

환경 및 응용기상 분과 [P-220]

K-means 군집분류를 활용한 어린이집 실내공기질 변동 요인 규명

강나연, 최우석

세종대학교 인공지능데이터사이언스학과

어린이집과 같은 영유아 보육시설은 아이들이 하루 중 대부분의 시간을 보내는 생활 공간으로, 건강 보호를 위해 실내공기질 관리가 매우 중요하다. 영유아는 성인보다 호흡량이 많고 면역 체계가 미숙하여 미세먼지(PM), 휘발성유기화합물(VOCs), 포름알데히드(Formaldehyde) 등 실내 오염물질에 더 취약하다. 이에 본 연구는 어린이집의 실내공기질 변동 요인을 다각도로 규명하고자 2022년 3월부터 6월까지 서울 소재 어린이집 10개소, 29개 반을 대상으로 수행되었다. 실내외 10개 항목(PM1.0, PM2.5, PM10, VOCs, Formaldehyde 등), 환기 로그, 공기청정기 전력 사용량, 교실 환경 특성(용적, 창문 면적, 인원 등) 데이터들을 수집하였으며, K-means 군집분석을 통해 교실의 공기질 패턴을 3가지 유형으로 분류하고, 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)으로 주요 변동 인자를 규명하였다. 군집 1은 전반적인 대기질 지표가 양호한 상태를 나타냈으며, 군집 2는 입자상 물질(PM1.0, PM2.5, PM10)의 농도가 뚜렷하게 높아 미세먼지 오염이 두드러졌다. 군집 3은 VOCs와 Formaldehyde 농도가 다른 군집 대비 현저히 높아, 실내 자재나 활동에서 발생하는 화학적 오염원이 주요 특성이며 이로 인한 악취 문제와도 밀접히 관련된 상태로 구분되었다. 앞서 제시한 세 가지 군집을 바탕으로, 세 가지 측면에서 어린이집 실내공기질에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하였다. 첫째, 환기와 공기청정기의 영향을 살펴본 결과, 공기청정기 가동은 미세먼지 및 VOCs 농도를 안정적으로 낮추는 효과가 있었으며, 환기 직후에는 VOCs, Formaldehyde, CO₂가 감소하는 반면 외부 유입으로 인해 미세먼지가 일시적으로 증가하였다. 둘째, 교실 간 비교에서는 공간 밀도, 환기창 면적과 같은 환경 요인이 군집 분포의 차이를 설명하는 핵심 요인으로 확인되었다. 셋째, 시간대별 군집 변화를 추적한 결과, 미세먼지 군집은 창문 개방 여부에 크게 영향을 받았고, VOCs 및 Formaldehyde는 활동량(소음, CO₂ 상승)과 온도 상승, 혹은 청소 활동 시 빈도가 높아졌다. 결론적으로, 입자상 오염과 화학적 오염은 그 발생원과 저감 방식이 다르고, 환경 및 시간대별로 서로 다른 패턴을 보였다. 따라서 일률적인 관리보다는 교실별 특성과 시간대별 변동성을 고려한 맞춤형 관리 전략이 필요하다. 본 연구는 어린이집 관리자에게 실내 오염 원인을 구체적으로 파악하고, 환기 및 청정기 운용 전략을 최적화하는 데 기초 자료를 제공한다.

Keywords: 어린이집, 실내공기질, K-means, 주성분 분석, 군집분석