

신청기관 : 환경부 생활환경과

일본의 실내공기질 관리 현황

김잔디

오사카대학교 초빙연구원

I. 들어가는 말

사람은 하루 중 80~90% 이상을 실내에서 생활하고 있기 때문에 실내공기 오염은 우리의 건강에 상당한 영향을 미친다. 특히 청소년은 신체·정신의 성장발육 과정 중에 있기 때문에 이들이 실내공기 오염에 노출될 경우 새집증후군, 복합 화학물질 과민증과 같은 증세를 일으킬 가능성이 있으며 졸음, 두통과 집중력 감소를 유발할 수 있다. 실내공기 오염의 원인은 상당히 다양하고, 건물구조나 환기실태, 계절 등에 따라 다양하게 변화될 수 있지만 사전에 대처한다면 충분히 예방할 수 있기 때문에 실내공기질을 관리하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다.⁰¹

우리나라의 경우 놀이방, 어린이집, 산후조리원, 찜질방 등 준주거시설의 활성화와 복합 쇼핑몰과 같은 실내 여가활동 공간의 확대로 인하여 실내공기질 관리의 중요성이 강조되고 있다. 또한 복합 화학물질이 함유되어 있는 건축자재나 생활용품 사용의 증가는 실내공기를 오염시키는 요인이 되고 있기 때문에 이에 대한 특별한 관리가 필요하다. 종래 우리의 환경법은 외부환경의 오염문제에 초점을 맞추어 대처해 왔다. 특히 공기오염 문제와 관련된 대기환경보전법은 공장 등과 같은 대기오염원에서 배출되는 대기오염물질의 배출규제에 중점을 두고 있다. 오염된 대기가 실내로 유입되어 실내공기질을 악화시키는 요인으로 작용할 수 있지만 대기오염물질은 일반적으로 공장의 높은 굴뚝에서 배출되므로 실내공간까지 도달하는 과정에서 일정 부분 정화 혹은 차단될 수 있기 때문에 실내공기질에

01 서울특별시, '실내공기질 관리 매뉴얼', 2013, 4쪽 이하.

직접적인 영향을 미치는 것은 이러한 대기오염물질이 아닌 인간의 활동, 생활 및 사무용품, 건축 자재실내의 건축자재, 화학제품 등에서 방출되는 물질이라 할 수 있다. 즉 이들로부터 방출되는 물질은 실내공기를 오염시키며, 사실상 그 정도가 외부의 대기오염보다 심각하며, 인간에게 직접적인 위해를 초래할 수 있는 것이다. 실내 공기오염은 인간에게 정신적·신체적 고통을 줄 우려가 있으며, 이는 개인 뿐 아니라 국가에게도 의료비용 증가라는 경제적 부담을 주어 그 심각성이 상당히 크다. 하지만 우리의 대기환경 관련 법제는 배출규제에 중점을 두고 있기 때문에 관련 법제만으로 실내공기질을 관리하기 곤란한 실정이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 하나의 방안으로 환경부 소관 법률인 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’이 제정·시행되고 있으나 그 적용범위가 제한적일 뿐만 아니라 일부 규정의 법적 효력이 강제성이 없는 권고적인 성격에 그치기 때문에 실내공기질을 체계적으로 관리·개선하는 데에는 한계가 있다고 할 수 있다.⁰²

성분	비율
질소	78%
산소	21%
아르곤	1%
이산화탄소	0.03%
기타 가스	미량(微量)

일반적으로 공기는 위의 표와 같이 지구를 둘러싸고 있는 대기층의 최하층 부분의 질소, 산소, 아르곤, 기타 혼합 기체를 가리킨다. 질소나 산소가 공기의 대부분을 차지하고 있고 사람의 건강에 유해한 성분은 상당히 경미한 양에 불과하지만 이러한 물질에 주목하는 것은 실내공기질 악화 대책에 있어서 중요하다. 따라서 실내공기오염에 대해 검토함에 있어서 경미한 양의 물질이 인체에 악영향을 미치므로 이러한 것들을 검출하고 발생원을 발견하여 제거하기 위한 대책을 세우는 것이 실내공기질 유지를 위해 중요하다고 할 수 있다.⁰³ 이하에서는 최근 변화된 정책여건에 부합하는 다각적인 정책수단 도입 및 관리체계의 합리적인 개선을 위한 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’의 전면 개정에 대한 높

02 박종원 외, ‘실내공기질 관리 선진화를 위한 법령·제도 연구’, 한국법제연구원(환경부 연구용역), 2012, 24쪽 이하.

03 鍵直樹, ‘建築室内空気中の化学物質’, 空衛2011年8月号, 日本空調衛生工事業協会, 2011, 66쪽 이하.

은 요구에 부응하기 위하여 동법 개정 작업에 참고가 되는 일본의 실내공기질관리에 관한 규정에 대해 검토하도록 하겠다.

II. 일본의 실내공기질 관리에 관한 개설

우리나라와 유사하게 일본의 경우도 경제발전, 인구의 도시집중, 건축 기술의 진보 등으로 인하여 도시를 중심으로 한 대규모의 건축물이 건설되었고, 이러한 건물 안에서 하루의 대부분을 보내는 인구가 증가하였다. 따라서 일상생활의 주된 공간이 된 건축물의 안정성은 물론 건강하고 위생적인 환경을 유지할 필요성이 높아지게 되었다. 특히 1990년대 주택 단열성 및 기밀성(氣密性)의 향상과 더불어 건축자재, 가구 및 가정용품의 화학물질이 건강에 악영향을 미치게 된다는 사실이 드러나게 되어 관련 대책의 필요성이 더욱 증대되었다. 이에 일본 후생노동성은 ‘シック 하우스(シックハウス, sick house: 실내공기오염) 문제에 관한 검토회’를 설립하여 휘발성유기화합물(VOC: volatile organic compounds) 및 준휘발성유기화합물(SVOC: semi-volatile organic compounds) 등 비점(沸点)이 240℃, 260℃~380℃, 400℃의 비교적 비점이 높은 화합물 13종류의 물질에 대해 ‘실내농도지침치’를 설정했다([표 1]참조). 또한 실내공기질을 전반적으로 향상시켜 거주자의 건강을 보장하기 위하여 총휘발유기화합물(total VOC; TVOC⁰⁴)에 대하여 400mg/m³이라는 잠정적인 목표치를 설정하였다. 실내농도지침치는 그 후 ‘주택의 품질확보 촉진 등에 관한 법률’ 및 ‘학교환경위생기준’의 근거로서 일본의 건전한 실내공기질 확보에 크게 공헌하고 있다. 하지만 실내농도지침치·잠정목표치가 설정된 후 이미 10년 이상이 경과하였고 그동안 대체 용제 등의 상용에 따른 새로운 실내환경오염이 발생할 가능성이 있음에도 불구하고 실내공기질의 변화에 관하여 그 실태가 충분히 파악되고 있지 않은 실정이다. 더욱이 WHO의 실내공기질 가이드라인에서 제시하고 있는 미규제 물질에 의한 실내공기오염 실태의 파악이 제대로 이루어지고 있지 않아 이에 대한 검토가 급선무라고 할 수 있다.⁰⁵

04 가스 크로마토그래프(ガスクロマトグラフ(gas chromatograph)) 분석에 의하여 n-헥산에서 n-헥사데칸으로 액출되는 VOC를 말함

05 神野秀人, ‘日本の室内空気質の現状’, 薬学雑誌第136巻第6号, 公益社団法人日本薬学会, 2016, 791쪽 이하.

[표 1] 후생노동성에 의한 실내화학물질의 지침치⁰⁶

대상물질	독성 지표	실내농도지침치	참조 통지
폼알데하이드	비인두점막 자극	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)	제1093호 통지
톨루엔	신경행동기능 및 생식 발생에의 영향	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)	제1093호 통지
자일렌 (크실렌)	(임산부의 경우)출생아 중추신경계 발달에 대한 영향	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)	제1093호 통지
p-디클로로벤젠	간장 및 신장 등에 대한 영향	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)	제1093호 통지
에틸벤젠	간장 및 신장에 대한 영향	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)	제1852호 통지
스티렌	뇌 및 간장에 대한 영향	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)	제1852호 통지
클로로피리포스	신생아의 생식기 구조 이상 등에 대한 영향	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb) 단 소아의 경우 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)	제1852호 통지
디부틸 프랄레이트	간장에 대한 영향	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)	제1852호 통지
테트라테칸	간장에 대한 영향	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)	제828호 통지
프탈릭 에르테르- 2-에틸핵실	정소(精巢)의 병리조직학적 영향	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)	제828호 통지
디아지논	혈장 및 적혈구 콜린에스테라아제(cholinesterase) 활성화에 대한 영향	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)	제828호 통지
아세트알데히드	비강후각상피(鼻腔嗅覺上皮)에 대한 영향	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)	신규 책정
페논캡	콜린에스테라아제 활성화에 대한 영향	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)	신규 책정

06 일본 문부과학성 홈페이지 참조, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/t20020410001/t20_020410001.html, 최종 검색일: 2018. 8. 25.

현재 일본의 실내공기질 관리에 관한 법률은 대기오염방지법, 건축기본법, 주택의 품질 확보 촉진 등에 관한 법률, 건축물에서의 위생적 환경 확보에 관한 법률, 학교보건안전법, 건강증진법, 노동안전위생법 등이 있다. 이하에서는 일본의 실내공기질 관리와 관련된 규정을 살펴보기 위해 건축물에서의 위생적 환경 확보에 관한 법률(이하 '건축물위생법'으로 표기함)에 규정된 '건축물 환경 위생 관리 기준' 중 공기 환경에 관한 부분을 중점적으로 검토하도록 하겠다.

Ⅲ. 건축물 환경 위생 관리 기준에 있어서 공기환경의 정비

1. 개요

건축물 환경 위생 관리 기준은 공기환경의 조정, 급수 및 배수의 관리 등 환경 위생의 양호한 상태를 유지하기 위해 필요한 조치를 규정한 것이며, 쾌적하고 높은 수준의 환경 실현을 목표로 한 기준이다. 동 기준은 크게 ①공기환경의 정비, ②급수의 관리, ③배수의 관리, ④청소, ⑤취 등의 방제로 나뉘어져 있다.

건축물위생법에 규정된 동 기준에 의하면 '특정 건축물 유지관리 권원자(特定建築物維持管理権原者⁰⁷)'는 기준에 근거하여 해당 특정 건축물의 유지·관리를 하지 않으면 안 된다. 하지만 동 기준에 적합하지 않다는 것만을 이유로 하여 즉시 행정조치나 벌칙의 대상이 되는 것은 아니다. 즉 동 기준에 위반하거나 특정 건축물 내에서 사람의 건강을 해할 위험성이 있음이 구체적으로 예견되는 사태가 발생한 경우 도도부현의 지사는 개선명령 등을 할 수 있다. 또한 사태가 긴급성을 요하는 경우 도도부현 지사는 당해 사태가 해소될 때까지 관계설비 등의 사용정지 또는 사용제한의 처분을 내릴 수 있다.

⁰⁷ 특정 건축물의 소유자, 점유자 기타의 자로 해당 특정 건축물의 유지관리에 대한 권원을 가지는 자를 말함.

2. 공기 환경의 정비⁰⁸

(1) 공기조화설비를 설치하는 경우 공기환경의 기준

건축위생법에서 정의하는 공기조화설비(空氣調和設備)란 ‘에어컨, 필터, 전기, 집진(集塵)기 등을 사용하여 외부로부터 유입된 공기 등을 정화⁰⁹하고, 온도, 습도 및 유량의 조절하여 공급할 수 있는 기기, 부속설비의 총체’를 의미한다. 즉 정화, 온도, 습도, 유량의 조절이라는 4개의 기능을 갖춘 설비이다.¹⁰ 거실(居室)¹¹에 공기조화설비를 설치하는 경우 이하의 기준에 적합하도록 후생노동 대신이 규정한 ‘공기조화설비 등의 유지관리 및 청소 등에 관한 기술상의 기준¹²에 따라 공기조화설비의 유지관리를 위해 노력하지 않으면 안 된다.

[표 2] 공기조화설비 설치시 공기환경의 기준

A. 부유분진(미세먼지)의 양	0.15mg/m ³ 이하
B. 일산화탄소의 함유량	100만분의 10 이하(=10ppm 이하) * 단 외부 공기가 이미 10ppm 이상인 경우 20ppm 이하
C. 이산화탄소의 함유량	100만분의 1000이하(=1000ppm 이하)
D. 온도	(1)17℃ 이상 28℃ 이하 (2)실내 온도를 외부의 온도보다 낮게 하는 경우 그 차이를 크게 하지 않을 것
E. 상대 습도	40% 이상 70% 이하
F. 기류	0.5m/초 이하
G. 폼알데하이드	0.1mg/m ³ 이하(=0.08ppm 이하)

⁰⁸ 이하 후생노동성 홈페이지 참조하여 작성, https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eis_ei10/, 최종 검색일: 2018. 8. 26.

⁰⁹ 공기조화설비 및 기기환기설비가 갖추고 있는 기능 중 하나인 정화는 외부 공기의 유입이 가능한 것을 전제로 한다.

¹⁰ 4가지 기능 중 하나라도 갖추고 있지 않은 경우 공기조화설비에 해당하지 않는 것이 되지만, 4개의 기능을 ‘복수의 설비’로 만족하고 있는 경우에는 이러한 것들을 일체적인 것으로 판단하여 공기조화설비로 간주하는 것이 타당하다고 판단된다.

¹¹ 거실이라 함은 건축기준법 제2조 제4호의 정의와 동일하다. 즉 거주, 집무, 작업, 집회, 오락 기타 이와 유사한 목적으로 사용되는 공간을 말함.

¹² 일본 후생노동성 홈페이지 참조, <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/01.html>, 최종 검색일: 2018. 8. 25.

(2) 기기환기설비를 설치하는 경우 공기환경의 기준

건축물위생법에서 정의하는 기기환기설비는 ‘외부로부터 유입된 공기 등을 정화하고 그 유량을 조정하여 공급할 수 있는 설비’를 의미한다. 즉 공기조화설비가 가지는 기능 중 온도조절 및 습도조절의 기능을 갖추고 있지 않은 설비라고 할 수 있다. 거실에 기기환기 설비를 설치하는 경우 이하의 기준에 적합하도록 후생노동 대신이 규정한 ‘공기조화설비 등의 유지관리 및 청소 등에 관한 기술상의 기준’에 따라 기기환기설비의 유지관리를 위해 노력하지 않으면 안 된다.

[표 3] 기기환기설치시 공기환경의 기준

A. 부유분진(미세먼지)의 양	0.15mg/m ³ 이하
B. 일산화탄소의 함유량	100만분의 10 이하(=10ppm 이하) * 단 외부 공기가 이미 10ppm 이상인 경우 20ppm 이하
C. 이산화탄소의 함유량	100만분의 1000 이하(=1000ppm 이하)
D. 기류	0.5m/초 이하
E. 폼알데하이드	0.1mg/m ³ 이하(=0.08ppm 이하)

(3) 공기환경의 측정 방법

통상적인 사용시간 중에 특정건축물 각 층마다 거실 중앙부의 바닥 75cm 이상 150cm 이하의 위치에서 [표 4]에 기재된 측정기를 사용하여 측정한다. 또한 A~F의 측정기에 대해서는 이것과 동등한 정도 이상의 성능을 가지고 있는 측정기를 이용해 측정하는 것도 가능하다.

[표 4] 공기환경의 측정기

항 목	측정기	측정횟수
A. 부유분진 (미세먼지)의 양	유리섬유(glass fiber) 거름종이 ¹³ 를 장착한 상대 침강경(沈降徑) 10마이크로미터 이하의 부유분진을 중량법에 의해 측정하는 기기 또는 후생노동대신의 등록을 얻은 자에 의해 해당기기를 표준으로 교정(校正)된 기기	2개월(이내) 마다 1회
B. 일산화탄소의 함유량	검지관(檢知管) 방식에 의한 일산화탄소검정기	
C. 이산화탄소의 함유량	검지관 방식에 의한 이산화탄소검정기	
D. 온도	0.5도 눈금 온도계	
E. 상대 습도	0.5도 눈금 건습구 습도계	
F. 기류	0.2미터 매초 이상의 기류를 측정할 수 있는 풍속계	
G. 폼알데하이드	2,4-디니트로페닐하이드라진(Dinitrophenylhydrazine) 포집-고성능액체크로마토그래피(HPLC)법에 의해 측정하는 기기, 4-Amino-3-hydrazino-5-mercapto-1,2,4-triazole법에 의해 측정하는 기기 또는 후생노동대신이 별도로 지정하는 측정기	신축, 증축, 대규모 수선 또는 대규모 변경을 완료하고 그 사용을 개시한 시점으로부터 근접한 6월 1일부터 9월 30일까지의 기간 중 1회

(4) 공기조화설비에 관한 위생상 필요한 조치

공기조화설비를 설치하는 경우 병원체에 의해 거실 내부의 공기가 오염되는 것을 방지하기 위한 조치를 취하지 않으면 안 된다.

13 0.3 마이크로 미터의 스테이린산 입자를 99.9% 이상 포집(捕集)한 성능을 가지고 있는 것에 한함.

[표 5] 구체적 조치

항 목	조치내용	조치횟수
냉각탑 및 가습장치에 제공되는 물	수도법 제4조에서 규정하는 수질기준에 적합하기 위한 조치	-
냉각탑, 냉각수	오염된 상태의 점검	사용개시 시점 및 사용기간 중 1개월(이내) 마다 1회
	냉각탑, 냉각수 수관의 청소	1년(이내) 마다 1회
가습장치	오염된 상태의 점검	사용개시 시점 및 사용기간 중 1개월(이내) 마다 1회
	청소	1년(이내) 마다 1회
공기조화설비내에 설치된 배수 받이	오염 및 패색(閉塞)의 상태 점검	사용개시 시점 및 사용기간 중 1개월(이내) 마다 1회

IV. 마치며

이상에서는 일본의 실내공기질 관리 현황에 대해 살펴보기 위하여 ‘건축물 환경 위생 관리 기준’ 중 공기 환경에 관한 부분을 중점적으로 검토하였다. 우리나라와 마찬가지로 일본은 실내공기질에 관련된 법령이 분산되어 있고, 이를 관장하는 부처도 나뉘어 있다. 또한 동 기준에 의해 일부 건축물에 대하여 부유분진, 일산화탄소, 이산화탄소, 폼알데하이드 등의 각 오염물질에 대한 규정을 하고 있는 점도 우리나라와 유사한 점이라고 할 수 있다.

하지만 공기질 뿐 아니라 온도, 습도, 기류 등 위생적 요소에 대해서까지 구속력 있는 기준을 마련하고 있는 것에 주목할 만하다. 그리고 실내공기질을 일정 수준 유지·관리하고, 향상시키기 위한 설비인 공기조화설비 및 기계환기설비를 설치하는 경우 공기환경의 기준 뿐 아니라 공기환경의 측정 방법, 공기조화설비의 위생상 필요한 조치 등에 관하여 일정한 기준을 제시하고 있다는 점은 우리에게 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

참고문헌

- 박종원 외, '실내공기질 관리 선진화를 위한 법령·제도 연구', 한국법제연구원(환경부 연구용역), 2012
서울특별시, '실내공기질 관리 매뉴얼', 2013
神野秀人, '日本の室内空気質の現状', 薬学雑誌第136巻第6号, 公益社団法人日本薬学会, 2016
鍵直樹, '建築室内空気中の化学物質', 空衛2011年8月号, 日本空調衛生工事業協会, 2011