

# 서울시 내 AIoT 기반 다회용기 인프라 구축 연구; 온실가스 감축 효과 분석을 중심으로

박세원\*, 강신영\*, 기동원\*\*  
서울연구원 지속가능본부 도시환경연구실  
e-mail:parksw@si.re.kr

## A Study on Establishment of AIoT Based Infrastructure for Utilizing Multi-use Containers in Seoul; Focusing on the Analysis of GHGs Reduction Effects

Se Won Park\*, Shin Young Kang\*, Dongwon Ki\*\*

\*Division of Urban Environment, Office of Sustainability Research, Seoul Institute

\*\*Division of Climate Change, Office of Sustainability Research, Seoul Institute

### 요약

2020년 COVID-19의 발병 등으로 인한 비대면 생활로의 전환은 우리나라 국민의 외식문화 형태를 크게 바꾸어 놓고 있다. 이로 인해 배달 시장은 꾸준히 커지고 있고 이로 인한 배달쓰레기 문제 또한 급증하고 있다. 서울시는 이러한 문제 해결을 위해 '제로웨이스트 서울' 프로젝트의 일환으로 다회용기 및 다회용컵 확대를 통한 일회용 쓰레기의 감축을 목표로 하고 있다.

일회용기를 활용한 배달과는 다르게 다회용기는 배달 소비자의 음식 섭취 후 반납에 대한 불편함이 필연적으로 동반되기 때문에 현재 대부분의 배달 다회용기 인프라는 흔히 말하는 '문전수거' 형태로 운영되고 있다. 하지만, 문전수거 방식은 건별 회수로 인해 자칫 경제적·환경적으로 부정적인 결과를 낼 수 있다는 위험성을 가지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자 일부 자치구에 '거점수거' 형태의 다회용기 인프라를 구축하여 시범운영해 보았으며, 특히 미반납 등의 이슈 해결을 위한 기술로 AIoT(Artificial Intelligence of Things)를 접목하였다.

4개월 간의 다회용기 인프라 운영 결과, 총 1,634건의 다회용기 배달서비스 이용 건수를 기록했으며, 온실가스 측면에서 883kgCO<sub>2</sub>eq의 감축 효과를 보였는데, 이는 기존 일회용기 사용 대비 약 88%의 감축 효과와 동일한 효과를 나타내었다. 다만, 문전 수거를 가정함에도 약 842kgCO<sub>2</sub>eq의 감축 효과를 보임으로써, 일회용기를 대체함으로써 생기는 온실가스 감축 효과가 회수에 비하여 지배적임을 확인하였다.

## 1. 서론

최근 배달서비스의 확대는 주요 고객인 1인 가구의 급증, COVID-19 등의 감염병 발생 빈도 증가 등 다양한 이유로 인해 불가피하게 생기는 현상이라 할 수 있다. 특히, COVID-19 이전에는 소비자들의 음식 소비 중 9%가 음식 배달인데 비해, 안정기 이후에는 21%로 급증한 상황이다.

이렇게 급증하는 배달서비스로 인해 배달 쓰레기는 대부분 폐비닐 및 폐플라스틱 등 환경적으로 큰 영향을 끼치는 걸로 알려져 있는데, 이러한 일회용품은 2인 기준으로 사용되는 평균 9.7개로 어마어마한 양이 사용되고 있었다.

이러한 상황에서 서울시는 '제로웨이스트 서울' 프로젝트의 일환으로 '배달업계 1회용 플라스틱 제로' 사업을 추진 중이며, 이미 5개 자치구에서 다회용기 인프라가 현재 운영중에 있다. 다만, 배달서비스 특성상 소비자의 편의성이 우선 고려되어야 하기 때문에 시중 다회용기 인프라는 모두 '문전수거'

형태로 운영되고 있다.

하지만, 문전수거의 경우에는 1건 1회수 형태이기 때문에 회수로 인한 온실가스 배출과 추가적인 인건비 등이 발생하기 때문에 오히려 부정적일 수 있다는 의견이 존재하기도 한다. 이와 상충되는 개념의 '거점수거'의 경우에는 소비자의 자발적인 참여가 기반이 되고 동시에 불편함이 동반되고, 이로 인한 다회용기의 반납을 저하 및 손실이 발생함에 따라 현실적인 제한이 많은 형태이다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자 거점수거 형태의 인프라에 양방향 통신을 통한 실시간 모니터링, QR 코드를 통한 추적 등의 AIoT 기술들을 접목한 거점수거 방식의 다회용기 인프라를 구축하였으며, 약 4개월간 시범운영해보았다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 다회용기 인프라 구축

### 2.1.1 표준 다회용기의 제작

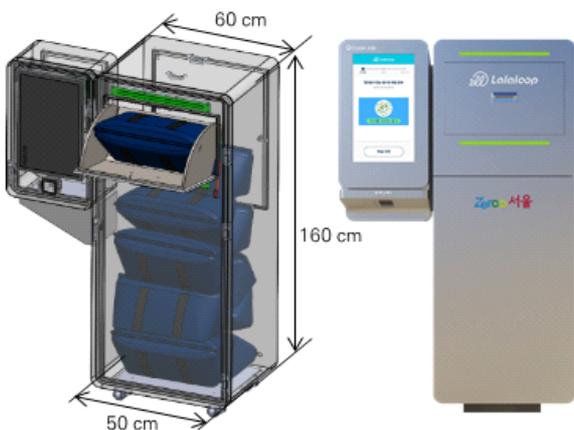
다회용기 인프라 구축을 위한 표준 다회용기는 실제로 음식점에 판매되고 있는 일회용품을 전수조사하여 데이터베이스를 구축하고 범용성이 확보되는 용량을 선정하여 우선 제작하였다. 그 결과, 총 7종의 다회용기가 제작되었으며, 재질은 소비자 선호도 조사 결과, 위생성 및 심미성 등을 고려하여 스테인리스스틸(SS)로 제작하였다([그림 1] 참조). 특히 재사용성을 고려하여 다회용기 전용가방 또한 제작하여 활용하였다.



[그림 1] 표준 다회용기 스펙

### 2.1.2 다회용기 반납장치 개발

앞서 언급한 바와 같이 ‘거점수거’ 형태의 다회용기 인프라 구축을 위해 가장 중요한 다회용기 반납 장치는 AIoT 기술이 결합된 형태로 개발되었으며, 주요 기술은 다회용기 반납 현황 및 추적 등 실시간 모니터링, 양방향 인터넷 통신 및 QR 리더기 장착 등이 있었다([그림 2] 참조).

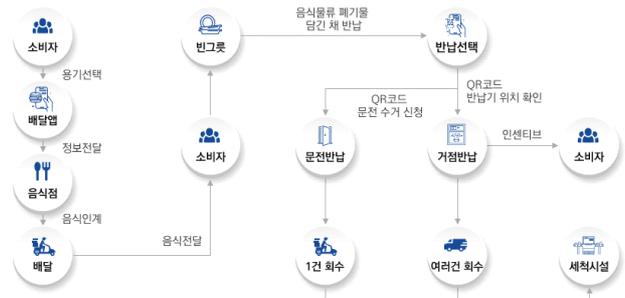


[그림 2] 서울시 다회용기 반납장치 사진

### 2.1.3 다회용기 인프라 구축 및 운영

시범 운영의 실효성을 높이기 위해서 우리나라 주요 배달 앱 3사를 포함한 4개 앱사와의 업무 협약 등을 통해 다회용기

서비스를 개시하였으며, 현실적으로 거점 반납 장치를 서울 전역에 설치하여 운영하기에는 시간과 예산 등의 한계가 있어 기존 문전수거 방식을 추가하여 공동 운영하였다. 다만, 불편함을 감수하여 거점 반납을 선택하는 소비자에게는 소정의 현금 인센티브를 제공하는 방식으로 운영체계를 구축하였으며, 회수된 다회용기는 전문 세척 업체로 이동되어 세척 후 다시 음식점에 제공되었다([그림3] 참조).



[그림 3] 다회용기 운영 체계

## 2.2 온실가스 배출량 산정 방법

온실가스 배출량 산정은 ‘한국환경산업기술원’에서 제공하는 「탄소성적표지 배출계수」에 명시되어있는 배출계수를 활용하여 계산하였다. 이외에도 다양한 가정 등을 통해 배출량 산정을 실시하였다([표 1] 참조).

[표 1] 온실가스 배출계수 예시

단계	세부구분	배출계수(kgCO <sub>2</sub> eq/kg)
생산	PP	1.472
	SS	3.188
수거	오토바이	0.109 kgCO <sub>2</sub> eq/km
처리	세척	물사용 0.996 gCO <sub>2</sub> eq/L
	소각	3.413
	재활용	0.0038
	매립	0.005094

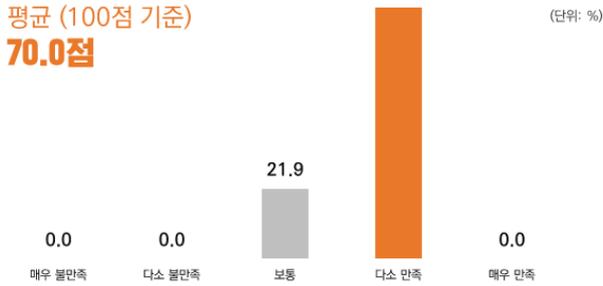
## 3. 연구 결과

### 3.1 다회용기 인프라 운영 결과

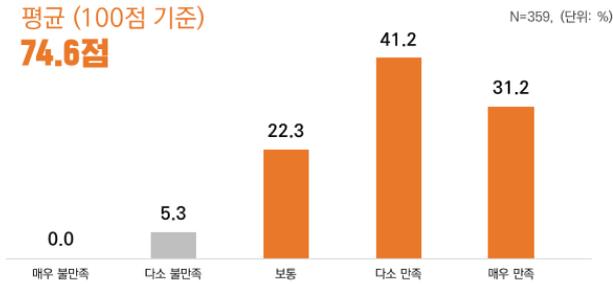
실제로 다회용기 이용 건수는 2022년 11월 15일 오픈부터 시범운영 종료일인 2023년 3월 21일, 4개월간 총 1,634건을 기록했다. 특히, 거점수거 주문 유효거리인 반납장치 인근 200m 이내의 다회용기 주문 통계를 분석한 결과, 거점수거가 60%, 문전수거가 40%를 차지하였다.

특히, 다회용기 사용에 따른 소비자 및 음식점의 만족도는 설문조사 결과 모두 70점을 넘어 사용 만족도는 준수하게 결과를 보였다([그림 4] 참조).

다회용기 서비스 음식점 만족도



다회용기 서비스 소비자 만족도



[그림 4] 다회용기 인프라 만족도 (시민/음식점)

3.2 온실가스 배출

전과정(Life cycle)에 따른 다회용기 이용 단계는 생산, 배송, 사용, 수거, 처리 및 세척 등이 있으며, 이 중 온실가스가 배출될 수 있는 단계는 생산, 수거, 처리 및 세척이다. 앞서 제시된 온실가스 배출계수를 활용하여 산정해 본 결과, 본 사업을 통해 감축된 배출량은 거점수거의 경우 883,997gCO<sub>2</sub>eq, 문전수거를 가정했을 경우는 842,298gCO<sub>2</sub>eq로 큰 차이는 없었다. 다만, 전반적으로 일회용기를 사용하는데 비해 높은 감축율을 보였다([표 2] 참조).

[표 1] 온실가스 배출량 산정 결과

구분	총배출량 (gCO <sub>2</sub> eq)	감축량 (gCO <sub>2</sub> eq)	감축율 (%)
일회용기	994,936	-	-
다회용기(거점)	110,939	883,997	88.8
다회용기(문전)	152,638	842,298	84.7

4. 결론

본 연구에서는 다회용기 인프라를 실제 구축하여 운영해보고, 실제 일회용기를 대체했을 때 얼마만큼의 온실가스 감축 효과가 있는지와 소비자 및 음식점의 행태 등을 분석하여 향후 다회용기 인프라 구축의 가능성을 검토하였다.

전반적으로 소비자와 음식점 모두 다회용기 활용의 필요성에는 긍정적으로 생각하고 있었으나, 여전히 다회용기 위생 등에 대한 불신은 홍보 등 별도의 활동을 통해 해결해야하는

문제로 남아있었다.

온실가스의 경우에는 명확하게 일회용기를 대체할 경우, 그 감축 효과가 뛰어나다는 것을 확인할 수 있었다. 물론 본 연구에서 활용된 다회용기는 스테인리스 스틸 재질로 생산 단계에서 발생하는 온실가스 배출량이 상당히 높은 점을 고려한다면, 향후 플라스틱 등의 대체 재질로 다회용기를 제작한다면 그 감축 효과는 훨씬 클 것으로 기대할 수 있다. 인프라 형태에 따른 비교를 해보면, 큰 차이가 없는 것처럼 보이거나 거점수거의 경우에는 규모의 경제로 인프라가 넓은 범위에 구축 될 수록 그 효과는 클 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 한국환경산업기술원, “탄소성적표지 배출계수”, 2022년
- [2] 환경부, “배달용기 감량을 위한 표준화 및 개선방안 연구”, 2021년
- [3] CIRAIG, “Life cycle assessment of reusable and single-use coffee cups”, 2020년