

다중이용시설의 위생상태에 관한 조사연구

김종오 · 정용택¹

동남보건대학 환경보건과, 순천향대학교 환경보건과¹

A Study on the Sanitation Condition of Public Facility

Jong-oh Kim, Yong-taik, Chung¹

Department of Environmental Health, DongNam Health College

¹*Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang university*

Abstract

Indoor air Quality in public facility same as bus terminal and subway station is very important for civil health. The purpose of this study was to investigate the concentration and distribution of PM10 and falling microorganism at the 5 subway stations and bus terminals from Summer 2003 to Summer 2005 in Kyunggi Province.

The results were as follows.

1. The highest concentration of PM10 was 187ug/m³ at Bucheon Bus Terminal in 2005 while the lowest concentration of PM10 was 78ug/m³ at Suwon Bus Terminal in 2003. The year variation of PM10 concentraion at the bus terminals in Kyunggi Province was in order of 2005 > 2004 > 2003. The average concentration of PM10 at the five Bus Terminal was 127ug/m³.

2. The highest concentration of PM10 was 225ug/m³ at Euijungbu Station I in 2004 while the lowest concentration of PM10 was 115ug/m³ at Suwon Station in 2003. The year variation of PM10 at the subway stations in Kyunggi Province was in order of 2004 > 2005 > 2003..The average concentration of PM10 at the five subway stations was 164ug/m³.

3. The average amount of falling microorganism at the five bus terminal in Kyunggi Provinc was 201CFU/plate. The minimum is 124 CFU/plate at Seongnam Bus Terminal in 2004 while the maximum is 268CFU/plate at Euijungbu Bus Terminal in summer 2005. The higher concentration of PM10 was 206CFU/plate in 2004 than 199CFU/plate in 2003 and 2005.

4. The minimum is 107CFU/plate at Anyang station in 2003 while the maximum was 263CFU/plate at Euijungbu station in 2003. The average amount of falling microorganism at the five subway stations in Kyunggi Province was 179 CFU/plate. The year variation of falling microorganism at the subway stations in Kyunggi Province was in order of 2004 > 2005 > 2003..

Keywords: Indoor air quality, PM10, Falling microorganism

I. 서론

다중이용시설은 공중위생관리법에서 규정하는 일정규모 이상의 사무용 건축물과 복합 건축물, 도소매 대형점포, 백화점, 지하상가, 학원, 음식점, 공연장 및 실내 체육시설 등을 지칭한다.²⁾ 현대인들은 이와 같은 다중이용시설에서 소비하는 시간이 많기 때문에 이러한 시설의 환경위생 상태는 지역 사회 주민들의 건강을 위해서 매우 중요하다.

다중이용시설을 쾌적하고 안전하게 유지하기 위하여 환경부에서는 다중이용시설에 관한 실내공기질 관리법을 1996년 12월 30일 법률 제5224호로 제정하였다. 이 법은 2003년 5월 29일 법률 제6911호 지하생활공간 공기질관리법으로 전면 개정되었고, 법률 제7562호 법제명령경 및 개정을 2005년 5월 31일 다중이용시설등의 실내공기질관리법에서 변경되었다. 그 후 계속해서 2006년 9월 27일 법률 제 8011호로 일부 개정되었으며, 2006년 10월 4일 법률 제8038호 환경분야 시험 검사등에 관한 법률 일부 개정이 있었고, 2006년 12월 30일 법률 제8155호로 일부 개정되었으며, 2007년 10월 27일 법률 제 8654호 영유아보육법이 일부 개정되는 등 지속적인 법률의 개정이 있었다.³⁾ 냉난방과 흡배기 시설이 설치되어 있어서 이용자들의 안전 크고 작은 사고들도 일어날 수 있으므로 사람들의 안전을 위한 시설 및 보건과 관계되는 폐쇄된 공간의 위생 상태에 대한 지속적인 조사 연구가 필요하다⁴⁾. 또한 다중이용시설등의 공기질 관리법에서는 불특정다수인이 이용하는 시설을 다중이용시설이라고 정의하고 있으며 본 연구에서 조사대상으로 지정한 지하역사와 철도역사의 대합실, 여객자동차 운수 사

업법에 의한 여객 자동차 터미널의 대합실 등도 적용대상에 포함되어 있다.⁴⁾

이러한 다중이용시설에 대해서는 이용객들의 인명손상을 방지하기 위한 안전사고와 화재 발생 예방 대책뿐만 아니라 이들 시설을 이용하는 사람들의 건강과 관계되는 실내공기의 특성, 농도, 경시변화, 등을 파악하여 쾌적한 실내공기질 유지관리 및 기준 권고를 위한 지속적인 조사연구가 필요하다.^{3-6), 14-16)}

다중이용시설과 시설내 상가는 계속해서 많은 사람들이 이용하는 활동 공간이기 때문에 여러 종류의 미세먼지나 가스상의 물질, 유해 중금속 및 악취, 낙하세균, 등이 발생될 수 있는데 이러한 오염된 공기를 제거하기 위한 환기장치, 이용객들의 편의를 위한 시설, 다양하게 버려지는 폐기물의 위생적인 처리 등 환경보건과 관련된 시설의 설치 및 효율적인 관리도 중요하다.^{7-9), 18-20)}

본 조사에서는 많은 사람들이 이동하기 위해서 바쁘게 거쳐 가야 하는 버스터미널 및 지하철역을 조사대상으로 삼았으며, 부유분진 중 호흡성 분진인 PM10과 낙하세균의 농도 및 분포를 조사 연구하였다. 다중이용시설의 환경위생 상태를 파악하여 쾌적한 실내환경 유지관리 및 이를 이용하는 국민의 건강 증진에 기여하고자 본 연구 결과를 보고하는 바이다.

II. 조사 대상 및 방법

조사 대상 지역 및 기간은 많은 사람들이 이용하는 경기도 소재 버스터미널과 역 각 5곳씩을 선정하여 2003년도부터 2005도까지 3년동안 6월부터 8월까지 하절기에 PM10과 낙하세균을 비교 조사하였으며 조사 대상지역은 Table 1과 같다.

Table 1. Sites of Bus Terminal and subway Station

Bus Terminal	Subway Station
Suwon Terminal	Suwon Station
Anyang Terminal	Anyang Station
Bucheon Terminal	Bucheon Station
Seongnam Terminal	Moran Station
Euijungbu Terminal	Euijungbu Station

조사대상 5개 지역 버스터미널 및 지하철역 대합실에서 부유분진 중 PM10과 낙하세균을 조사하였다. PM10은 High Volume Air Sampler(Hithachi사)에 inlet장치를 부착하여 사람들의 이동이 많은 10:00부터 20:00까지 10시간동안 연속하여 측정하였으며 이때 유량은 $1.1-1.3\text{m}^3/\text{min}$ 이었다. 포집 여지는 Whatman사의 micro filter(8x10in)를 사용하였으며 시료포집 전후의 무게를 Electronic Analytical Balance(Shimazu, Japan)로 0.01mg까지 측정하였다.⁷⁾ 또한 낙하세균은 조사 지점에서 한천평판배지에 10분간 노출 후 밀봉하여 동남보건대학 환경위생학실험실로 옮긴 후 Incubator에서 $36\pm 1^\circ\text{C}$, 24시간 배양하여 균락계수법에 따라 균수를 산출하였다.^{13), 17-18)}

III. 결과 및 고찰

1. 버스터미널 PM10 농도

경기지역 버스터미널의 PM10 농도를 살펴보면 Table. 2와 같다.

본 조사 대상 지역 버스터미널 중에서 호흡성 분진인 PM10의 농도는 2005년 부천버스터미널이 $187\text{ug}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 나타났으며, 가장 낮은 지역은 3003년 수원 버스터미널 $78\text{ug}/\text{m}^3$ 이었다. PM10의 경우 조사 대상 중에서 부천버스터미널의 평균농도가 $175\text{ug}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났으며, 성남 버스터미널의 PM10 평균농도는 $96\text{ug}/\text{m}^3$ 로 가장 낮게 나타났다. 이 등⁷⁾이 보고한 대구시 지하철차장 PM10 평균농도 $93\text{ug}/\text{m}^3$ 보다 경기지역 버스터미널의 PM10은 평균농도 $127\text{ug}/\text{m}^3$ 으로 더 높게 나타났다. 경기도 조사대상지역의 년도 별 버스터미널 PM10의 평균농도는 2003년 $120\text{ug}/\text{m}^3$, 2004년 $129\text{ug}/\text{m}^3$, 2005년 $132\text{ug}/\text{m}^3$ 순으로 높게 나타났다.

Table 2. Distribution of PM10 at Bus terminal in kyunggi Province

(unit: ug/m³)

Year Sites	2003	2004	2005	Mean
Suwon Terminal	78	122	96	98
Anyang Terminal	138	126	144	136
Bucheon Terminal	165	173	187	175
Seongnam Terminal	107	85	98	96
Euijungbu Terminal	114	141	139	131
Mean	120	129	132	127

2. 지하철역 PM10 농도

경기지역 조사 대상 지하철역 별로 나타난 PM10 농도를 살펴보면 Table 3과 같다.

본 조사 대상 지하철역 중에서 PM10의 농도가 가장 높은 지역은 의정부역 2004년 225ug/m³으로 나타났고 그 다음은 부천역 2004년 198ug/m³이었으며, 가장 낮은 지역은 수원역으로 2003년 115ug/m³으로 나타났다. 조사지점의 3년동안 PM10의 평균 농도를 살펴보면 의정부역 195ug/m³으로 가장 높게 나타났으며 그다음은 부천역으로 193ug/m³으로 높게 나

타났다. 반면에 PM10의 평균농도가 낮은 안양역 129ug/m³이었으며 모란역 150ug/m³, 수원역 154ug/m³으로 나타났다. 이러한 경기지역 지하철역의 PM10 농도를 김 등⁵⁾이 보고한 서울시 지하철내의 호흡성 입자상 물질 농도 범위 104ug/m³~348ug/m³과 비교하여 고찰하여 보면 경기지역의 호흡성 분진농도의 범위는 115ug/m³~225ug/m³으로 나타나서 최고농도에서 경기지역 지하철역의 PM10 농도가 낮게 나타났다. 조사대상 년도별 PM10의 평균농도는 2004년 182ug/m³으로 가장 높게 나타났으며, 2005년에는 166ug/m³으로 나타났고 2003년의 PM10의 평균농도는 146ug/m³으로 가장 낮게 나타났다.

Table 3. Distribution of at Subway Station PM10 in Kyunggi Province (unit: ug/m³)

Year Sites	2003	2004	2005	Mean
Suwon Subway Station	115	196	151	154
Anyang Subway Station	124	136	128	129
Bucheon Subway Station	187	198	196	193
Moran Subway Station	128	151	173	150
Euijungbu Subway Station	176	225	184	195
Mean	146	182	166	164

조사 대상 지역 버스터미널과 지하철역의 호흡성 분진인 PM10의 농도를 Table 2와 Table 3를 비교하여 살펴보면 지하철역의 PM10의 전체 평균농도가 164ug/m³으로 나타나서 버스터미널 PM10 전체 평균농도 127 ug/m³보다 훨씬 높게 나타났다. 지하철역의 PM10 평균 농도가 버스터미널 PM10 평균농도보다 높게 나타난 이유는 지하철역은 대부분 지하에 위치하고 있기 때문에 환기와 관계가 있는 것으로 사료된다. 안양역의 호흡성분진인 PM10의 평균농도 129 ug/m³으로, 안양 버스터미널 PM10 평균농도 136ug/m³보다 낮게 나타났는데 이는 안양역대합실이 지상에 위치하고 있기 때문이라고 생각된다. 또한, 년도별 조사 대상지역의 버스터미널과 지하철역의 PM10평균농도를 비교하여 보면 2004년 버스터미널 PM10 평균농도 129ug/m³과 2004년 지하철역 PM10 평균농도가 182ug/m³으로 나타나서 편차가 가장 크게 벌어진 것으로 나타났다. 박¹⁰⁾이 조사하여 보고한 호흡성 분진의 평균농도 가정 100ug/m³, 사무실 99ug/m³, 식당 171ug/m³으로 나타났는데 본 조사 대상 지하철역 PM10 평균농도 164ug/m³, 버스터미널 PM10 평균농도가 127ug/m³으로 나타나서

식당보다는 낮게 나타났다. 또한 이 등¹¹⁾이 보고한 박물관 열람시간대의 실내 공기질 TSP 42.23ug/m³과 비교하여 살펴보면 본 조사 대상 모든 버스터미널과 지하철역의 PM10 평균농도가 훨씬 높게 나타났다. 총부유분진중 미세먼지의 농도가 높을수록 호흡기에 질환이나 천식을 악화시킬 수 있다고 보고되고 있으며⁵⁾ Thurston¹⁸⁾은 PM10에 의한 급성영향이 일반인들보다 노인과 호흡기 질환을 앓고 있는 사람들에게 크게 미칠 수 있다고 보고하고 있기 때문에 PM10의 중요성을 인식하여 이를 이용하는 불특정 다수인의 건강을 위한 다중이용시설의 공기질관리에 더욱 많은 노력이 필요하다고 사료된다.

3. 버스터미널 미생물오염도

경기지역에서 조사 대상 지역 버스터미널의 미생물오염도를 살펴보면 Table 4와 같다.

본 조사에서는 경기도 지역 5개 지역 버스터미널을 대상으로 2003년부터 2005년까지 3년 동안 하절기에 년도 별로 나타난 낙하세균수를 평균값으로 구한 결과이다. 조사 대상 5개 지역 버스터미널의 낙하세균수는 plate 1개당 평균 201CFU로 나타

났으며, 조사 대상 버스터미널 중에서 의정부버스터미널이 plate 1개당 평균 237CFU로 가장 높게 나타났으며 그 다음은 안양버스터미널로 평균 207CFU/plate으로 나타났으며, 본 조사 대상에서 가장 낮은 값은

성남버스터미널이었으며 평균 176CFU/plate로 나타났다. 또한 경기도에 위치한 버스터미널을 조사한 기간중에서 2004도의 낙하세균수가 평균 206CFU/plate로 가장 높게 나타났다.

Table 4. Distribution of falling microorganism at Bus terminal in kyunggi Province

(unit: CFU/plate)

Year Sites	2003	2004	2005	Mean
Suwon Terminal	156	202	197	185
Anyang Terminal	218	220	185	207
Bucheon Terminal	219	239	148	202
Seongnam Terminal	206	124	197	176
Euijungbu Terminal	197	248	268	237
Mean	199	206	199	201

4. 지하철 미생물오염도

본 조사 대상 지역 지하철역의 낙하세균수를 평균값으로 구한 결과는 Table 5와 같다. 경기도 지역 조사 대상지역에서 2003년부터 2005년까지 3년 동안 6월부터 8월까지 하절기의 지하철역 평균 낙하세균수는 plate 1개당 평균 179CFU로 나타났으며, 조사 대상 지하철역 중에서 의정부역이 plate 1개당 평균 220CFU로 가장 높게 나타났으며 그 다음은 부천역으로 평균 191CFU/plate로 나타났으며, 본 조사 대상에서 가장 낮은 값은 안양역으로 평균 147CFU/plate로 나타났다.

또한 조사 대상 지하철역의 낙하세균수를 연도별로 살펴보면 2004년도에는 205CFU/plate로 가장 높게 나타났으며, 2005년도 176CFU/plate, 2003년도 158CFU/plate 순이었다. 2003년도의 조사대상 지하철역 중에서 의정부역은 평균 263CFU/plate로 아주 높게 나타났고 안양역은 평균 107CFU/plate로 가장 낮게 나타났으며, 2004년도에는 수원역이 평균 236CFU/plate로 가장 높게 나타났으며 모란역은 평균 167CFU/plate로 가장 낮게 나타났고, 2005년도에는 수원역이 평균 203CFU/plate로 가장 높게 나타났으며, 부천역이 평균 158CFU/plate로 가장 낮게 나타났다.

Table 5. Distribution of falling microorganism at Subway Station in Kyunggi Province

(unit: CFU/plate)

Year Sites	2003	2004	2005	Mean
Suwon Subway Station	109	236	203	182
Anyang Subway Station	107	171	162	147
Bucheon Subway Station	187	228	158	191
Moran Subway Station	126	167	186	159
Euijungbu Subway Station	263	225	174	220
Mean	158	205	176	179

본 조사 대상지역의 버스터미널과 지하철역 미생물오염도를 비교하여 보면 지하철역은 전체 평균 179CFU/plate로 버스터미널 전체 평균 훨씬 201CFU/plate보다 낮게 나타났다. 조사 년도별로 살펴보면 2003년도에는 지하철역의 낙하세균 평균 158CFU/plate보다 버스터미널의 낙하세균 평균이 199CFU/plate로 더욱 높게 나타났으며, 2004년의 경우에는 지하철역과 버스터미널의 낙하세균 평균이 각각 205CFU/plate, 206CFU/plate로 거의 비슷하게 나타났고, 2005년도에는 버스터미널의 경우 낙하세균 평균 199CFU/plate로 조사대상 지하철역 낙하세균 평균 176CFU/plate보다 높게 나타났다. 김 등¹²⁾이 조사한 서울 시내에 위치한 지하철역의 계절에 따른 미생물 오염도는 여름철의 경우 대합실 평균 288.50CFU/plate로 가장 높게 나타났으며, 봄철 평균 247.17CFU/plate, 겨울철 192.33CFU/plate 순으로 낮게 나타나서 미생물오염도는 온도가 높은 하절기에 더 높게 나타났다고 보고 한 바 있다.

본 연구에서는 조사 시점이 하절기이고 대부분 지상에 위치한 버스터미널의 실내온도가 냉방이 잘 되는 지하철역보다 높기 때

문에 미생물이 번식하기 좋은 조건이어서 버스터미널 미생물오염도 평균 201CFU/plate가 지하철역의 미생물 오염도 평균 179CFU/plate보다 높게 나타난 것으로 사료된다. 본 조사대상 경기도 지역의 지하철역 낙하세균 평균 179CFU/plate는 김 등¹²⁾이 보고한 서울 지하철역의 낙하세균 평균 124.8CFU/plate보다 높게 나타나고 있다.

IV. 결론

경기도 지역은 계속적인 인구 유입에 따라 버스타 지하철을 이용하는 사람들도 더욱 증가하고 있는 실정이다. 조사 대상 5개 지점은 서울을 둘러싸고 있는 주요한 도시들로서 유통인구가 많은 다중이용시설 중에서 버스터미널과 지하철역을 택하였으며 이들 이용하는 사람들의 건강이 매우 중요하기 때문에 2003년부터 2005년까지 하절기에 조사하였고, 조사지점의 위생 상태를 나타내는 호흡성 분진인 PM10과 미생물오염도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 조사대상 버스터미널 중에서 2005년도

부천버스터미널의 호흡성 분진인 PM10농도가 187ug/m³으로 가장 높게 나타났으며, 2003년도에 조사한 수원 버스터미널의 PM10농도는 78ug/m³으로 가장 낮게 나타났다. 경기지역 버스터미널의 년도별 호흡성 분진인 PM10농도는 2005년 > 2004년 > 2003년 순으로 나타났으며, 조사대상 버스터미널의 호흡성 분진인 PM10의 평균농도는 127ug/m³으로 나타났다.

2. 조사대상 지하철역의 호흡성 분진인 PM10의 농도는 2004년도 의정부역이 225ug/m³으로 가장 높게 나타났으며, 2003년도 수원역의 PM10농도가 115ug/m³으로 가장 낮게 나타났다. 조사대상 지하철역의 년도 별 PM10 농도는 2004년 > 2005년 > 2003년 순으로 나타났으며 조사대상 지역 지하철역의 호흡성 분진인 PM10의 평균농도는 164ug/m³으로 나타났다.

3. 경기도지역 버스터미널을 조사 분석한 결과 미생물오염도 plate 1개당 평균 낙하세균 수는 201CFU로 나타났다. 2004년 성남 버스터미널이 124CFU/plate로 가장 낮은 수치를 보였으며, 2005년도 의정부 버스터미널이 268CFU/plate로 가장 높은 수치를 보였다. 년도 별로 plate 1개당 낙하세균수를 비교하여 보면 2003년도와 2005년도에 나타난 199CFU/plate보다 2004년도에 206CFU/plate로 더 높게 나타났다.

4. 조사대상 지하철역의 미생물오염도 plate 1개당 평균 낙하세균 수는 2003년도의정부역이 263CFU/plate으로 가장 높게 나타났으며, 2003년도 안양역이 107CFU/plate으로 가장 낮은 수치를 나타났고, 조사대상 5개 지하철역의 전체 평균 미생물오염도는 179CFU/plate로 나타났다. 경기지역 지하철역의 연도별 미생물 오염도는 2004년 > 2005년 > 2003 순으로 나타났다.

사사

본 연구는 동남보건대학 연구비 지원에 의하

여 수행된 것임

V. 참고문헌

1. 정문식, 김중오, 박석환, 이상홍, 정용택, 조영채: 환경위생학, 신광출판사, 2001.
2. 보건복지부: 공중위생관리법 법률 제615호, 2000.
3. 환경부: 다중이용시설등의 실내공기질 관리법 법률 제8654호, 2007.
4. 김윤신: 서울시 일부지역의 실내 공기오염 농도에 관한 조사연구, *한양대 환경과학* 9, 61-66, 1988.
5. 김진경, 백남환: 서울 지하철내 공기 중 먼지의 특성에 관한 연구, *한국환경위생학회지* 30(2), 154-160, 2004.
6. 신동천, 이효민, 김종만, 정용: 일부지역의 실내공기오염도와 건강에 미치는 영향에 관한 연구, *한국대기보전학회지* 6(1), 73-84, 1990.
7. 이현주, 정계열, 이종영, 송희봉, 홍성철: 대구시 공중이용시설 지하주차장의 총부유분진, 호흡성분진 및 중금속 농도, *한국환경위생학회지* 26(2), 2000.
8. 김중오: 서울시 지하철의 먼지 오염도 조사 연구, *동남보건대학논문집*, 14(2), 1997.
9. 차승환: 지하생활공간의 쾌적성 확보를 위한 관리대책, 건강주택환경을 확보하기 위한 방안, *대한위생학회 '99년일 국제 학술심포지움*, 49-61, 1999.
10. 박영옥: 실내 생활공간에서의 미세먼지 오염 특성 및 제거기술, *한국생활환경학회지* 9(2), 122-128, 2002.
11. 이정주, 김신도, 부문자: 박물관 실내공기질 변동에 관한 연구, *한국환경위생학회지* 22(4), 43-48, 1996.
12. 김중오, 강주원: 지하철역사내의 낙하세균 조사연구, *동남보건대학 논문집* 20(2), 311-315, 2002

13. 임상세균검사 ATLAS, *고려의학출판부*, 1986.
14. World Health Organization (WHO) : Air Quality Guidelines for European Series No. 23. WHO, Copenhagen, Denmark, 297-310, 1987.
15. Fellin, P. and Otson, R: Assessment of the influence of climatic on concentration levels of volatile organic compounds(VOCs) in Canadian homes. *Atmosphere Environment*, 4(22), 3581-3386, 1994.
16. Peter S, Thorne, Jeannine A. Dekoster, Periyasamy Subramanian " Environmental Assessment of Aerosols, and Airborne Endotoxins in Machining Plant, American Industrial Hygiene Association, December, 1996.
17. Inger M.B., Michael S. , Britta A., Stig A., Margareta E., Enevold F., Karsten P., Nils R., Richard A.T., and Lars E.: Department of Clinical Bacteriology and Department of Marine Microbiology, University of Goteborg, and Goteborg SKF Sweden, Goteborg, Sweden, *Appl. and Environ. microbiology*, Oct. : 2681-2689, 1989.
18. Ito K, Thurston: Daily PM10/ mortality associations: an investigation of at-risk subpopulations, *J. Expo. Anal. Environ.* 24A(9), 2349-2359, 1990.
19. Joumard, R., and Perrin, M. : Measurement of Particle and Gaseous Pollution of the Atmosphere Due to Buses, *The Sci. of the Total Environ.*, 76, 55-62, 1998.
20. Samet, J. M , Dominici, F. D., Curriero, F. C., Coursac, M. S., and Zeger, S. L.: Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994, *The New England J.Med.*, 343, 1742-1749, 2000.