스마트 폐기물 관리를 위한 공공 플랫폼 구축의 필요성
: 지자체별 폐기물 데이터 현황을 중심으로

고려대학교 보건환경융합과학부 김채진 이지윤 이수아 황윤경

배경

- 기후 위기를 비롯한 환경 문제를 직면하여 국제사회는 지속 가능한 사회로 나아가기 위해 순환경제로의 전환을 꾀하고 있다. 폐기물 관리는 순환경제 구축의 핵심 부분으로서, 세계 각국은 자원순환 정책을 통해 폐기물 배출량을 감축하고 자원의 활용을 극대화하고자 노력하고 있다.
- 특히, IoT를 기반으로 한 빅데이터와 인공지능을 사용하는 스마트 폐기물 관리의 개념이 적극 도입되고 있다.
- 현재 국내 폐기물 발생량은 지속적으로 증가하는 추세이며, 매립지 부족, 폐쇄적인 처리 과정, 불법 폐기물 투기 등의 문제를 겪고 있다. 유사한 문제를 겪고 있는 전 세계 국가 및 기업을 대상으로 스마트 폐기물 관리를 하고 있는 기업 'Rubicon'은 여러 폐기물 이해관계자들을 실시간으로 연결해줌으로써 시간적, 경제적 효율을 달성한다.
- 그러나 우리나라의 경우 이를 실현하기 위한 통계 기반 구축과 각종 자원에 대한 정보 등이 선진 국가에 비해 상대적으로 부족한 실정이다. 특히 현재 국내 폐기물 데이터는 통일성이 부족하고 여러 사이트에 산재되어 있으며 실시간으로 운영되지 않는다는 문제점이 있다.
- 따라서 본 연구에서는 국내 지자체별 폐기물 데이터 관리 현황을 비교 분석하여 문제점을 파악하고 이를 토대로 스마트 폐기물 공공 플랫폼 구축의 필요성을 제시하고자 한다.

연구방법

- 평가 대상: 전국 8개 도시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 제주) 및 해외 사례(루비콘, 호주, 지니어스)를 선정하였다.
- 평가 기준: 법적 근거 및 해외 선진사례를 기반으로 하여 11가지의 평가 기준 항목을 설정하였으며, 배출량 대비 처리 비율의 경우 다음의 산출식을 통해 계산하였다.

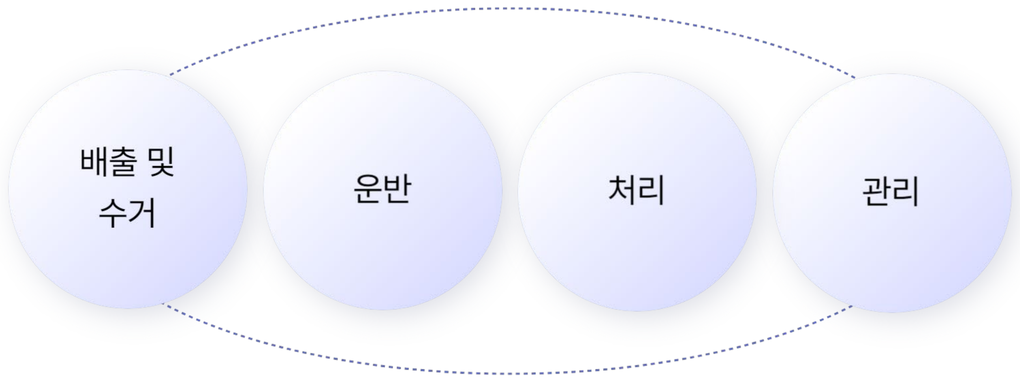
위탁처리[중간처분업체(소각시설+기타시설+건설폐기물중간처리업체)+최종처분업체] +
공공처리[공공소각시설+공공기타시설+공공매립시설] +
자가처리[자가소각시설+자가기타시설+자가재활용시설+자가매립시설] = 총 처리량(톤/년)
*총처리량(만톤/년) / 총배출량(만톤/년) * 100(%) = 배출량 대비 처리량(%)*

- 폐기물 관리의 전(全) 과정을 배출 및 수거, 운반, 처리, 관리의 4단계로 구분하여 각 항목에 대해 폐기물 데이터 관리 현황을 비교하였다.

연구내용

- 배출에서 처리까지 이르는 전(全) 단계뿐만 아니라 이러한 단계를 관리하는 측면에서도 비효율적인 과정을 IoT 기반의 시스템을 통해 개선하고, 전체적인 과정을 실시간으로 공유할 수 있는 공공 플랫폼 활성화를 통해 폐기물 전(全) 과정에서 경제성과 효율성을 도모하고 자원순환에 기여하는 것이 목표이다.
- 따라서 평가기준표를 통해 파악한 폐기물 데이터 관리 현황을 토대로 단계별 개선방안을 논의하고, 이를 통합적으로 관리하기 위한 스마트 폐기물 관리 SaaS (Software-as-a-service)형 플랫폼의 필요성을 제시한다.

구분		배출 및 수거			운반		처리			관리		
평가기준		폐기물 특성 분류 데이터	GPS 기반 배출 데이터	폐기물 신고 자동화	폐기물 이동 거리 데이터	배출 기준 위반 폐기물 식별	처리 방법별 처리량 데이터	배출량 대비 처리 비율 (%)	배출자 최종 사용자 매칭 시스템	데이터 항목 및 제공 통일성	IoT 활용 폐기물 관리 시스템	폐기물 데이터 실시간 관리
국내	서울	o	△	△	x	x	o	11.31	x	o	o	x
	부산	o	△	△	x	x	o	48.34	x	x	o	x
	대구	o	△	△	x	x	o	20.92	x	o	o	x
	인천	o	o	△	x	x	o	112.16	x	x	o	x
	광주	o	△	o	x	x	o	50.11	x	o	o	x
	대전	o	△	o	x	x	o	40.73	x	o	o	x
	울산	o	△	△	x	x	o	38.03	x	o	o	x
	제주	o	△	o	x	x	o	75.40	x	o	o	x
국외	루비콘	o	o	o	o	o	o	-	o	o	o	o
	호주	o	x	x	o	x	o	-	x	o	x	x
	지니어스	o	o	x	o	o	o	-	x	o	o	o



1. 배출 및 수거 - 배출 패턴 파악, 신고 시스템 자동화

- 불필요한 폐기물 배출 및 수거를 최소화하기 위해서는 GPS를 통해 수집한 위치정보와 폐기물 무게로 실시간 배출량을 파악해 시기별, 시간별, 장소별 배출 패턴을 분석해야 한다.
- 폐기물 배출에 관한 신고를 실시간으로 처리할 수 있어야 한다. 일례로 대형폐기물 배출 신고를 자동화할 경우, 배출자가 플랫폼을 통해 배출 신고를 하면 플랫폼에 신고사항이 자동으로 반영되고 이를 실시간으로 수거자가 확인함으로써 효율적인 수거 시스템을 구축할 수 있다.

2. 운반 - 효율적인 이동 경로 설정, 배출기준 위반 배출원 식별

- 폐기물 이동거리 데이터 등의 GPS 정보를 활용하여 효율적인 이동 경로를 설정함으로써, 경제적인 비용을 절감할 수 있으며 지속 가능한 발전에도 기여할 수 있다.
- 운반 차량에 폐기물 식별 기능을 탑재한다면, 배출기준을 위반한 폐기물을 수거 시에 제외하여 불법 폐기물 관리 인력과 불필요한 처리 비용을 줄일 수 있다.
- 배출 패턴과 부적합도를 분석해 폐기물 배출량이 과하거나 기준을 위반한 배출원에 조치를 취할 수 있으며, 분석된 자료를 바탕으로 폐기물 배출기준 준수 교육 대상자를 선정하여 올바른 배출을 유도할 수 있다.

3. 처리 – 폐기물 발생지 처리 원칙, 배출자 최종 사용자 매칭

- 2021년 기준 지역별 배출량 대비 처리량을 계산해본 결과, 서울은 11.31%에 이르는 반면, 인천은 외부에서 유입되는 폐기물로 인해 112.16%에 달하고 있는 실정이었다.
- 이러한 지역 간 불균형 문제는 스마트 폐기물 관리 공공 플랫폼 운영을 통해 배출량을 감축하고, 폐기물 특성에 알맞은 처리 방법을 적용해 매립량 및 소각량을 감소시킴으로써 해결할 수 있다.
- 이를 통해 폐기물이 지역 외부로 이동하여 발생하는 사회적 비용과 지역 갈등을 막기 위한 폐기물 발생지 처리 원칙을 전국적으로 정착시킬 수 있으며, 나아가 각 배출원의 폐기물 배출 책임 의식 고취와 지역 균형 발전을 이룰 수 있다.
- 또한 폐기물 특성에 따른 코드를 이용해 배출자와 특정 폐기물에 대한 수요가 있는 사업체를 매칭시킴으로써 자원회수율도 높일 수 있다.

4. 관리 – 스마트 폐기물 관리 SaaS형 공공 플랫폼

- 현재 지자체별로 제공하는 데이터는 여러 플랫폼에 분산되어 있고, 그 범위가 상이하며, 동일한 범위 내에서도 제공하는 항목이 달라 데이터 이용이 어렵다는 문제점이 있다.
- 따라서 서울특별시의 경우 서울 열린데이터 광장에서 구별 데이터를 통합하여 동일한 항목에 대해 데이터를 발행하고 있듯, 지자체별로 제공하는 폐기물 데이터를 취합 및 통일하여 제공할 필요성이 있다.
- 또한 기존에는 폐기물 업체의 수거 단계를 끝으로 이후 정보는 단절되어 정확한 배출량과 재활용량을 파악할 수 없으며 현시점의 폐기물 동향을 파악하기에 어려움이 있었다.
- 배출량 빅데이터 분석 및 실시간 관리를 위한 IoT 시스템이 마련된다면, 배출량이 시스템에 실시간으로 전송되어 폐기물 흐름을 정확히 파악할 수 있으며 수집된 데이터는 배출량 패턴 분석에 활용될 수 있다.
- 나아가 폐기물 관리가 용이해지고 추후 각 지역에 적합한 폐기물 관리 시스템을 구축하는데 기초자료로 활용할 수 있으며, 실시간 데이터 관리를 통해 처리 과정을 투명하게 나타내어 불법 폐기물 투기 및 매립 문제 해결에도 기여할 수 있다.

결론

- 본 연구는 스마트 폐기물 관리의 선진 사례를 토대로 자체 수립한 평가기준표를 통해 국내 8개 시도의 폐기물 데이터 관리 현황을 분석함으로써 스마트 폐기물 관리 SaaS형 공공 플랫폼 구축의 필요성과 구체적인 방향을 제안했으며, 폐기물 자체 처리 비율 현황을 직접 파악함으로써 발생지 처리 원칙의 필요성을 재확인하였다.
- 그러나 본 연구는 전국 8개의 지자체만 선별 조사했다는 점과 지자체별 폐기물 처리능력, 민관협력을 통해 폐기물 처리가 이루어지는 실무를 고려하지 않았다는 점에서 한계가 존재한다.
- 따라서 지자체의 지리·사회·환경적 특성을 고려한 지역별 후속 연구가 필요하다. 또한, 재활용 장비 업체인 TOMRA의 광학 기반 폐기물 분류 기술처럼 사전에 폐기물 분류 적합성을 검사하는 방법에 대한 연구를 통해 기술적 측면에서의 보완이 필요하다.