

2012-PR-59

## 서울시 주택의 실내공기질 개선 방안

A Study on Improvement of Indoor Air Quality in Homes

최유진



# 서울시 주택의 실내공기질 개선 방안

A Study on Improvement of Indoor Air Quality in Homes

2012



## ■ 연구진 ■

---

연구책임 최 유 진 • 안전환경연구실 연구위원  
연구원 고 경 진 • 안전환경연구실 연구원

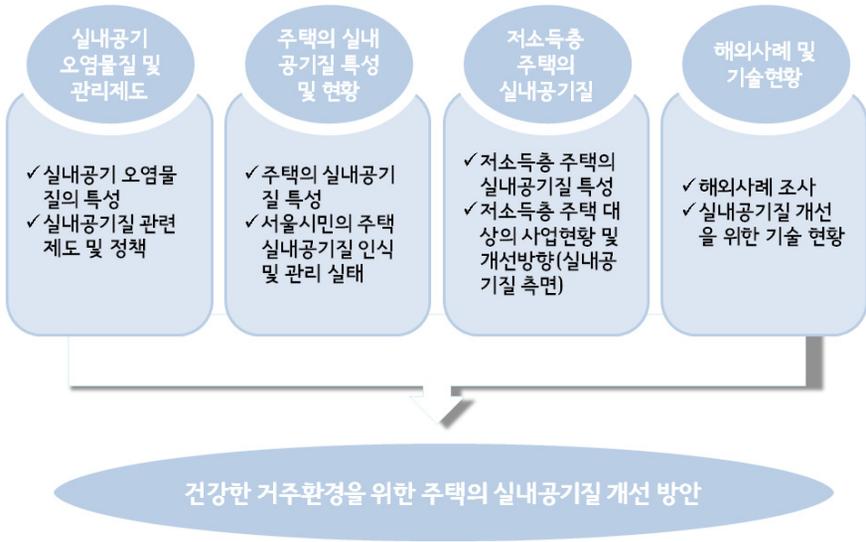
---

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서  
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

## 요약 및 정책건의

### I. 연구의 개요

- 자연적 희석률이 큰 실외공기에 비해, 실내공기는 한정된 공간에서 오염된 공기의 지속적 순환 및 축적으로 실외공기보다 오염도가 높을 수 있음.
- 실내활동 시간 증가, 프라이버시 보호 및 안전차원에서 실내공간의 폐쇄 경향, 에너지절감을 위한 건물의 밀폐화 가속, 새로운 생활용품 및 건축자재의 사용 증가에 따른 다양한 실내오염물질 배출 증가로 도시민의 주택 실내공기질은 악화되고 있음.
- 현대 도시인은 하루 중 약 60% 시간을 주택에서 생활하며 하루 중 호흡하는 공기량의 53%가 주택의 실내공기로 알려져 있어, 적절한 주택 실내공기질 관리가 시민의 건강한 생활을 위해 필수적임.
- 이에 따라 이 연구는 주택의 실내공기질 현황 및 특성 조사, 서울시민의 주택 실내공기질에 대한 인식과 실내공기질 관련 생활습관 등 행태 분석을 통하여 건강한 거주환경 조성을 위한 주택 실내공기질 개선방안을 제안함.
- 더불어, 저소득층 주택의 실내공기질이 평균가구보다 열악함을 고려하여, 저소득층 주택의 실내공기질 개선을 위한 정책 및 사업 전개방향을 제안함.



〈그림 1〉 연구 내용 및 체계

## II. 주요 연구 결과

### 1. 주택의 실내공기질 관련 제도 및 정책

- 실내공기질 관련 법적 규제는 대부분 불특정 다수가 이용하는 공동시설이 대상이며, 주택 대상의 실내공기질 직접 규제 제도는 미흡한 상황
  - 100세대 이상의 신축공동주택에 대해서만 환기설비 기준을 설정하고, 입주 전 시공자의 일부 실내공기오염물질 측정 및 공고를 의무사항으로 규정하고 있음.
  - 설계, 시공 및 입주 후 유지관리 단계까지를 고려한 청정건강주택 건설 기준을 제정하여 한 단계 상향된 주택의 실내공기질 관리제도를 마련하

였으나, 1,000세대 이상의 신축공동주택에만 적용되는 한계를 가짐(2013년부터 500세대 이상의 공동주택으로 확대할 계획).

○ 직접적인 법적 규제 제도 이외에 실내공기질과 직·간접적으로 관련되는 제도 및 프로그램을 운용

– 친환경 건축자재 및 제품 인증제도, 친환경건축물 인증제도, 친환경 건 강도우미 컨설팅 사업, 실내공기질 관리 매뉴얼 제작 등

〈표 1〉 주택의 실내공기질 관련 규제적 법제도

	내용
실내공기질 권고기준 (환경부, 다중이용시설 등의 실내공기관리법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 적용대상 : 100세대 이상의 신축 공동주택</li> <li>– 적용시기 : 2006년부터</li> <li>– 주요내용 : 입주전 시공자의 일부 실내공기오염물질의 측정 및 공고 의무화(새집 증후군의 원인인 포름알데히드, 5가지 휘발성유기화합물)</li> </ul>
환기기준 (국토해양부, 건축법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 적용대상 : 신축 또는 리모델링하는 100세대 이상의 공동주택</li> <li>– 적용시기 : 2006년부터</li> <li>– 주요내용 : 2006년 '건축물의 설비기준 등에 관한 규칙' 개정으로 시간당 0.7회 이상의 환기를 만족하는 자연 또는 기계환기 설비 설치 의무화</li> </ul>
주택성능표시제도 (국토해양부, 건축법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 적용대상 : 1,000세대 이상의 신축공동주택</li> <li>– 적용시기 : 2006년부터</li> <li>– 주요 내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 주택을 건설하여 공급하는 사업주체가 주택의 성능을 인정받아 입주자 모집 공고 시 표시토록 의무화한 제도로 1~4등급으로 구분하여 인증표시</li> <li>· 평가항목 : 소음, 환경 등 5개 분야 28개 항목, 이 중 실내공기질과 관련하여 저방출 자재 적용 및 단위세대 환기성능 확보를 평가항목으로 설정하고 있으며, 2개 등급으로 나누어 평가</li> </ul> </li> </ul>
청정건강주택건설기준 (국토해양부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 적용대상 : 1,000세대 이상의 신축 및 리모델링 공동주택(2013년부터는 500세대로 확대)</li> <li>– 적용시기 : 2011년부터</li> <li>– 주요내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 청정하고 건강한 공동주택을 목표로 주택의 설계, 시공, 입주 후 유지관리단계까지를 고려한 친환경 건축자재 및 빌트인 가구사용, 환기설비 및 성능검증 등에 대한 종합적 기준을 국내외 관련 제도 및 자료를 종합하여 제정</li> <li>· 7개 최소기준 충족 및 권장기준 3개 이상 만족 시 인정</li> </ul> </li> </ul>

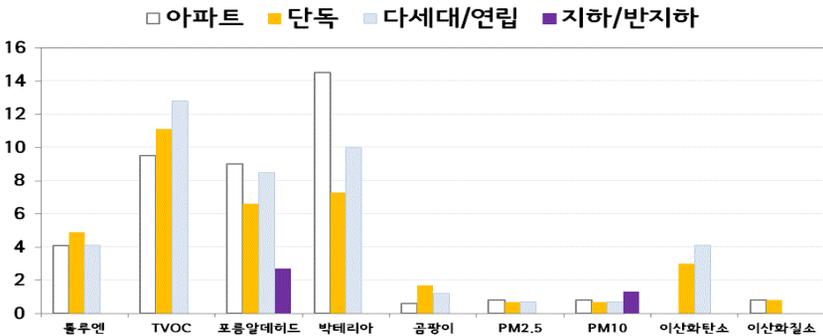
〈표 2〉 주택의 실내공기질 관련 비규제적 제도 및 프로그램

구분	내용
친환경 및 가능성 건축자재 인증제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>-운영기관 : 한국공기정정협회(민간인증)</li> <li>-인증대상 : 건축물의 실내마감재로 사용되는 일반자재</li> <li>-인증항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 친환경 (HBM마크) : 알데히드류 및 휘발성유기화합물</li> <li>· 기능성 (FBM마크) : 포름알데히드(흡착)와 습도(흡방습)</li> </ul> </li> </ul>
친환경건축물 인증제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>-인증대상 : 과거에는 신축하는 대형건축물로 한정함. 다만, 2012년 7월부터는 신축 단독 주택, 공동주택 중 20세대 미만의 소형주택, 건축한 지 3년 경과한 공동주택 및 업무시설로 확대</li> <li>-인증항목 : 토지이용, 에너지, 실내환경 등 9개 분야, 건물유형별 69점 ~ 80점 이상 획득에 따라 4개 등급으로 인증</li> <li>-특징 : 친환경 건축자재, 자연통풍 확보, 환기성능 확보 등이 실내공기질 관련 항목으로 주택 유형별로 4~12점으로 배분됨. 환기관련 항목이 선택항목으로 설정되어 친환경건축물 최우수등급으로 인증을 받은 건물이 반드시 환기적 측면에서도 우수하다고 볼 수는 없음. 또한, 친환경 건축자재도 100%사용이 아닌 해당부위 표면적의 70% 이상인 경우 인정</li> </ul>
친환경 건강도우미 컨설팅 사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>-운영기관 : 환경부 및 한국환경관리공단</li> <li>-도입시기 : 2009년부터</li> <li>-사업대상 : 약 2000가구/년, 저소득층가구(무료) 및 일반가구</li> <li>-측정항목 : TVOC, 미세먼지, 포름알데히드, 집먼지진드기 등</li> <li>-주요내용 : 어린이 등 유해물질에 취약한 계층의 건강보호 목적으로 유해물질 측정 및 컨설팅 관련 일정교육을 이수한 건강도우미가 가정을 직접 방문하여, 가정 내 환경성질환 유발요인을 측정·점검하고 환경개선사항을 컨설팅해주는 서비스</li> </ul>
주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼	<ul style="list-style-type: none"> <li>-제작기관 및 시기 : 환경부, 2011년</li> <li>-주요내용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 생활습관 및 생활환경에 따라 실내에서 발생할 수 있는 오염원(부유미생물, 포름알데히드, 아세트알데히드, 아세톤, 연소가스, 먼지, 라돈 등)과 오염원이 인체에 미치는 영향(천식, 기침, 두통, 눈 자극 등), 실내공기질 개선을 위한 관리방법 등 수록</li> <li>· 자가 체크리스트를 첨부하여 해당 항목별 대처방안 제공</li> </ul> </li> </ul>
친환경 제품 인증제도 (환경마크 및 KS마크)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-운영기관 : 한국환경산업기술원/기술표준원</li> <li>-인증대상 : 사무용기기, 주택건축자재, 가정용 생활용품 등 153개 제품군(환경마크), 가정용 가구 등(KS마크)</li> <li>-인증항목 : 유해물질 함유량 및 방출량</li> </ul>

## 2. 도시주택의 실내공기질 특성(선행연구 정리)

- 서울시의 주택은 아파트 41%, 단독주택 37%, 다세대 주택 13%, 연립주택 4%의 구성비율로 분포

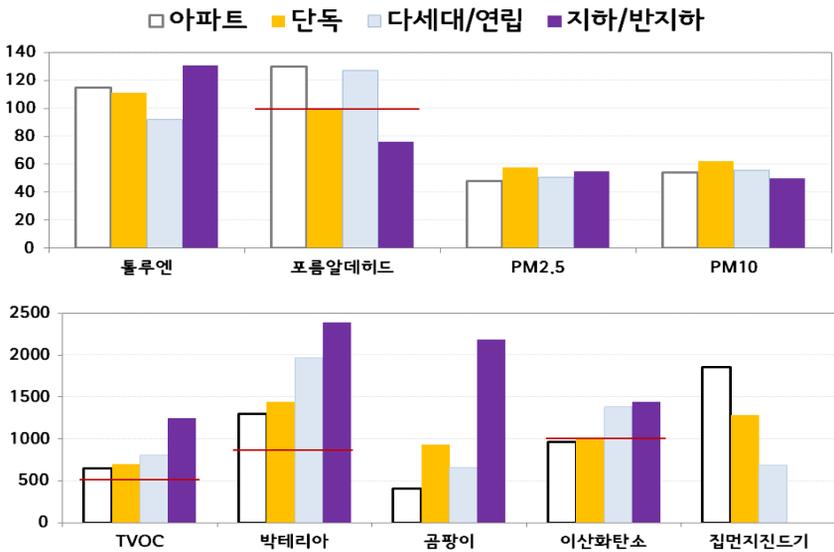
- 거주층별로는 지상주택이 90%, 지하주택이 9%를 차지함.
- 주택의 유형적 특성으로 인한 실내공기질의 차이 발생 가능성을 고려하여, 주택유형별 실내공기 오염물질을 실측 조사한 도시 주택 대상의 선행연구 자료를 수집·정리함.
- 주택유형별 오염물질의 실내·외(I/O) 농도비율의 비교
  - 오염물질별, 주택유형별 실내 및 실외농도 차이가 다르게 나타남.
  - 미세먼지, 이산화질소의 비율은 0.7~0.8 수준으로 낮아 내부 배출보다 외부 오염물질의 유입영향이 비교적 클 것으로 추정됨.
  - 반면, 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, 박테리아의 실내·외 농도비율이 4~14로 매우 높아, 실내 배출원의 영향이 주요하여 실내 배출원의 관리가 필요할 것으로 판단됨.
  - 곰팡이의 실내·외 농도비율은 아파트 0.6, 단독 및 다세대/연립주택 1.2~1.7로 나타나 단독 및 다세대 연립주택에서는 외부유입보다 내부에서의 발생이 주요한 원인으로 추정됨.



(그림 2) 주택유형별 오염물질의 실내/실외 농도 비율(I/O)

- 주택유형별 오염물질의 농도 비교
  - 건축자재에서 주로 방출되는 포름알데히드는 상대적으로 건축연식이 적은 아파트에서 가장 높고 다중이용시설의 유지기준을 초과함.

- 총휘발성유기화합물(TVOC)은 모든 주택유형에서 다중이용시설의 권고 기준을 초과하는 높은 농도가 관측되고, 다세대/연립주택, 특히 지하/반지하주택에서 농도가 매우 높게 조사됨.
- 부유세균(박테리아)과 곰팡이 농도는 아파트 이외의 주택유형에서 높고 전반적으로 국내기준을 초과하는 것으로 조사됨. 특히, 곰팡이 농도는 지하/반지하 주택에서 아주 높게 나타남.
- 집먼지진드기는 침대 사용이 많은 아파트에서 상대적으로 높게 도출됨.
- 이산화탄소는 아파트를 제외한 주택유형에서 다중이용시설의 유지기준을 초과하며, 특히 다른 주택유형에 비해 구조적으로 환기가 부족한 지하/반지하주택에서 다소 높음.

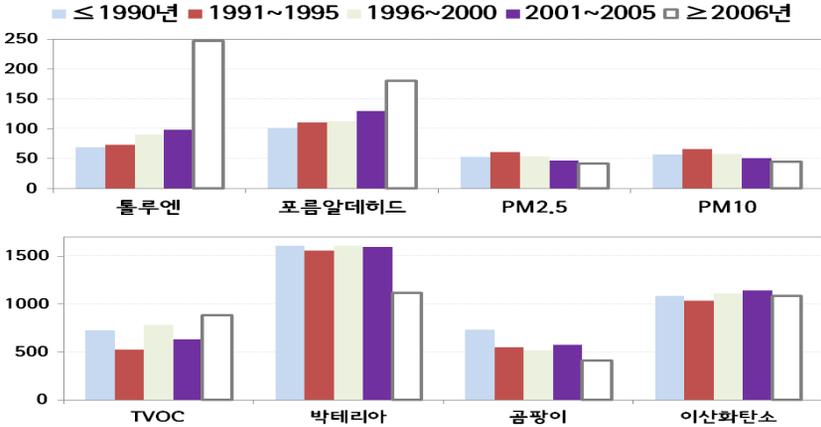


단위 : 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, PM2.5, PM10 -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; 박테리아, 곰팡이 -  $\text{CFU}/\text{m}^3$  ; 이산화탄소, 이산화질소 - ppm ; 집먼지진드기 - ng/g  
 주 : 실선은 다중이용시설 유지 또는 권고기준

〈그림 3〉 주택유형별 오염물질 농도비교

○ 건축연수에 따른 오염물질의 농도 변화

- 휘발성유기화합물, 포름알데히드는 건축연식이 적은 경우 높게 나타남.
- 미세먼지와 부유 미생물(박테리아, 곰팡이)은 전반적으로 건축연식이 많은 노후화된 주택에서 다소 높게 조사됨.



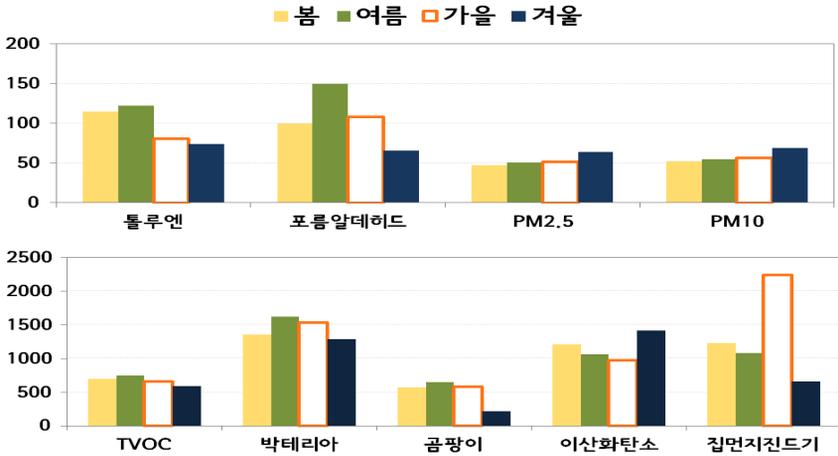
단위 : 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, PM2.5, PM10 -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; 박테리아, 곰팡이 - CFU/m<sup>3</sup> ; 이산화탄소, 이산화질소 - ppm

자료 : 국립환경과학원, '주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III)', 2011

(그림 4) 건축연수에 따른 오염물질의 농도변화

○ 계절별 오염물질 농도 특성

- 온도와 습도의 영향을 많이 받는 휘발성유기화합물, 포름알데히드나 부유 미생물(박테리아, 곰팡이)은 전반적으로 다른 계절에 비하여 여름철에 높고, 부유세균 및 부유곰팡이는 가을철에도 높게 나타나는데, 이는 여름철 장마의 영향으로 높아진 실내습도로 인한 번식환경 조성이 원인으로 추정됨.
- 반면, 온도와 습도와의 상관성이 상대적으로 적은 오염물질들(미세먼지, 이산화탄소)은 다른 계절에 비하여 겨울철에 높음.



단위 : 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, PM2.5, PM10 -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; 박테리아, 곰팡이 - CFU/ $\text{m}^3$  ; 이산화탄소, 이산화질소 - ppm  
 자료 : 국립환경과학원, '주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III)', 2011

〈그림 5〉 계절에 따른 오염물질의 농도변화

### 3. 서울시민의 주택 실내공기질 인식 및 관리실태

- 서울시 주택유형 비율을 고려해 1,032가구를 선정하여 주택의 실내공기질 만족도 등 전반적인 인식도와 실내공기질 관련 생활습관 및 관리실태에 대한 설문조사를 실시하고 시사점을 도출함.
- 실내공기질에 대한 관심도는 높으나 실내공기 오염원인에 대한 인식수준은 미흡함.
  - 대부분의 시민은 실내공기질이 실외공기질보다 더 유해할 수 있다는 사실을 잘 인지하지 못함.
  - 건축자재 및 마감재, 가구, 생활용품, 전기전자제품을 실내공기오염원으로 인식하는 정도는 낮은 반면, 음식냄새, 배관악취 등을 주요한 실내공기 오염원인으로 인식하는 시민들은 많아 실내공기오염을 악취와 동일시하는 경향을 보여줌.

- 10명 중 4명이 방향제를 실내공기질 개선을 위한 수단으로 인식하고 실내공기질에 대한 관심도가 높은 가정은 방향제 사용이 많아, 많은 시민이 실내공기오염을 근원적으로 관리하기보다는 좋은 냄새로 덧씌우는 것을 실내공기질 개선으로 생각하는 잘못된 인식을 가지고 있음. 이는 좋은 냄새가 안전하다는 잘못된 인식도 한 원인으로 판단됨.
- 친환경 건축자재 및 생활용품 사용을 실내공기질 개선에 효과적인 수단으로 인식하고 선호하는 정도도 낮게 나타남.
- 따라서 시민들의 인식 전환을 위해 실내공기 오염원 및 오염물질에 대한 효과적 교육 및 홍보가 필요함.
- 실내공기 관리를 위한 실천정도도 미흡한 수준임.
  - 개인의 적극적인 환기 및 청소의 실천이 실내공기질 개선에 중요함.
  - 실내공기질 개선을 위하여 1일 3회 30분 정도의 자연환기 실천을 권장하고 있으나, 겨울에는 1일 1.5회, 회당 25분 정도로 적절한 실내공기질을 위한 자연환기 실천도가 부족한 수준으로 조사됨.
  - 음식 조리 시, 실내공기질 개선을 위한 국소환기팬 사용 및 관리(청소)도 소극적 수준으로 나타남.
- 실내공기질 개선을 위한 실천의향은 적극적이지만, 비용적 측면이 걸림돌임.
  - 주택 실내공기질 개선을 위한 친환경 건축자재 및 생활용품 구입 의향에 대해서는 긍정적 응답이 비교적 많아 정확한 실내공기오염원인 및 방법에 대한 인식이 확립되면 실천으로 옮겨질 가능성이 클 것으로 판단됨.
  - 다만, 비용적 문제(구매 및 유지관리)가 실천의 걸림돌로 지목되므로 친환경제품 사용 활성화를 위한 제품의 적극 홍보뿐 아니라 비용적 부담을 완화할 수 있는 방안 강구도 필요함.
- 지하/반지하주택의 전반적 실내공기질 만족도는 부정적임.
  - 저소득층의 주거형태인 지하/반지하주택 거주자의 실내공기질 만족도는 이상주택 거주자보다 부정적으로 나타남.

—자연환기를 위한 문의 적정성에 대한 평가도 부정적인데, 이는 실내공기의 원활한 희석 및 환기가 불리한 구조적 특징에서 기인함.

〈표 3〉 주택 실내공기질 인식 및 관리 실태 조사 종합

구 분	세부 항목	결과 및 분석
가구 구성원의 실내 공간 이용 특성	• 주택 내 장시간 머무는 공간	• 침실 > 거실
	• 주택에서 보내는 시간	• 평균 12시간/일 —부인(14.6시간) > 남편 (10.4시간)
주택의 실내공기질에 대한 만족도 및 인식수준	• 실내공기질에 대한 관심정도	• 관심도 높음
	• 주택의 실내공기질에 대한 만족도	• 보통(55%) > 나쁘다(23%) > 좋다(22%) —부정적 인식이 약간 높음. —저층(지하/반지하/1~2층) 및 소규모 주택 거주자의 만족도가 낮음.
	• 주택 주변 실외공기질에 대한 만족도	• 보통(49%) > 나쁘다(28%) > 좋다(23%) —부정적 인식이 다소 높음. —특히, 지하/반지하 및 도로변 주택 거주자가 보다 부정적으로 인식
	• 실내공기 및 실외공기질 비교	• 유사(49%) > 실외공기질이 더 나쁘다(30%) > 실내공기질이 더 나쁘다(21%) —실외 공기질이 실내공기질보다 나쁘다는 인식이 더 높음. —특히, 도로변 주택 거주자의 부정적 인식이 높아 주택 주변의 차량 운행이 시민의 실내공기질 인식에 영향
거주자의 생활환경 및 습관	• 실내공기를 오염시키는 주요 원인(중복응답)	• 음식냄새(65%) > 배관악취와 쓰레기 및 자동차와 연소시설(41~44%) —건축자재 및 마감재, 가구, 생활용품, 전기전자제품을 실내공기오염원으로 인식하는 정도는 낮음. —많은 시민이 실내공기오염을 악취로 동일시하는 경향, 무취한 오염물질 인식을 제고 필요
	• 실내공기 개선을 위하여 사용하는 방법 (중복응답)	• 자연환기(85%) > 청소(76%) > 국소환기팬(44%) > 방향제(40%) > 식물(31%) > 공기청정기(26%) —친환경 건축자재 및 생활용품, 기계환기설비 사용은 10% 미만으로 저조 —10명 중 4명의 시민이 방향제 사용을 실내공기질 개선 방법으로 응답함. 많은 시민이 실내공기오염을 근원적으로 관리하기보다 좋은 냄새로 덮씌우는 것을 실내공기질 개선으로 인식하고 있음을 시사함. 좋은 냄새는 안전하다는 인식도 한 이유
거주자의 생활환경 및 습관	• 주방의 환기 실태	• 음식 조리 시 창문개방(43%) > 환기팬 및 창문개방(42%) > 환기팬(14%) • 실내공기질 개선을 위한 주방 국소환기팬의 사용 및 청소 관리는 소극적 수준

〈표 계속〉 주택 실내공기질 인식 및 관리 실태 조사 종합

구 분	세부 항목	결과 및 분석
거주자의 생활환경 및 습관	• 청소 실태	• 2~3회/주 빈도로 진공청소 및 물걸레 청소
	• 침구류의 청소 실태	• 1회/월 빈도로 세탁 - 털기 및 햇빛건조는 응답자의 50% 정도만 실시
	• 생활용품 사용 실태	• 방향제(68%), 표백제(65%), 살충제(52%) - 방향제 및 표백제는 자주 사용한다는 응답률도 약 40% 수준으로 높음
	• 주택 내 곰팡이 관찰 여부 및 관찰 장소	• 곰팡이 관찰이 50%수준, 대부분 욕실에서 관찰 - 건물의 단열효과가 떨어지는 아파트 이외의 주택유형에서 많이 관찰 - 지하/반지하 곰팡이 관찰률 87% 이상
	• 세탁 의류 및 전기전자제품 사용 후 환기 실태	• 세탁 의류 환기는 52%가 한대로 응답 • 전기전자제품 사용 후 환기는 44%만 한대로 응답
	• 계절별 환기실태	• 자연환기(96~98%) > 국소환기팬(50~53%) > 공기청정기 (16~18%) • 환기방법은 계절별로 유사하나, 환기빈도 및 시간에서 다소 차이 - 여름 : 자연환기(2.7회, 123분/회), 국소환기팬(2.3회, 25분/회), 공기청정기(2.8회, 176분/회) - 겨울 : 자연환기(1.5회, 25분/회), 국소환기팬(2.4회, 22분/회), 공기청정기(3.0회, 196분/회)
실내공기질 개선 방안에 대한 인식 및 태도	• 자연환기를 위한 문의 적정성 및 자연환기 장애요소	• 반지하/지하, 소규모 주택 거주자가 다소 부정적 응답이 많음. • 소음과 외부오염물질이 자연환기의 장애요소로 대부분이 인식 - 사생활 보호 때문이라는 응답이 특히, 지하/반지하주택에서 높음
	• 주택의 실내공기질 개선을 위한 선호방법	• 자연환기 > 청소 > 국소환기팬 > 식물 > 공기청정기 - 친환경 건축자재 및 생활용품, 기계환기 설비에 대한 선호는 미미한 수준
	• 주택의 실내공기질 개선에 효과적 방법	• 자연환기 > 청소 > 공기청정기 > 식물 > 친환경 건축자재 > 국소환기팬 - 친환경 생활용품, 기계환기 설비에 대한 응답은 미미한 수준
	• 가구 및 생활용품 구입 시 친환경제품 구입 의향	• 구입의사가 78%로 높음 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용
	• 주택 실내개조 시 친환경 건축자재 사용 의향	• 구입의사가 85%로 높음 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용
	• 주택 실내공기 개선을 위한 공기청정기 구입 의향	• 구입의사가 65%로 높음 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용(구매+유지관리)과 개선효과에 대한 불신
• 주택 실내공기 개선을 위한 기계환기 설비 설치 의향	• 구입의사가 48% 수준 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용(구매+유지관리)	

#### 4. 해외 사례의 시사점

○미국, 유럽 등에서도 개인 주택의 실내공기질을 직접적으로 규제하는 구속력 있는 규범은 없으나 다양한 비규제적 제도 및 프로그램을 운영함.

○미국

– 민간단체인 냉난방공조학회(ASHRAE)는 주거용 건축물에 대한 최소한 기율과 실내공기질을 명시한 기준 및 가이드라인 운용

– 환경청(EPA)은 주택 실내공기질과 에너지절약형 건축의 조화를 도모하기 위한 신축주택 대상의 인증프로그램인 Indoor airPLUS 운영 : 이 인증획득을 위해서는 ENERGY STAR인증제도의 에너지효율성 가이드라인도 반드시 만족해야 함.

– 주택도시개발부(HUD)에서 주택 관련 건강 및 안전문제를 다루는 프로그램(Healthy Home program) 운영 : 기금을 활용하여 건강한 주택 평가 및 관리를 담당하는 전문가 교육센터 및 네트워크 운영 지원

– 친환경건물 인증제도(LEED) 운영 : 우리나라의 친환경건축물 인증제도에 비해 실내공기질 측면에서 보다 세부적인 평가항목과 정량적 평가를 시행하고 있어, 더 실질적인 실내공기질 개선효과

– 친환경건축자재 및 제품 인증제도(Greenguard 등) 운영

– 저소득층주택의 실내공기질 개선 지원 : 저소득층 단열지원프로그램(WAP) 시행 시 주택에너지효율과 실내환경(실내공기질, 안전)을 모두 고려하는 사업을 진행함. 이를 위한 ‘안전 및 환경가이드라인’과 저소득 가구의 에너지, 건강, 안전을 위한 자원의 종합적, 전략적 코디네이션 프로그램(Weatherization Plus Home)을 운용

○EU

– 유해물질 사전관리 차원의 강력한 법제도인 REACH 규칙을 2007년부터 적용

– 이 규칙은 신규물질뿐 아니라 기존화학물질로 인한 인체 건강과 환경을 보호하기 위하여 화학물질의 리스크 평가 및 관리를 획기적으로 강화한

법령으로 생활 속 실내공기오염원인 유해화학물질 사용을 사전에 차단하는 효과를 발휘함.

- 우리나라의 경우 ‘유해화학물질 관리법’이 있으나 신규화학물질 중심의 관리, 평가의 객관성과 공정성 문제 등이 제기되어, 환경부가 REACH 규칙을 벤치마킹한 ‘화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법)’의 도입을 입법예고함. 하지만 산업계의 반발로 도입 시기 및 규제의 내용은 불투명함.

## 5. 저소득층 주택의 실내공기질

### ○서울시 저소득층 가구의 주택특성(선행연구 정리)

- 가구주의 평균연령은 55.5세로 서울시 평균가구주 연령(48.5세)보다 높음.
- 주택유형은 단독주택 56% > 아파트 24% > 연립/다세대 주택 15%
- 주택규모는 50㎡로 서울시 평균 67.5㎡보다 작음.
- 주택 건축연도는 1980년대 28%, 1990년대 43%, 2000년대 21%(서울시 평균보다 노후)
- 지하 거주자의 81%의 소득수준이 도시근로자 평균소득보다 낮고, 단독 및 다가구주택에 많이 분포하며, 주거 면적이 대체적으로 협소함.

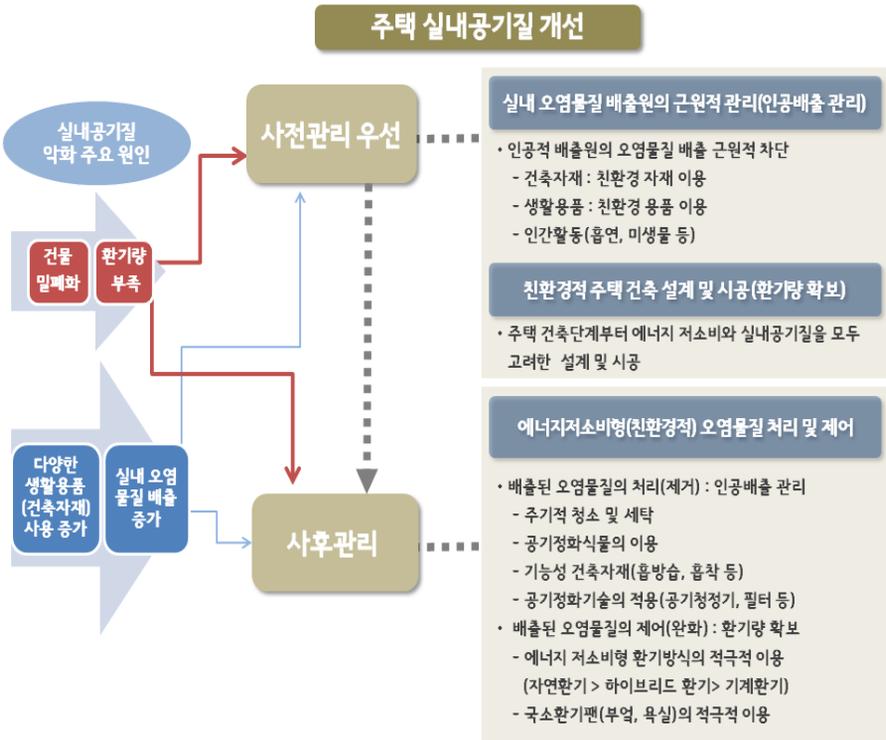
### ○저소득층 주택의 실내공기질 문제

- 노후화되고 소규모 특성을 지닌 저소득층 주택의 실내공기질이 평균가구의 주택보다 열악함.
- 특히, 지하/반지하 주택의 공기질은 더욱 열악함. 이는 오염물질의 확산 및 희석이 용이하지 않은 구조적 특성으로 적정 환기량 확보가 어려워 오염물질 농도가 높기 때문임.
- 하지만, 정부 및 서울시 등에서 저소득층 주택 대상으로 진행 중인 집수리사업은 기밀성 강화를 강조하는 단열 중심으로 진행되고 있어, 저소득층 주택의 실내공기질 악화가 우려됨.

### Ⅲ. 주택의 실내공기질 개선 방안

#### 1. 주택 실내공기질 개선의 기본 방향

- 실내공기질 악화 주요 요인의 사전관리를 우선적으로 추진
  - － 환경문제의 가장 근원적·효율적 관리 방법은 발생원 자체의 사전 차단 및 관리를 통한 저감
- 배출된 오염물질의 친환경적 사후관리
  - － 실내오염물질 배출원의 사전관리가 불가능한 경우, 배출된 오염물질 관리는 친환경적(에너지 저소비) 방법을 우선적으로 채택하여 제거 및 완화

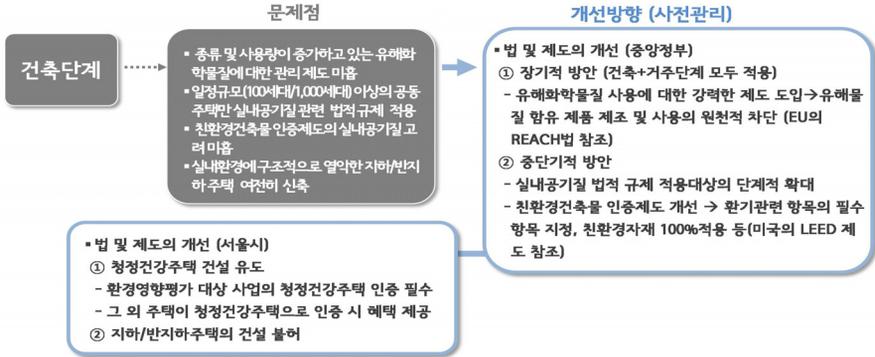


〈그림 6〉 주택 실내공기질 개선의 기본방향

## 2. 주택 실내공기질 개선 방안

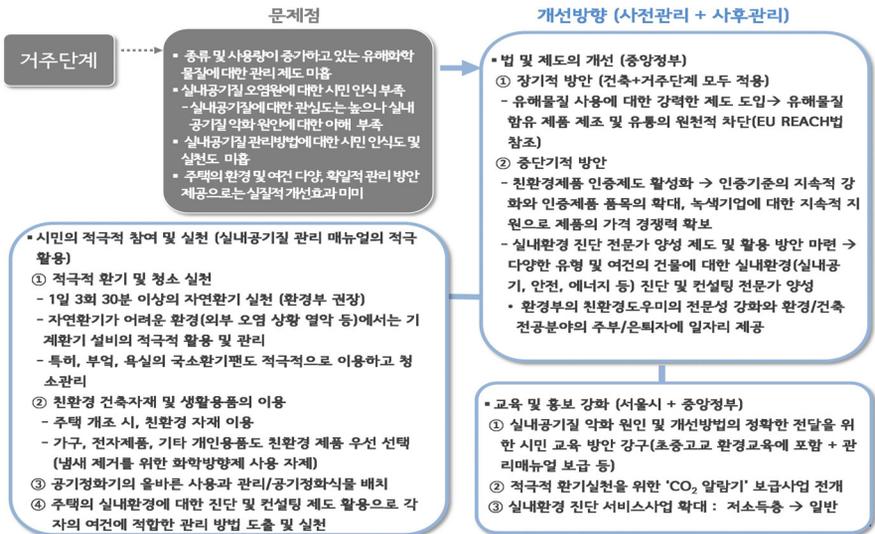
### 주택 건축(신축) 단계의 개선방향

사전 관리적 차원에서 주택 신축단계에는 정부의 강력한 법적 규제 및 지원 제도의 도입



〈그림 7〉 건축단계의 주택 실내공기질 개선 방향

### 주택 거주(사용) 단계의 개선방향



〈그림 8〉 거주단계의 주택 실내공기질 개선 방향

## 저소득층 주택의 실내공기질 개선을 위한 정부의 정책 및 사업 방향

### ○ 장기적 방안(서울시)

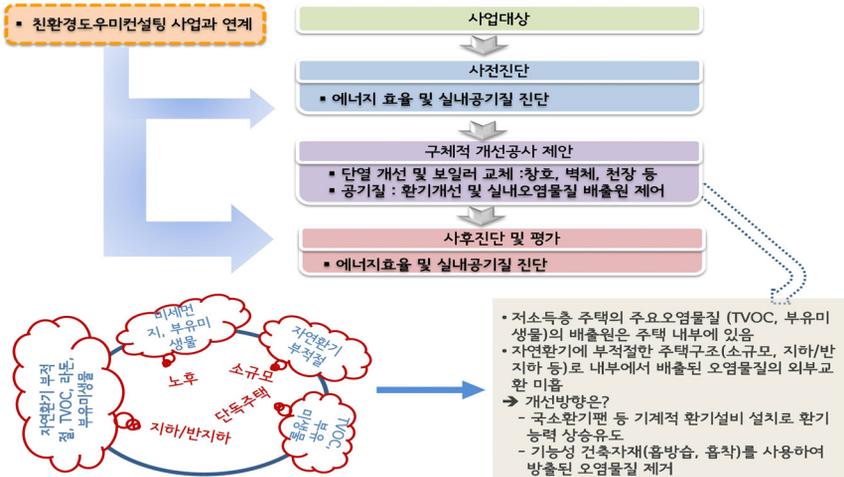
- 가장 문제가 되는 지하/반지하주택 신축을 불허하고 기존의 주택은 단계적으로 수요를 줄여나가려는 노력 필요

### ○ 중·단기적 방안(서울시 + 중앙정부) : 저소득층 주택 집수리사업의 방법 개선

- 중기적으로는 미국의 주택 단열개선사업(WAP)을 벤치마킹하여, 저소득층 주택의 집수리사업 시 에너지효율과 실내공기질을 모두 고려할 수 있는 체계 및 방법으로 전환

- 단기적으로는 환경부의 친환경도우미 컨설팅 사업과 연계하여, 실내공기질과 에너지효율의 사전 진단 후 실내공기질도 함께 개선될 수 있는 방향으로 에너지효율 개선사업의 공사 설계 유도

- 필요환기량 확보가 미흡한 구조적 특성을 보이는 저소득층 주택에는 주방/욕실 등에 국소환기팬을 설치하여 환기량 상승을 유도
- 흡착, 흡방습의 기능성 건축자재를 사용하여 습도문제의 개선 및 배출되는 오염물질의 제거 유도



〈그림 9〉 저소득층 주택의 집수리사업 방법의 개선안

# 목 차

---

<b>제1장 서론</b> .....	3
제1절 연구의 배경 및 목적 .....	3
제2절 연구의 내용 및 체계 .....	5
<b>제2장 실내공기오염물질과 관리제도</b> .....	9
제1절 실내공기오염물질의 특성 .....	9
제2절 실내공기질 관련 제도 및 정책 .....	12
1. 실내공기질 기준 .....	12
2. 주택건설 기준 .....	16
3. 건축자재 및 제품 인증제도 .....	18
4. 주택성능표시제도와 친환경건축물 인증제도 .....	20
5. 친환경건강도우미 컨설팅 사업 .....	30
6. 실내공기질 관리 매뉴얼 .....	32
<b>제3장 도시 주택의 실내공기질 특성 및 현황</b> .....	35
제1절 도시주택의 실내공기질 특성 .....	35
1. 아파트의 실내공기질 .....	36
2. 단독 및 다세대/연립주택의 실내공기질 .....	50
3. 지하/반지하주택의 실내공기질 .....	56
4. 종합정리 .....	59
제2절 서울시민의 주택 실내공기질 인식 및 관리실태 조사 .....	65
1. 시민 설문조사 개요 .....	65
2. 조사결과 .....	69
3. 종합정리 및 시사점 .....	101
<b>제4장 해외사례 및 실내공기질 개선 기술현황</b> .....	107
제1절 해외 사례 .....	107

1. 미국 .....	107
2. 유럽(독일 중심) .....	116
3. 일본 .....	122
제2절 실내공기질 개선을 위한 기술 현황 .....	126
1. 실내공기질 개선을 위한 방법 .....	126
2. 친환경 및 기능성 건축자재 .....	127
3. 환기 .....	130
4. 공기정화 .....	134
5. 친환경 생활용품 .....	136
<b>제5장 저소득층 주택의 실내공기질 .....</b>	<b>141</b>
제1절 서울시 저소득층 가구의 주택 특성 .....	141
제2절 저소득층 주택 대상 사업 현황 .....	145
1. 서울시 집수리사업(서울시 주택정책실) .....	145
2. BRP사업(서울시 기후환경본부) .....	146
3. 한국에너지재단(지식경제부) .....	147
제3절 저소득층 주택의 실내공기질 문제 및 개선 방향 .....	147
<b>제6장 주택 실내공기질 개선을 위한 제언 .....</b>	<b>153</b>
제1절 주택 실내공기질 개선의 기본 방향 .....	153
제2절 주택 실내공기질 개선 방안 .....	154
<b>참고문헌 .....</b>	<b>163</b>
<b>영문요약 .....</b>	<b>169</b>

# 표 목 차

---

〈표 2-1〉 주요 실내공기오염물질별 발생원 및 인체영향 .....	11
〈표 2-2〉 실내공기질 관련 법규 .....	13
〈표 2-3〉 다중이용시설의 실내공기질 기준 .....	14
〈표 2-4〉 「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」이외 법규에서의 실내공기질기준 .....	15
〈표 2-5〉 환기시설 및 건축자재 사용 관련조항 .....	16
〈표 2-6〉 청정건강주택 최소 및 권장기준 .....	17
〈표 2-7〉 환기설비의 성능검증(TAB) 시행기준 .....	18
〈표 2-8〉 친환경 건축자재 및 제품 인증제도 .....	19
〈표 2-9〉 주택성능등급 표시제도 기준 .....	21
〈표 2-10〉 주택성능등급 표시제도의 환경항목별 특징 .....	21
〈표 2-11〉 친환경건축물의 인증제도 기준 .....	23
〈표 2-12〉 주택유형별 친환경건축물 인증심사기준 .....	24
〈표 2-13〉 인증등급별 접수기준 .....	25
〈표 2-14〉 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011) - 1 : 실내공기오염물질 저방출 제품의 적용 .....	26
〈표 2-15〉 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011) - 2 : 자연 통풍 확보여부 ...	27
〈표 2-16〉 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011) - 3 : 단위세대의 환기성능 확보여부 .....	28
〈표 2-17〉 소형주택의 친환경건축물 인증기준(2011) - 1 : 실내공기오염물질 저방출 자재의 사용 .....	29
〈표 2-18〉 소형주택의 친환경건축물 인증기준(2011) - 2 : 자연 환기성능 확보 여부 .....	30

〈표 2-19〉 기존 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011) :

자연 환기성능 확보 여부 .....	30
〈표 2-20〉 친환경건강도우미 컨설팅사업의 점검대상 항목(2012년) .....	31
〈표 3-1〉 2010년 서울시 주택현황 .....	35
〈표 3-2〉 2010년 서울시 거주층별 주택 현황 .....	35
〈표 3-3〉 주택 구분 .....	36
〈표 3-4〉 도시지역의 아파트 실내공기질 측정 선행연구 목록 .....	38
〈표 3-5〉 측정대상 아파트 선정기준별 세대수 .....	41
〈표 3-6〉 아파트의 실내·외 공기 중 총부유미생물 농도비율(I/O) .....	43
〈표 3-7〉 아파트의 실내·외 공기 중 미세먼지 농도비율(I/O) .....	43
〈표 3-8〉 아파트의 실내·외 공기 중 휘발성오염물질의 농도비율(I/O) .....	44
〈표 3-9〉 신축 공동주택 연구대상 분류 .....	45
〈표 3-10〉 2006년 신축 공동주택 분석 결과 .....	48
〈표 3-11〉 도시지역의 다세대/연립주택 실내공기질 측정 선행연구 목록 .....	50
〈표 3-12〉 연구대상 세대 .....	51
〈표 3-13〉 단독주택 및 다세대/연립주택의 실내·실외 공기오염물질의 농도 .....	53
〈표 3-14〉 지하/반지하 거주층의 실내공기질 측정 선행연구 목록 .....	57
〈표 3-15〉 주택유형별 오염물질의 실내·외 농도비율(I/O) 비교 .....	60
〈표 3-16〉 주택유형별 오염물질의 농도 비교(평균농도) .....	61
〈표 3-17〉 주택 층수에 따른 실내공기 오염물질의 농도 비교 .....	62
〈표 3-18〉 설문조사 개요 .....	65
〈표 3-19〉 주택 관련 표본 특성 .....	67
〈표 3-20〉 인구 통계적 표본 특성 .....	68
〈표 3-21〉 설문조사의 주요 세부 내용 .....	69

〈표 3-22〉 실내공기질에 대한 관심도 .....	72
〈표 3-23〉 실내공기질에 대한 만족도 .....	72
〈표 3-24〉 실외공기질에 대한 만족도 .....	73
〈표 3-25〉 주택 실내공기와 실외공기질 비교 .....	74
〈표 3-26〉 주방의 국소환기팬 설치 여부 .....	77
〈표 3-27〉 진공청소 주당 사용 횟수 .....	80
〈표 3-28〉 방향제 사용 여부 .....	84
〈표 3-29〉 곰팡이 관찰 여부 .....	86
〈표 3-30〉 욕실 환기팬 사용여부 .....	88
〈표 3-31〉 세탁의류 통풍 환기 정도 .....	89
〈표 3-32〉 전기·전자제품 사용 후 환기 .....	89
〈표 3-33〉 자연환기를 위한 문의 적정성 .....	93
〈표 3-34〉 자연환기 장애요소 .....	94
〈표 3-35〉 친환경 제품 구입 의향 .....	97
〈표 3-36〉 친환경 건축자재 사용 의향 .....	98
〈표 3-37〉 공기청정기 구입 의향 .....	99
〈표 3-38〉 기계환기 설비 설치 의향 .....	100
〈표 3-39〉 주택 실내공기질 인식 및 관리 실태 조사 종합 .....	102
〈표 4-1〉 미국의 냉난방공조학회(ASHRAE)의 실내오염물질 기준 .....	108
〈표 4-2〉 Indoor airPLUS 인증 체크리스트 .....	109
〈표 4-3〉 WHO의 실내공기질 가이드라인 .....	118
〈표 4-4〉 독일의 실내공기질 권고기준 현황 .....	119
〈표 4-5〉 CE마크 .....	120
〈표 4-6〉 독일의 실내공간 면적크기에 따른 환기량 .....	121

〈표 4-7〉 일본 후생노동성 화학물질농도 권고기준 .....	122
〈표 4-8〉 건축기준법 기준 .....	123
〈표 4-9〉 물질별 건축기준법 세부 기준 .....	123
〈표 4-10〉 일본 주택성능표시 기준 .....	124
〈표 4-11〉 가정용품 개념 및 제외제품 .....	126
〈표 4-12〉 가정용품규제법 적용 제품 기준물질 .....	126
〈표 4-13〉 기능별 건축자재 구분 .....	129
〈표 4-14〉 기능성 건축자재의 소재별 분류 및 주요기능 .....	130
〈표 4-15〉 기계환기설비의 예 .....	133
〈표 4-16〉 하이브리드 환기시스템 방식 구분 .....	134
〈표 4-17〉 공기청정기 인증제도(CA마크) 특징 .....	135
〈표 4-18〉 공기청정기 사용방법 .....	136
〈표 5-1〉 서울시 소득계층별 가구원수 - 2008년 기준 .....	142
〈표 5-2〉 서울시 소득계층별 가구주 연령 - 2008년 기준 .....	142
〈표 5-3〉 서울시 소득계층별 주택유형 - 2008년 기준 .....	143
〈표 5-4〉 서울시 소득계층별 점유형태 - 2008년 기준 .....	143
〈표 5-5〉 서울시 소득계층별 평균 주택사용면적 및 1인당 주거면적 - 2008년 기준 .....	144
〈표 5-6〉 서울시 소득계층별 주택건축연도 - 2008년 기준 .....	144
〈표 5-7〉 서울시 집수리사업대상 및 사업내용 .....	146
〈표 5-8〉 한국에너지재단의 저소득층 에너지효율개선사업관련 사업실적 (서울시 가구 대상) .....	147

# 그림 목 차

---

〈그림 1-1〉 실내공기질 악화의 원인 .....	4
〈그림 1-2〉 직장 성인의 하루 중 중량당 물질섭취량 비율 .....	5
〈그림 1-3〉 연구의 체계 .....	6
〈그림 2-1〉 실내공기 오염원 및 오염물질 .....	9
〈그림 2-2〉 친환경건강도우미 컨설팅 신청 및 처리절차(2012년) .....	32
〈그림 3-1〉 거실에서 밀폐시간에 따른 실내공기 오염물질의 농도변화 .....	42
〈그림 3-2〉 건축연도 및 거주기간에 따른 휘발성유기화합물의 변화 .....	44
〈그림 3-3〉 공동주택의 계절에 따른 농도변화 .....	46
〈그림 3-4〉 공동주택의 계절별 부유미생물 농도 .....	47
〈그림 3-5〉 2006년 신축공동주택의 거주기간에 따른 오염물질 농도 변화 .....	48
〈그림 3-6〉 2006년 신축공동주택의 계절에 따른 농도 분포 .....	49
〈그림 3-7〉 단독주택 계절별 농도 분석 결과 .....	54
〈그림 3-8〉 다세대주택 계절별 농도 분석 결과 .....	55
〈그림 3-9〉 주택유형별 오염물질의 실내·외 농도비율(I/O) .....	60
〈그림 3-10〉 주택유형별 오염물질 농도비교 .....	62
〈그림 3-11〉 건축연수에 따른 오염물질의 농도변화 .....	63
〈그림 3-12〉 계절에 따른 오염물질의 농도변화 .....	64
〈그림 3-13〉 가구 구성원별 주택에서 장시간 보내는 공간 .....	70
〈그림 3-14〉 가구 구성원별 주택에서 보내는 시간 .....	70
〈그림 3-15〉 실내공기질에 대한 관심도 .....	71
〈그림 3-16〉 실내공기질에 대한 만족도 .....	72
〈그림 3-17〉 실외공기질에 대한 만족도 .....	73
〈그림 3-18〉 주택 실내공기와 실외공기질 비교 .....	74

〈그림 3-19〉 실내공기 오염원인 .....	75
〈그림 3-20〉 실내공기 개선을 위해 사용하는 방법 .....	76
〈그림 3-21〉 주방의 국소환기팬 설치 및 사용여부 .....	77
〈그림 3-22〉 주방의 국소환기팬 설치 및 사용여부 .....	78
〈그림 3-23〉 주방의 국소환기팬 비사용 이유 .....	78
〈그림 3-24〉 음식 조리 후 환기 방법 .....	79
〈그림 3-25〉 진공청소기 사용 및 빈도 .....	80
〈그림 3-26〉 물걸레 청소 여부 및 빈도 .....	80
〈그림 3-27〉 침대/이불/요커버 일반 빨래 여부 및 빈도 .....	81
〈그림 3-28〉 침대/이불/요커버 털기 및 빈도 .....	81
〈그림 3-29〉 침대/이불/요커버 햇빛건조 및 빈도 .....	82
〈그림 3-30〉 침대매트리스 일반청소 여부 및 빈도 .....	82
〈그림 3-31〉 가구광택제 사용여부 및 빈도 .....	83
〈그림 3-32〉 방향제 사용여부 및 빈도 .....	83
〈그림 3-33〉 표백제 사용여부 및 빈도 .....	84
〈그림 3-34〉 살충제 사용여부 및 빈도 .....	85
〈그림 3-35〉 드라이클리닝의류 사용여부 및 빈도 .....	85
〈그림 3-36〉 곰팡이 관찰여부 및 장소 .....	86
〈그림 3-37〉 욕실 환기팬 사용여부 및 빈도 .....	87
〈그림 3-38〉 세탁 관련 의류 환기 정도 .....	88
〈그림 3-39〉 전기·전자제품 사용 후 환기 .....	89
〈그림 3-40〉 계절별 환기 방법 .....	90
〈그림 3-41〉 여름철 환기방법별 환기 빈도(Base : 환기방법별로 한다는 응답자) ..	90
〈그림 3-42〉 여름철 환기방법별 회당 환기 시간(Base : 환기방법별로 한다는 응답자) ..	91

〈그림 3-43〉 겨울 환기 빈도(Base : 환기방법별로 한다는 응답자) .....	91
〈그림 3-44〉 겨울 환기 방법별 환기 시간(Base : 환기방법별로 한다는 응답자) .....	92
〈그림 3-45〉 자연환기를 위한 문의 적정성 .....	92
〈그림 3-46〉 자연환기 장애요소 .....	94
〈그림 3-47〉 실내공기질 개선을 위한 선호방법 .....	95
〈그림 3-48〉 실내공기질 개선에 효과적 방법 .....	96
〈그림 3-49〉 친환경 제품 구입 의향 .....	97
〈그림 3-50〉 친환경 건축자재 사용 의향 .....	98
〈그림 3-51〉 공기청정기 구입 의향 .....	99
〈그림 3-52〉 기계환기 설비 설치 의향 .....	100
〈그림 4-1〉 Indoor airPLUS 인증제도 .....	111
〈그림 4-2〉 프로토콜의 예시 .....	112
〈그림 4-3〉 NCHH 교육센터 및 네트워크 .....	113
〈그림 4-4〉 독일 블루엔젤 환경마크 .....	121
〈그림 4-5〉 실내공기질 개선 방법 .....	127
〈그림 4-6〉 친환경 건축자재의 개념 변화 .....	128
〈그림 4-7〉 환기의 개념 .....	131
〈그림 4-8〉 기계환기 방식의 종류 .....	132
〈그림 4-9〉 하이브리드 환기방식 .....	134
〈그림 5-1〉 실내공기질과 에너지효율을 고려한 집수리사업의 전개 방향(예시) .....	150
〈그림 6-1〉 주택 실내공기질 개선의 기본방향 .....	154
〈그림 6-2〉 건축단계의 주택 실내공기질 개선방향 .....	156
〈그림 6-3〉 거주단계의 주택 실내공기질 개선 방향 .....	158
〈그림 6-4〉 저소득층 주택의 집수리사업 방법 개선안 .....	159

# 제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 내용 및 체계

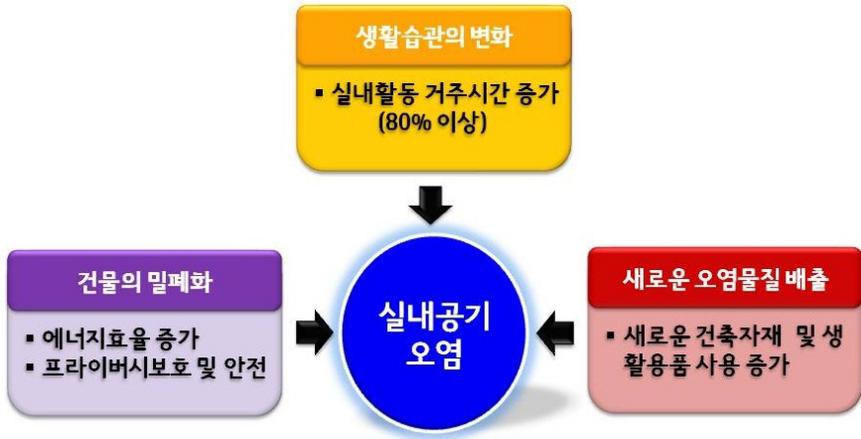
## 제1절 연구의 배경 및 목적

대부분 사람은 실외 대기오염이 환경 및 인체에 유해하다는 것을 인식하고 있으나 실내공기가 실외공기보다 더 오염되어 유해할 수 있다는 사실을 잘 인지하지 못하고 있다. 실외 대기오염은 자연적인 희석률이 크고 대기오염에 대한 사회적 인식, 각종 규제와 정비된 관리체계로 억제되고 있으나 실내공기는 한정된 공간에서 오염된 공기가 계속적으로 순환되어 축적되기 때문에 실외공기보다 오염도가 높을 수 있다(김윤신, 2010; 양원호, 2008).

미국 EPA가 실시한 인간의 대기오염물질 노출 연구에서는 실내 대기오염물질이 실외보다 2~5배, 때로는 100배 이상 더 높다고 밝힌 바 있다. 세계보건기구(WHO)도 2000년에 발표한 보고서에서 공기오염으로 인한 사망자수가 최대 600만 명이고 이 중 실내공기오염에 의한 사망자가 280만 명에 달한다고 제시한 바 있다. 또한, 실내오염물질이 실외오염물질보다 폐에 전달될 확률이 약 천 배나 높아 실내공기질이 인간의 건강 및 복지의 중요한 요인이며 적절한 관리가 필요함을 강조하였다(김윤신, 2010; 한국일보 보도자료, 2012.7).

도시민들의 실내생활 시간은 증가하고 있고, 프라이버시 보호 및 안전차원에서 실내공간은 더욱 폐쇄되는 경향이 있으며, 기후변화 등의 영향으로 에너지

절감을 위한 건물의 밀폐화도 가속되고 있다. 또한, 산업기술의 발달과 함께 다양한 건축자재와 생활용품 사용이 증가하고 이에 따라 여러 가지 오염물질의 방출도 늘어나고 있다. 이러한 시민들의 생활환경 및 생활방식 변화가 실내공기질을 악화하는 원인으로 작동하고 있다.

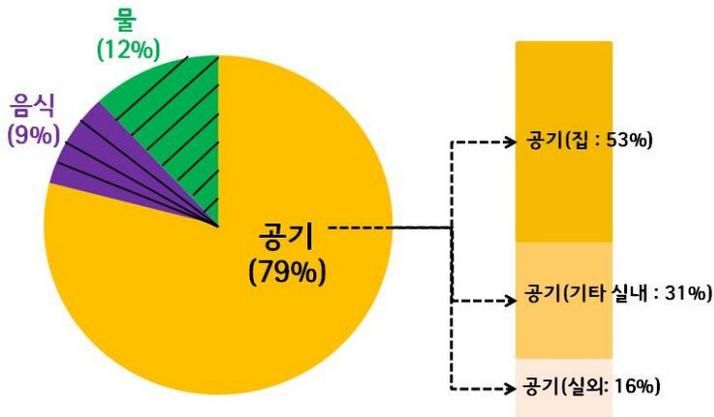


자료 : 김윤신, 2010, 실내환경 과학특론의 내용을 재구성

〈그림 1-1〉 실내공기질 악화의 원인

현대 도시인의 대부분이 하루 중 80% 이상의 시간을 여러 실내공간에서 보내고 있으며, 주택 내에서 생활하는 시간은 약 60%로 특히 어린이나 노약자 등 환경오염에 취약한 계층은 더 많은 시간을 주택에서 보낸다.

〈그림 1-2〉는 직장인이 하루 중 섭취 또는 호흡하는 물, 음식물, 공기량의 비율로, 하루 중 호흡하는 공기량의 53%가 주택의 실내공기라는 점에서 주택 실내공기질 관리의 필요성 및 중요성을 짐작할 수 있다.



자료 : 양원호, 2008, 실내공기질 및 위생성관리

〈그림 1-2〉 직장 성인의 하루 중 종량당 물질섭취량 비율

이 연구는 주택의 실내공기질 현황 및 특성을 조사하고, 서울시민의 주택 실내공기질에 대한 인식과 실내공기질과 관련한 생활습관 등 행태를 분석하여, 건강한 거주환경 조성을 위한 주택의 실내공기질 개선 방안을 도출하고자 한다.

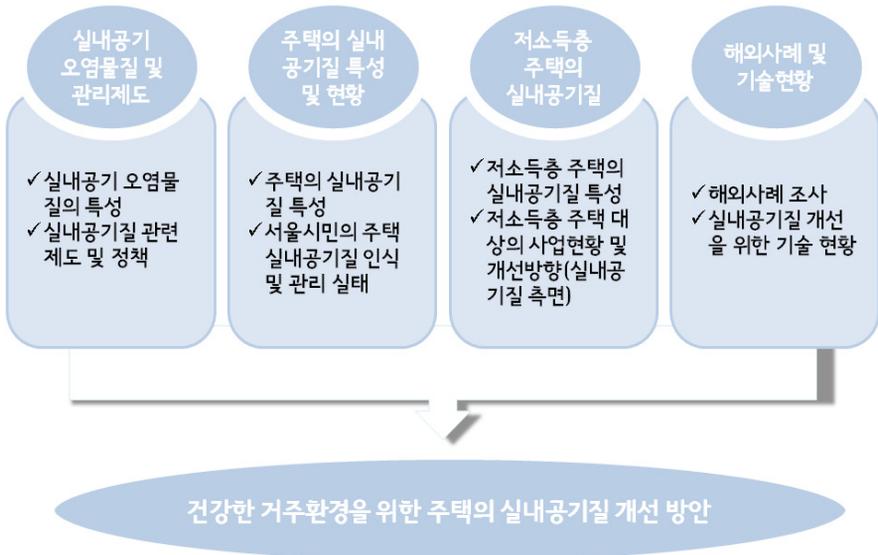
## 제2절 연구의 내용 및 체계

이 연구는 <그림 1-3>과 같은 체계로 진행되었다. 주요 실내공기오염물질의 특성, 실내공기질 관련법과 제도, 서울시 주택의 실내공기질 특성 및 관리 실태를 조사하여 서울시민의 주택 실내공기질 관리의 문제점을 분석하였다. 또한, 주택의 실내공기질 개선을 위한 국내·외 기술개발 현황 및 해외 관리사례를 조사하여 최종적으로 서울시 주택의 실내공기질 개선을 위한 방안들을 찾고자 하였다.

특별히, 저소득층은 적절한 환기시설이 갖추어져 있지 않은 노후주택에 거주

하는 경우가 많아 평균가구보다 주택의 실내공기질이 열악한 것으로 알려져 있다. 또한, 저소득층은 만성질환 유병률이 높고 건강관련 삶의 질 수준이 떨어져 건강취약계층에 속하는 것으로 보고되고 있다(김희연, 2010; 이미숙, 2005).

이에 따라, 이 연구는 저소득층 주택에 대한 실내공기질 문제점을 검토하고, 현재 중앙정부 및 서울시에서 저소득층 주택을 대상으로 추진 중인 주거에너지 효율화 사업 및 집수리사업과 저소득층 주택의 실내공기질 문제를 접목하여 저소득층 주택의 실내공기질까지 고려하는 사업의 전개 방향을 제안하였다.



〈그림 1-3〉 연구의 체계

## 제 2 장 실내 공기 오염물질과 관 리 제 도

제 1 절 실내 공기 오염물질의 특성

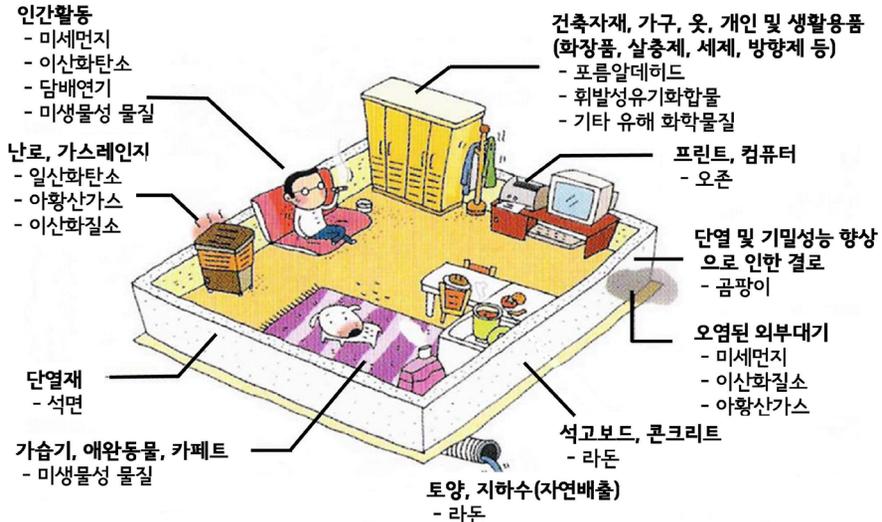
제 2 절 실내 공기 질 관련 제도 및 정책

# 제 2 장

## 실내공기오염물질과 관리제도

### 제1절 실내공기오염물질의 특성

실내공기질은 오염된 실외공기의 유입, 인간의 실내활동, 실내의 건축자재 및 생활용품 등 다양한 요인에 의하여 변화한다. <그림 2-1>은 주택의 실내공기질에 영향을 주는 주요 오염원 및 오염물질을 간략하게 보여준다.



출처 : 김윤신, 2010, 실내환경 과학특론 : 환경부를 재구성함.

<그림 2-1> 실내공기 오염원 및 오염물질

실내공기오염물질은 이산화탄소, 이산화질소, 라돈, 휘발성유기화합물 등의 기체상 오염물질과 석면, 미세먼지, 미생물성 물질 등 입자상 오염물질 등 다양하다.

가구나 건축자재 등에서 많이 방출되는 포름알데히드나 휘발성유기화합물은 새집증후군 원인물질로도 알려져 있다.

과거 단열재, 보온재, 내화재 등의 건축재료로 많이 사용되었던 석면은 그 위해성으로 2007년부터 국내사용이 금지되었다. 그러나 기존 건물의 해체 및 제거 시 발생가능성이 크므로 허가된 전문업체가 처리 및 제거하도록 하고 있다.

바위, 토양, 지하수 또는 시멘트, 석고보드 등 건축자재에서 방출되는 1급 발암성 물질인 라돈은 공기보다 무거워 지표에 가깝게 존재한다. 특성상 실외에서는 대기에 급속히 확산되어 영향이 미미하지만 문제는 밀폐된 실내공간에서 라돈의 농도가 실외보다 수천 배 높아질 수 있다는 데 있다. 특히 화강암이 넓게 분포한 지역, 토양과 인접한 단독주택이나 바닥과 벽 등 균열이 많은 오래된 건축물은 라돈의 실내 유입 가능성이 높다. 그러나 바닥이나 벽의 균열을 보수하고 환기를 하면 라돈의 실내 유입을 차단하고 손쉽게 그 농도를 낮출 수 있는 것으로 알려져 있다. 2008년부터 우리나라 환경부는 공공건물, 다중이용시설, 주택 등에 대한 라돈 실태조사를 실시하여 전국 실내 라돈지도를 작성하고 기준치를 초과하는 시설은 저감컨설팅을 하고 있다. 또한 주택에는 라돈 알람기를 보급해 스스로 관리할 수 있도록 지원하고 있으며, 라돈 노출에 취약한 주택(지하, 1층)을 대상으로 무료측정 컨설팅 서비스도 실시 중이다.

화학적 오염물질 외에 세균, 진균, 포자, 곰팡이 등 생물학적 오염물질들은 다습하고 환기가 불충분한 실내공간을 오염시켜 전염성 질환 및 알레르기 질환을 유발시킨다. 이러한 미생물성 물질들은 인간의 활동이나 애완동물, 일반가정에서 사용하는 가습기, 냉장고 등에서 기인한다.

이러한 실내공기오염물질의 주요 발생원 및 인체에 미치는 영향을 <표 2-1>에 정리하였다.

〈표 2-1〉 주요 실내공기오염물질별 발생원 및 인체영향

오염원	주요 발생원	인체영향	
미세먼지(PM10)	외부 : 자동차, 황사 등 내부 : 난로, 가스레인지 등 연료사용, 인간활동 등	천식 등 호흡계 질병, 폐기능 저하	
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	외부 : 자동차 내부 : 난로, 가스레인지 등 연료사용, 흡연 등	기관지염, 폐수종 염증	
이황산가스(SO <sub>2</sub> )	석유 연소, 표백제, 냉각제, 의약품	기관지염, 폐수종, 폐렴 등	
일산화탄소(CO)	외부 : 자동차 등 연료연소 내부 : 연료연소, 담배연기	주요 증상 : 두통, 메스꺼움, 졸음, 현기증, 방향감각 상실 등 만성적 증상 : 성장장애, 만성호흡기질환(폐렴, 기관지염, 천식)	
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	유기물 분해과정, 탄소화합물 연소 등 (실내공기질 또는 환기상태의 척도로 사용)	호흡곤란(공기 중 10% 이상일 때)으로 인한 질식	
석면	단열재, 절연재, 석면타일, 석면브레이크	피부질환, 호흡기질환, 석면증, 폐암 등	
라돈(Rn)	흙, 바위, 지하수, 콘크리트, 석고보드 등	폐암	
포름알데히드(HCHO)	각종 합판, 보드, 가구, 단열재, 접착제, 담배연기, 화장품, 옷감 등	눈, 코, 목에 자극을 주고 발암성 물질	
휘발성유기화합물(VOC)	외부 : 자동차 등 화석연료연소, 주유소, 세탁소, 인쇄소, 도장시설 등 내부 : 건축재료와 마감재, 접착제, 개인 및 생활용품(청소용, 각종 세척제, 향수, 살충제 등), 소모성 재료(복사기와 토너), 연료연소 등	벤젠	- 급성중독 : 호흡곤란, 불규칙한 맥박, 졸림 등으로 혼수상태에 빠짐 - 만성중독 : 혈액장애, 간장장애, 빈혈, 백혈병
		톨루엔	두통, 현기증, 피로, 평행장애 등
		자일렌	현기증, 비틀거림, 졸림, 감각상실, 폐부종, 식욕감퇴, 말미, 구토, 복부통증 등
		스틸렌	- 단기간 : 눈, 피부, 코, 호흡기 자극, 졸음 및 혼수상태 등 - 장기간 : 신경, 신장, 폐, 간에 영향을 줌.
오존(O <sub>3</sub> )	복사기, 레이저프린트, FAX 등	두통, 기침, 기도수축으로 인한 호흡량 감소, 눈과 목 등이 따가움	
부유미생물(세균 및 곰팡이)	가습기, 냉방장치, 냉장고, 애완동물(비듬, 털), 인간활동(대화, 재채기 등), 음식물쓰레기, 카펫	전염성 질환, 알레르기 질환, 피부질환(가려움증, 습진, 피부반점, 무좀 등), 호흡기질환, 폐질환, 기관지 질환, 폐암 등	
집먼지 진드기	의류 및 침구, 인형 등	아토피성 피부병, 천식, 비염 등	
기타 유해화학물질	개인 및 생활용품 (살충제, 세제, 방향제, 화장품 등)	물질별로 다양한 인체 영향	

## 제2절 실내공기질 관련 제도 및 정책

### 1. 실내공기질 기준

실내공기질 관리는 2003년에 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 제정으로 제도적 기틀을 마련하였으며, 관리대상 시설확대, 실내공기질 기준 설정, 환기 설비 설치 의무화, 오염물질 방출 건축자재 사용제한 등 다양한 정책이 도입되었고, 2004년 실내공기질관리 기본계획 수립 및 실내환경개선 협의회 구성으로 실내공기질 관리체계가 구축되었다.

2009년에는 실내공기질 관리를 위한 5개년(2009~2013) 중·장기 종합계획을 관계부처(환경부, 교육과학기술부, 지식경제부, 보건복지가족부, 노동부, 국토해양부) 합동으로 수립한 바 있다. 이처럼 실내공기질 관련법규들은 실내공기질의 중요성에 대한 인식이 서서히 확산되면서 비교적 최근에 제정되거나 전면 개정된 것을 알 수 있다.

<표 2-2>는 실내공기질 관리 대상별 법규 및 관리방법 등을 보여준다. 2006년부터 시행되고 있는 신축공동주택에 대한 실내공기질 권고기준을 제외하면 다수가 이용하는 실내 공동시설에 대한 법령이다. 적용대상에 따라 오염물질의 허용기준도 차이가 있다(<표 2-3>과 <표 2-4> 참조).

이와 같이 주택의 실내공기질과 관련해서는 기존주택은 물론, 신축 단독 및 다가구주택 또는 100세대 미만의 공동주택에는 실내공기질을 규제할 수 있는 법적 장치가 없는 상황이다.

〈표 2-2〉 실내공기질 관련 법규

내용					
구분					
법령	「다중이용시설 등의 실내공기관리법(일부개정 2011.12.08)」	「산업안전보건법(일부 개정 2012.1.29)」	「학교보건법(타법개정 2012.7.4)」	「공중위생관리법(타법 개정 2012.6.29)」	「주차장법(일부개정 2012.7.18)」
관리 대상	다중이용시설	신축공동주택	사무실, 작업장	학교	공중이용시설
목적	지하역사 등 17개 시설군의 실내공기질 관리	신축공동주택의 실내공기질 관리	해로운 작업을 하는 작업장의 작업환경관리	학교교사의 환경위생(실내공기질 포함) 관리	다중범에 포함되지 않은 주차장의 실내공기질 관리
관리 방법	시용 중인 시설의 유지관리 준수 의무, 실내공기질 측정, 관리책임자교육, 환기설비 설치, 오염물질방출 건축자재 사용제한	신축공동주택의 입주 전 공기질 (휘발성유기화합물과 포름알데히드) 측정·공고	공기질 측정, 환기설비 가동 등	일상장기특별점검 의무, 환기설비 설치 등 적정조치	공기정화시설 교체, 청소
					적정환기설비 설치

자료 : 윤정숙 외, 주거 실내환경학, 2011

(표 2-3) 다중이용시설의 실내공기질 기준

구분		PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO <sub>2</sub> (ppm)	HCHO( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	총부유세균(CFU/ $\text{m}^3$ )	CO(ppm)
유지기준	지하역사, 지하도상가, 여객자동차터미널 및 철도역사의 대합실, 공항시설 중 여객터미널, 항만시설 중 대합실, 도서관박물관 및 미술관, 장례식장, 박물관, 대규모 점포	150 이하	1,000 이하	100 이하(0.08ppm)	-	10 이하
	의료기관, 보육시설, 공공립 노인전문요양시설 및 노인전문병원, 신후조리원	100 이하			800 이하	
	실내주차장	200 이하			-	25 이하
권고기준	지하역사, 지하도상가, 여객자동차터미널 및 철도역사의 대합실, 공항시설 중 여객터미널, 항만시설 중 대합실, 도서관박물관 및 미술관, 장례식장, 박물관, 대규모 점포	NO <sub>2</sub> (ppm) 0.05 이하	Rn(pCi/l) 4.0 이하	TVOC( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 500 이하(0.12ppm) 400 이하(0.1ppm)	식면(개/cc) 0.01 이하	0.06 이하
	의료기관, 보육시설, 공공립 노인전문요양시설 및 노인전문병원, 신후조리원					
	실내주차장	0.30 이하		1,000 이하		0.08 이하
1. 포름알데히드 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 (0.17ppm)						

- 신축공공주택 권고 기준
- 벤젠 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하 (0.58ppm)
  - 톨루엔 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하(0.58ppm)
  - 에틸벤젠 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하(0.58ppm)
  - 자일렌 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하(0.58ppm)
  - 스틸렌 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하(0.58ppm)

주 : ppm환산치는 ppm으로 표시되는 기기에 의한 측정치와의 비교를 위해 저자가 환산한 수치임.  
자료 : 윤정숙 외, 주거 실내환경학, 2011

〈표 2-4〉 「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」 이외 법규에서의 실내공기질기준(일부발췌)

구분	「공중위생관리법(태법개정2012.6.29)」	「학교보건법(태법개정 2012.7.4)」	「산업안전보건법(일부개정 2012.1.26)」
적용대상	공중이용시설(학원, 공연장, 업무시설 등)	「유아교육법」 제2조제2호, 「초·중등교육법」 제2조 및 「고등교육법」 제2조에 따른 각 학교	사무실(8시간 기준 평균 농도 기준)
온습도	-	18~28℃(난방 : 18~20℃, 냉방 : 26~28℃)	-
비교습도	-	30~80%	-
미세먼지	150 <sub>µg</sub> /m <sup>3</sup> 이하(24시간 평균치)	모든 교실	150 <sub>µg</sub> /m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	1,000ppm(1시간 평균치)	10 <sub>µm</sub> 이하 기계환기시설은 1,500ppm	1,000ppm
CO	25ppm(1시간 평균치)	개별난방 및 도로변 교실	10ppm
NO <sub>2</sub>	-	교실	0.95ppm
HCHO	120 <sub>µg</sub> /m <sup>3</sup> (0.1ppm) 이하(1시간 평균치)	모든 교실	120 <sub>µg</sub> /m <sup>3</sup> (0.1ppm) 이하(1시간 평균치)
총 부유세균	-	모든 교실	800CFU/m <sup>3</sup>
리돈	-	지하교실	-
휘발성유기화합물	-	건축한 때로부터 3년이 경과되지 아니한 학교	500 <sub>µg</sub> /m <sup>3</sup>
석면	-	석면을 사용하는 학교	0.01개/cc 이하
오존	-	교무실 및 행정실	0.06ppm
진드기	-	보관실	-

주 : ppm(환산치는 ppm으로 표시되는 기기에 의한 측정치와의 비교를 위해 저자가 환산한 수치임).

자료 : 윤정숙 외, 주거 실내환경학, 2011

## 2. 주택건설 기준

2006년에는 ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙’ 개정을 통하여, 공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 기준이 설정되었다. 즉, 신축 또는 리모델링하는 주택 또는 건축물(기숙사를 제외한 100세대 이상의 공동주택, 주택을 주택 외의 시설과 동일건축물로 건축하는 경우로서 주택이 100세대 이상인 건축물)은 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비 설치를 의무화하고 있다(<표 2-5> 참조).

〈표 2-5〉 환기시설 및 건축자재 사용 관련조항

조항	내용	근거
공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 기준	신축 또는 리모델링하는 주택 또는 건축물(기숙사를 제외한 100세대 이상의 공동주택, 주택을 주택 외의 시설과 동일건축물로 건축하는 경우로서 주택이 100세대 이상인 건축물)은 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치하여야 한다. 다중이용시설을 신축하는 경우, 기계환기설비를 설치하여야 하는 다중이용시설은 각 시설의 필요환기량에 적합한 환기설비를 설치하여야 한다.	「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제17조 (일부개정 2009.12.31)
채광 및 환기를 위한 창문	환기를 위하여 거실에 설치하는 창문 등의 면적은 그 거실 바닥 면적의 20분의 1 이상이어야 한다. 다만, 기계환기장치 및 중앙 관리방식의 공기조화설비를 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.	「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제17조 (일부개정 2010.4.7)
오염물질방출 건축자재의 사용제한	환경부장관은 오염물질이 많이 나오는 건축자재(이하 “오염물질방출건축자재”라 한다)를 정하여 환경부령이 정하는 바에 따라 고시할 수 있으며, 다중이용시설을 설치(기존 시설의 개수 및 보수를 포함한다)하는 자는 환경부장관이 고시한 오염물질 방출건축자재를 사용하여서는 아니 된다.	「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」 제11조 (타법개정 2010.5.25)

자료 : 윤정숙 외, 주거 실내환경학, 2011

국토해양부는 새집증후군 저감을 위하여 청정건강주택기준을 2010년 6월에 제정하여, 2011년 7월부터 1,000세대 이상의 신축 및 리모델링하는 주택건설사업계획에 적용하고 있다. 또한, 최근의 주거 품질에 관한 트렌드를 반영하여 2013년부터는 500세대까지 적용하는 확대계획을 발표한 바 있다.

청정건강주택기준은 청정하고 건강한 공동주택을 목표로 주택의 설계 및 시

공부터 입주 후, 유지관리 단계까지를 고려하여 유해물질 방출 건축 자재 및 빌트인 가구, 환기설비에 대한 종합적 기준을 국내외 관련 제도 및 자료를 종합하여 제정되었다. 따라서, 청정건강주택기준은 가장 종합적이고 포괄적인 주택의 실내공기질 관련 기준으로 볼 수 있다. 7개의 최소기준을 충족하고 권장기준 중 3개 이상의 항목에 적합할 경우 청정건강주택으로 인정된다.

국토해양부에서 규정한 청정건강주택의 최소 및 권장기준은 <표 2-6>과 같다. 청정건강주택 기준 중 환기설비 성능 검증 기준은 <표 2-7>에 정리하였다.

<표 2-6> 청정건강주택 최소 및 권장기준

구분	항목	주요 내용
최소 기준	건축자재 및 붙박이 가구	-주택성능등급표시제도 중 "실내공기 오염물질 저방출제품" 1등급 이상 획득
	자재에 포함된 유해요소 (납, 수은, 6가크롬 등)	-「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」에 따른 환경표지 인증기준에 적합(제품의 환경성능 정보를 제공하고 그 수준을 규정)
	시공관리	-일정관리 자재관리 매뉴얼 작성, 흡수성 자재의 밀봉보관, 오염물질 저배출 현장장비 사용 등 시공관리 시행
	플러시 아웃	-공사 완료 후 입주 전에 flush out(환기 등을 이용하여 신선한 외기를 실내에 충분히 도입함으로써 실내 오염원을 실외로 방출) 시행
	환기성능	-주택성능등급표시제도 중 "단위세대 환기성능" 2등급 이상 획득
	환기설비 성능검증	-대한설비공학회의 "공동주택 환기설비 성능검증 기술기준" 충족 등
	접착제 시공방법	-접착제 시공면의 수분함수율 4.5% 미만 유지, 접착제 시공 시 섭씨 5도 이상 유지 등
권장 기준	빌트인 생활제품	-오염물질 방출량이 우수등급(TVOC 5.0mg/m <sup>3</sup> 이하, HOHO 0.05mg/m <sup>3</sup> 이하) 이상인 빌트인 제품 설치
	흡방습 건축자재	-흡방습량이 50g/m <sup>2</sup> 이상인 건축자재를 거실과 침실 벽체면적의 10% 이상에 사용
	흡착 건축자재	-흡착률이 60% 이상이고, 적산흡착량이 6,000 $\mu$ g/m <sup>3</sup> (포름알데히드) 이상인 건축자재를 거실과 침실 벽체면적의 10% 이상에 사용
	항곰팡이 성능 건축자재	-항곰팡이 저항성이 2.5 이하인 건축자재를 곰팡이 발생우려 부위(발코니, 화장실 등) 외피면적의 5% 이상에 사용
	항균 성능 건축자재	-항균 저항성이 2.0 이하인 건축자재를 세균 발생 우려 부위(발코니, 화장실 등) 외피면적의 5% 이상에 사용
	도장공사 시공기준	-실내반입 자재의 현장 도장 자재, 실내도장은 벽지 시공 전 실시 등 별도 시공기준 준수
	접착제 사용부위 처리	-흡착률 30% 이상의 흡착보양재 사용

자료 : 국토해양부 보도자료, 2010.06

〈표 2-7〉 환기설비의 성능검증(TAB) 시행기준

구분	내용
평가 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기본원칙은 국토해양부의 건설공사표준시방서를 따름</li> <li>-에너지 효율적인 환기설비 도입 : 건축물의 에너지절약 설계기준의 제2항 건축부분 설계기준 제7조 설비 적용 여부(기계부문의 권장사항)</li> <li>-환기효율(실별 균일 환기량 확보) : 단위세대 내의 균일한 환기량 확보여부 확인(실별 편차가 25퍼센트 이내로 유지)</li> <li>-환기설비의 효과적인 유지관리 방안 : 자연, 기계 및 하이브리드 환기설비의 필터 교환 용이성</li> <li>-환기설비의 성능검증(TAB)의 시행 : 대한설비공학회의 "공동주택 환기설비 TAB 기술기준"의 만족여부</li> </ul>
TAB 수행 순서	<p>공기와 물 분배 관련설비가 설계목적과 부합되게 설치되었는지 확인 → 설계 시방에 적합한 계통의 유량 측정 → 수행결과에 대한 기록 및 보고 → 종합보고서 작성</p>
TAB 수행 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>-시스템 검토 : 설계도면, 계산서 및 설계 참고자료를 활용하여 TAB가 원활히 수행될 수 있도록 공기조화설비를 검토하고 미비점 보완</li> <li>-예비보고서 작성 : 계통검토 내용을 토대로 TAB 보고서 양식에 각 장비 사양 등을 작성하여 TAB작업이 원활히 진행될 수 있도록 준비</li> <li>-현장점검 : TAB를 실시하기 전에 각 계통이 시공도면 및 장비제작업체의 규격에 나타난 사항과 일치하는지의 여부 확인</li> <li>-전원점검 : 전력이 공급되는 공기조화장비에서 전원이 적절히 공급되고 있는지를 측정</li> <li>-공기분배계통의 시험조정</li> <li>-물분배계통의 시험조정, 온습도 측정, 소음측정</li> <li>-종합보고서 작성</li> </ul>

자료 : 청정건강주택(Clean Healthy House) 건설기준 제정

### 3. 건축자재 및 제품 인증제도

실내공기질 관련 건축자재 및 가구에 대한 인증제도로는 한국산업기술원의 ‘환경마크제도’, 한국공기청정협회의 ‘친환경 건축자재 품질인증제도(HB)’와 ‘기능성 건축자재 인증제도(FBM)’, 목질판상제품과 가정용 가구에 대한 포름알데히드 방출량 등급을 표시하는 KS 마크 등이 있다(〈표 2-8〉 참조).

한국산업기술원의 환경마크제도는 사무용기기 및 사무용품, 주택건설자재, 개인용품 및 가정용품, 가정용기기 및 가구 등 총 153개 제품군에 이르는 다양한 제품군에 대한 녹색제품 인증제도이다. 제조, 사용, 폐기단계에서의 유해물질 사용여부 및 방출정도, 재활용성, 에너지 및 소음정도 등 다양한 평가기준이 제품군별로 다르게 설정되어 있다.

〈표 2-8〉 친환경 건축자재 및 제품 인증제도

구분	환경마크 인증제도	친환경 건축자재 단체 품질 인증제도(HB마크)
목적	동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경마크를 표시하여 제품에 대한 정확한 환경정보를 소비자에게 제공하고, 기업에게 환경제품을 개발·생산하도록 유도하여 지속가능한 생산과 소비생활을 이루고자 함. OECD의 권유로 1997년 독일에서 처음 도입된 이래 EU·북유럽·캐나다·일본 등 40여 국가에서 시행되고 있음	국내 건축자재 생산업체 또는 수입 건축자재를 대상으로 화학물질 방출강도를 평가하여 인증함으로써 건축자재 오염물질 방출에 대한 자율적인 품질관리를 행할 수 있도록 권장하며 제품의 품질 향상에 기여함(HB : Healthy Building)
인증성격	법정임의	민간인증
운영 및 인증기관	환경부, 한국환경산업기술원	한국공기청정협회
법적근거	「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」	「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」
실시시기	1992년 4월	2004년 2월
인증대상	사무용기기 및 사무용품, 주택건축자재, 개인용품 및 가정용품, 가정용기기 및 가구 등 총 153개 제품군(2012.11 기준)	건축물의 내장재 중 실내마감자재로 사용되는 일반자재(판, 패널 및 보드, 목재류, 바닥재, 벽지 등 롤형태의 제품)와 페인트, 접착제, 실란트 등
인증기준 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품군별 다른 관련기준 적용</li> <li>• 환경 관련기준 : 제조와 사용단계에서 유해물질 사용 및 방출, 폐기단계에서 재활용성 등 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>-가구류, 벽지 : HCHO, VOCs 등 방출기준 이내</li> <li>-페인트, 벽 및 천장미감재, 접착제, 이중바닥재 : VOCs, HCHO, 톨루엔</li> <li>-방향제, 세정제 : 포탈레이트, HCHO 등 유해물질 비사용, 톨루엔, 자일렌 등 유해물질 방출기준 이내 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TVOC</li> <li>• 5VOC (신축공동주택의 실내공기질 물질 : 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌)</li> <li>• HCHO, CH<sub>3</sub>CHO</li> </ul>
인증마크		 ①  : 최우수 ②  : 우수 ③  : 양호

자료 : 윤정숙 외, 주거 실내환경학, 2011; 녹색제품 정보시스템(<http://www.greenproduct.go.kr>)

〈표 계속〉 친환경 건축자재 및 제품 인증제도

구분	기능성 건축자재 품질 인증제도(FBM마크)	한국산업인증(KS마크)
목적	국내외 유통되는 기능성 건축자재를 대상으로 흡착 및 흡방습성능을 평가하여 품질을 등급별로 인증함으로써 자율적인 품질관리를 행할 수 있도록 권장하며 제품의 품질 향상에 기여	특정상품이나 가공기술이 한국산업규격 수준에 해당함을 인증하는 제도로 우수공산품의 보급 확대로 소비자를 보호
인증성격	민간인증	법정임의
운영 및 인증기관	한국공기청정협회	지식경제부 기술표준원
인증대상	건축물의 내장재 중 실내마감자재로 사용되는 일 반자재(판, 패널 및 보드 등 롤 형태의 제품)	가정용 가구(책상, 의자, 침대, 수납기구 등), 목질판상제품(합판, 섬유판, 파티클 보드 등)
인증기준 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 흡착 : HCHO</li> <li>◆ 흡방습 : 습도</li> </ul>	◆ HCHO
인증마크		

자료 : 윤정숙 외, 주거 실내환경학, 2011; 한국공기청정협회 홈페이지; 기술표준원 홈페이지

#### 4. 주택성능표시제도와 친환경건축물 인증제도

정부는 공동주택을 대상으로 자연친화적 건축물을 건축하고 주택 품질향상을 유도하기 위하여 주택성능표시제도와 친환경건축물 인증제도를 각각 운영하여 왔다. 2012년 7월부터는 두 제도의 평가기준이 상당부분 중복됨을 인정하여 두 제도의 인정기준을 한 번의 신청으로 인증받을 수 있도록 하고 있다. 또한, 친환경건축물 인증대상도 과거에는 신축하는 대형건축물로 한정하였으나, 2012년 7월부터 신축 단독주택, 공동주택 중 20세대 미만의 소형주택, 건축한 지 3년이 경과한 공동주택 및 업무시설로 확대하였다.

## 1) 주택성능등급 표시제도

주택성능등급 표시제도는 주택의 품질향상과 국민의 알권리를 보장하기 위하여, 1,000세대이상의 주택을 건설하여 공급하는 사업주체가 주택의 성능을 인정받아 입주자 모집 공고 시 표시토록 의무화한 제도로 2006년에 도입되었다.

주택성능등급 표시제도의 인정심사는 주택법 제21조의 2(주택성능등급의 표시 등)의 제1항 규정에 의해 5개 부문(소음, 구조, 환경, 생활환경, 화재·소방)의 18개 범주 27개 항목에 대하여 심사하고, 1~4등급(★~★★★★)으로 구분하여 인증표시를 한다. 특별히 실내환경항목이 포함된 환경부문의 세부 평가내용은 <표 2-10>과 같다.

〈표 2-9〉 주택성능등급 표시제도 기준

구분	내용
인증대상	1,000세대 이상의 공동주택을 건설·공급하는 경우 단, 에너지성능등급은 300세대 이상
인정기관	NH(한국토지주택공사), 건기연(한국건설기술연구원), 한국감정원, 한국시설안전공단
인증등급	5개 분야 28개 항목(3~4등급 체계)
평가항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소음등급: 경량·중량 충격음, 외부·화장실·경계소음</li> <li>· 구조등급: 가변성·수리 용이성·내구성</li> <li>· 환경등급: 조경, 일조, 실내공기질, 에너지성능</li> <li>· 생활환경등급: 주민공동시설, 사회적약자 배려, 홈 네트워크, 방범안전</li> <li>· 화재·소방등급: 화재·소방성능, 피난안전</li> </ul>
근거법률	「주택법」 제21조의 2(주택성능등급의 표시 등)

자료: 친환경건축물 인증, 활성화 기반 마련, 국토해양부 보도자료, 2011.12.29

〈표 2-10〉 주택성능등급 표시제도의 환경항목별 특징

구분	내용
환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 외부환경 - 외부 공간 및 건물외피의 생태적 기능 생태적 기능(자연순환 기능)의 정량적 평가를 통한 대상지 환경의 질적 수준 개선 및 도시생태문제의 근원적 해결유도를 위하여 생태 면적률에 따라 4개 등급으로 평가</li> <li>◆ 외부환경 - 자연토양 및 자연지반의 보전 생태적 기능(자연순환 기능)의 정량적 평가를 통한 대상지 환경의 질적 수준 개선 및 도시생태문제의 근원적 해결유도를 위하여 자연지반 녹지율에 따라 4등급으로 평가</li> </ul>

〈표 계속〉 주택성능등급 표시제도의 환경항목별 특징

구분		내용
환경	실내공기질	◆ 실내공기오염물질 저방출 자재의 적용 포름알데히드 및 휘발성유기화합물 저방출 자재의 적용으로 거주자의 쾌적한 실내환경을 유지하기 위하여 유해화학물질 저방출 자재 적용에 따라 3개 등급으로 평가
		◆ 단위세대의 환기성능 확보 실내공기환경을 적절한 수준으로 유지할 수 있는 환기성능의 확보를 위하여 환기량 및 환기설비의 설치여부에 따라 3개 등급으로 평가
	일조 (빛환경)	◆ 채광을 목적으로 한 창문의 면적 및 방위를 계산하고 그것을 통하여 외부 자연채광의 도입 가능성을 평가하여 건물의 채광효율을 높일 수 있도록 하기 위해 채광률에 따라 4등급으로 평가
	에너지 성능 (열환경)	◆ 에너지 절약설계에 따른 난방에너지 절감효과에 대한 정보를 제공하여 난방비 절감을 유도하고 쾌적한 실내온열환경이 유지될 수 있도록 하기 위하여 에너지 절약계획서 산출점수와 건물 에너지 효율등급 인증기준에 따라 4개 등급으로 평가

자료 : <http://www.goodhousing.or.kr/>, 주택성능등급인증센터

## 2) 친환경건축물 인증제도

친환경건축물은 자재생산, 설계, 시공, 유지관리, 폐기 등 건설과정에서 쾌적한 거주환경에 영향을 미치는 주요요소를 평가 및 인증하는 제도로, 녹색건축물 활성화 및 기술개발을 통하여 저탄소 녹색성장에 따른 친환경건축물의 건축을 유도·촉진하는 목적을 가지고 있다.

친환경건축물의 인증대상, 기관, 등급, 평가항목 등을 <표 2-11>에 정리하였다. 국토해양부와 환경부는 공동주택, 복합건축물(주거), 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 소형주택, 기존 공동주택, 기존 업무용 건축물, 그 밖의 건축물에 대한 인증심사기준과 각각의 평가항목별 세부 평가기준을 설정하고 항목별 점수를 매겨 등급을 부여한다.

〈표 2-11〉 친환경건축물의 인증제도 기준

구분	내용
인증대상	공동주택, 주거복합건축물, 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설 및 그 밖의 건축물
인증기관	NH 토지주택연구원, 한국에너지기술연구원, 크레비즈큐엠, 한국교육환경연구원
인증등급	최우수(그린 1등급), 우수(그린 2등급), 우량(그린 3등급), 일반(그린 4등급)의 4단계
평가항목	토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경(9개 분야)
근거법률	건축법 제65조(친환경건축물의 인증)

자료 : 친환경건축물 인증, 활성화 기반 마련, 국토해양부 보도자료, 2011.12.29

<표 2-12>는 주택 대상의 실내공기 관련 평가항목의 세부내용만을 추출한 것이다. 주택 유형에 따라 각 등급 획득을 위한 점수는 <표 2-13>과 같이 69점~80점 이상의 범위에 있으며, 실내공기질과 관련하여 배분된 점수도 주택유형별로 4점~12점 범위를 보인다. 신축되는 주택은 ‘실내공기오염물질 저방출 제품의 적용’이 필수항목으로 설정되어 최소 4점 이상의 점수를 얻도록 하고 있다. 하지만, 실내공기질의 중요 요소인 환기관련 항목은 선택항목으로 설정되어 있어 친환경건축물 최우수등급으로 인증을 받은 건물이 반드시 환기적 측면에서도 우수하다고 볼 수는 없어 이에 대한 개선이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 2-12〉 주택유형별 친환경건축물 인증심사기준

구분	평가항목	세부평가기준	항목	배점
공동주택	실내공기오염물질 저방출 제품의 적용	유해화학물질 저방출 제품의 적용정도에 대해 평가(최소 4.8점 이상)	필수	6
	자연 통풍 확보 여부	거주자가 직접 외기를 도입할 수 있도록 자연통풍이 가능한 환기종의 설치여부를 평가	평가	3
	단위세대의 환기성은 확보여부	최소 환기량 및 일정수준 이상의 환기성은 확보를 위한 환기설비의 설치여부를 평가	평가	3
복합건축물 (주거)	실내공기오염물질 저방출 제품의 사용	유해화학물질 저방출 제품의 적용정도에 대해 평가(최소 4점 이상)	필수	6
	자연 환기성은 확보 여부	거주자가 직접 외기를 도입할 수 있도록 자연통풍이 가능한 환기종의 설치여부를 평가	평가	3
	건축자재로부터 배출되는 그 밖의 유해물질 억제	건축물 내에서 석면이 포함된 자재를 사용하는지를 평가	평가	1
소형주택	실내공기오염물질 저방출 제품의 사용	유해화학물질 저방출 제품의 적용정도에 대해 평가(최소 4점 이상)	필수	6
	자연환기성은 확보여부	거주자가 직접 외기를 도입할 수 있도록 자연통풍이 가능한 환기종의 설치여부를 평가	평가	3
	자연환기성은 확보여부	거주자가 직접외기를 도입할 수 있도록 통풍조절이 가능한 환기종의 설치여부	평가	3
기존 공동주택	거주자 만족도 조사	단위세대 실내환경, 방제시설, 관리방식 등 만족도	평가	P1

주: 1) 공동주택 : 건축법 제22조에 따른 사용승인 또는 주택법 제29조에 따른 사용검사를 받은 후 3년이 경과되지 아니한 것을 말하며 20호 미만의 다세대주택은 제외  
 2) 소형주택 : 건축법시행령 별표1 제1호의 단독주택 및 제2호의 공동주택 중 20세대 미만의 주택  
 3) 기존 공동주택 : 건축법 제22조에 따른 사용승인 또는 사용검사 또는 주택법 제29조에 따른 사용검사를 받은 후 3년이 경과된 것을 말하며 20호미만의 다세대주택은 제외  
 자료 : 친환경건축물 인증기준, 2011.12.30. 개정고시, 국토해양부, 환경부

〈표 2-13〉 인증등급별 점수기준

1. 공동주택

등급	심사점수		비고
	신축건축물	기존건축물	
최우수(그린1등급)	74점 이상	69점 이상	100점 만점
우수(그린2등급)	66점 이상	61점 이상	
우량(그린3등급)	58점 이상	53점 이상	
일반(그린4등급)	50점 이상	45점 이상	

2. 업무용건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물, 복합건축물

등급	심사점수		비고
	신축건축물	기존건축물	
최우수(그린1등급)	80점 이상	75점 이상	100점 만점
우수(그린2등급)	70점 이상	65점 이상	
우량(그린3등급)	60점 이상	55점 이상	
일반(그린4등급)	50점 이상	45점 이상	

3. 소형주택

등급	심사점수	비고
최우수(그린1등급)	74점 이상	100점 만점
우수(그린2등급)	66점 이상	
우량(그린3등급)	58점 이상	
일반(그린4등급)	50점 이상	

〈표 2-14〉 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011)-1 : 실내공기오염물질 저방출 제품의 적용

■ 세부 평가기준				
배 점	<b>6점 (필수항목 : 최소평점 4.8점)</b>			
	• 평점 = (가중치) × (배점) × (적용세대수/총세대수)			
산출 기준	구분		등급 기준	가중치
	1급		14점 이상	1.0
	2급		12점 이상 14점 미만	0.8
	3급		10점 이상 12점 미만	0.6
	4급		8점 이상 10점 미만	0.4
	구분		유해화학물질 저방출제품의 적용부위	점수
	최종 마감재	벽체	실내벽면(기둥, 간막이벽 포함)에 적용된 최종마감재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2
		천장	천장면에 적용된 최종마감재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1
		바닥	바닥면에 적용된 최종마감재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2
	접착제	벽체	실내벽면(기둥, 간막이벽 포함)의 최종마감재에 적용된 접착제의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2
		천장	천장면의 최종마감재에 적용된 접착제의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1
		바닥	바닥면의 최종마감재에 적용된 접착제의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2
	최종 마감재 이외의 그 밖의 내장재	벽체	실내벽면(기둥, 간막이벽 포함)에 적용된 내장재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1
		천장	천장에 적용된 내장재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	0.5
		바닥	바닥에 적용된 내장재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	0.5
	가구용 자재	불박이장 (1000세대 미만 해당)	세대 내 모든 가구에 사용되는 목질판상제품은 KS 규격(KS F 3200)의 E0 등급 수준 이상인 것을 확인할 수 있는 경우	2
			세대 내 부엌가구, 옷장, 신발장 등 건축물 내부에 불박이로 설치·사용되는 제품 중 목질 재료를 60% 이상 사용한 모든 제품이 환경표지인증 획득 시(실내 공기 오염 및 유해물질 저감) 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	4
		불박이장 (1000세대 이상 해당)	침실에 설치되는 내장가구(불박이장 등)	각 0.5 (최대1점)
			부엌에 설치되는 부엌가구 현관 등에 설치되는 수납가구(신발장 등) 거실에 설치되는 거실장	1 0.5 0.5
	※ 유해물질 저방출자재(마감재, 접착제, 내장재)는 해당부위 표면적의 최소 70% 이상 적용되어야 함 ※ 유리, 자연석재와 대리석, 세라믹타일, 금속성 표면의 재료, 천연목재, 천연블록 등과 같은 휘발성유기화합물을 방출하지 않는 재료는 환경표지인증 획득기준에 적합한 것으로 봄 ※ 마감재가 접착제를 사용하지 않는 시공법을 적용하는 경우는 환경표지인증 획득기준에 적합한 것으로 봄			
■ 평가 참고자료 및 제출서류				
참고자료	-환경기술 및 환경산업 지원법 -KS F 3200 -환경기술 및 환경산업 지원법 시행규칙 -환경부 실내공기질 공정시험기준 -환경표지인증 대상제품 및 인증기준( <a href="http://el.keiti.re.kr">http://el.keiti.re.kr</a> ) (EL241, EL242, EL246, EL248, EL251, EL252, EL253, EL254, EL255, EL256, EL481, EL482, EL723)			
	제출 서류	예비 인증	-기준층 단위세대에 대한 설계설명서, 기본설계도, 자재시방서, 건축자재 및 내장가구류의 오염물질 방출량에 대한 시험성적서 ※ 적용예정확인서로 갈음	
본인증		-실내 건축자재 및 내장가구류의 적용이 확인 가능한 도면 및 서류 -오염물질방출량 획득기준에 적합한 적용대상제품의 인증서, 시험성적서 -기본설계도, 자재시방서, 건축자재 및 내장가구류의 오염물질 방출량에 대한 시험성적서		

〈표 2-15〉 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011)-2 : 자연 통풍 확보 여부

<p>■ 세부 평가기준</p>																
배 점	3점(평가항목)															
산출기준	<p>• 평점 = (가중치) × (배점) × 적용세대수/총세대수</p> <p>○ 개폐 가능한 창면적 비율(%) = <math>\frac{\text{개폐 가능한 창 면적의 합 (m}^2\text{)}}{\text{전용면적 및 확장면적의 합 (m}^2\text{)}} \times 100</math></p>															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>자연통풍이 가능한 환기창의 설치</th> <th>가중치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 16% 이상인 경우</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>2 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 14% 이상인 경우</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>3 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 12% 이상인 경우</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>4 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 10% 이상인 경우</td> <td>0.4</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	자연통풍이 가능한 환기창의 설치	가중치	1 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 16% 이상인 경우	1.0	2 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 14% 이상인 경우	0.8	3 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 12% 이상인 경우	0.6	4 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 10% 이상인 경우	0.4
	구 분	자연통풍이 가능한 환기창의 설치	가중치													
	1 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 16% 이상인 경우	1.0													
	2 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 14% 이상인 경우	0.8													
3 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 12% 이상인 경우	0.6														
4 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 10% 이상인 경우	0.4														
<p>■ 평가 참고자료 및 제출서류</p>																
참고자료	- 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제14조(배연창의 유효면적 산정 기준 등)															
제출 서류	예비 인증	- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(단위세대 면적산출서)														
	본인증	- 예비인증 시와 동일														

〈표 2-16〉 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011)-3 : 단위세대의 환기성능 확보 여부

배 점		3점(평가항목)															
		<p>■ 세부 평가기준</p> <p>● 평점 = (가중치) × (배점) × 적용세대수/총세대수</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">구 분</th> <th style="width: 70%;">등 급 기 준</th> <th style="width: 20%;">가중치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 급</td> <td>2급+자연 및 기계환기 설비가 하나의 시스템으로 구성되어 있으며, 필요에 따라 상호완전히 가동될 수 있는 혼합형(하이브리드) 환기설비가 설치된 경우</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>2 급</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연환기 : 3급+일정수준 이상<sup>주1)</sup>의 단열성능이 확보된 경우</li> <li>■ 기계환기 : 4등급+고성능 외기청정필터 및 열교환기 또는 바닥열을 이용한 환기장치가 설치된 경우</li> </ul> </td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>3 급</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연환기 : 4급+일정수준 이상의 조건<sup>주2)</sup>에서 환기설비의 표면결로 방지성능이 확보된 경우</li> <li>■ 기계환기 : 4등급+고성능 외기청정필터, 열교환기, 바닥열을 이용한 환기장치 중 어느 하나가 설치된 경우</li> </ul> </td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>4 급</td> <td>단위세대에서 시간당 0.7회에 상응하는 환기횟수의 확보가 가능한 환기설비(자연환기 또는 기계환기설비)가 설치된 경우</td> <td>0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>주1) KS F 2278 규정에 의한 열관류율이 2.632W/(m²K) 이하(열관류 저항 0.380m²K/W 이상)인 것 (환기구 밀폐조건으로 측정)</p> <p>주2) KS F 2295에 따라 형온습실 공기온도 20℃, 상대습도 50% 및 저온실 온도 -10℃인 조건(환기구 밀폐조건으로 측정)</p> <p>※ 자연환기필터, 고성능 외기청정필터, 열교환기 및 바닥열을 이용한 환기장치는 단지 내 전체 세대에 설치된 경우에 한하여 인정</p> <p>※ 평가방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용된 환기관련 설비 및 방식에 대한 설비설계시방서 확인</li> <li>- 단위세대에서 시간당 0.7회 이상의 환기횟수 확보가 가능한 환기설비(자연환기 방식 포함)가 설치되어 있을 경우, 대상세대의 체적을 시간당 공기교환량(에 : 환기팬의 정격 풍량)으로 나눈 값을 환기횟수로 인정</li> <li>- 고성능 외기청정필터의 경우, KS B6141에 의한 시험결과 90.0% 이상의 집진효율이 있는지 여부에 대한 평가(비색법 또는 광산란법 적용 시)</li> <li>- 열교환기의 경우, 고효율기자재 인증기준 이상의 열회수율 확보가 가능한지에 대한 평가</li> <li>- 바닥열을 이용한 환기장치의 경우, 고효율기자재 인증여부 및 이와 동등 이상의 성능을 객관적으로 확인할 수 있는지 기술자료의 여부를 확인함</li> <li>- 단지 내에 정격용량이 다른 환기설비가 설치될 경우에는 각각의 경우에 대한 시험성적서가 첨부되어야 함</li> </ul>	구 분	등 급 기 준	가중치	1 급	2급+자연 및 기계환기 설비가 하나의 시스템으로 구성되어 있으며, 필요에 따라 상호완전히 가동될 수 있는 혼합형(하이브리드) 환기설비가 설치된 경우	1.0	2 급	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연환기 : 3급+일정수준 이상<sup>주1)</sup>의 단열성능이 확보된 경우</li> <li>■ 기계환기 : 4등급+고성능 외기청정필터 및 열교환기 또는 바닥열을 이용한 환기장치가 설치된 경우</li> </ul>	0.8	3 급	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연환기 : 4급+일정수준 이상의 조건<sup>주2)</sup>에서 환기설비의 표면결로 방지성능이 확보된 경우</li> <li>■ 기계환기 : 4등급+고성능 외기청정필터, 열교환기, 바닥열을 이용한 환기장치 중 어느 하나가 설치된 경우</li> </ul>	0.6	4 급	단위세대에서 시간당 0.7회에 상응하는 환기횟수의 확보가 가능한 환기설비(자연환기 또는 기계환기설비)가 설치된 경우	0.4
구 분	등 급 기 준	가중치															
1 급	2급+자연 및 기계환기 설비가 하나의 시스템으로 구성되어 있으며, 필요에 따라 상호완전히 가동될 수 있는 혼합형(하이브리드) 환기설비가 설치된 경우	1.0															
2 급	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연환기 : 3급+일정수준 이상<sup>주1)</sup>의 단열성능이 확보된 경우</li> <li>■ 기계환기 : 4등급+고성능 외기청정필터 및 열교환기 또는 바닥열을 이용한 환기장치가 설치된 경우</li> </ul>	0.8															
3 급	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연환기 : 4급+일정수준 이상의 조건<sup>주2)</sup>에서 환기설비의 표면결로 방지성능이 확보된 경우</li> <li>■ 기계환기 : 4등급+고성능 외기청정필터, 열교환기, 바닥열을 이용한 환기장치 중 어느 하나가 설치된 경우</li> </ul>	0.6															
4 급	단위세대에서 시간당 0.7회에 상응하는 환기횟수의 확보가 가능한 환기설비(자연환기 또는 기계환기설비)가 설치된 경우	0.4															
산출기준																	
■ 평가 참고자료 및 제출서류																	
참고자료																	
제출서류	예비인증	- 환기설비 시방서, 공인시험기관의 시험성적서, 적용예정확인서 등															
	본인증	- 예비인증 시와 동일															

〈표 2-17〉 소형주택의 친환경건축물 인증기준(2011)-1 :실내공기오염물질 저방출 자재의 사용

■ 세부 평가기준					
배 점	6점 (필수항목: 최소평점 4.0점)				
산출기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평점 = (총 평점의 합 / 3) × 적용세대수/총세대수</li> </ul>				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>각종 유해물질 저방출자재의 적용부위</th> <th>평점</th> </tr> </thead> </table>	구분	각종 유해물질 저방출자재의 적용부위	평점
	구분	각종 유해물질 저방출자재의 적용부위	평점		
	최종 마감재	벽체	실내벽면(기둥, 간막이벽 포함)에 적용된 최종마감재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2	
		천장	천장면에 적용된 최종마감재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1	
		바닥	바닥면에 적용된 최종마감재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2	
	접착제	벽체	실내벽면(기둥, 간막이벽 포함)의 최종마감재에 적용된 접착제의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1	
		천장	천장면의 최종마감재에 적용된 접착제의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1	
		바닥	바닥면의 최종마감재에 적용된 접착제의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	2	
	최종 마감재 이외의 그 밖의 내장재	벽체	실내벽면(기둥, 간막이벽 포함)에 적용된 내장재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1	
		천장	천장에 적용된 내장재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1	
		바닥	바닥에 적용된 내장재의 유해화학물질 방출량이 환경표지인증 획득기준 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	1	
	가구용 자재	불박 이장	모든 가구에 사용되는 목질판상제품은 KS 규격(KS F 3200)의 E0 등급 수준 이상인 것을 확인할 수 있는 경우	2	
			부엌가구, 옷장, 신발장 등 건축물 내부에 불박이로 설치·사용되는 제품 중 목질 재료를 60% 이상 사용한 모든 제품이 환경표지인증 획득기준(실내 공기 오염 및 유해물질 저감 또는 그에 준하는 기준에 적합한 경우	4	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ 유해물질 저방출자재(마감재, 접착제, 내장재)는 해당부위 표면적의 최소 70% 이상 적용되어야 함</li> <li>※ 유리, 자연석재와 대리석, 세라믹타일, 금속성 표면의 재료, 천연목재, 천연블록 등과 같은 휘발성 유기화합물을 방출하지 않는 재료는 환경표지인증 획득기준에 적합한 것으로 봄</li> <li>※ 마감재가 접착제를 사용하지 않는 시공법을 적용하는 경우는 환경표지인증 획득기준에 적합한 것으로 봄</li> </ul>				
■ 평가 참고자료 및 제출서류					
참고자료	-환경기술 및 환경산업 지원법 -환경기술 및 환경산업 지원법 시행규칙 -KS F 3200 -환경부 실내공기질 공정시험기준 -환경표지인증 대상제품 및 인증기준( <a href="http://el.keiti.re.kr">http://el.keiti.re.kr</a> ) (EL241, EL242, EL246, EL248, EL251, EL252, EL253, EL254, EL255, EL256, EL481, EL482, EL723)				
	제출서류	예비인증 -실내 건축자재의 적용이 확인 가능한 도면 및 서류 -오염물질방출량 획득기준에 적합한 대상제품의 인증서, 시험성적서 ※ 적용예정확인서로 갈음 가능			
본인증 -실내 건축자재의 적용이 확인 가능한 도면 및 서류 -오염물질방출량 획득기준에 적합한 대상제품의 인증서, 시험성적서, 거래명세서					

〈표 2-18〉 소형주택의 친환경건축물 인증기준(2011)- 2 : 자연 환기성능 확보 여부

■ 세부 평가기준										
배 점	3점(평가항목)									
산출기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 평점 = (가중치) × (배점) × 적용세대수/총세대수</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>자연통풍이 가능한 환기창의 설치</th> <th>가중치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 바닥면적의 15% 이상인 경우</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>2 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 바닥면적의 10% 이상인 경우</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 개폐 가능한 창의 면적 비율 : 개폐 가능한 창 면적의 합 / 바닥면적의 합</p>	구 분	자연통풍이 가능한 환기창의 설치	가중치	1 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 바닥면적의 15% 이상인 경우	1.0	2 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 바닥면적의 10% 이상인 경우	0.5
	구 분	자연통풍이 가능한 환기창의 설치	가중치							
	1 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 바닥면적의 15% 이상인 경우	1.0							
	2 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 바닥면적의 10% 이상인 경우	0.5							
■ 평가 참고자료 및 제출서류										
참고자료	- 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제14조(배연설비) 별표2(배연창의 유효면적 산정 기준)									
제출 서류	<table border="1"> <tr> <td>예비인증</td> <td>- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(면적산출서)</td> </tr> <tr> <td>본인증</td> <td>- 예비인증 시와 동일</td> </tr> </table>	예비인증	- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(면적산출서)	본인증	- 예비인증 시와 동일					
예비인증	- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(면적산출서)									
본인증	- 예비인증 시와 동일									

〈표 2-19〉 기존 공동주택의 친환경건축물 인증기준(2011) : 자연 환기성능 확보 여부

■ 세부 평가기준										
배 점	3점(평가항목)									
산출기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 평점 = (가중치) × (배점) × 적용세대수/총세대수</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>자연통풍이 가능한 환기창의 설치</th> <th>가중치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 15% 이상인 경우</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>2 급</td> <td>세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 10% 이상인 경우</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 개폐 가능한 창의 면적 비율 : 개폐 가능한 창 면적의 합 / 전용면적 및 확장면적의 합</p>	구 분	자연통풍이 가능한 환기창의 설치	가중치	1 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 15% 이상인 경우	1.0	2 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 10% 이상인 경우	0.5
	구 분	자연통풍이 가능한 환기창의 설치	가중치							
	1 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 15% 이상인 경우	1.0							
	2 급	세대별 개폐 가능한 창 면적이 전용면적 및 확장면적의 10% 이상인 경우	0.5							
■ 평가 참고자료 및 제출서류										
참고자료	- 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제14조(배연창의 유효면적 산정 기준 등)									
제출 서류	<table border="1"> <tr> <td>예비인증</td> <td>- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(단위세대 면적산출서)</td> </tr> <tr> <td>본인증</td> <td>- 예비인증 시와 동일</td> </tr> </table>	예비인증	- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(단위세대 면적산출서)	본인증	- 예비인증 시와 동일					
예비인증	- 창호 상세도, 개폐 가능한 창 면적비율 산출서(단위세대 면적산출서)									
본인증	- 예비인증 시와 동일									

## 5. 친환경건강도우미 컨설팅사업

친환경건강도우미 컨설팅사업(Green-Cody)은 어린이 등 유해물질에 취약한 계층에 대한 건강보호를 목적으로 유해물질 측정 및 컨설팅 관련 일정교육을 이수한 건강도우미가 가정을 직접 방문하여, 아토피 피부염, 천식, 새집증후군 등 가정 내 환경성질환 유발요인을 측정·점검하고 환경개선사항을 컨설팅해주는 서비스이다.

이 사업은 환경부와 환경관리공단이 2009년부터 진행하고 있는 프로그램이며, 2011년에는 교육을 이수한 40여명의 친환경건강도우미들이 신청한 가정을 방문하여 점검과 컨설팅을 해주었다. 서비스 대상은 수도권(서울·경기·인천) 및 5대 광역시(부산·대구·대전·울산·광주)소재 총 2,000가구(1,200가구는 다자녀가구, 저소득층 가구, 한부모 가정 등 사회적 취약계층 포함)이다. 2012년에는 사회적 취약계층 1,800가구와 일반가정 200가구 등 총 2,000가구를 지원할 예정이며, 모집대상은 2011년에 수도권 및 5대 광역시와 함께 인구 50만 이상 대도시(창원, 청주, 전주, 천안, 포항)가 추가되었다.

서비스를 받으려면 일반가구는 시중가의 약 6분의 1 수준인 5만원의 본인부담금이 필요하나 사회적 취약계층은 전액 무료이다.

2010년 친환경 건강도우미 컨설팅사업(2010년 3월부터 2011년 1월까지)으로 수도권 지역, 일반 503가구 및 취약가구 697가구(총1,200가구)에 대한 점검·컨설팅이 시행되었다. 점검결과, 총휘발성유기화합물(160가구) > 미세먼지(107가구) > 포름알데히드(84가구) > 집먼지진드기(62가구) > 곰팡이(41가구) 순으로 오염물질이 검출되었으며, 환경마크 부착 제품 사용 및 주기적 환기·청소, 베이크아웃(bake-out) 등 생활환경 개선 생활수칙 컨설팅이 제공되었다. 또한, 열악한 가구에 대해서는 친환경 벽지·장판 및 사회공헌기업 지원물품(공기청정기, 공기제균기)이 지원되었다.

〈표 2-20〉 친환경건강도우미 컨설팅사업의 점검대상 항목(2012년)

점검대상 항목	비고
이산화탄소	실내공기질 환기 지표 물질
총휘발성유기화합물	이토피 피부염, 호흡기계 및 알레르기성 질환 등 환경성 질환 유발 물질
미세먼지	
포름알데히드	
집먼지 진드기	

자료 : 환경부와 함께하는 친환경건강도우미 그린코디 컨설팅서비스, 환경부



자료 : 환경부와 함께하는 친환경건강도우미 그린코디 컨설팅서비스, 환경부

(그림 2-2) 친환경건강도우미 컨설팅 신청 및 처리절차(2012년)

## 6. 실내공기질 관리 매뉴얼

환경부는 2011년 어린이집, 아동복지시설, 도서관, 독서실, 노인요양시설의 실내공기질 관리 매뉴얼을, 2012년에는 주택, 노인요양시설, 산후조리원의 실내공기질 관리 매뉴얼을 작성한 바 있다.

“주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼”은 생활습관 및 생활환경에 따라 실내에서 발생할 수 있는 오염원과 오염원이 인체에 미치는 영향, 실내공기질 개선을 위한 관리방법 등을 수록하고 있다.

실내공기질 개선을 위한 관리방법으로는 적정 습·온도 유지, 환기, 친환경 건축자재 사용, 친환경 제품 구입, 청소, 금연, 방향제 사용 자제, 애완동물 관리 등의 내용과 계절별, 주택 공간별로 개선을 위한 방법도 기술하여, 일반 시민이 쉽게 따라할 수 있도록 하고 있다. 또한, 자가 체크리스트를 첨부하여 해당 항목별 대처방안을 제공하고 있다.

## 제3장 도시 주택의 실내공기질 특성 및 현황

제1절 도시주택의 실내공기질 특성

제2절 서울시민의 주택 실내공기질 인식  
및 관리실태 조사

# 제 3 장

## 도시 주택의 실내공기질 특성 및 현황

### 제1절 도시주택의 실내공기질 특성

2010년 인구주택총조사 자료에 의하면, 서울시의 주택유형별 구성비율은 <표 3-1>, <표 3-2>와 같다. 즉, 아파트가 41%로 가장 높은 비율을 보이고, 이어 단독주택 37%, 다세대 주택 13%, 연립주택 4%의 분포를 보였다. 거주층별로는 지상주택이 90%, 지하주택이 9%로 나타났다.

<표 3-1> 2010년 서울시 주택현황

(단위 : 가구)

구분	주택현황						
	합계	단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비거주용 건물 내 주택	주택이외의 거처
가구수	3,504,297	1,304,509	1,439,259	140,566	442,458	48,052	129,453
분포율(%)	100	37.2	41.1	4.0	12.6	1.4	3.7

자료 : 통계청, 2010 인구주택총조사, 2011

<표 3-2> 2010년 서울시 거주층별 주택 현황

(단위 : 가구)

합계	지 상	지 하	옥 상
3,504,297	3,166,496	308,660	29,141
분포율(%)	90.4	8.8	0.8

자료 : 통계청, 2010 인구주택총조사, 2011

〈표 3-3〉 주택 구분

구분		층수	연면적	특징	비고
단독주택	일반 단독주택	3층 이하	330㎡ 이하	1인 소유 주거형태	
	다가구 단독주택	3층 이하	660㎡ 이하	1인 소유 주거형태	계약 시 지번까지만 기재
	영업겸용 단독주택	-	-	주거부분이 50% 이상	
공동주택	아파트	5층 이상	-	-	
	연립주택	4층 이하	660㎡ 초과	2~4층 빌라, 맨션 등 포함	규모가 다세대보다 조금 크고 아파트보다 작음
	다세대 주택	4층 이하	660㎡ 이하		계약 시 호수까지 정확하게 기재함

이에 따라, 이 연구는 아파트, 단독, 연립/다세대와 지하/반지하 주택에 대한 실내공기오염도의 특성을 조사하였다. 다양한 유형의 서울시 주택에 대한 계절별 실내공기오염물질의 실측조사가 필요하나 이는 이 연구의 범위를 벗어난다. 따라서 서울시와 유사한 특성을 지니는 국내 도시지역 대상의 선행연구 자료들을 수집하여 주택 유형별 실내공기오염물질의 특성을 정리하였다.

## 1. 아파트의 실내공기질

현대식 건물증후군(sick building syndrom), 새집증후군이 사회문제로 대두되면서 환경부는 새집증후군과 복합화합물질과민증의 영향 오염물질로 알려진 휘발성유기화합물(VOC)과 포름알데히드에 대한 권고기준을 설정하여 신축공동주택에 대한 입주 전 실내공기질을 관리하고 있다. 이에 따라 입주 전·후의 아파트를 대상으로 한 총휘발성유기화합물(TVOC)과 포름알데히드(HCHO) 농도 측정조사들은 여러 연구에서 진행되었다. 하지만, 기존의 다양한 아파트 유형(층수, 평수, 건축연식 등)을 대상으로 다양한 실내오염물질을 측정하는 조사는 많지 않다. 대부분의 연구가 적은 세대를 대상으로 하거나 특정 오염물질에 대

해서만 단기적인 측정조사를 진행하였다.

<표 3-4>는 아파트를 대상으로 수행된 실내오염물질 측정조사 선행연구목록이다. 이 중 국립환경과학원에서 진행한 두 연구는 보다 다양한 유형의 아파트 세대와 오염물질을 장기적으로 측정한 연구로 도시지역의 신축아파트뿐 아니라 기존 아파트의 실내오염물질 특성을 파악할 수 있는 자료를 제공한다.

‘공동주택 오염도 변화추이 파악을 위한 시계열 조사’는 국립환경과학원이 2006년부터 2009년까지 4개년에 걸쳐 100세대 이상의 아파트를 대상으로 휘발성유기화합물, 포름알데히드 외에도 부유미생물을 실측조사한 것이다.

또한, 2009년에 수행한 ‘주거공간별 실내공기질 관리 방안 연구 I’은 건축연도가 1998년 이전부터 2009년까지의 수도권 지역 아파트 100세대를 대상으로 미세먼지, TVOC, 진드기, 이산화탄소, 총부유미생물 등 다양한 실내오염물질을 계절별로 측정 조사하였다. 따라서, 이 연구는 아파트 실내공기질 특성을 국립환경과학원의 두 측정조사연구를 중심으로 정리하였다.

〈표 3-4〉 도시지역의 아파트 실내공기질 측정 실행연구 목록

측정 대상 지역	주요 연구내용	연구 제목 및 저자	측정시기 및 방법
<p>경기도 부천 아파트 1세대 (10층, 50평형)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정항목 : 온도, 상대 및 절대습도, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, TSP, PM10, PM2.5, PM1, HCHO</li> <li>- 수면 시 침실 및 취사 시 거실의 농도, 실내외 오염도, 공기청정기 정화성능 등 조사</li> <li>- 수면 시 : 침실 내의 CO<sub>2</sub>농도는 수면이 시작된 약 4시간 후 환경치의 2~3.5배 수준에 도달</li> <li>- 취사 시 : 요리 종류에 따라 PM10의 농도 차이가 발생함(가스레인지 후드 작동), 튀김, 굽기, 조림과 같은 취사시 PM10 환경기준 초과</li> <li>- 실내외 오염도 비교 : PM10과 NO<sub>2</sub>는 실외의 농도가 높음, CO, HCHO는 실내의 농도가 높음. 특히, 실내 HCHO농도는 환경기준치 초과</li> <li>- 공기청정기는 미세먼지 정화효과가 있음</li> </ul>	<p>공동주택의 실내공기질 조사 및 개선방안에 관한 연구(2005), 민병수</p>	<p>- 시기 : 2004년 12월 ~ 2005년 5월(6회~11회)</p>
<p>부산의 신축 아파트 2세대(건축연식 3개월 이내) / 기존 아파트 3세대 (건축연식 2년 이상)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정항목 : 알데히드류</li> <li>- 신축, 기존공동주택 모두 포름알데히드(HCHO)가 높게 나타남.</li> <li>- 기존 공동주택의 경우, HCHO 농도가 기준치 이하로 나타나나, 실내장재 및 가구 등 새 제품 구입 시, 농도가 높게 나타남</li> </ul>	<p>신축 및 기존 공동주택에 대한 알데히드류의 실내오염농도 비교(2007), 황보영 외</p>	<p>- 시기 : 2004년 8월~2005년 1월 (2~5회) - 방법 : 30분 환기&gt; 5시간 밀폐 후 측정</p>
<p>대구 및 경북지역의 주택 10세대(아파트 8세대/단독 2세대)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정항목 : 이산화질소(NO<sub>2</sub>)</li> <li>- 평균 실내실외의 농도 비율은 0.8로 실외의 NO<sub>2</sub>농도가 높음</li> <li>- 평균 실내 배출원(흡연, 가스레인지)의 기여율 29%, 실외공기질의 기여율은 71%</li> <li>- 다만, 가스레인지 위에 환기장치가 설치되지 않은 주택에서 실내 배출원의 기여율이 52%로 높게 나타남</li> </ul>	<p>공동주택 실내 이산화질소 농도의 실외공기 및 실내생원 기여율 추정(2009), 권은경 외</p>	<p>- 시기 : 2005년 6월 ~ 7월 3주간 매일 측정</p>

〈표 계속〉 도시지역의 아파트 실내공기질 측정 실행연구 목록

측정 대상지역	주요 연구내용	연구 제목 및 저자	측정시기 및 방법
대구 및 경북지역의 주택 16세대 (아파트 13세대, 단독주택 3세대, 건축연식 4년 이상)	- 측정항목 : 톨루엔, 이산화질소(NO <sub>2</sub> ) - 평균 실내/실외의 톨루엔 농도 비율은 1.1로 실내 배출원의 영향이 큼 - 평균 실내/실외의 NO <sub>2</sub> 농도 비율은 0.8로 실외 배출원의 영향이 큼	주택 실내공기 오염물질에 대한 실외공기 및 실내발생의 기여율(2009), 이현수 외	- 시기 : 2007년 6월 ~ 8월 (9일 간격, 20 회)
수도권지역 아파트 100세대 (건축연도 1998년 이전 49세대, 1999년~2009년 51세대)	- 측정항목 : 미세먼지(PM2.5, PM10), TVOC 및 휘발성유기화합물 43종, 키보닐화합물 7종, 집먼지진드기, 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ), 총부유미생물(세균류, 진균류) - 건축연도, 평형, 세대의 층, 실내구조 유무, 청소, 환기 등을 구분하여 설문조사 - 총부유미생물 : 세균류는 다중이용시설 유지기준 초과(67%), 여름철 및 세탁을 자주하지 않는 세대에서 높게 나타남. 곰팡이는 불철과 저층 아파트에서 높게 나타나며, 실내보다 실외 오염원의 영향이 보다 큼 - 미세먼지 : 건축연식 및 거주기간이 오래된 경우가 높음. 작은 평형(25평 이하)에서 농도가 높음, 실내보다는 실외 오염원의 유입영향이 보다 큼 - 집먼지진드기 : 청소, 빨래슬관 등이 농도에 영향을 미침 - 이산화탄소 : 거실보다 침실의 농도가 높음 - 휘발성유기화합물 및 키보닐화합물 : 건축연식이 적을수록 농도가 높음, 실내구조, 세 가구 및 생활용품 구입 시 농도가 높음, 실내 온·습도가 높을수록 농도가 높음	주거공간별 실내공기질 관리 방안 연구 1 (2009), 국립환경과학원	- 시기 : 2009년 하절 기와 봄기를 - 방법 : 30분 환기 > 5시간 밀폐 후 측정
수도권, 충청, 경상권 등 아파트 (2006년 ~2008년 입주한 118세대)	- 측정항목 : TVOC 및 휘발성유기화합물 43종, 키보닐화합물 7종, 총 부유미생물 (세균류, 진균류) - 농도차이 : 입주 전 - 톨루엔) 저일렌) 아세톤) 포름알데히드 / 입주 후 - 포름알데히드) 톨루엔) 아세톤) 저일렌) - 포름알데히드 : 입주민의 입주계절, 가구류 구입 등과 온습도에 절대적으로 영향을 받음 - 톨루엔을 제외하고 대부분의 물질이 아파트 평수가 증가할수록 높음 - 실내구조의 여부, 세 가구 및 생활용품 구입 등이 농도변화에 영향을 미침	공동주택 오염도 변화추이 파악을 위한 시계열조사 연구 IV(2009), 국립환경과학원	- 시기 : 2006년 ~ 2009년 (2~3개월 간격으로) - 방법 : 30분 환기 > 1시간 밀폐 후 측정

〈표 계속〉 도시지역의 아파트 실내공기질 측정 실행연구 목록

측정 대상 지역	주요 연구내용	연구 제목 및 저자	측정시기 및 방법
경기도지역 아파트 4세대	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정항목 : 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), PM10, TVOCs, HCHO</li> <li>- CO<sub>2</sub>는 8시간 정도의 기계환기설비 운전으로 법적 기준농도 이하로 유지</li> <li>- PM10는 기계설비 운전 시간대 변화 및 운전시간 증가에 따른 실내 농도 저감효과가 나타나지 않음</li> <li>- TVOC와 HCHO는 환기설비 가동으로 저감효과가 나타남</li> <li>- 생활폐기(활동이 큰 시간, 취침시간대 등)를 고려하여 간헐환기운전방식 적용으로 CO<sub>2</sub> 기준치 이내 유지 및 에너지 절약 가능</li> </ul>	<p>공동주택의 실내공기질 개선과 에너지 절약을 위한 기계환기설비의 간헐운전 방안에 관한 연구(2011), 신철웅</p>	
광주지역 아파트 9세대 (건축연도 1995년~2008년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정항목 : TVOC, toluene, xylene, ethylbenzene, styrene, benzene</li> <li>- 농도순위(환경기준 이내) : toluene &gt; xylene &gt; ethylbenzene &gt; styrene &gt; benzene, 특히, toluene의 TVOC의 50%이상 차지</li> <li>- 실내외 오염도 비교 : 대부분이 실내 오염도가 심외보다 높음</li> <li>- 계절별 오염도 비교 : 환기율이 높은 여름철의 농도가 가장 낮음. 벤젠을 제외하고 다른 VOC류는 가을, 겨울은 유사하고 봄에 높음. 벤젠은 겨울에 가장 높음</li> <li>- 시간별 오염도 비교 : 출·퇴근시간대에 TVOC농도가 낮고, 이외의 시간에 높게 나타나며, 특히 22시~02시의 농도가 높음</li> <li>- 건축연수의 관계 : 건축연수가 적을수록 농도가 높음(벤젠 제외)</li> </ul>	<p>통계분석을 이용한 아파트내 휘발성유기화합물의 환경인자 분석(2012), 이세형 외</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시기 : 2011년 3월~ 2012년 2월까지 계절별 1회</li> <li>- 방법 : 24시간 매시간 측정(실제 거주 상태)</li> </ul>

## 1) 주거공간별 실내공기질 관리 방안 연구 I

### (1) 연구대상 및 방법

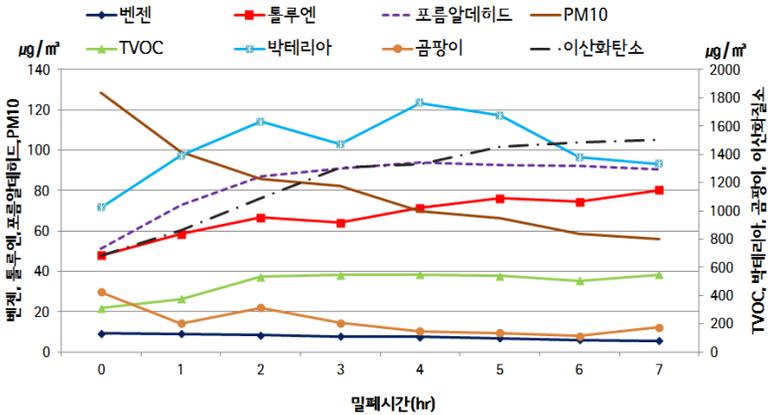
- 수도권지역 아파트 대상으로 건축연도, 주택규모, 세대층, 실내개조 유무 등으로 구분하여 100세대(서울 28세대, 경기도 43세대, 인천 29세대) 선정
- 시료채취 조건은 30분 환기, 5시간 밀폐 후 측정, 세대별 거실, 침실 2지점, 아파트 외기 1지점, 집먼지진드기는 침실의 침구류 및 침대 매트리스, 세대별 여름 및 여름 외 계절 총 2회 측정

〈표 3-5〉 측정대상 아파트 선정기준별 세대수

구분		측정세대
새 가구/실내개조	무	45
	유	55
건축연도	1999~2009년	51
	1998년 이전	49
규모	83m <sup>2</sup> 미만	34
	83m <sup>2</sup> 이상	66
층수	1~2층	31
	3층 이상	69

### (2) 연구결과

- 밀폐 후 시간에 따른 오염물질의 농도변화
  - 미세먼지와 곰팡이는 밀폐시간 증가에 따라 농도가 낮아져 외부 오염물질의 유입 영향을 많이 받는 것으로 추정됨.
  - 반면, 벤젠을 제외한 휘발성유기화합물, 카르보닐화합물, CO<sub>2</sub>, 박테리아는 밀폐시간 증가에 따라 농도가 높아지므로 내부 배출원의 영향이 큰 것으로 추정됨.
  - VOC와 카르보닐화합물은 건축자재, 가구류 등에서 방출되는 오염물질의 영향 때문에, CO<sub>2</sub>는 실내에서 사람의 호흡으로 농도가 높아지는 경향을 보임.



자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구 (1), 국립환경과학원, 2009

〈그림 3-1〉 거실에서 밀폐시간에 따른 실내공기 오염물질의 농도변화

○ 총부유세균류(bacteria) 분포 특성

- 평균농도는 1,302CFU/m<sup>3</sup>(173~7,283CFU/m<sup>3</sup>)로 다중이용시설(보육시설, 의료시설) 유지기준(800CFU/m<sup>3</sup>)을 초과하는 세대가 많음(67%).
- 침실이 거실보다 높은 농도를 보이며, 특히 여름철과 세탁을 자주 하지 않는 세대에서 높게 나타남.
- 실내외 박테리아 농도비(I/O)가 평균 14.5로 나타나 실외보다는 실내 오염원에 의한 영향이 큼.
- 총부유세균은 세탁 조건, 계절의 환경인자와 상관성을 보여줌.

○ 곰팡이류(fungi)의 분포 특성

- 평균농도는 380CFU/m<sup>3</sup>(19~5,000CFU/m<sup>3</sup>)로 WHO권고기준(500CFU/m<sup>3</sup>)을 초과하는 세대가 22%로 나타남.
- 주로 내·외부의 기온차가 심한 외기와 접한 부분(특히, 발코니)에서 발생함. 실내외 농도비(I/O)가 평균 0.6으로 나타나 실외보다는 실외오염원에 의한 영향이 큼.
- 아파트 층수, 세탁조건 등이 농도에 영향을 미치는 환경인자임.

〈표 3-6〉 아파트의 실내·외 공기 중 총부유미생물 농도비율(I/O)

화합물	평균		
	실내	실외	실내/실외(I/O)
박테리아(CFU/m <sup>3</sup> )	1301.74	90.08	14.5
곰팡이(CFU/m <sup>3</sup> )	407.40	684.21	0.6

자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

○ 미세먼지 분포 특성

- PM2.5의 평균농도는 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4~266 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), PM10은 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6~284 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 나타났으며, 주로 건축된 지 11년 이상인 아파트와 거주기간이 11년 이상인 아파트, 작은 규모의 아파트에서 농도가 높음.
- 실내공기 PM10의 90% 정도가 PM2.5로 나타남.
- 실내외 농도비(I/O)가 0.7~0.8로 나타나 실내보다는 실외오염원에 의한 영향이 큼.
- 미세먼지 농도에 영향을 미치는 인자는 건축연수와 주택 내 흡연유무임.

〈표 3-7〉 아파트의 실내·외 공기 중 미세먼지 농도비율(I/O)

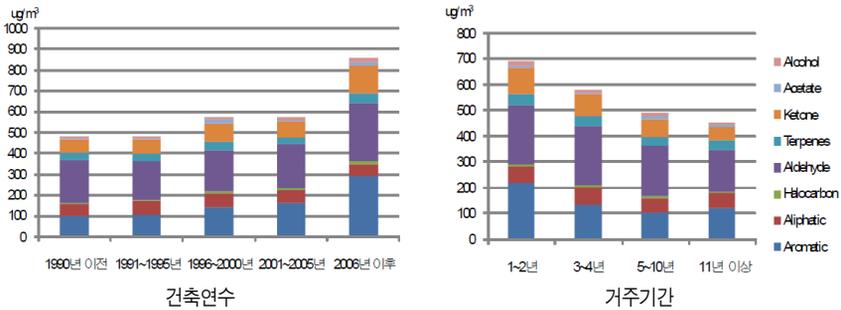
화합물	평균		
	실내	실외	실내/실외(I/O)
PM2.5( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	48.4	63.9	0.8
PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	53.8	69.6	0.8

자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

○ 휘발성유기화합물 및 카보닐화합물 분포 특성

- 휘발성유기화합물의 평균농도는 신축 공동주택의 권고기준치 이하로 나타났으나, 포름알데히드의 평균농도는 기준치를 초과하는 세대가 있어 거주하는 동안에도 여전히 문제가 되는 것으로 나타남.
- 포름알데히드 > 톨루엔 > 아세톤 > 아세트알데히드 > 리모넨 순으로 농도가 검출됨.

- 건축연도 및 거주기간이 증가할수록 농도가 낮아지는 경향을 보임.
- 실내의 농도비(I/O)가 1.4~73.8로 실외보다는 실내오염원에 의한 영향이 큼.
- 실내 온·습도가 높을수록 농도가 높게 관찰되며, 여름철이 다른 계절에 비해 높게 나타남.
- 실내개조, 건축연수, 규모, 계절, 새 가구 구입, 주택 내 흡연유무 등이 휘발성유기화합물과 포름알데히드 농도에 영향을 미치는 환경인자임.



자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

〈그림 3-2〉 건축연도 및 거주기간에 따른 휘발성유기화합물의 변화

〈표 3-8〉 아파트의 실내·외 공기 중 휘발성오염물질의 농도비율(I/O)

(단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

화합물	평균		
	실내	실외	실내/실외(I/O)
벤젠	3,55	2,56	1,4
톨루엔	114,68	28,15	4,1
에틸벤젠	10,39	4,72	2,2
자일렌	19,04	5,52	3,4
스틸렌	9,77	0,14	70,7
TVOC	651,52	68,86	9,5
포름알데히드	129,97	14,44	9,0
아세트알데히드	37,58	4,66	8,1
아세톤	80,69	8,42	9,6

자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

#### ○ 집먼지진드기 분포 특성

- 천식, 알레르기의 원인물질로 알려진 집먼지진드기의 평균농도는 1,853

ng/g(N.D.~10,519ng/g)으로 국제 권고기준치인 2,000ng/g보다 높게 나타난 세대가 있어 관리가 필요함.

-집먼지진드기의 농도는 청소, 빨래습관 등에 영향을 받음.

○이산화탄소 분포 특성

-실내 환기의 척도로 사용되는 이산화탄소의 평균농도는 침실 1,003ppm (463~2764ppm), 거실 918ppm(366~2784ppm)으로 나타나 환기가 비교적 잘 되는 거실에 비하여 침실에서 농도가 높은 것을 알 수 있음.

-주방은 요리 등의 활동으로 거실보다 14~67% 높다고 보고됨.

-다중이용시설 유지기준인 1,000ppm을 넘는 세대는 주기적 환기가 필요함.

-채식자, 가스레인지 사용 시간, 환기 등이 농도에 영향을 주는 환경인자임.

○아파트 실내공기 오염물질은 건축연도, 층수, 규모 등 건물의 특성과 환기, 청소 등의 생활습관, 실내개조, 생활용품 구입 등 실내 환경, 아파트 주변 환경 등에 따라 오염물질의 종류와 농도가 영향을 받는 것으로 나타남.

○실내오염원의 영향을 많이 받는 오염물질은 환기횟수가 많을수록 농도가 낮아지는 것으로 조사됨.

2) 공동주택 오염도 변화추이 파악을 위한 시계열조사 연구7 IV

(1) 연구대상 및 방법

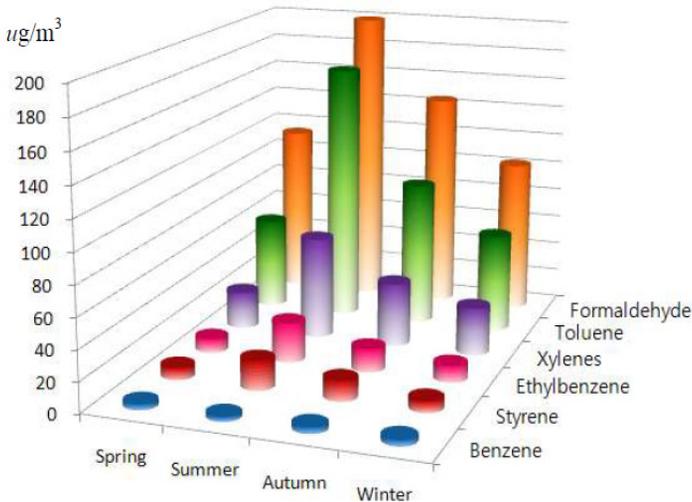
○2006년~2008년 신축된 118세대 공동주택 대상으로 휘발성유기화합물 및 카보닐화합물의 거주기간 경과에 따른 시계열별 농도의 변화추이 및 농도에 영향을 주는 주요 인자를 파악함.

<표 3-9> 신축 공동주택 연구대상 분류

입주시기	세대
2006년 4월 ~ 5월 사이	'06년 신축 공동주택 72세대 중 연속적인 모니터링을 희망한 38세대
2007년 5월 ~ 6월 사이	'07년 신축 공동주택 26세대
2008년 4월	'08년 봄 신축 공동주택 15세대
2008년 6월	'08년 여름 신축 공동주택 15세대
2008년 10월	'08년 가을 신축 공동주택 12세대
2008년 11월	'08년 겨울 신축 공동주택 12세대

## (2) 연구결과

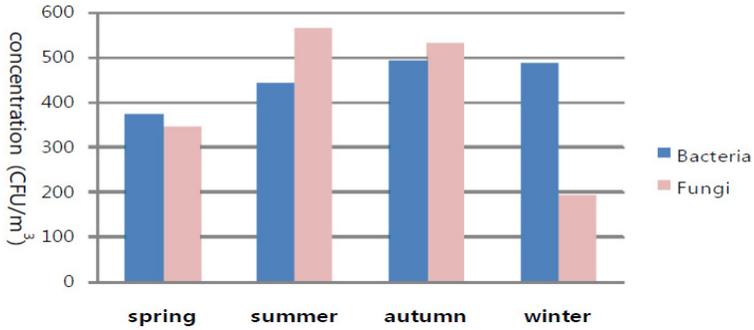
- 신축 공동주택의 입주 전 주요 오염물질은 톨루엔 > 자일렌 > 아세톤 > 포름알데히드의 순으로 검출되었으며, 입주 후 36개월 동안에는 포름알데히드 > 톨루엔 > 아세톤 > 자일렌의 순으로 검출됨.
- 신축 공동주택의 실내공기 중 대부분의 오염물질 농도는 입주기간이 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 나타냈으며, 입주 후 36개월에는 입주 후 2개월과 비교하여 휘발성유기화합물은 약 80%(톨루엔 83%, 에틸벤젠 80%, 자일렌 81%), 포름알데히드는 약 60% 감소함.
- 신축 공동주택의 입주 후 36개월 동안의 실내공기 중 대부분의 오염물질은 온·습도가 높은 여름철에 일시적으로 오염도가 증가하였다가 감소하는 경향을 보였으며, 포름알데히드는 온·습도에 절대적으로 영향을 받는 것으로 나타남.



자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

〈그림 3-3〉 공동주택의 계절에 따른 농도변화

○부유세균류는 봄에 가장 낮고, 가을과 겨울에 유사함. 곰팡이류는 여름에 가장 높게 겨울에 가장 낮게 관찰됨. 전반적으로 세균류는 실내 오염원의 영향이 크고, 곰팡이류는 외부 오염원의 영향이 보다 큰 것으로 추정됨.



자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

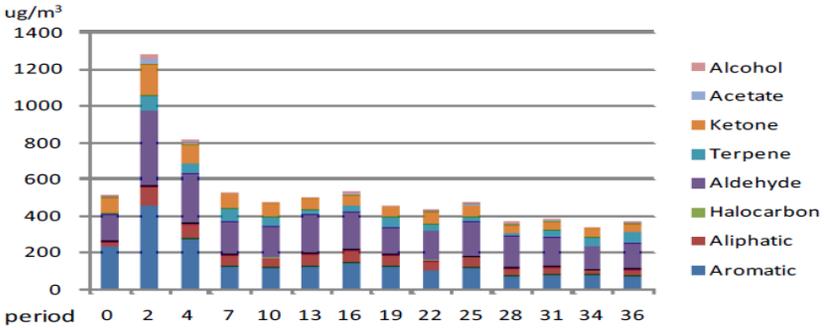
〈그림 3-4〉 공동주택의 계절별 부유미생물 농도

○2006년 신축 공동주택 분석 결과

- 입주 전 벤젠, 톨루엔과 같은 방향족(aromatic)류가 약 50%를 차지하지만, 거주기간이 증가함에 따라 36개월 후 약 20% 감소함.
- 알데히드(aldehyde)류는 약 26%를 차지하고, 36개월 후, 전체의 약 40%로 증가함(생활습관 및 건축자재와 가구류 등에서 휘발성유기화합물질보다 알데히드류가 서서히 방출되는 것으로 판단).
- 계절별 분석 결과, 이들 오염물질은 온·습도가 높은 여름철에 높게 나타남.

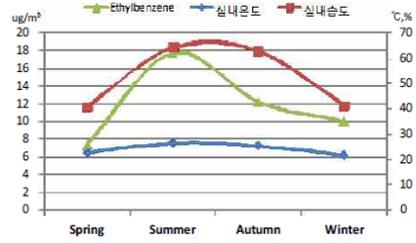
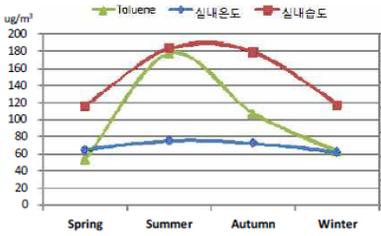
〈표 3-10〉 2006년 신축 공동주택 분석 결과

구분	입주 후
입주전	톨루엔(197.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>아세톤(80.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>부틸알데히드(75.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>포름알데히드(53.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>자일렌(35.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1차연도(입주 후 2개월~10개월)	포름알데히드(172.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>톨루엔(141.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>아세톤(101.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>자일렌(39.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>아세트알데히드(33.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2차연도(입주 후 13개월~22개월)	포름알데히드(124.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>톨루엔(72.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>아세톤(59.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>D-리모넨(22.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>자일렌(22.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
3차연도(입주 후 25개월~36개월)	포름알데히드(105.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>톨루엔(52.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>아세톤(49.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>D-리모넨(29.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )>아세트알데히드(22.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



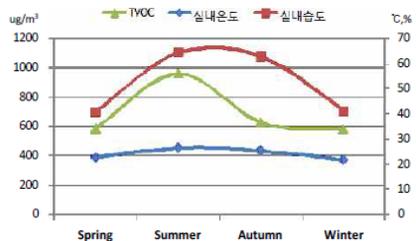
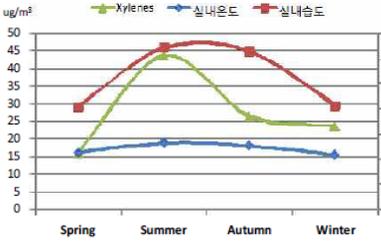
자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구 (I), 국립환경과학원, 2009

〈그림 3-5〉 2006년 신축공동주택의 거주기간에 따른 오염물질 농도 변화



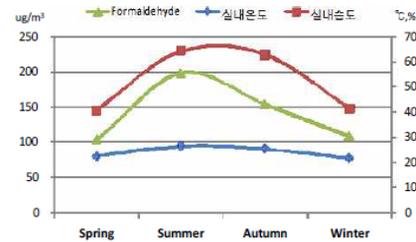
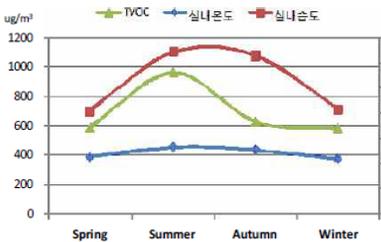
(a) 톨루엔

(b) 에틸벤젠



(c) 자일렌

(d) 스틸렌



(e) 총휘발성유기화합물(TVOC)

(f) 포름알데히드

자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(1), 국립환경과학원, 2009

〈그림 3-6〉 2006년 신축공동주택의 계절에 따른 농도 분포

—서울지역의 공동주택만을 대상으로 실내·외 오염물질 농도비(I/O)를 보면, 벤젠(0.89)을 제외하고 휘발성유기화합물 및 카르보닐화합물의 농도비가 1.91~11.68의 범위를 보여 실외보다 실내오염원의 영향이 큰 것으로 추정됨. 특히, 포름알데히드의 비가 11.68로 높아 실내 배출원의 영향을 크게 받는 것으로 판단됨.

## 2. 단독 및 다세대/연립주택의 실내공기질

단독/다세대/연립주택의 실측 연구는 상대적으로 아파트 주택에 비하면 많지 않다. 국립환경과학원이 수행한 ‘주거공간별 실내공기질 관리 연구’는 2009년에 아파트를 대상으로, 2010년에 단독/연립/다세대 주택을 대상으로 실내공기 오염도를 측정 한 바 있다. 이에 따라 국립환경과학원의 연구자료를 정리하여 아파트 외의 주택유형에 대한 실내공기 오염물질의 특성을 살펴보았다.

〈표 3-11〉 도시지역의 다세대/연립주택 실내공기질 측정 선행연구 목록

측정 대상 지역	주요 연구내용	연구 제목 및 저자	측정시기 및 방법
<p>단독주택 32세대, 다세대/연립주 택 48세대 (건축연도 1999년 이전~2010년, 지하/반지하 6세대 포함)</p>	<p>-측정항목 : 미세먼지(PM2.5, PM10), 휘발성유기화합물 43종, 카르보닐화합물 7종, 집먼지진드기, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 총부유세균, 총부유곰팡이</p> <p>-건축연도, 평형, 세대층, 주택형태, 새 가구/실내개조, 청소, 환기 등 설문조사</p> <p>-총부유세균 : 단독주택이 다세대/연립주택보다 농도가 높음</p> <p>-총부유곰팡이 : 단독주택에서 높게 나타나고, 여름, 가을에 높게 나타남</p> <p>-미세먼지 : 단독주택에서 농도가 높고, 실내/실외 농도비가 0.7로 외기의 영향이며, 20년 이상 건축된 주택, 거주기간 11년 이상인 경우에 농도가 높음</p> <p>-집먼지진드기 : 단독, 다세대/연립주택 모두 국제 권고기준치인 2,000ng/g보다 높게 나타나며, 침구류 청소, 소독의 관리 필요</p> <p>-주택의 실내공기 오염물질은 건축연도, 거주기간, 층수 등 건물의 특성과 환기, 청소 등의 생활습관, 실내개조, 생활용품 구입 등 실내환경, 실외공기 등의 영향을 받음</p> <p>-아파트와는 달리 단독주택, 다세대/연립주택은 건물의 단열효과가 떨어지므로 겨울철 결로현상, 여름철 습기 및 빗물누수 등에 따라 곰팡이가 증가할 수 있으므로 주기적인 점검과 환기, 청소, 적정 온습도의 유지 등 올바른 생활습관 필요</p>	<p>주거공간별 실내공기질 관리 방안 연구II(2010), 국립환경 과학원</p>	<p>-시기 : 2010년</p> <p>-방법 : 30분 환기-&gt; 5시간 밀폐 후 측정</p>

## 1) 주거공간별 실내공기질 관리 방안 연구 II

### (1) 연구대상 및 방법

- 단독주택 및 다세대/연립주택 80세대를 선정하여 미세먼지(PM2.5, PM10), 휘발성유기화합물 43종, 카르보닐화합물 7종, 집먼지진드기, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 총부유세균, 총부유곰팡이를 측정함.

〈표 3-12〉 연구대상 세대

	구분	측정세대
주택형태	단독주택	32
	다세대/연립주택	48
새 가구/실내개조	무	43
	유	37
건축연도	2000~2010년(10년 이하)	22
	1999년 이전 (11년 이상)	58
규모	83m <sup>2</sup> 미만	40
	83m <sup>2</sup> 이상	40
다세대주택 층수	지하	6
	1~2층	24
	3~5층	18

### (2) 연구결과

#### ○ 총부유세균 분포특성

– 단독주택의 평균농도가 1,439CFU/m<sup>3</sup>(63 ~ 4,787CFU/m<sup>3</sup>), 다세대/연립주택의 평균농도가 1,970CFU/m<sup>3</sup>(117~11,403CFU/m<sup>3</sup>)로 다세대/연립주택에서 농도가 높았으며, 특히 10세 미만의 어린이가 있는 세대에서 높은 농도로 나타남.

– 실내외 농도(I/O) 비교 시, 실내농도가 절대적으로 높아 실내오염원의 영향이 더 큰 것으로 추정됨.

– 계절별로는 여름, 가을철이 다른 계절에 비하여 높게 관측됨.

#### ○ 총부유곰팡이 분포특성

– 단독주택은 932CFU/m<sup>3</sup>(47~17,413CFU/m<sup>3</sup>), 다세대/연립주택 659CFU/m<sup>3</sup>

(13~9,097CFU/m<sup>3</sup>)로 단독주택에서 농도가 높게 나타남.

-계절별로는 여름, 가을철이 다른 계절에 비하여 높게 관측됨.

-실내외 농도(I/O)는 비교 시 유사하게 조사됨.

○미세먼지 분포특성

-~PM2.5의 평균농도는 단독주택 57.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.0 ~ 241.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 다세대/연립 주택 51.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8.0 ~ 306.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 단독주택에서 농도가 높게 나타남.

-실내/실외 농도비가 0.7로 나타나 실내오염원의 영향보다는 실외 오염원의 영향이 많을 것으로 추정됨.

-또한 건축된 지 20년 이상 된 주택과 거주기간이 11년 이상인 주택에서의 농도가 높은 것으로 조사됨.

○휘발성유기화합물 및 카르보닐화합물의 분포 특성

-평균농도가 신축 공동주택의 권고기준치 이하로 나타났으나, 톨루엔, 자일렌, 포름알데히드 등은 기준치를 초과하는 세대가 있어 거주하는 동안에도 여전히 문제가 되는 것으로 나타남.

-대부분의 오염물질은 건축연식이 짧고 거주기간이 짧은 주택에서 평균 농도가 높게 조사됨.

-실내/실외(I/O) 농도비는 단독주택이 TVOC(11.1)>아세트알데히드(7.8)>부유세균(7.3)>포름알데히드(6.6) 순으로 나타났고, 다세대/연립주택은 TVOC(12.8)>아세트알데히드(11.0)>부유세균(10.0)>자일렌(9.5)>포름알데히드(6.6) 순으로 조사됨. 이에 따라 실내오염원의 영향이 클 것으로 추정됨.

-계절별로는 여름철이 다른 계절에 비하여 높게 관측됨.

-일반적으로 TVOC는 여름철에 농도가 높으나, 가을철 단독주택에서 높게 나타난 이유는 측정 대상 14세대 중 12세대가 리모델링을 하였고, 나머지 2세대는 1년 이내에 새 가구를 구입했기 때문임.

○ 집먼지진드기의 분포 특성

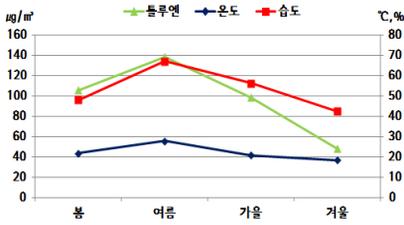
– 단독주택은 평균 1,282ng/g(37~14,769ng/g), 다세대/연립주택은 평균 687 ng/g(6.0~7,985ng/g)으로 국제 권고기준치인 2,000ng/g보다 높게 나타난 세대가 있어 침구류의 청소와 소독 등으로 지속적인 관리가 필요함.

○ 아파트와는 달리 단독주택, 다세대/연립주택은 건물의 단열효과가 떨어지므로 겨울철 결로현상이 생기기 쉬우며, 여름철 습기 및 빗물누수 등에 따라 곰팡이가 증가할 수 있으므로 주기적인 점검과 환기, 청소, 적정 온·습도의 유지 등 올바른 생활습관과 관심을 가지고 실내 오염원을 줄이려는 노력이 필요함.

〈표 3-13〉 단독주택 및 다세대/연립주택의 실내·실외 공기오염물질의 농도

오염물질	단위	단독주택(n=150)			다세대/연립주택(n=226)		
		실내	실외	I/O	실내	실외	I/O
톨루엔	μg/m <sup>3</sup>	110.7	22.6	4.9	92.3	22.8	4.1
에틸벤젠	μg/m <sup>3</sup>	10.5	3.2	2.8	24.3	4.2	6.4
자일렌	μg/m <sup>3</sup>	16.8	4.3	3.4	46.1	5.2	9.5
스틸렌	μg/m <sup>3</sup>	5.4	0.3	2.7	15.9	3.0	8.1
TVOC	μg/m <sup>3</sup>	701.4	67.0	11.1	808.5	60.7	12.8
포름알데히드	μg/m <sup>3</sup>	99.5	14.8	6.6	127.0	15.1	8.5
아세트알데히드	μg/m <sup>3</sup>	31.4	3.9	7.8	44.4	4.1	11.0
아세톤	μg/m <sup>3</sup>	66.2	9.6	3.8	98.3	22.3	5.6
박테리아	CFU/m <sup>3</sup>	1,438.5	254.4	7.3	1,969.8	159.6	10.0
곰팡이	CFU/m <sup>3</sup>	932.1	548.3	1.7	658.5	548.9	1.2
이산화탄소	ppm	1,019.2	334.4	3.0	1,377.6	338.9	4.1
PM2.5	μg/m <sup>3</sup>	57.6	78.3	0.7	51.4	78.9	0.7
PM10	μg/m <sup>3</sup>	61.8	83.5	0.7	55.6	83.9	0.7

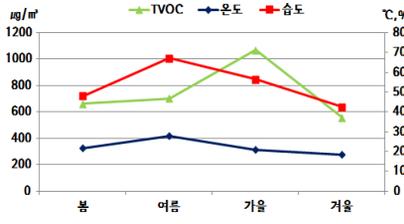
자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(II), 국립환경과학원, 2010



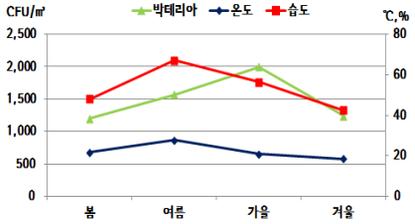
(a) 톨루엔



(b) 포름알데히드



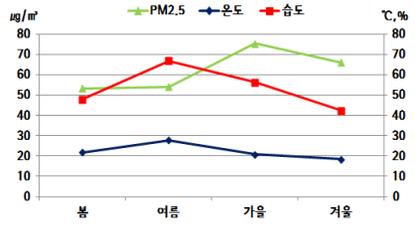
(c) 총휘발성유기화합물(TVOC)



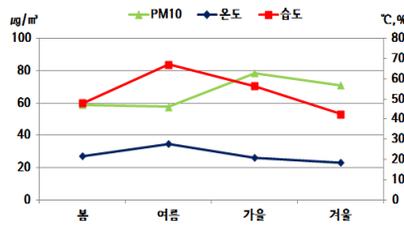
(d) 박테리아



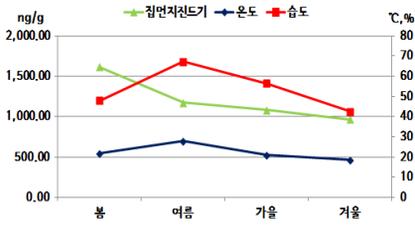
(e) 곰팡이



(f) PM2.5



(g) PM10



(h) 집먼지진드기

자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(II), 국립환경과학원, 2010

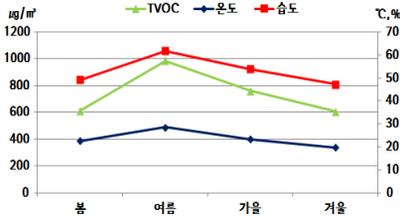
〈그림 3-7〉 단독주택 계절별 농도 분석 결과



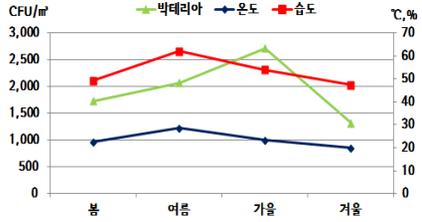
(a) 톨루엔



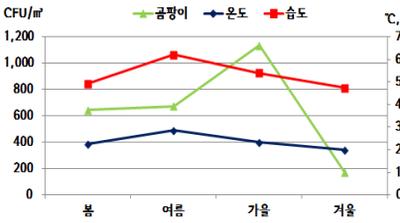
(b) 포름알데히드



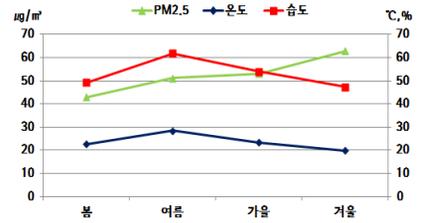
(c) 총휘발성유기화합물(TVOC)



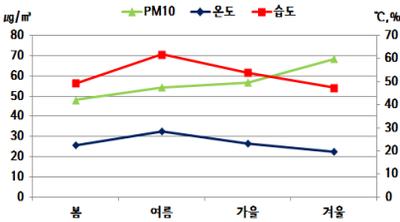
(d) 박테리아



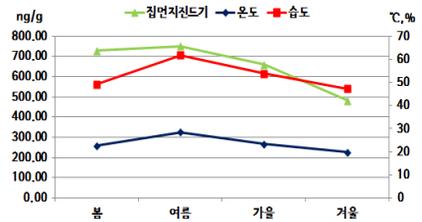
(e) 곰팡이



(f) PM2.5



(g) PM10



(h) 집먼지진드기

자료 : 주거공간별 실내공기질 관리방안 연구(II), 국립환경과학원, 2010

〈그림 3-8〉 다세대주택 계절별 농도 분석 결과

### 3. 지하/반지하주택의 실내공기질

심각한 주거부족현상에서 비롯된 지하주거 유형은 1984년 건축법 개정으로 지하층에 대한 규정이 완화되면서 공급이 확산되어 서울을 비롯한 수도권지역의 한 주거유형으로 자리 잡았다. 그동안 지하주택이 저소득층 거주지로서의 역할을 해 왔으나 구조적인 문제로 환기, 채광, 습도 등 환경적 요소가 지상주택에 비하여 열악한 것으로 알려져 있다. 특히, 충분한 환기확보가 어려운 구조적 특징으로 지하공간에서 발생한 오염물질의 확산 및 희석이 용이하지 않아 거주민의 건강에 악영향을 미칠 것으로 우려되나 이 부분에 대한 실측조사 연구는 미미한 실정이다(대한주택공사, 2005).

<표 3-16>은 수도권의 지하주택을 대상으로 실측조사가 이루어진 선행연구 목록이다. 2004년, 2005년에 수도권 지하주택을 대상으로 다양한 오염물질에 대한 실측조사를 수행한 바 있어, 이들의 연구내용을 정리하여 지하주택의 실내공기질 특성을 도출하였다.

〈표 3-14〉 지하/반지하 거주층의 실내공기질 측정 실행연구 목록

측정 대상 지역	주요 연구내용	연구 제목 및 저자	측정시기 및 방법
<p>서울, 경기지역 11가구 연립, 다세대주택의 지하주택 (대부분 건축연식 15년 이상)</p>	<p>- 측정항목 : 온도, 습도, 일산화탄소, 이산화탄소, 포름알데히드, 휘발성유기화합물, 라돈, 곰팡이 등 - 설문조사 결과, 곰팡이 냄새가 많이 나며, 습도가 높고, 기침 및 두통 등의 질병이 발생하고 71%가 공기질이 나쁘다고 여김 - 일산화탄소 및 이산화탄소는 가스레인지 가동 후에 농도가 높음 - 라돈은 대부분의 주택이 20년 이상 경과되어 수치가 기준치 이내 - 일반세균은 총부유세균 기준의 2배로 높게 측정됨 - 잔균도 175CFU/m로 높은 수치를 나타냄 - 포름알데히드는 실외보다 실내가 평균적으로 3.5배 정도 높게 나타나고 기준치 보다 높은 세대도 있음 - 휘발성유기화합물은 기준치보다 3배 높게 측정되며, 실내가 실외보다 높아 환기 부족으로 평가됨</p>	<p>지하주택공간, 실내공기 질(IQ)의 실태조사 연구 (2004), 김지애</p>	<p>- 시기 : 2004년 5월 ~ 11월(구별 1회) - 방법 : 20분 환기후 밀폐하여 측정</p>
<p>서울, 경기지역의 지하주택 30세대(연립주택)</p>	<p>- 측정항목 : 일산화탄소, 이산화탄소, 라돈, 포름알데히드, 휘발성유기화합물, 분진, 총부유세균, 곰팡이(진균), 해충 및 악취 등 - 문제점 : 건물사용연수가 약 20년으로 노후화 때문에 균열, 비단 및 벽체 누수 등으로 인해 곰팡이, 열독현상 - 일산화탄소, 이산화탄소가 가스레인지 가동 시 증가하는 것은 환기팬 작동여부에 따라 달라지며, 총부유세균은 여름 및 가을철에 농도가 높음(잠미철 누수 및 습도 증가, 환기부족, 결로 등의 영향) - 포름알데히드 : 기준치보다 낮으나, 실외보다 2.7배 높고, 여름철에 높아짐 - 휘발성유기화합물 : 실내환경, 건축자재, 가구상대, 의류 및 생활습관 등 복합적인 요인이 작용하여 농도가 높음</p>	<p>지하주택공간의 거주민 실태에 관한 연구(2005), 대한주택공사</p>	<p>- 시기 : 2004년 5월 ~ 2005년 2월(구별 1회)</p>

## 1) 지하주거공간의 주거환경과 거주민 실태에 관한 연구

### (1) 연구대상 및 방법

- 수도권지역(서울, 경기도 등)의 주거환경이 열악한 지하주거 30가구를 대상으로 2004년 5월 19일부터 2005년 2월 15일까지 가구별 1회 측정
- 분진, 일산화탄소, 이산화탄소, 라돈, 포름알데히드, 휘발성유기화합물, 총부유세균과 환경요소(온도·습도·조도·소음 등) 측정

### (2) 연구결과

- 실내외 온도차는 겨울철이 가장 크고, 봄, 가을은 약간, 여름은 거의 차이가 없는 것으로 나타남.
- 습도는 봄·가을·겨울철의 실내 평균습도가 실외보다 낮고, 여름철은 반대로 실내습도가 높았으며, 이는 장마철의 누수, 결로 및 높은 외기습도 등이 실내 습도를 증가시킨 원인으로 추정됨.
- 분진(TSP)
  - 분진은 대부분의 세대에서 기준치 이하로 나타나고, 간혹 방이 협소하고 환기가 부족한 세대는 농도가 높음.
  - 전반적으로 실내의 농도가 실외보다 높게 조사됨.
- CO, CO<sub>2</sub>
  - CO와 CO<sub>2</sub>는 가스레인지 가동 시 일부세대에서 기준치를 초과하며, 가스레인지 후드 미설치, 방면적 협소, 환기부족 세대에서 높은 농도를 보임.
- 라돈
  - 건축연식이 대부분 15~20년 이상으로 라돈가스의 반감기가 줄어 기준치 이하의 낮은 농도로 조사되며, 지하율이 깊고 환기가 부족한 세대에서는 다소 높게 검출됨.
- 포름알데히드와 휘발성유기화합물
  - 건축마감자재에서 주로 방출되는 포름알데히드는 측정대상 주택이 노후

화되어 오염물질의 방출량이 적을 것으로 예상되어 대체적으로 기준치 이하로 조사되나 일부가구에서는 기준치를 초과함. 실외농도에 비해 실내농도가 약 2.7배 이상 높고, 습도가 높은 여름철에 비교적 높은 농도분포를 보임.

-휘발성유기화합물은 평균농도가 TVOC 기준농도를 크게 초과하는 가구가 많으며, 실외보다 실내의 농도도 전반적으로 아주 높게 조사됨. 세대내의 실내환경, 건축자재, 가구상태, 의류 및 생활습관 등 복합적 요인에 의해 농도가 높게 나타나는 것으로 추정됨.

○충부유세균

-충부유세균은 측정세대의 80% 이상이 기준치를 훨씬 초과하며, 계절적으로 여름과 가을철에 높음. 이는 장마철 누수 및 습도 증가의 영향으로 추정됨. 기준치 이하의 세대는 전반적으로 환기가 양호하고 결로, 누수가 적으며 깨끗한 실내환경을 유지함.

○진균

-진균은 여름철에 가장 높게 관찰되며, 장마철 누수와 환기부족이 원인으로 추정됨.

#### 4. 종합정리

주택유형별 실내공기오염물질의 특성을 살펴보기 위하여, 앞에서 조사된 주요 오염물질에 대한 실측자료를 비교하여 정리하였다. 더불어, 2011년 국립환경과학원이 수행한 아파트, 단독, 다세대/연립 주택의 오염물질 특성 분석 연구의 결과도 참고하였다(2009년, 2010년 연구대상 중 주택유형별 10세대 대상).

○주택유형별 오염물질의 실내·외(I/O) 농도비율의 비교

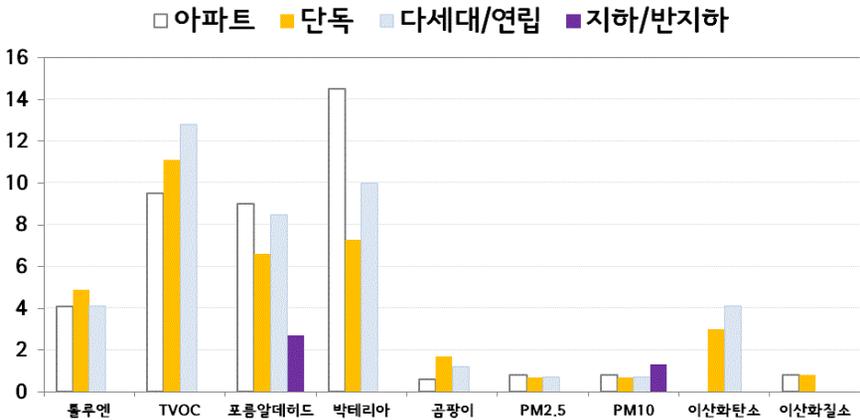
-오염물질별, 주택유형별 실내 및 실외농도 차이가 다르게 나타남.

- 미세먼지, 이산화질소의 비율은 0.7~0.8 수준으로 낮아 내부 배출보다 외부 오염물질의 유입영향이 비교적 클 것으로 추정됨.
- 반면, 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, 박테리아의 실내·외 농도비율이 4~14로 아주 높아, 실내 배출원의 영향이 주요하여 관리가 필요할 것으로 판단됨.
- 곰팡이의 실내외 농도비율은 아파트 0.6, 단독 및 다세대/연립주택 1.2~1.7로 나타나 단독 및 다세대 연립주택에서는 외부유입보다 내부에서의 발생이 주요한 원인으로 추정됨.

〈표 3-15〉 주택유형별 오염물질의 실내·외 농도비율(I/O) 비교

오염물질	아파트 <sup>a</sup>	단독 <sup>b</sup>	다세대/연립 <sup>c</sup>	지하/반지하 <sup>d</sup>
톨루엔	4.1	4.9	4.1	-
TVOC	9.5	11.1	12.8	-
포름알데히드	9.0	6.6	8.5	2.7
박테리아	14.5	7.3	10.0	-
곰팡이	0.6	1.7	1.2	-
PM2.5	0.8	0.7	0.7	-
PM10	0.8	0.7	0.7	1.3
이산화탄소	-	3.0	4.1	-
NO <sub>2</sub>	0.8 <sup>e</sup>	0.8 <sup>e</sup>	-	-

주) a : 100세대(2009년), b : 32세대(2010년), c : 48세대(2010년), d : 30세대(2004년), e : 아파트 13세대와 단독주택 3세대(2007년)



〈그림 3-9〉 주택유형별 오염물질의 실내·외 농도비율(I/O)

○주택유형별 오염물질의 농도 비교

- 건축자재에서 주로 방출되는 포름알데히드는 상대적으로 건축연식이 적은 아파트에서 가장 높고 다중이용시설의 유지기준을 초과함.
- TVOC는 모든 주택유형에서 다중이용시설의 권고기준을 초과하는 높은 농도가 관측됨. 다세대/연립주택, 특히 지하/반지하 주택에서 농도가 매우 높게 조사됨.
- 부유세균(박테리아)과 곰팡이 농도는 아파트 이외의 주택유형에서 높게 조사되며 전반적으로 국내기준을 초과하는 것으로 조사됨. 특히, 곰팡이 농도는 지하/반지하주택에서 아주 높게 나타남.
- 집먼지진드기는 침대 사용이 많은 아파트에서 상대적으로 높게 도출됨.
- 이산화탄소는 아파트를 제외한 주택유형에서 다중이용시설의 유지기준을 초과하며, 특히, 다른 주택유형에 비해 구조적으로 환기가 부족한 지하/반지하주택에서 다소 높음.

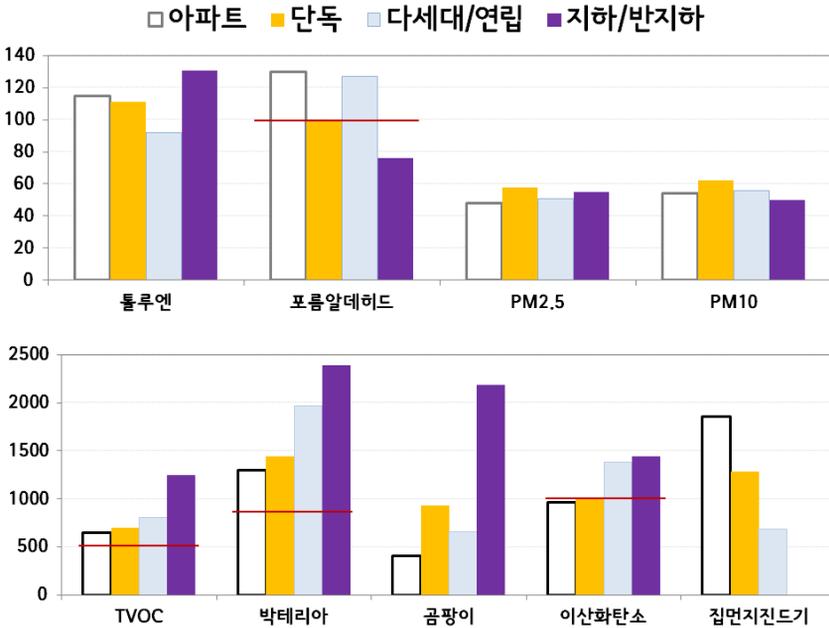
〈표 3-16〉 주택유형별 오염물질의 농도 비교(평균농도)

오염물질	아파트 <sup>a</sup>	단독 <sup>b</sup>	다세대/연립 <sup>c</sup>	지하/반지하 <sup>d</sup>	기준 <sup>*</sup>
톨루엔( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	115	111	92	-(131)	-
TVOC( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	651	701	809	1,208(1,250)	400~500
포름알데히드( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	130	100	127	37(76)	100
박테리아(CFU/ $\text{m}^3$ )	1,302	1,439	1,970	1,859(2,392)	800
곰팡이(CFU/ $\text{m}^3$ )	407	932	659	-(2,186)	-
PM2.5( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	48	58	51	-(55)	-
PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	54	62	56	46(50)	100~150
이산화탄소(ppm)	961	1,019	1,378	784~1,297(1,444)	1000
집먼지진드기(ng/g)	1,853	1,282	687	-	-

주) \*: 다중이용시설의 유지 및 권고기준(실내주차장 및 신축공동주택 제외) 또는 WHO기준

a : 100세대(2009년), b : 32세대(2010년), c : 48세대(2010년), d : 30세대(2004년)

\*\* : 괄호안의 값은 '주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III), 국립환경과학원, 2011'의 지하/반지하 6세대 이내 측정결과



단위 : 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, PM2.5, PM10 -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; 박테리아, 곰팡이 -  $\text{CFU}/\text{m}^3$  ; 이산화탄소, 이산화질소 - ppm ; 집먼지진드기 - ng/g  
 주 : 실선은 다중이용시설 유지 또는 권고기준

〈그림 3-10〉 주택유형별 오염물질 농도비교

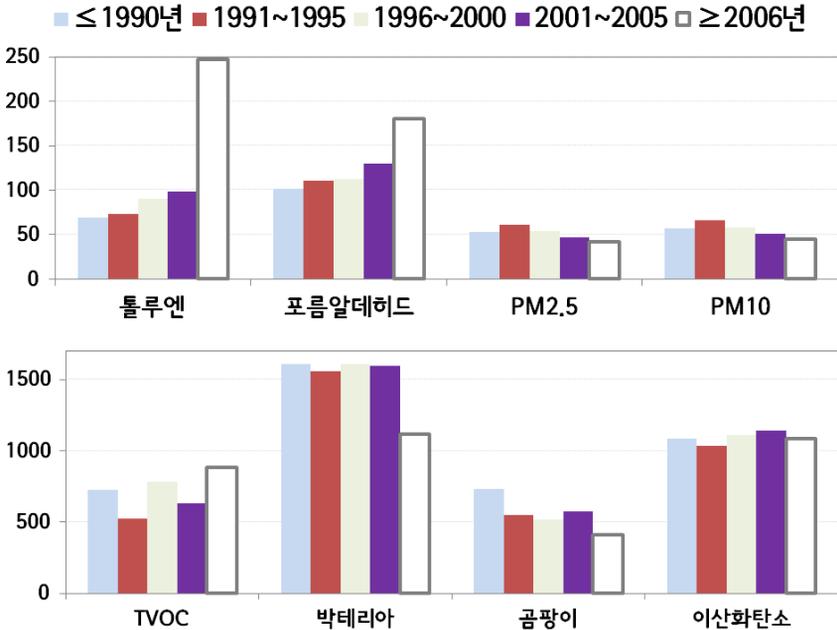
〈표 3-17〉주택 층수에 따른 실내공기 오염물질의 농도 비교

오염물질	단위	지하(n=28)	1~2층(n=390)	3층 이상(n=358)
톨루엔	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	130.8	99.0	114.7
TVOC	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,249.7	676.5	697.5
포름알데히드	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	76.0	112.1	139.1
박테리아	$\text{CFU}/\text{m}^3$	2,391.5	1,498.5	1,482.2
곰팡이	$\text{CFU}/\text{m}^3$	2,186.1	660.0	371.3
이산화탄소	ppm	1,444.2	1,093.5	1,069.3
PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	49.5	54.0	48.8
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	54.5	58.4	53.7

주 : 음영 : Mann-Whitney p < 0.05(통계적으로 유의함), a,ab,bc,c : Tukey Grouping(Multiple comparison)  
 자료 : 국립환경과학원, '주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III)', 2011 ; 지하/반지하 6세대 이내

○ 건축연수에 따른 오염물질의 농도 변화

- 휘발성유기화합물, 포름알데히드는 건축연식이 적은 경우 높게 나타남.
- 미세먼지와 부유 미생물(박테리아, 곰팡이)은 전반적으로 건축연식이 많은 노후화된 주택에서 다소 높게 조사됨.



단위 : 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, PM2.5, PM10 -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; 박테리아, 곰팡이 -  $\text{CFU}/\text{m}^3$  ; 이산화탄소, 이산화질소 - ppm

자료 : 국립환경과학원, '주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III)', 2011

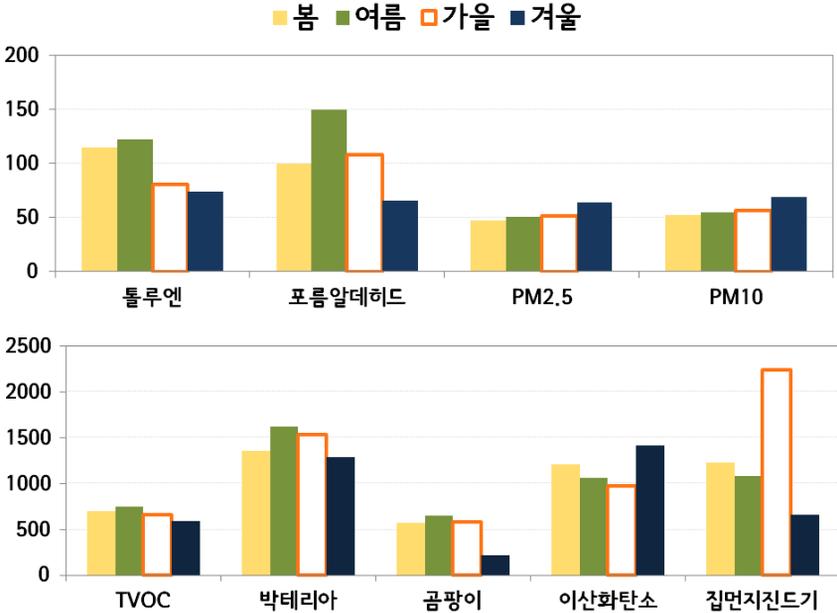
〈그림 3-11〉 건축연수에 따른 오염물질의 농도변화

○ 계절별 오염물질 농도 특성

- 온도와 습도의 영향을 많이 받는 휘발성유기화합물, 포름알데히드나 부유 미생물(박테리아, 곰팡이)은 전반적으로 다른 계절에 비하여 여름철에 높고, 부유세균 및 부유곰팡이는 가을철에도 높게 나타나는데, 이는

여름철 장마의 영향으로 높아진 실내습도로 인한 번식환경 조성이 원인으로 추정됨.

–반면, 온도와 습도와의 상관성이 상대적으로 적은 오염물질들(미세먼지, 이산화탄소)은 다른 계절에 비하여 겨울철에 높게 나타남.



단위 : 톨루엔, TVOC, 포름알데히드, PM2.5, PM10 -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; 박테리아, 곰팡이 - CFU/ $\text{m}^3$  ; 이산화탄소, 이산화질소 - ppm ; 집먼지진드기 - ng/g

자료 : 국립환경과학원, '주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III)', 2011

〈그림 3-12〉 계절에 따른 오염물질의 농도변화

## 제2절 서울시민의 주택 실내공기질 인식 및 관리실태 조사

### 1. 시민 설문조사 개요

#### 1) 조사 목적

서울시민의 주택 실내공기질에 대한 관심도, 실내공기질 만족도 등 전반적인 인식도와 실내공기질과 관련한 생활습관 등 행태를 파악하여, 주택의 건강한 실내공기질 관리를 위한 방향을 탐색하고자 하였다.

#### 2) 조사 설계

서울시에 거주하고 있는 만 20세 이상 성인 남녀를 대상으로 서울시의 주택 유형 및 거주층을 고려하여 표본을 추출하였다.

2010년 통계청 인구주택총조사의 서울시 주택현황을 기준으로 하였으며, 표본은 서울시 주택 현황의 모집단 분포에 따른 비례할당으로 추출하였다.

조사방법은 구조화된 설문지를 이용하여 온라인 설문조사 및 가구방문조사를 병행하였으며, 유효 표본 수는 총 1,032개이며 95% 신뢰구간에서 최대허용 오차범위는  $\pm 3.1$ 이다.

수집된 자료는 SPSS 프로그램을 이용하여 항목 간의 교차분석 및 주요 변인의 집단 간 평균 및 빈도 차이를 검증하여 통계적으로 유의한 해석력을 높이고자 하였다.

〈표 3-18〉 설문조사 개요

구분	서울시 주택 유형별 실내공기질 인식 및 관리실태 조사
조사 대상	서울 거주 만 20세 이상 성인 남녀
조사 방법	구조화된 설문지를 이용한 온라인 설문조사 및 가구방문 면접조사 병행
표본 추출	2010년 서울시 주택유형 및 거주층별 분포에 따른 비례할당 추출
조사 기간	2012년 10월 25일 ~ 2012년 11월 2일
표본 규모	총 1,032표본(95% 신뢰구간에서 최대허용 표본오차는 $\pm 3.1$ )

### 3) 응답자 표본 특성

설문조사의 총 표본은 1,032개로 주택 유형으로 보면, 아파트 43.4%, 단독주택 33%, 연립/다세대 19.5%, 원룸/오피스텔 4.1%로 구성된다. 이 중 지하/반지하주택은 전체의 10.3%, 지상층주택은 전체의 89.7%로 2010년 서울시 주택의 지하/지상층주택 구성비율과 유사하다. 자치구별로는 주택유형 비율에 비례하게 표본이 구성되었다.

주택 규모별 표본 구성은 66㎡ 미만 27.4%, 66~99㎡ 미만 32.4%, 99~132㎡ 미만 29.2%, 132㎡ 이상 11%이다. 특히, 지하/반지하 거주자가 66㎡ 미만의 작은 규모 주택에 거주하는 경우가 상대적으로 많았다. 방수는 2~3개가 전체의 80%를 차지하고, 주택건축연수는 10년 미만이 23%, 10~20년이 61.3%, 21년 이상이 15.7%였다. 단독주택의 건축연식이 평균 23년으로 가장 높았고, 원룸 및 오피스텔의 건축연식이 평균 7.6년으로 가장 낮았다. 거주기간은 평균 6.8년이며 2년 이하가 29.8%, 3~5년이 28.5%, 6~10년이 23.3%, 11년 이상이 18.4%로 나타났다.

주택의 위치를 보면 74%가 주택가, 21.9%가 도로변, 4.1%가 상업, 공업, 전 원지역 등에 있었다. 주택의 도로인접 정도를 보면, 이면도로와 접한 경우가 42.8%, 대로변과 접한 경우도 37.2%로 나타나 10가구 중 8가구가 차량의 영향을 받는 것으로 조사되었다. 아파트와 원룸/오피스텔이 대로변과 인접한 경우가 상대적으로 많았으며, 다가구, 단독, 연립/다세대주택은 차량운행이 있는 이면도로와 인접한 경우가 많았다.

응답자 표본의 성별, 연령, 학력, 가구소득 등 인구통계학적 특성은 <표 3-20>에 제시하였다. 여성이 60%, 남성은 40%를 차지하며, 연령별로는 30~40대가 전체응답자의 66%로 나타났다.

〈표 3-19〉 주택 관련 표본 특성

구 분		표본 수	구성비(%)
전 체		1,032	100.0
주택 유형	아파트	448	43.4
	연립/다세대	201	19.5
	단독주택	50	4.8
	다가구용 단독	291	28.2
	원룸/오피스텔	42	4.1
층수	지상층	926	89.7
	지하층	106	10.3
주택 규모	66㎡ 미만	283	27.4
	66㎡~99㎡ 미만	334	32.4
	99㎡~132㎡ 미만	301	29.2
	132㎡ 이상	114	11.0
방수	1개	78	7.6
	2개	288	27.9
	3개	542	52.5
	4개	102	9.9
	5개 이상	22	2.1
주택건축 연식	10년 미만	237	23.0
	10~15년	388	37.6
	16~20년	245	23.7
	21년 이상	162	15.7
거주 기간	2년 이하	308	29.8
	3~5년	294	28.5
	6~10년	240	23.3
	11년 이상	190	18.4
주택 위치	주택가	764	74.0
	도로변	226	21.9
	기타(상업, 공업, 전원지역 등)	42	4.1
주택의 도로인접 (차량 영향) 정도	대로변과 인접	384	37.2
	이면도로와 인접	442	42.8
	차량통행이 거의 없는 이면도로와 인접	148	14.3
	차량접근이 불가능한 골목길과 인접	58	5.6

〈표 3-20〉 인구 통계적 표본 특성

구 분		표본 수	구성비(%)
전 체		1,032	100.0
성별	남성	411	39.8
	여성	621	60.2
연령	20대	188	18.2
	30대	375	36.3
	40대	309	29.9
	50대 이상	160	15.5
최종학력	중졸 이하	15	1.5
	고졸	234	22.7
	전문대졸	143	13.9
	대졸	536	51.9
권역	대학원졸 이상	104	10.1
	도심권	64	6.2
	동북권	326	31.6
	서북권	127	12.3
	서남권	304	29.5
가구소득	동남권	211	20.4
	200만원 미만	158	15.3
	200~399만원	364	35.3
	400~599만원	326	31.6
	600만원 이상	184	17.8

#### 4) 설문조사 내용

설문조사의 주요 내용은 가구 구성원의 실내 공간 이용 특성, 주택의 실내공기질에 대한 만족도 및 인식수준, 거주자의 생활환경 및 습관, 실내공기질 개선 방안에 대한 인식 및 태도로 구성하였다. 설문조사 내용은 선행연구를 참고하여 구성하였다.

〈표 3-21〉 설문조사의 주요 세부 내용

구 분	세부 조사 내용
가구 구성원의 실내 공간 이용 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주택 내 장시간 머무는 공간</li> <li>○ 주택에서 보내는 시간</li> </ul>
주택의 실내공기질에 대한 만족도 및 인식수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실내공기질에 대한 관심정도</li> <li>○ 주택 주변 실외공기질에 대한 인식</li> <li>○ 주택의 실내공기질에 대한 만족도</li> <li>○ 실내공기 및 실외공기질 비교</li> <li>○ 실내공기를 오염시키는 주요 원인</li> </ul>
거주자의 생활환경 및 습관	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실내공기 개선을 위한 사용방법</li> <li>○ 주방 국소환기팬 설치 여부, 사용빈도, 청소 및 관리 빈도 등</li> <li>○ 부엌 분리 여부 및 음식 조리 후 환기 방법</li> <li>○ 청소 방법별 청소 빈도</li> <li>○ 이불/침대 세탁/건조 방법 및 빈도</li> <li>○ 생활용품 사용현황 및 사용 빈도</li> <li>○ 주택 내 곰팡이 관찰 여부 및 관찰 장소</li> <li>○ 욕실 환기팬 사용 여부, 사용 빈도, 비사용 이유</li> <li>○ 세탁 의류 및 전기전자제품 사용 후 환기 여부</li> <li>○ 계절별 환기방법 및 빈도, 환기 시간</li> <li>○ 자연환기 관련 문의 적정성, 자연환기를 자주 못하는 이유</li> </ul>
실내공기질 개선 방안에 대한 인식 및 태도	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주택의 실내공기질 개선을 위한 선호방법</li> <li>○ 주택의 실내공기질 개선에 효과적인 방법</li> <li>○ 가구 및 생활용품 구입 시 친환경제품 구입 의향</li> <li>○ 주택 실내개조 시 친환경 건축자재 사용 의향</li> <li>○ 주택 실내공기 개선을 위한 공기청정기 구입 의향</li> <li>○ 주택 실내공기 개선을 위한 기계환기 설비 설치 의향</li> </ul>

## 2. 조사결과

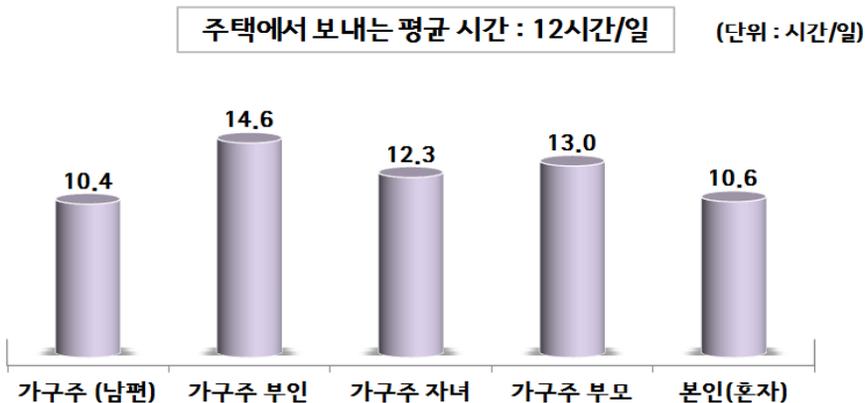
### 1) 가구 구성원의 실내 공간 이용 특성

가구 구성원들이 주택에서 장시간 보내는 공간으로 침실이 가장 많았으며, 이어 거실, 서재/공부방, 주방의 순으로 나타났다. 가구주 구성원별로 보면, 남편은 침실에서 장시간 보내는 경우가 가장 많았고, 가구주 부인 및 부모는 거실에서 장시간을 보내는 경우도 상대적으로 많았으며, 주방도 다른 가구 구성원보다 많았다. 가구주 자녀는 서재/공부방에서 장시간을 보내는 경우가 비교적 많은 특징을 보였다.



〈그림 3-13〉 가구 구성원별 주택에서 장시간 보내는 공간

주택 내부에서 하루 동안 보내는 평균 시간은 12시간으로 나타났으며, 가구주 부인이 평균 14.6시간으로 가장 긴 반면, 가구주(남편) 및 나홀로 거주자가 평균 10시간으로 가장 짧았다.



〈그림 3-14〉 가구 구성원별 주택에서 보내는 시간

## 2) 주택의 실내공기질에 대한 만족도 및 인식수준

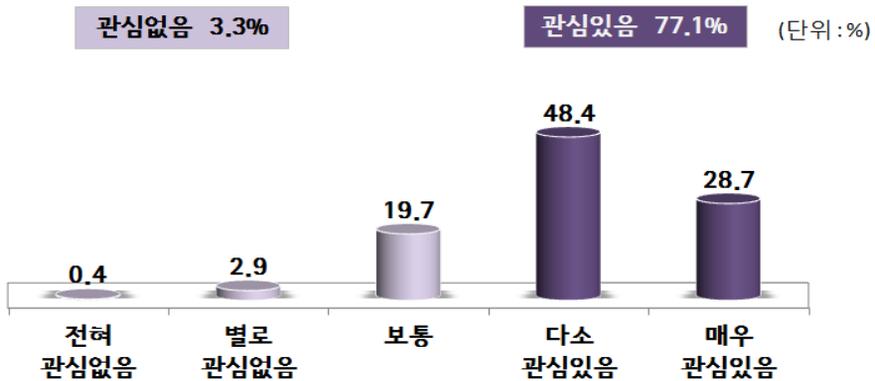
### (1) 실내공기질에 대한 관심 및 만족도

주택의 실내공기질에 관심이 있다고 응답한 비율은 77.1%에 달했으며, 관심

이 없다고 응답한 비율은 3.3%에 불과하였다. 5점 척도로 질문한 결과, 평균은 4.0점으로 전반적으로 주택의 실내공기질에 대해 관심을 가지고 있는 것으로 나타났다.

표본특성별로는 거주층수, 주택규모, 가구소득에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉, 주택규모가 클수록, 가구소득이 많을수록, 저층보다는 고층 거주자가 더욱 실내공기질 관심도가 큰 것으로 파악되었다. 소득이 적고, 상대적으로 주거환경이 열악한 지하/반지하 및 저층 거주자들의 관심도가 적게 나온 것도 특기할 사항이다.

주택의 실내공기질에 대한 만족도에 보통이라고 응답한 경우가 55.3%로 가장 많았으며, 나쁘다고 응답한 경우는 23.2%로 좋다고 응답한 21.5%보다 다소 많은 것으로 조사되었다(전체 5점 척도에 평균 3.0점). 표본특성별로 보면, 거주층과 주택 규모에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 특히, 지하/반지하와 1~2층 거주자, 66㎡ 미만 거주자의 실내공기질 만족도가 상대적으로 부정적인 경우가 많은 특징을 보였다.



〈그림 3-15〉 실내공기질에 대한 관심도

〈표 3-22〉 실내공기질에 대한 관심도

구 분	사례수	실내공기질 관심도										5점 평균	T/F	
		전혀 관심없음		별로 관심없음		보통		다소 관심있음		매우 관심있음				
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
전 체	1,032	4	0.4	30	2.9	203	19.7	499	48.4	296	28.7	4.0		
거주 층수	지하/반지하	108	0	0.0	7	6.5	37	34.3	43	39.8	21	19.4	3.7	8,167***
	1~2층	292	1	0.3	13	4.5	69	23.6	135	46.2	74	25.3	3.9	
	3~4층	175	0	0.0	2	1.1	31	17.7	96	54.9	46	26.3	4.1	
	5~15층	387	3	0.8	8	2.1	52	13.4	199	51.4	125	32.3	4.1	
	16층 이상	70	0	0.0	0	0.0	14	20.0	26	37.1	30	42.9	4.2	
주택 규모	66㎡ 미만	283	2	0.7	10	3.5	72	25.4	133	47.0	66	23.3	3.9	4,318**
	66~99㎡ 미만	334	1	0.3	10	3.0	63	18.9	161	48.2	99	29.6	4.0	
	99~132㎡ 미만	301	1	0.3	7	2.3	51	16.9	152	50.5	90	29.9	4.1	
	132㎡ 이상	114	0	0.0	3	2.6	17	14.9	53	46.5	41	36.0	4.2	
가구 소득	200만원 미만	158	2	1.3	10	6.3	44	27.8	67	42.4	35	22.2	3.8	10,982***
	200~399만원	364	0	0.0	11	3.0	82	22.5	177	48.6	94	25.8	4.0	
	400~599만원	326	1	0.3	8	2.5	55	16.9	168	51.5	94	28.8	4.1	
	600만원 이상	184	1	0.5	1	0.5	22	12.0	87	47.3	73	39.7	4.3	

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001



〈그림 3-16〉 실내공기질에 대한 만족도

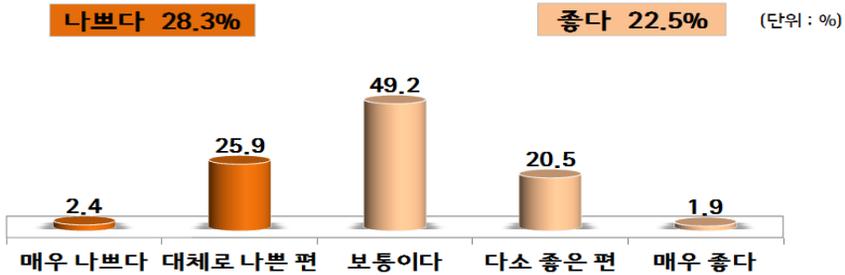
〈표 3-23〉 실내공기질에 대한 만족도

구 분	사례수	실내공기질에 대한 만족도										5점 평균	T/F	
		매우 나쁘다		대체로 나쁜 편		보통이다		다소 좋은 편		매우 좋다				
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
전 체	1,032	15	1.5	224	21.7	571	55.3	213	20.6	9	0.9	3.0		
거주 층수	지하/반지하	108	4	3.7	35	32.4	62	57.4	6	5.6	1	0.9	2.7	6,347***
	1~2층	292	3	1.0	61	20.9	177	60.6	50	17.1	1	0.3	2.9	
	3~4층	175	3	1.7	35	20.0	92	52.6	44	25.1	1	0.6	3.0	
	5~15층	387	5	1.3	80	20.7	198	51.2	101	26.1	3	0.8	3.0	
	16층 이상	70	0	0.0	13	18.6	42	60.0	12	17.1	3	4.3	3.1	
주택 규모	66㎡ 미만	283	7	2.5	72	25.4	167	59.0	37	13.1	0	0.0	2.8	8,072***
	66~99㎡ 미만	334	4	1.2	77	23.1	184	55.1	65	19.5	4	1.2	3.0	
	99~132㎡ 미만	301	4	1.3	56	18.6	158	52.5	80	26.6	3	1.0	3.1	
	132㎡ 이상	114	0	0.0	19	16.7	62	54.4	31	27.2	2	1.8	3.1	

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

실외대기질에 대한 만족도에서는 보통이라는 응답이 49.2%로 절반에 가까웠으며, 좋다는 응답은 22.5%, 나쁘다는 응답은 28.3%로 부정적인 인식이 다소 높은 것으로 나타났다(5점 척도로 평균 2.9점).

표본특성별로 보면, 주택위치, 거주층에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이는데, 지하/반지하 거주자, 도로변 거주자가 실외공기질에 대한 부정적인 인식이 상대적으로 높고 평균보다 낮았다.



(그림 3-17) 실외공기질에 대한 만족도

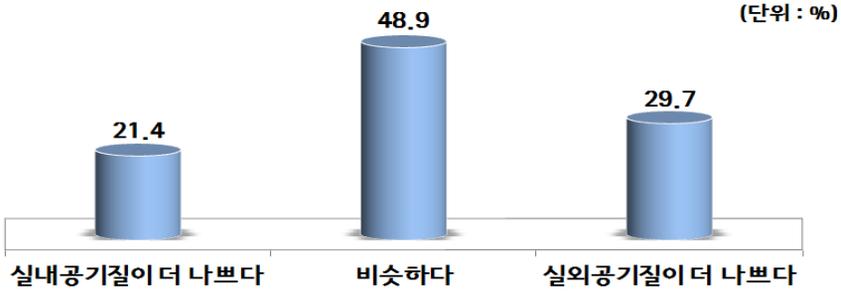
(표 3-24) 실외공기질에 대한 만족도

구 분	사례 수	실외공기질에 대한 만족도										5점 평균	T/F	
		매우 나쁘다		대체로 나쁜 편		보통이다		다소 좋은 편		매우 좋다				
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
전 체	1,032	25	2.4	267	25.9	508	49.2	212	20.5	20	1.9	2.9		
주택 위치	주택가	764	15	2.0	177	23.2	394	51.6	166	21.7	12	1.6	3.0	5,140**
	도로변	226	9	4.0	77	34.1	97	42.9	39	17.3	4	1.8	2.8	
	기타	42	1	2.4	13	31.0	17	40.5	7	16.7	4	9.5	3.0	
거주 층수	지하/반지하	108	0	0.0	38	35.2	58	53.7	12	11.1	0	0.0	2.8	3,189*
	1-2층	292	4	1.4	70	24.0	165	56.5	49	16.8	4	1.4	2.9	
	3-4층	175	6	3.4	46	26.3	88	50.3	34	19.4	1	0.6	2.9	
	5-15층	387	15	3.9	87	22.5	168	43.4	104	26.9	13	3.4	3.0	
	16층 이상	70	0	0.0	26	37.1	29	41.4	13	18.6	2	2.9	2.9	

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

주택의 실내공기와 실외공기의 질에 대한 비교에서 ‘비슷하다’고 응답한 비율이 48.9%로 절반에 가까웠으며, 실외공기질이 더 나쁘다고 인식하는 비율이 29.7%로 실내공기질이 더 나쁘다고 인식한 비율인 21.4%보다 다소 높았다.

표본특성별로는 주택 위치에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉, 도로변 주택 거주자는 실외공기질이 더 나쁘다고 인식하는 비율이 상대적으로 더 높은 반면, 주택가 거주자는 실내공기질이 더 나쁘다고 인식하는 경우가 상대적으로 더 많아, 주택 주변의 차량 운행이 시민들의 공기질에 대한 인식에 영향을 주는 것으로 나타났다.



〈그림 3-18〉 주택 실내공기와 실외공기질 비교

〈표 3-25〉 주택 실내공기와 실외공기질 비교

구 분	사례수	실내와 실외공기질 비교						x <sup>2</sup>	
		실내공기질이 더 나쁘다		비슷하다		실외공기질이 더 나쁘다			
		N	%	N	%	N	%		
전 체	1,032	221	21.4	505	48.9	306	29.7	10,668*	
주택위치	주택가	764	175	22.9	378	49.5	211		27.6
	도로변	226	35	15.5	107	47.3	84		37.2
	기타	42	11	26.2	20	47.6	11		26.2

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

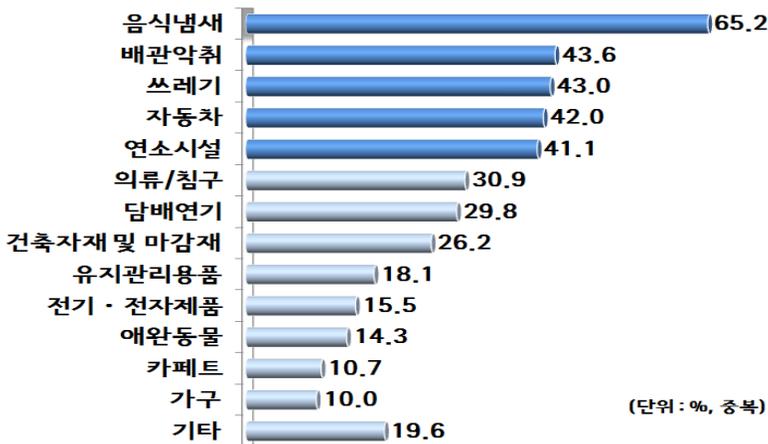
## (2) 실내공기 오염원인

현재 살고 있는 주택의 실내공기를 오염시키는 원인에 대해 ‘음식냄새’가 65.2%로 가장 많았으며, 이어 ‘배관약취’ 43.6%, ‘쓰레기’ 43.0%, ‘자동차’ 42.0%, ‘연소시설’ 41.1% 순으로 나타났다. 반면, 카페트 및 가구, 애완동물, 전기전자 제품, 유지관리용품(가구광택제, 표백제, 살충제, 방향제 등 생활용품) 등에 대

해서는 실내공기 오염 원인으로 인식하는 정도는 낮은 것으로 조사되었다.

외부 원인으로는 자동차를 실내오염의 원인으로 인식하는 비율이 높았다. 그러나 내부 원인으로 가장 많이 선택한 요인이 음식냄새 및 배관악취로 나타나, 많은 시민이 실내공기 오염을 악취로 동일시하는 경향이 있으며, 이는 상대적으로 무취한 미세먼지, 이산화탄소, 라돈 등 실내오염물질의 위해성에 대한 인식부족이 원인으로 판단된다. 또한, 새집증후군의 원인으로 많이 알려진 건축자재 및 마감재, 가구 등을 실내공기오염 원인으로 인식하는 비율도 크지 않아, 시민들의 인식 전환을 위한 실내공기 오염원 및 오염 물질에 대한 효과적 교육 및 홍보 프로그램이 필요할 것으로 보인다.

표본특성별로 보면, 다가구 및 지하/반지하 거주자가 실내공기를 오염시키는 원인을 음식냄새과 배관악취라고 응답한 경우가 상대적으로 많았다.



〈그림 3-19〉 실내공기 오염원인

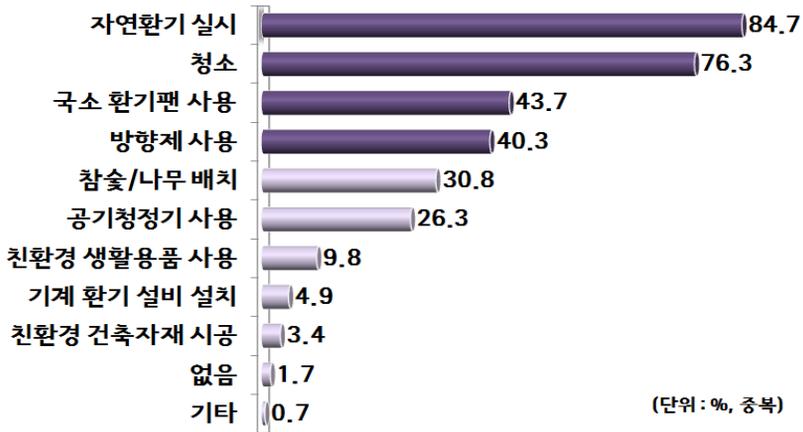
### 3) 거주자의 생활환경 및 습관

#### (1) 실내공기질 개선을 위하여 사용하는 방법

실내공기 개선을 위하여 사용하는 방법으로 자연환기가 84.7%로 가장 많았

으며, 이어 청소 76.3%, 국소환기팬 사용 43.7%, 방향제 사용 40.3% 순으로 나타났다. 친환경 건축자재 시공 및 기계환기 설비 설치, 친환경 생활용품 사용은 10% 미만으로 낮은 수준을 보였다.

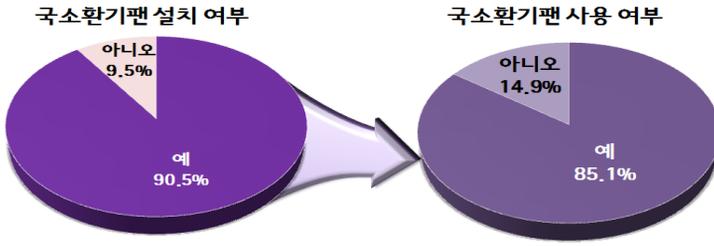
특기할 만한 사항은 10명 중 4명 정도가 실내공기질 개선을 위한 방법으로 방향제 사용을 선택하고 있다는 사실이다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 시민들이 실내공기오염을 단순히 나쁜 냄새로 인식하고 있는 결과와 일맥상통하는 것이다. 또한, 실내공기오염을 근원적으로 관리하기보다 좋은 냄새는 안전하다는 인식하에 좋은 냄새로 덧씌우는 것을 실내공기질 개선으로 생각하는 시민이 적지 않음을 주목해야 한다. 반면, 친환경 건축자재 시공 및 친환경 생활용품 사용을 선택한 비율은 낮았는데, 이는 앞서 살펴본 실내공기질 오염원인에 대한 부족한 인식 정도와 일치한다.



〈그림 3-20〉 실내공기 개선을 위해 사용하는 방법

## (2) 주방 국소환기팬 사용 실태

주방의 국소환기팬은 전체 응답자의 90.5%가 설치하였다고 응답하였으며, 국소환기팬을 설치한 경우에 사용한다는 응답은 85.1%에 달하였다.



Base : 전체 응답자 (N=1,032)

Base : 국소환기팬 설치자 (N=934)

〈그림 3-21〉 주방의 국소환기팬 설치 및 사용여부

표본특성별로 보면, 국소환기팬 설치 여부가 거주층, 주택 규모에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 5층 이상 거주자, 99㎡ 이상 주택 거주자에서 국소환기팬 설치가 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 또한, 국소환기팬이 설치되어 있는 경우에 실내공기질에 대해 좋다는 응답률이 유의하게 높게 조사되었다.

〈표 3-26〉 주방의 국소환기팬 설치 여부

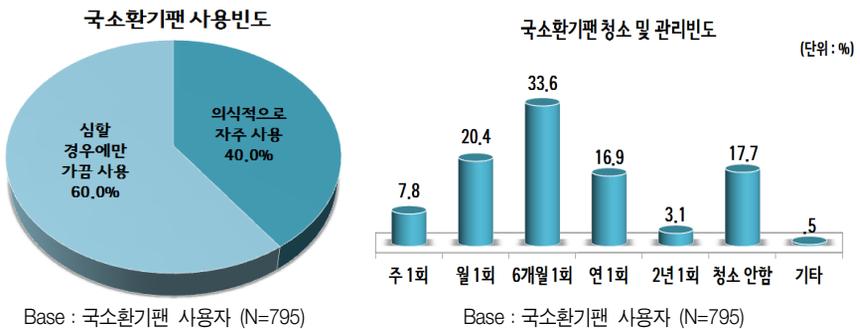
구 분	사례수	국소환기팬 설치 여부				χ <sup>2</sup>	
		예		아니오			
		N	%	N	%		
전 체	1,032	934	90.5	98	9.5		
거주층수	지하/반지하	108	90	83.3	18	16.7	28,814***
	1-2층	292	250	85.6	42	14.4	
	3-4층	175	157	89.7	18	10.3	
	5-15층	387	371	95.9	16	4.1	
	16층 이상	70	66	94.3	4	5.7	
주택규모	66㎡ 미만	283	230	81.3	53	18.7	41,69***
	66-99㎡ 미만	334	307	91.9	27	8.1	
	99-132㎡ 미만	301	288	95.7	13	4.3	
	132㎡ 이상	114	109	95.6	5	4.4	
실내공기질 정도	나쁘다	239	207	86.6	32	13.4	8,538*
	보통	571	517	90.5	54	9.5	
	좋다	222	210	94.6	12	5.4	

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

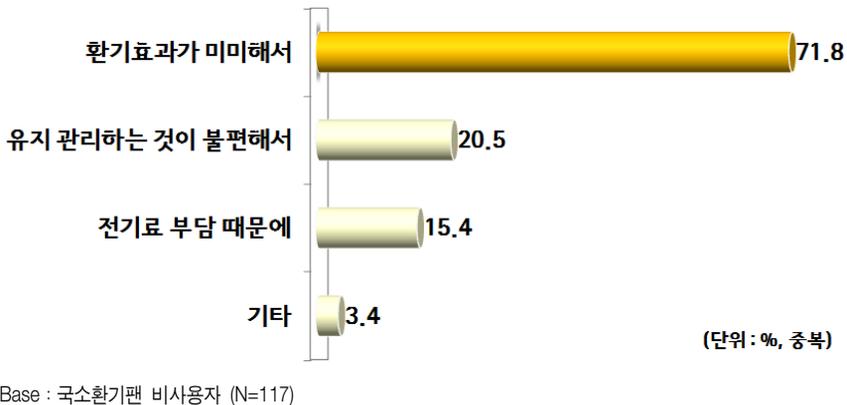
국소환기팬 사용빈도에 대한 질문에 ‘심한 경우에만 가끔 사용’한다는 응답이 60%로 많았으며, 의식적으로 자주 사용한다는 응답도 40%로 나타났다. 국

소환기팬 청소 및 관리 빈도는 6개월에 1회 정도가 33.6%로 가장 많았으며, 월 1회가 20.4%, 연 1회가 16.9%, 청소 안 함도 17.7%로 조사되었다. 이는 많은 시민이 적극적으로 국소환기팬을 사용하거나 관리하지는 않는 것으로 이해할 수 있다.

국소환기팬이 설치되어 있어도 사용하지 않는 이유로는 ‘환기효과가 미미하다’가 71.8%로 가장 많았으며, ‘유지 관리하는 것이 불편하다’가 20.5%, ‘전기료 부담’이 15.4%로 나타났다.



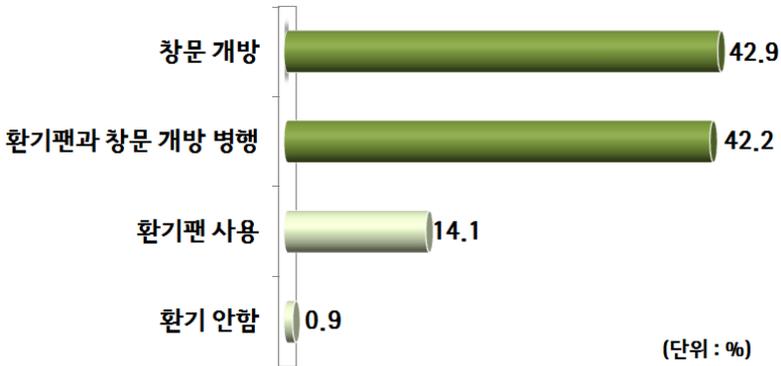
〈그림 3-22〉 주방의 국소환기팬 설치 및 사용여부



〈그림 3-23〉 주방의 국소환기팬 비사용 이유

### (3) 음식 조리 후 환기 방법

음식 조리 후 환기 방법으로 ‘창문개방’은 42.9%, ‘환기팬과 창문개방 병행’은 42.2%로 두 가지 방법이 대부분을 차지하고 있으며, 환기팬만 사용하는 경우는 14.1%에 불과하였다.



〈그림 3-24〉 음식 조리 후 환기 방법

### (4) 주택 내부 청소 방법 및 빈도

주택 내부의 청소 방법으로는 진공청소기를 사용한다는 응답이 85.9%에 달했으며, 사용 횟수는 주 2~3회가 34%로 가장 많아 이들에 한 번 정도 진공청소기를 사용하는 것으로 나타났다. 물걸레 청소를 한다는 응답은 77.6%에 달했고, 사용 횟수는 주 2~3회가 38.6%로 가장 많았으며, 이들에 한 번꼴로 물걸레 청소를 하는 것으로 파악되었다. 주택 내부의 청소 방법으로 빗자루 청소를 한다는 응답도 34.5%로 조사되었다.

이로써 주택 내부는 진공청소기와 물걸레를 이용하여 이들에 한 번 빈도로 청소하는 것이 일반적임을 알 수 있다. 이 외에도 주택 내부 청소 방법으로 스팀청소기(18.7%), 로봇청소기(4.9%)를 사용하는 경우도 있었다.

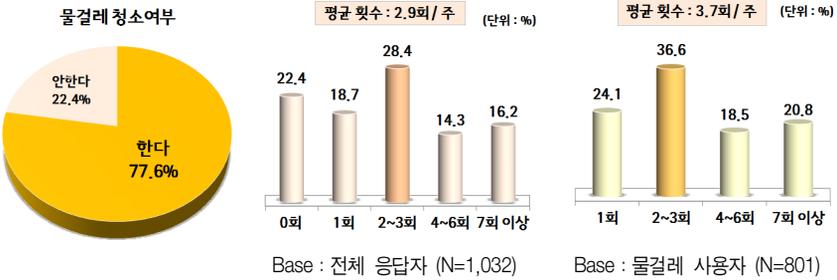
실내공기질에 좋다는 응답자가 진공청소기의 평균 사용횟수가 많은 유의한 결과가 나타났다.

### 진공청소기 사용빈도



〈그림 3-25〉 진공청소기 사용 및 빈도

### 물걸레 청소 빈도



〈그림 3-26〉 물걸레 청소 여부 및 빈도

〈표 3-27〉 진공청소 주당 사용횟수

	사례 수	진공청소 주당 사용 횟수										평균 횟수 (주)	F	
		0회		1회		2~3회		4~6회		7회 이상				
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
전 체	1,032	146	14.1	224	21.7	303	29.4	191	18.5	168	16.3	3.1		
실내공기질	나쁘다	239	34	14.2	65	27.2	71	29.7	36	15.1	33	13.8	2.8	4.434*
	보통	571	88	15.4	120	21.0	163	28.5	108	18.9	92	16.1	3.1	
정도	좋다	222	24	10.8	39	17.6	69	31.1	47	21.2	43	19.4	3.7	

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

### (5) 세탁 및 건조 방법

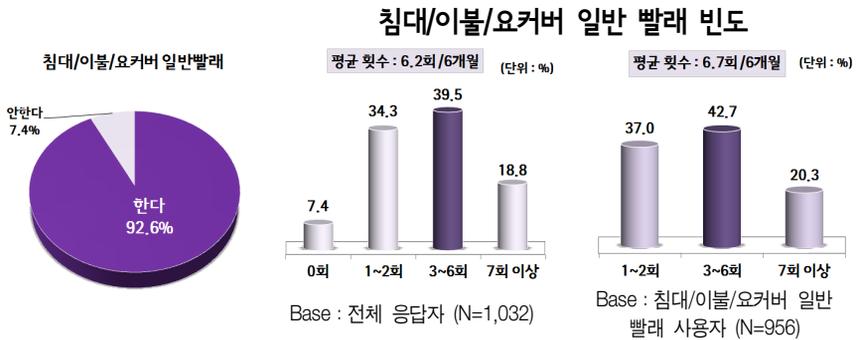
침대/이불/요커버의 일반빨래를 하는 경우는 92.6%에 달했으며, 세탁 빈도는

6개월 기준으로 6.7회(한 달에 한 번꼴)로 나타났다. 삶는 빨래를 하는 경우는 22.0%로 많지 않았다.

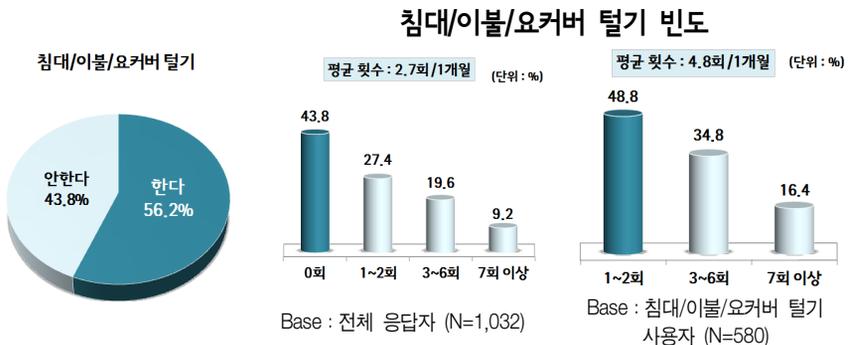
침대/이불/요커버 털기를 하는 경우는 56.2%에 이르렀으며, 털기 횟수는 1개월에 4.8회 정도였고, 침대/이불/요커버의 햇빛 건조는 49.8%로 1개월 기준으로 4.5회 정도로 조사되었다.

침대 매트리스의 일반 청소는 51.9%로, 6개월 기준 6.7회 정도로 나타났다. 침대 매트리스를 스팀 청소하는 경우는 8.8%로 많지 않았다.

침대 매트리스 털기를 하는 경우는 25.3%로 많지 않았으며, 침대 매트리스의 햇빛건조를 하는 경우는 14.0%에 불과하였다.



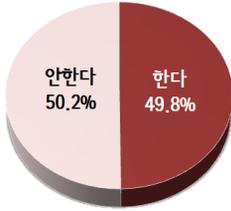
〈그림 3-27〉 침대/이불/요커버 일반 빨래 여부 및 빈도



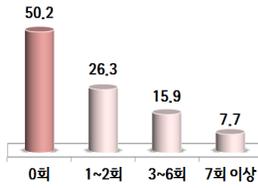
〈그림 3-28〉 침대/이불/요커버 털기 및 빈도

## 침대/이불/요커버 햇빛건조 빈도

침대/이불/요커버 햇빛건조

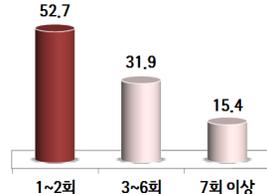


평균 횟수 : 2.2회/1개월 (단위 : %)



Base : 전체 응답자 (N=1,032)

평균 횟수 : 4.5회/1개월 (단위 : %)

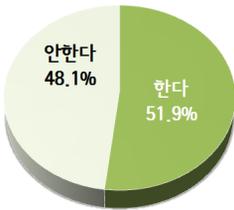


Base : 침대/이불/요커버 햇빛건조 사용자 (N=514)

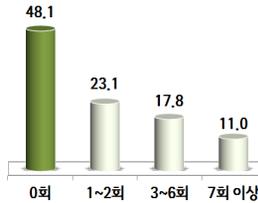
〈그림 3-29〉 침대/이불/요커버 햇빛건조 및 빈도

## 침대매트리스 일반청소 빈도

침대매트리스 일반청소

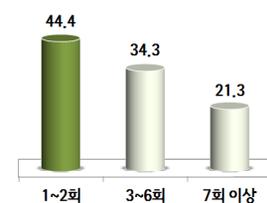


평균 횟수 : 3.5회/6개월 (단위 : %)



Base : 전체 응답자 (N=1,032)

평균 횟수 : 6.7회/6개월 (단위 : %)



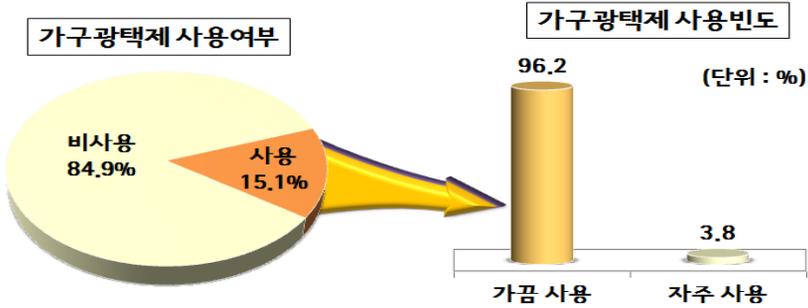
Base : 침대매트리스 일반청소 사용자 (N=536)

〈그림 3-30〉 침대매트리스 일반청소 여부 및 빈도

### (6) 생활용품 사용 실태

실내공기질에 영향을 줄 수 있는 가구광택제, 방향제, 살충제 등 생활용품에 대한 사용 실태를 조사하였다.

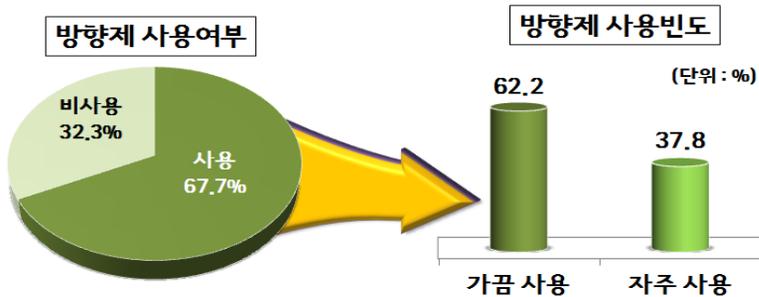
가구 광택제를 사용한다는 비율은 15.1%로 낮았으며, 사용빈도도 가끔 사용한다는 비율이 96.2%로 대부분을 차지하였다.



〈그림 3-31〉 가구광택제 사용여부 및 빈도

방향제를 사용하고 있다는 응답비율은 67.7%로 많았으며, 자주 사용한다는 응답비율도 37.8%로 나타났다. 특기할 만한 것은 실내공기질에 대한 관심도가 높을수록 방향제를 사용한다는 응답비율이 통계적으로 유의한 것이다. 이를 통해 방향제에 대한 정확한 시민들의 이해도를 높일 필요성이 있음을 다시 한 번 확인할 수 있다.

또한, 건축연식이 적을수록 방향제를 사용한다는 응답률이 높은 것도 주목할 만하다.



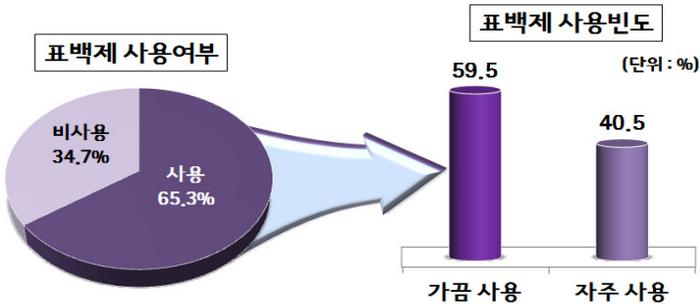
〈그림 3-32〉 방향제 사용여부 및 빈도

〈표 3-28〉 방향제 사용 여부

	사례수	방향제				χ <sup>2</sup>	
		사용		비사용			
		N	%	N	%		
전 체	1,032	699	67.7	333	32.3		
실내공기질 관심정도	관심없음	34	21	61.8	13	38.2	19.568 ***
	보통	203	112	55.2	91	44.8	
	관심있음	795	566	71.2	229	28.8	
건축연도	10년 미만	237	170	71.7	67	28.3	12.936 **
	10~15년	388	278	71.6	110	28.4	
	16~20년	245	157	64.1	88	35.9	
	21년 이상	162	94	58.0	68	42.0	

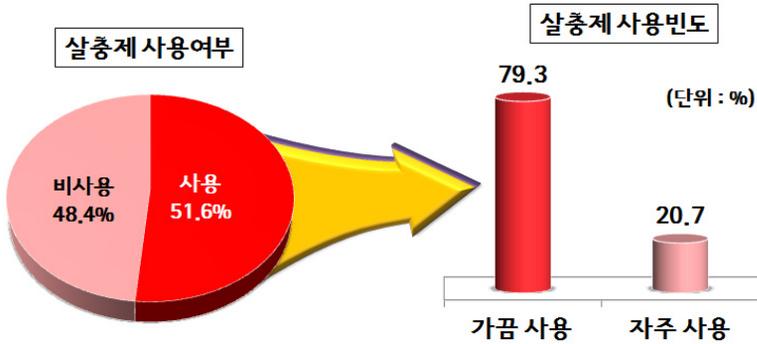
\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

표백제를 사용한다는 비율은 65.3%로 조사되었으며, 가끔 사용은 59.5%, 자주 사용은 40.5%로 다른 제품에 비해 자주 사용한다는 비율이 높았다.



〈그림 3-33〉 표백제 사용여부 및 빈도

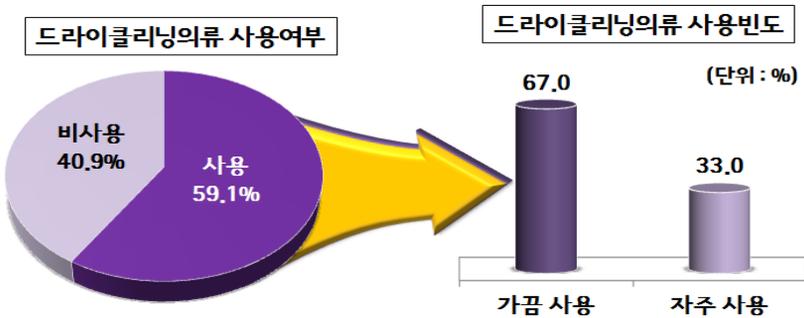
살충제를 사용한다는 비율은 51.6%로 나타났으며, 가끔 사용한다는 비율은 79.3%로 대부분을 차지하였다.



〈그림 3-34〉 살충제 사용여부 및 빈도

### (7) 드라이클리닝 의류

의류 드라이클리닝을 이용하는 비율은 59.1%로 나타났으며, 가끔 이용한다는 비율은 67.0%로 절반을 넘었다.



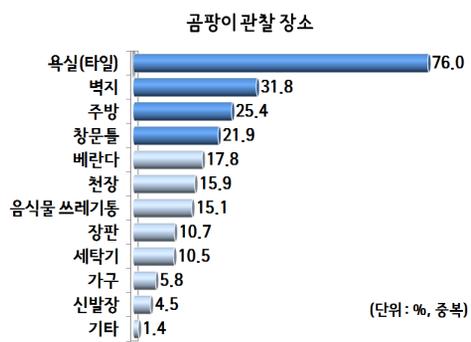
〈그림 3-35〉 드라이클리닝의류 사용여부 및 빈도

### (8) 곰팡이 관찰여부 및 장소

주택 내부에서 곰팡이가 관찰된다고 응답한 비율은 50%로 나타났다. 곰팡이가 관찰되는 장소는 ‘욕실’이 76.0%로 가장 많았으며, 이어 벽지 31.8%, 주방 25.4%, 창문틀 21.9% 순으로 조사되었다.



Base : 전체 응답자 (N=1,032)



Base : 곰팡이 관찰 응답자 (N=516)

〈그림 3-36〉 곰팡이 관찰여부 및 장소

표본특성별로는 주택 유형 및 거주층, 주택 규모에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 다가구주택, 연립/다세대주택, 단독주택 거주자의 곰팡이 관찰이 평균보다 높았으며, 거주층이 낮아질수록, 주택규모가 적을수록 곰팡이 관찰률이 높게 나타났다. 특히, 지하/반지하 거주자는 곰팡이 관찰률이 87% 이상을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 단독주택, 다세대/연립주택의 경우 건물의 단열효과가 떨어져 결로현상이 생기기 쉬우며, 여름철 습기 및 빗물누수 등으로 곰팡이 발생률이 상대적으로 높기 때문이다. 또한, 지하/반지하주택이나 작은 규모의 주택은 지상주택이나 넓은 규모의 주택보다 구조적으로 환기가 용이하지 않은 특성이 한 원인이기도 하다.

〈표 3-29〉 곰팡이 관찰 여부

구 분	사례수	곰팡이 관찰여부				x <sup>2</sup>	
		예		아니오			
		N	%	N	%		
전 체	1,032	516	50.0	516	50.0		
주택유형	아파트	448	185	41.3	263	58.7	41.250 ***
	연립/다세대	201	108	53.7	93	46.3	
	단독주택	50	26	52.0	24	48.0	
	다가구	291	184	63.2	107	36.8	
	원룸/오피스텔	42	13	31.0	29	69.0	
거주층수	지하/반지하	108	94	87.0	14	13.0	75.591 ***
	1~2층	292	150	51.4	142	48.6	
	3~4층	175	85	48.6	90	51.4	
	5~15층	387	162	41.9	225	58.1	
	16층 이상	70	25	35.7	45	64.3	

〈표 계속〉 곰팡이 관찰 여부

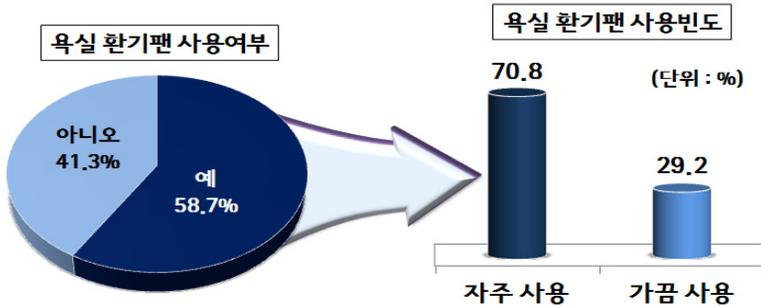
구 분		사례수	곰팡이 관찰여부				x <sup>2</sup>
			예		아니오		
			N	%	N	%	
주택규모	20㎡ 미만	283	175	61.8	108	38.2	30.537 ***
	20~29㎡	334	170	50.9	164	49.1	
	30~39㎡	301	130	43.2	171	56.8	
	40㎡ 이상	114	41	36.0	73	64.0	

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

(9) 욕실 환기팬 사용 현황

습기가 많은 욕실에서 환기팬을 사용하는 비율은 58.7%로 절반이 약간 넘는 수준을 보이고 있으며, 사용 빈도는 ‘자주 사용’한다고 응답한 비율이 70.8%로 비교적 자주 사용하는 것으로 나타났다. 욕실 환기팬을 사용하지 않는 이유로는 ‘환기팬이 없다’가 81.8%로 가장 많았으며, 이어 ‘환기 효과가 미미’가 13.7%, ‘전기로 부담’이 3.8% 등의 순으로 조사되었다.

더불어 환기팬을 사용하는 경우에 실내공기질에 대해 좋다고 응답한 비율이 다른 집단보다 통계적으로 유의하게 높았다.



〈그림 3-37〉 욕실 환기팬 사용여부 및 빈도

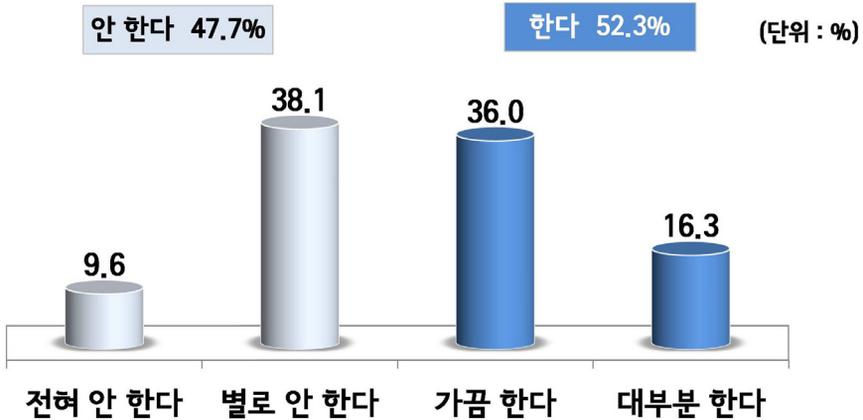
〈표 3-30〉 욕실 환기팬 사용여부

		사례수	욕실 환기팬 사용여부				x <sup>2</sup>
			예		아니오		
			N	%	N	%	
전 체		1,032	606	58.7	426	41.3	16.396 ***
실내공기질 정도	나쁘다	239	122	51.0	117	49.0	
	보통	571	330	57.8	241	42.2	
	좋다	222	154	69.4	68	30.6	

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

### (10) 세탁 관련 의류 환기 정도

드라이클리닝 등 세탁 관련 의류를 통풍이 잘되는 곳에서 환기를 하는 것에 대해 ‘한다’고 긍정적으로 응답한 경우는 52.3%로 나타났으며, ‘안 한다’고 응답한 경우는 47.7%로 나타나 비슷한 수준을 보이고 있다. 하지만, 적극적으로 한다는 응답률도 16.3%로 그리 높지 않다. 또한, 세탁 의류를 통풍환기하는 경우, 실내공기질에 대해 좋다고 응답한 비율이 다른 집단보다 통계적으로 유의하게 높았다.



〈그림 3-38〉 세탁 관련 의류 환기 정도

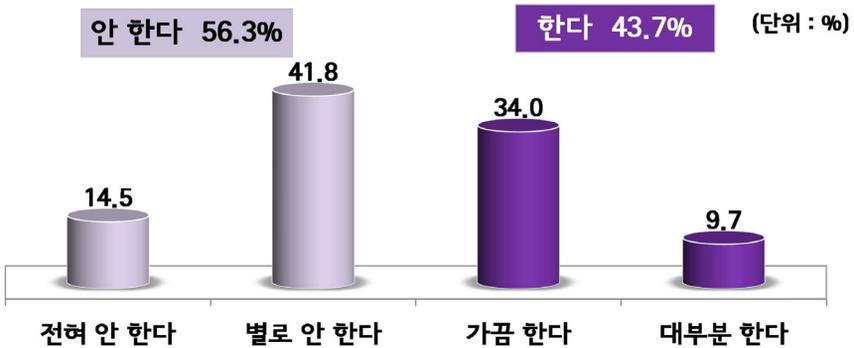
〈표 3-31〉 세탁의류 통풍 환기 정도

	사례 수	세탁의류 통풍 환기 정도								x <sup>2</sup>	
		전혀 안 한다		별로 안 한다		가끔 한다		대부분 한다			
		N	%	N	%	N	%	N	%		
전 체	1,032	99	9,6	393	38,1	372	36,0	168	16,3	30,183 ***	
실내공기 질 정도	나쁘다	239	31	13,0	94	39,3	86	36,0	28		11,7
	보통	571	47	8,2	238	41,7	204	35,7	82		14,4
	좋다	222	21	9,5	61	27,5	82	36,9	58		26,1

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

(11) 전기·전자제품 사용 후 환기

전기·전자제품 사용 후 환기를 하는 것에 대해 ‘한다’고 응답한 비율은 43.7%로 절반이 안 되었으며, ‘안 한다’고 응답한 비율은 56.3%로 나타났다. 이 경우도 전기전자 제품 사용 후 환기를 한다는 응답자에서 실내공기질에 대한 긍정적 응답률이 다른 집단보다 통계적으로 유의하게 높게 조사되었다.



〈그림 3-39〉 전기·전자제품 사용 후 환기

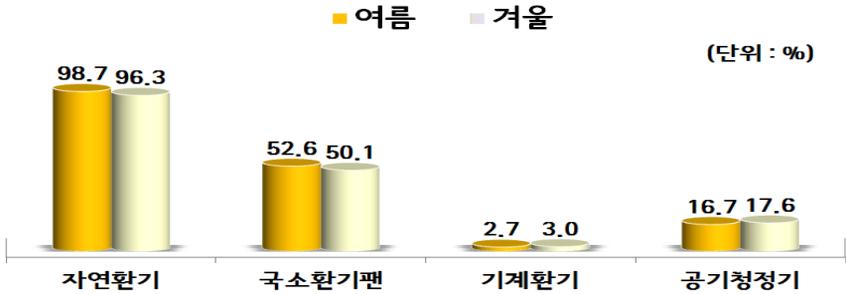
〈표 3-32〉 전기·전자제품 사용 후 환기

	사례 수	전기전자제품 사용 후 환기 정도								x <sup>2</sup>	
		전혀 안 한다		별로 안 한다		가끔 한다		대부분 한다			
		N	%	N	%	N	%	N	%		
전 체	1,032	150	14,5	431	41,8	351	34,0	100	9,7	18,609*	
실내공기 질 정도	나쁘다	239	39	16,3	115	48,1	71	29,7	14		5,9
	보통	571	82	14,4	243	42,6	190	33,3	56		9,8
	좋다	222	29	13,1	73	32,9	90	40,5	30		13,5

\* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

## (12) 계절별 환기 실태

대표적으로 여름, 겨울철로 구분하여 주택 내부 환기 방법을 살펴보았다. 전반적으로 자연환기가 가장 많았으며, 이어 국소환기팬 사용, 공기청정기 사용 순으로 조사되었다. 계절별 환기 방법은 큰 차이를 보이지 않으나, 온도의 영향으로 환기 시간이나 빈도에서는 큰 차이가 나타났다.



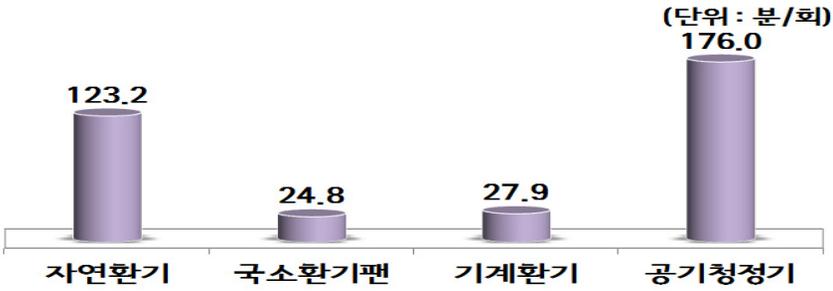
(그림 3-40) 계절별 환기 방법

기계환기 설비를 사용하거나 공기청정기를 이용한 환기 응답비율이 낮은 이유는 많은 가구에 기계환기 설비나 공기청정기가 구비되어 있지 않기 때문인 것으로 판단된다.

여름철 환기 방법별로 ‘한다’는 응답자를 베이스로 보면, 자연환기는 일평균 2.7회, 회당 123분, 국소환기팬 환기는 일평균 2.3회, 회당 25분, 기계환기는 월평균 1.6회, 회당 28분, 공기청정기 사용은 일평균 2.8회, 회당 176분으로 나타났다.



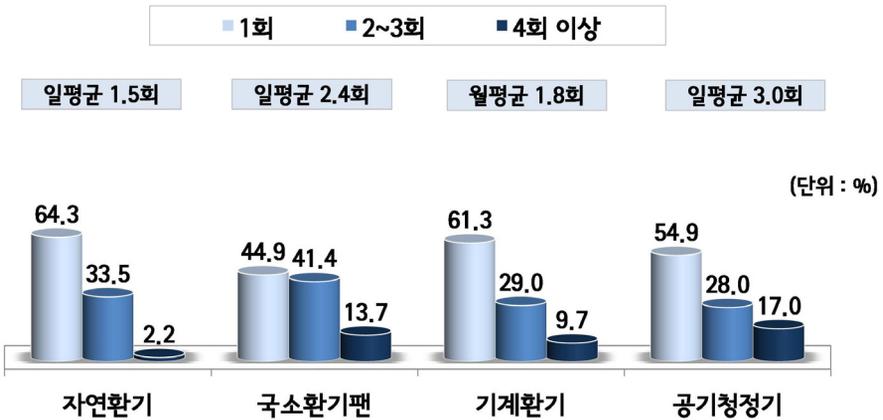
(그림 3-41) 여름철 환기방법별 환기 빈도(Base : 환기방법별로 한다는 응답자)



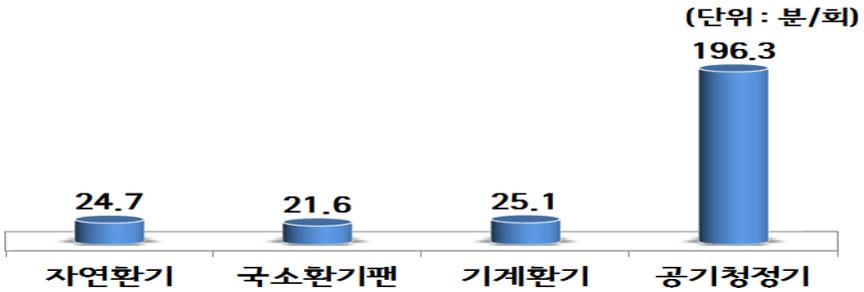
〈그림 3-42〉 여름철 환기방법별 회당 환기 시간(Base : 환기방법별로 한다는 응답자)

겨울철 환기 방법별로 ‘한다’는 응답자를 베이스로 하면, 자연환기는 일평균 1.5회, 회당 25분, 국소환기팬 환기는 일평균 2.4회, 회당 22분, 기계환기는 월평균 1.8회, 회당 25분, 공기청정기 사용은 일평균 3.0회, 회당 196분으로 조사되었다. 공기청정기를 이용하여 환기를 하는 경우가 여름철과 마찬가지로 가장 오래 하는 것으로 나타났다.

환기방법별로 환기 시간 및 횟수가 계절에 따라 다소 차이가 나는데, 자연환기는 겨울철에 시간 및 횟수가 크게 주는 반면, 공기청정기는 자연환기가 어려운 겨울철에 사용 빈도 및 시간이 다소 증가하는 것으로 조사되었다.



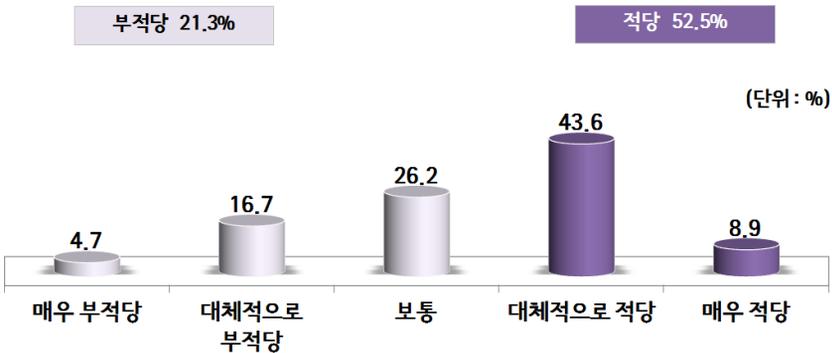
〈그림 3-43〉 겨울 환기 빈도(Base : 환기방법별로 한다는 응답자)



〈그림 3-44〉 겨울 환기방법별 환기 시간(Base : 환기방법별로 한다는 응답자)

### (13) 자연환기를 위한 문의 적정성

자연환기를 위해 주택의 창문이나 문의 크기, 위치가 적당한지에 대해서는 ‘적당하다’는 응답은 52.5%로 절반이 넘으며, ‘부적당하다’는 응답은 21.3%에 불과하여 전반적으로 자연환기를 위한 문의 크기나 위치가 적정하다고 생각하는 것으로 나타났다(5점 척도로 평균 3.4점).



〈그림 3-45〉 자연환기를 위한 문의 적정성

표본특성별로 보면, 자연환기를 위한 문의 적정성에 대해 주택 유형, 거주층, 주택 규모에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 주택 유형별로는 아파트 거주자의 평균점수가 가장 높은 반면, 원룸/오피스텔 거주자의 평균점수가 가

장 낮게 나타났다. 예상한 대로, 거주층별로는 지하/반지하 거주자, 주택규모별로는 가장 적은 규모인 66㎡ 미만 주택 거주자에서 문의 적정성에 대한 응답이 다소 부정적인 것으로 조사되었다. 또한, 실내공기질이 좋다고 응답한 응답자에서 문의 적정성에 대한 평가점수도 더욱 높았다.

〈표 3-33〉 자연환기를 위한 문의 적정성

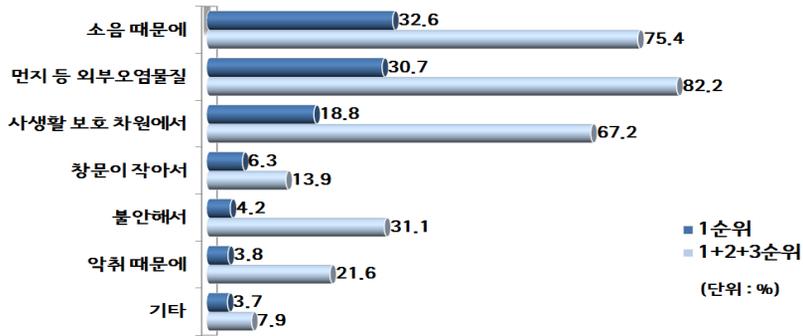
구 분	사례 수	자연적 환기를 위한 문의/창문 크기 적정성										5점 평균	T/F	
		매우 부적당		대체적으로 부적당		보통		대체적으로 적당		매우 적당				
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
전 체	1032	48	4.7	172	16.7	270	26.2	450	43.6	92	8.9	3.4		
주택유형	아파트	448	13	2.9	55	12.3	107	23.9	229	51.1	44	9.8	3.5	7,322 ***
	연립/다세대	201	9	4.5	35	17.4	57	28.4	83	41.3	17	8.5	3.3	
	단독주택	50	4	8.0	13	26.0	13	26.0	16	32.0	4	8.0	3.1	
	다가구	291	16	5.5	59	20.3	83	28.5	111	38.1	22	7.6	3.2	
	원룸/오피스텔	42	6	14.3	10	23.8	10	23.8	11	26.2	5	11.9	3.0	
거주층수	지하/반지하	108	14	13.0	35	32.4	29	26.9	28	25.9	2	1.9	2.7	15,778 ***
	1~2층	292	16	5.5	51	17.5	88	30.1	112	38.4	25	8.6	3.3	
	3~4층	175	5	2.9	27	15.4	45	25.7	78	44.6	20	11.4	3.5	
	5~15층	387	10	2.6	52	13.4	90	23.3	199	51.4	36	9.3	3.5	
	16층 이상	70	3	4.3	7	10.0	18	25.7	33	47.1	9	12.9	3.5	
주택규모	66㎡ 미만	283	25	8.8	69	24.4	77	27.2	98	34.6	14	4.9	3.0	17,262 ***
	66~99㎡ 미만	334	12	3.6	52	15.6	100	29.9	142	42.5	28	8.4	3.4	
	99~132㎡ 미만	301	9	3.0	34	11.3	74	24.6	148	49.2	36	12.0	3.6	
	132㎡ 이상	114	2	1.8	17	14.9	19	16.7	62	54.4	14	12.3	3.6	
실내공기질 정도	나쁘다	239	29	12.1	64	26.8	64	26.8	67	28.0	15	6.3	2.9	48,626 ***
	보통	571	16	2.8	87	15.2	170	29.8	259	45.4	39	6.8	3.4	
	좋다	222	3	1.4	21	9.5	36	16.2	124	55.9	38	17.1	3.8	

\* P(0.05), \*\* P(0.01), \*\*\* P(0.001)

#### (14) 자연환기 장애요소

자연환기를 자주 못하는 이유로 ‘소음 때문’이라고 응답한 비율이 1순위 기준으로 32.6%로 가장 많았으며, ‘먼지 등 오염물질 때문’이라고 응답한 비율은 30.7%로 그다음으로 많았다. 반면, 창문이 작거나 불안해서, 악취 등을 자연환기의 장애요소로 생각하는 비율은 높지 않았다.

순위에 상관없이 3가지 자연환기 장애요소(1+2+3순위)를 선정한 결과를 보면, 먼지 등 외부오염물질이 82.2%로 가장 높았고, 그다음은 소음(75.4%), 사생활보호(67.2%), 불안(31.1%), 악취(21.6%) 순으로 나타났다.



〈그림 3-46〉 자연환기 장애요소

표본특성별로 보면, 자연환기의 장애요소에 대해 아파트 거주자, 16층 이상, 66㎡ 이상의 주택 거주자는 ‘소음 때문에’라는 의견이 상대적으로 많았다. 반면, 단독주택 거주자는 ‘먼지 등 외부 오염물질 때문에’라는 의견이 상대적으로 많았다. 또한, 단독주택 및 지하/반지하 거주자, 66㎡ 미만의 소규모 주택 거주자는 사생활 보호 때문에 자연환기를 자주 못한다는 의견이 다른 집단에 비하여 상대적으로 많이 나타났다.

〈표 3-34〉 자연환기 장애요소

	사례 수	문 개방 자연환기 못하는 이유 (1순위)														x <sup>2</sup>	
		소음 때문에		먼지 등 외부오염물질		사생활 보호 차원에서		창문이 작아서		불안해서		악취 때문에		기타			
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
전 체	1032	336	32.6	317	30.7	194	18.8	65	6.3	43	4.2	39	3.8	38	3.7		
주택 유형	아파트	448	169	37.7	148	33.0	65	14.5	19	4.2	14	3.1	16	3.6	17	3.8	73,283 ***
	연립/다세대	201	52	25.9	69	34.3	38	18.9	10	5.0	9	4.5	10	5.0	13	6.5	
	단독주택	50	10	20.0	19	38.0	14	28.0	1	2.0	0	0	3	6.0	3	6.0	
	다가구	291	90	30.9	77	26.5	67	23.0	26	8.9	19	6.5	9	3.1	3	1.0	
주택 위치	원룸/오피스텔	42	15	35.7	4	9.5	10	23.8	9	21.4	1	2.4	1	2.4	2	4.8	31,437 **
	주택가	764	222	29.1	237	31.0	163	21.3	48	6.3	32	4.2	31	4.1	31	4.1	
	도로변	226	98	43.4	72	31.9	25	11.1	11	4.9	9	4.0	6	2.7	5	2.2	
거주 층수	기타	42	16	38.1	8	19.0	6	14.3	6	14.3	2	4.8	2	4.8	2	4.8	68,884 ***
	지하/반지하	108	23	21.3	29	26.9	29	26.9	17	15.7	6	5.6	1	9	3	2.8	
	1~2층	292	82	28.1	91	31.2	63	21.6	13	4.5	20	6.8	13	4.5	10	3.4	
	3~4층	175	57	32.6	49	28.0	36	20.6	13	7.4	3	1.7	9	5.1	8	4.6	
	5~15층	387	139	35.9	133	34.4	62	16.0	15	3.9	12	3.1	12	3.1	14	3.6	
주택 규모	16층 이상	70	35	50.0	15	21.4	4	5.7	7	10.0	2	2.9	4	5.7	3	4.3	50,791 ***
	66㎡ 미만	283	64	22.6	81	28.6	75	26.5	30	10.6	16	5.7	11	3.9	6	2.1	
	66~99㎡ 미만	334	125	37.4	100	29.9	59	17.7	14	4.2	14	4.2	13	3.9	9	2.7	
	99~132㎡ 미만	301	108	35.9	97	32.2	44	14.6	15	5.0	12	4.0	9	3.0	16	5.3	
	132㎡ 이상	114	39	34.2	39	34.2	16	14.0	6	5.3	1	9	6	5.3	7	6.1	

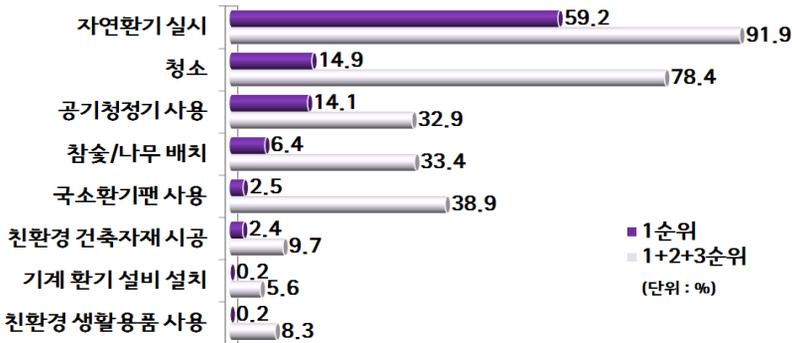
\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

#### 4) 실내공기질 개선 방안에 대한 인식 및 태도

##### (1) 실내공기질 개선을 위한 선호방법

주택의 실내공기질 개선을 위하여 선호하는 방법으로 ‘자연환기 실시’가 1순위 기준으로 59.2%로 가장 많았으며, ‘청소’가 14.9%, ‘공기청정기 사용’은 14.1% 순으로 나타났다. 반면, 친환경 건축자재 시공이나 기계환기 설비 설치, 친환경 생활용품 사용에 대한 선호도는 낮았다.

순위에 상관없이 3가지를 선정한 경우, 실내공기질 개선을 위한 선호방법으로 자연환기가 91.9%로 가장 높았고, 그다음은 청소(78.4%), 국소환기팬(38.9%), 참숯/나무 배치(33.4%), 공기청정기 사용(32.9%), 친환경건축자재시공(9.7%), 친환경생활용품 사용(8.3%), 기계환기설비 설치(5.6%) 순으로 조사되었다.



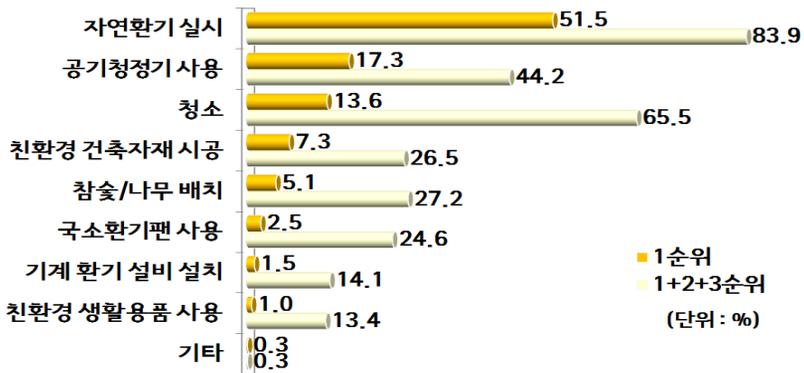
〈그림 3-47〉 실내공기질 개선을 위한 선호방법

##### (2) 실내공기질 개선에 효과적 방법

실내공기질 개선에 효과적인 방법으로 ‘자연환기 실시’가 1순위 기준으로 51.5%로 가장 많았으며, ‘공기청정기 사용’이 17.3%, ‘청소’가 13.6% 등의 순으로 나타났다. 반면, 친환경 생활용품 사용 및 기계환기 설비 설치, 국소환기팬 사용 등에 대해서는 효과적인 방법으로 인식하는 비율이 낮은 수준을 보이고 있다. 이는 앞서 살펴본 시민들의 실내공기질 오염원인에 대한 인식 결과와 같

이, 건축자재나 생활용품에서 배출되는 유해물질에 대한 인식부족이 한 원인으로 볼 수 있다.

순위에 상관없이 3가지를 선정한 결과에서는 실내공기질 개선에 효과적인 방법으로 자연환기가 83.9%로 가장 높았고, 그다음은 청소(65.5%), 공기청정기 사용(44.2%), 참숯/나무 배치(27.2%), 친환경건축자재 시공(26.5%), 국소환기팬 사용(24.6%), 기계환기설비 설치(14.1%), 친환경생활용품 사용(13.1%) 순으로 조사되었다.

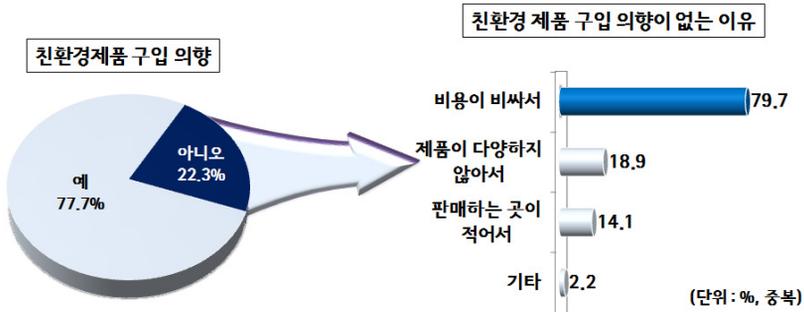


〈그림 3-48〉 실내공기질 개선에 효과적 방법

### (3) 친환경 제품 구입 의향

가구 및 생활용품 구입 시 친환경 제품을 고려하겠다고 응답한 비율은 77.7%로 비교적 높은 수준으로 나타났으며, 친환경 생활용품을 구입하지 않을 것이라고 응답한 이유에 대해서는 ‘비용이 비싸서’가 79.7%로 가장 많았다.

표본특성별로 보면, 실내공기질 관심정도, 연령, 가구소득에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 50대 이상, 실내공기질에 관심이 있는 거주자, 가구소득이 높은 거주자는 친환경생활용품을 구입하겠다는 의사가 많은 특징을 보였다.



〈그림 3-49〉 친환경 제품 구입 의향

〈표 3-35〉 친환경 제품 구입 의향

	사례수	가구 및 생활용품 구입 시 친환경제품 고려여부				x <sup>2</sup>	
		예		아니오			
		N	%	N	%		
전 체	1032	802	77.7	230	22.3		
실내공기질 관심정도	관심 없음	34	16	47.1	18	52.9	41.173***
	보통	203	135	66.5	68	33.5	
	관심 있음	795	651	81.9	144	18.1	
연령	20대	188	127	67.6	61	32.4	21.627***
	30대	375	296	78.9	79	21.1	
	40대	309	238	77.0	71	23.0	
	50대 이상	160	141	88.1	19	11.9	
가구소득	200만원 미만	158	115	72.8	43	27.2	17.688***
	200~399만원	364	265	72.8	99	27.2	
	400~599만원	326	262	80.4	64	19.6	
	600만원 이상	184	160	87.0	24	13.0	

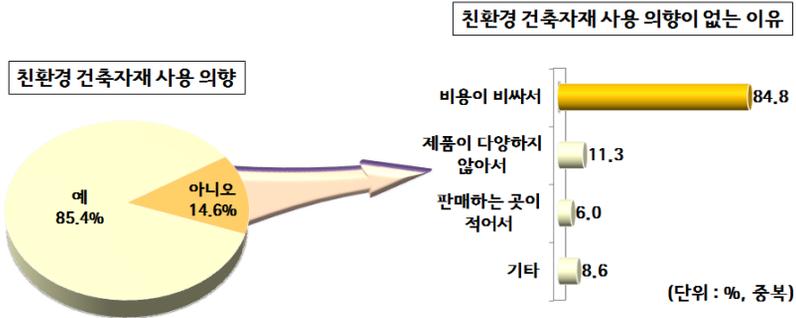
\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

#### (4) 친환경 건축자재 사용 의향

주택의 실내 개조 시 친환경 건축자재 사용을 고려하겠다고 응답한 비율이 전체의 85.4%에 달했다. 친환경 건축자재 사용 의향이 없는 이유로 ‘비용이 비싸서’라고 응답한 비율이 84.8%로 대부분을 차지하였다.

표본특성별로는 실내공기질 관심정도, 실내공기질 만족도, 가구소득에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 실내공기질에 관심이 있는 거주자, 가구

소득이 높은 거주자는 친환경 건축자재 사용의사가 많은 것으로 조사되었다. 또한, 실내공기질에 대해 나쁘거나 좋다고 응답한 응답자는 보통으로 응답한 응답자보다 친환경 건축자재 사용에 대한 의사가 많은 특징을 보였다.



〈그림 3-50〉 친환경 건축자재 사용 의향

〈표 3-36〉 친환경 건축자재 사용 의향

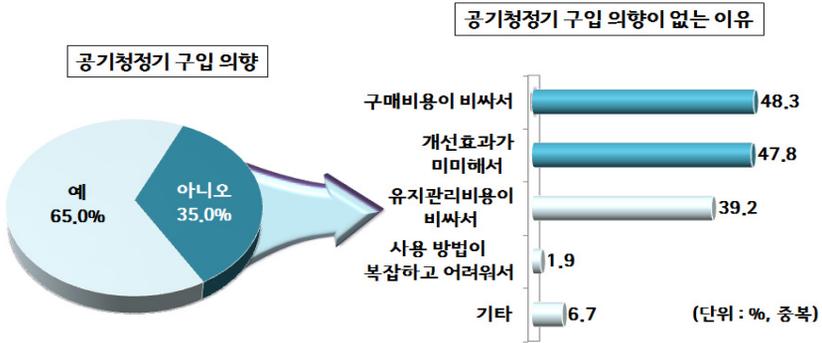
	사례수	실내개조 시 친환경자재 사용 고려여부				x <sup>2</sup>	
		예		아니오			
		N	%	N	%		
전 체	1032	881	85.4	151	14.6		
실내공기질 관심정도	관심 없음	34	21	61.8	13	38.2	35,346***
	보통	203	155	76.4	48	23.6	
	관심 있음	795	705	88.7	90	11.3	
실내공기질 정도	나쁘다	239	214	89.5	25	10.5	7,761*
	보통	571	472	82.7	99	17.3	
	좋다	222	195	87.8	27	12.2	
가구소득	200만원 미만	158	130	82.3	28	17.7	12,647**
	200~399만원	364	297	81.6	67	18.4	
	400~599만원	326	285	87.4	41	12.6	
	600만원 이상	184	169	91.8	15	8.2	

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

### (5) 공기청정기 구입 의향

주택의 실내공기질 개선을 위해 공기청정기 구입을 고려하겠다고 응답한 비율은 전체의 65%를 차지하였다. 공기청정기 구입 의향이 없는 이유로 '비용이 비싸서'라고 응답한 비율이 48.3%, '개선 효과가 미미해서' 47.8%로 나타나 비용 부담과 개선효과에 대한 불신 등의 이유로 공기청정기 구입을 고려하지 않

는 것으로 파악되었다.



〈그림 3-51〉 공기청정기 구입 의향

표본특성별로는 실내공기질 관심정도, 실내공기질 만족도, 성별, 연령, 가구 소득에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 실내공기질에 관심이 있고, 실내공기질이 나쁘다고 인식하는 거주자, 30~40대, 가구소득이 높은 거주자는 공기청정기 구입의사가 많은 것으로 조사되었다.

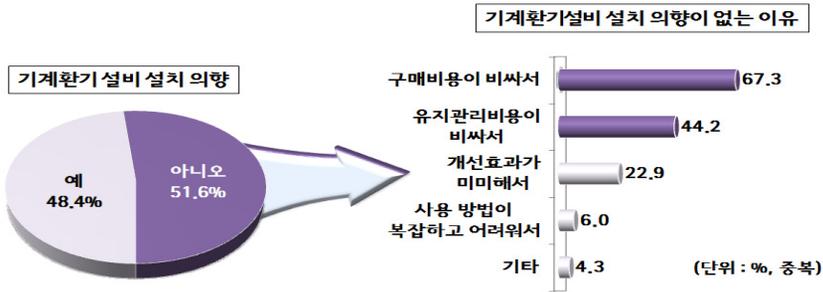
〈표 3-37〉 공기청정기 구입 의향

	사례수	실내공기질 개선을 위한 공기청정기 구입 의향				χ <sup>2</sup>	
		예		아니오			
		N	%	N	%		
전 체	1032	671	65.0	361	35.0		
실내공기질 관심정도	관심 없음	34	17	50.0	17	50.0	56.193***
	보통	203	89	43.8	114	56.2	
	관심 있음	795	565	71.1	230	28.9	
실내공기질 정도	나쁘다	239	173	72.4	66	27.6	7.474*
	보통	571	360	63.0	211	37.0	
	좋다	222	138	62.2	84	37.8	
연령	20대	188	112	59.6	76	40.4	11.359**
	30대	375	262	69.9	113	30.1	
	40대	309	206	66.7	103	33.3	
가구소득	50대 이상	160	91	56.9	69	43.1	19.598***
	200만원 미만	158	91	57.6	67	42.4	
	200~399만원	364	222	61.0	142	39.0	
	400~599만원	326	215	66.0	111	34.0	
	600만원 이상	184	143	77.7	41	22.3	

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

### (6) 기계환기 설비 설치 의향

주택의 실내공기질 개선을 위해 기계환기 설비를 설치할 의향이 있다고 응답한 비율은 전체의 48.4%로 절반에 육박하는 것으로 나타났다. 설치 의향이 없는 이유로 ‘비용이 비싸서’라고 응답한 비율이 67.3%로 가장 많았으며, ‘유지관리 비용이 비싸서’라고 응답한 비율이 44.2% 등의 순으로 주로 비용 부담 때문에 설치를 고려하지 않는 것으로 조사되었다.



(그림 3-52) 기계환기 설비 설치 의향

표본특성별로는 실내공기질 관심정도, 실내공기질 만족도, 가구소득에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 실내공기질에 관심이 있고, 실내공기질이 나쁘다고 인식하는 거주자, 가구소득이 높은 거주자는 기계환기 설비 설치의향이 많은 것으로 조사되었다.

(표 3-38) 기계환기 설비 설치 의향

	사례수	실내공기질 개선을 위한 기계환기 설비 설치 의향				x <sup>2</sup>
		예		아니오		
전체	1032	N	%	N	%	
실내공기질 관심정도						39,81***
관심 없음	34	10	29,4	24	70,6	
관심 있음	795	427	53,7	368	46,3	
실내공기질 정도						12,335**
나쁘다	239	139	58,2	100	41,8	
좋다	222	97	43,7	125	56,3	
가구소득						16,278***
200만원 미만	158	71	44,9	87	55,1	
200~399만원	364	157	43,1	207	56,9	
400~599만원	326	159	48,8	167	51,2	
600만원 이상	184	112	60,9	72	39,1	

\* P(0,05, \*\* P(0,01, \*\*\* P(0,001

### 3. 종합정리 및 시사점

서울시민을 대상으로 실시한 주택의 실내공기질 인식 및 관리실태 조사결과를 <표 3-39>에 종합·정리하였다.

평균 하루 12시간을 주택에서 보내며, 침실은 가장 장시간 머무르는 주택 내 공간으로 조사되었고, 주택의 실내공기질과 실외공기질에 대해서는 상대적으로 부정적 인식이 긍정적 인식보다 다소 높았다.

실내공기질과 실외공기질의 비교에서는 50% 정도가 유사하다, 30%는 실외공기질이 더 나쁘다, 21%는 실내공기질이 더 나쁘다고 응답하여, 대부분의 시민은 실내공기질이 실외 공기질보다 더 유해할 수 있다는 사실을 잘 인지하지 못하는 것을 확인할 수 있었다.

실내공기질의 오염원인에 대해서도 건축자재 및 마감재, 가구, 생활용품, 전기전자제품을 실내공기오염원으로 인식하는 정도는 낮은 반면, 음식냄새, 배관 악취 등을 주요한 오염 원인으로 꼽아 많은 시민이 실내공기오염을 악취로 동일시하는 경향을 알 수 있었다. 또한, 실내공기질 개선을 위하여 사용하는 방법에서도 10명 중 4명은 방향제 사용을 실내공기질 개선 방법으로 응답하고 있고 실내공기질에 대한 관심도가 높은 집단에서 특히 방향제 사용이 많은 것으로 나타났다. 이는 많은 시민이 실내공기오염을 근원적으로 관리하기보다 좋은 냄새로 덧씌우는 것을 실내공기질 개선으로 생각하고 있음을 시사한다. 이와 같은 현상은 무취한 미세먼지, 이산화탄소, 라돈 등 실내오염물질에 대한 인식 부족과 향기로운 냄새는 안전하다는 잘못된 인식이 원인으로 판단되므로 시민들의 인식 전환을 위한 효과적 교육 및 홍보가 필요할 것으로 보인다.

더욱이 친환경 건축자재 및 생활용품을 실내공기질 개선에 효과적으로 인식하고 선호하는 정도도 낮게 나타나 이에 대한 인식 제고도 필요하다. 그러나 주택 실내공기질 개선을 위한 친환경 건축자재 및 생활용품 구입에 대해서는 긍정적인 의사가 비교적 많아 이에 대한 중요성을 인식하면 실천으로 옮겨질 가능성이 큰 것으로 추정된다. 다만, 구매하지 않는 가장 큰 이유로 비용(구매 및

유지관리)을 지목하고 있어, 친환경제품 사용 활성화를 위해서는 제품의 적극 홍보뿐 아니라 비용부담 완화를 위한 방법의 강구도 필요할 것으로 판단된다.

〈표 3-39〉 주택 실내공기질 인식 및 관리 실태 조사 종합

구 분	세부 항목	결과 및 분석
가구 구성원의 실내 공간 이용 특성	주택 내 장시간 머무는 공간	• 침실 } 거실
	주택에서 보내는 시간	• 평균 12시간/일 -부인(14,6시간) } 남편 (10,4시간)
주택의 실내공기질에 대한 만족도 및 인식수준	실내공기질에 대한 관심정도	• 관심도 높음
	주택의 실내공기질에 대한 만족도	• 보통(55%) } 나쁘다(23%) } 좋다(22%) -부정적 인식이 약간 높음 -저층(지하/반지하/1~2층) 및 소규모 주택 거주자의 만족도가 낮음
	주택 주변 실외공기질에 대한 인식	• 보통(49%) } 나쁘다(28%) } 좋다(23%) -부정적 인식이 다소 높음. -특히, 지하/반지하 및 도로변 주택 거주자가 보다 부정적으로 인식
	실내공기 및 실외공기질 비교	• 유사(49%) } 실외공기질이 더 나쁘다(30%) } 실내공기질이 더 나쁘다(21%) -실외 공기질이 실내공기질보다 나쁘다는 인식이 더 높음 -특히, 도로변 주택 거주자의 부정적 인식이 높아 주택 주변의 차량 운행이 시민의 실내공기질 인식에 영향
거주자의 생활환경 및 습관	실내공기를 오염시키는 주요 원인(중복응답)	• 음식냄새(65%) } 배관악취와 쓰레기 및 자동차와 연소 시설(41~44%) -건축자재 및 마감재, 가구, 생활용품, 전기전자제품을 실내공기오염원으로 인식하는 정도는 낮음. -많은 시민이 실내공기오염을 악취로 동일시하는 경향, 무취한 오염물질에 대한 인식도 제고 필요
	실내공기 개선을 위하여 사용하는 방법 (중복응답)	• 자연환기(85%) } 청소(76%) } 국소환기팬(44%) } 방향제(40%) } 식물(31%) } 공기청정기(26%) -친환경 건축자재 및 생활용품, 기계환기설비 사용은 10% 미만으로 저조 -10명 중 4명의 시민이 방향제 사용을 실내공기질 개선 방법으로 응답함. 많은 시민이 실내공기오염을 근원적으로 관리하기보다 좋은 냄새는 안전하다는 인식하여 좋은 냄새로 덧씌우는 것을 실내공기질 개선으로 생각하고 있음을 시사
	주방의 환기 실태	• 음식 조리 시 창문개방(43%) } 환기팬 및 창문개방(42%) } 환기팬 (14%) • 실내공기질 개선을 위하여 주방 국소환기팬의 사용 및 청소관리는 소극적 수준

〈표 계속〉 주택 실내공기질 인식 및 관리 실태 조사 종합

구 분	세부 항목	결과 및 분석
거주자의 생활환경 및 습관	청소 실태	• 2~3회/주 빈도로 진공청소기 및 물걸레 청소
	침구류의 청소 실태	• 1회/월 빈도로 세탁 - 털기 및 햇빛건조는 응답자의 50% 정도만 실시
	생활용품 사용 실태	• 방향제(68%), 표백제(65%), 살충제(52%) - 방향제 및 표백제는 자주 사용한다는 응답률도 약 40% 수준으로 높음
	주택 내 곰팡이 관찰 여부 및 관찰 장소	• 곰팡이 관찰이 50%수준, 대부분 욕실에서 관찰 - 건물의 단열효과가 떨어지는 아파트 이외의 주택유형에서 많이 관찰 - 지하/반지하 곰팡이 관찰률은 87% 이상
	세탁 의류 및 전기전자제품 사용 후 환기 실태	• 세탁 의류 환기는 52%가 한대로 응답 • 전기전자제품 사용 후 환기는 44%만 한대로 응답
	계절별 환기실태	• 자연환기(96~98%) > 국소환기팬(50~53%) > 공기청정기(16~18%) • 환기방법은 계절별로 유사하나, 환기빈도 및 시간에서 다소 차이 - 여름 : 자연환기(2.7회, 123분/회), 국소환기팬(2.3회, 25분/회), 공기청정기(2.8회, 176분/회) - 겨울 : 자연환기(1.5회, 25분/회), 국소환기팬(2.4회, 22분/회), 공기청정기(3.0회, 196분/회)
	자연환기를 위한 문의 적정성 및 자연환기 장애요소	• 반지하/지하, 소규모 주택 거주자가 다소 부정적 응답이 많음. • 소음과 외부오염물질이 자연환기의 장애요소로 대부분이 인식 - 사생활 보호 때문이라는 응답이 특히, 지하/반지하 주택에서 높음
실내공기질 개선 방안에 대한 인식 및 태도	주택의 실내공기질 개선을 위한 선호방법	• 자연환기 > 청소 > 국소환기팬 > 식물 > 공기청정기 - 친환경 건축자재 및 생활용품, 기계환기 설비에 대한 선호는 미미한 수준
	주택의 실내공기질 개선에 효과적 방법	• 자연환기 > 청소 > 공기청정기 > 식물 > 친환경 건축자재 > 국소환기팬 - 친환경 생활용품, 기계환기 설비에 대한 응답은 미미한 수준
	가구 및 생활용품 구입 시 친환경제품 구입 의향	• 구입의사가 78%로 높음 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용
	주택 실내개조 시 친환경 건축자재 사용 의향	• 구입의사가 85%로 높음 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용
	주택 실내공기 개선을 위한 공기청정기 구입 의향	• 구입의사가 65%로 높음 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용(구매+유지관리)과 개선효과에 대한 불신
	주택 실내공기 개선을 위한 기계환기 설비 설치 의향	• 구입의사가 48% 수준 - 구입의사가 없는 주요 이유는 비용(구매+유지관리)

주택 실내공기 개선을 위한 방법은 대체적으로 비용부담이 적은 자연환기와 청소를 선호하며 실천하는 것으로 드러났다. 더운 여름에는 1일 3회 정도, 회당 2시간 정도로 적절한 자연환기를 실천하고 있으나, 추운 겨울에는 1일 1.5회, 회당 25분 정도는 적당한 실내공기질을 위한 자연환기율로는 부족한 수준으로 나타났다. 음식 조리 시에도 국소환기팬을 실내공기질 개선을 위한 적극적수단으로 사용 및 관리(청소)하지는 않는 것으로 조사되었다.

진공청소기 사용횟수가 많은 경우, 주방이나 욕실에서 국소환기팬을 자주 사용하는 경우, 세탁의류를 통풍환기하는 경우, 전기전자제품 사용 후 환기를 하는 경우에 실내공기질을 비교적 긍정적으로 평가하고 있어, 개인의 적극적인 환기 및 청소의 실천이 실내공기질 개선에 중요함을 재차 확인하였다.

덧붙여 실내공기의 원활한 희석 및 환기가 불리한 구조를 가지고 있는 지하/반지하 및 소규모 주택 거주자의 주택 실내공기질 만족도 및 자연환기를 위한 문의 적정성에 대한 평가는 부정적으로 나타났다. 1절의 실내공기질 실측조사에서 살펴본 바와 같이, 주로 저소득층의 주거형태인 지하/반지하주택이 지상층 주택에 비하여 전반적으로 오염물질의 농도가 높게 나타난 것과 맥을 같이 하여 거주자의 실내공기질 만족도도 부정적으로 조사되었다. 그러므로 앞으로는 서울시, 중앙정부, 민간단체 등이 진행하고 있는 저소득층 집수리사업의 설계에서 실내공기질 개선에 대한 고려도 반드시 필요할 것으로 보인다.

# 제4장 해외사례 및 실내공기질 개선 기술 현황



제1절 해외사례

제2절 실내공기질 개선을 위한 기술 현황



# 제 4 장

## 해외사례 및 실내공기질 개선 기술 현황

### 제1절 해외 사례

#### 1. 미국

##### 1) 주택 실내공기질 관리

미국 환경부(EPA)는 실내공기질 관리를 위해서는 법규 제정보다 연구 및 개발, 기술적 도움과 교육을 통한 접근이 바람직하다고 밝힌 바 있어, 생활공간의 실내공기질 문제는 최소한의 규제와 단편적인 규제로 접근해 왔다. 이에 따라 직접적인 법적 규제는 사업장을 대상으로 시행되었으나 생활공간의 실내공기질 중요성이 부각되면서 작업장에 적용되는 직업안전보건법의 기준이 생활공간의 공기질 기준에도 영향을 주고 있다. 하지만, 개인 주택의 실내공기질에 대한 연방정부차원의 법적 규제는 없다. 다만, 민간차원의 환기 및 공기질 관련 자발적 기준과 미국 EPA가 주택의 실내공기질과 에너지절약형 건축의 조화를 도모하기 위해 실시하고 있는 Indoor airPLUS 프로그램, 친환경 건축자재 및 용품에 대한 인증제도 등이 있다(박종원, 2010; 양원섭, 2008).

### (1) ASHRAE의 실내공기질 기준

민간단체인 미국 냉난방공조학회(ASHRAE)는 주거용 건축물에 대한 최소한의 환기율과 실내공기질을 명시한 기준 및 가이드라인을 운영하고 있다.

ASHRAE Standard 62에는 실내거주자에게 필요한 실내공기질과 쾌적함을 유지하기 위한 필요환기량 등이 제시되어 있다.

<표 4-1> 미국의 냉난방공조학회(ASHRAE)의 실내오염물질 기준

항목	기준치
일산화탄소(CO)	9ppm (8시간 평균)
포름알데히드(HCHO)	0.08ppm
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	100 $\mu$ g/m <sup>3</sup>
오존(O <sub>3</sub> )	100 $\mu$ g/m <sup>3</sup>
부유입자(PM10, PM2.5)	50 $\mu$ g/m <sup>3</sup> , 15 $\mu$ g/m <sup>3</sup>
라돈(Rn)	4pci/Liter
이산화황(SO <sub>2</sub> )	80 $\mu$ g/m <sup>3</sup>
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	1000ppm

자료 : 김윤신, 실내환경과학특론, 2010

### (2) Indoor airPLUS 프로그램(신축 주택 대상)

Indoor airPLUS는 EPA가 최근 개발한 실내공기질 개선 가이드라인을 만족하는 신축주택에 제공하는 인증제도의 일종이다. 건설업자들이 주택 신축 시 EPA가 제공하는 Indoor airPLUS 건설기준을 만족하면 이 인증을 획득할 수 있다. Indoor airPLUS 인증기준에는 습도, 라돈, 해충, 연소시설, 환기 및 에어컨디셔닝(HVAC) 시스템, 저배출 재료 사용 등의 내용이 포함되어 있다(<표 4-2> 참조).

Indoor airPLUS 인증을 획득하기 위해서는 ENERGY STAR 인증제도를 통하여 에너지효율성에 대한 엄격한 가이드라인도 반드시 만족시켜야 하므로, 이 제도는 주택의 에너지 절약과 실내공기질 문제를 모두 다루는 인증제도로 볼 수 있다. 우리나라의 친환경건축물인증제도 및 주택성능표시제도가 실내공기질 관련 일부 항목만을 포함하고 있어, 실내공기질 개선에 대한 실효성이 미흡하지만, 이 제도는 실내공기질 관련 부분을 포괄적으로 인증하는 제도로 주택의 실내공기질 개선에 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

〈표 4-2〉 Indoor airPLUS 인증 체크리스트



Indoor airPLUS Verification Checklist



Address or Div/Lot#:					
City/State/Zip			Date :		
Section	Requirements(see Indoor airPLUS Construction for details)		N/A	Builder	Rater
Moisture Control	<b>Water-Managed Site and Foundation</b>				
	1.1	Site & foundation drainage : sloped grade, protected drain tile, & foundation floor drains		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.2	Capillary break below concrete slabs & in crawlspaces(Exception - see specification)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.3	Foundation wall damp-proofed or water-proofed(Except fir homes without below-grade walls)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.4	Basements/crawlspaces insulated & conditioned(Exceptions - see specification)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Water-Managed Wall Assemblies</b>				
	1.5	Continuous drainage plane behind exterior cladding, properly flashed to foundation		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.6	Window & door openings fully flashed		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Water-Managed Roof Assemblies</b>				
	1.7	Gutters/downspouts direct water a minimum of 5' from foundation(Except in dry climates)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.8	Fully flashed roof/wall intersections(step & kick-out flashing) & roof Penetrations		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.9	Bituminous membrane installed at valleys & penetrations(Except in dry climates)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.10	Ice flashing installed at eaves(Except in Climate Zones 1 - 4)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Interior Water Management</b>				
1.11	Moisture-resistant materials/protective systems installed(e., flooring, tub/shower backing, & piping)			<input type="checkbox"/>	
1.12	No vapor barriers installed on interior side of exterior walls with high condensation potential			<input type="checkbox"/>	
1.13	No wet or water-damaged materials enclosed in building assemblies			<input type="checkbox"/>	
Radon	2.1	Approved radon-resistant features installed(Exception - see specification)			<input type="checkbox"/>
	2.2	Two radon test kits & instructions/guidance for follow-up actions provided for buyer(Advisory - see specification)			<input type="checkbox"/>
Pests	3.1	Foundation joints & penetrations sealed, including air-tight sump covers			<input type="checkbox"/>
	3.2	Corrosion-proof rodent/bird screen installed at all openings that cannot be fully sealed(e.g., attic vents)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HVAC	4.1	HVAC room loads calculated, documented; system design documented; coils matched			<input type="checkbox"/>
	4.2	Duct system desing documented & properly installed OR duct system tested (check box if tested) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	4.3	No air handling equipment or ductwork installed in garage; continuous air barrier required in adjacent assemblies			<input type="checkbox"/>
	4.4	Rooms pressure balanced(using transfer grills or jump ducts) as required OR tested (check box if tested) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	4.5	Whole house ventilation system installed to meet ASHRAE 62.2 requirements			<input type="checkbox"/>
	4.6	Local exhaust ventilation to outdoors installed for baths, kitchen, clothes dryers, central vacuum system, etc.			<input type="checkbox"/>
	4.7	Central forced-air HVAC system(s) have minimum, MERV 8 filter, no filter bypass, & no ozone generators			<input type="checkbox"/>
	4.8	Additional dehumidification system(s) or central HVAC dehumidification controls installed(In warm-humid climates only)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

〈표 계속〉 Indoor airPLUS 인증 체크리스트



Indoor airPLUS Verification Checklist



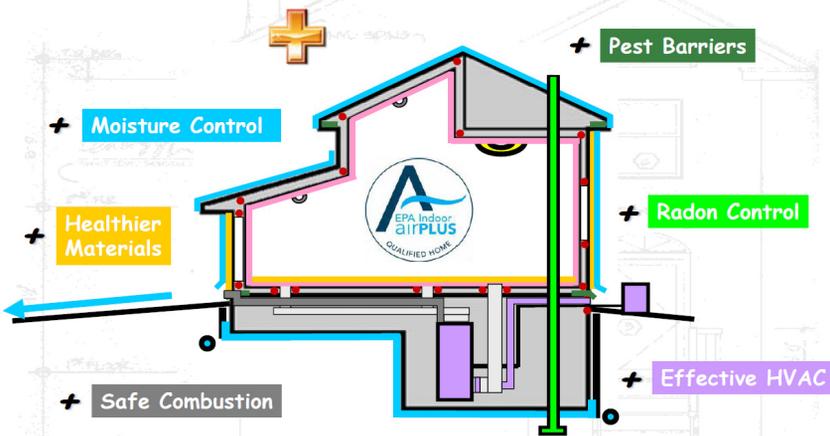
Address or Div/Lot#:						
City/State/Zip		Date :		Verified by		
Section	Requirements(see Indoor airPLUS Construction for details)			N/A	Builder	Rater
Combustion Pollutants	Combustion Source Controls					
	5.1	Gas heat direct vented; oil heat & water heaters power vented or direct vented(Exception - see specification)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	5.2	Fireplaces/heating stoves vented outdoors & meet emissions/efficiency standards/restrictions		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	5.3	Certified CO alarms installed in each sleeping zone(e.g., common hallway) according to NFPA 720				<input type="checkbox"/>
	5.4	Smoking prohibited in common areas; outside smoking at least 25' from building openings(Multi-family homes only)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Attached Garage Isolation					
	5.5	Common walls/ceilings (house & garage) air-sealed before insulation installed; house doors gasketed & closer installed		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
5.6	Exhaust fan (minimum 70 cfm, rated for continuous use) installed in garage & vented to outdoors(controls optional)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Materials	6.1	Certified low-formaldehyde pressed 쟁 materials used(i.e., plywood, OSB, MDF, cabinetry)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6.2	Certified low-VOC or no-VOC interior paints & finishes used			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6.3	Carpet, adhesives, & cushion qualify for CRI Green Label Plus or Green Label testing program		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Final	7.1	HVAC system & ductwork verified dry, clean, & properly installed				<input type="checkbox"/>
	7.2	Home ventilated before occupancy OR initial ventilation instructions provided for buyer			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7.3	Completed checklist & other required documentation provided for buyer			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rater/Provider :		Builder :				
Company :		Company :				
Signature :		Signature :				



## ENERGY STAR



All EPA Indoor airPLUS qualified homes meet strict guidelines for energy efficiency set by ENERGY STAR, the nationally-recognized symbol for energy efficiency.



자료 : <http://www.epa.gov/indoorairplus>

〈그림 4-1〉 Indoor airPLUS 인증제도

### (3) Healthy Indoor Environment Protocol for Home Energy Upgrades (기존 주택의 개보수)

미국 EPA와 DOE(에너지부)는 리모델링, 특히 에너지효율 개선을 목적으로 하는 주택 개보수 시 실내공기질 및 실내환경의 개선을 병행할 수 있는 프로토콜을 개발하여 제공하고 있다. 이 프로토콜은 주택 개보수과정에서 발생할 수 있는 주요한 실내환경 이슈를 검토하는 평가프로토콜(Assessment Protocol), 개보수과정에서 악화 또는 새로이 발생할 수 있는 실내공기질 및 실내환경 문제에 대한 최소한의 방안(Minimum Action), 개보수를 통해 기존의 실내공기질 문제를 개선할 수 있는 추가적인 방안(Expanded Action)으로 구분하여, 가이드라인 및 기준 등을 제공하고 있다. 이 프로토콜은 습도제어, 라돈, 페스트, HVAC, 연소 오염물질, 재료, 최종 검사 등 7가지 카테고리로 구성되어 있다.

PRIORITY ISSUES	ASSESSMENT PROTOCOLS	Minimum Actions	Expanded Actions
<b>ENVIRONMENTAL TOBACCO SMOKE (ETS) (continued)</b>			
		<p>NCHH Fact Sheet: Improving Ventilation in Existing or New Buildings with Central Roof Exhaust.</p> <p>NCHH Fact Sheet: Improving Ventilation in Multi-Family Buildings That Do Not Have Fan-Powered Ventilation Systems.</p> <p>NCHH Fact Sheet: Improving Ventilation in New and Existing Multi-Family Buildings with Individual Unit Ventilation Systems.</p>	
<b>GARAGE AIR POLLUTANTS (CO, BENZENE AND VOCs)</b>			
	<p>If there is an attached garage (i.e., sharing at least one wall, ceiling, ductwork, etc.), identify the location of any air leaks from the garage to the occupied spaces that may provide pathways for hazardous emissions to enter the occupied spaces. Look for leaks around walls, doors, ceilings, ductwork, air conditioners, furnaces, chimneys and electrical and pipe penetrations.</p> <p>Determine (visual inspection and/or occupant inquiry) if there are unvented combustion appliances or hobby equipment that may be used in the garage.</p> <p><i>Note</i> If combustion appliances are present, see <i>Carbon Monoxide (CO) and Other Combustion Appliance Emissions (page 9)</i>, <i>Vented Combustion Appliances (page 18)</i> and <i>Unvented Combustion Appliances (page 20)</i> for recommended actions.</p> <p><b>Relevant Guidance/Standards</b> Carbon Monoxide (CO) and Other Combustion Appliance Emissions (page 9). Energy Conservatory: Blower Door. Unvented Combustion Appliances (page 20). Vented Combustion Appliances (page 18).</p>	<p>To minimize the movement of air and contaminants from the attached garage to the house, air seal walls and ceilings separating the garage from the living spaces. </p> <p>At a minimum, air seal these locations (if present):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doors (ensure tight closure AND install weather-stripping).</li> <li>• Electrical, plumbing and duct penetrations.</li> <li>• Cracks between mud sill, rim joists, subfloors and/or bottom of gypsum board.</li> <li>• Leaks in the ductwork and air handlers and gaps around the ductwork penetrating from the garage to the occupied space.</li> </ul> <p>To keep garage air from being drawn into the home, eliminate or disconnect supply diffusers and return grilles in the garage that connect to air handlers serving the occupied space.</p> <p>If heat is needed in the garage, use a properly installed supplemental heating system.</p> <p><b>Relevant Guidance/Standards</b> ACCA 5 QI-2010. ASHRAE 62.2-2010.</p>	<p>Steps that can reduce air pressure in the garage and minimize flow from the garage to the house include the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• If occupants spend significant time in the garage (e.g., the garage is used as a workshop or playroom), at a minimum, install local exhaust fan(s) rated for continuous operation and vented outdoors in attached garages in accordance with section 5.6 of EPA's Indoor airPLUS Construction Specifications or 2009 International Mechanical Code, table 403.3.</li> <li>• Relocate the air handling equipment and associated ductwork from the garage to an area within a conditioned space.</li> <li>• If accessible, add blocking in the floor system to assist with air sealing between the garage and living space in homes that have a room above the garage.</li> <li>• Use advanced blower door techniques (see guidance listed below) to identify air leakage pathways between the house and garage and to verify the effectiveness of air sealing.</li> </ul> <p><b>Relevant Guidance/Standards</b> EPA Indoor airPLUS Specification 5.6. Home Energy, Advanced Blower Door Techniques. International Mechanical Code, 2009.</p>

자료 : <http://www.epa.gov/iaq/homs/retrofits.html>

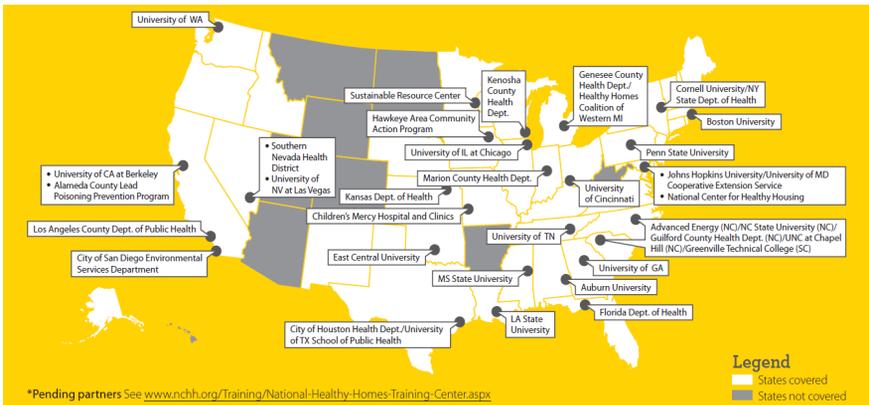
#### 〈그림 4-2〉 프로토콜의 예시

#### (4) Healthy Home Program

미국의 주택도시개발부(HUD)는 1999년 주택 관련 건강 및 안전문제(특히, 어린이 중심)를 다루기 위한 Healthy Homes Initiative(HHI)를 만들었다. HHI는 납 함유 페인트사용으로 인한 주택의 환경문제에서 시작하였으나 최근에는 주택에서 발생하는 다양한 환경관련 건강 및 안전(곰팡이, 납, 천식, CO, 주택안전, 살충제, 라돈)문제에 대한 종합적인 접근방법을 다루려 하고 있다.

이 프로그램의 기금은 위험평가 및 지원을 위한 저비용방법의 개발, 지원의 효과평가, 거주민의 교육 및 위험요소 완화를 위한 지역역량 향상, 대중교육 프로그램의 개발 및 이행 등을 위하여 사용된다.

National Center for Healthy Housing(NCHH)는 Healthy Home 프로그램의 기금을 받아 운영되는 비영리기관이다. NCHH는 건강한 주택 평가 및 관리를 위한 저비용 효율적 방법의 발굴 및 평가, 관련 전문가의 역량 향상을 위한 교육, 주택의 질 개선을 위한 정책 및 프로그램 개발과 지원 등을 목적으로 주택 실내의 건강 문제에 관한 연구, 평가, 기술적 지원, 교육, 봉사활동을 수행하고 있다. 특히, 2005년부터 미국 전역에 교육센터 및 네트워크를 운영하여, 환경건강 종사자, 공중보건 간호사, 주택 전문가, 지역봉사자, 에너지전문가 등에게 교육프로그램을 제공하고 있다.



자료 : <http://www.epa.gov/iaq/homs/retrofits.html>

〈그림 4-3〉 NCHH 교육센터 및 네트워크

## (5) 친환경 건물 인증제도(LEED)

2000년 USGBC(US Green Building Council)에서 개발된 LEED(leadership in energy environmental design)는 세계에서 가장 많이 알려진 친환경 건물 인증제도로 건물 전체의 관점에서 환경성능을 평가하고 건축시장 활성화를 도모하기 위하여 시행되고 있다(양원섭, 2008).

LEED는 신축건물, 기존건물, 상업용 인테리어, 코어와 건물외피, 저층주거, 근린지구개발의 6가지 용도를 대상으로 지속가능한 부지계획, 수자원 효율성, 에너지 및 대기, 자재 및 자원, 실내환경의 질, 디자인 혁신성을 평가항목으로 구성하고 4등급으로 평가하고 있다.

실내환경의 질 평가항목 중 공기환경과 관련한 세부평가 범주에는 최소 IAQ(실내공기질)유지, 흡연 방지 및 관리, CO<sub>2</sub> 감지 시스템 유무, 환기효율성, 시공 중/거주 전 IAQ 관리계획 유무, 저VOCs 발산재료 사용유무, 실내 화학재 및 오염원 관리가 포함된다(조한, 2006).

LEED를 2002년부터 시행하고 있는 우리나라의 친환경건축물 인증제도와 비교하면, 일부 평가항목 및 배점 등에 차이가 나나, 실내환경에 대한 항목은 두 인증제도가 공통적으로 포함하고 있다. 실내공기질 관련 측면에서만 두 인증제도를 비교하면, LEED는 보다 세부적인 평가항목을 반영하여 평가한다. 예를 들면, 우리나라의 친환경건축물 인증제도는 실내공기 오염물질 저방출 자재 사용 평가 시 마감재, 접착제, 내장재의 적용부위별(벽체, 천장, 바닥)로 해당표면적의 70% 이상을 저방출자재로 사용할 경우에 점수를 주는 방식이다. 반면, LEED는 재료별(접착제, 페인트, 바닥재, 카펫, 합성목재, 가구 등)로 100% 저방출 자재가 사용된 경우에만 점수를 주는 방식으로 운영하여, 보다 실질적인 휘발성유기화합물 감소효과를 가져오고 있다(조한, 2006; 이현우와 최창호, 2011).

또한, 자연환기 성능평가 항목에서는 우리나라의 친환경건축물 인증제도가 바닥면적에 따른 자연통풍이 가능한 환기창/환기구 설치여부 만을 평가하는 반면, LEED는 ASHRAE 요구수준을 만족할 정도의 외기 직접 유입량을 예측할 수 있는 프로그램 시뮬레이션을 도입하여 계산하고 설치하도록 규정하고 있다.

이는 창이 설치되어 있어도 환기가 잘 되지 않는 경우가 있음을 감안하면, 보다 효과적으로 자연환기성능을 확보하는 방법이다. 더불어, 외기 급·배기구의 설치에서도 LEED는 설치여부만 점검하는 것이 아니라 ASHRAE 요구수준까지 만족시키도록 하는 정량적 평가를 시행하고 있는 것이 큰 차이이다(최창호와 이현우, 2012).

Indoor airPLUS 인증을 획득한 주택은 LEED의 실내환경 평가항목과 연계하여 LEED 인증 시 해당 점수를 얻을 수 있도록 하고 있다.

## (6) 친환경 건축자재 및 제품 인증제도

Greenguard, Green Label, Green Label Plus와 같은 건축자재, 접착제, 바닥재, 벽지, 도료, 단열재, 소비재용품, 사무가구 및 기기, 전자제품, 청소용품 등 생활용품에 대해 민간차원에서 친환경 제품의 자율적 표시제도가 운영되고 있다(박종원, 2010).

미국의 대표적 친환경 라벨링 제도인 Greenguard 인증제도는 비영리단체인 Greenguard Environmental Institute에서 운영하고 있다. 인증대상제품은 실내에서 사용되는 모든 제품과 공정으로 12개의 제품군으로 구성되어 있다. 측정항목은 제품군별로 포름알데히드, 휘발성유기화합물, 오존, 미세먼지, 납 등에 차이를 두고 있다(김운신, 2010).

## 2) 저소득층 주택에너지효율 개선사업과 실내공기질

미국 에너지부(DOE)에서 주관하는 주택단열지원 프로그램(Weatherization Assistance Program ; WAP)은 주택에너지효율을 향상시켜 저소득가구의 에너지 비용을 저감하고 건강 및 안전을 지키기 위해 1976년부터 시행되고 있는 에너지 복지프로그램이다.

저소득 가구의 에너지소비 특성에 따라 구체적 사업내용을 달리한다. 에너지 진단이 필수적으로 선행되며, 이에 따라 단열 및 창호공사, 냉난방시설 개보수,

전력소비 부하 절감 등의 방안과 더불어 안전 및 환경검사 등이 시행된다(진상현, 2009).

특히, 단열 중심의 개보수로 인한 실내공기질 악화를 우려하여, 최근에 강화된 안전 및 환경가이드라인(WEATHERIZATION PROGRAM NOTICE 11-6)이 2011년부터 적용되고 있다. WPN 11-6은 안전 및 환경관련 각각의 이슈에 대한 대응방법과 WAP 프로그램의 지원하에 가능한 허용 선을 제시하고 있다.

WPN 11-6에서 다루는 주요한 안전 및 환경이슈로는 냉난방시스템, 석면, 위생(박테리아, 바이러스, 악취 등), 곰팡이와 습기, 연소물질, 화재, 포름알데히드와 VOC 등 오염물질, 납페인트, 라돈, 해충류, 냉매, 환기문제 등이 있다.

또한 WAP 프로그램 진행 시에 EPA가 발간한 ‘Healthy Indoor Environment Protocol for Home Energy Upgrades’를 활용할 수 있다.

최근 미국 DOE의 스폰서하에 The National Association for State Community Services Programs (NASCSPP)는 ‘Weatherization Plus Health’ 이니셔티브를 시작하였다. ‘Weatherization Plus Health’ 이니셔티브는 저소득가구의 에너지, 건강 및 안전을 위한 자원의 종합적, 전략적 코디네이션 프로그램이다. ‘Weatherization Plus Health’는 에너지효율과 건강한 주택에 대한 모범사례, 교육 및 기술적 지원 등을 사업참여자에게 제공하는 역할을 하고 있다.

미국에서 시행되고 있는 저소득층 주택 에너지효율화 사업은 단열 강화를 통한 에너지효율 개선뿐 아니라 실내공기를 포함한 실내환경 및 안전을 점검하여, 사업으로 인해 악화되지 않도록 하거나 비용의 일정 한도 안에서 개선을 위해 노력하고 있다.

## 2. 유럽(독일 중심)

유럽도 실내공간의 공기오염보다 실외의 대기오염에 중점을 둔 공기질 관리를 진행하여 왔다. 다만, 2003년 유럽집행위원회가 유럽환경·건강전략을 채택

하였고, 이 전략에 기초하여 환경과 건강에 관한 EU 행동계획을 수립하였다. 이 행동계획은 실내공기질 개선을 명시하고 있으며, 특히 환경성 담배연기의 중점관리를 선언한 바 있다. 하지만 생활공간의 공기질을 직접적으로 관리하기 위한 구속력 있는 규범은 마련되어 있지 않다(박종원, 2010).

생활공간의 공기질 관리와 관련하여 실내공기질 악화의 원인이 되는 화학물질의 등록·평가·허가 및 제한을 규정하여 화학물질에 의한 환경리스크를 규제하는 REACH 규칙, 건축자재의 적합성을 규정하는 건축자재지침(CPD)제도가 운영되고 있다.

REACH 규칙은 2006년 EU가 기존의 화학물질 관련 법령을 통합하여 2007년 6월부터 단계적으로 시행하고 있다. 이 규칙은 신규물질뿐 아니라 기존화학물질로 인한 인체 건강과 환경을 보호하기 위하여 화학물질의 리스크 평가 및 관리를 획기적으로 강화한 법령으로 산업계의 책임을 확대하여 오염자 부담원칙 및 사전배려의 원칙하에 강력하게 추진되고 있다. 우리나라도 화학물질의 리스크 평가 및 관리를 위한 ‘유해화학물질 관리법’을 갖추고 있으나 신규화학물질 중심의 관리, 평가의 객관성과 공정성 문제 등이 지속적으로 제기되고 있어, 환경부도 REACH 규칙을 벤치마킹한 ‘화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법)’의 도입을 입법예고한 바 있다. 하지만 산업계의 반발 등으로 도입 시기 및 규제의 내용이 불투명한 상황이다(박종원 외, 2011).

유럽의 국가들은 세계보건기구(WHO)에서 제정한 실내공기오염물질 기준 가이드라인을 참고하고 있다.

유럽의 여러 국가 중 독일의 주택 실내공기질 관리 사례를 살펴보았다. 독일에서도 생활공간의 공기질에 대한 독립적, 종합적 관리 법령은 없으나, 영향을 미칠 수 있는 다양한 오염원이나 오염물질을 각각의 개별법령으로 규율하고 있으며, 권고기준의 형식으로 실내공기질 기준을 설정하고 있다(박종원, 2010). 박종원은 ‘생활공간의 공기질 개선을 위한 법제 연구’에서 독일의 실내공기질 관련 법령 및 제도 등의 조사를 통해 독일의 실내공기질 관리 현황을 정리하였다.

〈표 4-3〉 WHO의 실내공기질 가이드라인

항목	가이드라인	평균 노출시간
벤젠 (Benzene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>노출에 안전한 수준을 정하지 않음.</li> <li>백혈병의 단위 위해도는 공기 <math>1\mu\text{g}/\text{m}^3</math> 당 <math>6\times 10^{-6}</math> 포함.</li> </ul>	
일산화탄소 (Carbon monoxide)	$100\text{mg}/\text{m}^3$	15분
	$35\text{mg}/\text{m}^3$	1시간
	$10\text{mg}/\text{m}^3$	8시간
	$7\text{mg}/\text{m}^3$	24시간
포름알데히드 (Formaldehyde)	$0.1\text{mg}/\text{m}^3$	30분
나프탈렌(Naphthalene)	$0.01\text{mg}/\text{m}^3$	연간
이산화질소 (Nitrogen dioxide)	$200\mu\text{g}/\text{m}^3$	1시간
	$40\mu\text{g}/\text{m}^3$	연간
다환방향족 탄화수소류 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAHs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>한계값을 정할 수 없으며, 어떠한 노출도 건강과 관련됨.</li> <li>PAH 혼합물의 폐암 단위 위해도는 B[a]P의 <math>8.7\times 10^{-6}\text{ng}/\text{m}^3</math>으로 추정함.</li> </ul>	B[a]P는 PAH 혼합물 표시
라돈 (Radon)	<ul style="list-style-type: none"> <li>위해도 초과에 따르면 라돈농도는 1/100과 1/1000은 67과 6.7 Bq/<math>\text{m}^3</math>, 현재 흡연가와 비흡연가로 각각 1670과 167Bq/<math>\text{m}^3</math></li> </ul>	
트리클로로에틸렌 (Trichloroethylene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>단위 위해도 추정치 <math>4.3\times 10^{-7}\mu\text{g}/\text{m}^3</math></li> </ul>	
테트라클로로에틸렌 (Tetrachloroethylene)	$0.25\text{mg}/\text{m}^3$	연간

출처 : WHO Guideline for Indoor Air Quality: selected chemicals, 2010

### 1) 실내공기질 권고기준

독일의 실내공기질 기준은 권고기준의 형태로 I, II로 구분되어 있다. 권고기준 I은 장기간의 노출에도 건강영향이 뚜렷하게 밝혀지지 않는 수준의 농도이고, 권고기준 II는 현재까지의 과학적 근거에 따라 일정시간 이상 노출되면 인체 건강에 위해를 주는 농도를 말한다.

〈표 4-4〉 독일의 실내공기질 권고기준 현황

물질명	권고기준 II (mg/m <sup>3</sup> )	권고기준 I (mg/m <sup>3</sup> )	설정연도
에틸벤젠(Ethylbenzol)	2	0,2	2012
아킬벤젠(Alkylbenzol, C <sub>9</sub> -C <sub>15</sub> )	1	0,1	2012
크레졸(Kresole)	0,05	0,005	2012
벤즈알데히드(Benzaldehyde)	0,2	0,02	2010
벤질알코올(Benzyl alcohol)	4	0,4	2010
디-리모넨 (d-Limonene)	10	1	2010
알데히드류 (Aldehydes ; C <sub>4</sub> -C <sub>11</sub> , saturated acyclic aliphatic)	2	0,2	2009
C <sub>9</sub> - C <sub>14</sub> -알칸 / Isoalkanes (dearomatized)	2	0,2	2005
나프탈렌 (Naphthalene)	0,02	0,002	2004
알파피넨 (α-Pinen)	2	0,2	2003
TCEP (Tris(2-chlorethyl)phosphate)	0,05	0,005	2002
수은(Hg, 증기형태로)	0,00035	0,000035	1999
스티렌(Styrene)	0,3	0,03	1998
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	0,35(30분) 0,06(1주)	-	1998
다이클로로메테인 (Dichlormethane)	2(24시간)	0,2	1997
일산화탄소(CO)	60(1/2시간) 15(8시간)	6(1/2시간) 1,5(8시간)	1997
펜타클로페놀(PCP)	0,001	0,0001	1997
톨루엔(Toluene)	3	0,3	1996
페놀(Phenol)	0,2	0,02	2011
2-Furaldehyd	0,1	0,01	2011
Zyklische Dimethylsiloxane D3-D6 (Summenrichtwert)	4	0,4	2011
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	< 1,000ppm (Harmless)		2008
	1,000~2,000ppm (Elevated)		
	> 2,000ppm (Unacceptable)		
TVOCs	≤ 0,3 (무해 ; No objections)		2007
	> 0,3-1 (No relevant objections)		
	> 1~3 (Hygienic aspects of concern)		
	> 3~10 (Major objections; )		
	>10 (Situation not acceptable)		
PM <sub>2,5</sub>	25µg/m <sup>3</sup> (24시간 평균)		2008

자료 : (<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm>), Health and Environmental Hygiene Guide values for indoor air quality, 2012.10

## 2) 생활권 실내공기질 관련 제도

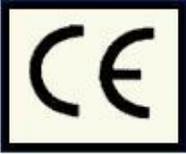
### (1) 건축자재법

독일의 건축자재법은 1992년 제정된 EU의 건축자재입법을 독일 국내법으로 전환 입법한 것이며, 건축자재의 생산 및 유통, 수출·입 규제와 인체 건강 및 환경보호를 위하여 필요한 일반적인 요건을 규정하고 있고, 간접적으로 생활공간의 공기질 관리에도 기여하고 있다.

건축자재법은 일반적으로 건강보호, 작업장에서 발생하는 위험으로부터 근로자보호, 환경보호 등의 요건을 충족하기 위해 건축자재의 유통을 제한 및 금지하는 법률규정을 인용하고 있으며, 기술적 지속성, 안정성, 화재방지, 위생, 건강, 소음방지, 에너지 절약 등의 기본적인 사항이 부합되어야 건축자재를 사용할 수 있도록 지정하였다.

CE마크는 자유로운 상품이동을 저해하는 문제점 해결을 위해 EU국가 간에 공통적으로 적용될 수 있는 표준기준을 제정하여 EU규격에 상품이 적합하다는 것을 인정하는 표식으로 상품이나 포장에 부착하도록 의무화한 제도이다.

〈표 4-5〉 CE마크

구분	특 징
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 안전, 건강, 환경 및 소비자보호와 관련된 제품이 유럽연합 내에서 유통될 수 있도록 CE마크 부착</li> <li>◆ 제도 시행국가 : 유럽연합(EU), 구주자유무역연합(EFTA) 및 준회원국가(프랑스, 독일, 이탈리아, 벨기에, 네델란드, 룩셈부르크, 영국, 스페인, 포르투갈, 아일랜드, 덴마크, 그리스, 오스트리아, 스웨덴, 핀란드, 스위스, 리히텐슈타인, 노르웨이, 아이스란드, 헝가리, 폴란드, 체코 등)</li> </ul>

### (2) 친환경 제품 인증제도

독일의 환경부와 연방재료연구소가 제정 및 운영하고 있는 블루엔젤 환경마크는 친환경 요소를 함유하고 있는 제품 및 서비스에 부여되는 친환경마크로 세계에서 가장 오랜 기간 지속된 친환경 제품표시제도이다. 사무기기, 가전제품, 자동차관련 제품, 건축자재류, 생활용품 등 약 120종의 품목에 대한 인증기

준이 설정되어 운영되고 있다.

이 외에도, 유럽의 카페트 산업체가 자체적으로 운영하는 GUT 인증제도가 있으며, 이 제도는 카페트 완성품이나 원료에 대한 포름알데히드, PCP, 염화비닐, 살충제 등에 대한 기준을 가지고 인증을 부여하고 있다(김윤신, 2010).

GEV-EMICODE는 바닥재 및 관련제품을 생산하는 기업들이 설립한 단체가 운영하는 인증제도로 주로 휘발성유기화합물을 타깃으로 하여 일정 기준 이하의 배출제품에 인증을 부여한다(김윤신, 2010).



자료 : [http://www.blauer-engel.de/\\_downloads/publikationen/Der-Blaue-Engel-auf-einen-Blick.pdf](http://www.blauer-engel.de/_downloads/publikationen/Der-Blaue-Engel-auf-einen-Blick.pdf)

〈그림 4-4〉 독일 블루엔젤 환경마크

### (3) 환기기준

독일은 거주공간, 사무실, 학교의 환기기준을 별도로 규정하고 있으며, 거주공간도 실내공간의 면적과 환기방식에 따라 환기량을 다르게 설정하고 있다(김윤신, 2010).

〈표 4-6〉 독일의 실내공간 면적크기에 따른 환기량

면적(m <sup>2</sup> )	거주자(명)	자연 환기량(m <sup>3</sup> /hr)	기계 환기량(m <sup>3</sup> /hr)
< 50	~2	60	60
50~80	~4	90	120
> 80	~6	120	180

자료 : 김윤신, 2010

### 3. 일본

일본에서도 최근 들어 주택환경에서 발생할 수 있는 건강위험문제를 인지하면서, 주택공간을 사적 영역이 아니라 공적으로 보강해야 할 영역으로 파악하는 견해가 등장하기 시작하였다. 이에 따라, 생활공간의 공기질과 건강에 대한 연구를 바탕으로 생활공간의 공기질에 대한 규제가 시작되고 있다(박종원, 2010).

일본의 생활공간 관련(특히, 주택) 주요 법률에는 건축기본법, 주택 품질확보의 촉진에 관한 법률, 가정용품규제법 등이 있다.

#### 1) 후생노동성의 화학물질 농도기준

일본 후생노동성은 쾌적한 생활환경의 확보 업무를 담당하고 있으며, 1997년부터 신축 공동주택에 대한 포름알데히드, 톨루엔 등 화학물질농도의 권고기준을 연차적으로 설정하고 있다.

〈표 4-7〉 일본 후생노동성 화학물질농도 권고기준

오염물질	기준
포름알데히드(HCHO)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
톨루엔	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
자일렌(크실렌)	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)
p-디클로로벤젠(P-DCB)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
에틸벤젠	3,800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
스티렌	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
클로로피리포스	1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb) / 어린이 대상 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)
디부틸 프탈레이트	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)
테트라데칸	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
프탈릭 에스테르-2-에틸헥실(DEHP)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)
디아지논	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
아세트알데히드(CH <sub>3</sub> CHO)	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)
페놀캡	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)
총휘발성유기화합물(TVOC)	(잠정목표치) 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

자료 : 박종원, 생활공간의 공기질 개선을 위한 법제연구, 2010

## 2) 건축기준법

일본은 2003년 7월부터 건축물 내 공기오염 방지를 강화하는 건축기준법을 개정하여 시행하고 있다. 다중이용시설 및 공동주택뿐 아니라 모든 건축물에 대하여 포름알데히드 등의 방출농도에 따라 건축재료 사용면적을 제한하고 위반 시 일정 벌칙을 부과(1년 이하의 징역 또는 1백만 엔 이하의 벌금)하고 있다.

〈표 4-8〉 건축기준법 기준

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 건축재료에 석면을 첨가하여서는 안 됨.</li> <li>2. 석면을 미리 첨가한 건축재료(석면을 비산 또는 발산시킬 우려가 없는 것으로 국토교통대신이 정한 것 또는 국토교통대신의 인정을 받은 것은 제외)를 사용하지 않음.</li> <li>3. 거실이 있는 건축물에서는 건축재료 및 환기설비가 클로로피리포스와 포름알데히드에 관한 기술적 기준에 적합해야 함.</li> </ol>
---

자료 : 박종원, 생활공간의 공기질 개선을 위한 법제연구, 2010

〈표 4-9〉 물질별 건축기준법 세부 기준

구분	세부기준
클로로피리포스	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 건축재료에 클로로피리포스를 첨가하지 않음</li> <li>◆ 미리 클로로피리포스를 첨가한 건축재료(첨가한 후 장기간이 경과하였거나 그 밖의 이유로 클로로피리포스를 발산시킬 우려가 없는 것으로 국토교통대신이 정한 것은 제외)를 사용하지 않음(시행령 제20조의 6)</li> </ul>
포름알데히드	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 거실의 벽, 마루 및 천정 및 이러한 개구부에 있는 문 또는 그 외의 창호의 실내에 접하는 부분의 마감에는 여름철에 그 표면적 1㎡당 매시간 0.12㎎을 초과하는 양의 포름알데히드를 발산시키는 것으로 국토교통대신이 정하는 건축재료를 사용하지 않을 것</li> <li>◆ 거실의 내장마감은 여름철에 표면적 1㎡당 매시간 0.02㎎ 초과 0.12㎎ 이하의 양 또는 표면적 1㎡당 매시간 0.005㎎ 초과 0.02㎎ 이하의 양의 포름알데히드를 발산시키는 것으로 국토교통대신이 정한 건축재료를 사용할 때, 각각 제2종 포름알데히드 발산 건축재료를 사용하는 내장의 마감부분 면적에 일정한 수치를 곱하여 얻은 면적 또는 제3종 포름알데히드 발산 건축재료를 사용하는 내장의 마감 부분 면적에 일정한 수치를 곱하여 얻은 면적이 해당 거실의 바닥면적을 넘지 않을 것(시행령 제20조의 7)</li> </ul>

자료 : 박종원, 생활공간의 공기질 개선을 위한 법제연구, 2010

## 3) 주택품질확보촉진법

1999년에 제정된 ‘주택품질확보촉진법’에 의하여 2000년 6월부터 주택성능 표시제도가 시행되고 있다. 이 제도는 공동주택뿐 아니라 단독주택에까지 적용하여 모든 주택에 양호한 공기질을 위한 설계 및 시공을 유도하고 있다.

표시기준항목에는 환기대책(국소환기대책)과 실내공기 중의 화학물질 농도, 목  
질계 내장재의 포름알데히드 대책 등 3가지 실내공기 관련 항목이 포함되어 있다.

〈표 4-10〉 일본 주택성능표시 기준

신축주택에 관하여 표시하여야 하는 사항 중 공기환경에 관한 사항				
6-1 포름알데히드 대책(내장 및 천정과 지붕사이의 공간 등)				
적용범위				
단독건물의 주택 또는 공동주택 등				
표시의 방법				
다음의 가부터 다 중에서 해당하는 사항을 명시한다. 이 경우, 나를 명시하는 때에는 거실의 내장마감재 및 거실의 천장과 지붕사이의 공간 등				
표시의 방법				
2003년 국토교통성 고시 제274호 제1 제3호에 적합하지 아니한 경우(같은 호 내에 해당하는 경우 제외)의 것에 한한다)의 기초재(下地材) 등 각각에 대하여 포름알데히드 발산등급(거실의 내장마감재의 경우에는 1, 2 또는 3, 거실의 천정과 지붕사이의 공간 등의 기초재 등의 경우에는 2 또는 3)을 함께 명시한다.				
가. 제재 등(통나무 및 단층 마루 포함)을 사용한다.				
나. 특정 건축재료를 사용한다.				
다. 그 외의 건축재료를 사용한다.				
설명사항 및 설명에 사용하는 문자				
포름알데히드 대책(내장 및 천정과 지붕 사이의 공간 등)	포름알데히드 발산등급	등급 3	등급 2	등급 1
거실 내장의 마감 및 환기 등의 조치가 없는 천장과 지붕 사이의 공간 등의 기초재 등으로부터의 포름알데히드 발산량을 줄이는 대책	거실 내장의 마감 및 환기 등의 조치가 없는 천장과 지붕 사이의 공간 등의 기초재 등에 사용되는 특정 건축재료로부터의 포름알데히드 발산량의 적은 정도	포름알데히드의 발산량이 아주 적음(일본 공업규격 또는 일본농림규격의 F☆☆☆☆ 등급 상당 이상)	포름알데히드의 발산량이 적음(일본공업규격 또는 일본농림규격의 F☆☆☆☆ 등급 상당 이상)	그 외
6-2 환기대책				
적용범위				
단독건물의 주택 또는 공동주택 등				
표시의 방법				
다음 가의 a 또는 b 가운데 해당하는 거실의 환기대책을 명시하는 한편, 다음의 나의 a에서 c 중에서 변수, 욕실 및 부엌 각각에 대하여 해당하는 국소환기대책을 명시한다. 이 경우에 가의 b를 명시하는 때에는 구체적인 환기대책을 함께 명시한다.				
가. 거실환기대책				
a. 기계환기설비				
b. 그 외				
나. 국소환기대책				
a. 기계환기설비				
b. 환기할 수 있는 창				
c. 없음				
설명사항 및 설명에 사용하는 문자				
환기대책	거실의 환기대책	국소환기대책		
실내공기 중의 오염물질 및 습기를 옥외로 제거하기 위하여 필요한 환기대책	주택의 거실에 필요한 환기량을 확보할 수 있는 대책	환기상 중요한 변수, 욕실 및 부엌의 환기를 위한 대책		

〈표 계속〉 일본 주택성능표시 기준

신축주택에 관하여 표시하여야 하는 사항 중 공기환경에 관한 사항	
6-3 실내공기 중 화학물질의 농도 등	
적용범위	
단독건물의 주택 또는 공동주택 등	
표시의 방법	
<p>특정측정물질(측정의 대상이 되는 것에 한함. 이하 같음)별로 다음의 가에서 바까지의 사항을 명시한다.</p> <p>가. 특정측정물질의 명칭</p> <p>나. 특정측정물질의 농도(단위는 ppm, ppb, mg/m<sup>3</sup>, µg/m<sup>3</sup>, 그 밖에 일반적으로 사용되는 것으로서 평균값(측정치가 1인 경우에는 그 값 또는 초고 및 최저값으로 함))</p> <p>다. 특정측정물질의 농도를 측정(공기의 채취 및 분석 포함)하기 위하여 필요한 기구의 명칭(공기의 채취 및 분석을 실시하는 기구가 다른 6 경우에는 각각의 명칭)</p> <p>라. 채취를 실시한 연월일, 채취를 실시한 시각 또는 채취를 개시한 시각 및 종료한 시각 및 내장마감공사(불박이가 구의 부착 그 밖에 이와 유사한 공사 포함)를 완료한 연월일</p> <p>마. 채취조건(공기를 채취한 거실의 명칭, 채취 중의 실온 또는 평균 실온, 채취 중의 상대습도 또는 평균상대습도, 채취 중의 기후 및 일조의 상황, 채취 전 및 채취 중의 환기 및 냉난방 실시상황, 그 밖에 특정측정물질의 농도에 현저한 영향을 미치는 것에 한함)</p> <p>바. 특정측정물질의 농도를 분석한 자의 성명 또는 명칭(공기의 채취 및 분석을 실시한 자가 다른 경우에 한함)</p>	
설명사항	설명에 사용하는 문자
실내공기 중의 화학물질의 농도 등	평가대상주택의 공기 중의 화학물질의 농도 및 측정방법

자료 : 박종원, 생활공간의 공기질 개선을 위한 법제연구, 2010

4) CASBEE 친환경건축물 인증제도

CASBEE는 2001년 일본의 국토교통성 지원하에 산학관(産學{官}) 공동 프로젝트의 성과물로 개발된 일본의 친환경 건축물 인증제도이다. CASBEE는 CASBEE-0(기획), CASBEE-1(신축), CASBEE-2(기존), CASBEE-3(개수)로 구성되며 이를 CASBEE-Family로 지칭한다. CASBEE에서는 에너지 효율, 자원 효율, 지역환경, 실내환경이 친환경 성능평가의 주요 아이тем이다(태성호 외, 2007).

실내환경의 질과 관련한 평가항목에는 흡연제어, 화학오염물질, 환기(환기량, 자연환기 성능), 급기계획, 공조방식, CO<sub>2</sub> 모니터링, 진드기와 곰팡이 대책, 레지오넬라 대책, 온도 및 습도 제어 등이 포함되어 있다(이현우 외, 2007). 우리나라의 친환경건축물 인증제도와 비교해 볼 때, 진드기와 곰팡이 대책과 레지오넬라 대책이 포함되어 있는 것이 특기할 만하다.

## 5) 가정용품규제법

일본에는 가정용품의 유해물질 함유량 등에 관한 기준을 설정하여 기준 이상의 유해 물질을 함유한 가정용품의 판매를 금지하는 가정용품규제법이 있다.

〈표 4-11〉 가정용품 개념 및 제외제품

구분	내용
정의	가정용품은 주로 일반소비자의 생활용으로 제공되는 제품을 의미
제외제품	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 식품위생법에 따른 식품, 첨가물, 기기, 용기포장, 완구 및 세정제</li> <li>◆ 약사법에 따른 의약품, 의약부외품, 화장품 및 의료기기</li> <li>◆ 그 밖에 제조, 수입 또는 판매가 규제되고 있고 당해 규제로 유해물질로 인한 사람의 건강 피해가 발생할 우려가 없다고 인정된 제품</li> </ul>

자료 : 박종원, 생활공간의 공기질 개선을 위한 법제연구, 2010

가정용품규제법의 유해물질은 수은화합물 및 사람의 건강에 피해를 줄 우려가 있는 물질이며, 현재 포름알데히드를 비롯한 20개의 물질이 정해져 있다.

〈표 4-12〉 가정용품규제법 적용 제품 기준물질

구분	내용
기저귀 등 유아용 섬유제품 및 일정한 섬유제품	해당 제품에 사용되는 접착제의 포름알데히드 기준
가정용 에어로솔	염화비닐, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 등에 관한 기준
섬유제품, 가정용 접착제, 가정용 도료, 가정용 왁스, 구두약 등	트리페닐주석화합물, 트리부틸주석화합물, 유기수은화합물 등에 관한 기준

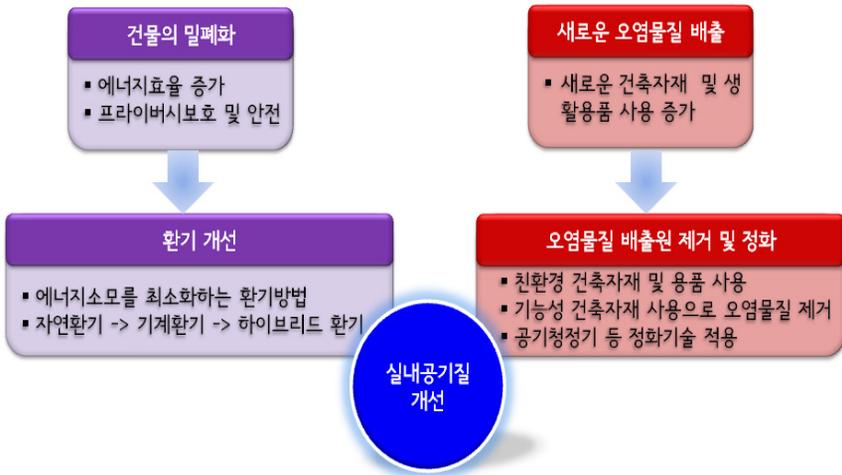
자료 : 박종원, 생활공간의 공기질 개선을 위한 법제연구, 2010

## 제2절 실내공기질 개선을 위한 기술 현황

### 1. 실내공기질 개선을 위한 방법

실내공기질 개선을 위한 주요 방법을 간단하게 <그림 4-5>와 같이 도식하였

다. 에너지효율 증가 목적의 기밀성 강화 및 안전 강화로 초래되고 있는 건물의 밀폐화는 에너지소모를 최소화할 수 있는 환기방법을 도입하여 개선해야 한다. 반면, 새로운 건축자재 및 생활용품의 사용 증가로 발생하는 실내공기질의 문제는 배출원 자체를 제거하거나 정화하여 개선해야 한다. 이를 위해서는 오염물질 배출량이 적거나 배출하지 않는 친환경 제품을 사용하여 근원적으로 배출원을 관리하거나 이미 방출된 오염물질을 제거하는 정화기술을 적용하여야 한다.



〈그림 4-5〉 실내공기질 개선 방법

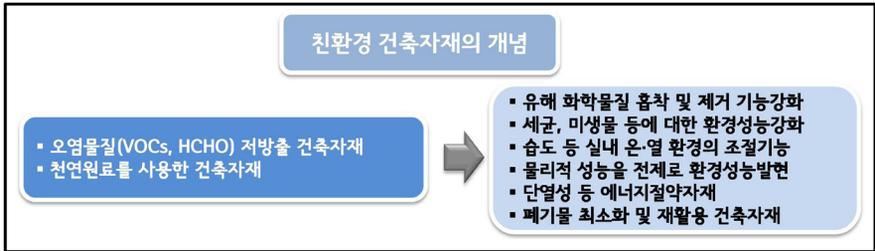
최근 친환경 및 삶의 질에 대한 관심의 증대로 실내공기질 개선을 위한 다양한 기술 및 제품들이 생산 및 판매되고 있다. 따라서, 실내공기질 개선을 위한 주요 부문별 기술 현황을 조사하여 정리하였다.

## 2. 친환경 및 기능성 건축자재

실내공기질 개선을 위한 건축자재는 친환경 및 기능성 건축자재로 구분할 수

있다. 기존에는 오염물질(VOCs, HCHO) 저방출을 강조함으로써 천연원료를 사용하여 제작하는 건축자재가 친환경 건축자재였으나, 현재는 쾌적한 실내환경 확보, 자원의 절약 및 재활용을 통한 환경부하저감과 에너지 절약 목적으로 생산된 건축자재가 친환경 건축자재로 정의되고 있다. 기능성 건축자재는 건축자재 고유의 역할 이외의 실내공기환경 개선효과 등 긍정적인 부가 기능을 가진 건축자재를 의미한다.

한 연구조사는 친환경 건축자재가 실제로 아토피 피부염 증상 개선에 효과가 있는지를 평가하였다. 즉 2010년 5월부터 2011년 4월까지 아토피 환자가 거주하는 주택을 대상으로 벽지와 바닥마감재를 옥수수, 소나무, 황토 등 자연소재 원료로 만든 자재로 교체 시공하여 시공 전·후의 아토피 증상 변화를 측정하였다. 그 결과 아토피 경증 이상 환자군에서 시공 후 12주에 아토피 피부염의 객관적 지수뿐 아니라 주관적으로 느끼는 가려움 증상 또한 뚜렷하게 개선된 것으로 나타나 친환경 건축자재의 효과를 보여준 바 있다(경향신문, 2011.5.23).



자료 : 국토해양부, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼), 2010.12

〈그림 4-6〉 친환경 건축자재의 개념 변화

### 1) 기능별 건축자재

건축자재의 기능에는 흡방습, 흡착, 항세균 및 항곰팡이 등이 있다. 흡방습은 건축자재 내부로의 흡습과 외부로의 방습을 통해 습도조절을 하는 것으로 조습이라고도 하며, 흡착은 VOCs 등 오염물질의 흡착과 관련된다. 항세균 및 항곰

팡이는 항생물질 등이 세균의 성장을 억제하는 것으로, 각종 제품에 첨가되어 세균을 사멸시키는 기능을 가진 항균제 역할을 한다. 항세균 성능은 자재종류, 자재에 포함된 영양분 등 환경조건과 노출시간에 따라 영향을 받는다.

〈표 4-13〉 기능별 건축자재 구분

구분	내용																	
흡방습	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 흡방습성(Water vapour adsorption/desorption property) : 재료가 가지는 흡습 및 방습에 관한 성질</li> <li>◆ 흡습과정(Water vapour adsorption process) : 재료가 공기 중의 수분을 흡수하여 평형상태에 이르는 과정</li> <li>◆ 방습과정(Water vapour desorption process) : 재료가 공기 중에 수분을 방출하여 평형상태에 이르는 과정</li> </ul>																	
흡착	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 흡착건재 : 건축물 실내공기중의 휘발성유기화합물(VOCs), 포름알데히드 및 기타 카르보닐 화합물 등을 흡착, 분해하는 것으로 오염 농도를 저감하는 성능을 가진 건재 (건축용 보드류, 벽지, 바닥재 등에 적용함. 단, 자외선, 가시광선을 이용하는 광촉매작용을 가진 재료는 적용하지 않음)</li> </ul>																	
항세균 및 항곰팡이	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 미국의 GREENGUARD는 건축자재 및 제품의 항곰팡이 성능에 따라 4개의 등급 기준을 마련하여 인증을 부여함</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Name</th> <th>Definition</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Highly Susceptible to Mold Growth</td> <td>-Growth comparable to highly susceptible materials. -Log(CFU), 7.5 at 3 weeks.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Susceptible to Mold Growth</td> <td>-Growth comparable to highly susceptible materials. -Log(CFU) ≤ 7.5 and &gt; 5.5 at 3 weeks.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Resistant to Mold Growth</td> <td>-Growth comparable to highly resistant materials. -Log(CFU) ≤ 5.5 and &gt; 2.5 at 3 weeks.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Highly Resistant to Mold Growth</td> <td>-Growth comparable with highly resistant materials. -Log(CFU) ≤ 2.5 at 3 weeks.</td> </tr> </tbody> </table>			Rating	Name	Definition	1	Highly Susceptible to Mold Growth	-Growth comparable to highly susceptible materials. -Log(CFU), 7.5 at 3 weeks.	2	Susceptible to Mold Growth	-Growth comparable to highly susceptible materials. -Log(CFU) ≤ 7.5 and > 5.5 at 3 weeks.	3	Resistant to Mold Growth	-Growth comparable to highly resistant materials. -Log(CFU) ≤ 5.5 and > 2.5 at 3 weeks.	4	Highly Resistant to Mold Growth	-Growth comparable with highly resistant materials. -Log(CFU) ≤ 2.5 at 3 weeks.
Rating	Name	Definition																
1	Highly Susceptible to Mold Growth	-Growth comparable to highly susceptible materials. -Log(CFU), 7.5 at 3 weeks.																
2	Susceptible to Mold Growth	-Growth comparable to highly susceptible materials. -Log(CFU) ≤ 7.5 and > 5.5 at 3 weeks.																
3	Resistant to Mold Growth	-Growth comparable to highly resistant materials. -Log(CFU) ≤ 5.5 and > 2.5 at 3 weeks.																
4	Highly Resistant to Mold Growth	-Growth comparable with highly resistant materials. -Log(CFU) ≤ 2.5 at 3 weeks.																

자료 : 국토해양부, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼), 2010.12

## 2) 소재별 건축자재

기능성 건축자재는 소재별로 광물성과 식물성으로 구분한다. 광물성은 황토, 규조토 등 기공을 통한 오염물질 흡착성능, 인조석, 천연석 등의 원적외선 방사, 흡방습기능 등을 가지고 있으며, 식물성은 숯이 흡착성능을 가지고 있다.

〈표 4-14〉 기능성 건축자재의 소재별 분류 및 주요기능

원료의 종류	분류	재료	주요기능
식물	목질계	 솿      목재분말, 한지	흡착 습도조절
	기타	 피톤치드, 녹차, 쑥 등	흡착 자연 VOCs 방출
광물	석질계		원적외선방사 음이온 방출 습도조절
	토질계	 황토, 규조토, 화산재	흡착 흡방습
	금속계	 알루미늄, 동, 스테인리스	항균

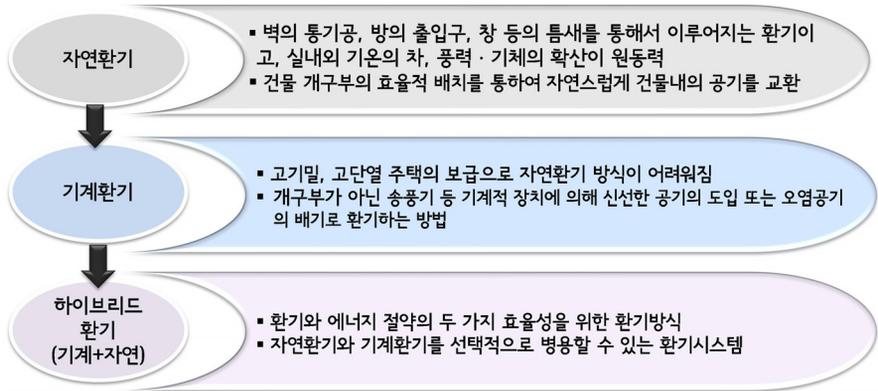
자료 : 국토해양부, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼), 2010.12

### 3. 환기

환기는 자연적 또는 기계적 방법을 이용하여 오염된 실내공기를 실외로 제거하고 청정한 외기와 교체하는 것을 의미한다. 미국 NIOSH가 446개의 건물을 대상으로 한 연구는 실내공기질에 영향을 미치는 인자(환기, 실내 오염원, 실외 오염원, 건축재료, 미생물 등) 중 환기가 실내공기질에 가장 큰 영향을 미치며,

실내오염물질을 제어하는 데에도 가장 효과적인 방법이라고 제시한 바 있다. 또한, 여러 연구도 실내환기량의 증가가 실내오염물질 제거에 효과적이라는 결과를 발표하기도 하였다(안태경, 2003).

환기는 자연환기와 기계환기로 구분되고, 자연환기는 개구부의 적절한 배치 등을 통해 실내와 실외의 공기교환을 기계를 이용하지 않고 건물 내 공기를 순환하는 방식을 의미한다. 기계환기는 실내와 실외를 연결하는 개구부를 설치하여 두 공간 사이의 압력차를 기계의 힘을 빌리는 환기방식을 말한다. 그 밖에 기계환기와 자연환기를 선택적으로 사용할 수 있는 하이브리드환기가 있다.



자료 : 국토해양부, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼), 2010.12

〈그림 4-7〉 환기의 개념

자연환기는 외부의 영향을 받으므로 의도하는 환기가 이루어지지 않는 경우가 발생하고, 기계환기는 소음 및 에너지소비 증가를 초래하는 단점이 있으므로 자연환기와 기계환기를 적절히 병행하는 것이 필요하다.

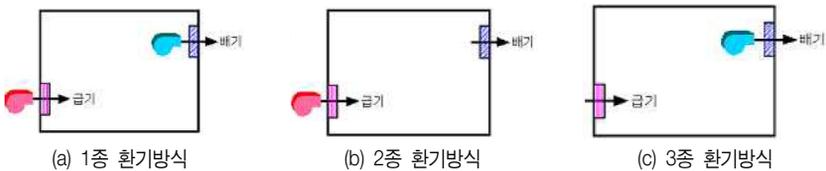
환경부는 최소 하루 3번 30분 이상의 자연환기 실천을 권장하고 있다. 다만, 기후조건이나 오염물질 배출원(자동차, 세탁시설, 공업시설 등)이 인접하는 등 자연적 환기가 어려운 경우에는 기계환기 시설을 갖춰 적극적으로 이용하는 자세가 필요하다.

## 1) 기계환기

기계환기는 거주자가 요구하는 환기량을 적절히 제공할 수 있으며, 기후변화에 대응하는 것이 자연환기에 비해 쉽다. 기계환기는 주방의 후드, 욕실의 환풍기와 같이 국소적으로 오염된 공간의 환기를 돕는 국소 기계환기 방식과 전체 공간에 적용되는 전체 기계환기 방식으로 나눌 수 있다.

부엌에서 가스레인을 사용하는 경우, 후드 사용이 이산화탄소와 이산화질소 등 오염물질의 농도를 저감하는 것으로 조사되고 있어, 주방에서는 보다 적극적으로 후드를 사용하고 정상적으로 작동하도록 관리하는 것이 필요하다. 또한, 대다수의 아파트에서 구조상 욕실이 외기와 접하지 않아 직접적인 자연환기가 어려운 경우가 많다. 이러한 경우에도 환풍기 등을 적극 이용하여 습기 등을 제거함으로써 곰팡이 및 세균의 번식을 막을 필요가 있다(이운재, 2010).

전체 기계환기 방식은 제1종(외부공기를 공급하는 송풍기와 실내공기를 배출하는 송풍기가 결합된 환기체계), 제2종(외부공기를 공급하는 송풍기와 실내공기가 배출되는 배기구가 결합된 환기체계), 제3종 환기(외부공기가 도입되는 공기흡입구와 실내공기를 배출하는 송풍기가 결합된 환기체계)로 구분된다.



자료 : 국토해양부, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼), 2010.12

〈그림 4-8〉 기계환기 방식의 종류

〈표 4-15〉 기계환기설비의 예

구분	내용	
벽 부착형		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전열교환방식인 약 250(12mmAq) 내의 풍량 성능을 가지고, 덕트를 이용해 급배기를 하여 덕트 설치를 위한 천장공간이 필요함</li> <li>- 장점: 실외기실이 노출되어 특정소음발생이 적고, 공간의 여유로 다양한 기능을 추가할 수 있으며, 장치노출로 점검이 용이함</li> <li>- 단점: 다른 환기설비에 비해 소모전력이 큼</li> </ul>
천장형		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장점: 건물 내 천장에 설치하여 공간이 절약되고 소음발생이 적으며, 하부점검방식으로 점검이 용이함</li> <li>- 단점: 덕트를 이용한 실내 급배기 방식으로 덕트설치를 위한 천장공간이 필요함</li> </ul>
덕트 관통형		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실내벽면에 설치하는 형태로 특별한 공간이나 장치없이 가능하여 설치가 간편함</li> <li>- 장점: 다른 설비와 비교 시 소모전력량이 작음</li> <li>- 단점: 설비내부에 모든 기계장비가 포함되어 소음발생이 큼</li> </ul>
벽 관통형		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 덕트 관통설비와 마찬가지로 실내벽면에 설치하므로 설치가 간단함</li> <li>- 장점: 부속자재가 거의 필요 없음</li> <li>- 단점: 설비소음이 실내에서 발생하며, 장치 설치 시 장치의 뒷부분 면적만큼 벽면을 타공해야 하는 불편함이 있음</li> </ul>

자료 : 국토해양부, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼), 2010.12

## 2) 하이브리드 환기

하이브리드 환기는 자연환기와 기계환기 설비를 적절하게 조화시킨 것으로 환기성과 실내공기환경을 효과적으로 유지하면서 건물 에너지소비량을 최소화할 수 있는 혼합형 환기방식이다.

하이브리드 환기시스템은 자연급기방식, 강제급기방식을 병용하여 구성된 환기설비로, 바닥환기(강제급기 + 강제배기), 전열교환기(강제급기 + 강제배기)와 비교 시 에너지절약 및 유지보수 비용 등이 유리하여 상용화 기술개발이 활발하게 진행되고 있다.

〈표 4-16〉 하이브리드 환기시스템 방식 구분

구분	내용
자연환기 + 기계환기방식	- 자연 및 기계환기의 적절한 전환에 초점이 맞추어진 것으로 중간기에는 자연환기 설비를 적용하고, 하계와 동계에는 기계환기설비를 활용할 수 있도록 계획된 환기방식 - 또한, 재실자의 수가 증가하였을 때에는 기계환기설비를, 하계의 야간 냉각 (nightcooling)을 위해서는 자연환기를 선택적으로 사용 가능
자연환기 + 보조팬 환기방식	- 배기 및 급기를 위한 보조팬을 자연환기와 결합한 것으로 저압의 보조팬을 이용하여 자연환기의 구동력이 약하거나, 환기량을 늘려야 할 기간에 환기량을 적절히 증대할 수 있으며, 최근 가장 많이 개발, 적용되고 있는 방식
연돌효과 + 기계환기방식	- 자연환기의 구동력을 최대한 유효하게 활용하는 기계환기설비에 근거를 두고 있으며, 자연환기의 구동력이 필요 환기량의 일부를 담당할 수 있도록 조절이 가능한 방식

자료 : 권오현, WSN(WirelessSensorNetwork)를 적용한 축열재 일체형 하이브리드 환기시스템의 개발 및 적용성 평가, 2011



자료 : 권오현, WSN(WirelessSensorNetwork)를 적용한 축열재 일체형 하이브리드 환기시스템의 개발 및 적용성 평가, 2011

〈그림 4-9〉 하이브리드 환기방식

#### 4. 공기정화

공기정화 방식에는 공기정화기기를 이용하는 방식과 식물을 이용하는 방식이 있다. 일부 식물은 포름알데히드나 휘발성유기화합물을 분해하는 능력이 뛰어나 실내의 공기를 정화할 수 있는 것으로 보고되고 있다.

기계에 의한 공기정화에는 환기설비에 여과장치를 설치하는 방식과 공기정

회기를 이용하는 방식이 있다. 여과장치를 사용하는 공기정화기기 방식은 필터 교체 등 적절한 관리가 동반되지 않으면 먼지 등 입자를 제거하는 효과를 얻을 수 없거나 더 나아가서는 실내공기질의 악화를 초래할 수도 있으므로 주의가 요구된다.

공기정화식물은 곰팡이, 미세먼지 등 일부 오염물질 제거에는 효과가 없어, 이러한 오염물질 정화를 위한 공기청정기의 사용이 증가하고 있다. 최근에는 미세먼지, 곰팡이와 같은 입자상 물질의 집진기능 뿐 아니라 휘발성유기화합물질을 제거하는 탈취 기능도 겸비한 공기청정기들이 개발되어 판매되고 있다.

현재 한국공기청정협회는 공기청정기 단체품질인증(CA)제도를 운영하여 공기청정기의 집진, 탈취, 오존, 소음에 대한 평가로 제품을 인증하고 있다.

한국공기청정협회는 집안면적보다 처리용량이 작은 공기청정기를 이용할 때에는 공기정화효과가 현저히 떨어지며, 공기청정기가 실내의 모든 종류의 오염물질을 정화하는 것은 아니므로 공기청정기에만 의존하지 말고 환기와 병행할 것을 주문하고 있다. 더불어 주기적인 필터의 청소 및 교환 등 적절한 관리가 실내공기 정화효과 및 악화 방지를 위해서도 필수적임도 강조하고 있다.

〈표 4-17〉 공기청정기 인증제도(CA마크) 특징

구분	내용			
적용대상	◆ KC C 9314에 따라 제품안전시험(전기안전형식승인 취득)을 통과한 제품으로 주로 일반가정, 사무실에 등에 설치하여 집진 및 탈취를 하는 실내공기청정기			
CA마크의 효과	1. 실내 공기청정에 대한 소비자 인식 및 성능향상 제고 2. 제품품질 및 성능기준을 정해 철저한 인증검사 실시 3. 소비자가 믿고 찾을 수 있는 실내공기청정기 제품으로 거듭남			
CA 인증마크	◆ 한국공기청정협회가 소비자에게 신뢰성 있는 실내공기청정기를 제공하기 위하여 집진효율, 탈취효율, 소음, 적용면적, 오존발생농도를 시험한 후 통과된 제품에만 부여하는 마크			
인증항목 및 기준	집진효율 기준치(%)	70	소음기준치(유량 : 10m <sup>3</sup> /min 초과 20m <sup>3</sup> /min 이하)	55
	탈취효율 기준치(%)	60	소음기준치(유량 : 5m <sup>3</sup> /min 초과 10m <sup>3</sup> /min 이하)	50
	오존발생량 기준치(ppm)	0.05	소음기준치(유량 : 5m <sup>3</sup> /min 이하)	45

자료 : <http://www.kaca.or.kr/mark/ca.asp>, 한국공기청정협회/연구조합

〈표 4-18〉 공기청정기 사용방법

구분	내용
하루 30분 이상 환기	가정에서 환기는 필수, 최소한 하루에 30분 이상
청소할 때에는 공기청정기를 off	청소 시 과도한 이물질이 흡입하게 되어 필터의 수명이 단축
요리할 때는 환기 후 사용	요리 중 나오는 기름성분은 필터를 막아 필터수명을 단축시키고 오염시키는 등의 역효과를 초래하기 때문에, 환기를 통해 기름성분을 제거한 후 공기청정기로 잔여 냄새를 제거
필터교체와 청소는 꼭	바깥부터 순서대로 프리필터(세척 혹은 교체 2~4주), 미디엄필터(2~3개월) 교체, 탈취(냄새, 카본 등) 필터의 경우 6개월에 한 번, HEPA필터의 경우 적어도 1년에 한 번씩 교체하는 것이 좋고, 필터 교체 시 공기청정기의 내부도 함께 청소해주는 것이 좋음
잘 때도 꺼 놓지 말고, 단 잠자는 위치에서는 거리를 두고	취침 시에는 정음(취침)운전으로 작동하면 쾌적하고 편안한 수면분위기를 유지할 수 있으며, 잠자는 위치에서 1m 이상 거리를 두는 것이 좋음
시간대별로 사용 장소를 이동	공기청정기를 한 곳에 붙박이로 설치하는 것보다 시간대별로 사용 장소를 옮기면 1대로 3대의 효과를 얻을 수 있으며, 낮에는 주로 거실, 저녁은 공부방, 밤은 침실, 컴퓨터 사용 시에는 컴퓨터 방에서 사용하면 냄새나 먼지를 제거할 수 있음
공기청정기 흡입구는 가전제품 쪽으로	TV 등 전기가 흐르는 전자제품이나 그 주위에 미세먼지 등이 많으므로, 공기청정기 흡입구가 가급적 전자제품 쪽으로 향하도록 함
먼지나 꽃가루를 제거할 때에는 바닥에서 사용	먼지나 꽃가루 등은 천천히 낙하하는 성질이 있으므로 낮은 위치에 설치하여 하루 종일 작동하는 것이 효과적임
담배연기를 없앨 땐 높은 위치에서 사용	담배연기는 수직으로 상승하므로 벽걸이 또는 높은 위치에 설치해서 사용하는 것이 좋음

자료 : [http://airclean.kaca.or.kr/02/02\\_01.htm](http://airclean.kaca.or.kr/02/02_01.htm), 공기청정기정보센터

## 5. 친환경 생활용품

환경표지를 부여받은 녹색제품은 2012년 11월 기준으로 9,148개 제품이 있으며, 사무용기기 및 용품, 전자제품, 주택건축자재, 개인용품 및 가정용품 등 다양한 제품군을 포함하고 있다. 소비자들은 실내공기질 개선을 위하여 친환경 인증을 얻은 녹색제품을 선택하려는 실천이 중요하며, 정부차원에서도 녹색제품의 생산 및 소비문화 확산을 위한 지속적인 지원과 홍보 강화가 필요하다. 또한, 기술의 발전 등의 진행정도를 신속히 파악하여, 환경인증기준의 강화 및 보완도 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

최근에는 다양한 세정제, 살충제, 방향제, 화장품 등 가정 생활용품들이 위생 증진 또는 심미적 효과의 목적으로 많이 사용되고 있으나, 각 제품에 사용되는 성분들의 안전검사들이 체계적으로 진행되고 있지는 않다. 따라서, 시민들은 친환경 인증 제품 및 천연재료를 이용하려는 적극적 실천으로 생활공간의 실내 공기질 악화를 방지하고 적극적으로 대처해야 할 것이다.

3장의 시민설문결과에서 실내공기질 개선을 위하여 많은 시민이 방향제를 사용하는 것으로 나타났다. 하지만, 2006년 미국 버클리 캘리포니아 대학의 존 밤스 박사팀은 방향제 물질 중 파라디클로로벤젠이 공기와 접촉하면 새집증후군을 일으키는 휘발성 유기화합물을 만들어내므로 방향제에 자주 노출될 경우 호흡기질환에 걸릴 위험이 크다고 보고한 바 있다. 또한, 국내외의 연구 결과에서도 방향제에 프탈레이트를 비롯해 발암물질인 포름알데히드 등의 유해물질이 들어 있다고 보고하고 있다(보도자료 시사저널, 2011.11.16).

방향제에 함유되어 있는 화학물질은 방향제의 종류와 제조 회사에 따라 차이가 많은 것으로 보고되고 있다. Kwon and Jo(2007)가 조사한 국내 시판 방향제에는 리모넨, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌 등 유해물질이 함유되어 있는 것으로 나타났다(조완근 외, 2009).

그러므로 화학방향제에 대한 사용은 되도록이면 자제하고 사용 시에는 적절한 환기를 반드시 병행해야 한다. 꼭 필요할 경우에는 친환경제품(환경인증마크) 인증을 얻은 제품을 사용하거나 천연방향제를 이용하는 등 시민들의 화학방향제에 대한 유해성 인식과 적절한 대처가 필요하다.

## 제5장 저소득층 주택의 실내공기질

제1절 서울시 저소득층 가구의 주택 특성

제2절 저소득층 주택 대상 사업 현황

제3절 저소득층 주택의 실내공기질 문제  
및 개선 방향

## 제 5 장

# 저소득층 주택의 실내공기질

### 제1절 서울시 저소득층 가구의 주택 특성

2009년 국토연구원이 수행한 ‘저소득·서민의 주거안전망 구축을 위한 기초 연구’의 내용을 토대로 서울시 저소득층 가구의 주택 특성을 정리하였다(진정수 외, 2009).

해당연구는 2008년 주거실태조사 자료를 이용하여 전국일반가구의 소득을 10분위로 구분하여 소득계층별, 지역별 주거실태를 분석하였다. 가구 월소득이 소득 1~2분위는 93만원 이하, 소득 3~4분위는 93만원 초과~179만원 이하, 5~6분위는 179만원 초과~250만원 이하, 7~10분위는 250만원 초과인 가구를 의미한다. 소득 4분위 이하의 계층을 저소득층으로 명명하고 있다.

<표 5-1>과 <표 5-2>에서 볼 수 있는 것처럼 소득분위가 올라갈수록 가구원수가 많아지며 가구주의 연령도 낮아짐을 알 수 있다. 저소득층 가구(4분위 이하)의 가구원수는 평균 2.1명 수준이며, 가구주의 평균연령은 55.5세로 조사되었다.

〈표 5-1〉 서울시 소득계층별 가구원수 - 2008년 기준

(단위 : %, 명)

구분	1인 가구	2인 가구	3인 가구	4인 가구	5인 가구	6인 이상가구	계	평균 가구원수
1~2분위	47.9	34.8	10.6	5.0	1.6	0.0	100	1.8
3~4분위	26.8	34.6	21.2	12.4	3.7	1.2	100	2.4
5~6분위	16.7	19.6	29.6	28.4	4.9	0.9	100	2.9
7~10분위	4.6	11.6	27.4	44.2	9.8	2.5	100	3.5
4분위 이하	35.3	34.7	17.0	9.5	2.8	0.7	100	2.1
6분위 이하	26.6	27.7	22.9	18.3	3.8	0.8	100	2.5
소계	15.1	19.4	25.0	31.8	7.0	1.8	100	3.0

자료 : 진정수 외, 저소득서민의 주거안정망 구축을 위한 기초연구, 국토연구원, 2009

〈표 5-2〉 서울시 소득계층별 가구주 연령 - 2008년 기준

(단위 : %, 세)

구분	40세 미만	10세~ 49세	50세~ 59세	60세~ 64세	65세~ 69세	70세 이상	계	평균 가구주 연령
1~2분위	14.1	7.3	13.2	8.8	17.8	38.8	100	61.2
3~4분위	29.0	14.0	18.3	11.4	10.2	17.1	100	51.7
5~6분위	39.6	26.5	15.2	7.7	5.5	5.5	100	45.5
7~10분위	30.2	36.8	21.4	5.2	3.1	3.2	100	45.9
4분위 이하	23.0	11.3	16.3	10.4	13.2	25.8	100	55.5
6분위 이하	30.7	18.4	15.8	9.1	9.6	16.4	100	50.8
소계	30.1	27.6	18.9	7.2	6.4	9.7	100	48.5

자료 : 진정수 외, 저소득서민의 주거안정망 구축을 위한 기초연구, 국토연구원, 2009

소득계층별 주택유형 및 점유형태를 보면, 고소득분위인 7~10분위에서만 아파트 거주비율이 51.1%, 자가비율이 53.9%로 높게 나타났다. 반면, 저소득층의 주요 주택유형은 단독주택(56%, 다가구 단독 포함)이며 자가비율은 33.6%로 조사되었다(<표 5-3>, <표 5-4> 참조).

〈표 5-3〉 서울시 소득계층별 주택유형 - 2008년 기준

(단위 : %)

구분	단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비거주용 건물내 주택	주택이외의 거처	계
1~2분위	50.5	28.2	3.1	11.7	0.5	6.0	100
3~4분위	59.7	20.8	3.2	11.6	0.1	4.5	100
5~6분위	53.1	24.6	5.3	12.6	1.2	3.1	100
7~10분위	29.9	51.1	4.1	12.7	0.4	1.8	100
4분위 이하	56.0	23.7	3.2	11.7	0.3	5.1	100
6분위 이하	54.7	24.2	4.2	12.1	0.7	4.2	100
소계	41.7	38.3	4.2	12.4	0.5	2.9	100

자료 : 진정수 외, 저소득서민의 주거안정망 구축을 위한 기초연구, 국토연구원, 2009

〈표 5-4〉 서울시 소득계층별 점유형태 - 2008년 기준

(단위 : %)

구분	자가	전세	보증부월세	월세	사글세	무상	계
1~2분위	32.4	25.4	35.6	3.3	0.0	3.3	100
3~4분위	34.4	24.8	36.5	2.6	0.6	1.2	100
5~6분위	34.2	39.1	22.8	1.9	0.0	1.9	100
7~10분위	53.9	36.2	8.1	0.3	0.4	1.1	100
4분위 이하	33.6	25.1	36.1	2.9	0.4	2.0	100
6분위 이하	33.9	31.6	29.9	2.4	0.2	2.0	100
소계	44.9	33.5	18.3	1.3	0.4	1.5	100

자료 : 진정수 외, 저소득서민의 주거안정망 구축을 위한 기초연구, 국토연구원, 2009

서울시의 평균 주택사용면적은 소득분위가 올라갈수록 넓은 것으로 나타났고, 저소득층의 평균면적은 50.2㎡로 조사되었다. 1인당 주거면적은 저소득계층이 5~10분위 계층의 1인당 주거면적보다 넓게 나타났다. 이는 저소득계층에 속하면서 가구원수가 줄어드는 경향을 보이는 노인가구 때문인 것으로 분석되고 있다.

〈표 5-5〉 서울시 소득계층별 평균 주택사용면적 및 1인당 주거면적 - 2008년 기준

구분	사용면적(m <sup>2</sup> )	1인당 주거면적(m <sup>2</sup> )
1~2분위	46.7	30.4
3~4분위	52.7	26.5
5~6분위	58.8	24.2
7~10분위	79.1	24.4
4분위 이하	50.2	28.1
6분위 이하	54.1	26.3
소계	67.5	25.3

자료 : 진정수 외, 저소득서민의 주거안정망 구축을 위한 기초연구, 국토연구원, 2009

주택노후도를 나타내는 지표인 주택건축연도를 분석한 결과, 소득분위가 낮을수록 오래된 주택에 거주하는 비율이 높았다. 서울시 저소득층 주택의 건축연도는 1980년대~1990년대 분포가 많았고, 5~10분위 주택은 1990년대~2000년대 분포도가 높게 나타났다.

〈표 5-6〉 서울시 소득계층별 주택건축연도 - 2008년 기준

(단위 : %)

구분	2000년대	1990년대	1980년대	1970년대	1960년대	1959년 이전	계
1~2분위	15.2	45.9	28.7	7.8	1.0	1.3	100
3~4분위	25.3	40.0	27.6	4.8	1.7	0.7	100
5~6분위	31.8	35.4	24.3	7.2	1.0	0.3	100
7~10분위	32.7	34.6	28.0	4.2	0.1	0.2	100
4분위 이하	21.1	42.5	28.1	6.0	1.4	0.9	100
6분위 이하	26.2	39.1	26.3	6.6	1.2	0.6	100
소계	30.7	36.2	26.9	5.2	0.6	0.4	100

자료 : 진정수 외, 저소득서민의 주거안정망 구축을 위한 기초연구, 국토연구원, 2009

2010년 국토연구원이 수행한 저소득층의 주거실태에 대한 한국복지패널 분석에서는 일반가구에 비하여 저소득층이 지하나 반지하에 거주하는 비율이 상대적으로 높다고 보고하고 있다(이수욱 외, 2010).

2005년 대한주택공사가 수행한 ‘지하주거공간의 주거환경과 거주민 실태에 관한 연구’ 보고서는 지하에 거주하는 84.2%의 소득수준이 월평균 200만원 이하로 도시근로자의 평균소득보다 낮음을 보여준다. 또한, 지하주택은 단독 및

다가구주택(51.7%)이 많으며, 월세(44.9%)와 전세(42.8%)의 점유유형이 대부분이다. 주거면적은 48.7%가 36~50 m<sup>2</sup>로 협소하며, 장마 시 침수피해, 환기 및 채광을 주요한 환경적 문제로 지적하고 있다.

서울시 저소득층 가구의 주택 특성을 종합하면, 서울시의 저소득층 가구는 건축연식이 오래된 노후주택, 아파트보다 단독주택에 거주하는 비율이 높다. 저소득층 가구주의 평균연령도 고소득층보다 높으며, 주택사용면적은 가장 낮게 나타났다. 더불어, 지하/반지하 주택은 일반적으로 저소득층이 거주하는 비율이 높게 조사되었다.

## 제2절 저소득층 주택 대상 사업 현황

### 1. 서울시 집수리사업(서울시 주택정책실)

서울시의 저소득층 대상 주거복지 정책에는 주택마우처제도 및 전세자금 융자 알선 등 금융지원책 외에 주거환경 개선을 위한 집수리사업이 있다. 2009년 소외 저소득층에 대한 주거환경 개선차원에서 시작된 집수리사업은 2011년까지 6,850가구에 총 60억원의 예산이 투입되었다(서울시 보도자료, 2012. 6.29).

서울형 집수리사업은 2009년 공무원과 시민단체의 자원봉사로 저소득층 임차가구를 대상으로 이루어졌고, 2010년부터는 저소득가구의 주거복지 및 고용 창출 유도를 목적으로 공무원과 시민단체, 민간단체(고난이도 작업)가 참여하는 방식으로 시행되고 있다. 수리내용은 가구 1호당 100만원 이내의 지원을 통한 도배, 장판 위주의 개선이 주를 이루었다.

2012년 6월에는 서울시가 기존의 관주도형 1호당 100만원 지원 방식에서 민관협력형(서울시가 35%, 민간기업 65% 지원)의 300만원 지원 방식으로 집수리사업의 확대 계획을 발표한 바 있다. 새로운 서울형 집수리사업은 기존 도배,

장관 위주의 개선 수준을 벗어나 단열보강에 초점을 맞추어 난방비 절감을 유도하겠다는 계획이다.

〈표 5-7〉 서울시 집수리사업대상 및 사업내용

대상	사업 내용	
수급자 및 차상위 계층 등	2009년 ~ 2011년 (관주도형)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100만원 이내(시민단체, 공무원이 수리하는 경우, 90만원 이내)</li> <li>- 주거에 필요한 13개 표준공정(도배, 장판, 단열(벽), 도어, 방수, 사시, 처마, 싱크대, 위생기구(세면대, 양변기), 천장 벽공사, 타일(화장실, 주방), 페인트, 전기 및 기타사항(경미한 수리))</li> <li>- 수리제외시설 : 보일러 등(한국에너지재단에서 실시 중인 공정)</li> </ul>
	2012년~ (민관협력형)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시와 기업의 비용 공동 부담으로 1호당 100만원에서 300만원으로 상향</li> <li>- 단순 도배·장판 위주 개선 → '단열 보강'에 초점 맞춰 난방비 절감</li> </ul>

## 2. BRP사업(서울시 기후환경본부)

서울시는 전국 최초로 기존 에너지다소비 건물에 한정되어 있던 건물에너지 효율화사업(BRP) 범위를 2012년부터 저소득층 주택 등 모든 유형의 건물로 확대할 계획을 밝힌 바 있다(서울시 보도자료, 2012.2.16).

특히 저소득층 등 모든 시민이 사업에 쉽게 참여할 수 있도록 융자신청 시 담보여력이 없는 주택소유자에 대한 대출 부적합문제를 해소하고자 서울보증보험(주)과 협약을 체결해 무담보 신용보증이 가능하도록 개선하였다. 주택에너지효율화사업 대상은 주택의 단열 부문과 전력 부문에 대한 보강·개선으로, 단열재·창호·문 단열 등 단열 보강으로 난방비 절감과 고효율보일러 및 고효율 LED 조명 교체 등으로 전력비 절약을 지향하고 있다. 이러한 에너지 절약시설 개선 및 설치 시 사업비의 80%까지 가구당 최대 500만원을 융자 지원할 계획이다.

### 3. 한국에너지재단(지식경제부)

한국에너지재단은 2007년부터 국민기초생활수급가구 및 차상위계층을 대상으로 단열·창호공사와 고효율 기기 지원을 통한 에너지효율 개선으로 저소득층의 에너지구입비용을 줄여 에너지빈곤층 해소를 위한 사업을 진행하고 있다.

단열, 창호교체 등 지원가구의 난방효율 제고를 위한 단열 강화 중심의 주택 개보수사업과 지원가구의 에너지 구입비용 절감을 위한 고효율 난방용품 및 가전제품 등의 물품지원사업을 시행하고 있다.

〈표 5-8〉 한국에너지재단의 저소득층 에너지효율개선사업관련 사업실적(서울시 가구 대상)

연도	가구수	시공지원	물품지원
2007	3,641	단열, 창호, 바닥공사	보일러, 난방필름, 난방매트, 커튼, 기타
2008	5,720	단열, 창호, 바닥공사	보일러, 난방매트
2009	6,273	단열, 창호, 바닥, 전기공사	보일러, 난방매트, 가스레인지, 전기온수기
2010	4,172	단열, 창호, 바닥공사	보일러, 난방매트, 냉장고, 가스레인지
2011	3,023	단열, 창호, 바닥공사	보일러, 냉장고

자료 : 한국에너지재단 홈페이지, <http://www.energylove.or.kr/>

### 제3절 저소득층 주택의 실내공기질 문제 및 개선 방향

앞서 정리한 바와 같이, 저소득층이 많이 거주하는 주택은 건축연식이 오래된 소규모의 노후주택이고, 주택유형으로는 아파트보다 단독 및 다가구주택이 많다. 특히, 다가구 주택 및 다세대주택에 많이 분포한 지하/반지하 주택은 저소득층 가구가 거주하는 비율이 상대적으로 커서 저소득층의 주택유형으로 볼 수 있다.

저소득층 주택의 실내공기질 문제를 저소득층 가구의 주택유형과 3장에서 조사한 주택유형별 실내공기질 특성 및 관리행태와 연계하여 정리하면 다음과 같다.

- 단독, 다세대/연립주택, 특히 지하/반지하주택에서의 오염물질의 농도는 건축자재에서 주로 배출되는 포름알데히드를 제외하고 전반적으로 아파트보다 높게 조사되어, 저소득층 주택의 실내오염물질 농도가 평균소득층 주택보다 높을 것으로 추정됨.
- 특히, 곰팡이 농도와 환기의 주요 지표가 되는 이산화탄소의 농도가 지하/반지하 주택에서 매우 높게 나타남. 이는 충분한 환기 확보가 어려운 구조적 특징으로 지하공간에서 발생한 오염물질의 확산 및 희석이 용이하지 않기 때문에 거주민의 건강에 악영향이 우려됨.
- 지하/반지하 및 소규모 주택 거주자의 주택 실내공기질 만족도 및 자연환기를 위한 문의 적정성에 대한 평가도 부정적으로 나타남.

이러한 저소득층 주택의 실내공기질 특성으로부터 저소득층 주택의 실내공기질이 평균소득층 주택보다 더욱 열악하며, 이에 대한 중요한 원인 중 하나는 실내공기질 개선에 가장 기본적 수단인 적절한 자연환기를 위한 구조가 갖추어지지 않은 것을 들 수 있다.

하지만 서울시, 중앙정부, 민간차원에서 적극적으로 추진하고 있는 저소득층 대상의 집수리사업은 대부분 단열, 창호교체 등 지원가구의 난방효율 제고를 위한 단열 강화에 초점을 맞추어 진행되고 있다. 이렇듯 창호, 문 단열 등 외부로부터 공기 침투를 막아 에너지 절약을 유도하는 단열 중심의 집수리사업은 주택의 환기량을 감소시켜 그렇지 않아도 열악한 저소득층 주택 실내공기질 문제를 더욱 악화시킬 수 있다.

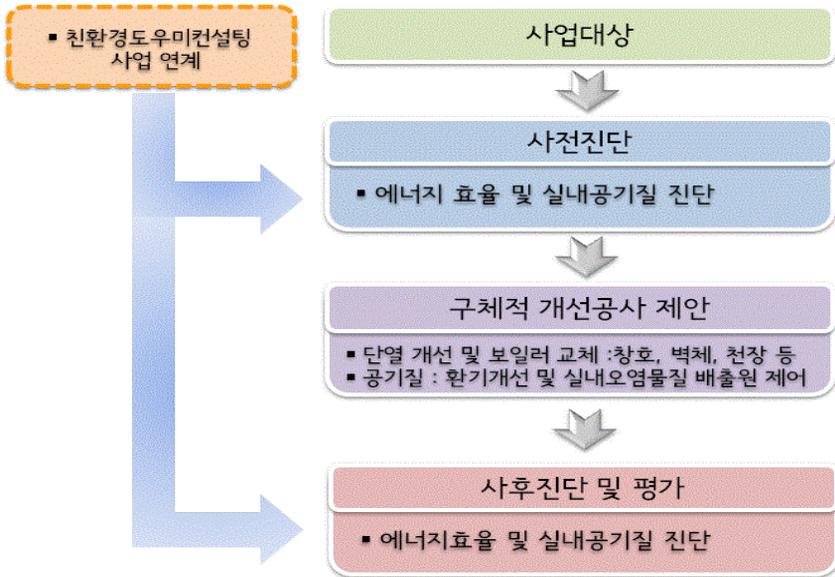
그러므로 향후 서울시, 중앙정부, 민간단체 등에서 진행하는 저소득층 집수리사업은 실내공기질에 대한 부분을 반드시 고려하여, 2차적 환경피해가 발생하지 않도록 해야 할 것이다.

저소득층 주택의 실내공기질을 개선하기 위해서는 장기적으로는 가장 문제가 되는 지하/반지하 주택의 공급은 허용하지 않되, 기존의 지하/반지하주택은 단계적으로 그 수요를 줄여나가려는 노력이 필요할 것으로 보인다.

중·단기적으로는 서울시 등에서 지원하여 진행하고 있는 집수리사업이 에너지절감과 실내공기질 개선을 모두 포함할 수 있도록 새로운 사업계획 및 체계를 마련해야 할 것이다.

국내의 환경 및 상황에 적절한 체계 및 방법을 구체화하기 위하여, 미국의 주택 단열개선사업(WAP)을 벤치마킹할 필요가 있다. 미국의 WAP는 단열 중심의 개보수로 인한 실내공기질 악화를 포함한 환경 및 안전문제를 고려하여, 사업시행 시 검토해야 하는 안전 및 환경 가이드라인을 마련하여 적용하고 있다. 또한, 미국 DOE 스폰서하의 NASCSP는 저소득가구의 에너지, 건강 및 안전을 위한 자원의 종합적, 전략적 코디네이션 프로그램인 ‘Weatherization Plus Health’ 이니셔티브를 전개하고 있다. ‘Weatherization Plus Health’는 에너지효율과 건강한 주택에 대한 모범사례, 교육 및 기술적 지원 등을 사업참여자에게 제공하는 역할을 하고 있다.

에너지효율과 건강주택을 위한 사업의 추진체계 마련에서 환경부와 한국환경공단이 공동으로 시행하고 있는 친환경건설팅도우미사업과 집수리사업을 연계하는 것도 한 방법이 될 수 있을 것이다. <그림 5-1>과 같이 집수리사업 전에 대상 주택의 에너지뿐 아니라 실내공기질을 진단하여 에너지와 실내공기질이 모두 개선되는 방향으로 공사가 계획될 수 있도록 설계하고 사업 후에도 에너지와 실내공기질에 대한 평가를 진행하는 것이다. 이의 실현을 위해서는 친환경도우미의 전문성 확보가 필수적이므로, 전문가 양성 등을 위한 교육·훈련 프로그램 개발도 병행되어야 하는 등 다양하고 보다 면밀한 준비과정이 필요하다.



〈그림 5-1〉 실내공기질과 에너지효율을 고려한 집수리사업의 전개 방향(예시)

이러한 방향으로 저소득층의 집수리사업을 전개하는 것이 저소득층 주택의 에너지 소비절감 및 효율화 증진뿐 아니라 실내공기질 개선을 유도할 수 있어 저소득층 거주자의 건강 및 환경복지에 기여할 것으로 판단된다.

# 제 6 장 주택 실내공기질 개선을 위한 제언

제1절 주택 실내공기질 개선의 기본 방향

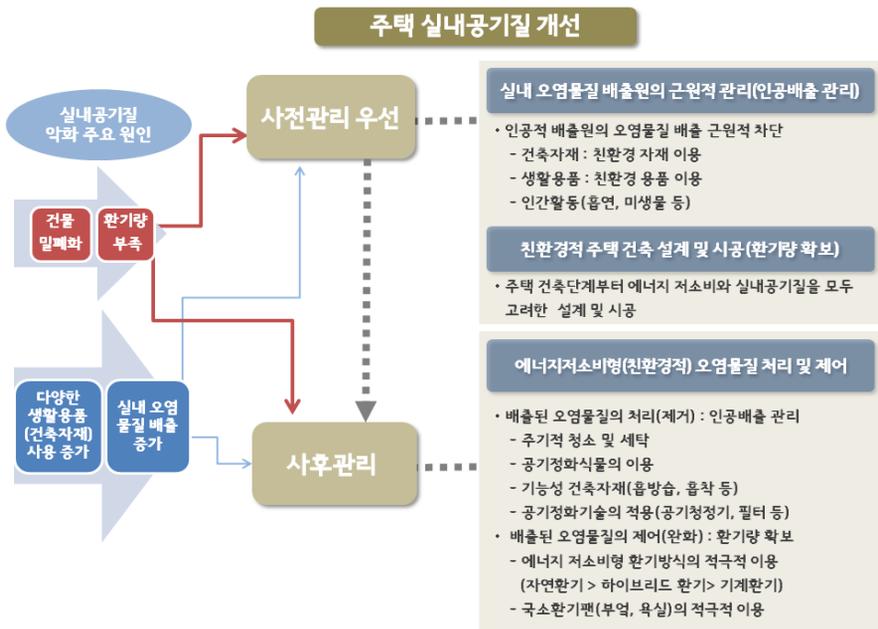
제2절 주택 실내공기질 개선 방안

# 제 6 장

## 주택 실내공기질 개선을 위한 제언

### 제1절 주택 실내공기질 개선의 기본 방향

- 실내공기질 악화 주요 요인의 사전관리를 우선적으로 추진
  - 환경문제의 가장 근원적·효율적 관리 방법은 발생원 자체의 사전 차단 및 관리를 통한 저감
  - 실내공기질 악화의 주요 요인은 건물의 밀폐화로 인한 환기량 부족과 건축 자재 및 생활용품 사용 증가에 따른 실내오염물질 배출(인공적 배출) 증가
  - 환기량 확보 : 주택 건축(신축) 단계에서 환기와 에너지 측면을 모두 고려한 친환경적 설계 및 시공
  - 인공적 오염물질 배출관리 : 건축자재 및 생활용품 사용 증가에 따른 오염물질 배출 증가는 친환경 제품의 선택 및 이용으로 근원적 관리
- 배출된 오염물질의 친환경적 사후관리
  - 실내오염물질 배출원의 사전관리가 불가능한 경우, 배출된 오염물질 관리는 친환경적(에너지 저소비) 방법을 우선적으로 채택하여 제거 및 완화
  - 환기량 확보 : 에너지 저소비형 환기방식의 적극 실천으로 충분한 환기량을 확보하여 배출된 오염물질의 완화
  - 인공적 오염물질 배출관리 : 청소 및 세탁, 공기정화식물, 친환경적 공기정화기술 등의 적용으로 제거



〈그림 6-1〉 주택 실내공기질 개선의 기본방향

## 제2절 주택 실내공기질 개선 방안

- 앞서 제시된 실내공기질 개선 기본방향을 고려하고, 이 연구에서 조사된 주택 실내공기질 관리의 문제점, 해외 사례 및 기술현황 등을 토대로 주택의 신축 및 거주단계로 구분하여 문제점과 개선 방향을 제안함.
- 또한, 평균소득층 주택보다 열악한 저소득층 주택의 실내공기질 개선을 위한 정부차원의 관리 방향도 제안함.

### 주택 건축(신축) 단계의 개선방향

- 사전 관리적 차원에서 주택 신축단계에는 정부의 강력한 법적 규제 및 지원 제도의 도입 필요

○ 법 및 제도의 개선 : 중앙정부

— 장기적 방안 : 유해물질 사용에 대하여 EU의 REACH 규칙과 같은 강력한 제도를 도입하여, 유해한 화학물질을 함유한 제품의 제조 및 사용을 근원적으로 차단 필요(신축+거주 단계 모두 적용)

- 국내에는 4만여 종의 화학물질이 유통되고 있으나 이 중 90%는 물질 정보조차 생산되지 않는 실정임. 매년 400여 종 이상의 화학물질이 새로이 국내시장에 진입되고 있으며 화학물질의 사용도 꾸준히 증가(박종원 외, 2011)
- 이러한 화학물질들은 건축자재뿐 아니라 표백제, 살충제, 세정제, 방향제, 화장품, 문구류, 완구류 등 다양한 생활용품에 사용되고 있으나 현행 ‘유해화학 물질 관리법’으로는 체계적 및 객관적 화학물질의 안전성 및 유해성 평가는 어려운 실정
- 화학물질에 대한 가장 강력한 규제제도인 EU의 REACH규칙을 벤치마킹한 ‘화평법’을 신속히 도입하여 실내공기질의 주요 오염원인 유해화학물질의 사용 및 유통을 근원적으로 차단

— 중·단기적 방안

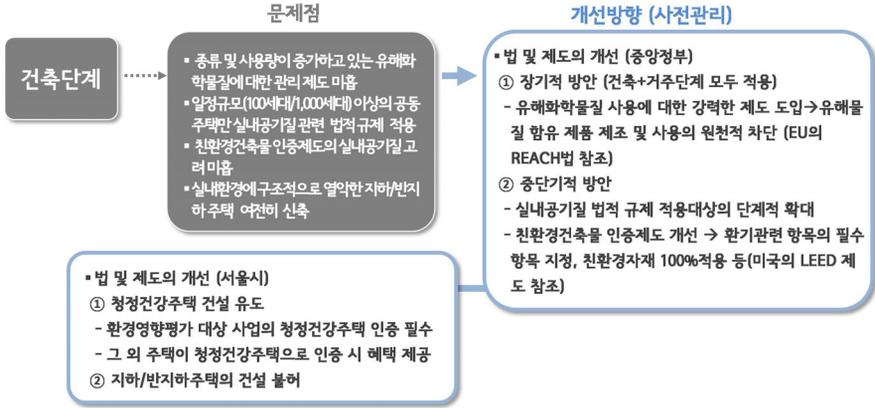
- 현재의 100세대/1,000세대 이상의 신축 및 리모델링되는 공동주택에만 적용되는 청정건강주택 건설기준 등 실내공기질 관련 규제의 적용대상을 단계적으로 확대
- 친환경 건축물 인증제도의 개선 : 환기관련 항목의 필수항목 지정, 친환경자재의 100% 적용 등 미국의 LEED제도를 벤치마킹하여 보다 효과적인 실내공기질 개선 도모

○ 법 및 제도의 개선 : 서울시

— 청정건강주택 건설 유도

- 서울시 환경영향평가 대상사업은 청정건강주택 인증 획득을 필수로 지정
- 그 외 주택이 청정건강주택으로 인증 시 혜택 부여 방안 강구

— 적절한 환기량 확보가 구조적으로 열악한 지하/반지하주택 신축 불허



〈그림 6-2〉 건축단계의 주택 실내공기질 개선방향

## 주택 거주(사용) 단계의 개선방향

○ 법 및 제도의 개선 : 중앙정부

- 장기적 방안 : EU의 REACH 규칙과 같은 강력한 제도 도입으로 유해한 화학물질을 함유한 제품의 제조 및 유통을 규제하고, 생활 속 유해화학물질 사용의 원천적 차단(건축+거주단계 모두 적용)
- 중 · 단기적 방안 1 : 친환경제품 인증제도의 활성화
  - 인증기준의 지속적 강화와 인증제품 품목의 확대 필요
  - 시민설문 조사 결과, 주택의 실내공기질 개선을 위한 친환경 건축자재 및 생활용품 구입에는 적극적 의사를 표명하고 있으나 비용적 측면이 가장 큰 걸림돌
  - 친환경 제품 사용 활성화를 위해서는 다양한 품목의 적정 가격 제품이 개발되어 유통될 수 있도록 적극적 지원 필요
- 중 · 단기적 방안 2 : 실내환경 진단 전문가 양성제도 및 활용방안 마련
  - 주택별 주변 환경 및 건물 구조 등 실내공기질 관련 여건이 다르므로, 획일적 실내공기질 관리 방법의 실천은 때로는 실내공기질 개선에는 효과가 미미하거나 오히려 악화시키는 부작용 초래 가능

- 따라서, 각 공간의 특성을 종합적, 전문적으로 분석하여 해당 공간의 실내환경 개선을 위한 방안을 컨설팅할 수 있는 전문가 양성 필요
- 또한, 실내환경 진단 전문가는 실내공기질뿐 아니라 소음, 안전 등 실내환경 전반을 진단하여 건강하고 안전한 실내환경 조성을 제안토록 영역을 확대
- 단기적으로는 환경부의 친환경도우미의 전문성을 강화하고 확대하는 방법을 강구함. 특히 환경 및 건설 관련 전공자(주부, 은퇴자)의 일자리 창출 도모

-교육 및 홍보의 강화 : 중앙정부 + 서울시

- 실내공기질 악화 원인 및 개선방법의 정확한 전달을 위한 시민 교육 방안 강구

-적극적 환기실천을 위한 ‘CO<sub>2</sub> 알람기’ 보급 사업 전개로 홍보 및 교육

-실내환경 진단 서비스 사업 확대 : 환경부의 친환경도우미 컨설팅사업의 확대 시행으로 맞춤형 실내공기질 개선방안 제공 및 교육

- 저소득층 주택을 시작으로 일반가구로 확대

○시민의 적극적 참여 및 실천

-실내공기질 관리 매뉴얼의 적극 활용

-적극적 환기 및 청소 실천

- 1일 3회 30분 이상의 자연환기 실천(환경부 권장)
- 자연환기가 어려운 환경(외부 오염 상황 열악 등)에서는 기계환기 설비의 적극적 활용 및 관리
- 특히, 부엌, 욕실의 국소환기팬도 적극적으로 이용 및 청소

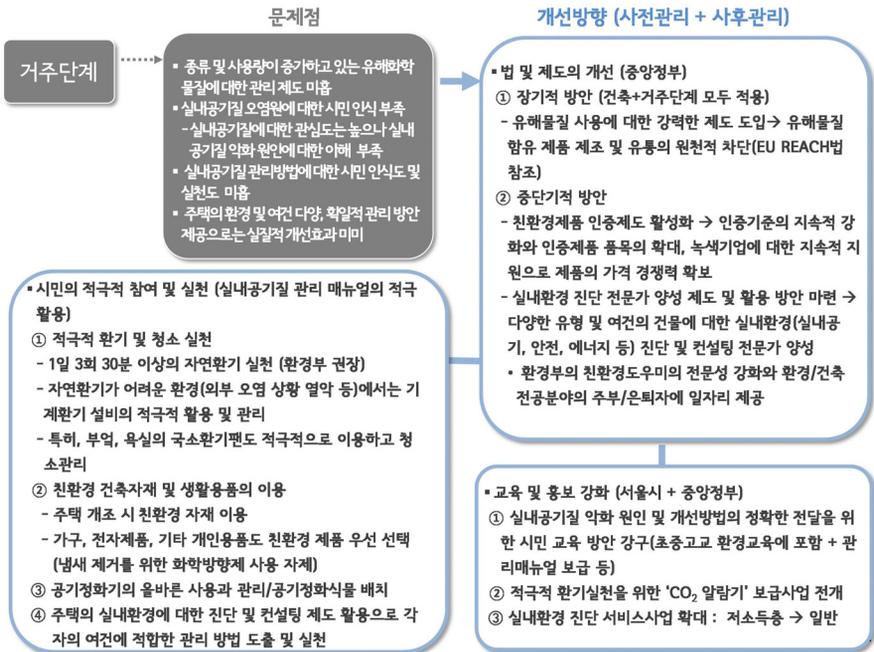
-친환경 건축자재 및 생활용품의 이용

- 주택 개조 시 친환경 자재를 이용
- 가구, 전자제품, 기타 개인용품에 대해서도 친환경 제품을 우선적으로 선택(냄새 제거를 위한 화학방향제 사용은 자제)

—공기정화기의 올바른 사용과 관리/공기정화식물 배치

- 특히, 미세먼지 문제가 심각한 주택에서는 품질이 인증된 공기정화기의 사용을 고려함. 다만, 공기정화기가 모든 실내오염물질을 제거하는 것이 아니므로 환기와 병행하고, 주기적 필터교체 등의 관리로 이차적 문제 발생 방지 필요

—주택의 실내환경에 대한 진단 및 컨설팅 제도 활용으로 개개의 여건에 적합한 맞춤형 관리 방법 도출 및 실천



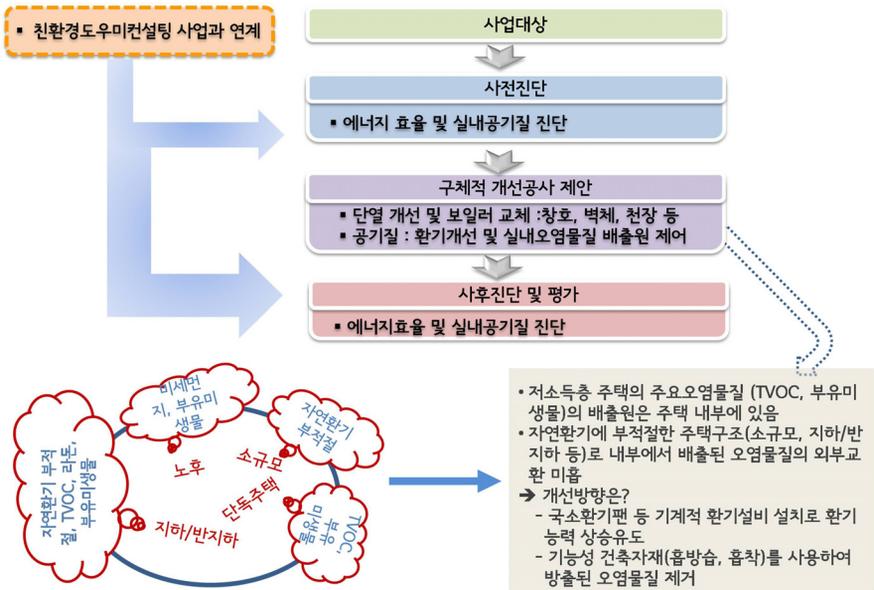
〈그림 6-3〉 거주단계의 주택 실내공기질 개선 방향

### 저소득층 주택의 실내공기질 개선을 위한 정부의 정책 및 사업 방향

○ 장기적 방안(서울시)

—가장 문제가 되는 지하/반지하주택 신축을 불허하고 기존의 주택은 단계적으로 수요를 줄여나가려는 노력 필요

- 중·단기적 방안(서울시 + 중앙정부) : 저소득층 주택 집수리사업의 방법 개선
  - 중기적으로는 미국의 주택 단열개선사업(WAP)을 벤치마킹하여, 저소득층 주택의 집수리사업 시 에너지효율과 실내공기질을 모두 고려할 수 있는 체계 및 방법으로 전환
  - 단기적으로는 환경부의 친환경도우미 컨설팅 사업과 연계하여, 실내공기질과 에너지효율의 사전 진단 후 실내공기질도 함께 개선될 수 있는 방향으로 에너지효율 개선사업의 공사 설계 유도
    - 필요환기량 확보가 미흡한 구조적 특성을 보이는 저소득층 주택에는 주방/욕실 등에 국소환기팬을 설치하여 환기량 상승을 유도
    - 흡착, 흡방습의 기능성 건축자재를 사용하여 습도문제의 개선 및 배출되는 오염물질의 제거 유도



〈그림 6-4〉 저소득층 주택의 집수리사업 방법 개선안

# 참 고 문 헌



## 참고문헌

---

- 권은경 외, 2009, “공동주택 실내 이산화질소 농도의 실외공기 및 실내발생원 기여  
율 추정”, 한국실내환경학회, 제6권, pp.48-55
- 국립환경과학원, 2009, 「공동주택 오염도 변화추이 파악을 위한 시계열조사 연구 IV」
- 국립환경과학원, 2009, 「주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(I)」
- 국토해양부, 2010, 청정건강주택 건설기준(매뉴얼)
- 국립환경과학원, 2010, 「주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(II)」
- 국립환경과학원, 2011, 「주거 공간별 실내공기질 관리 방안연구(III)」
- 국토해양부 보도자료, 2011.12, 친환경건축물 인증, 활성화 기반 마련
- 국토해양부 보도자료, 2012.10, 새로운 주거트렌드에 맞는 새로운 주택건설기준 마련
- 권오현, 2011, 「WSN(WirelessSensorNetwork)를 적용한 축열재 일체형 하이브리드  
환기시스템의 개발 및 적용성 평가」, 세종대학교
- 기획재정부 보도자료, 2012.4.2, “정부, 저소득층 창호·단열·보일러 교체 등 25만  
가구 주거 에너지효율 개선사업 지원”
- 김지애, 2004, “지하주거공간 실내공기질(IAQ)의 실태조사 연구”, 석사학위논문
- 김윤신, 2010, 「실내환경 과학특론」, 신광출판사
- 김희연, 2010, 「저소득 취약계층 건강보호방안연구」, 경기개발연구원
- 대한주택공사, 2005, 「지하주거공간의 주거환경과 거주민 실태에 관한 연구」
- 민병수, 2005, “공동주택의 실내공기질 조사 및 개선방안에 관한 연구”, 박사학위논문
- 박종원, 2010, 「생활공간의 공기질 개선을 위한 법제 연구」, 한국법제연구원
- 박종원 외, 2011, 「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(안)에 대한 입법평가 연구」,  
한국법제연구원
- 보도자료 경향신문, 2011.5.23, 친환경 건축자재 아토피 개선효과 입증

- 보도자료 시사저널, 2011.11.16, 가습기 살균제 ‘충격’ 방향제로 전이되었다
- 보도자료 한국일보, 2012.7.26, “WHO보고서 공기오염으로 600만명 사망-실내공기 관리 시급”
- 서울시 보도자료, 2010.9.24, 침수지역 반지하주택 건축 규제
- 서울시 보도자료, 2012.2.16, 전국 최초로 에너지효율화사업 주택까지 지원 확대
- 서울시 보도자료, 2012.6.29, 소외계층 집수리 사업 ‘민관협력형’ 첫 도입
- 신철웅, 2011, “공동주택의 실내공기질 개선과 에너지 절약을 위한 기계환기설비의 간헐운전 방안에 관한 연구”, 석사학위논문
- 양원호, 2008, 『실내공기질 및 위해성 관리』, 집문당
- 안태경, 2003, “건강주택을 위한 실내공기환경 수준 설정”, 한국생활환경학회지, 제10권, pp.33~40
- 윤정숙 외, 2011, 『주거 실내환경학』, 교문사
- 이미숙, 2005, “한국성인의 건강불평등: 사회계층과 지역차이를 중심으로”, 한국사회학, 39(6), pp.183~209
- 이윤재, 2010, “건강주택 실현을 위한 공동주택 거주자의 환기행태 및 환기기기 관리 특성에 관한 연구”, J. Korea Housing Association, 제21권 5호, pp.93~101
- 이현우 외 2인, 2007, “해외 친환경건축물 인증제도에 대한 비교분석 연구”, 한국건축친환경설비학회, 제1권, pp.41~49
- 이현수 외, 2009, “주택 실내공기 오염물질에 대한 실외공기 및 실내발생의 기여율”, 한국실내환경학회, 제6권, pp.259~266
- 이현우 · 최창호, 2011, “국내 친환경건축물 인증사도와 LEED의 평가항목 비교 연구-업무시설을 중심으로”, 한국태양에너지학회, 제31권, pp.78~86

- 이세행 외, 2012, “통계분석을 이용한 아파트내 휘발성유기화합물의 환경인자 분석”, 한국대기환경학회, 제28권, pp.435~445
- 이수욱 외, 2010, 「저소득층 주거안전과 내 집 마련을 위한 정책방안 연구」, 국토연구원
- 정혜미, 2009, 「다양한 실내공간에서 휘발성유기화합물과 알데히드류의 농도특성에 관한 연구」
- 조완근 외, 2009, “실내 방향제 사용에 의한 유해 가스상 오염물질 배출 산정 및 노출 평가”, J. Environ. Toxicol., 제24권 2호, pp.137~148
- 조한, 2006, “국내외 친환경건축물 인증제도 실내환경관련 부문 비교분석 및 개선안 연구”, 한국실내디자인학회논문집, 제15권 4호, pp.21~28
- 진상현, 2009, 「저소득가구의 에너지 소비실태 조사·분석」, 서울연구원
- 진정수 외, 2009, 「저소득 서민의 주거안전망 구축을 위한 기초연구」, 국토연구원
- 최창호 · 이현우, 2012, “국내 친환경건축물인증 사례에 LEED를 적용하는 방안에 관한 연구”, 한국건축친환경설비학회, 제6권, pp.114~119
- 태성호 외 2인, 2007, “실내 환경평가의 사례분석을 통한 국내외 친환경 건축물 인증제도의 비교 분석 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 제23권, pp.229-236
- 통계청, 2011, 「2010 인구주택총조사」
- 환경부, 2009, 「저탄소형 실내공기질 관리방법 연구」
- 환경부 · 국립환경과학원, 「주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼」
- 환경부 · 한국환경공단, 친환경건강도우미 컨설팅 서비스([www.greencody.kr](http://www.greencody.kr))
- 황보영 외, 2007, “신축 및 기존 공동주택에 대한 알데히드류의 실내오염농도 비교”, 한국실내환경학회, 제4권, pp.194-203

WHO, 2010, WHO Guideline for Indoor Air Quality - selected chemicals

Umwelt Bundes Amt, 2012.10, Health and Environmental Hygiene Guide values for  
indoor air quality

<http://www.epa.gov/iaq/homs/retrofits.html>

<http://www.epa.gov/indoorairplus>

<http://waptac.org/Wx-Plus-Health.aspx>

<http://www.hud.gov>(미국 주택도시개발부)

<http://www.nchh.org>

<http://www.ecoi.go.kr/portalServer/jsp/findex.jsp>(녹색제품정보시스템)

<http://www.goodhousing.or.kr/>(주택성능등급인증센터)

<http://www.kats.go.kr/>(지식경제부 기술표준원)

<http://www.kaca.or.kr/mark/ca.asp>(한국공기청정협회/연구조합)

<http://www.kaca.or.kr/>(한국공기청정협회)

<http://www.energylove.or.kr/>(한국에너지재단 홈페이지)

# 영 문 요 약

## (Abstract)



# A Study on Improvement of Indoor Air Quality in Homes

Yu-Jin Choi · Kyung-Jin Ko

While it is well established that outdoor air pollution is harmful to human health, less attention has been paid to indoor air pollution. Scientific evidences point out that various indoor air pollutants are responsible for or exacerbate respiratory diseases, allergies and certain type of cancers. Furthermore, people spend the vast majority of their time indoors, particularly at home so that the appropriate management of indoor air quality in homes is essential to live a healthy life.

The main objective of this study is to investigate ways to maintain healthy indoor air in homes. In order to achieve this goal, current regulations and policies for indoor air quality management for homes were analyzed, compared with those of foreign country, and then the improvement directions were suggested.

Also, a survey of 1,032 adults living in Seoul was carried out to assess public perception and management behavior of indoor air pollution at home. The findings indicate that most people have a great interest in indoor air quality in homes, but do not know correctly what causes indoor air pollution at homes and take active, correct actions to remove indoor air pollution. Moreover, over 40% of participants said that they have used aromatics to improve indoor air quality. Many of participants selected bad smell and stench as major sources of indoor air pollution. However, many did not realize that building materials, furniture and consumer products such as cleaning products, aromatics and air fresheners can be major sources of indoor air pollution.

From the survey results, the need for the government to provide public education programs for indoor air quality management at homes was greatly raised.

Lastly, considering that indoor air quality of homes of low-income families is worse than that of average-income families, the home characteristics of low-income families in Seoul and issues of the home repair program in which the government has been actively supporting for the well-being of low-income family were investigated. A revised approach for the home repair program was suggested in order to improve indoor air quality as well as energy efficiency in homes of low-income families.

# **Table of Contents**

## ***Chapter I Introduction***

1. Background and Objectives
2. Methodologies

## ***Chapter II Indoor Air Pollutants and Current Policies for Indoor Air Quality Management***

1. Characteristics of Indoor Air Pollutants
2. Regulation and Policy for Indoor Air Quality Management

## ***Chapter III Characteristics and Management of Indoor Air Quality in Urban Homes***

1. Characteristics of Indoor Air Quality in Urban Homes
2. Perception and Management Behavior of Indoor Air Quality in Homes

## ***Chapter IV Case Study of Foreign Countries and Technical Development***

1. Case Study of Foreign Countries' Indoor Air Quality Management
2. Technical Development to Improve Indoor Air Quality

## ***Chapter V Indoor Air Quality in Homes of Low-Income Families***

1. Characteristics of Homes of Low-Income Families
2. Public Projects for Low-Income Families
3. Issues of Indoor Air Quality in Homes of Low-Income Families

## ***Chapter VI Policy Suggestions***

1. Principles for Improvement of Indoor Air Quality in Homes
2. Improvement Policies of Indoor Air Quality in Homes

## ***References***

서울연 2012-PR-59

## 서울시 주택의 실내공기질 개선 방안

---

발행인 이창현

발행일 2013년 1월 31일

발행처 서울연구원

137-071 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1319

---

값 6,000원 ISBN 978-89-8052-942-1 93530

본 출판물의 저작권은 서울연구원에 속합니다.