

생활폐기물 자원화시설의 편익분석 -강원도 중심으로-

한영한¹, 이해승^{2*}

¹강원발전연구원, ²강원도립대학 소방환경방재과

Cost-Benefit Analysis by Resource Recovery Facility for Municipal Waste -Focus on Gangwon Province-

Young-Han Han¹ and Hae-Seung Lee^{2*}

¹Research Division I, Research Institute for Gangwon

²Department of Fire-Environmental & Gangwon Provincial College

요 약 본 연구에서는 자원화 가능한 폐기물의 양이 분석되었으며, 폐기물 자원화시설을 단독 또는 광역시설로 추진할 경우의 설치비 및 운영비를 산정하고, 매립비용과 비교, 분석함으로써 자원화시설의 타당성을 검토하고자 하였다. 자원화시설로는 고품연료화(RDF) 시설과 자원회수시설(소각)에 대한 검토를 수행하였다. 그리고, 강원도 각 시·군별 생활폐기물의 발생량과 가연성 폐기물의 비율을 고려하여 비용분석을 위한 광역권역을 설정하였다.

분석 결과, 단독시설의 경우에는 RDF 및 자원회수시설(소각) 모두 매립방식에 비교하여 경제적 편익이 없는 것으로 나타났다. 광역 시설의 경우, RDF 방식은 매립방식에 비해 많은 비용을 절감하는 것으로 나타났지만, 자소각 방식은 그렇지 않은 것으로 나타났다. 경제적 편익과는 별개로 화석 연료의 고갈, 지구온난화, 환경적 위해성, 그리고 사회적 갈등 등을 고려할 때 폐기물의 자원화는 중요하게 고려되어야 한다. 특히, 향후 CDM 사업이 활성화될 경우 CERs(온실가스 저감인증)에 의한 추가적인 경제적 부가가치도 기대할 수 있을 것으로 나타났다. RDF 시설에 의한 CERs는 약 2,565억원, 자원회수시설에 의한 CERs는 약 540억원(단독시설) 및 774억원(광역시설)으로 분석되었다.

Abstract In this study, the amount of waste resource that could be recovered was analyzed. The installation and operation costs of waste resource recovery for both single- and multi-regional facility were calculated, and compared with the costs of landfill to investigate the feasibility of them. RDF(Refuse Derived Fuel) process and resource recovery by incineration process were considered as waste resource recovery facility. And, the multi-regions for cost analysis were established on the basis of the proper generation rate of municipal waste with the consideration of combustible ratio.

The study results showed that single region facility for both RDF and incineration process has no economic benefit, compared with the landfill method. For the multi-regional facility, RDF process could save a large cost than the landfill method, but the incineration facility couldn't. Separate from the economic benefits, the waste resource recovery should be importantly considered when considering the depletion of fossil fuel, global warming, environmental toxicity, and the enormous expenses due to social conflict and confuse. When the CDM(Clean Development Mechanism) is vitalized in the near future, the additional economic benefits by CERs(Certified Emission Reductions) could be expected. CERs for RDF facility is corresponding to about 256.5 billion won, and CERs for incineration facility is corresponding to about 54 and 77.4 billion won for single- and multi-regional facility, respectively.

Key Words : Municipal Solid Wastes, Waste Resource Recovery Facility, NIMBY Phenomenon

*Corresponding Author : Hae-Seung Lee

Tel: +82-33-660-8182 email: haeseun@gw.ac.kr

접수일 12년 03월 30일

수정일 (1차 12년 06월 01일, 2차 12년 06월 05일)

게재확정일 12년 06월 07일

1. 서론

유럽, 미국, 일본 등을 비롯한 선진국에서는 지속가능한 국가발전의 원동력을 “에너지 안보”로 규정하고 “지속가능한 경쟁력 있는 에너지 확보”를 목표로 기후변화협약과 연계한 재생에너지정책을 추진하고 있다. 환경(Environment), 경제(Economy), 에너지(Energy)를 함께 고려하는 3E Goal 시대가 도래 하면서 신재생에너지에 대한 관심이 고조되고 있으며, 지구온난화와 자원고갈문제에 대한 주요 대안 중 하나로서 자원순환형 폐기물관리의 중요성도 더욱 높아지고 있다[1].

정부가 주요 정책기조로 추진 중인 녹색성장의 근저에는 친환경이 자리하고 있으며, 친환경 녹색기술의 주요 부분 중 하나가 폐기물의 에너지 및 자원화이며, 2008년 환경부 기후변화대응종합계획에서도 “폐기물 에너지 자원화”를 10대 중점과제의 하나로 선정하고 있다[2]. 현재 신재생에너지 중 2007년 폐기물에너지의 비율은 77%에 달하며, 생산단가는 태양광의 10%, 풍력의 66% 수준으로 폐기물의 에너지화는 가장 효율적인 신재생에너지의 확대방안이 될 뿐만 아니라 녹색성장을 위한 주요 동력이 되고 있다. 따라서 자원순환형 폐기물 관리체계의 구축 및 정착은 고유가 시대 도래와 폐기물 관리 패러다임의 변화, 온실가스 감축의무 가시화 등의 환경 변화 속에서 향후 지속적으로 추진되어야 할 중요과제이다.

강원도는 단위면적당 온실가스 배출 부문에 있어서는 전국 최저 수준을 유지하고 있으나, 폐기물의 소각율과 재활용율은 전국 평균대비 낮은 수준이며 1인당 폐기물 발생량은 전국 최고 수준에 이르고 있어, 발생저감 및 폐기물자원의 효율화 방안의 강구가 시급한 실정이다. 강원도의 매립시설은 2008년말 기준 총 24개소로서 연간 유지관리비는 약 105억원으로서 향후 약 9년간의 사용연한 여유가 있는 것으로 평가되며, 소각시설은 13개소로 연간 유지관리비는 약 83억원에 달한다[3]. 현재 강원도는 자원순환형 사회 구축을 위한 폐기물의 자원화체계 구축, 경제적·환경적 효율성 제고, 사회적 갈등의 최소화를 위해서는 광역 폐기물 관리체제로의 전환을 심각하게 고민해야 할 시점이며, 자원화 및 광역화에 따른 지역주민의 환경적 안정성, 재정적 이익, 지역간 갈등 요소를 해소시킬 수 있는 합리적 실행 방안이 모색되어야 한다. 그리고 폐기물 자원화 시설의 설치 및 유지에 필요한 국고지원, 용자 등 재정지원 등과 더불어 조세 감면 혜택 등의 인센티브 제공을 통해 폐기물 자원화를 유인하기 위한 적극적인 정책 및 제도의 개선이 요구된다.

본 연구에서는 강원도의 녹색성장에 있어 필수적인 부분인 자원순환형(Zero-Waste) 사회 구축을 지향하는 중

요 요소인 공공 인프라의 체계적 구축에 있어, 생활폐기물을 위주로 강원도내 폐기물 자원화 시설의 광역화 방안에 대한 연구를 수행하였다.

2. 조사방법

2.1 연구내용

본 연구에서는 폐기물을 광역화하여 관리할 경우의 편익을 검토하고자, 분석 내용을 단순화시켜 현재의 성상을 지닌 폐기물이 배출되는 조건을 기준으로, 자원화 가능한 대상폐기물을 단순 매립할 경우, 각 시·군별로 독립 자원화시설을 운영할 경우, 광역화된 자원화시설을 운영할 경우에 대한 비교분석을 수행하고자 한다.

이를 위하여, 시·군별 자원화 가능한 폐기물량을 산정하였으며, 매립방식에 의한 소요비용을 분석하였고, 매립에 의한 비용 분석은 강원도의 실제 운영 실태를 분석하여 가능한 현실적으로 반영되도록 하였다. 시·군별로 독립적인 자원화시설을 운영하는 경우, 쓰레기 고형연료화(RDF) 시설과 자원회수시설(소각로)에 대한 비용 분석을 수행하였으며, 생활폐기물 발생량을 고려하여 광역화하였을 경우에 대해서도 동일한 분석이 수행되었다. 이러한 각각의 방식에 대해 20년간 운영하였을 경우에 대한 시설비 및 유지관리비 등을 비교·분석하여 편익을 검토하고자 하였다.

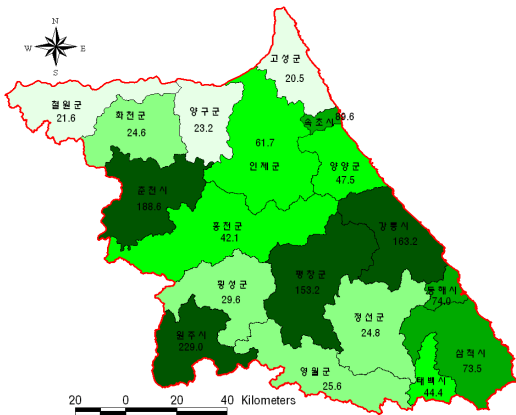
2.2 연구방법

생활폐기물 발생 및 처리현황 분석은 지역별 발생 및 처리실태, 폐기물의 성상, 폐기물 관리상의 문제점, 기존 매립/소각시설의 제반 현황 및 에너지화 추진 현황 등과, 폐기물 자원화/에너지화 추진 현황 및 주요 정책적 기반 및 강원도의 주요 추진전략 및 실태 등을 조사하고 추진상의 문제점을 분석하였다. 강원도의 광역 체계 구축 방안 분석은 도내 시·군의 폐기물 발생량, 처리권역 연계시 접근성 등을 고려하여 광역 처리권역의 시나리오를 설정하고, 설정된 시나리오별로 환경적·경제적 기대효과 및 효율성 분석을 통해 매립방식 대비 편익을 분석하였다. 강원도의 효율적 시행방안 분석은 지역적 특성 및 폐기물 배출실태를 고려한 정책 시행방안을 분석하였고, 강원도의 현황을 고려한 광역 자원화시설의 효율성 제고 방안에 대하여 제시하였다.

3. 결과

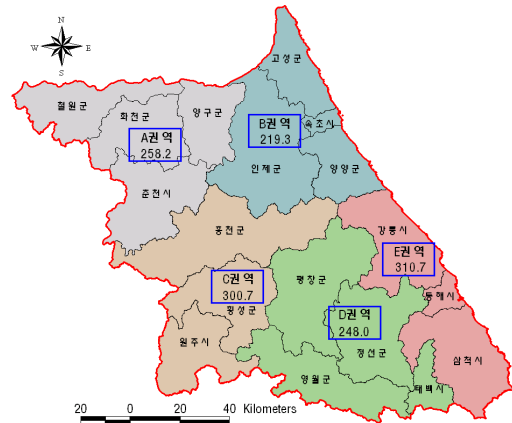
3.1 자원화 대상폐기물의 발생량을 고려한 광역 처리권역 설정

자원화시설의 설치에 있어 시군별 단독시설로 설치할 경우와 광역처리시설로 설치하였을 경우의 경제성 및 효율성을 비교 분석하기 위해 광역처리를 위한 권역(안)을 구분하고자 하였다. 이를 위해 우선 '08년 기준의 시군별 자원화 대상폐기물 발생량의 공간적 분포를 Fig. 1과 같이 고찰하였으며, 그 결과 폐기물의 배출량이 많은 지역은 원주, 춘천, 강릉, 평창, 속초 순이었으며, 평창의 경우에는, 재활용되는 나무류 폐기물의 양이 합산되어 높은 발생량을 나타내고 있다[4].



[그림 1] 시군별 자원화 대상폐기물의 배출 현황 (톤/일)
[Fig. 1] Municipal waste discharge for each city and county (ton/day)

상기발생량 분포 현황을 기본으로, 강원도 18개 시군을 자원화 가능폐기물의 발생량, 접근용이성 등을 고려한 효율적 폐기물처리를 위해 Fig. 2와 같이 5개 권역으로 구분하였다. A 권역은 춘천, 철원, 화천, 양구, B 권역은 속초, 인제, 고성, 양양, C 권역은 원주, 황성, 홍천, D 권역은 평창, 태백, 영월, 정선, E 권역은 강릉, 동해, 삼척으로 구분하였다. 경제적 효율성을 고려할 때, 권역 내에서 가장 많은 폐기물이 발생하는 지역에 처리시설이 입지하는 것이 효율적이므로 각 권역에서 가장 높은 폐기물 발생량을 보이는 춘천, 속초, 원주, 평창, 강릉을 광역처리시설의 입지지역으로 가정하고 분석을 수행하였다. 이들 도시 중 평창을 제외하고는 이미 폐기물 에너지화 시설이 가동 중이거나 시설 설치를 계획하고 있는 지역인 것으로 조사되었다[3].



[그림 2] 폐기물 자원화를 위한 광역권 설정(안)
[Fig. 2] Establishment of multi-regional area for waste resources recovery

3.2 자원화 대상 폐기물량 및 매립비용 분석

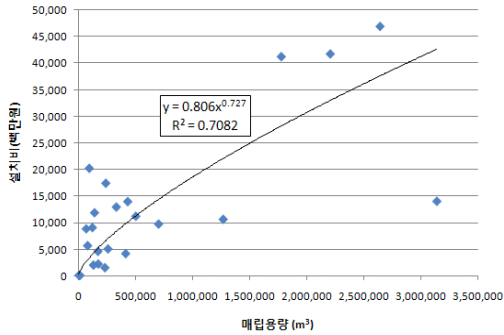
3.2.1 폐기물 매립에 대한 기준 비용 산정

매립 방식에 의한 폐기물처리 비용은 매립시설 설치비용과 유지관리비용으로 구분된다. 이러한 비용을 산정하기 위해서는 입지지역에 따른 토지수용비용, 시설규모, 처리량, 물가상승률, 이자율 등도 함께 고려되어야 하나, 이는 설치시기 및 입지지역에 따라 다양한 요소가 영향을 미치고 있으며, 시군별 설치비용 및 관리비용에서도 그 차이가 확연히 드러난다. 본 연구에서는 각 시군의 자원화가능 처리 대상량에 대하여 기준척도를 두어 상대적인 비교분석을 수행하고자 하였다. 강원도 내에 설치 및 운영되고 있는 매립지에 대한 설치비용 및 유지관리비용을 분석하기 위해 2008년을 기준으로 매립지를 설치하고 향후 20년간 운영한다는 시나리오를 설정하여 비용 분석을 수행하였다. 물가 상승률 및 이자율 등은 고려하지 않고 상대적인 비교분석을 수행하였다.

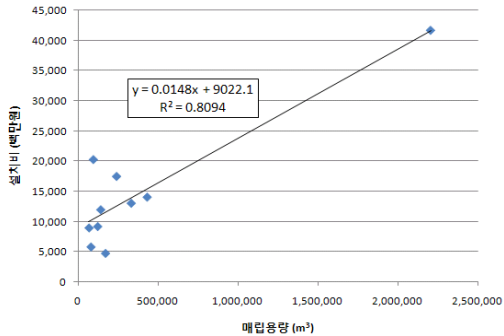
1) 매립지 설치의 기준비용 분석

2008년 기준으로 강원도에서 운영되고 있는 매립지 24개소에 대하여 각 지자체의 자료를 수집하여 매립지 용량과 설치비에 대한 회귀분석의 수행 결과를 Fig. 3에 제시하였다. 분석된 매립지 24개소의 설치년도는 '95~'07년 사이의 12년 간격을 두고 설치된 것으로 나타나, 물가 상승률 등을 고려할 때 매립지 설치의 기준비용으로 하기에는 무리가 있는 것으로 나타났다. 특히, '95년에 설치된 원주 매립지의 경우(가장 왼쪽의 점), 용량이 가장 크면서도 설치비는 상당히 낮게 나타나는 현상을 나타내고 있다. 설치시기의 연차가 너무 상이해 매립용량에 따

른 기준비용을 산정하기에는 현실성이 결여된다고 판단 되어, 2000년 이전에 설치된 매립지는 제외하고 2000~2007년 사이에 운영이 개시된 매립지를 대상으로 하여 기준 설치비용 산정식을 구하기 위한 Fig. 4와 같이 회귀분석을 수행하였다.



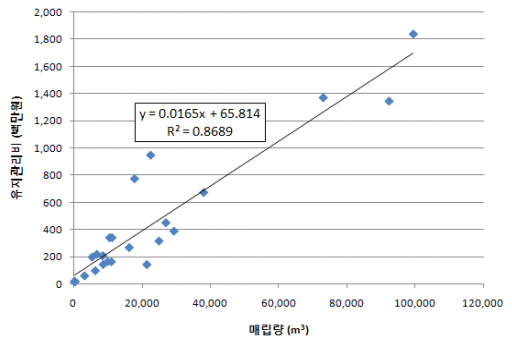
[그림 3] 매립지 용량-설치비의 상관관계(24개소)
 [Fig. 3] Relationship between capacity and installation cost of landfill sites (24 sites)



[그림 4] 매립지 용량-설치비 상관관계(10개소)
 [Fig. 4] Relationship between capacity and installation cost of landfill sites (10 sites)

2) 매립량에 따른 유지관리 비용 산정

폐기물관리법에 따라 2009년 환경부에서 고시된 ‘방치폐기물처리 이행보증금 산출을 위한 폐기물 종류별 처리단가’에서는 매립에 의한 처리비용이 67천원/톤으로 명시되어 있으며, 소각은 266천원/톤으로 명시되어 있다 [5]. 그러나 이는 지역의 특성을 고려하기 어려운 전국적인 평균 수치이며, 강원도는 면적에 비해 인구밀집도가 낮다는 특성이 있으므로 본 연구에서는 강원도 각 지자체 매립지의 2008년도 유지관리 비용 지출내역을 사용하여 매립량에 대한 유지관리비용의 산정식을 구하고자 하였다. 매립량에 유지관리 비용의 기준단가를 산정하기 위하여 현재 운영되고 있는 매립지 24개소에 대하여, 매립량 유지관리비에 대한 회귀분석을 수행하였다. 매립량 및 유지관리비용은 각 시군의 2008년 자료를 이용하여 그 결과를 Fig. 5에 제시하였다. 매립량과 유지관리비용과의 상관관계는 선형식에서 가장 높은 상관계수(R²)를 나타내었으며, 지역에 따라 비교적 큰 편차 없이 높은 상관성을 나타내는 것으로 분석되었다.



[그림 5] 매립량과 유지관리비의 상관관계
 [Fig. 5] Relationship between the amount of landfill and operation cost

[표 1] 시·군별 수집-운반처리비용 기준 단가
 [Table 1] Unit cost of municipal waste collection and transportation for each city and county

시·군	수집 운반량(톤/일)	연간 수집 운반비(천원)	기준 단가 (원/톤)	수집 운반량(톤/일)	연간 수집 운반비(천원)	기준 단가 (원/톤)	기준 단가 (원/톤)
춘천시	345.0	7,943,059	63,077.7	영월군	38.7	3,670,832	259,872.7
원주시	386.4	14,759,222	104,648.6	평창군	180.0	3,182,282	48,436.6
강릉시	307.3	18,043,582	160,867.1	정선군	48.2	3,750,474	213,179.9
동해시	113.8	8,132,783	195,796.1	철원군	42.4	3,255,801	210,377.4
태백시	120.7	4,445,508	100,907.0	화천군	48.6	1,064,920	60,032.7
속초시	197.3	1,913,685	26,573.6	양구군	35.2	1,245,010	96,903.0
삼척시	101.0	5,096,476	138,247.0	인제군	83.7	2,248,460	73,598.1
홍천군	73.3	2,749,572	102,738.2	고성군	31.4	3,100,865	270,870.9
횡성군	57.2	2,642,000	126,544.7	양양군	71.1	2,290,447	88,258.8

3) 시·군별 수집운반비 분석

생활폐기물 연간 수집·운반비용은 종량제 봉투 배출폐기물 이외에도 재활용가능 분리배출폐기물, 음식물류 등의 비용이 합산된다. 따라서 수집운반량은 생활자원화대상 폐기물량이 포함된 생활폐기물의 총량을 고려하여 시·군별 수집운반비의 기준단가를 산정하였다.

산정된 수집운반비의 기준 단가는 약 27천원/톤~270천원/톤으로 약 10배의 폭 넓은 범위를 나타내었다.

속초, 평창, 화천, 춘천, 인제, 양구 등에서는 약 100천원/톤 이하의 비교적 낮은 기준단가를 나타내었는데, 이는 지역 면적과 인구밀도의 지역적 특성, 나무류 폐기물의 발생, 그리고 군부대가 다수 위치하여 배출폐기물이 매립지로 직접 이송되는 등의 영향인 것으로 판단된다. 고성, 영월, 정선, 철원 등의 시·군은 200천원/톤 이상의 높은 수거운반비 기준 단가를 보이고 있다. 속초시 및 평창군은 50천원/톤의 가장 낮은 수거운반비를 나타내었는데 이는 비교적 작은 수거면적 및 나무류 등의 폐기물 발생에 기인한 것으로 판단된다. 강원도 전체의 수집운반비 평균 단가는 약 108천원/톤인 것으로 나타났다.

3.2.2 매립 방식에 의한 폐기물 처리비용 산정

폐기물관리법에 관련된 2008년 환경부고시에 따르면

‘방치폐기물처리 이행보증금 산출을 위한 폐기물 종류별 처리단가’에서는 매립시설의 설치단가는 시 지역 20천원/㎡, 군 지역은 40천원/㎡이며, 유지관리비용은 67천원/톤으로서 단위체적당 폐기물량(0.4톤/㎡)을 고려하면[5], 매립에 의한 처리단가는 시 지역의 경우 117천원/톤, 군 지역의 경우 166천원/톤으로서 평균 136천원/톤인 것으로 나타났다. 본 연구에서는 강원도의 실질적인 설치비 및 유지관리비를 최대한 반영하기 위하여 이 기준단가를 사용하지 않고, 2008년 기준으로 강원도에서 운영중인 매립지 24개소에 대해 분석된 유지관리비의 상관식과, 2000년 이후에 설치된 매립지 10개소에 대해 분석된 시설설치비의 상관식을 활용하여 설치비와 유지관리비용 등 매립에 의한 총 처리비용은 산정하여 매립시 톤당 처리비용(기준단가)을 산정하였다. RDF 및 자원회수시설 등과의 처리비용 및 편익을 비교·평가하기 위하여 매립 기준용량은 20년으로 설정하였으며, ‘08년 현재 매립 또는 소각되는 자원화 대상폐기물이 모두 매립되는 경우에 대한 매립비용을 추정하였다. 매립용량은 여유율 10%를 두어 최종 용량을 산정하였다. 매립지의 설치비 중 국비 지원율은 24개 매립지의 평균 비율은 30%를 이용하여 총 처리비용 중 지방비 소요액을 산정하였다. 매립비용 산정에서 사용된 주요 기준은 단위체적당 폐기물량 : 0.4

[표 2] 자원화 대상폐기물에 대한 총 매립비용 산정결과(20년간)
 [Table 2] Total landfill cost of municipal waste discharged for 20 years

구분	자원화 대상량 (톤/일)	20년 기준 매립용량(㎡)	설치비 (백만원)	유지 관리비(백만원)	총 비용 (백만원)	연간 처리비(백만원)	톤당 처리비(원)	지방비 소요액(백만원)
계	1,336.7	33,541,905	658,818	504,313	1,163,131	58,157	86,692	965,486
춘천시	188.6	4,732,681	79,066	71,056	150,122	7,506	79,301	126,402
원주시	229.0	5,746,469	94,070	86,263	180,333	9,017	78,454	152,112
강릉시	163.2	4,095,300	69,633	61,495	131,128	6,556	80,048	110,238
동해시	74.0	1,856,938	36,505	27,920	64,425	3,221	86,735	53,473
태백시	44.4	1,114,163	25,512	16,778	42,290	2,114	94,892	34,636
속초시	89.6	2,248,400	42,298	33,792	76,090	3,805	84,605	63,401
삼척시	73.5	1,844,391	36,319	27,732	64,051	3,203	86,818	53,155
홍천군	42.1	1,056,447	24,658	15,913	40,570	2,029	96,006	33,173
횡성군	29.6	742,775	20,015	11,207	31,223	1,561	105,088	25,218
영월군	25.6	642,400	18,530	9,702	28,231	1,412	109,867	22,673
평창군	153.2	3,844,363	65,919	57,731	123,650	6,182	80,410	103,874
정선군	24.8	622,325	18,233	9,401	27,633	1,382	111,008	22,163
철원군	21.6	542,025	17,044	8,196	25,240	1,262	116,416	20,127
화천군	24.6	617,306	18,158	9,325	27,484	1,374	111,305	22,036
양구군	23.2	582,175	17,638	8,798	26,437	1,322	113,526	21,145
인제군	61.7	1,548,284	31,937	23,290	55,227	2,761	89,174	45,646
고성군	20.5	513,512	16,622	7,768	24,391	1,220	118,744	19,404
양양군	47.5	1,191,953	26,663	17,945	44,608	2,230	93,561	36,609

* 향후 20년간의 지방비 소요액은단위체적당 폐기물량(0.4톤/㎡), 복토용량(매립용량의 25%), 설치비에 대한 국고 지원율(30%), 매립지 설치용량 여유율(10%)의 기준으로 산정됨

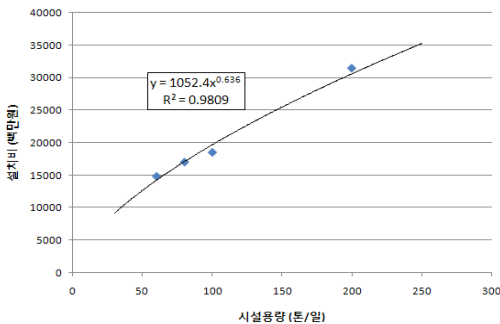
톤/m³, 복토용량 : 매립용량의 25%, 설치비에 대한 국고 지원율 : 30%, 매립지 설치용량 여유율 : 10%로 적용하였다.

매립에 의한 톤당 처리비용은 80,048~118,744원/톤으로 상기의 117천원/톤~166천원/톤 보다는 낮게 산정되었다. 원주, 춘천, 강릉 등의 시 지역에서 기준단가가 낮게 나타났으며, 정선, 철원, 화천, 양구, 고성 등에서 높은 단가를 나타내었다. 산정된 자원화 대상폐기물량을 모두 매립할 경우, 지원되는 국비를 제외하고 강원도 및 각 시군이 20년간 소요해야 될 지방비는 약 9,655억원인 것으로 추정되었으며, 평창군은 재활용되는 나무류가 매립량에 함께 포함되어 약 1,039억원의 높은 비용이 산정되었다.

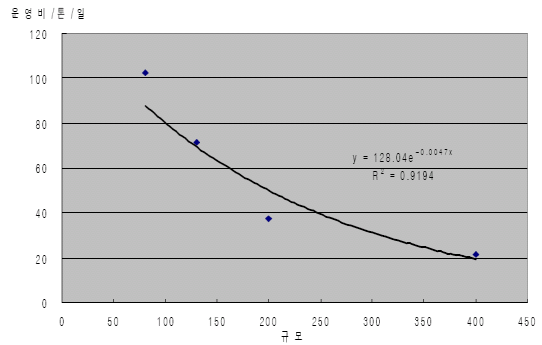
3.3 고품연료화(RDF) 시설에 의한 처리 비용 및 편익 분석

3.3.1 경제적 편익 분석

국내의 경우, RDF 관련시설은 여전히 설치 초기단계에 있어, 적용기술, 지역여건 등의 외부요인 편차가 커 투입 폐기물량 기준의 톤당 시설비용 단가가 일정하지 않게 나타나는 경향이 있다. 따라서 투입 폐기물량에 따른 RDF 시설 설치비를 산정하기 위하여, RDF 처리시설을 운영중인 “원주시 생활폐기물 에너지화시설 설치 운영(원주시, 2010)” 자료를 참고로 하여 현실적인 시설 투자비용에 대한 자문을 통해 다음과 같이 시설용량과 설치비의 관계로부터 산정식을 구하였다. RDF 제조시설의 경우, 폐기물 투입물 톤당 운영비의 단가는 시설 규모가 클수록 운영비 단가가 감소하는 추세를 보이는 것으로 나타났으며, Fig. 6과 7에서 산정된 관계식으로부터 시설의 규모별 운영비 단가를 산정하고자 하였다[6].



[그림 6] RDF 시설용량과 설치비의 상관관계
[Fig. 6] Relationship between capacity and installation cost of RDF facility



[그림 7] RDF 제조시설 규모별 운영비 단가
[Fig. 7] Relationship between capacity and the unit operation cost of RDF facility

시군별 단독설치의 경우, 상기의 시설 산정기준을 이용하여 설치비 및 운영비를 산정하였다. 운영비는 매립에 의한 폐기물 처리비용과 비교분석하기 위하여 20년간의 운영비를 산정하였다. 시설용량은 1일 2교대 방식(원주시)의 운영시간 16시간을 기준으로 산정하였다. 생산되는 RDF의 양은 원주시 RDF 시설자료를 참조하여 가연성의 60%로 설정하였으며, RDF 판매액은 원주에서 RDF를 판매하는 금액인 25,000원/톤으로 산정하였다. 생산된 RDF를 수요처로 이동시키는데 소요되는 운송비는 19,899원/톤(50km, 25톤 트럭 기준)으로 설정하였다[7].

음식물류 등 가연성폐기물의 15%는 선별되어 매립되는 것으로 가정하였으며, 각 시군의 불연성폐기물의 비율에 따라 매립량 및 그에 따른 매립비용을 산정하여 총 처리비용을 산정하였다. 그리고 RDF 판매액, 수송비를 모두 고려하여 최종 소요비용과 톤당 처리비용을 산정하고, 국비 지원기준(톤당 시설비 1.5억, 국비 30% 지원)을 고려하여 지방비 소요액을 산정하였다. RDF 시설은, 시설용량이 큰 춘천시, 원주시, 강릉시, 평창군의 경우에는 매립비용에 비해 경제적인 측면에서도 긍정적이거나, 용량이 작은 나머지 지자체는 매립비용에 비해 많은 처리비용이 소요되는 것으로 나타났다. 강원도 각 시군이 모두 단독시설을 설치할 경우 매립비용보다 약 2,840억원이 더 소요되는 것으로 분석되었다.

광역화의 경우 시군별 RDF 시설 설치 시와 동일한 산정기준을 이용하여, A-E권역의 5개 권역으로 광역화할 경우에 대한 설치비 및 20년간의 운영비를 산정하였다. 시설용량, 가연성 및 불연성폐기물의 산정방식, RDF의 생산량 및 판매액 또한 동일한 기준을 활용하여 분석하였다. 운송비의 경우, 수거된 자원화대상 생활폐기물은 광역 시설이 입지된 지역까지의 운송되는 비용과 권역별 운송거리 활용)과 생산된 RDF를 수요처로 이동시키는데

[표 3] 단독 및 광역 RDF 시설에 의한 생활폐기물 처리비용 산정

[Table 3] Cost analysis for municipal waste treatment by individual and multi regional RDF facility

구 분	시설용량 (톤/일)	처리비용 (시설+운영+매립) (백만원)	RDF 판매액(백만원)	RDF 운송비(백만원)	최종 소요비용(백만원)	톤당 처리비용 (원/톤)	지방비 소요액 (백만원)
계	2,005	1,363,150	114,643	91,246	1,339,753	91,535	1,249,529
춘천시	283	149,806	15,615	12,428	146,620	106,495	133,889
원주시	344	154,966	20,761	16,524	150,729	90,165	135,271
강릉시	245	131,308	15,363	12,228	128,173	107,585	117,157
동해시	111	88,647	5,716	4,549	87,481	161,942	82,486
태백시	67	58,563	3,920	3,120	57,763	178,216	54,766
속초시	134	100,727	6,953	5,534	99,308	151,829	93,260
삼척시	110	94,453	4,413	3,512	93,552	174,359	88,591
홍천군	63	54,685	4,008	3,190	53,867	175,275	51,025
횡성군	44	47,899	1,785	1,421	47,535	219,987	45,537
영월군	38	43,050	1,511	1,203	42,742	228,713	41,014
평창군	230	121,596	15,680	12,480	118,396	105,865	108,055
정선군	37	37,034	2,256	1,795	36,574	202,020	34,900
철원군	32	34,580	1,763	1,403	34,221	217,026	32,763
화천군	37	40,209	1,697	1,351	39,862	221,975	38,202
양구군	35	38,940	1,522	1,211	38,630	228,093	37,064
인제군	93	75,610	5,234	4,166	74,542	165,498	70,377
고성군	31	30,354	2,087	1,661	29,928	200,344	28,547
양양군	71	60,720	4,358	3,469	59,831	172,547	56,624
광역처리	시설용량 (톤/일)	처리비용 (시설+운영+매립) (백만원)	RDF 판매액 (백만원)	운송비* (백만원)	최종 소요비용 (백만원)	톤당 처리비용 (원/톤)	지방비 소요액 (백만원)
계	2,005	873,128	114,643	165,782	924,268	94,722	773,893
A권역	387	181,692	20,597	27,642	188,738	100,211	159,713
B권역	329	164,688	18,633	28,336	174,391	108,952	149,724
C권역	451	177,383	26,554	30,623	181,452	82,662	147,623
D권역	372	160,987	23,367	35,532	172,952	95,532	145,052
E권역	466	188,378	25,492	43,580	206,736	91,149	171,782

*운송비는 광역시설로의 생활폐기물 운송비와 생산된 RDF의 운송비가 합산된 결과임

소요되는 운송비를 함께 고려하여 산정하였다. 광역화시설의 경우 시설설치비에 대해 국비 50%가 지원되므로(톤당 시설비 1.5억) 이를 고려하여 지방비 소요액을 산정하였다. 시설설치 및 운영에 소요되는 지방비는 향후 20년 동안 약 7,739억원이 소요되는 것으로 나타났다. 이는 사군별로 단독시설을 설치하는 것에 비해 약 4,750억원 이상의 지방비가 절감되는 것이며, 매립방식에 비해서 약 1,916억원의 비용이 절감되는 것으로 나타나 강원도 전체에서 매년 약 95억원의 경제적 편익이 있는 것으로 분석되었다.

3.3.2 환경적 편익 분석

RDF 시설은 폐기물을 고형연료로 생성하여 에너지화 함으로서 원유사용을 대체하여 온실가스를 감축시키는 환경적 편익을 지닌다. 따라서, RDF 시설의 설치 및 운영으로 인해 기대되는 매립지의 사용연한 증대, 원유대체효과(T.O.E), 온실가스감축량, CERs 등에 대한 환경적 기

대효과를 2008년 환경부 “폐기물 에너지화 종합대책”에서의 기준을 이용하여 평가하였다[9].

- 원유대체효과 : RDF 0.5톤 × 1,000kg/톤 × 4,800kcal/kg = 2,400,000kcal = 0.24TOE
- 온실가스감축량 : 0.24TOE × 3.883톤/TOE = 0.932톤
- CERs : 0.932톤 × 11/톤 × 1,363.94원/1 = 13,982원

RDF 시설을 설치하고 20년간 운영할 경우 환경적 기대효과를 분석한 결과, 매립지 사용연한은 현재 9년에 비해 약 3.0배 증가할 것으로 산정되어 강원도는 평균적으로 약 27년간의 사용연한을 확보할 수 있을 것으로 분석되었다. 또한, 향후 20년간 약 440만 TOE의 원유대체효과를 기대할 수 있으며, 이에 따른 온실가스 감축량은 약 1,709만톤에 달하는 것으로 분석되었다. 이는 약 2,565억원의 CERs에 해당하는 것으로 향후 CDM (Clean Development Mechanism) 사업이 활성화될 경우 추가적

[표 4] 폐기물 고품연료화를 통한 환경적 기대효과

[Table 4] Environmental effect by RDF production using municipal waste

구 분	매립지 사용연한 증대 효과 (배)	원유대체효과 (T.O.E)	온실가스감축량 (톤)	CERs (억원)	
계	3.0	4,402,273	17,094,026	2,564.7	
시 군 별	춘천시	2.8	599,604	2,328,264	349.3
	원주시	3.4	797,230	3,095,644	464.5
	강릉시	3.7	589,933	2,290,712	343.7
	동해시	2.5	219,491	852,282	127.9
	태백시	3.2	150,532	584,515	87.7
	속초시	2.5	267,005	1,036,780	155.6
	삼척시	1.9	169,453	657,988	98.7
	홍천군	3.8	153,896	597,577	89.7
	횡성군	1.9	68,538	266,134	39.9
	영월군	1.8	58,026	225,316	33.8
	평창군	4.9	602,127	2,338,061	350.8
	정선군	3.4	86,619	336,341	50.5
	철원군	2.7	67,697	262,869	39.4
	화천군	2.2	65,174	253,072	38.0
	양구군	2.0	58,447	226,949	34.0
	인제군	2.9	200,989	780,442	117.1
고성군	4.8	80,159	311,258	46.7	
양양군	3.5	167,351	649,824	97.5	
권 역 별	A권역	2.6	790,923	3,071,154	460.8
	B권역	2.9	715,504	2,778,304	416.8
	C권역	3.2	1,019,664	3,959,355	594.0
	D권역	3.7	897,304	3,484,233	522.8
	E권역	2.8	978,877	3,800,981	570.3

인 경제적 부가가치도 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 CERs에 의한 경제적 부가 가치를 포함하면, 시·군·별 단독 RDF 시설을 설치할 경우에도 매립에 의한 방법보다 향후 20년간 약 276억원의 비용이 더 소요되는 것으로 나타났으며, 광역화 시설의 경우에는 약 4,480억원의 편익을 기대할 수 있을 것으로 분석되었다.

3.4 자원회수시설(소각)의 편익 분석

3.4.1 경제적 편익 분석

국내의 자원회수시설은 '08년말 기준으로 35개 지역에 총 63기가 위치하고 있다. 2009년 환경부 “생활폐기물 소각시설 설치·운영 지침”에서는 소각시설 규모별 설치 단가를 제시하고 있으나[8], 자원회수시설에 이를 일률적으로 적용하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 폐기물량에 따른 자원회수시설의 설치비를 산정하기 위하여, 2000년 이후에 가동된 전국 17개소 자원회수시설 시설용량과 설치비 자료를 활용하여 설치비 산정을 위한 관계식을 검토하였다. 자원회수시설의 경우에도, 폐기물 투입물 톤당 운영비의 단가는 시설 규모가 클수록 처리운영비 단가가 감소하는 추세를 나타내고 있다. 설치비 산정의 경우와 마찬가지로, 2000년 이후에 가동이 개시된 전국 17개소 자원회수시설 시설용량과 연간 처리량, 유지관리비 자료

를 검토하였다. 이를 통해 각 시설별 처리운영비 단가를 산정하였으며, 시설 용량과 비교하여 규모별 운영비 단가의 관계식을 Fig. 8과 9에 제시하였다.

상기의 시설 산정기준을 이용하여 설치비 및 운영비를 산정하였다. 시설비 및 운영비는 매립에 의한 폐기물 처리비용과 비교·분석하기 위하여 20년을 내구연한으로 하여 산정하였다. 시설용량 산정에 있어 월별 배출량의 변동계수를 1.2로 고려하였으며, 시설의 가동일수는 연간 330일을 고려하여 산정하였다. 산정된 시설용량 규모에 따라 상기에서 산정된 시설규모별 설치비 및 운영비의 관계식을 적용하여 향후 20년간의 소요 비용을 산정하였으며, 각 시·군·별 생활폐기물의 불연성 비율에 따라 매립량을 산정하고 그에 따른 매립비용을 산정하여 총 처리비용을 산정하였다. 또한, 최근에는 폐기물 관련시설에 대한 혐오감 및 사회적 갈등을 방지하는 방안의 하나로 자원회수시설에 주민편익시설을 설치하여 지역주민들에 대한 편익을 제공한다. 따라서 시설 설치비의 10%를 주민편익시설 설치비로 산정하였다[8].

$$\text{시설용량(톤/일)} = \text{일배출량(톤/일)} \times 1.2 \times \frac{365}{330}$$

$$\text{주민편익시설 설치비} = \text{시설 설치비} \times 10\%$$

자원회수시설의 운영으로부터 부가적으로 얻을 수 있는 경제적 편익은 스팀에 의한 열 공급 또는 전력생산 등이다. 시설의 운영으로 소각여열이 발생하고 이를 회수하여 자체 이용하거나 또는 주변지역의 농공 및 산업단지 또는 주거지역에 스팀을 공급하여 판매수익을 얻을 수 있다. 또는, 발전시설을 가동하여 전력을 판매함으로써 수익을 창출할 수 있다.

일반적으로, 소각에 의해 발생하는 증기발생량을 활용하여 전력을 생산 및 판매하는 것보다는 인근지역의 산업단지나 주거지역에 스팀을 공급하여 수익을 창출하는 것이 경제성이 훨씬 높다[7]. 그러나 이를 위해서는 인근 지역에 발전된 스팀이 충분히 활용될 수 있는 수요처가 위치하고 있는 곳에 자원회수시설이 입지해야 하나 NIMBY 현상 등으로 인해 실제적으로 어려움이 많으며, 강원도 여건상 적합한 수요처를 확보하기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 인근지역에 대한 스팀의 판매

수익은 경제적 편익 산정에 고려하지 않았다. 발전시설을 가동하여 전력을 생산하는 경우, 일반적으로 시설용량 100톤/일 미만의 시설에서는 경제성이 없는 것으로 나타났다. 따라서 시설용량 100톤/일 이상의 시설에서만 발전시설을 가동하는 것으로 고려하여 100톤/일을 초과하는 용량분의 전력생산에 의해서 경제적 편익이 창출되는 것으로 가정하였다. 또한, 소각에 따른 증기발생량 중 소각 시설에서 자체적으로 평균 21%가 이용되므로, 이를 제외한 나머지 부분에 대한 전력생산량을 산정하여 경제적 편익을 분석하였다.

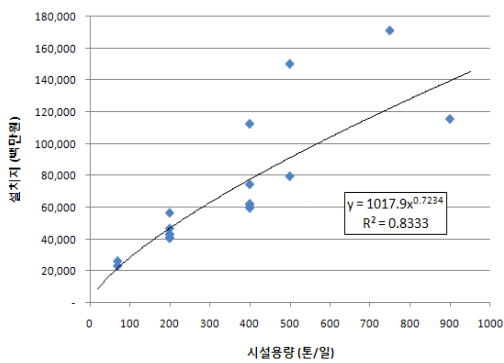
소각시설의 증기발생량 및 전력생산량, 판매수익 등은 2008년 환경부 “폐기물 에너지화사업의 경제성 분석 연구”의 자료를 이용하였고, 전력판매단가는 ‘07년 평균 계통한계가격(SMP) 83.74원/kWh에 발전차액 지원수준인 5원/kWh를 추가 적용하여 88.74원/kWh를 적용하였다[7].

[표 5] 시군별 단독 및 자원회수시설에 의한 생활폐기물 처리비용 산정

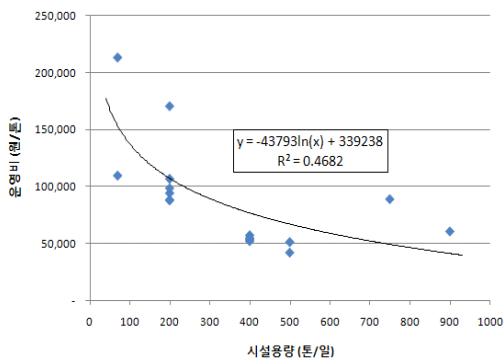
[Table 5] Cost analysis results for municipal waste treatment by individual and multi regional resource recovery facility by incineration

구 분	시설용량 (톤/일)	처리비용 (시설+운영+매립) (백만원)	전력생산 순 수익 (백만원)	최종 소요비용 (백만원)	톤당 처리비용 (원/톤)	지방비 소요액 (백만원)	
계	1,774	2,045,738	36,226	2,009,512	155,162	1,929,677	
춘천시	250	238,608	9,181	229,427	166,641	218,163	
원주시	304	261,882	12,456	249,426	149,205	235,748	
강릉시	217	206,508	7,122	199,386	167,360	189,639	
동해시	98	126,159	-	126,159	233,541	121,739	
태백시	59	83,437	-	83,437	257,427	80,785	
속초시	119	144,753	1,156	143,597	219,540	138,245	
삼척시	98	132,855	-	132,855	247,610	128,465	
홍천군	56	78,337	-	78,337	254,896	75,823	
횡성군	39	67,384	-	67,384	311,846	65,616	
영월군	34	60,670	-	60,670	324,649	59,141	
평창군	203	191,167	6,311	184,856	165,292	175,706	
정선군	33	53,384	-	53,384	294,875	51,903	
철원군	29	49,635	-	49,635	314,785	48,345	
화천군	33	57,066	-	57,066	317,777	55,597	
양구군	31	55,202	-	55,202	325,946	53,817	
인제군	82	107,644	-	107,644	238,991	103,959	
고성군	27	44,344	-	44,344	296,844	43,122	
양양군	63	86,701	-	86,701	250,039	83,864	
광역처리	시설용량 (톤/일)	처리비용 (시설+운영+매립) (백만원)	전력생산 순 수익 (백만원)	운송비* (백만원)	최종 소요비용 (백만원)	톤당 처리비용 (원/톤)	지방비 소요액 (백만원)
계	1,774	1,492,657	77,817	74,536	1,489,376	152,637	1,356,317
A권역	342	302,408	14,807	11,249	298,849	158,675	273,167
B권역	291	265,621	11,667	13,506	267,460	167,097	245,633
C권역	399	316,880	18,268	9,488	308,100	140,357	278,167
D권역	329	273,706	13,996	16,733	276,443	152,697	251,756
E권역	412	334,042	19,079	23,560	338,524	149,254	307,595

*운송비는 생활폐기물의 광역시설로의 운송비를 나타냄



[그림 8] 자원회수시설 용량과 설치비의 상관관계
 [Fig. 8] Relationship between capacity and installation cost of resource recovery facility by incineration



[그림 9] 자원회수시설의 규모별 운영비 단가
 [Fig. 9] Relationship between capacity and installation cost of resource recovery facility by incineration

전력생산에 의한 순수익을 고려한 최종 소요비용과 톤당 처리비용을 산정하고, 국비 지원기준(국비 30% 지원)을 고려하여 지방비 소요액을 산정하였다. 자원회수시설의 경우에는, 매립이나 RDF 시설에 비해 더 많은 비용이 소요되는 것으로 나타났다. 강원도 각 시군이 모두 단독으로 자원회수시설을 설치할 경우 매립비용보다 20년간 약 9,642억원이 더 소요되어 약 2배의 비용이 소요되며, RDF 시설(단독)을 설치하여 운영하는 비용보다도 약 6,800억원이 더 소요되는 것으로 분석되었다. 또한, 폐기물 톤당 처리단가에서도 매립 86,692원/톤, RDF(단독) 91,535원/톤에 비해 매우 높은 155,162원/톤인 것으로 나타났다.

이와 같이 환경적 편익을 고려하지 않고 시설비와 운영비를 고려할 때, 시군별로 단독 자원회수시설을 설치 및 운영하는 것은 경제적인 측면에서 매우 바람직하지 못한 결과를 나타내었다. 특히, 일부 시군을 제외한 지자

체가 전력생산에 대한 경제성을 충족시키지 못하는 소규모 용량이므로 경제성을 더욱 악화시키는 요인이 되고 있다. 따라서, 시군의 단독 자원회수시설의 설치에 매립지의 사용연한을 증대시켜 사회적 갈등을 최소화하는 데 있어서는 효율적인 방안이 될 수 있으나, 경제적인 손실이 매우 크다는 것을 나타내고 있다.

광역화할 경우, 각 시군별로 단독 자원회수시설을 설치할 경우와 동일한 산정기준을 이용하여, 설치비 및 20년간의 운영비를 산정하였다. 시설용량, 가연성 및 불연성폐기물의 산정방식, 전력생산에 의한 순수익 또한 동일한 기준을 활용하여 분석하였다. 운송비 수거된 자원화대상 생활폐기물이 광역 시설이 입지된 지역까지 운송되는 비용을 산정하였다. 광역화시설의 경우 시설설치비에 대해 국비 50%가 지원되는 것을 기준으로 지방비 소요액을 산정하였다. 광역화의 경우, 시설설치 및 운영에 소요되는 지방비는 향후 20년 동안 약 13,563억원이 소요되는 것으로 나타났다. 이는 시군별로 단독시설을 설치하는 것에 비해 약 6,800억원의 지방비를 절감하는 효과가 있으나, 매립방식에 비해서도 약 3,908억원의 비용이 증가하는 것으로 나타났으며, RDF 광역시설에 비해서는 약 5,824억원의 비용이 증가하는 것으로 분석되어, 경제성 측면에서는 효율성이 저하되는 것으로 나타났다.

3.4.2 환경적 편익 분석

자원회수시설은 폐기물을 소각하여 발생하는 열을 활용하여 스팀 또는 전력을 생산함으로써 원유사용을 대체할 수 있는 환경적 편익을 지닌다. 따라서, 자원회수시설의 설치 및 운영으로 인해 기대되는 매립지의 사용연한 증대, 원유대체효과(T.O.E), 온실가스감축량, CERs 등에 대한 환경적 편익을 분석하였다.

분석시, 매립지의 사용연한은 가연성폐기물의 비율을 이용하여 산정하였으며, 전력생산량에 의한 원유대체효과를 분석하였다. 또한 소각시 발생하는 에너지 중 소각 시설 자체에서 이용되는 에너지도 원유대체효과에 함께 분석되었다. 전력생산량을 TOE로 환산하기 위한 1 kWh는 860 kcal로 환산하여 적용하였다[9].

시군별 단독으로 자원회수시설이 설치되는 경우에는 소각시설 자체에서 이용되는 에너지량을 평가하였으며, 발전시설을 통한 전력생산량을 산정해 원유대체효과를 평가하였다. 자원회수시설이 운영될 경우, 매립지의 사용연한은 현재 9년에 비해 약 4.6배 증가할 것으로 산정되어 강원도는 평균적으로 약 41년간의 사용연한을 확보할 수 있을 것으로 분석되었다. 또한, 향후 20년간 약 93만 TOE의 원유대체효과를 기대할 수 있으며, 이에 따른 온실가스 감축량은 약 360만톤으로서 약 540억원의 CERs

[표 6] 시군별 단독 및 광역 자원회수시설 운영에 따른 환경적 기대효과
 [Table 6] Environmental effect by the operation of resource recovery facility by incineration

구 분		매립지 사용연한 증대 효과 (배)	원유대체효과 (T.O.E)	온실가스감축량 (톤)	CERs (억원)
계		4.6	926,161	3,596,282	539.6
시 군 별	춘천시	4.1	187,550	728,259	109.3
	원주시	5.8	227,726	884,259	132.7
	강릉시	7.1	162,292	630,179	94.5
	동해시	3.4	15,454	60,006	9.0
	태백시	5.2	9,272	36,004	5.4
	속초시	3.4	89,101	345,981	51.9
	삼척시	2.2	15,349	59,601	8.9
	홍천군	7.7	8,792	34,139	5.1
	횡성군	2.2	6,181	24,002	3.6
	영월군	2.2	5,346	20,759	3.1
	평창군	15.3	152,347	591,565	88.8
	정선군	5.9	5,179	20,110	3.0
	철원군	3.9	4,511	17,515	2.6
	화천군	2.7	5,137	19,948	3.0
	양구군	2.5	4,845	18,813	2.8
인제군	4.4	12,885	50,032	7.5	
고성군	14.6	4,273	16,594	2.5	
양양군	6.2	9,919	38,517	5.8	
구 분		매립지 사용연한 증대 효과 (배)	원유대체효과 (T.O.E)	온실가스감축량 (톤)	CERs (억원)
계		4.6	1,329,225	5,161,382	774.4
권 역 별	A권역	3.7	256,564	996,239	149.5
	B권역	4.5	218,044	846,663	127.0
	C권역	5.2	299,027	1,161,121	174.2
	D권역	7.2	246,620	957,625	143.7
	E권역	4.0	308,971	1,199,734	180.0

에 해당하는 것으로 RDF 시설에 비해 약 1/5 수준인 것으로 평가되었다. 광역 자원회수시설을 운영할 경우, 원유대체효과는 약 133만 TOE를 기대할 수 있으며, 온실가스 감축량은 약 516만톤으로서 이는 약 774억원의 CERs에 해당하는 것으로 나타났다. 이는 RDF 시설의 2,564억원에 비해 약 1,790억원 정도가 낮은 수준인 것으로 평가되었다.

3.4.3 단독 및 광역화 시설 운영비용 분석

가연성폐기물의 에너지화에 대해서는 현재 많은 논란이 있는 것이 사실이다. 기존의 매립방식에 대한 처리비는 과다 산정되었으며, 자원화시설에 의한 처리 및 제조비용은 지나치게 감소되고, 에너지회수율, 원유대체효과 및 온실가스저감효과 등은 지나치게 부풀려 졌다는 등 폐자원 에너지화는 환경적, 경제적으로 바람직하지 못하다는 다양한 반론이 있다. 이러한 부분에 대해서는 중앙정부, 지자체, 연구기관, 시민단체 등의 협력하여 정확하고 합리적인 평가가 계속 이루어질 필요가 있을 것이다. 본 연구에서는 강원도에서 배출되는 생활폐기물을 대상

으로 하여 자원화 가능한 대상 폐기물량을 검토하고, 이에 대한 자원화시설의 설치 및 운영 시 매립비용과의 비교분석을 통해 그 타당성을 검토하고자 하였다.

자원화시설로는 고형연료화(RDF) 시설과 자원회수시설(소각)에 대한 검토를 수행하였다. 또한, 강원도 각 시군별로 자원화시설을 단독으로 설치하였을 경우와 자원화가능 대상폐기물의 배출량에 따라 설정된 광역권(안)에 따라 광역화하였을 경우에 대한 편익을 비교·분석하였다. 이를 위해, 중앙정부 및 관련 연구기관에서 제시된 시설별 비용단가 및 에너지화 관련 변수(발열량, 용량, 증기 및 전력생산량 등)를 사용하여 자원화시설에 대한 설치비 및 운영비를 산정하였다. 또한, 강원도의 현실적인 관리 여건을 반영하고자 매립지 설치 및 운영비용, 생활폐기물 관리비용, RDF 시설비 및 운영자료 등의 자료 분석을 통해 설치비 및 운영비용 산정에 최대한 반영하였다. 상기의 자료들을 활용하여, 생활폐기물 배출량에 대한 향후 20년간의 매립비용, 고형연료화(RDF) 시설 및 자원회수시설(소각)을 강원도 내 각 시군별로 단독 설치하여 운영할 경우와 광역화하여 운영할 경우에 대한 비용을 분

석하였다.

표 7에 제시한 바와 같이, RDF 시설을 광역화하는 경우에는 매립방식에 비해 상당한 비용을 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 이외의 경우에는 매립방식보다는 비용이 더 소요되는 것으로 나타났다. 비용이 더 소요되는 측면이 있으나, 가용자원의 고갈 및 지구온난화, 매립으로 인한 환경 위해성 및 이로 인해 유발되는 지역주민간의 갈등으로 인한 사회적비용 소모 등을 고려할 때 버려지는 생활폐기물의 자원화는 무시될 수 없는 중요한 부분이다. 생활폐기물을 자원화에 있어, 규모상의 경제성 타당성 및 광역화에 따른 국비 지원율의 제고 등으로 단독 시설보다는 광역화를 통한 시설 설치 및 운영이 경제적인 측면에서 상당히 효율적이라는 것을 분명히 나타내고 있다.

[표 7] 생활폐기물 처리방식별 지방비 소요액
[Table 7] Investment cost from local governments for each facility type

구 분	매립 (백만원)	RDF시설(백만원)		자원회수시설(백만원)	
		단독	광역	단독	광역
계	965,486	1,249,59	773,89	1,929,67	1,356,37
A권역	189,711	241,917	159,73	375,922	273,167
B권역	165,060	248,809	149,72	369,190	245,633
C권역	210,503	231,833	147,63	377,187	278,167
D권역	183,347	238,735	145,03	367,535	251,756
E권역	216,866	288,234	171,78	439,843	307,595

앞에서 언급한 바와 같이, 자원화시설의 환경적, 경제적 편익에 대해서는 아직 많은 논란이 있어 매립방식과의 비교에는 향후 세부적인 연구가 필요할 것으로 판단되나, 동일한 기준으로 분석된 단독시설과 광역시설은 그 편익을 분명히 나타내고 있다. 또한, 현재의 환경부 산정기준을 이용하여 평가한 원유대체 효과 및 이에 따른 CERs(온실가스 저감인증)는 향후 CDM 사업이 활성화될 경우 추가적인 경제적 부가가치를 기대할 수 있다는 것을 나타낸다. 이러한 경우, 폐기물 자원화시설은 에너지 회수 측면 이외에 환경 보호 및 경제논리 측면에서도 그 중요성이 더욱 부각될 것이다. 표 8과 9에는 생활폐기물 처리방식별 CREs와 CREs의 편익을 고려한 비용 소요액에 대하여 제시하였다.

[표 8] 생활폐기물 처리방식별 CREs
[Table 8] CERs for each facility type

구 분	RDF 시설 (백만원)	자원회수시설(백만원)	
		단독	광역
계	256,467	53,956	77,438
A권역	46,078	11,771	14,947
B권역	41,684	6,768	12,703
C권역	59,404	14,139	17,421
D권역	52,275	10,029	14,368
E권역	57,027	11,249	18,000

[표 9] CREs의 편익을 고려한 비용 소요액
[Table 9] Investment cost considering the benefits of CERs

구 분	매립 (백만원)	RDF 시설(백만원)		자원회수시설(백만원)	
		단독	광역	단독	광역
계	965,486	993,061	517,426	1,875,720	1,278,879
A권역	189,711	195,840	113,635	364,151	258,220
B권역	165,060	207,126	108,040	362,422	232,930
C권역	210,503	172,430	88,219	363,047	260,746
D권역	183,347	186,459	92,777	357,507	237,388
E권역	216,866	231,206	114,755	428,594	289,595

4. 결론

본 연구는 강원도내 생활폐기물을 대상으로 자원화시설의 설치 및 운영 시 매립비용과의 비교분석을 통해 타당성을 검토하고자 하였다.

고형연료화 시설은 단독시설을 설치할 경우 매립비용보다 약 2,840억원이 더 소요되는 것으로 분석되었다. 광역화는 단독시설에 비해 약 4,750억원 이상의 지방비가 절감되며, 매립방식에 비해서 약 1,916억원의 비용이 절감되어 강원도 전체에서 매년 약 95억원의 경제적 편익이 있는 것으로 분석되었다.

고형연료화 시설을 20년간 운영할 경우 환경적 기대효과를 분석한 결과, 매립지 사용연한은 현재 9년에 비해 약 3.0배 증가할 것으로 산정되었다. 이는 향후 20년간 약 440만 TOE의 원유대체효과를 기대할 수 있으며, 이에 따른 온실가스 감축량은 약 1,709만톤에 달하는 것으로 분석되었다. 또한 약 2,565억원의 CERs에 해당하는 것으로 향후 CDM 사업이 활성화될 경우 추가적인 경제적 부가가치도 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 CERs

에 의한 경제적 부가가치를 포함하여 고려하면, 단독시설의 경우에도 매립에 의한 방법보다 향후 20년간 약 276억원의 비용이 더 소요되는 것으로 나타났으며, 광역화시설의 경우에는 약 4,480억원의 편익을 기대할 수 있을 것으로 분석되었다.

자원회수시설의 편익 분석결과, 단독으로 자원회수시설을 설치할 경우 매립비용보다 20년간 약 9,642억원이 더 소요되었으며, 이는 단독 설치하여 운영하는 비용보다도 약 6,800억원이 더 소요되는 것으로 분석되었다. 또한, 폐기물 톤당 처리단가에서도 매립 86,692원/톤, RDF(단독) 91,535원/톤에 비해 매우 높은 155,162원/톤인 것으로 나타났다. 광역화의 경우, 시설설치 및 운영에 소요되는 지방비는 향후 20년 동안 약 13,563억원이 소요되는 것으로 나타났다. 이는 단독시설을 설치하는 것에 비해 약 6,800억원의 지방비를 절감하는 효과가 있으나, 매립방식에 비해서도 약 3,908억원의 비용이 증가하는 것으로 나타났으며, 고형연료화 광역시설에 비해서는 약 5,824억원의 비용이 증가하는 것으로 분석되어, 경제성 측면에서는 효율성이 저하되는 것으로 나타났다.

자원회수시설에 대한 환경적 편익을 분석한 결과, 단독으로 운영될 경우, 매립지의 사용연한은 현재 9년에 비해 약 4.6배 증가할 것으로 산정되어 강원도는 평균적으로 약 41년간의 사용연한을 확보할 수 있을 것으로 분석되었다. 또한, 향후 20년간 약 93만 TOE의 원유대체효과를 기대할 수 있으며, 이에 따른 온실가스 감축량은 약 360만톤 으로서 약 540억원의 CERs에 해당하는 것으로 RDF 시설에 비해 약 1/5 수준인 것으로 평가되었다. 광역 자원회수시설을 운영할 경우, 원유대체효과는 약 133만 TOE를 기대할 수 있으며, 온실가스 감축량은 약 516만톤 으로서 이는 약 774억원의 CERs에 해당하는 것으로 나타났다. 이는 RDF 시설의 2,564억원에 비해 약 1,790억원 정도가 낮은 수준인 것으로 평가되었다.

References

- [1] Ministry of Environment (2007), Revision of Second Master Plan for National Waste Management (2002 ~ 2011)
- [2] Ministry of Environment, Master Plan for Climate Change, 2008.
- [3] Data from Dept. of Environmental Policy, Gangwon Province, 2010.
- [4] Homepage of Gangwon Statistical Information, <http://stat.gwd.go.kr/>

- [5] Ministry of Environment, Notification No. 2008-150 of the Ministry of Environment, 「Disposal Unit Cost for Each Waste Type for Calculation of Disposal Deposit for the Abandoned Waste」, 2008.
- [6] Gangwon Province, A Study on New · Renewable Energy using the Combustible Waste from Military Camp, 2010.
- [7] Ministry of Environment, A Study on the Economic Feasibility for Renewable Energy Business using Waste, 2008.
- [8] Ministry of Environment, Guide on the Installation and Operation of Incineration Facility for Municipal Waste, 2009.
- [9] Ministry of Environment, Master Plan for Renewable Energy Business using Waste, 2008.

이 해 승(Hae-Seung Lee)

[정회원]



- 1989년 8월 ~ 1991년 11월 : (주)유신코퍼레이션, 환경부
- 1994년 3월 ~ 1997년 3월 : Hokkaido University 환경위생과 (환경공학 박사)
- 1999년 2월 ~ 현재 : 강원도립 대학 소방환경방재과 교수

<관심분야>

폐기물처리, 매립지 관리

한 영 한(Han-Young Han)

[정회원]



- 1996년 3월 ~ 2001년 2월 : 강원대학교 대학원(환경공학 박사)
- 2003년 7월 ~ 2006년 6월 : 미국 UCLA 대학교 토목환경공학과(박사후 연구원)
- 2008년 4월 ~ 현재 : 강원발전연구원 부연구위원

<관심분야>

수환경 및 유역관리, 폐기물관리 및 자원화