

## 음식점의 공기 중 부유미생물 분포 평가를 위한 기초연구

김종규 · 김종순\*†

계명대학교 식품보건학부 공중보건학전공  
\*계명대학교 경영공학과

### A Pilot Study on the Assessment of Bioaerosols in Restaurants

Jong-Gyu Kim and Joong-Soon Kim\*†

Major in Public Health, Faculty of Food and Health Sciences, Keimyung University, Korea  
\*Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, Korea

#### ABSTRACT

**Objectives:** A pilot study was undertaken to assess the bioaerosol levels in restaurants and determine the effects of variations in temperature, relative humidity, and air movement on these levels. It focused on the differences between kitchens and dining areas, as well as between summer and winter.

**Methods:** A field survey was performed in six restaurants. An Anderson type air sampler was used for sampling bioaerosols, such as total suspended bacteria (TSB), Gram-negative bacteria (GNB), Gram positive bacteria (GPB), opportunistic bacteria (OP), *Staphylococcus* spp., and total suspended fungi (TSF).

**Results:** The average levels of TSB were  $1 \times 10^2$  CFU/m<sup>3</sup> and of TSF they were  $1 \times 10^0 \sim 10^1$  CFU/m<sup>3</sup>. The kitchens had higher bioaerosol levels compared to dining areas, and summer showed much higher levels than winter. The concentration of OP in summer was more than six-fold that of winter. *S. aureus* was detected both in kitchens and dining areas, even in winter. The main effect of air movement on TSB levels was significant ( $p < 0.05$ ), as was air temperature, relative humidity and air movement on TSF levels ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** There was a wide variation in bioaerosol levels among different restaurants. The results indicate that cooking foods may be a key factor affecting bioaerosol levels. The effects of air temperature and relative humidity reveal that bioaerosol levels may vary according to the season. The observation of pathogenic bacteria suggests that the hygiene management of establishments should be improved. Future research is needed to characterize the relation between bioaerosol levels and the occupant density of the dining area.

**Keywords:** Bioaerosols, humidity, restaurants, season, temperature

#### I. 서 론

불특정다수인이 이용하는 시설을 다중이용시설이라 한다. 우리나라에서 다중이용시설로는 지하역사, 지하철도상가, 여객자동차터미널의 대합실, 철도역사의

대합실, 공항시설 중 여객터미널, 항만시설 중 대합실, 도서관·박물관 및 미술관, 장례식장, 목욕장, 대규모점포, 영화상영관, 학원, 전시시설, 인터넷컴퓨터 게임시설제공업 영업시설, 의료기관, 어린이집, 노인요양시설, 산후조리원, 실내주차장 등으로 정하고 있

†Corresponding author: Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, 1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-Cu, Daegu 42601, Korea, Tel: +82-53-580-5289, Fax: +82-53-580-5165, E-mail: jskim@kmu.ac.kr  
Received: 12 March 2016, Revised: 5 April 2016, Accepted: 5 April 2016

다. 또 다중이용시설등의 실내공기질관리법에서는 다중이용시설의 소유자·점유자·관리자 등 관리책임이 있는 사람은 다중이용시설 내부의 쾌적한 공기질을 유지하기 위한 기준에 맞게 시설을 관리하도록 규제하고 있다.<sup>1)</sup>

다중이용시설등의 실내공기질관리법의 대상이 아닌 다중이용시설인 공중이용시설은 공중위생관리법에 의해 관리되고 있지만 건물의 시설규제 측면이 강하다. 공중위생법에서는 다만 조리실용 배기관에 대하여 미세먼지가 일정기준을 초과하는 경우에 공기정화시설(덕트) 및 설비를 교체 또는 청소하도록 정한 규정이 있다.<sup>2)</sup> 그러나 공중위생관리법의 적용 대상은 숙박업·목욕장업·이용업·미용업·세탁업·위생관리용역업 등으로 음식점은 이에 해당되지 않는다.

외식에 이용되는 주요 시설인 음식점은 불특정다수인이 이용하는 시설임에도 오직 식품위생법의 적용을 받는 식품접객업으로서 실내 공기질에 대한 규제를 받고 있지 않다. 다만 식품위생법 시행규칙 시설기준에 ‘조리장에 대한 충분한 환기를 시킬 수 있는 시설을 갖추어야 한다’고 정해져 있다.<sup>3)</sup>

국민건강영양조사 자료에서 우리나라 국민의 건강행태 중 외식 빈도를 보면 하루 1회 이상 외식률(만 1세 이상) 추이가 2006년 남자 32.0%, 여자 16.0% 이던 것이 꾸준히 증가하여 2013년 남자 41.6%, 여자 21.5%이었다. 2013년의 경우 성인(19-64세)의 하루 1회 이상 외식률은 남자 33.6-57.5%, 여자 10.5-37.3%를 보였다.<sup>4)</sup> 즉 성인의 약 1/3 가량이 하루 1회 이상 음식점을 비롯한 외식시설을 이용한다는 뜻이다.

최근 10년(2005~2014년)간 우리나라 집단식중독 사고 중 음식점에서의 발생 현황을 분석한 보고에 의하면 음식점에서 발생한 식중독 사고는 발생건수에서 절반 이상(51.2%), 환자수에서 약 1/4(24.3%)을 차지하였다. 식중독 발생에 있어 음식점은 발생건수에 있어서는 최수위를, 환자수에서는 제 2위를 점하고 있다.<sup>5,6)</sup> 이러한 결과는 우리나라 식중독 발생에 과거와 달리 음식점이 주요 원인시설임을 입증한다.

그동안 음식점 위생관리에 관련된 보고들이 다수 있었다. 그렇지만 거의 대부분이 제공되는 조리식품이나 조리기구의 위생관리, 조리장 위생실태, 조리용수·음용수 관리, 작업위생관리, 식재료 검수관리, 종

사자의 손 씻기나 위생행태 등에 대한 연구였다.<sup>7-12)</sup>

반면 음식점 또는 식품시설의 실내 공기질에 대해서는 국내·외적으로 연구가 대단히 미흡하다. 다만, 최근에 음식점/식당 주방의 공기 중 미생물에 대한 보고가 극소수 있을 뿐이다.<sup>13,14)</sup> 외식인구의 비중이 늘어나는데 비해 위생관리가 미흡함에 대처하여 2016년 식품의약품안전처는 음식점 위생관리 강화를 위해 조리식품에 대한 체계적 안전관리를 위한 법률을 제정하기로 하였다. 그렇지만 음식점 위생관리에 는 조리식품이나 조리기구 뿐만 아니라 전반적 환경 위생관리로서 공기오염 제어 또한 기본적으로 포함 되어야 할 것이다.

본 연구는 다수가 이용함에도 불구하고 실내공기질관리법 및 공중위생관리법의 사각지대에 있는 음식점에서 공기 중 부유미생물의 분포를 조사하고 주방과 홀의 차이, 여름과 겨울의 차이를 비교하고자 한다. 또 주요 부유미생물과 온열요소와의 관련성을 알아보고자 한다. 본 연구는 소규모의 파일럿 스터디(pilot study)로서, 이 연구를 통해서 이제까지 관심밖에 있었던 음식점의 공기 중 미생물 오염 정도를 알 수 있는 기초자료를 얻을 수 있을 것이다. 이 연구는 또 국가적 차원에서 전국적인 규모의 음식점 중별로 공기 오염도를 조사할 토대를 마련할 수 있을 것이다. 나아가 본 연구는 음식점에서 공기 중 바이오에어로졸 오염으로 인한 위해도 평가 자료로 활용되고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사 대상

일 지역에서 음식점 영업소로서 다양한 음식을 조리 및 서빙하는 음식점(퓨전음식점)을 무작위로 선정하였다. 이 업소들에서 취급하는 음식의 종류는 한식, 중식, 분식, 김밥 등과 더불어 커피, 주스, 아이스크림 등이었다. 각 음식점을 현장답사하여 그 중 본 연구의 취지와 목적을 이해하고 협조 가능한 6개 업소의 허락을 받아 조사대상으로 하였다. 최종 조사대상으로 선정된 음식점은 주방과 홀이 평행을 이루고 개방형 주방을 설치한 업소들이었다. 이는 본 연구에서 주방과 홀의 환기나 청소에 의하여 나타날 수 있는 차이를 최소화 하고자 함이었다.

시료 채취 및 측정은 여름철과 겨울철로 구분하

여 여름의 경우 7월~8월, 겨울의 경우 1월~2월에 각각 실시하였다. 시료 채취는 음식점별로 주방과 홀에서 각각 수행하였다. 시료 채취 시각은 점심시간 후로부터 저녁시간 전(오후 2~4시)이었으며, 주방에서는 조리종사자가 업무를 쉬고, 홀에는 손님이 없는 상태에서 시료를 채취하였다. 이는 해당 음식점의 영업에 지장을 가장 적게 초래하는 시간이며, 또 다중이용시설등의 실내공기질 측정방법에서 권장한 대로 시료채취에서의 실내기류는 원칙적으로 0.3 m/s 이내가 되도록 한다는 조건에 가능한 부합되기 위한 것이었다. 6개 업소별로 여름철과 겨울철에 주방과 홀에서 각각 3회씩 반복 측정하였다(총 72회).

## 2. 조사 항목 및 측정 방법

조사 및 측정 항목은 온열요소로서 온도, 습도(상대습도) 및 기류를 측정하였다. 공중부유 미생물로는 전반적인 공기 유래 세균수를 알 수 있는 총부유세균(total suspended bacteria, TSB), 대장균을 포함하는 그람음성균(gram negative bacteria, GNB), 연쇄상구균을 포함하는 그람양성균(gram positive bacteria, GPB), 인체 피부에 상재하는 포도상구균(coagulase-negative staphylococci, CoNS)과 식중독을 일으키는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, SA), 메티실린(methicillin) 등에 내성을 보여 치료를 어렵게 하는 메티실린내성황색포도상구균(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA), 면역력이 낮은 사람에게 질병을 일으킬 수 있는 기회감염균(opportunistic pathogens microbe, OP), 그리고 전반적인 진균수를 알 수 있는 총부유진균(total suspended fungi, TSF)을 포집 대상으로 하였다.

각 미생물 채취에 사용된 배지는 TSB에는 trypticase soyagar(TSA) (BD Difco, U.S.A.), GNB에는 MacConkey agar(BD Difco, U.S.A.), GPB에는 phenylethylene alcohol agar(Hanil KOMED, Korea), CoNS에는 mannitol-salt agar(BD Difco, U.S.A), SA에는 CHROMagar Staph aureus(CHROMagar, France), MRSA에는 CHROMagar MRSA(CHROMagar, France), TSF에는 Sabouraud dextrose agar(BD Difco, U.S.A.) 등이었다.

공중부유미생물 채취는 다중이용시설등의 실내공기질 측정방법에 따라 관성충돌방식의 MAS-100

air sampler (Merck, Germany)를 사용하여 수행하였다.<sup>13,15)</sup> 각 배지를 조제하여 담은 페트리디시(Petri dish)를 MAS-100 air sampler에 넣어 고정시키고 각 주방과 홀에서 중앙부의 상방 1.2~1.5 m 높이인 위치에서 2~5분간 공기 시료를 채취하였다. 각 배지마다 Petri dish를 장착 및 교체할 때마다 air sampler를 알코올로 소독하여 오염을 방지하였다. 공중부유미생물이 포집된 Petri dish를 파라필름(parafilm)으로 밀봉하고 4°C가 유지되는 아이스박스(ice box)에 담아 실험실로 운반하여 배양기(incubator)에 배양하였다. 세균의 경우 35°C에서 1~2일간, 진균의 경우 25°C에서 5~7일간 배양하였다. 배양 후 집락수(colony forming unit, CFU)를 계수하고 공기 중 농도(CFU/m<sup>3</sup>)로 나타내었다.

각 주방과 홀에서 부유미생물 채취 시 동일 지점에서 온도, 습도 및 기류를 측정하였다. 공기 중의 미생물은 온도, 습도, 기류 등과 광선, 가스 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는 것으로 인정되고 있다. 여러 연구들에서 공기 중 미생물에 미치는 온열요소로서 온도 및 습도의 영향만을 보았으나 본 연구에서는 온도 및 습도와 더불어 기류의 영향을 평가하고자 하였다. 실내 기류는 인체에 미치는 영향뿐만 아니라, 오염물질의 이동과 확산에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 온도와 습도 측정에는 온습도계(In/out thermo-hygrometers, Sanyo, Japan)를 사용하였다. 각 측정 지점에 계기를 설치하고 3분 이상 안정된 후에 측정하였다. 기류는 실내의 미세기류로서 카타(kata) 온도계에 의하여 냉각력을 측정하여 환산하였다.<sup>16)</sup>

## 3. 자료 분석 및 통계처리

온도, 습도, 기류, 그리고 공중부유미생물 측정 자료는 IBM SPSS Statistics Ver. 22(IBM Corp., U.S.A)를 이용하여 분석하였다. 측정 항목별로 평균치를 계산하여 제시하였다. 주방과 홀의 부유미생물 차이 여부, 여름과 겨울의 부유미생물 차이 여부를 알아보기 위하여 t-검정(t-test)을 수행하였다. 또 온도, 습도 및 기류가 총부유세균과 총부유진균 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 선형 중회귀분석을 이용하여 분석하였다. 통계적으로 유의한 차이는  $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

**Table 1.** Values of thermal factors in the kitchens and dining areas in summer and winter

Season	Sampling location	Sample size	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)	Air movement (m/sec)
Summer	Kitchens	18	28.2±1.4	61.6±7.0	0.22±0.07
	Dinning areas	18	28.0±1.1	58.8±6.1	0.21±0.06
Winter	Kitchens	18	13.9±3.7	49.0±9.4	0.20±0.03
	Dinning areas	18	12.7±3.7	44.6±8.9	0.11±0.03

Note. Values are the mean±S.D.

### III. 결 과

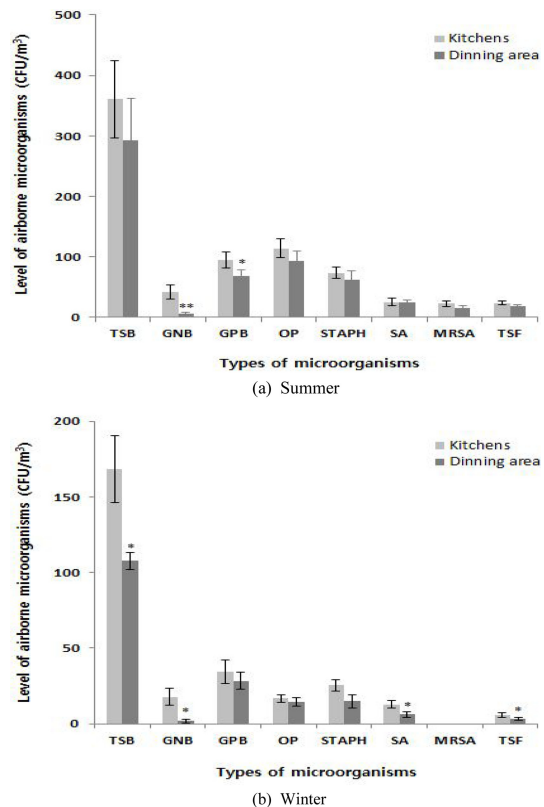
#### 1. 온도, 습도 및 기류

각 음식점의 주방과 홀에서 온열조건으로서 온도와 습도 및 기류를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 여름철에 온도는 주방에서 26.4~30.5°C(평균 28.2°C), 홀에서 26.2~29.5°C(평균 28.0°C)이었다. 습도는 주방에서 48.5~71.7%(평균 61.6%), 홀에서 48.2~66.9%(평균 58.8%)이었다. 기류는 주방에서 0.14~0.29 m/sec(평균 0.22 m/sec), 홀에서 0.11~0.29 m/sec(평균 0.21 m/sec)이었다. 여름철에 주방과 홀의 온도, 습도 및 기류에서 유의한 차이는 없었다.

겨울철에 온도는 주방에서 8.9~19.1°C(평균 13.9°C), 홀에서 7.1~17.8°C(평균 12.7°C)이었다. 습도는 주방에서 36.2~65.6%(평균 49.0%), 홀에서 40.0~60.5%(평균 44.6%)이었다. 기류는 주방에서 0.13~0.25 m/sec(평균 0.20 m/sec), 홀에서 0.10~0.19 m/sec(평균 0.11 m/sec)이었다. 겨울철에도 주방과 홀의 온도는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 습도와 기류는 주방이 홀에 비하여 다소 높으나 유의한 차이는 없었다. 기류는 전체적으로 0.3 m/sec 이하로 불감기류 수준이었다.

#### 2. 주방과 홀의 부유미생물 농도 차이

음식점의 주방과 홀의 부유미생물 농도를 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 음식점별로 변이가 있지만, 전반적으로 주방에서 홀보다 높은 농도로 부유미생물이 검출되었다. 여름철에 전체적 평균으로 총부유세균은 주방 360.6 CFU/m<sup>3</sup>, 홀 292.8 CFU/m<sup>3</sup>이었다. 그람음성균은 각각 42.2 CFU/m<sup>3</sup>, 5.6 CFU/m<sup>3</sup>, 그람양성균은 각각 95.0 CFU/m<sup>3</sup>, 68.9 CFU/m<sup>3</sup>, 기회감염균은 각각 114.4 CFU/m<sup>3</sup>, 92.8 CFU/m<sup>3</sup>, 포도상구균은 각각 73.9 CFU/m<sup>3</sup>, 62.2 CFU/m<sup>3</sup>, 황색포도상구균은 각각 25.6 CFU/m<sup>3</sup>, 24.4 CFU/m<sup>3</sup>,



**Fig. 1.** Comparison of bioaerosol concentrations between the kitchens and dining rooms. Each bar is the mean±S.D. The bars with asterisk are significantly different (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ ). TSB: total suspended bacteria, GNB: Gram-negative bacteria, GPB: Gram-positive bacteria, OP: opportunistic pathogens, STPTH: coagulate-negative staphylococci, SA: *Staphylococcus aureus*, MRAS: methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, TSF: total suspended fungi

MRSA는 각각 22.8 CFU/m<sup>3</sup>, 15.6 CFU/m<sup>3</sup>이었다. 총부유진균은 주방 23.9 CFU/m<sup>3</sup>, 홀 18.9 CFU/m<sup>3</sup>이었다.

**Table 2.** Comparison of bioaerosol concentrations between the summer and winter

Type of bioaerosol	Summer	Winter	Summer /winter	t	p value
Total suspended bacteria	361.7±54.1	138.1±12.2	2.6	-4.027	<0.001
Gram negative bacteria	23.9±6.9	9.7±3.2	2.5	-1.857	.069
Gram positive bacteria	78.6±10.0	30.3±2.9	2.6	-5.559	<0.001
Opportunistic pathogens	103.6±11.6	15.6±1.7	6.6	-7.504	<0.001
Coagulate-negative staphylococci	71.4±6.5	21.4±4.7	3.3	-4.963	<0.001
<i>Staphylococcus aureus</i>	25.0±3.6	9.4±1.5	2.7	-3.915	<0.001
MRSA	19.2±2.8	0.0±0.0	-	-6.712	<0.001
Total suspended fungi	21.4±1.7	4.4±1.0	4.9	-8.406	<0.001

Note. Values are the mean±S.D. unit: CFU/m<sup>3</sup>

**Table 3.** The effect of thermal factors on total suspended bacteria (TSB) and total suspended fungi (TSF) in the kitchens and dining areas

Variables	TSB (CFU/m <sup>3</sup> )			TSF (CFU/m <sup>3</sup> )		
	β	SE	p value	β	SE	p value
Intercept	-171.6	98.621	0.086	-26.49	5.058	<0.001
Air Temperature	3.498	3.189	0.277	0.3630	0.164	0.030
Relative humidity	2.184	2.260	0.337	0.3240	0.116	0.007
Air Movement	1037	338.757	0.003	82.35	17.373	<0.001

R<sup>2</sup>=0.294(TSB), R<sup>2</sup>=0.603(TSF)

겨울철에는 전체 평균으로 총부유세균은 주방 168.3 CFU/m<sup>3</sup>, 홀 107.8 CFU/m<sup>3</sup>, 그람음성균은 각각 17.8 CFU/m<sup>3</sup>, 1.7 CFU/m<sup>3</sup>, 그람양성균은 각각 34.4 CFU/m<sup>3</sup>, 28.3 CFU/m<sup>3</sup>, 기회감염균은 각각 16.7 CFU/m<sup>3</sup>, 14.4 CFU/m<sup>3</sup>, 포도상구균은 각각 25.6 CFU/m<sup>3</sup>, 15.0 CFU/m<sup>3</sup>, 황색포도상구균은 각각 12.8 CFU/m<sup>3</sup>, 6.1 CFU/m<sup>3</sup>이었다. MRSA는 검출되지 않았다. 총부유진균은 주방 5.6 CFU/m<sup>3</sup>, 홀 3.3 CFU/m<sup>3</sup>이었다.

주방과 홀 사이에 여름에는 그람음성균(p<0.01)과 그람양성균(p<0.05)이 유의한 차이가 있으며, 겨울에는 총부유세균, 그람음성균, 황색포도상구균 및 총부유진균이 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

### 3. 계절별 부유미생물 농도 차이

각 음식점에서 측정된 부유미생물을 여름과 겨울로 구분하여 비교한 결과는 Table 2와 같다. 전체적으로 여름에 겨울보다 높은 수준으로 부유미생물이 검출되어 기온이 높은 여름철에 각종 미생물이 활발하게 증식할 수 있다는 일반적 가정에 부합하였다. MRSA를 제외한 다른 부유미생물은 여름에 겨울보

다 평균 3.6배 높은 수준이었다. 기회감염균이 6.6배, 총부유진균 4.9배, 포도상구균 3.3배, 황색포도상구균은 2.7배, 총부유세균 및 그람양성균 2.6배, 그람음성균 2.5배였다(p<0.001).

### 4. 온도, 습도 및 기류와 부유미생물 농도의 관련성

주요 온열요소인 온도, 습도 및 기류가 총부유세균과 총부유진균에 미치는 영향을 알아본 결과는 Table 3과 같다. 각 인자의 주효과와 2개 인자 교호작용 효과를 포함한 중회귀분석 결과 교호작용은 유의하지 않아 이것들을 제거하고 주효과만을 포함한 중회귀분석을 실시하였다. 그 결과 총부유세균 농도에 있어서 기류(p<0.05)의 주효과는 유의하였으나 온도 및 습도의 주효과는 유의하지 않았다. 총부유진균 농도에 있어서는 온도(p<0.05), 습도(p<0.01), 기류(p<0.001)의 주효과가 모두 유의하게 나타났다. 온도, 습도, 그리고 기류에 의해 설명되는 총부유진균 농도의 비율은 결정계수인 60.3%이다. 이 경우 회귀선은 총부유진균 농도 = -26.49 + 0.3630(온도) + 0.3240(습도) + 82.35(기류)이다.

#### IV. 고 찰

우리나라에서 음식점의 공기질에 대한 미생물 기준은 마련되어 있지 않다. 실내공기질관리법의 다중이용시설 등(의료기관, 어린이집, 노인요양시설, 산후조리원)에 대한 실내공기질 유지 기준에서 총부유세균 기준이 설정되어 있으며, 800 CFU/m<sup>3</sup>이다.<sup>1)</sup> 총부유진균에 대한 WHO 권고기준은 500 CFU/m<sup>3</sup>이다.<sup>17)</sup> 조사대상 음식점에서 측정된 총부유세균은 1×10<sup>2</sup> CFU/m<sup>3</sup> 수준, 총부유진균은 여름에는 총부유세균의 1/10, 겨울에는 1/100 수준이었다. 다른 세균들은 여름철 기회감염균을 제외하고 총부유세균의 1/10~1/100에 머물렀으며, MRSA는 겨울철에는 검출되지 않았다. 국내의 다중이용시설인 병원, 보육원, 노인복지센터, 산후조리원 등에서 총부유세균 및 진균이 각각 294~931 CFU/m<sup>3</sup> 및 334~536 CFU/m<sup>3</sup> 이었다는 보고가 있었다.<sup>18)</sup> 또 가을철에 음식점 주방에서 조사된 총부유세균은 40~1,715 CFU/m<sup>3</sup>, 총부유진균은 50~100 CFU/m<sup>3</sup>이었다는 보고가 있었다.<sup>13)</sup> 국외의 경우 푸드코트(food court)의 음식물 섭취장소에서 총부유세균 및 총부유진균이 각각 120 CFU/m<sup>3</sup> 및 501 CFU/m<sup>3</sup>이었다는 보고가 있었다.<sup>14)</sup> 또 호스피스시설의 식품조리구역에서 세균이 1×10<sup>1</sup>~1×10<sup>2</sup> CFU/m<sup>3</sup> 수준으로 검출되었다는 보고가 있다.<sup>19)</sup> 본 연구결과에서 측정치는 이 보고들에 비하여 총부유세균은 유사한 수준이며, 총부유진균은 낮은 편이다.

공기 중 미생물 오염정도는 환기나 청소 상태에 따라 달라질 수 있을 것이나, 본 연구의 조사대상 음식점은 주방과 홀이 평행을 이루고 개방형 주방을 설치한 업소로서 청소나 환기에 의한 차이 영향이 최소화되었다. 그럼에도 본 연구에서 측정된 모든 부유미생물 농도가 홀에서보다 주방에서 높은 결과는 음식물의 조리가 공기 중 부유미생물 농도를 높일 수 있음을 강력하게 시사한다. 또 조리 과정에서 발생한 물질들이 조리 후에도 남아 있음을 추측케 한다. 그러므로 주방에서는 조리 작업 시 배기장치나 후드를 가동하고, 조리 후 충분한 환기를 시켜야 할 것이며, 또 주기적으로 천장과 벽을 청소하는 등의 적극적인 환경위생관리 대책이 필요하다. 국립환경과학원은 조리 과정에서 발생하는 실내 오염물질로서 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>,

PM<sub>2.5</sub>), 휘발성유기화합물, 폼알데히드(formaldehyde) 등을 지적하였다.<sup>20)</sup> 여기에 바이오에어로졸도 포함시켜 주의를 기하도록 권장해야 할 것으로 본다.

본 연구에서 이와 같이 주방에서 홀보다 부유미생물 농도가 높은 가운데, 여름에는 그람음성균과 그람양성균이, 그리고 겨울에는 총부유세균, 그람음성균, 황색포도상구균 및 총부유진균이 유의하게 높았다. 그람음성균은 살모넬라균, 이질균, 장티푸스균, 대장균 등 장내세균과를 포함한다. 그람양성균은 연쇄상구균, 포도상구균, 폐렴균 등을 포함한다. 또 본 연구에서 식중독을 일으키는 황색포도상구균이 계절에 관계없이 주방과 홀에서 모두 검출되었다. 이러한 결과는 음식점의 주방이나 홀에서 모두 병원성 미생물이 전파될 수 있는 가능성을 암시한다. 음식점은 주로 식사 시간에 폭발적으로 손님이 몰리므로 더욱 그러하다. 이러한 문제에 대해 식품위생법으로만 다루기에는 무리가 있다.

일반적으로 기온이 높은 여름철에는 겨울철에 비해서 세균수가 두 배 정도로 나타난다고 생각되고 있다. 본 연구결과 조사대상 음식점에서 여름철에는 겨울철 보다 부유미생물이 평균 3.6배 높았다. 식중독성 황색포도상구균은 2.7배, 기회감염균은 6.6배, 총부유진균은 4.9배로 일반적으로 알려진 정도보다 훨씬 높게 나타났다. 음식점의 경우 식자재와 음식물을 취급하므로 일반 환경에서 보다 미생물의 증식에 유리했을 것이다. 본 연구의 이러한 결과는 음식점 뿐만 아니라 외식산업 전반에서 상기해야 할 중요한 부분으로 생각된다. 음식물 관리에서 특히 환경위생관리의 중요성을 업주와 종사자 모두 인식할 필요가 있다.

한편 조사대상 음식점에서 온열조건을 평가한 결과, 주방의 온도는 여름철에 평균 28.2°C, 겨울철에 평균 13.9°C로 나타나 여름철에는 식품위생관리 차원에서 안전하다고 볼 수 없었다. 여름철에는 홀의 온도 또한 평균 28.0°C로서 높았다. 습도는 전체적으로 40.0~71.7%이며, 온도와 더불어 습도가 주방이 홀보다 높은 편으로 이는 식자재 전처리와 조리를 위한 열원, 용수 사용 등이 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 주방의 온습도에 대해서는 산업보건기준 등에 설정되어 있지 않으며, 일반적으로는 18~24°C, 40~70%의 온습도 범위가 바람직한 것으로 알려져 있다. 집단급식소에서 식재료 보관상 위생관리를 위

하여 온도 15~25°C, 습도 50~60%가 권장된 바 있다.<sup>21)</sup> 또 일반적인 작업조건에서는 21~22°C가 바람직하지만 강한 작업이 수반될 경우에는 이보다 훨씬 낮은 온도를 유지하여야 한다고 제시되었다.<sup>22,23)</sup> 학교급식소에서 조리실의 온도가 21.4~22.4°C였다는 보고가 있었다.<sup>24)</sup> 본 연구의 조사대상 음식점의 여름철 주방과 홀의 온도가 이렇게 높은 만큼 적극적인 환기, 공기조절장치 활용 및 철저한 위생관리가 필요하다라고 보인다. 음식점은 불특정 다수가 이용하는 시설인 만큼 업주나 관리자의 관심과 주의가 요망되며, 위생관리 시설설비에 대한 투자가 있어야 할 것이다.

실내의 온도와 습도는 실내 환경과 공기에 영향을 미칠 수 있다고 지적되었다.<sup>25)</sup> 본 연구에서 온도, 습도, 기류 등 온열요소가 총부유세균 및 총부유진균 농도에 미치는 영향을 분석한 결과에서는 총부유세균에 대해서는 기류의 주작용이, 그리고 총부유진균에 대해서는 온도, 습도 및 기류의 주작용이 영향을 미친 것으로 나타났다. 주방에서 총부유세균에 대해 온도의 주영향과 더불어 온도/습도의 교호작용이 유의하였다는 보고가 있었다.<sup>13)</sup> 본 연구에서는 온도/습도의 교호작용이 유의하지 않았으며, 이는 조사 대상(장소)별로 환경 여건이 다르고 측정치의 변이가 크며 또 온열요소가 미치는 영향이 다르게 나타나는 것으로 볼 수 있다. 본 연구에서 기류는 모두 불감 기류 범위에 있었지만, 기류의 영향이 유의한 것으로 나타났다. 즉 미세기류라 하더라도 공기 중 부유미생물에 영향을 미칠 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

본 연구에서 조사 및 측정된 시점은 홀에 손님이 없고 종사자가 휴식을 취하는 상황이었다. 그러므로 홀에 손님이 많거나 주방에서 조리 작업이 한창 진행되는 상황이라면, 부유미생물 수준은 달라질 것이다. 즉, 더 높은 수준이 될 것임을 예측할 수 있다. 그러므로 조리작업별로, 그리고 음식점 이용자 수에 따른 조사가 병행된다면 보다 더 상세한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 이에 대해서는 조사가 수행되지 못하여 제한점으로 남으며 향후 연구에 기대한다.

## V. 결 론

본 연구에서는 불특정다수가 이용함에도 실내공기질관리법과 공중위생관리법의 사각지대에 있는 음식점의 홀과 주방에서 공기 중 부유미생물을 측정하

고 주방과 홀의 차이, 여름철과 겨울철의 차이, 그리고 주요 온열요소인 온도, 습도 및 기류가 미치는 영향을 분석하였다. 일 지역에서 개방형 주방을 설치한 6개 업소의 협조 하에 관성충돌방식의 air sampler를 사용하여 공기 시료를 포집하였으며, 온도, 습도 및 기류를 측정하였다. 전체적으로 총부유세균은  $1 \times 10^2$  CFU/m<sup>3</sup> 수준이었으며, 총부유진균은 여름에는 총부유세균의 1/10, 겨울에는 1/100 수준이었다. 전반적으로 홀에 비하여 주방에서 높은 수준으로 부유미생물이 검출되었으며, 겨울보다 여름에 높은 수준으로 검출되었다. 또 여름철 및 겨울철에 황색포도상구균이 주방과 홀에서 모두 검출되었다. 기회감염균은 여름철에 겨울철의 6배 이상, 황색포도상구균은 2.7배 검출되었다. 총부유세균 농도에 대해서는 기류( $p < 0.05$ )의 주효과가 유의하였으며, 총부유진균 농도에 대해서는 온도( $p < 0.05$ ), 습도( $p < 0.01$ ) 및 기류( $p < 0.001$ )의 주효과가 유의하게 나타났다. 본 연구결과는 음식점별로 공기 중 부유미생물 농도는 변이가 크지만, 음식물의 조리가 공기 중 부유미생물 농도를 높이는 바를 제시한다. 또 계절에 관계없이 주방과 홀에서 식중독성 황색포도상구균이 검출되어 각별한 주의가 요망된다. 또한 온도 및 습도라는 변인이 공기 중 부유미생물 수준에 영향을 미칠 수 있음이 나타나 기온이 높아지는 시기에 바이오에어로졸 수준이 상승할 가능성이 있으므로 환기, 공기조절장치 구비활용, 청소, 종사자의 개인위생관리 철저 등 적극적 환경위생관리가 필요하다라고 본다. 앞으로 음식점의 이용자 수와 바이오에어로졸 농도의 관련성에 대하여 탐구할 필요가 있다.

## References

1. Korea Ministry of Government Legislation. The National Law information Center. Indoor Air Quality Control in Public-use Facilities ect. Act. Available: <http://www.law.go.kr/main.html>. [accessed 12 January 2016].
2. Korea Ministry of Government Legislation. The National Law information Center. Public Health Control Act. Available: <http://www.law.go.kr/main.html>. [accessed 12 January 2016]
3. Korea Ministry of Government Legislation. The National Law information Center. Food Sanitation Act. Available: <http://www.law.go.kr/main.html>. [accessed

- 12 January 2016].
4. Korea Centers for Disease Control and Prevention. The Sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey(K-NHANES VI). 2014. Available: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>. [accessed 12 January 2016].
  5. Kim JG, Kim JS. The trend of food poisoning outbreaks associated with restaurants in Korea: a recent 10-year observation. *Bull IIT*. 2015; 38(2): 189-194.
  6. Ministry of Food and Drug Safety. Food Poisoning Statistics. Available: [https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu\\_no=519&menu\\_grp=MENU\\_GRP02](https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu_no=519&menu_grp=MENU_GRP02). [accessed 20 October 2015].
  7. Park YH, Lee YK. Analysis of sanitation management practices through field assessment of large restaurants by restaurant style in Daegu and Gyeongbuk province. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2007; 36(7): 944-954.
  8. Kim YH, Lee YK. A survey of receiving management of school foodservice in Daegu and Gyeongbuk province. *Korean J Food Preserv*. 2012; 19(4): 611-618.
  9. Park JY, Kim JS, Kim JG. A study on the hand washing awareness and practices of food-service employees and the load of index microorganisms on the hands. *J Env Hlth Sci*. 2010; 36(2): 95-107.
  10. Kim JG, Park JY, Kim JS. A study on the hand hygiene of food handlers of food court and cafeteria in university campus. *J Fd Hyg Safety* 2010; 25(2): 133-142.
  11. Cates SC, Muth MK, Karns SA, Penne MA, Stone CN, Harrison JE. Certified kitchen managers: do they improve restaurant inspection outcomes? *J Food Prot*. 2009; 72(2): 384-391.
  12. Hedberg CW, Smith SJ, Kirkland E, Radke V, Jones TF, Selman CA, et al. Systematic environmental evaluations to identify food safety differences between outbreak and nonoutbreak restaurants. *J Food Prot*. 2006; 69(11): 2697-2702.
  13. Kim JG, Park JY, Kim JS. Assessment of bacterial and fungal aerosols in the kitchens of restaurants. *J Environ Health Sci*. 2014; 40(2); 98-104.
  14. Rajasekar A, Balasubramanian R. Assessment of airborne bacteria and fungi in food courts. *Build Environ*. 2011; 46(10): 2081-2087.
  15. National Institute of Environmental Research. Sampling Method for Microbiological Testing of Indoor Air. Available: [http://iaqinfo.nier.go.kr/means/sampling\\_crowd\\_facilities.do](http://iaqinfo.nier.go.kr/means/sampling_crowd_facilities.do). [accessed 23 November 2013].
  16. Choi HY, Park SG, Gil CM, Yu IK. Laboratory methods for environmental sanitation. Seoul: Shinkwang Publications Press. 2003. p. 37-40.
  17. WHO. Household Air Pollution and Health. Available: [http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/\(2005\)](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/(2005)) [accessed 12 February 2014].
  18. Kim KY, Kim CN. Airborne microbiological characteristics in public buildings of Korea. *Build Environ*. 2007; 42(5): 2188-196.
  19. Nkhebenyane J, Shale K, Venter P, Lues R. Foodborne microorganisms associated with aerosols in the food preparation area of HIV/AIDS hospices in central South Africa. *Advanced Topics in Environmental Health and Air Pollution Case Studies*. 2011; Aug: 353-360.
  20. National Institute of Environmental Research. A guide to reduce indoor contaminants during cooking. Available: <https://iaqinfo.nier.go.kr/> [accessed 22 December 2015].
  21. Korea Food and Drug Administration. Manual of sanitary management in food service institutions. Seoul: KFDA Press; 2009. p.17.
  22. Kim JG. Food hygiene and sanitation. Seoul: Shinkwang Publications Press; 2006. p.505.
  23. Sprenger RA. Hygiene for management. Doncaster: Highfield Publications Press; 2005. p.164.
  24. Kim JG. A survey on the sanitary condition of kitchens in school food-service programs. *Kor J Environ Health* 2003; 29(2): 87-93.
  25. D'Orazio M, Palladini M, Aquilanti L, Clementi F. Experimental evaluation of the growth rate of mould on finishes for indoor housing environments: effects of the 2002/91/EC directive. *Build Environ*. 2009; 44(8): 1668-1674.