

한외여과막의 고분자 전해질 코팅을 통한 자연산 유기물의 제거효율 향상

정지현, 추광호*
경북대학교 환경공학과

Enhanced NOM Removal from Water Using Polyelectrolyte-Coated Ultrafiltration Membranes

Ji Hyun Jung, Kwang Ho Choo*
Department of Environmental Engineering, Kyungpook National University

1. 서론

오늘날 수자원 오염이 날로 심각해지면서 음용수에 대한 관심이 가중되고 있으며 이로 인해 양질의 음용수 생산을 위한 새로운 고도 처리기술 개발에 대한 관심이 집중되고 있고 최근 우리나라가 불 부족국가로 인식되면서 그 관심은 계속적으로 증가하고 있다. 국내에 현재 적용되고 있는 일반적인 정수처리는 응집-침전-여과-살균공정을 거치는데 이러한 처리방법은 부유 물질이나 탁도를 제거하는 데는 효과적이거나 살균 과정에서 발암성물질로 밝혀진 THM과 같은 유기염소화합물을 생성하는 자연산 유기물을 제거하는 데는 효과가 극히 미미하다. 미국 EPA에서는 발암성을 갖는 살균부산물의 전구체로 알려진 자연산 유기물을 원수의 물리화학적 특성에 따라 적정 비율이상 살균 전에 제거하도록 법제화하는 등 국제적으로 점점 규제가 강화되어 가고 있어 이러한 강화될 규정에 만족할만한 처리기술인 고도응집처리, 막분리 공정 등의 새로운 고도정수처리기술이 개발되고 있다.[1] 이들 중 대상오염물질들을 분리막의 세공 크기에 따라 용이하게 제거할 수 있는 막분리 공정이 소규모 정수장의 경우 적합한 공정으로 인식되어 많은 관심을 끌고 있는 실정이나.[2] 최근 원수중의 자연산 유기물의 효율적 제거를 위해 응집, 활성탄 등과 조합한 한외여과 혼성공정에 대한 연구들이 활발하게 이루어지고 있으나 응집처리와 한외여과 공정의 경우 화학약품의 투여로 인한 화학 슬러지 발생에 따른 처리비용이 높아지고 소요 면적이 커지는 단점이 있고, 활성탄흡착과 한외여과 공정의 경우 자연산 유기물의 제거효율은 높으나 활성탄 재생이

어렵기 때문에 슬러지의 발생이 많아진다는 단점이 있다.[3, 4] 따라서 본 연구에서는 고분자 전해질을 코팅기법을 적용한 한외여과의 개질을 통하여 정전기적 반발력을 증가시킴으로써 원수의 용존성 자연산 유기물의 제거율을 향상시키고자 다양한 코팅조건에 처리효율을 고찰하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 실험의 원수는 낙동강 수계에 위치한 매곡정수장에서부터 취수하였으며 이 원수를 실제 실험에서 $0.45\mu\text{m}$ 여과지(Arbor Technologies, Ireland)에 여과한 뒤 실험에 사용하였다.

실험 장치는 교반 셀 장치(Amicon Model 8200, USA)를 이용해 회분식으로 수행하였으며 이 장치의 용량은 980mL (교반 셀 180 mL + 저장조 800 mL)이었다. 운전압력은 질소 가스를 이용해 1 bar을 유지하였고 교반속도는 사석 교반기를 이용해 150 rpm을 유지하였다. 사용된 분리막의 크기는 지름 63.5 mm 직경의 평판형 막(Amicon, YM30, USA)이다. 막의 재질은 셀룰로오즈(cellulose)이고 분획분자량(Molecular weight cut-off, MWCO)은 30,000이었다. 분리막 투과도를 측정하기 위해 저용과 네이티브지시스템을 이용해 투과수의 무게를 연속적으로 기록하였다. 막 투과도의 안정성을 검토하기 위해 실험 전후로 초순수를 이용한 투과도(flux)를 비교하였다.

실험에서 사용한 고분자 전해질(polyacrylic acid, PAA)은 분자량이 250,000 g/mol이었다. 코팅 시에 막의 분획분자량보다 작은 입자의 PAA가 빠져나오는 것을 감안하여 원수의 전기전도도와 같은 $130.5\ \mu\text{S}$ 인 NaNO_3 용액을 사용하여 초순수의 TOC와 동일한 여과 수질로 얻을 때까지 코팅된 분리막을 세척하였다.

원수와 투과수의 TOC는 총유기탄소분석기(Sievers 820, Ionics, USA)를 이용해 분석하였고, 원수와 NaNO_3 용액의 전기전도도는 전기전도도 측정기(Thermo Orion 105, Orion, USA)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

PAA 코팅이 자연산 유기물 제거에 얼마나 효과가 있는지 알아보기 위해 먼저 원수를 한외여과 한 물의 TOC와 5 mM농도의 PAA 코팅 후 한외여과한 물의 TOC를 비교한 결과 각각 2.57 mg/l, 1.74 mg/l로 약 30.96%의 제거효과를 얻을 수 있었다. 그리고 PAA 양을 각각 달리 하였을때 제거율의 변화를 알아보기 위하여 PAA 농도를 0.05 mM, 0.1 mM, 0.5 mM, 1 mM로 조절하여 코팅한 후 원수를 투과시켜 TOC 제거율을 살펴보았다(Fig. 1.).

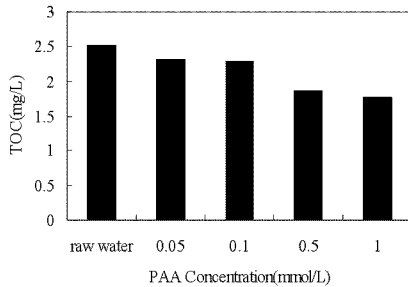


Fig. 1. Variations of TOC during UF with different amounts of PAA coated.

코팅한 PAA 농도가 0.05, 0.1 mM 일 때는 원수의 TOC 제거가 각각 7.7, 8.0%로 크게 제거율에 영향을 미치지 않지만 0.5, 1 mM 코팅 시에 TOC 제거가 각각 26.2, 29.8 %로 제거율이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또한 1 mM 이상의 PAA 경우 5 mM PAA와 TOC 제거율이 거의 비슷하게 나타났다. 이로부터 PAA 농도가 일정수준 이상이 되면 TOC 제거율은 큰 변화가 없다는 것을 알 수 있다.

한편 PAA 코팅 정도에 따라 TOC의 제거에 영향을 미치는 만큼 막 투과도에도 큰 영향을 미쳤나(Fig. 2). 모두 막 투과도의 감소는 있었으나 0.5, 1 mM 농도의 PAA가 특히 크게 감소되는 것을 볼 수 있었다. 이는 코팅 양이 많을 경우 고분자 물질이 막오염을 유발하기 때문이다. 따라서 코팅 양의 증가에도 불구하고 막오염을 최소화 시킬 수 있는 방안의 추가적인 연구가 필요하다.

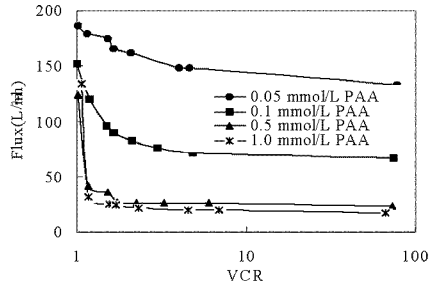


Fig. 2. Flux versus VCR with different amounts of PAA coated.

4. 참고 문헌

- [1] Tae-wook Ha, Kwang-Ho Choo, Sang-June Choi, "Effect of Chlorine on Adsorption/Ultrafiltration Treatment for Removing Natural Organic Matter in Drinking Water." *Journal of Colloid and Interface Science* **274** (2004)
- [2] Mi Hyung Kim, Myong Jin Yu, "Characterization of NOM in the Han River and Evaluation of Treatability using UF-NF Membrane." *Environmental Research* **97** (2005)
- [3] T. Carroll, S. King, S.R. Gray, B. A. Bolto, N. A. Booker, "The Fouling of Microfiltration Membranes by NOM After Coagulation Treatment." *Wat. Res.* **34**(11) (2000)
- [4] NoHwa Lee, Gary Amy, Jean-Philippe Croue, Herve Buisson, "Identification and Understanding of Fouling in Low-pressure Membrane (MF/UF) Filtration by Natural Organic Matter (NOM)." *Water Research* **38** (2004)