

# 신축아파트의 실내거주환경개선에 관한 연구

## A Study on the Increase of the Indoor Amenity on the New Apartment

강 현 수\*

Kang Hyun-Su

김 성 웅\*

Kim Sung-woong

조 영 준\*\*

Cho Young-Jun

### Abstract

Amenity is an essential factor of Modern Apartment. But because of many chemical products and noxious volatile organic compound(VOC) used in the apartment, many people are exposed to them. This fact implies that there can be many disease caused by them. Therefore to reduce pollutant matters inducing sick house syndrom, measures for new furniture and apartment dweller were suggested in this study.

키워드 : 실내공기오염물질, 새집증후군, 접착제, 새 가구, 휘발성유기화합물질

keywords : the indoor air pollutant, sick house-syndrome, bond, new furniture , voc

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 필요성

최근 신축건물의 실내공기오염 피해에 대한 보도가 잇따르면서 '새집 증후군'에 대한 관심도 높아 가고 있다. 실내에서 활동하는 사이에 자신도 모르게 피로감, 두통, 현기증, 아토피 등과 같은 새집증후군을 앓고 있다. 실내 공기의 중요성이 강조 될 수밖에 없는 상황인 것이다. 새로 지은 건물이나 집에서는 사람들의 건강에 나쁜 영향을 미치는 오염물질이 건축자재와 마감재에서 보통 2~3년 동안 발생한다. 그래서 이러한 문제에 대해 인식하여 건설 시공사 측에서도 인체에 무해한 건축 자재와 마감재를 쓰려고 노력하고 있다. 이러한 노력에도 불구하고 새집증후군이 2~3년이 지난 후에도 발생하는 경우가 있다. 우리가 말하는 신축아파트는 말 그대로 건물 구조부가 새롭게 단장되고 깨끗한 설비 등을 갖춘 건물들을 말한다. 그러나 아직도 새집 증후군과 같은 문제들이 아파트 내에서 발생하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 신축 아파트의 내부 환경의 변화에 초점을 맞추어 연구를 진행하고자 한다.

### 1.2 연구내용 및 연구방법

입주 후 실내 거주환경에 큰 영향을 미치는 요소는 휘발성 유기화합물이다. 이들 화합물은 건축마감재 처리에 사용되는 접착제계통에서 많이 나오고 가구에서 많이 나온다. 따라서 본 연구는 실내공기질에 한하여 연구를 수행하고자 한다.

첫째, 실내 공기오염물질과 관련한 연구, 보고서 등 문헌고찰을 통한 방법.

둘째, 실내 공기오염물질과 관련한 법령의 조사.

\* 중부대 건축공학과

\*\* 중부대 건축공학과 교수/공학박사

셋째, 실내 공기오염물질의 특성을 분석.

넷째, 건축생산 현황과 새 가구의 처리과정 분석.

다섯째, 실내 공기오염 저감방안에 대한 법적(제도적) 대응 방안과 아파트 입주자 측면에서의 대응 방안 등을 마련하여 제시하고자 한다.

## 2. 실내공기오염물질의 정의와 발생원인 및 인체에 미치는 영향

### 2.1 실내공기오염물질의 정의

일반적으로 도시인들의 생활은 대부분 지하철, 지하상가, 공공건물, 작업장 및 사무실 등의 각종 실내 환경에서 생활하고 있다. 이러한 실내 환경의 공기는 자연 희석률이 부족하여 쉽게 오염되게 된다. 이러한 오염된 공기가 계속적으로 순환하게 되는데 이때 축적되어지는 오염원들을 실내공기오염물질 이라고 정의한다.

#### 1) 실내공기오염물질의 발생원인

최근 들어 석유유기화합물의 등장으로 인해 석유유기화합물을 원료로 한 다양한 건축자재 및 생활용품들이 생산되고 이러한 제품들을 건축물에 적용함으로써 실내공기오염이 대두되고 있다.

#### 2) 실내공기오염물질과 인체에 미치는 영향

대기 중의 실내유입먼지나 실내바닥의 먼지, 담뱃재는 규폐증, 진폐증, 탄폐증 등을 일으킨다. 또한 담배연기는 두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지 천식, 폐암 등을 유발한다. 그리고 지하에 있는 실내에서는 라돈에 의해 폐암을 일으킨다. 마지막

으로 휘발성유기화합물(가구, 각종 합판, 보드, 접착제)은 눈, 코, 목 등에 자극증상을 일으키고, 어지러움, 기침, 설사, 피부 질환, 정서불안증, 기억력 상실 등을 일으켜 인체에 유해한 영향을 준다.

## 2.2 실내공기오염 주요 발생요인의 사용실태 및 성분분석

### 1) 신축 아파트의 주요 실내공기오염물질과 주변국의 오염물질 권고기준과의 비교

참고로 국립환경연구원과 유역(지방)환경청에서 전국의 신축 1년 이내인 공동주택을 대상으로 포름알데히드와 4종의 휘발성유기화합물(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌)에 대하여 조사한 내용을 보면 표 1과 같다.

표 1. 오염물질별 실태조사 결과 (단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

구분	평균농도	최대값	최소값	비교기준 (일본, 홍콩권고기준)	비고
포름알데히드	105.4	308.5	2.26	일본 : 100	46.7%초과
톨루엔	127.3	768.9	6.54	일본 : 260	13.8%초과
에틸벤젠	30.0	391.3	ND	일본 : 3,800	-
자일렌	59.6	427.3	ND	일본 : 870	-
벤젠	2.4	14.13	ND	홍콩 : 16.1	-

출처 : 국립환경연구원과 유역(지방)환경청의 다중이용시설 공기질 관리 방안계획 (04. 2-4)

신축아파트나 인테리어 시공을 막 마친 영업점에 들어서면 흔히 목이 아프고 눈이 따갑다. 이런 현상은 막 시공을 마친 마룻바닥이나 벽지, 합판 등을 부착하는데 사용되는 접착제나 내부에 칠해지는 도료에서 나오는 유독 물질 때문이다. 특히 주요 성분인 포름알데히드는 인체에 유해한 휘발성 유기화합물질(VOC : volatile organic compound) 덩어리이며 노약자나 어린이에게 천식, 알레르기 등 호흡기질환을 일으키는 원인물질로 꼽히고 있다.

VOC는 6개월~1년이 지나면 어느 정도 안정이 되지만 유해성은 계속된다. 화학물질로 이루어진 벽지, 커튼, 페인트, 단열재 등은 모두 인체에 유해한 VOC를 다량 포함하고 있다.

국내외에서 주택 내 오염문제에 대한 연구와 대처가 활발하다. 일본의 경우 '98년 정부 내 '쾌적한 건강주택에 관한 검토위원회'가 설치돼 이에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 핀란드, 노르웨이 등 북부유럽의 경우 자재에서 방출되는 VOC의 양에 따라 등급을 매기는 자재 인증 제도를 도입해 환경 친화적 건축 자재의 사용을 유도하고 있다.

### 2) 일반 가구의 가공 처리 과정에 대한 분석

#### (1) 포름알데히드를 사용하여 만드는 새 가구

새 가구가 문제가 되는 원인은 목재가구 소재인 합판, MDF (Medium Density Fiberboard), 원목 등을 가공할 때 많은 양의 접착제(포름알데히드)와 방부제(붕산염) 등을 사용하기 때문이다. 포름알데히드는 적은 양이라도 공기 중에 발산되

면 유독가스가 되어 의욕저하, 불면증, 천식을 일으키며 유전인자를 변화시킬 정도로 위험물질이며, 붕산염은 눈을 자극하고 생식능력을 떨어지게 한다. 또한, 원목가구는 독성이 강한 방부제 용액에 6개월 이상 담근 후 만들어지며, 천연가죽 소파 또한 가공과정에서 많은 방부제와 색을 내는 염화메틸렌 같은 유해물질이 사용된다.

아파트와 같은 밀폐형 주거형태에서는 인체에 치명적인 영향을 준다.)

## 3. 관련 법령분석

환경 기술개발 및 지원에 관한 법률 시행령 제20조에 환경오염을 저감시킬 수 있는 친환경 제품에 관하여 환경표지의 인증을 실시하여 친환경 제품의 사용을 촉진하는 내용을 제시하고 있다.

#### 다중이용시설등의실내공기질관리법시행규칙

제2조 실내공간오염물질을 미세먼지(PM10), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 포름알데히드(HCHO), 총부유세균, 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 라돈(Rn), 휘발성유기화합물(VOC), 석면, 오존 등으로 구분 제시한다.

제3조에서는 실내공기질 유지기준을 제시하고 있다.

미세먼지(PM10), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 포름알데히드(HCHO), 일산화탄소(CO), 총부유세균이다. 앞의 다섯 가지 오염물질들의 유지기준은 법적인 효력을 지닌다.

제4조에서는 실내공기질 권고기준을 제시하고 있으며 실내공기질 권고기준의 적용 다중이용시설은 유지기준의 기준시설과 같다. NO<sub>2</sub>, Rn, VOC, 석면 오존 등의 기준들이 있다.

제6조에서는 다중이용시설에 설치하여야 하는 환기설비의 구조와 설치기준을 제시하고 있다.

제7조에서는 신축 공동주택의 공기질 측정 장소의 설치 개소 선정법과 측정항목과 측정결과 공고에 대한 내용을 제시하고 있다.

제10조에서는 시공자가 오염물질이 많이 나오는 건축자재를 사용하는 경우에는 건축자재 생산업체 및 건축자재명, 시험·검사기관, 시험·검사방법, 측정기간, 오염물질 방출량 등을 고시하게 되어 있으며 건축자재의 오염물질 방출량 기준은 표 2와 같다.

표 2. 건축자재 오염물질 방출량 기준 (단위 :  $\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )

오염물질	구분	
	접착제	일반 자재
포름알데히드	4 이상	1.25 이상
휘발성유기화합물	10 이상	4 이상

출처 : 국립환경연구원과 유역(지방)환경청의 다중이용시설 공기질 관리 방안계획 (04. 2-4)

표 2에서 일반자재란 벽지, 도장재, 바닥재, 목재 및 그 밖에 건축물 내부에 사용 되는 건축자재를 말하며 휘발성유기화합물은 NO<sub>2</sub>, Rn, VOC, 석면, 오존 등을 말함.

1) 대기원연구소 자료실-과학-(2005-03-30) 발췌

#### 4. 실내공기오염물질이 저감되지 않는 이유 분석

실내공기오염물질이 저감하지 않는 이유를 제도적 측면, 입주 후 실내 환경 변화에 따른 문제점으로 구분하여 제시하고자 한다.

실내공기 오염 물질저감을 위한 제도적 장치가 마련되어 있지만 다음과 같은 문제점이 있다.

첫째, 다중이용시설등의실내공기질관리법시행규칙제4조의 권고기준은 법적 강제력을 지니지 않고 있어 허용기준치를 넘어서도 오염물질을 제거하려 하지 않으려 한다는 것이다.

둘째, 입주 전에는 허용기준치 이하를 유지하였지만 입주 후 입주자가 외부로부터 새로운 가구 등을 들여놓아서 많은 유기화합물질이 방출되어 오염기준치를 넘어설 가능성이 있다. 이때는 사유재산의 문제가 되므로 법적으로 강제하더라도 개인이 지키지 않는다면 실효성이 없게 된다.

셋째, 다중이용시설등의실내공기질관리법시행규칙 제10조에서는 시공자가 우수한 품질의 자재의 측정내용만을 제시하여 저질의 제품들을 사용할 가능성이 있다. 이런 경우가 생기지 않도록 하는 제도적 보완이 있어야 한다.

넷째, 신기술의 개발로 자연친화적 건축자재를 만들도록 하여 전체적으로 보급이 될 수 있도록 하는 제도적 방안이 미흡하다.

다섯째, 다중이용시설등의실내공기질관리법시행규칙 14조에서 제시한 벌금의 규모가 많은 입주자들에게 피해를 주는 아파트의 경우 많은 이윤을 챙기는 시공자에게 적은 금액을 제시하는 것이 문제이며, 어떠한 기준에서의 벌금을 책정하게 되는지 여부가 제시되어 있지 않은 문제점들이 있다.

#### 4.1 입주 후 실내 환경의 변화에 대한 문제점

건축 자재의 형태 및 색상의 다양화로 아파트 거주자들이 입주 후 리모델링을 통해 실내공기오염물질을 발산하는 건축자재를 사용하였을 경우와 폼알데히드와 같은 유해물질로 가공된 새 가구 등을 들여놓았기 때문에 발생하게 된다. 그런데도 접착제나 새 가구에 대한 제한 규정이 없다는데 문제가 있다.

참고로 건축자재의 증가량에 따라 오염물질 방출량도 같은 비율로 변화할 것이라는 추측 하에 연도별 건축자재 증가율을 나타낸 표 3을 제시하였다.

표 3. 연도별 건축자재 증가율

구분 \ 연도	1998	1999	2000	2001	2002	연평균증가율
단열재 (1,000㎡)	43,202	60,904	77,200	94,107	107,357	37.1%
벽지 (10억원)	220	230	260	270	300	9%
바닥재 (10억원)	549	552	710	817	900	16%
창호재 (백만톤)	64,795	80,478	120,239	182,545	245,169	69.6%
페인트 (㎏)	498,569	659,392	726,565	789,382	784,267	14.3%

출처 : 국립환경연구원과 유역(지방)환경청의 다중이용시설 공기질 관리 방안계획 (04. 2-4)

#### 5. 실내거주환경개선방안 제시

##### 5.1 법적(제도적) 대처 방안

제도적 대처방안으로는

첫째, 현실성을 높여야 한다. 신축아파트의 경우 분양 전 Mock-up 시설물을 만들어 아파트 내부에 사용될 건축자재를 설치해 보고 측정하게 하여 기준에 만족하는 자재를 사용하였는지를 분양 전에 분양자들에게 통지할 수 있도록 하는 제도적 방안이 필요하다. 또한 오염물질 측정에 관한 공정성을 위해 제도적으로 공인된 측정업체를 선정하거나, 기관을 만들어야 할 것이며 측정 결과를 해당되는 정부 기관에 제출하도록 하여야 한다.

둘째, 사업자들에게 무해하거나 오염물질이 적게 나오는 건축자재 개발을 지원 하는 것이다. 구체적인 내용으로는 신소재를 개발한 개발업자에게 연구에 들어간 시간적, 금전적 계산을 통해 정부 지원의 포상을 하는 방법이 있으며, 마지막으로 신소재를 개발하고자 하는 사업자 등의 연구계획서를 공모, 심사를 통해 개발 가능성을 파악 연구에 필요한 예산을 지원 하여야 할 것이다. 셋째, 새 가구나 자연가죽 소파 제작 후 VOC방출 기준을 설정하여 준수하도록 한다.

##### 5.2 입주자 측면에서의 대처 방안

###### 1) 분양 계약 전

주택 건축에 경험이 풍부한 시공사인지 확인하며, 모델하우스에서는 관계직원으로부터 새집증후군 대책과 관련된 사항에 대해 자세히 문의하고 충분한 대책이 마련되었는지를 확인한다. 또한 마루, 벽, 천정에 사용하는 마감재가 폼알데히드를 비롯해 휘발성유기화합물의 발산량이 가급적 적은 건축자재를 사용하는지 확인하고 가급적 에너지 효율적인 측면이 고려된 24시간 상시 환기 설비가 마련되어 있는지를 적극적으로 고려해야 하며 적용되는 환기 설비 방식은 여러 종류가 있으므로 구체적으로 어떤 환기방식이 채용되었는지를 검토한다. 입주 후 새집증후군 현상이 발생했을 경우의 대처 방법에 대해서도 확인해 두는 것이 좋다.

###### 2) 입주 후

개구부를 열거나 환기구를 작동시켜 실내를 충분히 환기시킨 후 입주하고, 입주 시 청소약품이나 왁스와 새로 구입한 가구나 커튼, 방향제나 방충제 등에서도 유해한 오염물질이 발생할 수 있으므로 주의하며, 입주 후 2~3개월 동안은 충분한 환기와 난방을 실시하여 실내가 쾌적하고 건조한 상태를 유지하도록 한다.

##### 5.3 기타 대처방안

###### 1) 환기에 의한 방지

주택환기는 부엌과 화장실 등이 아닌, 실제로 장시간 거주하는 거실과 침실에는 유해 화학물질 저감 대책이 부족하기 때문에 화학물질로부터 영향을 최소화하기 위해서 필요하다. 환기의 방법으로는 자연환기와 기계 환기가 있다.

표 4. 장소별 주요 실의 매 시간당 필요한 환기회수

주택 (거실)	주택 (침실)	학교 (교실)	학교 도서실	사무실	극장	병원	상점 (점포)	레스토랑 (식당)	무도회장 (카바레)	호텔 연회장	호텔 조리실	호텔 객실	호텔 화장실
1-3회	1-2회	6회	8회	6-10회	5-8회	2회	6-10회	6-10회	7-20회	6-12회	20-60회	1-2회	5회

출처 : 다중이용시설의 공기질 관리법 시행규칙

(1) 자연 환기

자연환기를 실시할 경우에는 창과 환기구에서의 자연의 풍력과 외부와의 온도차를 이용한 환기방법으로 입지 및 방배치는 물론 바람의 방향 등의 기상조건도 고려하여 방 전체의 환기가 될 수 있도록 배치를 계획하도록 하여야하며, 실효성을 높이기 위해 별도의 전문가들로 구성된 심사 팀을 조직하여 환기 계획에 관한 시운전으로 사용될 환기설비의 적합성을 확인해야 한다.

(2) 기계 환기

기계 환기를 실시할 경우에는 환기량, 환기 부하량, 환기구 부수(개소) 등을 고려하여 1종 환기<sup>2)</sup>, 2종 환기<sup>3)</sup>, 3종 환기<sup>4)</sup> 중에서 선정해야 한다.  
참고로 장소별 주요 실의 매 시간당 필요 환기횟수에 관하여 표 4에 제시하였다.

2) 공기 청정기에 의한 대처

보조적인 방법으로서 최근 실내에서 발생한 화학물질을 흡착하거나 분해할 수 있는 제품들을 환기등과 병행하여 사용하여야 한다.

3) 베이킹 아웃(Bake-out)

베이킹 아웃은 35~38° c로 가온하고, 동시에 실내를 끌고루 가온시키기 위해 확산 팬을 이용하여 포름알데히드 및 VOCs (volatile organic compounds)의 발산을 강제적으로 촉진시킴으로서 정상시의 발산량을 저하시키는 물리적 방법이며, 효과를 지속시키기 위해선 가온 배출과 함께 흡착과 분해방법 등을 병용해야 한다.

4) 음이온을 이용한 저감

유해물질(포름알데히드 등)과 휘발성 냄새가 발생하는 많은 원인 중 유해물질은 전기적으로 양(+)으로 대전하고 있기 때문에 음이온을 이용하여 냄새를 중화시키거나 질량을 증가시켜 바닥에 낙하 시키도록 하여 제거하여야 한다. 그러나 이온에 의한 실내오염물질 저감 방안은 실내에 많은 양의 이온을 발생시켜야 효과를 얻을 수 있다. 따라서 소량의 이온 발생기는 실내 중의 공기 오염물질을 제거하는데 보조적으로 사용해야 한다.

5) 실내공기정화식물에 의한 실내공기오염물질 저감

공기정화식물은 실내의 공기오염물질을 흡착하여 분해하거나 식물체 내에 저장하여 공기 오염원을 줄여 준다.

- 2) 외기의 급기와 배기를 동시에 실시하는 방식(고 기밀 주택에 주로 사용)
- 3) 외기의 급기만 실시하는 방식(배기는 환기구에서)
- 4) 배기만 실시하는 방식(급기는 환기구에서)

6. 결 론

최근 들어 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 웰빙 열풍이 불고 있는 가운데 정작 편하게 지내야 할 주택 공간에서 포름알데히드와 같은 유해물질이 방출인체에 큰 영향을 주고 있다.

이러한 문제는 정부의 주택공급 정책으로만 관심을 집중, 신축 아파트에서 발생할 수 있는 문제에 대해서는 관심과 빠른 대처가 부족한 점에서 비롯되었다.

따라서 본 연구에서 제시된 사항을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 제도적 대처방안으로 실효성 있는 법안 마련.

둘째, 입주자도 분양 계약 전이나 입주 전에 입주할 곳의 실내오염정도 및 쓰여진 건축자재에서의 오염배출 정도 등과 계약 사항을 잘 검토하여야 한다. 또한, 입주 후에도 환기를 잘 시켜 실내공기오염물질을 외부로 배출시켜야 한다.

셋째, 실내에 공기를 정화시켜 주는 공기정화식물들을 오염물질이 많이 발생하는 곳 주변에 배치를 해야 한다.

넷째, 실내에 오염물질을 흡착하여 제거할 수 있는 공기 청정기나 음이온 발생장치를 실내 곳곳에 설치하여야 한다.

다섯째, 실내에 오염물질들을 가온하여 미리 배출시켜 쾌적성을 유지할 수 있는 베이킹 아웃을 실시해야 한다.

이러한 대처방안이 잘 이루어 졌을 때 쾌적한 환경을 유지하게 되는 것이다.

앞으로의 연구 과제는 친환경 건축자재 개발을 위한 신소재 연구와 정부의 지원 방향에 대한 연구 중 신소재 개발 후 정부와 개발업자의 수의 계약 관계에서의 가격의 문제와 품질의 연구에 대한 내용을 연구해야 한다.

참 고 문 헌

1. 환경부 홈페이지, www.me.go.kr (2004.12), 실내공기질 관리 기본 계획(안)
2. 국립환경연구원 전국 (2004), 신축공동주택 실내공기질 실태조사
3. 법제처 홈페이지, www.moleg.go.kr 환경법 (다중이용시설등의 실내공기질관리법시행규칙)
4. 한국대기환경학회, www.kosae.or.kr 자료실 49번 자료
5. 한국정책 평가연구원 (2004) 실내공기질 관리제도에 관한 연구
6. 한국환경연구협의회, (1989), 지하공간의 공기오염 및 공기 중 미량유해물질에 관한 조사연구.