

P18) 활성탄 전극을 이용한 미생물전해전지로부터 수소가스 생산

김미진^{1,2)} · 좌은진²⁾ · 남주연²⁾ · 이민규³⁾ · 감상규¹⁾

¹⁾제주대학교 환경공학과, ²⁾한국에너지기술연구원 해양융복합연구실, ³⁾부경대학교 화학공학과

1. 서론

화석연료의 고갈과 이산화탄소 발생 저감을 위한 친환경적 에너지 생산 기술이 최근 주목 받고 있다. 궁극적인 미래 에너지로 평가 받는 수소 에너지는 연소시 공해물질이 배출되지 않고 높은 열량을 가진 청정에너지인데 이는 열화학적, 전기화학적, 생물학적 방법 등으로 생산할 수 있다. 그 중 생물전기화학적 방법인 미생물전해전지(Microbial Electrolysis Cell, MEC)를 이용하여 유기성 폐수로부터 수소를 생산하기 위한 연구들이 최근 활발하게 진행되고 있다. 미생물전해전지는 약간의 전압을 인가해 주는 조건에서 산화전극에 부착 성장하는 미생물에 의해 유기물이 분해되고 환원전극에서 수소 가스가 생성되는 장치로서 유기물 처리와 수소 에너지가 동시에 생성된다는 장점을 지닌 장치이다.

지금까지 미생물전해전지 연구에 사용되어온 전극들은 값비싼 백금 촉매 및 전극 재료를 쓰고 있어 상용화에 걸림돌이 되고 있다. 비표면적이 넓으며 다공성인 활성탄은 다양한 전기화학반응에서 금속촉매의 지지체로 사용될 수 있다고 알려져 있으며, MoS₂는 최근 백금 기반 촉매의 저가 대체 물질로 제공될 수 있는 유망하고 자원이 풍부한 소수의 물질들 중 하나로 알려져 있다(Voiry et al., 2013). 본 연구에서는 수소를 생산할 수 있는 경제적인 환원전극을 개발하기 위하여 활성탄과 MoS₂를 이용하여 환원전극을 제작하였으며 그 성능을 평가해 보았다.

2. 자료 및 방법

환원전극(7 cm²)은 활성탄(300 mg, Norit Americas Inc., USA)과 카본블랙 파우더(45 mg, Vulcan XC-72, Cabot Corporation, USA), 99 mg MoS₂ (Sigma Aldrich, USA), 60% PTFE 37.8 μL, DI water 700 μL를 혼합하여 슬러리를 만든 뒤 스테인리스 스틸 메쉬 위에 슬러리를 고르게 바른 후 20분간 20 MPa의 압력을 가하여 고정시킨 후 사용하였다. MoS₂-활성탄 전극의 대조군으로서 MoS₂가 없는 활성탄 전극, 백금촉매(0.5 mg Pt/cm²)가 담지된 카본섬유 전극을 이용하였다. 아크릴로 제작된 산화전극부와 환원전극부는 음이온교환막으로 분리 하였으며 환원전극부에는 100 mM phosphate buffer solution을 전해질로 사용하고 가스 포집을 위한 유리관을 부착시켜 가스백을 이용하여 발생된 가스를 포집하였다. 산화전극부에는 미생물이 부착성장하는 graphite brush를 전극으로 사용하고 미생물의 기질로서 1.5 g/L 아세테이트를 주입하였다. Power supply를 이용하여 두 전극 사이에 0.9 V의 전압을 가해주었고 10Ω의 저항을 연결하여 멀티미터로 발생 전류를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

활성탄 전극은 백금전극의 1/2 수준의 전류(2.5 mA)가 발생되었지만 MoS₂-활성탄 전극을 사용하면 peak current가 약 46% 증가하였다. COD는 모든 반응조에서 93% 이상 제거되었으며 쿨롱효율은 백금전극이 90% 정도로 가장 좋았고 MoS₂-활성탄 전극 85%, 활성탄 전극 80% 순이었다. MoS₂-활성탄 전극이 수소발생속도는 백금전극에 비해 37% 낮았지만 수소발생량은 백금전극(37 mL)과 비슷한 양(33 mL)이 생성되었으며 환원전극 수소회수율은 각각 100%와 94%로 거의 동일하였다. 따라서 비교적 저렴한 활성탄과 비귀금속 촉매를 조합한 전극은 수소발생속도를 높여야 하는 한계가 있었지만 수소발생량 측면에서 값비싼 백금촉매와 비슷한 수준의 성능을 보이는 것을 확인하였다.

4. 참고문헌

Voiry, D., Salehi, M., Silva, R., Fujita, T., Chen, M., Asefa, T., Shenoy, V. B., Eda, G., Chhowalla, M., 2013, Conducting MoS₂ nanosheets as catalysts for hydrogen evolution reaction, Nano Lett., 13, 6222-6227.