

研究紹介

水質汚濁が著しかった東京の河川は、排水規制や下水道の普及により、大きく改善されました。しかし、水質汚濁に係る環境基準のうち、硝酸性窒素については環境基準（硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計値10mg/l）を超えることがあります。その原因のひとつとして排水に含まれる硝酸性窒素の影響が考えられています。当研究所では、硝酸性窒素を削減するための排水処理実験を行いましたので、その研究概要をご紹介します。

畜産汚水を対象とした高度処理に関する研究

調査研究科 和波一夫

1 はじめに

窒素は、アミノ酸、タンパク質などの構成成分です。食物では肉類に多く含まれています。人間や哺乳動物は、窒素を含む代謝老廃物（尿素）を体外に排出します。この尿素は下水処理場や尿尿（しによろ）浄化槽の汚水処理工程で分解され、アンモニア性窒素となります。そしてアンモニア性窒素は硝化細菌の働きによって硝酸性窒素になります。硝酸性窒素は、人の健康に影響を与える物質で、水質汚濁防止法で有害物質に指定されています。硝酸性窒素は一般的な排水処理では除去することが困難な物質です。硝酸化合物等^{注1)}の一律排水基準^{注2)}を守ることが困難な業種については、現在、暫定排水基準を適用せざるを得ない状況です。この状況を改善するために、業界ごとに実行可能な計画の作成、専門家による技術的助言の実施、処理技術の開発などを実施し、産官学一体となって、フォローアップに努めるものとされています。

注1) アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物

注2) アンモニア性窒素に0.4を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量で基準値は100mg/l

2 研究概要

当研究所では、硫黄酸化脱窒細菌による硝酸性窒素除去等の排水処理研究を進めてきました。これまでの研究成果を活用し、今回、高濃度の窒素排水が問題となっている畜産汚水を対象に、民間企業と共同で実証実験を行いました。実験を行った養豚場の既施設ではBOD（生物化学的酸素要求量）は良く処理されていますが、硝酸性窒素は200mg/lを超えることがあり、窒素除去が排水対策上の大きな課題となっています。本研究では、この養豚場に処理装置（図1）を地上部に設置し、養豚場の既施設の処理水を対象にして2年間実験を行いました。硫黄酸化脱窒細菌による硝酸性窒素除去の反応メカニズムを図2に示します。硫黄酸化脱窒細菌は無機的環境下にも生育できる化学合成独立栄養細菌であり、硝酸性窒素を窒素ガスに変えます。この硫黄酸化脱窒細菌を増殖させるには硫黄が必要です。実験では特殊加工した硫黄・カルシウム系基材を用いました。1年目は最適処理条件を把握するため、条件（流量、ばっ気量、逆洗時間）を変えながら実験を行いました。2年目は処理条件を固定し、メンテナンスフリーで10カ月稼働させました。結果、窒素を平均68%除去することができました。

一般に硫黄酸化細菌による窒素除去方法では、処理水のpH（水素イオン濃度）が酸性に傾くので

中和が必要ですが、本実験の処理水のpHは全期間ほぼ中性でした。これは硫黄・カルシウム系基材を用いたことによる効果です。図2中の硫酸イオンが排水を酸性化させるのですが、硫黄・カルシウム系基材を用いるとカルシウムがこの硫酸イオンと結びついて硫酸カルシウムとなり、酸性化を防ぎます。なお、カルシウムは、富栄養化の原因物質であるリンとも結びつくので、リンの除去にも効果があります。本実験装置ではリンを平均70%除去することができました。



図1 実験装置の外観

3 硫黄酸化脱窒細菌による硝酸性窒素除去の利点

硝酸性窒素の処理は、下水処理場で一部導入されている脱窒活性汚泥法などの方法もありますが、高濃度の窒素排水が問題となっている事業場に適用するには課題があります。脱窒活性汚泥法は、有機物（BOD）が菌体の合成に必要なものを含めて硝酸性窒素量の約3倍必要です。畜舎汚水や硝酸を使用する工場の排水などは、都市下水に比べて有機物/窒素比が低く、硝酸性窒素を窒素ガスに還元するための有機物が不足して、脱窒活性汚泥法は使用できません。有機物を

補うためにメタノールを添加する方法もありますが、メタノールには毒性があるため処理水に残存すると問題です。その点、硫黄酸化脱窒細菌を利用した脱窒法は有機物添加が不要であり、固体硫黄を処理槽に充填すれば、硫黄を常時供給する必要はありません。固体硫黄が硫黄酸化脱窒細菌の担体になる利点もあり、排水処理の管理が比較的容易です。

4 おわりに

従前の処理方法では窒素処理が困難な排水については、硫黄酸化脱窒細菌を用いた処理方法は有効です。本研究の「汚水処理装置及び処理方法」については、特許庁への特許出願をしており、今後、暫定排水基準適用の事業場で活用されることが期待されます。

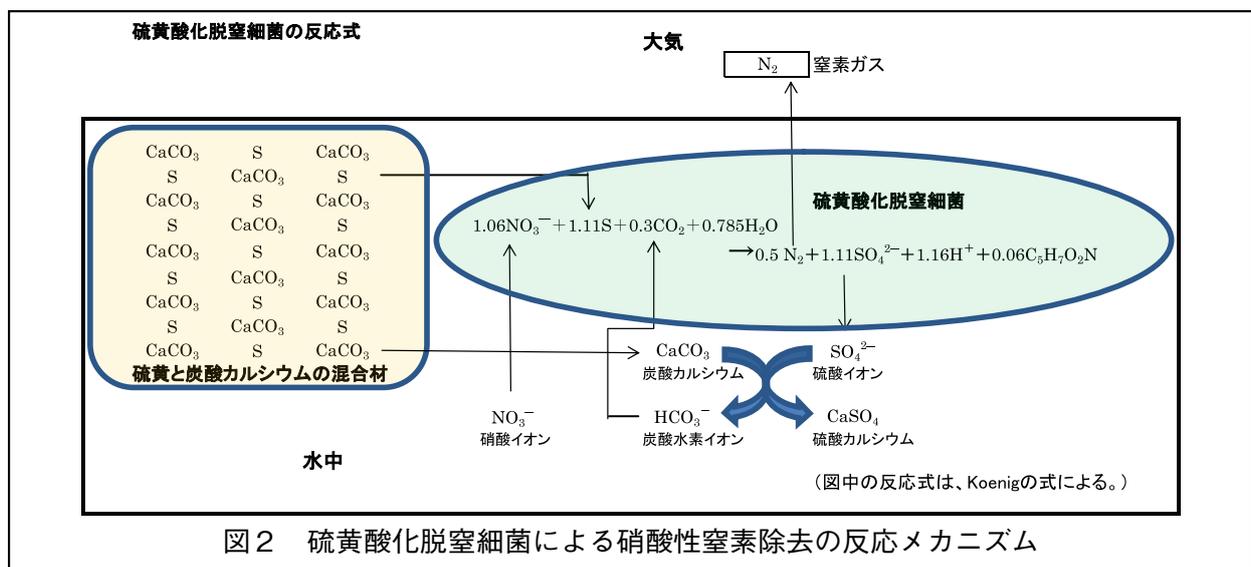


図2 硫黄酸化脱窒細菌による硝酸性窒素除去の反応メカニズム

※ 本研究の詳細は、東京都環境科学研究所年報2007（ホームページ掲載）をご覧ください。