

(특집) 새집 증후군 대책의 최신 동향 실내 공기환경 대책으로서의 측정, 현상과 문제점

전문연구위원 황선일

1. 실내 환경문제와 대책의 경위

- 일본에서 실내의 공기질(空氣質)이 주목된 것은 1990년 이전에도 있었지만 빌딩관리법(건축물 위생관리 기준)이 기능하고 있기 때문에 유럽이나 미국과 같이 1970년대의 석유 쇼크에 의한 에너지 절약을 위하여 환기를 잘 하지 않는 것에 의해 일어나는 새건물 증후군(sick building syndrom)의 문제는 현저하지 않았다.
- 실내 공기질이 비교적 주목되게 된 것은 1990년 이후이며, 특히 1994년 이후에는 일반인에게도 폭넓게 인식되게 되면서 문제의 발굴, 현황 파악, 조사 연구를 거쳐 급일에는 측정을 포함한 대책을 강구하는 단계에 이르고 있다.
- 후생노동성은 1997년부터 2003년까지 주거환경의 실태조사를 실시하고, 새집 증후군(sick hous syndrom) 대책의 가이드라인을 작성하였다.
 - 휘발성 유기화합물(VOC : volatile organic compounds)의 지침치(指針値)에 대해서는 포름알데히드, 톨루엔, 크실렌 등 13종의 화학물질에 대해 설정하고 측정방법도 제시하였으며, 빌딩관리법에서는 포름알데히드의 지침치가 기준치로서 측정을 의무화하였다.
- 국토교통성은 건축물을 관할하는 부처로서 관계업체로 구성된 「건강주택연구회」를 조직하여 공동연구로서 실태조사와 건축자재 대책을 강구하고 있으며, 대책의 실시법이나 주거환경의 특정조건 등을 설정하는 것과 함께 개정 건축기준법에 공기질의 항목을 삽입하였다.

- 경제산업성에서는 공업 생산되는 건축자재의 규격을 실내 환경개선에 대응할 수 있도록 개정하고 JIS의 측정평가법을 정비하였다.
- 일본에서는 새집 증후군의 예방 대책으로서 다양한 법규에 의해 규제 조치를 취하고 있다.
- 건축기준법에서의 대책은 주택용으로는 방개미제인 클로르피리포스(chlorpyrifos)의 사용금지, 포름알데히드를 발생하는 건축자재의 사용 제한, 기계환기의 도입 의무화 등이 있으며, 빌딩관리법에서는 포름알데히드의 규제, 학교환경위생기준에서는 포름알데히드, 톨루엔, 크실렌, 파라디클로로벤젠의 규제 및 건축자재에 대해서는 JIS 챔버 시험 방법에 의한 측정기준의 설정과 제품의 등급표시(포름알데히드 방출량 수준에 의해 3등급으로 구분) 등이 있다.

2. 측정 대상물질과 측정방법

- 실내 환경에서 측정 대상으로 되는 오염물질로는 VOC뿐 아니라 CO₂, CO, NO₂, SO₂, 입자상 물질 등이 포함된다.
- VOC는 비점 50~100℃부터 250℃ 전후의 물질로 건축자재, 접착제, 화학제품이나 가구 등에서 방출되는 것으로, 실내 환경에서 검출된 화학물질의 종류가 250종이 넘고 있다.
- 특히, 포름알데히드는 저비점인 -21℃의 물질로서 서방성(徐放性)이면서 자극성, 발암성, 알레르기성 등의 유해성이기 때문에 특별히 취급되어 포집재료나 정량방법도 VOC와는 다르다.
- VOC는 개개의 성분뿐 아니라 총농도(TVOC)로도 취급되며, 증기압이 낮은 SVOC는 극저(極低) 농도이며 대량 통기(通氣)와 농축 분석으로 수행한다.
 - SVOC에는 벽지의 가소제인 프탈산에스테르, 방진드기제, 방개미제의 유기 인화합물이 포함된다.
- 실내 환경측정의 목적은 생활환경으로서의 노출 수준을 파악하는 것과

시공된 건축물을 평가하는 것이다.

- 전자는 거주 후에 들어 놓은 가구나 화학품(방충제, 소취제 등) 및 주거양식(환기 빈도, 출입 빈도) 및 기상 조건의 영향을 받는다.
- 후자는 건축자재 중의 VOC 방출속도와 사용면적 및 환기 회수에 의해 결정되지만 목적에 적합한 측정이 필요하다.

□ 실내 환경의 측정방법은 농도 측정법과 정량법으로 크게 구분된다.

- 농도 측정법은 샘플을 포집하여 사람이 실험분석하는 수분석법과 농도계로 측정하는 분석법으로 구분된다.
- 정량법은 현장에서 직접 측정치를 얻어내는 현장측정법과 샘플을 채취하여 기기분석을 하는 정밀법이 있다.
 - 현장 측정법은 현장에서 즉시로 대응하기 때문에 정밀측정의 스크리닝 테스트로서 유용하며, 검지관(檢知管)이나 농도계등의 간이법은 대표적인 현장 측정법이지만 금일에는 휴대용 정밀분석기기도 실용화되고 있다.
 - 정밀법은 가열탈착법과 용매추출방법으로 구분된다.
 - 가열탈착법은 포집한 전량을 1회 분석에 사용하는 것으로 저농도의 VOC 또는 소량(1ℓ)의 공기로 정량이 가능하며, 용매를 사용하지 않는 것이 장점이다.
 - 용매추출방법은 이황화탄소 용매로 탈착하기 때문에 특별히 고가의 장비가 필요없지만 1회의 분석에 전체 채취량의 1/500~1/1,000 정도 밖에 도입할 수 없기 때문에 시료 공기량을 많이 채취해야 한다(수백 ℓ).

3. 샘플링

□ 측정은 샘플링(sampling)과 정량분석의 프로세스로 된다.

- 샘플링은 실내 환경측정에 있어서 포집조작의 의미로 이용되지만 통계적인 의미로도 중요하며, 샘플링 방법에는 액티브 방법(펌프 흡인)

과 패시브 방법(확산 sampler)이 있다.

- 오염물질의 포집에는 일반적으로 고체 흡착법, 액체 흡수법, 직접 용기 포집법이 이용된다.
 - 포름알데히드 및 카보닐 화합물은 흡착하는 포집제와의 화학반응을 이용하는 것에 대해 VOC는 활성탄이나 다공성 폴리머 입자에의 물리적 흡착을 이용한다.
 - VOC 및 포름알데히드류의 포집에는 펌프 흡인과 패시브 법의 양 방법이 이용되며, 그것의 탈착법과 정량법도 공통적이지만 SVOC는 펌프 흡인 방법으로 해야 한다.
- 실내 환경측정에 있어서 측정대상 공간을 전부 측정하는 것은 불가능하기 때문에 일부의 공기를 채취하여 전체를 대표하는 것이지만, 실내 공간별로 사용한 건축자재나 환기조건이 다르면 평균 농도도 다를 가능성이 있으므로 각각을 측정해야 한다.
- 측정조건은 국가별로 다양하지만, 일반적으로 샘플링 위치는 실내 공간별로 중앙 부분의 바닥에서 60~120cm 정도 위의 곳을 지정하고 있다.
- 일본에서는 국토교통성이 제시한 샘플링 조건에 근거하여 30분간 환기하고, 폐쇄 후 5시간 이상 방치한 다음에 30분간 측정(오후2~3시가 특정 시간의 중앙이 되도록 하여 시작 및 종료 시간을 설정)하는 것이 많지만, ISO 16000-1의 샘플링 조건은 8시간 이상이다.

4. JIS의 대응

- 일본에서는 실내 환경의 VOC나 포름알데히드 등에 관계되는 규격은 JIS A(건축관계)에 체계화를 목표로 하여 ISO 16000에 대응하여 원안을 작성 중에 있다.
- 세계무역기구(WTO)의 조약에 따르면 ISO와 JIS가 일치하는 것이 바람직하지만 각국의 기후조건이나 사회적, 기술적 기반이 다르기 때문에 완전히 일치하는 것이 곤란한 부분이 있다.

- 일본에서는 「건축자재로부터의 VOC 등 방출량의 평가방법에 관한 표준화」와 「실내 공기오염물질의 시험방법에 관한 표준화」의 조사연구위원회가 원안을 작성하고 있다.
- 샘플링에 관해서는 「실내 공기의 샘플링 방법 준칙」, 「실내 공기 중의 포름알데히드 샘플링 방법」, 「실내 공기의 VOC 측정방법 준칙」 등이 작성된다.
- 정량에 관해서는 「실내 공기 중의 포름알데히드 및 카보닐 화합물의 정량 : 펌프 샘플링」, 「실내 공기 중의 포름알데히드의 정량 : 패시브 샘플링」, 「실내 공기 중의 VOC의 흡착관 포집, 가열탈착, 캐피러리 가스크로마토그래프 법에 의한 샘플링 및 정량 : 펌프 샘플링 및 패시브 샘플링」 등이 작성될 예정이다.
- 농도측정에 관해서는 상기 외에 「실내 공기 및 챔버 내 공기 중 VOC의 Tenax TA 흡착제로의 펌프 샘플링, 가열탈착, MS/FID를 이용한 캐피러리 가스크로마토그래프 법에 의한 샘플링 및 정량」에 대해 검토되고 있다.
- 상기의 과제는 어느 것이나 대응하는 ISO안이 있지만 최종안의 채택여부는 추후 결정될 예정이다.
- ISO의 VOC 정량에는 어느 것이나 가열탈착법이 이용되고 있지만 일본에서는 작업환경을 고려하여 용매(이산화탄소) 추출법(펌프 샘플링 및 패시브법)의 JIS 원안 작성도 진행되고 있다.

◁ 전문가 제언 ▷

- 최근, 신축 아파트나 수리한 주택의 건축자재에서 방출되는 포름알데히드 등이 실내 거주자에게 눈과 코의 자극과 알레르기, 피부 발진, 두통, 천식 등의 건강장애(질병)을 일으키는 새집 증후군의 주요 유발물질로 알려지면서 선진국에서는 이미 법으로 사용을 규제하고 있으며, 측정방법 및 유해 물질의 규명에 진력하고 있다.
- 건강 장애의 증상이 다양하여 특정한 증상으로서 표현할 수 없으며, 증상 발생원인도 충분히 해명되지 않은 부분이 많고, 또한 여러 가지 요인(포름알데히드, VOC 등)이 추측되기 때문에 이러한 증상을 총칭하여 「새집 증후군(sick house syndrom)」이라 한다.
- 우리나라의 경우, 현재 지하상가, 보육시설, 의료기관 등 다중 이용시설의 공기질(空氣質) 유지기준(포름알데히드 방출량 $120\mu\text{g}/\text{m}^2$)은 있으나 아파트 등 주거용에는 아직 유지기준이 설정되어 있지 않다.
- 환경부는 지난 8월 아파트와 연립주택 등 공동주택의 오염물질 배출기준을 마련하는 것을 주요 내용으로 한 다중 이용시설 등의 실내 공기질 관리법 개정안을 입법 예고하였다.
- 개정안이 통과되면 그 동안 병원이나 지하 주차장 등 다중 이용시설에 대해서만 적용되던 포름알데히드 등 각종 오염물질의 권고기준이 아파트 등 공동주택에도 확대 적용된다.
 - 포름알데히드는 7일 후, 시간당 방출량이 $0.02\text{mg}/\text{m}^2$ 이하이거나 28일 후, 시간당 방출량이 $0.005\text{mg}/\text{m}^2$ 이하이어야 한다.
- 환경부는 오염물질을 방출하여 새집 증후군의 주요 원인이 되는 각종 건축자재를 아파트 등 공동주택에 사용할 수 없도록 제한할 방침이다.
- 실내 환경의 유해물질을 규제하기 위해서는 유해물질의 측정방법의 확립과 유해물질을 제거하는 방법이 선행 개발되어야 한다.