

# 활성탄소 시장 및 개발 동향

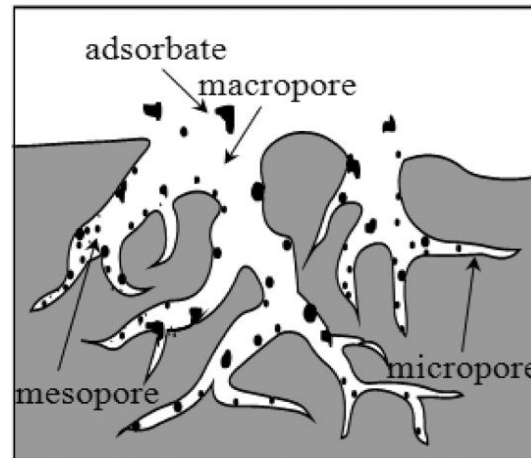
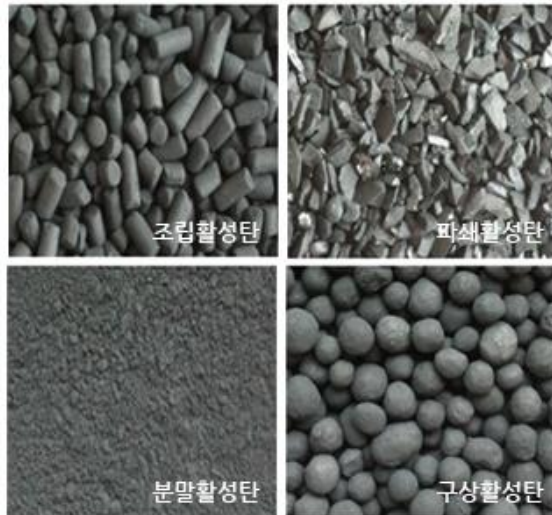
강 진 균



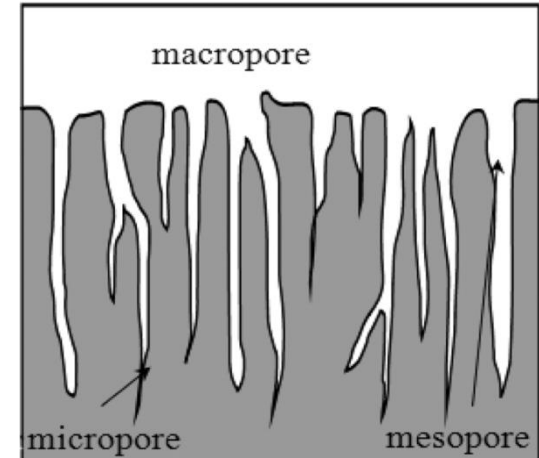
# 1

## - 활성탄소 개요 -

- 활성탄소란 입자 하나하나에 발달된 무수한 미세기공(Micro Pore, Meso Pore, Macro Pore)으로 이루어진 탄소의 집합체
  - 상호 연결되는 미세한 기공들로 구성되어 있어 넓은 비표면적을 갖음
  - 표면적 및 세공의 크기에 따라 흡착능력 좌우
  - 목재류, 갈탄, 무연탄, 유연탄 등의 탄소질을 원료로 하여 약 900 °C 내외 온도의 활성화 과정을 통해 분자 크기 정도의 미세세공을 발달시킨 물질
  - 1,000~1,600m<sup>2</sup>/g 넓은 표면적과 10Å의 세공구조를 주로 하여 150,000Å로 존재하는 해면상 다공물질



활성탄소



활성탄소섬유

물리적 형상에 의한 분류	원료에 의한 분류
<ul style="list-style-type: none"> <li>입상활성탄</li> <li>분말활성탄</li> <li>활성탄소 섬유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>식물질 : 야자각, 목재, 톱밥, 목탄 등</li> <li>석탄질 : 유연탄, 무연탄, 갈탄, 이탄 등</li> <li>석유질 : 석유계 잔사, 황산슬러지, 오일카본 등</li> <li>기타 : 펄프폐액, 합성수지 폐재, 유지질 폐기물 등</li> </ul>
활성화 방법에 의한 분류	용도에 따른 분류
<ul style="list-style-type: none"> <li>물리적 활성화 : 수증기, 이산화탄소, 공기 등</li> <li>화학적 활성화 : KOH, NaOH, 염화아연, 인산, 황산 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가스 흡착용 : 흡착대상이 기체인 경우</li> <li>액상 흡착용 : 흡착대상이 액체인 경우</li> <li>첨착활성탄 : 활성탄에 특정물질을 함침 시켜 특정 유해물질을 제거할 때 이용</li> </ul>

## ● 활성탄의 세공구조

- 미세공(Micropore) : 세공 벽간의 거리(직경)가  $20\text{\AA}$  미만이며, 활성탄의 흡착용량을 좌우함  
활성탄의 흡착성능의 대부분을 담당하며,  $7\text{\AA}$  이하의 좁은 미세공을 초미세공이라 함
- 중간세공 또는 전이세공(Mesopore or Transitional pore) :  $20\sim 500\text{\AA}$ 의 직경을 가지고 미세공에 침입할 수 없는 대형분자의 흡착 역할을 담당
- 대세공(Macropore) : 세공크기가  $500\text{\AA}$ 을 초과한 세공이며, 흡착질분자를 외부로부터 입자내로 신속하게 수송하는 역할을 담당

- 실내 대기오염물질을 흡착하기 위한 흡착제 선정은 흡착 성능을 결정하는 가장 중요한 요소
- 흡착법에 이용되는 대표적인 흡착제로는 활성탄, 제올라이트, 알루미나, 실리카 등
  - 나노 크기의 기공을 많이 포함하여 비표면적이 크고, 우수한 흡착성능, 안정성 및 내구성을 가지고 있음
  - 물질의 구성 성분에 따라 화학적 성질이 크게 다르기 때문에 성질에 따라 적합한 분야에 선택적 사용이 가능
  - 현재 국내외에서 활성탄, 제올라이트 등의 흡착제 개질 및 활성 물질 담지, 금속 촉매제 적용 등을 통한 성능을 증진시켜 흡착성능을 극대화 하는 연구를 진행 중
- 활성탄 기반 흡착제는 비극성으로 물리화학적 안정성이 뛰어나 공기 정화 및 용제 회수 등 광범위한 분야에 활용 중
  - 순수 활성탄의 흡착 성능은 한계가 있으며 수분 및 혼합가스 내에서 선택도가 낮아 흡착 공정의 효율성을 높이기 위해 기공 분포 조절을 위한 활성탄 표면 개질에 대한 연구가 다양하게 진행 중
- 일산화탄소 및 이산화탄소 저감을 위한 흡착제로 주로 Ca, Cu, K, Mg, Mn 등의 금속 촉매에 활성탄소를 담지하여 흡착제를 개발
- 이는 금속촉매를 이용하여 흡착제 표면에 염기점을 선택적으로 형성하여 산성 가스 흡착을 선택적으로 증가시킬 수 있기 때문

# 2

## - 활성탄소 흡착제 -

### ● 활성탄의 흡착

구분	물리적 흡착	화학적 흡착
결합강도	반데르발스 포스에 의한 약한 결합	이온결합 또는 공유결합
흡착열	2~10Kcal/gmol의 응축열과 같은 정도로 작음	10~30Kcal/gmol의 반응열과 같은 정도로 큼
흡착속도	빠름	느림
흡착질	다중흡착	단일흡착
가역성	항상 가역적	가역 또는 비가역
온도의존성	온도가 높을수록 흡착량 감소	온도가 높을수록 흡착량 증가

### ● 활성탄의 흡착과정

- 활성탄의 흡착과정은 3단계로 나뉨

1단계	피흡착질 분자들이 흡착제(활성탄) 외부 표면으로 이동하는 단계
2단계	피흡착질이 활성탄의 대세공, 중간세공을 통해 확산하는 단계
3단계	확산된 피흡착질이 미세공 내부표면에 화학적결합 또는 물리적으로 채워지는 단계



# 2

## - 활성탄소 흡착제 -

### ● 가스 흡착과 액상 흡착의 특징 비교

- 가스흡착과 액상흡착은 흡착질의 종류, 크기 및 구조 등이 본질적으로 다르며 흡착제의 종류도 다름
- 액상흡착의 경우 분자가 비교적 크고 복잡하여 극성인 경우가 많고 흡착대상 오염물도 종류가 다양해 액상용 활성탄의 세공구조 분포가 기가스 활성탄보다 넓게 분포

가스 흡착	액상 흡착
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도가 상승할수록 흡착량 감소</li> <li>• 흡착질의 농도 및 상대 증기압이 높을수록 흡착량 증가</li> <li>• 비점 또는 임계온도가 높을수록 흡착이 쉬움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흡착질과 혼합용매에 대한 흡착제 인력에 의해 영향을 받음</li> <li>• 온도가 상승할수록 흡착속도가 빠름</li> <li>• 각종 흡착질 간의 상호 경쟁흡착작용</li> </ul>

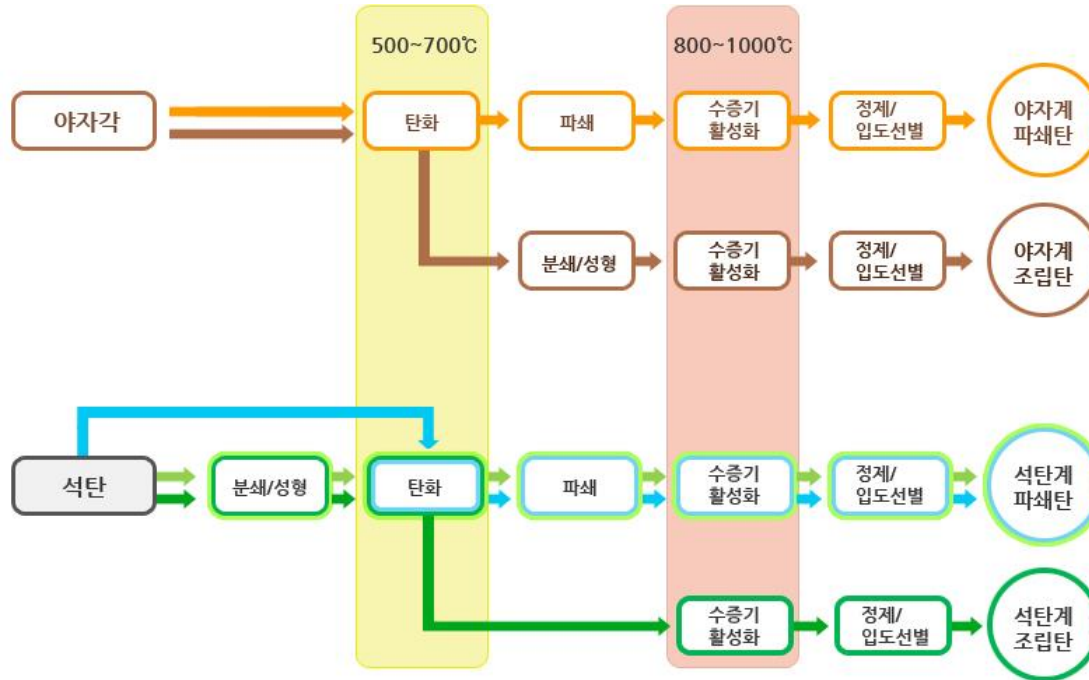
### ● 용도 및 응용

가스 흡착의 이용	액상 흡착의 이용
(1) 대기환경오염 방지분야 - VOCs의 포집 및 회수 - 배출가스의 정제 - 다이옥신 제거 - SOx, NOx 제거 - 특정 대기오염 유해물질의 제거 (2) 탈취 / 하수, 분뇨 처리장 악취제거 (3) 유해물질 차단용 가스 마스크 / 공기청정기 (4) 유용물질의 회수 : 자동차 캐니스터(Canister), 용제회수용	(1) 고도정수처리, 녹조류 등 상수에서의 이용(정수장) (2) 순소/초순수 제조시 유기물질의 제거 / 가정용, 업소용, 산업용 정수기 필터 (3) 하수, 오수, 산업폐수의 처리 (4) 식품공업에서의 액상의 정제 : 제당, 전분당, 유제품, 양조 등 (5) 화학공업, 기타 공업에서의 액상의 정제 : 의약품, 공업용 유제, 고무제품, 석유화학, 고분자화학, 무기약품, 광업 등 (6) 액상에서의 포집 및 회수 : 의약품, 식품, 가스, 요오드 등

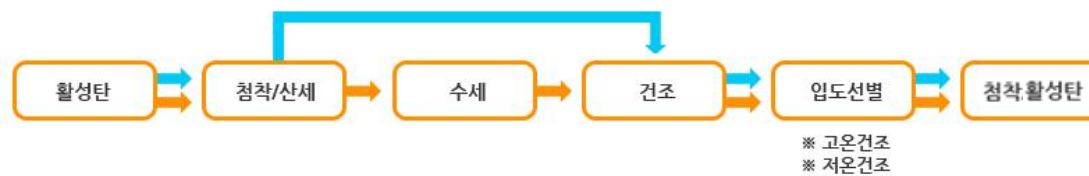
# 3

## - 활성탄 제조 공정 -

### ● 원료별 활성탄 제조 공정



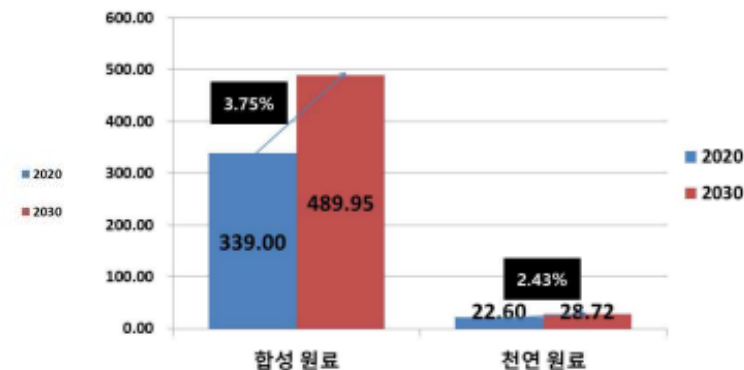
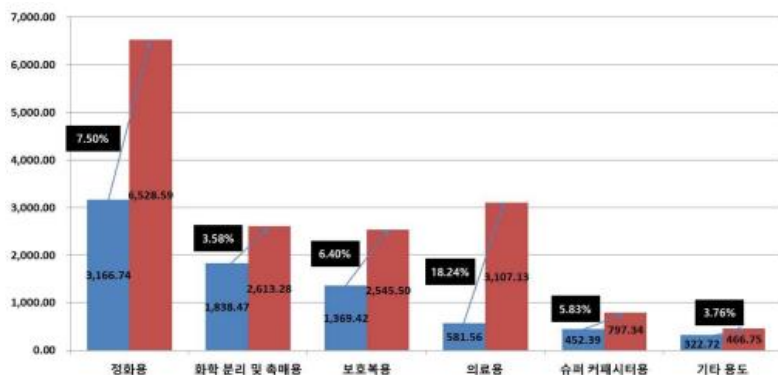
### ● 침착 활성탄 제조 공정



# 4

## - 활성화 시장 동향-

- 전 세계 활성화 시장은 2017년 31억 1,923만 달러에서 연평균 6.02% 증가, 2027년에는 55억 7,683만 달러에 이를 것으로 전망
  - 그 중 활성화 섬유 시장은 2020년 3억 6,160만 달러에서 연평균 성장률 3.67% 증가하여, 2030년에는 5억 1,867만 달러에 이를 것으로 전망됨



- 전 세계 활성화 섬유 시장은 용도에 따라 정화용, 화학 분리 및 촉매용, 보호복용, 의료용, 슈퍼 커패시터용, 기타 용도로 분류됨
  - 정화용은 2020년 31억 6,674만 달러에서 연평균 성장률 7.50%로 증가, 2030년에는 65억 2,859만 달러에 이를 것으로 전망
  - 화학 분리 및 촉매용은 2020년 18억 3,847만 달러에서 연평균 성장률 3.58%로 증가, 2030년에는 26억 1,328만 달러 전망
  - 보호복용은 2020년 13억 6,942만 달러에서 연평균 성장률 6.40%로 증가, 2030년에는 25억 4,550만 달러에 이를 것으로 전망
  - 의료용은 2020년 5억 8,156만 달러에서 연평균 성장률 18.24%로 증가, 2030년에는 31억 713만 달러에 이를 것으로 전망
  - 슈퍼 커패시터용은 2020년 4억 5,239만 달러에서 연평균 성장률 5.83%로 증가, 2030년에는 7억 9,734만 달러로 전망
  - 기타 용도는 2020년 3억 2,272만 달러에서 연평균 성장률 3.76%로 증가, 2030년에는 4억 6,675만 달러로 전망



# 4

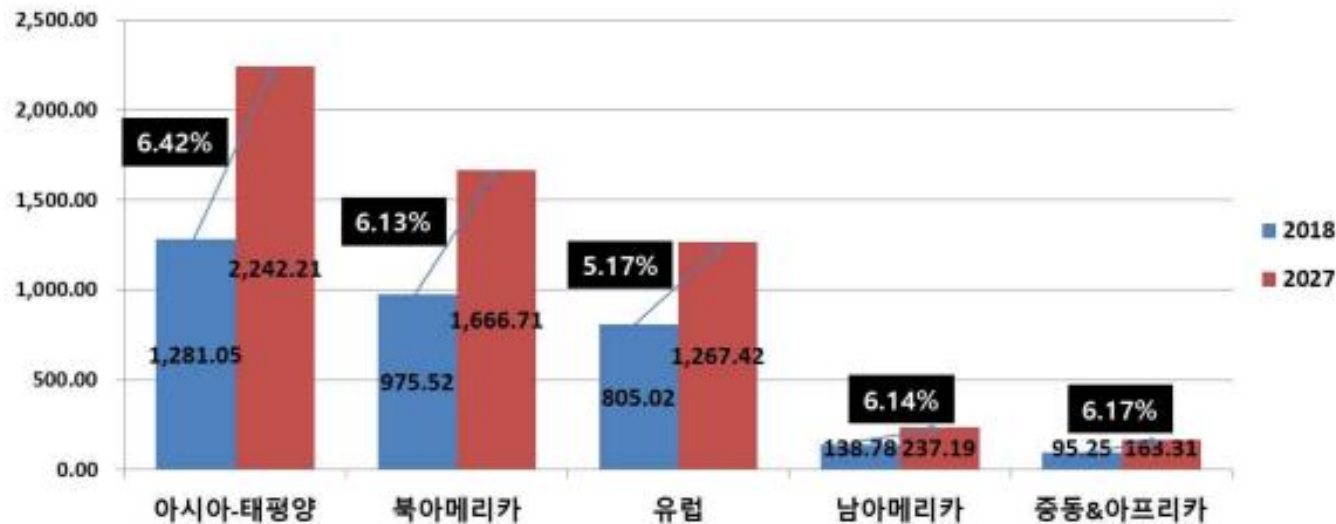
## - 활성화 시장 동향-

- 지역별로 살펴보면, 2019년을 기준으로 아시아-태평양 지역이 39.27%로 가장 높은 점유율 나타내었음

- 아시아-태평양은 2018년 12억 8,105만 달러에서 연평균 6.42%로 증가, 2027년에는 22억 4,221만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 북아메리카는 2018년 9억 7,552만 달러에서 연평균 6.13%로 증가, 2027년에는 16억 6,671만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 유럽 지역은 2018년 8억 502만 달러에서 연평균 5.17%로 증가, 2027년에는 12억 6,742만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 남아메리카는 2018년 1억 3,878만 달러에서 연평균 6.14%로 증가, 2027년에는 2억 3,719만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 그 외 지역은 2018년 9,525만 달러에서 연평균 6.17%로 증가하여, 2027년에는 1억 6,331만 달러에 이를 것으로 전망

### <글로벌 활성화 시장의 지역별 시장 규모 및 전망>

(단위: 백만 달러)

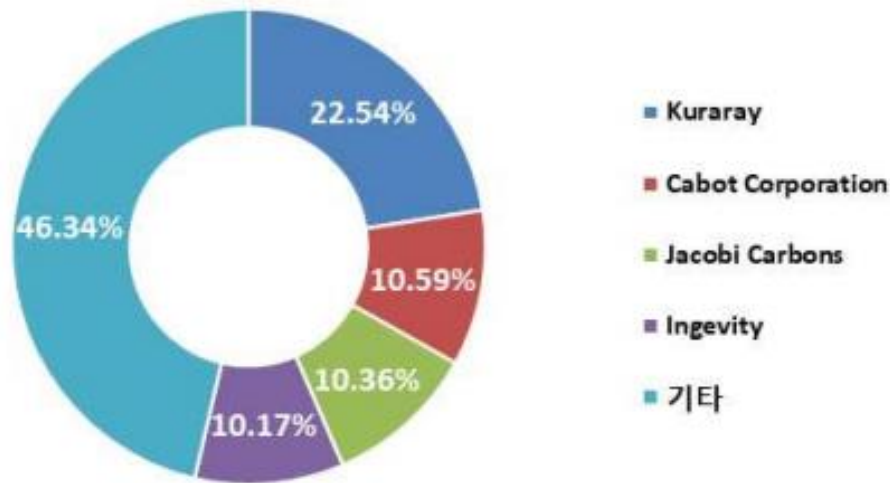


# 5

## - 활성탄 기술 동향-

- 전 세계 활성탄 시장에서 주요 기업으로는 Kuraray(일본), Cabot Corporation(미국), Jacobi Carbons(스웨덴), Ingevity(미국) 등이 있음

<글로벌 활성탄 시장의 주요 기업별 시장 점유율>



※ 출처 : Mordor Intelligence, Global Activated Carbon Market, 2020

# 5

## - 활성탄 기술 동향-

### ● Kuraray(일본)

- Kuraray는 자동차를 포함한 다양한 산업 분야의 제품을 제조하는 기업으로, 특수 화학, 섬유, 수지 및 필름 등을 제조하고 있음
- 이 회사는 비닐 아세테이트, 이소프렌, 기능성 재료, 섬유, 무역 및 기타 등 5개 사업 부문을 통해 운영하고 있음
- 2018년 3월 Calgon Carbon을 인수하여 별도의 자회사로 운영하고 있음
- Calgon Carbon은 활성탄 및 장비 제조업체이며 700개 이상의 시장 응용 분야에서 사용되는 탄소 기술을 제공하고 있음

제 품	등 급
Granular Activated Carbon (Gas and Vapour Phase)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• General natural gas adsorption use-GG</li> <li>• General natural gas adsorption use-SG</li> <li>• Solvent recovery use-GS</li> <li>• Catalyst carrier use-GC</li> <li>• For gas separation purification-GA</li> <li>• Desulfurization gas use-SA</li> <li>• For solvent collection-KG</li> </ul>
Granular Activated Carbon (Liquid and Water Phase)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• For water purification-GW</li> <li>• For liquid phase purification-GW-H</li> <li>• For decolorization of liquid phase-GLC</li> <li>• For general water processing and decolorization-KW</li> <li>• For processing general water-SW</li> </ul>
Powdered Activated Carbon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• For water purification-PW</li> <li>• For general decolorization purification-PK</li> <li>• For dioxin removal-PDX</li> </ul>

※ 출처 : Mordor Intelligence, Global Activated Carbon Market, 2020

### ● Cabot Corporation(미국)

- Cabot Corporation은 특수 화학 물질 및 재료를 제조하는 기업임
- 이 회사는 운송, 전자, 의료, 인프라, 환경 등 광범위한 산업의 제품을 제조하고 있음
- 이 회사는 강화 재료, 기능성 화학제품, 정제 솔루션 및 특수 유체 등 4개 사업부문을 통해 운영하고 있음

제 품	등 급
Powdered Activated Carbon	• 공기/수질 정화, 기타 화학 촉매 작용 및 기타 제약 공정에 사용됨
Granular Activated Carbon	• 채광 공정 및 기타 의약품 생산에서 공기 정화에 사용됨
Extruded Active Carbon	• 자동차 배출 제어와 같은 가스 단계 응용 분야에서 주로 사용됨

### ● Jacobi Carbons(일본)

- Jacobi Carbons는 Osaka Gas Chemicals의 자회사로, 전 세계적으로 가장 큰 코코넛 껍질 기반 활성탄 제조업체 중 하나임
- 2014년 Osaka Gas Chemicals는 Jacobi를 인수하였음
- Jacobi Carbons는 미국 전역의 제조 공장, 공기&가스 처리 기술 센터, 영업 사무소 및 다양한 유통 파트너를 통해 운영하고 있음

제 품	등 급
AddSorb	• 산성 가스, 염기성 가스, 포름 알데히드, 수은 및 냄새 제어 등 증기 응용 분야에서 사용됨
AquaSorb	• 식수, 폐수, 산업 공정용수 및 가정용 정수 필터 등 수처리 응용 분야에서 사용됨
ColorSorb	• 식품, 화학 및 제약 정제를 포함한 색상 제거 응용 분야에서 사용됨
EcoSorb	• 공기 중 VOC 저감, 악취 제어, 용매 회수, 공정 가스 정화, 주거 및 상업용 공기 처리 장치, 담배 필터, 실내 공기 필터 등에서 다양한 용도로 사용됨
GoldSorb/PICAGOLD	• 광산 시설에서 귀금속 회수에 사용됨
PetroSorb	• 석유 화학 시설의 수처리, 증기 처리 및 공정에 사용됨

출처 - Technavio, Global Activated Carbon Market, 2020,  
연구개발특구진흥재단 글로벌 시장동향보고서, 2021