

2023. 2

해외 자원순환 정보

OVERSEAS RESOURCE
CIRCULATION INFORMATION



2023.2 해외자원순환정보

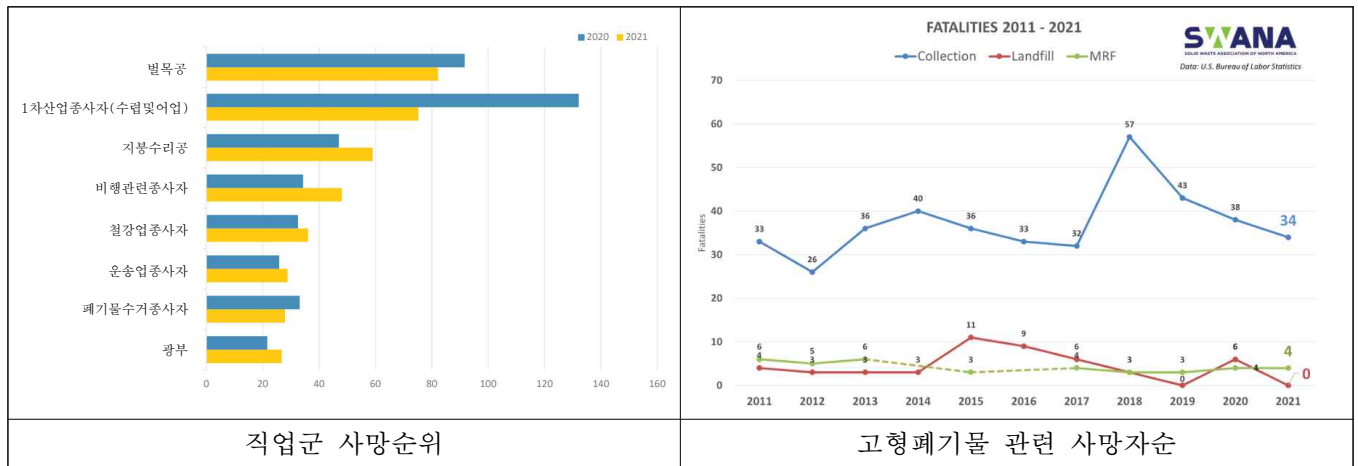
한국폐기물협회

- [1] 미국, 폐기물 수거 종사자 사망사고 사건 7위
- [2] 캐나다 캄룹스, 도로변 수거 듀얼 패스 방식 실시
- [3] 미국(Sierra Energy사), 폐기물 가스화 기술(FastOx®)
- [4] 스위스(ZAV사), 생활폐기물 소각 바닥재 재활용 기술
- [5] 미국 뉴욕, 음식 포장·배달 시 플라스틱 사용 규제
- [6] 미국 텍사스, 유리병류 별도 수거·재활용 프로그램 시행
- [7] 캄보디아, 올바른 쓰레기 분리배출 안내 어플리케이션 개발
- [8] 아일랜드, 2023~2025년 국가 음식물 쓰레기 방지 로드맵 발표

[1] 미국, 폐기물 수거 종사자 사망사고 사건 7위

생활폐기물 수집·운반 [청소행정지원팀]

- 미국 노동통계국(BLS, US Bureau of Labor Statistics)이 작년 12월 발표한 자료에 의하면 2020년 기준 폐기물 수거 종사자의 사망사고 건수가 전체 직업군 중 7위에 해당 되는 것으로 나타남
 - 2020년 33.1건(6위) → 2021년 27.9건
- 북미 고형폐기물협회(SWANA, Solid Waste Association of North America)에 의하면 고형폐기물 수거 사망자 수는 2021년 기준 34건으로 BLS에서 발표한 자료와는 상이하나 상당량의 건수가 계속 발생하고 있는 것으로 나타남
- 주된 사망사고의 유형은 대부분 차량과 관련된 사고이며, 수거차량에 의한 수거자 치임사고와 주행중인 차량에 치이는 사고로 분류되는 것으로 확인되었음



출처 : 1. 미국 노동통계국
 2. 북미 고형폐기물협회
 3. <https://www.wastedive.com/news/2020-waste-recycling-worker-fatalities-bls/611672/>
 4. <https://www.wastedive.com/news/swana-solid-waste-fatalities-down-2021/620779/>

[2] 캐나다 캬롭스, 도로변 수거 듀얼 패스 방식 실시

생활폐기물 수집·운반 [청소행정지원팀]

- 캐나다 남서부에 위치한 캬롭스(Kamloops)시는 2023년 1월부터 고품폐기물을 대상으로 새로운 방식의 도로변 수거 시스템을 실시
- 한 대의 수거 트럭이 일반쓰레기와 재활용쓰레기를 모두 수거하는 단일 패스 시스템에서 두 대의 수거 트럭이 각각의 쓰레기를 수거하는 듀얼 패스 시스템으로 전환



<듀얼 패스 시스템>

- 수거 트럭의 고장으로 발생할 수 있는 불편과 지연수거의 문제점 등이 개선되어 주민들의 만족도가 향상될 것으로 예측
- 또한, 재활용쓰레기 처리장 호퍼에 일반쓰레기가 같이 투입되어 발생할 수 있는 오염 가능성을 줄이고, 수거 트럭이 재활용품 수거만 하는 경우 매립지까지의 추가적인 이동을 하지 않아도 되는 장점이 있음
- 기존의 단일 패스 방식보다 수거 트럭의 총 이동거리가 줄어들어 차량의 유지 보수 및 연료 비용을 절약할 수 있음
- 듀얼 패스 시스템은 2022년에 테스트를 거쳐 시범 운영되었고, 해당 도시의 일부 시골 지역을 제외하고 2023년부터 도시 전역에 도입되어 기존보다 경제적이고 만족도가 높을 것으로 기대

출처: <https://www.kamloops.ca/our-community/news-events/news-releases/new-dual-pass-system-coming-curbside-collection>
<https://www.kamloopsthisweek.com/local-news/kamloops-to-switch-to-dual-pass-curbside-collection-6185332>

[3] 미국, 폐기물 가스화 기술(FastOx®)

폐기물 처리 기술 [기술지원팀]

□ 개요

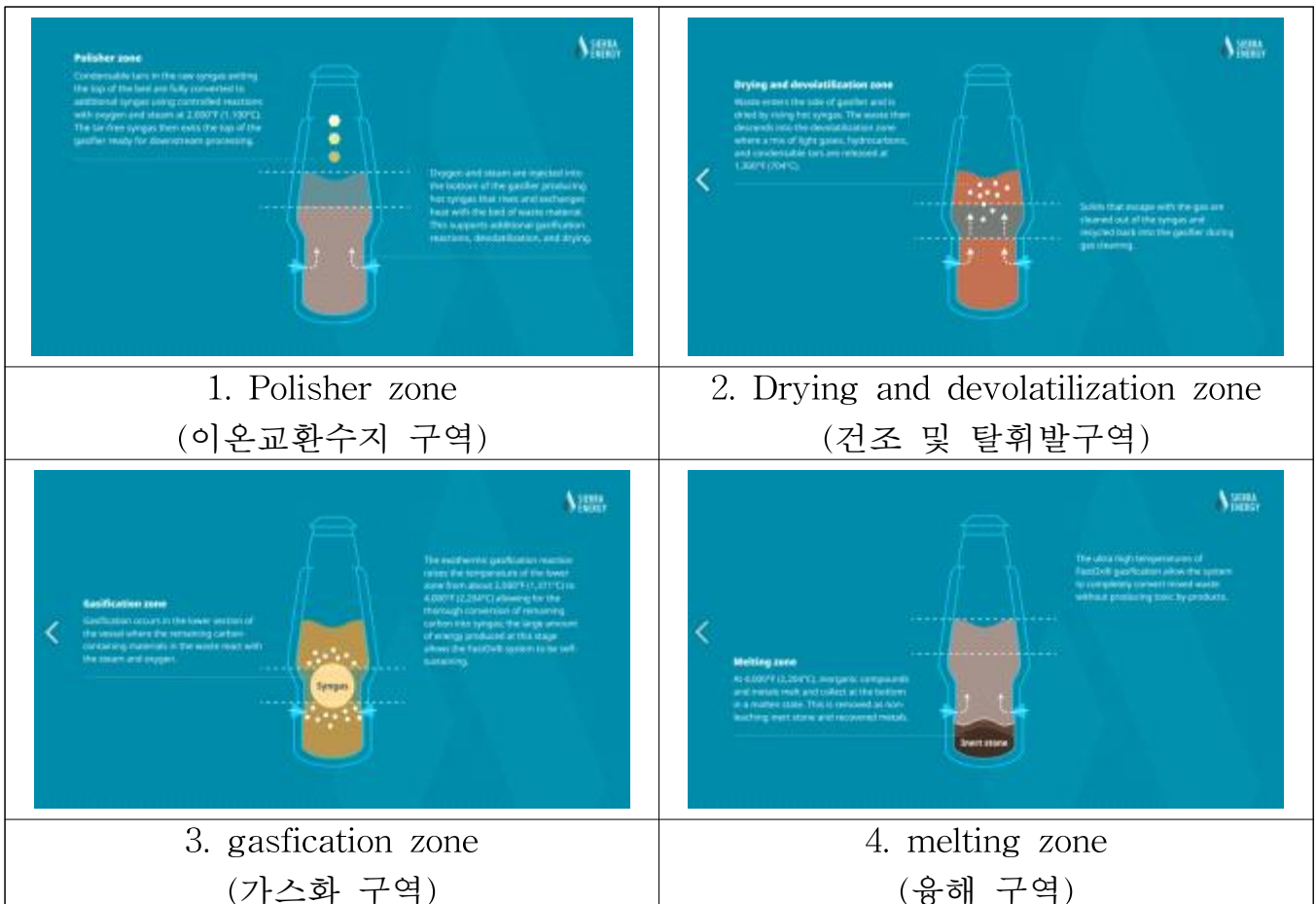
기업명	Sierra Energy	기술	FastOx®
주소	1222 Research Park Dr, Davis, CA 95618, United States		
홈페이지	www.sierraenergy.com/		

□ 기술 소개

- FastOx® 가스화는 열, 증기 및 산소를 사용하여 분자 수준으로 폐기물을 분해
 - 폐기물은 높은 열로 인해 유기물은 고부가가치 최종제품으로 전환하기에 적합한 미립자 및 타르가 없는 합성가스로 변화하며 무기물은 용융되어 침출되지 않는 돌과 금속으로 변화

□ 기술원리

- FastOx® 가스화 과정은 크게 4가지로 구분됨



1. Polisher zone(이온교환수지 구역_미량의 불순물을 제거)

- 산소와 증기는 가스화기 바닥에서 주입되어 상승하면서 상부에서 주입된 폐기물과 반응하여 고온의 합성가스(가벼운 가스, 탄화수소 및 응축성 타르)를 생성
 - 생성된 합성가스는 추가적인 가스화 반응과 탈휘발 및 건조를 지원
- 가스화기 상단으로 이동되는 합성가스에 포함된 응축된 타르는 1,100°C에서 산소 및 증기와 반응하여 추가 합성가스로 변환
- 타르가 없는 합성가스는 다운스트림(정제) 처리를 위해 가스화기 상단에서 배출

2. Drying and devolatilization zone(건조 및 탈휘발 구역)

- 상부에서 낙하하는 폐기물은 합성가스에 의해 건조됨
- 건조된 폐기물은 704°C에서 휘발성 물질 대부분이 합성가스(가벼운 가스, 탄화수소 및 응축성 타르)로 변환
- 합성가스 생성 시 함께 빠져나가는 고형물(합성가스로 변하지 못한 휘발성 물질)은 가스정제과정을 통해 포집되어 다시 가스화기로 재순환됨

3. Gasfication zone(가스화 구역)

- 하부로 내려온 폐기물 중 남아있는 탄소 함유물질은 가스화기 하부에서 주입되는 증기 및 산소와 반응하여 부분 산화반응 진행
- 가스화 반응은 하부 구역의 온도를 1,371°C에서 2,204°C로 상승시켜 잔류 탄소를 합성가스로 전환
- 이 단계에서 생산되는 많은 양의 에너지는 FastOx[®] 시스템이 자급자족 할 수 있도록 함

4. melting zone(용해 구역)

- 2,204°C에서는 무기화합물과 금속이 용해되어 바닥으로 포집되며 침출되지 않는 돌 및 재생금속으로 회수
- FastOx[®] 가스화는 초고온화를 통해 독성 부산물을 생성하지 않고 혼합 폐기물을 완전히 전환하는 시스템임

□ 특징

- 대부분의 폐기물에 적용 가능(도시고형폐기물, 타이어, 건축폐자재, 배터리, 바이오매스, 의료폐기물, 폐가전 등)
- 타르가 없는 합성가스(syngas) 생산
- 무기물은 불활성 돌과 재생금속으로 회수 가능

[4] 스위스(ZAV사), 생활폐기물 소각 바닥재 자원화 기술

폐기물 처리 기술 [기술지원팀]

□ 기업개요

기업명	ZAV Recycling AG	기술명	소각 바닥재 자원화
주소	Wildbachstrasse 2, CH-8340 Hinwil, Switzerland		
연락처	전화 : +41 44 938 31 11, 이메일 : contact@zav-recycling.ch		
홈페이지	https://www.zav-recycling.ch/		

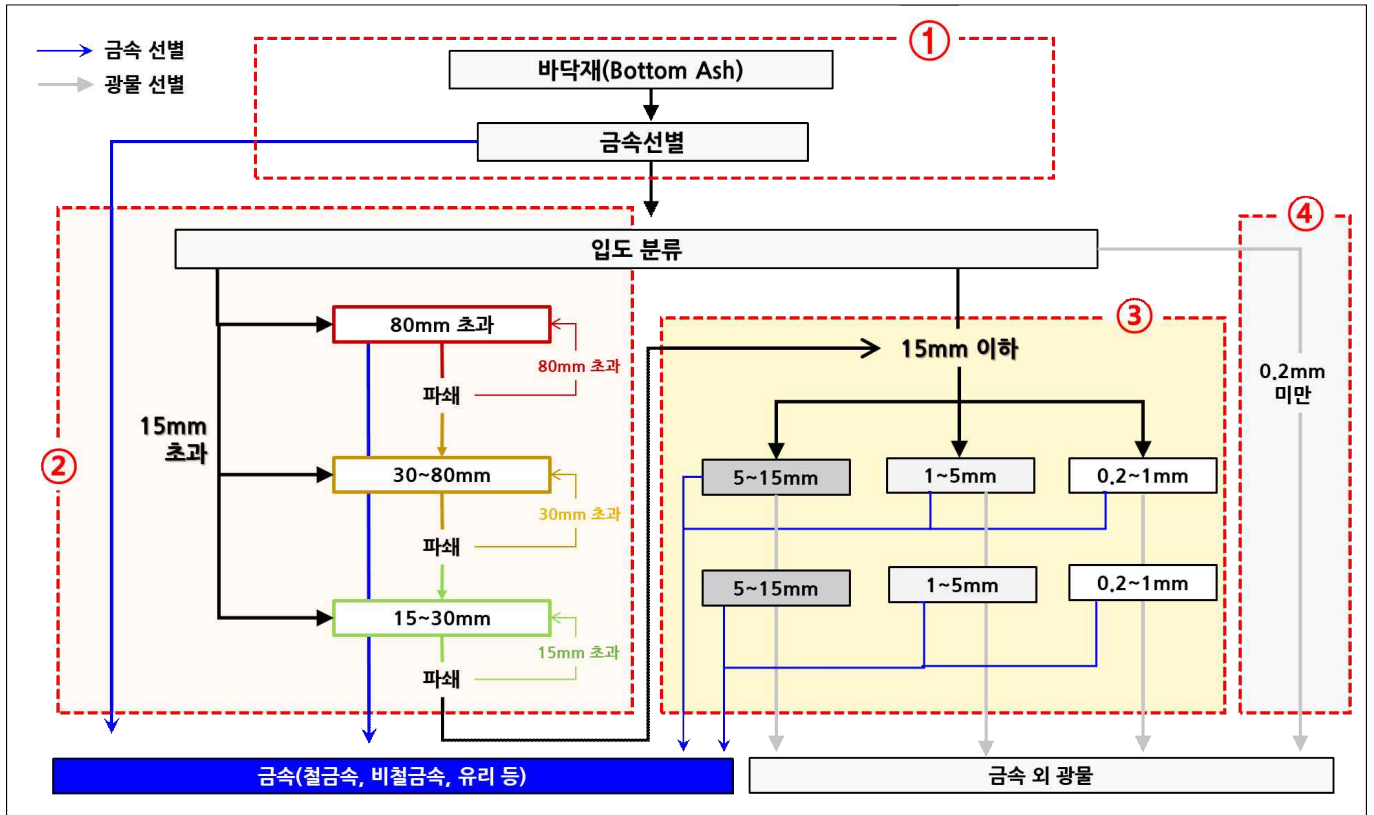
□ 기술개요

- 취리히 주의 생활폐기물 소각장 5개소에서 발생하는 바닥재(Bottom ash)를 재활용하여 금속자원(철, 구리, 알루미늄) 회수 및 건축자재 생산
- 폐기물 100kg 소각 시 약 23kg의 바닥재가 발생하며, 바닥재는 약 10-12%의 철 금속과 2-5%의 비철금속(알루미늄, 구리 등), 80-85%의 광물(연소된 물질의 재 등)로 구성되어 있음

□ 기술소개

- 소각 후 응집제로 인해 발생하는 바닥재는 입도분포가 다양하며 효율적인 금속(철, 구리, 알루미늄 등) 및 광물(연소된 물질의 재 등) 선별을 위해 입도에 따라 분류
- 바닥재 자원화 기술(공정)
 - ① 반입된 건조상태의 바닥재에서 금속을 선별*한 뒤, 입도에 따라 분류
 - * 와류선별기(eddy current, 고주파 자기장의 유도원리를 이용하여 철, 알루미늄, 구리 등을 선별할 수 있는 기기)를 활용
 - ② 입도 15mm 초과 바닥재는 파쇄과정을 반복하여 최종적으로 15mm 이하로 파쇄
 - 파쇄효율을 높이기 위해 15-30mm / 30-80mm / 80mm 초과로 구분한 뒤 금속 선별 후 파쇄하여 15mm 이하가 될 때까지 재실시
 - 반복적인 파쇄과정으로 바닥재 내부에 함유된 금속은 외부로 노출되며 와류선별기를 통해 추가 회수 가능
 - ③ 입도 15mm 이하 바닥재는 0.2-1mm / 1-5mm / 5-15mm로 재분류하여 선별을 실시(총 2회)한 뒤 금속 회수 및 최종 잔재물은 광물로 분류

- 2회 선별하는 과정으로 금속 회수율 상승
- ④ 입도 0.2mm 미만은 광물(연소된 물질의 재 등)로 분류
- 선별된 광물(연소된 물질의 재 등)은 건축자재 등의 원료로서 재활용



< 바닥재 자원화 기술 공정도 >

□ 기술특징 및 장점

- 해당 기술을 통해 연간 약 10만 톤의 바닥재를 처리하여 1.6만 톤의 금속을 회수하고 최대 10만 톤의 CO₂ 배출량을 절약
- 소각 후 바닥재는 대부분 매립으로 처리하지만, 해당 기술을 활용하면 매립을 최소화하고 자원으로 재활용할 수 있음
- 설비를 소규모로 구축할 수 있으며 기존 폐기물 소각장에 적용 가능
- 24시간 가동할 수 있으며 유지관리가 간편함
- 해당 기술은 폐쇄적인 구조를 활용하고 음압 상태를 유지해 먼지 배출을 최소화

[5] 미국 뉴욕, 음식 포장·배달 시 플라스틱 사용 규제

생활폐기물 분리배출 [분리배출팀]

- 뉴욕시에서는 매년 약 20,000톤의 일회용 플라스틱 식기류를 배출하고 있으며, 재활용이 되지 않은 플라스틱의 경우 소각로 또는 매립지로 보내지거나 해양으로 배출되어 해양과 동·식물에 심각한 위협을 초래하고 있음
- 이에 뉴욕시의회에서는 플라스틱 폐기물의 발생량을 감소하기 위하여 지난 2023년 1월 19일 포장 및 배달 시 플라스틱 제품을 제공하지 못하도록 금지하는 법안(Int 559-A)을 통과시킴
- 법안은 일명 Skip the Stuff으로 불리며, 포장 및 배달 시 고객의 별도 요청이 없는 경우 사업장에서 일회용 플라스틱 식기류(포크, 숟가락 등), 냅킨, 일회용 소스류 등을 제공 및 추가하는 것을 금지하였음
 - ※ 단속대상 : 시내 모든 요식업소, 백달원, 각종 앱 기반 배달서비스 업체 등
- 이 법안은 뉴욕시장이 법안을 서명한 2월 1일 이후부터 6개월이 지난 시일부터 적용될 예정이며, 2024년 7월 1일부터 사업장에서 임의로 해당 제품들을 고객에게 제공하였을 경우 경고 또는 벌금이 부과될 예정
 - ※ 벌금: 1회 위반 시 \$50, 당해 3회 위반시 \$250 부과 예정(2024년 7월 1일부터 적용)
- 뉴욕시의회는 해당 법안이 시행되면 폐기물의 플라스틱 양을 줄이고 요식업소의 비용을 줄이는데 도움이 될 것으로 기대하고 있음

출처 : 1. <https://council.nyc.gov/press/2023/01/19/2342/>
2. <https://www.timeout.com/newyork/news/you-may-not-get-plastic-utensils-and-condiments-in-your-takeout-anymore-012323/>
3. <https://www.amny.com/lifestyle/eat-and-drink/council-approves-bill-restricting-plastic-utensils-food-deliveries/>

[6] 미국 텍사스, 유리병류 별도 수거·재활용 프로그램 시행

생활폐기물 분리배출 [분리배출팀]

- 2023년 1월 19일부터 미국 텍사스주 웨이코 시에서는 유리병류의 원활한 재활용을 위한 프로그램을 시행
- 해당 프로그램은 지난 2017년 시범적으로 운영하였고, 시범운영 기간내 총 14,000파운드 이상의 유리를 수집하여 성공적으로 마무리하였음
- 새로운 유리병류 재활용수거함은 웨이코 시의 5개 구역에 각각 설치하여 모든 사람들이 배출할 수 있도록 하였으며, 창문·거울·내열유리 등을 제외한 모든 음료병류, 유리 식기류 등을 배출할 수 있도록함
- 이 수거함은 1개당 10~15톤의 유리병류를 수거할 수 있으며, 유리 재활용 업체(Owens-Illinois)로 이동하여 재활용 과정(파쇄 등)을 통해 재생원료(컬릿)를 생산하게 됨



출처 : 1. <https://www.recyclingtoday.com/news/waco-texas-launches-glass-recycling-program/>
2. <https://www.kctv.com/story/news/local/waco-glass-recycling-program-starts-tuesday-after-years-of-planning-and-piloting/5058950-cld-4f-81b-5163-f1d3>

[7] 캄보디아, 쓰레기 보관 및 배출 안내 어플리케이션 개발

생활폐기물 분리배출 [분리배출팀]

- 캄보디아 환경부가 모든 지방 수도의 폐기물 관리 부처에 쓰레기의 올바른 배출 방법을 안내하는 앱을 도입하도록 촉구하고 있음
- 해당 앱은 쓰레기 관리의 효율성과 편의성을 위하여 바탐방(Battambang) 지역 당국이 고안한 것으로, 현재 바탐방과 프놈펜(Phnom Penh) 2개 지역에서 사용하고 있으며, 프놈펜의 경우 쓰레기 수거차량의 운행시간 정보를 함께 제공하고 있음
- 바탐방 주지사는 하루 300톤 이상 쓰레기가 발생하고 있는데, 쓰레기 수거 수수료, 수거 거부 및 방치 등의 이유로 수거업체와 주민들 간 갈등이 발생하면서 주민들의 쓰레기 보관 및 배출에 대한 인식 제고를 위하여 앱을 고안하였다고 함
 - * 바탐방 주정부는 주민들의 쓰레기 수거비용 지불과 쓰레기의 적정 수거 및 보관을 관리하기 위한 새로운 앱을 곧 출시할 예정임
- 환경부는 캄보디아 내 폐기물 발생의 심각성을 언급하며, 국민들과 관계 당국에게 폐기물 재활용이 적절하게 이뤄지기 위해서는 폐기물을 종류별(유기성폐기물, 플라스틱류, 고형 폐기물)로 올바르게 분리 배출될 수 있도록 함
 - ※ 캄보디아 쓰레기 발생량 : 10,000톤(60%: 유기성 폐기물, 20%: 플라스틱, 10%: 고형폐기물)

출처 : <https://www.khmertimeskh.com/501227738/moe-supports-trash-app-to-show-people-the-way-to-dispose-of-garbage-properly/>

[8] 아일랜드, 2023~2025년 국가 음식물 쓰레기 방지 로드맵 발표

음식물 감량 및 자원화 [음식물팀]

- 아일랜드는 2030년까지 음식물쓰레기 50% 감량 목표*를 달성하기 위한 첫 번째 세부 계획으로, 「2023~2025년 국가 음식물쓰레기 방지 로드맵」을 수립함
 - * 아일랜드는 2021년 11월, 기후 행동 계획(Climate Action Plan)을 통해 2030년까지 음식물쓰레기 발생량을 50% 감량하는 목표를 수립하였고, 폐기물 행동계획, Food Vision 2030을 통해 목표달성을 위한 국가 로드맵 수립을 예고한 바 있음
- 아일랜드 환경보호국(EPA, Environmental Protection Agency)에 따르면, 2020년 아일랜드에서는 약 770,316톤의 음식물쓰레기가 발생하였고, 발생원은 가정 31%, 식품 및 음료 제조·가공업 29%, 식당 및 식품서비스 23%, 1차 생산 9%, 소매 및 기타식품 8% 순으로 확인됨
- 음식물쓰레기는 환경적뿐만 아니라 사회적, 경제적으로도 영향을 미치는 글로벌 문제로, 로드맵 시행을 통해 음식물쓰레기를 줄이는 것은 기후변화에 대처하고 순환 경제로의 전환을 위한 핵심전략이 될 것으로 기대하고 있음
 - 로드맵의 시행은 환경보호국 뿐만 아니라 아일랜드의 환경기후통신부와 농림축산 식품부가 함께 참여하여 협력할 계획
- 로드맵은 다음과 같은 내용으로 구성되어 있음
 - 음식물쓰레기 및 식품손실의 의미와 식품 공급망 구성요소
 - 음식물쓰레기 국가 기준 데이터 설정 방법
 - 2030년 목표달성을 위한 중간 목표 및 기준, 목표 접근법
 - 국가 모니터링 시스템 구축 방법
 - 음식물쓰레기 양의 측정 정확도를 높이고, 식품 공급망 별 우선 해결 사항을 구분하고 실현
 - 음식물쓰레기 분리배출 방법, 기부 및 재분배, 관련 연구, 음식물쓰레기 방지와 관련된 녹색 공공 조달
 - 음식물쓰레기 방지 및 분리배출에 대한 지속적인 커뮤니케이션과 인식 제공
 - 주요 활동의 진행 상황을 확인하고, 이에 따라 로드맵을 발전시키기 위해 모니터링 및 평가체계 구축 방법

출처 : <https://www.gov.ie/en/press-release/8cat2-new-national-food-waste-prevention-roadmap-can-help-reduce-food-waste-by-50-by-2030/>