

투과증발 PVA 분리막의 물 흡수 거동 및 물성 연구

김 광 제[†] · 박 인 준 · 김 동 권 · 이 수 복

한국화학연구소 화학공학연구부
(1994년 11월 3일 접수, 1995년 3월 24일 채택)

A Study on Water Uptake Behavior and Properties of Pervaporation PVA Membrane

Kwang-Je Kim,[†] In-Joon Park, Dong-Kwon Kim, and Soo-Bok Lee

Department of Chemical Engineering, Korea Research Institute of Chemical Technology,
Taejon 305-606, Korea

(Received November 3, 1994, Accepted March 24, 1995)

요 약 : 상반전법의 침적조건을 변화시켜 poly(vinyl alcohol)(PVA) 분리막을 제조하고 침적조건이 분리막의 물 흡수에 미치는 영향을 조사하였다. 침적시간의 증가에 따라 분리막의 물 흡수도는 증가하다가 감소하는 경향을 보였으며, 침적온도가 낮을수록 분리막의 물 흡수도가 다소 증가하는 경향을 보였다. 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가하는 것은 침적용액의 표면장력을 감소시켜 침적시간 단축에는 효과적이었으나, 분리막의 물 흡수도의 최고치를 변화시키지 못하였다. 또한, 분리막의 물 흡수도와 분리막의 분리 특성 및 기계적 물성과의 관계를 조사하였다. 분리막의 물 흡수도가 증가함에 따라 분리막의 투과증발 분리 특성의 선택도는 감소하고 투과속도는 증가하였다. 분리막의 물 흡수도의 증가에 따라 분리막의 인장강도와 신율은 증가하다가 최고값을 정점으로 하여 급격히 감소하였다.

Abstract: Asymmetric poly(vinyl alcohol)(PVA) membranes were prepared by varying the precipitation conditions of the phase inversion technique, and the influences of precipitation conditions on the water uptake of the membrane were investigated. The degree of water uptake of the membrane increased and reached a certain maximum value, as the precipitation time increased. However, it decreased after that. As the precipitation temperature became lower, the degree of water uptake increased more or less. The addition of a nonionic surfactant to the precipitation solution was effective for reducing the precipitation time by lowering the surface tension of the precipitation solution, but it didn't change the maximum value of its own degree of water uptake. In addition, the relationships between the degree of water uptake and the separation characteristics and mechanical properties of the membrane were investigated. The selectivity factor of the membrane for pervaporation separation decreased, but the permeate flux increased, respectively, with increasing the degree of water uptake. The tensile strength and elongation of the membrane, respectively, increased to a maximum value with increasing the degree of water uptake, and then decreased abruptly.

1. 서 론

Poly(vinyl alcohol)(PVA) 분리막은 친수성 고분

자막으로서 바닷물의 담수화, 투과증발분리, 생의학 물질분리 등의 여러 응용분야에서 활용되고 있다[1-3]. 특히, PVA 분리막은 물을 선택적으로 투과분리

하는 특징이 있으므로, 에탄올 수용액을 농축하여 무수에탄올을 제조하는 것과 같은 유기물 수용액으로부터 순수한 유기물을 분리하는 투과중발 분리공정에 매우 효과적이다.

상업적으로 이용되는 대부분의 비대칭성 분리막은 상반전법(phase-inversion technique)에 의해 제조되고 있다[4]. 이 상반전법은 캐스팅(casting), 침적(precipitation), 가교결합(crosslinking)의 3단계로 구성된다. 물에 용해된 PVA용액을 유리나 철판 같은 평판 위에 막 제조에 적합한 얇은 두께의 필름 형태로 캐스팅한다. 캐스팅된 PVA 필름(분리막)을 침적용액에 침적하면 용매와 비용매의 교환으로 상분리를 일으켜 비대칭형 막이 형성된다. 이때 형성되는 비대칭형 분리막의 기공구조는 침적조건에 따라 크게 달라질 수 있다. 이러한 침적조건 변수로는 침적시간, 침적온도 및 침적용액에 첨가하는 첨가제 등이 있다. 침적에 의해 제조된 PVA 분리막은 친수성이어서 물에 용해될 수 있기 때문에 투과중발 분리공정에 곧 바로 적용할 수 없다. 그래서, 침적된 PVA 분리막은 물에 대한 안정성을 높이기 위하여 가교결합제로 가교결합시켜야 한다. PVA 분리막의 가교결합 반응은 물에 대한 내수성을 향상시키지만 분리막의 물성과 수명에 큰 영향을 미칠 수 있다. 상기의 침적 조건과 가교결합조건은 분리막의 분리 특성 및 기계적 물성을 좌우할 수 있는 중요한 변수들이다.

본 연구자들은 PVA 분리막의 제조에 있어서 가교결합조건이 분리막의 분리 특성에 미치는 영향을 조사하여 문헌[9]에 발표한 바 있다. 그러나 침적조건이 가교결합조건과 마찬가지로 분리막의 분리 특성 및 물성에 커다란 영향을 줄 수 있음에도 불구하고 현재까지 이에 대한 연구가 거의 없었다. 다만, 캐스팅용액에 무기염과 유기용매 등을 첨가하여 이들 첨가제가 분리막의 분리성능에 미치는 영향을 연구하여 발표된 논문[5-8]이 다수 있다.

본 연구에서는 침적조건이 분리막의 중요한 특성인 물 흡수에 미치는 영향을 조사하였다. 침적조건 변수는 침적시간, 침적온도 및 침적용액에 첨가하는 비이온 계면활성제 농도 등이었다. 또한, 분리막의 물 흡수와 분리막의 분리성능(투과속도와 선택도) 및 분리막의 기계적 물성과의 관계를 조사하였다.

2. 실험

2.1. 비대칭형 PVA 분리막의 제조

비대칭형 PVA 분리막은 상반전법에 의해 제조되었다. 분리막 제조에 사용된 PVA(동양화학(주) 제품)는 중합도가 1700-1800이고, 감화도는 98%이었다. 뜨거운 물에 PVA를 녹여서 15wt.% PVA 수용액을 만들고, 이것을 이용하여 분리막을 제조하였다. PVA 분리막은 PVA 수용액의 캐스팅, 침적, 가교결합의 3단계를 거쳐 비대칭형으로 제조되는데, 상세한 제조 장치 및 제조 방법은 본 연구자들이 이미 발표한 문헌[9]에 잘 설명되어 있다. 그러므로 본 연구에서는 주요 변수에 따른 분리막의 제조방법만 설명하기로 한다.

캐스팅단계에서는 실온에서 PVA 수용액을 캐스팅한 후 10분 동안 공기 중에 방치하였다. 캐스팅 장치의 유효크기는 120mm×250mm×0.5mm(가로×세로×두께)로 유효캐스팅 부피는 15cm³이었다. 침적단계에서는 침적시간, 침적온도 및 침적용액 중의 비이온 계면활성제 농도를 변화시켜 실험하였다. 침적시간과 침적온도는 각각 10~120분과 10~40℃ 범위에서 변화시켰다. 침적용액에 첨가하여 사용된 비이온 계면활성제는 polyoxyethylene nonyl phenyl ether(ethylene oxide의 물수=10, (주)한농화학 제품)이었다.

침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가한 경우의 계면활성제 농도는 임계미셀농도(7.5×10⁻⁴mol/l) 이상을 사용하였다. 계면활성제를 첨가하지 않은 침적용액은 1.41mol/l의 황산나트륨(Na₂SO₄), 0.625mol/l의 가성소오다(NaOH) 및 물로 구성되었다. 가교결합단계에서는 침적단계에서 제조된 분리막을 글루타르알데히드로 가교결합시켜 물에 용해되지 않는 안정한 분리막으로 만들었다. 가교결합에 사용한 가교결합 용액의 부피는 400cm³이었다. 가교결합 반응용액의 조성은 0.13mol/l의 글루타르알데히드, 0.15mol/l의 황산, 0.96mol/l의 황산나트륨 및 물이다. 가교결합의 반응온도는 40℃이고, 반응시간은 30분이었다.

기계적 물성을 측정하기 위한 PVA 분리막은 비이온 계면활성제를 첨가하지 않은 침적용액으로 침적한 후 가교결합시킨 것이다. 캐스팅조건과 침적용액의 조성은 위에서 언급한 것과 같고, 침적시간과 침적온도는 각각 60분과 20℃로 일정하게 유지하였다. 또한, 가교화 반응용액의 조성은 상기한 바와 같으며, 가교결합 반응시간을 0~60분 범위에서 변화시켜 물 흡수도를 조절하였다.

2.2. 분리막의 물성 평가

2.2.1. 물 흡수도

PVA 분리막의 물 흡수도, D_s 는 다음과 같이 정의한다.

$$D_s = (W_m - D_m) / D_m \quad (1)$$

단, W_m 은 물에 흡수된 분리막의 무게이고, D_m 은 건조된 분리막의 무게이다. W_m 은 건조된 분리막을 실온에서 물에 1시간 동안 침적한 후에 측정된 무게이다. 시간변화에 따라 물에 흡수된 무게를 측정할 결과 침적시간 1시간은 평형 흡수에 도달하는데 충분한 시간이었다.

2.2.2. 투과증발 분리성능

에탄올 수용액의 투과증발 분리실험은 이미 발표한 문헌[9]에 나타나 있는 것과 같은 방법으로 수행하였다. 투과측의 압력은 5torr 이하를 유지하였다. 공급 용액은 95wt.% 에탄올 수용액이고, 투과증발 모듈의 평균온도는 53°C이었다. 투과측의 에탄올 농도는 가스크로마토그래피(HP 5890 모델)로 분석하였다. 검출기는 열전도도 검출기(TCD), 컬럼은 PEG-600(1/8 in×5ft)을 사용하였다.

PVA 분리막의 선택도($\alpha_{w/e}$)는 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$\alpha_{w/e} = (y_w/y_e)/(x_w/x_e) \quad (2)$$

단, y_w 와 y_e 는 각각 투과액의 물과 에탄올의 무게 분율이다. x_w 와 x_e 는 각각 공급액의 물과 에탄올의 무게 분율이다.

2.2.3. 기계적 물성

PVA 분리막의 기계적 물성으로 파괴점에서 인장강도와 신율을 측정하였다. 비대칭형 PVA 분리막의 샘플 크기는 아령모양으로 길이 6cm×폭 1cm×두께 0.3cm였다. 실온에서 인장강도 시험기(Instron Co.)에 걸어진 신장율은 1.0cm/min였으며, 시간의 함수로 적용된 힘과 샘플 길이를 기록하였다.

2.2.4. 분리막 구조

제조된 PVA 분리막의 단면을 전자주사현미경(SEM: Jeol, JSM-840A 모델)으로 촬영하였다. 전형적인 PVA 분리막의 SEM 사진을 Fig. 1에 나타냈다. 사진에서 보는 바와 같이 본 연구에서 제조한

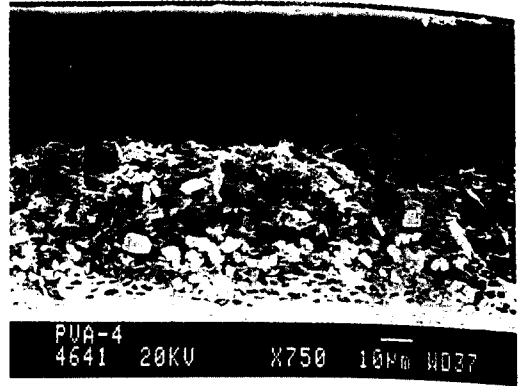


Fig. 1. A typical SEM photograph of asymmetric PVA membrane prepared.

PVA 분리막은 비대칭형이며, 치밀한 구조로 되어 있는 활성층과 그 아래에 기공조직이 있는 지지층으로 이루어져 있음을 확인할 수 있다. 활성층의 두께는 30~40µm로 나타났다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 침적조건과 분리막의 물 흡수

3.1.1. 침적시간의 영향

침적조건 중에서 침적시간이 분리막의 물 흡수에 미치는 영향을 조사하기 위하여 침적온도를 25°C로 일정하게 유지하고, 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우에 대해서 침적시간을 변화시켜 비대칭형 PVA 분리막을 제조하였다. 침적시간과 침적온도의 영향을 조사하기 위한 실험에서 비이온 계면활성제를 사용하는 경우의 계면활성제 농도는 6.8×10^{-4} mol/l 이었다.

Fig. 2에 침적시간에 따른 PVA 분리막의 물 흡수도의 변화를 나타낸다. 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가한 것과 그렇지 않은 경우 모두 침적시간이 증가함에 따라 물 흡수도가 점점 증가하여 최고값에 도달했다가 다시 서서히 감소하는 경향을 보인다. 상반전법에서는 용매와 비용매의 교환으로 비대칭성 다공질막이 형성된다. 캐스팅된 필름(분리막)은 초기에 고분자(PVA)와 용매(물)의 두 성분으로 이루어져 있으나, 이것을 침적용액에 넣어 침적시키면 고분자, 용매(물)와 비용매의 세 성분이 된다. PVA 분리막 내의 용매는 침적용액 속으로 확산되고 그 공간에 침

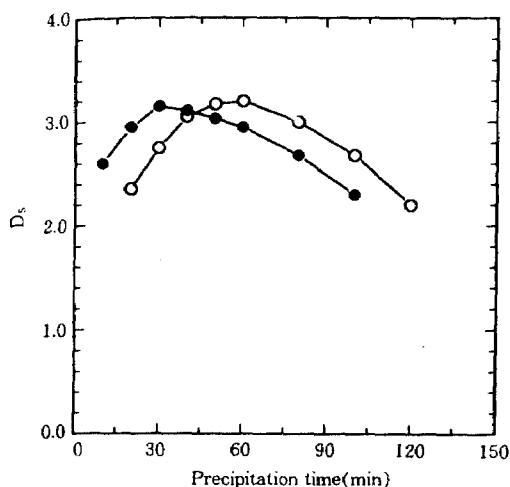


Fig. 2. Effect of precipitation time on degree of water uptake of PVA membrane (● : with nonionic surfactant (6.8×10^{-4} mol/l), ○ : without nonionic surfactant ; precipitation temperature : 25°C).

적용액의 비용매가 채워져 기공이 형성된다. 침적시간이 경과함에 따라 PVA 분리막 내의 용매와 침적용액의 비용매의 상호 교환되는 양이 증가하면서 기공조직이 잘 발달된 비대칭형 분리막이 된다. 기공조직이 잘 발달될수록 PVA 분리막의 물 흡수도는 증가할 것으로 예상된다. 일정한 침적시간이 지나면 PVA 분리막 내에서 용매와 비용매간의 교환(상호 확산)이 평형에 도달하게 된다. 이때 분리막 내에서의 비용매량은 최고도에 달하여 기공조직이 가장 잘 발달되어 있는 상태가 된다. Fig. 2의 실험결과에서 보는 바와 같이 침적시간의 초기에서는 PVA 분리막의 물 흡수도가 증가함을 볼 수 있으며, 비이온 계면활성제를 첨가한 경우에는 침적시간 30분, 그리고 비이온 계면활성제를 첨가하지 않은 경우에는 침적시간 60분에서 각각 물 흡수도가 최고값을 나타냈다. 이 최고값을 나타내는 침적시간에서 PVA 분리막의 기공조직이 가장 잘 발달되었다고 할 수 있으며, 이것은 전자현미경 사진에 의해서 확인되었다. PVA 분리막 내에서 용매와 비용매간의 교환이 평형에 도달한 이후, 즉 물 흡수도가 최고값에 이른 이후, 침적시간의 후기에서는 침적시간에 따라 물 흡수도가 감소한다. 이것은 침적용액, 즉 Na_2SO_4 용액의 삼투압 현

상에 의한 PVA 분리막의 기공조직 수축과 관련있는 것으로 보인다. PVA 분리막은 침적용액 속에서 침적이 이루어지는 동안 졸에서 겔상태로 전환되며, 분리막 기공조직 내의 Na_2SO_4 용액(비용매)의 농도는 침적용액 중의 Na_2SO_4 용액 농도보다 훨씬 낮다. 왜냐하면, 용매와 비용매의 교환이 이루어지는 과정에서 분리막 내로 확산된 Na_2SO_4 용액은 분리막 내에 잔존하는 물과 함께 희석되기 때문이다. 따라서, 용매와 비용매의 교환이 평형에 도달한 이후 PVA 막을 침적용액에 계속 침적해 두면 겔로 전환된 PVA 분리막이 반투막 역할을 하여 삼투압 현상이 일어난다. 다시 말하면, PVA 분리막 내외의 Na_2SO_4 용액의 농도차에 의해서 분리막 기공조직내의 Na_2SO_4 용액 중의 용매(물)가 침적용액 속으로 다시 확산하여 분리된다. 침적시간의 증가에 따라 PVA 분리막 내에서 침적용액 속으로 확산되어 분리되는 물의 양은 많아지며 그만큼 PVA 분리막 내의 기공조직은 축소되어 수축될 것이다. 이와 같이 물 흡수도가 최고치에 도달한 이후의 물 흡수도의 감소 원인은 PVA 분리막 내외의 삼투압 현상과 관련있는 것으로 추정된다.

또한, Fig. 2에서 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가하는 것에 의하여 물 흡수도가 최고값에 도달하는 시간을 대폭 단축할 수 있으나, 물 흡수도의 최고치는 변화되지 않는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가하는 것으로 인하여 침적속도가 빨라지는 것은 계면활성제의 고유한 특성인 용액의 표면장력을 낮추는 성질과 관계가 있다. 비이온 계면활성제가 첨가된 침적용액의 표면장력은 약 30dynes/cm 이며, 비이온 계면활성제가 첨가되지 않은 침적용액의 표면장력은 약 72dynes/cm 이다. 즉, 비이온 계면활성제가 첨가된 침적용액의 표면장력은 계면활성제가 첨가되지 않은 침적용액에 비하여 훨씬 작다. 모세관현상을 설명해 주는 Young Laplas가 제안한 식[10]에 따르면, 침적용액의 표면장력이 낮을수록 친수기가 강한 PVA 표면의 젖음성(wetting)이 좋으며 또한 PVA 분리막에 존재하는 세공내로의 침적용액의 침투가 용이해진다. 따라서, 비이온 계면활성제가 첨가되어 표면장력이 낮은 침적용액을 사용하는 경우에는 PVA 분리막 내 용매와 침적용액의 비용매 사이의 상호 확산(교환)이 보다 용이하게 이루어져 침적속도가 빨라질 수 있다.

Table 1. Effect of Precipitation Temperature on Degree of Water Uptake of PVA Membrane (Precipitation Time : 60minutes).

Temperature(°C)	D _s	
	With N. S.*	Without N. S.*
10	3.15	3.42
15	3.08	3.35
25	2.95	3.20
40	2.75	2.98

* N. S.=Nonionic surfactant($6.8 \times 10^{-4} \text{ mol}/\ell$)

3. 1. 2. 침적온도의 영향

침적온도가 분리막의 물 흡수도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 침적시간을 60분으로 일정하게 유지하고, 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가한 것과 그렇지 않은 경우에 대하여 침적온도를 10~40°C 범위내에서 조절하여 PVA분리막을 제조하였다.

침적온도에 따른 PVA 분리막 물 흡수도의 변화를 Table 1에 나타냈다. 침적온도의 증가에 따라 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가한 경우와 그렇지 않은 경우에 대하여 모두 PVA 분리막의 물 흡수도가 조금씩 감소하였다. 비이온 계면활성제를 사용한 경우의 물 흡수도 값이 계면활성제를 사용하지 않은 경우에 비하여 다소 작게 나타나는데, 그 이유는 침적시간이 너무 길어 최고의 물 흡수도를 얻을 수 있는 침적시간을 훨씬 지나쳤기 때문이다. 동일한 침적시간에서는 침적속도가 빠른 비이온 계면활성제가 첨가된 경우의 물 흡수도가 작게 나타날 수밖에 없다. 이와 같은 사실은 Fig. 2에서도 확인할 수 있는데, 침적시간 60분에서 물 흡수도를 비교해 볼 때 비이온 계면활성제를 사용하지 않는 경우가 더 크다.

Kesting 등[5]은 상반전법에 의해서 셀룰로스 아세테이트막을 제조할 때 침적온도 증가에 따라 물 흡수도와 투과 속도가 증가한다고 발표하였다. 그러나 본 연구에서는 상반된 결과를 보여주고 있다(Table 1). 이와 같이 차이가 나는 이유를 명확하게 설명할 수는 없지만, 본 연구의 결과에 의하면 낮은 침적온도가 PVA 분리막의 물 흡수도를 증가시키는데 조금 유리하다고 할 수 있다.

위의 결과로부터 침적온도 및 침적시간 등의 침적조건을 변화시켜 PVA 분리막의 물 흡수도를 최적화할 수 있음을 알 수 있다.

3. 1. 3. 비이온 계면활성제 농도의 영향

침적시간과 침적온도를 각각 30분과 25°C로 일정하게 유지하고, 비이온 계면활성제의 농도를 변화시켜 PVA 분리막을 제조하였다. Fig. 3에 비이온 계면활성제의 농도(C_s)에 따른 PVA 분리막의 물 흡수도의 변화를 나타냈다.

비이온 계면활성제를 사용하는 경우에는 사용량에 관계없이 PVA 분리막의 물 흡수도가 거의 일정함을 알 수 있다. 실험에 사용한 비이온 계면활성제의 농도는 임계미셀농도인 $7.5 \times 10^{-4} \text{ mol}/\ell$ 이상이였다. 따라서, 실험에 사용한 침적용액의 표면장력은 모두 30dynes/cm 정도이었으며, 표면장력이 동일하므로 앞에서 언급한 바와 같이 침적속도도 거의 동일하였을 것이다. 침적시간, 침적온도 및 침적속도가 동일하므로 이 조건에서 얻어진 분리막의 물 흡수도도 거의 동일하게 나타나게 된다. 다시 말하면, 침적용액에 계면활성제를 첨가하는 것에 의하여 침적용액의 표면장력을 낮출 수 있고, 표면장력이 낮아짐으로써 침적용액과 분리막 내의 용매와의 상호 교환이 용이하게 이루어져 침적속도는 빨라지게 된다. 그러나 사용한 계면활성제의 농도가 모두 임계미셀농도 이상이어서 침적용액의 표면장력은 거의 동일하였다. 이로 인하여 침적속도 및 물 흡수도가 거의 일정하게 나타난 것으로 설명된다.

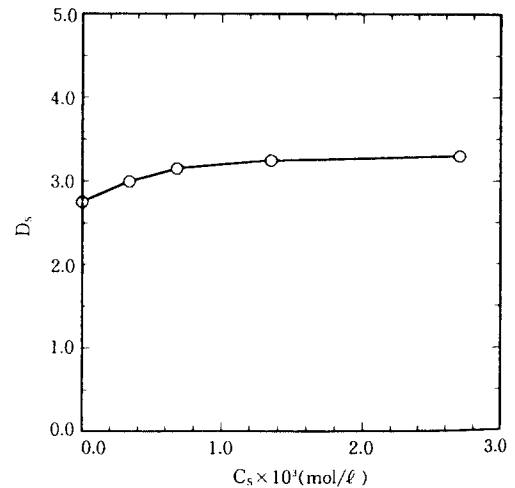


Fig. 3. Effect of nonionic surfactant concentration (C_s) on degree of water uptake of PVA membrane (precipitation time : 30min ; precipitation temperature : 25°C).

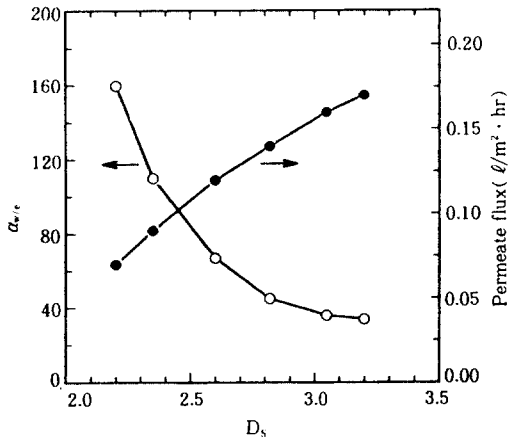


Fig. 4. Selectivity factor and permeate flux vs. D_s .

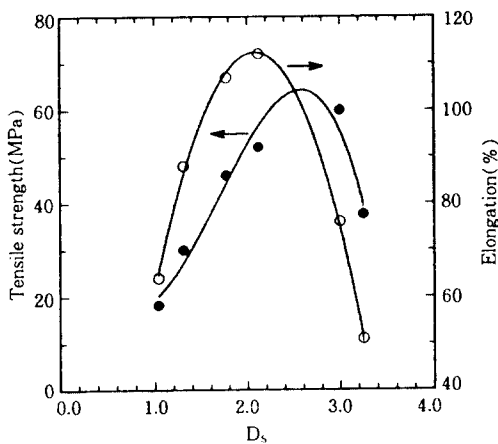


Fig. 5. Tensile strength and elongation vs. D_s .

비이온 계면활성제를 사용하지 않는 경우의 물 흡수도가 비이온 계면활성제를 사용하는 경우에 비하여 약간 작게 나타나는데, 그 이유는 침적시간 30분이 충분하지 못하여 침적이 덜 진행되어 물 흡수도가 최고치에 도달되지 못하였기 때문이다(Fig. 2 참조).

3.2. 분리막의 물 흡수도와 물성

3.2.1. 투과증발 분리성능

95wt.% 에탄올 수용액의 투과증발 실험에 사용된 비대칭성 PVA 분리막은 2.1절에서 설명한 제조방법에 따라 제조된 것이다. 비이온 계면활성제가 첨가되지 않은 침적용액을 이용하여 침적시간을 변화시킴으로써 물 흡수도가 조절된 PVA 분리막에 대하여

투과증발 분리성능을 조사하였다.

Fig. 4에 물 흡수도의 변화에 따라 측정된 PVA 분리막의 선택도($\alpha_{w/e}$)와 투과속도를 나타낸다. 물 흡수도의 증가에 따라 선택도는 급격히 감소하고 반면에 투과속도는 거의 선형적으로 증가하였다. 이 결과로부터 물 흡수도가 PVA 분리막의 분리성능에 매우 중요한 변수임을 알 수 있다. 또한, PVA 분리막의 분리성능은 침적조건에 의해 조절이 가능하며, 분리막의 물 흡수도를 측정함으로써 분리막의 투과증발 특성을 예측할 수 있음을 알 수 있다. 실용성이 있는 선택도와 투과속도를 갖는 PVA 분리막을 제조하기 위해서는 물 흡수도의 최적화가 필요하다. PVA 분리막의 물 흡수도를 최적화하기 위해서는 본 연구자들이 이미 발표한 논문[9]에서 밝힌 분리막의 분리 특성에 중요하게 영향을 주는 가교결합조건은 물론 침적조건을 최적화하여야 한다.

3.2.2. 분리막의 기계적 물성

기계적 물성 조사에 사용된 PVA 분리막은 침적조건은 일정하게 유지하면서 가교결합시간을 변화시켜 물 흡수도를 조절한 것이다. Fig. 5에 PVA 분리막의 기계적 물성(인장강도와 신율)과 물 흡수도의 관계를 도시하였다. PVA 분리막의 인장강도는 물 흡수도의 증가에 따라 증가하다가 약 2.5 전후의 물 흡수도에서부터 다시 감소한다. 한편, 신율도 물 흡수도의 증가에 따라 증가하다가 약 2.1의 물 흡수도를 정점으로 다시 감소한다. PVA 분리막의 기계적 물성도 물 흡수도와 밀접한 관련이 있으며, 앞에서 언급한 분리막의 분리 특성뿐만 아니라 분리막의 기계적 물성을 최적화하기 위해서도 물 흡수도를 적절하게 조절할 필요가 있다는 것을 알 수 있다. 투과증발 분리 특성과 기계적 물성을 모두 고려할 때, 본 연구에서 제조한 PVA 분리막의 최적의 물 흡수도는 2.5 정도일 것 같다.

4. 결 론

상반전법에 의한 PVA 분리막 제조에 있어서 침적조건에 따른 PVA 분리막의 물 흡수 거동 및 물 흡수도와 분리막의 물성과의 관계를 조사하였다. 그 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 침적시간의 증가에 따라 분리막의 물 흡수도는 초기에 증가하다가 최고의 물 흡수도를 정점으로 하

여 다시 감소한다. 침적시간의 변화에 의해 물 흡수도의 변화가 가능하다.

2. 침적온도가 낮을수록 분리막의 물 흡수도는 증가하는 경향을 보인다.

3. 침적용액에 비이온 계면활성제를 첨가하는 것은 침적용액의 표면장력을 낮추어 침적시간을 단축시키는데에는 효과적이거나, 분리막의 물 흡수도의 최고치를 변화시키지 못한다.

4. 분리막의 물 흡수도가 증가함에 따라 투과증발 분리 특성의 선택도는 감소하고 투과속도는 증가한다.

5. 분리막의 기계적 물성은 물 흡수도와 밀접한 관련이 있다. 투과증발 분리 특성과 기계적 물성을 모두 고려할 때, 본 연구에서 제조한 PVA 분리막의 최적의 물 흡수도는 2.5 정도이다.

기호설명

- C_s 비이온 계면활성제의 농도(mol/l)
 D_m 건조된 PVA 분리막의 무게(g)
 D_s PVA 분리막의 물 흡수도(-)
 W_m 물에 흡수된 PVA 분리막의 무게(g)
 x_e 공급액의 에탄올 무게 분율(-)
 x_w 공급액의 물의 무게 분율(-)
 y_e 투과액의 에탄올 무게 분율(-)

y_w 투과액의 물 무게 분율(-)

$\alpha_{w/e}$ PVA 분리막의 선택도(-)

참고문헌

1. W. Ying, Desalination, 46(1983)
2. H. E. A. Brusckke, G. F. Tusel, and R. Rautenbach, *Am. Chem. Soc. Symp.*, 467(1985).
3. N. A. Peppas and E. W. Merrill, *J. Biomed. Mater. Res.*, 11, 423(1977).
4. M. Mulder, Basic Principle of Membrane Technology, Kluwer Academic Publisher(1991).
5. R. E. Kesting, M. K. Barsh, and A. L. Vincent, *J. Appl. Polym. Sci.*, 9, 1873(1965).
6. H. Yanagishita, T. Nakane, and H. Yoshitome, *Kobunshi Ronbunshu*, 49, 1011(1992).
7. A. S. Chawla and T. M. S. Chang, *J. Appl. Polym. Sci.*, 19, 1723(1975).
8. H. Okuno, K. Renzo, and T. Uragami, *J. Membrane Sci.*, 83, 199(1993).
9. K. J. Kim, S. B. Lee, and N. W. Han, *Polym. J.*, 25, 1295(1993).
10. A. W. Adamson, Physical Chemistry of Surfaces, 4th ed., John Wiley & Sons(1982).