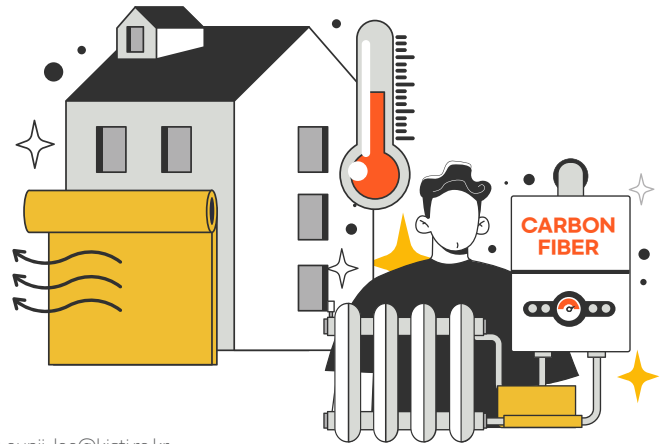


탄소 섬유 발열체



데이터분석본부 호남지원 선임연구원 **이은지** Tel: 062-951-7704 e-mail: eunji_lee@kisti.re.kr

KEY FINDING

- 에너지 효율과 안전성 측면에서 탄소 섬유의 우수한 성능이 확인되면서 탄소 섬유를 활용한 발열체는 건설, 자동차, 전자 기기, 난방, 의류, 의료 소재 분야의 열관리를 위해 다양한 용도로 활용되고 있다.
- 탄소 섬유 발열체는 전압을 가하면 탄소 나노 입자에서 파동이 발생하고, 그 파동이 공기 중에 있는 수분 입자를 진동시켜 온도를 높이는 원리이며, 전기 에너지를 열에너지로 효율적으로 전환할 수 있다.
- 탄소 섬유 발열체는 전기선에 의해 가열된 열이 아닌 원적외선에 의한 복사열을 발산하며, 전자파나 누전의 염려가 없는 것이 장점이다.
- 세계 탄소 섬유 발열체 시장 규모는 2022년 39억2,890만 달러에서 2030년까지 연평균성장률 5.9 %로 성장해 61억1,100만 달러에 도달할 것으로 전망된다.
- 효율적인 에너지 솔루션을 찾는 산업이 탄소 섬유 발열체를 도입한 고급 발열 기술에 많은 관심을 보일 것으로 분석되며, 향후 탄소 섬유 발열체는 자유로운 제품의 설계와 제작에 유리한 고효율의 면상 발열체와 발열 필름을 개발해 신시장 진출과 수요 확대를 도모할 수 있을 것이다.

1) 시장의 개요

탄소 섬유 발열체는 발열 기술과 탄소 섬유의 특성을 결합한 제품으로서 전기를 통해 발열하는 기능을 갖춘 소재이다. 발열체용 탄소 섬유는 난방, 보온 기능을 위해 사용되고 있으며, 주요 활용 분야는 <표 1>과 같다.

탄소 섬유 발열체는 전압을 가하면 탄소 나노 입자에서 발생하는

파동이 공기 중에 있는 수분 입자를 진동시켜 온도를 높이는 원리로 저항 발열을 통해 효율적으로 전기 에너지를 열에너지로 전환할 수 있어 전기선에 의해 가열된 열이 아닌 원적외선에 의한 복사열을 발산하며, 전자파나 누전의 염려가 없는 장점을 갖고 있다. 탄소 섬유 발열체는 양산 직조 기술과 발열체 설계 기술 및 전원 기술이 결합된 기술로서 후방 산업에는 탄소 섬유를 위한 기초 원료 및 중간 원료와 탄소 섬유 기반의 직조 기술을 보유한 섬유 제작 기업과

발열체 설계 기술, 전원 기술 제조 공정 기술을 보유한 제조 기업이 핵심 밸류체인으로 구성되어 있다. 전방 산업에는 건축 및 건설, 자

동차 산업에서 용광로, 보일러, 가마 및 공기 히터 등 탄소 섬유 발열체를 활용한 난방, 발열, 온열 제품과 관련된 업종이 있다.

표 1 탄소 섬유 발열체의 활용 분야

활용 분야	내 용
생활용품 (온열 매트리스)	<ul style="list-style-type: none"> 온열 매트 구매 선택 시 소비자의 주요 고려 사항은 화재 위험성, 전자파, 저온 화상, 침대 사용, 두께, 저전압(DC24V), 휴대 용이성 등이 있음 탄소 섬유 발열체 소재를 사용해 생산한 온열 매트는 드라이 크리닝 및 세탁이 가능하고 가벼워 휴대 및 관리가 편리한 장점이 있음
레저용품	<ul style="list-style-type: none"> 발열 조끼, 보온 의류 등 탄소 섬유 발열체를 소재로 한 의류, 레저용품 수요가 늘고 있으며, 향후 낚시용 발열 의자, 침낭, 사우나 헬스케어 기기, 허리 찜질기, 휴대용 온열 매트 등 다양한 제품에 적용이 확대될 것으로 기대됨
건설 분야	<ul style="list-style-type: none"> 건설 분야에서는 온수 난방과 전기 온돌 패널의 열 손실 단점을 극복하고 시공이 간편하다는 점에서 탄소 섬유 발열체 제품이 활용되고 있음 탄소 섬유 발열체는 임의로 크기를 재단해 건축 난방용으로 간단하게 시공할 수 있다는 장점이 있음
도로 결빙 방지 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 탄소 발열체를 적용한 도로 결빙 방지 시스템(스노우 멜팅 시스템)은 저전력 고효율, 내구성 및 유지관리 비용 감소, 문제 시 부분 교체 가능 등의 강점이 있음 탄소 발열체 기술은 열 전도성 아스팔트 및 콘크리트 개발의 원천 기술로 시장 성장 잠재력이 풍부한 것으로 평가됨
농축산 분야	<ul style="list-style-type: none"> 탄소 섬유 발열체는 양액 재배, 수경 재배, 지중 난방 등에 활용되며, 에너지 절감형 농업용 난방으로서 상당한 가치를 입증함 탄소 섬유 발열체는 누전으로 인한 화재 및 감전 사고 위험이 없으며 전원 공급을 위한 전선이 없어도 설치 가능하다는 장점이 있음
자동차 산업	<ul style="list-style-type: none"> 자동차 산업에서는 열 분산 기술을 갖춘 탄소 섬유 발열체가 자동차 핸들커버, 핸들 밑 히터 박스, 콘솔 박스, 도어 트림, 시트 등에 다양하게 활용될 전망이다
반도체 산업	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 생산 설비에서 적정 온도 유지는 매우 중요함. 반도체 장비의 파이프 히팅 자켓 등 동파 방지용 설비로서 탄소 섬유 발열체가 활용됨 탄소 섬유 발열체는 반도체 제조 설비의 단열 및 보온과 관련, 열 분산 기술 적용으로 온도를 균등하게 유지할 수 있고 내구성이 뛰어나다는 장점이 있음
플랜트 산업	<ul style="list-style-type: none"> 플랜트 산업은 제품을 제조하기 위한 기계·장비와 소프트웨어 및 시공, 유지 보수가 포함된 종합 산업으로 플랜트 산업 시설의 온도를 유지하는 소재로 탄소 발열체가 활용됨

출처: 뉴스 세종충청 기사문, KISTI 재구성

탄소 섬유 발열체 시장은 제품 유형에 따라 탄소 섬유 발열 튜브, 탄소 섬유 발열선, 탄소 섬유 발열 플레이트로 구분할 수 있다. 탄소 섬유 발열 튜브는 주로 난방 재료로 사용되며 균일한 가열, 열복사 전송의 장거리 및 빠른 열교환 속도의 특성을 가지며, 히터, 팬 히터, 욕실 히터, 건조 및 건조 또는 원 적외선 장비, 페인트 장비, 식물성 온실 단열 재질, 펌프 룸 건조, 미용 장비, 광파 오븐 등에 널

리 사용된다. 탄소 섬유 발열선은 탄소로 이루어진 가느다란 섬유 여러 가닥을 합쳐 발열체로 사용한 방식이다. 탄소 섬유 발열 플레이트는 풍차 블레이드, 자동차 공구, 항공 우주용 제빙 목적으로 사용되며, 최종 사용자의 요구에 따라 발열 플레이트를 설계를 통해 맞춤화할 수 있어 다양도로 활용될 수 있다.

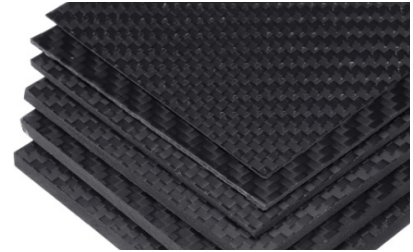
그림 1 탄소 섬유 발열체의 제품 유형



탄소 섬유 발열 튜브



탄소 섬유 발열선



탄소 섬유 발열 플레이트

최근 에너지 절약과 온실 가스 저감과 같은 글로벌 이슈와 관련한 전자 기기 및 운송 수단의 경량화, 그리고 신재생 에너지 활용 분야에서 큰 성장이 기대되며, 기존의 철이나 알루미늄 등과 같은 금속 소재를 대체하는 범용성 소재로 활용 분야의 확장은 탄소 섬유 발열체 시장의 성장을 견인할 것으로 전망된다.

2) 정책 및 규제 현황

최근 탄소 산업은 고강도 경량 소재인 탄소 섬유를 중심으로 고부가가치 미래 먹거리 산업으로 주목받고 있다. 정부는 “탄소소재 융복합기술 종합 발전계획(2021)”을 통하여 2030년까지 탄소 소재 융복합 산업의 3대 강국으로 도약하기 위한 국가 탄소 소재 융복합 산업 종합 발전 전략을 제시하였으며, 2022년12월에는 ‘우주항공·방산시대 탄소복합재 경쟁력 강화 전략’을 발표해 탄소 산업의 체계적인 육성과 지원을 규정하였다. 2023년에는 탄소 소재 융복합 산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위한 5대 주요 산업(방산·우주·항공, 모빌리티, 에너지·환경, 라이프케어, 건설)을 대상으로 수요-공급 기업

간 공동 기술 개발로 제조 기술 확보를 위한 맞춤형 정책 지원 사업 추진 계획을 발표하였다.

탄소 소재 융복합 소재 중 고탄성률 탄소 섬유, 인조 흑연은 우주 항공, 모빌리티, 이차 전지 등의 산업의 핵심 소재로 평가되는 만큼 정부는 제조 기술 확보에 중점을 두고 있으며, 2020년 전라북도를 ‘탄소융복합산업 규제자유특구’로 지정한 것에 이어 2023년에는 ‘탄소융복합 글로벌 혁신특구’로 지정해 범부처 민관 지원 체제 구축을 통하여 실증부터 사업화까지 규제에 대한 걸림돌 없이 성장할 수 있도록 지원하고 있다.

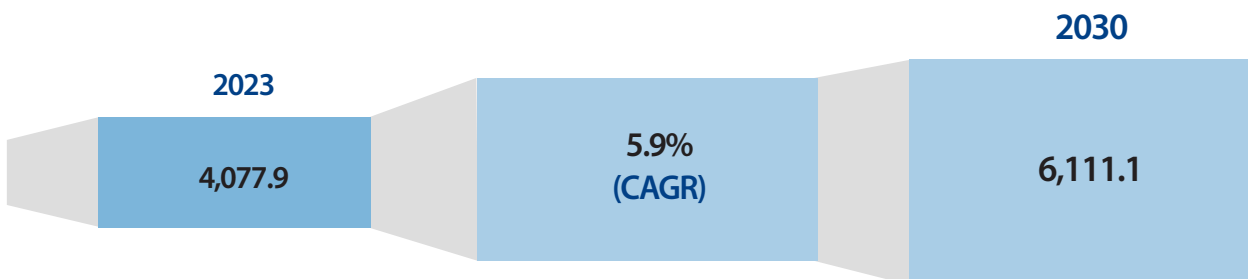
3) 시장 동향

| 시장 규모 및 전망

세계 탄소 섬유 발열체 시장은 2022년 39억2,890만 달러에서 2030년까지 연평균 5.9 %로 성장해 61억1,100만 달러에 도달할 것으로 전망된다.

그림 2 세계 탄소섬유 발열체 시장 규모

(단위 : 백만 달러)



출처 : Global Carbon Fiber Composite Heating Elements Market(2023)

지역별로 살펴보면, 북미지역, 유럽지역, 아시아태평양지역, 중남미지역, 중동 및 아프리카지역으로 대별할 수 있는데, 유럽지역은 세계 탄소 섬유 발열체 시장에서 가장 큰 점유율을 보이며, 2022년 14억1,790만 달러에서 연평균 6.5 %로 성장해 2030년은 22억9,530만 달러에 도달할 것으로 전망된다. 유럽지역은 독일의 SGL 카본과 같은 규모가 큰 항공 우주용 탄소 섬유 제조 기업이 다수 분포하고 있어 글로벌 탄소 섬유 발열체 시장의 성장과 수익 전망에 긍정적인 영향 요인으로 작용하고 있다.

아시아태평양지역은 2022년 10억4,370만 달러에서 연평균 7.1 %의 성장으로 2030년 17억6,610만 달러가 될 전망이다. 이는 아시아태평양지역의 자동차 등 관련 제조업체가 해당 지역 시장에서 정착하기 위해 탄소 섬유 발열체에 대한 투자를 늘리고, 자체 제조 기반의 확립에 주력하고 있기 때문이며, 향후에도 계속해서 시장 성장을 견인할 것이다.

북미지역 시장은 2022년 7억5,040만 달러에서 연평균 5.2 %로 성장해 2030년 11억180만 달러가 될 것으로 예상된다. 북미

지역은 자동차, 항공 우주 및 방위 분야 등의 전방 산업이 주도권을 잡고 있으며, 탄소 섬유는 다양한 항공 우주 및 군사 응용 분야에 필수적인 강도와 내구성, 안정성을 제공하는 소재로서 탄소 섬유 발열체의 수요와 채택도 증가시켜 관련 시장의 성장에도 크게 영향을 미칠 것이다.

중남미지역은 2022년 4억600만 달러에서 2030년 5억5,120만 달러로 예측 기간 동안 4.2 %의 연평균성장률을 보일 것으로 전망된다. 중남미지역은 탄소 섬유 발열체가 산업, 주거, 의료, 항공 우주 분야에서 활용되며, 건조, 경화, 금속 가공, 상용 히터 등 다양한 용도로 사용되고, 기존 금속 소재에 비해 우수한 내열성으로 선호도가 증가하고 있다.

중동 및 아프리카지역은 2022년 3억1,090만 달러에서 연평균 3.3 %로 성장해 2030년 3억9,660만 달러가 될 것으로 예상된다. 해당 지역의 시장 성장은 에너지 효율성과 지속 가능성에 대한 관심의 증가로 제조업, 건설업, 섬유 산업과 인프라 및 스마트 시티 프로젝트에서 탄소 섬유 발열체의 응용 분야 확대에 기인한다.

표 2 탄소 섬유 발열체의 세계 지역별 시장 규모 및 전망

(단위 : 백만 달러)

구 분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2030	CAGR(%) (2023~2028)
북미	750.4	773.3	802.1	837.0	877.7	924.4	977.3	1,101.8	5.2
유럽	1,417.9	1,479.0	1,553.0	1,640.4	1,741.3	1,856.6	1,986.8	2,295.3	6.5
아시아태평양	1,043.7	1,094.7	1,155.9	1,227.7	1,310.4	1,404.9	1,511.8	1,766.1	7.1
중남미	406.0	414.3	425.6	439.7	456.6	476.3	498.6	551.2	4.2
중동/아프리카	310.9	316.6	324.0	333.1	343.5	355.3	368.2	396.6	3.3
계	3,928.9	4,077.9	4,260.6	4,477.9	4,729.5	5,017.5	5,342.7	6,111.0	5.9

출처 : Global Carbon Fiber Composite Heating Elements Market(2023)

업체 동향

탄소 섬유 발열체 시장은 일본, 미국, 독일 등 주요 3 개국이 시장의 70 % 이상을 점유하고 있다. 독일의 SGL 카본은 탄소 기반 제품·소재 분야의 선도적인 글로벌 제조업체로서 자동차, 항공·우주, 에너지, 전자·반도체 등 핵심 산업에서 탄소, 흑연 및 복합 재료를 전문적으로 생산하고 있으며, 주요 제품으로는 펠트 단열재, 튜브 및 플레이트 형태의 발열체, 최적의 열관리를 위한 열 차폐 등이 있다.

미국의 칼코일렉트릭(Calco Electric)은 뛰어난 강도와 탄력성을

제공하는 탄소 섬유 발열선을 기반으로 하는 온도 조절 장치, 열 차단 장치, 서미스터, 열 보호기, 열 차단 장치 및 절연 히터 와이어 등 제품을 생산하며, 열 제어 시스템 솔루션을 통한 공기 순환 시스템, 식품 보관 장비, 자동차 산업, 가전 제품, 냉동 및 공조 압축기 장치, A/C 모터, 변압기와 같은 다양한 분야에 응용 서비스를 제공하고 있다.

일본의 인플리지(Inflidge)는 빛과 공기를 활용하여 에어 히터, 할로겐 히터, 빔 히터 등 최적화된 산업용 난방 솔루션을 제공하고 있다.

국내의 경우 (주)피치케이بل, 씨이에스(주), (주)카본엑트, 위머스 등 탄소 발열체 전문기업이 스노우 멜팅 시스템, 의료, 자동차, 헬스케

어 등 다양한 응용 시장을 발굴하고 사업 영역을 확장해 나가고 있다. 탄소 섬유 발열체는 친환경 미래 소재로서 응용 분야가 매우 다양하므로 해외 탄소 제품 수요 기업의 적극적 발굴과 제조 기술 개발을 통한 해외 시장 진출을 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다.


4) 분석자 인사이드

지속 가능한 친환경 솔루션을 추구하는 글로벌 정책 방향과 함께 에너지 효율성에 대한 사용자의 인식 제고와 친환경 제품에 대한 수요 증가는 탄소 섬유 발열체 시장의 성장 기회로 작용하고 있다. 탄소 섬유 발열체는 기존의 열전도 재료를 대체하기 위해 개발이 진행되었으며, 탄소 섬유 복합 재료는 경량, 고온 내성 및 높은 인장 강도와 같은 특성으로 알루미늄과 같은 다른 금속 기반 발열체에 사용할 수 있는 옵션으로서 산업 및 상업 용도의 히터 등에 광범위하게 사용되고 있다.

앞으로의 탄소 섬유 발열체 시장은 탄소 섬유 복합 열 요소를 관리할 수 있는 IoT 시스템과 온도 제어 알고리즘 등 정보 통신 기술(ICT)

과의 접목을 통한 지능형 난방 관리 솔루션 분야에서 성장 기회를 모색할 수 있을 것이다. 예를 들어, 온열 매트나 스노우 멜팅 시스템과 같은 탄소 섬유 발열체 제품에 양방향 통신 기능을 탑재해 적정 온도가 유지될 수 있도록 모니터링하고, 화재 감지 및 경보, 원격 제어 등 이상 상황이 발생한 경우 안전성 확보를 위한 신속 대응 기술을 구현할 수 있다.

또한 자동차 산업에서의 탄소 섬유 발열체의 활용은 배터리 수명 연장과 성능 향상을 위한 차량 경량화에 대한 요구와 부합한다. 탄소 섬유 발열체를 이용한 열관리 기술은 열을 방출하고 흡수하는 과정의 효율을 높여 난방 시스템, 배터리 열관리 시스템, 유리 제상 시스템 등과 같은 편의 기능의 활용과 더불어 효율적 에너지 사용으로 주행 거리를 확보할 수 있다는 이점이 있다.

그외에도 효율적인 지능형 에너지 솔루션을 찾는 산업이 탄소 섬유 발열체를 도입한 고급 발열 기술에 더 많은 관심을 보일 것으로 분석된다. 향후 탄소 섬유 발열체는 자유로운 제품 설계와 제품 제작에 유리한 고효율의 면상 발열체 개발과 발열 필름 개발을 통해 신시장 진출과 수요 확대가 가능할 것으로 기대된다. 

참고문헌

- [1] Global Carbon Fiber Composite Heating Elements Market, COHERENT market insights, 2023.
- [2] 탄소섬유 복합소재의 기술개발 현황과 시장 전망, KISTI 정보분석보고서, 2014.
- [3] 미래 전기차 열 관리 기술, 어디까지 왔나, HMG 저널, 2022. 11.
- [4] 이선형, "(주)유니웜, 탄소섬유 면상 발열체 세계 최초 개발", 뉴스 세종·충청, 2021. 3.

비매출/무료

95500



9 788929 416775
ISBN 978-89-294-1677-5 (PDF)