

산업체 작업환경의 실내 공기에서 미생물 오염도

강경희 · 장명웅[†]

고신대학교 의학부 미생물학교실

Microbiologic Pollution of Indoor Air in Industrial Work-Places

Kyung-Hee Kang and Myung-Woong Chang[†]

Department of Microbiology, Kosin Medical College, Pusan 602-702, Korea

Abstract

This study was investigated to isolate and identify the total bacteria and fungi from the indoor air of work-place of the shoes, paint, stainless steel, and plastic industries. The number of bacterial colonies on the nutrient agar plates were calculated by the open petridish method for 30 minutes in indoor air of work-places at the autumn and winter. The isolated bacteria were identified by Gram stain and biochemical test using API Staph and API 20E kits. The isolated fungal colonies were identified by gross appearance of the giant colonies and microscopic examination of their spore and hyphal characteristics on the slide culture method. The minimum inhibitory concentration (MIC) of several antibiotics against isolated bacteria was determined by the microdilution method with Mueller-Hinton broth.

The 70-400 colonies in autumn and 54-236 colonies in winter were isolated from the indoor air of work-places of several industry. The isolation rates of Gram positive cocci, Gram positive bacilli, Gram negative bacilli, and Gram negative cocci were 46.3%, 19.8%, 17.3%, and 16.1%, respectively. In Gram positive cocci, the most strains were identified as *Aerococcus spp*, *Micrococcus spp*, and *Staphylococcus spp*. In Gram positive and negative bacilli, and Gram negative cocci were identified as *Bacillus spp*, *Pseudomonas spp*, and *Neisseria spp*, respectively. The frequently isolated fungi were *Aspergillus spp*, *Penicillium spp* and *Rhizopus spp*, respectively. The frequently isolated *Aerococcus spp*, *Micrococcus spp*, and *Staphylococcus spp* were highly resistance against ampicillin, erythromycin, methicillin, and tetracycline.

These results arouse our attention to microbiologic pollution in the indoor air of work-places of industries.

Key words – Microbiologic pollution, Work-places of industries, Antibiotic susceptibility.

서 론

인간은 자연환경 이외에 자신이 영위하는 인위적환경(주변환경)과 항상 접하여 생활하고 있으며, 이들 환경에

의해 직·간접의 영향을 받게 되며[9,18], 한 사람의 건강 상태는 유전적 특성, 흡연, 운동과 같은 개인적인 습관, 일 반적인 신체 상태, 식이(식품 섭취시 포함된 오염물질의 양), 생활 환경, 도시와 직업적인 공기 오염, 물의 오염 등

[†] Corresponding author

과 같은 다양한 요인들에 의해 결정된다[25].

사람에서 병원성 미생물의 감염은 대화, 재치기, 기침 등을 통한 비말핵이 공기의 흐름을 매개로 하여 한 사람에서 다른 사람에게로 전파되거나, 손상 받은 피부나 점막에 직접적인 접촉을 통해서 침입한다[1,31]. 공기중에 분포한 비말핵은 감염성 또는 알레르기성 물질을 함유하고 있어, 호흡기 질병과 관련된 viable dust로서의 중요성을 가지며[22], 심혈관계 질환이나 비호흡기계의 다른 질병과도 밀접한 관계를 시사하는 연구 결과들이 보고되고 있다[32].

실내 공기오염의 문제가 연구 주제로 부각된 것은 1960년대 이후 유럽과 미국에서 외기의 오염물질 측정에 준하여 실내 오염농도를 측정하면서 부터였으며[15], 국내에서도 실내 공기오염이 환경학의 한 분야로 새롭게 도입되어 1980년대 초에 실내공기오염에 관한 보건학적 고찰을 통한 제반 문제점이 제시되었다[9]. 그러나 지금까지의 실내 환경오염에 관한 연구의 대부분이 실내 공기의 질적 평가를 위한 가스상 물질(CO, CO₂, NO₂, SO₂ 등)과 입자상 물질(Fe, Pb, Mn, Cd 등)의 농도 측정에 의한 것으로[6,8,13], 실내 환경의 미생물학적 오염에 관한 연구는 체계적으로 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 각종 오염물질에 폭로되기 쉬운 산업체 작업장 내 공기에서 각종 미생물의 오염도를 조사 분석함으로써, 작업장의 작업환경 개선을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

연구대상

본 연구의 대상은 부산시내 공업지역에 위치한 자기 다른 업종의 산업체들로서, 신발 및 부품 제조업체(I), 안료, 염료, 화학약품 생산업체중 도장제 생산업체(II), 기계, 금속 및 기계부품 제조업체중 스테인레스 제품 생산업체(III), 플라스틱 제품 생산업체(IV)를 선택하였으며, 이들 업체 중 각 업종별로 1개의 산업체에서 4곳의 작업장을 무작위로 추출 선정하였다. 검사대상 각 산업체의 근로자 수는 I 산업체가 197명, II 산업체가 138명, III 산업체가 76명, IV 산업체가 106명이었다. 이들 각 산업체의 작업장내 공기 중의 낙하균(일반 세균, 병원성 세균(포도상구균 등), 진균(곰팡이))을 분리 동정하고, 분리빈도가 높은 일부 균

에 대하여 항생물질 감수성검사를 실시하였다.

측정기간

각 산업체의 작업장에서 1995년 9-10월(가을)과 95년 12월-96년 1월(겨울), 2회 낙하균을 측정하였다.

사용배지

낙하균의 채취에는 일반세균을 분리 배양하기 위하여 Nutrient agar (NA)배지를, 진균의 분리 배양을 위하여 Sabouraud dextrose agar (SDA)배지를 사용하였다[2,33].

낙하균의 채취방법

각 산업체의 작업장에서 단위작업별 또는 공정별로 서로 다른 3곳의 장소를 선택하였다. 측정기간 중 맑고 바람이 없는 날을 택하여 오전 10-11시, 오후 2-3시 사이에, 한 장소에 NA와 SDA 평판배지 각 1 장씩을 작업장 바닥으로부터 1.0m 높이에서 뚜껑을 열어서 30분간 공기중에 노출시켜 낙하균을 채취하였다[7,19].

낙하균의 집락 수 산정

각 작업장에 30분간 노출시킨 NA 배지는 37℃에서 48시간, SDA배지는 25℃에서 7일간 배양하였으며, 배양 후 각 배지에 형성된 세균의 집락은 QUEBEC colony counter (American Optimal, USA)를 이용하여 균집락 수를 산정하였다[10].

낙하균의 분리동정

NA배지에 배양된 균집락을 각각 순수분리 배양하고, 그람염색하여 그람 양성 구균/간균 및 그람 음성 구균/간균으로 분류하고, 그람 양성 구균의 생화학적 특성은 API Staph kit를, 그람 음성 간균의 생화학적 특성은 API 20E kit를 사용하여 동정하였다. 기타 동정에 kit를 사용할 수 없는 그람 음성 구균과 그람 양성 간균은 각각 Oxidase 생성능, 운동성, 탄수화물 이용능 등과 아포 형성 여부, Catalas 생성능, 운동성, 면양혈액 한천배지 상에서의 용혈성, 탄수화물 분해능 등의 생화학적 검사를 실시하여 Diagnostic Microbiology[23]과 Bergy manual[24] 등의 기준에 따라 동정하였다[27,28]. SDA배지에 배양된 진균 집락은 형태, 집락 표면 및 이면의 색깔 등을 육안적으로 관찰 기록하고, 슬라이드 배양 후 lactophenol cotton blue

로 염색하여 현미경하에서 균사의 형태적 특징과 아포 형성 유무 및 이의 형태적 특성을 관찰, 동정하여 Davise 등과 Miyaji 등의 기준에 따라 동정하였다[20,30].

항생물질 감수성 검사

본 실험에 사용된 항생물질은 ampicillin (영진, 서울), cephalotin (대웅, 서울), erythromycin (Sigma, USA), gentamicin (유한, 서울), kanamycin (동아, 서울), methicillin (Sigma, USA), tetracycline (Sigma, USA), vancomycin (대웅, 서울) 등이었다. 각 항생물질은 128.0 µg/ml를 최고 농도로 하여 0.125 µg/ml 농도까지 Mueller-Hinton 액체 배지(Difco Lab.)로 2배 계단희석하였다. 이 항생물질이 함유된 배지 100 µl씩을 96 well plate에 각 농도별로 분주하였다[10].

항생물질 감수성 검사는 Lorian[26]등의 방법에 준하여 microdilution법으로 최소발육억제농도 (MIC)를 검사하였다. 즉, 각 균주를 Mueller-Hinton액체배지에 18-24시간 배양하여 # 0.5 McFarland Standard 농도에 맞춘 후, Mueller-Hinton액체배지로 100배 희석하여 균수가 10⁶ CFU/ml 되도록 조정된 균액 100 µl를 각 농도의 항생물질이 함유된 배지에 접종하였다. 감수성 검사 결과는 37°C에서 18-24시간 배양한 후 균의 발육 유무를 관찰하여 균의 증식이 억제되는 최저농도를 MIC로 판정하였다. 내성의 기준은 NCCLS에 준하였으며[21], ampicillin에 대한 MIC는 0.5 µg/ml (포도상구균), 32 µg/ml (그람 음성 장내세균) 또는 그 이상, cephalotin과 vancomycin에 대한 MIC는 32 µg/ml 또는 그 이상, erythromycin에 대한 MIC는 8 µg/ml 또는 그 이상, gentamicin과 tetracycline에 대한 MIC는 16 µg/ml 또는 그 이상, kanamycin과 methicillin에 대한 MIC는 64 µg/ml 또는 그 이상일 때 내성균으로 판정하였다[11,12].

결 과

각 산업체의 작업장 공기에서 세균 오염도

부산시 내 공업지역에 위치한 각기 다른 업종의 4개 산업체를 대상으로 작업장내 공기 중에서 세균 및 진균의 오염도는 Table 1과 같다. 도장제 생산업체 작업장의 실내 공기 중에서 30분간 낙하된 일반세균(NA배지)의 총집락수는 가을과 겨울에 각각 196개와 53개였으며, 진균(SDA

배지)의 총집락수는 가을과 겨울에 각각 9개와 2개로, 일반세균이나 진균수가 겨울보다 가을에 월등히 많았다. 각 부서별로 보면, 가을에 수성도료생산부서(C)에서 낙하된 일반세균과 진균의 총수는 각각 71개와 7개로 가장 많았으며, 수지생산부서(B)에서 각각 70개와 1개였으며, 조색부서(A)에서 각각 46개와 1개로 가장 적었다. 겨울에는 A부서에서 각각 26개와 1개로 가장 많았으며, B부서에서 각각 10개와 1개였으며, C부서에서는 일반세균만 15개 분리되었다. 스테인레스 제품 생산업체 작업장의 실내공기 중에서 30분간 낙하된 일반세균의 총집락수는 가을과 겨울에 각각 311개와 167개로, 겨울보다 가을에 균수가 더 많았다. 부서별로 보면, 가을에 절단공정부서(A)에서 낙하된 일반세균과 진균의 총수는 각각 115개와 4개로 가장 많았으며, 프레스 및 연마공정부서(B)에서 각각 87개와 6개였으며, 포장공정부서(C)에서는 각각 97개와 2개였다. 겨울에는 C부서에서 각각 59개와 7개로 가장 많았으며, B부서에서 각각 43개와 10개였으며, A부서에서 각각 33개와 15개였다. 신발 생산업체 작업장의 실내공기 중에서 30분간 낙하된 일반세균과 진균의 총집락 수는 겨울에 각각 148개와 8개이었다. 이를 부서별로 보면, 배합정련공정부서(A)에서 각각 78개와 4개로 가장 많았으며, 성형공정부서(B)에서는 각각 66개와 4개였으며, 포장공정부서(C)에서는 일반세균만 4개가 분리되었으나, 진균은 분리되지 않았으며, 가을에는 측정하지 못하여 비교할 수 없었다. 플라스틱 제품 생산업체 작업장의 실내공기 중에서 30분간 낙하된 일반세균과 진균의 총집락수는 가을과 겨울에 각각 64개와 48개로 겨울보다 가을에 균수가 많았다. 이를 부서별로 보면, 가을에 조립 및 포장공정부서(C)에서 일반세균과 진균의 총집락수는 각각 43개와 3개로 가장 많았으며, 성형공정부서(B)에서 각각 7개와 3개였으며, 배합공정부서(A)에서 각각 4개와 4개였다. 겨울에 일반세균과 진균의 총집락수는 C부서에서 각각 25개와 2개로 가장 많았고, A부서에서는 각각 9개와 5개였으며, B부서에서는 각각 6개와 1개였다.

산업체 작업장에서 분리된 일반세균의 종류 및 분리율

- 1) 도장제 생산업체 작업장에서 분리된 일반세균의 종류 및 분리율 (Table 2)

도장제 생산업체 작업장에서 분리된 Gram 양성구균은

Table 1. Numbers of bacteria and fungi colonies on nutrient agar and sabouraud dextrose agar plates exposed for 30 minutes in the air of industrial factories

Factories	Media ^a	Department ^b						Total	
		A		B		C		Aut	Win
		Aut	Win ^c	Aut	Win	Aut	Win		
Paint Factory	NA	46*	26*	70**	10**	71**	15**	187**	51**
	SDA	1	1	1	1	7	0	9**	2**
	Subtotal	47	27	71**	11**	78**	15**	196**	53**
Stainless steel factory	NA	115**	33**	87*	43*	97*	59*	299**	135**
	SDA	4**	15**	6	10	2**	7**	12**	32**
	Subtotal	119**	48**	93	53	99	66	311*	167*
Shoes factory	NA	NT ^d	78	NT	66	NT	4	NT	148
	SDA	NT	4	NT	4	NT	0	NT	8
	Subtotal	NT	82	NT	70	NT	4	NT	156
Plastic factory	NA	4	9	7	6	43*	25*	54	40
	SDA	4	5	3	1	3	2	10	8
	Subtotal	8	14	10	7	46	27	64	48

^aNA, Nutrient agar plate ; SDA, Sabouraud dextrose agar plate

^bShoes factory- A, mixing ; B, forming ; C, packing ; Paint factory- A, color mixing ; B, resin ; C, water paint ; Stainless steel factory- A, cutting ; B, press & grinding ; C, frame & packing ; Plastic factory- A, mixing ; B, forming ; C, frame & packing ;

^cAut, autumn ; Win, winter ; ^dNT, not tested

*p<0.05, Significantly different from the autumn and winter

**p<0.01, Significantly different from the autumn and winter

조색부서(A)에서 가을에 21.4%, 겨울에 10.3%, 수지생산부서(B)에서 가을에 50.0%, 겨울에 50.0%, 수성도료생산부서(C)에서 가을에 33.9%, 겨울에 40.0%로 *Aerococcus spp*와 *Micrococcus spp*가 많이 분리되었고, Gram 음성구균은 A부서에서 가을에 47.6%, 겨울에 6.9%, B부서에서 가을에 7.1%, 겨울에 10.0%, C부서에서 가을에 33.9%, 겨울에 13.3%로 *Neisseria flavescens*, *N. elongata*와 *N. pharyngis*가 많이 분리되었다. Gram 양성간균은 A부서에서 가을에 4.8%, 겨울에 58.6%, B부서에서 가을에 10.0%, 겨울에 40.0%, C부서에서 가을에 7.1%, 겨울에 33.4%로 *Bacillus spp*가 많이 분리되었고, Gram 음성간균은 A부서에서 가을에 23.8%, 겨울에 24.1%, B부서에서 가을에 32.9%, 겨울에 0%, C부서에서 가을에 25.0%, 겨울에 13.3%로 *Acinetobacter spp*와 *Pseudomonas maltophilia*, *P. paucimobilis*가 분리되었다.

양성구균은 절단공정부서(A)에서 가을에 33.7%, 겨울에 74.2%, 프레스 및 연마공정부서(B)에서 가을에 44.8%, 겨울에 34.9%, 포장공정부서(C)에서 가을에 47.5%, 겨울에 3.5%로 *Aerococcus spp*와 *Micrococcus spp*가 많이 분리되었고, Gram 음성구균은 A부서에서 가을에 36.7%, 겨울에 0%, B부서에서 가을에 32.5%, 겨울에 4.7%, C부서에서 가을에 16.3%, 겨울에 0%로 *Branhamella catarrhalis*와 *Neisseria elongata*, *N. flavescens*가 분리되었다. Gram 양성간균은 A부서에서 가을에 9.2%, 겨울에 25.8%, B부서에서 가을에 7.2%, 겨울에 46.5%, C부서에서 가을에 15.0%, 겨울에 78.1%로 *Bacillus spp*가 많이 분리되었고, Gram 음성간균은 A부서에서 가을에 17.4%, 겨울에 0%, B부서에서 가을에 18.1%, 겨울에 9.3%, C부서에서 가을에 21.2%, 겨울에 18.2%로 *Pseudomonas aeruginosa*와 *P. paucimobilis*가 분리되었다.

2) 스테인레스 제품 생산업체 작업장에서 분리된 일반세균의 종류 및 분리율 (Table 3)

스테인레스 제품 생산업체 작업장에서 분리된 Gram

3) 신발 생산업체 작업장에서 분리된 일반세균의 종류 및 분리율 (Table 4)

신발 생산업체 작업장에서 분리된 Gram 양성구균은

Table 2. Isolated microorganisms on nutrient agar plates in the work-places of paint factory

Organism	Department ^a					
	A		B		C	
	Aut	Win ^b	Aut	Win	Aut	Win
Gram(+)Cocci	9(21.4)	3(10.3)	35(50.0)	5(50.0)	19(33.9)	6(40.0)
<i>Aerococcus spp</i>	5(10.9)	3(10.3)	32(45.7)	2(20.0)	16(22.5)	3(20.0)
<i>Micrococcus spp</i>	4(8.7)	0	3(4.3)	2(20.0)	3(4.2)	3(20.0)
<i>Staphylococcus spp</i>						
<i>S. aureus</i>	0	0	0	1(10.0)	0	0
Gram(-)Cocci	20(47.6)	2(6.9)	5(7.1)	1(10.0)	19(33.9)	2(13.3)
<i>Neisseria spp</i>						
<i>N. animalis</i>	0	0	0	0	0	1(6.7)
<i>N. elongata</i>	8(17.4)	1(3.4)	4(5.7)	0	0	0
<i>N. flavescens</i>	12(26.1)	0	1(1.4)	1(10.0)	5(7.0)	1(6.7)
<i>N. pharyngis</i>	0	1(3.4)	0	0	14(19.7)	0
Gram(+)Rods	2(4.8)	17(58.6)	7(10.0)	4(40.0)	4(7.1)	5(33.4)
<i>Bacillus spp</i>						
<i>B. alvei</i>	2(4.3)	0	0	0	0	0
<i>B. cereus</i>	0	1(3.4)	0	4(40.0)	0	1(6.7)
<i>B. megaterium</i>	0	0	0	0	0	1(6.7)
<i>B. pumilus</i>	0	1(3.4)	0	0	0	0
<i>B. subtilis</i>	0	1(3.4)	0	0	0	0
<i>B. thuringiensis</i>	0	5(17.2)	0	0	0	0
other	0	3(10.3)	0	0	0	0
<i>Actinomyces spp</i>	0	1(3.4)	0	0	0	1(6.7)
<i>Corynebacterium spp</i>	0	1(3.4)	0	0	0	0
<i>C. hofmanii</i>	0	0	1(1.4)	0	0	0
<i>C. uicerans</i>	0	0	1(1.4)	1(1.4)	0	0
<i>Kurthia spp</i>	0	0	2(2.9)	0	4(5.6)	1(6.7)
<i>Nocardia spp</i>	0	0	1(1.4)	1(1.4)	0	1(6.7)
Unidentified	0	4(13.8)	2(2.9)	0	0	0
Gram(-)Rods	10(23.8)	7(24.1)	23(32.9)	0	14(25.0)	2(13.3)
<i>Acinetobacter spp</i>	0	0	9(12.9)	0	0	0
<i>Enterobacter spp</i>	0	3(10.3)	0	0	0	0
<i>Klebsiella spp</i>	0	0	0	0	4(5.6)	0
<i>Pseudomonas spp</i>						
<i>P. aeruginosa</i>	0	0	2(2.9)	0	0	0
<i>P. maltophilia</i>	3(6.5)	0	12(17.1)	0	5(7.0)	2(13.3)
<i>P. paucimobilis</i>	7(15.2)	3(10.3)	0	0	5(7.0)	0
Unidentified	0	1(3.4)	0	0	0	0
Total	42(100.0)	29(99.9)	70(100.0)	10(100.0)	56(100.0)	15(100.0)

^aA, color mixing ; B, resin ; C, water paint

^bAut, autumn ; Win, winter

산업체 작업환경의 실내 공기에서 미생물 오염도

Table 3. Isolated microorganisms on nutrient agar plates in the work-places of stainless steel factory

Organism	Department ^a					
	A		B		C	
	Aut	Win ^b	Aut	Win	Aut	Win
Gram(+)Cocci	33(33.7)	23(74.2)	39(44.8)	15(34.9)	38(47.5)	2(3.5)
<i>Aerococcus spp</i>	12(10.4)	8(24.2)	21(24.1)	13(30.2)	33(34.0)	2(3.4)
<i>Micrococcus spp</i>	21(18.3)	13(39.4)	14(16.1)	2(4.7)	0	0
<i>Staphylococcus spp</i>						
<i>S. aureus</i>	0	2(6.1)	4(4.6)	0	5(5.2)	0
Gram(-)Cocci	36(36.7)	0	27(32.5)	2(4.7)	13(16.3)	0
<i>Branhamella spp</i>						
<i>B. catarrhalis</i>	9(7.8)	0	4(4.6)	0	0	0
<i>Neisseria spp</i>						
<i>N. elongata</i>	16(13.9)	0	9(10.3)	0	8(8.2)	0
<i>N. flavescens</i>	11(9.6)	0	0	0	4(4.1)	0
<i>N. pharyngis</i>	0	0	2(2.3)	0	1(1.0)	0
Unidentified	0	0	12(13.8)	2(4.7)	0	0
Gram(+)Rods	9(9.2)	8(25.8)	6(7.2)	20(46.5)	12(15.0)	43(78.1)
<i>Bacillus spp</i>						
<i>B. alvei</i>	0	1(3.0)	0	0	0	0
<i>B. cereus</i>	0	0	1(1.1)	1(2.3)	5(5.2)	15(25.4)
<i>B. firmus</i>	0	0	0	0	1(1.0)	0
<i>B. licheniformis</i>	0	0	0	2(4.7)	0	0
<i>B. marcerans</i>	2(1.7)	0	1(1.1)	0	0	0
<i>B. megaterium</i>	1(0.9)	1(3.0)	0	4(9.3)	0	9(5.3)
<i>B. polymyxa</i>	2(1.7)	0	0	0	0	0
<i>B. pumilus</i>	0	0	0	0	0	5(8.5)
<i>B. sphaericus</i>	0	0	0	0	0	6(10.2)
<i>B. subtilis</i>	0	1(3.0)	0	4(9.3)	1(1.0)	0
<i>Actinomyces spp</i>	0	0	0	1(2.3)	0	0
<i>Corynebacterium spp</i>	0	4(12.1)	0	0	0	0
<i>C. hofmannii</i>	0	0	2(2.3)	0	0	6(10.2)
<i>C. ovis</i>	0	0	0	2(4.7)	0	1(1.7)
<i>Kurthia spp</i>	0	0	1(1.1)	1(2.3)	0	0
<i>Listeria spp</i>	0	3(2.6)	1(1.1)	0	0	0
<i>Rothia spp</i>	1(0.9)	1(3.0)	0	2(4.7)	5(5.2)	0
Unidentified	0	0	0	3(7.0)	0	1(1.7)
Gram(-)Rods	20(17.4)	0	15(18.1)	4(9.3)	17(21.2)	10(18.2)
<i>Enterobacter spp</i>	0	0	6(6.9)	0	0	0
<i>Pseudomonas spp</i>						
<i>P. aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	3(5.1)
<i>P. maltophilia</i>	13(11.3)	0	5(5.7)	4(9.3)	9(9.3)	0
<i>P. paucimobilis</i>	7(6.1)	0	3(3.4)	0	0	0
<i>other</i>	0	0	1(1.1)	0	0	0
Unidentified	0	0	0	0	8(8.2)	7(11.9)
Other	0	0	0	2(4.7)	0	0
Total	98(100.0)	31(100.0)	83(99.9)	43(100.1)	80(100.0)	55(100.1)

^aA, cutting ; B, press & grinding ; C, frame & packing

^bAut, autumn ; Win, winter

Table 4. Isolated microorganisms on nutrient agar plates in the work-places of shoes factory

Organism	Department ^a					
	A		B		C	
	Aut	Win ^b	Aut	Win	Aut	Win
Gram(+)Cocci	NT ^c	50(64.1)	NT	35(92.3)	NT	3(50.0)
<i>Aerococcus spp</i>		9(11.5)		1(2.6)		3(50.0)
<i>Micrococcus spp</i>		34(43.6)		30(76.9)		0
<i>Staphylococcus spp</i>						
<i>S. aureus</i>		7(9.0)		3(7.7)		0
<i>S. epidermidis</i>		0		1(2.6)		0
Gram(-)Cocci	NT	5(6.4)	NT	0	NT	0
<i>Neisseria spp</i>						
<i>N. elongata</i>		3(3.8)		0		0
<i>N. pharyngis</i>		2(2.6)		0		0
Gram(+)Rods	NT	13(16.7)	NT	3(7.7)	NT	3(50.0)
<i>Bacillus spp</i>						
<i>B. alvei</i>		1(1.3)		0		0
<i>B. cereus</i>		0		2(5.1)		0
<i>B. licheniformis</i>		1(1.3)		0		0
<i>B. marcerans</i>		1(1.3)		0		0
<i>B. megaterium</i>		2(2.5)		1(2.6)		3(50.0)
<i>B. pumilus</i>		3(3.8)		0		0
<i>Corynebacterium spp</i>		1(1.3)		0		0
<i>Kurthia spp</i>		1(1.3)		0		0
<i>Listeria spp</i>		1(1.3)		0		0
<i>Norcadia spp</i>		1(1.3)		0		0
Unidentified		1(1.3)		0		0
Gram(-)Rods	NT	10(12.8)	NT	0	NT	0
<i>Pseudomonas spp</i>						
<i>P. maltophilia</i>		5(6.4)		0		0
<i>P. paucimobilis</i>		4(5.1)		0		0
Unidentified		1(1.3)		0		0
Total	NT	78(100.0)	NT	39(100.0)	NT	6(100.0)

^aA, mixing ; B, forming ; C, packing

^bAut, autumn ; Win, winter

^cNT, not tested

배합정련공정부서(A)에서 겨울에 64.1%, 성형공정부서(B)에서 겨울에 92.3%, 포장공정부서(C)에서 겨울에 50.0%로 *Aerococcus spp*와 *Micrococcus spp*가 많이 분리되었고, Gram 음성구균은 A부서에서 겨울에 6.4%, B부서에서 겨울에 0%, C부서에서 겨울에 0%로 *Neisseria elongata*와 *N. pharyngis*가 분리되었다. Gram 양성간균은 A부서에서 겨울에 16.7%, B부서에서 겨울에 7.7%, C부서에서 겨울에 50.0%로 *Bacillus spp*가 분리되었고, Gram 음성간균은 A부

울에 0%, C부서에서 겨울에 0%로 *Neisseria elongata*와 *N. pharyngis*가 분리되었다. Gram 양성간균은 A부서에서 겨울에 16.7%, B부서에서 겨울에 7.7%, C부서에서 겨울에 50.0%로 *Bacillus spp*가 분리되었고, Gram 음성간균은 A부

서에서 겨울에 12.8%, B부서에서 겨울에 0%, C부서에서 겨울에 0%로 *Pseudomonas maltophilia*와 *P. paucimobilis*가 분리되었다.

4) 플라스틱 제품 생산업체 작업장에서 분리된 일반 세균의 종류 및 분리율 (Table 5)

플라스틱 제품 생산업체 작업장에서 분리된 Gram 양성구균은 배합공정부서(A)에서 가을에 0%, 겨울에 11.1%,

성형공정부서(B)에서 가을에 0%, 겨울에 28.6%, 조립 및 포장공정부서(C)에서 가을에 13.9%, 겨울에 75.0%로 *Aerococcus spp*와 *Micrococcus spp*가 많이 분리되었고, Gram 음성구균은 A부서에서 가을에 0%, 겨울에 11.1%, B부서에서 가을에 60.0%, 겨울에 0%, C부서에서 가을에 19.4%, 겨울에 0%로 *Neisseria elongata*와 *N. flavescens*가 분리되었다. Gram 양성간균은 A부서에서 가을에 66.7%, 겨울에

Table 5. Isolated microorganisms on nutrient agar plates in the work-places of plastic factory

Organism	Department ^a					
	A		B		C	
	Aut	Win ^b	Aut	Win	Aut	Win
Gram(+)Cocci	0	1(11.1)	0	2(28.6)	5(13.9)	12(75.0)
<i>Aerococcus spp</i>	0	0	0	0	4(9.3)	2(8.0)
<i>Micrococcus spp</i>	0	1(11.1)	0	2(28.0)	1(2.3)	7(28.0)
<i>Staphylococcus spp</i>						
<i>S.aureus</i>	0	0	0	0	0	1(4.0)
Unidentified	0	0	0	0	0	2(8.0)
Gram(-)Cocci	0	1(11.1)	3(60.0)	0	7(19.4)	0
<i>Neisseria spp</i>						
<i>N. elongata</i>	0	0	0	0	5(11.6)	0
<i>N. flavescens</i>	0	1(11.1)	0	0	0	0
Unidentified	0	0	3(60.0)	0	2(4.7)	0
Gram(+)Rods	2(66.7)	2(22.2)	0	3(42.9)	10(27.8)	4(25.0)
<i>Bacillus spp</i>						
<i>B.alvei</i>	0	1(11.1)	0	0	1(2.3)	0
<i>B. coagulant</i>	0	0	0	0	0	1(4.0)
<i>B. cereus</i>	1(33.3)	0	0	0	1(2.3)	0
<i>B. licheniforms</i>	0	0	0	1(14.3)	0	0
<i>B. megaterium</i>	1(33.3)	0	0	2(28.6)	2(4.7)	1(4.0)
<i>B. subtilis</i>	0	1(11.1)	0	0	0	0
<i>Corynebacterium spp</i>	0	0	0	0	0	1(4.0)
<i>C. ovis</i>	0	0	0	0	2(4.7)	0
<i>C. vaginale</i>	0	0	0	0	2(4.7)	0
<i>Kurthia spp</i>	0	0	0	0	0	1(4.0)
<i>Listeria spp</i>	0	0	0	0	1(2.3)	0
<i>Rothia spp</i>	0	0	0	0	1(2.3)	0
Gram(-)Rods	1(33.3)	5(55.6)	2(40.0)	1(14.3)	13(36.1)	0
<i>Pseudomonas spp</i>						
<i>P. maltophilia</i>	1(33.3)	0	0	1(14.3)	7(16.3)	0
<i>P. paucimobilis</i>	0	5(55.6)	2(40.0)	0	5(11.6)	0
<i>Serratia spp</i>	0	0	0	0	1(2.3)	0
Other	0	0	0	1(14.3)	1(2.3)	0
Total	3(100.0)	9(100.0)	5(100.0)	7(100.0)	36(100.0)	16(100.0)

^aA, mixing ; B, forming ; C, frame & packing

^bAut, autumn ; Win, winter

22.2%, B부서에서 가을에 0%, 겨울에 42.9%, C부서에서 가을에 27.8%, 겨울에 25.0%로 *Bacillus spp*와 *Corynebacterium spp*가 분리되었고, Gram 음성간균은 A부서에서 가을에 33.3%, 겨울에 55.6%, B부서에서 가을에 40.0%, 겨울에 14.3%, C부서에서 가을에 36.1%, 겨울에 0%로 *Pseudomonas maltophilia*와 *P. paucimobilis*가 많이 분리되었다.

산업체 작업장에서 분리 동정된 진균

SDA배지에 배양된 각 진균 집락의 형태적 특성과 현미경적 미세구조에 의한 동정 결과는 Table 6과 같다. 신발제조업체의 작업장에서 겨울에 분리된 진균은 *Penicillium spp*, *Trichoderma spp*, *Aspergillus spp*이었다. 도장제조산업체의 작업장에서 가을에 분리된 진균은 *Rhizopus*

Table 6. Isolated fungus on the sabouraud dextrose agar plates in the work-places of the industrial factories

Industrial factories	Fungi	Department ^a						Total	
		A		B		C		Aut	Win
		Aut	Win ^b	Aut	Win	Aut	Win		
Shoes	<i>Aspergillus spp</i>	NT ^c	0	NT	1	NT	0	NT	1
	<i>Penicillium spp</i>	NT	2	NT	0	NT	0	NT	2
	<i>Trichoderma spp</i>	NT	2	NT	0	NT	0	NT	2
	Total	NT	4	NT	1	NT	0	NT	5
Paint	<i>Penicillium spp</i>	1	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Rhizopus spp</i>	0	1	1	1	5	0	6	2
	<i>Trichoderma spp</i>	0	0	0	0	2	0	2	0
	Total	1	1	1	1	7	0	9	2
Stainless steel	<i>Absidia spp</i>	0	0	0	3	0	0	0	3
	<i>Aspergillus spp</i>	0	10	1	5	0	1	1	26
	<i>Cephalosporium spp</i>	0	0	0	0	0	3	0	3
	<i>Cladosporium spp</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Cucularia spp</i>	1	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Penicillium spp</i>	2	2	3	2	2	1	7	5
	<i>Rhizopus spp</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Scopulariopsis spp</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Syncephalastrum spp</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
	<i>Trichophyton spp</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
	Unidentified	1	0	1	0	0	1	2	1
Total	2	7	6	10	4	15	12	32	
Plastic	<i>Alternaria spp</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Aspergillus spp</i>	1	0	1	0	0	0	2	0
	<i>Fonsecaea spp</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Microsporium spp</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
	<i>Penicillium spp</i>	3	2	0	1	3	0	6	3
	<i>Philadophora spp</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Trichoderma spp</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
	Unidentified	0	1	0	0	0	0	0	1
	Total	3	2	3	1	4	5	10	8

^aShoes manufacturing/A, mixing ; B, forming ; C, packing
Painting products/A, color mixing ; B, resin ; C, water paint
Stainless products/A, cutting ; B, press & grinding ; C, frame & packing
Plastic products/A, mixing ; B, forming ; C, frame & packing
^bAut, autumn ; Win, winter
^cNT, not tested

spp, *Trichoderma* spp, *Penicillium* spp이었으며, 겨울에 분리된 진균은 *Rhizopus* spp가 주종이었다.

스텐레스제품 생산업체 작업장에서 분리된 진균은 *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Absidia* spp, *Cephalosporium* spp 등이었다. 플라스틱제품 생산업체의 작업장에서 분리된 진균은 *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp, *Alternaria* spp 등이었다. 각 산업체 작업장에서 분리된 진균은 가을보다 겨울에 더 많았으며, 분리된 균종은 비슷하였다.

산업체 작업장에서 분리빈도가 높은 세균의 항생물질 감수성

각 산업체 작업장에서 분리, 동정된 세균 중 분리빈도가 높은 *Aerococcus* spp, *Micrococcus* spp, *Staphylococcus* spp, *Pseudomonas* spp 등에 대한 항생물질 감수성검사의 성적은 Fig 1-4와 같다.

산업체 작업장에서 분리된 *Aerococcus* spp의 각 항생물질에 대한 MIC₅₀과 MIC₉₀은 각각 ampicillin이 0.5ug/ml, 8.0ug/ml, cephalotin이 1.0ug/ml, 8.0ug/ml, erythromycin이 2.0ug/ml, 128ug/ml 이상, gentamicin이 0.125 ug/ml, 4.0ug/ml, kanamycin이 8.0ug/ml, 128.0ug/ml, methicillin이 8.0ug/ml, 128.0ug/ml, tetracycline이 4.0 ug/ml, 32.0ug/ml, vancomycin이 0.25ug/ml, 4.0ug/ml이었다.

산업체 작업장에서 분리된 *Micrococcus* spp의 각 항생물질

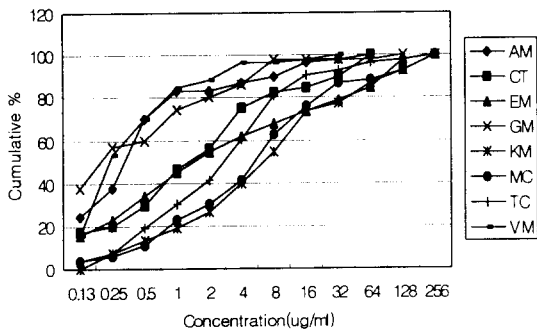


Fig. 1. MICs of several kind of antibiotics for 53 strains of *Aerococcus* spp determined by the broth dilution method.

AM, ampicillin ; CT, cephalotin ; EM, erythromycin ; GM, gentamicin ; KM, kanamycin ; MC, methicillin ; TC, tetracycline ; VM, vancomycin

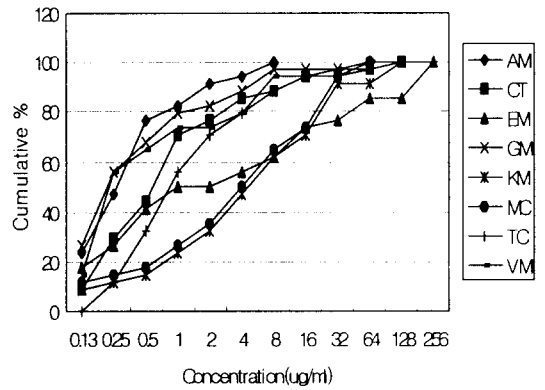


Fig. 2. MICs of several kind of antibiotics for 34 strains of *Micrococcus* spp determined by the broth dilution method

AM, ampicillin ; CT, cephalotin ; EM, erythromycin ; GM, gentamicin ; KM, kanamycin ; MC, methicillin ; TC, tetracycline ; VM, vancomycin

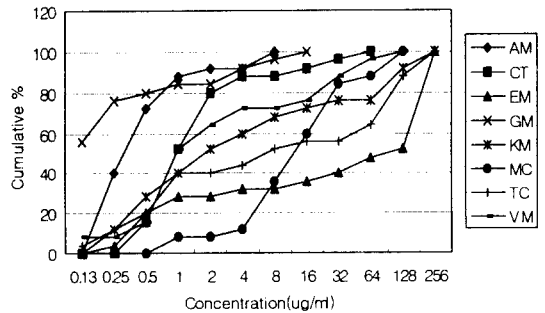


Fig. 3. MICs of several kind of antibiotics for 25 strains of *Staphylococcus* spp determined by broth dilution method

AM, ampicillin ; CT, cephalotin ; EM, erythromycin ; GM, gentamicin ; KM, kanamycin ; MC, methicillin ; TC, tetracycline ; VM, vancomycin

질에 대한 MIC₅₀과 MIC₉₀은 각각 ampicillin이 0.5ug/ml, 2.0ug/ml, cephalotin이 1.0ug/ml, 16.0ug/ml, erythromycin이 4.0ug/ml, 128.0ug/ml 이상, gentamicin이 0.25 ug/ml, 8.0ug/ml, kanamycin이 4.0ug/ml, 128.0ug/ml 이상, methicillin이 8.0ug/ml, 32.0ug/ml, tetracycline이 1.0 ug/ml, 16.0ug/ml, vancomycin이 0.25ug/ml, 8.0ug/ml이었다.

산업체 작업장에서 분리된 *Staphylococcus* spp의 각 항생

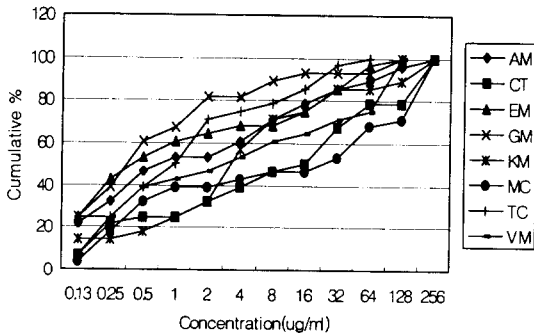


Fig. 4. MICs for several kind of antibiotic for 28 strains of *Pseudomonas spp* determined by the broth dilution method.

AM, ampicillin ; CT, cephalotin ; EM, erythromycin ; GM, gentamicin ; KM, kanamycin ; MC, methicillin ; TC, tetracycline ; VM, vancomycin

물질에 대한 MIC₅₀과 MIC₉₀은 각각 ampicillin이 0.5ug/ml, 2.0ug/ml, cephalotin이 1.0ug/ml, 16.0ug/ml, erythromycin이 128.0ug/ml이상, 128.0ug/ml이상, gentamicin이 0.125ug/ml, 4.0ug/ml, kanamycin이 2.0ug/ml, 128.0ug/ml, tetracycline이 8.0ug/ml, 128.0ug/ml이상, vancomycin이 1.0ug/ml, 64.0ug/ml이었다.

산업체 작업장에서 분리된 *Pseudomonas spp*의 각 항생물질에 대한 MIC₅₀과 MIC₉₀은 각각 ampicillin이 1.0ug/ml, 64.0ug/ml, cephalotin이 32.0ug/ml, 128.0ug/ml이상, erythromycin이 0.5ug/ml, 64.0ug/ml, gentamicin이 0.5ug/ml, 16.0ug/ml, kanamycin이 4.0ug/ml, 128.0ug/ml이상, methicillin이 32.0ug/ml, 128.0ug/ml이상, tetracycline이 1.0ug/ml, 32.0ug/ml, vancomycin이 4.0ug/ml, 128.0ug/ml이상이었다.

고 찰

미생물에 의한 공기오염도 측정을 위한 방법으로는 여러 가지가 이용되고 있으나, 본 실험에 사용한 배지 고정 낙하균 채취법(Settling plate method)은 실험준비의 간편성과 균 채취를 최단시간에 실시할 수 있으며 외부의 환경적 제약이 받지 않고, 공기의 유통이 심하지 않은 장소의 공기중 미생물 검사법으로는 유의치가 높다는 보고[34]에 근거하여 사용하였다. 낙하균의 채취를 위해 공기중에

배지를 노출시키는 시간은 예비실험 결과에서 30분간 노출시 낙하균 수가 평균 30-300개정였으므로 균수 산정에 정확성을 기하기 위하여 30분으로 하였다[10].

그 결과 도장제 생산, 스텐레스 제품 생산, 플라스틱 제품 생산업체의 작업장에서 채취시기에 따른 공기중의 낙하균수는 9-10월이 각각 271개, 400개, 77개로 12-1월의 82개, 236개, 53개보다 많았으며, 신발 및 부품제조 산업체의 경우 회사측의 사정으로 조사기간 중에 다시 대상 산업체를 선정하였으므로 9-10월의 조사를 하지 못하여 채취시기에 따른 비교를 할 수 없었으나, 12-1월에 채취된 집락수는 217개 였다.

채취 장소에 따른 각 산업체에서의 낙하균의 총집락수는 스텐레스 제품 생산업체에서 가장 많았으며, 이 산업체의 각 공정부서별 차이는 적었는데 이는 건물 및 기타 시설들이 많이 노후된 소규모 산업체로서 전체적으로 개선이 요구되는 작업환경이 원인으로 사료된다. 신발 및 부품제조 산업체에서도 비교적 많은 낙하균이 산정되었으며 특히 배합정련 공정부서에서 많았는데 이것은 대체로 밀폐되어 있는 작업장 내에서 분진이 많이 발생하기 때문으로 사료된다. 반면 낙하균이 가장 적게 조사된 플라스틱 제품 생산업체의 경우는 분진 발생이 적은 작업 공정의 영향이 크게 작용하였을 것으로 생각되며, 이 산업체의 작업장 중 낙하균이 가장 많았던 조립 및 포장 공정부서는 다른 부서에 비해 근로자수, 활동량과 외부출입이 많았던 것에서 그 원인을 찾을 수 있을 것이다. 또한 도장제 생산업체에서는 채취시기별 및 부서 작업장별로 변화가 심하였는데 이는 각 작업장들이 위치적으로 분리되어 있고 주로 유기용제를 많이 취급하는 작업 특성의 이유로 작업장이 외부와 차단되어 있지 않아 외기의 영향을 많이 받은 결과라고 생각된다.

낙하균에 대한 분리, 동정 결과 전체적으로는 그람양성 구균이 가장 많았고, 다음으로 그람 양성 간균, 그람음성 간균, 그람음성 구균의 순이었다. 그람양성 구균은 대부분이 *Areococcus spp*, *Micrococcus spp*, *Staphylococcus spp*였으며, 그람양성 간균은 *Bacillus spp*가, 그람 음성 구균은 *Neisseria spp*가, 그리고 그람음성 간균은 *Pseudomonas spp*가 많은 비율로 분리, 동정되었다. 이 결과는 장[1]의 병원체와 외래 진로실 공기 중 부유균주에 관한 연구에서 그람 양성 간균, 그람 양성 구균, 그람음성 간균의 순으로 많

있던 것과는 다소 차이가 있었으며, 이는 채취시기와 조사대상 장소 및 환경조건 등의 차이에서 기인된 것으로 생각된다. 반면, Atlas[16]는 대기중에 존재하는 세균중에서 그람양성 간균이 20%, 그람음성 간균이 5%, 그람양성 구균이 40%, 포자형성 간균이 35%라고 보고하였으며, 본 연구결과에서 그람양성 구균은 유사한 성적이었으나, 그람양성 간균은 적었으며, 그람음성 간균은 많았으며, 이와 같은 차이는 장소와 시기 등의 차이에 따른 결과라고 생각된다.

진균의 분리, 동정 결과 숫적으로 많지는 않았으나 종류가 다양하였고, 그 중에서 *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*와 *Rhizopus spp*가 다소 많은 것으로 조사되었다. 고 등[3]이 배양법(culture plate method)을 이용한 공기중 곰팡이 분포에 관한 조사에서 포자수는 9-10월에 가장 높았고 겨울에 낮았으며, 그 중 *Alternaria spp*, *Penicillium spp*, *Cladosporium spp*, *Aspergillus spp* 등이 주종을 이루는 것으로 보고한 바 있다. 본 연구의 결과에서도 분리빈도가 높은 진균은 고등의 보고와 유사하였다.

각 산업체 작업장에서 분리된 그람 양성 구균과 그람 음성 간균에 대한 항생물질 감수성 검사에서는 채취된 장소에 따라 각 균종에 따라 항생물질에 대한 저항성 정도의 차이가 있었으나, 분리된 각종 균주는 대부분이 ampicillin, erythromycin, methicillin 및 tetracycline에는 저항성이 높았다. 특히, 신발산업체 작업장에서 분리된 *Staphylococcus spp*는 ampicillin과 tetracycline에 90%이상 내성을 나타내었으며, 김 등[4]에 의한 병원내 공기중에서 분리된 *Staphylococcus spp*의 ampicillin과 tetracycline에 대한 내성 61.5%, 44.8%보다 높았다.

본 연구의 각 산업체 작업장 공기 중에서 분리된 *Aerococcus spp*, *Micrococcus spp*, *Staphylococcus spp*, *Pseudomonas spp* 등은 사람에서 피부감염, 호흡기감염, 비노기계감염, 폐혈증 등을 일으킬 수 있는 기회적 감염의 병원성균이다. 분리된 *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Rhizopus spp* 등의 진균도 상,하기도감염, 기관지장애, 호흡기 알레르기성 질환의 원인 진균으로 중요한 균들이다[14,17,29]. 이들 병원성균에 의한 공기 오염이 심화되었을 때 작업장 근로자들의 건강에 위협요소가 될 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 이들 균의 상당 수는 ampicillin, erythromycin, methicillin, tetracycline 등의 항생물질에 높은 내성을 나타내었으며

로, 내성균의 문제도 앞으로는 충분히 고려되어야 할 것으로 생각된다.

그러므로 산업장 근로자들의 건강유지와 증진을 위한 적절한 작업환경의 조성에 있어서 작업장내 공기의 세균 및 진균 오염도에 관한 체계적인 연구가 많이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 또한, 산업시설의 확장과 인구의 도시 집중화로 대기오염에 대한 우려가 증가되고 있는 최근에, 더욱 문제되는 것은 실내 공기의 오염문제이며, 실제로 생활의 대부분이 실내에서 이루어지는 것을 감안할 때 실외공기보다 실내공기의 오염 정도가 더욱 중요하게 고려되어야 할 것으로 생각되며, 실내공기 오염에 관한 연구의 대부분이 기타 유해물질을 중심으로 이루어지고 있으나, 공기의 세균 및 진균학적 오염에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

부산시 내 위치한 일부 생산업체 작업장의 실내 공기 중에서 낙하균을 분리동정하고 동정하고, 분리빈도가 높은 일부 균종에 대한 항생물질 감수성 검사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

산업체 작업장 공기 중에서 30분간 낙하된 균의 총집락 수는 가을에 70-400개, 겨울에 54-236개 였다. 분리 동정된 균은 그람 양성 구균이 46.3%로 가장 많았고, 그람양성 간균 19.8%, 그람 음성 간균은 17.3%, 그람음성 구균은 16.1%, 기타 균은 0.5%였으며, 그람양성 구균은 *Aerococcus spp*, *Micrococcus spp*, *Staphylococcus spp*, 등이었고, 그람양성 간균은 *Bacillus spp*, 그람음성 간균은 *Pseudomonas spp*, 그람 음성 구균은 *Neisseria spp*가 많은 비율로 분리되었다. 분리동정된 진균은 *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Rhizopus spp* 등이 많은 비율로 분리되었다. 분리된 *Aerococcus spp*, *Micrococcus spp*, *Staphylococcus spp*는 ampicillin, erythromycin, methicillin, 및 tetracycline에 높은 내성을 나타내었다.

이상의 결과로써 산업체 작업장의 공기 중에서 기회적 감염의 원인 균들이 분리되며, 이들 세균중에는 항생제에 내성이 높은 균들도 있으므로, 작업장 공기의 세균오염에 대한 문제도 관심을 가져야 할것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 강신익. 1992. 부산백병원 치과 외래 진료실 공기 중 부유 균주에 관한 연구. 인제의학. **13**, 129-138.
2. 강위석, 조양자, 정용훈, 한왕수, 서인수. 1989. 포도당 비발효 그람음성 간균의 병원내 분포. 대한 미생물학회지. **24**, 527-538.
3. 고춘명, 김주덕, 유 준. 1977. 진균 알러지에 관한 연구. 병원성 진균의 분포 및 동정에 관한 연구. 최신의학 **21**, 1031.
4. 김성광, 박미경, 전재규. 1985. 공기중에서 분리된 포도구균의 항생제 감수성. 한국미생물학회지. **20**, 13-23.
5. 김윤신. 1982. 대기오염과 건강, 사망율과의 관련성에 관한 고찰. 대한보건협회지. **8**, 25-38.
6. 김윤신. 1983. 실내 공기오염에 관한 보건학적 고찰. 한국보건협회지. **9**, 27-39.
7. 김윤신. 1989. 실내공기오염. 대한의학협회지. **32**, 1279-1285.
8. 김준연, 이채연, 배기택, 김준효, 김진옥, 김돈균, 김용환, 전종휘. 1981. 고부화 화학제품 제조업 산업장의 작업환경실태에 관한 조사연구. 예방의학회지. **14**, 97-110.
9. 윤임중. 1987. 6. 환경보건과 산업보건의 상관성. 국립환경연구원보, 25.
10. 장명웅, 최재규. 1974. 병원 및 극장내 공기중에서 분리된 포도상구균의 생물학적 특성. 충남의대잡지. **1**, 43-51.
11. 정운섭. 1996. Antimicrobial resistance(%) of Staphylococcus and Enterococcus. 항균제 내성소식. **4**(4), 1-2.
12. 정운섭. 1998. Antimicrobial resistance(%) of Staphylococcus and Enterococcus. 항균제 내성소식. **6**(2), 2-3.
13. 차길환. 1983. 환경오염이 건강에 미치는 영향. 대한보건협회지. **9**, 45-54.
14. Aiba, S., Shiozaki, H., Matsumoto, H., et al. 1992. Hospital infection and our policy to control. Nippon-Geka-Gakkai-Zasshi. **93**(9), 922-926.
15. Arthur, M., Kodama, Robert I. McGee. 1986. Airborne microbial contaminants in indoor environments. naturally ventilated and air-conditioned homes. Arch. Environ. Health. **41**, 306-311.
16. Atlas, R. M. 1988. Microbiology, 2nd Ed., Macmillian Pub. Co., pp.25-80.
17. Beaumont, F., Kauffman, H. F., Sluiter, H. J. and de Vries, K. 1985. Sequential sampling of fungal air spores inside and outside the homes of mould-sensitive, asthmatic patients : A search for a relationship to obstructive reactions. Annals of Allergy. **55**, 740-746.
18. Brady, H. R., Paul, H. R., Rogers, K. R., Thompson, D. J., Gezon, H. M. 1962. Air contamination and Staphylococcal infection. Am J Dis Child. **103**, 27-34.
19. Buttner, M. P. and Stetzenbach, L. D. 1993. monitoring airborne fungal spore in an experimental indoor environment to evaluate sampling methods and the effects of human activity on air sampling. Appl Environ Microbiol. **50**, 219-226.
20. Davise, H. Larone. 1995. A Guide to identification Medically Important Fungi (Third Edition). American Society for Microbiology.
21. Ferrario, v.M. J., Craig, W. A., Eliopoulos, G, et al. 1998. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Eighth informational supplement. NCCLS.
22. Harrison, J., Pickering, A. C., Faragher, E. B., et al. 1992. An investigation of the relationship between microbial and particulate indoor air pollution and sick building syndrome. Respiratory Med. **86**, 225-235.
23. Konemen, E. W., Allen, Jana, Schreckenberger, Winn. 1992. Color atlas and textbook of Diagnostic Microbiology, 4th ed. Lippincott Co. Philadelphia.
24. Krieg, N. R., Holt, J. G. 1986. Bergey's manual of systemic bacteriology. Vol. 1. 2.
25. Lester, B., Lave, Eugene P. Seskin. 1970. Air pollution and human health. Sci. **169**, 723-733.
26. Lorian, V. 1986. Antibiotics in laboratory medicine. Williams & Eikins.
27. Michael, L. Muilenberg. 1989. Aeroallergen Assessment by Microscopy and Culture. Immunology and Allergy Clinics of North America. **9**, 245-268.
28. Murray, P. R., Baron, E. J., Pfaller, M. A., Tenover, F. C. and Tenover, R. H. 1995. Manual of Clinical Microbiology. 6th ed. ASM, Washington.
29. Prahl, P. 1992. Reaction of indoor airborne mould spores. Allergy. **47**, 362-365.
30. Raper, Fennell. 1973. The Genus Aspergillus. Robert E. Krieger Publishing Co. Inc.
31. Reynolds, S. J., Streifel, A. J. and McJolton, C. E. 1990. Elevated airborne concentrations of fungi in residential and office environments. Am Ind Hyg Assoc J. **51**(11), 601-604.
32. Shekhawat, P. S., Singh, R. N., Shekhawat, R., Joshi, K. R. 1992. A bacteriological study of the environment of pediatric ward and neonatal nursery.

- Indian Pediatrics. **29**, 327-331.
33. Spendlove, J. C., Fannin, K. F. 1983. Source, significance, and control of indoor microbial aerosols; Human health aspects. Public Health Reports **98**, 229-244,
34. Williams, D. N., Perterson, P. K., Verhoef. J., Laverdiere, M. and Stabath, L. D. 1979. Endocarditis caused by coagulase-negative staphylococci. Infection **75**, 9.