

수원시 생활폐기물 관리 현황 진단을 통한 최적 관리 방안

Suggestions of Municipal Waste Management Policy through the Analysis of Waste
Management Process in Suwon

강은하

연구진

연구책임자 강은하 (수원시정연구원 연구위원)

참여연구원 오미현 (수원시정연구원 위촉연구원)

© 2021 수원시정연구원

발행인 김선희

발행처 수원시정연구원

경기도 수원시 권선구 수인로 126

(우편번호) 16429

전화 031-220-8001 팩스 031-220-8000

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

인쇄 2021년 10월 31일

발행 2021년 10월 31일

ISBN 979-11-6819-016-0 (93300)

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.

강은하. 2021. 「수원시 생활폐기물 관리 현황 진단을 통한 최적 관리 방안」. 수원시정연구원.

비매품

주요 내용 및 정책제안

■ 주요 내용

- 수원시는 인구 증가 및 일상생활 편리성을 추구하는 소비패턴 등의 원인으로 폐기물 발생량은 크게 줄어들고 있지 않음
- 수원시의 생활폐기물은 재활용되는 것을 제외하고 전량 소각처리함에 따라 소각시설 주변 지역 주민의 민원과 환경오염에 대한 우려가 제기되고 있음
- 이에 따라 폐기물 발생량 저감 뿐만 아니라 폐기물의 효과적인 처리 및 폐기물 처리로 인한 환경오염에의 영향을 최소화하는 것이 필요함
- 폐기물 처리 효과적 대안 마련에 앞서 통계분석을 통해 수원시 생활폐기물 발생 및 처리 실태를 진단과 수원시 폐기물수거업체 관계자, 자원회수시설, 자원순환센터, 음식물 자원화시설 현장 및 인터뷰 조사를 통해 문제점을 도출하여 개선 방안을 제시함

■ 소각량 감량화 방안

- ① 주거유형별 수거 방식 세분화
 - 다가구 주택과 상가에 거점수거 방식 도입 및 관리인 지정(팔달구, 장안구)
 - 단독주택지역 쓰레기 배출지점 지정
- ② 집단사업장(전통시장, 산업단지) 중심 사업장폐기물로 전환 검토
 - '집단사업장 폐기물 관리 운영 지침' 마련 운영
 - 집단사업장 (예: 전통시장)처럼 소규모 사업체가 모여있는 곳에 대해 거점수거 또는 사업장폐기물로의 위탁수거 방식 도입 여부에 대한 배출량 조사와 여건분석을 통해 검토 운영 지침 마련
- ③ 음식물 쓰레기 슬러지 처리 개선으로 협잡물 소각 최소화
 - 음식물쓰레기 자원화시설 슬러지 탈수설비 도입 (단기)
 - 바이오가스 복합플랜트 사업 추진 (장기)
 - 음폐수 슬러지, 분뇨 슬러지와 음식물쓰레기 반입량 일부를 사용하는 바이오가스 복합플랜트 사업 장기적 검토

- ④ 음식물 쓰레기 봉투 수거 방식 개편
 - 음식물쓰레기 봉투를 칩이나 RFID 기반 수거함으로 전환
 - 음식물쓰레기 봉투 유지 시, 요금 인상 통해 주민부담률 현실화에 기여
- ⑤ 음식물 쓰레기 처리기 구입 지원
 - 음식물쓰레기봉투를 사용할 수 밖에 없는 지역(예: 단독주택지역이나 소규모 사업장과 같은 RFID 쓰레기통 설치 불가 지역)에 음식물쓰레기 처리기계 구입비용 지원
 - 사업장 우선 시범사업 추진 지원 받은 사업장은 '상가 생활폐기물 배출표기제' 를 시행하여 적절한 분리수거 계도
- ⑥ 자원순환센터 시설 개선 및 선별용량 확대로 재활용품 선별률 증진 및 잔재물 발생 최소화
 - 자원순환센터 선별 용량 확대 및 시설개선
 - 고부가가치 재활용품의 분리배출 사업 확대확대 (투명 페트병, 우유팩, 건전지 등) 분리 배출 사업 확대

■ 자원회수시설 친환경화 방안

- ① 안정적 및 고효율 소각시설로 대보수 계획수립
 - 인접주민영향 제로화를 위한 엄격한 기준 도입
- ② 자원회수시설 주민친화적 운영 및 인접 주민 건강검진 지원 확대
- ③ 자원회수시설 심미적 요인 해결
 - 주변 도시숲 조성과 랜드마크 디자인 도입
 - 환경교육장 활용
- ④ 시민주도 자원순환 거버넌스 구성 및 운영방안 마련
 - 소각장 대보수 민원에 대한 해결과 수원시 폐기물 처리 선진화를 위한 실천방안 논의를 위한 협의기구 구성 및 운영
 - 공론화 추진

국문요약

■ 서론

○ 연구의 배경

- 수원시 생활폐기물은 재활용되는 것 제외 전량 소각하고 있으며, 인구 증가 및 일상생활 편리성을 추구하는 소비패턴 등의 원인으로 폐기물 발생량은 크게 줄어들고 있지 않음

○ 연구의 목적

- 폐기물은 발생자 처리 원칙에 의해 관내에서 전량 처리되어야 하므로 폐기물 발생량 저감 뿐만 아니라 폐기물의 효과적인 처리 및 폐기물 처리로 인한 환경오염에의 영향을 최소화해야함. 이에 따라 수원시 생활폐기물 발생 및 처리 실태를 진단하고 문제점을 도출하여 개선 필요성을 제시하였음

■ 수원시 생활폐기물 관리현황 분석 및 문제점 도출

○ 수원시 생활폐기물 발생량 및 특성

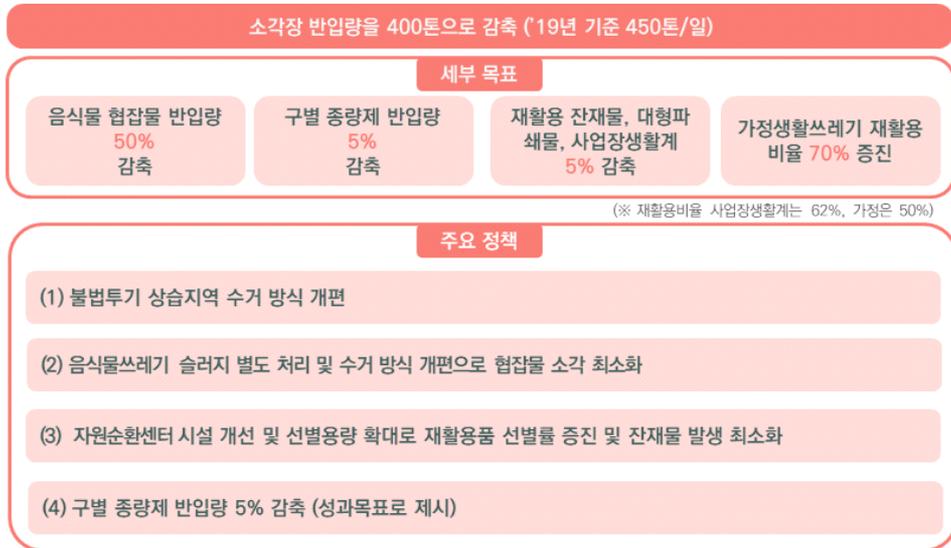
- 수원시 생활폐기물 발생량은 최근 13년간 인구증가에도 불구하고 크게 증가하지 않았음
- 1인당 1일 생활폐기물 발생량은 2019년 기준 0.83kg/인·일로 오히려 감소
- 생활계 폐기물 처리비율은 2019년 기준 재활용 53%, 소각 44%
- 타시군과 비교하여 1인당 발생량은 낮으나(31개 시·군 중 20위), 재활용율이 높지 않음 (경기도 31개 시·군 중 17위)
- 수원시 소각시설 반입 쓰레기에 음식물쓰레기가 차지하는 비중이 타 지자체에 비해 높으며 반입량은 최근 증가하지는 않았으나 음식물 협잡물의 반입량이 증가함
- 공동주택 비율이 높은 영통구는 생활쓰레기 반입량이 소규모 상업시설이 많은 팔달구보다 적었으며, 그 이유는 공동주택의 거점수거 방식이 분리수거가 철저하게 되는 반면 문전수거가 많은 상업시설이나 단독주택에서 무단투기가 많이 이루어지기 때문으로 파악되었음

○ 수원시 폐기물 수거체계 및 처리시설 운영 고찰

- 수원시는 문전수거 원칙으로 운영되고 있으며 최근 거점수거 시범사업을 도입
 - 불법투기가 많은 상가밀집지역, 구도심 등은 거점수거 확대가 필요할 것임 (현재 지동에 시범사업 추진 중으로 효과성 검토 이후 확대 필요)
- 일정 규모 이상의 폐기물 배출업소에 대해 사업장 폐기물로의 전환 검토가 필요함
 - 이를 위해서는 일정규모 이상 폐기물 배출업소에 대한 배출량 조사가 필요할 것이며, 이는 후속 사업으로 제안함
- 자원회수시설 가동율 90% 이상으로 대보수 예정이며 친환경 저탄소 대보수 필요
 - 재활용품 분리수거 극대화를 위한 전처리시설 도입 가능 여부 검토결과 여유부지가 부족하여 소각장 내 전처리시설 도입이 어려움
 - 소각량 감량을 위하여 거점수거 방식 확대 운영과 음식물처리시설에서 반입되는 협잡물량 최소화 필요
 - 소각시설 인접 환경영향 최소화 방안 검토와 주민건강지원사업 및 주민감시단 운영 활성화 필요
- 자원순환센터에서 재활용품 반입량 및 반출량은 증가하는 추세이나 재활용품으로 분류되어 판매되는 비율은 50% 미만임
 - 코로나19로 인한 폐합성수지와 페스티로폼 처리량 증가
 - 폐합성수지(잔재물의 총칭)는 전량 위탁처리하여 처리비용은 2020년 연간 26억원으로 연간 운영비의 1/3에 해당
 - 폐기물 수거차량의 재활용품 하차시 정확히 분리하여 하차하도록 철저한 관리 감독이 필요함
 - 투명PET병 분리 배출 사업 확대를 통해 재활용품 선별율 증진 필요
- 음식물자원화시설은 자체폐수처리장이 내년 완공 계획으로, 협잡물과 슬러지가 분리되어 슬러지 별도처리가 가능하게 된다면, 소각장으로의 음식물쓰레기 협잡물 반입량 감축 가능할 것임 (슬러지 탈수처리 및 협잡물 탈수처리설비 필요)
 - 수원시 음식물자원화시설 반입량의 25%가 협잡물과 슬러지로 소각장으로 반입
 - 음식물쓰레기 폐수에서 발생하는 슬러지의 건조화(탈수기계 도입) 또는 위탁처리 방식 도입을 통해 슬러지의 소각장 반입량을 1/2로 줄이면, 잔재물의 소각장 반입량을 30%에서 50% 감축 가능함
 - 장기적인 계획을 세워 2050년 탄소중립 달성 목표로 바이오가스 생산시설 도입을 검토할 수 있음

■ 수원시 생활폐기물 소각량 최소화 방안

〈그림 1〉 감량목표 및 주요 정책 제안

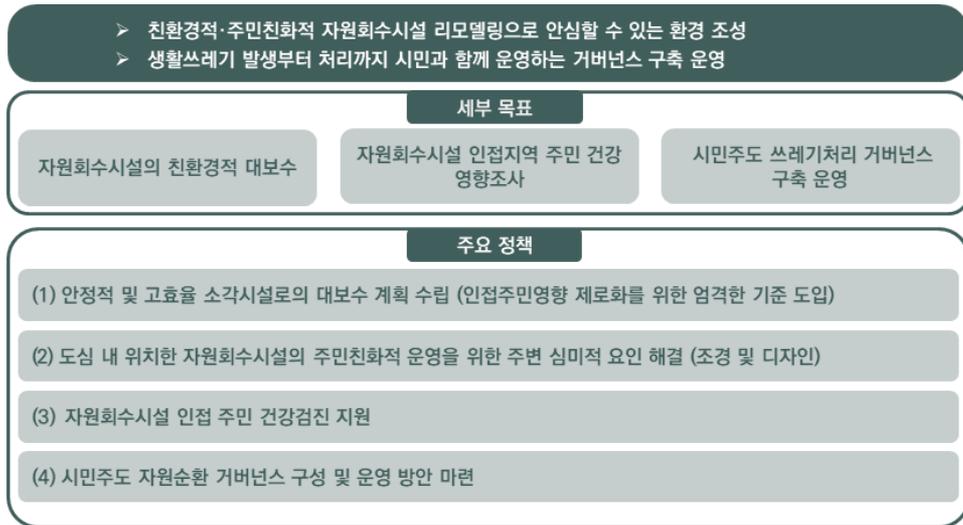


- ① 주거유형별 수거 방식 세분화
 - 다가구 주택과 상가에 거점수거 방식 도입 및 관리인 지정(팔달구, 장안구)
 - 단독주택지역 쓰레기 배출지점 지정
- ② 집단사업장(전통시장, 산업단지) 중심 사업장폐기물로 전환 검토
 - ‘집단사업장 폐기물 관리 운영 지침’ 마련 운영
 - 집단사업장 (예: 전통시장)처럼 소규모 사업체가 모여있는 곳에 대해 거점수거 또는 사업장폐기물로의 위탁수거 방식 도입 여부에 대한 배출량 조사와 여건분석을 통해 검토 운영 지침 마련
- ③ 음식물 쓰레기 슬러지 처리 개선으로 협잡물 소각 최소화
 - 음식물쓰레기 자원화시설 슬러지 탈수설비 도입 (단기)
 - 바이오가스 복합플랜트 사업 추진 (장기)
 - 음폐수 슬러지, 분뇨 슬러지와 음식물쓰레기 반입량 일부를 사용하는 바이오가스 복합플랜트 사업 장기적 검토
- ④ 음식물 쓰레기 봉투 수거 방식 개편
 - 음식물쓰레기 봉투를 칩이나 RFID 기반 수거함으로 전환
 - 음식물쓰레기 봉투 유지 시, 요금 인상 통해 주민부담률 현실화에 기여
- ⑤ 음식물 쓰레기 처리기 구입 지원
 - 음식물쓰레기봉투를 사용할 수 밖에 없는 지역(예: 단독주택지역이나 소규모 사업장

- 과 같은 RFID 쓰레기통 설치 불가 지역)에 음식물쓰레기 처리기계 구입비용 지원
- 사업장 우선 시범사업 추진 지원 받은 사업장은 ‘상가 생활폐기물 배출표기제’ 를 시행하여 적절한 분리수거 계도
- ⑥ 자원순환센터 시설 개선 및 선별용량 확대로 재활용품 선별률 증진 및 잔재물 발생 최소화
 - 자원순환센터 선별 용량 확대 및 시설개선
 - 고부가가치 재활용품의 분리배출 사업 확대확대 (투명 페트병, 우유팩, 건전지 등) 분리 배출 사업 확대

■ 수원시 자원회수시설 친환경화 방안

〈그림 2〉 자원회수시설 친환경화 방안



- ① 안정적 및 고효율 소각시설로 대보수 계획수립(인접주민영향 제로화를 위한 엄격한 기준 도입)
- ② 자원회수시설 주민친화적 운영 및 인접 주민 건강검진 지원 확대
- ③ 자원회수시설 심미적 요인 해결
 - 주변 도시숲 조성과 랜드마크 디자인 도입, 환경교육장 활용
- ④ 시민주도 자원순환 거버넌스 구성 및 운영방안 마련
 - 소각장 대보수 민원에 대한 해결과 수원시 폐기물 처리 선진화를 위한 실천방안 논의를 위한 협의기구 구성 및 운영
 - 공론화 추진

주제어: 생활폐기물 관리, 폐기물 감량, 시민 주도 자원순환 거버넌스

차례

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구 방법 및 내용	4
 제2장 국내·외 생활폐기물 관리 정책 동향	 5
제1절 국내·외 폐기물 관리 정책 동향	7
1. 국내	7
2. 국외	8
제2절 상위계획 및 관련 법제도	17
1. 폐기물 관리 관련 법	17
2. 상위계획	20
3. 자원순환 정책 대전환 추진계획(관계부처합동, 2020.09.23.)	26
4. 수원시 폐기물 관리 관련 계획	29
5. 수원시 주요 시책(2021년 기준)	33
 제3장 국내·외 생활폐기물 관리 우수 사례	 41
제1절 생활폐기물 관리 사례	43
1. 수거체계 개선-거점수거 사례	43
2. 선별 재활용 개선 사례	48
3. 소각시설 선진화 사례	51
4. 음식물쓰레기 바이오가스화 시설	59
5. 소각 전처리(MBT)	62
6. 복합시설 사례	64
7. 소각시설 인접 주민 지원사업 사례	67
8. 플라스틱 폐기물 감량화 사례	70
제2절 시사점	74

제4장 수원시 생활폐기물 발생 및 관리체계 분석 75

제1절 생활계 폐기물 발생 현황 개요 77

 1. 폐기물의 분류 및 처리계통 77

 2. 경기도 생활계폐기물 발생 현황 79

제2절 수원시 생활폐기물 발생현황 분석 84

 1. 수원시 인구 및 폐기물 발생량 전망 84

 2. 수원시 폐기물 발생 현황 85

 3. 유사 규모 지자체 비교 분석 92

제3절 수원시 생활폐기물 처리 현황 96

 1. 수원시 폐기물 처리 현황 96

 2. 생활폐기물 관리 체계 105

제4절 수원시 생활폐기물 특성 고찰을 통한 시사점 도출 111

 1. 생활폐기물 자원회수시설 반입 특성 및 시사점 111

 2. 소각장 반입 폐기물 성상 특성 및 시사점 113

제5장 수원시 폐기물 수거 및 처리시설 특성 고찰 및 개선 방향 115

제1절 폐기물 수거 체계 고찰 및 개선 방향 117

 1. 폐기물 수거 체계 고찰 117

 2. 시사점 및 개선방향 118

제2절 자원회수시설 운영 고찰 및 개선 방향 119

 1. 자원회수시설 운영 고찰 119

 2. 시사점 및 개선방향 128

제3절 자원순환센터 운영 고찰 및 개선 방향 130

 1. 자원순환센터 운영 고찰 130

 2. 시사점 및 개선방향 139

제4절 음식물자원화시설 운영 고찰 및 개선 방향 140

 1. 음식물자원화시설 운영 고찰 140

 2. 음식물쓰레기 처리 문제점 고찰 및 개선 방향 146

제6장 폐기물 최적관리 정책 방안 147

제1절 생활폐기물 감량 정책 방향 149

1. 소각량 감량 목표 설정 및 정책 방안	149
제2절 자원회수시설 친환경화 정책 방향	159
1. 자원회수시설의 친환경화 방안	159
2. 거버넌스 활성화 방안	161
참고문헌	165

표 차례

〈표 2-1〉 고베 3R 행동계획의 3대 목표	8
〈표 2-2〉 EU 순환경제패키지 주요내용	10
〈표 2-3〉 EU의 환경규제 및 주요내용	11
〈표 2-4〉 독일 자원순환 정책 추진경과	12
〈표 2-5〉 폐기물처분부담금의 부과요율	20
〈표 2-6〉 경기도 생활폐기물 관리지표	21
〈표 2-7〉 부문별 추진계획	21
〈표 2-8〉 자원순환 지표 설정	24
〈표 2-9〉 제1차 경기도 자원순환시행계획의 부문별 계획	25
〈표 2-10〉 생활폐기물(가정+사업장) 목표연도별 관리지표	30
〈표 3-1〉 미래폐자원 거점수거센터별 개요	45
〈표 3-2〉 투명페트병 별도 분리배출 홍보 협약 참여업체	49
〈표 3-3〉 유기성폐자원 바이오가스화시설 시설 현황(단위: 개소)	59
〈표 3-4〉 시설별 처리량(단위: 천톤/년)	60
〈표 3-5〉 연도별 바이오가스 생산·이용량(단위: 천m ³ /년, %)	60
〈표 3-6〉 운영현황	61
〈표 3-7〉 광역 음폐수 바이오가스화 시설 바이오가스 생산 및 활용현황	61
〈표 3-8〉 서울시 소각시설 주변 주민 건강영향조사 개요	69
〈표 3-9〉 탈플라스틱 행정사례1	72
〈표 3-10〉 「먹는샘물등의 기준과 규격 및 표시기준 고시」 개정 내용	72
〈표 3-11〉 탈플라스틱 행정사례2	73
〈표 3-12〉 탈플라스틱 행정사례2	73
〈표 4-1〉 경기도 폐기물 배출 및 처리현황(2019년)	79
〈표 4-2〉 경기도 2019년 시군별 생활폐기물 처리방법 비율(%)	81
〈표 4-3〉 경기도 공공소각시설 현황	82
〈표 4-4〉 수원시 인구 및 폐기물 발생량 전망	84
〈표 4-5〉 수원시 총 폐기물 발생현황	85
〈표 4-6〉 생활계 폐기물 발생량 및 1인당 발생량	86

〈표 4-7〉 연도별 생활계폐기물(가정+사업장 생활계) 성상별 1일 총 발생량(톤/일) ……	88
〈표 4-8〉 연도별 생활계폐기물(가정+사업장) 성상별 물리적 조성(2007~2013)(톤/일)	89
〈표 4-9〉 연도별 생활계폐기물(가정+사업장) 성상별 물리적 조성(2014~2019)(톤/일)	90
〈표 4-10〉 5년간 발생현황 ……	91
〈표 4-11〉 음식물류폐기물 1인당 1일 발생량(kg/일·인) ……	91
〈표 4-12〉 다량배출사업장 현황 ……	92
〈표 4-13〉 다량배출사업장 연도별 음식물류폐기물 발생량 ……	92
〈표 4-14〉 타 지자체 생활계 폐기물 발생량 ……	93
〈표 4-15〉 타 지자체 생활계 폐기물 처리비율(%) ……	93
〈표 4-16〉 타지자체 음식물쓰레기 발생량(2019년 기준) ……	94
〈표 4-17〉 수원시 전체 폐기물 발생 및 처리 현황 ……	96
〈표 4-18〉 생활계 폐기물 발생 및 처리(톤/일) ……	97
〈표 4-19〉 생활계(가정+사업장 생활계)폐기물(톤/일) ……	98
〈표 4-20〉 생활계 폐기물 2019년 처리비율 ……	99
〈표 4-21〉 생활계폐기물 처리주체별 처리현황(톤/일) ……	100
〈표 4-22〉 수원시 생활계폐기물(생활(가정)폐기물+사업장생활계폐기물) 발생량 ……	101
〈표 4-23〉 수원시 생활(가정)폐기물 발생량 ……	102
〈표 4-24〉 수원시 사업장생활계폐기물 발생량 ……	103
〈표 4-25〉 사업장 배출시설계 폐기물(톤/일) ……	104
〈표 4-26〉 건설 폐기물(톤/일) ……	104
〈표 4-27〉 지정 폐기물(톤/일)(의료폐기물 포함) ……	105
〈표 4-28〉 쓰레기 배출 및 처리체계 ……	107
〈표 4-29〉 수원시 생활폐기물 관리인원 및 장비현황 ……	107
〈표 4-30〉 수집운반 차량 현황 ……	108
〈표 4-31〉 주거형태별 음식물 쓰레기 종량제 시행 현황 ……	108
〈표 4-32〉 폐기물 수집·운반업체 현황 ……	109
〈표 4-33〉 생활폐기물 수집운반업체 현황 ……	109
〈표 4-34〉 사업장생활계폐기물 수집운반업체 현황 ……	110
〈표 4-35〉 2019년 수원시 인구 및 주택 현황 ……	111
〈표 4-36〉 타지자체 종량제 성상 비교(2019년 기준)(단위: 톤/일) ……	113
〈표 5-1〉 수원자원회수시설 현황 ……	119

〈표 5-2〉 소각시설 흐름도	120
〈표 5-3〉 소각열 사용현황 2019년	120
〈표 5-4〉 자원회수시설 반입량과 소각량(톤/년)	121
〈표 5-5〉 자원회수시설 폐기물 반입량(톤/일)	121
〈표 5-6〉 2019년 자원회수시설 반입량	122
〈표 5-7〉 연도별 대기측정물질 연평균 배출현황	123
〈표 5-8〉 파주시 소각시설 대기측정물질 연평균 배출현황	124
〈표 5-9〉 지원 사업 세부기준	125
〈표 5-10〉 자원순환센터 현황	130
〈표 5-11〉 폐기물 처리규모	130
〈표 5-12〉 연도별 반입현황(톤/년)	132
〈표 5-13〉 연도별 반출현황(톤/년)	132
〈표 5-14〉 수원시 자원순환센터 월별 반입현황	133
〈표 5-15〉 수원시 자원순환센터 월별 반출현황	134
〈표 5-16〉 자원순환센터 매각품목 현황 (2020. 12. 31 기준)	135
〈표 5-17〉 주요 품목별 반출 현황(톤/년)	139
〈표 5-18〉 음식물자원화시설 현황	140
〈표 5-19〉 음식물 자원화시설 반입·처리현황(톤/년)	142
〈표 5-20〉 음식물자원화 시설 재활용 실적(톤/년)	142
〈표 5-21〉 음식물쓰레기의 음폐수, 협잡물, 슬러지 처리방법 비교	142
〈표 6-1〉 수원시 시장별 사업체 수	152
〈표 6-2〉 종량제 방식별 대상 및 처리 수수료(2020.11.30.기준)	154
〈표 6-3〉 음식물쓰레기 처리기 지원 사업 사례	156

그림 차례

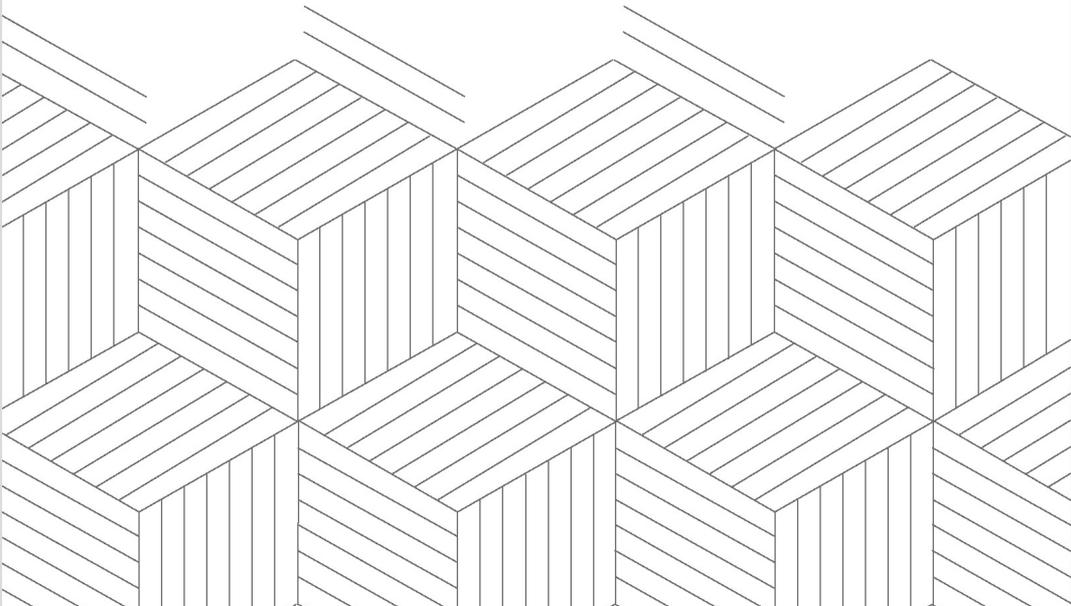
〈그림 1-1〉 연구 방법	4
〈그림 2-1〉 폐기물 정책 패러다임 전환	7
〈그림 2-2〉 물질흐름 주기와 정책 프레임워크 시스템 도식화(OECD)	8
〈그림 2-3〉 EU 제7차 환경행동프로그램	11
〈그림 2-4〉 일본 순환형사회 구축 관련 법체계	13
〈그림 2-5〉 일본 폐기물처리 우선순위	14
〈그림 2-6〉 자원순환기본법의 개요	18
〈그림 2-7〉 비전 및 목표	20
〈그림 2-8〉 비전 및 전략	23
〈그림 2-9〉 제1차 경기도 자원순환시행계획의 비전 및 목표	25
〈그림 2-10〉 자원순환정책 대전환 추진계획의 추진전략	26
〈그림 2-11〉 자원순환 대전환	27
〈그림 2-12〉 계획의 비전 및 목표	29
〈그림 2-13〉 비전 및 추진목표	31
〈그림 2-14〉 비전 및 중점 추진과제	32
〈그림 2-15〉 자원관리사 현장 점검 및 분리배출 교육	34
〈그림 2-16〉 유형별 사업사례	35
〈그림 2-17〉 자원순환마을 사례	36
〈그림 2-18〉 에코스테이션 운영체계	37
〈그림 3-1〉 재활용정거장 운영	43
〈그림 3-2〉 재활용정거장 추진체계도	43
〈그림 3-3〉 2017~2018년 품목별 재활용 분리배출량	44
〈그림 3-4〉 종합배출 시설로서의 클린하우스	46
〈그림 3-5〉 동작구 재활용정류장	47
〈그림 3-6〉 재활용품 무인회수기	48
〈그림 3-7〉 페트병 재활용 체계 및 제품	49
〈그림 3-8〉 일본 호후시 클린센터 전체 공정도	51
〈그림 3-9〉 원격 감시 시스템 개요	53

〈그림 3-10〉 소각장-시청-MHIEC간 네트워크 구축	53
〈그림 3-11〉 연소 화상 해석 시스템	54
〈그림 3-12〉 폐기물 식별 AI 탑재 자동 크레인 시스템	55
〈그림 3-13〉 실증설비용 지능형 탈질시스템 개념도	56
〈그림 3-14〉 송도자원순환센터 제어실	58
〈그림 3-15〉 시흥그린센터 제어실 및 소각로	58
〈그림 3-16〉 시설 공정도	61
〈그림 3-17〉 바이오가스 활용 수소융복합충전소 조감도	62
〈그림 3-18〉 MBT 개념도	63
〈그림 3-19〉 자원순환형 공정 구성	64
〈그림 3-20〉 하남 유니온파크의 지상 활용 시설	65
〈그림 3-21〉 하남 유니온파크의 지하 환경기초 시설	65
〈그림 3-22〉 용인에코타운 배치계획(예시)	66
〈그림 3-23〉 에코타운 조감도	66
〈그림 3-24〉 폐기물처리시설설치·운영에 따른 환경상영향조사기준	67
〈그림 3-25〉 일본 생활환경 영향 요인과 생활환경 영향조사 항목	68
〈그림 3-26〉 PET병 감량 전후(좌), 슛캡과 일반뚜껑 비교 모습(우)	71
〈그림 3-27〉 해외 PET 음료 유니소재화 사례	71
〈그림 4-1〉 폐기물의 분류	77
〈그림 4-2〉 생활폐기물 배출 및 처리계통도	78
〈그림 4-3〉 경기도 2019년 각 지자체의 생활폐기물 발생량(톤/일)	80
〈그림 4-4〉 경기도 2019년 각 지자체의 생활폐기물 1인당발생량(kg/인·일)	80
〈그림 4-5〉 경기도 2019년 시군별 생활폐기물 처리방법 비율	82
〈그림 4-6〉 수원시 인구 및 폐기물 발생량 전망	85
〈그림 4-7〉 생활계(가정+사업장생활계)폐기물 발생량 및 1인당 발생량 추이	86
〈그림 4-8〉 인구 및 1인당 발생량	87
〈그림 4-9〉 연도별 생활계폐기물 성상별 발생 추이(톤/일)	87
〈그림 4-10〉 타 지자체 생활폐기물 발생량 비교	93
〈그림 4-11〉 타 지자체 생활계 폐기물 처리비율 비교	94
〈그림 4-12〉 타 지자체 음식물쓰레기 발생량 비교	95
〈그림 4-13〉 전체 폐기물 처리비율	96

〈그림 4-14〉 수원시 생활폐기물 발생량 추이 및 처리비율	97
〈그림 4-15〉 가정 폐기물 처리비율 및 발생량	99
〈그림 4-16〉 사업장생활계	100
〈그림 4-17〉 수원시 생활폐기물 관리체계	106
〈그림 4-18〉 주택유형별 재활용품의 수집 및 선별, 재활용 주체	106
〈그림 4-19〉 2019년 자원회수시설 반입량	111
〈그림 4-20〉 수원시 구별 인구 및 1인당 반입량	112
〈그림 4-21〉 아파트 비율 및 1인당 생활쓰레기(종량제) 반입량	112
〈그림 4-22〉 타 지자체 종량제 성상 비교(2019년 기준)	114
〈그림 5-1〉 쓰레기 수거	117
〈그림 5-2〉 지동 에코스테이션 시범사업(좌), 독일 거점수거함(우)	118
〈그림 4-3〉 자원회수시설계통도	120
〈그림 5-4〉 자원회수시설 폐기물 반입량(톤/일)	122
〈그림 5-5〉 수원자원회수시설 정문에 설치된 배출가스 농도 전광판	123
〈그림 5-6〉 수원시 자원회수시설 현장조사	127
〈그림 5-7〉 수원시 자원순환센터 폐기물 및 재활용품 처리 흐름도	131
〈그림 5-8〉 연도별 반입량 및 재활용품 반출량	133
〈그림 5-9〉 수원시 자원순환센터 현장조사	138
〈그림 5-10〉 퇴비화 설비 계통도(전처리+퇴비화)	141
〈그림 5-11〉 사료화 계통도	141
〈그림 5-12〉 수원시 음식물자원화시설 현장조사	145
〈그림 6-1〉 수원시 폐기물 소각량 감량 목표	149
〈그림 6-2〉 감량목표 및 주요 정책 제안	150
〈그림 6-3〉 연립 및 다세대 주택 비율(좌), 캘리포니아 대학 내 McHenry Library의 쓰레기통(우)	151
〈그림 6-4〉 수원시 사업장 생활계 폐기물(2019)	151
〈그림 6-5〉 지자체별 음식물쓰레기봉투료와 주민부담률	155
〈그림 6-6〉 인천시 중구 가정용 음식물처리기 설치 보조금 지원 사업 지원가능 제품 리스트	156
〈그림 6-7〉 투명페트병 분리배출(좌), 종이팩 자동수거기(우)	158
〈그림 6-8〉 자원회수시설 친환경화 방안	159
〈그림 6-9〉 오스트리아 비엔나의 Spittelau 소각장	160

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적
제2절 연구 방법 및 내용



제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

- 경제성장과 인구증가로 인한 소비 증가와 자원의 고갈 등 지속가능성의 문제가 발생하고 있음
- 전 세계적으로 한정된 천연자원을 적게 사용하면서 지속가능한 성장을 이루고 환경 영향을 최소화하는 것을 목표로, 폐기물을 매립 소각 대신 재활용을 통해 경제에 환류하는 순환경제 정책을 추진 중임
- 수원시 또한 인구 증가 및 일상생활 편리성을 추구하는 소비패턴 등의 원인으로 폐기물 발생량은 크게 늘어 들고 있지 않음
- 수원시의 생활폐기물은 재활용되는 것을 제외하고 전량 소각처리함에 따라 소각시설 주변 지역 주민의 민원과 환경오염에 대한 우려가 제기되고 있음
- 이에 따라 폐기물을 발생자 처리 원칙에 의해 관내에서 전량 처리되어야 하므로 폐기물 발생량 저감 뿐만 아니라 폐기물의 효과적인 처리 및 폐기물 처리로 인한 환경오염에의 영향을 최소화하는 것이 필요함
- 폐기물 처리 효과적 대안 마련에 앞서 수원시 생활폐기물 발생 및 처리 실태를 진단하고 문제점을 도출하여 개선 필요성을 제시하는 것이 필요함

제2절 연구 방법 및 내용

- 국내 생활폐기물 관리 정책 동향 고찰
 - 국내외 폐기물 정책 동향
 - 상위계획 및 관련 법제도
- 수원시 생활폐기물 발생 및 현황 분석
 - 수원시 생활폐기물 발생량 추이
 - 생활폐기물 처리 현황 및 체계
 - 문제점 도출 및 수원시 여건 검토
- 국내외 생활폐기물관리 우수 사례 검토
 - 생활폐기물 발생 및 소각량 최소화 사례
 - 생활폐기물 처리(소각) 선진 사례
- 수원시 생활폐기물 감량 정책 방향 제시
 - 생활폐기물 발생량 저감 방안
 - 재활용 및 재사용 등을 통한 폐기물 소각량 최소화 방안
- 수원시 생활폐기물 소각처리 최적화 정책 방향 제시
 - 분류 및 전처리 방안
 - 소각 처리 시설 개선 방안
- 생활폐기물 관리 거버넌스 활성화 방안

〈그림 1-1〉 연구 방법



- 자료분석



- 현장조사
자원회수시설, 자원순환센터, 음식물자원화시설



- 인터뷰
자원회수시설·자원순환센터·음식물자원화시설 업무 담당자, 폐기물 재활용 업체, 폐기물 수거업체 등

- 전문가 자문

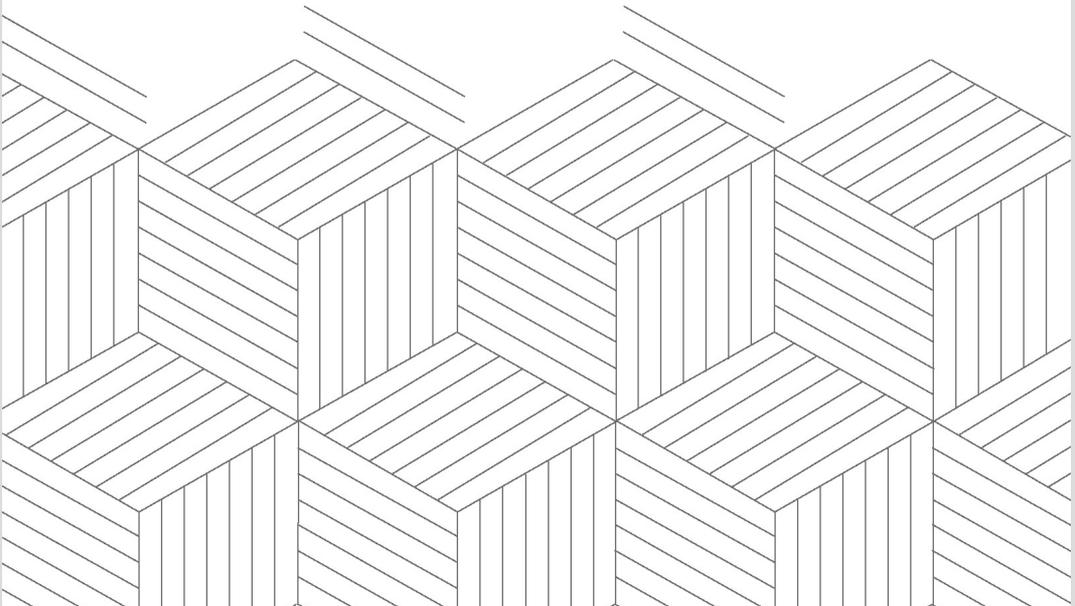


- 전문가 세미나
사례 및 기술 소개

제2장

국내·외 생활폐기물 관리정책 동향

제1절 국내·외 폐기물 관리 정책 동향
제2절 상위계획 및 관련 법제도



제2장 국내·외 생활폐기물 관리 정책 동향

제1절 국내·외 폐기물 관리 정책 동향

1. 국내

1) 폐기물 재활용 확대, 폐자원 에너지화 등을 통한 자원 순환성 향상

- 우리나라는 그동안 폐기물 관리에 있어 감량→재활용→처리(소각·매립)의 정책을 추진해 왔음. 근래 자원순환사회로 들어서면서 '자원순환' 개념이 강조되고, 효율적 생산·소비→물질재활용→에너지회수→처리선진화로 정책방향이 전환되고 있음
 - 각 지자체는 자원순환 목표 달성을 위한 계획을 수립하고, 관할 구역 생활폐기물처리 공공관리체계 확립 및 지역 거버넌스를 활용한 폐기물 관리 최적화를 추진함(경기도, 2020)
 - 지역 거버넌스를 통한 지역별 여건에 맞는 폐기물 수거·처리 최적화, 주민 환경권 및 수용성 관점에서 폐기물 처리시설 설치·운영

〈그림 2-1〉 폐기물 정책 패러다임 전환

구 분	그간의 정책	새로운 정책방향
정책여건	폐기물로 인한 환경오염 심화	기후변화, 원자재·에너지 고갈
목 표	쾌적한 생활환경 조성	자원순환사회 구축
추진전략	감량 → 재활용 → 처리	효율적 생산·소비 → 물질재활용 → 에너지회수 → 처리선진화
주요과제	쓰레기종량제, 생산자책임재활용 제도 및 처리시설설치	자원순환성평가, 재활용품질인증, 폐자원 등 에너지화, 처리광역화
핵심개념	폐기물	자원(순환 / 천연)

자료: 경기도(2020), 경기도 자원순환시행계획

- 정부의 자원순환 정책을 모니터링하고, 친환경 소비 확산을 위한 자원순환 실천운동을 주도하는 등 시민사회의 역할이 중요해짐(경기도, 2020)
 - 녹색제품 구매, 재활용제품 사용 등 자원순환사회를 구성하기 위한 활동실천

2. 국외

1) OECD

■ 고베 3R 행동계획

- 자원생산성, 지속가능한 자원의 사용 및 관리, 순환경제 이슈를 다루기 위해 '08년 일본 고베에서 개최된 G8 환경장관미팅에서 '고베 3R 행동계획(Kobe 3R Action Plan - Reduce, Reuse, Recycle)' 채택

〈표 2-1〉 고베 3R 행동계획의 3대 목표

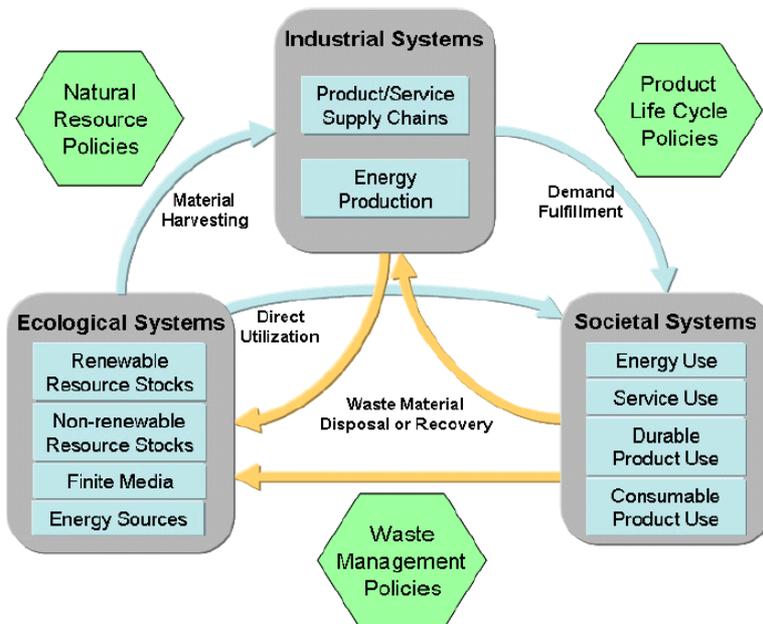
1. 3R 정책의 우선순위, 자원생산성 향상 및 목표 설정, 3R 폐기물 정책과 온실가스 저감 정책 간 공동이익 지향, 3R 관련 기술혁신 향상 및 시장 창출 등
2. 건전한 자원순환 향상을 위한 국제협력, 3R 관련 물질·제품·생산품의 국제무역 증대 등
3. 개도국의 3R 능력 배양을 위해 개도국과의 협력을 확대하고, 기술이전·정보공유·환경교육을 촉진하며 국제적으로 3R 이해당사자와의 파트너십 협력 확대

출처: 경기도(2020), 경기도 자원순환시행계획

■ 지속가능한 물질관리

- 자원의 전 생애에 걸친 효율적 관리를 위한 정책제언을 담은 지속가능한 물질관리 (Sustainable Materials Management) 도입(12)

〈그림 2-2〉 물질흐름 주기와 정책 프레임워크 시스템 도식화(OECD)



자료: 경기도(2020), 경기도 자원순환시행계획

- 정책적 원칙
 - 자연 자산의 보호
 - 전 생애주기 관점에서 지속가능성과 안전성을 고려한 공정·생산품·물질 관리와 디자인
 - 지속가능한 경제·환경·사회적 성과 창출을 도모하고 강화할 수 있는 모든 정책도구 사용
 - 지속가능한 성과창출을 위하여 윤리적 의무감을 통한 전체 사회구성원의 참여
- 지속가능한 물질관리 정책의 성공을 위한 정책관리자 고려요소
 - 정책 간의 정합성 및 파트너십 강화
 - 사회·경제적 목표 포함, 범부처 참여
 - 모든 정책도구 고려 및 좋은 목표의 설정 등 포함

2) E U

- 순환경제패키지(Circular Economy Package)
 - EU 집행위원회는 순환경제를 향한 이행을 촉진하기 위해 2015년 12월 순환경제패키지 정책을 발표
 - 자원 채취, 제품 생산·사용·폐기라는 직선적 경제체제에서 한정된 자원을 최대한 효율적으로 사용·소비하며 이를 다시 재사용·재활용하는 경제체제로 전환 목적
 - ‘순환경제 패키지’는 제품 생산, 소비, 폐기물 처리, 재활용촉진 등으로 구성된 순환경제 구현을 위한 행동계획과 4개의 폐기물 규정 개정안으로 구성

〈표 2-2〉 EU 순환경제패키지 주요내용

구 분	세부내용
제품 생산단계	- 제품의 재활용과 수리, 재사용 증대를 위하여 최초 제품 구상 및 디자인 단계부터 수리용이성, 내구성, 재활용가능성 등을 높이기 위한 필요조건 개발 추진(특히 전기·전자제품) - 제품 생산단계부터 자원의 효율적 이용을 위하여 각 회원국들이 산업시설 설치허가 시 자원사용의 효율성과 폐기물 발생 저감에 대한 내용을 산업공정별 최적가용기술 지침서(Best Available Techniques Reference documents)에 반영 수립
제품 소비단계	- 생산 제품이 폐기물로 배출 전에 충분히 오랫동안 사용하고, 제품의 내구성 증대를 위하여 에코디자인 지침 개정 시 제품별 교체부품, 수리정보 제공 등에 대한 기준 등 포함 필요 - EU 회원국 정부와 각종 공공기관을 통해 대규모로 이뤄지는 공공기관의 물품조달에서 제품의 내구성과 수리 가능성을 중시하는 녹색조달(Green Public Procurement)에 역점을 둠
발생된 폐기물 관리	- EU 차원의 폐기물 처리 정책목표는 2030년까지 도시폐기물 재활용 65%, 포장폐기물 재활용 75%, 모든 폐기물의 매립률 최대 10% 수준으로 감축 - EU 전체적으로 일관되고, 비교 가능한 통계생성을 위해 관련 정의, 계산기법 등의 단순화 및 중소기업 부담경감을 위해 보고의무 단순화, 매립세 등과 같은 경제적 수단 도입 유도 - 회원국 내 매립·소각시설 등 폐기물처리시설의 과잉방지를 위해 적절한 조절 유도
재생원료 사용촉진	- 폐기물 중 재활용 불가능 시 소각매립처분하고, 재사용 가능 자원들은 신제품 생산 시 이차자원(secondary raw materials) 사용 및 사용촉진을 위해 EU 공통의 품질기준 마련 추진 - 개별 회원국들마다 상이한 기준으로 사용 확산이 어려운 음식물폐기물, 하수슬러지, 퇴비를 활용한 유기성비료의 사용 증대를 위하여 EU 차원의 규정정비 추진 - 폐수 재활용촉진을 위하여 EU 차원의 최소한도의 기준설정 및 이차자원의 활용 촉진을 위하여 EU 회원국 간 이차자원 이동 시 전자정보 교환을 통해 국경이동 보고 단순화 등 추진

자료: 환경부(2018), 제1차 자원순환기본계획(2018-2027)

■ 환경행동프로그램

- EU는 환경보호를 목표로 구체적인 정책과제들을 기술한 환경행동프로그램(Environmental Action Program) 발표
 - 2016년에 제7차 환경행동프로그램은 2020년까지 환경보호를 위한 구체적인 목표 및 환경정책에 대해 9가지 목표 제시
 - ① 자연자본의 보호, 보존, 가치향상 ② 자원효율성, 녹색 및 저탄소 경제 ③ 환경관련 압력과 위험으로부터의 보호 ④ 법률의 더 나은 완성 ⑤ 지식기반 개선에 의한 더 나은 정보 ⑥ 환경 및 기후 정책에 대한 현명한 투자 ⑦ 다른 정책에 환경적 요구 및 고려사항 통합 ⑧ 지속가능한 도시 ⑨ 보다 효율적인 국제환경과 기후문제의 해결

〈그림 2-3〉 EU 제7차 환경행동프로그램



자료: 국가청정생산지원센터 홈페이지(https://www.kncpc.or.kr/support/info_view.asp?id=312&page=8)

〈표 2-3〉 EU의 환경규제 및 주요내용

EU 환경규제	자원순환 관련 주요 내용
통합제품정책 (IPP)	<ul style="list-style-type: none"> - 제품의 수거 및 재활용 체계 구축 등 친환경적인 제품의 생산과 소비를 유도하기 위한 정책 - 제품의 사용에 따라 환경에 미치는 영향을 제품의 가격에 반영하고, 정부공공기관 소비자가 친환경제품 구매 및 사용 유도, 에코라벨링(Eco-labelling)제도의 확대 및 강화
전력소비제품에코 디자인 지침(EuP)	- EU 내 시판되는 각종 에너지 사용 제품에 전력소비제품 지침의 이행 규정을 준수하여 제품 판매 전에 유럽통합인증(CE)을부착하도록 규정
전기·전자 제품 폐기 규제(WEEE)	- EU 내에서 판매되는 폐전기·전자제품의 매립, 소각을 방지하기 위해 재사용 및 재활용 비율과 무료 수거 의무 부여
폐차 수거와 재생시스템 구축(ELV)	<ul style="list-style-type: none"> - 자동차 판매업자에 대해 소비자가 사용하던 폐차를 무료로 수거하고 재생 시스템 구축을 의무화 - '15년부터 자동차의 재생 및 복원율을 95%로 설정함(재생 및 재활용률은 85%)

자료: 독일의 지속가능 발전을 위한 자원효율화 정책에 관한 연구, 한국법제연구원(2016), p.48

3) 독일

■ 자원순환 정책 추진 경과

- 독일의 자원순환은 혁신적 환경기술을 투입하여 자원효율성을 향상하는 동시에 지속 가능한 녹색경제를 달성하는 것을 목표로 함

〈표 2-4〉 독일 자원순환 정책 추진경과

연도	자원순환 관련 법률 및 정책
1972년	- 「폐기물 처리법(Waste Disposal Act)」 제정
1986년	- 「폐기물 발생억제 및 관리법(Waste Avoidance, Recovery and Disposal Act)」 제정 · 기존의 폐기물을 단순 처리하던 방법을 재활용으로 전환하는 계기, 원료와 자원의 효과적 보존 및 제품생산에 따른 폐기물 발생 저감하여 상품을 개발하도록 유도
1994년	- 「순환경제촉진 및 폐기물 관리법(Closed Substance Cycle and Waste Management Act)」 제정. 1996년 발효 · 폐기물 처리의 체계를 ‘저감-재활용-최종처리(Avoidance-Recovery -Disposal)’의 3단계로 설정
2002~2020년	- 에너지 및 원료생산성을 2배, 장기적으로는 4배 향상(Factor 4)을 목표로 지속적인 국가성장전략을 채택
2012년	- 「순환경제촉진 및 폐기물 관리법(Closed Substance Cycle and Waste Management Act)」 개정 · 폐기물 처리 체계를 ‘폐기물 예방-재사용 준비-재활용-회수(에너지회수 포함)-최종처리(Waste Prevention-Preparation for Reuse- Recycling - Recovery(including energy) - Waste Disposal)’의 5단계로 재설정
2015년~현재	- 독일의 주요 자원순환 관련 정책은 「순환경제법」 외에 2015년에 발표된 연방정부의 자원효율화 프로그램(ProgRess)과 2013년의 폐기물예방 프로그램 등으로 구성

자료: 환경부(2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)

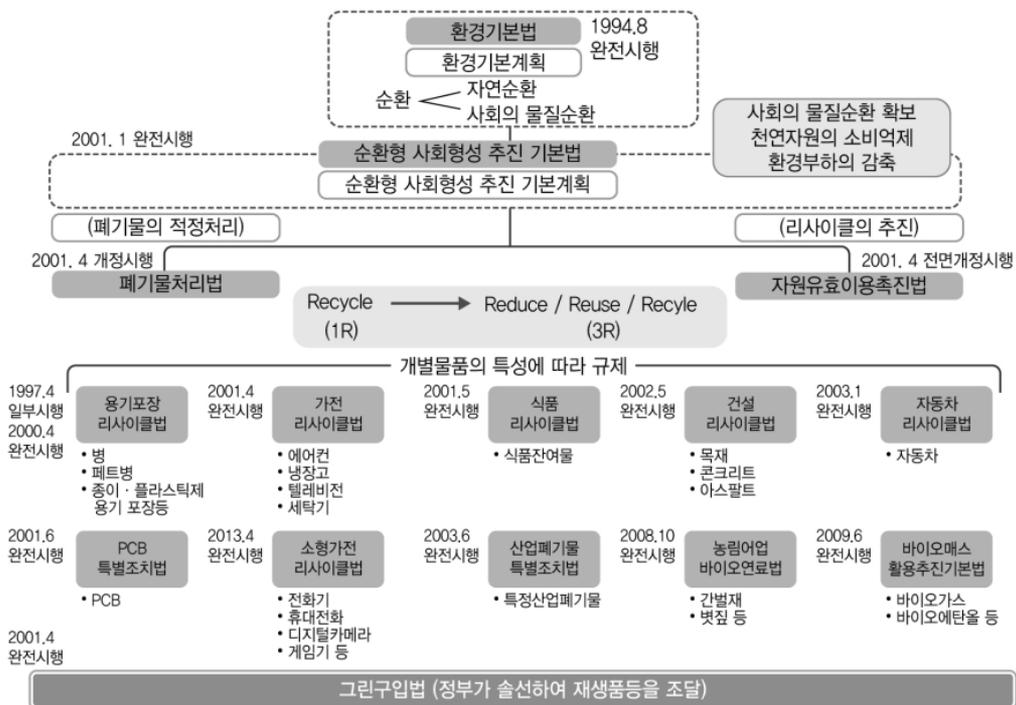
- 폐기물예방프로그램(Waste Prevention Program)
 - 폐기물예방의 주목적은 폐기물 발생 방지이나 최종목적은 폐기물 발생으로 인한 인체 및 생태계 악영향과 경제성장의 디커플링
 - ① 폐기물의 양 감소, ② 폐기물의 악영향 감소 ③ 제품과 폐기물 내 유해물질의 감소
- 자원효율성 프로그램(German Resource Efficiency Programme, ProgRess)
 - 천연자원의 추출·사용의 지속가능성 향상 및 환경오염을 저감하기 위하여 제1차 자원 효율성 프로그램을 발표(2012년)
 - 주요 분야로 ① 지속가능한 원자재 공급 보장, ② 생산에서 자원효율성 향상, ③ 자원 효율화를 위한 소비 증진, ④ 자원순환 향상, ⑤ 적절한 제도의 이용을 제시(환경부, 2018)
 - 제1차 계획의 성과를 평가·분석하여 제2차 자원효율성 프로그램 발표(2016년)
 - 주요 분야로 ① 지속가능한 원자재 공급 보장, ② 생산에서 자원효율성 향상, ③ 자원 효율적인 생산·소비, ④ 자원효율적인 순환경제 발전, ⑤ 지속가능한 건축 및 도시개발, ⑥ 자원효율적인 정보통신기술과 이를 뒷받침하기 위한 제도적 조치들을 명시(환경부, 2018)

4) 일본

■ 개요

- 일본은 환경 보전 및 자원의 유효이용의 관점에서 폐기물의 발생억제, 순환자원의 적정한 재사용·재활용 및 처분에 대해
 - 2000년대 초반에 순환형 사회를 구축하기 위해 법체계를 완성하였으며 「환경기본법」과 「순환형 사회형성 추진기본법」 아래에 물품의 특성에 따라 개별법을 제정하여 규제
- 법체계 완성 후 「식품리사이클법」 등 5개 개별법이 존재하였으나, 이후 「농림어업 유기물자원의 바이오연료 원재료로의 이용 촉진에 관한 법률(이하 농림어업바이오연료법)」 등 5개 개별법이 추가 제정(환경부, 2018)

〈그림 2-4〉 일본 순환형사회 구축 관련 법체계



자료: 환경부(2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)

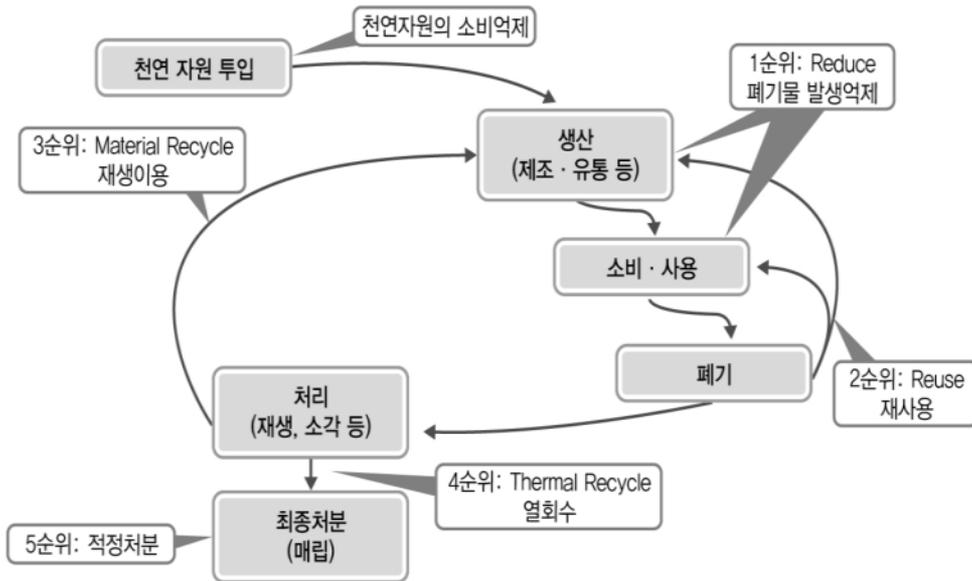
- 순환형 사회경제 시스템의 실현을 위해 총 물질투입량·자원 채취량·폐기물 발생량·에너지 소비량 등의 억제, 재사용, 재생이용을 통한 천연자원 소비억제와 환경부하 저감을 목표로 추진
 - 「순환형사회형성추진기본법」에 따라 “순환형사회형성추진기본계획”은 5년마다 재검

토 실시하고, 물질흐름지표로 자원생산성·자원순환률·최종처분량을 제시

- 자원생산성은 사업장의 원재료 투입량으로, 자원순환률은 원재료 대비 재생원료의 투입량, 최종처분량은 사업장폐기물의 발생량 및 재자원화량의 추세와 밀접한 관계

* 2020년 기준 자원생산성 46만엔/톤(460만원/톤), 순환이용률 17%, 최종처분량 1,700만 톤

〈그림 2-5〉 일본 폐기물처리 우선순위



자료: 환경부(2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)

5) 미국

(1) 미국 폐기물 재활용 관련 현황

- 미국은 폐기물 관리 산업 대부분은 정부가 아닌 민간 주도로 성장함
 - 폐기물 처리의 효율성과 운송비용 절감 등을 위해 대형회사들이 각 지역의 중소기업체 들을 인수하면서 네트워크화, 대형화하는 과정이 진행되어 옴
- 미국은 각 주와 카운티마다 다른 폐기물 배출 관련 규제를 따르고 있음
 - 뉴욕시는 2019년 1월 일회용 비닐봉투 제공을 금지하는 법안을 제출하였으며, 캘리 포니아는 2018년 9월 패스트푸드점 제외 식당에서 플라스틱 빨대 사용 금지 법안을 수립함. 시애틀 또한 2018년 7월 플라스틱 사용을 금지함
 - 미국은 세계 최대 폐기물 수출국임. 미국재생자원협회(Institute of Scrap Recycling Industries, Inc, ISRI)는 중국의 폐기물 수입 금지 조치로 인해 2016년

기준 56억 달러(6조 424억 원) 규모, 약 15만 5,000명이 종사하는 관련 산업이 도태 될 것이라고 주장하고 있음

- 미국 전역에서 확산되는 비닐 봉투 사용 규제 정책은 미국 내 비닐봉투 수입 수요를 감소시킬 전망이다. 미국의 대한민국 비닐봉투 수입액은 4,100만 달러 규모로 미국 전체 수입시장의 2.8%를 점유하고 있어 대미 수출에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 존재함
- 미국뿐만 아니라 전 세계적으로 생분해성 바이오 플라스틱, 개인용 장바구니 또는 쇼핑카트 수요가증가할 것으로 예측됨에 따라 자연분해가 가능한 바이오 플라스틱이 기존 플라스틱(비닐) 제품을 빠른 속도로 대체해 나갈 것으로 전망됨

(2) 미국 폐기물 재활용 정책 및 시장동향

- 미국 폐기물 관리 및 시장 현황
 - 미국 인구는 세계 인구의 5% 정도에 해당되지만 전 세계 폐기물의 25%가 미국에서 발생되고 있으며, 매년 1,000억 달러 규모의 비용을 폐기물 처리에 쓰고 있음
 - 2016년 기준 가정에서 발생하는 유리병, 플라스틱에 대한 재활용률은 34%, 31%로 낮은 편임
 - 현재 미국은 각 주와 카운티마다 다른 폐기물 배출 관련 규제를 따르고 있음
 - 시카고는 전체폐기물 배출량의 10%만 재활용하고 있으나 캘리포니아 산호세 시는 80% 이상이 매립지가 아닌 재활용을 위한 폐기물 처리시설로 운반되어 처리 중임
 - 캘리포니아, 미시건, 뉴욕을 비롯한 10개 주는 소비자가 사용 후 다시 회수되는 플라스틱병과 유리병 등에 대해 병당 5~10센트를 보상해주고 있음
 - 미국은 매립지 확보 및 폐기물 처리 관련 설비 시설 구축에 많은 자본이 들기 때문에 폐기물 관리 산업이 대부분 정부가 아닌 민간 주도로 성장해 옴
 - 현재 미국 전역 에서는 약 1만 8,000개의 폐기물 처리 업체가 영업 중에 있으며, 폐기물 처리의 효율성과 운송비용 절감 등을 위해 대형회사들이 각 지역의 중소기업들을 인수하면서 네트워크화, 대형화하는 과정이 진행되어 옴

6) 호주

- 호주 환경에너지부(Australian Government, Department of Environment and Energy)는 호주에 순환경제 체제를 도입하여 지속가능개발이 가능토록 하고, 호주 내 증가하고 있는 국민들의 폐기물 처리비용 경감 등을 도모하기 위해 국가 폐기물 정책

개정할 계획 중이며, 2018년 9월 개정 관련 논의서(Discussion Paper)를 발표함

- 호주 환경에너지부는 다음과 같은 6대 주요 정책을 통해 폐기물 관리의 우선순위를 두어 추진할 예정임
 - 2030년까지 1인당 폐기물 배출량을 현재(2.7톤) 대비 10% 감축
 - 재활용, 재사용 등을 통한 폐기물 회수율(Recovery Rate) 80%까지 확대
 - 모든 제품, 인프라 조달사업 시 전체 필요 물자의 재활용 물자 사용률 평균 30% 달성
 - 2030년까지 마이크로비즈(Microbeads) 등 처리가 어렵거나 불필요한 플라스틱 폐기물 완전 퇴출
 - 2030년까지 유기성 폐기물(Organic Waste)량 50% 감축
 - 폐기물 관련 제도, 정책 등에 변화 등 있을 때 즉시 공개하여 국민들의 접근성 증대

제2절 상위계획 및 관련 법제도

1. 폐기물 관리 관련 법

1) 폐기물 관리법

- 목적: 폐기물 발생을 억제하고 폐기물을 친환경적으로 처리

<p>폐기물관리법</p> <p>제3조의2(폐기물 관리의 기본원칙) ① 사업자는 제품의 생산방식 등을 개선하여 폐기물의 발생을 최대한 억제하고, 발생한 폐기물을 스스로 재활용함으로써 폐기물의 배출을 최소화하여야 한다.</p> <p>② 누구든지 폐기물을 배출하는 경우에는 주변 환경이나 주민의 건강에 위해를 끼치지 아니하도록 사전에 적절한 조치를 하여야 한다.</p> <p>③ 폐기물은 그 처리과정에서 양과 유해성(有害性)을 줄이도록 하는 등 환경보전과 국민건강보호에 적합하게 처리되어야 한다.</p> <p>④ 폐기물로 인하여 환경오염을 일으킨 자는 오염된 환경을 복원할 책임을 지며, 오염으로 인한 피해의 구제에 드는 비용을 부담하여야 한다.</p> <p>⑤ 국내에서 발생한 폐기물은 가능하면 국내에서 처리되어야 하고, 폐기물의 수입은 되도록 억제되어야 한다.</p> <p>⑥ 폐기물은 소각, 매립 등의 처분을 하기보다는 우선적으로 재활용함으로써 자원생산성의 향상에 이바지하도록 하여야 한다.</p>
--

- 주요내용

- 관련자의 책무(제4조)
 - 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장은 관할 구역의 폐기물의 배출 및 처리상황을 파악하여 폐기물이 적정하게 처리될 수 있도록 폐기물처리시설을 설치·운영하여야 하며, 폐기물의 처리방법의 개선 및 관계인의 자질 향상으로 폐기물 처리 사업을 능률적으로 수행하는 한편, 주민과 사업자의 청소 의식 함양과 폐기물 발생 억제를 위하여 노력하여야 함
- 폐기물 수거처리재활용 기준/방법과 폐기물 처리업 기준 및 관리방법
- 지방자치단체의 장으로 하여금 생활계 유해폐기물의 적정 처리를 위한 계획을 수립·시행하고, 매년 추진 성과를 평가
- 지방자치단체의 장이 음식물류 폐기물의 양을 줄여서 배출하기 위한 시설을 설치하려는 생활폐기물배출자에게 시설 설치에 필요한 비용을 지원할 수 있도록 함
- 재활용 제품의 공급에 대한 내용을 전자정보처리프로그램에 입력하도록 하고, 이를 위반할 경우 과태료를 부과
- 생활폐기물을 대상으로 하는 폐기물처리업자 등이 공제조합을 설립할 수 있도록 함
- 폐기물의 처리를 위탁하려는 폐기물 다량 배출자에 대하여 위탁 시 위·수탁 기준을 준수하고, 위탁 후 위탁한 폐기물 처리 과정을 주기적으로 확인하도록 의무화

- 적용대상: 일반, 음식물, 재활용품 등 모든 생활폐기물
- 기존의 폐기물 처리 기본계획 및 폐기물 관리 종합계획, 폐기물 통계 조사 관련 조항을 삭제함
 - 「자원순환기본법」이 제정됨에 따라, 폐기물 처리 기본계획 및 폐기물 관리 종합계획, 폐기물 통계조사 등 「자원순환기본법」과 중복되는 제도를 이 법에서 삭제하여 중복제도 운영으로 인한 혼란을 방지하기 위함

부칙
 제4조(폐기물 처리에 관한 기본계획에 관한 경과조치) 제9조의 개정규정에도 불구하고 같은 개정규정 시행 당시 종전의 규정에 따른 폐기물 처리에 관한 기본계획으로서 시·도지사가 세워 승인받았던 계획은 「자원순환기본법」 제12조제2항에 따른 기본계획의 연차별 시행계획이 시행되기 전까지, 시장·군수·구청장이 세워 제출하였던 계획은 같은 조 제3항에 따른 시행계획의 연차별 집행계획이 시행되기 전까지 각각 효력을 가진다.
 제5조(국가 폐기물 관리 종합계획에 관한 경과조치) 제10조의 개정규정에도 불구하고 같은 개정규정 시행 당시 종전의 규정에 따른 국가 폐기물 관리 종합계획은 「자원순환기본법」 제11조제1항에 따른 자원순환기본계획이 시행되기 전까지 효력을 가진다.

2) 자원순환기본법

- 폐기물의 발생을 최대한 억제하고 발생된 폐기물의 순환이용 및 적절한 처분을 촉진하여 천연자원과 에너지의 소비를 줄임으로써 환경을 보전하고 지속가능한 자원순환사회로의 전환을 위하여 2018년 1월 1일부터 「자원순환기본법」을 시행함

〈그림 2-6〉 자원순환기본법의 개요



자료: 경기도(2020), 경기도 자원순환시행계획

- 자원순환기본법 제11조 1항에 따라 환경부장관은 자원의 효율적 이용, 폐기물의 발생 억제 및 순환이용의 촉진 등에 관한 중장기 정책 목표와 방향을 제시하는 자원순환기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)을 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 10년마다 수립·시행하여야 함

자원순환기본법

제11조(자원순환기본계획의 수립·시행) ① 환경부장관은 자원의 효율적 이용, 폐기물의 발생 억제 및 순환이용의 촉진 등에 관한 중장기 정책 목표와 방향을 제시하는 자원순환기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)을 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 10년마다 수립·시행하여야 한다.

② 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 자원순환사회로의 전환에 관한 기본방침과 추진목표에 관한 사항, 2. 자원의 절약과 폐기물의 발생 억제에 관한 사항, 3. 순환이용의 활성화와 폐기물의 처분에 관한 사항, 4. 지방자치단체, 사업자 및 국민 등 이해관계자의 역할 분담에 관한 사항, 5. 기본계획의 시행에 드는 비용의 산정 및 재원의 확보계획, 6. 그 밖에 자원순환사회로의 전환에 필요한 사항으로서 대통령령으로 정하는 사항

③ 환경부장관은 기본계획을 수립한 후 5년이 지나면 그 타당성을 검토하여야 한다.

④ 환경부장관은 제3항에 따른 검토 결과 기본계획을 변경할 필요가 있거나 그 밖의 여건 변화에 따라 기본계획을 변경할 필요가 있는 경우에는 기본계획을 변경할 수 있다. 이 경우 제1항의 절차를 준용한다.

⑤ 환경부장관은 기본계획을 수립하거나 제4항에 따라 기본계획을 변경하려는 경우 「환경정책기본법」 제58조제1항에 따른 중앙환경정책위원회의 심의를 거쳐야 한다.

⑥ 환경부장관은 관계 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장 및 관련 기관·단체에 기본계획 수립에 필요한 자료의 제출이나 협조를 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 자는 특별한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.

⑦ 환경부장관은 제1항에 따라 기본계획이 수립된 경우 또는 제4항에 따라 기본계획이 변경된 경우에는 대통령령으로 정하는 절차와 방법에 따라 국회 소관 상임위원회에 제출하여야 한다.

(1) 자원순환 성과관리

- 자원순환 성과관리는 「자원순환기본법」 제15조에 따라 시·도지사가 국가의 자원순환 목표 및 관할 구역의 자원순환 여건 등을 고려하여 시·도의 연차별 자원순환 목표를 설정하고 이에 대한 이행실적을 관리하는 제도임
 - 제조업계와 재활용업계 간 상생 협력체계 구축(자원순환 파트너십)을 지원하여 재활용업자 역량 강화에 따른 성과관리대상자의 자원순환 실적 향상을 유도함

자원순환기본법 시행규칙

제12조(시·도의 자원순환 목표 설정·관리)

시·도지사는 법 제15조제1항에 따라 매년 5월 31일까지 다음 각 호의 사항이 포함된 전년도 자원순환 목표의 추진실적을 법 제25조제1항에 따른 자원순환정보체계를 이용하여 환경부장관에게 제출하여야 한다.

1. 전년도 자원순환 목표 및 달성도
2. 전년도 폐기물 발생량 및 그 처리 현황
3. 전년도 폐기물처리시설별 순환이용, 최종처분 및 에너지 회수 실적
4. 전년도 폐기물 중간처리시설별 잔재물 발생 및 처리 현황
5. 그 밖에 시·도의 자원순환 목표를 달성하기 위하여 필요하다고 환경부장관이 인정하는 사항

(2) 폐기물처분부담금

- 폐기물처분부담금제도는 소각 또는 매립의 방법으로 폐기물을 처분하는 처리의무자(지자체, 사업장폐기물 배출자)에게 부담금을 부과하는 제도임
 - 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장 등 생활폐기물 처리주체와 사업

장폐기물 배출자에게 부과함

- 징수된 부담금은 폐기물과 순환자원의 이용을 장려하기 위한 홍보·교육, 문화조성 등의 사업과 폐기물처리시설, 자원순환시설 및 그 주변지역의 환경개선을 위한 사업, 폐기물의 발생 억제, 순환이용 및 처분을 위한 시설의 설치·운영 등의 용도로 사용할 수 있음

〈표 2-5〉 폐기물처분부담금의 부과요율

폐기물 유형		요율	
		매립	소각
생활폐기물		15원/kg	10원/kg
사업장폐기물(건설폐기물 제외)	불연성	10원/kg	-
	가연성	25원/kg	10원/kg
건설폐기물		30원/kg	10원/kg

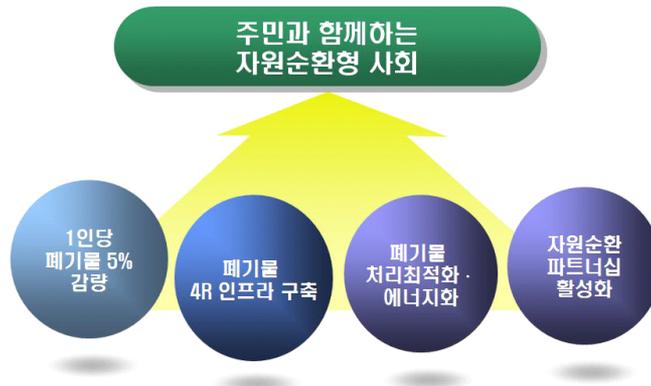
자료: 자원순환기본법 시행령 별표6

2. 상위계획

1) 경기도 제3차 폐기물처리기본계획(2012-2021)

- 관할지역내 폐기물을 종합적이고 효율적인 방법으로 관리해 나가기 위해 당해 지방자치단체의 장이 수립·시행하는 향후 10년간의 장기종합계획임
- 폐기물처리기본계획의 목적은 첫째, 폐기물의 발생을 억제하고, 둘째, 발생한 폐기물을 효율적으로 수집·운반·적환수송하며, 셋째, 전 처리를 통한 감량화·감용화를 유도하고, 중간처리에 의한 안정화·무해화·감량화를 실시하며, 넷째, 회수 가능한 자원을 회수하고, 다섯째, 최종적으로 위생적으로 처분하는 과정에 있어서 2차 오염물질에 의한 영향을 최소화하는 것임(수원시, 2016)

〈그림 2-7〉 비전 및 목표



자료: 수원시(2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)

〈표 2-6〉 경기도 생활폐기물 관리지표

구 분	2009년 (실적)	3차 계획목표				
		2012년	2015년	2018년	2021년	
추정발생량	-	10,523.5	10,903.0	11,281.6	11,669.6	
감량목표	톤/일	-	526.2	545.2	564.1	583.5
	%	-	5.0	5.0	5.0	5.0
1인당 발생량(kg/일)	0.87	0.83	0.83	0.83	0.83	
감량 후 실제배출량(톤/일)	10,213.6	9,997.3	10,357.8	10,717.5	11,086.1	
재활용	톤/일	6,334.8	6,355.8	6,681.7	7,204.5	7,463.1
	목표율(%)	62.0	63.0	65.0	67.0	67.0
물질재활용	톤/일	-	6,355.8	6,526.7	5,889.5	6,098.1
	목표율(%)	-	63.0	63.5	55.0	55.0
에너지화	톤/일	-	-	155.0	1,315.0	1,365.0
	목표율(%)	-	-	1.5	12.0	12.0
소각량	톤/일	2,750.6	2,701.7	2,775.1	2,866.1	2,935.9
	목표율(%)	26.9	27.0	27.0	27.0	27.0
매립량	톤/일	1,128.2	939.8	901.0	646.9	687.1
	목표율(%)	11.1	10.0	8.0	6.0	6.0

자료: 수원시(2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)

〈표 2-7〉 부문별 추진계획

정책 단계	부문별 계획	
1. 폐기물 발생 억제	1-1. 1인당 생활폐기물 5% 줄이기 1-2. 사업장폐기물 감량화 1-3. 음식물류폐기물 종량제 시행	1-4. 학교 환경교육사업 지원 1-5. 폐기물 관리 주체 간 파트너십 구축
2. 폐기물 재활용	2-1. 나눔 장터 및 상설매장 활성화 2-2. 소형 가전제품 수거체계 구축 및 폐금속 재활용	2-3. 공공 재활용 기반시설 정비 및 확충 2-4. ECO-INDUSTRIAL PARK 조성 2-5. 건설폐기물 재활용 활성화
3. 폐기물 에너지화	3-1. 음식물류폐기물 및 폐수의 에너지화 3-2. 소각시설 대보수 및 에너지 효율화 3-3. 매립지 정비 및 매립가스 에너지화	3-4. 폐기물을 이용한 신재생에너지 활용 활성화 3-5. 폐기물처리시설 환경학습 연계 프로그램 운영
4. 폐기물 적정 처리	4-1. 생활계 유해폐기물 관리 4-2. 대형폐기물 처리의 간소화 4-3. 재해폐기물 관리	4-4. 방치폐기물 관리 4-5. 농촌폐기물 관리 4-6. 폐기물처리시설 최적화 계획 및 반영 사업
5. 친환경적 처리기반 구축	5-1. 폐기물 센서스의 실시 5-2. 광역이동 폐기물의 관리체계 구축 5-3. 분리수거 제도 개선 및 수거정보 관리 체계 구축	5-4. 폐기물 재활용업 관리 5-5. 생활폐기물 수집운반제도 개선
6. 기후변화 대응	6-1 폐기물처리시설의 온실가스 감축	

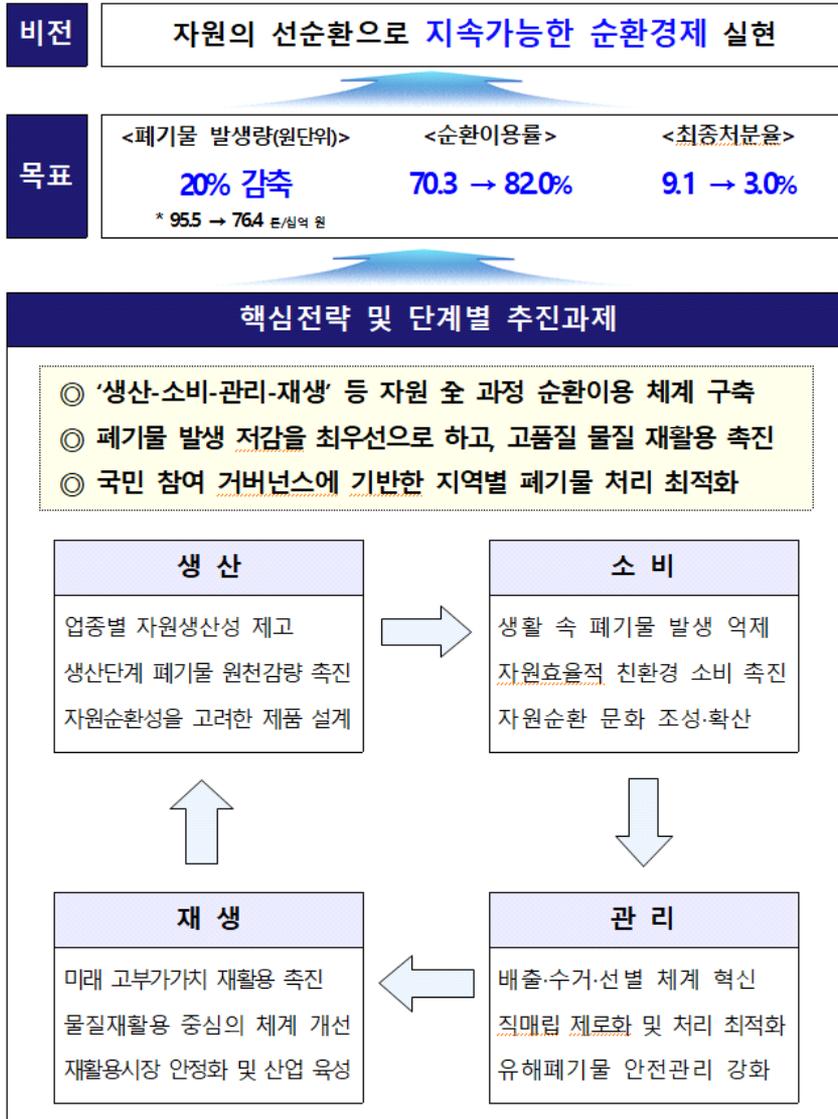
자료: 수원시(2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)

2) 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)

(1) 정책추진방향

- '감량-재사용-재활용-에너지재활용-안전처리' 등 우선순위 명확화
 - 생산과 소비 단계에서 자원의 효율적 이용과 제품의 재사용 촉진을 통한 폐기물의 근원적 발생 저감을 정책의 최우선 순위로 설정
 - 에너지 재활용 위주의 양적 팽창에서 벗어나, 고부가가치형 재활용 제품을 생산하는 물질 재활용 중심의 재활용 체계 개선
- 폐기물 발생 이후의 사후적인 처리 대신 제품의 생산부터 재활용까지 전 과정에 대한 자원순환성 개선 추진
 - 재활용 촉진이라는 관점에서 생산 단계부터 재활용이 쉽게 되도록 배출·수거·선별 체계도 효율적으로 개선
- 국가 전체, 지역별, 업종별 등 다층화된 자원순환 성과를 측정하고 평가할 수 있도록 성과관리 시스템 개선
 - 원료 투입부터 제품 생산, 폐기물 처리까지 물질흐름 분석 시스템을 구축하고, 업종별·지역별 세분화
 - 실제 재활용된 양을 기준으로 각 재활용 방법 별로 통계 세분화하고 빅데이터 기술을 접목하여 통계자료의 활용성 제고
- 정부, 지자체, 시민사회, 주민 등 국민 참여 거버넌스 확립
 - 지역 거버넌스를 통해 지역별 여건에 맞는 폐기물 수거·처리 최적화, 주민 환경권 및 수용성 관점에서 폐기물 처리시설 설치·운영
- 폐기물 처분 시설의 확충보다는 기존 시설의 효율 개선 및 재활용 기반 확충에 주력
 - 매립지 순환이용, 노후 소각시설 현대화 등을 통한 처리 효율 향상, 선별·재활용시설 개선을 통한 잔재물 발생 최소화·재활용 극대화(관계부처합동, 2018)

〈그림 2-8〉 비전 및 전략



자료: 관계부처합동(2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)

〈표 2-8〉 자원순환 지표 설정

지표	목표	비고												
원단위 발생량 (톤/년·십억원) 국내총생산 대비 폐기물 발생량의 비율	95.5 → 76.4 (20% 감축)	자원생산성 향상, 생산·소비 단계 폐기물 발생 감량 촉진 등												
순환이용률(%) 폐기물발생량 중 실질재활용량*의 비율 * 기존 재활용량에서 잔재물 발생량을 제외	70.3 → 82.0 <table border="1"> <thead> <tr> <th>부문</th> <th>순환이용률(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생활폐기물</td> <td>35.8('16)→61.1</td> </tr> <tr> <td>사업장폐기물</td> <td>69.1('16)→83.1</td> </tr> <tr> <td>건설폐기물</td> <td>79.5('16)→88.9</td> </tr> <tr> <td>지정폐기물</td> <td>51.6('16)→51.6</td> </tr> <tr> <td>총계</td> <td>70.3('16)→82.0</td> </tr> </tbody> </table>	부문	순환이용률(%)	생활폐기물	35.8('16)→61.1	사업장폐기물	69.1('16)→83.1	건설폐기물	79.5('16)→88.9	지정폐기물	51.6('16)→51.6	총계	70.3('16)→82.0	재활용이 쉬운 제품 생산, 수거·선별 시 잔재물 발생 최소화, 재생원료 수요 확대 및 재활용 R&D 등
부문	순환이용률(%)													
생활폐기물	35.8('16)→61.1													
사업장폐기물	69.1('16)→83.1													
건설폐기물	79.5('16)→88.9													
지정폐기물	51.6('16)→51.6													
총계	70.3('16)→82.0													
최종처분율(%) 폐기물발생량 중 최종처분량*의 비율 * 발생 후 바로 매립된 양 및 중간처리를 거쳐 매립된 양의 합	9.1 → 3.0 <table border="1"> <thead> <tr> <th>부문</th> <th>최종처분율(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생활폐기물</td> <td>19.9('16)→7.7</td> </tr> <tr> <td>사업장폐기물</td> <td>16.3('16)→3.2</td> </tr> <tr> <td>건설폐기물</td> <td>1.6('16)→0.9</td> </tr> <tr> <td>지정폐기물</td> <td>26.3('16)→26.3</td> </tr> <tr> <td>총계</td> <td>9.1('16)→3.0</td> </tr> </tbody> </table>	부문	최종처분율(%)	생활폐기물	19.9('16)→7.7	사업장폐기물	16.3('16)→3.2	건설폐기물	1.6('16)→0.9	지정폐기물	26.3('16)→26.3	총계	9.1('16)→3.0	폐기물처분부담금 부과·징수, 자원순환 성과관리, 폐기물 직매립 단계적 금지 등
부문	최종처분율(%)													
생활폐기물	19.9('16)→7.7													
사업장폐기물	16.3('16)→3.2													
건설폐기물	1.6('16)→0.9													
지정폐기물	26.3('16)→26.3													
총계	9.1('16)→3.0													
에너지회수율(%) 가연성폐기물 발생량 중 에너지화된 폐기물의 비율	16.3 → 20.3	최대한 물질재활용 후 차선책으로 바이오가스 등 열적재활용 유도												

자료: 관계부처합동(2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)

3) 경기도 제1차 자원순환시행계획(2018-2022)

- 제1차 경기도 자원순환시행계획의 비전은 “자원순환 문화 조성 및 거버넌스 구축”이며, 1인당 폐기물 100g 감량, 재활용 인프라 구축, 자원순환 거버넌스 활성화, 폐기물 유해성 관리, 기업의 자원순환 지원의 5가지 목표를 설정함

〈그림 2-9〉 제1차 경기도 자원순환시행계획의 비전 및 목표



자료: 경기도(2020), 경기도 제1차 자원순환시행계획

- 제1차 경기도 자원순환시행계획의 기본정책은 생산단계, 소비단계, 관리단계, 재생단계 기반으로 구성함

〈표 2-9〉 제1차 경기도 자원순환시행계획의 부문별 계획

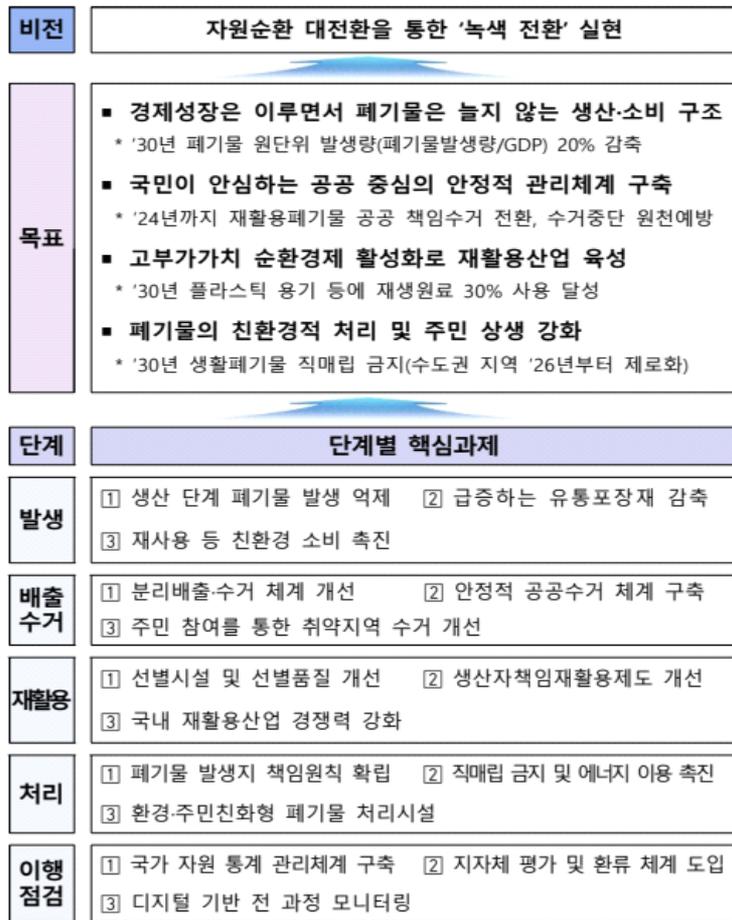
구분	분야별 계획	세부계획
생산	순환자원 인정제도 촉진 및 지원	1-1. 순환자원 사례 및 감량 가이드라인 홍보
	자원순환 거버넌스 활동 지원	1-2. 자원순환 거버넌스 구축 및 모니터링
	생산단계 폐기물 감량 촉진	1-3. 제조 및 재활용 업체 협력체계 구축
소비	생활 속 폐기물 발생억제	2-1. 1회용품 사용 저감 및 시민참여 확대
	녹색구매 기반 마련 및 활성화	2-2. 자원순환제품 녹색구매 활성화 및 플랫폼 구축
	자원순환 문화사업 발굴 및 지원	2-3. 지역 중심의 자원순환문화 조성사업 추진
관리	재활용 배출 수거 체계 개선	3-1. 생활폐기물 분리배출 취약지역 재활용품 수거체계 구축
		3-2. 폐기물 분리배출 개선 및 배출요령 홍보 확대
		3-3. 생활폐기물 수집·운반제도 개선
	IT기반 폐기물 관리체계 도입	3-4. 4차산업, IT 기반 관리기술 도입 및 정보화
		3-5. 감량, 자원순환 기술지원 등 기업코칭
	사업장폐기물 자원순환 컨설팅	3-6. 생활계 유해폐기물 수거 및 관리체계 구축
		3-7. 방치폐기물 관리체계 확립
		3-8. 재해폐기물 관리체계 구축
재생	미래고부가가치 재활용촉진	4-1. 미래 폐자원 수거 및 관리체계 구축
		4-2. 폐기물을 이용한 신재생에너지 활용 활성화
	경기도 업사이클플라자 운영 활성화	4-3. 업사이클소재DB 구축 및 네트워크 활성화
	폐기물 처리시설 확충 및 자원화 강화	4-4. 폐기물처리시설의 자원 순환성 확보 및 시설 대보수·개선
	자원순환 인프라 구축	4-5. 민간 인프라의 공공성, 환경성 확보
재활용산업 지원 및 육성	4-6. 재활용산업 지원 및 육성	

자료: 경기도(2020), 경기도 제1차 자원순환시행계획

3. 자원순환 정책 대전환 추진계획(관계부처합동, 2020.09.23.)

- 폐기물 발생 계속 증가, 경기침체·유가하락 등으로 재활용시장 침체, 폐기물 처리시설 포화 등 자원순환 쉐 과정에서 한계점에 노출되어 2020년 9월 23일 관계부처 합동으로 자원순환정책 대전환 추진계획을 발표함
- 기존 폐기물 관리 시스템의 한계를 극복하고 코로나 19로 변화된 여건을 반영하여 '자원순환 정책 대전환 계획' 수립 추진

〈그림 2-10〉 자원순환정책 대전환 추진계획의 추진전략



자료: 관계부처 합동(2020), 자원순환정책 대전환 추진계획

〈그림 2-11〉 자원순환 대전환

1 생산-유통-소비 전 과정에서 폐기물 발생 감축

1. 폐기물 절감형 생산

1) 경량화, 수리가능성 제고
* 순환이용성 평가 및 개선권고('21~)



플라스틱 용기는 얇게
포장은 조금만



전기전자제품
수리가 쉽고 오래 쓰게

2) 사업장폐기물 감축목표 관리('22)
* 감량 컨설팅, 설비 및 기술 지원('21)

2. 유통포장재 관리 제도화

1) 택배 등 포장기준 신설('20)
* 포장 공간비율, 횡수 등

2) 다회용 박스 배송모델 확산
* '20년 1개소 → '21년 2개소



기존 택배 박스



스마트박스

3) 과대포장 여부 등
사전 평가제 도입('22~)

3. 친환경 소비 촉진

1) 재사용 인프라 확충('20~)



2) 포장재 없는 마켓 확대('20~)

3) 1회용품 감축 중장기 로드맵 이행
* 1회용품 함께 줄이기 계획('19.11)
- 빵대, 종이컵, 장례식장 등 관리 확대
- 1회용품 보증금제도 도입('22.6)

'22년까지 주요 1회용품 35%, 플라스틱 포장 폐기물 10% 감축

2 분리배출은 개선하고, 공공이 책임지는 수거체계 구축

1. 폐기물 특성에 맞는 분리배출

1) 페트병 등 고급 품목은 별도 분리배출
* 공동주택('20.12) → 단독주택('22)



별도 배출 별도 수거선별 의류, 화장품병 생산

2) 분리배출 비대상, 이물질 묻은 용기는 종량제로



과일망 음식물 묻은 비닐 고무장갑 케첩통

2. 공공이 책임지는 안정적 수거체계

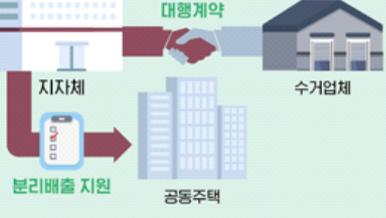
* 사회적 공헌화 및 법률 개정('20~), 단계적 전환 완료('24)

현행 재활용시장 변동 등 외부충격에 취약



공공주택 수거업체

개선 공공 책임수거, 시장변동에 완충 역할



지자체 공공주택 수거업체

분리배출 지원

'24년까지 공공 책임수거로 전환하여 수거중단 원천 방지

3 재생원료 품질을 제고하고 안정적 국내 수요처 확보

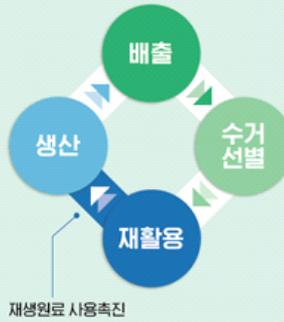
1. 선별시설 및 품질 개선

- 1) 선별시설 확충 및 현대화
* 자동선별 등 리모델링('21, 6개소, 지하화)
- 2) 선별품 품질등급제 확대('21)
* 품질에 따라 지원금 8배 차등화



2. 재활용 수요 창출

- 공공 지자체별 폐기물 발생량에 비례한 사용의무제('22)
- 민간 재생원료 인센티브 및 증장기 사용목표 설정('21)



3. 재활용산업 육성

- 1) 자원순환 클러스터 조성('20~)



미래자원



플라스틱

- 2) 폐기물 수입 최소화
* 폐플라스틱('20.6)
→ 주요품목 수입억제 로드맵('21)
- 3) 재활용 업계 지원 확대
* 자원순환 전 과정 R&D 등

'30년까지 플라스틱 용기 등 재생원료 사용 30% 달성

4 지역 주민과 상생하는 발생지 중심의 친환경적 처리

1. 발생지 책임 원칙

- 1) 시도 발생지 책임 확립('21)
* 최미한 시도 내 처리, 시군구 교차조정
- 2) 타지역 처리 패널티/보상('22)
* 타지역 폐기물 반입협력금(생활폐기물, 공공잔재물)

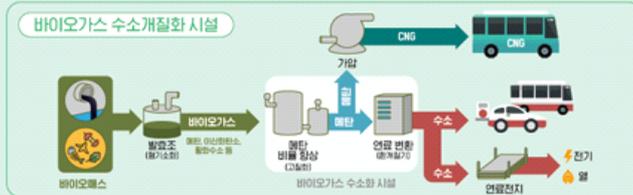


3. 주민환경친화형 시설

- 1) 권역별 국가 처리시설 설치('21~)
* 주민투자를 통한 이익 공유
- 2) 에너지 융복합 처리시설
* 주민선호시설 연계, 에너지 생산 ('21~, 시범사업 1개소)

2. 직매립 금지

- 1) 가연성 생활폐기물 직매립 금지 ('26 수도권, '30 전국)
* 소각 등 중간처리 후 매립 허용
- 2) 폐자원에너지 촉진 종합대책('21)
* 폐자원에너지 인센티브 도입
* 고부가가치 수소 생산기반 구축



덴마크 아자케르 바게 시레 출저. Ehrhorn Nummerston

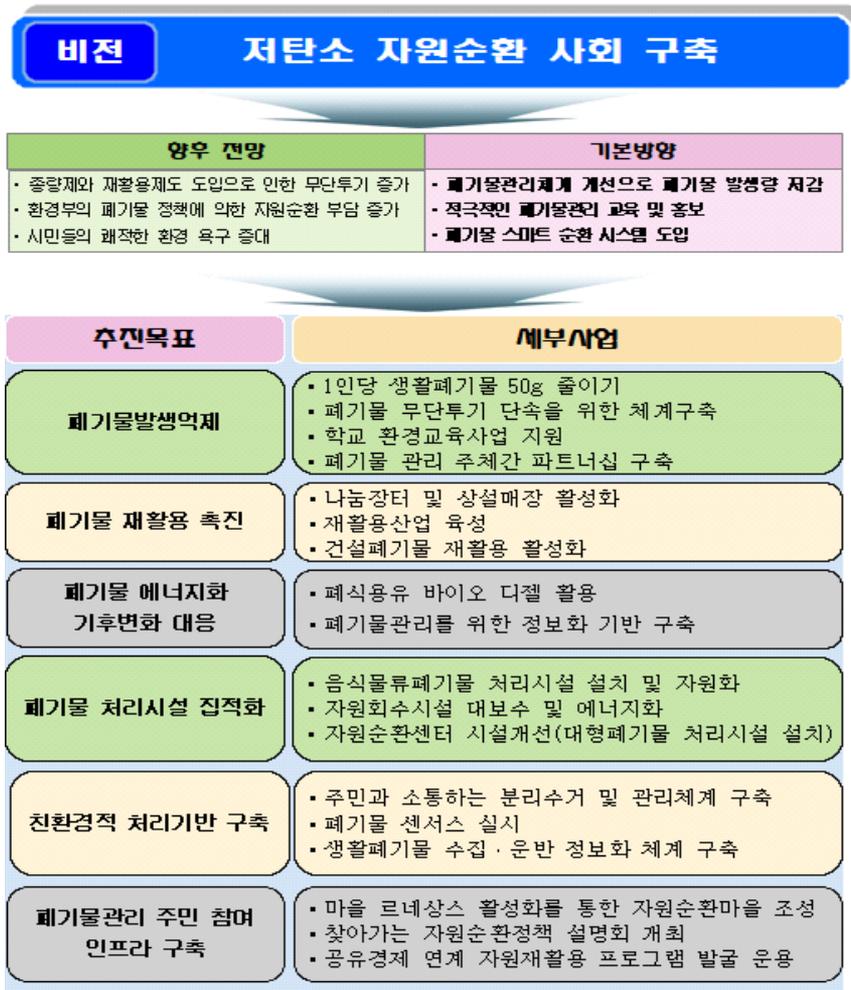
'22년 발생지 책임 원칙 강화, '30년 생활폐기물 직매립 금지

4. 수원시 폐기물 관리 관련 계획

1) 수원시 제3차 폐기물 처리 기본계획(2017~2026)

- 제3차 수원시 폐기물처리 기본계획(변경)의 기본목표는 『시민과 자연이 행복한 환경도시 수원』이라는 Mission을 설정하였으며, Mission을 달성하기 위한 전략목표는 “자원 순환 인프라 및 시스템 구축”으로 설정하고 ① 폐기물 ZERO화, ② 신재생에너지 도입, ③ 기후변화 대응이라는 전략과제를 도출함
- 또한 제3차 폐기물처리기본계획은 다섯 가지의 기조(Principle)를 기본 배경으로 하고 있으며, 그 내용은 첫째 효율성의 원칙, 둘째 감량화의 원칙, 셋째 재활용증대의 원칙, 넷째 에너지화의 원칙, 다섯째 친환경의 원칙 등임

〈그림 2-12〉 계획의 비전 및 목표



자료: 수원시(2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)

- 생활폐기물의 관리지표는 2026년 1인당 발생량은 0.79kg, 일 발생량은 1,023.1톤이고, 처리목표는 재활용률 65.5%, 소각률 34.5%임

〈표 2-10〉 생활폐기물(가정+사업장) 목표연도별 관리지표

(단위:톤/일, kg, %)

구 분	2014년 (실적치)	계획목표			
		2017년	2020년	2023년	2026년
예측발생량	1,028.6	1,154.1	1,179.6	1,197.2	1,216.9
1인당발생량	0.851	0.926	0.929	0.934	0.940
감량목표량		62.6	190.3	192.1	193.8
목표율		5.4	16.1	16.0	15.9
감량후발생량		1,091.5	989.3	1,005.1	1,023.1
1인당발생량		0.876	0.779	0.784	0.790
재활용량	577.6	649.0	608.0	638.0	670.0
목표율	56.2	59.5	61.5	63.5	65.5
물질재활용		649.0	608.0	638.0	670.0
목표율		59.5	61.5	63.5	65.5
에너지화		-	-	-	-
목표율		-	-	-	-
소각량	451.0	442.5	381.3	367.1	353.1
목표율	43.8	40.5	38.5	36.5	34.5
매립량		-	-	-	-
목표율		-	-	-	-

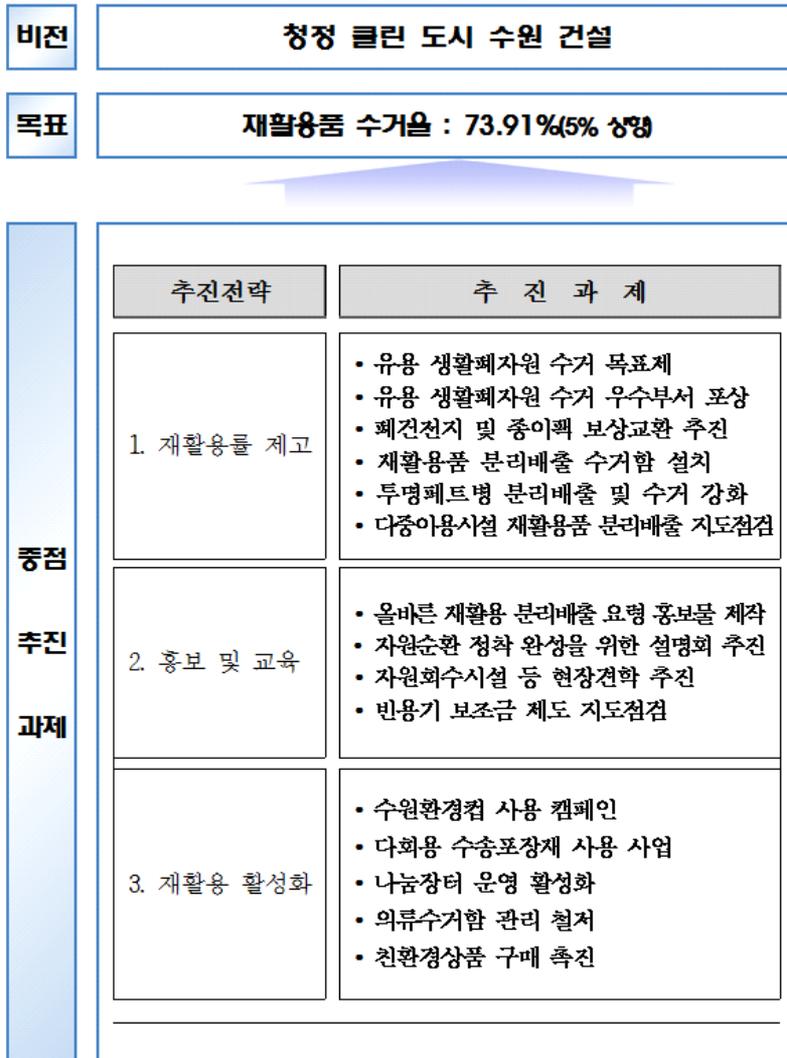
자료: 수원시(2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)

2) 2021 자원재활용 활성화 추진계획

- 유용 생활폐자원 집중수거 등 자원재활용 활성화를 위한 다양한 시책 추진으로 자원 재활용률을 높이고, 설명회 등 시민 홍보를 강화하여 시민들의 자발적 참여를 통한 자원순환체계를 구축하고자 함
- 2021년 재활용품 수거율 목표: 73.910% (5% 상향)
- 세부 추진계획
 - 유용 생활폐자원 수거 활성화
 - 자원순환 정착 완성을 위한 설명회 추진
 - 자원회수시설 등 현장견학 확대 추진
 - 빈용기 보조금 제도 민원해소 대책 추진
 - 재활용품 분리배출 취약지역 수거율 제고 추진
 - 올바른 재활용품 분리배출 방법 홍보
 - 다중이용시설 재활용 분리배출 점검 강화
 - 나눔장터 운영 활성화
 - 수원 환경킵 Cupid 사용 캠페인

- 다회용 수송포장재 사용 사업
- 폐의류 재사용을 위한 의류수거함 관리 운영

〈그림 2-13〉 비전 및 추진목표



자료: 수원시(2021), 2021년 자원재활용 활성화 추진계획

3) 2021년 청소종합 추진계획

- 생활폐기물 감량 목표 관리제 추진
 - 추진목표 : 2021년 예상 발생량 대비 4.0%감량(141,239톤 : 수원시처리 목표량)
 - 2021년 생활폐기물 처리 목표량 141,239톤 : 0.316kg(1인당1일 쓰레기 발생 목표량)

- 생활폐기물 감량을 위한 샘플링 및 반입정지 추진
 - 추진근거 : 자원회수시설 운영을 위한 주민협약서(제5조 및 별표1)
 - 추진계획 : 주민지원협의체(주관)·구동·대행업체 등 사전홍보(비대면)
 - ① 주민지원협의체(단속원) 샘플링(대행업체·주민참여) → ② 확인서 징구 → ③ 市(청소자원과)로 통보 → ④ 반입정지 통보(해당지역 및 대행업체)

〈그림 2-14〉 비전 및 중점 추진과제

비전	안전 청정 클린 도시 수원 건설
목표	자원 선순환 체계가 기본이 된 쓰레기 감량사업 추진

중점 추진 과제	추진전략	추진과제
	1. 생활 폐기물 감량 사업추진	<ul style="list-style-type: none"> • 생활폐기물 감량 목표관리제 추진 • 강력하고 일관성 있는 행정조치 • 샘플링 및 반입정지 추진(주민지원협의체 협업)
	2. 자원 선순환 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 자원순환집행계획 → 자원선순환 방향제시 • 재활용 수집·운반 체계 다변화 • 1회용품 사용 통제 단계별(품목별) 적용
	3. 쾌적한 도심환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> • 청소장비 보강·현대화(효율적인 청소체계구성) • 코로나19, 로드킬 등 병·오염물질 수거지원 • 계절별 발생 생활폐기물 처리계획 수립
	4. 청소현장 근로자 근무환경 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 생활폐기물 수집·운반 근로자 근무환경 개선 • 가로청소 환경관리원 근무환경 개선
	5. 사회적 거리두기 홍보사업(비대면)	<ul style="list-style-type: none"> • 대학생·외국인 등 분리배출 취약계층에 대한 사회적 거리두기 비대면 홍보추진 • 코로나19로 인한 인터넷, 모바일 등 비대면 홍보
	6. 도시군 평가 및 구동 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 깨끗한 경기 만들기 사군 평가 • 청소행정 수행 성과 구동 평가 • 청소시책 아이디어 경진대회 추진

자료: 수원시(2021), 2021년 청소종합 추진계획

4) 수원시 폐기물 감량 정책

- 공공기관 쓰레기 실명제'를 통해 쓰레기 줄이기에 동참하고 있으며, 43개 동 생활쓰레기 발생량을 꼼꼼하게 점검해 감량실적을 매달 관리하고 있음
- 낙엽·농업부산물은 퇴비로 만들어 소각쓰레기로 반입되는 것을 최대한 줄이고 있음. 수원시는 농업부산물을 잘게 부술 수 있는 '농업부산물 파쇄기'를 무료로 빌려주는 서비스를 시행하고 있음
- 2017년부터 생활폐기물 수집·운반 차량의 GPS(위성항법장치) 설치를 통해 실시간 위치 파악은 물론 민원발생 및 차량 투입 등 신속하게 민원처리를 하고 있음
- 일회용품 사용 억제 정책이 정착될 수 있도록 홍보, 지도·점검을 강화하는 서비스 행정을 정기적으로 시행하고 있음
- RFID 기기가 설치된 공동주택단지에 인센티브(보상금)를 지급하는 정책은 2017년 411개 단지에서 2019년 438개 단지로 꾸준히 증가하고 있음

5. 수원시 주요 시책(2021년 기준)

※ 자료: 수원시 내부자료

1) 함께하는 나눔장터

- 수원시는 나눔장터를 운영하여 자원순환 실천하고 판매 수익의 자율적 기부로 나눔문화를 확산하고자 함
- 각 동의 행정복지센터에서 재활용 중고물품(의류, 신발, 주방용품, 소형가전, 서적 등)을 확보하고 각 동의 자생조직단체(통장협의회·새마을부녀회 등)에서 협조하여 추진 됨
- 구 또는 동에서 운영하고 있는 '녹색가게'와 연계 추진하며, 판매수익금은 불우이웃돕기 등에 사용

2) 분리배출 자원관리사 운영(청소자원과 자원재활용팀)

- 배출 단계에서부터 재활용 불가품 분리와 이물질 제거 등 철저한 선형 작업으로 재활용품 품질개선 및 재활용률 제고를 위하여, 수원시는 2021년 5월~8월 동안 32명을 선발하여 올바른 분리배출 방법을 주민에게 현장 지도·안내 및 홍보 추진함
- 대상자 선발은 각 구청 생활안전과에서 32명 선발함(각 구별 8명)
 - 공개채용으로 선발기준은 취업 취약계층, 청년층, 장기거주민 등 우선 선발
- 자원관리사 구성 및 임무

- 1개조 2명을 기준, 월 2회 이상 업무 숙지 교육 실시(온·오프라인)
- 재활용품 분리배출 장소 점검
- 재활용품 품목별 배출방법 시범·안내 및 계도
- 올바른 분리배출 방법 주민 홍보 및 홍보물 배포

〈그림 2-15〉 자원관리사 현장 점검 및 분리배출 교육



3) 자원순환마을 만들기 사업

- 주민공동체 구성 및 역량강화를 위한 마을진단, 자원순환 교육 실시
- 지역 실정에 맞는 자원순환시스템을 구축하여 지속가능한 특화마을 조성
- 2021년 자원순환마을 만들기 추진계획
 - 사업기간:21년 1월~12월(단년도 계속사업) / 사업비 및 보조비율은 수요조사에 의함
 - 수원시는 수요조사 결과 추진방법 2안으로 7개 마을(장안구 2개소, 권선구 3개소, 팔달구 1개소, 장안구 1개소)

□ 추진방법

구 분	1 안	2 안
예산	자치단체경상보조금 지원 (도 - 시군)	민간경상보조금 지원 (도-시군 - 마을)
강점	마을선정 등 직접 사업진행	道 사업 위탁단체에서 사업진행 ※ '21년 사업수행 : (사)더좋은공동체
약점	사업 수탁기관 선정 등 시간소요	예산편성 시 도비매칭 근거 부족

□ 추진절차



■ 자원순환마을 유형별 사업

- 도시형 : 아파트 등 기본적인 분리배출시스템이 갖춰져 있는 형태로 재활용 가능물품 공유, 에너지 등 다수의 인원이 참여할 수 있는 사업
- 농촌형 : 인구밀도가 낮고 인프라가 부족하여 분리배출 시스템이 부족한 형태로 농업 폐기물 처리 및 유희지를 활용한 사업 등 추진
- 혼합형 : 구도심의 다세대, 연립 등 공동주택이 많은 지역으로 분리배출 시스템 구축과 도시형·농촌형 사업들을 적절히 활용

〈그림 2-16〉 유형별 사업사례

도시형 사업	농촌형 사업	공동 사업
<ul style="list-style-type: none"> - 태양광 등 에너지절약 사업 - 옥상 등 공동텃밭 조성 - 나눔장터 개최 - 재활용공방·재활용센터 운영 - 자원순환축제 개최 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 분리배출 시스템 구축 - 음식물쓰레기 퇴비화 - 로컬푸드 운영 - EM 관련 사업 - 농약병·폐비닐 수거 사업 	<ul style="list-style-type: none"> - 소등행사 등 공동사업 - 환경교육, 마을회의 등 - 마을리더 육성·교육 - 벤치마킹(선진지) 견학 - 자원순환 캠페인

〈그림 2-17〉 자원순환마을 사례

주요내용	관련사진	마을 활용방안
<ul style="list-style-type: none"> 쓰레기 분리배출 시스템 구축 또는 페트병이나 유리병을 활용한 클린하우스 		<ul style="list-style-type: none"> 마을 내 재활용 분리수거 시설을 설치하거나 페트병 또는 유리병을 활용해 제작
<ul style="list-style-type: none"> 페트병 이용 화분 만들기 + 화단조성 		<ul style="list-style-type: none"> 체험활동으로 만든 물품을 모아 분리수거시설이 있는 장소나 무단투기가 빈번한 장소 등에 설치
<ul style="list-style-type: none"> 페뎀 활용한 조형물 제작 		<ul style="list-style-type: none"> 페트병 또는 페뎀 활용 조형물을 제작, 마을입구나 공원 등에 설치
<ul style="list-style-type: none"> 페뎀과 바퀴진 자전거 등을 활용한 마을 조성 		<ul style="list-style-type: none"> 폐자전거를 디자인하여 거리 조성
<ul style="list-style-type: none"> 나눔플랫폼 운영 (재활용품 나눔센터) 		<ul style="list-style-type: none"> 마을 전체에 쓰레기를 활용한 벽화 등의 소재를 활용함으로써 관광 명소화 (광주 양림동, 부천 원미동)
<ul style="list-style-type: none"> 나눔플랫폼 운영 (재활용품 나눔센터) 		<ul style="list-style-type: none"> 마을에서 안 쓰는 물품을 모아 무상 또는 교환할 수 있는 나눔 가게 상시 운영 (가전, 유아용품, 놀이기구, 책, 옷, 자전거 등)
<ul style="list-style-type: none"> 공유냉장고 운영 		<ul style="list-style-type: none"> 마을회관이나 아파트 관리사무소 등에 공유냉장고를 운영하여 음식물쓰레기 발생량 저감

4) 지동 에코스테이션(팔달구 행정민원팀)

- 분리 배출되지 않은 쓰레기 미수거 정책에 따라, 방치된 주택가의 재활용품 수거 극대화로 생활폐기물 감량 실천을 위해 주민 주도의 생활폐기물 수거, 재활용품 순환 거점(에코스테이션)을 설치하여 올바른 배출 문화를 정착시키고자 함
- 사업내용
 - 사업기간: 2021년 4월부터
 - 주민이 참여하는 지동 맞춤형 에코스테이션 설치
 - 에코가이드 활동으로 주민 주도의 친환경 조성 시범모델 추진
 - 에코스테이션을 거점으로 ‘깨끗한 마을만들기’ 캠페인 추진 등
 - 에코스테이션 설치 장소: 지동 관내 2개소(사전 주민의견 수렴 및 현장 방문을 통해 선정 추진)
 - 팔달구 창룡문로 4 맞은편(지동시장 주차장 맞은편); 유동인구 많은 지역
 - 팔달구 팔달문로 104번길 22: 주택가 밀집지역(700세대 거주)

〈그림 2-18〉 에코스테이션 운영체계

구 분	핵심역할	주요내용	비 고
에코매니저 1일 2명	에코스테이션 현장 관리	- 에코스테이션 관리 - 생활폐기물 및 재활용품 분리 작업 - 주민 계도	희망근로자사업 분리배출도우미 활 용
에코가이드	에코스테이션 모니터링 및 홍보캠페인 전개	- 에코스테이션 관리, 운영실태 점검 - 에코스테이션 주변 환경 가꾸기 - 주민홍보캠페인 전개	자원봉사단체 활 용
지동 행정복지센터	사업예산운용 및 지원	- 에코스테이션 설치 및 개보수 지원 - 에코스테이션 관련 민원 처리 - 에코매니저 관리 및 에코가이드 운영	

5) 다회용 수송 포장재 사용 사업

- 수원시는 전국 지자체 최초로 2020년 8월부터 권선구 일원에서 1회용 택배 포장재 대신 다회용 포장재 재사용하는 사업을 수행함. 기업·소비자(B2C) 간 수송 포장재를 다회용으로 전환하는 운영방식으로 4개업체(오아이스, NS홈쇼핑, 롯데마트, 온다고)가 참여함. 향후 수원 전지역으로 확대 예정임

■ 사업내용

- 표준화된 다회용 수송 포장재 적용 및 모듈화, 배송 직전 배송거점
- 집적화하여 다회용 포장재를 배송·회수·재공급
- 배송 회수, 다회용 포장재 세척, 유통업체(e커머스)에 재공급
- 1회용 택배 포장재 원천 감량, 재사용 문화 확산

6) 1회용컵 대신 “수원 환경컵 큐피드 사용” 캠페인

- 공직자부터 선도적으로 1회용컵 줄이기를 실천하기 위하여 1회용컵 대신 “수원 환경컵 Cupid(큐피드) 사용” 캠페인을 추진함
- 주요내용
 - 수원 환경컵 Cupid(또는 개인컵) 사용하여 1회용컵 줄이기
 - 청사 내 1회용컵 반입 제한 지속 홍보 및 자율 동참 유도
 - 개인컵 지참 시 가격 할인 커피 전문점 홍보

7) sk텔레콤 주관 〈happy habit eco alliance〉 환경프로젝트 협약 체결

- 2020년 11월에 다회용 공유컵 사용 활성화로 1회용품 사용 감축 선도도시로의 역할수행을 위해 sk텔레콤 주관 〈happy habit eco alliance〉 환경프로젝트 협약을 체결함. 정부, 지자체, 공공기관, 일반기업 등 총 23개 기관이 협약 체결함
- 프로젝트 개요
 - 다회용컵(텀블러) 사용을 지속할 수 있도록 ICT 기반 사용실적 관리 및 혜택이 가능한 환경플랫폼 구축
 - 환경을 위해 텀블러, 다회용컵을 사용하는 착한 소비를 권장
 - 전용 앱에서 다회용컵 사용시 환경 가치를 정량적 파악과 누적 참여 횟수에 따른 고객 혜택 제공
 - 생활 속 환경 사회적 가치(Social Value) 실천과제로 추진
 - 다수의 카페가 프로젝트에 동참하고, 사용자가 지속적으로 프로젝트에 참여
 - happy habit eco alliance 구축
 - 정부, 지자체, 대기업 등 상호 협업으로 자원과 역량을 공유
 - 지속가능한 선순환적 환경 생태계 조성
- 향후 계획
 - 다회용 컵(큐피드) 사용 참여카페 프로젝트 참여 권장

- 다회용 컵(텀블러) 사용 시 전용 환경플랫폼 <happy habit앱>에서 참여 카페 및 고객에게 혜택 제공 방안 마련(sk텔레콤 사전협의)
- 우리시 관내 다회용 컵 사용 홍보와 병행한 공동캠페인 전개 등

8) 다중이용시설 재활용 분리배출 점검 강화

- 연 2회(상·하반기) 재활용 가능자원 분리수거 점검표에 의한 17개소(공연장 6개소, 영화관 11개소) 현장방문하여 점검함. 분리배출, 보관장소, 수집·운반 등 적정여부를 점검함

9) 유용 생활폐자원 수거 활성화

- 구별 유용 생활폐자원(폐건전지, 형광등, 종애펙) 수거전담반 운영 및 초등학교와 중학교에 유용 폐자원 수거 캠페인 참여 협조 안내문 발송
- 공동주택 종이팩 별도 배출 거치대 시범 실시(12개아파트 40개소)
- 보상교환으로 폐건전지 30개당 새건전지 1세트(2개) 교환, 종이팩 1.5kg 당 화장지 1롤 교환

10) 재활용품 분리배출 취약지역 수거율 제고 추진(청소자원과 자원재활용팀)

- 구도심권 단독주택 및 도시형생활주택 밀집 지역에 재활용품 분리배출 취약지역 수요조사 후 분리수거함을 보급
 - 주민, 통장, 민간단체 및 동 주민센터와 협조하여 분리배출 정착
- 2021년 목표량은 100개소(2,700천원) 분리수거함 지원을 목표로 하며, 하반기에 1,700천원 지원 예정임
 - 2021년 상반기 지원 대상

구 분	수량	지원액	비 고
계	47	10,000	
장안구	15	3,000	
권선구	23	4,700	
팔달구	4	1,300	
영통구	5	1,000	

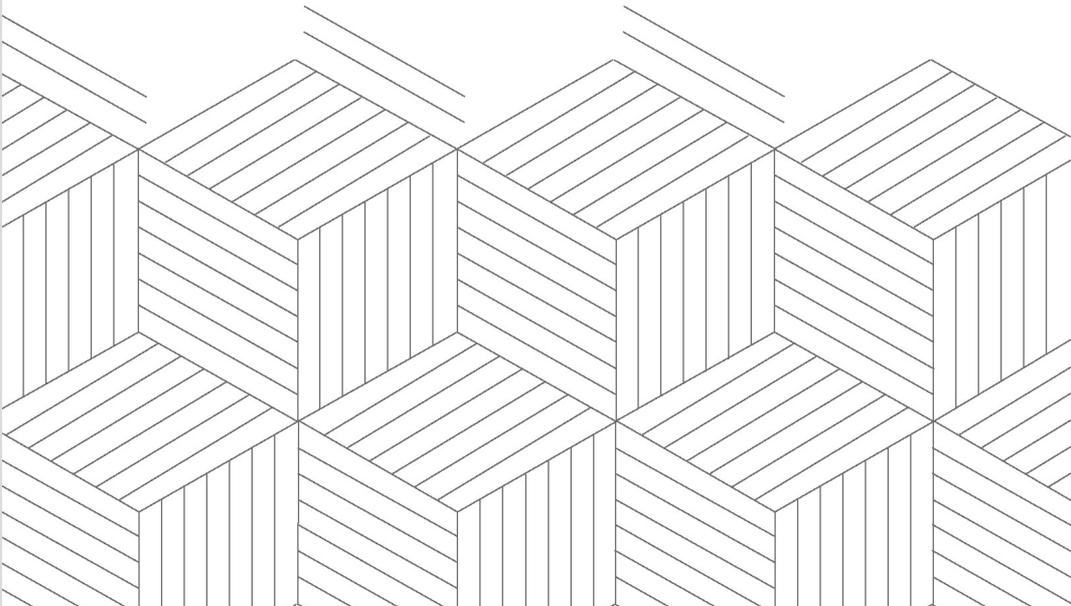
11) 폐의류 재사용을 위한 의류수거함 관리 운영

- 의류수거함 1,731개소(장안구 418개소, 권선구 640개소, 팔달구 271개소, 영통구 392개소)를 대상으로 의류수거함 관리번호별 책임자가 주1~2회씩 순회하여 수거(동정 기엔 약 10일에 1회)
- 의류수거함 전수조사 및 설치현황, 운영실태를 확인하고, 관리자를 선정하여 체계적인 의류수거함 관리 강화

제3장

국내·외 생활폐기물 관리 우수사례

제1절 생활폐기물 관리 사례
제2절 시사점



제3장 국내·외 생활폐기물 관리 우수 사례

제1절 생활폐기물 관리 사례

1. 수거체계 개선-거점수거 사례

1) 부산시 부산진구

- 재활용정거장(도시광부) 사업 추진
 - 총24개 거점 재활용품 분리배출 장소(재활용정거장) 운영
 - 재활용정거장 주2회(화, 목) 운영, 분리배출 시간대(16시~21시)에 자원관리사(도시광부) 상주
 - 지역주민 대상으로 올바른 분리배출 홍보·교육

〈그림 3-1〉 재활용정거장 운영



자료: 한국포장재재활용사업공제조합(2019), 2019년 재활용 가능자원 분리배출 모범시설 우수사례

〈그림 3-2〉 재활용정거장 추진체계도



자료: 한국포장재재활용사업공제조합(2019), 2019년 재활용 가능자원 분리배출 모범시설 우수사례

- 기대효과
 - 선별장에서 별도의 분류작업 불필요
 - 수거 및 선별 인력 축소로 비용절감
 - 무단투기 장소에 정거장 운영으로 쾌적한 골목길 조성
 - 이물질 감소로 재활용품 성상 양호
 - 도시광부 선발하여 지역주민 일자리 창출
- 운영성과
 - 올바른 분리배출 정착으로 고품질의 재활용가능자원을 재활용업체에 인계·인수
 - 재활용정거장 현장 만족도 설문조사 결과 90.6% 이상 만족(총261명 설문 참여)

2) 일산 두산위브더제니스

- 재활용품 배출·처리 관련 자원순환 체계 구축
 - 각 동별 재활용품 분리배출 장소를 설치·운영하여 재활용품 회수율 높임
 - 전담 미화직원 및 보조인력 배치, 출입구 모니터 설치 등 관리체계 시스템화
- 잘못 배출된 페비닐류 재분류 작업으로 재활용율 높이고 쓰레기 처리비용 절감
 - 페비닐 재분류 작업으로 하루 평균 200L 비닐봉투 7~8개 분량 재활용
- 입주민 대상으로 분리수거왕(지구지킴이) 선발대회 개최
 - 올바른 분리배출 방법 홍보·교육 및 실천 의지 고취
- 아이스팩 별도 수거·보관 후 필요세대 배부하여 재활용
- 운영성과
 - 분리배출 장소의 체계적인 운영으로 재활용품 회수율 증가
 - 지속적인 홍보, 교육, 이벤트 실시로 올바른 분리배출 정착

〈그림 3-3〉 2017~2018년 품목별 재활용 분리배출량

품목	2017년	2018년	증감률
비닐류 (재활용 가능)	57톤	63톤	+ 10.5%
플라스틱류 (페트병 포함)	100톤	116톤	+ 16.0%
캔, 고철류	23톤	25톤	+ 8.7%
유리병 (주류 및 음료수병)	92톤	100톤	+ 8.7%
스티로폼 박스	12톤	12톤	-
폐지류 (종이, 박스 등)	320톤	400톤	+ 25.0%
합계	604톤	716톤	+ 18.5%

자료: 한국포장재재활용사업공제조합(2019), 2019년 재활용 가능자원 분리배출 모범시설 우수사례

3) 환경부의 미래폐자원 거점수거센터

- ‘미래폐자원 거점수거센터’는 전기자동차 보급 확대로 앞으로 늘어나는 폐배터리 발생에 대비해 사업비 171억 원을 투입하여 경기 시흥 등 전국 4개 권역에 설치하는 시설임
- 미래폐자원 거점수거센터는 전기자동차 소유자가 정부에 반납하는 폐배터리를 회수하여 남은 용량과 수명 등 잔존가치를 측정한 후 민간에 매각하는 등 재활용체계의 유통 기반 역할을 수행할 예정임

〈표 3-1〉 미래폐자원 거점수거센터별 개요

구 분	수도권	충청권	호남권	영남권
사업위치	경기도 시흥시	충청남도 홍성군	전라북도 정읍시	대구시 달서구
건축면적	1,480㎡	1,075㎡	1,362㎡	1,456㎡
수용용량*	1,097개(폐배터리) 130톤(폐패널)	636개(폐배터리) 266톤(폐패널)	1,320개(폐배터리) 182톤(폐패널)	400개(폐배터리) 191톤(폐패널)
조감도				

* 폐배터리의 매각주기 운영방식에 따라 보관용량은 최소 13,800개(분기 1회 매각) ~ 41,400개(매월 매각) 규모로 수용 가능
자료: 환경부(2021), 전기자동차 폐배터리 재활용 본격 추진

■ 미래폐자원 거점수거센터 구축 추진 현황

○ 추진배경

- 발생 증가가 예상¹⁾되는 미래폐자원(전기차 폐배터리, 태양광 폐패널 등)의 회수·보관·매각 등 소과정 자원순환체계를 마련하기 위해 4개 권역에 미래폐자원 거점수거센터를 구축

○ 사업내용

- 환경부·한국환경공단 부지를 활용하여 전국 4개 권역별 거점수거센터를 구축·운영
- 미래폐자원의 “회수 → 성능평가 → 보관 → 매각(민간)” 등을 통해 회수·보관 및 매각을 적시 추진하여 민간업계 재활용산업 지원
- 사업비: 총 171억원(시설공사 및 운영장비 구축비)
- 사업기간: '20년 ~ '21년
- 진행상황: 공정률 93%(7월 건축완료, 8월 장비도입 완료 예정)
- 향후일정: 시범운영(~'21.12월)을 거쳐 본격 운영('22년~)

1) (폐배터리) '21년 1,075개, '22년 2,907개, '23년 5,914개, '24년 13,826개, '25년 31,696개
(폐패널) '21년 805톤, '22년 1,601톤, '23년 9,665톤, '24년 6,006톤, '25년 4,596톤

4) 제주도 클린하우스

- 클린하우스는 제주도에서 최초로 시행한 청소행정 시스템으로, 주거지역 내에 전후좌우 약 100m 간격을 두고 비가림 시설을 설치한 후, 일반쓰레기, 재활용품, 음식물 쓰레기를 수거할 수 있는 용기를 배치하고 CCTV와 악취저감시설, 전기시설 등을 설치하여 거점수거체계를 갖춘 일체의 시스템을 통칭함
- 클린하우스는 종전의 생활폐기물 문전배출 방식에서 거점배출 방식으로의 전환을 통하여 생활폐기물을 소각용, 매립용, 재활용, 음식물 등으로 구분하여 배출할 수 있도록 제주도에서 도입한 생활폐기물 배출 시스템임. 2020년 12월 말 기준 총 2,116개(제주시 1,669개, 서귀포시 447개)가 운영 중임

〈그림 3-4〉 종합배출 시설로서의 클린하우스



* 사진 좌측의 종량제 봉투(흰색), 종이류(붉은색), 캔/고철/플라스틱/비닐류 수거함(초록색)을 구비함. 사진 우측에는 RFID 기반 음식물 분리배출함, 스티로폼 전용수거함, 폐의류수거함 등이 위치하고 있음(한국환경정책평가연구원, 2015)
자료: 한국환경정책평가연구원(2015), 재활용동네마당 사업을 통한 생활폐기물 관리 선진화 연구

5) 동작구 재활용정거장

- 서울시 동작구는 단독·다세대 주택 밀집지역에 재활용 정거장에 총 20개를 운영 중이며, 지역주민을 자원관리사로 채용 해 분리수거함 청결하게 운영·관리 및 올바른 분리배출 홍보함
- 재활용 정거장은 종이류, 플라스틱류, 캔·병류 등 재활용품을 품목별로 구분해 배출할 수 있는 거점 수거 시설임. 주민들은 시간 제한 없이 상시 이용할 수 있으며, 분리수거함을 청결하게 유지하고 올바른 분리배출을 지도하기 위해 지역주민을 자원관리사로 채용해 관리하고 있음

〈그림 3-5〉 동작구 재활용정류장



자료: 동작구청 보도자료(2021), 재활용정거장 2개소 확충

6) 재활용품 무인회수기

- 군포시는 2021년 3월 22일부터 군포국민체육센터 입구(군포로 339)에 재활용품(페트병·캔) 무인회수기 1대를 설치해 시범 운영 중임
- 재활용품 무인회수기는 페트병이나 캔을 무인회수기 투입구에 넣으면 인공지능 기술로 자동 분류·압축됨
- 전화번호를 입력하면 페트병과 캔 1개당 각각 10원이 적립되고 2,000원 이상 적립 시 운영업체 홈페이지에서 회원가입 후 현금으로 전환됨
- 기기에 문제가 생기거나 내부 저장 공간이 가득 찰 경우, IoT(사물인터넷) 기술을 통해 곧바로 관리업체에 상황이 전달되어 원격시스템으로 즉각적인 조치가 가능함
- 회수된 페트병은 분쇄와 세척 등의 과정을 거쳐 의류나 부직포 등으로 재탄생하며 캔은 자동차 부품이나 철근 제품 등으로 재활용됨

〈그림 3-6〉 재활용품 무인회수기



자료: 군포시 보도자료(2021), 군포시, 재활용품 무인회수기 운영합니다 선별 재활용 개선 사례

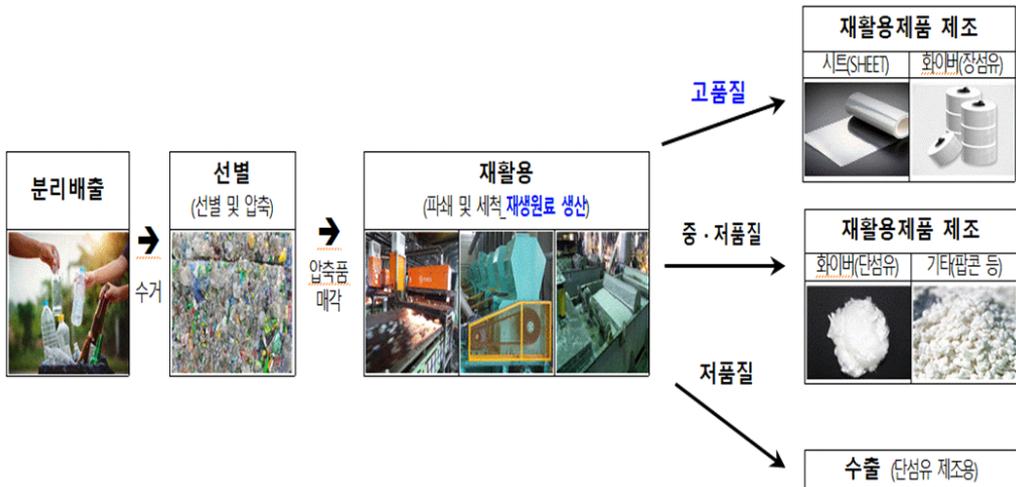
2. 선별 재활용 개선 사례

1) 환경부 투명페트병 별도 분리배출제

- 환경부는 2020년 12월 25일부터 전국 공동주택에서 '투명페트병 별도 분리배출'을 시행하고, 2021년 12월 25일부터는 단독주택까지 포함해 확대 시행할 계획임. 전국 12개 시도 30개 기초지자체와 함께 사전 시범사업을 추진함
- '투명페트병 별도 분리배출'과 함께 환경부는 전용 마대 배포를 통한 수거체계구축 지원, 관련 재활용업체의 시설개선, 재생페트 수요처 확대, 재생페트 재활용제품 다양화를 추진 중이며, 이를 통해 국산 재생페트 재활용체계 전 단계 개선을 목표로 함
- '투명페트병 별도 분리배출'은 '공동주택법' 상 의무관리대상 공동주택을 대상으로 시행되며 의무관리대상 공동주택은 30세대 이상의 공동주택 또는 150세대 이상으로서 승강기가 설치되거나 중앙집중식 난방을 하는 아파트 등임
- 배출된 투명페트병은 수거업체, 선별업체(민간 126개) 및 재활용업체(24개)를 거쳐 재활용되며, 선별·재활용업체에서 투명페트병을 별도 관리하는 시설개선 등을 통해 고품질의 재생페트가 생산될 예정임

- 환경부는 업계와 협력하여 기존에 주로 재활용되던 의류용 솜, 계란판 뿐만 아니라 의류, 가방, 신발 등에 사용되는 장섬유와 페트병으로 재활용 용도를 다각화하기로 함
- 의류업체를 비롯해 화장품업체에서 국내 투명페트병으로 의류, 가방, 폼 세정제(바디워시) 용기 등을 만들어 판매하고 있으며, 환경부, 한국환경공단, 한국수자원공사, 국립생태원 등 공공기관에서 국내 페트병을 재활용한 의류를 단체복으로 구매하는 등 사용처를 넓혀가고 있음
- 투명페트병 별도 분리배출 정착 등을 통해 고품질 재생페트 재활용량을 2019년 연 2.8만 톤(전체 재활용량 24만 톤의 11%)에서 2022년 10만 톤 이상으로 확대하여, 국내에서 현재 수입되는 재생페트를 대체할 계획임(환경부 보도자료, 2020)

<그림 3-7> 페트병 재활용 체계 및 제품



자료: 환경부 보도자료(2020), 전국 공동주택에서 투명페트병 별도 분리배출 의무화

<표 3-2> 투명페트병 별도 분리배출 홍보 협약 참여업체

구분	협약참여업체(가나다순)
생수,음료업계 (15개사)	광동제약, 농심, 동아오츠카, 동원에프앤비, 롯데칠성음료, 매일유업, 산수음료, 서울우유협동조합, 스파클, 웅진식품, 제주특별자치도개발공사, 코카콜라음료, 풀무원샘물, 화인바이오, 해태에이치티비
유통업계 (6개사)	롯데마트, 비자에프리테일, 이마트, 지에스리테일, 코리아세븐, 홈플러스

자료: 환경부 보도자료(2020), 전국 공동주택에서 투명페트병 별도 분리배출 의무화

2) 선별업체 개선 사례

구분	기존	개선
보관	<p>타 재활용품과 혼합 투입·선별</p> 	<p>투명 페트병만 별도 투입·선별</p> 
선별	<p>타플라스틱과 혼합된 상태에서 선별</p> 	<p>투명페트병 전용 선별라인 운영</p> 
압축	<p>타재질과 공동사용으로 이물질 오염</p> 	<p>별도 압축시설 도입</p> 

※ 별도 보관장소, 선별, 압축 등 고품질화에 적합한 시설 구축

자료: 환경부(2021), 보도자료, 환경부 장관, 생활폐기물 분리배출부터 재활용까지 전 과정 현장 점검

■ 재활용업체

구분	기존	개선
재활용	<p>유·무색 혼합 투입·재활용</p> 	<p>투명페트병 별도 재활용라인 구축</p> 

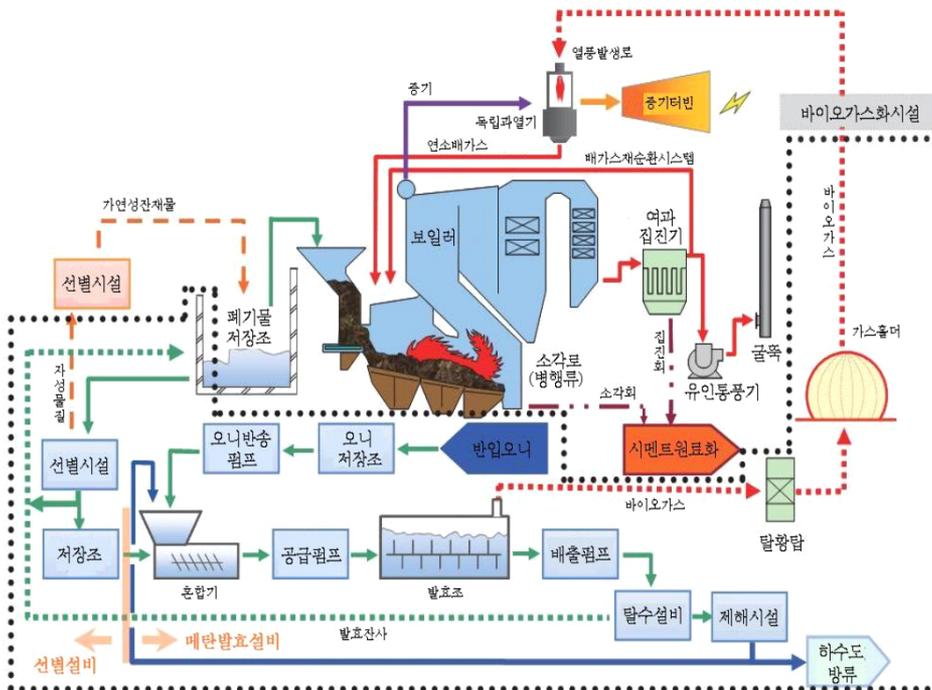
※ 투명페트병 전용 보관, 투입, 분쇄, 세척 시설 운영

3. 소각시설 선진화 사례

1) 폐기물소각·바이오가스화 복합시설

- 야마구치현 호후시 클린센터는 일본 최초의 폐기물소각·바이오가스화 복합시설소로, 바이오가스화시설과 소각발전 설비의 복합시스템이며 생성한 바이오가스를 독립과열기의 열원으로 이용하여 증기의 고온화에 활용함. 이때 생성한 배기가스는 소각로에 공급하여 열회수율을 최대한 높인 사례임
- 가와사키중공업(주)은 2010년 6월 야마구치현 호후시 클린센터 정비·운영 사업을 수주함. 본 사업모델은 DBO방식(Design Build Operate)의 사업으로 선별시설, 바이오가스화시설, 소각시설을 집적화하여 고효율 폐기물발전을 실현함
- 야마구치현 호후(Hofu)시 클린센터에서는 가연성 폐기물에서 바이오 가스화에 적합한 폐기물을 선별하고 선별한 폐기물은 바이오가스화(고온 건식 메탄발효)시설에서 바이오 가스를 생성함
- 선별하지 않은 가연성폐기물과 발효잔사 등은 소각시설(스토커식 병행류)에서 저공기비 고온연소하고 에너지를 회수함. 또한 슬러지 유효이용 시설은 인접 시설에서 발생하는 하수·분뇨슬러지를 반입하여 바이오가스화 시설에 의해 슬러지를 활용하고 있음

〈그림 3-8〉 일본 호후시 클린센터 전체 공정도



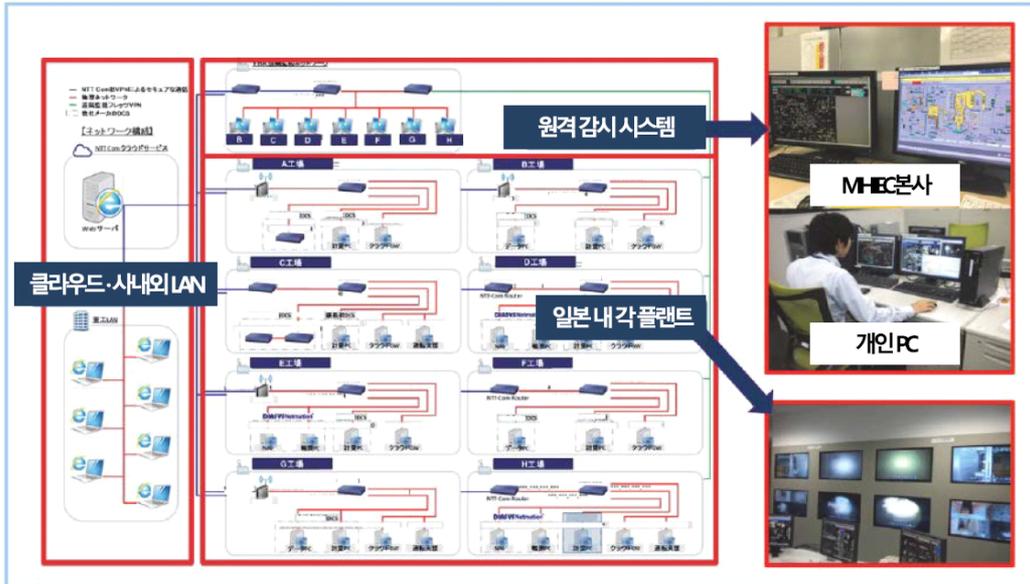
자료: 박상우(2016), 소각과 바이오가스화 시설의 복합화: 에너지 회수 증대, 한국환경산업기술원 Konetec Report 2016-065호

- 소각 시설에서 발생하는 소각재 및 비산재는 시멘트원료로 사용함
- 폐기물소각 보일러에서 생성한 증기(4MPa×365℃)를 바이오가스를 연료로 하는 독립 과열기에서 4MPa×405℃까지 과열하여 고효율 발전을 달성하기 위한 시스템임
- 바이오가스화 시설에서 발생하는 바이오가스는 발전용 증기를 가열하는 열원으로 이용하여 폐기물 소각만으로는 달성할 수 없는 최대 발전량 3600kW, 기준 폐기물시 발전 효율 23.5%이라는 뛰어난 효율을 제공함(박상우, 2016). 이 전력은 시설의 전력을 충당하고 잉여 전력을 매전함으로써 시설의 유지관리비 절감과 온실가스 배출 감소에 기여하는 것으로 알려져 있음

2) 소각시설에의 ICT, AI 기술 활용 사례

- 폐기물소각시설에서의 ICT 적용 분야는 3가지로 분류
 - 연소 제어 분야: 자동연소제어시스템(ACC, Automatic Combustion Control)의 고도화 목적
 - 운전 지원 분야: 운전원 조작 부담의 경감 목적
 - 유지관리 분야: 일상점검, 기기 메인テナンス(Device maintenance)의 효율화 목적
- 원격 감시 시스템
 - Mitsubishi Heavy Industries - Environmental Chemical Engineering의 원격 감시 시스템 개요
 - 2005년 가스화용융시설의 원격 감시 시스템을 시작으로 현재 일본 내 8개 시설과 서로 연결되어 적용됨
 - 각 시설의 데이터를 지속적으로 수집하여 AI를 활용한 지원 강화 실시
 - 실시간 감시 기능: 현지의 DCS(Distributed Control System : 분산제어 시스템) 화면 및 영상을 실시간으로 원격 감시
 - 플랜트 데이터 수집 기능: 현지로부터 플랜트 데이터를 수집하여 데이터베이스화하여 운전 리포터 작성

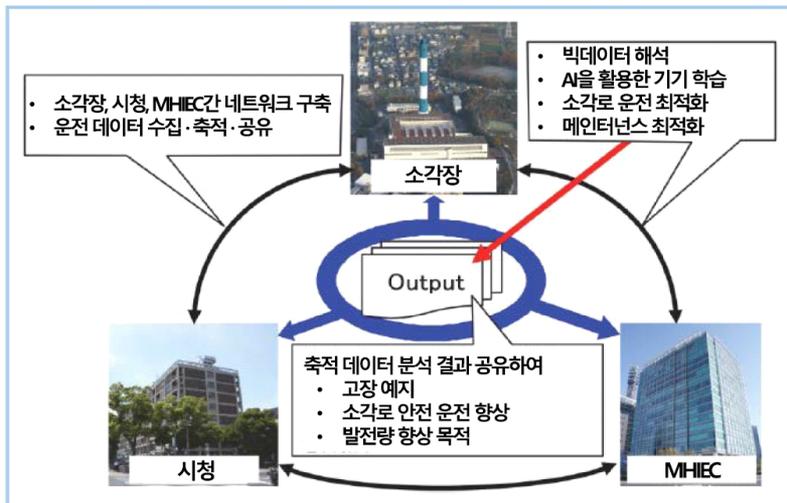
〈그림 3-9〉 원격 감시 시스템 개요



자료: Mitsubishi Heavy Industries Technical Report Vol.57 No.2 (2020)

- AI · IoT 관련 기술을 활용한 요코하마시 쓰레기소각장 정보 공유화 연구
 - 소각장 운전 데이터, 발전 데이터, 영상 데이터를 실시간으로 공유하기 위한 시청, 소각장, MHEC간 원격 감시망 구축
 - 원격 감시 가시화, 축적 데이터의 AI 기술을 활용한 분석으로 고도의 폐기물 소각 시설의 안정 운전 및 운전 비용 저감

〈그림 3-10〉 소각장-시청-MHEC간 네트워크 구축

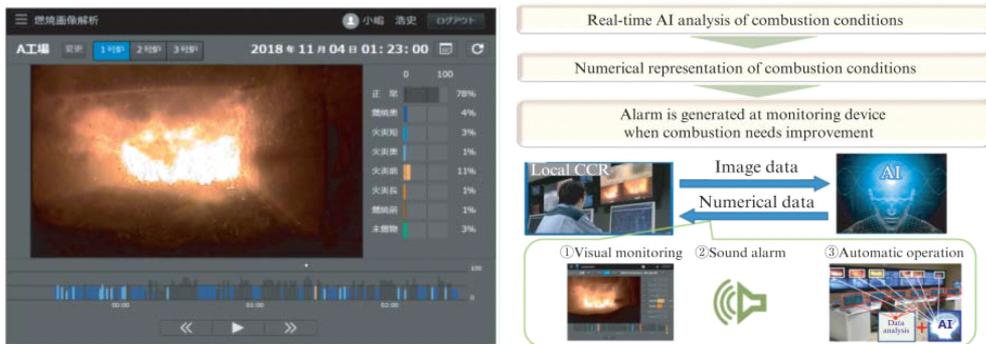


자료 : Mitsubishi Heavy Industries Technical Report Vol.57 No.2 (2020)

■ 연소 화상 해석 시스템

- JFE Engineering Corporation의 연소 화상 해석 시스템의 개요
 - DCS(Distributed Control System) 화면의 프로세스 데이터와 ITV(Industrial Television) 모니터의 소각로 내 연소 상태 확인함
 - 본 연소 화상 해석 시스템은 ITV 모니터에서 감시하고 있는 연소 화상의 좋고 나쁨의 정도를 수치화 가능 → 연소 이미지 AI 분석을 통한 연소 상태의 수치화, 시각화하여 개선이 필요한 상태가 되면 경보 통지
 - ITV 연소 영상 데이터 → 연소 화상 데이터 변환 → 연소 화상 해석 시스템 → 연소 상태 수치화 → DCS 모니터링

〈그림 3-11〉 연소 화상 해석 시스템

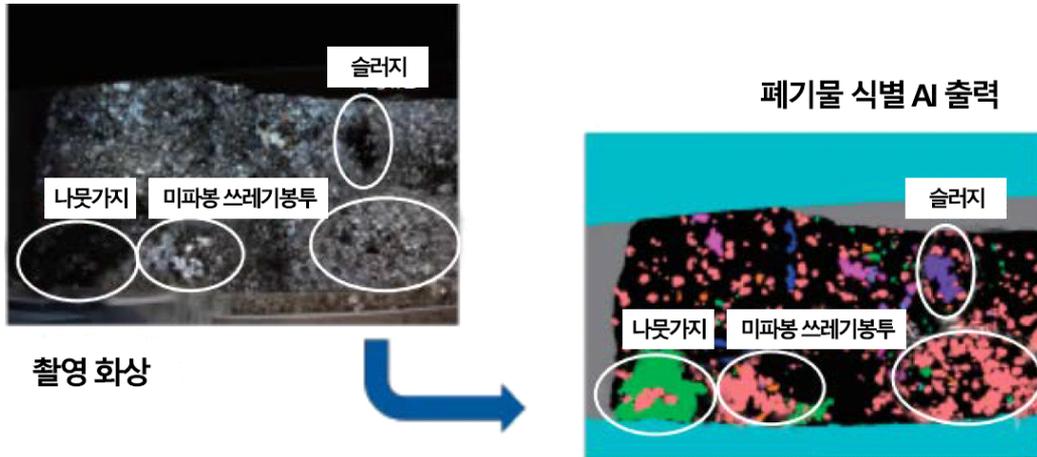


자료 : JFE Technical Report No. 45 (February 2020) p. 65-69

■ 폐기물 식별 AI 탑재 자동 크레인 시스템

- EBARA의 폐기물 식별 AI 탑재 자동 크레인 시스템 개요
 - 폐기물 성상 균일화를 위한 교반 및 특수 폐기물 회피 작업 자동화 실시
 - 폐기물 성상 파악을 위한 AI기술 개발 및 크레인 제어 장치와 연계한 자동크레인 시스템 구축
 - ① 슬러지 등 소각로 투입 시 연소상태, 기기에 영향을 미치는 특수 폐기물 식별 및 회피(특수폐기물을 일반폐기물이 덮고 있어도 기억하여 처리 가능)
 - ② 소각로 폐기물 투입 요구에 맞게 적당한 폐기물 식별 및 투입
 - ③ 미파봉 쓰레기봉투 식별 및 파봉/교반
 - ④ 주간 폐기물 이송 차량 대기 시간 최소화를 위한 피트 반입 폐기물 이동

〈그림 3-12〉 폐기물 식별 AI 탑재 자동 크레인 시스템



자료: EBARA; https://www.ebara.co.jp/en/corporate/newsroom/release/company/detail/1191134_10220.html

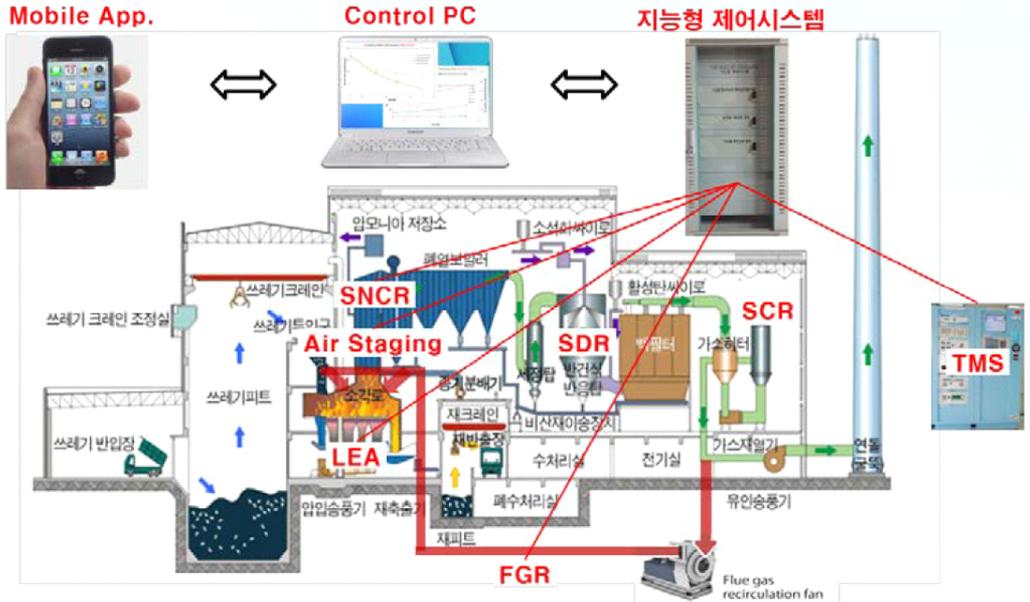
3) 소각시설에서의 질소산화물 제어기술 사례

- 본 자료는 “소각기술 최신동향 및 질소산화물 제어기술”을 주제로 한 세미나(한국기계연구원 윤진한 책임연구원, 수원시정연구원 내부 세미나) 발표자료 중 지능형 탈질시스템 성능최적화 실증기술 연구과제 소개 부분으로 다음 연구과제에 관한 연구내용임
 - 기초연구: 미래선도형 융합연구단사업 (2015.12 ~ 2021.12)
 - 응용연구: 소각장 배출 미세먼지 저감기술 개발 (2019.09 ~2021.03)

(1) 소각로 질소산화물 지능형 제어시스템

- 정의: 연소가스테이터와 연동시켜 연소용 공기(LEA) 제어, 연소가스재순환(FGR) 제어, SNCR 최적제어를 통한 NO_x 자동제어
 - 지능형제어: 폐기물 연소 상태에 따라 1, 2차 연소용 공기 제어, FGR 유량 및 배분 제어, SNCR 약품량 제어 등 여러 설비들의 데이터를 TMS 가스분석 데이터와 비교하여 연소장 내 질소산화물 발생 최소화 및 약품량 최적 제어, 통신은 인터넷 기반 암호화호환을 통한 무선통신

〈그림 3-13〉 실증설비용 지능형 탈질시스템 개념도



자료: 윤진한(2021), 세미나 발표자료, 소각기술 최신동향 및 질소산화물 제어기술, 한국기계연구원

- 암모니아 슬립을 없애려면 배출되는 질소산화물과 연계된 SNCR 및 SCR 최적 제어 필요하며, 연소가스재순환(FGR) 기술 활용으로 연소안정화 및 연소배가스 총량 감소로 대기오염물질 총량 감소 효과가 있음
- 효과적인 NO_x 제어기술은 저과잉공기연소(LEA), 다단연소(Air Staging), 연소가스재순환(FGR) 기술 동시적용이 효과적임
- 저과잉공기연소(Low Excess Air Firing: LEA) 기술
 - 과잉공기량을 적게 투입하여 화염온도를 낮추어 질소산화물 발생을 억제하는 기술
 - 적용이 용이하고 비용도 저렴
 - 과잉공기량이 적게 되면 Fuel NO_x도 적게 발생되어 질소산화물 제어에 효과적임.
 - 일반적으로 우리나라 소각로에서는 산소투입량을 필요량보다 약 2배 투입
- 배기가스재순환(Flue Gas Recirculation: FGR) 기술
 - 배가스의 일부를 연소영역으로 재순환시켜 질소산화물을 저감하는 기술
 - 통상적으로 배가스 재순환량은 30% 이내
 - 연소반응장의 온도와 산소농도를 낮추어 Thermal NO_x와 Fuel NO_x 동시 저감 효과
 - FGR duct, Fan 등 설비비 필요
- 다단연소(Air Staging: AS) 기술
 - 연소용 공기를 여러 곳으로 투입하여 화염온도를 낮추어 질소산화물 발생을 억제함

- 스토커 방식의 경우 1차(하부, 측면부) 및 2차 연소용 공기 배분

(2) 연소가스재순환(FGR) System 국내 적용 사례

- FGR 기술은 선진국에서 이미 검증된 기술이지만 국내 자체기술은 없으며, 최근 FGR System은 기술 도입을 통해 설치 증가 추세임
- 기업명: 아시아제지(주) 시화공장(SRF), 세종공장(제지폐기물)
 - 보일러시설: Stoker type
 - 대상폐기물: 폐합성수지류 고형연료(SRF) (2019년)
 - 방지시설: FGR - SNCR - SDR - B/F - SCR - W/S
 - 개요: 독일 LAWI Eng. 기술(주)태종 설치, 코엔텍(주) 문제점 해결(아연도금)로 가동중, 연소가스 10~20% 재순환, NOx 10ppm 내외 배출
- 기업명: 씨에스에너지(주) (신설 신청중)
 - 용량: 48톤/일 Stoker type (2021년)
 - 대상폐기물: 고형연료(SRF, Bio SRF)
 - 방지시설: FGR - SNCR - Cyclone - SDR - DR - B/F
 - 개요: FGR은 독일 LAWI Eng. 기술, 보일러 후단에서 연소배가스 43.6% 재순환시켜 NOx 40~50% 감소 목표, 배출가스 용량 38.8% 감소
- 기업명: 한창제지(주) (대기방지시설 변경 신청중)
 - 용량: 48톤/일 Stoker type (2021년)
 - 대상폐기물: 폐합성수지류 96%, 그 외 폐종이, 폐목재류 등
 - 방지시설: FGR - SNCR - Cyclone - SDR - DR - A/C - B/F - SCR - W/S
 - 개요: FGR은 독일 LAWI Eng. 기술, 보일러 후단에서 연소배가스 45% 재순환시켜 NOx 30% 감소 목표, 배출가스 용량 30% 감소
 - 특징: 폐기물 파쇄, LHV 3,500kcal/kg 이상 유지 필요, 연소용 공기 가열, 연소용공기와 혼합온도 210도 유지(온도센서 부착)
- 지자체: 송도자원순환센터
 - 용량: 90톤/일 유동층 보일러(CFBC) (2020년)
 - 대상폐기물: 생활폐기물 고형연료(SRF)
 - 방지시설: FGR - 분말소석회 - SNCR - SDR - DR(A/C) - B/F - SCR
 - 개요: 독일기술 (주)태영건설 설치, SCR후단에서 1차 연소실만 투입, 연소안정성 효과 큼, NOx 배출량은 10ppm 이내

〈그림 3-14〉 송도자원순환센터 제어실

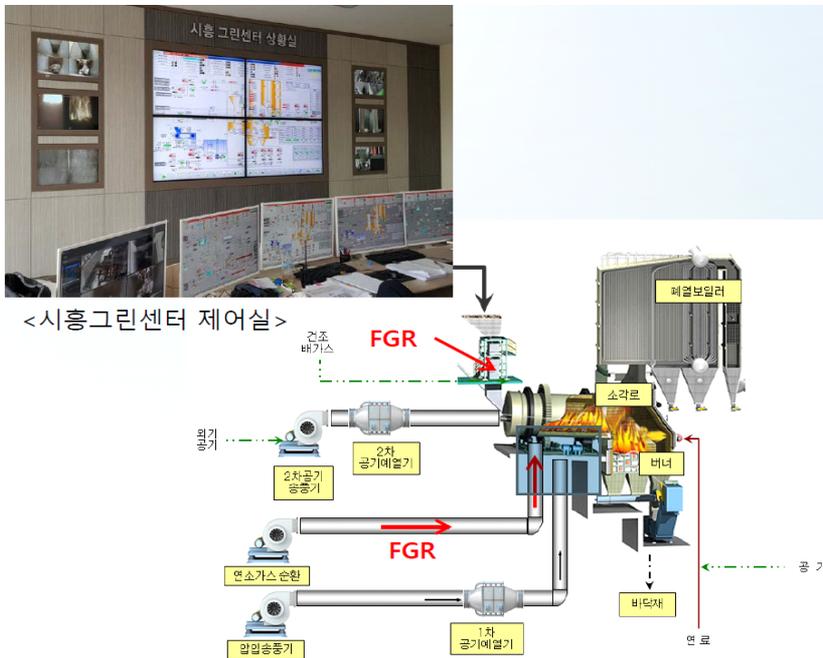


자료: 한국기계연구원 윤진한(2021), 세미나 발표자료, 소각기술 최신동향 및 질소산화물 제어기술

■ 지자체: 시흥그린센터

- 용량: 100톤/일 2기, Rotary Kiln + Stoker type (2019년)
- 대상폐기물: 생활폐기물+산업폐기물
- 방지시설: FGR - SNCR - SDR - DR - A/C - B/F - SCR
- 개요: 독일기술 (주)태영건설 설치, SCR후단에서 1차 연소부 및 투입구 투입, 질소산화물 배출량 10ppm 내외 배출

〈그림 3-15〉 시흥그린센터 제어실 및 소각로



〈시흥그린센터 소각로〉

자료: 한국기계연구원 윤진한(2021), 세미나 발표자료, 소각기술 최신동향 및 질소산화물 제어기술

4. 음식물쓰레기 바이오가스화 시설

1) 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황(2020년 기준)

- 시설현황: 2020년 110개소로, 전년('19년, 101개소) 대비 9개시설 추가
 - 추가시설: ①아산, ②삼척(휴업), ③서산하수, ④서산자원순환형, ⑤장수(휴업), ⑥충주, ⑦세종, ⑧평택에코센터, ⑨화성동탄

〈표 3-3〉 유기성폐자원 바이오가스화시설 시설 현황(단위: 개소)

조사년도	계	음식물·음폐수	가축분뇨	하수슬러지	통합
2008	38	5	6	17	10
2009	49	7	9	20	13
2010	50	8	7	20	15
2011	55	11	7	20	17
2012	57	11	7	20	19
2013	61	16	7	20	18
2014	71	20	6	21	24
2015	88	20	6	32	30
2016	90	20	7	33	30
2017	98	21	7	35	35
2018	100	21	4	32	43
2019	101	21	4	32	44
2020	110	26	5	33	46

자료: 환경부(2021), 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황

- 처리실적 : 2020년 처리량 19,519천톤/년으로, 전년('19년22,295천톤/년)대비 2,776천톤 감소함
 - 2019년 대비 2020년 2개 시설의 하수슬러지 처리량 다량 감소(서울 중량물재생센터 △1,538톤, 안양 하수처리장 △1,043톤)
- 생산·활용현황 : 2020년 바이오를 362백만Sm³ 생산하였으며, 302백만Sm³(83.2%)를 이용하였음
 - 전년대비 총 처리량은 감소하였으나, 음식물류폐기물 처리량이 증가하여 가스발생량은 증가한 것으로 분석함

〈표 3-4〉 시설별 처리량(단위: 천톤/년)

조사년도	계	음식물	가축분뇨	하수슬러지	통합
2008	6,262	362	107	4,278	1,515
2009	13,242	291	126	8,201	4,624
2010	13,718	412	124	8,212	4,970
2011	13,384	470	125	6,925	5,864
2012	13,594	526	146	7,412	5,510
2013	15,775	833	181	7,571	7,190
2014	15,838	1,035	143	7,325	7,335
2015	17,597	1,040	115	8,745	7,697
2016	18,949	1,036	111	9,881	7,921
2017	23,421	1,218	152	12,150	9,901
2018	23,787	1,140	126	7,165	15,356
2019	22,295	1,138	120	7,026	14,010
2020	19,518	1,258	105	6,906	11,249

자료: 환경부(2021), 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황

〈표 3-5〉 연도별 바이오가스 생산·이용량(단위: 천m³/년, %)

조사년도	생산량	활용량					미활용량 (연소처리)
		소계	용도별 이용량				
			발전	외부공급	자체이용	스팀가스 사용 등	
2008	44,383 (100)	37,362 (84.2)	8,749 (19.7)	1,561 (3.5)	27,052 (61)	-	7,021 (15.8)
2009	139,799 (100)	109,934 (78.6)	18,794 (13.4)	4,798 (3.4)	86,342 (61.8)	-	29,865 (21.4)
2010	157,074 (100)	124,398 (79.2)	25,811 (16.4)	9,701 (6.2)	88,886 (56.6)	-	32,676 (20.8)
2011	173,918 (100)	140,829 (81)	27,387 (15.8)	15,364 (8.8)	98,078 (56.4)	-	33,089 (19)
2012	178,510 (100)	141,841 (79.5)	27,706 (15.5)	16,928 (9.5)	97,207 (54.5)	-	36,669 (20.5)
2013	205,435 (100)	158,550 (77.2)	27,925 (13.6)	27,211 (13.2)	103,414 (50.3)	-	46,885 (22.8)
2014	248,805 (100)	176,024 (70.7)	32,408 (13)	31,689 (12.7)	111,927 (45)	-	72,781 (29.3)
2015	284,382 (100)	218,255 (76.7)	43,177 (15.2)	52,349 (18.4)	122,729 (43.1)	-	66,127 (23.3)
2016	304,293 (100)	240,557 (79.1)	53,199 (17.5)	59,533 (19.6)	115,153 (37.8)	12,651 (4.2)	3,736 (20.9)
2017	321,062 (100)	268,027 (83.5)	55,839 (17.4)	86,629 (27)	111,585 (34.8)	13,975 (4.4)	53,035 (16.5)
2018	353,709 (100)	285,530 (80.7)	62,209 (17.6)	97,669 (27.6)	94,835 (26.8)	30,817 (8.7)	68,179 (19.3)
2019	351,163 (100)	293,153 (83.5)	65,023 (18.5)	89,766 (25.6)	105,610 (30.1)	32,754 (9.3)	58,011 (16.5)
2020	362,326 (100)	301,612 (83.2)	49,854 (13.8)	100,125 (27.6)	113,638 (31.4)	37,995 (10.5)	60,714 (16.8)

자료: 환경부(2021), 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황

2) 수도권 광역 음폐수 바이오가스화시설

- 수도권매립지관리공사가 운영 중인 국내 최대 규모의 음식물류 폐기물 에너지화시설로 수도권 환경·에너지종합타운 내 위치해 있음
- 약 443억원(국비 30%, 지방비 70%)이 투입된 시설로 수도권 3개 시·도에서 발생하는 음폐수를 적정하게 처리하기 위해 설치됨(2010년 9월부터 36개월 동안 공사)
- 시설규모 및 공정
 - 3개 시·도(서울, 경기, 인천)에서 발생된 음폐수를 혐기성 소화하여 바이오가스 생산
 - 생산된 바이오가스는 자체이용(보일러 약취소각) 및 슬러지자원화 2단계시설 하수슬러지 건조연료로 활용(LNG대체 열원)
 - 2020년 기준으로, 광역 음폐수 바이오가스화 시설로 총 141,744톤이 반입되었으며, 바이오가스 12,255천m³ 이 발생하였음. 발생된 바이오가스는 슬러지 2단계와 시설 자체활용 등에 활용됨

〈표 3-6〉 운영현황

년도	2015	2016	2017	2018	2019	2020
처리현황(톤/년)	119,380	165,200	159,221	162,972	116,506	141,745

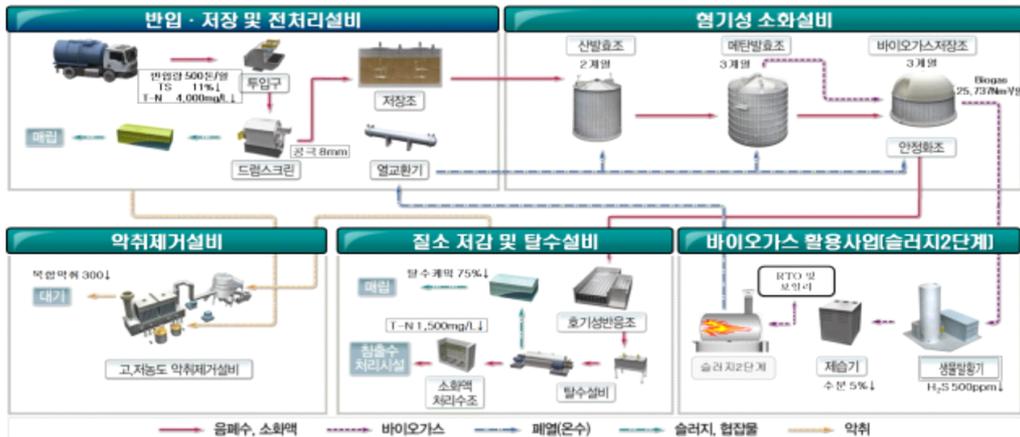
자료: 수도권매립지관리공사 홈페이지

〈표 3-7〉 광역 음폐수 바이오가스화 시설 바이오가스 생산 및 활용현황

구분	음폐수 반입량(톤)	바이오가스 발생량(천m ³)	바이오가스 활용현황(천m ³)		
			슬러지 2단계	시설 자체활용	기타
2020년	141,744	12,255	7,818	1,696	2,741
2021년 1분기	26,304	2,046	994	310	742
2021년 2분기	27,868	2,718	2,003	460	255

자료: 수도권매립지관리공사 홈페이지

〈그림 3-16〉 시설 공정도



자료: 수도권매립지관리공사 홈페이지

3) 충북 음식물바이오에너지센터

- 충북 충주 봉방동에 위치한 충주음식물 바이오에너지센터는 약 60톤/일의 음식물쓰레기가 반입되며, 약 7천m³의 바이오가스가 생성됨
- 충북도는 음식물바이오에너지센터 인근에 바이오가스를 이용한 수소융복합충전소를 건립 예정임. 2019년 5월 산업통상자원부 공모로 선정된 이 사업에는 국비 95억원을 포함, 총사업비 121억9000만원이 투입되며, 충북도와 충주시, 고등기술연구원 등 5개 기관이 참여함
- 이 수소충전소는 2년간의 기술개발을 거쳐 추진되는 국내 최초의 바이오가스 활용 온사이트형 수소충전소로서, 온사이트형 수소충전소는 수소충전소에서 수소를 직접 생산하는 방식임
- 충주시 음식물바이오에너지센터에서 발생한 바이오가스에서 수소를 추출하고 99.995% 이상의 고순도 수소로 정제해 수소자동차의 연료로 이용할 수 있게 됨

〈그림 3-17〉 바이오가스 활용 수소융복합충전소 조감도



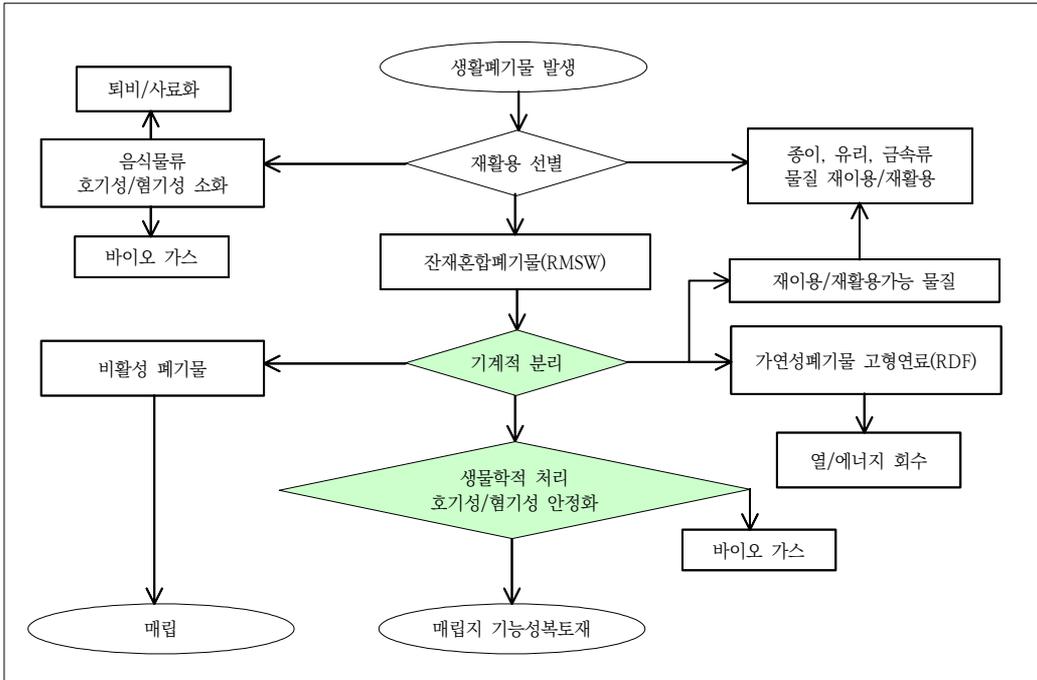
자료: 파이낸셜 뉴스(2021. 01. 25), 충북에 국내 첫 바이오가스활용 수소충전소 선다
(<https://www.fnnews.com/news/202101250803428876>)

5. 소각 전처리(MBT)

- MBT(Mechanical biological treatment) 시설은 폐기물을 최종처분하기 전 기계적 분리·선별 및 생물학적 처리를 거쳐 재활용가치가 있는 물질을 최대한 회수하고, 환경 부하를 감소시키는 시설을 말함
- 폐기물의 재활용 및 에너지회수 극대화
 - 폐기물을 순환자원으로 적극 활용하여 고유가시대 신·재생에너지 확보, 원자재난 해소에 기여

- 매립지 수명연장 등 환경문제 예방
 - 매립·소각되는 폐기물량을 최소화하여 매립지안 및 환경오염 사전예방
- MBT는 지역의 여건에 따라 일부 공정이 달라질수 있으며, MBT 개념도는 다음과 같음

〈그림 3-18〉 MBT 개념도



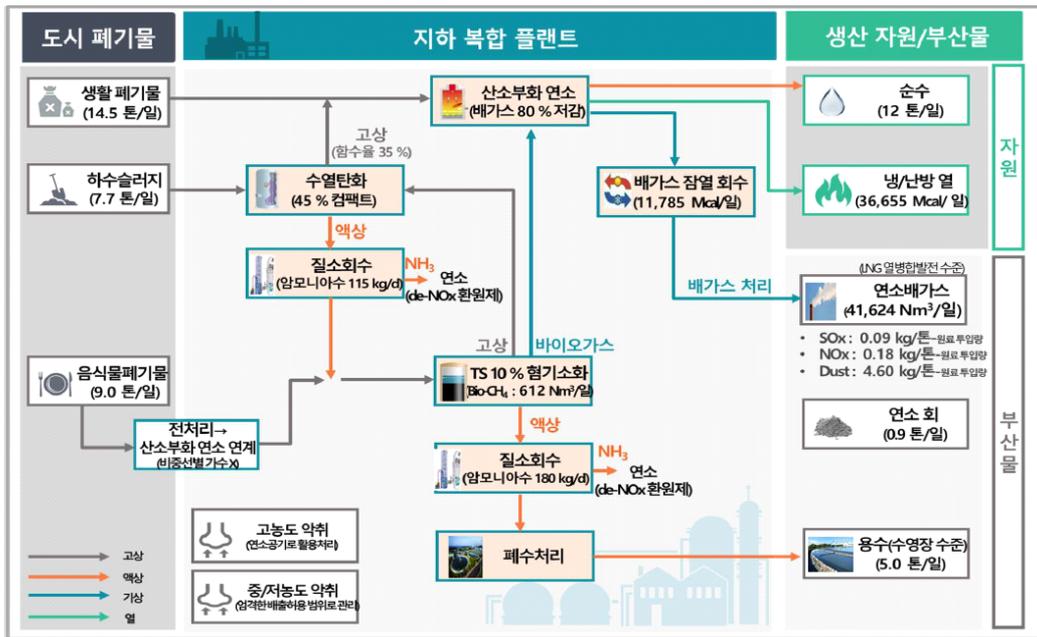
자료: 환경부(2006), 생활폐기물 전처리 시설(MBT) 도입 추진

- 파쇄(전단파쇄기, 충격파쇄기, 압축파쇄기, 습식파쇄기)는 부피가 큰 폐기물의 부피를 줄이고, 다양한 크기의 폐기물을 규격화함
 - 매립, 소각, 재생 등의 공정에 적용하여 폐기물의 감량화 처리의 자동화 처리효율을 증대시킴
 - 연료로 사용시 조성과 입자크기가 일정하여 연소효율이 높아질뿐만 아니라 고품질의 RDF 같은 연료를 제조할수 있음
- 선별은 목적성분을 선별 회수하는 방법으로, 손을 이용한 수선별법(hand sorting)과 기계를 이용한 기계 선별법 방식으로 크게 구분됨
 - 기계선별법은 건식법(트롬멜 스크린, 공기선별, 광학선별, 와전류선별 등)과 습식법(침전부상법, Jigs 등)으로 나눌수 있음

6. 복합시설 사례

- 본 자료의 출처는 “저탄소 미래도시 구현을 위한 도시폐자원 순환형 복합플랜트”를 주제로한 세미나(고등기술연구원 김호 센터장, 수원시정연구원 내부 세미나) 발표자료로, “지하공간 활용 도시기반 복합플랜트 실증연구 (2020.04.17 ~ 2024.12.31.)”이란 지하 복합플랜트 연구달의 연구과제에 관한 연구내용임
- 도시폐기물을 지하 복합 플랜트에서 처리시, 인구 37,000명 도시폐기물로부터 공간 집적율 40% 증가, 유효에너지 50% 증가, 부산물 50% 저감 가능함

〈그림 3-19〉 자원순환형 공정 구성



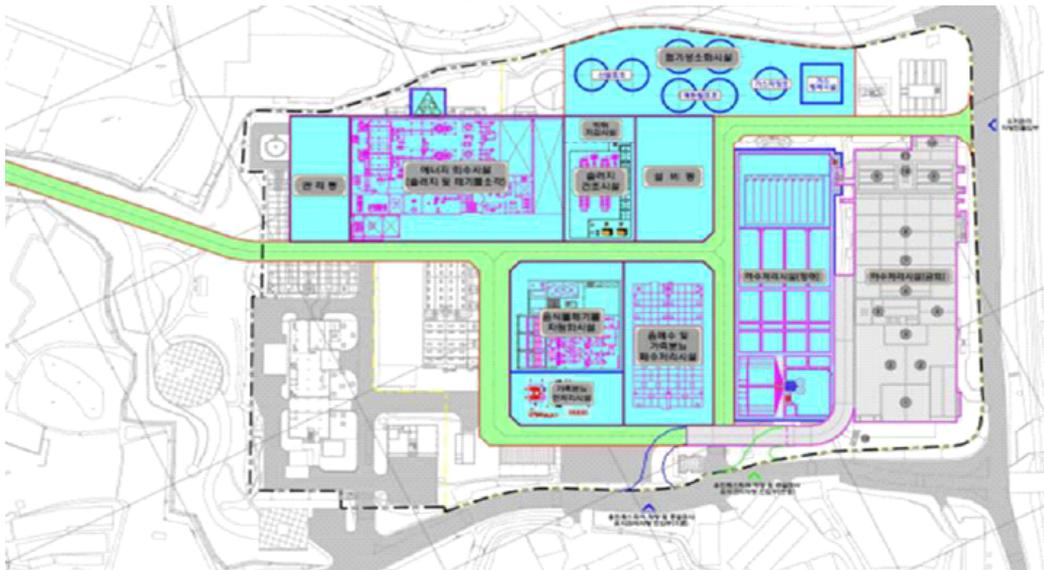
자료: 고등기술연구원 김호(2021), 세미나 발표자료, 저탄소 미래도시 구현을 위한 도시폐자원 순환형 복합플랜트

- 하남 유니온 파크
 - 2011년 9월 하남시 미사대로 710 일원에 79,057m2 규모로 총 사업비 3,030억원을 투입하여 2015년 6월 완공됨
 - 폐기물 처리시설: 재활용품선별(50톤/일), 소각(60톤/일), 생활폐기물 압축(60톤/일), 음식물자원화(80톤/일)
 - 하수처리시설: 공공하수처리(32,000톤/일), 슬러지 건조(60톤/일)

수 있을 것으로 예상. 현재 용인시에서 발생하는 음식물폐기물은 민간시설에서 위탁 처리 중이나 시설 완공되면 예산 절감과 용인하수처리시설과의 음폐수 연계처리로 안정적 처리가 가능

- 사업기대 효과
 - 처리시설 완전지하화를 통한 상부공간에 주민친화시설 조성
 - 폐기물의 자원화로 정부정책에 부응한 친환경에너지 생산시설 건설

〈그림 3-22〉 용인에코타운 배치계획(예시)



자료: 고등기술연구원 김호(2021), 세미나 발표자료, 저탄소 미래도시 구현을 위한 도시폐자원 순환형 복합플랜트

〈그림 3-23〉 에코타운 조감도



7. 소각시설 인접 주민 지원사업 사례

1) 폐기물처리시설 환경상 영향조사

- 폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률 제17조3항에 의하면 주변영향지역은 직접영향권과 간접영향권으로 구분
 - 직접영향권 : 환경상 영향을 조사한 결과 인체·동물의 활동, 농·축산물, 임산물 또는 수산물에 직접적으로 환경상 영향을 미칠 것으로 예상되어 지역주민을 이주시킬 필요가 있다고 인정되는 지역
 - 간접영향권 : 대통령령이 정하는 범위안의 지역으로서 환경상영향을 조사한 결과 환경상영향이 미칠 것으로 예상되는 직접영향권외의 지역, 다만, 특히 필요하다고 인정되는 때에는 대통령령이 정하는 범위 밖의 지역도 포함시킬 수 있음
- 간접영향권 범위: 폐기물매립시설의 부지경계선으로부터 2km이내 또는 폐기물소각시설의 부지경계선으로부터 300미터 이내
- 우리나라 현행의 환경상 영향조사는 조사 항목과 내용, 횟수 등을 규정하고 있는 것과 달리 인체에 미치는 건강영향을 평가할 수 있는 법적 근거를 제시하고 있지 않음

〈그림 3-24〉 폐기물처리시설설치·운영에 따른 환경상영향조사기준

시설종류	조사분야	조 사 항 목	조사주기	조사횟수
1. 매립시설	가. 대기	환경정책기본법시행령 별표의 대기환경기준항목(악취를 포함한다)	3년	4회이상
	나. 소음	환경정책기본법시행령 별표의 소음환경기준항목	3년	4회이상
	다. 수질	1) 하천, 지하수 환경정책기본법시행령 별표의 하천수수질환경기준항목 2) 호소 환경정책기본법시행령 별표의 호소수질환경기준항목 3) 해역 환경정책기본법시행령 별표의 해역수질환경기준항목	3년	4회이상
	라. 토양	토양환경보전법시행규칙 별표1의 토양오염물질	3년	4회이상
2. 소각시설	가. 대기	환경정책기본법시행령 별표의 대기환경기준항목	3년	4회이상
	나. 소음	환경정책기본법시행령 별표의 소음환경기준항목	3년	4회이상
	다. 수질	환경정책기본법시행령 별표의 하천수수질환경기준항목 - 단, 소각시설의 1일 처리능력이 50톤이상 500톤미만 규모의 시설인 경우 : 수소이온농도(pH), 생물화학적 산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD), 부유물질(SS)	3년	4회이상

자료: 법제처, 폐기물처리시설 설치·운영에 따른 환경상영향조사의 조사항목 및 횟수에 관한 기준(시행 2018.08.07)

2) 소각시설 인접 주민 지원 방안

- 소각시설 주변 주민의 이해독려와 불안해소를 위해 신기술 및 환경적 기술에 대한 장단점 정보 제공
- 일본 폐기물처리시설 생활환경영향조사 지침
 - 폐기물 처리시설 주변의 생활환경에 미치는 영향에 대한 지역 생활환경의 현황을 파악
 - 시설의 설치에 따른 영향을 예측하고 그 결과를 분석함
 - 지역의 생활환경의 상황에 맞는 적절한 생활환경 보전 대책 등을 검토, 반영하며 운영 시에도 실시함
 - 건강 관련 항목으로는 다이옥신, 대기, 수질항목 등을 조사
 - 소각시설 등 폐기물처리시설 시설에 대하여 계획지역의 부지경계로부터 500m 범위 내의 주민에 대하여 설명회의 개최가 필요함

〈그림 3-25〉 일본 생활환경 영향 요인과 생활환경 영향조사 항목

조사사항	조사항목	굴뚝 배가스	배출 폐수	시설 가동	시설 악취	운반 차량
대기 환경	SO ₂	○				
	NO ₂	○				○
	부유입자상물질(SPM)	○				○
	HCl	○				
	다이옥신류	○				
	기타 항목*	○				
	소음	dB(A)			○	
진동	dB(V)			○		○
악취	지정악취물질 농도 또는 복합악취	○			○	
물환경	BOD, COD		○			
	SS		○			
	다이옥신류		○			
	기타 항목*		○			

주: *처리대상 폐기물의 종류, 상태, 입지특성 등을 고려하여 영향이 예상되는 항목으로, 대기질에서는 중금속 등과, 수질에서는 TN, TP 등이 있음.

자료: 일본 폐기물처리시설 생활환경영향조사 지침

- 폐기물 처리시설 건강영향 조사(서울시)
 - 서울시는 반입쓰레기 감시, 수송차량 통제 및 환경오염 방지시설의 적정운영과 이에 대한 모니터링을 비롯해 소각시설 때문에 발생할 수 있는 주민들의 건강 영향 문제를 확인하기 위한 목적으로 2000년부터 건강영향 모니터링 사업을 시작하였음

- 서울시 주변 자원회수시설 주변지역 주민건강영향평가를 2000년부터 실시(강남구, 노원구, 양천구) 자원회수시설 주변 반경 300m 이내에 5년 이상 거주하고 있는 주민과 대조군으로 미 설치지역 5년 이상 거주주민 참고치 선정
- 조사는 크게 3가지로 구분하여 소각시설 주변지역에 대한 대기질 조사(환경영향), 주민의 혈중 다이옥신 및 중금속 조사(인체영향) 및 일반건강상태 및 심리상태 조사(건강영향) 등임. 주변 주민 중 고정 연구 집단, 자원자, 시설 운영 종사자를 대상으로 인체영향 및 건강영향 조사가 이루어짐
- 최근에는 주민들의 의사에 따라 조사 대상이 고정연구집단으로 축소되는 경향이고 반면에 오염물질의 종류는 점차 증가하여 대기 중 다이옥신, 블랙카본 농도 등이 추가되었음. 2014년에는 10차 조사가 진행되었고, 조사항목, 조사방법 및 조사대상은 주민지원협의체와의 합의하에 결정됨. 지금까지의 조사에서 소각시설로 인한 특이한 환경, 인체 및 건강 영향은 발견되지 않았음(이신 외, 2017)

(표 3-8) 서울시 소각시설 주변 주민 건강영향조사 개요

조사기간	2000~2004	2005~2008	2009~2012	2013~2015
조사회수	3회			
조사지역	양천·노원·강남시설 영향지역 및 참고지역			
조사항목	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경영향평가: 먼지, 중금속, 악취 ○ 인체영향평가: 혈중 다이옥신 및 중금속 등 ○ 건강영향평가: 일반건강검진 및 인식도 등의 삶의 질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1, 2단계와 동일 ○ 대기 중 다이옥신 평가 추가 ○ 환경조사 가을 추가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3단계와 동일 ○ 환경조사 중 교통영향평가(블랙카본 등) 	
조사집단	영향지역, 참고지역 주민, 근로자 구분 조사		영향지역, 참고지역 주민 구분 조사	영향지역 주민조사
조사방법	개별모집 추적 조사	개별모집·연구집단 추적조사	연구집단 추적조사	연구집단 추적조사
조사인원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중금속: 270명 ○ 다이옥신: 53명 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중금속: 270명 ○ 다이옥신: 75명 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중금속: 270명 ○ 다이옥신: 100명 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중금속: 360명 ○ 다이옥신, 종양 표시자: 100명
비고	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다이옥신 조사 대상자 증원 			<ul style="list-style-type: none"> ○ 종양표시자 검사 추가 ○ 교통영향기여평가 추가 ○ 국민건강보험공단의 지역별 자료를 통한 질병 비교평가

자료: 이신, 허유경. (2017), 폐기물 소각-에너지화 사업. 서울시립대학교

■ 청주시 북이면 소각시설 주민 건강영향조사²⁾

- 반경 2km 이내에 3개의 소각장 입지_암발병 45명에 따라 2019년 12월부터 수행

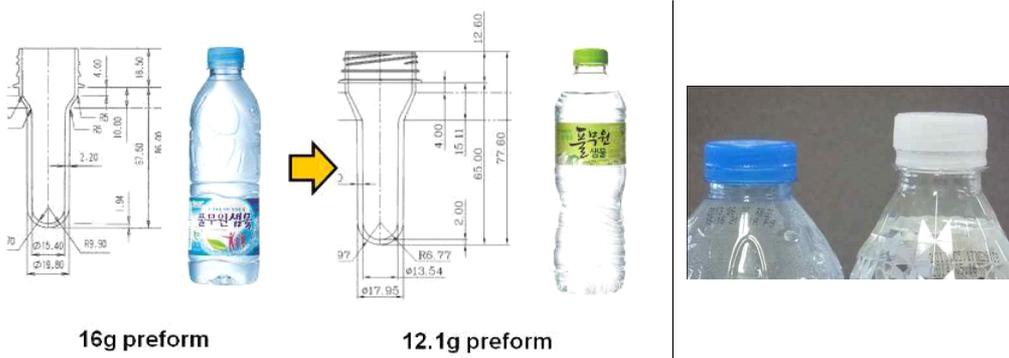
2) 환경부 보도자료. 2021.05.13. 청주 북이면 소각시설 주민건강영향조사 설명회 개최

- 마을 현황조사(인구, 사업장실태 등)
- 배출원 및 환경오염도 평가(대기, 토양, 농작물, 약취 등)
- 건강영향조사(설문조사, 인체노출평가, 건강검진, 건강자료 수집·분석)
- 환경조사 결과 소각시설 배출 유해물질과 주민 암 발생 간의 역학적 관련성을 명확히 확인할 만한 과학적 근거는 제한적이며 주민들의 소변 중 카드뮴 등 일부 유해물질의 농도수준이 높아, 소각시설·금속가공공장 등의 대기배출시설과 식이영향 등에 대한 지속적인 환경·건강 조사(모니터링) 등의 사후관리가 필요하다는 결론 도출
- 북이면의 대기 중 다이옥신, 벤조(a)피렌의 농도가 낮았으나, 대조지역인 미원면보다는 상대적으로 높은 수준이었음. 토양에서는 다이옥신, 카드뮴 등이 대조지역보다 상대적으로 낮은 수준이었다고 함
- 주민들의 생체 내 유해물질 조사결과, 혈액 중 다이옥신 농도(3.13 pg WHO-TEQ/g-lipid)는 타지역인 서울(7.93pg WHO-TEQ/g-lipid) 대비 39.5%로 낮은 수준을 보였으나, 일부 항목(카드뮴, 다환방향족탄화수소류 대사체, 유전자 손상 지표 8-OHdG 등)이 일반 국민 및 대조지역에 비해 높았음
- 그러나 2019년 점검결과와 2020년 8월 조사에서 카드뮴이 소각장 배출구에서 검출되지 않은 점, 반감기가 20~30년으로 상대적으로 긴 토양에서도 카드뮴이 낮은 수준을 보인 점 등을 고려할 때 특정 영향인자에 의한 것이라고 결론짓기에는 과학적인 한계가 있었음
- 1999년부터 2017년까지의 암발생률을 분석한 결과, 북이면 일원의 소각량 증가(1999년: 15톤/일 → 2017년: 543.84톤/일)에 따른 암발생률의 증가는 확인할 수 없었음. 북이면 지역의 암발생은 암 잠복기(10년)를 고려할 때, 소각장의 영향으로 볼 수 없는 2000년부터 전국 및 충북지역의 암 발생보다 높았던 것으로 확인되었음

8. 플라스틱 폐기물 감량화 사례

- 환경부는 국내 주요 생수 제조사들과 2013년 ‘생수병 경량화 실천협약’을 맺고, 6개사의 생수병의 경량화를 추진하여 기존 무게의 최대 30%까지 절감함
- 한 음료회사는 생수 제품에 기존보다 높이와 무게가 30~40% 작아진 미니캡인 ‘쇼캡(Short Cap)’을 개발

〈그림 3-26〉 PET병 감량 전후(좌), 슛캡과 일반뚜껑 비교 모습(우)



자료: 환경부(2013), 더 가벼워진 생수병으로 연간 145억원 아낀다

- 재활용성 개선을 위하여 제품의 부속품(라벨, 뚜껑, 디스펜서 등) 재질을 단일화하기 위한 기술개발이 이루어지고 있음. 애경에서 스테인리스스틸 스프링을 PE화하여 액체 세제, 치약의 펌프를 구성하는 소재를 3가지(PP, PE, SUS)에서 2가지(PP, PE)로 단순화한 바가 있음

〈그림 3-27〉 해외 PET 음료 유니소재화 사례

• 용기(PET), 병목(PP), 라벨(PVC) 등으로 구성된 음료용기를 PET 단일 소재로 제작



자료: 환경부(2013), 더 가벼워진 생수병으로 연간 145억원 아낀다

- 환경부는 최근 상표띠 없는 생수병, 투명페트병 분리 배출, 세탁제 소분 판매로 용기 재사용 등 탈플라스틱을 이끈 행정사례 3건을 2021년 상반기 적극행정 우수사례로 선정함

〈표 3-9〉 탈플라스틱 행정사례1

라벨 댄 생수병! 플라스틱 다이어트(물이용기회과)	
제도개선	<ul style="list-style-type: none"> 플라스틱 발생량 저감 및 재활용성 제고를 위한 먹는샘물 라벨지 부착방법 제도개선 생수병 몸통에 부착하던 비닐 라벨을 병마개에 부착허용, 묽음포장 제품은 묽음포장지에 표시사항을 표시하면 무라벨 생수 판매 허용
국민편의	<ul style="list-style-type: none"> 표시기준 개선으로 라벨이 자연스럽게 분리배출되므로 생수용기 배출시 라벨을 분리하는데 번거로움 해소
플라스틱 발생량 저감	<ul style="list-style-type: none"> 마개 라벨 및 무라벨 제품 생산으로 플라스틱 발생량 저감 효과 기대 2019년 생산제품(약 42억병)을 무라벨 제품으로 대체시 연간 플라스틱 약 2,460톤 절감(병마개 라벨시 1,170톤 절감) 효과 기대
업체부담 완화	<ul style="list-style-type: none"> 비닐 라벨지 저감에 따른 생산비 및 재활용 분담금 50억원 절감 가능, 먹는샘물 주요생산업체 15개소에 부과된 재활용분담금 약 102억원 중 약 50억원(업체당 평균 3.3억원)절감 가능(최대 50% 감면) 재활용 용이성 평가 시, 병마개 부착라벨 및 무라벨이 가장 높은 “최우수” 등급 받을 수 있도록 「포장재 재활용 용이성 등급평가 기준(환경부고시)」 개정('20.12)

자료: 환경부(2021), 적극행정으로 탈플라스틱 세상을 이끈다

〈표 3-10〉 「먹는샘물등의 기준과 규격 및 표시기준 고시」 개정 내용

기 존	개 선	
		
표시사항을 몸통에 표시	①표시사항을 병마개에 표시	②묽음포장 제품은 묽음포장지에 표시사항을 표시하고 무라벨 허용

자료: 환경부(2021), 적극행정으로 탈플라스틱 세상을 이끈다

〈표 3-11〉 탈플라스틱 행정사례2

옷, 가방, 신발로 다시 태어난 투명페트병(자원재활용과)	
투명페트병 전담반	• 투명페트병 별도 분리배출 시행('20.12.25)에 맞춰 전담 지원TF 구성('20.11월)
분리배출 관리	• 전국 지자체에 투명페트병 분리배출 시행 협조 요청('20.11.30) 및 분리배출 실태 점검 협조 요청('20.12.24)
홍보	• 분리배출 수거마대 8만장 및 홍보물 10만장 전국 배포('20.12~), 기관장 현장 방문('21.2.18)
협업	• 국내 배출된 페트병을 활용한 기능성 의류 공급을 위해 재활용, 원료(chip)제조, 의류 제작업체, 구매기관 등 전 단계에 걸친 협업체계 구축
재활용 공공구매	• 환경부, 국방부, 경찰청 등 공공기관의 선제적 재활용 제품 수요 창출(약 4.5억 원)로 순환경제 활성화에 기여 - 국방부(1만 벌), 경찰청(2천 벌) 구매 실천서약식 개최 및 공동보도자료 배포('21.3~) - 국방부 : 하계 운동복 경찰청 : 간이 근무복, 운동복 등
상용화 시스템 구축	• 국내 페트병을 활용한 재활용 제품 상용화
재활용	• 국내 8개 재활용업체에서 연간 10만 톤(전체 재활용량 25만톤의 40%) 투명페트병을 고품질로 재활용 할 수 있는 시설 구축('21.3월 기준)

자료: 환경부(2021), 적극행정으로 탈플라스틱 세상을 이끈다

〈표 3-12〉 탈플라스틱 행정사례2

세탁제 리필받고 알레르기 물질 확인하여 환경보호에 건강을 더하자(화학제품관리과)	
무인시스템(디스펜서) 개발	• 전문가 자문의견을 토대로 '소분 리필 판매기(Eco Refill Station)' 개발('19.12월~'20.9월)
민·관 협약체결	• 정부·제조사·유통사와 협업을 통하여 세탁제 등 리필·구매 업무협약 추진('20.9~'21.9월)
민·관 협업	• 생활화학제품 안전관리를 위해 정부·기업체(19개소)·시민사회(2개 기관)는 자발적협약 체결·추진('19.6~'21.6월)
성분용어사전 개정·발간	• 생활화학제품에 사용되는 물질 용어 통일성을 위해 사전 발간 및 유해성 등 DB 구축(1,500개 물질)
전성분 공개	• 전성분 공개 정보의 신뢰성 검증을 위해 민·관·학 전문가로 구성된 '검증위원회' 개최(5회) 후 성분공개
가치소비 문화 확산	• 안전한 생활화학제품의 용기를 재사용함으로써 안전과 환경을 모두 생각하는 가치소비 문화 확산
용기 플라스틱 감량	• 용기 재사용에 따른 플라스틱 감량, 연간 약 77,184kg 추정(시범사업) - 4,288개(시범사업장 월평균 이용횟수), 10개점 운영, 용기 중량 150g 산정

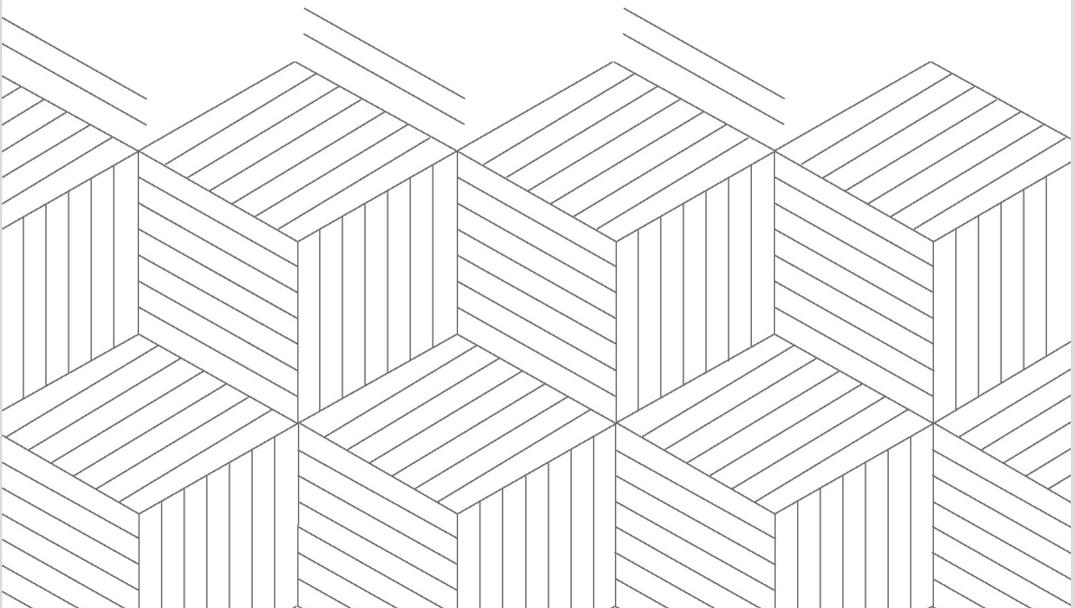
자료: 환경부(2021), 적극행정으로 탈플라스틱 세상을 이끈다

제2절 시사점

- 무단투기 고질화 지역에 대한 재활용 정거장 운영 등은 향후 수원시 소규모 상가 및 공동주택 대상 적용가능 할 것으로 생각됨
- PET병, 캔 등의 재활용품 무인회수기 운영사례는 대단지 공동주택 개발 시 시범지역으로 선정하여 도입하는 것도 검토해볼만 함
- 소각시설 선진화 사례는 NO_x처리 고도화, 연소가스 재순환 시스템 도입 등 수원시 소각장 대보수 시 검토 요건으로 제안할 만 함
- 음식물쓰레기 바이오가스화 시설은 사례 검토 결과 넓은 부지와 장시간의 처리 시간이 필요하기에 협소 공간 및 빠른 처리시간이 요구되는 수원시 여건상 단기적으로 검토하기 어려우나 장기적 관점에서 검토가 필요함
- 소각시설 인접주민 지원 사례는 제도화에 이루어지는 것으로 수원시 여건에 맞게 검토 가능 할 것임
- 플라스틱 폐기물 감량사례는 주로 제조사 대상 사업으로 전국단위로 반영되는 것으로 수원시 폐기물 재활용율 증진에도 기여할 것으로 판단됨

제4장 수원시 생활폐기물 발생 및 관리체계 분석

- 제1절 생활계 폐기물 발생 현황 개요
- 제2절 수원시 생활폐기물 발생현황 분석
- 제3절 수원시 생활폐기물 처리 현황
- 제4절 수원시 생활폐기물 특성 고찰을 통한 시사점 도출

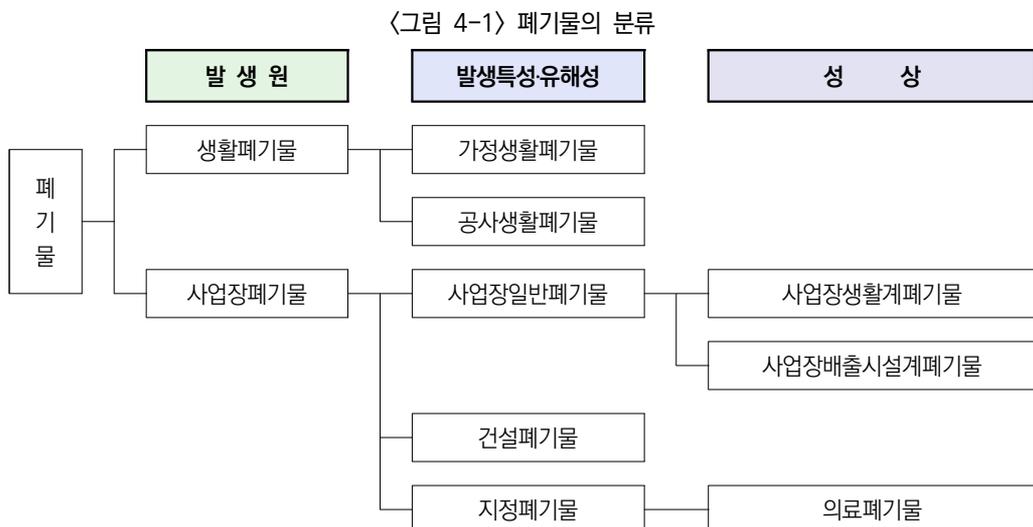


제4장 수원시 생활폐기물 발생 및 관리체계 분석

제1절 생활계 폐기물 발생 현황 개요

1. 폐기물의 분류 및 처리계통

- 폐기물관리법에서 정하고 있는 폐기물은 발생원별, 발생특성 및 유해성 그리고 성상에 따라 분류함. 발생원별로는 생활폐기물과 사업장폐기물로 분류하고, 발생특성에 따라 가정생활폐기물, 사업장일반폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물 등으로 분류함. 또한 성상에 따라 사업장생활계폐기물, 사업장배출시설계폐기물, 의료폐기물로 분류하고 있음



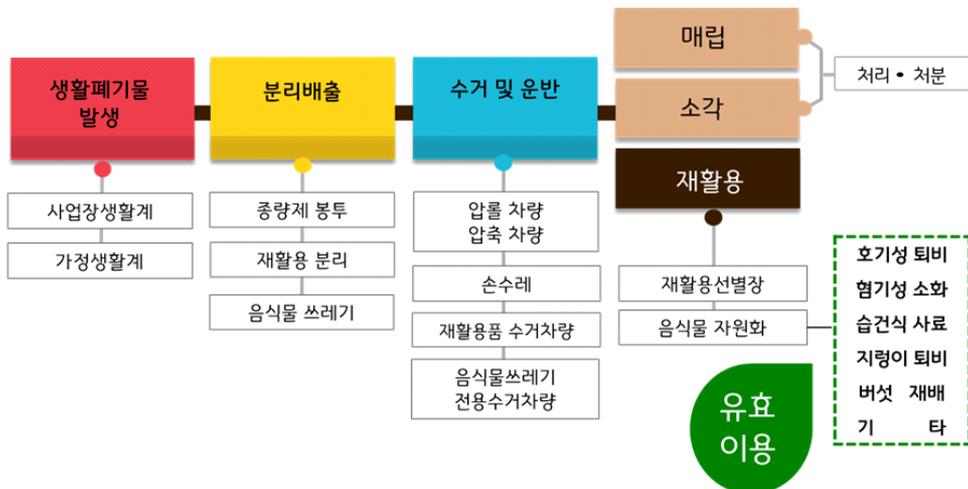
자료: 수원시(2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)

- 생활폐기물: 주로 가정 등에서 발생하는 폐기물
- 사업장생활계폐기물: 사업장에서 배출시설 등의 운영에 관계되지 아니한 폐기물로서 사무실, 대형매장, 백화점, 식당 등에서 배출되는 폐기물
- 사업장배출시설계폐기물: 산업공정 등 배출시설의 설치나 운영 등과 관련하여 배출되

는 폐기물

- 건설폐기물: 건설공사로 인하여 5톤 이상 발생하는 폐기물
- 경기도 생활폐기물 배출 및 처리계통
 - 생활폐기물 중 매립이나 소각의 대상이 되는 것은 종량제 봉투를 이용하여 배출하며, 재활용이 가능한 것은 재활용수거함에, 음식물쓰레기는 전용 용기 및 봉투에 분리 배출함. 배출된 폐기물은 폐기물의 종류 및 특성에 따라 수거 주기를 달리하여 수집·운반됨
 - 주택 밀집 지역이나 지대가 높은 지역은 손수레로 수거되어 중간 집하장에서 암물 차량 및 압축 차량으로 운반이 되고, 공동주택지역은 직접 암물 차량 및 압축식 차량을 이용하여 수집·운반됨
 - 분리 배출된 재활용품과 음식물쓰레기는 전용수거 차량을 통해 수거되고 수거된 것들은 성상에 따라 재활용선별시설 및 음식물자원화시설로 운반됨. 재활용이 가능한 플라스틱, 캔류, 유리병, 종이류 등은 재활용 집하장이나 선별장에서 재분류되어 재활용 업체에 넘겨진 후 자원화 공정을 거쳐 소비자가 재이용하게 됨. 음식물쓰레기는 호기성 퇴비화, 혐기성 소화, 습·건식 사료화 등의 공정을 거쳐 사료 및 퇴비로 이용됨
 - 기타 재활용이 되지 않는 가연성 및 불연성폐기물은 소각시설에 소형차량으로 직접 운반하여 반입·처리되거나 자체매립시설에 매립하거나 자체매립시설이 없는 경우에는 적환장에서 대형차량에 적환되어 수도권매립지에 운반되어 최종 처리됨. 수원시의 경우 대부분 불연성폐기물은 소각되거나 연탄재, 폐사기 등은 수도권매립지로 보냄 (2019년 9톤 매립)

〈그림 4-2〉 생활폐기물 배출 및 처리계통도



자료: 경기도(2020), 경기도 제1차 자원순환시행계획

2. 경기도 생활계폐기물 발생 현황

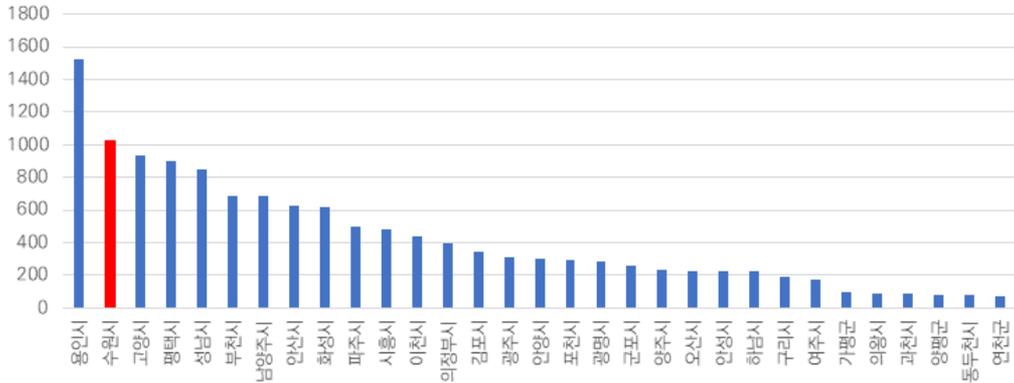
- 경기도 내 각 지자체의 2019년 기준 생활폐기물 발생량을 보면 용인시에서 가장 많은 생활폐기물을 배출하였고, 그 다음으로 수원시가 많이 배출하는 것으로 나타났음

〈표 4-1〉 경기도 폐기물 배출 및 처리현황(2019년)

2019	발생량 (톤/일)	재활용 (톤/일)	소각 (톤/일)	매립 (톤/일)	기타 (톤/일)	인구(명)	1인당발생량 (kg/일)
경기도	13196.9	7827.5	4075	1008.7	285.7	13,653,984	0.97
수원시	1019.8	539.5	453	9	18.3	1,235,022	0.83
고양시	936.9	630.3	202.6	102.3	1.7	1,078,859	0.87
성남시	851.4	411	440	0	0.4	960,342	0.89
용인시	1526.9	1105.8	293.8	80.7	46.6	1,078,591	1.42
부천시	684.9	420.8	135.9	105.7	22.5	855,685	0.80
안산시	622	321.9	197.7	101.7	0.7	707,385	0.88
남양주시	684.4	451.5	162.9	52.6	17.4	709,307	0.96
안양시	298.5	98.8	177	1.2	21.5	574,464	0.52
화성시	614.3	383.6	210	3.6	17.1	855,949	0.72
평택시	895.6	687	46.2	121.8	40.6	537,135	1.67
의정부시	392.9	211.2	157.7	22.2	1.8	456,776	0.86
시흥시	479.4	244.9	142.9	88.3	3.3	508,379	0.94
파주시	494.8	312.5	166.1	8	8.2	465,612	1.06
김포시	344.9	136.1	132.2	76.6	0	457,556	0.75
광명시	282	129.8	126.9	23.7	1.6	322,494	0.87
광주시	312.2	162	107	36.4	6.8	385,640	0.81
군포시	262.5	113.3	141.8	4.9	2.5	282,862	0.93
오산시	228.2	130.1	82.6	12.2	3.3	236,075	0.97
이천시	434.9	332.3	77.4	10	15.2	223,349	1.95
양주시	235.2	125.8	90	7.4	12	229,778	1.02
안성시	220.8	131.3	52.3	33.8	3.4	195,207	1.13
구리시	187.4	90.9	73.6	18.7	4.2	200,755	0.93
포천시	290.5	198.6	74.3	17.6	0	161,643	1.80
의왕시	89.9	30.3	46.8	12.8	0	162,344	0.55
하남시	220.3	109.3	73.6	4.7	32.7	274,734	0.80
여주시	171.8	113	36.4	22.4	0	114,659	1.50
양평군	81.1	40.7	37.5	2.7	0.2	118,374	0.69
동두천시	76.9	27	49.9	0	0	98,245	0.78
과천시	89.2	37.5	50.2	1.1	0.4	58,462	1.53
가평군	95.5	47.9	34.1	11.2	2.3	63,462	1.50
연천군	71.8	52.8	2.6	15.4	1	44,839	1.60

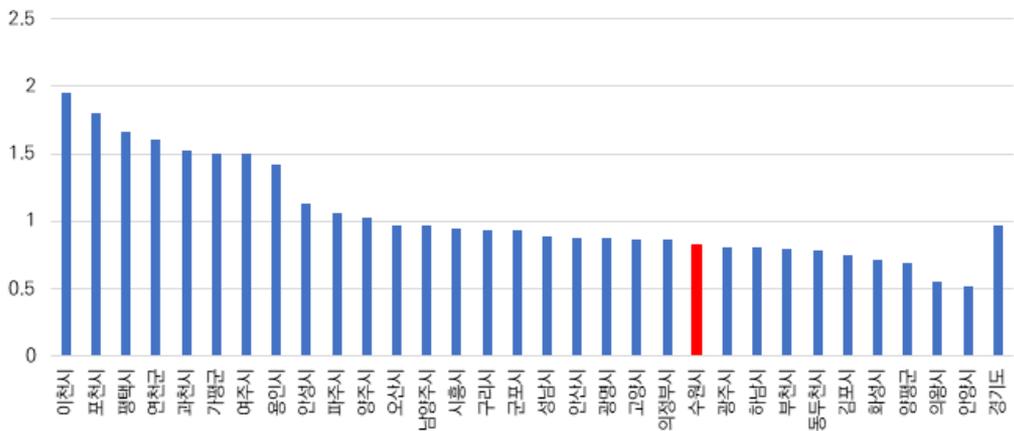
자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 4-3〉 경기도 2019년 각 지자체의 생활폐기물 발생량(톤/일)



- 경기도 내 시·군별 생활폐기물 1인당 발생량은 이천시가 1.95kg/일로 가장 높고, 다음은 포천시로 1.80kg/일로 나타남. 수원시는 0.83kg/일 로 적게 배출하는 편으로 나타남.

〈그림 4-4〉 경기도 2019년 각 지자체의 생활폐기물 1인당발생량(kg/인·일)



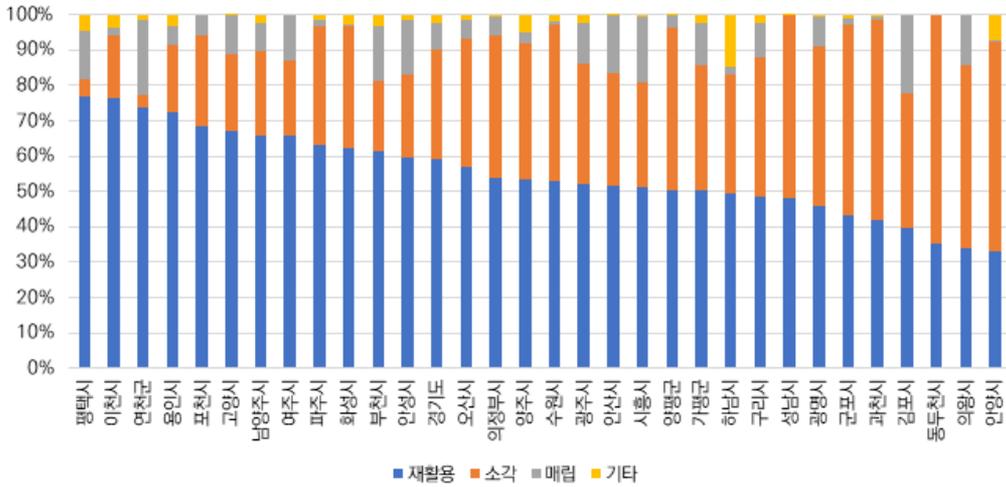
- 생활폐기물 처리에서 재활용비율이 평택시가 77%로 가장 높았고 그 다음으로 이천시 76%, 연천군 74% 순으로 높았음. 소각처리비율은 동두천시가 65%, 안양시가 59%, 과천시 56% 순으로 높았음

〈표 4-2〉 경기도 2019년 시군별 생활폐기물 처리방법 비율(%)

지자체	재활용	소각	매립	기타
경기도	59.3	30.9	7.6	2.2
수원시	52.9	44.4	0.9	1.8
고양시	67.3	21.6	10.9	0.2
성남시	48.3	51.7	0.0	0.0
용인시	72.4	19.2	5.3	3.1
부천시	61.4	19.8	15.4	3.3
안산시	51.8	31.8	16.4	0.1
남양주시	66.0	23.8	7.7	2.5
안양시	33.1	59.3	0.4	7.2
화성시	62.4	34.2	0.6	2.8
평택시	76.7	5.2	13.6	4.5
의정부시	53.8	40.1	5.7	0.5
시흥시	51.1	29.8	18.4	0.7
파주시	63.2	33.6	1.6	1.7
김포시	39.5	38.3	22.2	0.0
광명시	46.0	45.0	8.4	0.6
광주시	51.9	34.3	11.7	2.2
군포시	43.2	54.0	1.9	1.0
오산시	57.0	36.2	5.3	1.4
이천시	76.4	17.8	2.3	3.5
양주시	53.5	38.3	3.1	5.1
안성시	59.5	23.7	15.3	1.5
구리시	48.5	39.3	10.0	2.2
포천시	68.4	25.6	6.1	0.0
의왕시	33.7	52.1	14.2	0.0
하남시	49.6	33.4	2.1	14.8
여주시	65.8	21.2	13.0	0.0
양평군	50.2	46.2	3.3	0.2
동두천시	35.1	64.9	0.0	0.0
과천시	42.0	56.3	1.2	0.4
가평군	50.2	35.7	11.7	2.4
연천군	73.5	3.6	21.4	1.4

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 4-5〉 경기도 2019년 시군별 생활폐기물 처리방법 비율



〈표 4-3〉 경기도 공공소각시설 현황

시군구	소재지	처분대상 폐기물	시설용량 (톤/일)	1일평균 가동시간	소각방식	운영방식	2019년 처리량 (톤/년)
소계			5,290	23			1,303,190
수원시	영통구 영통로 383	생활폐기물 사업장생활계	600	24	고온용융	연속식	164,612
고양시	일산동구 경의로 115	생활폐기물	300	24	열분해시설 (가스화포함)	연속식	69,035
성남시	분당구 판교로228번길55	생활폐기물	90	24	고온용융	연속식	19,338
	중원구 둔촌대로567	사업장 배출시설계(하수처리오니)	111	24	일반소각	연속식	49,403
	중원구 둔촌대로567	생활폐기물	600	24	일반소각	연속식	127,126
용인시	처인구 포곡읍 금어로 355	생활폐기물	100	15	일반소각	연속식	21,055
	처인구 포곡읍 금어로 355	생활폐기물	100	21	일반소각	연속식	28,088
	처인구 포곡읍 금어로 355	생활폐기물	100	21	일반소각	연속식	28,055
	수지구 만현로 15	생활폐기물	70	24	일반소각	연속식	25,659
부천시	별말로 122	생활폐기물	300	24	고온소각	연속식	77,850
안산시	단원구 침단로 726	생활폐기물	200	24	일반소각	연속식	63,016
남양주시	덕송3로 76	생활폐기물	52	24	고온용융	연속식	15,141
안양시	동안구 시민대로 328	생활폐기물	200	24	일반소각	연속식	62,033
화성시	봉담읍 하가등안길 100	생활폐기물	300	24	열분해시설 (가스화포함)	연속식	53,254

시군구	소재지	처분대상 폐기물	시설용량 (톤/일)	1일평균 가동시간	소각방식	운영방식	2019년 처리량 (톤/년)
평택시	산단로 205	생활폐기물	30	24	일반소각	연속식	5,740
	도시지원1길 91	사업장 배출시설계(하 수슬러지, 소화슬러지)	95	24	일반소각	연속식	3,795
의정부 시	장곡로 147	생활폐기물 사업장생활계 사업장배출시 설계	200	24	일반소각	연속식	56,994
파주시	탄현면 방촌로 1213-52	생활폐기물	200	24	일반소각	연속식	36,177
	가람로150번길 41-34	생활폐기물	60	24	고온용융	연속식	24,296
김포시	김포한강4로419-37	생활폐기물	84	24	고온용융	연속식	22,851
광명시	가학로 85번길 142	생활폐기물	300	24	일반소각	연속식	39,802
군포시	초막골길 101-58	생활폐기물	200	24	일반소각	연속식	45,241
이천시	호법면 중부대로798번길 128	생활폐기물	300	24	일반소각	연속식	77,713
양주시	은현면 은남로 160	생활폐기물 사업장생활계	200	24	열분해시설 (가스회포함)	연속식	50,248
안성시	보개산로 147-163	생활폐기물	50	24	고온소각	연속식	12,760
구리시	왕숙천로 49	생활폐기물 사업장생활계	200	24	일반소각	연속식	52,749
포천시	신북면 신평로16번길 207	생활폐기물 사업장생활계	80	24	일반소각	연속식	24,435
하남시	미사대로710	생활폐기물	48	24	일반소각	연속식	15,894
과천시	구리안로 177	생활폐기물 사업장생활계(건 조하수슬러지)	80	24	일반소각	연속식	22,804
연천군	청산면 초대로 106번길 125	생활폐기물	40	24	일반소각	연속식	8,025

제2절 수원시 생활폐기물 발생현황 분석

1. 수원시 인구 및 폐기물 발생량 전망

- 수원시 장래 계획인구를 결정하기 위하여 출생, 사망, 이동 등을 고려한 조성법을 통하여 산정한 자연적 인구증가와 주요 택지개발사업, 재개발/재건축사업 중 사업이 진행 중이거나 인허가를 득한 사업에 한하여 외부인구 유입률을 적용하여 산정한 사회적 유입인구 및 장래 외국인 수를 반영해 장래 계획인구를 산정하였으며, 관련 상위계획과 비교·검토함
- 생활폐기물(가정+사업장)의 2026년 감량목표율 16.0%로 상위계획에서 설정한 감량목표율이 과도한 수치라 경기도 제3차 폐기물처리 기본계획상의 생활폐기물 감량목표율(2012~2021년 5%)을 적용함. 최근 5년 평균 발생원단위와 감량목표율을 이용하여 장래 발생원단위 산정
- 수원시 자원회수시설로 반입되는 소각대상 폐기물은 종량제, 대형목재 및 중간처리시설(음식물, 재활용선별) 잔재물로 2023년(가동지표년도) 504.9톤/일, 2028년(중기지표년도) 487.2톤/일, 2033년(장기지표년도) 482.5톤/일이 발생할 것으로 산정

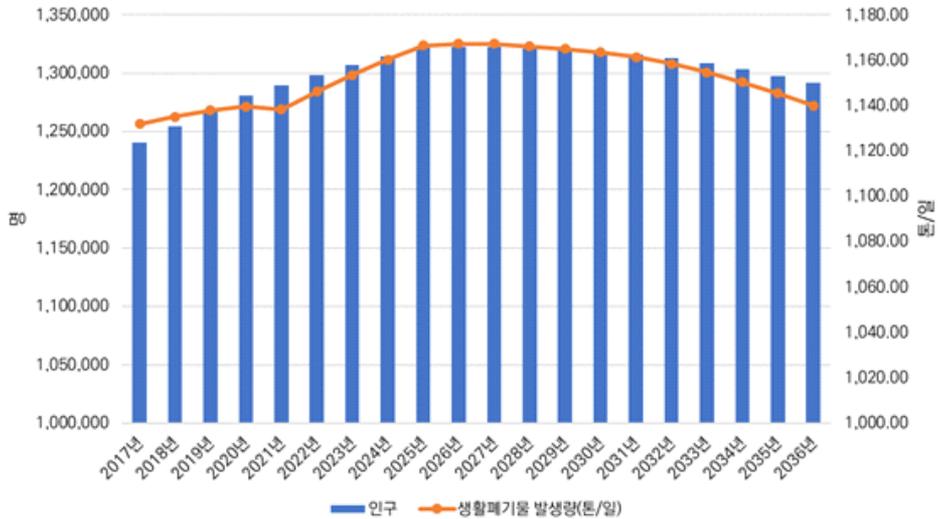
〈표 4-4〉 수원시 인구 및 폐기물 발생량 전망

구분	인구*	생활폐기물 발생량(톤/일)	소각대상 생활폐기물 발생량(톤/일)				
			계	종량제	대형목재	음식잔재물	재활용잔재물
2017년	1,240,708	1,131.9	538.1	458.4	48.8	28.7	2.2
2018년	1,254,589	1,135.2	532.7	452.2	49.3	29.0	2.2
2019년	1,267,882	1,137.9	527.1	445.7	49.9	29.3	2.2
2020년	1,280,504	1,139.6	521.0	438.8	50.4	29.6	2.2
2021년	1,289,839	1,138.4	513.4	430.7	50.7	29.8	2.2
2022년	1,298,686	1,146.2	509.4	426.0	51.1	30.0	2.3
2023년	1,307,021	1,153.5	504.9	421.0	51.4	30.2	2.3
2024년	1,314,752	1,160.3	500.2	415.8	51.7	30.4	2.3
2025년	1,321,878	1,166.6	495.1	410.2	52.0	30.6	2.3
2026년	1,322,566	1,167.3	487.6	402.7	52.0	30.6	2.3
2027년	1,322,446	1,167.2	487.6	402.7	52.0	30.6	2.3
2028년	1,321,355	1,166.1	487.2	402.3	52.0	30.6	2.3
2029년	1,320,152	1,165.1	486.7	402.0	51.9	30.5	2.3
2030년	1,318,352	1,163.5	486.0	401.4	51.8	30.5	2.3
2031년	1,315,982	1,161.4	485.1	400.6	51.8	30.4	2.3
2032년	1,312,736	1,158.5	484.0	399.7	51.6	30.4	2.3
2033년	1,308,291	1,154.6	482.5	398.4	51.5	30.3	2.3
2034년	1,303,436	1,150.4	480.6	396.9	51.3	30.1	2.3
2035년	1,297,986	1,145.5	478.4	395.2	51.0	30.0	2.2
2036년	1,291,862	1,140.1	476.3	393.4	50.8	29.9	2.2

*인구는 수원시 폐기물처리시설(소각) 타당성 조사(2017)에서 선정한 인구를 사용하였음

자료: 강은하(2019), 수원시 인구변화에 따른 폐기물 발생량 추이 및 대응방안(수원시정연구원 현안수시보고서)

(그림 4-6) 수원시 인구 및 폐기물 발생량 전망



2. 수원시 폐기물 발생 현황

- 수원시 총 폐기물 발생량은 2019년 기준 5,974.0톤/일로 전년대비 50.1% 증가하였고 2007년부터 평균 5.9% 증가하였음

(표 4-5) 수원시 총 폐기물 발생현황

연도	총 폐기물 발생량(톤/일)	증기율	생활계		사업장 배출시설계	건설	지정+의료
			가정	사업장			
2007	4,322.4		876.2	119.3	314.3	2,989.1	23.6
2008	4,380.1	1.3	853.7	167.6	326.6	2,961.0	70.9
2009	3,843.1	-12.3	850.3	114.6	327.5	2,442.5	107.8
2010	6,262.0	62.9	849.0	175.8	958.9	4,102.7	175.6
2011	5,205.4	-16.9	860.1	167.1	513.2	3,595.8	69.2
2012	7,000.7	34.5	892.1	182.6	544.6	4,804.4	577.4
2013	5,094.5	-27.2	848.3	201.7	585.2	3,397.3	61.8
2014	5,443.1	6.8	814.8	213.8	516.3	3,823.4	74.8
2015	4,312.2	-20.8	915.6	185.9	537.3	2,595.1	78.1
2016	4,250.1	-1.4	1,067.8	173.2	470.8	2,441.5	96.5
2017	3,875.4	-8.8	1,009.5	134.1	338.8	2,298.2	94.8
2018	3,981.3	2.7	970.5	164.0	350.7	2,395.4	100.6
2019	5,974.0	50.1	797.0	222.8	324.7	4,551.2	78.3

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

1) 생활계 폐기물 발생량

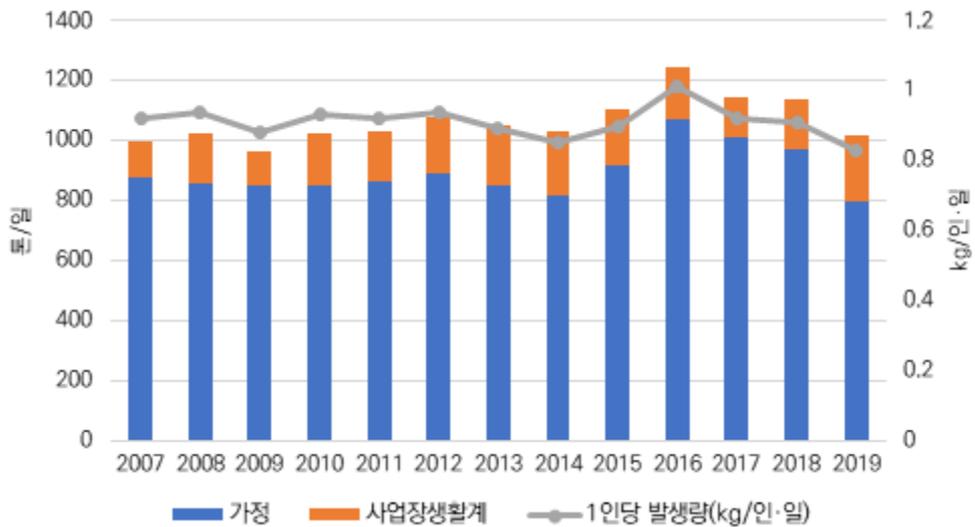
- 수원시 생활계폐기물³⁾ 발생량은 2019년 기준 1,019.8톤/일이며 전년대비 10.1% 감소하였음. 1인당 1일 생활폐기물 발생량은 2019년 기준 0.83kg/인·일로 전년대비 9.6% 감소하였음

〈표 4-6〉 생활계 폐기물 발생량 및 1인당 발생량

연도	인구	발생량(톤/일)	증가율(%)	1인당 발생량(kg/인·일)
2007	1,086,995	995.5		0.92
2008	1,090,678	1,021.3	2.6	0.94
2009	1,098,449	964.9	-5.5	0.88
2010	1,104,681	1,024.8	6.2	0.93
2011	1,118,197	1,027.2	0.2	0.92
2012	1,147,955	1,074.7	4.6	0.94
2013	1,178,509	1,050.0	-2.3	0.89
2014	1,209,169	1,028.6	-2.0	0.85
2015	1,221,975	1,101.5	7.1	0.90
2016	1,231,224	1,241.0	12.7	1.01
2017	1,240,480	1,143.6	-7.8	0.92
2018	1,242,212	1,134.5	-0.8	0.91
2019	1,235,093	1,019.8	-10.1	0.83

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 4-7〉 생활계(가정+사업장생활계)폐기물 발생량 및 1인당 발생량 추이

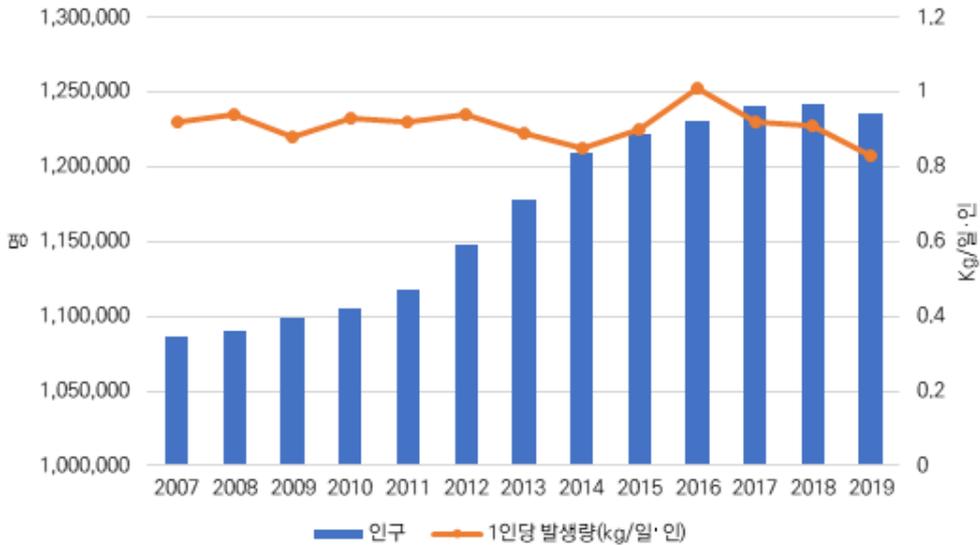


- 생활계폐기물의 1인당 발생량은 2007년부터 2016년까지 증가하는 추세를 보이다가

3) 생활계폐기물은 가정 생활폐기물과 사업장에서 발생하는 사업장폐기물 중 생활폐기물과 성상이 유사한 사업장생활계폐기물을 합한 것을 말함

최근 감소하는 추세를 보이고 있음

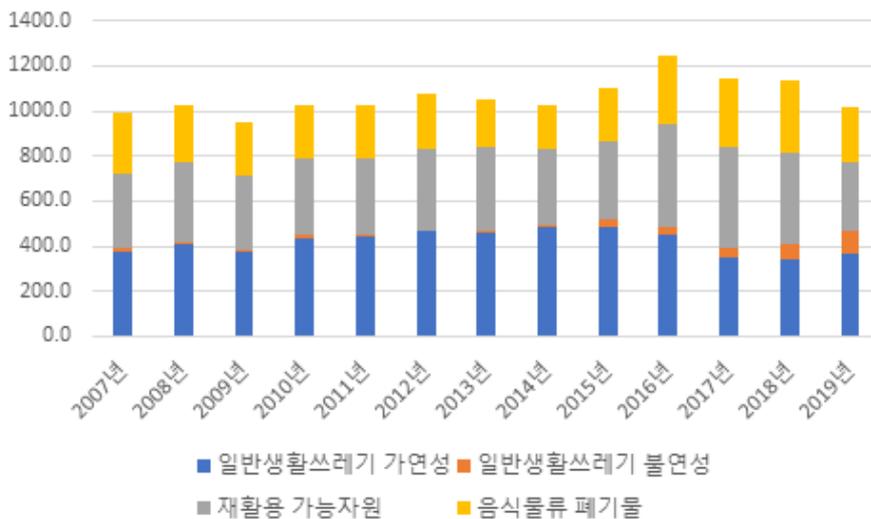
〈그림 4-8〉 인구 및 1인당 발생량



2) 수원시 생활계 폐기물 성상별 발생량

- 불연성 일반생활쓰레기의 발생량이 2015년부터 최근 증가하고 있음. 2015년 40.5톤에서 2019년 99.5톤으로 145.7% 크게 증가하였음

〈그림 4-9〉 연도별 생활계폐기물 성상별 발생 추이(톤/일)



〈표 4-7〉 연도별 생활계폐기물(가정+사업장 생활계) 성상별 1일 총 발생량(톤/일)

연도	구분	총계	종량제 방식 등 혼합배출		재활용가능 자원 분리배출	음식물류 폐기물 분리배출
			가연성	불연성		
2007	발생량(톤/일)	995.5	375.4	13.5	332.5	274.1
	구성비(%)	100.0	37.7	1.4	33.4	27.5
2008	발생량(톤/일)	1,021.3	411.1	6.1	356.1	248.0
	구성비(%)	100.0	40.3	0.6	34.9	24.3
2009	발생량(톤/일)	951.5	375.0	12.5	327.1	236.9
	구성비(%)	100.0	39.4	1.3	34.4	24.9
2010	발생량(톤/일)	1,024.8	433.7	15.0	340.0	236.1
	구성비(%)	100.0	42.3	1.5	33.2	23.0
2011	발생량(톤/일)	1,027.2	445.4	3.1	343.0	235.7
	구성비(%)	100.0	43.4	0.3	33.4	23.0
2012	발생량(톤/일)	1,074.7	463.8	6.5	361.7	242.7
	구성비(%)	100.0	43.2	0.6	33.7	22.6
2013	발생량(톤/일)	1,050.0	459.4	5.7	371.9	213.0
	구성비(%)	100.0	43.8	0.5	35.4	20.3
2014	발생량(톤/일)	1,028.6	487.2	5.0	343.1	193.3
	구성비(%)	100.0	47.4	0.5	33.4	18.8
2015	발생량(톤/일)	1,101.5	481.3	40.5	347.1	232.6
	구성비(%)	100.0	43.7	3.7	31.5	21.1
2016	발생량(톤/일)	1,241.0	449.3	35.4	457.9	298.4
	구성비(%)	100.0	36.2	2.9	36.9	24.0
2017	발생량(톤/일)	1,143.6	348.0	47.5	446.4	301.7
	구성비(%)	100.0	30.4	4.2	39.0	26.4
2018	발생량(톤/일)	1,134.5	342.2	63.2	406.9	322.2
	구성비(%)	100.0	30.2	5.6	35.9	28.4
2019	발생량(톤/일)	1,019.8	364.6	99.5	309.6	246.1
	구성비(%)	100.0	35.8	9.8	30.4	24.1

〈표 4-8〉 연도별 생활계폐기물(가정+사업장) 성상별 물리적 조성(2007~2013)(톤/일)

구 분		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
총 계		995.0	1021.3	964.9	1024.8	1025.2	1074.7	1050.0	
종량제 방식 등 혼합 배출	소계	388.4	417.2	387.5	448.7	446.5	470.3	465.1	
	가 연 성	소계	375.4	411.1	375.0	433.7	445.4	463.8	459.4
		음식물류	-	-	-	-	-	-	25.8
		종이류	237.8	96.0	93.8	91.8	0.0	99.5	134.4
		나무류	32.3	125.6	55.6	54.5	62.7	50.9	11.5
		고무피혁류	9.8	84.8	80.6	78.8	0.0	85.4	6.2
		플라스틱류	40.1	26.8	48.2	40.5	0.0	43.8	48.1
		기타	55.4	77.9	96.8	168.1	382.7	184.2	233.4
	불 연 성	소계	13.0	6.1	12.5	15.0	1.1	6.5	5.7
		유리류	0.7	-	-	10.4	-	-	-
		금속류	-	-	-	-	-	-	-
		토사류	-	-	2.7	0.7	1.1	2.1	1.1
		기타	12.3	6.1	9.8	3.9	0.0	4.4	4.6
	기타(배출불명 등)		-	-	-	-	-	-	-
	재활용 가능 자원 분리 배출	소계	332.5	356.1	340.5	340.0	343.0	361.7	371.9
종이류		114.0	111.4	113.8	115.0	116.2	117.8	118.3	
유리병류		103.8	130.4	103.7	99.4	97.4	105.4	106.1	
캔류		17.9	18.1	18.1	18.3	18.4	18.6	18.8	
합성수지류		12.1	13.2	14.5	11.2	8.0	9.8	49.7	
플라스틱류		39.0	46.2	44.8	44.1	43.5	43.8	6.8	
발포수지류		-	-	-	-	-	-	-	
전자제품		-	-	-	1.3	1.0	0.6	0.8	
전지류		-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	
타이어		1.0	1.1	-	0.1	0.2	0.1	0.1	
윤활유		-	-	-	-	-	-	-	
형광등		0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	
고철류		16.5	18.2	10.8	10.4	10.5	9.9	10.1	
의류		-	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
영농폐기물		-	-	-	-	-	-	-	
가구류		-	-	-	-	-	-	-	
폐식용유		-	-	-	-	0.1	0.1	3.8	
기타		28.2	17.3	34.5	39.6	47.0	54.9	56.7	
재활용잔재물		-	-	-	-	-	-	-	
남은음식물 분리배출		274.1	248.0	236.9	236.1	235.7	242.7	213.0	

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈표 4-9〉 연도별 생활계폐기물(가정+사업장) 성상별 물리적 조성(2014~2019)(톤/일)

구 분		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
총 계		1028.6	1101.5	1241.0	1143.6	1134.5	1,019.8	
종량제 방식 등 혼합 배출	소계	492.2	521.8	484.7	395.5	405.4	464.1	
	가 연 성	소계	487.2	481.3	449.3	348.0	342.2	364.6
		음식물류	27.5	93.1	19.4	84.2	87.3	63.6
		종이류	143.5	169.3	195.2	85.5	58.1	61.7
		나무류	11.8	9.2	43.5	34.2	7.6	25.5
		고무피혁류	6.6	8.1	92.6	49.9	36.4	49.8
		플라스틱류	51.4	117.7	42.8	62.1	139.9	54.7
		기타	246.4	83.9	55.8	32.1	12.9	109.3
	불 연 성	소계	5.0	40.5	35.4	47.5	63.2	99.5
		유리류	-	0.6	0.0	12.6	21.0	22.6
		금속류	-	0.0	0.0	15.9	21.9	24.6
		토사류	0.8	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
		기타	4.2	31.8	35.4	19.0	20.3	52.3
	(기타)배출불명 등					0.0	0.0	
	재활용 가능 자원 분리 배출	소계	343.1	347.1	457.9	446.4	406.9	309.6
		종이류	120.5	122.9	121.4	121.0	85.4	3.7
		유리병류	105.9	105.2	114.9	102.8	103.9	15.0
캔류		19.0	19.3	21.9	20.2	19.8	1.3	
합성수지류		50.4	50.9	97.3	90.7	49.0	122.9	
플라스틱류		9.0	7.8	21.0	18.8	34.5	5.8	
발포수지류				2.4	0.9	5.4	1.7	
전자제품		0.8	1.5	4.9	4.3	13.4	6.9	
전지류		0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	0.3	
타이어		0.1	0.1	0.8	0.7	7.1	0.9	
윤활유		-	0.0	0.0	0.0	0.0		
형광등		0.4	0.1	0.5	0.4	3.5	0.4	
고철류		10.1	10.2	15.6	11.8	22.0	20.2	
의류		0.3	0.3	0.4	0.4	0.1	0.1	
영농폐기물		-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
가구류		0.1	0.1	24.3	44.9	49.5	53.6	
폐식용유		3.7	3.8	3.1	2.9	1.1	1.1	
기타	22.7	24.8	29.1	26.3	8.6	59.5		
재활용잔재물						3.0	16.2	
남은음식물 분리배출		193.3	232.6	298.4	301.7	322.2	246.1	

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

3) 음식물류 폐기물

(1) 가정

- 2016년은 음식물쓰레기 발생량 기준이 변경(단독주택 및 소형음식점 : 종량제 봉투 판매수량 → 음식물자원화시설 반입량)되면서 발생량이 감소
- 2016~2017년 사이 광고 및 호매실 지구의 아파트 입주 등으로 인구급증(2015년 대비 18,505명 증가)하여 쓰레기가 다소 증가
- 2018년은 RFID 기기 운영 안정화, 예년과 다른 폭염 등으로 발생량 감소
- 2019~2020년은 돼지열병 사태로 음식물쓰레기를 가공하여 먹이로 급여하는 행위가 금지되면서 음식물자원화시설에 반입되는 음식물 쓰레기가 증가
- 2020년 코로나-19로 사회적거리두기를 하면서 음식점 쓰레기는 감소하였으나, 배달이나 포장, 가정간편식 소비가 늘면서 가정 음식물쓰레기는 늘어남

〈표 4-10〉 5년간 발생현황

구분	총발생량 (톤/년)	가정(소형음식점포함)			다량배출사업장		
		(월평균)인구	발생량 (톤/년)	1인당 (kg/인·년)	사업장 수	발생량 (톤/년)	사업장당 (kg/사업장·년)
2016년	91,257	1,227,292	76,492	62.33	616	14,765	23,971
2017년	90,717	1,234,887	76,656	62.07	1,216	14,061	11,564
2018년	88,634	1,241,997	73,779	59.40	1,173	14,855	12,664
2019년	91,432	1,238,207	75,514	60.99	1,284	15,918	12,397
2020년	77,203	1,229,902	77,149	62.73			

※ 2020년 가정 발생량 중 12월 발생량은 전년 12월 1인당 발생량으로 산출하여 합산(인구 10~12월분 미발표로 예측인구수로 산출)

※ 2020년 다량배출사업장 발생량은 2021년 2월 실적보고 집계

자료: 수원시청 내부자료

〈표 4-11〉 음식물류폐기물 1인당 1일 발생량(kg/일·인)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	평균
월 평균	0.169	0.169	0.163	0.167	0.172	0.168
1월	0.160	0.162	0.156	0.154	0.169	0.160
2월	0.173	0.160	0.155	0.160	0.163	0.162
3월	0.146	0.154	0.151	0.147	0.162	0.152
4월	0.144	0.156	0.150	0.158	0.159	0.153
5월	0.161	0.174	0.155	0.165	0.165	0.164
6월	0.181	0.179	0.172	0.166	0.195	0.179
7월	0.183	0.189	0.187	0.191	0.191	0.188
8월	0.190	0.168	0.165	0.176	0.179	0.176
9월	0.173	0.167	0.155	0.176	0.161	0.166
10월	0.174	0.168	0.165	0.161	0.161	0.166
11월	0.192	0.192	0.181	0.183	0.186	0.187
12월	0.166	0.162	0.161	0.167	0.167	0.165

자료: 수원시청 내부자료

(2) 다량배출사업장

〈표 4-12〉 다량배출사업장 현황

구 분	계	일반 및 휴게 음식점	집단급식소	대규모점포	농수산물 도매시장	관광숙박 업소
2016년	616	438	150	10	1	17
2017년	1,216	717	437	24	2	36
2018년	1,173	638	476	29	2	28
2019년	1,284	820	402	24	2	36
2020년(10월 현재)	1,027	714	293	-	-	20

자료: 수원시청 내부자료

〈표 4-13〉 다량배출사업장 연도별 음식물류폐기물 발생량

구 분	다량배출사업장			비 고
	사업장(개소)	발생량(톤/년)	사업장당(k/인.년)	
2016년	616	14,061	23,971	
2017년	1,216	14,765	11,564	
2018년	1,173	14,855	12,664	
2019년	1,284	15,918	12,397	

자료: 수원시청 내부자료

4) 수집운반 대행현황

- 동별 구역을 설정 업체별 수거체계 구축 : 13구역 13개 업체(표3-36 참고)
- 대행업체를 통해 수거하여 음식물자원화시설 반입(주5회, 월~금 수거).
- 인력현황 : 100명(운전원 수 32명, 수거원 수 68명)
- 장비현황 : 음식물류 수거차량 44대(업체소유 42대, 시 소유 임대 2대)
전구역 음식물쓰레기 이송설비(자동집하시설) 수거가능 차량 구비

3. 유사 규모 지자체 비교 분석

1) 생활폐기물 발생량 및 처리비율 비교

- 환경부 통계자료(2019년 기준)의 수원시와 인구가 비슷한 경기도 타지자체의 생활폐기물 발생량과 처리비율을 비교하였음
- 2019년 기준 경기도 내 수원시와 인구가 비슷한 지자체는 고양시(1,078,859), 용인시(1,078,591), 성남시(960,342), 화성시(855,949)임. 이들 지자체와 수원시의 폐기물 배출량을 비교해보면 용인시가 1인당 폐기물 배출량이 가장 높으며, 그 다음으로 성남시, 고양시, 수원시, 화성시 순으로 나타남
- 다섯 지자체 중 재활용 비율이 높은 시는 용인시 72.4%로 가장 높았고 성남시가

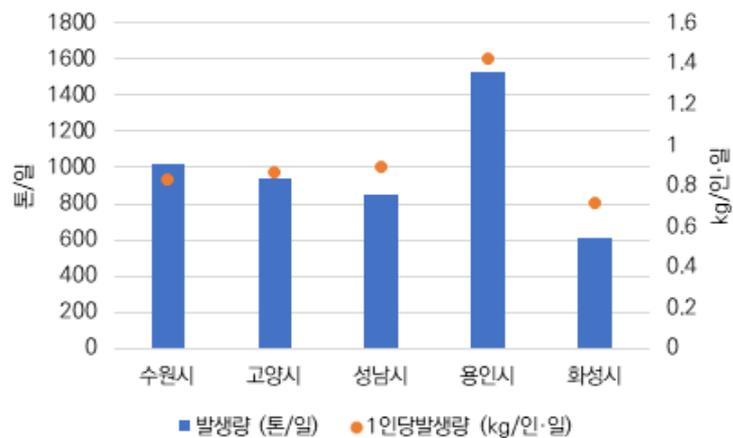
48.3%로 가장 낮음

〈표 4-14〉 타 지자체 생활계 폐기물 발생량

2019년	발생량 (톤/일)	재활용 (톤/일)	소각 (톤/일)	매립 (톤/일)	기타 (톤/일)	인구(명)	1인당발생량 (kg/일)
수원시	1019.8	539.5	453	9	18.3	1,235,022	0.83
고양시	936.9	630.3	202.6	102.3	1.7	1,078,859	0.87
성남시	851.4	411	440	0	0.4	960,342	0.89
용인시	1526.9	1105.8	293.8	80.7	46.6	1,078,591	1.42
화성시	614.3	383.6	210	3.6	17.1	855,949	0.72

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 4-10〉 타 지자체 생활폐기물 발생량 비교

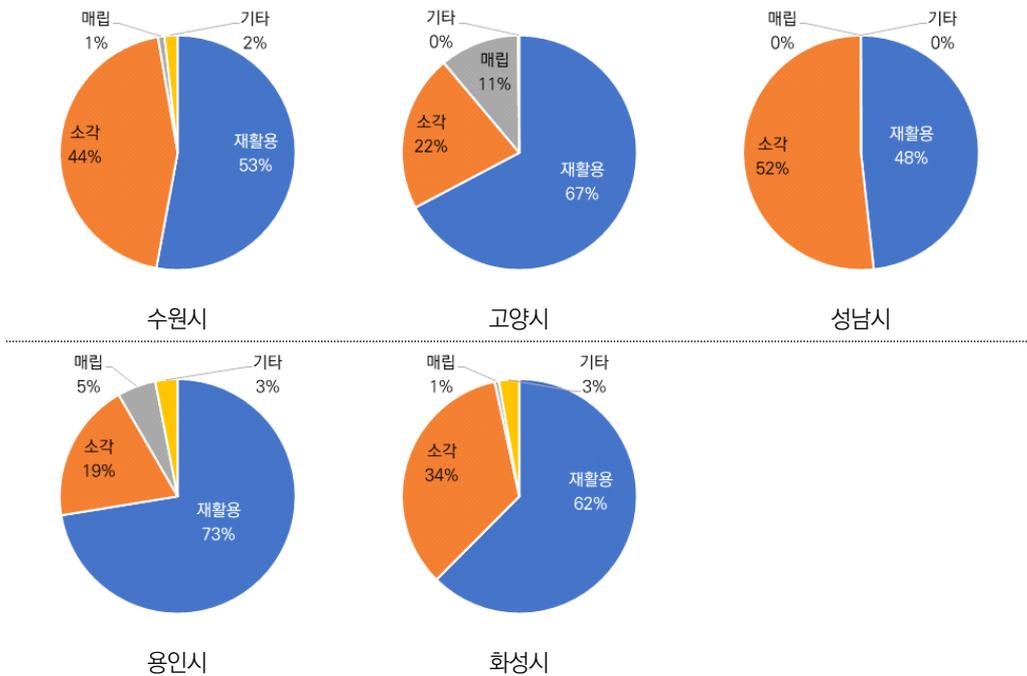


〈표 4-15〉 타 지자체 생활계 폐기물 처리비율(%)

지자체	재활용	소각	매립	기타
수원시	52.9	44.4	0.9	1.8
고양시	67.3	21.6	10.9	0.2
성남시	48.3	51.7	0.0	0.0
용인시	72.4	19.2	5.3	3.1
화성시	62.4	34.2	0.6	2.8

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 4-11〉 타 지자체 생활계 폐기물 처리비율 비교



2) 음식물쓰레기 발생량 비교

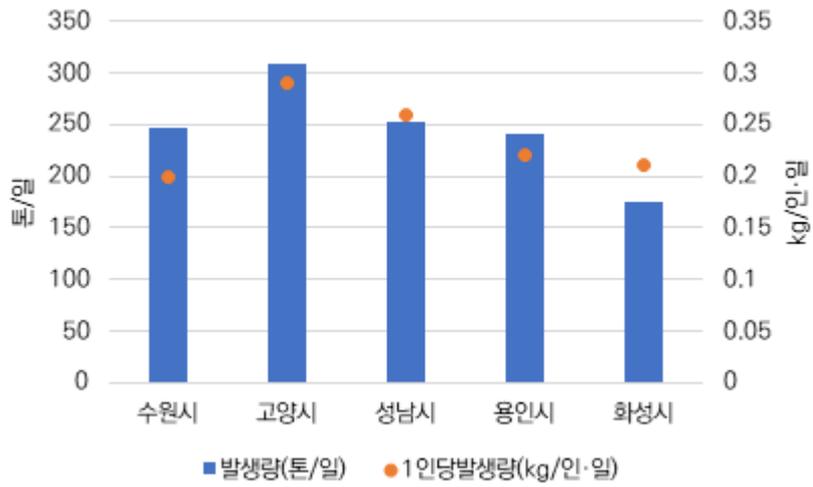
- 타지자체의 음식물쓰레기 1인당발생량을 비교해보면 고양시가 0.29kg/인·일로 가장 높았음. 5개 지자체 중에 수원시가 1인당 음식물쓰레기 발생량이 가장 적음

〈표 4-16〉 타지자체 음식물쓰레기 발생량(2019년 기준)

지자체	발생량(톤/일)	인구(명)	1인당발생량(kg/인·일)
수원시	246.1	1,235,022	0.20
고양시	308.0	1,078,859	0.29
성남시	252.8	960,342	0.26
용인시	240.5	1,078,591	0.22
화성시	175.8	855,949	0.21

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 4-12〉 타 지자체 음식물쓰레기 발생량 비교



제3절 수원시 생활폐기물 처리 현황

1. 수원시 폐기물 처리 현황

1) 전체 폐기물

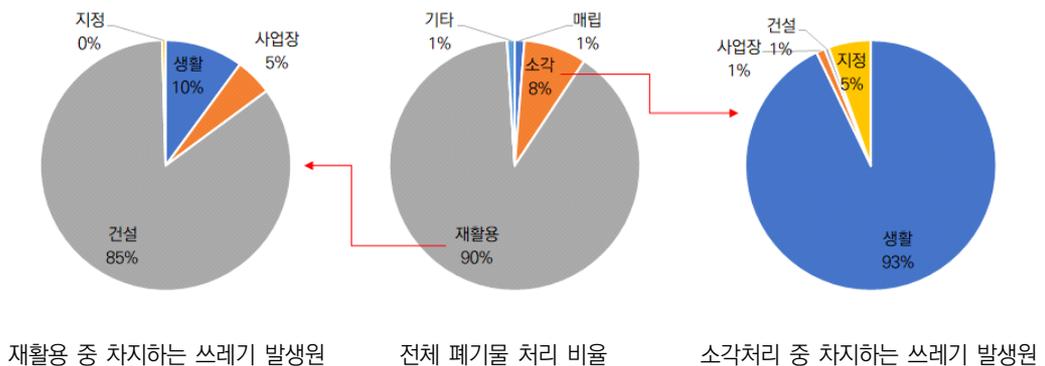
- 2019년 기준 수원시 전체 폐기물(생활계+사업장배출시설계+건설+지정) 발생량은 다 음표와 같으며 소각처리의 대부분은 생활계폐기물이며 재활용은 건설폐기물의 비율이 높음

〈표 4-17〉 수원시 전체 폐기물 발생 및 처리 현황

연도	인구	총 폐기물 발생량(톤/일)	증가율	수거처리(톤/일)				
				매립	소각	재활용	해역배출	기타
2007	1,086,995	4,322.4		243.5	519.1	3,542.4	17.3	0.1
2008	1,090,678	4,380.1	1.3	215.9	483.5	3,655.5	23.5	1.7
2009	1,098,449	3,843.1	-12.3	191.5	514.7	3,074.0	17.7	45.3
2010	1,104,681	6,262.0	62.9	148.1	672.3	4,978.5	334.0	129.1
2011	1,118,197	5,205.4	-16.9	133.3	515.0	4,489.0	66.6	1.4
2012	1,147,955	7,000.7	34.5	698.2	554.7	5,732.8	8.0	7.0
2013	1,178,509	5,094.5	-27.2	97.5	484.2	4,511.1	0.0	1.7
2014	1,209,169	5,443.1	6.8	102.4	518.6	4,814.3	4.4	3.4
2015	1,221,975	4,312.2	-20.8	82.8	550.0	3,673.4	4.0	2.0
2016	1,231,224	4,250.1	-1.4	88.4	535.0	3,619.5	0.0	7.2
2017	1,240,480	3,875.4	-8.8	79.0	485.0	3,303.1	0.0	8.3
2018	1,242,212	3,981.3	2.7	84.2	484.2	3,404.7	0.0	8.2
2019	1,235,093	5,974.0	50.1	73.6	483.0	5,358.9	0.0	58.5

자료: 수원기본통계

〈그림 4-13〉 전체 폐기물 처리비율



2) 생활계(가정+사업장 생활계) 폐기물

- 2007년부터 처리방법별 비율을 보면 소각과 재활용 처리가 대부분이며 증감을 반복하고 있으며 2019년 기준 2018년 대비 소각은 증가하였고 재활용은 감소하였음
- 2019년 기준 생활계 폐기물 처리비율은 재활용 53%, 소각 44%임

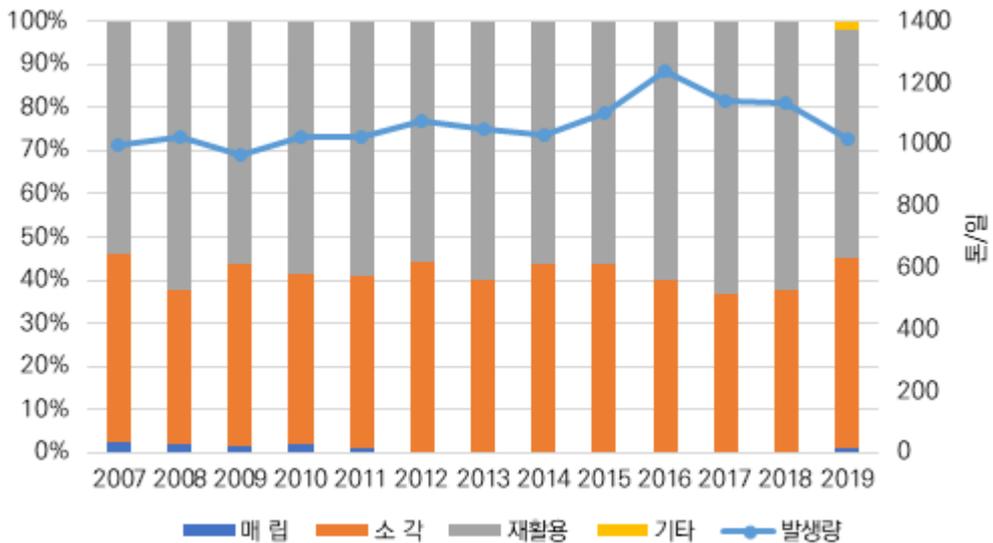
〈표 4-18〉 생활계 폐기물 발생 및 처리(톤/일)

연도	발생량	매 립	소 각	재활용	기타*
2007	995.5	23.5	432.9	539.1	0
2008	1,021.3	18.8	364.2	638.3	0
2009	964.9	13.3	408.0	543.6	0
2010	1,024.8	21.9	400.5	602.4	0
2011	1,027.2	10.0	409.4	607.8	0
2012	1,074.7	0.9	475.8	598.0	0
2013	1,050.0	0	422.5	627.5	0
2014	1,028.6	0	451.0	577.6	0
2015	1,101.5	0	481.4	620.1	0
2016	1,241.0	0	497.4	743.6	0
2017	1,143.6	0	422.2	721.4	0
2018	1,134.5	0	427.3	707.2	0
2019	1,019.8	9	453.0	539.5	18.3

* 2019년도 통계부터 "기타"처리항목 신설됨(폐기물관리법 시행규칙 별지5호 3쪽 상 중간처분 중 소각을 제외한 나머지 처리방법을 의미하며, 2018년도 통계까지는 재활용에 포함되었던 수치임)

'18년도까지는 "재활용"에 포함되어있던 중간처분시설 중 기계적(압축, 파쇄 등), 화학적(고형화, 중화, 응집 등), 생물학적(호기성, 혐기성 등) 처분량이 '19년도부터 "기타"항목으로 분리됨

〈그림 4-14〉 수원시 생활폐기물 발생량 추이 및 처리비율



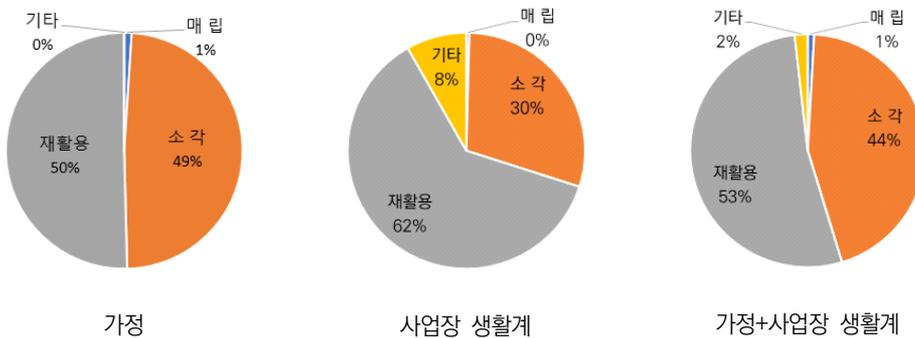
- 2019년 기준 가정폐기물처리하는 소각이 49%, 재활용이 50%이며 사업장생활계 폐기물은 재활용 62%, 소각 30%로 가정폐기물보다 재활용처리율이 높음

〈표 4-19〉 생활계(가정+사업장 생활계)폐기물(톤/일)

연도	발생량	매립	소각	재활용	기타	
2007	총계	995.5	23.5	432.9	539.1	
	가정	876.2	9.1	391	476.1	
	사업장 생활계	119.3	14.4	41.9	63.0	
2008	총계	1,021.3	18.8	364.2	638.3	
	가정	853.7	4.5	337.6	511.6	
	사업장 생활계	167.6	14.3	26.6	126.7	
2009	총계	964.9	13.3	408	543.6	
	가정	850.3	5.7	373.8	470.8	
	사업장 생활계	114.6	7.6	34.2	72.8	
2010	총계	1,024.8	21.9	400.5	602.4	
	가정	849	14.3	368.7	466.0	
	사업장 생활계	175.8	7.6	31.8	136.4	
2011	총계	1,027.2	10.0	409.4	607.8	
	가정	860.1	2.0	377.3	480.8	
	사업장 생활계	167.1	8.0	32.1	127.0	
2012	총계	1,074.7	0.9	475.8	598.0	
	가정	892.1	0.9	393.1	498.1	
	사업장 생활계	182.6	0.0	82.7	99.9	
2013	총계	1,050.0	0.0	422.5	627.5	
	가정	848.3	0.0	319.8	528.5	
	사업장 생활계	201.7	0.0	102.7	99.0	
2014	총계	1,028.6	0.0	451	577.6	
	가정	814.8	0.0	341.4	473.4	
	사업장 생활계	213.8	0.0	109.6	104.2	
2015	총계	1,101.5	0.0	481.4	620.1	
	가정	915.6	0.0	458.7	456.9	
	사업장 생활계	185.9	0.0	22.7	163.2	
2016	총계	1,241.0	0.0	497.4	743.6	
	가정	1,067.8	0.0	445.5	622.3	
	사업장 생활계	173.2	0.0	51.9	121.3	
2017	총계	1,143.6	0.0	422.2	721.4	
	가정	1,009.5	0.0	372.4	637.1	
	사업장 생활계	134.1	0.0	49.8	84.3	
2018	총계	1,134.5	0.0	427.3	707.2	
	가정	970.5	0.0	371.6	598.9	
	사업장 생활계	164.0	0.0	55.7	108.3	
2019	총계	1,019.8	9.0	453.0	539.5	18.3
	가정	797.0	8.1	387.2	401.7	0.0
	사업장 생활계	222.8	0.9	65.8	137.8	18.3

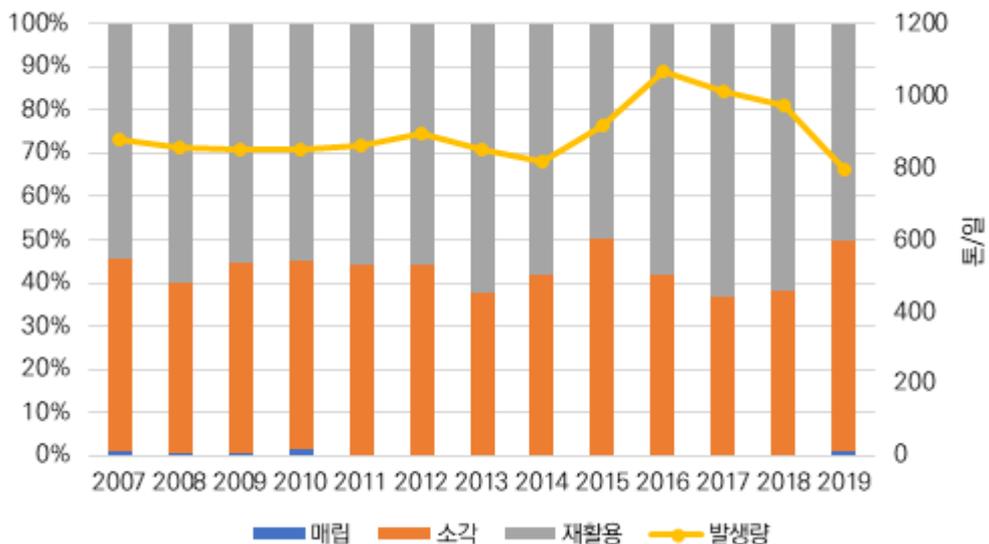
자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈표 4-20〉 생활계 폐기물 2019년 처리비율



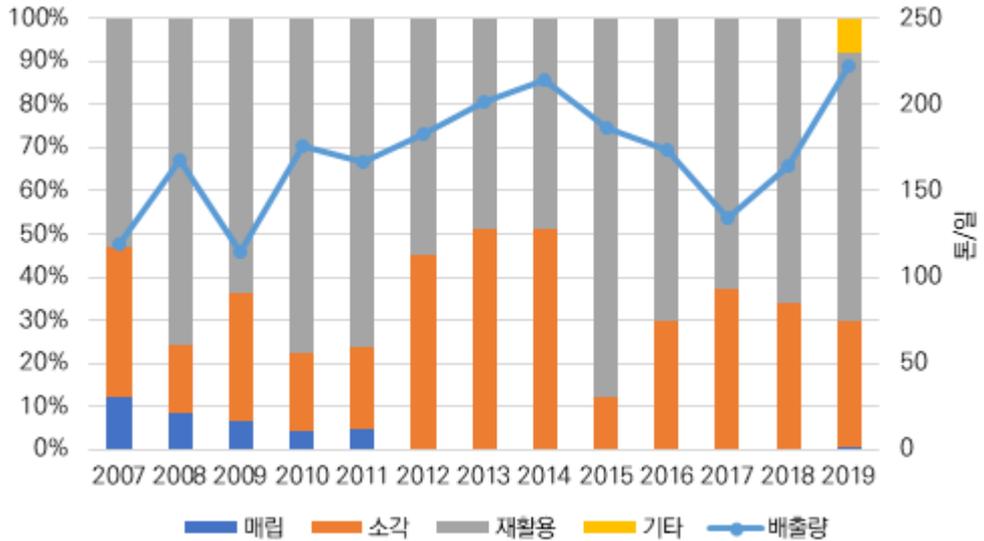
- 가정폐기물발생량은 2014년부터 급격히 증가하다가 2016년부터는 최근 감소하는 추세임
- 가정폐기물 처리비율은 2018년 소각은 38%, 재활용은 62%인 반면 2019년 소각은 49%, 재활용은 50%로 소각은 증가하였고 재활용은 감소함

〈그림 4-15〉 가정 폐기물 처리비율 및 발생량



- 사업장생활계 폐기물량은 2007년부터 증가하는 추세를 보이다가 2014년 이후로 감소 추세였음. 2017년부터 최근까지 다시 증가하는 추세임
- 사업장생활계 처리비율은 2018년에 소각 34%, 재활용 66%, 2019년 소각 30%, 재활용 62%로 2018년보다 소각, 재활용 비율이 감소함. 이는 2019년 통계부터는 기타 처리항목이 신설되었기 때문임. 기타는 소각을 제외한 처리를 말함

〈그림 4-16〉 사업장생활계



- 수원시 생활계 폐기물 중 가정폐기물은 100% 공공처리되며 사업장 생활계는 공공처리와 자가처리, 위탁처리되고 있으며 대부분 위탁처리(75%)되고 있음

〈표 4-21〉 생활계폐기물 처리주체별 처리현황(톤/일)

연도	구분	발생량	공공처리			자가처리			위탁처리			
			재활용	소각	매립	재활용	소각	매립	재활용	소각	매립	기타
2018	가정	970.5	598.9	371.6	0	0	0	0	0	0	0	0
	사업장	164.0	0.6	13.8	0	0	38.1	0	107.7	3.8	0	0
2019	가정	797.0	401.7	387.2	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	사업장	222.8	2.9	0.0	0.0	0.0	53.6	0.0	134.9	12.2	0.9	18.3

* 공공처리 : 시·도 또는 시·군·구 처리시설에 의한 처리량

* 위탁처리 : 폐기물 처리시설에 대한 인허가를 받은 업체에 의한 처리량(배출자 신고를 득한 후 사업자가 스스로 적정처리업체에 위탁처리하여야 하며 종량제 봉투를 사용하여 배출할 수 없음)

* 자가처리 : 폐기물배출업소에서 배출되는 폐기물을 배출업소의 자가 처리시설에서 처리한 양

■ 성상별 처리현황

〈표 4-22〉 수원시 생활계폐기물(생활(가정)폐기물+사업장생활계폐기물) 발생량

폐기물 종류		2019년 발생량 (톤/일)	(생활(가정) + 사업장생활계) 폐기물				
			재활용	소각	매립	기타	
합계		1,019.8	539.5	453.0	9.0	18.3	
종량 제 방 식 등 혼 합 배 출	소계	464.1	0.0	444.9	0.9	18.3	
	가연성	소계	364.6	0.0	361.8	0.0	2.8
		폐지류	61.7	0.0	61.5	0.0	0.2
		폐합성수지류	54.7	0.0	52.2	0.0	2.5
		폐고무류	25.4	0.0	25.3	0.0	0.1
		폐섬유류	24.4	0.0	24.4	0.0	0.0
		음식물류 폐기물	63.6	0.0	63.6	0.0	0.0
		폐목재류	25.5	0.0	25.5	0.0	0.0
		기타	109.3	0.0	109.3	0.0	0.0
	불연성	소계	99.5	0.0	83.1	0.9	15.5
		폐금속류	24.6	0.0	24.6	0.0	0.0
		폐유리류	22.6	0.0	22.6	0.0	0.0
		폐토사류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		폐타일 및 도자기류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		연탄재	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		기타	52.3	0.0	35.9	0.9	15.5
	건설폐재류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	기타(배출불명등)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	재 활 용 가 능 자 원 분 리 배 출	소계	309.6	293.4	8.1	8.1	0.0
		폐지류	종이팩	0.0	0.0	0.0	0.0
기타			3.7	3.7	0.0	0.0	0.0
고철류		20.2	20.2	0.0	0.0	0.0	
금속캔		1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	
폐합성수 지류		비닐류	15.6	15.6	0.0	0.0	0.0
		발포수지류	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0
		PET병	5.8	5.8	0.0	0.0	0.0
		기타	107.3	107.3	0.0	0.0	0.0
폐고무류		0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	
폐유리병류		15.0	15.0	0.0	0.0	0.0	
폐의류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐섬유류		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
폐형광등		0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	
폐전지류		0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	
영농폐기 물		농약용기류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		폐비닐	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
폐식용유		1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	
폐전기전자제품		6.9	6.9	0.0	0.0	0.0	
폐가구류		53.6	53.6	0.0	0.0	0.0	
기타	59.5	59.5	0.0	0.0	0.0		
재활용 잔재물	16.2	0.0	8.1	8.1	0.0		
음식물류 폐기물 분리배출	246.1	246.1	0.0	0.0	0.0		

* 2019년도 통계부터 "기타"처리항목 신설됨(폐기물관리법 시행규칙 별지5호 3쪽 상 중간처분 중 소각을 제외한 나머지 처리방법을 의미하며, 2018년도 통계까지는 재활용에 포함되었던 수치임)

〈표 4-23〉 수원시 생활(가정)폐기물 발생량

폐기물 종류		2019년 발생량 (톤/일)	생활(가정)폐기물				
			재활용	소각	매립	기타	
합계		797.0	401.7	387.2	8.1	0.0	
종량 제방 식 등 혼합 배출	소계	379.1	0.0	379.1	0.0	0.0	
	가연성	소계	296.0	0.0	296.0	0.0	0.0
		폐지류	61.5	0.0	61.5	0.0	0.0
		폐합성수지류	49.9	0.0	49.9	0.0	0.0
		폐고무류	25.3	0.0	25.3	0.0	0.0
		폐섬유류	24.4	0.0	24.4	0.0	0.0
		음식물류 폐기물	63.6	0.0	63.6	0.0	0.0
		폐목재류	25.5	0.0	25.5	0.0	0.0
		기타	45.8	0.0	45.8	0.0	0.0
	불연성	소계	83.1	0.0	83.1	0.0	0.0
		폐금속류	24.6	0.0	24.6	0.0	0.0
		폐유리류	22.6	0.0	22.6	0.0	0.0
		폐토사류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		폐타일 및 도자기류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		연탄재	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		기타	35.9	0.0	35.9	0.0	0.0
	건설폐재류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	기타(배출불명등)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	재활 용 가 능 자 원 분 리 배 출	소계	211.0	194.8	8.1	8.1	0.0
		폐지류	종이팩	0.0	0.0	0.0	0.0
기타			0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
고철류		1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	
금속캔		1.2	1.2	0.0	0.0	0.0	
폐합성수 지류		비닐류	15.6	15.6	0.0	0.0	0.0
		발포수지류	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
		PET병	5.8	5.8	0.0	0.0	0.0
		기타	76.2	76.2	0.0	0.0	0.0
폐고무류		0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	
폐유리병류		14.6	14.6	0.0	0.0	0.0	
폐의류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐섬유류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐형광등		0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	
폐전자류		0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	
영농폐기 물		농약용기류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		폐비닐	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
폐식용유		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐전기전자제품		6.5	6.5	0.0	0.0	0.0	
폐가구류		53.3	53.3	0.0	0.0	0.0	
기타	17.5	17.5	0.0	0.0	0.0		
재활용 잔재물	16.2	0.0	8.1	8.1	0.0		
음식물류 폐기물 분리배출	206.9	206.9	0.0	0.0	0.0		

자료: 환경부(2019), 전국 폐기물 발생 및 처리현황

〈표 4-24〉 수원시 사업장생활계폐기물 발생량

폐기물 종류		2019년 발생량 (톤/일)	사업장생활계폐기물				
			재활용	소각	매립	기타	
합계		222.8	137.8	65.8	0.9	18.3	
종량 제방 식 등 혼합 배출	소계	85.0	0.0	65.8	0.9	18.3	
	가연성	68.6	0.0	65.8	0.0	2.8	
	폐지류	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	
	폐합성수지류	4.8	0.0	2.3	0.0	2.5	
	폐고무류	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	
	폐섬유류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	음식물류 폐기물	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	폐목재류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	기타	63.5	0.0	63.5	0.0	0.0	
	불연성	16.4	0.0	0.0	0.9	15.5	
	폐금속류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	폐유리류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	페토사류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	페타일 및 도자기류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	연탄재	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	기타	16.4	0.0	0.0	0.9	15.5	
	건설폐재류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	기타(배출불명등)	-	-	-	-	-	
	재활 용 가 능 자 원 분리 배출	소계	98.6	98.6	0.0	0.0	0.0
		폐지류	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0
종이팩		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
기타		3.6	3.6	0.0	0.0	0.0	
고철류		18.7	18.7	0.0	0.0	0.0	
금속캔		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
폐합성수 지류		31.1	31.1	0.0	0.0	0.0	
비닐류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
발포수지류		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
PET병		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
기타		31.1	31.1	0.0	0.0	0.0	
폐고무류		0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	
폐유리병류		0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	
폐의류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐섬유류		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
폐형광등		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐전자류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
영농폐기 물		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
농약용기류		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
페비닐		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
폐식용유	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0		
폐전기전자제품	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0		
폐가구류	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0		
기타	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0		
재활용 잔재물	-	-	-	-	-		
음식물류 폐기물 분리배출	39.2	39.2	0	0	0		

자료: 환경부(2019), 전국 폐기물 발생 및 처리현황

3) 사업장배출시설계 폐기물

- 수원시 사업장 배출시설계 폐기물은 최근 감소하는 추세이며 대부분 재활용 되고 있음

〈표 4-25〉 사업장 배출시설계 폐기물(톤/일)

연도	발생량	매 립	소 각	재활용	해역배출/기타
2007	314.3	169.4	66.1	61.5	17.3
2008	326.6	141.5	67.1	94.5	23.5
2009	327.5	148	73.4	88.4	17.7
2010	958.9	87.3	263.6	274	334
2011	513.2	57.9	83.1	305.6	66.6
2012	544.6	51.3	51.2	434.1	8
2013	585.2	51.9	37.6	495.7	-
2014	516.3	49.4	34.8	427.7	4.4
2015	537.3	57.6	36.1	439.6	4.0
2016	470.8	46.2	9.5	415.1	-
2017	338.8	37.1	31.7	270.0	-
2018	350.7	36.9	30.7	283.1	0
2019	324.7	28.2	5.4	256.8	34.3

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

4) 건설폐기물

- 수원시 건설폐기물은 99% 재활용 되고 있음

〈표 4-26〉 건설 폐기물(톤/일)

연도	발생량	매 립	소 각	재활용	기타
2007	2,989.1	40	15.5	2,933.5	
2008	2,961.0	40.7	39.9	2,880.4	
2009	2,442.5	12.4	22	2,408.1	
2010	4,102.7	7.1	5.6	4,090.0	
2011	3,595.8	47.3	14.7	3,533.8	
2012	4,804.4	124.5	20.1	4,659.8	
2013	3,397.3	27.4	17.5	3,352.4	
2014	3,823.4	35.4	17.5	3,770.5	
2015	2,595.1	8.5	16.8	2,569.8	
2016	2,441.5	14.9	8.8	2,417.8	
2017	2,298.2	22.5	8.0	2,267.7	
2018	2,395.4	20.8	3.3	2,371.3	
2019	4,551.2	9.8	2.7	4,538.7	

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

5) 지정폐기물

- 지정폐기물은 사업장폐기물 중 주변환경을 오염시키거나 인체에 해를 끼칠 수 있는 물질(폐산, 폐알칼리, 폐유기용제, 폐석면 등)로서 대통령령이 정하는 폐기물임

- 수원시 지정폐기물은 2019년 78톤 배출되었으며, 매립 34%, 소각 28%, 재활용 30% 등으로 처리되고 있음

〈표 4-27〉 지정 폐기물(톤/일)(의료폐기물 포함)

연도	전년도 이월	해당연도	매립	소각	재활용	기타보관량
2007	0.1	23.6	10.6	4.6	8.3	0.1
2008	0.2	70.9	14.9	12.3	42.3	1.7
2009	0.4	107.8	17.8	11.3	33.9	45.3
2010	0.3	175.6	31.8	2.6	12.1	129.1
2011	0.3	69.2	18.1	7.8	41.8	1.4
2012	0.1	577.4	521.5	7.6	40.9	7.0
2013	0.4	61.8	18.2	6.6	35.5	1.7
2014	0.2	74.8	17.6	15.3	38.5	3.4
2015	0.3	78.1	16.7	15.7	43.9	2.0
2016	0.3	96.5	27.30	19.30	43.0	7.20
2017	0.2	94.8	19.4	23.1	44.0	8.3
2018	0.1	100.6	26.5	22.9	43.1	8.2
2019		78.3	26.6	21.9	23.9	5.9

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

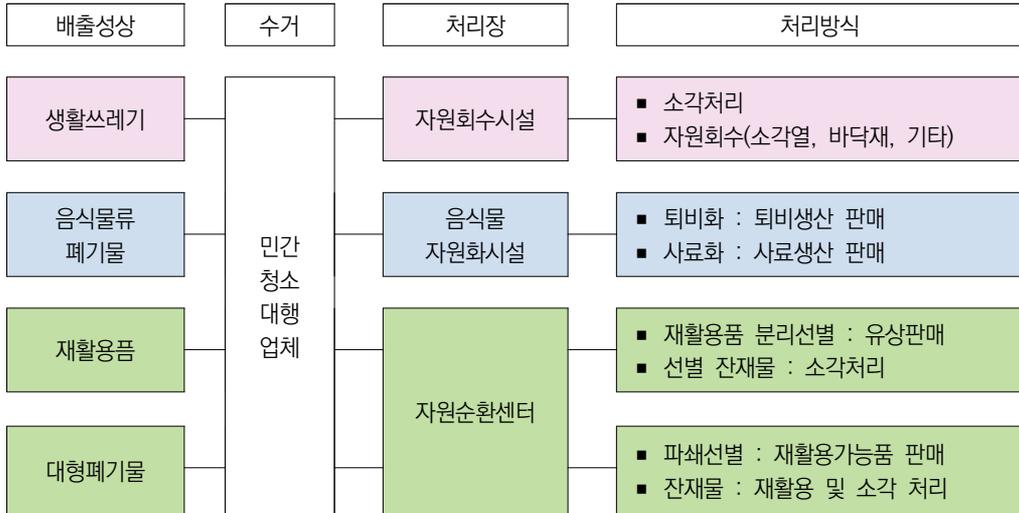
2. 생활폐기물 관리 체계

1) 생활폐기물 처리 체계

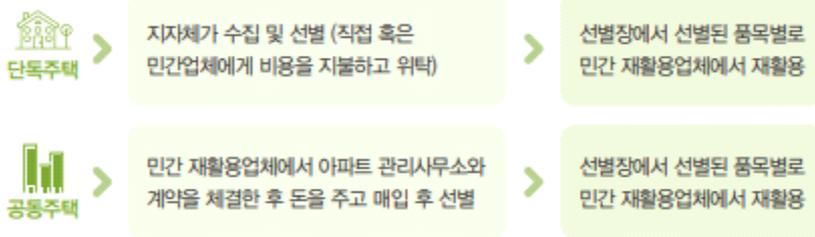
- 수원시 관내 가정 및 상가 등지에서 발생하는 생활폐기물은 폐기물관리법 제25조(폐기물처리업)의 규정에 의하여 ‘생활폐기물 수집·운반업’ 허가를 득한 민간청소대행업체에 같은 법 제14조(생활폐기물의 처리 등) 제2항『 ②특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장은 해당 지방자치단체의 조례로 정하는 바에 따라 대통령령으로 정하는 자에게 제1항에 따른 처리를 대행하게 할 수 있다.』의 규정에 의하여 “대행”으로 운영하고 있음
- 생활폐기물의 수집운반체계는 수원시 관내 42개동을 13개 청소대행구역으로 설정하고, 각 구역별로 청소대행업체를 지정하여 당해 구역에서 발생하는 모든 생활폐기물(일반생활쓰레기, 음식물류폐기물, 재활용가능품, 대형폐기물, 5톤 미만의 소량건설폐기물)을 수거하여 각 성상별 지정 처리장으로 운송하는『지역전담제』방식으로 운영됨
- 성상별 처리형태를 살펴보면 다음 그림과 같이 생활쓰레기는 영통구 자원회수시설로 반입되어 소각 처리되고 소각열은 회수하여 지역난방공사에 판매함. 음식물류폐기물은 음식물자원화시설에 반입되어 호기성퇴비화 및 건식사료화에 의하여 처리되고 생산된 퇴비 및 사료는 유상으로 농가 등에 판매됨
- 재활용품 및 대형폐기물은 자원순환센터에 반입되어 재활용품은 각각의 성상별로 분

류·선별·압축 및 결속, 감용 등의 과정을 거쳐 선별품은 유상으로 판매하고 선별 후 발생하는 잔재물은 소각처리됨. 생산자책임재활용품목인 가전제품을 제외한 대형폐기물은 파쇄하여 재활용품과 불용품으로 분류하고 재활용품은 유상판매, 불용품은 압축연료생산업체에 판매하거나 소각 처리함

〈그림 4-17〉 수원시 생활폐기물 관리체계



〈그림 4-18〉 주택유형별 재활용품의 수집 및 선별, 재활용 주체



〈표 4-28〉 쓰레기 배출 및 처리체계

구분		배출요령	배출	수거	처리체계
소각 폐기물		소각용 종량제 봉투 (기저귀, 뼈다귀, 폐휴지 등)			배출 ▶ 수거 ▶ 자원회수시설(소각장)
음식물		이물질 및 수분 제거 후종량 제봉투 또는 전용수거 용기 에 배출 (식품쓰레기 및 음식찌꺼기)	단독주택 등 (오후 8시~다음날 오전5시)	06:00 ~ 15:00 (지역마다 다를 수 있음)	배출 ▶ 수거 ▶ 음식물자원화시설
재활용품		품목별로 묶거나 투명봉투에 담아 배출 (병, 캔, 플라스틱 등)			
소량 건설 폐기물 (비가연성)		P·P포대 구입(동 주민센 터)후, 담아서 배출 (5톤미만의 건축, 건설폐기 물, 깨진유리, 도자기 등)			배출 ▶ 수거 ▶ 자원순환센터(선별 처리)
대형 폐기물		대형폐기물 스티커 부착 후, 배출 (판매소에서 구입 또는 인터 넷 배출신고 후 출력 가능)	단독주택 등	배출신고 후 다음날부터	

자료: 수원시청 홈페이지

2) 생활폐기물 관리 인원 및 장비

- 2019년 기준 생활폐기물 관리 인원은 총 820명이고 차량 206대, 손수레 296대의 장비를 보유하고 있음

〈표 4-29〉 수원시 생활폐기물 관리인원 및 장비현황

총계				공공처리				위탁처리			
인원 (명)	차량 (대)	손수레 (대)	중장비 (대)	인원 (명)	차량 (대)	손수레 (대)	중장비 (대)	인원 (명)	차량 (대)	손수레 (대)	중장비 (대)
820	206	296	0	296	5	296	0	524	201	0	0

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈표 4-30〉 수집운반 차량 현황

용도	총계 (대)	밀폐식 차량(대)	운반용 압착·압축 차량(대)	기계식 상차장치 부착차량(대)	수거·교반 차량(대)	발효차량 (대)	기타 (대)
소계	206	98	108	0	0	0	0
생활폐기물	161	98	63	0	0	0	0
음식물폐기물	45	0	45	0	0	0	0

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

3) 생활폐기물 성상별 수거 체계

- 생활쓰레기 및 음식물쓰레기는 매일수거, 재활용품 및 대형폐기물은 격일수거를 실시하고 있음
 - 수원시와 대형업체간 대형계약서 제10조(준수사항)의 규정에 일요일 등 법정공휴일을 제외하고 매일수거를 원칙으로 하되 최소한 2일에 1회 이상 수거, 연속하여 3일 이상 휴무할 수 없으며, 공동주택 이외의 지역 생활폐기물은 문전수거를 원칙으로 규정하고 있음
 - 환경부가 발표한 ‘2019년 쓰레기 종량제 현황’ 중 쓰레기 수거방법 및 주기를 살펴보면 생활폐기물 수거방식은 ‘문전수거’가 전국 83.1%, 제주도는 거점수거 100%임⁴⁾
- 음식물쓰레기 종량제 현황
 - 공동주택 및 단독세대, 소형음식점 전체 음식물종량제 100% 시행
 - 다량배출사업장도 위탁재활용자를 통한 처리 시 종량제 적용
 - 위탁재활용자에게 배출량에 비례한 수거 수수료를 지불
 - 다량배출사업장도 전용수거용기를 사용

〈표 4-31〉 주거형태별 음식물 쓰레기 종량제 시행 현황

공동주택 (APT+연립)			단독주택 (다세대 포함)			음식점 등 상가지역		
시행율(%)	적용방식	시행일자	시행율(%)	적용방식	시행일자	시행율(%)	적용방식	시행일자
100	RFID 납부필증	2014.2.1. 2014.3.1.	100	RFID 종량제봉투	2019.8월. 1995.1.1.	100	납부필증 종량제봉투	2016.2.1. 1995.1.1

4) 환경부(2019), 2019년 쓰레기 종량제 현황

4) 폐기물 수집·운반업체 현황

〈표 4-32〉 폐기물 수집·운반업체 현황

생활폐기물 수집운반업	사업장생활계 수집운반업	사업장 배출시설계	건설폐기물 중간처리업	건설폐기물 수집운반업
13	7	7	3	29

자료: 수원시청 홈페이지 2020.01.01. 기준

(1) 생활폐기물 수집운반업체

- 수원시 관내에서 발생하는 생활폐기물을 수집·운반하는 대행업체 즉, 폐기물관리법에 의하여『생활폐기물수집운반업』허가를 받은 업체는 13개업체이며, 생활쓰레기 및 음식물류폐기물, 재활용품, 대형폐기물을 지역전담제로 수거하고 있음

〈표 4-33〉 생활폐기물 수집운반업체 현황

업체명	소재지	수거지역(2021~2023년)
대주환경(주)	매송고색로804번길72(고색동)	지동, 인계동
(주)원천환경	정조로305 (대황교동)	울천동, 금곡동, 입북동
오성환경(주)	정조로300 (대황교동)	조원1동, 조원2동, 송죽동, 영통1동
(주)광신	정조로253-120 (대황교동)	파장동, 곡선동, 권선2동
대일실업(주)	세터로24번길33 (세류동)	정자2동, 정자3동, 매교동, 화서1동
(주)거봉산업	서수원로90 (오목천동)	세류2동, 세류3동, 광교1동
(주)삼보	서수원로63번길185 (오목천동)	서둔동, 세류1동, 망포1동, 망포2동
(주)나누리	매송고색로634-27 (고색동)	권선1동, 매탄3동, 매탄4동
동남용역(주)	서부로 1355(오목천동)	연무동, 우만1동, 우만2동, 광교2동
(주)덕성상사	매송고색로804번길224-20 (평리동)	정자1동, 고등동, 구운동, 화서2동
(주)에코월드	세터로 46 (세류동)	매산동, 평동, 호매실동
명성환경(주)	정조로 295 (대황교동)	행궁동, 매탄1동, 매탄2동, 원천동
백양티앤에스(주)	온정로 18 (오목천동)	영화동, 영통2동, 영통3동

자료: 수원시청 홈페이지 2020.01.01. 기준

(2) 사업장생활계폐기물 수집운반업체

- 사업장에서 발생하는 폐기물 중 생활폐기물과 성상이 유사한 사업장생활계폐기물의 수집운반업 허가를 득한 업체는 7개소이며, 수거지역 즉, 영업구역은 관할 지방자치단체로 제한되지 않고 전국임

〈표 4-34〉 사업장생활계폐기물 수집운반업체 현황

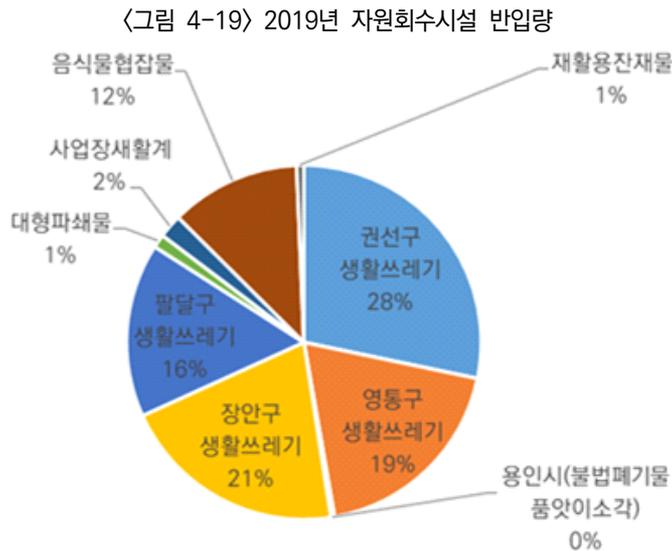
업체명	소재지	비고(수거지역)
(주)원예기업	권선구 세권로 243(권선동)	전국
온누리환경	팔달구 효원로249번길 46-15, 501호	전국
(주)팍스환경	권선구 곡선로 50번길 6-19(곡반정동)	전국
영광상사	영통구 매영로 93-23(매탄동)	전국
(주)장애인협동조합환경	팔달구 경수대로 428번길 31, 405호(인계동)	전국
샘자원	영통구 영통로 214-9, 501호	전국
(주)울림	장안구 정조로 947,본동 2층(영화동)	전국

자료: 수원시청 홈페이지 2020.01.01. 기준

제4절 수원시 생활폐기물 특성 고찰을 통한 시사점 도출

1. 생활폐기물 자원회수시설 반입 특성 및 시사점

- 2019년 자원회수시설 반입량 중 권선구 생활쓰레기가 28%로 가장 많이 반입되며 장안구는 21%, 영통구는 19%, 팔달구는 16%를 차지함. 반입량 중 생활쓰레기를 제외하면 음식물협잡물이 12%로 많이 반입되고 있음



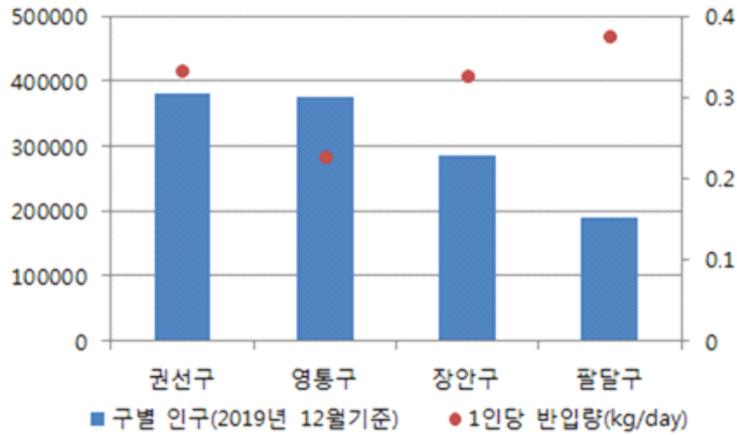
- 수원시의 구별 1인당 생활쓰레기(종량제) 반입량은 팔달구가 0.377kg/일로 가장 많으며, 그 다음으로는 권선구 0.337kg/일, 장안구 0.327kg/일, 영통구 0.227kg/일로 감소함
- 구별 주택 현황을 살펴보면, 총 주택 세대수 대비 아파트(공동주택) 세대의 비율이 영통구가 0.78로 가장 높음. 권선구와 장안구는 각각 0.580과 0.503으로 유사하며, 팔달구는 0.397로 가장 낮음
- 아파트 비율이 가장 높은 영통구에서 하루 동안의 1인 당 생활쓰레기(종량제) 반입량이 가장 적음

〈표 4-35〉 2019년 수원시 인구 및 주택 현황

구분	생활쓰레기 반입량 (kg/년)	인구 (인)	1인당 반입량 (kg/일)	아파트 (세대)	주택 총계 (세대)	아파트(공동주택) 비율
권선구	46,540,370	382,000	0.334	84,415	145,423	0.580
영통구	31,211,120	376,000	0.227	99,234	127,241	0.780
장안구	33,971,400	285,000	0.327	55,574	110,505	0.503
팔달구	26,142,950	190,000	0.377	31,009	78,046	0.397

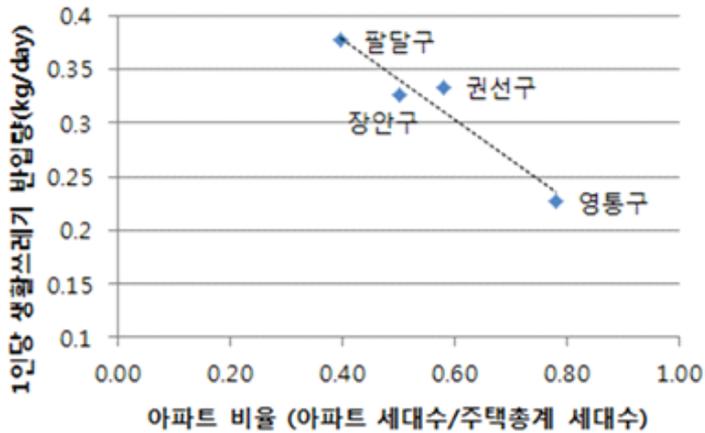
자료: 자원회수시설 내부자료, 수원통계(2019년 12월 31일 기준)

〈그림 4-20〉 수원시 구별 인구 및 1인당 반입량



- 팔달구 수거업체 인터뷰에 따르면 팔달구는 불법투기 가장 많은 지역으로 분리수거 불가능하므로 전량 종량제로 반입됨. 또한 팔달구는 상업시설도 많이 입지해 있어 종량제 반입량이 많음
- 1인당 생활쓰레기 반입량이 많은 팔달구는 상업시설 및 단독주택에서 문전수거가 많이 이루어지고, 무단투기도 많이 이루어지기 때문에 상가나 소규모 다세대 주택의 경우 문전수거보다는 거점수거 방식을 선택하는 등의 수거 방식 개편이 필요할 것임

〈그림 4-21〉 아파트 비율 및 1인당 생활쓰레기(종량제) 반입량



2. 소각장 반입 폐기물 성상 특성 및 시사점

- 종량제의 성상을 8개로 구분한 결과, 2019년 기준 수원시는 기타, 음식물, 종이, 합성수지, 목재순으로 많음
- 수원시는 소각장 반입 쓰레기 중 음식물이 차지하는 비중이 타도시에 비해 높음
- 음식물에는 종량제봉투 안에 포함된 음식물+음식물자원화시설에서 재활용되지 못하고 반입되는 협잡물+음식물폐수에서 나오는 슬러지가 포함되어 있음
- 다른 도시는 음식물 협잡물과 슬러지를 소각하지 않고 별도처리하기 때문에 소각장 반입 폐기물의 성상에서 음식물이 차지하는 비중이 낮음
- 수원시에서 음식물 협잡물과 슬러지를 별도처리하거나 전처리를 통해 감량하게 되면 소각장에 반입되는 폐기물의 총량 감축이 가능할 것임

〈표 4-36〉 타 지자체 종량제 성상 비교(2019년 기준)(단위: 톤/일)

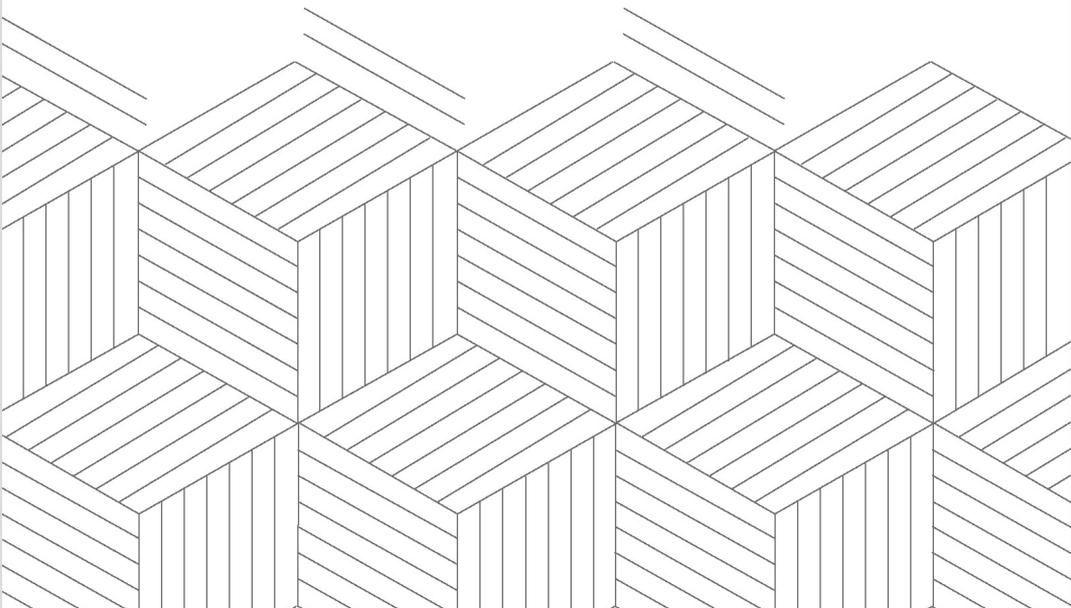
구분	전국 (비율)	서울시 (비율)	경기도 (비율)	수원시 (비율)	고양시 (비율)	성남시 (비율)	화성시 (비율)	용인시 (비율)
종이	4870.2 (0.23)	802.9 (0.25)	1049.7 (0.23)	61.5 (0.16)	70.7 (0.24)	140.1 (0.35)	52 (0.30)	68.5 (0.24)
합성수지	4416.5 (0.21)	530 (0.16)	1214.6 (0.26)	49.9 (0.13)	93.5 (0.32)	101.3 (0.25)	53.4 (0.30)	68.7 (0.24)
섬유	880.9 (0.04)	112.7 (0.04)	254 (0.05)	24.4 (0.06)	18.3 (0.06)	16.1 (0.04)	16 (0.09)	25.2 (0.09)
음식물	1408.7 (0.07)	127.9 (0.04)	393.5 (0.08)	63.6 (0.17)	28.5 (0.10)	49.7 (0.12)	14.6 (0.08)	27.4 (0.10)
목재	1186 (0.06)	163.1 (0.05)	360.5 (0.08)	25.5 (0.07)	11.5 (0.04)	42.8 (0.11)	2.9 (0.02)	22.8 (0.08)
금속	435.4 (0.02)	31.6 (0.01)	104.3 (0.02)	24.6 (0.06)	3.2 (0.01)	6.1 (0.02)	3.2 (0.02)	2.7 (0.01)
유리	612.4 (0.03)	55.7 (0.02)	149.1 (0.03)	22.6 (0.06)	2.7 (0.01)	8.8 (0.02)	11.7 (0.07)	22.6 (0.08)
기타*	7161 (0.34)	1390.7 (0.43)	1107.5 (0.24)	107 (0.28)	61.3 (0.21)	36.3 (0.09)	22.2 (0.13)	45.5 (0.16)
합계	20971.1 (1.00)	3214.6 (1.00)	4633.2 (1.00)	379.1 (1.00)	289.7 (1.00)	401.2 (1.00)	176 (1.00)	283.4 (1.00)

기타: 가연성(폐고무류, 기타), 불연성(페토사류, 페타일 및 도자기류, 연탄재, 기타), 건설폐재류, 기타(배출불명 등)의 합계
 자료: 환경부(2019), 전국 폐기물 발생 및 처리현황

제5장

수원시 폐기물 수거 및 처리시설 특성 고찰 및 개선 방향

- 제1절 폐기물 수거 체계 고찰 및 개선 방향
- 제2절 자원회수시설 운영 고찰 및 개선 방향
- 제3절 자원순환센터 운영 고찰 및 개선 방향
- 제4절 음식물자원화시설 운영 고찰 및 개선 방향



제5장 수원시 폐기물 수거 및 처리시설 특성 고찰 및 개선 방향

제1절 폐기물 수거 체계 고찰 및 개선 방향

1. 폐기물 수거 체계 고찰

1) 폐기물 수거현황 분석

- 문전수거 원칙으로 운영, 최근 거점수거 시범사업 도입, 여전히 무단 투기 존재
 - 생활쓰레기 (종량제봉투), 음식물쓰레기 (종량제)는 매일 수거, 재활용품 및 대형폐기물은 격일 수거
 - 사업장생활계5) 쓰레기는 위탁수거 후 위탁업체에서 재활용, 소각, 매립 등으로 처리
 - 공동주택 이외의 지역 생활폐기물은 문전수거(내집/내점포 앞 배출)를 원칙
 - 무단 투기 폐기물은 분리수거 없이 전량 종량제로 처리 (팔달구 종량제 쓰레기 발생량이 높은 이유 중 하나)
 - 무단 투기 많은 곳은 지동, 고등동, 매산동 등 재래시장, 외국인 거주 지역과 대학가, 원룸촌 등임

〈그림 5-1〉 쓰레기 수거



5) 사무실, 대형매장, 백화점, 식당 등(폐기물을 1일 평균 300킬로그램 이상 배출하는 사업장)

2. 시사점 및 개선방향

1) 문전수거 방식 조정 필요

- 수원시는 공동주택은 거점수거, 그 외 지역은 문전수거임
- 불법투기가 많은 상가밀집지역, 구도심 등은 거점수거 확대가 필요할 것임
 - 현재 지동에 에코스테이션 시범사업 추진 중(지동 관내 2개소 설치, 에코매니저 1일 2명 운영, 그림 2-18 참고)으로 효과성 검토 이후 확대 필요
 - 효과성 검토시 주민 만족도 조사, 종량제봉투 반입량 및 재활용품 배출량 및 성상에 대한 자료 확보 필요
- 거점수거방식 도입 시 관리자 지정 필요

〈그림 5-2〉 지동 에코스테이션 시범사업(좌), 독일 거점수거함(우)



2) 사업장생활계 폐기물을 사업장폐기물로의 전환 고려

- 일정 규모 이상의 폐기물 배출업소에 대해 사업장 폐기물로의 전환 검토가 필요함
 - 이를 위해서는 일정규모 이상 폐기물 배출업소(웨딩홀, 재래시장, 산업단지 등)에 대한 배출량 조사가 필요할 것이며, 이는 후속 사업으로 제안함

제2절 자원회수시설 운영 고찰 및 개선 방향

1. 자원회수시설 운영 고찰

1) 시설 개요

- 자원회수시설은 생활폐기물을 소각하는 시설로 소각방식은 스토커식이고 용량은 600톤이며 1일 평균 가동시간은 24시간임

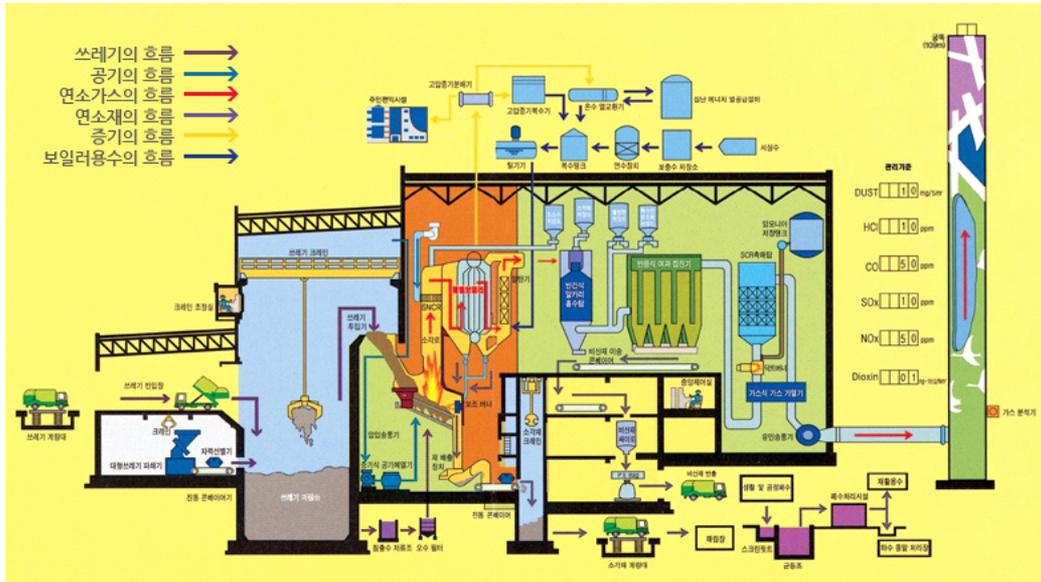
〈표 5-1〉 수원자원회수시설 현황

처분대상 폐기물	시설용량 (톤/일)	1일평균 가동시간 (시간)	소각방식	운영방식	위탁사	가동 개시	가동률
생활폐기물, 사업장 생활계	600	24	고온용융 스토커식	연속식	한국시거스 주식회사	1999. 10.28	2019년 91% 2020년 97%



- 시설 노후화에 따라 자원회수시설 대보수 사업 계획되어 있음
 - 사업규모: 600톤/일 (300톤/일 X 2기) 예정
 - 2025년 7월까지 시설 공사 후 운영 계획
 - 주요 시설 보수 계획
 - 고온, 고압증기 이용 전력 생산, 여열 이용
 - 관리동 증설 및 지하주차장 설치로 주민 지원시설 증축
 - 연소가스 재순환시스템, 백연방지설비로 대기오염개선 및 심미적 불안 해소
 - 소각시설 외관 개선

〈그림 4-3〉 자원회수시설계통도



자료: 수원시 자원회수시설 홈페이지

〈표 5-2〉 소각시설 흐름도

분류	과정
쓰레기의 흐름	수거차로 운반→계량→저장조로 투하→크레인으로 호퍼에 투입하여 소각
소각 후의 가스 흐름	고온의 열은 폐열 보일러를 통과하면서 온도가 낮아짐→반건식 알카리흡수탑→반응식 여과집진기→축매 탈질설비→가스 가열기→굴뚝으로 배출
재의 흐름	소각로에서 낙하됨→재축출장치로 보내짐→재축출기(수조)속에 잠김→재(Ash)저장조→전용차량에 의해 운반, 매립지에 처리
증기의 흐름	폐열보일러에서 증기발생→열 교환 후 온수로 변환→지역난방공사로 공급→시설 내 냉난방 공급, 증기식 공기예열기 사용, 주민편익시설 공급

2) 소각시설 에너지 이용실태

- 쓰레기 소각시 발생하는 폐열을 이용하여 온수를 공급함. 소각열을 이용하여 생산된 온수를 지역주민들에게 공급함으로써 에너지자원을 효율적으로 재활용하게 됨

〈표 5-3〉 소각열 사용현황 2019년

증기생산량			공급량			비고 (자체사용량)
1호기 (ton)	2호기 (ton)	합계 (Gcal)	지역난방 (Gcal)	문화센터 (Gcal)	합계 (Gcal)	
283,950	291,291	383,111	264,255	2,266	266,521	116,590

자료: 수원시 자원회수시설 홈페이지

3) 자원회수시설 반입량 및 소각량

- 수원시의 자원회수시설에 반입되는 연간반입량은 2019년 기준 171,334톤이며, 연간 소각량은 173,892톤임

〈표 5-4〉 자원회수시설 반입량과 소각량(톤/년)

연도	반입량	소각량	소각재처리량		비고
			바닥재	비산재	
2015	167,418.54	164,109.60	17,217.72	3,820.59	
2016	162,601.86	163,902.40	18,539.76	3,879.45	
2017	157,466.22	158,298.36	18,526.55	4,134.21	
2018	166,144.18	165,872.63	19,035.40	4,508.97	
2019	164,612.18	163,129.13	18,715.75	4,321.43	
2020	171,334.58	173,892.12	19,357.47	4,592.69	

자료: 수원시 자원회수시설 홈페이지

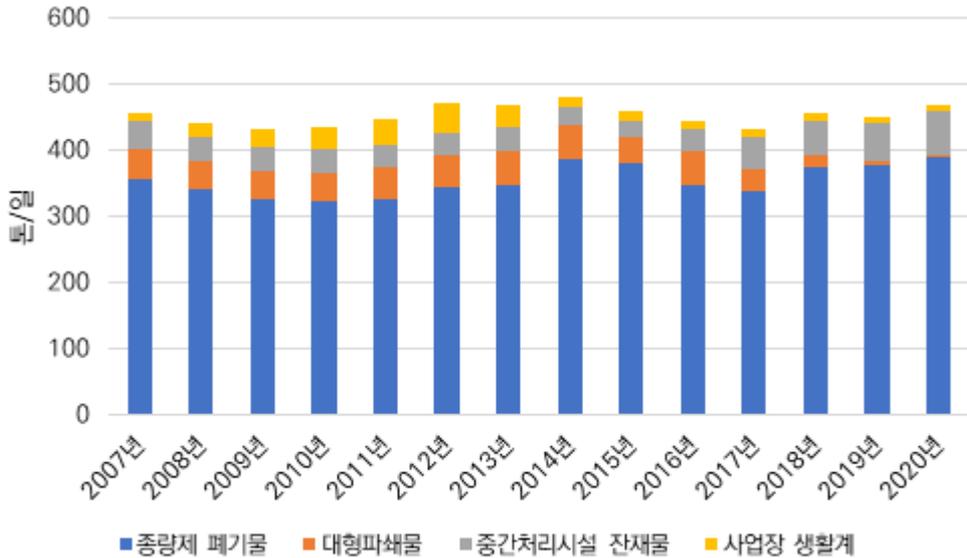
- 대형목재 등은 자원순환센터에서 파쇄하여 소각장에서 소각처리
- 자원순환센터에서 재활용 선별하고 남은 잔재물과 음식물자원화시설에서 음식물쓰레기를 퇴비·사료로 재활용하면 발생하는 각종 헝잡물은 소각장에서 소각처리
- 음식물헝잡물은 비닐봉투·페플라스틱류·형겉류·고기뼈 등으로 음식물쓰레기에서 필히 발생하는 것으로 소각처리함

〈표 5-5〉 자원회수시설 폐기물 반입량(톤/일)

구분	총계	종량제 폐기물	대형목재 (대형파쇄물)	중간처리시설 잔재물			사업장 생활계
				소계	음식물 헝잡물	재활용 잔재물	
2001년	325.0	295.1	23.4		6.5	0.0	0.0
2002년	379.6	311.6	40.2		27.8	0.0	0.0
2003년	402.4	328.8	41.2		32.4	0.0	0.0
2004년	380.9	322.8	37.6		18.9	1.6	0.0
2005년	404.2	315.3	40.1		29.8	7.4	11.6
2006년	426.4	336.4	42.1		26.8	6.6	14.5
2007년	455.4	358.1	43.8		37.1	5.1	11.3
2008년	440.6	342.8	40.7		31.3	6.9	18.9
2009년	433.6	327.3	41.4		31.6	5.2	28.1
2010년	436.2	324.2	42.0	35.3	32.7	2.6	34.7
2011년	447.1	328.0	47.5	31.8	30.0	1.8	39.8
2012년	472.0	345.6	48.9	33.2	31.8	1.4	44.3
2013년	468.4	348.5	51.5	35.4	33.9	1.5	33.0
2014년	480.7	386.4	51.6	27.2	25.1	2.1	15.5
2015년	458.7	381.1	38.5	26.3	23.7	2.6	12.8
2016년	444.2	348.4	49.5	34.7	33.3	1.4	11.6
2017년	431.5	339.3	33.6	47.2	45.1	2.1	11.4
2018년	455.2	374.6	18.3	52.2	49.2	3.0	10.1
2019년	451.1	379.2	5.6	56.6	53.7	2.9	9.7
2020년	469.4	391.1	2.7	66.6	66.1	0.5	9.0

자료: 수원시청 내부자료

〈그림 5-4〉 자원회수시설 폐기물 반입량(톤/일)



- 2019년 자원회수시설 반입량은 총 164,612.18톤이며, 생활쓰레기 138,404.44톤, 대형파쇄물 2,026.68톤, 사업장생활계 3,522.72톤, 음식물협잡물 19,589.55톤, 재활용 잔재물 1,068.79톤으로 구성됨

〈표 5-6〉 2019년 자원회수시설 반입량

구분		2019년 반입량(톤)
2019년 반입량 합계(톤)		164,612.18
생활쓰레기	생활쓰레기 합계	138,404.44
	권선구	46,540.37
	영통구	31,211.12
	용인시(품앗이 소각)	538.60
	장안구	33,971.40
	팔달구	26,142.95
대형파쇄물	자원순환센터	2,026.68
사업장생활계	농수산물도매시장	3,522.72
음식물협잡물	음식물자원화시설	19,589.55
재활용잔재물	자원순환센터	1,068.79

자료: 자원회수시설 내부자료

4) 소각시설 대기오염물질 배출현황

- 자원회수시설에서는 환경오염물질배출상태를 자동측정기로 상시 측정, 이를 환경관리공단 관제센터의 주컴퓨터와 온라인으로 연결하여 오염물질 배출상황을 24시간 상시 감시함(굴뚝자동측정시스템(Clean SYS, Tele-Monitoring System))

- 먼지(Dust), 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO), 염화수소(HCl), 산소(O₂), 유량, 온도 등의 자료항목을 측정 및 수집하여 환경관리공단 수도권관제센터에 실시간 무선전송함
- 또한 굴뚝 자동측정시스템에서 측정된 데이터를 주민들이 직접 확인할 수 있도록 외부 전광판에 기재하고 있음
- 수원시 자원회수시설 배출가스농도는 배출허용기준을 초과하지 않음

〈그림 5-5〉 수원자원회수시설 정문에 설치된 배출가스 농도 전광판



〈표 5-7〉 연도별 대기측정물질 연평균 배출현황

연도		Dust(mg/Sm ³)	SOx(ppm)	NOx(ppm)	CO(ppm)	HCl(ppm)
2015	1호기	3.03	0.31	37.58	10.63	1.31
	2호기	3.14	0.43	39.25	12.61	1.19
2016	1호기	2.68	0.34	38.19	15.92	2.16
	2호기	2.39	0.57	37.86	17.54	2.4
2017	1호기	2.53	0.14	36.95	16.66	3.89
	2호기	2.33	0.12	34.1	18.37	2.98
2018	1호기	2.81	0.07	30.11	16.23	4.26
	2호기	2.49	0.1	29.3	16.09	3.17
2019	1호기	2.18	0.04	27.06	8.07	2.52
	2호기	1.92	0.09	27.32	10.94	1.88
2020	1호기	1.79	0.07	24.44	8.11	2.24
	2호기	2.13	0.13	24.88	10.36	3.09
배출허용기준*		150이하	20이하	500이하	500이하	120이하

*대기환경보전법 시행규칙 별표8(개정 2020.12.30.)

자료: 자원회수시설 내부자료

- 타지자체 소각시설 중 수원시와 같은 스토커식 소각방식인 파주시 소각시설의 배출가스 농도는 다음과 같음
 - 파주시 소각장 용량은 200톤/일(100톤/일×2기)이며 소각방식 스토커식임

〈표 5-8〉 파주시 소각시설 대기측정물질 연평균 배출현황

연도	Dust(mg/Sm³)	SOx(ppm)	NOx(ppm)	CO(ppm)	HCl(ppm)
2018	1.2	1.2	22.2	1.6	3.4
2019	2.0	0.3	21.2	1.1	2.6
배출허용기준*	15이하	20이하	50이하	50이하	120이하

*대기환경보전법 시행규칙 별표8(개정 2020.12.30.)

자료: 자원회수시설 내부자료

5) 주민지원협의체

- 수원시 자원회수시설 설치운영으로 환경상 영향을 받는 간접 영향권(반경 300m이내) 지역 주민의 소득향상과 복리증진 지원에 관한 사항을 협의하기 위하여 구성된 단체
- 관련법령
 - 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률(이하 폐촉법) 시행령 제26조 (주민지원기금의 운용 관리 등)
 - 기금 총액의 100분의 5범위 내 홍보활동, 주민의견수렴, 운영경비 사용
 - 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률 시행령 제18조 (주민지원 협의체의 구성 운영 등)
 - 시의회에서 추천한 주민대표(임기 2년 연임할 수 있다)
- 주민지원기금 지원사업 주요내용
 - 관련근거
 - 폐촉법 제22조(주민지원기금에 의한 주변영향지역의 지원)
 - 폐촉법 시행령 제27조(주변영향지역 지원 등) 및 [별표3]
 - 폐촉법 조례 제28조(기금의 용도)
 - 주민지원기금 사용(같은법 시행령 제27조 - 별표3)
 - 복지증진 사업 : 지역난방시설 난방비 지원 등
 - 육영사업 : 교육자재 지원, 학자금 지원 등
 - 기 타 : 주민지원협의체 활동비, 편익시설의 이용료 지원 등
 - 지원대상 : 폐기물처리시설의 설치·운영으로 환경상 영향을 받게 되는 주변영향지역

〈표 5-9〉 지원 사업 세부기준

*난방비 지원사업 세부기준 안내표			
- 지급기준: 수원소각장 부지 300m 이내 아파트 세대 평균치 100분의 80			
구분	면적	금액	비고
난방비	58㎡이상	46,200원/월	-
	34㎡이상	36,300원/월	-
	34㎡미만	26,400원/월	-
*학자금 지원사업			
- 지급기준: 공고일로부터 2년 이상 거주자(폐촉법 시행령 제27조 및 [별표3]: 학자금 및 장학금 지급)			
구분	대상	비고	
2014년	고등학생: 400천원/학기, 대학생: 600천원/학기	-	
2015년	고등학생: 400천원/학기, 대학생: 600천원/학기	-	
2016년~	대학생: 800천원/학기	-	
*수원체육문화센터 이용료 지원			
- 폐촉법 시행령 24조(주민편익시설의 설치 등):사용료 감면			
- 소각장 부지 300m 이내 거주 세대원 편익시설 이용 시 50% 할인			

자료: 수원시 자원회수시설 홈페이지

6) 현장조사

- 수원시 자원회수시설은 경기도 수원시 영통구 영통로 383(영통동 962-3)에 위치하였으며 부지면적 37,120.1m³, 소각용량은 600톤/일(300톤/일 2기), 소각형식은 화격자 식임
- 24시간 운영(4조 3교대)되고 있으며, 하루에 수거차량 138대가 들어옴
- 직접계근 방법(수거차량의 수거 전후 무게 차이 이용)으로 반입량 측정함
- 자원회수시설을 음압으로 운영되고 있으며, 내부공기는 연소용 공기로 사용되어 외부로 악취가 유출되지 않음
- 자원회수시설 주민지원협의체(주민 7명, 시의원 4명, 전문가 2명)를 운영하고 있으며, 자원회수시설 설치운영으로 환경상 영향을 받는 간접 영향권(반경 300m이내)지역 주민의 소득향상과 복리증진 지원에 관한 사항을 협의함. 간접 영향권 주민에 대한 복지는 난방비 지원, 교육비, 학자금 지원 등이 있음. 간접영향권(반경 300m 이내) 경계 기준 적용이 불합리하다는 민원이 있음. 시 조례 변경 등의 고려가 필요하며, 주민지원 기금의 일부를 간접영향권 외의 주민에게 지원(에코스테이션, 조각상 등)하는 방안에 대한 고려가 필요함
- 크레인 조정실은 쓰레기가 최적의 상태로 연소될수 있도록 교반하며, 화재를 감시함
- 중앙제어실은 분산제어시스템(DCS)을 이용하여 전체설비의 상황을 모니터링하며, 연소상태를 조정 및 관리함

- 질소산화물제거설비(SNCR)에서 환원제(암모니아와 요소수)를 고온의 소각로에 투입하여 촉매없이 질소산화물을 1차 제거함. SNCR에서 제거되지 못한 질소산화물은 SCR촉매탑에서 촉매를 통해 2차 제거함
- 소각 시 NO_x가 200ppm 발생한다면, SNCR(효율50%)에서 100ppm, SNCR에서 50ppm 이하가 됨. SNCR 잘 운전하면 효율이 70-80%까지 가능하여 60ppm, SNCR 효율 80-90%라면 15ppm 이하까지 가능함
- 배출 가스 중 암모니아는 30분 평균 50ppm이 초과하지 않도록 운전하고 있음. 암모니아 슬립 방지를 위하여 대기 측정(일주일에 한번 자가측정)하여 노즐을 조절함. SNCR 설비에 사용하는 약품(투입 비율은 암모니아:요소=7:3) 중 암모니아 사용량이 많으면 슬립양도 많아 요소를 같이 투입하고 있으며, 요소는 일산화탄소 증가에 영향이 있음
- 미세먼지 경보 발령 시, 비상저감조치 시행으로 소각량 감량운영함. 600톤/일 기준(300톤 2기)으로, ①1호기당 255톤/일(85%)이하 감량소각, ②전일 소각량이 255톤/일 이하일 경우 230톤/일까지 감축운영, ③NO_x 배출량 감소를 위한 약품(요소수)사용량 증대를 함
- 미세먼지 저감을 위하여 수원시 대보수계획 기준시 10ppm으로 하향 조정(현재 NO_x 기준 35ppm)하거나, 암모니아 약품 사용량의 감소 및 지속적인 모니터링이 필요함. 특히 암모니아는 초과사용시 암모니아 슬립이 발생하여 도심 2차 미세먼지 생성의 원인이 될수 있기 때문에 암모니아 약품 사용량 최적화 및 향후 소각장 대보수시 습식 스크러버 사용등을 통해 대기중 배출 전 제거방식 검토가 필요함
- 덕트버너에서 과잉공기 넣어 순간가열(고온) 시에 NO_x 발생량이 증가함. 대보수계획에서 NO_x 발생량을 저감하기 위하여 저온촉매를 사용하는 방법에 대한 검토가 필요함
- 반입장 화재예방을 관리하고 있으며 사전관리 방법으로는 주민감시원, 크레인기사, CCR운전원이 감시함. 사후관리 방법(초기대응)으로는 크레인 운전원이 불씨나 연기 발견 시 즉시 투입 호퍼로 옮김. 초기대응 실패 시 119 신고 및 소방방수총 2대 동시 작동하여 화재 지연함. 육안으로 불씨나 연기를 감시하는 것보다 열감지센서 카메라, 엑스레이 등을 활용하여 보다 빠르고 효율적으로 화재를 예방하는 방법에 대한 고려가 필요함
- 현재 코로나로 인하여 견학 프로그램을 운영하지 않음. 견학 프로그램의 활성화를 위해서는 차량지원 여부가 중요하게 지원하며, 타 시군의 좋은 사례(군포의 빨간구름 모양의 소각장 외벽, 안산의 전시회 운영)를 참고해야 함. 또한, 소각장 굴뚝을 북카페, 스카이라운지, 천체관측 장소로 활용하는 것에 대한 고려가 필요함

〈그림 5-6〉 수원시 자원회수시설 현장조사



2. 시사점 및 개선방향

- 시설 노후화는 대보수를 통해 해결(대보수 계획 확정 시 다음 사항 보완 예정)
 - 소각시설 효율화를 통한 완전연소율 증가로 비산재 및 바닥재 발생량 최소화
 - 소각열 회수 극대화를 통한 에너지생산(전기 및 열)으로 탄소배출권 상쇄 및 탄소중립 실현
 - 소각로 NO_x 배출기준 강화 (현재 35ppm이나 대보수시 10ppm으로의 강화 필요)
 - 반입되는 폐기물의 고열량화에 따라 감소된 처리량을 대보수를 통해 적정용량 처리 가능 (발열량을 낮추기 위한 음식물쓰레기 협잡물 투입 불필요)
- 재활용품 분리수거 극대화를 위한 소각시설 내 전처리시설 도입 가능 여부 검토
 - 전처리시설(MBT) 도입 가능성은 낮음
 - 전처리시설이 소각장과 동일부지에 운영중인 곳은 부천시로 부지 면적이 130,291㎡ (수원시 소각장의 부지면적(37,120㎡)의 3.5배)재활용품선별장도 한 곳에 있어 재활용품 분리, 전처리, 소각이 한곳에서 이루어짐. 따라서 재활용품 분리 극대화가 가능
 - 수원시의 경우 현재 소각장 부지의 여유부지는 전체 부지의 1% 이내로, 소각장 내 전처리시설을 도입하기 어려움
 - 다른 부지 선정 시 쓰레기반입차량 동선과 이동 시간 증가, 인접 주민 새로운 민원 등장으로 어려움
 - 향후 신도시 개발시 복합처리시설 도입 제안
 - 소각열 사용 음식물쓰레기 처리 등 복합처리시설 도입 방안 검토
- 소각량 감량을 위한 대안 검토
 - 불법투기되는 폐기물은 전량 소각장으로 들어가므로, 불법투기 근절을 위한 거점수거 방식 확대 운영이 필요
 - 음식물처리시설에서의 협잡물의 소각장 반입량을 최소화하는 것이 필요 (수원시 소각장 반입쓰레기 중 음식물 비율이 고양, 용인, 성남에 비해 1.4~1.7배 높음)
 - 집합사업장 (유사규모 사업장이 모여있는 재래시장 등)에 대해 사업장폐기물로의 전환 검토
- 소각시설 인접 환경영향 최소화 방안 검토
 - 소각장 심미적 요인 대응 방안 검토
 - 소각로 연기, 소각장 주변 환경 개선 등을 대보수계획 수립시 검토
 - 소각시설 인접 주민 건강 지원사업
 - 소각시설 인접 (300m 이내) 주민에 대해 무료 건강검진 실시

- 소각장 주민감시단 운영
 - 백연과 매연의 위해성에 대한 시민 교육과 함께, 소각장 안전운영에 대한 모니터링 및 흑연 발생시 신고하도록 하는 등의 역할 부여

제3절 자원순환센터 운영 고찰 및 개선 방향

1. 자원순환센터 운영 고찰

1) 시설개요

- 자원순환센터는 재활용품을 선별하고 대형폐기물을 파쇄하는 등의 중간처리시설로 시설용량은 210톤/일임

〈표 5-10〉 자원순환센터 현황

시설명	자원순환센터(선별시설)	
위탁사	수원도시공사	
위치	수원시 영통구 영통로 383	
기능	재활용품 선별, 대형폐기물처리	
처리대상 폐기물	생활폐기물	
처리방식	적환, 압축, 파쇄, 감용	
시설용량(톤/일)	210	
1일평균 가동시간(시간)	8	
2019년 처리량(톤/년)	77,081	

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황, 수원시청 홈페이지

〈표 5-11〉 폐기물 처리규모

시 설 별	처리용량	주 요 내 용
계	210톤/일	연간 64,470톤 / 307일
혼합	플라스틱	87톤/일
	금속, 비철금속	10.5톤/일
잔재물 처리	7.8톤/일	PET, PP, PS, PE, PVC, 캔류 철캔, 알루미늄캔, 고철 등
필름류 처리	9.5톤/일	폐지, 잔재물 등
스티로폼 감용처리	1.6톤/일	필름류, 폐비닐 등
가로모래 처리	30톤/일	폐 스티로폼
옥외저장시설	33.5톤/일	페토사
성형 SRF	30톤/일	폐기물, 연탄재, 폐사기, 폐가전 등
BIO-SRF	60톤/일	폐비닐류 고행연료제품 생산
		폐목재류 고행연료제품 생산

자료: 수원시 자원순환센터 홈페이지

■ 재활용품 처리과정은 다음 그림과 같음

〈그림 5-7〉 수원시 자원순환센터 폐기물 및 재활용품 처리 흐름도

구분	폐기물	스티로폼	폐목재	재활용품	
				페플라스틱, 캔, 고철	페비닐
처리장소	폐기물 처리동	스티로폼 처리동	폐목재 처리동	선별동	
처리대상	대형폐기물 건축폐기물 폐사기 연탄재 가로모래	스티로폼	가구류 목재류	페플라스틱 (PET, PE, PP, PS) 캔 (알루미늄캔, 철캔) 잔재물(협잡물)	페비닐

	반입 계근대 통해 계량						
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
사전작업	반입	반입	반입	크레인으로 컨베이어 투입	반입	SRF성형 일부 투입, 압축품으로 나머지 투입	
	저장시설 단위분리	이물질 제거	굴삭기 파쇄	사전 수선별	압축기 투입	SRF성형 공정 투입	압축기 투입
처리	저장고 적재	감용	저장고 적재	자력선별기 (철캔 분류)	압축	투입호퍼	입속
				↑		↑	
				트롬멜선별기 (크기별 분류)		파쇄기	
				↑		↑	
압축	↑	↑	↑	자동선별기 5기 (PET-PE-PP-PS -PET)	↑	히팅기 (SRF연료 성형)	↑
				↑		↑	
저장	↑	감용품 적재	↑	재질별 압축	↑	↑	↑
				↑		↑	
반출	반출	반출	반출	재질별 저장고 적재	↑	저장고 적재	↑
				↑		↑	
반출	반출	반출	반출	반출	반출	SRF 성형연료 적재	필름 저장고 적재
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

※ 선별동 입고 시 캔류, 미선별 혼합플라스틱류가 섞여서 반입됨
 ※ 선별동 처리용량의 한계로 일부는 미선별 혼합플라스틱으로 압축 후 업체반출
 자료: 수원시(2020), 수원시 자원순환센터 선별사업 선진·효율화 운영방안

2) 자원순환센터 반입·반출 현황

- 자원순환센터 반입량은 2020년 기준 재활용품 43,162톤, 대형폐기물 25,148톤, 가로 모래 4,560톤으로 총 72,870톤 임

〈표 5-12〉 연도별 반입현황(톤/년)

연도별	계	재활용품	대형폐기물	가로모래	폐목재(외부)
2014	47,396	21,520	18,370	7,506	
2015	53,232	25,663	19,875	7,694	
2016	56,082	29,521	20,268	6,293	
2017	63,025	34,864	22,641	5,520	
2018	87,024	45,194	25,297	5,692	10,841
2019	75,731	46,187	24,127	5,417	
2020	72,870	43,162	25,148	4,560	

자료: 수원시 자원순환센터 홈페이지

- 대형폐기물 파쇄물과 재활용 잔재물 1,157톤은 소각장에서 소각처리되고, 연탄재, 폐사기 등은 매립지로 보내짐

〈표 5-13〉 연도별 반출현황(톤/년)

연도별	계	재활용품	재활용 잔재물				
			소계	소각처리	매립지	기 타	우드칩
2014	42,306	14,372	27,934	19,343	4,528	4,063	
2015	49,928	15,539	34,389	14,927	4,422	15,040	
2016	54,541	21,336	33,205	18,552	4,256	10,397	
2017	75,093	21,232	53,861	13,286	4,060	10,397	25,746
2018	86,438	31,810	54,628	7,743	3,685	12,297	30,903
2019	77,079	35,234	41,845	2,969	2,973	16,442	19,461
2020	78,181	34,076	44,105	1,157	2,719	21,269	18,960

재활용 포함: 폐가전, 건전지, 폐형광등

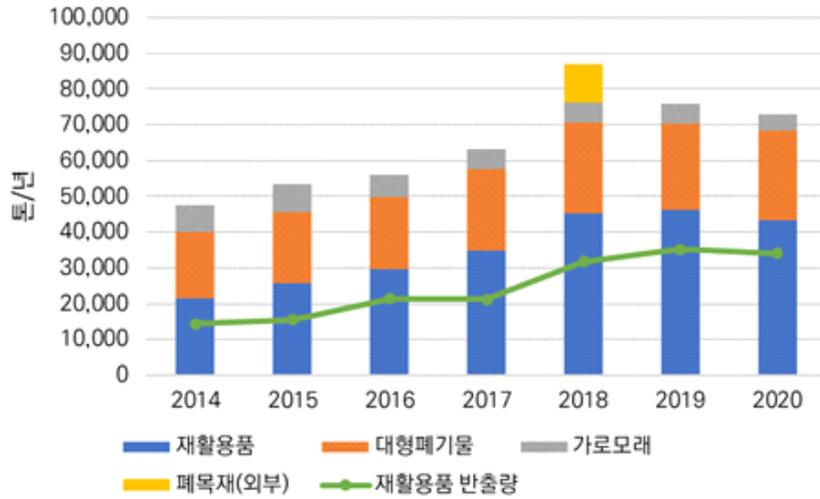
매립지: 연탄재(무상), 폐사기(유상)

기타: 외주업체 위탁처리 품목

자료: 수원시 자원순환센터 홈페이지

- 연도별 반입량과 반출량이 증가하고 있으며, 자원순환센터에서 재활용품으로 분류되어 판매되는 비율은 전체 반입량의 50% 미만임

〈그림 5-8〉 연도별 반입량 및 재활용품 반출량



〈표 5-14〉 수원시 자원순환센터 월별 반입현황

구분	계(톤)	재활용품(톤)	대형폐기물(톤)	가로모래(톤)	
2020년	1월	5,921	3,744	1,787	391
	2월	5,993	3,556	2,133	304
	3월	6,698	3,936	2,368	393
	4월	6,314	3,736	2,192	386
	5월	6,064	3,702	1,951	411
	6월	6,321	3,898	2,102	321
	7월	6,133	3,905	1,904	324
	8월	6,256	3,789	2,100	367
	9월	6,381	3,366	2,642	373
	10월	5,144	2,681	2,104	359
	11월	5,455	2,940	1,853	662
	12월	6,190	3,909	2,012	269
2021년	1월	5,257	3,392	1,654	211
	2월	5,547	3,415	1,878	254
	3월	8,042	4,569	3,068	405
	4월	7,249	4,279	2,586	384

자료: 수원시 자원순환센터 내부자료

〈표 5-15〉 수원시 자원순환센터 월별 반출현황

구분		계 (톤)	재활용품 (톤)	재활용 잔재물				
				소계 (톤)	소각 (톤)	매립지 (톤)	기 타 (톤)	우드칩 (톤)
2020년	1월	6,207	2,957	3,250	190	317	1,453	1,290
	2월	6,150	2,588	3,562	210	275	1,722	1,355
	3월	7,032	3,011	4,021	58	307	1,810	1,846
	4월	6,868	2,605	4,263	114	262	1,864	2,023
	5월	6,115	2,686	3,429	-	212	1,730	1,487
	6월	6,591	2,919	3,672	5	146	1,984	1,537
	7월	6,437	2,747	3,690	-	195	1,877	1,618
	8월	6,102	2,763	3,339	284	138	1,696	1,221
	9월	7,273	3,316	3,957	222	213	1,758	1,764
	10월	6,721	2,757	3,964	74	212	1,830	1,848
	11월	6,438	2,376	4,062	-	215	1,907	1,940
	12월	6,247	3,351	2,896	-	227	1,638	1,031
2021년	1월	7,364	2,806	4,558	53	135	2,543	1,827
	2월	6,213	2,627	3,586	48	140	1,949	1,449
	3월	9,090	3,389	5,701	68	175	3,386	2,072
	4월	8,062	3,186	4,876	184	206	2,790	1,696

자료: 수원시 자원순환센터 내부자료

3) 재활용품 매각 현황

- 재활용품 처리과정은 다음과 같음
 - 분리배출(재활용품) ⇨ 분리수거(수거업체) ⇨ 반입(수원시 자원순환센터) ⇨ 재활용품 품목별 분류 ⇨ 품목별 매각 ⇨ 재활용잔재물 처리(수원시 소각장에서 소각, 연탄재, 폐사기는 매립)
 - 분리배출(대형폐기물) ⇨ 분리수거(수거업체) ⇨ 반입(수원시 자원순환센터) ⇨ 대형폐기물 파쇄(목재, 쇼파, 가구 등) ⇨ 소각처리(수원시 소각장)

〈표 5-16〉 자원순환센터 매각품목 현황 (2020. 12. 31 기준)

구분	품목	2019년			2020년		
		단가 (원/kg)	수량 (kg/년)	수입액(원)	단가 (원/kg)	수량 (kg/년)	수입액(원)
	합 계		26,572,498	1,461,054,120		17,003,122	1,209,224,856
철류	고 철	86	550,760	46,366,160	113	389,733	40,091,540
	스텐(신주)	850	5,620	4,754,500	1,240	1,120	1,388,800
	잡피선	504	2,850	1,425,060	850	0	0
	알루미늄(양은)	1,110	15,500	17,205,000	910	22,480	17,737,300
	철캔(압축)	307	331,130	101,799,290	261	231,800	47,070,220
	알루미늄캔(압축)	1,287	96,000	123,747,840	1,160	73,330	75,125,920
플라 스틱	P E T	340	2,207,970	735,359,400	377	1,420,310	432,880,870
	P E	555	252,740	137,301,820	506	181,090	72,836,250
	P P	433	616,870	265,336,710	422	429,160	141,258,270
	PS(아쿠르트)	412	39,770	16,385,240	361	44,730	16,147,530
	혼합플라스틱	58	170,010	9,802,580	51	256,810	11,210,560
	미선별 혼합플라스틱	무상	16,751,870	0	34	8,194,320	225,404,220
	잡병	-	-	-	36	3,212,566	100,237,890
판유리	6	44,620	267,720	6	36,460	218,760	
잡파지	40	32,570	1,302,800	71	447,113	25,916,606	
필름	압축	무상	2,368,828	0	무상	1,387,560	0
	성형SRF	무상	446,580	0	10	160,460	1,700,120
	폐형광등	무상	130,060	0	무상	34,960	0
	건전지	무상	102,030	0	무상	23,380	0
	가전제품	무상	2,370,970	0	무상	440,930	0
고무통	무상	35,750	0	무상	14,810	0	

자료: 수원시 자원순환센터 홈페이지

4) 현장조사

- 수원시 자원순환센터는 경기도 수원시 영통구 광고호수로 278-1(하동)에 위치하였으며, 부지면적(90.4m²) 안에 선별처리동, 옥외저장동, 세차정비동, 경비계량동, 가로모래적치동, 스티로폼처리동 등이 있음
- 작년 9월에 선별처리동과 폐기물처리동에 화재가 발생함. 선별처리동은 혼합배출된 재활용품을 유형별로 선별 분류하는 곳으로, 화재 이전에는 미선별플라스틱을 선별(비투과방식, NIR)하여 재활용처리업체에 판매하고 나머지 잔재물은 폐합성수지로 처리되었음. 현재는 미선별플라스틱을 위탁업체에서 무상으로 가져가며 선별 후 잔재물을 처리함
- 교육 및 견학 프로그램(수원도시공사에서 운영)은 코로나로 인하여 운영이 중단됨
- 폐합성수지(잔재물의 총칭)는 전량 위탁처리하며, 처리비는 약 20만원/톤으로 올해 예상 예산 34억(작년 예산 26억)의 1/3에 해당함. 선별동 확대계획으로 기존 용량(60톤/

일)에서 120톤/일로 용량을 늘리고, 독일의 효율 좋은 선별기계를 사용해 잔재물을 줄일 계획임

- 자원순환센터의 잔재물은 약 45%이며, 위탁업체는 선별효율이 높은 외국(독일) 선별기계 사용하고, 공정을 한바퀴 더 돌려서 잔재물 비율을 25%까지 줄임. 선별동 확대계획에서 선별효율이 높은 선별기계를 설치하여 잔재물을 줄이는 방안을 적극적으로 검토할 필요성이 있으며, 잔재물 처리비용을 줄이기 위하여 선별효율 향상 방안에 대한 고민이 필요함
- 현재 자원회수시설에서 필요시마다 약 차량 3대분의 폐합성수지를 가져가 자원회수시설의 열에너지 보조제로 사용하고 있음. 폐합성수지를 주기적으로 자원회수시설의 열에너지 보조제로 사용할 수 있는 방안에 대한 검토가 필요함
- 대형폐기물은 생활폐기물 중 가구나 가전제품과 같이 쓰레기 종량제봉투에 담기 어려운 폐기물을 의미하며 텔레비전, 냉장고, 침대, 책상, 자전거 등이 포함됨. 대형폐기물(폐기물 스티커 부착되어 배출)은 수거업체를 통해 자원순환센터로 들어와 폐합성수지로 분류되고, 처리비(20만원/톤)는 세금이 사용됨
- 대형폐기물 중 가전제품은 생산자책임재활용제도(EPR)에 의해 재활용의무대상 품목으로 지정된 가전제품을 새제품으로 구입할 때 판매자가 기존제품을 회수(수수료 무상으로 제조회사 관계없이 수거함)하도록 요청할 수 있음. EPR 제도를 활용한다면 판매자가 폐기물을 수거하므로 폐기물스티커 구입 비용과 자원순환센터의 처리비를 절약할 수 있으므로 EPR 제도의 적극적인 활용 및 홍보가 필요함
- 대형폐기물 스티커의 분류 항목에 포함되지 않는 폐기물이 많아 민원 등의 갈등이 많음. 폐기물스티커의 분류를 명확히하여 배출자의 혼동을 방지하는 것이 필요함. 예를 들어, 자동차 문의 경우 복합플라스틱과 철로 구성되어 있어 재활용이 불가능하여 사업장폐기물(처리비용 소요)로 처리되어야 하지만, 배출자는 플라스틱이라 생각하여 폐기물스티커 부착하여 배출함. 수거업체가 수거 안 한다고 민원 제기하면 결국 수거하여 폐합성수지로 분류하고 있음
- 생활계폐기물과 사업장폐기물의 교집합이 존재함. 예를 들어, 미장원의 염색약 문은 비닐이 이에 해당함
- 분리수거가 용이하도록 생산단계부터 고민이 필요함. 예를 들어, 카페의 일회용컵(80% PP, 20%는 PS와 PE 등)은 카페마다 재질이 달라 폐합성수지(잔재물)로 처리되고 있음. 효율적인 분리수거 및 재활용을 위해 플라스틱 재질의 통일이 필요하며, 이는 지자체에서 자체적으로 제도를 정비하기보다는 국가적 차원에서의 제도 개선이 필요함

- 분리수거는 시민의식이 중요하게 작용하며, 플라스틱도 재질에 따라 나눌 수 있다는 것을 홍보할 필요성이 있음. 좋은 예로서 고어텍스 의류의 원료가 되는 투명페트병의 분리배출이 있음. 수익성이 높은 투명페트병을 수거업체가 선호하는 경향이 있으며, 이런 현상이 장기화되면 그 외 업체는 수익성 낮은 플라스틱의 수거하기에 수거체계에 부정적인 영향이 발생할 수 있음
- 자원회수시설과 자원순환센터는 서로 사업내용이 연관되어 있기에 공공의 한 기관에서 사업을 운영하는 관리체계 일원화가 필요함. 자원회수시설 대보수 기간 동안 자원순환센터에서 생활쓰레기를 압축(3~4배) 처리하여 소각장이나 매립장으로 보낸 경우와 같이, 두 시설은 연관되어 있으나 관리주체가 서로 달라 소통이 원활하지 않은 경향이 있음. 또한 공공기관은 시설관리와 투자에 적극적이지만, 민간업체는 계약기간이 짧고 계약업체의 변경도 빈번할 뿐만 아니라 수익창출이 목적이기에 시설관리 및 투자에 소홀한 경향이 있음. 다른 시의 사례를 살펴보면, 자원회수시설과 자원순환센터를 한 부지에서 같이 운영하는 지자체도가 있음
- 자원순환센터로 들어오는 수거 및 운반업체의 차량은 자원순환센터를 한바퀴 돌면서 수거한 폐기물을 적절하게 분리배출 하고 있음(한 수거차량이 하루 3~회 운전, 분리배출 시 5~10분 소요). 하지만, 시간절약과 편리함으로 인해 적절한 분리장소에 배출하지 않고 잔재물(폐합성수지) 분리장소에 내려놓고 가는 경우가 있음. 자원순환센터에서의 폐기물 분리배출은 수거 및 운반업체 작업자의 역할이 중요하며, 폐기물의 분리배출을 관리 및 감시하는 체계를 강화할 필요가 있음

〈그림 5-9〉 수원시 자원순환센터 현장조사



2. 시사점 및 개선방향

- 코로나19로 인해 폐합성수지, 페스티로폼 처리량 증가
 - 폐합성수지(잔재물의 총칭)는 전량 위탁처리하여 처리비용은 2020년 연간 26억원으로 연간 운영비의 1/3에 해당
 - 폐합성수지는 플라스틱, 비닐 등 명확히 분리되지 못하는 잔재물을 총칭하며, 음식물이 묻어 있는 플라스틱, 비닐과 플라스틱이 붙어있어서 분류되지 못하는 것들을 뜻함

〈표 5-17〉 주요 품목별 반출 현황(톤/년)

연도	폐합성수지	페스티로폼
2019	10,001	590,000
2020	14,271	740,000

자료: 수원시 자원순환센터 홈페이지, 자원순환센터 관리팀 구득 자료

- 대형폐기물 스티커 분류를 세부화 및 명확히 하여 적절하게 분리배출되도록 하는 것이 필요 (예: 플라스틱이 아닌데 플라스틱으로 스티커 부착할 경우, 적절한 처리가 안 되고 결국 폐합성수지(잔재물)로 분류됨)
- 폐기물 수거차량의 재활용품 하차시 정확히 분리하여 하차하도록 철저한 관리 감독이 필요함
- 자원순환센터 보수 및 확대 계획 추진
 - 1997년 개소, 2010년 리모델링, 2020년 9월 발생 화재로 인해 폐플라스틱 선별은 위탁 운영하며 2020년 10월 안전진단 통해 중장기적 관점에서 자원순환센터 복구 방향 검토 중
 - 「2030년 수원시 도시기본계획」의 계획인구 및 수원시 재활용품 발생량 증가 추세를 반영, 선별(캔류, 플라스틱류)시설의 적정규모 120톤/일로 산정(적정수준 120톤, 최대 160톤)
 - 혼합 재활용품(플라스틱류) 처리설비 약 30톤 → 120톤 증설
- 재활용품 선별율 증진 필요
 - 현재 반입되는 재활용품의 50% 미만이 재활용되므로 투명PET병 분리 배출 사업 확대를 통해 재활용품 선별율 증진 필요
 - 자원순환센터 내 선별 처리 용량 초과시에는 미선별 혼합 SRF(고형연료)로 반출 처리되므로 선별용량 최대한 확보 필요
 - SRF연료 사용 폐기물에너지화(소각하여 발전)시설은 최근 신재생에너지 분류에서 제외되어 정부 보조가 없으며 연료 단가 하락으로 경제성도 낮음

제4절 음식물자원화시설 운영 고찰 및 개선 방향

1. 음식물자원화시설 운영 고찰

1) 시설 개요

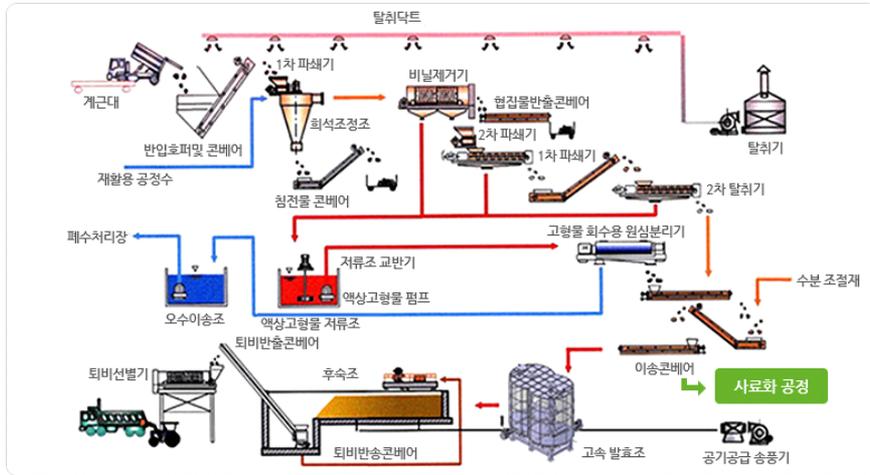
- 음식물 자원화시설 용량은 퇴비화시설 99톤/일, 건조사료화시설 160톤/일이며, 1일 평균가동시간은 16시간임
- 퇴비화, 사료화 하기 전 파쇄기 및 선별기로 헝잡물 제거

〈표 5-18〉 음식물자원화시설 현황

시설명	음식물자원화시설 (퇴비화)	음식물자원화시설 (사료화)
위탁사	서울식품공업(주)	
위치	수권선구 매송 고색로 804번길 432(고색동)	
기능	음식물쓰레기 처리	
처리대상 폐기물	생활폐기물, 사업장생활계	생활폐기물, 사업장생활계
처리방식	호기성퇴비화(50톤/일)+건조사료화(49톤/일)	건조 사료화
시설용량(톤/일)	99	160
1일평균 가동시간(시간)	16	16
2019년 처리량(톤/년)	25,199	51,368
		

자료: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황, 수원시청 홈페이지

〈그림 5-10〉 퇴비화 설비 계통도(전처리+퇴비화)



자료: 음식물자원화시설 홈페이지

〈그림 5-11〉 사료화 계통도



자료: 음식물자원화시설 홈페이지

2) 음식물 자원화시설 반입·처리현황

- 음식물자원화시설에 반입되는 음식물쓰레기 전량 재활용 대상
- 생산된 사료는 전량(100%) 양계농가 및 사료생산업체 판매·제공
- 퇴비는 하수처리 시 발생하는 혐잡물의 수분조절을 위해 사용
- 재활용 불가 잔재물 등은 자원회수시설 소각처리
 - 1차 파쇄 및 회석 교반 입경 25mm 이하로 파쇄 및 이물질 선별 염분 및 유해물 세척 제거, 침사류(골편, 유리편, 금속편)의 제거

- 트롬멜 스크린으로 비닐 및 협잡물을 제거

〈표 5-19〉 음식물 자원화시설 반입·처리현황(톤/년)

연도별	반입량	처리량		소각처리량 (협잡물+슬러지)	폐 수	비고
		사료화	퇴비화			
2016년	69,386	43,008	26,378	12,180	101,631	
2017년	76,657	45,518	31,139	16,447	105,307	
2018년	73,780	47,219	26,561	17,947	90,168	
2019년	76,566	51,368	25,198	19,589	93,059	
2020년 (11월기준)	75,966	56,515	19,451	21,749	91,624	

자료: 수원시청 내부자료

〈표 5-20〉 음식물자원화 시설 재활용 실적(톤/년)

연도별	반입량			생산량			생산율
	계	사료화시설	퇴비화시설	계	사료	퇴비	
2016년	69,386	43,008	26,378	4,264	3,790	474	6.15%
2017년	76,657	45,518	31,139	4,649	4,146	503	6.06%
2018년	73,780	47,219	26,561	4,281	3,753	528	5.80%
2019년	76,566	51,368	25,198	3,428	2,950	478	4.50%
2020년 (11월기준)	75,966	56,515	19,451	3,292	2,968	324	4.33%

자료: 수원시청 내부자료

3) 타 지자체 음식물쓰레기 처리방법 비교

- 수원시 외 인접 주요 도시 경우 음폐수 슬러지와 협잡물을 분리하여 처리하며 대부분 위탁처리
- 용인시는 음식물쓰레기 위탁처리(사료화, 퇴비화)하고 있으며, 음폐수는 재위탁(아래 표에 있는 여러 업체로 보내어짐)하고 협잡물, 슬러지도 위탁처리(민간업체에서 소각)

〈표 5-21〉 음식물쓰레기의 음폐수, 협잡물, 슬러지 처리방법 비교

구분	음폐수	협잡물	슬러지
수원시	하수처리장 연계처리	소각	소각
성남시			없음(음폐수가 하수처리장으로 바로 유입)
부천시			위탁처리(재활용), 처리단가:15,0811/톤(운반비 포함)
안산시			없음(음폐수가 하수처리장으로 바로 유입)
화성시			위탁처리(재활용), 처리단가:158,632원/톤 (운반비 포함)
의정부시			위탁처리(재활용), 처리단가: 공개 불가
하남시			공공처리시설에서 처리(재활용), 위탁업체가 운전

자료: 각 지자체의 내부자료

4) 현장조사

- 수원시 음식물자원화시설은 수원시 권선구 매송 고색로 804번길 432(고색동)에 위치하였으며, 부지면적(10,0525㎡) 안에 음식물반입동, 음식물 처리동, 수처리시설, 탈취 시설 등이 있음
- 악취 배출의 최소화를 위해 건물내부를 밀폐하고, 시설내부의 기기 각각의 악취 발생원에서 포집하고 있음. 또한, 세정식 스크러버 2기와 바이오필터 2기를 이용하여 악취의 외부 방출을 억제하고 있음
- 코로나로 인하여 작년과 올해 음식물쓰레기양이 약 20% 증가함. 시설용량(259톤/일)에 여유율 없이 거의 100% 운전 중임. 가동시간 증가로 유지보수 할 시간이 부족하고, 평일에 처리하지 못하면 일요일도 운전하고 있음
- 건식사료화 공정에 의해 생산된 사료를 주로 닭 사료로 사용하고 있으며, 작년부터는 생산된 사료를 화성시 등 경기도 지역에 무상공급 하고 있음
- 음식물쓰레기 종량제 봉투 안에 많은 협잡물(이물질)이 포함되어 배출되고 있음. 음식물쓰레기 종량제 봉투 안에 음식물쓰레기를 넣고 남은 빈 공간에 협잡물(생활쓰레기, 비닐봉지, 옥수숫대, 이불, 망치 등)을 넣거나, 음식물을 비닐에 넣은 후 음식물쓰레기 종량제 봉투안에 넣음. 수거업체에서는 음식물 종량제봉투의 상태를 보고 수거여부를 결정하지는 않으나, 큰 이물질(쇠붙이, 김장용 돌)은 기계 손상을 유발하기도 함. 예전에 용량이 큰 음식물쓰레기 종량제 봉투에는 이물질(이불 등)이 많이 들어왔었지만, 현재는 음식물자원화시설에서 시에 건의 하여 수원시는 큰 종량제 봉투를 사용하지 않음. 음식물쓰레기 성상 중 협잡물의 비중은 약 7-8%로, 전국이 비슷한 비율을 가짐. 음식물쓰레기 분류기준에 대한 캠페인 등의 홍보를 활성화하여, 협잡물의 분리배출에 대한 시민의식 향상이 필요함
- 현재 협잡물은 수분함량이 높은 상태(약 70-80%)로 바로 자원회수시설로 보내져 소각 처리 되고 있음. 협잡물 탈수기를 이용하면 수분함량을 40%(중량 50-60% 감소)로 감소 가능하고, 이에 따라 자원회수시설로 보내지는 소각량이 감소할 것으로 예상됨
- 음폐수는 1차 처리하여 하수처리장으로 연계처리 하고 있음. 음폐수(BOD 약 10만~30만ppm)를 탈수하여 발생하는 슬러지는 자원회수시설에서 소각처리 함
- 슬러지는 자원회수시설에서 소각 처리하여 처리비가 없지만, 향후 소각장 반입이 되지 않는다면 위탁처리로 처리단가가 상승할 것임. 민간 소각장 처리비는 약 27~30만원/톤이며, 재활용(퇴비, 고�형연료, 복토재) 처리비용은 약 20만원/톤으로 보다 저렴함. 슬러지 감소방법은 수분을 제거하는 것으로, 음폐수 탈수 후에 더 이상 탈수가 불가능 한

상태가 되면 열원을 공급하여 수분을 증발(건조)시킴으로써 슬러지 감소가 가능함

- 자체폐수처리장을 내년 완공 계획으로 증설 중이며, 현재 하수처리장으로 연계처리되는 음폐수(BOD 약 1만ppm)가 자체폐수처리장(중간처리장)에서 BOD농도를 약 5천 ppm으로 감소시킨 후(슬러지 양은 증가함) 하수처리장으로 연계처리 할 계획임. 현재 협잡물과 슬러지는 구분 없이 합쳐져서 소각 처리되고 있으나, 자체폐수처리장이 완공된다면 협잡물과 슬러지가 완벽히 분리되어 슬러지의 별도처리가 가능하게 될 것임. 이에 따라 자원회수시설로 반입되어 소각처리 되는 양이 감소할 것으로 예상됨. 또한, 소각량 감소를 위해 추가적인 슬러지 감량 방법을 적용하는 방법에 대한 검토가 필요함
- 음식물자원화시설에서는 건조화시설 등에 도시가스를 사용함. 평균적으로 1년에 96만 m³의 도시가스를 사용하며, 한달에 약 5천만원의 비용이 소요됨

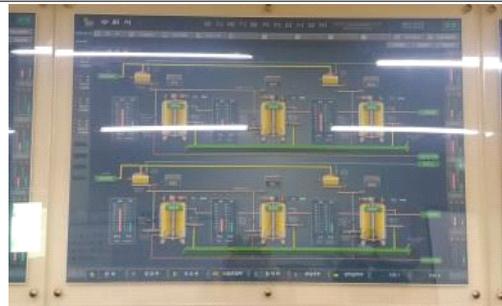
〈그림 5-12〉 수원시 음식물자원화시설 현장조사



음식물자원화시설 모니터링 현황



중앙제어실



처리계통도



음식물사료화시설



사료화시설에서 생산된 사료

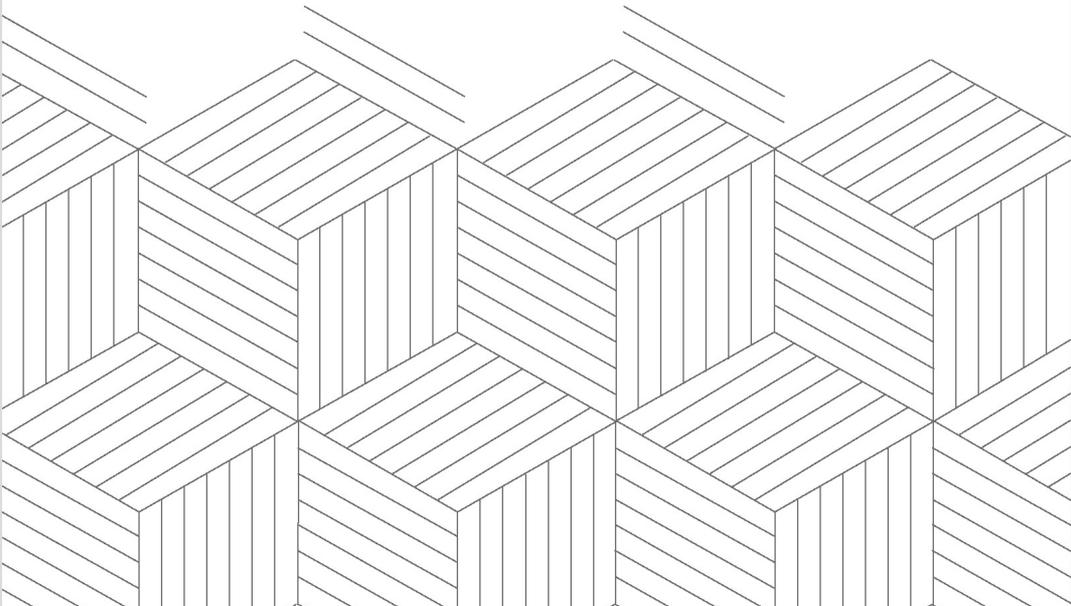
2. 음식물쓰레기 처리 문제점 고찰 및 개선 방향

- 음식물쓰레기 잔재물(협잡물+슬러지) 감량화 필요
 - 수원시 음식물자원화시설 반입량의 25%가 협잡물과 슬러지로 소각장으로 반입되므로, 소각량 감량을 위한 잔재물 감량화가 필요함
 - 음식물쓰레기 폐수에서 발생하는 슬러지의 건조화(탈수기계 도입) 또는 위탁처리 방식 도입을 통해 슬러지의 소각장 반입량을 ½로 줄이면, 잔재물의 소각장 반입량을 30%에서 50% 감축 가능함 (실제로 수원시 소각장 반입 성상 중 음식물이 다른 도시에 비해 많음)
- 음식물쓰레기로부터의 바이오가스 생산화 고려
 - 음식물쓰레기는 계절에 따라 성분이 달라지기 때문에 (예: 여름철 과일껍질 증가, 가을철 김장부산물 증가 등) 단독 처리보다는 축산폐수나 분뇨폐수/슬러지와와의 혼합을 통해 성분비를 일정하게 유지한 후 바이오가스 생산을 할 수 있을 것임
 - 단, 현재 건조사료화 시설이 증설 중이므로, 단기간 내 도입은 어려울 것이며 장기적인 계획을 세워 2050년 탄소중립 달성 목표로 바이오가스 생산시설 도입을 검토할 수 있음

제6장

폐기물 최적관리 정책 방안

제1절 생활폐기물 감량 정책 방향
제2절 자원회수시설 친환경화 정책 방향



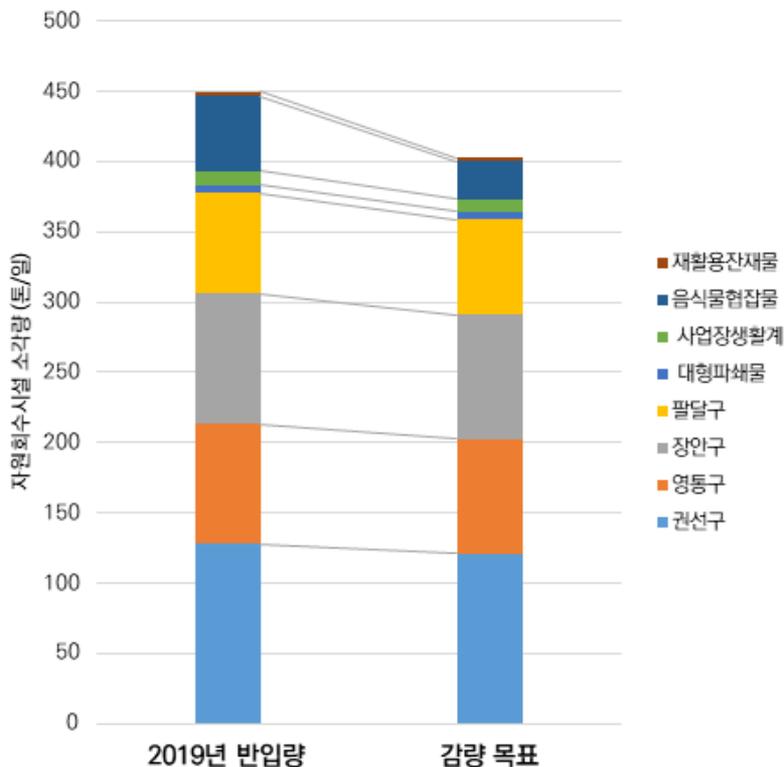
제6장 폐기물 최적관리 정책 방안

제1절 생활폐기물 감량 정책 방향

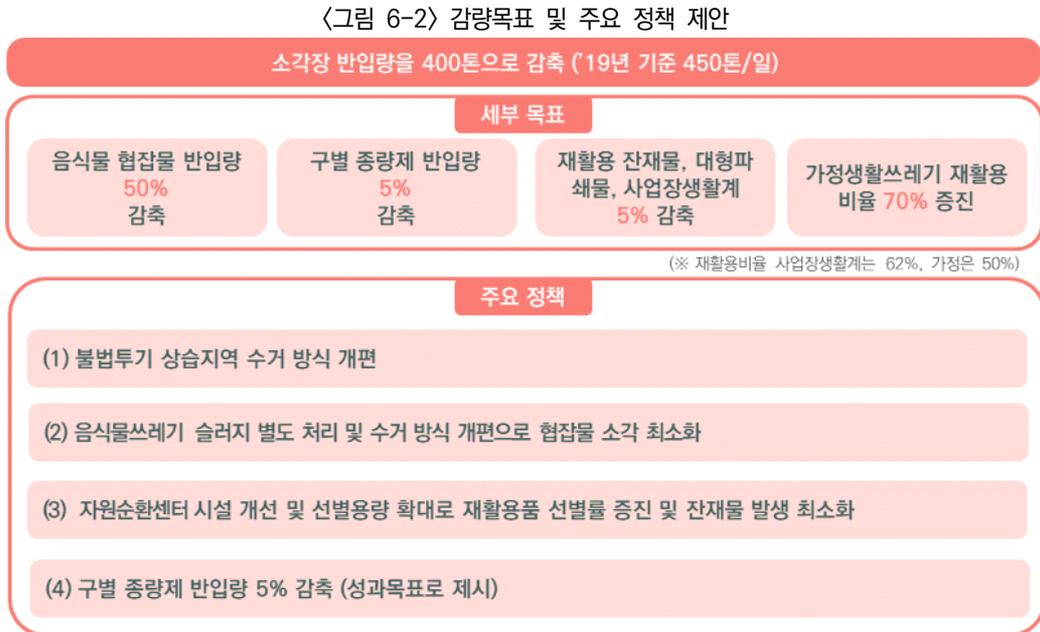
1. 소각량 감량 목표 설정 및 정책 방안

- 앞서 수원시 폐기물 발생 및 처리현황을 분석한 결과 음식물 혼합물 50%, 구별 소각쓰레기 반입량을 5%, 재활용 잔재물·사업장생활계·대형파쇄물 5% 감축한다면 자원회수시설 일일 소각량을 400톤까지 감축 가능함(2019년 기준 450톤/일)

〈그림 6-1〉 수원시 폐기물 소각량 감량 목표



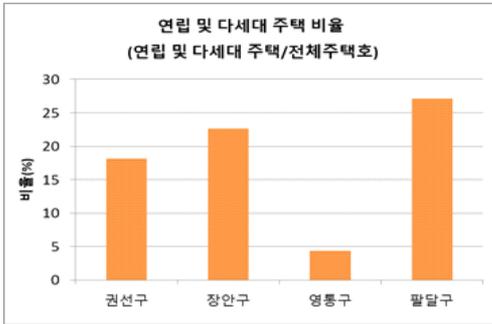
- 수원시 소각시설의 소각량을 감량하기 위한 목표와 주요 정책 제안은 다음 그림과 같음



1) 주거유형별 수거 방식 세분화

- 다가구주택(원룸형, 다세대)과 상가에 거점수거 방식 도입 및 관리인 지정 (팔달구, 장안구)
 - 관리인이 없는 경우 관리인 지정 지원(건물별 관리인 1인 이상 지정) 및 거점수거를 위한 분리수거 수납 용기 제공
 - 관리인을 통한 분리수거 방법 교육 및 불법투기 감시
- 단독주택지역 쓰레기 배출지점 지정
 - 내집 앞 쓰레기 수거 위치를 명확하게 지정해 주고 (쓰레기실명제) 재활용품 요일별 수거 (예: 종이류, 플라스틱병류)
 - 구별 종량제쓰레기 반입량 5% 감축, 가정 생활쓰레기 분리수거율 증진
 - 구별 성과지표 설정하여 추진
 - McHenry Library의 쓰레기통은 긍정적인 쓰레기 배출 습관을 장려함. 쓰레기통은 깨끗한 종이, 용기 재활용, 퇴비 및 음식물 쓰레기와 매립 쓰레기로 분리되어 있음

〈그림 6-3〉 연립 및 다세대 주택 비율(좌), 캘리포니아 대학 내 McHenry Library의 쓰레기통(우)



자료: 통계지리정보서비스, 2019

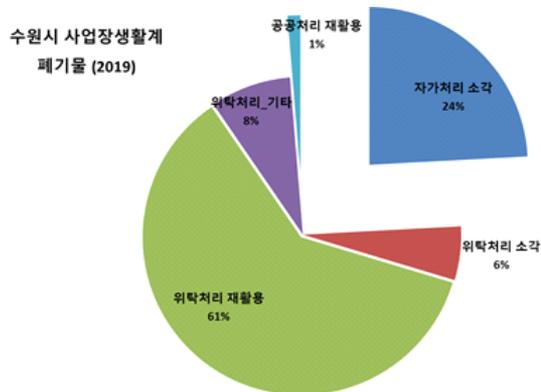


자료: <https://www.cityonahillpress.com/2019/03/01/uc-to-miss-2020-zero-waste-goal/>

2) 집단 사업장 중심 사업장폐기물로의 전환 검토

- 음식점, 전통시장, 산업단지 등 대상 배출량 조사 후 사업장 폐기물((사업장폐기물: 폐기물을 1일 평균 300킬로그램 이상 배출하는 사업장[폐기물관리법 시행령])로의 전환 제안
 - 재래시장, 산업단지 경우 개별 사업장은 300킬로그램 이하이나 집단 사업장으로 볼 때 위탁처리가 효과적일 수 있음
 - 사업장폐기물로의 전환시 재활용율 증진 및 쾌적 관리 가능

〈그림 6-4〉 수원시 사업장 생활계 폐기물(2019)



〈표 6-1〉 수원시 시장별 사업체 수

구분		합계	제조업	도매 및 소매업	숙박 및 음식점업	수리 및 기타 개인 서비스업
소계		2,193	122	1,291	524	256
전통시장	소계	1,978	120	1,207	435	216
	조원시장	91	9	40	31	11
	장안문거북시장	136	4	46	64	22
	정자시장	104	6	62	25	11
	북수원시장	143	11	83	32	17
	연무시장	130	9	63	37	21
	권선종합시장	61	11	21	26	3
	지동시장	54	7	18	25	4
	못골종합시장	89	8	69	11	1
	시민상가시장	44	0	43	0	1
	남문로데오시장	101	1	44	26	30
	남문패션1번가시장	117	1	87	22	7
	영동시장	245	11	203	13	18
	미나리광시장	62	8	38	12	4
	매산시장	79	4	42	27	6
	역전시장	151	3	68	41	39
	팔달문시장	86	0	78	5	3
	화서시장	92	4	64	14	10
	구매탄시장	73	7	43	17	6
	역전지하도상가시장	66	1	58	6	1
구천동공구시장	54	15	37	1	1	
소계	215	2	84	89	40	
상점가	수원가구거리상점가	50	1	41	4	4
	매산로테마거리상점가	165	1	43	85	36

자료: 수원시 전통시장 및 상점가 조사 통계DB. 2017년 기준

○ 참고사례

- 음식점과 같은 상업시설이 많은 제주도에서 폐기물의 처리를 위해 사업장폐기물 범위를 강화하고자 검토하였음

- 제주도는 제주특별자치도 법에 의해 사업장 폐기물 대상 범위를 조례로 정할 수 있도록 위임하고, 조례를 다음과 같이 제정하도록 하여 사업장폐기물 규정(음식물류 (1안) 50킬로그램, (2안) 100킬로그램, 사업장폐기물: 100킬로그램, 건설폐기물:1톤)을 강화하도록 제안 (제주특별자치, 2019. 제3차폐기물처리기본계획)

■ ‘집단사업장 폐기물 관리 운영 지침’ 마련

- 집단사업장 중심 사업체별 폐기물 발생량 조사 및 관리 방안 마련

- 소각용, 재활용, 음식물쓰레기로 구분하여 사업체별 발생량 조사 (발생량 조사, 처리 실태 조사, 사업장폐기물로의 전환시 처리비용 부담에 대한 분석 및 기대효과 산정) 시행

- 일일 쓰레기 배출량 300kg 초과가 많은 개별사업장에 따라 개별 전환 유도 또는 집단 사업장 중심 대책 마련 중 결정
- 조례 개정 및 협약 통해 '집단사업장 폐기물 관리 운영 지침' 마련 운영
- 집단사업장 (예: 전통시장)처럼 소규모 사업체가 모여있는 곳에 대해 거점수거 또는 사업장폐기물로의 위탁수거 방식 도입 여부에 대해 검토하여 운영 지침 마련
- 현재, 제주특별자치도특별법에서처럼 대통령령으로 정하는 기준을 강화할 수 있는 규정이 있지 않은 경우, 사업장 기준 (300kg/일)을 강화할 수는 없을 것으로 판단됨
- 따라서 집단사업장과의 협약에 의한 자발적 관리 지침 마련을 통한 폐기물 관리 방안을 마련하는 방법도 가능할 것임
- 전통시장 개선 사업 등과 연계하여 추진

3) 음식물쓰레기 슬러지 처리로 협잡물 소각 최소화

- (단기)음식물쓰레기 자원화시설에서 음폐수 슬러지를 협잡물과 분리하여 처리
 - 음폐수 슬러지는 별도 탈수시설 사용하여 함수율을 낮추는 것 필요(현재 협잡물+슬러지는 소각장에서 소각처리, 별도 비용 없으나, 소각장 반입량의 12% 차지)
 - 슬러지 연간 발생량 약 1.2만톤의 경우, 별도 탈수 없이 위탁처리시 연간 18억원 처리비용 필요(산출근거: 2019년, 슬러지+협잡물 2만톤/년 발생, 슬러지 비율 약 60%, 위탁처리비 (타시군 사례) 약 1.5만원/톤)
 - 슬러지 탈수시설 설치시 슬러지 발생량 ½ 감량
 - 슬러지 탈수시설(폐수슬러지의 건조 감량처리) 운영시 약 연간 3억5천만원 소요 예상되며, 탈수하여 위탁처리하게 되면 9억원 처리비용 절감(건조감량처리 운영비용 산출 근거: 수원시 음식물자원화시설 운영업체 자체 산정한 내부 자료)
 - 탈수한 슬러지를 하수처리장 슬러지 처리시설로 연계시 위탁처리비용 없이 자체 처리 가능, 단 하수처리장 슬러지처리시설 부하량을 고려해야 함

4) 바이오가스 복합플랜트 사업 추진(장기적 검토)

- (장기)음폐수 슬러지, 분뇨 슬러지와 음식물쓰레기 반입량 일부 사용하는 바이오가스 복합플랜트 사업 검토
 - 국내 실패 사례 검토 및 선진국 기술 도입 가능성 검토가 필요함 (좁은 공간에서 빠르게 처리 가능한 방법 필요)
 - 단점: 수원시 음식물쓰레기는 매일 200톤 가량 배출되어 협소한 공간 내에서 빠른 처

리를 해야 함 (현재 건조사료화는 8시간~16시간 이내 처리 가능). 따라서 국내 운영 중인 1~2개월 소요되는 바이오가스화(혐기성 소화) 시설의 직접 도입은 어려움

5) 음식물쓰레기 봉투 수거 방식 개편

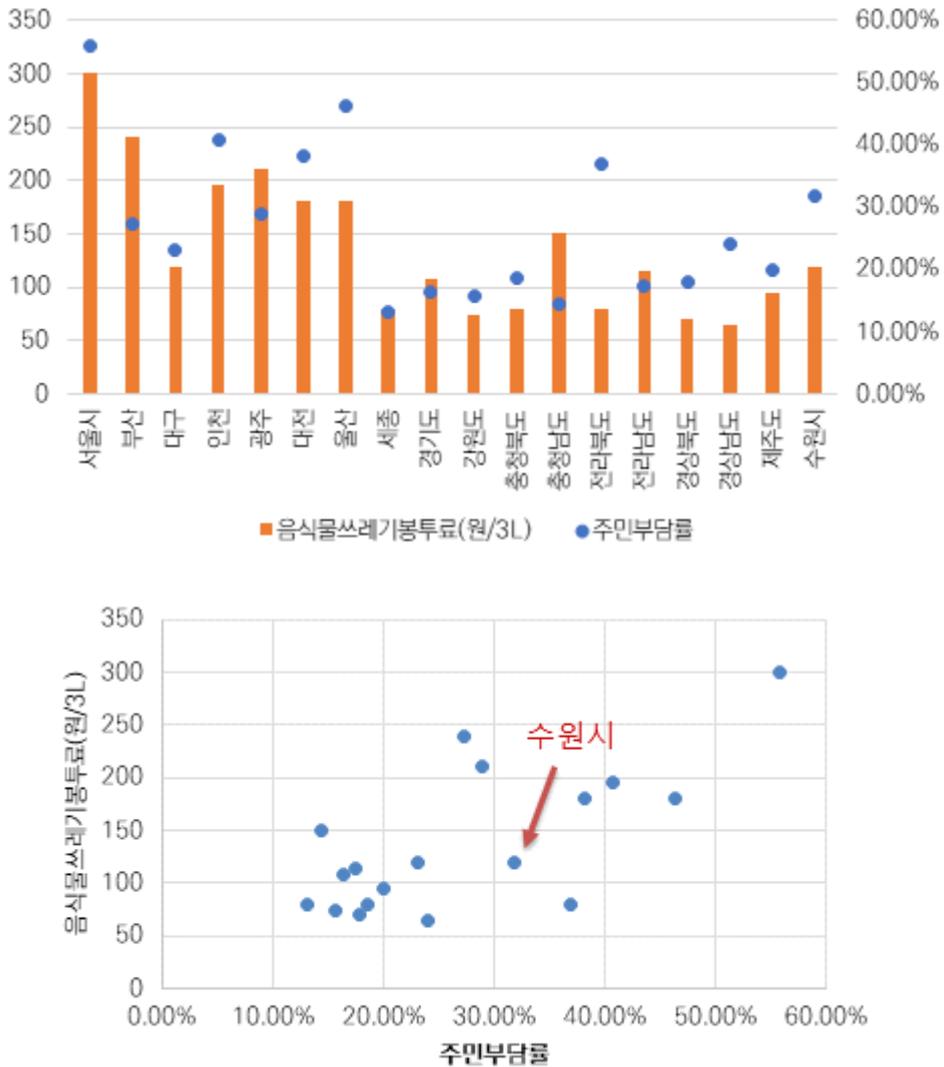
- 음식물쓰레기 봉투를 칩이나 RFID 기반 수거함으로 전환
 - 음식물쓰레기 봉투는, ℓ 당 처리수수료가 40원으로 가장 낮으나 침출수로 인한 악취 발생 및 협잡물 (음식물쓰레기봉투 포함) 발생률이 높음
 - 순수 음식물쓰레기 무게당 과금이 아니라 봉투 장당 과금 방식 때문에 음식물인 아닌 쓰레기를 넣어 버리는 경우도 있어 공동 음식물쓰레기 통 (RFID 기반) 보다 협잡물 비율이 높은 것으로 보임 (※ 전문가 자문의견 (폐기물 성상조사 연구사업 추진 중 도출된 결과로 참고문헌 미기재) 및 수거업체 인터뷰)
 - 음식물쓰레기 봉투를 사용하는 단독 주택에 납부필증 방식 도입 검토
 - 100세대 미만 공동주택 및 상가지역 대상 납부필증이나 칩방식 등 효과적인 방안을 검토하여 적용

〈표 6-2〉 종량제 방식별 대상 및 처리 수수료(2020.11.30.기준)

방식	적용대상	단지수	세대수/개소수	처리수수료	비고
RFID기반	100세대 이상 공동주택	460개소	270,503	72원/kg	
납부필증 봉투	100세대 미만	공동주택 67,070세대/ 단독 167,719세대	234,789	50원/ℓ	
	공동주택 및 단독			40원/ℓ	
칩방식	200㎡미만 소형 음식점	-	14,767	50원/ℓ	일반+휴게

- 음식물쓰레기 봉투 유지해야 할 경우, 요금 인상 통해 주민부담률 현실화에 기여
 - 수원시는 음식물쓰레기 봉투 가격도 낮고 주민부담률도 낮음
 - 음식물 쓰레기 협잡물을 줄이고 분리수거율을 높이기 위한 방법으로 봉투 가격 인상 검토 필요

〈그림 6-5〉 지자체별 음식물쓰레기봉투료와 주민부담률



6) 음식물쓰레기 처리기 구입 지원

■ 대상 및 내용

- 음식물쓰레기봉투를 사용할 수 밖에 없는 지역(예: 단독주택지역이나 소규모 사업장과 같은 RFID 쓰레기통 설치 불가 지역)에 음식물쓰레기 처리기계 구입비용 지원 (구입가 50% 지원, 보조금 지원기기 2년 이상 의무 사용)

■ 김해, 양산, 부여 등에서 음식물쓰레기 처리기를 지원해주고 있음

〈표 6-3〉 음식물쓰레기 처리기 지원 사업 사례

구분	지원대상	지원규모	비고
김해, 양산, 부여, 청양군, 예천시, 인천시 중구 등	-일반가정, 소규모 사업장 -음식물 처리 시 기열, 건조, 발효에 의한 방법으로 소멸화, 퇴비화, 사료화, 건조화가 가능한 기기(하수도로 배출하는 오물분쇄기 등 제외) -RFID 기반 세대별 종량제 시행 공동주택 세대, 체납세대, 기지원세대(5년이내) 제외(예천시)	-처리기 구매시 구입가 50% (한도 30만원) -김해시, 예천시는 60% 지원 (최대 60만원)	-보조금 지원기기 2년 이상 의무사용
청주	-음식물류 폐기물 분류배출 제외지역의 음식물 처리기 지원	- 보조금 80% 자부담20% ※ 1인당 최대 70만원까지 지원	
서귀포시	-음식물류 폐기물 다량배출사업자인 일반·휴게 음식점, 집단급식소(학교, 공공기관, 사회복지시설 제외), 관광숙박업 사업장. 지원대상은 처리용량이 1kg/일~99kg/일인 건조 또는 미생물발효 또는 미생물발효건조 방식의 감량기	-20,000천원/개소(자부담 포함)으로 보조율은 50%(자부담 50%)	

〈그림 6-6〉 인천시 중구 가정용 음식물처리기 설치 보조금 지원 사업 지원가능 제품 리스트



자료: 경기신문; <https://www.kgnews.co.kr/mobile/article.html?no=670009>

■ 관리 대책

- 지원받은 가정 및 마을은 수원시가 추진하는 ‘분리수거 위반시 반입제한 조치’ 대상지로 운영
- 처리기 지원 받은 사업장은 ‘상가 생활폐기물 배출표기제’ 를 시행하여 적절한 분리수거 계도
- 분리배출 취약 상가 대상 생활폐기물 배출시 배출자 정보 담긴 바코드를 부착하여 추

적관리에 활용하고 상가연합회와의 협업으로 추진 (안산, 포천 시범사업)

상가 생활폐기물 배출표기제(안산, 포천 2018 시범사업)

- '생활폐기물 배출표기제'란 생활폐기물 배출 시 배출자의 정보가 담긴 바코드를 부착, 배출하도록 해 생활폐기물을 추적관리가 가능하도록 하는 제도.
- 생활폐기물 분리배출이 취약한 상가지역을 대상으로 시군, 상가연합회 등과 협업을 통해 사업을 진행.
- 생활폐기물 배출 시 종량제 봉투에 배출자가 바코드 스티커를 종량제 봉투에 부착하여 배출하고, 수집·운반업체에서 종량제 봉투 수거 시 종량제 봉투에 부착된 바코드를 리더기로 인식함



배출표기제 QR코드 부착중인 포천 고모리 주민, 뉴스매거진21, 2020.02.15

- 경기도 상가 생활폐기물 배출 표기제 지원에 관한 조례와 함께 추진, 바코드 사용으로 개인정보 보호 가능
- 경기도 상가 생활폐기물 배출 표기제 지원에 관한 조례(2017.04.12)
 - 배출표기제 지정, 보조금 지원 (시설 설치 및 사업 운영 비용 도지사에게 보조 신청), 시범지구 지정 및 협의체 구성 및 운영, 포상(경기도 포상조례), 개인정보 보호 등에 관한 내용 포함

7) 자원순환센터 시설 개선 및 선별용량 확대로 재활용품 선별률 증진 및 잔재물 발생 최소화

- 자원순환센터 선별용량 확대 및 시설 개선
 - 자원순환센터 선별처리용량 55톤/일을 120톤/일로 66톤/일 증설 계획
 - 자원순환센터 선별용량 초과시 재활용되지 못하고 소각되거나 폐기되므로 증설 필요하며, 현재 계획중
- 고부가가치 재활용품의 분리배출 사업 확대 (투명 페트병, 우유팩, 건전지 등) 분리 배출 사업 확대 (현재 반입되는 재활용품의 50% 미만이 재활용되므로, 철저한 분리 배출 통해 폐합성수지(잔재물 총칭) 발생량 최소화 전략 필요)(표 3-56 참고)
 - 아파트단지 및 거점수거 지역 대상 확대 (2022년부터 확대 예정)

- 공공장소 투명 페트병, 우유팩 자동수거기(포인트 지급) 도입

〈그림 6-7〉 투명페트병 분리배출(좌), 종이팩 자동수거기(우)



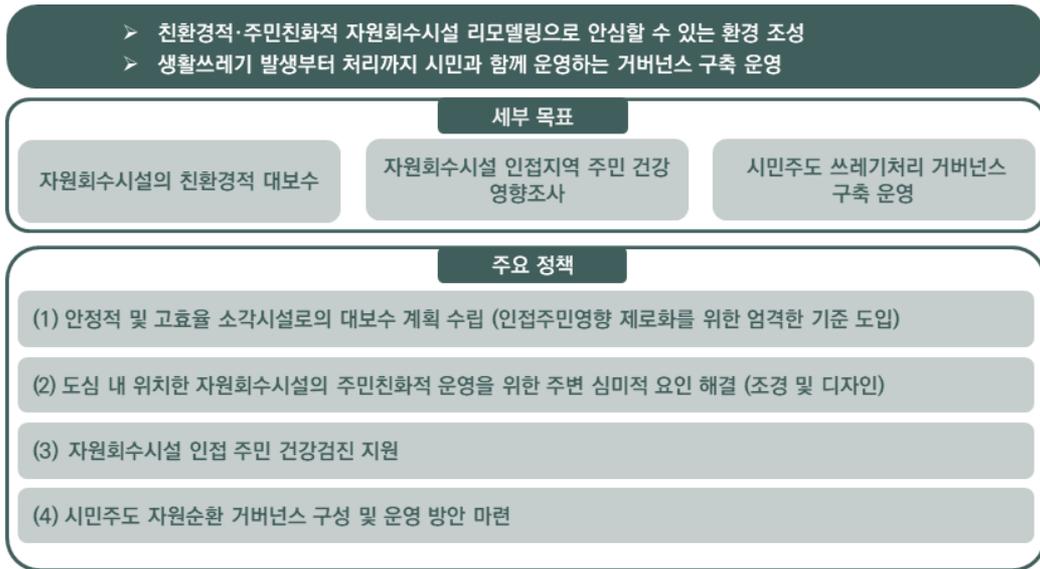
자료: (좌) 수원시청 보도자료, (우) 세종의 소리 (www.sjsori.com)

제2절 자원회수시설 친환경화 정책 방향

1. 자원회수시설의 친환경화 방안

- 자원회수시설의 친환경적인 대보수와 시민주도 거버넌스 구축 및 운영을 통해 소각시설에 대한 불안함 해소

〈그림 6-8〉 자원회수시설 친환경화 방안



1) 안정적 및 고효율 소각시설로의 대보수 계획 수립 (인접주민영향 제로화를 위한 엄격한 기준 도입)

- 암모니아 제어: wet scrubber 도입, NO_x 생성 예측을 통한 요소수 최적주입량 결정
- 저온 촉매 사용: 수원시 소각장의 SCR은 고온으로 운영되기 때문에 증기식 가스 가열기(유지비 높음)를 사용하고 있지만 저온촉매를 사용하는 것이 더 저렴할 수 있음
- 수원시 대보수 계획의 질소산화물 설계기준 10ppm으로 변경: 현재 질소산화물 설계기준 25ppm을 10ppm으로 낮추어(수도권의 경우, 대기관리권역 내에서는 NO_x 배출기준을 궁극적으로는 10ppm으로 맞추어야 함) 과량의 요소수를 사용하지 않도록(암모니아 슬립이 일어나지 않도록) 해야 함. 국내(송도자원순환센터, 시흥그린센터)는 NO_x 10ppm 이내 배출함
- 수원시 소각장에서 음식물 소각하지 않기: 현재 음식물(10%이상)이 소각되고 있음. 음식물은 염분이 포함되어 있어 다이옥신 발생가능성 및 시설의 부식우려가 있음(수원시

소각장 소각 용량 600톤/일, 발열량 기준은 기존 2300에서 3300으로 변경되어 소각 용적은 더 증가함)

- 주민 감시단 운영: 주민들이 우려하는 백연(수증기)보다 배가스의 암모니아와 오염물질 제거가 주민 건강 및 미세먼지 저감에 있어 더 필요함. 백연 제거 위해 추가 에너지 필요하므로 결국 에너지 낭비임. 매연이 나오는지에 대한 주민 감시단 운영
- 소각시설 운전자 교육: 설비 운영 방식이나 환경에의 영향을 고려하여 과다 공기 투입이나 요소수 과다 투입을 하지 않도록 교육

2) 도심 내 위치한 자원회수시설의 주민친화적 운영을 위한 주변 심미적 요인 해결 (조경 및 디자인)

- 자원회수시설 주변 조경 및 디자인 계획 수립 시 주민 의견 수용 및 도시 미관의 랜드마크가 될 수 있는 디자인 도입
- 수원시 소각장은 나무로 둘러싸여 있으므로 밀도가 높은 도심숲 조성으로 더욱 쾌적한 환경 제공
- 자원회수시설 내 환경교육장 활용 확대
- 오스트리아 비엔나의 경우 생활폐기물 소각장(우측 사진)으로 노후 소각장을 보수함
 - 연간 20만톤 소각, 60GWh 전기 생산, 500 GWh 열 생산(지역주민 5만명 사용)

〈그림 6-9〉 오스트리아 비엔나의 Spittelau 소각장



자료: <https://positionen.wienenergie.at/en/projects/spittelau-waste-incineration-plant/>

3) 자원회수시설 인접 주민 건강검진 지원

- 자원회수시설 주변 반경 300m 이내 5년 이상 거주하는 주민 대상 건강 영향 모니터링 추진

- 자원회수시설 주변 대기질 조사, 주민 혈중 다이옥신 및 중금속 조사, 일반 건강상태 및 심리상태 (건강검진) 조사
- 대상: 주변 주민 중 5년 이상 거주자, 대조군 (미 설치지역) 5년 이상 거주 주민, 시설 운영 종사자
- 조사 방법 및 대상은 주민지원협의체와의 합의하에 결정
 - 선행 사례: 서울시, 일본 지침, 청주시 북이면(표 4-8)

2. 거버넌스 활성화 방안

1) 시민주도 자원순환 거버넌스 구성 및 운영 방안 마련

(1) 현황

- 폐촉법에 의해 운영되는 주민지원협의체(300m이내 간접영향권 내 주민 대상)에서 나아가 수원시 소각시설 운영 모니터링 및 수원시 폐기물 정책 추진에의 능동적 역할을 위한 거버넌스 구성 및 운영이 필요 (소각장 민원은 300m 이내 간접영향권을 벗어나는 주민까지 제기하고 있음)
- 인접 주민 건강영향 조사 등 지원사업 추진시 협의 통로 역할
 - 주민지원협의체는 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역 지원등에 관한법률에 따라 자원회수시설로부터의 거리, 환경상 영향의 정도, 주민의 수 등을 고려하여 15인 이내에서 폐기물처리시설설치기관(서울특별시)이 시설소재 자치구 및 자치구의회와 협의하여 자치구 의회에서 추천한 주변영향지역 주민대표, 자원회수시설이 소재하는 지역의 구의원 및 주민대표가 추천한 전문가 2인으로 구성
 - 주민지원협의체의 기능은 환경상영향조사를 위한 전문연구기관의 선정, 지역 주민을 위한 편의시설의 설치에 대한 협의, 주변영향지역의 주민지원사업에 대한 협의, 주민 감시요원의 추천, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항
- 자원순환 거버넌스 구성 및 운영
 - 백연과 매연의 위해성에 대한 시민 교육과 함께, 소각장 안전운영에 대한 모니터링 및 흑연 발생시 신고하도록 하는 등의 역할 부여
- 거점수거 지역 대상 우리동네 자원순환 거버넌스 구성 및 운영
 - 거점수거시설 관리자 지정 및 관리
 - 현재 무단투기감시원, 분리배출자원관리사, 자원관리도우미 등 1,454명 (21년 8월 기준) 운영

(2) 참고사례

- 미국 콜로라도주 덴버의 중재전문기관 활용 문제 해결 (1980년대)
 - 급수체계 확보를 위한 배수로사업(댐 및 저수지 건설)에서의 이해 당사자(지역주민, 개발업자, 환경운동가) 갈등 해결 위 해 행정기관 주관이 아닌 중재 전문기관의 도움으로 원탁토론 협상을 통해 문제를 해결하였음
 - 협상 범위: 덴버시가 제안한 댐 건설에서 나아가 근본적인 덴버 지역의 최상의 물 공급방안에 대한 탐구로 시작
 - 논의된 사항의 최종 방안 결정은 특별협상팀(덴버시 상수국, 물공급업자, 자치단체, 환경론자, 개발업자 대표단)에 의해 이루어짐
- 수원시 내 유사사례 - 광고산 상생협의회 등(상생협의회 운영 백서 참고)
 - ‘광고산 상생협의회’는 수원 광고산 일원 주민의 불편 해소·광고산 환경 보전 방안을 모색하는 민·관 협의회로서 광고산 주민, 시민, 시민단체 등 이해당사자들의 의견을 수렴하고 합의를 끌어내는 역할을 하였음
 - 주민들을 위한 규제완화 및 지원방안 모색
 - 비상취수원 기능 유지, 자연생태환경 및 경관의 보전·관리
 - 사회적 합의를 위한 대안 마련 등
 - 수원시 부시장, 광고산주민대표협의회 대표, 광고산 주민, 광고상수원보호구역해제반대 범시민 대책위원회 대표 등 범대위 관계자, 수원시 공무원, 전문가 등으로 구성
 - 운영체계


```

                    graph LR
                    A[과제선정] --> B[분과활동]
                    B --> C[분과별 협의안마련]
                    C --> D[전체회의 협의 및 의결]
                    
```

 - 전체회의 : 월 1~2회 (둘째주 목요일 16:00-정기, 필요시 수시)
 - 분과회의 : 월 2회 (둘째주, 넷째주 화요일 정기, 필요시 분과회의 추가)
 - 개회인원 : 분과회의-6명 이상 참석, 의결은 합의제 (다수의견, 소수의견)
- 서울시는 “2020 서울 공론화” 로 의제 [서울시민이 배출한 쓰레기, 어떻게 처리할 것인가]를 선정하여 운영
 - 운영: 서울시는 갈등조정담당관 하에 갈등조정팀, 갈등관리팀 운영하며 의제로 채택하여 운영함
 - 안전으로 시민 제안 사항 (건강검진+병원진료 바우처 등) 논의

(3) 운영 및 구성 방안

- 소각장 대보수 민원에 대한 해결과 수원시 폐기물 처리 선진화를 위한 실천방안 논의를 위한 협의기구 구성 및 운영
 - 단, 소각장 대보수 민원 표출에만 국한되지 않도록 이해당사자 그룹을 선정해야 함
 - 이해당사자 그룹 구성: 간접영향권 내 주민(주민지원협의체), 소각장 집단민원 대표, 관심있는 일반 시민, 환경운동가, 행정부서 (청소자원과(소각시설 운영), 환경정책과(대기배출업소관리), 도시계획과(환경기초시설 부지 계획 및 도시기본계획 수립), 소각장 운영관리업체, 환경정책분야 지역 전문가
 - 안전 선정: 소각장 대보수시 개선 사항 및 운영시 요구사항, 소각장 주변 주민 지원 사항, 수원시 폐기물 처리 시설 선진화 방향 (미래 방향 설정), 소각장 운영에 대한 팩트 체크를 통한 오해 해소 및 진실 규명 (백연과 매연의 위해성 시민 교육, 소각장 안전운영 시민 모니터링 방안 및 신고방안) 등 협의에 의해 결정
 - 운영: 수원시 갈등조정위원회와의 협의를 통해 운영 방식 결정(모범사례: 광교산 상생 협의회, 민간위원장 호선, 행정부서 간사, 원탁토론회 및 이해당사자 그룹 토론 추진)
- 공론화 사업 방안
 - 안전 (안): 소각장 대보수시 개선 사항 및 운영시 요구사항, 소각장 주변 주민 지원 사항, 수원시 폐기물 처리 시설 선진화 방향 (미래 방향 설정), 소각장 운영에 대한 팩트 체크를 통한 오해 해소 및 진실 규명 (백연과 매연의 위해성 시민 교육, 소각장 안전운영 시민 모니터링 방안 및 신고방안) 등 협의에 의해 결정 필요
 - 운영 방안: 수원시 갈등조정위원회와의 협의를 통해 운영 방식 결정(전문중재가 필요)
 - 모범사례: 광교산 상생협의회, 민간위원장 호선, 행정부서 간사, 원탁토론회 및 이해당사자 그룹 토론 추진
 - 소각장 관련 민원 발생 지역 (300m 영향권 밖의 경우) 주민 참여를 통해 건강검진 범위 확대, 관련 지역 폐기물 처리에의 최신 기술 지원 (예: 음식물쓰레기 처리기 지원, 공병환수기계 도입 등) 등에 대한 논의 포함 필요
 - 대보수 후 20년 이상 사용해야 하므로 지역 주민과의 공론화는 필수 사항임

| 참고문헌 |

〈국문 자료〉

- 강은하. (2019). 수원시 인구변화에 따른 폐기물 발생량 추이 및 대응방안
- 경기도. (2020). 경기도 제1차 자원순환시행계획
- 관계부처합동. (2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)
- 관계부처합동. (2020), 자원순환정책 대전환 추진계획
- 김호. (2021), 저탄소 미래도시 구현을 위한 도시폐자원 순환형 복합플랜트. 세미나 발표 자료.
고등기술연구원
- 박상우. (2016), 소각과 바이오가스화 시설의 복합화: 에너지 회수 증대, 한국환경산업기술원
Konetic Report 2016-065호
- 수원시. (2016), 수원시 제3차 폐기물처리 기본계획(변경)
- 수원시. (2020), 수원시 자원순환센터 선별사업 선진·효율화 운영방안
- 수원시. (2021), 2021년 자원재활용 활성화 추진계획
- 수원시. (2021), 2021년 청소종합 추진계획
- 윤진한. (2021), 세미나 발표자료, 소각기술 최신동향 및 질소산화물 제어기술. 한국기계연구원
- 이신, 허유경. (2017). 폐기물 소각-에너지화 사업. 서울시립대학교
- 한국법제연구원. (2016). 독일의 지속가능 발전을 위한 자원효율화 정책에 관한 연구
- 한국포장재재활용사업공제조합. (2019), 2019년 재활용 가능자원 분리배출 모범시설 우수사례
- 한국환경정책평가연구원. (2015), 재활용동네마당 사업을 통한 생활폐기물 관리 선진화 연구
- 환경부. (2018), 제1차 자원순환기본계획(2018~2027)
- 환경부. (2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황
- 환경부. (2021), 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황
- 군포시 보도자료. (2021), 군포시, 재활용품 무인회수기 운영합니다
- 동작구청 보도자료. (2021), 재활용정거장 2개소 확충
- 환경부 보도자료. (2006), 생활폐기물 전처리 시설(MBT) 도입 추진
- 환경부 보도자료. (2013). 더 가벼워진 생수병으로 연간 145억원 아낀다
- 환경부 보도자료. (2020). 전국 공동주택에서 투명페트병 별도 분리배출 의무화
- 환경부 보도자료. (2021). 적극행정으로 탈플라스틱 세상을 이끈다
- 환경부 보도자료. (2021). 전기자동차 폐배터리 재활용 본격 추진
- 환경부 보도자료. (2021). 환경부 장관, 생활폐기물 분리배출부터 재활용까지 전 과정 현장 점검
- 경기신문; <https://www.kgnews.co.kr/mobile/article.html?no=670009>

국가청정지원센터; https://www.kncpc.or.kr/support/info_view.asp?id=312&page=8)

수원시 음식물자원화시설; <https://www.rrfsuwon.co.kr/?p=45>

수원시 자원순환센터; <https://www.suwonudc.co.kr/recycle/mainPage.do>

수원시 자원회수시설; <https://www.rrfsuwon.co.kr/>

파이낸셜뉴스; <https://www.fnnews.com/news/202101250803428876>

〈영문 자료〉

Mitsubishi Heavy Industries Technical Report Vol.57 No.2 (2020)

JFE Technical Report No. 45 (February 2020) p. 65-69

EBARA; https://www.ebara.co.jp/en/corporate/newsroom/release/company/detail/1191134_10220.html

| 저자 약력 |

강은하

이학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 연구위원(현)

E-mail : ehkang09@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「수원시 유해화학물질 관리를 위한 기초 연구」 (2020, 수원시정연구원)

「수원시 폐기물업종 온실가스 배출권거래제 대응방안 연구」 (2020, 수원시정연구원)

「건물에너지 효율화 및 에너지 거버넌스 운영방안 연구」 (2019, 수원시정연구원)

