

개인용 컴퓨터 내부에서 발견되는 세균과 곰팡이

권길광 · 윤석민 · 최창호 · 정봉근 · 이기원 · 이동희 · 김형주[†]

건국대학교 미생물공학과

(2007년 2월 15일 접수, 2007년 5월 24일 채택)

Presence of Bacteria and Fungi in Inner Compartment of Personal Computers(PCs)

Kil-koang Kwon · Seok-Min Yoon · Chang-Ho Choi · Bong-Geun Jeong

Ki-Won Lee · Dong-Heui Yi · Hyung-Joo Kim[†]

Department of Microbial Engineering, Konkuk University

ABSTRACT : Presence and distribution of bacteria and fungi in inner compartment of PCs(Personal Computers) were investigated. Samples for the analysis were collected from inside of PCs which had been used in various facilities including public computer facilities, laboratories and computer training rooms of a university. Total number of PC examined in this study was 51 each. When the total CFU(colony forming unit) of the inner compartment of the PCs was measured, the bacterial count was found to be dependent on the operation time(total running time) of PCs. When the distribution of bacteria in the inner compartment of PCs was estimated, CPU(Central Processing Unit) cooling fan area showed the highest bacterial concentration(average 605 CFU/cm²). In the case of the fungi, various opportunistic pathogens including *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. were isolated and identified in the inner compartment of PCs. And the average of bacterial number in the dust collected from the PCs was 212 CFU/mg. These results indicated that handling of PC might have a risk of infection by the microorganism.

Key Words : PC(Personal Computer), Public Computer Facility, Dust, CFU(Colony Forming Unit)

요약 : 본 연구에서는 개인용 컴퓨터(PC) 내부의 시료를 채취하여, 세균의 CFU와 곰팡이의 종류를 분석하였다. 시료는 대중 PC 이용 시설(PC방), 대학실험실 및 대학 전산실습실의 PC 51대에서 채취하였다. CFU(colony forming unit)법을 이용한 세균수의 경우, 컴퓨터 총 작동시간이 증가할수록 PC 내부의 세균수는 증가하는 것으로 확인되었으며($r^2 = 0.90$), PC 내부 부품 중에서는 CPU 냉각 팬에서 가장 높은 수치로 확인되었다(평균 605 CFU/cm²). 곰팡이의 경우, 다수의 유해성을 지닌 곰팡이가 검출되었으며, 그 중 *Aspergillus* sp. 와 *Penicillium* sp.가 가장 많은 비율로 존재함이 확인되었다. 또한 PC 내부에서 채취된 먼지에서는 mg 당 212 CFU의 세균이 발견되었다. 본 연구의 결과, PC 내부에는 여러 다양한 종류의 미생물이 존재한다는 것을 확인하였으며, 이 결과는 PC의 취급, 사용 및 정비 시 각종 미생물에 의한 감염의 가능성이 있다는 것을 나타내고 있다.

주제어 : 개인용 컴퓨터, 대중 컴퓨터 이용 시설, 먼지, CFU

1. 서 론

2006년 한국 전산원에서 발행한 국가정보화백서에 의하면, 국내 전체 개인용 컴퓨터(personal computer, PC) 보급 대수는 2004년도 기준으로 약 2,600만대, 환산하면 인구 100명당 54대의 PC를 보유하고 있는 것으로 집계되었다.¹⁾ 그리고 생산자 책임 재활용 제도 대상 품목 중 하나인 PC는 2004년 기준으로 약 3,873톤이 재활용된 것으로 집계되어, 전체 출고량인 72,473톤의 약 5%를 차지하는 것으로 나타났다.²⁾ 또한 통계청의 2002년도 자료에 의하면, 우리나라 국민 1인의 주간 PC 사용 시간은 평균 14시간이며, 42시간 이상 사용자도 전체 인구의 5% 이상인 것으로 집계되었다.³⁾ 이처럼 PC는 국내에 널리 보급되어 사용되고 있으며, 또한 사용하는

장소도 점차 다양해져 가정에서만 아니라 병원, 사무실, 학교, 그리고 대중 컴퓨터 이용 시설 등 실생활의 여러 장소에서 사용되고 있다. 그 중 대중 PC 이용 시설(PC방)의 경우, 2004년 기준으로 전국에 2만 2천 1백 71개가 운영 중인 것으로 확인되었으며, 한 업소당 보유한 PC 숫자는 평균 49대로 확인되어 우리나라 PC 전체 보급수의 약 4.2%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다.

최근, PC가 미생물 감염 단계에서 매개체 역할을 할 수도 있다는 의견이 제시되었으며, 그 가능성 여부에 대한 연구들이 진행되었다. 병원 등 의료시설에서 사용 중인 PC의 키보드 및 그 주변기기를 대상으로 조사한 결과, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*(MRSA), *Acinetobacter baumannii*, *Clostridium perfringens*, *Streptococcus* sp., *Enterococcus* sp. 등의 다양한 미생물들이 발견되었다.^{4~9)} 또한, 미생물은 PC의 주요 표면 재료인 플라스틱 표면 위에서 오래 생존할 수 있다는 결과도 발표되었으며,^{10~13)} 병원성 미생물의 일종인

[†] Corresponding author

E-mail: hyungkim@konkuk.ac.kr

Tel: 02-2249-6111

Fax: 02-446-2677

Candida albicans 및 *Enterococcus faecium*은 플라스틱 표면에 접촉하는 사람의 손으로 직접 전달된다는 것이 확인되었다.^{14,15)} 이와 같이, PC의 표면에는 다양한 미생물이 생존할 수 있으며, 그 중에는 병원성 미생물 역시 존재하여 PC 사용자가 감염될 가능성이 있다고 알려졌다.

그러나 지금까지의 연구들은 그 조사 대상이 PC의 외부표면으로 한정되어 있었다.^{4~15)} 최근의 다른 한 연구에서는 의료시설에서 사용 중인 PC 내부의 CPU와 외부의 환풍구 및 케이스 주변의 미생물을 조사하였다. 이 연구에 따르면 발견된 미생물의 수가 일반적으로 알려진 감염매개체로서의 숫자에 부족한 편이며(3~36 CFU/8 cm²), 그 결과 PC의 내부 부품 등은 미생물 감염의 매개체로 작용할 수 있는 근거가 미약하다고 발표하였다.¹⁶⁾ 그러나 이 연구의 경우 PC의 설치 장소 및 그 사용자는 병원 및 병원에서 근무하는 인원으로 한정되기 때문에 병원에서의 측정 결과를 통상적인 많은 유동 인원이 사용하는 대중 PC 이용시설에 적용하는 것은 적절하지 않을 것으로 판단된다. 또한 현재까지 발표된 연구결과는 마우스, 키보드 및 본체 케이스 등 컴퓨터의 외부에 대한 연구가 주를 이루었으며, CPU를 제외한 다른 부품 등의 내부에 대한 연구는 거의 진행된 적이 없었다. 따라서 국내의 경우 많은 인원이 사용 중인 대중 PC 이용 시설, 전산실습실 등의 PC 내부에 존재하는 미생물을 조사한 연구가 필요한 상황이다.

본 연구에서는 대중 PC 이용 시설, 대학 실험실, 대학 전산실습실 등의 장소에서 사용되는 PC의 내부 및 관련 부품에 존재하는 세균의 수와 곰팡이의 종류를 조사하였다. 세부적으로는 컴퓨터 작동 시간에 따른 내부 세균 총 CFU의 변화, 내부 부품 별 세균 CFU, 내부에서 발견되는 곰팡이의 종류 및 내부 먼지에서 발견되는 세균의 CFU를 측정하였으며, 이 결과를 바탕으로 PC가 미생물 집적장소가 될 수 있는지 조사하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1. 시료의 채취

세균의 CFU 측정 및 곰팡이의 검출을 위한 시료는 총 51대의 PC를 대상으로 하여 그 내부에서 채취하였다. 각각의 채취 장소 및 대상 PC는 서울 관악구, 광진구, 송파구에 위치한 대중 컴퓨터 이용 시설(PC방) 7곳 21대, 건국대학교 공과대학 실험실 6곳 18대, 건국대학교 전산실습실 4곳에서 12대였다.

시료는 PC 내부 표면을 5×5 cm의 가상의 구획으로 나누어, 각 구획마다 1×1 cm되는 표면을 증기 멸균한 면봉으로 채취하였다. 채취된 시료는 PBS(Phosphate Buffer Saline) 1 mL(pH 7.0±0.2)가 담긴 ependorff tube에 희석한 후,¹⁶⁾ 내부 온도가 4℃로 유지되는 시료보관상자에 넣어 운반하였다.

2.2. 배양

채취한 시료의 세균 CFU 측정을 위한 실험에서는 nutrient agar(nutrient broth 0.8%, 1.5% agar, pH 7.0±0.2)배지를

를 사용하였으며, 채취한 시료와 PBS의 희석액 20 μL를 도달 한 후 37℃에서 48시간 동안 배양하였다.¹⁷⁾

곰팡이의 분류를 위한 실험에서는 malt extract agar(malt extract broth 2%, 1.5% agar, pH 4.0±0.2)배지를 사용하였으며, 역시 시료와 PBS의 희석액 20 μL를 도달 한 후 27℃에서 7~10일간 배양하였다.¹⁸⁾ 분리된 곰팡이의 현미경 검정을 위해서 malt extract agar 배지를 1×1×0.3 cm의 크기로 자른 절편을 슬라이드 글라스 위에 얹은 다음, 분리한 곰팡이를 접종한 후 27℃에서 7~10일간 배양하였다.¹⁸⁾

2.3. 세균 및 곰팡이의 분석

시료를 배양하여 측정된 세균의 수는 CFU(Colony Forming Unit)로 표기하였다.¹⁹⁾ PC 총 작동 시간과 세균 CFU와의 상관성을 확인하기 위해, 시료를 채취한 장소의 컴퓨터 일일 작동시간 및 총 사용시간을 조사하여 산출한 총 작동시간과, PC당 측정된 시료의 총 CFU와 비교하였다. 측정된 자료의 통계분석은 SPSS WIN 12.0 Program을 이용하였다.

PC 부품 별 CFU 측정을 위한 실험의 경우, 시료를 채취한 지점에 위치한 부품에 따라 분류하였으며, 대표적으로 전력공급함, CPU 냉각 팬, 메인보드 및 본체 냉각 팬, 카드 슬롯 부, 내부 전력 공급선 등의 부품으로 분류하였다.

PC 내부 표면의 온도와 CFU 사이의 상관성을 확인하기 위하여, 적외선 온도계(ETI-8810, Wonwoo System, Korea)를 사용하여 시료를 채취한 지점의 온도를 측정하였으며, PC의 전원이 켜진 후 1시간 이상 작동된 표면 온도를 기준으로 하였다.

곰팡이의 검정은 광학현미경(BX50F4, Olympus, Japan)을 이용하였으며, 슬라이드 글라스에 배양한 곰팡이의 균사, 격막, 분생자 등의 색깔과 모양 등의 형태적 차이를 이용하여 동정하였다.^{19,20)}

PC 내부 먼지의 1 mg당 CFU를 측정하기 위하여, 시료 채취를 위해 사용하는 면봉의 먼지 시료 채취 이전과 이후 무게 차이를 측정 후, 측정된 CFU수치와 비교하여 1 mg당 CFU를 산출하였다.

3. 결 과

3.1. PC 내부 세균의 측정

3.1.1. PC 작동시간에 따른 총 CFU 변화

PC의 기종에 따라 약간의 차이는 있었으나, PC 내부 표면을 5×5 cm으로 가상의 구획을 나누어 채취한 시료는 평균적으로 42개였다. 시료를 채취한 PC의 작동시간을 조사한 결과, 대중 PC 이용 시설의 경우 일일 평균 18시간씩 작동되었고, 대학 실험실은 일일 평균 12시간, 대학 전산실습실은 일일 평균 8시간씩 작동된 것으로 조사되었으며, PC 사용기간은 3개월에서 46개월까지 다양하게 조사되었다. PC의 총 작동시간과 세균의 총 CFU의 비교는 Fig. 1에 나타내었다. 비교 결과, 총 작동시간이 960시간으로 가장 짧게 조사된 PC의 경우(전산 실습실), 그 CFU가 850 CFU/cm²으로 가

장 낮게 측정되었으며, 총 작동시간이 24,840시간으로 가장 길게 조사된 PC의 경우(PC방), CFU가 17,850 CFU/cm²으로 가장 높게 측정되었다. 또한, 총 작동시간과 총 CFU의 상관관계를 분석한 결과, 추정 값의 표준오차 1,569, 상관계수 0.90을 나타내었다. 이상의 실험결과는 컴퓨터 사용 시간이 증가하면 세균의 CFU도 증가 하는 것을 나타내고 있다.

3.1.2. PC 내부 부품의 CFU 측정

PC 내부 부품 표면 1 cm²당 세균의 평균 CFU 측정 결과, CPU 냉각 팬 및 그 주변에서 605 CFU/cm²으로 가장 높게 측정되었으며, 그 외에도 카드 슬롯 부는 345 CFU/cm², 내부 전력 공급선과 그 주변이 220 CFU/cm², 본체 냉각 팬 주변이 190 CFU/cm² 등으로 측정되었다. 또한, 전체 시료 중 세균이 전혀 검출되지 않은 시료는 존재하지 않았다. PC 내부 부품 표면에 존재하는 세균의 CFU 분포는 Fig. 2에 나타내었다.

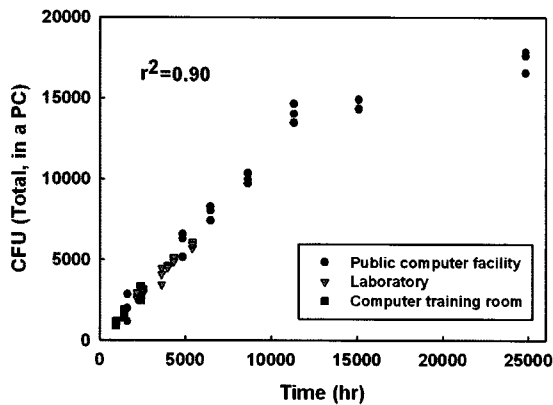


Fig. 1. Correlation between PC running time and CFU(r^2 : correlation coefficient).

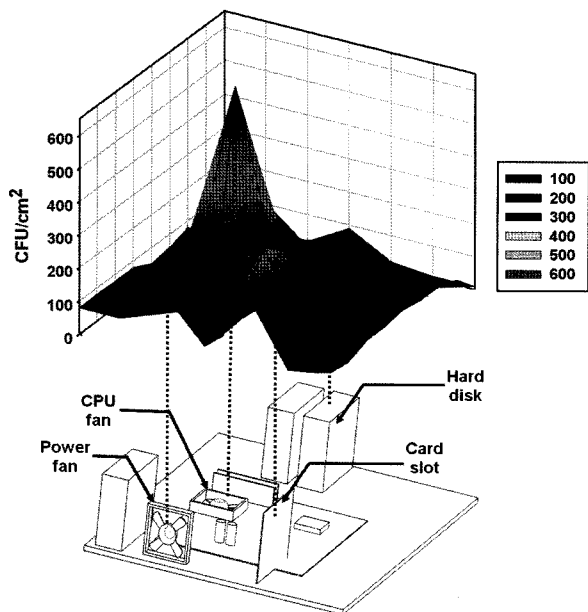


Fig. 2. Distribution of bacterial CFU in the inner compartment of PC.

PC 내부 부품의 표면 온도와 세균 CFU의 상관관계는 Fig. 3에 나타내었다. 측정 및 비교 결과, 작동중인 PC의 내부 부품 표면 평균 온도는 30.2 ± 1.7°C로 측정되었으며, 부품 단위 별 측정에서 가장 높은 CFU를 나타낸 CPU 냉각 팬의 경우(605 CFU/cm²), 29 ± 1.1°C로 평균보다 약간 낮은 온도로 측정되었다. 가장 높은 온도가 측정된 카드 슬롯 부의 경우(39.3 ± 1.4°C), 345 CFU/cm²를 나타내었으며, 27.7 ± 0.8°C로 가장 낮은 온도로 측정된 내부 전력선은 220 CFU/cm²로 나타났다. 또한 평균 100 CFU/cm²의 비교적 적은 CFU를 나타낸 메인보드, 하드 케이스는 각각 36.3 ± 1.2°C, 31.3 ± 0.3°C로 측정되어, 온도의 차이에도 불구하고 유사한 CFU를 나타내는 것이 확인되었다. 또한 표면 온도와 CFU의 상관관계를 분석한 결과, 상관계수 0.004를 나타내었다. 위 실험 결과를 통해 볼 때 PC 내부 표면 온도는 표면 세균 CFU에 큰 영향을 주지 않는 것으로 볼 수 있다.

3.2. PC 내부에서 발견되는 곰팡이

PC 내부에서 채취한 시료를 malt extract agar 배지에 배양한 결과, 모든 시료에서 곰팡이가 검출되는 것을 확인하였다. 시료에서 분리한 곰팡이를 슬라이드 글라스에 다시 배양한 후 광학 현미경을 통한 형태적 동정 결과 및 현미경 사진은 Fig. 4와 5에 각각 나타내었다. 시료 채취장소에 따른 모든 시료의 곰팡이 동정 결과, *Aspergillus* sp.와 *Penicillium* sp.

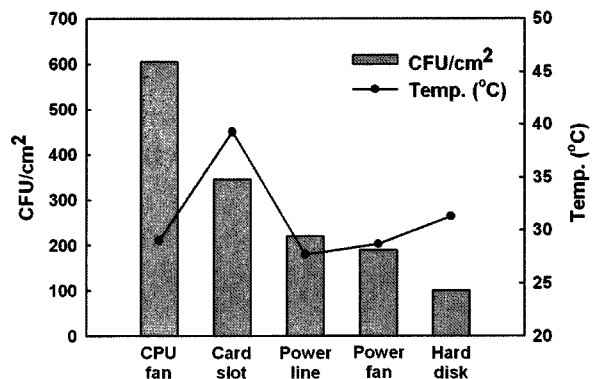


Fig. 3. Effect of temperature of PC compartment on the bacterial CFU.

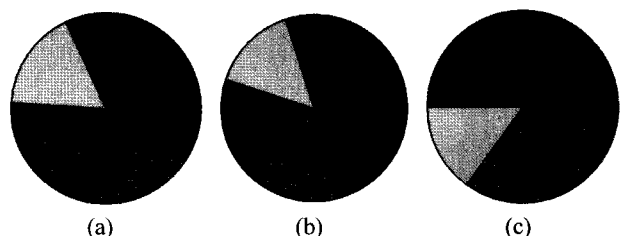


Fig. 4. Presence of fungi in the inner compartment of PCs (black: *Aspergillus* sp., light gray: *Penicillium* sp., dark gray: Others). (a) Public computer facility(*Aspergillus* sp.: 32%, *Penicillium* sp.: 17%), (b) Laboratory(*Aspergillus* sp.: 30%, *Penicillium* sp.: 15%), (c) computer training room(*Aspergillus* sp.: 50%, *Penicillium* sp.: 15%).

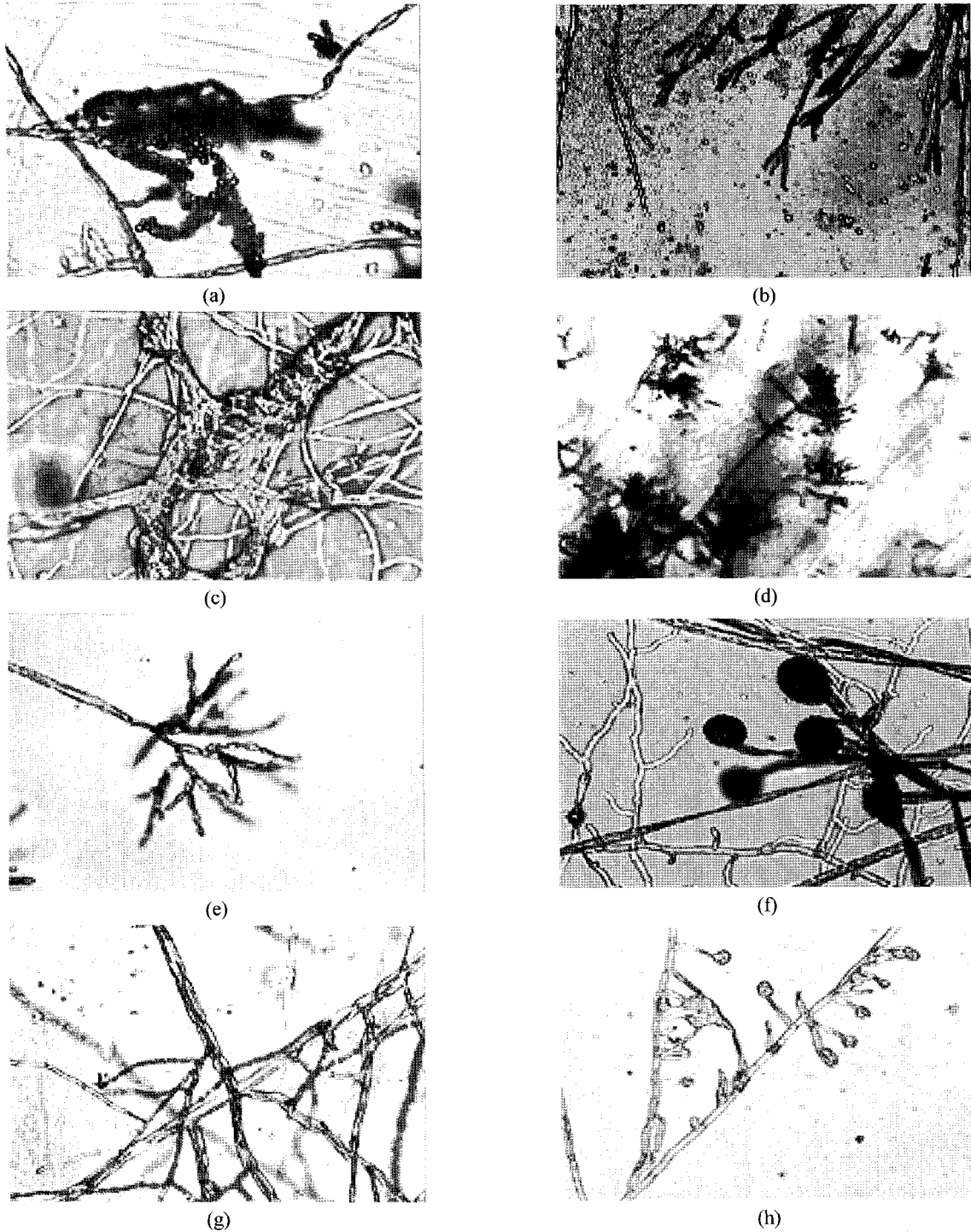


Fig. 5. Micrographs of fungi isolated from the inner compartment of PCs. (a) *Aspergillus* sp., (b) *Penicillium* sp., (c) *Candida* sp., (d) *Cladosporium* sp., (e) *Fonsecaea* sp., (f) *Rhizomucor* sp., (g) *Trichophyton* sp., (h) *Ulocladium* sp. (a, c, e, g, h: magnification $\times 400$. b, d, f: magnification $\times 200$).

가 가장 많은 비율로 존재함을 확인하였다. 대중 PC 이용 시설은 *Aspergillus* sp.가 $32 \pm 6.3\%$, *Penicillium* sp.가 $17 \pm 2.9\%$ 의 비율로 검출되었으며, 대학 실험실은 $30 \pm 5.4\%$, $15 \pm 3.5\%$, 대학전산실은 $50 \pm 8.1\%$, $15 \pm 1.8\%$ 의 비율로 각각 검출되었다. 그 외에도 *Candida* sp., *Cladosporium* sp., *Fonsecaea* sp., *Rhizomucor* sp., *Trichophyton* sp., *Ulocladium* sp., *Alternaria*

sp., 그리고 *Arthrographis kalrae*, *Fonsecaea compacta*, *Phialophora richardtsiae* 등의 곰팡이가 검출되었다.

3.3. PC 내부에서 채취된 먼지의 CFU 분석

PC의 내부 먼지를 채취하여 무게를 측정된 결과, 먼지의 무게는 시료를 채취한 PC의 사용처 및 시간에 따라 차이가

있었으며, 그 범위는 1 cm^2 당 $0.5 \sim 4.7 \text{ mg}$ 으로 확인되었다. 또한 부품 별 먼지의 평균 무게는 CPU 냉각 팬 및 그 주변에서 2.9 mg 으로 가장 높게 측정되었으며, 카드 슬롯 부는 1.8 mg , 내부 전력 공급 선과 그 주변이 1.2 mg , 본체 냉각 팬 주변이 1.1 mg 등으로 측정되었다. 이 결과를 내부 부품 별 CFU와 비교하여 볼 때, 먼지의 무게가 증가하는 것과 비례하여 CFU 역시 증가하는 것을 알 수 있었다. 그리고 각각의 먼지 무게 측정 후 그에 따른 세균의 수를 CFU로 측정, 비교하였으며, 그 결과 먼지 1 mg 당 평균 212 CFU/mg 가 존재함을 확인하였다.

4. 고 찰

본 연구의 결과, PC 내부에서는 다수의 세균과 다양한 종류의 곰팡이가 존재하고 있다는 것을 확인하였다. PC 총 작동시간과 세균의 총 CFU를 측정한 실험 결과, 작동시간이 늘어날수록 세균 CFU도 역시 증가하는 것으로 나타났다. 이는 먼지의 CFU 측정 결과에 비추어 볼 때, 작동시간이 늘어날수록 먼지가 침적되어 내부의 세균 CFU 역시 증가하는 것으로 추측된다.

내부의 단위부품에 따라 발견되는 CFU는 CPU 냉각 팬 및 그 부근에서 평균 605 CFU/cm^2 으로 가장 높게 검출되었으며, 카드 슬롯 부, 내부 전력선, 본체 냉각 팬 등의 순으로 높게 검출되었다. 이 결과는 의료시설에서 사용되는 PC를 조사한 기존의 연구결과¹⁶⁾와 비교 했을 때 세균수가 최소 100배 이상 증가된 수치로서 많은 유동인원이 사용하는 PC의 경우 병원과는 달리 높은 수치의 미생물이 내부에 부착됨을 보여주고 있다. PC 작동 시의 내부 온도를 조사하고 이를 CFU와 비교하였을 때, 온도는 카드 슬롯 부가 평균 39.3°C 로 가장 높게 측정되었으며 CPU 냉각 팬, 본체 냉각 팬, 내부 전력선 등의 순서로 나타났다. 그러나 PC 내부의 세균은 내부 부품의 온도에 대한 영향을 받지 않는 것으로 보인다.

CFU 및 먼지의 무게가 가장 높게 측정된 CPU 냉각 팬 부분은 일반적으로 PC가 작동할 때 PC 내부의 공기를 빨아들여 밑부분의 CPU를 냉각시키는 역할을 하며, 주로 PC 내부의 중앙부에 위치해 있어서 다른 PC 내부 부품들에 비해 먼지의 침적이 용이한 형태로 만들어져 있다. 이러한 결과, PC 내부의 공기 흐름에 의해 먼지가 CPU 냉각 팬으로 다량 침적되고, 침적된 먼지의 양이 증가함에 따라 CFU 역시 증가하는 것으로 추측된다.

현재, PC 등 전자기기 내부의 세균 수에 대한 보건 기준이 없는 관계로, 본 연구에서 측정된 세균의 CFU가 어느 정도의 위생적인 문제를 발생할 수 있는지 직접적으로 비교할 수 없는 상태이다. 그러나 최근 환경부가 공지한 다중 이용 시설 공기질 기준에 의하면 800 CFU/m^3 이하로 세균 검출되어야 한다.²¹⁾ 이와 관련된 연구에 의하면 동절기 다중 컴퓨터 이용시설의 경우, 일반 세균이 공기 중에 $1,055 \text{ CFU/m}^3$ 의 농도로 존재하고 있어 환경부에서 제시한 공기의 질에 대한 기준을 초과하고 있음을 보여주고 있다.²²⁾ 따라서 본 연구

를 통하여 확인 된 PC 내부에 존재하는 각종 미생물이 충격이나 냉각용 팬의 영향으로 공기 중에 대량으로 비산된다면 공기의 질을 포함하는 다중 컴퓨터 이용시설의 환경은 더욱 악화 될 수 있다. 또한 본 연구 결과는 병원에서 사용중인 PC의 CPU 냉각용 팬에 서식하는 미생물의 CFU(CPU 팬: $3 \sim 36 \text{ CFU/8 cm}^2$)를 조사한 결과와 동일한 위치의 부품을 비교하여 분석하였을 때 월등히 높은 수치로 나타났다.¹⁶⁾ 따라서 병원 같은 특수 공간이 아닌 많은 유동인원이 사용하는 다중 PC 이용시설 및 관련 장소에서 사용되는 PC 내부에는, 기존의 병원 등에서 조사한 세균 수 보다 높은 수의 세균이 존재한다고 추측된다.

PC 내부의 곰팡이를 형태적 차이를 이용하여 동정한 결과, 발견된 곰팡이 중 가장 많은 수가 동정된 종은 *Aspergillus* sp.와 *Penicillium* sp.였다. 일반적으로 알려진 곰팡이의 유해성 연구 결과에 의하면, *Aspergillus* sp.는 면역력 약화에 의한 기회감염, 알러지, 중독증의 3가지 대표적인 유해성을 가진 것으로 알려져 있으며, *Penicillium* sp.는 면역력이 약화된 숙주에 감염되어 *Penicilliosis*, 각막염, 안구내염, 귀곰팡이증, 식도괴사, 폐렴, 심장내막염, 목막염, 요도염 등의 질병을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다.^{18,20)} 그 외에 *Cladosporium* sp.는 피부병, 각막염, 손발톱 진균증, 굴염, 폐감염의 원인이 되는 것으로 알려져 있으며, *Alternaria* sp.는 사람의 피부, 결막 등에 질병을 유발시킬 수 있는 가능성을 가진 것으로 알려져 있다.^{18,20)}

이처럼 다중 PC 이용 시설, 대학 연구실, 대학 전산실습실 등에서 사용되는 PC의 내부에는 다수의 세균과 다양한 종류의 유해성 곰팡이가 존재하고 있는 것으로 확인되어, 사용자에게 감염을 일으킬 수 있는 위험성이 존재할 것으로 추측된다. 예를 들어 컴퓨터의 정비나 부품교환, 재활용 PC나 폐 PC의 부품 처리 과정에서 발생할 수 있는 PC 본체의 충격 등으로 컴퓨터 내부 먼지가 공기 중으로 퍼지게 되는 경우, 내부에 모여있던 미생물의 다량 방출의 위험이 있으며, 이로 인해 사용자 및 주변 환경에 미생물 감염을 일으킬 가능성이 높을 것으로 추측된다. 따라서 이와 같은 위험을 예방하기 위해선 컴퓨터 외부뿐 아니라 내부의 주기적인 청소가 필요한 것으로 판단된다. PC 및 가전제품의 내부 청소는 수분이 함유된 세척제나 도구를 사용 할 수 없으므로, 부드러운 붓으로 먼지를 털어 내고 진공청소기를 이용하여 털어낸 먼지를 제거하고, 압축공기나 전문 먼지 제거제를 이용하여 표면에 붙어 있는 먼지를 제거한다. 또한 청소 시에도 충격으로 인한 미생물 다량 방출의 우려가 있으므로, 이것에 대한 적절한 예방 조치가 필요할 것으로 판단된다. PC에 대한 충격이나 팬의 회전으로 인하여 공기 중으로 각종 미생물이 비산되고 이로 인하여 야기 될 수 있는 환경의 질 저하 문제는 앞으로의 연구를 통하여 진행 될 것이다.

5. 결 론

본 연구는 개인용 컴퓨터(PC) 내부에서 발견되는 세균의

CFU와 곰팡이의 종류를 조사, 분석한 것에 대한 것이다. PC 총 작동시간과 내부 세균의 총 CFU를 분석한 결과, PC의 작동시간 증가함에 따라 CFU도 증가함을 확인 할 수 있었다(상관 계수 0.90). PC 내부 부품 중 CFU가 가장 높게 측정된 곳은 CPU 냉각 팬으로 평균 605 CFU/cm²로 확인되었으며, 카드 슬롯 부가 평균 345 CFU/cm², 내부 전력 공급 선이 평균 220 CFU/cm², 본체 냉각 팬이 평균 190 CFU/cm²으로 확인되었다. 곰팡이는 *Aspergillus* sp.와 *Penicillium* sp.가 가장 많이 검출되었고, 그 외에 *Candida* sp., *Cladosporium* sp., *Fonsecaea* sp., *Rhizomucor* sp., *Trichophyton* sp., *Ulocladium* sp., *Alternaria* sp. 등 인체에 유해성을 띤 종류가 다수 검출되었다. 컴퓨터 내부 먼지의 CFU는 1 mg 당 평균 212 CFU/mg으로 검출되었으며, 컴퓨터 부품 별 먼지의 침적에 차이를 확인 하였다. 본 연구의 결과, PC 내부는 다양한 미생물이 존재하며, 이러한 미생물에 의한 공기의 질을 포함하는 환경 문제의 발생 및 기타 감염의 매개체 역할을 할 가능성이 있다고 판단되므로, 주기적인 PC 내부 청소와 적절한 예방 조치가 필요할 것으로 판단된다.

사 사

PC 시료 채취에 도움을 주신 윤성준, 정윤희, 김수현님께 감사드립니다.

참고문헌

1. 한국전산원, 국가정보화백서, pp. 19~20(2006).
2. 환경부, 04년도 생산자 책임 재활용 제도 재활용의무 이행결과 및 향후 계획(2005).
3. 통계청, 한국의 사회지표(2003).
4. Bures, S., Fishbain, J. T., Uyehara, C. F. T., Parker, J. M., and Berg, B. W., "Computer keyboards and faucet handles as reservoirs of nosocomial pathogens in the intensive care unit," *Am. J. Infect. Control*, **28**, 465~470(2000).
5. Man, G. S., Olapoju, M., Chadwick, M. V., Vuddamalay, P., Hall, A. V., Edwards, A., and Kerr, J. R., "Bacterial contamination of ward-based computer terminals," *J. Hosp. Infect.*, **52**, 314~315(2002).
6. Schultz, M., Gill, J., Zubairi, S., Huber, R., and Gordin, F., "Bacterial contamination of computer keyboards in a teaching hospital," *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, **24**, 302~303(2003).
7. Neely, A. N., Maley, M. P., and Warden, G. D., "Computer keyboards as reservoirs for *Acinetobacter baumannii* in a burn hospital," *Clin. Infect. Dis.*, **29**, 1358~1360(1999).
8. Neely, A. N., Joan, M., Weber, Patricia, C., Alastair, M., Carlos, M., Marie, N., Patricia, B., and Donald, L., "Computer equipment used in patient care within a multi-hospitals for cleaning and disinfection," *Am. J. Infect. Control*, **33**(4), 233~237(2005).
9. Neely, A. N. and Sittig, D. F., "Basic Microbiologic and infection control information to reduce the potential transmission of pathogens to patients via computer hardware," *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, **9**, 500~508(2002).
10. Watson, S. P., Clements, M. O., and Foster, S. J., "Characterization of the starvation-survival response of *Staphylococcus aureus*," *J. Bacteriol.*, **180**, 1750~1758(1998).
11. Neely, A. N. and Maley, M. P., "Survival of enterococci and staphylococci on hospital fabrics and plastic," *J. Clin. Microbiol.*, **38**, 724~726(2000).
12. Neely, A. N., "A survey of gram-negative bacteria survival on hospital fabrics and plastics," *J. Burn. Care Rehabil.*, **21**, 523~527(2000).
13. Neely, A. N. and Orloff, M. M., "Survival of some medically important fungi on hospital fabrics and plastics," *J. Clin. Microbiol.*, **39**, 3360~3361(2001).
14. Rangel-Frausto, M. S., Houston, A. K., Bale, M. J., Fu, C., and Wenzel, R. P., "an experimental model for study of candida survival and transmission in human volunteers," *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, **13**, 590~595(1994).
15. Noskin, G. A., Bednarz, P., Suriano, T., Reiner, S., Peterson, L. R., "Persistent contamination of fabric-covered furniture by vancomycin-resistant enterococci: Implications for upholstery selection in hospitals," *Am. J. Infect. Control*, **28**, 311~313(2000).
16. Quinzio, L., Blazek, M., Hartmann, B., Röhrig, R., Wille, B., Junger, A., and Hempelmann, G., "Computers in anesthesia and intensive care: Lack of evidence that the central unit serves as reservoir of pathogens," *Int. J. Hyg. Environ. Health*, **208**, 299~304(2005).
17. 이찬중, 임시규, 김병천, 박완, "양파 부패병변에서 분리한 세균의 특성," *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.*, **33**(4), 248~254(2005).
18. 이현준, "실내환경으로부터 분리되는 곰팡이," *Annual. Rev. Inst. Anim. Med.*, **6**, 5~10(1997).
19. Eduard, W. and Heederik, D., "Methods for quantitative assessment of airborne levels of noninfectious microorganisms in highly contaminated work environments," *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **59**, 113~127(1998).
20. Larone, D. H., *Medically important fungi: A guide to identification*, 4th ed., ASM Press, Washington D. C., pp. 140~271(2002).
21. 환경부, 실내공기질관련법(2003).
22. 박경수, 최상곤, 홍진관, "다중이용시설의 실내공기 미생물 오염상태에 관한 연구," *Kor. J. Air-Conditioning Refrigeration Eng.*, **18**(8), 620~626(2006).