

燻蒸處理의 實際

金 敬 湜

1. 緒 論	3. 燻蒸處理 事例
2. 燻蒸處理의 實際	가. 被覆燻蒸處理의 實際
가. 燻蒸處理의 區分	나. 密閉燻蒸處理의 實際
나. 燻蒸處理에 必要한 器械 및 藥品	4. 結 論

1. 緒 論

文化財를 保存하는데 있어서 先進國에서는 이미 오래전부터 生物被害 防除를 위하여 燻蒸處理를 施行하고 있다. 國內에서도 늦은 감은 있으나 多幸히도 1980년에 文化財研究所의 關係 專門職員이 日本에 派遣되어 文化財 燻蒸處理에 關한 基礎 研修를 받아 이의 施行을 서두르게 되었다. 따라서 本人도 日本의 文化財 燻蒸處理 專門會社인 關東 港業(株)에 派遣되어 2회에 걸쳐 現地 技術 習得訓練을 받게 되었으며 1982年度에 國內에선 처음으로 文化財의 燻蒸處理를 實施하게 되었고 이로부터 貴重한 文化財가 蟲菌의 被害로부터 保護받게 될 것으로 크게 기대되며 本人이 참여하여 實施한 文化財 燻蒸處理의 實際를 簡略하게 記述코자 한다.

2. 燻蒸處理의 實際

가. 燻蒸處理의 區分

1) 常壓 燻蒸法

- ① 被覆 燻蒸法 ② 密閉 燻蒸法 ③ 燻蒸庫 燻蒸法 ④ 箱子 燻蒸法

2) 減壓 燻蒸法(眞空 裝置에 의한 燻蒸)

나. 燻蒸處理에 必要한 器械 및 藥品

1) 器械

- ① 氣化機 ② GAS檢定器 ③ 檢知管 測程器 ④ 불꽃 반응기(Halide Detector) ⑤ 漏出 探知機(Leak Detector) ⑥ 電子 檢知機(Leak Checker) ⑦ 防爆型 FAN ⑧ 酸素 呼吸器(空氣呼吸器) ⑨ 全面型 防毒面 ⑩ 天秤 ⑪ 溫度計

2) 資材

① 타포린(피복용 천막) ② 염화비닐 ③ 특수 테이프 ④ 밀폐용 빠대 ⑤ 電線
⑥ 投藥用 高壓호스 ⑦ 排氣호스 ⑧ 危險表示板 ⑨ 자(尺) ⑩ 비닐로프 ⑪ 濃度
測定用 ⑫ 비계목 ⑬ 비계철 ⑭ 비계용 철선 ⑮ 합판 ⑯ 스폰지 ⑰ 기타 공구

3) 藥品 混合 Gas

methylbromide + ethyleneoxide



86% + 14%

3. 燻蒸處理 事例

國內의 文化財 保存을 위하여 우리나라의 實情에 맞는 方法으로는 被覆 燻蒸法과 密閉 燻蒸法이 가장 적합하다고 판단되어 同 方法에 의한 燻蒸處理 實施 結果를 다음과 같이 略述하니 參考가 되길 바란다.

가. 被覆 燻蒸處理의 實際

1) 處理 對象 : 全南 昇州郡 松廣面 所在 松廣寺 遺物庫

① 遺物庫 : 木造 建物 1棟

② 所藏庫 遺物

國寶 第43號 : 高麗 高宗 制書의 1軸

寶物 第134號 : 經帙의 7點

地方 文化財 第19號 : 能見難思의 2件

非指定 文化財 : 320點

2) 處理期間 : 1983年8月26日 ~ 9月1日(7日間)

3) 技術指導 : 文化財 研究所 保存科學研究室

4) 實施者 : 金敬湜의 5名

5) 實施內容 : 주로 木造 建造物에 많이 利用되며 콘크리트 建造物일 경우에도 構造에 따라서는 利用되는 경우가 있다.

松廣寺의 遺物庫內 所藏遺物은 紙類, 纖維類, 美術品 등 國寶級 寶物, 地方 文化財, 非指定 文化財 등 344點이 所藏 展示된 곳으로서 遺物庫 自體는 木造 建造物로서 긴 歲月을 지나면서 生物 被害를 받아 왔음이 文化財 研究所 保存科學研究室 生物被害 調査팀에 의하여 밝혀졌다. 所藏遺物에서는 검은 곰팡이 등이 發生하였으며 木造 建造物 기둥 및 목부재에는 나무좀의 10여종의 昆蟲이 있어 심한 被害를 받고 있기에 이는 被覆 燻蒸處理를 하므로써 生物의 被害로부터 保護될 수 있도록 所藏庫 建造物과 所藏 遺物을 동시에 殺蟲, 殺菌處理를 하였는데 이는 被覆 燻蒸法에 의한 燻蒸處理였다.

被覆 燻蒸法의 첫단계는 木造建造物의 堅固性을 考慮하지 않으면 안된다. 建物의 狀態에 따라서 비계木의 設置方法이 多少 변경될 수 있기 때문이다. 松廣寺 遺物庫의 경우는 建造型의 비계 方法을 택하여 비계木과 비계鐵을 混用하여 設置하였다.(사진 1

參照) 비계木 設置 過程에 있어서 막새기와, 아귀토 등의 破損防止에 最大의 重點을 두고 設置하였으며 비계木의 역할도 重要하지만 四面사다리 役割도 重要하기 때문에 四面 어디에서든지 作業員이 오르고 내릴 수 있도록 설치하였으므로 被覆 作業에 많은 도움을 주었다. 비계木 設置 作業이 끝나면 지붕 위의 기와 破損을 防止하기 위하여 두께가 약 5cm정도 되는 스폰지를 기와 위에 사방 1m 간격으로 깔고 그 위에 두께 11mm정도의 合板을 덮었으며 作業員의 被覆作業 活動도 容易하며 安全事故 防止策으로도 效果가 있었다. 被覆資材로서는 타포린 0.38 mm을 使用하였으며 이를 길게 접어 3m 간격으로 묶어서 지붕 위로 올리었는데(사진 2 參照) 이때 타포린의 重量(약 400kg)이 상당하므로 充分한 人力이 要求되었다. 올릴 때는 建造物의 中央部를 택하였고 로프와 비계목(사다리겸용)을 이용하였다. 이때 被覆用 타포린과 燻蒸 對象物의 破損등 各種 安全事故에 대비해서 조심성 있게 行하지 않으면 안된다. 被覆用 타포린은 처음 올리는 끝부분이 後面의 地面에 充分히 닿도록 올려 놓는다. 올려 놓은 다음 左右 어느쪽이든 타포린을 펴기 시작하여 한쪽의 폭이 地面에 닿도록 펴 놓은 다음 반대쪽의 폭을 펴기 시작하여 完全히 建物 全面을 被覆한다.(사진3 參照) 이때 被覆하면서 타포린의 破損 部分이 있나 없나를 確認하여 가면서 被覆하여야 한다. 被覆時 特別히 注意할 事項은 타포린의 枚數가 1枚일 경우에는 接合의 問題가 없지만 建造物의 面積이 廣範圍할 때에는 被覆用 타포린의 接合 部位가 수개처가 될 것인즉 接合 部位에 가스누출 여부를 세심하게 確認하지 않으면 燻蒸의 成功은 기대할 수 없게 된다. 이렇게 하여 被覆作業이 完了되면 地面에서 最終 密閉處理가 實施된다. 外部 空氣와 內部 空氣의 流通을 차단시키기 위하여 본 實施 現場에서는 물주머니(Water snake)를 使用하여 차단시켰다.(사진4 參照). 물주머니는 물이 새어 나오지 않는 합성수지(직경 10cm) 호스를 使用하였다.

둘째 단계는 다음과 같이 나눌 수 있다.

가) GAS 循環 Fan 設置 : 循環 Fan의 設置는 빠른 時間內 에 gas를 擴散시켜 gas 濃度 均一化를 促進시키기 위한 것이다. 循環 裝置를 設置하지 않고 自然 상태로 방치하여 두면 오랜 時間이 經過하면 gas의 濃度가 均一化되겠지만 所要되는 시간은 무려 8~15時間이나 된다. 이 때 기온이 낮은 경우에는 이보다 더 긴 時間이 所要되는 것이다. 이는 混合 gas가 完全 氣體化된 상태에서 空氣보다 2.82배가 더 무겁기 때문이다. 그러므로 被覆 內部的 GAS濃度を 均一化시키기 위하여 순환용 Fan을 가동시켜 상단, 중단, 하단의 공기의 순환을 원활하게 하여 비교적 短時日內에 GAS 농도를 均一하게 함으로서 대상 遺物의 상층 살균 效果가 좋을 것이다.

이때 濃度均一化에 所要되는 時間은 器機의 性能과 面積에 따라 多少 차이는 있으나 30分~1時間 정도면 濃度는 均一化된다. Fan을 稼動시키는 電氣의 코드는 外部에서 操作할 수 있어야 하며, 使用하는 Fan은 必히 防爆型 Fan을 使用하여야 한다.(사진 5 參照). 混合gas는 可燃性 및 爆發性이 있으며 일반 fan 은 作動時 스파크 現象이 일어나므로 爆發할 危險이 있기 때문이다.

나)濃度 測定時 호스 設置 : 內部的 上, 中, 下에 設置하는데 호스의 윗부분은 天井으

로부터 약30cm 程度떨어진 부분에 設置하며 中間부분은 上,下의 中間에 設置한다.

使用하는 호스는 직경이 약 0.5cm 정도 되는 비닐로 된 것을 使用한다. 設置한 호스는 테이프 등을 利用하여 꺾이거나 떨어지지 않게 固定시켜야 하며 上, 中, 下의 끝 부분은 被覆 밖으로 나오도록 하며 끝 부분에 上, 中, 下의 表示를 하여 濃度を 測定할 때 上・中・下의 gas濃度を 外部에서 測定할 수 있도록 하며 濃度 여하에 따라서 gas 누출 여부를 알 수 있도록 한다.

다) 燻蒸 效果 判定

1) 供試蟲 設置 : 供試蟲은 바구미(Sitophilus oryzael)20마리를 유리병에 넣고 고무 제폼으로 된 병마개 中央에 직경 0.8mm의 유리관을 꽂아서 고무 뚜껑을 닫는다. 뚜껑을 닫은 供試蟲병은 上, 中, 下에 각 1개씩 놓아두고 燻蒸이 끝나면 즉시 回收하여 殺蟲 效果를 確認한 結果 供試蟲 100% 致死 合格判定을 받았다. (사진 6 參照)

2) 供試菌 設置 : 供試菌은 검은 곰팡이의 포자를 접종한 것 5개를 1個組로 하여 遺物庫內에 上・中・下에 각 1個씩 設置한 다음 燻蒸處理後에 回收하여 배양기에 넣어 배양한다. 배양한 結果 菌絲가 發生하지 않으면 殺菌 效果 100%의 判定을 받았다.(사진 7 參照)

라) 氣化器 設置 : 混合 gas는 無色 透明한 液體이며 常溫에서 氣化가 가능하나 液體 그대로 投藥하면 燻蒸 對象物의 文化財가 凍害에 의한 損傷 危險이 있기 때문에 氣化器를 使用하여 完全 氣化시켜야 한다.(사진 8 參照). 投藥호스를 氣化器에 연결시켜 被覆 內部の 적당한 場所에 주입시킨 후 호스가 움직이지 않게 固定시키는데 外部에서 作動할 수 있게끔 設置하여야 한다. 投藥하기 이전에 被覆 및 기타 事項을 다시 한 번 點檢한 後 이상이 없을 경우에 投藥을 한다. 投藥時 氣化器 內部 溫度가 높을수록 氣化 現狀은 양호하다. 藥劑를 投藥하는 作業員과 補助員은 全面型 防毒面을 着用하고 藥劑가 담겨있는 용기는 저울 위에 올려놓고 容積에 의한 算出 藥量을 計算하여 正確하게 投藥하여야 한다.

投藥과 同時에 內部 循環 Fan도 같이 稼動하여 濃도가 均一하도록 조치한다. 投藥이 끝나면 Gas통의 코크를 잠그고 氣化器로부터 分離시켜 안전 뚜껑을 막은 후 Gas통은 直射光線을 피하여 그늘에 보관하도록 한다.

마) 濃度 測定 및 Gas누출 確認 : 被覆 內부에 投入된 Gas를 Gas檢定器(理研18型)를 이용하여 濃度を 測定하여 Gas濃度 測定表에 測定時間과 測定濃度を 記入한다.(사진 9 參照). Gas의 누출을 確認하기 위해서는 불꽃반응기를 利用하는데 하단부 및 接合部分에 檢知하여 누출 여부를 確認하고 漏出部位가 發見되면 즉시 보완 밀폐하여야 한다. 또 電子 檢知機를 使用하여 누출 場所를 確認하며 北川式 檢知管은 누출 場所와 漏出量을 500ppm까지 檢知할 수 있으므로 多角的으로 누출여부를 確認하여 充分한 燻蒸效果를 기대하도록 한다. 다음엔 被覆 建造物의 주위 四面에 3단 높이의 줄을 매고 危險 表示板을 1面2個所에 부착하여 人畜의 出入을 統制하여야 한다.

또한 기타 예기치 못한 安全事故에 對備하여 로프, 그물, 테이프 및 補修 資材를 事前에 準備하여 항시 一定한 場所에 保管하고 有事時에 使用할 수 있도록 措置하여야

하며 夜間에는 2人1組로 夜間 警備를 세워 人畜의 出入을 統制하는 등 安全事故에 對備한 特別한 警戒를 하지 않으면 안된다. 또한 中毒事故에 對備해서 救急藥과 非常 連絡網 또는 救急 의료기관의 電話番號도 먼저 明記하여 두어야 할 必要가 있다. 이 때 燻蒸 時間은 氣溫이 25℃이상이어서 24時間 燻蒸處理하였으며 開放할 때 全 作業員은 防毒面을 착용하였다. 처음 開放은 강제 排氣로 排氣用 Fan과 排氣用 호스를 利用하여 排氣하였으며(사진 10 參照) 殘留 gas는 바람이 부는 반대 方向의 하단부부터 塔포린 被覆材를 서서히 適當한 곳까지 올리면서 점차적으로 四面의 塔포린을 올려 完全하게 排氣시킨다. 排氣作業이 끝나면 檢知管을 使用하여 內部 Gas의 濃度を 測定한다. 이 때 內部 Gas濃도가 15ppm까지는 成人이 8時間동안 作業하여도 有害하지 않으나 體質에 따라 多少 차이가 있으므로 安全을 기하기 위하여 0 ppm이 될 때까지 Fan을 使用하여 強制 排氣하고 最終적으로 Gas 濃度を 測定하여 0 ppm일 경우에 責任者는 Gas解除를 宣布하고 出入統制를 解除하여야 한다. 被覆 燻蒸이 끝나면 시작도 중요하지만 철수 作業도 시작에 못지 않게 危險이 뒤따르게 된다. 철수 作業은 始作의 반대로 행하면 되는데 塔포린은 被覆할 때의 반대 方向으로 넘겨서 제거한다. 비계木과 비계鐵의 해체 作業 때에는 燻蒸 對象物의 破損 및 安全事故에 注意해야 하며 이로써 被覆 燻蒸 作業은 完了된다.

나. 密閉 燻蒸處理의 實際

1) 處理對象：慶北 安東郡 豊川面 河回洞 所在 永慕閣

① 遺物庫：콘크리트 韓式建物

② 所藏遺物：國寶 第 132號 懲毖錄

寶物 160號 軍門膽錄外 25點

寶物 460號 西厓先生 筆帖外 56點

2) 處理期間：1984. 9. 4~9. 15(12日間)

3) 技術指導：文化財 研究所 保存科學 研究室

4) 實施者：韓國 防疫産業(株), 文化財 事業部

5) 實施內容：密閉 燻蒸이란 所藏庫, 展示室의 벽이나 지붕이 콘크리트로 되어 Gas가 누출될 우려가 없을 때 施行하는 燻蒸法을 말한다. 密閉 燻蒸法에서도 建造物의 構造에 따라 여러 가지 形態로 密閉作業이 施行되는데 크게 2가지로 구분한다.

가) 建物 全體의 창문, 排水口, 下水口, 환기통 電氣 配線 등 Gas가 漏出될 우려가 있는 장소에 비닐, 빠대, 테이프 등을 使用하여 建造物 全體를 密閉하여 燻蒸處理하는 方法.

나) 所藏庫, 展示室 등이 大形建物의 一部分만 使用하였을 때 密閉하는 方法을 말하며 所藏庫 및 展示室 位置한 場所에 따라서 多少의 차이는 있으나 大形建物의 中間에 位置해 있을 때에는 上, 下, 左, 右, 前後에 連接되어 使用하고는 事務室의 責任者와 事前 協議에 의하여 施行되어야만 安全事故를 防止할 수 있다. 永慕閣의 燻蒸處理實際에 있어서 建物 全體를 密閉하였기에 ②의 方法은 記述에서 除外하기로 한다. 密閉作

業을 하는데 있어서 出入門을 제외한 모든 창문 電氣配線, 下水口, 換氣통 等 Gas가 漏出될 우려가 있는 場所는 비닐(0.15m/m 이상) 테이프 等を 使用하여 外部 空氣와 內部 空氣를 遮斷하여야 한다(사진11 參照). 內部에 設置할 때 裝備는 密閉에서 除外된 出入門을 通하여 옮긴다. 裝備의 設置方法은 被覆 燻蒸處理와 同一하게 施行된다. 防爆型 Fan, 濃度 測程用 호스, 投藥 호스, 供試蟲, 供試菌의 設置作業이 끝나면 出入門을 完全 密閉하고 危險表示板을 부착하며 人畜의 出入을 統制하여야 한다(사진 12 參照). 燻蒸의 施行에 있어서 被覆 燻蒸法과 密閉 燻蒸法의 차이는 外部와 內部的 空氣 차단 方法만 다를 뿐 內部에서 施行하는 方法은 크게 다를 바가 없기에 本稿에서는 略하기로 한다.

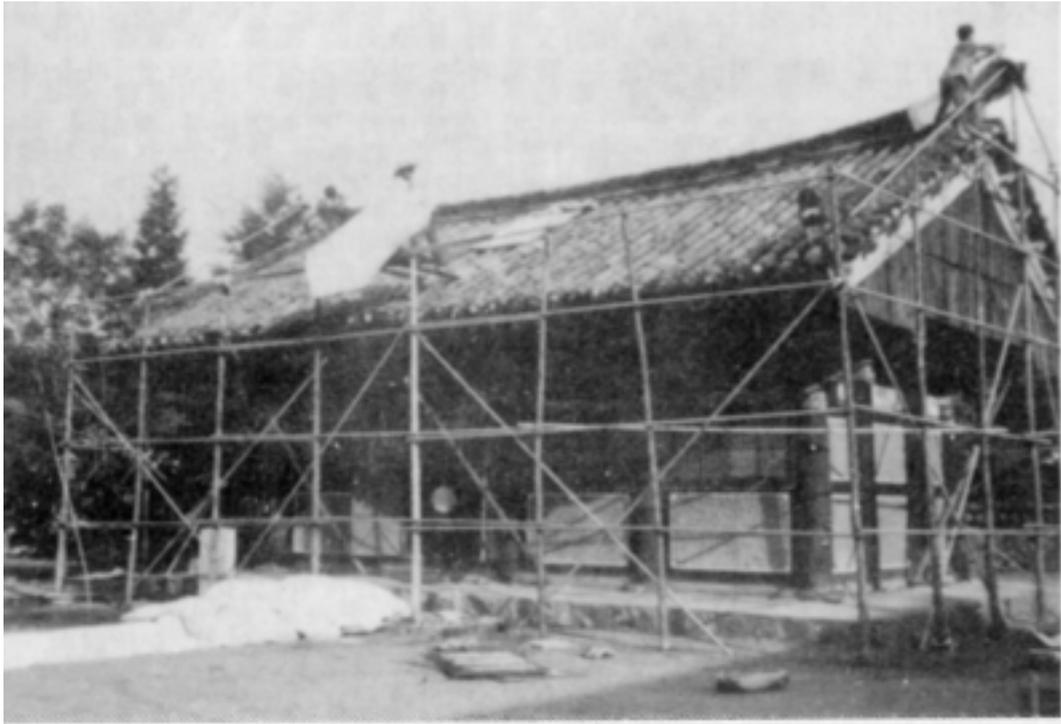
4. 結 論

全國에 散在해 있는 木造 建造物, 各 國公立 大學에 소장 管理하고 있는 動産 文化財 等の 貴重한 文化財를 永久히 保存管理함에 있어 주위환경에 의한 蟲害, 菌害를 크게 받고 있음은 잘 알려진 事實이다. 現在까지는 蟲害, 菌害에 의한 被害狀態가 눈에 보이지 않게 서서히 進行되고 있어 一般 管理者 로서는 生物被害에 소홀함이 있는 것 같다. 하지만 生物에 의한 被害를 일단 받게 되면 原狀回復이 不可能함으로 遺物 취급자 또는 管理者는 많은 관심과 노력을 기울여야 할 것으로 사료된다. 또 한편으로는 이제까지 蟲菌害의 被害防止를 위하여 一般的인 方法, 즉 殺蟲劑, 殺菌劑를 遺物에 분무하거나 氣化시키는 方法에 依存하였는 바 藥劑의 잔유성 등으로 인하여 發生되는 遺物의 材質의 弱化現狀과 變色 等の 諸般 問題點이 내포되고 있었으며 完全한 殺蟲, 殺菌 效果를 確認할 수도 없었던 것이 사실이었다. 그러나 Gas에 의한 燻蒸處理法은 藥劑의 속효성으로 인하여 文化財 材質에 영향을 주지 않고 殺蟲, 殺菌을 할 수 있을 뿐 아니라 供試蟲, 菌에 의한 燻蒸處理 效果를 確認할 수 있다.

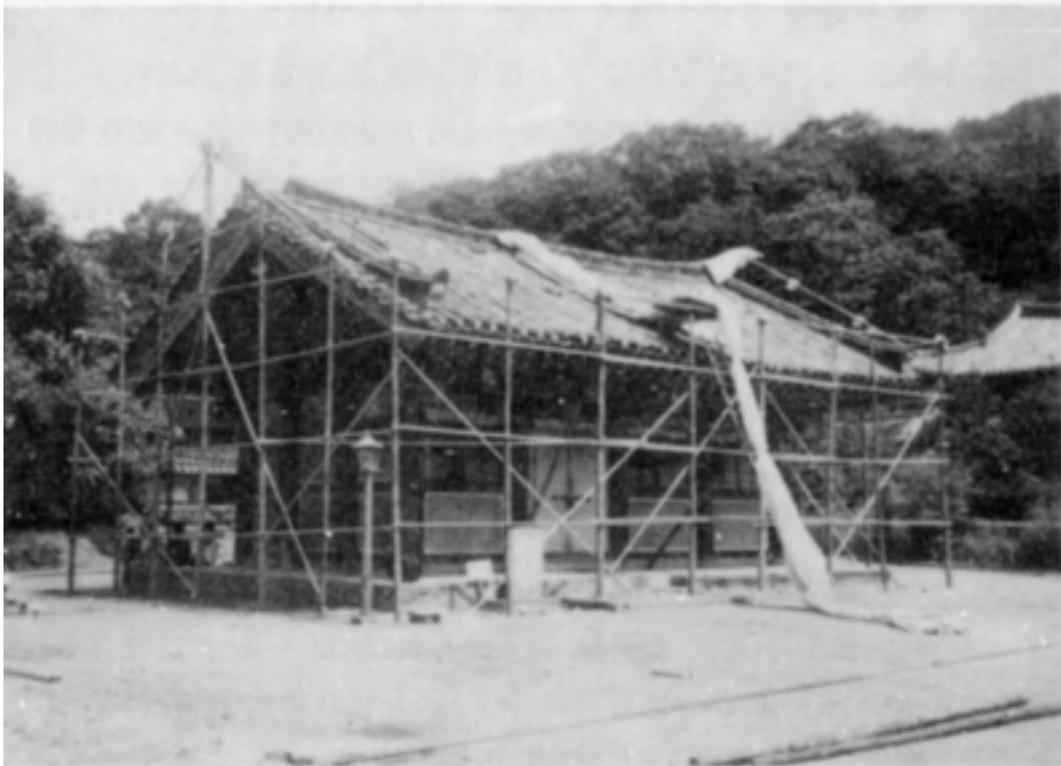
끝으로 각종 文化財의 生物 被害 防除를 위하여 Gas에 의한 燻蒸處理의 실시가 늦은 감은 있으나 이제부터라도 擴大 보급되어 貴重한 文化財를 保存하는데 일익을 담당할 수 있게 되길 바라는 마음 간절하다. 筆者 역시 文化財의 生物 被害 防除라는 막중한 業務를 수행함에 있어 사명감을 갖고 열과 성을 다하여 文化財 燻蒸處理 技術開發에 最善을 다하고자 한다.

參 考 文 獻

1. 新井英夫, 防菌防黴劑の效力と安全性, 1977, 文化財蟲害研究所.
2. 新井英夫, 書籍・古代書等の微生物被害とその對策, 1980, 文化財蟲害研究所.
3. 新井英夫, 木質文化財等の微生物被害とその對策, 1980, 文化財蟲害研究所.
4. 森八郎, 文化財の燻蒸, 1981, 文化財蟲害研究所.
5. 安喜均, 紙類 纖維質遺物の 科學的 保存, 1983, 古文化 22집
6. 安喜均, 出土服飾 燻蒸處理, 1983, 忠北大 博物館誌, 8冊.
7. 韓成熙, 書畫類의 科學的 保存, 1983, 月刊資産經營.



<사진 1> 비계목과 비계철 설치 (松廣寺 遺物庫)



<사진 2> 기와 파손 방지 작업



<사진 3> 타포린으로 피복 밀폐된 상태 (松廣寺 遺物庫)

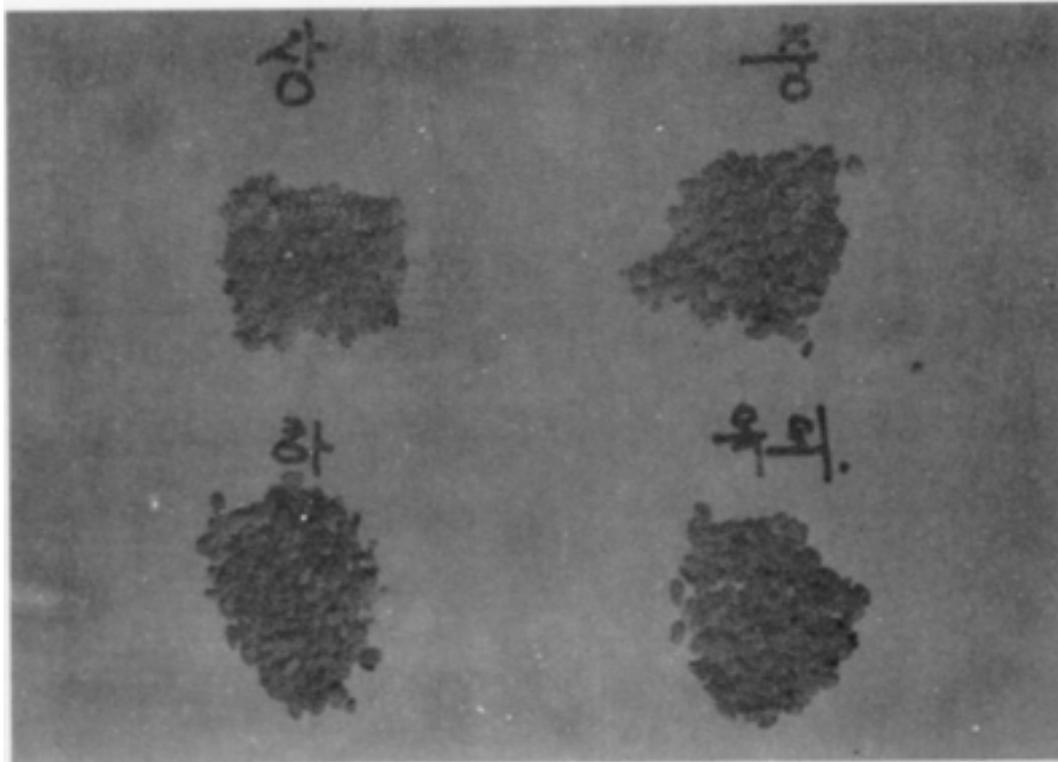


<사진 4>

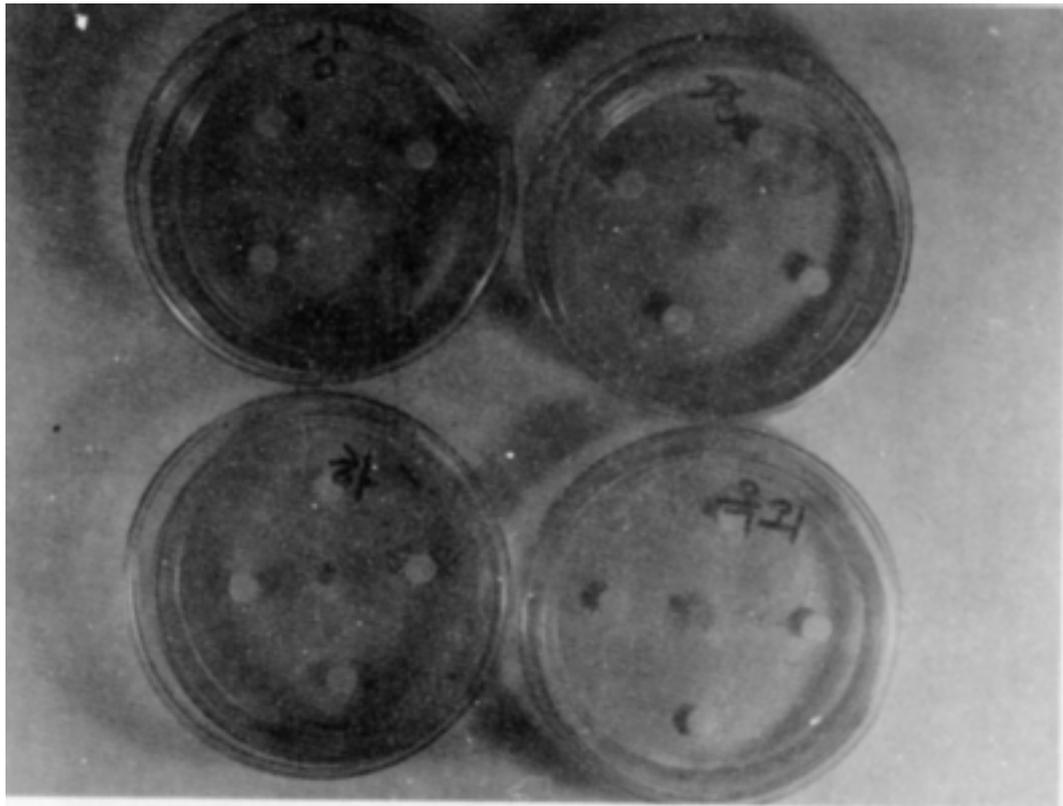
내부 공기와 외부 공기의
유동을 차단시키기 위하여
물주머니 사용



<사진 5> Gas 濃度 均一化를 위하여 Fan 設置



<사진 6> 燻蒸效果 判定 (공시중)



<사진 7> 燻蒸效果 判定 (공시균)



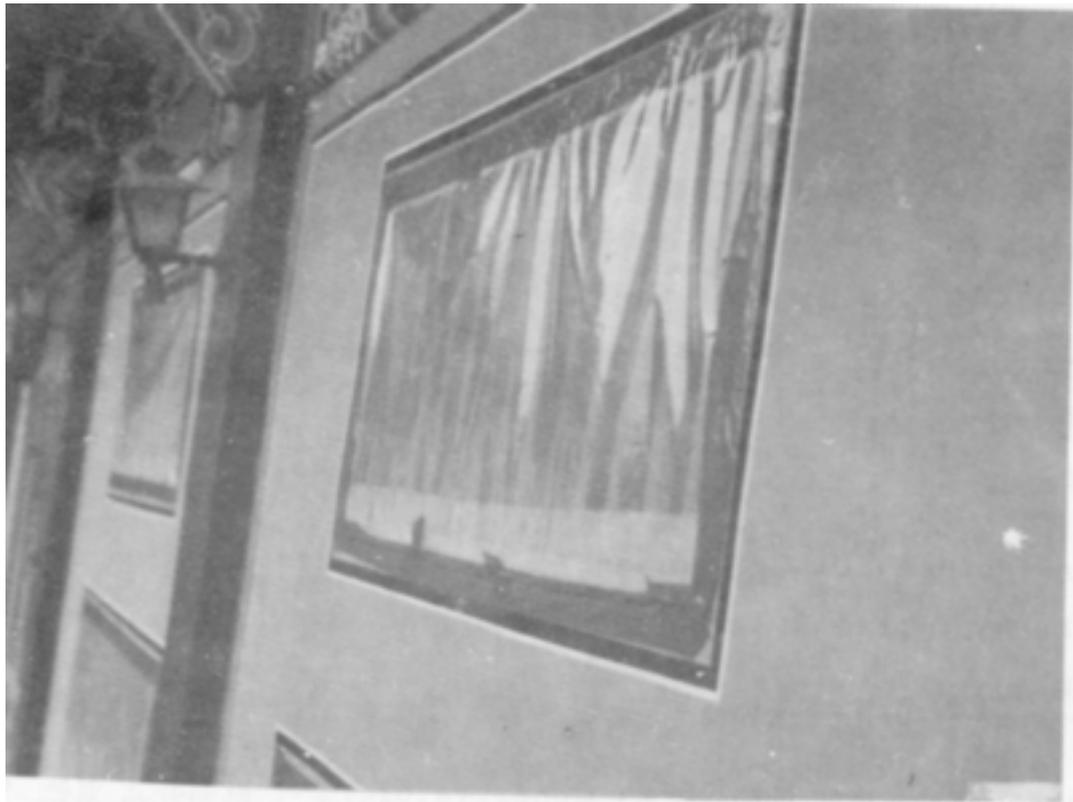
<사진 8> 기화기 설치



<사진 9> 濃度測定



<사진 10>
배기용 호스로 배기하는 장면



<사진 11> 가스가 누출될 우려가 있는 장소를 비닐로 밀폐



<사진 12> 危險表示板 附着