

修士学位論文等要旨  
Abstract of Master's Dissertation or Selected Topical Research

論文提出者 / The person who submits a thesis

専攻名 / Department 工学専攻  
分野名 / Division 水環境・土木 分野  
学籍番号 / Student ID 20w3016k  
氏名 / Name 村上 一朗

論文等題目 / Title

海水濃縮用カーボンナノチューブ / ポリアミド複合逆浸透膜の調製とその評価に関する研究

論文等要旨 (1,000 字以内) / Abstract (Within 1,000 characters in Japanese or 300 words in English)

現在の水不足問題の解決策にポリアミド (PA) 逆浸透 (RO) 膜を用いた海水淡水化技術がある。大規模な商業化に至るほど発展しているが、造水コスト低減の課題がある。この課題の解決策として膜の耐ファウリング性や透水性の向上等が必要である。また、RO 膜処理で発生した海水の濃縮水 (ブライン) の海洋投棄が問題となっており、そこから有価物 (希少金属) を回収する技術が重要となっている。本研究では、ブラインの高濃縮化のため、脱塩性や透水性の向上を目的として PA 膜とカーボンナノチューブ (CNT) の複合化や膜の後処理を行った。CNT 複合による防汚性向上、膜の後処理による高透水化が狙いである。また、調製した膜を用い、実海水の濃縮を行い、濃縮性能を評価した。

基本となる CNT/PA 膜はメタフェニレンジアミン (MPD) とトリメソイルクロライド (TMC) の界面重合反応により調製した。その際の試薬濃度、製膜条件を振り分け最適化を目指した。調製した CNT/PA 膜について後処理により膜表面の構造改質を行った。後処理では、調製した膜を透水前に、アルコール水溶液や亜硝酸ナトリウム水溶液に含浸し処理を行った。膜性能を見るために、NaCl 水溶液や海水を用い、クロスフロー方式、海水淡水化条件で透水試験、および超高压での濃縮試験を行い、その後膜表面の分析のために電子顕微鏡観察や赤外分光分析等を行った。

PA 膜に CNT を複合することにより、透水性が 1.3-2.0 倍向上した。CNT 濃度を振り分けた際に CNT が過多になると、塩除去率および透水性の両方の性能が低下した。これは CNT が脱塩機構のアミドボンドの配列を阻害するためであると考えられる。亜硝酸カップリング処理を行うことにより Flux を保持したまま、脱塩率を約 0.5% 向上させることが出来た。これは、PA 鎖の末端にあるアミノ基が反応してアゾ結合を形成し、ポリアミド鎖の欠陥が減少したからであると考えられる。アルコール処理を行うことにより Flux が 1.2-1.4 倍に向上したが、脱塩率は維持か減少した。これは、アルコールにより膜の親水性が向上したものの、ポリアミド鎖に欠損が生じ、溶質が透過しやすく変化したからであると考えられる。海水の元素分析では、希少金属の高濃縮は得られたが、膜の違いによる濃縮差は確認できなかった。今後はより濃縮効率を上げるため、膜だけでなく、システム全体の開発に取り組みたい。また、膜性能向上のため、後処理の条件を最適化していきたい。