

국내 고형연료 관리의 문제점 및 개선 방향

Problems and Improvement of Domestic Solid Refuse Fuel Management

김도완* · 임병란** · 김정대*** · 배재근****

Do-Wan Kim · Byeong-Ran Lim · Jeong-Dae Kim · Chae-Gun Bea

요약: 기후변화 대응 및 폐기물 매립 최소화를 목적으로 '저탄소 녹색성장과 자원순환형 사회'를 구축하기 위한 '폐자원 에너지화 정책'을 실시하였다. 이에 따라 폐기물을 선별·분리 후 건조·성형 등의 공정을 거쳐 고형연료화하는 제조, 사용하는 시설이 증가하여, 2016년 기준 국내 신재생에너지의 61%를 고형연료로 공급하는 수준에 이르렀다. 그러나, 고형연료 제조·사용 시설의 증가에 따른 관리의 미흡, 시장 경쟁 과도화, 중금속 및 미세먼지 등 지속적인 문제가 발생하고 있다. 이에 제조·사용시설에 대한 규제가 강화되고, 신재생에너지에서 제외하여 고형연료 산업이 침체되고, 이로 인해 불법투기, 방치폐기물 등의 문제가 발생하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 고형연료 산업의 생태를 분석하여 국내 고형연료의 관리의 문제점을 도출하고, 고형연료 산업의 활성화를 위한 개선방향을 제시하였다.

핵심주제어: 자원순환, 에너지화, 고형연료, 신재생에너지, 관리

Abstract: The Ministry of Environment implemented a waste resource energy policy which enhances green growth and recycling in order to help the society cope with climate change and minimize waste landfill. As a result, the number of facilities which manufacture and use solid fuels after sorting, separating, drying, and molding of waste increased, with solid recovered fuel (SRF) reaching the level of 61% of domestic renewable energy supply in 2016. However, there were continuing problems such as insufficient management due to the increase of SRF manufacturing and use facilities, excessive market competition, heavy metals, and fine dust. Therefore, the regulations on manufacturing and use facilities became stricter. Consequently, the solid fuel industry has stagnated due to the fact that it is excluded from renewable energy, which has also resulted in problems such as illegal dumping and neglected waste. Therefore, this study analyzes the ecology of the SRF industry, pinpoints the problems of domestic SRF management, and suggests directions for improvement.

Key Words: Resource Circulation, Energy Conversion, SRF, Renewable Energy, Management

* 주저자, 서울과학기술대학교 환경공학과 석사과정

** 공동저자, 서울과학기술대학교 환경공학과 연구교수

*** 공동저자, 한림성심대학교 보건환경과 교수

**** 교신저자, 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 교수

I. 서론

국제적인 탈 석유화 거동과 국내 에너지 수요의 증가 감소로 인해 환경부는 폐자원 및 바이오매스 에너지대책(2009)을 발표하여 2020년까지 국가 신재생에너지 보급목표(6.08%)를 설정하였다. 국내 신·재생에너지는 생활폐기물, 산업폐기물, 폐가스 외에도 폐기물 고형 연료(Solid Refuse Fuel: SRF)까지 재생에너지로 분류하고 있다. <표 1>에서 볼 수 있듯이 한국에너지공단 신재생에너지센터 『신재생에너지보급통계, 2017』에 따르면, 국내 신재생에너지원별 중 폐기물이 61%로 가장 높은 보급 비율을 나타내고 있다.

〈표 1〉 신·재생에너지 보급현황

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016
공급량	7,582.8	8,850.7	9,879.2	11,537.4	13,293.0	14,178.0
(공급비중,%)	2.8	3.2	3.5	4.1	4.6	4.8
태양광	197.2	237.5	344.5	547.4	849.4	1,092.8
바이오	963.4	1,334.7	1,558.5	2,822.0	2,765.7	2,765.5
폐기물	5,121.5	5,998.5	6,502.4	6,904.7	8,436.2	8,742.7
수력	965.4	814.9	892.2	581.2	453.8	603.2
풍력	185.5	192.7	242.4	241.8	283.5	355.3
기타	149.7	272.4	339.3	440.2	499.7	612.8

자료: 한국에너지공단 신재생에너지센터, 『신재생에너지보급통계』(2017)

에너지화 재활용은 폐기물을 연소하여 발생하는 열을 이용하여 전력을 생산하는 원리로, 에너지를 창출할 뿐만 아니라 폐기물 처리에 대한 비용을 절감하고, 매립소요 부지를 줄일 수 있으며 연료인 폐기물이 지속적으로 생산된다는 장점이 있다. 그러나, 신·재생에너지 공급의무화(Renewable Portfolio Standard: RPS)제도로 폐기물이 국가지원을 받게 됨으로써 폐기물 발전시설을 건립하려는 민간업자와 지역주민 간의 갈등과 분쟁이 지속적으로 발생하고 있다. 또한, 최근 폐기물 고형연료제품의 품질 검사단계에서 품질기준을 초과하는 사례가 발생함에 따라 SRF 제조·사용시설이 많은

어려움을 겪고 있다. 아울러 SRF 사용에 대한 환경 안정성 우려 및 민원 등이 지속적으로 발생하고 있어, 폐기물과 차별화 하여 재활용제품으로 인식되었던 SRF가 품질에 대한 신뢰를 잃고 있다.

이에 환경부에서는 SRF제품의 품질기준과 사용시설의 배출기준을 강화하기 위해 주거지역에서의 사용시설 제한, 품질등급제, 사용시설 관리 강화 제도개선을 시행하였다. 산업통상자원부는 2019년 10월 1일부터 폐기물에너지, 즉 비재생폐기물로부터 생산된 에너지는 재생에너지에서 제외하기로 하였다. 그러나, 풍선효과처럼 SRF로 대량 처리되었던 폐기물의 적정처리가 어려운 상황으로 SRF 제조 및 사용이 침체되고, 이로 인해 국내 여러 곳에서 불법투기와 방치폐기물이 다량 발생하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 폐기물의 적정처리와 안정적인 SRF 제조 및 사용을 위한 체계 구축을 위해서 SRF의 생태를 분석하여 SRF 품질관리 체계의 문제점을 도출하고, 제조·사용 시의 개선방안을 제시하였다.

II. 현황 및 문제점

1. 국내 SRF 제조 및 사용현황

〈표 2〉에서 볼 수 있듯이, 국내 SRF제조시설은 '17년 12월 말 기준, 233개소(263개소 중 당해 년도 30개소 폐업)이며 공공시설은 26개소로 10%, 약 90%의 제조시설이 민간에서 설치·운영되고 있다. 또한, 신재생에너지공급의무화제도(RPS)로 폐기물 SRF 사용에 대해 보조금(Renewable Energy Certificates: REC)이 지급되면서 사용 시설의 90%가 민간으로 국내 SRF 제조·사용은 민간주도의 산업형태로 나타난 것으로 보인다. SRF의 주원료는 가연성 생활폐기물과 산업폐기물(폐합성수지, 폐타이어, 폐합성섬유 등)을 SRF로 제조하며, 특히 폐합성수지와 폐목재가 76% 이상을 차지하고 있다. 폐합성수지의 경우 재활용을 위한 선별과정에서 배출된 잔재물 형태의 저급 폐합성수지를 처리하기 위한 방안으로 SRF 제조시설로 다량 유입되고

있는 것으로 나타났다. BIO-SRF인 폐목재의 경우 대부분이 가정에서 배출된 폐가구 및 건축폐목재를 파쇄하여 비성형 SRF로 제조하여 발전시설에서 대부분 사용되고 있는데, 이는 REC때문인 것으로 파악된다.

사업의 주체는 대부분이 민간주도의 사업형태(전체 제조시설의 70%, 전체 사용시설의 90%)로 공공시설에 비해 시설의 운영자료 관리 및 실적을 신뢰하기 어려운 문제가 있다. 제조량은 성형이 전체 SRF 생산량의 14% 수준으로, 대부분이 저급 연료인 비성형 형태로 제조되고 있다. SRF의 사용처는 산업용보일러(기타) 등 열원 확보를 위해 난방 및 취사 목적으로 사용하는 시설이 전체 SRF 사용량의 25% 정도로 높은 비율을 차지하고 있다.

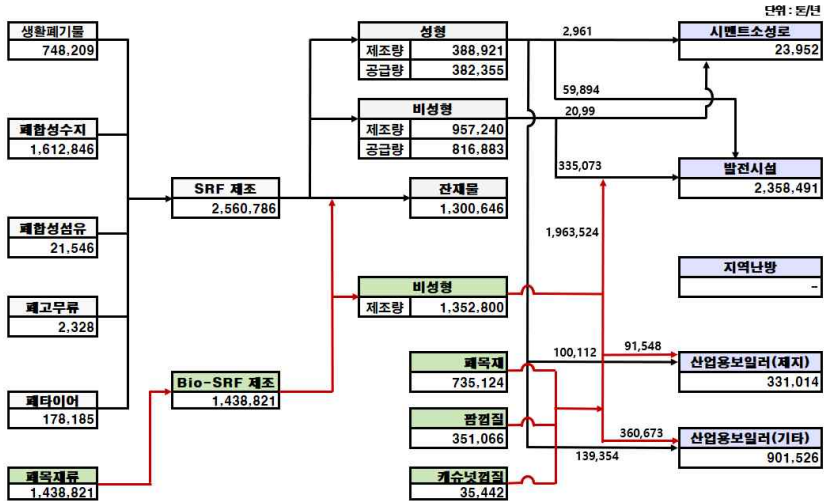
종합적으로 분석하면, 민간주도의 SRF는 공공시설에 비해 시설의 운영자료 관리 및 실적을 신뢰하기 어려운 문제가 있고, 경제성과 환경성이 확보되기 어려운 산업체계를 구축하고 있다. 이러한 상황에서 대부분의 시설이 영세하여 대기방지시설의 설치와 운영이 미흡한 경우가 많아 환경적 문제를 야기할 우려가 높은 상황이다.

〈표 2〉 고형연료 제조 및 사용시설 현황

구 분	제조시설				사용시설				수입업체
	계	운영 중		당해 폐업	계	운영 중		당해 폐업	
		공공	민간			공공	민간		
2015년	257	-	-	-	150	-	-	-	-
2016년	246	23	207	16	144	3	135	8	26
2017년	263	26	207	30	152	4	136	12	23

자료: 고형연료제품제조 사용시설목록(2017.12, 한국환경공단)

〈그림 1〉 고형연료 제조·사용 물질수지도



자료: 고형연료제품제조 제조·사용·수입실적현황(2017.12, 한국환경공단)을 참고하여 작성

2. 국내 고형연료 관리의 문제점

〈표 3〉에 제시하였듯이, 국내에서 제조된 SRF는 제조업체에서 측정 기관에 위탁하여 측정하여 품질을 관리하고 있다. 또한, 국가적 차원에서 환경공단이 연 6회 이상 SRF 제조업체와 사용시설에 대해 품질을 이중으로 관리하고 있다. 이러한 관리 감독에도 불구하고, 2018년 경기도 내 75개 SRF 제조·사용 업체를 조사한 결과, 27개 업체가 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」등 환경관련 법률을 위반한 사례가 있었으며, 이 중 SRF 제조 및 사용에 관한 사항은 품질검사 부적합 2건, 대기오염물질 오염도 초과 2건 총 4건으로 나타났다.

이상보 등(2010, p.26)의 선행 연구와 위와 같은 결과로 미루어 볼 때, 폐기물을 재활용하는 SRF의 특성상 폐기물 원료의 불균일성으로 저급한 수준의 제품을 제조 및 관리하고 있는 것으로 보인다. 작성된 물질수지 〈그림 1〉과 〈표 2〉를 분석하여 SRF 제조단계에서 문제점을 분석하여 보면, 2016년에 민간업체의 16개소가, 2017년에는 30개소가 폐업을 하는 결과가 나타났는데, 이는 폐기물 처리의 용이성 때문에 지자체에서 SRF

재활용을 장려하기 위해 과도한 인허가로 업체들 간의 과다경쟁이 유발되었기 때문인 것으로 보인다. 이러한 상황은 영세한 제조업체가 생산단가 절감과 박리다매식의 SRF 판매 전략을 유도하게 되고, 결과적으로 저급 품질의 원료까지 SRF 제조시설로 유입됨에 따라 중금속 함량이 높아지는 등 SRF의 품질관리가 어려워지는 악순환이 반복되고 있다. SRF의 법적 지위는 엄연히 ‘폐기물로 제조한 연료’이므로, 폐기물의 처리와 연료로서의 품질에 대한 관리가 명확해야 한다. 그러나, SRF 제조시설이 민간주도의 시설이 대부분이다 보니, 원료 및 품질 관리에서 사각지대가 발생할 수밖에 없다.

SRF제품 사용시설의 경우 65% 이상을 발전시설에서 사용하고 있는데, 국내 SRF에 비해 값싼 동남아에서 제조된 BIO-SRF가 약 50만톤이 수입되어 사용되고 있다. 이소라 등(2018)에 주장에 따라, SRF의 가격이 시장논리로 결정되는 점을 고려할 때, 영세한 국내 SRF 제조업체의 경쟁력은 약화되고, 국내 폐기물 대신 수입 SRF를 처리함으로써 국내에서 발생된 폐기물을 처리하지 못하고 있다. 결과적으로 저급 SRF제조, 폐기물처리시설(SRF 생산업체)의 도산, 방치폐기물의 발생을 초래하게 된다. 따라서, SRF를 방치하지 말고 EPR 또는 폐기물처리비, SRF 가격보장제 등을 도입하여 SRF의 적절한 시장 가격대를 확보할 필요가 있다.

〈표 3〉에서 SRF 품질관리제도를 제시하였다. 품질검사를 통과한 업체로부터 SRF를 공급받아 사용함에도 불구하고, 시설로 반입된 SRF제품이 품질검사 기준을 초과할 경우 책임소재의 문제가 있다. SRF를 품질관리 측면에서는 SRF 제조시설에서의 품질검사(최초/확인검사)를 실시하고 있으나, 사용시설에서도 품질검사(확인검사)를 추가적으로 중복실시하고 있다. 이로 인하여 검사기관의 예산, 인력, 시간적 낭비가 발생하고 있다. 또한, 산업체의 소규모 발전 및 열병합발전시설들이 난립되고 있어 관리가 어려운 것으로 나타나고 있다. 이에 SRF 사용시설을 신고제에서 허가제로 전환하였고, SRF 사용량 기준도 0.2톤/일에서 1톤/일 이상인 시설로 강화하여 TMS로 관리 할 수 있도록 제도를 개선하였다. 그러나, 관리기관(한

국환경공단)의 현재의 조직으로는 233개의 시설을 관리하기가 현실적으로 불가능한 상황이다. 특히, 민간주도의 시설운영은 경제성에 의존하는 경향이 커서 SRF의 제조·사용 시설의 환경안정성 보장과 시설의 신뢰성을 확보하는데 어렵다. 따라서, 시설관리 행정력의 집중과 관리 인력의 증원을 통하여 관리가능한 적정규모의 SRF를 관리할 필요가 있다.

〈표 3〉 고행연료제품 품질·시설관리 제도

구분		목 적	시 기	검사항목	검사기관
품질 검사	최초 검사	제품의 품질기준 적합여부를 확인	최초로 수입·제조 하려는 경우	품질기준 항목 (일반 10, Bio 12)	한국환경공단
	확인 검사		분기 1회 이상	품질기준 항목 (일반 10, Bio 12)	한국환경공단
품질표시 검사		제품에 품질명세를 표시	분기 1회 이상	품질기준에 일부 중금속 항목 등 추가 (일반 17, Bio 19)	한국환경공단, 기계연구원, 산업기술시험원, 에너지기술연구원
품질표시 적정성감사		품질표시 여부, 방법, 내용 등을 확인	년 1회 이상	품질표시 유무, 방법, 내용 의 적정성 확인	한국환경공단

자료: 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 제25조의 8(고행연료제품 제조시설 및 사용시설의 정기검사)

III. 결론

본 연구에서 SRF제품의 제조·사용 시설 관리기준 및 체계상의 품질관리 측면에서 문제점을 검토하였다. 품질관리 행정의 한계, 영세한 민간주도의 SRF 제조·사용시설의 낮은 경제적 산업생태 등의 문제점이 도출되었고, 이에 대한 개선방안을 다음과 같이 제시하였다.

1. 고행연료 제조·사용 체계 개선

고행연료의 원활한 유통을 위해서는 제조·사용 단계에서 문제점을 개선할 필요가 있다. 이에 제조·사용 구조의 개선방향을 다음과 같이 제시

하였다.

국내 SRF 원료가 되는 폐비닐은 선별장에서 배출되어 제조시설로 반입된다. 대부분의 SRF 제조 및 사용 시설이 영세하기 때문에 경제성이 없고, 이로 인해 적절한 전처리 및 품질 관리가 어려운 것으로 보인다. 따라서, 선별장에서의 폐비닐의 재활용 용이성을 고려하여 선별효율을 증대시키고, 고형연료 제조시설에 적합한 폐기물처리비용을 지불하도록 할 필요가 있다. 또한, 품질기준에 적합한 고형연료제조를 보장하기 위해 고형연료 제조시설의 규모의 경제성에 대한 연구가 필요하고, 경제성이 확보되는 임계 규모에서만 인허가가 필요하다. 제도적으로는 REC가 폐지됨에 따라 EPR 보조금을 재산정할 필요가 있다. 또한, 주요 사용처인 발전시설에서도 원활한 폐기물처리 체계 확보를 위해 수입 BIO-SRF보다는 국내 SRF, BIO-SRF를 우선적으로 사용할 필요가 있다. SRF 사용시설의 경우 6~9% 정도가 매년 폐업을 하고 있는데, 이는 경제적 이유 및 행정처분에 의한 원인으로 보인다. 따라서, 향후 SRF 활성화를 위해서 열원 수요가 집약적인 지역(공단 등)의 집단 에너지화 시설(열병합발전, 폐열발전기 등)에서 사용되는 산업용 보일러를 대체한다면, 보다 원활한 SRF 산업생태 구조를 구축할 수 있을 것으로 보인다.

2. SRF제품 품질기준 및 관리체계 개선

SRF의 법적인 품질규격을 완화하기 위해 기존 품질 기준제에서 등급제로 변경하였으나, 품질등급별, SRF별 이용시설을 제한하는 방안이 필요하다. 폐목재의 경우 원목가공, 할로젠성분 함유 여부에 따라 목재의 등급 및 사용 용도를 규정하고 있다. 전태완 등(2018)에 따르면 일본도 마찬가지로 SRF는 전용발전소에서 폐기물 처리의 개념으로 사용되며, 사용시설은 전용 보일러로 한정하고, 대기배출허용기준은 소각로 기준을 적용하고 있다. 이에 우리나라에서도 SRF제품 품질기준을 사용 시설별로, 지역별로 차등 적용하여 주거 외 지역에서는 비성형, RDF, RPF 등 낮은 등급의 SRF를 사용하고, 주거 지역에서는 BIO-SRF와 높은 등급의 SRF만 사용하고,

이원준(2013)의 주장과 같이 대기배출기준을 소각로 수준으로 규정하는 방안이 필요하다. 또한, 등급제로 산업체 간의 이해관계에 따른 유통체계가 형성되어 SRF산업 활성화가 가능하며, 주거 지역에는 양질 및 BIO-SRF를 사용함으로써 환경성을 확보가 어느 정도는 가능하다.

한편, 사용시설의 경우 제조시설에서 품질검사에 합격한 SRF를 반입하여 사용하지만, 검사가 완료된 반입 SRF에 대해 중복하여 동일한 검사를 받고 있다. 사용시설로 반입된 SRF가 품질검사단계에서 기준을 초과할 경우, 사용시설은 행정처분을 받게 되는 모순이 발생한다. 폐기물의 특성상 불 균질성을 갖고 있기 때문에 제조된 모든 SRF가 품질기준을 만족시키긴 어렵다. 검사기관 조차도 제조업체의 SRF 일부만을 시험하는 상황에서 사용시설에 대해 행정처분을 명하는 것은 불합리하고, 이로 인해 운영상의 부담을 느낄 수 밖에 없다. 더욱이 사용시설에서의 SRF 보관과 적재 기준 등을 충족시켜 관리하고 있음에도 불구하고 반입한 SRF 대해 책임을 묻는 것은 가혹한 측면이 있다. 따라서, 사용시설에서의 중복 품질검사로 소요되는 예산, 인력, 시간을 절약하고, 제조 시설에 대한 관리를 강화하거나 검사기관의 인력을 증원시켜 제조시설에 대한 검사를 강화하는 것이 필요하다. 즉, 품질검사에 소요되는 행정력과 관리인력, 관리기준을 생산자 중심에서 사용자 중심으로 변화시킴으로써 SRF제품 품질관리의 선진화가 필요할 것으로 보인다.

앞에서 제시한 개선방안에도 불구하고, SRF는 폐기물이라는 한계성을 지니고 있다. 따라서, 제조·사용시설과의 마찰 및 폐기물의 처리에 지속적인 문제가 발생할 것으로 보인다. 가연성폐기물의 물질재활용시설이 확충되지 않는 한, 소각을 통해 처리되므로 가연성폐기물의 SRF화 필요성에 대한 공감대 형성이 필요하다. 아울러 지역주민의 민원이 유발될 수밖에 없는 시설이기 때문에 시설설치로 인한 갈등을 해결할 수 있도록 주민참여, 주민감시가 보장되어야 하며, 창출된 이익을 지역사회와 공유할 수 있는 제도적 장치가 필요하다.

■ 참고문헌 ■

- 이상보·유철·박정민·이대균·홍지형, 김민수 등, 2010, 『재생연료 사용 대기배출시설의 오염물질 배출특성 조사연구』, 인천: 국립환경과학원.
- 이소라·이희선·조지혜·이영준·이우진·이정민 등, 2018, 『고형연료제품 유통체계 구축 타당성 검토 연구용역』, 인천: 한국환경공단.
- 이원준, 2013, 『고형연료제품 법적지위 재분류 및 적정 관리방안 연구용역』, 서울: 대전: 한국산업폐자원공제조합. 한국폐기물재활용공제조합.
- 전태완·김규연·강준구·이동진·윤영삼·박호연 등, 2018, 『일본의 고형연료제품 품질기준 및 관리현황에 관한 설명서』, 인천: 국립환경과학원.
- 한국에너지공단, 2017, 『신재생에너지보급통계』, 용인: 한국에너지공단 신재생에너지센터.
- 한국환경공단, 2017a, 『고형연료제품 제조·사용·수입실적현황』, 인천: 한국환경공단.
- _____, 2017b, 『고형연료제품제조 사용시설목록』, 인천: 한국환경공단.
- 환경부, 2009, 『저탄소에너지 생산·보급을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획』, 과천: 환경부.
- _____, 2018, 법률 제15101호, 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제25조의8.

김도완: 서울과학기술대학교 석사과정으로 관심분야는 폐자원에너지화이며 주요논문으로는 제지소각재 및 재활용 제품 특성분석을 통한 재활용 기준 타당성 검토(2019) 등이 있다(dowan2050@nate.com).

임병란: 토요하시대학교 공학박사로 서울과학기술대학교 연구교수로 관심분야는 폐기물자원순환/수질관리이며 주요논문으로는 유리여재 충전여과장치를 이용한 하수월류수의 인과 부유물질제거(2019) 등이 있다(limbr@snut.ac.kr).

김정대: 건국대학교 공학박사로 한림성심대학교 보건환경과 교수로 있으며 관심분야는 토양오염 /폐기물 관리로 주요 논문으로는: 사업장생활폐기물과 배출시설폐기물의 분류 기준 및 발생원단위 비교(2018) 등이 있다(kimjd@hsc.ac.kr).

배재근: 동경공업대학교 공학박사로 서울과학기술대학교 환경공학과 교수로 있으며, 주요 논문으로는 생활폐기물 소각시설의 운영 실태 분석을 통한 에너지회수 효율 개선방안 검토(2018) 등이 있다(phae@snut.ac.kr).

투 고 일: 2018년 12월 23일
심 사 일: 2019년 01월 03일
게재확정일: 2019년 04월 29일