

## PA14) 전북 군산지역의 집 먼지 내 유기인계 난연제 모니터링 및 인체 노출 평가

권혜련·오혜지<sup>1)</sup>·장광현<sup>1)</sup>·유선재·김중구·김준우<sup>2)</sup>

군산대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>경희대학교 환경학 및 환경공학과, <sup>2)</sup>전북지방환경청

### 1. 서론

유기인계 난연제(Organophosphate Flame retardants : OPFRs)는 플라스틱, 건축자재, 전기·전자제품의 첨가제로 쓰인다. 주로 사용되던 브롬화계 난연제가 RoHS, WEEE 등에 의해 사용이 규제되면서 대체제로 OPFRs의 수요가 증가되었다. 하지만 최근 여러 연구결과들에 의하면 OPFRs가 발암 및 신경독성을 일으킬 가능성이 보고되었다.

집 먼지는 실내 오염과 인체 노출 위험을 측정하는 지표로 자주 사용되어 왔다. 난연제는 제품에서 마모 또는 풍화와 같은 물리적 과정을 통해 먼지에 흡착된다. 그 결과, 먼지에 흡착된 OPFRs를 흡입 및 섭취함으로써 인체노출이 발생되고 영향이 나타날 수 있다.

본 연구에서는 군산지역의 집 먼지 시료를 이용하여 OPFRs에 의한 실내오염 모니터링과 집 먼지를 통한 인체 노출을 평가하고자 하였다.

### 2. 자료 및 방법

본 연구는 2019년 4월~5월간 전북 군산지역에서 총 24개의 집 먼지 시료를 채취했다. 우선, 채집된 시료는 500  $\mu$ m 체로 거른 후 유리병에 시료 0.1 g과 TnBP-d27를 첨가하여 Hexane/Acetone (3:1) 2.5 ml로 초음파 추출하였다. 추출액은 원심분리기를 이용하여 상등액을 분리한 후 유리병에 옮긴 다음에(3회 반복) 질소농축기로 완전 농축한 후 0.5 ml Hexane을 첨가했다. 추출액은 플로리실 카트리지를 사용 전에 세척한 후 시료를 첨가하여 10 ml EtAc로 추출·정제하였다. 정제 시료는 완전 농축하여 toluene 1 ml로 재용해하였다. 분석 전 TPhP-d15 첨가하여 가스크로마토그래피-텐덤질량분석기(GC-MS/MS)로 정량하였다. OPFRs는 7종류를 측정대상으로 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

군산에서 채취한 집 먼지 시료 농도는 ng/g~ $\mu$ g/L로 검출되었으며 각 항목의 검출빈도는 TnBP, TCPP, TPP, TEHP는 75~100%이었고 TCEP, TDCP는 8~17%로 나타났다. TPrP는 모든 시료에서 불검출이었다. OPFRs 중에서 TPhP, TEHP, TCPP는 모든 시료에서 발견되어, 이 물질들은 사용량 많고 내·외부적으로 흡착된 먼지가 실내로 유입되었다고 판단된다.

$\Sigma$ OPFRs는 0.89~34.7  $\mu$ g/g 범위로 검출되었는데, 타 국가와 농도 비교 시 필리핀에 비해 높은 농도였고, 미국과 비교하면 농도가 비슷하거나 낮았다. 이는 전자제품 및 카펫트 등의 난연제 제품을 많이 사용하는 나라에서 높다고 판단된다. 군산에서 집 먼지 섭취를 통한 OPFR의 일일 예상 섭취(EDI)는 보고된 기준치(RfD) 보다 낮았다. 하지만 유아의 경우 성인에 비해 집에서 생활시간이 많고 입을 통해 섭취하는 경우가 높기 때문에 장기간 노출 시 영향을 줄 수 있다. 이에 실내오염에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 4. 참고문헌

- Christina, C., Giulia, P., Athanasios, B., Constantini, S., Covaci, A., 2011, Legacy and emerging organophosphorus flame retardants in car dust from Greece: Implications for human exposure, Chemosphere, 196, 231-239.
- Tamer, S., Glenys, M., Yasmeen, H., Sedef, T., Melis, Y., Cafer, T., Perihan, B., Liisa, J., 2019, Organophosphate esters in house dust: A comparative study between Canada, Turkey and Egypt., science of The Total Environment, 650(1), 193-201.