

## PH8) 활성탄의 개질에 따른 Acetone vapor와 Benzene vapor의 파과특성 변화

천재기, 박상보, 이송우, 감상규<sup>1</sup>, 이민규

부경대학교 응용화학공학부, <sup>1</sup>제주대학교 토목환경공학부

### 1. 서 론

일반적인 활성탄은 물리흡착이 지배적이거나, 산이나 염기처리에 의해 활성탄 표면의 구조를 변화시킬 경우 화학적인 흡착성능을 증가시킬 수 있다. 이는 주로 활성탄의 표면에 존재하는 표면산소작용기(surface oxygen group)에 의한 것으로 판단되며, 표면 산소종에는 carboxyl acid, phenol, quinone, lactones, carboxyl anhydride, cyclic peroxide 등이 있다. 특히 활성탄의 외각에 있는 탄소원자에 붙어있는 표면산소작용기(surface oxygen group)의 양을 증가시키면 활성표면의 상호작용뿐만 아니라 활성점의 화학적인 성질을 변화시킬 수 있다고 보고되고 있다(Shim and Lee, 2005; Kim and Kang, 2004). 본 연구는 활성탄을 산과 염기로 개질한 후의 표면 화학적인 변화에 따른 benzene vapor와 acetone vapor의 파과특성을 고찰하는 데에 있다. 활성탄에 존재하는 표면산소작용기(surface oxygen group)는 흡착에 있어서 기공의 크기 와 구조만큼 중요한 역할을 한다. Boehm 적정법(Boehm, 1966)을 이용하여 표면의 상태를 분석하여 흡착에 미치는 변화를 고찰 하였다.

### 2. 재료 및 실험방법

#### 2.1. 재료

개질에 사용한 활성탄은 S 화학의 coconut shell을 원료로한 입상 활성탄이다. 증류수로 충분히 세척한 후 105°C 건조기에서 24시간 이상 건조하여 사용하였다. 흡착질은 시약급 acetone과 benzene을 공기를 사용하여 200 ppmv 농도로 조절하여 사용하였다.

#### 2.2. 개질방법

1N-HNO<sub>3</sub>용액, 1N-CH<sub>3</sub>COOH 용액, 그리고 1N-NaOH 용액이 활성탄의 개질을 위해 사용되었다. 원시 활성탄을 각각의 용액에 넣고 70°C에서 8시간 동안 교반 하여 개질하였다. 처리한 활성탄은 증류수로 충분히 세척한 후 건조기에서 105°C로 24시간 동안 건조하였다. 원시 활성탄은 ACS, 1N-HNO<sub>3</sub> 용액, 1N-CH<sub>3</sub>COOH 용액, 그리고 1N-NaOH 용액으로 개질한 활성탄을 각각 ACS-AN, ACS-AA, 그리고 ACS-BN으로 명명하였다.

#### 2.2. 실험방법

Boehm 적정으로 산도, 염기도, 그리고 활성탄 표면의 작용기의 농도를 결정하였다. 10 g의 건조된 활성탄을 0.1N-NaOH와 0.1N-HCl 용액 500 ml에 넣고 48시간 동안 교반시키고

각 용액을 멤브레인 필터로 여과한 후, 여과된 각 용액 중 20 ml 채취하여 산도는 0.1N-HCl로 적정하였고, 염기도는 0.1N-NaOH로 적정하여 산도와 염기도를 계산하였다. 연속식 흡착장치(Lim et al, 2005)를 사용하여 파과실험을 실행했다. 온도 20°C, 활성탄 2 g, 농도 200 ppmv, 유속 4 l/min의 조건으로 운전한 결과를 비교했다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 개질에 따른 활성탄의 특성변화

원시 활성탄과 산과 염기로 개질한 활성탄의 특성을 Table 1에 비교했다. ACS의 비표면적은  $1,067 \text{ m}^2/\text{g}$ 이고, ACS-AA와 ACS-BN은  $1,088 \text{ m}^2/\text{g}$ 와  $1,133 \text{ m}^2/\text{g}$ 으로 ACS에 비해 증가하였으며, ACS-AN은  $975 \text{ m}^2/\text{g}$ 로 감소하였다. Boehm 적정법으로 계산한 각 functional group의 농도, 산도, 그리고 염기도의 농도를 Fig. 1에 비교하여 나타내었다. 개질에 의해 ACS-AN과 ACS-AA 활성탄에서는 각각의 특성치가 증가하였으며, ACS-BN 활성탄에서는 소량 감소한 것을 알 수 있었다.

Table 1. Characteristics of activated carbons modified with acids and base

Activated carbon	BET surface area ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	Total pore volume ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )
ACS	1,067	0.55
ACS-AA	1,088	0.56
ACS-AN	975	0.50
ACS-BN	1,133	0.59

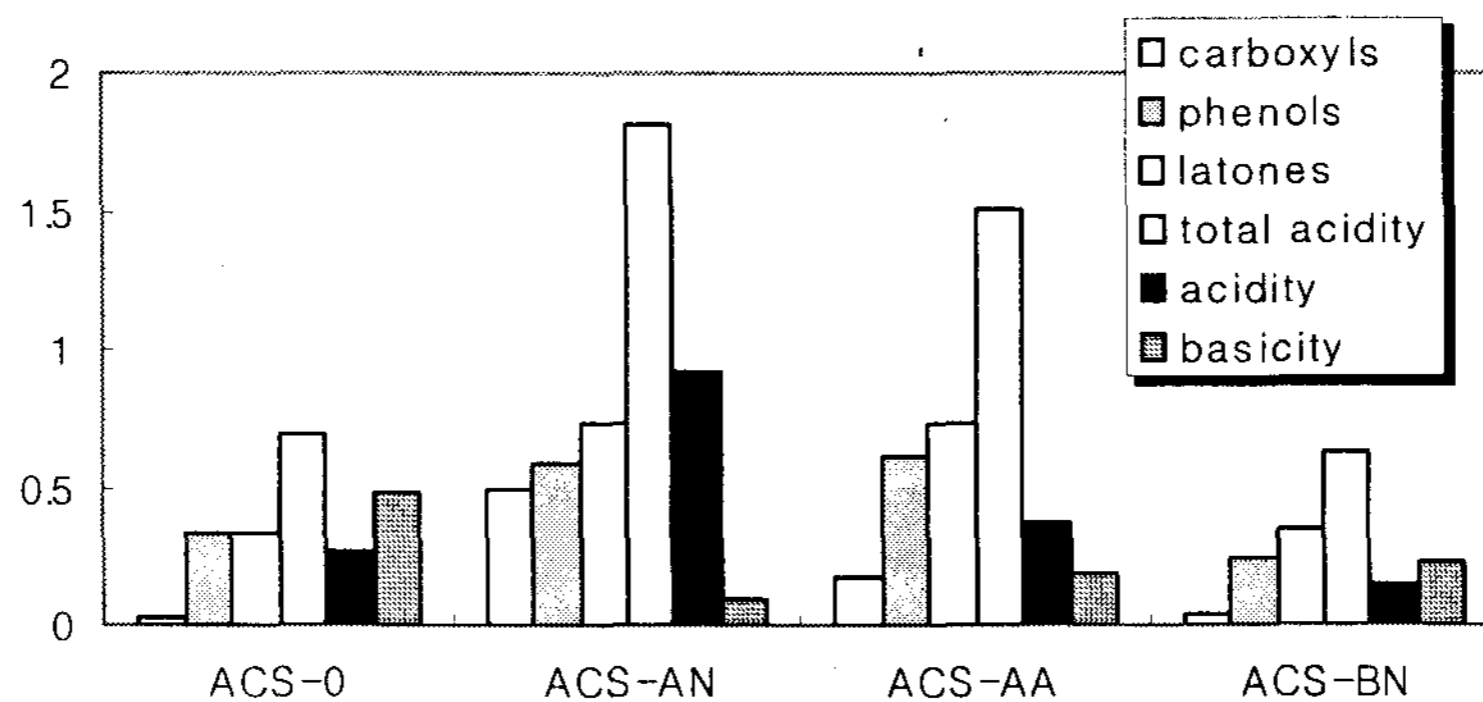


Fig. 1. Comparison of functional groups concentration, acidity, and basicity of activated carbons modified with acids and base.

#### 3.2. 개질에 따른 benzene vapor의 파과특성 변화

Fig. 2는 원시 활성탄과 개질한 3가지 활성탄에 대한 benzene vapor의 파과실험 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 각 활성탄의 포화 흡착량은 ACS 248 mg/g, ACS-BN 234 mg/g, ACS-AA 220 mg/g, 그리고 ACS-AN 208 mg/g의 순서로 감소하였

다. ACS에 비해서 산과 염기로 개질한 활성탄의 흡착량이 감소하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 비극성인 활성탄 표면이 산과 염기에 의한 개질에 의해 생성된 표면 산소 작용기들의 작용으로 표면의 극성이 증가하고 상대적으로 비극성이 감소하여 비극성 물질인 benzene vapor의 흡착능이 떨어진 것으로 판단되었다.

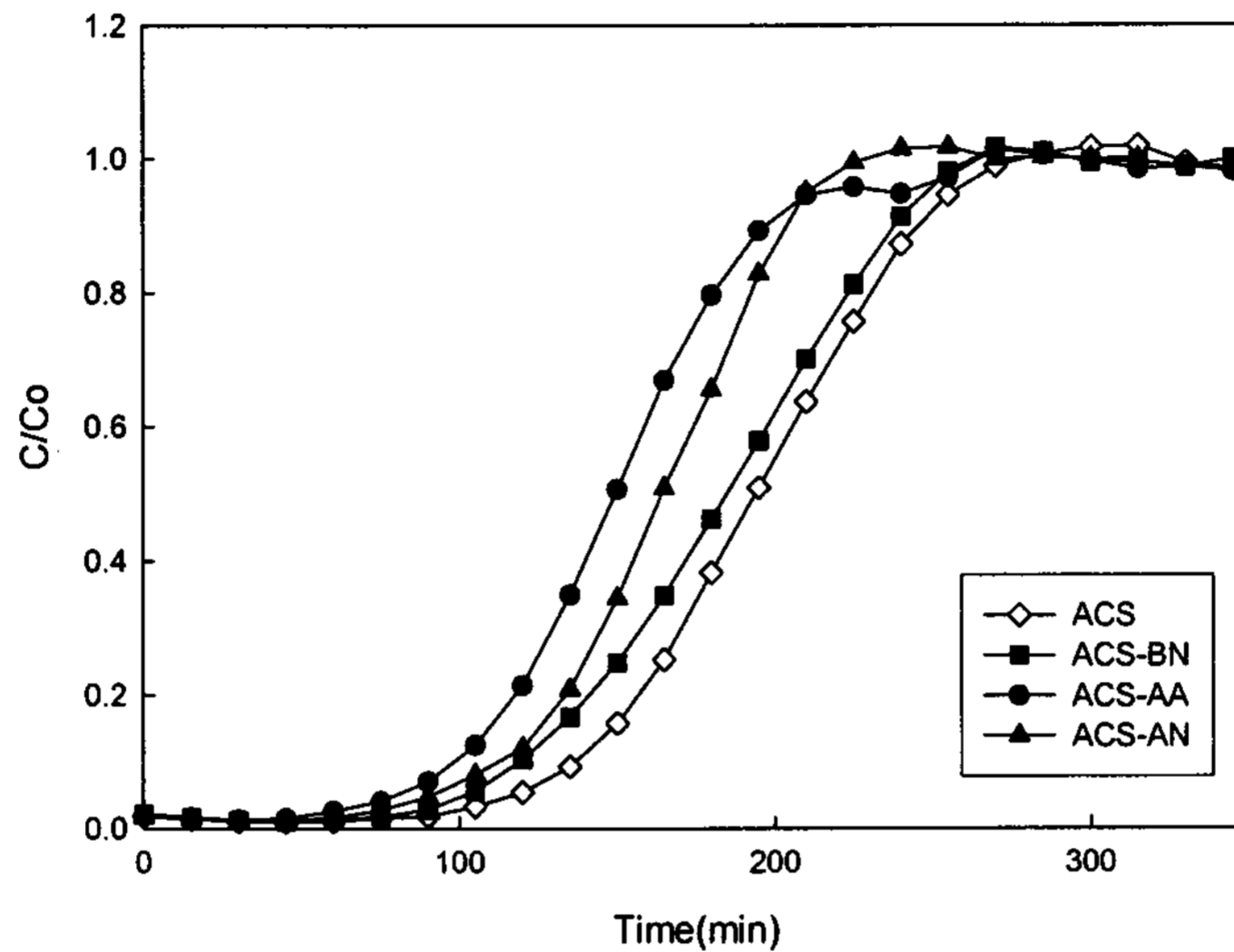


Fig. 2. Comparison of breakthrough curve of benzene vapor for various activated carbons (concentration: 200 ppmv, flow rate: 4 l/min, temperature: 20 °C).

### 3.3 개질에 따른 Acetone vapor의 파과특성 변화

Fig. 3은 원시 활성탄과 개질한 3가지 활성탄에 대한 acetone vapor의 파과곡선을 비교

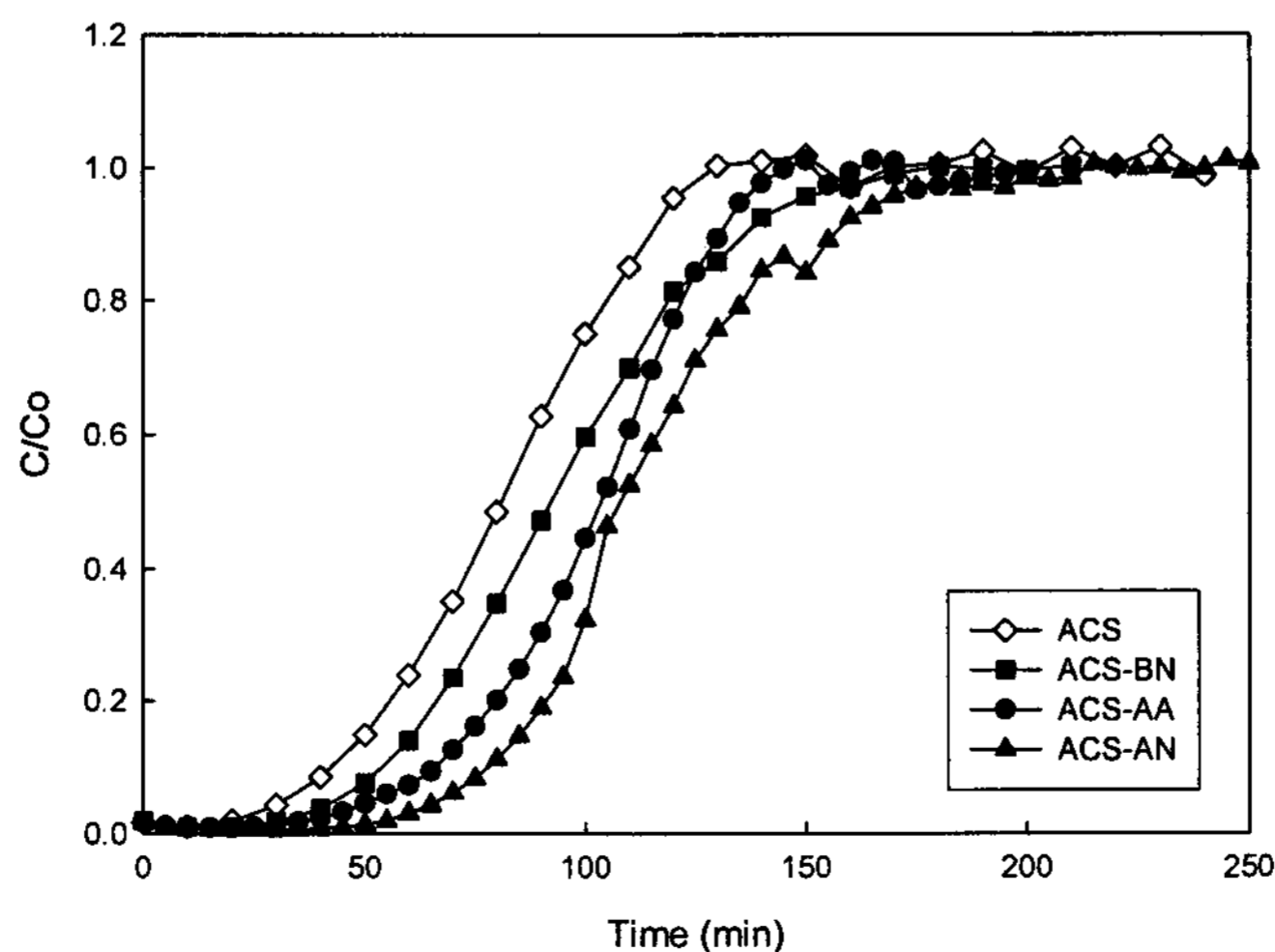


Fig. 3. Comparison of breakthrough curve of acetone vapor for various activated carbons (concentration: 200 ppmv, flow rate: 4 l/min, temperature: 20 °C).

하여 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 각 활성탄의 포화흡착량은 ACS 80 mg/g, ACS-BN 82 mg/g, ACS-AA 100 mg/g, 그리고 ACS-AN 105 mg/g의 순서로 증가하였으며, 산과 염기로 개질한 활성탄의 포화흡착량이 ACS에 비해서 증가한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 비극성인 활성탄을 산과 염기로 개질하면 활성탄의 표면에 산소작용기가 생기게 되고, 생성된 활성탄 표면의 산소작용기에 의해 극성인 acetone vapor의 흡착이 향상됨으로써 ACS-AN, ACS-AA, 그리고 ACS-BN의 경우가 ACS보다 acetone vapor의 흡착능이 증가한 것으로 판단되었다.

#### 4. 결 론

활성탄을 산과 염기로 처리하면 표면에 산성 작용기가 생성되어 비극성인 활성탄 표면이 극성을 띠게 되어 비극성인 benzene vapor는 개질 후에 흡착능이 떨어지고, 극성인 acetone vapor는 흡착능이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 물리적 흡착보다는 화학적 흡착이 영향을 많이 미치는 것으로 사료되었다.

#### 참 고 문 헌

- Kim B. H., Kang M., 2004, Characteristics of chlorobenzene adsorption on oxidative treated activated carbon, J. KSOWM, 21(43), 319-217.
- Shim C. H., Lee W. K., 2005, Adsorption characteristics of benzene and MEK on surface oxidation treated adsorbent, J. KOSAE, 22(1), 25-33.
- Boehm H. P., 1966, Advanced Catalyst. 1, p. 179.
- Lim J. K., Lee S. W., Kam S. K., Lee D. W., Lee M. G., 2005, Adsorption characteristics of toluene vapor in fixed-bed activated carbon column, J. Environ, Sci., 14(1), 61-69.