

동산문화재 다량 보관처의 공기 중 부유 미생물 분포 조사

A Survey for Distribution of Airborne Microorganisms in Storage of Movable Cultural Properties

국문초록

동산문화재 보관처는 사찰과 문중 또는 개인 소유자가 관리하므로 전문적이고 체계적인 보존 관리가 부족하며 이로 인해 열악한 보존환경으로 이어질 수 있다. 실내 공기질에 부유하는 먼지와 미생물은 문화재에 생물학적 훼손을 발생시킨다. 본 연구에서는 다양한 동산문화재들이 보관되어 있는 10곳의 수장시설 또는 전시 및 보관시설에 대하여 실내 공기 중 부유 미생물의 분포 상태를 조사하였다. 그 결과, 수집된 미생물의 집락수는 조사 장소에 따라 큰 차이를 나타냈는데, 가장 미생물 오염이 심각했던 보관처는 전남 영암의 D 유물전시관으로 이곳은 모든 조사 지점에서 2,000 C.F.U/m³ 이상이 검출되었으며 대부분의 소장처에서는 166 C.F.U/m³ 이상의 진균이 부유하고 있는 것으로 확인되었다. 검출된 미생물을 동정한 결과, *Aspergillus* sp.와 *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. *Cladosporium* sp. 등이 공통적으로 확인되었으며 *Ceriporia lacerata*, *Ganoderma carnosum*, *Myrothecium gramineum*와 *Bjerkandera* sp. 등과 같은 부후균도 동정되었다. 이러한 진균들은 문화재의 원형 손상 등의 문제를 발생시킬 수 있으므로 부유 진균 농도에 대한 권고기준을 제시하고 소장처의 보존환경 관리 시스템을 마련해야 할 것으로 판단된다.

홍진영*, 서민석, 김수지, 김영희,
조창욱, 이정민

국립문화재연구소 보존과학연구실

* 주제어 : 동산문화재, 부유 미생물, 보존환경, 미생물 농도

Jin-Young Hong*, Min-Seok Seo, Soo-Ji Kim,
Young-Hee Kim, Chang-Wook Jo,
Jeung-Min Lee

Conservation Science Division, National Research
Institute of Cultural Heritage

* Corresponding Author
E-mail : hjy2009@naver.com

Abstract

The temple and family or private owner have managed the storage space of movable cultural properties. Thus they lack the ability to manage professionally and systematically, movable cultural properties are in a poor environment and have been damaged by abundant dust and airborne fungi in the storage. In this study, we investigated microbes distribution in 10 storage or exhibition hall housing the movable cultural properties.

As a results, concentration of collected microorganisms exhibited a large difference according to a storage and the D Relic Museum in Yeongam is the most contaminant storage, in which detected 2,000m³ or more. More than 166m³ of the fungi were detected in most storages of the other. We identified so many varieties of fungi such as *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. and *Cladosporium* sp. existing commonly in 10 storages including wood rot fungi such as *Ceriporia lacerata*, *Ganoderma carnosum*, *Myrothecium gramineum* and *Bjerkandera* sp.. This airborne fungi may damage cultural heritages. The Guideline on a concentration of airborne fungi should be estimated and management system to the preservation environment must be provided.

**Keywords : Movable cultural properties, Airborne Microorganisms, Preservation environment, Concentration of airborne fungi*

I. 서론

역사상 또는 예술상 가치가 있는 유형의 문화재 가운데 건조물과 같이 장소 이동이 어렵거나 불가능한 문화재를 부동산 문화재라고 하는데 비해서, 동산문화재는 전적, 고문서, 회화, 조각, 공예품, 고고자료, 무구 등과 같이 이동이 가능한 문화재를 말한다(문화재청, 2000). 이러한 동산문화재는 국가에서 지정하는 국보, 보물, 중요민속문화재와 시·도에서 지정하는 시·도 지정문화재, 문화재자료, 그리고 지정되지 않은 일반 동산문화재가 있다.

동산문화재를 포함하여 모든 문화재를 보호하는데 있어서는 보존과 수리의 두 입장이 있다. 동산문화재의 보존에 있어서는 무엇보다도 우선 그것이 놓여있는 환경을 고려해야 하며 항상 안전에 유의해야 하고 필요에 따라서는 적극적인 자위조치를 강구한다든가 또는 환경을 동산문화재의 보존에 적합하도록 개선하는 것이 중요하다.

문화재의 재질은 실로 다양하지만 크게 지류와 목재류, 섬유류, 도자기류, 석재류, 금속류, 기타 등으로 나눌 수 있으며 손상의 현상도 재질에 따라 다양하게 발생한다. 일반적으로 도자기류는 깨지고, 금속은 녹슬며 지류나 섬유류는 구겨지거나 곰팡이가 발생하고 목재류는 해충에 의해 잠식되어 구멍이 발생하기도 한다. 그러므로 이러한 손상을 최소한도로 줄일 수 있는 보존 환경의 설정 혹은 안전한 환경 조건을 유지하는 것이 중요하다(문화재청, 2004).

국내 동산문화재 보관처들의 부유 미생물에 관한 조사 연구로는 대부분 보존 환경 시스템 개발이나 모니터링을 통한 분석기술 표준화 연구를 위해 수행되었으며 대부분 박물관에서 조사하였다. 김윤신 외(2006)는 서울, 대전과 경주의 박물관 전시실과 수장고에서 부유미생물 조사를 통해 분리된 균류들의 재질에 대한 평가를 수행하였다. 이철민 외(2009)는 서울, 대전, 경주와 부산에 위치한 박물관에서 부유 미생물 분포 조사를 하였고 계절에 따라 다르지만 여름철에 최대 28.5 ± 16.6 C.F.U/m³의 농도를 보였다고 보고하였다. 또한, 이들 부유 곰팡이 중에서 *Aspergillus* sp.와 *Penicillium* sp.이 가장 뚜렷하게 나타났으며 *Cladosporium* spp., *Mucor* spp., *Neurospora* spp. 등이 출현한다고 하였다. 이와 같이 대부분의 동산문화재 보관처의 조사는 박물관을 통해 이루어지고 있으며 개인이나 사찰이 소장하고 있는 동산문화재 보관처에 대한 조사는 잘 이루어지고 있지 않다. 본 조사에서는 사찰에서 운영하는 성보박물관 또는 개인이나 문중에서 소유하고 있는 동산문화재의 보관처들에 대해 조사하였다. 이러한 보관처들은 전문적인 보존환경 유지가 어렵고 주기적인 환경 조사가 이루어지고 있지도 않기 때문에 문화재 관리가 어려운 실정에 놓여 있다. 또한, 대부분 온·습도 환경과 생물피해에 민감한 지류나 탕화, 목판본과 같은 유기물 재질로 이루어진 유물들이 보관되어 있었으며 대부분 밀폐되어 있었고 환기를 위한 공조시스템도 갖추고 있지 않았다.

따라서 이들 보관처들에 대한 조사를 통해 소장되어 있는 유물 등이 적절한 환경 내에서 전시 또는 보관되고 있는지를 평가할 필요가 있다. 본 조사에서는 실내 공기질에 부유하고 있는 미생물을 수집함으로써 전시실 또는 수장고내의 생물학적 환경조사를 수행하였다. 또한 수집한 미생물의 개체수를 확인하고 동정을 통해 생물피해 가능성을 예측하고 온·습도 인자와의 관계를 통해 보다 안전한 보존 환경의 개선을 위한 자료를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 미생물 조사 장소

전북 부안의 G 유물전시관을 시작으로 전남 영암의 D 유물전시관, 경북 예천의 D 보호각, 전남 장흥의 B 유물전시관, 충남 공주의 W 보호각, 충북 보은의 B 유물전시관, 전남 장성의 P 장관각, 경북 고령의 J 유물 보호각, 충북 단양의 G 유물전시관 그리고 경북 봉화에 위치한 C 유물전시관을 대상으로 2014년 7월에서 10월에 걸쳐 각 보관처의 전시실 및 수장고에 대하여 조사를 실시하였다.

2. 미생물 수집

실내 공기 중에 부유하고 있는 미생물을 수집하기 위해서 공기 중 미생물 포집을 실시하였다. 각 보관처의 규모나 구조에 따라 중앙이나 좌우 또는 그 이상의 지점을 정한 다음, 에어 샘플러 (MairT, Millipore,

USA)를 이용하여 500L의 공기를 MEA (Malt Extract Agar, Difco) 배지에 통과시켜 각각 3회씩 반복 포집하였다. 포집한 미생물은 28℃의 조건에서 2-3일 배양한 다음, 집락수를 세어 공기 중 단위 체적당 집락수(C.F.U/m³)를 계산하였다.

3. 미생물의 분류 및 동정

공기 포집 및 유물 표면으로부터 수집한 미생물 중 배지상에서 성장한 미생물 군집(colony)의 표면 형태, 크기, 색상 등을 관찰하여 단일 군집(single colony)을 분리하였다. 이때 곰팡이로 추정되는 군집은 PDA (Potato Dextrose Agar, Difco) 배지에, 세균으로 추정되는 군집은 NB(Nutrient Broth) Agar 배지에서 28℃의 조건으로 3일에서 3-4주 동안 순수 배양하였다. 2차 형태 분류를 한 다음, 곰팡이는 ITS region, 세균은 16S rRNA region의 염기서열 분석을 통해 NCBI (National Center for Biotechnology Information)의 데이터베이스 BlastN Search 프로그램을 이용하여 종 동정하였다.

III. 연구결과

1. 부유 미생물의 농도 분포

충청도, 전라도, 경상도에 위치한 10곳의 동산문화재 다량보관처의 전시실 및 수장고 내 부유 미생물의 농도와 당시의 온·습도를 조사하였다 (Table 1). 영암에 위치한 D 유물전시관 전시실의 공기 중 부유 미생물 농도는 2,000 C.F.U/m³ 이상으로 검출되어 조사한 10곳 중에서 가장 높은 미생물 오염도를 나타내었다. 조사 당시, 이 보관처의 외부 환경은 29.2℃, 65.1%의 온·습도를 나타냈지만 실내의 온·습도는 24.7℃, 84.3%로 측정되어 실외보다 20%나 높게 나타났다. 이와 같이 높은 상대습도가 측정된 이유는 오전에 내린 소나기로 인한 것으로 생각되지만 전시관의 실내 공기의 미생물 오염은 일시적으로 높아진 상대습도 때문만이 아니라 오랜 시간 동안 적절하지 않은 보존 환경이 누적되어 온 결과라고 판단된다. 전시실 내부와 전시 케이스 바닥에는 먼지와 곰팡이 오염 그리고 얼룩이 쉽게 관찰되었다.

다음으로 미생물 농도가 높은 보관처에는 부안에 있는 G 유물전시관과 장성에 위치한 P 장판각으로 각각 527, 433.3 C.F.U/m³의 높은 농도를 나타내었다. P 장판각은 다량의 목판본을 보관하고 있는 보호각으로 3 반복으로 공기를 포집한 결과, 첫 번째 측정에서 920, 두 번째에는 232, 마지막 측정에서는 148 C.F.U/m³의 농도가 나타나 집락수의 편차가 매우 큰 것으로 조사되었다. 따라서 큰 편차를 유발하는 첫 번째 조사 결과를 제외하기로 하였으며 이러한 편차가 나타난 이유를 좁은 공간에 동시에 네 명의 조사자의 출입으로 인해 외부에서 동시에 들어오는 공기나 먼지로 인해 일시적으로 부유 미생물이 증가하였거나 장판각의 구조상의 이유가 있을 것으로 짐작해 볼 수 있다. 이 보호각은 외부에 단독으로 위치하고 있으며 3평

남짓한 작은 크기의 건물로 사방으로 창을 내어 많은 양의 공기 유입이 가능하도록 설계되었다. 따라서 창을 통한 공기의 흐름이 공기 포집시 편차를 일으켰을 가능성이 높은 것으로 판단된다. 또한 부안에 위치한 G 유물전시관의 경우에도 482 C.F.U/m³의 많은 부유 미생물이 검출되었고 진열장 바닥에는 곰팡이 번식이 관찰되었다. 이는 미관상 좋지 않을 뿐 아니라 전시중인 유물에도 훼손을 입힐 가능성이 클 것으로 생각된다.

예천에 위치한 D 보호각은 221 C.F.U/m³으로 검출되었으며 외부보다 20% 가량 높은 상대습도가 측정되었다. 공주에 위치한 W 보호각은 320.7 C.F.U/m³이 검출되었으며 실내 상대습도는 외부보다 11.3%가 높은 73.3%를 나타내어 비교적 습한 환경을 유지하고 있었다. 그밖에 장흥에 위치한 B 유물전시관의 수장고와 전시실, 보은의 B 유물전시관내 수장고, 고령의 J 유물 보호각 그리고 단양의 G 유물전시관내 수장고의 실내 공기에서는 각각 134, 168, 168.7, 162.5, 113 C.F.U/m³의 미생물 농도로 조사되었다. 고령의 J 유물 보호각을 제외한 나머지 3곳은 항온항습 장치가 설치되어 있었으며 적절한 범위의 상대습도 환경이 유지되고 있었던 반면, 보은의 B 유물전시내 수장고는 72.5%의 높은 상대습도를 나타내었다.

마지막으로 봉화에 있는 C 유물전시관의 수장고에서는 54.6 C.F.U/m³이 검출되어 가장 적은 농도의 미생물 분포를 나타내었다. 내부의 온·습도는 외부와 비슷한 수준을 유지하는 것으로 조사되었고 비교적 낮은 온도 환경에서 미생물의 생장활성이 떨어지는 것으로 생각된다.

Table 1. Distribution of airborne microorganisms and the temperature and relative humidity in storage space of movable cultural properties.

Site	C.F.U/m ³	Inside		Outside		
		Temp., °C	RH, %	Temp., °C	RH, %	
Buan, G Relic Museum	527±63.6	26.0	73.0	29.4	69.9	
Yeongam, D Relic Museum	over 2,000	24.7	84.3	29.2	65.1	
Yecheon, D Protective Angle	221±7.1	24.1	67.6	27.0	47.3	
Jangheung, B Relic Museum	Storage	134±22.6	26.1	54	28.7	51.1
	Exhibition Hall	168±34.3	23.3	62.4		
Gongju, W Protective Angle	320.7±13	22.4	73.3	26.9	62.0	
Boeun, B Relic Museum, Storage	168.7±25.3	21.4	72.5	21.7	67.0	
Jangseong, P Jangpangak	190±59.4	23.1	41.5	26.9	32.5	
Goryeong, J Protective Angle	162.5±17.5	16.7	67.2	22.9	50.6	
Danyang, G Relic Museum	113±26.9	18.5	58.8	14.0	63.0	
Bonghwa, C Relic Museum	54.6±5.8	16.3	67.0	14.6	65.1	

2. 부유 미생물 분리 및 동정

공기 중 부유 미생물 포집을 통해 배양한 미생물을 분류, 동정하였다 (Table 2). 우선 부안에 위치한 G 유물전시관내 공기질에서는 대부분 *Aspergillus versicolor*, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. 등의 자낭균류가 확인되었다. 영암의 D 유물전시관에서는 출입구와 안쪽 모든 측정 지점에서 많은 미생물이 부유하고 있는 것으로 조사되었는데 대부분 *Ceriporia lacerata*와 *Ganoderma carnosum*와 같은 목재 부후균이었으며 그 밖에 *Hypocrea lixii*, *Penicillium citrinum*, *Aspergillus* sp.와 같은 자낭균류가 부유하는 것으로 나타났다. 또한, 예천에 위치한 D 보호각에서는 *Neosartorya fischeri*, *Trichoderma tawa* 등의 자낭균류를 확인하였다. 장흥의 B 유물전시관의 전시실에서는 *Cladosporium* sp.가 대다수 존재하였고 그 외 다양한 자낭균류가 존재하였다. 수장고에서 역시 *Cladosporium* sp. 등과 같은 자낭균류가 다수 검출되었다. 또한, 공주의 W 보호각에서는 *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Penicillium* sp. 등과 같은 자낭균류와 *Hypocrea* sp.와 *Trametes hirsuta* 등의 목재 부후균이 검출되었다. 보은의 B 유물전시관의 수장고에서는 *Aspergillus versicolor*가 다량 검출되었고 목재 부후균인 *Bjerkandera* sp. 등도 확인되었다. 장성에 위치한 P 장판각에서는 자낭균에 속하는 버섯인 *Hypoxylon rubiginosum*이 다수 분리되었고 다양한 *Penicillium* sp.과 *Acremonium implicatum* 등이 부유하고 있음을 확인하였다. 고령에 있는 J 유물보호각에서는 *Cladosporium* sp.가 다수 존재하였고 *Aspergillus* sp. 등의 많은 자낭균류가 확인되었다. 단양에 있는 G 유물전시관의 수장고에서도 역시 *Cladosporium* sp.과 *Aspergillus versicolor* 등의 자낭균류가 검출되었다. 마지막으로 단양의 G 유물전시관과 동일한 날 조사를 수행한 봉화의 C 유물전시관의 경우는 가장 적은 농도의 미생물 분포를 나타내었고 *Penicillium citrinum* 등의 자낭균류와 *Bjerkandera* sp. 등의 담자균류가 부유하고 있는 것으로 확인되었다.

IV. 고찰 및 결론

본 연구는 10곳에 해당하는 동산문화재 다량보관처에 대한 실내 공기질의 부유 미생물의 분포에 관해 조사한 결과이다. 각 보관처에 따라 상이한 미생물 분포 농도를 나타냈는데 체적당 (m³) 최대 36.6배에 달하는 집락수의 차이를 보이기도 하였다. 가장 많은 부유 미생물이 수집된 곳은 영암에 위치한 D 유물전시관의 전시실로 500L 이하의 공기 포집을 했다면 계산된 2,000 C.F.U/m³ 보다 훨씬 높은 미생물 농도를 나타냈을 것으로 판단된다. 그밖에 보은의 D 유물전시관과 공주의 W 보호각 등에서도 실내 공기질에 많은 진균이 부유하고 있는 것으로 조사되었다.

Table 2. The microorganisms sampling results and identification of the isolated fungi.

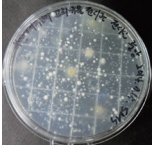
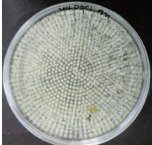
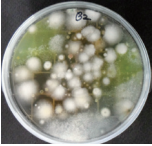
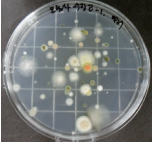
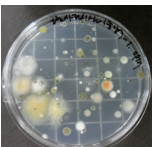
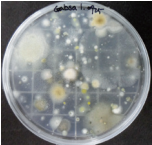
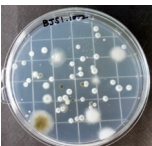
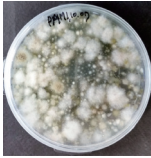
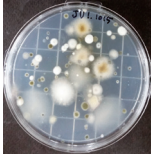
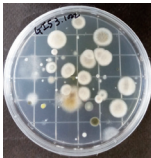
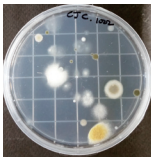
Site	Collected Microbes	Isolated Microorganisms
Buan, G Relic Museum		<i>Aspergillus versicolor</i> strain SFLs4 <i>Alternaria azukiae</i> strain 23 <i>Fusarium nisikadoi</i> <i>Pleosporales</i> sp. LH224 <i>Penicillium citrinum</i> strain TDD
Yeongam, D Relic Museum		<i>Ceriporia lacerata</i> isolate X12 <i>Ganoderma carnosum</i> strain CBS 516.96 <i>Hypocrea lixii</i> strain BHU221 <i>Penicillium citrinum</i> strain CV506 <i>Bionectria ochroleuca</i> <i>Trichoderma</i> sp. <i>Aspergillus versicolor</i> strain SPF-1
Yecheon, D Protective Angle		<i>Neosartorya fischeri</i> isolate CY159 <i>Trichoderma tawa</i> strain IPBCC07_545 <i>Penicillium simplicissimum</i> isolate P25 <i>Penicillium minioluteum</i>
Jangheung, B Relic Museum	Storage 	<i>Cladosporium</i> sp. <i>Aspergillus terreus</i> isolate MY9_4(0) <i>Coprinellus radians</i> isolate T43 <i>Curvularia australiensis</i> isolate SH7 <i>Fusarium tricinctum</i> isolate cjl40804
Jangheung, B Relic Museum	Exhibition Hall 	<i>Cladosporium</i> sp. 3 ZZ-2014 <i>Penicillium</i> sp. Cs/2/5 <i>Aspergillus</i> sp. <i>Coprinellus radians</i> isolate T43 <i>Fusarium</i> sp. 03051121 <i>Pestalotiopsis microspora</i> strain C10c5
Gongju, W Protective Angle		<i>Alternaria tenuissima</i> strain CHR-1 <i>Leptosphaerulina australis</i> strain IHB F 1907 <i>Aspergillus fumigatus</i> isolate YLJ-44 <i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium multicolor</i> strain KUC1626 <i>Curvularia lunata</i> isolate CC06-37- 2_DCPA <i>Trichoderma citrinoviride</i> strain EGE-K-129 <i>Hypocrea lutea</i> strain NBRC 9061 <i>Trametes hirsuta</i> <i>Myrothecium gramineum</i> strain LCJ 177
Boeun, B Relic Museum, Storage		<i>Aspergillus versicolor</i> strain SGE24 <i>Bjerkandera</i> sp. PTY1 <i>Cladosporium cladosporioides</i> isolate 0H8 <i>Penicillium citreonigrum</i> strain L5 <i>Epicoccum nigrum</i> strain YN-AS-1 <i>Neosartorya hiratsukae</i> <i>Arthrinium</i> sp. MM 9_2

Table 2. Continued.

Site	Collected Microbes	Isolated Microorganisms
Jangseong, P Jangpangak		<i>Hypoxyylon rubiginosum</i> isolate SUT215 <i>Penicillium</i> sp. MS-2011-F37 <i>Cochliobolus hawaiiensis</i> strain L2544 <i>Aspergillus niger</i> <i>Acremonium implicatum</i> <i>Talaromyces</i> sp. <i>Phoma multirostrata</i> isolate UM 223 <i>Botryosphaeria dothidea</i> strain S12
Goryeong J Protective Angle		<i>Cladosporium</i> sp. UCD11Syrach <i>Aspergillus lentulus</i> <i>Penicillium</i> sp. <i>Xylariales</i> sp. JP150 <i>Paecilomyces formosus</i> strain M1861
Danyang, G Relic Museum		<i>Cladosporium cladosporioides</i> strain <i>Aspergillus versicolor</i> strain XC-01 <i>Penicillium steckii</i> strain KUC1681-1 <i>Trametes versicolor</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Leptosphaeria</i> sp.
Bonghwa, C Relic Museum		<i>Penicillium citrinum</i> <i>Cladosporium</i> sp. UCD11Syrach <i>Bjerkandera</i> sp. PTY1 <i>Botrytis cinerea</i> strain Botrytis-Y <i>Fusarium ciliatum</i> strain BBA 62172

검출된 미생물은 대부분 곰팡이였으며 조사한 보관처마다 우점하는 종이 다르게 나타났지만 공통적으로 *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp.와 *Cladosporium* sp. 등이 공기질에 부유하는 것으로 확인되었다. 또한, 검출된 *C. lacerata*, *G. carnosum*, *M. gramineum*와 *Bjerkandera* sp. 등의 버섯류는 목재를 부후시킬 수 있는 능력을 가지고 있기 때문에 목재류나 지류 등의 유물에 손상을 입힐 가능성이 높다. 이와 같이 공기 중에 포자 상태로 부유하는 미생물도 생장에 필요한 적정 온·습도 환경이 유지되면 실제 유물 표면에 부착되어 표면을 변색시키거나 물리적 손상을 야기할 수 있기 때문에 부유 진균에 대한 관리가 요구된다.

국내 동산문화재 보관처의 환경에서 부유미생물에 관한 조사연구는 대부분 박물관이나 해인사의 장경판전 등과 같은 중요 문화 유산에 한정되어 이루어졌다. 이러한 연구에서는 공통적으로 *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., 그리고 *Alternaria* sp. 등의 진균이 검출된다고 보고하였다(서민석 외, 2013; 이철민 외, 2009; 홍진영 외, 2011). 이 중에서 *Aspergillus* sp.는 아밀라아제, 말타아제, 셀룰라아제 및 여러 단백질 분해효소를 생성하는 것으로 알려져 있어 유기물 문화재의 보존환경에 있어 중요시 다루어져야할 균 중의 하나로 여겨진다. 또한 *Penicillium* sp.은 유물에 가장 심한 훼손을 일으키는 유해한 균류라고 평가되고 있다(김윤신, 2006; Strzelczyk, 1981).

현재 우리나라에서는 환경부가 제시한 「다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법」에서 박물관 환경에서의 부유 세균 기준은 800 C.F.U/m^3 로 정해져 있지만 부유 진균에 관한 관리규정은 마련되어 있지 않다. 외국의 경우, 부유 진균에 대한 권고기준에서는, 세계보건기구(WHO)와 싱가포르에서는 500 C.F.U/m^3 이하 (Rao, C.Y., 1996; Singapore, 1996), 브라질에서는 750 C.F.U/m^3 이하의 유지기준이 설정되어 있다 (Aquino de Neto., 2000). 그러나 이러한 기준안들은 박물관이나 기타 다중 이용시설의 관람객의 건강을 고려하여 정해진 기준으로 문화재를 보호하기 위한 기준은 아니다. 또한, 문화재 보존을 위한 보존환경 측면의 관리 기준이 설정되어 있지 않음을 고려한다면 문화재 보호 관점에서의 부유 세균 및 부유 진균에 대한 기준의 설정이 시급하다고 할 수 있다. 단, 국립문화재연구소에서 수행한 학술연구용역 사업 중에서 결과물로 생물학적 유해환경요인의 권고기준(안)을 제시한 것이 있는데, 동산문화재 또는 지류, 섬유, 목재가 보관되어 있는 전시실과 수장고의 전시환경과 수장환경에 대한 미세먼지 권고기준(안)이 이에 해당된다. 여기서 부유 진균에 대한 권고기준(안)은 800 C.F.U/m^3 이하로 정한 부유 세균보다 10배 낮은 농도인 80 C.F.U/m^3 이하로 제시하였다 (문화재 보존환경 모니터링 및 분석기술 표준화, 2009). 이번 조사에서 수집한 부유진균 농도를 기준(안)에 적용하자면 봉화의 C 유물전시관을 제외한 나머지 9곳 모두 기준 미달이 되어 적합하지 않은 보존환경이 된다. 물론, 계절에 따른 차이가 존재할 수 있다는 점은 간과할 수 없기 때문에 봉화의 C 유물전시관 역시 여름철에 조사를 했다면 다른 결과가 나올 수도 있을 것이라 생각한다. 이번 조사는 각 보관처들의 내부 환경에서의 미생물 농도와 분포 조사를 통해 보관 상태를 평가하였지만 향후에는 외기 환경에서의 미생물 분포와의 비교를 통해 내부 보관 환경의 상태를 진단하고 해석하는 것이 필요할 것으로 보인다.

그리고 이러한 생물학적 유해요인인 미생물의 방제를 위해서는 실내 환경 관리가 요구되는데 그 중에서 온·습도 환경 조절이 가장 기본이 되어야 한다. 올바르게 않은 온·습도 환경 분포는 근본적으로 전시실의 밀폐도와 환경 관리 등에 의해 발생될 수 있다(서민석 외, 2013). 따라서 재질에 따라 적절한 온·습도를 유지하는 것이 중요하며 무엇보다 실내 공기가 정체되지 않고 환기될 수 있도록 공조시스템을 개선해야 하며 소장처의 환경 기준 마련도 시급히 필요할 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 2014년도 문화재청 국립문화재연구소의 문화유산융복합연구 (R&D)사업의 지원을 받아 수행되었다.

참고문헌

- 국립환경과학원, 2008, 다중이용시설의 생물오염물질(부유진균)에 관한 연구.
 - 김윤신, 2006, 동산문화재 보존환경 시스템 개발에 관한 연구, 한양대학교.
 - 문화재청, 2000, 동산문화재의 관리와 보존.
 - 문화재청, 2004, 동산문화재의 보존과 관리.
 - 서민석, 이선명, 홍진영, 2013, 강진 무위사 성보박물관 전시실의 미생물 서식환경 특성 연구, 보존과학회지 29(4), pp.333-343.
 - 이철민, 2009, 문화재 보존환경 모니터링 및 분석 기술 표준화, 한양대학교.
 - 이철민, 김윤신, 김기연, 2009, 박물관의 부유미생물 농도 분포 특성, 한국실내환경학회지 6(2), pp.123-134.
 - 홍진영, 김영희, 정미화, 조창욱, 최정은, 2011, 해인사 장경판전으로부터 분리한 곰팡이의 Xylanase 특성, 한국균학회지, 39(3), pp.198-204.
 - Aquino de Neto et al., 2000, Guidelines for indoor air quality in offices in Brazil, Proceeding of healthy buildings.
 - Rao, C.Y., Burge H.A and J.C.S. Chang, 1996, Review of quantitative standards and guideline for fungi in indoor air, Journal of air and waste management association, 46.
 - Singapore, 1996, Guidelines for good indoor air quality in office premiss.
 - Strzelczyk A. B., 1981, Microbial deterioration of paintings on paper, In: Microbial Deterioration, Ed: Rose A. H., Economic Microbiology, 6, pp.218-220.
-