

폐타이어 열분해 잔류물로부터 활성탄 제조

김진욱*, 임기혁*, 손병현*

*한서대학교 환경공학과

e-mail: bhshon@hanseo.ac.kr

Preparation of activated carbon from waste tire char

Jin-Uk Kim*, Ki-Hyuk Lim*, Byung-Hyun Shon*

*Dept of Environmental Engineering, Hanseo University

요 약

본 논문은 폐타이어 열분해 잔류물인 char를 이용하여 수증기 활성화법으로 활성탄을 제조하였다. 활성화 온도가 증가할수록 비표면적은 증가하였으나 활성화 시간에 따른 비표면적은 3시간에서 최대를 보인 후 시간이 지속되면 비표면적은 감소하였다. 본 연구결과, 타이어열분해 잔류물 char를 이용한 활성탄 제조에 있어 최적의 실험조건은 활성화 온도 850℃, 활성화 시간 3시간, 승온속도 5℃/min이었으며 이 조건에서 제조한 활성탄의 비표면적은 517.6 m²/g으로 나타났다.

1. 서론

현재 우리나라는 급속한 산업발전에 따라 많은 오염물질이 발생하고 있으며 이를 제어하기 위한 활성탄의 수요가 매년 증가 하고 있고 국내 활성탄 판매량의 약 50% 정도는 수입하고 있는 실정이다.[1] 최근 환율 상승에 따른 수입 원가 상승은 활성탄 산업이 직면한 가장 큰 문제라 판단되어지고, 국내의 경쟁력 있는 활성탄 산업을 키우기 위해서는 원료의 자급화로 국내의 부존량이 풍부한 원료를 이용한 활성탄의 제조기술을 확립하는 것이 필수적이라 할 수 있다.

국내 폐타이어 발생량은 2009년도 기준으로 대략 30만 톤 규모로서, 1인당 약 0.8개 정도의 폐타이어가 발생하고 있다. 지난 10여년간 열분해나, 소각, 석탄과의 혼소, 가스화 등이 폐타이어를 재활용하는 방법으로 제안되어 많은 연구가 수행되었다. 이들 공정 중에서 에너지회수율 및 환경적 측면을 고려하였을 때 열분해 공정이 가장 적합한 것으로 알려져 있으며, 열분해 공정의 장점은 황 성분, 중금속 성분이 생성되는 회분에 고정되는 비율이 높고 SOx, NOx, HCl, 중금속 등을 포함하는 배가스량을 최소화할 수 있으며 보조연료가 필요하지 않다는 것이다.[2] 그러나 다른 소각장치 연소기술에 비하여 공정비용이 높

다는 단점이 지적되고 있다. 따라서 폐타이어 열분해 기술의 보급을 위해서는 열분해 부산물로 생성되는 char에 대한 상업적 활용이 매우 중요하다고 할 수 있다.

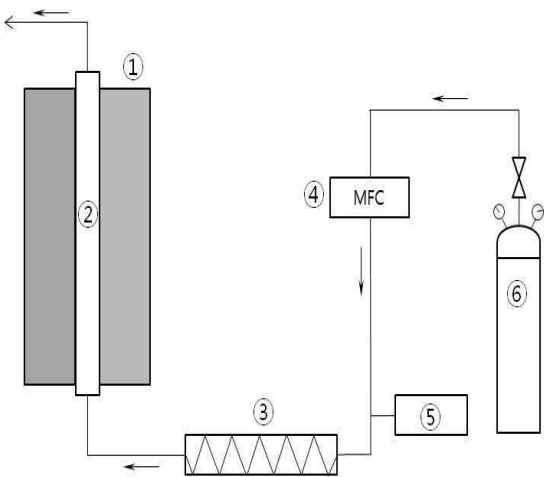
폐타이어 열분해 잔류물 char는 탄소 함량이 높아 활성탄으로 활용할 수 있으며, 활성탄으로 제조하기 위해서는 탄화 과정과 활성화 과정을 거쳐야 하는데, 폐타이어 열분해 잔류물은 탄화 과정을 거치지 않고 활성화 과정만 거치면 활성탄으로 활용할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 수증기를 이용한 물리적 활성화법을 이용하여 활성탄을 제조하고 각 변수들이 활성탄 제조 및 물성에 미치는 영향을 분석하여 최적의 활성탄 제조 조건을 찾고자 하였다.

2. 실험 장치 및 방법

폐타이어 열분해 char를 이용한 활성탄 제조에 사용한 실험장치는 그림 1과 같다. 본 연구에서 사용한 폐타이어 char는 국내 경기도의 w업체에서 조업 중인 폐타이어 열분해 시설에서 발생하는 char를 이용하였다. 우선, 활성화 실험을 수행하기 전에 반응기에 남아있을 공기를 제거하기 위해 질소가스를 10

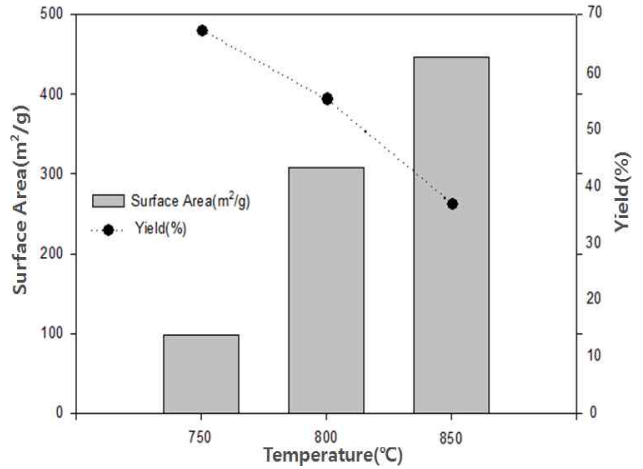
분간 흘려주어 반응기 내부를 무산소 상태로 유지한 뒤 실험을 수행하였다. 무산소 조건에서 약 7g의 시료를 석영반응기에 장착하고 질소가스 약 60 ml/min를 주입하면서 5°C/min의 속도로 750, 800, 850°C까지 승온하였으며 설정 온도에 도달하면 3 gH₂O/char · g · h로 수증기를 주입하면서 시간에 따른 활성화 실험을 진행하였다. 제조된 활성탄에 대하여 BET표면적을 측정하여 활성화 조건에 따른 차이를 비교하였다.



[그림 1] schematic diagram of experimental apparatus
 ① Tubular furnace, ② Quartz reactor, ③ Steam generator, ④ MFC(mass flow controller), ⑤ Syringe pump, ⑥ N₂ gas

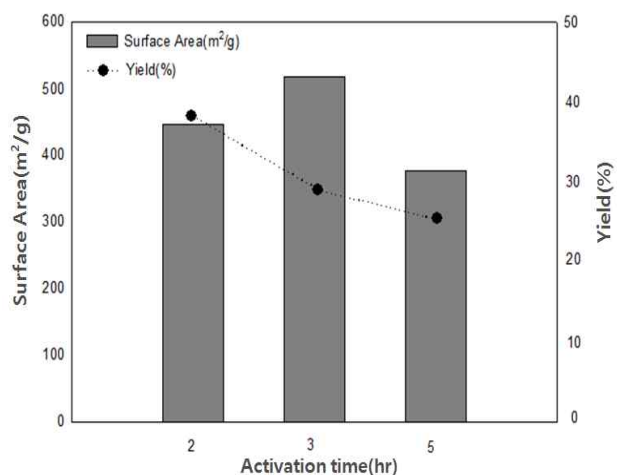
3. 결과 및 고찰

그림 2는 활성화 온도에 따른 BET표면적과 수율의 관계를 나타내었으며, 최적의 활성화 온도를 고찰하기 위해 750°C에서 850°C까지 변화시키며 각각 2시간씩 활성화 반응을 수행하였다. 활성화 온도를 750°C에서 850°C까지 상승시킴에 따라 비표면적은 급격히 증가하며 850°C에서 비표면적이 447.3m²/g으로 가장 높게 나타났으며, 활성탄의 수율은 활성화 온도의 증가에 따라 감소하는 것을 볼 수 있다. 850°C에서 수율은 38.2% 정도로 나타났다. 이는 페타이어 char의 수증기 반응은 온도에 따라 좌우된다고 할 수 있으며 A.A. Zabaniotou [3]등의 결과와 동일한 결과를 얻었다.



[그림 2] Effects of activation temperature on surface area and yield.

그림 3은 활성화시간에 따른 활성탄의 물리적 특성을 나타낸 그림이며, 활성화시간에 따른 BET표면적 및 수율을 고찰하기 위하여 활성화 시간을 2시간, 3시간, 5시간까지 변화시켜 특성 변화를 고찰하였다. 활성화시간이 2시간일 경우 비표면적은 447.3m²/g이며, 3시간 일 경우 517.6 m²/g으로 최대를 나타내었고, 3시간이후 부터는 감소하기 시작하여 5시간일 때 377.3m²/g으로 2시간일 때 보다 낮은 비표면적을 나타내고 있다. 수율은 활성화시간이 증가함에 따라 원료가 함유하고 있는 탄소성분과 수증기와의 가스화반응이 계속 진행됨에 따라 수율은 점차 감소하였으며, 3시간에서 수율이 29.2%로 나타나 비교적 경제성이 있는 것으로 판단된다.



[Fig 3] Effects of activation time on surface area and yield.

사사

이 논문은 2011년도 한서대학교 교비 학술연구 지원 사업에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] 홍중철, “왕겨로부터 고비표면적의 활성탄 제조 및 흡착특성”, 명지대학교 대학원, 1998.
- [2] 아현정, 김성연, 김기경, “디스크 이동식 페타이어 열분해 실증 설비로부터 생성된 Carbon Black, Oil의 특성 분석”, 한국신재생에너지학회, pp.483~486, 2008.
- [3] A.A. Zabaniotou, G. Stavropoulos, “Pyrolysis of used automobile tires and residual char utilization”, J. Anal. Appl. Pyrolysis 70, pp. 711-722, 2003.