

SCHOOL



# 학교환경위생관리

08 건강한 학교생활을 위한  
환경기준의 이해

## 1. 우리나라 실내공기질 관리 사례

### 1) 실내공기질 관리의 중요성

- 현대인은 주택·지하역사·어린이집 등 실내에서 보내는 시간이 많아(하루 약 80~90% 이상), 실내공기 관리가 중요
    - 오염된(VOC, 미세먼지 등) 실내공기는 새집증후군(두통·구토 등)을 유발하고, 각종 환경성 질환(아토피, 천식 등)의 원인
  - 안전·쾌적한 실내공기질을 위협하는 생활주변 유해인자 증가
    - 중국발 미세먼지, 폐암 유발물질인 라돈과 함께 실내 건축자재의 오염물질 방출(VOC 등) 등으로부터 실내오염 우려
  - 쾌적한 실내 공기질에 대한 국민욕구 증대
    - 쾌적한 실내공기 등 삶의 질에 대한 국민욕구는 큰 반면, 아토피 등 환경성 질환 환자 수는 증가 추세('09년, 766만명→'13년, 896만명, 17% 증가)
- \* 최우선 국가목표에 대한 설문조사('11, 엠브레인, 1,200명)
- 삶의 질 개선(56%), 경제 강국(22%), 민주화 성숙(17%), 통일(5%)

### 2) 국내 실내공기질 관리현황

- 현행 실내공기질 관리는 환경부, 교육부, 고용노동부, 보건복지부 등 4개 부처에서 분산관리
- (환경부) 다중이용시설(어린이집, 지하역사 등 24개 시설군), 신축공동주택 및 대중교통차량의 실내공기질 관리하고, (기타 관계부처) 교육부, 고용노동부, 보건복지부 등은 개별법에 따라 학교, 사무실, 공중이용시설 등의 실내공기질 관리



표 1 우리나라 부처별 실내공기질 관리현황

구 분	환경부	교육부	고용노동부	보건복지부
관리대상	- 다중이용시설 - 신축공동주택 - 대중교통차량	- 학교	- 사무실	- 공중이용시설 (공연장, 실내체육 시설 등)
근거법	- 실내공기질관리법	- 학교보건법	- 산업안전보건법	- 공중위생관리법
관리자 의무사항	- 공기질측정 및 관리 - 관리기준 준수 의무 - 관계자 교육 - 기타 오염물질방출건축자 재 사용금지	- 공기질측정 및 측 정결과 관리 - 관리기준 준수	- 공기질측정 및 측정결과 관리 - 관리기준 준수 - 오염물질방출 건축자재사용금지	- 관리기준 준수
관리기준	- 10개 항목 (PM10, CO <sub>2</sub> , 폼알데하이드, 총부유세균, CO, NO <sub>2</sub> , VOCs, 라돈, 석면, 오존)	- 12개 항목 (진드기 등 추가)	- 9개 항목 (라돈 제외)	- 4개 항목 (PM10, CO <sub>2</sub> , HCHO, CO)
관리방법	- 지자체 점검 - 위반시 과태료, 개선명령 등	- 학교장 자체 점검 - 위반시 시설보완 등 필요 조치	- 지도 및 권고 - 위반시 제재없음	- 지자체 점검 - 위반시 개선명령 등
미세먼지( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	100~200	100	150	150
CO(ppm)	10~25	10	25	25
CO <sub>2</sub> (ppm)	1,000	1,000	1,000	1,000
NO <sub>2</sub> (ppm)	0.05~0.3	0.05	-	-
폼알데하이드( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	100	100	120	120
총부유세균	800	800	-	-
라돈	4	148(Bq/m <sup>3</sup> )	-	-
휘발성유기화합물 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	400~1,000	400	-	-
석면(개/cc)	0.01	0.01	-	-
오존(ppm)	0.06~0.08	0.06	-	-
진드기(마리/m <sup>2</sup> )	-	100	-	-
진드기알레르겐 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	10	-	-
박하세균 (CFU/실)	-	10	-	-



① 다중이용시설등의 실내공기질 관리법(환경부)

1996년 제정된 지하생활공간 공기질관리법은 다중이 이용하는 지하역사와 지하도상가를 대상으로 7개 오염물질에 대한 기준을 설정하고 실내공기질을 관리하였다. 환경부는 2003년 5월 이 법률을 다중이용시설등의 실내공기질관리법(2004년 5월부터 시행)으로 개정하였으며, 적용대상도 종전 지하역사, 지하도상가의 2개 시설 군에서 도서관, 의료기관, 찜질방, 대규모점포 등 15개 시설 군을 추가하여 17개 시설 군으로 확대하였다. 최근(2016년 12월부터 시행) 영화관, 학원, 전시시설, PC방, 업무시설, 둘 이상의 용도 건축물, 업무시설 등 관리대상시설을 추가하여 24개 시설 군으로 확대하였다. 다음 <표 2-4>에 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 적용 대상을 나타낸다.

「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 적용 대상

시 설 명	규 모
지하역사, 대규모점포, 영화상영관(실내 상영관)	모든 시설
항만시설중 터미널	연면적 5,000㎡이상
도서관, 박물관, 미술관, 대규모점포, 업무시설	연면적 3,000㎡이상
지하도상가 여객자동차터미널, 철도역사의 대합실, 실내주차장(기계식 주차장 제외) 의료기관(입원진료병상이 100개 이상) 전시시설(옥내시설) 둘 이상의 용도에 사용되는 건축물	연면적 2,000㎡이상
공항시설 중 터미널	연면적 1,500㎡이상
노인요양시설 학원 목욕장업의 영업시설 장례식장(지하에 위치한 시설)	연면적 1,000㎡이상
보육시설	430㎡이상
찜질방	연면적1,000㎡이상
산후조리원	연면적 500㎡이상
실내공연장, 실내 체육시설	개석 및 관람석 1천석 이상
인터넷컴퓨터게임시설제공업	300㎡이상

관리오염물질도 10가지 항목으로 확대하고, 오염물질에 따라 유지기준과 권고기준으로 나누어 적용대상건물이 이 기준을 의무적으로 유지하도록 규제함으로써 실내공기질을 보다 체계적으로 관리하는 새로운 전환점을 만들었다. 다중이용시설의 소유자 등은 실내공기질 관리에 관한 교육을 환경부장관이 위탁하는 교육기관에서 받도록 의무화하고 있으며, 다중이용시설을 설치하는 자는 공기정화설비 및 일정구조·기준의 환기설비를 설치하도록 의무화하고 있다.

폼알데하이드, 총휘발성유기화합물 등의 오염물질을 기준 이상 방출하는 건축자재를 관계부처와 협의하여 고시하고, 다중이용시설에 사용하는 것을 금지하고 있으며, 다중이용시설



의 관리책임자는 유지기준 오염물질은 연 1회, 권고기준 오염물질은 2년에 1회 측정하고 그 결과를 매년 1월 31일까지 시·도지사에게 보고하도록 하고 있다.

#### ② 학교보건법(교육부)

「학교보건법」은 학교의 보건관리와 환경위생 정화에 필요한 사항을 규정하여 학생과 교직원 건강을 보호·증진함을 목적으로 하고 있는바(제1조), 학교장으로 하여금 교사(校舍) 내의 공기질 관리를 의무화하고 있다. 즉, 학교의 장은 교사(校舍) 안에서의 환기·채광·조명·온도·습도의 조절, 오염공기·석면·폐기물·소음·휘발성유기화합물·세균·먼지 등의 예방 및 처리 등 환경위생을 적절히 유지·관리하여야 하며, 교사 안에서의 환경위생 상태가 기준에 적합한지 여부를 확인하기 위하여 점검을 실시하고 그 결과를 기록·보존 및 보고하여야 한다. 또한, 점검 결과가 기준에 맞지 아니한 경우에는 시설의 보완 등 필요한 조치를 마련하여야 한다. 교육부장관이나 교육감은 환경위생을 적절 유지·관리하기 위하여 필요하다고 인정하면 관계 공무원에게 학교에 출입하여 점검을 하거나 점검 결과의 기록 등을 확인하게 할 수 있으며, 개선이 필요한 경우에는 행정적·재정적 지원을 할 수 있다(제4조). 이에 따라 이 법 시행규칙은 환기의 조절기준과 환기설비의 구조 및 설치기준을 정하고 있다. 교사 안에서의 공기의 질에 대한 유지·관리기준을 정하고 있으나 기준 위반에 대한 벌칙 규정은 두지 않고 있다.

#### ③ 산업안전보건법(고용노동부)

「산업안전보건법」은 산업안전·보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 안전과 보건을 유지·증진함을 목적으로 하고 있다(제1조). 이 법은 사업주에게 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하도록 의무화하고 있는바, 이에는 작업장의 공기질 관리에 관한 조치도 포함된다. 이 법은 사업주로 하여금 사업을 할 때 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하도록 의무화하는 한편, 구체적으로 사업주가 하여야 하는 보건상의 조치 사항을 고용노동부령으로 위임하고 있다(제24조). 이에 따른 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제3편(보건기준)에서는 허가대상 유해물질 및 석면, 금지유해물질, 소음 및 진동, 이상기압, 온도·습도, 방사선, 병원체, 분진 등 유해인자별로 구분하여, 그리고 밀폐공간 작업, 근골격근 계부담작업 등 작업의 특성별로 구분하여 근로자의 건강장해를 예방하기 위한 기준을 정하고 있다.

#### ④ 공중위생관리법(보건복지부)

「공중위생관리법」은 공중이 이용하는 영업과 시설의 위생관리등에 관한 사항을 규정함으로써 위생수준을 향상시켜 국민의 건강증진에 기여함을 목적으로 하고 있는바(제1조), 다수인이 이용하는 공중이용시설에 대한 위생관리기준을 정하고 있다.

### 3) 국내 학교 실내공기질 현황

#### ① 현황 및 문제점

□ 「학교보건법 시행규칙」에서 실내공기질 관리기준 마련·운영

- 실내공기 오염물질 12개 항목(미세먼지, 폼알데하이드 등)에 대한 관리기준을 설정, 연 1회 정기점검 및 측정결과의 기록·보존
- 특히 신축학교에 대해 오염물질 방출 건축자재 사용금지, 환기설비 설치 및 친환경 건축자재 사용 등을 규정

□ 책상, 의자 등 비품은 폼알데하이드 방출량이 적은 것을 사용토록 하고 있으나 구체



적인 관리기준은 없음

□ 책상, 의자 등 학교 비품에 대한 폼알데하이드 등 오염물질 방출량 기준 마련('16년, 「학교보건법 시행규칙」개정)

※ "책상·의자·상판 등 학교의 비품은 「산업표준화법」제12조에 따른 한국산업표준에 적합하다는 인증을 받은 제품을 사용

## ② 학교 실내공기질 측정결과

<학교 실내공기질이 현저히 개선>	
- 기존학교는 대부분의 오염물질 기준 초과율이 10% 미만('07년)	
- 신축학교의 휘발성유기화합물 기준 초과율은 3.7%('07년)	

□ 기존학교의 미세먼지, 이산화탄소, 총부유세균 기준초과율이 감소

- 이산화탄소 초과율('06: 31.7%→ '07: 10.1%)이 가장 크게 감소되었으며, 부유세균('06: 20.0%→ '07: 6.5%), 미세먼지('06: 23.5%→ '07: 11.3%) 순임

- 실내공기질 기준 강화(기준항목 확대:2종→12종, '05.11) 및 「학교 교사내 환경위생 점검기준 마련('06)」등 학교 실내공기질 관리강화에 따른 효과

표 3 기존 학교 실내공기질 측정 결과(환경부, 2005~2012)

년도	구분	이산화탄소	미세먼지	총부유세균	폼알데하이드	총휘발성 유기화합물	비고
'05	측정학교수	55					'04.06~' 05.3 실태조사
	기준초과수(%)	11(20)	0(0)	29(52.7)	15(27.3)	31(56.4)	
'06	측정학교수	2,586	2,534	2,490	2,442	915	휘발성유 기화합물 은 신축된 지 3년까 지만 측정
	기준초과수(%)	820(31.7)	596(23.5)	498(20.0)	260(10.6)	65(7.1)	
'07	측정학교수	10,015	10,016	9,854	9,944	2,809	
	기준초과수(%)	1,011(10.1)	1,133(11.3)	639(6.5)	405(4.1)	106(3.8)	
'12	측정학교수	11,680	11,658	11,674	11,673	3,358	지만 측정
	기준초과수(%)	38(0.3)	16(0.1)	16(0.1)	9(0.1)	1(0.03)	

□ 대부분의 신축학교에서 폼알데하이드와 총휘발성유기화합물 기준 만족

- '06년은 372개 신축(증.개축)학교 중 13개교(3.5%)만이 폼알데하이드 기준을 초과하였으며, '07년은 242개 신축(증.개축)학교 중 폼알데하이드는 2개교(0.8%), 총휘발성유기화합물은 9개교(3.7%)가 기준 초과

- 신축 학교에 오염물질 방출 건축자재의 사용을 금지하고 폼알데하이드 저방출 책걸상을 사용토록 권고함에 따른 효과

□ 지난 5년간('07~'12년) 학교 실내공기질은 현저히 개선되는 추세(미세먼지 기준초과율: '07년 11.3%→ '12년 0.1%)

□ 기준초과물질은 이산화탄소(0.3%), 미세먼지·총부유세균·폼알데하이드(0.1%), 총휘발성유기화합물(0.03%) 순으로 나타남('12년 기준)

## ③ 학교 실내공기질 관련 학술연구 동향

학교 교사 내 공기질은 학교시설을 대상으로 실내공기질 관련 측정과 관리 등에 관련된 연구를 살펴보고자 한다.





장현재(2012) 등은 "천장 카세트형 냉·난방기에 의해 형성되는 학교 교실의 실내 열환경 및 공기환경의 개선에 대한 연구"에서 실내 공기환경은 냉·난방기에 창문과 출입문을 닫은 상태에서 수업을 진행할 경우 이산화탄소 농도가 기준치인 1000ppm을 훨씬 상회하는 것으로 나타났으며, 각 교실의 수용인원에 맞는 환기장치의 도입이 시급성을 언급하였다.

사공준(2012) 등은 "초등학교 교실 실내공기 중 유해유기물질의 계절별 농도 변화에 관한 연구"에서 새 학기가 시작되는 3월에는 새 학습도구와 각종 교구 및 학생들의 새 옷으로 인한 교실 안에서의 공기질에 대한 유지기준인 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비하면 신축학교는 6.0배, 대조학교는 3.6배 초과하는 현상을 나타내고 있었다.

정한성(2013) 등은 "학교 교실의 실내공기질에 대한 환경성 평가 및 관리방안"에서 강원도 강릉시에 소재하고 있는 유치원·초·중·고 69개 학교를 대상으로 2012년 하절기(6월), 동절기(11월)에 측정항목을 구분하여, 총 9개 항목에 대해 학교 교실의 실내공기질을 측정하였다. 측정결과 대상 학교 중 총부유세균은 10.1% 초과 율을 보였으며, 이산화질소( $\text{NO}_2$ ) 23.2%, 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ) 5.8% 초과된 것으로 조사되었다.

김미경(2014)은 "학교 일부 건물 실내공기중 총부유세균 측정"에서 학교 시설을 대상으로 실내 공기 중 총부유세균의 농도를 알아보았다. 측정 대상 시설들은 실내 총부유세균의 유지기준 이하였으나, 유지기준이 설정되어 있는 기존의 다중이용시설과 마찬가지로 사람들의 활동량과 공기중 부유물 미생물의 농도와 연관성을 제시하고 있다.

양원호(2014)은 "학생들의 시간활동 양상 및 학교 실내공기질"에서 학교 실내공기 오염물질의 주요 발생원은 호흡 및 환기부족에 의한  $\text{CO}_2$ , 신축건물의 마감재 및 책상에서 배출되는 VOCs와 HCHO, 습기에 의한 미생물인 것으로 파악되었으며, 도로변 인접 학교에서는 실외 대기오염물질( $\text{NO}_2$ , VOCs, soot 오존 등)의 유입이 주요 노출인자이었다. 학교 교실 실내 공기질 노출에 따른 건강영향은 주로 천식 등의 호흡기 질환을 야기할 수 있는 것으로 파악되었으며, 불량한 공기질은 결석률의 증가, 학습능력 저하, 집중력감소 가능성을 나타내었다.

서지훈(2015) 등은 "서울시 일부 초등학교 교실의 건축년도에 따른 실내공기 중 휘발성유기화합물 농도 특성"에서 2000년 이전에 건축된 초등학교의 총휘발성유기화합물(TVOC) 평균농도는 211.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2011년에 건축된 초등학교 556.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 최근 3년 내 리모델링을 한 초등학교는 378.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 조사되었다.

임완철(2015)은 "교실내 공기중 이산화탄소 농도가 학습에 미치는 효과에 대한 문헌 연구"에서 환기를 하지 않는 교실에서 이산화탄소 농도가 4,000 ppm 이상 도달할 수 있으며, 이산화탄소 농도가 높은 환경에 짧은 시간 노출되더라도 학습수행능력에 영향을 받을 수 있다고 하였고, 향후 학습수행능력 증진을 위한 학교 실내환경 관리 체제 연구, 학습활동에 미치는 영향을 고려한 오염물질 지표 연구, 에너지 낭비가 적은 건물과 효과적인 교수학습의 조화를 위한 건물 설계 연구, 교사의 수업활동에 미치는 오염물질 효과 연구를 후속 연구로 제안하였다.

여특현(2015), "전남지역 일부 고등학교 실내공기질이 학생 집중도에 미치는 영향"에서 공업단지 여수지역과 시내에서 떨어진 목포지역 고등학교에 대하여 미세먼지, 이산화탄소, 폼알데하이드, 오존, 낙하세균의 상관성을 분석하였는데, 미세먼지와 이산화탄소 또는 폼알데하이드는 상관관계가 매우 낮고, 폼알데하이드와 이산화탄소는 어느 정도 상관관계가 있다고 했다.

#### 4) 실내공기질 분야 추진전략



- 민감계층(敏感階層)을 고려하는 실내 환경보건 강화
  - 실내오염에 매우 취약한 어린이, 노인, 환자 등이 이용하는 민감계층 이용시설에 대한 관리 강화
  - 민감계층 중심의 환경성질환(아토피피부염, 천식 등) 사전예방 및 관리 강화
- 사전예방적(事前豫防的).선제적 실내환경 관리
  - 새집증후군의 주된 유발요인인 건축자재 및 목질판상제품에 대한 방출시험 실시, 저급제품 사용제한 등 사전관리 강화
  - 과학기술 발전에 따라 새로이 대두되는 신규 실내오염물질에 대한 연구개발 및 관리 강화
- 과학적 증거(證據)에 기반한 환경위해성평가 관리
  - 위해성평가(유해성, 노출수준)에 따른 실내공기질 대상물질 및 관리기준 차별화
  - 실내공기질 오염에 따른 인체 및 환경영향에 대한 데이터베이스(DB) 구축 및 정보 공유
- 국민참여 실내공기질 관리체계 강화
  - 시설관리자 및 운영자 중심의 자율관리체계 강화(실내공기 우수시설 인증 등)
  - 실내공기 오염원, 건강상 영향 및 관리방안 등에 관한 국민의식 제고를 위한 교육 및 홍보 강화





## 2. 국외 실내공기질 관리 기준

### 1) 미국

미국 환경청(EPA)가 환경부(EPA)가「청정대기법」에 따라 설정한 국가대기환경기준(NAAQS)을 실내(indoor air)에도 적용

- ☐ EPA는 미세먼지(PM10, PM2.5), 이산화질소, 오존, 라돈 등에 대한 권고기준을 설정. 관리중
- ☐ 한편 냉난방공조학회(ASHRAE)는 주거용 건축물에 대한 미세먼지(PM10), 폼알데하이드 등 10가지 오염물질에 가이드라인 설정·운영

### 2) 독일

독일 환경성(Umweltbundesamt) 산하 실내공기보건위원회 및 주 보건성 워킹그룹 합동의 Ad-hoc Working group에서 권고기준 마련

- ☐ 총 11개 오염물질 및 휘발성유기화합물에 대해 가이드기준 1(guide value I: 건강상 위해성에 대한 증거 미흡) 및 가이드기준 2(guide value II: 건강상 위해성 확인)를 설정

### 3) 일본

일본의 경우 건축기준법, 빌딩위생관리법, 학교보건법 등에서 기준치를 제정하고 일반 생활 환경을 관리하고 있고 대기환경은 대기환경보전법에서 규제하고 있다.

- ☐ (다중이용시설) 3천㎡ 이상의 백화점, 학원 등 다중이용시설에 대해 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 미세먼지(PM10) 기준 설정·관리(「건축물의 위생환경 확보에 관한 법률」)

구 분	일산화탄소(CO)	이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	미세먼지(PM <sub>10</sub> )
기 준	10ppm	1,000ppm	150μg/㎥

- ☐ (학교) 환경위생기준에 따라 폼알데하이드, PM<sub>10</sub> 등 11종 오염물질에 대한 기준 설정·관리(「학교보건법」)



표 5 국외 실내공기오염물질 기준

구 분		독일 (Umweltbundesamt)	미국		캐나다	WHO
			EPA	ASHRAE	Health Canada	
미세먼지 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM10	-	150 (24시간)	50(연간)	-	20(연간) 50(24시간)
	PM2.5	25(24시간)	35(24시간) 15(연간)	-	100(1시간) <sup>1)</sup>	10(연간) 25(24시간)
이산화탄소 (ppm)	1,000미만 (harmless)	-	-	-	-	-
	1,000~2,000 (elevated)					
	2,000초과 (unacceptable)					
폼알데하이드 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	-	120(30분)	123(1시간) 50(8시간)	100(30분)
총부유세균 (CFU/ $\text{m}^3$ )	-	-	-	-	-	-
일산화탄소 (ppm)	60(30분) 15(8시간)	-	-	9(8시간)	25(1시간) 10(24시간)	31(1시간)
이산화질소 (ppm)	0.35(30분) 0.06(1주)	-	0.1(1시간) 0.05(연간)	0.05	0.25(1시간) 0.05(24시간)	0.10(1시간) 0.02(연간)
라돈(Bq/ $\text{m}^3$ )	-	148	148	-	-	-흡연자 6.7(1/100명) 6.7(1/1,000명) -비흡연자 1,670(1/100명) 167(1/1,000명)
휘발성유기 화합물( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-TVOC 1,000 미만 (인체에 무해) 1,000~3,000 (12개월 이상 유지 되지 않도록 주의) 3,000~10,000 (1개월 이상 유지되 지 않도록 주의)) 10,000이상 (하루에 한시간 이 상 채류 자제)	-	-	300	- 벤젠 가능한 낮은 수준 - 톨루엔 15,000(8시간) 2,300(24시간)	-에틸벤젠 22,000(1년) -스티렌 260(1주) -톨루엔 260(1주)
석면(개/cc)	-	-	-	-	-	-
오존(ppm)	-	-	0.075 (8시간)	0.05 (8시간)	0.02 (8시간)	0.05 (8시간)
곰팡이 (CFU/ $\text{m}^3$ )	-	-	-	-	500 <sup>2)</sup>	(-) <sup>3)</sup>



### 3. 친환경건축물 인증제도

“친환경건축물”이라 함은 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획 설계되고 에너지와 자원절약 · 등을 통하여 환경오염부하를 최소화 함으로써 쾌적하고 건강한 거주환경을 실현한 건축물”로 정의되고 있다. 친환경건축물 개념과 연계하여 “친환경건축물 인증제도 (The System of Accrediting Green Building)”는 “건축물의 설계, 건설, 유지관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약과 환경오염 저감에 기여하는 건축물에 인증을 부여하는 제도”라고 정의할 수 있다.

#### 1) 우리나라의 친환경건축물 인증제도

##### ① 필요성

- 건축물의 건설, 사용 및 폐기과정에서 에너지와 자원의 소비, 오염물질과 폐기물의 발생 등으로 환경영향이 큼
- 건축물의 경우 철강 등 기초소재, 수도, 단열재 등 건축기자재, 전기 및 기계설비, 조경 등 연관산업에 대한 파급효과가 큰 분야임
  - ※ 건축물은 에너지소비의 3분의 1, 자원소비의 40%, CO2 배출의 50%, 폐기물배출의 20~50%를 차지
- 신도시 개발 등으로 인한 건축물의 신축과 재건축이 활발한 우리나라 현실에서 건축물의 건설과 관련하여 친환경적 요소에 대한 사전 고려가 필요함
- 기후변화문제와 관련하여 건물의 에너지 사용과 CO2배출 저감 등 환경 친화성 증진 방안에 대한 국제적 논의가 활발하게 진행중임

② 제도의 목적 : 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전 과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적성, 주변환경과의 조화 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증함으로써 친환경건축물 건설 유도·촉진하기 위하여 친환경건축물 (Green Building)인증제도(이하“인증제도”라 한다)의 운영에 필요한 세부사항을 규정함을 목적으로 한다.

##### ③ 친환경건축물 인증제도 동영상 ([http://www.ktv.go.kr/content/view?content\\_id=92304](http://www.ktv.go.kr/content/view?content_id=92304))



표 6 학교시설-친환경건축물 인증심사기준

부 문	범 주	평 가 항 목
1.토지이용	1.1 생태적가치	1.1.1 기존대지의 생태학적 가치
	1.2 토지이용	1.2.1 건폐율
	1.3 인접대지영향	1.3.1 일조권 간섭방지 대책의 타당성
2.교통	2.1 교통부하 저감	2.1.1 대중교통에의 근접성
		2.1.2 자전거 보관소 설치여부
3.에너지	3.1 에너지 소비	3.1.1 에너지 소비량 평가
	3.2 에너지 절약	3.2.1 대체에너지 이용
		3.2.2 조명 에너지절약
4.재료 및 자원	4.1 자원 절약	4.1.1 공업화공법 및 환경관련 신기술 적용
		4.1.2 화장실에서 사용되는 소비재 절약
	4.2 자원 재활용	4.2.1 지정부산물 및 기타 부산물에 대한 재활용 비율
		4.2.2 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용여부
		4.2.3 재활용 가능자원의 분리수거
		4.2.4 음식물 쓰레기 저감
		4.2.5 기존 건축물의 재사용으로 재료 및 자원의 절약
		4.2.6 기존 건축물의 재사용으로 재료 및 자원의 절약
5.수자원	5.1 수순환 체계 구축	5.1.1 우수부하 절감대책의 타당성
	5.2 수자원 절약	5.2.1 생활용 상수 절감 대책의 타당성
		5.2.2 우수 이용
		5.2.3 중수도 설치
6.환경오염	6.1 지구온난화 방지	6.1.1 이산화탄소 배출 저감
		6.1.2 오존층보호를 위한 특정물질의 사용 금지
	6.2 공기환경	6.2.1 운동장 먼지 발생 방지
7.유지관리	7.1 체계적인 현장관리	7.1.1 환경을 고려한 현장관리 계획의 합리성
	7.2 효율적인 건물관리	7.2.1 운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성
	7.3 향상된 실내환경 및 유지관리	7.3.1 보행 시에 발생하는 먼지 배출량 감소
8.생태환경	8.1 대지내 녹지 공간조성	8.1.1 연계된 녹지축 조성
		8.1.2 조경면적율
		8.1.3 자연지반녹지율
		8.1.4 생태환경을 고려한 환경녹화기법 적용여부
	8.2 생물서식공간 조성	8.2.1 수생비오톱 조성
		8.2.2 생태학습원 조성
	8.3 자연자원의 활용	8.3.1 표토재활용율



## 2) 국외 친환경건축물 인증제도

① 미국의 LEED(Leadership in Energy and environmental Design) 인증제도('05. 9월부터 운영)

- ☐ 주택, 신축건물, 학교, 상점, 다중시설 등의 친환경성평가
- ☐ 지속가능한 대지환경, 에너지절약과 대기보전, 건축자재와 자원절약 등 6개 항목 평가
- ☐ 실내공기질 관련 환기 및 모니터링시스템 설치, 화학물질 저함유자재 사용 등을 평가

② 영국의 BREEAM(Building Research Establishment Environmental Assessment Method) 인증제도(1990년 도입)

- ☐ 사무소, 학교, 주택, 공동주택, 수용소 등에 대하여 친환경성 여부를 평가하고 있으며, '08.7월부터 신축공동주택 의무화
- ☐ 지구환경과 자원(CO2 배출량 등), 주변환경 조화, 실내환경 등 4개등급으로 구분 인증
- ☐ 실내공기질과 관련 환기설비, 금연구역지정, 유해물질 저방출 자재 사용 등을 평가

③ 일본의 주택성능표시제도(2000.6월)

- ☐ "주택품질확보촉진법"에 의거하여 설계도서 단계와 시공 및 완성단계 검사 등 2종류의 건설주택성능평가서를 교부
- ☐ 공기환경 등 10개 분야 21개 항목에 대해 등급(1~4등급) 및 대책 표기
- ☐ 실내공기질과 관련 천정내장재의 폼알데하이드 발산정도, 실내공기중 화학물질 농도, 거실 및 국소환기 설비 평가



#### 4. 실내공기질 개선 사례

실내 이용자들이 노출되는 실내공기오염물질로부터의 피해를 줄이고 실내공기질 관리를 위한 방안으로 실내공기질 진단 및 개선(친환경 건축자재로의 개선, 환기설비 설치 및 보완, 청소와 살균·소독 등을)을 한 연구사례를 제시하였다. 본 자료는 환경부(2011) 「도서관 등 실내공기질 진단·개선 서비스」최종보고서를 요약하였다.

##### 1) 친환경 건축자재로의 개선

도서관·독서실의 공간특성상 가구, 교육용품 등에서 폼알데하이드와 휘발성유기화합물 오염원이 방출 될 것으로 예상되어, 친환경건축자재로 변경하여 시공하였습니다. 독서실에 친환경 건축자재로 개선한 결과 총휘발성유기화합물, 폼알데하이드 농도의 저감효과가 나타났습니다.

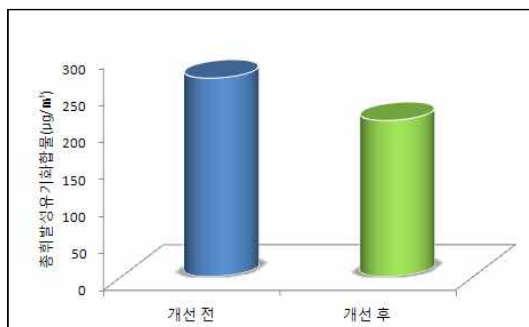


(가) 개선 전

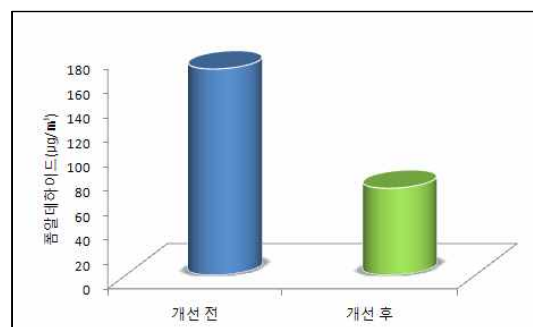


(나) 개선 후

<그림 3> 친환경 가구 교체



<총휘발성유기화합물>



<폼알데하이드>

<그림 4> 친환경 가구로 교체에 따른 실내오염물질 농도변화

##### 2) 환기설비 설치 및 보완의 개선

###### ① 압입식 2중 환기장치

도서관·독서실의 시설 특성상 소음과 기타 이유로 창문을 통한 자연환기가 어려우며 천정 내부 덕트 시스템 공사 및 환기장치 시공이 어려운 곳을 대상으로 압입식 2중 환기를 원리로 하는 환기장치를 시공하였습니다. 독서실에 환기장치를 설치한 결과 개선 전에 비해 공기 중 총휘발성유기화합물, 폼알데하이드, 이산화탄소 그리고 총부유세균 농도의 저감효과가



나타났습니다.

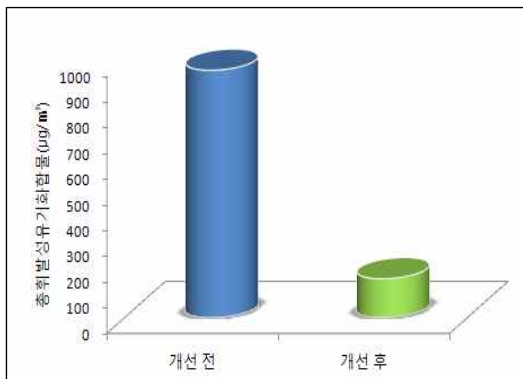


(가) 변경 전

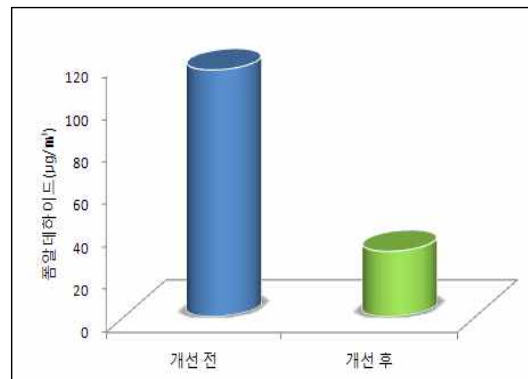


(나) 변경 후

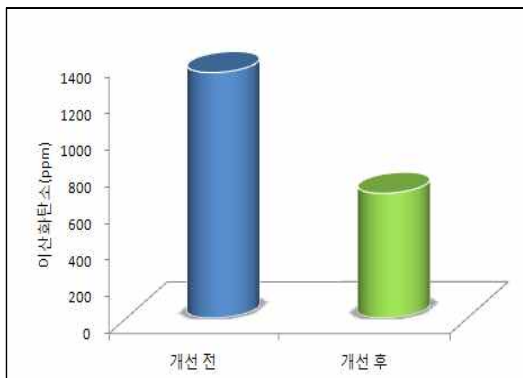
<그림 5> 압입식 2종환기장치(천정형)



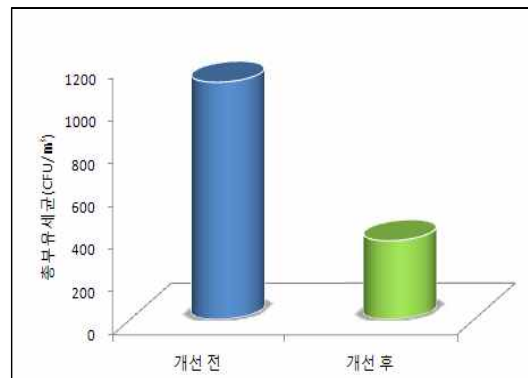
<휘발성유기화합물>



<폼알데하이드>



<이산화탄소>



<총부유세균>

<그림 6> 압입식 2종 환기장치에 따른 실내오염물질 농도변화

## ② 전열교환 환기장치 시공 및 개선

자연환기가 어려운 시설을 대상으로 급기와 배기가 모두 가능하며 에너지 효율적인 전열교환 환기장치를 설치하였습니다. 냉난방 중의 환기 시에도 열손실이 거의 없어 에너지가 절약되며, 프리필터와 공기정화필터를 통하여 깨끗한 공기를 실내에 공급하게 됩니다. 도서관·독서실에 전열교환 환기장치를 설치한 결과 개선 전에 비해 공기 중 총휘발성유기화합물, 폼알데하이드, 이산화탄소 그리고 미세먼지 농도의 저감효과가 나타났습니다.



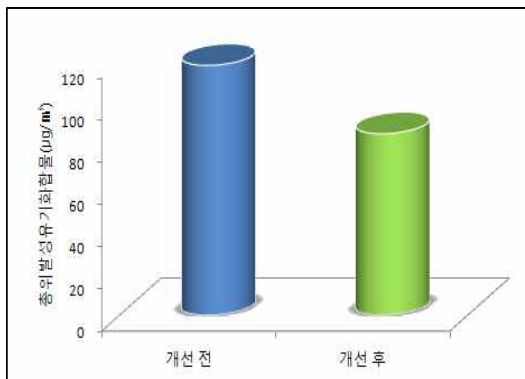


(가) 변경 전

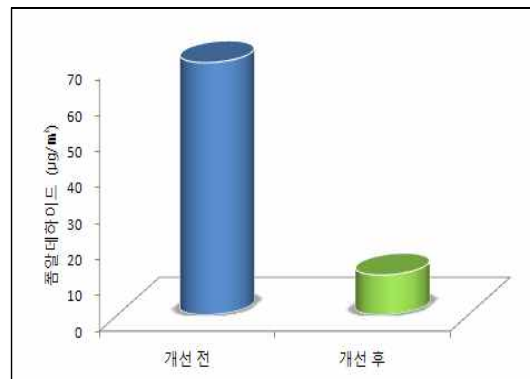


(나) 변경 후

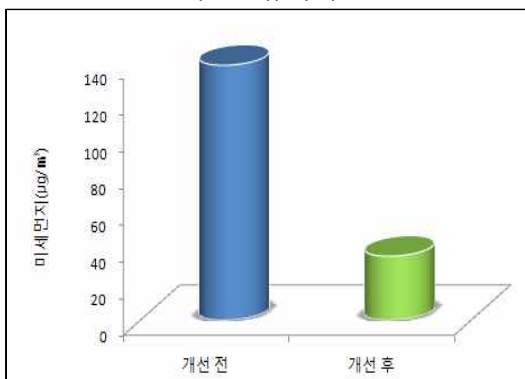
<그림 7> 전열교환환기 장치 시공



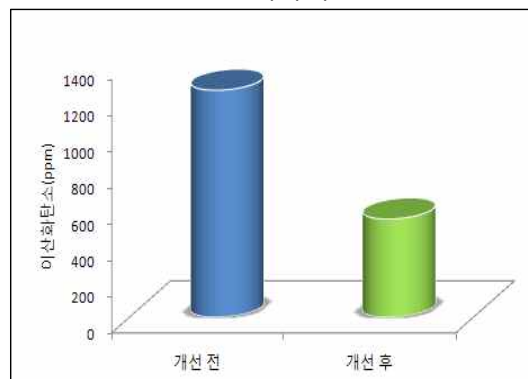
<총휘발성유기화합물>



<폼알데하이드>



<미세먼지(PM<sub>10</sub>)>



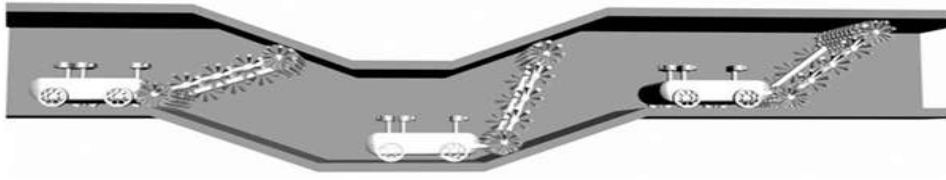
<이산화탄소>

<그림 8> 전열교환 환기장치에 따른 실내오염물질 농도변화

### 3) 청소와 살균·소독을 통한 개선

도서관·독서실의 환기시스템 중 중앙공조시스템을 운영하고 있는 시설을 대상으로 냉난방 시스템 및 덕트 내부의 미세먼지 청소를 실시하였습니다. 아래의 그림은 로봇을 활용한 덕트 청소의 예로 먼지의 상태에 따라 하단 브러쉬(솔)의 높낮이를 조절하여, 덕트의 바닥, 천정, 측면을 한 번에 청소할 수 있습니다. 도서관·독서실에서 덕트내부 청소를 실시한 결과 개선 전에 비해 공기중 총휘발성유기화합물과 총부유세균 농도의 저감효과가 나타났습니다.





<그림 9> 로봇을 활용한 덕트청소의 예

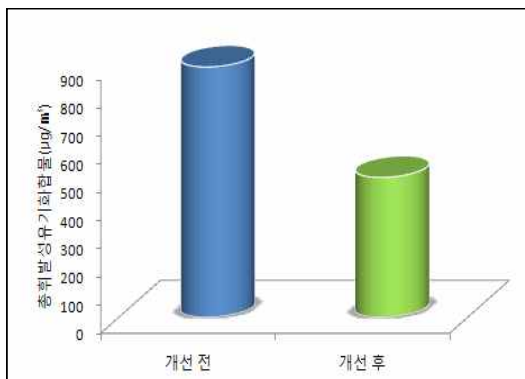


(가) 개선 전

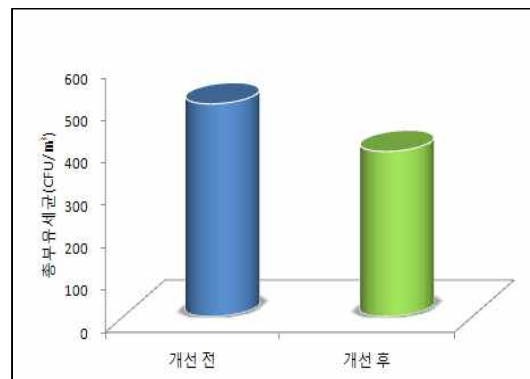


(나) 개선 후

<그림 10> 공조기 청소 및 로봇을 이용한 덕트 청소



<휘발성유기화합물>



<총부유세균>

<그림 11> 공조기 청소 및 로봇을 이용한 덕트 청소에 따른 실내오염물질 농도변화



## ●참고 문헌

- 관계부처 합동(2009), 실내공기질 관리 기본계획(2009~2013)
- 관계부처 합동(2015), 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019)
- 환경부(2011), 도서관 등 실내공기질 진단.개선 서비스
- 환경부(2011), 도서관.독서실의 실내공기질 관리매뉴얼
- 강공언, 김신도, 이정신, 최경순(2012), 실내공기질 관리학, 문운당
- 장현재, 이하영(2012), 천장 카세트형 냉.난방기에 의해 형성되는 학교 교실의 실내 열환경 및 공기환경의 개선에 대한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, 323(6),pp. 141-148
- 사공준, 곽홍탁(2012), 초등학교 교실 실내공기 중 유해유기물질의 계절별 농도변화에 관한 연구, 환경교육, 25(3), pp.317-325
- 장한성, 이태호, 정순형, 김지훈(2013), 학교 교실의 실내공기질에 대한 환경성 평가 및 관리방안, 한국생활환경학회지, 20(4), pp. 527-532
- 김미경(2014), 학교 일부 건물 실내공기중 총부유세균 측정, 환경관리학회지, 20(2), pp.43-48
- 양원호(2014), 학생들의 시간활동 양상 및 학교 실내공기질, 한국교육시설학회, 21(6), pp. 17-22
- 서지훈, 오현주, 손종렬(2015), 서울시 일부 초등학교 교실의 건축년도에 따른 실내공기 중 휘발성유기화합물 농도 특성, 한국대기환경학회 학술대회논문집, pp.233
- 임완철(2015), 교실내 공기 중 이산화탄소 농도가 학습에 미치는 효과에 대한 문헌 연구, 환경교육, 28(2), pp. 134-145
- 여특현(2015), 전남지역 일부 고등학교 실내공기질이 학생 집중도에 미치는 영향, 국립목포대학교

