

## PE2) 활성탄을 이용한 휘발성 유기화합물의 흡착특성연구 Studies of Adsorption Characteristics of VOCs using Activated Carbon

박수열 · 신장원 · 이선훈 · 문복희 · 유경선 · 송광섭<sup>1)</sup>  
 광운대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>한국에너지기술연구원

### 1. 서 론

흡착공정에 있어서 가장 많이 활용되고 있는 활성탄은 독특한 물리적 특성과 표면의 다양한 화학적 기능기(surface functional group)들로 인하여 다양한 흡착질의 흡착제로 활용되고 있다. 특히 미세한 역청탄 입자를 펠릿화한 BPL type의 활성탄은 작은기공(micropore)과 큰기공(macropore)이 혼재하는 이봉분포(bimodal distribution)구조를 갖게 되어 기상흡착에 있어서 보다 유리한 것으로 알려지고 있다. 본 연구에서는 환경오염문제를 중에서 초점이 맞추어지는 비의도적 잔류성 유기화합물(UPOPs)의 저감을 위한 기초 실험을 수행하였다. 이에 따라 이봉분포 구조를 갖는 활성탄의 표면 작용기가 유기화합물의 흡착에 미치는 영향을 마이크로 반응기 시스템과 모멘트 해석기법을 이용하여 해석하였다.

### 2. 연구 방법

표 1와 표 2에 고정층 흡착탑의 특성과 실험 조건을 정리하였다. 흡착제가 충전된 1/4inch 칼럼을 GC에 장착하고 실험을 수행하기 전에 200℃에서 2시간동안 helium gas 흘려주며 활성탄에 부착되어 있는 gas를 탈착시켰다. GC의 oven 온도와 유량을 실험조건에 맞추고 검출기의 baseline이 안정되면 액체용 micro syringe를 이용하여 액상의 methanol과 n-hexane을 펄스 형태로 주입하였다. 운반가스로는 99.999%의 helium gas를 사용하였으며, 주입된 흡착질은 GC의 injection port에서 운반가스와 혼합되어 흡착제가 충전된 칼럼층을 통과하게 되어 TC Detector(Thermal Conductivity Detector)에서 유출곡선의 형태로 검출되게 된다. 아날로그 형태의 유출곡선은 디지털라이저(Summagraphics, Summa sketch III)를 이용하여 수치화한 후 수치적분을 통해 적분하였다.

Table 1. Characteristics of adsorption column.

Heat treated condition	Packed length [m]	Column I.D. [m]	Particle size [mm]	Adsorbent weight [g]	Column porosity [-]
Raw material	0.07	$3.86 \times 10^{-3}$	0.20	0.5153	0.484
			0.34	0.5104	0.489
			0.93	0.5002	0.539
500℃-10h	0.07	$3.86 \times 10^{-3}$	0.20	0.5054	0.494
			0.34	0.4927	0.507
			0.93	0.4427	0.557
900℃-10h	0.07	$3.86 \times 10^{-3}$	0.20	0.5157	0.484
			0.34	0.5067	0.493
			0.93	0.5149	0.485

Table 2. Experimental conditions.

Adsorbate	Flow rate [cc/min]	Temperature [℃]
methanol	30, 50, 70, 90	70, 100, 130
n-hexane		240, 265, 290

### 3. 결과 및 고찰

열처리에 의한 표면 산소작용기의 제거가 기공확산에 미치는 영향을 평가하기 위해 열처리에 따라 메탄올과 헥산에 대하여 그림 1에  $\delta_1$ 과  $R^2$ 에 대한 그래프를 도시하였다. 메탄올의 macropore diffusivity는 열처리에 따라 크게 변하지 않음을 확인하였는데 이는 macropore 표면에 존재하는 표면 작용기의 농도가 완전히 제거되지 않고 소량만 존재하더라도 메탄올의 확산에 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 그러나 micropore diffusivity는 열처리에 따라 증가하였으며 이는 열처리시 미세공내에 존재하는 표면 작용기들이 제거되어 메탄올 분자와의 interaction이 감소하였기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 표면작용기는 macropore 보다는 surface diffusion에 미치는 영향이 보다 큰 것으로 사료된다. 노말헥산의 경우 열처리 조건에 관계없이 macropore와 micropore에서 diffusivity가 각각  $10^{-2} \text{cm}^2/\text{sec}$ 와  $10^{-11} \text{cm}^2/\text{sec}$ 로 측정되었다. 이는 활성탄 기공에 존재하는 산소작용기에 대한 interaction이 비극성 용매인 노말헥산의 확산에 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다.

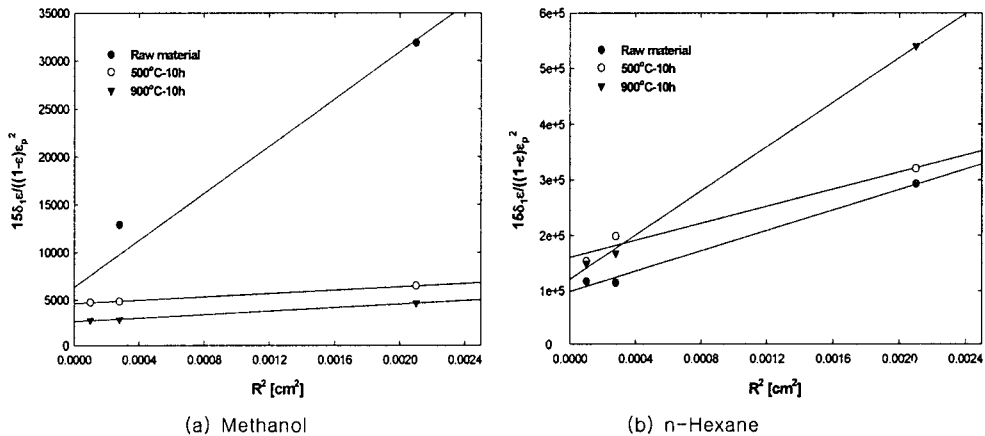


Fig. 1. Effect of heat treatment of activated carbon on pore diffusivity.

### 참고 문헌

- P. Shneider and J. M. Smith (1968) Adsorption rate constants from chromatography, AIChE Journal, 14(5), 762-771.
- K. Chihara, M. Suzuki, and K. Kawazoe (1978) Adsorption rate on molecular sieving carbon by chromatography, AIChE Journal, 24(2), 237-245.
- 김부용, 구현서, 이태종 (1993) Polyethylene Glycol로 피복된 실리카 겔에 대한 혼합증기의 경쟁흡착, 화학공학, 33(1), 99-104.