

氏 名	キム シ ジュン 金 時 浚
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1607 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 衛 生 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	低圧逆浸透法の溶質分離特性と多成分系廃水処理への適用に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教 授 寺 島 泰 教 授 宗 宮 功 教 授 松 井 三 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、近年開発が進みつつある低圧逆浸透膜について、主要な無機及び有機の化合物の膜分離特性や分離機構を実験的に追究するとともに、廃棄物埋立地浸出水など多成分廃水の処理への適用性について検討したものであって、6章から成っている。

第1章は序論であり、本研究の目的と研究の構成について述べている。

第2章では、本研究において用いた低圧逆浸透膜 NTR-729HF、NTR-7250、逆浸透膜 NTR-759HR などの公称性能を示したうえで、NTR-729HF を用いて NaCl、KCl、CaCl₂、MgCl₂ などの膜分離実験を行い、これらの分離の特性と機構について検討している。すなわち、対象とした無機イオンの阻止率が pH に支配されること、またこれらの阻止率は濃度増加とともに減少し、異種イオンが共存する場合は、1価カチオンは2価カチオンの影響を受けやすいなどのことを明らかにし、膜表面の電位特性が pH 5 付近でカチオン性からアニオン性に変化することに基づき、これらの結果が、1価イオンの場合は膜表面におけるイオンの電氣的反発と電氣的バランスに基づく対イオン同伴性により、多価イオンの場合はさらに、膜へのその吸着による対イオン反発力の緩和が加わることに生じると推論している。さらに、シリカイオンが膜目詰まりの原因になりうることを示している。

第3章は、水溶性の有機化合物及び有機有害化合物として、糖類、脂肪酸、1価アルコール、2価アルコールなど脂肪族化合物、フェノール、クロロフェノール類、ニトロフェノール類などの芳香族化合物と芳香族農薬、合計31種の水溶性有機化合物と尿素、アンモニウムイオン、硝酸イオンなどをとりあげ、これらの NTR-729 による分離特性を検討し、分離の機構について考察したものである。その結果、糖類、1価及び2価のアルコールなど非解離性化合物の阻止率は pH に依存せず、分子量の増加とともに増大する、クロロフェノール類及びニトロフェノール類、芳香族農薬など解離性を有する化合物の阻止率も分子量依存の傾向を示すが、これらのうち解離によって負電価を持つ溶質の場合は、分離膜が pH 約 5 以上の領域で負に帯電することによる反発力や、特にアルカリ領域で解離度が増大することなどに起因して、阻

止率はさらに pH の影響を強く受けて pH とともに増大する、しかし解離によって正の電荷を持つものは逆の pH 依存性を示す、また同一 pH の条件下では pKa が小さい化合物ほど阻止率は大きくなるなどのことを明らかにしている。さらに、非解離性化合物の阻止率に対する濃度増加の影響は小さいが、アンモニウムイオン、硝酸イオン、有機酸などの阻止率は濃度の増加によって減少することを示している。

第4章は、成分組成が多様で処理対策の上で課題の多い廃棄物処分場浸出水を対象に、処理システムの高度化を目的として、低圧逆浸透膜法並びにイオン交換膜を用いる電気透析法の適用性を検討したものである。その結果、膜分離法の導入については、逆浸透膜に相当する NTR-759HR の適用は膜目詰まりによる著しいフラックス低下が問題となること、低圧逆浸透膜である NTR-729HF の場合は、難分解性有機物など COD_{Cr} の除去性能を高めるには脱窒プロセスの後段に、COD_{Cr}、塩素イオン及びカルシウムなどの除去性能を高めるには、凝集反応プロセスの後に導入するのが効果的である、NTR-7250の場合は処理性能が劣るが、処理フラックスは幾分増大するなどのことを明らかにしている。さらに電気透析法については、有機物の除去は期待できないが、無機塩類やアンモニウムイオンの高い除去効率が得られることを示している。

第5章は、廃棄物処分場浸出水その他の多成分系の排水を対象に、膜分離活性汚泥法と低圧逆浸透法とから成る処理システムの機能について検討したものである。すなわち、セラミック膜を用いる膜分離活性汚泥法について、目詰まり回避や有機物・窒素の効率的除去のための操作条件を実験的に明らかにしたうえで、これに低圧逆浸透プロセスを付加して浸出水模擬排水の処理を行い、前段プロセスでは85%前後の COD_{Cr} の除去率が得られるものの、60mg/L 程度の難分解性の COD_{Cr} が残留し、無機塩類も除去されないが、後段プロセスではカルシウム、ナトリウム、また有機性窒素もそれぞれ72%、52%、85%除去されたことを示し、この処理システムの有効性を明らかにしている。

第6章は最終章であり、本研究で得られた結果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、低圧逆浸透膜法の導入による排水処理システムの高度化を目的とし、無機・有機溶質の膜分離の特性と機構、並びに有機・無機多成分排水の処理への適用について研究したものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 低圧逆浸透膜によるアルカリ金属及びアルカリ土類金属イオンの膜分離は、膜面等電点を与える pH を境として正負に変化する表面電位、溶質正負イオンと膜電荷との電气的反発、電气的バランスに基づく対イオン同伴性、さらに多価イオンの膜への吸着による対イオン反発力の緩和などに依ることを示した。
2. 脂肪族化合物、農薬を含む芳香族化合物など31種の水溶性有機化合物について、低圧逆浸透膜の分離性能を明らかにした。また、非解離性化合物の阻止率は分子量に支配され、pH と濃度の影響は低いが、解離性を有する化合物の阻止率は、膜面電荷と解離溶質が持つ電荷との電气的反発力により、負の電荷を持つ溶質の場合は pH 増加とともに増大し、正電荷を有する溶質は逆の pH 依存性を示すこと、またいずれも濃度に依存することなどを明らかにした。
3. 処理対象物質として難生物分解性有機物、阻害性無機塩類、有害性物質などを含む廃棄物の処分場浸出

水の既存の処理システムに低圧逆浸透膜法を適用し、難分解性有機物、カルシウム、塩素イオンなどの除去性能を高度化するためには、凝集沈殿プロセスの後段に導入するのが有効であることを示した。

4. セラミック膜による膜分離活性汚泥プロセスと低圧逆浸透膜分離プロセスから成る処理システムを提案し、廃棄物処分場浸出水処理に適用してその有効性を明らかにした。

以上要するに本論文は、低圧逆浸透膜法による無機イオンや各種水溶性有機化合物の分離特性と機構とを明らかにし、難生物分解性有機物や阻害性無機物を含む廃棄物処分場浸出水の処理について、同法の既存処理システムへの適用方法と、膜分離活性汚泥法と同法とから成る処理システムの有効性を示したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成8年12月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。