

서울시 다중이용시설의 실내공기질
실태조사 및 관리방안 연구

김운수

시 정 연
2004-R-17

서울시 다중이용시설의 실내공기질 실태조사 및 관리방안 연구

Study of Indoor Air Quality in Multi-use Facilities and Buildings in Seoul

2004



서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연구진

연구책임 김운수 • 도시환경연구부 연구위원
연구원 김정아 • 도시환경연구부 위촉연구원

자문위원 (가나다순)

김운신 • 한양대학교 교수
김타균 • 녹색연합 국장
손종렬 • 고려대학교 교수
이은택 • 삼성건설기술연구소 연구위원
장영기 • 수원대학교 교수
조현수 • 환경부 생활공해과 사무관
채희정 • 서울시 대기과장

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

1. 연구배경

- 현대사회에 있어 시민은 주택, 직장, 학교, 차내 등의 실내공간에서 거의 대부분의 시간을 보내며, 제한된 실내공간에서 오염된 실내 공기질의 노출(피폭)을 통해 호흡기 질환, 인체의 생화학적 부작용, 호흡기관의 자극 등과 같은 건강상 영향을 받기 때문에, 실내 공기질(Indoor Air Quality; IAQ)은 시민들의 건강과 복지를 결정하는 중요한 요소로서 점차 인식되고 있음.
- 실외 대기오염 수준에 못지 않게 쾌적한 실내 공기질에 대한 시민 관심이 높아짐에 따라, 종래의 『지하생활공간 공기질 관리법』이 『다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법』으로 개정되고, 이에 따라 실내 공기질 관리 대상시설이 여객터미널·도서관·의료기관 등의 다중이용시설과 신축되는 공동주택으로 확대되는 환경관리 여건변화가 발생하였음.
- 다수의 시민이 이용하는 다중이용시설의 유형별 실내 공기질 수준을 파악하고 관리현황을 분석하여, 향후 서울시 실내 공기질 유지 및 권고기준에 맞는 유지·관리방안의 마련이 필요함.
- 쾌적한 실내 공기질 수준을 확보하고 시민건강 위해 가능성을 최소화하기 위하여, 다중이용시설 유형별 실내 공기질 관리현황의 파악, 실험측정 분석에 의한 실내 공기질 자료체계의 구축, 향후 서울시 다중이용시설별 실내 공기질 유지 및 권고기준의 보완·신설 검토, 그리고 적정관리방안을 제시하는데 있음.

2. 연구목적

- 서울시 다중이용시설의 실내 오염도 및 관리현황 자료체계(DB)의 구축
- 현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」의 제5조 제3항 규정에 상응하여 서울시 다중이용시설 공기질 관리조례(가칭)의 제정 방향을 제시하고, 다중이용시설의 실내 공기질 기준의 보완 및 신설 가능성 검토
- 실내 공간 공기질 개선을 유도하고 일정 수준으로 유지하기 위한 실내 공기질 관리 가이드라인을 제시하여 시민건강 위해 가능성 최소화 도모

- 실내 공기질 영향 요인별 관리전략 및 중앙정부·서울시 실내 공간 공기질 관리 전략을 검토하여, 향후 중장기 실내 공기질 개선대책의 마련에 활용

3. 연구내용 및 추진체계

1) 연구내용

① 시간적 범위

- 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」 제5조(실내공기질 유지기준 등) 규정에 따라 다중이용시설 유형별 실내 공기질을 측정·분석하여 2005년 단기에 원용 가능한 서울시 실내 공기질 유지 및 권고기준의 제정 가능성 검토
- 다중이용시설의 실내 공기질 관리를 위한 조례 제정의 방향을 설정하며, 분산된 다중이용시설의 실내 공기질 통합 관리 가능성 함께 제시

② 내용적 범위

- 실내 공기질 관리법규 제정 동향 분석
 - 외국의 실내 공기질 관리 제반 법규의 제정 동향과 추진대책 및 시행효과를 국내의 실내 공기질 관리 관련법규 등과 연계하여 비교함으로써, 보다 비용 효과적인 서울시 실내 공기질 관리의 제반 시사점 모색
- 실내 공기질 현황 및 관리실태조사
 - 국내에서 다양한 실내공간을 대상으로 수행되었던 선행 측정결과를 최대한 수집·분석하여, 실내 공기질 현황을 연대기적으로 살펴보고, 이를 관리대책과 연계함으로써, 향후 관리대책 수립의 기초자료로 활용
- 다중이용시설 및 공동주택의 실내 공기질 의식 조사 및 측정분석
 - 다중이용시설 및 공동주택의 실내 공기질 환경여건과 관련된 시민의식조사를 수행하고, 실내공간의 시설 특성을 감안한 오염물질별 공기질 수준을 측정·분석하여 현행 법규의 유지기준 및 권고기준과 비교한 후 측정자료를 서울시 다중이용시설별 유지 및 권고기준에 상응하는 관리기준(안)의 검토 제시
- 외국의 실내 공기질 관리사례 분석
 - 외국에서 현재 추진중인 실내 공기질 관리대책의 성과를 분석하여, 서울시 다중이용시설의 실내 공기질 관리대책 마련을 위한 시사점 도출
- 다중이용시설의 실내 공기질 유지전략 및 법적·제도적 실효성 증진방안
 - 서울시 실내 공기질 유지를 위한 유지·권고기준의 보완 및 신설, 실내 공기질 영

향요인별 관리전략의 마련과 이를 구체화하기 위해 필요한 법적·제도적 실효성 확보방안의 제시

③ 대상적 범위

- 일차적 공간 범위는 서울시 공기질 관리 대상 시설인 다중이용시설의 실내 공기질 관리대상에 한정하고, 공동주택 및 다중이용시설에서의 실내 공기질에 대한 시민인식 설문조사를 실시
- 다중이용시설의 실내 공기질 측정은 유지기준(PM10, CO, CO₂, 총부유세균, HCHO) 중심으로 측정하며, 권고기준 가운데 총휘발성유기화합물질(TVOC) 항목 추가 측정

2) 추진체계

- 국내 문헌 연구를 바탕으로 대상시설별 실내 공기질 오염 현황과 관리 실태(관리 대상, 관리 기준, 관리 방법 등)를 살펴보고, 공동주택 거주민과 다중이용시설의 근무종사자를 대상으로 실내 공기질에 대한 설문조사 실시
- 서울시 일반 다중이용시설·공동주택에서의 실내 공기질 실태를 조사·분석하기 위해 현장 측정·조사를 병행 실시
- 서울시의 다중이용시설 실내 공기질 실태분석의 효율적 관리를 도모하기 위하여 선진 외국 도시의 실내 공기질 관리 동향, 공기질 법규제정 및 관련 대책 등을 중점적으로 분석

II. 연구의 주요결과

1. 서울시 실내 공기질 시민인식 조사

1) 시민의식조사 표본조사 설계

- 실내 공기질에 대한 서울시민의 기초 의식조사를 실시하기 위하여 공동주택과 다중이용시설의 거주자·근무자·관리자를 대상으로 설문조사(2004년 6월 11일 ~ 21일) 실시
- 표본대상 분류에 따라 조사대상의 무작위 추출과정을 통해 표본 설문조사 실시
 - 2001년 ~ 2004년에 준공된 공동주택
 - 「다중이용시설등실내공기질관리법」에 해당하는 다중이용시설별 균등 분포

2) 공동주택 실내 공기질 인식도

- 실내 공기오염 관심도를 묻는 설문에서 “매우 관심있음” 45.1%, “조금 관심있음” 39.7%의 응답분포를 보여 전체적으로 84.8%의 높은 관심도 수준을 보이고, 연령별 관심도 분포에서는 30세 ~ 40세가 20세 ~ 30세보다 더 높은 관심을 보임.
- 새집증후군 경험 여부에는 “있다” 45.3%, “없다” 31.3%의 응답수준으로 새집증후군 증상이 확인되고 있으며, 공동주택 준공시기에 따른 새집증후군 경험은 “준공 6개월 이하”와 “6개월 이상 ~ 1년 이하”의 공동주택에서 50% 이상에서 새집증후군을 경험하고 있는 것으로 나타남.
- 나쁜 실내 공기질 원인으로 준공 6개월 이하, 6개월 이상 ~ 1년 이하 공동주택에서는 오염물질 방출자재(34%) 응답 비중이 가장 높은 반면 3년 이상의 공동주택에서는 환기 불충분, 외기 오염 비중이 높게 나타남.
- 실내 공기질 개선을 위한 선행대책을 묻는 설문에서 “친환경자재 사용” 비중이 가장 높게 나타나고 있으며, 연령대별 우선 선행대책 분석 결과 20세 ~ 30세는 “충분한 환기”, 30세 ~ 40세는 “친환경 자재 사용”의 비중이 높게 나타남.
- 실내 공기질 개선을 위해 “평당 3 ~ 7만원”의 추가 지불의사비용 부담에 43.4%의 수준으로 높은 비중을 차지하고 있음.

3) 다중이용시설 실내 공기질 인식도

- 실내 공기오염 관심도를 묻는 설문에서 “매우 관심있음” 31%, “조금 관심있음” 41.1% 응답분포를 보여 전체적으로 약 72%의 관심도를 보이며, 연령별 관심도 비교할 경우, 40세 이상의 응답자들이 다중이용시설의 근무지에 대한 관심도 수준이 높음.
- 빌딩증후군 경험 여부에는 “있다” 29.1%, “없다” 31.3%의 응답수준으로 새집증후군 증상보다 다소 떨어지는 수준을 보이며, 다중이용시설별로는 미술관, 박물관, 터미널, 대규모점포, 도서관 등 사람들이 이용 인구가 많은 시설에서 빌딩증후군 경험 수준이 높게 나타나고 있음.
- 나쁜 실내 공기질 원인으로는 환기시설 미비(33%) > 먼지(31%) > 냉난방기구 > 외부공기 유입 > 전문적 청소 미비 > 실내 흡연 순서의 응답 분포를 보임.
- 실내 공기질 개선을 위해 적극적 관리가 필요한 시설로는 지하철과 지하상가 등의 지하 공간이 높은 비중으로 나타났고, 그 외에 많은 사람들이 이용하는 백화점과 병원 응답 비중이 높음.

- 실내 공기질 개선을 위한 선행대책으로 “충분한 환기” 비중이 가장 높게 나타남.

2. 서울시 다중이용시설별 및 신축 공동주택 실내 공기질 측정·분석

1) 실내 공기질 측정 개요

- 가급적 냉방으로 인한 공기질 외곽 요인을 배제하기 위해 여름철 측정을 고려하지 않고, 2004년 9·10월에 공동주택과 다중이용시설을 대상으로 집중하여 측정
- 다중이용시설등 실내 공기질 관리법 제4조 실내 공기질 공정시험방법에 준하여, 측정 항목은 유지기준 5종(미세먼지, CO, CO₂, 부유세균, HCHO)과 권고기준 가운데 TVOC를 측정·분석하고, 측정된 TVOC 항목의 경우에는 총 VOC 측정 자료 제시 및 6개 세부 항목(benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, 1,4-dichlorobenzene, styrene)으로 구분하여 별도 분석하였음.

2) 측정결과 종합분석

- 공동주택의 HCHO와 개별 VOC 측정 결과 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

일련 번호	입주 시기	측정항목							
		HCHO	벤젠	톨루엔	에틸 벤젠	m,p-자이렌	스틸렌	1,4-드 클로로 벤젠	TVOC
		120* 100**	16.1***	260** 1092***	240** 1447***	870** 1447***	3800**	240** 200***	500* 600***
1-1	2004	23.8	0.6	129.4	15.4	17.7	32.0	N.D	-
1-2	2004	88.5	3.3	284.9	54.5	112.2	39.2	N.D	-
1-3	2004	24.5	2.5	396.1	48.1	48.3	111.9	N.D	-
1-4	2004	31.0	2.1	1499.9	516.7	338.9	122.8	N.D	-
1-5	2004	93.6	6.7	16.5	4.0	7.1	2.4	N.D	36.6
1-6	2004	40.8	5.7	20.9	4.0	6.0	3.1	N.D	39.0
2-1	2003	29.4	2.1	69.9	31.7	31.8	4.6	N.D	-
2-2	2003	24.4	2.1	63.4	28.5	31.5	4.5	N.D	-
2-3	2003	102.0	3.9	13.8	1.52	2.55	2.9	N.D	24.6
2-4	2003	93.3	11.2	11.6	2.41	4.3	1.51	N.D	30.9
3-1	2002	13.2	0.8	35.3	9.6	14.3	1.9	N.D	-
3-2	2002	21.7	1.0	36.2	16.0	6.4	10.1	N.D	-
3-3	2002	9.9	1.1	19.1	5.3	2.1	1.6	N.D	-
3-4	2002	104.4	3.9	13.8	1.5	2.6	2.9	N.D	24.6
3-5	2002	44.4	35.3	69.2	3.6	6.0	N.D	N.D	137.7
4-1	2000	12.5	2.0	66.3	10.2	9.5	8.1	N.D	-
4-2	2000	6.6	1.9	37.0	7.1	8.1	3.1	N.D	-
4-3	2000	7.3	0.3	40.5	12.4	10.2	3.9	N.D	-

주 : 1) * 다중이용시설실내공기질관리법 유지기준

2) ** 일본 특정용도 건축물 권고기준

3) *** 홍콩 사무실 공공시설 권고기준

4) 일련번호 “1-6” 은 공동주택 신축 후 입주 1년 이내 기간이 경과한 6번째 측정시설을 의미함.

- 다중이용시설의 실내 공기질 측정결과

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

측정시설	일산화탄소 (ppm)	이산화탄소 (ppm)	미세먼지 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	포름알데히드 (ppm)	VOCs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	부유세균 (CFU/ m^3)
기준	10	1000	150	0.1	500	800
공항시설중여객터미널	0.55	530	107	0.039	20.8	-
공동주택	0	606	87	0.062	32.8	-
실내주차장	1.17	578	183	0.024	75	-
미술관	0	625	83	0.306	174	-
도서관	0.03	617	136	0.025	66.3	-
박물관	0	446	140	0.08	78.8	-
지하상가	0	815	179	0.078	151	-
철도역사 대합실	0	513	99	0.0265	46.6	-
지하철역사	0	715	120	0.102	64.7	-
여객자동차 터미널대합실	0.15	749	216	0.039	181.5	-
대규모점포	0.07	593	117	0.065	112.6	-
장례식장	0	591	85	0.046	24.5	-
찜질방	0.5	682	130	0.09	135.9	-
의료기관	0	695	80	0.034	44	992
보육시설	0	566	123	0.018	27.3	1471
복지회관	0	612	127	0.026	77.65	1404
산후조리원	0.17	671	106	0.032	53.39	1242

주 : 1) 실내주차장의 CO 기준은 25ppm 이하임

2) 총부유세균은 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원에만 해당됨.

3) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 미세먼지 기준은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

4) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 TVOC 기준은 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

- CO 농도는 측정대상시설 모두 기준치(보건복지부 공중위생관리법 25ppm, 환경부 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 유지기준 10ppm)보다 매우 적은 농도로 측정되었으며, 측정장소 중 실내주차장에서 가장 높은 결과를 나타냄..
- CO₂ 평균농도는 실내환경기준 1,000ppm 보다 낮게 측정되었으나 비교적 유동인구가 많고 환기시설이 미비한 지하상가, 터미널, 의료기관 등이 다른 다중이용시설보다 높게 측정됨.
- PM10 측정한 결과 비교적 사람의 이동이 많은 실내주차장, 지하상가, 여객자동차 터미널 대합실의 미세먼지 농도가 실내 공기질 기준치 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높게 조사됨.
- HCHO의 측정결과 측정한 미술관 모두 실내 공기질 기준치인 0.1ppm을 초과하였고 박물관, 찜질방 그리고 지하상가 일부도 기준치를 초과한 것으로 조사됨.
- 측정대상시설의 TVOCs는 모두 실내환경기준 권고치인 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하지 않

았으나, 고속버스터미널, 미술관, 지하상가, 백화점 등이 다른 다중이용시설보다 상대적으로 높게 측정됨.

- 총휘발성유기화합물을 6개의 개별물질별로 나누어 정리한 결과 실내공기중에 Toluene>Xylene>Benzene>Ethylbenzene>Styrene>1,4-dicholobenzene 순으로 조사됨.
- 보육시설, 복지회관 등이 환경부의 실내 공기질 기준인 800CFU/m³을 초과하였는데 이는 대부분 많은 사람이 이용하는 시설이므로 사람의 호흡 등에 의해 발생된 결과로 향후 추가적인 관리 조사가 필요한 것으로 판단됨.

3. 외국의 실내 공기질 관리사례

1) 실내 공기질 관리 동향

- 미국, 캐나다, 일본, 싱가포르, 호주, 독일, 영국, 덴마크, 스웨덴, 핀란드 등 선진국의 경우 실내공기오염 문제를 전담하는 별도의 조직을 갖추고 있거나 혹은 위생관련 업무 등 각 부내에 통합된 업무들이 각 과별로 나누어져 이루어지므로 교류와 연계가 용이함.
- 일원화된 통합 관리를 통해 실내공기질의 가이드라인을 개발하고, 실내 공기중의 VOCs의 측정과 분석방법을 제공하고 있으며, 이러한 지침서는 실내 공기질 관리에 기본을 제공하는 가장 중요한 도구로 활용되고 있음.

2) 환경 라벨링 제도

- 여러 가지 환경성능 인증제도와 프로그램을 통해 실내거주자들의 건강유지 및 향상과 실내 환경 정보의 D/B를 통한 VOCs의 효율적인 관리, 적절한 평가방법의 개발에 따른 지속적인 실내공기오염 예방대책 등을 수립하고 있음.
- 실내공기 중 VOCs에 대한 공정하고 정확한 평가를 위해서는 공정시험법의 확립이 필요하며, 규제물질의 설정을 위해서는 실내 오염 규제물질과 각종 유해화학물질에 대한 고찰을 통해 평가항목을 결정하는 것이 중요함.
- 평가기준의 확립을 위해서는 실내 거주자들에게 미칠 수 있는 영향을 최소화하기 위하여 각각의 물질에 대한 기준치와 권고치의 확립이 우선 전제되어야 함.

3) 건축자재 품질인증 제도

- 친환경 건축자재를 사용하도록 유도하는 정책을 추진함으로써 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내 환경, 마감재료에 대한 분류규정을 제정

하여 설계지침으로 활용하고 있음.

- 접착제, 도장재, 바닥재, 벽재, 목재에서 방출되는 포름알데히드량과 휘발성 유기화합물량에 따라 등급을 구분하여 건축자재를 평가인증을 함으로써 친환경 건축자재 사용을 적극적으로 유도하고 있음.

4) 환기대책

- 일산화탄소 센서, 이산화탄소 센서, 실내 공기중의 냄새와 휘발성유기화합물질(VOCs)을 관리할 수 있는 혼합가스센서를 개발하여 실내공기환경 제어에 활용하는 Demanded Controlled Ventilation 기법이나 자연환기와 기계환기를 효과적으로 접목한 Hybrid Ventilation 개념의 새로운 환기대책을 보편화하고 있어 실내환경 개선과 에너지절약을 위한 설계지침과 관리지침을 동시에 활용하고 있음.
- 시공에 있어서 입주 이전에 건물을 난방하는 베이킹 아웃(bake out) 기법을 통해 VOC를 저감시키고 있지만, 포름알데히드에 대해서 베이킹 아웃 기법은 큰 저감효과를 나타내지 않음.
- 24시간 환기 시스템이 있는 복합주택에 있어서 내장공사 완성 후에 환기 시스템을 정지한 경우와 운행한 경우를 비교할 때, 포름알데히드나 톨루엔을 비롯해서 전체 휘발성 유기화합물(TVOC)농도가 높고, 환기 시스템을 운행할 경우 농도가 저하되므로, 시공할 때부터 환기대책을 적극적으로 활용함.

Ⅲ. 결론 및 정책건의

1. 실내 공기질 관리의 기본 방향

1) 기본전제

- 실내공기오염을 제거하기 위한 예방 또는 방지대책으로서 발생원의 제거, 환기 및 청정장치 등을 이용한 처리기술을 포함하는 실내공기오염 제어기술개발 부분의 노력이 필요함.
- 실내 환경관련 당사자인 건물 소유자·관리인, 건축가 및 건설업자 등을 비롯해 산·학·연의 연계성 구축에 대한 노력이 필요하며, 실내 공기질 개선을 위한 친환경 건축자재의 생산·소비를 장려하고, 이의 유통기반을 조성하는 인프라 구축도 마련되어야 함.

- 선진 외국에서는 국제 공동 연구를 통한 실내오염 방지 신기술개발 등이 모색되고 있어 우리나라도 실내환경 관련 전문가들에 의한 실내공기질의 국제 공동연구, 실내공기오염에 관한 각종 기초 연구들이 선행되어야 할 것임.
- 실내공기오염 문제를 다룰 행정 부서에서는 지속적으로 실내공기오염물질의 정확한 분석, 오염물질의 반응, 실내 유해물질의 거동 특성 등을 정확히 파악하고, 이를 토대로 실내 공기질에 대한 위해성 평가와 비용-편익을 고려한 실내환경평가를 실시하고, 우리나라 실정을 충분히 감안한 실내 공기질 개선 중장기 대책을 수립·추진하여야 한다.
- 실내 공기질을 효율적으로 개선하고, 법규에서 정한 유지기준·권고기준을 충족하기 위해서는 기본적으로 자치단체에 의한 실내 공기질 관리체계가 구축되어야 함.
- 실내 공기질 관리의 효율성을 확립하기 위해서는 기본적으로 중앙정부·자치단체에서 실내공기 관리지침 가이드라인을 작성하고, 이의 홍보·교육을 통해 시민들이 실내 공기질 관리의 일상 생활화가 될 수 있도록 하여야 함.

2) 실내환경 오염물질 발생원 관리

- 실내 공기질 발생원 관리를 위해서는 무엇보다도 오염물질 특성별로 유입경로 및 배출양상을 정확히 파악하고, 실내 공기질 기준의 대상시설 공간의 오염물질 배출업소 조사실시(2년 1회)하며, 실내생활 공간내 입주 업소의 유형별 파악 및 오염유발업소에 대한 집중 관리함.
- 실내공기질의 효율적 관리를 위한 공기질 및 각종 배출원 자료의 정기적 수집하고, 수집된 자료의 전산처리를 통한 자료체계(DB) 구축과 향후 이의 이용을 위한 자료 관리체계 구축하는 것이 필요함.

3) 환기설비의 정상가동과 유지관리방안

- 환기설비의 지도·점검시 설비의 가동실태와 청소관련 기록과 운전상태를 면밀히 확인이 있어야 하며, 필요에 따라 실내환경 관리인을 선임하여 다수인 이용시설의 환기설비 등의 정상가동, 실내공기질 자가측정, 각종 기록 유지 등을 전담하게 함.
- 공조설비 중 후드와 덕트 청소후 공기 급기, 배기 시스템의 정상유무를 확인하고 청소용역의 의뢰시 일정 수준의 자격과 첨단 청소장비를 갖춘 전문업체가 담당하도록 유도함.

4) 실내환경에서 발생하는 미세먼지 저감대책

- 실내 환경중 미세먼지는 외부에서 외기를 통하여 유입된 기여분 이외에도 인간의 활동에 의하여 신발이나 의복에 의해 내부로 유입되는 기여분도 상당할 것으로 추정됨.
- 실내에서 이용객에 의해 발생될 수 있는 인자와 실내에서의 작업, 식당의 음식 조리시에 발생하는 것도 주요 원인으로 작용하고 있으며, 미세먼지는 외부로부터의 유입과 함께 실내에서도 발생하고 있음.

2. 중앙정부의 실내 공기질 관리전략

1) 실내공간 공기질 관리주체의 통합

- 미국과 유럽 등 각국에서는 실내 공기질 관리를 환경전담부처에서 담당하여 수행함으로써 행정관리의 일원화와 통일된 관리체계를 통한 효과적인 관리가 이루어짐.
- 실내 환경질 관리의 전문성과 효율성을 극대화하기 위해서는 현재 국내의 실내 공기질과 관련한 업무가 여러 부처로 분산되어 있어 실내환경 관리의 한계가 있으므로, 이의 통합관리가 필요함.
- 다양한 실내공간에 대한 관리의 일원화를 위해 환경부 산하 실내 공기질 관련정책수행 전담 부서를 신설하여 실내 공기질 관련 정책 업무를 전담하도록 하거나, 실내공기 관리 유관부처인 교육인적자원부, 노동부와 실내공기 관리와 관련된 협의회를 구성하고 통합 관리기준 및 관리방안을 협의하여 법적·제도적 보완 및 연계성 확보가 바람직함.

2) 실내공간 환경특성을 감안한 관리지침의 마련

- 실내 공기오염 문제를 해결하기 위해서는 실내환경평가를 바탕으로 실내공간 특성에 맞는 실내공기 오염물질의 권고 및 기준치를 설정하고, 이에 맞는 관리지침의 마련, 그리고 관리지침의 홍보 및 교육이 요구됨.

3) 실내공간 공기질 최적관리를 위한 여건 조성

- 실내공기질의 평가, 실내환경영향평가, 인체 위해성 평가 등 체계적인 실내 공기질 조사 및 연구가 진행되어야 하며, 이를 위해 장기적·지속적으로 실내 공기질에 관한 중앙정부차원의 연구지원이 바람직함.

3. 서울시 실내 공기질 관리전략

1) 「서울특별시다중이용시설등의실내공기질 기준조례(가칭)」의 제정

- 현행 「다중이용시설등의실내공기질관리법」에 근거하여, 적용 대상에 대한 자치단체 위임규정은 없지만 적용 기준에 대해서는 시·도지사가 조례로 정하는 바에 따라 보다 엄격한 공기질 유지 기준을 정할 수 있음.
- 중장기적으로는 다중이용시설의 실내 공기질 특성을 고려하여 법규 적용대상의 수평적·수직적 확대, 그리고 대상시설별 유지기준·권고기준의 추가 등이 고려되어야 할 것임.
- 이에 지방자치단체의 자치 입법권 범위 내에서 지역환경 여건, 단기 및 장기의 시간변수, 현행법과 제도개선 사항의 제도변수, 외부여건의 변화에 따른 실행가능성 판단, 실내공기질 개선을 위한 정책의지 정도 등을 정책을 고려하여 ①조례제정의 목적, ②적용대상, ③적용기준 등이 논의되어야 함.
- 서울시 다중이용시설의 실내 공기질 기준조례(안)은 법규의 순응을 위해 적용대상을 그대로 유지하되, 다만 본 연구에서의 측정 및 기존 연구결과를 종합할 때, 적용기준의 유지 또는 오염물질별 다소 강화 등이 고려될 수 있음.
- 서울시 다중이용시설의 실내 공기질 기준조례 제정 및 시행 원년인 2005년을 시점으로 할 경우, 자치법규 제정의 탄력성 유지(적용대상의 연차별 수직적 확대, 적용기준의 연차별 강화), 그리고 실내 공기질 관련 법규의 통합에 대비한 서울시 실내 공기질 통합기준의 마련(예: 학교시설의 포함 및 유지기준·권고기준 제시) 등을 감안한 조례제정의 연차별 이정표 구상이 바람직함.

서울특별시다중이용시설공기질기준조례(가칭)

제1조(목적)

이 조례는 다중이용시설등실내공기질관리법(이하 “법”이라 한다) 제 5조 제3항의 규정에 의하여 공기질 유지기준을 엄격하게 설정함으로써 쾌적한 실내공간을 조성하도록하여 시민의 건강을 보호함을 목적으로 한다.

제2조(정의)

- ① 이 조례에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
1. “다중이용시설”이라 함은 불특정 다수인이 이용하는 시설로서 법 제3조 제1항 각호의 1에 해당하는 다중이용시설을 말한다.
 2. “실내공기질기준”이라 함은 실내공간의 쾌적한 공기질의 유지를 위한 기준을 말한다.

제3조(실내공기질기준)

실내 공간이 유지하여야 하는 실내공기질 기준은 <별표 1>, <별표 2>와 같다.

<별표 1> 서울시 다중이용시설 등의 실내공기질 기준 년도별 유지기준(안)

오염물질 항목	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
다중이용시설					
지하역사, 지하도상가	150 이하	800 이하	100 이하	-	5 이하
여객자동차터미널의 대합실 공항시설 중 여객터미널 항만시설 중 대합실 철도역사의 대합실 도서관, 장례식장, 찜질방 대규모 점포	140 이하				
박물관, 미술관			120 이하		
의료기관	80 이하		100 이하	800 이하	
보육시설					
노인복지시설	100 이하		1000 이하		
산후조리원		800 이하	120 이하		
실내주차장	150 이하		100 이하	-	20 이하

<별표 2> 서울시 다중이용시설등의 실내공기질 기준 연도별 권고기준(안)

오염물질 항목 다중이용시설	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/ l)	TVOC (μg/ m ³)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사, 지하도상가	0.05 이하	4.0 이하	400 이하	0.01 이하	0.06 이하
여객자동차터미널의 대합실		2.0 이하			
공항시설 중 여객터미널					
항만시설 중 대합실					
철도역사의 대합실					
도서관, 장례식장, 찜질방					
대규모 점포					
의료기관	0.5 이하		300 이하		
보육시설					
노인시설					
산후조리원					
실내주차장	0.3 이하		800 이하		0.08 이하

주 : 2005년 초기 시행(안)이며, 향후 관리대상시설별 유지 및 권고 기준의 강화, 관리대상 시설의 추가 등과 관련된 사항은 서울시 조례(안)의 중장기 방향에서 제시함.

<별표 3> 서울시 신축 공주택의 실내 공기질 권고기준(안)

HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	벤젠 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	톨루엔 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	에틸벤젠 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	m,p 자이렌 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	스틸렌 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,4-디클로로벤젠 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
100	20	250	400	400	150	200	500

주 : 현재 자율규제 차원에서 시공자에게 측정·공고 의무만 부여하고 별도의 기준을 설정하지 않았으며, 국민들에게 판단기준을 제공하기 위하여 신축 공동주택 실내공기질 권고 기준 설정을 추진중이나, 기존 연구 및 본 연구에서 측정된 공기질 수준을 감안하여 서울시 신축 공동주택 실내 공기질 권고기준을 제시함.

2) 실내 공기질 관리 지침서 제작과 홍보

- 외국에서는 오래 전부터 실내 공기질에 대한 여러 측면의 관련 연구가 이루어져 이에 대한 지침서를 제작·발간하고 있지만, 현재 우리나라는 실내공기의 적정관리를 위한 시민 의식의 제고를 위해 실내공기질의 적정 관리방안을 담은 생활안내서 또는 실내공기질 관리 지침서가 없음.

- 실내 공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리방안을 포함한 생활 안내서, 실내 공기질 관리인·건물주를 위한 관련법규 및 효율적인 관리방법안 안내 등을 제시하는 관리지침서의 제작·홍보가 바람직함.

<실내공기질 관리 지침서 내용>

실내공기질 오염원	오염물질 발생의 저감 방안 및 개선방안	오염물질이 인체에 미치는 영향
공간별	활동별	물질별
주거공간별 대표적인 오염원 별 방출되는 오염물질 설명	실내공기의 오염물질 발생 억제 와 개선을 위한 행동 등을 설명	인체에 미치는 영향을 물질 별로 구분하여 설명

3) 실내 공기질 오염영향 요인별 관리 : 환경영향평가제도의 내실화

- 현행 환경영향 평가대상 항목에 포름알데히드 방출기준, 저유기화합물 재료 사용 기준 등을 실내공기질 평가항목에 확대 적용하여, 서울시 환경영향평가제도의 내실화를 도모할 필요가 있음.
- 서울시 환경영향평가 심의 과정에서 다중이용시설 및 신축공동주택의 실내 공기질 개선을 위한 실내환경 기준의 충족 가능성, 설계 및 시공과정에서 친환경 건축자재 및 마감재료의 적정 사용 여부 등을 체크할 수 있는 제도적 장치의 마련이 바람직함.

4) 법적·제도적 실효성 확보방안 : 건축물 환경인증제도의 활용

- 실내환경에 있어서 친환경건축물 인증제도의 공기환경분야는 휘발성 유기화합물 저방출자재의 사용, 자연환기의 설계정도, 공기정화작업의 실시 여부에 대해서 평가를 실시하고 있음.
- 친환경건축물 인증제도의 공기환경분야 인증기준을 원용하여 서울시 지역에서 신규 건축되는 다중이용시설 및 공동주택을 대상으로 건물의 설계·시공 단계에서 친환경 건축자재의 사용을 유도 또는 권고하여 실내공기오염 저감에 기여하도록 제도화함.

5) 실내 공기질 표준모델의 공개 및 시민만족도 조사

- 신축 공동주택 모델하우스에 대한 건축자재 및 내장재 사용내역을 제시하고, 이와 함께 모델하우스의 실내 공기질 측정결과의 공개 등을 고려할 수 있음.
- 다중이용시설도 마찬가지로 신축시 건축자재 및 내장재 사용내역을 공개함과 동

시에 다중이용시설을 이용하는 시민의 실내 공기질 만족도 인식 조사를 실시하고, 조사 결과들을 공개하는 것을 고려할 만 함.

6) 실내 공기질 측정자료의 DB 구축 및 정보공개

- 현행 「다중이용시설등의실내공기질관리법」 제12조 규정(실내공기질의 측정)에 의거하여 다중이용시설의 소유자·관리자 등은 실내 공기질 유지기준 측정 항목에 대해서는 연 1회, 권고기준 측정항목에 대해서는 2년에 1회 측정하도록 하고 있음.
- 또한 시·도지사는 법 제13조(보고 및 검사 등) 규정에 의해 다중이용시설의 소유자 등 또는 신축되는 공동주택의 시공자로 하여금 실내 공기질 관련 자료를 보고 받거나 검사할 수 있도록 되어 있음.
- 이에 서울시는 다중이용시설 및 신축 공동주택의 실내 공기질 관리를 보다 효율적으로 시행하여 시민건강 피해를 최소화하기 위해서는 첫째, 다중이용시설 및 신축 공동주택에 대하여 시설별 관리자, 위치 등의 일반현황, 실내 공기질 측정 기록 등을 수집하여 DB화 관리하여야 한다. 둘째로는 실내 공기질 측정·보고 내용에 대해서는 시청·자치구 홈페이지를 통해 항상 공개하여 해당 시설의 소유자·관리자가 실내 공기질 수준을 유지·권고기준 이하로 유지하도록 동기를 부여하고, 한편으로는 시민들이 공개된 실내 공기질 자료를 통해 사전 대응할 수 있도록 하는 것이 요구됨.

목 차

제 I 장 서론	3
제 1 절 연구배경	3
제 2 절 연구목적	5
제 3 절 연구내용	7
제 4 절 연구방법	10
제 II 장 실내 공기질 관리법규 및 주요쟁점	15
제 1 절 실내 공기질 관리의 재조명	15
제 2 절 국내외 실내 공기질 관리법규	16
1. 국내 실내 공기질 관리법규	16
2. 외국 실내 공기질 관리법규	25
제 3 절 실내 공기질 관리의 주요쟁점	34
1. 실내 공기질 관리의 기본방향	34
2. 실내 공기질 관리의 당면과제	35
제 III 장 실내 공간 공기질 관리실태 및 관련제도	39
제 1 절 실내 공기질과 새집증후군	39
1. 주택의 실내공기 오염물질	40
2. 새집증후군(Sick Home Syndrome)의 개념 및 원인	43
제 2 절 실내 공기질 관리실태	47
1. 신축공동주택 실내 공기질	47
2. 다중이용시설의 실내 공기질	53
3. 건축자재의 VOCs 배출 영향	59
4. 실내 공기질 관리체계	61
제 3 절 실내 공기질 관리 관련제도	63
1. 친환경건축물(Green building) 인증제도	63
2. 건축자재 인증제도	67
3. 오염물질 다량방출 건축자재의 사용제한	69
제 IV 장 실내 공기질 시민인식 설문조사 및 측정분석	73
제 1 절 실내공기질 시민인식 설문 조사	73
1. 표본조사 방법	73
2. 서울시민 인식조사 분석결과	75

3. 서울시민 인식조사의 시사점	93
제 2 절 다중이용시설 및 공동주택 실내 공기질 측정분석	94
1. 측정개요	94
2. 측정방법	96
3. 측정 및 분석결과	103

제 V 장 외국의 실내 공기질 관리사례 분석133

제 1 절 실내 공기질 관리 동향	133
1. 미국	133
2. 독일	139
3. 일본	140
4. 덴마크	142
5. 싱가포르	142
6. 호주	143
7. 캐나다	143
8. 영국	144
9. 핀란드	144
10. 스웨덴	145
제 2 절 실내 공기질 관리기준	149
1. 실내 공기환경 기준과 온습도 조건	149
2. 주요 국가의 실내 공기환경 기준	149
3. 환기(Ventilation) 기준	156
4. 휘발성유기화합물(VOCs) 관리 기준	159
제 3 절 실내 공기질 유지전략 및 관련 대책	162
1. 환경 라벨링	162
2. 건축자재 품질인증 제도	175
3. 설계·시공 단계의 실내 공기질 대책	183
제 4 절 실내 공기질 관리 시사점	188
1. 일원화된 관리를 통한 통합 실내공기질 관리	188
2. 건축물 환경인증제도의 적극적 활용	189
3. 건축자재 품질인증 제도의 적용 유도	189
4. 환기대책의 적용	190

제 VI 장 다중이용시설의 실내 공기질 관리전략193

제 1 절 실내 공기질 관리의 기본방향	193
-----------------------------	-----

1. 기본전제	192
2. 실내 공기질 영향요인별 관리	195
제 2 절 중앙정부의 실내 공기질 관리전략	198
1. 실내공간 공기질 관리주체의 통합	198
2. 실내공간 환경특성을 감안한 관리지침의 마련	199
3. 실내공간 공기질 최적관리를 위한 여건조성	199
제 3 절 서울시 실내 공기질 관리전략	194
1. 서울시 다중이용시설등의 실내공기질 기준조례(가칭) 제정	194
2. 실내 공기질 관리지침서 제작과 홍보	212
3. 건축물 환경인증제도의 활용	224
4. 실내 공기질 표준모델의 공개 및 시민 만족도 조사	225
5. 환경영향평가제도의 내실화 도모	226
6. 실내 공기질 측정자료의 DB 구축 및 정보공개	226
제 VII 장 결론	231
제 1 절 요약	231
제 2 절 정책제언	232
○ 참고문헌	239
○ 부록	
【부록1】 다중이용시설등의 실내공기질관리법	247
【부록2】 실내공간 공기질 인식도 조사표	267
【부록3】 공동주택 Sampling Log-Sheet	274
【부록4】 실내 공기질 관련 기사동향	282

표 목 차

〈표 2-1〉 다중이용시설등의실내공기질관리법 유지기준	18
〈표 2-2〉 다중이용시설등의실내공기질관리법 권고기준	19
〈표 2-3〉 공중이용시설의 오염물질 허용기준	20
〈표 2-4〉 터널에서의 오염물질 허용기준	21
〈표 2-5〉 사무실 공기 관리기준	22
〈표 2-6〉 미국 EPA의 실내공기에 대한 국가 1차 대기질 기준	26
〈표 2-7〉 실내 공기질 오염원의 오염물질 기준에 대한 가이드라인	27
〈표 2-8〉 주거지역 실내공기질에 대한 캐나다의 노출지침	28
〈표 2-9〉 각국의 실내공기질 인증제도	29
〈표 2-10〉 핀란드의 실내공기환경 기준치(1995년)	31
〈표 2-11〉 국내외 실내공기질 관리법 제정 현황	33
〈표 3-1〉 발생원에 따른 주요 실내오염물질	41
〈표 3-2〉 가스상태의 오염물질의 발생원 및 건강에 미치는 영향	42
〈표 3-3〉 입자상태의 오염물질의 발생원 및 건강에 미치는 영향	42
〈표 3-4〉 총 VOC 농도와 건강에의 영향	44
〈표 3-5〉 건물의 실내에서 발생하는 주요 VOCs 물질과 발생원	46
〈표 3-6〉 오염물질별 실태조사 결과(환경부, 2004)	47
〈표 3-7〉 오염물질별 실태조사 결과(한국소비자보호원, 2004)	48
〈표 3-8〉 VOCs와 포름알데히드의 농도분포	49
〈표 3-9〉 입주시기별 대상성분 평균 농도	50
〈표 3-10〉 일본 실태조사 결과와 환경부 연구 결과의 비교분석	52
〈표 3-11〉 서울 시내에서 실내·실외 VOCs 측정결과	52
〈표 3-12〉 실내 공기 측정지점별 오염물질의 농도	56
〈표 3-13〉 의료기관, 찜질방 시설별 총부유세균 측정값	57
〈표 3-14〉 ST 02 건축자재에서의 시간에 따른 VOCs 방출량	59
〈표 3-15〉 페인트에서의 VOCs와 포름알데히드 측정결과	60
〈표 3-16〉 국내 실내공기질 관리업무 현황	62
〈표 3-17〉 친환경건축물 인증제도 통합전 인증제도	64
〈표 3-18〉 친환경건축물 공동주택 인증심사기준	65

〈표 3-19〉 건축자재 인증등급	67
〈표 3-20〉 국내외 친환경자재의 방출량 기준 비교	68
〈표 3-21〉 국내 건축자재 인증제도 현황	68
〈표 3-22〉 오염물질방출건축자재(안)	69
〈표 4-1〉 서울시 공동주택 실내공기질 시민인식조사 가구소 지역별 분포 ..74	
〈표 4-2〉 설문조사 대상 할당	74
〈표 4-3〉 실내 체류시간	75
〈표 4-4〉 실내공기질 오염원인	75
〈표 4-5〉 연령별 실내공기오염 관심도	76
〈표 4-6〉 거주 공간 실내공기질 수준	77
〈표 4-7〉 실내 공기오염으로 인한 건강상의 영향 경험정도(공동주택) ..77	
〈표 4-8〉 새집증후군 경험유무	78
〈표 4-9〉 공동주택 준공시기와 새집증후군 경험유무	78
〈표 4-10〉 공동주택 준공시기와 거주 공간 실내공기질 수준	79
〈표 4-11〉 연령 분포별 실내공기질 선행대책	80
〈표 4-12〉 새집증후군 경험유무와 실내공기질 선행대책	81
〈표 4-13〉 실내 근무시간	83
〈표 4-14〉 실내공기질 오염원인	83
〈표 4-15〉 연령별 실내공기문제 관심도	84
〈표 4-16〉 근무 공간 실내공기질 수준	84
〈표 4-17〉 실내공기오염으로 인한 건강상의 영향 경험정도(다중이용시설)85	
〈표 4-18〉 빌딩증후군 경험 유무	86
〈표 4-19〉 다중이용시설 유형과 빌딩증후군 경험유무	86
〈표 4-20〉 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 선행대책	88
〈표 4-21〉 빌딩증후군 경험유무와 실내공기질 선행대책	89
〈표 4-22〉 실내공기질 개선을 위해 적극적인 관리 요구되는 시설	90
〈표 4-23〉 다중이용시설 유형에 따른 근무공간 실내공기질 정기평가 희망도91	
〈표 4-24〉 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 건의사항	92
〈표 4-25〉 공정시험방법별 측정에 관한 일반사항의 비교	95
〈표 4-26〉 서울시 다중이용시설등의 실내공기질관리법 적용대상 구별분포	99
〈표 4-27〉 서울시 다중이용시설등의 실내공기질관리법의 적용대상(2004) ...100	

〈표 4-28〉 다중이용시설의 시료채취위치	102
〈표 4-29〉 다중이용시설에서의 오염물질별 시료채취방법 및 시간	103
〈표 4-30〉 다중이용시설별 실내 공기질 측정지점	105
〈표 4-31〉 측정대상물질의 측정조건	106
〈표 4-32〉 공동주택 Sampling Log-Sheet(1)	107
〈표 4-33〉 공동주택 Sampling Log-Sheet(2)	107
〈표 4-34〉 공동주택 Sampling Log-Sheet(3)	107
〈표 4-35〉 공동주택의 HCHO와 개별 VOC 측정결과	113
〈표 4-36〉 입주시기별 공동주택 PM10 측정결과	114
〈표 4-37〉 다중이용시설 실내공기질 측정결과	118
〈표 4-38〉 다중이용시설 실내 공기질 측정결과 평균치	120
〈표 4-39〉 다중이용시설 개별 VOC와 TVOCs 측정 결과	126
〈표 5-1〉 일반적인 실내공기 오염물질에 대한 미국의 적용 가능한 기준	134
〈표 5-2〉 일반 실내공기 오염물질 기준에 대한 가이드라인(미국)	138
〈표 5-3〉 일본의 부서별 실내 공기질 관리대상 시설 및 관리기준	141
〈표 5-4〉 외국의 실내 공기질 관리제도 비교	145
〈표 5-5〉 외국의 실내 공기질 관리 업무 현황 비교	147
〈표 5-6〉 미국의 냉난방공조학회(ASHRAE) 가이드라인	150
〈표 5-7〉 실내공기중 화학물질 농도의 지침치(2004년 2월 8일)	151
〈표 5-8〉 일본 빌딩 위생관리법(후생노동성, 2004. 4. 1, 확대개정시행)	151
〈표 5-9〉 일본의 학교 실내공기질 기준	151
〈표 5-10〉 노르웨이의 실내공기질 가이드라인	152
〈표 5-11〉 핀란드의 실내공기질 권장치	152
〈표 5-12〉 핀란드 실내공기질 인증등급	153
〈표 5-13〉 싱가포르의 실내공기질 가이드라인	153
〈표 5-14〉 호주의 실내공기질 가이드라인	154
〈표 5-15〉 주거공간의 실내공기질에 대한 노출가이드라인	154
〈표 5-16〉 주요국가의 실내 공기환경(IAQ) 기준	155
〈표 5-17〉 실내 오염물질 조절방법 및 제거를 위한 최소환기량(AIVC)	157
〈표 5-18〉 각국 사무소에서의 필요환기량(ml/sec.km)	158
〈표 5-19〉 VOCs의 기준(WHO)	160

〈표 5-20〉 세계 각국의 BTEX 기준	161
〈표 5-21〉 환경라벨링 제도의 유형(ISO 규격)	163
〈표 5-22〉 USGBC의 그린빌딩 인증을 위한 기술적 조치 내용	165
〈표 5-23〉 LEED 인증 등급	166
〈표 5-24〉 북미 정부기관에서 의한 문제빌딩의 조사결과	169
〈표 5-25〉 포름알데히드 확산등급	174
〈표 5-26〉 SCANVAC 방출량에 의한 건축자재 분류	176
〈표 5-27〉 핀란드 건축실내 마감재료의 분류체계	176
〈표 5-28〉 독일 건축자재(실내공기환경) 인증기준	177
〈표 5-29〉 카페트 인증 프로그램 기준	177
〈표 5-30〉 포름알데이드 인증 프로그램 기준	178
〈표 5-31〉 파티클보드 기준(파티클협회)	178
〈표 5-32〉 Labeling for plywood, MDF and particleboard	179
〈표 5-33〉 주택품질확보촉진법 중 건축자재 인증기준	179
〈표 5-34〉 ISM 표시에 필요한 환경 기술 기준	181
〈표 5-35〉 건강 위협에 대한 실내용 건축용도료의 목표기준	181
〈표 5-36〉 Environmental choiceM Program 기준	182
〈표 5-37〉 유기성 실내공기오염물질의 분류(후생노동성 홈페이지)	187
〈표 5-38〉 흡착제를 이용한 농도 저감법	187
〈표 6-1〉 지하상가 실내공기질 문제점과 개선대책	197
〈표 6-2〉 서울시 지하생활공간 공기질 기준	201
〈표 6-3〉 다중이용시설등의 실내공기질 관리법 자치입법권 범위	202
〈표 6-4〉 서울시 다중이용시설등의 실내공기질 적용가능한 체크리스트	203
〈표 6-5〉 다중이용시설별 유지기준 항목의 측정결과 종합정리	204
〈표 6-6〉 다중이용시설별 권고기준 항목의 측정결과 종합정리	207
〈표 6-7〉 서울시 공동주택 실내공기질 측정결과 종합정리	209
〈표 6-8〉 서울시 다중이용시설 공기질 기준조례(가칭)	210
〈표 6-9〉 외국의 실내공기질 관리지침서	213
〈표 6-10〉 실내공기질 관리 지침서 내용	214
〈표 6-11〉 친환경 건축물 인증제도 인증기준 (공기환경 : 주거복합건축물(주거부분))	225

그 립 목 차

〈그림 1-1〉 연구추진체계	10
〈그림 2-1〉 다중이용시설등의 실내공기질 관리법 적용대상	18
〈그림 2-2〉 현행 국내 실내공간 공기질 관리체계 현황	24
〈그림 3-1〉 주택의 실내공기오염원	40
〈그림 3-2〉 입주-측정시기별 HCHO 평균농도 변화	50
〈그림 3-3〉 입주-측정시기별 VOCs 평균농도 변화	51
〈그림 3-4〉 국내 연구사례 중 실내오염 물질별 구분	53
〈그림 3-5〉 시설별 실내외 포름알데히드 평균농도 비교(2004)	57
〈그림 3-6〉 다중이용시설별 실내외 총부유세균 평균농도 비교(2004)	58
〈그림 3-7〉 시설별 실내외 미세먼지(PM10) 평균농도 비교(2004)	58
〈그림 3-8〉 실내 공기질관리 관련 부처 및 관리대상	61
〈그림 3-9〉 친환경건축물 인증마크	64
〈그림 4-1〉 연령 분포별 실내공기오염 관심도	76
〈그림 4-2〉 공동주택 준공시기에 따른 새집증후군 경험 유무	79
〈그림 4-3〉 공동주택 준공시기에 따른 거주 공간 실내공기질 인식 수준	80
〈그림 4-4〉 실내 공기질 개선 위한 선행대책	81
〈그림 4-5〉 새집증후군 경험 유무에 따른 실내공기질 개선을 위한 선행대책	81
〈그림 4-6〉 환경친화적 건축자재 사용에 대한 추가 지불의사 비용	82
〈그림 4-7〉 연령 분포별 실내공기오염 관심도(다중이용시설 근무자)	84
〈그림 4-8〉 다중이용시설별 빌딩증후군 경험 유무	87
〈그림 4-9〉 다중이용시설별 근무 공간 실내공기질 오염원	87
〈그림 4-10〉 다중이용시설별 실내공기질 개선을 위한 선행 대책	88
〈그림 4-11〉 빌딩증후군 경험 유무에 따른 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 선행대책	89
〈그림 4-12〉 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 적극적인 관리가 요구되는 시설	90
〈그림 4-13〉 다중이용시설 유형에 따른 근무 공간 실내공기질 정기평가 희망도	92
〈그림 4-14〉 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 건의사항	93
〈그림 4-15〉 종합실내측정기(BABUC/A; BSZ 202,E Italy)	110
〈그림 4-16〉 Min-Vol Air Sampler, Air Metrics	110

〈그림 4-17〉 Agilent Tech, 6890N	111
〈그림 4-18〉 2,4-DNPH 흡착관을 이용한 HPLC에 의한 HCHO 분석	112
〈그림 4-19〉 RCS sampler를 이용한 부유세균 측정	112
〈그림 4-20〉 입주시기별 공동주택의 실내공기질 PM10 농도	114
〈그림 4-21〉 공동주택의 실내공기질 HCHO 항목 측정결과	115
〈그림 4-22〉 공동주택의 실내공기질 벤젠 항목 측정결과	115
〈그림 4-23〉 공동주택의 실내공기질 톨루엔 항목 측정결과	116
〈그림 4-24〉 공동주택의 실내공기질 에틸벤젠 항목 측정결과	116
〈그림 4-25〉 공동주택의 실내공기질 자일렌 항목 측정결과	117
〈그림 4-26〉 공동주택의 실내공기질 스티렌 항목 측정결과	117
〈그림 4-27〉 다중이용시설 실내공기질 CO 항목 측정 평균값	121
〈그림 4-28〉 다중이용시설 실내공기질 CO ₂ 항목 측정 평균값	122
〈그림 4-29〉 다중이용시설 실내공기질 PM10 항목 측정 평균값	123
〈그림 4-30〉 다중이용시설 실내공기질 HCHO 항목 측정 평균값	124
〈그림 4-31〉 다중이용시설 실내공기질 TVOCs 항목 측정 평균값	126
〈그림 4-32〉 다중이용시설 실내공기질 부유세균 항목 측정 평균값	128
〈그림 5-1〉 독일 환경청의 조직 체계도	140
〈그림 5-2〉 주택성능표시제도의 각 항목별 성능 이미지	173
〈그림 5-3〉 주택성능평가 마크	175
〈그림 5-4〉 설계·시공단계에서의 실내공기질 관련대책 흐름도	184
〈그림 5-5〉 중앙 24시간 공기 청정 시스템	185
〈그림 5-6〉 시공시의 집합주택에 있어 환기유무에 의한 공기질의 비교	186
〈그림 5-7〉 광난방을 이용한 베이커아웃 실험결과	188
〈그림 6-1〉 쾌적한 실내공기 유지를 위한 구성요소	195
〈그림 6-2〉 서울시 조례제정의 연차적 이정표	212
〈그림 6-3〉 미국의 실내공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리정보	214
〈그림 6-4〉 홍콩의 실내공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리정보	215
〈그림 6-5〉 일본의 실내공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리정보	215

第 I 章 서론

제 1 절 연구배경

제 2 절 연구목적

제 3 절 연구내용

제 4 절 연구방법

제 I 장 서 론

제 1 절 연구배경

최근 들어 국내·외적으로 관심이 고조되고 있는 지구환경의 오염문제는 인류가 시급히 해결해야 할 가장 심각한 문제 중 하나로 인식되고 있다. 이러한 지구환경문제는 주로 대기·수질·폐기물·토양 등 외부환경과 관련된 현상에 치중되어 부각되어 왔다. 이를테면, 도시의 대기환경 오염 문제는 산업, 난방, 발전, 수송 등과 같이 실외 오염원 관리가 관심의 대상이 되어 왔다. 반면에 현대인의 주된 생활공간 영역인 건물의 실내환경 오염문제에 대한 인식 및 관리대책은 그 동안 중요성에 버금가는 위치를 차지하지 못하여 왔다.

선진국에서조차 산업화와 경제화에 초점을 맞춘 국가정책에 따라 실내환경의 중요성은 제대로 인식되지 못하였고, 1970년대 초 선진 각국에서 빌딩증후군(Sick Building Syndrome; SBS)이라는 새로운 증상이 보고되면서부터 본격적으로 시민건강 위해 가능성과 관련된 관심을 갖게 되었다(Banaszak, et al, 1970; Kreiss & Hodgson, NRC, 1987). 또한 1980년대 후반이후부터는 복합화학물질 민감증(Multiple Chemical Sensitivity; MCS), 1990년대 후반이후에는 새집증후군(Sick House Syndrome; SHS)등과 같은 새로운 증상 등이 중요한 사회적 문제로 대두되고 있다.¹⁾

그러나 실내 공기질(Indoor Air Quality; IAQ)은 시민들의 건강과 복지를 결정하는 중요한 요소로서 점차 인식되고 있다. 왜냐하면 현대사회에 있어 시민은 주택, 직장, 학교, 차내 등의 다양한 실내공간에서 거의 대부분의 시간을 보내며, 개방성이 적은 실내공간에서 오염

1) **실내 공기질에 대한 높은 관심도 및 새집(빌딩) 증후군 경험:** 본 연구에서 서울시 공동주택 거주시민 및 다중이용시설 근무종사자 등을 대상으로 실시한 설문조사(2004년 6월)를 분석한 결과, “실내공기 문제에 대한 관심도” 문항은 약 84.0% 유효수준을 기록하여 과거 외기 대기오염에 치중되었던 대기오염에 부가하여 실내 공기 질 문제가 새롭게 인식되고 있음을 볼 수 있으며, 이러한 높은 관심도는 “새집증후군 경험”에서 45.3% 응답에서 확인되고 있음.

그리고 다중이용시설의 경우, “실내공기 문제에 대한 관심도”의 유효응답은 72.0% 수준이며, “새빌딩증후군 경험” 응답은 29.1% 수준을 보여, 비록 공동주택에 비해 실내공기질 관심과 증후군 증상은 다소 떨어지나, 여전히 높은 관심과 우려를 표명하고 있음을 볼 수 있음(제4장 참조). 이에 향후 시민의 실내 공기질 기초수요에 부응하는 ‘원인진단 및 처방능력’ 제고를 위한 체계적인 관리대책의 수립추진이 요망되고 있음.

된 실내 공기질의 노출(피폭)을 통해 호흡기 질환, 인체의 생화학적 부작용, 호흡기관의 자극 등과 같은 건강피해 가능성이 상대적으로 크기 때문이다.

일반적으로 시민들은 실내 건축물에서 생활하는 시간이 하루 중 80%~85% 이상을 다양한 실내공간에서 생활하는 것으로 보고되고 있음을 감안할 때, 보다 쾌적하고 건강한 실내 공기질 확보는 매우 중요한 의미를 가지게 된다. 그러나 실내환경이란 단순히 사무실이나 일반 가정을 가리키는 것이 아니라, 실내 작업장·공공건물·병원·지하시설·물상·교통수단 등 광범위하다. 이와 같이 다양한 실내공간이 오염되었을 경우, 장기간 실내에서 생활하는 사람은 인체에 큰 영향을 받을 수 있음에 유의하여야 한다.

이러한 실내 환경에 대한 관심은 1970년대 이후 각종 산업분야에서 에너지 소비 절감 및 효율을 높이기 위한 노력의 일환으로 건물 기밀화와 단열 강화에 따른 환기부족 등의 영향에 의해 실내 공기질 관리여건이 악화되고, 이에 수반된 환경오염이 가중되면서 본격적으로 제기되었다고 할 수 있다(NAS, 1993). 또한 각종 건축자재로부터 가스 및 유해물질이 방출되고, 경제수준의 향상과 함께 다양한 생활용품의 사용 증가는 새로운 오염물질을 배출하면서 실내 공기질이 오염되었으며, 이의 반작용으로 실내에 거주하는 시민들의 건강에 영향을 미치게 되었다(Fritsch, 1978).

특히, 우리나라의 경우, 밀집되고 한정된 도시공간을 보다 효율적으로 이용하기 위하여 지하공간이나 대규모 복합건물 등이 더욱 증가될 것으로 예상되며, 결과적으로 실내공기오염으로 인한 실내 거주자와 이용자들의 인체 영향에 관한 문제가 사회적 논의주제가 될 것으로 예상되고 있다(김윤신, 1983). 이와 같이 실외 대기오염 수준에 못지 않게 쾌적한 실내 공기질에 대한 사회적 관심이 높아지고, 수요가 증대됨에 따라, 실내 공기질 환경관리를 위한 중대한 계기가 조성되기에 이르렀다.²⁾

환경부는 종래의 「지하생활공간 공기질 관리법」을 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」으로 개정하여(2003년 5월말 공포 및 2004년 5월말부터 시행), 실내 공기질 관리의 실효성을 확보하고 체계적인 관리를 위한 기초를 마련하였다는 점이다. 특히 실내 공기질 관리 대상시설이 여객터미널·도서관·의료기관 등의 다중이용시설 뿐만 아니라, 신축되는 공동주택으로 확대되어, 과거 지하역사·지하상가 등 제한된 실내 공간에서 벗어나 전방위적

2) **새집 증후군 첫 배상 결정**: 신축 아파트에 입주하면서 피부병을 앓게 된 어린이와 그 가족이 신축아파트 건설업체·관할 자치단체를 상대로 실내 공기질 개선을 위한 마감재 교체비용과 위자료 지불의 조정신청 사건에서 환경부 중앙환경분쟁조정위원회에서는 건설업체로 하여금 일부 비용을 배상하도록 결정하였음. 이는 건축자재가 방출하는 오염물질 때문에 발생하는 “새집 증후군”에 대해 배상 결정이 내려진 사례로서, 향후 이와 유사한 분쟁이 잇따를 전망이다(조선일보, 2004.6.24 인터넷 기사).

실내공간 공기질 관리가 가능하게 되었다.

이에 실내 공기질을 개선하기 위해서는 다양한 실내공간에서 형성되는 공기질 수준을 정량적으로 측정·분석하고, 연후에 실내 공기질 수준에 영향을 미치는 제반 요인에 대해 보다 체계적이며 효율적인 관리방안을 마련하는 것이 필요하다. 즉 실내 공기질의 현상을 파악하는 것은 “실내공간에서의 건강이상 증후군”과 관련된 자료체계를 구축하여 단기 대응을 가능하게 할 뿐만 아니라, 향후 실내 공기질 개선을 위한 중장기대책을 수립하는데 매우 유용한 계기를 제공할 수 있기 때문이다.

제 2 절 연구목적

최근 에너지 소비 절약을 위해 건축물의 단열과 밀폐성을 높여야 한다는 주장이 강조되고 있다. 이와 같은 건축물의 열효율 증대는 환경보전과 경제적인 측면에서 긍정적인 효과를 가져온다. 그러나 한편으로는 연소 및 각종 건축재료 등의 실내공기오염원에서 발생하는 유해물질, 그리고 공간적 밀폐로 인한 환기 미비로 인해 실내공기오염을 유발하여 건강에 악영향을 미칠 수 있는 요인으로 인식되기에 이르렀다.

이와 연관되어 “sick house”, “sick building”, “sick school” 등의 용어로 대표되는 실내공간 건강이상 증후군(症候群) 문제는 화석연료의 연소과정에서 발생하는 일산화탄소 등의 특징적인 공기오염에 의한 급성중독의 건강영향과 뚜렷한 차이를 나타내고 있다. 예를 들면, 실내의 건축자재와 마감재, 실내에서 사용되는 방충제, 방염 처리제, 플라스틱 제품 등에 포함되는 가소제 등으로부터 서서히 발산되는 휘발성 화학물질에 의한 실내공기 오염은 비록 저 농도 노출이라고 하나, 장기간에 걸친 영향으로 인하여 시민의 건강 위해 가능성이 점차 확인되고 있다.

이를 반영하듯, 지하생활공간의 특성을 고려한 새로운 환경관리 수요가 첨예한 관심사항으로 대두됨에 따라 지하생활공간 관리주체는 이에 부응하기 위해 청정 공기질 관리대책의 수립·추진에 관심을 집중하여야 하는 전기를 맞게 되었다. 즉 종래의 대중요법적·사후관리 차원의 실내 생활공간 공기질 관리를 벗어나, 오염유형별 과학적 원인 진단과 처방을 위한 새로운 접근방법을 모색하는 발상전환이 요구되고 있다.

우리나라의 경우, 본격적인 실내공간 공기질 관리에 과거 「지하생활공간 공기질 관리법」에서 기인한다. 당시 지하공간 공기질 관리와 관련하여 규정한 오염물질의 유형은 미세

먼지(PM10), CO, CO₂, SO₂, NO₂, HCHO, Pb 등이고, 다만 Rn과 Cu 항목은 권고 오염물질로 설정한 바 있다. 이러한 배경 하에서 지하공간 이용시민의 건강을 보호하고, 환경 위해 가능성을 예방할 실질적인 환경관리 방안을 모색하는 계기를 제공하게 되었다.

지하생활공간의 공기질 관리를 둘러싼 환경수요와 관련하여 환경부는 1989년 9월 지하공간 환경기준 권고치를 설정하고, 1990년부터는 시·도를 대상으로 지하공간에서의 오염수준 조사를 실시하여 왔다. 또한 지하생활공간 공기질 관리를 법적 이행의무로서 규정하기 위하여 1996년에는 쾌적하고 청정한 지하공간의 환경질을 유지·개선하기 위한 「지하생활공간 공기질 관리법」을 제정하고 1997년부터 시행하고 왔다. 2003년부터는 기존의 지하생활공간 뿐만 아니라 불특정 다수인이 이용하는 제반 다중이용시설 및 공동주택의 실내 공기질을 관리하기 위해 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」으로 통합 개정하여, 실내 공기질 관리에 높은 관심과 역점을 두고 있다.³⁾

이러한 실내공간 공기질 환경관리 수요를 바탕으로, 관련 법규의 준수 및 실내 공기질 수준에 대한 시민만족도 향상을 위하여, 또한 다중이용시설의 실내 공기질 개선을 위해 시행중이거나 시행예정인 주요사업들을 주변 여건과 연계하여 체계적으로 조사·분석함으로써, 다중이용시설 및 신축 공동주택의 실내 공기질 환경여건에 적합한 세부적인 개선방안 마련이 요구되고 있다.

이에 본 연구는 쾌적한 실내 공기질 수준을 확보하고 시민건강 위해 가능성을 최소화함에 연구목적을 두고 있다. 이를 위해서 먼저 공동주택과 다양한 유형의 다중이용시설을 대상으로 실내 공기질 실험측정 분석을 통해 실내 공기질 자료체계(DB)를 구축하고, 실내 공기질 관리현황을 파악한다. 연후에 향후 신축 공동주택을 포함한 서울시 다중이용시설별 실내 공기질을 시민이 생활하기에 적합한 수준으로 조성하기 위한 정책 수단으로서 서울시 다중이용시설의 유지 및 권고기준의 보완신설을 검토하고자 한다. 다음으로, 다중이용시설 및 신축 공동주택 실내공간에서의 공기질 수준이 실제적으로 환경기준을 달성할 수 있는 방안을 모색하고, 지속적으로 쾌적하고 청정한 공기질을 조성하는데 필요한 보조적인 환경관리 방안 마련에 중점을 두고자 한다.

본 연구에서 의도하고 있는 연구목적을 개략적으로 분류 정리하면 다음과 같다.

3) 1997년 12월부터 시행된 「지하생활공간 공기질 관리법」 규정에 의거하여 설정된 지하공기질 관리기준은 2004년 5월말부터 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」에 따라 유지·권고기준으로 분류되고, 더욱 강화됨에 따라, 다중이용시설의 실내 공기질에 대한 관심이 높아질 뿐만 아니라, 환경개선 수요가 더욱 증대될 것으로 예상되고 있음. 그러나 환경부, 교육인적자원부, 노동부, 건설교통부 등 실내공간의 특성에 따라 일관성이 여전히 결여되는 단점을 알고 있어, 향후 실내공간 공기질 관리주체의 통합이 필요한 것으로 판단되고 있음.

첫째, 서울시 다중이용시설의 실내 오염도 측정분석 및 관리현황 자료체계(DB)의 구축
둘째, 현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」의 제5조 제3항 규정에 상응하여 서울시 다중이용시설 공기질 관리조례(가칭)의 제정 방향을 제시하고, 다중이용시설의 실내 공기질 기준의 보완 및 신설 가능성 검토
셋째, 실내 공간 공기질 개선을 유도하고 일정 수준으로 유지하기 위한 실내 공기질 관리 가이드라인을 제·시행하여 시민건강 위해 가능성 최소화 도모
넷째, 실내 공기질 영향 요인별 관리전략 및 중앙정부·서울시 실내 공간 공기질 관리전략을 검토하여, 향후 중장기 실내 공기질 개선대책의 마련에 활용

제 3 절 연구 내용

1. 시간적 범위

현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」 제5조(실내공기질 유지기준 등) 규정에 따라 자치단체의 법제화 수요에 대응하기 위한 연구를 진행하도록 한다. 즉 다중이용시설의 실내 공기질 관리법에 제시된 실내 공기질 수준을 바탕으로, 다중이용시설 유형별 실내 공기질을 측정·분석하여 2005년 단기에 원용 가능한 서울시 실내 공기질 유지 및 권고기준의 제정 가능성을 검토한다.⁴⁾

이와 병행하여 다중이용시설의 실내 공기질 관리를 위한 조례 제정의 방향을 설정하며, 분산된 다중이용시설의 실내 공기질 통합관리 가능성을 함께 제시하도록 한다.

4) 서울시는 「지하생활공간공기질관리법」에 따라 지하역사 및 지하도상가 시설의 지하공기질 관리를 위해 “서울시 지하생활공간 공기질기준 조례”를 제정·시행하고 있음. 그러나 법규 개정예에 따라 기존 조례를 대체할 수 있는 “서울시 다중이용시설등의 실내공기질기준 조례(가칭)”를 제정·시행하여야 하는 자치법규의 개정 수요가 발생하였음.

2. 내용적 범위

서울시 다중이용시설 및 신축 공동주택의 실내 공기질 관리를 위해 본 연구에서 다루고 있는 주요 연구내용을 제시하면 다음과 같다.

가. 실내 공기질 관리법규 제정 동향 분석

최근 실내 공기질에 대한 관심과 우려가 점증하고 있음에 비추어, 외국의 실내 공기질 관리를 위한 제반 법규의 제정 동향과 추진대책 및 시행효과를 살펴본다. 그리고 이를 국내의 실내 공기질 관리 관련법규 등과 연계하여 비교함으로써, 보다 비용 효과적인 서울시 실내 공기질 관리의 제반 시사점을 모색한다.

나. 실내 공기질 현황 및 관리실태조사

「지하생활공간 공기질 관리법」(1997년) 제정이후, 국내에서 다양한 실내공간을 대상으로 수행되었던 선행 측정결과를 최대한 수집·분석하여, 실내 공기질 현황을 연대기적으로 살펴보고, 이를 관리대책과 연계함으로써, 향후 관리대책 수립의 기초자료로 활용한다.

다. 다중이용시설 및 공동주택의 실내 공기질 의식 조사 및 측정분석

현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」 규정에 따라 서울시 실내 공기질 관리대상 시설이 더욱 확대됨에 따라, 일차적으로 다중이용시설 및 공동주택의 실내 공기질 환경여건과 관련된 시민의식조사를 수행하여, 바람직한 실내 공기질 관리대책 수립의 기초자료로서 활용한다.

다음으로 실내공간의 시설 특성을 감안한 오염물질별 공기질 수준을 현행 법규의 유지기준 및 권고기준과 비교하여 측정 분석하고, 측정자료를 활용하여 향후 서울시 다중이용시설별 유지 및 권고기준에 상응하는 관리기준(안)을 검토 제시한다.

라. 외국의 실내 공기질 관리사례 분석

외국에서 현재 추진중인 실내 공기질 관리대책의 성과를 분석하여, 서울시 다중이용시설의 실내 공기질 관리대책 마련을 위한 시사점을 도출하고, 한편으로는 새롭게 추진예정인 실

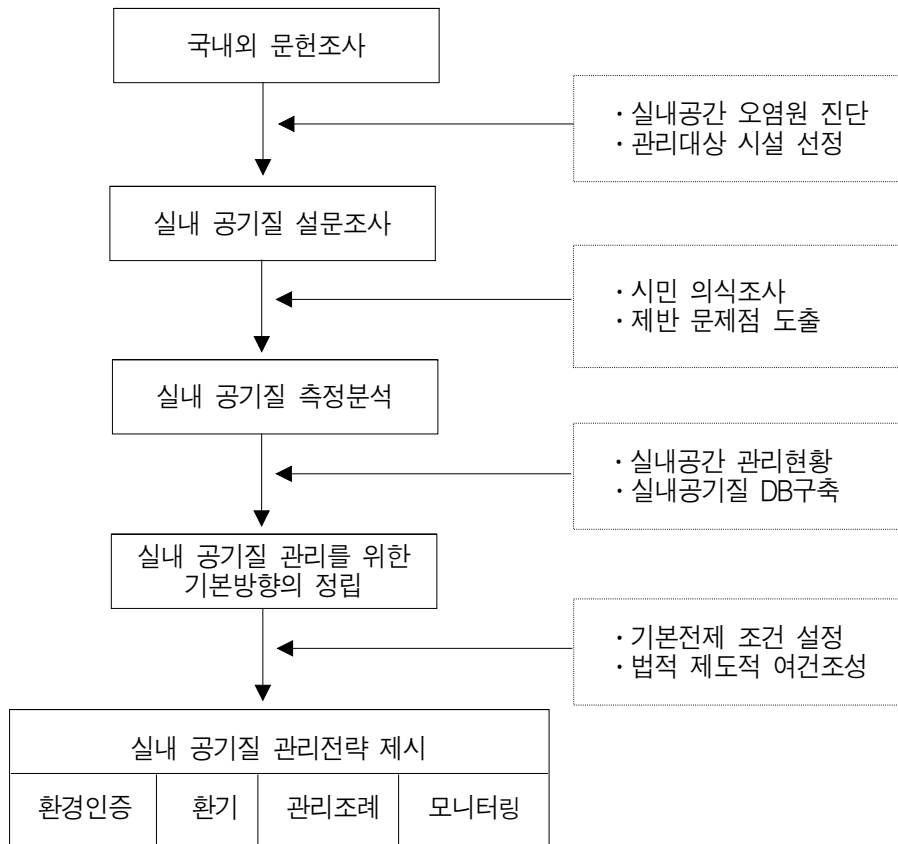
내 공기질 관리대책의 원용 가능성을 모색하기 위해 제반 관리사례를 분석한다.

마. 다중이용시설의 실내 공기질 유지전략 및 법적·제도적 실효성 증진방안

서울시 다중이용시설 및 공동주택의 실내 공기질 수준의 측정분석과 관리실태 조사, 외국 사례의 원용, 실내 공기질에 대한 시민 기대의식 등을 통해 향후 실내 공기질 관리를 위한 기본방향을 마련한다. 그리고 서울시 실내 공기질 유지를 위한 유지·권고기준의 보완 및 신설, 실내 공기질 영향요인별 관리전략의 마련과 이를 구체화하기 위해 필요한 법적·제도적 실효성 확보방안을 제시한다.

3. 대상적 범위

본 연구의 일차적 공간 범위는 서울시 공기질 관리 대상 시설인 다중이용시설의 실내 공기질 관리대상에 한정한다. 그리고 공동주택 및 다중이용시설에서의 실내공기질에 대한 시민 인식 설문조사를 실시하고, 다중이용시설의 실내 공기질 측정은 유지기준(PM10, CO, CO₂, 총부유세균, HCHO) 중심으로 측정하며, 권고기준 가운데 총휘발성유기화합물질(TVOC) 항목을 추가하여 측정하기로 한다. 다만, 총휘발성유기화합물질은 벤젠, 톨루엔 등 6가지 대표적인 세부 휘발성유기화합물질별 오염농도를 구분하여 각각 측정·분석한다.



<그림 1-1> 연구추진체계

제 4 절 연구방법

1. 측정·설문조사 및 문헌조사

본 연구에서는 서울시 일반 다중이용시설·공동주택에서의 실내 공기질 실태를 조사분석하기 위해 현장 측정·조사를 병행 실시한다. 이에 현행 「다중이용시설등의실내공기질관

리법」 규정에 의해 실내 공기질 관리대상시설에 포함되는 17개 유형의 시설을 대상으로 실내 공기질 측정 공정법에 따라 측정한다. 다만 공동주택의 경우에는 입주시기 1년 ~ 5년으로 구분·한정하여 측정한다.

한편으로는 국내 문헌 연구를 바탕으로 대상시설별 실내 공기질 오염 현황과 관리 실태(관리 대상, 관리 기준, 관리 방법 등)를 살펴보고, 공동주택 거주주민과 다중이용시설의 근무종사자를 대상으로 실내 공기질에 대한 설문조사를 실시한다. 이를 통해 실내 공기질에 대한 시민 기대의식을 파악하고, 관리정책 도출의 기본자료로 활용한다.

2. 외국 사례조사

서울시의 다중이용시설 실내 공기질 실태분석의 효율적 관리를 도모하기 위하여 선진 외국 도시의 사례를 분석한다. 특히 실내 공기질 관리 동향, 공기질 법규제정 및 관련 대책 등을 중점적으로 분석하여, 향후 도입 가능한 정책 시사점을 살펴본다.

第 II 章 실내 공기질 관리법규 및 주요쟁점

제 1 절 실내 공기질 관리의 재조명

제 2 절 국내외 실내 공기질 관리 법규

제 3 절 실내 공기질 관리의 주요쟁점

제 II 장 실내 공기질 관리법규 및 주요쟁점

제 1 절 실내 공기질 관리의 재조명

실내공간 공기질 오염에 의한 영향은 실내에서 발생하는 오염물질에 의해 두통, 눈코 등의 점막 자극과 신체에 이상 증상을 보이는 건물증후군(Sick Home Syndrome; SBS)으로 정의되고 있으며, 1980년 후반부터 국제적으로 주목받고 있다.¹⁾

실내공기는 일반적으로 오염된 외부 공기의 유입, 실내 공기 오염원, 흡연, 실내에 서식하는 미생물 등에 의하여 외부 공기보다도 더욱 오염이 심각하며, 현대를 살아가고 있는 도시인의 거의 하루 대부분의 시간을 실내에서 보내고 있다. 그러므로 실내공간이 유해물질에 오염되고 사람들이 지속적으로 이에 노출되는 경우에는 노출량과 기간에 따라서 다르지만 건강에 큰 위해가 될 수 있다.

실내에서 발생하는 오염물질로는 입자상 오염물질과 가스상 오염물질, 병원성 세균 등으로 크게 분류할 수 있다. 입자상 오염물질로는 미세먼지(PM10), 중금속(Heavy metal), 석면(Asbestos) 등이 있으며, 가스상 오염물질로는 물질의 연소과정에서 주로 발생하는 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO₂), 아황산가스(SO₂)와 사람의 호흡에 의해 발생하는 이산화탄소(CO₂) 그리고 건축자재에서 많이 발생하는 휘발성유기화합물(VOCs), 포름알데히드(HCHO), 라돈(Rn), 악취(Odor) 등이 있다. 또한, 병원성세균(Microbe)으로는 실내공기 중에 부유하는 부유세균 및 낙하세균 등이 있다.

실내오염의 발생원으로는 연소과정, 실내에서의 흡연, 오염된 외부공기의 실내유입 등이 있으며, 최근에는 신축아파트의 경우 건축물의 밀폐화와 단열화를 위해 사용되는 내장재와 바닥의 소음 저감을 위해 사용하는 카펫 등의 건축자재로부터 수많은 유해화학물질이 발생되고 있다. 또한, 건축물의 유지와 관리 등 일련의 과정에 사용되는 방향제, 목재 보존제, 왁스 등도 실내오염의 중요한 발생원이다. 이러한 실내오염물질은 사람들의 호흡기와 순환

1) 세계보건기구(WHO)와 유럽연합(EU)이 공동으로 기초 작성한 “공기질 가이드라인”을 바탕으로 1997년 전문가그룹(Expert Task Force)회의에서 공기질 가이드라인(Guideline For Air Quality)을 제시하였으며, 특히 실내 공기질과 관련하여 주요 오염물질과 발생원을 규정하고, 오염물질의 발생원을 실외, 실내-실외, 실내의 3분류로 구분하여 실내 공기질 관리에 역점을 두고 있음.

기에 영향을 미치며, 특히 VOCs 중의 벤젠, 1,3-부타디엔 등의 일부 물질은 발암성을 내포하고 있다.

특히 고농도의 휘발성유기화합물질(VOCs)에 의한 영향으로는 급성장해와 만성장해가 있다. 급성장해로는 독성작용으로 중추신경계를 억제하는 마취작용이 있으며, 급성장해의 증상으로는 지각력 상실(시간, 장소, 사람들을 알아보는 정신 기능의 장애), 도취감, 현기증, 혼돈이 발생하고 노출 농도가 점차 심해지면 의식의 상실과 마비, 경련, 그리고 사망에 이르게 된다. 그밖에 눈, 피부, 호흡기 점막의 자극 증상을 나타내기도 한다. 만성장해로는 중추신경계의 장해와 말초신경계의 장해가 있는데 중추신경계의 장해는 VOCs에 의한 비특이적인 중추신경계 작용으로서 급성적으로 나타나는 마취작용 외에 만성적인 신경행동학적 장해를 들 수 있다. 중추신경계의 장해로 인한 증상으로는 감각이상, 시각 및 청각 장애, 기억력 감퇴, 작업능률 저하, 수면장애, 혼돈, 신경질, 불안, 우울, 무관심 등의 정서장애를 보이고 사지 무력감, 조화운동의 저하, 피로 등과 같은 운동장애가 발생한다. 이와 같이 실내공간 공기질 관리의 실외 대기오염 관리에 못지 않은 중요한 사회적 되고 있으며, 이에 따른 적정 실내환경 관리의 시민의 건강한 삶의 질 수준을 결정하는 절대명제가 되고 있다.

제 2 절 국내·외 실내 공기질 관리법규

1. 국내 실내 공기질 관리 법규

정부 차원의 실내 공기질 관리의 1986년 5월 보건복지부에서 「공중위생법」 상에 공중이용시설을 대상으로 7개 항목에 대한 위생관리기준을 설정한 것이 시초이다. 그 후에 1992년 건설교통부의 「건축설비기본법」에서 환기설비의 공기질 관리를 위하여 보건복지부의 기준과 유사한 5개 항목에 대한 기준을 정하였고, 1996년 12월에는 환경부에서도 「지하생활공간공기질관리법」을 제정하여 지하역사, 지하도 상가를 대상으로 7개 물질에 대한 관리 기준을 규정하였다. 최근 「지하생활공간공기질관리법」을 개정하여 「다중이용시설 등의 실내 공기질관리법」으로 입법하고 2004년 5월 30일부터 시행 중에 있다.

건설교통부의 건축설비기준은 현재 폐지되었으며, 보건복지부의 「공중위생법」은 1999년 2월 「공중위생관리법」으로 개정되어 시행되고 있다. 이 외에도 교육부와 노동부에서도

학교와 작업장을 대상으로 관리를 하고 있다.

현재 실내공기질 오염문제가 환경문제로 부각되고 있으나, 실내공기질 관리업무가 이와 같이 환경부, 보건복지부, 건교부, 교육부, 노동부 등 여러 부처에서 분산관리 되고 있어 체계적인 관리가 어려운 상황이다. 이에 실내 공기질 관리업무의 일원화의 적정성에 대한 논의 및 규제기준의 확대방안 마련은 시급히 해결하여야 할 과제로 남아있다.

가. 환경부의 실내 공기질 관리

최근 지하생활공간 공기질뿐만 아니라 실내공기질에 대한 관심이 증가하고 있어, 각 부처가 분산 관리하고 있는 실내공기질 업무에 대해 효율적 관리체계의 구축이 필요한 실정이다. 또한 실내공간의 유해물질(석면, 라돈, VOCs 등)에 대한 관리가 실제 효율적으로 이루어지지 않고 있어 새로운 문제점으로 등장하고 있다.

이에 따라 환경부에서는 「지하생활공간공기질관리법」을 「다중이용시설등의실내공기질관리법」으로 개정하고, 대상시설을 기존의 관리 대상인 지하역사, 지하도상가에서 병원, 도서관, 대규모점포 등 다중이용시설로 확대하였다.

다중이용시설 내부의 쾌적한 공기질을 유지하기 위하여 반드시 지켜야 하는 오염물질로 미세먼지, 이산화탄소, 포름알데히드, 총부유세균, 일산화탄소 등 5개 오염물질로 정하여 이들 오염물질에 대하여 유지기준을 설정하였다. 다만, 별도로 일정 기준에 따르도록 권고하는 오염물질로 이산화질소, 라돈, 총휘발성유기화합물, 석면, 오존 등 5개 오염물질에 대해서는 권고기준을 설정하여 제시하고 있다.

이와는 별도로 사업계획 승인이나 건축허가를 신청하는 100가구 이상의 공동주택 분양업체는 입주 3일전부터 두 달간 새집증후군 유발물질 농도수치를 관리사무소와 출입문 게시판에 부착하도록 하고 있다. 이를 위반할 경우에는 최고 500만원의 과태료가 부과된다. 또한 공동주택을 신축할 경우에는 포름알데히드와 휘발성유기화합물이 시간당 $4\text{mg}/\text{m}^3$, $10\text{mg}/\text{m}^3$ 이상 배출되는 접착제와 시간당 각각 $1.25\text{mg}/\text{m}^3$, $4\text{mg}/\text{m}^3$ 이상 배출하는 벽지와 바닥재 등의 사용을 금하고 있다.

○ 지하생활공간공기질관리법 (총 438개소) -지하역사(376개소) -지하도상가(62개소)	○ 다중이용시설등의실내공기질관리법 (2천여 개소) - 지하역사, 지하도상가, 도서관, 박물관, 의료기관, 실내주차장, 여객터미널 대합실 등 ○ 동법시행령 추가(1만 2천여 개소) - 장례식장, 보육시설, 노인복지시설, 업무시설학원, 2인 이 상용도 건축물, 공연장, 지하상점가, 혼인예식장, 대규모 점포, 실내체육시설 등
---	---

주1: 2인이상 용도 건축물내에 있는 찜질방이나 대형음식점, 극장도 적용대상임.

주2: 업무시설, 2인이상 용도 건축물내 업무시설에 대하여는 노동부(산업보건기준에 관한 규칙)의 사무실 공기질관리 규정과 중첩우려가 있으므로, 이에 대한 조정이 필요함.

<그림 2-1> 다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법 적용대상

<표 2-1> 다중이용시설등의실내공기질관리법 유지기준

다중이용시설	오염물질 항목	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
지하역사, 지하도상가 여객자동차터미널의 대합실 공항시설 중 여객터미널 항만시설 중 대합실 철도역사의 대합실 도서관, 박물관, 미술관, 장례식장, 찜질방 대규모 점포		150 이하	1,000 이하	120 이하	-	10 이하
의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원		100 이하			800 이하	10 이하
실내주차장		200 이하			-	25 이하

<표 2-2> 다중이용시설등의실내공기질관리법 권고기준

다중이용시설 \ 오염물질 항목	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/ l)	TVOC (μg/ m ³)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사, 지하도상가 여객자동차터미널의 대합실 공항시설 중 여객터미널 항만시설 중 대합실 철도역사의 대합실 도서관, 박물관, 미술관, 장례식장, 찜질방 대규모 점포	0.05 이하	4.0이하	500이하	0.01 이하	0.06 이하
의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원	0.05 이하		400이하		0.06 이하
실내주차장	0.30 이하		1,000 이하		0.08 이하

나. 보건복지부의 실내 공기질 관리

보건복지부가 관리주체인 「공중위생관리법시행규칙」 제8조에서 공중이용시설 안에서 발생되지 않아야 할 오염물질의 종류와 기준을 명시하고 있다. 동 법규에서 의미하는 ‘공중이용시설’이란 「공중위생관리법시행령」 제3조에서 규정한 것처럼 다수인이 이용함으로써 이용자의 건강 및 공중위생에 영향을 미칠 수 있는 건축물 또는 시설로서 여기에 포함되는 시설은 다음과 같다.

- 「건축법」에 의한 업무시설로서 연면적 3,000㎡ 이상의 업무시설과 연면적 2,000㎡ 이상의 건축물
- 「공연법」에 의한 공연장으로서 객석수 1,000석 이상의 공연장
- 「학원의설립·운영에관한법」에 의한 학원으로서 연면적 2,000㎡ 이상의 학원
- 「유통산업발전법」에 의하여 개설 등록된 대규모점포와 동 법에 의한 상점가중 지하도에 있는 연면적 2,000㎡ 이상의 상점가(「지하생활공간공기질관리법」의 적용을 받는 시설은 제외)
- 「건전가정의례의정착및지원에관한법」에 의한 혼인예식장으로서 연면적 2천㎡ 이상의 혼인예식장

- 「체육시설의설치·이용에관한법」에 의한 체육시설로서 관람석 1,000석 이상의 실내 체육시설

상기 「공중위생관리법시행규칙」 제8조와 관련하여 [별표 5]에 규정된 공중이용시설의 실내공기위생관리기준에는 24시간 평균 실내 미세먼지의 양이 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 경우에는 실내공기정화시설(덕트) 및 설비를 교체 또는 청소하여야 하며, 실내공기정화시설 안의 퇴적분진량이 $5\text{g}/\text{m}^2$ 을 초과하는 때에는 청소를 하여야 한다고 규정하고 있다.

또한 청소하여야 하는 실내공기정화시설 및 설비로는 공기정화기와 이에 연결된 급배기관(급배기구 포함), 중앙집중식 냉·난방시설의 급배기구, 실내공기의 단순배기관, 화장실용 배기관, 조리실용 배기관을 명시하였다.

현행 「공중위생관리법시행규칙」에 규정된 공중이용시설 안에서 발생되지 않아야 할 오염물질의 종류와 허용 기준은 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 공중이용시설의 오염물질 허용기준

오염물질의 종류	오염허용 기준
PM10	24시간 평균치 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
CO	1시간 평균치 25ppm 이하
CO ₂	1시간 평균치 1,000ppm 이하
실내공기정화시설 안의 퇴적 분진량	$5\text{g}/\text{m}^2$ 이하

자료 : 「공중위생관리법시행규칙」, [별표6] 오염허용기준[제8조2항관련]

그 외에도 공중위생업자 중에서 숙박업자의 경우, 환기용 창 등은 수시로 개방하여 환기가 충분히 될 수 있도록 해야하고, 기계환기설비는 항상 가동될 수 있도록 하며, 수시로 가동시켜 환기가 충분히 될 수 있도록 유도하고 있다.

다. 건설교통부의 실내 공기질 관리

현재 건설교통부관련 법률에서는 실내공기오염과 건축자재와의 관련성을 언급한 부분이 없는 상황이며, 1996년 1월 개정된 건축법 시행규칙에서 실내공기 조화기준과 이와 관련된

내용이 삭제되었다.

그러나 환기문제와 관련하여 「도시철도건설규칙」 제44조 규정에 의하면, “지하선로에는 지하공간의 크기, 도시철도의 운행계획, 이용객의 편익 등을 고려하여 적절한 환기설비를 하여야 한다” 고 규정되어 있으며, 「도로법」에서는 제39조에 “도로의 구조 및 시설과 도로의 유지·안전점검 및 보수는 건설교통부령이 정하는 기준에 의한다” 고 규정하고 이를 바탕으로 한 「도로의구조·시설기준에관한규칙」 제41조에서는 터널의 환기문제에 대해 규정하고 있다.

제41조의 제1항에서는 “터널에서는 안전하고 원활한 교통소통을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에 도로의 계획교통량, 설계속도 및 터널길이 등을 고려하여 환기시설 및 조명시설을 설치하여야 한다” 고 명시되어 있으며, 제2항에서는 “화재 기타 사고로 인하여 교통에 위험한 상황이 발생할 우려가 있는 터널에는 통신시설, 경보시설, 소화시설과 기타 비상용 시설을 설치하여야 한다” 고 되어 있다. 그리고 제3항에서는 터널 안의 일산화탄소 및 질소산화물의 농도는 <표 2-4>의 농도 이하가 되도록 해야 하며, 환기시의 터널 안 풍속이 초속 10m를 초과하지 않도록 환기시설을 설치하여야 한다고 규정되어 있다.

<표 2-4> 터널에서의 오염물질 허용기준

구분	농도
일산화탄소	100ppm
질소산화물	25ppm

자료 : 「도로의 구조·시설기준에관한규칙」 제41조(터널의 환기시설등)

그리고 「건축법시행규칙」 제38조²⁾에서는 건축물의 에너지 이용과 폐자재 활용에 대한 내용들이 제시되어 있으며, 「건축물의설비기준등에관한규칙」에는 개별난방설비의 환기문제(제13조)와 건축물의 열손실 방지 등과 같은 에너지 절약관련 내용(제21조, 제22조, 제23조)들이 규정되어 있다.

이와 함께 지하도로의 경우에는 「지하도로시설기준에관한규칙」에 “지하도로와 연결되

2) 「건축시행규칙」 제38조 (건축물의 에너지이용과 폐자재의 활용) 영 제91조제6항의 규정에 의하여 건축기준을 완화하여 적용받고자 하는 자는 법 제8조 또는 법 제9조의 규정에 의하여 허가를 신청하거나 신고를 하는 때에 법 제59조제2항의 규정에 의한 에너지절약설계기준 또는 건축폐자재설계기준에 따른 건축기준의 완화적용을 요청하여야 한다 [전문개정 1999.5.11].

는 건축물의 지하층과의 접속부에 적절한 채광시설 및 환기설비를 갖춘 계단홀을 설치해야 한다” 고 규정되어 있었다. 그러나 2000년 7월에 도시계획법(현행 국토의 계획 및 이용에 관한 법률로 개정됨)이 개정되면서 「지하도로시설기준에관한규칙」은 폐지되었다.

라. 노동부의 실내 공기질 관리

노동부와 관련된 실내공간 공기질 관련 법규로서는 「산업보건기준에관한규칙」이 있으며, 근로자의 건강 및 안전을 위한 환기, 설비 등에 대한 구체적인 내용을 언급하고 있다. 또한 자세한 물질별 노출기준에 대해서는 노동부 고시인 「화학물질 및 물리적 인자의 노출기준」(노동부 고시 제 97-65호)에 총 698종의 유해물질에 대한 노출기준이 1일 작업시간 동안의 시간가중평균 노출기준(Time Weighted Average; TWA)과 단시간 노출기준(Short Term Exposure Limit; STEL)으로 구분되어 규정되어 있다.

실내공기질에 관련된 주요 내용을 살펴보면 「산업보건기준에관한규칙」 제4장 사무실오염으로 인한 건강장해의 예방³⁾에서 사업주는 사무실오염물질로 인한 근로자의 건강장해를 예방하기 위해 일정 기준에 따라 사무실 공기를 관리하여야 하고(제49조), 사업주는 근로자의 건강장해 방지를 위하여 필요한 경우에는 당해 사무실의 공기를 측정·평가하고 그 결과에 따라 공기정화설비 등을 설치 또는 개·보수하는 등 필요한 조치를 하여야한다(제50조)고 규정하고 있다. 이 외에도 사무실 공기 및 작업기준에 관련해 실외 오염물질 유입 방지, 미생물오염 관리, 사무실의 청결(제51조, 제52조, 제54조)에 관련한 사항을 규정하고 있다.

<표 2-5> 사무실 공기 관리기준

항목	호흡성분진	CO	CO ₂	포름알데히드
기준	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10ppm 이하	1,000ppm 이하	0.1ppm 이하

주 : 1일 8시간 시간가중평균농도를 기준으로 한다.

자료 : 「산업보건기준에관한규칙」 제49조[별표4]

3) 제46조제1항 : “사무실” 이라함은 중앙관리방식의 공기정화설비 등을 갖추고 근로자가 업무를 수행하는 실내 공간과 그 부속시설인 휴게실·식당·화장실·회의실·강장보건의료시설·복도·계단 등의 공간을 말한다.

제46조제2항 : “사무실오염물질” 이라함은 법 제24조제1항의 규정에 의한 분진·가스·증기 등과 곰팡이·세균·바이러스 등 사무실의 공기중에 떠다니면서 근로자에게 건강장해를 유발할 수 있는 물질을 말한다.

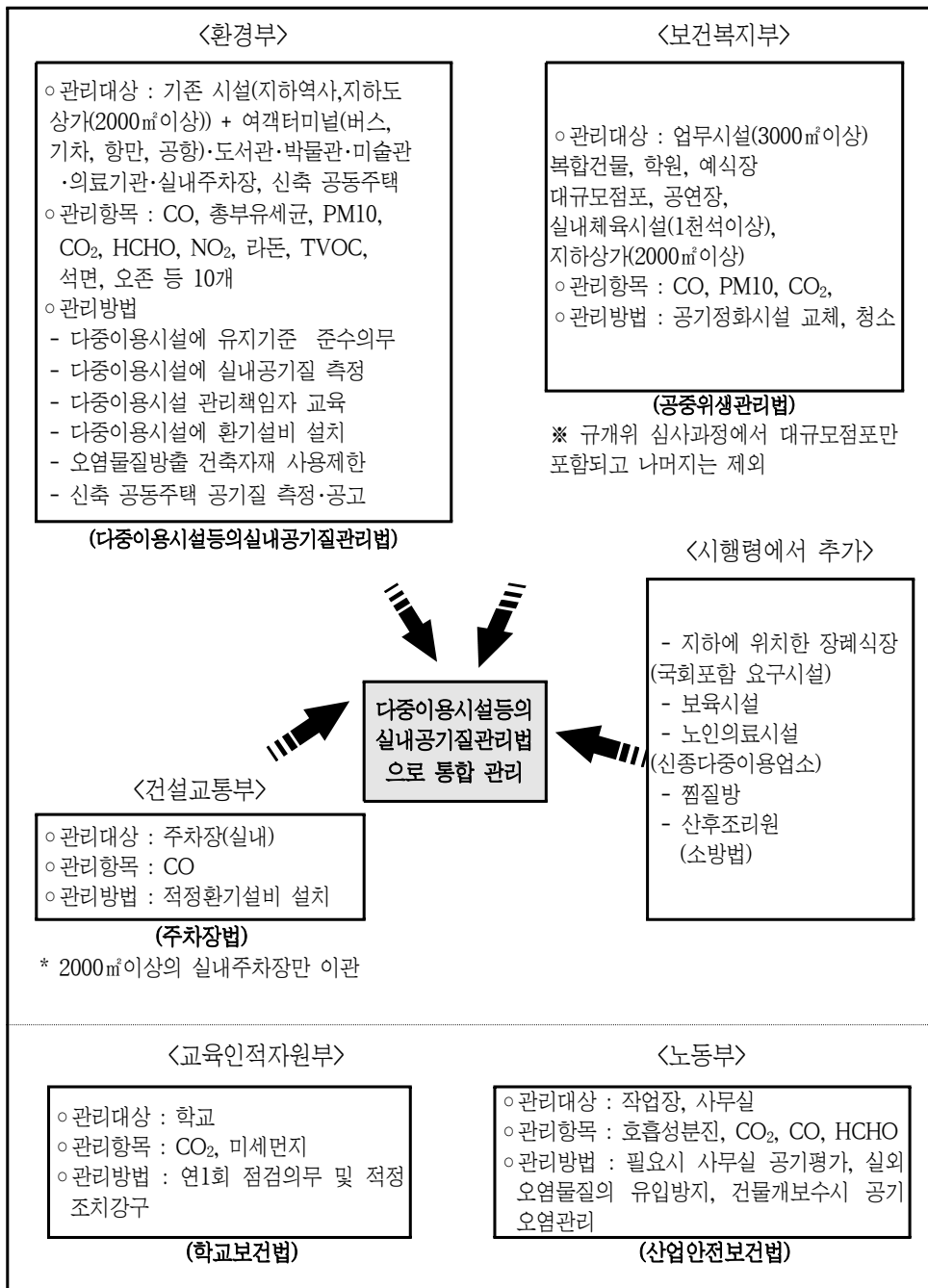
마. 교육인적자원부의 실내 공기질 관리

교육인적자원부는 「학교보건법」과 「학원의 설립·운영에 관한 법률」, 그리고 「특수학교시설·설비기준령」에서 교내의 환기, 채광, 온도·습도 조절 등에 대한 유지·관리에 대해 규정하고 있으나, 이의 구체적인 관리 기준을 제시하고 있지 않다.

현재 「학교보건법」에는 제4조에 의하면, “학교의 장은 교육인적자원부령이 정하는 바에 따라 교사안에서의 환기·채광·조명·온습도의 조절, 상하수도·화장실의 설치 및 관리, 오염공기·폐기물·소음·분진의 예방 및 처리 등 환경위생과 식·지식·식품·음료수의 관리 등 식품위생을 적절히 유지·관리하여야 한다”라고 규정되어 있다. 이에 오염공기·미세먼지의 예방 및 처리기준과 관련하여 “이산화탄소(CO₂)는 1시간 평균 1,000ppm 이하로 할 것, 미세먼지는 24시간 평균 1세제곱미터당 150 μ g 이하로 할 것”으로 규정하고 있다(학교보건법시행규칙, [별표 4] 참조).

또한 「학원의 설립·운영 및 과외교습에 관한 법률」에는 제5조에 “학원 설립·운영자는 당해 학원의 교육환경 및 위생시설을 깨끗하게 유지·관리하여야 한다”고 명시되어 있으며, 제8조 시설기준에서는 “학원에서는 교습과정별로 대통령령이 정하는 단위시설별 기준에 따라 교습 및 학습에 필요한 시설 및 설비를 갖추고 이를 유지하여야 한다”고 규정하고 있다. 동법 제8조의 규정을 바탕으로 한 「학원의 설립·운영 및 과외교습에 관한 법률」 제8조의 학원시설에서는 “학원은 교육환경 및 보건위생상 적합한 장소에 설립하고, 채광시설, 조명시설, 환기시설, 냉·난방시설 등을 갖추어야 한다”고 규정하고 있다.

그러나 제9조 단위시설의 기준 설정과 관련하여 제6항에서 “채광시설, 환기시설 및 냉·난방시설은 보건위생적으로 적절한 것이어야 한다”고 되어있다. 그리고 「특수학교시설·설비기준령」에서는 제6조 시설환경조건에서 “학교의 각 시설은 학습과 생활에 지장이 없는 온도·습도 및 방음이 유지되어야 한다”고 간단하게 규정하고 있을 뿐이다.



자료 : 환경부, 「실내 공기질 관리 업무편람」, 2004. 9.

<그림 2-2> 현행 국내 실내공간 공기질 관리체계 현황

2. 외국 실내 공기질 관리 법규

가. 미국

미국의 경우, 정부기관인 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)와 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)에서는 작업 환경 조건에 대한 환경정책을, 그리고 EPA(Environmental Protection Agency)에서는 대기환경기준을 담당하고 있다.

EPA 내에서는 대기 및 방사선국(OAR : Office of Air and Radiation) 산하의 실내환경과(IED : Indoor Environments Division)에서 실질적인 업무를 담당하고 있다. IED는 국가적인 공기질 관련 정책 및 프로그램을 개발하고, '실내공기질위원회(CIAQ : Committee for Indoor Air Quality)'의 활동을 주도하고 있다. CIAQ는 4개의 의장기관과 16개 산하기관으로 구성되어 있는데, EPA와 CPSC(Consumer Product Safety Commission), DOE(Department of Energy), 그리고 DHHS(Department of Health and Human Service)가 의장기관으로 있다. 이 위원회에서는 실내공기오염물질 중 중요한 오염물질 7가지에 대해 그룹별로 나누어 연구하고 있는데, 알레르겐 병원균은 DHHS 산하의 NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health), 탄화수소는 CPSC와 EPA, 연소생 물은 CPSC, 라돈은 DOE와 EPA, 포름알데히드는 NIOSH 등이다.

민간 단체인 ASHRAE에서는 자체적으로 실내 공기질 기준(Standard)을 설정하여 권고하고 있는데, 이 기준은 5년마다 수정되고 있다. 「ASHRAE Standard 55-1992」에서는 실내공간 재실자를 위한 온열환경 조건을 규정하고 있으며, 계절별 옷입는 습성에 기초하여 계절에 따라 쾌적 범위를 달리 제안함으로써 실질적인 적용방법과 에너지 절약 가능성에 커다란 융통성을 주고 있다. 이러한 기준에서 제안된 쾌적 영역은 착석 또는 가벼운 작업을 수행하는 재실자의 80%가 적정하다고 수용할 수 있는 상태로 규정되어 있다.

한편 「ASHRAE Standard 62-1989」에서는 실내공기질이 고려된 실내공기환경 유지를 위한 환기 규정을 제시하고 있는데, 허용 공기환경기준을 재실자의 80% 이상이 만족하고 있으며, 취기가 있는 오염물질의 경우에는 최소한 비전문가가 20명 이상 포함된 평가집단의 80% 이상이 대상 공간에 들어가서 15초 이내에 답변한 평가의 결과가 만족스러운 것일 때 허용 가능한 실내공기 환경으로 정의하고 있다⁴⁾. 「ASHRAE Standard 62-1999」에서

제시하고 있는 산업 위생을 증진하기 위한 목적에서 잠재적 인간 건강 위해 조절을 위한 권고치(<표 2-6>, <표 2-7>)로서 매년 갱신된다.

미국의 경우 다양한 실내공간에 대한 관리를 위하여 오염물질별 법적 규제는 하지 않고 있으나 작업장 환경에서의 실내 공간 오염물질은 규제하고 있으며 기타 실내 공간에서의 오염물질 농도는 작업장 환경의 기준치를 참조하여 권고하거나 지침을 제시하는 방식을 취하고 있다.

이 외에도 실내공기오염물질에 대한 지침이나 권고 이외에도 실내공기질 개선 효과를 유도할 수 있는 방법으로 실내공기질에 대한 인증제도를 실시하고 있다. 인증제도로는 “LEED(Leadership in Energy Environmental Design)” 제도가 있는데, 이 제도는 현재까지 입증된 환경평가기술을 토대로 건물전체의 관점에서 환경성능을 평가하고 건축시장을 활성화시키기 위해 시행하고 있는 등급점수제 환경성능평가제도이다.

<표 2-6> 미국 환경청(U.S. EPA)의 실내공기에 대한 국가 1차 대기질 기준

오염물질	장기간			단기간		
	평균농도			평균 농도		
	μg/m ³	ppm		μg/m ³	ppm	
이산화황	80	0.03	1년	365 ¹⁾	0.14 ¹⁾	24시간
분진(PM10)	50 ²⁾	-	1년	150 ¹⁾	-	24시간
일산화탄소				40,000 ¹⁾	35 ¹⁾	1시간
일산화탄소				10,000 ¹⁾	9 ¹⁾	8시간
오존(O ₃)				23.5 ³⁾	0.12 ³⁾	1시간
이산화질소	100	0.055	1년			
납	1.5	-	3개월 ⁴⁾			

주 1) 1년에 1회 이상 초과하면 안됨.

2) 산술평균

3) 기준은 최고 시간평균 농도가 0.12ppm(235μg/m³)이상인 날이 1년에 수일로 예상될 때 달성되며, 여기서 0.12ppm은 40CFR 50의 Subchapter C에 의해서 결정된 1보다 작거나 같음.

4) 3개월은 1/4 분기를 뜻함

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

4) 이윤규, “실내공기환경 관련기준의 국제적 연구동향”, 「건설기술정보」, 1999. 6.

<표 2-7> 실내 공기질 오염원의 오염물질 기준에 대한 가이드라인

오염물질	농도	ppm	노출시간
인체 배출물 (Human Bioeffluents)	CO ₂ 700ppm 이하이면 부족		연속
클로르덴 (Chlordane)	5µg/m ³	0.0003	연속
오존	100µg/m ³	0.05	연속
라돈가스	4 pCi/L(29, 32)b		연평균

주 : 실내 공기질 관련 EPA 권고는 특별히 거주지역(Residential occupancy)과 학교지역에 적용함. 또한 ASHRAE는 다른 지역에 대한 특별한 권고가 적정 권한(appropriate authority)에 의해서 공포될때까지 다른 빌딩지역에 대한 가이드라인으로서 이를 추천하고 있음.

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

나. 캐나다

캐나다의 실내공기 오염관리는 작업장 및 주거지의 실내공기질 관리지침에 따라 관리하도록 하고 있다. 발암물질과 비발암물질로 나누어 관리하고 있으며, 생물학적인 오염원과 기타 먼지, 담배연기 등을 포함한 권고기준을 두고 있다.

노출권고치에 언급된 항목으로는 알데히드류, 이산화탄소, 일산화탄소, 포름알데히드, 이산화질소, 오존, 먼지, 이산화황, 라돈, 액적 등이다. <표 2-8>은 캐나다의 주거 공간에서의 실내공기질에 대한 지침이다.

<표 2-8> 주거지역 실내공기질에 대한 캐나다의 노출지침

오염물질	허용가능한 노출 범위	
	ASTER ⁶⁾	ALTER ⁷⁾
총 알데히드	$\Sigma ci/Ci < 1^{1)}$	-
이산화탄소	-	6300mg/m ³ (350ppm)
일산화탄소	< 11ppm-8h ²⁾ < 25ppm-1h ²⁾	-
포름알데히드	³⁾	⁴⁾ 활동수준 120μg/m ³ (0.10ppm) 목표수준 60μg/m ³ (0.05ppm)
이산화질소	< 480μg/m ³ (0.25ppm)-1h	< 100μg/m ³ (<0.05ppm)
오존	<2 40μg/m ³ (0.12ppm)-1h	-
입자상 물질	< 100μg/m ³ -1h	< 40μg/m ³
이산화황	< 1000μg/m ³ (<0.38ppm)-5m	< 50μg/m ³ (0.019ppm)
수증기	30-80%R.H.-여름 30-55%R.H.-겨울 ⁵⁾	-
기타 아래 참고	최소 노출	최소 노출

주 : 1) Ci=120μg/m³(포름알데히드); 50μg/m³(아크롤레인); 9000μg/m³(아세트알데히드) 또한 Cisms 5 분 이상 측정된 각각의 농도이다.

2) 가이드 라인은 대기압과 독립적이 되도록 단위를 ppm으로만 나타내었다.

3) 알데히드 참고

4) 전염병학 연구가 지금까지 수행되었다. 하더라도 포름알데히드는 인체 내에서 발암성이라는 설득력있는 증거는 거의 마련되어 있지 않음. 이러한 잠재성 때문에 실내 수준은 가능한 정도까지 감소시켜야 함.

5) 창문 응축에 의해서 강제로 되지 않는다면

6) ASTER-허용 가능한 단기간 노출범위

7) ALTER-허용 가능한 장기간 노출범위

자료 : ASHRAE STANDARD 62-1999.

캐나다의 경우에도 실내공기질 인증제도로 “BEPAC(Building Environmental Performance Assessment Criteria System)” 를 실시하고 있다. 동 제도는 캐나다에서 신축 및 기존사무실 건물의 환경성능을 평가하기 위해 마련된 것으로 크게 건물설계와 임대, 건물의 유지관리 분야로 구분된다. 미국과 캐나다를 포함하여 실내공기질 인증제도를 시행하고 있는 나라들과 그 내용을 비교 정리하면 <표 2-9>와 같다.

<표 2-9> 각국의 실내공기질 인증제도

국가	일본	핀란드	미국	영국	캐나다	뉴질랜드	스웨덴	네덜란드	노르웨이
명칭	환경공생주택인정제도	Eco-prop	LEED	BREEAM	BEPAC, BEEAM, CANADA	Green Home Scheme	Eco-profile	Eco-quantum	Eco-profile
상황	시행중	개발중	예비 시행중	시행중	시행중	시행중	개발중	시행중	시행중
개발기관	주택 건축성	Motiva	USGB C	BRE	ECD Energy and Environment Canada	BRANZ	BMG	IVAM environmental research	-
관련부서	통산산업성 건설성	환경부 통상부	EPA	DETR	환경부	주택 건설국	주택부	주택부	NBI

자료 : 환경부, 「실내공간의 VOCs 특성 및 제어방안에 대한 기초조사」, 2001. 4.

다. 유럽

유럽국가들의 경우 노르웨이, 핀란드를 비롯한 많은 나라에서는 WHO(World Health Organization)에서 1987년에 제정한 「유럽 공기질 기준지침서(Air Quality Guidelines for Europe)」에 근거하여 기준을 설정하고 있다. WHO는 이 기준과 축적된 증거자료를 기초로하여 1997년에 「공기질 기준지침서(Guidelines for Air Quality)」를 제시하였으며, 이 내용은 1999년에 다시 최근 자료로 보완되었다.

오염물질에 대한 지침은 유해한 정도로 오염된 공기를 호흡하는 것을 피하게 하고, 지침에 제시되어 있지 않는 물질의 경우 대략적인 위험성을 추정치로 대체하고 있다. 유기물질과 무기물질에 근거한 수치와 암발생 위험성에 대한 허용치를 제시하고 있다. 유럽공동체(EU)에서는 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내환경, 마감재료에 대한 분류규정을 제정하여 설계지침으로 활용하고 있다. 과거에는 인체로부터 방출된 오염물질만을 제어하는 방법을 채택하였으나, 이를 탈피하여 건물내부에서 발생하는 각종 오염물질의 방출 특성을 중요한 사항으로 부각시키는 새로운 개념의 공기청정기준이 제시되고 있다.

또한 최근에는 일산화탄소 센서, 이산화탄소 센서, 실내 공기중의 냄새와 휘발성유기화합물질(VOCs)을 관리할 수 있는 혼합가스센서를 개발하여 실내공기환경 제어에 활용하는 Demanded Controlled Ventilation 기법이나 자연환기와 기계환기를 효과적으로 접목한 Hybrid Ventilation 개념 등을 보편화하고 있어 실내환경 개선과 에너지절약을 위한 설계 지침과 관리지침을 동시에 활용하고 있다.

환경과 건설, 교통부가 한 부서로 통합되어 있는 영국에서는 환경과에서 실내공기오염에 대한 측정과 감시연구를 담당하고, 건설과에서는 주민의 생산성을 높이기 위한 실내공기질 관리를 위해 단계적으로 목표와 평가지표를 설정하고 있다.

특히, 스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크 등이 연합하여 구성된 학회인 ‘북유럽국가연합회(SCANVAC)’에서는 건축자재로부터의 오염물질 방출강도에 따라 건축재료를 3단계로 구분하여 효과적으로 실내공기 오염물질이 제어되도록 관련 제도를 시행 중이다.

덴마크의 실내환경협회에서는 건물재료와 인테리어 재료들이 실내환경에 영향을 미친다는 점을 중시하여 “실내환경 라벨링(ICL : Indoor Climate Labelling)” 제도를 실시하고 있으며, 이 제도의 실행이 실내공기오염물질의 배출로 인한 건강 및 쾌적함의 문제를 해결하는데 도움을 줄 것으로 보고 있다. 이 “실내환경 라벨링(ICL)” 제도는 노르웨이 등 근처 국가들로 확산되는 추세에 있다.

그리고 핀란드에서는 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내환경, 마감재에 대한 분류규정을 제정하여 실내 환경을 위한 설계지침으로 활용하고 있다. 핀란드의 실내공기질 및 기후학회(FiSIAQ : Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate)에서 설정한 내장재료(Materials)의 분류 영역은 M1, M2, M3로 나누어진다.

VOCs의 경우, 방출량이 $0.2\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 이하면 M1, $0.4\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 이하면 M2로 분류되며, 포름알데히드(HCHO)는 $0.05\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 이하면 M1, $0.125\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 이하면 M2, 그리고 암모니아 기체는 $0.03\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 이하면 M1, $0.06\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 이하면 M2로 각각 분류된다.

또한 냄새가 나지 않는 재료는 M1, 강한 냄새가 나지 않는 재료는 M2로 구분되며, M1 영역에는 오염물질을 방출하지 않는 천연재료로 구성된 건축마감재료를 포함한다. 그리고 M3 영역에는 오염물질의 방출성능을 모르고 있는 재료와 M2에서 제한하고 있는 기준값을 초과하는 재료가 해당된다.

이러한 재료의 분류규정에 추가하여 실내환경의 질을 S1, S2, S3으로 나누어 실내환경의 목표치에 따라 마감재료의 선정과 실내 환기설비를 동시에 고려하고 있다(〈표 2-10〉 참조). 실내환경의 질이 분류영역 S1 일 때, 마감재료 분류 M1을 적용하고, S2일 때는 M2를 적용하거나 요구되는 목표치를 달성하도록 규정을 정하고 있다. VOCs의 총량농도(TVOC)⁵⁾는 영역 S1에서는 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 이하이며, 영역 S2에서는 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 이하를 유지하여야 한다.

5) VOC는 매우 종류가 많기 때문에 덴마크의 Molhave에 의해 TVOC(총휘발성유기화합물 : Total Volatile Organic Compounds)라는 개념이 고안되었다. TVOC란 일반적으로 검출되는 VOCs의 총합(Σ VOCs)으로 표시되며, 특별히 알고 있지 않은 물질을 포함한 경우에 이를 톨루엔에 대한 상당농도로 환산하여 표시하는 방법임.

<표 2-10> 핀란드의 실내공기환경 기준치(1995년)

환경요소	단위	범위			비고
		S1	S2	S3	
실내온도, 겨울철	℃	21-22	21-23	20-24	
실내온도, 여름철	℃	22-25	22-27	22-27(35)*	
바닥온도	℃	19-29	19-29	17-31	
수직 상하온도	℃	< 2	< 3	< 4	
기류속도, 온도					
21℃	m/s	< 0.10	< 0.15	< 0.15	
24℃	m/s	< 0.15	< 0.20	< 0.25	
27℃	m/s	< 0.20	< 0.25	< 0.30	
상대습도, 겨울철	%	25-45	-	-	
상대습도, 여름철	%	30-60	-	-	
설비(냉난방 공조기기)					
소음도					
사무소	dB(A)	< 30	< 35	< 35	
거실, 침실		< 25	< 25	< 25	
환기횟수(주택)	회/h	> 0.8	> 0.6	> 0.4	
암모니아	mg/m ³	< 0.02	< 0.03	< 0.05	
포름알데히드	mg/m ³	< 0.03	< 0.05	< 0.15	
TVOC	mg/m ³	< 0.2	< 0.3	< 0.6	
냄새강도	decipol	< 2	< 4	< 5.5	
이산화탄소	ppm	< 1000	< 1250	< 1500	
	mg/m ³	< 1800	< 2250	< 2700	
일산화탄소	mg/m ³	< 2	< 5	< 8	
오존	mg/m ³	< 0.05	< 0.07	< 0.10	
부유분진(TSP)	mg/m ³	< 0.06	< 0.06	< 0.06	
라돈	Bq/m ³	< 200	< 200	< 200	

주 : 실내온도가 35℃를 넘지 않아야 하며, 외부온도가 15℃ 이하일 때는 27℃를 넘지 않도록 해야 함
 자료 : 삼성물산 건설부문 기술연구소, 한양대학교 건설연구소, 「건축물의 실내공기환경 평가에 관한 연구(II)」, 1997. 4.

라. 일본

후생성을 중심으로 하여 5개 부서가 실내공기질 정책과 관련되어 있는 일본⁶⁾에서는 새집 증후군(Sick House)에 해당되는 주택 내부의 공기환경에 관한 문제가 크게 부각되고 있다. 새집증후군 용어는 주택의 실내에서 장시간 거주하는 사람에게 나타나는 증상으로 머리가 무겁고, 목이 아프고, 기분이 나빠지는 상태와 이러한 증상이 발생하는 주택을 통칭하는 용어로 사용되고 있다.

6) 한국공기청정협회, 「2000년 실내 VOCs 토론회」, p.13, 2000

1996년 5월, 일본의 중의원에 새집증후군에 대한 문제가 상정되면서 주거용 건물에 대한 환경문제가 일반에게 널리 알려지는 계기가 되었다. 1996년 7월에는 일본의 정부기관(건설성, 후생성, 통산성, 임야성)을 중심으로 ‘건강주택연구회’가 조직되어 주택의 화학물질 오염에 대한 지침이 제정되었다. 건강주택연구회에서는 건축자재에서 사용되는 유해성이 높은 300여 종류의 화학물질로부터 특히 인체에 미치는 영향이 크고, 현재까지 많이 사용하는 포름알데히드, 톨루엔, 크실렌 등 3가지 화학물질과 목재보존재, 가소재, 방충제 등 3종류의 화학약품을 선정하였다.

또한 일본 농림성에서는 실내에 포름알데히드(HCHO)의 방출량이 많은 바닥목재와 합판재의 규격을 설정하여 제품에 라벨을 부여하고 있다. JAS(일본농림규격)를 제정하여 오염물질방출 강도에 따라 F1(0.5mg/l 이하), F2(5mg/l 이하), F3(10mg/l 이하)의 3등급으로 구분하여 마크를 부여하도록 규정하고 있다.

일본의 경우 건축기준법, 빌딩위생관리법, 학교보건법 등에서 기준치를 제정하고 일반 생활환경을 관리하고 있고 대기환경은 대기환경보전법에서 규제하고 있다. 특히 후생노동성에서는 1,400여 세대의 실내공기질 측정결과 및 9차에 걸친 협의회를 통하여 실내공기 중의 화학물질 농도(권장치)를 제안하였다.

그 외 강제기준으로 매년1회 정기검사를 통해 실내공기질 관리의 적정성을 인정 받아야 하는 「관리학교환경 위생기준」, 「빌딩위생관리법」, 그리고 후생노동성이 2003년 4월 1일일부터 확대 개정·시행하고 있는 「건축물에 있어서 위생적 환경확보에 관한 법률」의 기준이 있다. 「건축물에 있어서 위생적 환경 확보에 관한 법률」의 대상 건축물은 우리나라 환경부에서 개정한 「다중이용시설등의실내공기질관리법」과 유사하다.

<표 2-11> 국내외 실내공기질 관리법 제정 현황

구분	실내공기질 관리법 제정
한국	1986 - 보건복지부 공중위생법(1999 공중위생관리법으로 개정) 1989 - 환경부 지하생활공간 공기질 관리법(1996 개정) 1992 - 건설교통부 건축설비기준법 등 2004 - 환경부 다중이용시설관리법
World Health Organization	1979 - Health aspects related to indoor air quality Report on a WHO working group, EURO Reports and studies 21 1983 - Indoor air pollutants : exposure and health effects, Report on a WHO meeting, EURO Reports and Studies 78 1986 - Indoor air pollutants reserac, Report on WHO working group EURO Reports and Studies 103 1987 - IARC Environmental Carcinogens Methods of analysis and exposure measurement Vol.9, Passive smoking IARC Sci.Pub.NO.8 1987 - Indoor air quality: organic pollutants Report on WHO working group, EURO Reports and Studies 111 1987 - Air Quality guidelines for European Series No.23 1989 - Formaldehyde Environmental Health Criteria No.89, Copenhagen 1990 - Indoor air Quality : biological contaminants, European Series No.31
Commission of European Communities (CEC Concerted Action - Indoor air quality and its impact on man)	1989 - Radon in indoor air, Report No.1 1989 - Formaldehyde emission from wood-based materials: guideline for the determination of steady state concentration in test chambers, Report No.2 1989 - Indoor pollution by NO2 in European countries, Report No.3 1989 - Sick building syndrome-a practical guide report No.4 1989 - strategy for sampling chemical substances in indoor air, Report No.6 1990 - Indoor air Pollution by Formaldehyde in European countries, Report No.7 1991 - Guidelines for the characterization of volatile organic compounds emitted from indoor materials and products using small test chambers, Report No.8 1991 - Effects of indoor air pollution on human health, Report No.10 1992 - Guidelines for ventilation requirements in building, Report No.11 1993 - Biological particles in indoor environments Report No.12 1993 - Determination of VOCs emitted from indoor materials and products, Interlaboratory comparison of small chamber measurements Report, No.13
Canada	1989 - Health and Welfare Canada, Exposure guidelines for residential indoor air quality A report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, Department of National Health and Welfare, Ottawa
Norway	1990 - Norwegian Health Directorate, Guidelines for indoor Air Quality. Report 6-90, IK-2322, Norwegian Health Directorate
England	1991 - House of commons Environment Committee, Indoor Pollution, HMSO, London
USA	1989 - Environmental Protection Agency, Report to Congress on Indoor Air Quality EPA/400/1-89/001C, Office of Research and Development, USEPA, Washington

자료 : 환경부, 「실내공기질 관리방안에 관한 연구」, 1999. 9.

제 3 절 실내 공기질 관리의 주요쟁점

1. 실내 공기질 관리의 기본방향

실내 공기질 관리를 위한 기본 공감대는 최소한 「지하생활공간 공기질 관리법」의 시행 이후부터 형성되었다고 볼 수 있다. 그러나 생활공간의 공간적 범역을 지하역사, 지하상가 등과 같이 제한된 시설 규정에서 벗어나, 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」으로 실내 공기질 관리대상을 더욱 확대하였을 뿐만 아니라, 일정 규모 이상의 신축 공동주택의 경우에도 적용되게 함으로써, 관심과 우려가 교차되고 있는 실정이다.

즉 실내 공기질 개선에 대한 절대적 명제에 대해서는 긍정적인 자세이나, 실제 이를 적용하여 공기질 개선의 정도를 법적 관리대상으로 시행할 경우에는 두 가지 전제조건이 선결되어야 하는 당면과제에 직면하게 된다.

첫째, 실내 공기질 관리의 실효성 확보이다.

실외 공기와 달리 주거·업무·상업시설 공간과 같이 다소 밀폐된 공간에서의 실내 공기질은 비교적 최근에 관심을 갖고, 개선의 정도를 논의하는 시기임에 비추어, 일정 수준 이상의 실내 공기질을 유지하기 위한 관리대책의 실효성이 전제되어야 한다. 즉 실내 공기질 관리주체의 통합 및 연계성 유지, 다중이용시설 유형별 최적 실내 공기질 관리를 위한 자료체계의 구축, 그리고 다중이용시설의 실내 공기질 기준설정에 대한 사회적 합의 도출 등이 합리적으로 결정되어야 한다.

둘째, 실내 공기질 기준유지를 위한 사회적 비용과 편익의 균형접근이 바람직하다.

「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」에서 규정된 실내 공기질 유지 및 권고기준 충족을 위해서는 사적·사회적 비용부담의 주체가 명확히 설정되어야 한다. 특히 실내 공기질 기준을 유지하기 위해서는 시민 또는 사업자의 개선비용과 노력이 전제되어야 하나, 다중이용시설의 시설 특성을 감안하여, 실내 공기질 개선비용과 편익을 상호 균등화하는 과정이 필요하다. 이에 실내 공기질 개선을 위해서는 인센티브 제공과 같은 보다 적극적인 유인 동기를 제공하여 다중이용시설 및 공동주택의 시설 공급자와 수요자간 비용 경감을 위한 기반조성이 마련되어야 한다.

2. 실내 공기질 관리의 당면과제

가. 실내 공기질의 통합관리

현재의 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」은 과거 「지하생활공간 공기질 관리법」을 개정하여 관리대상 시설의 확대 적용, 공기질 기준의 시설 특성을 감안한 유지·권고 기준의 확립, 신축공동주택의 공기질 측정의무의 부과 등 실내 공기질 관리의 기본법 성격을 갖고 있음은 매우 주목할 만 하다. 그러나 여전히 실내 공기질 개선과 관련하여 관련 부서가 혼재되어 있어, 통합관리의 의미가 다소 퇴색하고 있는 실정이다.

이에 향후 자치단체의 다중이용시설등의 실내공기질 기준조례(가칭) 제정을 통해 보다 실질적인 실내 공기질 관리가 이루어지기 위해서는, 일차적으로 중앙부서간 실내 공기질 관련 업무의 통합 조정이 바람직하다. 특히 학교보건법에 따라 교육인적자원부가 관리하고 있는 학교시설은 실내공기질 영향 대상이 초·중·고등학교에 비추어 통합관리의 필요성이 더욱 부각되고 있다.

나. 실내 공기질 관리의 시급성과 보편성

실내 공기질 수준과 관련하여 새집 증후군으로 총칭되는 건강 위해 가능성을 최소화하기 위해서는 시급히 실내 공기질 기준을 충족하는 관리대책 수립이 필요하다. 다만, 실내 공기질 관리의 시급성은 충분히 인식되고 있으나, 관리대상별 실내 공기질 유지를 위한 관리지침의 제공, 환경친화적 건축자재 및 마감재와 관련된 객관적인 환경인증 등급 부여, 친환경자재의 거래시장 여건 조성 등의 보편성이 확보되지 못하여, 양자간 상충 문제가 발생할 여지가 많으므로, 이에 대한 사전 여건조성이 바람직하다.

다. 오염물질 건축자재의 고시 방법

현행 건축자재의 오염물질 등급은 제한적 실험방식 및 소극적 열거방식을 채택하고 있기 때문에, 실제 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」 제정 취지에 맞는 건축자재의 사용에는 한계가 많은 실정이다. 이에 외국에서 현재 시행중인 “건축자재안전자료목록”(Material Safety Data Sheet; MSDS) 제공과 같은 폭넓은 건축자재 고시방법을 검토

하고, 건축업계 및 시민의 건축자재 사용과정에서 나타날 수 있는 혼란을 최소화하여야 할 것이다.

第Ⅲ章 실내공간 공기질 관리실태 및 관련 제도

제 1 절 실내 공기질과 새집증후군

제 2 절 실내 공기질 관리 실태

제 3 절 실내 공기질 관리 관련 제도

제 Ⅲ 장 실내공간 공기질 관리실태 및 관련 제도

제 1 절 실내 공기질과 새집증후군

환경오염 수준이 좀처럼 개선되지 못함에 따라 호흡하는 공기에 대한 관심도 비례적으로 높아지면서, 건물의 기밀성능 향상과 더불어 고단열 건물의 보급으로 인하여 주택의 건축자재에서 발생하는 휘발성유기화합물질에 의한 건강 피해가 현저하게 증가하고 있다. 이러한 건강피해 우려와 함께 최근에는 「친환경 건축」, 「건강 주택」, 「건강 자재」, 「무공해 건축자재」¹⁾ 등의 용어가 자주 등장하고 있다.

건강이란 재실자의 개개인의 신체적 특성으로 나타나는 결과로 질병으로부터 자유로운 상태를 의미하는 주거 공간은 「건강한 거주환경」이란 말로 대신할 수 있다. 따라서 거주공간에는 적절한 공급설비와 위생처리설비를 비롯하여 기후와 외부환경 변화에 따라 거주자를 보호할 수 있어야 한다. 더욱이 과민성체질의 사람이나 생활에 특별한 지원을 필요로 하는 사람을 포함하여 거주인에게 신체적, 정신적으로 과도한 부담을 적절히 완화시킬 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

실내공간의 공기질(Indoor Air Quality) 수준은 현대인이 하루 중 80% 이상을 건물 내에서 생활하고 있기 때문에 매우 중요한 요소로 부각되고 있다. 실내에는 거주자의 신진대사나 활동, 각종 건축자재와 마감재료, 가구, 조리기구 등으로부터 방출되는 열이나 이산화탄소, 먼지, 휘발성유기화합물(VOCs)이 실내환경 오염의 원인이 된다. 특히 최근에는 각종 사무기기 사용의 증대로 건축내장재들이 다양화, 고급화되어 휘발성 유기화합물, 알데히드, 암모니아 등에 의해 인체에 미치는 영향이 점차 커지고 있다.

이러한 각종 오염물질은 재실자에게 질병이나 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 집중력감퇴 등을 불러일으키는 건물병 증후군(SBS : Sick Building Syndrome), 새집증후군(SHS : Sick House Syndrome), 화학물질과민증(MSCMultiple Chemical Sensitivity)²⁾ 등을

1) 세계보건기구(WHO)에서는 “쾌적하고 건강한 주거환경이란 구조적으로 안정되고 사고에 의한 위험성이 없으며, 여기에 살고 있는 사람마다 만족한 생활을 할 수 있는 충분한 공간환경을 보장하는 것”이라고 정의하고 있음.

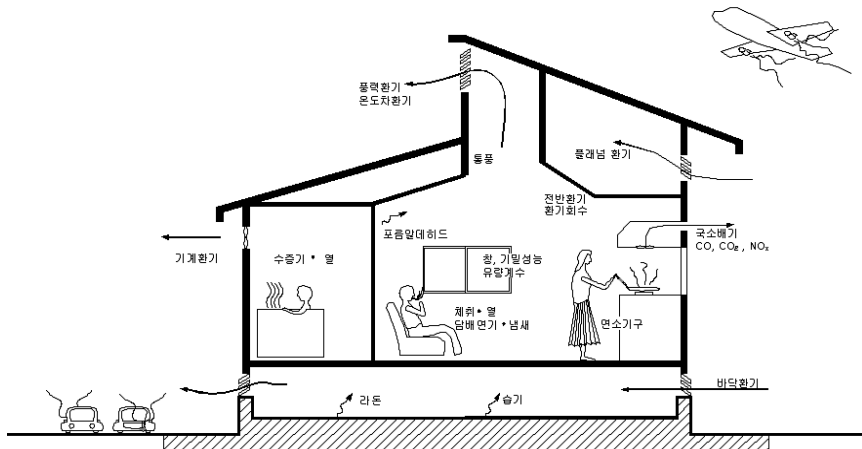
2) 1980년대 중반 미국의 세튼.G.란돌프박사가 명명한 MCS(학물질 과민증)은 특성의 화학물질에 오랫동안

유발시켜 건강을 크게 악화시킬 수도 있다.

1. 주택의 실내공기 오염물질

실내공기환경에 영향을 미치는 요소에는 온·습도나 풍속과 같은 물리적 요소와 일산화탄소, 이산화질소, 담배연기 같은 화학적 요소 및 세균, 바이러스, 벌레 같은 생물학적 요소가 있다. 이 중에서 화학적 요소와 생물학적요소가 실내의 공기질에 주로 영향을 주는 오염물질이라 할 수 있다. 실내 공기오염은 온도, 습도, 기류, 복사열 등의 온열환경요소와 일산화탄소, 이산화탄소, 질소산화물 등의 가스성분 및 공기 중에 떠다니는 부유분진, 각종 미생물 등의 오염물질요소가 복합적으로 작용하여 진행된다.

실내 공기오염의 진행 과정을 구체적으로 살펴보면, <그림 3-1>에서와 같이 먼저 재실자들이 작업환경하에서 산소를 마시고 이산화탄소를 배출하고 있으며, 흡연 및 생활활동을 하면서 많은 오염물질을 발생시키고 있다. 더욱이 최근에는 새로운 건축자재가 개발·사용됨에 따라 포름알데히드, 휘발성유기화합물질(VOCs)등과 같은 오염물질이 실내에 방출되고 있다.



자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 2003.

<그림 3-1> 주택의 실내공기오염원

접촉하고 있으면, 나중에 잠시 노출되는 것만으로도, 두통이나 기타 여러 가지 증상이 나타나는 현상을 지칭함.

<표 3-1>은 실내에서 발생하는 주요 오염물질을 발생원에 따라 나타낸 것으로, 오염물질은 건물 자체뿐만 아니라, 사람의 몸, 사람의 활동 등에서 다양하게 발생하는 것을 알 수 있다. 또한, 실내에서 가스버너나 스토브 등의 연소기구를 사용하면 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx)과 포름알데히드(HCHO)등의 유해가스가 발생하게 된다.

<표 3-1> 발생원에 따른 주요 실내오염물질 유형

구분	발생원	발생오염물질
인간활동	대화, 재채기, 기침	세균 및 바이러스
	피부	비듬, 암모니아, 악취
	의류	섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이, 취기, 포름알데히드
	화장품	각종 미량 물질, 휘발성 유기화합물
	흡연	먼지, tar, nicotine, 각종발암물질, 휘발성유기화합물
	가스	CO ₂ , CO, 암모니아, NO, NO ₂ 탄화수소류, 취기
	보행 등의 동작	모래먼지, 섬유류, 세균, 곰팡이
	연소기구	CO ₂ , CO, 암모니아, NO, NO ₂ , 배연, 취기, 휘발성 유기화합물
	사무기기	암모니아, 오존, 용제류,, 휘발성 유기화합물
건축자재	합판류, 내화재, 단열재, 시공, 발생물	HCHO, 유리섬유, 석면, 접착제, 라돈 및 자핵종, 곰팡이, 진드기
외기	자동차 배기가스	CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ , PAHs, 휘발성 유기화합물, Heavy metal
	연료의 연소	먼지, NO ₂ , SO ₂
생활용품	작업재료	모래먼지, 먼지, 세제, 곰팡이, 세균
	직접	적사베(불화탄화수소), 살충제, 소독제, 방충제
	재비산	살충제, 살균제, 살소제, 방비제, 방충제

자료 : 환경부, 「실내공기질 관리방안에 관한 연구」, 1999. 9.

한편 사람들의 생활형태가 변하고, 주거환경수준의 요구 수준이 높아지면서 건축생산의 대량생산과 더불어 노동임금의 상승 등으로 종래의 전통 건축자재는 대량생산 체제에의 대응이 어려워지므로 효율적인 건축활동이 가능한 건축자재를 개발하여 보급하여 왔다. 즉, 황토벽이나 목재, 대리석, 종이와 같은 천연재료에서 접착제를 이용한 합판이나 파티클 보드

(Particle Board)등의 가공품, 복합화학제품인 플라스틱, 합성수지나 복합재료로 대체되고 있다. 이러한 제품은 기본적으로 석유추출물로 만들어져 다양한 휘발성 유기화합물(VOCs ; Volatile Organic Compounds)을 공기 중으로 방출한다. 인간 생활에 유해한 공기오염물질은 크게 가스상태의 것과 입자상태의 것으로 분류한다. <표 3-2>에는 가스상태의 오염물질, <표 3-3>은 입자상태의 오염물질의 대표적인 것과 발생원 및 인체의 건강에 미치는 영향을 요약 정리하였다.

<표 3-2> 가스상태의 오염물질의 발생원 및 건강에 미치는 영향

오염물질	주요 발생원	건 강 영 향
이산화탄소(CO ₂)	인체, 연소기구	고농도가 아니면 직접적인 영향 없음
일산화탄소(CO)	연소기구, 대기오염, 흡연	저농도라도 독성이 강함
질소산화물(NO _x)	연소기구, 대기오염, 흡연	NO ₂ 는 기관지, 폐에 유독 NO는 인체에 대한 해는 불명하지만, 산화하여 NO ₂ 가 됨
포름알데히드 (HCHO)	합판, 칩보드, 단열재(요소수지계)	눈, 피부, 점막에 자극, 두통 및 구역질을 일으킴
이산화황(SO ₂)	연소기구, 대기오염	눈, 피부, 점막에 자극
오존(O ₂)	건식복사기, 대기오염	눈, 피부, 점막, 기도에 자극
라돈(Rn)	토양, 석재, RC, 지하수	폐암 유발
악취	인체, 조리냄새, 담배	육체적 장애를 주지는 않지만 불쾌감을 준다.

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 20036. 1. 10.

<표 3-3> 입자상태의 오염물질의 발생원 및 건강에 미치는 영향

오염물질	주요 발생원	건 강 영 향
먼지 -모래먼지 -부유상입자	외기, 의복,	알레르기 반응
담배연기	흡연	폐암 등
세균	식품, 인체, 외기	병원성은 적으나 공기오염의 지표
진균(곰팡이)	건축재료, 외기	알레르기 반응
화분	외기	알레르기 반응
휘발성유기화합물질	건축자재, 접착재, 카펫	알레르기, 호흡기질환, 발암성물질
석면(아스베스트스)	단열재, 내화피복재	폐암, 악성종괴증, 기타

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 2003. 1. 10.

2. 새집증후군(Sick Home Syndrome)³⁾의 개념 및 원인

가. 새집증후군의 개념

새로 건축된 주택이나 건물은 석면, 포름알데히드(Formaldehyde) 및 기타 입자상의 물질 등의 실내오염물질(Indoor Pollutants)을 배출하면서 인체의 눈과 코, 목 등을 자극하고, 투동과 어지럼증을 유발하거나 실내 거주자에게 쉽게 피로감을 느끼게 하며, 천식, 급성폐렴, 고열 등을 유발시키기도 한다. 이와 같이 건물내에 거주자들이 느끼는 건강상의 문제점 및 불쾌감 등의 현상을 총칭하여 새집증후군 및 새빌딩증후군(Sick House Syndrome/Sick Building Syndrome)이라고 한다⁴⁾.

나. 새집증후군의 증상

실내의 건축자재로부터 방출되는 VOCs의 오염물질 중에서 80% 정도가 인체의 호흡기관을 자극하고 눈의 통증이나 자극을 유발하며, 이 중에서 25% 정도는 발암성 물질로 의심되고 있다. 이러한 물질이 비록 낮은 농도로 실내에 존재할지라도 오염된 공기환경에서 대부분의 시간을 생활하는 재실자에게 실내환경에 대한 불만족 요소로 작용할 뿐만 아니라 건강에도 직접적으로 나쁜 영향을 미치게 된다. 실내공기에서 VOCs 물질의 농도는 외부공기(대기)보다 2 ~ 10배 정도 높게 나타나며, 특히 신축건물에서는 최고 100배까지 높은 농도로 나타나고 있다. 이는 대부분 건축자재로부터 방출되는 것으로 재실자에게 불쾌한 냄새나 호흡기의 자극뿐만 아니라 피로감, 메스꺼움, 또는 집중력 감퇴 등을 유발한다.

실내의 총휘발성 유기화합물질인 총 VOC 물질의 농도는 1 ~ 2ppm 이하의 매우 낮은 상

3) WHO에서는 Sick Building Syndrome의 증상을 눈, 특히 안구 결막과 코의 점막 및 목의 점막에서의 자극, 입술 등의 점막이 건조, 피부의 붉은 반점, 진마신, 습진 등 발생, 쉽게 피로를 느끼는 증상, 두통, 호흡기 질환 감염, 숨이 막히는 듯한 기분이 들거나 호흡기에서 소리나 가는 증상, 아무 이상 없이 과민한 반응 보이거나 어지러움, 구토증, 구토의 반복이나 복합적인 증상으로 정의하고 있음.

4) 한국소비자보호원은 2004년 신축 아파트 입주자 457명을 대상으로 설문 조사한 결과, 36.5%가 가족 중 1명 이상이 새집 증후군 증세를 보인다고 답했으며, 이 중 주부가 30%, 영유아가 20.6%mf 차지해 상대적으로 집에 있는 시간이 긴 영유아, 주부가 새집 증후군에 노출될 가능성이 높은 것으로 나타났다.

새집 증후군 증세로는 ‘눈이 따갑거나 건조하다(44.8%)’가 가장 많았고, ‘작은 기침 등 목 관련 증세(36.4%)’, ‘원인 모르는 발진, 가려움 등 피부질환(36%)’, ‘코막힘, 콧물(29.7%)’, ‘두통, 구역질(18%)’, ‘호흡 곤란(13.4%)’ 순이었음. 본 연구에서 2004년 6월에 서울시 공동주택 거주시민 및 다중이용시설의 종사근무자를 대상으로 새집 증후군 경험 사례 응답내용은 제4장에 제시되어 있음.

태에서도 인체의 건강에 영향을 미치게 된다. 농도가 매우 낮기 때문에 쉽게 검출되지 않을 뿐만 아니라 인체への 자극과 증상이 매우 경미하고 서서히 나타나는 것이 특징이다. VOCs 물질이 인체에 미치는 영향은 주로 호흡기관의 자극과 두통의 원인이 되고, 신경·생리학적 기능장애 등을 유발하는 것으로 알려지고 있다. 인체への 직접적인 영향이 나타나는 농도나 오염물질에 대한 인체의 반응 정도는 개인에 따라 큰 차이를 보인다.

다양한 종류의 VOCs 물질을 측정·조사하여 실내 VOCs의 총농도(총 VOC)가 1~2ppm 또는 200~500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과할 경우에 이에 대한 주의가 요망된다. 일반적으로 총 VOC의 농도가 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도에서 재실자는 이에 대한 불쾌감을 호소하기 시작하고, 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도에서 20% 정도의 재실자가 자극을 느끼며, 가벼운 두통 등의 증상을 호소하게 된다. 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도의 농도에서는 인간의 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 정도가 된다.

<표 3-4> 총 VOC 농도와 건강에의 영향

분 류	농 도(총 VOC) [mg/m^3]
영향이 없음	< 0.3
건강영향 발생 가능	0.3 ~ 3.0
건강영향 발생	3.0 ~ 25
독성 범위	> 25

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 20036. 1. 10.

그리고 포름알데히드는 주로 피부, 기관지, 눈의 자극 등으로 인체에 영향을 미치며, 2~10ppm 정도에서 두통, 메스꺼움, 어지러움, 구토증세, 기침 등이 유발된다. 화학물질에 예민한 사람인 경우에는 0.1ppm 정도에서도 이러한 증상을 나타낼 수 있으며, 특히 천식환자에게는 매우 자극적인 물질이다. 또한, 동물을 대상으로 실시한 실험결과에 의하면 고농도에서 암 발생을 유발하는 물질로 보고되고 있다. 포름알데히드에 대한 실내 작업환경 기준으로 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)에서는 0.3ppm(8시간 기준)을 제시하고 있으며, 실내 공기환경의 기준은 ASHRAE 62-1989에서 0.1ppm으로 제시하고 있다. 그 외의 물질에 대한 실내농도의 기준은 일반적으로 ACGIH의 허용한계농도(TLV)의 10% 정도로 설정하고 있다.

다. 새집증후군의 원인

실내에서의 VOCs 주요 발생원으로는 건축자재와 마감재료, 건물의 유지관리용품(청소용, 각종 세척제 등), 소모성 재료(복사기의 토너), 연소과정의 물질, 재실자의 활동, 외부공기 등으로 구분할 수 있다. 미국 환경청(U.S. EPA)에서 50여종의 건축재료를 선정하여 조사한 결과에 따르면 합판류, 목재의 접착제, 코킹재료, 페인트, 비닐이나 고무형 몰딩, 카펫트와 카펫트용 접착제 등에서 다량의 VOCs 물질이 방출되는 것으로 나타났다. 사람의 활동 가운데 생리작용이나 흡연 역시 이러한 VOCs 물질을 방출하는 하나의 배출원이 되고있다. 실내에 존재하는 VOCs의 배출원의 종류에는 발생원의 강도가 일정하며 장기간 배출이 이루어지는 연속성 발생원과 발생강도가 변하며 단기간 배출이 이루어지는 불연속성 발생원으로 나누어진다. 연속성 발생원에서 발생하는 오염물질의 농도는 온도, 습도, 풍속에 따라 크게 변하며 장기간에 걸쳐 농도를 파악할 수 있으나, 불연속성 발생원에서는 주로 배출되는 시간대에 따라 농도가 많이 변화하는 특성이 있다.

실내 공기중에서 화학물질의 농도가 증가하는 주요 원인을 건축자재와 시공의 측면에서 살펴보았을 때 화학공업의 발달로 복합화학물질을 이용한 새로운 건축자재의 보급이 증가하고 있다. 뿐만 아니라 시공과정에서 노무비의 절감과 숙련공의 부족으로 인한 공법의 변화로 많은 양의 접착제 사용을 들 수 있다. 또한, 실내오염의 원인으로는 냉·난방 에너지절약을 위하여 건축물의 단열성능과 기밀성능 향상을 위한 환기부하의 경감을 들 수 있다. 건축자재에서 방출되는 VOCs 물질은 직접적으로 방출될 뿐만 아니라 직접 오염물질을 방출하지는 않지만 실내 공기에 존재하던 VOCs 물질을 흡수하였다가 이것을 2차로 서서히 실내공기로 방출하는 경우도 있다.

대부분의 건축자재에서는 시공 후 초기단계에 다량의 오염물질을 방출하게 되며, 시간의 경과에 따라 방출량이 점차로 감소된다. 접착제나 코킹재료는 시공이 끝난 후에 몇일이 경과되면 방출량이 반감되고 합판재료나 파티클 보오드와 같은 재료는 몇달 또는 몇년이 경과되어야만 그 방출량이 절반 수준으로 감소된다. 또한, 건물을 청결하게 유지하는 과정 중 청소, 방충, 냄새제거, 운내기 작업, 보수작업 등에 사용되는 화학제품들에서 VOCs 물질이 방출된다.

도색작업에 사용되는 페인트, 용해제 등의 각종 용품들도 공기 중으로 오염물질을 방출한다. 이러한 용품중에는 제품에 따라 차이는 있지만 알코올이나 유기산 등의 산화처리제, 알카리성 약품, 방향제, 할로젠족 제품 등이 포함되어 있다. 건물의 유지관리 과정에서 방출되

는 오염원의 종류와 방출강도, 그리고 방출량 등은 아직까지 정확하게 정량적으로 파악되지 않고 있다.

한편 연소과정에서의 방출은 실내에서 연소기구를 사용하는 경우나 담배의 흡연도 실내공기 오염의 주된 요인이 된다. 또한, 가스나 등유를 사용하는 연소기구, 난로와 같은 개별 난방기구에 연통이나 배기구가 설치되어 있지 않은 경우에 연소가스와 함께 각종 오염물질을 직접 실내로 방출하게 된다. 인체로부터 방출되는 VOCs 물질은 알코올 성분, 알데히드, 케톤, 톨루엔, 페놀 등 12종류 이상이 포함되어 있으며, 그 중에서 메탄(74mg/인·일)과 아세트톤(51mg/인·일)이 가장 많이 방출되고 있다. 또한, 화장품, 향수 등의 사용도 VOCs의 발생원으로 작용하고 있다. 실내환경의 주요 VOCs 배출물질과 배출원은 <표 3-5>와 같다.

<표 3-5> 건물의 실내에서 발생하는 주요 VOCs 물질과 발생원

주요발생원	대표적인 VOCs 물질
가정용품과 업무용품 - 클리너, 왁스, 식품용세제, 방향제	지방족 탄화수소(n-데칸, 알칸), 방향족 탄화수소(톨루엔, 키시린), 할로겐화 탄화수소(염화메틸, 트리클로에탄, 디클로로에탄, 디클로로벤젠), 알코올, 알데히드, 에스테르, 에틸(글리콜에틸), 테르펜
도료 관련제품 - 도료(오일, 우레탄, 아크릴), 니스, 세라믹 착색제, 도료용 신라	방향족 탄화수소(톨루엔), 지방족탄화수소(n-헥산, n-헵탄), 할로겐화탄화수소(메틸클로라이드), 알코올, 에스테르, 에틸
접착제 - 고무용접, 플라스틱 모형용, 바닥타일용접, 세라믹, 카페트용, 다목적용	헥산, 헵탄, 지방족 탄화수소, 할로겐 탄화수소, 알코올, 유기질소화합물(아민), 아세트, 에스테르, 에틸
건축재 - 합판, 석고보드, 건축용 접착제, 단열재, 플라스틱 배관, 비닐/플라스틱 마감재	지방족탄화수소(n-데칸, 알칸), 방향족 탄화수소(톨루엔, 스틸렌, 에틸벤젠), 할로겐화탄화수소(비닐클로라이드), 알데히드, 케톤(아세트, 부타논), 에스테르(우레탄), 에틸
공조용 시스템 - 굴뚝(탄소연료), 가슴지 저수조	지방족 탄화수소
사람과 생물 - 담배연기, 실내식물(포자, 화분), 대사에 의한 배출물	3800종을 넘는 화학물질을 포함한 유기질소 화합물(니코틴), 알데히드(포름알데히드, 아세트 알데히드, 아크로레인), 케톤(아세트), 지방탄화수소(메탄), 방향족 탄화수소(톨루엔), 알코올, 농약
가구와 의류 - 카펫, 포장한 가구, 플라스틱제 가구, 양복, 모포, 매트리스	방향족 탄화수소(스티렌), 할로겐화탄화수소(비닐클로라이드), 알데히드(포름알데히드), 에틸, 에스테르
화장품과 일용품 - 향수, 비누, 스프레이, 탈취제	알코올(프로피렌그리콜, 에틸알코올, 이소프로필알코올), 케톤(아세트), 알데히드(포름알데히드), 에스테르, 에틸
옥외에서 침입 - 공장 배출물, 오염된 지하수, 차량의 배기	지방족탄화수소, 방향족탄화수소, 할로겐화탄화수소, 알데히드, 케톤, 알코올, 에스테르, 에틸, 유기질소산화물

자료 : 이승언, 「2000년 실내 VOCs 토론회 자료집」, 한국공기청정협회, 2000.

제 2 절 실내 공기질 실태⁵⁾

1. 신축공동주택 실내 공기질

환경부는 2004년 2월 ~ 4월 기간 동안 전국 27개 도시에서 지어진 지 1년 이내인 아파트 90가구의 포름알데히드와 휘발성유기화합물 농도를 조사한 결과, 아토피성 피부염, 천식 등 “새집증후군”의 주요 원인인 포름알데히드 농도가 조사대상 총 90가구의 46.7%인 42개 지점에서 일본 권고기준($100\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하는 것으로 나타났다.

90가구의 평균농도도 $105.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 일본 권고기준을 초과하였고, 가장 높게 측정된 지점은 $308.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기준의 3배를 초과하는 등 실내공기 오염이 심각한 것으로 조사되었다. 지역별로는 안산($248.78\mu\text{g}/\text{m}^3$), 제주도($242.10\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 농도가 가장 높은 편이었고, 포항($9.39\mu\text{g}/\text{m}^3$)과 인천($18.43\mu\text{g}/\text{m}^3$)은 낮은 편이었다. 그리고 서울은 $152.12\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로, 일본 권고기준을 또한 초과하는 것으로 조사되었다.

<표 3-6> 오염물질별 실태조사 결과 (환경부, 2004)

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

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

자료 : 환경부, 「실내공기질 관리대책 연구」, 2004.

5) 국내의 경우 1980년대 중반까지만 해도 전반적인 대기환경 관리를 시작하지가 오래되지 않았고, 대부분의 조사연구는 실외공기오염 연구에 집중되어 있어, 실내공기오염이라는 용어자체가 생소한 실정이었으며, 1980년대 후반부터 몇몇 연구들에 의해 실내공기오염에 대한 연구가 수행되어 왔음. 그러나 국내에서 진행된 실내공기오염에 대한 연구는 학술적 차원의 연구가 대부분으로서 공학적 제어, 일정 장소의 부분적 오염도 측정 및 분석과 원론적 소개, 그리고 정부차원의 대책 환기 등에 치중되었음. 본 절에서는 최근까지 수행된 공동주택 및 다중이용시설의 실내공간 공기질 관련 측정사례를 중심으로 실내공기질 관리현황을 살펴보고자 함.

이와 함께 인체의 간, 혈액, 신경계 등에 유해한 물질로 알려진 톨루엔의 경우 분석대상 87 가구의 13.8%인 12개 가구에서 일본 권고기준($260\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과한 것으로 나타났다. 그러나 에틸벤젠, 자일렌, 벤젠 등은 일본 등의 기준을 초과하는 지점이 없는 것으로 조사되었다.

그리고 환경부 조사에서는 입주기간이 길수록 포름알데히드와 휘발성유기화합물의 농도는 감소하는 경향을 나타내어 “새집증후군” 현상을 뒷받침하고 있으며, 건축자재에서 발생하는 오염물질이 신축 공동주택 실내공기 오염의 주요 원인인 것으로 추정되었다.

<표 3-7> 오염물질별 실태조사 결과 (한국소비자보호원, 2004)

측정세대		포름알데히드 HCHO(ppm)	총휘발성 유기화합물 TVOC(mg/m³)	신축연월	비고
A단지	A-1	0.03	0.3	2002년 8월	2년 미만
	A-2	0.25	0.9		
	A-3	0.17	0.8		
	A-4	0.03	0.3		
	A-5	0.04	0.4		
	A-6	0.07	0.6		
B단지	B-1	0.07	1.0	2003년 6월	1년 미만
	B-2	0.16	1.2		
	B-3	0.08	1.0		
C단지	C-1	0.11	0.9	2003년 12월	1년 미만
	C-2	0.04	0.4		
	C-3	0.03	0.4		
D단지	D-1	0.13	0.4	2003년 5월	1년 미만
	D-2	0.08	0.6		
	D-3	0.12	0.6		
	D-4	0.09	0.4		
	D-5	0.09	0.5		
	D-6	0.07	0.7		
최소		0.03	0.3		
최대		0.25	1.2		
평균		0.09	0.6		

주1: 포름알데히드 - 세계보건기구(WHO) 권고기준 : 0.08ppm

2. 총휘발성유기화합물 - 일본 후생노동성 권장치 : $0.4\text{mg}/\text{m}^3$

자료 : 한국소비자보호원, 「신축 공동주택의 실내공기 오염 물질 실태 조사 보고서」, 2004.

한편 한국소지바보호원이 2004년 4월 한국건설기술연구원과 공동으로 서울 및 경기의 2년 미만 신축아파트 18가구를 대상으로 실내 공기의 오염도를 조사한 결과에 따르면, 조사대상 13%(72.2%)에서 포름알데히드나 휘발성유기화합물이 권장기준을 초과하는 것으로 조사되었다. 포름알데히드의 경우 8가구(44%)에서 WHO의 권고기준인 0.08ppm보다 최고 3배 많은 0.09 ~ 0.25ppm 수준이 검출되었으며, 휘발성유기화합물은 11가구(61.1%)에서 일본 후생성 권장기준치(0.4mg/㎥)를 넘는 0.5 ~ 1.2mg/㎥로 측정되었다(〈표 3-7〉 참조).

이보다 앞서 2001년 한국건설기술연구원은 입주를 앞둔 수도권 신축 아파트단지 5곳을 선정하여 실내공기 중의 포름알데히드 농도를 조사한 결과 아파트 단지별로 92 ~ 383ppb가 측정되었고, 서울 마포구의 한 아파트 실내에서는 포름알데히드가 607ppb까지 측정되어 WHO 기준치(80ppb)나 미국 관련 학회의 권고기준(100ppb)을 초과하였다.

환경부의 「실내공기질 공정시험방법 도출 연구」에서 전국 12개 신축 공동주택에서 이루어진 포름알데히드 측정실내공기질을 측정한 결과에서도 9개 단지에서 기준치를 초과하였고⁶⁾, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌 등 휘발성유기화합물(VOCs)이 모든 조사세대에서 일본 후생성 기준인 0.4μg/㎥을 4 ~ 26배 초과하는 높은 오염도가 나타났다.

박진철(2003)의 주거건물의 실내공기환경 오염실태 현황을 조사하기 위하여 1994년 ~ 2000년 기간동안 국내의 신축공동주택, 기존 공동주택, 다세대주택, 단독주택 등 다양한 주거건축을 대상으로 측정한 결과를 살펴보면 VOCs와 포름알데히드는 주로 라텍스 페인트 및 코킹제, 칩보드, 합판, 접착제 등의 건축마감재로 축조된 모델 하우스에서 가장 높은 농도로 검출되었고, 신축 주택에서도 높은 오염분포도를 보였다(〈표 3-8〉 참조).

<표 3-8> VOCs와 포름알데히드의 농도분포

건물유형	TVOC 농도(ppm)			포름알데히드(ppb)		
	실내	실외	실내외 농도비	실내	실외	실내외 농도비
신축공동주택	0.4025	0.0402	10.0	308.2	63.0	4.9
기존공동주택	0.1152	N.D.	-	95.1	53.1	1.8
기존다세대주택의 반지하세대	0.0656	0.0122	5.4	93.7	23.2	4.0
모델하우스	2.997	0.038	78.9	421.2	121.5	3.5

자료 : 박진철, “주거건축물의 실내공기환경 개선에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 2003. 6.

6) 경기도 의정부시의 한 아파트 단지에 대한 조사에서 6개 세대 가운데 4개 세대가 기준치 이상의 포름알데히드 오염도를 보였으며, 가장 높은 오염도는 19층에 위치한 34평형 세대에서 기준치(0.1)의 6배인 (0.6)이었음.

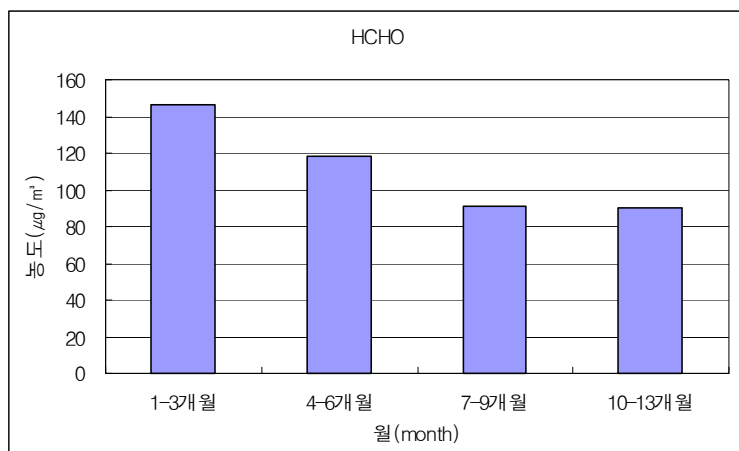
한편 환경부의 입주시기별 평균 농도의 변화를 분석한 자료에 의하면, 각기 다른 세대에서 측정된 결과이기 때문에 입주와 측정시기 사이의 기간에 따라 정확한 농도 변화를 알 수 없으나, 대체적으로 모든 측정대상 오염물질에 대해 입주기간이 길어질수록 감소되는 경향을 나타내고 있다.

<표 3-9> 입주시기별 대상성분 평균 농도

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

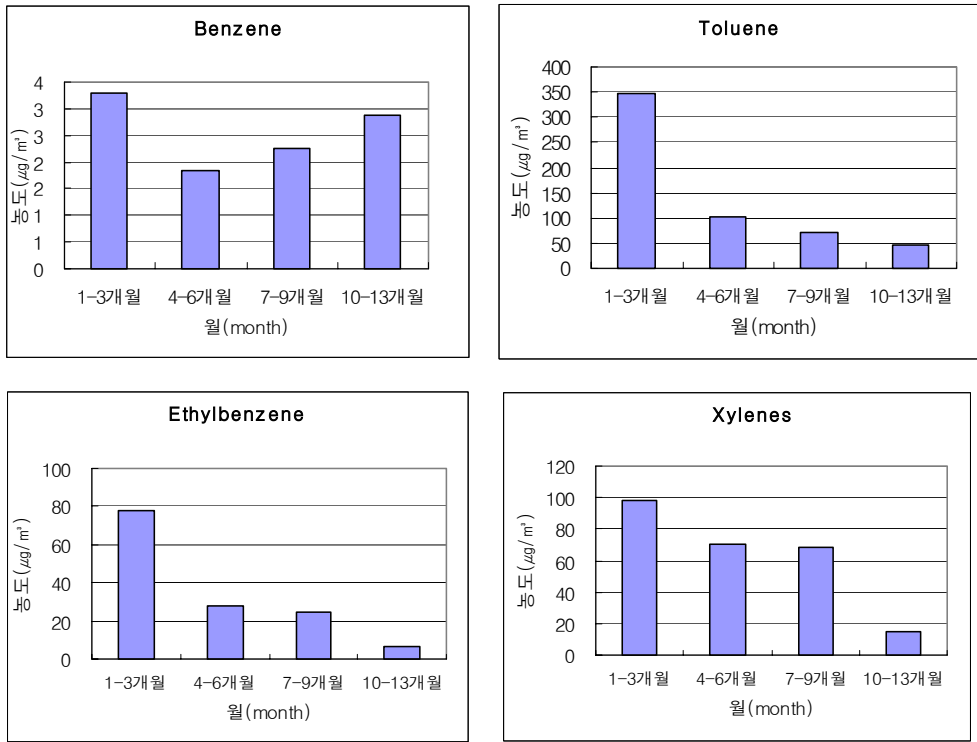
입주-측정기간 (개월)	HCHO		VOCs				
	지점 수	농도	지점 수	Benzene	Toluene	Ethyl-benzene	Xylenes
총괄	90	105.41	87	2.36	127.33	30.03	59.60
1 ~ 3개월	17	146.62	17	3.30	345.86	77.61	98.32
4 ~ 6개월	25	118.13	24	1.82	101.82	28.11	70.73
7 ~ 9개월	26	90.73	25	2.24	70.97	24.68	68.03
10 ~ 13개월	22	90.58	21	2.88	47.39	6.49	14.88

자료 : 환경부(2004)



자료 : 환경부(2004)

<그림 3-2> 입주-측정시기별 HCHO 평균 농도 변화



자료 : 환경부(2004)

<그림 3-3> 입주-측정시기별 VOCs 평균농도 변화

환경부의 입주시기별 오염물질 변화 경향을 일본의 신축 1년 이내의 주택을 대상으로 2000년 ~ 2002년 기간동안 수행한 조사결과와 비교하였을 경우(<표 3-10>참조), 일본의 조사결과를 살펴보면, 매년 네 가지 오염물질의 평균농도가 감소하고 있으며, 권고기준을 초과하는 건수와 비율 또한 줄어들고 있다. 이는 환경부의 조사결과(신축 1년)는 일본의 2000년에 수행한 실태조사 결과와 상호 유사한 것으로 조사되었다.

<표 3-10> 일본 실태조사 결과와 환경부 연구 결과의 비교분석

구 분		일본 실태조사 결과				환경부 결과
		2000년	2001년	2002년 하절기	2002년 동절기	
포름 알데히드 (권고기준= 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	농도	2,815호	1,726호	1,390호	502호	90호
		91.25	62.50	53.75	25.00	105.41
	초과주택수 및 비율	809	230	98	1	42
		28.7%	13.3%	7.1%	0.2%	46.7%
톨루엔 (권고기준= 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	농도	2,816호	1,680호	1,390호	118호	87호
		152.29	85.43	63.14	11.14	127.33
	초과주택수 및 비율	384	107	67	2	12
		13.6%	6.4%	4.8%	1.7%	13.8%
에틸벤젠 (권고기준= 3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	농도	2,816호	1,680호	1,390호	118호	87호
		43.18	21.59	12.95	8.64	30.03
	초과주택수 및 비율	0	0	0	0	0
		-	-	-	-	-
자일렌 (권고기준= 870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	농도	2,816호	1,680호	1,390호	118호	87호
		26.10	39.15	26.10	4.35	59.60
	초과주택수 및 비율	5	5	0	0	0
		0.2%	0.3%	-	-	-

자료 : 환경부(2004)

김윤신, 신혜수, 허귀석 등(1993)에 의한 실내 휘발성유기화합물(VOCs)에 대한 연구는 1993년 3월초 ~ 4월말까지 서울시에 소재하는 일반주택 10곳과 사무실 4곳에 대한 실내·실외의 VOCs를 조사하였다. 측정 결과 벤젠, 에틸벤젠, 자일렌의 농도가 실외보다 실내에서 각각 1.4배, 1.2배, 1.3배, 2.4배, 1.8배 높은 것으로 나타났다(<표 3-11> 참조).

이와 같이 실내가 실외에 비해 VOCs의 농도가 높은 것은 주택의 경우 취사 및 난방연료의 사용, 거주자의 흡연, 환기의 부족, 외부로부터 자동차 배기가스 유입, 그리고 신축 건물에 대한 건축자재의 영향등에 의한 것으로 분석된 바 있다.

<표 3-11> 서울 시내에서의 실내·실외 VOCs 측정결과

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

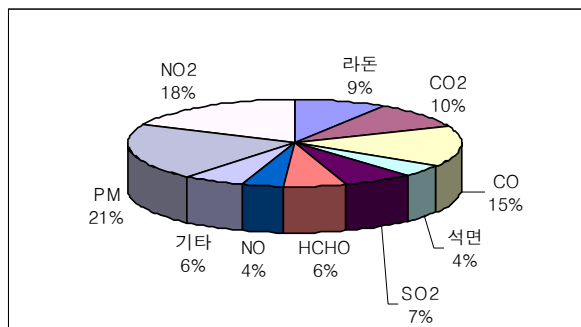
VOCs	주택		사무실	
	실내	실외	실내	실외
Benzene	23.6	23.7	76.9	38.0
Toluene	57.0	46.1	434.8	375.8
Ethylbenzene	8.8	1.5	54.0	55.7
o-Xylene	8.9	1.7	18.5	13.1

자료 : 김윤신 외, “공중이용시설 실내환경 관리방안연구”, 「한국대기보전학회지」, 1993.

2. 다중이용시설의 실내공기질

실내공기질과 관련된 연구사례를 살펴보면 1990년 이전에는 실내공기오염의 측정이 주로 이산화질소 농도의 측정방법과 개인용 측정기구를 이용하여 주택(거실, 주방)농도, 실외농도 및 개인노출량을 제시하였다. 그 후 1990년대 중반까지는 대부분 일산화탄소, 이산화질소, 이산화황, 총 부유분진 등 몇몇 오염물질에 관한 조사가 부분적으로 수행되어 왔다.

그러나 최근에는 휘발성유기화합물질, 환경담배연기, 중금속, 미세먼지, 석면, 다환방향족 탄화수소, 미생물, 라돈 등 특수 또는 미량의 유해오염물질에 대한 조사가 보고되고 있다. 특히 지난 10여년간에 수행된 국내 실내공기질 연구결과를 주요 문헌고찰을 통해 실내공기오염물질별로 살펴보면 국내에서는 PM10, NO₂, CO, CO₂ 등과 같은 오염항목을 중심으로 연구가 진행되고 있다.



자료 : 환경부, 「실내공기질 관리방안에 관한 연구」, 1999.

<그림 3-4> 국내 연구사례 중 실내오염 물질별 구분

가. 사무실

1998년 보건복지부에서 서울, 울산지역 사무실을 대상으로 PM10과 CO, CO₂를 조사한 결과 PM10은 38.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 CO는 3.28ppm, CO₂는 556.9ppm으로 조사되었다. 한양대학교 환경 및 산업의학연구소에서 1995년에 서울시에 위치한 사무실을 대상으로 조사한 결과 PM10 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO 1.83ppm, NO₂ 17.82ppm이었고 미생물 중 총세균은 590.66CFU/ m^3 , 진균류는 36.81CFU/ m^3 이었다.

그리고 윤영훈(1995)에 의하면 도시지역의 흡연구역이 있거나 흡연을 허가하고 있는 건물 내에서의 환경흡연에 관한 연구를 보면 PM10이 $123\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이라는 기준치 이상의 농도를 보여 사무실에서의 환경흡연(Environmental Tobacco Smoke/Second hand Smoke: ETS)에 대한 문제점을 제기하고 있다.

나. 지하상가

김윤신 등(1993)은 서울시내 지하상가 5개소를 대상으로 측정한 결과, PM10 $182\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO 1.5ppm, CO₂는 999ppm, 포름알데히드는 65ppb, 라돈은 0.5pCi/ℓ, 레이오넬라균은 0 ~ 600CFU/ℓ로 측정되어, PM10과 NO₂가 기준치를 초과한 것으로 밝혔다(표 3-12 참조).

그리고 부산지역에 위치하고 있는 지하상가의 실내공기질을 대상으로 1998년 보건복지부에서 조사한 결과, SO₂, CO, NO₂, TSP, 중금속의 실내공기 중 농도는 SO₂ 0.136ppm, CO 1.395ppm, NO₂ 0.040ppm, TSP $154\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 평균농도를 나타내었으며, 중금속 중 Pb는 $0.996\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cd는 $0.016\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cr은 $0.364\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cu는 $0.361\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 나타내었다.

손부순 등은 1997년부터 1998년까지 천안의 운영 관리중인 지하상가를 대상으로 SO₂와 NO₂를 측정한 결과, 계절적으로 SO₂는 봄철과 여름철에 큰 농도차를 보이지 않았으며, 겨울철에 가장 높은 결과를 보였다. 그리고 NO₂의 경우 여름이 가장 낮았으며, 겨울철에 가장 높은 결과를 나타내었다.

다. 지하터널

1998년 백성옥 등이 수행한 터널내 실내공기질 관련 연구를 살펴보면 서울지역과 대구지역 터널을 대상으로 CO, SO₂, NO₂, Pb 등을 조사한 결과 CO는 14.6ppm, SO₂는 0.11ppm, NO₂는 1.242ppm, Pb는 $8.244\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 특히 대구 지역 터널 연구에서는 CO는 8.3ppm, CO₂는 790ppm, NO₂는 0.893ppm으로 조사되었다.

라. 지하철역

1998년 서울시 지하철공사의 지하철역사를 대상으로 실내공기질 수준을 조사한 결과, PM10의 경우 대합실 126.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승강장 172.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었으며, CO₂의 경우 대합실은 584.25ppm, 승강장은 466.25ppm을 나타내었다. 또한 NO₂는 대합실이 30ppb, 승강장이 25.7ppb로 나타났고, HCHO의 경우 대합실이 22.78ppb, 승강장이 24.33ppb로 조사되었다. TSP는 대합실이 206.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승강장이 235.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 나타냈으며 중금속 중 Fe의 경우 대합실은 19.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승강장은 37.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cu의 경우 대합실은 0.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승강장은 0.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 조사되었다. 또한 라돈의 경우 대합실은 1.97pCi/L, 승강장은 0.88pCi/L로 나타났으며, 석면의 경우 대합실은 0.003 fiber/cc, 승강장은 0.002fiber/cc로 나타났다.

1999년 김민영 등에 의한 서울지역 지하역사 중 9개 역사를 대상으로 PM10, PM2.5, TSP의 농도와 CO₂를 조사한 결과. TSP와 PM10은 계절별 평균 농도는 “봄>겨울>가을>여름” 순으로 나타났으며, 실내의 공기가 실외에 비해 높게 측정되었다. 평균 농도가 가장 높은 곳은 CO₂ 667.4ppm, TSP 243.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM10은 128.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준이었다.

마. 백화점

1995년 녹색생명운동연합에서 서울지역에 위치한 백화점의 실내공기중 CO₂, NO₂, HCHO, TSP, 미생물의 농도를 조사한 결과, CO₂는 779ppm, NO₂는 40ppb, HCHO는 0.16ppb이었고 TSP는 0.023 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 미생물은 진균류가 297CFU/ m^3 , 총세균이 1622CFU/ m^3 로 조사되었다.

김윤신(1994) 등의 조사 결과에서 나타난 평균 농도는 PM10은 154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO는 2.3ppm, CO₂는 970ppm, NO₂는 31ppb, HCHO는 89ppb였으며, 레지오넬라균은 0 ~ 4,600CFU/ℓ 수준으로 분석되었다.

바. 지하주차장

백성욱 등은 대구지역에 위치한 백화점 3곳과 일반공원 1곳의 대규모 지하주차장을 대상으로 동절기와 하절기에 실내외 총부유먼지, CO, CO₂, NO₂, HCHO, VOCs를 측정한 결과, 전체적으로 실내가 실외에 비해 높게 측정되었다. 계절에 따른 오염물질 농도의 경우에

난 포름알데히드와 CO₂를 제외하고 겨울철이 여름철보다 높은 농도를 나타냈다.

<표 3-12> 실내공기 측정지점별 오염물질의 농도

장소	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		CO (ppm)		CO ₂ (ppm)		NO ₂ (ppb)		HCHO (ppb)		RN (pCi/l)	Legion- nela Bac. (CFU/l)	온도 ($^{\circ}\text{C}$)	습도 (%)	Air Flow (m^3/s)
	실내	실외	실내	실외	실내	실외	실내	실외	실내	실외					
백화점	154	189	2.3	1.8	970	580	31	31	89	54	0.9	0 ~ 4600	20	47	0.4
체육관	179	122	2.8	1.2	1085	500	34	35	48	40	0.7	0 ~ 1000	19	45	0.2
지하상가	182	157	1.5	1.8	999	665	54	31	65	44	0.5	0 ~ 600	22	49	0.2
오피스빌딩	182	119	1.7	1.4	727	483	18	32	70	45	1.1	0 ~ 22000	24	45	0.4
평균	179	147	2.1	1.5	940	557	34	32	68	48	0.8	(33%)	22	47	0.3

자료 : 김윤신, “국내실내공기오염 현황과 대책”, 「첨단환경기술」, 1997. 11.

사. 기타 시설(의료기관, 보육시설, 찜질방, 노래방, 음식점 등)

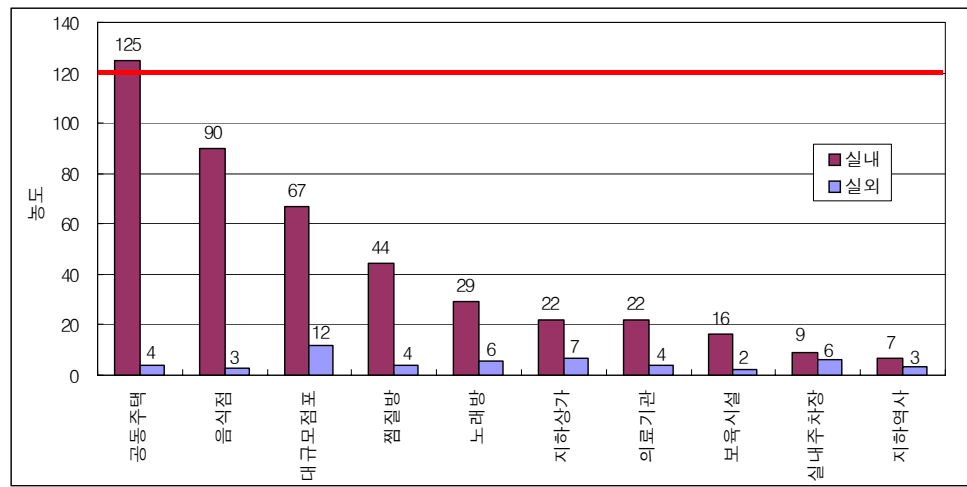
가장 최근에 환경부에서 다중이용시설등의 실내공간 공기질 실태를 조사(2004)한 결과에 따르면, 총 조사대상 30개소 중 다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법상의 유지기준($120\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 모든 조사대상에 적용하는 경우 기준을 초과한 곳은 3개소로 리모델링을 한지 한달이 지나지 않은 음식점의 측정치($250\mu\text{g}/\text{m}^3$)가 가장 높았으며, 지하역사와 실내주차장이 가장 낮은 값($4\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 나타냈다.

조사대상 시설은 완공연도가 일치하지 않아 시설간 포름알데히드 값의 정확한 비교가 어려웠으나 오래된 건물일수록 농도가 낮고 신축건물일수록 높은 수준을 나타내는 경향을 보였다. 그리고 측정지점에 대한 실내/실외 농도비(실내평균 : $43\mu\text{g}/\text{m}^3$, 실외평균 : $5\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 대부분의 측정지점에서 1.0 이상으로 실외의 영향은 거의 없어 포름알데히드 발생원 자체가 실내에 있는 것으로 분석되었다.

총부유세균 항목에서는 조사대상 중 다중이용시설등의 실내공기질관리법상 의료시설 등의 유지기준($800\text{CFU}/\text{m}^3$)을 모든 조사대상에 적용하는 경우 찜질방 1개소에서 초과하였으며, 30개시설중 가장 높은 값($1,643\text{CFU}/\text{m}^3$)을 나타낸 찜질방은 실외($278\text{CFU}/\text{m}^3$)보다 5.9배 높게 나타났다. 시설별 평균치는 찜질방($852\text{CFU}/\text{m}^3$)이 가장 높았으며, 실내주차장($200\text{CFU}/$

㎥)이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

한편 의료기관, 보육시설, 노인의료시설, 산후조리원에만 적용되는 총부유세균의 기준 (800CFU/㎥)은 위생관리상태에 따라서 동일 시설인 경우에도 <표 3-13>과 같이 측정값에 편차가 크게 나타남을 알 수 있었다.



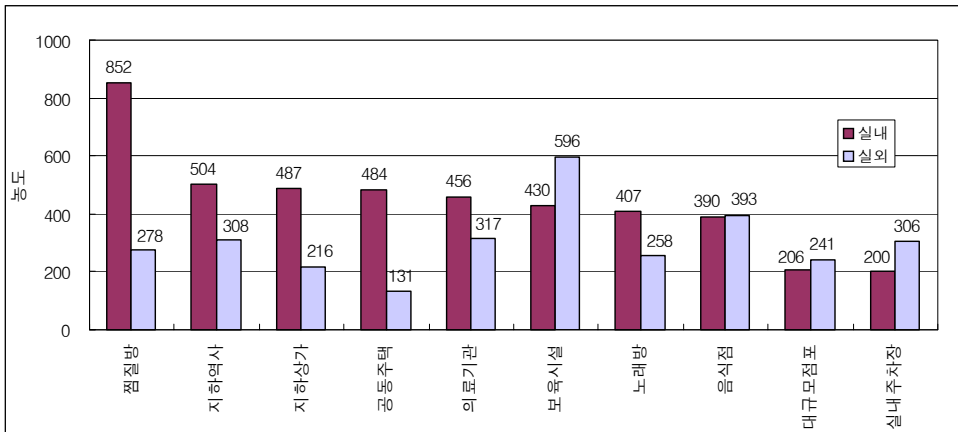
자료 : 환경부(2004)

<그림 3-5> 시설별 실내·외 포름알데히드 평균농도 비교 (2004)

<표 3-13> 의료기관, 찜질방 시설별 총부유세균 측정값 (단위 : CFU/㎥)

구분	시설 A	시설 B	시설 B
의료기관	46	552	771
찜질방	271	643	1,643

자료 : 환경부(2004)

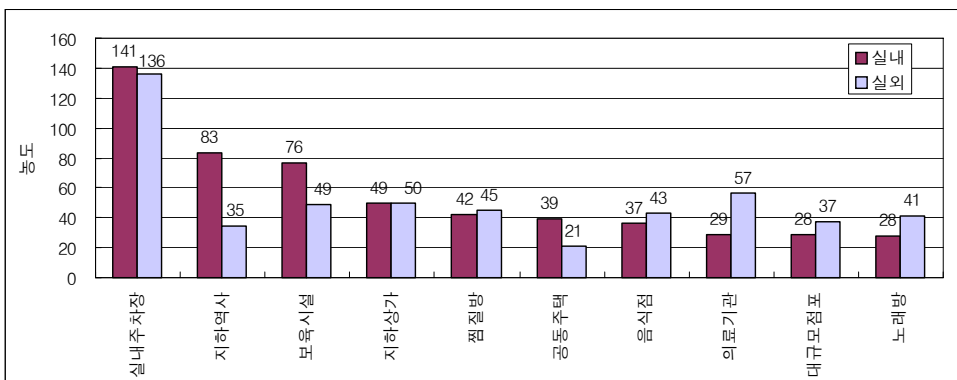


자료 : 환경부(2004)

<그림 3-6> 다중이용시설별 실내·외 총부유세균 평균농도 비교 (2004)

그리고 조사대상 중 보육시설 1개소만이 다중이용시설등의실내공기질관리법상 기준을 초과하였고, 시설별 평균치는 실내와 실외 측정지점 모두에서 실내주차장이(실내:141, 실외:136$\mu\text{g}/\text{m}^3$)이 가장 높았으며, 노래방(실내:28$\mu\text{g}/\text{m}^3$)이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

실외·실내 오염농도를 비교할 경우 30개소 중 17개 시설이 실외의 농도가 실내의 농도보다 높았으며, 실내농도가 높은 대규모 점포와 지하역사는 이용자들의 움직임과 지하철 운행에 의해 발생하는 먼지의 영향 때문인 것으로 추정되었다.



출처 : 환경부(2004)

<그림 3-7> 시설별 실내·외 미세먼지(PM10) 평균농도 비교 (2004)

3. 건축자재의 VOCs 배출 영향

건축자재로부터의 VOCs 방출실험은 김신도, 윤동원, 임경선, 박진철 등의 일부 연구자들에 의해 한정된 건축자재를 대상으로 연구가 진행되고 있다. 김신도, 윤동원 등은 Small Chamber를 이용하여 온도와 상대습도 환기량 등을 고려한 후 5종류의 건축자재를 대상으로 시간의 경과에 따른 VOCs와 포름알데히드의 방출특성을 조사하였다.

또한 임경선 등(2000)도 Small Chamber를 이용하여 7가지 건축자재를 실험대상으로 하여 측정하였다. 임경선 등의 측정결과를 살펴보면 건축자재의 구성과 제조방법에 따라 다소 차이는 있으나 대부분의 건축자재가 시간이 경과할수록 VOCs의 방출량이 증가하다가 일정한 시간이 되면 점점 감소하는 것을 볼 수 있었다. ST 02 건축자재에서의 시간에 따른 VOCs의 방출량은 <표 3-14>와 같다.

<표 3-14> ST 02 건축자재에서의 시간에 따른 VOCs 방출량 (단위 : mg/m³)

측정일 Compound	After 1day	After 2day	After 3day	After 4day	After 23day
Pentane	0.12	0.18	0.16	0.09	0.03
MIBK	0.56	1.65	2.03	2.28	1.59
Toluene	0.08	0.1	1.10	0.09	0.05
Ethylbenzene	0.28	0.69	0.78	0.81	0.69
m-Xylene	0.43	1.31	1.52	1.64	1.36
p-Xylene	0.14	0.55	0.73	0.59	0.92
o-Xylene	0.16	0.64	0.8	0.86	0.79
TVOCs	0.76	3.62	4.45	4.80	4.25

주 : ST 02 자재구성 : 무정전 COIL + A/L쌍바 + 접착제 + 황색 HONEY *MIBK : 4-Methyl 2-Pentanone

자료 : 임경선 등, 제17회 공기청정세미나집, 한국공기청정협회, 2000

한편 박진철 등(1998)은 건축자재로부터의 VOCs, 포름알데히드의 측정을 위하여 작은 실험실을 이용하였다. 실험실은 1㎡의 크기에 50mm 철재 앵글프레임에 합석마감을 하였으며, 실험에 사용된 건축재료로는 콘크리트, 석고보드, 진흙, 운모, 페인트 등을 대상으로 단위표면적에서 발생하는 VOCs와 포름알데히드의 농도를 측정하였고, 측정시의 온도조건을 난방

시와 비난방시로 구분하였다. 측정에 사용되는 페인트는 수성과 유성으로 구분하였으며, 석유화학제품인 국내제품과 천연소재를 근거로 하는 외국제품을 대상으로 하였다.

측정결과를 살펴보면 비난방시(6.9℃ ~ 7.4℃) 석유화학제품인 국내의 유성페인트에는 VOCs중 toluene, xylene이 매우 높게 검출되었으나 천연원료를 사용하는 외국의 유성페인트에서는 VOCs성분이 거의 검출되지 않은 것을 볼 수 있었다. 또한 수성페인트의 경우에는 국내제품에서는 benzene, toluene이 검출된 반면 외국제품에서는 VOCs와 포름알데히드가 전혀 검출되지 않았다. 난방시(24.4℃ ~ 26.5℃) 포름알데히드는 유성페인트에서 국내제품의 경우 외국제품에 비해 약 3.4배 정도 높게 검출되었고 VOCs는 benzene, toluene, xylene이 검출되었으며, toluene은 외국제품에 비해 약 1.7배 정도 높게 나타났다. 국내의 수성페인트에서는 포름알데히드와 toluene, benzene이 주로 검출되었으나 외국의 제품에서는 benzene만 일부 검출됨을 알 수 있었다. 페인트에서의 VOCs와 포름알데히드의 측정 결과는 <표 3-15>와 같다.

<표 3-15> 페인트에서의 VOCs와 포름알데히드 측정결과

(단위 : ppb/m³)

구분		비난방시		난방시	
유성페인트		국내제품	외국제품	국내제품	외국제품
포름알데히드		ND	ND	250.7	73.9
VOCs	benzene	ND	ND	ND	445
	Toluene	1100	1000	4200	2500
	Xylene	23700	ND	34500	ND
수성페인트		국내제품	외국제품	국내제품	외국제품
포름알데히드		ND	ND	61.1	ND
VOCs	benzene	700	ND	789.8	103.2
	Toluene	925	ND	2200	ND
	Xylene	ND	ND	ND	ND

주 : 국내제품 : 석유화학제품, 외국제품 : 천연원료

자료 : 박진철, 건축설비학회지 창간호, 1998.

4. 국내 실내 공기질 관리체계

국내 공기질에 대한 관리는 실내·실외 공기로 구분하여 관리되어 왔으며, 실외공기는 환경부의 대기환경보전법에 의해 관리되고 있다. 그러나 실내 공기질은 환경부, 건설교통부, 교육부, 보건복지부, 노동부 등의 5개 부처에서 분산·관리하고 있다. <표 3-16>은 과거 여러 부처로 분산되어 관리되고 있는 국내의 실내공기질의 관리 체계를 나타낸 것이다. 현재 부처별 관리대상 시설은 변화가 있으나, 기본 골격을 유지하고 있는 중이다.



자료 : 환경부, 「실내공기질 관리방안에 관한 연구」, 1999.

<그림 3-8> 실내공기질관리 관련 부처 및 관리대상

정부부처에서의 실내공기질 관리는 1986년 5월에 보건복지부(공중위생법)에서 공중이용 시설에 대한 실내공기질의 위생적 관리를 위해 7개 항목(먼지, 일산화탄소, 이산화탄소, 기류, 온도, 습도, 조명)에 대한 위생관리기준을 정한 것이 시초이다. 그리고 1992년 6월에 건설교통부(건축설비 기준법)에서 환기설비에 공급되는 공기질의 관리를 위하여 보건복지부의 공중이용시설에 대한 기준과 유사한 5개 항목(먼지, 일산화탄소, 이산화탄소, 습도)에 대한 관리기준을 설정한 바 있다.

그러나 2004년 5월 30일에 환경부는 지하생활공간공기질관리법을 다중이용시설등의실내 공기질관리법으로 전면 개정하고, 대상시설을 기존의 관리 대상인 지하역사, 지하도상가에서 병원, 도서관, 대규모점포 등 다중이용시설로 확대하여, 미세먼지, 이산화탄소, 포름알데히드, 총부유세균, 일산화탄소 등 5개 오염물질로 정하여 이들 오염물질에 대하여 유지기준을 설정

하였다. 이와는 별도로 일정 기준에 따르도록 권고하는 오염물질로 이산화질소, 라돈, 총휘발성유기화합물, 석면, 오존 등 5개 오염물질에 대해서는 권고기준을 설정하여 제시하고 있다.

그리고 건설교통부에서는 터널, 지하선로, 지하연결통로 등에 대해 적절한 조명 및 환기설치를 명하고, 교육부에서는 학교와 학원의 환기, 채광, 조명, 온도, 습도 등에 의한 조절과 유지관리를 명하고 있으나, 건설교통부와 교육부 모두 환기, 조명, 온도, 습도 등에 대한 구체적인 관리기준을 제시하고 있지 않아 실질적으로 관리가 제대로 되지 않고 있는 실정이다. 노동부는 근로자의 건강과 안전을 위하여 작업장에서의 환기, 채광, 조명, 온도 등에 대한 적당한 조절을 제시하고 있는 수준이다.

<표 3-16> 국내 실내공기질 관리업무 현황

	관리대상시설	관련법	관리방법
환경부 대기보전국 생활공해과	·지하역사, 지하도상가, 도서관, 박물관, 의료기관, 실내주차장, 여객터미널, 대합실 등 ·장례식장, 보육시설, 노인복지시설, 대규모점포 등	·다중이용시설 실내공기질관리법 (2004)	·권고기준 : PM10, CO, CO ₂ , HCHO, 총부유세균, ·유기기준 : 석면, 라돈, NO ₂ , TVOCs, O ₃
보건복지부 건강증진국 질병관리과	·사무용 건축물 및 복합건물 ·공연장, 체육시설, 결혼식장 ·지하상가 (지하생활공간공기질관리법적용 대상시설 제외)	·공중위생관리법 (2004)	·시설기준 : 공기질기준 초과시 공기정화시설 교체, 청소 ·공기질기준 : SO ₂ , NO ₂ , CO, CO ₂ , PM10, HCHO, Pb ·보고 및 검사 ※공중위생업자에 대한 신고가 있을 경우에 한함 ·위생관리기준에 적합하게 유지하지 못하는 경우 개선명령 및 명령 불이행시 벌금
건설교통부 주택도시국 도시관리과	·터널 ·주차장 ·지하연결통로	·도로의 구조·시설에 관한규칙 (1999) ·지하도로시설기준에 관한규칙 (1987) ·주차장법	·터널 : 환기시설 설치 기준 (CO, NO ₂) ·실내주차장 : CO 기준
교육부 교육자치지원국 특수교육보건과	·학교 ·학원(공중위생관리법 적용 대상 제외)	·학교보건법 (2004) ·학원의 설립·운영 및 과외교습에 관한 법률 령 (2004) ·특수학교시설·설비 기준령 (2001)	·채광시설, 환기시설 등을 적정 유지하도록 명시 (기준은 없음)

한편 보건복지부는 과거의 공중위생법하에서 공중이용시설에 대한 실내공기질의 위생적 관리를 위하여 7개 항목의 기준을 제시하고, 공중위생감시원과 위생관리 담당자 및 검사기관 까지 지정하였다. 그러나 현재의 공중위생관리법하에서는 공중위생감시원, 위생관리검사제도 등이 폐지되어 있는 상태이다. 환경부는 지하생활공간공기질의 적정관리를 위하여 7개의 규제기준으로 설정하고 있으나, 적용대상시설이 지하역사와 2,000㎡이상 지하도상가로 한정되어 있다.

제 3 절 실내 공기질 관리 관련 제도

1. 친환경건축물(Green Building) 인증제도

친환경건축물인증제이란 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질 배출감소, 쾌적성, 주변환경과의 조화 등 환경에 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증하는 제도이다.

세계적으로 기후변화문제와 관련하여 건물의 에너지 사용과 CO₂ 배출 저감 등 환경성 증진방안에 대한 논의가 국제적으로 활발하게 진행중이고 대도시의 과밀화와 신도시 개발 등으로 인한 건축물의 신축과 재건축이 활발한 우리 나라 현실에서 건축물의 건설과 관련하여 친환경적 요소에 대한 사전 고려가 필요한 것으로 인식되고 있다.

동 제도는 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적성, 주변환경과의 조화 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증하여 친환경적 건축물의 확산이라는 직접적인 효과를 거둘 뿐만 아니라, 국민들에게는 환경가치에 대한 인식을 제고시키고, 업계와 학계에 대해서는 환경기술발달 및 연구활동을 진흥시키는 등의 부수적인 효과도 기대할 수 있게 된다.

이와 유사한 환경관련 인증제도는 핀란드, 프랑스, 덴마크, 캐나다, 미국, 일본, 스위스를 비롯한 선진 각 국에서 이미 시행중이거나 시행을 위한 준비가 상당정도 진척되고 있다. 우리 나라에서도 이번에 건설교통부와 환경부가 연구기관 및 학계·업계의 의견을 들어, 친환경건축물인증제도 시행 방침을 최종적으로 확정하여 2002년 1월부터 시행하게 되었다.

친환경건축물인증제도는 1999년부터 환경부와 건설교통부에서 각각 제도를 마련하여 시범적으로 운영해 오고 있었다. 그러나, 유사한 제도가 중복되어 시행됨으로써 혼란이 발생할 수 있고 관련업계의 부담도 가중될 수 있기 때문에 2000년 5월부터 두 제도의 통합을 추진하였다. 2001년 12월에 환경부와 건설교통부 공동으로 공동주택에 대한 4개 분야 44개 항목(추가항목 6개 포함)의 인증심사기준을 마련하고 2002년 1월에 대한주택공사 주택도시연구원·한국에너지기술연구원·한국능률협회인증원의 3개 기관을 인증업무를 수행해 나갈 인증기관으로 지정하였으며, 2002년 1월부터 시행하게 됨으로써, 환경과 건축의 조화, 즉 지속 가능한 건축(Sustainable Building)을 실현할 수 있는 기반을 마련하였다.



<그림 3-9> 친환경건축물 인증마크

2002년에는 공동주택을 대상으로 시행하고 단계적으로 주상복합, 업무용(공공, 일반건물), 상업용(학교·병원 등), 리모델링 건축물까지 확대하여 시행할 계획이다. 인증심사는 준공된 건축물을 대상으로 하되, 건축주가 희망하는 경우에는 설계단계에서 인증심사를 하고 예비 인증을 수여하게 된다. 특히 실내공간 공기질 개선과 관련하여 친환경건축물(공동주택인 경우)의 인증평가 항목에는 실내환경 항목이 설정되어 있어, 향후 실내공기질 관리에의 기여도를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 3-17> 친환경건축물 인증제도 통합전 인증제도

시행기관	인증제도의 명칭	시행기관	내용
환경부	그린빌딩 시범인증	1999. 10 ~ 2000. 10	-시범인증기관 : (주) 능률협회인증 -대상 : 17개 공동주택
건설교통부	주거환경우수주택 시범인증	2000. 4 ~ 2000. 12	-시범인증기관 : 대한주택공사 주택도시연구원 -대상 : 8개 공동주택

자료 : 주택도시연구원 친환경건축물 인증센터, http://ecohouse.jugong.co.kr/html/menu1_4.asp

<표 3-18> 친환경건축물 공동주택 인증심사기준

분 야	세 부 항 목
토지이용 및 교통 (11개)	기존대지의 생태학적 가치, 체계적 상위계획 수립여부, 용적률, 인접대지에 대한 일조권 간섭방지 대책의 타당성, 대중교통에의 근접성, 도시중심 및 지역중심과 단지중심간 거리, 단지내 자전거 보관소 및 자적거도로 설치여부, 단지내 음환경, 단지내 보행자 전용도로 조성여부, 외부보행자 전용도로 네트워크 연계여부, 단지주변 하천·산림 등으로의 접근성, 커뮤니티 센터 및 시설계획 여부
에너지·자원 및 환경분야 (관리) (15개)	라이프사이클 변화를 고려한 평면개발, 에너지 소비량, 환경친화제품의 사용, 생활용 가구재 사용억제 대책의 타당성, 환경친화적(공업화) 공법 및 신기술 적용, 이산화탄소 배출저감, 재활용 생활폐기물 분리수거, 음식물 쓰레기 저감, 생활용 상수 절감 대책의 타당성, 우수이용, 우수부하 절감대책의 타당성, 시공시 환경관리 계획의 타당성 및 시행, 운영/관리 문서 및 지침 제공의 타당성, 사용자 매뉴얼 제공, 정보통신 및 첨단 생활설비 채용의 타당성
생태환경 (6개)	표토 재활용율, 생태환경을 고려한 인공환경녹화기법 적용 여부, 녹지공간률, 연계된 녹지축 조성, 수생비오톱 조성, 육생비오톱 조성
실내환경 (6개)	휘발성 유기물질 저 방출자재의 사용, 자연환기 설계의 정도, 각 실별 자동온도 조절 장치 채택 여부, 세대간 경계벽 차음성능 수준, 발코니 녹지 공산 비율, 노약자장애자 배려의 타당성
총 38개 항목	100점
추가항목 (6개 20점)	단지 내 음환경, 대체에너지 이용, 중수도 설치, 기존 자연자원 보전율, 중간 경계 바닥 충격음 차단성능 수준, 세대내 일조 확보율

자료 : 환경부, 「환경백서」, 2003.

친환경건축물 인증기준 (Green Building Certification Criteria)		
평가부문	2 에너지·자원 및 환경부하	
평가범주	2-1 자원의 절약	
평가기준	2-1-2 환경친화제품 사용	
■ 평가 세부기준		
평가목적	환경친화적 자재의 사용을 평가함으로써 자원 재활용, 에너지 절감, 환경오염 저감 등의 효과를 얻는데 목적이 있다.	
평가방법	환경마크 또는 GR마크 획득 여부를 평가	
배 점	2점	
산출기준	• 평점 = (등급별 가중치) × (배점) • 급별 가중치 : 1급(1.0), 2급(0.8), 3급(0.6), 4급(0.4), 5급(0.2)	
	구 분	환경친화자재 사용수
	1 급	9 종 이상 사용한 경우
	2 급	7 종 이상 사용한 경우
	3 급	5 종 이상 사용한 경우
	4 급	3 종 이상 사용한 경우
	5 급	1 종 이상 사용한 경우
	※ 환경 친화적 자재 : 환경마크 또는 GR마크를 획득한 자재로서 전체 세대수의 2/3 이상 세대에 적용했을 경우 인정되며 옥상방수, 외장재와 같이 세대 내부에 적용되지 않는 자재는 전체 동에 적용했을 경우 인정	
■ 평가 산출근거 및 제출서류		
근거자료	- 환경표지 대상제품 및 부여기준(환경부 고시 제2000-162) - 재활용제품의 품질인증요령(국립기술품질원 고시 제 1997-87호) - 자원의절약과재활용촉진에관한법률』 제26조, 『공업발전법시행령』 제14조	
제출서류	- 자재별 인증서, 제품설명서 - 환경친화자재 사용 계획서 - 적용비율 산출서	

2. 친환경 건축자재 인증제도

환경부는 쾌적하고 건강한 실내환경의 창출과 오염물질 방출이 적은 건축자재의 개발 및 생산을 유도하기 위하여, 각종 건축자재(합판, 바닥재, 벽지, 판넬, 페인트, 접착제 등)로부터 방출되는 오염물질의 정도에 따라 인증등급을 부여하는 친환경 건축자재 품질인증제를 2004년 2월부터 시행하고 있다. 친환경 건축자재 품질인증제의 시행은 민간자율 기능을 제고하는 차원에서 환경부 등록법인인 한국공기청정협회에서 주관하고 있다.

친환경 건축자재 품질인증제의 시행은 민간자율 기능을 제고하는 차원에서 환경부 등록법인인 한국공기청정협회에서 주관하도록 하였다. 친환경 건축자재 품질인증제 시행을 위하여 한국공기청정협회에서는 학계, 업계의 관련 전문가로 구성된 인증위원회를 구성하고, 2년여에 걸쳐 동 시행에 필요한 운영규정, 방출시험방법 확립, 건축자재 방출시험기관 선정 등의 준비를 완료한 바 있다.

<표 3-19> 건축자재 인증등급

(단위 : $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)

구분		일반자재	페인트	접착제
최우수	TVOC	0.10 미만	0.10 미만	0.25 미만
	HCHO	0.03 미만	0.03 미만	0.06 미만
우 수	TVOC	0.10 이상 ~ 0.2 미만	0.10 이상 ~ 0.2 미만	0.25 이상 ~ 0.50 미만
	HCHO	0.03 이상 ~ 0.05 미만	0.03 이상 ~ 0.05 미만	0.06 이상 ~ 0.12 미만
양 호	TVOC	0.20 이상 ~ 0.40 미만	0.20 이상 ~ 0.40 미만	0.50 이상 ~ 1.50 미만
	HCHO	0.05 이상 ~ 0.12 미만	0.05 이상 ~ 0.12 미만	0.12 이상 ~ 0.40 미만
일 반	TVOC	0.40 이상 ~ 2.00 미만	0.40 이상 ~ 2.00 미만	1.50 이상 ~ 5.00 미만
	HCHO	0.12 이상 ~ 0.60 미만	0.12 이상 ~ 0.60 미만	0.40 이상 ~ 2.00 미만
일 반	TVOC	2.00 이상 ~ 4.00 미만	2.00 이상 ~ 4.00 미만	5.00 이상 ~ 10.00 미만
	HCHO	0.60 이상 ~ 1.25 미만	0.60 이상 ~ 1.25 미만	2.00 이상 ~ 4.00 미만

<그림 3-20> 국내외 친환경경자재의 방출량 기준 비교

구분	건축자재(일반자재·페인트) mg/m ² ·h		실내농도(FiSIAQ) mg/m ³ ·h		
	HCHO	TVOC	S1	S2	S3
HB	최우수	최우수	TVOC 0.2이하 HCHO 0.03이하	TVOC 0.2이하 HCHO 0.03이하	TVOC 0.2이하 HCHO 0.03이하
FiSIAQ	M1	M1			
HB	우수	우수			
FiSIAQ	M1	M1			
HB	양호	양호			
FiSIAQ	M2	M2			
HB	일반1	일반1			
FiSIAQ	M3	M3			
HB	일반2	일반2			
FiSIAQ	M3	M3			

자료: 한국건설경제협회의, 신축 공동주택의 실내공기질관리 사례 및 당면과제 세미나 자료집, 2004. 3.

<표 3-21> 국내 건축자재 인증제도 현황

구분	환경마크	KS마크	HB마크
주관	환경마크협회	한국표준협회	공기청정협회
시행현황	1992년 4월 환경부에 의해 도입, 1994년 설립된 환경마크협회에 의해 운영되고 있음. 2004년 2월 현재 335개 업체 824개 제품이 인증	38년여 동안 정부에서 수행하던 KS 표시 인증 관련 업무를 1987. 7. 24부터 민간기관인 한국표준협회에 이양하여 수행하고 있음.	2004년 2월부터 시행
라벨			

자료: 한국건설경제협회의, 신축 공동주택의 실내공기질관리 사례 및 당면과제 세미나 자료집, 2004. 3.

3. 오염물질 다량방출 건축자재의 사용제한

다중이용시설등의실내공기질관리법 제11조(오염물질건축자재의 사용제한) 규정에 따라 환경부장관은 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 오염물질이 많이 방출되는 건축자재를 고시할 수 있으며, 다중이용시설을 설치하는 자는 고시된 건축자재를 사용할 수 없도록 유도하고 있다.

이는 화학공업의 발달로 복합화학물질을 이용한 새로운 건축자재의 보급 및 접착제의 사용량 증가 등으로 실내사용 건축자재에서 방출되는 포름알데히드, 휘발성유기화합물 등의 오염물질이 급증하므로, 이들 건축자재로부터 방출되는 오염물질에 대한 위해를 예방하기 위해 다량으로 오염물질을 방출하는 건축자재에 대한 사용을 억제하고, 오염 물질 저방출 건축자재의 생산을 유도하기 목적이다.

이에 따라 국립환경연구원에서 동 법 제4조 규정에 의한 실내공기질 공정시험방법에 의거 건축자재에 대한 방출시험을 실시하게 되며, 실시결과 기준초과 건축자재에 대하여는 환경부에서 관계부처와 협의후 오염물질 다량방출 건축자재를 고시하여 사용을 제한하고 있다.

<표 3-22> 오염물질 다량방출 건축자재 기준

(단위 : $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)

오염물질 \ 구분	일반자재	접착제
포름알데히드	1.25이상	4이상
총휘발성유기화합물	4이상	10이상

주 : 비고 : 일반자재란 도료(페인트), 합판, 바닥재, 벽지 등 건축자재를 말한다.

자료 : 다중이용시설등실내공기질관리법 제10조제1항 관련

第Ⅳ章 실내공기질 시민인식 설문조사 및 측정분석

제 1 절 실내 공기질 시민인식 설문조사

제 2 절 다중이용시설 및 공동주택
실내 공기질 측정분석

제Ⅳ 장 실내 공기질 시민인식 설문조사 및 측정분석

제 1 절 실내공기질 시민인식 설문조사

실내공기질에 대한 인식도 조사는 여러 가지 시민건강 위해 요소에 대한 일반 시민의 반응 및 관심도를 이해하고 예측하기 위한 기초자료를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 시민, 실내공기질 관련 전문가나 연구자, 그리고 서울시의 정책 입안자 및 관리자들과의 실내공기오염의 요인들에 대한 정보의 교환 및 의사소통을 원활히 하고 개선하는데 기여할 수 있다. 이에 환경문제에 대한 관리 대책을 위해서는 실내공기질에 대한 사회적 인식도 조사 연구는 필수적이다.

본 연구에서는 공동주택 거주시민 및 다중이용시설 종사자·근무자를 대상으로 실내 공기질과 관련된 시민 인식조사를 실시하였으며, 이를 통해 향후 서울시 실내공기질 관리대책 마련의 기초 정보로서 활용하고자 한다.

1. 표본조사 방법

가. 표본조사 설계

실내 공기질에 대한 서울시민의 인식과 반응을 살펴보고, 정책방향을 도출하기 위하여 공동주택과 다중이용시설의 거주자·근무자·관리자를 대상으로 2004년 6월 11일 ~ 21일 기간 동안 표본 설문조사를 실시하였다. 표본대상 분류에 따라 조사대상의 무작위 추출과정을 통해 표본조사 설계를 진행하였다. 공동주택은 준공 후 1년 ~ 5년 이내의 아파트 거주자 300명, 그리고 다중이용시설의 경우에는 근무자·관리자 대상 350명을 설문대상으로 선정하였다.

나. 표본크기 및 조사대상의 할당

실내 공기질에 대한 시민인식 조사 대상의 총 표본 크기 650명을 대상으로 조사대상의 할

당과정은 다음과 같다. 첫째, 2001년 ~ 2004년에 준공된 공동주택에 해당되는 공동주택을 자치구로 구분하고, 둘째, 「다중이용시설등실내공기질관리법」에 해당되는 시설들을 서울시에 적용되는 대상 시설별로 할당하였다¹⁾. 조사대상 할당에서 지역별 균등분포 보다는 해당 다중이용시설별로 균등 분포를 확보하고자 하였다.

<표 4-1> 서울시 공동주택 실내공기질 시민인식조사 가구수 지역별 분포(2002년 기준)

구분	구별	가구수	단독주택	아파트 ¹⁾	설문매수
도심권 (3)	종로구·중구·용산구	150,428 (5.52%)	70,894 (12.18%)	62,319 (4.03%)	20 (6.67%)
동북권 (8)	동대문구, 성동구, 광진구, 중랑구 성북구, 도봉구, 강북구, 노원구	883,537 (32.43%)	200,885 (34.52%)	458,225 (29.61%)	80 (26.67%)
서북권 (3)	은평구·서대문구·마포구	325,651 (11.95%)	93,211 (11.95%)	173,756 (11.23%)	60 (20.00%)
동남권 (4)	서초구·강남구·송파구, 강동구	569,100 (20.89%)	61,692 (10.60%)	402,770 (26.03%)	80 (26.67%)
서남권 (7)	강서구·양천구·영등포구 구로구·금천구·관악구, 동작구	796,059 (29.22%)	155,245 (26.68%)	450,436 (29.11%)	60 (20.00%)
총계	25개구	2,724,775 (100.0%)	581,927 (100.0%)	1,547,506 (100.0%)	300 (100%)

주 : 아파트 항목에는 연립 및 다세대 주택이 포함됨.

<표 4-2> 실내 공기질 시민인식 설문조사 대상 할당

(단위 : 명)

공동 주택	대규모 점포	지하 역사	실내 주차장	찜질 방	의료 기관	터미 널	철도 역사	도서 관	박물 관	미술 관	장례 식장	산후 조리 원	보육 시설	복지 시설
300	44	26	29	25	51	19	26	26	23	19	12	10	20	24

주: 다중이용시설 가운데 서울시 적용대상 시설이 많이 분포된 시설을 중심으로 설문조사를 실시함.

1) 서울시 적용대상 시설이 아닌 항만시설 중 대합실을 제외하였으며, 공항시설중 여객터미널에 해당되는 김포공항은 1개의 적용대상 시설뿐이므로 실내공기질 인식 설문조사 대상시설에서 제외하였음.

2. 서울시민 인식조사 분석 결과

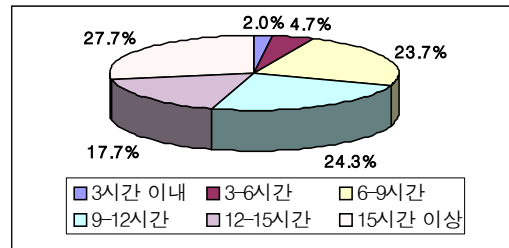
가. 공동주택 거주시민의 실내공기질 인식

(1) 실내 체류시간

실내 공간의 체류 시간은 ① “15시간 이상(27.7%)” ② “9 ~ 12시간” (24.3%), ③ “6 ~ 9시간” (23.7%), ④ “12 ~ 15시간” (17.7%) 등의 분포를 보여, ②, ③ 응답이 전체의 48%의 비중을 차지하고 있으며, ①, ④ 응답은 전체의 약 45.3% 수준을 보이고 있다.

<표 4-3> 실내 체류 시간

항목	비율(%)
3시간 이내	2.0
3-6시간	4.7
6-9시간	23.7
9-12시간	24.3
12-15시간	17.7
15시간 이상	27.7

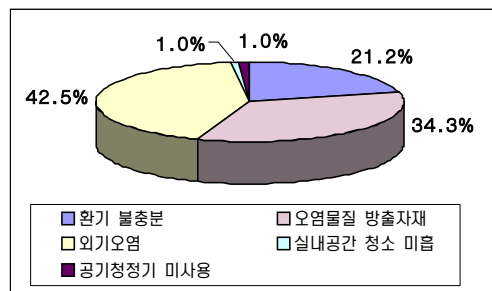


(2) 실내공기질 오염원인

실내공기질 오염원인을 묻는 항목에서 “외기오염” 응답이 42.5% 비중으로 가장 높게 응답하였으며, “오염물질 방출자재” 응답이 34.4% 수준으로 분석되었다. 그 외에도 “환기 불충분” 항목도 21.2% 비중으로, 위의 세 가지 항목이 전체의 97.9%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

<표 4-4> 실내공기질 오염원인

항목	비율(%)
환기불충분	21.2
오염물질 방출자재	34.3
외기오염	42.5
실내공간 청소미흡	1.0
공기청정기 미사용	1.0



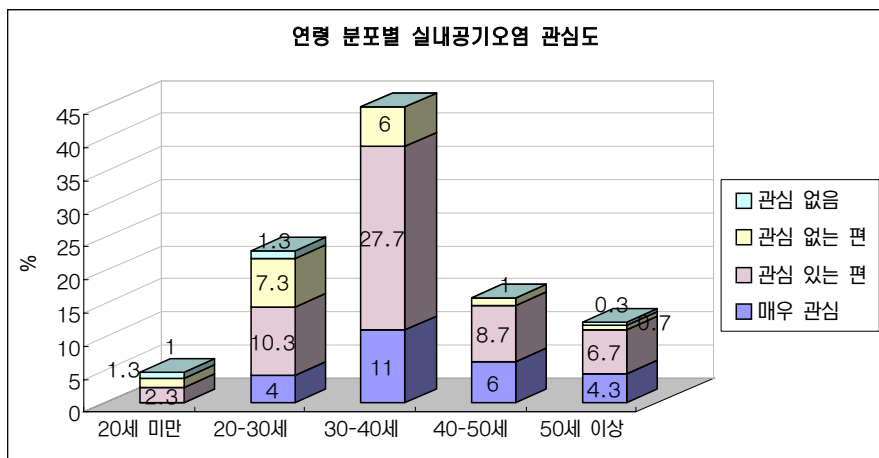
(3) 실내공기 오염도 관심도와 실내공기질 인식 수준

실내공기 오염에 대한 관심도를 묻는 설문에서 “매우 관심 있음”(45.1%), “조금 관심 있음”(39.7%) 응답분포를 보여 실내공기 관심 수준은 약 84.8%에 이를 만큼 절대적인 비중을 나타내고 있다. 연령별로 비교할 경우에는 현재 공동주택을 보유하고 있는 30세 ~ 40세에서 관심도가 매우 높으며, 향후 공동주택의 구매 가능성을 가진 20 ~ 30대 연령층에서 ”조금 관심 있음“의 응답 분포가 높게 나타나고 있다.

현재 거주하고 있는 공동주택의 실내공기질 수준을 묻는 설문에서 “매우 나쁨”(6.3%), “조금 나쁨”(28.0%) 수준으로 약 34.3% 정도가 실내공기질이 평균적으로 나쁘다고 인식하고 있으며, 실내 공기질 수준의 평균인식과 달리 부정적 견해를 제시한 이유로는 외기오염(41.2%), 오염물질 방출자재 사용(33.6%) 순서로 나타났으며, 실내공기질 수준을 양호하게 인식하고 있는 이유로는 공기청정기의 사용(40.6%)에 비교적 많은 응답 분포를 보이고 있다.

<표 4-5> 연령 분포별 실내공기오염 관심도

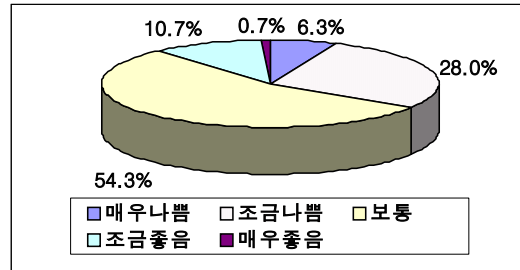
실내 공기오염 관심도 \ 연령	20세 미만	20-30세	30-40세	40-50세	50세 이상	비율(%)
매우 관심	0	20	68	26	20	45.1
조금 관심있음	6	32	53	17	10	39.7
보통	3	11	8	4	2	9.4
별로 관심없음	4	5	4	0	3	5.4
관심없음	1	0	0	0	0	0.3



<그림 4-1> 연령 분포별 실내공기오염 관심도(공동주택 거주자)

<표 4-6> 거주 공간 실내공기질 수준

항목	백분율(%)
매우 나쁨	6.3
조금 나쁨	28.0
보통	54.3
조금 좋음	10.7
매우 좋음	0.7



(4) 실내공기오염의 건강상 영향 인식 정도

실내 공기오염으로 인한 건강상의 영향 경험 정도를 묻는 설문항목에서는 “경험하지 못함” 보다는 전체적으로 “경험하였음”의 응답비중이 조금 더 높게 나타나고 있으며, 실내 공기질 개선을 위해서 시민은 친환경 건축자재 사용 및 의무 강화, 녹지공간 확보, 자동차 배출가스 관리, 환풍기·공기 청정기 설치 및 보급 등의 대안들을 선호하고 있다.

<표 4-7> 실내 공기오염으로 인한 건강상의 영향 경험정도(공동주택 거주자) (단위 : %)

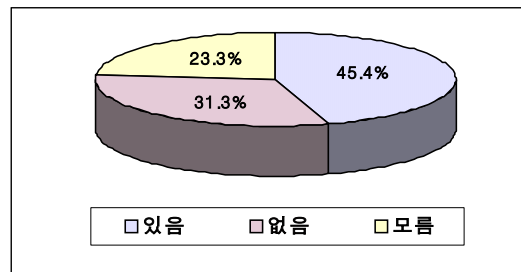
증상	항상 경험	자주 경험	가끔 느낌	드물게 느낌	경험하지 못함	무응답	합계
두통, 메스꺼움	3.7	8.3	17.33	23.3	37.0	10.3	100
콧물, 코막힘, 비염	5.0	18.0	23.4	18.7	26.0	8.7	100
재채기, 기침	4.3	18.3	23.6	22.0	23.0	8.6	100
호흡시 숨가쁨	1.0	3.3	9.7	16.0	53.0	16.7	100
안구 건조 및 눈의 피로	5.7	18.0	20.3	19.7	25.7	10.7	100
목의 염증, 목이 쉬	2.3	14.0	16.0	22.0	34.3	11.3	100
목의 건조함	4	20.0	22.3	23.0	21.0	9.7	100
피로감, 권태, 졸림, 나른함	7.7	16.7	24.3	21.3	19.7	9.7	100
오한, 발열	0.3	3.0	7.0	13.7	60.0	16.0	100
관절, 근육통증	3.6	4.3	9.0	13.0	54.6	15.3	100
기억력, 집중력	3	8.0	14.7	16.7	44.7	13.0	100
우울, 긴장, 예민해짐	2.7	6.3	18.7	16.7	42.7	13.0	100
피부건조 및 가려움증	7.3	18.0	18.3	18.3	27.3	10.7	100
어깨 및 목 통증, 무감각	4.0	9.3	13.3	17.3	41.7	14.3	100
손, 손목 통증 무감각	2.3	5.7	7.3	16.0	53.7	15.0	100

(5) 새집증후군 경험 여부

새집증후군의 경험을 묻는 항목에서 “있음” 45.4%, “없음” 31.3%의 응답수를 보이고, 연령별 분석 경우에는 30 ~ 40세(24.6%)가 새집증후군을 가장 많이 경험하고 있는 것으로 분석되었다. 반면에 “모름” (23.3%) 비중이 높은 분포를 보이고 있는 것은 새집증후군 관련 증상 등에 대한 정보가 시민들에게 정확하게 제공되고 있지 않고 있음을 알 수 있다.

<표 4-8> 새집증후군 경험유무

항목	빈도	비율(%)
있음	136	45.4
없음	94	31.3
모름	70	23.3



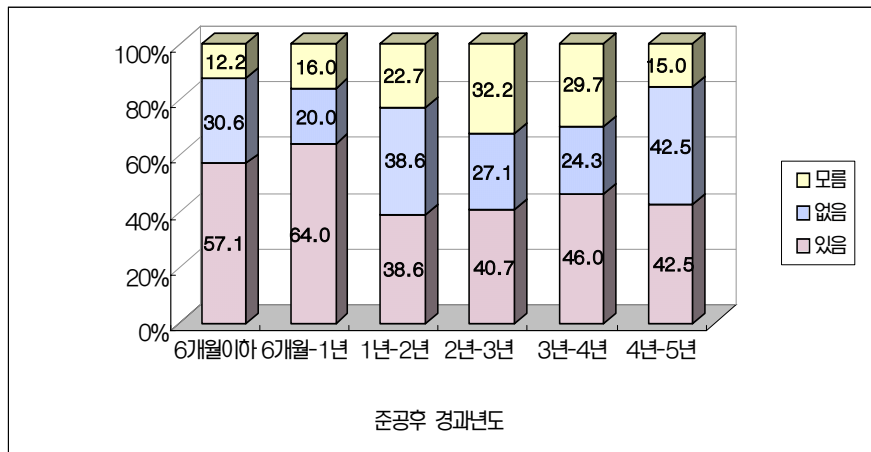
(6) 준공시기에 따른 새집증후군과 실내 공기질 인식 정도

공동주택 준공시기에 따른 새집증후군의 경험을 비교 분석하였을 경우, 6개월 이하와 1년 이하의 공동주택에서 50% 이상이 새집증후군 경험을 응답하였으나, 나머지 2년 이하의 대상을 제외하고 40% 정도의 수준을 나타내고 있다.

<표 4-9> 공동주택 준공시기와 새집증후군 경험유무

(단위 : %)

새집증후군 경험유무	공동주택 준공시기	6개월 이하	6개월 이상 1년 이하	1년 이상 2년 이하	2년 이상 3년 이하	3년 이상 4년 이하	4년 이상 5년 이하
있음		57.1	64.0	38.6	40.7	46.0	42.5
없음		30.6	20.0	38.6	27.1	24.3	42.5
모름		12.2	16.0	22.7	32.2	29.7	15



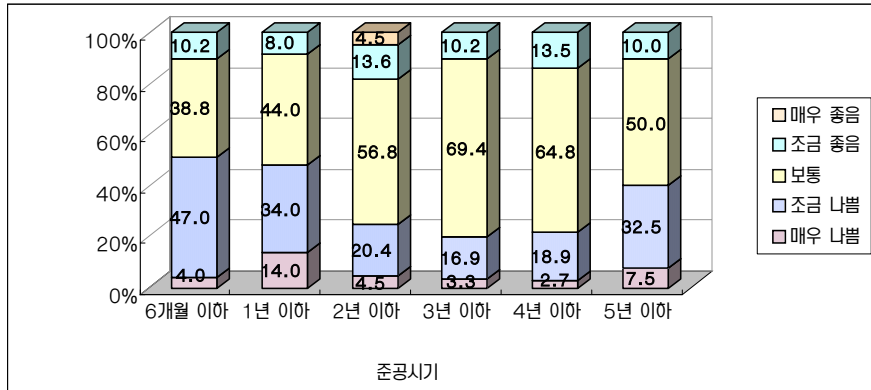
<그림 4-2> 공동주택 준공시기에 따른 새집증후군 경험 유무

공동주택 준공시기에 따른 거주 공간 실내 공기질 수준 정도 분석에서 새집증후군 경험 유무에 대한 설문과 비슷한 결과로 6개월 이하, 6개월 이상 ~ 1년 이하의 공동주택은 실내 공기질을 나쁘게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 실내 공기질 수준이 양호하지 못한 원인을 공동주택 준공시기와 관련하여 분석할 경우, “오염물질 방출자재” (34%)가 가장 높은 응답 비중을 차지한 반면에, 3년 이상의 공동주택에서는 “오염물질 방출자재 “보다는 ” 환기 불충분 “, ” 외기 오염 “의 응답이 높게 나타나고 있다.

<표 4-10> 공동주택 준공시기와 거주 공간 실내공기질 수준

(단위 : %)

공동주택 준공시기 실내공기질 수준	6개월 이하	6개월 이상 1년 이하	1년 이상 2년 이하	2년 이상 3년 이하	3년 이상 4년 이하	4년 이상 5년 이하
매우 나쁨	4.0	14.0	4.54	3.3	2.7	7.5
조금 나쁨	47.0	34.0	20.4	16.9	18.9	32.5
보통	38.8	44.0	56.8	69.4	64.8	50.0
조금 좋음	10.2	8.0	13.6	10.2	13.5	10.0
매우 좋음	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0



<그림 4-3> 공동주택 준공시기에 따른 거주 공간 실내공기질 인식 수준

(7) 실내 공기질 개선을 위한 선행대책

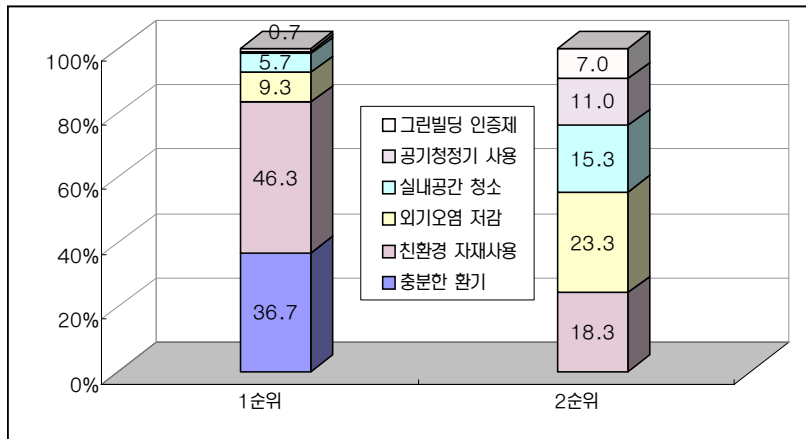
공동주택의 실내 공기질을 개선하기 위해 필요한 대책을 묻는 우선순위 선택 항목에서 “친환경 자재 사용”(46.3%), “충분한 환기” (36.7%) 비중이 높게 나타나고 있다. 연령별 선택 정책순위를 살펴보면 20~30세는 “충분한 환기”의 응답 비중이 많은 반면에, 30~40세는 “친환경 자재사용”의 응답 비중이 훨씬 높게 나타나고 있다.

새집증후군 경험 응답 유무에 따라 실내공기질 선행대책을 비교 분석할 경우, 연령대별 분석에서와 마찬가지로 “친환경 자재사용”과 “충분한 환기”가 가장 높은 분포를 보이며, 새 집증후군을 경험했다고 응답한 사람들은 친환경 건축자재 사용에 보다 많은 응답을 한 것으로 나타났다.

<표 4-11> 연령대별 실내공기질 선행대책

(단위 : %)

연령	20세 미만		20-30세		30-40세		40-50세		50세 이상		비율(%)	
	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위
충분한 환기	28.6	-	47.8	-	32.8	-	38.3	-	30.6	-	36.7	-
친환경 자재사용	42.9	16.7	36.2	24.1	51.6	24.0	42.5	32.3	52.7	21.4	46.3	24.4
외기오염 저감	7.1	8.3	7.2	24.1	11.2	35.4	6.4	32.3	11.1	39.3	9.3	31.1
실내공간 청소	21.4	25.0	7.2	29.3	3.0	17.7	8.5	12.9	2.8	17.9	5.7	20.4
공기청정기 사용	0.0	41.7	1.4	17.3	0.7	8.3	0.0	12.9	0.0	21.4	0.7	14.7
그린빌딩 인증제	0.0	8.3	0.0	5.2	0.0	14.6	4.3	9.6	2.8	0.0	1.0	9.3
기타	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	14.7

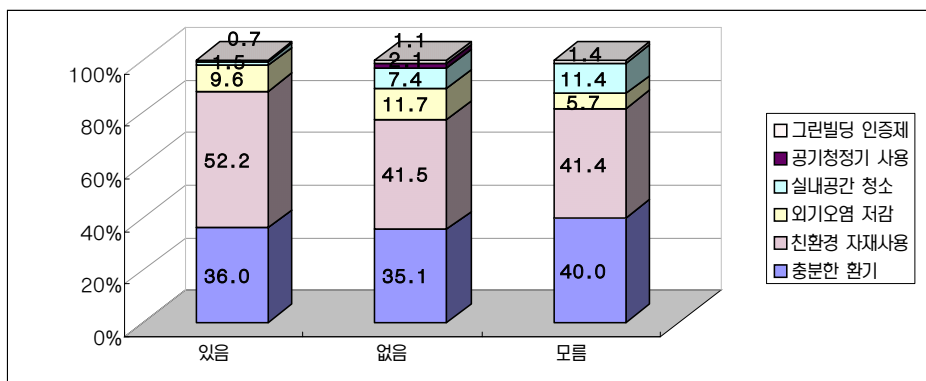


<그림 4-4> 실내 공기질 개선을 위한 선행대책

<표 4-12> 새집증후군 경험유무와 실내 공기질 선행대책

(단위 : %)

새집증후군 경험유무	있음		없음		모름	
	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위
충분한 환기	36.0	-	35.5	-	40.0	-
친환경 자재사용	52.2	34.6	41.9	15.7	41.4	17.5
외기오염 저감	9.5	32.6	11.8	30.0	5.7	29.8
실내공간 청소	1.4	122	7.6	27.1	11.4	26.3
공기청정기 사용	0.0	9.2	2.2	17.2	0.0	21.1
그린빌딩 인증제	0.7	11.2	1.0	10.0	1.5	5.3
무응답	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0

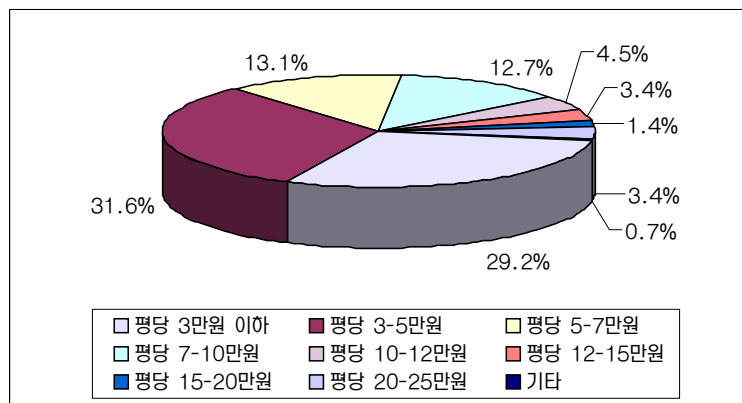


<그림 4-5> 새집증후군 경험 유·무에 따른 실내 공기질 개선을 위한 선행대책

(8) 환경친화적 건축자재 사용에 대한 추가 지불의사 비용

“평당 3 ~ 5만원” 항목이 31.6% 비중으로 가장 높았으며, “평당 3만원 이하” 응답 비율이 29.2% 수준으로 나타나고 있다. 또 “평당 5 ~ 7만원”의 지불 의사는 13.1%, “평당 7 ~ 10만원” 항목은 12.7% 비중을 나타나고 있다.

소득 수준별 추가 지불의사 비용을 비교하였을 경우, 월 소득수준 300만원 미만에 해당하는 응답자들은 “3만원 미만”, “3 ~ 5만원”의 응답 분포가 가장 높게 나타나고 있으며, 월 소득수준 300만원 이상에 해당하는 응답자들 가운데 “5 ~ 10만원” 항목 비중이 28% 수준 정도로 나타나고 있다.



<그림 4-6> 환경친화적 건축자재 사용에 대한 추가 지불의사 비용

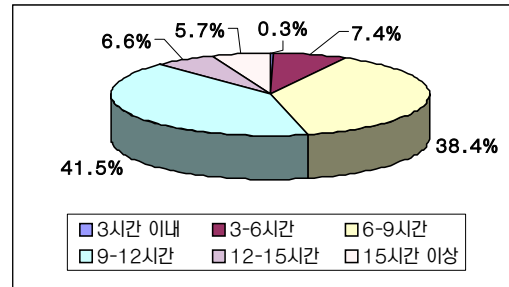
나. 다중이용시설 근무자의 실내공기질 인식

(1) 실내 근무시간

다중이용시설 종사자근무자를 대상으로 실내공간 근무시간을 묻는 항목에서 “9 ~ 12시간” (41.4%), “6 ~ 9시간” (38.3%)으로 전체의 약 79.7% 수준이 6시간 이상을 실내공간에 체류하는 것으로 응답하고 있다. 연령대별 분포를 비교할 경우 20 ~ 30세에서는 “6 ~ 9시간” 비중이, 30 ~ 40세에서는 “9 ~ 12시간” 비중이 높게 나타나고 있다.

<표 4-13> 실내 근무 시간

항목	백분율(%)
3시간 이내	0.3
3-6시간	7.4
6-9시간	38.3
9-12시간	41.4
12-15시간	6.6
15시간 이상	5.7
무응답	0.3

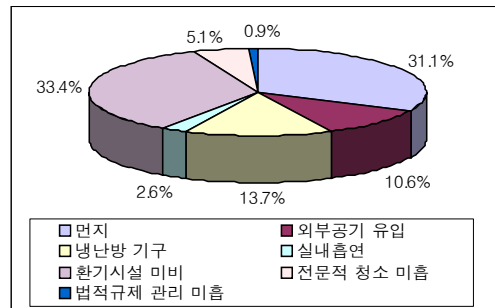


(2) 실내공기 오염원인 인식

실내공기질 오염원인을 묻는 항목에서 “환기시설 미비” 응답이 33.4% 비중으로 가장 높게 응답하였으며, “먼지” 응답이 31.1% 수준이고, 그외 ” 냉난방 기구 “와 ” 외부 공기 유입 “의 비중도 각각 13.7%와 10.6% 수준으로 분석되고 있다. 공동주택의 거주자와는 다르게 다중이용시설의 종사자들은 환기시설을 중요하게 인식하고 있는 것으로 분석되었다.

<표 4-14> 실내공기질 오염원인

항목	백분율(%)
환기시설 미비	33.4
먼지	31.1
냉난방기구	13.7
외부공기 유입	10.6
전문적 청소 미흡	5.1
실내 흡연	2.6
법적규제 관리 미흡	0.9
기타	2.6



(3) 실내공기 오염도 관심도와 실내공기질 인식 수준

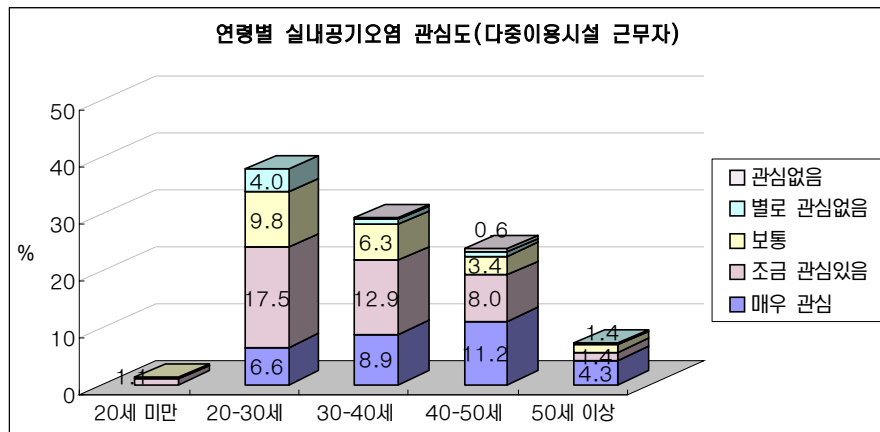
실내공기 오염 문제에 대한 관심을 묻는 항목에서 “매우 관심 있음” (31%), “조금 관심 있음” (41.1%) 응답 수준을 보여 전체적으로 약 72%의 응답자가 다중이용시설 실내공기에 관심을 갖고있는 것으로 분석되었다. 연령별로 비교할 경우, 40세 이상의 응답자들이 실내 공기질에 매우 관심을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

근무하고 있는 실내 공간의 공기질 수준을 묻는 설문에서 “매우 나쁨” (23.3%), “조금 나

뽕” (30.3%) 수준으로 전체의 약 53.6%가 근무환경의 실내 공기질 수준을 나쁘게 인식하고 있는 것을 나타냈다. 이러한 다중이용시설의 실내 공기질을 악화시키는 오염 원인으로는 “환기시설 미비” (33.4%), “먼지” (31.1%)로 인식하고 있음을 알 수 있다. 다중이용시설 유형별 실내공기질 인식은 대규모 점포, 지하역사, 실재주차장 등에서 실내 공기질을 나쁘게 인식하고 있다.

<표 4-15> 연령 분포별 실내공기문제 관심도(다중이용시설 근무자) (단위 : %)

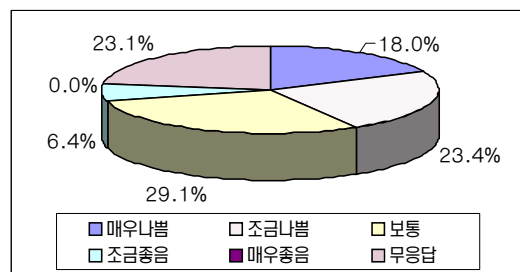
연령 실내공기문제 관심도	20세 미만	20-30세	30-40세	40-50세	50세 이상	백분율(%)
매우 관심	0	23	31	39	15	31.0
조금 관심있음	4	61	45	28	5	41.1
보통	1	34	22	12	5	21.3
별로 관심없음	0	14	3	2	1	5.7
관심없음	0	0	1	2	0	0.9



<그림 4-7> 연령 분포별 실내공기오염 관심도 (다중이용시설 근무자)

<표 4-16> 근무 공간 실내공기질 수준

항목	백분율(%)
매우 나쁨	23.4
조금 나쁨	30.3
보통	37.7
조금 좋음	8.3
매우 좋음	0.0
무응답	0.3



(4) 실내공기오염의 건강상 영향인식 정도

근무공간의 실내공기 오염으로 인한 건강상의 영향 경험 정도를 묻는 항목에서 공동주택에서와 마찬가지로 “경험하지 못함” 보다는 “경험한다”의 응답비중이 높게 나타나고 있다. 그러나 실내 공기질 개선을 위한 건의사항으로는 공동주택에서와는 달리 환풍기·공기 청정기 설치 및 수량 증대와 오염시설 및 오염원 규제 강화, 친환경 건축자재 사용 및 의무 강화, 환기시설 개선, 외기 오염 개선 등의 건의사항들이 제시되고 있다.

<표 4-17> 실내 공기오염으로 인한 건강상의 영향 경험정도(다중이용시설 근무자) (단위 : %)

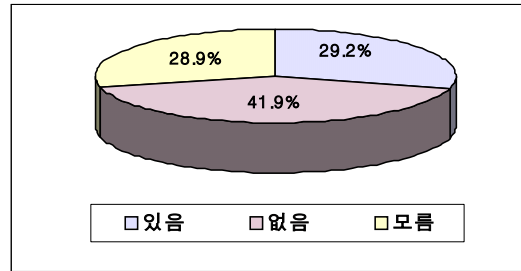
증상	항상 경험	자주 경험	가끔 느낌	드물게 느낌	경험하지 못함	무응답	합계
두통, 메스꺼움	5.4	13.4	26.3	17.7	27.4	9.7	100
콧물, 코막힘, 비염	7.1	21.1	25.4	17.1	20.3	8.9	100
재채기, 기침	4.6	19.4	32.0	23.7	15.1	5.1	100
호흡시 숨가쁨	4.0	4.6	12.6	20.0	46.6	12.3	100
안구 건조 및 눈의 피로	11.1	25.7	24.6	15.7	15.4	7.4	100
목의 염증, 목이 쉬	6.0	13.4	23.1	21.1	26.6	9.7	100
목의 건조함	7.1	23.4	29.1	20.3	13.7	6.3	100
피로감, 권태, 졸림, 나른함	10.6	36.6	19.7	12.6	15.1	5.04	100
오한, 발열	1.7	5.4	10.3	18.0	51.7	12.9	100
관절, 근육통증	4.6	8.3	15.4	19.7	39.7	12.3	100
기억력, 집중력	3.7	12.0	23.7	20.9	29.1	10.6	100
우울, 긴장, 예민해짐	3.7	13.7	19.7	20.6	30.6	11.7	100
피부건조 및 가려움증	5.7	17.4	22.6	20.0	27.7	6.6	100
어깨 및 목 통증, 무감각	6.6	17.4	17.7	14.0	32.6	11.7	100
손, 손목 통증 무감각	3.7	10.6	14.0	17.4	42.0	12.3	100

(5) 빌딩증후군 경험 여부

빌딩증후군의 경험 여부를 묻는 설문에서 “있음” (29.1%), “없음” (31.3%) 응답 수준을 보이며, 새집증후군보다는 빌딩증후군의 경험이 비교적 더 작게 나타나고 있다.

<표 4-18> 빌딩증후군 경험유무

항목	백분율(%)
있음	29.2
없음	41.9
모름	28.9

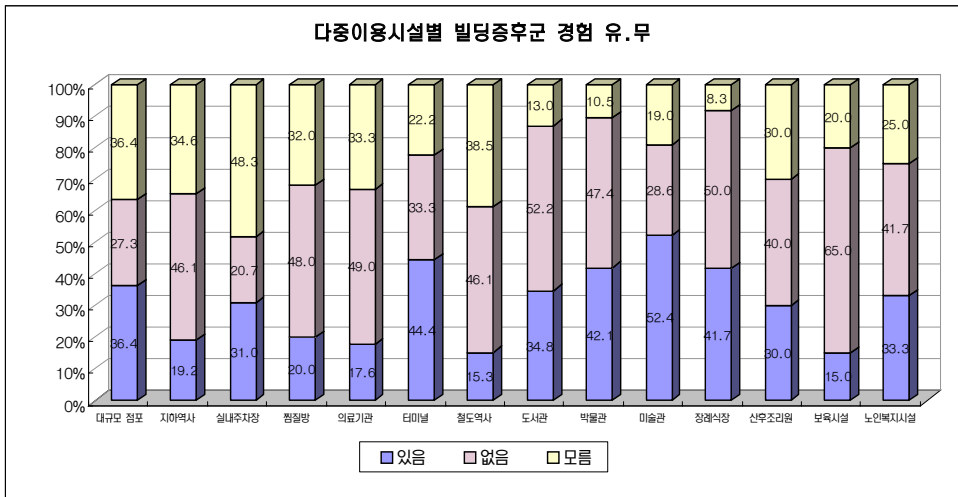


다중이용시설 유형에 따른 빌딩증후군 경험 항목에서 대규모 점포와 실내주차장, 미술관, 터미널 등 이용객이 많은 시설에 대해 빌딩증후군 경험이 상대적으로 높게 경험되고 있다. 빌딩증후군 경험의 유무에 상관없이 다중이용시설의 실내 공기질 오염원으로 “환기시설 미비”와 “먼지”의 응답 분포가 높게 나타나고 있다.

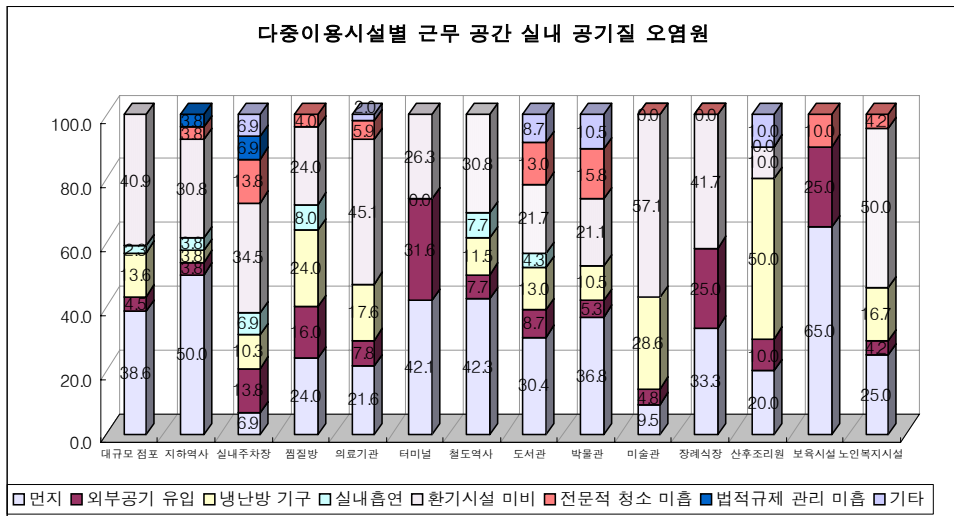
<표 4-19> 다중이용시설 유형과 빌딩증후군 경험유무

(단위 : %)

빌딩증후군 경험유무 다중이용시설 유형	있음	없음	모름
대규모 점포	36.4	27.2	36.4
지하역사	19.2	46.2	34.6
실내주차장	31.0	20.7	48.3
찜질방	20.0	48.0	32.0
의료기관	17.6	49.0	33.4
터미널	44.4	33.4	22.2
철도역사	15.3	46.2	38.5
도서관	34.8	52.2	13.0
박물관	42.1	47.4	10.5
미술관	52.4	28.6	19.0
장례식장	41.7	50.0	8.3
산후조리원	30.0	40.0	30.0
보육시설	15.0	65.0	20.0
노인복지시설	33.3	41.7	25.0



<그림 4-8> 다중이용시설별 빌딩증후군 경험 유·무



<그림 4-9> 다중이용시설별 근무 공간 실내공기질 오염원

(6) 실내공기질 개선의 우선 순위별 선행대책

다중이용시설의 실내공기질을 개선하기 위해 필요한 선행대책의 우선 순위를 묻는 항목에서 공동주택과는 반대로 “충분한 환기” (59.4%), “친환경 건축자재 사용” (16.9%) 비중이 높

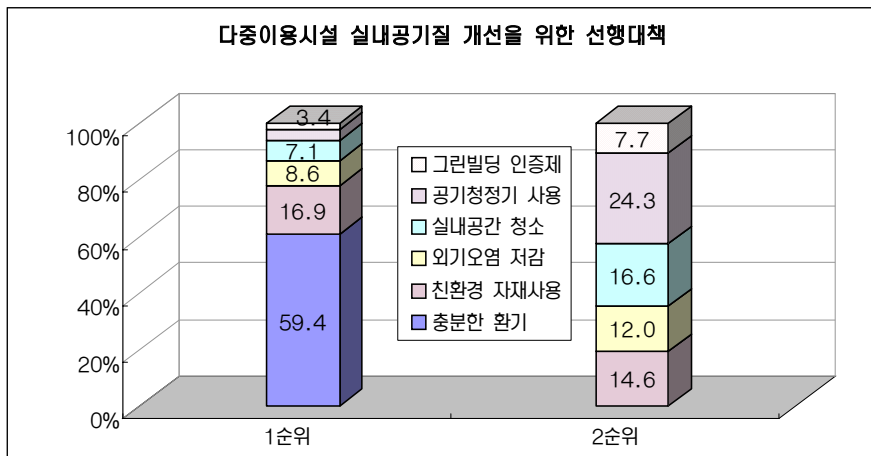
게 나타나고 있다(표 4-19) 참조).

빌딩증후군 경험 응답 유무에 따라 실내공기질 선행 대책을 비교할 경우, 경험의 유무에 상관없이 “충분한 환기”가 가장 높은 분포를 보이고 있다(표 4-20) 참조).

다중이용시설의 실내공기질 개선을 위해 적극적인 관리가 필요한 시설을 묻는 항목에서 지하철과 지하상가 등의 지하공간이 높은 비중으로 나타났고, 그밖에 많은 시민들이 이용하고 있는 백화점과 병원에 대한 응답 분포가 비교적 높게 나타나고 있다(표 4-21) 참조).

<표 4-20> 다중이용시설 실내공기질 개선의 우선순위별 선행대책

항목	백분율(%)	
	1순위	2순위
충분한 환기	59.4	-
친환경 자재사용	16.9	14.6
외기오염 저감	8.6	12.0
실내공간 청소	7.1	16.6
공기청정기 사용	3.4	24.3
그린빌딩 인증제	2.3	7.7
무응답	2.3	24.8

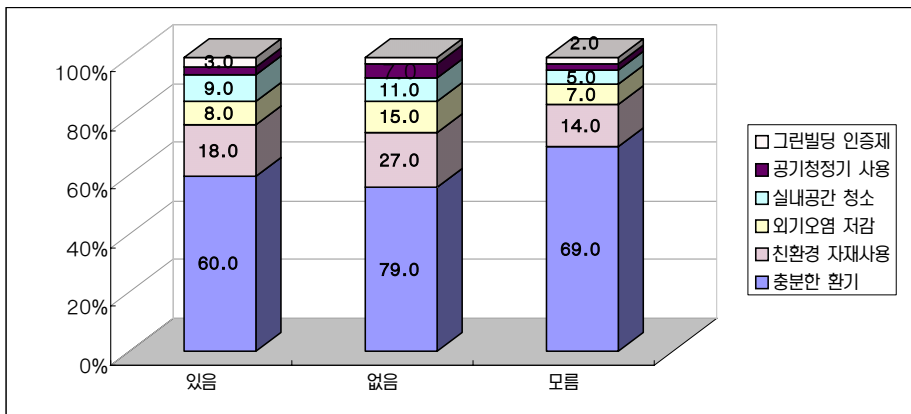


<그림 4-10> 다중이용시설 실내공기질 개선의 우선순위별 선행 대책

<표 4-21> 빌딩증후군 경험유무와 실내공기질 선행대책

빌딩증후군 경험유무 실내공기질 정책순위	있음		없음		모름		백분율(%)	
	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위	1순위	2순위
충분한 환기	60	-	79	-	69	-	60.6	-
친환경 자재사용	18	15	27	17	14	19	17.2	19.2
외기오염 저감	8	14	15	16	7	12	8.7	15.8
실내공간 청소	9	15	11	28	5	15	7.3	21.9
공기청정기 사용	3	24	7	37	2	24	3.5	32.1
그린빌딩 인증제	3	8	3	7	2	12	2.3	10.2

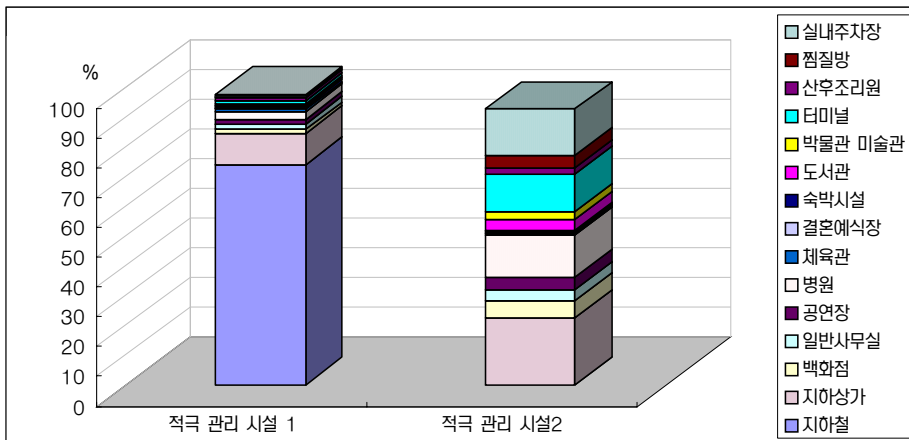
주: 무응답 1순위(0.4%), 2순위(0.8%)



<그림 4-11> 빌딩증후군 경험 유·무에 따른 다중이용시설
실내공기질 개선의 우선순위별 선행대책

<표 4-22> 실내공기질 개선을 위해 적극적인 관리 요구되는 시설

항목	백분율(%)	
	1순위	2순위
지하철	74.3	0.3
지하상가	10.3	22.6
백화점	1.4	5.4
일반사무실	2.0	4.0
공연장	1.4	4.3
병원	2.9	14.0
체육관	0.6	0.6
결혼예식장	0.0	0.3
숙박시설	0.9	0.9
도서관	0.6	3.7
박물관 미술관	0.3	2.6
터미널	1.1	12.3
산후조리원	1.1	2.3
찜질방	0.6	4.0
실내주차장	0.6	15.7
무응답	1.9	7.0



<그림 4-12> 다중이용시설 실내공기질 개선을 위해 적극적인 관리가 요구되는 시설

(7) 다중이용시설 실내 공기질 유지·관리 요구 사항

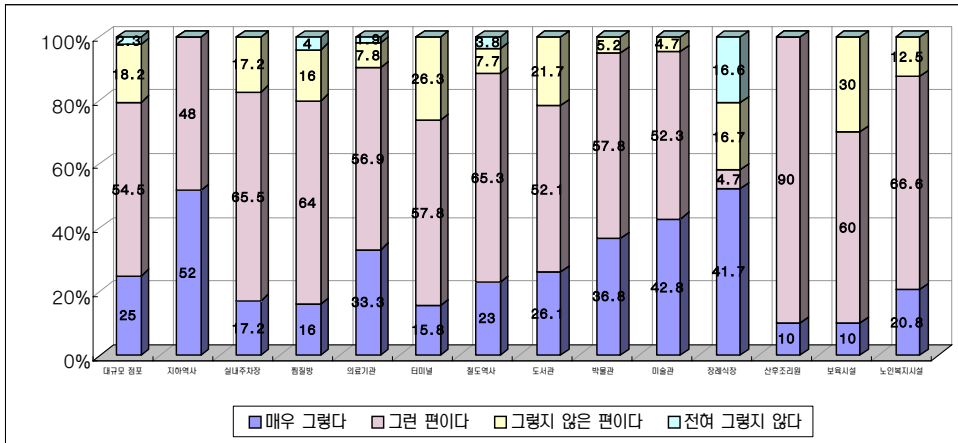
다중이용시설 유형별 근무 공간에 대한 실내공기질 정기 평가 희망도를 분석한 결과 모든 시설에서 전체적으로 약 85.6% 수준의 높은 비중으로 정기적인 공기질 평가를 희망하고 있

음이 나타났다. 다중이용시설 가운데 지하역사, 미술관, 장례식장, 의료기관 등의 시설에 대한 실내공기질 정기 평가 희망도가 높은 것으로 분석되었다. (<표 4-23> 참조).

향후 다중이용시설 실내 공기질 유지관리를 위한 건의사항을 묻는 설문항목에서, 대체로 호응도가 떨어지고 있다. 그러나 제시된 건의사항 가운데 친환경 건축자재 사용 및 의무 강화, 업체 선정을 통한 주기적인 관리, 환풍기·공기 청정기 설치 및 수량 증대, 환기기설 개선, 외기오염 개선, 녹지공간 조성 및 공장의 지방 이전, 자동차 배출가스 관리 등의 다양한 건의사항들이 제시되고 있다(<표 4-24> 참조).

<표 4-23> 다중이용시설 유형에 따른 근무 공간 실내공기질 정기평가 희망도 (단위 : %)

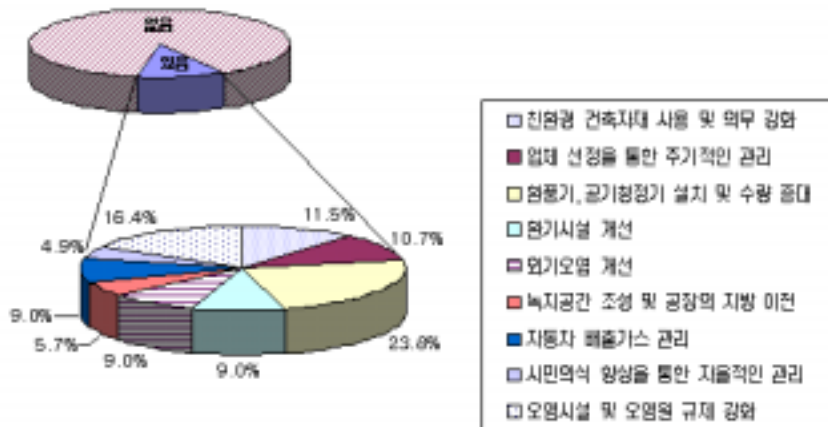
다중이용시설 유형 \ 정기평가 희망도	매우 그렇다	그런 편이다	그렇지 않은 편이다	전혀 그렇지 않다
대규모 점포	25.0	54.5	18.2	2.3
지하역사	52.0	48.0	0.0	0.0
실내주차장	17.2	65.5	17.2	0.0
찜질방	16.0	64.0	16.0	4.0
의료기관	33.3	56.9	7.8	1.9
터미널	15.8	57.8	26.3	0.0
철도역사	23.0	65.3	7.7	3.8
도서관	26.1	52.1	21.7	0.0
박물관	36.8	57.8	5.2	0.0
미술관	42.8	52.3	4.7	0.0
장례식장	41.7	4.7	16.7	16.6
산후조리원	10.0	90.0	0.0	0.0
보육시설	10.0	60.0	30.0	0.0
노인복지시설	20.8	66.6	12.5	0.0



<그림 4-13> 다중이용시설 유형에 따른 근무 공간 실내공기질 정기평가 희망도

<표 4-24> 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 건의 사항

항목		비율(%)
없다		46.3
있다		5.7
건의 의 사 항	친환경 건축자재 사용 및 의무강화	0.16
	업체 선정을 통한 주기적인 관리	6.20
	환풍기, 공기청정기 설치 및 수량 증대	0.16
	환기시설 개선	0.97
	외기오염 개선	0.32
	녹지 공간 조성 및 공장의 지방 이전	1.30
	자동차 배출가스 관리	0.32
	시민의식 향상을 통한 자율적인 관리	0.16
	오염시설 및 오염원 규제 강화	16.4



<그림 4-14> 다중이용시설 실내공기질 개선을 위한 건의사항

3. 서울시민 인식조사의 시사점

서울 시민은 과거 외기 오염에 비해 실내 공기에 대한 관심은 그다지 높지 않았으나, 최근 ‘새집증후군’ 인식과 경험 사례가 보도됨에 따라, 외기 오염과 동일한 맥락에서 실내 공기질 수준에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 과거 실외 대기오염 중심의 관리체계를 지양하고, 실외 및 실내 공기질 관리를 동시에 고려하는 입체적 대기환경 관리로의 전환이 요구됨을 알 수 있다.

또한 실내 공기질 개선을 위해 ‘43.4%가 평당 3~7만원’ 정도의 추가 지불의사비용을 부담할 만큼, 친환경건축자재 사용 의사를 적극적으로 제시하고 있어, 향후 서울시 실내 공기질 관리를 위해서는 시민의 인식수준에 걸맞은 관리대책의 수립·추진이 한층 필요한 것으로 판단된다.

특히 공동주택의 준공시기별 실내 공기질에 대한 시민 설문조사에서 준공후 3년 이내의 공동주택에서는 오염물질방출 건축자재의 사용이, 3년 이후의 공동주택에는 환기 불충분 및 외기 오염이 실내 공기질 수준에 많은 영향을 주는 것으로 응답하여, 이를 고려한 실내 공기질 관리에 있어 차별적인 방향 제시가 바람직하다.

그리고 다중이용시설의 실내 공기질 개선 대상에서, 시민들은 지하역사, 지하상가, 백화점, 병원 등에 대한 집중적인 규제와 유도가 필요한 것으로 인식하는 등 시민의 실내 공기질 인식 수준에 바탕을 둔 서울시 관리대책의 수립·추진이 또한 필요하다.

최근 실외 대기오염 수준에 못지 않게 쾌적한 실내 공기질에 대한 시민 관심이 높아짐에 따라, 종래의 「지하생활공간 공기질 관리법」이 「다중이용시설등의실내공기질관리법」으로 개정되고, 이에 따라 실내 공기질 관리 대상시설이 여객터미널·도서관·의료기관 등의 다중이용시설과 신축 공동주택으로 확대되는 환경관리 여건변화가 발생하였으므로 서울시 실내 공기질의 적정 관리를 위해서는 보다 적극적이며 과감한 정책수립의 방향 설정이 필요한 것으로 판단된다.

제 2 절 다중이용시설 및 공동주택 실내 공기질 측정분석

1. 측정개요

가. 측정일시

「다중이용시설등의실내공기질관리법」 적용대상인 신축 공동주택과 서울시에 해당되는 17개 다중이용시설을 대상으로 측정하였다. 가급적 냉방으로 인한 공기질 왜곡 요인을 배제하기 위해 여름철 측정을 고려하지 않으며, 2004년 9·10월에 공동주택과 다중이용 시설을 대상으로 집중하여 측정을 실시하였다.

나. 측정항목

「다중이용시설등의실내공기질관리법」 제4조 실내공기질 공정시험방법에 준하여, 측정 항목은 유지기준 5종(미세먼지, CO, CO₂, 부유세균, HCHO)과 권고기준 가운데 TVOC를 측정·분석하였다. 단, 측정된 TVOC 항목의 경우에는 총 VOC 측정 자료 제시 및 6개 세부 항목(benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, 1,4-dichlorobenzene, styrene)으로 구분하여 별도 분석하였다.

<표 4-25> 공정시험방법별 측정에 관한 일반사항의 비교

	대기오염 공정시험법	지하공기질 공정시험법	실내공기질 공정시험법
채취 지점수 결정	-기상 조건 및 지리적, 사회적 조건 고려 -인구 비례 -TM 좌표에 의한 방법 -중심점에 의한 동심원 방법 -대상지역의 오염정도에 따른 공식이용	-예상되는 오염물질의 발생원 분포, 환기시설의 위치와 분포, 통행인의 다수 여부 -여러층이면 층별 -단일 층내에서도 공기질이 명확히 다를 것으로 예상되는 경우는 측정지점 추가 -5,000㎡ 이상인 경우는 2개 이상	-평형 3개소에서 최대 9개소 -구조, 예상되는 오염물질 발생원 분포, 통행인의 다수 여부에 따라 2개소 이상 -5,000㎡ 이상이면 측정지점 추가
위치 선정	-장애물이 없고 오염도를 대표하는 곳 -장애물이 있는 경우 채취 위치로부터 장애물까지의 거리가 그 장애물 높이의 2, 또는 채취점과 장애물 상단을 연결하는 직선이 수평선과 이루는 각도가 30° 이하	-장애물이 없고 오염도를 대표하며 시설을 이용하는 사람이 많은 곳 -직접적인 발생원이 없고 시설벽으로부터 50cm 이상 떨어지고, 인접한 환기구 설치지점의 중앙지점 -1 ~ 2m 범위	-거실 중앙점 -장애물이 없고, 오염도를 대표하며 시설을 이용하는 사람이 많은 곳 -직접적인 발생원이 없으며, 1m 이상 떨어지고, 인접한 환기구 설치지점의 중간지점 -1.2 ~ 1.5m 범위 -건축자재 측정용 챔버의 용적 : 20L±5%
채취 시간	-오염물질의 영향 고려 -환경기준이 설정되어 있는 물질은 법에 정해져 있는 시간	-측정을 나누어 실시한 경우는 채취시간을 가중평균하여 평균화 농도 계산 (포름알데히드의 경우 오전, 오후 2시간 이상을 시료채취하거나 측정하여 평균한 것을 24시간 평균값으로 사용할 수 있도록 함)	-다중이용 시설 : 오전 8 ~ 오후 7 시 측정이 원칙 -측정을 나누어 실시한 경우, 채취 시간을 가중평균하여 평균화 농도 계산 -신축공동주택 : 오후 1시 ~ 오후 5시에 채취 -오염물질별로 유속 및 적산유량을 달리함.
채취량 보정	-	-25℃ 1기압을 기준으로 환산	-25℃ 50%, 1기압을 기준으로 환산
평가	-	-여러종일 경우 층별로 -측정지점이 다수이면 측정 지점별로 -5,000㎡ 2개 이상의 측정점별로	-평균 농도를 적용

자료 : 국립환경연구원, 「실내공기질 공정시험방법 도출 연구」, 2004. 2.

2. 측정방법²⁾

가. 신축 공동주택 실내공기질 측정방법

1) 공동주택의 시료 채취장소

① 시료채취세대수

100세대를 기본으로 하여 저층부, 중층부, 고층부에서 3개 지점을 측정지점으로 한다. 100세대가 증가할 때마다 1개 지점씩 추가한다(예로 200세대는 4개 지점, 300세대는 5개 지점, 1000세대는 12개 지점). 이때 중층부, 저층부, 고층부 순으로 증가하는 것을 원칙으로 한다.

② 시료채취 대상 세대의 선정

원칙적으로 시료채취 대상세대는 100세대인 경우에는 공동주택 단지에서 3개 세대를 선정하는데, 단위주동에서 동일 라인상에 위치하는 저층부(3층 이내에서 선정), 중층부(예;15층 주동의 경우 7,8,9 층중에서 선정), 고층부(최상부 3개층 이내에서 선정)의 각 1개 세대씩을 무작위 선정한다. 단, 여러 개 동으로 구성되어 있는 경우에는 측정지점 수 내에서 각 동에서 측정한다. 한 단지에 시공사가 여러개인 경우는 시공세대로 구분하여 측정지점을 선정한다.

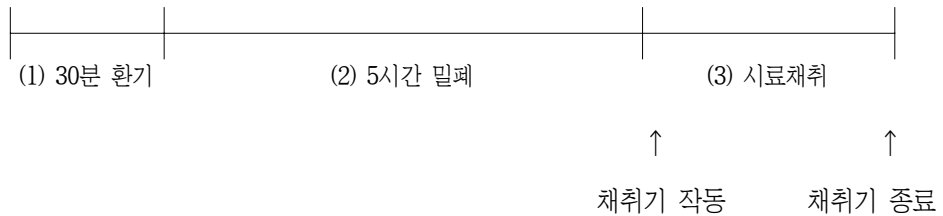
③ 단위세대에서의 시료채취 장소

시료의 채취는 공동주택 단위세대의 거실 중앙부에서 실시하며, 원칙적으로 벽으로부터 최소 1m이상 떨어진 위치의 바닥면으로부터 1.2 ~ 1.5m 높이를 기본 측정점으로 한다. 만약, 실내에 자연환기구나 기계환기시스템이 설치되어 있을 경우, 각각의 급배기구로부터 최소 1m 이상 떨어진 곳에서 측정하도록 한다.

2) 시료채취방법

공동주택에서의 실내공기질환경의 측정을 위해서는 다음의 조건이 만족되는 경우를 표준적인 측정방법으로 한다.

2) 다중이용시설등의 실내공기질관리법 제4조의 규정에 의한 실내공기질공정시험방법(환경부 고시 제2004-80호)에 따라 실내 공기질 수준을 측정하며, 다중이용시설 44개소, 공동주택 6개소에 대해서는 고려대학교 보건대학 연구팀에 의한 위탁측정, 그리고 공동주택 12개소에 대해서는 서울시 보건환경연구소의 측정협조가 있었음.



- 30분 이상 환기 : 공동주택 단위세대의 외부에 면한 모든 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)와 실내출입문, 수납가구의 문 등을 개방하고, 이러한 상태를 30분 이상 지속한다.
- 5시간 이상 밀폐 : 외부공기와 면하는 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)를 5시간 이상 모두 닫아 실내외 공기의 이동을 방지한다. 이때, 실내간의 이동을 위한 문과 수납가구 등의 문은 개방한다.
- 시료채취 : 시료 채취는 원칙적으로 30분간 2회 실시한다. 단, 실내에 오염물질이 고농도로 존재하여 포집관의 파손이 일어나거나, 감도의 유지가 어려울 경우에는 시료 채취량의 범위를 만족하는 선에서 측정시간을 변경할 수 있다. 실내에 자연환기구 및 기계환기시스템이 설치되어 있을 경우, 이를 밀폐하거나 가동을 중단하고 측정을 실시하는 것을 원칙으로 한다.

3) 시료채취조건

① 일반조건

- 온도조건 : 시료채취시의 실내온도는 20℃ 이상을 유지하도록 한다.
- 기류조건 : 환기시스템이 가동하는 경우, 급기나 배기구로부터의 영향을 받지 않는 지점에서 측정한다.

- ② 채취시간 : 일반적으로 시료채취는 오후 1시에서 5시 사이에 측정하는 것을 원칙으로 한다.

나. 다중이용시설의 실내공기질 측정

1) 시료 채취 항목

- 유지기준 항목인 미세먼지, 이산화탄소, 포름알데히드, 총부유세균, 일산화탄소와 권고기준인 휘발성유기화합물을 측정하였다.

2) 시료채취 대상시설은 다음과 같다.

- 모든 지하역사(출입통로, 대합실, 승강장 및 환승통로와 이에 부속된 시설 포함)
- 연면적 2천제곱미터 이상인 지하도상가(지상건물에 부속된 지하층 시설은 제외)
- 연면적 2천제곱미터 이상인 여객자동차터미널의 대합실
- 연면적 1천5백제곱미터 이상인 공항시설중 여객터미널
- 연면적 5천제곱미터 이상인 항만시설중 대합실
- 연면적 3천제곱미터 이상인 도서관
- 연면적 3천제곱미터 이상인 박물관 및 미술관
- 연면적 2천제곱미터 이상이거나 병상수 100개 이상인 의료기관
- 연면적 2천제곱미터 이상인 실내주차장(단 기계식 주차장 및 공동주택 주차장은 제외)
- 연면적 2천제곱미터 이상인 철도역사의 대합실
- 영유아보육법에 의한 보육시설 중 연면적 1천제곱미터 이상인 국공립 보육시설
- 노인복지법에 의한 노인의료복지시설 중 연면적 1천제곱미터 이상인 국공립 노인전문 의료시설, 유료노인전문의료시설, 노인전문병원
- 장사등에의한법률에 의한 장례식장 중 연면적 1천제곱미터 이상인 것(단 지하에 위치한 시설에 한함)
- 소방시설설치유지및안전관리에관한법률에 의한 다중이용업소 중 찜질방 영업시설로서 연면적 1천제곱미터 이상인 것, 연면적 5백제곱미터 이상인 산후조리원 영업시설
- 유통산업발전법에 의하여 개설 등록된 대규모 점포

<표 4-26> 서울시 다중이용시설등의 실내공기질관리법의 적용대상 구별 분포(2004년)

	지하 역사	지하 도상 가	여객 터미 널대 합실	공항 시설 중 대합실	항만 시설 중 대합실	도 서 관	박 물 관	미 술 관	의료 기관	실내 주차 장	대규 모점 포	철도 역사 대합실	국공 립보 유시설	노인 복지 시설	장례 식장	점 질방	산후 조리 원
강남구	24	1	0	1	0	1	0	0	19	245	26	0	0	0	1	44	0
강동구	10	0	0	0	0	0	0	0	9	18	9	0	1	0	1	8	0
강북구	3	0	0	0	0	1	0	0	3	8	0	0	1	0	0	4	1
강서구	9	0	0	2	0	1	0	0	12	0	7	0	0	0	0	3	1
관악구	4	0	0	0	0	1	2	0	4	5	5	0	0	0	0	3	0
광진구	7	0	1	0	0	1	0	0	4	15	9	0	1	1	0	5	0
금천구	1	0	0	0	0	0	0	0	3	9	6	1	0	0	0	5	0
구로구	5	0	0	0	0	1	0	0	3	44	11	0	0	0	1	9	0
노원구	10	0	0	0	0	1	0	0	4	14	13	0	2	3	1	3	0
도봉구	1	0	0	0	0	1	0	0	1	11	7	0	0	0	1	6	0
동대문 구	4	0	0	0	0	1	0	0	8	19	7	1	0	2	3	13	0
동작구	9	0	0	0	0	0	0	0	5	16	3	0	1	1	1	2	0
마포구	16	0	0	0	0	1	0	0	1	0	5	0	0	0	0	4	2
서대문 구	5	0	0	0	0	1	2	0	4	13	3	0	0	0	0	5	0
서초구	11	1	3	0	0	1	1	2	7	49	23	0	5	2	0	5	2
성동구	8	0	0	0	0	1	0	0	7	2	5	0	0	0	0	3	0
성북구	9	0	0	0	0	1	0	0	6	1	3	0	0	0	0	5	1
송파구	18	1	0	0	0	1	2	1	6	52	10	0	0	1	2	12	2
양천구	5	0	0	0	0	1	0	0	7	31	3	0	0	0	0	13	0
영등포 구	13	3	0	0	0	1	0	0	11	78	20	0	2	0	1	2	0
용산구	10	0	0	0	0	2	2	0	4	30	12	0	0	0	0	1	0
은평구	11	0	0	0	0	1	0	0	7	6	5	0	0	0	1	5	0
종로구	14	4	0	0	0	3	3	0	6	57	9	0	0	2	3	0	0
중구	22	9	0	0	0	0	0	0	5	111	50	0	0	1	0	5	1
중랑구	7	0	0	0	0	1	0	0	5	9	8	0	0	0	1	8	0
합계	236	19	4	3	0	24	12	3	151	843	259	2	13	13	17	173	10

자료 : 서울시 대기과 제공(2004).

<표 4-27> 서울시 다중이용시설등의 실내공기질관리법의 적용대상(2004년)

대상 \ 항목	규모	서울시 대상
지하역사	모든 지하역사	236
지하상점가	2,000㎡ 이상	19
여객자동차 터미널대합실	2,000㎡ 이상	4
공항시설 중 여객터미널	1,500㎡ 이상	3
항만시설중 대합실	5,000㎡ 이상	0
도서관	3,000㎡ 이상	24
박물관	3,000㎡ 이상	12
미술관	3,000㎡ 이상	3
의료기관	2,000㎡ 이상 또는 100병상 이상	151
실내주차장	2,000㎡ 이상	843
대규모 점포	3,000㎡ 이상	259
철도역사대합실	2,000㎡ 이상	2
국공립보육시설	1,000㎡ 이상	13
노인전문요양시설, 유료노인전문요양시설, 노인전문병원	1,000㎡ 이상	13
장례식장	1,000㎡ 이상	17
찜질방	1,000㎡ 이상	173
산후조리원	500㎡ 이상	10

자료 : 서울시 대기과 제공(2004).

3) 시료채취조건

- 온도 및 습도 : 시료의 채취는 해당시설의 실제 운영조건과 동일하게 유지하고 있는 일반환경 상태에서 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- 기류조건 : 시료채취 지점에서의 실내기류는 원칙적으로 0.3% 이내가 되도록 한다. 즉 자연환기구가 설치되어 있거나 기계식환기시스템이 가동되는 대상시설의 경우, 채취지점이 이러한 공기유동경로 및 기류 발생원 주변에 위치하지 않도록 최대한 주의한다. 단, 지하역사 승강장 등 불가피하게 기류가 발생하는 곳에 한해서는 실제 조건 하에서 채취를 수행하는 것을 기본으로 한다.

4) 채취지점수(측정지점수)

시료채취장소 및 지점수는 측정하려는 대상 시설의 구조와 용도, 예상되는 오염물질 발생원의 분포 및 발생강도, 환기설비의 설치위치와 운용패턴, 시설의 이용 빈도 및 특성 등을 사전에 충분히 고려하여 다음과 같이 결정한다.

- 대상시설이 복수의 층으로 구성되어 있는 경우, 시설의 용도 및 사용목적을 대표할 수 있는 기준층을 위주로 하여 측정지점수를 결정하고, 측정지점을 선정한다.
- 대상시설의 동일층내에서도 시설의 구조특성과 용도가 달라서 실내공기질이 명확히 다를 것으로 예상되는 경우 공간을 구분하여 측정지점을 별도로 선정할 수 있다.
- 대상시설의 측정지점은 2개소 이상으로 하는 것을 원칙으로 하며, 건물의 규모와 용도에 따라 불가피할 경우에는 측정지점을 추가할 수 있다.

5) 시료채취 위치선정

시료채취 위치는 환기시설의 위치, 시설 이용자의 다수여부, 오염물질 발생원의 분포, 실내 기류 분포, 공기질의 대표성 등을 고려하여 다음과 같이 선정한다.

- 시료채취 위치는 원칙적으로 주변시설 등에 의한 영향과 부착물 등으로 인한 측정장애가 없고, 대상 시설의 오염도를 대표할 수 있다고 판단되는 곳을 선정하는 것을 원칙으로 하며, 기본적으로 시설을 이용하는 사람이 많은 곳을 선정한다. 대상시설 별 시료채취위치는 다음 <표 4-25>와 같다.
- 시료채취는 인접지역에 직접적인 발생원이 없고, 대상 시설의 내벽, 천정, 바닥표면으로부터 1m 이상 떨어진 곳을 선정하는 것을 원칙으로 하며, 바닥면으로부터 1.2 ~ 1.5m 범위에서 수행하는 것을 원칙으로 한다.
- 측정대상 공간에 자연환기구나 기계식환기시스템의 급배기구가 설치되어 있는 경우에는 최대한 멀리 떨어진 곳에서 채취하는 것을 원칙으로 하며, 다수의 환기 및 급배기구가 존재할 경우는 인접한 환기구 설치지점의 중간지점을 채취지점으로 한다.

<표 4-28> 다중이용시설의 시료채취위치

대상시설	채취지점 수	채취위치	비고
지하역사	2개소 이상	승강장 및 대합실의 중앙점 (연결통로의 중앙점) 바닥으로부터 1.2~1.5 m	환승역사의 경우 역간 연결통로 중앙점
지하도 상가 및 지하상점가	2개소 이상	주 보행공간의 중앙점 및 주요 상점의 내부 중앙점 바닥 로부터 1.2~1.5 m	
- 여객자동차 터미널의 대합실 - 공항시설중 여객터미널 - 항만시설 및 철도역사의 대합실	2개소 이상	대합실 및 승강장 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	승강장이 외기에 노출 되어 있을 경우, 대합 실만 측정
도서관	2개소 이상	주 열람실 및 개방형서고 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	
박물관 및 미술관	2개소 이상	주 관람 및 전시실 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	
의료기관	2개소 이상	대기실 및 주요 병실 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	
실내주차장	2개소 이상	층별 주차공간의 중앙점 바닥 로부터 1.2~1.5 m	지하층이 있을 경우, 지하층 1개 지점 필히 포함
보육시설 및 노인복지시설	2개소 이상	주요 휴식시설(수면실 및 침실 포함)의 중앙점 바닥 로부터 1.2~1.5 m	
대규모 점포	2개소 이상	층별 대상시설의 주요 활용공간 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	지하층이 있을 경우, 지하층 1개 지점 필히 포함
찜질방	2개소 이상	주요 휴식공간 및 찜질실 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	
기타 시설물	2개소 이상	대상시설의 주요 활용공간 중앙점 바닥으로부터 1.2~1.5 m	

6) 시료채취 시간

시료채취 혹은 측정시간은 각 오염물질별로 규정하는 것을 원칙으로 하며, 시료채취 여건 상 불가피할 경우에 한하여 시료채취량 및 측정시간을 조정할 수 있다. 시료채취는 주간시간 대(오전 8시~오후 7시)에 실시하는 것을 원칙으로 한다.

<표 4-29> 다중이용시설에서의 오염물질별 시료채취방법 및 시간

측정항목	시료채취 방법 및 시간
휘발성유기화합물	주간시간대(오전8시~오후7시) 유속 50 ~ 200mL/min로 30분간 2회 측정
포름알데히드	주간시간대(오전8시~오후7시) 유속 300~1000mL/min로 30분간 2회 측정
미세먼지(PM10)	주간시간대에(오전8시~오후7시) 2~7mL/min으로 8시간 측정
석면	주간시간대에(오전8시~오후7시) 10L/min으로 1시간 측정
일산화탄소	주간시간대에(오전8시~오후7시) 1시간 측정
이산화탄소	
오존	
이산화질소	
라돈	주간시간대(오전8시~오후7시) 8시간 연속 측정
총부유세균	주간시간대(오전8시~오후7시) 총 포집량 200~1,000L으로 1회 측정

주 : 지하역사 및 지하역사와 연결된 지하도상가에서 미세먼지를 측정하는 경우에는 20시간 측정한다. 다만, 2005.12.31일까지는 현행대로 24시간 측정한다.

3. 측정 및 분석결과

가. 측정 목적

현대산업이 고도화되고 생활수준이 향상됨에 따라 공기 오염이 심화되고, 건물의 밀폐화 되며 제품이 정밀화됨에 따라 제어해야 할 오염물질이 늘어나고 있다. 도시인이 실내에서 생활하는 시간이 하루 중 80 ~ 85% 이상을 차지하고 있으며 실내 공기질은 실외와는 달리 실내의 오염원과 실외 오염물질의 유입에 의해 오염될 경우 쉽게 정화되지 않을 뿐만 아니라 재실자들의 건강피해 가능성이 증대된다.

이에 대부분의 사람들이 다중이용시설(지하공간, 지하철, 각종 실내 업소, 학교, 병원 등)과 주택에서 하루의 대부분을 보내고 있음을 감안할 때, 실내 공기질의 실태를 파악하고 이에 대한 대책을 세우는 것은 필요하다.

따라서 본 조사는 다중이용시설등의 실내공기질 관리법에서의 대상시설인 다중이용시설과 신축공동주택의 실내공기질을 유지기준항목인 PM10, CO₂, CO, HCHO, 부유세균과 권고기준인 TVOCs를 측정하여 실내공기질 현황을 파악하고 이를 실내공기질 정책에 기초자료로 활용하고자 한다.

나. 측정대상

본 조사는 다중이용시설등의 실내공기질 관리법이 적용되는 다중이용시설 17개 시설 및 공동주택을 대상으로 측정·조사하였다.

특히 본 조사에서는 2004년 6월 ~ 2004년 9월까지 실내공간의 공기질 특성과 관리현황을 파악하기 위하여 수도권지역의 대규모점포(백화점), 지하상가, 보육시설, 의료기관, 공항, 도서관, 미술관, 조리원, 장례식장 찜질방, 공동주택, 실외주차장, 지하역사 등 일반대중들이 많이 이용하는 다중이용시설 및 공동주택 등 이들 시설에 대하여 대상시설의 대표성을 갖는 지점을 선정하여 실내공기를 채취하고 다중이용시설의 실내 공기질을 측정·조사하였다. <표 4-30>은 본 조사연구의 측정대상시설과 측정지점을 나타낸 것이다.

<표 4-30> 다중이용시설별 실내 공기질 측정지점

측정대상시설	대상건물	측정지점
공항시설중 여객터미널	1	○○선 2층 중앙 안내 데스크
	2	○○선 3층 중앙
실내주차장	1	주차장내
	2	주차장내
	3	주차장내
미술관	1	1층 로비 중앙
	2	1층 로비 중앙
도서관	1	5층 로비 중앙
	2	1층 열람실
	3	4층 열람실 중앙
박물관	1	1층 로비
	2	기획전시실 중앙
	3	역사 전시실
지하상가	1	지하상가내
	2	지하상가내
	3	지하상가내
철도역사 대합실	1	3층 중앙
	2	2층대합실
지하철역사	1	3호선역내 매표소
	2	2호선역내 매표소
	3	1호선역내 매표소
여객자동차터미널 대합실	1	1층 대합실
	2	○○선 대합실
대규모 점포	1	1층 계산대
	2	1층 에스컬레이터 옆
	3	1층 로비 중앙
장례식장	1	1층 통로
	2	3층 휴게실
	3	2층 휴게실
의료기관	1	○○과 왜래
	2	1층 대합실
	3	1층 안내데스크
찜질방	1	휴게실
	2	4층 불가마
	3	3층 휴게실
보육시설	1	1층 로비
	2	1층 복도
	3	3층 교실앞
복지시설	1	3층 휴게실
	2	1층로비
	3	지하로비
산후조리원	1	휴게실
	2	휴게실
	3	휴게실

다. 측정항목 및 방법

측정항목은 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법에 규정되어 있는 항목중 유지기준 항목으로 일산화탄소, 이산화탄소, 미세먼지, 포름알데히드, 부유세균과 권고기준인 총휘발성유기화합물을 측정대상 항목으로 선정했으며, 측정방법은 현재 제정 공포된 실내공기질 공정시험방법을 근거로 하여 측정 분석하였다. 측정대상물질의 측정조건은 <표 4-31>과 같다. 그리고 공동주택의 실내 공기질 측정을 위한 기본 측정 명세표는 <표 4-32>와 같다.

<표 4-31> 측정대상물질의 측정조건

대상물질	조사방법	측정유량	측정시간
일산화탄소(CO) 이산화탄소(CO ₂)	종합 실내 환경 측정기 (BABUC/A;BSZ 202,E) 비분산적외선법(NDIR)	없음	직독식 측정
미세먼지(PM10)	Min-Vol Air Sampler	5 l /min	8hr
총 휘발성유기화합물 (TVOCs)	Personl Air Sample	0.2 l /min	30min
포름알데히드 (HCHO)	2,4-DNPH유도체화 HPLC분석법	0.5 l /min	30min
총부유세균 (TBC)	RCS Sampler를 이용한 충돌법	40 l /min	4min

주 : 실내공기질 공정시험법 기준임.

<표 4-32> 공동주택 Sampling Log-Sheet (1)

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 19일, 화요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	27.0	상대습도(%)	49.1		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	영등포구 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	703동 ○○○호 34평			입주년월일	2000.1		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	DO20585	100	15:30	16:00	30	3.04	1
	거실	DO20951	100	15:30	16:00	30	3.05	2
HCHO	거실		1000	15:30	16:00	30	30	
	거실		1000	15:30	16:00	30	30	
◎ 특이사항								
1) 19층 2) 10시 open → 10시 30분 closed (30분 환기) 2) 10시 30분 → 15시 30분 (5시간 밀폐) 3) 15시 30분 측정시작 4) 바닥 : 나무, 베란다에 화분 4종 5) 강아지 1마리								

<표 4-33> 공동주택 Sampling Log-Sheet (2)

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 18일, 월요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.4	상대습도(%)	45.7		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	문래동 3가 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	103동 ○○○호 45평			입주년월일	2003. 6		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	DO21340	100	16:00	16:30	30	3.05	1
	거실	A93026	100	16:00	16:30	30	3.05	2
HCHO	거실		1000	16:00	16:30	30	30	2차
	거실		1000	16:00	16:30	30	30	1차
◎ 특이사항								
1) 10시 35분 open → 11시 5분 closed (30분 환기) 2) 11시 5분 → 4시 4분 (5시간 밀폐) 3) 4시 (16시) 5분 측정시작 4) 식구: 3인, 배란다 화분이 많이 있음.								

<표 4-34> 공동주택 Sampling Log-Sheet (3)

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 20일, 수요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	24.5	상대습도(%)	59.5		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	신림동 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	113동 ○○○호 42평			입주년월일	2004. 6. 30		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	DO205949	100	14:30	15:00	30	3.05	5
	거실	DO221042	100	15:05	15:35	30	3.05	6
HCHO	거실		1000	15:00	15:30	30	30	
	거실		1000	15:00	15:30	30	30	
◎ 특이사항								
1) 4식구 2) 9시 open → 9시 30분 closed (30분 환기) 3) 9시 30분 → 14시 30분 (5시간 밀폐) 4) 14시 30분 측정시작								

(1) 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂)

일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂) 측정은 직독식 측정기인 종합실내측정기(BABUC/A ; BSZ 202.E Italy)를 이용하여 사람의 호흡기 위치인 바닥면으로부터 1.5m 정도의 동일지점에서 측정하였다.



<그림 4-15> 종합실내측정기(BABUC/A ; BSZ 202.E Italy)

(2) 미세먼지(PM10)

미세먼지 측정은 주로 바닥면으로부터 1.5m이내의 위치에서 PM10(Min-Vol Air Sampler, Air Metrics, USA)를 설치하여 측정하였으며, 각 Sampler의 포집여과지는 유리섬유여과지(Glass Fiber Filter, Whatman, UK)를 사용하였다. 여과 포집방법상 흡습성에 의한 오차를 감소시키기 위하여 유리섬유여과지를 포집전, 후 24시간 이상 데시케이터에 방치시킨 후 Electronic Analytical Balance(Ohaus, Switzerland)로 10⁻⁶g까지 칭량한 후 농도환산식에 의거 미세먼지(PM10)농도를 산출하였다.



<그림 4-16> Min-Vol Air Sampler, Air Metrics, USA

(3) 총휘발성유기화합물(TVOCs)

총휘발성유기화합물은 실내공기질 공정시험법에 준해 개인시료 포집기(Personl Air Sample : MSA, SKC U.S.A)을 이용하여 고체흡착관인(Tenax tube, Perkin Elmer)를 장착하였고, 포집유량은 0.2 l /min 유량으로 30min 포집 하였을때 총 포집량은 6 l 로 한다.

포집된 시료를 열탈착 장치(Gersttel-TDS-2,Germany)로 탈착하여 GC-MSD(Agilent Tech, 6890N, USA)로 분석하여 농도를 산출하였다.



<그림 4-17> Agilent Tech, 6890N, USA

(4) 포름알데히드

포름알데히드는 알데히드에 반응하는 2,4-DNPH가 코팅된 실리카흡착튜브를 이용하여 0.5 l /min 유량으로 총 30분 동안 포집한 후 용출액(Acetonitile)으로 추출하여 고속액체크로마토그래프(Waters2487, USA)에 주입하고 Visible 영역인 360nm부근에서 해당시간대의 피크면적을 측정한 후 검량 선에 대비하여 농도를 구하였다.



<그림 4-18> 2,4-DNPH 흡착관을 이용한 HPLC에 의한 HCHO 분석

(5) 총부유세균(TBC)

실내공기 중 총부유세균의 측정은 실내공기질공정시험법 주시험법인 원심충돌포집법을 적용한 미생물 채취기인 RCS sampler(Bio-Test, Germany)를 사용하여 부유세균을 측정하였다. RCS Sampler와 각 세균용 배지를 이용하여 각각의 장소에서 40 l/min의 유량으로 4분 동안 총 160 l의 공기를 흡입시켜 배지에 접촉시켰으며, 접촉시킨 배지 중 Agar Strip GK-A는 37℃에서 48시간 동안, Agar Strip HS는 25℃에서 120 시간 동안 Incubator에서 배양시킨 후, 배지인 Agar Strip 위의 군집(Colony) 수를 세어 실내공기 중 단위 용량당 집락수를 계산하였다.



<그림 4-19> RCS sampler를 이용한 부유세균 측정

라. 측정결과

(1) 공동주택

공동주택은 입주 시기별로 총 18개 측정 대상을 선정(입주 1년 이내 6개, 입주 1년 ~ 2년 이내 4개, 입주 2년 ~ 3년 이내 5개, 입주 3년 ~ 4년 이내 3개)하여 HCHO와 개별 VOC 항목을 중심으로 측정하였다. 측정 결과는 <표 4-35>와 같다.

<표 4-35> 공동주택의 HCHO와 개별 VOC 측정 결과

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

일련 번호	입주 시기	측정항목							
		HCHO	벤젠	톨루엔	에틸 벤젠	m,p-자 이렌	스틸렌	1,4-드클 로로벤젠	TVOC
		120* 100**	16.1***	260** 1092***	3800** 1447***	870** 1447***	220**	240** 200***	500* 600***
1-1	2004	23.8	0.6	129.4	15.4	17.7	32.0	N.D	-
1-2	2004	88.5	3.3	284.9	54.5	112.2	39.2	N.D	-
1-3	2004	24.5	2.5	396.1	48.1	48.3	111.9	N.D	-
1-4	2004	31.0	2.1	1499.9	516.7	338.9	122.8	N.D	-
1-5	2004	93.6	6.7	16.5	4.0	7.1	2.4	N.D	36.6
1-6	2004	40.8	5.7	20.9	4.0	6.0	3.1	N.D	39.0
2-1	2003	29.4	2.1	69.9	31.7	31.8	4.6	N.D	-
2-2	2003	24.4	2.1	63.4	28.5	31.5	4.5	N.D	-
2-3	2003	102.0	3.9	13.8	1.52	2.55	2.9	N.D	24.6
2-4	2003	93.3	11.2	11.6	2.41	4.3	1.51	N.D	30.9
3-1	2002	13.2	0.8	35.3	9.6	14.3	1.9	N.D	-
3-2	2002	21.7	1.0	36.2	16.0	6.4	10.1	N.D	-
3-3	2002	9.9	1.1	19.1	5.3	2.1	1.6	N.D	-
3-4	2002	104.4	3.9	13.8	1.5	2.6	2.9	N.D	24.6
3-5	2002	44.4	35.3	69.2	3.6	6.0	N.D	N.D	137.7
4-1	2000	12.5	2.0	66.3	10.2	9.5	8.1	N.D	-
4-2	2000	6.6	1.9	37.0	7.1	8.1	3.1	N.D	-
4-3	2000	7.3	0.3	40.5	12.4	10.2	3.9	N.D	-

주 : 1) * 다중이용시설실내공기질관리법 유지기준

2) ** 일본 특정용도 건축물 권고기준

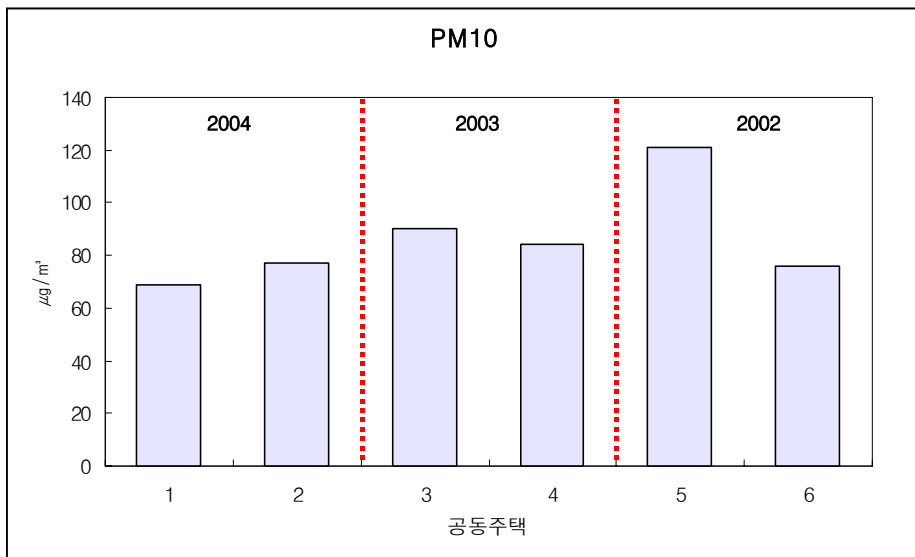
3) *** 홍콩 사무실 공공시설 권고기준

4) 일련번호 “1-6” 은 공동주택 신축 후 입주 1년 이내 기간이 경과한 6번째 측정시설을 의미함.

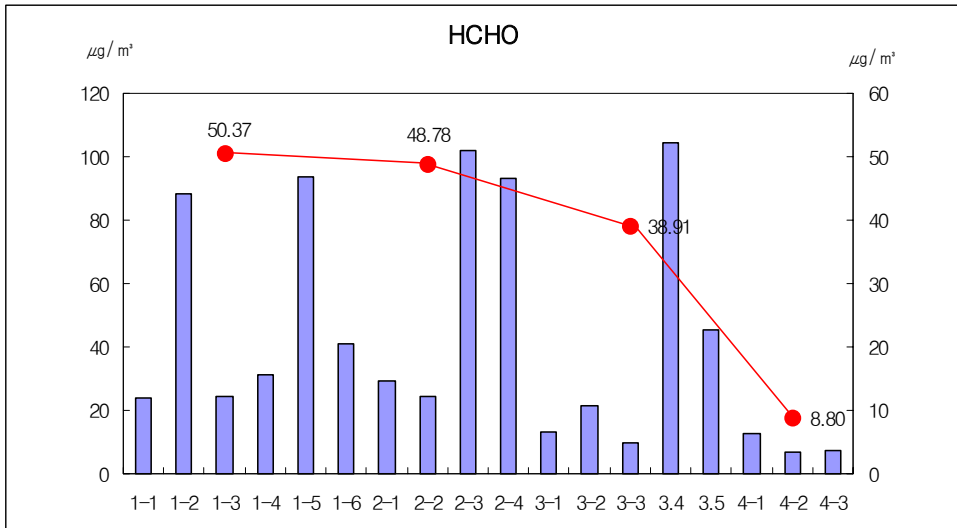
그리고 신축기간 결과별 공동주택의 미세먼지 오염도수준을 파악하기 위해 입주시기 1년, 2년, 3년 경과한 아파트를 대상으로 측정한 결과는 <표 4-36>과 같다.

<표 4-36> 입주시기별 공동주택 PM10 측정 결과

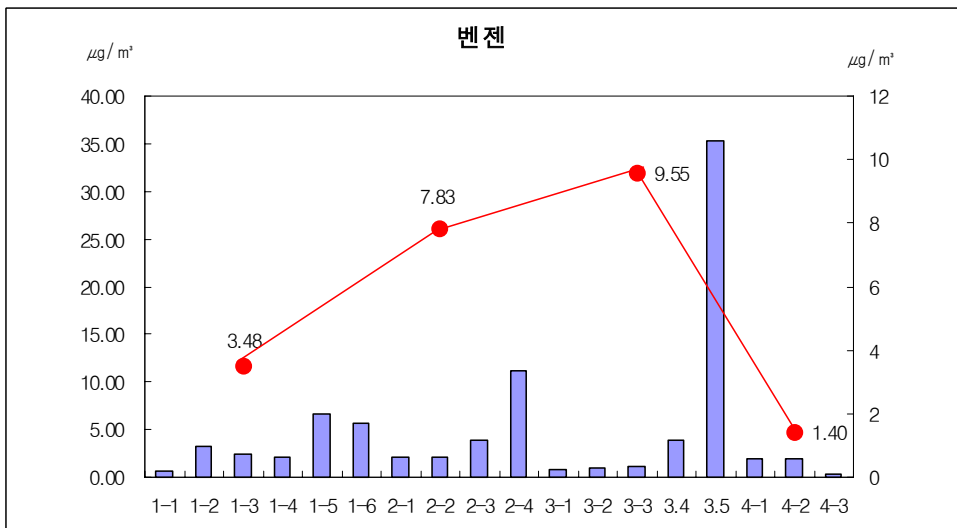
No	입주시기	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	2004	69
2	2004	77
3	2003	90
4	2003	64
5	2002	121
6	2002	76



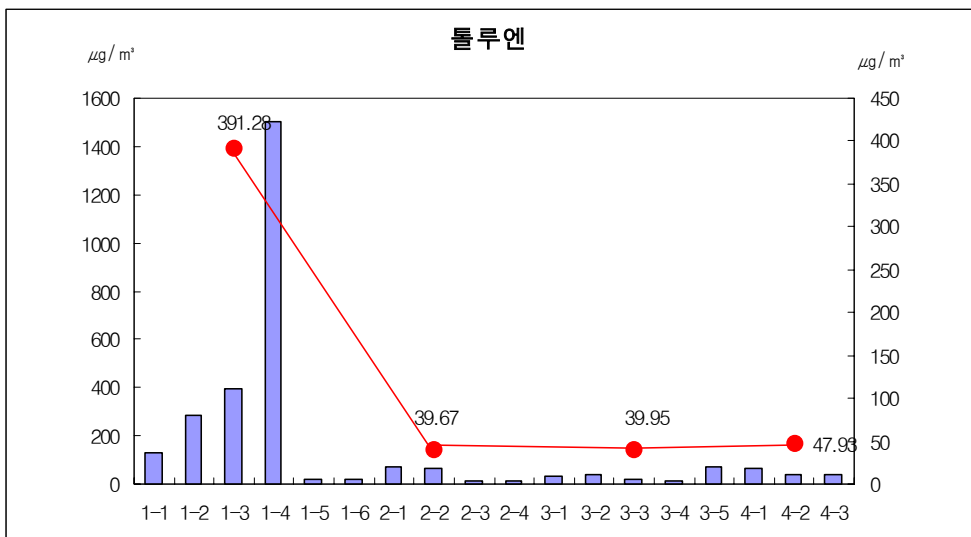
<그림 4-20> 입주시기별 공동주택의 실내공기질 PM10 농도



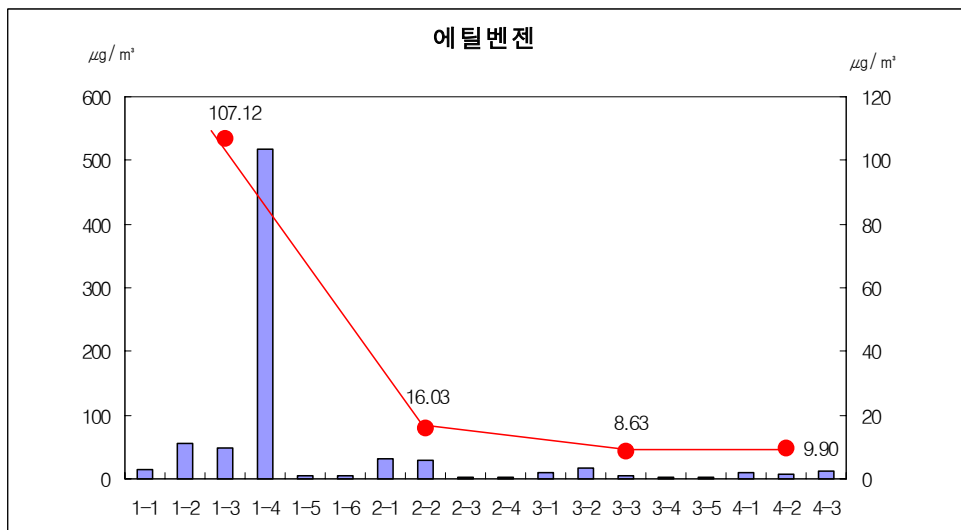
<그림 4-21> 공동주택의 실내공기질 HCHO 항목 측정결과



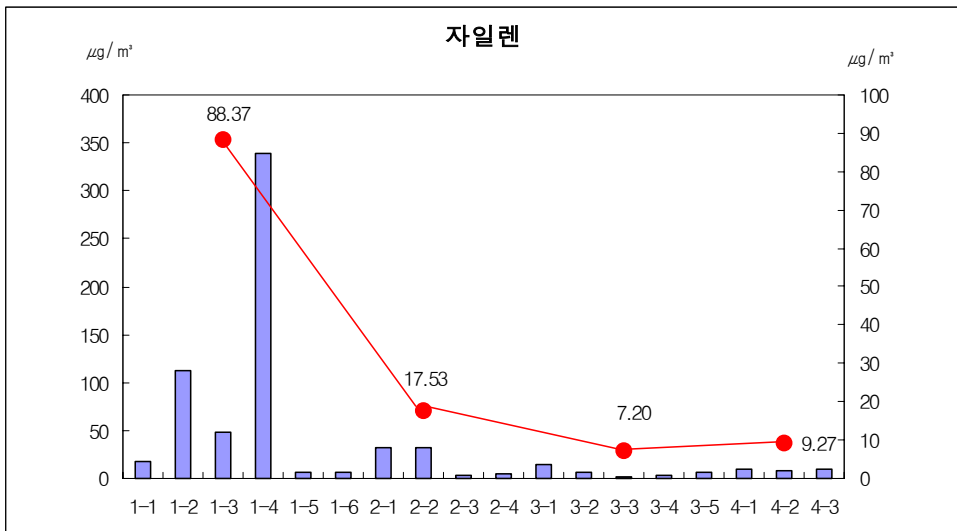
<그림 4-22> 공동주택의 실내공기질 벤젠 항목 측정결과



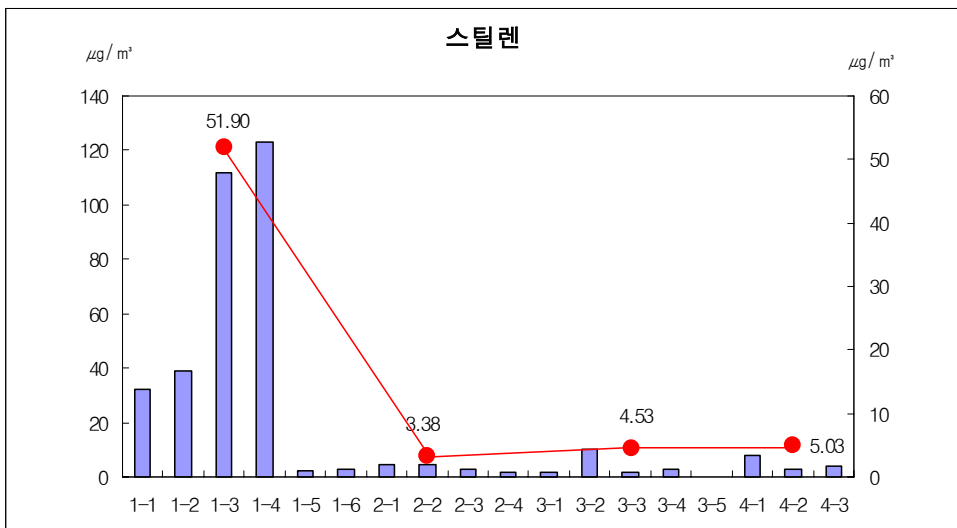
<그림 4-23> 공동주택의 실내공기질 톨루엔 항목 측정결과



<그림 4-24> 공동주택의 실내공기질 에틸벤젠 항목 측정결과



<그림 4-25> 공동주택의 실내공기질 자일렌 항목 측정결과



<그림 4-26> 공동주택의 실내공기질 스틸렌 항목 측정결과

(2) 다중이용시설

다중이용시설은 다중이용시설등의실내공기질관리법의 유지기준 항목인 PM10, CO₂, HCHO, 총부유세균, CO와 권고기준 가운데 VOC 항목을 중심으로 측정한 결과는 <표 4-37>과 같다.

<표 4-37> 다중이용시설 실내 공기질 측정 결과

측정장소		일산화탄소 (ppm)	이산화탄소 (ppm)	미세먼지 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	포름알데히드 (ppm)	총휘발성 유기화합물 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	부유세균 (CFU/ m^3)
기준		10	1000	150	0.1	500	800
여객터미널	1	1.1	651	87	0.047	14.45	-
	2	N.D	409	127	0.031	27.17	-
실내주차장	1	N.D	441	149	0.011	101.13	-
	2	3.5	653	258	0.046	65.64	-
	3	N.D	641	142	0.015	58.29	-
미술관	1	N.D	650	86	0.421	131.71	-
	2	N.D	599	79	0.191	216.36	-
도서관	1	0.1	646	139	0.028	86.9	-
	2	N.D	603	133	0.051	92.23	-
	3	N.D	602	137	0.025	19.85	-
박물관	1	N.D	473	128	0.122	92.52	-
	2	N.D	473	162	0.023	39.72	-
	3	N.D	392	130	0.095	104.01	-
지하상가	1	N.D	1051	162	0.147	218.08	-
	2	N.D	698	141	0.043	88.83	-
	3	N.D	697	234	0.044	146.15	-
철도역사 대합실	1	N.D	403	111	0.031	50.7	-
	2	N.D	622	86	0.022	42.53	-
지하철 역사	1	N.D	849	92	0.01	56.29	-
	2	N.D	598	125	0.01	91.87	-
	3	N.D	699	142	0.016	45.82	-

주 : 1) 실내주차장의 CO 기준은 25ppm 이하임

2) 총부유세균은 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원에만 해당됨.

3) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 미세먼지 기준은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

4) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 TVOC 기준은 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

(<표 4-37> 계속) 다중이용시설 실내 공기질 측정 결과

측정장소		일산화탄소 (ppm)	이산화탄소 (ppm)	미세먼지 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	포름알데히드 (ppm)	총휘발성 유기화합물 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	부유세균 (CFU/ m^3)
기준		10	1000	150	0.1	500	800
터미널	1	N.D	925	184	0.039	46.73	-
	2	0.3	574	248	0.039	316.25	-
대규모 점포	1	0.2	668	102	0.06	65.11	-
	2	N.D	537	109	0.061	84.78	-
	3	N.D	575	140	0.074	188.03	-
장례식장	1	N.D	587	82	0.023	22.11	-
	2	N.D	601	83	0.082	34.4	-
	3	N.D	584	90	0.034	17.11	-
찜질방	1	0.9	785	126	0.146	200.01	-
	2	N.D	598	144	0.096	27.93	-
	3	0.5	662	119	0.028	179.62	-
병원	1	N.D	799	75	0.039	50.63	525
	2	N.D	654	84	0.016	43.07	1375
	3	N.D	632	82	0.046	38.22	1075
보육시설	1	N.D	553	135	0.021	27.46	1913
	2	N.D	521	136	0.022	45.92	1588
	3	N.D	623	97	0.011	8.62	913
복지시설	1	N.D	612	61	0.01	17.13	1950
	2	N.D	612	125	0.038	3.71	625
	3	N.D	612	194	0.031	212.11	1638
산후조리원	1	N.D	487	94	0.036	24.86	1163
	2	N.D	578	106	0.019	77.66	750
	3	0.5	947	119	0.041	72.67	1813

주 : 1) 실내주차장의 CO 기준은 25ppm 이하임

2) 총부유세균은 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원에만 해당됨.

3) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 미세먼지 기준은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

4) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 TVOC 기준은 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

<표 4-38> 다중이용시설 실내 공기질 측정 결과 평균치

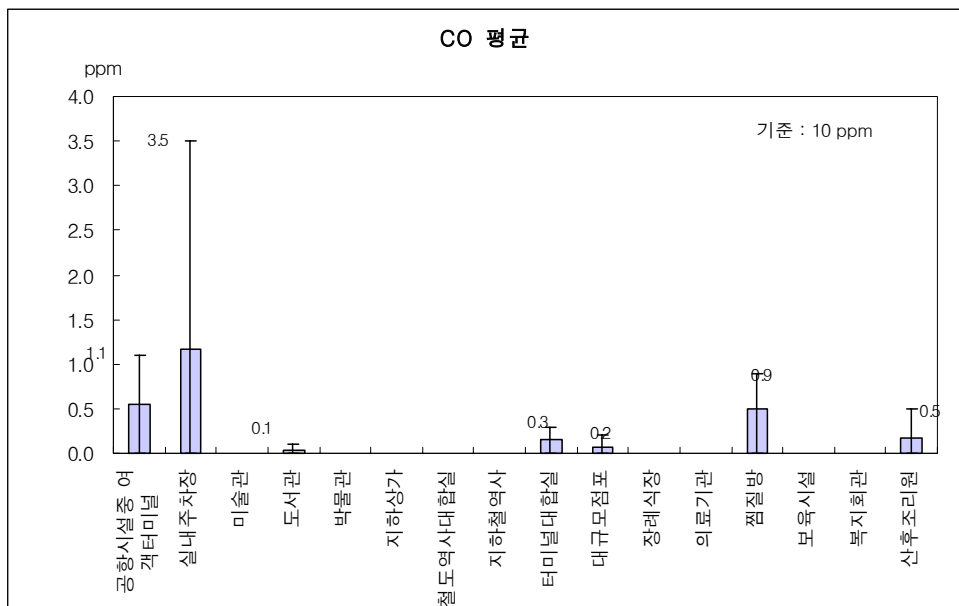
측정장소	일산화탄소 (ppm)	이산화탄소 (ppm)	미세먼지 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	포름알데히드 (ppm)	총휘발성 유기화합물 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	부유세균 (CFU/ m^3)
기준	10	1000	150	0.1	500	800
공항시설중여객터미널	0.55	530	107	0.039	20.8	-
공동주택	0	606	87	0.062	32.8	-
실내주차장	1.17	578	183	0.024	75	-
미술관	0	625	83	0.306	174	-
도서관	0.03	617	136	0.025	66.3	-
박물관	0	446	140	0.08	78.8	-
지하상가	0	815	179	0.078	151	-
철도역사 대합실	0	513	99	0.0265	46.6	-
지하철역사	0	715	120	0.102	64.7	-
여객자동차 터미널 대합실	0.15	749	216	0.039	181.5	-
대규모점포	0.07	593	117	0.065	112.6	-
장례식장	0	591	85	0.046	24.5	-
찜질방	0.5	682	130	0.09	135.9	-
의료기관	0	695	80	0.034	44	992
보육시설	0	566	123	0.018	27.3	1471
복지회관	0	612	127	0.026	77.65	1404
산후조리원	0.17	671	106	0.032	53.39	1242

- 주 : 1) 실내주차장의 CO 기준은 25ppm 이하임
 2) 총부유세균은 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원에만 해당됨.
 3) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 미세먼지 기준은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.
 4) 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원의 TVOC 기준은 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

㉦ 일산화탄소(CO)

일산화탄소(CO)는 적은 농도로도 인체에 치명적인 영향을 주는 가스로 5ppm의 농도에 20분 정도 노출되었을 경우 신경계의 반사작용에 변화가 일어나고, 30ppm의 농도에서 8시간이상 노출되었을 경우에는 시각, 정신기능의 장애를 유발하게 된다.

측정한 49개의 다중이용시설 모두 기준치(보건복지부 공중위생관리법 25ppm, 환경부 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 유지기준 10ppm보다 매우 적은 농도로 측정되었으나 측정장소 중 실내주차장에서 가장 높은 결과로 측정되었는데, 이는 주차장에 출입하는 자동차의 배출가스에 의한 것으로 주차장의 환기시설 미비로 인한 결과로 추정된다.

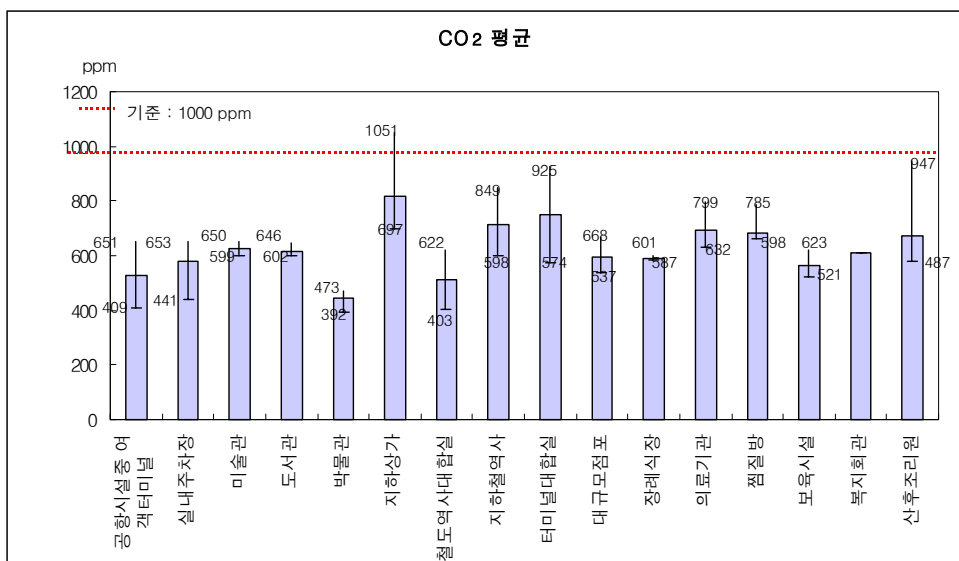


<그림 4-27> 다중이용시설 실내공기질 CO 항목 평균값

㉞ 이산화탄소(CO₂)

이산화탄소는 무색, 무미, 무취의 기체로 일반적으로 대기 중에 0.03%정도 포함되어 있으며, 최근 대기환경보전법상 기후생태계 변화인 지구온난화 가스로 주목받고 있다. CO₂는 실내 공기오염 물질의 지표로서 환기 시스템과 관련이 있는 중요한 오염물질이다. CO₂는 사람의 호흡과 연료의 연소 시 발생하는 물질로서 미국의 경우 실내 환기조건을 CO₂ 기준으로 2,500ppm을 권장하고 있으나 우리나라의 경우 1,000ppm을 기준으로 하고 있다. 이산화탄소 농도 1,000ppm 정도의 수준에서 장시간 근무할 경우 권태, 현기증, 무기력증, 나른함, 불쾌감, 두통을 호소하는 등의 증상을 동반하여 근무의욕을 떨어뜨리므로, 이산화탄소 농도 측정을 통해 외부공기와 실내공기의 적정 혼합비를 결정하도록 한다. 이의 방법이 여의치 않을 경우 이산화탄소 농도가 높아지는 오후 시간대에 잠시 창문이나 출입문의 개방을 통한 자연 환기도 권고된다.

측정 결과 이산화탄소 평균농도가 실내환경기준 1,000ppm 보다 낮게 측정되었지만 비교적 유동인구가 많고 환기시설이 미비한 지하상가, 터미널, 의료기관등이 다른 다중이용시설 보다 높게 측정되었다. 이는 사람의 호흡에 발생한 CO₂가 외부로 배출되지 못한 결과로 환기시설에 대한 보안이 요구된다.

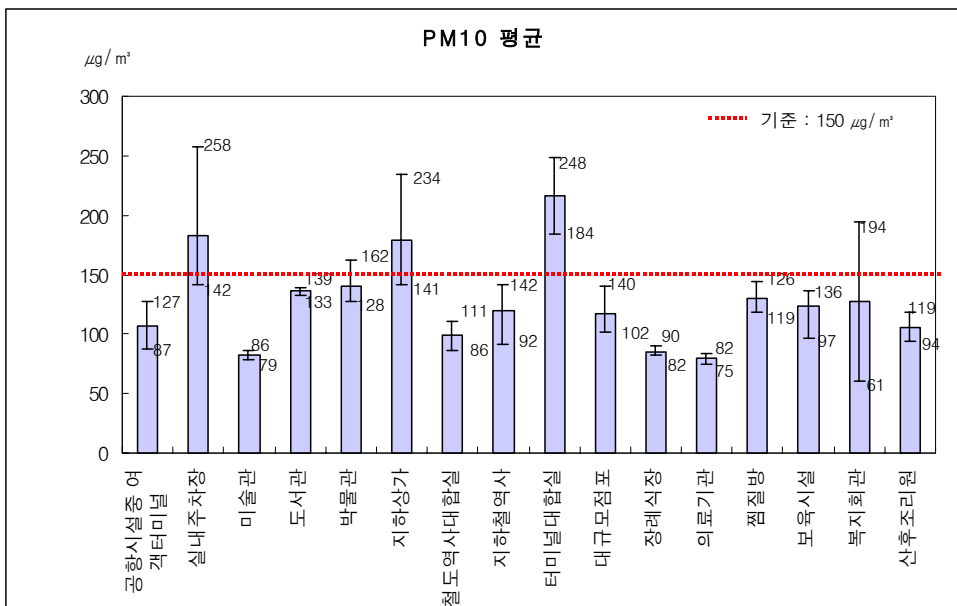


<그림 4-28> 다중이용시설의 실내공기질 CO₂ 항목 평균값

㉔ 미세먼지(PM10)

PM10은 대부분이 호흡기관을 통하여 인체에 흡입되며 호흡기관에 영향을 미친다. 호흡기관에 침투하는 결정적인 요인은 입자의 크기인데 인체에 가장 유해한 입경은 $0.5 \sim 5\mu\text{m}$ 으로 이때 침착률이 가장 크다. 측정결과 기준치(보건복지부 공중위생관리법 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$, 환경부 다중이용시설 등의 실내공기질 관리 법 유지기준 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 실내주차장, 지하상가, 여객자동차 터미널 대합실 의 미세먼지 농도가 기준치보다 높게 조사되었다.

이는 실내에서 먼지농도를 가중시키는 요인으로는 건물이 도로와 인접에 있는 관계로 지상출입구나 창문을 통한 외부오염공기의 유입이 많았고, 많은 사람이나, 많은 물건의 이동으로 인하여 먼지 발생이 많으며, 외부공기 유입시 Filtering이 불충분하거나, 에너지 효율을 고려한 실내공기의 재순환시 호흡성분진($0.5 \sim 5\mu\text{m}$ 크기입자)을 제거하지 못함으로서, 먼지농도를 가중시키는 요인으로 작용할 수 있다. 또한 청소시 청소방법으로 인한 먼지가 재비산하는 등 실내공기질을 오염시키는 요인으로 작용하고 있는 것으로 판단된다.

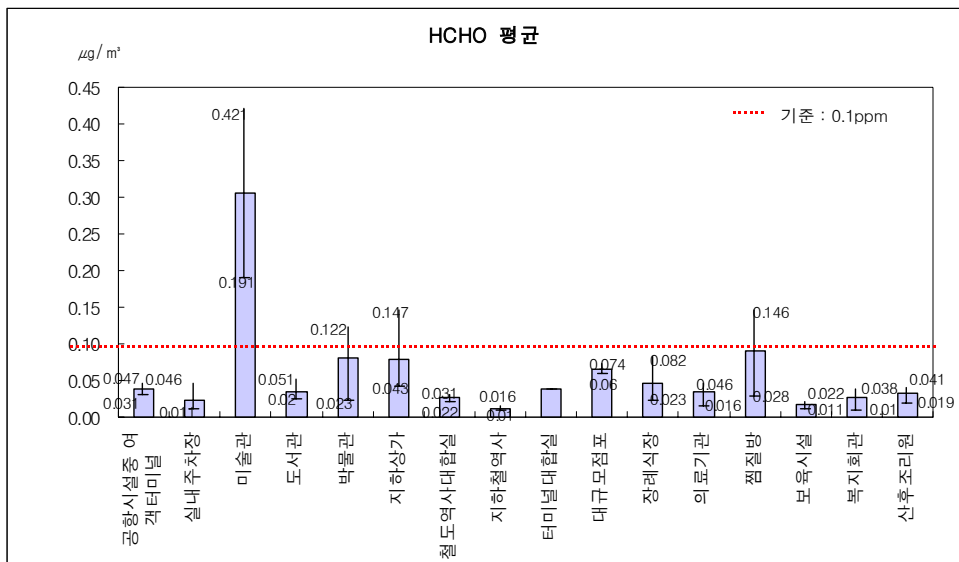


<그림 4-29> 다중이용시설의 실내공기질 PM10 항목 평균값

㉠ 포름알데히드(HCHO)

포름알데히드는 빌딩증후군을 유발하는 원인물질의 하나로 자극취와 불쾌감의 원인이 될 뿐 만아니라 장시간 노출시 알레르기성 접촉성피부염, 기침, 가래, 만성기관지염 등을 유발하는 물질이다. 실내환경에서 포름알데히드 발생원은 주로 단열재인 건축자재와 실내용구 등의 목질접착제제품등에서 발생되며 피혁제품, 의류, 식물 등의 일상용품과 담배연기, 난방기구 등에도 발생되는 것으로 알려져 있다.

측정결과 측정한 2곳 미술관 모두 기준치를 초과하였고 박물관, 찜질방, 지하상가 일부도 기준치를 초과한 것으로 조사되었다. 미술관인 경우 실내장식을 위한 기구와 바닥 천장재의 접착제에 기인한 결과이며, 찜질방의 경우 비교적 높은 온도로 인한 새로운 기구나 건축 자재의 접착제에서 방출된 결과이며, 지하상가인 경우 매장에서 발생된 오염물질이 환기시설 미비 등으로 외부로 배출되지 않는 결과에 기인한 것으로 추정된다. 향후 이에 대한 철저한 조사연구가 요구된다.



<그림 4-30> 다중이용시설의 실내공기질 HCHO 항목 평균값

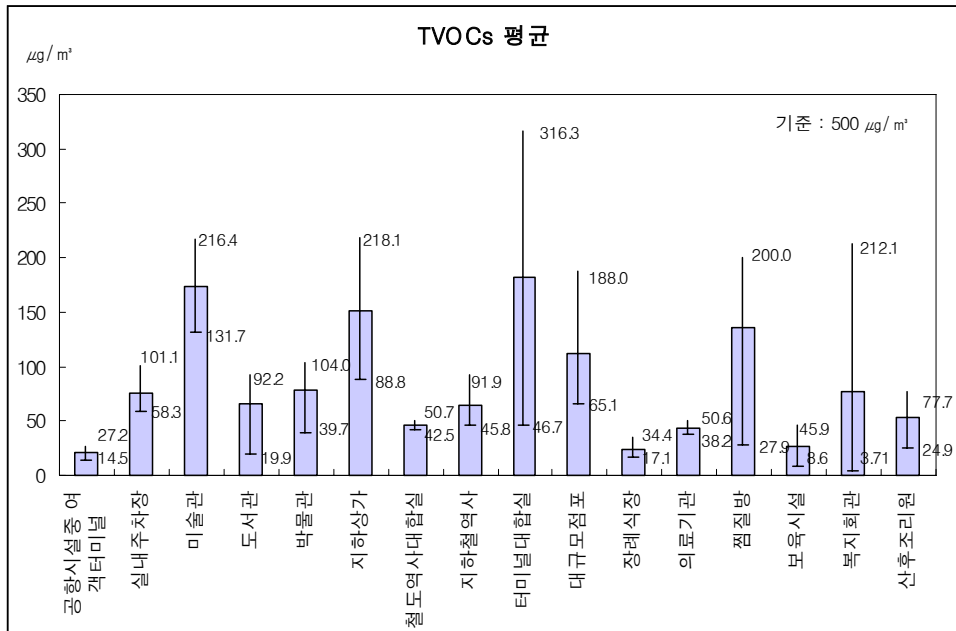
㉞ 총휘발성유기화합물(TVOCs)

총휘발성유기화합물(TVOCs)은 환경부에서 신축공동주택에 적용한 6개의 개별물질인 Benzene, Toluene, Ethylbenzene, m,p-Xylene, Styrene, 1,4-dichlorobenzene을 각각 조사하였고 이를 토대로 TVOCs를 산출하였다.

실내에서 발생하는 총휘발성유기화합물(TVOCs)은 담배연기가 주원인이며, 건축재료세탁 용제, 페인트, 살충제 등과 난방과정에서 석탄, 석유 연소시에도 발생된다. 체내 흡수는 호흡에 의해 주로 이루어지며 흡입 후 체내 남아 있는 양은 40 ~ 60%이며 흡입량은 육체적 활동량에 따라 좌우된다. 피부, 눈, 목을 자극하며 피부와 접촉하여 탈지작용을 일으키며 고농도에 노출될 경우 마비상태에 빠지거나 사망하기도 한다.

TVOCs는 환경부의 실내공기질 권고 기준이 다중이용시설인 경우($500\mu\text{g}/\text{m}^3$) 대부분 WHO의 건강기준치는($500\mu\text{g}/\text{m}^3$) 인데 측정대상시설 모두 실내환경기준 권고치인 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하지 않았지만 고속버스터미널, 미술관, 지하상가, 백화점 등이 다른 다중이용시설보다 높은 결과를 나타냈다. 이는 신축 건축재료에 기인한 결과로 생각되며 추후 더 많은 조사 연구가 필요하다.

TVOCs의 개별물질을 확인한 결과에 의하면 “Toluene > Xylene > Benzene > Ethylbenzene > Styrene > 1,4-dichlorobenzene” 순으로 나타났으며, 이 중 Toluene의 농도가 롯데 백화점, 고속버스 터미널, 미술관 등이 다른 시설보다 매우 높은 결과를 보였다. 이러한 측정 결과는 기히 사용된 건축자재와 페인트 등의 영향에 의한 것으로 추정되며, 향후 이에 대한 추가 조사연구가 바람직한 것으로 판단된다.



<그림 4-31> 다중이용시설의 실내공기질 TVOCs 항목 평균값

<표 4-39> 다중이용시설 개별 VOC와 TVOCs 측정 결과

(단위 : µg/m³)

측정장소		Benzene	Touluene	Ethyl benzene	m,p-xylene	Styrene	1,4-dichlorobenzene	TVOCs
여객터미널	1	3.38	7.08	0.99	1.79	1.21	N.D	14.45
	2	4.41	15.74	1.51	3.37	1.13	N.D	27.17
실내주차장	1	9.08	56.03	12.08	18.33	5.63	N.D	101.13
	2	15.58	32.9	7.06	N.D	10.09	N.D	65.64
	3	9.71	26.72	5.11	14.29	3.47	N.D	58.29
미술관	1	10.97	72.72	14.21	28.48	5.33	N.D	131.71
	2	9.05	201.84	21.13	25.4	3.83	N.D	216.36
도서관	1	9.82	42.54	5.25	17.06	12.23	N.D	86.9
	2	14.12	48.34	5.88	7.52	17.38	N.D	92.23
	3	6.76	8.96	1.61	2.52	0	N.D	19.85
박물관	1	7.42	49.99	10.13	18.03	6.93	N.D	92.52
	2	6.22	19.42	3.47	6.21	4.4	N.D	39.72
	3	7.24	63.27	7.99	10.41	15.09	N.D	104.01

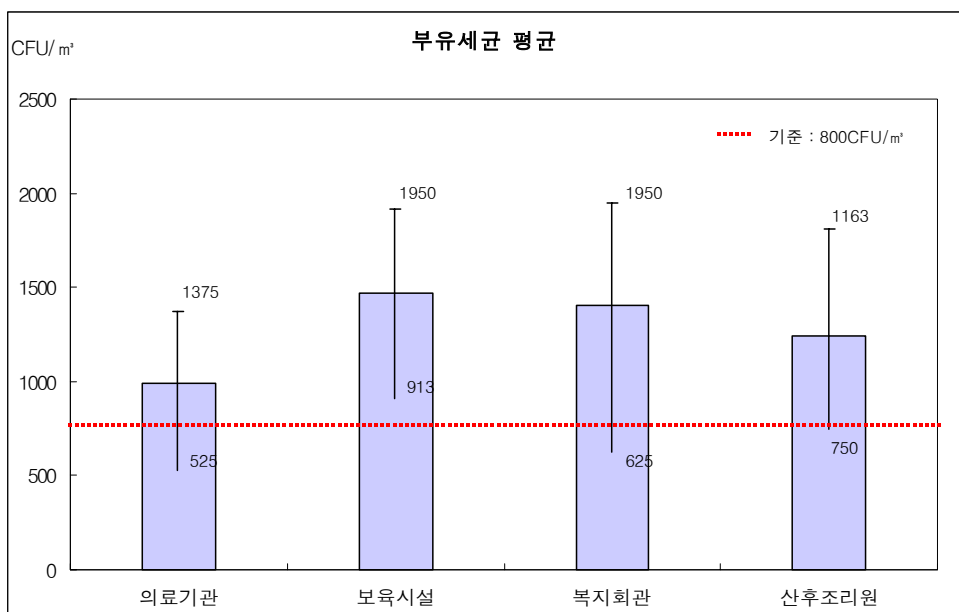
(<표 4-39> 계속) 다중이용시설 개별 VOC와 TVOCs 측정 결과

측정장소		Benzene	Toluene	Ethyl benzene	m,p-xylene	Styrene	1,4-dichlorobenzene	TVOCs
지하상가	1	7.51	162.69	14.92	27.85	5.52	N.D	218.08
	2	10.79	57.84	5.63	9.83	4.74	N.D	88.83
	3	12.77	109.46	6.71	12.74	4.46	N.D	146.15
철도역사 대합실	1	5.08	30.29	4.51	8.9	2.53	N.D	50.7
	2	8.89	26.54	1.99	3.39	1.73	N.D	42.53
지하철 역사	1	7.05	30.71	4.74	7.89	5.91	N.D	56.29
	2	10.98	63.57	5.4	9.49	2.51	N.D	91.87
	3	6.44	26.58	4.39	7.27	1.16	N.D	45.82
터미널	1	13.98	20.23	2.65	6.15	3.71	N.D	46.73
	2	22.52	226.61	17.59	33.37	11.91	4.25	316.25
대규모 점포	1	8.47	37.53	6.36	10.57	2.19	N.D	65.11
	2	10.46	57.02	4.56	9.4	3.07	N.D	84.78
	3	8.35	155.11	7.74	13.85	2.98	N.D	188.03
장례식장	1	9.39	8.17	1.43	3.11	0	N.D	22.11
	2	8.88	7.73	1.86	3.79	2.13	N.D	34.4
	3	4.1	8.8	1.6	2.62	0	N.D	17.11
찜질방	1	7.37	129.02	19.01	42.01	2.61	N.D	200.01
	2	7.83	12.77	2.17	5.16	N.D	N.D	27.93
	3	16.07	114.35	14.68	28.89	5.64	N.D	179.62
병원	1	6.87	14	16.13	11.64	1.99	N.D	50.63
	2	8.94	14.53	2.49	10.07	7.03	N.D	43.07
	3	9.56	14.22	2.4	4.28	7.76	N.D	38.22
보육시설	1	10.22	11.63	1.43	1.74	2.44	N.D	27.46
	2	10.48	19.03	2.78	5.54	8.13	N.D	45.92
	3	4.82	3.79	N.D	N.D	N.D	N.D	8.62
복지시설	1	4.20	8.90	1.60	2.61	N.D	N.D	17.13
	2	N.D	N.D	N.D	N.D	3.71	N.D	3.71
	3	8.27	25.66	3.91	4.99	N.D	N.D	212.11
산후조리원	1	5.24	14.60	2.57	2.45	N.D	N.D	24.86
	2	16.79	34.50	10.37	16.01	N.D	N.D	77.66
	3	23.64	38.92	4.62	5.49	N.D	N.D	72.67

㉞ 부유세균(TBC)

실내에는 곰팡이류, 각종 미생물이 서식하고 있으며, 이러한 미생물들은 고온 다습한 환경에서 증식하므로 환기가 불충분하고 질이 나쁜 공기를 재순환하는 경우에 농도가 증가하게 된다. 병원성 미생물성은 실내공기오염 물질중의 하나로 빌딩증후군의 주요 요인으로 취급되고 있으며, 각종 병원균을 가지고 있어 저항력이 약한 어린이나 노약자, 환자들에게 많은 영향을 미치게 된다.

측정결과 보육시설, 노인 복지 시설 등이 환경부의 실내 공기질 기준인 800CFU/㎥을 초과하였는데 이는 대부분 많은 사람이 이용하는 시설이므로 사람의 호흡 등에서 발생된 결과로 추정된다.



<그림 4-32> 다중이용시설의 실내공기질 부유세균 항목 평균값

마. 측정결과 종합분석

현재 시행되고 있는 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 적용대상 가운데 서울시에 해당하는 17개 시설의 다중이용시설과 신축공동주택의 실내공기질을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

본 조사에서 측정한 일산화탄소 농도는 측정대상시설 모두 기준치(보건복지부 공중위생관리법 25ppm, 환경부 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 유지기준 10ppm)보다 매우 적은 농도로 측정되었으나 측정장소 중 실내주차장에서 가장 높은 결과로 측정되었다.

측정 결과 이산화탄소 평균농도가 실내환경기준 1,000ppm 보다 낮게 측정되었으나 비교적 유동인구가 많고 환기시설이 미비한 지하상가, 터미널, 의료기관등이 다른 다중이용시설 보다 높게 측정되었다.

미세먼지인 PM10을 측정한 결과 비교적 사람의 이동이 많은 실내주차장, 지하상가, 여객자동차 터미널 대합실의 미세먼지 농도가 실내공기질 기준치 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높게 조사되었다.

HCHO의 측정결과 측정한 미술관 모두 실내공기질 기준치인 0.1ppm을 초과하였고 박물관, 찜질방 그리고 지하상가 일부도 기준치를 초과한 것으로 조사되었다.

측정대상시설의 TVOCs는 모두 실내환경기준 권고치인 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하지 않았으나 고속버스터미널, 미술관, 지하상가, 백화점 등이 다른 다중이용시설보다 상대적으로 높은 결과를 나타냈다.

또한 총휘발성유기화합물을 6개의 개별물질별로 나누어 정리한 결과 실내공기중에 “Toluene > Xylene > Benzene > Ethylbenzene > Styrene > 1,4-dicholobenzene” 순으로 조사되었다.

한편 보육시설, 복지회관 등이 환경부의 실내공기질기준인 800CFU/ m^3 을 초과하였는데 이는 대부분 많은 사람이 이용하는 시설이므로 사람의 호흡 등에 의해 발생된 결과로 향후 추가적인 관리 조사가 필요한 것으로 판단된다.

본 조사연구는 서울시에 있는 다중이용시설인 17개 시설과 공동주택에 대해서 1회 측정된 결과이므로 모든 측정결과에 대한 신뢰도가 다소 미흡할 수 있으나 국내에서는 처음으로 개정된 실내공기질법에 근거하여 측정·조사한 최초의 결과로서의 가치가 있다고 할 수 있다.

결론적으로 이러한 조사결과를 통해서 향후 지속적으로 다중이용시설등의 실태조사를 실시할 필요가 있으며, 이를 근거로 개선대책을 보완수정하는 자세가 바람직할 것이다. 일반 시민들이 안전하게 다중이용시설을 이용할 수 있도록 법적 또는 제도적 관리 장치가 필요한 것으로 판단된다.

第 V 章 外國의 실내 공기질 관리사례 분석

제 1 절 실내 공기질 관리 동향

제 2 절 실내 공기질 관리 기준

제 3 절 실내 공기질 유지전략 및 관련대책

제 4 절 실내 공기질 관리 시사점

제 V 장 외국의 실내 공기질 관리사례 분석

제 1 절 실내 공기질 관리 동향

1. 미국

실내 공기질 관리 주체인 미국 환경청에는 12실(Office)이 있으며 12실 중 대기 및 방사선실(OAR : Office of Air and Radiation)안에 6개(Office)로 구성되어있다. 6개 중 실내환경담당부서는 방사선 및 실내공기(ORIA : Office of radiation and indoor air) 기능은 실내오염물질과 방사능 노출로 일반시민과 환경을 보호하는 것으로 규정하고 있다.

ORIA안에 실내오염물질들의 영향에 대한 연구와 실내오염분야의 발전 및 정책기구를 정하는 실내환경과(IED : Indoor Environments Division)가 있으며 실내환경 업무의 실질적 행정담당 부서라고 볼 수 있다. 현재 IED는 21개 연방정부기관들로 구성된 실내공기질위원회(CIAQ : Committee for Indoor AirQuality)에서 수행되는 모든 활동들을 선도하고 있다. 방사선 보호과(RPD : Radiation Protection Division)는 두 개의 실험실로 구성되어 있으며 방사선 및 실내환경 국립 실험실(Radiation and Indoor Environments National Laboratory)은 그 중 한 개 실험실이다. 실험실은 다시 3개의 센타로 구성되어 있다. 그중 실내환경센타(CIE : Center for Indoor Environments)는 실내환경의 공기질관리를 통해 쾌적함과 생산성을 도모하며 안전하고, 위생적이며, 생산적인 실내환경을 지키는 것을 목적으로 하고 있다.¹⁾

연방 정부와 달리 캘리포니아주나 텍사스주 등은 자체 IAQ Program을 설정하여 주요 오염물질의 가이드라인을 제시하고 있다. 예를 들면, 캘리포니아주는 일반 주택 내에서 발생하기 쉬운 포름알데히드의 활동 수준 0.1ppm으로, 목표 수준 0.05ppm 이하로 정하여 가능한 주택내 포름알데히드 농도를 최소화하여 시민 건강 피해 최소화에 노력을 기울이고 있다.

실내 포름알데히드 농도 저감의 가장 효과적 정책은 포름알데히드 발생원인 건축자재, 가구, 기타 생활용품으로부터의 포름알데히드 방출 기준에 맞는 건축자재를 대상으로 미국 주

1) 자료 : 환경부, 「실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구」, 2002.

택 도시개발부(HND)에서 발행한 인증을 부친 건축자재를 사용하도록 권장하고 있다.

<표 5-1> 일반적인 실내공기 오염물질에 대한 미국의 적용 가능한 기준¹⁾

오염 물질	실내기준	실외기준	산업 작업장 기준
석 면	소비자생성물안전위원회는 사용되는 인공 통나무, 합성 섬유, 특정 복의 내부에 석면의 사용을 금지하였음. 헤어드라이어 사용에 대한 비의무적 규정 EPA 규제는 학교와 제거 프로젝트에서 사용; 단열재 설비에 대하여 부스러지기 쉬운 석면의 설치를 금지	국가 배출 기준: 보이지 않는 배출 석면입자가 공기중으로 새어 나오기 전에 지정함으로써 Clean emission에 의해 따른다. 주(State)의 공기질 한도(Limit): CT 0.0010$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr MA 0.0001 fb/cm³ 24hr NC 5.0000$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1yr VA 2.0000$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24hr (모든 임계치(TLV)는 based-fiber의 5μm보다 김) (NATICH Data Base, 1986)	0.2fb/cm³ 8시간 TWA(광학상으로 5μm보다 길게 측정함) 0.2 fb/ml, 8시간 TWA (광산 안전성 및 건강 Admin., 30 CFR (56.5001(b), 57.5001.(b))
일 산 화 탄 소		국가 대기질 1차기준 : 10mg/m³(9ppm) 8hr. avg 40mg/m³(35ppm) 1hr. avg 주(State)의 공기질 한도(Limit) : CT 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr NV 1.3100mg/m³ 8hr (NATICH Data Base, 1986)	

주 : 1) 대부분 ACGIH TLVs는 미국 산업 위생 전문가 협회의 기준임.

2) TWA : Time, weighted average concentration

3) TLV : Threshold limit values

4) OSHA : Occupational safety and health administration

5) ACGIH : American conference of governmental industrial hygienists.

자료 : ASHRAE STANDARD 62-1999.

(<표 5-1> 계속) 일반적인 실내공기 오염물질에 대한 미국의 적용 가능한 기준¹⁾

오염물질	실내 기준	실외 기준	산업 작업장 기준
포름 알데히드	연방 : 0.4ppm인 목표 대기수준(주택에 대한 HUD기준)은 2~3ppm의 생성물 배출기준을 통해 서달성(HUD, 24, CFR 3280, 308, 1984) 주 : 실내 노출에 대한 기준 0.4ppm (MN 법령 (statute) 144, 495, 1985)	연방정부 기준은 없음. 주(State)의 공기질 한도: CT 12.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. IL 0.0150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1yr. IN 18.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. MA 0.2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24hr. NC 300.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 15min. NV 0.0710 mg/m^3 8hr. NY 2.0000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1yr. VA 12.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24hr. (NATICH Data Base, 1986)	1 ppm 8hr. TWA-PEL ²⁾ 2 ppm 15-min. STEL ³⁾ (OSHA, 29 CFR 1910.1000, 표Z-2; OSHA는 이전 기준을 수준 이상으로 낮추는 최종 규정(52 FR 46168)을 1987년 12월 4일 발표하였고, 이는 1998년 2월부터 발효되었음. 광산 안전성 및 건강 Admin.은 ACGIH TLVs를 사용. (30 CFR 57.500(a))
납 (표A) 참조	CPSC는 소비자나 소비자의 생성물에 대해서 페인트 내의 납 사용을 금지하였음(16 CFR 1303)	국가 대기질 1차, 2차 기준: 최고 산술평균 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 1분기 이상 (EPA 40 CFR 50.12) 주(State) 공기질 한도: CT 1.500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. IL 0.500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24hr. MA 0.680 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24hr. NV 0.004 mg/m^3 8hr. VA 2.500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24hr. (납 분말에 대한 NATICH Data Base, 1986)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. TWA (OSHA, 29 CFR 1910.1025(c)) 광산 안전성 및 건강 Admin.은 ACGIH TLV를 사용함 (30 CFR 57.500(a))

주 : 1) 대부분의 ACGIH TLVs는 미국 산업 위생 전문가 협회의 기준임.

2) PEL: permissible exposure limit(허용가능 노출 한도)

3) STEL: short exposure limit(단기간 노출 한도)

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

(<표 5-1> 계속) 일반적인 실내공기 오염물질에 대한 미국의 적용 가능한 기준¹⁾

오염물질	실내 기준	실외 기준	산업 작업장 기준
이산화질소 (표 A 참조)		국가 대기질 1차, 2차 기준: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 연간 산술평균 (0.053)ppm (EPA, 40 CFR 50/11) 주(State)의 공기질 한계: CT 12.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. NV 0.143 mg/m^3 8hr (NATICH Data Base, 1986)(C-8)	(5ppm)최고 한계 9mg/m^3 (OSHA, 20CFR1910.1000, 표Z-1) 광산 안전성 및 건강 Admin.은 ACGIH TLVs를 사용. (30 CFR 57.501(a))
오존 (표A와 B 참조)	FDA는 밀폐된 공간(주택, 사무실, 병원)에서 0.05ppm 이상이 되는 장치(devices)(예, 살균제, 방취제) 또는 병이나 허약함으로 점령된 장소 내에 배출하게 되는 장치(devices)의 사용을 금지. (21 CFR801.415)	국가 대기질 1차, 2차 기준: 최고 시간 평균 235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.12ppm) (EPA, 40 CFR 50.9) 주(State) 공기질 한계: CT 235.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1hr. NV 0.005 mg/m^3 8hr. (NATICH Data Base, 1986)	0.2 mg/m^3 (0.1ppm) 8hr. TWA (OSHA, 29 CFR 1910.1000, 표Z-1) 광산 안전성 및 건강 Admin.은 ACGIH TLV를 사용 (30 CFR 57.5001(a))
입자성 물질 (표A 참조)		국가 대기질 1차 기준 : 연간 기하평균 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24시간 최대치 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2차 기준: 연간 기하평균 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24시간 최대치 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (EPA, 40 CFR 50.6, 50.7)	

주 : 1) 대부분의 ACGIH TLVs는 서부 국가의 기준임. 여기에는 캐나다, 서유럽, 오스트리아가 포함됨.

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

(<표 5-1> 계속) 일반적인 실내공기 오염물질에 대한 미국의 적용 가능한 기준¹⁾

오염물질	실내 기준	실외 기준	산업 작업장 기준
라돈 (표A 참조)		지하 우라늄 광석으로부터 라돈-222의 배출에 대한 국가 배출 기준에 의하면 칸막이 벽(bulkhead)의 건설이 필요함.(EPA, 40 CFR 61.22) DOE시설, 기타 연방 시설, NRC인가시설로부터 방사성 핵종(라돈220, 222제외)의 배출에 대한 국가 배출기준 25 mrem/y wole body 75 mrem/7 critical organ (EPA, 40 CFR 61.92, 61.102)	최고 라돈 progeny 1.0 WL 1년 라돈 progeny 4 WLM (Mine Safety and Health Admin., 30 CFR 57.5038,57.5039)
이산화황		국가 대기질 1차 기준: 년간 산술평균 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm) $365\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.14ppm) 24hr. 2차 기준 : $1300\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.5ppm) 3hr. (EPA, 40 CFR 50.4, 50.5) 주 대기질 한계: CT $860.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. NV $0.119\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8hr. TN $1.200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1yr. (NATICH Data Base, 1986)	$13\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5ppm) 8hr. TWA (OSHA,29 CFR 1910.1000, 표Z-1) 광산 안전성 및 건강 Admin.은 ACGIH TLV를 사용함 Mine Safety and Health Admin., ACGIH TLV를 사용함

주 : 1) 대부분의 ACGIH TLVs는 서부 국가의 기준임. 여기에는 캐나다, 서유럽, 오스트리아가 포함 됨.

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

<표 5-2> 일반 실내공기 오염물질 기준에 대한 가이드라인(미국)

오염물질	실내 가이드라인	실외 가이드라인	산업 작업장 가이드라인
석면			0.2-2.0 fibers/cm ³ 8hour. TLV-TWA(섬유의 형태에 따라 다름) (5 μm 이상 긴 섬유)(ACGIH,1986-87)(C-1)
일산화탄소			55mg/m ³ (50ppm) 8hr. TLV-TWA 440mg/m ³ (400ppm) 15min. STEL (ACGIH,1986-87)(C-1)
클로르펜	내무실 (military housing)에 대한 NAS 권고: (C-17) 최고 5 μg/m ³		
폼 알데히드			1.5mg/m ³ (1ppm) 8hr. TLV-TWA 3mg/m ³ (2ppm) 15min. STEL (ACGIH,1986-87)(C-1) 1.2mg/m ³ (1ppm) 8hr. TWA 2.5mg/m ³ (2ppm) 15min. STEL (미국 산업위생협회, 1986)(C-19) 1.0mg/m ³ (1.0ppm) 60min. 0.1mg/m ³ (0.1ppm) 90days 0.1mg/m ³ (0.1ppm) 6mo. 잠수함내의 대기조절 매뉴얼, 해군연구 실험에 의해 결정된 수준 : (C-19) 3.0ppm 1hour 1.0ppm 24hour 0.5ppm 90days
납가루 및 흙			0.15mg/m ³ 8hr. TLV-TWA TLV-TWA
이산화질소			6mg/m ³ (3ppm) 8hr. TLV-TWA 10mg/m ³ (5ppm) 15min. STEL (ACGIH,1986-87)(C-1) 유인 우주선에 대한 NAS 권고 : (C-18) 4mg/m ³ (2.0ppm) 60min 1.0mg/m ³ (0.5ppm) 92days 1.0mg/m ³ (0.5ppm) 6 mo.
오존			0.2mg/m ³ (0.1ppm) 8hr. TLV-TWA 0.6mg/m ³ (0.3ppm) 15min. STEL (ACGIH,1986-87)(C-1)

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

(<표 5-2> 계속) 일반 실내공기 오염물질 기준에 대한 가이드라인(미국)

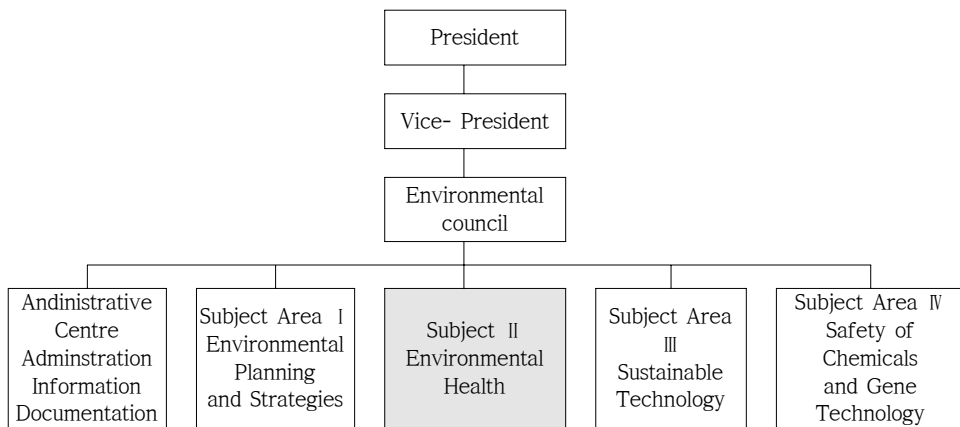
오염물질	실내 가이드라인	실외 가이드라인	산업 작업장 가이드라인
라돈	주택에 대한 1986년 EPA 권고: 4pCi/l 또는 이하 - 대부분의 주택에서 달성가능, 4pCi/l - 몇 년이내에 감소를 위한 활동을 취함 200pCi/l - 수달 이내 감소 200pCi/l 또는 이상 - 수주이내에 감소되거나 또는 농도가 감소될때까지 재배치 (EPA, “A Citizen’s Guide to radon“, 1986.8) (EPA, “Radon Reduction Methods, A Homeowner’s Guide“, 1986. 8)		
이산화황			5mg/m³(2ppm) 8hr. TLV-TWA 10mg/m³(5ppm) 15min. STEL (ACGIH,1986-87)(C-1) 유인 우주선에 대한 NAS 권고(C-18) 13mg/m³(5.0ppm) 60min. 3mg/m³(1.0ppm) 90days 3mg/m³(1.0ppm) 6 mo.

자료: ASHRAE STANDARD 62-1999.

2. 독 일

독일 연방정부 산하 부서로서 환경부가 있으며 환경부의 업무는 <표 5-9>와 같다. 다시 환경부는 환경청, 자연보호청, 방사성관리청 등 3개 기관으로 나누어진다. 3개의 기관 중 환경청은 청장, 부청장, 환경위원회의 하부 부서로서 다섯 개의 부서가 있다. 다섯 개의 부서는 Administrative Centre, Subject Area I, Subject Area II, Subject Area III, Subject Area IV가 있으며, 이 가운데 Subject Area II에서는 환경연구, 환경질의 목표 관리, 위생관리, 쾌적한 온열조건유지 및 관리의 업무를 수행하고 있으며 위생관리업무에서 실

내 공기질을 관리하고 있다. <그림 5-1>은 환경부 산하환경청의 조직체계도이다.



자료 : 환경부, 「실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구」, 2002.

<그림 5-1> 독일 환경청의 조직 체계도

3. 일 본

일본은 후생성을 비롯하여 5개의 부서에서 실내공기질에 대해 관여하고 있으며, 각 부서마다 다른 전문분야와 독립적인 업무를 추진하고 있으나 부서간에는 비공식적으로 유대관계를 가지고 있다. 실내공기질의 관리는 이들 5개의 부서중에서 후생성이 주도하고 있으며, 후생성은 실내공기질의 지침서(Guideline)를 개발하였고 실내공기중의 VOCs의 측정과 분석방법을 제공하였다. 이러한 지침서는 실내공기질관리에 기본을 제공하는 가장 중요한 도구로 쓰인다. 또한, 후생성은 실내공기오염, 전염병과의 관계에 대한 조사를 수행하고 더 나아가 빌딩증후군(SBS : Sick Building Syndrome)에 대해 의학적인 처리와 진단에 대한 연구를 진행하고 있다. 농림수산부(MAFF)와 통상성(MITI)에서는 화학제가 적은 새로운 자재 개발에 주력하고 있다.

실내공기질관리에 대한 지침은 법에 근거를 두고 있지는 않지만 건축가들에게 실내오염에 대해 규제하는 것과 유사하다. 빌딩증후군위원회(Committee on Sick House Syndrome)에서는 실내오염물질인 포름알데히드, Toluene, Xylene, p-dichlorobenzene과 다른 VOCs 물질의 측정과 분석방법에 대한 지침을 언급하고 있다.

<표 5-3> 일본의 부서별 실내공기질 관리대상 시설 및 관리기준

법적근거	대상시설	관리기준
후생노동성 <건축물의 위생적 환경확보에 관한 법률>	○ 다음 용도의 건축물 중 3,000㎡ 이상의 것 및 학교교육법 제1조에 규정한 학교용도 건축물 중 8,000㎡ 이상의 것 - 흥행장, 백화점, 집회장, 도서관, 박물관, 미술관 및 유기장 - 점포 또는 사무소 - 학교교육법 제1조에 규정한 학교 이외의 학교(연수원 포함) - 여관	○ 관리방법 - 특정건축물에 대한 신고 - 건축물 환경위생기술자의 선임여부 - 보고 및 검사 ○ 관리기준 - CO : 10ppm 이하 (대기중 CO 함유율이 10ppm 초과하여 실내공기가 10ppm 이하가 되도록 공기를 정화하기 어려운 경우 20ppm 이하) - CO₂ : 1,000ppm - 부유분진 : 150μg/㎡ - 온도 : 17 ~ 28℃ - 상대습도 : 40 ~ 70% - 기류 : 0.5m/s
후생노동성 <사무소위생기준규칙>	사무작업(타드천공기, 타이프라이터, 기타 사무용기기를 사용하는 작업)에 종사하는 노동자가 사용하는 곳	○ 자연환기 - 창 또는 개구부의 외기를 향한 개방면적의 1/20 이상이 되도록 한다. 다만, 10분내에 환기를 할 수 있는 성능의 설비가 설치되어 있는 경우 상관없음 - CO : 1기압 25℃ 용적으로 50ppm - CO₂ : 1기압 25℃ 용적으로 500ppm ○ 중앙관리방식 환기설비 설치시 - 후생성기준과 동일
건설교통성 <건축기준법>	○ 건축물 전반	○ 거실에는 환기를 위해 창 기타 개구부를 설치하고 환기에 유효한 면적을 거실면적의 1/20 이상이 되도록 한다. ○ 시행령에 환기설비의 기술적 기준 정함 ○ 중앙관리방식환기설비 설치시 공기질관리 기준 설정(후생성기준과 동일)
국토교통성 <주차장법>	○ 실외주차장	○ 내부 공기를 1시간당 10회 이상 직접 외기와 교환할 수 있는 능력을 가진 환기장치를 설치 ○ 다만, 개구부 중 환기에 유효한 면적이 개구부의 1/10이상일 때에는 관계가 없음
경제산업성	○ 건축자재	○ 건축자재 포름알데히드 방출농도에 따라 F☆☆☆☆에서 등급외까지 4가지 등급 부여 ○ 등급에 따라 건축기준법상 면적제한 및 사용금지 조치를 통해 규제
농림수산성	○ 건축자재	○ 일본합판공업조합과 함께 JAS(일본농림규격)을 제정하여 오염물질 방출량에 따라 4등급으로 인증제도 실시

자료 : 이윤규, “실내공기질 관련 국내외 연구 현황”, 「주택도시」 제79호, 2003.

4. 덴마크

덴마크 환경보호부(MEE: Ministry of Environment and Energy)는 6개의 과와 3개의 위원회로 이루어져있다. 최근 덴마크를 위시한 서구 환경선진국에서는 실내공기질을 악화시키는 실내오염원의 원천적 제어를 위해 건축자재와 설비의 기준강화를 통하여 VOCs, PAHS, 라돈, HCHO, 석면 등과 같은 물질의 실내 배출원을 엄격히 통제하는 제도적 방안을 강구하고 있다. 덴마크에서의 ICL(Indoor Climate Labelling)은 처음에는 장래의 CEN과 ISO의 검증 수단을 위하여 하나의 단체로 설립되었으나, 이미 2년 내에 경제적, 법률적으로 각각 독립된 단체로 분할되어져 나와 DIC(Danish Indoor Climate labelling)과 DSIC(Danish Society of Indoor Climate)으로 조직화되어 관리하고 있다.

덴마크의 실내환경협회는 건물 재료와 인테리어 재료들이 실내환경에 영향을 미친다는 점을 중시하여, 실내환경라벨링(Indoor Climate Labelling : ICL)을 실시하고 있다. 덴마크 ICL의 주 업무는 실내환경협회의 표준실험방법과 기준물질을 근거로 라벨을 발행하고 라벨링증명서를 감독하며 실내 라벨링 물질의 현황을 알려주는 일을 하고 있다. 노르웨이는 1998년 8월에 ICL에 가입했고 덴마크가 구성하고 있는 것처럼 기준을 세우고 부서와 라벨 발행단체를 만들었으며, ICL 가입 회원국의 수는 증가하고 있다.

5. 싱가포르

싱가포르는 빌딩 주인으로 하여금 IAQ를 파악하여 필요시 건물 관리에 도움이 되고 열악한 IAQ로 인한 인체위해성을 최소화할 목적으로 권고치 설정을 위한 기술자문 위원회를 1995년에 구성하였다.

관리지침의 시행은 IAQ가 나쁘다고 의심되는 경우 담당공무원이 직접조사를 나가 측정을 하게되며 측정시 각층별 냉각탑, 청정공기의 유입등을 체크하고 냉방설비와 환기설비를 조사한다. IAQ의 정밀심사는 매 2년마다 실시하고, 환기 등 에어컨 시스템은 매 6개월 마다 정밀 검사를 실시한다.

6. 호 주

호주 환경 자원부는 크게 Portfolio 정책청, 해양청, 자원청, 생물다양성관리청, 과학청, 환경보호청, 남극관리과, 기상청으로 이루어져 있으며, 이중 실내공기질은 Environment Protection Group에서 담당하고 있다.

호주의 실내공기 오염에 대한 측정항목과 기준은 국내와 유사하며, 특히 미생물학적 실내 공기오염도로 진드기와 레지오넬라 등에 대한 내용이 추가되어 있다. 법규상으로는 산업보건관리위원회, 주정부 오염관리 위원회 등이 실내공기오염관리 연구를 진행한 바 있다. 이밖에 보건법, 호주 및 뉴질랜드 환경부 등에서 실내공기오염에 대한 보고서를 발간하여 보급하였다. 전반적으로 볼 때 실내공기오염에 대한 정책과 관리는 환경관련 부서에서 이루어지고 있으며 특히 환경보건과 밀접한 기타 연구관련 기관에서 이를 지원하고 있다.

7. 캐나다

캐나다 환경부는 대기환경청, 수질관리청, 환경평가청, 기상청, 야생동물관리청 등 중심으로 각 지부와 프로그램들로 구성되어 있다. 특히 실내공기오염관리는 작업장 및 주거지의 실내공기질 관리지침을 두고 이에 따라 관리토록 하고 있다. 캐나다에서 실내공기질과 관련된 부서로는 캐나다 보건부, 환경부, Public Works and Government Services, 자원부, 농업부 등이며 여러 부처에서 협력하여 관리토록 하고 있다. 관리 오염물질은 크게 비발암물질과 발암물질로 나누어 관리하고 있고 그밖에 생물학적인 오염원과 기타 먼지, 담배연기 등을 포함한 권고기준을 두고 있다. 또한, 보건부와 노동관련기관에서는 작업장 및 주거지의 실내공기질 허용기준 및 관리지침을 제정하여 관리하고 있으며, CO₂, CO, HCHO, NO₂, O₃, 입자상 물질, SO₂, 상대습도 등에 대해 장·단기 권고기준을 설정하였다.

특히 역학조사와 임상실험, 동물실험 결과에 대한 연구와 평가에 기초하여 기준치를 설정하고 관리하고 있기 때문에 각 항목의 설정 근거가 매우 구체적이라는 특징이 있다. 노출권고치에 언급된 항목으로는 알데히드, CO₂, CO, 포름알데히드, NO₂, 오존, 먼지, SO₂, 라돈, 액적(Water vapor) 등이다.

8. 영 국

영국은 환경, 건설, 교통부가 하나로 통합되어 있으며, 환경교통지역 개발부(DETR : Department of the Environment, Transport and the Regions)에서 환경보호 및 개선, 산업과 건설, 교통 등을 담당하고 이에 제반된 사항을 수행하고 있다. 전체적인 구성은 통합된 환경건설교통부내에서 환경과내에서는 실내공기오염에 대한 측정 및 감시연구 등을 전담하고 건설과내에서는 “주거민의 생산성을 높이기 위한 실내공기질 관리”라는 정책을 위해 단계적으로 목표와 평가지표를 설정하고 있기 때문에, 부내에 통합된 업무들이 각 과별로 나누어져 이루어지므로 교류와 연계가 용이하다. .

실내공기질에 관한 내용 중 건강유해 오염물질은 CO, NOx, SO₂, 담배연기, VOCs, 입자상물질, cockroaches, 빌딩증후군(SBS: Sick Building Syndrome), 자연발생의 라돈(radon) 등이 있다. 또 영국 런던 시장은 대기질관리전략(Air Quality Strategy) 수립을 통해 국가 대기질 목표와 연동되도록 계획하여, 지하공간에서의 PM10 저감을 바탕으로 지하철 이용시민의 삶의 질, 지하공간 근무자의 작업환경 개선등에 착안하여 먼지저감 계획이 시도되고 있다²⁾.

9. 핀란드

핀란드 환경부는 환경보호과, 주택 및 빌딩과, 토지이용과, 행정과, 국제협력과로 구성되어 있으며, 주택기금, 환경원, 지역환경센터를 소속기관으로 두고 있다.

환경원에서는 지역환경센터와 함께 산림청과 자원보전서비스국에 연계되어 있다. 여기서 실내공기 오염관리 연구는 환경원에서 담당하고 있으며, 가이드와 매뉴얼을 제공하고 있다. 핀란드의 경우도 영국과 마찬가지로 환경부내에 주택과 환경관리부서가 공존하고 있기 때문에 공조체계가 잘 이루어져 있다. 주거와 빌딩, 환경보호가 동일 목표에 있어 관리의 일원화가 되어있다고 볼 수 있다.

2) 서울특별시지하철공사, 지하공기오염 저감방안에 관한 연구, 2003.

10. 스웨덴

스웨덴은 핀란드와 실내 공기질 관리 체계가 거의 유사하다. 즉 환경부내에 환경청이 소속되어 환경청에서 실내공기질을 관리하고 있다.

스웨덴의 환경관련법 가운데 환경보전법과 기타 대기오염관계법이 실내공기오염과 관련된 법들이다. 스웨덴 환경부의 환경질에 대한 최근 정책을 살펴보면 실내공기질과 관련된 목표로 맑은 공기, 유해하지 않은 환경, 도시 환경관리 등이 대표적인 것이며, “스웨덴 환경질 목표”라는 보고서에 그 내용이 상세하게 기술되어 있다.

<표 5-4> 외국의 실내 공기질 관리제도 비교

국가	주관부처	관련부처	관련부처 협력체계	관리내용
미국	환경청-방사선 및 실내공기과(ORIA)	OSHA HUD	연방정부 기관들로 구성된 실내공기질위원회 (CIAQ)	-실내오염물질과 방사능 노출로 일반시민과 환경을 보호 -ORIA : 석면의 사용규제, 라돈 등에 대한 가이드라인 설정 및 프로그램 제시 및 지방 정부 지원 -OSHA : 작업장공기오염기준설정 -HUD : 건축자재의 HCHO 규제, 실내공간의 납, 알레르기 유발물질 관리
일본	후생노동성	농림수산부 국토교통성	건설성, 후생노동성, 통상산업성, 관련단체 등으로 구성된 “건강주택연구회”	-실내공기질 지침서 개발 -실내공기중의 VOCs의 측정과 분석방법을 제공 -실내공기오염, 전염병과의 관계조사수행 -빌딩증후군에 대해 의학적인 처리와 진단에 대한 연구를 진행
독일	환경부 -실내공기질관리를 위한 부처간에 Working group 결성	보건부 경제부 건설·노동사회부 건설부 과학기술부	부처간의 Working Group 결성	-환경연구, 환경질의 목표관리와 위생관리, 쾌적한 온열조건 유지 및 관리의 업무를 수행 -위생관리 업무와 실내공기질을 관리
캐나다	환경부 -대기관리청	환경부 보건부 노동부 지방정부	관련 부처간의 상호협력 관리	-실내공기오염관리는 작업장 및 주거지의 실내공기질 관리지침을 두고 관리 -역학조사와 임상실험, 동물실험 결과에 대한 연구와 평가 -중앙·지방정부차원의 건축관련법에서 최소환기율을 규정 -보건부는 CO ₂ , CO, HCHO, NO ₂ , 입자상 물질, SO ₂ , 상대습도 등에 대해 장·단기 권고기준 설정

(<표 5-4> 계속) 외국의 실내공기질 관리제도 비교

국가	주관부처	관련부처	관련부처 협력체계	관리내용
싱가포르	환경부 -기술자문위원회	인력관리부 건물관리부		-실내공기질관리 지침을 제정(1996) -IAQ로 인한 인체위해성을 최소화할 목적으로 권고치 설정
덴마크	환경보호부 -환경보호청	Ministry of Housing	DICL(Danish Indoor Climate Labelling)와 DSIC(Danish Society of Indoor Climate)으로 조직화	-실내공기질을 악화시키는 실내오염원의 원천적 제어를 위한 건축자재와 설비의 기준 강화를 통하여 오염물질의 배출원을 엄격히 통제하는 방안을 모색/실시 -실내환경라벨링(ICL)을 실시 : ICL의 실행으로 실내공기오염물질의 배출로 인한 건강 및 쾌적함의 문제를 해결
호주	환경자원부	각 지방정부		-산업보건관리위원회, 주정부 오염관리 위원회 등이 실내공기오염관리 연구진행 -실내공기오염에 대한 보고서를 발간하여 보급
영국	환경교통개발부 -환경과			-실내공기오염에 대한 측정 및 감시연구 등을 전담 -Department of Environmental, Transport and the Regions: 신규빌딩설계 및 건축시 환기설비 등 규제 -Departement for Health : 실내공기질 관리에 대한 법이 제정되어 있지 않지만, 실내공기질과 건강문제 등에 대한 연구지원 수행. 단, 흡연 규제
핀란드	환경부 -환경원	지역환경센터 산림청 자원보전서비스국		-환경부내 주택과 환경관리부서가 공존하고 있기 때문에 공조체계가 잘 이루어져 있음. -건축자재에 대하여 IAQ labelling 제도 이용 -작업장과 관련된 부분은 사회보건부내의 산업안전 및 보건과와 보건복지증진과에서 관리
스웨덴	환경부 -환경청			-실내공기질과 관련하여 맑은 공기, 유해하지 않은 환경, 도시환경관리 목표

자료 : 환경부, 「실내공기질 관리대책 연구」, 2004. 4.

<표 5-5> 외국의 실내공기질 관리 업무 현황 비교

국명	실내공기질 관리업무 현황
미국	○ U.S. EPA(미국환경청) - ORIA(Office of Radiation and Indoor Air)내의 IED(Indoor Environment Division)에서 업무 수행 ·실내공기질에 대한 국가기준 없음 ·석면의 사용규제(0.01f/cc), 라돈(4pCi/l) 등에 대한 가이드라인 설정 및 관리프로그램 제시 및 지방정부 지원 - OPP(Office of Pesticide Programs)에서 건물내의 공기질에 영향을 줄 수 있는 농약 등의 제품 성분에 대한 규제 ·TSCA(Toxic Substance Control Act) ·FIFRA(The Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act) ※실내공기질에 대한 법규 제정을 추진하였으나, 관련 이해집단에 의해 방해를 받아 왔고, 현재는 비규제적 방법을 주로 사용 ○ OSHA(Occupational Safety and Health Administration) - 작업장공기오염기준설정 ○ HUD(Department Society of Heating and Urban Development) - 건축자재의 HCHO 규제, 실내공간의 납, 알레르기 유발물질 관리 ○ ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating, Air-Conditioning Engineers) - 환기 및 공기질 관련하여 자발적으로 기준 설정 ○ 캘리포니아 주정부 - 대기관리 부서 : 신규건축물 VOCs, 연소오염물질(CO, NO₂, 분진, PAH 등), 포름알데히드 등에 대한 관리지침 제정·운영 - 보건관련 부서 : 실내공기오염물질(VOCs 포함)에 대한 노출평가, 노출량 감소 지침 제시 ※ 미국의 경우는 중앙정부, 지방정부, 비정부단체 등이 별도의 관리 프로그램을 운영하고 있음. ※ 지하주차장, 지하상가등의 실내공기에 대한 별도의 규정은 없음
캐나다	○ 보건부(Health Act에 근거) 및 노동관련기관(Worker's Compensation Legislation에 근거)에서 작업장 및 주거지의 실내공기질 허용기준 및 관리지침을 제정하여 관리 - 보건부, 환경부, 노동부, 지방정부 등이 상호협력 관리 ○ 중앙·지방정부차원의 건축관련법에서 최소환기율을 규정 ○ 보건부는 CO₂, CO, HCHO, NO₂, O₃, 입자상 물질, SO₂, 상대습도 등에 대해 장·단기 권고기준 설정
독일	○ 환경부, 보건부, 경제부, 건설·노동사회부, 건설부, 과학기술부 등이 관련되어 있으며, 부처간에 working group이 결성되어 있음. - Rn 권고치(보건부) : 250Bq/m³(=6.8pCi/l) - HCHO(보건부) : 0.1ppm - 테트라크로로에틸렌 : 1mg/m³
영국	○ Department of Environment, Transport and the Regions - 신규 빌딩 설계 및 건축시 환기설비 등 규제 ○ Department of Health - 실내공기질 관리에 대한 법이 제정되어 있지 않지만, 실내공기질과 건강문제 등에 대한 연구 지원 수행. 다만 흡연을 규제 ○ HSE(Health and Safety Executive) : 가스상물질 및 CO의 독성 관리 ○ Department of Employment의 Health & Safety Commission - 사업장 노동 - Health & Safety at work place*74), Office, shops & Railway premises Act('63) ※ 작업장에 대한 법규와 지하 및 실내 공기에 대한 규정은 없음

(<표 5-5> 계속) 외국의 실내 공기질 관리 업무 현황 비교

국명	실내공기질 관리업무 현황
싱가폴	○ 환경부에서 관리하고 있으며, 실내공기질관리 지침을 제정(1996) ○ 가이드라인을 설정하여 건물의 소유자는 매 2년마다 실내공기질의 정밀검사를 실시하며, 환기시스템은 매 6개월마다 정밀검사 의무 부여 ○ 실내공기질이 나쁘다고 의심하는 경우는 담당공무원이 직접 실내공기질과 환기설비를 조사 (Environmental Public Health Act) ○ 가이드라인 - CO₂(100ppm), CO(9ppm), HCHO(0.1ppm), O₃(0.05ppm), VOC(3ppm) - 총박테리아수(500cfu/m³), 총곰팡이수(500cfu/m³) - 부유분진(150μg/m³), 온도(22.5-25.5℃), 상대습도(70%), 기류(0.25m/s) ○ 기타 인력관리부, 건물 관리부 등도 관련됨
호주	○ Department of Health and Aged Care의 Population Health Division에서 실내공기질 관리 프로그램 운영 - “IAQ : A Report on Health Impacts and Management Options(2000.6) “ 발간 - NHRMC(National Health and Medical Research Council) : IAQ 목표치 설정 - Rn(200Bq/m³/년), HCHO(0.1ppm: 최고치), Pb(1.5μg/m³/3개월), CO(9ppm/8시), TVOC(500μg/m³/시), SO₂(0.25ppm/시, 0.02ppm/년), 총부유분진(90μg/m³/년), O₃(0.12ppm/시) ○ Australian Building Codes Board : 건축물 설계시 환기 규정 운영 ○ Standard Australia : IAQ 관리를 위한 환기기준, 측정방법 규정 ○ 각 지방정부의 경우 보건 및 환경관련 부서 등이 관여
덴마크	○ Ministry of Housing - Building Act에 근거하여 주거지, 영업장의 실내공기질 관리 - Danish Society of Indoor Climate를 통하여 건축자재, 가구 등에 대한 실내환경라벨링(Indoor Climate Labelling) 제도를 운영(1994)
스웨덴	○ Ministry of Health and Social Affairs 산하 National Board of Health and Welfare에서 실내공기질 담당 ○ 다만, 관련법은 복지와 환경관련 규정을 통합한 환경법(Environment Act)에 근거를 두고 있음 (99.1)
노르웨이	○ 보건부(Department of Health and Welfare), 노동부, 건축물 관련부처 등이 실내 공기질 관련 업무 수행(각기 관련 법에 근거하고 있음) ○ 보건부 산하 NIPH(공중보건협회, National Institute of Public Health)가 실내 공기질 가이드라인을 제정 ○ 보건부는 가이드라인을 근거로 실내공기질 개선요청 및 건물폐쇄를 할 수 있음
핀란드	○ 환경부의 Housing and Building Department에서 실내공기질 관리하고 있으며, 소속기관인 환경원에서 실내공기오염원 관리 연구 수행 ○ 건축자재에 대하여 IAQ labelling 제도 이용 ○ 작업장과 관련된 부분은 사회보건부내의 산업안전 및 보건과와 보건복지부 증진과에서 관리
네덜란드	○ Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment 등에서 담당 ○ 현재로서는 실내공기질 기준이 설정되어 있지 않음

자료 : 환경부, 「실내공기질 관리대책 연구」, 2004. 4.

제 2 절 실내 공기질 관리기준

1. 실내공기환경 기준과 온습도 조건

실내환경은 온도, 습도, 기류의 복사열 등과 같은 직접적인 요소와 착의정도, 대사량, 연령, 성별, 체질, 시간적 적응상태, 계절 등의 간접적인 요소들에 따라 쾌적성 여부가 결정된다. 최근, 미국의 ASHRAE Standard 55 1992에서는 계절별 착의습성(0.5~0.9clo 0.078~0.14km K/W)에 기초하여 계절(동계와 하계)에 따라 쾌적범위를 달리 제안함으로써 실질적인 적용방법과 에너지절약 가능성에 커다란 융통성을 주고 있다. 이 기준에서 제안된 쾌적영역은 착석 또는 경작업을 수행하는 재실자의 80%가 적정하다고 수용할 수 있는 상태로 규정되어 있다.

반면에, 전통적으로 쾌적한 실내공기환경의 확보를 위해 요구되는 기준의 결정에서 실내 온습도가 미치는 영향에 대한 고려가 적절히 이루어지지 않았었다. 그러나, 과거와는 크게 달라진 최근의 실내환경을 고려할 때, 온습도는 건축자재나 기기로부터의 오염물질의 방출과 지각적 공기질의 평가에 중요한 영향을 미치는 환경요소로 작용하고 있다.

예를 들어 포름알데히드의 경우에는 실내 온습도와 밀접한 연관관계를 갖고 있으며, 실내온도가 1℃ 정도 상승하면 포름알데히드 농도는 대략 10%정도 상승하는 것으로 조사되고 있다. 또한 Fang(1996)등의 연구에 의하면 온습도 조건에 따라 달라지는 마감재료에 의한 오염물질 방출량이 공기질에 대한 지각만족도에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타남으로써 실내공기환경기준의 설정을 위해서는 실내 온습도 조건 등에 대한 고려가 필수적인 요소가 되고 있다.

2. 실내공기환경 기준

가. 미국

미국은 산업안전보건국(OSHA: Occupational Safety and Health Administration)과 미국산업위생사협회(ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists)에서 주로 작업환경 조건에 대한 환경기준을 규정하고 있으며, EPA에서 대기환경 기준을 담당하고 있다. 민간단체인 냉난방공조학회(ASHRAE : American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers)에서는 AS HRAE Standard 55 1992에서 재실자를 위한 온열환경 조건을, 그리고 Standard 62 1989에서 실내공기의 질이 고려된 실내공기환경 유지를 위한 환기규정을 제시하고 있다.

ASHRAE Standard 62 1989에서는 허용 공기환경기준을 재실자의 80%이상이 만족하고 있으며, 취기가 있는 오염물질의 경우에 적어도 비전문가가 20명 이상 포함된 평가집단의 80%이상이 대상 공간에 들어가서 15초 이내에 답변한 평가의 결과가 만족스러운 것일 때 허용 가능한 실내공기환경으로 정의하고 있다.

<표 5-6> 미국 냉난방공조학회(ASHRAE) 가이드라인

오염물질	목표 가이드라인
일산화탄소 (CO)	9ppm(8시간 평균)
포름알데히드 (HCHO)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.1ppm)(30분 평균)
납 (Pb)	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3개월 평균)
이산화질소 (NO ₂)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1년간 평균)
냄새	거주자나 방문자의 80%이상이 허용 가능하다고 예측
오존(O ₃)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50ppb)(8시간 평균)
부유입자(PM10)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1년간 평균)
라돈	4pCi/Liter(1년간 평균)
이산화황(SO ₂)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1년간 평균)
총휘발성유기화합물(TVOC)	1) 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만 2) 300~3,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만 3) 3,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상

자료: 조완제, “실내공기질 관련 선진국의 법제도 동향”, 「주택도시」 제79호, 2003.

나. 일본

우리 나라와 유사한 일본은 새집증후군 문제가 부각됨에 따라 후생노동성, 문부과학성 등 관계부처와 전문가, 관련업계 등이 참여하는 ‘건강주택연구회’를 조직하여 범정부적으로 대처하고 있다. 건축기준법, 빌딩위생관리법, 학교보건법 등에서 생활환경 기준치가 제정되어 있고 대기환경보전법에 외기환경을 규제하고 있으며, 노동안전위생법, 사무소 위생규칙 등에서 노동환경 기준치가 제정되어 있다.

<표 5-7> 실내공기중 화학물질 농도의 지침치 (2002년 2월 8일)

화학물질명	지침치		분류 인체영향 (지침치 설정일) 등 ¹⁾
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[ppb]	
포름알데히드	100	80	VVOC, 접착제, 눈과 목에의 자극 등 (1997. 6. 13)
톨루엔	260	70	VOC, 용제, 두통, 무기력감 등 (2000. 6. 26)
크실렌	870	200	VOC, 용제, 두통, 피로감 등 (2000. 6. 26)
파라디클로로벤젠	240	40	VOC, 방충제, 눈과 코의 통증 등 (2000. 6. 26)
에틸벤젠	3800	880	VOC, 용제, 목과 눈에의 자극 등 (2000. 12. 15)
스티렌	220	50	VOC, 수지원료, 무기력감 등 (2000. 12. 15)
크롤피리호스 ¹⁾	1	0.07	POM, 유기인계 살충제, 두통 등 (2000. 12. 15)
프탈산디-n-부틸	220	20	SVOC, 가소제, 눈과 피부에의 자극 (2000. 12. 15)
테트라데칸	330	40	VOC, 등유와 용제, 피부담 (2001. 7. 5)
프탈산디-2-에틸헥실	120	7.6	SVOC, 가소제, 장기접촉으로 피부담 등 (2000. 7. 5)
디아지논	0.29	0.02	SVOC, 유기인계 살충제, 두통 등 (2001. 7. 5)
아세트알데히드	48	30	VVOC, 눈과 코, 목 등에의 자극 등 (2002. 1. 22)
페노브칼브	33	3.8	POM, 카마메이트계 살충제, 권태감, 두통, 약심 등 (2002. 1. 22)
총휘발성유기화합물 ²⁾	400	-	(2000년 12월 15일)

1) 소아의 경우 지침치는 $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다.

2) TVOC의 지침치는 잠점목표치이며, WHO 가이드라인치는 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다.

<표 5-8> 일본 빌딩 위생관리법 (후생노동성, 2003. 4. 1, 확대개정시행)

항목	기준	비고
부유분진(PM10)	$150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	2개월 마다 1회 측정
일산화탄소(CO)	10ppm 이하	
이산화탄소(CO ₂)	1000ppm 이하	
온도	17-28℃	
상대습도	40-70%	
기류	0.5m/s	신축이나 증축, 대규모의 수선 또는 재배치 후 사용개시 첫 6 월-9월 사이 1회 측정
포름알데히드	$100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	

주 : 특정용도(은행장, 백화점, 집회장, 도서관, 박물관, 미술관, 경기장, 사무소, 여관 등)의 바닥면적이 $3,000\text{m}^2$ 이상인 경우(학교는 $8,000\text{m}^2$) 적용

참조 : <http://www.mhlw.go.jp>

<표 5-9> 일본의 학교 실내공기질 기준

대상 물질	CO ₂	CO	NO ₂	부유 분진	낙하 세균	포름 알데 히드	톨루엔	자일렌	파라디 크로로 벤젠	에틸 벤젠	스티렌
기준	1500 ppm	10 ppm	0.06 ppm	0.10 mg/m ³	10 CFU/m ³	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

다. 유럽

유럽국가들의 경우 노르웨이, 덴마크, 핀란드를 비롯한 많은 나라에서는 WHO에서 1987년 제정한 유럽의 '실내공기환경 지침서(Air Quality Guidelines for Europe)'에 근거하여 기준을 설정하고 있으며, WHO는 이 기준을 실내공기환경과 건강 측면의 여러 연구결과와 축적된 증거자료를 참고로 1997년 개정안을 제시하고 있다. 점차 많은 나라에서 건강위해평가(Health Risk Assessment)가 기준정립의 기초자료로 채택되고 있다.

노르웨이는 보건부 산하 국립공중위생원(National Institute of Public Health)에서 라돈, 석면 등에 대한 공중보건협회에서 실내공기질 가이드라인을 마련하였고, 가이드라인을 근거로 실내공기질 개선 요청 및 건물폐쇄 등이 가능하다.

<표 5-10> 노르웨이의 실내공기질 가이드라인

항목	라돈	석면	광물섬유(MMMF)	분진(PM2.5)
기준	200 Bq/m ³ 이하	0.001 fiber/ml 이하	0.01 fiber/ml 이하	20 µg/m ³ (24시간) 이하

한편 핀란드의 환경부는 포름알데히드, PM10 등에 대한 실내공기질 권장치를 제정하였고, 실내공기질협회(FiSIAQ) 주관으로 라돈, 이산화탄소 등의 농도를 기준으로 실내공기질 인증 제도(2000)를 실시하고 있다.

<표 5-11> 핀란드의 실내공기질 권장치

항 목	기 준
암모니아, 아민	20 µg/m ³ 이하
석면	0 fiber/ml 이하
포름알데히드(HCHO)	50 µg/m ³ 이하
일산화탄소(CO)	8 µg/m ³ 이하
분진(PM10)	50 µg/m ³ 이하
라돈	200 Bq/m ³ 이하
스티렌	1 µg/m ³ 이하

<표 5-12> 핀란드 실내공기질 인증등급

항목	단위	등급기준		
		S1	S3	S3
라돈	Bq/m ³	100	100	200
이산화탄소(CO ₂)	ppm	700	900	1200
암모니아, 아민(NH ₃)	μg/m ³	30	30	40
포름알데히드(HCHO)	μg/m ³	30	50	100
VOCs(TVOC)	μg/m ³	200	300	600
일산화탄소(CO)	μg/m ³	2	3	8
오존(O ₃)	μg/m ³	20	50	80
냄새		3	4	5.5
분진(PM10)	μg/m ³	20	40	50

라. 싱가포르

싱가폴은 환경부에서 실내공기질 업무를 관리하고 있으며, 실내공기질관리 지침을 제정하여, CO₂, CO, HCHO 등을 관리하고 있다.

<표 5-13> 싱가포르의 실내공기질 가이드라인

오염물질	CO ₂	CO	HCHO	O ₃	VOC	총세균	부유분진
기준	1000ppm	9ppm	0.1ppm	0.05ppm	3ppm	500cfu/m ³	150μg/m ³

주 : 온도 (22.5-25.5℃), 상대습도(70%), 기류(0.25m/s)

마. 호주

건축물 설계시 실내공기질 관리를 위한 「환기규정」을 정하였으며 환기기준, 측정방법 등을 명시하고 있다. 이와 관련하여 NHMRC(National Health and Medical Research Council)에서 실내공기질 가이드라인을 제시하고 있다.

<표 5-14> 호주의 실내공기질 가이드라인

항목	기준
라돈	연평균 200Bq/m ³ 이하
부유분진	연평균 90B μ g/m ³ 이하
포름알데히드	12ppb이하
VOCs	1시간 평균 TVOC 500 μ g/m ³ 이하 1시간 평균 250 μ g/m ³ 이하
일산화탄소	8시간 평균 9ppm 이하
오존	240ppb이하
이산화황	1시간 평균 700ppb이하
납	3개월 평균 1.5 μ g/m ³ 이하

주: NHMRC(호주 국립보건의학연구센터)에서 제안

참조: <http://www.health.au/nhmrc>

바. 캐나다

작업장 및 주거지의 실내공기질 관리지침에 따라 발암물질과 비발암물질로 구분 관리하고 있으며, 생물학적인 오염원과 기타 먼지, 담배연기 등을 포함한 권고 기준을 설정하고 있다. 또 보건부에서 임상실험, 동물실험 연구결과에 기초하여 권장 기준치를 설정하였다.

<표 5-15> 주거공간의 실내공기질에 대한 노출가이드라인

오염물질	목표 가이드라인
포름알데히드	60 μ g/m ³ 이하
이산화탄소	3,500ppm 이하
일산화탄소	1시간 평균 25ppm 이하
이산화질소	1시간 평균 0.25ppm 이하
오존	1시간 평균 0.15ppm 이하
부유분진	1시간 평균 100 μ g/m ³ 이하
이산화황	5분 평균 0.38ppm 이하
라돈	연평균 800Bq/m ³
습도	여름철 30~80% 겨울철 30~55%

<표 5-16> 주요국가의 실내 공기환경(IAQ) 기준

오염물질	실내환경(Indoor Air)	대기환경(Ambient Air)	작업환경(workplace)
일산화탄소	10ppm(일본 건축법/빌딩위생관리법) 20ppm(일본 학교 위생 기준) 8.6ppm(WHO Europe 8시간 평균) 25ppm(WHO Europe 1시간 평균) 51ppm(WHO Europe 30분 평균) 86ppm(WHO Europe 15분 평균)	9ppm(EPA, 8시간 평균) 35ppm(EPA, 1시간 평균)	50ppm(OSHA, TWA) 50ppm(일본산업위생학회) 10ppm(일본사무소위생기준/노동 안전/위생법)
포름 알데히드	0.1ppm(ASHRAE) 0.08ppm(WHO Europe) 0.1ppm(스웨덴:건축 주거)	-	1ppm(ASHI, TLV TWA) 2ppm(ACGIH, STEL) 2ppm(일본 산업위생학회)
이산화질소	0.21ppm(WHO Europe 1시간 평균) 0.075ppm(WHO Europe 24시간 평균)	0.055ppm(EPA, 1시간 평균)	3ppm(ACGIH, TLV TWA) 5ppm(ACGIH, STEL) 5ppm(일본 산업위생학회)
오존	0.05ppm(ACGIH 8시간 평균) 0.03ppm(뉴질랜드 8시간 평균) 0.08ppm(WHO Europe 8시간 평균) 0.1ppm(WHO Europe 1시간 평균)	0.12ppm(EPA, 1시간 평균) 0.06ppm(일본 대기환경기준 1시간 평균)	0.1ppm(ACGIH, TLV TWA) 0.3ppm(ACGIH, STEL) 0.10ppm(일본 산업위생학회)
라돈	4pCi/ml(EPA/주택) 2.7pCi/ml(WHO) 2.9pCi/ml(스웨덴, 주택)	-	-
이산화황	0.12ppm(WHO/STEL, 1시간) 0.18ppm(WHO/STEL, 15분)	0.03ppm(EPA, 연평균) 0.14ppm(EPA, 24시간 평균) 0.5ppm(EPA, 3시간 평균) 0.04ppm(일본 대기 환경 기준)	2ppm(ACGIH, TLV TWA) 5ppm(ACGIH, STEL) 5ppm(일본 산업위생학회)
부유분진	0.15mg/m ³ (일본 빌딩위생 관리법/건축법) 0.1 0.12mg/m ³ (WHO, 8시간 평균)	0.075mg/m ³ (EPA, 연평균) 0.26mg/m ³ (EPA, 24시간 평균)	0.15mg/m ³ (일본 사무소 위생기준)
이산화탄소	1,000ppm(일본 건축 기준법) 920ppm(WHO Europe) 1,000ppm(ASHRAE)		1,000ppm(일본 사무소 위생 기준) 5,000ppm(OSHA TWA) 5,000ppm(일본 산업 위생학회)
석면	-	0.01f/cc(일본 대기환경)	0.1f/cc(OSHA PEL) 2f/cc(일본 산업위생학회)
VOC	0.2-0.6mg/m ³ (핀란드 FISLAQ)	-	벤젠 10ppm(OSHA TWA) 0ppm(NIOSH TWA) 10ppm(ACGIH TLV) 0.63(EPA) 톨루엔 200ppm(OSHA TWA) 100ppm(NIOSH TWA) 100ppm(ACGIH TLV) 2.1(Europeam WHO) 크실렌 100ppm(OSHA TWA) 100ppm(NIOSH TWA) 100ppm(ACGIH TLV)

자료 : 이윤규, “실내공기환경 관련기준의 국제적 연구동향”, 「건설기술정보」, 1996. 9.

3. 환기(Ventilation) 기준

가. ASHRAE 환기기준

ASHRAE에서는 1973년 ASHRAE Standard 62 1973에서 다양한 거주 조건하에서의 최소환기량과 권장량을 설정한 이후, 흡연구역 및 흡연여부의 판단, 실내오염증가 문제 등 여러 요소에 관한 추가검토 요구에 따라 몇번의 개정작업을 거쳐 에너지소비와 실내오염문제의 적절한 균형을 유지하기 위한 ASHRAE Standard 62 1989를 제시하고 있다.

ASHRAE Standard 62(1989)에서는 전반적인 환기기준을 높이는 대신 흡연시와 비흡연시의 구분을 없애고 일괄적인 환기기준을 제시하면서 흡연라운지와 같이 흡연전용실의 경우에는 다른 실의 3배에 가까운 높은 환기기준(30ml/s인)을 제시하였다. 또한 실용도의 특성에 따라서 필요환기량의 비중을 달리 제시하고 있는데 디스코텍, 바, 칵테일 라운지와 같이 많은 사람이 많이 모이는 곳, 미용실과 같이 화학물질이 빈번하게 사용되는 곳, 병실과 같이 허약자가 거주하는 곳 등의 시설에 높은 환기기준을 제시하고 있으며, 각 실의 예상 최대밀도를 제한하여 그 이상의 과밀실의 경우는 환기기준설정에서 배제하였다.

그러나 건축관련 신자재의 급속한 개발과 사용, 그리고 최첨단의 생활 및 사무기기 등의 사용이 보편화되면서 거주자가 화학물질에 노출되는 기회가 빈번해짐에 따라 점점 더 건물이 실내공기환경에 영향을 미치는 중요한 오염물질의 발생원으로 인식되고 있고, 이를 환기기준에 반영하여야 한다는 의견이 지배적으로 되어가고 있다.

나. AIVC(Air Infiltration & Ventilation Centre)의 오염원에 따른 환기량 기준

AIVC는 1989년 보고서에서 담배연기, 분진, 취기, 습도, 라돈, 연소물질, 유기화합물 등 오염물질 제거를 위한 필요환기량 기준을 <표 5-17>과 같이 정리하고 있다.

<표 5-17> 실내 오염물질 조절방법 및 제거를 위한 최소환기량(AIVC)

실내공기오염물	영향	실내 농도제한	통제수단	최소환기량	대처방안
담배연기	불쾌감, 자극 건강상 위해	건강한 사람의 경우 1 ~ 2ppm의 CO 농도가 불쾌감, 자극을 유발	금연정책 및 흡연구획 설치	담배 1개피당 50 ~ 120㎥ 또는 1인당 8 ~ 20ml/s	가능한 한 흡연 공간의 분리 또는 제한, 허용되었을 경우 적당한 환기 필요
분진	불쾌감, 자극 건강상 위해	75g/㎥	금연정책 및 흡연구획 설치	1인당 17.5ml/s	흡연이 주원인이므로 상기와 동일
體臭 / 臭氣	불쾌감	0.10% CO ₂ (0.15% CO ₄)	-	1인당 8.0ml/s (1인당 3 ~ 4ml/s)	재실자수가 예측가능할 때, 재실자수에 따른 가변환기
습도	건물구조 피해	70% 이하의 상대습도 유지 (충분조건 아님)	주방, 욕실의 환기	약 0.5 ~ 1.0 ach	최소환기량 범위내에서 발생장소의 국부환기
방사성물질 (라돈)	건강상 피해	ALARA의 규정 또는 200 ~ 400/㎥	실내부암(-) 방지, 지층구조 밀폐	적정환기량 설정 안됨	토양으로부터의 라돈유입 방지, 실내부암(-) 방지, 적절한 기계환기
연소시 발생물질	불쾌감, 자극 건강상 위해	WHO 지침	연소기구 배기장치 국부환기 장치	적정환기량 설정 안됨	연소장치의 제거, 국소환기, 적당한 외기유입
휘발성 유기화합물	불쾌감, 자극 건강상 위해	일부 물질에 대한 제한치 설정	발암물질의 제한 및 방출을 제한	확실한 환기량 없음	방출량 제한/금지 건축자재 또는 비품에 대한 조절

자료 : 이윤규, “실내공기환경 관련기준의 국제적 연구동향”, 「건설기술정보」, 1996. 9.

다. 새로운 개념의 환기기준 설정 동향

대부분의 국가가 최소 필요환기량을 1인당 ml/s단위로 표기한 것과는 달리 노르웨이의 경우, 작업환경관련지침(Guidelines relating to the Working Environment Act, Climate and Air Quality in the Workplace)에서는 재실자로부터 발생하는 오염물질과 재실자 이외의 오염원 즉, 건축자재로부터 방출되는 오염물질과 그 외 작업활동이나 장비로부터 요구되는 환기량을 보정하여 최종 환기량을 제시하는 방법을 제안하고 있다.

즉, 재실자에 의한 오염을 제거하기 위하여 1인당 최소환기량(ml/s)과 재실자 이외의 건물이나 가구 등에 의한 오염을 바닥면적(km)당 최소환기량(ml/s)으로 표기하여 합산하는 방법이다. 재실자에 의한 최소환기율은 금연시 작업의 경중에 따라 7 ~ 10ml/sec·人(사무소 경작업의 경우 7ml/sec·km), 흡연시 20ml/s·人으로 재실자 이외의 오염원으로부터 발생하는 오염물질의 제거를 위한 환기율은 일반적으로 공용면적을 포함하는 바닥면적당 0.7ml/sec·km

으로 제시하였다.

또한, 건물자체에 의한 오염의 정도를 세분하여 신축건물의 경우, 처음 1년간은 최소 1.7 ml/sec·km를 권장하고 건물 입주전 2~3주간 고온으로 건물을 난방함으로써 오염물질을 제거하는 기법(bake out)을 적용할 경우는 그 수치가 완화될 수 있음을 명기하고 있다. 하지만 오염물질의 방출과 악취가 심한 자재가 사용되었고, 그 자재들에 대한 평가자료가 없을 경우에는 2.8ml/sec·km까지 건물로부터 요구되는 환기량을 증가시키도록 하고 있다.

이와 같이 건물자체로부터 방출되는 오염물질의 제거를 위한 환기량을 세 단계로 제시한 노르웨이의 예는 최근 재실자보다는 건물자체가 보다 위대한 오염원이 될 수 있다는 의견을 반영하는 환기기준 설정의 새로운 방향을 보여주는 중요한 예라고 할 수 있다. 또한, 기계환기 또는 난방시스템의 고장에 대비하고 예상치 못한 일시적인 오염의 제거를 위해 모든 작업실이나 거실에는 개폐가 가능한 창을 설치할 것을 권장하고 있는 것도 또 다른 특징이라 할 수 있다.

한편, O. P. Fanger(1996)는 개방형 사무공간 형태의 사무소에 대한 각국의 환기기준을 다음의 <표 5-18>과 같이 비교하였다. 이는 일률적인 최소 환기량을 제시하기보다는 건물소유주나 관리자가 실내공기질의 목표를 설정하고 그에 맞는 환기량을 선택하도록 유도하고 있다. 즉 저오염 건물의 설계시에는 법규에서 그에 합당한 주 재실자 만족도 비율에 따른 등급 A 85%, B 80%, C 70% 특혜를 제공함으로써 저오염 건물³⁾의 설계를 권장할 수 있도록 유도하는 것이 주요 특징이다.

<표 5-18> 각국 사무소에서의 필요환기량 (ml/sec.km)

prENV 1752			독일 DIN 1946 최소기준	영국 CIBSEGuide 최소기준	프랑스 French Regul.	노르웨이 NKB NO.61E 최소기준	스칸디나비아 SCANVAC Guidelines	미국 ASHRAE 62-1989 최소기준
등급	저오염 발생건물	발생오염물 미고려 건물						
A	1.7	0.7					3.2	
B	1.2	0.5	1.6	1.3	0.5	1.1		0.7
C	0.7	0.3					1.4	

자료 : 이윤규, “실내공기환경 관련기준의 국제적 연구동향”, 「건설기술정보」, 1996. 9.

3) 저오염 건물이란 건축자재, 마감재, 가구로부터 발생하는 지각오염도가 0.1olf/km(1olf란 표준성인으로 부터 발생하는 공기오염량)보다 적은 건물을 말하며, 유럽의 56개 사무소 건물에 대한 조사결과에 의하면 약 20%의 건물이 이에 속하는 것으로 나타났다.

4. 휘발성유기화합물(VOCs) 관리 기준

가. 미국

환경문제 중 실내공기질 문제를 VOCs와 함께 최우선순위로 취급하여 실내오염에 대한 연구를 중점적으로 추진하고 있다. 실내공기 중에서 검출되는 VOCs는 인체에 유해한 벤젠 등의 방향족탄화수소, 알데히드, 비닐클로라이드나 카본테트라클로라이드 등의 할로겐화탄화수소 등이 있으며, 일반 환경에서의 농도는 매우 낮거나 검출한계 이하로 존재한다고 알려져 있다.

나. 호주

실내공기 중 총 VOC에 대한 기준으로서 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 제안된바 있으나 총 VOC에 대한 정문제로 인해 아직은 기준설정이 이루어지고 있지는 않고 있다. 호주의 경우에는 국립 보건 의학 연구원에서 총 VOC의 농도를 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 설정해 두었으며, 총 VOC 농도중 특정 개별 VOCs의 농도가 50%이상을 차지하는 경우가 없도록 권장하고 있다.

다. 영국

영국의 경우는 벽면의 단열재로 많이 사용하는 UFFI에서 발생하는 독성가스의 유입이나 지표면으로부터 유입되는 물질들을 사전에 차단하기 위해서 건물규제법에서 이에 대한 사항을 포함하고 있다. 또 다른 제어방법으로 석면과 같은 유해물질의 사용자체를 제한하기도 한다. 합판이나 단열재와 같이 포름알데히드를 포함한 경우는 포름알데히드의 함량을 조절하거나 UFFI의 사용절차를 제한하는 보완적인 방법이 부수적으로 마련되어 있다. 이러한 기준들은 발생원에서 배출되는 포름알데히드가 건물내 주어진 작업공간으로 유입되는 양을 제한할 목적으로 사용되고 있다.

라. 유럽 표준화기구(European Standard Organization)

산하운영회를 통해 건물의 재료에서 오염물질의 방출율을 측정하기 위한 기준안을 마련중에 있으며, 각종재료들이 독성물질을 배출하지 않도록 보건, 위생, 환경적인 측면에서 주안점

을 두고 있는 것으로 알려져있다. 독일에서는 유해물질에 관한 법규에서 목재로 만들어진 재료로부터 포름알데히드의 배출량을 측정할때에는 반드시 챔버테스트(허용치 0.1ppm 수준)를 실시하도록 규정하고 있다. 미국이나 덴마크는 바닥장식재에 대해 챔버테스트를 실시하고 결과를 이용하여 총 VOC와 톨루엔, 4-phenylcyclohexene 등 VOCs의 배출량을 감소하기 위해 제조업자가 자체적인 기준을 마련하여 적용하고 있다.

마. 덴마크·핀란드

건축자재로 인한 실내공기의 오염을 막기 위해 냄새를 유발하거나 보건상 유해한 VOCs의 방출율에 관한 정보를 건축가나 건물관리자가 건물내의 허용농도를 유지하기 위하여 어떤재료를 사용해야 하는가를 결정하는 요소로 매우 중요하게 이용하고 있다. 최근에는 건물내부의 공기의 유동을 고려하여 오염물질 농도분포를 예측하기 위하여 컴퓨터 모델도 계속 개발되고 있으며, 건물의 실내표면에 의해서 오염물질이 흡착되었다가 다시 방출되는 과정까지 고려한 모델도 개발되고 있는 실정이다.

그러나 국내의 실내공기중의 VOCs에 대한 관리와 규제, 시험 방법 등에 대한 법적규제는 아직까지 확립되어 있지 않는 상태이다. 인체에 많은 영향을 주는 VOCs를 비롯하여 여러 유해화학물질에 대한 법적 규제와 규제를 위한 가이드라인의 설정, 실험의 공정성을 위한 공정실험방법의 확립 등 기반조성이 시급하다.

<표 5-19> VOCs의 기준(WHO)

VOC의 종류	농도(mg/m ³)
알칸	0.1
방향족탄화수소	0.05
델펜	0.03
하이드로카본	0.03
에스텔	0.02
알데히드-케톤	0.02
기타	0.05
합계(총 VOC)	0.3

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 2003. 1.

일반적으로 VOCs 중에서 가장 대표적이라고 할 수 있는 물질은 BTEX(Benzene, Toluene, Ethyl benzene, Xylene)에 대한 기준은 나라 및 기관에 따라 다소 상이한 것이 특징적이다.

<표 5-20> 세계 각국의 BTEX 기준

ORGANIZATION	benzene	toluene
MSHA (Mine Safety and Health Administration) Standard	25ppm (80mg/m ³), 피부질환	TWA 100ppm (375mg/m ³)
OSHA (Occupational Safety and Health Administration) Permissible Exposure Limit (General Industry, Construction, Shipyards, Federal Contractors)	Code of Federal Regulations (CFR) 29,1926.1128	TWA 200ppm (750mg/m ³)
AUSTRALIA (Occupational)	TWA 5ppm (16mg/m ³), 발암성 물질	TWA 100ppm (375mg/m ³) ST 150ppm
AUSTRIA (Occupational)	피부질환, 발암성 물질	TWA 100ppm (380mg/m ³)
DENMARK (Occupational)	TWA 5ppm (16mg/m ³), 피부질환	TWA 35ppm (130mg/m ³), 피부질환
FRANCE (Occupational)	TWA 5ppm (16mg/m ³), 발암성물질	TWA 100ppm (375mg/m ³) ST 150ppm (550mg/m ³)
GERMANY (Occupational)	피부질환, 발암성 물질	TWA 50ppm (190mg/m ³)
JAPAN (Occupational)	TWA 10ppm (30mg/m ³), 발암성 물질	TWA 50ppm (188mg/m ³)
NETHERLAND (Occupational)	TWA 10ppm (30mg/m ³), 발암성 물질, 피부질환	TWA 40ppm (150mg/m ³)
NORWAY (Occupational)	TWA 1ppm (3mg/m ³)	TWA 25ppm (94mg/m ³)
SWITZERLAND (Occupational)	1ppm (3.2mg/m ³), 피부질환, 발암성 물질	50ppm (190mg/m ³)
UNITED KINGDOM (Occupational)	TWA 10ppm (30mg/m ³)	TWA 100ppm (375mg/m ³) ST 150ppm
MSHA (Mine Safety and Health Administration) Standard	TWA 100ppm (435mg/m ³)	TWA 100ppm (440mg/m ³)
OSHA (Occupational Safety and Health Administration) Permissible Exposure Limit (General Industry, Construction, Shipyards, Federal Contractors)	8-TWA 100ppm (435mg/m ³)	8-TWA 100ppm (435mg/m ³)
ARGENTINA, BULGARIA, COLOMBIA, JORDAN, KOREA, NEW ZEALAND, SINGAPORE, VIETNAM (Occupational)	ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) Threshold Limit Value TWA 0.5ppm ST 2.5ppm (15mg/m ³)	ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) Threshold Limit Value TWA 50ppm (피부질환)

(<표 5-20> 계속) 세계 각국의 BTEX 기준

ORGANIZATION	benzene	toluene
AUSTRALIA (Occupational)	TWA 100ppm (435mg/m ³) ST 125ppm	-
AUSTRIA (Occupational)	TWA 100ppm (440mg/m ³)	TWA 100ppm (440mg/m ³)
DENMARK (Occupational)	TWA 50ppm (217mg/m ³)	TWA 35ppm (150mg/m ³), 피부질환
FRANCE (Occupational)	TWA 100ppm (435mg/m ³)	TWA 100ppm (435mg/m ³) ST 150ppm (650mg/m ³)
GERMANY (Occupational)	TWA 100ppm (440mg/m ³), 피부질환	
JAPAN (Occupational)	TWA 100ppm (430mg/m ³)	TWA 100ppm (430mg/m ³)
NETHERLAND (Occupational)		TWA 50ppm (210mg/m ³), 피부질환
NORWAY (Occupational)	TWA 50ppm (220mg/m ³)	TWA 25ppm (108mg/m ³) (P-Xylene 예외)
SWITZERLAND (Occupational)	100ppm (435mg/m ³), 피부질환	100ppm (435mg/m ³)
UNITED KINGDOM (Occupational)	TWA 100ppm (435mg/m ³)	-
ARGENTINA, BULGARIA, COLOMBIA, JORDAN, KOREA, NEW ZEALAND, SINGAPORE, VIETNAM (Occupational)	ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) Threshold Limit Value TWA 100ppm ST 125ppm	-

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 2003. 1.

제 3 절 실내 공기질 유지전략 및 관련대책

1. 환경 라벨링

실내환경인증제도는 쾌적한 실내환경의 유지와 재실자의 건강증진 뿐만 아니라 하나의 통합적인 실내공기질 방안을 마련한다는 측면에서 매우 중요하다.

또한, 실내공기중 VOCs에 대한 공정하고 정확한 평가를 위하여 공정시험법의 확립이 필요하며, 규제물질의 설정을 위해서는 현행되고 있는 국내의 실내오염 규제물질과 각종 유해

화학물질에 대한 고찰을 통해 평가항목을 결정하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 평가기준의 확립을 위해서는 실내 거주자들에게 미칠 수 있는 영향을 최소화하기 위하여 각각의 물질에 대한 기준치와 권고치의 확립이 필요하다.

그리고 무엇보다도 실내환경인증제도의 올바른 정착을 위해서는 정책과 제도적인 측면에서 현행정부의 환경표지 제품을 생산하는 기업에 대해 정부의 지원, 환경표지 인증제품의 우선구매, 환경표지제도의 홍보, 기술지원 등 정부의 일괄적이고 총괄적인 정책이 밑받침되어야 할 것이다.

실내환경인증제도의 확립에 따른 기대효과로는 실내거주자들의 건강유지 및 향상과 실내 환경 정보의 D/B를 통한 VOCs의 효율적인 관리, 적절한 평가기법의 개발에 따른 지속적인 실내공기오염 예방대책 수립 등의 효과가 있을 것으로 판단된다.

<표 5-21> 환경라벨링 제도의 유형(ISO 규격)

일반적 명칭	ISO 규격	규격의 개요
환경표지 (제1유형)	ISO 14024	제품의 환경성기준 및 품질기준을 설정하고 동기준에 합당한 경우 환경표지 사용을 인증하는 제도 ·동일 제품군중에서 환경성과 품질등이 탁월한 상품에 대하여 환경 표지 사용을 인증하는 방법이며, 기준은 통상적으로 상위 20% 정도(Leading Group)의 선택성을 유지함
환경성 자기주장 (제2유형)	ISO 14021	제품의 생산자가 자체적으로 제품의 환경성에 대한 주장을 할 수 있는 방법, 조건등을 정하는 제도 ·생산자의 구분별한 환경성주장에 따른 소비자 기만행위 및 혼란등의 예방을 위하여 제품의 환경적특성 주장방법, 조건등을 정함(예:프레온가스를 사용하지 않는 제품의 경우 “오존층보호“라는 제품의 환경성 주장 조건,방법)
환경 성적표지 (제3유형)	ISO 14025	제품에 대한 전과정평가(LCA)를 토대로 제품의 환경성을 계량적으로 분석하고 그 계량적표지(데이터)를 인증하는 제도 ·제품의 이용자에게 제품에 대한 환경성정보를 정확하게 제공함으로써 이용자의 환경적 수요에 맞는 제품의 소비/이용을 유도 ·제품 생산으로 인한 환경영향을 계량화 함으로써 장기적으로 생산단계에서의 계량적 환경 관리체계 구축 유도

자료 : 환경부, 「환경백서」, 2003.

가. 영국 BREEAM

BREEAM(Building Research Establishment Environment Assessmet Method)은 건물의 환경영향을 평가하기 위해 영국의 BRE에서 1990년 공공분야, 건설업자와 컨설턴트

와 협력하여 개발한 환경성능 인증제도이다. BREEAM이 개발되기 전에도 에너지 사용 또는 재료의 환경성능을 평가하는 기존의 다른 인증시스템들이 사용되고 있었다. 그러나 동 제도는 건물의 종합적인 환경영향을 평가한다는 측면에서 최초의 완성된 형태의 환경성능평가 시스템이다. BREEAM은 영국의 신축 및 기존 사무소건물, 상점, 공장과 주택 등의 건물에 폭넓게 활용되고 있으며 현재 국제적으로도 널리 보급되고 있다.

BREEAM에는 건물의 환경성능에 입각해서 지구환경 및 자원의 이용, 주변환경과의 친화도, 실내환경의 질과 같은 환경요소들을 다루고 있다. BREEAM은 환경적 목표달성을 위해 등급점수제로 시행되고 있으며, 평가결과를 건물에 전시하거나 공적인 목적을 위해 사용할 수 있도록 인증서를 발급한다. 건물의 용도별로 요약된 성능결과는 적절(fair), 양호(good), 매우 양호(very good), 우수(excellent)와 같은 단순등급으로서 표현된다.

최근에는 평가항목을 4개 분류시스템에서 9개 분류시스템으로 확장보완한 BREEAM 98을 운영하기 시작하고 있다. 현재 영국에서는 신축건물의 약 1/3이 BREEAM에 의해 환경성능을 인증받고 있다.

실내환경에 대한 평가항목으로는 유해물질 가운데 포름알데히드의 방출, 우레아폼 단열재의 사용제한과 파티클보드, 섬유판보드 사용시 관련기준에 적합해야 한다. 또한, 납을 함유한 페인트를 사용하지 않아야 하고 사용되는 목재에 대해서는 방부재 첨가시 관련기준에 따라야 한다.

나. 미국

(1) LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)

미국 그린빌딩협의회(USGBC)에서 시행하고 있는 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) 그린빌딩 인증제도는 현재까지 입증된 환경평가기술을 토대로 건물전체의 관점에서 환경성능을 평가하고 건축시장을 활성화시키기 위한 환경성능평가제도이다. 기존의 다른 평가제도와는 달리 LEED 그린빌딩평가제도의 개발과정은 제조업자, 환경단체, 건축주, 설비회사, 주정부, 연구기관, 전문단체 및 대학 등 건축산업의 모든 분야에서 참여하였으며 일반인에 대한 검토과정을 거치는 등의 공개과정을 통해 이루어졌다.

LEED 그린빌딩평가제도는 신축 및 기존의 사무소, 호텔 등의 상업용 건물, 교육용 건물, 그리고 고층공동주택을 평가하기 위해 마련된 자기인증시스템으로, LEED그린빌딩 평가법 역시 등급점수제이며, 평가항목중 저유기화합물재료(접착제, 건축용실링재, 페인트 및 코킹

제)에 대한 사항이 있다.

LEED 그린빌딩 평가법은 성능의 달성도에 따라 총 44점과 추가로 4점의 보너스점수를 받을 수 있으며 인증은 <표 5-23>의 4종류로 구성되어 있다.

<표 5-22> USGBC의 그린빌딩 인증을 위한 기술적 조치 내용 (총배점 : 64 + Bonus 5)

항목	평가내용
지속가능한 부지계획 (14)	필수 전제 : ① 침식 및 퇴적 관리
	부지선정(1) 도시 재개발(1) 황무지 재개발(1) 대체 교통(4) 부지 장애저감(2) 호우 관리(2) 열섬 방지대책(2) 빛으로 인한 오염의 저감(1)
수자원 효율 (5)	물의 효율적 사용에 의한 조경(2) 혁신적인 폐수처리 기술(1) 물 사용 저감(2)
에너지 및 대기 (17)	필수 전제 : ② 빌딩 커미셔닝 시행, ③ 최저 에너지성 능기준 만족, ④ 공조기기의 CFC 사용 감소
	에너지 성능의 최적화(10) 재생에너지(3) 추가적 빌딩 커미셔닝(1) HCFCs, and Halons 불사용(1) 측정 및 검증(1) 친환경적 발전(1)
재료 및 자원 (13)	필수 전제 : ⑤ 재활용 가능 폐기물 저장 및 수거
	건물 재사용(3) 건축폐기물관리(2) 자원 재사용(2), 재활용 자재 사용(2) 지역 생산 재료(2) 급속 재생가능 재료(1) 공인된 목재(1)
IEQ (15)	필수 전제 : ⑥ IAQ 최저기준 만족, ⑦ 담배연기의 환 경적 제어
	CO ₂ 감시시스템(1) 환기효과 증대(1) 시공중 IAQ관리 계획(2) 저 VOCs발산 재료 사용(4) 실내 화학재 및 오염원의 제어(1) 시스템의 제어가능 여부(2) 열 적 쾌적성(2) 자연광 이용과 조망(2)
혁신 및 설계과정 (+5)	혁신적인 기술(+4) LEEDTM 인증 설계자 참여(+1)

참조 : http://www.greenbuilding.or.kr/information/green_04_1.htm

<표 5-23> LEED 인증 등급

인증 등급	달성도
LEED Building 플래티넘	81% (36점)을 획득한 건물
LEED Building 골드	71-80%(31-35점)을 획득한 건물
LEED Building 실버	61-70%(27-30점)을 획득한 건물
LEED Building 브론즈	50-60%(22-26점)을 획득한 건물

참조 : http://www.greenbuilding.or.kr/information/green_04_1.htm

또한 그린빌딩위원회에서는 그 해에 가장 높은 점수를 획득한 건물에 대하여 “올해의 그린빌딩”상을 제공하고 있다. 이 평가법은 보다 정확한 기준에 의거하여 평가가 이루어질 수 있도록 하기 위해 매 3년마다 기준을 개정하도록 명시되어있다. 인정된 모든 건물들은 평가 시스템의 프로그램 조정판에 의해 검토 및 확인과정을 거치게 된다. 인증서의 유효기간은 5년으로 인증기간동안 건물의 광고나 선전용으로 활용될 수 있으며, 5년이 지난 후에 시설의 운용과 관리측면에 대한 평가를 받기 위해 인증프로그램에 따라 재신청을 하여야 한다. 건설업자와 개발업자는 LEED 인증을 받음으로서 “LEEDTM”라는 로고를 사용하여 건축물의 상품가치를 차별화 시킬 수 있다.

(2) Austin Green Building Program

Austin Green Building Program은 미국 텍사스주의 Austin시가 1985년부터 시행해 왔던 Austin Energy Star Program을 확장, 보완하여 1993년부터 Austin 전기회사와 공동으로 추진하고 있는 일종의 건물환경성능 인증제도이다. 이 제도는 건물의 에너지효율, 수자원절약, 자재절약, 재실자의 건강과 안전, 지역환경과의 조화 등 5개 영역에 대해 Austin 시에서 정한 친환경지침(green guidelines)에 따라 환경성능을 평가한 후 1개에서 5개까지의 별(star)로 표시되는 환경성능 등급을 발급하고 있다.

동 제도는 Green Builder Program과 연계되어 설계자나 건설업자가 Austin시의 Green Builder로 등록되어 있는 경우에 성능평가가 가능하게 함으로써 건축전문가들이 환경친화적 설계를 의무적으로 해야하는 조건을 규정하고 있다.

Austin Green Building Program은 단독주택, 공공건물, 상업용 건물 및 공동주택을 대상으로 시행되고 있으며, 매년 수자원절약, 수질보전, 에너지절약, 폐기물관리 및 토지이용

분야 등에서 가장 성능이 우수한 건물을 선정하여 BEST(Businesses for an Environmentally Sustainable Tomorrow) 상을 수여하고 이들을 각종 매체를 통해 적극 홍보하고 있다.

(3) Scottsdale Green Building Program

미국 Arizona 주의 Scottsdale시는 환경친화적 도시의 건설을 추구하고자 하는 목표아래 건축물의 허가조건에 환경친화조항을 처음으로 도입함으로써 친환경설계를 의무화한 지방자치단체의 하나이다. 1999년부터 시행된 이 제도는 우선 단독주택의 허가에 적용되고 있으며 앞으로 다른 건물유형으로 확대될 예정이다.

Scottsdale Green Building Program은 환경친화적 건축의 내용을 크게 18개 분야로 분류한후 이를 다시 176개의 항목으로 나누고 있다. 각각의 항목은 중요도에 따라 1점에서 4점 사이의 점수를 갖고 있으며 모든 항목의 점수의 총합은 256점이다. 설계자나 건축주는 건축허가시 환경성능평가표(Rating Sheet)를 시 당국에 제출해야 한다.

환경성능을 인증받기 위해서는 18개의 분야에서 각각 필요한 최소점수를 받아야 하며 이때 최소점수의 합은 63점이 된다. 만일 어떤 한 분야에서 최소점수를 확보하지 못할 경우에는 다른 분야에서 최소점수 이상을 받아 적어도 합계점수 75점 이상을 받아야 건축허가 조건을 충족하게 된다. Scottsdale Green Building Program은 내용이 단순하고 검토가 용이하며 조건을 충족하기가 비교적 쉽기 때문에 현재 이를 적용하는데 거의 문제점이 없으며, 연차적으로 내용을 보완하고 필요점수를 상향조절하여 신축건물의 환경친화성을 강화할 예정이다.

(4) Santa Monica시 건축조례

미국 캘리포니아주 산타모니카 시에서는 건축설계자와 건설업자 및 건축주들에게 필요한 “그린빌딩의 설계 및 건설을 위한 가이드라인 (Green Buildings Design & Construction Guidelines)을 제정하고, 이 가이드라인에 근거하여 건축조례를 시행하고 있다.

이 건축조례는 에너지/자원절약을 위한 방안으로 대지와 형태(siting and form), 조경(landscape), 교통(transportation), 외피와 공간계획(envelope and space planning), 건축자재(materials), 급배수위생설비(water systems), 전기설비(electrical systems), HVAC시스템(HVAC systems), 제어시스템(control systems), 공사관리(construction

management), 코미쇼닝(commissioning) 등 11개 분야에 대해 23개의 필수항목(Required Practices)을 채택하여야만 건축허가를 얻을 수 있게 하고 있다.

이와 함께 75개의 권장항목(Recommended Practices)을 설정하여 건축설계 단계에서 반영하도록 유도하고 있다. 이와 동시에 건축 허가시에는 건물의 에너지성능을 판단할 수 있도록 DOE2에 의한 컴퓨터 시뮬레이션의 결과를 보고서로 제출할 것을 규정(Title 24 regulation)으로 정하고 있으며, 이와 같은 법적 제도는 모든 유형의 건물에 적용되도록 하고 있다.

(5) ASHRAE의 성능검증

북미의 정부기관과 민간 컨설턴트 회사는 IAQ 문제의 원인 구명과 저감화 대책을 위한 광범위한 조사를 개시하였다. <표 5-24>에는 미국 노동안전위생연구소(NIOSH, Crandell, 1987)에 의해 정리된 sick building 증후군의 제반 원인이 제시되어 있다. 양 기관에 의한 분석 의견은 매우 유사하다. 양방 조사의 52%에 있어서 부적절한 환기(예를 들면, 공기분포의 불완전, 부적절한 신선 외기 도입, 온도제어의 불완전 등)가 원인으로 인정되었다. 12 ~ 16%의 IAQ 문제는 담배연기와 복사기를 포함하는 실내 발생성 오염물질에 의하고 있었다. 9 ~ 10%는 외부로부터의 침입(예를 들면 자동차의 배기가스의 침입)에 관계하고 있었다. 기타 원인으로는 마감재와 건재로부터의 오염발생(2 ~ 4%), 미생물 오염문제(0.5 ~ 5%) 등이 있었다. 12 ~ 24%의 IAQ 문제는 원인이 불분명한 것으로 추정되고 있다.

이와 같은 분석은 민간 조사에서도 동일한 결과를 얻고 있었다. Collet 등(1989), Robertson(1988)과 Rask 등(1990)은 HVAC 관련 설비불량이 IAQ 문제의 가장 주요한 원인이라는 의견을 확보하고 있다.

<표5-24> 북미 정부기관에 의한 문제 빌딩의 조사결과

문제의 유형	NIOSH(484 빌딩) Crandell, 1987)		HWC(1362 빌딩) Kirkbride, 1990	
	수	%	수	%
부적절한 환기	252	52	710	52
실내오염	77	16	165	12
옥외 오염	48	10	125	9
건재	20	4	27	2
생물오염	26	5	6	0.4
문제 없음	61	12	329	24

ASHRAE의 지침에는 성능검증이란 “설계, 시공 및 준공 후 최저 1년간의 운전기간에 대하여 컨셉을 달성하고, 확인하여 문서화하는 과정” 이라고 정의하고 있다.

ASHRAE의 지침은 프로젝트의 각 단계 있어서 HVAC의 commissioning 과정에 관한 순서를 다음과 같이 확립하였다.

1) 기획단계 2) 설계단계 3) 시공단계 4) 인수단계 5) 인수 후 단계

① 기획단계

- HVAC의 설계 기본이 된 기획대상 빌딩의 거주자의 활동·밀도·배치를 교열한다. 주방, 휴게소, 흡연실, 회의실 등의 특별한 용도의 방에 주의를 기울여야 한다. 적절한 기준이 있으면 참조해야 한다.
- 건물부지 근처에 있는 외기의 주요 오염발생원, 예를 들면 인접건물의 배기구와 냉각탑, 기존과 계획되어 있는 주차장 등을 특정한다. 탁월 풍향도 고려되어야 한다. 이것에는 건물과 상호작용을 갖게 될 토양과 지하수에 관한 평가를 포함할 것이다.
- 기지의 실내공기 오염원으로부터 통상적으로 이송공기를 이용, 국소배기의 필요성을 확인한다.

② 설계단계

- 카펫, 플로팅, 포류(布類), 접착제, 벽장재, 칸막이벽, 천장재, 단열·내화재, 창이 목지(目地), 벽재, 바닥재, 페인트와 니스의 사용상황 등의 계약서에서 지정된 제품으로 실내 오염을 일으킬 위험이 있는 것에 대해서는 제조사의 안전정보를 체크한다.

- 제조사에게 발생강도를 최소한으로 하는 양생, 건조, 통기 등의 방법에 관한 정보를 제공하도록 청구한다. 제조사에게는 이하와 같은 질문이 가능하다고 사료된다.
- 제조사는 그 제품으로부터 제조후 발생하는 휘발성 유기화합물에 대해서 어느 정도 정보를 가지고 있는가. 그 제품에 라벨링되어 있는 화학물질은 무엇인가?
- 제품의 제조와 설치의 양 단계에서의 처리에 있어서 그 제품으로부터의 발생량을 저감하기 위해 건물내에 장착되기 전에 어느정도 대책이 취해져 있는가?
- 건물에의 장착 전에 제조사가 제품을 폭기하는 것이 가능한가. 만약 그렇다면 어느 정도의 시간과 어떠한 조건에서 행하는 것인가
- 벽과 카펫에의 접착, 페인트와 니스 등의 찰제로서 이용하는 접착제를 위한 사용 매뉴얼을 체크하여 적절한 사용법으로 최저의 사용량으로 하도록 한다.
- 설계도사가 공기의 질과 온열환경에 관한 법적 기준에 합치하는지를 체크한다.
- 공사중과 사용 개시 시점에서의 가설적인 환기와 공기여과에 관한 사양을 설계도서에서 체크한다.
- 상정된 운전모드와 예상되는 최저 및 최고 외기온, 극한적인 외계 상태하에서의 환기회수와 온습도 제어에 대해서는 특별한 배려를 기울여야 한다.
- cross contamination의 관점에서 공기 취입구와 배기구와의 위치관계를 또한 차고, 집하장, 냉각탑 등의 국소적인 오염발생원과의 접근 상태에 대해 체크한다.
- HVAC 설계의 환기효율이라고 하는 관점에서 사무실의 칸막이벽의 형상을 체크한다.
- 기지의 실내오염원에 대한 보조 환기시스템이 준비되어 있는가를 체크한다.
- 공기여과장치의 타입, 설계, 여재, 환기시스템중의 설치위치 등을 체크한다. 이는 외계 조건과 바람직한 실내 오염농도에 의거한 공기정화 시스템의 도입과 연동해야 한다.
- HVAC 재료 사양을 풍화, 부식, 미생물 오염에의 내구성에 의거하여 체크한다.
- free water가 가능하다는 것을 지키고, 미생물 오염을 최저화하기 위해 급기시스템 중의 드렌펀, 물방울 제거용 버플판, 이슬 제거장치, 냉각탑 등의 장치설계가 적절한지 여부를 체크한다.
- 에어 핸들링 장치의 각 챔버에 설치되는 출입구 문과 점검구의 이용성을 확인한다. 에어 핸들링 장치의 점검문은 응축수 pan과 가습수 탱크를 청소하는데 적당한지 여부도 확인한다.

- 공조 시스템의 단열재 사양과 설치장소가 미생물 오염을 유발하지 않도록 되어 있는가를 체크한다.

③ 시공단계

- 에어 핸들링 장치 중 자유수를 처리하기 위해 응축수 pan과 가습장치 등의 시스템 요소를 체크한다.
- 장래, 청소와 관리가 요구되는 급기시스템의 중요부분 모두가 점검 가능한지를 확인하도록 한다.
- HVAC 단열재의 장착이 모두 적절하고 동시에 정성스럽게 시공되어 있는가를 확인한다. 과 운전시간을 증강하거나 임시로 프리필터와 unit cooler, 필터 unit, 제거가능한 창을 설치하거나 할 필요가 있을지도 모른다.
- 실내 마감시와 같은 공사중에 임시로 설치된 환기와 공기정화장치에 대해서 확인한다.
- 건설중에 완성 부분이 부분적으로 사용되기 시작하는 경우에는 거주 부분이 공사중의 장소로부터 격리된 형태로 HVAC 시스템의 운전이 행해져야 한다. 예를 들면 거주부분을 정압으로 하여 환기를 공사중의 부분으로부터 직접 외기로 확산시켜 버림으로써 달성된다.

④ 인수단계

- 모든 HVAC 내부와 필터가 청정하고 운전준비가 되어 있는가를 조사한다.
- 가습제어기 등 고인 물을 이용하는 에어 핸들링 장치내의 퍼츠의 작동을 시험하고 확인하여 그 유효성을 확인한다. 빌딩 내 특히 외기 도입구 근처의 배수는 주의 깊게 확인해야 한다.
- 이용된 재료와 기기는 사양대로 있을 것, 대체품이 사용된 경우는 그 정보가 적절히 제시되어 있는가를 확인한다.
- 모든 단열재가 완벽하고 적절히 장착되어 있는지를 조사한다.
- 시험조정 보고서를 조사하여 설계의도와 비교한다. 환기 회수와 온습도 제어를 선택하여 체크할 것을 권장한다.
- 적합한 규격과 기준에 따라 공기의 질을 시험한다.

- 모든 시스템의 운전관리 매뉴얼이 완비되어 있는가를 확인한다.

⑤ 인수 후 단계

- 인수 중과 인수 직후에 일시적으로 행하는 환기 스케줄과 환기회수에 대하여 확인한다.
- 적합한 기준과 비교하여 성능검증 후의 실내 공기의 질을 조사하기 위한 계획을 체크한다.
- 정기적으로 운전중인 IAQ 검사를 행한다. 이것에는 건물의 거주상황과 사용상황의 정보를 포함한다.

다. 캐나다

(1) BEPAC

캐나다의 BEPAC(Building Environmental Performance Assesment Criteria System)는 신축 및 기존사무소 건물의 환경성능을 평가하기 위해 마련한 종합 평가법이다. BEPAC는 크게 건물설계, 임대와 건물의 유지관리분야로 구분된다. 각 분야별로 오존층의 보호, 에너지의 환경적 영향, 실내환경의 질, 자원의 보전, 대지 및 교통기관 등의 환경문제에 관련된 내용을 포괄적으로 다루고 있으며 설계자와 관리자를 위해 평가기준들이 체계적으로 기술되어 있다.

(2) GBTool

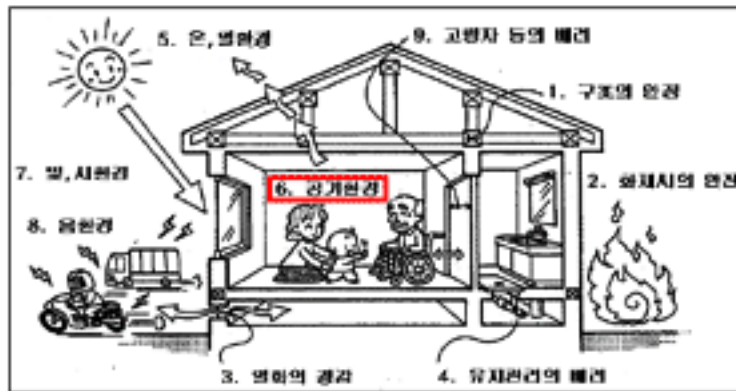
GBTool은 캐나다를 중심으로 19개국에 참여하고 있는 민간 콘소시엄인 GBC(Green Building Challenge)에서 개발하여 1998년 GBC 세계대회에서 제시한 건축물의 환경성능 평가 도구이다. GBTool은 BREEAM으로 대표되는 1세대 환경성능평가방식이 직접적인 환경의 이슈만을 다룬 데 반하여 보다 넓은 일련의 고려사항, 즉 적응성(Adaptability), 제어성(Controllability) 등과 같이 직접적 혹은 간접적으로 자원 소비 또는 환경부하에 영향을 주는 기타 중요한 성능 이슈를 포괄할 수 있도록 확대되었다.

GBTool은 사무소건물, 학교건물 및 공동주택 등 3가지 건물유형을 대상으로 하며, Computer Program으로 개발되어 쉽게 보급되도록 하고 있다.

라. 일본의 주택성능표시 제도

주택 및 건축물의 생산으로부터 사후유지관리까지 일련의 품질이 확보되도록 건축물의 품질과 성능에 대한 새로운 성능지표와 제도로써 소비자가 주택의 품질과 성능을 판단하기 쉽게 정보를 제공하도록 「주택품질확보촉진에관한법률」에 기초하여 주택의 현황, 성능에 대하여 전문가와 객관적으로 검사, 평가하도록 하는 「주택성능표시제도」를 시행하고 있다.

주택성능표시제도의 이미지는 <그림 5-2>에 나타난 바와 같으며, 평가하는 성능구분으로는 9개로 구분하고, 성능평가항목은 총 29개 항목으로 구분하고 있다.



자료 : 김식 외, “일본의 주택성능표시제도 개요와 현황”, 「대한건축학회지」, 2003. 7

<그림 5-2> 주택성능표시제도의 각 항목별 성능 이미지

「공기환경에 관한 것」은 화학물질에 의한 건강환경, 실내공기의 오염 등에 관심이 고조되고 있는 것에 대응한 것으로, 포름알데히드 대책으로서 내장재의 표시를 행하고 있다. 내장재가 특정목질건재⁴⁾인 경우에는 오염물질 확산등급이 표시되어 있다. 또한 환기대책에 대해서는 등급에 의한 표시가 아닌, 계획환기의 유무 또는 부엌, 욕실, 화장실에는 기계환기설비와 창이 있는가 등을 체크하도록 한다.

4) 특정목질건재: 파티클보드, MDF, 합판, 구조용판넬, 복합플로링, 집성재, 단판적층재등을 의미함.

<표 5-25> 포름알데히드 확산등급

구분	JIS (일본공업규격)	JAS (일본농림규격)	포름알데히드 확산량
등급 4	E0	Fc0	0.5mg/ℓ 이하
등급 3	E1	Fc1	1.5 mg/ℓ 이하
등급 2	E2	Fc2	5.0 mg/ℓ 이하

자료 : 김식 외, 일본의 주택성능표시제도 개요와 현황, 「대한건축학회지」, 2003. 7

<표 5-25>의 포름알데히드 확산량은 특정 조건의 건조실에서 일정량의 시료를 24시간 방치하여, 건조실내의 증류수에 흡수된 농도를 측정한 것으로 주택실내에서의 농도와는 개념을 달리한다.

1) 포름알데히드에 대한 대책(내장)

거실의 내장재로부터 포름알데히드의 확산량을 적게 하는 대책은 「제재 등(및 단층플로링을 포함을 사용한다」, 「측정목질건재(파티클보드, MDF, 합판, 구조용판넬, 복합플로링, 집성재 또는 단판적층재)를 사용한다」, 「기타의 건재를 사용한다」의 중에서 선택한다.

「특정목질건재」를 선택한 경우, 이하의 포름알데히드 확산 등급을 특정목질건재의 각 건재로 기입한다.

2) 전체환기 대책

주택전반에 필요한 환기량을 확보하기 위해 가능한 대책으로는 「일정의 환기량을 확보하기 위한 통상의 기계환기」, 「일정의 환기량을 확보하기 위한 통상의 자연환기」, 「기타」 중에서 선택한다.

3) 국소환기설비

환기상 중요한 화장실, 욕실 및 부엌의 환기를 위한 설비환기를 위한 설비를 화장실, 욕실, 부엌 등 각각에 대하여 「기계환기설비」, 「환기가 가능한 창」, 「없음」 중에서 선택한다.



주 : 기존주택은 설계과정이 없기 때문에 설계주택성능평가서는 없음
 자료 : 김식 외, 일본의 주택성능표시제도 개요와 현황, 대한건축학회지, 2003. 7.

<그림 5-3> 주택성능평가 마크

2. 건축자재 품질인증 제도

유럽공동체(EC)와 핀란드에서는 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내 환경, 마감재료에 대한 분류규정을 제정하여 설계지침으로 활용하고 있다. 이러한 추세에 의해 앞으로는 건축자재에 대한 오염물질의 방출특성이 매우 중요한 사항으로 부각될 것이며, 무공해(Non-Toxic) 건축자재의 활용이 확대되고 건축계획 및 시공과정에서의 건축자재선택의 기준으로 활용될 것으로 예측된다.

가. SCANVAC(스칸디나비아 국가)

스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크의 연합체로 구성된 HVAC, 에너지, 건축환경, 의학 등을 전문으로 하는 학회인 SCANVAC에서는 휘발성 유기화학물질에 의한 실내 공기환경의 규정을 포름알데히드와 총 VOC(total volatile compounds)의 농도에 의하여 3단계(AQ1, AQ2, AQX)로 구분하여 제시하고 있다. 단, AQ는 air quality의 약칭이다.

또한 건축재료로부터의 오염물질 방출강도에 따라 건축재료를 3단계로 분류하고 있다. 3단계의 분류는 각각 MEC-A(low-emission building materials), MEC-B(moderately emitting building materials), MEC-C(heavily emitting building materials)로 규정하고 있다. 여기서 MEC는 Material Emission Class의 약칭이다.

<표 5-26> SCANVAC 방출량에 의한 건축자재 분류

분 류	MEC-A	MEC-B	MEC-C
총 VOC 최대방출량 (20℃, RH 50%)	40µg/m ³ per hour	100µg/m ³ per hour	450µg/m ³ per hour

자료 : 환경부, 친환경 건축자재 품질인증제 시행 보도자료, 2004. 2.

<표 5-27> 핀란드의 건축실내 마감재료의 분류체계(FiSIAQ & SAFA, 1995)

Joint CIB-ISIAQ TG42, 2002

분류영역	기 준	마감재료
M1	■ 휘발성유기화합물(VOCs)의 방출량 : 0.2mg/m³h이하 ■ 포름알데히드(HCHO)의 방출량 : 0.05mg/m³h이하 ■ 암모니아 기체(NH3)의 방출량 : 0.05mg/m³h이하 ■ 발암성 물질의 방출량 : 0.005mg/m³h이하 ■ 무취성의 재료(냄새에 대한 불만족도 15%이하) 또한 M1영역에서는 오염물질을 방출하지 않는 천연재료로 구성된 건축마감재료를 포함한다.	·블록 ·자연석재와 대리석 ·세라믹 타일 ·유리 ·금속성 표면의 재료 ·목재의 판재와 각재와 같이 M1 영역의 오염물질을 방출하지 않는 재료
M2	■ 휘발성유기화합물(VOCs)의 방출량 : 0.4mg/m³h이하 ■ 포름알데히드(HCHO)의 방출량 : 0.125mg/m³h이하 ■ 암모니아 기체(NH3)의 방출량 : 0.06mg/m³h이하 ■ 발암성 물질의 방출량 : 0.005mg/m³h이하 ■ 강한 냄새가 나지 않는 재료 (냄새에 대한 불만족도 30%이하)	
M3	■ 오염물질의 방출성능 미확인 재료 ■ M2에서 제한하고 있는 기준값을 초과하고 있는 재료	

자료 : 환경부 보도자료(2004. 2)

나. 독일

독일은 소비자들로 하여금 환경친화적 상품을 구매토록 할 목적으로 1997년 독일 접착제 생산업체들이 GEV(Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlege-werkstoffe)라는 비영리 단체를 만들어 환경 라벨링을 실시하고 있으며 현재 유럽 5개국, 30개 업체가 참가하여 400여 제품에 대해 EMICODE 등급을 부여하고 있다.

<표 5-28> 독일 건축자재(실내공기환경) 인증기준

등 급	방출량 범위	총 VOC (프라이머)	총 VOC (모르타르)	총 VOC (접착제 등)
EMICODE EC1	매우 낮음	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
EMICODE EC2	낮음	100 - 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 - 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 - 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
EMICODE EC3	다소 높음	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상	600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상	1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상

자료 : 환경부 보도자료(2004. 2.)

UBA(federal environmental agency)와 BAM(federal institute for materials)이 공동으로 목재품에 대한 Eco-Label(RAL-UZ38 rev)을 만들고, 포름알데히드(0.1ppm) 및 VOCs(<250g/L:액상자재, <300 $\mu\text{g}/\text{km}^3$:일반자재) 등 실내공기 환경과 관련된 오염물질 인증 기준뿐만 아니라 제품 포장, 재생 원료 사용률, 사후처리 등도 인증기준에 포함되어 있다.

다. 미국

카펫과 피혁협회(CRI:carpet and rug institute)의 카펫 인증 프로그램과 주택도시 개발부(HUD)와 합판 협회(HPVA) 주관의 포름알데히드인증 프로그램, 파티클협회(national particleboard association)의 파티클보드 인증 프로그램 등을 운영하여 각각의 건축 자재에 대한 기준을 규정하고 있다.

<표 5-29> 카펫 인증 프로그램 기준

구분	성분	기준($\text{mg}/\text{m}^3\text{h}$)
카펫	TVOC	0.5
	Styrene	0.4
	4-phenylcyclohexene	0.05
	Formaldehyde	0.05
접착제	TVOC	10
	Formaldehyde	0.05
	2-Ethyl-1-Hexanol	3

자료 : 운동원, “실내공기질 관리를 위한 친환경 건축자재 인증제도”, 「대한설비공학회」, 2004

<표 5-30> 포름알데히드 인증 프로그램 기준

구분	기준	Loading Factor (ft ² /ft ³)
벽용합판	0.2ppm	0.29
파티클보드, 산업용합판	0.3ppm	0.13

자료 : 윤동원(2004)

<표 5-31> 파티클보드 기준(파티클협회)

구분	표준	기준	Loading Factor (ft ² /ft ³)
산업용파티클보드	ANSI A208.1	0.3ppm	0.13
바닥용파티클보드	ANSI A208.1	0.2ppm	0.13
데크용파티클보드	HUD	0.3ppm	0.13
MDF	ANSI A208.2	0.3ppm	0.08

자료 : 윤동원(2004)

라. 일본

일본에서도 최근 SBS(Sick Building Syndrom)가 사회 이슈화되어 건설성을 비롯하여 후생성, 농림성등 정부기관에서 실내공기환경 오염에 관한 지침을 제정하였으며 건설성에서는 2000년 6월 주택품질확보촉진법을 고시하고 실내공기환경에 대한 성능평가기준을 마련하여 파티클 보오드, 합판, 목재집성판, 복합바닥재에서 방출되는 포름알데히드량에 따라 각각 3등급으로 구분하여 평가인증을 하고 있다.

또한 농림성에서는 일본의 합판공업조합과 함께 JAS(일본농림규격)을 제정하여 오염물질 방출량에 따라 3등급으로 분류하여 제품에 대한 Labelling을 실시하고 있다.

<표 5-32> Labeling for plywood, MDF and particleboard*(데시케이터법)

Building Material	JAS		JIS	
	Classification	Emission Value*	Classification	Emission Value*
Plywood normal use for structure for floorin	Fc0	Ave. < 0.5mg/L, Max. <0.7mg/L	NONE	
	Fc1	Ave. < 1.5mg/L, Max. <2.1mg/L		
	Fc2	Ave. < 5.0mg/L, Max. <7.0mg/L		
MDF Particleboar	NONE		E0	Ave. < 0.5mg/L
			E1	Ave. < 1.5mg/L
			E2	Ave. < 5.0mg/L

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 2003. 1.

<표 5-33> 주택품질확보촉진법 중 건축자재 인증기준(일본 건설성)

구 분		평가 결과
파티클보오드	등급	내장재로 사용되는 파티클보오드로부터의 HCHO 방출량
	3	HCHO 방출량 小(일본공업규격의 EO 등급 이상)
	2	HCHO 방출량 中(일본공업규격의 E2 등급 이상)
	1	등급 2 이상
목재집성판	등급	내장재로 사용되는 목재집성판로부터의 HCHO 방출량
	3	HCHO 방출량 小(일본공업규격의 EO 등급 이상)
	2	HCHO 방출량 中(일본공업규격의 EO 등급 이상)
	1	등급 2 이상
합판	등급	내장재로 사용되는 합판로부터의 HCHO 방출량
	3	HCHO 방출량 小(일본공업규격의 F1 등급 이상) 0.5mg/ l 이하
	2	HCHO 방출량 中(일본공업규격의 F2 등급 이상) 0.5 ~ 5.mg/ l
	1	등급 2 이상 : 5mg/ l 이상
복합바닥재	등급	내장재로 사용되는 복합바닥재로부터의 HCHO 방출량
	3	HCHO 방출량 小(일본공업규격의 F1 등급 이상) 0.5mg/ l 이하
	2	HCHO 방출량 中(일본공업규격의 F2 등급 이상) 0.5 ~ 5.mg/ l
	1	등급 2 이상 : 5mg/ l 이상

자료 : 환경부, 「오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구」, 2003. 1.

(1) 합판 등의 목질건축자재 분야

최근 새집증후군이 문제가 되어 실내오염의 원인 물질로 포름알데히드의 방산량이 주목을 받게 되어, 2000년에는 방산량이 아주 높은 등급의 생산량이 큰 폭으로 감소하고, Fc0 나 Fc1의 합판, E0나 E1의 파티클보드나 MDF 등이 시장에 많이 유통하게 되었다. 이후 건축 기준법의 개정에 따라 포름알데히드의 방산이 거의 눈으로 확인 할 수 없는 0.3mg/l 정도의 방산량의 목질건축재가 사용면적의 제한이 필요 없는 이유로 큰 폭으로 수요가 증가하고 있다.

포름알데히드의 방산량이 적은 합판류가 시장에 유통됨에 따라 F의 경우 합판류를 거실 등에 사용함으로써 마루재부터의 포름알데히드 방산량이 급속히 줄어들고 있다.

또, 이러한 제품은 표면에 도장하는 도료나 왁스 등에 VOC대책을 세운 제품이나 천연의 원료로부터 제조된 제품을 선택함으로써 VOC에 대해서도 새집증후군 대책을 시행하고 있는 경우가 많이 찾아 볼 수 있다.

(2) 벽지 등의 인테리어재

비닐 벽지 등을 제조할 때에는 가소제로써 이용되는 프탈산지-2-에틸헥실 (DOP)에 관해서는, 후생노동성의 실내화학물질 농도의 가이드 라인수치가 설정되어(2001년 7월), DOP로부터 비점이 높은 프탈산지이소노닐(DINP)등에 대체되는 경향이 있다.

또한 원료에 천연소재를 취급함으로써 포름알데히드나 VOC의 함유량을 줄이거나 벽지의 착색재료에는 VOC를 함유하지 않는 수성잉크를 사용하는 등의 대책도 있으며, 새집증후군 대책에 알맞는 제품이 널리 보급되고 있다.

일본 벽장협회(구 벽장재료 협회)에서는, 외관의 아름다움이나 기능성을 가장 중요시하는 인테리어 재료에서부터 안전·쾌적을 중요시하는 인테리어 재료를 공급하는 것을 목적으로 1996년 4월에 ISM마크의 표시제도를 제정하였다. 이 규격은 실내공기중의 하우스더스트, 연소생성물(이산화탄소나 질소산화물 등), 인테리어 재료에 포함된 중금속의 유무 등도 대상으로 하는 등, 광범위하게 생활 환경을 배려한 것이다.

<표 5-34> ISM 표시에 필요한 환경 기술 기준

물질명	기준치	측정 방법
포름알데히드	0.01 ppm 이하	CEN/TC 264의 1 법에 의해, 24시간후부터 28까지의 기간내의 방출량을 측정한다. 그럼, 상관성이 증명된 이외의 시험방법에 따른 성적에 관해서는 위원회의 평가에 따름.
TVOC	300 이하	

(3) 건축도료 분야

용매로써 톨루엔이나 크실렌 등이 이용된 용제 종류의 도료로부터 톨루엔이나 크실렌 등의 대체품으로서 ISO파라핀 등을 용매로써 이용하는 약용제 종류의 도료에도, 더욱이 최근에는 휘발성 유기화합물을 절대 이용하지 않는 수계도료 또는 수성에멀전 도료의 취급이 높아지고 있다. 또 한편에서는 천연의 원료로부터 만들어진 공업용 용제를 포함하지 않는 왁스 등의 제품의 개발, 판 종류 등의 건재의 표면을 도료로 코팅하는 것에 따라 건축자재 표면으로부터 실내쪽으로의 포름알데히드나 VOC의 방산을 막는 것을 목적으로 한 도료 또는 유해 물질을 흡착·고정화하는 내장용 도료나 광촉매 반응의 성질을 이용한 산화티탄을 사용한 공기중의 질소산화물(NOx)등을 분해하는 광촉매 도료(주로 외장용)도 개발·제품화되고 있다.

<표 5-35> 건강 위험에 대한 실내용 건축용 도료의 목표기준

도료설계조건	에멀전 도료[%]	용제계 도료	설명
TVOC	1이하	-	VOC는 표준압력으로 비점까지는 개시점이 250℃ 이하의 화합물질. TVOC는 조성중 모든 VOC의 합계치
방향족계용제	0.1이하	1이하	VOC대상으로 그 골격중에 방향환을 한가지 이상 함유한 용제
알데히드류	0.01이하	0.01이하	포름알데히드, 아세트알데히드
중금속류(연, 고무류)	0.05이하	0.05이하	연, 고무, 카드뮴, 비소, 수은
	0.1이하	0.1이하	-
감작성물질	0.1이하	0.1이하	-

(4) 접착제분야

새집증후군 문제에 대해서 관민으로 구성된 “건강주택 연구회”로부터 “실내공기 오염 억제제를 위한 설계·시공 가이드라인” (1998년 제정)에서, 안전한 주택공간을 실현하기 위해 우선적으로 고려 되어야 할 물질로 3물질(포름알데히드, 톨루엔, 크실렌) 및 3약제 [목재보호제, 가소제, 방어(의)제]를 “우선 취급할 물질”로서 이러한 것을 포함한 건축자재를 사용할 경우는 반드시 방산이 작은 것을 사용하고, 충분한 양생기간을 두도록 추진하고 있다. 이것에 대응하여 3물질·3약품을 포함하지 않는 제품의 개발, 접착제의 무용제화, 수성에멀전화가 진행되고 있다.

마. 캐나다

캐나다 환경부에서는 1988년에 Environmental ChoiceM Program을 실시하고 있다. 29개 생활용품에 대해 환경에 유해한 정도, 재활용성, 인체 유해성, 폐기물 활용등을 평가하여 친환경 마크를 부여하는 프로그램으로서 접착제, 페인트, 카펫 등의 건자재를 포함하고 있으며 용도별로 VOCs 함유량 및 독성물질 기준을 지정하고 있다.

<표 5-36> Environmental ChoiceM Program 기준

종류	성분	기준	비고
페인트	VOCs 함량	200g/L 이하	
카펫	TVOC	0.25mg/m ³ h	24시간 이후
	포름알데히드	0.02mg/m ³ h	48시간 이후
카펫 접착제	TVOC	0.05mg/m ³ h	72시간 이후
	포름알데히드	0.02mg/m ³ h	72시간 이후

자료 : 윤동원(2004)

3. 설계·시공 단계의 실내 공기질 대책

가. 설계단계

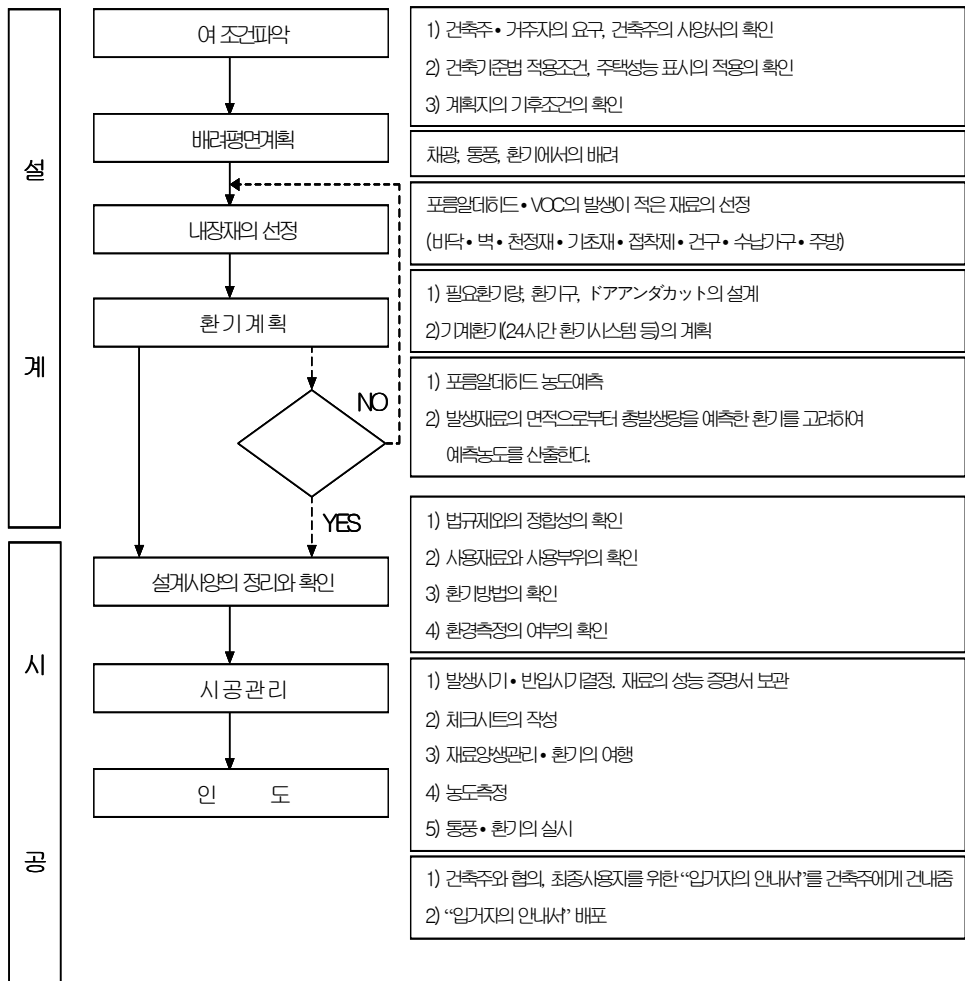
설계단계의 새집증후군 대책은, 실내공기 오염이 되는 화학물질을 내뿜지 않는 내장재를 선정하는 데다가 양호한 환기계획을 철저히 하는 것이 기준이다.

선정재료와 환기를 잘 편성하여, 사용자 측에서도 창을 열거나 혹은 기계환기의 운전 전환에 의해 환기량의 조절, 실온조정 등의 생활의 공부를 하면서 건강배려를 하는 것과 같은 소프트웨어에서의 해결방법도 하나의 답이 된다. 그러나 기본설계시점에서, 대책의 방침을 명확하게 하는 것이 중요하다.

일반적으로, 건축자재의 농도가 높아지면 건축재로부터의 포름알데히드, VOC의 방산량도 증가한다. 일사열 취득을 적게 하고 통풍을 자주 하여, 온도상승을 막고, 창문을 열 때 환기량을 대부분 할 수 있도록 계획지의 풍향방위 등의 기상조건에 근거한 배치·평가계획을 한다. 구체적으로는 행랑방의 설치, 주거방향의 검토, 양면 발코니 등 통풍을 확보한 계획을 검토한다.

VOC의 발생이 적은 내장재료를 선정하기 위해서 마무리재는 물론 기초재, 접착제뿐만 아니라 바닥, 벽, 천정 뿐만 아니라, 건구, 수납가구, 키친 등 재료의 선정에서도 주의를 기울인다. 구체적인 선정방법에 있어서는 사용한 재료별로 규격의 등급을 확인하여, VOC 발생량이 명확한 재료를 사용한다. 부위와 각 규격은 ①합판(JAS), ②보드류(JIS), ③복합 플로링크(바닥재)(JAS), ④벽지(ISM, RAL, SV), ⑤접착제(MSDS : 화학물질 안전 데이터 시트), ⑥도료(MSDS), ⑦목재 보존처리·방의제(MSDS), ⑧접, ⑨가구류에 관하여 확인하고, 계획도서 혹은 체크 시트에 기입하여 기록을 남긴다.

VOC는 비교적 빨리 발생량이 저감되고, 포름알데히드는 천천히 발생량이 감소해 가는 상황을 생각하면, 기계 환기량에 있어서도 처음에는 많고, 서서히 줄이는 것이 가능한 환기 시스템을 도입하는 것도, 에너지 절약 측면에서도 바람직하다.



<그림 5-4> 설계·시공단계에서의 실내공기질 관련대책 흐름도

실내의 공기를 좋게 하기 위해서는 방산량이 적은 재료의 사용과 환기계획에 주의하지 않으면 안된다. 그러나 재료나 공기 등의 다양한 문제 때문에 실제 시공한 재료는 약간의 화학물질을 방산하고 있고, VOC의 농도를 0으로 하는 것은 매우 어려운 실정이다.

이에 발생한 화학물질을 제거하는 데는 신선한 공기로 바꾸는 것이 최선이라고 할 수 있다. 그러나 절약, 주택의 고밀도, 주위환경의 오염문제 등으로부터 신선한 공기로 교체한다는 것은 현실적으로 용이하지 못하다.

또한 입주자에 따라서 기준치보다도 오히려 농도를 저감화하고 싶어하는 경우도 있다. 좋

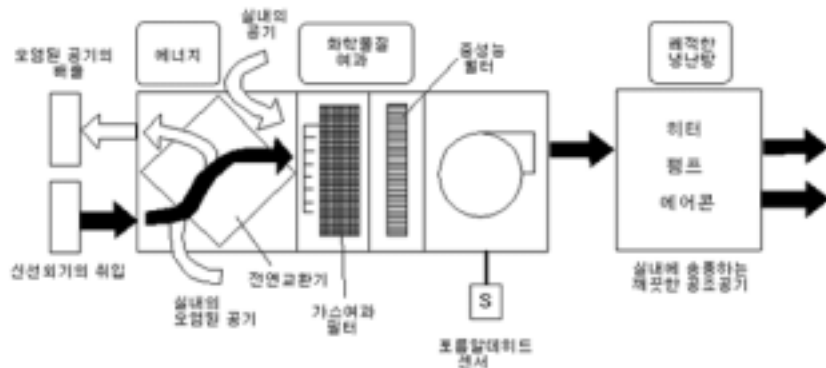
은 재료의 사용과 환기계획을 한 수에 한층 더 포름알데히드 농도를 저감하고 싶어하는 요구에 맞추어서 복합주택에서 실시한 중앙 24시간 공기 청정 시스템을 <그림 5-5>에서 나타내었다.

나. 시공단계

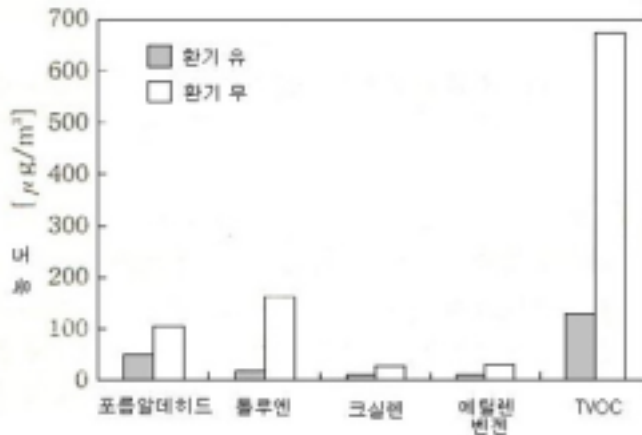
(1) 환기 시스템의 효과

24시간 환기 시스템을 구비한 복합 주택이나 기기공조설비가 설치된 건물의 경우는 이러한 설비를 움직임으로서 기기환기에 따른 건조가 가능하게 된다. <그림 5-6>은 24시간 환기 시스템이 있는 복합주택에 있어서 내장공사 완성 후에 환기 시스템을 정지한 경우와 운행한 경우의 실내 농도의 차이를 나타내고 있다.

이 경우 환기 회수는 0.5회/h정도이고, 환기 시스템을 정지한 경우, 포름알데히드나 톨루엔을 비롯해서 전체 휘발성 유기화합물(TVOC)농도가 높고, 환기 시스템을 운행할 경우 농도가 저하되는 것을 알 수 있다. 즉 시공할 때부터 환기를 잘 운행할 경우에만 효과를 기대할 수 있다.



<그림 5-5> 중앙 24시간 공기 청정 시스템



<그림 5-6> 시공시의 집합주택에 있어 환기유무에 의한 공기질의 비교

(2) 흡착제에 의한 제거

오염물질이 내장재로부터 발생하고 시공이 완료시 발생원을 제거할 수 없을 경우, 흡착제로 제거하는 방법을 이용한 것으로 VOC를 대상으로 할 경우 활성탄등의 흡착제를 이용하여 물리흡착으로 제거한다. 활성탄 그 자체로는 포름알데히드를 제거하기 어렵고, 산화촉매를 첨가한 흡착제가 필요하다. 이와 같이 흡착제에 따라서 제거 가능한 오염물질이 다르고, 수명이 짧은 것도 있으므로 각별한 주의가 요구된다. 흡착제의 형태, 설치위치에 따라 적용할 수 있는 몇 개의 방법은 <표 5-33>과 같다. 흡착제가 필터 유닛인 경우 실내공기청정기를 설치하는 방법은 공간이나 팬의 능력 등으로부터 대응이 불가능한 경우가 있다. 실내설치의 공기청정기는 방의 크기와 오염부하의 관계로 필요한 풍량과 기계수가 결정된다.

(3) 휘발성 유기화합물(VOC)과 알데히드류 제거용 필터

알데히드류는 저분자 알데히드, 특히 후생노동성이 지침치를 설정하고 있는 포름알데히드와 아세트알데히드 등을 총칭한다.

포름알데히드는 화학식 HCHO , 분자량 30.0, 비점 -19°C 의 강렬한 자극성 냄새가 있는 가연성 기체이다. 그 37% 수용액(메탄올을 가한 것)은 포르말린이라 하며, 생물표본 보존액 등으로 사용되며, 또한 합판의 접착제와 방부제에도 사용되고 있다.

<표 5-37> 유기성 실내공기오염물질의 분류(후생노동성 홈페이지)

분류	명칭	비점 범위
Very Volatile Organic Compounds	고휘발성 유기화합물	< 0℃ ~ (50 ~ 100℃)
Volatile Organic Compounds	휘발성유기화합물	(50 ~ 100℃) ~ (240 ~ 260 ~ (50 ~ 100℃)
Semi Volatile Organic Compounds	준휘발성유기화합물	(50 ~ 100℃) ~ (380 ~ 400 ~ (50 ~ 100℃)
Particulate Organic Matter	입자상유기물질	> 380℃

아세트알데히드는 화학식 CH_3CHO , 분자량 44.1, 비점 21℃의 자극성 냄새가 있는 기체 혹은 무색의 액체이다. 포름알데히드와 동일한 접착제와 방부제로 사용되며, 단기 폭로의 영향으로 눈, 기도를 자극하며, 고농도 증기를 흡입하면 폐수종 등을 일으키는 경우가 있다. 또한 속취의 원인물질 중 하나로 음주후의 사람의 호흡기에 포함되며, 담배연기로부터도 대량으로 발생한다.

VOC는 종류가 매우 다양하지만 비점이 상대적으로 높고 분자크기도 크기 때문에 거의 대부분의 물질이 활성탄 필터 등의 물리흡착으로 효율적으로 제거할 수 있다.

이에 반해 포름알데히드와 아세트알데히드에 대해서는 비점이 낮고 분자크기가 작아 보통 활성탄에 의한 흡착제거율은 현저히 낮다. 활성탄 등에 과망간산과 아민류 등을 첨착하여 산화분해와 화학흡착에 의한 제거방법이 많이 보고되고 있다.

<표 5-38> 흡착제를 이용한 농도 저감법

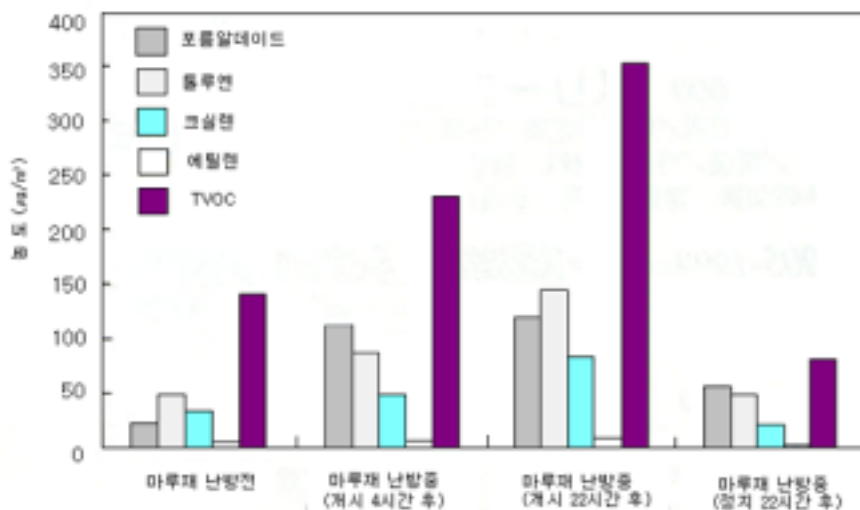
흡착제 형상	설치위치 · 장소	조 건	검토항목
필터 단위	실내설치 공기청정기	발생량과 처리능력	공기청정기의 필요 대수
필터 단위	순환공조기	기기공조의 경우	필터 단위의 설치위치와 압손
필터 단위	실내 흡입구	기기공조로, 저압손필터 단위 일것	필터 단위의 설치위치와 압손
시트	실내내장재 표면	발생원이 평면에 있을 것	흡착제의 흡착용량
입상	실내공간	발생부하에 맞춘양이 설치가능 할 것	흡착제의 흡착용량

(4) 베이크 아웃

시공에 있어서 건물을 난방하는 방법으로, 난방을 통해 온도를 올림에 따라 베이크 아웃의 효과를 측정한 예를 <그림 5-6>에서 나타내고 있다. 측정은 시공중의 복합주택에 있어서 마루보온을 시행하고, 마루보온 전후의 포름알데히드 또는 VOC농도 변화를 측정했다. 마루보

온에 의한 온도 상승에 따라 포름알데히드 농도는 상승하고 있다. 난방이 정지되면 건물 실내 온도가 저하되는 것과 관계없이 난방전보다 공기 중 농도는 상승하게 된다.

VOC 농도와 관련하여 난방 중에는 각 VOC로 농도 상승이 보이고, 난방 후는 전과 비교해서 감소된 성분도 있고, TVOC 농도로 비교한 경우, 약 60%로 감소하고 있다. 베이킹 아웃은 VOC에 대해 효과가 기대되지만, 포름알데히드에 관해서는 단기간의 베이킹 아웃이라도 저감효과가 나타나지 않을 수도 있다.



〈그림 5-7〉 광난방을 이용한 베이킹 아웃 실험결과

제 4 절 실내 공기질 관리 시사점

1. 일원화된 관리를 통한 통합 실내공기질 관리

미국, 캐나다, 일본, 싱가포르, 호주, 독일, 영국, 덴마크, 스웨덴, 핀란드 등 선진국의 경우 실내공기오염 문제를 전담하는 별도의 조직을 갖추고 있거나 혹은 위생관련 업무 등 각 부내

에 통합된 업무들이 각 과별로 나누어져 이루어지므로 교류와 연계가 용이하도록 하여, 적절한 환경관리 과정에서 실내공기질 관리를 체계적으로 수행하고 있다. 일원화된 통합 관리를 통해 실내공기질의 가이드라인을 개발하고, 실내공기질의 VOCs의 측정과 분석방법을 제공하고 있으며, 이러한 지침서는 실내공기질 관리에 기본을 제공하는 가장 중요한 도구로 활용된다.

우리 나라는 실내공기질 오염문제가 환경문제로 부각되고 있으나, 실내공기질 관리업무가 환경부, 보건복지부, 건교부, 교육부, 노동부 등 여러 부처에서 분산관리 되고 있어 체계적인 관리가 어려운 상황이므로, 장기적이고 지속적인 실내공기질 관리를 위해서는 법적·제도적으로 통합된 관리업무의 일원화가 선행되어야 함을 알 수 있다.

2. 건축물 환경인증제도의 적극적 활용

여러 가지 환경성능 인증제도와 프로그램을 통해 실내거주자들의 건강유지 및 향상과 실내 환경 정보의 D/B를 통한 VOCs의 효율적인 관리, 적절한 평가기법의 개발에 따른 지속적인 실내공기오염 예방대책 등을 수립하고 있다.

그러나 실내공기 중 VOCs에 대한 공정하고 정확한 평가를 위해서는 공정시험법의 확립이 필요하며, 규제물질의 설정을 위해서는 실내 오염 규제물질과 각종 유해화학물질에 대한 고찰을 통해 평가항목을 결정하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 평가기준의 확립을 위해서는 실내 거주자들에게 미칠 수 있는 영향을 최소화하기 위하여 각각의 물질에 대한 기준치와 권고치의 확립이 우선 전제되어야 한다.

3. 건축자재 품질인증 제도의 적용 유도

각종 건축자재에서 방출되는 포름알데히드, 휘발성유기화합물 등의 각종 화학물질 방출로 실내거주자의 건강에 위해를 주므로 친환경 건축자재를 사용하도록 유도하는 정책을 추진함으로써 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내 환경, 마감재료에 대한 분류 규정을 제정하여 설계지침으로 활용하고 있다. 접착제, 도장재, 바닥재, 벽재, 목재에서 방출되는 포름알데히드량과 휘발성 유기화합물량에 따라 등급을 구분하여 건축자재를 평가인증 함으로써 친환경 건축자재 사용을 적극적으로 유도하고 있다.

4. 환기대책

일산화탄소 센서, 이산화탄소 센서, 실내 공기중의 냄새와 휘발성유기화합물질(VOCs)을 관리할 수 있는 혼합가스센서를 개발하여 실내공기환경 제어에 활용하는 Demanded Controlled Ventilation 기법이나 자연환기와 기계환기를 효과적으로 접목한 Hybrid Ventilation 개념의 새로운 환기대책을 보편화하고 있어 실내환경 개선과 에너지절약을 위한 설계지침과 관리지침을 동시에 활용하고 있음을 알 수 있다.

시공에 있어서 입주 이전에 건물을 난방하는 베이킹 아웃(bake out) 기법을 통해 VOC를 저감시키고 있지만, 포름알데히드에 대해서는 베이킹 아웃 기법이 큰 저감효과를 보이지 않는 것을 볼 수 있다.

24시간 환기 시스템을 구비한 복합 주택이나 기기공조설비가 설치된 건물의 경우는 이러한 설비를 움직임으로서 기기환기에 따른 건조가 가능하게 된다. 24시간 환기 시스템이 있는 복합주택에 있어서 내장공사 완성 후에 환기 시스템을 정지한 경우와 운행한 경우를 비교할 때, 포름알데히드나 톨루엔을 비롯해서 전체 휘발성 유기화합물(TVOC)농도가 높고, 환기 시스템을 운행할 경우 농도가 저하됨에 주목할 필요가 있다. 즉 시공할 때부터 환기대책을 적극적으로 활용하여 실내 오염물질의 농도를 저감시킬 수 있도록 하여야 할 것이다.

第Ⅵ章 다중이용시설의 실내 공기질 관리전략

제 1 절 실내 공기질 관리의 기본 방향

제 2 절 중앙정부의 실내 공기질 관리전략

제 3 절 서울시 실내 공기질 관리전략

제 VII 장 다중이용시설의 실내 공기질 관리전략

제 1 절 실내 공기질 관리의 기본 방향

1. 기본전제

실내 공기질은 그 대상범위가 넓으며 실외대기오염, 오염물질의 실내발생, 건물의 침투성, 환기와 공기조화체계, 기상학적 인자와 지형학적 인자, 실외오염원의 위치, 에너지의 보전상태 등의 인자들에 의하여 영향을 받을 수 있다. 이와 같이 실내 공기질은 매우 다양한 영향인자들에 의해 영향을 받으므로, 보다 쾌적한 실내 공기질을 조성하기 위해서는 다각적인 연구조사가 전제되어야 한다.

실내 공기질 관리의 최종목적은 쾌적한 실내 공기질을 유지하여 시민건강을 증진하는데 있다고 할 수 있다. 이러한 달성을 위해서는 <그림 6-1>에서 보는 것과 같이 크게 5가지 측면의 노력이 요구된다.

첫째, 실내공기오염을 제거하기 위한 예방 또는 방지대책으로서 발생원의 제거, 환기 및 청정장치 등을 이용한 처리기술을 포함하는 실내공기오염 제어기술개발 부분의 노력이 필요하다.

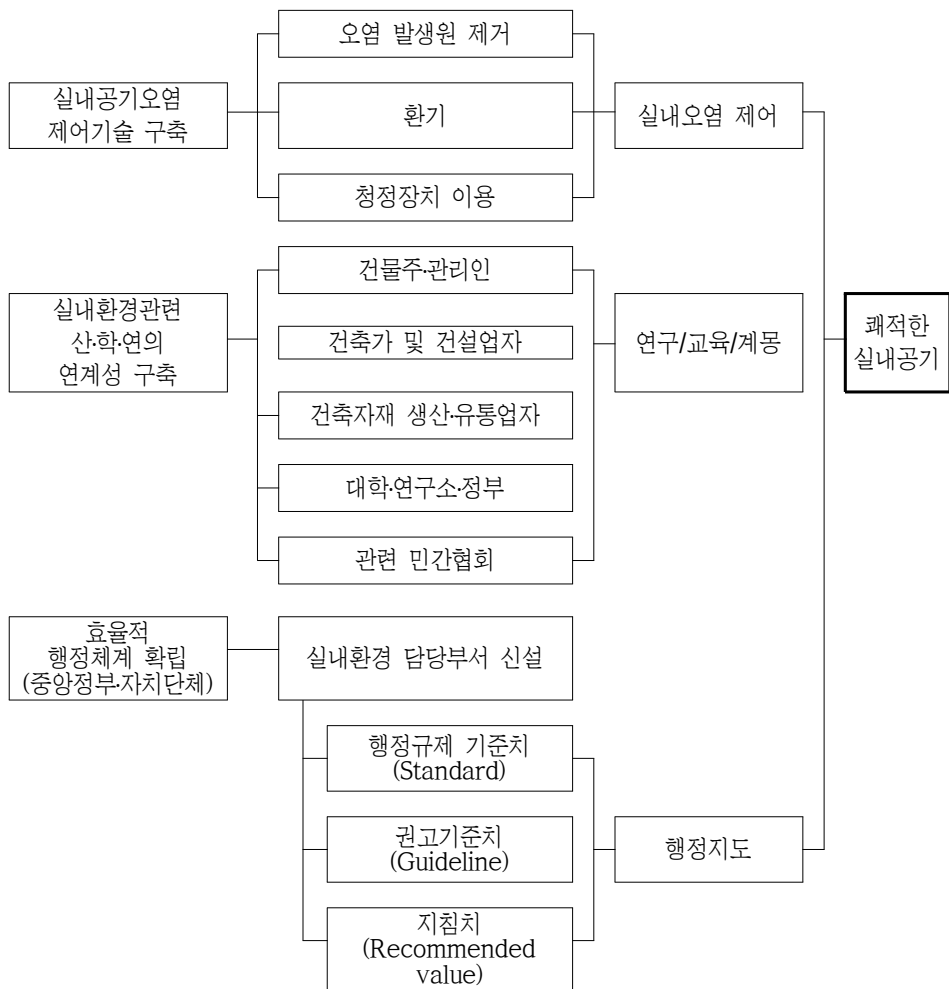
둘째, 실내 환경관련 당사자인 건물 소유자·관리인, 건축가 및 건설업자 등을 비롯한 산·학·연의 연계성 구축에 대한 노력이 필요하다. 또한 실내 공기질 개선을 위한 친환경 건축자재의 생산·소비를 장려하고, 이의 유통기반을 조성하는 인프라 구축도 시급히 마련되어야 한다. 하지만 선진 외국에서는 국제 공동 연구를 통한 실내오염 방지 신기술개발 등이 모색되고 있어 우리나라도 실내환경 관련 전문가들에 의한 실내공기질의 국제 공동연구, 실내공기오염에 관한 각종 기초 연구들이 선행되어야 할 것이다.

셋째, 효율적이며 체계적으로 관리 운영할 수 있는 실내 공기질 관리체계의 확립이 필요하다. 현재 국내에서는 실내공기질과 관련한 업무가 여러 부처로 분산되어 있어 전반적인 실내 환경에 대한 공공정책을 수립하는데 많은 문제점을 지니고 있다. 이에 실내공기오염 문제를 다룰 행정부서에서는 지속적으로 실내공기오염물질의 정확한 분석, 오염물질의 반응, 실내 유해물질의 거동 특성 등을 정확히 파악하여야 한다. 이를 토대로 실내 공기질에 대한 위해

성 평가를 실시하고, 이 같은 분석 평가와 아울러 비용-편익을 고려한 실내환경평가를 통해, 우리나라 실정을 충분히 감안한 실내 공기질 개선 중장기 대책을 수립·추진하여야 한다.

넷째, 실내 공기질을 효율적으로 개선하고, 법규에서 정한 유지기준·권고기준을 충족하기 위해서는 기본적으로 자치단체에 의한 실내 공기질 관리체계가 구축되어야 한다. 특히 실외 대기오염 관리의 경우와 같이 관할지역의 대상시설별 특성을 감안하여, 보다 차별적인 관리를 도모하기 위한 기준조례 제정 및 시행이 요구된다.

다섯째, 실내 공기질에 대한 관심은 최종적으로 다중이용시설을 이용하는 시민, 대상시설별 관리·종사자 등의 건강피해 가능성을 최소화함에 있다. 이에 실내 공기질 관리의 효율성을 확립하기 위해서는 기본적으로 중앙정부·자치단체에서 실내공기 관리지침 가이드라인을 작성하고, 이의 홍보·교육을 통해 시민들이 실내 공기질 관리의 일상 생활화가 될 수 있도록 하여야 한다.



<그림 6-1> 패적인 실내공기 유지를 위한 구성요소

2. 실내 공기질 영향요인별 관리

가. 실내환경 오염물질 발생원 관리

일반적인 실내환경에서의 공기오염물질의 배출은 ①외기 유입구(출입구), ②공조 및 환기 설비, 그리고 ③실내공간 내부 오염원 등과 같은 3가지 주요 경로를 통해 발생한다. 따라서 실내 공기질 발생원 관리를 위해서는 무엇보다도 오염물질 특성별로 유입경로 및 배출양상을 정확히 파악하는 것이 선행되어야 한다.

- 외기 유입구 혹은 출입구를 통한 외부공기로부터의 유입 경로
- 오염된 공조 및 환기설비 계통을 통한 오염물질의 내부로의 유입 경로
- 실내공간 내부에서 발생하는 오염물질 유입경로

즉 유입경로 및 배출양상이 파악된 뒤에는 대상시설에 대한 실내공간에서의 오염물질 배출상황에 대한 정기적인 조사와 각종 관련 자료 수집이 필요하다. 관리대책 수립의 3단계로 ①정기적인 설문형태의 조사를 통하여 취약점을 파악하고, ②문제점을 규명한 후 ③보다 기술적이고 전문적인 해결책 마련을 모색하여야 한다.

실내 공기 오염물질의 발생원별 관리를 위한 실천 방법으로는 실내공기질 기준의 대상시설 공간의 오염물질 배출업소 조사실시(2년 1회)하며, 실내생활 공간내 입주 업소의 유형별 파악 및 오염유발업소에 대한 집중관리가 바람직하다. 즉 실내공기질의 효율적 관리를 위한 공기질 및 각종 배출원 자료를 정기적으로 수집하고, 수집된 자료의 전산처리를 통한 자료체계(DB) 구축과 향후 이의 이용을 위한 자료 관리체계를 구축하는 것이 필요하다.

나. 환기설비의 정상가동과 유지관리방안

실내환경 및 공공 이용시설에 대한 환기와 공조설비 등이 적법하게 설치되었다 하더라도 이의 정상가동이 안되면 실내공기질 기준을 적합하게 유지할 수 없으며, 유지관리가 위생적이지 못할 때는 오히려 이들 설비가 실내의 주요 오염물질을 발생하는 오염원이 될 수도 있다. 그러므로 실내환경내의 공기청정설비(Air Cleaning System)와 환기장치(Ventilation)의 유지관리 사항을 엄격하게 준수하여야 한다.

이에 대한 관리대책으로, ①환기 및 공조설비 가동현황에 대한 기록 유지, ②실내 공기질을 분기마다 자가측정하여 환기효능에 대한 실태 분석하고, 그리고 ③대형시설은 실내공기질의 지표가 되는 주요 측정항목에 대한 자동측정기를 설치하도록 유도하도록 한다. 이 외에도 환기 및 공조설비의 위생적 관리를 의무화하여 공기청정설비로 인한 실내공기오염 가능성을 최대한 억제시켜야 한다.

환기설비의 정상가동과 유지관리를 위한 구체적인 실천방안으로는 지도·점검시 환기설비의 가동실태와 청소관련 기록과 운전상태를 면밀히 확인이 있어야 하며, 필요에 따라 실내환경관리인을 선임하여 다수인 이용시설의 환기설비 등의 정상가동, 실내 공기질 자가측정, 각종 기록 유지 등을 전담하도록 하여야 한다. 또한 공조설비 가운데 후드와 닥트 청소후 공기

급기, 배기 시스템의 정상유무를 확인하고 청소용역의 의뢰시 일정 수준의 자격과 첨단 청소 장비를 갖춘 전문업체가 담당하도록 유도한다.

다. 실내환경에서 발생하는 미세먼지 저감대책

실내 환경중 미세먼지는 외부에서 외기를 통하여 유입된 기여분 이외에도 인간의 활동에 의하여 신발이나 의복에 의해 내부로 유입되는 기여분도 상당할 것으로 추정되고 있다. 특히 다중이용시설 가운데 지하역사와 같은 실내공간에서는 미세먼지 오염관리가 특별히 요구되고 있다. 지하공간의 먼지유입 경로의 경우 실내에서 이용객에 의해 발생될 수 있는 인자와 실내에서의 작업, 식당의 음식 조리시에 발생하는 것도 주요 원인으로 작용하고 있다.

그러나 미세먼지는 외부로부터의 유입과 함께 실내에서도 발생하고 있으며, 천장에 살포된 흡음물질과 마감재, 지하역사의 경우 전동차가 지나갈 때마다 재비산 및 마모로 인하여 지하공기중으로 확산으로 인하여 폭로범위가 확대될 우려가 있다. 특히, 다른 가스상 오염물질과는 달리 미세먼지는 가시적인 요인과, 심미적인 불쾌감으로 인해 일반대중들이 가장 민감하게 느끼는 체감환경지수로도 작용하고 있어 실내 공기질 관리에 있으므로 매우 중요한 항목으로서 집중관리가 필요하다. 예를 들면 지하상가와 같은 다중이용시설의 실내 공기질 개선을 위해서는 <표 6-1>과 같은 문제점과 개선대책을 종합적으로 판단하는 과정이 필요하다.

<표 6-1> 지하상가 실내공기질 문제점과 개선대책

	문제점	개선대책
시설면	• 환기시설과 공조시설(냉난방시설)이 미비하거나 설치된 곳에서도 부분가동으로 인한 적정 환기량 공급 미달 • 제진시설과 습도조절장치 미설치 • 지하철 역사와 연결된 부분의 환기시설 미비 • 국소배기장치만 설치된 곳이 많아 지하상가 전체 환기용량에 부적합 • 지하건축물이 노후되고 통로가 협소하며 환기나 난방시설 부분 가동 • 공기흡입구 위치 부적절 • 공조설비 및 덕트 청소 불량 • 도심 및 상권지역에 위치한 관계로 외부 오염물질 유입저감 대책 미비	• 공기조화 및 정화시설 설치 필요 가동상태 점검 확인 필요 • 제진시설 및 공조설비 설치 유도 • 지하철과 연계부분 환기시설 확보필요 • 국소배기시설 보강 필요 • 노후시설 교체 및 정기적인 덕트 청소 점검 확인, 시설가동 상태 확인 필요 • 공기흡입구 위치 개선 필요 • 주기적인 덕트 청소 - 점검 확인 • 환기시설과 지상 오염물질 유입 대책 환기 시설 확보 필요

(<표 6-1> 계속) 지하상가 실내공기질 문제점과 개선대책

	문제점	개선대책
유 영 면	• 동일 상가 지역내에서도 환경-위생관리 회사가 상이하여 일관성 결여 • 상가 내부 청소상태 불량 및 청소인원 절대부족 • 상가내의 다방 등에서 등유 등 난방과 취사 연료 사용 • 의복 또는 상품 등에서 HCHO 방출 저감을 위한 환기시설의 설치 의무화 제도 미비 • 공조/환기 시설의 전문관리인 부족	• 동일 상가 지역이나 관리회사간의 일관성 있는 관리에 대한 행정지도 • 청소주기 증회 및 청소인원 증원 필요 • 재래식 청소방법 개선(진공식 등으로) • 지하상가내의 식당, 다방 등에서 저질 연료 사용 규제(전기 등으로 전환) • 실내오염원에 대한 관리 및 저감대책 수립, 환기시설 의무화 유도 • 동일상가내의 지하공간 환경관리자 선임 및 전문시설 관리인(유자격자) 배치 필요

자료 : 서울시, 「지하생활공간 공기오염저감방안 연구」, 1997. 6.

제 2 절 중앙정부의 실내공기질 관리전략

1. 실내공간 공기질 관리주체의 통합

환경선진국인 미국과 독일, 영국, 스웨덴 등의 유럽 각국에서는 실내 공기질 관리를 환경전담부처에서 담당하여 수행함으로써 행정관리의 일원화와 통일된 관리체계를 통한 효과적인 관리가 이루어지고 있어 실내 환경질 관리에 전문성과 효율성을 극대화하는 상황을 고려할 때, 현재 국내의 실내 공기질과 관련한 업무가 여러 부처로 분산되어 있어 전반적인 실내 환경에 대한 공공정책을 수립하는데 많은 문제점을 지니고 있다.

이에 다양한 실내공간에 대한 관리의 일원화가 필요한 상황에서, 환경부 산하 실내 공기질 관련정책수행 전담 부서를 신설하여 실내 공기질 관련 정책 업무를 전담하도록 하거나 실내 공기 관리 유관부처인 교육인적자원부, 노동부와 실내공기 관리와 관련된 협의회를 구성하고 정기적인 회의를 통하여 관리 기준 및 관리방안을 협의하여 법적·제도적 보완 및 연계성 확보가 필요하다.

2. 실내공간 환경특성을 감안한 관리지침의 마련

국내외 실태조사 결과 및 규제 기준 등을 비교 검토한 결과, 5개의 규제물질(PM10, Carbon monoxide, Carbon dioxide, HCHO, 총부유세균), 5개의 권고물질(Radon, NO₂, TVOC, 석면, 오존) 등 총 10개 항목을 실내환경 기준 항목으로 중앙정부에서 선정하였다. PM10, HCHO, CO, CO₂, 총부유세균은 환경부와 보건복지부에서 현재 규제물질로 선정하여 관리하고 있는 항목으로서 실내오염의 주된 발생원으로 알려져 있다.

이러한 물질들은 실내오염의 대표적 지표물질로서 선진 외국에서도 이러한 물질들에 대해 규제를 하고 있기 때문에 우리 나라에서도 PM10, CO, CO₂와 같은 물질들에 대해서는 현행 환경부와 보건복지부에서 관리하고 있는 그대로 규제기준을 정하여 관리하는 것이 타당한 것으로 생각된다.

한편 라돈과 석면은 실외공기로부터의 유입보다는 실내 건축자재로부터 주로 발생되고 있으며, 이들로부터의 인체영향 및 실내 공기 중에서의 지속성과 잠재성 등을 고려해 볼 때 권고물질로서 관리하는 것이 타당한 것으로 사료된다. 또한 포름알데히드는 페인트, 생활용품, 실내가구, 접착제, 건축자재, 섬유옷감, 연료의 연소 등 다양한 발생원을 가지고 있으며, 새집 증후군·빌딩과 같은 인체영향 측면을 고려해 볼 때, 권고기준으로 설정하여 지속적으로 관리하는 것이 보다 합리적이다. 최근 선진 외국에서도 라돈, HCHO, VOCs 같은 물질들에 대한 관심이 증가되어 이들 물질에 대한 연구 및 관리가 활발히 이루어지는 것으로 알려져 있다.

이에 실내 공기오염 문제를 해결하기 위해서는 실내환경평가를 바탕으로 실내공간 특성에 맞는 실내공기 오염물질의 권고 및 기준치를 설정하고, 이에 맞는 관리지침을 마련하는 것이 필요하다.

3. 실내공간 공기질 최적관리를 위한 여건 조성

국내에서는 일부 실내 공기질에 관한 연구가 수행되어져 왔으나 실내공기 오염의 기여인의 정량적 파악에 관한 연구는 그다지 많지 않은 실정이다. 특히 다중이용시설의 실내공기 측정자료 체계의 미흡으로 인해 실내공간 공기질 관리의 애로사항으로 나타나고 있다. 이에 실내공기질의 평가, 실내환경영향평가, 인체위해성 평가와 같은 연구의 기반이 되어 나아가

실내 공기질 관리정책에 없어서는 안될 중요한 기초자료로서 실내 공기질 현황 파악이 중요하다.

즉 향후 보다 표준화된 조사방법을 수립하고, 그에 따라 체계적으로 실내 공기질 조사 및 연구가 진행되어야 한다. 따라서 국내 조사자료가 없는 발생원 및 발생량 자료에 대하여는 먼저 그 조사방법을 표준화하고 조사 우선순위를 파악한 후 단계적으로 발생원 및 발생량 자료를 목록화하는 DB 구축작업과 이를 위해 장기적이고 지속적인 실내 공기질에 관한 중앙정부차원의 연구지원이 바람직하다.

제 3 절 서울시 실내 공기질 관리전략

1. 서울시 다중이용시설등의 실내공기질 기준조례(가칭) 제정

가. 실내 공기질 기준조례 제정 배경

지하생활공간의 공기질 관리를 둘러싼 환경수요와 관련하여 환경부는 1989년 9월 지하공간 환경기준 권고치를 설정하고, 1990년부터는 시·도를 대상으로 지하공간에서의 오염수준 조사를 실시하여 왔다. 또한 지하생활공간 공기질 관리를 법적 이행의무로서 규정하기 위하여 1996년에는 쾌적하고 청정한 지하공간의 환경질 유지·개선하기 위한 「지하생활공간공기질관리법」을 제정하고, 1997년부터 운용하여 왔다.

그러나 2003년부터는 기존의 지하생활공간 뿐만 아니라 불특정 다수인이 이용하는 제반 다중이용시설 및 공동주택의 실내공기질을 관리하고 위해 「다중이용시설등의 실내공기질관리법」으로 통합 개정하여, 2004년 5월 30일부터 시행하고 있다. 이에 현행 「서울특별시지하생활공간공기질기준조례」역시 「다중이용시설등의 실내공기질관리법」에 상응하여 적용 기준을 개정하고 신설한 「서울특별시다중이용시설등의 실내공기질 기준조례(가칭)」의 개정 검토가 필요하다.

<표 6-2> 서울시 지하생활공간 공기질 기준

적용시기 항 목	국가 기준	서울시 적용기간 및 기준
		2002년1월1일 이후
아황산가스(SO_2)	1시간 평균치 0.25ppm이하	1시간 평균치 0.10ppm이하
일산화탄소(CO)	1시간 평균치 25ppm이하	1시간 평균치 10ppm이하
이산화질소(NO_2)	1시간 평균치 0.15ppm이하	1시간 평균치 0.14ppm이하
미세먼지(PM-10)	24시간 평균치 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	24시간 평균치 $140\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
이산화탄소(CO_2)	1시간 평균치 1000ppm이하	1시간 평균치 1000ppm이하
포름알데히드(HCHO)	24시간 평균치 0.1ppm이하	24시간 평균치 0.05ppm이하
납(Pb)	24시간 평균치 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	24시간 평균치 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하

나. 실내 공기질 기준조례 입법권 범위

현행 다중이용시설등의실내공기질관리법에 근거하여, 적용 대상에 대한 자치단체 위임규정은 없지만 적용 기준에 대해서는 시·도지사가 조례로 정하는 바에 따라 보다 엄격한 공기질 유지 기준을 정할 수 있다. 즉 다중이용시설등의 실내 공기질 관리법에 규정되어 있는 사항은 유지기준의 강화 정도일 뿐이다.

그러나 중장기적으로는 다중이용시설의 실내 공기질 특성을 고려하여 법규 적용대상의 수평적·수직적 확대, 그리고 대상시설별 유지기준·권고기준의 추가 등이 고려되어야 할 것이다. 이에 지방자치단체의 자치 입법권 범위 내에서 지역환경 여건, 단기 및 장기의 시간 변수, 현행법과 제도개선 사항의 제도변수, 외부여건의 변화에 따른 실행가능성 판단, 실내공기질 개선을 위한 정책의지 정도 등을 정책을 고려하여 ①조례제정의 목적, ②적용대상, ③적용기준 등이 논의되어야 한다.

<표 6-3> 다중이용시설등의실내공기질관리법 자치입법권 범위

	적용대상	적용기준
법 규 내 용	제3조 (적용대상) 가. 다중이용시설 1. 지하역사 2. 지하도 상가 3. 여객자동차터미널의 대합실 4. 공항시설중 대합실 5. 항만시설중 대합실 6. 도서관 7. 박물관 및 미술관 8. 의료기관 9. 실내주차장 10. 철도역사대합실 11. 그밖에 대통령령이 정하는 시설 나. 공동주택 1. 아파트 2. 연립주택	제5조 (실내공기질 유지기준) 제6조 (실내공기질 권고기준)
자 치 법 규	조례위임 규정 없음	조례위임 규정 제5조 3항 : 특별시·광역시 또는 도(이하 “시·도”라 한다)는 지역환경의 특수성을 고려하여 필요하다 인정할 때에는 그 시·도의 조례로 제1항의 규정에 의하여 공기질 유지기준보다 엄격하게 시·도에 적용할 공기질 기준을 정할 수 있다.

다. 실내공기질 체크리스트 활용과 기준조례(안)

향후 “서울시 다중이용시설등의 실내공기질 기준조례(가칭)” 제정시, 앞서 실내 공기질 측정결과(<표 6-5> ~ <표 6-7> 참조)를 감안할 경우, 환경기준의 강화 또는 현상 유지를 나타내는 체크리스트는 <표 6-4>와 같다. 이러한 체크리스트를 활용할 경우 서울시 조례의 전체적인 시안은 <표 6-8>과 같이 제정목적, 용어정리, 그리고 실내 공기질 기준 제시 등이 요망된다.

<표 6-4> 서울시 다중이용시설등의 실내공기질 적용 가능한 체크리스트

	PM10	CO ₂	HCHO	총부유세균	CO	TVOC
	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1000ppm	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	800CFU/ m^3	10ppm	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
지하역사	○	○	◎	-	◎	◎
지하도상가	★	○	○	-	◎	◎
여객터미널 대합실	★	○	◐	-	◎	◐
공항시설중 여객터미널	○	◐	◐	-	◎	◎
도서관	○	◐	◎	-	◎	◎
박물관	○	◐	○	-	◎	◎
미술관	◐	◐	★	-	◎	◐
철도역사대합실	◐	◐	◎	-	◎	◎
대규모점포	○	◐	◐	-	◎	◎
장례식장	○	◐	◐	-	◎	◎
찜질방	○	○	○	-	◎	◎
의료기관	○	○	◐	★	◎	◎
보육시설	★	◐	◎	★	◎	◎
노인시설	★	◐	◎	★	◎	◎
산후조리원	★	○	◎		◎	◎
실내주차장	○	◐	◎	-	◎	◎

주: 1) 기준 만족/기준초과

아주 만족	대체로 만족	만족	기준초과
◎	◐	○	★

2) 미세먼지 기준은 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원은 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

3) 실내주차장의 CO 기준은 25ppm 이하임

4) 총부유세균은 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원에만 해당됨.

5) TVOC는 의료기관, 보육시설, 노인복지시설, 산후조리원은 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, 실내주차장은 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임.

<표 6-5> 다중이용시설별 유지기준 항목의 측정 결과 종합 정리

대상시설	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
지하역사	(126.4 / 172.8) (지하철공사, 1998) 155.9 (환경부, 1999) 136.1 (환경부, 2002) 82.9 (환경부, 2002) (316.7 / 141.6) (지하철공사, 2003) (58.5 / 57.6) (지하철공사, 2003) (119.0 / 63.0) (지하철공사, 2003) (49.7 / 61.1) (지하철공사, 2003) (393.7 / 254.8) (지하철공사, 2003) (128.9 / 106.4) (지하철공사, 2003) (172.1 / 142.0) (지하철공사, 2003) (140.2 / 100.5) (지하철공사, 2003) 81.3 (환경부, 2004) 114.4 (환경부, 2004) 53.3 (환경부, 2004) 92.0 (시정연, 2004) 125.0 (시정연, 2004) 142.0 (시정연, 2004)	651 (서울시, 1997) 586 (서울시, 1997) 583 (서울시, 1997) 495 (서울시, 1997) 466 (서울시, 1997) 499 (서울시, 1997) 525/466 (승강장/대합실) 467 (환경부, 1999) 783 (환경부, 2002) 610 (환경부, 2002) 849 (시정연, 2004) 598 (시정연, 2004) 699 (시정연, 2004)	1.68 (서울시, 1997) 2.16 (서울시, 1997) 2.28 (서울시, 1997) 495 (서울시, 1997) 1.44 (서울시, 1997) 0.96 (서울시, 1997) 27.3/29.2 (승강장/대합실) 72.2 (환경부, 1999) 6.1 (환경부, 2002) 18.5 (환경부, 2002) 9.6 (환경부, 2004) 9.6 (환경부, 2004) 4.8 (환경부, 2004) 12.0 (시정연, 2004) 12.0 (시정연, 2004) 19.2 (시정연, 2004)	-	1.7 (서울시, 1997) 3.0 (서울시, 1997) 2.2 (서울시, 1997) 2.0 (서울시, 1997) 3.0 (서울시, 1997) 1.2 (서울시, 1997) 0.74 (환경부, 1999) 1.5 (환경부, 2002) 0.7 (환경부, 2002) N.D. (시정연, 2004) N.D. (시정연, 2004) N.D. (시정연, 2004)
지하도상가	154 (이채연, 1989) 182.0 (김윤신, 1997) 81.0 (보건복지부, 1998) 101.0 (환경부, 1999) 91.7 (환경부, 2002) 66.2 (환경부, 2004) 41.7 (환경부, 2004) 40.3 (환경부, 2004) 162.0 (시정연, 2004) 141.0 (시정연, 2004) 234.0 (시정연, 2004) 86.5 (한국환경·사회 정책연구소, 2004) 96.5 (한국환경·사회 정책연구소, 2004) 76.0 (한국환경·사회 정책연구소, 2004)	999 (김윤신, 1997) 635 (서울시, 1997) 666 (서울시, 1997) 956 (서울시, 1997) 624 (서울시, 1997) 648 (서울시, 1997) 764 (서울시, 1997) 976 (보건복지부, 1998) 757.3 (환경부, 1999) 1043 (환경부, 2002) 1063 (환경부, 2002) 1051 (시정연, 2004) 698 (시정연, 2004) 697 (시정연, 2004) 617 (한국환경·사회정 책연구소, 2004) 716 (한국환경·사회정 책연구소, 2004) 873 (한국환경·사회정 책연구소, 2004)	78.0 (김윤신, 1997) 3.12 (서울시, 1997) 2.28 (서울시, 1997) 4.08 (서울시, 1997) 4.80 (서울시, 1997) 6.00 (서울시, 1997) 2.16 (서울시, 1997) 98.4 (환경부, 1999) 86.9 (환경부, 2002) 42.4 (환경부, 2002) 49.8 (환경부, 2004) 4.8 (환경부, 2004) 24.1 (환경부, 2004) 176.4 (시정연, 2004) 51.4 (시정연, 2004) 52.8 (시정연, 2004) 5.2 (한국환경·사회정 책연구소, 2004) 7.6 (한국환경·사회정 책연구소, 2004) 8.7 (한국환경·사회정 책연구소, 2004)	-	1.4 (이채연, 1989) 1.5 (김윤신, 1997) 1.8 (서울시, 1997) 3.1 (서울시, 1997) 3.5 (서울시, 1997) 2.4 (서울시, 1997) 1.6 (서울시, 1997) 2.3 (서울시, 1997) 0.86 (환경부, 1999) 1.5 (환경부, 2002) 1.6 (환경부, 2002) N.D. (시정연, 2004) N.D. (시정연, 2004) N.D. (시정연, 2004) 4.6 (한국환경·사회정 책연구소, 2004) 3.9 (한국환경·사회정 책연구소, 2004) 4.2 (한국환경·사회정 책연구소, 2004)

주 : 지하 역사의 경우 각각 (승강장/대합실)을 나타냄.

(<표 6-5> 계속) 다중이용시설별 유지기준 항목의 측정 결과 종합 정리

대상시설	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
여객터미널 대합실	85.7(환경부, 2002) 98.0(환경부, 2002) 18.1(환경부, 2002) 184.0(시정연, 2004) 284.0(시정연, 2004)	638(환경부, 2002) 627(환경부, 2002) 877(환경부, 2002) 925(시정연, 2004) 574(시정연, 2004)	19.7(환경부, 2002) 14.3(환경부, 2002) 22.2(환경부, 2002) 46.8(시정연, 2004) 46.8(시정연, 2004)	-	0.9(환경부, 2002) 2.0(환경부, 2002) 2.3(환경부, 2002) N.D.(시정연, 2004) 0.3(시정연, 2004)
공항시설중 여객터미널	15.2(환경부, 2002) 18.1(환경부, 2002) 87.0(시정연, 2004) 127.0(시정연, 2004)	617(환경부, 2002) 521(환경부, 2002) 651(시정연, 2004) 409(시정연, 2004)	17.4(환경부, 2002) 30.1(환경부, 2002) 56.4(시정연, 2004) 37.2(시정연, 2004)	-	0.5(환경부, 2002) 0.6(환경부, 2002) 1.1(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)
철도역사 대합실	50.0(환경부, 2002) 111.0(시정연, 2004) 86.0(시정연, 2004)	933(환경부, 2002) 403(시정연, 2004) 622(시정연, 2004)	21.7(환경부, 2002) 26.4(시정연, 2004) 37.2(시정연, 2004)	-	1.1(환경부, 2002) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)
도서관	104.5(환경부, 2002) 62.5(환경부, 2002) 139.0(시정연, 2004) 133.0(시정연, 2004) 137.0(시정연, 2004)	521(환경부, 2002) 471(환경부, 2002) 646(시정연, 2004) 603(시정연, 2004) 602(시정연, 2004)	10.0(환경부, 2002) 21.5(환경부, 2002) 33.6(시정연, 2004) 61.2(시정연, 2004) 30.0(시정연, 2004)	-	1.0(환경부, 2002) 1.4(환경부, 2002) 0.1(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)
박물관	9.5(환경부, 2002) 13.3(환경부, 2002) 128.0(시정연, 2004) 162.0(시정연, 2004) 130.0(시정연, 2004)	547(환경부, 2002) 717(환경부, 2002) 473(시정연, 2004) 473(시정연, 2004) 392(시정연, 2004)	12.8(환경부, 2002) 29.2(환경부, 2002) 146.4(시정연, 2004) 27.6(시정연, 2004) 114.0(시정연, 2004)	-	0.9(환경부, 2002) 0.3(환경부, 2002) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)
미술관	9.7(환경부, 2002) 5.6(환경부, 2002) 86.0(시정연, 2004) 79.0(시정연, 2004)	540(환경부, 2002) 455(환경부, 2002) 650(시정연, 2004) 599(시정연, 2004)	45.5(환경부, 2002) 33.0(환경부, 2002) 505.2(시정연, 2004) 229.2(시정연, 2004)	-	0.9(환경부, 2002) 1.1(환경부, 2002) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)
장례식장	82.0(시정연, 2004) 83.0(시정연, 2004) 90.0(시정연, 2004)	587(시정연, 2004) 601(시정연, 2004) 584(시정연, 2004)	27.6(시정연, 2004) 98.4(시정연, 2004) 40.8(시정연, 2004)	-	N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)
찜질방	52.4(환경부, 2004) 36.0(환경부, 2004) 37.1(환경부, 2004) 126.0(시정연, 2004) 144.0(시정연, 2004) 119.0(시정연, 2004)	785(시정연, 2004) 598(시정연, 2004) 662(시정연, 2004)	61.1(환경부, 2004) 45.0(환경부, 2004) 53.0(환경부, 2004) 175.2(시정연, 2004) 115.2(시정연, 2004) 33.6(시정연, 2004)	-	0.9(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004) 0.5(시정연, 2004)
대규모 점포	154.0(김윤신, 1997) 38.9(환경부, 1999) 100.9(환경부, 1999) 93.1(환경부, 1999) 36.0(환경부, 2004) 17.4(환경부, 2004) 31.6(환경부, 2004) 102.0(시정연, 2004) 109.0(시정연, 2004) 140.0(시정연, 2004)	779 (녹색생명운동, 1995) 970(김윤신, 1997) 611(환경부, 1999) 646(환경부, 1999) 554(환경부, 1999) 668(시정연, 2004) 537(시정연, 2004) 575(시정연, 2004)	106.8(김윤신, 1997) 66.2(환경부, 1999) 38.9(환경부, 1999) 25.6(환경부, 1999) 9.6(환경부, 2004) 22.6(환경부, 2004) 208.9(환경부, 2004) 72.0(시정연, 2004) 73.2(시정연, 2004) 88.8(시정연, 2004)	-	2.3(김윤신, 1997) 1.1(환경부, 1999) 2.4(환경부, 1999) 6.6(환경부, 1999) 0.2(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004) N.D.(시정연, 2004)

(<표 6-5> 계속) 다중이용시설별 유지기준 항목의 측정 결과 종합 정리

대상시설	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
의료기관	26.1(환경부, 2002)	559(환경부, 2002)	28.0(환경부, 2002)	613(환경부, 2002)	1.1(환경부, 2002)
	35.2(환경부, 2002)	612(환경부, 2002)	13.1(환경부, 2002)	269(환경부, 2002)	1.6(환경부, 2002)
	22.1(환경부, 2004)	799(시정연, 2004)	19.3(환경부, 2004)	771(환경부, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	56.3(환경부, 2004)	645(시정연, 2004)	46.6(환경부, 2004)	552(환경부, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	7.56(환경부, 2004)	632(시정연, 2004)	12.8(환경부, 2004)	46(환경부, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	75.0(시정연, 2004)		46.8(시정연, 2004)	525(시정연, 2004)	
	84.0(시정연, 2004)		19.2(시정연, 2004)	1375(시정연, 2004)	
	82.0(시정연, 2004)		55.2(시정연, 2004)	1075(시정연, 2004)	
보육시설	37.8(환경부, 2002)	862(환경부, 2002)	6.0(환경부, 2002)	1138(환경부, 2002)	1.1(환경부, 2002)
	69.8(환경부, 2002)	514(환경부, 2002)	15.1(환경부, 2002)	850(환경부, 2002)	0.9(환경부, 2002)
	5075(환경부, 2004)	553(시정연, 2004)	25.6(환경부, 2004)	253(환경부, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	127.3(환경부, 2004)	521(시정연, 2004)	11.3(환경부, 2004)	618(환경부, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	50.75(환경부, 2004)	623(시정연, 2004)	20.9(환경부, 2004)	418(환경부, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	135.0(시정연, 2004)		25.2(시정연, 2004)	1913(시정연, 2004)	
	136.0(시정연, 2004)		26.4(시정연, 2004)	1588(시정연, 2004)	
	97.0(시정연, 2004)		13.2(시정연, 2004)	913(시정연, 2004)	
노인시설	35.1(환경부, 2002)	483(환경부, 2002)	10.3(환경부, 2002)	1950(환경부, 2002)	0.3(환경부, 2002)
	35.1(환경부, 2002)	161(환경부, 2002)	23.6(환경부, 2002)	625(환경부, 2002)	0.3(환경부, 2002)
	61.0(시정연, 2004)	612(시정연, 2004)	12.0(시정연, 2004)	1950(시정연, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	125.0(시정연, 2004)	612(시정연, 2004)	45.6(시정연, 2004)	625(시정연, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	194.0(시정연, 2004)	612(시정연, 2004)	37.2(시정연, 2004)	1638(시정연, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
산후 조리원	94.0(시정연, 2004)	487(시정연, 2004)	43.2(시정연, 2004)	1163(시정연, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	106.0(시정연, 2004)	578(시정연, 2004)	22.8(시정연, 2004)	750(시정연, 2004)	N.D.(시정연, 2004)
	119.0(시정연, 2004)	947(시정연, 2004)	49.2(시정연, 2004)	1813(시정연, 2004)	0.5(시정연, 2004)
실내 주차장	123.0(백성옥, 1998)	538(백성옥, 1998)	33.6(백성옥, 1998)		3.6(백성옥, 1998)
	109.0(백성옥, 1998)	552(백성옥, 1998)	39.6(백성옥, 1998)		5.3(백성옥, 1998)
	137.0(백성옥, 1998)	854(백성옥, 1998)	56.4(백성옥, 1998)		11.8(백성옥, 1998)
	127.0(백성옥, 1998)	598(백성옥, 1998)	30.0(백성옥, 1998)		5.7(백성옥, 1998)
	81.9(환경부, 2002)	587(환경부, 2002)	13.7(환경부, 2002)		0.9(환경부, 2002)
	27.0(환경부, 2002)	580(환경부, 2002)	12.1(환경부, 2002)		0.5(환경부, 2002)
	115.0(환경부, 2004)	441(시정연, 2004)	12.8(환경부, 2004)		N.D.(시정연, 2004)
	151.7(환경부, 2004)	653(시정연, 2004)	14.5(환경부, 2004)		3.5(시정연, 2004)
	157.0(환경부, 2004)	641(시정연, 2004)	4.8(환경부, 2004)		N.D.(시정연, 2004)
	149.0(시정연, 2004)		13.2(시정연, 2004)		
	258.0(시정연, 2004)		55.2(시정연, 2004)		
	142.0(시정연, 2004)		18.0(시정연, 2004)		

자료 : 김운선, 국내실내공기오염 현황과 대책, 「첨단환경기술」, 1997.
 백성옥, 고속도로 터널 내부 공기중 휘발성 유기화합물 농도 측정, 1998.
 이채연, 부산지역 지하상가의 대기오염도에 관한 조사연구, 1989.
 녹색생명운동, 서울시내 대형 백화점의 공기질 조사에 관한 연구, 1995.
 보건복지부, 공중이용시설 실내공기정화 청소기준 연구, 1998.
 서울시, 지하생활공간 공기오염 저감방안 연구, 1997.
 서울시정개발연구원, 다중이용시설 실내공기질 실태조사 및 관리방안 연구, 2004.
 서울특별시지하철공사, 서울시 지하철 환경개선 방안 연구, 1999.
 서울특별시 지하철공사, 지하공기오염 저감방안에 관한 연구, 2003.
 환경부, 실내공기질 관리방안에 관한 연구, 1999.
 환경부, 실내공기질 관리대책 연구, 2004.
 한국환경사회정책연구소, 서울시 지하도상가 공기질 개선을 위한 좌담회 자료집, 2004.

<표 6-6> 다중이용시설별 권고기준 항목의 측정 결과 종합 정리

대상시설	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/ l)	TVOC (µg/ m ³)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사	0.04(서울시, 1997) 0.06(서울시, 1997) 0.06(서울시, 1997) 0.06(서울시, 1997) 0.06(서울시, 1997) 0.06(서울시, 1997) (30.0 / 25.7) (지하철공사, 1998) 18.26(환경부, 1999) 62.7(환경부, 2002) 47.3(환경부, 2002)	(1.8 / 1.7) (김동술, 1997) (1.97 / 0.88) (지하철공사, 1998) N.D.(환경부, 1999) 0.9(환경부, 2002) 0.8(환경부, 2002)	56.29(시정연, 2004) 91.87(시정연, 2004) 45.82(시정연, 2004)	(0.003 / 0.002) (지하철공사, 1998) 0.0015(환경부, 2002) 0.0039(환경부, 2002)	2.2(환경부, 2002) 3.0(환경부, 2002)
지하도상가	54.0(김윤신, 1997) 0.04(서울시, 1997) 0.04(서울시, 1997) 0.05(서울시, 1997) 0.06(서울시, 1997) 0.07(서울시, 1997) 0.04(서울시, 1997) 19.5(환경부, 1999) 32.3(환경부, 2002) 46.3(환경부, 2004) 41.7(환경부, 2004) 40.3(환경부, 2004) 0.05(한국환경·사회정 책연구소, 2004) 0.05(한국환경·사회정 책연구소, 2004) 0.05(한국환경·사회정 책연구소, 2004)	0.5(김윤신, 1997) 0.4(환경부, 1999) 0.5(환경부, 2002) 1.1(환경부, 2002)	218.1(시정연, 2004) 88.8(시정연, 2004) 146.2(시정연, 2004)	-	2.8(환경부, 2002) 4.1(환경부, 2002)
여객터미널 대합실	52.3(환경부, 2002) 124.0(환경부, 2002) 64.6(환경부, 2002)	0.8(환경부, 2002) 0.5(환경부, 2002) 0.9(환경부, 2002))	46.7(시정연, 2004) 316.3(시정연, 2004)	-	-
공항시설중 여객터미널	11.52(환경부, 2002) 17.8(환경부, 2002)	0.4(환경부, 2002) 1.0(환경부, 2002)	14.45(시정연, 2004) 27.17(시정연, 2004)	-	5.0(환경부, 2002) 2.0(환경부, 2002)
도서관	30.9(환경부, 2002) 41.1(환경부, 2002)	0.3(환경부, 2002) 0.2(환경부, 2002)	86.9(시정연, 2004) 92.23(시정연, 2004) 19.85(시정연, 2004)	0.0131(환경부, 2002) 0.0012(환경부, 2002)	4.6(환경부, 2002) 2.2(환경부, 2002)
박물관	29.1(환경부, 2002) 29.4(환경부, 2002)	0.6(환경부, 2002) 0.4(환경부, 2002)	92.52(시정연, 2004) 39.72(시정연, 2004) 104.0(시정연, 2004)	0.0052(환경부, 2002) 0.0008(환경부, 2002)	4.1(환경부, 2002) 9.4(환경부, 2002)
미술관	5.0(환경부, 2002) 28.3(환경부, 2002)	0.4(환경부, 2002) 0.5(환경부, 2002)	131.7(시정연, 2004) 216.4(시정연, 2004)	0.0020(환경부, 2002) 0.0004(환경부, 2002)	4.8(환경부, 2002) 6.1(환경부, 2002)
도서관	-	-	21.1(시정연, 2004) 34.4(시정연, 2004) 17.1(시정연, 2004)	-	-
찜질방	-	-	200.0(시정연, 2004) 27.9(시정연, 2004) 179.6(시정연, 2004)	-	-

주 : 지하 역사의 경우 각각 (승강장/대합실)을 나타냄.

(<표 6-6> 계속) 다중이용시설별 권고기준 항목의 측정 결과 종합 정리

대상시설	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/ l)	TVOC (µg/ m ³)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
대규모 점포	40.0 (녹색생명운동, 1995) 31.0(김윤신, 1997) 19.5(환경부, 1999) 17.4(환경부, 1999) 31.8(환경부, 1999)	0.9(김윤신, 1997) 0.4(환경부, 1999) 0.4(환경부, 1999) 0.4(환경부, 1999)	65.1(시정연, 2004) 84.8(시정연, 2004) 188.0(시정연, 2004)	0.005(환경부, 1999) 0.003(환경부, 1999) 0.001(환경부, 1999)	31.0(김윤신, 1997) 19.5(환경부, 1999) 17.4(환경부, 1999) 31.8(환경부, 1999)
의료기관	27.2(환경부, 2002) 29.7(환경부, 2002)	1.8(환경부, 2002) 2.0(환경부, 2002)	50.6(시정연, 2004) 43.1(시정연, 2004) 38.2(시정연, 2004)	0.0020(환경부, 2002) 0.0042(환경부, 2002)	2.6(환경부, 2002) 2.0(환경부, 2002)
보육시설	28.0(환경부, 2002) 28.0(환경부, 2002)	0.3(환경부, 2002) 1.1(환경부, 2002)	27.5(시정연, 2004) 45.9(시정연, 2004) 8.6(시정연, 2004)	0.0000(환경부, 2002) 0.0015(환경부, 2002)	6.5(환경부, 2002) 3.4(환경부, 2002)
노인시설	8.3(환경부, 2002) 16.2(환경부, 2002)	1.0(환경부, 2002) 1.7(환경부, 2002)	17.1(시정연, 2004) 3.7(시정연, 2004) 212.1(시정연, 2004)	0.0012(환경부, 2002) 0.0020(환경부, 2002)	8.9(환경부, 2002) 2.2(환경부, 2002)
산후조리원	-	-	24.9(시정연, 2004) 77.7(시정연, 2004) 72.7(시정연, 2004)	-	-
실내주차장	34.0(백성옥, 1998) 65.0(백성옥, 1998) 141.0(백성옥, 1998) 83.0(백성옥, 1998) 62.4(환경부, 2002) 22.9(환경부, 2002)	0.5(환경부, 2002) 2.2(환경부, 2002)	162.8(백성옥, 1998) 243.3(백성옥, 1998) 465.0(백성옥, 1998) 528.8(백성옥, 1998) 101.1(시정연, 2004) 65.6(시정연, 2004) 58.3(시정연, 2004)	0.0004(환경부, 2002) 0.0067(환경부, 2002)	1.2(환경부, 2002) 4.2(환경부, 2002)

자료 : 김윤신, 국내실내공기오염 현황과 대책, 「첨단환경기술」, 1997.
 백성옥, 고속도로 터널 내부 공기중 회발성 유기화합물 농도 측정, 1998.
 이채언, 부산지역 지하상가의 대기오염도에 관한 조사연구, 1989.
 녹색생명운동, 서울시내 대형 백화점의 공기질 조사에 관한 연구, 1995.
 보건복지부, 공공이용시설 실내공기정화 청소기준 연구, 1998.
 서울시, 지하생활공간 공기오염 저감방안 연구, 1997.
 서울시정개발연구원, 다중이용시설 실내공기질 실태조사 및 관리방안 연구, 2004.
 서울특별시지하철공사, 서울시 지하철 환경개선 방안 연구, 1999.
 서울특별시 지하철공사, 지하공기오염 저감방안에 관한 연구, 2003.
 환경부, 실내공기질 관리방안에 관한 연구, 1999.
 환경부, 실내공기질 관리대책 연구, 2004.
 한국환경사회정책연구소, 서울시 지하도상가 공기질 개선을 위한 좌담회 자료집, 2004.

<표 6-7> 서울시 공동주택 실내공기질 측정 결과 종합 정리

항목	단위	기준	µg/m³	ppb
HCHO		120* 100**	0.71(환경부, 2002) 5.16(환경부, 2002) 36.9(박진철, 2003) 11.4(박진철, 2003) (3.6 / 10.8 / 30.0) (한국소비자보호원, 2004) (7.44 / 18.6 / 31.2) (국립환경연구원, 2004) (6.6 / 42.9 / 104.4) (시정연, 2004)	-
벤젠		16.1***	23.6(김윤신, 1993) N.D. / 2.4 / 14.13 (환경부, 2004) (0.3 / 4.81 / 35.3) (시정연, 2004)	13.7(환경부, 2002) 5.3(환경부, 2002)
톨루엔		260** 1092***	57.0(김윤신, 1993) (6.54 / 127.3 / 768.9) (환경부, 2004) (13.8 / 156.9 / 1499.9) (시정연, 2004)	19.4(환경부, 2002) 28.0(환경부, 2002)
에틸벤젠		3800** 1477***	8.8(김윤신, 1993) N.D. / 30.0 / 391.3 (환경부, 2004) (1.5 / 42.2 / 516.7) (시정연, 2004)	2.1(환경부, 2002) 5.3(환경부, 2002)
자이렌		870** 1477***	N.D. / 59.6 / 427.3 (환경부, 2004) (2.1 / 36.6 / 338.9) (시정연, 2004)	-
스틸렌		240**	8.9(김윤신, 1993) N.D. / 19.8 / 122.8 (시정연, 2004)	0.4(환경부, 2002) 2.1(환경부, 2002)
1,4-디클로로벤젠		240** 200***	N.D.(시정연, 2004)	-
TVOC		500* 600***	(300 / 600 / 1200) (한국소비자보호원, 2004) (24.6 / 48.9 / 137.7) (시정연, 2004)	0.405(박진철, 2003) 0.115(박진철, 2003) N.D./0.189/0.314 (한국소비자보호원, 2004)

주 :

- 1) 기준 * 다중이용시설실내공기질관리법 유지기준
 ** 일본 실내공기중 화학물질 농도 지침치
 *** 홍콩 사무실 공공시설 권고기준
- 2) ()안에 표시된 세 개의 측정값은 각각 (최소값/평균값/최대값)을 나타냄.

자료 : 김윤신 외, 공중이용시설 실내환경 관리방안 연구, 1993.
 박진철, 주거건축물의 실내공기환경 개선에 관한 연구, 2003.
 국립환경연구원, 실내공기질 공정시험방법 도출 연구, 2004.
 서울시정개발연구원, 다중이용시설 실내공기질 실태조사 및 관리방안 연구, 2004.
 한국소비자보호원, 신축 공동주택의 실내공기 오염 물질 실태 조사 보고서, 2004.
 환경부, 실내공기질 관리대책 연구, 2004.

<표 6-8> 서울특별시다중이용시설공기질기준조례(가칭)

제1조(목적)

이 조례는 다중이용시설등실내공기질관리법(이하 “법”이라 한다) 제 5조 제3항의 규정에 의하여 공기질 유지기준을 엄격하게 설정함으로써 쾌적한 실내공간을 조성하도록하여 시민의 건강을 보호함을 목적으로 한다.

제2조(정의)

- ① 이 조례에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
1. “다중이용시설”이라 함은 불특정 다수인이 이용하는 시설로서 법 제3조 제1항 각호의 1에 해당하는 다중이용시설을 말한다.
 2. “실내공기질기준”이라 함은 실내공간의 쾌적한 공기질의 유지를 위한 기준을 말한다.

제3조(실내공기질기준)

실내 공간이 유지하여야 하는 실내공기질 기준은 <별표 1>, <별표 2>와 같다.

<별표 1> 서울시 다중이용시설 등의 실내공기질 기준 연도별 유지기준(안)

오염물질 항목 다중이용시설	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
지하역사, 지하도상가	150 이하	800 이하	100 이하	-	5 이하
여객자동차터미널의 대합실	140 이하				
공항시설 중 여객터미널					
항만시설 중 대합실					
철도역사의 대합실					
도서관, 장례식장, 찜질방	120 이하	100 이하	800 이하		
대규모 점포					
박물관, 미술관	80 이하	100 이하	800 이하		
의료기관	100 이하	120 이하			
보육시설		100 이하			
노인복지시설	100 이하	800 이하	100 이하	-	20 이하
산후조리원	150 이하	100 이하			

<별표 2> 서울시 다중이용시설등의 실내공기질 기준 년도별 권고기준(안)

오염물질 항목 다중이용시설	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/ l)	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사, 지하도상가	0.05 이하	4.0 이하	400 이하	0.01 이하	0.06 이하
여객자동차터미널의 대합실		2.0 이하			
공항시설 중 여객터미널					
항만시설 중 대합실					
철도역사의 대합실					
도서관, 장례식장, 찜질방					
대규모 점포	0.5 이하	300 이하	800 이하	0.08 이하	
의료기관					
보육시설					
노인시설					
산후조리원					
실내주차장	0.3 이하				

주 : 2005년 초기 시행(안)이며, 향후 관리대상시설별 유지 및 권고 기준의 강화, 관리대상 시설의 추가 등과 관련된 사항은 서울시 조례(안)의 중장기 방향에서 제시함.

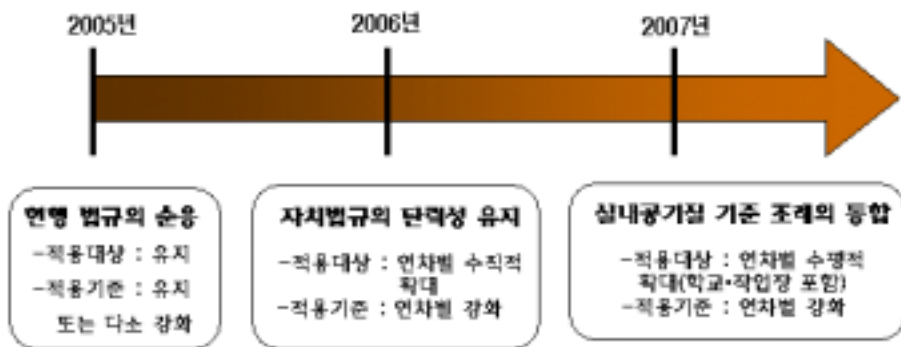
<별표 3> 서울시 신축 공주택의 실내 공기질 권고기준(안)

HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	벤젠 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	톨루엔 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	에틸벤젠 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	m,p 자이렌 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	스틸렌 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,4-디클로 로벤젠 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
100	20	250	400	400	150	200	500

주 : 현재 자율규제 차원에서 시공자에게 측정·공고 의무만 부여하고 별도의 기준을 설정하지 않았으며, 국민들에게 판단기준을 제공하기 위하여 신축 공동주택 실내공기질 권고기준 설정을 추진중이나, 기존 연구 및 본 연구에서 측정된 공기질 수준을 감안하여 서울시 신축 공동주택 실내 공기질 권고기준을 제시함.

한편 서울시 다중이용시설의 실내 공기질 기준조례(안)은 법규의 준응을 위해 적용대상을 그대로 유지하되, 다만 본 연구에서의 측정 및 기존 연구결과를 종합할 때, 적용기준의 유지 또는 오염물질별 다소 강화 등이 고려될 수 있다.

즉 서울시 다중이용시설의 실내 공기질 기준조례 제정 및 시행 원년인 2005년을 시점으로 할 경우, 자치법규 제정의 탄력성 유지(적용대상의 연차별 수직적 확대, 적용기준의 연차별 강화), 그리고 실내 공기질 관련 법규의 통합에 대비한 서울시 실내 공기질 통합기준의 마련(예: 학교시설의 포함 및 유지기준·권고기준 제시) 등을 감안한 조례제정의 연차별 이정표 구상이 바람직하다.



<그림 6-2> 서울시 조례제정의 연차적 이정표

2. 실내 공기질 관리 지침서 제작과 홍보

최근 건물의 기밀화와 화학물질을 사용한 건축자재의 사용 증가로 예전보다 실내공기가 오염되고 있으며, 건강 및 쾌적성에 대한 거주자의 관심이 고조되는 등 실내 환경이 중요한 사회적 관심사로 대두되고 있다. 외국에서는 오래 전부터 실내 공기질에 대한 여러 측면의 관련 연구가 이루어져 이에 대한 지침서를 제작·발간하고 있다. 그러나 현재 우리나라는 실내공기의 적정관리를 위한 시민 의식의 제고를 위해 실내공기질의 적정 관리방안을 담은 생활안내서 또는 실내공기질 관리 지침서가 거의 없기 때문에, 시민들이 실내 공기질에 대한 일부분의 단편적 지식만을 인지함으로써 실내공기질, 실내공기오염 및 실내유해화학물질에 대한 정보가 절대적으로 부족한 실정이다.

<표 6-9> 외국의 실내 공기질 관리 지침서

국가	지침서 유형
미국	■ Indoor Air Quality Home Tour(Montana) - 주거공간별 대표적인 공기오염원 및 오염물질과 개선책 제시 ■ The Inside Story : A Guide to Indoor Air Quality(EPA) - 미국 환경청에서 실내공기 오염물질 측정방법, 공기질 개선방법 등의 연구를 수행하고 결과를 바탕으로 지침서 작성하여 일반인에게 무료 배포
캐나다	■ Exposure Guideline for Residential Indoor Air Quality - 실내공기질의 정의와 목적, 일반적 지표, 실내공기오염원 종류 - 실내공기 오염물질 연구/실험, 물질별 인체에 미치는 영향
홍콩	■ Improve the Indoor Air Quality in Your Home - 홍콩 환경부 : 8종의 실내공기질 지침서 보유
WHO	■ Guidelines For Air Quality, 1999 - 실내공기 오염물질과 오염원, 오염물질이 인체에 미치는 영향과 증상, 실내 공기질 관리기준 등을 자세히 소개
일본	■ 住まいの健康配ガイドライン - 휘발성유기화합물, 포름알데히드 저감방안에 초점 - 건축자재 인증제도 및 JIS 규격 소개로 제품 선택시 참고

출처 : 조완제(2003) 내용을 재구성함.

이에 현재까지 체계적인 실내 공기질 관리 지침서가 없는 한계요인을 극복하는 것이 시급하다. 본 연구에서는 일반인을 대상으로 제작된 일본과 홍콩 지침서를 참고하여, 가능한 범위에서 전문용어를 배제하고 일반인들이 좀 더 쉽게 알 수 있도록 실내 공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리방안을 포함한 생활 안내서, 그리고 실내 공기질을 관리하는 관리인·건물주를 위한 관련법규 및 효율적인 관리방법안을 포함한 지침서 등을 제작·발간하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 쾌적한 실내 공기질 조성을 위해 관리지침서(안)를 제시하고 있다.

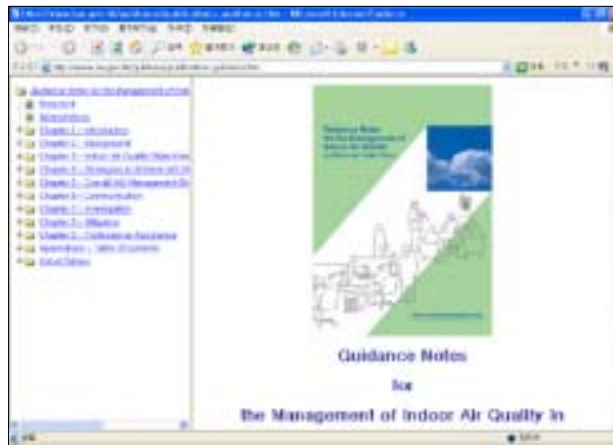
<표 6-10> 실내공기질 관리 지침서 내용

실내공기질 오염원	오염물질 발생의 저감 방안 및 개선방안	오염물질이 인체에 미치는 영향
공간별	활동별	물질별
주거공간별 대표적인 오염원 별 방출되는 오염물질 설명	실내공기의 오염물질 발생 억 제와 개선을 위한 행동 등을 설명	인체에 미치는 영향을 물 질별로 구분하여 설명

한편 실내공기의 중요성을 실내 공기질관리 지침서 외에도 마스크(TV, 신문, 인터넷 등)를 통해 홍보함으로써 시민들의 실내공기질에 대한 인식 및 관심 증가를 유도하는 것이 바람직하다. 그리고 실내 공기질(IAQ)에 관한 전문적인 연구 기관 또는 행정 기관에서 관련 웹사이트 운영하여, 실내환경에 관한 법규, 오염원, 유해오염물질의 발생량, 오염물질의 물리/화학적 특징 및 실내 공기질에 대한 연구동향 또는 관리체계 등 종합적이고 유용한 정보를 공유하도록 한다.

참조 : <http://www.epa.gov/iaq/pubs/insidest.html>

<그림 6-3> 미국의 실내공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리정보



참조 : http://www.iaq.gov.hk/index_eng.asp

<그림 6-4> 홍콩의 실내공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리정보



자료 : <http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sick.html>

<그림 6-5> 일본의 실내공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리정보

쾌적한 실내공기질을 위한 관리지침서(예)

1. 실내공기질과 건강

현대인들은 하루 중 80% 이상 시간을 주택, 직장, 학교, 차내 등의 실내공간에서 생활하고 있기 때문에, 실내 공기질을 양호하게 보존하는 것은 건강하고 쾌적한 생활을 위한 중요한 요소라고 할 수 있습니다.

많은 사람들이 실외 공기오염의 위험성은 인식하고 있지만, 실내 공기오염의 위험성이 더욱 심각할 수 있다는 점에 대해서는 잘 알지 못하고 있습니다.

실외 공기는 대류와 기압차에 의한 바람으로 순환되고 있어 오염물질이 자연적으로 희석되고, 기후의 변화와 더불어 자연 정화기능을 갖는데 반해, 실내 공기는 밀폐공간에서 거주자가 오랜 시간 생활하거나, 환기설비가 있는 건물에서도 오염된 공기가 건물 내부를 한동안 순환하게 되므로 각종 오염물질에 장시간 노출될 위험성이 크다고 할 수 있습니다

최근 건축자재의 다양화, 고급화 추세로 휘발성 유기화합물, 알데히드, 암모니아 등의 발생으로 인해 인체에 미치는 영향이 점차 커지고 있으며, 이러한 오염물질은 재실자에게 질병, 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 집중력 감퇴 등을 불러일으키는 건물병 증후군(SBS: Sick Building Syndrome), 새집 증후군(SHS: Sick House Syndrome), 화학물질 과민증(MSC: Multiple Chemical Sensitivity) 등을 유발시켜 건강을 크게 악화시킬 수도 있습니다.

새집증후군 (SHS : Sick House Syndrome)

실내공기 오염으로 인하여 일시적 또는 만성적으로 걸리는 코, 눈, 목의 건조·통증, 재채기, 코막힘, 피로 또는 무기력, 두통, 건망증 등의 건강 이상 증상으로 정의됩니다.

2. 가이드라인에 대해

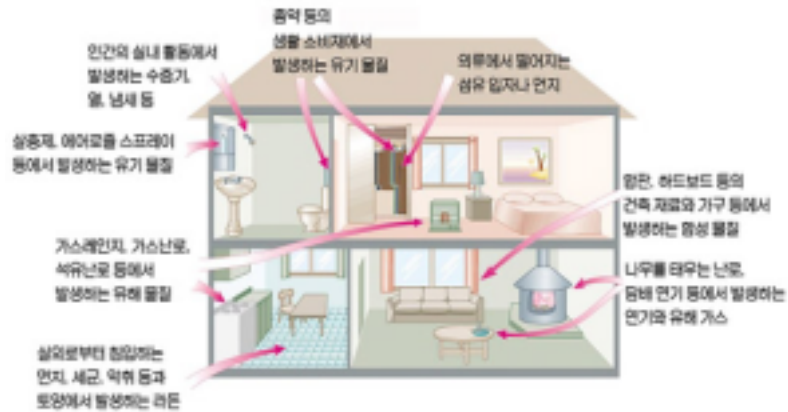
지금까지 주택을 선택할 경우 쾌적성과 기능성만을 추구한 나머지 건강에 안전한 실내 환경을 제공하려는 인식이 충분하게 있지 않았습니다. 사람들의 생활형태가 변하고, 주거환경수준의 요구도가 높아지면서 건축생산의 대량 생산과 더불어 노동임금의 상승 등으로 종래의 전통 건축자재는 대량생산 체제에의 대응이 어려워지므로 효율적인 건축활동이 가능한 건축자재를 개발하여 보급하여 왔습니다. 즉, 황토벽이나 목재, 대리석, 종이와 같은 천연재료에서 접착제를 이용한 합판이나 파티클보드 등의 가공품, 복합화합제품인 플라스틱, 합성수지나 복합재료로 대체되고 있다. 이러한 제품들은 기본적으로 석유추출물로 만들어져 다양한 휘발성 유기화합물(VOCs)을 공기 중으로 방출하며, 이러한 오염물질은 인간 생활에 유해한 건강상의 영향을 미치고 있습니다.

이에 새집증후군의 전반적인 이해를 도모하고, 입주 이전에 실내 공기중의 화학물질을 저감하기 위한 방법들과 입주 동안에 환기와 청소 등의 유지관리를 통해 건강하고 쾌적하게 사는 방법 등을 「쾌적하고 건강한 주택에 살기 위한 가이드라인」에서 제시하고 있습니다.

3. 실내 실 · 부위별 공기오염원(오염물질)

실내 공기환경에 영향을 미치는 요소에는 온 · 습도나 풍속과 같은 물리적 요소와 일산화탄소, 이산화질소, 담배연기와 같은 화학적 요소 및 세균, 바이러스, 벌레 같은 생물학적 요소가 있습니다. 이 중에서 화학적 요소와 생물학적 요소가 실내의 공기질에 주로 영향을 주는 오염물질입니다. 오염물질은 건물 자체뿐만 아니라 사람의 몸, 사람의 활동 등에서 다양하게 발생되며, 실내에서 가스버너나 스토브 등의 연소 기구를 사용하면 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx)과 포름알데히드(HCHO) 등의 유해가스가 발생하기도 합니다.

구분	발생원	발생오염물질
인간활동	대화, 재채기, 기침	세균 및 바이러스
	피부	비듬, 암모니아, 악취
	의류	섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이, 취기, 포름알데히드
	화장품	각종 미량 물질, 휘발성 유기화합물
	흡연	먼지, tar, nicotine, 각종발암물질, 휘발성유기화합물
	가스	CO ₂ , CO, 암모니아, NO, NO ₂ , 탄화수소류, 취기
	보행 등의 동작	모래먼지, 섬유류, 세균, 곰팡이
	연소기구	CO ₂ , CO, 암모니아, NO, NO ₂ , 배연, 취기, 휘발성 유기화합물
	사무기기	암모니아, 오존, 용제류, 휘발성 유기화합물
건축자재	합판류, 내화재, 단열재, 시공, 발생물	HCHO, 유리섬유, 석면, 접착제, 라돈 및 자핵종, 곰팡이, 진드기
외기	자동차 배기가스	CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ , PAHs, 휘발성 유기화합물, Heavy metal
	연료의 연소	먼지, NO ₂ , SO ₂
생활용품	작업재료	모래먼지, 먼지, 세제, 곰팡이, 세균
	직접	적사베(불화탄화수소), 살충제, 소독제, 방충제
	재비산	살충제, 살균제, 살소제, 방비제, 방충제



<주택의 실내공기오염원>

가이드라인 1

실내 건강을 위하여 전체적인 건강 주택 배려 체크리스트를 확인하고, 실내 환경 관리 노트 작성을 생활화하도록 한다.

실내 환경 체크 리스트를 통해 건물의 상황, 계획적인 대책과 유지 관리·문제해결, 관리인에 대한 건물 사용자의 정보 제공 등과 관련된 전반적인 실내 환경 조건을 확인하고, 지속적인 실내 환경 관리 노트 작성을 생활화하도록 한다.

가이드라인 2

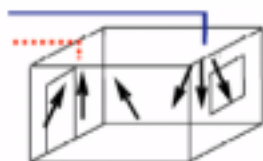
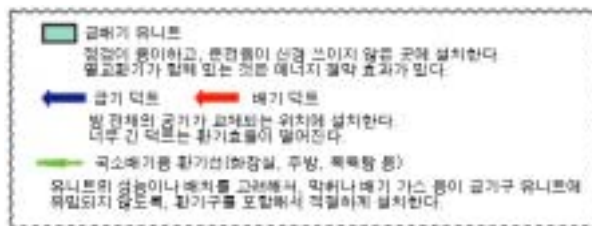
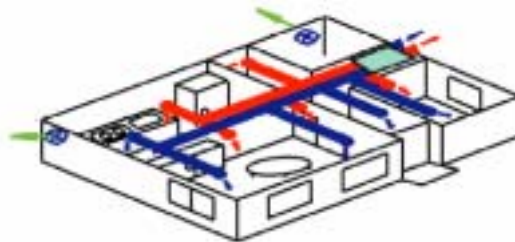
화학물질을 유효하게 배출하기 위해 방의 용도에 적합한 환기계획을 수립한다.

화학물질의 영향을 적게 하기 위해서는 적절한 환기가 반드시 필요하다. 환기에는 자연환기와 기계환기의 두 가지 방법이 있으며 화학물질이 적은 실내 환경을 목표로 하기 위해 방의 배치에서부터 주택 전체의 공기 흐름을 고려하여, 전체 방이 환기 될 수 있는 최적의 방법을 사용한다.

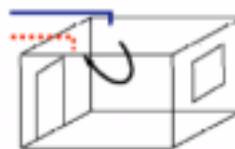
- 자연환기 : 창이나 환기구의 자연 풍력과 외부와의 온도차를 이용한 환기 방식으로 입지나 방의 배치는 물론 풍향 등 기상 조건을 고려하여, 방 전체의 환기가 가능하도록 설계한다.
- 기계환기 : 3가지 유형 가운데 제1종 환기는 고기밀의 주택에서 사용되는 방식이며, 주방이나 화장실에는 제3종 환기 방식으로 된다. 필터의 교환이나 기계의 관리가 용이한 위치에 설치하고 배기음이나 역류 대책 등을 전문가와 상담한다.

■ 제1종 환기의 예 : 중앙환기(24시간) 시스템

주택 전체의 환기 출입 양이 같은 양이 되도록 설계한다. 시스템의 성능과 목적 등을 확인하고 계획한다.



좋은 사례



나쁜 사례

※ 각 방의 덕트는 가능한 분리시켜 설치하여야 효율이 좋다.

포름알데히드의 대책으로 환기회수 0.5회/h 이상의 기계환기설비(24시간환기시스템)를 설치하는 것도 좋은 방법이 될 수 있다.

거실의 종류	환기회수
주택 등의 거실	0.5회/h 이상
이외의 거실	0.3회/h 이상



■ 제3종 환기의 예 : 중앙배기 시스템

한 곳에 배기팬을 설치하여, 각 실의 자연 환기구에서 외기를 들어오는 방식이다. 덕트가 적고 조작이 간단하며 환기 효율이 좋은 배기 방식이지만, 팬의 소음대책이나 화장실 혹은 주방의 배기가 거실에 유입되지 않도록 고려해야 한다.



<자연환기의 사례>

가이드라인 3

건축 자재 등에 사용되고 있는 화학물질의 함유량을 파악하고, 가능한 방출량이 적은 제품을 사용하도록 한다

건축 자재나 접착제로부터 방출되는 화학물질의 종류와 양은 제품에 따라 다양하지만, 제품에 있어 화학물질의 방출량이 규격화되고 있으므로 물질안전보건자료(MSDS)에서 화학물질의 정보를 확보하는 것도 가능하다. 이처럼 생활의 「어디에」, 「어떤」 화학물질이 포함되어 있는가를 정확히 파악하는 것이 건강한 주거 조성의 첫걸음이다.

최근에는 포름알데이드와 휘발성유기화합물의 발생량에 따라 등급을 부여한 건축자재 인증 등급과 환경표지(마크) 적합 제품을 이용하여 친환경 자재를 쉽게 선택할 수 있다.



HB	최우수
HB	우수
HB	양호
HB	일반
HB	일반

<공기청정협회의 HB 마크>

가이드라인 4

가구나 커튼 등의 일상 생활 용품도 화학물질의 발생 요인으로 인식하고, 약제처리의 유무나 재질을 확인하고 선택하도록 한다.

장시간 사용하는 실내는 건축 자재나 벽지뿐만 아니라 가구 등을 배려하고 영향이 적은 제품을 사용하도록 한다.



<화학물질을 포함한 가정용품 등의 예>

	사용목적	주요 화학물질
목제가구	도료, 방부제, 접착제	포름알데히드, 유기용제(톨루엔, 크실렌 등)
커튼	난연, 방수	난연제, 방수제
소파	합성피혁첨가제	가소제

가이드라인 5

난방 기구 혹은 조리기구에서도 화학물질이 발생되므로 배기 등에서 실내가 오염되지 않도록 고려한다.

석유 팬 히트 등은 간단히 실내를 따뜻하게 하는 편리한 기구이지만, 여러 가지 화학물질을 포함한 배기를 실내로 방출한다. 바닥 난방은 직접 공기를 오염시키지 않지만, 바닥을 난방하는 동안 바닥재에 포함된 화학물질이 방출되기도 한다. 난방기구 종류의 각 기능을 고려하여 적합한 기구를 선택하고 또 환기도 함께 고려하자.

<난방기구 유형과 화학물질>

난방기구의 종류	화학물질에 관계된 사항
석유(가스) 스토브 같은 팬히타 (개방형 난방기구)	실내공기에서 연소하고 실내에 배기한다. 배기에는 산화탄소, 질소산화물(NOx), 포름알데히드 등이 포함되어 있고, 특히 석유 팬히터는 많은 NOx를 배출한다. 환기설비나 환기계획을 검토하고, 사용상의 주의를 확인해야 한다.
FF식 히타 (밀폐형 난방기구)	외부의 공기로 연소하고 외부에 배기를 하기 때문에, 실내를 오염시키지 않는다. 벽에 구멍을 두어서 급배기를 하므로 방의 용도 등에 맞게 계획적인 설치를 하는 것이 필요하다.
전기 스토브	공기를 오염시키는 것이 없지만, 공기 건조를 고려해야 한다.
바닥 난방	기구의 내부에서 발생한 열로 상부의 플로링 바닥을 뜻하게 한다. 바닥재나 접착제의 성분에 배려해야 한다.
오일 히타	기구의 내부에서 발생한 열이 직접 공기를 따뜻하게 하기 때문에, 화학물질이 발생하는 일이 없다.

가이드라인 6

방충제, 방향제 등의 제품에도 화학물질이 포함되어 있으므로 사용 장소나 사용방법 등을 확인하고 사용한다

사용에 익숙해 있는 제품이지만, 방충제, 살충제, 방향제, 화장품, 헤어스프레이, 염화비닐제품, 플라스틱제품, 담배 등에서 발생하는 화학물질은 우리들의 생활에 깊게 관계되어 있다. 가능한 친환경 생활용품 등을 구매하고 이용하도록 한다.

가이드라인 7

실내 공기에 포함된 화학물질과 영향에 대한 정확한 지식을 갖추도록 한다.

우리들은 수만 종류의 화학물질에 둘러싸여 생활하고 있다고 말할 수 있다. 유해한 화학물질이 많은 제품이나 식품 등을 사용하지 않거나 먹지 않음으로써 영향의 정도를 최소화시킬 수 있다.

가이드라인 8

관계기관 등으로부터 실내 공기질에 관련된 정확한 정보를 얻도록 하며, 실내공기질 관리 행정 부서 및 시설관리책임자와 상의하도록 한다.

실내 공기중의 화학물질을 저감화 시키려는 대책 등이 정부 뿐만 아니라 관련 단체와 기업을 통해 이루어지고 있으므로 이와 관련된 정확한 정보를 확보하도록 한다. 또한 실내공간의 건강이상 증후군이 예상되면, 공기질 측정을 의뢰하고 실내 공기질 관리 행정부서 및 시설관리 책임자와 상의하도록 한다.

<건강에 배려하는 주거조성을 위한 체크리스트>

항목		체크 내용		체크란	가이드라인
계획	설계·시공자	건강을 배려하는 주거조성에 이해가 있는가?			1
	입지	환기구 혹은 환기선을 적절한 위치에 설치할 수 있는가?			1.5
	방의 배치	각 방 및 전체의 공기의 흐름을 고려하였는가?			
	환기계획	어떤 환기방식으로 하는가?	선택 항목	어떠한 방식인가?	
		·자연환기+3종환기주체의 환기방식 채용			
		·센트럴 환기(24시간 급배기)시스템 채용			
		거실 혹은 침실의 환기는 고려했는가?			
		일중 부재 시의 환기는 고려하였는가?			
입주시기	준공후, 충분히 환기(2주간 정도)시켜 입주하였는가?				
설계	건재 등의 선택	화학물질이 적은 것을 선택하였는가?		※ 전부 체크	1
		·목질건재의 화학처리(보존제, 방부제 등)의 유무		2.3	
		·벽지의 안전기준(JIS,ISM,SV등)의 확인			
		·접착제의 안전기준(JIS규격, 데이터 시트등)의 확인 (벽지용, 내장하지용, 플로링용, 기타)			
		·플로링재의 확인			
		·건물 안에서 물을 사용하는 곳에서 바닥의 염화 비닐의 재질확인			
		·바닥의 약제처리의 확인			
		아이 방, 침실 등은 특히 배려하였는가?			
	환기설계	자연환기, 제3종환기 방식을 채용	채용된 방식을 체크	※ 전부 체크	4.5
		·각방에 환기구(급기와 배기)가 있는가?			
		·가구 등의 배치에서 막힐 수 없는 위치에 있는가?			
		·센트럴 환기 시스템을 채용			
		·전실이 유효하게 급배기로 되는가?			
		·급배기 유닛은 점검하기 쉬운 장소에 있는가?			
		·각 방의 환기구는 적절한 위치에 있는가?			
	가구의 선택	불박이 가구의 재질은 확인 하였는가?		3	
		받침 등의 목질가구의 배치는 검토되었는가?			
시공	시공시의 확인	시공관리자, 시공업자는 제안을 이해하고 있는가		1	
		설계시의 수단대로 공사가 진행되고 있는가			
	시공후의 확인	공기환경측정을 하고 있는가(했는가)			

3. 건축물 환경인증제도의 활용

실내환경에 있어서 친환경건축물 인증제도의 공기환경분야는 휘발성 유기화합물 저방출자재의 사용, 자연환기의 설계정도, 공기정화작업의 실시 여부에 대해서 평가를 실시하고 있다. 이의 평가목적은 실내에 적용된 마감재료로부터 실내공기 중으로 방출되어 거주자의 건강에 직접적인 악영향을 미치는 포름알데히드와 휘발성 유기화합물 방출량이 적은 자재의 사용을 유도하고, 재실자에게 제어가능하고 신선한 외부공기를 제공하며 실내마감재 및 덕트내 오염된 물질을 입주전에 제거하여 오염물질을 감소시킴으로써 입주자들의 건강을 도모하는데 있다.

이러한 친환경건축물 인증제도의 공기환경분야 인증기준(〈표 6-9〉 참조) 등을 원용하여 향후 서울시 지역에서 건축되는 다중이용시설 및 신축 공동주택을 대상으로 친환경 건축자재의 사용을 유도하거나 권장하여 실내공기오염 저감에 기여하도록 해야 한다.

<표 6-11> 친환경건축물 인증제도 인증기준(공기환경 : 주거복합건축물(주거부분))

구분		평가방법	평점
최종 마감재	벽체 (외벽제외)	벽면(기둥, 이동 간막이벽 포함)에 적용된 최종마감재중 최대 표면적을 차지하는 마감재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출량이 환경표지(마크)의 획득기준에 적합한 경우	1
	천장	천장면에 적용된 최종마감재중 최대 표면적을 차지하는 마감재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출량이 환경표지(마크)의 획득기준에 적합한 경우	1
	바닥	바닥면에 적용된 마감재중 최대 표면적을 차지하는 마감재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출량이 환경표지(마크)의 획득기준에 적합한 경우	1
내장재	벽체 (외벽제외)	벽면(기둥, 이동 간막이벽 포함)에 적용된 내장재 중 최대 표면적을 차지하는 내장재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출량이 환경표지(마크)의 획득기준에 적합한 경우	1
	천장	천장면에 적용된 내장재중 최대 표면적을 차지하는 내장재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출량이 환경표지(마크)의 획득기준에 적합한 경우	1
	바닥	바닥면에 적용된 내장재중 최대 표면적을 차지하는 내장재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출량이 환경표지(마크)의 획득기준에 적합한 경우	1
환기구 또는 장치설치 유무 및 환기설계의 정도	1급	3급 + 폐열회수형 환기기능이 있고 제어 가능한 환기구 또는 장치를 거실 및 주방에 설치한 경우(가중치 : 1.0)	1
	2급	3급 + 제어가능한 환기구 또는 장치를 거실 및 주방에 설치한 경우(가중치 : 0.7)	1
	3급	세대별 개폐가능한 창 면적이 전용면적의 15% 이상인 경우(가중치 : 0.4)	1
공기정화 작업 실시 여부		입주전 최소 2주일 동안 공기정화작업계획에 의거하여 실내마감재 또는 덕트내 오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업을 수립/실시한 경우	1
		TAB 또는 커미셔닝을 실시한 경우	1
석면이 포함된 자재 사용여부		건축물내에 구조, 천장을 포함한 설비공간, 수직덕트공간, 칸막이벽체 등에 사용되는 자재는 석면이 포함된 자재를 사용하지 않도록 시방서에 기록한다.	1

자료 : 석호태, “친환경적인 주택건설 요건과 전망”, 「건설기술/쌍용」, vol. 322004.

4. 실내 공기질 표준모델의 공개 및 시민만족도 조사

신축 공동주택 모델하우스에 대한 건축자재 및 내장재 사용내역을 제시하고, 이와 함께 모델하우스의 실내 공기질 측정결과의 공개 등을 고려할 수 있다. 이는 향후 공동주택의 유형별 실내 공기질 수준을 설명하는 기초자료로서 활용이 가능하다. 그리고 다중이용시설도 마찬가지로 신축시 건축자재 및 내장재 사용내역을 공개함과 동시에 다중이용시설을 이용하는 시민의 실내 공기질 만족도 인식 조사를 실시하고, 조사 결과들을 공개하는 것을 고려할 만하다.

5. 환경영향평가제도의 내실화 도모

환경영향평가제도는 환경영향평가대상사업의 사업계획을 수립·시행함에 있어서 미리 사업이 환경에 미칠 영향을 평가검토하여 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발이 되도록 함으로써 쾌적한 환경을 유지·조성하기 제도이다.

환경영향평가 대상 사업에는 도시개발·에너지개발·수자원개발·관광단지개발·공업단지조성, 도로·항만·철도·공항 건설, 폐기물 및 오물처리시설 설치 등의 사업이 포함된다. 환경영향평가는 크게 자연환경·생활환경 및 사회·경제환경 등 3분야에 대해 실시하고 있으며, 사업 실시로 인한 환경영향 정도와 범위 예측 및 방지책·대체안 등을 내용으로 한다.

이에 현행 환경영향 평가대상 항목에 포름알데히드 방출기준, 저유기화합물 재료 사용 기준 등의 실내공기질 항목을 확대 적용하여 서울시 환경영향평가제도의 내실화를 도모할 필요가 있다. 즉 현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」에 의해 적용되는 실내 공기질 관리대상 다중이용시설·신축 공동주택 건설의 경우에는 실내 환경에 영향을 미칠 수 있는 건축자재 및 마감재료의 사용내역을 설계·시공단계에서 확인할 수 있는 기능을 환경 영향 평가에서 담당하는 것이 바람직하다.

6. 실내 공기질 측정자료의 DB 구축 및 정보공개

현행 「다중이용시설등의실내공기질관리법」 제12조 규정(실내공기질의 측정)에 의거하여 다중이용시설의 소유자·관리자 등은 실내 공기질 유지기준 측정 항목에 대해서는 연 1회, 권고기준 측정항목에 대해서는 2년에 1회 측정하도록 하고 있다.

또한 시·도지사는 법 제13조(보고 및 검사 등) 규정에 의해 다중이용시설의 소유자 등 또는 신축되는 공동주택의 시공자로 하여금 실내 공기질 관련 자료를 보고 받거나 검사할 수 있도록 되어 있다.

이에 서울시는 다중이용시설 및 신축 공동주택의 실내 공기질 관리를 보다 효율적으로 시행하여 시민건강 피해를 최소화하기 위해서는 첫째, 다중이용시설 및 신축 공동주택에 대하여 시설별 관리자, 위치 등의 일반현황, 실내 공기질 측정 기록 등을 수집하여 DB화 관리하여야 한다. 둘째로는 실내 공기질 측정·보고 내용에 대해서는 시청·자치구 홈페이지를 통해 항상 공개하여 해당 시설의 소유자·관리자가 실내 공기질 수준을 유지·권고기준 이하

로 유지하도록 동기를 부여하고, 한편으로는 시민들이 공개된 실내 공기질 자료를 통해 사전 대응할 수 있도록 하는 것이 요구된다.

第 VII 章 결 론

제 1 절 요약

제 2 절 정책제언

제 VII 장 결 론

제 1 절 요약

현대사회에 있어 시민은 주택, 직장, 학교, 차내 등의 실내공간에서 거의 대부분의 시간을 보내며, 제한된 실내공간에서 오염된 실내 공기질의 노출(피폭)을 통해 호흡기 질환, 인체의 생화학적 부작용, 호흡기관의 자극 등과 같은 건강상 영향을 받기 때문에, 실내 공기질(Indoor Air Quality; IAQ)은 시민들의 건강과 복지를 결정하는 중요한 요소로서 점차 인식되고 있다.

실내 공기질에 대한 시민인식 설문결과를 살펴보면, 서울 시민은 과거 외기오염에 비해 실내 공기에 대한 관심은 그다지 높지 않았으나, 최근 ‘새집증후군’ 인식과 경험 사례가 보도됨에 따라, 외기오염과 동일한 맥락에서 실내 공기질 수준에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 과거 실외 대기오염 중심의 관리체계를 지양하고, 실외 및 실내 공기질 관리를 동시에 고려하는 입체적 관리로의 전환이 요구됨을 설문결과를 통해서 알 수 있다.

또한 실내 공기질 개선을 위해 ‘43.4%가 평당 3~7만원’ 정도의 추가 지불의사비용을 부담할 만큼, 친환경건축자재 사용 의사를 적극적으로 제시하고 있어, 향후 서울시 실내 공기질 관리를 위해서는 시민의 인식수준에 걸맞은 관리대책의 수립·추진되어야 함을 시사하고 있다.

실내 공기질 측정 조사결과를 통해서 향후 지속적으로 다중이용시설등의 실태조사를 실시할 필요가 있으며, 이를 근거로 개선대책을 보완·수정하는 자세가 바람직할 것이다. 일반 시민들이 안전하게 다중이용시설을 이용할 수 있도록 법적 또는 제도적 관리 장치가 필요한 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 향후 신축 공동주택을 포함한 서울시 다중이용시설별 실내 공기질을 시민이 생활하기에 적합한 수준으로 조성하기 위한 정책 수단으로서 서울시 다중이용시설의 유지 및 권고기준의 보완·신설을 검토하고, 다중이용시설 및 신축 공동주택 실내공간에서의 공기질 수준이 실제적으로 환경기준을 달성할 수 있는 방안을 모색하고, 지속적으로 쾌적하고 청정한 공기질을 조성하는데 필요한 보조적인 환경관리 방안 마련에 주된 목적을 두었

다. 다음의 본 연구에서 의도하였던 연구목적을 개략적으로 분류 정리하면 다음과 같다.

첫째, 서울시 다중이용시설의 실내 오염도 측정분석 및 관리현황 자료체계(DB)의 구축

둘째, 현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」의 제5조 제3항 규정에 상응하여 서울시 다중이용시설 공기질 관리조례(가칭)의 제정 방향을 제시하고, 다중이용시설의 실내 공기질 기준의 보완 및 신설 가능성 검토

셋째, 실내 공간 공기질 개선을 유도하고 일정 수준으로 유지하기 위한 실내 공기질 관리 가이드라인을 제히사여 시민건강 위해 가능성 최소화 도모

넷째, 실내 공기질 영향 요인별 관리전략 및 중앙정부·서울시 실내 공간 공기질 관리전략을 검토하여, 향후 중장기 실내 공기질 개선대책의 마련에 활용

제 2 절 정책제언

1. 실내 공기질 관리의 기본 방향

가. 기본전제

실내 공기질은 그 대상범위가 넓으며 실외대기오염, 오염물질의 실내발생, 건물의 침투성, 환기와 공기조화체계, 기상학적 인자와 지형학적 인자, 실외오염원의 위치, 에너지의 보전상태 등의 인자들에 의하여 영향을 받을 수 있다. 이와 같이 실내 공기질은 매우 다양한 영향 인자들에 의해 영향을 받으므로, 보다 쾌적한 실내 공기질을 조성하기 위해서는 다각적인 연구조사가 전제되어야 한다.

나. 실내환경 오염물질 발생원 관리

실내 공기질 발생원 관리를 위해서는 무엇보다도 오염물질 특성별로 유입경로 및 배출양상을 정확히 파악하고, 실내공기질 기준의 대상시설 공간의 오염물질 배출업소 조사실시(2년 1회)하며, 실내생활 공간내 입주 업소의 유형별 파악 및 오염유발업소에 대한 집중 관리한다. 실내공기질의 효율적 관리를 위한 공기질 및 각종 배출원 자료의 정기적 수집하고, 수집된

자료의 전산처리를 통한 자료체계(DB) 구축과 향후 이의 이용을 위한 자료 관리체계 구축하는 것이 필요하다.

다. 환기설비의 정상가동과 유지관리방안

환기설비의 지도·점검시 설비의 가동실태와 청소관련 기록과 운전상태를 면밀히 확인이 있어야 하며, 필요에 따라 실내환경관리인을 선임하여 다수인 이용시설의 환기설비 등의 정상가동, 실내공기질 자가측정, 각종 기록 유지 등을 전담하도록 하여야 한다. 또 공조설비 가운데 후드와 덕트 청소후 공기 급기, 배기 시스템의 정상유무를 확인하고 청소용역의 의뢰시 일정 수준의 자격과 첨단 청소장비를 갖춘 전문업체가 담당하도록 유도한다.

라. 실내환경에서 발생하는 미세먼지 저감대책

실내 환경중 미세먼지는 외부에서 외기를 통하여 유입된 기여분 이외에도 인간의 활동에 의하여 신발이나 의복에 의해 내부로 유입되는 기여분도 상당할 것으로 추정된다. 실내에서 이용객에 의해 발생될 수 있는 인자와 실내에서의 작업, 식당의 음식조리시에 발생하는 것도 주요 원인으로 작용하고 있다. 그러나 미세먼지는 외부로부터의 유입과 함께 실내에서도 발생하고 있으며, 천장에 살포된 흡음물질과 마감재, 지하역사의 경우 전동차가 지나갈 때마다 재비산 및 마모로 인하여 지하공기중으로 확산으로 인하여 폭로범위가 확대될 우려가 있다.

2. 중앙정부의 실내공기질 관리전략

가. 실내공간 공기질 관리주체의 통합

다양한 실내공간에 대한 관리의 일원화가 필요한 상황에서, 환경부 산하 실내 공기질 관련 정책수행 전담 부서를 신설하여 실내 공기질 관련 정책 업무를 전담하도록 하거나 실내공기 관리 유관부처인 교육인적자원부, 노동부와 실내공기 관리와 관련된 협의회를 구성하고 정기적인 회의를 통하여 관리 기준 및 관리방안을 협의하여 법적·제도적 보완 및 연계성 확보가 바람직하다.

나. 실내공간 환경특성을 감안한 관리지침의 마련

실내 공기오염 문제를 다룰 부서에서는 다년동안에 걸쳐 실내공기오염물질의 정확한 분석, 오염물질의 반응, 실내 유해물질의 특성 등을 정확히 파악하고 이를 토대로 실내공기질에 대한 위해성 평가를 하여, 이 같은 분석 평가와 아울러 비용-편익을 고려한 실내환경평가를 바탕으로 실내공간 특성에 맞는 실내공기 오염물질의 권고 및 기준치를 설정하고 이에 맞는 관리지침을 마련하고, 관리지침의 홍보 및 교육이 요구됨.

다. 실내공간 공기질 최적관리를 위한 여건 조성

실내공기오염 실태자료는 실내공기질의 평가, 실내환경영향평가, 인체위해성평가와 같은 연구의 기반이 되어 나아가 실내공기질 관리정책에 없어서는 안될 중요한 기초자료로서 표준화된 조사방법을 수립하고, 그에 따라 체계적으로 조사 및 연구가 진행되어야 한다. 따라서 국내 조사자료가 없는 발생원 및 발생량 자료에 대하여는 먼저 그 조사방법을 표준화하고 조사 우선순위를 파악한 후 단계적으로 발생원 및 발생량 자료를 목록화하는 DB 구축작업과 이를 위해 장기적이고 지속적인 실내공기질에 관한 중앙정부차원의 연구지원이 필요하다.

3. 서울시 실내 공기질 관리전략

가. 「서울특별시다중이용시설등의 실내공기질 기준조례(가칭)」 제정

현행 「다중이용시설공기질관리법」에 근거하여, 적용 대상에 대한 위임 규정은 없지만 적용 기준에 대해서는 시도지사가 조례로 정하는 바에 따라 보다 엄격한 공기질 유지 기준을 정할 수 있으므로, 지방자치단체의 자치 입법권 범위 내에서 지역환경 여건, 단기 및 장기 시간변수, 현행법과 제도개선 사항의 제도변수, 외부여건의 변화에 따른 실행가능성 판단, 실내공기질 개선을 위한 정책의지 정도 등을 정책을 고려하여 「서울특별시다중이용시설공기질관리조례(가칭)」 제정 검토가 필요하다.

나. 실내공기질 관리 지침서 제작과 홍보

국내에는 아직 체계적인 실내 공기질 관리 지침서가 없는 관계로 일반인을 대상으로 제작

된 일본과 홍콩 지침서를 참고하여, 가능하면 전문용어를 배제하고 일반인들이 좀 더 쉽게 알 수 있도록 실내 공기질에 대한 전반적인 기초이론 및 관리방안을 포함한 생활 안내서와 실내 공기질을 관리하는 관리인·건물주를 위한 관련법규 및 효율적인 관리방안을 포함한 지침서 등을 제작·발간이 필요하다.

다. 건축물 환경인증제도의 활용

실내환경에 있어서 친환경건축물 인증제도의 공기환경분야는 휘발성 유기화합물 저방출자재의 사용, 자연환기의 설계정도, 공기정화작업의 실시 여부에 대해서 평가를 실시하고 있다. 평가목적은 실내에 적용된 마감재료로부터 실내공기 중으로 방출되어 거주자의 건강에 직접적인 악영향을 미치는 포름알데히드와 휘발성 유기화합물 방출량이 적은 자재의 사용을 유도하고, 재실자에게 제어가능하고 신선한 외부공기를 제공하며 실내마감재 및 덕트내 오염된 물질을 입주전에 제거하여 오염물질을 감소시킴으로써 입주자들의 건강을 도모하는데 있다. 이러한 친환경건축물 인증제도의 공기환경분야 인증기준 등을 원용하여 향후 서울시 지역에서 건축되는 다중이용시설 및 신축 공동주택을 대상으로 친환경 건축자재의 사용을 유도하거나 권장하여 실내공기오염 저감에 기여하도록 해야 한다.

라. 실내 공기질 표준모델의 공개

신축 공동주택 모델하우스의 건축자재 및 내장재 사용내역을 제시하고, 이와 함께 모델하우스의 실내공기질 측정결과와 공개 등을 고려할 수 있다. 이는 향후 공동주택의 유형별 실내 공기질 수준을 설명하는 기초자료로서 활용이 가능하다. 그리고 다중이용시설도 마찬가지로 신축시 건축자재 및 내장재 사용내역을 공개함과 동시에 다중이용시설을 이용하는 시민의 실내공기질 만족도 인식 조사를 실시하고, 조사 결과들을 공개하는 것을 고려할 만 하다.

마. 환경영향평가제도의 내실화 도모

현행 환경영향 평가대상 항목에 포름알데히드 방출기준, 저유기화합물 재료 사용 기준 등의 실내공기질 항목을 확대 적용하여 서울시 환경영향평가제도의 내실화를 도모할 필요가 있으며, 이에 따라 실내환경, 마감재료를 분류할 수 있도록 규정하는 설계 지침을 마련하여

야 할 것이다. 즉 현행 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」에 의해 적용되는 실내 공기질 관리대상 다중이용시설·신축 공동주택 건설의 경우에는 실내 환경에 영향을 미칠 수 있는 건축자재 및 마감재료의 사용내역을 설계·시공단계에서 확인할 수 있는 기능을 환경영향 평가에서 담당하는 것이 바람직하다.

바. 실내 공기질 측정자료의 DB 구축 및 정보공개

서울시는 다중이용시설 및 신축 공동주택의 실내 공기질 관리를 보다 효율적으로 시행하여 시민건강 피해를 최소화하기 위해서는 첫째, 다중이용시설 및 신축 공동주택에 대하여 시설별 관리자, 위치 등의 일반현황, 실내 공기질 측정 기록 등을 수집하여 DB화 관리하여야 한다. 둘째로는 실내 공기질 측정·보고 내용에 대해서는 시청·자치구 홈페이지를 통해 항상 공개하여 해당 시설의 소유자·관리자가 실내 공기질 수준을 유지·권고기준 이하로 유지하도록 동기를 부여하고, 시민들이 공개된 실내 공기질 자료를 통해 사전 대응할 수 있도록 하는 것이 요구된다.

참 고 문 헌

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 김만구 외, 왁스청소에 기인한 실내공기 중 휘발성 유기화합물의 농도변화, 한국대기보전학회지 제13권 제3호, p.221 ~ 229, 1997
- 김식 외, 일본의 주택성능표시제도 개요와 현황, 대한건축학회지, v.47 n.7, 2003. 7.
- 김신도 외, 가구에서 발생하는 VOCs와 Formaldehyde의 방출특성에 관한 연구, 한국대기보전학회 추계학술대회 논문집 pp 163 ~ 164, 2001
- 김종현, 지하상가의 실내 공기질 평가에 관한 연구, 원광대 대학원 박사학위논문, 2002.
- 김윤신 외, 겨울철 실내공기오염 관리방안, 환경보전 325권, 2000
- 김윤신, 국내실내공기오염 현황과 대책, 첨단환경기술, 1997. 11.
- 김윤신 외, 공중이용시설 실내공기정화 청소기준 연구, 1999
- 김윤신 외, 삼성항공내 사무실의 공기질 평가에 관한 조사, 1995
- 박미진, 도시 오염지역 고층주거의 실내공기환경 평가에 관한 연구, 동국대 대학원 박사학위논문, 2000.
- 박은선, 공동주택의 겨울철 실내공기환경 평가, 연세대 대학원 박사학위논문, 1996.
- 박진철, 주거건축물의 실내공기환경 개선에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계) : v.19 n.6, 2003. 6.
- 박진철 외, 건축재료에서의 실내공기 오염물질 발생농도 측정연구, 한국건축설비학회지 창간호 p.126 ~ 137, 1998
- 박진철, 신축 공동주택의 室內空氣環境(IAQ) 개선에 관한 연구, 중앙대 대학원 박사학위논문, 1995.
- 백성옥 외, 도시지역 실내환경 유형별 공기질 특성 평가, 한국대기보전학회지 제14권 제4호, p.343 ~ 360, 1998
- 백성옥 외, 대구지역 일반실내환경 중 VOC 농도, 대한환경공학회 추계학술발표회 논문초록집 p.348 ~ 351, 1995
- 손부순 외, 천안 시내 지하생활권의 공기오염도 변화에 관한 연구, 한국대기보전학회 추계학술대회 논문집, 1999
- 송희봉, 다수인이용시설에서의 실내공기질 특성평가, 영남대 대학원 박사학위논문, 2000.

안태경, 실내공기환경과 외부환경부하를 고려한 공동주택의 환경성능에 관한 연구, 중앙대 대학원 박사학위논문, 1995.

양원호, 이산화질소 다중측정을 이용한 실내공기질 특성에 관한 연구 : 한국의 서울과 호주의 브리스베인에서 노출평가 및 비교, 서울대 보건대학원 박사학위논문, 2001.

이승언, 2000년 실내 VOCs 토론회 자료집, 한국공기청정협회, 2000.

이승민, 건축물의 실내공기환경 특성 및 평가, 한양대 대학원 박사학위논문, 2000.

이정주, 전체환기 모형실을 이용한 실내공기질 평가에 관한 연구, 서울시립대 대학원 박사학위논문, 1995.

이윤규, 실내공기환경 관련기준의 국제적 연구동향, 건설기술정보, 1999.6.

이은택, 성민기, 실내공기질 개선을 위한 기술동향, 한국그린빌딩협회의 강습회 자료집, 2004. 2.0

임경선 등, 한국공기청정협회, 제17회 공기청정세미나집, 2000.

임재신, VOCs의 특성과 그 관리현황, 건설기술/쌍용 : 2004. 봄호(v.30), 2004. 3

윤동원, 건강하고 쾌적한 실내공기환경과 대응방안 - 한국그린빌딩협회의 강습회 자료집, 2004

전재식 외, 서울지역 지하역사내 공기질 조사, 한국대기보전학회 추계학술대회 논문집 p.359 ~ 360, 2000

정선희, 일부 병원 실내오염에서의 공기중 미생물 오염에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문, 1997

한화진 외, 국내 VOCs관리의 최근 동향 및 전망, 첨단환경기술 7월호 pp50 ~ 55, 2000

한화택 외, 쾌적한 실내공기환경의 역사, 공기청정기술 제13권 제1호, 2000

국립환경연구원, 실내공기질 공정시험방법 도출 연구, 2004. 2.

건설교통부, 지하공간개발에 따른 환경기준 연구, 1999

대한주택공사, 주거환경 우수주택 인증제도의 성과 및 발전방향, 2001

서울특별시지하철공사, 지하공기오염 저감방안에 관한 연구, 2003

서울특별시 지하철 공사, 서울시 지하철 환경개선 방안 연구, 1998

서울특별시 지하철 공사, 서울시 지하철내 환경기준 설정 및 환경관리방안에 관한 연구, 1992

서울시, 서울시통계연보, 2003.

삼성물산 건설부문 기술연구소, 한양대학교 건설연구소, 건축물의 실내공기환경 평가에 관한 연구(II), 1997.4

삼성전자, 실내 악취물질 제거 공기정화기술개발, 1996

한국공기청정협회, 2000년 실내 VOCs 토론회 자료집, 2000.

한국건설경제협의회, 신축 공동주택의 실내공기질관리 사례 및 당면과제 세미나 자료집, 2004. 3.

한국대기보전학회 측정분석분과위원회, 대기환경과 휘발성유기화합물질, 1998

한국대기환경학회, 실내공기질 관리 및 측정, 2003

한국소지바보호원, 신축 공동주택의 실내공기 오염 물질 실태 조사 보고서, 2004.

한국일보사 환경운동연합 녹색생명운동, 서울시내 대형 백화점의 공기질 조사에 관한 연구, 1995

환경부, 실내공기질 관리대책 연구, 2004

환경부, 실내공기질 중장기 종합대책(안), 2004

환경부, 실내공기질 업무편람, 2004

환경부 보도자료, 친환경 건축자재 품질인증제 시행, 2004. 2.

환경부 보도자료, 신축 공동주택과 다중이용시설의 실내공기질 실태조사 결과 발표, 2004. 5.

환경부, 환경백서, 2003.

환경부, 오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구, 2003

환경부, 실내공기질 공정시험법 선정관련 연구, 2003

환경부, 실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구, 2002.

환경부, 실내공간의 VOCs 특성 및 제어방안에 대한 기초조사, 2001. 4.

환경부, 실내공기질 관리방안에 관한 연구, 1999. 9.

환경부, 휘발성 유기화합물질 규제대상 설정 및 관리방안에 관한 연구, 1997

2. 국외문헌

Atmospheric Environment, Vol.34, p3833-3842 3. 2000

ASHRAR STANDARD 62-1999

Environment, European Prestandard ENV. 13419-1, 13419-2, 1999

Bruce A. Tichenor, Mark A. Mason, Organic Emission from Consumer Products and Building Materials to the Indoor Environment, JAPCA, Vol. 38, No.3 pp264 ~ 268, 1998

Alfred Micallef et al, The Influence of Human Activity on the Vertical

- Distribution of Airborne Particle Concentration in Confined Environments, Indoor Air 2/98, Vol 8, No 2, 131-136, 1998
- Atsuo Nozaki et al, Emission Characteristics of Formaldehyde from Domestic Kerosene Heaters in Dwellings. Indoor Air Vol.2 pp675-680 Japan, 1996
- Finnegan, M.J., Pickering CAC, Burge P.S. : The Sick Bilding Syndrome ; Prevalence Studies. Brit. Med. J., 289, 1573-1575, 1984
- I. F. Hung et al), Distributions of VOCs In Indoor Environments. Indoor Air vol.2 pp645-650 Taiwan, China, 1996
- J. L. Niu et al, Size Distribution of Airborne Particulate Matters in Shopping Center. Indoor Air Vol.2 pp937-941 Hong kong, 1996
- John C.S. Chang, Bruce A.Tichenor, Zhishi Guo and Kenneth A. Krebs, Substrate effects on VOC emissions from a Latex paint, Indoor Air, Vol. 7, pp. 241-247, 1997
- Kazuaki Iijima et al., Measurment of Indoor Air Quality in Office Buildings. Indoor Air Vol.2 pp91-96 Japan, 1996
- L.E. Sparks et al., Gas-Phase Mass Transfer Model for Predicting Volatile Organic Compound(VOC) Emission Rates from Indoor Pollutant Sources, Indoor Air, Vol 6,No. 1, pp 31-40, 1996
- L.Molhave, G.Clausen, B.Berglund, J.DE Ceaurriz, A.Kettrup, T.Lindvall, M.Maroni, A.C.Pickering, U.Risse, H. Rothweiler, B.Seifert and M. Younes, 1997, Total Volatile Organic Compounds(TVOC) in Indoor Air Quality Investigations, Indoor Air, Vol. 7, pp. 225-240.
- Martin A. Cohen, P.Barry Ryan, Haluk Ozkaynak, Paul S Epstein, 1989, Indoor/Outdoor Measurements of Volatile Organic Compounds in the Kanawha Valley of West Virginia, JAPCA, Vol. 39, No, 8, pp 1086 ~ 1093
- S.C.Lee, 1999, Indoor Air Quality Investigations at Five Classrooms, Indoor Air, Vol. 9 pp. 134 ~ 138.
- S.K.Brown, 1999, Chamber assessment of formaldehyde and VOC emissi ons from wood-based panels, Indoor Air, Vol. 9 pp. 209 ~ 215.

3. 기타

http://ecohouse.jugong.co.kr/html/menu1_4.asp

http://www.aik.or.kr/html/menu9_r_6p.jsp

http://www.greenbuilding.or.kr/information/green_04_1.htm

http://www.iaq.gov.hk/index_eng.asp

<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sick.html>

<http://www.epa.gov/iaq/pubs/insidest.html>

<http://www.mhlw.go.jp>

<http://www.health.au/nhmrc>

부 록

- 【부록 1】 다중이용시설등의실내공기질관리법
- 【부록 2】 실내공간 공기질 인식 설문 조사표
- 【부록 3】 공동주택 실내 공기질 측정 조건 기록지
- 【부록 4】 실내 공기질 관련 최신 기사동향

【부록 1】 실내 공기질 관련법규

1. 다중이용시설등의실내공기질관리법 (법률 제 6911 호 (‘03.5.29일 공포))

제1조(목적) 이 법은 다중이용시설과 신축되는 공동주택의 실내공기질을 알맞게 유지하고 관리함으로써 그 시설을 이용하는 국민의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “다중이용시설”이라 함은 불특정다수인이 이용하는 시설을 말한다.
2. “공동주택”이라 함은 건축법 제2조제2항제2호의 규정에 의한 공동 주택을 말한다.
3. “오염물질”이라 함은 실내공간의 공기오염의 원인이 되는 가스와 떠다니는 입자상물질 등으로서 환경부령이 정하는 것을 말한다.
4. “환기설비”라 함은 오염된 실내공기를 밖으로 내보내고 신선한 바깥공기를 실내로 끌어들이어 실내공간의 공기를 쾌적한 상태로 유지시키는 설비를 말한다.
5. “공기정화설비”라 함은 실내공간의 오염물질을 없애거나 줄이는 설비로서 환기설비의 안에 설치되거나, 환기설비와는 따로 설치된 것을 말한다.

제3조(적용대상) ①이 법의 적용대상이 되는 다중이용시설은 다음 각호의 시설중 대통령령이 정하는 규모의 것으로 한다.

1. 지하철(출입통로·대합실·승강장 및 환승통로와 이에 딸린 시설을 포함한다)
2. 지하도상가(지상건물에 딸린 지하층의 시설을 제외한다)
3. 여객자동차운수사업법에 의한 여객자동차터미널의 대합실
4. 항공법에 의한 공항시설중 여객터미널
5. 항만법에 의한 항만시설중 대합실
6. 도서관및독서진흥법에 의한 도서관
7. 박물관및미술관진흥법에 의한 박물관 및 미술관
8. 의료법에 의한 의료기관
9. 실내주차장
10. 철도역사의 대합실

11. 그 밖에 대통령령이 정하는 시설

②이 법의 적용대상이 되는 공동주택은 다음 각호의 공동주택으로서 대통령령이 정하는 규모 이상으로 신축되는 것으로 한다.

1. 아파트

2. 연립주택

제4조(실내공기질 공정시험방법) 환경부장관은 오염물질을 측정할 때 정확하고 통일된 측정을 위하여 실내공기질 공정시험방법을 정하여 이를 고시하여야 한다.

제5조(실내공기질 유지기준 등) ①다중이용시설의 소유자·점유자 또는 관리자 등 관리책임이 있는 자(이하 “소유자등”이라 한다)는 다중이용시설 내부의 쾌적한 공기질을 유지하기 위한 기준에 맞게 시설을 관리하여야 한다.

②제1항의 규정에 의한 공기질 유지기준은 환경부령으로 정한다.

③특별시·광역시 또는 도(이하 “시·도”라 한다)는 지역환경의 특수성을 고려하여 필요하다고 인정하는 때에는 그 시·도의 조례로 제1항의 규정에 의한 공기질 유지기준보다 엄격하게 당해 시·도에 적용할 공기질 유지기준을 정할 수 있다.

④특별시·광역시 또는 도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 제3항의 규정에 의한 공기질 유지기준이 설정되거나 변경된 때에는 이를 지체없이 환경부장관에게 보고하여야 한다.

제6조(실내공기질 권고기준) 환경부장관은 다중이용시설의 특성에 따라 제5조제1항의 규정에 의한 공기질 유지기준과는 별도로 쾌적한 공기질을 유지하기 위하여 환경부령이 정하는 권고기준에 맞게 시설을 관리하도록 다중이용시설의 소유자등에게 권고할 수 있다.

제7조(다중이용시설의 소유자등의 교육 등) ①다중이용시설의 소유자등은 환경부령이 정하는 바에 의하여 환경부장관이 실시하는 실내공기질관리에 관한 교육을 받아야 한다.

②환경부장관은 환경부령이 정하는 바에 의하여 제1항의 규정에 의한 교육에 소요되는 경비를 교육대상자로부터 징수할 수 있다.

③환경부장관은 제1항의 규정에 의한 교육을 대통령령이 정하는 바에 따라 관계전문기관의 장에게 위탁할 수 있다.

제8조(공기정화설비 및 환기설비의 설치) 다중이용시설을 설치하는 자는 공기정화설비 및 환경부령이 정하는 구조·설치기준에 따른 환기 설비를 설치하여야 한다.

제9조(신축 공동주택의 실내공기질 관리) ①신축되는 공동주택의 시공자는 시공이 완료된 공동주택의 실내공기질을 측정하여 그 측정 결과를 시장·군수·구청장(자치구의 구청장)을 말한다. 이하 같다)에게 제출하고, 입주 개시전에 입주민들이 잘 볼 수 있는 장소에 공고하여야 한다.

②제1항의 규정에 의한 실내공기질의 측정항목·방법, 측정결과와 제출·공고시기·장소 등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

제10조(개선명령) 시·도지사는 다중이용시설이 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 환경부령이 정하는 바에 따라 기간을 정하여 그 다중이용시설의 소유자등에게 공기정화설비 또는 환기설비 등의 개선이나 대체 그 밖의 필요한 조치(이하 “개선명령”이라 한다)를 할 것을 명할 수 있다.

1. 제5조의 규정에 의한 공기질 유지기준에 맞지 아니하게 관리되는 경우
2. 제8조의 규정에 의한 공기정화설비 또는 환기설비가 설치되지 아니하거나 그 구조 및 설치기준에 맞지 아니하게 설치된 경우

제11조(오염물질방출건축자재의 사용제한) ①환경부장관은 관계중앙 행정기관의 장과 협의하여 환경부령이 정하는 오염물질이 많이 나오는 건축자재(이하 “오염물질방출건축자재”라 한다)를 정하여 환경부령이 정하는 바에 따라 고시할 수 있다.

②다중이용시설을 설치(기존 시설의 개수 및 보수를 포함한다)하는 자는 제1항의 규정에 의하여 환경부장관이 고시한 오염물질방출건축자재를 사용하여서는 아니된다.

제12조(실내공기질의 측정) ①다중이용시설의 소유자등은 실내공기질을 스스로 측정하거나 환경부령이 정하는 자로 하여금 측정하도록 하고 그 결과를 기록·보존하여야 한다.

②제1항의 규정에 의한 실내공기질의 측정대상오염물질, 측정횟수 그 밖에 실내공기질의 측정에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

제13조(보고 및 검사 등) ①시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 실내공기질관리를 위하여 필요하다고 인정하는 때에는 다중이용 시설의 소유자등 또는 신축되는 공동주택의 시공자에게 필요한 보고를 하도록 하거나 자료를 제출하게 할 수 있으며, 관계공무원으로 하여금 해당 다중이용시설 또는 신축되는 공동주택에 출입 하여 오염물질을 채취하거나 관계서류 및 시설·장비 등을 검사하게 할 수 있다.

②시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 제1항의 규정에 의하여 오염물질을 채취한 때에는 환경부령이 정하는 검사기관에 오염도 검사를 의뢰하여야 한다. 다만, 현장에서 검사

결과를 판정할 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.

③제1항의 규정에 의하여 출입·검사를 하는 공무원은 그 권한을 표시하는 증표를 지니고 이를 관계인에게 내보여야 한다.

제14조(벌칙) ①제10조의 규정에 의한 개선명령을 이행하지 아니한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

②제13조제1항의 규정에 의한 관계공무원의 출입·검사 또는 오염물질 채취를 거부·방해하거나 기피하는 행위를 한 자는 200만원 이하의 벌금에 처한다.

제15조(양벌규정) 법인의 대표자나 법인 또는 개인의 대리인·사용인 그 밖의 종업원이 그 법인 또는 개인의 업무에 관하여 제14조의 위반행위를 한 때에는 행위자를 벌하는 외에 그 법인 또는 개인에 대하여도 동조의 벌금형을 과한다.

제16조(과태료) ①다음 각호의 1에 해당하는 자는 1천만원 이하의 과태료에 처한다.

1. 제5조의 규정을 위반하여 공기질 유지기준을 지키지 아니한 자
2. 제11조제2항의 규정을 위반하여 오염물질방출건축자재를 사용한 자

②다음 각호의 1에 해당하는 자는 500만원 이하의 과태료에 처한다.

1. 제7조의 규정을 위반하여 실내공기질관리에 관한 교육을 받지 아니한 자
2. 제9조의 규정을 위반하여 신축되는 공동주택의 실내공기질 측정결과를 제출·공고하지 아니하거나 거짓으로 제출·공고한 자
3. 제12조제1항의 규정을 위반하여 실내공기질 측정을 하지 아니한 자 또는 측정결과를 기록·보존하지 아니하거나 거짓으로 기록하여 보존한 자
4. 제13조제1항의 규정에 의한 보고 또는 자료제출을 이행하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료제출을 한 자

③제1항 및 제2항의 규정에 의한 과태료는 대통령령이 정하는 바에 따라 시·도지사 또는 시장·군수·구청장(이하 “부과권자”라 한다)이 부과·징수한다.

④제3항의 규정에 의한 과태료처분에 불복이 있는 자는 그 처분의 고지를 받은 날부터 30일 이내에 부과권자에게 이의를 제기할 수 있다.

⑤제3항의 규정에 의한 과태료처분을 받은 자가 제4항의 규정에 의하여 이의를 제기한 때에는 부과권자는 지체없이 관할법원에 그 사실을 통보하여야 하며, 그 통보를 받은 관할법원은 비송사건절차법에 의한 과태료의 재판을 한다.

⑥제4항의 규정에 의한 기간 이내에 이의를 제기하지 아니하고 과태료를 납부하지 아니한 때에는 지방세체납처분의 예에 의하여 이를 징수한다.

부 칙

①(시행일) 이 법은 공포후 1년이 경과된 날부터 시행한다.

②(기존 다중이용시설에 대한 경과조치) 이 법 시행 당시 다중이용시설의 소유자등은 제8조의 개정규정에 의한 공기정화설비 및 환기설비를 설치한 것으로 본다. 다만, 이 법 시행일로부터 3년의 범위에서 대통령령이 정하는 기간 이내에 제8조의 개정규정에 의한 공기정화설비 및 환기설비를 설치하여야 한다.

③(공동주택의 실내공기질 관리에 관한 적용례) 공동주택의 실내공기질 관리에 관한 제9조의 개정규정은 이 법 시행후 최초로 주택법 제16조의 규정에 의한 사업계획의 승인 또는 건축법 제8조의 규정에 의한 건축허가를 신청하는 분부터 적용한다.

④(과태료에 대한 경과조치) 이 법 시행전의 위반행위에 대한 과태료의 적용에 있어서는 종전의 규정에 의한다.

⑤(다른 법률의 개정) 사법경찰관리의직무를행할자와그직무범위에관한법률중 다음과 같이 개정한다.

제6조제19호머목을 다음과 같이 한다.

머. 다중이용시설등의실내공기질관리법

⑥(다른 법령과의 관계) 이 법 시행 당시 다른 법령에서 종전의 지하생활공간공기질관리법 또는 그 규정을 인용한 경우 이 법중 그에 해당하는 규정이 있는 때에는 종전의 규정에 갈음하여 이 법 또는 이 법의 해당 조항을 인용한 것으로 본다.

2. 다중이용시설등의실내공기질관리법 시행령

제1조(목적) 이 영은 다중이용시설등의실내공기질관리법에서 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(적용대상) ①다중이용시설등의실내공기질관리법(이하 “법”이라 한다) 제3조제1항 각 호외의 부분에서 “대통령령이 정하는 규모의 것”이라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 시설을 말한다.

1. 모든 지하철역사
2. 연면적 2천제곱미터 이상인 지하도상가(연속되어 있는 2 이상의 지하도상가의 연면적 합계가 2천제곱미터 이상인 경우를 포함한다)
3. 여객자동차터미널의 연면적 2천제곱미터 이상인 대합실
4. 공항시설중 연면적 1천5백제곱미터 이상인 여객터미널
5. 항만시설중 연면적 5천제곱미터 이상인 대합실
6. 연면적 3천제곱미터 이상인 도서관·박물관 및 미술관
7. 연면적 2천제곱미터 이상이거나 병상수 100개 이상인 의료기관
8. 연면적 2천제곱미터 이상인 실내주차장(기계식 주차장을 제외한다)
9. 철도역사의 연면적 2천제곱미터 이상인 대합실

②법 제3조제1항제11호에서 “그 밖에 대통령령이 정하는 시설”이라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 시설을 말한다.

1. 유통산업발전법 제2조제3호의 규정에 의한 대규모점포
2. 영유아보육법 제2조제2호의 규정에 의한 보육시설중 연면적 1천제곱미터 이상인 국공립 보육시설
3. 노인복지법 제34조의 규정에 의한 노인의료복지시설중 연면적 1천제곱미터 이상인 국공립 노인전문요양시설·유료노인전문요양시설 및 노인전문병원
4. 장사등에관한법률 제25조의 규정에 의한 장폐식장중 연면적 1천제곱미터 이상인 장폐식장(지하에 위치한 시설에 한한다)
5. 소방시설설치유지및안전관리에관한법률 제8조의 규정에 의한 다중이용업소중 연면적 1천제곱미터 이상인 찜질방 영업시설

6. 소방시설설치유지및안전관리에관한법률 제8조의 규정에 의한 다중이용업소중 연면적 500제곱미터 이상인 산후조리원 영업시설

③법 제3조제2항 각호외의 부분에서 “대통령령이 정하는 규모” 라 함은 100세대를 말한다.

제3조(업무의 위탁) 환경부장관은 법 제7조제3항에 의하여 법 제7조제1항 및 제2항의 규정에 의한 다중이용시설의 소유자·점유자 또는 관리책임이 있는 자의 교육에 관한 업무를 환경정책기본법 제38조의 규정에 의한 환경보전협회의 장 또는 환경부장관이 교육을 실시할 능력이 있다고 인정하여 지정하는 기관의 장에게 위탁한다. 이 경우 환경부장관은 수탁기관의 명칭·주소 및 대표자와 위탁업무의 내용을 고시하여야 한다.

제4조(과태료의 부과) ①특별시장·광역시장·도지사 또는 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 법 제16조제3항의 규정에 의하여 과태료를 부과하는 때에는 당해 위반행위를 조사확인한 후 위반사실·과태료금액·이의방법 및 이의기간 등을 서면으로 명시하여 이를 납부할 것을 과태료처분대상자에게 통지하여야 한다.

②특별시장·광역시장·도지사 또는 시장·군수·구청장은 제1항의 규정에 의하여 과태료를 부과하고자 하는 때에는 10일 이상의 기간을 정하여 과태료처분대상자에게 구술·서면 또는 전자문서에 의한 의견제출의 기회를 주어야 한다. 이 경우 지정된 기일까지 의견제출이 없는 때에는 의견이 없는 것으로 본다.

③특별시장·광역시장·도지사 또는 시장·군수·구청장은 과태료의 금액을 정함에 있어서 당해 위반행위의 동기와 그 결과 등을 참작하여야 한다.

④과태료의 징수절차는 환경부령으로 정한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 영은 2004년 5월 30일부터 시행한다.

제2조(다른 법령의 개정) ①공중위생관리법시행령중 다음과 같이 개정한다.

제3조제4호중 “지하생활공간공기질관리법”을 “다중이용시설등의실내공기질관리법”으로 한다.

②환경부와그소속기관직제중 다음과 같이 개정한다.

제11조제2항제7호중 “지하생활공간에 대한 공기질 관리대책의 수립 및 공기질”을 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리대책의 수립 및”으로 한다.

3. 다중이용시설등의실내공기질관리법 시행규칙

제1조(목적) 이 규칙은 다중이용시설등의실내공기질관리법 및 동법시행령에서 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(실내공간오염물질) 다중이용시설등의실내공기질관리법(이하 “법”이라 한다) 제2조제3호의 규정에 의한 오염물질(이하 “실내공간오염물질”이라 한다)은 별표 1과 같다.

제3조(실내공기질 유지기준) 법 제5조제2항의 규정에 의한 실내공기질 유지기준은 별표 2와 같다.

제4조(실내공기질 권고기준) 법 제6조의 규정에 의한 실내공기질 권고기준은 별표 3과 같다.

제5조(다중이용시설의 소유자등의 교육) ①법 제7조제1항에 의하여 다중이용시설의 소유자점유자 또는 관리자 등 관리책임이 있는 자(이하 “소유자등”이라 한다)가 받아야 하는 교육은 다음 각호와 같다.

1. 신규교육 : 다중이용시설의 소유자등이 된 날부터 1년 이내에 1회

2. 보수교육 : 신규교육을 받은 날을 기준으로 3년마다 1회

②제1항의 규정에 의한 교육시간은 각 8시간으로 한다.

③법 제7조제2항의 규정에 의하여 징수하는 교육경비는 교육내용 및 교육시간 등을 고려하여 환경부장관이 정하여 고시한다.

④다중이용시설등의실내공기질관리법시행령(이하 “령”이라 한다) 제3조의 규정에 의하여 교육업무를 위탁받은 자는 출장교육, 정보통신매체를 이용한 원격교육 등 교육대상자의 편의를 위한 대책을 마련하여야 한다.

제6조(환기설비의 설치기준) 법 제8조의 규정에 의하여 다중이용시설에 설치하여야 하는 환기설비의 구조 및 설치기준은 별표 4와 같다.

제7조(신축 공동주택의 공기질 측정 등) ①신축 공동주택의 시공자가 법 제9조제1항의 규정에 의하여 실내공기질을 측정하는 경우에는 법 제4조의 규정에 의한 실내공기질 공정시험방

법에 의하여 100세대의 경우 3개의 측정장소를, 100세대를 초과하는 경우 3개의 측정장소에 초과하는 100세대마다 1개의 측정장소를 추가하여 실내공기질 측정을 실시하여야 한다.

②제1항의 규정에 의한 신축 공동주택의 실내공기질 측정항목은 다음 각호와 같다.

1. 포름알데히드
2. 벤젠
3. 톨루엔
4. 에틸벤젠
5. 자일렌
6. 1,4-디클로로벤젠
7. 스티렌

③제1항 및 제2항의 규정에 의한 실내공기질 측정결과는 별지 제1호서식으로 작성하여 주민입주 3일전까지 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다)에게 제출하고, 주민입주 3일전부터 60일간 다음 각호의 장소에 주민들이 잘 볼 수 있도록 공고하여야 한다.

1. 공동주택 관리사무소 입구 게시판
2. 각 공동주택 출입문 게시판

제8조(개선명령기간 등) ①특별시장·광역시장 또는 도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 법 제10조의 규정에 의하여 공기정화설비 또는 환기설비 등의 개선이나 대체 그 밖의 필요한 조치(이하 “개선명령”이라 한다)를 명할 때에는 개선에 필요한 기간을 고려하여 1년의 범위안에서 그 기간을 정하여야 한다.

②시·도지사는 개선명령을 하는 때에는 다음 각호의 사항을 명시하여야 한다.

1. 개선명령 사유
2. 개선계획서의 제출
3. 개선기간

③제1항의 규정에 의한 개선명령을 받은 자가 천재지변 그 밖의 부득이한 사유로 인하여 개선기간 이내에 조치를 완료할 수 없는 경우에는 그 기간이 종료되기 전에 시·도지사에게 개선기간의 연장을 신청할 수 있으며, 신청받은 시·도지사는 1년의 범위안에서 그 기간을 연장할 수 있다.

제9조(개선계획서의 제출 등) ①제8조의 규정에 의하여 개선명령을 받은 자는 그 명령을 받은 날부터 15일 이내에 다음 각호의 사항이 포함된 개선계획서를 시·도지사에게 제출하여야 한다.

1. 개선명령을 받은 사유 및 그 대책
2. 공기정화설비 또는 환기설비를 개선하여야 하는 경우에는 그 명세
3. 개선완료예정일

②시·도지사는 제1항의 규정에 의한 개선계획서를 제출받은 경우 개선하고자 하는 사항이 명확하지 아니하거나 보완이 필요하다고 판단되는 경우에는 그 개선계획의 보완을 명할 수 있다.

③시·도지사는 개선계획의 이행이 완료된 때에는 그 이행상태를 확인하여야 한다.

제10조(오염물질방출건축자재) ①법 제11조제1항의 규정에 의한 환경부령이 정하는 오염물질은 별표 5와 같다.

②법 제11조 제1항의 규정에 의하여 제1항의 규정에 의한 오염물질이 많이 나오는 건축자재를 고시하는 경우에는 다음 각호의 사항을 포함하여야 한다.

1. 건축자재 생산업체 및 건축자재명
2. 시험·검사기관
3. 시험·검사방법
4. 측정기간
5. 오염물질 방출량

제11조(실내공기질의 측정) ①법 제12조제1항에서 “환경부령이 정하는 자”라 함은 환경부장관이 실내공기질 측정에 필요한 인력·시설 및 장비를 정하여 공고한 기준에 적합하다고 인정하여 고시하는 자를 말한다.

②법 제12조제2항의 규정에 의한 실내공기질의 측정대상오염물질은 별표 1의 실내공간오염물질로 한다.

③제2항의 측정대상오염물질이 별표 2의 실내공기질 유지기준 측정항목에 해당하는 경우에는 연 1회, 별표 3의 실내공기질 권고기준 측정항목에 해당하는 경우에는 2년에 1회 측정하여야 한다.

④다중이용시설의 소유자등은 실내공기질 측정결과를 3년간 보존하여야 한다.

제12조(보고) ①다중이용시설의 소유자등은 법 제13조제1항의 규정에 의하여 다음 각호의 사항을 매년 1월 31일까지 시·도지사에게 보고하여야 한다.

1. 다중이용시설의 현황
2. 공기정화설비 및 환기설비의 현황
3. 전년도 실내공기질 측정결과

②제1항의 규정에 의한 보고는 별지 제2호서식에 의한다.

제13조(오염도검사기관) 법 제13조제2항에서 “환경부령이 정하는 검사기관” 이라 함은 다음 각호의 기관을 말한다.

1. 국립환경연구원
2. 특별시·광역시 및 도의 보건환경연구원
3. 유역환경청 및 지방환경청
4. 그 밖에 환경부장관이 검사능력이 있다고 인정하여 고시하는 자

제14조(과태료의 징수절차) 영 제4조제4항의 규정에 의한 과태료의 징수절차에 관하여는 국고금관리법시행규칙을 준용한다. 이 경우 납입고지서에는 이의방법 및 이의기간 등을 함께 기재하여야 한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 규칙은 2004년 5월 30일부터 시행한다.

제2조(유효기간) 오염물질방출건축자재에 관한 제10조 및 별표 5의 규정은 2006년 5월 30일까지 효력을 가진다.

제3조(다중이용시설의 소유자등의 교육에 대한 적용례) 2004년 12월 31일 이전에 설치되었거나 설치되는 다중이용시설의 소유자등에 대하여 제5조제1항제1호의 규정에 의한 신규교육을 실시함에 있어서는 “2005년 1월 1일” 을 “다중이용시설의 소유자등이 된 날” 로 본다.

제4조(다중이용시설의 실내공기질 측정에 대한 적용례) ①이 규칙 시행 당시 설치된 다중이

용시설에 대한 제11조의 규정에 의한 최초의 실내공기질 측정은 2004년 12월 31일까지 하여야 한다.

②이 규칙 시행후 새로이 설치되는 다중이용시설의 실내공기질 측정에 대한 제11조제3항의 규정에 의한 측정기간은 당해 시설이 설치된 연도의 다음연도 1월 1일부터 기산한다.
제5조(보고에 대한 특례) 제12조제1항의 규정에 불구하고 다중이용시설의 소유자등은 2003년도 실내공기질 측정결과에 대하여는 2004년 7월 31일까지 보고하여야 한다.

제6조(다른 법령의 개정) 환경부와그소속기관직제시행규칙중 다음과 같이 개정한다.

제7조제3항제7호중 “지하생활공간에 대한 공기질 관리대책의 수립 및 공기질”을 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리대책의 수립 및”으로 한다.

[별표 1]

실내공간오염물질(제2조관련)

1. 미세먼지(PM10)
2. 이산화탄소(CO2)
3. 포름알데히드(HCHO)
4. 총부유세균
5. 일산화탄소(CO)
6. 이산화질소(NO2)
7. 라돈(Rn)
8. 휘발성유기화합물(VOC)
9. 석면
10. 오존

[별표 2]

실내공기질 유지기준(제3조관련)

다중이용시설	오염물질 항목				
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
지하역사, 지하도상가여객자동차터미널의 대합실 및 철도역사의 대합실(연면적 2000 m^2 이상), 공항시설중 여객터미널(연면적 1500 m^2 이상), 항만시설중 대합실(연면적 5000 m^2 이상), 도서관·박물관 및 미술관(연면적 3000 m^2 이상), 장례식장 및 찜질방(연면적 1000 m^2 이상), 대규모점포	150 이하	1,000 이하	120 이하		10 이하
의료기관(연면적 2000 m^2 이상 또는 병상수 100개 이상), 국공립 보육시설(연면적 1000 m^2 이상), 국공립 노인전문요양시설·유료노인전문요양시설 및 노인전문병원(연면적 1000 m^2 이상), 산후조리원(연면적 500 m^2 이상)	100 이하			800 이하	
실내주차장(연면적 2000 m^2 이상)	200 이하				25 이하

[별표 3]

실내공기질 권고기준(제4조관련)

오염물질 항목 다중이용시설	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/ l)	VOC (μ g/ m ³)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사, 지하도상가여객자동차터미널의 대합실 및 철도역사의 대합실(연면적 2000m ² 이상), 공항시설중 여객터미널(연면적 1500m ² 이상), 항만시설중 대합실(연면적 5000m ² 이상), 도서관·박물관 및 미술관(연면적 3000m ² 이상), 장례식장 및 찜질방(연면적 1000m ² 이상), 대규모점포	0.05 이하	4.0 이하	500 이하	0.01 이하	0.06 이하
의료기관(연면적 2000m ² 이상 또는 병상수 100개 이상), 국공립 보육시설(연면적 1000m ² 이상), 국공립 노인전문요양시설·유료노인전문요양시설 및 노인전문병원(연면적 1000m ² 이상), 산후조리원(연면적 500m ² 이상)			400 이하		
실내주차장(연면적 2000m ² 이상)	0.30 이하		1,000 이하		0.08 이하

비고: 휘발성유기화합물(VOC)은 총휘발성유기화합물(TVOC)을 말하며, 총휘발성유기화합
물의 자세한 정의는 법 제4조의 규정에 의한 실내공기질 공정시험방법에서 정한다.

[별표 4]

환기설비의 구조 및 설치기준(제6조관련)

1. 환기설비는 평상시와 비상시에 효과적으로 다중이용시설 내부의 실내공기가 실내공기질 유지기준을 준수할 수 있도록 충분히 외부 공기를 유입하고 내부공기를 배출할 수 있는 용량으로 설치하되, 고장정비시에도 환기가 가능하도록 설치하여야 한다.
2. 다중이용시설의 환기설비 용량기준은 환기횟수 및 이용인원당 환기량으로 계산하며, 아래 표의 시설별 계산값 중 높은 값을 당해 다중이용시설의 환기설비 용량으로 한다. 다만, 시도지사가 항상 실내공기질 유지기준 및 권고기준을 준수할 수 있다고 인정하는 다중이용시설에는 이를 적용하지 아니할 수 있다.

다중 이용 시설 산정 기준	여객자동차터미널의 대합실 및 철도역사의 대합실(연면적 2000㎡ 이상), 공항시설중 여객터미널(연면적1500 ㎡ 이상), 항만시설중 대합실(연면적 5000㎡ 이상)	지하역사, 지하도상가(연면적 2000㎡ 이상), 도서관·박물관 및 미술관(연면적 3000㎡ 이상), 장례식장 및 찜질방(연면적 1000㎡ 이상), 대규모점포	의료기관(연면적 2000㎡ 이상 또는 병상수 100개 이상), 국공립 보육시설(연면적 1000㎡ 이상), 국공립 노인전문요양시설·유료노인 전문요양시설 및 노인전문병원(연면적 1000㎡ 이상), 산후조리원(연면적 500㎡ 이상)	실내주 차장 (연면적 2000㎡ 이상)
환기횟수 (회/h)	0.3 이상	0.5 이상	0.7 이상	3 이상
이용인원당 환기량 (㎡/인·h)	25 이상	25 이상	25 이상	25 이상

- 비고: 1. 실내주차장에는 사람이 아닌 차량이 주요염원이므로 이용인원당 환기량 기준을 단위면적당 환기량(㎡/㎡·h)으로 변경하여 적용한다.
2. 환기횟수는 건물의 실내공기 체적에 대한 시간당 외부로부터 유입되는 공기량의 비율을 말한다.
 3. 이용인원당 환기량은 1인이 1시간에 필요로 하는 건물의 외부로부터 유입되는 공기량을 말한다.
 3. 공기의 흡입구 및 배출구는 빗물 또는 쓰레기 등이 들어오는 것을 막을 수 있는 구

조이어야 한다.

4. 다중이용시설 안에 들어오는 공기의 분포를 균등하게 하여 기류가 부분적으로 일어나지 아니하여야 한다.
5. 외부배출구로부터 배출되는 공기 및 소음으로 인하여 보행자나 인근 건물 등에 피해 없도록 하여야 한다.
6. 공기의 흡입구 및 배출구에 설치하는 송풍기는 외부의 기류로 인하여 송풍능력이 낮아지지 아니하도록 하여야 한다.
7. 환기덕트는 공기를 오염시키지 아니하는 재료로 만들어져야 한다.
8. 배출구에서 배출되는 공기가 흡입구로 직접 들어가지 아니하도록 하여야 한다.

[별표 5]

건축자재에서 방출되는 오염물질(제10조제1항관련)

오염물질은 포름알데히드와 휘발성유기화합물로 하되, 아래 표의 구분에 따른 방출농도 이상인 경우로 한다.

(단위 : $\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)

오염물질 \ 구분	접착제	일반자재
포름알데히드	4 이상	1.25 이상
휘발성유기화합물	10 이상	4 이상

- 비고: 1. 일반자재란 벽지, 도장재, 바닥재, 목재 및 그 밖에 건축물 내부에 사용되는 건축자재를 말한다.
2. 휘발성유기화합물은 총휘발성유기화합물을 말하며, 총휘발성유기화합물의 자세한 정의는 법 제4조의 규정에 의한 실내공기질 공정시험방법에서 정한다.

[별지 제1호서식]

시 공 사 명

우 ○○○-○○○ / 주 담당부서명	소 / 전화()○○○-○○○○ / 전송 ○○○-○○○○ 담당부서장 ○○○ 담당자 ○○○(전자메일)
------------------------	--

문서번호 :

년 월 일

수 신 : 시장·군수·구청장

제목 : (공동주택명) 공기질 측정결과

다중이용시설등의실내공기질관리법 제9조 및 동법시행규칙 제7의 규정에 의한 (공동주택명)의 실내공기질 측정결과를 아래와 같이 제출합니다.

규모	총 00세대 : 00세대(00평형), 00세대(00평형), 00세대(00평형)										
측정업체	업체명 (주소 : , 전화 :)										
측정개소	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	평균
측정일											
측정시간											
층											
평형											
거실방향											
온도(℃)											
습도(%)											
포름알데히드											
톨루엔											
벤젠											
에틸벤젠											
자일렌											
1,4-디클로로벤젠											
스티렌											

비고: 1. 거실방향은 8방위로 구분하여 표시한다.(예 :남동향, 남남향)

2. 오염물질의 단위는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 한다.

210mm × 297mm(일반용지 60g/㎡(재활용품))

[별지 제2호서식]

기관명

(1쪽)

우 ○○○-○○○ / 주 담당부서명	소 / 전화()○○○-○○○○ / 전송 ○○○-○○○○ 담당부서장 ○○○ 담당자 ○○○(전자메일)
------------------------	--

문서번호 :

년 월 일

수 신 : 특별시장·광역시장·도지사

제 목 : 다중이용시설등의 실내공기질 관리현황 보고

1. 일반현황(다중이용시설별로 별도 기재)

주 소	전 화		
연 면 적 (의료기관은 병상수도 기재)	㎡	거 주 자 수 (상근자 포함)	명
준 공 일		일일이용객수	명/일
설치(소유)자			

2. 환기설비 현황(다중이용시설별로 별도 기재)

내 용	세 부 내 역						
환기설비 설치내역	구 분	위 치	규 격	송풍기용 량 (Hp)	급기량 (㎡/h)	배기량 (㎡/h)	가 동 시 간
	개별식						
	중앙관리식						

210mm × 297mm(일반용지 60g/㎡(재활용품))

(2쪽)

3. 실내공기질 측정결과

측정대행여부(외부)	측정기관 : 상호명 기재 연 락 처 :
측정기간	월 일 ~ 월 일
측정결과 조치사항	* 있는 경우만 기재

(1-1)

일련 번호	시설명	측정 지점번호	측정 위치	측정 시각	측정 항목				
					PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
총평균									
1		1 2							
	평균								
2		1 2							
	평균								
3		1 2							
	평균								
.		. .							
	평균								

(1-2)

일련 번호	시설명	측정 지점번호	측정 위치	측정 기간	측정 항목				
					NO2 (ppm)	Rn (pCi/ l)	VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
총평균									
1		1 2							
	평균								
2		1 2							
	평균								
3		1 2							
	평균								
.		. .							
	평균								

- 비고: 1. 해당 다중이용시설이 하나인 경우는 해당 내용만 기재하고 많은 경우는 이 서식에
준하여 작성할 것
2. 지하역사 등 해당 다중이용시설이 여러 개 있는 경우에는 측정값의 총평균과 개별
시설별 평균을 별도 명기할 것
3. 측정지점번호란에는 1개 대상시설에서 측정한 측정지점 모두에 일련번호를 부여하
고 그 측정결과를 기재할 것
4. 측정위치는 확인이 가능한 정확한 위치를 명시(예; 지하1층 대합실 승강장 앞)하되,
오염물질별 측정위치는 동일하여야 함
5. 다중이용시설별로 해당 측정항목에만 표시할 것
6. 측정값은 해당오염물질 기준치 자리수의 첫째자리 이하까지 명기할 것
7. 측정일이 측정항목별로 크게 다른 경우에는 측정값 밑에 해당 날짜를 명기할 것

210mm × 297mm(일반용지 60g/㎡(재활용품))

【부록 2】 실내공간 공기질 인식도 조사표

정리번호: () - ()

조 사 자: 구 동

조 사 일: 2004년 6월 일

서울시 대기환경 및 실내공기질에 대한 시민의식 기초조사

조 사 자:

확 인 자:

인 사 말 씀

안녕하십니까?

저희 연구원은 서울시 정책연구기관으로서, 서울시 대기환경 및 공동주택·다중이용시설의 실내공기질에 대한 시민의식 조사연구를 실시코자 귀하께 몇 말씀 여쭙어 보려합니다.

이 조사의 목적은 서울시 대기환경 개선, 먼지오염 저감, 그리고 실내공기질 관리를 위한 관리방향을 모색하고 발전시키며, 또한 시민참여에 의한 깨끗한 도시환경을 조성하기 위한 기초자료를 얻고자 하는데 있습니다.

귀하께서 말씀하여 주시는 모든 내용은 종합하여 통계 처리되어 서울시 정책자료로 활용 될 것이며, 귀하께서 응답하여 주신 내용은 통계법 제13조(비밀의 보호)에 의거하여 개인의 비밀에 속하는 사항은 엄격히 보호될 뿐만 아니라 다른 사람에게 절대 알려지지 않습니다.

본 조사에 적극 협조하여 주시는 뜻에서 다음 기입요령을 읽으시고 각 항목 별로 귀하에게 해당되는 사항을 빠짐없이 솔직하게 기록하여 주시면 대단히 고맙겠습니다.

협조에 감사드리며, 약소하나마 문화상품권을 동봉하였습니다.

이 조사에 대한 문의는 연구원 설문조사팀(02-2149-1181, 1178)으로 해주시기 바랍니다.

2004. 6.

서울시정개발연구원장

I. 일반사항

일반적인 사항에 관한 질문입니다. 각 항목을 자세히 읽어보시고, 귀하께서 해당되시는 번호란에 ✓표를 하여 주십시오.

1. 귀하의 성별은 무엇입니까?

①남자

②여자

2. 귀하의 직업은 무엇입니까?

①전업주부

②주부겸 직장인

③직장인

④학생

⑤전문직

⑥기타 ()

3. 현재 귀하의 연령 분포는 어디에 해당됩니까?

①20세 미만

②20세 ~ 30세

③30세 ~ 40세

④40세 ~ 50세

⑤50세 이상

4. 귀하의 생활수준은 다음중 어디에 해당된다고 생각하십니까?

①상류

②중상류

③중류

④중하류

⑤하류

5. 귀댁의 가구당 월평균 소득수준은 다음중 어디에 해당됩니까?

①100만원 미만

②100 ~ 200만원

③200 ~ 300만원

④400 ~ 500만원

⑤500 ~ 600만원

⑥600 ~ 700만원

⑦700 ~ 800만원

⑧800만원 이상

6. 귀하의 학력은 다음중 어디에 해당됩니까?

①무학

②국졸

③중졸

④고졸

⑤대졸이상(전문대 포함)

II. 서울시 대기환경에 대한 관심도

서울시 대기환경 수준에 대한 시민의 관심도에 관한 항목입니다. 각 항목을 자세히 읽어보시고 귀하께서 해당되는 번호란에 ✓표를 하여 주십시오.

7. 귀하는 평소 서울시 대기환경 문제에 대해 얼마나 관심이 있습니까?

①매우 관심이 있다

②대체로 관심이 있는 편이다

③그다지 관심이 없는 편이다.

④거의 관심이 없다

8. 귀하는 평소 생활하시면서 서울시 대기환경 수준이 어떻다고 느끼십니까?

- ①매우 심각하게 느낌 ②대체로 심각하게 느낌
③그다지 심각하게 느끼지 못함 ④전혀 심각하게 느끼지 못함

9. 귀하는 향후 서울시 대기환경 수준이 현재와 비교하여 어떻게 변화될 것으로 생각하십니까?

- ①매우 개선될 것임 ②대체로 개선될 것임
③현재와 흡사할 것임 ④대체로 악화될 것임 ⑤매우 악화될 것임

10. 귀하는 서울시 대기환경을 개선하기 위해 다음중 어떤 분야를 가장 중점적으로 우선하여 개선하여야 한다고 생각하십니까?

- ①자동차 배출가스 줄이기 ②오염이 적은 저공해 에너지 공급 확대
③공장 등 공기오염 배출업소 관리 개선 ④공기오염 관리 체계망의 개선/확충
⑤기타()

11. 귀하는 자동차 배출가스를 줄이기 위해 다음 중 어떤 분야가 중점적으로 추진되어야 한다고 생각하십니까?

- ①자동차 제작 회사의 기술개발 ②휘발유와 경유 연료의 질 향상
③자동차 배출가스 검사 철저 시행 ④CNG 시내버스의 운행확대
⑤오염물질 과대배출 노후차량의 조기폐차 유도 ⑥버스전용차로의 확대
⑦자동차 환경주행세 도입 ⑧운행자 스스로의 철저한 차량관리
⑨기타()

12. 맑은 서울하늘, 깨끗한 공기를 만들기 위해 가장 먼저 선행되어야 할 것은 무엇이라고 생각하십니까?

- ①시민의 환경문제에 대한 인식을 높이는 것 ②서울시의 효과적인 정책수립
③충분한 대기환경 관련 예산의 배정 ④환경문제와 관련된 행정관리 및 각종규제 철저
⑤기타()

13. 최근 중국 황사발생·유입에 따른 시민 건강피해가 우려됨에 따라, 서울시가 주도적으로 추진하여야 하는 정책은 다음 중 무엇이라고 생각하십니까?

- ①서울시 황사 예보경보제도 활성화 ②동북아시아 황사피해 도시간 협력체계 구축
③황사발생지역의 나무식목 및 재정지원 ④황사피해 실태조사
⑤기타()

21. 귀하는 실내공기와 실외공기 가운데 어느 것이 더 건강에 영향을 미친다고 생각하십니까?

- ①실내공기 ②실외공기 ③잘 모르겠다

22. 귀하는 새집증후군(Sick House Syndrome)을 느낀 경험이 있습니까?

- ①있다 ②없다 ③모르겠다

23. 귀하가 살고 있는 공동주택의 실내 공기질 수준은 어떠하다고 생각하십니까?

- ①매우 나쁘다 ②조금 나쁜 편이다 ③보통이다 ④조금 좋다 ⑤매우 좋다.

24. 귀하가 살고 있는 공동주택의 실내 공기질이 나쁘다는 이유는 무엇입니까?(23번 ①, ② 응답만 해당)

- ①환기가 불충분하기 때문에 ②오염물질 방출 자재를 많이 사용하였기 때문에
③외기 오염이 나쁘기 때문에 ④평상시 실내공간 청소를 많이 하지 않기 때문에
⑤공기청정기를 사용하지 않기 때문에 ⑥기타()

25. 귀하가 살고 있는 공동주택의 실내 공기질이 나쁘지 않다는 이유는 무엇입니까?(23번 ④, ⑤ 응답만 해당)

- ①환기가 충분하기 때문에 ②오염물질 방출 자재를 적게 사용하였기 때문에
③외기 오염과 무관하기 때문에 ④평상시 실내공간 청소를 많이 하기 때문에
⑤공기청정기를 사용하기 때문에 ⑥기타()

26. 귀하는 공동주택의 실내 공기질을 개선하기 위해 가장 중요한 대책은 무엇이라고 생각하십니까? (2개 선택)

- ①충분한 환기 ②친환경 건축자재의 사용
③외기 오염 저감대책 ④평상시 실내공간 청소
⑤공기청정기 사용 ⑥그린빌딩 인증제 실시 ⑦기타()

27. 귀하는 공동주택의 실내 공기오염으로 인해 다음과 같은 건강상의 영향을 경험하였거나, 느끼고 있습니까?
(해당되는 항목에 ✓표를 하여 주십시오).

31. 귀하는 일상생활에서 사용에 불편함이 없으며, 항상 깨끗한 공기를 호흡할 수 있도록 하는 청정 마스크 상품이 개발된다면 구매할 의향이 있으십니까?

- ①가격에 관계없이 구매하겠다 ②가격이 적당하다면 구매하겠다 ③없다

32. 31번 문항의 ①,②번을 택하신 경우, 청정 마스크 상품의 가격이 현재 이용·사용하시는 가정용 청정기 상품과 비교하여 어느정도 더 비싼 것이 적당하다고 생각하십니까?

(현재 이용·사용하시는 가정용 청정기 상품의 유통가격이 50,000원이라고 가정함)

- ①10,000원 이하 ②10,000원 ~ 30,000원 ③30,000원 ~ 50,000원
④50,000원 ~ 70,000원 ⑤70,000원 ~ 100,000원 ⑥기타 (원)

- 본 설문에 응답하여 주셔서 감사합니다 -

【부록 3】 공동주택 Sampling Log-Sheet

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 20일, 수요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	26.8	상대습도(%)	51.2		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	신림동 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	102동 ○○○호 48평	입주년월일	2004. 6. 30				
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	DO21296	100	14:30	15:00	30	2.89	7
	거실	DO20715	100	15:05	15:35	30	2.66	8
HCHO	거실		1000	15:00	15:30	30	30	
	거실		1000	15:00	15:30	30	30	
◎ 특이사항								
1) 3식구, 48평형(앞과 동일) 2) 9시 open → 9시 30분 closed (30분 환기) 3) 9시 30분 → 14시 30분 (5시간 밀폐) 4) 14시 30분 측정시작								

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 20일, 수요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.2	상대습도(%)	54.4		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	신림동 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	121동 ○○○호 31평			입주년월일	2004. 6. 30		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
				Stat	Stop			
VOC	거실	DO20709	100	15:30	16:00	30	2.92	9
	거실	A79959	100	16:01	16:31	30	2.89	10
HCHO	거실		1000	15:30	16:00	30	30	
	거실		1000	16:05	16:35	30	30	
◎ 특이사항								
1) 10시 open → 10시 30분 closed (30분 환기) 2) 10시 30분 → 15시 30분 (5시간 밀폐) 3) 15시 30분 측정시작								

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 21일, 목요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.9	상대습도(%)	51.0		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	신림10동 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	201동 ○○○호 31평			입주년월일	2000. 8. 3		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
				Stat	Stop			
VOC	거실	DO20591	100	15:30	16:00	30	2.95	11
	거실	A99012	100	15:30	16:00	30	2.93	12
HCHO	거실(11)		1000	15:30	16:00	30	30	
	거실(12)		1000	15:30	16:00	30	30	
◎ 특이사항								
1) 거주자 3명 2) 10시 open → 10시 30분 closed (30분 환기) 3) 10시 30분 → 15시 30분 (5시간 밀폐) 4) 15시 30분 측정시작								

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 21일, 목요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.7	상대습도(%)	45.1		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	신림10동 ○○○○○ 아파트						
	규모(평수)	205동 ○○○호 15 * 17평형			입주년월일	2000. 8. 3		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	A77851	100	15:00	15:30	30	2,92	13
HCHO	거실(13)		1000	15:50	16:20	30	30	
	거실(13)		1000	15:50	16:20	30	30	
◎ 특이사항								
1) 거주자 2명 2) 9시 open → 10시 closed (30분 환기) 3) 10시 → 15시 (5시간 밀폐) 4) 15시 측정시작								

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 22일, 금요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.6	상대습도(%)	34.0		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	창동 ○○ 아파트						
	규모(평수)	506동 ○○○호 46평형			입주년월일	2000. 9. 5		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	A47231	100	15:30	16:00	30	3.05	14
	거실	A76868	100	15:30	16:00	30	3.05	15
HCHO	거실(14)		1000	15:30	16:00	30	30	
	거실(15)		1000	15:30	16:00	30	30	
◎ 특이사항								
1) 10시 open → 10시 30분 closed (30분 환기) 2) 10시 30분 → 15시 30분 (5시간 밀폐) 3) 15시 30분 측정시작								

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 26일, 화요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.4	상대습도(%)	37.0		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	봉천6동 ○○○○ 아파트						
	규모(평수)	302동 ○○○호 45평형		입주년월일	2002. 2. 25			
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	A93286	100	16:05	16:35	30	3.05	18
	거실	A75484	100	16:05	16:35	30	3.05	19
HCHO	거실(18)		1000	16:05	16:35	30	30	
	거실(19)		1000	16:05	16:35	30	30	
◎ 특이사항								
1) 10시 30분 open → 11시 closed (30분 환기) 2) 11시 → 16시 (5시간 밀폐) 3) 16시 측정시작								

공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 26일, 화요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	24.5	상대습도(%)	30.0		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	봉천6동 ○○○○ 아파트						
	규모(평수)	301동 ○○○호 34평형			입주년월일	2002. 2. 25		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	A29495	100	15:30	16:00	30	3.05	20
	거실	A23961	100	15:30	16:00	30	3.05	21
HCHO	거실(20)		1000	15:30	16:00	30	30	
	거실(21)		1000	15:30	16:00	30	30	
◎ 특이사항								
1) 10시 30분 open → 11시 closed (30분 환기) 2) 11시 → 16시 (5시간 밀폐) 3) 16시 측정시작								

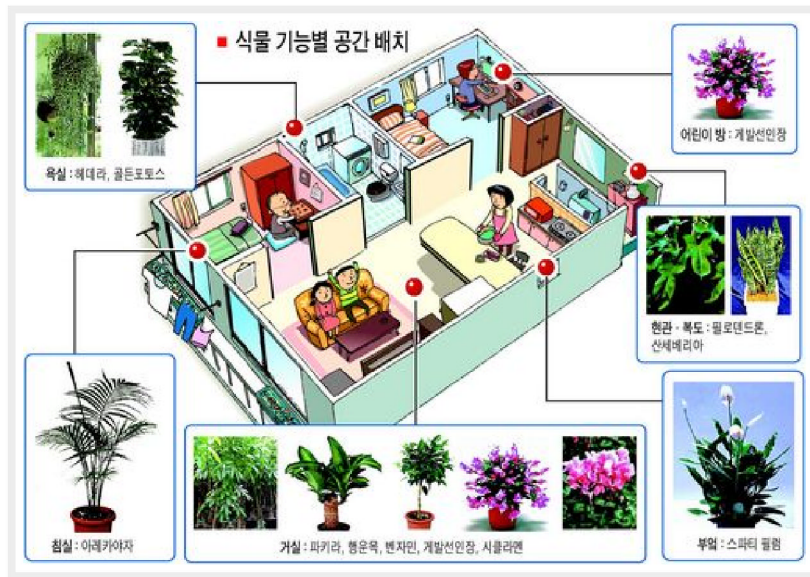
공동주택 Sampling Log-Sheet								
◎ 분석항목		VOCs(톨루엔 외 5항목), HCHO						
General	측정일시	2004년 10월 27일, 수요일						
	일 기	맑음, 흐림, 비, 눈	Temp.(℃)	25.3	상대습도(%)	44.0		
	측정자	○○○, ○○○						
	측정장소	처초동 ○○○○ 아파트						
	규모(평수)	1305동 ○○○호 58평형			입주년월일	2003. 9.		
	측정장비	SIBATA 30, SIBATA 100						
◎ Sampling Data								
	Sampling Location	Serial No.	Flow Rate (ml/min)	Sampling Period		Total sampling Time(min)	Total sampling Vol.(l)	Remarks
VOC	거실	A46073	100	15:10	15:40	30	3.05	22
HCHO	거실(22)		1000	15:10	15:40	30	30	
	거실(23)		1000	15:10	15:40	30	30	
◎ 특이사항								
1) 9시 40분 open → 10시 10분 closed (30분 환기) 2) 10시 10분 → 15시 10분 (5시간 밀폐) 3) 15시 10분 측정시작								

【부록 4】 실내 공기질 관련 기사동향

조선	2004. 11. 2.
새집증후군, 화초 가꿔 막아보세요 건축자재 오염물 흡수 수증기 뿜어 공기 순환 파키라·행운목은 거실 아이방은 계발선인장 ‘새집증후군’ ‘빌딩증후군’ 등 실내 공기 오염이 현대인의 건강을 위협하고 있다. 이럴 때 집안 분위기도 살리고 실내 오염 물질도 자연스레 제거할 수 있는 방법이 있다. 실내에 식물을 키우는 것이다. 식물은 광합성을 하는 과정에서 잎의 뒷면에 있는 작은 기공(氣孔)을 통해 이산화탄소와 건축자재 등에서 나오는 포름알데히드·벤젠 등 휘발성 유기화합 오염 물질을 흡수한다. 반면 뿌리에서 흡수한 산소와 물을 수증기 형태로 배출, 자연스레 실내공기의 순환이 이뤄지게 한다. 또한 식물은 실내 온도와 습도를 가장 쾌적한 상태가 되도록 자동 조절하는 기능도 한다. 천연 공기 청정기이자 지능형 향온·향습기가 바로 식물인 셈이다. ■ 특성에 맞게 배치해야 최적 효과 우선 거실은 넓은 공간을 감안하여 공기 정화 효과가 큰 잎이 많은 파키라, 행운목, 벤자민, 고무나무 등을 기본으로 하는 것이 좋다. 또한 밝은 분위기 연출을 위해 겨울철에도 화려한 꽃을 피우는 계발선인장이나 시클라멘 등의 식물을 곁들이는 것이 권장된다. 거실은 바닥뿐 아니라 장식장 위에서 아래로 늘어지는 식물을 배치하면 공기 정화 효과도 좋고 공간 활력도 더할 수 있다. 침실에는 너무 많은 화분을 놓지 않도록 해야 한다. 녹색 식물 위주로 해서 편안한 수면을 도와주는 것이 좋다. 작은 크기의 화분을 침대 머리맡이나 창가에 두면 된다. 건조한 환경의 아파트라면 수면 중 침실 습도 유지를 위해 하루에 1ℓ 정도의 물을 발산해 가습기 역할을 하는 아레카야자를 두면 좋다. 현관과 복도는 대부분 복향에 위치하는 경우가 많으므로 상대적으로 일조량이 부족하다. 따라서 내한성이 강한 필로덴드론, 산세베리아 등이 좋다. 햇빛 부족으로 시들거나 햇빛 방향으로 휠 수 있으므로 일정 기간 한 번씩 위치를 바꿔주는 게 좋다. 욕실은 어둡고 좁은 공간이므로 큰 식물은 답답함을 준다. 습기에 강하고 일조량이 비교적 적은 환경에도 강한 헤데라와 골든포토스 등을 배치한다. 부엌은 요리를 하는 공간이므로 냄새제거에 효과가 있는 스파티 필럼이 적당하다. 부엌에 식물을 두면 공기정화와 더불어 식욕을 돋우는 효과도 있다. 겨울철 창문을 오랫동안 닫아두는 어린이방에는 계발선인장을 두면 신선한 공기를 많이 만들어낼 수 있다. 계발선인장은 다른 식물들과 반대로 밤에 산소를 많이 내므로 성장기 어린이들이 수면 중에 충분한 산소를 호흡할 수 있도록 도와준다. ■ 식물과 대화를 해보자 녹색이 주는 정서적 안정과 함께 식물을 관리하는 과정에서 느낄 수 있는 식물과의 교감은 우리의 마음을 치유해 준다. 식물이 시들지 않도록 매일 살펴보는 것은 살아 있는 개체와 대화를 나누고 사랑을 베푸는 행위라는 것이다. 특히 독신자나 노인들은 이런 과정에서 외로움과 단조로움을 극복하고 생활의 활력을 얻을 수 있다. 이 때문에 식물 키우기는 ‘원에 치료’로도 활용된다. 신구대 도시원예과 김훈식 겸임교수는 “사랑과 관심을 많이 받은 식물은 예쁜 꽃과 잎을 더 잘 피운다”며 “인간과 식물이 교감하면서 서로 정신적인 위안을 받는 것”이라고 말했다. 같은 맥락에서 같은 식물이라도 화목한 가정의 식물은 잎이 무성하고 꽃이 예쁘다는 것이다.	

(계속)

■10대 공기정화 식물 = 1.아레카야자 2.관음죽 3.대나무야자 4.인도고무나무 5.드라세나 6.헤데라 7.피닉스야자 8.피쿠스아리 9.보스턴고사리 10.스파티 필럼[자료=미 항공우주국(NASA)]



중앙	2004. 10. 31.
신축 교실도 새집 증후군 - 포름알데히드 기준치 31배	
새로 지은 학교 교실에서도 '새집 증후군'의 원인이 되는 포름알데히드 등 위해물질의 농도가 기준치의 최고 31배에 달하는 것으로 나타났다. 31일 동아대 건축공학과 이정재 교수팀에 따르면 2003~2004년 개교한 부산 지역 초등학교 3곳과 중학교 2곳을 대상으로 포름알데히드, 일산화탄소, 이산화탄소, 미세 먼지 등 4개 오염물질을 측정한 결과 대부분 기준치를 초과한 것으로 조사됐다. 특히 A중학교의 경우 포름알데히드 농도가 기준치(0.1ppm)의 31배인 3.1ppm이나 됐으며 B초등학교도 2.5ppm으로 기준치의 25배에 달했다. 교실 내 환기의 척도를 보여주는 이산화탄소 농도는 M초등학교의 경우 오후 2시께 이산화탄소 농도가 기준치(1000ppm)의 3.7배인 3700ppm이나 됐으며 D중학교도 낮 12시 10분 쯤 3000ppm까지 올라갔다. 이처럼 신축 교실의 새집 증후군이 심각한데도 학교는 환경부가 제정한 실내 공기질 관리법의 규제대상에서 제외돼 있어 특별한 제재수단이 없는데다 이산화탄소와 미세먼지는 학교보건법의 측정항목에도 빠져있어 대책마련이 시급한 실정이다.	

중앙	2004. 10. 27.
가구제품 포름알데히드 방출량 규제	
산업자원부 기술표준원은 '새집 증후군' 등 실내 환경오염의 주범으로 알려진 포름알데히드의 방출량을 줄이기 위해 가정용 가구제품 세 종류의 방출량 허용치를 KS기준으로 마련, 규제키로 했다고 21일 밝혔다. 대상품목은 주택용 침대, 싱크대, 옷.이불장 등으로 KS인증을 받은 생산업체는 올해 말까지 준비를 완료하고 내년 1월부터는 방출량 허용치를 선진국 수준(1.5mg/L 이하)으로 낮춘 친환경적 제품을 생산해야 한다. 기술표준원은 앞으로 가구제품의 유해물질 방출 허용기준을 학생용 가구와 사무용 가구 등 모든 가구제품에 적용할 계획이다.	

중앙	2004. 10. 27.
[제주 신축학교 실내공기서 발암물질 검출]	
제주시의 한 신축학교 교실과 교무실의 공기에서 청소년 건강을 위협하는 발암물질 등이 검출됐다. 27일 제주환경운동연합에 따르면 지난 83년 3월과 올해 3월에 신축한 제주 시내 학교 1개교씩 모두 27개 학교를 표본조사 학교로 선정, 지난달 23-30일 실내 공기오염도를 조사한 결과 올해 신축학교에서 청소년의 건강을 위협하는 유해물질이 검출됐다. 세계보건기구(WHO)가 검출되어서는 안되는 물질로 규정한 1급 발암물질인 벤젠의 경우 지난 83년에 신축된 학교에서는 검출되지 않았으나 올해 3월 신축학교 교실에서 2.62ppb, 교무실에서 0.46ppb가 각각 검출됐다. 또 신경독성물질인 톨루엔의 경우 WHO가 1주일 평균 농도를 71.8ppb 이하로 정하고 있는데 지난 83년 3월에 신축된 학교의 휴게실에서 1.01ppb와 교실에서 2.14ppb, 올해 3월 신축학교의 교무실에서 13.34ppb와 교실에서 64.27ppb가 각각 검출됐다. 이들 조사 수치는 WHO 기준치 보다는 낮았으나 올해 신축학교 교실의 경우 허용기준치에 육박하고 있다. 제주환경운동연합은 이번 조사에 앞서 학부모단체, 교원단체 등과 공동으로 제주도교육청에 도내 초.중.고교를 대상으로 학교 실내공기오염도 조사를 제안했으나 제주도교육청은 거부했다. 특히 제주도교육청은 올해말에 가서야 실내공기 오염도를 조사할 수 있는 측정 장비를 구입할 예정이다. 정부는 특히 다중이용시설 등의 실내공기질관리법을 제정, 지난 5월30일자로 시행하고 있으나 상대적으로 면역력이 약한 아동과 청소년들이 대부분 시간을 보내고 있는 학교를 다중이용시설에 포함시키지 않아 학생들의 건강 관리에 문제를 드러냈다. 제주환경운동연합은 "학교는 학생과 선생님들이 안전하고 건강하게 공부할 수 있는 환경이 되어야하는 데도 학교 실내 공기가 오염돼 발암물질까지 검출된 것은 문제"라고 지적했다.	

한겨레	2004. 10. 14.
[실내공기질 선진국으로 가는 길	
‘웰빙’의 사전적인 의미는 ‘안녕’ ‘행복’ ‘복리’를 뜻하는 데, 최근에는 건강한 육체와 정신을 추구하는 라이프스타일이나 문화 코드로 새롭게 해석되는 추세다. 이러한 흐름에 새집증후군이 큰 자리매김을 하게 되었고 신축공동주택에서 발생하는 휘발성유기화합물과 포름알데히드가 원흉으로 꼽히고 있다. 선진국에서는 이미 오래전부터 실내공기질의 실태, 오염물질이 인체에 미치는 영향, 건축자재에서 방출되는 오염물질의 실태, 오염물질별 방출 메커니즘 등 여러 분야에서 체계적이고 지속적인 연구를 통하여 공기질의 목표치를 정하고 산업체에 대한 장기간의 지도를 통해 꾸준히 해결책을 모색해나가고 있다. 우리나라에서는 이미 실내공기질관리법이 시행 중인데 사적인 공간인 공동주택의 실내공기질을 국가법에서 관리대상으로 삼는 나라는 세계 어디에도 없다. 외국의 경우는 관련 학회나 협회에서 가이드라인을 제시하거나 라벨링 제도를 통하여 시장에서 자발적으로 개선토록 유도하고 있다. 설사 정부차원에서 기준치를 제시하더라도 국민들의 관심을 이끌기 위한 홍보 차원이다. 국민의 건강성 확보는 시급하고 중요한 명제임에 틀림없지만 선진 외국처럼 기술개발과 개선방안 마련을 위한 기초작업이 선행되지 않아 당장 명쾌한 해결책을 내놓을 수 없는 안타까움이 있다. 이러한 상황에서 우리가 해야 할 일은 무엇보다 먼저 국민들의 높아진 관심에 상응하여 실태를 잘 이해할 수 있도록 정확한 정보를 제공하고, 가장 경제적이면서 합리적인 대책을 강구해서 불필요한 불안감을 조성하지 않도록 해야 할 것이다. 그러나, 최근 언론을 통해 공개되는 실내공기질의 실태 분석 내용을 보면 국민의 관심을 불러일으키기에 급급한 나머지 정확한 정보를 제공한다는 면에서는 부족했다고 생각한다. 실내공기질을 평가하기 위해 사용되는 기준은 그 의미를 정확히 밝혀야 할 것이다. 그해야 기준을 초과한 환경이 우리에게 어느 정도 영향을 미치는지 판단할 수 있다. 사용되는 기준도 적절히 선택되어야 한다. 예컨대 총휘발성유기화합물(TVOC)은 일정 온도 범위에 들어가는 화학물질을 모두 포함하는 것으로 그 중에는 인체에 이로운 물질인 피톤치드도 포함되어 있어 건강성에 영향을 미치는 기준으로 사용하기보다는 참고값 정도로 사용하는 것이 옳다. 그래서 환경부에서 실시중인 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’에서는 신축 공동주택의 실내공기질 측정항목으로서 포름알데히드 외에 벤젠 등 6개의 유기화합물로 한정하고 있다. 오랫동안 실내공기질과 관련하여 지속적으로 연구개발을 해온 선진국의 경우 제시하고 있는 권고기준들 간에 오염물질의 항목이나 농도에서 차이를 나타내고 있고 측정 방법도 다양하다. 우리나라는 우리 실정에 맞는 기준이 아직 설정되지 않은 상황에서, 일부 건물에서의 단순 측정치만을 대상으로 실내공기질의 문제점을 제시하는 것은 오히려 정확한 상황을 인식하는 데 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 이런 명확한 상황 인식을 바탕으로 모든 분야에서 실제적으로 실내공기질 개선에 도움이 될 수 있는 일들을 해야 할 것이다. 학계는 심도있는 연구를 통하여 해결방향을 제시하고 업계에서는 하루빨리 개선대책을 세워야 할 것이며 정부는 혹시 미진한 부분이 있다면 보완해 ‘다중이용시설등의 실내공기질 관리법’이 공동주택에 실제적으로 적용되는 2~3년 뒤를 대비해야 할 것이다.	

중앙	2004. 10. 13.
아파트 75가구 새집증후군 조사 일본 기준 통과한 곳 '0'	
신축 건물의 경우 날씨가 쌀쌀하다고 환기에 소홀할 경우 오염된 실내공기에 자칫 건강을 잃을 수 있는 것으로 나타났다. 환경부가 12일 국회 조정식(열린우리당)의원에게 제출한 국정감사 자료에 따르면 국내 주요 주택건설회사가 서울과 경기 지역에 지은 32평형 국민주택 규모의 입주 전 신축 아파트 75가구를 조사한 결과 일본의 실내 공기 질 권고 기준을 만족시킨 곳은 단 한곳도 없었다. 새집증후군의 원인으로 지목되는 포름알데히드의 경우 75가구 모두 일본 후생성과 세계보건기구(WHO) 권고기준인 m^3당 $100\mu\text{g}$(마이크로그램, $\mu\text{g}=1000$분의 1mg)을 넘어서었다. 포름알데히드 평균 농도는 일본 기준의 네 배가 넘는 $460\mu\text{g}$이었다. 일본 기준의 10배가 넘는 곳도 있었다. 톨루엔도 조사 대상의 80%인 60가구에서 일본 기준치를 넘어서었다. 최고 농도가 일본 기준의 16배까지 검출됐다. 국내의 경우 아직 관련 기준이 없다. 이번 조사는 지난 7~8월 실시됐으며 환경부가 신축아파트 실내 공기 권고기준 마련을 위해 건설기술연구원에 의뢰한 연구용역의 일부다. 환경부는 내년 봄에 조사를 마무리하고 공청회 등을 거쳐 내년 하반기에 권고기준을 정할 계획이다. 조 의원은 "앞으로는 건설사가 실내 공기 질을 소비자에게 예고하고 그에 맞게 건설하도록 해야 한다"고 말했다. 한편 신축 건물에서 방사성 물질로서 폐암을 일으킬 수 있는 라돈 오염도 문제가 될 수 있는 것으로 지적됐다. 연세대 조승연(환경공학과)교수는 이날 "신축 1년 이내의 일반 아파트 등을 대상으로 실내공기 중의 라돈을 조사한 결과 일부 시설은 미국 기준치인 ℓ당 4pCi(피코큐리, 방사선을 측정하는 단위)를 초과했으며 8pCi가 넘는 곳도 있었다"고 밝혔다. 조 교수는 아파트·원룸·호텔 등 100여곳을 조사했다. 조 교수는 "실내 라돈은 석고보드 등 건축자재에서 방출되며 환기가 잘 안 되는 작은 방에서 높은 농도를 보이고 있다"며 "4pCi의 라돈 농도에서 평생 생활한다면 흡연자의 경우는 1000명 중 약 29명이, 비흡연자의 경우 3명 정도가 폐암에 걸릴 위험이 있다"고 말했다.	

조선	2004. 10. 12.
새 아파트 '친환경 건설' 말뿐 - 새집증후군물질 최고10배 기준초과	
건축 자재가 방출하는 유해물질이 원인인 '새집증후군'에 대한 관심이 높아지면서 주택업체마다 친환경 아파트 건설을 홍보하고 있으나 실제 측정 결과 일본의 실내 공기질 권고 기준을 만족한 아파트가 전혀 없는 것으로 나타났다. 열린우리당 조정식 의원은 건설기술연구원이 환경부의 의뢰로 지난 7·8월 수도권지역 신축 아파트 75가구의 실내공기를 측정한 결과 모든 아파트의 포름알데히드 농도가 WHO(세계보건기구)와 일본의 권고 기준인 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$를 넘은 것으로 나타났다고 12일 밝혔다. 평균 농도는 $460\mu\text{g}/\text{m}^3$로 일본 기준의 4.6배였고, 최고는 $1071\mu\text{g}/\text{m}^3$로 10배가 넘었다. 포름알데히드는 아토피성피부염 등을 유발하는 새집증후군의 주요 물질이다. 조 의원은 "측정 대상 아파트의 시공회사는 주택공사와 국내 굴지의 건설업체가 망라돼 있다"며 "상대적으로 화학물질이 높게검출되는 여름철에 측정됐다는 한계는 있지만, 친환경 아파트 건설에 앞장서고 있다고 선전해온 주택업체들의 주장이 설득력을 잃은 것" 이라고 말했다	

■아파트 실내공기 측정 결과

측정기관	국립환경연구원	건설기술연구원	LG화학기술연구원
측정시기	2~4월	7~8월	9월
측정대상	전국 신축 1년 이내 아파트 91가구 (입주 3주)	수도권 신축 주택 1020세대 (입주 2주)	수도권 신축 주택 97가구 (입주 2주)
포름알데히드(일본 기준)	평균농도 105.4	460	254
최대농도	308.5	1071	503
권고기준 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$	가중초과 가구 비율 46.7%	100%	100%
톨루엔	평균농도 127.3	948	783.8
(일본 권고 기준 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	최대농도 758.9	4177	2294
가중초과 가구 비율	13.8%	86%	100%

한겨레	2004. 10. 12.
10대 건설사 새집증후군 낙제점 - 75채 조사결과 실내공기 모두 기준미달	
환경부가 국내 10대 건설회사들이 수도권에 지은 신축 아파트 가운데 75채를 골라 실내공기질을 조사한 결과 일본의 실내공기질 기준을 만족시킨 아파트는 한 곳도 없는 것으로 드러났다. 환경부가 국회 환경노동위원회 조정식 의원(열린우리당)에게 제출한 국정감사 자료를 보면, 이른바 '새집증후군'의 대표적 원인물질인 포름알데히드는 조사 대상 75가구에서 모두 일본과 세계보건기구(WHO) 권고기준인 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$를 넘어섰다. 포름알데히드의 평균 농도는 $460\mu\text{g}/\text{m}^3$였고, 가장 높게 나타난 지점은 일본 기준의 10배가 넘는 $1071\mu\text{g}/\text{m}^3$였다. 휘발성 유기화합물질(VOCs) 가운데는 톨루엔이 조사 대상의 80%인 60가구에서 일본 권고기준인 $260\mu\text{g}/\text{m}^3$를 초과했으며, 가장 높은 곳은 일본 기준의 16배인 $4177\mu\text{g}/\text{m}^3$나 검출됐다. 스티렌은 13.3%인 10가구에서, 자일렌(크실렌)은 6.7%인 5가구에서 일본 기준을 넘었다.	

국정홍보처	2004. 10. 8.
유럽·중국 환경규제 강화 가속화	
건축자재에 대한 해외 환경규제가 대폭 강화되고 있다. 무역환경정보네트워크 사무국이 최근 조사한 결과에 따르면 EU의 경우, '신VOC규제지침'에 따라 역내 회원국의 건축자재 관련 규제입법이 가속화되고 있다. EU는 지난 4월 말 페인트 및 니스에 함유된 휘발성유기화합물(VOC)의 함량을 규제하면서 자동차용 도료 및 일반 도료를 적용대상에 포함시킨 바 있으며, 회원국이 내년 10월 30일까지 관련 국내 입법을 완료하도록 했다. EU 휘발성유기화합물(VOC) 규제지침은 제품의 종류에 따라 2007년과 2010년의 순차적 적용시한을 규정하고 있으나, 독일 등 유럽 각국이 국내 입법 일정을 서두르고 있어 국내 업계의 대책 마련이 시급한 것으로 보인다. ◆조기 도입시 자동차업계 파급효과 = 특히 독일 연방정부는 이미 지난 8월 18일 관련 법안을 확정하고 조기 추진일정을 의회에 상정한 상태이며 현재 연방 상원의회의 의결절차만을 남겨두고 있다. 특히 이들 휘발성유기화합물(VOC) 규제지침에는 자동차용 도료가 규제대상으로 포함되어 있어, 국내 자동차업계의 수출차량도 유럽 각국의 규제지침을 따라야 할 것으로 보인다. 프랑스의 경우 2005년 8월 13일 이전까지 EU의 전기전자장비폐기물처리지침(WEEE)을 이행해야 한다. 이에 대한 대책으로 유통업자들은 지역별로 공동 폐기물 수집보관소를 설치하는 것을 검토 중인 것으로 알려졌다. 유통업자에게까지 회수의무를 확대한 프랑스의 이번 조치는 폐가전제품의 회수율을 높이고 제조업체의 부담을 경감하기 위한 것으로 보인다. ◆중국 수출 가전, '에너지효율 마크' 부착 의무 = 한편 중국에 가전제품을 수출하는 국내 업체들은 빠르면 내년 3월 1일부터는 제품에 중국 정부가 정한 에너지 효율 등급 마크를 부착해야 할 것으로 보인다. 중국 국가발전개혁위원회는 지난 8월 27일 국가품질검사총국과 공동으로 이같은 내용의 '에너지효율 표지관리법'을 공포했다. 이 법은 국내 제품과 수입제품을 구별하지 않고 중국 내에서 시판되는 규제대상 가전제품 모두에 적용된다. 2005년 3월 1일부터 시행되는 이 법은 제품 및 제품포장에 에너지효율 표지를 부착하여 사용자 및 소비자에게 사용제품의 에너지 효율등급에 관한 정보를 제공함으로써 이들이 고효율의 에너지 절약 상품을 선택할 수 있도록 하기 위한 것이라고 국가발전개혁위원회는 밝히고 있다. 규제대상에는 중국 내 양관되는 대중적인 가전제품이 우선적으로 포함될 예정이다. 중국 정부는 올해 안으로 구체적인 중국 에너지효율등급 표지부착 제품목록을 작성하여 발표할 예정인데, 여기에는 냉장고를 비롯한 4대 가전제품이 모두 포함될 것으로 보인다.	

동아	2004. 10. 6.																						
[웰빙] “새집, 바짝 말린후 환기 충분히” ... ‘증후군 대책’																							
“새집증후군을 줄이려면 입주하기 전에 미리 ‘베이킹 아웃(bake out)’ 하세요.” 건설교통부는 최근 사회적 이슈로 떠오른 새집증후군을 예방하기 위한 가이드 책자를 내놓았다. 새집증후군은 새로 짓거나 고친 집에서 발생하는 포름알데히드 등 인체 유해물질로 실내 공기가 오염돼 입주민이 일시적 또는 만성적으로 두통 구토 어지러움 등의 증세를 겪는 현상이다. 가이드 책자에 따르면 새집증후군을 줄이는 최선의 방법은 ‘실내 공기 환기’ 다. 자연 환기는 적어도 오전, 오후로 하루 2번 이상 하고 오전 10시 이후나 일조량이 많은 낮 시간대를 이용하는 것이 좋다. 입주 전에는 ‘베이킹 아웃’ 방식으로 환기하는 것이 좋다. ‘베이킹 아웃’이란 보일러 등으로 실내 온도를 높여 새 집을 건조시킨 뒤 주방의 환기팬 등을 이용해 유해 물질을 빠르게 배출시키는 방법. 일주일 이상 베이킹 아웃 방식으로 환기시켜 휘발성 유해 물질을 최대한 발산시키는 것이 바람직하다. 또 입주할 때까지는 커튼을 열어 실내에 태양광선이 들어오게 하고, 실내의 가구나 수납장의 문도 모두 열어 새집증후군 발생 물질이 가급적 많이 배출되도록 신경을 써야 한다. 자연 환기만으로 부족하거나 오랫동안 문을 열어놓기 힘든 겨울철에는 기계적인 환기시스템을 이용하는 것도 방법이다. 입주 후 일정기간은 환기를 습관화해야 하고, 채광이나 통풍을 위해 커튼은 입주 2~3개월 후에 설치하거나 늘 열어두는 것이 효과적이다.																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">새집증후군 방지를 위한 방법</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>환기</td><td>입주 후 2~3개월은 충분한 환기. 자연환기는 햇빛이 드는 낮 시간이 바람직</td></tr> <tr> <td>고온 건조 (베이킹 아웃)</td><td>보일러 등으로 실내를 가열한 뒤 환기시키는 방법. 일주일 이상 하는 것이 좋음</td></tr> <tr> <td>적절한 온도 및 습도 유지</td><td>실내 온도는 18~22도, 습도는 55% 유지</td></tr> <tr> <td>공기청정기 활용</td><td>거실 면적 등을 고려해 적절한 용량 선택. 필터 교환 등 적절한 유지 관리</td></tr> <tr> <td>잘못 이용</td><td>거실이나 발안테 놓아 오염물질 흡수 제거</td></tr> <tr> <td>마스킹</td><td>냄새가 강한 재료를 태우거나 방향제 사용. 냄새에 민감한 경우 유용</td></tr> <tr> <td>꽃 나무 등 활용</td><td>잎이 넓은 관엽식물을 배치해 공기 정화</td></tr> <tr> <td>유해물질방지 제품 활용</td><td>광촉매제 등 관련 제품 이용</td></tr> <tr> <td>기타</td><td>실내에서 흡연 삼가고음식물쓰레기 등을 실내에 오래 두지 말 것</td></tr> <tr> <td colspan="2">자료:건설교통부</td></tr> </tbody> </table>		새집증후군 방지를 위한 방법		환기	입주 후 2~3개월은 충분한 환기. 자연환기는 햇빛이 드는 낮 시간이 바람직	고온 건조 (베이킹 아웃)	보일러 등으로 실내를 가열한 뒤 환기시키는 방법. 일주일 이상 하는 것이 좋음	적절한 온도 및 습도 유지	실내 온도는 18~22도, 습도는 55% 유지	공기청정기 활용	거실 면적 등을 고려해 적절한 용량 선택. 필터 교환 등 적절한 유지 관리	잘못 이용	거실이나 발안테 놓아 오염물질 흡수 제거	마스킹	냄새가 강한 재료를 태우거나 방향제 사용. 냄새에 민감한 경우 유용	꽃 나무 등 활용	잎이 넓은 관엽식물을 배치해 공기 정화	유해물질방지 제품 활용	광촉매제 등 관련 제품 이용	기타	실내에서 흡연 삼가고음식물쓰레기 등을 실내에 오래 두지 말 것	자료:건설교통부	
새집증후군 방지를 위한 방법																							
환기	입주 후 2~3개월은 충분한 환기. 자연환기는 햇빛이 드는 낮 시간이 바람직																						
고온 건조 (베이킹 아웃)	보일러 등으로 실내를 가열한 뒤 환기시키는 방법. 일주일 이상 하는 것이 좋음																						
적절한 온도 및 습도 유지	실내 온도는 18~22도, 습도는 55% 유지																						
공기청정기 활용	거실 면적 등을 고려해 적절한 용량 선택. 필터 교환 등 적절한 유지 관리																						
잘못 이용	거실이나 발안테 놓아 오염물질 흡수 제거																						
마스킹	냄새가 강한 재료를 태우거나 방향제 사용. 냄새에 민감한 경우 유용																						
꽃 나무 등 활용	잎이 넓은 관엽식물을 배치해 공기 정화																						
유해물질방지 제품 활용	광촉매제 등 관련 제품 이용																						
기타	실내에서 흡연 삼가고음식물쓰레기 등을 실내에 오래 두지 말 것																						
자료:건설교통부																							

한겨레	2004. 10. 1.
‘새집증후군 ‘ 이런 식물로 막아보자	
새집을 짓고 마감하는 과정에서 생기는 각종 오염물질로 발생하는 새집증후군을 식물로 막아보자. 농촌진흥청은 1일 가정에서 쉽게 기를 수 있는 식물중 새집증후군 예방에 효과가 있는 식물을 소개하고 있다. 기본적으로 식물은 광합성작용과 대사작용을 통해 오염물질을 빨아들이는가 하면 전자파와 오존을 흡수하고 몸에 좋은 음이온을 내뿜는다. 실내 조건에 따라 효과적으로 식물을 선택할 경우 각종 새집증후군을 예방할 수 있다. 식물에 따라 휘발성 유기물질을 제거하는 능력이 다른데, 포름알데히드와 실내 미세먼진 제거에는 인도 고무나무가 효과적이다. 관음죽은 암모니아와 클로로포름, 이산화탄소 제거에 효과적이고 대나무야자는벤젠과 트리클로로에틸렌, 왜성대추나무야자는 휘발성 유기물질중 자일렌 제거에 능력을 발휘한다. 자율신경 진정과 불면증 감소, 신진대사 촉진 효과가 큰 음이온을 많이 내뿜는식물로는 최근 인기를 얻고 있는 아프리카산 산세비에리아가 있다. 밤에 식물에서 나오는 이산화탄소가 걱정된다면 선인장과 같이 잎이 두꺼운 식물을 길러보자. 잎이 두꺼운 다육식물은 낮에는 수분 방출을 최소화하기 위해 기공을 닫고 밤에만 열어 오히려 야간에 대량의 이산화탄소를 흡수한다. 식물이 새집증후군을 완전히 없애주는 것은 아니지만 기본적인 유해물질 흡수력과 함께 회색의 아파트 공간에 안락함의 상징인 자연의 녹색을 선사하는 것은 식물이 인간에게 제공하는 큰 혜택이라고 농진청은 밝혔다. 농진청 관계자는 "식물이 제공하는 각종 혜택은 최근 원예치료라는 말로 정의될만큼 효과가 입증되고 있다."며 "앞으로는 새집으로 들어간 주인을 축하하기 위한선물로 화분이 인기를 얻을 것"이라고 밝혔다.	

조선	2004. 10. 1.
‘새집 증후군’ 예방하려면 입居前 고온난방 하고 아침 저녁 환기시켜야...	
WHO 기준보다 최고10배 검출 韓善敎의원, 입주앞둔 아파트 오염도 첫 공개 입주한 주민이 새집 증후군의 영향을 줄이는 방법이 있다. 전문가들은 우선 입주 이전에 충분한 기간 동안 고온으로 난방을 해 바닥재, 가구 등에 포함된 유해물질을 배출하는 방법(Bake-Out)을 활용할 것을 권고하고 있다. 또 건설교통부가 발간한 ‘새집증후군 가이드북’은 아침 저녁로 창문을 열어 집 안의 공기를 완전히 바꿔주는 환기를 강조하고 있다. 자연 환기는 햇빛이 많은 낮시간대에 하는 것이 효과적이라고 한다. 실내 유해물질 농도는 온도·습도와 밀접한 관계가 있기 때문에 실내 온도는 18~22도, 습도는 55% 정도로 조절하는 것이 좋다고 한다.	

"새집 증후군' 개선없이 방치

아파트 실내공기 규제방안도 없어
“친환경자재 사용 유도할 대책 필요”

이번 신규 주거아파트 실내공기 측정 결과는 최근 ‘새집 증후군’에 대한 경각심이 커지고 있음에도 불구하고 정부나 건설업체의 대응은 여전히 미흡하다는 사실을 입증하고 있다. 주택은 유아부터 노인까지 장시간 생활하는 공간으로 개인의 건강에 큰 영향을 미친다. 그러나 아직도 공동주택의 실내공기와 관련해 엄밀한 관리방안이 마련되지 않고 있다.

지난 5월 30일부터 시행되고 있는 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’은 지하상가·도서관 등 다중이용시설에 대해서만 포름알데히드 등 주요 오염물질의 유지·권고기준을 설정하고 있다. 유지기준을 초과하게 되면 과태료를 부과하거나 개선명령을 내릴 수 있으며, 권고기준은 가이드 라인의 역할을 한다.



그러나 아파트는 100가구 이상을 신축하는 시공자에 대해 입주 이전에 실내공기를 측정해 60일 동안 공고할 의무만 규정하고 있을 뿐이다. 더구나 법 시행 이후에 사업계획 승인이나 건축허가를 신청한 공동주택이 대상이기 때문에 일러도 2006년은 돼야 실제로 적용하는 사례가 나올 전망이다. 그때까지는 소비자의 감시나 건설업체의 자율 규제를 유도하는 효과만 있는 셈이다.

그러는 사이에 신축 아파트의 실내공기는 좀처럼 개선되지 않고 있다. 지난 2·4월 환경부가 전국의 입주 1년 이내 아파트 90가구를 조사한 결과에서 대상가구의 46.7%가 포름알데히드 농도가 WHO 권고기준을 초과했다. 그러나 이번에는 모든 가구가 WHO 권고기준을 넘었고, 평균값($254\mu\text{g}/\text{m}^3$), 최고값($503\mu\text{g}/\text{m}^3$)도 환경부 측정 결과($105.4\mu\text{g}/\text{m}^3$, $308.5\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과했다. 톨루엔 등 휘발성 유기화합물도 마찬가지였다. 이번 측정대상은 아직 입주하지 않은 새 아파트라는 점도 고려해야 하지만, 수치가 너무 높다는 점은 간과할 수 없다.

이에 따라 ‘새집 증후군’의 원천적인 예방을 위해 오염물질을 적게 배출하는 친환경 건축자재의 사용을 유도하기 위한 적극적인 대책이 필요하다는 지적도 나오고 있다. 더구나 지난 6월에는 중앙환경분쟁조정위원회가 신축 아파트에 입주하면서 피부병을 앓은 어린이와 가족에 대한 건설업체의 배상을 결정한 사례도 있어 앞으로 실내공기는 법적 분쟁의 대상이 될 가능성이 많다.

환경부는 신축 공동주택에 대해서도 실내공기 오염물질에 대한 권고기준을 설정할 수 있도록 하는 내용의 법 개정안을 내년 2월 임시국회에 제출할 예정이다. 또 오염물질을 일정 기준 이상 배출하는 건축자재는 공동주택에 사용을 규제할 방침이라고 밝히고 있다.

중앙	2004. 9. 30.
"택시안 분진 CO₂ 기준치 2배" 고려대 보건연구소 조사결과 발표 서울 시내 영업용 택시 안의 이산화탄소와 미세먼지량이 기준치의 2배가 넘는 것으로 나타났다. 고려대 보건과학연구소는 '서울 지역 영업용 택시의 실내공기질 평가'란 논문에서 지난해 10월부터 올 6월까지 서울 시내 영업용 택시의 실내공기 오염도를 측정 분석한 결과, 이같이 나타났다고 30일 밝혔다. 이 논문에 따르면 영업용 택시 내 공기중 미세먼지는 0.86~2.15mg/m³로 기준치인 0.15mg/m³를 크게 웃돌았으며, 이산화탄소량도 기준치인 1000ppm의 두배가 넘는 2491ppm에 이르는 것으로 조사됐다. 반면 택시 내 공기의 평균온도와 습도는 각각 23~24도, 37.1%로 조사돼 온도 17~28도, 습도 40~70%인 실내환경 기준에 부합했으며, 일산화탄소량은 기준치인 10ppm보다 낮은 6.3ppm인 것으로 조사됐다. 논문은 "택시는 도로에서 오염물질에 쉽게 노출되기 때문에 장시간 문을 닫고 운행하는 경우가 많다"며 "좁은 공간에 환기가 잘 되지 않아 차내 이산화탄소와 미세먼지량이 높아진 것"이라고 분석했다. 논문은 또 "서울 시내 택시운전자 150명을 상대로 한 설문조사 결과 응답자의 67%가 '외부와 비교했을 때 차내 공기가 나쁘다'고 답했고, 92%는 '차내 공기오염이 건강에 악영향을 줄 것'이라고 답했다"고 밝혔다. 연구팀 손종렬 교수는 "이번 연구는 단기간에 수행된 만큼 미흡한 면이 있다"며 "택시기사의 오염물질 노출량을 측정, 인체 위해 정도를 파악한 결과를 토대로 한 장기적인 대책 연구가 필요하다"고 말했다.	

동아	2004. 9. 24.
'오염 교실' 새집증후군 유발물질 기준치 8배 검출 새로 지은 집에 입주할 경우 아토피 피부염 등을 일으키는 '새집증후군'의 원인인 유해물질이 학교에서도 권고기준치보다 최고 20배나 높게 검출된 것으로 나타났다. 국회 교육위원회 유기홍 의원(열린우리당)은 교육인적자원부의 '교사(校舍) 내 환경위생 실태조사' 자료를 분석한 결과 이같이 나타났다고 24일 밝혔다. 이에 따르면 유해 화학물질로 새집증후군의 주원인인 포름알데히드(HCHO), 총부유세균(TBC)과 벤젠, 톨루엔, 크실렌 등 총휘발성유기화합물(TVOC) 등이 기준치를 최고 20배 웃돌았다. 교육부는 올해 4월 전국 55개 초중고교의 교실, 과학실, 식당, 컴퓨터실 등을 신축 1년, 3년, 5년, 10년 이상으로 나눠 조사했다. 발암촉진작용과 아토피 피부염의 원인으로 꼽히는 포름알데히드의 경우 평균값이 교실은 환경부 권고 기준치인 0.01ppm보다 8배, 과학실은 17배, 식당은 6배, 컴퓨터실은 9배가 높았다. 시청각실은 무려 38배 높은 수치를 기록했다. 두통과 구토, 중추신경계 장애를 일으키는 총휘발성유기화합물 역시 기준치 m³당 500μg보다 2~4배 높은 수치를 기록했다. 총부유세균도 평균 2~5배씩 높았다. 이 밖에 실내 공기오염의 지표인 이산화탄소(CO₂)의 경우 교실은 최대값 2980ppm, 평균 1860ppm으로 학교보건법 기준치인 1000ppm을 초과했다. 유 의원은 "학교보건법에 이러한 유해물질에 대한 규제 기준조차 마련돼 있지 않다"며 "교내 실내공기 문제에 대한 대책을 마련해야 한다"고 말했다.	

동아	2004. 9. 23.
건교부, '새집증후군 예방 안내서' 발간	
건설교통부는 새집증후군으로 인한 피해를 최소화하기 위해 '새집증후군 예방 안내서'를 발간, 전국의 아파트관리사무소에 배포했다고 23일 밝혔다. 총 17쪽으로 된 이 안내서에는 새집증후군의 정의와 건강에 미치는 영향, 새집증후군을 유발하는 물질, 주택신축 및 개보수시 유의사항, 일상생활에서의 새집증후군 예방법 등이 자세히 담겨있다. 건교부는 이번에 1차로 1천500부를 발간했으며 향후 수요가 있을 경우 추가로 제작키로 했다. 새집증후군은 새로 지은 주택이나 리모델링하는 기존의 주택에서 발생하는 각종유해물질로 실내 공기가 오염되면서 만성적인 두통 및 가려움증 등을 유발하는 현상으로, 건교부는 새집증후군 방지를 위해 내년 하반기부터 주택성능등급제도를 도입할 계획이다.	

국정홍보처	2004. 9. 8.
유럽·중국 환경규제 강화 가속화	
건축자재에 대한 해외 환경규제가 대폭 강화되고 있다. 무역환경정보네트워크 사무국이 최근 조사한 결과에 따르면 EU의 경우, '신VOC규제지침'에 따라 역내 회원국의 건축자재 관련 규제입법이 가속화되고 있다. EU는 지난 4월 말 페인트 및 니스에 함유된 휘발성유기화합물(VOC)의 함량을 규제하면서 자동차용 도료 및 일반 도료를 적용대상에 포함시킨 바 있으며, 회원국이 내년 10월 30일까지 관련 국내 입법을 완료하도록 했다. EU 휘발성유기화합물(VOC) 규제지침은 제품의 종류에 따라 2007년과 2010년의 순차적 적용시한을 규정하고 있으나, 독일 등 유럽 각국이 국내 입법 일정을 서두르고 있어 국내 업계의 대책 마련이 시급한 것으로 보인다. ◆조기도입시 자동차업계 파급효과 = 특히 독일 연방정부는 이미 지난 8월 18일 관련 법안을 확정하고 조기 추진일정을 의회에 상정한 상태이며 현재 연방 상원의회의 의결절차만을 남겨두고 있다. 특히 이들 휘발성유기화합물(VOC) 규제지침에는 자동차용 도료가 규제대상으로 포함되어 있어, 국내 자동차업계의 수출차량도 유럽 각국의 규제지침을 따라야 할 것으로 보인다. 프랑스의 경우 2005년 8월 13일 이전까지 EU의 전기전자장비폐기물처리지침(WEEE)을 이행해야 한다. 이에 대한 대책으로 유통업자들은 지역별로 공동 폐기물 수집보관소를 설치하는 것을 검토 중인 것으로 알려졌다. 유통업자에게까지 회수의무를 확대한 프랑스의 이번 조치는 폐가전제품의 회수율을 높이고 제조업체의 부담을 경감하기 위한 것으로 보인다. ◆중국 수출 가전, '에너지효율 마크' 부착 의무 = 한편 중국에 가전제품을 수출하는 국내 업체들은 빠르면 내년 3월 1일부터는 제품에 중국 정부가 정한 에너지 효율 등급 마크를 부착해야 할 것으로 보인다. 중국 국가발전개혁위원회는 지난 8월 27일 국가품질검사총국과 공동으로 이같은 내용의 '에너지효율 표지관리법'을 공포했다. 이 법은 국내 제품과 수입제품을 구별하지 않고 중국 내에서 시판되는 규제대상 가전제품 모두에 적용된다. 2005년 3월 1일부터 시행되는 이 법은 제품 및 제품포장에 에너지효율 표지를 부착하여 사용자 및 소비자에게 사용제품의 에너지 효율등급에 관한 정보를 제공함으로써 이들이 고효율의 에너지 절약 상품을 선택할 수 있도록 하기 위한 것이라고 국가발전개혁위원회는 밝히고 있다. 규제대상에는 중국 내 양판되는 대중적인 가전제품이 우선적으로 포함될 예정이다. 중국 정부는 올해 안으로 구체적인 중국 에너지효율등급 표지부착 제품목록을 작성하여 발표할 예정인데, 여기에는 냉장고를 비롯한 4대 가전제품이 모두 포함될 것으로 보인다.	

조선	2004. 9. 8.
인천 초·중·고 ‘새집 증후군’ 심각 20곳중 18곳서 포름알데히드 다량 검출 두통·알레르기·피부염·천식 유발 가능성	
인천 시내 초·중·고 교실에서 ‘새집 증후군’의 주범으로 알려진 포름알데히드(HCHO)가 과다 검출돼 대책 마련이 시급한 것으로 나타났다. 건축자재나 페인트에서 나오는 포름알데히드는 공기 중 농도가 질을 경우 두통이나 알레르기, 아토피성 피부염, 천식 등을 유발하는 주요 유해물질로 알려져 있다. 7일 인천시교육청에 따르면, 최근 인천 시내 10개 초·중·고교의 실내 20곳을 무작위로 뽑아 벤젠, 톨루엔 등 휘발성 유기화합물(VOCs)과 포름알데히드 농도를 측정한 결과 평균 332.2$\mu\text{g}/\text{m}^3$의 포름알데히드가 검출된 것으로 조사됐다. 지난 5월부터 시행중인 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’은 포름알데히드 농도가 120$\mu\text{g}/\text{m}^3$를 넘지 못하도록 규정하고 있으나, 학교에 관해서는 아직 관련 규정이 없는 상태다. 교육청 조사결과와 조사대상 20곳 중 90%인 18곳에서 포름알데히드가 다중이용시설 기준치(120$\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과한 것으로 나타났으며, 일부 교실은 기준치의 8배 가까운 951.7$\mu\text{g}/\text{m}^3$의 포름알데히드가 검출됐다. 이번 조사는 검사 표본이 그리 많지 않았음을 감안하더라도 일반적 생각과는 달리 아파트보다 학교가 오히려 새집 증후군에 쉽게 노출돼 있음을 시사하는 것이다. 환경부가 지난 5월 서울 등 전국 도시의 신축 1년 이내 아파트 90가구의 실내공기를 조사했을 때 포름알데히드 평균농도는 105.4$\mu\text{g}/\text{m}^3$를 기록했다. 이번 교육청 조사에서는 특히 갓 개교한 학교에서 평균 235~237$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도의 포름알데히드가 검출된 반면, 지은 지 3~5년 된 학교에서는 495~511$\mu\text{g}/\text{m}^3$가 검출돼 눈길을 끌었다. 10년 이상 지난 학교에서도 평균 184$\mu\text{g}/\text{m}^3$가 검출됐다. 그러나 에틸벤젠과 자일렌, 벤젠 등 다른 휘발성 유기화합물은 다중이용시설 기준을 초과한 곳이 없었다.	

동아	2004. 9. 7.
[인천/경기]인천 초중고 ‘공해교실’	
인천지역 초중고교 교실에 피부염 등의 질환을 일으킬 수 있는 ‘새 집 증후군’이 심각한 것으로 나타났다. 인천시교육청은 최근 인천지역 10개 초중고교 교실 20개에 대해 표본 검사를 실시한 결과 새집증후군을 유발하는 포름알데히드 농도가 환경부가 설정한 기준치(120$\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 2.7배 초과한 평균 332.2$\mu\text{g}/\text{m}^3$를 기록했다고 7일 밝혔다. 일부 교실에서는 기준치 보다 최고 8배 많은 951.7$\mu\text{g}/\text{m}^3$의 포름알데히드가 검출됐다. 학교 건축 시기별로 보면 개교 6개월 미만 학교의 포름알데히드 농도가 234~237$\mu\text{g}/\text{m}^3$인데 비해 개교한 지 3~5년이 지난 학교 교실이 495~511$\mu\text{g}/\text{m}^3$로 오히려 더 높은 농도를 기록했다. 10년 이상 지난 학교는 184$\mu\text{g}/\text{m}^3$으로 나타나 10년 이상 오래된 학교 일수록 낮은 오염도를 보였다. 포름알데히드는 페인트나 접착제 등 건축 마감재에서 주로 발생하는 인체 유해물질로 천식, 알레르기 등의 질환을 일으킨다. 그러나 이번 조사에서 벤젠과 톨루엔, 에틸 벤젠, 자일렌 등 휘발성 유기화합물질 농도가 기준치(500$\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 넘은 학교는 없었다. 지난 5월부터 ‘다중이용시설의 실내공기질관리법’이 시행되면서 아파트 등 공동주택에 대해서는 실내 공기의 질을 공고하도록 되어 있으나, ‘학교보건법’의 적용을 받는 학교에는 이 같은 규정이 없는 상태다.	

동아	2004. 9. 7.
[인천/경기]인천 초중고 ‘공해교실’	
《먹을거리에서 시작된 친환경·건강 바람이 아파트로도 거세게 옮겨 붙고 있다. 몸에 좋지 않은 인스턴트 식품을 기피하듯 새 아파트에 입주하는 사람들은 환경자재에서 나오는 ‘나쁜 공기’를 꺼린다. 예전 같으면 새집에 입주하는 기분을 하루라도 빨리 만끽하기 위해 이사를 서둘렀지만 지금은 입주 시작 후 2~3개월씩 집을 비워두는 곳이 흔하다. 이에 발맞춰 건설업체들은 새로 짓는 아파트에 친환경 자재를 동원하고 단지 안에 연못이나 시내 등을 조성하고 있다.》 ▽쾌적한 실내 환경을 위해=새 아파트를 고를 때 필요한 ‘친환경’의 기준은 올해 여름에 분양된 동탄신도시 시범아파트에서 엿볼 수 있다. 아파트 천장 높이를 10~30cm 높이는가 하면 환기를 위해 급배기 시스템을 도입하는 곳도 생겼다. 보통 아파트의 실내 높이는 230cm인데 포스코건설은 10~20cm 더 높였다. 삼성건설과 우남종합건설도 각각 30cm와 10cm씩 천장을 높였다. 친환경 마감재를 사용해 유해물질의 방출을 줄이는 것은 기본. 자연적인 환기와 채광이 쉽도록 발코니 쪽으로 배치되는 방의 개수를 4개까지 늘리는 독특한 설계도 적용됐다. 대동종합건설은 친환경 자재인 ‘황토’를 이용한 아파트로 관심을 끌었다. 황토마감재로 시공된 아파트는 새집증후군을 없애는 데 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 층간 소음을 막기 위해 바닥을 두껍게 만든 것도 동탄신도시 아파트의 특징이다. 일반 아파트의 바닥 두께는 15cm 남짓이지만 동탄신도시에서는 포스코건설, 금강종합건설 등 많은 업체들이 바닥 두께를 18cm로 늘렸다. 바닥이 두꺼워지면 무거운 물체를 떨어뜨렸을 때 나는 소음이 크게 감소한다. 바닥에 기포콘크리트와 소음방지재 등을 사용해 층간 소음을 또 한번 줄인다. LG건설은 올해 초부터 자사가 시공하는 모든 아파트에 친환경 바닥재와 접착제를 사용하고 있다. 환기가 잘 될 수 있도록 지금까지는 주상복합아파트에만 적용되던 강제 배기 시스템을 일반 아파트에도 적용하는 방안을 검토 중이다. ▽아파트에 연못이나 실개천 등장=동탄신도시 외에도 친환경 아파트를 표방하는 곳이 속속 등장하고 있다. SK건설은 10월 경북 포항에서 1250가구의 ‘호자 웰빙타운-SK 뷰’를 분양한다. 아파트 단지 안에 1km의 산책로를 조성하고 단지 내 습도조절을 위해 실개천 등의 수변공간을 조성한다. 레저 생활을 즐길 수 있도록 인라인스케이트 코스도 설치한다. 골프장의 환경을 그대로 만끽할 수 있는 주택도 등장했다. 대우건설이 경기 용인시 골드컨트리클럽과 코리아컨트리클럽에 지은 112가구의 ‘그린카운티’는 골프장 코스 사이에 주택단지가 조성됐다. 기존 아파트 중에는 서울 구로구 신도림동 대림 4차 ‘e-편한 세상’이 주목을 받고 있다. 단지 내에 생태연못과 개울 등을 만들어 다른 건설업체나 건축 전공 학생들의 견학코스가 될 정도. 올해 6월경 입주가 시작된 LG건설의 서울 강남구 ‘개포 자이’와 경기 용인시 ‘죽전 자이’에도 실개천이 조성됐다. ▽새집증후군 예방엔 ‘환기’가 최고=새집증후군을 줄이려면 새 아파트 입주를 한두 달 늦추거나 입주 초기 창문을 활짝 열어놓고 환기를 시키는 것이 좋다. 실내 공기 중 유해물질의 농도는 입주 2~3개월 후면 입주 직후의 20% 이하로 줄어든다. 실내 공기질을 높이기 위해서는 평소 환기를 자주 하는 습관을 들여야 한다. 봄이나 가을처럼 춥지 않을 때는 창문을 조금 열어두는 것도 좋은 방법이다. 겨울에는 2~3시간 주기로 10분가량 환기를 시켜 준다. 벽지나 바닥재는 창문을 열어두고 생활하는 여름에 갈아주는 것이 유해물질의 피해를 줄이는 지혜다. 고무나무와 같이 유해물질을 흡착하는 식물을 키우는 것도 좋다	

Abstract

Study on Indoor Air Quality in Multi-use Facilities and Buildings in Seoul

Project Number	SDI 2004-R-17
Research	WoonSoo Kim (in Charge) JeongA Kim

Indoor air quality (IAQ) generally refers to the quality of the air in the building or underground environment. Indoor air quality refers to the physical, chemical, and biological characteristics of air in the indoor environment within a building or an institutional area or commercial facility. Such IAQ problems are not limited to homes. In fact, many office/commerce buildings have significant air pollution sources.

In the last several years, a growing number of scientific evidence has indicated that the air within homes and other buildings can be more seriously polluted than the outdoor air in even the largest and most industrialized cities. This concern is backed up by increasing scientific evidence. Other research indicates that people spend approximately 90 percent of their time indoors. Thus, for many people, the risks to health may be greater due to exposure to air pollution indoors than outdoors.

Most of citizens were aware that outdoor air pollution can damage their health but may not know that indoor air pollution can also have significant effects.

However, over the past several decades, our exposure to indoor air pollutants is believed to have increased due to a variety of factors, including the construction of more tightly sealed buildings, reduced ventilation rates to save energy, the use of synthetic building materials and furnishings, and the use of chemically formulated personal care

products, pesticides, and household cleaners. Thus, high incidence of indoor air pollution has brought a new phrase into the warning terminology: Sick Building Syndrome (SBS), which can lead to respiratory infections and can aggravate symptoms associated with allergies and asthma.

With a view to improving IAQ level by applying practical policy options, this research is intended to provide an accessible and factual strategies to effectively enhance IAQ in the multi-use facilities and new-built apartments. It also outlines the role definition of both central government and Seoul city government's strategic policy framework.

First, in order to obtain the comprehensive knowledge about the indoor environmental situation, the total 650 citizens living and/or working in new-built different apartments/multi-use facilities were surveyed by means of questionnaire before field measurement. The questionnaire was conducted on residents (300) of new-built apartments as well as manager and/or employees (350) of multi-use facilities in Seoul during June 11 ~ 21 in 2004. The questionnaires (650) were randomly distributed, and 648 of them were collected via face-to-face interview method.

<Table 1> Concentrations of HCHO, TVOC and 6 VOC Compounds in Apartments (unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Index	Construction Year	Measuring Items							
		HCHO	Benzene	Toluene	Ethyl benzene	m,p-Xylene	Styrene	1,4-Trichloro benzene	TVOC
		120* 100**	16.1***	260** 1092***	240** 1447***	870** 1447***	3800**	240** 200***	500* 600***
1-1	2004	23.8	0.6	129.4	15.4	17.7	32.0	N.D	-
1-2	2004	88.5	3.3	284.9	54.5	112.2	39.2	N.D	-
1-3	2004	24.5	2.5	396.1	48.1	48.3	111.9	N.D	-
1-4	2004	31.0	2.1	1499.9	516.7	338.9	122.8	N.D	-
1-5	2004	93.6	6.7	16.5	4.0	7.1	2.4	N.D	36.6
1-6	2004	40.8	5.7	20.9	4.0	6.0	3.1	N.D	39.0
2-1	2003	29.4	2.1	69.9	31.7	31.8	4.6	N.D	-
2-2	2003	24.4	2.1	63.4	28.5	31.5	4.5	N.D	-
2-3	2003	102.0	3.9	13.8	1.52	2.55	2.9	N.D	24.6
2-4	2003	93.3	11.2	11.6	2.41	4.3	1.51	N.D	30.9
3-1	2002	13.2	0.8	35.3	9.6	14.3	1.9	N.D	-
3-2	2002	21.7	1.0	36.2	16.0	6.4	10.1	N.D	-
3-3	2002	9.9	1.1	19.1	5.3	2.1	1.6	N.D	-
3-4	2002	104.4	3.9	13.8	1.5	2.6	2.9	N.D	24.6
3-5	2002	44.4	35.3	69.2	3.6	6.0	N.D	N.D	137.7
4-1	2000	12.5	2.0	66.3	10.2	9.5	8.1	N.D	-
4-2	2000	6.6	1.9	37.0	7.1	8.1	3.1	N.D	-
4-3	2000	7.3	0.3	40.5	12.4	10.2	3.9	N.D	-

* = enforced IAQ Standards in Multi-use Facilities in Korea

** = Recommended IAQ Standard of Specific-use Building in Japan

*** = Recommended IAQ Standard of Public Office Building in Hong Kong

Through data processing and analysis, it is realized that more than 84% has deeply interested with the indoor air quality (IAQ), thereby worrying about the symptom of Sick Building Syndrome. In case of bad IAQ, most of the questionnaires might think that it is originated from low ventilation,

pollutants-emitting building materials, and inflow of outdoor pollution. In particular, the newer in building construction, the more use of environment-friendly materials are preferred. As time has passed, efficient ways of ventilation preferred. Such responses are clearly assuring the adoption of the following three basic strategies: source control, ventilation improvements, and air cleaners.

In addition, 68 buildings including new-built apartments (18) and multi-use facilities (55) were selected to be investigated, in order to measure levels of various types of IAQ. This measurement was conducted from September to October 2004. Table 1 shows that in new-built apartments, the pollution levels of HCHO, benzene, ethyl benzene, m&p-xylene, styrene, 1,4-trichlorobenzene, TVOC are generally low. That is, none of the buildings exceeds the recommended standard value except toluene. And Table 2 shows that in terms of enforced IAQ standards, most of the facilities and apartments are satisfying the required standards, except the Bacteria. This implies that it is apparent to figure out the reasons why the amounts of bacteria do exceed the standards, and what's the feasible proactive way to deal with it.

<Table 2> Concentration Levels of IAQ in Multi-use Facilities and Apartments

Facilities	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HCHP (ppm)	VOCs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Bacteria (CFU/ m^3)
Standard	10	1000	150	0.1	500	800
Airport Pass, Terminal	0.55	530	107	0.039	20.8	-
Apartments	0	606	87	0.062	32.8	-
Indoor Parking Place	1.17	578	183	0.024	75	-
Art Gallery	0	625	83	0.306	174	-
Library	0.03	617	136	0.025	66.3	-
Museum	0	446	140	0.08	78.8	-
Underground Store	0	815	179	0.078	151	-
Rail St. Platform	0	513	99	0.0265	46.6	-
Underground Stations	0	715	120	0.102	64.7	-
Truck Terminal Platform	0.15	749	216	0.039	181.5	-
Large Store	0.07	593	117	0.065	112.6	-
Funeral Home	0	591	85	0.046	24.5	-
Hot-spa	0.5	682	130	0.09	135.9	-
Hospital	0	695	80	0.034	44	992
Child Care Facility	0	566	123	0.018	27.3	1471
Social Care Facility	0	612	127	0.026	77.65	1404
Nursing-Care Home	0.17	671	106	0.032	53.39	1242

주 : 1) CO Standard of Indoor Parking Place is equivalent to 25ppm.

2) Bacteria Standard is applied only to Hospital, Child-Care, Social-Care, Nursing-Care Facility.

3) PM10 Standard of Hospital, Child-Care, Social-Care, Nursing-Care Facility is equivalent to $100\mu\text{g}/\text{m}^3$, and that of Indoor Parking Place $200\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4) TVOC Standard of Hospital, Child-Care, Social-Care, Nursing-Care is $400\mu\text{g}/\text{m}^3$. And that of Indoor Parking Place to $100\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Finally, in order to manage IAQ effectively from the viewpoints of local government's initiatives, this research suggests the followings: ① Preparation of Seoul city's codes regulating and/or guiding IAQ standards in multi-use facilities and new-built apartments, ②Provisions of IAQ managing guidance and citizen education, ③Application of Environmental Impact Assessment (EIS) to encourage use of environment-friendly building materials, ④Recommendation to involve the Green Building endowment system, and ⑤Collection of IAQ measuring data and open to the public.

Table of Contents

Chapter I Introduction

Chapter II Requirements and Issues for Managing Indoor Air Quality

1. Basic Rationale to Indoor Air Quality Management
2. Comparative Reviews on Domestic and Foreign Codes of IAQ Regulation
3. Key Issues for Managing Indoor Air Quality

Chapter III Monitoring and Managing IAQ: Multi-use Facilities and Buildings

1. Indoor Air Contaminants and Sick Building Syndrome
2. Monitoring IAQ in Multi-use Facilities and Buildings
3. Institutional Schemes of IAQ Building Management

Chapter IV Indoor Air Quality Survey: Questionnaire and Measurement

1. Questionnaire Survey
2. Measuring IAQ in Multi-use Facilities and Buildings

Chapter V Case Study of Foreign Countries' IAQ Management

1. General Streams of IAQ Management
2. Guidelines of IAQ Standards
3. Maintaining Strategies for Improving IAQ
4. Applicable Implications of Case Study

Chapter VI Practical Policy Options for Improving IAQ

1. Basic Direction to Improve IAQ in Multi-use Facilities and Buildings
2. Role Definition of Central Government and Strategies
3. Role Definition of Local Government and Strategies

Chapter VII Conclusion

1. Summary
2. Policy Recommendations

References

Appendix

시정언 2004-R-17

서울시 다중이용시설의 실내공기질
실태조사 및 관리방안 연구

발 행 인	백 용 호
발 행 일	2004년 12월 31일
발 행 처	서울시정개발연구원
	137-071 서울시 서초구 서초동 390
	전화: (02)2149-1150 팩스: (02)2149-1199

값 11,000원

ISBN 89-8052-356-4-93540

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.