

기본연구과제 2004-08

# 생활폐기물 소각시설의 전처리시설 도입방안 연구

정 종 관



## 발간사

충청남도는 사천만이 살고 싶은 충남 건설을 시정의 기본방침으로 하여 구체화된 주요 시책 목표는 맑고 깨끗한 푸른 충남 만들기로 정하고 있습니다. 이러한 목표 달성을 위한 구체적 방안으로 지속가능한 폐기물 관리정책이 필요한 상황입니다. 우리 나라는 전국적으로 쓰레기 종량제를 실시하여 재활용품의 배출비율이 증가하고 있는 반면, 소각이나 매립을 위한 처리시설의 설치 및 운영에는 여러 가지 민원과 사회적 비용 등 집행상의 문제를 안고 있습니다. 이에 따라 폐기물 통합관리 방안으로 소각에 대한 의존비율이 점차 증가하고 있으며, 소각시설 설치도 꾸준히 추진되고 있습니다. 그러나 소형 소각시설은 운영상 유해화학물질 배출에 대한 지역주민의 우려가 높고 현실적으로 유지관리가 쉽지 않아 규제가 점차 강화되는 추세를 보이고 있습니다.

이러한 상황에서 현재 각 시·군에서 운영중인 중규모 소각시설에 파쇄, 선별, 분리 공정의 전처리시설을 설치하여 유가물을 회수하고 소각효율을 높여 완전연소가 가능하도록 한다면 추가적인 오염저감 시설의 설치비용을 절감할 수 있을 것입니다. 이를 통해 안전한 시설의 설치와 운영이 전제된다면 지역주민의 민원문제도 잘 해결될 수 있을 것입니다.

이러한 연구사례의 발굴은 환경기초시설의 개선 차원을 넘어 지역에서의 성공적인 경험을 전국적으로 확산시켜 나간다는 의미에서 지역혁신의 기본방향과도 부합된다 할 수 있습니다. 특히 폐기물 관련 정책은 지방자치단체의 자연 및 생활환경 여건에 따라 시행이나 정책 추진의 방향성에 차이가 존재합니다. 지역의 환경정책 및 환경개선사례가 모범사례로 자리매김하여 국가의 정책을 선도할 수 있는 것이 진정한 지역혁신발전과 국가발전의 초석이 될 것입니다. 따라서 지역의 환경기술 및 정책을 발굴하고 우리 지역의 생활 및 경제적 여건을 고려한 환경기술 개발은 좀 더 나은 환경을 만들어가는 지속가능한 발전을 위한 주춧돌이 되기를 바랍니다.

끝으로 이러한 연구를 수행하는데 자문과 협조를 아끼지 않은 관계 전문가와 공무원, 연구원 여러분들의 노력에 감사드리며, 어려운 여건 하에서 환경분석과 측정을 통해 지역 폐기물 관리의 방향을 제시하는 연구를 수행한 정종관 연구위원의 노고에 감사의 뜻을 표합니다.

2004년 10월 31일

원장 김 용 응

# 〈 제 목 차 례 〉

## 제1장 서론

1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구목적 .....	7
3. 연구내용 및 방법 .....	7

## 제2장 충남지역 생활폐기물의 특성

1. 폐기물 발생 및 처리 현황 .....	9
2. 폐기물 발생 및 처리 전망 .....	19

## 제3장 소각시설의 특성

1. 소각시설의 구분 .....	23
2. 소각시설 운영개선의 방향 .....	27
3. 충남지역 소각시설 운영 특성분석 .....	29

## 제4장 소각 전처리시설 분석

1. 소각 전처리시설 .....	37
2. 전처리시설 적용 시스템 .....	40
3. 전처리시설 설치계획 고려사항 .....	43
4. 전처리시설 공정 선정 .....	46
5. 비용효과 및 경제성분석 .....	51

## 제5장 결론 및 제언

1. 연구의 결론 .....	59
2. 연구결과에 따른 제언 .....	61
참고 문헌 .....	63

## 〈 표 차 례 〉

<표 1-1> 생활폐기물 발생현황 비교 .....	4
<표 1-2> 폐기물 소각시설 운영 현황 .....	4
<표 1-3> 생활폐기물 소각시설 운영 현황 .....	6
<표 2-1> 2003년 폐기물 발생현황 .....	10
<표 2-2> 성상별 생활폐기물 발생량 .....	11
<표 2-3> 재활용품 회수현황 .....	13
<표 2-4> 생활계폐기물 처리현황 .....	14
<표 2-5> 년도별 음식물쓰레기 발생 및 처리 .....	15
<표 2-6> 시·군별 음식물쓰레기 발생 및 처리현황 .....	16
<표 2-7> 소각시설 설치 및 운영현황 .....	17
<표 2-8> 중·대형 생활폐기물 소각시설 설치 및 운영현황 .....	19
<표 2-9> 생활폐기물 발생량 전망 .....	21
<표 2-10> 발생원별 생활폐기물 총량관리 목표 .....	22
<표 3-1> 화격자 소각방식의 특성 .....	26
<표 3-2> 중·대형 소각시설의 공정 특성 .....	28
<표 3-3> 중·대형 소각시설의 공정 제어방법 .....	29
<표 3-4> 천안지역 폐기물의 특성(삼성분) .....	31
<표 3-5> 천안지역 폐기물의 특성(물리적 조성) .....	32
<표 3-6> 천안지역 폐기물의 특성(소각재) .....	33
<표 3-7> 충남지역 중형 폐기물 소각시설의 가동특성 .....	34
<표 3-8> 충남지역 중형 폐기물 소각시설의 소각재 발생 특성 .....	35

<표 4-1> 파봉파쇄기의 용량 결정 방법 .....	45
<표 4-2> 천안지역 폐기물 성상과 선별분리 방법 .....	47
<표 4-3> 소각규모별 다이옥신 배출기준 .....	55
<표 4-4> 소각 전처리시설 설치·운영 비용 .....	56
<표 4-5> 소각 전처리시설 설치·운영 편익 .....	57



## 〈 그림 차례 〉

<그림 3-1> 소각시설 처리공정 흐름도 .....	24
<그림 3-2> 상향류 화격자 소각방식 .....	26
<그림 4-1> 소각 전처리공정 흐름도 .....	38
<그림 4-2> 파쇄기 .....	39
<그림 4-3> 자력선별기 .....	40
<그림 4-4> 가연물과 불연물 선별장치 .....	42
<그림 4-5> 알루미늄 선별기 .....	43
<그림 4-6> 일산화탄소와 다이옥신의 발생 상관도(Kaune 실험) .....	52
<그림 4-7> 일산화탄소와 다이옥신의 발생 상관도(Nagai 실험) .....	53
<그림 4-8> 비산재와 다이옥신의 발생 상관도(Kilgroe 실험) .....	53
<그림 4-9> 분진과 다이옥신의 발생 상관도(Fujii 실험) .....	54



# 제 1 장 서 론

## 1. 연구의 필요성

### 1) 연구대상과 관련된 현상과 문제점

사천만이 살고 싶은 충청남도를 만들기 위한 시책목표 가운데 하나로 ‘맑고 깨끗한 푸른 충남 만들기’의 구체화를 위한 방안이 필요한 상황이다. 충청남도는 2003년에 10년 단위의 「국가폐기물관리종합계획」 추진방향에 맞춰 「제2차 폐기물처리기본계획」 수립을 통해 지속가능한 폐기물 관리정책을 추구하고 있다.

새로운 도민생활 여건 변화에 능동적으로 대응하여 폐기물관리를 위한 전략과 시책수단의 마련이 요구되고 있으며, 이를 위해서는 충청남도의 재정여건, 지역경제 상황, 도민의 생활양식 및 소비형태의 변화 등 제반 여건을 고려한 종합적인 폐기물 처리계획의 수립이 필요하다.

쓰레기 종량제의 시행에 따라 재활용품의 배출비율이 증가하고 있으며, 폐기물 중간처리 방법으로써 소각에 대한 의존비율도 점차 증가하고 있는 상황으로 이에 따라 소각시설 설치계획도 지속적으로 추진되고 있다. 그러나 소각시설의 유해화학물질 배출에 대한 지역주민의 우려가 높아 민원이 제기될 가능성이 높으므로 소각시설의 안전성 확보 및 소각시설의 운영효율을 높이기 위한 환경기반시설 운영의 안정화 방안으로 소각 전처리 시설의 설치 방안을 적극 검토할 필요가 있다.

## 2) 선행연구 및 정책검토

### (1) 선행연구 검토

산업화에 의한 폐기물 발생이 심각한 사회적 문제로 본격적으로 대두되기 이전인 1990년대 초반까지 우리 나라에서는 생활폐기물을 주로 매립방식으로 처리해 왔다. 매립에 따른 환경상의 문제점인 악취 및 침출수 발생 등의 민원이 제기되어 매립지 확보가 갈수록 어렵게 되었다. 확보된 매립지를 효율적으로 사용하기 위해 압축, 파쇄, 결속 등의 전처리에 대한 기술적인 방법은 매립분야에서 활발히 전개되었으나 매립 후 분해를 통한 안정화 소요시간, 비용효과성 문제로 실제로 대형 매립지에서 적용되지는 않았다. 그러나 시·군 단위의 소형 매립지에서는 재활용품 회수 및 압축매립을 위해 적용된 사례가 있으며, 폐기물학회를 중심으로 관련 학회에서의 연구가 진행되었다.

1995년 “폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원에관한법률(폐촉법)”이 제정되어 지방자치단체에서 폐기물처리시설 설치를 촉진할 수 있도록 제도화하였으나, 특히 소각분야에서는 다이옥신, 중금속 배출 등 유해화학물질 문제 해결을 위한 저감 방지시설에만 치중하여 소각 전처리로서 소각시설 투입전의 선별, 파쇄, 분리 등의 저감방안 도출에는 미흡하였다. 이 결과 소각 전처리에 대한 연구성과는 아직까지 우리 나라에서 본격적으로 논의되거나 연구된 사례는 아직 미흡한 상태로 볼 수 있다. 이렇게 된 배경에는 폐기물의 성상변화 및 재활용품 회수율의 급격한 증가, 소각시설 내 대기오염 저감시설의 효과성 증진, 1995년부터 전국적으로 시행된 쓰레기 종량제에 기인된 바가 크다. 그러나 종량제 시행에 의한 폐기물 발생 및 배출저감 효과가 한계에 이르렀고, 소각시설의 완벽한 운전이 필요한 상황에서 일본을 비롯한 외국에서는 소각전처리에 관한 연구가 활발한 상황에서 우리 나라에서도 이러한 추세를 반영하여 본격적인 연구대비가 필요하다고 생각된다.

### (2) 종량제 및 재활용 시행정책

물질순환 시스템 속에서 생산·유통·소비·폐기에 이르기까지 전과정에 대한 감량, 재이용, 재활용, 에너지회수를 통해 물질순환형 사회를 만들기 위한 노력의 일환으로 우리 나라에서는 1995년부터 쓰레기 종량제를 시행하고 있다. 그러나 폐기물 처리비용의 최소화를 위한 방안으로 폐기물의 무단투기나 재활용품과의 혼합 수거 등 문제점이 나타나고 있어 점차 소각

비율이 증가하고 있는 추세에서 생활폐기물 소각시설에서의 전처리 시설 설치를 통한 소각잔재물의 발생 비율을 낮출 필요가 있다.

폐기물 관련정책은 폐기물의 발생 및 배출 부분과 배출 및 수거된 폐기물의 처리분야의 두 부분으로 분류할 수 있다. 폐기물의 분리배출, 분리수거 이를 제도화한 각 개별 배출원별 종량제 실시 등은 바로 발생 및 배출량 자체를 제어하기 위한 수요관리적 제도라 할 수 있다. 그러나 종량제 실시 10여년이 지나 개별배출원으로서 종량제 시행의 구조적인 문제로는 폐기물의 무단투기, 분리배출된 폐기물의 수거운반 과정에서 재혼합 운반, 경제적 유인책의 한계로 점차 증가하는 배출량 등이 있다.

쓰레기 종량제 도입은 폐기물 관리의 효율화를 도모할 수 있는 필요조건으로서 제도적 기반 구축이라는 점에서 의의가 있다. 쓰레기 종량제가 효과적으로 운영되고 폐기물의 안정적인 관리체계가 정착되기 위해서는 정책집행에서의 부작용 및 시행착오의 최소화, 폐기물 처리에 관련한 기반시설의 확충, 시행의 효과성을 높이기 위한 지속적인 홍보와 교육 등이 이루어져야 한다.

충청남도의 생활폐기물(사업장생활계폐기물 포함) 재활용률은 종량제 시행전인 1994년에 10.8%를, 종량제 시행년인 1995년에 21.7%로 급격히 증가한 다음, 2002년에 39.8%로 점진적으로 증가하는 특성을 보여주고 있다. 이는 종량제 실시 이후 지속적인 홍보와 교육, 재활용정책 제고 방안이 성과를 거둔 것으로 판단되나 「제2차 국가폐기물관리종합계획」의 국가목표인 2011년의 재활용률인 53.0%를 달성하기까지는 어려움이 예상된다.

폐기물관리를 위한 재정확충 방안으로는 오염원인자 부담, 배출자 부담의 원칙에 따라 재원 조달 방법으로 종량제봉투 판매수입, 폐기물예치금과 부담금, 각종 수수료 등을 통해 조달토록 하고 있다. 현재 종량제 봉투 판매가격에서 도출한 충청남도의 폐기물처리 재정자립도는 2002년 24.3% 수준을 보이고 있으며, 시·군별로 최저 9.0%(태안군)에서 최고 61.0%(계룡시)의 범위를 보이고 있다. 그러나 국가목표인 2011년까지 완전한 재정자립을 달성하려면 점진적으로 처리비용의 현실화와 함께 발생폐기물의 재자원화, 처리의 효율화 등이 요구되고 있다.

〈표 1-1〉 생활폐기물 발생현황 비교

구 분	1997년도 발생량		2002년도 발생량		증감량	
	(톤/일)	(kg/인.일)	(톤/일)	(kg/인.일)	(톤/일)	(kg/인.일)
일반 생활폐기물	43,757	0.96	42,384	0.92	-1,373	-0.04
생활쓰레기	29,082	0.64	20,306	0.44	-8,776	-0.19
재활용품	10,592	0.23	12,828	0.28	2,236	0.05
기타 생활폐기물	4,083	0.09	9,250	0.20	5,167	0.11
사업장생활계폐기물	7,682	0.17	7,730	0.17	48	0.00
생활폐기물 총계	51,439	1.14	50,114	1.09	-1,325	-0.05

주) 기타 생활폐기물의 종류는 연탄재와 공공시설, 도로, 공원 등에서 발생하는 것과 대형폐기물 등이 포함되어 있음.

### (3) 소각시설의 현황과 문제점

2002년 말 기준으로 충청남도의 생활폐기물 소각시설은 46개소로 1일 처리용량은 413톤이며, 사업장폐기물 소각시설은 299개소로 1일 520톤을 처리할 수 있다. 소각시설 중 하루 5톤 미만을 처리하는 소형 소각시설이 전체 소각시설의 약 97%인 336개소에 달한다.

〈표 1-2〉 폐기물 소각시설 운영 현황

(단위 : 개소)

구 분	합계	시설용량		
		5톤/일 미만	5톤~50톤/일	50톤/일 이상
충청남도 총계	345	336	8	1
생활폐기물 소각시설	46	38	7	1
사업장폐기물 소각시설	299	298	1	0

자료 : 충청남도, 제2차 충청남도 폐기물처리기본계획, 2003.

소형 소각시설의 경우, 다이옥신 및 기타 대기오염물질 규제기준의 충족 등 관리에 어려움이 있다. 우리 나라에서는 시간당 처리용량 25kg 이상인 모든 소각시설에 대해 다이옥신 배출규제를 하고, 규제기준도 선진국 수준으로 강화하고 있으나, 실질적으로 시간당 200kg 규모의 기존 소형 소각시설은 규제가 2006년 1월부터 강화될 것이므로 대기오염물질과 다이옥신을 배출시키는 대다수 시설들이 관리의 사각지대에 놓여 있다고 볼 수 있다.

따라서 현실적으로 대기오염 배출규제의 효율성이 떨어지고 관리의 사각에 놓여있는 소형 소각시설에 대해서는 신규 설치를 금지하고 중·대형 시설에 대해서 배출규제와 소각재에 대한 관리를 강화하여 나갈 필요가 있다. 이를 위해 소각로내 투입물질의 전처리를 통해 소각재 발생감소, 완전연소 촉진을 위한 대책이 필요하다.

#### (4) 생활폐기물 소각시설의 운영현황과 평가

2002년 12월말 현재 가동중인 50톤/일 이상 규모의 생활폐기물 소각시설의 처리 현황을 소각량, 톤당 소각처리비용, 다이옥신 배출에 대하여 정리하면 <표 1-3>과 같이 소각처리량은 경기도 성남, 대구 성서 소각시설이 15만톤/년 이상으로 많았고, 톤당 소각처리비용은 소각량이 상대적으로 적은 과천, 용인 수지, 군포, 인천공항 소각시설이 약 10만원/톤 이상으로 많았다.

그러나 다이옥신 배출농도는 소각규모나 처리비용과 관계없이 용인 수지, 안양 평촌, 의정부 소각장이 높게 나타났는데 이는 반입되는 폐기물의 성상, 오염방지시설, 운전관리에 따른 차이로 추정된다. 또한 다이옥신 배출량은 다이옥신 배출농도와 소각량에 따른 연소가스량(정상적인 운전시 폐기물 무게당 5,000Nm<sup>3</sup>/톤 소요되는 것으로 추정)의 곱으로 추산할 수 있으며, 이에 의하면 대구 성서, 용인 수지 소각시설이 다른 소각시설에 비하여 많은 다이옥신을 배출시켰을 가능성이 높을 것으로 추정된다.

〈표 1-3〉 생활폐기물 소각시설 운영 현황

(기준년도 : 2002년)

소각시설	소각량 (톤/년)	소각처리비용 (원/톤)	다이옥신배출 농도(ng/Nm <sup>3</sup> )	다이옥신 배출량(g/년)
천 안	57,097	47,982	0.022	6.28
공 주	17,000	138,000	0.034	2.85
서울 양천	67,664	69,874	0.021	7.10
서울 노원	61,210	77,528	0.101	30.91
서울 강남	53,177	81,317	0.018	4.79
성 남	165,340	33,653	0.030	24.80
안양 평촌	53,872	67,416	0.176	47.41
일 산	89,349	39,537	0.073	32.61
수 원	140,462	35,848	0.004	2.81
광 명	89,603	61,585	0.025	11.20
부천 중동	59,459	49,822	0.003	0.89
부천 대장	91,482	36,777	0.009	4.12
과 천	25,294	112,724	0.035	4.43
용 인	27,175	98,812	0.028	3.80
용인 수지	16,193	136,520	0.736	59.59
대 전	60,555	25,497	0.049	14.84
대구 성서	159,244	12,153	0.116	92.36
울 산	121,558	36,870	0.042	25.53
부산 해운대	111,889	45,368	0.060	33.57
부산 다대	62,009	46,894	0.048	14.88
창 원	116,385	36,776	0.029	16.88
광주 상무	131,117	29,813	0.026	17.05
안 산	60,549	55,841	0.011	3.33
군 포	34,023	101,814	0.012	2.04
김 해	67,396	45,503	0.047	15.84
인천 청라	133,483	27,998	0.007	4.67
인천공항	18,213	102,407	0.048	4.37
구 리	49,692	79,213	0.048	11.93
의 정 부	57,641	74,304	0.132	38.04

주 1) 소각처리 비용 산정시 수입항목은 열, 전력, 고철 등의 판매비용이고, 지출항목은 인건비, 약품비, 전력비, 재처리비, 기타 부대비용 등을 포함하여 계산

주 2) 공주시 소각시설은 2002년 3회 측정평균치와 소각량의 곱으로 추정, 소각처리비용은 민간위탁에 따른 시설비용을 포함하여 계산



## 2. 연구목적

현재 전국적으로 시행중인 쓰레기 종량제의 문제점으로 폐기물 처리비용의 최소화를 위해 폐기물의 무단투기나 재활용품과의 혼합 배출 등의 문제점이 나타나고 있으며, 충청남도에서는 2011년까지 소각비율을 34.1%까지 높이려는 추세에서 효율적인 생활폐기물 소각시설 운영 방안으로 전처리 시설 설치를 통하여 소각잔재물의 발생 비율을 낮출 필요가 있다.

현재 종량제의 범국가적 실시에 따라 재활용품이 분리 배출된다고 보고 폐기물 소각시설 내 파쇄, 선별, 분리 등의 전처리 시설은 설치되어 있지 않은 실정으로 그 결과 소각잔재물이 투입 폐기물량의 약 15~20% 발생하여 원래의 목표치인 10%이내를 초과하는 수준이다. 이에 소각에 의한 폐기물 중량 및 부피 감량화가 목표치보다 낮은 결과를 초래하였다.

충청남도의 생활폐기물 성상은 소각로에 직투입될 수 있는 가연분이 39.2%, 소각시설 투입 이전에 선별분리 되어야할 불연분이 20.7%, 재활용품이 40.1%를 차지하고 있어 소각시설의 안전성확보, 운영효율 증대를 위해 소각 전처리시설 설치가 필요하다고 판단하고, 이를 설치할 경우 선별, 파쇄, 분리를 위한 최적의 공정 제시 및 비용효과의 증진방안 모색을 목적으로 한다.

폐기물 감량화와 함께 안정적인 폐기물 소각시설 관리 방안을 확보할 수 있는 정책적 근거를 제시할 수 있을 것으로 예상되어, 향후 각 지방자치단체에서 소각시설의 설치계획 수립시 사전에 전처리 시설도 포함하여 검토함으로써 시설의 안전성과 재활용 극대화 등의 성과를 통해 지역주민에게 신뢰도를 높일 수 있을 것이다.

## 3. 연구내용 및 방법

### 1) 연구의 범위

본 연구에서는 종량제 시행에 따른 배출원별 쓰레기 종량제 봉투의 폐기물 성상(삼성분)을 분석하고 재활용품의 비율을 고려하여 소각 전처리 시설설치가 필요한 지를 판단 후 선별, 파쇄, 분리 등 각 단위공정의 전처리 설비에 대한 장단점을 파악하여 제시한다.

소각시설의 규모는 국가계획의 추진 방향, 시설의 경제성, 관리의 효과성을 고려하여 점차 소형 소각시설을 폐지하고 중·대형으로 전환하는 추세를 고려하여 대기오염방지, 유해화학물질 배출방지, 소각재에 대한 효율적인 관리를 시행할 수 있도록 충남지역 시·군에서 설치 운영하고 있는 하루 소각용량 10~50톤의 중형 규모로 하였다

## 2) 이론 및 방법론 검토

본 연구를 수행하기 위해서는 충청남도 내에서 발생하는 생활폐기물의 발생 및 배출특성을 분석하여야 한다. 그 후, 소각시설에 반입되는 폐기물 내의 가연분, 불연분, 재활용품의 조성비율을 감안하여 예상되는 소각잔재물의 특성을 예측하려한다.

폐기물의 성상분석을 기초로 소각시설에 전처리 시설의 설치 타당성을 평가해야 하므로 대상 시설의 규모는 충청남도 내에 소재한 소각용량 10톤/일 이상의 중·대형 소각시설 7개소(천안2, 공주1, 홍성1, 서천1, 청양1, 태안1)에 대한 소각로 운전에 대한 물질수지 분석을 통해 운영현황을 파악하였다. 폐기물 투입량 대비 소각잔재물(바닥재+비산재)의 비율을 고려하여 이 수치가 15% 이상으로 높은 시설에 대해 중점적으로 진단하고 불연분을 선별분리 등의 공정으로 사전 제거할 수 있는 방안을 도출할 것이다.

반입되는 폐기물량, 성상조성비 등을 고려하여 전처리 시설의 규모와 단위공정을 결정하고 예상되는 소요비용을 산출하였다. 비용 산출 시 전처리시설에서 회수된 유기물(철, 알루미늄 등)의 판매 예상수익을 산출하여 전체적인 운영효과성을 진단하였다.

재활용과 자원화를 통해 소각재의 발생량 감소화 및 소각효율 증대로 시설의 안전성 확보와 최종매립량을 줄일 수 있어 통합폐기물관리(ISWM) 방안의 실천적 기초를 제시할 수 있을 것이며, 폐기물종량제 시행상의 착오인 혼합배출에 따른 문제점을 일정부분 수정·보완하여 수거, 운반, 재활용, 소각, 최종처리에 이르는 폐기물처리 전과정에 걸쳐 국가폐기물 관리정책에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## 제 2 장 충남지역 생활폐기물의 특성

### 1. 폐기물 발생 및 처리 현황

충청남도의 2003년 폐기물 발생량은 총 17,351.9톤/일로, “폐기물관리법”상의 폐기물 분류 중 처리방법이 같은 일반 생활폐기물과 사업장생활계폐기물은 전체 폐기물 발생량의 약 10.6%인 1,834.5톤/일이 발생되었으며, 사업장폐기물 중 사업장생활계폐기물을 제외한 사업장 배출시설계폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물은 전체폐기물의 약 89.4%인 15,517.4톤/일이 발생되었다.

폐기물의 시·군별 1일 평균 발생량을 살펴보면, 보령, 당진, 태안, 천안, 아산의 순으로 발생하는데, 보령, 당진, 태안, 서천지역은 화력발전소 연소잔재물의 비중이 크기 때문이며, 천안, 아산은 활발한 산업활동으로 인하여 나타난 결과로 사료된다.

사업장폐기물 중 사업장생활계폐기물은 약 2.1%인 345.2톤/일, 사업장배출시설계폐기물은 약 61.1%인 9,425.9톤/일이 발생되며, 건설폐기물은 약 34.0%인 5,670.6톤/일, 지정폐기물은 약 2.9%인 420.9톤/일 발생하여 양적 규모로 볼 때 대부분 사업장배출시설계 폐기물과 건설폐기물이 대부분을 차지한다. 또한 지정폐기물은 420.9톤/일이 발생되며 그 중 천안, 아산, 당진 등 북부지역에서 약 80%가 발생하는 양상을 보이고 있다.

〈표 2-1〉 2003년 폐기물 발생현황

(단위 : 톤/일)

구 분	생활폐기물	사업장폐기물			
		소계	배출시설계	건설폐기물	지정폐기물
충청남도	1,834.5	15,571.4	9,425.9	5,670.6	420.9
천안	522.0	1,667.5	658.0	827.0	182.5
공주	109.0	514.8	154.1	358.2	2.5
보령	94.0	2,811.7	2,335.3	474.2	2.2
아산	178.0	1,224.7	331.1	804.0	89.6
서산	168.0	447.5	172.7	234.8	40.0
논산	138.0	728.9	183.8	540.6	4.5
계룡	24.5	176.2	1.0	175.0	0.2
금산	47.0	277.8	164.4	113.0	0.4
연기	140.4	612.1	304.2	285.1	22.8
부여	83.0	458.2	157.4	299.4	1.4
서천	26.5	1,183.8	981.3	200.5	2.0
청양	34.0	188.2	26.7	158.5	3.0
홍성	43.1	320.6	15.7	322.1	1.3
예산	81.8	327.4	60.7	265.0	1.7
태안	62.3	2,024.1	1,648.6	374.0	1.5
당진	82.9	2,534.7	2,230.5	239.2	65.1

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2004.

생활폐기물(사업장생활계폐기물 포함) 발생량을 가연성, 불연성, 재활용성의 성상별 삼성분으로 구분하면 가연성 39.2%, 불연성 20.6%, 재활용 40.2%의 비율을 차지하며, 각 시·군별, 삼성분별 생활폐기물 발생량은 <표 2-2>와 같다.

〈표 2-2〉 성상별 생활폐기물 발생량

(단위 : 톤/일)

구 분		충청남도	천안	공주	보령	아산	서산	논산	계룡
계		2,002.9	727.0	104.0	102.3	179.8	167.1	144.5	26.8
가 연 성	소 계	784.9	159.9	64.0	60.5	115.1	56.9	92.5	16.6
	음식물류	339.9	87.9	21.5	25.0	31.2	25.6	35.5	5.5
	종 이 류	141.9	28.0	16.1	16.0	18.2	10.1	15.0	2.9
	나 무 류	79.8	20.0	11.5	4.0	15.4	5.0	11.0	1.7
	고무/외혁	40.1	4.0	3.1	2.0	10.4	1.9	6.0	1.1
	플라스틱류	66.3	9.0	3.7	5.5	17.2	2.7	6.0	0.9
	기 타	116.9	11.0	8.1	8.0	22.7	11.6	19.0	4.5
불 연 성	소 계	414.5	192.4	5.2	15.8	35.0	34.9	21.0	6.9
	연 탄 재	62.9	45.0	1.4	2.5	3.6	1.0	4.5	0.1
	금속초자류	106.0	54.8	1.2	2.0	7.8	5.8	2.9	0.9
	토 사 류	65.1	28.0	1.6	4.3	1.8	3.4	0.0	3.8
	기 타	180.5	64.6	1.0	7.0	21.8	24.7	14.6	2.1
재 활 용 품	소 계	804.9	374.7	34.8	26.0	29.7	75.3	31.0	3.3
	종 이 류	271.8	158.0	8.0	13.5	8.7	20.5	15.0	0.9
	병 류	194.0	131.0	5.4	2.5	2.6	8.7	6.0	0.4
	고 철 류	109.2	23.0	15.3	7.0	4.2	21.0	2.0	0.6
	캔 류	80.0	38.7	2.5	0.5	8.2	3.4	2.0	0.4
	플라스틱류	57.5	18.3	0.8	0.5	2.1	8.2	3.0	0.3
	기 타	92.4	5.7	2.8	2.0	3.9	13.5	3.0	0.7

구 분		금산	연기	부여	서천	청양	홍성	예산	태안	당진
계		42.7	81.2	86.0	35.9	25.3	45.7	81.8	62.3	90.5
가연성	소 계	20.7	18.6	40.0	12.5	8.7	27.1	50.9	34.2	45.2
	음식물류	7.0	8.7	15.0	7.6	4.1	13.5	29.7	12.2	20.0
	종 이 류	1.5	1.2	11.0	1.8	1.6	6.2	11.5	4.5	5.2
	나 무 류	1.0	0.6	6.0	0.7	0.8	0.8	2.0	2.6	3.2
	고무/폐혁	3.1	0.2	2.0	0.6	0.6	0.4	2.0	1.8	3.2
	플라스틱류	3.1	1.8	4.0	1.3	0.4	1.8	2.9	2.9	5.2
	기 타	5.0	6.1	2.0	0.5	1.2	4.4	2.8	10.2	8.4
불연성	소 계	13.0	6.4	8.3	10.2	3.6	13.7	5.5	13.7	9.8
	연 탄 재	1.0	0.1	1.0	0.4	1.0	-	1.0	0.2	0.1
	금속조자류	2.0	2.1	2.5	2.1	0.1	10.2	2.0	2.1	0.4
	토 사 류	4.0	0.1	2.8	3.2	0.3	1.6	1.0	2.2	2.2
	기 타	6.0	4.1	2.0	4.5	2.2	1.9	1.5	9.2	7.1
재활용품	소 계	9.0	56.2	37.7	13.2	13.0	4.9	25.4	14.4	35.5
	종 이 류	1.5	17.1	2.0	3.1	3.6	1.1	9.7	2.8	5.7
	병 류	1.5	6.4	3.0	2.1	2.4	1.0	3.8	3.0	4.9
	고 철 류	2.0	6.7	3.0	2.3	3.2	1.1	3.2	2.6	4.9
	캔 류	0.5	5.4	2.7	2.2	1.2	0.1	2.0	1.8	5.0
	플라스틱류	1.5	7.2	2.0	2.1	1.3	1.0	2.8	0.4	4.8
	기 타	2.0	13.4	25.0	1.4	1.3	0.6	3.9	3.8	10.2

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2003.

충청남도 전체 재활용품 발생량에 대한 수거되는 비율은 평균 54.2%에 달하고 있으며, 주요 재활용품 5종의 발생량 대비 수거량 비는 <표 2-3>과 같이 종이류 67.6%, 병류 35.5%, 고철류 83.5%, 캔류 19.6%, 플라스틱류 52.2%, 기타 50.1% 비율이다. 이처럼 발생하는 폐기물 가운데 음식물류 등 유기성 폐자원을 제외한 재활용품 5종의 구성비는 54.2%로 높지만 음식물류 등 유기성 및 가연성물질들을 포함하면 재활용률은 39.8%에 불과하다. 따라서 재활용률을 높이기 위한 방안으로 전체 생활폐기물 중 17.0%의 비율을 차지하는 음식물류의 재활용률을 높일 필요가 있을 것으로 사료된다.

〈표 2-3〉 재활용품 회수현황

구 분		계	종이류	병 류	고철류	캔류	플라스틱류	기타
총계	톤/일	435.9	183.8	68.9	91.2	15.7	30.0	46.3
	%	100	42.1	15.7	20.9	3.6	6.8	10.6
천안	톤/일	169.6	108.9	14.6	29.7	4.4	6.8	5.2
	%	100.0	64.2	8.6	17.5	2.5	4.0	3.0
공주	톤/일	29.6	7.0	4.3	14.3	0.8	0.4	2.8
	%	100.0	23.6	14.5	48.3	2.7	1.3	9.4
보령	톤/일	34.5	15.8	3.7	8.2	0.9	2.5	3.4
	%	100.0	45.7	10.7	23.7	2.6	7.2	9.8
아산	톤/일	17.3	0.8	10.1	0.5	0.5	5.0	0.4
	%	100.0	4.6	58.3	2.8	2.8	28.9	2.3
서산	톤/일	4.4	0.8	1.8	0.8	-	0.7	0.3
	%	100.0	18.1	40.9	18.1	-	15.9	6.8
논산	톤/일	45.4	22.3	10.2	3.2	3.4	4.0	2.3
	%	100.0	49.1	22.4	7.0	7.4	8.8	5.0
계룡	톤/일	2.2	0.7	0.3	0.5	0.3	0.1	0.3
	%	100.0	31.8	13.6	22.7	13.6	4.5	13.6
금산	톤/일	10.5	2.0	2.5	4.5	0.3	1.0	0.2
	%	100.0	19.0	23.8	42.8	2.8	9.5	1.9
연기	톤/일	5.2	0.7	1.9	0.2	0.4	0.9	1.1
	%	100.0	13.4	36.5	3.8	7.6	17.3	21.1
부여	톤/일	36.1	2.7	8.3	3.4	0.1	2.0	19.6
	%	100.0	7.4	22.9	9.4	0.2	5.5	54.2
서천	톤/일	13.1	2.7	1.2	7.5	1.2	0.4	0.1
	%	100.0	20.6	9.1	57.2	9.1	3.0	0.7
청양	톤/일	2.6	0.3	0.7	0.2	0.1	0.1	1.2
	%	100.0	10.7	25.7	9.2	3.8	4.2	46.1
홍성	톤/일	4.9	1.6	1.3	0.5	0.1	1.0	0.6
	%	100.0	32.6	26.5	10.2	2.0	20.4	12.2
예산	톤/일	14.4	5.5	2.0	2.3	0.9	2.3	1.4
	%	100.0	38.1	13.8	15.9	6.2	15.9	9.7
태안	톤/일	14.7	3.7	1.0	1.9	0.9	0.6	6.6
	%	100.0	25.1	6.8	12.9	6.1	4.0	44.8
당진	톤/일	31.2	8.3	5.0	13.5	1.4	2.2	0.8
	%	100.0	26.6	16.0	43.2	4.4	7.0	2.5

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2004.

2002년 기준으로 일반생활폐기물 1,700.5톤/일과 사업장생활계폐기물 302.4톤/일을 합한 총 처리대상 생활폐기물 2,002.9톤/일 중 매립은 42.0%인 841.3톤/일, 재활용은 39.8%인 798.0톤/일, 소각 18.2%인 363.6톤/일의 순으로 나타났다. 그 중 계룡·금산·보령·논산·당진의 경우 매립이 각각 74.6%, 72.1%, 67.5%, 60.2%, 58.1%로 대부분 매립에 의존하고 있다. 태안군의 경우 62.3톤/일 중 소각으로 42.5%인 26.5톤/일을 처리하며, 공주·아산시의 소각비율은 각각 45.2%, 28.6%로 충남 평균보다 높은 양상을 보이고 있다. 연기·천안·청양의 경우 발생하는 생활폐기물 중 각각 69.2%, 51.5%, 51.3%를 재활용하고 있는 것으로 나타나 충청남도의 재활용 평균보다 다소 높은 경향을 보이고 있다.

생활폐기물(사업장생활계폐기물 포함)의 처리현황을 살펴보면, 매립의 비율은 1998년 49.4%에서 2002년 42.0%로 점차 감소하고 있으나, 소각률과 재활용률은 증가하고 있다.

〈표 2-4〉 생활계폐기물 처리현황

(단위 : 톤/일)

구 분	총처리량	매립	소각	재활용	구 분	총처리량	매립	소각	재활용
충청남도	2,002.9	841.3	363.6	798.0	금산	42.7	28.2	4.0	10.5
					연기	81.2	20.1	4.7	56.4
천안	727.0	192.4	159.9	374.7	부여	86.0	34.5	15.2	36.3
공주	104.0	5.2	47.0	51.8	서천	35.9	19.2	4.9	11.8
보령	102.3	76.1	7.2	19.0	청양	25.3	6.9	6.7	11.7
아산	179.8	96.7	51.4	31.7	홍성	45.7	27.8	10.8	7.1
서산	167.1	85.1	6.7	75.3	예산	81.8	56.6	4.8	20.4
논산	144.5	87.0	6.7	50.8	태안	62.3	16.8	26.5	19.0
계룡	26.8	20.0	3.5	3.3	당진	90.5	68.7	3.6	18.2

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2003.



<표 2-4>에서 생활계폐기물 처리현황 데이터는 처리시설에 반입되어 1차적으로 처리된 폐기물의 매립, 소각, 재활용 등 각각 처리방법별 처리량을 나타낸 것이다.

한편 음식물쓰레기 발생량은 1998년 449.7톤/일에서 2002년에 350.0톤/일로 감소추세를 보였으나, 2003년에 429.7톤/일로 다시 증가하면서 재활용률도 현재 50.5%로 퇴비화, 사료화 등 재활용량은 지속적으로 증가추세이다.

또한 음식물쓰레기는 78.6%가 일반 주택에서 발생되며 나머지 21.4%는 사업장에서 발생되고, 1인당 1일 음식물쓰레기 발생량은 약 0.2kg 정도이다.

〈표 2-5〉 년도별 음식물쓰레기 발생 및 처리

구 분	발생(톤/일, kg/인.일)				처리(톤/일)				
	발생량			1인당 발생량	재활용			재활용률 (%)	매립 등 기타
	계	주택	사업장		계	퇴비화	사료화		
1998년도	449.7	361.6	88.1	0.2	119.7	25.8	93.9	26.6	330.0
1999년도	441.7	351.4	90.3	0.2	137.7	36.7	101.0	31.2	304.0
2000년도	484.9	338.5	146.4	0.3	180.0	59.2	120.8	37.1	304.9
2001년도	419.2	311.9	107.3	0.2	201.5	48.2	153.3	48.1	217.7
2002년도	350.0	273.5	76.5	0.2	199.0	61.1	127.7	64.2	163.0
2003년도	429.7	337.9	91.8	0.2	217.1	72.9	144.2	50.5	212.6

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2004.

〈표 2-6〉 시·군별 음식물쓰레기 발생 및 처리현황

(기준년도 : 2003년)

구 분	발생량(톤/일, kg/인.일)				처리량(톤/일, %)				
	발생량			1인당 발생량	재활용				매립 등 기타
	계	주택	사업장		계	퇴비화	사료화	재활용률	
충청남도	429.7	337.9	91.8	0.2	217.1	72.9	144.2	50.5	212.6
천안	129.0	94.0	35.0	0.3	67.0	27.0	40.0	51.9	62.0
공주	27.0	20.0	7.0	0.2	14.0	-	14.0	51.9	13.0
보령	25.0	23.0	2.0	0.2	1.2	-	1.2	4.8	23.8
아산	44.8	21.8	2.0	0.2	9.0	6.0	3.0	20.1	35.8
서산	38.0	32.0	6.0	0.3	28.0	10.0	18.0	73.7	10.0
논산	31.7	18.5	13.2	0.2	23.3	9.7	13.6	73.5	8.4
계룡	7.0	5.0	2.0	0.1	2.0	-	2.0	28.6	5.0
금산	12.2	11.1	1.1	0.0	1.0	-	1.0	8.2	11.2
연기	20.1	19.1	1.0	0.2	14.7	1.1	13.6	73.1	5.4
부여	19.5	18.5	1.0	0.2	2.0	1.0	1.0	10.3	17.5
서천	9.9	5.9	4.0	0.1	5.9	0.2	5.7	59.6	4.0
청양	7.0	6.0	1.0	0.1	3.0	2.0	1.0	42.9	4.0
홍성	14.1	11.5	2.6	0.2	2.2	0.5	1.7	15.6	11.9
예산	25.0	21.0	4.0	0.2	20.0	-	20.0	80.0	5.0
태안	19.0	12.0	7.0	0.3	11.9	11.9	-	62.6	7.1
당진	21.4	18.5	2.9	0.2	11.9	3.5	8.4	55.6	9.5

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2004.

생활폐기물 처리와 관련하여 14개 시·군 지방자치단체에서 운영하는 소각시설은 46개소로 처리용량은 총 17,211kg/hr이지만 실질적으로 가동중지상태이거나 노후화되어 가동불가인 시설이 상당한 상황이다.

〈표 2-7〉 소각시설 설치 및 운영현황

구 분	시설명	위 치	규모 (kg/h)	설 치 신고일	사 용 개시일	비고
합계	46		17,211			
천안 (3)	백석동	천안시 백석동 531	8,333	'99.08.10	'01.11.10	
	사적관리소	병천면 탑원리 127-1	60	'96.09.24	'96.12.27	
	제3산업단지	차암동 404-1	1,000	'98.12.22	'00.02.03	사업장
공주 (1)	검상동	검상동 7-4	2,083	'00.12.31	'01.05.14	
보령 (6)	원산도	오천면 원산도리 1671-1	50	'98.08.21	'98.11.04	증설
	녹 도	오천면 녹도리 산15	50	'01.07.04	'01.07.28	
	장고도	오천면 장고도리 산98-6	50	'01.07.04	'01.07.28	
	육 도	오천면 육도 462	30	'01.07.04	'01.07.28	
	호 도	오천면 녹도리7	50	'99.08.05	'99.10.05	
	외연도	오천면 외연도 389-1	95	'99.01.29	'99.07.27	
서산 (1)	분뇨처리장	양대동 801	100	'98.11.20	'00.03.16	
논산 (1)	왕덕매립장	부적면 왕덕리 180	135	'02.01.22	'02.09.02	
금산 (2)	금산군청	금산읍 상리 25-1	30	'01.03.23	'01.04.23	
	환경사업소	금산읍 신대리 52	25	'95.09.05	'95.12.26	
연기 (1)	남면매립장	남면 연기리 699-7	90	'96.12.28	'97.01.14	
부여 (4)	부여군청	부여읍 동남리 725	50	'01.11.27	'02.06.20	
	재활용센터	부여읍 가증리	95	'96.05.26	'96.07.02	
	홍산면	홍산면 정동리 454	95	'03.05.07	'03.06.05	
	은산면	은산면 경둔리 13	95	'03.05.07	'03.06.05	

구 분	시설명	위 치	규모 (kg/h)	설 치 신고일	사 용 개시일	비고
청양 (7)	청양읍	청양읍 벽천리 109-8	95	'98.01.13	'98.04.29	
	운곡면	운곡면 모곡리 298-22	90	'95.01.04	'95.05.30	
	대치면	대치면 주정리 482-5	90	'97.01.04	'97.01.09	
	장평면	장평면 분향리 119	60	'99.09.22	'99.11.01	
	청남면	청남면 청소리 산55-1	130	'01.04.04	'01.05.18	
	정산면	정산면 역촌리 740	150	'01.04.04	'01.05.07	
	화성면	화성면 산정리 95-6	95	'02.12.13	'02.12.26	
홍성 (3)	홍북매립장	홍북면 중계리 525	1,500	'94.11.15	'97.11.27	
	은하면	은하면 대천리 산108	90	'95.12.02	'96.03.18	
	화장장	금마면 봉서리 120-13	90	'03.04.21	'03.05.30	
예산 (3)	삼교읍	삼교읍 두리 773-3	95	'98.11.16	'99.01.06	
	대흥면	대흥면 동서리 106-1	90	'94.08.20	'94.12.24	
	신양면	신양면 무봉리 154	130	'02.07.25	'02.08.22	
서천 (1)	관리매립장	비인면 관리 산94-1	625	'02.07.08	'03.09.25	
태안 (8)	남 면	남면 달산리 산122	200	'98.03.23	'98.10.24	
	안면읍	안면읍 송언리 산18-1	350	'98.11.04	'98.10.24	
	태안군청	태안읍 남문리 90	95	'96.12.23	'97.03.11	
	이원면	이원면 포지리 47-2	50	'97.05.07	'97.06.21	
	보건의료원	태안읍 평천리 698-6	50	'96.11.05	'96.11.22	
	고남면	고남면 고남리 523-5	50	'96.09.19	'97.01.09	
	신진도	근흥면 신진도리 75-134	50	'96.10.16	'96.12.30	
	소원면	소원면 송현리 산217-1	95	'96.01.29	'96.04.20	
당진 (5)	합덕읍	합덕읍 운산리 291-121	90	'95.10.05	'95.12.22	
	청소년수련원	석문면 난지도리 177	80	'01.07.12	'01.08.08	
	석문공원묘지	석문면 통정리 산146-1	80	'02.10.16	'02.11.22	
	우강공원묘지	우강면 송산리 367-2	80	'02.10.16	'02.11.22	
	삼교호관광지	신평면 운정리 802	95	'02.10.16	'02.11.22	

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2003.

소각시설 중 충청남도지역에서 운영중인 소각용량 10톤/일 이상의 중·대형 생활폐기물 소각시설의 현황은 다음과 같다.

〈표 2-8〉 중·대형 생활폐기물 소각시설 설치 및 운영현황

구분	소재지	용량 (톤/일)	가동시기	사업비 (백만원)	소각방식
계	6개소	351		50,251	
천안	백석동	200	2001. 11	30,261	스토커
공주	검상동	50	2001. 11	8,800	스토커
서천	비인 관리	10	2003. 9	2,000	스토커
청양	청양 벽천	15	2003. 12	2,500	스토커
홍성	홍북 중계	36	1997. 11	2,090	스토커
태안	태안 삭선	45	2003. 6	4,600	스토커

자료 : 충청남도, 환경백서, 2003.

## 2. 폐기물 발생 및 처리 전망

환경부에서 제시한 생활폐기물 발생량에 대한 국가 관리목표는 2011년 1인당 0.91kg/일인데, 충청남도는 도시규모에 따라 시·군별 다소간의 차이가 있으나 전체적으로 약 0.92kg/일 로써 환경부 목표와 비슷한 수준으로 예상된다. 2003년 현재 1인당 1일 생활폐기물 발생량은 0.89kg이며 그 중 천안시가 1.23kg으로 가장 많이 배출되고, 서천·홍성군이 0.50kg으로 가장 적은 발생량을 보인다.

그러나 2011년 생활폐기물 발생량은 인구수와 밀접한 상관관계가 있으므로 인구증가가 예견되는 시·군을 중심으로 생활폐기물 발생량이 증가할 것으로 전망하고 있다. 생활폐기물의 처리목표에 있어서 시·군별 다소간의 차이는 있으나, 재활용과 소각 목표율은 연차적으로 높게 잡고있는 반면, 매립은 점점 낮게 설정하고 있다. 이는 2011년 기준 환경부의 생활폐기물

처리 목표율과 비교 시 재활용률은 환경부 목표보다는 다소 낮고, 소각비율과 매립비율의 경우에는 다소 높게 설정하고 있기 때문이다. 2003년의 재활용 성과는 사업장생활폐기물을 포함한 생활폐기물 발생총량(1,834.5톤/일) 대비 음식물폐기물의 재활용량(217.1톤/일)과 재활용품 5종(435.9톤/일)의 합계로 나타난 재활용품 회수량비의 도내 평균치는 35.6%이다.

상대적으로 재활용 성과가 낮은 아산, 서산, 계룡, 연기, 청양, 홍성 지역 가운데 계룡시가 음식물폐기물의 재활용률이 낮은 것을 제외하고 대체로 재활용품 5종의 회수율이 낮은데 기인하고 있다. 이렇게 각 시·군간의 재활용률 성과율에 차이를 보인 것은 재활용품 5종 회수량 집계 시 민간부분의 회수량 산정 방법의 차이로 판단된다.

「충청남도 폐기물처리 기본계획」은 상위개념의 폐기물 관련 국가환경정책목표를 달성하기 위해 계획기간인 2003년에서 2011년까지 각 년도별로 도달해야 할 정량적 개념의 실천목표를 설정하고 있다.

폐기물 발생량 예측은 2002년 기준으로 현재의 상태가 정상적으로 유지된다고 가정했을 때 예상되는 폐기물 발생량 수치이다.

폐기물 처리 목표치는 인구의 변화, 지역경제, 산업의 성장 규모를 고려하여 발생원에서의 감량, 재활용, 소각, 매립 등 계획이 차질 없이 진행되었을 경우를 가정하여 목표치를 설정할 수 있다. 도민의 환경의식 향상과 사업체 등에서의 생산공정 개선 등 발생원에서의 감량화 노력을 통해 발생하는 폐기물의 총량관리 개념으로 처리 목표치를 설정할 수 있다.

이러한 년차별 목표치는 생활폐기물과 사업장폐기물(생활계, 배출시설계, 건설폐기물, 지정폐기물 포함) 발생량 전체를 인구증가, 지역경제 발전, 산업규모의 증가에 따른 총인구에 대한 1인당 발생 당량으로 환산할 수 있다. 충청남도의 폐기물 발생량을 추정하기 위해서는 정확한 인구예측과 생활수준, 소득, 산업, 지역경제 규모 등을 감안한 발생원단위 적용이 필요하다.

인구예측의 경우 통계청에서 제시한 충청남도의 인구증가는 연평균 증가율 0.27%로 너무 보수적으로 예측하였고, 기준년도의 실제 인구가 차이가 나고 있으므로 서해안시대 개발사업 적극추진 및 국토균형발전에 따른 사회적 인구변동을 고려하여 「제3차 충청남도종합계획(2000~2020)」에서 적용한 연평균 증가율 1.82%를 적용하였다.

이러한 기초에서 발생원별 폐기물 총량관리는 발생원 감량후 발생량을 재활용과 소각, 매립, 해양배출 등 최종처분으로 나누어 목표를 설정하고, 충청남도의 생활폐기물을 효율적으로 관리하기 위해서는 발생을 최소화하기 위한 목표설정이 필요하다. 이를 위해서는 도민에 대한

홍보와 교육을 통해 원천적으로 폐기물 발생을 줄이려는 노력이 필요하다.

「제2차 국가폐기물관리 종합계획」에서는 2002년에 0.97kg에서 2011년에 0.91kg으로 설정하고 있어 목표년도에 국가기준을 만족하나 이러한 국가계획 목표치에 도달하려면 발생원에서의 감량목표를 달성할 수 있도록 상당한 노력이 필요함을 알 수 있다. 생활폐기물의 발생원 단위를 보면 2002년 기준대비 목표년도인 2011년에 소득수준 및 생활수준의 향상에 따라 1인당 하루 0.89kg에서 0.92kg으로 약간 증가하여 발생량이 1,700.5톤에서 2,062.2톤으로 증가하는 것으로 예상되며, 이에 따라 발생원별 총량관리 목표를 설정할 수 있다.

〈표 2-9〉 생활폐기물 발생량 전망

(단위 : 톤/일, kg/인·일)

구 분	2002년		2005년		2008년		2011년	
	발생량	원단위	발생량	원단위	발생량	원단위	발생량	원단위
충청남도	1,700.5	0.89	1,877.7	0.92	1,986.9	0.92	2,062.2	0.92
천안	547.0	1.23	609.3	1.15	655.3	1.08	657.7	1.04
공주	92.0	0.69	114.4	0.86	112.2	0.85	110.5	0.85
보령	93.8	0.83	110.2	0.91	113.0	0.92	115.8	0.93
아산	172.0	0.89	170.6	0.87	177.1	0.89	177.8	0.88
서산	136.0	0.91	154.7	0.91	166.5	0.90	180.0	0.90
논산	142.0	1.03	124.9	0.92	124.9	0.92	122.8	0.91
계룡	24.0	0.80	36.6	0.81	50.2	0.83	68.0	0.85
금산	34.0	0.55	40.3	0.65	47.3	0.75	52.0	0.80
연기	59.5	0.72	65.9	0.80	70.7	0.85	77.3	0.90
부여	74.0	0.84	80.3	0.95	75.4	0.93	74.9	0.94
서천	35.0	0.50	40.8	0.60	45.5	0.70	56.0	0.80
청양	24.5	0.63	28.1	0.77	27.5	0.80	26.9	0.83
홍성	45.4	0.50	64.9	0.70	73.6	0.80	77.6	0.85
예산	77.3	0.79	77.5	0.85	75.9	0.87	74.4	0.89
태안	60.0	0.91	59.6	0.88	60.0	0.89	59.9	0.89
당진	84.0	0.71	99.7	0.77	111.9	0.81	130.7	0.86

자료 : 충청남도 및 각 시·군 행정자료, 2003.

〈표 2-10〉 발생원별 생활폐기물 총량관리 목표

구 분			2002년	2005년	2008년	2011년
생활 폐기물	추정발생량	톤/일	1,700.5	1,877.7	1,986.9	2,062.2
		kg/인·일	0.89	0.92	0.92	0.92
사업장 생활계폐기물	추정발생량	톤/일	302.4	357.2	403.4	448
		kg/인·일	0.16	0.17	0.19	0.20
소계	추정발생량	톤/일	2,002.9	2,234.9	2,390.3	2,510.2
		kg/인·일	1.04	1.09	1.11	1.13
	감량목표량 (목표율)	톤/일	0	67.0	95.6	125.5
		%	0.0	3.0	4.0	5.0
	감량후발생량	톤/일	2,002.9	2,167.9	2,294.7	2,384.7
		kg/인·일	1.04	1.06	1.07	1.07
	재활용량 (목표율)	톤/일	797.2	867.1	982.1	1,073.1
		%	39.8	40.0	42.8	45.0
	처분대상량	톤/일	1,205.7	1,300.7	1,312.6	1,311.6
	소각량 (목표율)	톤/일	364.5	617.8	750.4	813.2
		%	18.2	28.5	32.7	34.1
	매립량 (목표율)	톤/일	841.2	682.9	562.2	498.4
		%	42.0	31.5	24.5	20.9
	해양배출 등 (목표율)	톤/일	0	0	0	0
		%	0	0	0	0



## 제 3 장 소각시설의 특성

### 1. 소각시설의 구분

#### 1) 연소시간 운전방법에 따른 구분

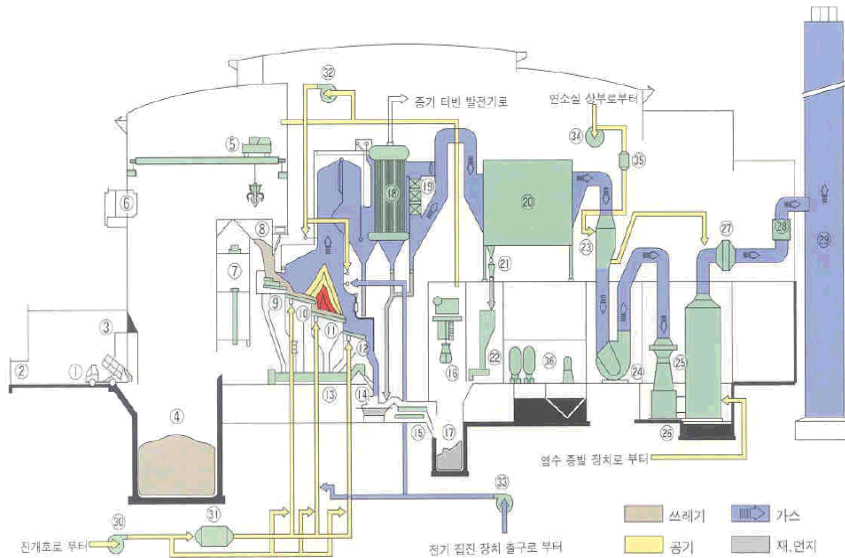
폐기물의 연소방법에 따라 회분식과 연속식으로 대별되며, 이를 기계화 정도에 따라 세분하면 수동회분식, 기계화회분식, 준연속식, 연속식 등으로 나눌 수 있다. 회분식은 구조가 간단하고 건설비용이 싸기는 하나 많은 노동력의 소요되어 중·대형 소각로에 적용하기에는 부적당하다.

완전 자동화한 연속식 소각로는 건설비나 유지관리비가 높다. 준연속식은 어느 정도 수동작업이 소요되기는 하나 폐기물 투입에서 최종 소각잔재물의 배출에 이르기까지 이송 및 투입장치가 연속에 가깝고 고온연소가 연속적으로 이루어질 수 있는 것으로 이 부분의 기계화 및 계장정도에 따라 연속식과 구분된다. 연소실의 내부적인 구조는 연소화격자를 비롯하여 건조화격자, 후연소화격자 등의 삼분 구조는 완전연속식과 같다.

완전연속식은 자동운전을 목표로 한 계장설비를 완비하고 적은 관리요원으로 24시간 연속운전이 가능하며 환경오염방지에 대해서도 충분히 고려한 소각방식이다. 연속식 소각방법은 수거차량에 의해 반입된 폐기물은 저장 핏트에 투입된 후 크레인에 의해 균질화를 위해 혼합되어 투입호퍼에 공급된다. 호퍼내로 투입되면 하부에 설치된 피더에 의해 건조화격자로 보내어 여기서 소각로내의 고온 연소가스의 복사열과 화격자 하부로부터 주입되는 고온 공기에 의해 건조와 동시에 일부 폐기물은 착화하고 연소되기 시작하면서 연소화격자로 보내진다. 연소화격자에서 고온의 잉여공기에 의해 활발한 연소가 일어나고 일부 난연성 폐기물은 다음의 후연소 화격자에서 교반되면서 충분한 시간 동안에 연소되어 재로 생성된다. 소각잔재물은 습식컨베이어로 옮겨져 소화냉각을 위해 침수된다.

폐기물 소각과정에서 필요로 하는 공기는 악취가 유출되는 것을 막기 위해 에어커튼으로 차단한 다음 폐기물 펌트에서 부압으로 하여 통풍기로 공기를 흡인하고 공기에열기로 가열한 후 화격자 아래로 주입된다.

충청남도 지역의 중·대형 소각시설 가운데 천안과 공주 소각시설은 연속식이며, 나머지 중형 소각시설은 실질적으로 준연속식을 채택하고 있다.



〈그림 3-1〉 소각시설 처리공정 흐름도

## 2) 구조에 따른 구분

소각대상 물질의 물성을 고려하여 소각로 구조 방식에 의한 방법으로 화격자 연소방식, 상연소방식, 유동상식, 분무연소방식, 부유연소방식 등으로 나눌 수 있다.

### (1) 화격자 연소방식

노내에 고정화격자 또는 가동화격자를 설치하고, 이 화격자 위에 소각물을 올려놓고 태우는 방식으로 화격자 하부는 소각재를 모이게 해서 재가 떨어지기 쉽도록 한 것인데 연소공기의 유통은 보통화격자의 아래쪽으로부터 소각물을 통해서 위쪽으로 통과하여 화격자 위에 있는 열원과 소각물의 연소를 촉진시킨다. 이러한 방식은 화상 위의 소각물에 대해서 연소용 공기가 아래쪽에서 화상을 통하여 상승하고 연소가스는 소각물의 빈틈을 통과해서 상층으로 열의 전도를 통해 순차적으로 점화 연소를 촉진시킨다. 아래쪽에 화염이 축적되어 있으면 투입공기도 가열되어 승온과 함께 통기 유동성이 좋아져서 소각효율이 증가한다.

반면 하향류 연소방식은 휘발분이 많아 열분해하기 쉬운 물질을 소각할 경우에 주로 적용하는 방법으로 화격자를 통해서 아래쪽으로 통기시키는 방식이다.

일반적으로 생활폐기물류처럼 연기발생정도가 적은 물질을 소각할 경우 상향류 방식이 연소속도가 빠르고 소각효율이 양호하다. 그러나 분해속도가 빠르고 연기 발생량이 많은 것은 상향연소를 하면 불완전연소의 분해 가스가 다량 발생하여 비교적 저온부를 통과하여 연소실로 나오기 때문에 매연과 분진 발생을 줄이기가 곤란하여 2차 연소가 필요하게 된다. 즉 열분해 속도가 큰 물질의 연소시 분해속도의 억제가 필요한데 이 수단으로서 하향류 연소방식을 채택할 수 있다. 이러한 하향류 연소방식은 상향류 방식에 비해 소각효율이 1/2정도로 낮아진다.

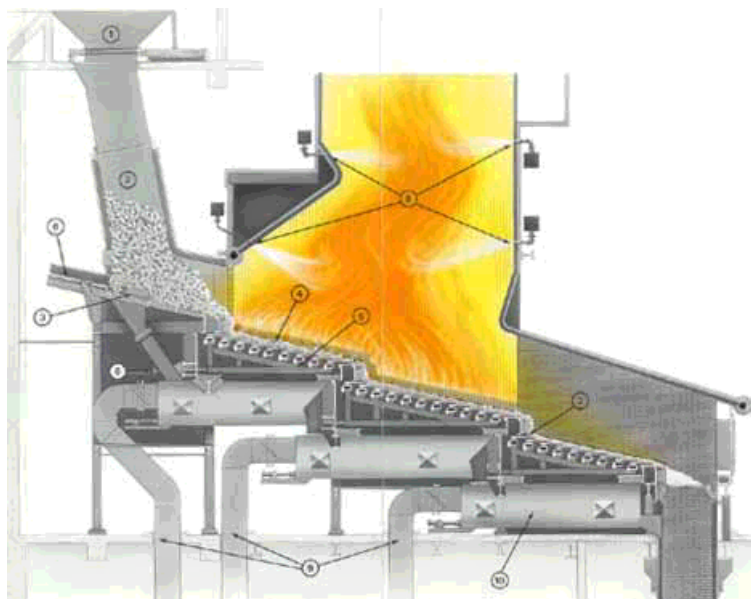
화격자 방식은 유동성에 따라 고정식과 유동식으로 대별되는데 소형소각로는 규모의 성격상 수동으로 소각재를 떨어지게 하는 고정식이 사용되나 대형 소각로는 자동적으로 재가 떨어지게 되는 유동식 화격자를 채택하고 있다.

다음 <그림 3-2>는 유동식 화격자를 채택한 상향류 소각방식의 연소특성을 나타낸 것이다. 여기에서 투입구 핏트에서 일정한 속도로 투입되는 폐기물은 유동식 화격자에 의해 아래 방향으로 이동하면서 상향 화염의 열전도, 복사, 대류현상에 의해 건조, 분해, 연소의 공정을 거쳐 소각재는 아래로 자동 낙하하는 특성을 보인다. 연소실의 압입송풍기(FDF)에 의해 과잉공기가 공급되고 폐기물은 2초 이상의 체류시간을 유지하면서 연소된다.

연소가스의 이동방식에 따른 화격자 방식의 장·단점은 <표 3-1>과 같이 나타낼 수 있다.

〈표 3-1〉 화격자 소각방식의 특성

가스이동형식	장 점	단 점
역류식	투입피더에 대기중인 폐기물건조에 복사전도열을 효율적으로 사용하여 열효율 우수	건조단에서 발생하는 불완전연소물질들의 체류시간이 상대적으로 짧아 완전 열분해되지 않고 배출될 수 있음
병류식	건조단에서 발생하는 불완전연소물질을 고온의 연소가스와 충분히 혼합할 수 있어 체류시간이 길어 소각 효과 우수	2차연소실 기능을 하는 투입피더에 복사전도열이 차단되어 열전달률이 낮아지고, 중간차단구조에 의한 고온열손상우려가 있음



〈그림 3-2〉 상향류 화격자 소각방식

## (2) 상연소방식

노내의 화상 위에 소각대상물질을 적재한 다음 소각하는 방식으로 화격자에서 올려놓고 소각하기 곤란한 슬러지나 입자상의 물질이나 미리 열을 받은 상태에서 용융점화 연소소각물질에 적합한 방식이다. 화상의 구조에 따라 고정상식, 회전로상식, 다단로상식, 로타리킬른식 등이 있다.

고정상식은 화상의 상태에 따라 경사식, 수평식으로 구분되는데 회분이 적은 고분자계통 폐기물 소각에 적합한 방식이다.

회전로상식은 노내 아래 부분에 천천히 회전하는 수평회전로를 갖고 있고, 노외벽에서 공급되는 소각대상물을 교반이송기에 의해 뒤섞으면서 로의 중앙부로 이동시키면서 건조소각을 시행한다. 연소공기와 보조버너는 원통형 로벽에서 접선방향으로 불어넣어 연소가스가 선회류를 유지하도록 하며, 수분이 많은 음식물류가 포함된 생활폐기물 연소에 적합한 방식이다.

다단로상식은 상부에서 공급되는 폐기물을 여러 단으로 나누어 교반하면서 배기가스와의 접촉을 유효하게 하여 건조효율을 높여 노 바닥의 영킴(clinker)물질 생성을 방지할 수 있다. 이것은 하수슬러지 등 수분이 많은 저발열량의 폐기물 소각에 유효한 방식이다.

로타리킬른식은 원통형노체를 약간 경사지게 하여 소각대상 물질을 상부에서 투입한 다음 회전교반으로 건조 점화시켜 소각한 다음 소각잔재물을 배출하는 구조로 건조효과가 양호한 장점이 있으나 표면만 고온에 노출되어 완전연소가 어려워 미연분이 남지 않도록 킬른의 끝단에 후연소실을 설치해야 한다.

## 2. 소각시설 운영개선의 방향

생활폐기물의 소각과정은 일반적으로 반입차량에 의해 투입구에 하역된 다음 과불을 위한 교반, 균일화를 거쳐 연소로 내로 투입된다. 연소로에서 850℃ 이상의 고온에서 연소분해되어 연소가스 및 소각재로 전환된다. 보일러는 연소에 의한 열을 증기로 회수하고 대기오염 방지 시설에서는 분진, 중금속, 유해 화학물질 등이 제거된다. 각 단위공정에서 발생한 재, 폐수 등은 포집 또는 처리되어 방류된다. 각 공정과정에서 공기의 공급 및 배가스의 처리 배출이 이루어지는데 이러한 설비로는 압입송풍기(FDF) 및 유인배풍기(IDF) 등이 있다.

중·대형 소각시설의 운영시스템은 폐기물의 반입저장 및 투입설비, 연소실, 보일러, 연소가스 처리설비, 소각재 및 발생폐수 처리설비, 공기주입 및 배가스설비 등으로 나눌 수 있는데, 전반적인 이들 단위공정에 대한 폐기물 소각로의 운영 및 설계 목적은 다음과 같이 요약해 볼 수 있다.

〈표 3-2〉 중·대형 소각시설의 공정 특성

단위 설비	공정 목적	설계 방향
폐기물 반입저장투입 설비	폐기물 저류 및 투입	충분한 저장용량 확보와 균일화
전처리설비	불연물 분리 및 유기물 회수	파쇄, 선별, 분리회수
연소실	연소에 의한 열 에너지 생성 및 폐기물 감량화	소각열, 체류시간, 교반에 의한 완전연소
보일러	연소열 회수	열회수 효율 증대
대기오염 방지시설	연소가스에 의한 오염방지	배가스, 분진, 중금속, 유해 화학물질 완전포집
재처리시설	재처리관련 발생 폐수 처리로 2차 오염 방지	소각재와 비산재 완전제거
송풍 및 배기	연소용 공기 주입 및 배기	완전연소를 위한 공기 주입량 공급

소각시스템에서 다이옥신류의 발생은 1차적으로 연소실에서의 불완전연소에 의해 생성된 반응성 물질들이 주된 요인이 되는데, 이 과정에서 연소실의 소각성능은 폐기물의 주입현황, 연소로내 주입조건에 의해 결정된다. 따라서 다이옥신 저감을 위한 소각로 설계는 폐기물의 사전관리에 의한 반입 및 투입 균일화, 연소실에서의 연소효율 극대화, 보일러 및 대기오염 방지시설에서의 다이옥신 생성 최소화 및 제거효율 극대화 등을 고려할 수 있다. 이를 각 공정

과 제어 방법에 따라 요약하면 다음과 같다.

본 연구에서는 소각의 전과정 가운데 폐기물의 전처리를 위해 반입 및 사전관리 불연물 분리회수를 통한 시설개선의 방향에 중점을 두도록 하였다.

〈표 3-3〉 중·대형 소각시설의 공정 제어방법

적용 단위공정	세부 제어 방법
폐기물 전처리	반입 및 사전관리, 불연물 분리회수
연소실 설계	연소반응조건(온도, 체류시간, 교반) 유지
보일러	생성억제를 위한 배가스 온도관리
대기오염방지설비	재생성 억제 및 흡착, 촉매 산화

### 3. 충남지역 소각시설 운영 특성분석

중·대형 소각시설 가운데 천안과 공주 소각시설은 연속식이며, 나머지 중형소각시설은 실질적으로 준연속식을 채택하고 있어서 소각시설 운영특성 분석을 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 즉, 50톤/일 이상의 대형은 비교적 안정적인 시설운영이 가능하므로 폐기물의 성상변화에 여유를 갖고 대응할 수 있으나, 기타 시·군에서 운영하는 50톤/일 이하의 중규모 소각시설은 물리화학적 성상 변화에 대응할 여건이 불리한 상황이다. 이를 감안하여 소각시설의 운영특성을 대형과 중형으로 나누어 구분하였다. 현재 가동중인 소각시설 가운데 천안지역은 대형으로, 나머지지역 소각시설은 중형으로 특성을 비교하였다.

천안지역의 경우 생활폐기물 소각시설 용량이 200톤/일로 비교적 규모가 큰 상태이므로 폐기물의 성상변화에 대해 안정적으로 시설을 연속 가동할 수 있는 장점이 있으나, 계절적으로 불연성 폐기물이 많이 배출되는 경우는 이를 사전에 전처리를 통해 제거한 다음 소각시설을 운영함으로써 소각로 운전부하를 줄여줄 필요가 있다.

천안지역 소각로에 반입되는 폐기물의 특성을 나타내는 삼성분 및 성상별 물리적 조성  
겉보기밀도, 저위발열량, 소각재의 발생 특성 및 강열감량 등은 다음 <표 3-4>, <표 3-5>, <표  
3-6>과 같다.

통상적인 소각로 시설의 안정적 운영지표로 소각잔재물의 비율이 15% 이하를 목표로 하고  
있는 바, 천안 소각시설은 반입량 대비 소각잔재물 비율이 2002년은 17.3%, 2003년은 18.9%  
수준을 보이고 있어 파쇄, 선별, 분리 등 전처리 시설 설치를 통한 안정화 방안이 필요하다고  
판단된다. 이렇게 소각잔재물의 비율이 증가한 것은 2002년에 비해 2003년에 폐기물 삼성분  
중 수분 비율은 48.32%에서 37.85%로 10%포인트 정도 낮아졌으나 가연분과 회분 비율의 증가  
와 함께 불연물의 비율이 2.22%에서 3.89%로 상당히 증가한데 기인한 것으로 판단된다. 반면  
폐기물의 겉보기밀도는 수분비율이 낮아짐에 따라 0.45톤/㎥에서 0.35톤/㎥로 낮아지고 발열  
량은 1,763kcal/kg에서 1,961kcal/kg으로 높아져 안정되었다.

소각효과성을 나타내는 지표인 강열감량은 2002년에 비해 2003년에 4.3%에서 4.1%로 약간  
낮아졌으며, “폐기물관리법” 시행규칙에서 규정한 바닥재 강열감량 10%이내, 2008년부터 적  
용되는 5%이내를 만족하나, 완전연소를 통한 효과적인 운전목표치인 3% 수준을 넘는 수준을  
보이고 있어 이에 대한 개선 방안이 필요한 상황이다.



〈표 3-4〉 천안지역 폐기물의 특성(삼성분)

구 분	겉보기밀도 (톤/㎡)	발 열 량 (kcal/kg)	삼성분		
			수분 (%)	가연분 (%)	회분 (%)
2002년평균	0.45	1,763	48.32	42.22	9.46
1월	0.41	1,805	46.30	44.50	9.20
2월	0.39	1,822	43.60	47.50	8.90
3월	0.42	2,226	46.20	44.70	9.10
4월	0.40	1,929	49.20	41.50	9.30
5월	0.45	1,436	48.95	42.70	8.35
6월	0.50	1,504	45.20	45.85	8.95
7월	0.43	1,253	45.58	45.72	8.70
8월	0.41	1,678	50.36	40.48	9.16
9월	0.46	1,793	49.83	39.52	10.62
10월	0.49	2,219	55.00	34.85	10.15
11월	0.52	1,670	47.25	42.04	10.72
12월	0.55	1,819	52.39	37.23	10.39
2003년평균	0.35	1,961	37.85	49.32	12.83
1월	0.45	1,893	38.82	47.23	13.95
2월	0.38	1,860	39.80	41.60	18.60
3월	0.39	1,938	36.52	50.64	12.84
4월	0.37	1,848	38.78	46.23	14.99
5월	0.28	2,028	31.90	54.29	13.81
6월	0.32	1,923	35.55	53.09	11.36
7월	0.31	1,823	42.19	46.14	11.67
8월	0.49	1,804	42.82	45.80	11.38
9월	0.32	2,239	38.54	54.91	6.55
10월	0.27	2,316	32.60	55.80	11.60
11월	0.29	1,927	38.25	47.95	13.80
12월	0.32	1,934	38.43	48.14	13.43
2004년평균	0.28	1,867	37.89	46.53	15.58
1월	0.28	1,786	39.40	44.95	15.65
2월	0.30	1,841	38.55	46.00	15.45
3월	0.27	1,975	35.73	48.64	15.63

〈표 3-5〉 천안지역 폐기물의 특성(물리적 조성)

구 분	습량기준 물리적 조성						
	종이류 (%)	나무, 짚류 (%)	비닐 플라스틱류 (%)	음식물 (%)	섬유 가죽류 (%)	불연물 (%)	기타 (%)
2002년 평균	34.61	0.97	25.28	26.51	10.40	2.22	0.00
1월	30.90	0.80	28.40	28.40	9.90	1.60	-
2월	35.40	0.90	22.40	28.60	10.70	2.00	-
3월	33.50	0.60	24.70	32.10	7.80	1.30	-
4월	29.60	0.70	12.90	28.60	26.80	1.40	-
5월	42.80	0.75	27.90	14.25	12.35	1.95	-
6월	32.10	0.35	27.45	25.75	11.60	2.75	-
7월	39.35	0.55	30.70	23.30	5.40	0.70	-
8월	37.38	0.96	33.02	19.62	8.18	0.84	-
9월	43.28	0.78	32.53	15.82	6.85	0.73	-
10월	29.19	1.35	26.76	24.32	12.70	5.68	-
11월	27.09	2.19	19.76	37.26	8.07	5.65	-
12월	34.75	1.71	16.88	40.12	4.49	2.06	-
2003년 평균	25.03	3.34	21.85	36.40	9.49	3.89	0.00
1월	31.00	9.20	13.00	34.90	9.20	2.70	-
2월	27.40	3.40	15.20	35.20	12.80	6.00	-
3월	28.60	5.50	14.80	36.30	10.60	4.20	-
4월	25.55	2.63	18.49	40.81	9.62	2.92	-
5월	26.72	2.81	17.18	26.72	24.39	2.18	-
6월	26.20	3.20	17.30	33.10	17.30	2.90	-
7월	20.90	7.20	29.10	24.50	10.40	7.90	-
8월	29.63	0.14	17.56	47.19	2.60	2.88	-
9월	18.35	1.85	27.10	46.27	3.20	3.23	-
10월	18.90	0.70	23.95	42.95	8.90	4.60	-
11월	26.05	2.40	35.30	30.90	1.75	3.60	-
12월	21.10	1.10	33.20	37.93	3.17	3.50	-
2004년 평균	27.50	4.17	30.52	29.70	3.42	4.70	0.00
1월	23.10	3.56	33.40	32.50	3.40	4.05	-
2월	32.30	3.55	26.35	29.70	2.45	5.65	-
3월	27.10	5.40	31.80	26.90	4.40	4.40	-

〈표 3-6〉 천안지역 폐기물의 특성(소각재)

구 분	반입량 (톤)	반입 일수 (일)	소각재 발생량(톤)			일평균 소각량 (톤)	연평균 가동률 (%)	강열 감량 (%)
			계	바닥재	비산재			
2002년 평균	57,520	339	9,958	8,489	1,469	169	93	4.1
1월	5,292	31	994	829	165	171		
2월	5,324	28	1,074	930	144	166		
3월	6,311	31	1,008	850	158	196		
4월	4,436	27	879	728	151	185		3.5
5월	4,886	31	713	605	108	139		3.5
6월	4,105	30	573	501	72	140		3.2
7월	5,342	31	709	633	76	150		5.0
8월	4,618	31	744	632	112	172		4.3
9월	5,041	30	819	672	147	173		4.5
10월	1,797	12	622	537	85	193		4.0
11월	4,549	26	798	723	75	168		3.9
12월	5,819	31	1,025	849	176	178		4.6
2003년 평균	54,651	310	10,311	8,905	1,406	181	89.0	4.3
1월	5,133	31	1,074	896	178	172		4.6
2월	5,457	28	924	812	112	183		4.5
3월	6,166	31	983	845	138	195		4.2
4월	4,462	30	969	851	117	184		4.4
5월	2,753	19	636	546	90	174		4.7
6월	5,103	29	846	691	156	160		4.5
7월	5,717	31	1,075	961	114	175		4.6
8월	1,063	8	330	287	43	177		3.9
9월	3,575	20	529	468	61	183		5.6
10월	5,521	31	1,050	894	155	187		4.1
11월	5,630	30	1,098	965	134	188		3.9
12월	4,070	22	799	690	109	186		2.7

소각용량 50톤/일 이하의 중규모 소각시설의 운영현황은 다음과 같이 정리할 수 있다. 소각 시설의 가동률을 나타내는 척도는 준연속식 또는 연속식의 가동시간을 고려한 일일용량 대비 평균처리량으로 나타낼 수 있는데 사업장배출시설계폐기물과 생활계폐기물을 소각하는 천안 3산업단지 소각시설을 제외하고 대체로 가동률은 높은 편이다. 준연속식은 1일 24시간 미만으로 운전하고 가동중지한 다음 일정 온도만 승온한 후 재가동 할 수 있으며, 소각시설의 투입설비에서 재처리설비까지 기계화되어 가동중에 소각잔재물을 간헐적으로 배제하는 방식이다. 이에 비해 연속식은 1일 24시간 연속운전하고 소각시설의 투입설비에서 재처리설비까지 기계화되어 가동중에 연속적으로 소각잔재물을 배제하는 방식이다.

소각효율의 완전연소 척도로 볼 수 있는 강열감량은 분석자료가 없거나 법적 기준인 “폐기물관리법” 시행규칙 제20조 규정을 만족하나 약간 높은 수치를 보이고 있다. 처리량 대비 바닥재 발생비율은 태안군 소각시설이 높게 나타나고 있는데, 특히 바닥재의 발생 변동 비율이 24.2%까지 상승하는 정도를 보여 이에 대한 원인규명과 함께 소각재 침수냉각시설에 대한 점검, 전반적인 공정 점검의 필요성이 있다. 그리고 바닥재의 강열감량률이 높은 서천군 소각시설 등에 대해서도 투입폐기물의 성상조사, 소각효율 등에 대한 점검이 요구된다.

〈표 3-7〉 충남지역 중형 폐기물 소각시설의 가동특성

구 분	용량		평균처리량 (톤/일)	가동률 (%)	운전방식	비고
	(kg/hr)	(톤/일)				
공주	2,083	50	50.0	100	24시간 연속식	
서천	625	10	8.5	85	16시간 준연속식	
청양	625	15	15.0	100	24시간 연속식	
홍성	1,500	36	26	72	21시간 준연속식	
태안	1,875	45	45	100	24시간 연속식	
천안	1,000	8	3.5	44	8시간 준연속식	3 산업단지 사업장폐기물

〈표 3-8〉 충남지역 중형 폐기물 소각시설의 소각재 발생 특성

구분	소각재 발생량 (톤/일)	처리량 대비 소각재발생비율 (%)	비산재 (톤/일)	바닥재 (톤/일)	강열감량 (%)	강열감량특성
공주	6.30	12.6	0.30	6.00	4.2	3.2~5.7%범위
서천	0.35	4.1	0.05	0.30	6.6	가동초기
청양	1.10	7.3	0.10	1.00	NA	자료 없음
홍성	2.85	11.0	0.25	2.60	NA	자료 없음
태안	6.91	15.4	0.49	6.42	4.3	3.6~4.9%범위
천안	0.22	6.3	0.02	0.20	4.3	초기 2.4%



## 제 4 장 소각 전처리시설 분석

### 1. 소각 전처리시설

소각 전처리란 소각대상 폐기물을 재활용 물질과 불연물, 가연물을 성상별로 분류한 후 가능한 한 재활용물질은 회수하고 불연성 물질은 직접 매립하고, 가연성물질은 파쇄를 통해 균일화하여 소각효율을 높이기 위한 폐기물관리 방법이라고 할 수 있다. 이러한 전처리를 통해 소각로의 운전효율이 증대되고 불연물은 직접 최종 처분할 수 있어서 소각잔재물 및 유해물질의 발생은 최소화된다.

폐기물 수거 운반차량에 의해 폐기물 벙커핏트에 저장되거나 개별배출원에서 스티커가 부착되어 별도 반입된 대형폐기물은 파쇄기에 의해 10~15cm 정도로 파쇄한 다음 선별, 분리 등의 단위공정을 거친후 연소실로 투입된다. 이처럼 폐기물의 벙커핏트 투입이후 연소실로 공급되기까지의 시설을 전처리 시설이라 한다.

이러한 폐기물 전처리의 목적은 다음과 같다.

불연물을 선별분리하고 가연물의 입도를 낮춰 소각효율을 높임.

자원화를 위한 유가물을 선별하거나 회수함.

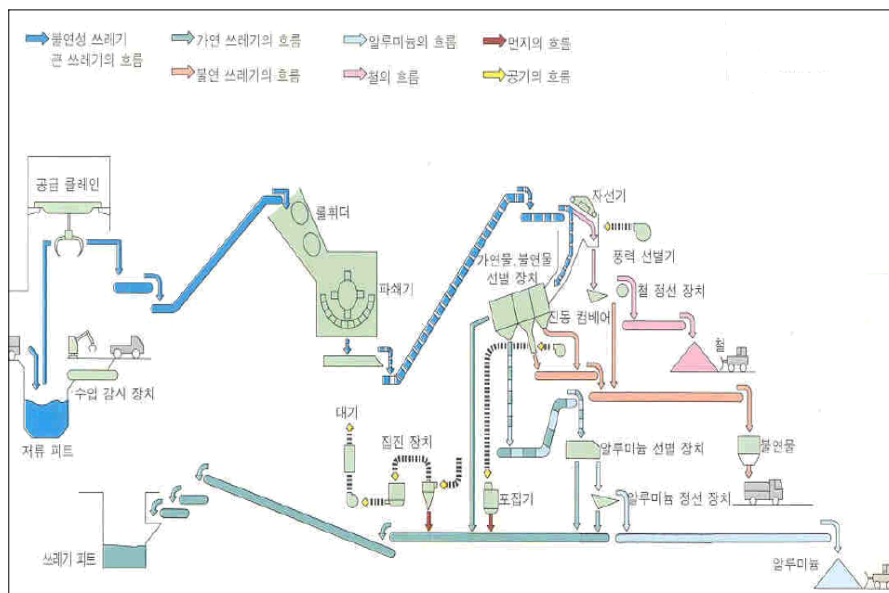
소각시스템의 자동화를 통해 운전이 용이하도록 함.

폐기물 성상을 균일화하여 연소열 부하변동을 안정화시킴.

소각열회수를 위한 증기발생량 변동을 최소화시킴.

소각잔재물내의 금속류, 도자기편, 유리병류를 제거하여 인출을 용이하게 함.

소각을 위한 전처리 공정은 파쇄, 선별, 분리공정으로 대별되며, 단위공정과 투입폐기물과 유가물질의 회수 특성을 고려해서 전체적인 소각 전처리시설의 공정흐름도는 다음 <그림 4-1>처럼 나타낼 수 있다.



〈그림 4-1〉 소각 전처리공정 흐름도

## 1) 파쇄 공정

파쇄방법에는 작용하는 힘에 따라 압축작용, 충격작용, 전단작용, 마찰작용에 의한 파쇄 등의 네 가지로 나눌 수 있다.

압축작용에 의한 파쇄기의 특징은 두 개의 면에 파쇄대상물을 끼우고 압축파쇄하는 것으로 단단하고 굳은 물질, 마모성이 있는 것, 점도가 적은 것, 파쇄후 입자 크기를 균일하게 할 경우에 적합하다.

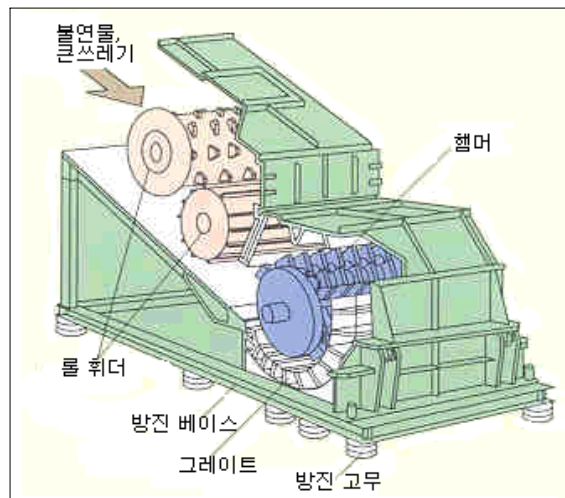
충격작용 파쇄기는 순간적이고 예리한 충격을 가해 물체를 파쇄하는데 후속공정에서 2차 충돌을 통해 점점 작게 파쇄 한다. 중력에 의한 자유낙하로 파쇄할 수도 있는데 현재 대부분의 소각시설에서 연소실 투입전 폐기물 성상의 균일화 및 파분을 위해 크레인을 이용한 자유낙하



방식의 충격파쇄 방법이 쓰이고 있다. 브렛포드 파쇄기는 회전드럼 속에서 물체가 중력에 의해 떨어져 파쇄되는 것으로 회전속도는 느린 편이다.

전단작용 파쇄기는 마찰력을 이용한 깎아내기와 찢개기에 의한 파쇄작용으로 파쇄된다. 충격과 압축작용도 병행해서 이루어지는데 유압작동으로 소음이 적고 유지관리비가 적게 소요된다.

마찰작용에 의한 파쇄기인 햄머밀은 충격을 가한 후 해머와 스크린의 좁은 틈새에서 마찰에 의해 파쇄된다. 마찰작용에 의한 파쇄는 마모되기 어려운 것, 파쇄량이 많을 경우에 적합한 방식이다.



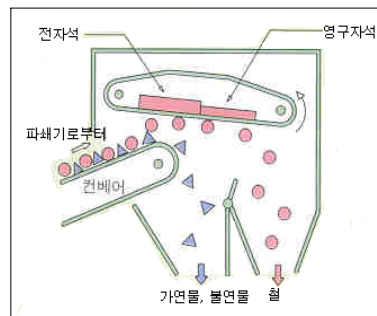
〈그림 4-2〉 파쇄기

## 2) 선별 · 분리공정

생활폐기물에 혼합 반입되는 불연성 물질은 선별과정을 통하여 분리할 수 있으며, 분리된 물질은 재활용 또는 직접 매립 등의 방법으로 최종처분될 수 있다. 선별은 파쇄 또는 해체된 폐기물을 크기별로 나누는 분급분리와 균일성분으로 가려내는 선별로 나누어진다. 분급분리는 체를 이용하여 입도별로 나누며, 선별은 단체성분의 비중, 자기특성, 대전성, 광학성 등의 물리적 성질을 이용한 풍력, 자력, 와전류, 정전기, 광전 등의 방법을 조합하거나 순서공정을 채택하여 사용할 수 있다.

진동체 선별기는 진동을 써서 간극 또는 스크린을 사용하여 나누는 분급설비이며, 작동방법에 따라 고정식, 요동식, 선회식, 진동식 등으로 구분할 수 있다.

풍력에 의한 분리기술은 폐기물의 성상별 침강속도 차이를 이용하는 것으로 시스템의 구성이 단순하나 에너지 소비가 크고 분리효과가 떨어지는 단점이 있다. 자력에 의한 선별은 고철 제품 등 강자성체 분리는 보통의 자선기가 사용되며, 강자성체이기는 하나 입자의 크기가 작거나 약자성체는 자계강도가 높은 자선기를 사용한다. 와전류 선별기는 구조적으로 많은 종류가 있으나 비자성으로 도전율이 높고 가벼운 알루미늄 등 비철금속 분리에 적합하다.



〈그림 4-3〉 자력선별기

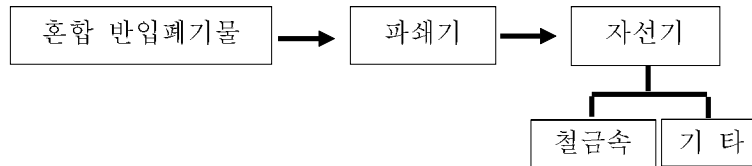
## 2. 전처리시설 적용 시스템

### 1) 파쇄처리 시스템

파쇄처리 시스템은 파쇄의 목적과 처리 대상물질의 종류 및 성상과 양에 의하여 여러 가지의 단위조작을 조합하여 시스템을 구성할 수 있다. 생활폐기물의 파쇄처리 시스템은 소각, 매립을 목적으로 하는 경우 이외에 물질회수나 에너지 회수 시스템에 있어서 전처리를 목적으로 하는 종류별 분리 방식으로 나눌 수 있다.

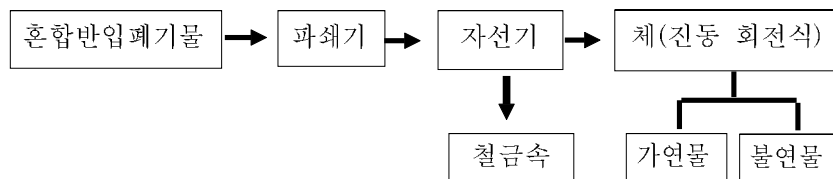
### (1) 2종 분류방식

생활폐기물로 수집 운반된 물질을 파쇄하고 자선에 의하여 철류와 기타의 것으로 2종 분류하는 가장 간단한 방식이다. 이 방법은 유가물로서 철금속류를 회수한 다음 나머지 물질을 조각이나 매립으로 연결 처리하는 방식에 적용된다.



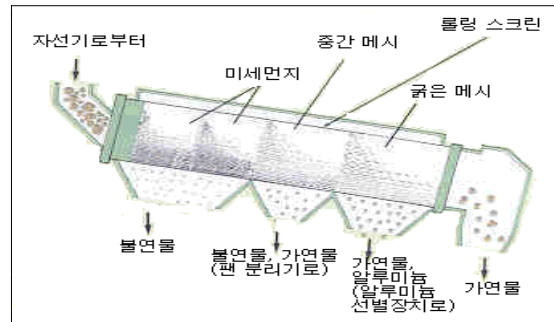
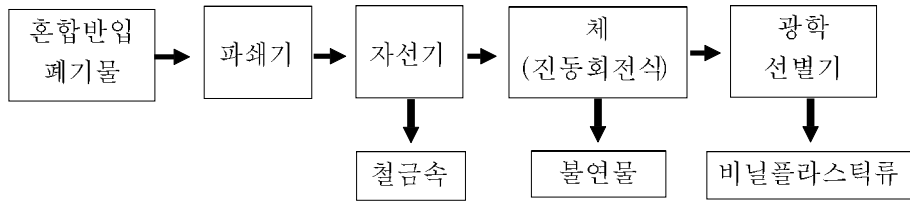
### (2) 3종 분류방식

수거된 생활폐기물을 가연물, 불연물 및 철금속의 3종으로 분별하는 것으로 3종으로 분별하여 최적 크기로 파분파쇄한 다음 자선에 의하여 철금속류를 회수하고 기타물질은 가연물과 불연물의 물성에 따라 파쇄입도 분포차를 이용하여 회전형체나 진동형체로 가연물과 불연물을 분리하는 것으로 처리된다.



### (3) 4종 분류방식

3종 분류방식에 추가하여 가연물내의 플라스틱류를 다시 분별 분류하는 방법으로 플라스틱류를 제거하여 소각로의 연소온도 과도 승온을 방지하고 소각로 벽체의 열화손상을 방지, 소각폐가스내의 염소나 염화수소 발생을 원천적으로 억제하는 방법이다. 플라스틱류 제거 방법은 파쇄후 입도가 큰 쪽으로 분별 분포되는 것을 이용하여 풍력을 이용하거나 광학선별기로 분류하는 방법이 적용된다. 그러나 현실적으로 플라스틱류의 회수경제성이 낮고 폐기물의 열함량이 높은 편이므로 열회수 차원에서 대부분 소각 처리되므로 시스템의 선택사항에서는 배제하였다.

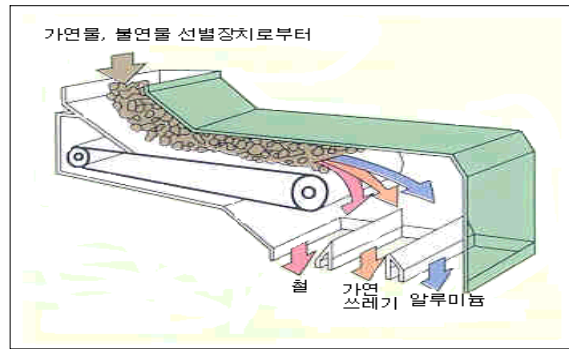


〈그림 4-4〉 가연물과 불연물 선별장치

## 2) 유가물 회수시스템

소각시설에서의 물질회수는 철금속류와 비철금속류 등의 종류별 회수와 소각 전에 전처리 시설(전선별)에서할 것인지, 소각후 소각잔재물(후선별)에서 할 것인지를 고려할 수 있다. 이는 폐기물의 성상이나 유가물의 경제적 가치, 소각로의 기종 등에 따라 달라진다.

철금속류의 회수를 위한 단위시설로 전자식 자선기의 종류와 특징은 다음과 같다. 현수식은 자석을 철선에 매달아 설치 높이를 조절할 수 있으므로 큰 철판의 회수, 폐기물 내에 철함량이 낮고 폐기물 이송층이 두터운 경우에 유리하다. 벨트식 자선기는 큰 철판의 회수, 폐기물 이송층이 두텁고 철판 함량이 높을 때 연속적으로 회수가 가능하다. 드럼식 자선기는 철판회수를 연속적으로 할 수 있으나 작은 철판의 회수에 적합하며 구조가 간단하여 전력소비량이 적게 든다. 비철금속의 회수는 알루미늄류가 주종으로 도전성(導電性)을 이용하여 와전류를 형성하여 회수하는 방식이다.



〈그림 4-5〉 알루미늄 선별기

### 3. 전처리시설 설치계획 고려사항

파쇄·선별 등의 전처리시설을 소각공장에 설치할 경우 기존시설과 별도로 독립된 처리공정으로 보고 파쇄·선별후 가연물만 연소로로 이송하는 방법이 있다. 이 경우는 기존시설에 별도의 추가부지가 필요하나 최근의 폐기물 처리시설은 매립, 소각, 재활용품 선별시설, 음식물 자원화시설 등을 하나로 묶는 종합환경단지화 사업추진 시 고려할 수 있는 대안이다. 이에 비해 기존 공장내에 부대시키는 방법은 기존 소각시설, 폐기물 저장펄트, 파쇄기투입 및 공급설비, 이송설비, 파쇄후 선별설비, 집진 및 소음진동 방진, 기타 오염방지설비 등의 관련공간 배치(layout)와 공간확보가 필요하다.

종합환경단지내의 소각시설에 대한 전처리 개념으로 전처리시설 공정을 도입할 경우 파쇄충격에 의해 순간연소나 분진폭발의 우려에 대한 대비가 필요하다. 이러한 부작용을 최소화하기 위해 방폭설비, 점검공, 감시창 등은 안전유리를 사용한다. 전처리시설 공간내의 내압상승을 막기 위해 안전방향으로 배기시설을 한다.

전처리시설의 운전시간은 연속식 소각시설의 24시간 운전체계와는 달리 점검 및 수리시간 등을 고려해야 하므로 연속운전이 아니라 통상적으로 하루 5~8시간 정도를 가동시간으로 고려한다. 반입해서 선별 파쇄해야 할 폐기물량은 전체 반입량보다 적은 경우가 대부분이므로 충분한 가동 휴지시기를 둘 필요가 있다. 이 경우 파쇄설비가 연소실 투입호퍼와 비슷한 규모인데 공급량이 적을 것이므로 중형 소각시설에서 과대규모가 되지 않도록 할 필요가 있는데,

최대시간 부하에 대한 처리능력이 있어도 고장수리 및 유지보수 시간, 비용의 경제성을 고려하여 규모가 작더라도 연속운전에 견딜 수 있는 부하정도로 유지하는 것이 경제적으로 바람직하다고 판단된다.

생활폐기물은 종량제봉투로 배출되므로 인력에 의한 파봉보다 기계적으로 파봉하는 경우가 대부분일 것으로 보고 2축 구동전단기의 회전톱날식을 적용할 수 있다. 이 때 2축의 구동속도를 달리하여 봉지가 찢어진 다음 내용물이 파쇄된다. 이 때 회전날의 간격을 결정하려면 봉투에 폐기물이 가득 찬 상태의 부피를 고려할 수 있다. 예를 들어 50리터 용량의 봉투크기가 60cm×90cm 라면 봉투에 폐기물이 가득 차면 봉투의 외형은 원형을 유지하므로 그 때의 지름이 봉투를 펼쳤을 때의 길이와 같다고 볼 수 있다.

축간의 간격을 계산하려면

$60 \times 2 = \pi \cdot d^2 / 4$  에서  $d = 12.4\text{cm}$ 로 하고 실제로는 이를 바탕으로 간격을 조절할 수 있는 방식으로 설계할 수 있다.

소각전처리로서 파봉파쇄기의 용량을 결정하려면 다음의 계산방법을 따를 수 있다.

〈표 4-1〉 파봉파쇄기의 용량 결정 방법

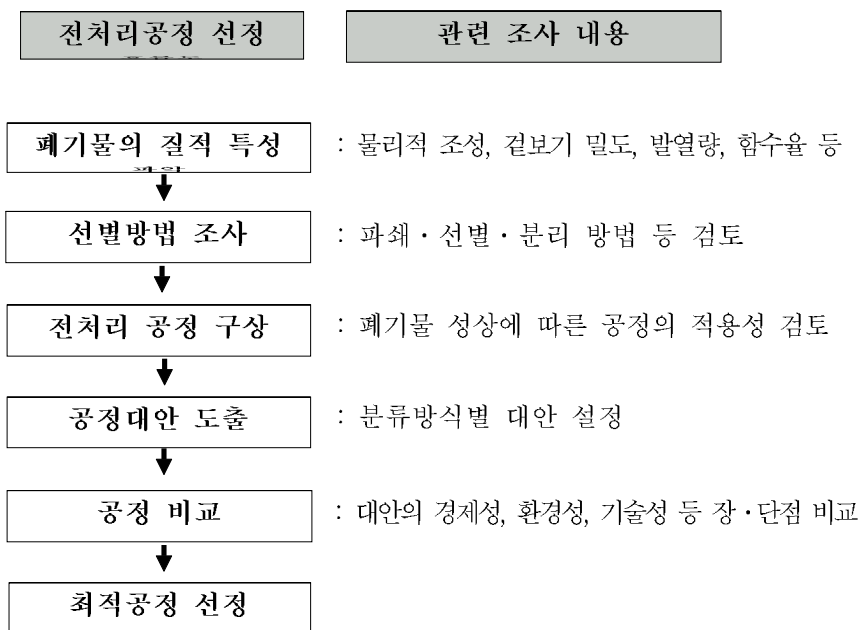
파봉파쇄기 항목	세부제원
구동모터 용량 절단기 좌측회전수( $R_L$ )/갯수(L) 절단기 우측회전수( $R_R$ )/갯수(R) 후크단면적(H)/갯수(N) 절단기 직경(d)	30 HP 22rpm/10개 15rpm/10개 3cm×4cm/3개 30cm
좌측열 전단면적 $A_L = L \cdot N \cdot H$ $= 10 \times 3 \times 0.03 \times 0.04$ $= 0.036(\text{m}^3)$ 좌측열 전단속도 $V_L = \pi \cdot d \cdot R_L$ $= \pi \times 0.3 \times 22$ $= 20.7(\text{m}/\text{min})$ 좌측열 파쇄량 $Q_L = A_L \cdot V_L \cdot t$ $= 0.036 \times 20.7 \times 300$ $= 223.56(\text{m}^3/\text{일})$	우측열 전단면적 $A_R = R \cdot N \cdot H$ $= 10 \times 3 \times 0.03 \times 0.04$ $= 0.036(\text{m}^3)$ 우측열 전단속도 $V_R = \pi \cdot d \cdot R_R$ $= \pi \times 0.3 \times 15$ $= 14.1(\text{m}/\text{min})$ 우측열 파쇄량 $Q_R = A_R \cdot V_R \cdot t$ $= 0.036 \times 14.1 \times 300$ $= 152.68(\text{m}^3/\text{일})$
이론적 총파쇄량 $Q = Q_L + Q_R$ $= 376(\text{m}^3/\text{일})$	하루 가동시간 : 5시간
실제 총파쇄량 $Q_F = 376 \times \frac{1}{8} \times 0.55$ $= 25.9(\text{m}^3/\text{일})$ $= 9.0(\text{톤}/\text{일})$	면적효율 : $1/2^3 = 1/8$ 구동효율 : 55% 폐기물 걸보기밀도 : 350 (kg/m <sup>3</sup> )

## 4. 전처리시설 공정 선정

### 1) 선정방향

전처리 시설은 공정상 다음 단계의 처리 및 처분에 적합하도록 부피와 무게를 감소시키고 처리산물 및 에너지 회수에 이용된다. 이러한 전처리 시설은 혼합폐기물의 분리와 발생원에서 분리된 폐기물의 재분리 및 처리가 이루어지는 시설이라 할 수 있다. 이러한 시설의 선정, 설치 및 가동은 경제성과 공학성을 조화있게 고려해야 가능하다.

전처리 목적을 달성하기 위한 필수적인 처리공정을 도출하기 위해서는 처리대상 폐기물의 물리적 조성, 겉보기밀도, 발열량, 함수율 등의 질적 특성이 파악된 다음, 질적 특성에 맞는 선별분리 공정을 조사하고 검토한 다음 이를 토대로 전처리공정에 대한 비교 안을 구성하여 최적의 공정을 선택하는 과정을 거쳐야 한다.





## 1) 폐기물 성상을 고려한 전처리 방법

2003년 천안지역 소각시설에 반입되는 폐기물 성상을 고려한 선별분리 방법 공정은 다음 <표 4-2>와 같이 정리할 수 있다. 그런데 폐기물 성상에 대한 변동폭이 크므로 이에 대한 고려로 전처리 공정을 구성할 필요가 있다. 소각대상 생활폐기물은 음식물류, 종이류, 비닐플라스틱류, 고무피혁류, 목재류, 기타 가연성물질 및 불연성물질을 포함하고 있고 다양한 물리적 특성변화를 보이고 함수율이 37.85%로 반입폐기물의 저장과 균질화, 건조를 통한 기능보완이 필요하다.

균질화핏트에서 전처리 선별시설로 투입되기 전에 대형폐기물을 15cm 이하의 입도로 파쇄를 위한 설비가 필요하다. 전처리 목적에 맞는 가연물 분리효율 증대를 목적으로 사전에 미세불연물질 및 유기물질 제거를 위한 체선별이 필요하다. 체선별 과정을 거쳐 제거된 미세불연물 및 유기물질에 대해서는 매립처분으로 분리한다. 유가물 중 철류 및 알루미늄 등 비철금속에 대한 금속선별이 필요하다. 이외에 가연분으로 종이와 비닐플라스틱류는 공기선별후 수선별, 플라스틱류 분리를 위한 광학선별 등의 공정을 적용할 수 있으나 이들에 대해서는 소각투입으로 연결되므로 별도의 추가적인 선별시설 설치는 고려치 않았다.

<표 4-2> 천안지역 폐기물 성상과 선별분리 방법

구 분	항목	물리적 조성 (%)	겉보기밀도 (kg/m <sup>3</sup> )	저위발열량 (kcal/kg)	함수율 (%)	선별분리 방법
가연분	음식물류	36.40	840	452	84.05	체선별
	종이류	25.03	140	3,219	16.73	공기선별
	목재류	3.34	240	3,689	11.85	체선별
	비닐플라스틱	21.85	70	7,056	1.87	광학선별
	고무피혁	9.49	130	5,536	9.07	체선별
	기타가연물			2,410	42.29	체선별
	소계	96.11	450	2,070	40.55	
불연분	금속류	2.25	100			자선별
	유리도자기	1.44	300			중력선별
	기타불연물	0.20				체선별
	소계	3.89	270			
전체	합계	100.00	350	1,961	37.85	

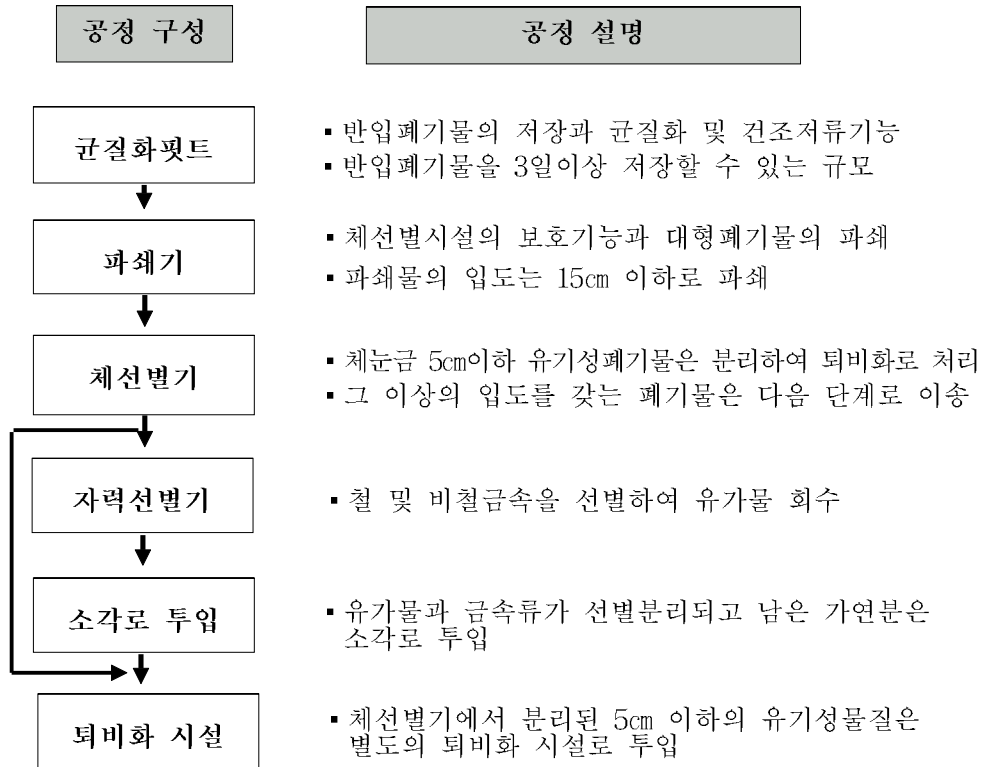
### 3) 전처리 공정 대안

소각시설에서의 전처리 개념이 도입된 배경은 소각대상 물질에 재활용 가치가 있는 물질이 상당부분 포함되어 있으므로 이를 최대한 회수하여 소각처리 할 폐기물을 줄이고 반입된 폐기물의 물리, 화학, 생물학적 성상을 개선하여 소각시설에서의 환경부하를 줄이는데 의미가 있다. 이러한 방법에는 유기성폐기물을 대상으로 생물학적 전처리와 함께 금속과 유리초자류의 무기물 분리, 유해물질의 제거 및 유가물 회수를 극대화하기 위한 기계적 전처리를 조합하여 시스템을 구성하는 기계·생물학적 전처리(MBP ; Mechanical Biological Pretreatment)가 있다. 이에 비해 기계적 전처리는 파쇄·선별·분리의 선별라인 공정을 중심으로 한 물질회수시설(MRF ; Material Recovery Facility)이라 할 수 있다. 이는 폐기물 성상 개선을 통한 감량과 선별도를 높여 소각대상물질의 균일화와 안정화를 도모하는 시스템이라 할 수 있다.

이러한 관점에서 소각시설에 반입되는 가연성폐기물 가운데 음식물류가 물리적 조성비가 가장 크므로 이를 별도로 선별 분리하여 퇴비화하는 기계·생물학적 전처리공정(MBP, 1안)과 유기성폐기물도 다른 물질과 혼합되어 반입되나 불연물만 분리한 다음 직접 소각 처리하는 기계적 전처리공정(MRF, 2안)으로 나누어 고려하였다. 이 두 가지 시스템은 각 자치단체에서 운영중인 중규모 소각시설이나 매립시설 등에서 적용이 가능한 방법이라 할 수 있다.

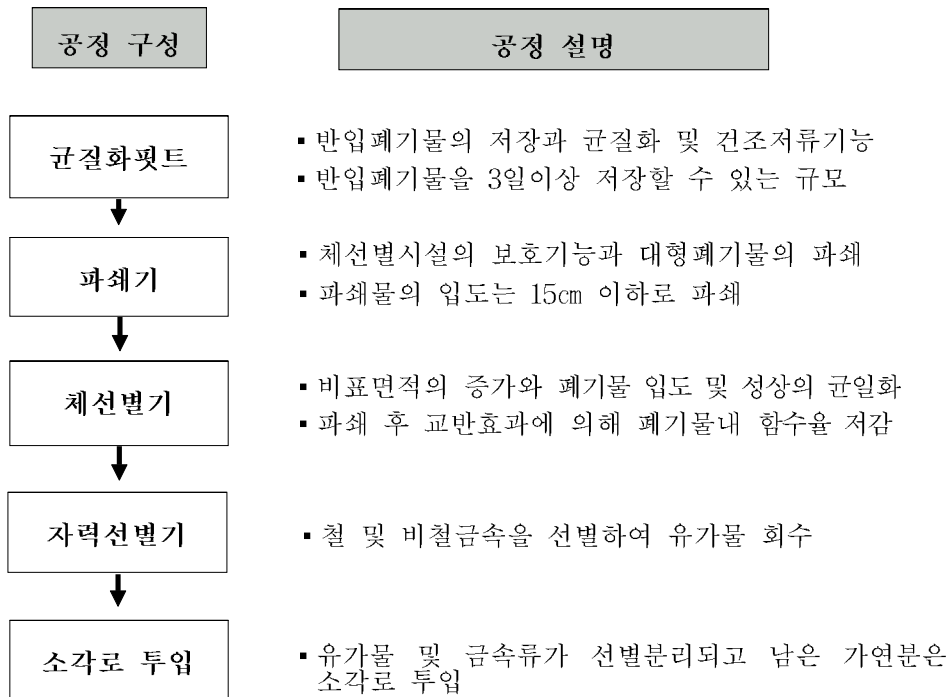
#### (1) 기계·생물학적 전처리공정(MBP, 1안)

기계적인 전처리를 통해 생활폐기물의 입도가 작은 유기성물질을 분리, 금속류 등 유가물 회수, 불연물질 제거를 위한 체선별, 자력선별로 구성하고 체선별기에서 선별된 유기성물질은 퇴비화를 거쳐 부산물로 퇴비를 생산할 수 있는 시스템으로 구성하였다.



## (2) 기계적 전처리공정(MRF, 2안)

기계적인 전처리를 통해 반입된 폐기물내의 유가물회수, 유해물질제거, 불연성물질 제거를 위해 체선별, 자력선별로 구성하고 체선별에서 선별된 불연물은 직접 매립으로 최종 처분하는 전처리공정으로 구성하였다.



### (3) 대안의 비교 및 선택

기계·생물학적 전처리안(MBP, 1안)은 기계적인 전처리를 통해 생활폐기물내 가장 큰 비중을 차지하는 유기성물질을 분리하여 퇴비를 생산하는 시스템으로 구성하였다. 공정상의 특징은 가연분과 불연분의 선별 단위공정 추가로 분리선별 효율이 높고 유기성물질 특히 음식물류의 선별분리로 호기성퇴비화를 별도의 시설로 연계처리할 수 있다는 점이다. 이러한 처리시스템을 적용하려면 소각시설과 호기성퇴비화 시설을 단지화하여 연계가 가능하여야 한다.

주요 선별 대상물질은 불연물, 금속류 및 음식물류이며 퇴비화를 전제로 하므로 유기물의 입도를 5cm 이하로 유지할 수 있도록 한다. 제1안의 장점으로는 유기성물질 퇴비화처리로 부가적인 자원을 생산할 수 있고, 소각시설로 반입되는 폐기물의 질이 균일하고 양호하여 상대적으로 안정적인 소각시설을 운영할 수 있다는 점이다. 그러나 처리공정이 다소 복잡해지고 시설투자비가 증가하고, 퇴비생산을 위한 추가 부지가 소요된다.

기계적 전처리안(MRF, 2안)은 파쇄 및 체선별로 불연물을 직접 분리하고 유가물을 자력선

별로 회수하여 소각로에 투입되는 물질은 음식물을 포함한 유기성물질과 가연분으로 하였다. 공정상의 특징은 불연분과 유가물을 회수하도록 단순화하였다. 그 결과 주요 선별 대상물질은 불연물과 유가금속류이다.

제2안의 장점으로서는 음식물류를 별도로 선별분리하지 않으므로 공정이 단순하고 전처리 시설 추가비용이 적다는 것이다. 그러나 음식물류의 비중이 커지면 소각처리 시설로 투입되는 폐기물의 질 및 열함량이 낮아 소각시설의 효과적 운전엔 불리할 수 있는 점이다.

생활폐기물 소각시설의 효과적 운영을 위한 전처리시설 설치를 통해 불연물을 분리하고 유가물 회수목적을 거두려면 기술적으로 시설의 안정성, 환경적으로 오염부하의 경감, 경제적 시설유지관리 등이 보장되어야 한다. 두 가지 대안을 비교한 결과 반입된 음식물류를 저류 파쇄한 다음 소각공정에 투입할 수 있도록 전처리공정이 비교적 단순하고 시설투자비가 적으며, 퇴비화시설과 연계처리 하지 않아도 독립적으로 전처리가 가능한 제2안이 현실적일 것으로 판단하였다.

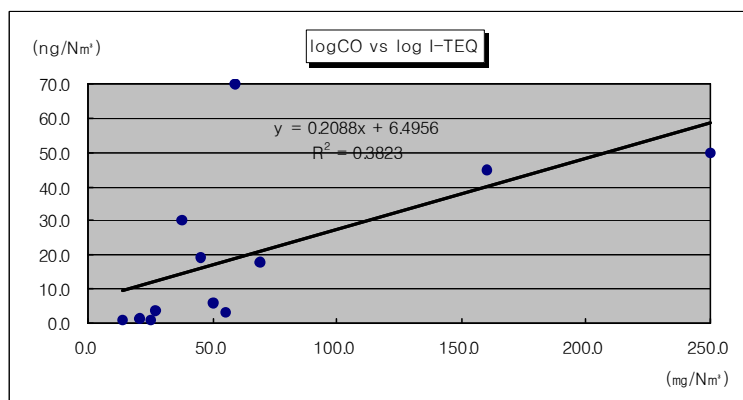
## 5. 비용효과 및 경제성분석

### 1) 기계적 전처리시설 구성의 효과성

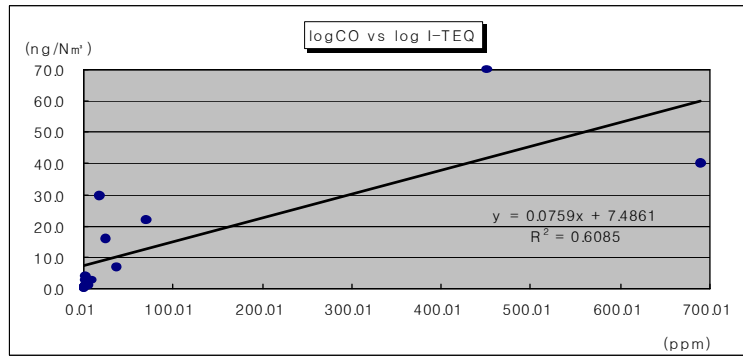
목재가구, 매트리스 등의 대형 폐기물이 반입되는 생활폐기물 소각시설에서는 대부분 규모에 맞는 파쇄기를 설치하고 있는 중이다. 이 경우 대부분 파쇄입도는 40cm이하로 파쇄하고 있다. 생활폐기물 중에 수분함량이 높아 안정적 소각시설 운영에 지장을 줄 경우 반입폐기물의 종량제 봉투내에 수분감량을 위해 파봉파쇄기의 설치가 필요하다. 처리용량은 계획처리량, 시설의 가동시간과 가동방법 및 가동체계와 처리능력을 감안하여 결정되는데, 경제성을 감안하여 15cm 이하로 한다. 현재 조성비를 고려한 충남지역 생활폐기물의 평균 수분함량은 41%인데 파봉파쇄시 중력하강 및 교반효과에 의해 수분함량은 35% 수준으로 감소한다. 파봉파쇄기의 설치목적이 종량제 봉투 속의 수분을 제거하고 폐기물을 적정한 크기로 만들어 소각시설에 공급하도록 하여 보조연료 없이 완전연소를 유도하기 위함이다. 이를 위한 시스템 구성은 반입공급 설비, 파봉파쇄기, 반출설비, 저장설비, 전기계장 등이다.

이처럼 수분함량이 높아 발열량이 낮은 폐기물의 소각대응 방안으로 화격자 크기, 소각로의 형상, 연소공기 온도와 보조버너, 폐기물 투입 병커의 규모 등을 고려한다. 그 첫째로 완전연소를 통해 강열감량을 3% 이하로 유지하려면 화격자 공간이 커야 한다. 이를 위해 수분 함량이 낮으면 화격자 부하  $200\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 을 적용하나, 수분 함량이 높으면  $260 \sim 280\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 을 적용한다. 둘째로 소각로의 형상은 복사열을 충분히 받아 열효율을 높일 수 있도록 보일러 튜브 벽을 반사구조로 배치한다. 셋째로 건조를 통한 수분 감량효과를 거두기 위해 증기식 공기에 열기를 써서 연소공기 온도를  $180^\circ\text{C}$ 까지 올려주거나 보조버너를 쓰는 방법인데 이를 위해서는 별도의 추가 연료비가 소요된다. 넷째로 수분함량이 높은 폐기물을 파봉과쇄후 흘러 나오는 수분을 폐기물 병커내에서 배수가 잘 되도록 경사면을 충분히 확보하는 것이다. 이 중에서 파봉과쇄기의 설치 가동으로 발생된 수분을 배제하여 소각로 투입 이전에 수분감량을 위해 충분한 교반 만으로도 3일간의 균질화핏트 저장에서 6~7% 포인트 낮출 수 있다.

폐기물내에 수분은 저위발열량을 낮추고 불완전연소를 유발하는데 이에 따라 일산화탄소의 배출농도가 증가하게 된다. 나아가 일산화탄소의 농도증가는 다이옥신 배출량 증가의 척도가 되는데 Kaune와 Nagai의 실험결과는 일산화탄소(CO) 농도와 독성등가도(I-TEQ)로 표시한 다이옥신 농도와의 선형비례 관계를 보여준다.



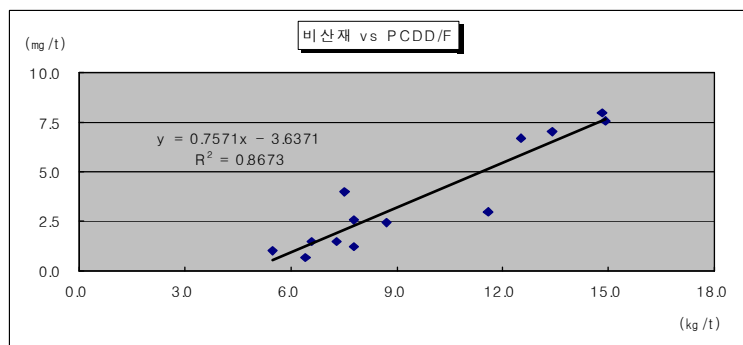
〈그림 4-6〉 일산화탄소와 다이옥신의 발생 상관도(Kaune 실험)



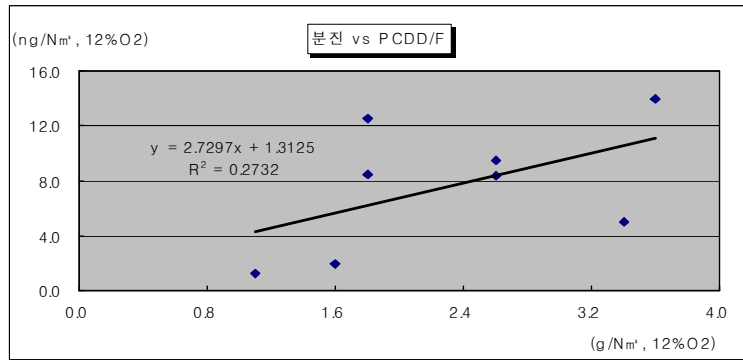
〈그림 4-7〉 일산화탄소와 다이옥신의 발생 상관도(Nagai 실험)

폐기물의 삼성분 분석에서 회분은 가연성물질 자체의 함량 이외에 불연물에서 기인되는 양의 합산으로 표시한다. 따라서 회분이 많은 폐기물을 소각하기 위해서는 가연물질 내 함량을 고려하여 강열감량을 5% 이하로 낮추도록 화격자 면적을 크게 하거나 폐기물의 화격자내 체류시간을 늘리고, 불연물에 의한 회분증가는 전처리에서 미리 불연물을 사전 제거하는 방안이 필요하다.

이처럼 강열감량을 낮추고 전처리를 통해 회분 발생을 줄이게 되면 분진농도 저감으로 다이옥신(PCDD/F)의 발생도 줄일 수 있다. 이러한 상관관계를 나타낸 Kilgroe와 Fujii의 실험결과를 나타낸 그림은 다음과 같다.



〈그림 4-8〉 비산재와 다이옥신의 발생 상관도(Kilgroe 실험)



〈그림 4-9〉 분진과 다이옥신의 발생 상관도(Fujii 실험)

2004년 10월 현재 "폐기물관리법"에서 규정하고 있는 소각시설의 다이옥신관련 측정주기는 시행규칙 24조의 2, 3항, 시행규칙 별표 8의 2에서 다음과 같이 규정하고 있다.

- (1) 처리능력 2톤/hr 이상인 시설 : 6월에 1회 이상
  - (2) 처리능력 0.2톤/hr~2톤/hr 미만인 시설 : 12월에 1회 이상
  - (3) 처리능력 25kg/hr~0.2톤/hr 미만인 시설 : 24월에 1회 이상
- (생활폐기물 소각시설은 2006. 1. 1부터, 그 이외의 소각시설은 2007. 1. 1부터 적용할 예정임)

소각시설 규모별 다이옥신 배출기준은 시행규칙 별표8 폐기물처리시설의 관리기준 2에서 다음과 같이 규정하고 있다.

- ① 소각시설(감염성폐기물소각시설 및 처리능력 2톤/hr 이상인 생활폐기물 소각시설 제외)의 다이옥신 배출기준(표준산소농도 12% 및 국제독성등가환산계수(I-TEF)로 환산한 농도로 이하 모든 기준은 이와 동일)
- ② 처리능력 2톤/hr 이상인 생활폐기물 소각시설의 다이옥신 배출기준 : 0.1 ng-TEQ/Nm³



〈표 4-3〉 소각규모별 다이옥신 배출기준

(단위 : ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>)

구 분	신설시설	기존시설	
		2001. 1. ~2005. 12	2006. 1 이후
시간당 처리능력 4톤 이상	0.1	20	1
시간당 처리능력 4톤 미만 2톤 이상	1	40	5
시간당 처리능력 2톤 미만 25킬로그램이상	5	40	10

## 2) 경제성 분석

전처리시설 설치에 따른 경제적 효과는 비용편익분석을 근간으로 분석하였다. 이를 위해 시설이 2005년에 설치완료되어 즉시 사용개시하고 시설의 내구년한을 5년으로 하여 2009년까지 사용하는 것으로 하였다. 각각의 비용과 편익은 2004년 현재가치로 환산하여 검토하는데, 이때의 이자율은 시장금리 평균인 무담보 콜금리로 연 4%, 물가상승률은 소비자물가를 중심으로 연 5%로 계산하였다. 2004년 현재가치의 의미는 실제 소요비용 및 편익이 발생하는 시점의 가치를 현재가치로 환산한 것으로서 발생시점의 가치는 현재가치에 이자율을 곱한 값이다.

전처리시설 설치에 따른 비용은 시설설치비, 내구년한까지의 운영비로 한다. 반면 편익에는 소각처리 비용절감, 유가물 회수판매, 보조연료비 절감 등으로 하였고, 계량화하기 힘든 대기 오염물질 배출저감, 다이옥신 발생 저감 등은 사전예방 차원에서 경제적 효과라 할 수 있으나 이는 간접적인 효과로 간주하였다.

### (1) 전처리시설 설치·운영 관련 비용

전처리시설 설치에 소요되는 시설투자비 및 유지관리비의 산출을 위해서 연속운전의 소각 시설에 적용할 수 있다. 보통 연속시설은 연간 330~340일 정도 가동하므로 실제 운전시간은 연간 8,000시간으로 가정하였다. 전처리시설에 소요되는 개별 단위공정으로 파쇄, 체선별, 자

력선별 등을 고려하였는데 반입폐기물량은 시·군 자치단체에서 중형규모로 운영하는 현실을 감안하여 소각시설용량 10~50톤/일 중에 대표값으로 30톤/일로 하였다. 폐기물성상 분포 특성을 고려하여 파분파쇄, 체선별, 자력선별의 일관 공정을 거치는 것으로 설정하였다.

이 경우 종합적인 시설투자비, 전력비 및 시설보수비, 감가상각비 등을 포함하는 연간 유지관리비는 통상적으로 시설투자비의 6~7% 선을 유지하므로 이러한 기대치를 적용하여 6%로 하였다. 이러한 비용을 정리하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

〈표 4-4〉 소각 전처리시설 설치·운영 비용

구분	금액 (억원)	내역
설치비	3.00	파분파쇄기(10톤/hr, 6.25kw) 이송컨베이어(10톤/hr, 11kw)
	1.70	체선별기(폐기물 균일화, 교반효과로 수분감량)
	0.30	자선기(철, 알루미늄, 유리선별)
	5.00	소계(2004년 기준설치비)
	6.38	$5.00(1+0.05)^5$ , 2009년 기준설치비
	5.24	$6.38/(1+0.04)^5$ , 2004년 현재가치
운영비	2.80	$2.50+5.00 \times 0.06$ , 연간운영비+유지관리비(시설비의 6%)
	15.57	$\Sigma 2.80 \times (1+0.05)^i / (1+0.04)^{i-1}$ , (2005~09년간 운영비의 2004년 현재가치)
총비용	20.81	총비용의 2004년 현재가치

## (2) 전처리시설 설치·운영 관련 편익

전처리시설 운영에 따라 시설의 내구년한인 5년간 발생하는 편익은 소각처리 대상량의 감소로 인한 비용 절감, 유가물회수 판매 수입, 폐기물 수분함량 저감에 따른 저위발열량의 증가로 인한 보조연료 절약비용 등이다. 기준 소각량은 중형 소각시설의 평균값인 30톤/일로 하여 계산하였다.

〈표 4-5〉 소각 전처리시설 설치·운영 편익

구분	금액 (억원)	내역
소각처리비	0.35	평균 소각처리비용 70,000원/톤 소각재비율 15%→10%로 소각재 발생 1.5톤/일 감소 연간 500톤처리비, 70,000×1.5×330
유가물 회수판매	0.75	금속 철 260×80,000 알루미늄 90×600,000 유리 150×5,000
보조연료 절약	3.00	저위발열량 1,700→2,000kcal/kg으로 정상 개선 추가획득 발열량 300×30×1000×330kcal/년 경유 단위열량 9,900kcal/kg 경유 환산 300,000L/년×1,000/L
합계	4.10	2004년 기준 편익
총편익	22.80	$\Sigma 4.10 \times (1+0.05)^i / (1+0.04)^{i-1}$ , (2005~09년간 편익의 2004년 현재가치)

편익 가운데 유가물 판매수입 추정을 위해 유가물 판매단가는 한국환경자원공사의 재활용 가능자원 시장동향 보고서에서 충남지역의 재활용품 거래금액으로 추정할 수 있다. 2004년 5월 기준으로 kg당 재활용품 판매가격은 고철 180원, 철캔 130원, 알루미늄캔 1250원, 페플라스틱 플레이크 240원으로 가격이 형성되어 있다. 그러나 실제 소각시설에 반입된 폐기물 가운데에서 물질회수(MRF) 방법으로 유가물이 회수되는 것은 상품성의 하락을 감안하여 편익을 추정하는 것이 타당하다.

### (3) 비용편익 효과

생활폐기물 소각시설에서 전처리시설 설치·운영에 따른 2004년 기준의 현재화에 의한 비용은 20.81억원, 편익은 22.80억원으로 편익/비용의 B/C 비가 1.10으로 경제성 타당성이 있다. 이러한 직접적인 경제적 효과 이외에 간접적 효과로 중금속 및 다이옥신 등의 대기오염물질 발생과 배출저감, 소각시설의 설치 및 운영에 대한 기술력 향상, 비선회시설에 대한 지역주민의 신뢰도 제고, 자원회수를 통한 사회경제적 이익 증진, 환경개선 효과 등은 계량화되지 않은 잠재편익(shadow benefits)이라 할 수 있다.



## 제 5 장 결론 및 제언

### 1. 연구의 결론

충청남도는 환경보전 시책목표인 ‘맑고 깨끗한 푸른 충남 만들기’의 구체화방안의 하나로 10년 단위의 「국가폐기물관리종합계획」 방향에 맞춰 「제2차 폐기물처리기본계획」 수립을 통해 지속가능한 폐기물 관리정책을 추구하고 있다. 이에 따라 폐기물관리를 위한 전략과 시책수단의 마련이 요구되고 있으며, 이를 위해서는 충청남도의 재정여건, 지역경제 상황, 도민의 생활양식 및 소비형태의 변화 등 제반 여건을 고려한 종합적인 계획이 필요하다.

현재 전국적으로 시행중인 쓰레기 종량제의 문제점으로 폐기물 처리비용의 최소화를 위해 폐기물의 무단투기나 재활용품과의 혼합 배출 등의 문제점이 나타나고 있으며, 재활용품의 배출량도 증가하고 있다. 폐기물 중간처리 방법으로써 소각에 대한 의존비율도 점차 증가하고 있는 상황으로 충청남도에서는 2011년까지 소각비율을 34.1%까지 높이려는 계획을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 소각시설의 유해화학물질 배출에 대한 지역주민의 우려가 높아 민원이 제기되고 있다. 따라서 소각시설의 안전성 확보 및 소각시설의 운영효율을 높이기 위한 환경기반시설 운영의 안정화 방안으로 소각 전처리시설의 설치 방안을 적극 검토할 필요가 있다.

현재 종량제의 범국가적 실시에 따라 재활용품이 분리 배출된다고 보고 폐기물 소각시설 내 파쇄, 선별, 분리 등의 전처리 시설은 설치되어 있지 않은 실정으로 그 결과 소각잔재물이 투입 폐기물량의 약 15~20% 발생하여 원래의 목표치인 10%이내를 초과하는 수준이다. 이에 소각에 의한 폐기물 중량 및 부피 감량화가 목표치에 미달하는 결과를 초래하였다.

본 연구에서는 종량제 시행에 따른 배출원별 쓰레기 종량제 봉투의 폐기물 성상(삼성분)을 분석하고 재활용품의 비율을 고려하여 소각 전처리 시설로 선별, 파쇄, 분리 등 각 단위공정에 대한 장단점을 파악하여 이러한 시설이 필요한 지를 판단한다. 연구대상 시설의 규모는 국가

계획의 추진 방향, 시설의 경제성, 관리의 효과성을 고려하여 점차 소형 소각시설을 폐지하고 중·대형으로 전환하는 추세를 고려하여 대기오염방지, 유해화학물질 배출방지, 소각재에 대한 효율적인 관리를 시행할 수 있도록 충남지역 시·군에서 설치운영하고 있는 하루 소각용량 10~50톤의 중형 규모로 하였다.

소각용량 50톤/일 이하의 중규모 소각시설의 운영현황은 소각시설의 가동률을 나타내는 척도는 준연속식 또는 연속식의 가동시간을 고려한 일일용량 대비 평균처리량으로 나타낼 수 있는데, 사업장배출시설계폐기물과 사업장생활계폐기물을 소각하는 천안 3산업단지 소각시설을 제외하고 대체로 가동률은 72~100%로 높은 편이다. 소각효율의 완전연소 척도로 볼 수 있는 강열감량은 분석자료가 없거나 법적 기준인 "폐기물관리법" 시행규칙 제20조 규정을 만족하나 약간 높은 수치를 보이고 있다. 처리량 대비 바닥재 발생비율은 태안군 소각시설이 높게 나타나고 있는데, 특히 바닥재의 발생 변동 비율이 24.2%까지 상승하는 정도를 보여 이에 대한 원인규명과 함께 소각재 침수냉각시설에 대한 점검, 전반적인 공정 점검의 필요성이 있다. 그리고 바닥재의 강열감량이 높은 서천군 소각시설 등에 대해서도 투입폐기물의 성상조사, 소각효율 등에 대한 점검이 요구된다.

소각시설에서의 전처리 개념이 도입된 배경은 소각대상 물질에 재활용 가치가 있는 물질이 상당부분 포함되어 있으므로 이를 최대한 회수하여 소각처리 할 폐기물을 줄이고 반입된 폐기물의 물리, 화학, 생물학적 성상을 개선하여 소각시설에서의 환경부하를 줄이는데 의미가 있다. 이러한 방법에는 기계·생물학적 전처리(MBP)와 물질회수시설 중심의 기계적 전처리(MRF)가 있다. 이는 폐기물 성상 개선을 통한 감량과 선별도를 높여 소각대상물질의 균일화와 안정화를 도모하는 시스템이라 할 수 있다.

이러한 관점에서 소각시설에 반입되는 가연성폐기물 가운데 음식물류가 물리적 조성비가 가장 크므로 이를 별도로 선별 분리하여 퇴비화하는 기계·생물학적 전처리공정(MBP, 1안)과 유기성폐기물도 다른 물질과 혼합되어 반입되나 불연물만 분리한 다음 직접 소각 처리하는 기계적 전처리공정(MRF, 2안)으로 나누어 고려하였다. 이 두 가지 시스템은 각 자치단체에서 운영중인 중규모 소각시설이나 매립시설 등에서 적용이 가능한 방법이라 할 수 있다.

(1) 기계·생물학적 전처리공정(MBP, 1안)은 기계적인 전처리를 통해 생활폐기물의 입도가 작은 유기성물질을 분리, 금속류 등 유가물 회수, 불연물질 제거를 위한 체선별, 자력선별로

구성하고 체선별기에서 선별된 유기성물질은 퇴비화를 거쳐 부산물로 퇴비를 생산할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

(2) 기계적 전처리공정(MRF, 2안)은 기계적인 전처리를 통해 반입된 폐기물내의 유기물회수, 유해물질제거, 불연성물질 제거를 위해 체선별, 자력선별로 구성하고 체선별에서 선별된 불연물은 직접 매립으로 최종 처분하는 전처리공정으로 구성하였다.

생활폐기물 소각시설의 효과적 운영을 위한 전처리시설 설치를 통해 불연물을 분리하고 유기물 회수목적을 거두려면 기술적으로 시설의 안정성, 환경적으로 오염부하의 경감, 경제적 시설유지관리 등이 보장되어야 한다. 두 가지 대안을 비교한 결과 반입된 음식물류를 저류 파쇄한 다음 소각공정에 투입할 수 있도록 전처리공정이 비교적 단순하고 시설투자비가 적으며, 퇴비화시설과 연계처리 하지 않아도 독립적으로 전처리가 가능한 제2안이 현실적일 것으로 판단하였다.

(3) 30톤/일 용량의 생활폐기물 소각시설에서 전처리시설 설치·운영에 따른 비용편익 효과에 대해 2004년 기준의 현가화에 의한 비용은 20.81억원, 편익은 22.80억원으로 편익/비용의 B/C 비가 1.10으로 경제성 타당성이 있다. 이러한 직접적인 경제적 효과 이외에 간접적 효과로 중금속 및 다이옥신 등의 대기오염물질 발생과 배출저감, 소각시설의 설치 및 운영에 대한 기술력 향상, 비선호시설에 대한 지역주민의 신뢰도 제고, 자원회수를 통한 사회경제적 이익 증진, 환경개선 효과 등은 계량화되지 않은 환경적 사회적 편익이 될 것이다.

## 2. 연구결과에 따른 제언

생활폐기물 소각시설에서 전처리시설 설치·운영은 경제적 타당성과 함께 사회적, 환경적 편익이 분명 존재한다. 그러나 일반적으로 소각시설 설치 운영에 의한 환경오염 피해의 원인을 입증하거나 이를 정확히 예측하는 것은 어렵다. 시설 입지에 따른 환경영향평가, 타당성조사, 기본계획 및 실시계획의 수립, 시설에 대한 사전검사, 시험가동을 통한 기준규격에 적합한 시설이라도 운전과정에서 여러 가지 상황변화에 따라 기준치 이상의 유해물질이 배출될 가능

성을 우려한 민원이 제기된다. 그래서 이러한 민원을 해소하기 위한 방안 가운데 하나로 생활 폐기물 처리시설의 친환경 이미지 정립이 필요하다.

환경부는 2003년 7월 인터넷 국민여론 수렴을 통해 음식폐기물처리시설은 음식물자원화사업소로, 생활폐기물매립시설은 환경안정화사업소로, 생활폐기물소각시설은 환경에너지사업소로, 종합폐기물처리시설은 환경자원사업소로 그 명칭을 변경하였다. 이렇게 환경기초시설에 대한 명칭변경과 함께 현재 가동중인 시설 또는 계획중인 시설에 대해서도 점차 환경배출부하를 줄이기 위한 단위공정 시설개선의 노력이 필요하다고 본다.

본 연구에서는 생활폐기물의 파분과쇄, 선별, 분리후 강제 열순환 방식의 건조단계를 거치게 되면 폐열의 재이용을 통해 열효율을 높이는 효과가 있으나 현실적으로 각 시·군에서 운영중인 중규모 시설에서 단일공정 추가를 통해 폐기물을 건조하는 것은 기술적, 경제적으로 많은 어려움이 있어 본 연구에서는 고려하지 않았다. 그러나 대형 소각시설은 일관 공정으로 이러한 시스템의 도입 방안 검토도 필요할 것이다.

소각 전처리시설의 설치 운영을 위한 의사결정에서 경제성 이외에 제도적 시행을 뒷받침하기 위한 필요조건은 법제화이다. 폐기물처리시설의 설치기준은 "폐기물관리법" 시행규칙 제20조 별표 7항에서 규정하고 있으나, 소각 전처리시설과 관련한 세부적 조항이라기 보다 중간처리로서의 기계적 처리를 규정하고 있는 수준이다. 따라서 전처리 시설 도입의 활성화를 위해서는 이에 대한 상세한 검토와 함께 폐기물관리법의 개정도 요구된다.

이를 위해서는 자치단체와 지역주민 간의 환경인식 증진과 합의형성을 통해 비선호시설에 대한 신뢰도 제고, 사회경제적인 시행착오의 최소화, 경제성 분석에 의한 환경기초시설 투자 등이 안정적으로 이루어져야 지속가능한 지역 폐기물관리 정책의 실행이 가능할 것이다.



## 〈 참고 문헌 〉

- 사손 외(배준구 역), 비용편익분석론, 신학사, 1984
- 손영배, 월간폐기물21, 순환자원, 2004. 5
- 연구개발처, 폐기물처리 및 자원화 자료집, SLC, 2001
- 원제무, 도시계량분석, 박영사, 1998
- 유원산업, 소각로설치계획과 응용, 유원산업(주), 1999
- 윤오섭, 폐기물처리공학, 동화기술, 2002
- 이상진, 보령시 환경보전기본계획, 보령시, 2003
- 이상진, 청양군 환경보전종합계획, 청양군, 2003
- 정종관, 연기군 환경보전종합계획, 연기군, 2004
- 정종관, 자원재활용기본계획 연차별시행계획, 충청남도, 2004
- 정종관, 제2차 폐기물처리기본계획 수정안, 충청남도, 2004
- 최상민, 폐기물 소각기술, 한국과학기술원, 1999
- 한국물가협회, 월간물가자료 제357호, 한국물가협회, 2004. 9
- 한국자원재생공사, 월간 재활용가능자원시장동향, 2004. 5
- 환경관리공단, 전국 소각시설운영관리 현황, 환경부, 2003
- 환경부, 폐기물관리법, 환경부, 2003
- 환경부, 폐기물처리시설 설치관련 님비발생 및 해소 사례, 2004
- 환경정비연구회, 폐기물소각로 계획과 설계, 문지사, 2002
- Fujii, T., Removal technology of PCDD/F in flue gas from MSW incinerators by fabric bag filter and SCR system, Chemosphere vol.29, 1994

- Kaune, A., Estimating concentrations of PCDD/F in the stack gas of a hazardous waste incinerator from concentrations of chlorinated benzenes and biphenyls, Chemosphere vol.29, 1994
- Kilgroe, J.D., Development of good combustion practice for municipal waste combustors, ASME, 1992
- Tchobanoglous, Integrated Solid Waste Management, McGraw-Hill, 1996

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 정종관 연구위원

총발연 2004-08 · 생활폐기물 소각시설의 전처리시설 도입방안 연구

글쓴이 · 정종관 / 발행자 · 김용-웅 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2004년 10월 31일 / 발행 · 2004년 10월 31일

주소 · 대전광역시 유성구 상대동 138-42 (305-313)

전화 · 042-824-7813(환경생태연구부) 042-824-7910(대표) / 팩스 · 042-824-7817

SIBN · 89-89552-50-8 93530

<http://www.cdi.re.kr>

©2004. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.  
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.