

해수 역삼투 여과에서 막오염 저감을 위한 광촉매 분해 전처리 연구

김민진 · 추광호⁺ · 안재희
경북대학교 환경공학과

Photocatalytic Pretreatments for Membrane Fouling Control in Seawater Reverse Osmosis Filtration

Min-Jin Kim, Kwang-Ho Choo⁺, Jae-Hee Ahn

Department of Environment Engineering, Kyungpook National University,
Daegu 702-701, Korea

1. 서론

수질오염 및 인구 1인당 물 사용량이 늘어남에 따라 담수가 아닌 이외의 대체수원 개발에 대한 관심은 점점 높아져 가고 있다. 특히 지구의 2/3가 바다인 만큼 대체수원으로써 해수에 대한 개발은 점점 성장하고 있는 추세이다. 해수 담수화에 있어 역삼투법(RO)은 전 세계적으로 널리 사용하는 방법으로써 이에 대한 연구 또한 활발하게 이루어지고 있다. 역삼투막을 이용한 담수화 설비에서 막오염 저감과 수명연장을 위해 막오염을 야기시키는 물질을 미리 제거하여 담수화 공정의 효율을 증대할 수 있다. 따라서 해수전처리 과정의 효율 향상이 중요시 된다. 일반적으로 유기물 및 미생물, 콜로이드성 물질을 제거를 하기 위한 기존의 전처리 방법으로는 염소처리 혹은 화학적 전처리, 활성탄 흡착, 사여과 등과 UF나 MF 같은 막을 이용한 전처리 공정을 통해 효과를 얻는 방법도 사용되고 있다[1].

본 연구에서는 해수 역삼투 여과(SWRO) 시스템에 있어서 UV 및 광촉매(TiO₂)를 이용한 전처리가 역삼투막의 오염 저감에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 막오염의 원인이 되는 유기물과 미생물, 유기유해물질을 UV 및 광촉매 분해전처리 통해 처리함으로써 역삼투막의 오염을 저감할 수 있을 것으로 사료된다. 자외선 조사에 의해 활성을 가지는 광촉매를 이용한 경우 강력한 산화작용을 하는 라디칼(OH Radical)을 형성하여 보다 효과적인 유기물 제거 및 미생물의 불활성화가 기대된다[2].

2. 실험

실험 용수는 마산 인근 바닷물과 포항 인근 바닷물을 원수로 사용하였으며 원수의 성상은 표 1에 나타나 있다. 실험은 회분식 형태의 실험으로 UV램프와 광촉매를 반응한 후 0.45 μm 필터로 전처리하여 실험에 사용하였다. 사용한 분리막은 KMS에서 제작한 폴리에틸렌으로 만들어졌으며 외경과 내경이 650 μm, 410 μm의 증공사막으로 전체 넓이 60 cm²의 모듈을 제작하여 실험하였다. 본 실험에 사용된 실험 장치는 315 nm~400nm의 파장대(UV-A)를 생성하는 램프(TL8W/08, 한성 자외선, 한국)와 정유램프, 운전 용량

이 800 mL인 반응기로 구성되어 있다. 실험 방법은 원수에 TiO_2 를 1 g/L 가 되도록 주입하였고 반응기는 300 rpm 으로 교반하여 TiO_2 가 잘 혼합될 수 있도록 하였다. 유량은 5 mL/min 으로 흐르게 하였으며, 240분 동안 반응하였다. 역삼투 장치는 200 mL크기의 막힘 여과(dead-end) 방식의 교반셀(stirred cell) 모듈을 이용하였다. 교반속도는 500 rpm으로 난류를 유지시켰으며, 압력을 40 bar로 하여 최초 200 mL 용수를 넣은후 100 mL가 투과할 때까지 원수, 0.45 μm 로 처리한 물, UV램프와 반응한 광촉매 처리수를 유입수로 사용하였다.

Parameter	Pohang	Masan
pH	8.1	8.29
Conductivity, mS/cm	46.2	50.9
Turbidity, NTU	0.198	2.03
UV_{254} , cm^{-1}	0.019	0.035
TOC, mg/L	0.217	4.53

해수의 정상 분석은 ICP(Optima 2100 DV, Perkin Elmer, USA)를 이용하여 측정하였고, 해수 담수화에 있어 막 오염의 원인이 되는 유기물 측정은 TOC(TOC-V CPH, SHIMADZU, Japan)와 UV/VIS 분광광도기(DR 4000, Hach, USA)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

마산과 포항의 원수 각각을 원수, 0.45 μm 로 처리한 물, UV램프와 광촉매(TiO_2)를 반응하여 0.45 μm 로 처리한 물로 나누어 역삼투 공정에 적용시 투과율 변화가 그림 1에 나타나 있다.

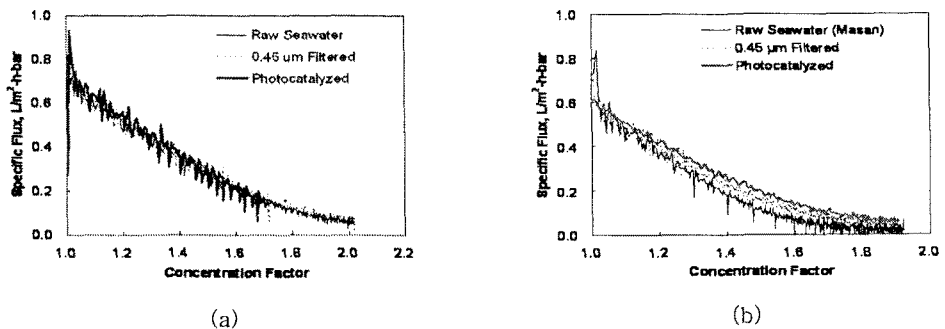


Fig. 1. Effect of Pretreatments on fluxes in SWRO: (a) Pohang; (b) Masan

포항에서 채수한 해수는 정상 분석에서 TOC 농도 및 탁도, UV_{254} 값에서 알 수 있듯이 마산 해수에 비해 깨끗하여 역삼투 공정에 적용시 원수, 0.45 μm 로 처리한 물, UV램프와 반응한 광촉매 처리수 들의 투과도 차이가 나타나지 않았다.

그에 반해 마산에서 채수한 해수의 경우 근소 하지만, 광촉매 분해 전처리수는 처리하지 않은 원수에 비하여 막오염 현상이 둔화 된 것을 확인 할 수 있었다. 비록 큰 차이를 보이지

는 않으나 압력을 높인다면 더 큰 차이를 보일 것으로 추측된다. SWRO 시스템에 있어서 UV 및 광촉매를 이용한 전처리 시스템의 보다 효율적인 작동을 위해서는 지역적 영향을 고려하여 타 지역의 해수 성상 비교 분석과 전처리에 따른 유기물 분해 효율 변화와 그에 따른 역삼투 여과 특성 변화에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

4. 참고문헌

1. P. H. Wolf, S. Siverns, S. Monti, UF membranes FOr RO desalination pretreatment, *Desalination* 182, 293-300 (2005).
2. S.S. Madaeni, N. Ghaemi, Characterization of self-cleaning RO membranes coated with TiO₂ particles under UV irradiation, *J. Membr. Sci.*, 303, 221 (2007).