

# 서울 지역 실내외 공기중의 곰팡이 포자수 분포에 관한 다가구 조사 -1999년 9, 10, 11월 조사-

연세대학교 의과대학 소아과

김철홍 · 최정윤 · 손명현 · 이경은 · 김규언 · 이기영

## Distribution of fungus spores in the air of outdoor and indoor environments from September to November 1999 in Seoul, Korea

Cheol-Hong Kim, Jung-Yun Choi, Myung-Hyun Shon, Kyung-Eun Lee,

Kyu-Eam Kim and Ki-Young Lee

Department of Pediatrics, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background and objectives** : Fungi cause allergies and are difficult to avoid in daily life. People spend much of their time indoors, but distribution of fungi spores the indoor and outdoor environment is not well known in this country. The aim of this study was to measure fungus spores indoor and outdoor environment simultaneously and to investigate any relationships in fungus spores between indoor and outdoor environments.

**Method** : We collected samples from 198 households from September to November, 1999. Burkard Personal Volumetric Air Sampler was used to collect airborne fungus spores.

**Results** : Mean number of indoor spores was 603 sp/m<sup>3</sup> and 1,214 sp/m<sup>3</sup> for outdoors. *Cladosporium* was the most predominant fungus both indoors and outdoors, followed by *Leptosphaeria* spp., *Massarina* spp., *Alternaria* spp. in order from September( indoor 928 sp/m<sup>3</sup>, outdoor 2,123 sp/m<sup>3</sup>) to November( indoor 95 sp/m<sup>3</sup>, outdoor 344 sp/m<sup>3</sup>). There were significant correlations between number of spores, and temperature and wind velocity(p<0.05), but no significant correlations with humidity.

**Conclusion** : *Cladosporium* spp. followed by *Leptosphaeria*, *Massarina* and *Alternaria* were the predominant fungi for both indoor and outdoor environments from September to November in Seoul. (**J Asthma Allergy Clin Immunol 21: 970-6, 2001**)

**Key words** : Fungus spore, indoor, outdoor

### 서 론

알레르기 질환과 관련있는 대표적인 흡입 항원으로 화분, 곰팡이, 바퀴벌레와 동물털 등이

있으나 이중 진균은 실내외에서 연중 발견되고 일상생활에서 회피하기 어렵다. 곰팡이는 천식, 알레르기비염, 과민성 폐렴 등 다양한 알레르기

본 연구는 보건복지부 보건의료기술 연구개발사업 (HMP-99-M-09-0006) 연구비 지원으로 이루어 짐.

통신저자: 연세의대 소아과 김규언

서울시 강남구 도곡동 146-92 (☎ 135-720)

e-mail: kekim@yumc.yonsei.ac.kr

접수: 2001년 8월 10일, 통과: 2001년 9월 11일

질환과의 관련성은 잘 알려져 있고<sup>1-3)</sup> 최근 일부에서 천식 증상의 일간 변화와 대기중 곰팡이의 농도와 관련이 있다는 보고도 있어<sup>4)</sup> 곰팡이가 알레르기 질환과 중요한 관련이 있음을 암시하고 있다.

현대인의 일상 생활에서 실내 거주시간이 증가하여 하루 일과의 90%정도까지 실내에서 이루어지면서 실내 환경이 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 증가하고 있으며<sup>5)</sup>, 또한 수십 년에 걸쳐 알레르기 질환의 증가 양상에 관련된 여러 조사중의 하나로 실내 대기 오염에 대한 조사도 있다<sup>6)</sup>.

현재까지 80여종의 곰팡이가 알레르기 질환과 관련이 있는 것으로 알려져 있으나, 이들 곰팡이와 알레르기 질환의 연관성을 밝히기는 쉽지 않고<sup>7)</sup>, 또한 곰팡이는 지역적인 분포의 차이를 보이고 있어 각 지역에 따른 곰팡이의 분포를 연구하는 것은 곰팡이 알레르기를 연구하는데 매우 중요하다고 하겠다. 지금까지 진균의 분포에 대해서도 전 세계적으로 많이 연구되어 왔으며 국내에서도 일부 지역 또는 전국적으로 진균 분포에 대한 조사가 있었다<sup>8-13)</sup>. 그러나 대부분의 공중 진균에 대한 연구는 실외를 중심으로 하거나 한 지점에서 이루어져 곰팡이의 정확한 분포를 알 수 없었고 실생활에서 가장 중요한 곳의 하나인 가정에서 실내 곰팡이 분포에 대한 연구는 없어 실내 곰팡이 분포에 따른 영향을 파악하기 어려웠다.

따라서 본 연구는 일반가정에서 실내외 공기중의 곰팡이의 분포를 동시에 측정하여 실내외 분포의 차이를 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 공기 채집 대상 가구

1999년 9월 1일부터 11월 30일까지 3개월 동안 서울 지역 소재 198가구를 대상으로 하였으며 서울과 인접한 경기도 일부 지역이 포함되었다. 서울지역은 은평구 44가구, 마포구 28가

구, 강서구 28가구, 서대문구 12가구, 양천구 11 가구 등 178가구가, 경기도 지역은 고양시 덕양구 12가구, 일산구 8가구 등 20가구가 포함되었으며 위치별 분포는 그림과 같다(Fig. 1). 월별 분포는 9월 78가구, 10월 84가구, 11월 36가구로 각 가구의 동의하에 가구를 직접 방문하여 실내와 실외에서 각각 공기채집을 시행하였다. 채집과 동시에 실내외에서 온도와 습도를 측정하였고, 풍속은 기상청 자료를 참고하였다.



Fig. 1. Regional distribution of environmental investigation.

### 2. 공기 채집 방법

진균의 포자수를 측정하기 위해 Burkard personal volumetric air sampler(suction slit impactor type, Burkard Manufacturing Co. Ltd., England)를 성인의 코 높이(실내에서는 각 가정의 거실에서 바닥에서 약 40cm의 높이에서, 실외는 지면에서 약 150 cm 높이)에 설치한 후 현미경용 슬라이드 중앙부분에 실리콘 기름(silicone grease)을 얇게 바르고 채집기 안에 밀어 넣고 실내 10분, 실외 5분 동안 각각의 시료를 채집하였다. 채집기는 1분에 10L의 공기가 흡입되도록 맞춰져 있다.

검체는 pollen stain(Biopol Lab. Inc.)으로 염색한 뒤에 현미경(400배)하에서 Smith<sup>14)</sup>와 Bassett 등<sup>15)</sup>의 도보를 기준으로 포자의 종류와 수를 확인하고(Fig. 2), 공기 입방 미터당

포자수(spore/m<sup>3</sup>)로 환산하였다.

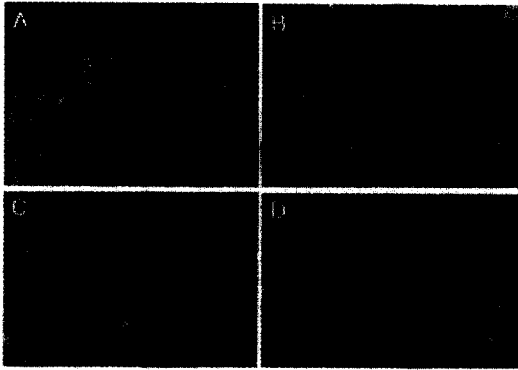


Fig. 2. Common mold spores collected from air. A. *Cladosporium*, B. *Alternaria* C. *Leptosphaeria*, D. *Periconia*.

### 3. 통계분석

모든 측정치는 평균치로 표시하였고 실내외 포자수의 관계 및 온도, 습도, 풍속과의 관계 분석을 위한 통계방법은 단순회귀분석을 이용하였으며 통계학적 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 실외 공기중 포자의 분포

실외 공기중 곰팡이의 평균 포자수는 1,214 sp/m<sup>3</sup>였으며 월별 평균 포자수는 9월 1592 sp/m<sup>3</sup>, 10월 829 sp/m<sup>3</sup>, 11월 344 sp/m<sup>3</sup>로

9월 이후 급격하게 감소하는 양상을 보였다.

월별로 분포하는 포자의 종류별로 보면 9월에는 *Cladosporium* 1592 sp/m<sup>3</sup>, *Leptosphaeria* 243 sp/m<sup>3</sup>, *Massarina* 142 sp/m<sup>3</sup>, *Alternaria* 40 sp/m<sup>3</sup>, 10월에는 *Cladosporium* 635 sp/m<sup>3</sup>, *Leptosphaeria* 69 sp/m<sup>3</sup>, *Massarina* 58 sp/m<sup>3</sup>, *Alternaria* 40 sp/m<sup>3</sup>의 순으로 많았으며, 11월은 *Cladosporium* 248 sp/m<sup>3</sup>, *Leptosphaeria* 27 sp/m<sup>3</sup>, *Alternaria* 22 sp/m<sup>3</sup>, *Periconia* 13 sp/m<sup>3</sup> 등의 순으로 많이 분포하여 실외에서 *Cladosporium* 이 가장 높았고, 다음으로 *Leptosphaeria*, *Massarina*, *Alternaria*, *Periconia* 등이 높았다 (Table 1).

### 2. 실내 공기중 포자의 분포

실내 공기중의 평균 포자수는 실내 603 sp/m<sup>3</sup>이었고 월별 평균 포자수는 9월에 928 sp/m<sup>3</sup>, 10월 518 sp/m<sup>3</sup>, 11월 실내 95 sp/m<sup>3</sup>로 10월 이후 실외에서와 거의 동일한 수준으로 감소되는 경향을 보였다. 월별로 분포하는 포자의 종류별로 보면 9월에 *Cladosporium* 710 sp/m<sup>3</sup>, *Leptosphaeria* 88 sp/m<sup>3</sup>, *Massarina* 53 sp/m<sup>3</sup>, *Alternaria* 22 sp/m<sup>3</sup>였고, 10월에는 *Cladosporium* 410 sp/m<sup>3</sup>, *Lep-*

Table 1. Number of fungus spores in outdoor and indoor environment.

Species	September			October			November		
	Indoor	Outdoor	I/O	Indoor	Outdoor	I/O	Indoor	Outdoor	I/O
<i>Cladosporium</i>	710( 77)	1592( 75)	0.4	410( 79)	635( 77)	0.6	82( 86)	248( 72)	0.3
<i>Leptosphaeria</i>	88( 9)	243( 11)	0.4	49( 9)	69( 8)	0.7	6( 6)	27( 8)	0.2
<i>Massarina</i>	53( 6)	141( 7)	0.4	30( 6)	58( 7)	0.5	1( 1)	6( 2)	0.2
<i>Alternaria</i>	22( 2)	40( 2)	0.5	10( 2)	29( 3)	0.3	3( 3)	22( 6)	0.1
<i>Periconia</i>	16( 2)	32( 1)	0.5	15( 3)	29( 3)	0.5	1( 1)	13( 4)	0.1
<i>Gonaderma</i>	17( 2)	35( 2)	0.5	0.5( 0)	1( 0)	0.5	0.5( 1)	0( 0)	
<i>Pithomyces</i>	1( 0)	7( 0)	0.1	0.5( 0)	2( 0)	0.3	0.5( 1)	1( 0)	0.5
Others	21( 2)	33( 2)		3( 1)	6( 1)		1( 1)	27( 8)	
Total	928(100)	2123(100)	0.4	518(100)	829(100)	0.6	95(100)	344(100)	0.3

sp/m<sup>3</sup> (%)

*tospheria* 49 sp/m<sup>3</sup>, *Massarina* 30 sp/m<sup>3</sup>, *Alternaria* 11 sp/m<sup>3</sup>의 순으로 많이 분포하였으며, 11월은 *Cladosporium* 81 sp/m<sup>3</sup>, *Leptosphaeria* 6 sp/m<sup>3</sup>, *Alternaria* 3 sp/m<sup>3</sup>, *Periconia* 1 sp/m<sup>3</sup> 등의 순으로 많이 분포하여 실내에서도 실외와 동일하게 *Cladosporium*이 가장 많았고 *Leptosphaeria*, *Massarina*, *Alternaria*, *Periconia* 등의 순으로 분포도가 높았다(Table 1).

### 3. 실내외 포자수의 관계

실내외 공기중의 평균 포자수의 실내외 비는 1:2이었으며 실내 공기중의 포자수는 실외 포자수와 상관관계가 있었다( $r=0.72$ ,  $p<0.05$ , Fig. 3). 각 월별로 발견되는 곰팡이 포자의 종류와 분포 순서는 실내외에서 거의 동일하였으며 비교적 일정한 비율을 보이고 있었다(Table 1).

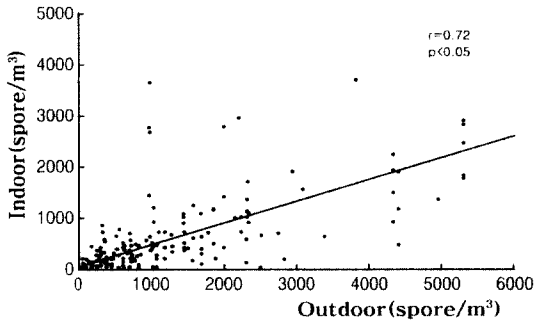


Fig. 3. Relationship of the numbers of spore between outdoor and indoor environment.

### 4. 습도 및 온도의 변화와 포자수와의 관계

상대습도가 증가함에 따라 실내외 포자수가 증가하는 경향을 보였으나 상관관계는 없었고 (실내  $r=0.09$ ,  $p>0.05$ , 실외  $r=0.22$ ,  $p>0.05$ ) 온도 상승과 실내외 포자수 사이에는 유의한 상관관계가 있었다(실내  $r=0.25$ ,  $p<0.05$ , 실외  $r=0.59$ ,  $p<0.05$ , Fig. 4, 5).

### 5. 풍속과 실외 포자수와의 관계

풍속이 증가할수록 실외 포자수가 감소하는

경향을 보였다( $r=0.24$ ,  $p<0.05$ , Fig. 6).

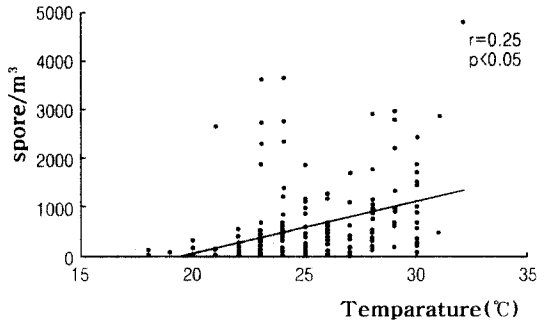


Fig. 4. Relationship between the numbers of spores and the temperature in indoor environment.

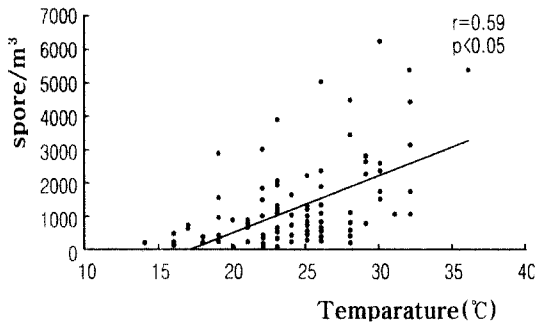


Fig. 5. Relationship between the numbers of spores and the outdoor temperature.

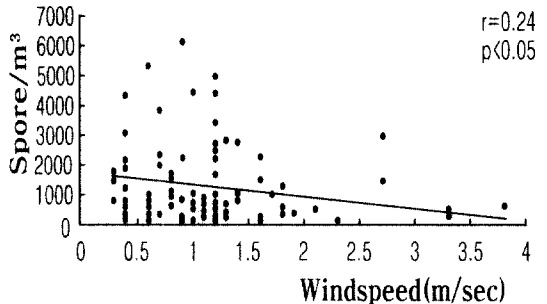


Fig. 6. Relationship between the numbers of spores and wind speed in the outdoor environment.

## 고 찰

곰팡이 포자는 다양한 알레르기 질환과 관계가 있는 주요 흡입성 알레르겐이지만 실내외 대기중에 광범위하게 존재하므로 완전회피는 불가능하다. 곰팡이 포자는 공중화분보다 크기가 작아 연중 대기에 분포하며, 인체의 하기도에 쉽게

도달할 수 있어 흔히 호흡기 알레르기 반응을 일으키나<sup>16)</sup>, 호흡기 알레르기이외에도 음식물에 포함되어 음식물 알레르기와 담마진 등의 원인도 될 수 있다<sup>17)</sup>.

80여종이상의 진균이 호흡기 알레르기 증상과 관련이 있다고 알려져 있고<sup>7,18,19)</sup>, *Alternaria alternata* 등은 치명적인 천식 발작과 관련이 있으며<sup>20)</sup>, 높은 포자수를 보이는 날에는 천식으로 인한 사망률이 증가한다고 한다<sup>21)</sup>. 진균은 전 세계적으로 연중 대기중에 존재하며 기후대, 계절 등에 의해서 영향을 받는다.

세계적으로 북미를 비롯한 온대지역에는 소위 *Cladosporium-Alternaria* 양상으로 발견되며 그 외 *Drechslera*, *Epicoccum*, *Leptospheria*, *Periconia* 등이 지역에 따라 조금씩 차이를 보이며 발견된다<sup>22)</sup>.

오 등<sup>9)</sup>의 연구에 의하면 서울과 경기에서 Rotorod 채집기를 이용하여 시행된 실외 포자수 측정에서 연중 6월경부터 9월 사이 높은 포자수를 보이며, 이들중 *Cladosporium*과 *Alternaria*가 연중 가장 높은 수가 관찰되고, 7, 8월의 우기에는 특히 *Leptospheria*가 가장 흔하게 관찰되었으며, 포자는 9월 이후 급격하게 감소하였다. 한편 경기도 구리에서 시행된 연중 포자수의 보고에서도 이와 거의 동일한 양상을 보여주고 있다<sup>10)</sup>. 그러나 3년간 시행된 서울지역 포자수는 6월과 7월에 가장 높은 포자수를 보였으며, 종류별로 *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphylium*의 순으로 많았다. 이후 8월에 감소한 후, 9월에 2차 절정기를 보였는데, 본 연구가 시행된 시기와 일치하는 9월에는 *Pericoina*, *Alternaria*, *Cladosporium*로 높은 순서를 보여, 본 연구와 일부 차이를 보였다<sup>12)</sup>. Burkard sampler를 이용한 여름철(6, 7, 8월)의 연구에서는<sup>11)</sup> 종류별로 *Cladosporium*, *Leptospheria*, *Drechsler*, *Massarina* 등의 순서로 높았고, 실내 포자수가 실외 포자수의 영향을 받는 것으로 나타났지만, 한 지점에서 시행

되었고, 실내와 실외의 채집장소가 떨어져 있어 정확한 관계를 나타내지는 못하였다.

본 연구에서 실외에서 관찰된 곰팡이 종류는 *Cladosporium*, *Leptospheria*, *Massarina*, *Alternaria*, *Periconia* 등의 순서로 관찰되고 있는데, 이들 종류는 *Cladosporium*, *Alternaria* 양상의 기존 국내 다른 보고들과 큰 차이는 없었고, 또한 실내에서 관찰되는 포자 종류는 실외 포자와 거의 일치하였으며, 이들 실내 포자수는 실외 포자수에 대해 비교적 일정한 비율을 유지하고 있어, 이들 포자의 대부분은 외부로부터 유입됨을 암시해 준다.

그러나 실내에 많이 존재한다고 알려져 있는 *Penicillium*과 *Aspergillus* 등이 본 연구에서 잘 관찰되지 않았고, 포자수를 관찰한 다른 국내 연구에서도 유사한 결과를 보였다. 그 이유로 우선, 이들 곰팡이의 농도가 낮거나, 일반가정에서는 큰 빌딩과 같이 밀폐되지 않고 비교적 환기를 자주하는 점, 또 이들 곰팡이의 포자를 관찰하기에는 상당한 기술적 숙련이 필요하다는 점<sup>23)</sup> 등을 생각해 볼 수 있으며, 또한 곰팡이의 실내 분포를 조사하는데는 현미경하에서 포자를 관찰하는 것보다, 배양을 통하여 조사하는 것이 비교적 나은 방법으로 알려져 있어 배양을 통한 방법을 같이 이용하는 것도 실내 곰팡이 분포를 조사하는데 고려되어야 할 것이다<sup>24)</sup>.

흔히 포자수의 조사를 위한 방법으로는 Durham 중력채집법, Burkard sampler, Rotorod sampler 등의 채집기를 이용한 방법이 있어 연구목적에 맞게 선택하면 되나 최근에는 보통 Rotorod sampler 또는 Burkard sampler가 보편적으로 이용되고 있는데 Burkard sampler가 10 $\mu$ m이하의 작은 입자의 채집에 우위를 보여 일반적인 곰팡이 포자의 크기가 화분보다 작은 10 $\mu$ m이하가 많은 점을 고려할 때 곰팡이 포자의 채집에 적합하고 또한 소음이 적고 휴대하기 좋은 장점이 있으나<sup>24,25)</sup>, 풍속이 증가함에 따라 이 두 가지 채집기 모두 풍속의 영향을 받

을 수 있지만 Burkard sampler가 훨씬 많이 영향을 받는 단점이 있다<sup>26)</sup>. 따라서 기존의 Rotorod sampler를 이용한 연구에서<sup>8-10,12)</sup> 보다 본 연구에서 비교적 높은 포자수를 보여주고 있는 것도 이러한 채집기의 차이도 있을 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서도 풍속이 증가함에 따라 채집량이 감소되는 경향을 보여 주고 있다.

대기 온도는 곰팡이 포자의 농도에 영향을 미치는데 대부분 18-32°C 사이에 가장 성장이 잘되지만, 곰팡이 종류에 따라 달라 일률적으로 적용하기에는 곤란하나<sup>22)</sup>, 대표적인 곰팡이인 *Cladosporium*과 *Alternaria* 등은 온도가 상승하고 햇빛이 강한 때 높은 농도를 보인다고 한다<sup>27)</sup>. 본 연구에서는 온도 상승과 비교적 잘 일치하며 이것은 우리나라의 가을 날씨가 곰팡이 서식에 적합한 온도를 유지하는 것과는 일치한다고 하겠다. 습도는 곰팡이의 서식에 가장 중요한 요소이며 곰팡이의 포자가 대기중에 널리 퍼지는 데에도 밀접한 관련이 있어<sup>23)</sup> 습도 조절은 곰팡이를 감소시키는데 가장 중요한 요소가 된다<sup>28)</sup>. 그러나 본 연구에서는 습도 상승에 따라 포자수가 증가하고 있지만 의미 있는 관계는 보여 주지 못했다.

본 연구는 한정된 기간에 진행된 연구이므로 기간을 확대한 연중의 연구가 필요한 것으로 생각하며, 실내 포자 분포가 실외 포자 분포에 영향을 받고 있는 것으로 나타났지만, 이는 실내환경이 실내 포자의 분포에 미치는 영향을 조사한 후 더욱 명확해질 것이라고 생각된다. 아울러 더 나아가 실내외의 곰팡이 분포와 알레르기 질환과의 관계와 곰팡이의 종류에 따른 항원성 등에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각한다.

## 결 론

서울지역의 다가구에서 시행한 본 연구에서 곰팡이 포자의 실내 분포는 *Cladosporium* 수가 가장 높았고, 다음으로 *Leptosphaeria*, *Mass-*

*arina*, *Alternaria* 등이었다. 실내 곰팡이 포자 분포는 실외 곰팡이 포자의 분포에 많은 영향을 받고 있었다. 따라서 곰팡이 포자가 높은 농도를 보일 때는 외부 공기 유입의 적절한 차단이 실내 곰팡이 포자를 줄이는데 중요한 요소임을 알 수 있었다. 그리고 가을철이외의 연중 곰팡이의 실내외 분포에 대한 조사가 필요하다고 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Salvaggio J, Aukrust L: Mold-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol* 68: 327-46, 1981
- 2) Burge HA: Airborne allergenic fungi. Classification, nomenclature, and distribution. *Immunol Allergy Clin N Am* 9: 309-19, 1989
- 3) Miller JD: Fungi as contaminants in indoor air. *Atmospheric Environ* 26: A2163-72, 1992
- 4) Delfinino RJ, Zeigler RS, Seltzer JM, Street DH, Matteucci RM, Anderson PR et al: The effect of outdoor fungal spore concentrations on daily asthma severity. *Environ Health Perspect* 105: 622-35, 1997
- 5) Sterling DA, Lewis RD: Pollen and fungal spores indoor and outdoor of mobile homes. *Ann Allergy Asthma Immunol* 80: 279-85, 1998
- 6) Warner JA: Controlling indoor allergens. *Pediatr Allergy Immunol* 11: 208-19, 2000
- 7) Horner WE, Helbling JE, Salvaggio, Lehrer SB: Fungal allergens. *Clin Microbiol Rev* 8: 161-79, 1995
- 8) 오재원, 이해란, 김정수, 이경일, 강임주, 김성원 등: 전국의 공중화분 및 공중진균 포자 분포에 관한 연구. *소아알레르기 및 호흡기* 1: 22-33, 2000
- 9) Oh JW, Lee HB, Lee HR, Pyun BY, Ahn YM, Kim KE et al: Aerobiological study of pollen and mold in Seoul, Korea. *Allergol Int* 47: 263-70, 1998

- 10) 오재원, 이하백: 경기도 구리지역의 공중화분 및 공중진균 포자 분포에 관한 연구. 소아알레르기 및 호흡기 7: 57-68, 1997
- 11) 김용관, 김규연, 이현희, 박경화, 이영진, 이기영: 실외, 실내(아파트) 및 지하상가 공기중 진균 포자 분포에 관한 조사-1995년 하절기(6, 7, 8월). 소아알레르기 및 호흡기 6: 123-35, 1996
- 12) 박준홍, 박해심: 서울 지역 대기 중의 곰팡이 포자수 측정. 알레르기 15: 216-22, 1995
- 13) 김종진: 서울에 있어서의 공중알레르겐 분포. 소아과 16: 596-9, 1973
- 14) Simth EC: Sampling and identifying allergenic pollens and molds: An illustrated identification manual for air samplers. p 133-66. Blewstone Press, San Antonio, Texas, 1990
- 15) Bassett IJ, Crompton CW: An atlas of airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. p269-317, Thron Press Ltd., Canada, 1978
- 16) Lehrer SB, Aukrust L, Salvaggio JE: Respiratory allergy induced by fungi. Clin Chest Med 4: 23-41, 1983
- 17) Stricker WE, Anorve-Lopez E, Reed CE: Food skin testing in patients with idiopathic anaphylaxis. J Allergy Clin Immunol 77: 516-9, 1986
- 18) Gravesen S: Fungi as a cause of allergic disease. Allergy 34: 135-54, 1979
- 19) Latge JP, Paris S: The fungal spore: reservoir of allergens. In : Cole GT, Hoch HC editors. The fungal spore and disease initiation in plants and animals, p379-401, Plenum Press, New York, 1991
- 20) O'Halloren MT, Yunginger JW, Offord KP: Exposure to an aeroallergen as a possible precipitating factor in respiratory arrest in young patients with asthma. N Engl J Med 325: 206-8, 1991
- 21) Targonski PV, Persky VW, Ramekrishnan V: Effect of environmental moulds on risk of death from asthma during the pollen season. J Allergy Clin Immunol 95: 955-61, 1995
- 22) Solomon WR, Platts-Mills TAE: Aerobiology and inhalant allergens. In Middleton JR, Reed CE, Ellis EF, Adkinson Jr, Yunginger JW, Busse WW, eds. Allergy : principles and practice 5th ed. p367-403, CV Mosby, St Louis, 1998
- 23) Burge HA: Monitoring for airborne allergens. Ann Allergy 69: 9-21, 1992
- 24) Burge HA: Bioaerosols : Prevalence and health effects in the indoor environment. J Allergy Clin Immunol 86: 687-701, 1990
- 25) Frenz DA: Comparing pollen and spore counts collected with the Rotorod Sampler and Burkard spore trap. Ann Allergy Asthma Immunol 83: 341-9, 1999
- 26) Frenz DA: The effect of windspeed on pollen and spore counts collected with the Rotorod Sampler and Burkard spore trap. Ann Allergy Asthma Immunol 85: 392-4, 2000
- 27) Sabariego S, Diaz de la Guardia C, Alba F: The effect of meteorological factors on the daily variation of airborne fungal spores in Granada(southern Spain). Int J Biometeorol 44: 1-5, 2000
- 28) Eggleston PA, Bush RK: Environmental allergen avoidance: An overview(Guidelines for Control of Indoor Allergen Exposure). J Allergy Clin Immunol 107: S403-5, 2001