

PA23) pH가 메조포러스 탄소의 톨루엔 흡착에 미치는 영향

손우정*, 추헌직, 김윤갑¹, 최성우

계명대학교 환경과학과, ¹계명문화대학교 소방환경안전과

1. 서 론

최근 급격한 산업발달, 인구증가 및 교통량의 증가로 광화학 스모그에 의한 피해 및 전 세계적으로 나타나고 있는 온실효과, 산성우, 오존층의 감소 등 환경오염이 심화되어 인간과 지구의 존립이 결부되어 국내·외에서 각종 연구가 진행되고 있다. 이러한 오염물 중 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds ; VOCs)에 의한 공기오염 문제가 최근 가장 심각한 환경오염 문제로 인식되었다. 대기 중의 VOCs가 강한 자외선과 반응하면 오존, 알데히드, PAN(p-oxyacetylnitrate)등과 2차 오염물질을 생성하게 되고, 인체나 동식물이 VOCs에 노출될 경우 단기적으로는 호흡기질환, 신경장애 등을 일으키고 장기적으로는 발암, 유전자변이 등을 일으킨다.

대기로 방출되는 VOCs를 제어하는 효과적인 방법 중 하나가 흡착법을 이용하는 것이다. 흡착법에 이용되는 흡착제로는 다공성 탄소 물질이 들 수 있는데 대표적인 물질로는 활성탄을 들 수 있다. 최근에는 전통적인 물리적·화학적 제조방법의 활성탄보다는 새로운 다공성탄소 제조방법이 연구되어 관심이 모여지고 있다. 다공성 탄소 물질을 합성하는 방법은 여러 가지가 있는데 먼저 고온에서의 활성화, 금속촉매 하에서 촉매활성에 의한 방법, 물리적·화학적 활성의 조합, 고분자 에어로졸의 탄화, 다중벽 나노튜브를 합성하는 방법, 적당한 주형(template)내서 탄소 전구체를 채워 탄화시킨 후 주형물질을 제거하는 방법 등이 있다.

본 연구에서는 피흡착제로 대표적인 VOCs 물질인 톨루엔을 사용하였으며 이를 주형합성법을 이용한 다공성 탄소인 메조포러스 탄소를 합성하여 흡착효율을 알아보려고 한다.

2. 연구재료 및 방법

본 연구에서 메조포러스 탄소는 주형합성법을 이용하여 합성하기 위해서 반응물의 실리카 원료로 Sodium Hydroxide를 안정화 이온으로 사용한 Ludox Hs-40을 사용하였고, 계면활성제는 Cetyltrimethylammoniumbromide(CTAB)와 혼합하여 실리카 졸을 안정화 시켰다. Muddy slurry상태가 되면 실리카 입자들을 안정화시키기 위해서 진공 하에서 여과·세척하였다. 실리카 원료에 흡착되지 않은 계면활성제를 제거하기 위해서 EtOH로 여러 번 세척하여 계면활성제에 의해 안정화된 실리카 주형을 제조하였다. 제조된 혼합물에 탄소 전구 물질인 Resorcinol-Formaldehyde를 1:2의 비율로 혼합하고, 여기에 증류수와 촉매로서 탄산나트륨(sodium carbonate, Na_2CO_3)을 50:1과 100:1로 첨가하였다. 또한 탄소 전구물질의 용액의 pH를 달리하여 실리카 주형물질과 혼합하였다. 이를 건조와 탄화의 과정을 거쳐

메조포러스 탄소 MC50-7, MC50-6, MC100-7, MC100-6을 제조하였다. 반응물은 피흡착제로 톨루엔을 사용하였으며 총 유량 및 농도는 50ml/min, 200ppm인 톨루엔, 공간속도 (GHSV) 30,000h⁻¹ 조건으로 반응 실험을 하였다. 흡착물의 초기농도를 비롯하여 반응기를 통과하고 배출되는 흡착물의 농도는 모두 FID(Flame Ionization Detector)를 검출기로 가용하는 GC를 이용하였다. 반응물은 HP-624 칼럼을 이용하여 FID가 부착된 GC로 제거효율을 연속적으로 분석하였다. 오븐의 온도는 150℃로 하였고 Detector의 온도는 320℃, H₂는 45ml/min, Air는 450ml/min, N₂는 40ml/min로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

본 반응의 실험에 앞서 U-type 석영관에 메조포러스 탄소를 충전하지 않은 채 톨루엔 흡착반응을 수행하였다. 반응기에 200ppm 톨루엔을 주입하여 주입시간을 3분 간격으로 반응한 결과를 흡착률 0%로 두는 Reference를 조사하였다. 메조포러스 탄소의 톨루엔 흡착반응을 실행하기 전에 불필요한 물질들의 톨루엔 흡착을 줄이기 위해서는 U-type 석영관 안의 메조포러스 물질이 순수한 상태로 만들어 줘야하므로 반응기의 온도를 150℃까지 승온, 유지하고 N₂ Gas를 관안에 흘려주며 전처리하여 흡착이 잘 이루어질 수 있도록 최적의 상태를 만들어 주었다. 톨루엔의 주입시간을 3분으로 반응시간의 간격을 두고 주입을 할 수 있도록 설정하였다. 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

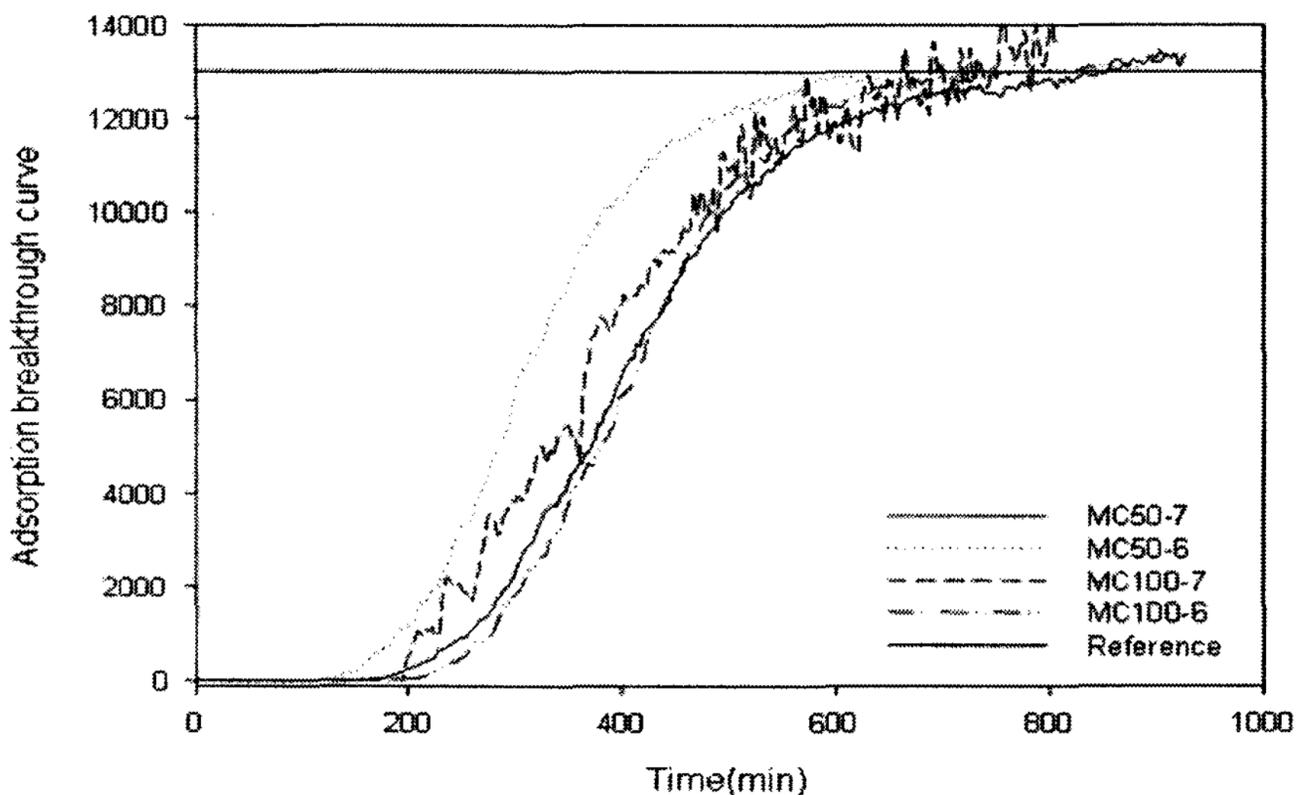


Fig. 1. Adsorption breakthrough curve of mesoporous carbon by toluene

4. 요약

메조포러스 탄소의 톨루엔 흡착은 peak가 사전실험을 거쳐 조사된 Reference에 도달함에 의해 파파되는 것을 확인하였다. pH와 촉매의 함량을 달리하여 제조한 메조포러스 탄소를 이용한 톨루엔의 흡착실험에서 MC50-6, MC100-6, MC100-7, MC50-7의 순으로 파파됨을

나타내었다. 톨루엔 흡착에 효율적인 합성조건은 촉매보다는 pH에 따라 달리 제조된 메조포러스 카본이 우수함을 보여주었다.

참 고 문 헌

- JinWoo Lee, Sangjin Han, Taeghwan Hyeon, August 2004. Synthesis of Nanoporous Carbon Material using Nanostructured Templates, J. Korean Ind. Eng. Chem., Vol. 15, No. 5, 483-492.
- Wang Seog Cha, Jeong Soo Kim, May 2005. Adsorption characteristics of ACF with various VOCs, Applied Chemistry, Vol. 9, No. 1, 249-252.
- Ryong Ryoo, Sang Hoon Joo, Michal Kruk, Mietek Jaroniec, 2001. May 3 Ordered Mesoporous Carbons, Adv. Mater. 13, No. 9.
- Sang Hoon Joo, Shinae Jun, Ryong Ryoo, 2001. Synthesis of ordered mesoporous carbons molecular sieves CMK-1, 2001 Elsevier Science B.V. All rights reserved. Microporous and Mesoporous Materials 44-45, 153-158.
- Ryong Ryoo, Shinae Jun, February 2001. Recent Progress on Ordered Mesoporous Carbons Molecular Sieves Synthesized Using Templated Synthesis Method, J. Korean Ind. Eng. Chem., Vol. 12, No. 1, 1-4.
- 정한모, 라영수, 안진희, 조아영, 최미연, 김석만, 문남구, 윤영호, 2005. 유·무기 혼성 메조포러스 물질의 휘발성 유기화합물 제거능, J. Korean Ind. Eng. Chem., Vol. 16, No. 5, October pp. 719-723.