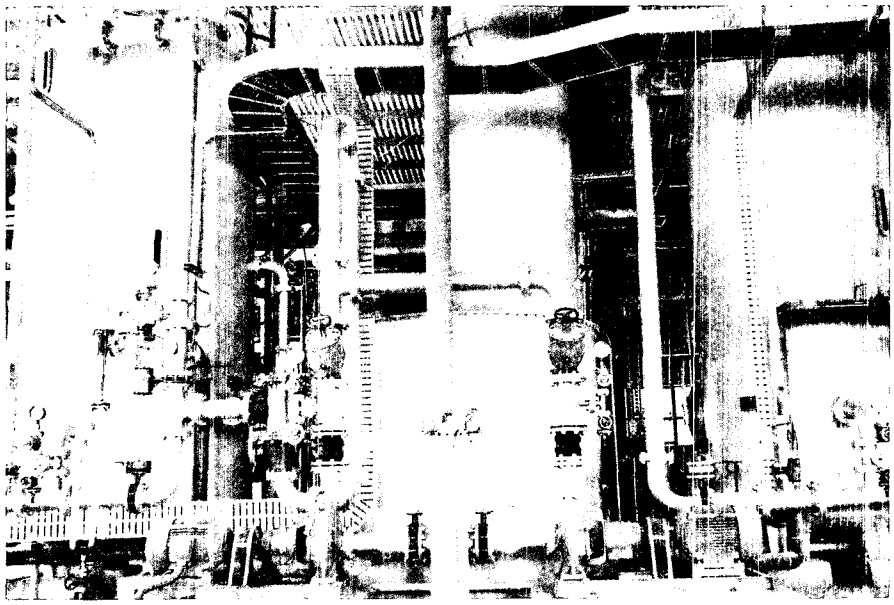
1

기획특집
환경과 에너지



산업 폐기물에서의 에너지 회수와 절감에 따른 경제적 효과

급속한 경제성장과 생활 수준의 향상에 따라 폐기물의 질적 다양화와 양적인 팽창으로 기존 매입에 의존하던 폐기물처리는 사회 문제화되어 그 해결 방안이 시급한 실정에 있다.

이에 산업폐기물의 에너지 회수 방법을 연구 · 개발하여 해결방안을 모색하려는 의도가 지속적으로 진행되어 왔다.

따라서 본지는 산업폐기물의 에너지 회수와 절감에 따른 경제적 효과를 파악하여 회수 · 절감에 따른 보다 발전적인 계기를 마련하고자 한다.

김진오 /
에너지경제연구원 연구위원

1. 서 론

1994년 에너지 경제연구원에서 실시한 대체 에너지 소비량 센서스에 의하면 에너지소비 실적에서 조차도 포함되어 있지 않는 가연성 폐기물의 상당부분이 에너지로 전환되고 있음이 밝혀지고 있어 이를 위한 대체 에너지 수급 통계정비 작업이 새로운 정책 잇슈로 등장되고 있다.

1994년 3월 기후변화 협약의 발효로 지구온난화와 산성비 그리고 CFC에 의한 오존층 파괴 등 환경문제가 세계적인 관심거리로 떠 오르고 있다. 온실가스의 주범으로 화석연료가 지목되긴 했지만 이러한 관점에서 볼때 산업폐기물도 결코 예외는 아니다. 그것은 산업 폐기물이 처리과정에서 대체로 공해물질을 배출하여 인체나 환경에 적잖은 피해를 주기 때문이다. 처리 방법으로는 대략 재활용, 파쇄, 압축, 탈수, 중화, 소각, 매립, 해양환원등이 있지만 가연성 폐기물을 소각하여 에너지를 회수하는 것에 대하여는 큰 호응을 얻지 못하고 있었던것 같다.

그러나 경제성장및 생활수준의 향상에 따라 폐기물의 질적인 다양화와 양적인 팽창은 피할 수 없게 되었고, 특히 매각지의 확보가 여의치 않아 폐기물의 처리는 큰 사회문제로 등장 되고 있다. 또한 폐기물의 처리, 처분 비용도 대폭 상승하고 있고 이러한 상태가 지속된다면 생활환경의 악화를 초래할 뿐 아니라 국가 경제운영이나 기업의 사업활동에 막대한 지장을 초래할 가능성도 배제 할 수 없는 상태이다.

환경청 보고에 의하면 1992년 현재 사업장 일반폐기물과 특정 폐기물을 합한 산업 폐기물의 배출량은 25,345,235 톤으로 집계 발표되고 있다. 이는 8톤 트럭으로 매일 8679대가 동원되어야할 정도이어서 이의 처리를 위한 시설 의무화와 매립장소의 선정등은 커다란 사회적 문제로 야기 되고 있다. 그럼에도 불구하고 1994년 에너지 경제연구원에서 실시한 대체 에너지 소비량 센서스에 의하면 에너지소비 실적에서 조차도 포함되어 있지 않는 가연성 폐기물의 상당부분이 에너지로 전환되고 있음이 밝혀지고 있어 이를 위한 대체 에너지 수급 통계정비 작업이 새로운 정책 잇슈로 등장 됨을 알수 있다.

따라서 본고는 첫째 산업폐기물의 발생량과 에너지 가용량등에 대한 잠재력을 평가하고 현재 회수 이용되고 있는 사용량을 추적코자 하며, 둘째 생성된 폐기물에너지가 경제재로서 가치를 가지고 있는지 여부를 가리기 위하여 경제성분석을 시도하고 셋째, 폐기물에너지 이용으로 인한 에너지절감 및 그로 인한 경제적 효과등을 한번 짚어 보기로 한다.

2. 산업폐기물로 부터의 에너지 회수의 필요성

산업폐기물로 부터 에너지를 회수해야할 이유는 다음 세가지로 요약 할수있다.

첫째는, 폐기물로 부터의 에너지 회수는 가장 경제적인 처리 방법중의 하나가 되었기 때문이다. 익히 알려진 방법으로는 재활용 소각, 매립등이 있다. 이중 재활용이 가장 실효성이 있는 처리 방법이긴 하지만 2차, 3차 계속적인 재활용은 기대할수 없기때문에 소각후 매립이라는 등식이 차선책으로 등장된다. 그런데 소각은 에너지회수란 공식과 맞물려 있다. 소각으로 발생하는 다량의 에너지를 외부로 무료방출한다는 것은 또 다른 하나의 낭비요인이 될수 있기때문이다.

다만 이분야의 기술개발이 뒤지고 있었기 때문에 소각하면 단순소각으로 이해되기 쉽지만 그동안 이분야의 놀라울 정도의 기술혁신은 소각후 에너지회수가 아주 자연스러운 현상으로 대두되고 있다. 왜냐하면 소각으로 인하여 발생하는 공해물질의 배출은 이를 막기위한 새로운 환경기술의 탄생으로 어느정도 해결을 보이고 있으며 그 과정에서 발생하는 에너지는 청정에너지로 전환할 수 있기 때문이다. 가까운 예로 쓰레기처리 과정에서 열과 전기를 동시에 생산할 수 있는 경제적인 신에너지 시스템 즉 쓰레기이용 열병합발전 같은 것이 이 범주에 속한다고 하겠다.

둘째, 폐기물을 소각할 경우 폐기물의 용적을 감량화 할 수 있고 또한 에너지를 다량 회수할 수 있기 때문이다. 앞에서도 언급한바 있지만 재활용은 일정한 기간의 경과

후에는 역시 한계가 있는 처리방법이다. 특히 매립이 불가능한 물질(폐고무,폐수지, 폐유)은 매립의 전처리과정으로 소각이 필수적이다. 이러한 과정에 소각을 통한 에너지 회수와 공해물질제거를 위한 시스템개발을 생각하는 것은 퍽 자연스러운 원리라 하겠다.

셋째, 에너지 자급도 향상을 위해 국내 자원은 최대한 활용할 필요성이 있기 때문이다. 국내 부존 화석연료로는 저질탄 무연탄 밖에 없는 실정이므로 우리나라는 에너지 자급도가 극히 낮은 나라이다. 이러한 환경 하에서 정부는 2000년까지 신 재생에너지의 비중을 총 에너지의 3%까지 가져갈 목표를 세워 놓고 있다. 우리나라에서 개발가능한 에너지를 열거한다면 태양에너지, 소수력, 바이오메스등의 재생에너지이며 그밖에 도시및 산업폐기물을 이용한 리사이클형 에너지이다. 그러나 폐기물을 제외한 타 자원은 아직 경제성 확보에 어려움을 갖고 있는 실정이다. 반면에 폐기물은 에너지원으로서의 경제적 가치이전에 재활용, 소각, 매립 등을 통한 처리과정을 필히 거쳐야 하기 때문에 그 과정에서 발생하는 에너지를 회수 이용함은 오히려 추가발생이익이 될 수 있어 국내 에너지 자급도 향상에 크게 기여할 수 있는 방법이라 할 수 있겠다.

3. 주요 가연성 산업폐기물의 에너지회수및 이용가능성 검토

가. 폐타이어

자동차 타이어의 레디얼화로 타이어의 수명이 연장되고 있으나 급속한 차량의 증가로 폐타이어 발생은 향후 크게 증가될 전망이다. 년도별 폐타이어 발생은 〈표1〉과 같이 1993년에 1,225만개이고 90-93년간 년 증가율이 18%로서 이런 추세로 간다면 폐타이어에 대한 처리문제는 심각한 환경공해문제로 대두될 가능성이 높다.

〈표 1〉 년도별 폐타이어 발생량

(단위 : 만개)

년 도	1990	1991	1992	1993	90~93년간 증가율
발 생 량	746	917	974	1,225	
년 증가율		22.9	6.2	25.8	18.0

자료 : 환경부, 환경백서, 1994

폐타이어 처리방법은 단순소각, 매립, 연소후 열및 건류가스이용, 파쇄및 절단후 재료이용, 재활용등이 있겠으나 높은 발열량(9300kcal/kg)과 저렴한 가격으로 인해 우수한 에너지원으로 평가받고 있다. 단지 연소기술과 공해방지 기술면에서 지속적인 연구개발이 필요하며 행정및 법규상의 제한등에 관하여 유연상을 부여한다면 향후 산업체의 B-C유 소비를 대체하는 주요 에너지가 될 것은 분명하다. 다만, 폐타이어의 유통구조상 문제점은 종말처리능력의 한계이다.

폐타이어는 소각등의 전처리과정을 거치지 않고는 매립이 불가능하므로 발생되는 전량이 소각의 형태로 처리되지 않으면 안된다. 그러나 법적인 규제나 절차, 잦은 감독과 간섭등으로 인한 불편때문에 우수한 경제성에도 불구하고 폐타이어의 연소이용은 산업계에서 그다지 환영을 받지못하고 있다. 그로인해 현재 폐타이어의 발생량이 종말처리량을 크게 상회하고 있어 수거업자들의 야적능력에 한계가 있으며 더 이상의 수거를 꺼리고 있는 형편이다. 폐타이어를 하천부지등에 불법폐기하는 사례가 발생하는 것은 바로 이를 입증하고 있다고 본다.

나. 폐유

폐유의 발생원은 크게 세가지로 구분된다. 자동차와 관련된 폐윤활유와 선박에 관련된 원유, 중유, 벨러스트 폐수로 부터의 회수유 그리고 산업체에서 발생하는 폐유등이다. 폐유의 처리방법은 재생, 단순소각, 정제연료유, 매각등의 형태가 있으나 발열량이 B-C유보다 높은 10,200Kcal/L이어서 중·소규모의 사업장에서 공해방지시설을 갖추지 않은채 B-C유 대체연료로 사용되는 경우도 있다. 간혹, 매립하는 경우가 있을 수 있으며 매립은 2차 공해 발생원이 되기도 한다. 따라서 폐유는 재생을 제외하고는 어차피 소각후 처리될 수 밖에 없기 때문에 이때 발생하는 고열량을 에너지로 회수할 수 있는 시스템을 개발하고 공해방지시설을 갖춘다면 연료로서의 가치는 상당히 높다고 보아진다.

다. 폐수지

폐수지는 주로 화학섬유, 무기화학, 합성수지, 플라스틱등에서 가장 많이 발생한다. 폐수지는 쉽게 부패하거나 분해되지 않으므로 처리에

상당한 주의가 필요하다. 만약 폐수지를 그대로 방치해 두면 자연환경의 훼손, 국토오염의 피해를 줄 것이고,농토매립의 경우에는 미생물의 번식장애, 농작물의 성장장애등을 초래할 것이다. 대지매립의 경우에도 대지의 균열및 침하의 피해가 있을 수 있고 강이나 하수구, 해안에 처리할 경우 해안양식, 어패류서식에 피해를 줄 뿐만아니라 상·하수도및 수력발전시설등에 고장을 일으키는 원인이 될 것이다. 그런데 폐수지는 종류별로 상이하기는 하지만 일반적으로 높은 발열량(9,600Kcal/Kg)을 가지고 있어 에너지 이용측면에서의 가치가 크고 경제성면에서도 그 타당성이 우수한 것으로 평가 되고 있다. 또한 폐수지의 수거를 전담하고 있는 한국자원재생공사와 같은 전문수거기관이 있으므로 이를 활용한다면 연소용 폐수지의 수거도 효율적으로 이루어 질 수 있을 것으로 보인다. 발생원이 공장, 공단등인 경우에는 공장 및 공단단위의 소각이용이 가능할 것이다.

폐수지는 한국자원재생공사가 전국에 관리소를 통하여 각급 행정관서들과 협력하여 적극수거하고 있으며 또 도부꾼들에 의해 일부 수거되기도 한다. 그러나 농업용 폐수지의 경우 경작지에 소량씩 분산 방치되고 있어 수거에 많은 어려움이 따르고 있다. 또한 수거된 폐수지는 재생가능한 것을 선별하여 재생업체에 판매하며 나머지 재생불가능한 것들은 단순소각으로 처리되고 있을 뿐이다.

라. 폐지

폐지의 발생원은 산업체, 공공기관, 시중 및 일반가정으로 대별할 수 있는데 일반적으로 행정관서, 군부대, 각급학교등의 공공기관에서 발생하는 폐지가 전체의 10%내외에 불과한데 비하여, 산업체에서 발생하는 폐지는 전체 발생량의 40%이며,시중및 일반가정에서 발생하는 양이 전체의 50%를 차지하고 있다. 폐지의 처리는 재생분을 제외하고는 주로 소각과 매립에 의하여 이루어진다. 많은 물량이 한곳에 지속적으로 발생하는 산업체에서는 일부 열원으로 이용되고, 도시쓰레기로 발생하는 폐지는 일부 선별연소되기도 하지만 대부분 타성분의 쓰레기와 섞어 매립되고 있다. 그러나, 95년부터 실시된 쓰레기 종량제 실시이후 분리수거가 의무화 됨에 따라 매립보다는 재생용으로 그리고 지역열병합발전의 연료로 제공될 공산이 높아져가고 있다.

폐지는 연료화할 경우 3,400Kcal/Kg의 다소 낮은 발열량을 갖고 있으나 착화가 용이하고 연소시. 악취나 유독가스등의 배출이 없기 때문에 연료로의 이용에 비교적 적합하다. 연소이용방법으로는 직접연소하여 이용하는 방법과 성형연료화하여 이용하는 방법등이 있다.

우리나라에서 개발 가능한 에너지를 열거한다면 태양에너지, 소수력, 바이오메스등의 재생에너지이며 그밖에 도시및 산업폐기물을 이용한 리사이클형 에너지이다. 그러나 폐기물을 제외한 타자원은 아직 경제성 확보에 어려움을 갖고 있는 실정이다.

마. 폐목

폐목은 제조업, 목가공업등에서 발생하며, 발생되는 형태는 폐목재, 목피, 톱밥등이다. 폐목의 발생은 주로 산업체에서 이루어 지므로 일정량이 지정된 장소에서 지속적으로 발생한다는 특징이 있어 수거및 처리를 위한 유통구조가 비교적 단순한 편이다. 폐목은 전량 거의 연소이용되고 있다고 볼 수 있으며, 일부 쓰레기에 섞여있는 소량의 폐목은 단순소각처리 되기도 한다. 폐목은 착화가 용이하고 유독가스등의 유해물질이 거의 배출되지 않아 연소이용에 적합하다. 발열량은 발생형태에 따라 다소 상이하나 평균 4,400Kcal/Kg이어서 연료로서의 가치는 상당히 높다.

4. 산업폐기물로 부터의 에너지회수

가. 에너지회수의 잠재량추정

1994년 환경부에서 발표한 환경백서에 의하면 산업폐기물로 분류될 수 있는 사업장의 일반 폐기물과 특정폐기물 발생량을 발표하고 있다. 그러나 이들 폐기물중에는 에너지로 회수할 수 있는 폐기물이 있는가하면 없는 폐기물도 있다. 〈표2〉는 에너지회수 가능한 가연성

〈표 2〉 가연성 산업폐기물의 에너지회수 잠재량 추정 (1992년 기준)

	발 생 량		회수가능율	에너지이용가능량		발 열 량
	톤/년	TOE/년		톤/년	TOE/년	
사업장일반폐기물		709,556			309,366	
-건축물폐재	443,840	195,290	43.6	193,514	85,146	4,400
-종이	570,860	194,092	43.6	248,894	84,624	3,400
-나무	503,700	221,628	43.6	219,613	96,630	4,400
-고무피혁	99,645	68,755	43.6	43,445	29,977	6,900
-오니	425,590	29,791	43.6	185,557	12,989	700
특 정 폐 기 물		1,269,507			510,567	
-폐유	230,492	235,102	33.8	77,849	79,464	10,200
-폐수지	669,775	642,984	41.9	280,635	269,409	9,600
-오니	3,390,120	237,308	41.9	1,420,460	99,432	700
-폐타이어	165,713	154,113	40.4	66,948	62,262	9,300
총 계					819,933	

자료 : 환경부, 환경백서, 1994

폐기물을 선택하여 그 발생량이 어느정도인가 살펴보고, 또 그 발생량 중 재활용분은 제외하고 나머지 소각분과 매립분을 에너지이용 가능량으로 가정하고 두 부문의 잠재량을 추정해 보았다.

우선 발생량을 전량 에너지회수 자원으로 고려하여 추정한 결과 1,979천TOE로서 우리나라 1992년도 총에너지소비량 116,010천TOE의 7%에 해당되고 있음을 발견하였다.

그러나 아직까지는 산업폐기물의 재생이 소각후 에너지화하는 것보다는 효율적이라고 보기때문에 그 부분을 제외시킨 소각과 매립비율만을 적용하여 계산된 에너지이용가능량은 820천TOE로서 1992년도 1차에너지 소비량의 0.7%에 해당됨을 알 수 있게 되었다.

나. 소각 및 에너지 이용현황

매립지 확보가 어려운 우리나라의 경우 산업폐기물로 부터 에너지회수를 고려할 때 소각은 가장 보급 가능성이 높은 방법이라 볼 수 있다. 소각기술은 이미 서독 및 일본에서 실용성이 입증된 상태이고 국내에서도 목동 소각로 등에서 도시폐기물 처리에 있어 그 유용성이 인정되고 있다. 소각로를 선정할 때는 폐기물의 특성과 발생량, 환경기준, 열회수 이용방안, 소각로 수명 및 운전비 등이 고려되어야 한다. 산업폐기물은 조성이 도시폐기물과 상이하여 현재 국내에서 사용되고 있는 도시폐기물 소각로를 그대로 사용하기는 곤란하다.

국내 소각로 제작업체는 기술적으로 영세하여 대부분 일본과 기술제휴한 상태이고 1992년도 수주실적은 총 460기이지만 그 규모는 확인되고 있지 않다.

소각로의 국내 보급에 있어 가장 어려운 문제중의 하나는 소각로 규모의 선정이라 볼 수 있다. 공해방지와 효율적인 에너지회수를 위하여는 대형 소각로가 바람직 하지만 고가의 초기설비투자비, 안정적인 폐기물 공급 및 위치선정등의 어려움이 따른다. 1993년현재 배출업소가 보유한 소각시설은 모두 626개로 총 시설용량은 5,440톤/일이며 소각시설당 평균용량은 약 9톤/일로 대부분 소형 소각로이다.

산업폐기물 소각열 이용시스템은 제지 및 목재공장, 섬유공장, 고무공장, 화학공장 등에서 발생하는 폐목재, 폐섬유, 폐고무, 폐유등의 소각열을 온수및 증기생산에 이용하고 있으며 폐타이어, 폐합성수지 등을 건류가스화하여 보일러의 연료로 사용하고 있다.

산업폐기물 소각 및 건류가스설비의 보유대수는 〈표3〉에서 보는 바와 같이 소각로는 93년에 39개소 건류가스는 12개소로 총 51개소가 설치 되었다. 90년에 92개소 설치한 것에 비하면 점차 감소하고 있는 추세이다.

이같은 현상은 산업폐기물 발생업체 및 소각보일러 설비업체가 ㅅ

양상업(신발 및 고무제품산업, 섬유산업등)에 많이 분포되어 있고 해당제품의 경쟁력 상실로 폐업위기에 놓여 있거나 후발개도국 쪽으로 공장이 이전되고 있기 때문으로 보아진다. 현재 기 보급된 소각보일러 626개소중 상당량이 경제성상실, 환경공해,민원야기 등으로 폐기 또는 중단상태에 머물러 있어 실제가동율은 50% 내외의 수준에 그칠 가능성이 크다. 그러나 폐기물처리에 별다른 대안이 없기 때문에 경제성 확보 이전에 환경공해방지의 일환으로 매년 소폭이나마 증가추세에 있다. 산업폐기물 에너지가 대체에너지 보급량 중에서 점하는 비중이 상당히 높음에도 불구하고 이같은 완만한 증가추세와 소각보일러의 폐기율이 높아져가고 있어 대량보급계획에 상당한 차질이 예상된다. 그러나 기존 산업폐기물 에너지중 포함되지 않았던 폐윤활유를 재생한 정제연료유,카프로락담의 부산물인 중질유분, 수소, 에칠알콜을 정제하는 과정에서 나오는 디에칠에텔, 그리고 흑액, 페놀, 아닐린, 스래왁스, 오니등이 소각보일러를 통하여 연소되고 있어 이를 산업폐기물 에너지에 포함시킬 경우 이용량이 상당히 높아 질 수 있을 것으로 보인다.

현재 기 보급된 소각보일러는 폐기물처리에 별다른 대안이 없기 때문에 경제성 확보 이전에 한경공해방지의 일환을 매년 소폭이나마 증가추세에 있다.
산업폐기물 에너지가 대체에너지 보급량 중에서 점하는 비중이 상당히 높음에도 불구하고 이같은 완만한 증가추세와 소각보일러의 폐기물이 높아져가고 있어 대량보급계획에 상당히 차질이 예상된다.

특히, 이들 중 정제연료유의 대체에너지로의 이용가능성에 대하여 부연설명이 필요할 것 같다. 환경부고시 제90-12호(90. 6. 19)에 의하면 자기가 제조·수입한 윤활유가 폐유화 되었을 때 그 폐유를 제조, 수입한 업자가 회수, 처리하여야 한다고 고시하고 있다. 이에따라 폐윤활유의 회수처리는 제조,수입업자가 직접하거나 또는 전문업자에게 위탁하는 간접처리를 하도록 되어 있지만 우리나라 윤활유 제조, 수입업자들은 후자의 방법을 선택하여 윤활유공업협회를 구심점으로 전문처리업체 8개소를 선정하고 전국을 책임지역으로 6등분활하여 회수 처리 하도록 위탁계약을 맺고 공동대처하고 있다. 이때에 회수하는 폐윤활유는 1드럼당 7,000원(35원/l)회수처리비를 제조업자가 처리업자에게 지불하게 되어있다.

처리방법은 폐윤활유 자체만으로도 훌륭한 연료가 될 수 있지만 인체에 해로운 유해금속(카드뮴,비소등)이 들어 있기 때문에 법으로 정제유의 기준을 정하고 그 기준에 맞는 합당한 연료를 만들어서 사용하도록 규정하고 있다. 따라서 폐윤활유를 이용한 정제연료유는 법으로 인정을 받은 정당한 산업폐기물 에너지로 인정되고 있다. 이 정제연료유는 드럼당 10,000~12,000원(50~60원/L)의 가격으로 판매되고 있어 B-C유가격 73원/L 에 비하여도 경쟁할 수 있는 대체에너지원임에 틀림없다. 뿐만 아니라 발열량도

〈표 3〉 년도별 이용시설 보급현황

년 도	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	계
소 각 로	29	33	44	43	69	94	69	53	36	39	509
건 류 가 스	–	–	3	20	12	14	23	18	15	12	117
계	29	33	47	63	81	108	92	71	51	51	626
소 각 용 량 (Kg/H)	14,110	8,611	23,640	30,487	44,683	51,871	149,400	52,791	55,154	40,719	471,466
년간처리용량 (천T/Y)	34	21	57	73	107	580	100	497.5	299.4	215.5	1,984.4
보 일 러 용 량 (T/H)	98	48.5	135.5	219	312	702	569	463.2	302.1	450.7	3,300

B-C유 9,900 kcal/L에 비하여 10,200 kcal/L 이어서 상당히 매력있는 대체에너지로서의 장점을 지니고 있다.

환경부는 폐기물의 회수율제고를 위하여 폐기물 예치금 제도를 92년 1월 1일부로 도입실시하고 있는데 이 제도는 회수처리 의무자(제조 수입업자)가 전년도 판매실적에 소정의 예치율 (출고량의 65%)을 적용한 예치금을 정부에 예치해 두고 회수처리한 실적에 상응한 금액을 예치하였던 예치금에서 환불해 주고 남은 예치금은 환경기금화하는 제도이다.

다. 산업폐기물로 부터 얻어진 실질에너지 이용현황

이와같이 산업폐기물로 부터 회수가능한 에너지 잠재량은 상당한 양이 될 것으로 판단된다. 그렇다면 이 잠재량중에 어느정도가 실제 이용되고 있는가를 점검해 보는것이 중요하다.

에너지경제연구원의 조사보고에 의하면 우리나라 전산업으로 부터 배출된 폐기물을 에너지화한 실질량은 〈표 4〉에서 보는 바와 같이 1992년에 515,888 TOE로 집계 되고 있다.

이들 산업폐기물에너지중 20% 이상을 점유하고 있는 폐기물에너지는 폐목, 폐수지 등을 통하여 회수된 열에너지며 10% 이상을 사용하고 있는 폐기물에너지는 폐유(윤활유 포함)와 흑액등으로 부터 방출된 그것이다.

이렇게 집계된 量은 자그만치 우리나라 1차 에너지 소비량의 0. 4%에 해당된다. 에너지 수급상에 미치는 영향력은 다소 미미한 것 같지만 우리나라 산업 부문의 1차 에너지 소비량 50,825천 TOE 에 비하면 무려 1%를 차지하는 비율이며 이를 B-C유 가격으로 환산한다면 431억원에 해당되는 거대한 금액인것을 알 수 있다.

5. 에너지회수에 따른 경제적 효과

가. 회수된 폐기물에너지의 경제성 분석

현재 이용되고 있는 폐기물에너지에 대하여 그 경제성을 분석하고 아래와 같이 편익비용분석법(B/C RATIO)을 채택하기로 한다.

$$B/C\ Ratio = \frac{E^*}{P^*-S^*+M^*+R^*}$$

E^*: 기존설비와 신규설비간의 에너지비용 차액

P^*: 기존설비와 신규설비간의 구입 및 설치비용의 차액

S^*: 기존설비와 신규설비간의 잔존가치의 차액

M^*: 기존설비와 신규설비간의 유지 및수선비의 차액

R^*: 기존설비와 신규설비간의 개체비용의 차액

여기서 모든 금액은 일반적으로 현존가치나 년간가치(Annual Value)로 전환된다. 현존가치란 현재의 가치에 대응하는 과거나 미래비용의 등가가치로 정의할 수 있고, 년간가

〈표 4〉 산업폐기물에너지 에너지이용 실적 (1992년도)

폐기물에너지	실질이용량 (TOE)	점유율 (%)	폐기물에너지	실질이용량 (TOE)	점유율 (%)
폐목	154,705	30.0	폐유	25,896	5.0
폐수지	106,204	20.6	폐윤활유	48,561	9.5
폐유기용제	755	0.1	폐고무	11,053	2.1
폐지	6,434	1.2	오니	5,720	1.1
폐타이어	10,398	2.0	할로겐쪽화합물	8,640	1.7
폐섬유	11,569	2.2	나피네이트	12	0
폐피혁	2,948	0.6	스렉왁스	469	0.1
폐슬러리	5,362	1.0	식물찌거기	13,348	2.6
일반잡개	4,269	0.8	흑액	76,037	14.8
중질유분	7,586	1.5	메탄가스	13,471	2.7
디에칠에테르	763	0.1			
수소	1,688	0.3	총계	515,888	100

치란 모든 과거, 현재, 미래비용이 평가기간 동안 매년 반복되면서 동일한 금액으로 전환되어지는 것을 의미한다. 그리고 현재가치와 년간 가치에 대한 변환과정을 활인이라 부른다.

여기서 편익비용분석법은 수명기간동안 기존설비와 신규설비 사이의 절약이익과 투입비용 사이의 비율을 찾는 방법이다. 따라서 순절약이 正의 부호를 보이고 1보다 크다면 경제성이 있는 것으로 해석할 수 있다.

본 분석의 기본전제는 설비의 수명기간을 7년으로 보고 비교대상은 3t/H 폐기물보일러와 B-C유보일러이다. 그리고 물가상승율 년2%와 에너지비용 상승율 2%를 가정하며 활인율은 13%를 기준으로 삼는다. 자기자본으로 투자했을 경우와 융자지원 되었을 경우를 양분해서 분석한다. 자금융자조건은 폐기물보일러 설치의 경우 에너지관리공단으로 부터 추천을 받으면 3년거치 5년분활상환 조건에 년리 5%이기 때문에 이를 그대로 적용한다. 그러나 B-C유 보일러는 그와같은 혜택이 없기 때문에 5년상환,년11. 5%를 적용한다.

분석의 결과는 〈표5〉와 같이 5종의 산업폐기물 에너지중 폐유를 제외하고는 대체로 경제성이 있는것으로 나타난다. 자기자본으로 폐기물보일러를 설치하는 것보다는 융자를 받아 설치하는 경우가 대체로 20-25%내외의 수익성을 더 보장받고 있음을 알 수 있다.

아직 까지는 산업폐기물 에너지의 그 기여도가 미약하지만 국산에너지중에 신탄이 사라져가고 있으며 무연탄소비도 크게 줄고있는 상황에서 환경공해물질을 최소한 줄이면서 국산에너지 보급에 한 몫을 담당하고 있는 산업폐기물에너지는 그 이용량의 크고 작음보다는 새시대의 조류에 부합되는 에너지를 생산 · 공급하고 있다는 차원에서 그 의의를 찾아야할 것이다.

나. 에너지수급 및 절약기여도 평가

〈표6〉에서 보는 바와같이 발생량 기준으로 평가해 본다면 1차에너지소비중 산업폐기물에너지 비중이 1.7%이며 이로인해 에너지절약액은 1,655억원 으로서 우리나라 총에너지 수입액 11.5조원(US$14,476)의 1.4%에 해당됨을 알 수 있다. 또 이것을 에너지 이용가능량 기준으로 평가해 본다면 1차에너지 소비중 0.7%의 기여도가 있으며 에너지절약액은 685억원으로서 총에너지 수입액의 0.6%를 절감시키는데 기여하게 되었다. 그러나 위의 두가지 가정과는 달리 실질사용량 기준으로 평가해 볼때 1차에너지소비중 산업폐기물에너지가 0.4%를 차지하고 있으며 에너지절약액은 431억원으로서 총에너지 수입액의 0.4%에 해당된다. 아직 까지는 그 기여도가 미약하지만 국산에너지중에 신탄이 사라져가고 있으며 무연탄소비도 크게 줄고있는 상황에서 환경공해물질을 최소한 줄이면서 국산에너지 보급에 한 몫을 담당하고 있는 산업폐기물에너지는 그 이용량의 크고 작음보다는 새시대의 조류에 부합되는 에너지를 생산 · 공급하고 있다는 차원에서 그 의의를 찾아야 할 것이다.

〈표 5〉 B/C 분석에 의한 경제성 비교

구 분	자 기 자 본	융 자
폐 타 이 어	2.30	2.77
폐 유	0.83	1.00
폐 수 지	4.86	6.12
폐 지	3.67	4.62
폐 목	2.20	2.77

6. 결론

산업폐기물로 부터 에너지를 효율적으로 회수하기 위하여는 이에 관련된 많은 분야와 유기적인 관계를 고려해야 한다. 먼저 국가적인 차원에서 장기적인 폐기물 종합관리시스템을 구축하여, 발생원부터 시작하여 최종처분까지 효율적으로 운영, 관리될 수 있는체제를 갖추어야 한다. 특히 산업폐기물의 감량화, 물질회수, 에너지회수등에 대한 기술적인 측면은 이미 선진국에서 상당부분 해결된 상태이므로 이러한 기술을 국내에 도입 적용하

〈표 6〉 산업폐기물에너지 평가 (1992년도기준)

기 여 도	발생량기준	에너지이용 가능량기준	실질에너지 사용량기준	비 고
1차에너지비에 대한 비중	1.7% (1,979,063TOE)	0.7% (819,933TOE)	0.4% (515,888TOE)	1차에너지소비량 (116,010천TOE)
에너지절약액 (B-C유 가격기준)	1,655억원	685억원	431억원	총에너지수입액 (US$14.476)

는 것은 크게 문제될 소지가 없다. 에너지회수방법의 방향설정에 있어 가장 먼저 해결해야 할 문제는 폐기물 처리단위를 어떻게 하는것이 효율적인가를 결정하는 일이다. 즉 폐기물 배출업소별, 공단별, 환경지청 관할구역별,또는 행정구역별 처리중 어느것을 선정하는 것이 현실적으로 가장 효율적인가를 판단할 필요가 있다. 현재의 폐기물관리 체계는 각각의 방법을 복합적으로 시도하고 있는 상태이다.

자가소각처리와 공단별 처리의 장점으로는 비교적 균일한 조성을 갖는 산업폐기물의 안정적 공급과 수거의 용이성을 들 수 있다. 그러나 업체별 자가소각처리를 적극 유도 한다면 10톤/일규모 이하의 소형 소각로 설치가 불가피하며 공해방지설비의 설치비 및 유지비가 업체에게 부담이될 것이다. 또한 현실적으로 수많은 업체에 대한 관리감독상의 어려움이 수반될 것이다. 한국에너지 기술연구소의 자료에 의하면 공단별 소각처리를 유도할 경우 1990년 기준으로 60개 공단의 하루 평균 공단별 최대 소각 필요량은 무기물류와 재활용분을 제외하고 80톤/일에 달할 것으로 평가하고 있다. 이 역시 대형 소각로를 적용하기에는 규모가 너무 적다. 공단 주변에서 배출되는 도시폐기물과의 종합처리를 고려해볼 수 있지만 도시폐기물의 성상이 산업폐기물의 그것과 매우 상이하므로 혼소시 많은 문제점이 발생할 수 있어 실현 가능성이 희박하다.

대형 소각로의 보급을 위해서는 근접 공단별로 권역을 설정하여 폐기물의 안정적 공급을 확보하는 것이 바람직하다. 환경부의 연구자료에 의하면 환경관리권역을 서울, 대전, 춘천, 대구, 광주, 및 부산의 6개 지역으로 설정하는 것이 종합평가 결과 가장 유리한 것으로 평가된바 있다. 한국에너지 기술연구소는 6개 환경권역별로 무기물과 재활용분을 제외하고 필요한 최대 소각용량을 1990년 현재 서울권이 13개공단에 570톤/일,대전권이 4개공단에 130톤/일, 춘천권이 4개 공단에 20톤/일, 대구권이 12개 공단에 1,120톤/일, 부산권이 9개 공단에 670톤/일, 광주권이 5개 공단에 2,500톤/일로 보고있다. 광주권의 필요 소각용량이 높은 것은 이 지역공단에서의 유기물 배출량이 많기 때문이다. 이 계산결과에 의하면 대전권과 춘천권을 제외 하고는 대형 소각로의 도입가능성이 높다고 할 수 있다. 이와같이 동일 권역내에서 서로 인접한 공단을 묶어 가능한 한 대형 소각로를 설치하는 것이 장기적인 안목에서 바람직 하다고 판단된다.

우리는 앞에서 산업폐기물의 에너지회수를 기존에너지와 동일한 입장에서 보았을때와 환경공해방지 차원에서 탕출된 잉여에너지로 나누워 생각해 보았다. 그러나 어느 경우에도 산업폐기물 에너지는 경제성이 있음을 발견하게 된다. 뿐만 아니라 산업폐기물 에너지이용잠재량의 63%에 해당되는 에너지를 실제로 이용하고 있는 에너지원은 산업폐기물밖에 없다는 사실에 큰 자부심을 가져도 될 것으로 보아진다. 다만 각 산업체에서는 제품생산비중 에너지의 비중이 크지 않기때문에 산업폐기물 에너지소각로 설치를 주저하고 있는 것이 사실이다.

그러나 선진국의 기후변화협약의 발효로 기존 화석에너지 가격에 다 탄소세 또는 에너지세 등을 부과하도록 검토하고 있으며 우리나라도 에너지절약차원에서 저에너지가격이 큰 장애요인으로 등장되고 있어 가까운 장래에 가격이 인상되어야 할 것으로 전망된다. 그때에 가서는 생산비중 에너지의 비중이 높아져 산업체로 부터 큰 호응을 받을 날이 있을 것으로 보아진다. 산업폐기물 에너지사용은 매립지난 해소,공해방지,그리고 에너지회수란 1석3조의 효과를 갖고있어 변화하는 새시대에 각광을 받을 수 있는 신에너지시스템이라 할 수 있겠다.