



**「민간 소각시설」 소각열에너지 생산·이용
실태 조사보고서
[2008년 ~ 2019년]**

2020. 7. 14

공정거래법 준수를 위한 행동준칙

① 공정거래위원회의「사업자단체활동지침」에 의거 아래에 명시된 공정거래법 위반 행위를 하지 말아야 한다.

- 가. 가격을 결정·유지 또는 변경하는 행위
- 나. 상품 또는 용역의 거래조건이나, 그 대금 또는 대가의 지급조건을 정하는 행위
- 다. 상품의 생산·출고·수송 또는 거래의 제한이나 용역의 거래를 제한하는 행위
- 라. 거래지역 또는 거래상대방을 제한하는 행위
- 마. 생산 또는 용역의 거래를 위한 설비의 신설 또는 증설이나 장비의 도입을 방해하거나 제한하는 행위
- 바. 상품의 생산 또는 거래시에 그 상품의 종류 또는 규격을 제한하는 행위
- 사. 영업의 주요부문을 공동으로 수행하거나 관리하기 위한 회사 등을 설립하는 행위
- 아. 기타 다른 사업자의 사업활동 또는 사업내용을 방해하거나 제한함으로써 일정한 거래분야에서 경쟁을 실질적으로 제한하는 행위
- 자. 일정한 거래분야에 있어서 현재 또는 장래의 사업자수를 제한하는 행위
- 차. 구성사업자의 사업내용 또는 활동을 부당하게 제한하는 행위
- 카. 사업자에게 불공정거래행위를 하게 하거나 방조하는 행위
- 타. 사업자에게 재판매가격유지행위를 하게 하거나 방조하는 행위
- 파. 기타 행정지도 등에 관한 행위

※공정위 고시 제2013-9호 「사업자단체활동지침」

② 국내 경쟁관련법 및 규정상 불공정 행위라고 의심될 만한 발언이나 행위를 하거나, 이를 유도할 수 있는 어떠한 사안도 논의해서는 안 된다.

③ 조합[협회] 및 조합원사[회원사]는 이사회 뿐만 아니라 권역별회의 및 비공식 모임에서도 공정거래법에 위반되는 발언이나 행위를 하지 않도록 유의하여야 한다.



목 차

I. 총괄	1
1. 연도별 총괄현황	1
2. 소각열에너지 현황 분석 결과	2
3. 결론	4
II. 개요	5
1. 소각열에너지 정의	5
2. 소각열에너지 생산·이용 목적	5
3. 소각열에너지 생산·공급 체계	6
III. 소각열에너지 생산·이용 현황	7
1. 폐기물처리 및 소각열에너지 현황	7
가. 연도별 소각열에너지 생산 및 이용 현황	7
나. 소각열에너지 세부이용 현황	9
다. 연도별 폐기물 소각 및 소각열에너지 매출 현황	11
라. 연도별 폐기물 처리 및 소각재 발생 현황	13
2. 소각열에너지 이용에 따른 사회·경제·환경적 기여도	15
가. 사회적 기여도	15
나. 경제적 기여도	17
다. 환경적 기여도	18
IV. 결론	20

※ 붙임 : 업체별 소각열에너지 생산 및 이용 세부현황 자료

I. 총괄

1 연도별 총괄 현황

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'08 대비 '19 증감
조사업체(개사)	34	33	33	39	42	41	41	41	41	42	48	51	▲17
소각처리량 (만톤/년)	145	145	147	161	171	197	185	186	193	214	232	247	▲102 (70%증가)
에너지생산량 (천Gcal/년)	2,432	2,827	3,011	3,255	3,714	3,865	3,940	4,245	4,626	5,069	5,353	5,819	▲3,387 (139%증가)
에너지이용량 (천Gcal/년)	1,897	2,197	2,427	2,483	2,900	3,120	3,217	3,653	4,042	4,031	4,476	5,077	▲2,879 (168%증가)
에너지판매량 (천Gcal/년)	1,337	1,716	1,920	2,027	2,388	2,576	2,757	3,028	3,374	3,449	3,570	3,716	▲2,379 (178%증가)
에너지이용률 (%)	78	78	81	76	78	81	82	86	87	80	84	87	▲9
판매업체 (개사)	23	27	26	30	32	31	30	33	34	35	37	43	▲20
소각매출 (억원/년)	2,594	2,274	2,144	2,309	2,403	2,524	2,723	3,009	3,189	3,563	4,151	4,865	2,271 (87%증가)
에너지매출 (억원/년)	275	375	485	647	810	991	1,199	1,518	1,372	1,559	1,302	1,422	▲1,147 (417%증가)
소각 평균단가 (만원/톤)	16.9	15	13.3	14.5	14	13	14.7	16	16.5	16.6	18	19.7	▲2.8 (16%증가)
에너지 평균단가 (만원/Gcal)	1.4	1.4	1.7	2.1	2.3	2.6	2.9	3.3	2.7	3.8	3.6	3.8	▲2.4 (171%증가)
원유 대체량 (천kl/년)	188	218	241	246	288	310	319	362	401	400	444	577	▲389 (207%증가)
온실가스 감축량 ¹⁾ (천tCO ₂ /년)	582	675	746	761	891	959	987	1,120	1,241	1,238	1,352	1,683	▲1,101 (189%증가)

1) 산출방법 : 원유대체량(천kl) × 106 × 원유발열량(42.2 MJ/kg) × 탄소배출계수 (20 tonC/TJ) / 106 × 44/12

*탄소배출계수 : 2006 IPCC 계수 적용

2 소각열에너지 현황 분석 결과

□ 본 보고서는 한국자원순환에너지공제조합 조합원사(49개사 중 45개사)와 비조합원사(22개사 중 6개사)를 대상으로 조사한 소각열에너지 생산 및 이용현황('08년 ~ '19년) 자료를 토대로 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

가. 소각열에너지 생산 및 이용 현황 분석 결과

- 소각열에너지 생산량, '08년 2,432천Gcal → '19년 5,819천Gcal 매년 평균 12.6%씩 증가
- 소각열에너지 이용량, '08년 1,897천Gcal → '19년 5,077천Gcal 매년 평균 15.3%씩 증가
 - 자체이용량 : '08년 577천Gcal → '19년 1,297천Gcal 대폭 증가
 - 판 매 량 : '08년 1,320천Gcal → '19년 3,727천Gcal 대폭 증가

- 폐기물의 에너지 재활용성 지속 향상 노력으로 소각열에너지 생산량은 매년 증가
- 타 열원 대비 경제적인 소각열에너지 생산보급으로 지역경제 활성화 및 산업 경쟁력 향상에 기여
 - 소각열에너지 이용율 '08년 78% → '19년 87% 증가
- 소각열에너지의 자체 이용은 대폭 상승, '08년 대비 '19년 판매비율은 지역난방 공급, 열병합발전소는 감소하였으나, 발전의 비중이 상승함
 - 인근업체 63% → 63% / 지역난방공사 15% → 14% / 열병합발전소 23% → 10% / 발전 0% → 14%
- 반면, 소각열에너지 이용량은 소각열에너지 수요량 증가로 전년보다 상승함
 - 소각열에너지 이용량 '18년 4,476천Gcal/년 → '19년 5,077천Gcal/년

나. 폐기물 소각 및 소각열에너지 매출 현황 분석 결과

- 소각 매출액은 '08년 2,594억원 → '19년 4,865억원으로 87% 상승
 - '19년 소각처리 평균단가는 톤당 18.7만원 수준으로 상승
- 소각열에너지 매출액은 '08년 275억원 → '19년 1,422억원으로 외부 판매량 증가 등의 영향으로 지속 증가세
 - 소각열에너지 평균단가는 약 3.8만원/Gcal로 '08년 대비 약 2.7배 인상

- 최저임금 상승, 소각·매립처분부담금 등 환경 규제, 재활용 우선 정책에 따른 폐기물 성상 악화, 소각재 매립비용 상승 등으로 소각단가 상승
- 소각 매출액 대비 소각열에너지 매출 대폭 상승으로 단순 폐기물소각시설이 아닌 명실상부한 소각열에너지 생산시설로 정착
- 2000년대 초 여열이라는 인식으로 저가장기 단가계약 했으나 주요 에너지원 인식 전환으로 계약 현실화 및 유가 연동형 전환으로 소각열에너지 매출 증가

다. 폐기물 처리 및 소각재 발생 현황 분석 결과

- 소각재 발생율(소각처리량 대비 소각재 발생량)은 '08년 23.4% → '19년 33%로 약 9.6%p 이상 증가
 - '08년 소각처리량 145만톤 대비 소각재 발생량은 34만톤으로 23.4%가 소각재로 발생
 - '19년 소각처리량 247만톤 대비 소각재 발생량은 81만톤으로 33%가 소각재로 발생

- 소각시설 반입폐기물 중 폐토사, 불연물 등 악성폐기물 지속 증가로 인해 소각재 발생량 대폭 증가, 이에 소각시설 효율 저하 및 소각열에너지 생산에 어려움 발생

라. 온실가스 감축 및 에너지원 대체 현황 분석 결과

- 에너지원(원유) 대체량, '08년 188천kl/년 → '19년 577천kl/년, 약 207% 상승
- 온실가스 감축량, '08년 582천tCO₂/년 → '19년 1,683천tCO₂/년, 약 189% 상승
- 소각열에너지 이용에 따른 온실가스 감축량 분석 결과, '08년 대비 약 2.9배 이상의 온실가스 절감효과 발생('19년 기준)

- 폐기물 적정처리 및 소각열에너지 생산·보급으로 국가 기반산업으로의 역할을 다하고 있어 산업활동에 안전성, 경제성, 환경성 측면에서 모두 충족시키고 있음
- 소각열에너지 이용으로 원유수입 대체 효과를 통해 국내 대체 에너지 확보 및 산업경쟁력 제고에 기여

3 결 론

- 소각열에너지 생산 및 보급 확대를 통한 에너지 수입비용 절감, 화석연료 미사용으로 인한 온실가스 감축, 산업경쟁력 강화 등 소각열에너지의 순기능 발휘를 위해서는 고효율 보일러 기술 개발보다 에너지 수요처 및 활용방안 마련이 우선되어야 하며, 이를 위해서는 정부의 정책 지원 및 제도 개선이 필수적임
- 폐기물소각시설의 소각열에너지 재활용 인정, 산업폐기물 소각시설에서 생산되는 소각열에너지 국가 통계로 산입, 에너지 수요처 확대 및 확보 방안 마련, 집단에너지 고시 지역 내 소각열에너지 개별 공급 예외 인정, 에너지회수율 기준의 현실화, 폐토사·불연물 사전선별 인정, 소각시설 처리능력 및 에너지 회수 극대화 방안 마련 등

II. 개요

1 소각열에너지 정의

- 소각열에너지란, 생산이나 소비 등의 경제활동에 수반하여 불가피하게 발생하는 폐기물을 3R(Reduce, Reuse, Recycle) 이후 고도의 소각 공정에서 발생하는 고온의 소각열을 말하며, 이때 발생하는 소각열은 지역난방이나 여러 산업 생산 활동에 사용할 수 있도록 만드는 에너지를 말함

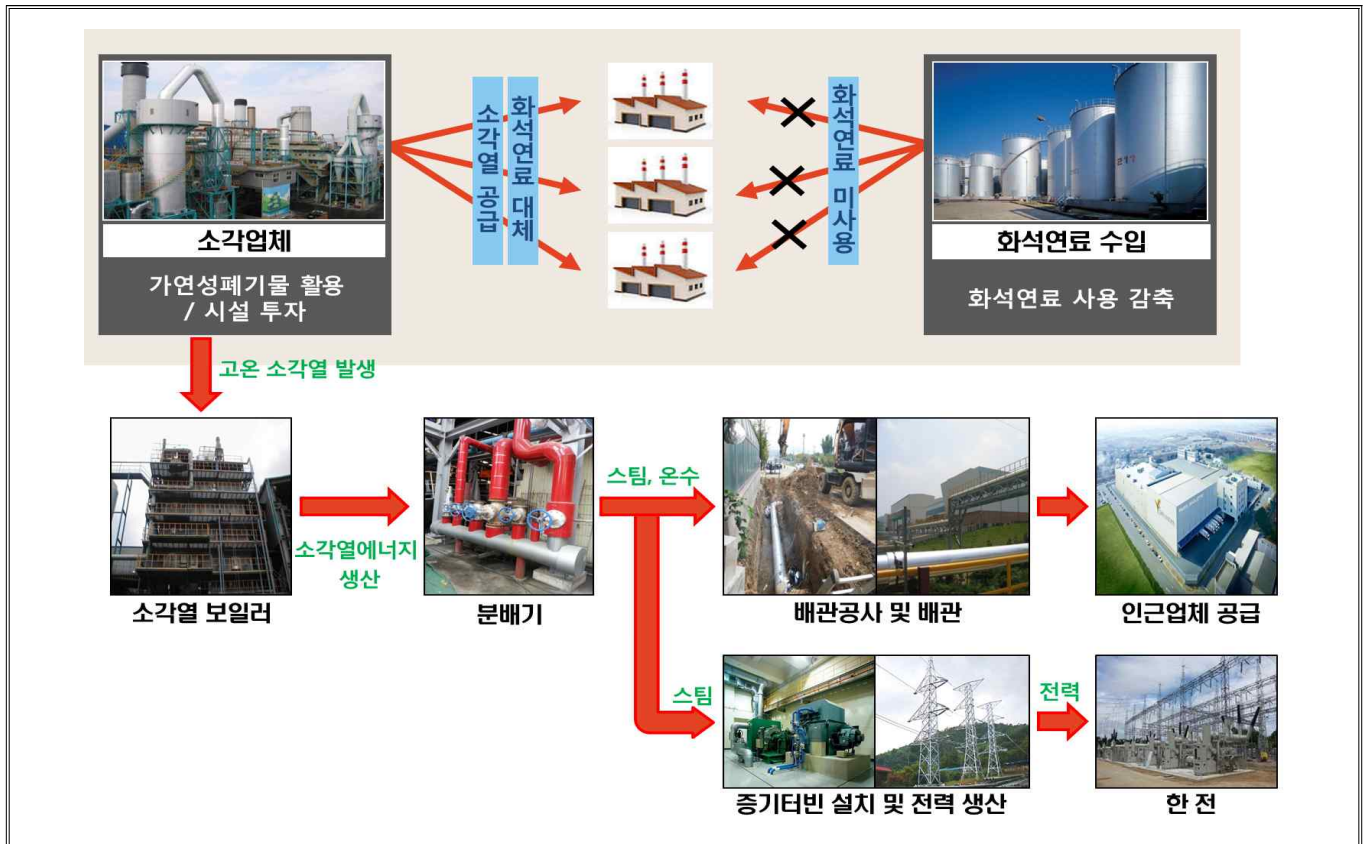
2 소각열에너지 생산·이용 목적

- 이전의 산업폐기물 적정관리 정책의 핵심은 직매립을 통한 처리·처분이었으나 최근 들어 발생억제(Reduce), 재이용(Reuse), 재활용(Recycle)의 “자원순환” 중심으로 정부 정책이 변화함
- 또한 화석연료 사용에 따른 지구 온난화 가속화 및 에너지 확보를 위한 대체에너지 개발의 필요성이 대두되고 폐기물을 더 이상 처리대상이 아닌 친환경 재생에너지원 중 개발 가능성이 큰 에너지원으로 규정함
- 에너지 대부분을 수입에 의존하는 우리나라의 경우 경제적인 성장을 위해서 수입의존도를 최대한 감소시키고 장기적인 에너지 순환 정책이 필수임에 따라 소각과정에서 발생하는 소각열을 회수하여 적극 활용하는 것을 목적으로 함
- 에너지(Energy)를 생산하고, 열에너지 수요처에 보급하는 것에 대한 기술 개발과 주변 인프라 시설 투자는 장기적인 관점에서 더 큰 이익이 기대되며 소각열에너지는 지속적으로 생산되므로 경제성이 매우 높음
- 그 결과 국내 대체 에너지원 확보 문제 해결, 자원의 수입의존도 감소, 온실가스 감축과 경제 활성화에 기여하고 있으며, 기존 폐기물처리 체계에서 재활용할 수 없었던 가연성폐기물을 소각시설에서 “소각열에너지”로 자원순환시켜 최종단계의 자원순환 연결 고리를 새롭게 잇고 있음

3 소각열에너지 생산·공급 체계

- 산업체 등 사업장에서 발생한 가연성폐기물은 적정 처리를 위해 소각업체로 반입
- 소각업체는 소각시설·소각열보일러·대기오염 방지시설 등 시설 투자로 가연성폐기물 소각과정에서 발생하는 고온의 소각열을 최대한 회수하여 소각열에너지를 생산
- 이를 수요처(인근업체, 지역난방공사, 열병합발전소 등)에 스팀, 온수로 공급하거나 사업장 내 터빈을 설치하여 전력 생산 후 한전에 전력 판매
- 소각업체의 소각열에너지 생산·보급으로 제조공정 등에 소요되는 종전의 화석연료 사용을 대체하므로 화석연료 수입 감축 및 온실가스 저감의 순기능 발휘

[그림 1] 소각열에너지 생산·공급 계통도



Ⅲ. 소각열에너지 생산·이용 현황

1 폐기물처리 및 소각열에너지 현황

가. 연도별 소각열에너지 생산 및 이용 현황

1) 소각열에너지 생산량과 이용량은 지속 증가하고 있는 추세

- 고효율 소각열보일러 교체, 소각시설 운영기술 축적 등으로 소각열에너지 생산 효율 증대 및 생산량 증가
- 사업장 내 오폐수처리시설, 폐수처리시설 등 설치와 인근 이용업체 추가 확보를 통해 소각열에너지 이용량은 지속 증가

[그림 2] 연도별 소각열에너지 생산·이용 현황



- '08년 생산량 2,432천Gcal, 이용량 1,897천Gcal
- '10년 생산량 3,011천Gcal, 이용량 2,427천Gcal
- '12년 생산량 3,714천Gcal, 이용량 2,900천Gcal
- '14년 생산량 3,940천Gcal, 이용량 3,217천Gcal
- '16년 생산량 4,626천Gcal, 이용량 4,042천Gcal
- '18년 생산량 5,353천Gcal, 이용량 4,476천Gcal
- '19년 생산량 5,819천Gcal, 이용량 5,077천Gcal

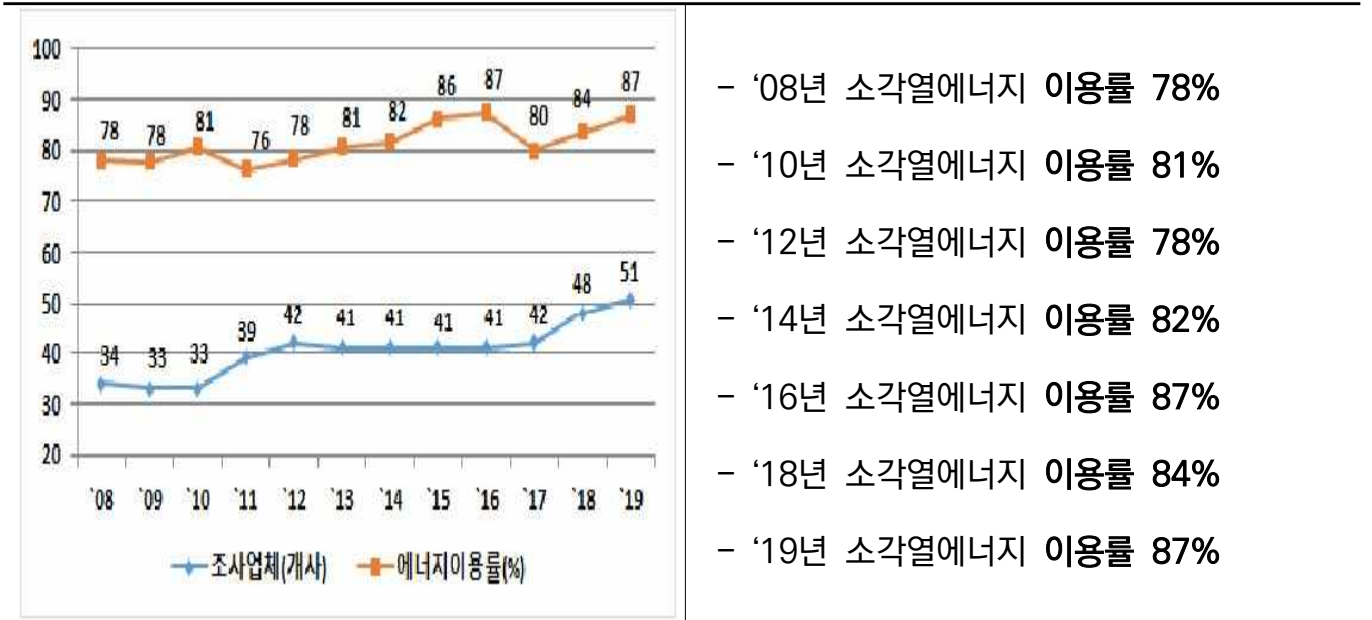
[표 1] 연도별 소각열에너지 생산·이용 현황

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
에너지생산량 (천Gcal/년)	2,432	2,827	3,011	3,255	3,714	3,865	3,940	4,245	4,626	5,069	5,353	5,819
에너지이용량 (천Gcal/년)	1,897	2,197	2,427	2,483	2,900	3,120	3,217	3,653	4,042	4,031	4,476	5,077

2) 소각열에너지 이용률은 감소세에서 증가세 전환

- '17년의 이용률 감소는 소각열에너지 생산량 증가 대비 이용량 정체로 이후 지속적으로 **이용률 증가세**를 보임
- 소각열에너지 수요처 확보로 '19년 소각열에너지 이용률 소폭 상승

[그림 3] 연도별 소각열에너지 이용률 현황



[표 2] 연도별 소각열에너지 이용률 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
조사업체(개사)	34	33	33	39	42	41	41	41	41	42	48	51
에너지이용률(%)	78	78	81	76	78	81	82	86	87	80	84	87

3) 소각열에너지 판매량은 '11년 이후 지속 증가세이며 자체이용량 '17년 이후 대폭 증가

- 소각열에너지 외부판매량 소폭으로 지속 증가세를 보임
- 소각열에너지 자체이용량은 '17년까지 큰 변화가 없었으나, 오니건조·폐수처리·농축시설 등 이용 확대로 '17년 이후 지속 증가

* 자체이용량의 경우 대부분 유량계 미부착, 업체별 추정값으로 이용량 오차 존재

[그림 4] 연도별 소각열에너지 판매량 및 자체이용량 현황



- '08년 소각열에너지 판매량 1,320천Gcal, 자체이용량 577천Gcal
- '10년 소각열에너지 판매량 1,976천Gcal, 자체이용량 451천Gcal
- '12년 소각열에너지 판매량 2,388천Gcal, 자체이용량 512천Gcal
- '14년 소각열에너지 판매량 2,756천Gcal, 자체이용량 461천Gcal
- '16년 소각열에너지 판매량 3,374천Gcal, 자체이용량 668천Gcal
- '18년 소각열에너지 판매량 3,570천Gcal, 자체이용량 1,130천Gcal
- '19년 소각열에너지 판매량 3,716천Gcal, 자체이용량 1,297천Gcal

[표 3] 연도별 소각열에너지 판매량 및 자체이용량 현황

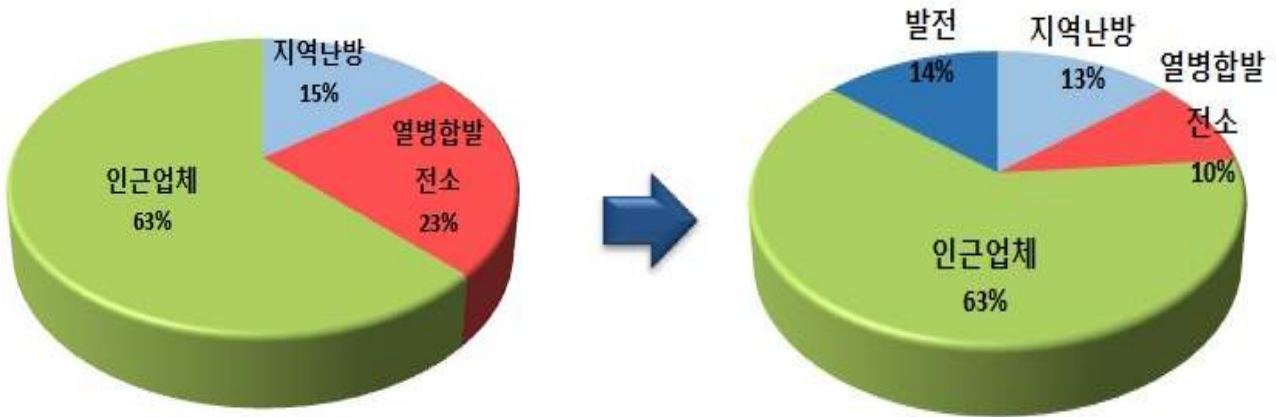
구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
판매량 (천Gcal/년)	1,320	1,734	1,976	1,769	2,388	2,576	2,756	3,029	3,374	3,449	3,570	3,716
자체이용량 (천Gcal/년)	577	463	451	714	512	544	461	624	668	582	1,130	1,297

나. 소각열에너지 세부이용 현황

1) 소각열에너지 외부판매량 증가 및 판매처 확대

- '08년 대비 '19년 소각열에너지 판매처 현황을 보면 인근업체, 발전, 지역난방 공급, 열병합발전소 순이었음
- LNG 등 자체 보일러를 가동 중인 제조업체들이 운영비 절감, 열병합 발전소 등의 타 열원보다 소각열에너지의 우수성을 인정하고 온실가스 감축방안으로 인정받기 시작한 것이 영향을 미침
- '19년 일부업체에서 발전(전력 판매)량을 늘려 지역난방 공급과 열병합 발전소로의 판매량이 감소함

[그림 5] '08년 대비 '19년 소각열에너지 판매 현황 비교



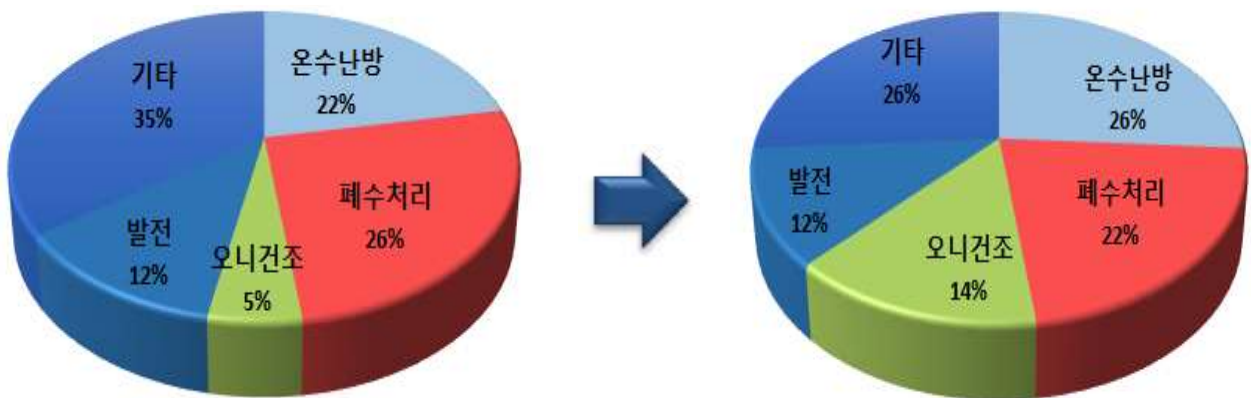
('08년 에너지 판매처별 비율)

('19년 에너지 판매처별 비율)

2) 소각열에너지 자체이용 방법의 확대 노력

- 자체 이용은 외부 판매 수요처 부족에 따라 미활용 소각열에너지의 최소화를 위해 사업장 내 열 수요 시설 설치·운영으로 특히 온수난방, 오니건조 등의 이용률이 증가되었음

[그림 6] '08년 대비 '19년 소각열에너지 자체이용 현황 비교



('08년 에너지 자체이용별 비율)

('19년 에너지 자체이용별 비율)

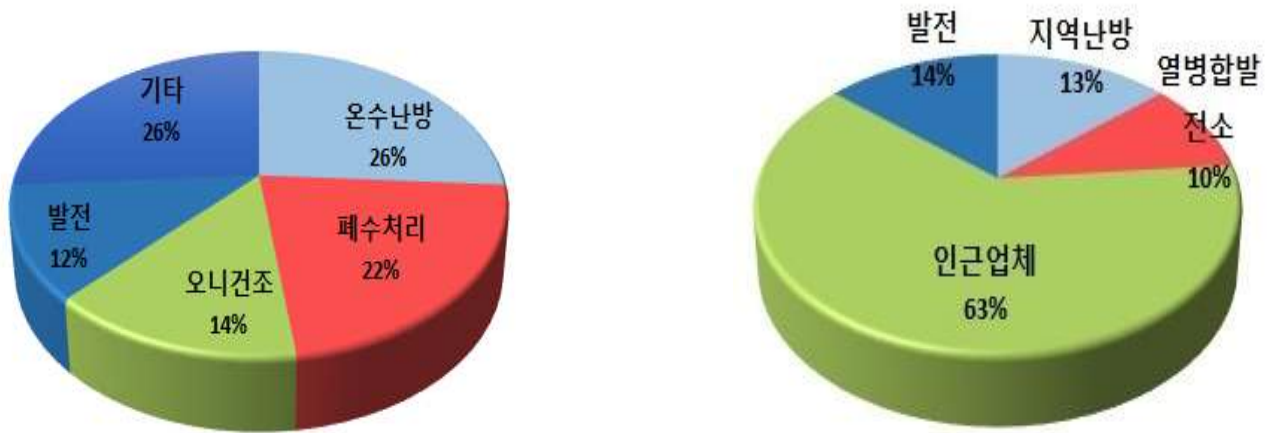
3) 2019년 소각열에너지 이용방법 및 세부현황

- 자체 이용방법은 주로 온수난방, 폐수처리, 오니건조, 소내 발전, 기타이며, 기타(322천Gcal/년), 발전(314천Gcal/년), 오니건조(301천Gcal/년)가 대부분을 차지

* 기타는 시설보온용, 백연설비 등에 이용한 소각열에너지

- 외부판매의 이용방법은 주로 인근업체, 지역난방, 열병합발전소, 지역난방, 발전(전력판매)이며, 인근업체(2,607천Gcal/년)가 63%를 차지
- 소각열에너지 이용방법 중 발전의 경우 발전효율, 운영비 대비 수익성 저조 등의 문제로 크게 활용되지 못하고 있는 실정이나 점차 상승 중임

[그림 7] '19년 소각열에너지 이용방법 및 세부현황



(자체이용 방법 및 현황)

(외부판매 방법 및 현황)

[표 4] 연도별 소각열에너지 이용방법 및 세부현황

구 분	자체이용						외부판매				
	소계	온수난방	폐수처리	오니건조	발전	기타	소계	지역난방	열병합발전소	인근업체	발전
사용방법 (개소)	33	13	11	7	6	13	43	7	5	32	7
이용량 (천Gcal/년)	1,296	101	258	301	314	322	3,716	415	509	2,607	185
이용율 (%)	100	26	22	12.5	12	26	100	13	10	62	13

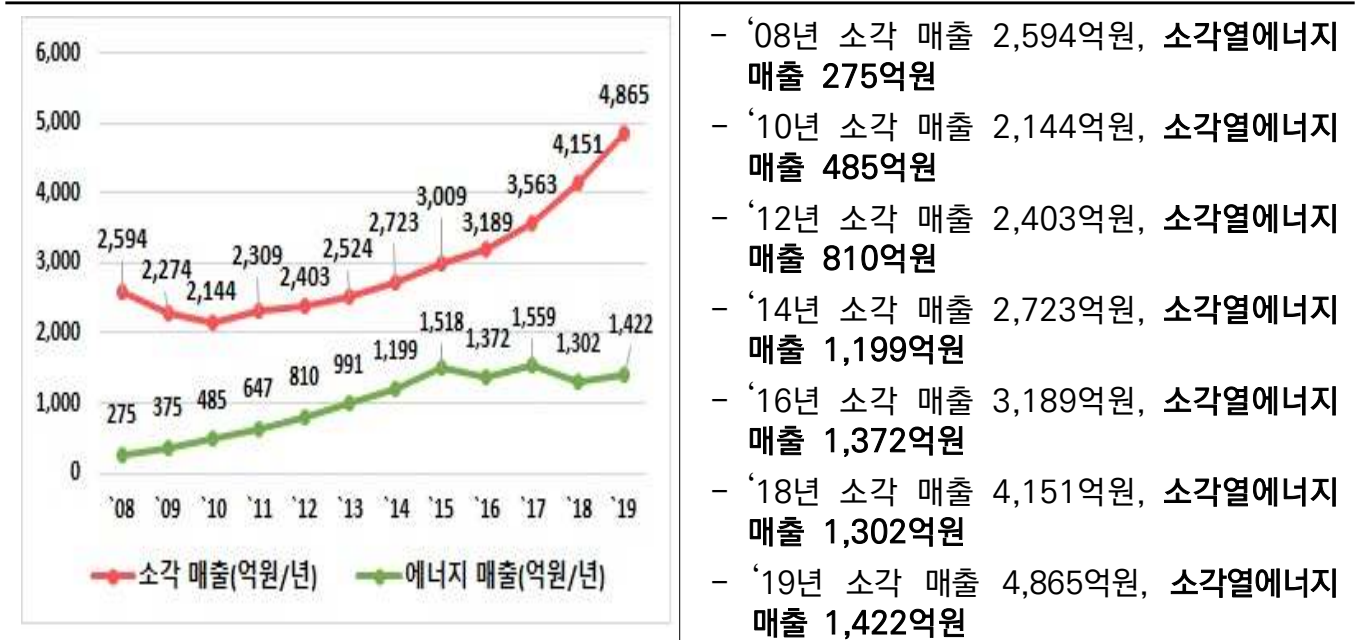
다. 연도별 폐기물 소각 및 소각열에너지 매출 현황

1) 소각 및 소각열에너지 매출액 '11년부터 지속 상승

- 소각 매출의 경우 '10년까지 소각 물량 대비 처리단가 하락으로 인하여 감소세였으나, '11년부터 소각 물량 증가 및 톤당 처리단가 상승으로 지속 상승 중임

- 소각열에너지 매출의 경우 소각열에너지 판매량 증가 및 유가 상승 등의 사유로 '08년부터 매년 매출액 상승세를 나타냄. '16년, '18년 유가 하락 영향을 받아 일시적으로 감소하였으나 점차 상승 중임

[그림 8] 연도별 소각 및 소각열에너지 매출 현황



- '08년 소각 매출 2,594억원, 소각열에너지 매출 275억원
- '10년 소각 매출 2,144억원, 소각열에너지 매출 485억원
- '12년 소각 매출 2,403억원, 소각열에너지 매출 810억원
- '14년 소각 매출 2,723억원, 소각열에너지 매출 1,199억원
- '16년 소각 매출 3,189억원, 소각열에너지 매출 1,372억원
- '18년 소각 매출 4,151억원, 소각열에너지 매출 1,302억원
- '19년 소각 매출 4,865억원, 소각열에너지 매출 1,422억원

[표 5] 연도별 소각 및 소각열에너지 매출 현황

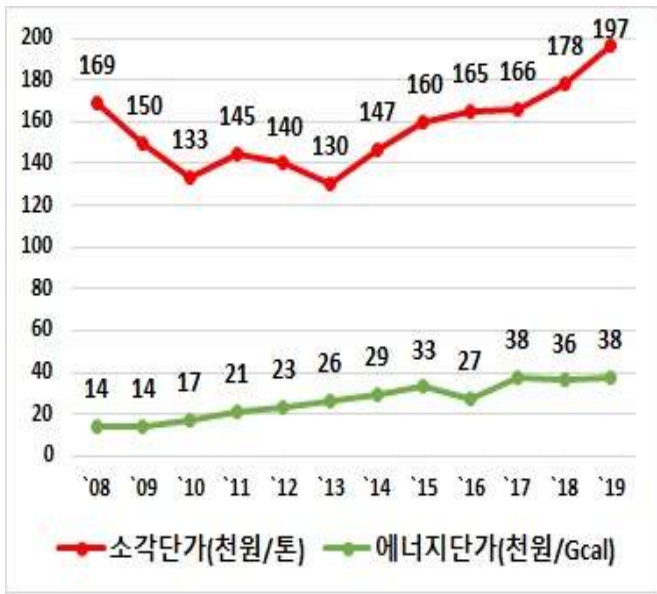
구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
소각 매출 (억원/년)	2,594	2,274	2,144	2,309	2,403	2,524	2,723	3,009	3,189	3,563	4,151	4,865
에너지 매출 (억원/년)	275	375	485	647	810	991	1,199	1,518	1,372	1,559	1,302	1,422

2) 소각 단가의 회복세 및 소각열에너지 단가의 상승세

- 소각처리단가는 '13년 까지 정부 재활용 우선 정책 및 가연성폐기물의 폐기물에너지화의 영향으로 '08년 대비 20% 이상 하락
 - * 기존 고열량의 소각대상폐기물 재활용 전환으로 소각업체로 반입되는 폐기물성상은 악성 증가와 소각 가능 가연성폐기물 경쟁 심화로 처리단가 하락
- '14년 이후 환경규제 지속 강화 및 악성 폐기물 증가 등에 따라 폐기물 소각처리 단가에 반영되어 '19년 19.7만원으로 지속 상승

- 소각열에너지 단가는 과거의 저단가 · 장기계약에서 벗어나 유가연동제 및 공급단가 현실화 등에 따라 적정 단가를 찾아가고 있음. ‘15년 이후 에너지단가 변동 추이를 보면 국제유가 변동 등에 따라 움직임

[그림 9] 연도별 소각 및 소각열에너지 평균단가 현황



- ‘08년 소각 평균단가 169천원, 소각열에너지 평균단가 14천원
- ‘10년 소각 평균단가 133천원, 소각열에너지 평균단가 17천원
- ‘12년 소각 평균단가 140천원, 소각열에너지 평균단가 23천원
- ‘14년 소각 평균단가 147천원, 소각열에너지 평균단가 29천원
- ‘16년 소각 평균단가 165천원, 소각열에너지 평균단가 27천원
- ‘18년 소각 평균단가 178천원, 소각열에너지 평균단가 36천원
- ‘19년 소각 평균단가 197천원, 소각열에너지 평균단가 38천원

[표 6] 연도별 소각 및 소각열에너지 평균단가 현황

구 분	‘08	‘09	‘10	‘11	‘12	‘13	‘14	‘15	‘16	‘17	‘18	‘19
소각처리 평균단가 (千원/톤)	169	150	133	145	140	130	147	160	165	166	178	197
에너지 평균단가 (千원/Gcal)	14	14	17	21	23	26	29	33	27	38	36	38
원유단가 (십원/ℓ)	62.9	49.0	56.8	73.8	77.3	72.4	63.8	35.9	30.1	37.8	48.2	45.1

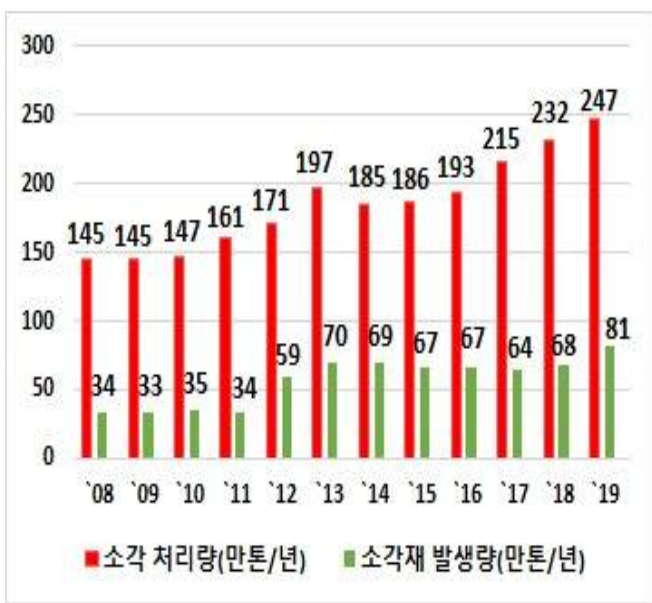
라. 연도별 폐기물 처리 및 소각재 발생 현황

1) 소각처리량 ‘13년 기준으로 감소 및 소각재 발생량 증가

- 소각처리량은 ‘13년 SRF 정책 시행의 영향으로 민간 소각업체의 반입량 감소 주요인으로 작용했으나 SRF의 사회적 문제, 수도권매립지 가연성 폐기물 반입제도 개선, 재활용 불법방치폐기물 소각 유입 등의 영향으로 폐기물 소각처리량이 다시 상승 추이를 나타냄

- 소각재 발생량은 정부 재활용 우선 정책, SRF 제도 시행에 따라 '12년 이후 크게 증가하였으며, 소각대상폐기물의 폐토사·불연물 등이 지속 포함 반입됨에 따라 높은 발생량을 유지

[그림 10] 연도별 소각처리량 및 소각재발생량 현황



- '08년 폐기물 소각처리량은 145만톤/년, 소각재 발생량은 34만톤/년
- '10년 폐기물 소각처리량은 147만톤/년, 소각재 발생량은 35만톤/년
- '12년 폐기물 소각처리량은 171만톤/년, 소각재 발생량은 59만톤/년
- '14년 폐기물 소각처리량은 185만톤/년, 소각재 발생량은 69만톤/년
- '16년 폐기물 소각처리량은 193만톤/년, 소각재 발생량은 67만톤/년
- '18년 폐기물 소각처리량은 232만톤/년, 소각재 발생량은 68만톤/년
- '19년 폐기물 소각처리량은 247만톤/년, 소각재 발생량은 81만톤/년

[표 7] 연도별 소각처리량 및 소각재발생량 현황

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
소각 처리량 (만톤/년)	145	145	147	161	171	197	185	186	193	215	232	247
소각재 발생량 (만톤/년)	34	33	35	34	59	70	69	67	67	64	68	81

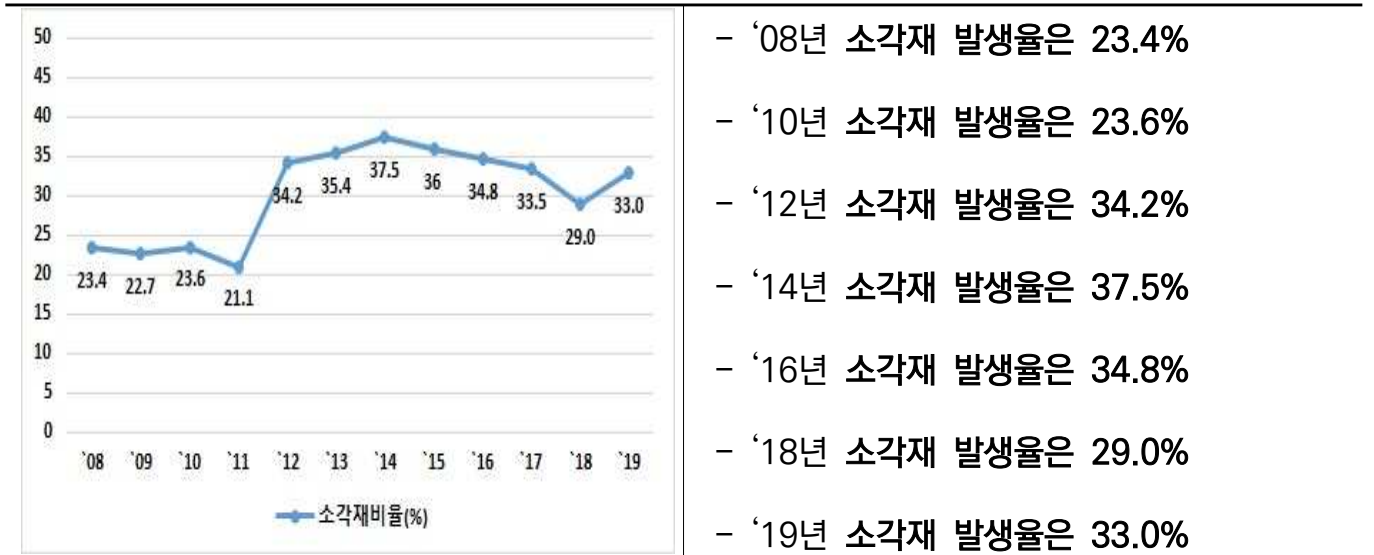
2) 소각처리량 대비 소각재 발생을 33% 이상 높은 수치

- 소각대상 폐기물을 소각시설에서 소각시키면 폐기물이 완전 연소되어 소각재가 10% 미만으로 발생되어야 하나 민간 소각업체로 반입되는 폐기물에 불연물이 다량 포함되어 소각재 발생율이 약 10%p 이상 높게 발생되고 있는 실정임

* 불연물은 타지 않는 물질로 소각로 투입량과 성상 그대로 소각재로 배출되어 소각재 발생율을 증가시킴

- 최근 소각업체에서는 다량의 폐토사·불연물 함유 재활용 불법방치 폐기물 등의 반입으로 '18년도에 감소했던 소각재 발생률이 다시 상승함

[그림 11] 연도별 소각처리량 대비 소각재 발생률 현황



[표 8] 연도별 소각처리량 대비 소각재 발생률 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
소각재비율 (%)	23.4	22.7	23.6	21.1	34.2	35.4	37.5	36.0	34.8	33.5	29.0	33.0

2 소각열에너지 이용에 따른 사회·경제·환경적 기여도

가. 사회적 기여도

1) 온실가스 감축 효과 매년 증가로 국내 대기환경 개선 기여

- 온실가스 감축 방법으로는 공정개선, 원료 및 연료의 개선·대체, 온실가스 활용 및 전환, 온실가스 처리기술, 신재생에너지 이용, 탄소 상쇄 프로그램, 탄소 포집 및 저장 등의 방법 등이 있으나 현재까지 실용적인 온실가스 감축 방법이 부족한 실정임

- 소각업체는 폐기물의 적정 처리는 물론 소각열에너지를 회수하여 활용 가능 에너지로 생산·보급, 화석연료 사용을 대체시켜 가장 효과적이고 현실적으로 온실가스 배출 저감 시설임
- 소각열에너지 이용량의 증가로 '19년은 전년도보다 상승한 1,683천 tCO₂의 감축 효과를 나타냄

[그림 12] 연도별 온실가스 감축량 현황



- '08년 온실가스 감축량 582천tCO₂/년
- '10년 온실가스 감축량 746천tCO₂/년
- '12년 온실가스 감축량 891천tCO₂/년
- '14년 온실가스 감축량 987천tCO₂/년
- '16년 온실가스 감축량 1,241천tCO₂/년
- '18년 온실가스 감축량 1,352천tCO₂/년
- '19년 온실가스 감축량 1,683천tCO₂/년

[표 9] 연도별 온실가스 감축량 현황

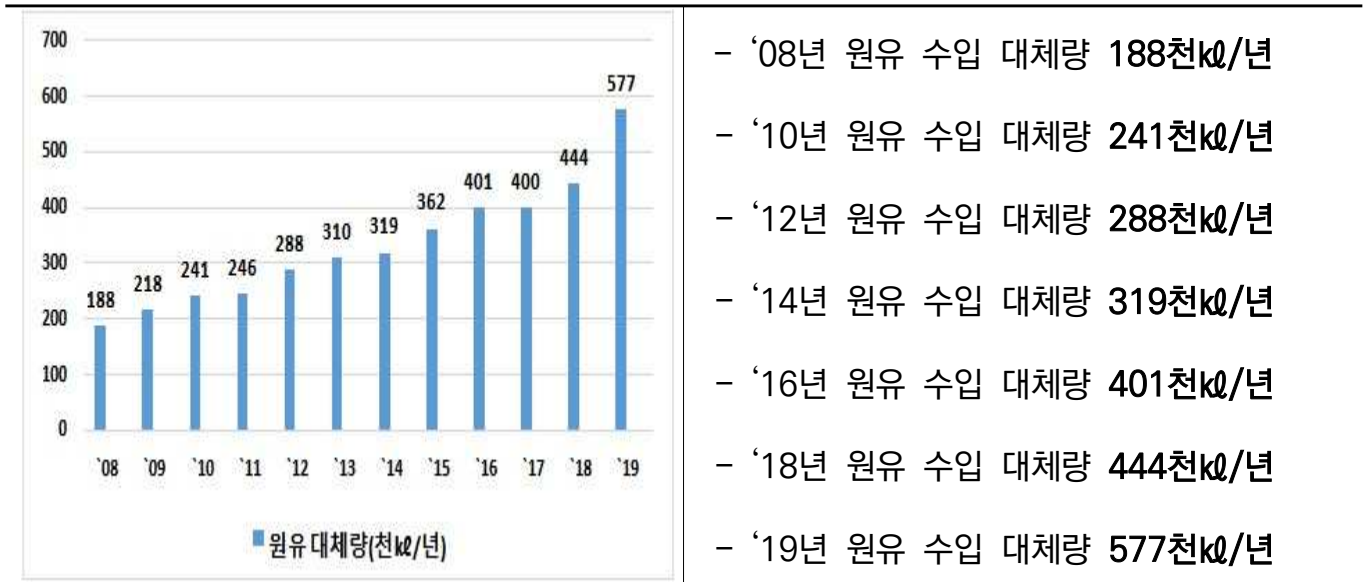
구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
온실가스 감축량 (천tCO ₂ /년)	582	675	746	761	891	959	987	1,120	1,241	1,238	1,352	1,683

2) 원유 수입 대체 효과 매년 증가로 화석연료 수입량 저감 기여

- '19년도 우리나라의 원유 총 수입량은 약 17,002만kl/년이며, 약 85조의 금액이 사용되었음
- 우리나라는 천연자원이 부족하여 에너지 수입 의존도가 96%에 달하는 에너지 수입국으로, 정부는 대체 에너지 확보를 위해 신재생에너지 활성화 및 보급 정책을 실시하고 있는 바, 소각열에너지 생산·이용은 정부의 에너지 정책 및 폐기물 정책 추진 방향에 부합하는 가장 효과적인 방법임

- 소각열에너지의 원유 수입 대체 효과는 '17년 400천kl/년으로 '16년과 비슷한 수준이었으나, '19년 577천kl/년으로 대폭 증가하였으며, 경유의 경우 691천kl/년, B-C 621천kl/년, LNG 571천kl/년의 대체 효과를 나타냄

[그림 13] 연도별 원유 수입 대체량 현황



- '08년 원유 수입 대체량 188천kl/년
- '10년 원유 수입 대체량 241천kl/년
- '12년 원유 수입 대체량 288천kl/년
- '14년 원유 수입 대체량 319천kl/년
- '16년 원유 수입 대체량 401천kl/년
- '18년 원유 수입 대체량 444천kl/년
- '19년 원유 수입 대체량 577천kl/년

[표 10] 연도별 원유 수입 대체량 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
원유 대체량 (천kl/년)	188	218	241	246	288	310	319	362	401	400	444	577

나. 경제적 기여도

□ 화석연료 수입 비용 및 산업체의 운영비 등 절감 기여

- 소각열에너지를 이용하는 곳은 보일러를 통해 스팀, 온수 등을 이용하는 지역난방공사, 열병합발전소, 염색공장, 제조업체 등이 있음
- 상기 업체들은 제조공정 등에 필요한 스팀, 온수 등을 생산하기 위해 경유, B-C유, LNG 보일러 등을 자체 설치·운영해왔으나, 인근에 소각업체가 있는 경우 에너지원 수급에 최우선적으로 소각열에너지 사용을 고려하고 있음

- 소각열에너지는 종전 화석연료 사용을 대체하므로 국내 산업체의 연료 비용 및 설비 유지·관리비 등 운영비를 절감시켜 산업경쟁력 향상에 도움을 주고 있음

[그림 14] 연도별 화석연료 대체비용 현황



- '08년 원유 대체효과 1,184억원/년
- '10년 원유 대체효과 1,366억원/년
- '12년 원유 대체효과 2,223억원/년
- '14년 원유 대체효과 2,035억원/년
- '16년 원유 대체효과 1,208억원/년
- '18년 원유 대체효과 2,140억원/년
- '19년 원유 대체효과 2,603억원/년

[표 11] 화석연료 대체비용 절감 효과 현황

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
원유 대체비용 (억원/년)	1,184	1,069	1,366	1,818	2,223	2,242	2,035	1,302	1,208	1,512	2,140	2,603
원유단가(원/ℓ)	629.2	490.3	567.5	738.1	772.7	724.4	637.5	359.4	301.4	378.2	482.0	451.0

다. 환경적 기여도

□ 깨끗하고 안전한 에너지 공급 및 환경오염방지 선도

- 소각열에너지 생산은 산업폐기물을 안전 처리라는 원칙하에 프로세스가 운영되고 있음
- 산업폐기물 소각시설은 SNCR(SCR), 원심력집진시설, 여과집진시설, 반건식세정집진시설(SDR), 건식반응시설, 전기집진시설, 습식세정집진시설

등 사업장 여건 및 반입폐기물의 성상에 따라 대기오염방지시설들을 설치하여 다이옥신, NO_x, SO_x, 먼지, 중금속 등 대기오염물질의 배출을 최대한 억제시키고자 노력하고 있음

- 또한, 전체 소각업체의 소각시설에는 굴뚝자동측정기기(TMS)가 설치되어 대기오염물질의 배출량 및 배출농도를 관제센터(한국환경공단)에 실시간 전송하므로 상시 법정기준치가 관리되어 주변환경에 영향을 최소화하고 있음
- 소각열에너지는 폐기물을 소각하고 발생하는 고온의 소각열을 직접 이용하는 방법이 아니며, 소각열보일러를 통해 깨끗한 물을 열회수 매체로 청정한 소각열에너지를 생산하여 스팀, 온수, 전력생산의 방법으로 에너지 공급 활용하고 있음
- 화석연료의 높은 의존도에 따른 대량 수입으로 경제적 손실이 발생되고 있으며, 화석연료의 다량 사용으로 인한 온실가스 발생 문제 해결에 소각열에너지가 가장 적절한 대안으로 자리 잡고 있음
- 이에 소각열에너지는 깨끗하고 안전한 청정에너지 공급과 함께 사업장 폐기물의 안전하고 친환경적인 처리를 통해 환경보전에 앞장서고 있으며, 폐기물소각시설이 국가에 필수적 존재임을 입증하고 있음

IV. 결 론

- 최근 정부는 「자원순환기본법」 시행에 따른 폐기물에너지(소각열에너지) 회수 증진을 위한 정책을 시행 중에 있으며, 민간 소각업체도 이에 발맞춰 보일러 교체, 시설 개선 등을 통해 에너지 회수 증대를 위해 노력하고 있다.
- 이와 관련하여, 우리나라도 소각열에너지 회수 증진을 위해서 다음과 같이 여러 방면으로 정부의 지원 제도 및 정책 마련이 필요하다.

첫째, 폐기물 소각시설의 소각열에너지를 재활용으로 인정

- 정부는 동일한 공정을 가진 소각시설임에도 불구하고 소각열회수시설에서 생산된 소각열은 재활용으로 인정하고, 폐기물 소각시설에서 생산된 소각열은 재활용으로 인정하지 않고 있다.
- 이에 일부 지역에서는 에너지를 생산하고 재활용하는 시설이 아닌 오염물질을 배출하는 단순 폐기물 소각시설이라는 인식 때문에 시설 개선 및 사업 추진에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

둘째, 폐기물 소각시설에서 생산되는 소각열에너지 국가 통계에 산입

- 정부는 매년 지자체에서 운영하는 생활폐기물 소각시설을 대상으로 소각열에너지 이용 실태를 발표하고 있다.
- 생활폐기물 소각시설과 사업장폐기물 소각시설을 구분하지 않고 하나의 에너지생산시설로 보고 사업장 폐기물 소각시설의 소각열에너지 이용 실태도 정부 통계에 산입하여 소각열에너지에 대한 정부 차원의 명확한 관리와 통계 활용이 필요하다.

셋째, 안정적인 소각열에너지 수요처 확보 방안 마련

- 현재 폐기물 소각시설은 정부 정책에 발맞추어 소각열에너지를 생산 및 재활용하기 위하여 시설 개선 및 투자에 노력을 기울이고 있다. 소각열에너지 이용량은 매년 증가하고 있지만 여전히 부족한 수요처로 많은 소각열에너지가 이용되지 못하고 있는 실정이다.

- 이에 실질적으로 외부 수요처에서 의무적으로 소각열에너지를 이용하도록 시스템을 구축하고 지원 정책을 마련하는 것이 정부의 최종적 목표인 자원순환사회에 다가갈 수 있을 것이다.

넷째, 집단에너지 고시 지역 내 소각열에너지 개별 공급 예외 인정

- 현재 소각열에너지는 재생에너지로 두각을 나타내는 열에너지로서 타에너지원 보다 사회·경제·환경적으로 우수함을 입증 받고 있다. 집단 에너지공급대상지역 여부에 구분 없이 소각열에너지를 필요로 하는 주변 수요처에 공급할 수 있도록 예외 규정 마련이 필요하다.

다섯째, 「자원순환기본법」의 폐기물처분부담금 감면 방안인 에너지회수율 기준의 현실화

- 폐기물의 단순 소각을 예방하고 소각열에너지 회수율 증진을 위해 폐기물처분부담금 감면 방안이 시행 중이나 사업장폐기물 소각시설의 경우, 생활폐기물 소각시설보다 에너지회수율이 낮은 것이 현실이다. 정부는 이를 감안하여 사업장폐기물 소각시설의 에너지회수율 적용 기준을 현실에 맞게 설정하고, 단계적으로 회수 기준을 조정하여 소각열 에너지 생산 및 이용을 최대한 증대시킬 수 있도록 유도하여야 한다.

여섯째, 폐토사·불연물 사전선별 제도개선으로 에너지 회수 극대화 방안 마련

- 최근 소각시설 반입폐기물 중 폐토사·불연물 등의 악성폐기물이 지속적으로 증가함에 따라 불완전 연소로 인한 다량의 대기오염물질 발생, 중금속 오염 소각재 대량 배출, 소각시설 수명 단축 등 많은 문제를 초래하고 있다.
- 이에 폐토사·불연물을 사전선별하고 최대한 가연성폐기물만을 소각토록 하여 유해 소각재 발생을 줄이고, 매립장 복토재 등으로 이용한다면 매립 시설의 수면연장 등 경제적, 환경적 이익을 취할 수 있어 제도 개선이 필요하다.

※ 붙임 : 업체별 소각열에너지 생산 및 이용 세부현황 자료

2019년 업체별 소각열에너지 생산 및 이용 세부현황 자료

1 업체별 소각열에너지 생산 및 이용 현황

NO	업 체 명	소각용량 (톤/일)	소각처리량 (톤/년)	소각열에너지			자체이용	외부판매			바닥재	
				생산량 (Gcal/년)	이용량 (Gcal/년)	이용률 (%)	자체이용 Gcal/년	외부판매 Gcal/년	판매수익 (억원)	소각열 평균 단가 (원/Gcal)	발생량 (톤/년)	비율 (%)
총 계		6,287	2,466,034	5,818,879	5,076,779	87	1,296,787	3,716,432	1,422	38,262	813,547	33
1	A사	176	77,742	132,796	82,456	62	27,987	54,469	27	50,359	23,299	30
2	B사	72	22,522	58,091	57,318	99	24,956	32,290	7	21,679	10,136	45
3	C사	126	52,068	122,076	98,059	80	562	107,027	31	28,778	15,999	31
4	D사	96	42,618	93,849	93,491	100	111	93,380	32	33,840	14,175	33
5	E사	98	42,184	97,980	83,400	85	11,490	74,140	32	42,757	15,300	36
6	F사	80	31,353	49,118	46,708	95	15,614	31,094	9	29,137	9,393	30
7	G사	84	21,558	98,551	65,857	67	0	47,431	24	50,600	7,276	34
8	H사	341	125,000	205,820	162,094	79	12,270	149,824	50	33,372	51,500	41
9	I사	84	36,620	92,901	82,757	89	10,144	72,613	38	52,332	3,925	11
10	J사	91	36,379	87,890	86,254	98	86,254	0	0	0	11,529	32
11	K사	91	38,013	92,990	86,954	94	0	86,954	23	26,451	13,815	36
12	L사	125	55,600	97,052	66,434	69	3,843	62,591	16	25,563	2,879	5
13	M사	352	120,733	396,175	316,902	80	43,638	273,132	150	54,919	34,460	29
14	N사	100	29,573	62,803	62,803	100	62,803	0	0	0	13,650	46
15	O사	60	19,622	35,947	35,947	100	0	35,947	12	33,382	8,180	42
16	P사	44	16,700	53,580	53,580	100	0	53,580	15	27,996	4,761	29
17	Q사	95	35,250	80,289	70,873	88	22,461	48,412	25	51,227	17,453	50
18	R사	98	38,113	68,128	68,128	100	20,746	47,383	11	22,160	7,300	19
19	S사	156	60,495	152,928	145,282	95	81,976	61,845	33	53,359	17,776	29
20	T사	209	87,600	182,250	170,280	93	0	170,280	70	41,226	37,900	43
21	U사	72	17,911	84,296	0	0	0	0	0	0	6,101	34

NO	업 체 명	소각용량 (톤/일)	소각처리량 (톤/년)	소각열에너지			자체이용	외부판매			바닥재	
				생산량 (Gcal/년)	이용량 (Gcal/년)	이용률 (%)	자체이용 Gcal/년	외부판매 Gcal/년	판매수익 (억원)	소각열 평균 단가 (원/Gcal)	발생량 (톤/년)	비율 (%)
22	V사	286	105,900	186,396	186,397	100	22,275	164,122	37	22,422	26,610	25
23	W사	95	31,332	104,254	104,254	100	0	104,254	34	32,613	9,614	31
24	X사	120	44,045	109,042	109,042	100	94,432	14,607	7	49,976	18,886	43
25	Y사	150	61,250	138,321	121,556	88	0	121,556	54	44,013	26,836	44
26	Z사	96	32,522	105,588	105,588	100	31,485	63,603	23	31,685	16,756	52
27	AA사	89	23,158	50,500	44,201	88	44,201	0	0	0	8,877	38
28	AB사	62	21,543	40,347	26,747	66	0	26,747	13	48,604	10,988	51
29	AC사	94	35,867	63,942	27,489	43	7,918	19,571	8	40,877	10,034	28
30	AD사	320	105,000	206,197	144,758	70	0	144,758	68	46,975	47,000	45
31	AE사	119	43,556	117,547	117,547	100	33,612	83,935	14	16,560	9,139	21
32	AF사	36	10,799	35,527	911	3	0	911	0.4	43,908	2,869	27
33	AG사	463	186,454	574,470	574,470	100	0	521,309	249	47,764	70,425	38
34	AH사	96	32,340	94,730	76,178	80	3,106	73,072	29	40,234	10,672	33
35	AI사	196	79,898	201,358	179,465	89	16,435	163,045	70	42,933	21,574	27
36	AJ사	77	20,793	77,814	77,814	100	77,814	0	0	0	6,605	32
37	AK사	277	113,306	236,957	235,007	99	57,453	177,553	28	15,770	22,868	20
38	AL사	91	29,275	105,468	105,468	100	41,872	63,597	20	31,448	9,856	34
39	AM사	78	32,582	100,331	90,298	90	90,298	3,123	3	104,067	10,972	34
40	AN사	84	35,200	84,757	69,247	82	0	69,247	35	50,544	13,450	38
41	AO사	48	6,742	20,840	18,176	87	18,176	0	0	0	3,400	50
42	AP사	48	16,566	0	0	0	0	0	0	0	4,500	27
43	AQ사	96	35,740	107,383	74,339	69	0	74,339	29	39,010	16,190	45
44	AR사	84	24,859	109,556	109,556	100	76,790	32,766	7	21,364	8,524	34
45	AS사	96	40,400	116,738	116,738	100	16,643	100,095	35	34,967	10,603	26
46	AT사	72	27,335	79,097	70,622	89	0	70,622	21	29,736	8,912	33
47	AU사	79	27,621	59,994	59,994	100	16,391	43,603	12	27,429	13,265	48
48	AV사	60	24,704	62,592	52,139	83	37,861	14,278	6	42,724	8,660	35
49	AW사	90	36,716	20,024	0	0	0	4,327	2	41,599	9,924	27
50	AX사	39	135,134	194,860	184,200	95	185,170	0	0	0	34,864	26
51	AY사	96	37,743	68,740	59,001	86	0	59,001	13	22,034	13,868	37

2 업체별 소각열에너지 이용방법 세부현황

NO	업체명	자체이용						외부판매				
		소 계	온수난방	폐수처리	오니건조	소내발전	기타	소 계	지역난방	열병합발전소	인근업체	발전
합계	이용처 수	33	13	11	7	6	13	43	7	5	32	7
	이용량(Gcal/년)	1,296,787	101,416	258,066	301,404	313,913	321,988	3,716,432	415,320	509,366	2,606,869	184,877
1	A사	27,987	1,744	17,991	-	-	8,252	54,469	-	-	54,469	-
2	B사	24,956	-	-	24,956	-	-	32,290	-	-	32,290	-
3	C사	562	562	-	-	-	-	107,027	85,336	-	12,160	9,531
4	D사	111	111	-	-	-	-	93,380	-	93,380	-	-
5	E사	11,490	2,320	9,170	-	-	-	74,140	-	54,280	19,860	-
6	F사	15,614	4,518	11,096	-	-	-	31,094	28,519	-	2,575	-
7	G사	-	-	-	-	-	-	47,431	-	-	47,431	-
8	H사	12,270	670	11,600	-	-	-	149,824	-	-	149,824	-
9	I사	10,144	-	-	-	-	10,144.0	72,613	-	-	72,613	-
10	J사	86,254	-	-	20,626	65,628	-	-	-	-	-	-
11	K사	-	-	-	-	-	-	86,954	-	-	86,954	-
12	L사	3,843	3,843	-	-	-	-	62,591	-	-	62,591	-
13	M사	43,638	-	-	-	2,137	41,501.0	273,132	-	-	273,132	-
14	N사	62,803	6,280	-	56,523	-	-	-	-	-	-	-
15	O사	-	-	-	-	-	-	35,947	-	-	35,947	-
16	P사	-	-	-	-	-	-	53,580	-	-	53,580	-
17	Q사	22,461	-	17,987	-	-	4,474	48,412	-	-	48,412	-
18	R사	20,746	-	-	-	-	20,746	47,383	-	-	47,383	-
19	S사	81,976	8,198	73,778	-	-	-	61,845	-	-	61,845	-
20	T사	-	-	-	-	-	-	170,280	-	-	170,280	-
21	U사	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	V사	22,275	-	18,960	-	-	3,315	164,122	41,652	21,108	101,362	-
23	W사	-	-	-	-	-	-	104,254	-	-	104,254	-
24	X사	94,432	-	-	94,432	-	-	14,607	-	-	14,607	-
25	Y사	-	-	-	-	-	-	121,556	35,783	-	85,773	-

NO	업체명	자체이용						외부판매				
		소 계	온수난방	폐수처리	오니건조	소내발전	기타	소 계	지역난방	열병합발전소	인근업체	발전
26	Z사	31,485	31,485	-	-	-	-	63,603	-	-	63,603	-
27	AA사	44,201	-	44,201	-	-	-	-	-	-	-	-
28	AB사	-	-	-	-	-	-	26,747	-	-	26,747	-
29	AC사	7,918	-	-	-	7,918	-	19,571	-	-	19,571	-
30	AD사	-	-	-	-	-	-	144,758	-	-	144,758	-
31	AE사	33,612	33,612	-	-	-	-	83,935	83,935	-	-	-
32	AF사	-	-	-	-	-	-	911	-	-	-	911
33	AG사	-	-	-	-	-	-	521,309	-	-	521,309	-
34	AH사	3,106	1,553	-	-	-	1,553	73,072	40,000	-	33,072	-
35	AI사	16,435	-	-	-	-	16,435	163,045	-	163,045	-	-
36	AJ사	77,814	-	-	-	77,814	-	-	-	-	-	-
37	AK사	57,453	6,520	20,249	-	-	30,684	177,553	-	177,553	-	-
38	AL사	41,872	-	-	41,872	-	-	63,597	-	-	-	63,597
39	AM사	90,298	-	-	36,119	54,179	-	3,123	-	-	-	3,123
40	AN사	-	-	-	-	-	-	69,247	-	-	69,247	-
41	AO사	18,176	-	-	-	-	18,176	-	-	-	-	-
42	AP사	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	AQ사	-	-	-	-	-	-	74,339	-	-	74,339	-
44	AR사	76,790	-	-	-	-	76,790	32,766	-	-	-	32,766
45	AS사	16,643	-	16,643	-	-	-	100,095	100,095	-	-	-
46	AT사	-	-	-	-	-	-	70,622	-	-	-	70,622
47	AU사	16,391	-	16,391	-	-	-	43,603	-	-	43,603	-
48	AV사	37,861	-	-	26,876	-	10,985.2	14,278	-	-	14,278	-
49	AW사	-	-	-	-	-	-	4,327	-	-	-	4,327
50	AX사	185,170	-	-	-	106,237	78,933	-	-	-	-	-
51	AY사	-	-	-	-	-	-	59,001	-	-	59,001	-

* 자체이용 중 온수난방의 경우 조합원 대부분이 소각열에너지를 온수난방으로 활용하고 있으나 이용량 계측 불가능 및 이용량이 미미하여 자체이용에 미기입