

다중이용시설 내 공기 중의 진균 분포

고연자 · 공용우 · 이제만 · 고종명 · 김용희 · 제갈승

인천광역시 보건환경연구원

Distribution of Airborne Fungi in the Public Facilities

Yeon-Ja Koh · Young-Woo Gong · Jae-Mann Lee · Jong-Myoung Go

Yong-Hee Kim · Seung Jegal

Incheon Research Institute for Public Health & the Environment

Abstract

Recently, there is increasing interest in indoor air pollution. Fungal spores are one of the pollutants that is the causes of hypersensitivity reactions, bronchial asthma, allergic rhinitis.

This study was performed to assess the levels of fungi concentration in public facilities and airborne fungi were collected with the air sampler using DRBC(Dichloran rose bengal chloramphenicol) agar.

It was found that airborne fungi concentration were related to the humidity and the people movement. 10 genera of fungi was isolated and identified and the most common culturable fungi were *Penicillium*, *Cladosporium*, and *Aspergillus*.

Key words : Airborne fungi, Indoor air, Public facilities

*Corresponding author E-mail : hinko@hanmail.net

I. 서론

산업화 시대를 지나 정보화 시대인 현재, 사람들의 생활방식 및 거주 환경 등에 많은 변화가 있었다. 특히 수도권 주민들의 경우 95.4%가 하루에 22시간 이상을 실내에서 생활한다는 보고¹⁾와 같이 밀폐된 실내 환경에서의 거주 시간이 증가함에 따라 새로운 환경문제가 나타나게 되었다. 또한 실내에서 발생하는 많은 종류의 공기 오염 물질에 노출되어 발생한 건강상의 피해 사례가 제기됨으로써 실내 환경이 건강에 미치는 영향에 관한 공중보건학적 관심도 증가하게 되었다²⁾.

실내 공기질 오염은 다양한 실내 공간에서의 공기 오염을 말하며 매우 복합적인 원인들에 의하여 발생한다. 실내 공기질 오염을 유발하는 오염물질은 각종 가스상물질(SO_x, NO_x등), 방사선물질, 미세먼지, 포름알데히드, 석면, 담배연기 등의 화학적인 오염원과 세균, 곰팡이, 바이러스 등의 생물학적 오염원으로 나눌 수 있다. 이러한 오염원에 의한 실내 공기의 오염문제에 대해 그 심각성이 인식됨으로써 이러한 문제를 해결하기 위해 현재 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구들은 주로 VOCs 등 휘발성 유기화합물이나 먼지 속에 포함된 증금속에 초점이 맞추어져 있으나 실내 공기질 오염에서 간과할 수 없는 것이 부유세균 및 진균과 같은 미생물 환경이다^{3,4)}. 특히 진균이 실내에 증식하게 되면 우선 증식한 장소는 미관이 상하게 되고 진균의 특유한 냄새로 인하여 불쾌감이 생기게 된다. 또한 진균류는 포자라는 부유하기 쉬운 형태로 증식을 하기 때문에 그 오염범위가 상당히 넓고 이러한 진균 포자는 기관지 천식, 알레르기 비염 등 호흡기계 알레르기 질환의 원인으로 잘 알려져 있으며 피부접촉에 의한 알레르기 반응의 원인으로도 보고되어 있다⁵⁾. 그리고 일부 진균류의 대사산물은 급성 전신 중독과 같은

중독 반응을 일으키는 인자로 알려져 있다⁶⁾. 그러므로 진균류는 실내공간 거주자의 건강에 미치는 위험성이 크다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 인천광역시 내의 다중이용시설 중 병원, 도서관, 백화점 및 대형마트를 선택하여 각 장소에 분포하고 있는 진균의 종류와 수를 조사하여 실내 공기 내의 진균의 오염실태를 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 조사대상

인천광역시 내에 위치한 다중이용시설 중 병원, 도서관, 백화점 및 대형마트를 대상으로 실시하였으며, 병원은 로비와 병실, 도서관은 열람실과 서고, 백화점 및 대형마트는 층수를 달리하여 시설별, 조건별에 따른 진균의 종류와 농도를 조사하였다. 또한 각 장소의 온도와 습도를 측정함으로써 부유하는 진균농도에 환경조건이 미치는 영향을 살펴보았다.

2. 실내 공기 포집

공기시료의 포집은 실내공기질공정시험방법⁷⁾ 중 총부유세균의 시험 방법에 따라서 미생물용 충돌식 공기포집기(Air Sampler MAS-100Ex System, Merck)를 이용하여 100L/1min의 흡입량으로 지상으로부터 1.2m의 높이에서 250L을 흡입하였으며 유동인구의 수가 많은 오후 12시부터 3시 사이에 실시하였다. 포집된 시료로부터 진균을 선택적으로 분리하기 위해 Dichloran rose bengal chloramphenicol(DRBC) agar를 사용하였고, 30℃ 배양기에서 5일간 배양한 후 형성된 진균의 집락수를 기록하였다. 형성된 집락수를 공기량으로 나누어 단위 공기부피당 관찰된 진균수(CFU/m³)로 나타내었다.

3. 진균의 분리 및 동정

균주를 동정하기 위해서는 진균이 순수 분리되어 있는 상태여야 하기 때문에 DRBC agar에서 자란 진균 집락을 Potato dextrose agar(PDA) 배지에 계대 배양하여 순수분리하였다. 진균의 동정은 1단계로 균의 성장속도, 집락의 형태, 색깔, 배지 뒷면의 형태와 색깔, 집락의 구성(texture), 집락의 고도(topography), 발육온도, 균사의 형태 등을 관찰, 기록하면서 대략적인 추정을 하고, 2단계로 Lactophenol cotton blue로 염색하여 현미경으로 포자의 종류, 색깔, 크기, 포자형성 등을 관찰하여 속 수준까지 잠정적으로 동정하였다^{8,9)}.

III. 결과 및 고찰

1. 진균의 농도

다중이용시설에서의 환경조건 및 진균 농도의 상관관계를 본 결과는 Table 1과 같다. 병원에서의 온도는 21.4~25.9℃, 습

도는 27~36%, 진균 농도는 68~220CFU/m³였고, 도서관에서의 온도는 18.9~22℃, 습도는 36~55%, 진균 농도는 72~380CFU/m³였으며 백화점 및 대형마트에서의 온도는 21.6~25.1℃, 습도는 20~50%, 진균 농도는 36~756CFU/m³였다. 온도와 습도 외에 측정 지점에 위치하거나 이동하는 사람의 수를 백분율로 환산하여 나타냈는데¹⁰⁾ Fig. 1을 살펴보면 같은 장소에서 측정한 각각의 지점에 대한 결과는 습도가 높을수록 진균의 농도가 높았으며, 사람들의 움직임이 많을수록 진균의 농도가 더 높았다. 이는 비슷한 상태가 유지되는 실내에서 실질적으로 습도가 공기 중 진균류의 농도에 가장 중요한 영향을 주는 요소라는 사실과 일치하였고, 또한 사람들이 많이 움직일수록 진균을 포함한 침전먼지가 부유하게 되기 때문에 진균의 농도가 높아진 것으로 이는 실내 공기 중 진균의 농도는 해당 공간의 근로자의 활동에 의하여 증가하였다는 Levy 등¹¹⁾의 결과와 일치하였다.

Table 1. Temperature, humidity and fungi concentration in each places

Site	Position	Temperature (°C)	Humidity (%)	People movement (%)	Concentration (CFU/m ³)
Hospital 1	General ward (Hos.1-G)	22.5	31	20	132
	Main lobby (Hos.1-M)	21.4	28	10	128
Hospital 2	General ward (Hos.2-G)	23.9	36	40	124
	Main lobby (Hos.2-M)	25.4	27	80	220
Hospital 3	General ward (Hos.3-G)	25.9	30	30	92
	Main lobby (Hos.3-M)	23.1	31	50	132
Hospital 4	General ward (Hos.4-G)	24.6	34	30	68
	Main lobby (Hos.4-M)	23.9	32	60	108
Library 1	Materials reading room (Lib.1-M)	20.4	36	10	72
	Study reading room (Lib.1-S)	21.5	47	60	160
Library 2	Materials reading room (Lib.2-M)	18.9	43	20	184
	Study reading room (Lib.2-S)	20.4	41	20	160
Library 3	Materials reading room (Lib.3-M)	19.6	50	30	196
	Study reading room (Lib.3-S)	22	55	50	380
Department store	1st floor (Dep.1st)	24.9	22	30	48
	3rd floor (Dep.3rd)	25.1	20	20	36
Mart	1st floor (Mart 1st)	21.6	50	70	756
	2nd floor (Mart 2nd)	23.9	47	50	268

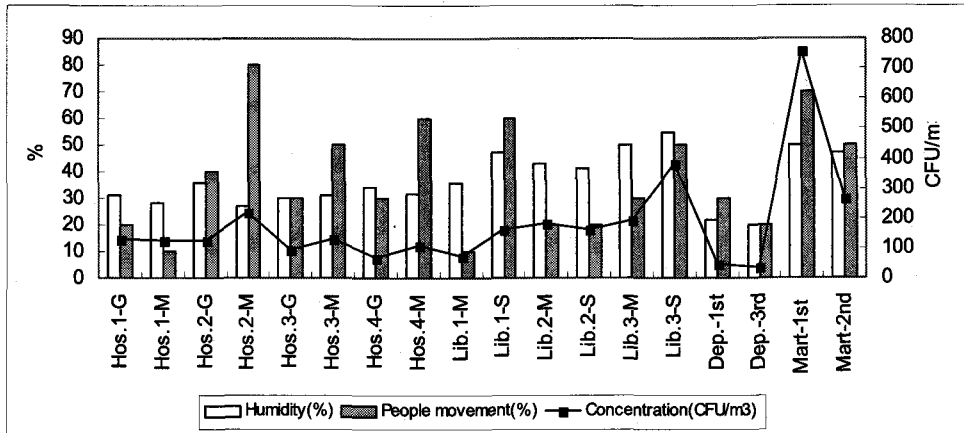


Fig. 1. Relation between humidity, people movement and fungi concentration.

Table 2. Isolated fungi in hospitals

Fungi	Number of colonies								Total	%
	Hospital 1		Hospital 2		Hospital 3		Hospital 4			
	Genera 1 ward	Main lobby	Genera 1 ward	Main lobby	Gener al ward	Main lobby	Genera 1 ward	Main lobby		
<i>Penicillium</i>	11	18	9	17	16	8	12	15	106	42.2
<i>Cladosporium</i>	18	9	6	17	4	12	1	3	70	27.9
<i>Aspergillus</i>	2	3	7	3	1	5	2	7	30	12.0
Yeast			3	5		5		1	14	5.6
<i>Paecilomyces</i>	1		2	9	1	1	1	1	16	6.4
<i>Scedosporium</i>			1	2					3	1.2
<i>Trichoderma</i>		1			1	1			3	1.2
<i>Geotrichum</i>	1	1		1					3	1.2
<i>Gliocladium</i>			3	1					4	1.6
<i>Fusarium</i>									0	0
Unidentified						1	1		2	0.8
Total	33	32	31	55	23	33	17	27	251	

2. 병원에서 분리된 진균

병원에서 분리된 균주는 Table 2와 같이 *Penicillium* 42.2%, *Cladosporium* 27.9%, *Aspergillus* 12.0%, *Paecilomyces* 6.4%, Yeast 5.6%, *Gliocladium* 1.6%, *Scedosporium* 1.2%, *Trichoderma* 1.2%, *Geotrichum* 1.2%, 동정되지 못한 균주가 0.8%였다.

이는 박²⁾ 등의 결과인 *Penicillium* 54.9%, *Cladosporium* 36.8%, *Aspergillus* 6.8% 기타 1.5%와 유사하였고, 홍¹³⁾ 등의 결과인 *Cladosporium*

26%, *Penicillium* 25.5%, *Aspergillus* 18.5%, *Alternaria* 9.8%, *Fusarium* 1.1%, *Stemphyllium* 0.5%, *Aureobasidium* 0.5%, *Epicoccum* 0.5%, *Botryoides* 0.5%, *Mucor* 0.5%, *Scopulariopsis* 0.5%, *Chaetomium* 0.5%, 기타 15.2%가 나온 것과 비교해 보았을 때 분리된 균주와 차지하는 비율은 차이가 있지만 주로 *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*들이 분리된 균들 중에서 가장 많았다는 결과와는 일치하였다.

Table 3. Isolated fungi in library

Fungi	Number of colonies						Total	%
	Library 1		Library 2		Library 3			
	Materials reading room	Study reading room	Materials reading room	Study reading room	Materials reading room	Study reading room		
<i>Penicillium</i>	5	12	29	18	23	37	124	43.1
<i>Cladosporium</i>	12	19	13	9	9	39	101	35.1
<i>Aspergillus</i>		5	1	3	6	6	21	7.3
Yeast		1	1	6		7	15	5.2
<i>Paecilomyces</i>		2	2	2	7	2	15	5.2
<i>Scedosporium</i>				1	1		2	0.7
<i>Trichoderma</i>						4	4	1.4
<i>Geotrichum</i>							0	0
<i>Gliocladium</i>	1						1	0.3
<i>Fusarium</i>					1		1	0.3
Unidentified		1		1	2		4	1.4
Total	18	40	46	40	49	95	288	

병원별 지점의 결과를 살펴보면 병실보다 로비에서 진균의 농도가 높았는데 이는 병실에서의 사람들의 움직임보다는 로비에서의 움직임이 많고, 로비의 경우 1층에 위치하고 있기 때문에 외부로부터의 오염도 더 많이 생길 수 있어 이런 결과가 나온 것으로 사료된다.

3. 도서관에서 분리된 균주

도서관에서 분리된 균주는 Table 3과 같이 *Penicillium* 43.1%, *Cladosporium* 35.1%, *Aspergillus* 7.3%, *Paecilomyces* 5.2%, Yeast 5.2%, *Trichoderma* 1.4%, *Scedosporium* 0.7%, *Fusarium* 0.3%, *Gliocladium* 0.3%, 동정되지 못한 균주가 1.4%였다.

이는 신¹⁴⁾의 결과인 도서관 열람실에서 분리된 *Fonseaea* 36.9%, *Cladosporium* 21.1%, *Aspergillus* 10.5%, *Penicillium* 10.5%, *Trichophyton* 10.5%, *Scedosporium* 10.5%와 상이하였다.

도서관별 지점의 결과를 살펴보면 도서관 1과 3의 경우는 열람실이 서고에 비하

여 진균의 농도가 높았으나 도서관 2의 경우는 결과가 상이했다. 이는 도서관 2의 경우 열람실에 사람이 적기도 했지만 다른 도서관에 비해 20년 정도 오래된 도서관으로서, 오래된 서고의 특성상 먼지가 많이 쌓이게 되면 그 먼지들을 제거하기가 어렵고, 오래된 종이가 부식되면 진균류가 생성하는 cellulose에 의해 진균류의 증식환경을 유지해주기 때문에 진균의 수가 많았던 것으로 사료된다.

4. 백화점 및 마트에서 분리된 균주

백화점 및 마트에서 분리된 균주는 Table 4와 같다. 백화점에서는 *Cladosporium* 38.1%, *Penicillium* 33.3%, *Aspergillus* 9.5%, Yeast 9.5%, *Geotrichum* 4.8%, 동정되지 못한 균주가 4.8%였다. 마트에서는 *Penicillium* 43.4%, *Cladosporium* 41.0%, *Aspergillus* 6.6%, Yeast 3.1%, *Paecilomyces* 2.0%, *Scedosporium* 1.6%, *Geotrichum* 0.8%, 동정되지 못한 균주가 1.2%였다.

Table 4. Isolated fungi in department store and mart

Fungi	Number of colonies			%	Number of colonies			%
	Department store		Total		Mart		Total	
	1st floor	3rd floor			1st floor	2nd floor		
<i>Penicillium</i>	4	3	7	33.3	90	21	111	43.4
<i>Cladosporium</i>	4	4	8	38.1	71	34	105	41.0
<i>Aspergillus</i>	1	1	2	9.5	14	3	17	6.6
Yeast	1	1	2	9.5	5	3	8	3.1
<i>Paecilomyces</i>			0	0	3	2	5	2.0
<i>Scedosporium</i>			0	0	2	2	4	1.6
<i>Trichoderma</i>			0	0		1	1	0.4
<i>Geotrichum</i>	1		1	4.8	2		2	0.8
<i>Gliocladium</i>			0	0			0	0
<i>Fusarium</i>			0	0			0	0
Unidentified	1		1	4.8	2	1	3	1.2
Total	12	9	21		189	67	256	

백화점 및 마트의 지점에 따른 결과를 살펴보면 두 시설 모두 1층의 경우가 다른 층에 비하여 진균의 농도가 높은 것으로 나타났는데 이러한 결과는 병원의 경우와 같이, 이동하는 사람의 수가 많고 또한 외부 공기 유입으로 인한 오염인 것으로 사료된다.

또한 마트와 백화점에서의 진균농도의 차이가 나는 것은 각각 매장의 특성상 차이가 있을 뿐 아니라 백화점이 상대적으로 마트에 비해 습도가 낮았고, 사람들의 움직임에서 많은 차이가 났기 때문으로 사료된다.

5. 분리된 진균

전체적으로 분리된 진균을 Table 5에서 살펴보면 *Penicillium* 42.6%, *Cladosporium* 34.8%, *Aspergillus* 8.6%, Yeast 4.8%, *Paecilomyces* 4.4%, *Scedosporium* 1.1%, *Trichoderma* 1.0%, *Gliocladium* 0.7%, *Geotrichum* 0.6%, *Fusarium* 0.1%, 동정되지 못한 균주가 1.2%이었다.

동정된 균주는 *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*가 86%를 차지하였으며 Fig. 2

는 이 세 개의 균주에 대해 각 장소에서의 집락수를 살펴본 것이다. 백화점을 제외한 모든 장소에서는 *Penicillium*이 가장 많이 분리되었고, 백화점에서만 *Cladosporium*이 가장 많이 분리되었다.

Table 5. Isolated fungi

Fungi	Number of colonies	%
<i>Penicillium</i>	348	42.6
<i>Cladosporium</i>	284	34.8
<i>Aspergillus</i>	70	8.6
Yeast	39	4.8
<i>Paecilomyces</i>	36	4.4
<i>Scedosporium</i>	9	1.1
<i>Trichoderma</i>	8	1.0
<i>Geotrichum</i>	6	0.7
<i>Gliocladium</i>	5	0.6
<i>Fusarium</i>	1	0.1
Unidentified	10	1.2
Total	816	100

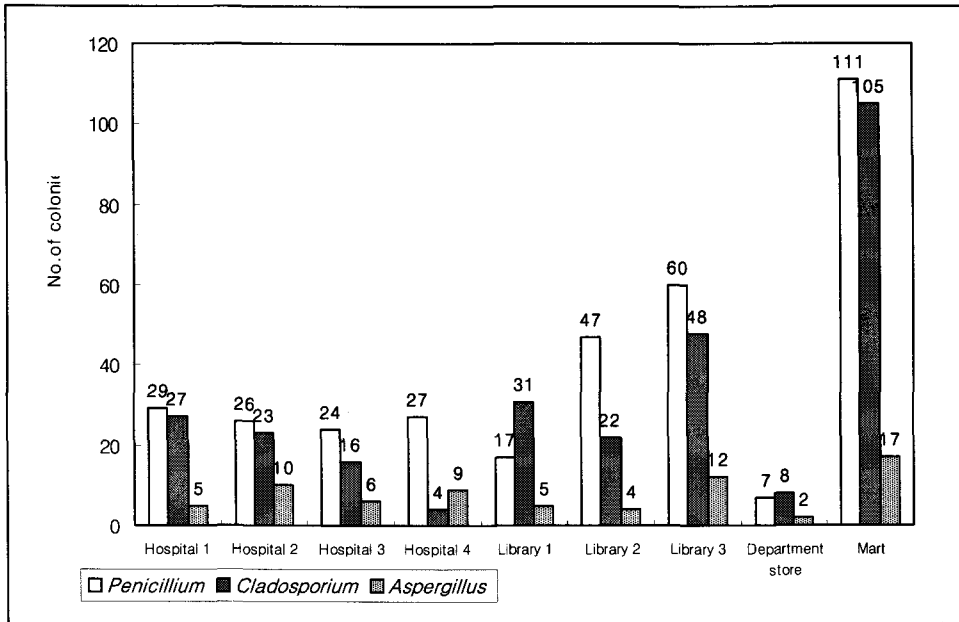


Fig. 2. Number of colonies of *Penicillium*, *Cladosporium* and *Aspergillus* in each place.

분리된 균주들에 대한 병원성을 살펴보면 *Penicillium*은 공기 중으로 방출시 많은 수의 건조한 작은 포자를 발생시켜 천식과 폐렴과 같은 과민성 질환을 유발하는 것으로 알려져 있으며^{15,16)}, 진균성 각막염, penicilliosis, 외이도염, 조·갑부위 감염 및 드물게 심부 감염을 일으킨다¹⁷⁾. *Cladosporium*은 실외에서 가장 많이 검출되는 진균으로 보고되어 있으며¹⁶⁾, 진균성 결막염과 알러지를 일으킨다¹⁷⁾. *Aspergillus*는 기회 감염을 일으키는 대표적인 균으로 20여종이 질환을 유발하는데 이 중 *A. fumigatus*가 가장 흔한 병원성 균이며 그 외에도 *A. flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, *A. nidulans* 등이 질환을 일으킬 수 있다¹⁸⁾. *Aspergillus*는 폐간염, 기관지 폐 알러지 질환, 진균성 각막염, 외이도염, 비누선염 등을 일으킨다¹⁷⁾.

그 외에 분리된 균주 중 *Paecilomyces*의 병원성은 penicilliosis와 연관되어 있고, 심내막염, 내안구염, 흉막염, 피부 질환

등을 일으킨다. 그리고 *Scedosporium* 중 *S. apiospermum*은 미국에서 균종 (mycetoma)을 가장 잘 일으키는 것으로 알려져 있으며 폐질환, 부비동염, 진균구 (fungus ball), 진균성 각막염, 전립선염, 만성 외이도염, 진균성 수막염 및 전신성 감염을 일으킨다. 도서관에서 분리된 *Fusarium*은 진균성 각막염을 가장 흔히 일으키며 화상환자, 조·갑 진균증, 외이도염, 진균증, 외상에 의한 골수염 및 파종성 감염을 일으킬 수 있다고 한다¹⁷⁾.

6. 진균 농도에 대한 권고기준

현재 우리나라의 법규정상 다중이용시설 중 병원의 경우에서만 부유세균에 대해 800CFU/m³ 이하라는 권고기준만을 정하여 규제하고 있을 뿐 진균에 대해서는 아직 규제가 되고 있지 않고 있다. 다만 세계보건기구(WHO)에서는 실내 공기 중 총 진균 농도에 대한 권고기준을 150CFU/m³ 이하로 하고 있고, 실내공기질협회(IAQA)

에서는 300CFU/m³ 이하를 권고하고 있다 (16,17).

실험결과 진균농도를 보면 세계보건기구의 권고기준을 초과한 지점은 병원 2의 로비, 도서관 1의 열람실, 도서관 2의 서고와 열람실, 도서관 3의 서고와 열람실, 마트의 1층과 2층으로 총 8지점이었다. 실내 공기질협회의 권고기준을 초과하는 곳은 도서관 3의 열람실과 마트의 1층으로 2개의 지점이 초과하였다. 이로 보아 다중이용 시설 내의 공기가 진균으로 오염이 되어 있다는 것을 알 수 있다.

하지만 아직 실내 공기 중 진균류의 어느 농도 수준까지가 안전한가에 대한 표준화된 실내 허용기준은 없다. 이러한 허용기준을 정하기 위해서는 우선 실내에 존재하는 진균의 종류에 대해서 조사해야 할 것이고, 이러한 진균에 의하여 발생하는 질환에 대한 정확한 역학적 연구가 먼저 진행되어야 할 것으로 생각된다.

IV. 결 론

실내공간에서 생활하는 시간이 증가함에 따라 실내 공기질에 대한 관심이 높아지고 있다.

이러한 실내 공기질에 대한 오염은 다양한 원인들에 의해 발생하는 데 이 중 생물학적 오염원인 진균에 대해서도 위생학적 문제가 제기되고 있다. 실내 진균에 대한 문제점을 해결하기 위해서는 실내 환경 내에 있는 진균에 대한 정확한 연구가 선행되어야 하기 때문에 본 연구에서는 인천 지역 내 다중이용시설을 선택하여 각 시설 내 진균의 종류와 농도를 파악함으로써 실내진균오염도를 살펴보았다.

1. 병원, 도서관, 백화점, 대형마트를 선택하여 조사를 시행하였고 각 시설마다 2개의 지점을 정하여 실내공기질공정시험

방법에 따라 air sampler를 이용하여 충돌법으로 공기를 흡입하여 실내부유진균의 종류와 농도를 파악하였다.

2. *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Yeast*, *Paecilomyces*, *Scedosporium*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Fusarium* 등 10종 이상의 진균류가 발견되었으며, 이 중 *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*가 전체 부유진균농도의 85% 이상을 차지하는 것으로 조사되었다.
3. 환경조건과의 상관관계를 살펴보면 상대적으로 습도가 높은 곳일수록 진균의 농도가 높았으며 사람들의 출입 등으로 인해 이동이 많아 공기의 흐름이 활발한 곳일수록 진균의 농도가 높은 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. 김강석, 이희선, 공성용 : 실내공기오염에 대한 국민의식 조사와 정책 방안 연구, 한국환경정책평가연구원, 2001
2. Law, A.K.Y., Cha, C.K., and Chan, G.Y.S. : Characteristics of bioaerosol profile in office buildings in Hong Kong. *Building and Environment*, 36, 527-541, 2001
3. Macher, J (Ed.) : Bio-aerosols Assessment and Control, American Conference of Governmental Industrial Hygienists Cincinnati, 1999
4. Finnegan MJ, Pickering CA : The sick building syndrome: prevalence studies, *Br. Med. J.* 289, 1573-5, 1984
5. Lacey J. : Fungi and actinomyces as allergens, Kay AB ed. *Allergy and allergic diseases*, 1st ed. Oxford, Blackwell Science, 58-887, 1997
6. Samson R.A., Flannigan B, Flannigan

- M, et al. : Health implication of fungi in indoor environments. Amsterdam, Elsevir, 1-26, 1994
7. 환경부 : 실내공기질공정시험방법, 환경부고시 제2004-80호, 155-159, 2004
 8. 김신옥 : Molds의 동정 I, 대한의진균학회지 제8권 제3호, 97-102, 2003
 9. Davise H. Larone : Medically important fungi 4th edition ASM Press, 2002
 10. 박재범, 김기연, 장규엽, 김치년, 이경중 : 다중이용시설 내부에 분포하는 부유 진균의 입경별 농도 측정, 한국환경보건학회지, 제32권 제1호, 36-45, 2006
 11. Levy, J.I., Nishiok, Y., Gilbert, K. Cheng, C.H., Burge, H.A. : Variabilities in aerosolizing activities and airborne fungi concentrations in a bakery. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 60, 317-325, 1999
 12. 박재범, 김기연, 장규엽, 김치년, 이경중 : 다중이용시설 내부에 분포하는 부유 진균의 입경별 농도 측정, 한국환경보건학회지, 제32권 제1호, 36-45, 2006
 13. 홍원표, 신중희, 신동현, 설영애, 이창재, 서순팔, 양동욱 : 병원공기와 임상검체에서 분리된 사상형 진균, 병원감염관리, 제4권 제1호, 17-25, 1999
 14. 신현성 : 대전시에서 공중낙하 사상균의 분리빈도 조사, 임상병리검사과학회지, 제32권 제3호, 110-121, 2000
 15. Miller, D. : Fungi as contaminants in indoor air, Atmos Environ., 26A, 2163-2172, 1992
 16. Wu, P.C., Su, H.L and Lin, C.Y. : Characteristics of indoor and outdoor airborne fungi at suburban and urban homes in two seasons., Sci. Total Environ., 253, 111-118, 2000
 17. 김영권 외: 임상진균학 제2판, 고려의학, 1993
 18. Bohler K, Mertze D, Poitschda CH, Jurecka W. : Cutaneous aspergillosis, Clin Exp Dermatol, 15, 446-450, 1990