

2021. 07

유망시장 Issue Report

활성탄소 흡착 기술



목 차

I . 개요	01
II . 정책동향	06
III . 기술동향	17
IV . 시장동향	26
V . 산업동향	32

I. 개요

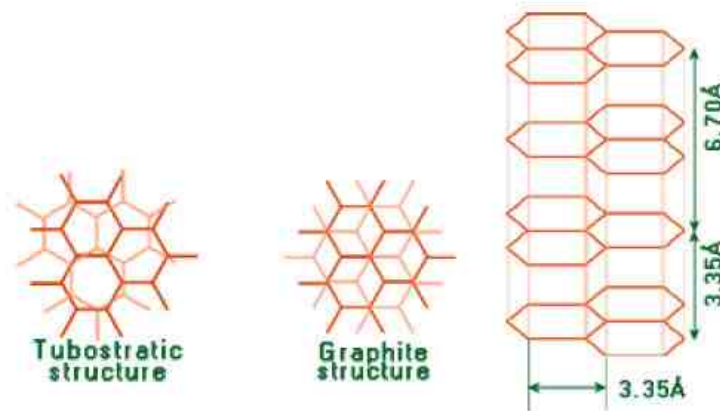
1. 아이템 개요

- 활성탄소란 입자 하나 하나에 잘 발달된 무수한 미세공(Micro Pore, Transitional Pore, Macro Pore)으로 이루어진 무정형의 탄소의 집합체
 - 미세공은 상호 연결되는 무수한 통로로 구성되어 넓은 내부 표면적을 갖고 있음
 - 이 표면적은 상대 분자 크기에 따른 세공의 크기의 적합성과 함께 활성탄소의 생명인 흡착능력을 좌우함
 - 활성탄소 1g은 1,000~1,600m²의 대단히 넓은 표면적을 갖고 있으며 세공의 분포는 10 Å의 세공구조를 주로 하여 150,000 Å로 존재하는 해면상의 다공질
- 활성탄소는 유기물분자에 대한 고도의 흡착 능력을 갖고 있으며, 세공이 발달되어 유효 표면적이 넓고 물리적, 기계적 강도가 크며 내열성이 우수하며 재생 시 손실이 적고 회분이 적어 순도가 높아 고도 여과에 적합
 - 활성화탄 및 활성탄 섬유는 야자껍질, 갈탄, 목탄, 섬유 등의 원료에 탄화공정을 거친 후 수증기나 이산화탄소 등으로 활성화시켜 내부에 미세기공을 형성시켜 만드는 것으로 그 기공을 통해 VOCs 또는 가스상 오염물질, 악취 등을 흡착제거 할 수 있는 기능을 가짐
- 활성탄을 만드는 활성화 방법은 수증기, 이산화탄소 등을 이용한 가스 활성화법이 널리 사용
 - 이는 장치부식, 2차 환경오염 및 제조공정의 복잡성 등의 약품 활성화법이 지닌 단점 때문
 - 활성탄 원료는 연소될 수 있는 물질이라면 무엇이든 활성탄 원료가 될 수 있고, 원료에 따라 제품의 물성이 크게 달라지는데 주로 많이 이용되는 것이 야자각 및 석탄계열 원료
 - 국내의 활성탄은 중국 상품에 밀려 가격 경쟁력이 없으며 선진 유럽이나 미국의 제품에 비해서는 질이 떨어지므로 경쟁력을 잃고 있음

- 또한 활성탄의 흡착능이 선진국 제품에 비해 떨어지고 재생 시 흡착효율의 회복정도가 낮으므로 소비자로부터 외면당하고 있는 실정

○ 이에 흡착효율의 성능 향상을 위한 기술개발이 필요

- 이와 같은 활성탄을 이용하여 현재 많은 활성탄 흡착탑이 산업현장에서 대기, 수질 분야에서 폭넓게 사용되어 온 일반적인 방법



[그림] 활성탄소 성상

※ 출처 : KONETIC REPORT(활성탄소 기술시장 동향), 박성은, 2008

- 활성탄소는 흡착 성질을 활용하여 대기오염 또는 수질오염의 물질처리 공정에 핵심 소재로 이용되고 있음
- 대기오염 물질처리 공정은 대기 중에 잔류하여 사람의 건강이나 환경에 위해를 끼치는 환경오염물질의 발생을 억제하거나 처리하여 제거하는 기술을 의미하며, 소재는 이들 공정에 이용되어 기능을 크게 향상시키는 핵심 부품 또는 재료를 의미
 - 대표적 대기오염 물질은 소각장, 화력발전소, 정유공장, 제철소, 시멘트 공장 등 대규모 오염원에서 배출되는 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 먼지 등이 있으며, 석유화학 및 화학물질의 제조·가공·이용 설비에서 배출되는 유기화합물질(VOCs) 등이 있음

- 가스상 물질은 연소, 합성, 분해시 발생하거나 물리적 성질에 의해서 발생하는 기체상의 물질로 황산화물, 질소산화물, 일산화탄소 및 오존 등을 말하는데, 이들 오염물질들의 대부분은 화석연료의 연소과정, 화학공장 등 산업시설로부터 대기 중으로 배출
 - 입자상 물질은 물질의 파쇄, 선별 퇴적, 이적, 기타 기계적 처리 또는 연소, 합성, 분해 시에 발생하는 고체상 또는 액체상의 미세한 물질로 입경범위는 0.0001~100 μ m 정도로 먼지, 매연, 검댕 등이 있음
 - * 먼지(dust) : 대기 중에 흩날려 내려오는 입자상물질
 - * 매연(smoke) : 연소 시 발생하는 유리탄소가 주가 되는 1 μ m 이하의 미세한 입자상 물질
 - * 검댕(soot) : 연소 시 발생하는 유리탄소가 응결하여 직경이 1 μ m 이상 되는 입자상물질
- 최근의 미세먼지 이슈화 및 도심의 극심한 스모그 현상, 빈번한 황사 현상 발생으로 대기환경에 대한 국민의 관심도가 크게 증가하여 청정대기환경 구현을 위한 대기오염 물질처리 소재 및 공정기술이 매우 중요해짐
- 대기 중 먼지 농도인 PM10의 연평균 오염도는 더 이상 개선됨이 없이 정체 상황. 서울의 대기 오염도는 2012년까지는 개선 추세였으나 이후 악화 또는 정체로 전환되어 2016년 평균 48g/m³ 감소
 - 인체에 잔류하는 특성으로 건강 유해성이 더욱 큰 것으로 알려진 PM2.5의 경우, 최근 고농도 발생이 빈번하여 '17년 93회 주의보 발령. 전국 및 서울의 대기중 PM2.5 평균 농도는 '16년 26 μ g/m³으로 WHO 권고기준(10 μ g/m³) 및 선진 주요도시(도쿄 13.8 μ g/m³, 런던 11 μ g/m³) 대비 2배 이상 높은 수준

2. Value Chain

- 전방산업은 산업효과가 매우 큰 국가 기간산업과 대기오염 물질을 대량 배출하는 대형산업을 포함하고 있으며, 후방산업은 기초적인 화학약품과 원료, 소재의 제작 및 공급 관련 산업이 포함되어 있음
 - 국내에서 대기오염·물질처리 사업의 규모는 대형에서 소형까지 다양하게 존재
 - 전체적인 산업의 주도는 대기업과 전문화된 중견기업이 주도하고 있으며, 중소기업은 세부공정별로 일부 참여 또는 소형의 단순 기술의 적용 사업에 참여
- 후방산업은 대기오염 물질처리 기술에 소요되는 각 소재 및 부품의 재료 또는 원료를 생산하여 공급하는 산업으로 산·알칼리 등의 화학약품, 충전재 및 백필터 등 각종 제품 제조의 기본재료인 폴리프로필렌, PVC 등 고분자 플라스틱, 촉매의 주요 소재인 세라믹 등의 산업 포함
 - 가성소다, 석회석 등은 탈황공정에 중화제로 많이 사용되는 화학약품이며, 암모니아 또는 우레아 화학물질은 탈질공정의 환원제로 대량 소비됨
 - 활성탄 및 제올라이트 등의 기본재료는 제거할 대기오염 물질의 흡·탈착 기능에 적합하게 활성화 가공된 후 흡착설비에 사용
 - 폴리프로필렌, PVC 등은 값이 저렴하고 강도가 높아 충전탑의 충전재, 백필터 제조의 재료로 사용됨. 탈질 촉매 및 VOC 연소용 촉매는 세라믹 재질의 담체에 금속의 촉매 성분을 첨가한 것으로 세라믹 산업과 관련이 높음
- 전방산업은 대기오염 물질처리 공정이 설치되는 산업분야 배출원임
 - 대기오염 물질을 대량으로 배출하는 화력발전소 또는 열병합 발전소, 산업용 보일러 등의 유틸리티 공급설비, 에너지를 대량으로 사용하는 시멘트, 철강, 정유설비 포함
 - 석탄, 중유를 연료로 사용하는 화력발전소 또는 열병합발전소 등은 탈황공정과 탈질공정, 입자상 물질을 제거하는 제진 설비가 중점적으로 설치되는 전방산업임

- 특히 수도권에 위치한 대형 화력발전소와 보일러는 수도권 배출 허용 총량제에 의해 SOx 및 NOx의 배출허용총량의 규제를 받고 있어 주요 전방산업에 포함
- 대부분 도심에 위치하고 있는 천연가스 사용 보일러와 열병합발전소는 NOx 발생량이 많아 도심 스모그의 주요 요인이 되므로 탈질설비가 설치되는 전방산업임
- 시멘트 및 철강산업은 대량의 화석연료 사용으로 황산화물 및 질소산화물 배출량이 많으며, 사용하는 원료 및 공정 특성상 분진 배출량이 많아 집진기가 집중적으로 설치되는 전방산업
- 자동차 배기가스에 포함된 미연소 탄소에 의한 분진, 일산화탄소와 NOx 배출을 저감하는 설비, 대형 자동차 및 선박 내연기관 배가스의 SOx와 NOx 배출량이 엄격하게 규제됨에 따라 탈황 및 탈질설비와 제진설비 관련 산업이 전방산업에 포함
- 휘발성 유기화합물은 유기용제와 같은 화학물질을 생산 또는 사용하는 화학산업, 세정제를 많이 사용하는 전기전자 제품 제조설비와 반도체 설비가 전방산업에 포함. 자동차 및 선박의 생산공정은 도장설비에 휘발성이 강한 유기용제 사용에 의해 휘발성 유기화합물이 대량 배출되는 전방산업
- 폐기물처리 및 하·폐수처리 등 환경산업은 대부분 악취 방지 및 제거 설비가 필요한 전방산업에 포함됨. 특히 폐기물 소각처리 설비는 황산화물, 질소산화물, 염화수소, 다이옥신 등 여러 종류의 대기오염 물질이 배출되며, 하·폐수 슬러지 처리 및 가공설비, 폐기물 고형연료 제조설비는 분진이 배출되는 전방산업에 포함됨

[표] 대기오염 물질처리 소재 및 공정기술 분야 산업구조

후방산업	대기오염 물질처리 소재 및 공정기술 분야	전방산업
세라믹, 고분자, 계면활성제 등 원재료 산업, 미생물, 분리막, 촉매, 필터등 요소제품 제조산업, 펌프 및 팬·블로워·컴프레샤 등 동력기기 및 각종 전력 기자재 제조산업	대기오염 물질 제어설비 및 장치의 설계, 제작 및 시공산업, 대기오염 물질처리 설비의 운영관리업, 대기오염 물질측정기기 산업	화력발전소와 열병합발전소 등 에너지 및 유틸리티 산업, 정유 및 화학물질 제조 등 화학산업, 시멘트 및 제철소 등 에너지다소비 산업, 소각로 및 하수처리장 등 환경산업

II. 정책동향

1. 국내 정책동향

- 우리나라의 경우 석면, 실내공기질 등의 이슈로 관련 규제가 다수 수립되어 있으며 이에 따라 시장이 활성화될 것으로 전망됨
 - (석면통계정보) 전국어린이집(학원 포함) 1,787개소 중 422개소(23.6%)가 석면건축물에 해당
 - (실내공기질) 서울특별시에서는 실내환경관리시스템(cleanindoor.seoul.go.kr)을 설치하여 서울시 공기질을 측정 관리하고 있으며, 대부분 환기가 필요한 상태에 해당되는 것으로 보고 있음
- 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법의 학교 등에 공기정화시설 설치와 의무가 늘어날수록 성장동력이 확보될 수 있으나, 기준치 마련 및 관리 등이 중심일 경우 과급력이 미진할 것으로 판단됨

[표] 국내 활성탄소 활용 분야 관련 규제

구분	명칭	내용
공기질	환경정책기본법	SO ₂ , CO, NO ₂ , PM-10, PM-2.5, O ₃ , Pb, Benzene 등의 대기 환경기준 및 생활환경상 대기오염물질 배출 규제
	대기환경보전법	배출시설에서 나오는 대기오염물질에 대한 배출허용 기준 및 위반시 재재조치 사항 등
	미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법	PM-10, PM-2.5 배출 저감을 위한 지속관리 자동차 운행 제한, 집중관리구역 지정
수질(해양)	해양환경관리법	기름 및 유해액체물질 등 해양오염물질의 배출 규제 등
	선박에서의 오염방지에 관한 규칙	유조선에서 화물유가 섞인 선박평형수, 세정수, 선저폐수 등을 배출하는 방법 등
폐기물	잔류성유기오염물질 관리법	다이옥신, 수은 등 잔류성오염물질의 제조·수출입·사용 금지 또는 제한 제철 및 제강시설, 알루미늄 제조시설, 시멘트 소성로 및 동 제조시설, 이염화에틸렌 /염화비닐 제조시설, 소각시설 등의 다이옥신 배출기준 관리 규칙 ※ '잔류성 유기오염 물질에 관한 스톡홀름협약' 및 '수은에 관한 미나마타협약' 시행 준비용
	원자력안전법	방사성 폐기물의 폐기 및 운반 등에 관한 사항 등
식품	강원도/경기도교육청 학교급식 방사능오염 식재료 사용제한 조례	학교급식에 방사성물질로부터 안전한 식재료 공급 관련 ※ 방사물질 기준 정보는 개시된 바 없으나, 원자력안전법을 기반으로 함

- 대기오염물/수은 제한 규정, MATS rule(US, EPA), Biocidal Products Regulation(BRP, EU)은 합침(은) 활성탄소 국내수요증가 유도 전망
- 환경오염 등 가정용 공기청정기, 정수기 수요는 꾸준히 증가하고 있으나, 산업용 공기조화기, 수처리장치 등은 정부의 적극적 개입이 필요
 - (국내 공기청정기 판매량) 2017년 140만 대, 2018년 250만 대에서 2019년 350만 대로 확대
 - (국내 정수기 보급수) 2017년 600만 대이상, 연간 200만 대 수요 발생
- 정부는 대기오염 방지기술의 발전을 고려하여 「대기환경보존법」에 근거한 대기배출 허용기준을 지속적으로 강화하고 있음
 - 현재 적용되고 있는 대기오염 물질 배출허용기준은 2015년 1월 1일부터 시행된 내용으로, 사업장 대응에 필요한 기간을 고려하여 배출허용기준은 미리 예고 후 시행함
 - 최근 신규 석탄발전소 9기는 국내에서 가장 강한 배출허용기준을 적용받는 영흥화력발전소 (3~6호기) 수준 설정, 비산먼지 배출 저감 대상에 11개 업종을 추가하고 총 31개 업종의 비산배출관리 강화

[표] 국내 석탄발전소 배출허용기준 적용현황

구분	먼지(mg/Sm3)	황산화물(ppm)	질소산화물(ppm)
'96 이전 설치시설	25	100	140
'96~'01 설치시설	25	80	70
'01~'15 설치시설	20	80	70
'15 이후 설치시설	10	50	50

※ 출처 : 대기환경보전법 시행령

- 국내 수도권 대기오염도는 선진국 주요 도시의 2~4배 높은 수준으로 수도권 대기질 개선을 위해 환경부는 2003년 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」을 공포하고 2007년부터 수도권에 소재한 주요 사업장에 대하여 황산화물 및 질소산화물, 먼지의 배출허용총량제도 실시

- 현재 서울시, 인천광역시, 경기도 3개 지역의 수도권 대기관리지역에 위치한 1종, 2종 및 3종 사업장으로 대기오염 물질 배출량이 연간 4톤 이상인 사업장은 대기오염 물질의 배출허용 농도 기준의 준수 이외에 정부로부터 할당받은 배출허용총량 이내로 배출해야 함
 - 이들 대형 대기오염 물질 배출사업장은 연간 배출허용총량을 초과하여 배출하는 경우, 배출권시장에서 초과 배출한 양 만큼의 대기오염 물질 배출권을 구입하거나 벌금을 납부하는 불이익이 있기 때문에 대기오염 물질 배출 방지시설 설치에 매우 적극적임
 - 최근 화력발전소에서 배출하는 미세먼지가 이슈화 되면서 수도권 지역에만 적용되던 배출총량제도를 지방에 소재한 대형 사업장까지 확대 적용할 계획임
 - 2020년부터 사업장 대기오염물질 배출허용총량할당제도 도입에 따라 환경부는 권역별 대기개선목표와 지역별 배출허용총량을 정하는 대기환경관리 기본계획을 확정
- 미세먼지에 노출에 의한 국민 건강 문제가 이슈화된 후 정부는 2017년 9월 「미세먼지 관리 종합대책」을 마련하여 2022년까지 국내 배출량의 30% 감축 목표
- NASA와 공동연구결과 국내 미세먼지의 국외 영향은 48%, 국내 배출이 52%로 분석됨
 - 평상시 중국, 북한 등의 국외 영향은 30~50%이며, 국내 주요 배출원은 대도시 미세먼지는 경유차 23%, 전국적으로는 사업장이 39%를 차지
 - 전국 미세먼지 배출기여도는 석유화학·시멘트·철강 공장 41%, 건설기계·선박 16%, 화력발전소 15%, 경유차 11%, 기타 비산먼지 등 10% 등으로 분석됨
 - 추진전략은 대규모 배출원의 집중 저감을 통한 감축목표 달성, 주변국과의 환경협력 강화로 동북아 대기질 개선, 민감계층 집중보호로 국민 건강피해 예방, 과학적인 연구기반 강화로 미세먼지 대응역량 제고 등

부문	'14년 배출량 (톤, 기준연도)	'19년 배출량 (톤, △12.6%)	'22년 배출량 (톤, △31.9%)	감축량 (톤)	감축률	
					부문 감축률	31.9% 기준 감축비중
합계	324,109 (100%)	283,400 (100%)	220,836 (100%)	△103,273	31.9%	
발전	49,350 (15%)	42,973 (15%)	36,839 (17%)	△12,511	25%	3.9%
산업	123,284 (38%)	104,652 (37%)	70,493 (32%)	△52,791	43%	16.3%
수송	90,361 (28%)	79,982 (28%)	61,377 (28%)	△28,984	32%	9.0%
생활	61,114 (19%)	55,793 (20%)	52,127 (23%)	△8,987	15%	2.8%

[그림] 국내 미세먼지 부문별 감축률 및 감축량 계획

※ 출처 : 미세먼지 관리 종합대책, 환경부, 2017

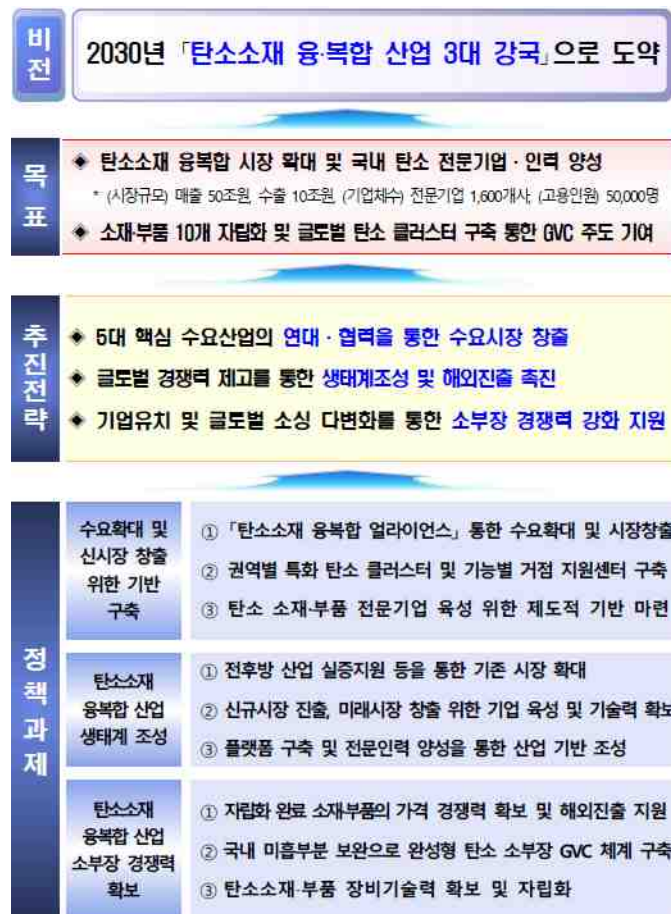
- 정부는 대기질 개선을 위해 특별대책지역 지정, 먼지 총량제 도입, 질소산화물 대기배출 부과금 시행 등의 여러 가지 대책 방안에 대한 법적 근거를 마련하기 위해 법령 제정, 시행령 개정작업 진행 중
 - 대기배출부과금의 경우 먼지와 황산화물에만 부여되고 있는데, 향후 질소산화물까지 확대 적용할 계획
 - 이들 제도의 종합 시행과 중장기적으로 노후 석탄화력발전소 10기 폐지, LNG 연료 전환 등에 의해 향후 미세먼지 배출량 및 오염물질 배출량을 '17년 기준 62% 감축할 계획임

[표] 국내 발전부문 미세먼지 및 오염물질 감축 전망 (만톤)

시기	'17년	'22년		'30년	
		7차 계획	8차 계획	7차 계획	8차 계획
미세먼지 (PM2.5)	3.4	3.2 (6% ↓)	1.9 (44% ↓)	3.0 (12% ↓)	1.3 (62% ↓)
오염물질	17.4	17.5 (0.6% ↑)	9.4 (46% ↓)	16.2 (7% ↓)	6.5 (62% ↓)

※ 출처 : 제8차 전력수급기본계획(안), 산업통상자원부, 2017.12.14

- ①산업 패러다임의 급속한 변화, ②2050탄소중립에 대한 컨센서스 형성, ③첨단산업 전환 요구에 따른 고성능-新소재 수요 증가의 환경에 대응하기 위해 정부는 ‘탄소소재 융복합 산업 종합 발전 전략’을 수립
- 대외적 충격에 따른 산업 여건 변화 → 기존 소재의 한계 노출
 - 대외적 충격(코로나-19, 미중 무역분쟁 등) 발생 및 장기화에 따라 글로벌 밸류체인을 포함한 산업 패러다임이 급속한 속도로 전환
 - 새로운 사회·경제적 명제에 기존 소재(금속, 플라스틱 등)의 한계 노출 → 혁신적 해법을 제시할 수 있는 산업 분야로 ‘탄소 산업’ 부상
- 新성장 동력 창출 절실 → 산업·기술 간 융복합으로 해법 제시
 - ‘코로나-저성장 시대’에 신성장 동력 창출을 위한 국가적 경쟁 심화



[그림] 탄소소재 융복합 산업 비전 및 추진 전략

※ 출처 : 탄소소재 융복합 산업 종합 발전 전략, 산업통상자원부, 2021

- 국내 트랙 레코드 부재 → 연대와 협력 통한 성장 전략 모색 필요

- 미래 이슈 키워드와 관련 산업 및 적용 탄소소재 분석을 통해 미래 국가산업을 주도할 5대 핵심 수요산업 도출



※ 출처 : 탄소소재 융복합 산업 종합 발전 전략, 산업통상자원부, 2021

2. 해외 정책동향

가. 미국

- 2012년 8월 연비 규제 강화 법안이 확정되면서 완성차 업체들은 평균 연비를 2025년까지 현재보다 50% 이상 개선해야 함
 - 이에 따라 탄소섬유에서 복합재료 및 최종 제품에 이르는 전체 가치사슬을 커버할 수 있는 클러스터 형성 및 항공용 탄소섬유 복합소재 적용 확대를 위한 고급 탄소섬유 복합소재 개발을 추진함
- ORNL(Oak Ridge National Laboratory)은 지난 10년 이상 저가 탄소섬유 개발에 역점을 두고 진행하였으며, 2011년부터 10년간 총 3,500만 달러 규모의 연구비를 투자하여 ‘Oak Ridge Carbon Fiber Composites Cluster’ 구축 및 자동차 경량화 관련 연구를 주도하고 있음
- 미국 에너지부 및 도로교통안전국 등이 친환경 경량화 자동차 부품 연구개발을 하고 있으며, 2012년부터 탄소섬유 압력 용기를 사용하는 CNG 바이오연료 차량에 대해 생산업체와 구매자에 대당 1만 달러의 세액 공제 등 지원 정책을 운영 중임
- 바이든 행정부 출범으로 2050년 탄소중립을 목표로 공격적인 친환경 정책을 추진하며 기후변화 정책의 대전환을 맞게 될 전망
 - 트럼프 전 대통령은 지난 ‘17.3월 오바마 행정부의 청정전력계획 (Clean Power Plan)을 철회했고, 동년 6월 파리기후협약 탈퇴를 선언하는 등 저탄소 정책이 지난 4년간 크게 후퇴
 - 바이든 대통령은 대선 공약으로 파리기후협약 복귀와 탄소중립 달성을 주요 목표로 제시한 만큼 미국의 저탄소 경제 추진이 더욱 가속화될 전망
 - 바이든 대통령은 대선 공약으로 2050년 탄소중립, 2035년 100% 청정에너지 달성 등을 강조하였으며, 취임 100일 내 기후정상회의를 개최하는 등 미국의 글로벌 기후변화 대응 관련 리더십 회복을 위해 전력을 다하겠다는 의지를 표명

나. 유럽

- 유럽의 수송기 경량 소재와 관련한 2020년 목표 기준에 따르면, 자동차의 철강 비중은 현재 68%에서 41%로 낮아지고, 비철 금속 및 합성수지의 사용 비중은 각각 12% 증가할 것으로 추정됨
- 유럽연합은 2050년 탄소중립(net-zero)을 선언하고 이를 실현하기 위해 2030년 온실가스 배출을 1990년 대비 55% 감축하는 목표를 설정
 - 2014년 「2030 EU 기후·에너지 패키지」를 통해 2030년 온실가스 감축 목표를 1990년 대비 40%로, 재생에너지 보급과 에너지효율 목표를 27%로 제시
 - 2018년에는 2050년 탄소중립 선언 후, 2020년 12월 EU 정상회의에서 2030년 온실가스 감축목표를 55%로, 재생에너지 보급 목표를 33.7%로 상향
- 유럽연합은 기후변화 대응과 탄소중립 경제 실현을 위해 2019년 12월 유럽연합 그린딜(European Green Deal)을 채택
 - 에너지, 산업, 건물, 수송, 농식품, 생물다양성 등 6개 주축 분야에서 정책방향과 실행계획을 제시

[표] EU 탄소중립 6대 주축 분야

분야	주요 내용
에너지	▪ 재생에너지 사용 확대 ▪ 에너지 효율 제고를 위한 에너지법 개정('21.6월까지) ▪ 에너지 및 기후변화 계획 개선('23년까지)
산업	▪ 순환경제로 전환 ▪ 재활용 시장 확대 ▪ 탄소배출 정보 제공
건물	▪ 건물 리노베이션을 통한 에너지 효율 개선
수송	▪ 스마트 수송전략(저탄소 차량 전환 및 충전시설 확대) ▪ 해양·항공의 탄소배출권거래제 편입
농식품	▪ '농장에서 식탁'까지 전략 ▪ 친환경 기술·생산·소비 도입 및 촉진 ▪ 식품분야 환경위험 평가 및 친환경 농식품 소비 촉진
생물다양성	▪ 생물다양성 전략 및 실행계획 제안('21년) ▪ 삼림 및 어업분야에서 자연훼손 방지책 마련 ▪ 삼림 조성 및 복원

※ 출처 : 주요국 탄소중립 정책과 시사점, 한국무역협회, 2021

다. 일본

- 일본은 탄소섬유 복합소재 제조와 이를 이용한 자동차 개발을 위해 신에너지 종합개발 기구(NEDO: New Energy Development Organization)를 설치하고 2012년부터 막대한 정부 예산을 투입
 - 일본은 이시카와현을 중심으로 2009년부터 탄소섬유 클러스터를 추진
 - 2012년 차세대 산업창조 펀드 130억 엔(한화 1,350억 원)을 조성하고 이듬해 2013년부터 국제과학 이노베이션 거점 사업을 지속적으로 운영 중에 있음
- 일본은 스가 총리가 2050 탄소중립을 선언하고 2020년 12월 2050년 온실가스 배출량 실질 제로를 위한 ‘그린성장전략’을 발표
 - 그린성장전략은 해상풍력, 수소, 자동차 등 14개의 중요분야 목표와 실행 계획을 포괄

[표] 일본 그린성장전략 14대 분야 주요 내용

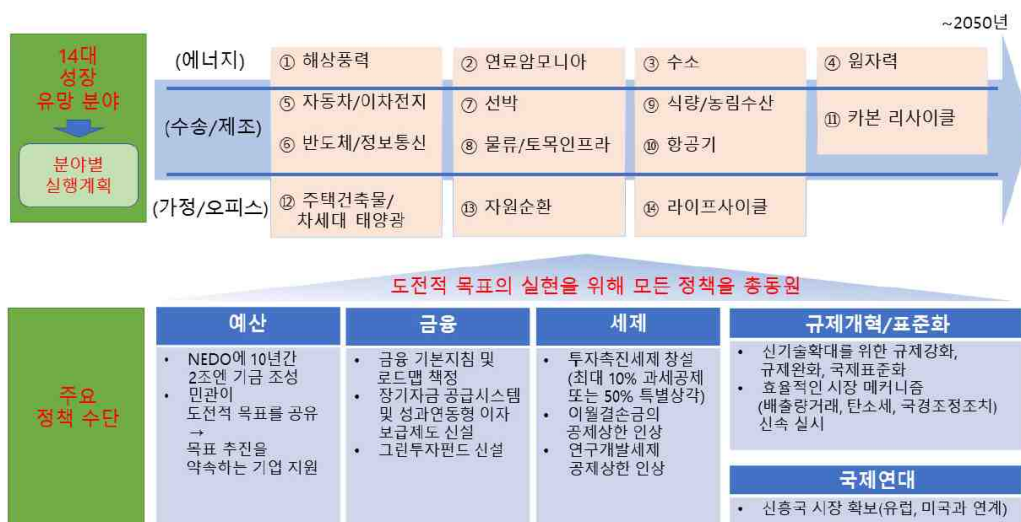
구분	분야	주요 내용
전력 · 에너지	해상풍력	▪ '40년까지 생산능력 4,500만KW(원전 45기분)로 확대 - 기술심사 기간 단축 및 효율적 송전방식 도입
	암모니아	▪ '30년까지 암모니아 화력발전을 20%로 확대
	수소	▪ '50년까지 수소 소비량을 2,000만톤으로 확대
	원자력	▪ 신형 원자로 기술개발 및 국제협력 강화
수송 · 제조	자동차	▪ '35년까지 모든 신차의 전동화 - '30년까지 이차전지를 kWh당 1만엔 이하로 인하
	반도체	▪ '30년까지 파워반도체 소비전력 50% 감축
	선박	▪ '50년까지 수소 등 대체연료 전환
	물류	▪ 항만 등의 탈탄소화 추진
	농림수산	▪ '50년까지 농림수산업 이산화탄소 배출 제로
	항공	▪ 전동화 및 대체연료 기술 개발
가정 · 오피스	카본 재활용	▪ 효율성 증대 및 비용 절감
	주택	▪ '30년까지 신축 주택 CO ₂ 배출량 평균 제로
	자원순환	▪ 바이오매스(사탕수수, 팜, 해조류 등의 연료화) 활용 확대
	라이프사이클	▪ 지역별 탈탄소 비즈니스 추진

※ 출처 : 일본 경제산업성

- (전력·에너지) 2050년 예상 발전량의 50~60%를 신재생에너지로 전환하고, 화력발전에 암모니아 연료 비중을 20%로 확대하며, 수소를 발전·제철·자동차 연료로 활용해 수소 소비량을 50년까지 2,000만 톤으로 확대
- (수송·제조) 2035년까지 모든 판매용 승용차를 전동화하고, 이차전지 공급망을 구축하며, 디지털화를 통한 에너지 수요의 고효율화 및 데이터센터 에너지 감축 등으로 2040년까지 정보통신산업의 탄소 중립을 실현
- (가정·오피스) 2030년까지 신축 주택의 이산화탄소 배출량을 평균 제도로 낮추고, 바이오매스의 활용을 확대하는 등 방안을 제시

○ 일본정부는 그린성장 프로젝트에 금융이 원활하게 공급될 수 있도록 예산, 세제, 금융 등 제도를 정비 중

- (예산) 중요 프로젝트의 전주기(기술개발~시범사업) 지원을 위해 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)가 2조엔의 그린혁신기금을 조성하고, 이를 기반으로 15조엔의 민간 투자를 유발할 계획
- (금융) ‘기후혁신금융 2020’을 기반으로 저탄소 체제로의 이행을 평가할 수 있는 기본지침과 로드맵을 만들고, 펀드(일본정책투자은행 그린투자촉진펀드, 국제협력은행 포스트코로나성장기금)를 조성
- (세제) 탈탄소 제품의 생산설비를 도입할 경우 3년간 최대 10%의 세액공제 또는 50%의 특별상각할 수 있는 세제 조치를 신설



[그림] 2050년 탄소제로 실현을 위한 그린성장전략

※ 출처 : 일본 미즈호은행(2021.1.21.)

라. 중국

- 2015년 5월, 중국 국무원(정부)은 “중국 제조 2025”라는 새로운 제조업 진흥정책을 정식으로 발표하였음
 - 이 중장기 산업정책은 제조 대국으로부터 제조 강국으로의 전환을 향한 전략을 제시한 것으로 제조업 전반의 경쟁력 강화를 목적으로 함
 - 이 정책 입안의 큰 특징은 기존 5개년 계획이라는 골조를 버리고 10년간의 장기 실행계획으로 새롭게 자리매김을 하는 동시에 산업육성 정책의 연속성을 중시하는 것
 - 중국제조 2025년 전략은 한 마디로, 장기계획을 기반으로 삼아 생산 효율을 높이고 선진국 수준의 고부가가치 제품을 생산할 수 있는 제조업으로의 전환을 추구하는 것임
- 이 정책에서는 탄소섬유 복합재 관련 기술로드맵을 제시하고 있는데, 탄소섬유 복합재를 첨단제조업 발전에 필요한 핵심전략 소재에 포함시켜, 2025년까지 연구개발과 산업화 촉진, 내수시장 점유율을 85% 이상으로 확대하는 목표를 세우고 있음
- 2020년 12월 자동차산업 발전보고회에서는 2028년 탄소배출 정점 도달, 2050년 탄소배출 제로 근접, 2060년 탄소중립 실현의 3단계 발전전략을 제시
 - 전기차 생산에 대한 투자를 크게 확대하고, 다양한 전기차 모델 출시를 통해 수요 확대에 대응해 나간다는 입장
- 그린산업 지원을 유도하고 기후변화 리스크를 관리할 수 있는 금융 체계를 강화하고, 합리적 탄소배출권 가격 형성을 목표로 정책 추진
 - 저탄소·친환경·순환경제·에너지 절감, 환경보호, 생물다양성을 신용대출 정책에 접목하고, 환경정책 및 표준에 적합하지 않은 기업 융자를 통제
 - 중국 인민은행은 탄소중립 달성을 위한 녹색금융 정책지원 체제 구축에, 민간 은행은 녹색신용대출(Green-Credit Policy) 지원 가속화에 중점

III. 기술동향

1. 기술범위 및 특징

- 활성탄소는 제품의 형상 및 목적에 따라 시장이 세분화 되어 있음
- 대기오염 물질처리 소재 및 공정이 공급되는 부문은 대기오염 물질을 배출하는 점오염원 또는 이동배출원 중에서 법적인 배출허용농도를 준수해야 하는 산업 또는 설비
 - 대기오염 물질을 대규모로 배출하는 점오염원은 화력발전소, 시멘트 및 제철공장, 정유공장 등 에너지 다소비 산업으로 황산화물, 질소산화물, 먼지 등을 대량 배출
 - 화학물질의 생산 또는 가공하는 배출원은 공정 특성에 따라 휘발성 유기화합물질 배출
 - 자동차와 선박 등 이동배출원은 내연기관에서 배출되는 미연 탄소 등의 분진과 질소산화물 제거 공정이 필요. 자동차 도색 및 선박 제조 공정의 도장설비에서 휘발성 유기화합물 배출
 - 환경폐기물을 소각처리하는 설비는 황산화물, 질소산화물 및 먼지를 배출하며, 하·폐수처리장과 슬러지 처리, 폐기물 연료화 설비에서는 악취와 분진 발생
- 대기오염 물질처리 공정은 제어할 오염물질의 특성을 고려한 설계, 소재 및 부품의 구매와 제작, 이들의 조합에 위한 시스템 구성 및 설치, 장기간 사용을 위한 효율적 운전관리 중요
 - 대기오염 물질처리 소재 및 각 설비가 제 기능을 발휘하게 하면서 설치비용과 운전비용이 적게 소요되도록 최적화하는 설계기술이 중요
 - 대기오염 물질처리 설비는 배출원이 운영되는 동안 법적 기준 또는 제거성능의 달성이 중요하므로 항상 정상 가동되어 설비의 성능 유지 필요

- 대기오염 물질처리 설비는 장기간 연속 운전되는 플랜트 설비의 특성이 있어 각 소재들의 내구성이 충분히 유지되어야 함
- 또한 각종 약품과 전력 및 용수 등 유틸리티가 지속적으로 소모되기 때문에 운전관리 비용의 절감을 위한 유지관리 기술이 필요함

[표] 활성탄소 제품 유형 및 적용처에 따른 시장 세분화

구분		명칭	내용
제품 유형별		분말활성탄	0.5 mm(35US Mesh) 이하의 분말형태 폐수처리(호기성/혐기성 처리 등), 식수처리 등 활용
		입상활성탄	지름 1.2 ~ 1.6 mm. 가스/액상 응용. 재사용/재생성 높음 (재활용 시 5~15% 재료 손실이 있음)
		기타 (펠렛, 비드, 함침 등)	펠렛 형상 활성탄, 지름 1 mm ~ 5 mm 범위 원통형 공기청정기, 자동차 배기가스 제어, 가스 정제, 및 용매 회수등 기상 응용분야에 주로 활용 됨
지역별		북미/남미, 유럽, 아시아태평양, 중동&아프리카	
적용처별 (ENDUSER)	액체	수처리	실생활/산업 폐수처리, 식수처리, 수영장/수족관 필터, 보일러 급수처리, 담수화 시스템, 산업용 정수필터
		식품&음료	알코올성 음료, 과일주스, 식용유 정제, 카페인 제거 등 식품&음료 산업에서 주로 탈색 및 정제 용도로 사용
		제약&의료	치료제, 첨가제, 투석 수술 및 용매회수/정제에 사용
		기타(광업)	귀금속 추출과 같은 광산 업계에 활용
	기체	자동차	캐니스터(증발가스 제어장치), 에어필터(클리너). 세계적 배기가스 규제에 따른 성장
		산업체	수은제거, 공기정화, 용매제거, 배출가스 제거
		기타	석유정제소: 휘발성 유기화합물 환원 목적으로 사용 표백공장, 펄프 &제지, 화학, 담수/폐수 처리 시설 등의 배출가스에서 염소 또는 이산화염소를 제거하는데 사용

※ 출처 : 활성탄소 산업 현황과 기술 전망, KEIT, 2019

2. 국내/외 기술 Trend

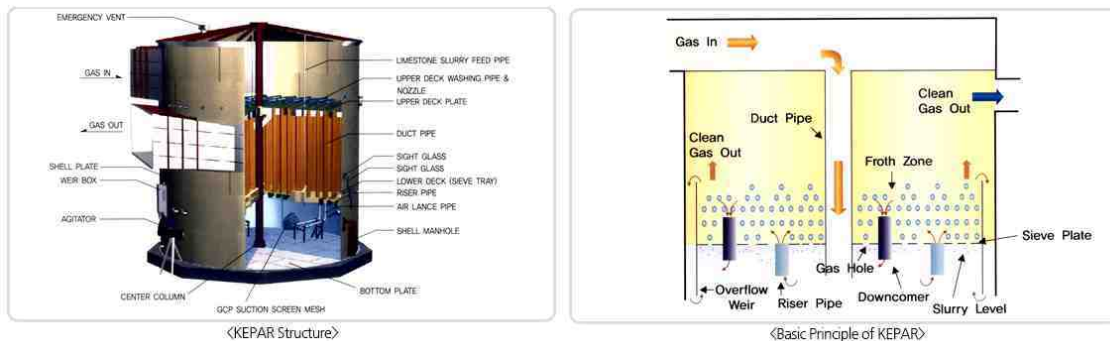
- 실내 대기오염물질을 흡착하기 위한 흡착제 선정은 흡착 성능을 결정하는 가장 중요한 요소
 - 흡착제는 흡착량뿐만 아니라 분리하고자 하는 혼합가스 내에서 제거하고자 하는 물질에 대한 높은 선택도를 가지고 있어야 하며 탈착 및 재생 후에도 안정적인 흡착 성능을 유지해야 함
 - 또한, 높은 기계적 강도를 유지하여 대상에 쉽고 안전하게 적용할 수 있어야 하므로 알맞게 성형하여 상용화할 수 있어야 함
 - 이에 따라 흡착 성능을 향상시키기 위한 흡착제 개발 연구가 다양하게 진행되고 있음
- 흡착법에 이용되는 대표적인 흡착제로는 활성탄, 제올라이트, 알루미나, 실리카 등
 - 이 물질들은 나노 크기의 기공을 많이 포함하고 있어 비표면적이 크기 때문에 흡착량이 크고 우수한 안정성 및 내구성을 가지고 있음
 - 또한, 대규모 공정에 사용되기 때문에 대량 생산에 용이하며 생산 단가가 비교적 저렴
 - 이 물질들은 구성 성분에 따라 화학적 성질이 크게 다르기 때문에 각 성질에 따라 적합한 분야에 선택적으로 사용되어왔음
 - 현재 국내 및 해외에서는 활성탄, 제올라이트 등의 흡착제를 개질하거나 활성 물질을 담지하여 성능을 증진시킴으로써 흡착 성능을 극대화하는 연구를 활발하게 진행 중
- 이산화탄소를 저감하기 위한 흡착제는 활성 물질로써 주로 Ca, K, Mg 등의 알칼리금속 및 알칼리토금속을 담지
- 이는 알칼리금속 및 알칼리토금속이 흡착제 표면에 염기점을 형성하여 이산화탄소와 같은 산성 가스의 흡착에 대한 선택도를 증가시킬 수 있기 때문

- (활성탄 기반 흡착제) 활성탄은 비극성이고 물리·화학적으로 안정성이 뛰어나 공기 정화 및 용제 회수 분야 등에도 광범위하게 활용
 - 다공성의 탄소질 집합체로써 내부표면적이 넓어 높은 비표면적을 가져 흡착 성능과 경제성이 우수하다는 장점
 - 그러나 순수 활성탄으로는 이산화탄소에 대한 흡착 성능의 한계가 있으며, 수분 및 혼합가스 내에서의 선택도가 낮아 흡착공정의 효율성을 높이기 위해 활성탄 표면 개질에 대한 연구가 다양하게 진행
- (제올라이트 기반 흡착제) 제올라이트 흡착제는 결정 구조 중앙에 Si, Al 원자가 있고 그 주위를 4개의 산소가 둘러싸고 있는 정사면체로 구성된 구조를 가지고 있음
 - 비교적 낮은 온도로 탈착이 가능하며 안정성과 내구성이 뛰어나기 때문에 최근 활성탄을 대체하여 연구가 진행 중
 - 또한, 나노결정 제어 및 탈알루미나 과정을 통해 물성이 개질된 제올라이트는 표면적의 극대화, 빠른 확산 특성, 제어가 가능한 기공 특성 및 기계적 강도 때문에 흡착, 박막 분야의 응용물질로 사용
 - 또한, 순수 제올라이트의 경우 순도가 균일하지 못하여 재현성이 떨어지므로 산업 공정에 적용할 수 있도록 제올라이트 개질 및 합성에 대한 연구가 진행
 - 최근 연구에 따르면, 제올라이트 흡착제 중에서도 특히 X-type 제올라이트가 이산화탄소 흡착제로 많이 이용되고 있는데 그 이유는 Y-type 제올라이트에 비해 더 많은 알루미늄 구조를 가지고 있으므로 양이온을 보다 많이 포함할 수 있기 때문
 - 이에 따라 제올라이트 내 양이온에 따라 여러 가스에 대한 흡착 특성이 달라지는 점을 이용하여 피흡착제 가스 분자 특성에 따른 다양한 종류의 금속으로 양이온 교환이 시도

- (실리카, 알루미나 기반 흡착제) 실리카와 알루미나 흡착제는 단독으로도 사용되지만 실리카와 알루미나를 혼합하여 합성한 비결정질 실리카-알루미나를 석유 화학의 접촉분해 반응에 촉매로써 사용
 - 실리카를 담체로 이용할 경우 넓은 표면적, 균일한 기공의 크기와 분포, 큰 기공 부피의 장점이 있어 우수한 흡착 성능을 나타냄
 - 하지만 제조 과정의 특수성에 의하여 상용화에 어려움
- 상기에 언급한 것처럼 다양하게 제조된 흡착제는 반응성이 높을수록 기계적 강도가 비교적 낮고 고온에서 sintering 현상에 의하여 반응성이 약해진다는 단점
 - 따라서 흡착제를 다양한 방법으로 성형하여 흡착제의 압축강도 및 마모저항을 높이고 상용화하기 용이하도록 하는 연구가 진행되고 있음
 - 1999년 유기물질과 금속 이온으로 조립된 결정성 다공 물질인 금속-유기 구조체(MOF; metal-organic framework)가 처음 발견된 이후 많은 연구가 진행되면서 구조 및 성분이 다른 다양한 금속-유기 구조체가 개발
 - 이 물질들은 기존의 다른 나노다공성 물질에 비해 특정 분자들에 대한 흡착 성능이 크게 우수하다고 보고
 - 특히, 금속-유기 구조체는 많은 양의 금속 이온을 포함하고 있기 때문에 극성을 띠는 분자들의 흡착에 매우 우수한 성능
 - 하지만, 초창기에는 기존 다공성 흡착제들에 비해 구조적 안정성이 떨어지며 합성 단가가 높은 단점들을 갖고 있어 상용화에 큰 어려움
- 이러한 문제점들을 해결하기 위한 연구들이 많이 진행되어왔고 실제로도 많이 개선되어 흡착 분리공정 분야에서 금속-유기 구조체에 대한 관심도와 기대가 지속적으로 증가되는 추세
 - 펠렛형 흡착제는 제립기(agglomerator)를 사용하여 그림과 같은 과정에 의하여 성형되었고 제작된 제립기의 회전속도를 일정 rpm 사이에서 조절이 가능하도록 함
 - 흡착제 성형 시 회전속도는 일반적으로 15rpm을 유지하고 유기 바인더 용액을 분무하며 시료는 성형된 흡착제의 강도를 높이기 위해 강도 보강제와 기공을 형성시키기 위한 기공 형성제를 첨가

○ (탈황 장치) 대표적 배연탈황기술은 석회석 슬러리를 이용한 습식법임

- 외국 기술선의 원천기술 도입에 의한 대형 석탄 화력발전소의 탈황 설비 설치 및 운전경험을 통해 확보한 know-how와 1990년대 시작된 대형 국책연구사업 G7 기술개발과제의 연구개발로 한국형 습식 배연탈황기술 (KEPAR : Korea Electric Power Absorption Reactor) 국내 기술 확보
- 탈황기술은 배가스와 중화제 슬러리의 반응을 촉진하여 반응기를 콤팩트하게 설계하는 기술, 슬러지 분사 노즐의 최적 설계 및 장수명, 부산물 석고의 원활한 회수 및 재이용이 중요



[그림] 국내에서 개발한 대형 화력발전소용 한국형 습식 배연탈황기술 (KEPAR)

※ 출처 : 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023(에너지), 중소벤처기업부, 2020

○ (탈질 장치) 배가스 탈질기술로는 촉매를 이용한 SCR과 무촉매 SNCR이 개발되어 사용되고 있음

- 국내에서 많은 연구기관과 기업들이 연구개발 참여로 SCR 촉매 제조 및 공정 기술이 확보되어 제조 및 공급이 가능한 수준임
- 촉매의 최적 운전조건을 맞추기 위해 백필터로 분진 제거후 다시 최적 온도까지 배가스 온도를 상승하면 열에너지 소비량이 많은 문제가 있음
- 고농도 분진의 조건에서 사용 가능한 촉매가 개발되어 에너지 소비량이 적고 내구성 높은 공정 구성이 가능
- 최근에는 반응온도를 200℃ 정도로 크게 낮추어 배가스 재가열 에너지 소비량이 원천적으로 적은 촉매가 개발됨

○ (집진 장치) 가스상 오염물질과 입자상 오염물질을 동시에 제거하는 기술이 개발되고 있음

- SOx 및 NOx뿐만 아니라 중금속, 다이옥신과 같은 유해물질의 동시제거 기술, 가스상 오염물질의 전처리 과정을 거쳐 미세입자의 형태로 변환시킨 후 제거하는 기술개발 추세
- 고온 고압과 같은 특수 환경에서 집진을 위한 세라믹 여과재 개발 중으로 세라믹 필터는 고온에서 가스 정제가 가능하여 IGCC 등 가스 발전에 유효하며 SCR 전단에 설치 가능하여 에너지 소비량 절감
- 집진성능 향상을 위한 기술개발로 전기 집진장치에서의 방전극 향상 개조나 펄스 타입의 전원장치를 이용한 집진성능의 개선, 역전리 방지기술의 개발, 집진극 형상의 개조나 음파 등을 이용한 새로운 추타 및 탈진 시스템의 개발 등이 수행되고 있음
- 최근 미세먼지의 엄격한 규제 강화로 화력발전소 등의 미세먼지 제거 기술이 개발되고 있음
- 미세입자는 산업공정을 통하여 1차적으로 발생하는 것 이외에, 가스상 오염물질의 화학반응, 광화학반응 또는 응축 및 핵형성을 통하여 2차적으로 발생할 수 있음
- 단순한 미세입자의 제거뿐만 아니라 미세입자의 물리적, 화학적 특성에 따른 선택적 분리나 입자의 특성 변환 등에 의한 응용기술이 개발되고 있음

○ (VOC 제어 장치) 휘발성유기화합물(VOC) 제거는 주로 고온 소각 또는 촉매 소각을 이용한 분해기술이 사용되는데, 핵심요소기술의 대부분은 개발이 완료되어 성숙단계

- 유용한 VOC 성분을 회수하여 사용하고자 하는 경우, VOC 종류 및 상태에 따라 적용기술이 크게 다름
- 흡수, 흡착, 분리 등 다양한 기술들이 연구개발되고 있으며 최근에는 분리막을 이용한 기술이 주요 연구대상
- VOC 농도가 낮은 경우 에너지 소비량을 줄이기 위해 휠타입의 농축기 및 고효율 흡착재 연구가 수행되었으나 국내 기술 수준이 낮아 사업화를 위한 추가 연구개발 필요

- (자동차 및 대형 디젤엔진용 대기장치) 스모그 등 도심 대기환경 오염의 주요 원인이 되는 자동차 배가스의 정화, 대형 선박 및 디젤 엔진 등에서 배출되는 배가스를 정화하는 대기처리설비 시장이 확대되고 있음
 - 자동차 및 선박에 적용되는 배기가스 정화기술은 시장규모가 연간 2조원으로 추정
 - 자동차 및 선박 엔진의 배가스를 정화하기 위하여 플라즈마 버너를 활용한 신기술 개발 중
 - 백금 등 고가의 귀금속 촉매를 사용하는 기존 기술 대비 귀금속 촉매 사용량의 50% 이상 절감이 가능하여 시장 경쟁력 우수
 - 또한 반도체/디스플레이 공정가스 처리장비의 세계 시장 규모는 연간 4,000억 원으로 기존 소각방식 가스처리기술을 플라즈마 처리기술로 대체 가능
- 대기환경설비 분야의 경우 미국, 일본 유럽 등 선진국에서는 탈황, 탈질 및 입자상물질의 제거 기술이 확보되고 이미 현장 설치가 완료되어 성숙단계의 기술임
 - 특히 유럽에서 개발된 배연탈황 및 탈질기술 중에는 많은 원천 기술들이 일본에 도입된 후 더욱 경쟁력 높은 기술로 완성되어 미국 시장에 주도적으로 확대 보급된 경향이 있음
 - 이는 일본의 대형 중공업사 등에서 우수한 플랜트 기술과 접목하여 대형 화력발전소 및 소각로 등에 설치하여 많은 경험과 실적을 확보한 결과임
- 미국은 미세먼지 및 HAPs의 인체 유해성 평가를 바탕으로 강화된 규제에 대응하는 기술개발
- 유럽은 유해화학물질에 대한 연구로 이들의 샘플링, 생물분포 특성 등의 모니터링 연구가 활성화되고 새로운 분석법 및 측정관리 등 기초연구 본격화. 유해가스 처리기술로 기존 기술의 고도화, 플라즈마 등 고에너지를 이용한 기술개발 추세

- 일본은 1975년 전후로 환경오염방지시설 투자를 활발하게 실시하여 매우 높은 수준의 기술을 확보함
- 이후에도 신에너지개발, 지구환경보호 기술개발과 같은 환경기술개발을 중점적으로 추진하여 기술 경쟁력을 높여, 중국 및 동남아 등 개발도상국의 환경산업 시장 진출을 위하여 적극적으로 노력하고 있음
 - 최근 대기오염 물질 소재 및 공정의 연구동향은 배연 탈황·탈질의 동시 처리기술, 미세먼지의 집진, 고온 건식 탈황기술 등 고효율·고기능의 기술개발, 하이브리드 구성에 의한 에너지 등 유틸리티와 약품 소비량이 적어 더욱 친환경적이고 시장 경쟁력이 높은 기술로 선진화 개선 연구 추진

[표] 고기능 고효율 대기 환경설비 세부기술별 개발 동향

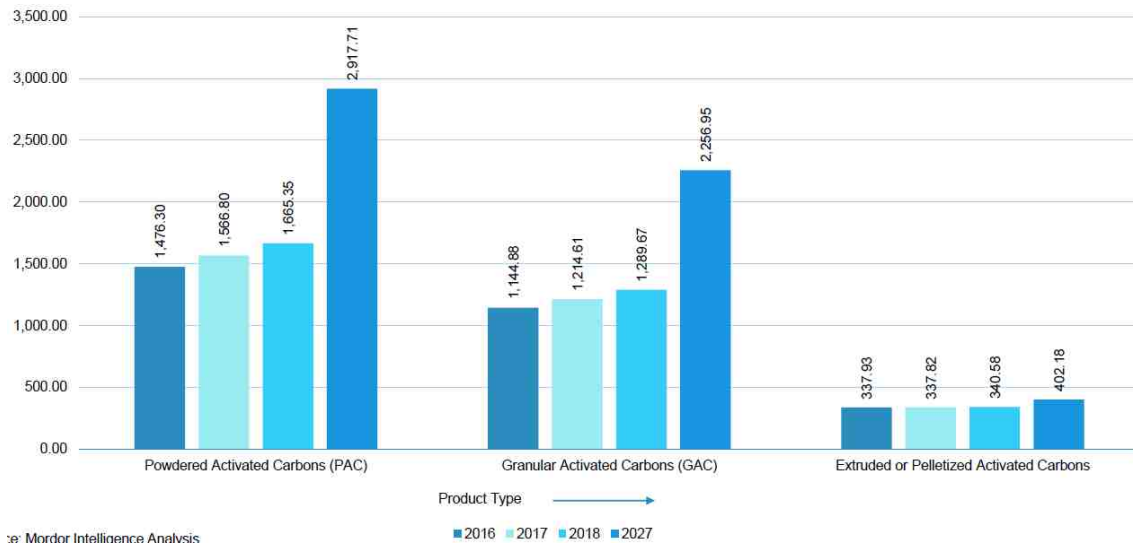
대기분야	기술개발 동향
미세먼지 및 중금속 집진기술	• 중력 집진기, 관성력 집진기 : 장치의 수명연장을 위한 재료 개발 • 여과 집진기 : 내열성 폴리이미드계 섬유, 사불화 에틸렌(테플론), 금속섬유, 관세라믹필터 여과제개발 • 전기집진기 : 집진판 및 방전 극시모형개발, 최적 주파수 시스템 및 최적 전장 시스템 개발, 습식전기집진기의 실용화개발
하이브리드 SOx 및 NOx 동시 제거기술	• 동시 탈황탈질기술 ; 대부분 고형폐기물을 발생하지 않는 리사이클링 공정 • Activated coke, 전자빔을 이용한 동시 탈황·탈질 기술도 최근 다시 새롭게 관심 대상기술 • 미국 DOE 동시처리기술:SOx-NOx, WSA-SNOx, Copper Oxide, Electron Beam, SNRB등
휘발성 유기화합물 및 유해오염 제거 기술	• 미국 : MACT 규제기준에 의한 기술개발 유도 • EU : 배출허용기준 또는 지침설정에 의한 규제달성기술개발 • 기타 : 다이옥신 함유된 소각재를 회수하여 400도 이상 온도에서 염소와 탄소를 분해하는 기술, 활성오니와 펄프 공장 등의 배수에 존재하는 미생물을 이용한 분해기술, 초임계수를 이용한 다이옥신분해기술 등 개발 중
지구온난화 방지설비기술	• 온실가스 처리기술 : CO₂ 습식 및 건식 회수기술, CO₂ 전환기술, Non-CO₂ 분해기술, 회수기술, 자원화 및 에너지화 기술 등 다양한 연구개발 중 • 지구온난화 관련 온실가스처리기술도 대기처리기술로 분류하는 경우가 있으나, CO₂ 등 대부분 온실가스는 대기오염 물질로 분류되지 않고 있음

※ 출처 : 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023(에너지), 중소벤처기업부, 2020

IV. 시장 동향

1. 글로벌 시장

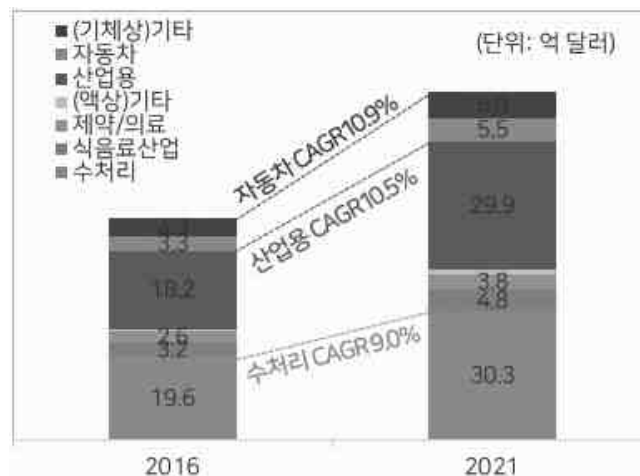
- 세계 활성탄소 시장은 수처리, 제약/의료산업, 자동차 및 산업용 등 적용처의 수요 증가로 세계 활성탄소 시장 규모가 2016년 2,959백만 달러에서 연평균 5.9%의 성장률을 보이며 2027년 5,577백만 달러에 이를 것으로 전망
- 유럽, 미국, 중국 등 주요 국가의 공기질 및 식수 등 환경에 대한 의식 고찰 및 관련 규제/법령의 강화로 활성탄소의 수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망
- PAC(Powdered Activated Carbons)가 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, PAC와 GAC(Granular Activated Carbons)가 특히 급격한 시장 성장률을 보일 것으로 전망



[그림] 세계 활성탄소 시장 규모(단위 : 백만 달러)

※ 출처 : Mordor Intelligence Analysis

- 활성탄소 적용처별 시장 성장은 환경 규제 강화로 인해 산업용과 자동차 분야의 시장이 각각 CAGR 10.5, 10.9%로 타 분야 대비 성장률이 높을 것으로 전망
 - 화학, 석유화학, 식품음료, 제약 분야도 가스 분리, 유독가스 제거, 악취 제거, 에너지 저장 등의 수요가 증가 전망
 - 최근 배터리, 수소에너지 등 산업(에너지)과 호흡기관 보호를 위한 마스크에서 부터 등 의료분야에서 기술력이 증대됨에 따라 시장 규모도 성장하고 있는 것으로 파악됨



[그림] 세계 활성탄소 적용처별 시장 규모

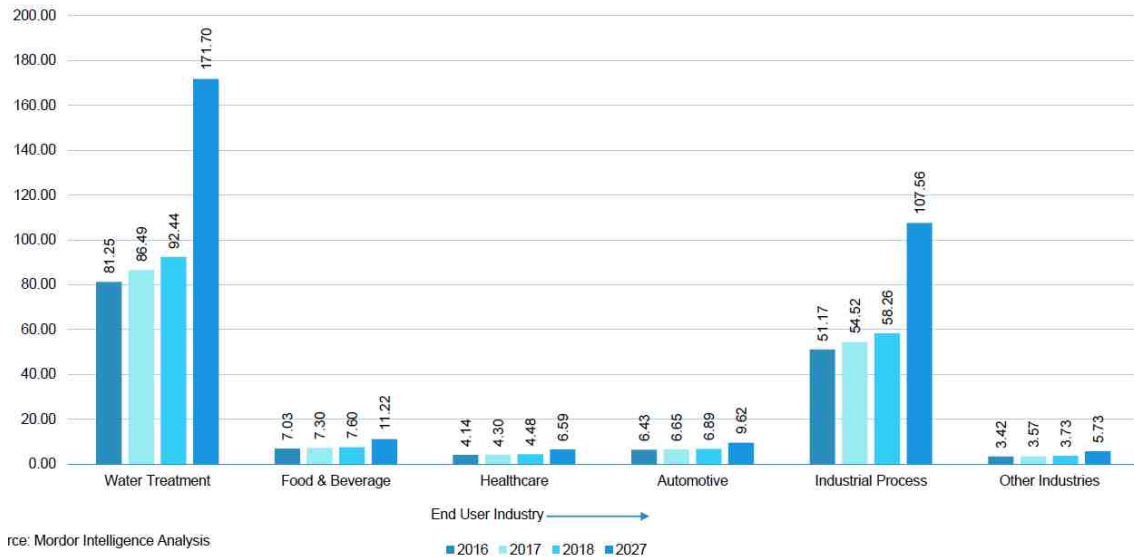
※ 출처 : Activated Carbon Market, Markets and markets, 2017

- 배기가스 규제로 유럽 및 북미를 중심으로 캐니스터 응용시장과 전기차 시장 확대에 따른 배터리시장의 성장으로 동반성장 전망
- (자동차 7%) 캐니스터는 각국의 환경 규제는 물론 자동차사마다 요구하는 사양을 모두 갖춰야 하는 등 진입장벽이 매우 높은 제품
 - 2018년부터 한국/유럽/중국에서 모두 KLEV-3/Euro-6/China-6 등을 통해 가솔린 차량에 대한 환경 규제가 강화
 - 규제에 대한 대응으로 고사양 캐니스터의 채택률이 높아지는 추세 (평균 단가가 일반 제품에 비해 2배~4배 정도)
 - 하이브리드 차량이 많아질수록 연료탱크 내 휘발유가 고여있는 시간이 많아서 고사양의 캐니스터가 필요하게 됨

- 중국의 원전 시장 확대 등 원자력 산업의 활성탄 필터 수요 증가 전망되나, Camfil, 3L filter 등 글로벌 기업의 독과점 형태로 진입장벽이 높아 시장 진출을 위한 하이퀄리티 필터 개발이 필요함
- 중국 원전 시장 ('18.03): 현재 36기 원전 운용 중, 20기 원전 신규 건설
 - 전세계 신규 원전의 1/3 차지, 2030년 원전 100기 가동 계획 중
 - 활성탄소 필터 사용량 증가 전망(중국 에너지 개발 전략 실행 계획, '14~'20)
 - Markets and markets에 따르면, 중국의 발전소용 필터 시장이 2016년에 9.7억 달러에서 2021년 14.7억 달러로 연평균 8.6%의 높은 성장률을 보일 것으로 예상
- 중국의 원전시장 확대로 원전 필터 수출시장 또한 커질 것으로 기대
 - 고품질의 활성탄이 필요한 분야인 만큼 중국은 필터를 수입하여 사용할 것으로 기대
 - 중국원전 시장(2018.03): 현재 36기의 원전을 운용 중이며, 20기의 원전을 새로 짓고 있어 전세계 신규 원전의 1/3 차지. 관련 필터 시장도 크게 성장할 것으로 기대
 - '20년까지 58GWe 용량, 30GWe 이상 건설 예정 (중국 에너지 개발 전략 실행 계획 '14~'20)
 - 2030년까지 원전 100기 이상 가동 계획을 세웠으며, 이는 세계 원전 제 1 보유국
 - Markets and markets에 따르면, 중국의 발전소용 필터 시장이 2015년에 8.96억 달러에서 2021년 14.68억 달러로 연평균 8.6%의 높은 성장률을 보일 것으로 예상
 - 현재 Camfil, 3L Filters 등 글로벌 기업의 필터를 사용하고 있는 것으로 조사됨
 - 중국 필터 기업이 다수 존재하나 하이퀄리티가 필요한 원전분야는 글로벌 기업의 필터를 주로 사용하고 있음

2. 국내 시장

- 국내 활성탄소 시장은 2016년 153.4백만 달러에서 CAGR 6.7%를 보이며 성장해 2027년 312.4백만 달러에 이를 전망
 - 적용 분야별로 보면 수처리 부문에서 압도적인 시장 점유를 보이고 있으며, 산업 측면에서도 높은 규모의 시장 형성이 예상됨



[그림] 국내 활성탄소 시장 규모(단위 : 백만 달러)

※ 출처 : Mordor Intelligence Analysis

- 한국에서 활성탄은 주로 수처리, 산업에서의 청소 작업, 식품 및 음료와 자동차 분야에 사용됨
 - 매립지 폐기를 금지하고 해양으로 배출되는 슬러지의 양을 제한하는 법률 개정으로 인해 슬러지 관리 시장이 활성화되었음
 - 한국은 연간 약 250만 톤의 하수 슬러지를 배출하는데, 그 중 72%가 바다로 배출되고 있으며 최근 규제 규범의 변화로 하수 슬러지의 용적 감소 및 재활용을 위한 솔루션 수요가 증가하여 활성탄소 시장에 새로운 기회를 제공
- 따라서 폐수 처리에 관한 다양한 정부 정책적 방향이 시장을 주도할 것으로 예상됨

- 한국 환경부에서 발표한 ‘2016~2025년 물환경관리 기본계획’에서는 10개년 계획으로 농어촌의 건강한 물 환경, 고품질 물 처리 시스템, 스마트 물 관리 시스템을 증진하고 보장하는 것을 목표로 함
 - 계획에 따르면 10년간 약 27억 달러의 투자 예산이 한국 정부의 최신 스마트워터 관리 시스템에 지원
 - 정부는 기존의 하수처리장을 개량해 활성탄 여과, 침단 소독 등 3차 공정을 설치하는 등 매년 10기의 하수처리장을 새로 건설하고 있음
- 활성탄에 대한 또 다른 주요 최종 사용자로서 많은 회사들이 스크러빙 기술 설립 계약을 발표했다.
 - 2017년 1월 Wörsilé는 신규 한국 선박에 배기 가스 청소 시스템을 공급하는 계약을 체결하였고, Wörsilé는 새 선박에 특별히 최적화된 2개의 13MW Open Loop V-SOx 스크러버로 구성된 시스템을 공급
 - 산업 측면에서도 오염을 억제하기 위한 정부의 다양한 계획들이 국내 활성탄 시장에 기회를 제공할 것임
- 국내 시장은 기업 포화 및 낮은 수출 규모로 타 국가보다 성장 속도가 낮은 편

[표] 주요 시장국별 활성탄소 시장 규모(억 달러)

Region	2014	2015	2016	2021	CAGR ('16-'21)
Asia-Pacific	15.3	16.9	18.8	30.4	10.12%
- China	7.4	8.2	9.1	15.4	11.03%
- India	2.9	3.3	3.6	6.1	10.80%
- Japan	1.6	1.8	1.9	2.9	8.45%
- South Korea	1.5	1.7	1.8	2.6	7.59%
- Indonesia	0.9	1	1.2	1.9	10.39%
- Rest of Asia-Pacific	0.8	0.9	1	1.6	9.68%
North America	12.7	13.8	15	23	8.90%
Europe	9.8	10.6	11.5	18.1	9.49%
South America	3.1	3.5	3.9	6	9.18%
Middle East & Africa	2.5	2.6	2.7	3.7	6.85%
Total	43.3	47.4	51.9	81.3	9.40%

※ 출처 : Activated Carbon Market, Markets and markets, 2017

- 아태지역 활성탄소 시장 점유율은 36%로 저임금 생산 국가로의 생산 시설 이전, 제조업 환경 규제로 CAGR 10.12%를 보이며 급성장 중이나, 우리나라는 중국, 인도와 비교하여 낮은 성장률을 보이고 있음
 - 세계 지역별 활성탄소 시장점유율(2016년): 아태 36% → 북미 29% → 유럽 22% → 남미 7% → 중동&아프리카 6%
 - 아태 지역 내 시장점유율(2016년): 중국 48% → 인도 19% → 일본 10% → 한국 9.6% (전체시장 대비 3.5%) → 인도네시아 6%
- 국내 시장 성장 속도 촉진을 위해 수출 Target 제품 개발부터 투자, 생산, 마케팅까지 다양한 기업 지원 방안 마련 필요
- 국내 활성탄소 관련 기업 리스트를 통해 산출한 DOWN-STREAM (유통/서비스, 최종 적용)을 포함하는 활성탄소 국내 시장 규모는 2018년 약 3.5조원에 달하며, 전통 활성탄소 산업으로 정의되어져 온 UP/MID-STREAM으로만 구분한 국내 시장 규모는 2,782억 원에 달하는 것으로 파악됨
 - 밸류체인별 국내 활성탄소 시장 규모는 2018년 Up-Stream 2,267억 원, Mid-Stream 515억 원, Down-Stream 32,496억 원
- 활성탄소 산업의 UP/MID-STREAM은 1,168배에 해당하는 DOWN-STREAM 산업발전에 기여한 핵심소재로, 핵심소재의 발전은 제품의 부가가치 뿐 아니라 패러다임을 변화시키는 주요KEY로 적극적인 투자 및 연구개발 지원이 필요함
- 원재료가 미치는 DOWN-STREAM 산업은 10,449%, 활성탄소 재료는 1,661%에 해당

V. 산업동향

1. 글로벌 산업동향

- 대기분야 산업은 우리가 살아가는 생활환경에서의 실내 또는 실외 공기를 깨끗하게 관리하기 위해 필요한 제품 및 서비스를 제공하는 산업을 의미함
 - 대기분야 산업에는 유해한 가스성분의 화학물질, 미세먼지, 악취 등을 관리하기 위해 배연탈황시설, 배연탈질시설, 집진시설 등의 제품이 포함
 - 유해 대기오염 물질의 분석 및 측정, 대기오염 물질의 배출 및 주위 확산에 의한 환경영향 분석 등의 서비스도 대기분야 산업에 포함
- 대기분야의 산업은 산업 자체의 수급보다는 환경정책과 규제 등 시장 외적인 요인에 의해 수요가 창출되는 특징이 있으며, 또한 기계, 전기 및 전자, 화학 분야를 아우르는 종합적인 플랜트 산업으로서 기술 집약적이고 고부가가치의 산업
 - 대기오염 물질처리 설비는 기본적으로 법적인 배출허용기준을 달성하기 위해 설치하는 것으로 시장의 크기는 정부의 환경정책에 의해 크게 의존함
 - 정부가 환경정책이 지속적으로 엄격하게 강화되고 있어 설비 시장은 확대 추세
 - 주민의 환경에 대한 관심이 크게 높아져 지역 대기질의 개선 필요에 의한 수요도 크게 증가
- 배출된 대기오염 물질의 사후처리 중심에서 사전예방, 배출 오염원 봉쇄·차단 등 점차 오염 회피기술로 전환될 전망이다
 - 선진국의 경우 환경오염방지시설과 같은 사후처리 분야는 어느 정도 해결되었고, 현재는 사전오염 예방 기술을 넘어 오염매체별 접근이 아닌 피오염체 위주의 환경기술을 개발 중
 - 특히 대기오염 물질은 주위로 확산되는 성격이 크기 때문에 사전 오염 예방이 중요

- 대기오염 물질의 설비 산업은 화력발전소 및 제철소와 같은 일부 대형 배출업체의 수요가 시장을 주도하고 있어 중소기업의 진출에 한계가 있음
 - 대기산업분야의 매출은 장기적으로 성장세에 있으나 화력발전소, 제철소 등 건설계획의 유무 등 산업경제의 성장에 크게 영향을 받음
 - 대기오염 물질처리 설비의 전체 수요 시장은 화력발전소, 제철소, 정유공장, 시멘트 공장등 대형 배출원이 주도하고 있어 중소기업의 참여는 제한적임

- 탄소소재 산업은 자동차 및 조선 산업을 중심으로 발전되어 고기능 고부가가치화, 그린에너지, 및 기술의 융복합화가 가능한 분야로, 대규모 일자리와 안정적인 성장동력을 창출하는 기반 산업 중 하나
 - 1급 발암물질로 분류된 미세먼지 이슈로 이를 저감하거나 방어하기 위한 최종 제품에 사용되는 활성탄소 수요는 꾸준히 성장 중

- 주요경쟁사는 저급 활성탄소 생산기지를 중국·동남아 등으로 전환하는 한편, 고기능성 활성탄소 생산에 역량 집중
 - 미국 Calgon社는 DCC社(Datong 지역), CCT社(Tianjin 지역)를 설립하여 생산 및 시장 확대 기반을 마련
 - 2012년 CarboTech(독일)과 CMS 공급계약을 체결한 일본 Osaka Gas 社는 필리핀(Zamboanga)에 새로운 생산 설비를 구축하여 연 20,000톤의 활성탄을 위탁 생산하여 아태지역 사업을 확대함

2. 국내 산업동향

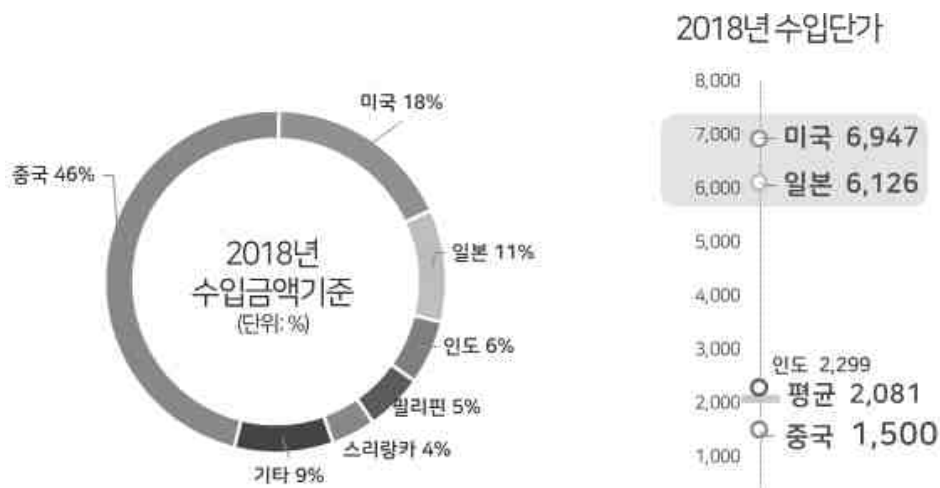
- 우리나라의 탄소산업은 원천기술이 취약하여 수입의존도가 높고, 중국과 같은 추격국가의 등장으로 인해 넷 크래커(Nut-Cracker) 현상이 심화되고 있는 산업분야 중 하나로 대응책이 요구됨
 - 활성탄소의 최고기술국(미국) 대비 한국은 60점에 불과하며, 중국의 추격(50점)이 심해지고 있는 것으로 파악됨

[표] 국가별 활성탄소 기술수준 비교

국가	활성탄소	탄소섬유	카본블랙	CNT	그래핀
미국	90	100	100	100	100
일본	100	100	100	95	75
독일	-	100	100	100	95
한국	90	100	100	95	80
중국	90	100	100	100	100

※ 출처 : 한국탄소산업진흥원

- 국내 활성탄소 수입 규모는 1,398억원(국내 시장의 50%)으로 나타나며, 단가 경쟁력이 높은 중국(46%)과 수입 단가가 높은 미국(18%)과 일본(11%)에 의존적으로 우리기업의 넷크래커 현상이 심화되고 있는 실정임



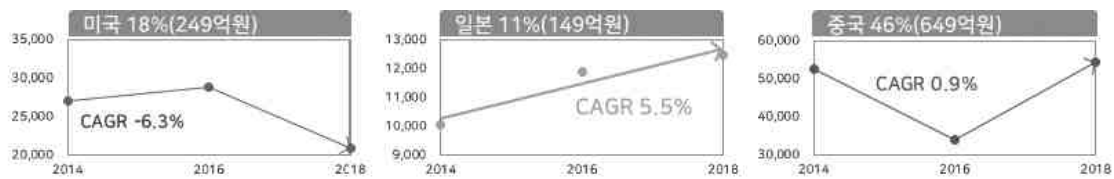
[그림] 국내 활성탄소 수입현황(2018)

※ 출처 : 「Activated Carbon Market」, Markets and markets, 2017

○ 일본 수입량은 수입 증가폭이 정체된 중국(0.9%)보다도 높은 증가율(5.5%)로 성장 중인 것으로 파악되며, 일본 무역 규제 등에 대비하기 위해 고부가가치 제품 확보를 위한 기술개발 및 지원 필요

- 국가별 수입금액 연평균증가율(CAGR): 중국(0.9%), 미국(-6.3%), 일본(5.5%)

- Calgon Carbon社(Kuraray에 인수합병 됨) 생산공장은 아메리카 지역에 대부분 위치하여 미국 수출 점유율에 포함될 것으로 판단



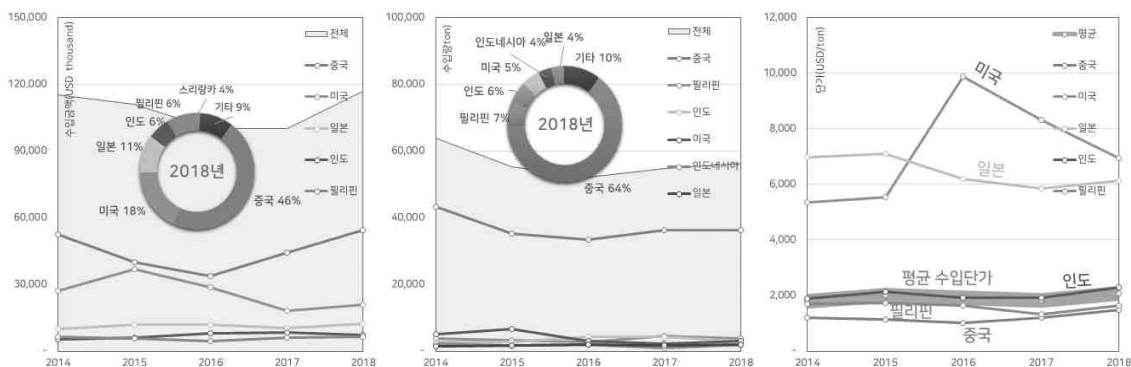
[그림] 수입국가별 수입금액 변화 (2014-2018)

※ 출처 : 중소기업수출지원센터

- (수입액 기준) 2014~2018년 우리나라의 국가별 수입금액 동향을 조사한 결과, 우리나라 주요 활성탄 구매 국가는 중국, 미국, 일본, 인도, 필리핀 순

- (수입량 기준) 2014~2018년 우리나라의 국가별 수입량 동향을 조사한 결과, 우리나라는 중국, 필리핀, 인도, 미국 순으로 활성탄을 많이 수입

- (수입단가) 주요 수입국 중 수입단가가 가장 높은 국가는 미국, 일본으로 나타나며 고품질의 고부가가치 제품을 판매하는 것으로 판단됨



[그림 9] 우리나라 활성탄 수입동향(수입액 기준)

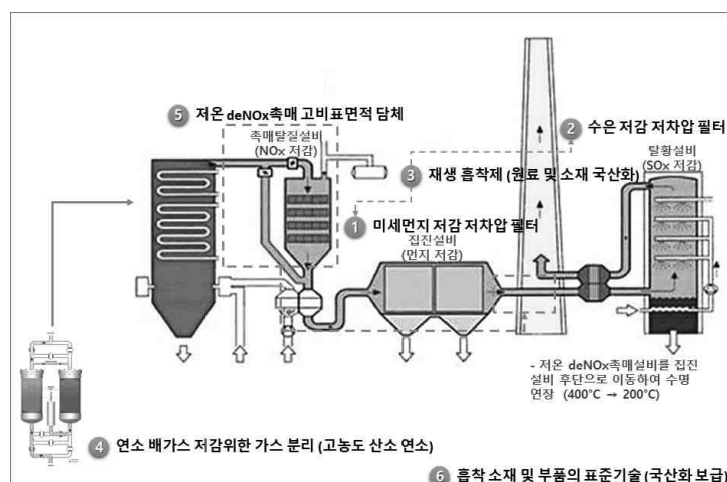
[그림 10] 우리나라 활성탄 수입동향(수입량 기준)

[그림 11] 우리나라 활성탄 수입동향(수입단가 기준)

※ 출처 : 중소기업수출지원센터

- 일본 수출 규제 대응 대외의존형 산업 구조 탈피를 위해 활성탄소 소재도 수입국 다변화, 국내 자체 생산 및 고부가가치 제품 확보(안정적 양산체계 구축)를 위한 방안 마련 필요
 - 일본 수출 규제 대응방안으로 2019년 8월 5일 산업부는 대외의존형 산업구조 탈피를 위한 ‘소재·부품·장비 경쟁력 강화대책’ 발표. 일본 수입의존도가 높은 반도체, 디스플레이 분야의 소재·부품·장비 국내 경쟁력 강화를 위해 투자를 활성화 추세(핵심 품목 R&D에 7조 8천억 원 투입)
- 활성탄소 소재를 일차원적으로 규제를 가하고 있지는 않으나 일본의 통제대상 품목에 해당하는 슈퍼커패시터 및 배터리 전극재로 활성탄소를 사용되고 있어 대비책 마련 필요
 - 활성탄소 소재는 7항 일차전지, 이차 셀의 전극재로 활용되어 관련 통제 품목에 해당됨
- 일본 활성탄 주요 응용분야는 UP-STREAM 분야로, 고부가가치 생산 기술을 통한 수입대체형 내수시장 활성화 전략 필요
 - 저비용 활성탄소 응용분야는 중국 제품에 의존적이며, 고비용 고부가가치 활성탄소 응용분야는 일본과 미국에 의존적
- 활성탄소 관련 국내 규정 또는 인증기관 부재에 따른 제품 생산, 납품 등 악순환 발생
 - 활성탄소 적용처별(식수, 농식품용, 탄소부품 등)로 규정/인증기관 존재하나, 활성탄소를 일괄적으로 관리할 수 있는 가이드, 규정, 인증기관은 현재 국내외 마련되어 있지 않음
 - 활성탄소 원재료에서부터 최종생산까지 밸류체인별, 적용처별 사용 가능한 규정(가이드) 및 인증(표준) 마련 및 운영은 국내 활성탄소 기업 생존율 증가, 우리기업의 고부가가치 제품 해외마케팅, 인증 관련 신시장 확보를 위한 기반이 될 것으로 판단됨

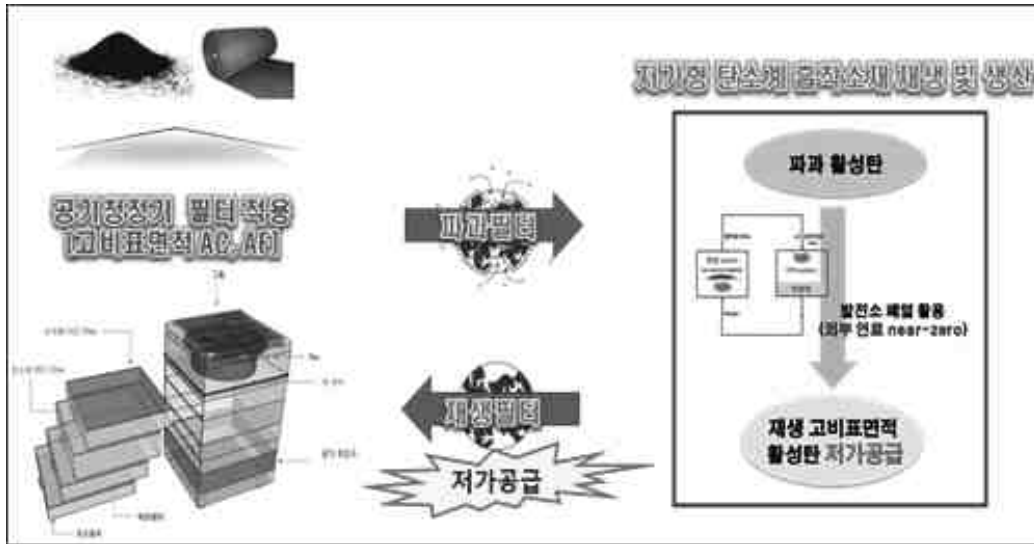
- 2002~2019년까지 다양한 부처의 여러 사업을 통해 R&D과제(총 194건)가 지원되었으나, 활성탄소 산업육성을 위해 대형 R&D사업을 조성하여 지원한 사례는 조사되지 않음
 - 과기정통부, 교육부, 농림부, 산업부, 보건복지부 등 다양한 부처의 여러 사업을 통해 R&D과제가 지원되었으나 활성탄소 산업 육성을 목적으로 지원하는 대형 R&D 사업은 진행된 바 없는 것으로 파악됨 (2002~2019년까지 총 194건의 R&D 과제가 수행)
- 활성탄소를 집중하여 R&BD를 지원하는 기관은 한국탄소융합기술원이 유일하나 기술원은 지원 대상을 전북 지역의 기업 및 인력에 집중하고 있으며 전국 단위의 지원은 부족한 것으로 파악됨
 - 전라북도는 한국탄소융합기술원을 통해 활성탄소 제품 토탈 솔루션 지원 사업을 추진
 - 활성탄소 공동 개발, 인증 취득, 취업 연계 교육 등 종합 지원 사업 추진
- 국내 미세먼지의 위험성이 증가됨에 따라 미세먼지의 전구물질의 대량 발생원 중 하나로 지목되는 소각로(석탄 화력발전소, 열병합 발전소, 복합 화력발전소, 폐기물 소각 발전소, 바이오매스 열복합 발전소, 제철/제련 자가 발전소)에서 발생하는 배가스에 포함된 미세먼지 전구물질의 총량을 제어하기 위한 활성탄소 기반기술 필요



[그림] 발전분야 미세먼지 및 유해물질 저감을 위한 흡착 필터 및 소재 개발 범위

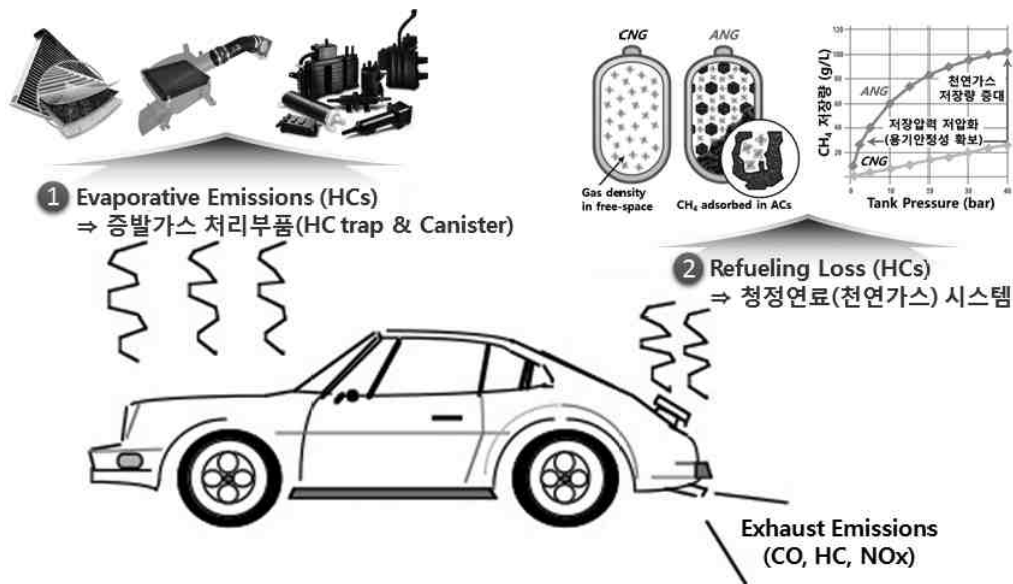
※ 출처 : 활성탄소 산업 현황과 기술 전망, KEIT, 2019

- 국민생활주변 밀접하게 발생하는 미세먼지를 효과적으로 제거하기 위한 복합필터 핵심기술 개발 필요
 - 생활주변 미세먼지 저감형 고밀도 필터소재 및 제품화 개발
 - 국내 발생 저가 원료로부터 비표면적 1,800㎡/g급 흡착소재 양산화 개발



[그림] 생활분야 미세먼지 및 유해물질 저감을 위한 흡착 필터 및 소재 개발 범위
 ※ 출처 : 활성탄소 산업 현황과 기술 전망, KEIT, 2019

- 비점오염원 미세먼지 저감 위한 이동수단 (자동차)의 미세먼지 저감용 부품의 핵심소재(활성탄소) 성능향상 기술 필요
 - 자동차 미세먼지 발생은 현재 연료체계에서 자동차의 구동을 위한 연료의 주입, 저장 및 순환계통에서 발생되며, 이를 제어하기 위한 각 부품의 핵심 흡착소재 개발을 통해 미세먼지를 근본적으로 제거
 - 자동차 증발가스 제거용 부품(HC Trap, Canister)의 핵심소재
 - 청정에너지원(천연가스) 활용 위한 연료 저장 및 이송시스템



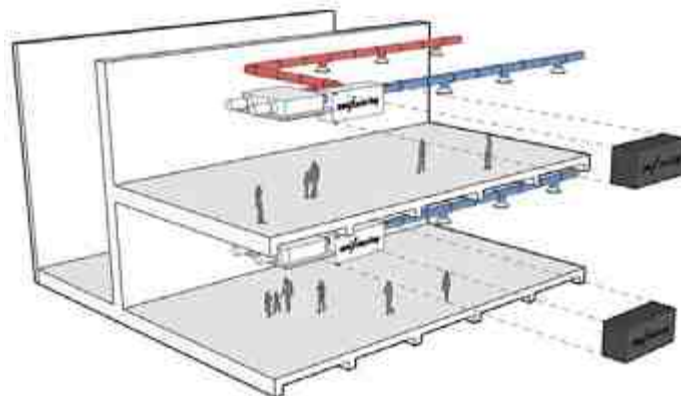
[그림] 수송분야 미세먼지 저감 위한 자동차용 소재 및 부품 개발 범위

※ 출처 : 활성탄소 산업 현황과 기술 전망, KEIT, 2019

- 활성탄소 산업은 환경 및 에너지 이슈와 함께 국내·외적으로 빠른 성장세에 있으며, 특히 우리나라는 미세먼지로 인한 대기오염 제어 분야의 성장세가 두드러지고 있음
 - Price-leading 시장의 경우 중국 및 동남아에 technology-leading 시장은 미국 및 일본 대비 경쟁력이 높지 않아 우리나라 활성탄소 소재 산업은 전형적인 넷 크래커 상황임
- 활성탄소 관련 기술견인을 위한 중앙 정부차원의 체계적 기술개발 지원 사례는 없었으며 향후 에너지&환경시장의 중요성 측면에서 종합적인 활성탄소 산업 발전방향 모색이 필요함
 - 구체적으로 국내에서 크게 이슈화 되고 있는 미세먼지의 총량 발생 총량을 억제하기 위한 기술확보 (소각로 적용 활성탄소, 생활밀접형 활성탄소, 및 수송기기용 활성탄소) 등이 시급하며, 향후 원전, 바이오, 국방 등 특수 환경용 활성탄소 기술개발도 필요함
 - 선진국 사례를 통해 활성탄소 소재에 대한 기술지원 및 제품검증이 가능한 종합지원 체계를 갖춘 프로그램 개발을 통해 관련 기업지원 및 산업 활성화 유도필요

○ (어썸레이) 그린리모델링 및 웰니스 밸류에드를 위한 공조장치용 스마트 환기장치 사업화 및 창문부착 독립형 스마트 환기장치 개발에 착수

- 어썸레이는 미세먼지, 코로나19 대응을 위한 스마트 환기장치를 시작으로 건물 외 산업, 선박 등 다양한 분야로 사업영역을 확대하고 있으며 창문부착형 장치를 개발해 일반 주택까지 확장해 청정대기 산업의 유니콘기업으로 성장을 목표
- 기존 환기장치에 적용되는 공기청정방식은 HEPA필터, 활성탄, 촉매, 전기집진 등
- HEPA필터는 미세먼지 제거능력이 우수하나 교체, 차압발생 등의 단점을 가지고 있고 활성탄의 경우 미세먼지를 제거할 수 없으며 차압이 발생하고 짧은 수명이 단점
- 촉매와 전기집진의 경우 미세먼지와 냄새를 제거하며 차압을 발생시키지 않으나 촉매의 경우 높은 비용이 발생하고 전기집진은 높은 에너지 비용과 오존으로 인한 호흡기질환 유발 등의 단점
- 공조장치용 스마트 환기장치는 EUV 또는 X-ray를 미세먼지, 세균, 바이러스 등 오염물질에 조사해 생성된 양이온과 음이온을 집진판에 부착시키는 원리로 오염물질을 제거
- 이는 어썸레이가 직접 생산하고 있는 ‘탄소나노튜브 CNT’를 바탕으로 ‘차세대 X-ray 튜브’ 개발에 세계 최초로 성공했기에 가능



[그림] 공조장치형 스마트 환기장치 설치예시

※ 출처 : 칸(<http://www.kharn.kr/news/article.html?no=16609>)

- (차모아) 자동차용품 전문 브랜드로 PM 0.3 HEPA 11등급 활성탄 ‘자동차 에어컨필터’ 전 차종 호환 작업을 마치고 출시
- PM은 미세먼지 크기를 의미하며 PM 2.5는 먼지와 황사 등 초미세먼지 제거가 가능한 수치로, 차모아 자동차 에어컨필터의 경우 PM 0.3으로 극초미세먼지를 제거할 수 있음
 - HEPA 11등급은 차량용 필터의 마지막 등급으로, 필터가 잡아내기 어려운 1급 발암물질 MPPS 미세먼지를 제거해줄 수 있는 것을 의미
 - 차모아 자동차 에어컨필터는 헤파 11등급에 천연 야자 활성탄 필터가 첨가되어 흡착력이 6배 높아졌으며 각종 냄새 차단과 항균기능이 더해져 유해냄새 99% 이상 탈취가 가능
 - 차모아 에어컨필터에 사용되는 활성탄은 일반 목재나 석탄, 재생탄을 기반으로 하는 일반 활성탄과 달리 코코넛 껍질을 태워 세공하는 제작 방식으로 분진이 적은 것이 특징



[그림] 차모아의 자동차 에어컨필터

※ 출처 : 로봇신문(<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=25537>)

[참고문헌]

- 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023(에너지), 중소벤처기업부, 2020
- 탄소소재 융복합 산업 종합 발전 전략, 산업통상자원부, 2021
- 활성탄소 산업 현황과 기술 전망, KEIT, 2019
- 유해화학물질 흡착제 기술동향, KETI, 2018
- 실내 이산화탄소 저감을 위한 흡착 기술의 동향 및 전망, 강혜린, 2020
- 탄소섬유 복합소재 시장 동향, 연구성과실용화진흥원, 2016
- KONETIC REPORT(활성탄소 기술시장 동향), 박성은, 2008