

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	森田 康敬 (もりた やすたか)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 814 号
○授与年月日	2012 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	ガス状揮発性有機化合物を処理対象とした生物脱臭装置 における操作因子の最適化
○審査委員	(主査) 中島 淳 (立命館大学理工学部教授) 神子 直之 (立命館大学理工学部教授) 樋口 能士 (立命館大学理工学部准教授)

<論文の内容の要旨>

大気中にガスとして放出される揮発性有機化合物は、悪臭の原因物質であると同時に、人体への毒性や光化学オキシダントおよび浮遊粒子状物質の生成の面からも注目され、世界各国でその環境排出の低減に関する取組みが進められている。本論文は、我が国の工場や事業所で使用されている揮発性有機化合物について、微生物の働きを利用した安価で効率的な新除去技術を開発し、大気環境への放出抑制に貢献するものである。第 1 章では研究の位置付けと論文の構成が述べられている。第 2 章では、揮発性有機化合物の除去に用いられてきた脱臭法がレビューされ、とくに既存の生物脱臭法を揮発性有機化合物に適用する際の困難な課題が明確に示された。第 3 章では、こうした課題解決のために開発された充填塔連結流路可変型の生物脱臭装置について、開発の概念、装置の構造、運転と維持管理について述べられている。さらに、装置の持つ除去性能について、揮発性有機化合物を疎水性成分と親水性成分に分けて検討し、親水性成分の混合ガスについて従前の報告と比較して極めて高い除去速度を得ている。第 4 章では、自動車塗装工場排ガスを想定した疎水性と親水性の両成分を含む揮発性有機化合物混合ガスについて、本生物脱臭装置を用いた除去性能が検討された。親水性成分の良好な除去に加えて、微生物の馴致による疎水性成分の除去性能の向上が示された。また、装置の運転条件として、担体含水率と栄養塩供給がとくに重要なことが明らかにされた。第 5 章では、栄養塩供給能力に力点をおいた装置の改良が行われ、疎水性のトルエンについての除去性能が確認された。さらに、トルエンの除去に関連する微生物相が、分子生物学的手法を用いて明らかにされた。第 6 章で

は、総括と今後の実用化への課題が述べられている。

<論文審査の結果の要旨>

本論文は、これまで生分解が困難と考えられていた疎水性成分を含む揮発性有機化合物の除去に対して、栄養塩および水分供給方法に偏りを与えない充填塔連結流路可変型の生物脱臭装置を新規に開発し、高効率で安定した除去性能を得たことに、大きな価値があることは明白である。また、本論文で示された生物脱臭装置に関する知見が、我が国の産業界からの揮発性有機化合物の排出低減策に及ぼす効果も大きく、有用性に富んだ研究内容と評価される。それらに加えて本論文は、以下の点からも、とりわけ優れた内容を有するといえる。

- 1) 開発された装置における流路可変機能は、微生物分布を均一化することに成功し、それによって揮発性有機化合物の除去性能の安定化に大きく貢献した。
- 2) 揮発性有機化合物の除去性能を有する微生物の馴致方法を検討した結果、難分解性物質にも活性を有する微生物の早期安定化に成功した。
- 3) 提案された浸漬による洗浄と栄養塩供給方法は、偏った生物増殖による閉塞や、栄養塩不足による性能低下を軽減し、除去性能の安定性を十分に向上させた。
- 4) 担体気孔の閉塞率の概念を導入した結果、装置の圧力損失の解析が進展し、洗浄開始時期を判断する基準を得ることができた。
- 5) 担体洗浄に酸化物を加えることによって、生物量を制御する可能性が確認された。
- 6) 担体の含水率低下を引き起こす種々の要因が明らかとなり、その対策を装置の構造や維持管理に反映することが可能となった。
- 7) 分子生物学的な手法を用いることによって、難分解性物質への耐性を有する細菌や分解菌の存在が明らかになり、本手法の生物脱臭研究への有用性が示された。
- 8) 硝化後の窒素の微生物利用が示され、適用可能な窒素供給方法が拡大された。

本論文の審査に関して、2012年5月9日（水）17時00分～18時20分イーストウイング3階環境都市系第2演習室において公聴会を開催し、申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者森田康敬に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、添加栄養塩組成を決めた背景、装置の数値モデル化による解析、実施への展開における課題などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。