

博物館의 生物劣化 防除

崔光南*

차 례

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. 서론 | (3) 還境制御法 |
| 2. 生物의 發生要因 | 2) 驅除 |
| 3. 微生物에 의한 피해상황 | (1) 薰蒸法 |
| 4. 예방처치 | (2) 薰蒸條件 |
| 5. 防除對策 | (3) 薰蒸效果의 判定 |
| 1) 예방(방충) | 6. 끝맺음 |
| (1) 薰蒸法 | • 參考文獻 |
| (2) 藥劑處理法 | |

1. 서론

文化財가 博物館에 보관, 전시되고 있는 동안에 保存還境의 악화요인에 의하여 곤충과 미생물 등 생물 의 피해를 받고 손상되는 경우가 많이 발생되고 있다. 文化財는 오랜 세월이 경과함에 따라 그 재질 자체가 劣化되어 있어 生物의 피해를 받게 되면 다른 요인에 의한 것보다 손상비중이 클뿐만 아니라 원형복원이 불가능하기 때문에 생물이 번식하지 않도록 예방에 철저를 기하여야 하며 만약 발생할 경우에는 즉시 生物學的 환경조사를 실시하고 加害生物의 제거대책을 강구하여야 한다.

이에 本稿는 博物館이 소장하고 있는 文化財의 성격에 따라 어떤 生物이 발생하고 그 防除對策은 어떠한 것인지에 대해 서술하고자 한다.

*文化財研究所 學藝研究官

2. 生物의 發生要因

博物館의 館內는 收藏庫와 전시실로 나눌 수 있는데 생물이 발생하는 요인은 실내의 溫濕度 제어의 미비로 인하여 가장 이상적인 환경조건인 溫度 17~18°C와 濕度 60%(RH)를 유지해 주지 못하기 때문이며 특히 우리나라는 四季節에 따라 외부의 기후영향을 많이 받을 수 있는 조건이므로 급격한 온습도 변화로 인하여 生物의 발생을 초래하게 된다. 또한 新設 博物館일 경우 실내 장식용으로 이용한 材料를 통하여 외부에서 들어온 幼虫과 菌 胞子가 발생원인이 되고 있다. 그리고 노출된 展示品은 관람자들로 부터 또 收藏庫의 경우는 學芸員의 衣服과 空氣중의 먼지 등을 통해서 외부로 부터 들어올 수 있다.

文化財중 生物의 손상을 가장 많이 받는 것은 紙類와 木製品이다. 특히 書畫類와 書籍 등은 장마철에 90%이상 高溫狀態에 노출되면 곧 바로 微生物 즉 곰팡이와 細菌이 발생하여 귀중한 文化財가 경우에 따라서는 거의 붕괴되어 형태도 남지 않게 된다. 그러므로 건전한 文化財일지라도 피해를 받은 문화재와의 접촉으로 인해 오염되어 전체적인 文化財가 손상을 받을 수 있으므로 세계 각 나라에서는 文化財 保存的인 측면에서 중대한 문제로 대두되고 있다.

書畫類를 劣化시키는 微生物(곰팡이와 細菌)의 생육촉진 요인을 表-1에 나타냈다. 이 요인중에서 가장 기본적인 것은 書籍을 구성하는 재질이지만 表具時 혹은 수리할때 防除를 하게 되면 어느정도 방지가 가능하다. 다시 말하면 表具 또는 수리할때 微生物의 생육을 촉진하지 않는 材料(합성품)를 선택하여 사용하면 좋을 것이다. 表-1에 표기하지 않은 요인으로는 文化財를 보관하는 장소 즉 수장고의 환경인데 이것은 生物이 生育할 수 없는 환경조건을 유지해 준다는 것이 가장 중요하다.

* 表-1 微生物을 발생시키는 요인

표구재료 (특히 종이와 풀 등) 먼지(불순물) 미생물의 발생
18°C이상의 환경에서의 서화류(습도가 10%이상)

3. 微生物에 의한 피해상황

微生物의 발생은 展示케이스 내부의 청정을 비롯하여 전지역에서 발생하는 것과 직접 文化財에 발생하는 두가지가 있다. 그중에서도 후자일 경우에는 완전한 防除處理를 실시하여도 文化財에 흔적이 남아 있어 紙類일 경우에 탈색처리까지 하여야 하는 어려운 문제가 발생하게 되는데 탈색처리는 재질의 손상을 받기 때문에 원형보존 측면에 많은 문제가 된다.

지류에 발생하는 곰팡이 종류는 약 100여종이며 세균은 곰팡이보다 조금 적다. 微生物은 지류의 재질을 셀룰로우스로 분해하여 酵素를 생성하고 文化財의 기계적 강도를 劣化하여 파괴시키는데 이 셀룰로우스 분해는 재질의 理化學的 생성실험 즉 引張과 구겨진 상태의 저항성시험 등에 의해서 증명되었다.

그외 다른 종류의 細菌은 풀과 書畫類에 부착된 유기물과 養분에 의해 생육하며 그 부분은 吸溫性이 심하게 증대하게 된다.

博物館에 발생한 곰팡이類는 *Penicillium* spp.와 *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp.이 주종을 이루고 있으며 그의 *Chaetomium*, *Stemphylium*, *Alternaria*, *Stachybotry* 등이 있는데 조사에 의하면 收藏庫 마루판 벽면에 발생한 곰팡이類는 *Penicillium* spp.와 *Trichoderma* spp.이 대부분 차지하고 있다. 수장고는 대부분 지하에 설치되어 있기 때문에 細菌의 발생에 好條件을 제공하고 있다. 그러므로 지하보다는 1층부터 높은층일수록 세균의 發生率이 적다는 통계가 발표되고 있다.

벽판의 재료는 삼나무 아니면 소나무류가 대부분이지만 합판을 이용하고 있는 博物館도 있다. 세균이 발생한 곳은 벽판을 고정하기 위한 기둥과 콘크리트가 밀착되어 있어 콘크리트로 부터 水分이 전달되는 부분이다.

展示室은 보통 1, 2층으로 배치되어 있는데 그중에서는 壁에 부착된 壁展示케이스가 설비되어 있고 그 외는 전시실의 중앙에 이동용 센터케이스가 놓여 있으며 아울러 展示用 판넬은 전시의 구미에 맞게 진열 및 해설을 제시하기 위해 기능적으로 사용할 수 있도록 台와 板이 작성되어 있다.

展示用 판넬에서는 板의 바탕에 베를 붙친것으로 베의 접착에 본드를 이용하는 것과 합방으로 만든 입방체가 있다. 이러한 판넬을 濕度가 높은 곳에 보관하게 되면 베 表面에 곰팡이가 발생하게 된다. 그 원인은 베의 제조공정에서 마무리할때 胡粉을 사용하기 때문에 多濕한 환경에 보관하면 곰팡이의 발생 및 번식장소가 되기 때문이다. 또한 空調設備가 된 전시케이스는 냉동기 배관 근처에 곰팡이의 발생 가능성이 많다. 그 원인은 냉동기의 배관부분인 흡출구의 공기에 의해 結露現狀이 생기고 그것이 전시케이스 천정의 합판위에 부착되므로서 합판이 다량의 수분을 함유하게 되기 때문이다. 이와같은 곰팡이류가 발생하는 부위에는 生育에 필요한 영양분과 수분이 존재하게 된다.

전시품에도 微生物이 직접 발생하게 되는데 전시케이스 내부에서 발생한 菌類를 채집하여 동정하여 보면 *Aspergillus* spp.와 *Penicillium* spp.가 대부분인 것으로 인정되고 있다. 그리고 木製의 美術工藝品 表面을 着色, 오염시키는 곰팡이로는 *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* 등이 있으며 鐵劍 위에 생성된 綠의 원인도 *Eurotium* *Tonophilum*의 일종으로 증명되었다.

石造品에도 곰팡이類에 의해서 *Scaling*와 *mondmilk*가 발생하여 劣化現狀의 원인이 되며 또한 石製나 木造를 수리할 때 충진, 접착에 사용한 용제형 合成樹脂 表面에 *Aspergillus glaucus* group이라는 특이한 곰팡이가 발생하는 경우와 함께 西洋畫가 多濕한 장소에 보관되어 있을때에도 마찬가지로 *Eurotium* 등의 곰팡이가 발생하여 오염된다.

최근에 활발히 발굴되고 있는 遺跡址 즉 住居址나 具塚의 發掘終了 후에 보호각을 세워 保存・展示하는 경우가 있는데 이때 주거지 등의 유구표면에 푸른이끼가 번식하는 현상을 볼 수 있다.

이상 微生物의 발생원인과 종류에 대해서 언급하였으므로 다음에는 곤충에 대해서 서술하고자 한다.

昆蟲들은 거의 어둡고 따뜻하고 습한 장소를 좋아하며 文化財중 종이나 섬유 그리고 木材를 재질로한 文化財를 먹이로 하면서 産卵하며 서식한다.

收藏庫에서는 하늘소의 일종인 *Palaeocallidium rafipenne mostchulsky*가 채집되고 있는데 이는 壁 장식용으로 사용한 나무판에서 나타나고 있어 아마 博物館에 사용된 木材의 製材前에 樹皮속에 잠적하고 있다가 약 2年 정도 成虫이 된 후에 구멍을 뚫고 탈출하여 나타나게 된다. 이 昆蟲은 직접 文化財에는 加害하지는 않지만 死後에 다른 곤충의 먹이가 되어 2차적인 虫害源이 될 가능성이 높기 때문에 유의해야 한다. 최근에 마루재로 추천하고 있는 밤나무류에서도 *Lyctus brunneus stephens*가 발생하고 있어 유의를 요하고 있다.

그외 Pubescent anobiid, Suter anobiid, Book borer anobiid 등은 紙類文化財에 치명적인 피해를 주는 곤충으로서 防虫劑로도 침식을 방지할 수 없는 강한 내구성을 가지고 있다. 또한 木材나 書籍의 내부에 침식하여 구멍이 뚫리게 되어 살충제나 훈증제를 사용하여도 완전한 효력을 발휘하지 못한 경우가 많다. 특히 幼虫때에는 더욱더 큰 피해를 끼치지만 그 존재를 파악하기가 專門家도 어려우며 成虫때에야 피해를 발생하는 장소를 발견하게 된다.

그밖에 바퀴벌레, 책좀, Dermestid beetle이 있는데 그중에 바퀴벌레, 책좀은 學芸員에게는 자주 목격되는 곤충으로 書畫類나 表具에 사용한 풀에 붙은 재질을 훔아 피해를 주고 있다. 재질에 사용한 풀의 종류에 따라서 加害정도가 다르게 되는데 최근의 보고에 의하면 풀만 아니라 종이까지 침식하여 가해한다고 한다. 바퀴벌레는 다음과 같은 종류가 가장 많이 출현한다. 즉, *Periplaneta meericana* L, *Periplaneta fuliginosa* SERVILLE, *P. japonica* KARNY 등이다.

책좀은 Psocoptera에 속하는 극히 작은 昆蟲으로 큰 피해를 끼치지 않지만 博物館·美術館 등의 전시케이스, 收藏庫, 書架, 일반가정의 書庫 등에서 서식하는 것으로 작은 곤충이지만 종이의 구멍을 뚫어 놓는 것이 목격되기도 한다.

목조건조물과 목공예품을 가해시키는 대표적인 곤충은 흰개미라 할 수 있다. 특히 野外에 노출되어 있는 목조건물은 거의 90%이상 흰개미의 피해를 받고 있다고 볼 수 있을 정도로 막대한 피해를 주고 있는 것으로 Isoptera종류는 전세계적으로 2천종류로 나타나고 있으며 우리나라에서도 20종류나 된다. 이 흰개미는 木材의 주성분인 셀룰로오스를 주식으로 하므로 셀룰로오스를 소재로 한 文化財에 대부분 피해를 주고 있어 紙類文化財가 대량으로 보관되어 있는 곳은 흰개미가 가장 좋아하는 장소이다. 文化財를 가해하는 흰개미로는 *Reticulitermes speratas*와 *Coptotermes formosanus* SHIRAKI로 두 종류가 있다.

흰개미 피해의 특징은 연한 목재인 春材部를 완전침식하고 단단한 秋材部는 일부만 침식하므로 그 흔적은 木口面에서는 年輪에 따라서 등글게 되며 柱目面에서는 직선형태로, 板目面에서는 엷은 종이형태로 된다. 古書·古文書 등의 지류문화재는 春材·秋材와 같이 硬軟하지 않고 거의 균일하므로 불규칙적인 모양을 가진 噴火口 형태의 흔적이 생기는 것이 피해특징으로 인정되고 있는데 昆蟲중에 종류도 가장 많으며 文化財의 害虫으로는 鞘翅目의 Amobiidae에 속한 것중에 대표적이다. 일반적으로 소형으로 짧고 반원상태를 나타내며 머리부분이 下口式으로 앞가슴면이 숨겨져 있으므로 위에서 보면 頭布를 뒤집어 쓰고 있는 형태로 위에서는 잘 보이지 않는 것이 특징이다. *Nicobium castaneum* OLIVIER가 가장 많으며 木

工艺品, 병풍 등 소형 文化財에는 광범위하게 피해를 받게 되는데 목조건축물에 있어서도 흰개미에 의한 피해가 대단히 높은 것으로 목재 표면에 3mm내외의 둥근 虫孔을 뚫으며 내부의 둥근표면에 미세한 조립상의 분비물을 가득 넣어 놓는다. 또한 서적 등을 加害하기도 하는데 이러한 흰개미는 우리나라에서는 큰 비중을 차지하고 있지는 않지만 동물성의 재질을 침식하고 피혁, 용단, 펄프 등을 파괴하는 것으로 Dermestid beetle, Clothesmoth 등이 있으므로 주의를 요한다.

4. 예방처치

제 3장에서 서술한 生物의 피해를 받기전에 먼저 선행되어야 할 무엇보다도 중요한 점이 적절한 예방 조치를 실시하는 것이다. 文化財를 파괴시키는 化學的·物理的 피해보다는 生物學的 피해는 保存處理를 한다고 하여도 원상복원이 거의 불가능하므로 특히 주의하지 않으면 안된다. 특히 紙類文化財를 보관하고 있는 관리자 및 소유자는 다음과 같은 예방조치가 필요하다.

첫째로 정기적으로 먼지를 제거하고, 두번째는 보관 및 展示環境의 온습도조절에 만전을 기하고, 세번째로는 적절한 書架 등 비품을 이용하는 것이다. 이와같은 처치를 강구하면 感染源의 출현과 微生物의 發生, 繁殖을 방지하는 것이 가능하다. 구체적으로 언급하게 되면 정기적으로 먼지 등을 제거하므로써 保管庫 및 展示臺를 청결하게 유지시키는 것은 물론 먼지(곤충의 알, 미생물의 孢子, 여러가지 組成의 화학성분)에 의해 유발되는 손상도 방지하게 된다. 文化財를 이동한다든가 먼지를 제거하는 것은 여러종류의 昆虫의 生態系를 절단하는 의미에서 극히 유효하다.

지금까지 조사에 의하면 대부분의 博物館 등에는 공기중의 분진에는 미생물이 항상 포함되어 있다는 것이 파악되고 있다. 그외에도 病原性的 細菌과 곰팡이의 孢子도 浮游하고 있는 것이 밝혀졌다. 도시와 공업지역의 空氣는 一酸化炭素, 硫黃과 窒素를 함유하는 가스, 회분, 매연, 염분 등을 많이 함유하고 있으며 이것이 文化財에 피해를 주는 요인이 된다. 또 공기중에는 硫黃의 酸化물이 존재하며 그것이 多濕한 환경에서는 硫酸이 되는데 文化財에 미소한 물방울이 실증된다. 博物館에서는 전술한 것처럼 生物的·化學的 요인이 존재하므로 그것이 文化財에 부착하여 피해를 주므로 정기적으로 먼지를 제거하는 것이 절대적이라 할 수 있다.

먼지제거는 구역을 정하여 순차·조직적으로 실시하여야 하는데 이는 다음 요령으로 실시한다.

- 1) 모든 文化財를 보관대에서 끌어낸다. 이동할때에는 곤충의 알과 곰팡이의 孢자를 흐트리지 않도록 한다. 다시 말하면 먼지가 통로에 떨어지지 않도록 적당한 용품을 이용하여 밖으로 반출해야 한다.
- 2) 작업원은 고무장갑을 착용하고 먼지를 흡입하지 않도록 마스크를 착용한다. 그것은 文化財의 먼지 중에 호흡기 질환의 병원균이 존재하기 때문이다.
- 3) 먼지의 제거는 문화재의 모든 부분의 먼지가 집진될 수 있도록 진공청소기를 이용한다.
- 4) 文化財를 수시로 점검하여 변질 등의 피해를 발견할 경우에는 그것이 初期의 것이라도 적절한 처치를 자문받을 수 있는 專門家에게 조사를 의뢰하여야 한다.

5) 먼지제거가 완료되면 반입전에 보관대 및 보관고를 청결히 하는 것이 필요하다. 이때 昆虫(바퀴벌레와 좀 등)과 쥐가 숨어 있을 가능성이 있으므로 균열된 공간이나 칠기의 침식이 외부에서 흘러온 물의 침투에 의한 것인지를 확인한다. 만약 壁의 얼룩이 물의 침투에 의한 것이라면 다습한 環境條件의 요인이 되므로 그것을 발견 즉시 보수 등 조속한 조치를 하지 않으면 안되므로 주의깊은 현장 조사가 필요하다. 보관대가 木材일 경우에는 나무좀의 虫害가 없는지를 확인하여야 하는데 만약 虫害를 발견하게 되면 專門家의 진단을 받아야 한다. 그것은 피해의 정도와 곤충의 종류에 의해서 防除方法이 결정되기 때문이다.

6) 보관고에 蒸散性 防虫·防霉劑(고체형태로 된 약제로 용제 등의 매체없이 직접 공기중에 蒸散하며 防虫·防霉 效力을 나타내는 약제임)인 Paradichlorobenzene과 DDVP(Dimethyl Dichloro Vinyl Phosphate의 약칭)를 일정비율로 투여하여 배치하여 놓는다(자세한 사용법과 사용량에 대해서는 제 5장을 참고하기 바람).

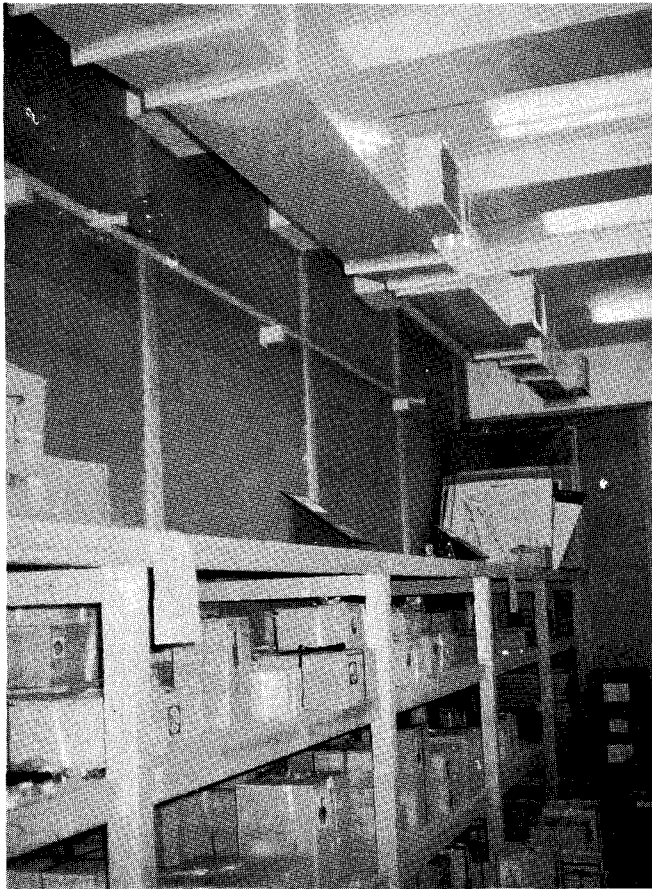
두번째로 保管庫의 부적절한 溫濕度 조절은 文化財의 劣化와 損傷을 助長하는 원인이 된다. 博物館을 건립하기로 결정되면 그 내부 즉 展示室의 환경조건(온습도, 조명, 풍속 등)이 적절히 조절될 수 있도록 설계하는 것이 生物에 의한 劣化를 防除하는데 유효하다. 통상적으로 박물관의 이상적인 온습도는 온도 16~18°C, 상대습도 40~65%라고 한다. 만약 溫度와 濕度가 그 値보다도 높을 경우는 生物劣化를 받기 쉬우며 낮을 경우는 끝마무리한 부분이나 물이 파괴되기 쉽게 된다. 따라서 溫濕度의 불균형으로 야기된 파손을 방지하기 위해서는 온습도를 적정수준으로 조절해야 하며 또는 공기조화가 완비된 공간에 일시적으로 보관하여 항구적으로 보관할 수 있는 環境條件으로 조절할 필요가 있다. 새로이 博物館을 세울때는 건술한 조건을 만족할 수 있도록 建築材料와 방법을 채택해야 한다. 이러한 空氣調和設備을 완벽하게 설치하면 높은 溫濕度를 저하하는 것만 아니고 微生物의 生育을 抑制하기도 한다. 곰팡이 孢子의 생명력은 공기유통이 잘되는 곳에서 예민하게 감퇴되기 때문이다.

博物館 環境條件의 조사는 정기적으로 온습도기록계를 이용하여 측정한다. 물론 이 장치는 熱源(放熱器나 電燈 등)에서 떨어져 있는 장소에 배치해야 한다. 만약 溫濕度의 측정치가 이상적인 수치를 표시하지 않을 경우에는 加濕氣, 除濕器, 空氣調節器와 같은 보조장치를 활용하여 이상적인 수치에 접근되도록 하여야 한다. 空氣의 순환이 충분한 공간에서는 加濕器와 除濕器가 극히 경제적인 해결책이다.

文化財의 이상적인 保存의 조건을 만들기 위해서는 온습도를 정확하게 조절하는 空氣調節器를 설치하지 않으면 안되는 경우가 있게 되는데 가장 양호한 장치를 선택하는 것은 專門技術者에 의뢰하여 여러가지 요인 즉 保管庫의 용적 및 기계의 성능 등을 검토하여 결정해야 한다. 그러나 반면에 溫濕度器가 이상적인 수치를 표시하여도 금속제 보관대에 보관하게 되면 文化財가 微生物에 의해 劣化를 받는 경우가 있는데 이 경우에는 고무관을 문화재내에 넣어 채취한 空氣의 濕度를 露点計로 측정하는 것이 좋다. 이 방법을 이용하면 文化財 표면의 微生物 生育狀態까지 감지할 수 있다.

세번째로는 昆虫과 微生物에 강한 비품이나 설비를 설치하는 것이다. 博物館의 건축과 설비는 技能性과 美觀을 만족시키는 이외에 文化財를 완벽하게 보관하는 것도 留意하지 않으면 안된다. 특히 生物의 피해를 막기 위해서는 보관대의 선택과 배치에도 注意하지 않으면 안된다.

金屬製 혹은 木製의 保管臺는 開放型 또는 金屬제망으로 하여 공기유통을 쉽게 하도록 한다. 금속제 비품은 酸化하든가 혹은 表面에 습기를 凝縮하여 文化財를 손상하므로 금속표면의 水分을 방지하기 위해 종이나 옷감으로 포장하여 놓는 것도 하나의 방법이다. 한편 木製保管臺는 紙·紐·풀 등을 침식하는 곤충을 초래하기 때문에 注意하여야 한다. 단 보관대가 목재든 금속이든간에 온풍기 등 설비가 직접 벽에 닿지 않도록 주의하여야 한다. 또한 보관대의 뒤와 아래에 공기가 순환하도록 공간을 확보해 놓을 필요가 있다. 文化財중에 一定期間 완전히 밀폐한 보관대와 상자에 보관하지 않으면 안되는 경우에는 통풍구를 설치하여 내부가 환기되도록 배려해 주어야 한다. 다만 통풍구에 외부로 부터의 먼지침입을 막지 않으면 안된다.



收藏庫 内部의 空氣調和設備로서 완벽한 溫濕度 조절만이 文化財를 生物의 피해로부터 예방·보관할 수 있다.

保管庫에 空氣調和設備가 구비되지 않고 또한 加濕器, 除濕器가 비치되어 있지 않을 경우에는 다음과 같은 방법으로 環境條件을 조절하여야 한다.

- 1) 保管庫內에서 水分이 증발하는 것을 최대한 억제시킨다.
- 2) 溫濕度, 환기를 온풍기와 선풍기로 적당히 조절시킨다.
- 3) 커튼, 칸막이, 카페트 등의 布類를 비치하여 環境의 安定化를 기한다.
- 4) 보관대와 보관고 내부에 실리카겔 등 除濕劑를 용기에 넣어 비치해 놓아 습도의 급격한 변화를 방지시킨다. 최근에는 사용하기 간편한 除濕劑가 시판되고 있다.
- 5) 保管庫는 지하보다 지상 2층으로 선정하여 二重壁을 시설하여 외부의 영향을 가능한 억제시켜야 한다.

5. 防除對策

1) 예방(방충)

文化財의 生物劣化의 방제대책은 豫防防除와 驅除法로 나눌 수 있다.

먼저 예방방제는 生物의 피해로부터 미리 방지하기 위한 것이 目的으로 博物館의 전체 및 보관고 등 그 일부를 정기적으로 방제하는 것과 博物館의 구입에 의한 것이나 기증품이 반입되면 이상유무를 체크한 후에 기존 文化財에 영향을 주지 않기 위해 실시하는 防除處理 등이 豫防防除의 기본적인 대책이라 할 수 있다.

(1) 薰蒸法

博物館의 防除作業은 정기적으로 매년 1~2회 실시가 의무적으로 되어있는 나라가 많지만 우리나라에서는 아직 일부 博物館에서, 그것도 不定期的으로 실시하고 있을 뿐이다.

완벽한 空氣調和設備를 갖춘 박물관이라면 어느정도 生物劣化의 염려는 없지만 그렇지 않는 博物館은 최소한 수장고 및 전시케이스 내부에 防虫·防微劑를 투입하는 등 약제처리를 실시하여 加害生物로부터 대응조치를 하여야 한다.

최근에는 박물관 건물구조가 철근콘크리트 건물로서 氣密性이 좋으므로 薰蒸方法을 채택하고 있다. 그 이유로는 첫째로 약제가 기체이므로 연약한 재질과 복잡한 구조의 文化財를 손대지 않고 균일하게 殺菌·殺虫處理가 가능하다. 두번째로 훈증제는 종류에 따라 침투성이 우수하여 材質의 深部に 생식하고 있는 生物까지 쉽게 도달할 수 있으며 효력도 速效性이다. 세번째로 훈증처리 후에 薰蒸劑는 빨리 증산되므로 약제와 재질의 접촉시간이 짧다는 장점을 가지고 있기 때문이다. 단, 주의할 필요가 있는 것은, 薰蒸法은 速效性으로 현존하는 加害生物은 일시에 殺滅되지만 殘效性이 없으므로 훈증처리 후에도 防虫·防微 對策은 강구해야 한다. 또한 훈증후에 殘留가스가 대기중에 방출되면 空氣汚染 등의 공해문제로 대두될 수 있으므로 잔류가스가 허용 농도로 될때까지 活性炭 흡수장치로 吸着處理하여야 한다.

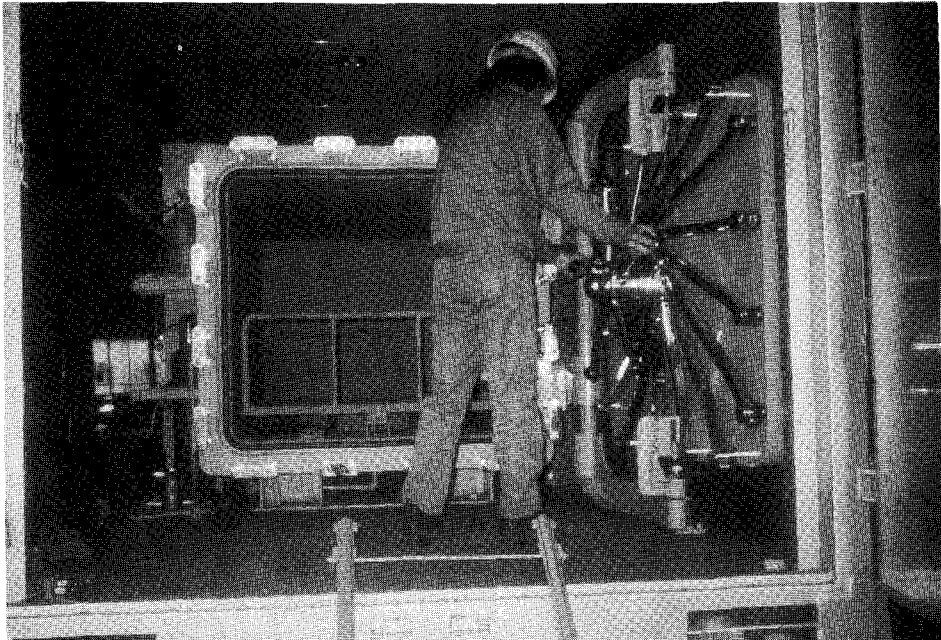
活性炭은 일반적으로 1/15~1/10의 가스를 吸着시킬 능력이 있으므로 活性炭層을 반복 또는 순환통과 시키면 1/4~1/3의 가스흡착이 가능하다는 것이 실험결과에 의해 파악되어 잔류가스 안전廢棄장치를 활용하도록 하여야 한다. 특히 古書籍·古文書 그리고 繪畫 등 紙類文化財를 방제할 경우에는 가능한 化學藥品の 防虫劑는 사용하지 말고 薰蒸法에 의한 驅除方法을 천거하고 싶다.

① 建造物 및 대형 文化財의 경우

收藏庫 등 展示施設 및 대형 文化財일 경우에는 피막과 밀폐 및 포장훈증법을 이용한다. 피막훈증은 건물전체 즉 사찰, 古宅이 生物로 부터 손상을 받을 경우와 대량 및 대형의 收藏品을 훈증할때 사용하는 방법으로 우리나라에도 原木을 수입할 경우 피막훈증을 의무화하고 있다. 그것은 혹시 輸入木중에 애벌레 등 昆蟲이 유입될 위험성을 방지하기 위해서다. 훈증은 두께 0.3mm전후의 비닐 또는 나일론 등으로 피막하여 훈증하는 방법인데 이 방법은 상압에서 季節에 따라 薰蒸時間을 24~72시간을 유지하여 훈증효과를 극대화 시킬 수 있어 大量的 훈증제가 사용되므로 피막을 설치할 때는 완벽한 부대장치(테이프, 크립 등)를 하여 만약의 유출사태를 대비하도록 한다.

② 收藏庫 및 소형 文化財일 경우.

收藏庫는 밀폐식 구조이므로 수장고 내부 전체를 훈증할 경우에 密閉 薰蒸方法을 이용하게 되므로 수장고에 보관되어 있는 小形多量의 文化財에는 가장 有效한 방법이다. 밀폐훈증은 수장고 등의 窓, 換



이동식 減壓薰蒸裝置로 고정적으로 한정되지 않고 文化財가 所在한 곳까지 트럭을 개조하여 이동차로 薰蒸藥品 名理를 실시하고 있다.

氣口, 排水口, 出入口, 電氣配管 등을 내외에서 밀폐하여 하는 방법으로 이때 밀폐된 건물일지라도 옆사 무실, 아래층, 행랑 등에 가스가 스며들지 않도록 주의를 요한다.

(2) 藥劑處理法

윗장에서 서술한 훈증법은 加害중의 生物을 일시에 殺滅하는 수단으로 우수한 방법이다. 그러나 약제가 가스狀으로 있기 때문에 약제가 재질상에 잔류하지 않는 장점과 동시에 效力을 장기간 지속할 수 없는 단점도 가지고 있다. 그것을 보완하기 위해서는 低毒性, 蒸散性的 방충제 및 방미제로 이용하는 것이다.

① 防虫劑

오래전부터 文化財를 방충할때는 樟腦, 나프탈린 등의 防虫劑를 이용하여 왔으나 최근에 筆者는 파라디클로로벤젠을 추천하고 있다. 이 약제중에는 樟腦와 나프탈린을 大量으로 장기간 사용하게 되면 흰옷이 赤色을 띠는 등 藥害가 나타나게 되는데 이중 파라디클로로벤젠이 가장 藥害가 적고 殺虫效力은 강하므로 主 藥劑로 이용되고 있다. 다만 액자유리를 대응하여 스티로폼係의 合成樹脂를 불투명하게 한다는 가 간혹 용해될 수 있으므로 주의를 요한다. 파라디클로로벤젠은 40g/m³가 표준 사용량이며 밀폐공간에서는 15~20g/m³으로도 충분한 效力을 나타내지만 실제적 경험으로는 空氣의 유통이 있으므로 40g/m³가 사용량이 된다. 이 사용량은 항상 필요량으므로 蒸散한 분량은 보충시켜 주지 않으면 안된다.

이상에서 전술한 세 종류의 방충제를 혼용해서는 안된다. 특히 樟腦와 파라디클로로벤젠을 혼용하게 되면 우선 양쪽의 약제접촉면에서 樟腦가 용해하여 투명한 액체가 된다. 더우기 파라디클로로벤젠도 용해하게 된다. 특히 이 액체가 文化財에 접촉하게 되면 藥害의 원인이 된다. 이 현상은 약제가 접촉하지 않아도 발생하므로 防虫劑를 보충할때 같은 종류의 약제는 좋으나 다른 종류의 약제를 보충시킬 경우는 미리 충분히 환기시켜 지금까지 사용하고 있던 약제를 완전히 배제할 필요가 있다.

아직 우리나라에서는 활용되지 않고 있지만 外國에서는 이용되고 있는 DDVP(Dimethyl Dichloro Vinyl Phosphate)가 있다. 樹脂蒸散劑로서 DDVP를 16%함유하는 短用形 合成樹脂板(약 23×7.8×0.5cm, 120g)이 있는데 이 사용법은 이 Plate를 文化財로부터 30cm이상 떨어진 실내에 5m²에 1枚를 空氣중에 매달아 놓든가 마루위에 세워 놓아두면 된다. DDVP는 防虫效力만 아니고 殺虫效力도 있으며 蒸散性 약제에는 樟腦, 나프탈린, Paradichlorobenzene보다 강력한 살충효과를 나타내고 있다. 다만 재질에 영향이 아주 적은 약제이지만 약간의 자극성이 있어 직접 접촉되지 않도록 하고 2~3일간 실외에 개봉후 전시실로 옮겨 사용하게 되면 염려할 필요가 없으며 유효기간은 약 3개월이다.

② 防微劑

蒸散性 防微劑로는 Paraformaldehyde, Thymol이 방미효과를 나타내며, 더우기 재질에 영향을 적게하는 약제이다. 密閉空間에서는 Paraformaldehyde를 20g/m³이상에서 Thymol은 65g/m³에서 각기 防微效果를 나타낸다. 이 藥을 기본으로 하여 2배 정도에서 增量하여 사용하는 것이 좋다. 藥害로는 Paraformaldehyde가 多濕한 環境에서 사용하면 금속에 綠이 발생할 수 있으며, 치목은 기름에 용해되므로 油畫에는 사용하지 않는 것이 좋다. 또 사용할 때에는 藥劑가 직접 文化財에 접촉되지 않도록 유의하여야 한다.

(3) 還境制御法

文化財에 발생하는 곰팡이는 곰팡이의 生育을 억제하는 還境條件에 제어하여 防除하는 것이 이상적이라 생각한다. 이와같은 관점에서 文化財의 장기 保存에 관한 研究의 일환으로 還境制御法의 연구가 꾸준히 진행되어 왔다.

곰팡이의 생육에는 養分, 水分, 溫度가 필수적인 요소이다. 그중에 어느 하나라도 最適條件이 부합되지 않으면 곰팡이는 繁殖할 수 없으나 文化財는 그 자체가 養分 供給원이기도 하다. 또 溫度의 制御로 곰팡이의 번식을 방지하게 되면 文化財를 항상 低溫에 유지시키지 않으면 안된다. 그러나 실현 불가능한 일이다.

일반적으로 建造物의 내부 공간 溫度는 空氣調和施設에 의한 조절이 상식화되어 있으나 空調機械를 24시간 작동시키고 있는 博物館은 거의 없고 文化財 所有者가 모두 空調設備를 시설하고 있지도 않다. 왜냐하면 공기조절시설은 공사 비용이 과다할뿐 아니라 운영비도 많이 들고 또한 機械化 된 還境管理에 대한 불신이 있기 때문이다. 이는 海印寺 八萬大藏經 版庫 신축공사에서도 나타난 현상이다. 그래서 空氣調和施設이외의 곰팡이의 번식 방지책은 없는가에 대한 방법이 최근에 몇가지 검토되고 있다. 즉 濕度 및 酸素濃度의 조절과 不活性가스의 이용방법이다. 그 結果 文化財의 곰팡이 발생은 濕度調節에 의해서 가장 확실히 防除할 수 있다고 판명이 되었는데 이는 간단하고 경제적인 방법이기도 하다.

이용방법으로는 防濕性과 공기의 遮斷性에서 폴리에틸렌필름과 폴리염화비닐필름에 의해 우수한 성능을 가진 Bo-비닐론필름으로 밀폐공간을 만들어 그 내부를 調濕材로 相對濕度 65% 전후로 조절하여 곰팡이의 發芽를 방지하는 방법이다. 종래에는 合成樹脂필름으로 포장하면 外氣濕度의 변화로 인하여 생긴 結露때문에 포장한 내부에 곰팡이가 투성이 될 수 있는 난점이 있었다. 그러나 調濕材가 개발되어 調濕材를 밀폐공간에 넣어 놓으면 調濕材 자체가 外氣溫이 10°C에서 40°C가 되든지 40°C에서 10°C로 변화하여도 調濕紙가 과부족하는 밀폐공간의 습도를 곧 바로 흡수 또는 방출하여 단시간에 그의 밀폐공간의 습도를 미리 조절한 습도에 일정하게 유지하는 것이 가능하게 된다. 이것을 還境制御法이라 말하고 있어 文化財의 保存·管理에 또하나의 유효한 방법이라 사료된다. 이른바 이 조습재는 천연 제오라이트의 일종으로 특수한 방법으로 처리한 것이다.

X線回折에는 그 구조는 복잡한 아미노게이산 이온의 3차원 골격으로 되어있으며 흡수 무수히 많은 빈칸을 가진 아파트와 같은 것이라 비교할 수 있다. 이 빈칸은 다수의 水分을 흡착, 방출시키는 능력이 있다. 예를 들면 케이스 내부를 상대습도 60%의 일정 습도를 유지하고 싶을 경우 60%平衡含水量을 유지하고 있는 調濕材의 일정량을 밀폐케이스내에 넣어 놓으면 展示室의 온도가 변동하여도 케이스내부를 60%RH로 거의 일정하게 유지하는 것이 가능하다.

전시케이스가 밀폐되면 될수록 調濕材의 효과를 발휘한다. 또 文化財를 포장하여 이동할 경우 페렛트 調濕材로는 불편하므로 조습재에 습도변동에 따라 응답성을 가진 특수종이에 調濕材의 粉을 나타내도록 하는 調濕紙를 개발하였다. 이 調濕紙는 하니강 및 조습지 포대형태로 제작하여 전시케이스벽과 전시대 등에 응용범위가 넓으며 더우기 調濕紙 포대는 조각 등 대형 美術品을 운반할때 포장재로 사용하는 등 많은 성과를 얻고 있다.

(3)-1 溫濕度調節의 응용 例

㉔ 文化財의 移動

文化財를 收藏庫에서 展示室로 이동할 경우 먼저 文化財 주변에 얇은종이(韓紙, 부직포 등)와 調濕紙를 넣어 놓으면 조습지, 얇은종이가 수장고 내부의 濕度を 平衡含水量으로 유지시켜준다. 그 얇은 종이로 文化財를 쌓아 그것을 다시 조습지에 포장한다. 그리고 수분이 통하지 않도록 투명한 비닐시트로 밀폐하게 되면 운반하기가 편리하며 투명하므로 포대내부의 상태관찰이 용이하며 옮길때 外氣의 溫度가 변동하여도 시트내부의 濕度は 일정하게 유지된다.

㉕ 포장재

文化財중에서 漆器類, 木工芸品, 屏風 등은 濕度變化에 민감한 반응을 나타낸다. 紙類, 木製品은 아무래도 吸放濕材이므로 文化財가 조습의 역할을 하고 있다고 생각된다. 梱包는 용적을 가능한 적게하기 때문에 文化財의 용량에 비하여 자유공간이 적은 것이 보통이다. 그러므로 외기의 온도변화에 대한 공간의 함수용량이 적기 때문에 文化財의 乾燥, 龜裂, 結露의 위험성이 크다. 종래에는 포장내부에 調濕材인 페렛트를 넣어 건조, 결로를 방지하여 왔으나 조습재가 페렛트때문에 취급이 어려워 습도 응답성이 적은 調濕紙가 文化財를 포장하기 쉽고 그중에도 濕度の 응답성이 크기때문에 편리하고 文化財를 습도로 부터 손상을 억제한다는데 획기적인 방법으로 평가를 받고 있다.

2) 驅除

豫防防除를 완벽하게 하지 않았다든가 전혀 실시하지 않을 때도 生物 즉 虫害가 발견되면 즉시 驅除法를 검토하지 않으면 안되는 경우는 이 驅除法에는 약제처리를 기본으로 하는 殺虫劑處理와 薰蒸法이 있다. 薰蒸法은 文化財 虫害驅除法으로는 가장 유효적절한 방법으로 薰蒸法을 사용하는데 文化財에 직접 藥劑를 처리할 경우 汚染 및 藥害로 인하여 채용하지 않지만 薰蒸法은 약해가 거의 없을 뿐만 아니라 金屬, 顔料, 染料, 漆 등을 변색하지 않고 금속에도 영향이 없기 때문에 최근에 新設된 博物館이나 기존 博物館에서는 관심을 갖고 감압훈증장치 및 薰蒸室을 설치하고 있는 추세이다.

薰蒸方法으로는 皮膜, 密閉, 훈증고온법 포장, 감압훈증법이 있는데 驅除가 주목적인 훈증은 減壓薰蒸法을 채택하고 있다. 왜냐하면 密閉度가 높고 공간에서 직접 감압하여 藥劑를 주입하므로 약제가 材質 深部까지 우수하게 침투하기 때문이다. 단, 감압탱크를 사용하므로 탱크내부의 용적에 따라 薰蒸 대상물의 크기가 한정되어 있다. 그러나 감압훈증장치는 古書籍이나 소형 文化財를 殺虫·殺菌하는데는 대단한 效果를 나타내는 장치이다.

이 장치를 설치하는데 있어 몇가지 주의할 사항이 있다.

- ① 薰蒸室은 독립되어야 하며 他室과 근접 또는 空調設備 등을 연결시키지 말 것.
- ② 콘크리트壁의 두께는 10~20cm가 필요하고 빈틈과 균열이 있어서는 안된다. 블록 칸막이는 훈증가스를 결단시키지는 못한다. 특히 壁과 窓門 接合부분, 배관주변의 콘크리트는 빈틈이 생기므로 가스유출의 원인이 차단되도록 주의하지 않으면 안된다.

- ③ 薰蒸室은 꼭 前室을 구비하지 않으면 안된다. 前室에 유출된 가스가 館內에 확산되지 않도록 前室에는 외부로 통하는 管 또는 배기탱크를 꼭 설치할 것.
- ④ 창문은 박킹을 부착시킬것. 이때 박킹材質은 薰蒸室의 창문에 硬度 60근처의 네오플렌, 前室의 창문에도 軟質네오플렌을 사용한다. 단 스폰지는 가스를 정지시킬 능력이 없으므로 사용하지 말아야 한다.
- ⑤ 각종 조작은 전부 前室에서 실시되도록 한다. 즉 操作制御機, 氣化機, 藥劑投藥口, 가스샘플채취구 (上中下 3個所), 吸排氣의 탄바조작파이프, 薰蒸室 내부의 가스교환장치의 조작판 콘센트 등이다.
- ⑥ 훈증실 내부의 照明은 前室에서 가지고 들어가는 방식으로 할 것. 코드인출이나 배관공사는 가스유출원인이 되므로 가능한 피할 것.
- ⑦ 殘留가스는 吸着劑(活性炭)로 흡수시킬것. 반영구적으로 사용할 수 없고 2~3회마다 吸着劑를 교환시키지 않으면 안되므로 잔류가스 흡수장치 내부의 흡착제 교환은 카드릿즈식 등 조작이 간편한 것을 실시하도록 한다.

(1) 薰蒸法

文化財의 훈증에 이용되는 훈증제는 재질에 영향이 적고 殺虫·殺菌 효과가 있는 藥劑를 선택해야 한다. 현재 시판되고 있는 각종 훈증제와 稀釋劑(二酸化炭素)가 재질에 미치는 영향에 대하여 살충·살균 효력을 비교검토한 결과 formaldehyde, methyl bromide, ethylene oxide와 methyl bromide의 混合劑 sulfuryl fluoride를 현시점에서 文化財의 生物劣化 防除에 사용되는 훈증제로서 목적에 따라 선택하여 사용하고 있다.

Formalin은 오래전부터 문화재의 살균에 이용되고 있으며 formalin 15g/m³ 24시간 훈증으로 살균효과를 얻을 수 있는 훈증제로 文化財 재질에도 영향이 적은 훈증제이다.

Methyl bromide는 20~50g/m³으로 살충효력을 얻을 수 있는 薰蒸劑이지만 곰팡이의 孢子는 150g/m³이하로는 완전히 살균되지 않는다.

Sulfuryl fluoride는 成虫, 幼虫의 살균효력과 木材에 침투성은 우수하나 殺卵효과와 살균효과는 methyl bromide에 못미친다.

Ethylene oxide와 methyl bromide의 혼합제는 각각 약제를 중량비로 비교하여 14 : 86의 비율로 혼합한 약제이다. 본제는 100g/m³으로 사용하여 24시간 훈증하면 細菌孢子를 제외한 곰팡이의 孢子는 완전한 殺菌이 가능하다. 재질의 영향으로는 methyl bromide와 마찬가지로 영향은 적으며 文化財의 살균에 본제의 이용을 추천하고 싶다.

(2) 薰蒸條件

文化財의 훈증에 관한 여러가지 조건은 文化財 保存科學 입장에서 결정되어야 한다. 의료분야 등에서 실시하고 있는 細菌條件을 그대로 文化財에 적용하고 있는 예를 가끔 볼 수 있다. 예를 들면 일반공업제품의 살균은 Ethylene Oxide와 Carbondioxide의 혼합제를 이용하여 50~60°C에 가온하여 훈증한다. 文化

財를 훈증할때의 온도는 하절기의 최고기온을 기준으로 하지만 30°C이상으로 해서는 안된다. 그러나 20°C이하에서는 薰蒸效果가 감퇴하므로 훈증시간을 연장시키지 않으면 안된다.

薰蒸條件은 薰蒸目的, 薰蒸容積, 薰蒸時間, 氣溫, 薰蒸劑 및 사용량으로 결정한다. 예를 들면 文化財의 殺虫을 목적으로 할 경우 기온은 25°C, 훈증시간은 24시간이라면 훈증제는 methyl bromide 또는 ethylene oxide와 methyl bromide의 혼합제를 35~50g/m³으로 사용하는 것을 표준으로 하고 동시에 薰蒸중의 가스농도가 20g/m³이상으로 유지할 필요가 있다. 또 10~20°C의 저온시에는 藥量을 倍로 늘려야 한다. 또한 殺菌을 목적으로 할때에는 기온 25°C, 훈증시간 24시간이라면 훈증제는 ethylene oxide와 methyl bromide의 혼합제를 100g/m³로 사용하는 것을 표준으로 한다. 이때 1회에 全藥量을 주입하지 않고 2~3회로 나누어 훈증중의 공간에 가스농도를(60g/m³이상) 균일하게 유지시켜야 한다. 단 10~20°C의 低溫時에는 훈증시간을 2~3倍로 연장시킨다.

(3) 薰蒸效果의 判定

훈증을 실시한 후에 훈증효과가 어떤지를 확인할 필요가 있다.

먼저 薰蒸處理하기전에 供試虫을 준비하여야 한다. 즉 Kice Weevil Sitophilus, Zeamis 또는 Weevil Tribolium Castaneum을 Test Sample 1병에 成虫 20~50마리씩 또는 卵, 幼虫, 애벌레를 피해사료의 供試로 한다. 그 다음에 供試虫을 넣을 소형유리병(내부용적 15ml, 뚜껑을 끼우면 10ml)에 가스를 주입하기 위해 內徑 약 1mm, 길이 약 6mm의 유리관을 뚜껑 중심부에 끼워 넣은 것을 이용한다. 그리고 菌의 확인은 흑색곰팡이 Aspergillus Niger IAM 3001을 文化財 薰蒸의 殺菌效果 判定용 標準菌으로 사용한다. 훈증의 살균효과 判定용 test sample은 菌의 孢子를 특수용액과 같이 직경 8mm의 paper disc에 흡착시켜 5개의 뚜껑이 있는 유리관병(5ml용적)에 넣은 것을 한개로 하고 이 test sample의 전체는 無菌으로 조제한다.

이상과 같이 虫과 菌의 供試料를 완비하면 다음과 같은 방법으로 실시한다.

각 병의 뚜껑을 벗겨(뚜껑을 분실하지 않도록 주의할 것) test sample을 고정할 위치에 開口를 30°로 하향경사시켜 gum tape로 고정시킨다. 또 다른 샘플병은 뚜껑을 개봉하지 않고 薰蒸空間 외부에 놓아 둔다. 훈증종료 후에 잔류가스를 배출하고 테스트 샘플을 회수하여 즉시 뚜껑을 닫아 공간외부에 놓아 둔 샘플병과 같이 薰蒸效果의 判定를 실시한다.

훈증효과의 判定는 專門家에 의뢰하든지 그렇지 않으면 자문을 받아 담당처리자가 判定하는데 供試料의 100%致死를 합격기준으로 한다. 원칙적으로는 卵, 幼虫, 애벌레들에 관해서는 훈증종료 후에 飼育하고 있는 항온기(온도 27°C전후, 습도 70%RH이하)에 넣어 약 1개월간 유지하여 成虫의 同化의 유무까지 확인한 후 判定하지만 현장에서 肉眼으로 判定하는 것이 상례이다. 殺菌效果의 判定는 공간외부에 놓아 둔 샘플 및 훈증처리된 테스트 샘플의 paper disc를 培地上에 接種하여 20°C, 4~7일간 배양후에 生菌이 존재하는 paper disc로 유무를 檢索한다. 살균효과는 80%이상이어야 한다.

이상과 같은 과정을 거쳐 완벽한 防除處理를 한 후에 관리자는 加害生物을 방지하기 위해서 還境條件의 制御와 防虫·防微劑를 병용하여야 한다는 것을 명심하여야 할 것이다.

6. 끝맺음

文化財는 人類公同의 유산으로 문화재를 취급할때는 그것이 확실하게 다음 世代에 전달되어야 한다는 의무감을 부여받았다는 점을 인식해야 한다.

文化財의 保存·展示는 단순한 경제행위나 骨董品을 유지·관리하는 것도 아니며, 人類 미래의 文化創造에 불가피한 것이다. 文化財를 널리 활용하여 現時代의 文化的 수준을 높이고 인류의 역사에 관계되는 유산을 후세에 전달하는 임무를 수행한다는 사명의식을 투철히 가져야 한다.

參考文獻

1. 新井英夫, 森八郎(1975), 減壓時の薰蒸條件. 古文化財の科學, 19: 61~65.
2. 崔光南(1987), 博物館 資料의 保存條件, 古文化, 107~118.
3. 崔光南(1988), 博物館 保存還境에 관한 調査, 古文化 第 22號, 197~206.
4. 森八郎(1977), 古文化財의 虫害와 防除, 考古學と 自然科學 第 10號, 95~114.
5. 新井英夫(1980), 新設博物館に あける 生物學的 問題, 保存科學 第 19號, 1~7.
6. H.Mori, M.Kumagai and K.Machida(1956) Diagnosis of insect damage to wooden and Bamboo materials through roentgenography, Kobunkazai-no-Kagaku, 13: 1~21.
7. 崔光南(1989), 展示資料의 保存과 展示裝置, 제31회 韓國大學博物館協會 學術발표회 발표요지문, 23~30.