

# 대학박물관 수장환경조사 및 생물학적 환경조사 \*

이중수, 배미현, 이민수, 박지선, 황석연, 김기현\*\*

## 목 차

### I 서론

### II 연구재료 및 방법

1. 참여대학교 및 연구재료
2. 박물관의 수장고 및 유물에서 미생물 조사
3. 전시실 및 수장고의 온, 습도 측정
4. 분리한 미생물의 안전성 조사
5. 가해미생물의 효소 활성도 측정
6. 미생물 오염에 따른 지류의 강도변화
7. 미생물 오염에 따른 지류의 착색상태조사

### III 조사 결과

1. 부유 및 유물 부착미생물 분포 조사
2. 전시실과 수장고의 온, 습도 조사
3. 분리한 미생물의 독성 조사
4. 분리된 가해미생물의 효소 활성 조사
5. 가해미생물 오염에 따른 지류의 강도 변화
6. 가해미생물 오염에 따른 지류의 착색 변화

### IV. 고찰

### V. 대책방안

## 〈 요약 〉

대학박물관에서 전시 또는 수장되는 유물들은 현재의 시설 및 환경조건에서도 미생물(세균, 곰팡이)에 의한 손상과 훼손을 방지하여 보존되어야 한다. 그러기에, 대학박물관의 보존환경 실태를 분석, 파악하여 박물관 관내 전시 및 수장유물에의 생물학적 환경을 조사하고 이에 대한 이상적이고, 최적의 보존환경을 설정하여야 한다. 이에 지역별 대학박물관(대구한의대학교, 부산대학교, 성신여자대학교, 숭실대학교, 연세대학교, 용인대학교, 전북대학교, 전주대학교, 조선대학교, 한림대학교, 한양대학교)을 선정하여 전시실과 유물 및 수장고의 보존환경을 조사하여 이를 평가 분석하여 최적의 보존환경 보존지침(Guide Line)을 설정하고자 하였다.

그 결과, 수장고에서 문화재의 유물을 손상시키는 유해미생물을 분리하였고, 전시실 및 수장고에서 근무하는 근무자들에게 호흡기 및 피부질환을 일으킬 수 있는 병원미생물을 분리하여 그 특성을 규명하였으며, 이와 같은 생물학적 열화 예방을 위하여 대학박물관의 가장 효율적인 방제 방안을 설정하고자 이 연구를 수행하였다.

[주제어] 박테리아, 균류, 문화재

\* 이 연구는 2004년도 한국대학박물관협회와 용인대학교 그리고 (주)바이오미스트 테크놀로지가 공동으로 조사한 "대학 박물관 문화재의 보존실태 및 수장고의 생물학적 환경조사"에 대한 연구보고서의 논문임.

\*\* (주)바이오미스트 테크놀로지 대덕연구소, 용인대학교, 충북대학교병원 진단검사의학과

## I. 서론

문화재의 생물학적 열화를 일으키는 미생물 중에 곰팡이류가 상당 부분을 차지한다. 곰팡이는 10만 여종이 알려져 있으며 종이, 먼지, 접착제, 가죽, 섬유, 전분 등의 유기물을 영양분으로 생육한다. 또한 곰팡이류들은 문화재 재질 등에 유기물 및 무기물 등을 영양분으로 생육하는데 곰팡이들은 이들을 분해하기 위해 분해 효소를 생성하거나, 포자를 통해 개체를 퍼뜨리는데, 형성된 포자는 공기 또는 곤충, 동물들에 붙어서 이동하게 된다. 그러므로 공기중이나 물체의 어느 곳 즉, 우리 환경 어디에서나 곰팡이의 포자가 존재할 수 있다. 이렇게 이동한 포자들은 온도와 습도가 적당하면 포자에서 발아하여 곰팡이로 생육을 시작하게 된다. 이와 같은 이유로 곰팡이가 여러 곳에서 번식이 가능한 것이다. 곰팡이는 80%정도의 상대 습도와 25-30°C 정도의 따뜻한 온도를 가장 좋아하지만 45%정도의 낮은 상대 습도와 10°C 정도의 낮은 온도에서도 일반적인 곰팡이들이 생육할 수 있다.

또한, 박물관에서 검출된 세균과 곰팡이는 생물학적 열화 뿐만아니라 근무자의 호흡기 질환 및 피부질환을 일으키는 병원성미생물이 분포되어 있어 근무자에게 질병을 일으키는 사례가 많이 발생하고 있는 실정이다. 따라서, 곰팡이, 세균 등 미생물의 주기적인 점검 및 대책 수립은 문화재의 보존과 보존 환경 관리분야 및 근무자의 최적의 근무환경을 위하여 상당히 중요하므로 지속적인 연구와 관리가 필요한 것이 현실이다.

이에 문화유산에 대한 생물 열화 방제에 관련된 연구 분야에서는 그동안 상당히 많은 발전을 거듭하여 왔으나 이러한 연구조사 결과 중에는 도저히 그 이상 발전되어 갈 가능성이 없는 것들이 많다. 즉 화학약품을 사용하는 살균, 살충, 훈증처리 등에 관하여 유물 자체의 재질 손상, 근무자에 대한 안정성 문제 및 대기환경 오염 등의 결함을 보완할 방제 방안이 많이 연구되어 지고 있는 실정이다.

그 중에서 80년대까지는 문화재를 주로 화학적인 방법으로 많이 소독하였다. 사용된 약제로는 Methyl bromide(M/B)와 Ethylene oxide(E/O)등이 알려져 있다. MB는 훈증 후 역겨운 냄새가 날 수 있을 뿐만 아니라 자료의 접착제를 약화시킬 수 있다. 또한, 이 약제의 인체에 대한 강한 독성 때문에 현재는 거의 사용하지 않거나 매우 제한적으로 일부 사용되고 있는 상황이다. E/O는 역시 강한 독성 및 발암물질이라는 사실이 알려져 있으며, 가죽 또는 합성 폴리머류 같은 물질을 훈증처리 했을 때 상당량이 물질 자체에 흡수되어 수개월 동안 공기 중으로 발산될 수 있다는 위험성 때문에 현재는 꼭 필요한 경우에만 제한적으로 사용되어지고 있다.

또한, M/B와 E/O 등 독성이 강한 화학물질을 이용한 훈증 처리 방식이 훈증 작업자의 위험성, 살균에 대한 효능문제, 향후 환경규제물질이라는 종합적인 문제가 대두되면서, 세계적으

로 화학물질을 사용하지 않고 위험성이 낮은 비화학적인 방법에 대한 연구가 활발히 진행중이거나 적용 중에 있다.

미국과 독일은 저 산소환경에 대한 연구, 체코는 Microwave를 이용한 연구, 일본은 ETO를 Propylene oxide로 대체하는 연구가 진행되고 있고, 현재, 국내에서도 인체에 전혀 해가 없는 천연연소독약제를 분사시스템에 장착하여 수장고를 소독하는 방식과 천연연소독약제와 질소를 이용한 안전한 친환경소독시스템이 개발되어 보급되고 있는 시점에서, 앞으로 비화학적인 문화재 소독 방법의 연구가 지속적으로 이루어질 것으로 예상된다.

본 연구는 보존환경이 열악한 대학박물관의 전시실과 수장고 및 유물에서 생물학적 보존환경을 조사, 분석하여 문화재의 생물학적 열화 및 훼손을 최소화하고 예방하기 위한 대책을 마련하고자 이 연구를 수행하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 참여대학교 및 연구재료

#### 1.1 참여대학교

대구한의대학교, 부산대학교, 성신여자대학교, 숭실대학교, 연세대학교, 용인대학교, 전주대학교, 전북대학교, 조선대학교, 한림대학교, 한양대학교 11개 대학

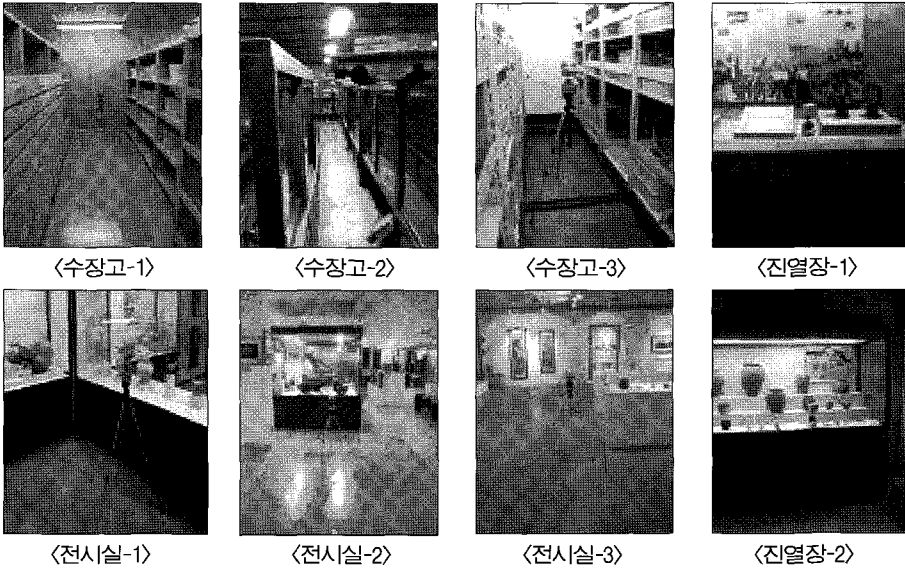
#### 1.2 연구재료

Media(PDA, MSA, LBA), 공기포집기(MAS-100 AIR Sampler, Germany), 온습도계(THERMO/HYGROMETER, SK-110RH, SATO, JAPAN), 유해미생물의 동정은 Vitek system NC II (bioMerieux vitek Inc, France)를 이용하였다(표 1).

### 2. 박물관의 수장고 및 유물에서의 미생물 조사

#### 2.1 전시실 및 수장고의 공기부유균 채집

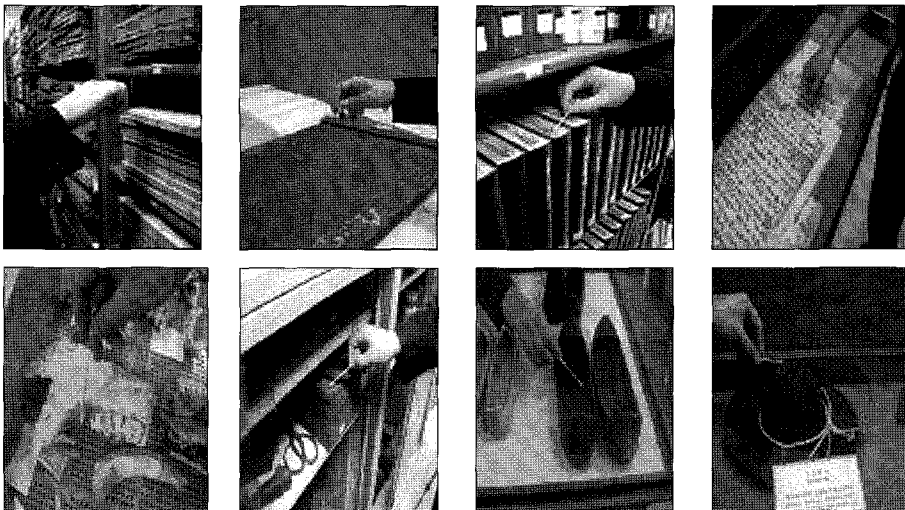
각 전시실 및 수장고에서의 미생물 분포상은 공기중에 부유하는 미생물을 중심으로 미리 준비한 선택 배지(PDA, MSA, LBA)를 공기포집기 (MAS 100 AIR Sampler, Germany)를 이용하여, 채취하고자 하는 위치에서 10분(1m<sup>3</sup>)동안 작동하여 공기부유균을 포집하여 곰팡이는 30℃ 배양기에서 72시간 배양하였고, 세균은 37℃ 배양기에서 24시간 동안 배양하여 미생물의 콜로니(cfu/m<sup>3</sup>; colony forming unit ; 단위체적당 검출되는 미생물의 균락으로 미생물의 수를 나타내는 단위)와 유해 미생물의 형태학적 특징을 분석하였다(사진 1).



〈사진 1〉 전시실, 진열장내부, 수장고에서 공기부유균을 채집하는 장면

2.2 유물 및 문화재에서의 유해미생물 분리

수장고에 있는 유물을 미리 준비한 멸균된 면봉을 멸균 생리식염수를 이용하여 유해미생물을 채취하여 미리 준비한 선택 배지(PDA, LBA, MSA)에 도말하여, 일정한 시간동안 세균은 37°C에서 24시간동안 곰팡이는 30°C에서 72시간 동안 배양시켜 유해 미생물을 분리, 동정하였다(사진 2).



〈사진 2〉 유물에 서식하는 유해미생물을 채집하는 장면

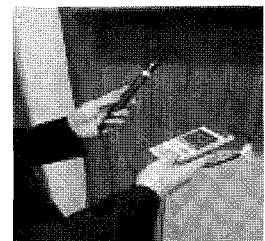
### 2.3 가해미생물의 형태학적 및 생리학적 특성 조사

전시실 및 수장고에서 분리한 미생물 중, 세균의 분리와 동정은 Vitek system NC II (bioMerieux vitek Inc, France)를 이용하였으며, ID card로는 GNI (Gram negative identification)와 GPI (Gram positive identification) 그리고 BAC (Bacillus card)를 각각 사용하였으며, 검사방법으로는 순수 분리된 colony를 취하여 GNI는 oxidase test를 실시하여 GNI card 31번 위치에 그 결과를 기입한 후 falcon tube 2058 (12×75 mm)에 0.45% half saline 1.8 ml을 분주하고 분리된 colony를 취하여 균부유액을 만든 후 GNI는 MacFarland unit 1.0, GPI와 BAC는 0.5로 각각 탁도를 맞춘 후에 file stand에 넣어 filing 시킨 후 sealing하여 vitek try에 넣어서 동정하였다.

곰팡이는 PDA배지에 채취, 배양하여 집락이 형성된 균주를 순수분리하였다. 선별된 곰팡이는 30°C 배양기에서 72시간 동안 배양하여 Ainsworth 등의 “The Fungi” (Ainsworth et al, 1973)의 기재를 기준으로 형태학적, 생화학적 특성을 조사하여 동정하였다.

### 3. 전시실 및 수장고의 온, 습도 측정

미생물은 일반적으로 높은 습도와 30-36°C의 온도에서 최적조건으로 문화재를 훼손시킨다. 미생물 중에서 곰팡이는 생장 최적온도가 30°C이나 세균은 37°C가 최적온도로 알려져 있다. 그러나 특이하게도 저온에서도 생장이 왕성한 미생물도 있음은 이미 알려진 사실이다. 본 연구에서는 유물의 재질을 손상시키지 않은 온, 습도의 기준 범위에서 유물의 재질에 따라서 약간의 편차가 있지만, 평균적으로 온도 20°C, 상대습도 60%의 기준으로 각 박물관의 온도와 상대습도를 측정하였다(사진 3).



〈사진 3〉 온, 습도 측정 장면

〈표 1〉 수장고 및 유물에서 미생물을 분리하기 위한 배지(영양원)의 조성 성분

Media	Approximate Formula Per Liter	pH
PDA (Potato Dextrose Agar)	Potato Starch(4.0g), Dextrose(20.0g), Agar(15g)	5.1
LBA (Luria-Bertani)	Pancreatic Digest of Casein(10.0g), Agar(15g) Yeast Extract(5.0g), Sodium Chloride(10.0g)	7.0
MSA (Mannitol Salt Agar)	Proteose Peptone No.3(10.0g), Beef Extract(1.0g) D-Mannitol(10.0g), Sodium Chloride(10.0g), Phenol Red(0.025g), Agar(15g)	7.4

## 4. 분리한 미생물의 안전성 조사

### 4.1 효모를 이용한 독성 조사

*Saccharomyces cerevisiae*를 초기 대수기(OD 660nm=0.2)가 되도록 Potato dextrose 액체 배지에 배양하여, 배양액을 microplate에 각각 100ul를 분주한 후, 여기에 상기 곰팡이 및 세균 배양액 100ul를 각각 처리하였다. 곰팡이 및 세균 배양액을 함유한 microplate는 효모 생육의 최적조건인 30°C에서 2일간 정체배양 후 OD 660nm에서 *Saccharomyces cerevisiae*의 성장을 대조군과 비교하여 생육저해도(%)를 효모 생육의 독성 값으로 정하였다.

### 4.2 식물을 이용한 독성조사

Petri dish에 filter paper가 충분히 잠길 수 있도록 배양액 5ml(최적 조건에서 배양한 미생물 배양액 3ml + 증류수 2ml)을 넣고, 그 위에 식물(무씨)를 20개를 filter paper에 올려놓은 다음, 5시간 간격으로 무씨의 생육을 관찰하여 미생물에 의한 무씨의 생육 저해 수준을 확인하였다. 이때 대조군은 세균이 접종되지 않은 멸균된 액체배지 및 비병원성 미생물(대장균) 배양액을 사용하여 독성 값을 분석하였다.

### 4.3 암세포주를 이용한 독성조사

대장암 세포 주(HCT-15, Human colon)와 피부암 세포 주(SK-MEL-2, Human melanoma)를 대상으로 시료를 처리한 후, 생존세포 수를 현미경으로 계수하여 세포독성 정도를 측정하였다.

## 5. 가해미생물의 효소 활성도 측정

공중균에 분포되어 있으면서도 항상 지류, 목재, 의복 등 섬유소로 구성된 문화재에 피해를 줄 수 있는 미생물들은 섬유소 분해 미생물들이다. 또한 문화재 중에서 유기물로 구성된 유물 역시 단백질 분해효소인 Protease에 의해서 훼손이 될 수 있다. 이들 미생물은 현재는 직접 문화재를 손상시키지 않지만 조건만 맞으면 언제든지 유물에 손상을 줄 수 있다. 따라서 섬유소 분해미생물과 단백질분해미생물을 별도로 조사하는 것이 필요하다. 그래서, 섬유소의 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스를 분해하는 Cellulase 생산과 단백질을 분해하는 Protease를 생성하는 미생물을 분리하기 위해 선택배지에서 순수분리하여 섬유소 분해효소와 단백질 분해효소의 효소활성도를 측정, 비교하였다.

### 5.1 Avicelase Activity

2%(w/v) avicel현탁액 1ml와 0.1M acetate buffer (pH 5.5) 1ml에 효소액 0.4ml를 가하고 45°C에서 60분간 진탕 반응시킨 후 100°C에서 5분간 가열하여 반응을 정지시켜 상등액내의 환원당

의 양을 DNS법으로 550nm에서의 흡광도를 측정하였다.

### 5.2 CMCase Activity

2%(w/v) CMC용액 1ml와 0.1M acetate buffer(pH 5.5) 1ml에 효소액 0.2ml를 가하고 45°C에서 30분간 반응시킨 후 100°C에서 5분간 가열하여 반응을 정지시켜 상등액내의 환원당의 양을 DNS법으로 550nm에서의 흡광도를 측정하였다.

### 5.3 Filter Paper Activity

Filter paper strip(0.5×12.0cm) Whatman No.1을 0.05M acetate buffer(pH 5.5) 2ml에 넣고 효소액 0.8ml를 가하여 45°C에서 60분간 진탕 반응시킨 후 100°C에서 5분간 가열하여 반응을 정지시켰다. 상등액내의 환원당의 양을 DNS법으로 550nm에서의 흡광도를 측정하였다.

[※ 효소 1.0unit는 위의 조건하에서 1분 동안 Cellulose로부터 1 $\mu$ mole의 glucose에 상응하는 환원당을 생성하는 효소의 양으로 정의하였다.]

### 5.4 Protease Activity

일정비율로 희석시킨 효소용액 0.5ml에 3ml 기질용액(0.6% Hammarsten casein in 10mM potassium phosphate buffer, pH 7.0)을 넣고 55°C에서 30분간 반응시킨 후 3.2ml의 0.4M TCA용액을 가하여 반응을 정지시켰다. 미분해 casein을 실온에서 10분간 방치하여 침전시킨 후 whatman No. 5 filter paper로 여과한 후 275nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소의 역가는 O.D. 275nm 값을 분당 0.01 증가시키는 효소량을 1 unit( $\mu$ mol/min)로 하였다.

### 5.5 단백질의 정량

Bovin serum albumin(Sigma Chem. Co.)를 표준시료로 하여 Protein Assay Kit (Bio-Rad Lab., Richmond, Calif, USA)를 이용하여 Bradford의 방법으로 측정하였다.

## 6. 미생물 오염에 따른 지류의 강도변화

오염에 따른 지류의 강도변화를 측정하기 위하여 준비한 배지(PDA, MSA, LBA) 위에 미리 멸균한 시료(백상지)를 놓고 순수분리한 가해미생물을 무균적으로 접종한 다음, 28~37°C에서 3~5일간 배양하였다. 곰팡이의 균사를 제거한 시료는 내절강도측정기로 10회 반복 측정(MD)하여 평균값을 대조구(오염되지 않은 종이 : 미생물 미처리 시료)와 비교하였다.

## 7. 미생물 발생에 따른 지류의 착색상태조사

미생물의 발생으로 인한 지류의 착색상태조사는 주기적으로 시료를 채취하여 Colorimeter(MINOLTA model CR-200, Japan)로 측정하여 KS A 0063에 따라 L\*, a\*, b\* 값으로부터 색차를 계산하였다. 이때 색차  $\Delta E = \{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2\}^{1/2}$ 의 공식을 사용하였으며, 색도 측정시 시료는 검은색 판위에 놓고 측정하였다.

### III. 조사 결과

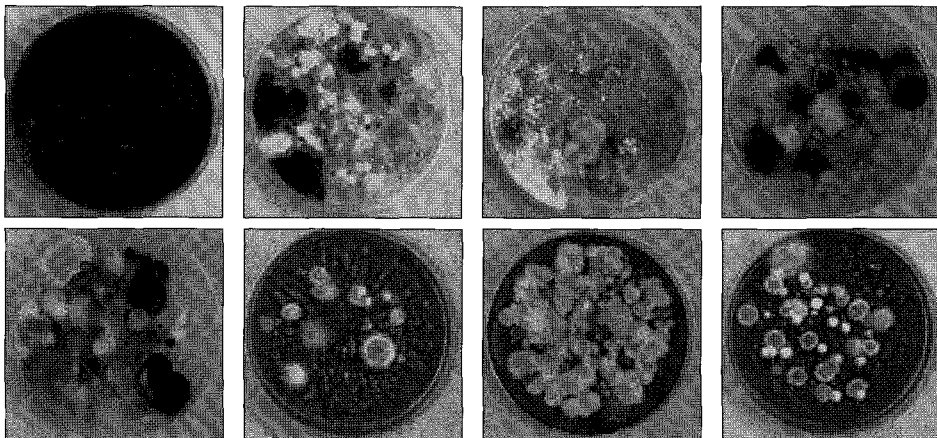
#### 1. 부유 및 유물 부착미생물의 분포조사

##### 1.1 전시실 및 수장고에서 분리된 부유미생물의 형태학적 특징

박물관 내의 공중미생물의 분포조사는 전시실 및 수장고 내에서의 미생물에 의한 손상의 기초 자료를 얻기 위함이며, 이들 미생물은 항상 박물관 내에 존재하다가 어느 장소나 또는 어느 시기에 온·습도 등의 환경조건이 미생물 생장에 좋은 조건이 되면 곧 문화재에 손상을 주게 된다. 이와 같은 관점에서 박물관내의 공중미생물의 분포조사는 중요하므로 이에, 11개 대학박물관의 전시실 및 수장고의 공기부유균을 채집, 분리, 동정한 결과 수십 종의 미생물을 분리할 수 있었고(표 2), 그 중에서 박물관의 유물 훼손과 근무자에게 질병을 일으킬 가능성이 있는 미생물을 분석, 동정한 결과 곰팡이(Fungi) 10종과 세균(Bacteria) 3종을 확인하였다(사진 4).

\* 곰팡이(10종) : *Aspergillus niger* F7, *Aspergillus oryzae* F54, *Aspergillus versicolor* F63, *Coreolus versicolor* F18, *Mucor mucedo* F5, *Neurospora sitophila* F76, *Penicillium rugulosum* F111, *Penicillium viridicatum* F58, *Thamnidium elegans* F41, *Trichoderma viridae* F16

\* 세균(3종) : *Bacillus subtilis* B6, *Bacillus brevis* B53, *Streptococcus agalactiae* B34



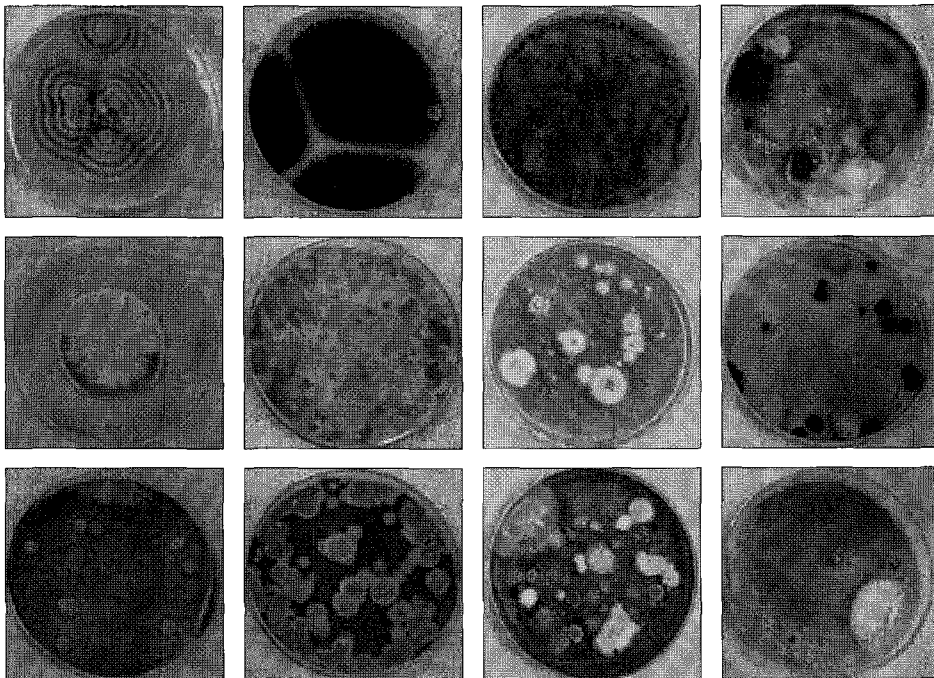
(사진 4) 전시실 및 수장고에서 분리된 공기부유균의 형태학적 특성



1.2 유물에서 분리한 가해미생물의 특징

각 수장고에 수장되어 있는 유물을 멸균된 면봉으로 멸균생리식염수에 묻혀 선택배지(PDA, MSA)를 이용하여 유해미생물을 분리한 결과 그 중에서 박물관의 유물 훼손과 근무자에게 질병을 일으킬 가능성이 있는 미생물이 발견되어, 동정한 결과 곰팡이(Fungi) 14종과 세균(Bacteria) 7종을 확인하였다(사진 5).

- \* 곰팡이(Fungi) 14종 : *Aspergillus niger* F7, *Aspergillus clavatus* F115, *Aspergillus oryzae* F54, *Aspergillus versicolor* F63, *Cladosporium cladosporioides* F29, *Coreolus versicolor* F18, *Mucor mucedo* F5, *Neurospora crassa* F98, *Neurospora sitophila* F76, *Penicillium rugulosum* F111, *Penicillium viridicatum* F58, *Rhizopus delemat* F9, *Thamnidium elegans* F41, *Trichoderma viridae* F16
- \* 세균(bacteria) 7종 : *Bacillus subtilis* B6, *Bacillus brevis* B53, *E. coli* B27, *Pseudomonas aeruginosa* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34



〈사진 5〉 유물에서 분리한 가해미생물의 형태학적 특성

〈표 2〉 대학박물관 전시실 및 수장고, 및 유물에서의 미생물 분포 현황

대학박물관	검출된 미생물 수 (cfu/m <sup>3</sup> )				유물에서 검출된 유해미생물 종류
	Fungi(PDA)		Bacteria(LBA, MSA)		
	전시실	수장고	전시실	수장고	
박물관 A	245	351	312	485	8
박물관 B	8	14	27	24	2
박물관 C	275	325	362	462	11
박물관 D	38	43	42	52	6
박물관 E	64	165	85	201	9
박물관 F	68	33	78	59	7
박물관 G	295	399	312	405	13
박물관 H	301	423	468	503	17
박물관 I	264	386	325	486	12
박물관 J	195	365	265	423	11
박물관 K	169	399	256	459	14

## 2. 전시실과 수장고의 온, 습도 조사

11개의 대학박물관의 전시실 및 수장고에서 온도와 습도를 측정한 결과 아래 〈표 3〉에 나타내었다. 원래 문화재는 그 재질의 상태에 따라서 온도, 습도의 영향을 많이 받게 되고 있으며, ①안료, 안료의 변색, ②목질, 섬유질의 노화, ③금속류의 녹 발생, ④초자제품의 알칼리 해독, ⑤칠기의 변질 등이 재질변화에 수반하여서 온도, 습도에 따라서 곤충에 의한 손상, 미생물에 의한 손상이 일어나는 것으로 알려져 있다. 그리고 유기물(Organic materials)의 상대습도는 45~60%로 유지하여야 한다. 만일 상대습도 65%를 초과하는 경우에는 항균제를 첨가하여야 하고, 아주 습한 상태로 출토되었을 경우에는 보존처리가 실시될 때까지 상대습도 100%의 환경 내에 보존하여야 하며 이 경우에는 필요한 생물열화방지 약제를 사용하여야 한다(표 4).

〈표 3〉 대학박물관의 전시실과 수장고의 온, 습도 측정

대학박물관	온 도 (°C)		습 도 (%)		비 고
	전시실	수장고	전시실	수장고	
	20°C		60%		
박물관 A	20.3°C	18.6°C	51.6%	56.7%	
박물관 B	19.3°C	18.4°C	53.6%	43.4%	
박물관 C	23.8°C	23.9°C	45.3%	55.1%	
박물관 D	23.4°C	20.7°C	79.3%	32.1%	
박물관 E	26.8°C	27.9°C	45.2%	46.5%	
박물관 F	24.5°C	26.3°C	75.4%	68.9%	
박물관 G	20.7°C	19.7°C	33.4%	39.0%	
박물관 H	22.1°C	22.3°C	50.9%	49.4%	
박물관 I	25.1°C	21.3°C	59.7%	61.2%	
박물관 J	19.3°C	19.2°C	31.6%	31.8%	
박물관 K	19.4°C	21.4°C	40.2%	41.1%	

무기질(*Inorganic materials*)의 상대습도는 65%이하로 유지시켜야 하며 그 값이 낮을수록 문화재 보존에 유리하다. 건조된 장소에서 출토된 금속류는 즉시 상대습도를 45%이하로 유지시켜야 한다. 녹이 슬지 않고 있는 금속류는 65%이하로 유지시키면 된다. 또한, 습한 곳이나 바다속에서 출토한 금속은 최초에 충분히 닦아내고 상대습도를 45%이하로 하여야 한다. 또한, 우리나라는 4계절이 뚜렷하여 문화재를 보존하기에는 적합하지 않은 기후이다. 문화재는 많은 종류의 재질로 이루어져 있기 때문에 유물의 재질별 최적 온, 습도를 유지하는 조건이 각기 다르다(표 4)〈온, 습도의 변화는 유물 재질의 경화를 초래하여 유물의 훼손을 가속화하기도 한다〉. 하지만, 현재 대학박물관의 환경조사에서 문화재의 유물을 보존하기 위해서 온도와 습도를 일정하게 유지할 수 있는 시설 및 장비가 너무나 부족하여 문화재 유물이 훼손될 가능성이 높은 것으로 판단된다.

〈표 4〉 문화재 재질별 최적 온도 및 습도

기 본	최적온도(°C)	최적습도(%)	비 고
목제품(출토직후)	15~20	80	
목제품(보존품)	15~20	60	
금속류	18~20	40	
토석류	20~22	40~60	
섬유류	22	60	
고문서류	16~24	45~60	
유화류	16~18	58~63	
칠기류	16~25	65~75	

### 3. 분리한 미생물의 독성 조사

전시실, 수장고 및 유물에서 분리해 낸 미생물들이 문화재를 취급하고 관리하는 사람에게 질병을 일으킬 가능성이 있는지를 확인하기 위해 효모, 식물, 암세포를 이용하여 독성 정도를 조사하였다.

효모(*Saccharomyces cerevisiae*)를 이용한 미생물의 독성조사에서는 대부분의 미생물들은 독성이 낮은 것으로 관찰되었으나 *Aspergillus niger* F7, *Bacillus subtilis* B6, *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34 가 상당히 높은 효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 생육저해를 일으켜 강한 독성을 나타내었다(표 5).

또한 식물(무씨)을 사용한 미생물의 독성 조사에서는 *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Bacillus subtilis* B6, *Streptococcus agalactiae* B34, *Aspergillus clavatus* F115, *Trichoderma viridae* F16, *Aspergillus niger* F7, 등 8종의 미생물들이

식물(무씨)의 발아에 강한 독성으로 저해 현상을 보였다(표 5).

두 종류의 암세포인 HCT-15와 SK-MEL-2를 대상으로 독성을 조사한 결과는 대부분의 미생물들이 세포에 대한 자극은 낮은 독성을 나타냈으나, *Aspergillus oryzae* F54, *Bacillus subtilis* B6, *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34에서 2종류의 암세포(HCT-15, SK-MEL-2) 모두에 강한 독성을 보였다(표 6).

〈표 5〉 Inhibition of microorganisms on the growth of yeast and radish.

Species	Inhibition rate of the growth of yeast(%)*	Germination rate of radish(%)**
① <i>Aspergillus niger</i> F7	64	32
② <i>Aspergillus clavatus</i> F115	21	9
③ <i>Aspergillus oryzae</i> F54	37	12
④ <i>Aspergillus versicolor</i> F63	91	24
⑤ <i>Cladosporium cladosporioides</i> F29	54	27
⑥ <i>Coreolus versicolor</i> F18	27	34
⑦ <i>Mucor mucedo</i> F5	62	29
⑧ <i>Neurospora crassa</i> F98	43	38
⑨ <i>Neurospora sitophila</i> F76	51	41
⑩ <i>Penicillium rugulosum</i> F111	32	27
⑪ <i>Penicillium viridicatum</i> F58	45	14
⑫ <i>Rhizopus delemia</i> F9	84	79
⑬ <i>Thamnidium elegans</i> F41	17	21
⑭ <i>Trichoderma viridae</i> F16	20	17
① <i>Bacillus subtilis</i> B6	14	21
② <i>Bacillus brevis</i> B53	37	44
③ <i>E. coli</i> B27	52	54
④ <i>Pseudomonas aeruginase</i> B86	2	9
⑤ <i>Pseudomonas putida</i> B18	4	12
⑥ <i>Staphylococcus aureus</i> B64	3	26
⑦ <i>Streptococcus agalactiae</i> B34	8	23

\* Inhibition rate of the growth of yeast was measured at 660nm after 48hrs liquid culture compared to control growth.

\*\*Germination rate of radish was counted to percent scale from the 20 seed treated.

이와 같이 세 종류의 실험에서 모두 높은 저해 효과를 나타낸 *Aspergillus oryzae* F54, *Bacillus subtilis* B6, *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34가 박물관에서 근무하는 근무자에게 영향을 줄 수 있는 가능성을 나

타내었다. 또한, 이 미생물들은 Amylase를 분비하는 것이 잘 알려져 있고, 또한 유물의 재질강도를 약화시키고, 변색시켜 전체적으로 유물의 생물학적 열화를 유발할 수 있는 것으로 연구 결과가 나타났으므로 유물 등의 문화재로부터는 반드시 제거되어야 할 것이다. 따라서, 세 가지 종류의 독성검사 결과를 통해 볼 때, 본 연구에서 분리된 미생물들이 사람에게 질병을 일으킬 수 있는 가능성이 있으므로 각별한 주위가 요구된다.

본 연구에서는 보존환경관리는 문화재 자체의 보존 뿐 만 아니라 문화재 관리담당자들의 인체 안전성 문제 때문에 간과해서는 안 될 부분이다. 왜냐하면, 여러 종류(Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Trichoderma, Memnoniella)의 곰팡이들이 인체를 위협하는 독소를 생성할 수 있는 것으로 알려져 있고(New York City Department of Health, Bureau of Environmental & Occupational Disease Epidemiology 2000), 실제로 장과 술을 만들 때 존재하는 Aspergillus도 면역이 떨어진 사람에게는 상당히 위험할 수 있기 때문이다. 또한 문화재 보존환경이 적절히 조절되지 않아 곰팡이의 포자 등이 인체에 흡입되거나 피부접촉이 자주 이루어지면, 건강한 사람에게도 알레르기성 질병이 발생할 수 있다는 사실도 널리 알려져 있다(Nyberg, S. 1987; New York City Department of Health, Bureau of Environment & Occupational Disease Epidemiology 2000). 따라서, 정기적인 미생물의 분포 조사 및 대책 수립 등의 지속적인 문화재 보존 환경 관리가 문화재 자체 소독 못지않게 중요하다는 사실을 알 수 있을 것이다.

〈표 6〉 Inhibition of microorganism on the growth of cancer cells.

Species	ED 50(ug/ml)	
	HCT-15	SK-MEL-2
① Aspergillus niger F7	84	80
② Aspergillus clavatus F115	112	101
③ Aspergillus oryzae F54	17	27
④ Aspergillus versicolor F63	37	42
⑤ Cladosporium cladosporioides F29	51	62
⑥ Coreolus versicolor F18	34	37
⑦ Mucor mucedo F5	84	81
⑧ Neurospora crassa F98	32	29
⑨ Neurospora sitophila F76	65	72
⑩ Penicillium rugulosum F111	43	51
⑪ Penicillium viridicatum F58	53	27
⑫ Rhizopus delemat F9	72	84
⑬ Thamnidium elegans F41	92	98
⑭ Trichoderma viridae F16	24	27
① Bacillus subtilis B6	17	21
② Bacillus brevis B53	45	57

Species	ED 50(ug/ml)	
	HCT-15	SK-MEL-2
③ E. coli B27	94	101
④ Pseudomonas aeruginase B86	6	5
⑤ Pseudomonas putida B18	4	3
⑥ Staphylococcus aureus B64	8	11
⑦ Streptococcus agalactiae B34	15	13

ED 50 ( $\mu\text{g/ml}$ )a was estimated by SRB method.

#### 4. 분리된 가해미생물의 효소(Enzyme : Cellulase, Protease)의 활성 조사

효소의 생성최적 조건하에서 미생물을 배양하여, 거름종이로 1차 여과하고 원심분리로 효소액을 분리하여 효소학적 측정방법으로 측정한 결과는 Avicelase는 *Aspergillus niger* F7에서 14.42units, CMCase는 *Tricoderma viridae* F16에서 17.21units, Filter Paper Activity는 *Penicillium rugulosum* F111에서 11.42units를 나타내었고, Protease는 *Pseudomonas aeruginase* B86이 17.42units를 나타내었다. 여기에서 분리된 미생물은 기존의 일반미생물보다 유물 및 수장고내에서 분리된 미생물의 효소활성도가 높은 것으로 나타났다. 이는 분리된 가해미생물이 문화재 목재와 고서와 같은 섬유조직 및 유기물의 재질을 가진 유물에 대하여 훼손 할 가능성이 높은 것으로 나타났다(표7).

〈표 7〉 Various enzyme Activity of Avicelase, CMCase and  $\beta$ -glucosidase from isolated Strains.

Species (Culture supernatant)	Specific Activity (Units/mg)			
	Avicelase	CMCase	Filter Paper	Protease
① <i>Aspergillus niger</i> F7	14.42	7.21	5.11	8.42
② <i>Aspergillus clavatus</i> F115	0.47	1.42	0.32	0.24
③ <i>Aspergillus oryzae</i> F54	5.21	3.24	8.42	4.27
④ <i>Aspergillus versicolor</i> F63	1.42	0.24	1.22	3.21
⑤ <i>Cladosporium cladosporioides</i> F29	3.27	2.24	0.99	1.42
⑥ <i>Coreolus versicolor</i> F18	5.32	2.14	3.24	0.32
⑦ <i>Mucor mucedo</i> F5	2.42	4.32	3.44	0.74
⑧ <i>Neurospora crassa</i> F98	0.11	0.27	0.92	1.24
⑨ <i>Neurospora sitophile</i> F76	0.12	0.47	0.56	3.42
⑩ <i>Penicillium rugulosum</i> F111	6.42	4.32	11.42	6.01
⑪ <i>Penicillium viridicatum</i> F58	3.44	2.42	3.24	5.07
⑫ <i>Rhizopus delema</i> F9	5.20	4.30	1.42	4.32
⑬ <i>Thamnidium elegans</i> F41	3.21	2.42	3.29	3.43
⑭ <i>Tricoderma viridae</i> F16	7.43	17.21	8.42	5.21

Species (Culture supernatant)	Specific Activity (Units/mg)			
	Avicelase	CMCase	Filter Paper	Protease
① <i>Bacillus subtilis</i> B6	0.42	5.43	2.71	10.41
② <i>Bacillus brevis</i> B53	1.33	2.47	3.27	3.20
③ <i>E. coli</i> B27	0.74	1.27	2.42	0.12
④ <i>Pseudomonas aeruginase</i> B86	3.42	0.97	2.74	<u>17.42</u>
⑤ <i>Pseudomonas putida</i> B18	0.92	2.67	3.42	10.24
⑥ <i>Staphylococcus aureus</i> B64	1.42	2.01	0.99	2.02
⑦ <i>Streptococcus agalactiae</i> B34	3.21	1.43	3.11	1.04

Enzyme activity was measured by the described in Material and Methods. Each substrate was added into standard reaction mixture.

### 5. 가해미생물 오염에 따른 지류의 강도 변화

분리한 가해미생물을 시료(백상지)에 접종·배양하여 시료의 내절강도를 측정된 후 오염되지 않은 대조구와 비교해 본 결과, 미생물에 오염된 시료는 전반적으로 지류의 강도가 떨어짐을 볼 수 있었고, 특히 곰팡이에서는 *Trichoderma viridae* F16, *Aspergillus oryzae* F54, *Penicillium rugulosum* F1113종의 미생물이 강하게 떨어짐을 확인할 수 있었고, 세균에서는 *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18 등의 균주가 다른 가해미생물보다 지류강도가 심하게 떨어져 지류의 열화를 촉진시키는 것으로 나타났다(표 8).

〈표 8〉 Effect of folding endurance under contaminated paper.

Fungi	Folding Endurance(MD, cycle/1kg)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Base Paper	35	32	29	31	34	28	26	29	28	31	<b>30.3</b>
① <i>Aspergillus niger</i> F7	16	19	11	13	17	15	21	13	15	21	<b>16.1</b>
② <i>Aspergillus clavatus</i> F115	26	25	28	24	23	19	25	23	24	21	<b>23.8</b>
③ <i>Aspergillus oryzae</i> F54	11	8	9	7	14	12	11	9	8	10	<b>9.9</b>
④ <i>Aspergillus versicolor</i> F63	21	23	24	25	20	19	23	21	21	24	<b>22.1</b>
⑤ <i>Cladosporium cladosporioides</i> F29	24	21	19	24	25	19	23	25	17	24	<b>22.1</b>
⑥ <i>Coreolus versicolor</i> F18	21	18	23	17	21	19	18	22	19	21	<b>19.9</b>
⑦ <i>Mucor mucedo</i> F5	14	11	17	9	8	11	16	12	15	12	<b>12.5</b>
⑧ <i>Neurospora crassa</i> F98	24	28	29	26	24	23	19	21	22	24	<b>24.0</b>
⑨ <i>Neurospora sitophila</i> F76	18	23	25	17	21	19	23	18	26	17	<b>20.7</b>
⑩ <i>Penicillium rugulosum</i> F111	9	7	5	11	8	11	13	9	12	14	<b>9.9</b>
⑪ <i>Penicillium viridicatum</i> F58	9	8	13	11	8	15	11	8	7	11	<b>10.1</b>
⑫ <i>Rhizopus delema</i> F9	14	16	17	13	11	9	8	11	12	14	<b>12.5</b>
⑬ <i>Thamnidium elegans</i> F41	21	22	18	24	17	25	21	19	20	14	<b>20.1</b>
⑭ <i>Trichoderma viridae</i> F16	5	3	7	4	5	4	6	9	7	11	<b>6.1</b>

Fungi	Properties		Folding Endurance(MD, cycle/1kg)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	
Base Paper	35	32	29	31	34	28	26	29	28	31	30.3	
① Bacillus subtilis B6	12	14	20	18	17	15	17	21	18	21	17.3	
② Bacillus brevis B53	24	18	21	20	26	24	27	25	18	17	22.0	
③ E. coli B27	24	23	24	20	21	25	18	17	19	20	21.1	
④ Pseudomonas aeruginase B86	6	11	10	8	7	4	11	10	7	9	9.3	
⑤ Pseudomonas putida B18	8	12	11	9	13	15	8	7	7	9	9.9	
⑥ Staphylococcus aureus B64	24	28	26	24	25	24	22	26	24	21	24.4	
⑦ Streptococcus agalactiae B34	23	26	24	21	19	21	20	18	24	23	21.9	

6. 가해미생물 발생에 따른 지류의 착색 변화

지류에 곰팡이 시험균주를 접종하여 배양한 다음 세척하여 건조시켜 색차를 측정하였다(표 9). 그 결과 곰팡이 발생으로 인한 색차는 *Aspergillus niger* F7, *Tricoderma viridae* F16, *Mucor mucedo* F5, *Penicillium rugulosum* F111 순으로 가장 크게 나타났다. 이상의 결과로부터 *Aspergillus niger* F7, *Tricoderma viridae* F16, *Mucor mucedo* F5, *Penicillium rugulosum* F111 는 유물 재질의 표면에 발생할 뿐만 아니라 내부까지 침투하여 번식함으로써 재질을 분해시키고, 분비물에 의한 색상의 변화 이외에도 유물 내에 균체가 침투·번식하여 훼손을 유발 할 것으로 생각된다.

〈표 9〉 Color decrease under contaminated paper(△E)

Fungi	days					
	0days	3days	6days	9days	12days	15days
① <i>Aspergillus niger</i> F7	80	54	32	24	20	14
② <i>Aspergillus clavatus</i> F115	79	63	47	32	30	28
③ <i>Aspergillus oryzae</i> F54	79	64	51	43	36	32
④ <i>Aspergillus versicolor</i> F63	80	60	49	33	30	24
⑤ <i>Cladosporium cladosporioides</i> F29	81	73	62	52	49	43
⑥ <i>Coreolus versicolor</i> F18	78	69	57	50	47	43
⑦ <i>Mucor mucedo</i> F5	79	63	52	43	37	22
⑧ <i>Neurospora crassa</i> F98	80	71	63	52	42	37
⑨ <i>Neurospora sitophile</i> F76	81	70	62	53	44	40
⑩ <i>Penicillium rugulosum</i> F111	78	60	43	32	29	22
⑪ <i>Penicillium viridicatum</i> F58	79	61	50	41	32	27
⑫ <i>Rhizopus delema</i> F9	80	71	63	54	47	32
⑬ <i>Thamnidium elegans</i> F41	80	69	58	47	40	38
⑭ <i>Tricoderma viridae</i> F16	79	62	41	31	23	19



Fungi	days					
	0days	3days	6days	9days	12days	15days
① Bacillus subtilis B6	81	73	68	53	49	47
② Bacillus brevis B53	79	72	68	60	57	50
③ E. coli B27	79	72	60	53	50	48
④ Pseudomonas aeruginase B86	80	50	47	40	33	26
⑤ Pseudomonas putida B18	81	64	57	49	41	36
⑥ Staphylococcus aureus B64	78	70	62	53	43	32
⑦ Streptococcus agalactiae B34	78	69	58	49	32	30

## VI. 고찰

● 11개 대학박물관의 전시실 및 수장고의 공기부유균을 채집과 유물에서 유해미생물을 분리, 동정한 결과 수집 종의 미생물을 분리할 수 있었고, 그 중에서 박물관의 유물 훼손과 근무자에게 질병을 일으킬 가능성이 있는 미생물을 분석, 동정한 결과 곰팡이(Fungi) 14종과 세균(bacteria) 7종을 확인하였다.

⇒ 곰팡이 : *Aspergillus niger* F7, *Aspergillus clavatus* F115, *Aspergillus oryzae* F54, *Aspergillus versicolor* F63, *Cladosporium cladosporioides* F29, *Coreolus versicolor* F18, *Mucor mucedo* F5, *Neurospora crassa* F98, *Neurospora sitophila* F76, *Penicillium rugulosum* F111, *Penicillium viridicatum* F58, *Rhizopus delema* F9, *Thamnidium elegans* F41, *Trichoderma viridae* F16.

⇒ 세 균 : *Bacillus subtilis* B6, *Bacillus brevis* B53, *E. coli* B27, *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34

● 대학박물관의 전시실 및 수장고는 항온항습 시설 및 장비의 부족으로 인하여 최적 온, 습도기준(20°C, RH 60%)에 미치지 못하는 환경으로 조사되었고, 이는 수장되어 있는 유물의 훼손이 가속화 될 가능성이 매우 높으므로, 문화재의 효율적인 보존을 위하여 항온, 항습이 되어야 할 것으로 판단된다.

● 수장고 및 수장되어 있는 유물에서 분리한 미생물들이 문화재를 취급하고 관리하는 근무자에게 질병을 일으킬 가능성이 있는지를 확인하기 위해 효모, 식물, 암세포를 이용하여 독성 정도를 조사한 결과, 일부 분리한 미생물에서 독성이 검출되었다.

⇒ 효모(*Saccharomyces cerevisiae*) : *Aspergillus niger* F7, *Bacillus subtilis* B6, *Pseudomonas*

aeruginase B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34가 상당히 강한 생육저해를 일으켰다.

⇒ 식물 : *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Bacillus subtilis* B6, *Streptococcus agalactiae* B34, *Aspergillus clavatus* F115, *Trichoderma viridae* F16, *Aspergillus niger* F7 등이 독소에 의한 식물(무씨)의 발아에 강한 저해 현상을 보였다.

⇒ 암세포(HCT-15, SK-MEL-2) : *Aspergillus oryzae* F54, *Bacillus subtilis* B6, *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18, *Staphylococcus aureus* B64, *Streptococcus agalactiae* B34가 2종류의 암세포 모두에 대하여 강한 독성을 보였다.

● 분리된 미생물은 기존의 일반미생물보다 유물 및 수장고내에서 분리된 미생물의 효소활성도가 높은 것으로 나타났다. 이는 분리된 가해미생물이 목재나 고서와 같은 유물의 섬유조직 및 유기물 재질을 가진 유물에 대하여 훼손 할 가능성이 높은 것으로 나타났다.

⇒ Avicelase Activity = *Aspergillus niger* F7 : 14.42units

⇒ CMCase Activity = *Trichoderma viridae* F16 : 17.21units

⇒ Filter Paper Activity = *Penicillium rugulosum* F111 : 11.42units

⇒ Protease Activity = *Pseudomonas aeruginase* B86 : 17.42units

● 분리한 가해미생물을 시료에 접종·배양하여 시료의 내절강도를 측정후 오염되지 않은 대조구와 비교해 본 결과

⇒ 오염된 시료는 전반적으로 지류의 강도가 떨어짐을 볼 수 있었고, 특히 곰팡이는 *Trichoderma viridae* F16, *Aspergillus oryzae* F54, *Penicillium rugulosum* F111 등의 3균주, 세균은 *Pseudomonas aeruginase* B86, *Pseudomonas putida* B18 등 2균주가 다른 가해미생물보다 시료의 내절강도를 약하게 하여 지류의 열화를 촉진시키는 것으로 나타났다.

● 곰팡이 시험균주를 접종하여 배양하여 건조시켜 색차를 측정후 결과 곰팡이 발생으로 인한 색차는

⇒ *Aspergillus niger* F7, *Trichoderma viridae* F16, *Mucor mucedo* F5, *Penicillium rugulosum* F111 순으로 가장 크게 나타났다. 이상의 결과로부터 이들의 곰팡이는 유물 재질의 표면에 발생할 뿐만 아니라 내부까지 침투하여 번식함으로써 재질을 분해시키고, 분비물에 의한 색상의 변화 이외에도 유물 내에 균체가 침투·번식하여 훼손을 유발 할 것으로 생각된다.

## V. 대책 방안

역사적으로나 학술적으로 중요한 문화재는 “문화적 유산”으로 후손에게 물려져 문화의 지속성과 창조성을 계승, 유지 발전시켜야 함은 무엇보다도 중요하다. 하지만 문화재의 유물은 그 특성상 시간이 경과함에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 원인 뿐 만아니라, 관리자의 소홀과 시설 및 장비의 부족으로 중요한 문화재가 점차 훼손되어 가고 있는 것이 현실이다. 특히 곰팡이와 해충 등의 생물학적 피해는 일단 발생되면 다른 문화재들에 대한 전이속도가 빠르고 광범위하여 문화재에 대한 피해량이 가속화 되며, 원형복원이 거의 불가능하기 때문에 이에 대한 예방대책이 절실히 요구되는 실정이다.

본 연구에서는 대학박물관의 관리자가 가장 효율적인 방제 방안에 의한 시설과 기술을 구비하기 위한 적극적인 노력과 문화재 재질에 대한 손상여부 및 대기환경 오염 등의 문제가 없는 소독약제를 선택하여, 정기적인 소독이 집중되어야 할 것으로 사려된다.

〈참고문헌〉

- 김기현, 이강은, 김해중. 2003. 「서고 내 생물학적 피해 예방을 위한 천연 소독약제의 대체 가능성」 『전국도서관대회 주제발표논문집』3-27
- 김기현, 신종순, 윤대현. 1998. 「고(문)서에 서식하는 미생물의 특성에 대한 연구」 『인쇄공학회지』 Vol. 30 No. 4
- 한성희. 1988. 「미생물이 지류문화재에 미치는 영향」 『학술연구발표논문집』, 2.
- 김기현 외. 2001. 「서고에서 분리한 곰팡이의 특성」 『임상병리검사과학지』, 33(2) : 44-50.
- 최광남. 1987. 「문화재의 환경오염」 『보존과학연구 8』 200-223
- 문경희. 1984. 「섬유질 문화재의 미생물에 의한 훼손」 『同誌 5』 24-36
- 민경희, 안희균. 1984. 「창덕궁 소재 지류 및 섬유질 유물의 가해 미생분포조사」 『同誌 5』 166-191
- 이호봉. 1992. 「문화재의 생물학적 보존」 『同誌 13』 83-98
- Larsen SA, Pope V, Quan TJ. 1992. Immunological Method for the Diagnosis of Spirochetal Disease. In : Rose NR, Macario, EC, Fashey JL, Friedman H, Penn GM, ed. *Manual of Clinical Laboratory Immunology*. 4th ed, Washington, 469
- Henry JB. 1991. *Clinical diagnosis & management by laboratory methods*. (Philadelphia : 18th, W.B.Saunders) 893-4
- Patkus, B. L. Emergency Salvage of Moldy Books and Paper. Technical Leaflet section 3 : Leaflet 9.
- McComb, Robert E. A, 1980, Vikane, Ethylene Oxide and Methyl Bromide. *A Comparison of Three Gaseous Fumigants Newsletter*. V. 2, no. 3, Sep. p. 1-2.
- Patkus, B. L. *Integrated Pest Management Technical Leaflet*, section 3 : Leaflet 11
- Hengenmihle, F., Weberg, N., Shahani, C. 1995 *Desorption of Residual Ethylene Oxide from Fumigated Library Materials*, (Washington, D. C : The Library of Congress) Preservation research and testing series No. 9502
- Daniel, V., Hanlon G., and Maekawa, S. 1993. *Eradication of Insect Pests in Museums Using Nitrogen*. Vol. 12, No. 3 PP. 15-19

## **Conservation condition of academic museum cultural properties and biological environmental investigation**

Academic museum have to prevent damage about a microorganisms(bacteria, fungi) and damage in current facilities and environmental condition, and an exhibition or garnered relics and are so, analysis checks maintenance environmental condition of an academic museum, and which is ideal and must make the most suitable maintenance environment on the above thing.

A guide line is necessary so that we select a regional academic museum(Daegu college of oriental medicine school, Busan National University, Sungshin Women' s University, Soongsil University, Yonsei University, Yong-In University, Jeonju University, Chosun University, Hallym University, Hanyang University) and examines an exhibition room and relics and maintenance environment and evaluates Relics on this and analyzes Relics, and a gulf lifts the most suitable maintenance environment.

As a result, we separated the harmful microorganisms which damaged museum cultural properties relics, and also separated the hospital microbe which a number to have the respiratory organ and a skin disease in an exhibition room and the museum men in service who worked was and sympathized with he characteristic.

Like this we executed this study in order to find an appropriate prevention way of an academic museum for biological blazing fire prevention.

[key word] bacteria, fungi, cultural properties