

다중이용시설 내 부유세균 농도기준에 관한 소고

○ 이철민 | 서경대학교 화학생명공학과, 위해성평가연구소
교수, 소장
E-Mail : cheolmin@skuniv.ac.kr

1. 서론

바이오에어로졸 발생의 중요한 원인으로 실외 유입과 건물의 Heating ventilating and air conditioning (이하 HVAC) 시스템에 의한 경우, 실내에서 거주하고 있는 사람이나 동물에 의한 경우가 대표적으로 보고되고 있다. 바이오에어로졸을 흡입하여 발생하는 질병은 생물학적 성질과 화학적 구성뿐만 아니라 흡입량과 소화기 내 침착장소에도 좌우된다. 입자의 침착장소는 입자의 지름과 직결되므로 바이오에어로졸의 건강에 대한 영향은 그 크기와 많은 연관성을 가지게 된다. 바이오에어로졸은 최대 200 μm 의 다양한 크기로 공기 중에 부유하며, 인간이 숨을 쉴 때 몸으로 들어오게 된다. 특히 5~10 μm 크기의 바이오에어로졸은 상부 호흡기계에 침착하여 비염을 유발하고 5 μm 이하의 바이오에어로졸은 폐포를 통과하여 알레르기를 일으키는 것으로 알려져 있다.

바이오에어로졸 중 하나인 부유세균은 인공적으로 생성되거나 자연적으로 발생하는 생물학적 기원을 가진 물질로 구성은 병원성 또는 비병원성의 살아 있는 균이나 죽은 세균이다. 실내 환경의 부유세균 노출은 전염성 질병, 급성독성, 알레르기 등 공중보건에 위협이 되는 독성작용을 일으키는 원인물질로 보고되고 있다. 열병, 천식 등과도 관련이 있어 실내공기질의 지표 중 하나로 보고되고 있으며 빌딩증후군

의 주요 원인으로 부유세균이 약 40%를 차지하고 있다. 이러한 선행 연구 결과를 통하여 여러 사람이 이용하는 다중이용시설 내 부유세균의 농도 수준은 이용자의 건강과 시설 관리자의 건강에 매우 중요한 물질 중 하나이다.

생물학적 유해인자 등과 같은 실내공기오염에 의한 건강영향은 수용체별로 다양한 양상을 가지게 되는데 환경보건학적으로 약자인 노인·유아·어린이·환자·임산부 등 민감 계층은 일반 성인에 비하여 오염물질에 대해 더욱 민감하게 반응할 수 있다. 면역기능이 상대적으로 약한 어린이들의 경우 오염된 실내공기에 의한 주된 피해자로서 만성질환에 노출될 가능성이 높으며, 또한 신체 및 정신의 성장발육이 왕성한 시기에 있으므로 질병에 대한 저항력이 불충분한 연령층이기 때문에 보건학적으로 중요한 계층이라고 생각된다.

환경부에서는 2004년 이후 다중이용시설 중 환경오염 민감 계층 이용시설 내 실내공기 중 부유세균에 대하여 ‘다중이용시설 등의 실내공기질관리법’에서 800CFU/m³ 이하로 유지하도록 관리기준을 설정하고 있다.

최근 실내공기 중 바이오에어로졸에 대한 중요성을 인식하여 2018년부터 다중이용시설 등에서 실내공기 중 부유진균에 대한 허용기준을 500CFU/m³ 이하로 추가 설정하여 관리하고 있다. 그러나 실내 바

이오에어로졸 관리기준에 대한 타당성과 합리성에 대한 논란은 관리기준 설정 이후부터 지속적으로 제기되어져왔으며, 따라서 사회적으로 인체위해성 기반의 관리 가능한 부유세균의 합리적 기준안 설정에 대한 요구가 증대되어지고 있는 실정이다.

2. 본 론

저자는 현재 적용되고 있는 민감 계층 이용 다중이용시설 내 부유세균 기준치에 대한 적정성 판단이 필요하다고 생각되며 이에 국외 사례들을 통하여 다중이용시설 내 부유세균 농도 기준에 대한 내용을 제안하고자 한다.

2.1 미국 (America)

(1) American Conference of Governmental Industrial Hygienists (이하 ACGIH)

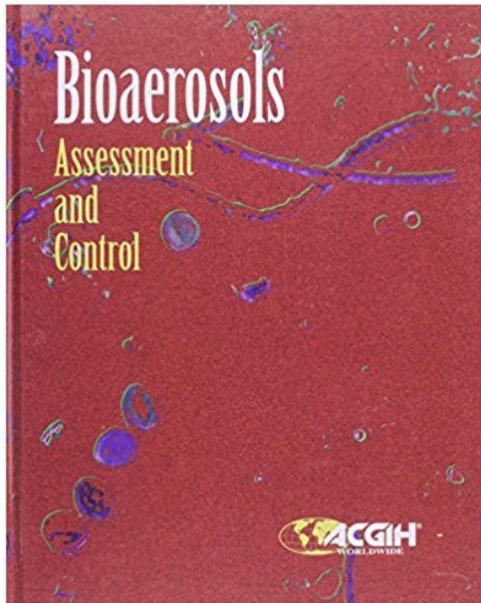


그림 1. ACGIH에서 발간한 Bioaerosols Assessment and Control

ACGIH는 산업 환경에서 화학적, 생물학적, 물리적 위험에 대한 기준치를 발표하는 기구로 화학적, 물리적 위험에 대해서는 Threshold Limit Values(이하 TLV), 생물학적 위험에 대해서는 Biological Exposure Indices(이하 BEL)를 설정하여 공포하고 있다. TLV와 BEL은 건강상 위해한 영향을 미치는 요인들을 관리하기 위한 목적으로 개발되었으며 이러한 지침은 산업 환경에서 근로하고 있는 근로자들의 건강문제를 개선하는데 있어 활용될 수 있다고 제안하고 있다.

생물학적 오염물질인 바이오에어로졸에 대해서는 산업 환경 내에서 일반적으로 10~1,000CFU/m³ 정도로 분포하고 있다고 제시하였다. 그러나 이는 별도의 값을 지정하지 않고 유지조건을 권고하는데 그치고 있으며 그 이유는 다음과 같이 설명하고 있다.

조사된 부유세균 농도는 단일개체가 아니며 일반적으로 조사되는 부유세균은 서로 다른 미생물이 혼합된 복합체 형태이다. 따라서 조사된 균집만으로 기준치를 정하는 것을 불합리하다.

바이오에어로졸은 개개인마다 노출의 조건, 개개인이 가지고 있는 민감도에 따라 무해한 경우부터 치명적이고 질병이 걸리는 과정까지의 상황이 매우 다양하기 때문에 바이오에어로졸 기준치를 산출한다고 해도 균별 적정치를 모두 다르게 적용해야 한다.

서로 다른 채취 및 분석방법 별 바이오에어로졸이 검출되는 값이 다른데 현재까지 바이오에어로졸을 채취하고 분석하는 방법에 대한 국제적으로 표준화된 지침이 없으므로 한 가지 측정방법에 대한 결과를 바탕으로 기준치를 평가하는 것은 불가능하다.

미국의 ACGIH에서는 위와 같은 바이오에어로졸의 특성 때문에 별도의 기준치를 지정하지 않고 있는 실정이다.

(2) Occupational Safety Health Administration(이하 OSHA)

OSHA에서는 생물학적 유해인자에 대한 기준치로 세균에 대해서는 언급하고 있지 않지만 곰팡이

에 대해서는 고인 물 1ML에서 곰팡이가 10^3 이상 있을 때, 먼지나 유기물의 g당 10^6 이상 존재할 때 오염 여부의 기준으로 제시하고 있다. 또한, 특별한 오염 요인이 없고 적정하고 환기가 이루어지는 경우 실내에서의 미생물 농도는 실외보다는 낮아야만 한다고 제시하고 있다.

(3) 그 외, 기관에서 제시하는 부유세균 기준치 및 관리방안

국제 실내공기질 컨설팅 회사인 Healthy Buildings International에서는 총 부유세균의 농도가 감염성 또는 알레르기성이 아닐 때 일반적으로 $750CFU/m^3$ 이하일 경우 안정하다고 보고하였다.

캘리포니아 주에서 운영하는 ‘California air resources board’는 실내공기의 오염을 심각한 건강위해 문제로 인식하고 실내공기 오염물질 농도를 저감하기 위한 방안으로 실내공기 오염원(담배연기, CO, NO₂, VOCs, HCHO, 호흡성 분진, 생물학적 물질, 동물에서 파생된 비듬, 진드기, 석면, 납, 라돈 등)에 대한 정보를 제공하고 있다.

2.2 캐나다 (Canada)

캐나다는 1950년대 후반, 환기시스템을 통해 분산된 공기 중 미생물로 인해 병원에 재실중인 환자의 2차 감염이 발생한 것을 계기로 하여 본격적으로 미생물에 대한 연구를 실시하게 되었다. 환기시스템의 경우 고인 물을 분무하는 가습기, 유기물과 섞인 먼지필터, 냉각시스템 응축기 팬, 과도한 습도 등과 같은 요인에 의해 미생물이 번식하기 쉬운 환경을 제공한다고 언급하고 있다.

(1) Indoor air quality in office buildings : a technical guide

Indoor air quality in office building : a technical guide에서는 실내공기질에 영향을 주는 여러 요인들과 오염원에 대해 표 1과 같이 제시하고 있다. 이

때, 미립자는 공기역학적 직경이 0.005~100mm에 해당하는 고체입자(바이러스, 박테리아, 꽃가루, 곰팡이포자 등)나 액체입자(미스트, 안개 등)이다.

표 1. 실내공기질 오염요인과 요인에 따른 발생원 분류

요 인	오 염 원
온도, 습도	부적절한 온습도 조절장치
CO ₂	연소
CO	담배, 자동차
HCHO	합판, 파티클보드
미립자(particulate)	담배, 환기장치 내 필터
VOCs	복사기, 프린터, 컴퓨터
Pool ventilation	설계
미생물학적 요인	환기조절장치 내 고인 물, 가습기

이 가이드라인에서는 실내곰팡이가 $500CFU/m^3$ 를 초과할 경우 환기가 적절하게 이루어지지 못하고 있음으로 제시하고 있으며 외기에 존재하지 않는 곰팡이종이 실내에서 검출될 경우 실내에서 그 오염원이 있을 것으로 제시하고 있다.

2.3 유럽 (Europe)

(1) Europe-Occupational Safety and health administration (이하 EU-OSHA)

EU-OSHA에서는 작업환경에서의 안전과 건강에 관한 정보를 공유하기 위해 OSHA wiki site를 운영하고 있는데 그 중 세균에 대해서는 표 2와 같이 유지할 것을 권고하고 있다.

표 2. EU-OSHA의 부유미생물 권고기준

구 분	바이오에어로졸 권고기준(CFU/m ³)
비 산업현장	부유세균 1,000 ~ 7,000
제조 및 산업현장	부유세균 750 ~ 10,000,000
	GNB 1,000 ~ 20,000
병원성 미생물	0

(2) 그 외, 기관에서 제시하는 부유세균 기준치 및 관리방안

Scandinavia 국가들과 캐나다의 ‘Occupational health and safety (이하 OHS)’연구소인 institut de recherche Robert-Sauve en sanen sante et en securite du travail (이하 IRSST)에서는 폐기물 수집 및 처리에서의 연구 결과에 근거하여 공기 중 배양 가능한 총 부유세균을 세계적으로 통용되고 있는 10,000CFU/m³로 제시하고 있다. 또한 공기 중 GNB 농도는 1,000CFU/m³ 이하로 권장하고 있다.

2.4 핀란드 (Finland)

(1) Reponen et al. (1992)

핀란드에서는 권고수치를 세균의 경우 5,000CFU/m³, 곰팡이는 500CFU/m³ 로 제안하였는데 각 미생물별 제안된 수치는 실내에 발생원이 존재하거나 환기의 필요성에 대한 지표일 뿐 인체건강영향과 관련된 지표가 되어서는 안 되며 적용대상 국가별 문화적 특성, 기후학적 특성, 특정방법, 실태조사에 이용된 배지 등에 따라 변동의 폭이 매우 크므로 이러한 요인들을 고려하여 각 국가별 기준치를 적용하여야 한다고 한 계점을 언급하고 있다.

2.5 중국 (China)

중국에서 실내공기질에 대한 연구는 1970년대부터 본격적으로 시작되었으며 1980년대에 실내공기질과 관련한 다양한 연구 결과들이 발표되었다.

그 중 ‘Code for indoor environmental pollution control of civil building engineering’보고서에서는 중국 내 실내공기오염물질에 대한 기준치를 발표하였으며 중국 보건부에서는 ‘Hygienic norm for indoor air quality’라는 지침을 발표하여 중국의 실내공기질 관련 기준 및 범위, 목적, 정부의 시행계획을 명시하고 있다.

(1) Code for indoor environmental pollution control of civil building engineering

이 보고서는 중국 건설부와 ‘State quality supervision inspection quarantine administration of China (이하 SQSIQA)’에 의해 공포 및 제정되었으며 2002년 1월 1일부터 본격적으로 시행되었다. 이 규정은 새롭게 건설, 확장, 리모델링된 일반건축물의 실내공기오염물질에 대한 관리방안에 대해 중점적으로 다루고 있으며 산업용 건물, 창고용 건물, 특수한 관리가 필요한 공간에 대해서는 적용되지 않지만 건물 및 장식물로부터 발생하는 오염물질에 대한 내용이 포함되어있다. 일반건축물의 실내공기오염물질 관리와 관련해서는 다음과 같이 두 가지 범주로 구분하고 있으며 범주화된 건물에서 오염물질에 대한 농도기준은 표 3과 같다.

표 3. SQSIQA의 집단별 실내공기오염물질 농도 기준

오염물질	집단 I	집단 II
Rn (Bq/m ³)	200 이하	400 이하
HCHO (mg/m ³)	0.08 이하	0.12 이하
Benzene (mg/m ³)	0.09 이하	0.09 이하
NH ₃ (mg/m ³)	0.2 이하	0.5 이하
TVOC (mg/m ³)	0.5 이하	0.6 이하

이때, 집단 은 거주용 아파트 및 주택, 병원, 노후주택, 유치원, 학교가 해당되며, 집단 는 사무용 건물, 상점, 호텔, 서점, 도서관, 미술관, 체육관, 대중교통 대합실, 이발소가 해당된다.

(2) Hygienic norm for indoor air quality

이 지침은 주거용 아파트 및 사무용 건물에 대한 실내공기질, 공기환기 및 정화관리 요구사항, 실내공기 오염물질 및 그 외에 매개변수를 측정하기 위해 이용되는 표준방법에 대한 조건에 대해 기술한 지침이다. 이 지침에서 규정하고 있는 7가지 실내공기 오염물질에 대한 농도기준은 표 4와 같다. 이 오

표 4. Hygienic norm for indoor air quality의 실내공기오염물질 관리기준

오염물질 항목	관리기준농도 (24시간 기준)	오염물질 항목	관리기준농도 (24시간 기준)
SO ₂ (mg/m ³)	0.15	HCHO (mg/m ³)	0.12 (시간평균) 0.08 (실내)
NO ₂ (mg/m ³)	0.1	Benzene (mg/m ³)	90 (시간평균)
CO (mg/m ³)	5	Benzo[a]pyrene (mg/100m ³)	0.1
CO ₂ (%)	0.1	흡입분진 (mg/m ³)	0.15
NH ₃ (mg/m ³)	0.2	TVOC (mg/m ³)	0.6
O ₃ (mg/m ³)	0.1(시간평균)	Bacteria (CFU/m ³)	2,500

염물질들은 1990년대 발표되었던 권장농도와 동일하나 기계식 환기 조건에 따라 Rn을 포함한 다섯 가지 오염물질인 CO, NH₃, O₃, Benzene, VOCs에 대한 기준치가 새롭게 추가되었다.

2.6 싱가포르 (Singapore)

싱가폴은 1996년 냉난방시스템이 설치된 사무실 내 실내공기질과 관련하여 각 매개변수들의 값에 대한 지침을 제공하였으며 특정 오염물질에 대한 권장농도가 제시되어 있는데 그 중 세균의 경우 500 CFU/m³로 제시하고 있다.

실내 부유세균의 농도가 기준치를 초과할 경우 잠재적 발생원으로 높은 인구밀도, 환기의 부족, 실외공기의 유입, 생물학적 물질의 존재(음식, 음료, 쓰레기 등), 습기(에어컨, 기계 환기 장치에 고인 물, 누수, 누출, 가습기 등)로 구분하고 있으며 관리방안으로는 누수나 누출문제를 해결하고 습기공급원을 제공하고 습기가 있거나 물로 인해 손상된 물건을 대체하는 등 습기문제를 해결하거나 공기정화장치에 대한 유지보수를 권장하고 있다.

(1) Singapore standard : SS554

이 지침서에서는 기계식 환기 시스템에 관한 실내공기질 규정에 대해 중점적으로 다루고 있다. 이 가이드라인에서 실내공기질 기준은 거주자의 80%

가 불편함을 호소하지 않고 건강상 심각한 위해를 끼치지 않을 정도의 공기질로 정의하고 있다.

이 지침서에서는 모든 건물을 대상으로 실내공기질 기준을 설정하여 관리하고 있으며 특정 오염물질에 대해서는 최대농도로 하여 관리하고 있는 것으로 조사되었다. 이때, 세균은 표 5와 같이 권고기준으로만 설정하여 관리하고 있다.

표 5. 싱가포르 내 건물의 실내공기질 관리 및 권고기준치

오염물질	관리기준/ 권고기준 분류	허용기준
CO	관리기준	1,800 mg/m ³ , 1,000 ppm
CO ₂		10 mg/m ³ , 9 ppm
HCHO		120 mg/m ³ , 0.1 ppm
O ₃		100 mg/m ³ , 0.05 ppm
TSP	권고기준	150 µg/m ³
VOCs		3 ppm
총 부유세균		500 CFU/m ³
곰팡이		500 CFU/m ³

2.7 홍콩 (Hongkong)

홍콩은 실내공기질 개선을 위해 1993년부터 본격적으로 연구를 실시하고 있었으며 2000년에 실내공기질 관리를 위한 계획을 수립하고 2001년 1월에 실내공기질 관련한 정보를 제공하는 센터를 설립,

2003년에는 실내공기질 인증 제도를 실시하고 있는 것으로 조사되었다.

(1) Indoor air quality management group

위 보고서는 실내공기질 관리를 위한 전반적인 내용을 제공하고 과학적 기반의 평가 및 위해의사소통 전략을 다루고 있다. 환기설계와 관련한 국제기준과 실내공기질에 영향을 미치는 다양한 요인을 고려하여 제작되었으며 사무용 건물과 공공장소에서의 실내공기질을 평가하기 위해 실내공기질을 최우수, 우수로 분류하고 있다. 최우수 등급의 경우 쾌적한 실내공간을 만들기 위한 가장 좋은 상태의 실내공기질을, 우수 등급의 경우 유아부터 노인까지 건강을 보호하기 위한 양질의 실내공기질을 의미한다.

홍콩의 실내공기질 관리대상 항목으로는 표 6과 같이 온도, 습도, 공기의 흐름 등의 물리적 요인, CO₂, CO, 호흡성분진, NO₂, O₃, HCHO, VOC, Rn, 부유세균으로 구분하여 관리하고 있으나 최근에는 곰팡이도 본 항목에 포함되어 관리를 실시하고 있었다.

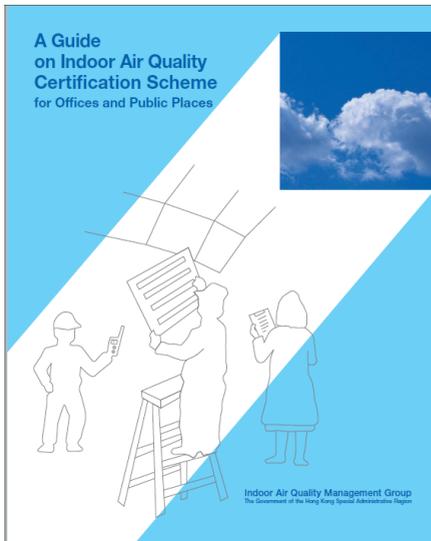


그림 2. A guide on indoor air quality certification scheme for offices and public places

표 6. 홍콩의 사무용 및 공공건물 실내공기질 기준치

오염물질	관리기준	
	최우수*	우수**
온도 (°C)	20 ~ 25.5	< 25.5
습도 (%)	40 ~ 70	< 70
풍속 (m/s)	< 0.2	< 0.3
이산화탄소 (ppmv)	< 800	< 1000
이산화질소 (mg/m ³)	< 40	< 150
오존 (mg/m ³)	< 50	< 120
PM10 (mg/m ³)	< 20	< 180
포름알데히드 (mg/m ³)	< 30	< 100
총 휘발성 유기화합물 (TVOC) (mg/m ³)	< 200	< 600
라돈 (Bq/m ³)	< 150	< 200
총 부유세균 (CFU/m ³)	< 500	< 1,000

* 최우수 : 현대적인 건물이 유지해야 할 실내공기질 기준
 ** 우수 : 유아와 노인층을 포함한 대중들을 환경오염물질로부터 보호하기 위하여 유지해야 할 실내공기질 기준

2.8 일본 (Japan)

일본은 부유세균에 대한 관리기준을 별도로 설정하고 있지 않지만 일본건축학회에서는 일반사무실 내에서는 500CFU/m³ 이하로 유지할 것을 권장하고 있다. 다른 국가와는 달리 식품제조시설과 그 외 공기정화가 필요한 시설에 대해서는 제조환경 내 위생을 고려하여 실내공기질을 관리하고 있으며 이때, 세균은 부유세균이 아닌 낙하세균으로 관리를 실시하고 있었다. 평가는 작업구역, 식품종류별로 구분하여 기준치를 설정하고 있는데 공장 내 작업구역의 평가 기준 및 종류별 낙하세균의 기준치는 표 7, 8과 같다.

표 7. 식품공장 내 지점별 미생물 평가기준(CFU/m³)

구 분	부유미생물(세균과 진균 모두 포함)	낙하균(세균과 진균 모두 포함)
청결작업구역 (clean room)	< 10	< 3
청결작업구역	< 100	< 30
준 청결작업구역	< 400	< 50
오염작업구역	< 1000	< 100

표 8. 식품종류별 위생규범기준(CFU/m³)

식품종류	오염작업구역		비오염작업구역	
	낙하세균	준 청결구역		낙하진균
		낙하세균	청결구역	
도시락 및 일반찬	< 100	< 50	< 30	< 10
절임류	-	< 100	< 50	< 10
쿠키류	< 100	< 50	< 30	< 10
주방 및 배급실	< 100	< 50	< 30	< 10
생 면류	< 100	< 50	< 30	< 10

표 9. 국가별 부유세균 기준치, 적용대상시설, 적용근거

국 가	Reference	기준치(CFU/m ³) (유지/권고/기타)	적용대상시설	적용근거
한 국	환경부	800 (유지기준)	민감계층 이용시설	-
미 국	ACGIH	1,000 (권고사항)	작업환경	실태조사 기반
	NIOSH	1,000 (권고사항)	작업환경	ACGIH 참고
	Healthy building international	750 (안전수준)	실내 환경	-
유 럽	EU-OSHA	1.0 × 10 ³ ~ 7.0 × 10 ³ (권고기준)	비 산업지역	-
		7.5 × 10 ² ~ 2.0 × 10 ⁴ (권고기준)	산업지역	
		1.0 × 10 ³ ~ 2.0 × 10 ⁴ (GNB) (권고기준)	개인주택	
	European collaborative Action	10,000 (권장수치)	비 산업지역	실태조사 기반
SSBRA	2,000 (권장수치)	작업환경	매트릭스 기반	
캐나다	IRSST	10,000 (배양 가능한 총 부유세균)	농업 및 산업시설	실태조사 기반
		1,000 (배양 가능한 총 부유세균)	환기장치가 설비된 비 산업시설	
		1,000 (GNB)	농업 및 산업시설	
		0 (GNB)	비 산업시설	
핀란드	Reponen et al. (1992)	5,000 (정상범주)	실내 환경	실태조사 기반
	Neväläinen A. (1989)	4,500 (권장수치)	가정집 및 사무실	실태조사 기반
중 국	Hygienic norm of indoor air quality and related codes	2,500 ~ 7,000 (관리기준)	적용대상 시설에 따라 다름	-
싱가폴	IEEME (1996)	500 (권고기준)	냉난방시스템 가동 사무실	실태조사 기반
홍 콩	IAQ management group	500 (최우수 등급) (유지기준)	실내 환경	-
		1,000 (우수 등급) (유지기준)		
일 본	Tamami et al. (2013)	500 (권장수치)	- 일반사무실	실태조사 기반
	Ikeda et al. (2008)			

3. 결 론

다중이용시설의 총 부유세균 유지기준에 대한 적

정성 판단을 위하여 국외 실내공기질 관리기준에 대하여 조사한 결과 중 부유세균에 대한 기준치와 적용대상시설, 적용근거를 요약하여 정리하면 표 9

와 같이 정리할 수 있었다.

국의 부유세균 관리기준치 적용현황 및 설정근거에 대해 조사한 결과, 민감계층 이용시설을 대상으로 적용하고 있는 국내의 경우를 제외한 대부분의 다른 국가에서는 작업환경 또는 일반적인 실내 환경을 대상으로 부유세균 기준치를 적용하고 있는 것으로 조사되었다. 부유세균 기준치는 국가별로 차이가 있었으며 적용근거는 실내조사를 기반으로 부유세균 기준치를 적용하고 있는 것으로 조사되었다. 반면, 국내 현행되고 있는 총 부유세균 기준치인 800CFU/m³ 는 과학적인 근거가 전무한 실정이었다. 또한 주 이용대상 및 실내 환경이 다른 시설별로 구분한 관리방안이 아닌 실내공간을 통합한 부유세균 관리방안을 제시하고 있었고 관련 연구 및 실태 조사 자료도 매우 부족한 것으로 조사되어 저자는 현행 기준치의 재검토가 필요하다고 생각된다.

조사한 자료를 토대로 관리기준의 시사점은 제시하면 다음과 같다. 국가별로 적용되고 있는 부유세균 기준치는 단일 개체에 대한 측정값이 아니라 서로 다른 세균이 혼합된 복합체이다. 따라서 국내 공정시험법에서 제시하고 있는 총돌식으로 포집된 부유세균을 배양 배지에서 나타난 결과를 바탕으로 한 측정값이 높을 가능성이 있을 수 있는데 이러한 결과는 건강상 악영향을 미칠 확률이 높다고 판단할 가능성이 있으며 측정값이 낮다고 하여 건강상 악영향이 없다고 보기도 어렵다. 이러한 문제는 환경적·생물학적 전문지식이 없는 일반인들이 거주하고 있는 공간 내 측정값이 800CFU/m³ 초과 또는 미만으로 검출되었다는 이유로 생물학적 오염도와 건강영향 관계를 잘못 판단할 수 있으므로 관리기준이 시사하는 바에 대한 정확한 정보제공이 이루어질 필요가 있다고 판단된다.

- 참고문헌 -

1. 국립환경과학원 (2008) 다중이용시설의 생물오염물질(부유진균)에 관한 연구.

2. 박태현 등 (2017) 서울시 내 민감계층 이용시설에서 오염물질의 분포특성. 실내환경 및 냄새학회지. 16(4), 345-355.

3. 이철민 등 (2004) 다중이용시설 내 공기중 바이오에어로졸 농도분포 특성에 관한 연구. 한국환경과학회지 13(3), 215-222.

4. 전병학 & 황인영 (2015) 다중이용시설의 실내 공기 중 총 부유세균 농도와 종류. 한국산학기술학회 논문지 16(1), 868-876.

5. 환경부 (2008) 실내공기질 기준 합리화 연구 (III) - 부유미생물 관리 선진화 방안 연구.

6. ACGIH (1989) Step two: On-site investigation, pp. 1-8; Fungi, pp. 1-10; Bacteria, pp. 1-7. Committee on bioaerosols, eds. In: Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment. Cincinnati, OH: American conference of governmental industrial hygienists.

7. European Collaborative Action (1993) Indoor air quality & Its impact on man. Report No. 12. Biological particles in Indoor environments.

8. Ilkeda K. (2008) Difference of indoor airborne particular and biological contamination with various scales of buildings. In proceedings of the annual meeting on the society of indoor environment 2008. pp. 201-11.

9. Norbeck D et al. (2010) Indoor air pollutants in schools: nasal patency and biomarkers in nasal lavage. Allergy 55(2), 163-170.

10. Reponen T et al. (1992) Normal range criteria for indoor air bacteria and fungal spores in a subarctic climate. Indoor air 2(1), 26-31.

11. Spengler J. D. & Sexton K. (1983) Indoor air pollution: a public health perspective. Science 221(4605), 9-17.

12. Kawasaki T et al (2013) Distribution of airborne bacteria in railway stations in Tokyo, Japan. Journal of occupational health 55(6), 495-502.