

## 주거환경 내 공간별 미세플라스틱 검출

### Detection of microplastics in each space within the residential environment

○조 호 현\*      최 용 준\*      김 수 민\*\*  
Jo, Ho Hyeon      Choi, Yongjun      Kim, Sumin

#### Abstract

Interest in microplastics has surged as studies reveal that individuals unwittingly ingest an alarming amount of these particle equivalent to a credit card's worth per week during their daily routines. To shed light on this issue, sampling was conducted within residential spaces to ascertain the types and size distributions of ingested plastics. Results indicated that natural ventilation mechanisms facilitated the entry of external microplastics into indoor environments, with variations observed depending on the frequency of ventilation. This underscores the intricate impact of ventilation on indoor environments.

키워드 : 미세플라스틱, 주거공간, 실내공기질, 환기

Keywords : Microplastics, Residential space, Indoor air quality, Ventilation

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 목적

항사, 미세먼지로 인해 사람들의 호흡기 질환 위험성에 대한 인식이 증가되었다. 이러한 인식 증가는 입자상 오염물질의 유해성에 대한 관심을 끌어올렸다. 입자상 오염물질은 대기 중과 실내에 모두 존재하며, 현재 환경부에서 규제하고 있는 공기 중 입자상 오염물질은 미세먼지, 초미세먼지, 석면에서 그친다. 그러나 환경부에서 규제하고 있는 입자상 물질 이외에도 최근 미세플라스틱과 관련된 연구가 진행되고 있다. 국외에서는 외부 환경에서의 미세플라스틱 검출뿐만 아니라 실내 환경에서의 미세플라스틱 검출에 대한 연구가 수행되고 있다 (Fang, 2024). 이에 맞춰 국내에서도 관련 수행되기 시작했다. 그러나, 현재 미세플라스틱 관련 연구는 수질, 토양, 대기질 등 외부 환경 수준에 머물러 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 실제 주거 공간과 대기 중에서 검출되는 미세플라스틱의 종류 및 분포 비율에 대해 확인하고자 한다.

#### 2. 입자상 물질 포집

##### 2.1 물질 포집 방법

실내 공간에 존재하는 입자상 물질을 포집하는 방법은 ISO 24187에 따르면 크게 2가지로 분류된다 (ISO, 2023). 방법에 따라 능동적 방법과 수동적 방법으로 나뉘며, 능동적 방법은 인위적인 흡입을 통한 공기 중 입자 포집 방법이다. 해당 방법은 대기 중 입자 및 미세먼지 표본 수집에 적용되는 방법으로 일정한 유량으로 공기 중 입자를 흡입하여 필터 내에 포집하는 방법이다. 이와 달리, 수동적 표본은 초순수로 세척된 페트리 접시 위에 입자상 물질이 자유 낙진 되는 방법으로 수행된다. 해당 방법은 오로지 자유 낙진이라는 원리를 기반으로 하여 포집에 오랜 시간이 소요된다는 한계성이 있다.

이에 본 연구에서 사람의 호기량과 관련된 ISO 2679를 참조하여 low pressure flow인 2.5 L/min의 유량으로 Sibata 社の air sampler 장비를 활용하여 약 2주간 외기와 주거공간 내 2곳(거실, 침실)에서 표본 채취가 수행되었다 (ISO, 1995). 표본 수집은 환경부에서 고시한 사람의 호흡역인 1.2 m 높이에서 플라스틱의 영향을 최소화하기 위해 유리섬유 필터 위에 입자가 샘플링되었다 (환경부, 실내공기질공정시험기준). 표본 채취 작업을 통해 다량의 입자상 물질이 포집되었다. 이를 통해, 재실자가 호흡을 통해 많은 공기 중 오염물질을 섭취한다는 사실을 알 수 있다.

\* 연세대 대학원 박사과정

\*\* 연세대 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University, kimsumin@yonsei.ac.kr)

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음. 과제번호:RS-2022-00144050

## 2.2 미세플라스틱 검출 과정

실내에서 샘플링된 시료는 유기물과 무기물이 같이 포집되어 있다. 해당 샘플에 대해 분석하기 전에 전처리 과정이 필요하다. 전처리 작업 후, 정성 및 정량적인 분석을 진행하게 되며, 상세한 분석 과정은 그림1과 같다. 본 연구에서  $\mu$ FT-IR 장비(iN10 MX, Thermo Fisher Scientific)를 활용하여 정성 및 정량에 대한 분석이 모두 수행되었다. 해당 장비는 현미경이 탑재되어 이미지상의 결과와 정량적 결과를 모두 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다.

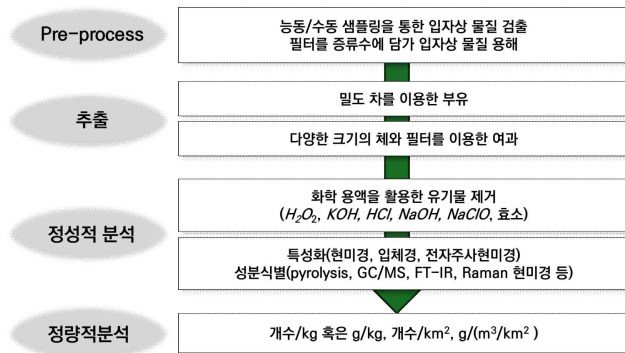


그림 1 미세플라스틱 검출 프로세스

## 3. 연구 결과

### 3.1 정성적 평가

전처리 과정 이후,  $\mu$ FT-IR 장비 기반으로 포집된 미세플라스틱의 종류 및 형태가 확인되었으며 그 결과는 그림 2와 같다. 외기에서 검출된 플라스틱은 PE, PS, PTFE, Polyacryl, Polyester, PU였으며, 문헌에 따르면 대중교통 및 제품생산 및 쓰레기 소각과정에 의해 주로 발생하는 것으로 확인되었다. 주거공간 중, 침실의 경우 별도의 자연환기가 이루어지지 않았고 PP만이 검출되었다. 이에 거실에 대해 집중적으로 분석이 수행되었다. 거실도 외기와 동일한 성분 (PE, PS, PTFE, Polyacryl, Polyester, PU)과 더불어 PP, PS, PVA, PVC의 플라스틱 성분이 검출되었다. 해당 성분들은 일회용품, 생활용품, 전자재에서 주로 검출되는 성분이다.

### 3.2 정량적 평가

앞서 도출된 정성적 평가와 더불어, 성분 외에도 크기에 따른 미세플라스틱 분포가 확인되었다. 실외에서 검출된 플라스틱 성분의 크기 범위는 45~100  $\mu$ m 크기에서 전체의 50%를 차지하는 것으로 확인되었다. 그다음으로는 크기 범위 100~300  $\mu$ m가 전체의 25%를 차지하였다. 이와 유사하게 실내는 실외와 마찬가지로 45~100  $\mu$ m에서 전체 검출량의 60% 이상 차지하는 것으로 확인되었다. 이자 크기 100  $\mu$ m는 사람 머리카락 두께로 이보다 작은 입자들은 육안으로 확인이 어렵다는 특징을 가지고 있다.

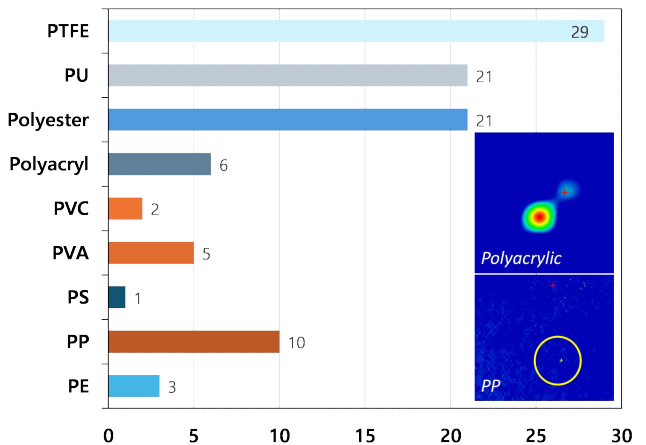
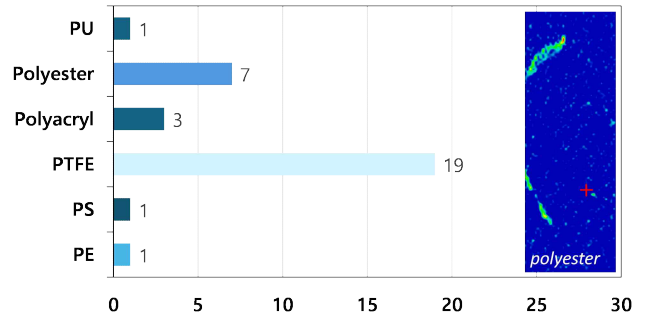


그림 2 환경에서 검출된 미세플라스틱의 종류 및 개수 (위: 실외, 아래: 실내)

## 4. 결론

일련의 실험을 통해 주거공간에서 미세플라스틱이 검출되었다. 주거환경 내에서도 거실은 타 공간에 비해 베란다와 연결되는 큰 창호가 있다. 해당 창호를 통해 자연환기가 수행되었고, 자연환기로 인해 대기 중의 미세플라스틱이 유입된 것으로 보인다. 대기에서의 유입 이외에도 실내에서 재실자의 활동에 기인하여 발생한 미세플라스틱이 확인되었다. 따라서, 외부의 미세플라스틱 유입을 저감하고 더 나아가 실내 미세플라스틱 발생을 저감하기 위한 방안 관련 연구 수행의 필요성을 확인할 수 있었다.

### 참고문헌

1. Fang, C., Awoyemi, O. S., Saianand, G., Xu, L., Niu, J., Naidu, R., (2024). Characterising microplastics in indoor air: Insights from Raman imaging analysis of air filter samples, *Journal of Hazardous Materials*, 464, 132969.
2. ISO 24187:2023, Principles for the analysis of microplastics present in the environment
3. ISO 6879:1995, Air quality — Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods
4. 환경부, (2024). 실내공기질 공정시험기준