

일반강연 2-1

물-에탄올 계에서 막투과 현상에 대한 실험적 연구

박원철, 최창균

서울대학교 공과대학 화학공학과

An Experimental Study of Membrane Transport in a Water-Ethanol System

Park, W. C., and Choi, C. K.

1. 서론

일반적으로 다공성막을 사이에 두고 막을 통한 물질전달이 일어날 때 물질전달 속도는 압력차 ΔP , 유속 V , 농도차 ΔC 등의 함수로 알려져 있다. 따라서 이들 여러 변수들 중에서 어느 한가지 변수만을 독립시키고 다른 변수들을 일정하게 고정시키면, 그 특정 변수가 물질전달 속도 J 에 미치는 영향을 관찰할 수 있게 된다. 본 실험에서도 물과 에탄올 양쪽상의 유입 농도를 일정하게 유지시킴으로써 그 영향을 배제하고 유속과 압력차를 각각 독립시켜 그 영향을 살펴보았다.

2. 실험

실험에 사용한 막은 제원이 폴리에스터 부직포이며 물과 에탄올은 각각 증류수와 순도 95%의 재품을 사용하였다. 압력차 실험에서는 정상상태에서 장치의 유입 유량과 유출 유량을 조절하여 압력차의 크기를 변화시켜가며 실험을 행하였다. 유속변화 실험에서는 우선 어느 한쪽 상으로 막을 적신 후, 막의 젖음 상태를 유지할 수 있는 범위내에서 두 상간의 압력차를 거의 0으로 둔 뒤 유입 유량을 변화시켜가며 실험을 행하였다. 또한 이러한 실험을 물 상과 에탄올 상의 위치를 바꾸는 경우, 흐름의 방향을 향류나 병류로 바꾸는 경우 그리고 막 cell 이 수평 또는 수직으로 놓인 경우에 대해 조합을 바꾸어 가면서 반복하였다.

3. 결과 및 검토

두 상간에 압력차가 존재하고 그로 인해 압력이 높은 상에서 낮은 상으로 물질전달이 일어나는 경우, 흐름의 방향이나 막 cell 을 수직 또는 수평으로 놓느냐의 여부는 물질 전달 속도에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 따라서 두 상간의 압력차와 물질 전달 속도 사이에 실험 결과를 총괄할 수 있는 하나의 관계를 얻을 수 있는데 이를 Fig. 3.1에 나타내었다. 또한 이 그림의 기울기로부터 구한 각 물질의 투과도는 물의 경우는 $1.67 \times 10^{-13} \text{m}^2$, 에탄올의 경우에는 $1.27 \times 10^{-13} \text{m}^2$ 로 구해진다. 일반적으로 투과도는 유속이 그리 크지 않은 경우에 대해서 상수로 취급될 수 있으며 막에 따라 투과물질 개수에 대해 일정한 값을 갖는데, 실험 결과에서 투과도가 계의 형태나 흐름의 방향에 관계없이 투과물질의 종류에 따라 일정한 값을 나타낸 것은 이를 잘 입증하는 결과라 할 수 있다.

한편 두 상간에 압력차가 거의 없는 경우, 물질전달의 방향은 막의 젖음특성에 의하여 결정되어 막을 적시는 물질이 투과되는 것으로 나타났다. 이 경우 물질전달 속도는 투과물질의 상대상의 유속증가에 선형적으로 비례하나 투과되는 물질 상의 유속증가에는 무관한 것으로 나타났다. 압력차 실험의 경우와 마찬가지로 계의 형태나 흐름의 방향은 물질전달 속

도에 아무런 영향을 미치지 않았다. 이로부터 유속과 물질전달 속도간의 관계를 얻을 수 있는데 이를 무차원화시키 나타낸 것이 Fig. 3.2이며 이를 무차원수 간의 상관 관계식으로 나타내보면 다음과 같다.

$$Sh = 0.31 Sc^{1/3} Re$$

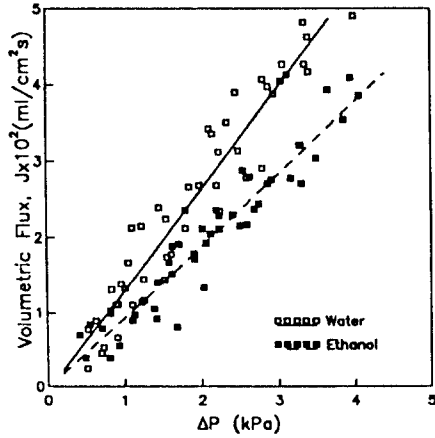


Fig. 3.1 Overall volumetric flux vs. pressure difference relations

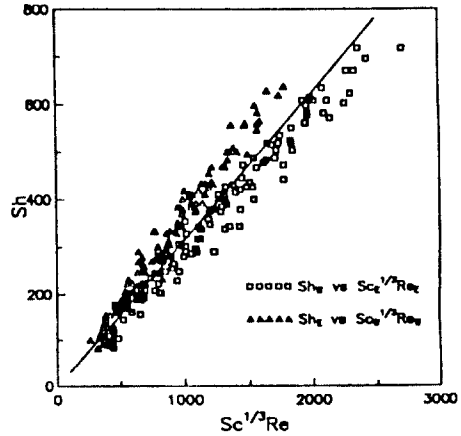


Fig. 3.2 Overall Sh vs. $Sc^{1/3}Re$ relations of this experiment

4. 결론

- 1) 두 상간에 압력차가 존재하는 경우, 물질전달은 압력이 높은 상에서 낮은 상 쪽으로 일어났으며, 그 속도는 압력차에 선형적으로 비례하였다.
- 2) 물질전달 속도로부터 계산된 막의 투과도는 흐름의 방향이나 상의 위치에 관계없이 투과 물질의 종류에 따라 비슷한 값을 나타내었다.
- 3) 두 상간에 압력차가 거의 없는 경우, 물질전달의 방향은 막의 젖음특성에 의해서 결정 되었으며 그 속도는 막을 적신 물질의 상대상의 유속증가에 선형적으로 비례하였다. 또한 이로부터 얻어진 무차원수들 간의 상관식은 다음과 같다.

$$Sh = 0.31 Sc^{1/3} Re$$

참고문헌

1. Prasad, R. and Sirka, K. K., "Microporous Membrane Solvent Extraction", *Sep. Sci. Tech.*, 22, 619 (1987).
2. K. C. Pratt and W. A. Wakeham, "The Mutual Diffusion Coefficient of Ethanol - Water Mixtures: Determination by a Rapid, New Method", *Proc. Royal Soc. Lond. A.*, 336, 393 (1974)