

2023. 11

해외 자원순환

OVERSEAS RESOURCE
CIRCULATION INFORMATION

정보



한국폐기물협회

2023.11 해외자원순환정보

한국폐기물협회

- [1] 영국, 재활용품 수거 단순화 및 폐기물 관리 강화하는 개혁안 발표..... 1
- [2] 영국(런던), 데이터센터 폐열 활용한 주택 난방시스템 구축 추진..... 2
- [3] 독일(ALBA TAV Betriebs GmbH사), 하수 슬러지 건조 기술..... 3
- [4] 미국[LanzaJet사], 폐기물을 활용한 항공연료(SAF) 생산..... 5
- [5] 미국, 재활용 정보 제공 앱 '재활용 코치(Recycle Coach)'..... 7
- [6] EU, 포장재 폐기물 발생량 기록적 증가..... 8
- [7] 미국(EPA), 음식물쓰레기 관리방식의 기후영향에 대한 보고서 발간..... 9
- [8] 일본(에베쓰시), 대학-유통기업 남은식품의 지역 내 순환이용 협약 체결..... 10

[1] 영국, 재활용품 수거 단순화 및 폐기물 관리 강화하는 개혁안 발표

자원순환 법·정책 [기획연구팀]

- 영국 정부는 2023년 10월, 재활용품 수거를 단순화하고 폐기물 운반·처리 관리를 강화하는 내용의 개혁안을 발표함
- 개혁안은 ①영국 전역의 재활용 수거 품목을 통일하고, ②2026년까지 영국 전역의 가정을 대상으로 음식물쓰레기 수거를 매주 수집하며, ③폐기물 수집운반업자에 대한 신원 확인을 강화하고 ④폐기물 추적 전자시스템을 도입하여 폐기물의 발생-폐기 전과정을 기록하는 것이 주요 내용으로 다음과 같음
- **재활용 수거 품목 통일**
 - 영국 전역의 재활용 수거 품목을 통일하여, 지자체별로 수거품목을 확인해야 하거나 재활용이 되지 않는 품목이 혼합되는 것을 방지
 - 재활용 수거품목: 유리, 금속, 플라스틱, 종이/음식물쓰레기/정원쓰레기
 - 건조재활용품(유리, 금속, 플라스틱, 종이)은 하나의 용기에 혼합 수거 가능
- **음식물쓰레기 수거**
 - 가정에서 발생한 음식물쓰레기는 재활용하기 위해 매주 수거해야 함
 - 음식물쓰레기의 혐기성소화 확대를 위해 바이오메탄 생산자에게 최대 15년 동안 세금 지원
- **폐기물 수집운반업자 신원 확인 강화**
 - 허가제 도입: 기존 등록제에서 허가제로 변경, ①폐기물 관리자·②폐기물 운반자·③폐기물 관리자-운반자 통합의 3개 유형으로 구분하고, 작업규모와 폐기물유형, 양 등을 고려하여 허가 단계를 차별화함. 3년마다 허가를 갱신해야 하고, 업체 광고 시 허가번호를 표시하도록 하여 부정확한 광고나 무허가 영업 방지
 - 배출자 의무: 배출자는 폐기물 관리 의무에 따라 폐기물의 전체 이동 과정을 확인해야 하고, 허가받은 폐기물 관리자 또는 관리-운반자에 전달하는 경우 폐기물 관리 관련 허가가 필요없지만, 운반자에게 전달하는 경우에는 별도 허가 등이 필요함
- **폐기물 추적 전자시스템 도입**
 - 2024년 시범적으로 제공된 후 2025년 4월부터 전자시스템 입력 의무화가 영국 전역에서 시행될 예정임. 지자체 수거 및 재활용센터 반입 생활폐기물, 재활용센터에서 회수하는 폐기물, 가로폐기물, 분석을 위한 샘플 등을 제외한 모든 폐기물이 대상이며, 폐기물 분류, 표준산업분류코드, 폐기물 운송정보, 처리 방법 및 최종 상태 등의 정보를 입력해야 함

출처 <https://www.gov.uk/government/news/simpler-recycling-collections-and-tougher-regulation-to-reform-waste-system>

[2] 영국(런던), 데이터센터 폐열 활용한 주택 난방시스템 구축 추진

자원순환 법·정책 [기획연구팀]

- 영국 중앙정부는 2023년 11월, 저탄소 난방 시스템 개발을 위한 “Green heating projects”의 일환으로 데이터센터에서 발생하는 폐열을 활용해 주택가에 난방과 온수를 공급하는 사업에 3,600만 파운드(한화 약 583억 원)를 지원한다고 발표함
 - “Green heating projects”는 건물 난방을 통해 배출되는 탄소배출량(전체 배출량의 30%)의 감축을 목적으로 추진하는 열 네트워크 프로젝트로서, 영국 전역 11개 프로젝트에 1억 2,200만 파운드(한화 약 2,000억 원)가 지원되며, 데이터센터의 폐열 이용을 포함 히트펌프와 열 저장고 설치, 노후화된 시설 교체, 대학교의 탈탄소화 등을 추진하고 있음
- 데이터센터 폐열 활용 프로젝트는 Old Oak 지역의 재개발을 위해 2015년 설립된 런던 시장 개발공사인 Old Oak and Park Royal Development Corporation에 의해 진행되며, 해머스미스(Hammersmith) 및 풀럼(Fulham), 브렌트(Brent) 및 일링(Ealing) 등 런던 서부와 북서부의 3개 자치구 내 주택(10,000개 이상)과 상업 공간(250,000㎡)을 대상으로 2026년부터 2040년까지 5단계에 걸쳐 95GWh의 열을 공급할 것으로 예상

※ 데이터 센터 폐열 이용 사례

- 데이터센터에서 발생하는 폐열을 지역난방용 열원으로 활용하는 사례는 주로 지역난방의 보급이 보편적이거나 적극적으로 확대를 추진하고 있는 덴마크, 스웨덴, 핀란드 등 북유럽국가에서 확인할 수 있으며, 미국과 중국에서도 적극적인 실증 사업들이 진행되고 있음
- 영국에서도 리즈(Leeds)의 AQL사의 데이터센터에서 발생하는 폐열을 지역난방 네트워크를 통해 주택과 지역난방 네트워크를 통해 주택과 상업용 건물에 공급하고 있음
- 국내에서도 데이터센터 폐열 활용 기술에 대한 활발한 논의와 연구가 진행되고 있으며, 산업부는 데이터센터 폐열을 포함한 미활용 열에너지를 관리하기 위해 통합관리시스템을 구축을 추진하고 있음. 아직까지 지역난방에 활용한 사례는 없으며, 데이터센터 자체적으로 재사용하는 단계인 것으로 확인

- 출처 1. <https://www.gov.uk/government/news/thousands-of-homes-to-be-kept-warm-by-waste-heat-from-computer-data-centres-in-uk-first>
2. <https://www.gov.uk/government/news/288-million-fund-opens-for-green-heating-projects>
3. 에너지경제연구원(2019), 데이터센터 폐열의 지역난방 활용 사례와 정책적 시사점
4. 산업통상자원부 보도자료('23.11.24), “열에너지 데이터 통합관리 시스템 구축으로 열에너지 확 잡는다”

[3] 독일(ALBA TAV Betriebs GmbH), 하수 슬러지 건조 기술

폐기물 처리 기술 [기술지원팀]

□ 기업 개요

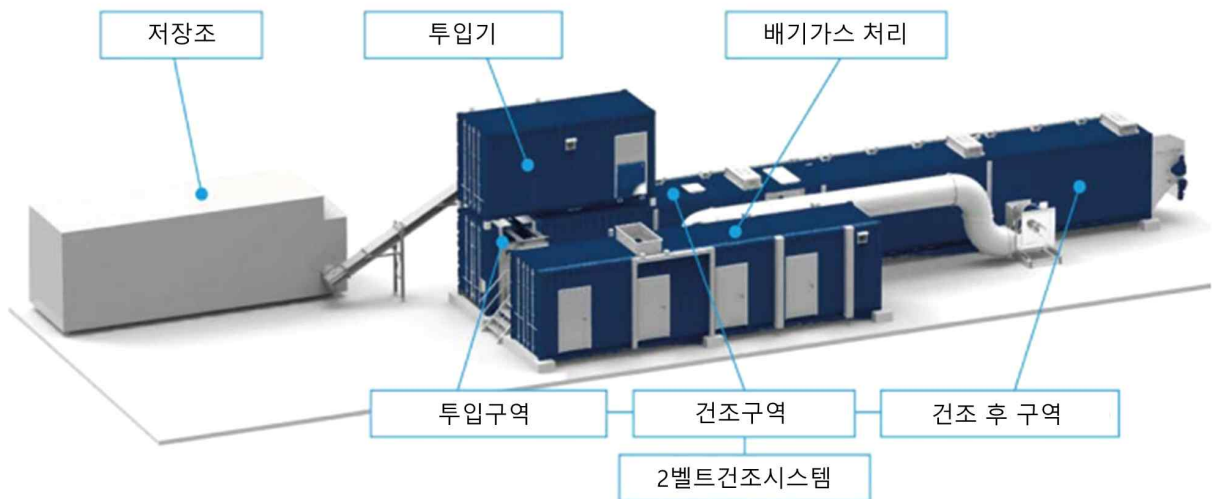
기업명	ALBA TAV Betriebs GmbH	기술명	Container-Zweiband-Trocknungsanlage (컨테이너-2벨트-건조시스템)
주소	Am Alten Flugplatz 1, 19288 Ludwigslust, 독일		
연락처	+49-3874-2507-10	홈페이지	https://tav.alba.info

□ 기술 소개

- 컨테이너 2벨트 건조시스템은 도시 하수슬러지 처리를 위해 설계되었으며 소각장에서 발생한 열을 활용하여 하수슬러지를 건조함
- 연간 최대 50,000톤의 하수 슬러지를 건조하기 위한 플랜트를 현재 구축하고 있음

연간 처리용량	50,000 ton	처리량	6 ton/h
처리라인 수	2	병커 크기	500m ³

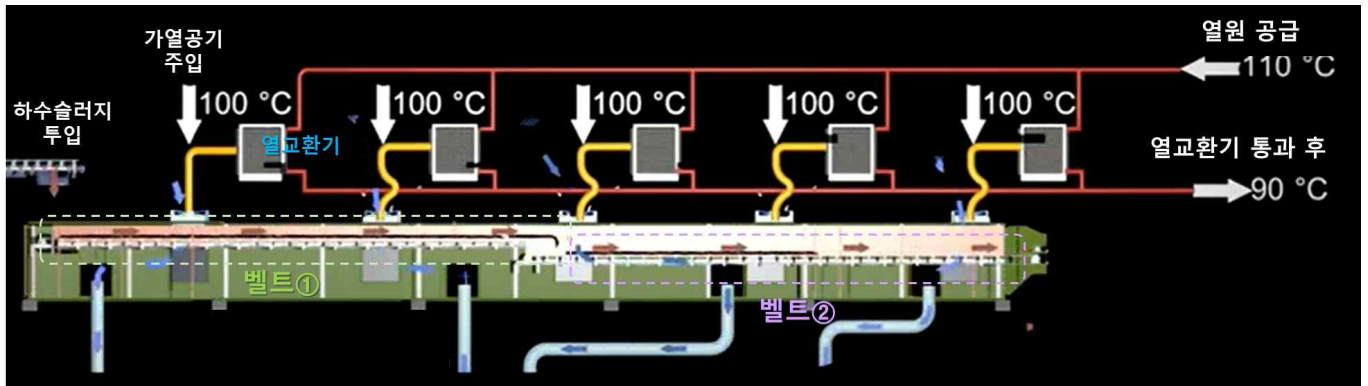
□ 기술 원리



<그림> 설비 구성

- 하수슬러지를 플랜트의 저장조로 투하하고 저장조에 설치된 워킹플로어를 통해 건조 설비에 투입
- 건조설비는 상부벨트와 하부벨트의 2벨트로 구성

- 열교환기를 통해 100°C의 가열공기 주입
- 건조에 활용되는 가열공기의 체류시간은 1시간 30분~3시간
- 설비에 사용되는 열과 전기는 소각장에서 발생 및 생산한 에너지를 활용



- 열원은 해당 플랜트 옆에 위치한 소각장에서 발생하는 열을 활용
- 설비를 작동하는데 필요한 전기도 소각장에서 생산되는 전기 활용
- 슬러지의 수분을 흡수한 가열공기는 컨베이어 하부 배기시스템을 통해 배출하여 적정 처리 후 방출



<그림> 배기가스 처리

- 건조된 하수슬러지는 잔류 수분 함량이 약 10%인 상태로 두 개의 사일로(방진 처리된 저장설비)에 저장 후 소각하여 지역난방과 전력 생산

□ 주요 장점

- 하수슬러지를 건조하여 소각장으로 운반하면 기존(건조 전) 대비 약 30% 감소하며 운송비용 절약 및 탄소배출량 감축

[4] 미국[LanzaJet사], 폐기물을 활용한 항공연료(SAF) 생산

폐기물 처리 기술 [기술지원팀]

□ 개요

기업명	LanzaJet	기술명	LanzaJet ATJ(알코올-제트기술)
주소	520 Lake Cook Road, Suite 680, Deerfield, Illinois, 60015, 미국		
연락처	+1 (224) 369 0257	홈페이지	https://www.lanzajet.com/

□ 기술 소개

- 지속 가능 항공연료(Sustainable Aviation Fuel, SAF)는 폐식용유, 동물성·식물성 기름, 해조류 등 폐기물로 만든 항공유로서 국제사회에서 SAF의 생산·활용을 촉구하기 위한 법을 제정하거나 세액공제 혜택을 부여하고 있음

※ (유럽연합) ReFuelEU Aviation : 항공산업 온실가스 감축을 위한 법안으로 항공유 가운데 바이오항공유의 사용을 의무화('24.1.1부터), 최대 70%

※ (미국) Inflation Reduction Act of 2022 (Public Law 117-169, 136 Stat. 1818) : SAF 생산과 공급을 확대하기위해 세금공제(약 0.34달러/1ℓ SAF) 혜택을 부여하는 연방법 제정

- LanzaJet은 폐기물을 이용하여 SAF와 디젤을 생산하는 기술을 개발하였으며 생산 플랜트를 구축하여 2024년 시운전 예정임
- 도시고형폐기물, 정원폐기물, 매립가스, 산업 폐가스 등을 에탄올로 전환한 후, 에탄올의 98%를 연료로 전환

□ 기술원리

- 폐기물 유래 에탄올에서 SAF를 생산하는 알코올-제트기술은 크게 4단계로 구분

① 탈수(O1): 에탄올(C_2H_6O)에서 물(H_2O)을 분리하여 에틸렌(C_2H_4)으로 전환

② 올리고머화*(O2): 탈수단계에서 전환된 에틸렌은 올레핀**으로 올리고머화

- 공정조건을 조절하며 SAF와 디젤의 생산수율을 높임

* 규칙적이고 반복적으로 단량체들이 결합한 화합물을 생성하는 과정으로, 해당 과정에서는 올레핀들로 구성된 상태를 의미

** 최소 1개 이상의 C=C 결합(탄소 이중결합)을 가지는 탄화수소

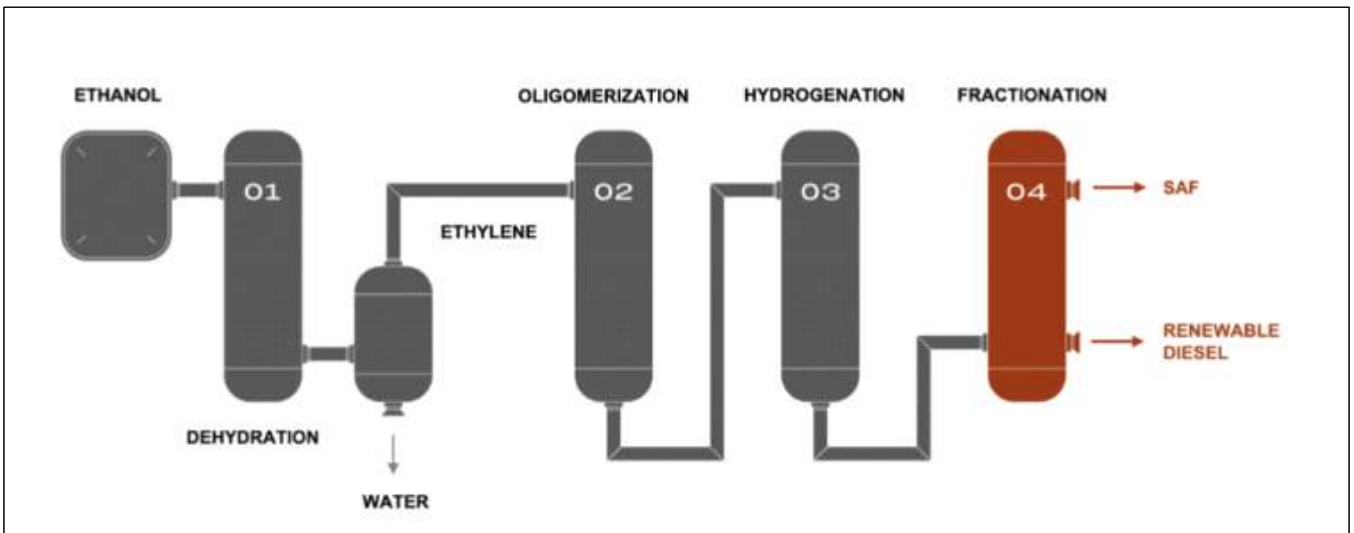
③ 수소화(O3): 수소를 첨가하고 촉매를 활용하여 모든 올레핀을 파라핀(곧은 사슬모양의 탄화수소)과 이소파라핀(곁사슬이 있는 파라핀)으로 전환

- 올레핀(불포화 탄화수소)은 연료로서 사용하기엔 적합하지 않으나 파라핀·이소파라핀은 포화 탄화수소에 해당하며 연료로서 사용가능

④ 분류(O4): 생성된 SAF와 디젤을 분리하는 과정

- 항공유로 사용하기 위해서 C10~C14로 구성된 SAF을 분류시설의 윗부분에서 분리 (디젤은 일반적으로 C15~C18로 구성되어 SAF보다 무거움)
- 생산된 연료 중 최대 90%까지 SAF로서 분류하여 사용 가능

○ 생산된 SAF는 기존 항공유와 최대 50%의 비율로 혼합하여 사용



<그림> SAF 및 디젤 생산 단계

□ 주요 장점

- 기존 항공유 대비 어는점이 낮고 열안정성이 뛰어나며 연료효율이 향상됨
- 알코올-제트기술로 생성된 SAF는 대기유해물질 배출을 95%이상 감소하였으며 기존 항공유만을 사용할 때보다 온실가스 배출율을 70% 이상 저감
- 생산한 디젤은 긴 보관수명을 가지고 높은 세탄가로 인해 연소 시 그을음이 발생되지 않음

[5] 미국 재활용 정보 제공 앱 재활용 코치(Recycle Coach)

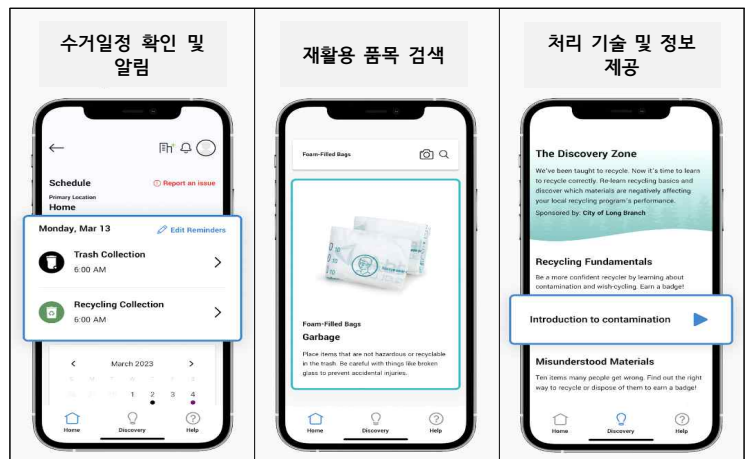
분리배출 정보 [분리배출팀]

○ ‘재활용 코치(Recycle Coach)’ 앱은 동명의 재활용 달력 회사인 ‘Recycle Coach’에서 2010년, 지역의 재활용 프로그램을 위하여 만든 모바일 앱으로 지자체가 가입하여, 재활용 관련 원하는 정보를 주민들에게 보여줄 수 있는 무료 재활용 교육 앱임

- Recycle Coach는 북미 전역의 재활용품 오염률이 40%에 달하고, 이전에 비해 폐기보다 비용이 최대 5배 더 소요되는 등 위시사이클링(wishcycling)*이 재활용에서 가장 큰 문제라며, 쓰레기를 올바르게 분류할 수 있도록 전체 지역 커뮤니티를 앱에 참여시키는데 초점을 맞추고 있음

*위시사이클링(wishcycling): 재활용이 되지 않는 쓰레기를 재활용품 수거함에 넣는 행위를 말함

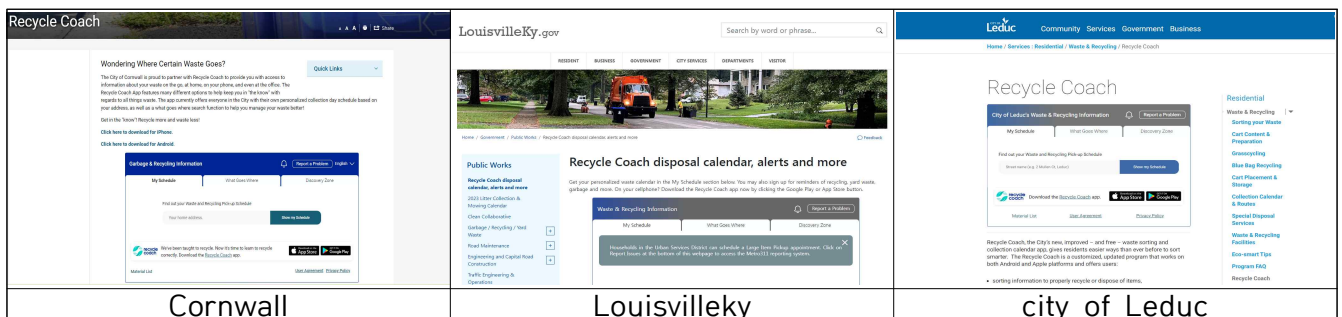
○ 앱 사용자는 해당 지자체에서 재활용할 수 있는 품목과 배출 지침, 수거 일정, 수거후 처리방법 등의 정보를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 수거일 알림과 지역의 폐기물 관리 정책의 변경사항에 대한 업데이트 정보를 받을 수도 있음



<재활용코치앱>

- 홈페이지에서는 앱에 참여하고 있는 지자체와 해당 지자체의 재활용 정보 제공 수준이 어느 정도인지를 확인할 수 있음

○ 참여 지자체는 공식 웹사이트의 재활용정보를 제공하는 페이지에 앱정보를 연동하여 사용하고 있음



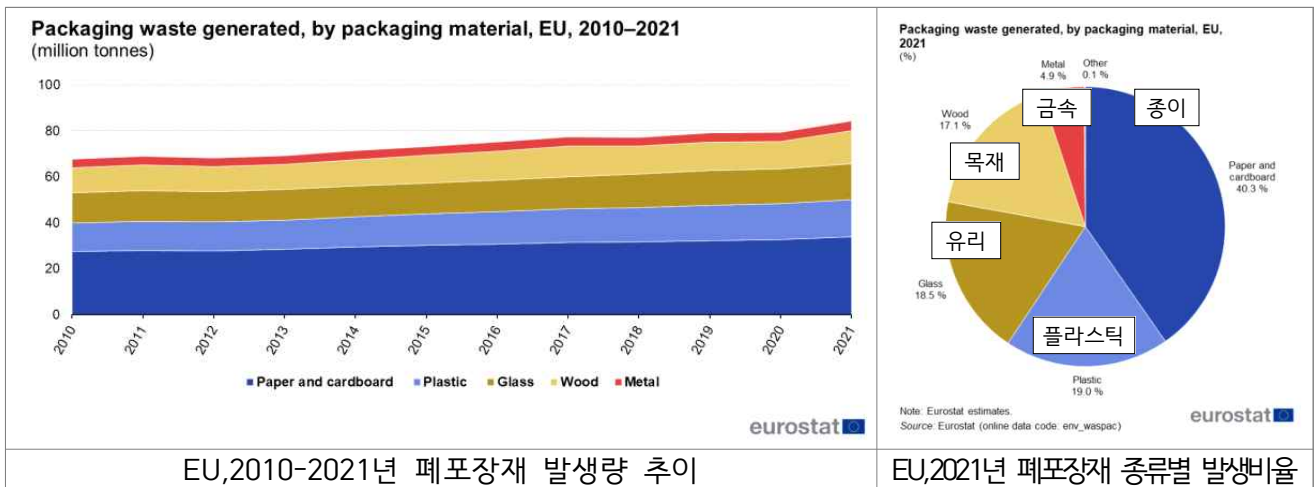
<지자체홈페이지-Recycle Coach 앱 연동>

- 출처 1. <https://recyclecoach.com/about-us/>
 2. <https://www.greenmatters.com/p/recycle-coach-app>
 3. https://play.google.com/store/apps/details?id=mobi.recyclecoach.worldster.pack&hl=en_US&pli=1

[6] EU, 포장재 폐기물 발생량 기록적 증가

분리배출 정보 [분리배출팀]

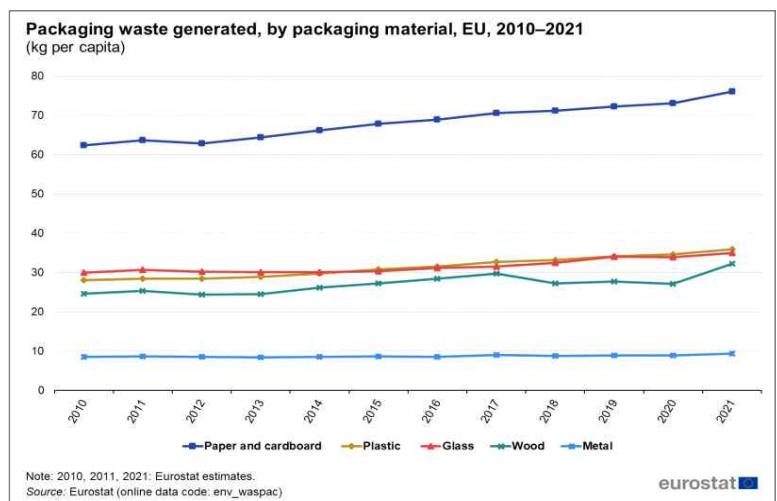
- Eurostat에서 2023년 10월 19일, 포장 폐기물에 관한 통계자료(Packaging waste statistics)를 발표함
- EU에서 총 8,400만 톤의 폐포장재가 발생하였는데, 종이와 골판지가 3,400만 톤(40%)으로 가장 많고, 다음으로 플라스틱(19.0%/1,610만 톤), 유리(18.5%/1,560만 톤), 목재(17.1%/1,440만 톤), 금속(4.9%/420만 톤)순이었음
 - 2020년 대비 6.0%(480만 톤) 증가하였는데, 목재와 종이·골판지 포장폐기물의 발생량이 눈에 띄게 증가한 것이 주 원인으로 보임
 - 2010년부터 2021년까지 종이와 골판지가 폐포장재의 주요 물질이었음



EU, 2010-2021년 폐포장재 발생량 추이

EU, 2021년 폐포장재 종류별 발생비율

- 1인당 발생량은 188.7kg으로, 전년도(177.9kg/인) 대비 1인당 10.8kg이 더 증가하였고, 지난 10년간 가장 큰 증가세를 보임
- 이 중 플라스틱 포장재의 경우 1인당 평균 35.9kg이 발생하였으며 14.2kg이 재활용되었음
 - 재활용률은 2010년 수준으로 떨어진 것으로 확인됨



EU, 2010-2021년 1인당 폐포장재 발생량 추이

출처 1. <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231019-1>
 2. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Packaging_waste_statistics

[7] 미국(EPA), 음식물쓰레기 관리방식의 기후영향에 대한 보고서 발간

음식물쓰레기 감량 및 자원화 [음식물팀]

- 미국환경보호국(EPA)은 10월 19일, 매립된 음식물쓰레기의 메탄배출량을 정량화하고, 음식물쓰레기 관리방식이 환경에 미치는 영향을 종합적으로 분석한 보고서를 발표함
 - ① 음식물쓰레기 매립에 따른 메탄배출량 정량화 연구(Quantifying Methane Emissions from Landfilled Food Waste)
 - ② 현장에서 쓰레기통까지: 미국 음식물 쓰레기 관리 경로가 환경에 미치는 영향(From Field to Bin: The Environmental Impacts of U.S. Food Waste Management Pathways)
- 보고서는 음식물쓰레기의 매립이 기후에 미치는 영향을 수치화한 데이터로 제공하여 낭비되는 식품을 보다 환경친화적인 방식으로 관리하고, 음식물쓰레기의 매립량을 줄이는 것이 메탄 배출 감축에 효과적인 방법임을 보여주고 있음
- 미국환경보호국(EPA)에서 매립지에서 발생하는 메탄 배출량을 처음으로 정량화한 것으로, 1990년부터 2020년까지 매립지의 연간 메탄 배출량을 분석함
 - 매립지에서 음식물쓰레기의 비율은 1960-1969년 14.8%에서 2020년 24.1%로 꾸준히 증가함
 - 2020년, 매립된 음식물쓰레기에서 약 5,500만 톤의 CO₂e(이산화탄소환산량)가 발생
 - 매립지에서 발생하는 메탄의 약 58%가 매립된 음식물쓰레기에서 발생하고, 발생한 메탄의 약 61%는 매립 가스 수집 시스템에 의해 포획되지 않고 대기로 배출되는 것으로 확인 *음식물쓰레기 매립량 1000톤(S/T) 당 약 34톤(M/T)의 탈루되는 메탄 발생
 - 가스포획시스템이 마련됨에 따라 매립지에서 고형 폐기물(MSW)의 메탄 배출량은 감소하는 반면, 음식물쓰레기에서 발생하는 배출량은 증가하고 있는 것으로 나타남
- 또한 LCA(Life Cycle Assessment)와 순환성 평가(Circularity Assessment)를 사용하여 폐기물 발생량 감소부터 퇴비화, 매립에 이르기까지 11개 음식물쓰레기 관리 경로의 환경 영향을 평가하여 음식물쓰레기가 환경에 미치는 영향을 줄이기 위한 옵션을 보여주는 곡선 스펙트럼인 음식물쓰레기 척도(Wasted Food Scale)를 업데이트함



- 출처 1. EPA(2023.10.19.), 'EPA Releases New Food Waste Reports', <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-releases-new-food-waste-reports>
2. 'From Field to Bin: The Environmental Impacts of U.S. Food Waste Management Pathways'(EPA,2023.10), <https://www.epa.gov/land-research/field-bin-environmental-impacts-us-food-waste-management-pathways>
3. EPA(2023.10.), 'Quantifying Methane Emissions from Landfilled Food Waste', <https://www.epa.gov/land-research/quantifying-methane-emissions-landfilled-food-waste>

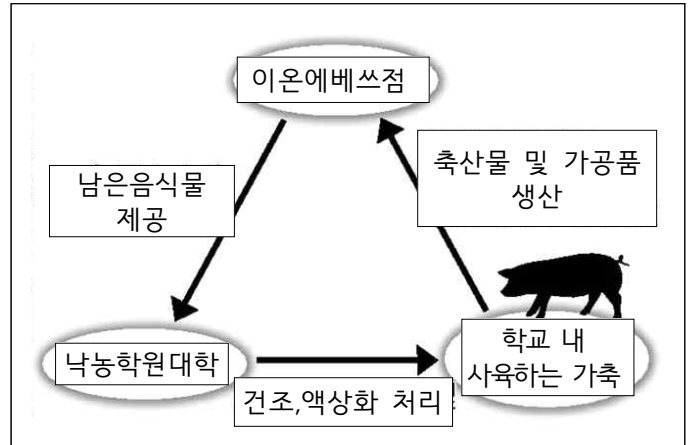
[8] 일본(에베쓰시), 대학-유통기업 남은식품의 지역 내 순환이용 협약 체결

음식물 감량 및 자원화 [음식물팀]

- 일본의 낙농학원대학(酪農学園大学)과 일본 최대 유통기업 이온(AEON) 홋카이도는 유통 과정에서 나오는 남은식품을 축산상품 등으로 순환이용하는 협약을 체결함

- 이온 에베쓰점에서 발생하는 남은식품(1회당 5~10kg)을 대학에 무상으로 제공하여 에코피드*를 만들고, 에코피드를 급여한 가축의 고기를 이온의 점포에서 판매**할 예정임

* 에코피드 : 식품제조부산물, 잉여식품 등을 이용하여 제조한 가축용 사료로 일정기준을 만족 시 일본 정부에서 인증하는 제도



** 에코피드 축산물 : 에코피드 사업을 소비자까지 연계하기 위해 에코피드를 급여한 가축에게 얻은 축산물 및 가공품에 대한 인증하는 제도

- 당분간은 빵 부스러기를 중심으로 돼지 사료로 활용할 예정이며, 에코피드에 활용할 수 없는 남은식품은 퇴비와 바이오가스를 생산하는데 사용
 - 재활용 용도에 따른 식품의 분류는 이온에서 진행하고, 낙농학원대학은 남은식품 종류별 처리기술의 연구와 바이오가스 플랜트 효율성 검증을 수행
- 최근 일본 내 사료 가격이 급등함에 따라 에코피드에 대한 관심이 높아지고 있는 상황에서 이번 협약체결을 통해 지역 내에서 남은식품을 순환이용하는 모델을 구축할 수 있을 것으로 기대하고 있음

출처 1. <https://www.yomiuri.co.jp/local/hokkaido/news/20231017-OYTNT50276>
 2. <https://hre-net.com/syakai/kyoiku/70630>