

## 양친성 고분자를 이용한 역삼투막의 표면 개질 및 내오염성 평가

최형우, 문정미, 박지혜, 홍성표, Shivanand Teli, 탁태문\*  
서울특별시 관악구 신림동 산 56-1 서울대학교 바이오시스템·소재학부\*

## Enhancing the antifouling property of Reverse Osmosis membrane through surface coating with amphiphilic copolymer

Hyoung-Woo Choi, Jung-Me Moon, Ji-Hye Park, Sung-Pyo Hong,  
Shivanand Teli, Tae-moon Tak\*

Department of Biosystems and Biomaterials Science and Engineering,  
Seoul National University, San 56-1, Sillim-dong, Seoul 151-921\*

### 1.서론

산업화와 인구의 도시 집중, 산업 폐수와 생활하수의 방류로 인한 수질 오염은 심각한 문제로 떠오르고 있다. 건설이나 토목 중심의 지표수 저장 기술이 아직은 경제적인 수 있으나, 근본적으로 지표수와 지하수의 물 부족 현상이 나타나면 결국 수자원의 재활용 및 정수 기술의 적용이 더욱 현실적이고 경제적인 것이다. 막 분리 공정은 처리 설계가 간단하고 이에 따라 자동화가 용이하다. 또한 막을 이용한 수처리 공정은 화학 약품을 사용하지 않는 단순한 물리적 공정으로써 독성이 있는 부산물의 생성 없이 박테리아나 바이러스 등을 효과적으로 제거할 수 있는 장점이 있다. 그러나 막 분리 공정의 여러 장점에도 불구하고, 지금까지 분리막의 도입이 늦추어진 가장 큰 이유는 운전 중에 필연적으로 발생하는 막 오염 현상 때문이다. 막의 오염으로 인한 투과유속 감소와 주기적인 세척공정의 필요성은 공정 전체의 경제성을 떨어뜨리는 가장 큰 문제점이다. 수중에 존재하는 미생물들은 소수성을 띤다고 알려져 있다. 미생물에 의한 표면의 오염을 줄이는 방법은 여러 가지가 있지만, 그 중에서 화학적인 개질을 통해 표면에 친수기를 도입시켜 소수성에 의한 막 오염을 줄여 주는 방법이 가장 효과적으

로 알려져 왔다. 이번 연구에서는 양친성 고분자(amphiphilic comb polymer)를 이용하여 분리막의 표면에 친수성을 도입하여 분리막의 기본 물성 및 내오염성의 변화를 알아보고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 Styrene-PEGA copolymer의 제조

Styrene, Poly(ethylene glycol) acrylate (Mn: 375), BPO, Toluene을 각각 이용하여 Styrene-PEGA copolymer를 제조하였다. Styrene: PEGA의 비율은 6:4(mole비율)였으며 전체 모노머의 농도는 20wt%였다. 개시제인 BPO의 양은 모노머 대비 1wt%였다. 반응 온도는  $95\pm 1^\circ\text{C}$ 였으며 24시간동안 반응시켰다. 중합 후 상온에서 충분히 보관한 후 petroleum ether와 MeOH혼합 용액에 침전시킨 후, 감압 여과 하였다. 미반응 모노머를 충분히 제거하기 위하여 위의 과정을 3번 수행한 후 진공오븐에서 상온으로 24시간 건조시켰다.

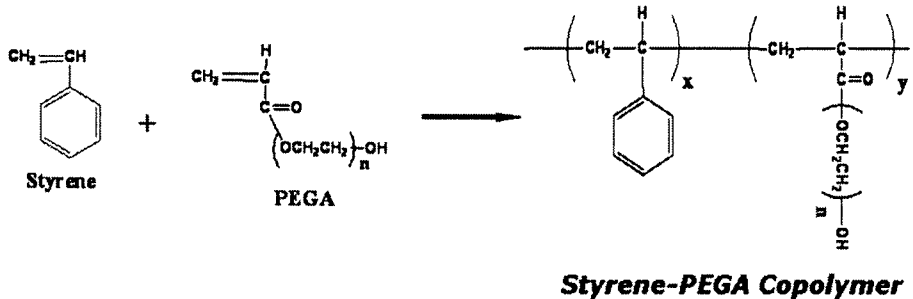


Fig. 1 Synthesis of styrene-PEGA copolymer.

### 2.2 Polyamide 역삼투막의 표면개질

Polyamide 역삼투막의 개질은 가장 간단한 dip-coating을 통해 이루어졌다. 개질 전 역삼투 분리막은 24시간동안 흐르는 DI에 넣어 표면 처리된 클리세린을 제거하였다. 이후 Styrene-PEGA copolymer용액에 충분히 dipping하였으며 이후 DI에서 보관하였다.

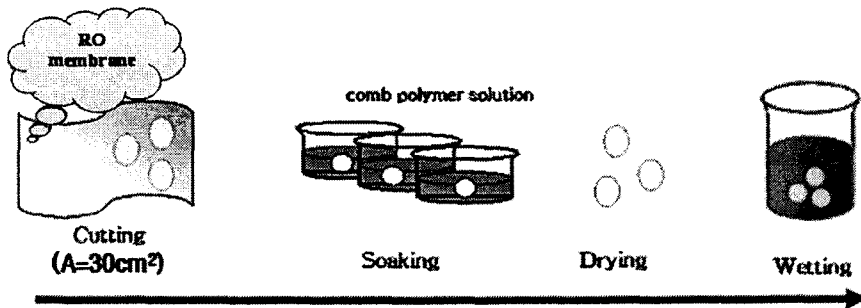


Fig. 2 Preparation of comb polymer coated membrane

### 2.3 분리막 표면 분석

Scanning Electron Microscope를 이용하여 표면 개질 전후 역삼투 분리막의 표면과 단면의 구조를 확인하였다. 또한 접촉각 측정기를 이용하여 막 표면의 접촉각을 측정하였고 적외선 분광광도계(FT-IR spectroscopy)와 X-ray Photoemission Spectroscopy(XPS), Atomic Force Microscope 데이터를 이용하여 분리막 표면의 관능기와 원소 조성, 분리막의 표면특성을 분석하였다.

### 2.4 투과성능평가

분리막의 순수 투과유속, 염 배제율등의 투과성능은 역삼투막 장치를 이용하여 cross-flow 방식으로 측정하였다. 분리막의 압밀화를 위해 1,000psi 압력에서 최소 1시간 동안 운전 후, 800psi의 압력에서  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 증류수를 사용하여 순수 투과유속을 측정하였다. 같은 조건에서 35,000ppm의 천일염 용액을 이용하여 분리막의 염 배제율을 측정하였다.  $4.0 \text{ l/min}$ 으로 유지하였다. 또한 다양한 오염원에 의한 운전 시간에 따른 투과 유속의 변화와 회복율을 살펴보았다. 유입수로는 BSA 용액, humic acid 용액, *Escherichia coli*(*E.coli*)를 배양하여 일정 농도로 희석한 용액 등이 사용되었다.

## 4. 참고문헌

- [1] G. Belfort, A. L. Zydney, Interactions of proteins with polymeric synthetic membranes, in: M. Malmsted (Ed), Interfacial Behavior of

- Biopolymers, Marcel Dekker, Inc., New York (1998)
- [2] P. Wang, K.L. Tan, E.T. Kang, et al., Synthesis, characterization and anti-fouling properties of poly(ethylene glycol) grafted poly(vinylidene fluoride) copolymer membranes, *Journal of Materials Chemistry*, 11, 783 (2001)
- [3] J.H. Hyun, H.W. Jang, K.C. Kim, K.A. Na and T.M. Tak, Restriction of biofouling in membrane filtration using a brush-like polymer containing oligoethyleneglycol side chains, *Journal of Membrane Science*, 249, 52 (2006)
- [4] M. Herzberg and M. Elimelech Biofouling of reverse osmosis membranes: Role of biofilm-enhanced osmotic pressure, *Journal of Membrane Science*, 295, 11 (2007)
- [5] A. Asatekin, A. Menniti, S.T. Kang, M. Elimelech, E. Morgenroth and A.M. Mayes, Antifouling nanofiltration membranes for membrane bioreactors from self-assembling graft copolymers, *Journal of Membrane Science*, 285, 81 (2006)