



Title	従属栄養脱窒とAnammoxの同時進行プロセスによる窒素除去法に関する研究
Author(s)	武川, 将士
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/52197
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (武川 将士)	
論文題名	従属栄養脱窒とAnammoxの同時進行プロセスによる窒素除去法に関する研究
論文内容の要旨 閉鎖性水域の富栄養化問題を防止する対策として、下廃水から適切に窒素やリンを除去することが求められている。下廃水からの窒素除去プロセスとして、現状では、生物学的硝化脱窒プロセスが広く用いられているが、エネルギー消費量が大きく、処理費用が高価であるという課題が残されている。本研究は、嫌気性アンモニア酸化（Anammox）反応を硝化脱窒反応と組み合わせることにより、従来型よりも省エネルギー性・経済性に勝る窒素除去プロセスを開発することを目的とした検討をとりまとめたものであり、緒論である第1章、3章からなる本論、および総括ならびに結論である第5章から構成されている。 第1章では、緒論として、本研究の背景を述べた上で、Anammox反応を既存の硝化脱窒プロセスに導入することで、都市下水のような低濃度窒素排水に対してもその特性を活かした安価な窒素処理が可能となる従属栄養脱窒・Anammox同時進行反応（Simultaneous Anammox and Denitrification: SAD）を提案した。SADを既存の窒素除去プロセスに組み込むことができれば、高度な制御を必要とせず、低C/N比においても効率的に窒素が除去でき、硝化に必要な曝気エネルギーも削減できることを論じ、その可能性を評価することを本研究の目的として明示した。 第2章では、活性汚泥にAnammox細菌を導入し、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、酢酸塩を含む合成下水を処理対象とした回分試験によってSADの可能性を評価した。その結果、従属栄養脱窒細菌が硝酸性窒素を亜硝酸性窒素に還元し、それをAnammox細菌がアンモニア性窒素とともに脱窒できることが広範なC/N比において確認された。 第3章では、比増殖速度の小さいAnammox細菌の残存性の向上のため、ポリビニルアルコールに包括固定化したAnammox汚泥を活性汚泥に植種した連続回分式リアクターで合成下水を処理し、SADの可能性を評価した。その結果、連続回分式リアクターによるSADの長期運転が実証され、流入水のC/N比が窒素除去に多大な影響を与えることが示された。 第4章では、SADを導入した循環式硝化脱窒プロセスの数理モデルを構築し、その効果を数値シミュレーションで評価した。その結果、SADを導入することで、低流入水C/N比、低硝化液循環比にまで高い窒素除去率が得られる条件が拡大し、硝化に必要な酸素量も従来のプロセスと比較して大幅に削減できることが示された。 第5章の総括並びに結論では、以上の成果を総括し、SADを既存の硝化脱窒プロセスに導入することによって、省エネルギー性に長け、安価な新規窒素除去プロセスが構築できるものと結論するとともに、その実用化に向けた今後の展望についてまとめた。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (武 川 将 士)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	池 道彦
	副 査	教 授	近藤 明
	副 査	准教授	惣田 訓

論文審査の結果の要旨

閉鎖性水域の富栄養化問題の解決を図る上で、下廃水からの適切な窒素の除去は重要な課題となっている。下廃水からの窒素除去プロセスとして、現状では、生物学的硝化脱窒プロセスが広く用いられているが、エネルギー消費量が大きく、高コストであるという問題がある。本研究は、嫌気性アンモニア酸化（Anammox）反応を従属栄養脱窒反応と組み合わせることにより、従来よりも省エネルギー性・経済性に優れた窒素除去プロセスの開発を目的としたものであり、得られた成果を要約すると以下の通りである。

(1) 硝化脱窒プロセスの脱窒槽に Anammox 反応を触媒する微生物 (Anammox 細菌) を導入する従属栄養脱窒・Anammox 同時進行反応 (Simultaneous Anammox and Denitrification: SAD) の利用を提案し、SAD を既存の窒素除去プロセスに組み込むことで、高度な制御を必要とせず、低 C/N (炭素／窒素) 比の下廃水に対しても効率的に窒素が除去でき、硝化に必要な曝気エネルギーも削減できる有用な窒素除去技術となるという新たなコンセプトを提示している。

(2) 活性汚泥に Anammox 細菌を導入し、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、酢酸塩を含む合成下水を処理対象とした回分試験によって SAD が実際に生じ得ることを実験的に検討し、従属栄養脱窒細菌が硝酸性窒素を亜硝酸性窒素に還元し、それを Anammox 細菌がアンモニア性窒素とともに脱窒する SAD が、広範な C/N 比の条件において進行することを明らかにしている。

(3) SAD を長期間安定に維持できるかを検証するため、ポリビニルアルコールに包括固定化した Anammox 汚泥を活性汚泥に植種した連続回分式リアクターを用いて、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、酢酸塩を含む合成下水を処理し、2 ヶ月を超える長期の運転においても SAD による効果的な窒素除去が可能であることを実証するとともに、流入水の C/N 比がその性能に多大な影響を与えることを見出し、重要な操作パラメータであることを明示している。

(4) SAD を導入した循環式硝化脱窒プロセスの数理モデルを構築して、数値シミュレーションにより SAD 導入によってもたらされる効果を既存プロセスとの比較により評価し、低 C/N 比の下廃水を低い硝化液循環比で処理した場合において、より良好な窒素除去性能が得られことを明らかにし、また、プロセス全体として硝化に必要な酸素量を大幅に削減できる試算を提示している。

これらの研究成果により、ここで提案した SAD を、既存の硝化脱窒プロセスに導入することによって、省エネルギー性と経済性に優れた新たな窒素除去プロセスが構築できることを結論付けており、水域の富栄養化防止に貢献する下廃水処理の有望な選択肢を提示できたものと評価できる。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に水環境の保全技術の発展に大いに寄与するものといえる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。