

## PtCo/CNF web의 전기화학적 촉매 특성

정보경, 김용일, 박장우, 김상헌, 박정호, 고장면\*  
 한밭대학교 응용화학생명공학부  
 (jmko@hanbat.ac.kr\*)

## Electrochemical properties of PtCo/CNF web catalyst

Bo Kyung Jeong, Yong Il Kim, Jang Woo Park, Sang Hern Kim, Jung Ho Park,  
 Jang Myoun Ko\*  
 Division of Applied Chemistry and Biotechnology, Hanbat National University  
 (jmko@hanbat.ac.kr\*)

## 1. 서 론

차세대 신재생 에너지로 각광받고 있는 연료 전지는 화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 친환경적 발전장치이다. 이 중 DMFC(Direct Methanol Fuel Cell)는 연료로서 메탄올을 사용하여 액체 연료의 이동성과 상온에서부터 작동이 가능하다는 점 때문에 LIB(Lithium Ion Battery)를 대체하거나 보충해 줄 수 있는 전원 형태로 개발되고 있다. 그렇지만 DMFC의 상용화에 앞서서 해결해야할 많은 문제점들이 있는데 그중에서 가장 큰 문제는 연료로 사용되는 메탄올의 고분자막을 통한 anode에서 cathode로의 이동을 줄이는 것과 상온에서 높은 성능을 발휘할 수 있는 전기화학 촉매의 개발이다[1]. 현재 촉매 자체 내의 ORR(oxygen reduction reaction)반응을 향상시키기 위해 Pt와 전이금속간의 합금을 형성하는 2원계, 3원계 촉매의 개발이 진행되고 있다[2].

본 연구에서는 전착법을 통해 2원계 촉매 PtCo/CNF web을 성공적으로 제조 하였고, 전착 횟수에 따라 흡착 되는 금속 입자 크기 및 양의 변화를 관찰 하였으며, 또한 전이금속인 Co가 첨가됨으로써 Pt촉매의 전기화학적 활성이 우수해 짐을 확인 하였다.

## 2. 실험

전착법으로 2원계 촉매를 제조하기 위해 Fig.1과 같은 형태를 가지는 탄소나노섬유(Carbon Nano Fiber, CNF-web)를 사용하였다. 전착법을 수행하기 위해서 working electrode는 CHI사에서 구입한 glassy carbon electrode(CHI104)를 사용하였으며, 모든 시약은 Aldrich사의 시약을 사용하였다.

5 % Nafion용액에 0.5~0.6cm의 직경으로 제단한 CNF web을 함침 시켰다. 이러한 과정을 거친 CNF web을 작업 전극 위에 부착하고 3~5분정도 건조 시킨 후 실험을 진행하였다. 실험은 3전극 시스템으로 진행하였으며 기준 전극으로 Ag/AgCl(3 M KCl, 0.196 V vs. SCE, Metrohm), 상대전극으로는 Pt (1x1 cm<sup>2</sup>)을 사용하였다.

모든 전기화학 실험은 Autolab (PGSTAT100)에서 수행하였다. 2원계 촉매인 PtCo/CNF web 제조를 위하여 전착액은 0.05 M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>를 바탕으로 0.002 M H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>와 0.002 M

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 를 첨가시켜 용액을 제조하여 사용하였으며, cyclic voltammetry(CV)를 통해  $-0.6 \sim 0$  V의 전위에서 주사속도 20 mV/s로 각각 40회, 60회, 80회 전착하였다.

흡착된 2원계 촉매 PtCo/CNF web의 전기 화학적 촉매의 활성을 조사하기 위해 1 M KOH와 1 M 메탄올을 1:1로 혼합한 용액에서 전위 범위  $-0.9 \sim 0.3$  V, 주사속도 5 mV/s로 실험을 진행하였다.

PtCo/CNF web은 SEM(scanning electron microscope)와 EDX(Energy Dispersive X-ray Spectrometer)를 통하여 CNF web 표면에 Pt와 Co가 효과적으로 흡착되었음을 관찰하였으며, 구성된 물질의 성분 또한 확인 하였다.

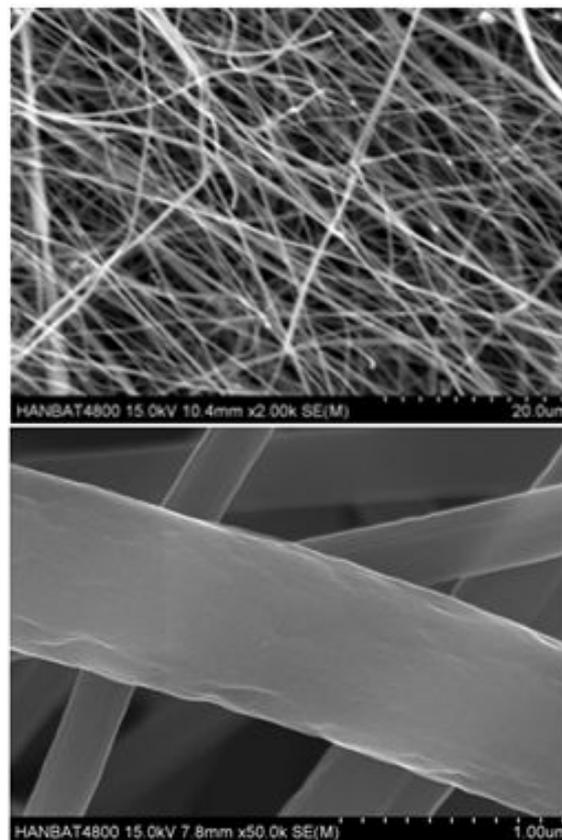


Fig. 1. SEM images of CNF-web

### 3. 결과 및 토론

Fig. 2는 전착법을 통해 제조된 2원계 촉매 PtCo/CNF web의 표면을 관찰한 SEM 이미지이다. 실험에서 전착 횟수를 각각의 변수로 주었으며, (a) 40회, (b) 60회, (c) 80회로 흡착된 형태이다. 이를 통해 전착 횟수가 증가 할수록 Co와 Pt 입자들이 CNF web 표면에 많은 양이 균일하게 흡착 되는 것을 확인 할 수 있다.

Fig. 3은 PtCo/CNF web 촉매를 1M KOH와 1M 메탄올이 1:1로 혼합된 용액에서 전위 범위  $-0.9 \sim 0.3$  V, 주사속도 5mV/s로 확인한 CV곡선이다.  $-0.2$ 에서 나타난 곡선은 Pt의 촉매 활성을 나타내는 것으로 전착 횟수의 증가에 따라 피크의 전류 값이 높아지는데, 이는 전착 횟수가 증가할수록 Pt촉매의 전기화학적 활성이 우수해 지는 것으로 사료된다.

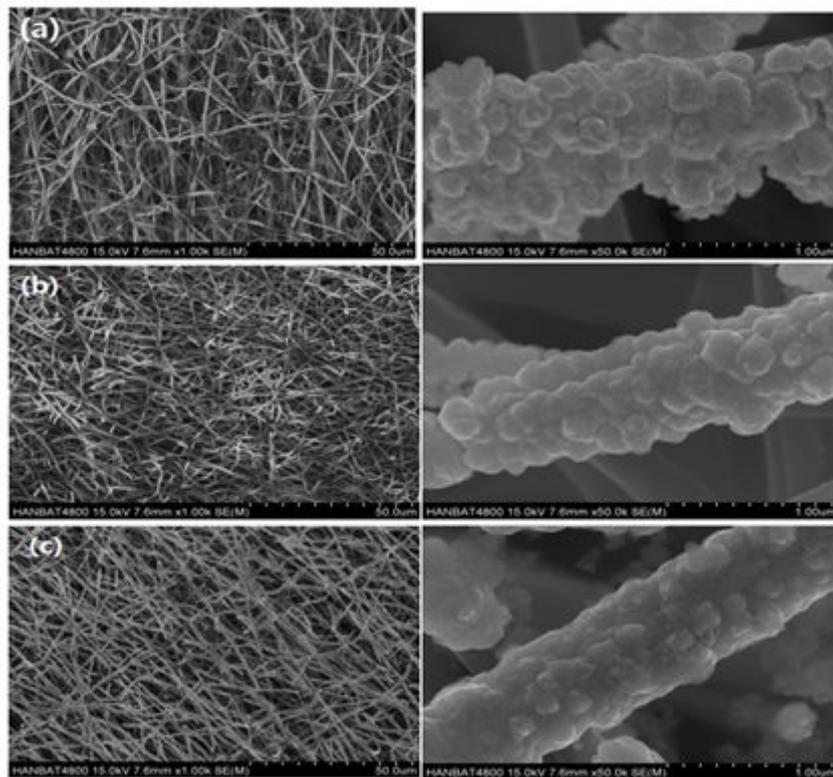


Fig. 2. SEM images of PtCo/CNF web catalysts prepared by electrodeposition as a function of cycles of (a) 40, (b) 60, (c) 80

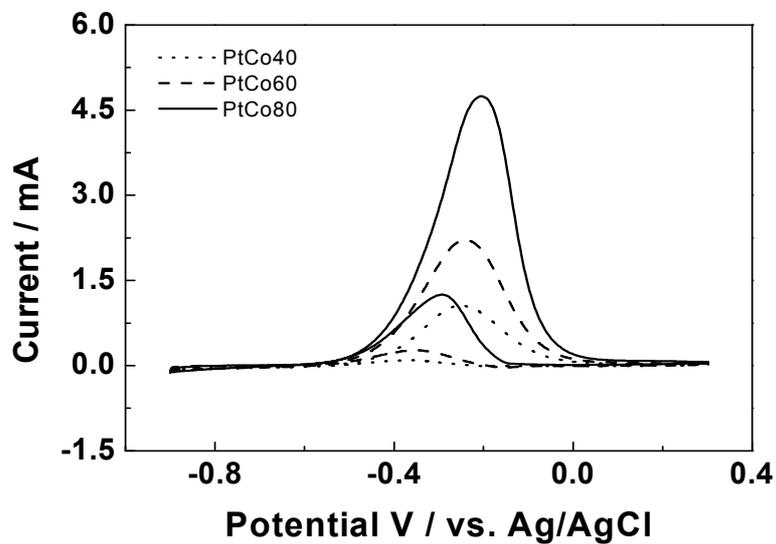


Fig. 3. Cyclic voltammogram of PtCo/CNF web catalyst at different deposition cycle in 1 M KOH and 1 M MeOH

Fig. 4는 PtCo/CNF web과 다른 촉매들 간의 전기 화학적 활성을 비교한 CV곡선이다.

모든 촉매는 앞에서 실험한 PtCo/CNF web과 동일한 실험조건으로 제조하였다. 1원계로 제조된 Pt/CNF web과 Co/CNF web의 전기적 활성은 PtCo/CNF web의 전기적 활성과 비교했을 때 현저하게 떨어지는 것을 알 수 있다. 즉 Pt에 전이금속인 Co를 첨가함으로써 촉매의 전기 화학적 활성이 우수해 지는 것을 의미한다. 이러한 사실로부터 전이금속은 Pt의 전기적 촉매 활성을 높이는 조력자로서의 역할을 한다고 결론지을 수 있다.

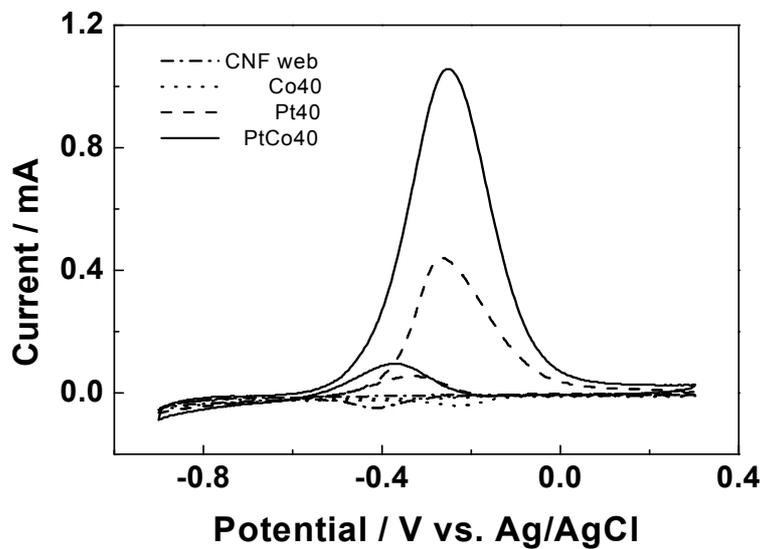


Fig. 4. Cyclic voltammogram of different catalysts 1 M KOH and 1 M MeOH

#### 4. 결 론

전착법을 통해 2원계 촉매 PtCo/CNF web을 제조하였으며, CV를 이용하여 촉매의 전기 화학적 특성을 조사하였다. -0.6~0 V에서 주사속도 20 mV/s로 각각 40회, 60회, 80회로 전착하였다. PtCo/CNF web은 전착 횟수 80회 일 때, 가장 높은 전류 값을 나타내었으며, 이로부터 전착 횟수와 비례하여 전류 값이 증가 되는 사실을 확인 할 수 있었다. 또한 1원계인 Pt/CNF web과 2원계인 PtCo/CNF web 중 후자의 전류 값이 높게나왔으며, 이러한 결과는 Pt와 전이금속 간의 합금으로 전기적 촉매 활성이 우수해 지는 것을 보여준다.

#### 참고문헌

1. Arico, A. S., Srinivasan, S., and Antonucci, V., "DMFCs: From Fundamental Aspects to Technology Development", *Fuel cells*, **1**, 133(2001).
2. Arico, A. S., Shukla, A. k., Kim, H., Park, S., Min, M., Antonucci, V., *Applied Surf. Sci.*, **172** 33(2001).