


이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

폐자원에너지

코로나 19로 인해 지속 성장 가능성이
기대되는 폐기물 고형연료 산업

요 약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작 성 기 관

(주)NICE디앤비

작 성 자

조민경 전문위원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용 평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.

폐자원에너지

지속 성장 가능성이 기대되는 폐기물 고형연료 산업

디지털 뉴딜 - D·N·A(Data, Network, AI) 생태계 강화

K-뉴딜의 10대 대표과제 중 「그린 에너지」 과제가 포함되어 있음.

: 신재생에너지 확산 및 다각화로 저탄소, 친환경 국가로 도약, 2022년까지 총사업비 4조 5천억 원 투자, 일자리 1만 6천 개 창출, 2025년까지 11조 3천억 원 투자, 일자리 3만 8천 개 창출을 목표로 추진 중

- 성과지표는 재생에너지 발전용량(태양광, 풍력), 수소 원천기술, 하천수 냉난방기술 표준 구축

- 2025년까지 42.7GW의 재생에너지 발전용량 구축을 추진 중

환경·지속 가능(D) - 환경보호(D16) - 폐자원에너지(D16004)

❑ 폐자원에너지는 가연성 폐기물, 고함수율 유기성 폐기물, 매립가스, 산업 폐가스를 열화학적 및 생물화학적 방법으로 열 또는 전력 등 에너지화하는 기술이며, 사업장 또는 가정에서 발생하는 폐기물 혹은 폐자원을 연료 및 에너지로 변환하는 기술임

❑ 가연성 폐기물 중 고에너지 함량의 폐기물에 대한 열분해를 통한 오일화, 고체연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수 기술 등이 있음

❑ 폐자원에너지의 종류에는 폐기물 고형연료, 목재칩 및 펠릿, 열분해 유화, 폐기물 가스화, 바이오가스화, 바이오에탄올, 바이오디젤 목재 기술 등이 있음

■ ESG 경영 트렌드와 코로나 19로 인한 폐자원에너지화 산업의 성장

최근 전세계적으로 저탄소 생태경제를 지향하면서 환경에 대한 규제가 갈수록 강화되고 있다. 이 가운데, ‘ESG(Environment, Social, Governance) 경영’ 트렌드의 수혜 업종인 폐기물 리사이클링 산업에 대한 관심이 뜨거워지고 있다. 특히, 코로나 19로 마스크와 같은 방역용품과 의료 소모품 폐기물은 물론 일회용품 사용량이 크게 늘면서 ‘글로벌 폐기물 대란’이 우려되는 상황에서, 폐기물의 양을 줄이고 재활용하는 자원순환사업이 생태경제의 핵심 분야로 주목받고 있는 추세이다. 이에 따라, 정부는 민·관·산·학·연 전문가들을 모아 폐자원에너지 정책·기술 포럼위원회를 설립하고, 폐자원에너지 분야의 사회, 경제, 환경 영향에 대한 정보를 제공함과 동시에 국내 폐자원에너지 이용의 활성화를 위한 실질적인 정책 개선방안을 제시하고 있다.

■ 지속 성장 가능성이 기대되는 폐자원에너지화 산업

인류가 생산활동을 하는 한 폐기물은 지속적으로 발생할 수밖에 없는 구조이며, 폐기물의 처리 절차에 따라 환경오염 발생을 줄이는 동시에 에너지를 확보할 수 있다. 얼라이드마켓리서치(2021)에 따르면, 글로벌 폐기물 처리 시장의 규모는 2019년 2조 800억 달러에서 연평균 1.5%씩 성장하여, 2027년 2조 3,400억 달러 규모에 이를 것으로 추정되고 있다. 또한, 신영증권(2021)에 따르면 국내 폐기물 처리 시장 역시 2021년 19조 4,000억원, 2025년 23조 7,000억원으로 매년 성장세에 가속도가 붙을 것으로 전망된다.

I. 배경기술분석

폐기물 고형연료 개발을 통한 쓰레기 대란의 해소

신·재생에너지 활성화 정책으로 인해 폐자원에너지에 대한 개발은 지속되어 왔으며, 최근 ESG 경영과 코로나 19로 인해 폐자원의 에너지화 필요성이 대두되고 있다. 폐자원에너지 중 폐기물 고형연료는 연료의 수송성, 저장성, 연소 안정성이 우수하므로, 쓰레기 대란의 문제점을 해소할 수 있을 것으로 보인다.

■ 신·재생에너지 활성화의 필요성

우리나라는 에너지의 96%를 수입에 의존하고 있으며, 1차 에너지를 대체할 수 있는 신·재생에너지 확대·보급을 통하여 수입 의존도를 낮추는 것이 필요하다. 폐자원에너지의 생산단가는 태양광의 10%, 풍력의 60% 수준으로 매우 저렴하므로, 폐자원을 통한 에너지 생산은 폐기물을 감소시키는 처리방법인 동시에 비용 측면에서 신·재생에너지를 가장 효과적으로 활성화 할 수 있는 방안이다. 한국에너지공단의 2019년 신·재생에너지 보급통계 조사에 따르면, 폐자원에너지는 전체 신·재생에너지의 48.7%를 차지하고 있어 태양광이나 풍력 등 다른 에너지원에 비해 높은 비중을 차지하고 있다.

폐자원의 에너지화는 에너지 문제를 해결하는 동시에 폐기물의 효율적인 처리방안이 될 수 있어 폐기물 적정처리의 극대화 효과를 기대할 수 있다. 또한, 바이오가스(메탄, CH₄)를 연료로 사용하는 경우 지구온난화지수가 CO₂에 비해 21배인 메탄의 발생을 억제할 수 있어 바이오디젤과 바이오에탄올보다 큰 온실가스 저감효과를 기대할 수 있다. 정부의 2020년 ‘제5차 신재생에너지 기본계획’에 따르면 2030년까지 1차 에너지의 14.3%, 발전량 중 21.6%를 신·재생에너지로 보급하는 것을 목표로 하고 있다. 보급목표를 달성하는 경우, 2014년에서 2030년까지 누적된 온실가스(CO₂)를 9.9억 톤 감축할 수 있을 것으로 전망된다.

폐자원에너지 및 관련 기술의 고도화를 위해서는 에너지 회수율 제고 및 폐자원 에너지 전환설비 가동률 제고, 폐자원에너지 고부가가치 창출 방안 마련과 환경 문제 등의 이슈들을 해결해야 한다. 폐자원 에너지화는 국가 신재생에너지원의 확보와 기후변화에 대응할 수 있는 매우 유용한 수단으로, 이를 위한 관련 기술 개발이 확대되어야 하고 이를 통하여 확보된 기술과 제품이 에너지 산업에 잘 적용되어야 한다.

■ 코로나 19로 인해 극심해진 쓰레기 대란

2020년 코로나 19라는 팬데믹(전염병의 대유행)이 지구와 인류의 건강을 덮쳤다. 그리고 코로나 19는 의료위기 뿐만 아니라 환경오염의 위기까지 초래하고 있다. 코로나 19로 인해 마스크, 의료복 등의 일일 의료쓰레기가 기하급수적으로 늘어나면서 수도권 매립지는 점점 포화상태에 가까워지고 있다. 실제 배달음식을 주문하는 횟수가 증가하면서 택배상자, 포장지, 플라스틱 용기가 급속히 쌓여가고 있다. 2020년 9월 환경부 보도자료에 따르면, 2020년 1월 16.6%(2019년 동월 대비)에 그쳤던 증가율이 2월 21.1%, 6월 25.1%까지 늘어났다. 여기에

언택트 문화까지 겹치며 택배 플랫폼 서비스 이용이 증가하였고, 2021년 가정용 쓰레기는 2020년 대비 약 30% 정도 증가하여, 수도권 매립지의 매립 가용량이 한계에 다다르고 있다.

우리나라의 폐기물 발생량은 2013년 393,116톤/일에서 2017년 429,531톤/일로 증가하고 있다. 이는 경제성장, 1인가구 증가, 온라인쇼핑 확대 등으로 인해 폐기물이 지속적으로 증가하고 있기 때문이라고 판단된다. 반면, 배출되는 폐기물들은 대부분 복합재질이기 때문에 재활용하기 어렵고, 재활용 분리배출 역시 잘 지켜지지 않고 있어 재활용 비율이 떨어지는 문제가 발생하고 있다. 또한, 2018년 중국의 폐기물 수입중단, 유가하락 등으로 민간 재활용업체의 수익성이 악화되자 2018년 4월 수도권에서는 페플라스틱·페비닐 수거를 거부하는 일이 발생하기도 하였다.

5천만 명의 대한민국 인구의 1/4인 약 천만 명의 인구가 거주하고 있는 서울시는 하루 평균 950톤의 일반쓰레기를 인천의 수도권매립지로 보내 처리하고 있다. 서울시는 지난 2015년 24만 5천 톤의 생활폐기물을 수도권매립지에 매립했으나, 2017년에는 27만 4천 톤을, 2018년에는 34만 67천 톤의 생활폐기물을 매립하여, 4년 사이 매립량이 41.2% 증가하였다. 반면 서울시 자체 소각량은 2015년 75만 8천 톤으로 시작해 2017년에는 73만 2천 톤, 2019년에는 71만 3천 톤으로 같은 기간 동안 5.9% 감소한 것으로 나타났다.

2020년 10월, 수도권매립지의 관할 행정청인 인천시는 2025년 매립장의 매립 종료 후에 더 이상 쓰레기를 받지 않겠다고 선언하였다. 인천시의 강경한 입장 속에 환경부와 서울, 경기도는 대체 매립지를 찾기 위해 2,500억 원의 특별지원금을 내걸고 매립지 유치 희망 지자체를 공모했으나, 신청한 지자체는 없었다. 쓰레기 매립장 건설은 주민의 동의를 얻는데만 수년이 걸리며 평균 건설기간이 7년이 넘는다는 점을 고려했을 때 남은 시간은 넉넉하지 않다. 결국 서울과 경기도가 후속 대체 매립지나 자체 매립지를 확보하지 못하면 2025년에는 쓰레기 대란이 현실화될 것이라는 우려가 점점 커지고 있다.

■ 폐자원 에너지화 기술의 정의와 종류

폐자원 에너지화 기술은 가연성 폐기물, 고함수율 폐기물, 매립가스, 산업 폐가스를 열화학적 및 생물화학적 방법으로 열 또는 전력 등 에너지화하는 기술이다. 폐기물 또는 폐자원은 사업장 또는 가정에서 발생하는 것으로, 폐자원 에너지화 기술은 이러한 폐기물 혹은 폐자원을 연료 및 에너지로 변환하는 기술이다. 즉, 가연성 폐기물 중 고에너지 함량의 폐기물에 대해 열분해를 통해 오일화시키거나, 고체연료를 제조하는 기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수 기술 등의 가공·처리 방법을 통해 고체·액체·기체 형태의 연료, 폐열 등을 생산하고 이를 산업 생산활동에 필요한 에너지로 이용할 수 있는 재생에너지를 생산하는 기술 등을 의미한다.

폐자원 에너지의 종류에는 1) 폐기물 고형연료: 종이, 나무, 플라스틱 등의 가연성 폐기물을 파쇄, 분리, 건조, 성형 공정을 거쳐 제조, 2) 연료유(열분해 연료유): 플라스틱, 합성수지, 고무, 타이어 등의 고분자 폐기물을 열분해하여 생산, 3) 정제유(폐유 정제유): 자동차 폐윤활유 등의 폐유를 정제하여 생산, 4) 가연성 폐기물 소각열 회수에 의한 스팀생산 및 발전, 열원으로 이용하는 기술 등이 있다.

[표 1] 폐자원에너지의 종류와 사용기술

폐자원에너지	폐자원 고형연료화	전처리기술
		RDF, RPD 성형기술
		MBT 기술
	목재칩 및 펠릿	성형기술
		가공기술
		생산기술
	열분해유화	전처리 기술
		반응공정
		가스생성물 활용기술
	폐기물가스화	가스화기(상향식, 하향식, 유동식)
	바이오가스화	원료 전처리
		혐기성 소화
		가스 정제기술
	바이오에탄올	전처리/당화
		발효/정제
	바이오디젤	전이에스테르화 공정
		생산 공정기술
		정제공정 기술

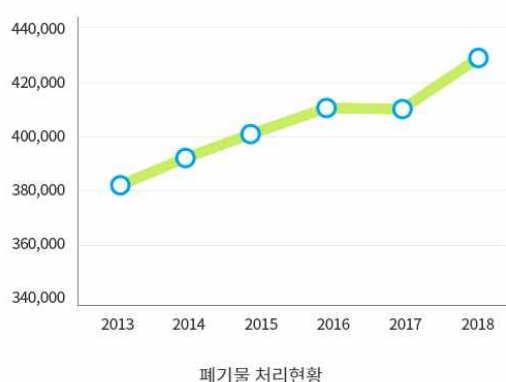
*출처: 한국에너지공단 신·재생에너지센터

■ 폐기물 고형연료 시장의 수요 증가

정부는 현재와 같은 대량 생산소비 및 폐기형 경제사회 구조로는 지속성장에 한계가 있음을 인식하였다. 이에 따라 정부는 「자원순환기본법」(2016년 5월 29일 공포, 2018년부터 시행)에 의해 재활용 극대화 및 매립 제로화 실현기반을 마련하였다. 폐비닐과 폐플라스틱 등의 폐기물은 물질 재활용이 최선의 방법이나 코로나 발생 이후 포장재 등 폐기물 발생량이 급증하고, 국내 재활용 및 해외 수출량은 급감하였다. 또한, 재활용산업의 수익성 악화로 적체 폐기물은 2020년 1월 3만 700톤에서 2020년 5월 3만 9,200톤으로 증가하였고, 불법 폐기물 양은 120만 톤으로 추정되고 있다(환경부 보도자료, 2019). 폐기물 고형연료는 연료의 수송성, 저장성, 연소 안정성이 우수하여 소각로에서 폐기물 처분과 폐열 활용시 저효율과 대기오염물질 배출량 등 상술한 여러 문제점을 해소할 수 있을 것으로 보인다.

[그림 1] 국내 폐기물 발생량 및 적체 폐기물 현황 (2019년 기준)

(단위: 톤/일)



*출처: 자원순환 실천 플랫폼 홈페이지



폐기물 고형연료는 물리적 처리 또는 일반적인 가공에 의해 제조되므로 제조공정이 비교적 간단하고, 석탄과 연료 특성이 유사하여 기존 화석연료를 대체하거나 혼소¹⁾하여 사용 가능하여 연료 전환이 용이하다. 또한, 소각열 회수에 의한 에너지 회수는 효율이 낮고 대기오염 공해문제가 있으며, 폐기물 가스화 및 열분해는 고온의 화학반응 공정이 포함되어 있으므로 기술수준이 높고 투자비가 큰 단점이 있다.

폐기물 고형연료 산업은 고형연료를 사용하여 전력 또는 열에너지를 생산·공급하는 유틸리티 산업계, 유틸리티 생산 설비를 설계 시공하는 엔지니어링과 플랜트 산업이 전방에 위치한다. 폐기물 고형연료는 석탄 등 기존의 화석연료를 대체하거나 기존 연료와 혼합되어 전력 또는 증기 및 온수 생산용 연료로 직접 사용될 수 있다. 특히, 열병합 발전소, 화력발전소, 지역에너지 산업 등 유틸리티 산업계에서는 보일러 연료로 고형연료를 사용하여 열 또는 전력을 생산하고 이를 자체 소비하거나 외부로 판매하고 있다. 특히, 최근에는 폐플라스틱 고형연료를 가스화하여 합성가스 또는 수소로 제조하거나, 화학공장의 화학원료로 사용하려는 청정연료화 및 고부가가치화 제품 제조에도 관심이 증가하고 있는 추세이다.

1) 혼소: 2종류 이상의 연료를 동시에 또는 단독으로 전환하여 연소시키는 것

II. 심층기술분석

지속 가능 발전전략의 수단인 폐기물 고형연료화에 의한 에너지 공급

폐기물 고형연료 산업은 크게 고형연료 제조산업과 고형연료를 활용한 에너지 전환 산업으로 구분된다. 고형연료 제조산업은 연소성을 향상시켜 연료 품질기준에 적합하게 가공하는 기술이 가장 중요하며, 고형연료를 활용한 에너지 전환 산업은 기존의 화석연료를 대체, 혼합하여 전력 또는 증기, 온수 생산용 연료로 사용할 수 있는 이점이 있다.

■ 폐기물 고형연료 기술의 정의 및 제조과정

폐기물 고형연료는 “고체 상태의 가연성 쓰레기 연료”를 의미한다. 폐기물 고형연료는 폐기물의 특성상 발생량, 성상 및 형상, 발열량 등이 발생원과 시간 등에 따라 변동이 심해 원형 상태로는 연료로 사용하기 어렵다. 폐기물 고형연료는 원재료에 따라 생활폐기물(Refuse Derived Fuel; RDF), 폐플라스틱(Refuse Plastic Fuel; RPF), 폐타이어(Tire Derived Fuel) 및 폐목재(Wood Chip Fuel)로 분류되었으나, 정부는 2013년 고형연료제품의 종류 및 품질기준 등을 개정하여 고형연료제품의 종류를 SRF과 Bio-SRF로 변경하여 구분하였다. 폐기물 고형연료는 전용보일러의 연소과정을 거쳐 열 또는 전기를 생산하는 에너지원으로, 원료로 활용된 폐기물의 성분이 생분해성이 유기성폐기물인 경우 여러 국가에서 재생에너지원으로 인정되고 있다.

일반 고형연료(SRF, Solid Refuse Fuel)는 생활폐기물(음식폐기물 제외), 폐합성수지류(자동차 파쇄잔재물 제외), 폐섬유류, 폐고무류, 폐타이어 등 가연성 폐기물을 이용하여 제조된 고형연료로, 발열량이 3,500kcal/kg 이상인 제품을 의미한다. 바이오 고형연료(Bio-SRF, Biomass-Solid Refuse Fuel)는 폐지류, 왕겨와 쌀겨 등 농업폐기물, 폐목재류, 식물성잔재물, 초봄류폐기물 등 바이오매스 폐기물로 제조된 고형연료로 바이오매스 함량이 95% 이상이고 발열량이 3,000kcal/kg 이상인 제품을 의미한다.

[그림 2] 일반적인 폐기물 고형연료의 성상



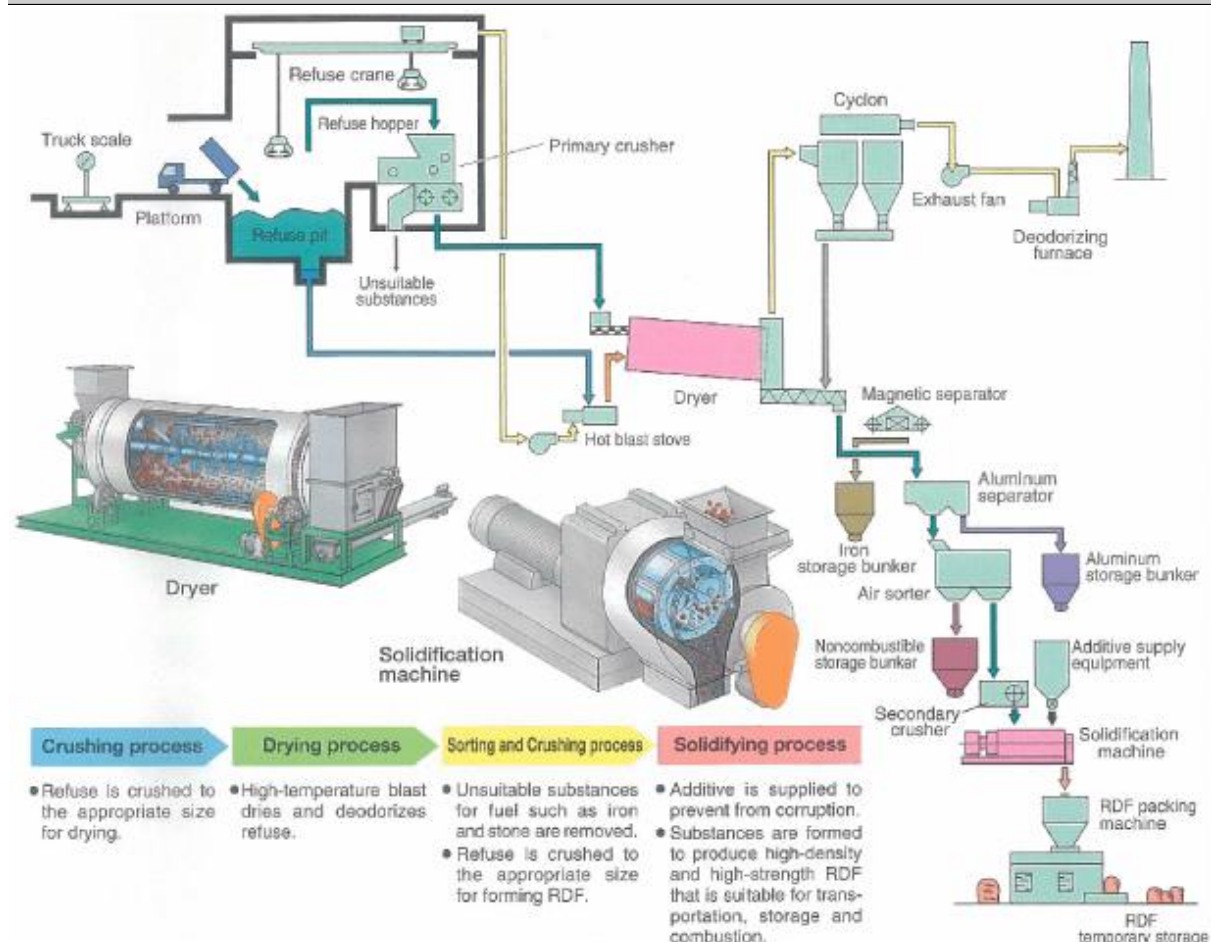
*출처: 고려자동차 홈페이지

폐기물 고형연료의 제조공정은 대상 폐기물의 종류와 최종 생산물의 형태에 따라 다소 상이하나, 일반적으로 불연성폐기물의 선별, 파쇄, 건조, 성형 등의 과정을 거친다. 선별 공정은 원료로 사용되는 폐기물을 고형연료 생산에 알맞게 하고, 사용목적에 지장을 두지 않도록 유리, 금속 등의 불연물을 풍력이나 자력 또는 인력 등으로 선별하는 공정이며, 파쇄 공정은 건조와 성형이 잘 될 수 있도록 원료의 크기를 균일하고 작게 파쇄 혹은 분쇄하는 공정이고, 건조 공정은 열풍과 같은 고온의 열원으로 원료를 가열하여 원료 속의 수분을 증발시키는 공정이다. 이 후 성형 공정을 거쳐 이동하거나 저장하기 편리한 형태로 가연물질을 가공 성형한다.

양질의 SRF를 제조하기 위해서는 선별공정에서의 불연성물질 제거가 특히 중요하다. 생활 폐기물 고형연료는 불연성폐기물을 선별한다고 하더라도 발열량의 변동성이 클 뿐만 아니라, 불완전 연소 등에 의한 2차 오염의 우려가 있기 때문에 안정된 연소를 담보할 수 있는 기술 및 품질관리가 중요하다. Bio-SRF 중 하나인 하수슬러지 고형연료 제조공정은 하수슬러지의 특성인 약 70~80% 정도의 높은 함수율을 낮추기 위해 슬러지 내 수분을 증발·제거하는 건조 공정 및 고형화 공정이 중요하다.

또한, 폐기물 고형연료를 이용하여 전기 또는 열을 생산하는 연소공정(에너지전환과정)은 가연성폐기물의 소각과정과 유사하나 폐기물에 비해 높은 발열량을 갖는 폐기물 고형연료의 연소에 대한 적합여부 파악, 에너지 회수 효율이 높은 연소로의 선정 및 연소기술이 중요하다.

[그림 3] 일반적인 폐기물 고형연료 생산공정



*출처: http://www.gec.jp/WASTE/data/img/wstfig_C-5-2.gif

■ 폐기물 고형연료 전처리 기술

폐기물 전처리 공정은 폐기물을 물리적 또는 기계적 조작하여 에너지 밀도를 높이고 연소성을 향상시켜 연료 품질기준에 적합하도록 가공하는 기술이다. 전처리 공정에는 입도 선별기(트롬멜 선별기), 풍력 선별기, 유기물 선별기, 비철금속 선별기, 광학 선별기와 건조기가 필요하다.

트롬멜 선별기는 입자 크기에 따라 원료를 분류할 수 있으며, 회전 원통에 의해 Mesh의 눈 크기에 따라 원료를 분류한다. 풍력 선별기는 비중차를 이용한 풍력 선별/발리스틱 선별로 경량물과 중량물을 분류한다. 특히, 발리스틱 선별은 진동스크린을 사용하여 물체의 비중을 이용해 가벼운 비닐류는 위로, 무거운 플라스틱과 알루미늄 캔은 아래로 분리하는 자동선별 기술을 의미한다. 유기물 선별기를 사용하여 유기물을 육안 선별할 수 있으며, 비철금속 선별기는 강한 와전류를 발생시켜 비철금속을 분리할 수 있다. 비철금속 선별기를 사용하여 철금속, 폐기물, 비철금속 3가지 또는 폐기물 중 비철금속을 선별할 수 있다. 광학 선별기는 근적외선을 이용하여 플라스틱 표면의 고유파장을 분석하여 입자를 선별하는 기술이다. 이를 사용하여 플라스틱을 종류별로 분류할 수 있고, 염소(Cl) 성분을 포함한 물질을 제거할 수 있다.

■ 폐기물 고형연료 성형 기술


폐기물 고형연료의 성형기술은 원료를 고온에서 일정한 모양으로 압축하여 절단하는 것이다. 폐기물 고형연료 성형기술은 링다이스(Ring Dies), 휠밀(Wheel Mill), 휠다이스(Wheel Dies), 압출성형(Extruding-Briquetting) 방법이 있다. 링다이스 성형은 다이(Die)와 다이 안쪽에 설치된 롤러가 회전 운동을 하면서 다이와 롤러 사이의 투입물의 이동을 유도해 원료를 펠렛 형태로 압출 성형하는 기술이며, 구동 롤러의 공간으로 압축된 원료를 1,200개의 구멍으로 토출하여 원료를 펠렛 형태로 성형시킬 수 있다. 링다이스는 외부열을 사용하지 않아도 되며, 함수율에 민감하고 운전조건이 복잡한 특징이 있으며, 링다이스 방식에 의해 사용된 고형연료는 원료를 강한 압력을 가하여 인위적으로 성형기에 압축시키는 방식으로 비교적 작고 단단하다.

휠밀 성형은 압출을 하여 원료를 성형하는 것이 아니라, 원료의 표면을 녹여 성형하는 기술이다. 휠밀은 수직형 맷돌 타입으로 토출구에 열을 가하여 원료의 표면을 포장하며, 링다이스와 달리 외부열을 사용하고 성형되어 제조되는 성형물의 비중이 낮은 편이며, 함수율의 영향이 적다.

휠다이스는 링다이스와 휠밀을 혼합한 성형방식이다. 휠다이스 방식의 성형기는 링다이스 방식에 비해 먼지와 소음이 적게 발생하며, 회전으로 인한 열이 발생하지 않아 자연발화 위험이 감소되는 이점이 있다. 또한, 유지보수비용이 적게 들고, 폐기물이 열선을 지나므로 수분이 일부 증발하여 건조시설의 사용이 줄어 전력 또는 가스(LNG) 사용량 및 이산화탄소 발생량이 감소한다는 이점이 있다. 휠다이스 방식은 열선을 지나면서 녹은 원료가 성형틀에 투입되는 방식이므로, 성형 지름이 크고 단단하지 않은 고형연료가 생산된다는 특징이 있다.

압출성형 방식은 가열된 원료를 다이스를 통해 토출한 후 조개탄 형상으로 원료를 합착하는 Briquetting 기술이다. 압출성형 방식은 폐기물의 원료와 스크류(screw)의 마찰열에 의하여 폴리올레핀계의 플라스틱이 다이스 통과가 용이한 조건 정도로 용융하여 토출한다. 압출성형 방식은 전력비용이 높으며, 운전조건이 용이하고 함수율 영향이 최저인 특징이 있다.

[그림 4] 고형연료 성형장비

링다이스 (Ring Dies)	
휠밀 (Wheel Mill)	
휠다이스 (Wheel Dies)	
압출성형 (Extruding-Briquetting)	

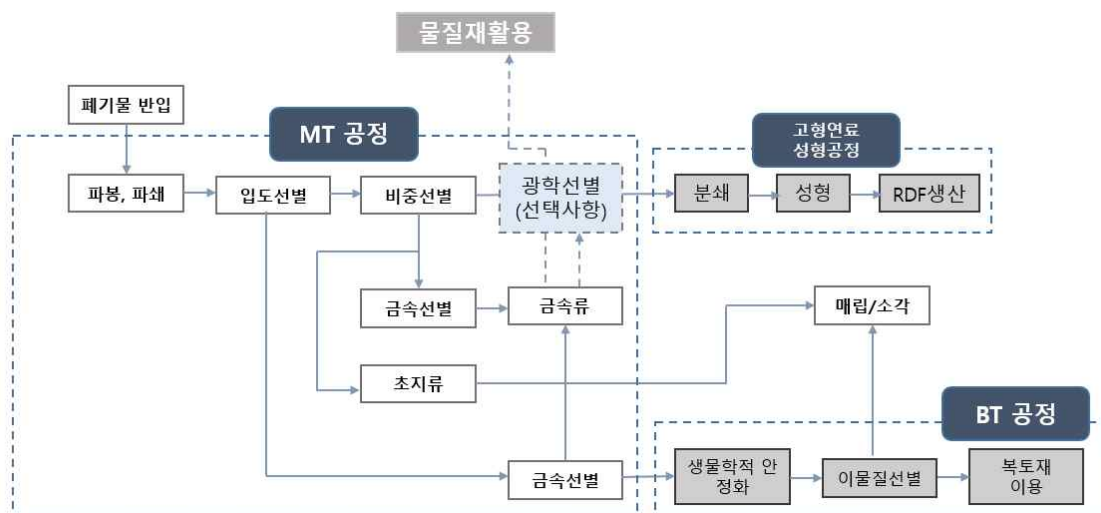
*출처: 각 제조사 홈페이지 및 한국폐기물협회 참조, 나이스디앤비 재가공

■ Mechanical Biological Treatment(MBT) 기술

Mecahnical Biological Treatment(MBT) 공정 기술은 폐기물을 기계적이고 생물학적으로 처리하여 폐기물을 자원화하는 기술을 말하며, 생활폐기물계 원료를 자동화 선별분류하는 기술이다.

MBT 공정은 유기성 폐기물과 일반 가연성 폐기물이 혼합되어 있는 것을 기계적으로 분리하고, 유기성 폐기물의 경우 생물학적 처리를 통해 재활용 가능한 폐기물 자원으로 생산하고, 나머지는 폐기물 고형연료로 만드는 공정을 말한다. 이 공정은 독일 등 유럽 국가를 중심으로 고형연료 제조 및 폐기물 재활용을 위해 가장 많이 사용되는 공정이다. MBT 프로세스에 의해 생산되는 것들로는 바이오가스 생산, 퇴비, 고형연료, 기타 재활용품 등이 있다. MBT 공정과 고형연료 제조와의 관계는 [그림 5]과 같으며, MBT 공정에 사용되는 물리적 공정과 생물학적 공정은 [표 2]와 같다.

[그림 5] MBT-RDF 개념도



*출처: 한국환경자원공사, Waste-to-Energy Report, 2008., 나이스디앤비 재가공

[표 2] MBT관련 세부공정

공정단계	가능한 공정 요소기술	
물리적 공정	트롬멜	스크린 - 고정형, 진동형
	자석	eddy current
	수선별	공기 선별
	적외선 선별	
생물학적 공정	개방된 독모양 퇴비화	실내 퇴비화
	터널형 퇴비화	용기내 퇴비화
	혐기성 소화	여과
	생물학적 건조	

*출처: 산업자원부, 신재생에너지 R&D 전략 2030 [폐기물], 나이스디앤비 재가공

■ 폐기물 고형연료를 이용한 에너지 생산 기술

폐기물 고형연료를 사용하여 에너지를 생산하는 설비에는 연소 효율이 높은 유동층 기술이 주도적으로 적용되고 있다. 구체적으로는, 스토키 연소로, 유동층 연소로, 순환유동층 연소로, 로터리킬른 연소로 등의 연소 기술이 있다.

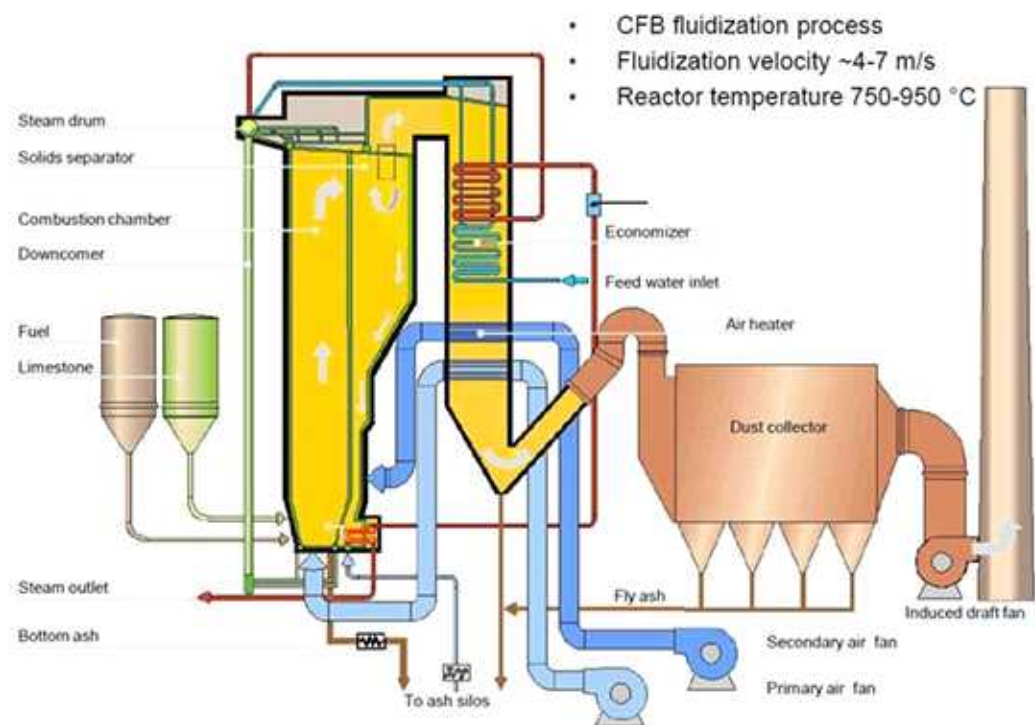
스토키 연소는 스토키의 움직임에 의해, 고형연료를 교반하고 반송시켜 스토키 하부로부터 연소 공기를 주어 연소시키는 방식이며, 로터리킬른식은 킬른(통 모양의 로체)을 회전시키면서 고형연료를 반송, 교반하면서 연소시키는 방식이다.

유동층 연소 방식은 세로형의 원통 용기 바닥 부분에 다공의 공기분산판을 설치하고, 노 내부에는 모래와 같은 불활성매체 등의 유동 매체로 하여 열풍으로 유동층 내 소각 물질을 공급하고, 700~1000℃ 온도 범위 내에서 건조, 분쇄, 소각하는 방식이다. 유동층 연소 방식은 구조가 간단하고 고장이 적으며, 노 내의 온도를 제어하기 쉬워 균일한 유지가 가능하고, 고형연료를 순간적으로 연소할 수 있어 열효율이 좋다. 특히, 순환유동층

연소로는 연소로 내에서 800~900℃ 정도의 비교적 낮은 온도로 가열된 유동 매체가 유동 및 순환하면서 열을 전달해주는 연소 방식이다. 순환유동층 연소 방식은 화석연료의 혼소 없이 목질계 고형연료만을 발전연료로 사용하며, 기체 및 고체의 접촉 방식을 통해 높은 탈황효과와 낮은 연소온도 및 단계 연소방식을 통해 탈질화효과를 유도할 수 있다.

이 외에도 에너지 생산을 위해 시멘트 소성로, 열병합 발전시설, 지역난방시설, 화력발전시설, 산업용 보일러 등에 폐기물 고형연료를 활용하는 전용 및 혼소시설도 있으며, 가스화 이용시설, 제철소 환원로와 같은 기타 이용시설에도 폐기물 고형연료가 활용되고 있는 실정이다.

[그림 6] 순환유동층보일러 개념도



*출처: 휴비콘

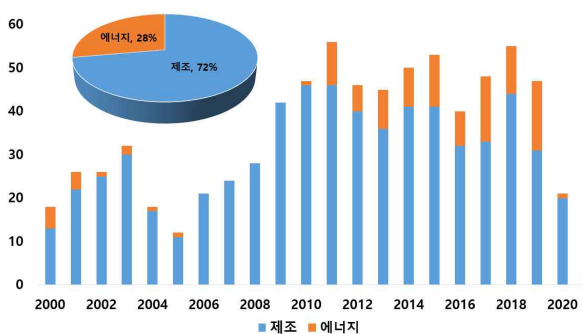
■ 폐기물 고형연료 기술 관련 특허동향

[그림 7]은 폐기물 고형연료 기술 관련 특허 출원 동향을 연도별, 기술별로 나타낸 것이다. 전체 조사 특허 출원 건수는 총 879건으로, 폐기물 고형연료 제조 관련 기술과 폐기물 고형연료를 활용한 에너지 관련 기술에 따라 분류시 분류별 비중은 제조 72%, 에너지 28%로 고형연료 제조 관련 기술에 대한 특허건수가 높은 비중을 차지하는 것으로 확인되었다. 2010년부터 폐기물 고형연료 관련 분야의 특허출원이 증가하였으며, 특히 2017년부터는 폐기물 고형연료를 활용한 에너지 기술 분야의 특허 출원들이 급격히 증가하는 추세이다. 2009년부터 수행된 정부의 폐자원에너지화 실행 계획에 따라 폐기물 고형연료 관련 분야의 특허 출원이 증가한 것으로 보인다. 2020년 이후의 출원은 아직 미공개 특허들이 존재하여 향후 추가적인 관찰이 필요할 것으로 판단되나, 2018년부터 중국의 폐기물 수입중단 정책에 따라 폐기물 고형연료를 활용한 에너지 발전 기술에 대한

급격한 움직임이 보여지는 것으로 판단된다. [그림 8]은 폐기물 고형연료 관련 특허를 분석하여 기술시장 성장 단계를 조사하였다. 그래프의 가로축은 출원인수, 세로축은 출원건수를 나타낸다. 1구간(`00~09)은 신기술 출원단계인 태동기, 2구간(`10~15)부터 3구간(`16~19)은 출원인수와 출원건수가 급격히 증가하는 성장기에 있으며, `20~21 특허 미공개 구간을 감안 시, 해당 연구 개발의 급격한 증가와 경쟁의 격화 단계인 성장기 기술로 확인된다.

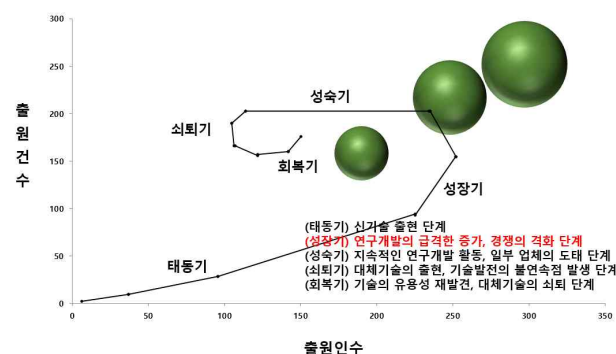
[그림 7] 연도별 특허출원 동향

(단위: 건, %)



[그림 8] 기술시장 성장단계

(단위: 건, 인)

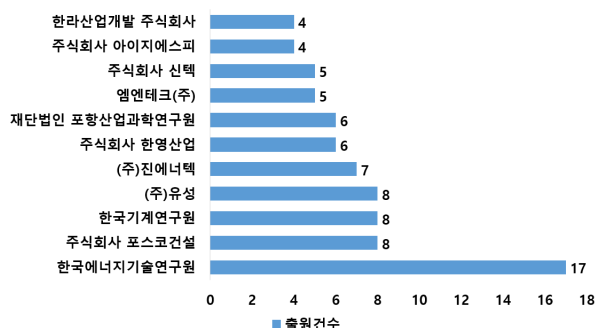


*출처: Wissens DB, NICE디앤비 재구성

[그림 9]는 폐기물 고형연료 관련된 출원 특허를 검색하여 확인된 주요 출원인을 나타내었다. 주요 출원인은 한국에너지기술연구원, 포스코 건설, 한국기계연구원, 주식회사 유성, 주식회사 진에너텍 순이었으며, 주로 대기업과 연구기관이 조사되었다. [그림 10]은 주요 출원인별 주요기술 동향을 나타내었다. 중소기업은 폐기물 고형연료 제조 기술 관련 특허만 보유하고 있는 반면, 한국에너지기술연구원 및 포스코건설과 같은 대기업과 연구기관은 폐기물 고형연료 제조 관련 기술뿐만 아니라, 고형연료를 활용한 에너지 발전 기술 관련 특허출원까지 보유하고 있는 것으로 나타났다.

[그림 9] 주요출원인 및 출원건수

(단위: 건)



[그림 10] 주요출원인별 주요기술 동향

(단위: 건)



*출처: Wissens DB, NICE디앤비 재구성

Ⅲ. 산업동향분석

지속성장하는 폐기물 고형연료 시장

폐기물 고형연료 산업은 폐기물 급증 및 중국 등의 재활용 폐기물 수입 억제 정책으로 지속 성장세가 전망된다.

■ ESG 경영의 본격화로 인한 폐기물 처리 산업의 수혜 예상

2021년 1월 금융위원회는 상장사들의 ESG(환경·사회·지배구조) 공시를 단계적으로 의무화하는 방안을 발표하였다. ESG는 기업의 비재무적인 요소인 환경(Environment), 사회(Social), 지배구조(Governance)를 고려한 경영활동을 의미한다. 대부분의 기업들은 윤리, 환경보다는 재무적인 성과만을 추구하여 영리활동을 진행해왔으나, 현재 많은 기업들은 ESG에 대한 노력이 궁극적으로 회사 인식의 개선을 통해 기업의 재무적인 성과뿐 아니라 지속 가능한 경영을 가능하게 한다는 것을 깨닫고 있다. 국가차원에서 ESG 경영을 의무화하는 만큼 해당 분야에 대한 중요성이 부각될 것으로 전망된다.

ESG 경영 중 환경 요소는 기업들의 영리활동 과정에서 탄소 배출 등 환경 오염을 최소화하려는 움직임으로 해석된다. 환경 요소의 세부적 평가요소로는 탄소 전환, 기후 변화, 수자원 관리, 폐기물·공해, 자연 자본 등이 있다. 이러한 ESG 경영으로 폐기물처리 산업이 큰 수혜를 입을 것으로 예상된다. 특히 폐기물 처리 산업은 대체적으로 연평균 1.5%의 성장이 예상되고, 국내에는 이커머스 성장, 중국의 폐기물 수입 금지, 2021년 주택 공급 확대 등으로 폐기물 배출량이 증가하여 성장률은 더 확대될 것으로 예상된다(중소기업기술로드맵, 2021).

■ 폐기물 고형연료 산업의 시장 전망

현재 국내 폐자원의 처리는 대부분 소각을 통해 이루어지고 있다. 소각 과정에서 발생하는 열에너지를 인근 사업체에 공급함으로써 대체 에너지원으로 사용하고 있으며, 일례로 울산에 위치한 폐기물 소각 시설의 경우 소각 과정에서 발생하는 열원을 인접한 제지 업체에 공급함과 동시에 폐수처리 시설에 공급 후 폐수 건조시 발생하는 폐증기를 다시 소각하는 ‘스팀 네트워크’를 구성하고 있다.

국내의 폐기물 배출량은 OECD 국가 중 4위를 차지하고, 에너지의 경우 97%를 수입에 의존하지만, 재활용이 가능한 자원 중 50% 이상이 매립 또는 소각되는 등 자원순환이 제대로 이루어지지 않고 있다. 이 때문에 버려지는 폐기물을 자원화하여 연료로 바꾸는 슬러지의 자원화, 한국형 바이오가스 정제기술, 바이오리액터 실증 연구, 소각여열 회수 등과 같은 신기술이 개발되고, 발전시설 연계처리로 에너지 자립화를 실현하기 위한 R&D 연구가 활발하게 실시되고 있다. 다만, 지금까지 폐기물관리법은 재활용에 대한 폐기물 종류·처리방법이 시행규칙에 명시되어 있지 않다는 이유로 신기술 개발에 한계가 있었다. 그러나 2019년 10월 폐기물관리법의 개정안이 통과되면서 유독물 활용이나 사람, 환경에 위해를 끼치지 않는다면 국민 누구든지 자유롭게 신기술 적용으로 폐자원에너지 사업을 할 수 있는 길이 열렸다.

이로 인하여 중고품과 폐기된 부품(폐금속 등)을 재활용하는 재제조 산업이 각광받고 있다. 재제조 산업은 천연자원이 부족한 우리나라에서 효율적인 자원순환의 방법으로 인정받을 수 있다. 국내 재제조 시장의 규모는 현재 약 7,000억원 가량으로 추정되며, 10년 후에는 약 2조원 규모로 확대될 전망이다. 안정적인 폐기물 처리와 자원순환 사회의 구축, 기후 변화 대응과 친환경 에너지 확보 분야와 같은 미래 환경에 대한 가치 창출은 친환경에너지 활용과 기후 변화에 대한 대응에 달려있다.

■ 국가별 폐기물 고형연료 시장 동향

▲ 국내 동향

국내 신·재생에너지 생산량은 상당수가 폐자원 발전에서 비롯된다. 한국에너지공단의 신·재생에너지 보급 통계자료에 따르면, 2019년 전체 신재생에너지 발전용량인 약 5만 1,000MWh 가운데 폐자원 에너지는 약 54% 정도의 비중(2만 8,000MWh 정도의 발전용량)을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

국내 폐자원 에너지 중 SRF 생산량은 2015년 162만 톤에서 2019년 348만 톤으로 2배 이상 증가하여 최근 5개년 동안 연평균 성장률은 11.5%를 기록하였다. 특히, 제조비용이 낮은 비성형 제품의 생산량이 크게 증가하였다. 국내 Bio-SRF 생산량은 전량 비성형으로 2015년 70만 톤에서 2019년 189만 톤으로 2.7배 증가하였다. 2019년 기준 고형연료 사용시설로 화력발전소는 전년 대비 7개소 증가한 57개, 시멘트 8개, 제지 등 산업용 보일러 92개로 총 157개로 나타났으며, 화력발전소 사용량이 총 소비량의 59%를 차지하는 것으로 확인되었다. 고형연료 사용량은 화력발전소 200만톤으로 국내 총소비량의 59%, 산업용 보일러가 40.7%를 차지하는 것으로 나타났다.

국내 고형연료 시장은 2018년 2,695억 원에서 2024년 5,491억 원으로 연평균 15.9%의 성장률을 보일 것으로 전망된다. 이는 코로나 발생 후 배달 포장재 폐기물 급증 및 중국 등 재활용 폐기물 수입 억제 정책으로 국내 적체 폐기물 처리를 위한 고형연료화의 긍정적 요인과 미세먼지 이슈 등 고형연료 사용에 대한 주민 수용성 악화로 부정적 요인이 공전하는 것을 고려한 결과로 보인다.

[그림 11] 국내 폐기물 고형연료 시장 전망



*출처: 중소기업 전략기술로드맵(2021), NICE디앤비 재가공

▲ 세계 동향

세계 폐기물 고형연료 시장은 2018년 20억 달러에서 2024년 24억 달러로 연평균 3%로 증가할 것으로 전망된다. 이는 폐기물 에너지 자원화에 의한 도시 환경문제 해결 및 안정적인 에너지 공급 추구로 폐기물 고형연료 시장규모가 지속적으로 확대되기 때문인 것으로 예상된다.

특히, 유럽은 지역 내 폐기물 공동처리 플랜트 운영과 거래로 고형연료 분야의 세계적 선두 주자로, 매출 기준 34% 시장 점유율로 세계 고형연료 시장에서 지배적 위치를 차지하고 있다. 소비되는 고형연료 중 약 50%는 시멘트 소성로에 사용되어 시멘트 산업의 탄소 발자국 감소 및 에너지 소비량 절약에 기여한다. 일본을 제외한 아시아 태평양지역 국가로 인도네시아, 태국, 인도, 중국은 폐기물 고형연료가 중요한 바이오 에너지원임을 인식하고 정부 정책 추진으로 2029년까지 시장이 크게 성장할 것으로 전망된다. 또한, 미국에서는 폐기물 에너지 산업이 꾸준히 성장하여 대규모 유틸리티 공급 사업으로 정착되고 있는 현황이다.

[그림 12] 세계 폐기물 고형연료 시장 전망



*출처: 중소기업 전략기술로드맵(2021), NICE디앤비 재가공

■ 국내외 법·제도적 환경 조성 현황

유럽은 재활용 불가한 폐기물의 국가 간 이동은 폐기물 에너지의 최적화에 도움이 될 수 있음을 인식하고 회원국 간 폐기물 수출을 허용하도록 하였다. 회원국 간 폐기물 수출은 폐기물 재활용률 제고 달성의 인프라 장벽을 해소하는데 중요한 요인이 될 것으로 판단된다. 유럽표준화위원회(CEN)는 산업폐기물과 도시폐기물의 바이오 성분도 바이오매스로 인정함으로써 폐기물 고형연료 시장 개척을 지원하고, ISO와 협력하여 ISO/TC 300 Solid Recovered Fuels 위원회를 발족하여 재활용 지수를 정의하고 측정방법과 같은 관련 세부규정을 개발 중이다.

중국은 정부의 신재생에너지 산업 육성 강화 정책에 의해 도시 고형폐기물과 다양한



농업폐기물을 이용한 대규모 발전사업을 수행 중이다. 중국 고형연료 발전 기업들은 정부 지원금 부족과 프로젝트 실패 다수로 자금 조달의 어려움이 있었으나, 2020년부터는 다양한 지원 정책이 발표되어 자금 부족 문제를 해결할 수 있을 것으로 보인다. 고형연료 발전 기업들의 50% 이상은 도심의 인구가 많은 산둥, 광둥, 저장, 장쑤, 안후이 지역에 집중되어 있으며 산림 바이오매스 발전 비중은 산둥성, 폐기물 발전은 광둥성이 선두하고 있다.

일본은 5차 에너지기본계획(2018년)을 통해 후쿠시마 사태 이후 원전 대체발전 개발을 위한 신재생에너지 보급 확대(FIT 제도) 제도를 실시하고 있다.

국내에서는 자원순환기본법(2018년 1월) 시행으로 미활용 폐비닐 및 폐플라스틱을 단순 소각이나 매립하는 것을 금지하고 재활용에너지로 적극 회수하는 정책을 발표했다. 폐기물을 재활용하지 않고 단순 소각하거나 매립하는 경우는 재활용 비용에 버금가는 폐기물 처분 부담금을 부과하는 제도이다. 미활용 폐비닐 및 폐플라스틱과 같은 가용성 폐기물은 매립이나 소각을 방지하고 에너지 전환을 극대화하여 유용한 자원으로 활용할 수 있도록 하고 있다.

IV. 주요기업분석

폐기물 고형연료에 대한 기술 개발 가속화

국내외 대기업, 연구기관을 중심으로 폐기물 고형연료 제조 및 연소화 관련 기술개발이 상당히 늘어나고 있으며, 그에 따라 기술 개발에 대한 투자 또한 가속화되고 있다.

■ 폐기물 고형연료 산업 글로벌 기업 동향

온실가스 감축의무와 폐기물의 직매립 금지 등과 관련하여, 세계적으로 폐자원에너지 산업의 지속적인 성장이 예상되고 있다. 현재 가장 주된 폐기물 고형연료 시장은 유럽이며, 향후에는 아시아 태평양 지역의 성장 가능성이 높아질 것으로 전망된다. 특히 아시아, 태평양 지역에서 중국, 인도, 동남아 국가 등은 인구 증가, 폐기물 발생량 증가 및 활발한 경제 활동을 고려할 때 높은 성장 가능성을 지닌 국가로 평가되고 있다. 특히, 폐기물 고형연료를 이용한 에너지 생산 기술은 유럽, 미국, 일본을 중심으로 발전이 이루어지고 있다. 일본에서는 고형연료를 이용한 보일러의 고효율화 노력이 지속적으로 이루어질 것으로 전망되며, 현재 400℃/bar의 고효율 고형연료 전용 열병합 발전소가 가동되고 있는 추세이다. 해외 선진 기업들은 폐기물 연소열을 회수하여 고품질 증기생산이 가능한 보일러를 가동하는데 있어 전연멸의 부식과 파울링을 가장 큰 문제로 인식하고, 지속적인 보일러 소재 및 공정제어 기술을 개발하여 고형연료의 에너지 전환효율을 개선해가고 있다.

[표 3] 폐기물 고형연료 관련 주요 업체 동향

항목	국가	개발/사업화 현황
Covanta	미국	- 2018년 8월 Babcock&Wilcox의 자회사와 플로리다 팜비치 폐기물 에너지자원화 설비권을 인수하여 플로리다에서 년 360만톤의 폐기물 연료로 에너지를 생산하고 있음. - 이 외에도 아일랜드 등 해외 폐기물에너지 운영사업에도 참여중
Geminor	유럽	- 북유럽 폐기물 고형연료 제조업체로 유럽 전역에 80여 개의 고형연료 제조설비를 보유 중 - 2011년 43만 톤 규모에서 2019년 141만 톤 생산으로 3배 이상 성장함, 생산한 고형연료는 주로 영국, 독일, 덴마크, 스웨덴 지역 등의 시멘트 제조사로 수출
Powerday	유럽	- 2018년 런던 서부지역에 위치한 폐기물 재활용 설비를 개발하여 고형연료 생산에 착수함, 최근 시멘트 킬른에 사용 가능한 고품질 고열량 고형연료 10,000톤을 시멘트 회사에 수출 계약하기로 함.
Veolia	유럽	- 2019년 3월 프랑스 낭트의 Coueron CVTD 폐기물 처리 및 자원화 설비 운영권을 재계약하여, 연간 18만 5천 톤의 폐기물로부터 30,000MWh의 전력과 75,000MWh 상당의 열을 생산하여 지역으로 공급
Torr-Coal	유럽	- 네덜란드 기업으로, 목재, 농업폐기물 등을 반탄화 ²⁾ 한 고형연료

2) 반탄화(Torrefaction): 바이오매스 원료를 200~300℃ 범위의 온도에서 산소가 없는 상태로 가열하는 열화학적 전처리 공정

Technology		<p>바이오콜의 제조공정을 개발하여 상용화함.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 핵심 기술은 제품에 염소, 황 성분이 혼입되는 것을 방지하고, 탄화 과정에서 목재의 불포화 비극성 그룹을 OH 그룹으로 치환하여 흡습성을 제거함으로써 최종 제품의 수분 함량을 5% 이내로 제어함.
Machinex Equipment	캐나다	<ul style="list-style-type: none"> - 폐기물 자동선별장치 발리스틱 선별기에 고무 디스크를 사용하지 않는 신제품을 개발함으로써 유지보수, 가동 중지 시간을 크게 감축시켜, 고품연료의 생산성과 생산 효율을 증가

*출처: 중소기업 전략기술로드맵, 2021

■ 국내 폐기물 고형연료 기술 선도 기업: 두산중공업, 포스코에너지, 태영건설

1. 포스코에너지, 국내 최초 폐기물 고형연료 발전소 설립

포스코에너지가 2013년에 설립한 부산 생곡폐기물 매립장은 국내 최초의 통합형(연료화 및 발전) 생활폐기물 연료화 발전소이다. 부산 생곡지구 진입로에 조성된 6만 6,000m²(약 2만평)의 고형연료 발전시설은 부산시에서 발생하는 하루 4,000톤의 생활폐기물 중 900톤의 폐기물을 수집하고, 이 중 가연성 폐기물 500톤을 연료화하여 연간 5만 7,000가구가 사용할 수 있는 19만MWh의 전력을 생산할 수 있다. 이를 통해 천연가스 70,000,000Nm³/년 대체효과 및 온실가스 174,000tCO₂/년 감축 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 생곡폐기물 매립장은 생활폐기물을 직접 처리한 뒤 고형연료로 제조하는 시설까지 갖추고 있어 쓰레기 처리부터 전력 생산까지 모두 한 곳에서 이루어진다. 이를 통해, 쓰레기 소각장과 매립장 부족으로 인해 골머리를 앓던 부산시가 원활한 전력공급과 쓰레기 문제 해결이라는 일석이조의 혜택을 누릴 수 있을 것으로 기대된다.

2. 두산중공업, 폴란드 폐자원에너지화(WtE) 플랜트 시장 선점

2020년 두산중공업은 독일 자회사인 두산렌체스와 컨소시엄으로 폴란드에서 폐자원에너지화(Waste to Energy, 이하 WtE) 플랜트 건설 사업을 수주하였다. 두산중공업이 신규 수주한 플랜트는 하루 300여 톤의 생활 폐기물을 에너지로 전환해 12MW 규모의 전력과 열을 지역 사회에 공급할 수 있다. 이 시설은 폴란드 수도 바르샤바에서 북쪽으로 약 200km 떨어진 올슈틴 지역에 2023년 완공 예정이며, 올슈틴 지역에서 생산된 최대 11만 톤의 폐기물 고형연료를 처리할 수 있게 된다. WtE 플랜트는 산업현장이나 가정에서 발생하는 각종 가연성 폐자원을 가스화, 소각, 열분해 등의 과정으로 에너지화할 수 있는 시설이며, 전력과 열을 공급할 뿐만 아니라 쓰레기 매립지를 최소화함으로써 환경 오염을 줄일 수 있으므로 최근 각광받는 시설이다. 특히 유럽 WtE 플랜트 시장은 노후 플랜트 교체 수요가 늘어가는 가운데, 폐기물 매립지 제한 정책으로 인해 신규 발주가 증가하는 추세이다. 두산중공업-두산렌체스 컨소시엄은 설계, 기자재 조달, 시공까지 일괄 수행하는 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 방식이다. 두산중공업은 전체 프로젝트 관리를, 두산렌체스는 소각용 보일러와 환경설비 공급을 포함해 기계 및 전기 시공 등을 수행할 계획이다. 또한, 두산중공업 체코 자회사인 두산스코다파워도 프로젝트에 참여하여 12MW급 소형 산업용 증기터빈을 공급할 예정이다. WtE 플랜트를 건설하는 폴란드 올슈틴 시에서 다른 지자체에 경험을 공유하고, 플랜트 건설을 유도하고 있어, 두산중공업의 폴란드 WtE 플랜트 시장 선점 가능성이 점차

높아질 것으로 전망된다.

3. 태영건설, 폐기물 발생 회사에서 폐기물 처리 회사로

태영건설은 1973년 태영개발(주)라는 상호로 설립된 토목건축공사를 주된 목적으로 하고 있는 건설사이다. 그동안 건설업계는 폐기물 시장에서 대부분의 비중을 차지하는 쓰레기를 발생시켜왔지만, 이제는 새로운 성장동력 마련의 일환으로 폐기물과 하수처리 시장에 뛰어들고 있다. 태영건설 역시 이와 같은 추세에 합류하여 신재생폐기물을 처리하는 환경 플랜트 사업으로도 영역을 확대하고 있다. 동사가 운영하는 폐기물연료화(MT, Mechanical Treatment) 시설은 폐기물을 파쇄하고 선별하여 고형연료를 생산하는 시설이다. 시설로 반입되어 파쇄된 폐기물은 입도, 자력, 광학, 진동 및 복합풍력 등 다양한 선별 공정과 건조 공정을 거쳐 염소 등 유해물질을 저감하고, 발열량을 증가시켜 열병합발전소에서 활용 가능한 고형연료로 생산된다. 동사가 운영중인 폐기물연료화 시설은 인천 수도권 매립지와 충남시에 도입되어 발생한 생활폐기물을 성형된 고형연료로 제조하는데 활용되고 있다. 폐기물연료화 사업을 통해 폐기물 감량으로 인한 매립장 수명 연장 효과와 고형연료 생산을 통한 에너지원 공급시설로 소각시설의 대체효과를 기대할 수 있을 것으로 보이며, 발전사업자에게 발전량의 일정 비율 이상은 신재생에너지로 이용하도록 하는 신재생에너지 공급의무화(RPS, Renewable Energy Portfolio Standard) 제도의 도입에 따른 수요 증대로 동사의 성장 가능성이 증가할 것으로 전망된다.

■ 국내 폐기물 고형연료 산업 코스닥 기업: 이엠코리아, KG ETS, 비디아이

[이엠코리아] 이엠코리아는 1987년 설립된 발전설비산업 관련 기계 부품을 가공 조립, 생산하는 기업이다. 2007년 코스닥 상장하였으며, 다양한 인증(ISO 9001, ISO 14001, 이노비즈, AS9100 Rev.C) 획득 및 해외 다양한 기업과 공동생산협약(일본의 JTSC사, 스페인의 CESA사) 체결을 지속하고 있다. 이엠코리아의 특허기반기술 ‘진공감압 농축기술 및 저온증발 원리를 적용한 진공기술’을 적용한 건조플랜트시스템은 진공감압에 의한 증발기술을 적용하여 건조시간을 단축하고 저온 건조 열량을 소모시키며, 유기성 폐기물 100% 자원화 및 감량화로 친환경 생산체계를 확보할 수 있다. 이엠코리아의 건조플랜트시스템을 통해 재활용된 유기성 폐기물의 잔여물은 폐기물 고형연료로 재활용되고 있으며, 생산된 폐기물 고형연료는 국가공인 수질, 대기 측정분석 관리 대행기관 등에서 유해성분의 분석 검증이 완료된 상태이다.

[표 4] 이엠코리아 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2018년	2019년	2020년
(단위: 원)	매출액(억 원)	1,075	800	768
	증감률 YoY(%)	2.74	-25.58	-4.02
	영업이익(억 원)	-13	-115	-32
	영업이익률(%)	-1.25	-14.40	-4.18
	순이익(억 원)	-27	-160	-24
	EPS(원)	-67	-439	-65
	PER(배)	-	-	-
	ROE(%)	-2.90	-19.80	-3.04
	PBR(배)	2.53	2.09	2.83

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공




(포트폴리오 분석기준)

*분석일(2021.07.01.) 기준, 최근 3년간의 주가추이

[KG ETS] KG ETS는 1999년 10월에 지정 외 폐기물 처리업을 목적으로 설립되어 2013년 코스닥 상장된 기업이다. 동사는 프랑스의 폐기물 처리업체인 Veolia사의 투자로 설립되었으며, 2010년 KG가 Veolia와 Teris의 지분을 100% 인수하면서 KG 그룹에 편입되었다. KG ETS는 동사와 스위스의 W&E사 및 현대정공의 합작으로 제조한 국내 최초의 로터리 킬른 타입의 소각로(85톤/일)에서 지정산업폐기물을 처리하고 있다. 이는 국내 산업 폐기물 처리 분야에서 최초로 완벽한 전처리 공정을 거쳐 지정폐기물에서 발생할 수 있는 유해물질이 선별 소각될 수 있도록 설계되어 있는 특징을 가진다. 또한, 소각 후 발생한 연소재를 슬래그화하여 노반재 및 벽돌 등을 제조할 수 있는 원료로 재활용할 수 있고 연소과정에서 발생하는 열을 이용하여 신재생에너지를 생산하여 에너지 절감에 기여하고 있다. KG ETS는 2016년 전주지역 소각장 물량공급 개시와 동시에 SRF 원료 공급사업으로 폐기물 공급사업을 시작했으며, 2021년 경기도 시흥시의 폐기물 소각열 에너지화 사업의 우선 협상자로 선정되어 향후 10년간 발전사업자로서 폐기물 소각열을 활용한 발전 및 에너지화 사업을 맡아 친환경 사업을 확대할 것으로 전망된다.

[표 5] KG ETS 주가추이 및 기본 재무현황(2018년 K-IFRS 연결기준, 2019년 K-IFRS 별도기준, 2020년 K-IFRS 연결기준)


Performance	Fiscal Year	2018년	2019년	2020년
 <p>(단위: 원)</p> <p>최고 28,050 (06/29)</p> <p>최저 2,110 (03/20)</p>	매출액(억 원)	1,237	1,609	1,539
	증감률 YoY(%)	13.73	30.01	-4.36
	영업이익(억 원)	136	159	191
	영업이익률(%)	11.03	9.87	12.39
	순이익(억 원)	113	978	267
	EPS(원)	313	2,716	741
	PER(배)	10.26	1.22	9.08
	ROE(%)	-	49.82	-
	PBR(배)	0.75	0.48	0.87
	(포트폴리오 분석기준)			

*분석일(2021.07.01.) 기준, 최근 3년간의 주가추이

*출처: 네이버 금융, NICE디앤비 재가공

[비디아이] 비디아이는 1992년 설립된 기업으로 환경설비, 폐기물 처리설비 등의 실시설계를 수행하고 있는 기업이다. 비디아이는 신재생 소각, 재활용, 음식물 자원화, MBT 및 RDF 발전 관련 폐기물 처리설치 등의 사업을 수행하고 있다. 비디아이는 2008년 ISO 9001 인증, 2013년 이노비즈 인증을 획득하고, 2017년 코스닥 상장하였다. 비디아이는 2018년 덕천에너지와 폐기물 고형연료 유화 발전소 설치 공사를 계약하였으며, 이 외에도 풍력, 육상 및 수상 태양광, 연료전지 등 다양한 신재생 에너지 사업에 대해 활발한 사업 활동을 펼치고 있다.

[표 6] 비디아이 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2018년	2019년	2020년
<p>(단위: 원)</p>  <p>(포트폴리오 분석기준) *분석일(2021.07.01.) 기준, 최근 3년간의 주가추이</p>	매출액(억 원)	857	1,286	1,965
	증감률 YoY(%)	-9.65	49.98	52.81
	영업이익(억 원)	57	30	-693
	영업이익률(%)	6.68	2.32	-35.25
	순이익(억 원)	4	-2	-931
	EPS(원)	69	-8	-6,158
	PER(배)	78.49	-607.61	-1.65
	ROE(%)	2.49	-0.31	-498.52
	PBR(배)	1.89	1.96	27.90

*출처: 네이버 금융, NICE디앤비 재가공