

氏 名 (本 籍)	しな べ かず ひろ 品 部 和 宏 (愛 媛 県)
学 位 の 種 類	博 士 (生物工学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 1879 号
学位授与年月日	平成 14 年 11 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科
学 位 論 文 題 目	充てん式生物脱臭装置の動特性および下水処理場への適用に関する研究
主 査	筑波大学教授 工学博士 松 村 正 利
副 査	筑波大学教授 工学博士 田 中 秀 夫
副 査	筑波大学教授 農学博士 前 川 孝 昭
副 査	筑波大学教授 農学博士 佐 藤 誠 吾

論 文 の 内 容 の 要 旨

近年急速に普及してきた充てん式生物脱臭塔は、装置の性能を左右する充てん担体についての研究が少なく、実際に際しての設計手法についても確立されていなかった。本研究では充てん式生物脱臭装置の動特性を明らかにした上で、下水処理場に適用する際の設計および操作に関する指針を提示し、経済評価からその適用範囲を明確にすることを目的とした。

まず、下水処理場のイオウ系臭気除去を目的とした充てん式生物脱臭塔ガス流入部の充てん担体を採取し、担体に固定されている微生物の分離・同定を行った。その結果、分離されたイオウ酸化細菌 KS1 株は *Thiobacillus thiooxidans* と同定された。また、充てん担体の電子顕微鏡による観察から、臭気ガス流入部の充てん担体の表面には *Thiobacillus thiooxidans* と思われる桿菌が疎らに付着していたのに対し、充てん担体の内部は微生物固定に寄与していないことなどがわかった。KS1 株の H_2S 除去速度について H_2S －水系の物質移動速度を考慮し、pH、温度をパラメータとして求めた。最大 H_2S 除去速度は pH = 2.5 で最大となり、 $2.84 \times 10^{-10} \mu \text{mol/min/cell}$ であった。KS1 株は、強酸性化で生息可能な好酸性イオウ酸化細菌に分類されるため、pH = 1.0 の低 pH でも高い除去速度を示した。また、温度に対する影響では、10℃での H_2S 除去速度が $0.12 \times 10^{-10} \mu \text{mol/min/cell}$ と 30℃の約 1/20 で、温度の影響を大きく受けることがわかった。

次に、3 種類の担体についてイオウ系臭気の除去性能を検討し、担体の気孔径、空隙率、大きさなどの担体物性との関係について求めた。その結果、高い除去性能が得られた担体の物性は、表面積が大きいことに加え、形状が円柱状で表面や内部に直径 1 mm 程度のマクロポアを有すること、空隙率が高いことであった。これらの特性は、散水操作を想定した担体の硫酸排出効率に関する実験から、高い硫酸の洗浄効率が得られる担体物性と関連した。また、2 種類の担体についての総括物質移動係数 $K_G a$ を実験で求め、KS1 株の H_2S 除去速度から、充てん式生物脱臭塔での H_2S 除去をシミュレーションし、その除去特性についても考察した。充てん層内での有効ガス接触面積を表す $K_G a$ は、 H_2S 除去性能に対し非常に重要な担体物性で、担体の大きさは充てん層の閉塞や通ガス時の圧損など実用上の制約を考慮した上で、できるだけ小さくする方が有利となることが示された。

さらに、下水処理場に設置する充てん式生物脱臭装置の設計手法と評価について検討した。まず、下水処理場汚泥処理施設の調査から汚泥処理系から発生する臭気は、処理プロセス、汚泥の性状、汚泥の流入方法、季節等により異なること、また、 H_2S と MM が人体の閾値に対して非常に高く、6 ヶ所の下水処理場での調査における 85

%累積頻度の原臭濃度は、各々26ppm, 4.1ppmであることを示した。実際に設置された6ヶ所の充てん式生物脱臭塔の適用例について調査し、その除去性能を明らかにするとともに、下水処理場汚泥処理施設における充てん式生物脱臭塔の設計手法を提案した。さらに、これらの設計諸元に基づいた充てん式生物脱臭法について各種脱臭方法との比較を行い、本法が活性炭吸着法の約1/10, 薬液洗浄法の約1/6のランニングコストで運転できることを明らかにした。

今後の課題として、適用範囲をさらに拡大する目的で「高濃度イオウ系臭気の除去方法の開発」や「アミン系および有機酸系臭気の除去方法の開発」がある。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、充てん式生物脱臭装置の動特性を明らかにした上で、下水処理場に適用する際の設計および操作に関する指針を提示することを目的とした。

充てん式生物脱臭塔内でイオウ系臭気除去に関与する優占微生物として分離・同定した *Thiobacillus thiooxidans* の H_2S 除去特性について検討した。また、本装置の性能を左右する充てん担体について検討し、それらを使用した脱臭塔での H_2S 除去モデルを実験的に検討・考察した。さらに、実際の下水処理場に設置した充てん式生物脱臭塔の臭気除去性能について調査・整理し、合理的と考えられる設計手法をまとめ、本方式の脱臭方式としての位置付けについて述べた。

よって、著者は博士（生物工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。