

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 崔 龍鎮

本論文は、「Thermal Swing Separation Using Thermosensitive Membranes (感温性膜を用いた温度スウィングセパレーション)」と題し、感温性高分子を多孔質基材の細孔内にプラズマグラフト重合した膜を新規に提案し、その製膜法、構造制御法を明らかにすること、温度変化による膜細孔内への吸脱着性の変化による分離方法を開発することを目的としたもので、6章からなっている。

第1章は緒論で、本研究の背景を述べ、感温性膜を用いる温度スウィング分離法を提案し、本論文の目的および構成を述べている。

第2章では、製膜法、構造制御法の検討を行い、得られた膜の構造解析を行っている。多孔質基材にはポリエチレン多孔平膜を採用し、プラズマグラフト重合によりその細孔内に感温性高分子である N-イソプロピルアクリルアミド(NIPAM)をグラフトしている。

膜の応用にあたっては膜厚方向に均一にグラフトした厚い膜(吸着膜)と、基材細孔入口近傍にのみグラフトした薄い膜(ゲート膜)とが必要であるが、この構造制御はプラズマ照射時の電力を変化させることで可能であることを新たに見いだしている。

第3章では、膜の基本特性として温度変化による透水性の変化、細孔表面の親疎水性変化による界面活性剤の吸着性の変化を測定している。NIPAM は 32°Cを境に低温で膨潤し親水性となり、高温で収縮して疎水性となる。この性質により NIPAM をグラフトした膜は高温では膜透過流束は大きく、低温では小さくなることを明らかにしている。

また疎水性界面活性剤は高温では吸着するが低温では吸着量は小さくなること、親水性界面活性剤は高温でも低温でも吸着性をほとんど示さないことも明らかにしている。

第4章では、界面活性剤をモデル溶質とし、感温性高分子をグラフトした多孔膜を用い、温度スウィング操作による親水性溶質と疎水性溶質の吸着分離、濃縮の可能性について検討している。

吸着膜を用い、疎水性界面活性剤である NP-10 を用いて温度スウィング操作をした結果、高温時には原液は高流束で膜を透過し NP-10 は疎水性相互作用により疎水性細孔表面に吸着し、透過液中には NP-10 は含まれなかつ

た。膜の吸着容量に達して破過した後低温にすると膜透過流束は小さくなり、吸着していた NP-10 は細孔表面が親水性となることから脱着し、透過側にパルス状に濃縮して得ることができた。これにより温度スイング操作による分離濃縮の可能性を示している。親水性溶質の NP-20、Triton X405 では吸着はまったく起こっていない。

吸着膜は低温時でも細孔径が大きいので透過側濃度は原液濃度と同じとなり、2成分分離には不利である。そこで低温時には溶質が透過しない程度に細孔が小さくなるゲート膜を吸着膜に組み合わせることを提案し、実験を行っている。その結果ゲート膜を採用することで透過側濃度は低温時にはほぼゼロになり、ゲート膜は有効であることを示している。

最後に親疎水性界面活性剤の混合系で分離実験を行い、混合系でも単成分系の結果と変化ないことを示し、感温性膜を用いた温度スイング分離法の有効性を明らかにしている。

第5章では、より高分子量の溶質への適用として、親疎水性タンパク質の分離を検討している。親水性タンパク質としてはミオグロビンを、疎水性タンパク質としては γ -グロブリンを採用し、ミオグロビンは高温時も低温時も吸着しないこと、 γ -グロブリンも低温時は吸着しないことを明らかにしている。 γ -グロブリンは本論文の提案によれば高温時は吸着しなければならぬが、実験結果では明確に示すことができていない。これは実験温度の36℃では変性が生じ、凝集による膜のファウリングが生じてしまったためとしている。感温性高分子をかえ、相転移温度をより低温化することが必要であるとしている。

第6章は総括で、本論文の内容をまとめている。

以上要するに、本論文は、多孔質基材の細孔内にプラズマグラフト重合法により感温性高分子をグラフトできることを示し、その構造制御法を新たに提案し、さらに温度スイング操作による透水性制御、溶質の吸着性変化による親疎水性溶質の分離濃縮の可能性を示したもので、分離工学および化学システム工学に大きな貢献をするものである。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。