

Title	メタン脱窒反応の嫌気性家畜排泄物処理システムへの適用に関する研究
Author(s)	上西, 美代子
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45825
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	上西 ^{うえにし} (和木) ^{わき} 美代子 ^{みよこ}
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19542 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	メタン脱窒反応の嫌気性家畜排泄物処理システムへの適用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 正憲 (副査) 教授 原島 俊 助教授 池 道彦

論文内容の要旨

本論文は、家畜排泄物のメタン発酵（嫌気性消化）に伴って生じる消化残液中の窒素除去を目的とした脱窒工程において、炭素源（電子供与体）としてメタンを利用するメタン脱窒法を実用化するために行った一連の研究の成果をとりまとめたものであり、緒論、4章から成る本論、及び総括ならびに結論から構成されている。

緒論では、本研究の背景と目的を簡潔に述べた。

第1章では、既往研究を概観し、家畜排泄物のメタン発酵では消化残液中の窒素除去が解決すべき課題の一つとなっており、特に安価で安定供給可能な脱窒用炭素源の確保が重要であることを示した。また、このためバイオガス中に含まれるメタンを炭素源として利用するメタン脱窒法が注目されているが、その生物学的メカニズムや効率に影響を及ぼす因子は十分に解明されておらず、実用的な連続処理プロセスの開発も立ち遅れているという背景を明らかにし、本研究の目的を明示した。

第2章では、メタン脱窒の起こる基本的条件と生物学的なメカニズムを解明するために、嫌気性汚泥を用いた種々の回分培養実験を行った結果から、本反応はメタンと酸素の両者を必要とし、酸素を用いたメタンの酸化反応と、それにより生じた酢酸等の中間体を炭素源として利用する脱窒反応が組み合わさった2段階反応によって構成されていることを明らかとした。

第3章では、第2章同様の回分培養実験によって、メタン脱窒活性に影響を及ぼす諸要因に関する検討を行い、制御要因として重要なメタン/酸素比については、この値を1.0以上に維持し、かつ酸素供給速度を増加させることにより、メタン脱窒活性を向上することができることを明らかにした。また、銅濃度や亜硝酸の存在はメタン脱窒活性に大きな影響を及ぼさないが、高濃度のアンモニアは条件によっては阻害的影響を有することなどを示し、メタン脱窒の制御方法について重要な知見を得た。

第4章では、連続式メタン脱窒処理を可能とする実用的装置として、メタンと酸素を生物反応槽底部から別々に通気するガス分離リアクター（SPR）を提案し、ラボ及びパイロットスケールの連続脱窒実験により、実用性の評価を行った。最終的に豚舎汚水のメタン発酵で生じる消化残液の窒素除去処理の脱窒工程に SPR を組み込んだプロセスによって、窒素除去速度 $0.14 \text{ kg-N/m}^3/\text{day}$ という良好な処理を達成し、しかも排ガスを直接燃料として利用できる組成に維持することができた。

総括ならびに結論では以上の結果を要約したうえで、メタン脱窒が家畜排泄物のメタン発酵の消化残液からの窒素

除去に十分適用可能であるとの結論を述べた。

論文審査の結果の要旨

家畜排泄物など高濃度に有機物を含有する廃棄物を処理しながらエネルギー回収を行う環境適合型プロセスとして、メタン発酵（嫌気性消化）が注目を集めているが、消化残液に含まれる高濃度窒素の処理が問題となり、本技術の普及を妨げる一因となっている。メタン脱窒法は、メタン発酵において発生するバイオガス中のメタンを炭素源として用いる脱窒により、経済的に廃水中の窒素除去を行う処理法として有望視されているが、その生物学的メカニズムや効率に影響を及ぼす因子は十分に解明されておらず、実用的な連続処理プロセスの開発が立ち遅れている。本論文は、家畜排泄物のメタン発酵に伴って生じる消化残液中の窒素除去工程にメタン脱窒法を導入し、実用的技術として確立することを目的として行った一連の研究をとりまとめたものであり、その成果を要約すると以下ようになる。

(1) 嫌気性汚泥を用いた種々の回分培養実験の結果から、メタン脱窒反応がメタンと酸素の両者を必須因子とすること等から、メタン酸化菌によるメタン酸化反応で生じた酢酸等の中間体が分泌され、それを脱窒菌が炭素源として利用する脱窒反応が組み合わさった2段階反応によって構成されていることを明らかにしている。

(2) 嫌気性汚泥を用いた種々の回分培養実験によって、メタン脱窒活性に影響を及ぼす諸要因に関する検討を行い、制御要因として重要なメタン/酸素比を1.0以上に維持し、かつ酸素供給速度を増加させれば、メタン脱窒活性が向上することを明らかにしている。また、メタン発酵菌を阻害する銅イオンや亜硝酸の存在はメタン脱窒素活性に大きな影響を及ぼさないが、高濃度のアンモニアは条件によってはメタン発酵を阻害することで、脱窒に影響を及ぼすことを明らかにしている。

(3) 連続式メタン脱窒処理の実用装置として、メタンと酸素を生物反応槽底部から別々に通気するガス分離リアクター（SPR）を提案し、本パイロットプラントを組み込んだ豚舎汚水メタン発酵プロセスの消化残液の脱窒工程で、窒素除去速度 $0.14\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ という良好な処理を達成し、しかも排ガスを直接燃料として利用できる組成に維持できることを示している。

以上のように、本論文は環境工学、特に嫌気性消化プロセスにおけるメタン脱窒技術の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。