

---

# 활성탄소의 분류 및 제조

---

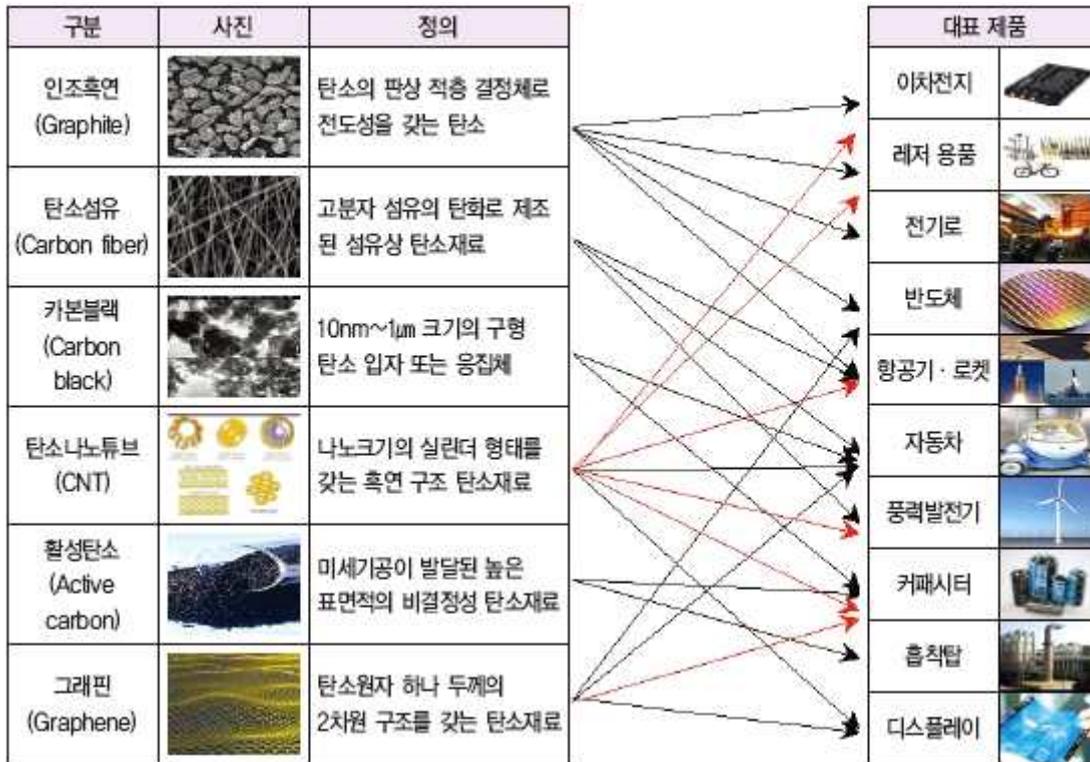
연구개발본부 안전보호기술지원팀



ECO융합섬유연구원

Korea Institute of Convergence Textile

# 1. 탄소소재의 개요



<6대 탄소의 정의 및 적용분야>

탄소소재는 지구 상에 가장 흔한 자원 중 하나인 탄소로 이뤄진 소재이다. 탄소소재는 매우 가볍고 강하며, 전기 및 열 전도성이 우수해 수소차, 항공, 2차 전지, 고급 소비재 등 4차 산업혁명을 선도할 핵심 소재이다. 탄소 소재는 C-C결합 다양성에서 여러 가지 나노 구조체 형성이 가능하며 활성탄, 카본블랙과 같은 비정질 나노 구조체는 고분자 개질, 흡착제, 축전 전극재료 등 여러 가지 용도로 활용하기 위해 연구된다. 최근에는 신재생에너지의 변환 및 저장 장치에서 핵심 소재로서 많은 연구가 진행되고 있으며 특히 수소 자동차의 수소 저장 장치, 수소의 산화반응 장치 등이 하나의 연료전지 시스템의 주요 소재로서 많이 사용되고 있다. 특히 복합재료나 철강분야에서는 탄소소재를 사용하여 복합재를 개발하여 자동차부품이나 운송수단에 적용할 경우 기존 대비 무게는 40% 정도의 무게절감 효과가 있기 때문에 연료소비량을 10%이상 절감할 수 있다는 장점이 있어 자동차나 비행기, 우주선의 부품으로 많이 사용되고 있다.

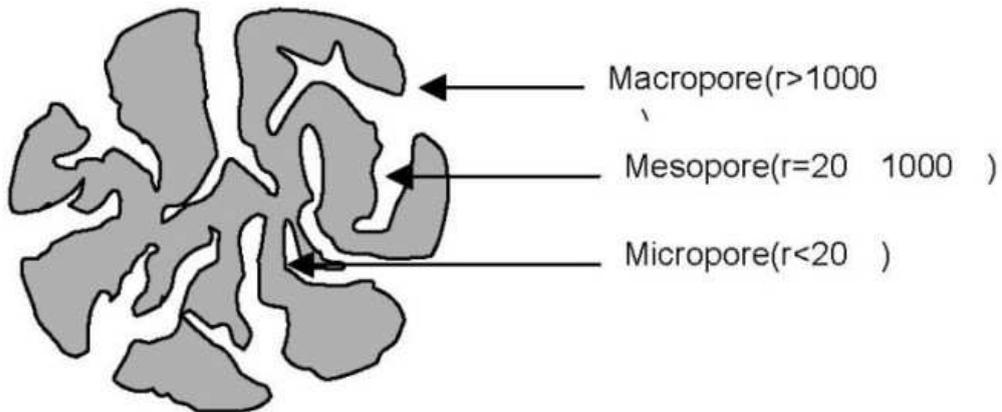
우주산업에서 탄소재료 중 가장 중요한 재료는 그래핀과 탄소나노튜브(CNT)이다. 탄소나노튜브와 그래핀은 매우 가벼운 재료인 반면 질량 대비 무엇보다 우수한 강성, 내부식성, 내열성 등 기계적 강도가 뛰어난 소재이기 때문이다.

이 점을 이용하여 개발한다면 우주 엘리베이터용 케이블을 구상하는데 있어 핵심소재로 적용할 수 있다.

## 2. 다공성 탄소소재

다공성 탄소소재는 미세기공을 가진 탄소 소재로 주로 가스 분리, 오염된 물의 정제, 촉매의 담체로서 사용되어왔으나 최근에는 캐퍼시터나 배터리, 연료전지의 전극물질, 바이오 분자의 고정화 담지체로 많은 관심을 받고 있다.

다공성 탄소소재는 IUPAC 규약에 의거하여 세공의 크기별로 분류할 수 있다. 기체 기공의 크기가 2 nm이하로 발달된 기공은 micropore, 2~50 nm 크기의 기공은 Mesopore, 50 nm 이상의 기공은 Macropore로 분류된다.



<다공성 탄소소재의 세공구조 모식도 및 분류>

다공성 탄소소재 중 특히 활성탄소는 활성탄소는 목재, 갈탄, 무연탄, 및 야자껍질 등을 원료로 제조되는 미세세공이 잘 발달된 무정형 탄소의 집합체로서, 활성화 과정에서 분자크기 정도의 미세세공이 잘 형성되어 큰 내부표면적을 가지게 되는 흡착제이다. 내부에 무수한 세공이 발달되어 있는데 이는 세공의 층 내부 표면적이 다른 소재에 비해 매우 크며 세공크기 조절 및 금속산화물을 도입하여 타겟 물질을 선택적 흡착 및 분리가 가능하게 할 수 있는 장점이 있다. 활성탄소는 단위 g당 1,000 m<sup>2</sup> 이상의 표면적을 갖기도 하는데 표면에 존재하는 탄소 원자의 관능기가 주위의 액체 또는 기체에 인력을 가하여 피흡착질의 분자를 흡착하는 성질이 있다. 따라서 활성탄소는 환경, 수처리 등의 제반 산업분야에서 활용되고 있다. 공업용 활성탄소는 탈취, 탈색, 정제, 촉매에도 사용되어 왔으며, 최근에는 에너지 저장용소재로서의 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다.

활성탄소(활성탄소, 분말활성탄소, 활성탄소섬유 등)은 보통 석탄계, 야자각

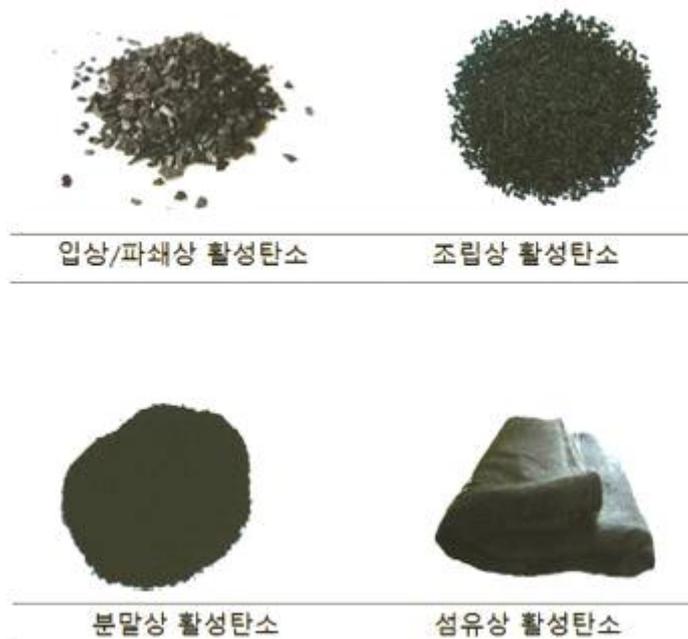
계 등과 같은 활성탄소와 핏치계, 폴리 아크릴로나이트릴계, 페놀수지계, 셀룰로오스계와 같은 활성탄소섬유 등이 있으며, 이들은 전구체를 물리/화학적인방법을 통해 활성화시켜 제조한다.

### 3. 활성탄소의 분류

활성탄소는 전구체에 따라서 분류될 수 있다. 활성탄소의 전구체로 사용하는 물질은 목재, 톱밥, 야자각과 같은 식물계와 아탄, 갈탄, 무연탄 과 같은 석탄질, 합성수지나 유기질을 이용하기도 하며 석유계를 이용하여 활성탄소를 제조하기도 한다.

활성탄소는 필요에 따라 산화공정을 거친 후 기본적으로 탄화공정을 거친 후 활성화 단계를 거쳐 활성탄으로 제조 되는데 활성탄소 제조시 KOH나 NaOH과 같은 염기성 활성화제를 사용하여 활성화하는 화학적 활성화, 탄화된 원료에 고온의 수증기를 통과시켜 표면을 활성화시키는 물리적 활성화법으로 분류할 수 있다.

마지막으로 성형형상에 따라 분류할 수 있는데 입도의 사이즈가 75  $\mu\text{m}$ 이하인 파우더상과 입상의 형태를 띠지만 형상이나 크기가 불규칙적인 파쇄상. Binder를 특정 비율로 활성탄과 혼합하여 성형한 조립상으로 분류된다. 특히 조립상은 성형방법에 따라 펠렛, 섬유 모양 등 다양한 곳에 적용이 가능하도록 성형하여 사용할 수 있다.



<형상에 따라 분류된 활성탄소>

#### 4. 활성탄소의 제조



##### <활성탄소 제조공정>

활성탄소는 크게 수증기나 기체를 이용하여 물리적으로 활성화하여 제조하는 방법과 활성화제를 원료와 혼합하여 화학적으로 활성화하여 제조하는 방법이 있다.

물리적 활성화법은 산화성 기체인 수증기, 이산화탄소, 산소 등을 이용하여 탄소를 기화시키는 방법을 말한다. 화학적 활성화법은 KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 등의 산성 및 염기성 약품 등을 활성화제로 사용하며 물리적 활성화보다 낮은 공정조건에서 제조가 가능하다는 장점을 갖고 있다. 화학적 활성화법을 이용하면 높은 비표면적의 활성탄소점유 제조가 용이하지만 추가적으로 약품 회수를 위한 부가적인 공정을 요구하기 때문에 제조 공정이 복잡하고 2차 오염 등의 환경문제가 발생할 수 있다. 이에 비해 물리적 활성화법은 화학적 활성화보다 비교적 실험방법이 간단하고, 친환경적이며 별도의 환경 처리비용이 발생되지 않으므로 상대적으로 적은 비용으로 제조가 가능하다는 장점이 있다.

#### 5. 출처

- Y. S. Lee, Porous carbon, Phys. High Technol., 13, 18-23 (2004).
- M. Song, B. Jin, R. Xiao, L. Yang, Y. Wu, Z. Zhong, and Y.Huang, The comparison of two activation techniques to prepare activated carbon from corn cob, Biomass Bioenergy, 48, 250-256(2013).
- Y. Huang, E. Ma, and G. Zhao, Thermal and structure analysis on reaction mechanisms during the preparation of activated carbon fibers by KOH activation from liquefied wood-based fibers, Ind.Crops Prod., 69, 447-455 (2015).
- J. A. Macia-Agullo, B. C. Moore, D. Cazorla-Amoros, and A. Linares-Solano, Activation of coal tar pitch carbon fibres: Physicalactivation vs. chemical activation, Carbon, 42, 1367-1370 (2004).
- 다공성 탄소 소재 합성의 최근 동향, KOSEN Expert review, 임진형