

**「민간 소각전문시설」 소각열에너지
생산·이용 실태 조사보고서
[2008년 ~ 2021년]**

2022. 11

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. 총 괄	1
1. 연도별 총괄현황	1
2. 소각열에너지 현황 분석 결과	2
3. 결 론	4
II. 개 요	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 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. 결 론	20

※ 붙 임 : 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	'20	'21	'08 대비 '21 증감
조사업체(개사)	34	33	33	39	42	41	41	41	41	42	48	51	52	57	▲23
소각처리량 (만톤/년)	145	145	147	161	171	197	185	186	193	214	232	247	236	259	▲114 (79%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	5,830	6,423	▲3,991 (164%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	4,729	5,284	▲3,387 (178%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	3,771	3,987	▲2,650 (198%증가)
에너지이용률 (%)	78	78	81	76	78	81	82	86	87	80	84	87	81	82	▲4
판매업체 (개사)	23	27	26	30	32	31	30	33	34	35	37	43	49	52	▲29
에너지매출 (억원/년)	275	375	485	647	810	991	1,199	1,518	1,372	1,559	1,302	1,422	1,328	1,504	▲1,229 (447%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	3.5	3.7	▲2.3 (164%증가)
원유 대체량 (천kl/년)	188	218	241	246	288	310	319	362	401	400	444	577	578	637	▲449 (239%증가)
온실가스 감축량 ^{*)} (천tCO2/년)	582	675	746	761	891	959	987	1,120	1,241	1,238	1,352	1,786	1,789	1,971	▲1,389 (239%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(55개사 중 52개사)와 비조합원사(17개사 중 5개사)를 대상으로 조사한 소각열에너지 생산 및 이용현황('08년 ~ '21년) 자료를 토대로 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

가. 소각열에너지 생산 및 이용 현황 분석 결과

- 소각열에너지 생산량, '08년 2,432천Gcal → '21년 6,423천Gcal 매년 평균 12.6%씩 증가
- 소각열에너지 이용량, '08년 1,897천Gcal → '21년 5,284천Gcal 매년 평균 13.7%씩 증가
 - 자체이용량 : '08년 577천Gcal → '21년 1,280천Gcal 약 122% 증가
 - 판매량 : '08년 1,337천Gcal → '21년 3,987천Gcal 약 198% 증가

- 폐기물의 에너지 재활용성 지속 향상 노력으로 소각열에너지 생산량은 증가 추세
- 타 열원 대비 경제적인 소각열에너지 생산·보급으로 지역경제 활성화 및 산업 경쟁력 향상에 기여
 - 소각열에너지 이용율 '08년 78% → '21년 82% 증가
- 소각열에너지의 자체 이용은 '08년 대비 약 122% 상승, '08년 대비 '21년 판매비율은 지역난방 공급, 열병합발전소는 감소하였으나, 인근업체 판매, 발전의 비중이 상승함
 - 인근업체 62% → 72% / 지역난방공사 15% → 11% / 열병합발전소 23% → 9% / 발전 0% → 6%
- 전체 소각열에너지 이용량도 소각열에너지 수요량 증가로 전년대비 11% 상승함
 - 소각열에너지 이용량 '20년 4,729천Gcal/년 → '21년 5,284천Gcal/년

나. 소각열에너지 매출 현황 분석 결과

- 소각열에너지 매출액은 '08년 275억원 → '21년 1,504억원으로 외부 판매량 증가 등의 영향으로 증가세였으나 15년 이후에는 보합세 유지
 - 소각열에너지 평균단가는 약 3.7만원/Gcal로 '08년 대비 약 2.6배 인상

- 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 매출이 상승하였으며, '15년 이후에는 보합세 유지

다. 폐기물 처리 및 소각재 발생 현황 분석 결과

- 소각재 발생율(소각처리량 대비 소각재 발생량)은 '08년 23.4% → '21년 30%로 약 6.6%p 이상 증가
 - '08년 소각처리량 145만톤 대비 소각재 발생량은 34만톤으로 23.4%가 소각재로 발생
 - '21년 소각처리량 259만톤 대비 소각재 발생량은 77만톤으로 30%가 소각재로 발생

- 소각전문시설 반입폐기물 중 불연성폐기물 지속 증가로 인해 소각재 발생량 대폭 증가, 이에 소각전문시설 효율 저하 및 소각열에너지 생산에 어려움 발생

라. 온실가스 감축 및 에너지원 대체 현황 분석 결과

- 에너지원(원유) 대체량, '08년 188천kl/년 → '21년 637천kl/년, 약 239% 상승

- 온실가스 감축량, '08년 582천tCO₂/년 → '21년 1,971천tCO₂/년, 약 239% 상승
- 소각열에너지 이용에 따른 온실가스 감축량 분석 결과, '08년 대비 약 3.4배 이상의 온실가스 절감효과 발생('21년 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 사업장폐기물 소각전문시설을 단순 처분시설이 아닌 열적 재활용 시설로 인정 및 이에 따른 정부 정책 지원이 필수적임
- 폐기물 소각전문시설의 열적 재활용 시설 인정 및 산업폐기물 발생 소각열의 국가 통계 산입, 폐기물처분부담금 폐지, 불가피하게 소각전문시설로 반입되는 불연물 사전분리제도 조속한 도입, 민간 소각전문시설의 생활폐기물 위탁 처리 활성화 방안 마련 등 소각전문시설 처리능력 및 에너지 회수 극대화 방안 마련 필요

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

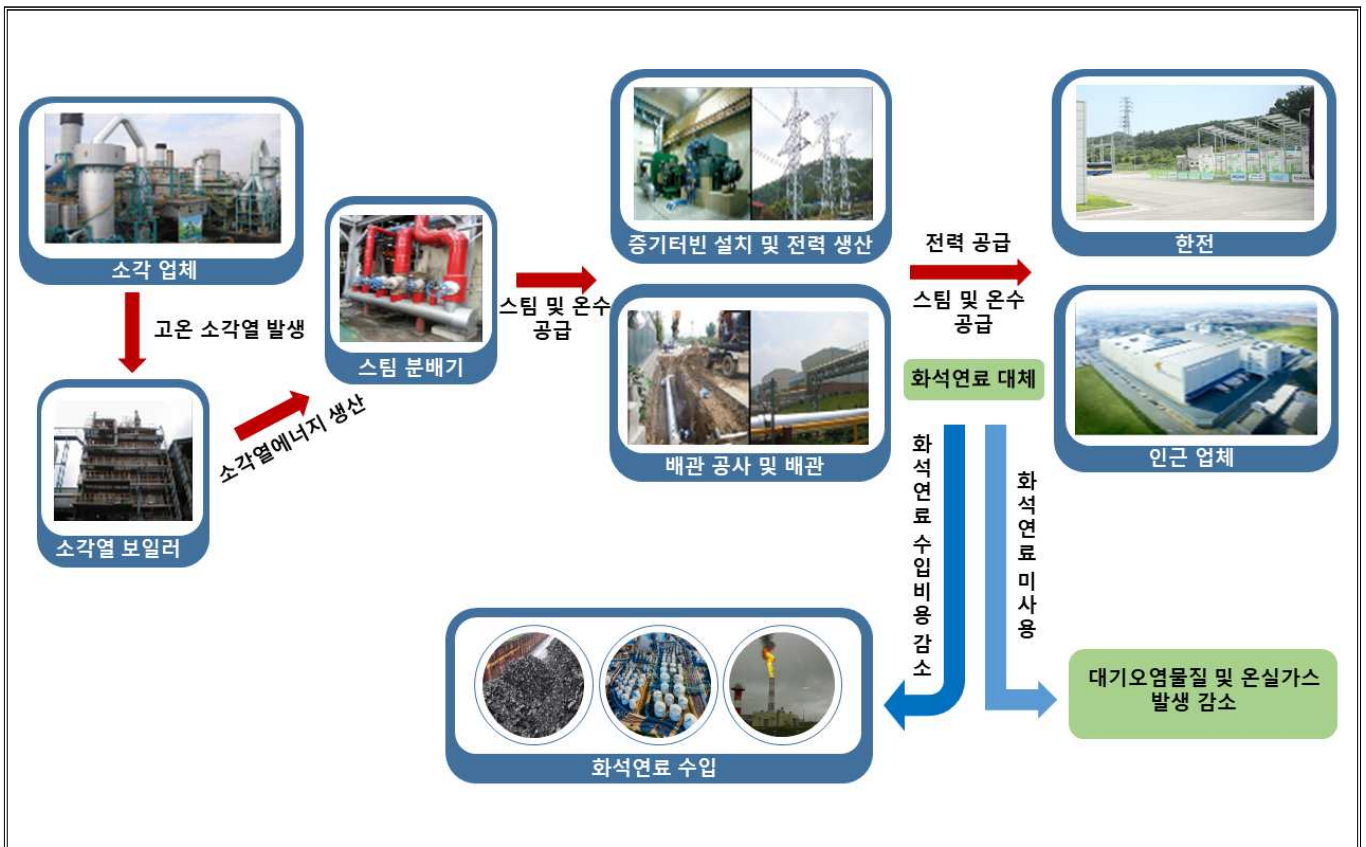
2 소각열에너지 생산·이용 목적

- 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 소각전문시설에서 “소각열에너지”로 자원순환시켜 최종단계의 자원순환 연결 고리를 새롭게 잇고 있음

3 소각열에너지 생산·공급 체계

- 산업체 등 사업장에서 발생한 가연성폐기물은 적정 처리를 위해 소각 업체로 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

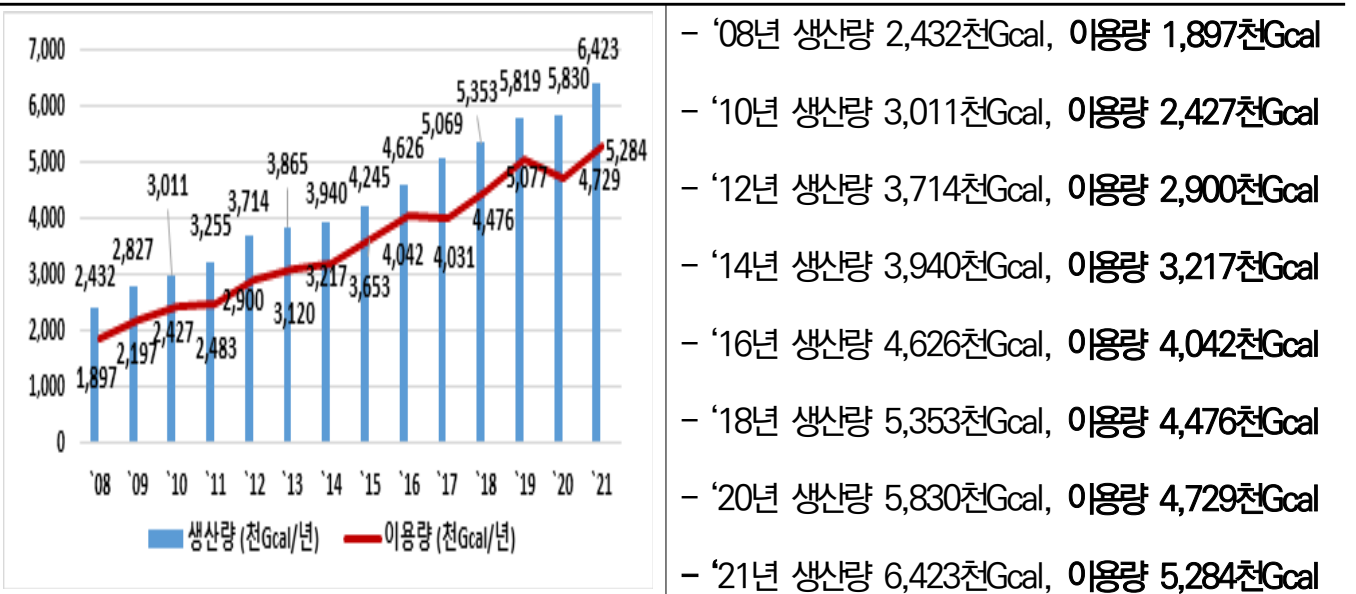
1 폐기물처리 및 소각열에너지 현황

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



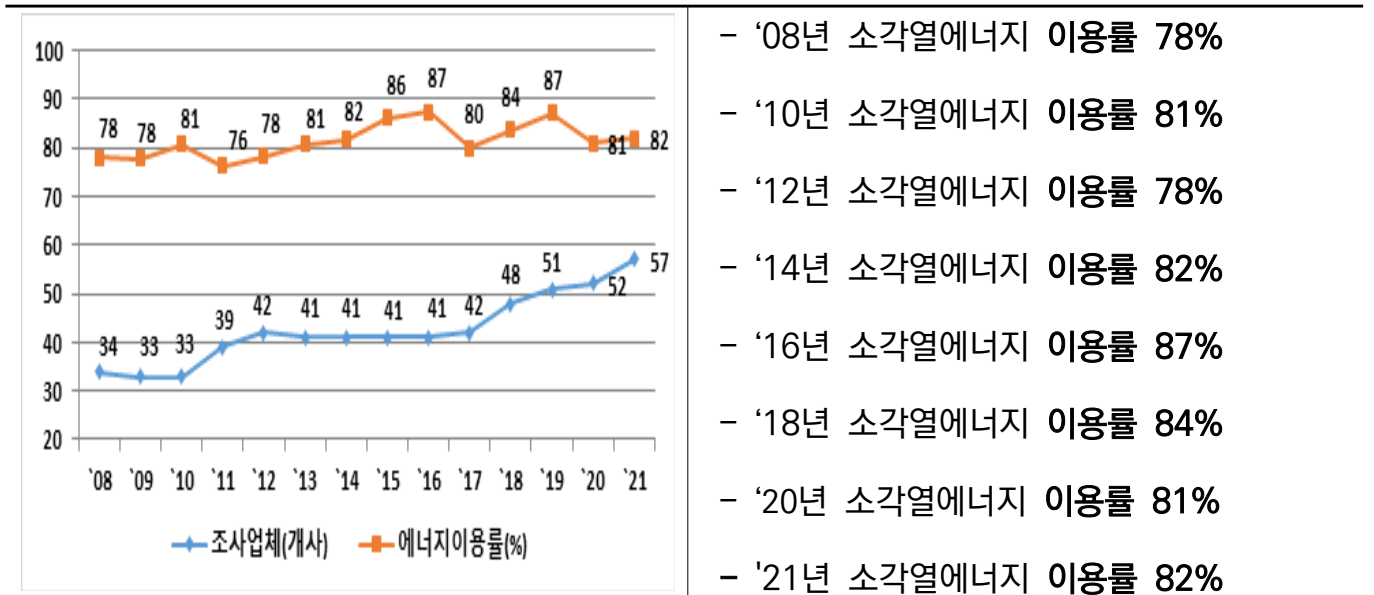
[표 1] 연도별 소각열에너지 생산·이용 현황

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
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	5,830	6,423
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	4,729	5,284

2) 소각열에너지 이용률은 감소세에서 증가세 전환

- '11년 이후 이용율은 지속적으로 상승하였으나, '16년부터 소각열에너지 생산량 증가 대비 이용량 정체로 증가와 감소를 반복(80% 전후 이용)
- 소각열에너지 수요처 확보로 '08년 대비 '21년 소각열에너지 이용률 소폭 상승

[그림 3] 연도별 소각열에너지 이용률 현황



[표 2] 연도별 소각열에너지 이용율 현황

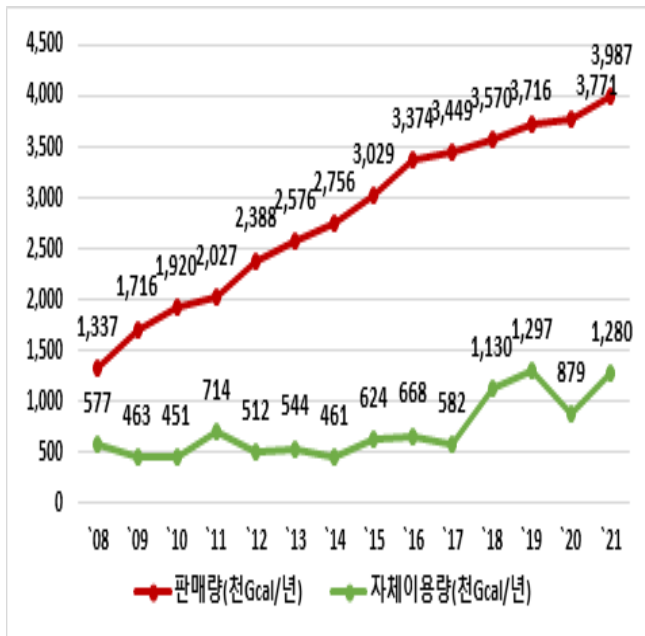
구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
조사업체(개사)	34	33	33	39	42	41	41	41	41	42	48	51	52	57
에너지이용률(%)	78	78	81	76	78	81	82	86	87	80	84	87	81	82

3) 소각열에너지 판매량은 '11년 이후 지속 증가하였으나 '20년 자체이용량 대폭 감소 후 '21년 다시 증가

- 소각열에너지 외부판매량은 지속적으로 증가세를 보임
- 소각열에너지 자체이용량은 오니건조·폐수처리·농축시설 등 이용 확대로 '17년 이후 증가하였으나 소각전문시설의 소각열에너지 판매 전환으로 증감세가 지속 될 것으로 보임

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

[그림 4] 연도별 소각열에너지 판매량 및 자체이용량 현황



- '08년 소각열에너지 판매량 1,337천Gcal, 자체 이용량 577천Gcal
- '10년 소각열에너지 판매량 1,920천Gcal, 자체 이용량 451천Gcal
- '12년 소각열에너지 판매량 2,388천Gcal, 자체 이용량 512천Gcal
- '14년 소각열에너지 판매량 2,756천Gcal, 자체 이용량 461천Gcal
- '16년 소각열에너지 판매량 3,374천Gcal, 자체 이용량 668천Gcal
- '18년 소각열에너지 판매량 3,570천Gcal, 자체 이용량 1,130천Gcal
- '20년 소각열에너지 판매량 3,771천Gcal, 자체 이용량 879천Gcal
- '21년 소각열에너지 판매량 3,987천Gcal, 자체 이용량 1,280천Gcal

[표 3] 연도별 소각열에너지 판매량 및 자체이용량 현황

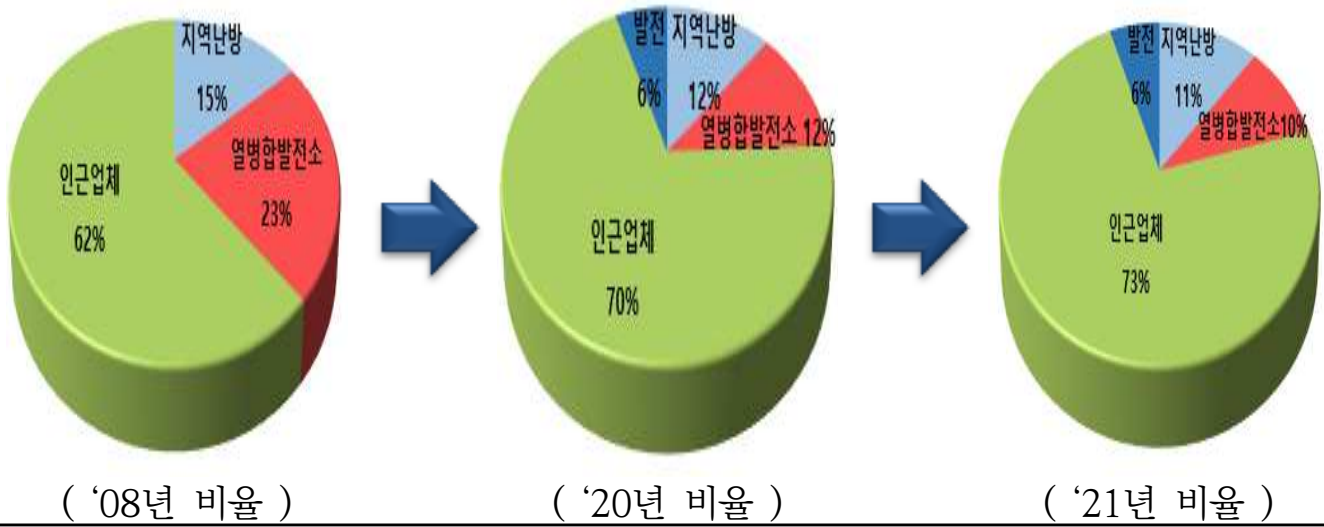
구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
판매량 (천Gcal/년)	1,337	1,716	1,920	2,027	2,388	2,576	2,756	3,029	3,374	3,449	3,570	3,716	3,771	3,987
자체이용량 (천Gcal/년)	577	463	451	714	512	544	461	624	668	582	1,130	1,297	879	1,280

나. 소각열에너지 세부이용 현황

1) 소각열에너지 외부판매량 증가 및 판매처 확대

- '08년 대비 '21년 소각열에너지 판매처 현황을 보면 인근업체, 지역난방 공급, 열병합발전소, 발전 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
- '08년 대비 '21년 인근업체 수요와 발전(전력 판매)량이 증가하고 지역 난방 공급과 열병합발전소로의 판매량이 감소함

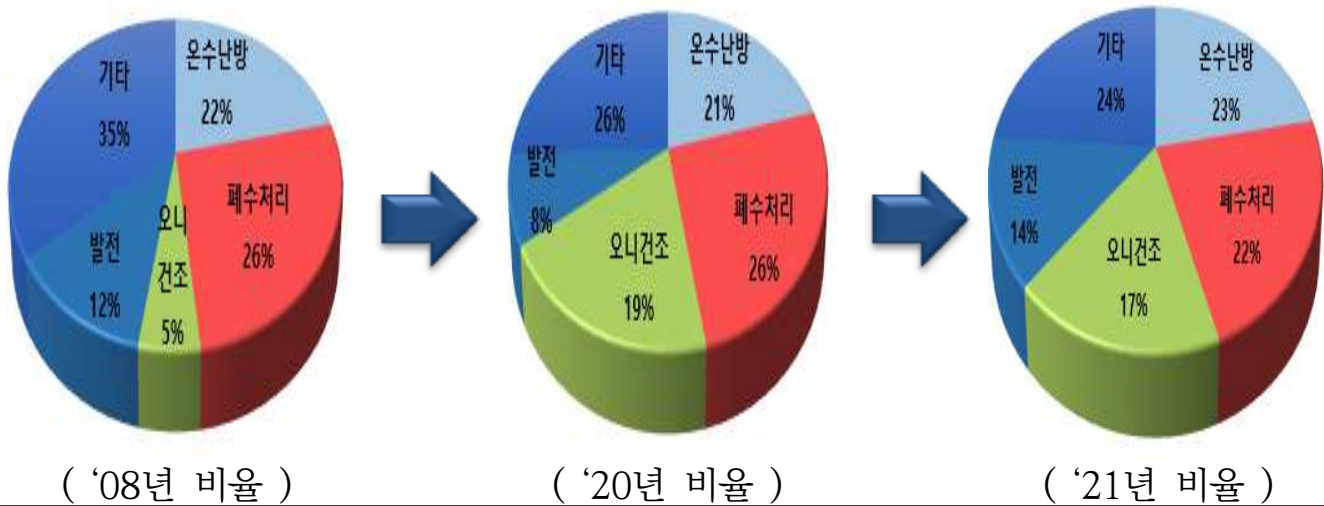
[그림 5] '08년, '20년, '21년 소각열에너지 판매 현황 비교



2) 소각열에너지 자체이용 방법의 확대 노력

- 자체 이용은 사업장 내 열 수요 시설 설치·운영으로 특히 오니건조 이용률이 대폭 증가되었음

[그림 6] '08년, '20년, '21년 소각열에너지 자체이용 현황 비교



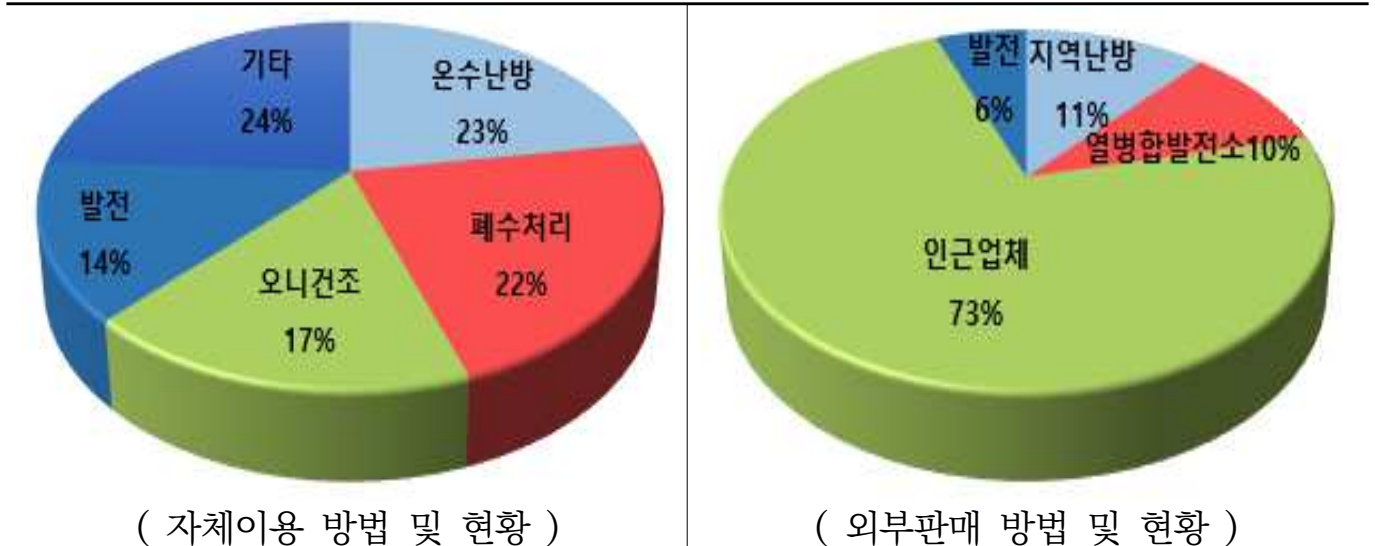
3) '21년 소각열에너지 이용방법 및 세부현황

- 자체 이용방법은 주로 온수난방, 폐수처리, 오니건조, 소내 발전, 기타이며, 폐수처리(284천Gcal/년), 오니건조(283천Gcal/년), 기타(324천Gcal/년)이 대부분을 차지

* 기타는 시설보온용, 백연방지시설 등에 이용한 소각열에너지

- 외부판매의 이용방법은 주로 인근업체, 지역난방, 열병합발전소, 발전(전력 판매)이며, 인근업체(3,027천Gcal/년)가 73%를 차지
- 소각열에너지 이용방법 중 발전의 경우 발전효율, 운영비 대비 수익성 저조 등의 문제로 크게 활용되지 못하고 있는 실정이나 점차 상승 중임

[그림 7] '21년 소각열에너지 이용방법 및 세부현황



[표 4] 소각열에너지 이용방법 및 세부현황

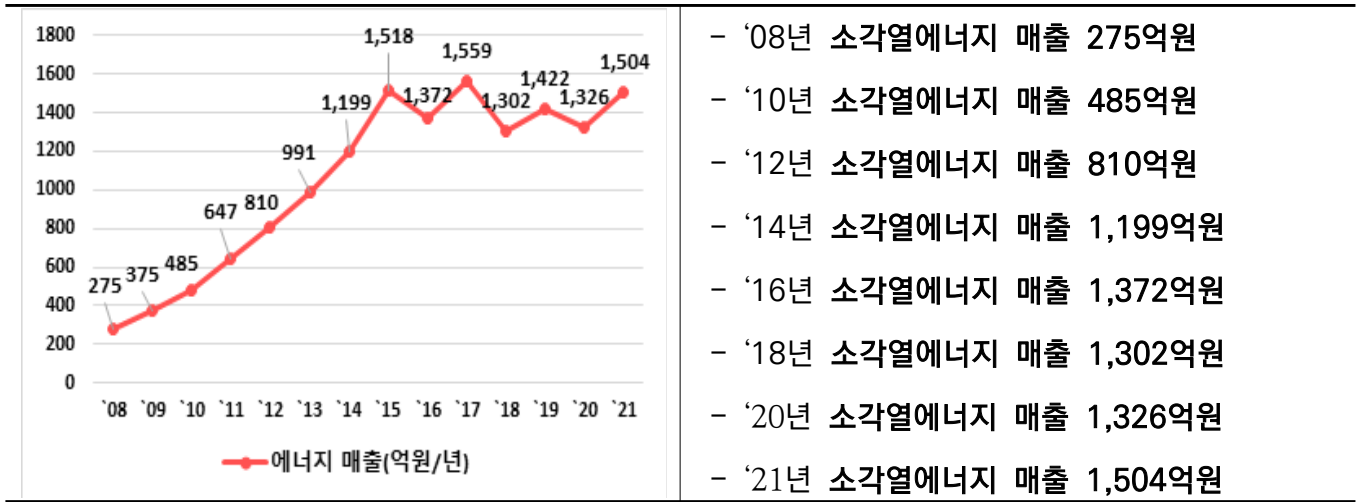
구 분	자체이용						외부판매				
	소계	온수 난방	폐수 처리	오니 건조	발전	기타	소계	지역 난방	열병합 발전소	인근 업체	발전
사용방법 (개소)	57	12	13	10	8	14	52	6	5	38	3
이용량 (천Gcal/년)	1,342	206	284	283	245	324	3,987	357	499	3,028	103
이용율 (%)	100	23	22	17	14	24	100	11	10	73	6

다. 연도별 소각열에너지 매출 현황

1) 소각열에너지 매출액 '15년부터 보합세 유지

- 소각열에너지 매출의 경우 판매량 증가 및 유가 상승 등의 사유로 '08년부터 매년 매출액 상승세를 나타내다 '15년 이후 보합세 유지 중임.

[그림 8] 연도별 소각열에너지 매출 현황



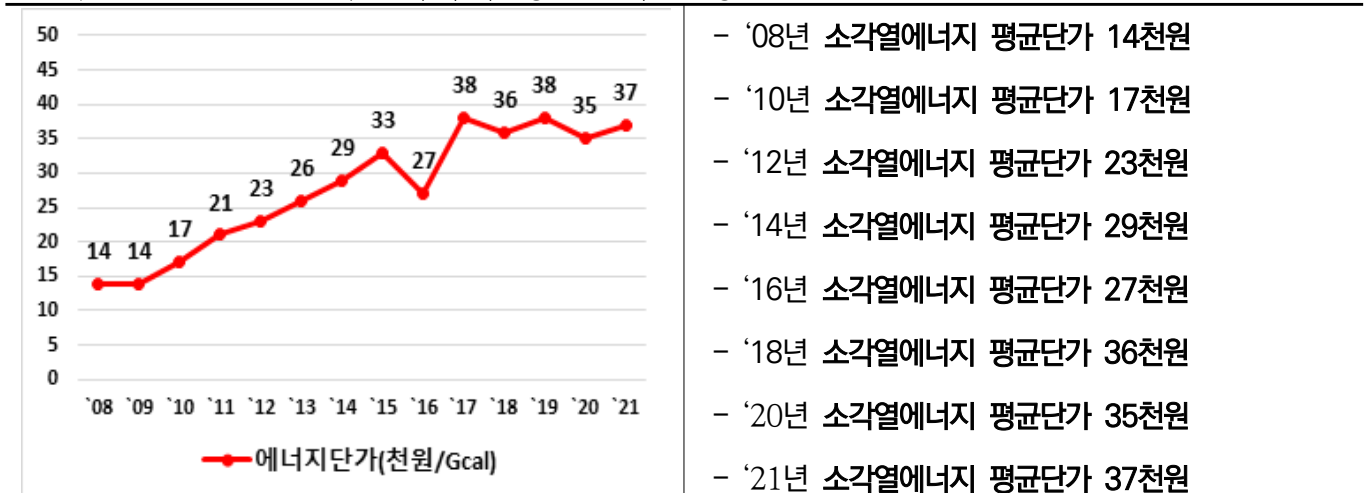
[표 5] 연도별 소각열에너지 매출 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
에너지 매출 (억원/년)	275	375	485	647	810	991	1,199	1,518	1,372	1,559	1,302	1,422	1,326	1,504

2) 소각열에너지 단가 상승세

- 소각열에너지 단가는 과거의 저단가·장기계약에서 벗어나 유가연동제 및 공급단가 현실화 등에 따라 적정 단가를 찾아가고 있음. 다만, 온실가스 배출권 가격의 반영은 미미해 개선이 필요함

[그림 9] 연도별 소각열에너지 평균단가 현황



[표 6] 연도별 소각열에너지 평균단가 현황

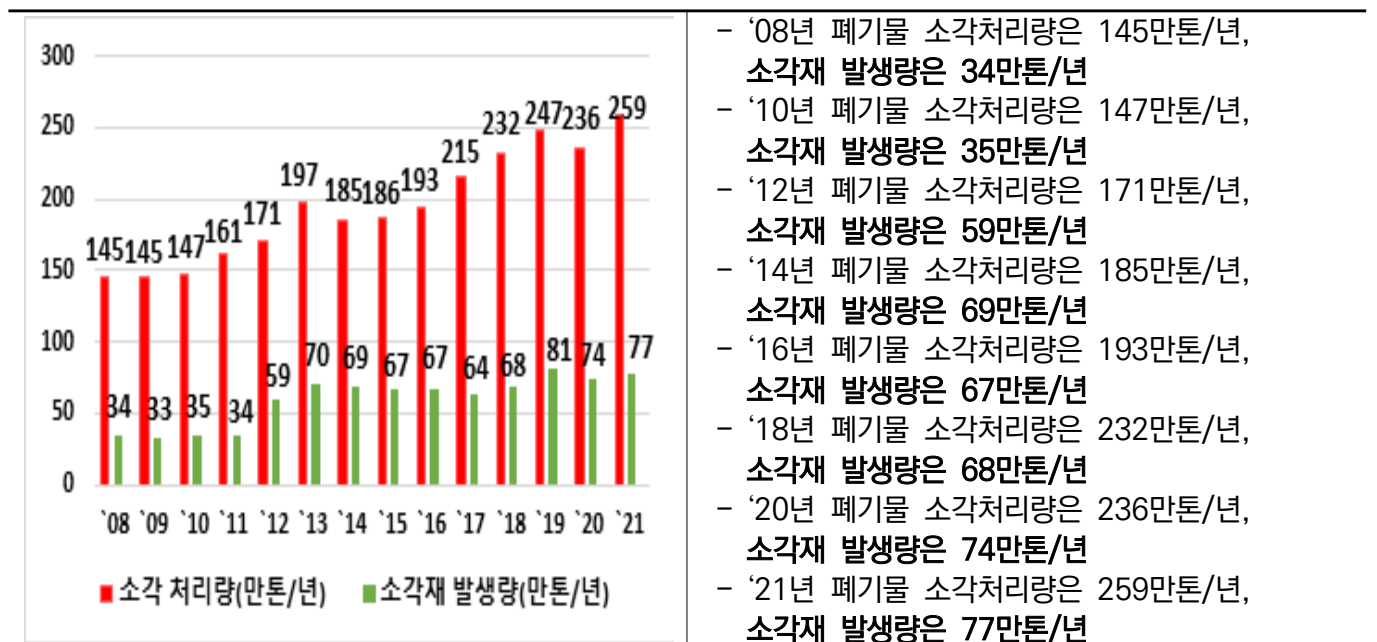
구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
에너지 평균단가 (천원/Gcal)	14	14	17	21	23	26	29	33	27	38	36	38	35	37
원유단가 (십원/ℓ)	62.9	49.0	56.8	73.8	77.3	72.4	63.8	35.9	30.1	37.8	48.2	45.1	31.2	48.7

라. 연도별 폐기물 처리 및 소각재 발생 현황

1) 소각처리량 증가세 유지 및 소각재 발생량 '13년 이후 보합세 유지

- 소각처리량은 '13년 SRF 정책 시행의 영향으로 민간 소각업체의 반입량 감소 주요원인으로 작용했으나 SRF의 사회적 문제, 수도권매립지 가연성 폐기물 반입제도 개선, 재활용 불법방치폐기물 소각 유입 등의 영향으로 다시 상승 추이를 나타냄
- 소각재 발생량은 정부 재활용 우선 정책, SRF 제도 시행에 따라 '12년 이후 크게 증가하였으며, 특히 재활용 불법방치폐기물 때문에 불연물 등이 지속 포함 반입됨에 따라 높은 발생량을 유지

[그림 10] 연도별 소각처리량 및 소각재발생량 현황



[표 7] 연도별 소각처리량 및 소각재발생량 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
소각 처리량 (만톤/년)	145	145	147	161	171	197	185	186	193	215	232	247	236	259
소각재 발생량 (만톤/년)	34	33	35	34	59	70	69	67	67	64	68	81	74	77

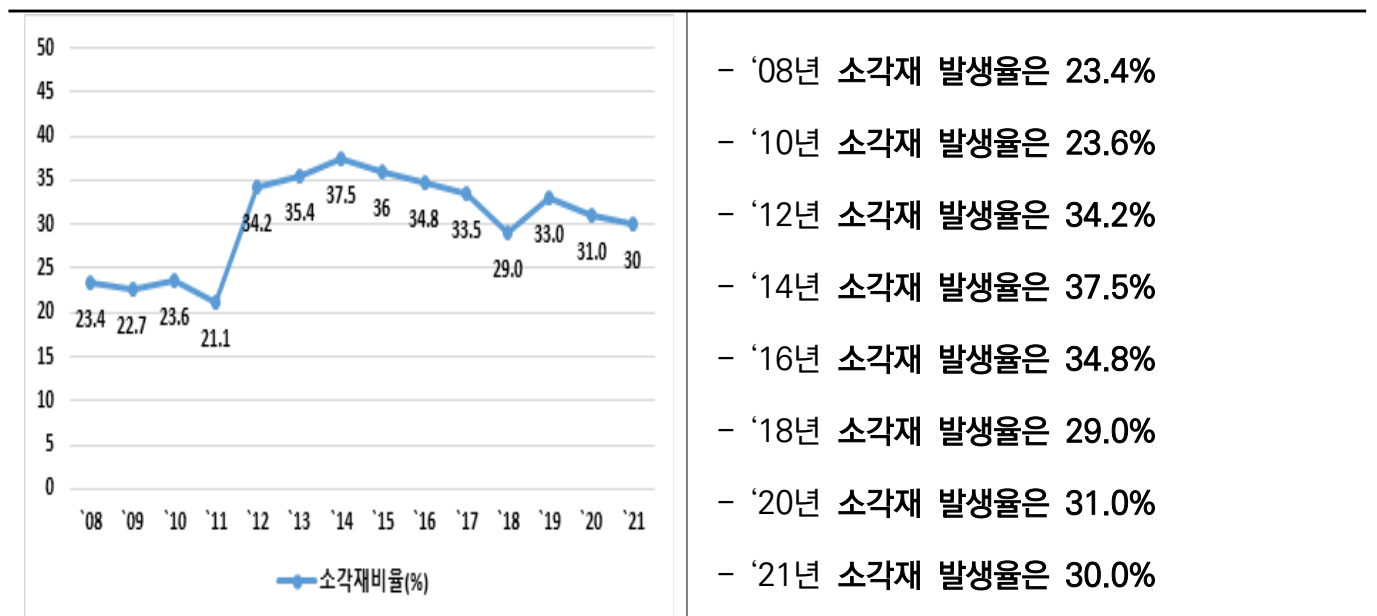
2) 소각처리량 대비 '21년 기준 소각재 발생율 30% 이상 높은 수치

○ 소각대상 폐기물을 소각전문시설에서 소각시키면 폐기물이 완전 연소되어 소각재가 10% 미만으로 발생되어야 하나 민간 소각업체로 반입되는 폐기물에 불연물이 다량 포함되어 소각재 발생율이 약 20%p('18년 국립환경과학원 조사 결과 26.7%) 이상 높게 발생되고 있는 실정임

* 불연물은 타지 않는 물질로 소각로 투입시 정상 그대로 소각재로 배출되어 소각재 발생율을 증가시킴

○ 최근 소각업체에서는 다량의 불연물 함유 재활용 불법방치폐기물 등의 반입으로 '18년도에 일부 감소했던 소각재 발생률이 다시 상승함

[그림 11] 연도별 소각처리량 대비 소각재 발생율 현황



[표 8] 연도별 소각처리량 대비 소각재 발생율 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
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	31.0	30.0

2 소각열에너지 이용에 따른 사회·경제·환경적 기여도

가. 사회적 기여도

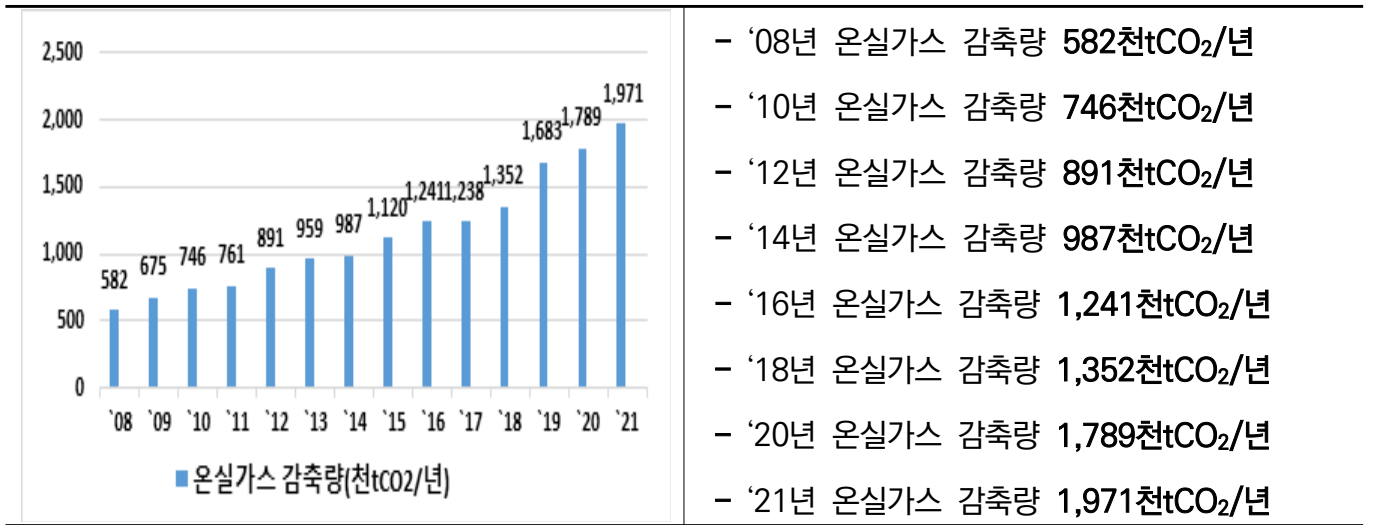
1) 온실가스 감축 효과 매년 증가로 국내 대기환경 개선 기여

- 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 생산보급, 화석연료 사용을 대체시켜 가장 효과적이고 현실적으로 온실가스 배출 저감 시설임
- 소각열에너지 이용량의 증가로 '21년은 전년도보다 상승한 1,971천 tCO₂의 감축 효과를 나타냄
- 그러나 불가피하게 소각시설에 반입되는 불연성 폐기물을 사전에 선별하지 못하도록 한 현행 「폐기물관리법」으로 인해 '21년 기준 1,618천 tCO₂이 억울하게 국가 온실가스 발생량으로 계산되고 있음

* '21년 소각처리량(2,590,000톤) X 불연물 비율('18년 국립환경과학원 조사 결과 26.7%) X 온실가스 배출계수(2.34 CO₂/톤) = 1,618,180.2톤/CO₂

- 결국 '21년 기준 소각열 생산으로 인한 온실가스 감축량과 불연성 폐기물 소각으로 인한 온실가스 발생량을 합산하면 3,589천tCO₂의 온실가스 감축을 기대할 수 있었음

[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
- '20년 온실가스 감축량 1,789천tCO₂/년
- '21년 온실가스 감축량 1,971천tCO₂/년

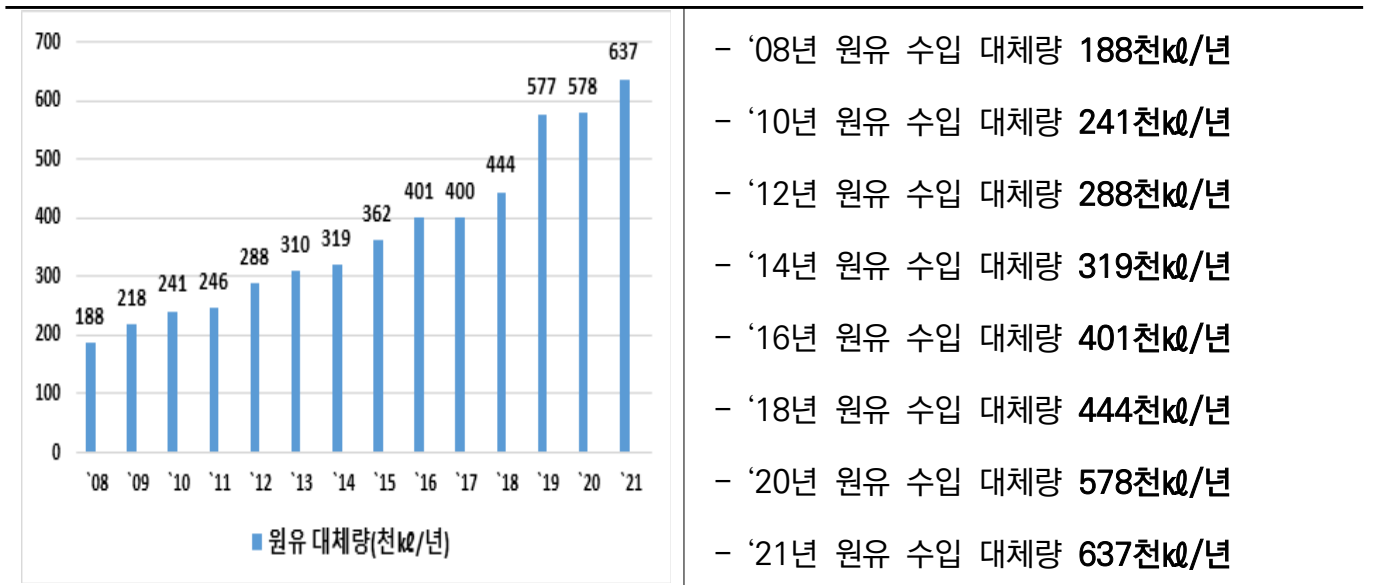
[표 9] 연도별 온실가스 감축량 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
온실가스 감축량 (천tCO ₂ /년)	582	675	746	761	891	959	987	1,120	1,241	1,238	1,352	1,786	1,789	1,971

2) 원유 수입 대체 효과 매년 증가로 화석연료 수입량 저감 기여

- '21년도 우리나라의 원유 총 수입량은 약 15,254만kl/년이며, 약 77조의 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, '19년부터 대폭 증가하여 '21년 637천kl/년을 대체 하였으며, 경유로 환산하면 764천kl/년, B-C유 686천kl/년, LNG 630천kl/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
- '20년 원유 수입 대체량 578천kℓ/년
- '21년 원유 수입 대체량 637천kℓ/년

[표 10] 연도별 원유 수입 대체량 현황

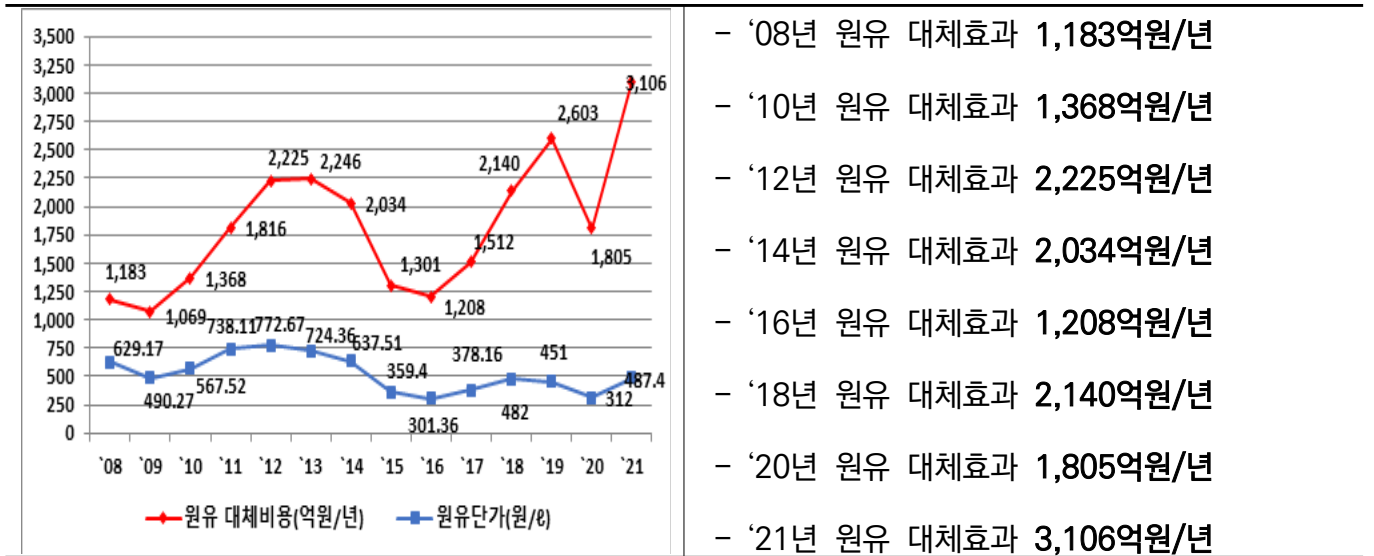
구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
원유 대체량 (천kℓ/년)	188	218	241	246	288	310	319	362	401	400	444	577	578	637

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 1,183억원/년
- '10년 원유 대체효과 1,368억원/년
- '12년 원유 대체효과 2,225억원/년
- '14년 원유 대체효과 2,034억원/년
- '16년 원유 대체효과 1,208억원/년
- '18년 원유 대체효과 2,140억원/년
- '20년 원유 대체효과 1,805억원/년
- '21년 원유 대체효과 3,106억원/년

[표 11] 화석연료 대체비용 절감 효과 현황

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
원유 대체비용 (억원/년)	1,183	1,069	1,368	1,816	2,225	2,246	2,034	1,301	1,208	1,512	2,140	2,602	1,805	3,106
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	312.0	487.4

다. 환경적 기여도

□ 깨끗하고 안전한 에너지 공급 및 환경오염방지 선도

- 소각열에너지 생산은 산업폐기물의 안전 처리라는 원칙하에 프로세스가 운영되고 있음
- 산업폐기물 소각전문시설은 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 소각전문시설에는 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 열회수매체로 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, 폐기물소각전문시설이 국가에 필수적 존재임을 입증하고 있음

IV. 결 론

- 재활용 불가능한 가연성 폐기물은 소각이 불가피하고, 이 과정에서 생산하는 ‘소각열 에너지’를 최대한 회수하여 사용하는 것이 순환경제와 탄소중립에 이바지하는 길이다.
- 그러나 폐기물의 소각 과정에서 발생하는 ‘소각열 에너지’는 우리나라 신·재생에너지 총발전량 중 가장 큰 비중을 차지하고 있지만, 법적으로 범위와 대상이 명확히 정의되어 있지 않아 제도권의 사각지대에 방치되어 있다.
- 이와 관련하여 우리나라도 소각열에너지 회수 증진을 위해서 다음과 같이 여러 방면으로 정부의 지원 및 제도개선이 필요하다.

첫째, 폐기물 소각전문시설의 소각열에너지를 재활용으로 인정

- 정부는 폐기물을 유연탄 대신 시멘트 제조의 열원으로 사용하는 시멘트 업계를 재활용 시설로 인정하며, 동일한 공정을 가진 소각시설임에도 불구하고 소각열회수시설에서 생산된 소각열은 재활용으로 인정하고 있지만 폐기물 소각전문시설에서 생산된 소각열은 재활용으로 인정하지 않고 있다.
- 우리나라의 경우 발열량을 기준으로 발열량이 높은 폐기물에서 회수한 에너지는 재활용으로 적용(소각열 회수시설) 받고, 발열량이 낮은 폐기물에서 회수한 에너지는 재활용으로 적용받지 못하고 있다(소각시설).
- 에너지 회수효율기준을 적용받는 폐기물에 발열량이 높은 폐기물뿐만 아니라 발열량이 낮은 폐기물도 포함해야 하는데 소각시설에 대해 가지고 있는 선입견으로 인해 소각열 에너지가 제대로 인정받지 못하고 있는 상황이다.
- 이제는 소각시설이 혐오시설, 기피시설이라는 선입견에서 벗어나 ‘순환경제’와 ‘탄소중립’에 기여하는 ‘자원순환’ 시설이자 ‘재활용’ 시설이라는 인식의 전환이 필요하고, 인센티브 제공 등 지원방안이 필요하다.

둘째, 폐기물 소각전문시설에서 생산되는 소각열에너지 국가 통계에 산입

- 정부는 매년 지자체에서 운영하는 생활폐기물 소각시설을 대상으로 소각열에너지 이용 실태를 발표하고 있다.
- 생활폐기물 소각시설에서 발생하는 소각열에너지도 아직까지는 재활용으로 인정받지 못하고 있음에도 통계조사는 실시하는 바, 사업장 폐기물 소각전문시설의 소각열에너지 이용 실태도 정부 통계에 반영하여 업계의 자원순환 노력을 인정해야 한다.

셋째, 사업장 폐기물 소각전문시설의 생활폐기물 위탁 처리 활성화 방안 마련

- 최근 사회적 큰 이슈가 되고 있는 생활폐기물 소각장 증설 및 신설 추진으로 여러 가지 민원충돌, 막대한 국가 예산투입, 철거·건축 공사로 환경오염과 추가적인 온실가스 배출 등으로 많은 문제점이 우려되고 있는 상황이다.
- 이에 대안으로 민간소각시설 처리를 통해 기존 구축된 인프라를 활용하여 민원·갈등 해결, 예산절감, 환경오염저감, 안정적인 생활폐기물 처리 및 이에 따른 추가적인 에너지(스팀, 전기 등) 생산 등 폐기물 선순환을 이룰 수 있어 제도적으로 활용방안을 모색하여야 한다.

넷째, 불연물 사전 선별 제도개선으로 에너지 회수 극대화 방안 마련

- 소각시설 반입폐기물 중 불가피하게 반입되는 불연물의 재위탁 금지 규정에 따라 불에 타지 않는 물질임에도 불구하고 소각시설에 투입하고 있어 불필요한 국가 온실가스 배출량 이중 계산, 불필요한 매립대상 폐기물 다량 발생, 소각시설 수명 단축 등 많은 문제를 초래하고 있다.
- 이에 불연물을 사전선별하고 가연성폐기물만을 소각하여 소각열에너지 생산 효율 증대와 소각시설에서 사전 선별된 폐토사는 매립장 복토재 이용으로 매립시설의 수면연장 등 경제적, 환경적 이익을 얻을 수 있어 제도 개선이 필요하다.

※ 붙임 : 업체별 소각열에너지 생산 및 이용 세부현황 자료

2021년 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		7,112	2,597,863	6,423,080	5,284,214	82	1,280,097	3,987,677	1,504	37,718	769,859	30
1	A사	98	41,315	88,043	78,110	89	11,252	66,856	30.8	46,069	14,145	34
2	B사	119	48,285	107,847	107,847	100	14,506	93,341	15.5	16,552	11,728	24
3	C사	126	55,503	132,033	120,864	92	1,271	119,593	33.9	28,346	16,374	30
4	D사	286	105,540	152,249	152,249	100	15,225	137,024	36.0	26,273	27,640	26
5	E사	277	100,500	216,525	205,427	95	66,911	138,516	23.0	16,605	18,140	18
6	F사	96	37,719	132,377	87,539	66	111	87,428	32.0	36,601	11,109	29
7	G사	176	78,747	128,531	99,304	77	33,527	65,777	33.7	51,234	22,375	28
8	H사	72	23,760	87,963	87,963	100	48,845	39,118	18.0	46,015	7,839	33
9	I사	96	41,114	151,974	143,561	95	69,128	74,434	31.0	41,648	10,136	25
10	J사	72	27,431	73,875	73,874	100	11,167	62,707	13.4	21,369	9,193	34
11	K사	94	34,427	109,633	68,184	62	34,272	27,367	12.0	42,387	9,374	27
12	L사	48	9,073	87,855	34,494	39	-	34,494	8.0	23,192	6,015	66
13	M사	70	28,330	58,186	58,115	99	-	58,115	17.5	30,113	7,631	27
14	N사	80	29,289	45,194	37,217	82	10,405	26,812	7.5	27,973	8,175	28
15	O사	96	38,916	77,104	76,438	99	329	76,437	30.0	39,248	11,674	30
16	P사	96	40,797	101,538	90,898	90	-	90,898	20.0	26,904	14,626	36
17	Q사	150	55,017	122,113	111,197	91	-	111,197	48.9	43,976	15,650	28
18	R사	44	14,874	44,107	32,965	75	-	32,965	16.2	49,052	4,609	31
19	S사	196	78,935	195,873	195,873	100	27,699	168,174	70.0	41,624	21,213	27
20	T사	100	30,187	52,707	52,707	100	52,707	-	-	-	10,507	35
21	U사	352	25,420	356,688	321,173	90	-	321,173	157.0	48,883	7,935	31
22	V사	91	39,695	116,718	90,248	77	28,172	62,076	39.0	62,826	10,030	25
23	W사	72	24,168	59,981	59,981	100	16,054	43,927	15.0	34,148	8,879	37
24	X사	94	35,907	84,170	73,192	87	-	73,192	40.0	54,651	10,600	30

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 (%)
25	Y사	94	35,216	109,536	50,959	47	50,959	-	-	-	10,671	30
26	Z사	78	32,804	101,014	90,912	90	90,912	-	-	-	11,153	34
27	AA사	188	61,547	99,327	99,327	100	99,327	-	-	-	18,668	30
28	AB사	48	18,548	21,846	21,846	100	19,872	1,974	1.5	75,988	2,971	16
29	AC사	300	154,499	210,389	210,389	100	62,311	148,078	60.0	40,519	44,842	29
30	AD사	120	48,078	171,214	104,791	61	3,477	101,314	5.0	4,935	21,119	44
31	AE사	95	35,521	99,840	97,290	97	-	97,290	41.0	42,142	9,988	28
32	AF사	95	28,380	96,050	90,991	95	4,114	86,877	30.0	34,532	15,407	54
33	AG사	463	182,822	585,272	537,708	92	-	537,708	261.0	48,539	54,568	30
34	AH사	48	9,628	55,833	47,065	84	47,065	-	-	-	3,055	32
35	AI사	84	23,436	51,703	51,703	100	-	51,703	27.0	52,221	4,104	18
36	AJ사	209	86,300	200,400	185,200	92	-	185,200	74.1	40,011	28,300	33
37	AK사	95	39,021	101,914	54,878	54	-	54,878	20.4	37,173	9,512	24
38	AL사	156	56,430	128,204	95,117	74	36,037	59,080	33.0	55,856	20,385	36
39	AM사	94	33,370	120,001	22,480	19	570	21,910	9.7	44,272	7,846	24
40	AN사	72	28,000	52,232	26,120	50	26,120	-	-	-	12,000	43
41	AO사	91	31,415	98,111	81,896	84	81,896	-	-	-	11,404	36
42	AP사	72	29,386	88,051	88,051	100	-	88,051	8.0	9,426	10,597	36
43	AQ사	77	29,445	74,863	8,234	11	8,234	-	-	-	15,134	51
44	AR사	72	25,141	55,016	41,899	76	21,323	20,576	4.5	21,870	8,072	32
45	AS사	36	15,151	3,037	2,007	66	-	2,007	0.4	19,930	4,246	28
46	AT사	125	53,007	98,002	84,472	86	12,349	72,123	18.0	24,957	3,210	6
47	AU사	98	41,096	72,412	72,412	100	38,956	33,456	4.5	13,451	6,033	15
48	AV사	84	36,472	91,162	84,735	93	6,428	78,307	26.6	33,931	4,011	11
49	AW사	91	39,610	86,551	29,963	35	29,963	-	-	-	13,891	35
50	AX사	341	122,490	261,500	174,100	67	20,670	143,207	48.0	33,518	55,100	45
51	AY사	60	16,435	31,361	31,361	100	-	31,361	11.2	35,713	6,551	40
52	AZ사	62	36,000	43,532	24,586	56	-	24,586	7.9	32,132	17,425	48
53	BA사	96	36,687	80,579	62,222	77	-	62,222	26.6	42,750	15,745	43
54	BB사	370	104,969	185,361	177,933	96	177,933	-	-	-	15,650	15
55	BC사	90	34,905	86,744	12,351	14	-	12,351	13.5	109,303	6,612	19
56	BD사	60	19,505	47,993	31,051	65	-	31,051	14.2	45,792	3,874	20
57	BE사	48	7,602	30,747	30,747	100	-	30,747	9.8	31,843	2,119	28

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	57	12	13	10	8	14	52	6	5	38	3
	이용량(Gcal/년)	1,342,575	205,855	283,699	283,156	245,542	324,323	3,987,676	356,921	498,569	3,027,372	103,308
1	A사	11,252	1,985	9,267	-	-	-	66,856	-	46,336	20,520	-
2	B사	14,506	-	-	-	-	14,506	93,341	93,341	-	-	-
3	C사	1,270.6	1,270.6	-	-	-	-	119,593	106,343	-	-	13,250
4	D사	15,224.9	-	15,224.9	-	-	-	137,024	-	-	137,024	-
5	E사	66,909	20,211	21,873	-	-	24,825	138,516	-	138,516	-	-
6	F사	111	111	-	-	-	-	87,428.3	-	87,428.3	-	-
7	G사	33,527	1,744	20,154	-	-	11,629	65,777	-	-	65,777	-
8	H사	48,845	-	-	-	41,256	7,589	39,118	-	-	39,118	-
9	I사	69,218	-	66,174	-	-	3,044	74,434	74,434	-	-	-
10	J사	11,167	-	-	-	-	11,167	62,707	-	-	62,707	-
11	K사	34,272	-	-	-	34,272	-	27,367	-	-	27,367	-
12	L사	-	-	-	-	-	-	34,494	-	-	34,494	-
13	M사	-	-	-	-	-	-	58,115	-	58,115	-	-
14	N사	10,405	-	10,405	-	-	-	26,812	25,030	-	1,782	-
15	O사	330	330	-	-	-	-	76,437	26,752	-	49,658	-
16	P사	-	-	-	-	-	-	90,898	-	-	90,898	-
17	Q사	-	-	-	-	-	-	111,197	31,021	-	80,176	-
18	R사	-	-	-	-	-	-	32,965	-	-	32,965	-
19	S사	27,699	-	-	-	-	27,699	168,174	-	168,174	-	-
20	T사	52,707.2	6,542.2	-	46,165	-	-	-	-	-	-	-
21	U사	-	-	-	-	-	-	321,173	-	-	321,173	-
22	V사	28,172	-	-	28,172	-	-	62,076	-	-	62,076	-
23	W사	16,054	4,013	4,013	-	-	4,013	43,927	-	-	43,927	-
24	X사	-	-	-	-	-	-	73,192	-	-	73,192	-
25	Y사	50,959	-	-	50,959	-	-	-	-	-	-	-
26	Z사	90,912	-	-	36,364	54,548	-	-	-	-	-	-

NO	업체명	자체이용						외부판매				
		소 계	온수난방	폐수처리	오니건조	소내발전	기타	소 계	지역난방	열병합발전소	인근업체	발전
27	AA사	99,327	-	-	-	-	99,327	-	-	-	-	-
28	AB사	19,872	-	-	-	-	19,872	1,974	-	-	1,974	-
29	AC사	62,311	12,462	-	-	-	49,849	148,078	-	-	148,078	-
30	AD사	3,477.2	-	2,074.1	-	-	1,403.1	101,313.5	-	-	101,313.5	-
31	AE사	-	-	-	-	-	-	97,289	-	-	97,289	-
32	AF사	4,114.2	-	4,114.2	-	-	-	86,876.7	-	-	86,876.7	-
33	AG사	-	-	-	-	-	-	537,708	-	-	537,708	-
34	AH사	47,065	-	47,065	-	-	-	-	-	-	-	-
35	AI사	-	-	-	-	-	-	51,703	-	-	51,703	-
36	AJ사	-	-	-	-	-	-	185,200	-	-	185,200	-
37	AK사	-	-	-	-	-	-	54,878	-	-	54,878	-
38	AL사	36,037	-	36,037	-	-	-	59,080	-	-	59,080	-
39	AM사	570	-	-	-	570	-	21,910	-	-	21,910	-
40	AN사	26,120	-	-	26,120	-	-	-	-	-	-	-
41	AO사	81,896	-	-	46,054	35,842	-	-	-	-	-	-
42	AP사	-	-	-	-	-	-	88,051	-	-	-	88,051
43	AQ사	8,234	-	-	-	8,234	-	-	-	-	-	-
44	AR사	21,323	-	-	21,323	-	-	20,576	-	-	20,576	-
45	AS사	-	-	-	-	-	-	2,007	-	-	-	2,007
46	AT사	12,349	12,349	-	-	-	-	72,123	-	-	72,123	-
47	AU사	38,957	-	-	-	-	38,957	33,456	-	-	33,456	-
48	AV사	6,428	-	-	-	-	6,428	78,307	-	-	78,307	-
49	AW사	92,357.7	-	-	23,025.9	69,325.8	-	-	-	-	-	-
50	AX사	20,670	670	17,000	3,000	-	-	143,207	-	-	143,207	-
51	AY사	-	-	-	-	-	-	31,361	-	-	31,361	-
52	AZ사	-	-	-	-	-	-	24,586	-	-	24,586	-
53	BA사	-	-	-	-	-	-	62,222	-	-	62,222	-
54	BB사	177,933	144,167	30,298	1,973	1,495	-	-	-	-	-	-
55	BC사	-	-	-	-	-	-	12,351	-	-	12,351	-
56	BD사	-	-	-	-	-	-	31,051	-	-	31,051	-
57	BE사	-	-	-	-	-	-	30,747	-	-	30,747	-

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