

# 일본의 실내냄새 관리 기준

○ 박상진 | 우송대학교 철도건설시스템학부 / 대학원  
교수 / 대학원장  
E-Mail : sjpark@wsu.ac.kr

## 1. 서론

일본은 공장 및 기타 사업소에서 배출되는 취기에 대하여 필요한 규제를 행하여 생활환경을 보전할 목적으로 1971년(소화 46년)에 환경기본법에 근거하여 취기방지법을 제정하였다. 규제대상 취기는 사업장에서 외부로 배출되는 취기로서 규제기준은 부지경계선을 제1호 규제, 배출구를 제2호 규제, 그리고 배출수를 제3호 규제로 구분하여 설정하고 있다. 취기의 주성분이 되는 특정취기물질은 제1호 규제의 경우 22개 물질을, 제2호 규제의 경우 13개 물질을, 제3호 규제의 경우 4개 물질이 설정되어 있다. 규제기준은 이러한 특정취기물질과 부지경계 지표면에서의 취기강도와와의 관계에서 설정하고 있으며, 취기강도 2.5~3.5에 대응하는 대기 중의 특정취기물질농도를 규제기준으로 설정하고 있다. 그러나 음식점 취기와 같이 취기물질이 혼재되어 있어 특정취기물질의 농도규제로서는 충분히 규제가 이루어지지 않는 복합취기의 경우에 대해서는 1996년 후각에 의한 측정법을 도입하여 관리하고 있으며, 지자체에 따라 다소 차이가 있으나 동경도의 경우 부지경계에서 취기지수 10~21로 규제하고 있다. 일본의 취기관련 민원은 축산업, 화학공장 등 산업형 민원에서 음식점, 주택 등 생활에 밀착된 도시 생활형 민원으로 변화하고 있다. 이는 취기방지법

이 공장 및 시설 등에 적용-시행되면서 산업 활동에서 기인하는 취기발생량이 감소되었기 때문이기도 하지만, 한편으로는 쾌적한 환경을 추구하는 욕구가 증대되면서 그간에는 그다지 주의를 기울이지 않았던 생활주변의 냄새에 대해 관심이 증가되었기 때문인 것으로 생각된다. 생활 활동에 수반하는 취기는 첫째 어떤 생활 활동에 수반하여 발생하는 취기가 해당시설의 부지 외로 방출되어 주위사람들에게 불쾌감을 주는 경우로서, 직화구이나 세탁소 등의 경우가 이에 해당되며 우리나라에서는 생활악취라는 명칭으로 다루고 있다. 두 번째는 어떤 생활공간에 발생한 취기에 의해서 해당 건물의 내부에서 거주자 및 왕래자가 불쾌감을 느끼는 경우로서 본 고에서 다루고자 하는 실내 냄새의 관리 기준은 두 번째의 경우에 해당한다.

실내 냄새는 1980년대 발생한 Sick Building Syndrome은 건물 내에서 발생하는 오염물에 눈을 돌리는 계기가 되었으며, 2003년 일본에서도 sick house syndrome 대책으로서 건축물기준법과 건축물위생법 등을 개정하였다. 또한 2005년 7월 일본건축학회에서는 일본 건축학회 환경기준(AIJES-A003-2005)으로서 『실내의 취기에 관한 대책 및 유지관리규준과 해설』<sup>1)</sup>을 발간함으로써, 실내냄새에 대한 관리를 시작하였다.

본 고에서는 2005년 발간된 일본건축학회 AIJES-

A003-2005 실내취기대책 및 유지관리에 관한 전반적인 내용과 일본의 실내냄새 전문가들의 기고한 내용<sup>2),3),4)</sup>을 번역 소개하고, 실내냄새 관리기준에 대한 외국의 동향을 검토함으로써 향후 한국의 실내냄새에 관한 연구 및 기술개발에 참고자료로 제시하고자 한다.

## 2. 일본 「실내 취기 대책 및 유지관리 기준」의 내용 구성

일본 실내취기대책 및 유지관리 기준은 제1장 목적, 제2장 적용범위, 제3장 용어, 제4장 운용기준, 제5장 측정·평가법 기준, 부록1 취기대책, 부록2 취기발생량 정량화 방법 등의 내용으로 구성되어 있다. 세부내용으로 제4장 운용기준에서는 4.1 취기기준 고려사항, 4.2 각 장소별 주요 취기 및 취기기준 적용방법, 4.3 각 취기의 기준치 등을 다루고 있으며, 제5장 측정법 기준으로는 5.1 측정법, 5.1.1 개요, 5.1.2 후각측정시 판넬 선정방법, 5.1.3 취기농도, 5.1.4 취기강도, 쾌·불쾌도, 5.1.5 비용인율, 5.1.6 취기의 대표취기 성분농도, 5.1.7 냄새센서에 의한 측정치, 5.1.8 분진 CO<sub>2</sub>, CO 등의 대용물질농도, 5.2 평가법에 대한 내용을 소개하고 있다. 부록1 취기대책에서는 1.1 개요, 1.2 발생원관리, 1.3 환기량 산정 및 환기시스템 설계, 1.4 공기청정기, 1.5 소탈취제 및 방향제의 종류, 성능시험방법, 실제 사용효과, 1.6 향 공조 방식 및 효과에 대해 소개하고 있으며, 부록2 취기정량화 방법에서는 2.1 개요, 2.2 삼각플라스크 측정법, 2.3 소형챔버 측정법, 2.4 실측조사에 기초한 방법 등에 대해 기술하고 있다.

## 3. 일본 「실내 취기 대책 및 유지관리 기준」의 주요 내용

### 3.1 목적

본 기준은 생활공간에 존재하는 취기를 주 적용

대상으로 하며, 건강상 악영향이 증명되지 않았어도 심리적이거나 정신적인 스트레스를 유발하여 불쾌감을 느끼게 하는 원인이 되는 경우 불건전한 환경조건으로 고려하여 불쾌감을 느끼지 않을 정도로 냄새환경조건을 유지하는 것을 목적으로 한다.

### 3.2 적용범위

#### 3.2.1 대상공간

대상공간은 일상생활에서 통상적으로 자주 이용하는 주택, 회사, 학교, 병원, 노인시설 등의 시설로서 냄새가 의식되는 장소로 하며, 주택은 거실, 침실, 화장실, 욕실, 현관을, 회사는 사무실을, 학교는 교실을, 병원 및 노인시설은 별실 또는 거실, 휴게실, 화장실, 오물처리실을 주 대상공간으로 한다.

이외에 레스토랑, 상점, 공장 등의 시설은 시설기준이 필요한 시설이나 현지점에서 자료가 좀 더 수집한 후 기준치를 추가할 필요가 있다.

#### 3.2.2 대상취기

일반 생활 활동에 수반하여 발생하는 취기는 여러 가지가 있으나, 본 기준에서는 건물 내에서 발생하여 거주자 및 외래자가 불쾌하게 느끼는 취기를 규제대상으로 한다. 거주자가 직접 불쾌하게 느끼는 경우는 당연히 거주자가 거기에 대해 규제기준 이하로 취기강도를 유지하기 위해 노력하지 않으면 안 된다. 문제로 되는 것은 일상 거주하고 있는 사람이 그 취기에 익숙해지고 그다지 불쾌하게 느끼지 않는 경우이다. 이러한 취기라도 외래자가 입실시에 불쾌함을 느끼지 않는 취기 레벨을 유지하는 것이 건전한 냄새 환경이라고 생각하고 규제기준을 설정한다.

#### 3.2.3 적용시기

본 기준은 건물 완성 후 일상생활의 생활환경이 양호한 상태를 유지할 때 공기질이 불쾌하지는 않는가의 여부를 평가하는 것으로 한다. 따라서 건물

표 1. 실내에 발생하는 취기의 특성과 주요 원인물질

장 소	발 생 원	취기 특성	취기원인 추정물질	
주 택	거실·침실	인 간	체취 (구취)	카프릴산, 카프린산, 카프론산, 페라르곤산, 암모니아, 황화수소, (메틸메르캅탄)
		흡 연	담배냄새	니코틴, 아세트알데히드, 피리진
		건축자재	접착제·용제 취	포름알데히드, 에스테르류, 방향족 탄화수소
		공조·냉난방기기	등유·도시가스냄새·곰팡이 냄새	저급탄화수소와 그 산화물
		애완동물	분뇨냄새·체취	아민류, 황화수소, 저급지방산류
	화장실	배변·배뇨	분뇨냄새	암모니아, 아민류, 황화수소, 메틸메르캅탄, 인돌
	부엌·식당	식료품 (생선품, 스파이스)	재료냄새	저급알콜·알데히드·지방산류, 에스테르류
		기열가공조리	조리냄새	알데히드류, 지방산류, 메라도 반응생성물
		음식물쓰레기	음식물쓰레기 부패냄새	트리메틸아민, 메틸메르캅탄, 황화수소, 알데히드류, 지방산류
	욕 실	배수구	하수냄새	암모니아, 아민류, 황화수소, 메르캅탄류, 저급지방산류
		땀·때	노폐물냄새	암모니아, 아민류, 메르캅탄류, 저급지방산류
		곰팡이	곰팡이냄새	모노테르펜, 세스키테르펜
	현 관	신발장	발냄새	저급지방산류(이소길초산 등)
사무소 학 교	사무실 교 실	인 간	체취 (구취)	카프릴산, 카프린산, 카프론산, 페라르곤산, 암모니아, 황화수소, (메틸메르캅탄)
		흡 연	담배냄새	니코틴, 아세트알데히드, 피리진
		건축자재	접착제·용제 취	포름알데히드, 에스테르류, 방향족 탄화수소
		공조·냉난방기기	등유·도시가스 냄새·곰팡이냄새	저급탄화수소와 그 산화물
병 원 고 령자 시 설	병실·거실	인간·배설물	체취·분뇨냄새	카프릴산, 카프린산, 카프론산, 페라르곤산, 암모니아, 황화수소, 메틸메르캅탄, 아민류, 인돌
	화장실	배변·배뇨	분뇨냄새	암모니아, 아민류, 황화수소, 메틸메르캅탄, 인돌
	오물처리실	분 뇨	분뇨냄새	암모니아, 아민류, 황화수소, 메틸메르캅탄, 인돌

**표 2. 일본의 VOCs 물질별 실내농도지침치와 검지역치와의 비교**

물질명	실내농도지침치(A)		검지역치농도 (B)	계산상의 취기농도 (A)/(B)
	μg/m <sup>3</sup>	ppm (25℃ 환산)		
Formaldehyde	100	0.08	0.5	0.16
Toluene	260	0.07	0.33	0.21
Xylene	780	0.2	0.041	4.9
para-dichrolobenzene	240	0.04	-	-
Ethylbenzene	3800	0.88	0.17	5.2
Styrene	220	0.05	0.035	1.4
Chlorpyrifos	1	0.00007	-	-
DBP(di-butyl phthalate)	220	0.02	-	-
Tetradecane	330	0.04	-	-
DOP(dioctylphthalate)	120	0.0076	-	-
Diazinon	0.29	0.0002	-	-
Acetaldehyde	48	0.03	0.0015	20
Fenobucarb	33	0.0038	-	-

설계, 시공, 완성 검사 각 시점에 대한 기준을 설정하는 것은 무의미하다. 본 기준은 일상생활 시에 주변 생활환경이 보건·위생상 양호한 상태를 유지하고 있는지 아닌지를 평가하는 하나의 기준으로 생각한다. 물론 건물설계, 시공, 완공 시에는 사용된 건자재 내의 도료나 접착재로부터 발산되는 포름알데히드 및 휘발성유기화합물(VOCs) 등에 의한 취기발생이 있겠지만, 이러한 가스농도의 측정은 복잡하며 비용이 소요되기 때문에 우선은 보완적인 간편한 방법으로서 후각측정법에 의한 취기평가를 실시하고, 취기가 검지되면 본격적인 농도측정을 하는 것도 한 방법이다. 표 1은 건물종류별로 실내에서 발생하는 냄새의 특성과 주요 원인물질 화합물을 나타낸 것이며, 표 2는 일본 후생노동성에서 정하고 있는 13종의 VOCs의 실내농도지침치와 검지역치와의 비율을 나타낸 것으로, 포름알데히드 및 톨루엔은 냄새를 감지하지 않아도 지침치를 초과하는 경우가 있기 때문에 주의하지 않으면 안된다.

### 3.3 운용기준

#### 3.3.1 취기기준 고려사항

취기기준은 취기 지표 값과 비용인물과의 관계를 파악하여 비용인물 20% 이하의 취기 지표 값을 취기 기준으로 설정한다. 취기 지표로는 취기 농도를 우선적으로 사용하며 취기 강도, 불쾌도, 기기 측정치는 보조적으로 사용한다.

#### 3.3.2 각 장소별 주요 취기 및 취기 기준의 적용방법

(1) 본 기준의 적용 대상 시설의 각 장소별 주요 취기를 표 3에 정리하였다.

(2) 특정취기발생원의 경우는 발생원별 취기 기준치를 적용하며, 특정발생원이 아니거나 또는 취기가 복합적으로 발생하더라도 어느 정도 유형별 분류가 가능한 경우에는 공간전체에 대한 기준치를 적용한다.

(3) 취기 기준치가 제시되어 있지 않은 경우에는

표 3. 각 취기발생원별 주요 취기 및 취기대책

장 소	발 생 원	주 취 요 기	취기 대책									
			발생원 관 리	환기	공 기 청정기	소·탈취제, 방향제				향공조		
						물리적	화학적	생물적	감각적			
주택	거 실 침 실	인 간	체 취		○	○	△	○		○		
		흡 연	담배냄새	○	○	○	△	○		○		
		건물재료	건재냄새	△	○	△	△	△		△		
		냉난방기	배가스냄새, 곰팡이냄새	△	○		△	△	△	○		
		애완용동물	분뇨냄새 체 취	△	○	○	△	○	△	○		
	변 소	변 기	배설물냄새	△	○	○	△	○	○	○		
		식 당	조리대	조리냄새		○	○	△	△		△	
			생활쓰레기	쓰레기냄새	○	○	○	△	○	○	○	
			식품선반, 싱크대아래	식품냄새, 곰팡이냄새	△	○		○	○	△	○	
	욕 실	냉장고	식품냄새	△			○	○	△	△		
		배수구, 벽·천정재	배수구냄새, 곰팡이냄새	△	○		△	○	○	○		
	현 관	신발장	신발냄새	△	○	△	○	○	△	○		
	사무소, 학교	사무실 교 실	인 간	체 취		○	○	△	○		○	△
			흡 연	담배냄새	○	○	○	△	○		○	△
건물재료			건재냄새	△	○	△	△	△		△	△	
냉난방기			배가스냄새, 곰팡이냄새	△	○		△	△	△	○	△	
고령자 시설, 원	병 실 거 실 담화실	인 간	체 취		○	○	△	○	△	○	△	
		배설물, 의약품	배설물냄새, 의약품냄새	△	○	○	△	○	△	○	△	
	변소	변 기	배설물냄새	△	○	○	△	○	○	○		
오 물 처리실	배설물, 약 품	배설물냄새, 약품냄새	△	○	○	△	○	○	○			

3.3.1의 고려사항에 기초하여 기준치를 구해 사용한다.

### 3.3.3 각 취기의 실내 기준치

(1) 인간은 체취의 발생원이고, 동시에 호흡에 의한 이산화탄소를 발생하는 것 때문에 인간이 발생하는 이산화탄소를 체취의 지표물질로서 삼을 수

있다. 체취는 거실 내에 있어서 가장 기본적인 냄새이다.

체취의 실내 기준치는 후각측정에 의한 기준치 대신에 실내 CO<sub>2</sub> 농도를 1000 ppm 또는 실내 거주 1인당 필요 환기량을 30 m<sup>3</sup>/h 이상으로 한다.

(2) 흡연은 2,000 ~ 4,000종 이상의 유해물질들을 함유하고 있고 발암물질의 박물관이라고 하는 담배

연기를 발생한다. 담배 연기의 냄새도 니코틴과 아세트알데히드 등 많은 물질의 냄새인 복합취기이다. 담배 연기의 지표물질로서는 부유분진의 농도가 이용되지만 다른 연소기구가 없는 경우에는 일산화탄소를 사용할 수도 있다.

담배냄새의 실내 기준치는 취기농도 5로 하며, 흡연에 의해 증가하는 분진농도는  $0.04 \text{ mg/m}^3$  또는 CO 농도 2 ppm으로 한다.

(3) 배설물 냄새의 실내 기준치는 취기농도 5로 한다.

(4) 음식물쓰레기 냄새의 실내 기준치는 취기농도 7, 취기강도 1.4로 한다.

(5) 요리 냄새의 실내 기준치는 취기농도 13, 취기강도 2.1로 한다.

(6) 건자재는 주로 내장에 사용되는 목질계 건자재, 벽지, 도장, 실내에 반입된 가구 등이 발생원으로서 들 수 있고 목재에서 발생하는  $\alpha$ -피넨 등의 소위 목재 냄새와 접착제, 용제 취 등 건강에도 영향을 미치는 휘발성 유기화합물의 냄새를 발생한다.

건자재에서 발생하는 취기의 기준치는 목재(米檜,  $\text{ひのき}$ )의 경우 취기농도 60, 취기강도 3.8, 목재(졸참나무)의 경우 80과 3.3, 합판의 경우 100과 4.3, 콘크리트의 경우 10과 3.1, 다다미의 경우 취기강도 1.5로 한다.

(7) 노인시설에서 발생하는 냄새의 실내기준치는 담화실의 경우 취기농도 10, 거실의 경우 8, 화장실의 경우 5, 오물처리실의 경우 4로 한다.

## 4. 주택에서의 실내냄새 규준에 대한 검토

### 4.1 비용인율과 취기농도와의 관계

취기규준을 정하는 경우 무엇에 대해서 기준치를 설정할 지가 문제가 된다. 단일성분의 물질이라면 성분농도로 규정할 수 있지만 주택 내 취기의 경우 복합취기이고 또한 저농도이기 때문에 관능시

험에 근거하여 농도를 표현하는 취기농도 혹은 취기지수를 사용하는 것이 기본적으로는 바람직하다. 단 체취(體臭)나 담배연기 등과 같은 지표물질로 확립되어 있는 것에 대해서는 이산화탄소나 분진농도 등의 비교적 측정하기 쉬운 지표물질의 농도로 규정하는 것도 가능하다.

실내에서 발생하는 여러 가지 냄새에 대해서 냄새를 완전히 느낄 수 없도록 하기 위해서는 취기농도를 1이하로 하여야 하나 현실적으로 불가능하므로, 미국 공조냉동공학회(ASHRAE) 기준 62-1989 R 등과 같이 「바깥 공기에 순응한 상태의 외래자 중 80%가 실내 냄새에 대해 불쾌하게 느끼지 않는 취기농도」를 기준으로 하는 것이 바람직하다고 생각한다. 이것은 결국 비용인율(批容認率) (입실 후 실내 냄새를 받아들이지 않는 사람의 비율) 20%와 같다.

건축물 내 실내 냄새의 연구에 있어서 비용인율을 적용하는 것에 대해 다소 생소하다고 생각할 수도 있겠으나, 비용인율의 개념은 온열환경지표인 PMV로 유명한 P.O.Fanger 교수가 실내냄새에 대해 불쾌하게 여기는 사람들의 비율 즉, 비용인율을 지각공기질<sup>5)</sup> (체취를 냄새 발생량 "olf"와 냄새농도 "decipol"을 이용하여 계산)로 표현하는 연구를 이미 많이 수행한 바가 있다. 다만, 여러 가지 냄새에 대해 불만족자율, 불쾌자율 그리고 발생량과 농도로 얻어지는 비용인율에 대한 검토가 이뤄지지 않은 취기물질도 많기 때문에, 이러한 냄새에 대해서는 잠정적으로 취기강도와 불쾌감 등에 의해서 정할 수 밖에 없다.

그림 1은 주택 내에서 가장 문제가 되는 냄새인 담배냄새, 화장실냄새, 음식물쓰레기냄새에 대해서 취기농도와 비용인율과의 관계를 나타낸 것이다.

그림 1에서와 같이 냄새의 종류가 바뀌어도 취기농도와 비용인율의 관계에는 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 회귀곡선에서 비용인율 20%에 해당하는 취기농도는 담배냄새 5.4, 화장실냄새 4.9, 음식물쓰레기냄새 6.9로서 대부분 5~7의 범위인 것으로 조사되었다.

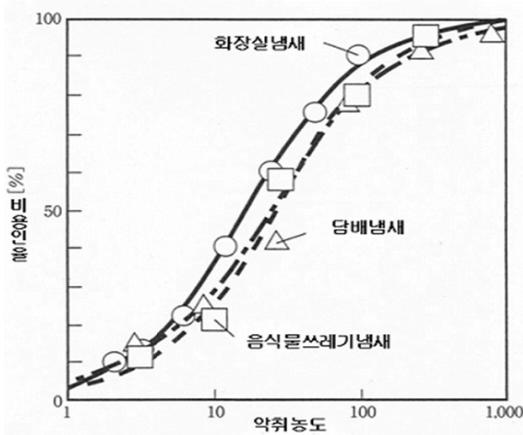


그림 1. 담배냄새, 화장실냄새, 음식물 생쓰레기 냄새에 대한 취기농도와 비용인율과의 관계

표 4는 다른 냄새에 대한 취기농도와 비용인율과의 관계를 정리한 것으로, 음식물 생쓰레기와 화장실냄새에 비해 조리냄새와 목재계의 건자재냄새는 비교적 용인하기 쉬운 냄새인 것으로 나타났다.

표 4. 비용인율 20% 적용 시 취기농도의 허용레벨<sup>6)</sup>

악취	비용인율 20%에 상당하는 취기농도
화장실 냄새	4.9
음식물 생쓰레기 냄새	6.9
담배 냄새	5.4
양념한 햄볶음 냄새	13
베이히	57
졸참나무	82
합판	140

## 4.2 주요한 실내 냄새에 대한 기준치 검토

담배 냄새의 경우 연속흡연 시, 취기발생원단위<sup>7)</sup>

를 150 m<sup>3</sup>/min, 분진 발생량<sup>8)</sup>을 260 mg/h로 가정하면, 표 4의 취기농도 5.4에 대응하는 필요환기량은 1,670 m<sup>3</sup>/h이 되며 이 경우 분진농도는 0.156 mg/m<sup>3</sup>이 된다. 이 수치는 건축기준법과 빌딩위생관리법에서 요구하는 부유분진농도 기준치인 0.15 mg/m<sup>3</sup>과 거의 같은 것을 알 수 있다.

그러나 木村<sup>9)</sup> 등은 담배냄새의 비용인율 20%를 유지하기 위한 실내 공기의 취기강도는 Yaglou 스케일기준으로 1.3 정도가 되며 이에 해당하는 분진농도는 0.04 mg/m<sup>3</sup> 정도 이므로, 분진농도를 실내냄새의 기준으로 이용하는 경우 0.04mg/m<sup>3</sup> 정도로 실내 냄새기준으로 제시하고 있다.

주택 실내냄새의 주요한 원인인 체취(體臭)의 환기량과 비용인율과의 관계는, 岩下<sup>10)</sup>의 연구에 의하면 비용인율 20%에 해당되는 사람 1인당 환기량은 7 ~ 9 l/s·인(25 ~ 32 m<sup>3</sup>/h·인)으로 보고하고 있다. 인간의 이산화탄소 발생량을 20 l/h, 바깥공기의 이산화탄소농도를 350 ppm으로 하여 계산해 보면 실내의 이산화탄소 농도는 950 ~ 1,150ppm 로서, 이 수치는 건축기준법과 빌딩위생관리법의 이산화탄소 기준치인 1,000ppm과 거의 유사한 값을 나타내고 있다. 따라서 지표물질로서 이산화탄소의 농도 1,000 ppm을 비용인율 20%에 상당하는 실내냄새의 기준치라고 활용해도 큰 무리는 없는 것으로 생각된다.

본 고에서 제시하지 못한 기타 취기에 대해서는 향후 데이터의 축적이 필요하며, 현 단계에서는 취기농도 5 정도를 기준으로 하는 것으로 안전 측면에서 대응이 가능할 것으로 생각된다.

## 4.3 주택 내 실내 냄새의 관리대책

실내 냄새의 관리대책으로는 취기발생 억제, 탈취, 환기, 감각적 소취제 산포 등을 생각할 수 있는데, 기본적으로는 발생원에서의 제어와 환기를 적용할 수 있으며, 감각적 소취제나 탈취 등의 대책을 조합하여 사용할 수 있다. 표 5는 주택에서 사요할 수 있는 각 취기발생원의 관리대책을 정리하여 제시한 것<sup>11)</sup>이다.

표 5. 주택 내 각 취기발생원의 관리대책

운 용 소	발 생 원	환기	흡착		회수 분무형	촉매 산화	감각적 방향계	생물학적		기 타
			정치형 (靜電型)	통기형 (通氣型)				효소	방균	
현 관	신발장	○ <sup>1)</sup>	○		○		○		○	
거실· 오피스	체 취	○		○ <sup>5)</sup>	○	○ <sup>5)</sup>	○		○ <sup>11)</sup>	
	담 배	○		○ <sup>5)</sup>	○	○ <sup>5)</sup>	○		○ <sup>11)</sup>	전기집진
	연소난방기구	○				○			○	
부 욕	조 리	○	○	○ <sup>5)</sup>						
	음식물쓰레기	○		○ <sup>5)</sup>	○	○ <sup>6)</sup>	○		○	적정보관
	싱크대 식기대(곰팡이)	○	○							청소
	냉 장 고		○	○		○ <sup>7)</sup>				
욕 실	배수구· 벽재 (곰팡이)	○ <sup>1)</sup>								청소
화장실	변기· 마루	○	○	○ <sup>5)</sup>	○	○ <sup>7)</sup>	○	○ <sup>9)</sup>	○ <sup>9)</sup>	청소
옷 장· 가 구	벽재 (곰팡이)의복의 땀냄새	○ <sup>1)</sup>	○				○		○	
인 체 관 련	구두양말· 속옷시트		○ <sup>2)</sup>			○ <sup>8)</sup>		○ <sup>10)</sup>	○ <sup>12)</sup>	
	생리용품		○ <sup>2)</sup>			○ <sup>8)</sup>				
	구강· 인체				○		○		○	
자동차	담배· 체취· 에어컨	○	○ <sup>3)</sup>	○ <sup>5)</sup>	○	○ <sup>5)</sup>	○	○ <sup>10)</sup>	○ <sup>11)</sup>	
기 타	애완동물	○	○	○ <sup>8)</sup>	○	○ <sup>5)</sup>	○		○	청소
	건자재(벽재등)	○	○ <sup>4)</sup>	○ <sup>5)</sup>		○ <sup>8)</sup>	○		○	
	정 화 조									미생물제

주 : 1)제습효과포함 2)신발 등에 활성탄시트이용 3)시트재에 이용 4)벽재에 이용 5)공기청정기로서 이용(흡착법의 경우에는 화학약제의 침착 등이고, 촉매산화법의 경우 광촉매산화, 오존산화도 적용) 6)고온촉매산화 7)오존촉매 8)산화촉매 9)신건센, 선풍, 비행기 등에서 순화이용 10)인공효소 11)공기청정필터로 가공 12)항균방취가공섬유로서 이용

환기를 이용하여 실내 냄새를 관리하는 경우 환기설비 등의 설계를 하기 위해서는 대상이 되는 취기의 발생량에 대한 자료가 불가피 하나 아직 이에 대해서는 기초 데이터가 충분치 않은 실정이다.

## 5. 사무실에서의 실내냄새

### 5.1 사무실에서의 주요 악취발생원

흡연이 가능한 3개 빌딩(A~C), 금연 빌딩 (D,E) 등 5개의 사무실에서에서 실내환경과 쾌적성의 관계에 대한 三浦의 연구결과<sup>12)</sup>에 의하면, 사무실에

서의 냄새는 흡연에 의한 영향이 크다고 보고하고 있다. 또 梅田 등의 조사연구<sup>13)</sup>도, 흡연율 (흡연자 수/재실자수)가 높을 수록 냄새를 느끼는 비율이 높은 것에서 사무실에서의 취기는 흡연과 관계가 깊다고 판단하고 있다. 中北들의 필드조사에 의한 온열 환경· 공기질 환경에 관한 쾌적성의 평가에서는<sup>14)</sup> 흡연자 조차 30%이상의 사람이 담배가 사무실에서의 냄새의 원인물질이라고 회답하고 있다.

담배 이외의 사무실 내 취기발생원으로 체취(體臭), 건자재, 사무기 등을 들 수 있다. 체취의 경우 사무실에서는 건축기준법과 빌딩관리법에 의해 실내 공기질 지표로서 CO<sub>2</sub>농도가 1,000ppm이하로

되도록 정해져 있고 재실자수에 대하여 환기량을 확보하고 있으므로 체취에 의한 실내 냄새는 비용인율 20%이하의 되는 농도로 억제될 수 있을 것으로 생각된다<sup>15)</sup>. 전자재에서 발생하는 취기는 접착제, 방충제, 도료 등에서 방출되는 각종 휘발성 유기화합물로서 sick building syndrome의 원인이 되고 있다. 특히 신축되거나 리모델링한 후에는 전자재에서의 발생량이 많기 때문에 환기 등에 의해 실내 농도를 충분히 낮추어야 한다.<sup>16)</sup>

사무기기에서의 취기 발생원은 복사기 혹은 레이저프린터의 오존을 들 수 있다. 野崎들의 연구결과<sup>17)</sup>에 의하면 복사기 1대에서 3시간에 100장을 복사하는 경우 1.5 ~ 17 ml/h, 레이저프린터에서는 1.2 ~ 2.0ml/h 정도의 오존이 발생한다고 한다. 100매/시간 인쇄하는 경우 오존 발생량은 0.85 ml/h로서 재실자 1인에 대한 필요 환기량을 30 m<sup>3</sup>/h로 희석하는 경우 실내 오존의 농도는 0.028 ppm이 된다. 이 수치는 작업환경기준 0.1 ppm은 만족하나, 후각에 의한 오존의 최소감지농도인 0.0032 ppm보다는 8.8 배나 높은 고농도이다. 실제 사무실에서 사무기기에 의한 실내 냄새는 복사기 대수, 가동율, 환기량 등에 의해서 결정되겠지만, 일반적으로 사무기기가 신경이 쓰일 만큼 실내 냄새에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

### 5.2 비용인율과 취기농도와의 관계

사무실 실내냄새의 가장 주요한 취기발생원은 담배이므로 담배냄새에 대한 비용인율과 취기농도와의 관계를 이용하여 취기농도의 기준치를 검토하였다. 담배냄새에 의한 오염도는 담배의 종류, 흡연상황에 따라서 크게 다르지만 통상의 흡연 상태에서는 약 15 mg/개피 정도의 분진이 발생하며, 취기기준으로서 쾌·불쾌도 지표를 「약간 불쾌」로 설정하면 취기강도는 2.4이하로 되고, 취기강도 2.4를 분진농도로 환산하면 빌딩관리법에 규정되어 있는 0.15 mg/m<sup>3</sup>이하를 만족하게 된다.<sup>18)</sup>

木村 등의 담배연기를 사용한 실험실 실험결과<sup>19)</sup>에 의하면, ASHRAE의 환기기준에서 규정된 것처럼 허용된 공기질을 비용인율 20%로 설정하면 Yaglou의 취기강도 스케일은 1.3이 되고, 이를 환경성고시의 6단계 취기강도법으로 환산하면 1.9가 된다. 따라서 실내 냄새의 기준치는 비용인율 20%를 기준으로 볼 때 취기강도 1.5~1.9의 범위이므로 이에 대응하는 취기농도 5.4 ~ 8.2가 적정할 것으로 생각된다.

### 5.3 사무실 내 실내 냄새의 관리대책

사무실 실내 냄새의 관리대책 역시 주택의 경우와 같이 발생한 오염물질을 제거하는 방법과 오염물질의 발생·침입을 방지하는 방법이 있다.

환기는 실내 발생한 오염물질을 제거하는 방법으로 담배연기는 확산하기 쉽기 때문에 실내 전체를 환기하는 방법이 유효하다. 이 경우의 필요한 환기량은 담배 1개피에서 발생하는 취기배출강도(OER)을 취기농도기준치로 나누어 산출할 수 있다.

$$(\text{필요환기량}) = (\text{취기배출강도, OER}) / (\text{취기농도기준치})$$

西田 등의 연구에 의하면 담배 1개피당 취기배출량은 1.1×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/개피, 흡연시간은 7.1 min/개피이기 때문에 취기배출강도는 1.5×10<sup>2</sup> m<sup>3</sup>/min로 된다. 취기농도의 기준치를 5.4 ~ 8.2로 한다면 필요환기량은 18 ~ 28 m<sup>3</sup>/min이 된다. 그러나 이 수치는 36 ~ 56명이 재실할 때의 필요환기량에 상당하는 현실적으로는 상당히 곤란한 수치이다. 따라서 실제적인 대책으로 국소배기에 의한 효율적인 담배연기 제거 혹은 소취제·탈취제에 의한 취기 제거와 방향제에 의한 마스크 등을 병용하여 대처할 필요가 있다.

사무실 담배냄새 관리는 흡연시간대를 지정하는 방법과, 흡연공간을 구분하여 배치하는 두 가지 방법을 생각할 수 있다. 흡연시간대를 지정하는 방법은 금연시간 혹은 흡연시간을 설정하는 것이지

만 금연시간 종료 후에 흡연이 집중하여 농도가 높아지고 일평균의 부유분진농도에는 거의 변화가 없어 그다지 효과적이지 않았던 것으로 보고되고 있다<sup>20)</sup>. 흡연공간을 구분하는 방법은 파티션을 설치하여 완전하게 다른 공간과 구분한 흡연실 타입과 에어컨 같은 기류에 의해 비흡연공간과 구분한 타입이 있다. 흡연실 타입은 외부에 대해서 약간의 부압으로 유지하는 것에 의해 취기와 분진을 비흡연공간에 누설하는 것을 방지할 수 가 있다.

한편 기류에 의해 차단하고 있는 방식으로는 비흡연공간에서 흡연공간으로 일정속도(0.2m/s) 이상의 기류를 유지할 필요가 있다.<sup>21)</sup> 공기청정기능을 가진 흡연공간의 공기를 순환 여과하여 사용하고 있는 방식도 있지만, 담배연기 외에 에어로졸 등 여러 가지 화학물질로부터 취기가 발생하는 경우에는 취기원인물질을 모두 제거하기에는 한계가 있다. 특히 CO는 흡착제로는 제거할 수 없는 공기 오염물질이기 때문에 적어도 10 ppm이하로 억제하기 위해 환기량을 확보할 필요가 있다.

## 6. 결 론

2004년 실내공기질관리법이 제정된 이후 새 아파트 중후군과 함께 사회적인 이슈로 대두되었던 실내 공기질에 대한 관심도 벌써 10년 전의 일이 되었고, 국민 소득의 증대와 함께 실내 공기질에 개선에 대한 관심은 건강이라는 측면에서 쾌적함이라는 실내 환경으로 서서히 바뀌고 있다. 이미 유럽에서는 이미 20년 전인 1996년에 실내 냄새에 대한 유럽의 표준안인 prENV1752를, 일본은 11년 전인 2005년에 「실내 취기 대책 및 유지관리 기준」을 일본건축학회의 academic standard로 발간하였다. 이에 비해 우리나라는 실내 공기질(IAQ)에 관한 연구나 기술개발은 많이 이루어 졌으나 실내 냄새(Indoor Odor)에 관한 실적은 거의 없는 실정이다.

본 고에서는 국내의 연구사례는 거의 없기 때문

에 주로 일본의 실내냄새 기준 자료와 일본 전문가들이 기고한 주택과 사무실에서의 실내 냄새를 중심으로 번역하여 소개하였다. 이외에도 노인요양원 등 많은 대상 시설이 있으나 지면관계상 생략하였다.

우리나라에서는 아직까지는 실내냄새 분야가 초기 단계이지만, 국민소득 3만불 시대에 들어가며 쾌적한 생활환경에 대한 욕구가 더욱 증대되기 때문에 이와 비례하여 실내냄새환경에 대한 관심은 더욱 커질 것으로 예상된다. 최근에는 (사)한국냄새환경학회와 (사)실내공기질학회가 학술진흥재단에 등재된 학회지를 공동으로 발간하면서 실내공기질과 냄새라는 공통분모를 가지고 협력하고 있기 때문에 실내 냄새분야의 연구에 대해서도 좋은 협력관계가 이루어질 것으로 기대된다.

## - 참고문헌 -

1. 日本建築學會, 2005, “室内の臭気に関する対策, 維持管理基準及び同解説”, 日本建築學會環境基準
2. 山中俊夫. 2012, “臭気基準の動向”, 空気清浄学会誌, Vol. 49 No. 2, pp. 63 - 71
3. 山中俊夫. 2003, “臭気基準と対策-住宅-”, においかおり環境学会誌, Vol. 34 No. 2, pp. 62 - 65
4. 河野仁志. 2003, “臭気基準と対策-事務室-”, においかおり環境学会誌, Vol. 34 No. 2, pp. 66 - 70
5. Fanger, P.O., 1988, “Introduction of the Olf and the Decipol Units to Quantify Air Pollution Perceived by Humans Indoors and Outdoors”, Energy and Buildings, Vol. 12, pp. 1~6
6. 竹村明久 など, 2002, “建築から發生するにおいの心理評価 (その2) 木材, 畳, コンクリトのにおいに関する検討”, 建築學會大會學術講演

- 集, D-2, 951~952
7. 西田耕之助 など, 1991, “タバコ臭を対象した室内必要喚起量の評価方法に関する研究”, 環境衛生工学研究, 5, 11~22
  8. 榑崎正也, 1976, “喫煙と室内空気汚染: , 空気清浄”, Vol. 14 No. 4, pp.12~22
  9. 木村健一 など, 1988, “喫煙空間の空気環境に関する研究(2) 人間の臭気濃度・不満足率に基準づく必要換気量の試算, 空気調和”・衛生工学会学術講演会講演の論文集, pp 669~672
  10. 岩下 剛, 1994, “住居環境に関する知覚空間質評価の動向, 臭気の研究”, Vol. 25 No. 2, pp 12~19
  11. 大迫政浩, 1999, “室内住居環境に関する防脱臭法適用上の留意点”, 臭気の研究, Vol. 30 No.2, pp 15~18
  12. 三浦寿辛, 2002, “室内環境の快適性に影響を及ぼす環境要因の検討 総合的調査によるオフィスの室内環境と快適性に関する研究(その2)”, 日本建築学会計画係論文集, Vol. 554, pp 77~84
  13. 梅田和彦 など, 1994, “オフィスでの空気質環境の実態調査”, 空気調節・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp 717~720
  14. 中北英孝 と 吉村正孝, 1990, “オフィスの温熱・空気環境の調査と勤務者の意識”, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp 1273~1276
  15. 榑崎正也 と 佐藤隆二, 1983, “體臭に基づく必要換気量算定のための基礎研究(その3)”, 建築学会大会学術講演梗概集, pp 359~360
  16. 田辺新一, 1998, “室内化学汚染, 講談社現代新書”
  17. 野崎淳夫 など, 2001, “オゾン発生源による室内空気汚染に関する研究 (第2報) コピー機, 脱臭機, 空気清浄機からのオゾン発生特性”, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演の論文集, pp 1245~1248
  18. 榑崎正也, 1982, “喫煙と空気汚染”, 建築と社会, Vol. 12, No.39
  19. 光田 恵, 1999, “室内臭気の評価・管理指標と制御方法”, 臭気の研究, Vol. 30, pp 77~85
  20. 木村菊二 など, 1990, “喫煙による室内空気汚染とその対策”, 労働科学, Vol. 66, pp 545~567
  21. 厚生労働省, 2002, 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室, 分煙効果判定基準策定検討会報告書