

노래방과 컴퓨터 게임방 내의 실내공기오염에 관한 연구

이주상, 원정일, 이철민*, 김윤신*

충북과학대학 환경생명과학과

한양대학교 환경 및 산업의학연구소*

A Study on the Indoor Air Pollution of Singing Room and PC Room

Ju-Sang Lee, Jung-Il Won, Cheol-Min Lee*, Yoon-Shin Kim*

Department of Environmental Life & Science,

Chungbuk Provincial University of Science & Technology

*Institute of Environmental and Industrial Medicine, Hanyang University**

Abstract

Nowadays, a new word called SBS(sick building syndrome) has been come into existence. Since most people spend a large majority of their time indoors, indoor air may affect human health more than outdoor air. This outline survey was carried out to investigate the extent of indoor air pollution in singing room and PC room. The concentrations of major indoor air pollutants(carbon dioxide, total suspended particulate, airborne microbes) and Thermocircumstance(temperature, relative humidity, intensity of illumination) were observed from October 1 to 31, 2001.

As results of the survey, the mean values of thermocircumstance in singing room and PC room were 22.1 °C of temperature, 37.1 % of humidity, 75 Lux of intensity of illumination and 22.0 °C of temperature, 52.6 % of humidity, 135 Lux of intensity of illumination, respectively. The mean concentrations of carbon dioxide were 1589 ppm in singing room and 615 ppm in PC room, respectively. The concentrations of carbon dioxide in singing room were higher than the indoor environmental standard of the first clause of Article 45 of public utilization service which is showed at public hygiene of the Ministry of Health and Social Affairs. The mean concentrations of total suspended particulate were 0.33 mg/m³ in singing room and 0.57 mg/m³ in PC room, respectively. The mean concentrations of airborne microbe were 16 CFU/m³ in singing room and 12 CFU/m³ in PC room, respectively.

Key words : indoor air pollution, singing room, PC room, carbon dioxide, total suspended particulate, airborne microbes.

I. 서론

현대 사회는 인구의 증가와 함께 각종 산업이 급격히 발달되어 왔지만, 부수적으로 많은 환경오염의 문제점이 제시되고 있다¹⁾. 그 중 실내환경은 일상 생활 중 대부분의 시간이 여러 형태의 실내 공간에서 생활하기 때문에 우리에게 중요한 의미를 지니고 있으며, 국제적으로는 물론 국내에서도 실내공간에서의 공기질 및 인체 영향에 대한 중요성이 새로운 환경문제로 대두되고 있다¹⁻³⁾.

실내 생활공간에서는 흡연, 소음 그리고 냉·난방 기기를 비롯한 각종 기기들로 인해 실내오염도가 증가하고 있는 실정이며, 기술 개발로 인한 새로운 건축자재가 공공시설뿐만 아니라 일반주택에 효과적으로 사용되고 있지만, 오히려 새로운 건축자재에서 의외의 오염물질이 방출되며, 건물의 밀폐화가 증가되면서 인체의 건강과 관련하여 일시적, 만성적으로 다양한 증상을 호소하는 사례가 증가하고 있는 실정이다⁴⁻⁸⁾. 이와 같이 실내공기를 오염시키는 물질에는 흡착성 분진(PM-10), 라돈(radon), 포름알데히드(formaldehyde), 석면(asbestos), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 일산화질소(NO), 이산화질소(NO₂), 오존(O₃), 미생물성 물질, 담배연기 등이 있으며, 이런 물질이 호흡기질환, 폐질환, 기관지 질환, 폐암을 비롯한 각종 질병을 유발시킬 수 있다⁹⁻¹²⁾. 또한 밀폐된 건물에서 생활하는 많은 사람들이 일명 빌딩증후군(sick building syndrome-SBS현상)이라고 하는 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 눈의 자극, 집중력 감소 등을 호소하게 되었다. 이러한 현상의 등장으로 1970년대 이후부터 영국, 미국을 비롯한 선진국에서 실내공기오염이 새로운 사회적 환경 공해 문제로 다루어지고 있으나 우리나라는 아직도 실내공기오염의 중요성에 대한 인식도 부족하고 연구도 미비한 실정이다^{13, 14)}.

미국을 비롯한 유럽 여러 나라에서는 실내에서 발생하는 polycyclic aromatic hydrocarbons(PAH), arsenic, nicotine, acrolein 이외에도 각종 돌연변이 원성 물질이 발암성물질을 생성하는 유력한 실내공기오염원이 담배연기임을 밝혀 흡연에 관한 연구를 활발히 진행하고 있는 실정에 있으며¹⁵⁾, 국내

의 경우 대기질 관리의 역사가 짧고 대부분의 조사연구가 실외 공기질 조사에 집중되어 있었으며 1980년대 중반까지만 해도 실내공기오염이라는 용어조차 생소한 실정이었다. 그러나 1980년대 후반부터 소수의 연구자들에 의해 지하공간과 같은 특수한 실내 환경을 중심으로 실내공기질에 대한 부분적인 연구가 수행된 바 있다¹⁶⁾.

국내 실내환경과 관련된 정부 행정 조직은 보건복지부와 환경부로 이원화되어 있으며 현재 우리나라에는 공기에 대한 관련 법규로 보건복지부의 공중위생법과 환경부의 지하생활공간 공기질 관리법이 있다. 보건복지부의 공중위생법에는 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소와 기류, 온도, 습도, 조도로 규제하고 있으며^{17, 18)}, 환경부의 지하생활공간 공기질 관리법의 경우 미세먼지, 이산화탄소, 이산화탄소, 아황산가스, 이산화질소, 포름알데히드, 납 등 7가지를 규제하고 있다¹⁹⁾.

이와 같이 그동안 부분적으로 수행된 국내의 실내공기질에 관한 조사는 대부분 행정관리 차원에서 대도시지역에 위치한 지하철 역사나 일부 공중이용시설을 대상으로 수행되었으며 또한 대부분의 조사연구에서 측정 대상 항목은 기준이 설정된 몇몇 오염물질에만 국한되어 있어 다양한 양상을 나타내는 각종 실내환경의 공기질 특성을 총체적으로 파악하기에는 그 자료가 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 가정집, 사무실, 식당 및 지하공간(지하철, 지하상가) 등에 국한되어 수행되어져온 국내 실내공기질에 관한 연구에 있어 일반인 및 청소년들이 즐겨 찾는 대표적 놀이 공간인 노래방 및 컴퓨터 게임방의 실내공기오염에 관한 기초자료를 제공하고자 다각적 방법을 적용하여 조사하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 조사는 2001년 10월 1일부터 31일 까지 한 달간 충북 옥천군 충북과학대학 주변에 위치한 노래방 6곳과 컴퓨터 게임방 2곳에서 보건복지부의 공중위생법에 명시된 공중이용시설의 실내환경기준에 근거하여 7개 측정대상항목 중 5개 항목 즉,

온열환경(온도, 습도, 조도)과 실내 공기중 이산화탄소(CO₂) 및 총부유분진(TSP)을 측정하였으며, 또한 공기중 일반세균의 농도를 측정하였다.

시료 채취지점은 각 측정장소의 중심부에서 측정이 이루어졌으며, 모든 측정기의 측정위치는 바닥으로부터 90 ~ 100 cm 상층에 위치하도록 고려하였다.

2. 연구방법

1) 온열환경

온도와 기습은 전동통풍건습계(Tobi Shoji)와 H-T(Fisher Scientific)를 이용하여 측정하였고, 조도의 측정은 일본 TOPCON사 제품인 간이조도계(ILLUMINATION METER : IM-1)를 사용하였다. 각 노래방과 컴퓨터 게임방에서 3회 측정 후 대표값으로 산술평균치를 이용하였다.

2) 이산화탄소(CO₂)

이산화탄소의 농도측정은 검지관에 충전된 검지제와 흡입된 시료가스의 반응에 의해 변색된 변색층의 두께로 농도를 나타내는 GASTEC사의 직독식 가스 검지관을 사용하여 각 장소마다 3회 측정 후 대표값으로 산술평균을 이용하였다.

3) 총부유분진(TSP)

본 조사에서 총 부유분진(TSP)의 농도 측정에는 미국 Gilian 사 제품인 개인용시료채취기를 사용하여 24시간의 농도를 측정하였으며, 시료채취유량은 2L/min으로 포집하였고, 포집된 여과지는 수분건

조기(desiccator)에서 24시간 건조 후 중량분석법으로 분석하였다.

4) 미생물

미생물의 포집은 RCS 포집기(Reuter centrifugal air sampler, Biotest Diagnostics Co.)에 총 세균용 RCS 포집기 배지인 GK-A 한천배지(성분 : Pancreatin digest of Casein 15g, Soybean peptone 5g, NaCl 5g, KH₂PO₄ 3.7g, K₂HPO₄ 9.3g, Agar 16g)를 넣고 각 2분간 바닥의 90 ~ 100 cm 상층에서 흡인 포집을 실시하였다²⁰⁾. 채취기의 배지교환은 무균장갑을 착용하여 실시하였고, RCS의 포집기의 날개(impeller)는 각 일 사용 전에 고압 멸균하여 사용하였다. 각 조작에는 40 L/min의 유량으로 각 조작당 80 L의 공기를 포집하고 포집이 완료된 배지는 RCS 포집기에서 꺼내어 수분의 증발과 이차오염을 방지하기 위해 배지를 밀봉하여 30 °C의 배양기에 넣어서 72시간동안 배양하고 총 형성된 집락을 계수하여 각 장당 C.F.U.(Colony Forming Unit)를 측정하고 공기중 농도를 입방미터당 C.F.U.로 나타냈다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 온열환경

Table 1은 노래방 및 컴퓨터 게임방을 대상으로 조사된 평균 기온, 기습 및 조도를 나타낸 것으로 노래방의 평균 기온, 기습, 조도는 각각 22.1 °C, 37.1 %, 75 Lux로 조사되었으며, 컴퓨터 게임방의 경우 각각 22.0 °C, 52.6 %, 135 Lux로 조사되었다.

Table 1. Summary of Thermocircumstance Measurement for the Singing Room and PC Room

Item	Temperature(°C)	Relative humidity(%)	Intensity of illumination(Lux)	
Singing room	A	22.8	39.5	80
	B	21.3	34.7	70
	Mean	22.1	37.1	75
PC room	A	21.7	58.2	120
	B	22.3	47.0	150
	Mean	22.0	52.6	135

Table 2. The Mean Concentrations of Carbon Dioxide in the Singing Room and PC Room (unit : ppm)

Item	Sing room	PC room
Ground	A	1,333
	B	1,525
	C	900
	Mean	1,253
Underground	A	2,943
	B	1,200
	Mean	2,071
Mean ± S.D.	1,580 ± 758	615

이는 보건복지부 공중위생법에 명시된 공중이용시설의 실내환경기준 제45조 1항의 기준치(17 ~ 28 °C, 40 ~ 70 %, 100 Lux)와 비교하였을 때 기온의 경우 노래방과 컴퓨터 게임방 모두 기준치에 적합한 것으로 조사되었으나, 기습 및 조도의 경우 노래방에서 기준치 이하의 값이 조사되었다.

2. 이산화탄소(CO₂)

노래방 및 컴퓨터 게임방 내 이산화탄소를 측정 한 결과를 Table 2에 나타내었으며, 노래방의 경우 지상과 지하에서 각각 1,253 ppm, 2,071 ppm으로 조사되어 보건복지부 공중위생법에 명시된 공중이용시설의 실내환경기준 제45조 1항의 기준치(1000 ppm)보다 높게 나타났다. 또한 조사대상 5개의 노래방 중 한 장소만을 제외하고 모두 기준치

를 1.2배 ~ 2.9배 초과하는 것으로 조사된 반면 컴퓨터 게임방 내의 이산화탄소 농도는 지상, 지하 각각 580 ppm, 650 ppm으로 기준치보다 낮은 농도를 나타냈다.

노래방과 컴퓨터 게임방 내 실내공기중의 이산화탄소의 평균농도는 각각 1,589 ppm, 615 ppm으로 노래방이 컴퓨터 게임방에 비해 약 2.58배 높은 농도로 조사되었다. 이는 이산화탄소가 실내 환기의 정도를 나타내는 지표임을 고려할 때 노래방의 경우 좁은 밀폐 공간 내에서 여러 사람이 모여 노래를 부름에 따른 호흡작용 및 흡연에 의해 실내 이산화탄소의 농도가 증가하는 반면, 컴퓨터 게임방 또한 다수의 사람이 실내에서 활동을 하고, 흡연 역시 실내에서 빈번히 이루어지지만 노래방에 비해 개방된 넓은 공간에서 이루어지고 있어 노래방

Table 3. Summary of Carbon Dioxide Concentration in Other Microenvironments (unit : ppm)

Sampling space	Author	Sampling City	Concentration	Mean
Subway	Lee.M.H. et al(1985) ²¹⁾	Seoul, Busan	780	875
	Kim.K.J. et al(1987) ²²⁾	Seoul	879	
	Choi.Y.B.(1991) ²³⁾	Seoul	965	
Shopping Store	Kim.K.J. et al(1987) ²²⁾	Seoul	965	965
Office	Kim.Y.S.(1993) ²⁴⁾	Seoul	727	816
	Kim.Y.S.(1994) ²⁵⁾	Seoul	905	
Tunnel	Han.C.G. et al(1991)	Seoul	1321	1056
	Baek.S.O. et al(1998)	Taegu	790	

Table 4. The Mean Concentrations of Total Suspended Particulate for Singing Room and PC Room (unit : mg/m³)

Item	Singing room	PC room
Ground	A	0.73
	B	
	C	
	Mean ± S.D.	0.30 ± 0.12
Underground	A	0.41
	B	
	C	
	Mean ± S.D.	0.36 ± 0.07
Mean ± S.D.	0.33 ± 0.09	0.57

에 비해 낮은 이산화탄소 농도를 나타내고 있는 것으로 여겨진다.

Table 3은 지난 15여 년간에 수행된 국내 실내 공기질 연구 중 이산화탄소에 관한 연구결과를 주요 문헌조사를 통해 요약하여 나타낸 것으로 지하철, 상가, 사무실, 터널 각각의 실내공기중의 평균 이산화탄소 농도는 875 ppm, 965 ppm, 816 ppm, 1,056 ppm으로 나타나 터널, 상가, 지하철, 사무실 순으로 높은 농도를 보였다. 이는 본 연구에서 행해진 노래방에 비해 낮은 농도를 나타냈으며, 컴퓨터 게임방에 비해서는 높은 농도를 보였다. 그러나 이들 과거에 이루어진 연구들의 연구방법 및 측정 방법들은 본 연구에서 수행된 연구방법 및 측정 방법과는 다른 방법으로 이루어 졌기 때문에 본 연구결과와 직접적으로 비교하기에는 많은 제한점이 따르는 것으로 사료된다.

3. 총부유분진

노래방과 컴퓨터 게임방 내 공기 중 총부유분진은 Table 4에 나타낸 것과 같이 각각 0.33 mg/m³, 0.57 mg/m³으로 컴퓨터 게임방이 노래방에 비해 약 1.73배 높게 나타나 이산화탄소 농도분포와는 다른 결과를 보였다. 이러한 결과는 노래방에 비해 컴퓨터 게임방이 이동 인원이 많아 이들 이용자들의 이동에 따른 먼지의 재비산과 흡연시 발생된 비산재에 의해 분진의 농도가 증가한 것으로 여겨진다.

지상 및 지하에 위치한 노래방 내 실내공기중

총부유분진의 평균농도는 각각 0.30 mg/m³, 0.33 mg/m³으로 유사한 농도분포를 보였으며, 컴퓨터 게임방에서는 각각 0.73 mg/m³, 0.41 mg/m³으로 지상이 지하에 비해 약 1.7배 높게 조사되었다.

Table 5는 1984년부터 1992년까지 서울시 보건환경연구원보, 국립환경연구원, 한국환경위생학회지, 대한위생학회지, 대한대기보전학회지를 대상으로 서울시내 실내 공기중 총부유분진 조사에 관한 연구결과를 요약한 것으로 지하상가, 지하철, 터널 각각 0.425 mg/m³, 0.455 mg/m³, 1.345 mg/m³로 본 연구에서 조사된 노래방의 총부유분진 평균농도는 이들 시설내의 실내공기중 총부유분진의 평균농도에 비해 낮은 것으로 조사되었다. 이에 반해 컴퓨터 게임방 내 총부유분진의 평균농도는 지하상가 및 지하철 내 총부유분진 평균농도보다 높았으나, 터널 내 농도보다는 낮은 것으로 조사되었다.

국내 실내공기오염물질중 분진에 관련된 연구 동향을 살펴보면, 1980년대 말부터 1990년대 중반까지 총부유분진에 관하여 조사되어 왔으나 최근에는 흡광성분진(PM-10)을 비롯한 미세먼지(PM 2.5)에 대한 연구를 추진 중에 있으므로 추후 노래방 및 컴퓨터 게임방과 같은 놀이공간에 대한 실내공기중 미세먼지에 대한 연구가 수행되어져야 할 것이다.

4. 미생물

실내 오염 공기중의 미생물은 먼지, 피부파편, 머리카락 등의 위에 붙어 있거나 스프레이, 재채기

Table 5. Summary of Total Suspended Particulate Concentration in Other Microenvironments (unit : mg/m³)

	Underground stores		Subway		Tunnel	
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Concentration	0.425	0.341~0.519	0.455	0.400~0.683	1.345	1.02~1.69

등의 액체포말 안에 있거나, 증기의 기화로 단일 개체로 있는 경우²⁶⁾가 대부분이라고 하며, 이러한 공기중 미생물의 정성 및 정량분석²⁷⁾과 공기중 미생물 포집에 관한 연구²⁸⁾가 현재 여러 방면에서 수행되고 있으며, 중력 침강법에 의한 공기중 오염 수준의 측정능은 흡인포집에 비해 그 효율이 떨어진다는 보고²⁶⁾가 되고 있는 바 본 연구에서는 흡인포집만을 이용하여 연구를 시행하였으며, 전체 평균 농도는 다음의 식과 같이 포집된 공기 시료에서 배양된 집락수를 포집 공기량(m³)으로 나눈 CFU/m³의 값으로 표시하였다.

$$\text{공기중 생체생균농도(CFU/m}^3\text{)} = \frac{\text{Plate 당 측정된 집락수} \times \text{희석배수}}{\text{포집된 공기유량(m}^3\text{)}}$$

Table 6은 지상 및 지하에 위치한 노래방과 컴퓨터 게임방에서 조사한 공기중 미생물 농도로 노래방의 경우 각각 12 CFU/m³, 19 CFU/m³으로 조사되었으며, 컴퓨터 게임방은 각각 10 CFU/m³, 14 CFU/m³으로 조사되어 지하시설이 지상시설에 비해 공기중 미생물의 농도가 높은 것으로 조사되어 이산화탄소의 지상 및 지하분포와 유사한 양상을 나타냈다.

본 연구와 동일한 측정방법 및 배지를 이용하여 김 등²⁵⁾에 의해 수행되었던 서울시 일부 백화점 및 사무실의 실내공기중 미생물을 대상으로한 연구결과인 백화점 및 사무실 미생물농도 1633.1 CFU/m³와 509.51 CFU/m³에 비해 매우 낮은 농도

를 나타냈으며, 이 등²⁹⁾이 조사한 전원지역 주택내 공기중 미생물 농도인 1.14 CFU/m³에 비해 다소 높은 농도를 나타내 노래방 및 컴퓨터 게임방 내 실내공기중 미생물의 농도는 사람들의 왕래가 빈번한 대도시 백화점 및 사무실에 비해 매우 낮았으며, 전원지역 주택에 비해서는 다소 높은 것으로 여겨진다.

IV. 결 론

본 연구는 일반인 및 신세대의 대표적 놀이공간인 노래방과 컴퓨터 게임방 내 공기질에 관한 예비조사의 일환으로 2001년 10월 1일부터 31일까지 충북과학대학 주변에 위치한 노래방 및 컴퓨터 게임방 내 실내공기오염도와 이들 시설물의 지상 및 지하 형태에 따른 실내오염도를 비교 조사한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 노래방의 기온, 기습 및 조도는 각각 22.1℃, 37.1%, 75 Lux로, 컴퓨터 게임방은 각각 22.0℃, 52.6%, 135 Lux로 조사되었다. 이들 장소의 온열환경을 보건복지부 공중위생법에 제시된 실내환경기준과 비교하였을 때 기온은 적합한 것으로 조사되었으나 기습과 조도의 경우 노래방에서 기준치 이하의 값을 나타냈다.
2. 노래방 및 컴퓨터 게임방 내 이산화탄소 평균농도는 각각 1589 ppm, 615 ppm으로 조사되었으며, 지상과 지하에 따른 이산화탄소의 농도는

Table 6. The Mean Concentrations of Total Airborne Microbes for the Singing Room and PC Room (unit : CFU/m³)

Item	Singing room	PC room
Ground	12	10
Underground	19	14
Mean	16	12

- 노래방의 경우 각각 1253 ppm, 2071 ppm, 컴퓨터 게임방의 경우 각각 580 ppm, 650 ppm으로 조사되었다. 노래방의 이산화탄소농도는 보건복지부 공중위생법에 제시된 실내환경기준을 초과하는 것으로 나타난 반면 컴퓨터 게임방은 실내환경기준을 초과하지 않는 것으로 조사되었다.
3. 총부유분진의 농도는 노래방과 컴퓨터 게임방 각각 0.33 mg/m^3 , 0.57 mg/m^3 으로 컴퓨터 게임방이 노래방에 비해 약 1.73배 높게 조사되었으며, 지상과 지하에 따른 실내 총부유분진의 농도는 노래방의 경우 0.30 mg/m^3 , 0.36 mg/m^3 을 보였고, 컴퓨터 게임방은 각각 0.73 mg/m^3 , 0.41 mg/m^3 으로 조사되었다.
 4. 노래방과 컴퓨터 게임방의 공기중 미생물의 농도는 각각 16 CFU/m^3 , 12 CFU/m^3 으로 조사되었으며, 지상과 지하에 따른 미생물의 농도는 노래방의 경우 각각 12 CFU/m^3 , 19 CFU/m^3 , 컴퓨터 게임방의 경우 각각 10 CFU/m^3 , 14 CFU/m^3 으로 조사되었다.
- 본 연구는 주택, 사무실, 식당 및 지하공간 등에 국한되어 수행되어져온 국내 실내공기질 연구와는 달리 일반인 및 신세대들이 즐겨 찾는 대표적 놀이공간인 노래방과 컴퓨터 게임방을 대상으로 행하여진 특정한 용도의 시설물에 대한 실내공기질 연구에 관한 예비조사의 일환으로 수행되어 측정기간, 측정방법 및 연구범위가 다소 미약한 수준이나 추후 특정용도 시설물내의 체계적이고 광범위한 실내공기질 연구활동에 있어 본 연구의 결과가 기초자료로 제공되어지길 바란다.
- ## V. 참고 문헌
1. 김윤신 : 실내공기오염. 대한의학학회지, 32(12), 1279-1285, 1989.
 2. Wadden, R.A., Scheff, P.A. : Indoor air pollution. John Wiley & Sons, N.Y., 1983.
 3. World Health Organization : Health hazards in the human environment. Geneva, 1972.
 4. 김성신 : 신축 소규모 아파트의 겨울철 실내공기환경. 한국생활환경학회 춘계학술지, 54-55, 1997.
 5. 김미경 : 실내외 포름알데히드 농도에 관한 연구조사. 한국환경위생학회지, 15(1), 1-9, 1989.
 6. APCA. : Indoor Radon Air Pollution Control Association. Pittsburgh, PA., 1986.
 7. 전준민 : 서울시 일부 백화점의 실내공기질에 관한 조사연구. 환경과 산업의학, 5(1), 49-58, 1996.
 8. 한국위생관리협회 : 서울시 일부 사무용건물의 실내공기질에 관한 조사연구, 94보고서, 1994.
 9. Gupta, K. C., Ulsamer, A. G., Preuss, P. W. : Formaldehyde in indoor air, Sources and toxicity. Environ, 8, 349-358, 1982.
 10. Lioy, P.J., Waldman, et. al. : The personal, indoor and outdoor conceptions of PM10 measured in an industrial community during the winter, Atmospheric Environment. 24B, 1, 1990.
 11. Repace, J. L. : Indoor air pollution, tobacco smoke and public health. Science, 208, 464-472, 1980.
 12. Kim, Y. S., Kim, Y. O. : Chemical composition of indoor and outdoor air particulates in home and office. Environ. Technol., 1993.
 13. 김윤신 : 한국의 실내공기질 현황과 문제점. 제 25회 보건환경종합학술대회, 서울시, 2000.
 14. 김윤신 : 실내공기오염에 관한 소고. 한국대기보전학회지, 9(1), 33-43, 1993.
 15. 신동천, 이효민, 김종만, 정용 : 일부지역의 실내공기오염도와 건강에 미치는 영향에 관한 연구. 환경대기보전학회지, 6(1). 1990.
 16. 백성욱, 김윤신 : 도시지역 실내환경 유형별 공기질 특성 평가-가정, 사무실 및 식당을 중심으로-. 한국대기보전학회지, 14(4). 1998.
 17. 보건복지부 : 공중위생법 공중이용시설 위생관리기준. 1990.
 18. 보건복지부 : 공중이용시설 실내환경 관리방안 연구. 1993.

19. 환경부 : 지하생활공간 공기질 관리법 시행규칙. 관보 13816호, 1998
20. 한국산업안전공단 : 작업환경측정방법, 1991.
21. 이민희 외 : 지하환경의 대기오염물질 규제에 관한 조사연구. 국립환경연구원보, 7, 63. 1985.
22. 김광진 외 : 지하시설물에 대한 환경오염도 조사연구. 서울특별시 보건환경연구원보, 23, 314. 1987.
23. 최홍복 : 일산화탄소의 실내농도 측정 및 영향에 관한 조사연구. 한양대학교 환경대학원 석사학위논문, 1991.
24. 김윤신 외 : 사무용 건물에서 실내공기질의 조사연구. 환경과 산업의학, 3(1) : 99. 1993.
25. 김윤신, 윤영훈, 조별야 : 서울시 일부 공중이용시설의 실내공기질 관리방안 연구. 환경과 산업의학, 4(1) : 19. 1994.
26. Kang, Y. J., J. F. Frank. : Biological Aerosols : A Review of Airborne Contamination and Its Measurement in Dairy Processing Plants, accepted by Food Protection. Oct. 1988.
27. Lundholm, M. I. : Comparison of Methods for Quantative Determinations of Airborne, 1982.
28. Burge, H. A., M. A. Chatigny, J. Feeley, P. Morey. : Assessment and Sampling of Saprophytic Bioaerosols in the Indoor Environment. *Appl. Ind. Hyg.*, 5(R-10). 1987.
29. 이주상, 이철민, 원정일 : 전원지역 주택 내 실내공기오염에 관한 연구. 한국도시환경학회지 1(1), 25. 2001.