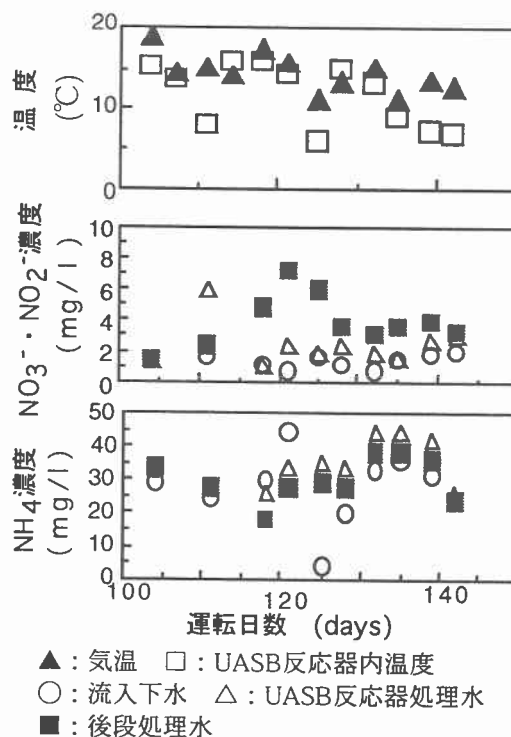


図-1 気温と窒素化合物濃度の経日変化

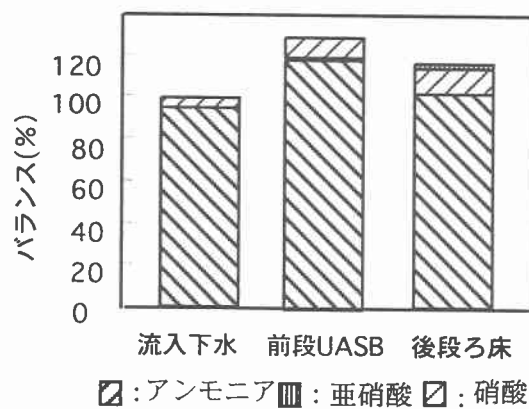


図-2 反応器運転における窒素バランス

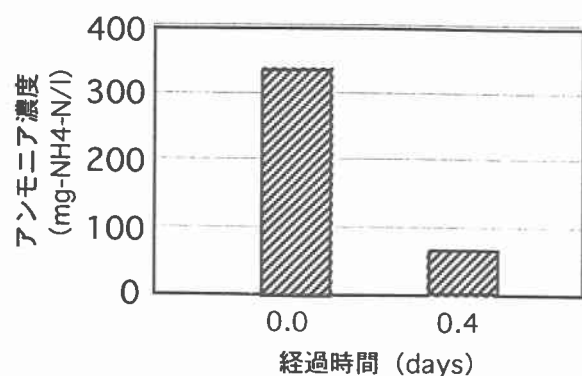


図-3 アンモニア酸化回分試験

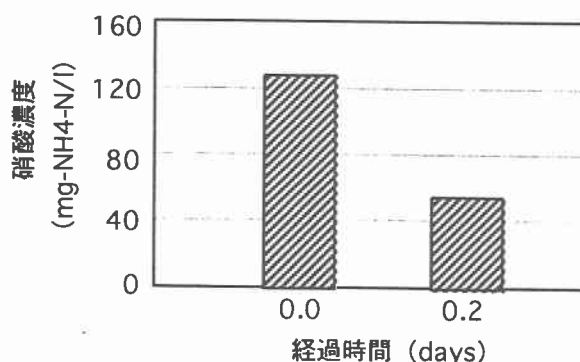


図-4 脱窒回分試験