

PE8) 생활폐기물 탄화물을 이용한 활성탄의 제조 및 NO_x 저감성능연구

Production of Activated Carbon using Carbonized Municipal Waste and NO_x Removal Efficiency

박인희 · 강성완 · 박영권 · 김용학¹⁾ · 곽연호¹⁾

서울시립대학교 환경공학부, ¹⁾코오롱건설 기술연구소

1. 서 론

폐기물은 자원의 관점에서 인식되어야 하고 적절한 처리과정을 거쳐 낭비되는 자원의 양을 최소화시키는 것이 절실히 요구되어진다. 정부의 폐기물자원화 정책에 따라 전국적으로 폐기물 자원화시설이 크게 증가하고 있다. 그 중 새롭게 설치되는 생활폐기물 관련 에너지화 시설들은 기존의 단순 소각방식이 아닌 열분해가스화방식이 많이 채택되고 있다. 열분해 과정에서 발생하게 되는 탄화물의 사용 분야 다변화 및 고 부가가치화라는 목적으로 본 연구에서 생활폐기물 열분해 공정에서 발생하는 탄화물로부터 활성탄을 제조하고 이를 활용하는 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 경기도 Y시 생활폐기물 처리시설에서 배출되는 열분해 탄화물을 이용해 활성탄을 제조하고 이를 NO_x 저감에 활용하는 연구를 수행하였다.

탄화물 활성화를 위해 물리적 활성화 방법(수분처리)과 화학적 활성화 방법(산·염기처리)을 각각 적용하였다. 물리적 활성화는 탄화물을 반응기에 넣고 수분농도 40 vol.%, 활성화온도 700°C 조건(승온속도 5°C/min)으로 1시간 동안 활성화하였다. 화학적 활성화는 활성화제로 알칼리제인 KOH와 산성용액인 HCl, HNO₃를 사용하였다. 염기 처리에서 KOH와 탄화물의 비율은 1:1로 하여 hot plate에서 2시간 혼합하여 수분을 증발시킨 뒤 110°C oven에 넣어 24시간 이상 건조하였다. 건조된 시료를 분쇄하여 반응기에 넣고 50 ml/min의 질소가스를 주입하면서 온도를 상온부터 700°C까지 5°C/min으로 승온시켰으며 각각의 온도에서 1시간 동안 반응시켰다. 시료 중 남아있는 K⁺ 이온을 제거하기 위해 5 M의 HCl로 중화 반응 시킨 후 증류수로 세척하고 건조하였다. 산 처리에서는 탄화물 5 g과 2N HCl, HNO₃를 사용하였다. 시료와 각각의 산을 혼합하여 수용액 상태로 만들고 상온에서 2시간 동안 stirring 한 후 혼합물을 증류수를 이용하여 filtration 하였다. filtration 후 남아있을지 모르는 산을 제거하기 위해 100 ml의 증류수에 sample을 넣고 mixing하였다. mixing 후 혼합물의 pH수치가 5~6이 될 때까지 반복해서 filtration을 한 뒤 110°C oven에 넣어 24시간 이상 건조하였다.

NO_x 저감실험은 제조한 활성탄과 MnO_x를 담지한 촉매 상에서의 질소산화물 저감효율을 측정하기 위하여 내경 260 mm, 높이 1,500 mm의 SUS 관을 제작하여 실행하였고, 그림 1과 같이 공정을 구성하였다.

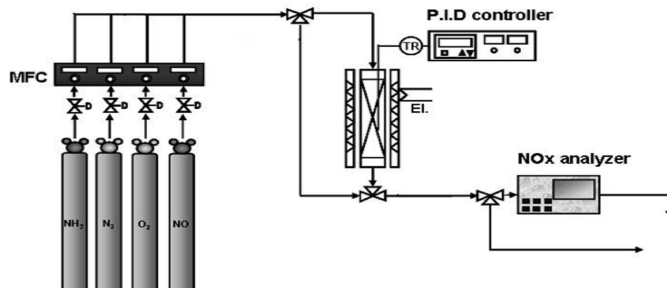


Fig. 1 Schematic diagram of SCR experimental apparatus.

반응기 내 channeling 현상을 최소화하고 촉매 층을 고정하기 위해서 촉매 층 상하에 석영 솜을 충전하였으며, bypass line을 만들어 반응 전의 유입 NO 농도를 측정하였다. 반응기에 공급되는 가스는 NO, N₂, O₂, NH₃로 구성하였으며 Mass Flow Controller(Sierra Instruments, Inc, & Hi-Tec co.)를 사용하여 유량을 조절하였다. 반응기 내로 유입되는 혼합가스의 농도는 NO 1,000 ppm, NH₃ 1,000 ppm, 산소 5 vol.%로 조절하였으며, 시료 양과 반응기로 유입되는 혼합가스량(W/F) 5 g min/ℓ (SV≃6,000 hr⁻¹)로 하였다. NO의 유입농도와 반응 후 유출 농도를 측정하기 위하여 NO_x 분석기(42i-HL, Thermo Ins)를 이용하여 분석하였으며, 다음 식에 따라 질소산화물의 저감 효율을 계산하였다.

$$NO_x \text{ Removal Efficiency}(\%) = 100 \times \left(\frac{C_{NO}^i - C_{NO}^o}{C_{NO}^i} \right)$$

C_{NO}^i : 반응기 유입 전의 NO 농도(ppm)

C_{NO}^o : 반응기 통과 후의 NO 농도(ppm)

3. 결과 및 고찰

표 1은 탄화물 활성화를 위한 각각의 조건들을 나타낸 것이다.

Table 1. Activation conditions and metal impregnation of MSW carbon residue.

Sample	Raw material	Physical treatment	Chemical treatment
YC	Y시 탄화물		
YCW(water)	Y시 탄화물	Distilled water	
YCH(HCl)	Y시 탄화물		HCl 2N
YCH(HNO ₃)	Y시 탄화물		HNO ₃ 2N
YCK(KOH)	Y시 탄화물		KOH 1.0

그림 2는 각각의 활성화 방법에 따라 생성된 활성탄의 반응 온도에 따른 질소산화물 저감 효율을 나타낸 것이다. 반응온도가 증가할수록 질소산화물 저감 효율은 감소했으며, 상용 활성탄과 비교했을 때 염기처리(YCK)한 carbon이 비슷한 효율을 보였고, 수분처리(YCW)한 carbon의 경우는 상용 활성탄만큼의 효과에 미치지 못하는 정도를 보여줬다. 하지만 산처리(YCH)한 carbon의 경우는 별다른 저감 효과가 나타나지 않았다.

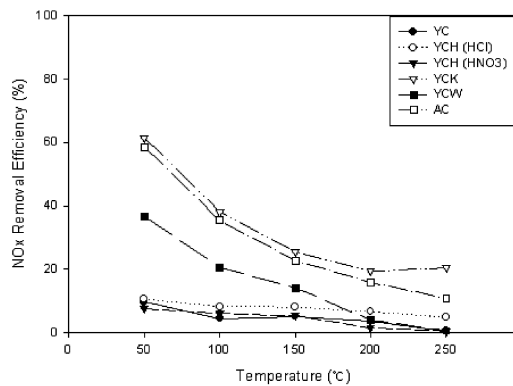


Fig. 2. Effect of various treatment of MSW carbon residue on NO_x removal efficiency at different temperatures.

사 사

이 연구는 환경부 에코스타프로젝트사업(Eco-STAR Project)의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 손동진 (2004) RPF(Refused Plastics Fuel)를 이용한 활성탄의 제조 및 특성, 공업화학, 15(7), 708-714.
최종철 (2007) 수증기 존재시 MnO_2 와 활성탄을 이용한 질소산화물 제거, 한국대기환경학회 환경공동학술대회 초록집, 1862-1865.
Nagano, S. (2000) Activated carbon from municipal waste, Carbon, 38, 915-920.