

低炭素化を志向した多段的アナモックス活用による排水中の窒素除去の高度化

(独)日本学術振興会科学研究費（令和6～8年度）

見島伊織（代表）

共同研究機関：東洋大学

1 研究背景と目的

下水処理においては、窒素除去への酸素供給の曝気のためのエネルギー由来のCO₂排出が多いため、必要酸素量を半減できるアナモックス処理に期待が寄せられている。本研究では、アナモックス処理を水処理系と污泥処理系の排水の処理に多段的に活用することを試みる。両処理において高い窒素除去性能を有するアナモックス細菌を使用することとし、実験的に窒素除去活性と生物叢が維持される条件について明らかにする。また、多反応との競合によるアナモックス反応の失活の抑制についても検証する。最終的に本研究で提案する多段的アナモックス活用技術による排水処理の低炭素化効果を申請者が考案した手法を用いて定量的に評価する。

本年度においては、微量元素に着目して、アナモックス細菌の窒素除去活性と生物叢の維持条件を明らかにするとともに、多反応との競合によるアナモックス反応の失活抑制条件を検証した。

2 方法と結果

水処理系と污泥処理系の排水を想定し、NH₄Clを窒素源とした実験を行った。ポリビニルアルコール系ビーズ担体にアナモックス細菌と硝化細菌を付着固定化した装置を用い、水温とpHを制御して微量元素添加濃度の影響を評価した。評価指標としては、アンモニア酸化速度と窒素変換速度を用い、温室効果ガスであるN₂O転換率も測定した。

微量元素の影響調査では、Mo(VI)の制限実験などを行った。Mo(VI)を制限すると処理水中にNO₂⁻-Nが残留し、特にアナモックス活性が低下した一方、アンモニア酸化活性には大きな変化がなかった。適切な濃度のMo(VI)添加により処理水質は回復した。また、遺伝子解析によりMo制限下でアナモックス細菌の優占種が変化することが確認され、生物叢維持条件の一端が明らかになった。

これらの結果から、多段的アナモックス活用技術においては、適切な濃度の微量元素の添加が窒素除去活性と生物叢の維持に不可欠であることが示された。また、微量元素制限による多反応との競合(特にN₂O生成への経路シフト)が確認され、微量元素の適正管理によりアナモックス反応の失活が抑制できることが明らかになった。これらの知見は、本研究で提案する多段的アナモックス活用技術による排水処理の低炭素化に貢献するものである。