Charecteristics of Material Separation Across Novel Charged Mosaic Membrane-part2-

Myungkwan Song and Wongkang Yang

Dept.of Chemistry, College of Natural Science,
Dongguk University,Gyeongju 780-714, Korea

새로운 하전 모자이크 막에서 물질분리의 특성-part2-

송명관, 양원강
동국대학교 자연대학 화학전공

2종의 서로 다른 이온기가 병렬로 나란히 존재 하는 막을 하전 모자이크 막이라 하고, 이 막에서 음의 반사계수 값은 물질 수송에서 용질(1-1이온)을 우선적으로 투과한다는 결과가 보고되었다. 본 논문은 조금 다른 2-2 이온에 대한 수송 특성을 중점적으로 보고하고자 한다. 비가역 열역학의 현상론적 방정식에 기초를 둔 salt flux 와 volume flux 의 분석을 하였다. 게다가 비전해질 존재에서 salt flux 와 volume flux 도 비교하여 막의 파라미터를 조사하였다. 결과적으로 하전 모자이크 막을 가로지르는 물의 흐름은 이온의 확산과 더불어 삼투압의 흐름이 생겨서 발생하였으며, 또 다른 시스템에서 비전해질의 존재에도 불구하고, 물의 삼투 흐름이 일어 남에도 불구하고, sucrose 가 수송의 영향을 거의 미치지 않는다는 것을 확인하였다.

중요단어: 하전모자이크 막, 비 평형열역학, 부피흐름, 염흐름, 반발계수

1. 서론:

막내에 2종의 양이온성과 음이온성의 하전 도메인이 병렬로 나란히 존재하는 하전모자이크 막은 비전해질의 투과가 거의 없고, 농도차와 압력차의 원동력에 대한 저분자 전해질을 우선적으로 투과하는 성질이 보고 되었다. 이것은 전해질과 비전해질의 분리특성에 대한 우수한 기능성막으로 보고되었다. 특히 농도 기울기에 대한 전해질의 확산속도가 높아서 용질과 용매의 분리도가 큰 것으로 알려졌다. 실제로 막에 의한 염의 농축이나 해수담수화에는 막을 통해서 다량의 용매를 이동시키는 것보다 작은 양의 용질을 이동시켜 분리의 목적을 달성하는 것

이 훨씬 유리하다. 이런 관점에서 하전 모자이크 막은 대단히 흥미를 불러 일으켜서 K. Sollner 는 양이온과 음이온성의 교환기를 병렬로 구성하는 하전 모자이크 막에서 압력투석 현상에 대한 연구를 보고하였고[2], O. Kedem 과 A. Katchalsky 는 비평형 열역학의 기초에 의한 선형 현상 방정식을 도입하여 교차계수에 의한 환 전류의 존재를 보고하였다[3]. 이 후에 압력투석에 대한 모자이크막의 분리법은 많이 보고 되었다. 초기에는 John N. Weinstein 과 S. Roy Caplan 에 의한 이온교환기의 비 스를 서로 병렬로 합성한 하전모자이크 막에서 음의 삼투를 보고 하였다[4]. 또 양이온 교환부분(S), 음이온교환부분(A), 전기적으로 중성이 되는 부분(I)을 교대로 구성한 합성구조로, S-I-A 와 I-S-I-A-I 를 단위로 하는 3차원 과 5차원 블락 공중합체를 제조하여 미세상태에서 분리현상을 연구한 하전 모자이크 막을 보고 하였다[5]. 그러나 막의 내압성과 농축 율이 낮고 고정 하전도도 작은 것이 과제였다.

최근 이온성의 마이크로 겔을 캐스팅 법으로 제조한 고분자 하전 모자이크 막이 보고 되었다. 가교 결합한 구상형태의 마이크로 겔을 동일방향의 연속성의 병렬배열을 갖는 막의 합성이 보고 된 후 공업적으로 다량 제조의 가능성이 알려졌다[6]. 본 연구는 이 새로운 하전 모자이크 막을 사용하여 용질투과와 용매(H_2O)투과에 대한 막 파라미터의 계수를 조사하였다. 하전 모자이크 막을 사이로 한쪽 셀에는 $MnSO_4$용액과 다른 한쪽 셀에는 물(H_2O)을 장치한 시스템에서 물질의 투과수송을 조사하였다. 용매 쪽 셀에서 물의 삼투가 일어나고 다음에 용질이 용매가 있는 쪽 셀로 더 많게 이동하여 그 결과 염의 투과성이 일어나는 우수한 분리수송의 결과가 이전 보고 하였다. 지금까지는 하전 모자이크 막에서 비전해질을 사용한 연구실험이 보고 되지 않아서 본 실험은 비전해질과 전해질과 용매(H_2O)의 모자이크 막의 투과를 연구한 결과를 보고한다.

2.실험:

2.1) 막과 장치

하전 모자이크 막은 다이니치사의 막을 제공 받았다. 실험 장치는 이전의 방법과 같이하고 셀의 2중 구조는 항온 수에 의한 측정온도를 일정하게 유지하였다.

2.2) 부피흐름의 측정

시스템의 부피흐름,Jv 과 염의 흐름,Js 를 측정하였다.

시스템 I) MnSO4 / 하전모자이크 막 / 물

시스템 II) MnSO4 +0.5M-Sucrose / 하전모자이크 막 / 물

시스템 I 는 모자이크 막의 한쪽 셀에 MnSO4 와 다른 셀에는 3차증류수를 넣었으며, 시스템 II는 모자이크 막의 한쪽 셀에 MnSO4 용액과 Sucrose 용액을 넣고 다른 셀에는 3차 증류수를 사용하였다.

2.3) 염의 흐름측정

시스템 II에서 전도도 전극 셀을 물 쪽에 넣고서 막을 투과하는 용질의 농도변화를 전도도를 측정하였다. 일정농도의 Sucrose용액에서 전해질의 농도와 용액저항의 관계의 검량 선을 작성하여 측정값을 비교하여 용액의 농도를 결정하였다.

3. 이 론

간단한 현상론 방정식

MnSO4과 물(H_2O)의 시스템에서 실제 현상론 방정식은 부피흐름과 염의 흐름식으로 각각 다음과 같다.

$$J_v = \sigma_s Lp \Delta \Pi_s = \Delta V / A \quad (1)$$

$$J_s = \omega_s \Delta \Pi_s = \Delta m / A \quad (2)$$

여기서 ΔV 와 Δm 는 각각 단위시간에 대한 부피변화와 몰수변화량이다. A 는 막의 유효면적이고 막이 용질투과를 제한하는 값을 반발계수, σ_s 로 나타낸다.

$$\sigma_s = (J_v / Lp) \Delta \Pi s \quad (3)$$

$Jv = 0$ 조건하에서 시스템 I은 MnSO4과 물의 계에서 염의 흐름을 측정하였다. 한편 시스템 II는 Sucrose의 존재 하에서 부피흐름의 측정값을 구하였다.

$$J_v = Lp (\sigma_s \Delta \Pi_s - \sigma_i \Delta \Pi_i) = \Delta V / A \quad (4)$$

한편, 반발계수 식은 다음과 같다.

$$\sigma_s = (Jv / Lp) \Delta \Pi_s + \sigma_i \Delta \Pi_i / \Delta \Pi_s \quad (5)$$

$\Delta \Pi_i = \Delta \Pi_s$ 이면, $\sigma_i = 1$ 이 성립하는 계에서 식(5)는 다음과 같이 된다.

$$\sigma_s = Jv / Lp \Delta \Pi_s + 1 \quad (6)$$

또, 염의 흐름식은 다음과 같다.

$$Js = Cs (1 - \sigma_s) Jv + \omega_s \Delta \Pi_s = \Delta m / A \quad (7)$$

여기서 삼투압, i 는 비전해질이고, Cs 는 전해질의 농도이고, Lp 는 물의 투과계수이다.

감사의 말.

본 과제는 과학재단 국제공동연구 과제(No.JR 029)로 수행되어 이에 감사한다.

참고문헌:

1. S.Jeong,W.Lee and W.Yang, Nonstationary ionic current through polymer charged membrane, Bull.KorChem.Soc.,24(7),937(2003)
2. K. Sollner, Biochem.,Z. 244, 39970(1932)
3. O.Kedem and A.Katchalsky, Permeability of Composite Membranes, part 2- Parallel Elements, Trans.Faraday Soc., 59,1931(1962)
4. J.N.Weinstein and S.R.Caplan, Charge Mosaic Membranes: Enhanced Permeability and Negative Osmosis with a Symmertrical Salt., Science, 161,70(1968)
5. T.Fukuda and A.Yamauchi, Transport behavior of amino acid across charged mosaic membrane, Bull. Chem.Soc.,Jpn. 73,27(2000)
6. S.G.Schultz, Basic priciple of membrane transport, Cambridge Univ. press 1980;chapt.4~6
7. A.Katchalsky and P.F.Curran, Nonequilibrium thermodynamics in Biophysics, Harverd Univ.Press(1965)
8. N.Lakshminarayanaiah, Equation of Membrane Biophysics, Academic press, Inc.
9. Wongkang Yang, Transport coefficients across charged mosaic membrane, Bull.KorChem.Soc.25(5),665(2004)