

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11468 号
------	---------------

氏 名 肖 智興

論 文 題 目

Study on heterotrophic denitrification systems requiring less organic carbon assisted by solid-phase humin
(固体ヒューミンを用いた有機炭素消費抑制型の従属栄養脱窒システムに関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	片山 新太
委員	名古屋大学	教授	中野 正樹
委員	名古屋大学	教授	林 希一郎
委員	名古屋大学	教授	戸田 祐嗣
委員	名古屋大学	教授	浅川 晋

論文審査の結果の要旨

肖智興君提出の論文、「Study on heterotrophic denitrification systems requiring less organic carbon assisted by solid-phase humin (固体ヒューミンを用いた有機炭素消費抑制型の従属栄養脱窒システムに関する研究)」は、富栄養化やメトヘモグロビン症の原因となる水環境における硝酸汚染に対する対策技術に関する研究である。有機炭素を電子供与体として用いる従属栄養脱窒微生物（有機炭素を消費して硝酸を窒素ガスまで還元する微生物）を用いて硝酸除去する際に課題となる有機炭素供給を低減化したシステムを、固体腐植物質ヒューミンとともに、生物電気化学技術および人工的微生物群形成技術を用いることによって開発している。各章の概要は、以下の通りである。

第1章では、世界中で地下水環境を含む水環境で硝酸イオンによる汚染が起こっているにも関わらず未解決であること、微生物脱窒による硝酸除去の過去の研究例、生物電気化学システム、電子伝達物質として再発見された固体ヒューミンを紹介している。

第2章では、固体腐植ヒューミンを用いた生物電気化学システムを作製し、細胞外電子受取能力の無い *Pseudomonas stutzeri* に対して電極からの電子受取を可能とし、硝酸イオンの脱窒除去を促進することに成功している。電極電流が *P. stutzeri* と固体ヒューミンの両方の存在下でのみ観察され、その電流量と硝酸還元促進量が良く対応することから、生物電気化学システムを通して電極電流が *P. stutzeri* の脱窒促進に用いられたことを明らかにしている。サイクリックボルタメトリ解析から、固体ヒューミンが *P. stutzeri* の電子供与体として機能したこと、また窒素収支から固体ヒューミン生物電気化学システムでは脱窒時に亜硝酸イオンや亜酸化窒素ガス等の中間代謝産物が蓄積しないで無害な窒素ガスまで還元されることも見いだしており、生物電気化学システムが硝酸イオン浄化技術として有用であることを明らかにしている。

第3章では、二酸化炭素と水素ガスの供給だけで硝酸を脱窒除去できる脱窒菌 *P. stutzeri* とホモ酢酸生成菌 *Sporomusa ovata* の共培養システムを構築している。このシステムでは、二酸化炭素と水素ガスから、*S. ovata* により生成する酢酸が *P. stutzeri* の硝酸還元（脱窒）に消費されることを明らかにしている。窒素収支から亜硝酸イオンや亜酸化窒素ガスなどの中間代謝産物の蓄積がみられないこと、水素収支から消費される水素の60%以上が硝酸還元に使われることを明らかにしている。固体ヒューミンを加えた系では、水素不足条件下でも硝酸還元活性が高く保たれることを観察し、固体ヒューミンがシステムの安定化に寄与することを明らかにしている。長期的なシステム安定性も評価しており、この共培養システムの実用可能性を明らかにしている。

第4章では、異なる場所・利用状況の土壌・底質から9種のヒューミンを抽出し、微生物脱窒に対する促進効果を比較し、有機物の多く含まれる名古屋大学附属農場の有機物連用圃場から得られた固体ヒューミンが最も硝酸還元を促進することを明らかにしている。底質由来の固体ヒューミンは性格が大きく異なること、土壌由来の固体ヒューミンでは有機物含量の大小が硝酸還元促進に正の相関を示すこと、各種金属含量は電子伝達能に影響しないことを明らかにしている。固体ヒューミンの性能に違いがあることを初めて明らかにしており、今後の固体ヒューミンを利用した生物電気化学システムに有用な情報を提供している。

第5章では、本論文で開発した二つの有機炭素抑制型の脱窒システムについて達成された点と今後の実用化に向けて検討の必要な課題をまとめている。

第6章では、結論を述べるとともに、二つの有機炭素抑制技術を組み合わせた実用化システムを提案している。

以上のように本論文では、細胞外電子を直接受け取れない脱窒菌を電氣的に活性化が可能な固体ヒューミン微生物生物電気化学システム、および二酸化炭素と水素で脱窒できるホモ酢酸菌と脱窒菌の共培養システムという二つの有機炭素抑制型脱窒システムの構築を行うとともに、それらのシステムで重要な役割を果たしている固体ヒューミンの性質と効果に関する比較研究を行っている。得られた結果は、世界中で現代の環境問題として未解決のまま残されている水の硝酸汚染に対して適応できる脱窒除去技術の開発に大きく貢献するものであり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である肖智興君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。