

문화재의 생물열화 방제에 관한 국내외 박물관의 개황

金裕善

本學會長, 文化財委員

Trends on Works of Biodeterioration Performed at Both Domestic and International Museums

You Sun Kim

President, The Korea Society of Conservation Science for Cultural Properties
and Committee Member of Cultural Properties, Seoul, Korea

□ ABSTRACT : Works on biodeterioration performed at domestic museums were surveyed through questionnaire data made by each museum to find fumigation practices conducted at around twenty domestic museums and to review relevant activities of each museum concerned. Through reported data in literatures, major works on biodeterioration done at some international museums(Two in Japan, three in N. America, four in Europe, and five in S. East Asian Region) were reviewed to characterize and evaluate features of the work performed at each museum and relevant activities at these museums were also introduced in details.

1. 序 言

국내외 박물관의 현황을 파악하는데 있어서는 국내의 경우, 과거 조사된 문헌자료¹⁾를 참고하고 중요한 시설들을 여러곳 현지 조사하여 현황을 조사할 수 있었다.

그러나 국외 박물관의 경우는 종합적인 문헌을 입수하기 곤란하였고 예산관계상 현장을 실제 조사할 수도 없어서 최근 국제학회에서 발표된 報文²⁾들을 참고하여 각국 박물관에서 최근 최대 관심사가 되고 있는 연구분야를 종합 검토하여 보았다.

원래 생물열화 방제에 관한 분야는 그 시설

및 기술들이 널리 보급되어 와서 각국 박물관에서 시행하고 있는 일반적인 내용의 것들은 상호 유사하고 박물관별로 크게 차이가 없다. 그 대표적인 예로서 일본에 최근 신설된 박물관의 실례 두 가지를 조사하여 참고자료로서 제시하였다.

일본의 신설 박물관의 현황을 참고하여서 기본적인 생물열화 방제시설을 설치하고 관련된 기술을 습득하여 일반적인 방제대책을 자가 시행하여 가는 동시에 본 항목에서 언급한 각국 박물관의 중요 연구 실례들을 참고하여서 각 박물관별로 특수하게 요청되어 가고 있는 개별적 연구조사를 수행하여 간다면 국내 박물관에서의 문화재 생물열화 방제분야는 획기적으로 큰 발전을 거듭하여 갈 수 있는 것으로 기대되는 바이다.

2. 국내 박물관의 현황

1988년도에 설문서 형식으로 국내 27개 박물관을 대상으로 하여서 조사한 결과¹⁾에 의한다면 미생물 피해를 감소시키는 방안으로서 박물관의 전체적인 훈증소독을 실시하고 있는 곳이 20곳이 있었으며, 그 상황은 다음 표에 보여 주고 있는 바와 같았다.

소독 횟수	년4회	년2회	년1회	기타	무응답	비고
응답자	2	5	13	-	6	

이러한 예방조치에도 불구하고 진열실내에 곤충, 미생물의 피해가 목격된 예가 종종 보여 왔는데 이 조사에 의한다면 피해가 발생된 경험이 있는 곳이 11곳인 것으로 나타났다. 또한 피해를 입은 유물은 대개가 목기, 의류, 회화류, 지류 등 섬유질을 함유한 재질의 것

들이 주류를 이루고 있었다.

이렇게 피해를 입은 유물에 대한 처리는 자체 처리한다²⁾, 전문기관에 의뢰한다³⁾들로 나타나고 있어서 아직까지는 피해발생시 자체적인 응급처리를 일부에서만 수행하고 있는 것으로 조사되고 있다. 자체적인 처리시에는 약품사용이나 또는 훈증처리를 수행하는 예가 허다한 것으로 지적되고 있으나 자체적인 훈증시설 또는 기술에 관하여선 구체적인 data가 발표되고 있지 못하였다.

수장 또는 전시되어 있는 유물들에 발생한 미생물의 피해에 대한 사례들을 요약하여 본다면 夏季에 습도가 높을 때 전시실이나 수장고 등의 공조설비의 부족으로 인하여서 진열실 내부에 곰팡이가 서식하는 예를 비롯하여서 철제유물의 녹 부식, 의류 등의 좁의 서식 등이 발견되고 있다.

본 연구조사 기간중에 국립중앙박물관, 호암미술관, 부여국립박물관, 경주국립박물관 등을 현지 답사하였던 바, 1988년도에 조사된 바 있었던 상기한 결과들과 대차없는 현황들을 보여주고 있었으며, 생물열화 방제에 대한 특수한 시설이나 대책이 마련되고 있지 못하고 있었으며, 공조장치의 효과적인 가동에만 의존하고 있는 실정에 있었다.

공조설비에 대하여서는 별도 연구조사 사업에서³⁾ 조사된 바 있었으며, 시설 자체에 여러 가지 결함이 발견되고 있었고 그 조속한 시정 및 보완이 요망되고 있었다. 훈증의 경우에는 대부분이 전문업체에 의뢰하고 있었고 자가적인 훈증실이나 감압훈증실과 같은 시설과 기술이 보유되고 있지 못하였다.

단지 소규모의 살균, 살충방식으로서 밀봉포장을 하고 내부의 습도를 조습제(주로

Silicagel)를 사용하여서 보전하는 방식이 채택되고 있었으나 그 내용에 있어서 기술적인 면에서 완벽한 것이 못되고 있었다.

장차 국내 박물관에서는 관련된 전문업자에만 의존하지 말고 자체적으로 충분한 시설과 기술을 보유하여서 수시로 자가적인 소독이 가능하게 마련되어가야 하며, 일본국의 박물관들의 실례들을 적극 참조함이 필요하다.

이와 아울러서 생물열화 방제에서 발생하는 여러 가지 특수과제 또는 문제점들을 국제적 학회에서 발표된 외국 박물관들의 경험에 및 연구조사 결과들을 참고하여 적극 해결하여 감이 바람직하다.

다음 항목에서는 이러한 관점에서 국제학술회에서 발표된 내용 및 일본 신설 박물관에서의 실례들에 관하여서 논급하여 보고자 한다.

3. 국외 박물관에서의 최근 연구동향

3.1 일본 신설 박물관에서의 실례⁴⁵⁾

3.1.1 郡馬縣立 역사박물관(1979년 개설)⁴⁾

1979년 9월 관내의 생물조사를 동경국립문 화재연구소의 지도하에 실시하고 관내에서 채취한 곤충류를 평가분석한 결과 박물관 시설을 훈증할 필요가 있음이 인정되어 이후 매년 1회식의 시설 훈증 및 훈증실에서의 정기적 훈증을 실시하여 오고 있다. 1984년도 재조사를 실시하여 관내 채집 곤충에 대한 재평가를 시행하였으며, 이 결과에 따라서 시설의 개선 및 일상적인 대책을 마련하여 실행하여 왔다.

3.1.1.1 살충, 살균처리

개관년도(1979년도)부터 생물피해에 대한

방제대책을 설정하고 시설 및 자료의 훈증을 실시하여 왔다. 시설 훈증은 6월 상반기에 시행하고 있다. 자료의 훈증은 매월 1회씩 신규로 들어오는 것, 구입 또는 受贈의 도입품들, 기획전 관계로 반입되는 자료 등을 대상으로 하여서 훈증실에서(18m³) 예기온(100g/m³, 24시간)으로 훈증이 시행되고 있다.

기획전에 사용되는 대형의 자료들은 포장훈증을 시행하여서 곤충류가 관내에 침입하지 않도록 특별 배려하고 있다. 근년에는 縣內 기타 자료관, 市町村 교육위원회 등으로부터 생물피해를 받고 있는 자료들의 훈증의뢰가 있는데 본관은 이것들에 대하여 협력할 수 있는 태세가 마련되어 가고 있다.

3.1.1.2 시설의 개선

① 외부와 접하고 있는 학술사무실이나 연구실 등의 창문틀 및 수장고에 통하는 낭하에 각각 망창을 설치하였다.

② 出入扉의 주위에 Neoperme고무를 貼付하여서 氣密性を 유지하고 또한 건축 구조상 발생된 틈 사이들을 매립하고자 Cement나 합성수지에 의한 보수공사를 실시하였다.

③ 감압훈증장치(成幸式 ES-MS-30형, 3.15m³)에 들어가지 못하는 대형자료를 위하여서 따로 훈증실이 설치되고 있으나 扉의 氣密性이나 조명의 防爆장치의 문제, 더 나아가서는 전기배관부나 Concrete 壁體로부터의 Gas 유출의 불안정성 등의 우려가 있어서 훈증실내에 따로 훈증고를 설치하여 이중구조의 시설로서 안정성을 확보하고자 하고 있다.

3.1.1.3 일상의 대책

① 관내의 청소를 통상 4명의 종업원이 전

담하고 있는 바, 철저한 청소에 의하여서 생물의 생육이 곤란한 환경을 유지하고자 노력하고 있다.

② 단체 입관자에 대하여서 그 인솔책임자나 학교관계자에게 입관시에 배려하여야 할 사항들을 전달하고 흙, 먼지, 식물 등의 관내 침입이 없도록 노력한다.

③ 직원들의 충균해 방제 대책에 대한 이해를 보다 깊게 하고 수장고내의 양호한 환경상태를 계속 유지하는 동시에 자료들의 일상적인 정기 점검에 적극 노력하고 있다.

3.1.2 신설 박물관에서의 생물학적 문제⁹⁾

일본에서는 1977년도에 박물관, 미술관, 자료관 등이 50관, 1978년도에는 47관이나 신설 개관되었으며, 문화재를 수장 또는 전시하는 시설들은 개관전에 보존과학적 관점에서 전시 환경, 수장환경에 대하여서 조사가 시행된바 있었다. 이러한 신설 박물관에서는 수장품의 반입전에 관내의 생물환경 및 설비에 대한 조사가 시행되어 장차 이 박물관에 반입되어 갈 문화재들을 가해할 만한 생물이 서식할 가능성이 있는가 조사 확인한다.

가해생물들을 확인하였을 때는 이것들을 수집하고 그 종류를 동정하여 그 생물의 생태에 적합한 방제대책을 제공하게 된다. 현재까지 조사한 박물관에서 발견된 생물들에 대한 피해를 평가 분석하여 그 대책을 마련하여 본 것이 다음에 보여주는 바와 같으며, 금후의 박물관 시설 개선에 적극 기여하고자 한다.

3.1.2.1 방제 대책

① 수장고의 벽판

수장고의 벽판은 공사 전에 훈증처리하여

두면 완성후에는 일절 해충이 출현하는 일이 없다.

② 수장고에 사용되는 합판제

棚板에서 합판 자체는 접착제로부터 휘르마린 발생하여 약간의 살충효과를 나타내줄 수 있지만 불충분하므로 수장고에 반입되기 이전에 부름화메질에 의한 피복식 훈증을 시행하여 합판내에 번식하는 해충들을 완전히 살멸시킴이 바람직하다.

③ 상판의 사상균

상판의 사상균은 지하에 설치된 수장고, 수리실, 실험실 등에서 각각 특이하게 발생된다. 그 원인은 지하의 실내부가 그 구조상 Concrete로부터의 수분에 의하여서 다습하게 되므로 사상균이 발생되기 쉬운 환경이 조성되기 때문이다. 따라서 지하의 실내부에 사용되는 상판들은 미리 방충, 방미처리된 재질을 사용하여 사상균의 발생을 사전에 방제하여 두어야 한다. 한편 사상균이 발생한 경우에는 저독성의 방충, 방미제 처리하여서 차후의 번식을 예방하여 두어야 한다. 방미제로서 Monochloro Naphthalene, Xylasan AI, Xylasan BD, Tribromophenol 등이 저독성이고 방미효과에서도 우수하며, 방충제로서는 Chlorodane, Foxym, Monochloro naphthalene, Parneslin 등이 저독성 방충제로서 사용될 수 있다.

④ 벽판의 사상균

벽판의 사상균은 벽판이 Concrete로부터의 수분을 흡수함으로 인하여 발생한다. 따라서 구조적으로 사상균 발생이 예견되는 부분의 것은 사전에 방충, 방미처리하여 사용함이 필요하다.

⑤ 수리실 등의 생물피해

박물관의 지하에 배치된 수리실이나 실험실

에는 수장고의 상판에서와 동일한 이유로서 상판에 사상균이 발생한다. 또한 벽에 붙은 실험대나 세척대 부속의窓에도 사상균이 발생된다. 더 나아가서 실험대의 부재로서 라완材의單板이나 합판이 이용되고 있고 이들의 재질은 충의 발생地가 될 수 있다. 이들 부위의 재질은 미리 방충, 방미가공된 재목을 사용하여 제작되거나 또는 완성후 즉시 방충, 방미처리하여 충해를 방제시켜줄 필요가 있다.

⑥ 전시 Case내의 충해

전시 Case는 나완材의單板 또는 합판으로 제작되는 경우가 많으므로 충해가 발생할 가능성이 크다. 한편 전시 Case내에 까는 동물성 섬유 Felt는 충해의 근원이 될 수 있다. 성충이나 유충이 한마리라도 발생하였다면 즉시 혼증처리하여 해충의 卵까지도 살멸시켜줄 필요가 있다. 가능하다면 밀봉 혼증한 다음 분화제를 전시시킴이 바람직하다.

⑦ 전시용 Panel 등의 사상균

포장한 전시용 Panel이나 전시 Case에 사용되고 있는 布地의 제조공정에서 糊로 가공되어 있다. 보관장소가 다습한 환경에 있으면 사상균이 발해한다. 이러한 경우에는 Panel이나 Case가 납입되기 이전단계에서 저독성이고 잔효성이 큰 방미제를 취입처리시켜 둠이 필요하다. 다행하게도 布地에는 그 織目에 공간이 있으므로 방미제가 그 내부에 잔류하여 그 약재의 잔효성을 기대하여 볼 수도 있다.

3.1.2.2 혼증설비

신설 박물관이나 개설 박물관에는 거의가 모두 감압혼증장치 및 혼증실이 설치되고 있다. 그러나 혼증제의 특성을 충분히 이해하지 못하고 설계 시공한 시설들에서는 혼증제의

누설이 심하여서 위험하고 따라서 사용에 각별한 주의가 요망되는바 있다.

현재까지 조사 판명된 요주의 사항들을 종합 정리하여 보면 다음과 같다.

① 혼증실은 독립시켜 두며, 타실과 인접되어 있거나 또는 공조설비를 연결시켜 두든가 하지 말아야 한다.

② Concerte벽의 두께는 10~20cm 정도의 것이 필요하며, 공격이나 균열이 있어서는 아니된다. Block 시공으로서는 혼증 Gas를 차단할 수 없다. 특히 벽과 扉板의 접합부분 배관 주위의 Concrete 등은 공격이 발생되어 Gas 누설의 원인이 되기 쉬우므로 주의할 필요가 있다.

③ 혼증실에는 반드시 전실이 마련되어 있어야 한다. 전실에 누설한 Gas가 관내에 확산되지 않도록 전실에는 외기와 통하는 환기 장치 또는 Duct를 설치하여 두어야 한다.

④ 扉에는 Packing이 시공되어야 한다. Packing의 재질로서는 경도 60근방의 네오프렌, 전실의 扉에는 연질 네오프렌을 사용한다. Sponge는 Gas를 억제하는 능력이 없으므로 사용하여서는 아니된다.

⑤ 각종의 조작은 전실에서 실시되어야 한다. 즉, 조작선, 기화기, 약제투약구, Gas Sample 채취구(상, 중, 하의 3점), 吸排氣의 조작밸브, 혼증실내의 Gas 교반장치의 조작栓, Concent 등이 이러한 조작에 속한다.

⑥ 혼증실내의 조명은 그때 그때마다 전실에서 持入하는 형식의 것으로 한다. 고-드의 반입이나 배관시공은 Gas 누설의 원인이 됨으로 가급적 회피하는 편이 좋다.

⑦ 잔유Gas는 흡착제(예:활성탄)로 흡착 제거된다. 흡착제는 사용되는 Gas양의 약 10배

정도가 필요하다. 흡착제는 반영구적으로 사용될 수는 없으므로 2~3회 사용할 때마다 교환시켜야 한다. 잔유Gas 흡착장치에 사용되는 흡착제 교체시설로서는 Catrige식과 같이 간편하게 조작될 수 있는 것이어야 한다.

이상 일본의 예들이 국내의 신설이나 개설 박물관들에서 많은 참고가 되어 가기를 바라고 싶다.

3.2 북미에서의 관심과제

3.2.1 박물관 곤충에 대한 불화설퍼릴(Sulfuryl Fluoride)의 효능 (Getty 보존연구소 지원연구과제)

훈증제로서 흔히 사용되고 있는 약품의 한 가지인 부름화메틸(Methyl Bromide)은 Attagenue Megatorna류에 대하여서 효력이 있기는 하나 약취가 있는 화합물을 생성하고 분자생물학이나 시간적 개념으로 살펴 보았을 때 동물성 제품들 중의 일부의 것의 과학적 성분을 변질시켜 버릴 가능성이 있기 때문에 박물관에서 사용되기 어렵다.

불화설퍼릴(Sulfuryl Fluoride)은 비교적 불활성인 물질로서 부름화메틸로 변화되는 물질에 대하여서 거의 영향을 미치지 않고 있음이 관찰된바 있었다. 따라서 불화설퍼릴을 박물관의 곤충구제에 사용하는 문제가 관심이 되어 왔었다.

회화 등의 박물관의 귀중한 전시품에 대한 불화설퍼릴의 영향의 가능성에 관하여서는 현재²⁾ Getty 보존연구소, Smith Sonian연구소, Canada보존연구소가 각각 조사를 진행하고 있다. 박물관의 해충에 대한 불화설퍼릴의 효력에 관한 정보는 일반적으로 살펴 보았을 때 발표가 부족한 현상에 있다.

확실한 Data로서는 Attagenus Megatona의 유충과 卵, Lasiodema Serricorne(F)의 유충에 대한 이 훈증제의 효력에 관한 보고가 있을 뿐이다.

본 연구에서는 4종의 충류의 생육단계 각각에 대한 불화설퍼릴의 효력을 결정하기 위하여서 조사가 진행되었다. 공시된 성충과 유충에 대하여서 이 약제가 충분한 효과를 나타내기 위하여서는 2~8일간이 필요하였다. 이 약제에 노출된 卵에서는 그 발생생육이 늘어짐이 관찰되었다.

胚子발생에 필요한 시간은 훈증제의 농도에 따라 차이가 있었다. 훈증을 되풀이 반복하는 방법도 택하여 보았으며, 유충과 성충을 차례로 살멸시켜 보고자 한 시도이었다. 그 결과로서 燻蒸과 훈증사이의 timing이 대단히 중요함을 관찰할 수 있었다.

3.2.2 대형 박물관 자료를 산소결핍으로 하는 Dynamic시스템 해충 驅除의 연구에

종래 에틸렌옥사이드(Ethylene Oxide)와 부름화메틸(Methyl Bromide) 등의 여러 종류의 독성 Gas들이 가해 곤충들을 驅除하기 위하여서 이용되어 왔다.

그러나 이와 같은 기체의 사용에는 중대한 보건위생상의 문제가 내포되고 있을 뿐만 아니라 소독대상 문화재 자체에도 해를 미치고 있다는 점들이 몇몇 논문에서 지적되어 왔다.

Getty 연구소와 California대학, River Side校 곤충학부의 공동연구 결과에 의한다면 산소함유량이 0.1%라 하는 분위기에서 조사된 10종의 곤충(모든 생육단계의 것)을 8일 이내에 100% 사멸시킬 수 있었다고 발표되고 있다.

이와 같은 저산소 농도는 질소와 같은 불활

성 기체를 지속적으로 취입시켜 나가거나 또는 산소흡수제(예: Ageless)를 이용함으로써 얻어질 수 있었다.

본 연구조사에서는 박물관의 대형 수장품들을 대용량 봉지내에 밀봉하고 그 내부의 산소 농도를 낮게 유지시키는 방법의 실용성을 검토하였다.

특히 이 실험에서는 충해가 일어나고 있는 1730~40년대의 伊太利製 손잡이 의자에 대한 탈산소소독절차를 검토하여 보았다.

대형의 Alcar Plastic Bag에 대한 계속적인 질소유입을 행한다는 Dynamic System에서는 산소농도를 0.1% 이하로 유지할 수 있었고 따라서 탈산소 해충구제에 필요한 환경여건이 마련될 수 있었다.

이 방법으로 처리된 3種의 문화재들은 소독 시행 이후 여러번 재조사된 바 있었으나 충해의 징후는 일절 관찰되지 않았다.

3.2.3 질소와 알곤가스 훈증법의 박물관 수장품의 해충구제에 대한 실용화

해충을 窒息시키기 위하여서 불활성가스를 사용하는 방법은 박물관의 관내 해충구제를 위하여서 현재까지 개발된 것 중에서 미술품 자체에나 인체에 모두 가장 안전한 방법인 것으로 인식되고 있다.

당 박물관에서는 현재 질소와 알곤(Argon)을 불활성 가스로서 이용하고 있으며, 처리시간이 길었지만(20일간) 박물관의 입장에서는 이 정도의 처리기간은 별로 큰 지장이 없었다. 불활성 가스에 의한 해충구제법을 도입한 이래 각종의 50개가 넘는 미술품들이 처리되었으며(약 6개월간 소요되었음) 이 방식은 미술품에 대하여서 안전하였다(현재까지 여러

시험재료에서나 미술품에서 재질손상된 예가 발견되지 못하였다).

해충방제 효과도 우수하였으며, 처리가 끝난 미술품에서는 충류의 생존흔적을 찾아 볼 수 없었다. 이 방법은 현재까지 개발된 것들 중에서 가장 단순하고 저비용이었으며, 유효한 방식으로서는 산소차단성의 Polyethylene 주머니를 사용함이 필요하였다.

3.3 歐洲지역에서의 관심과제

3.3.1 凍結에 의한 곤충구제(영국)

Victoria 및 Albert박물관에서는 2회의 凍結소독 Project가 실시되었으며, 1992년도에는 제 3 Project를 준비중에 있다.

凍結소독법은 해충생육 구역이 된 섬유자료에 관하여서 가장 단순하고 실제적이고 무해한 처리방식임이 확인된 바 있으며, 이에 따라서 본 박물관에서 이 방법이 채택되었다.

열화된 섬유자료에 대한 반복 凍結소독처리의 효과에 관한 정보는 거의 발표된 것이 없으나 현시점까지의 조사 결과에 따른다면 저온에 노출시킨 결과로서 섬유에 손상이 일어났다는 보고는 없다. 자료에 잔사가 생성되는 일도 없다.

1991년도의 Project기간중 凍結처리 전후에서 열화된 견시료의 Fibroin 분자량을 Gel 투과법을 이용하여 측정하여 보았으나 현저한 차이점은 검출되지 않았었다.

금후에도 계속하여서 보다 더 넓은 범위의 열화 유기자료들을 이 계획하에서 처리하여 볼 예정에 있다. 많은 종류의 유기자료들이 凍結소독법으로 처리될 수 있다. 그러나 대상이 될 유기자료들은 상대습도의 약간의 변동

과 이에 따른 크기의 변화에 견딜 수 있는 것이어야 한다.

이와 같은 제한 대상들은 냉각조작 중의 온도의 하강과 실온에서의 냉동보존장치내의 조건하에서 온도상승에 따라 일어날 수 있는 불가변한 현상으로서 나타날 수 있다.

자료들은 습도가 있어서는 안되며, 만일 자료가 높은 상대습도하에서 처리용으로 밀봉포장이 된다면 냉동에 의한 수분응결(Condensation) 문제가 생기게 된다. 건조된 시료가 저온에 노출될 때는 이러한 현상이 일어나지 않으며, 건조된 시료에서는 함유수분이 저온凍結되는 가능성이 없다.

세포내 결합수는 물리적으로는 응결대상이 될 수 없다. 자료표면에서의 수분응결 현상은 섬유자료 중의 비흡착성인 부분(금속, 유리, 도자기 등)에서 발생하는 경우가 있다.

그러나 흡착성으로 작용하는 섬유질부분의 양이 충분히 많은 경우에는 이러한 부분적인 현상을 회복할 수 있다. 탈지면이나 두꺼운 무산성의 조의 또는 Silicagel 등의 완충재를 포함시켜 두면 양호한 결과를 기대할 수 있다.

3.3.2 침출된 木像 및 회화의 질소가스에 의한 혼증(독일)

불활성가스로서는 이산화탄소(CO₂)보다도 질소를 선택하였다. 그 이유는 이산화탄소는 시료중의 수분에 의하여서 탄산을 생성하는 경우가 있고 이 산소는 악성의 산이기 때문에 보호를 받지 못한 顔料부위(예: 틈 사이에 낀 것)를 변질시킬 위험이 있다. 흔히들 群靑病이라고 부르고 있는 현상에 속한다.

그밖에 이산화탄소는 공기보다 무거워서 질

식효과가 있기 때문에 안전대책이 필요하게 된다.

본 작업의 대상품은 조각 2기와 판화 1매로서 이것들에게 질소가스를 사용한 방충처리를 시공하는 것이었다.

또 한가지는 기도대이었는데 높이 110cm의 3체의 人像이 있는 제단이었다. 목재를 침식하는 충들의 생육단계의 모든 것이 배제됨을 알 수 있었다.

목재 표면에서 생활하는 성충이 우선 최초에 살멸되고 그 다음에 번데기가 치사되었다. 卵집이나 유충은 장시간 이후에 살멸되었다. 질소훈증 이후 새롭게 卵으로부터 부화된 유충은 제대로 성장하지 못하였다.

塗裝이 있는 角材中の 유충은 塗裝이 없는 것의 유충보다도 살충에 시간이 많이 소요되었다. 훈증후의 해충들의 색은 茶色 또는 흑색이었고 극단적으로 수축되고 있었다.

소독으로 충격만을 받고 생존한 유충은 象牙와 같은 색채를 보여 주었으며, 훈증제를 몸에 받아 가면서 이리저리 움직이고 있었다.

질소훈증법은 修復전문가나 대상문화재에 대하여서 위험성이 전혀 없다. 修復전문가가 자기 자신 직접 시공할 수 있으며, 기업체의 힘을 빌릴 필요가 없다. 결점으로서는 훈증에 장시간이 필요하다는 것과 예방적 조치를 취할 수가 없다는 점이다.

그밖에 질소로서는 사상균을 살균할 수 없고 다만 평균적인 침식속도의 증가를 저하시킬 수 있을 뿐이다.

그러나 질소훈증법에 의하여서 여러 종류의 해충이 방제될 수 있음으로 직물, 서적, 민족자료 등의 유기성 자료들의 소독에 실용되어 갈 가능성이 크다.

3.3.3 염직박물관에서의 Microwave가열에 의한 곤충구제(프랑스)

초단파(Microwave)로서는 주파수범위가 300~30,000MHZ의 전자파를 사용하였다. 프랑스의 실용 주파수는 공업용인 경우 2,450 MHZ로 규정되어 있다.

이 연구조사의 목적은 해충(T. bisselliella)에 대한 초단파 가열의 치명적인 효과를 연구하고자 하였다.

그러나 생물계 자체에 대한 초단파의 영향에 관한 것은 이 연구에는 포함되고 있지 못하다.

PULSAR ST22 導波管을 전파mode에서 사용하는 경우 출력밀도를 낮게 하고 전후 운동을 倍加시켜 가면 가열을 효과적으로 진행시킬 수 있다.

초단파를 수분간 照射하면, 卵, 유충, 번데기 및 성충 등의 모든 생육단계의 이 해충의 사망률은 100%에 미친다. 이 층은 내부의 온도가 80°C 이상으로 상승하면 사멸한다.

이 data는 乾燥爐 소독법에서 기록된 처사 온도와 비교하여 보았으며, 乾燥爐와 초단파 가열에 관하여서 가열이 진행되어 가는 방법을 비교 검토하여 보았다. 乾燥爐에서는 가열이 대상물의 다소 외측에서 진행되고 열전도에 의하여서 내부로 전달되는데 초단파 照射의 경우에는 가열이 시료내부에서 직접 진행되고 있었다.

이와같은 質量가열에 의하여서 후자의 경우에는 노출시간은 수분간으로도 완전 소독이 가능하였으나 전자의 경우에는 같은 효과를 얻는데 20여분간의 노출이 필요하였다.

초단파 에너지를 가하는 경우 wool 직물자

체 보다도 층과의 상호간 강력한 작용이 일어나며 20분간의 노출로서 직물의 온도는 45°C 이상으로는 상승되지 않았다. 더 나아가서 Conveyer Belt의 전후 운동동작으로 대상물의 온도를 저하시켜 갔다.

乾燥爐 가열의 경우 층과 직물의 兩便이 모두 장시간에 걸쳐서 열에 노출되므로 직물 자체의 보존문제에 있어서 직물에 대한 열에 의한 열화의 영향을 무시할 수 없다.

박물관의 수장품에 대하여서 초단파에너지를 사용하는 문제에서는 어느 정도의 제한점이 있다. 제일의 제한은 초단파가열기 자체에 관련된다.

본실험에서 사용된 PULSTAR ST22는 작고 평평한 직물에만 사용되었다. 그 이유는 Silp의 높이가 2cm임으로 큰 시료는 제외될 수밖에 없었다.

이 문제는 기술적인 견지에서 큰 것을 연결 사용할 수 있는 Applicator을 설계함으로써 해결될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

기타의 제한점은 초단파가 금속 가열에는 적합하지 못하다는 점에 있다. 즉 금속에서 반사되고 Arc에 의하여서 직물이 연소되는 경우가 있다.

이와 같은 금속과의 상호작용은 직물자료의 해충을 방제하기 위한 초단파가열법의 실용 보급화를 크게 방해하고 있다. 직물에는 단추, Buckel, 金屬製絲 등의 가공재료가 다수 포함되어 있기 때문에 이 문제는 장차 연구과제가 되어 가야 할 것으로 보여진다.

결론으로서 초단파가열은 생육단계에서 사망률을 100%로 만드는데 효과적인 비화학적 살균살충방법이기는 하나 보존분야의 관점에서 살펴보았을 때 박물관에서 사용되는데 있

어서 몇 가지 제한점이 있음을 지적하기 않을 수 없다.

사용하기 이전에 초단파를 가하는 방법, 誘電특성을 지닌 재료들과의 상호작용에 인한 특이성(예:금속 등) 등에 대한 충분한 검토가 필요하다. 필요한 검토사항은 노출시간, 작업 온도(°C), 사망률(%) 등 3가지이다.

3.3.4 γ -선조사에 의한 고문서의 멸균(체코슬로바키아)

이 연구조사는 고문서의 살균에 이온방사선 조사(예: γ -선조사)를 응용하는 가능성에 관한 검토를 목적으로 하였다.

표준 문서에 대하여서 실시한 γ -선조사에 의한 살균방법의 효과 검토와 더 나아가서는 紙의 Bacteria 감염에 관한 예비시험과 그 살균의 가능성에 관하여서 검토하였다.

고문서를 50°C로 24시간 가열처리한다. 보통 2,000GY 이하(절대로 3,000GY를 초과하지 말 것)의 조사선량으로서 γ -선을 조사하였고 각각의 균주의 최소 살균조사선량을 섬유소가 수분해 특성을 나타내 주는 21종류의 곰팡이를 대상으로 하여서 측정하여 보았다.

Petri접시에 재접종한 γ -선 저항성의 곰팡이들은 가열과 γ -선조사의 상승효과를 이용하여서 거의 100%의 살균에 이를 수 있는 방법을 발견하여 보고자 그 최적 생육조건들을 검토하여 보았다.

그 결과로서 Bacteria에 의한 지류의 부식상태에 관한 연구는 곰팡이 연구분야에서 가장 중요함을 자인하였으며, Bacteria 살균조사선량은 Bacteria종류에 따라서 달랐으며, 2,000~6,000GY 범위의 것이었으며, 조사처리하기 24시간 이전에 50°C에서 가열처리하여 둘 필요

가 있었다. 이 처리효과는 온도가 상승함에 따라서 향상되어 갔다.

보존처리하지 않으면 물리적으로 붕괴되어 버릴 우려가 있는 자료들을 이온방사선조사법으로 처리하는 문제는 이미 그 효과가 인정된 바 있으나 피해를 받은 자료들에게 이 방법을 전적으로 확대 적용시켜 가기 위하여서는 보다 더 기초적인 견지에서 연구조사를 진행시켜갈 필요성이 있다.

그러나 이러한 연구를 당 박물관에서 직접 진행시켜 가기에는 곤란하였으며, 관련된 과학의 각 분야의 협조가 가능한 전문연구소나 대학에서 적극 촉진되어 가야 할 것으로 사료되고 있다.

3.4 아세아 지역에서의 관심과제

3.4.1 산화프로피렌(Propylene Oxide) 훈증제에 관하여서(일본 동경국립문화재연구소)

문화재의 생물열화의 방제법의 한가지로서 Gas 훈증이 유효한 수단으로 널리 적용되고 있으며, 일본의 경우 산화에지렌(EO)과 부름화메틸(MBr)이 많이 이용되고 있으며, EO wt% 14%와 MBr 86%의 혼합훈증제(상품명:Epoxy)가 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 노동환경에 있어서의 허용농도가(TLV)가 1984년도에 1ppm으로 되었고 그 이행이 적극 권고되고 있으므로 사실상 이 약제를 사용하기 곤란한 상황에 있다.

EO을 대신할 수 있는 약제로서 산화프로피렌(PO)은 허용농도치가 20ppm이며, EO보다 비교적 독성이 약하고 그 살균력이 강한 것도 연구조사되고 있다.

그러나 PO단체의 비점이 33.9°C이어서 EO

의 10.7°C에 대하여서 높기 때문에 Gas화 되기 힘들고 가연성 범위가 2.8~37%로서 그 하한계치가 낮은 것, 살충, 살균효과가 EO에 비교하면 열등인 결점 등을 지니고 있으므로 이것을 보완하기 위하여서 MBr과의 混合劑 조정을 시도하여 PO와 MBr의 용해도, 그 혼합제의 증기압, 폭발범위 및 살충, 살균효과 등에 대하여서 검토하여 보았다.

이 실험으로 PO와 MBr은 임의의 농도로 용해되고 PO 20wt%와 MBr wt% 80% 혼합시킨 것은 한번 혼합 용해되면 실온에서 분해되는 예가 없었다.

따라서 PO wt20%, MBr wt80%의 혼합물의 조제가 손쉬울 것으로 고찰되었다. 증기압도 PO와 MBr을 혼합함으로써 EO wt14%, MBr wt86% 혼합제의 것보다 가까워져 갔으며, 기화기에서 손쉽게 기화시켜 끄집어 낼 수 있었다.

폭발성은 MBr을 혼합시킴으로써 PO단체의 폭발범위(2.8~37%)보다 좁아졌으며, 특히 혼합제의 폭발 하한계농도가 5%(176.5g/m³) 이하이면 폭발성을 안갖는다는 원칙으로부터 살펴볼 때 훈증에 필요한 농도 하에서는 폭발성을 지닌 분위기를 조성하지 않을 것이므로 그 사용이 안전하다.

훈증효과의 측면에서는 살균효과가 약간 떨어지지만 투약량 70g/m³, 24시간 훈증에서 충분한 효과가 인정되고 있으므로 종래 사용되어 온 EO wt14%, MBr wt86% 혼합제의 사용조건과 비교하여서 충분히 대응해 나갈 수 있을 것으로 고찰되었다.

본 혼합제를 문화재의 훈증제로서 사용하고 자 할 경우에는 사전에 각종 문화재의 재질에 대한 영향을 충분히 검토한 다음 MBr의 지역

환경에 미치는 영향도 아울러서 고찰하고 그 시공을 추진하여야 한다.

3.4.2 상해박물관에서의 調濕劑의 연구와 그 응용(중국)

상해는 중국의 연안지역의 동측에 위치하고 있고 습도는 연중 약 65%(상대습도)를 내려가는 일이 없으며, 가장 습기가 많은 달에는 80%까지 도달되기도 한다.

더 나아가서는 가끔 대기는 습도로 포화되어서 結露가 생겨서 실내 벽면에 水滴이 부착되는 경우도 있다. 물론 상대습도가 내려가는 경우도 관찰되기도 한다.

따라서 이러한 습도에 의한 문화재 열화를 예방하기 위한 방안의 한가지로서 여러 가지 조습제에 관하여서 연구 검토하여 보았다.

여러 가지 점토를 조합하여 합성한 BMC조습제 Sample에 대하여서 그 함수율은 크게 변화폭을 나타내 주었으며, 浙江省 출토의 점토로 합성한 Sample은 함수율이 높았다. 양질의 Na-몬모리나이드는 조습제를 혼합하는데 최선의 점토이었다.

점토 밖에도 Sample의 함수율에 영향을 미치는 것은 합성반응에 있어서의 점토 대 규산나트륨의 비율이었다.

함수율은 Silica Dioxide의 양에 따라서 변동되었다. 제7BMC가 BMC Series에서는 최고의 함수율을 보여 주었다.

BMC조습제는 합성된 다공성 물질이며, 지정된 RH에 걸처서 높은 함수율을 유지할 수 있는 조습제로서 습도조절의 효율을 크게 증가시켜 줄 수 있는 것이었다. 보다 더 효율적인 조습제를 마련하여 가기 위하여서는 그 구조적 특성을 조사함이 필요하였다.

BMC의 표면구조들은 따라서 X-선 회절, 전자현미경, Frontal-GC 등으로 조사분석되었다. 제7BMC가 최선의 조습제라고는 주장하지 않으며, 장차 보다 더 많은 연구가 진행되어야 한다고 고찰되고 있다.

예를 든다면 Silica Micellal을 결합시켜 본다면 여러 형태의徑의 孔이 생성되고 공의 직경과 그 분포상태들이 함수능력과 특이현상(Histerisis)에 관계되고 있다.

진열 Case의 습도를 일정하게 유지하기 위하여서는 보다 효율이 높은 조습제를 밀봉시켜 둔다는 것 이외에 비교적으로 기밀한 Case 자체를 제조함도 또한 중요한 과제이다. 즉 Case내의 상대습도는 그 Case의 기밀상태에 따라서 급속하게 변화되어 가기 때문이다.

3.4.3 전통적인 태국회화의 생물열화 문제와 전망(태국)

전통적인 태국회화에 사용되고 있는 기법과 재료는 아주 독특한 것들로서 紙, 布 또는 벽면에 묘사되어 있으나 기법과 재료들은 모두 동일한 것이다.

이 회화들의 생물열화에 관한 문제를 깊이 이해하기 위하여서는 회화를 구성하고 있는 재료소와 그 특성, 사용된 재료들의 화학적 조성과 태국의 기후를 각각 알아둘 필요가 있다.

연구조사 결과에 따라서 다음의 사항들이 제안 또는 시행되었다.

3.4.3.1 보존처리

① 防 菌

균류가 침입한 회화들은 우선 환기가 잘 되는 곳 및 공기가 충분히 잘 순환되는 곳에 보

관한다. 곰팡이들의 건조된 균주들을 청소로 제거한 다음 기밀한 실내에서 2주간 정도 Thymol로 훈증한다. 곰팡이들의 생육억제에는 여러 가지 살균제가 알려져 있으나 顔料들에 악영향을 미치는 것들이 있으니 그 전부가 모두 회화 소독에 사용될 수 있다고는 말할 수 없다. 적절한 살균제를 선택할 필요가 있다. 약제 분무후 곰팡이가 기생한 회화들을 Brush로 깨끗이 하고 Ethanol에 적신 면봉을 써서 닦아낸다. 경험에 의한다면 이 조사에서 선택 사용한 화학약품들은 전통적 태국 회화들을 변화시키는 작용을 나타내지 않았다.

② 防 蟲

방충 화학약품 즉, P-dichlorobenzene, Naphthalene 등이 전통적 태국 회화의 훈증제로서 사용되고 있다. 독성이 강한 살충제들은 顔料층에 대한 손상 우려가 있으므로 아직껏 사용하지 못하고 있다.

③ 청 소

적절한 살충제와 살균제로 훈증처리한 다음 그 회화의 청소가 진행된다. 부드러운 毛를 사용한 Brush와 Ethanol에 적신 면봉을 쓴 미세한 청소작업이 필요하였다. 회화표면의 오염물 제거에는 Acetone, Toluene, Xylene, White Sprit, Ethanol 등의 유기용매가 사용되었으며, 실험결과에 따르면 곰팡이에 의한 오염물 제거에 가장 효과적인 용매는 과산화수소를 Ether에 혼합시킨 것이었다.

3.4.3.2 방제 조치

생물 열화의 문제점들을 극복하기 위하여서는 방제 조치를 취하여야 하였다.

문제 발생을 저지하기 위하여서 가장 효과적이고 또 가장 비용이 안 드는 방안으로서는

[철저하게 청결상태를 유지시키는 것]이 있을 뿐이었다. 이를 위하여서는 보관소, 전시실, 작업실 등을 청결하게 또 미세하게 정돈시켜 둘 것이 요구되고 있다.

먼지나 오염물들은 충을 유인하고 곰팡이들의 증식의 온상이 될 수 있다. 예산이 충분하게 준비되고 있지 못한 상태 하에서 곰팡이의 생육을 저지하기 위하여서는 고습도를 내리기 위한 조치로서 전시실의 환기를 충분히 하여 줌이 필수적인 급선무인 것이다.

본전에 대한 대책에 만전을 기하여야 하는 手稿나 회화가 붙어 있는 원고를 충해로부터 방호하기 위하여서 오랫동안 사용되어온 전통적인 기술로서 후추를 사용하는 방법이 있다. 회화들의 정기적 검사를 전통적인 방식으로 유지하고 있는바 벌레와 곰팡이에 의한 피해를 초기에 탐지하는데 긴요한 절차가 되고 있다.

3.4.4 자카르타의 열적박물관에서의 보존대책(인도네시아)

수장되어 있는 섬유자료들의 내구성을 강하게 하여서 차세대에 쓸모 있게 전달하기 위하여서는 열화를 일으키는 모든 작용을 사전에 저지시키는 작업이 필요하였다.

가해요소는 대체가 박물관의 환경자체에서 발견될 수 있다는 점들이 잘 알려져 있다.

가해요소로서는 다음의 것들이 고려될 수 있었다.

- 습기, 기온, 대기오염 등의 환경 영향
- 일광과 인공조명의 쌍방을 포함하는 광선의 영향

- 미생물의 영향, 해충 등

이와 같은 피해들을 회피하는 조치와 보존

상태를 개선하는 방안이 필요하였다. 이를 위한 연구조사를 유지하여 나가야 하는데 이 연구에서 목적하는 바는

- 중대한 가해의 저지
- 보존처리에 의하여서 그 문화재를 영속적인 것으로 만든다.
- 악조건하에 있는 섬유관계 유물의 보존 및 수리를 개선한다.

피해의 원인, 피해의 분석 등을 조사 검토하고 그 결과에 따라서 다음과 같은 보존방안이 강구되어 시행 중에 있다.

3.4.4.1 重布수리법(Additional Method)

이 방법은 보수대상의 布地와 균형된 색을 사용함이 가하다. 보통 충보다 작은 구멍이나 있는 것이나 또는 찢어진 布地에 이 수리법이 응용된다. Patch에 사용되는 견의 여포를 Plastic위에 올려놓고 표면을 동일한 Level로 고른 다음 전면에 즈름살 없게 15%의 mowlith glue을 塗付하고 건조시킨다.

3.4.4.2 봉취법(Couching Method)

이 방법은 대상인 布地가 튼튼한 상태이고 대소를 막론하고 옷자락이나 그 한복판이 열개된 경우에 취하여지는 보수방법이다. 대상으로 하는 布地와 균형된 색의 면포를 사용함이 바람직하다.

섬유가 뒤섞여서 열개된 곳에 대하여서는 그 포의 상태에 맞추어서 끝을 고르게 다듬어 줄 필요가 있다. 이 방법은 뒤섞여 엉켜져 있는 絲束을 강화하는데 최적인 방법이며, 絲의束을 결부시켜 강화시키는 작용을 한다.

3.4.4.3 세척법

포에 오염된 곳이 있는 경우에는 미생물 또는 충류를 생육시켜 열화를 유발한다. 세척할 때 천천히 신중하게 흡인함으로써 그 포에 밀착된 오염물들을 세출시킬 수 있다. 포로부터 먼지를 털어 낸 다음 각각의 포에 적합한 세제를 사용하여 세탁한다.

그러나 사전에 그 포의 색이 탈색되는지 여부를 검사하여 두며, 탈색이 일어난 경우에는 그 포는 세탁할 수 없게 된다.

이러한 포에는 aguades와 布用 특별세제를 사용하여야 한다. 손바닥으로 천천히 오염물을 주물러 밀어내는 과정을 2~3회 되풀이한다. 탁자 위에 펴놓고 공기의 거품을 쫓아내고 건조시켜 간다. 젖은 포의 전 표면을 건조된 탁자위에서 부드럽게 편 다음 백색의 타월(Towel)을 그 위에 덮고 물을 흡수시켜 건조가 빠르게 끝나도록 마련한다. 선풍기를 사용하여도 가능하다.

3.4.4.4 결론

이 염직물박물관의 연구실은 아직껏 완성되고 있지 못하지만(1992년) 섬유유물의 손상을 예방하고 보존하는 노력은 계속 진행되어 가고 있다. 이와 같은 노력이 제대로 진행되었는지 여부를 추적 검사하여 감도 필요하다 하겠다.

이와 같은 모든 과정에서 인도네시아와 같은 열대성의 환경에 있는 布地들의 환경조건에 적합한 방식을 취하여 모든 대책이 강구되어 가고 있다.

3.4.5 지류와 목재의 생물열화(스리랑카)

스리랑카에서는 목재가 기념용으로 문화재 품으로 또한 역사적 내지 문화재 건조물로서

주로 활용되어 왔으며, 지류는 입수할 수 있게 된 근래 이후 기록용으로 활용하게 되어 왔었다.

따라서 특히 목재 문화재를 상세하게 조사하여 보고 紙와 목재품을 파손시키는 생물들의 작용에 주의를 집중시켜 왔다고 볼 수 있다.

충해를 이미 받고 있는 경우의 방제조치로서는 산화에틸렌 훈증, Naphthalene, 장뇌, P-dichlorobenzene, Thymol, Saffrol 등의 기피제를 사용하면 방충용으로 효유효하였다.

DDT나 γ -BHC와 염화아연 등도 문화재가 대기에 노출되어 있는 경우 예방약제로서 그 문화재 자체에 직접 사용될 수 있다.

현시점에서는 여러 가지 살충제 및 살균제가 개발되고 있어 모두 이용될 수 있겠으나 이들 중에서 스리랑카에 적합한 것으로서 선택하여 사용 중에 있는 것들을 예시하여 본다면 다음에 보여주는 바와 같다.

3.4.5.1 방충제

- ① DDT 5%의 알콜용액, 분무나 塗布
- ② PBC를 기피제로서 이용한다.
- ③ DDT 1.5%, 알콜용액, 분무 NAF:석고를 1:1로 調劑
- ④ DDT 5% 알콜용액, 분무, 염화아연, 粉狀의 Pentachloro Phenol을 Ethyl Alcohol에 혼합시킨 것 분무
- ⑤ P-dichlorobenzene, 기피제로 사용
- ⑥ 석유:刷毛를 사용 塗付 석유에 5% Ptntachloro Phenol을 혼합시켜 刷毛 塗付 또는 분무

3.4.5.2 살균제

- ① 2%의 염화수은 수용액
- ② 3%의 P-nitrophenol의 알콜 용액
- ③ 10%의 사리지르산소듐의 수용액
- ④ 25%의 염화아연 수용액
- ⑤ 25%의 석탄산 수용액

3.4.5.3 기 타

쥐 퇴치에는 부름화메틸과 부름화에틸을 혼 증제로서 사용하고 있다. 塗付도 풍화작용에 의한 부패를 저지하지만 간격을 두고 반복 시 공함이 필요하다.

생물열화를 억제하는데 우리들이 시도하고 있는 모든 단계에서 [예방은 치료보다 더 유효하다]함을 항상 경험하고 있다.

4. 結 論

이상 국내외 각 박물관에서 시행 또는 연구 조사중에 있는 생물열화 방제방식에 관하여서 소개하여 보았다. 예방의 기술과 개념이 발전 되어 감에 따라서 선진국에서는 화학약제를 배제하는 방식의 것을 택하고자 노력하고 있으며, 화학약제를 부득이 사용하는 경우에도 그 작업요원과 문화재 자체에 대한 해독효과에 관하여서 철저하게 조사분석이 추진되고 가장 적합한 시공대책을 마련하여서 실시하고 있다.

장차 국내 각 박물관에서도 이러한 점에 특

히 유의하여서 수장문화재의 생물열화 방제대책이 강구되어 가야할 것으로 보인다.

특히 강조하고 싶은 점은 관련된 전문업체에만 의존하지 말고 자체적으로 시설과 기술을 확보하여 나가야 한다는 점이다. 인근국가 일본이나 아시아 여러국가들의 현황들도 참고 하여서 연구조사도 적극 추진시켜 나가야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 최광남, "박물관의 보존환경에 관한 조사", 문화재지 21, p.197-206(1988)
2. ICBCP-2, "Biodeterioration of Cultural Properties", Preprint of Oct 5-8, 1992, (Yokohama, Japan)
3. 문화체육부, "박물관의 전시 및 수량공간의 공조 환경 기초연구"(중간보고서) 1995.9(공기조화 냉동공학회)
4. 上村和男, 岡部央, "博物館施設における生物調査と蟲菌害の防除對策", 古文化財科學 31, p.81-92 (1988)
5. 新井英夫, 森八郎, "新設博物館における生物學的 問題", 保存科學 19, p.1-7(1980)
6. 민경희 외 14명 : [박물관 전시 및 수장유물의 보존환경 기준연구] 최종보고서(1996년 10월 문화체육부