

氏名(本籍)	平佐興彦(山口県)		
学位の種類	博士(農学)		
学位記番号	博乙第1,039号		
学位授与年月日	平成7年1月31日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
審査研究科	農学研究科		
学位論文題目	機能性高分子材料の排水処理への応用に関する研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	片岡 廣
副査	筑波大学教授	工学博士	国府田 悦男
副査	筑波大学教授	農学博士	中原 忠篤
副査	筑波大学教授	工学博士	松村 正利
副査	筑波大学教授	農学博士	富田 文一郎

論文の要旨

本研究は、比較的高い汎用性を有する機能性高分子材料を利用し、省エネルギー的、かつ処理効率の高い小規模型の排水処理システムの構築を目指し、それに必要な基礎的知見を得ることを目的として行ったものである。

論文の構成は全8章から成っており、第1章では本研究の課題を設定するに至った理由を述べ、続く第2章では従来の研究との比較から本研究の必要性を明確化している。

第3章では、高分子物質を水浄化材料に用いる場合、水中の汚濁成分の大部分を占める低分子物質と高分子物質の間で、低分子-高分子間相互作用と高分子間相互作用に起因する物性が極めて重要な問題となるため、液の粘度について検討を行った。高分子試料としてカルボキシメチルセルロース(CMC)を選び、動的粘弾性の測定からこれらの問題を検討した。その結果、低分子-高分子間相互作用及び高分子間相互作用において、水素結合が重要な役割を演じることを明らかにし、温度の制御やアルコール類の添加により、これらの相互作用を制御できることを示唆した。

第4章では、染色工場等から排出されるデンブン水溶液の濃度を濁度測定から決定する方法について検討した。この場合も低分子-高分子間相互作用、特に水酸イオンとの相互作用を中心に検討を行い、水酸イオンはデンブン粒子へ Freundlich 型で吸着し、その結果可溶化が起こることを示した。これにより濁度と pH の測定からデンブン粒子及びメチル化デンブンの濃度を決定できることが明らかになった。

第5章では、感熱性高分子であるポリビニルメチルエーテル(PVME)を用いた吸着処理システム

の検討を行った。ビニルメチルエーテルモノマーの沸点は約6℃であり、カチオン重合を用いてポリマーが得られるが、通常のイオン交換体のように、重合反応を利用してビーズや膜状に成型することは極めて困難である。そこで汎用性が高く、安価で、かつ比表面積の大きい活性アルミナにPVMEが極めて良く吸着されることを発見し、活性アルミナに吸着したPVMEを γ 線で架橋する方法によって、感熱性の吸着担体を作製した。この吸着担体を充填したカラムを装着した温度可変型吸着試験装置(排水処理装置)を試作し、本システムの性能試験を行った。その結果、50℃付近の温度で、通常は分離が極めて困難であり、かつ活性汚泥を用いた生物処理に対して阻害効果を及ぼす非イオン性の界面活性剤(合成洗剤の成分)が、本吸着担体に効率良く吸着することを明らかにした。また、吸着された界面活性剤は、20℃で完全に脱着した。この結果は、本吸着剤を温度可変型排水処理装置に用いた場合、非イオン性物質に対しても通常のイオン交換樹脂法と同様な吸着分離が可能であることを示している。

第6章では、PVMEを合成し、その力学的、熱的特性を検討し、脱水剤、吸水剤、多孔質および繊維状水回収剤などとしてPVMEを利用した、より高度な排水処理の可能性を示した。

第7章ではシリコン膜を活性汚泥微生物と組み合わせた生物処理について検討した。高い酸素透過性を持つシリコン中空糸膜を作製し、さらにポリビニルアルコールをアミノアセタール化したカチオン繊維のネットで中空糸膜表面を被覆し、活性汚泥の吸着固定化を行った。この固定化活性汚泥を、試作した処理装置に装着して、排水中の有機物質の生物分解を検討したところ、酸素濃度の高い中空糸膜表面では酸化分解が起こり、BODの除去率98%以上が一年以上持続した。また、シリコン膜を通して供給される酸素は、膜表面の活性汚泥微生物によって効率良く消費され、タンク内部のバルク相は嫌氣的になるために、脱窒反応が同時に進行し、98%以上の脱窒率を一年以上も持続した。通常の活性汚泥処理においては余剰汚泥が多くその処理が問題となっているが、この装置の場合は余剰汚泥が極めて少ないことが明らかになった。第8章では、本研究の総括を述べた。

審 査 の 要 旨

従来の排水処理の関する研究は一括集中処理方式を想定したものが多く、周辺環境に十分適合していない場合もあり、新しい発想に基づく処理装置の開発が求められていた。本研究は機能性高分子材料の特性を利用した省エネルギー、かつ処理効率の高い小規模型の排水処理システムの構築を目的として行われたものである。

本研究で得られた主な成果は、(ア)排水処理システムにおいて基本的な情報である液の粘弾性に対する分子間の相互作用の解明、および排水の濁度の連続測定と濃度決定法を提案した、(イ)ポリビニルメチルエーテル(PVME)を活性アルミナに吸着固定化して感熱性を有する吸着担体を開発し、これを使用して温度可逆型吸着試験装置を試作し、染料や界面活性剤(洗剤)の吸脱着に低温廃熱が利用できることを実証した、(ウ)非イオン性界面活性剤を分離した後の排水中の有機物を分解するため、シリコン膜表面に活性汚泥を固定化し、小規模排水処理システムを組立て、長期間にわたって

高いBOD除去率および脱窒率が得られた，ことである。

以上のように本研究は機能性高分子材料を利用して温度可逆型吸着装置を開発し，これまで処理困難であった界面活性剤等の有害物質の除去に成功した。また，生物処理においても高いBOD除去性能を持つ小規模型の処理システムを開発した。これらの研究は独創性に富み，応用範囲も広く，高く評価できる。

よって，著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。