

[自主研究]

県内水環境中から得たアナモックス集積系の特徴分析 および活用方法の検討

見島伊織

1 研究背景と目的

アナモックス(嫌気性アンモニア酸化 anaerobic ammonium oxidation)反応は、アンモニアの一部を直接窒素ガスへと変換する生化学反応であり、前段の部分硝化を含めてもエネルギーの消費が少ないことから新しい窒素除去方法として注目されている。この反応は高温条件下の排水処理系での検討が主であり、水環境中におけるアナモックス活性さらには窒素代謝への寄与の把握は限定的であった。研究担当者は、過年度の自主研究において埼玉県内の水環境中からアナモックス細菌を培養することに成功した。本研究では、アナモックスを発展的に活用するために研究課題を2つ設定した。

【課題1】水処理系におけるアナモックス処理を志向し、県内の水環境中に生息するアナモックス細菌の培養を続ける。培養したアナモックス細菌について詳細な特性試験や分子生物学的試験から生理学的特性や細菌叢を明らかにし、連続処理実験から実際の窒素処理への適用可能性を検討する。

【課題2】汚泥処理系直後の実際の高窒素濃度排水を対象としてアナモックス反応による処理特性を検討する連続試験を行い、実運用上の課題抽出や環境負荷の試算を行う。

2 研究方法

【課題1】過年度から継続している培養試験を継続し、県内の水環境中から採取したアナモックス細菌を低温(18℃)、中温(25℃)条件にて高濃度にまで集積した。本年度は特に、得られたアナモックス細菌の温度特性を調べることにした。リアクターの温度を4段階に変更して、回分的に窒素除去速度を求めた。アレニウスの式を用いて活性化エネルギー(Ea)を算出した。これにより、アナモックス細菌を用いた低、中水温処理への適用を評価した。

【課題2】脱水ろ液の負荷変動試験では、脱水ろ液の NH_4^+-N が3つのPhaseに分けて徐々に増加したため、それに合わせて負荷が増加した。高窒素除去率維持試験では、脱水ろ液を用いた実験を長期にわたって実施した。アナモックス菌と硝化菌をそれぞれポリエチレングリコール製のゲルで包括固定化した担体(約3mmの立方体)を用いた。反応容積1.44Lのリアクターを用い、槽内水温を30℃に維持した。また、アナモックス担体10%、硝化担体10%の計20%となるようにした。

3 結果

【課題1】実験開始1553日目から流入水中の NH_4^+-N 、 NO_2^--N 濃度を上げて運転を行ったところ、処理水中の平均 NH_4^+-N および NO_2^--N 濃度はそれぞれ、8.4、0.65 mg L^{-1} を示し、高い

処理性能を維持した。25℃条件においても、培養試験期間の途中から流入水中の窒素濃度を上げて運転を行ったが、水質の悪化は見られず試験開始後と同等の処理性能を維持した。

温度特性を調べた試験では、低温(18℃)、中温(25℃)条件において図1に示すアレニウスプロットからEaを得た。低温(18℃)条件が $E_a = 117 \text{ kJ mol}^{-1}$ (13~25℃)、中温(25℃)条件が $E_a = 40.4 \text{ kJ mol}^{-1}$ (15~30℃)と算出された。両条件共に植種源は同様でも、異なる温度条件で培養するとEaも異なることが示された。本試験においては両条件間で温度範囲や菌体密度が異なるが、中温(25℃)条件で培養した方がEaは小さく、温度依存性が低い結果となった。

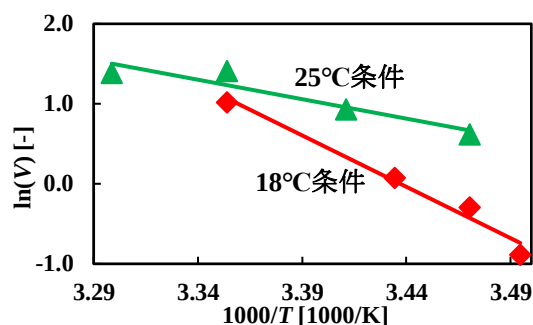


図1 温度特性試験の結果

【課題2】負荷変動試験の水質の経日変化は図2に示したとおりである。Phase I では、処理活性に多少のばらつきが確認されたが、高い活性の維持が可能であった。Phase II ~ IIIでは、Phase I よりも高い負荷であったのにもかかわらず、活性のばらつきはほとんど確認されず、Phase I と比較して高い窒素除去率を維持することができた。窒素濃度の上昇に伴いNLRが約 $1.5 \text{ kg-N(m}^3 \text{ d)}^{-1}$ までの範囲であれば、高い処理性能を維持することが示された。高窒素除去率維持試験においても高い処理速度の維持が確認された。

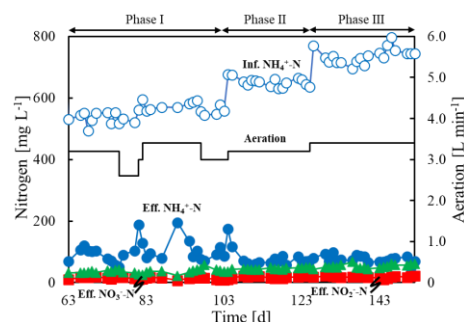


図2 負荷変動試験の水質変化