유기질 문화재의 보존과 관리

한 성 희

(문화재 전문위원)

유기질 문화재의 보존과 관리

<목차>

Ⅰ. 서언
Ⅱ. 문화재의 충해(곤충피해)
Ⅲ. 문화재의 균해(미생물피해)
Ⅳ. 지류문화재의 손상요인
Ⅴ. 섬유질문화재의 손상요인
Ⅵ. 목조문화재의 생물피해
Ⅶ. 유기질문화재의 생물피해 방제방안
Ⅷ. 결언

Ⅰ. 서 언

지구상에 존재하는 모든 물질은 순환법칙에 의해 점진적으로 고분자 물질로부터 저분자 물질로 변하는 것이 자연계의 원리이다. 이러한 자연계의 원리에 의해 문화재도 오랜 세월이 경과되는 동안 여러 가지 형태로 변화의 양상을 나타나게 되며 곧 이것은 문화재의 손상을 의미하게 된다. 따라서 문화재에 발생되는 손상현상을 주의 깊게 관찰하고 그것이 어떤 원인에 기인되었는가 그리고 손상의 진행을 억제할 수 있는 방법을 강구하는 것이 문화재 보존과학의 일부 역할이라고 할 수 있다.

문화재를 변화시키는데 관여하는 손상요인은 수 없이 많을 수 있으나 크게 구분해 보면 자연적 요인과 인위적 요인으로 대별되며 자연적 요인은 다시 물리적, 화학적 그리고 생물적 요인으로 구분할 수 있다. 보통 문화재는 상기 요인의 단일 작용보다 복합적 작용으로 인하여 손상이 발생되는 경우가 대부분이다. 이러한 손상요인의 복합적 작용으로부

터 문화재를 보호하기 위하여 보존 과학적인 측면에서는 문화재를 금속, 석재, 도·토기와 같은 무기질 문화재와 지류, 섬유질, 목재와 같은 유기질 문화재로 크게 나누어 세부적으로 연구관리하고 있는 실정이다.

주요 재질이 유기질인 지류, 섬유류, 목재인 문화재는 곤충 및 미생물에 의한 생물학적 손상이 심하게 발생하는 실정임으로 보존관리 차원에서 볼 때 다른 요인에 비하여 생물학적 손상과 그에 따른 보존대책에 비중을 두어 고려해야 한다. 특히 유기질 문화재에 충·균해와 같은 생물피해가 시작되면 문화재 자체 재질이 잠식되어 손실되고 결국에는 소멸되므로 두 번 다시 복구할 수 없는 인류의 문화유산이 된다는 것을 유의할 필요가 있으므로 문화재 보존관리에 있어서 생물피해의 방제는 매우 중요한 영역을 차지하고 있다.

본 고는 문화재의 재질이 유기질인 관계로 각종의 손상요인에 의하여 훼손되기 쉬운 지류와 섬유질, 목재 및 목조문화재의 손상원인과 보존방안, 생물학적 방제방법에 관하여 알아보기로 하겠다.

II. 문화재의 충해(곤충피해)

문화재의 생물 피해 중 충해는 곤충에 의하여 문화재 자체 재질이 영양분으로 잠식되거나 서식처로 사용되는 과정 중에서 손실된다. 일단 피해가 발생할 경우 피해정도가 극심하고 발생빈도가 산발적이기 때문에 옥내·외에 소재하고 있는 문화재를 보존관리 하는데 있어서 가해곤충의 방제는 일상화되어 있는 예방방법이면서도 매우 중요한 처리방법이다.

일반적으로 재질이 목재 및 지류, 섬유질인 유기질 문화재를 가해하는 곤충은 흰개미목(*Isoptera*), 딱정벌레목(*Coleoptera*), 나비목(*Lepidoptera*), 좀목 (*Thysanura*), 바퀴벌레목 (*Blattaria*), 벌목(*Hymenoptera*), 다듬이벌레목(*Psocoptera*), 메뚜기목(*Orthoptera*), 파리목(*Diptera*) 등 9개의 목이 존재한다.

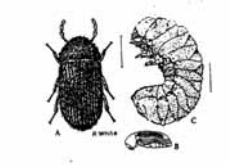
문화재에 충해가 발생하였을 경우 첫 번째로 피해상태 조사를 하여야 하고 피해장소에서 가해곤충을 채집하도록 노력하여야 한다. 그러나 피해장소에서의 가해곤충 채집이 불가능할 경우 문화재의 가해형태를 관찰 기록하고 곤충의 배설물을 수집하여 가해곤충을 추정하기도 한다. 가해곤충 자체를 채집하였을 경우 가해곤충의 종류를 판정하기 위하여 곤충학자에 의뢰하여 정확히 분류하도록 한다. 그리고 채집과 동시에 피해지역의 온·습도 등 환경조건을 검토하여 정확한 가해곤충의 종(種) 분류 작업의 기초자료로 사용한다. 가해곤충의 종 분류가 완료되면 해당곤충의 생물학적 특성을 조사하여 적절한 방제시기 및

방제방법을 선택하여 적용시킴으로서 차후 발생될 수 있는 충해피해를 줄일 수 있다.

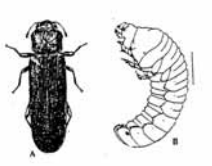
문화재의 재질에 따른 가해곤충의 종류

문 화 재 재 질		가 해 곤 충	비 고
식물성재질	목조 (건물의 목부재)	흰개미목, 딱정벌레목, 벌목	
	목재 (목조불상, 병풍 등 소형문화재)	딱정벌레목, 흰개미목, 벌목, 나비목	
	지류	딱정벌레목, 좀목, 나비목, 귀뚜라미목, 다듬이벌레목, 벌목, 흰개미목, 파리목	
	섬유류	좀목, 바퀴벌레목, 딱정벌레목 귀뚜라미목	
	건조식물	딱정벌레목, 좀목	
동물성재질	피혁류	딱정벌레목, 나비목, 좀목, 다듬이벌레목	
	모직류	나비목, 딱정벌레목, 좀목	
	견류	바퀴벌레목, 좀목	
기타	문화재의 오염(얼룩 등)	좀목, 파리목, 벌목	

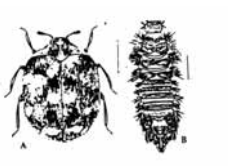
문화재 가해 곤충



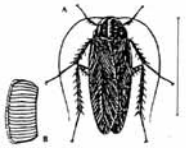
권연벌레
(*Stegobium paniceum*)
- 딱정벌레목 빗살수염벌레과 -



넓적나무좀벌레
(*Lyctus brunneus*)
- 딱정벌레목 개나무좀과 -

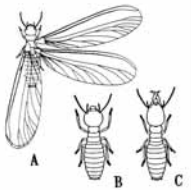


Varied carpet beetle
(*Anthrenus verbasci*)
- 딱정벌레목 -

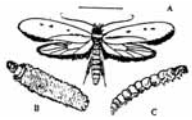


바퀴벌레
(*Blattella germanica*)
- 바퀴벌레목 -

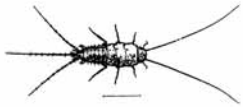
먼지다듬이벌레
(*Leposelis corrodens*)
- 다듬이벌레목 -



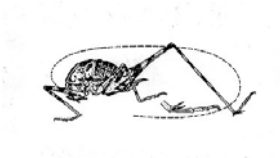
일본흰개미
(Reticulitermes sparatus)
- 흰개미목 -



casemaking clothes moth
(*tineolla pellionella*)
- 나비목 -



좀벌레
(*Lepisma saccharina*)
- 좀벌레목 -



알락곱등이
(*Diestrammena japonica*)
- 메뚜기목 -

- 파리(파리목) -

Ⅲ. 문화재의 균해 (미생물 피해)

미생물로는 세균과 사상균(곰팡이)이 있으나 이 중 문화재의 손상에 영향을 주는 미생물은 주로 사상균으로 알려져 있다. 현재 알려진 사상균(약 4,320속, 46,300종)은 담자균류(약 550속, 15,000종), 접합균류(약 245속, 1,300종), 자낭균류(약 1,700속, 15,000종) 그리고 불완전균류(약 1,825속, 15,000종)로 분류되고 있다.

문화재에 있어서 미생물의 피해를 방제하기 위해서는 먼저 미생물에 의한 피해조사, 손상요인과 손상 메카니즘 연구, 그리고 가해 미생물의 방제법의 개발연구가 행해져야 한다. 이러한 조사연구를 위해서는 전시실, 수장고 등의 보존 환경 조사를 통해 미생물의 분포상, 미생물의 생태나 생리, 번식 조건 등에 관한 연구, 각 재질별 미생물에 의한 피해 실태조사 그리고 미생물의 발생억제나 방제에 관한 연구를 병행해야 한다.

1. 문화재의 미생물 발생조건

미생물은 일반적으로 영양원, 온도 그리고 습기가 적당하면 번식을 할 수 있다. 그러나 문화재는 대체로 미생물이 발생하기에 적합한 영양원은 아니다. 그럼에도 불구하고 미생물의 발생으로 인한 피해가 발생하는 것은 보존 환경내 온·습도의 영향으로 간주할 수 있다. 따라서 온·습도는 문화재의 물리적 또는 화학적 요인을 야기할 뿐만 아니라 미생물의 발생에 결정적인 역할을 하게 된다. 다시 말하면 온·습도의 조절로 미생물의 발생을 억제할 수 있다는 것이다. 예를 들면 지류·섬유질 유물의 보존을 위한 온·습도 조건에 대하여 IIC(국제문화재보존과학회), ICOM(국제박물관회의), ICCROM(국제보존수복센터)는 온도 20℃, 상대습도 55~65%를 권장하고 있다. 왜냐하면 온도 20℃, 상대습도 55~65%를 넘게되면 재질에 물리·화학적 손상 뿐만 아니라 생물적 손상도 발생될 수 있기 때문이다.

1) 온도

어느 한 종류의 미생물은 광범위한 온도조건에서 생육할 수 없으므로 미생물 생육의 적온범위에 따라서 보통 3그룹으로 구분된다. 즉 온도 40℃이상에서 잘 생육하는 고온성 미생물, 온도 20~40℃에서 잘 성장하는 중온성 미생물, 그리고 20℃이하에서 잘 생육하

는 저온성 미생물로 구분된다.

미생물은 생육조건이 적합하지 않을 때에는 포자(분생자)의 상태로 휴지기에 들어가게 되어 생육을 정지하게 된다. 따라서 문화재를 보존하기 위하여 온도를 조절하여 미생물의 발생을 원칙적으로 조절할 수는 없다. 그러나 밀폐된 공간에서 온도와 상대습도는 반비례 관계로 있으므로 습도 조절을 위한 온도 관리도 필요하다.

2) 습도

공기중의 습도를 나타내는 방법은 상대습도(Reative humidity)와 절대습도(Absolute humidity) 등 2종류가 있다. 절대습도는 공기 중에 함유되어 있는 수분의 양을 나타낸 것이며, 상대습도는 어느 온도에서 함유하고 있는 수분량을 최대 함유 수분량(포화수증기량)에 대한 비율로 나타낸 것이다. 이와 같이 습도는 공기중에 포함되어 있는 함유 수분량을 나타내는 지침이 된다.

지류 및 섬유질과 같은 유기 재질은 대부분 일정한 함수율을 보유하고 있으며 재질에 따라 정도의 차이는 있으나 본래 함유하고 있던 수분이 증발하게 되면 다시 외부로부터 흡수하고, 반대로 과량이 존재하게 되면 발습하여 외부의 습도와 평형에 도달하려는 성질이 있다. 이때 재질의 함수율은 미생물의 발생에 중요한 역할을 한다. 서적의 경우 보통 상대습도 65%이상일 때 지질의 함수율이 10%이상이 되므로 미생물이 발생하게 된다.

2. 문화재의 미생물 피해

미생물은 양분, 온도 그리고 수분이 충족되면 발생하게 되나 이 중 한 조건이라도 충족되지 않으면 미생물은 생육하지 못한다. 따라서 문화재를 보존하기 위해서는 이 3조건을 대상으로 조절 가능한 환경을 선정해야 한다. 문화재는 자체가 이미 영양원으로서의 역할을 하며 온도범위에 따라서 발생하는 균종이 다르게 나타난다. 저온에서는 생육을 정지하여 휴지기로 잠복하고 있으며, 미생물이 발생하지 못하는 고온에서는 열에 의해 문화재의 재질이 물리적 손상을 받게 된다. 마지막으로 습도의 경우 불행히도 국내 기후는 미생물이 생육하기에 적당한 습도를 유지하고 있다. 그러므로 자연상태에 방치된 문화재는 필연적으로 미생물이 발생할 수 있는 조건을 갖추고 있게 된다. 그러나 수장고 내에 보관중이거나 전시중인 문화재는 어느 정도 밀폐된 공간에 보관되고 있으므로 온도와 습도를 조절할 수 있을 것이다. 또한 미생물들은 대개 산소가 없으면 생육하지 못하는 호기성 미생물로서 수중이나 지중 깊은 곳에서 목재가 부후하지 않고 출토되는 것도 바로 이 때문이다. 따라서 문화재에 미생물이 발생하는 것을 억제하기 위해서는 습도조절과 산소의 차

단이 필요하다.

3. 미생물 발생으로부터 문화재의 보존

가. 미생물의 발생으로부터 문화재를 보존하기 위해서는 먼저 수장고내 또는 전시실 내의 온·습도분포를 정확히 파악하여 기록하여야 한다. 이 자료를 근거로 온·습도도(climograph)를 작성해 보관하는 것이 바람직하다. 이 온· 습도도는 미생물의 발생시기를 쉽게 예견할 수 있게 한다.

나. 습도조절이 안 될 경우에는 유물을 기밀성이 우수한 이축연신비닐필름으로 포장하여 외부습기와 유통을 차단시키는 방법이 있다. 이축연신비닐필름은 폴리비닐알콜필름(가스차단성), 폴리염화비니르텐필름(방습성)과 폴리프로필렌필름(가열하여 접착)으로 이루어져 있다. 이축연신비닐필름의 사용은 습기가 많은 장소에서 유물의 방습을 위해 사용하기도 하지만 출토유물의 급격한 환경변화를 예방하는데 적용할 수 있다.

다. 현재 선진국에서는 조습제를 개발하여 문화재의 보존에 적용하고 있다. 조습제는 외부의 습도변화에 대한 조절기능을 갖고 있어 주변 습도가 변하더라도 스스로 미리 조절된 습도를 유지해준다.

Ⅳ. 지류 문화재의 손상요인

지류 문화재의 손상 원인중 가장 큰 비중을 차지하는 요인은 물리·화학적 손상보다 생물학적 손상을 먼저 고려해야 한다. 지류 문화재는 재질이 목재와 같은 천연재료에서 유래되었기 때문에 충균의 영양원으로 활용되므로 생물학적 손상이 심하게 발생되고 있는 실정이며 미생물에 의한 피해보다 곤충에 의한 가해가 큰 편이다.

1. 생물적 손상

1) 지류 문화재의 곤충 피해

충해는 지류문화재의 손상원인 중 가장 중요한 비중을 차지하고 있다. 과거 서적과 지류를 가해하는 해충은 대부분 좀벌레(silverfish)가 대부분인 것으로 생각하였지만 최근 들어 딱정벌레목 중 빗살수염벌레과(권연벌레과,*Anobiidae*)에 속하는 곤충이 주원인인 것으로 밝혀지고 있고, 개나무좀과(*Bostrychidae*)의 곤충도 가해하는 것으로 기록되어 있다.

좀벌레(silverfish)는 몸길이가 15㎜내외의 무시곤충으로 체색은 흰색, 회색, 또는 갈색

이며 채찍모양의 더듬이를 가지고 있는 외형적 특징이 존재한다. 좀벌레와 바퀴벌레는 풀성분이 존재하는 서적의 표지, 제전(題箋)과 같은 부분만을 가해하여 지면을 훼손시키는 가해특성을 가지고 있다.

빗살수염벌레과의 지류가해 곤충은 *Gastrallus immarginatus, Falsogastrallus sauteri, Nicobium castaneum*, *Stegobium paniceum* 등으로 종의 특성에 따라 가해습성이 다르지만 지질의 풀성분을 먹이로 선호하는 습성 때문에 서적의 지질 중심에 침투하여 불규칙한 아공성(牙孔性) 식해를 발생시키며, 개나무좀과의 넓적나무좀인 *Lyctus brunneus*는 빗살수염벌레과의 곤충과는 다른 아공성 식해를 발생시킨다. 그리고 일반적인 가해곤충의 하나인 먼지다듬이벌레(책좀,*booklice*)는 몸체가 1~2㎜로 지극히 작고 몸은 머리에 비하여 굵은 형태를 가지고 있으며 지류 표면에 작은 구멍을 뚫으면서 가해하고 이차적인 가해로서 몸체에 곰팡이 균주를 묻히고 다니므로 지면의 곰팡이 피해를 유발시킨다.

2) 지류문화재의 미생물 피해

지류문화재는 물리·화학적 요인뿐만 아니라 미생물에 의해서도 손상되고 있음은 이미 일반적으로 잘 알려져 있다. 특히 누수 등으로 인하여 서적이나 고문서 같은 지류문화재가 과다한 함수량을 지니게 될 경우 곰팡이(사상균)는 100% 발생되며 이차적인 손상현상으로 지질의 괴상화, 종이표면의 착색오염 등이 나타난다. 미생물은 지류의 섬유소를 분해하거나 색소를 분비하여 서적에 얼룩반점(foxing) 등을 생성함으로써 문화재의 가치와 보존상태를 훼손시키게 된다. 지류에 발생하는 미생물로는 세균보다는 곰팡이(사상균)가 더 큰 피해를 주며 현재까지 약 100여종이 알려져 있으며 대표적인 곰팡이(사상균)으로는 *Chaetomium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alernaria* sp., *Stachybotrys* sp. 등이 알려져 있다.

2. 비생물적 손상

충균해와 같은 생물적 손상요인 이외에도 지류문화재를 손상시키는 물리화학적 원인은 광선, 열, 공기(휘발물질, 습기) 등 이며, 이것들이 복합적으로 작용할 경우 지류의 손상현상은 더욱 가속화된다.

1) 습해(濕害)

지류 문화재의 습해는 지질을 산화 혹은 변색 오염시키는 현상을 말하며, 주원인은 수분과 공기중의 산소이다. 수분(물)과 공기는 지구상의 생물체의 생존번식에 꼭 필요한 절

대조건중 하나이다. 물은 공기중에서 수증기 상태로 존재하며 공기의 이동으로 습기가 운반된다. 습기가 높은 장소에서부터 공기의 이동을 통하여 운반된 수증기는 물체에 응집되어 습해를 일으키는 것으로 추정되며 공기중의 수분이 응집되는 매개체로는 사진, 인쇄잉크, 먹, 분진 등을 예로 들 수 있다. 매개체에 응집된 수분은 광선과 공기중의 산소와 작용하여 지질의 변색 및 오염을 일으킨다.

이러한 지질의 습해를 방지하기 위하여 오래 전부터 "포쇄"라는 방법이 사용되었다. 포쇄는 중국에서부터 시작되었으며 5세기의 "齊民要述"에 의하면 매년 5월 15일부터 7월 20일의 여름기간동안 3회 실시하였다고 기록되어 있다. 청명하고 통풍이 잘되는 날 서적을 직사 광선 하에서 1책당 약 5시간 노출시키는 방법으로서 지질의 습해를 제거하는데 유효한 방법이지만 직사광선에는 지질을 파손시키는 자외선이 포함되어 있으므로 직사광선보다는 그늘밑에서 풍건시키는 것이 좋을 것으로 알려져 있다.

2) 인위적 손상(人爲的 損傷)

지류유물과 같은 유기질 문화재의 손상원인은 생물적 손상과 인위적인 손상으로 나눌 수 있다. 과거에는 문화재의 손상이 충균해와 같은 생물피해에 의한 것으로 인식하였지만 최근에는 인위적인 손상에 의하여 문화재를 손실하는 것이 약 90%를 넘는다는 의견이 제기되고 있다. 전쟁발생에 의한 재해, 문화재에 대한 오해, 관리부실, 문화재의 잘못된 수리 등 여러종류의 인위적인 손상으로 인하여 귀중한 문화재가 손상되거나 손실되는 것이다. 지류유물에 대한 인위적인 손상으로는 서적, 문서의 전시, 촬영, 관람 등 이용측면에서 발생되므로 관리자 및 열람자의 주의가 필요하게 된다.

미생물 피해가 없는 한지 표면의 상태(326배)

미생물에 의하여 손상되고 있는 한지 섬유의 미세상태(2620배)

① 재해

전쟁의 발생이나 화재 등으로 인하여 귀중한 문화재가 손실되는 것을 의미한다. 한 예로 귀중한 기록물들을 보관하고 있는 도서관 또는 보관시설에서 화재가 발생하였을 경우 기록물들의 소실과 피해는 경제적으로 평가할 수 없을 만큼 커다란 인류의 손실이다.

② 실내오염

근대 공업 사회에서 생성되는 오염물질은 공장, 자동차등에서 배출되는 아황산가스 등 여러 종류의 가스이다. 이러한 오염물질은 지질에 부착하여 오염을 일으키거나 금속과 안료를 흑변시키는 문제점이 있는 것으로 일반화되어 있다. 이러한 오염물질은 활성탄을 보

관 시설의 공조기의 여과물질로 이용할 경우 오염물질을 제거할 수 있으며 오염원의 유입 경로를 예측할 경우 오염물에 의한 지질의 손상을 최대한 줄일 수 있다.

Ⅴ. 섬유질문화재의 손상요인

1. 생물적 손상

섬유질 문화재는 재질의 특성상 식물성 섬유(면, 아마, 저마-모시, 대마-삼베)와 동물성 섬유(견, 가죽)로 대별된다. 섬유질 문화재에 대한 생물적 피해는 지류문화재와 같이 크게 충해와 미생물에 의한 피해로 구분되며 섬유질의 손상열화는 ① 식해에 의한 직물의 붕괴, ② 벌레 및 미생물의 배설물에 의한 황갈변, ③ 균과 곰팡이류의 포자 등에 의한 황갈변, ④ 염료의 변색 등을 들 수 있다. 그리고 유물의 재질이 면(綿), 마(麻)와 같은 식물성 재질일 경우 미생물에 의한 피해가 주로 일어나며 견 혹은 가죽 등 동물성 재질일 경우 충해피해를 많이 받게 된다.

1) 섬유질 문화재의 곤충 피해

섬유질에 대한 충해는 나비목(*Lepidoptera*)과 좀목(*Thysanura*), 딱정벌레목(*Coleoptera*)에 속하는 곤충에 의하여 발생한다. 완전변태의 곤충은 알, 유충, 번데기, 성충 등 4단계의 성장과정을 거치게 되는데 특히 유충기의 상태에서 섬유질을 가해하는 기간이 가장 길다. 대표적인 가해곤충으로는 나비목에 속하는 Casemaking clothes moth(학명 : *Tineolla pellionella*), Webbing clothes moth (학명 : *Tineolla biselliella*), 딱정벌레목에 속하는 Varied carpet beetle (학명 : *Anthrenus verbasci*), 좀목에 속하는 좀벌레(학명 : *Lepis saccharina*) 등 여러 종류의 곤충이 섬유를 가해하고 식흔하는 것으로 알려져 있다. 곤충에 의한 섬유질 문화재의 피해발생은 보존환경의 온·습도, 광선의 조건에 따라 손상속도가 달라진다. 습도와는 관계없이 기온이 10℃이하일 경우 곤충에 의한 식해를 관찰할 수 없다. 온도의 상승에 따라 곤충에 의한 식흔이 증가되는데 25~30℃에서 식흔이 최고인 것으로 관찰되며 이러한 온도 범위 내에서 상대습도가 75%정도일 때 최대 피해가 발생한다. 좀벌레(silverfish)의 경우 온도가 30℃에서 15℃로 낮아질 경우 섬유질의 식해량이 줄어들고 10℃일 경우 격감된다. 온도가 10℃이면 식해활동이 극단적으로 감소되고 습도가 30%일 경우 건조한 상태로 남아 곤충의 식해를 받지 않게 된다.

2) 섬유질 문화재의 미생물 피해

섬유질에 미생물이 발생하게 되면 섬유의 강·신도를 저하시키거나 오염시키게 된다. 이때 미생물은 단지 표면에서만 생육하는 것이 아니라 내부까지 침투하여 강도를 저하시키게 된다. 식물성 섬유라도 면에는 리그닌이 없으나 삼베는 리그닌을 약 2.5%정도 함유하고 있으며 리그닌은 phenolic polymer로서 미생물에 대해 내구성을 가지고 있다.

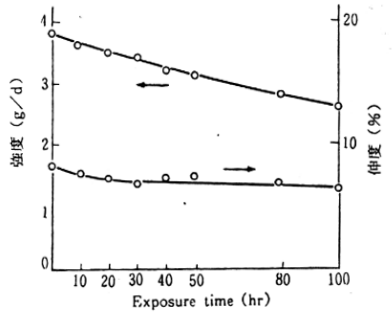
2. 비생물적 손상

1) 열손상(熱損傷)와 광손상(光損傷)

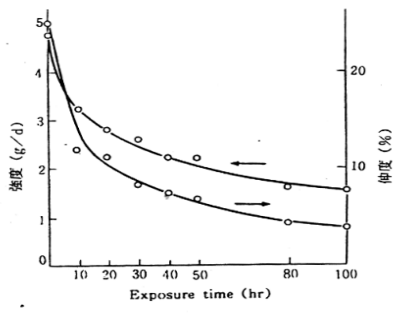
열손상의 영향을 측정하기 위하여 15㎝ 평방의 견직물을 150℃ 조건에서 최고 6일간 가열한후 상태를 조사한 결과 섬유의 강도는 1시간당 약 2.2%의 감소가 진행되어 4일간 가열하였을 경우 본래강도의 약 1/10로 감소되었다. 그리고 광손상의 영향을 측정하기 위하여 견직물(15×7㎝)을 냉각장치가 부착된 광손상 장치에서 최고 8일간 조사(照射)하였다. 광원의 출력은 2.1㎾이고 측정기내의 온도는 53℃, 습도 75%에서 실시한 결과 손상속도는 1일당 13%이고 1시간당 0.5%씩 감소하므로 열손상이 광손상보다 약 5배정도의 영향을 주는 것으로 확인되었다.

2) 광선에 의한 염직물의 손상

염직물의 손상을 일으키는 원인중에서 가장 중요한 손상원인이 광선이다. 광선에 의한 손상은 장소에 따라 차이가 있지만 공기중의 산소와 수분(습도), 온도가 부가적으로 작용할 경우 상승효과를 나타낸다. 이에 따라 염직물은 광선이 존재하는 환경보다는 어두운 장소에서 보관하는 것이 염직물의 안료를 퇴색시키지 않는 방법이다. 광선이나 조명에서는 빛의 파장이 짧은 자외선이 포함되어 있기 때문에 면사(綿絲)와 견사(絹絲)를 장시간 일광에 노출시 킬 경우 강도가 저하되는 손상이 발생한다. 그리고 광선은 직물과 염직물의 변형(수축, 퇴색, 절단)을 나타낸다. 염직물의 보관조건으로는 저온·저습 상태가 좋은 것으로 판단된다. 이러한 저온·저습 상태를 완전하게 실행하기 위해서는 공조설비가 필수적이다.



자외선 조사에 따른 면사의 강·신도 변화



자외선조사에 따른 견사의 강·신도 변화

3) 견직물의 보관중 열화방지

견직물은 습기가 높을 경우 섬유재질의 흡습량이 증가한다. 보존환경의 온도가 상온이고 습도가 65%일 때 견직물의 함수율은 11~12%를 유지한다. 또한 견직물의 황변 현상뿐만 아니라 충해도 습기와 관련이 있다. 그리고 80%의 습도에 온도가 20~30℃이면 곰팡이의 번식률이 높아진다. 그리고 복식의 전시는 1개월이 한계인 것을 유의해야 한다.

4) 탈산소 상태의 보관

광선, 습기, 산소는 각각 섬유질 유물의 손상 원인이며 특히 산소는 광산화의 원인이면서 충해와 직접적 관계가 있다. 보관용기내에 산소를 제거하고 불활성기체인 질소가스로 치환하게 되면 광산화와 충해와 같은 손상을 방지하는 측면에서 유효하다.

Ⅵ. 목조 문화재의 생물피해

우리 민족의 예술미와 건축기술, 사상 등이 복합적으로 표현되어 있는 목조문화재는 구성재질이 대부분 목재이기 때문에 원형 그대로 보존관리하는 데에 많은 어려움이 있다.

현재 목조문화재를 보존하기 위해서는 건축학적인 방법을 동원한 보수 관리 체계가 주로 활용되고 있으며 최근 들어 흰개미나 미생물 등과 같은 충균해에 의한 목조문화재의 피해에 많은 관심을 갖고 여러 측면에서 활발한 대책 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 목조문화재를 가해하는 곤충은 흰개미목(*Isoptera*), 딱정벌레목(*Coleoptera*), 벌목(*Hymenoptera*) 등 3목이 있으며 그 중 흰개미목과 딱정벌레목에 의한 피해가 매우 심한 편이다. 목조 문화재의 충해 초기에서는 목부재 표면만 가해하는 경미한 손상과 미관적인 훼손이 발생하지만 피해가 발전된 최종단계에는 목부재가 손상되어 본래의 하중을 지탱하지 못하게 되는 구조적인 문제가 야기된다.

목조 문화재의 목부재 상태를 현지 조사한 결과 가해 원인은 권연벌레, 넓적나무좀, 흰개미, 벌류, 목재 부후균 및 습해에 의한 부후, 그리고 균열·파손 등에 의한 피해 등 총6종으로 크게 구분되었다. 또한 이러한 가해원인은 복합적으로 발생하여 목조 문화재를 손상시키기 때문에 손상 목부재에 따라 가해원인과 손상 정도를 기록한 후 종합 정리하였다.

목조 문화재의 목부재 가해원인 중에서 권연벌레에 의한 피해가 전체의 38%로 가장 높은 비중을 차지하고 있었으며 흰개미에 의한 피해 또한 전체의 14%로 높게 나타났다. 목조 문화재의 목부재별 손상도에서는 기둥이 전체의 58%로 가장 많은 피해를 받고 있는 것으로 나타났으며 인방(16%), 마루(5%), 보(4%), 창방·평방(4%) 등에서도 피해가 발견되었다. 이러한 목부재의 가해 원인별 손상도를 보면 기둥에서는 권연벌레에 의한 피해(28%)가 가장 높게 나타났으며 흰개미에 의한 피해(9%)가 가장 낮은 비율을 차지하고 있었다. 보와 창방·평방에서도 권연벌레에 의한 피해가 전체의 75% 이상을 차지할 정도로 피해가 심각했으며 마루에서도 권연벌레에 의한 피해가 45% 이상을 차지하고 있었다. 그러나 인방에서는 흰개미에 의한 피해가 전체의 43%로 가장 높게 나타났다. 이처럼 목부재에 따라 가해 원인 및 피해 정도가 다른 것은 목조 건조물에 피해를 주는 곤충 및 미생물의 이동 습관 및 서식 조건의 차이에 의한 것으로 사료된다. 즉 국내 전역에 서식하면서 목조 문화재를 가해하는 흰개미는 지중흰개미로서 평상시에는 땅 속으로 이동하면서 지면에 접해있는 목재를 가해한다. 그러나 목조 건조물의 연목 부분에서도 흰개미 피해가 발견되고 있는 데 그 이유는 다음과 같다. 기존의 흰개미 군체에서 새로운 군체를 형성하기 위한 군비(swarming) 과정이 끝난 후에 흰개미 암컷과 수컷 1쌍이 서식처를 찾아 비행하며 이동하게 되는데 이 때 간혹 건조물의 지붕 부위에 침입하여 군체를 형성하게 된다. 지붕 부위는 흰개미가 서식하기에 적합한 장소는 아니지만 기와의 동파로 강우에 의해 보토에 수분 공급이 가능해지므로 지붕 부위는 일시적이지만 흰개미 군체가 형성될 수 있는 장소가 된다.

흰개미와 달리 딱정벌레의 경우에는 날아서 이동이 가능하고 외부 환경의 영향을 거의 받지 않기 때문에 목부재의 균열부위 등 내부로 침투할 수 있는 지역이면 어느 곳이나 피해를 주고 있음을 알 수 있었고 균열 및 손상부분이 가해곤충의 내부유입 장소로 활용되고 있었다.

Ⅶ. 유기질문화재의 생물피해 방제방안

1. 지류·섬유질·목재 문화재의 방제처리

선진국에서는 이미 오래 전부터 지류·섬유질 문화재와 목재 문화재의 생물피해 방제를 위하여 문화재를 훈증처리 하는 방법을 실시하였다. 본래 훈증처리는 수입목재와 함께 국내로 유입되는 유해생물을 제거하기 위하여 사용된 방법에서부터 발전되었다. 국내에서는 1982년부터 처음으로 문화재를 대상으로 훈증처리를 실시하게 되었고 충균 등 가해생물로부터 귀중한 문화재의 손상을 줄 일 수 있게 되었다.

1) 훈증처리의 구분

① 상압훈증

가) 피복훈증 : 대형건조문화재, 목조건조물의 해체부재, 대량의 수장품을 일괄 살충·살균 처리시 적용

나) 밀폐훈증 : 수장고나 박물관, 서고내 전체를 살충·살균 처리시 적용

다) 포장훈증 : 회화, 고서류, 목조각 등 비교적 소량의 미술공예품을 살충·살균 처리시 적용

② 감압훈증

문화재를 진공 챔버에 넣고 감압 조건에서 실시하므로 진공챔버에 넣을 수 있는 소형의 문화재를 살충·살균 처리 시 적용

2) 훈증처리에 필요한 기기 및 약품

① 기기

기화기, 가스검정기, 검지관, 측정기, 누출탐지기, 전자검지기, 방폭형팬, 산소호흡기, 방독면, 저울, 온도계

② 자재

타포린 혹은 염화비닐, 특수테이프, 밀폐용 빠대, 전선, 투약용 고압호스,

배기호스, 위험표시판, 로프, 농도측정용 튜브, 비계목, 비계철, 비계용 철선, 합판 등 기타

③ 훈증제 : 하이겐 M 가스

(메틸브로마이드86% + 에칠렌옥사이드14%의 혼합가스)

- 메틸브로마이드(Methyl bromide) : 해충 및 충란 살충용
- 에칠렌옥사이드(Ethylene oxide) : 곰팡이 및 해충 살충살균용

3) 훈증처리조건

문화재의 훈증처리는 목적(살충, 살균), 훈증용적(㎥), 훈증시간, 주변온도(℃), 훈증제 및 사용량(㎏, g) 등으로 결정되며 훈증제의 투약과 처리시간은 훈증방법과 계절적인 환경에 따라 달라진다. 예를 들어 하이겐 M(메틸브로마이드와 에칠렌옥사이드 혼합가스)을 훈증제로 사용하여 문화재의 살충처리를 실시할 경우, 주변온도가 25℃인 상태에서 훈증제를 30~50g/㎥을 투약하고 24시간 유지하게 되면 완전한 살충처리가 완료된다. 그리고 동일한 훈증제를 사용하여 문화재의 살균처리를 실시할 경우 훈증제를 100g/㎥을 투약하고 24시간 유지하게 되면 살균처리가 완료된다. 훈증처리시 1회에 훈증제 전액을 투약하지 않고 2~3회로 나누어 투약하고 훈증공간의 가스농도를 60g/㎥이상 균일하게 유지시켜야 한다. 단 10~20℃의 저온시에는 훈증시간을 2~3배(48~72시간)로 연장시켜야 문화재에 대한 살충·살균효과가 나타나게 된다. 유물의 살충·살균 처리를 과학적으로 정확하게 확인하기 위하여 유물 훈증시 공시균과 공시충을 유물과 함께 훈증처리한 후 공시균과 공시충을 회수하여 문화재의 훈증효과를 간접적으로 확인하게 된다. 훈증공간 내부에 공시충으로는 쌀바구미(*Sitophilus zeamais* M)를 특수유리병에 넣어 배치하고 훈증처리 후 살충여부를 확인하여, 공시균으로는 검은곰팡이(*Aspergillus niger*)를 표준시료로 사용하여 살균효과를 판정한다.

4) 방충방균제

훈증처리는 가해생물을 일시에 살멸하는 수단으로 매우 우수한 방법이나 약제가 기체상태이므로 문화재 재질내에 잔류하지 않는 장점과 동시에 약효가 장기간 지속되지 않는 단점을 가지고 있다. 그 점을 보완하기 위해서 저독·잔류성의 방충 및 방균제를 훈증처리 후 사용하게 된다.

① 방충제

오래 전부터 문화재의 충해예방을 위해서 장뇌, 나프탈린 등의 방충제를 이용하여 왔으나 대량으로 장기간 사용하게 되면 흰 옷이 암갈색으로 변하는 약해가 나타나므로 최근에는 파라디클로로벤젠(p-dichlorobenzen)을 사용하고 있다. 현존하는 방충제중 가장 약해가 적고 살충효력은 강한 파라디클로로벤젠은 밀폐공간에서 15~20g/㎥으로도 충분한 효력을 나타내지만 실제는 공기유통이 있으므로 40g/㎥가 표준 사용량이 된다. 이 약량은 항시 필요량이므로 기화현상에 의한 부족량은 수시로 보충시켜 주지 않으면 안된다.

국내에는 현재 보급되지 않고 있지만 일본에서 실용화되고 있는 DDVP (dimethyl dichloro vinyl phosphate) 수지 증산제가 있다. 이 약제는 16%의 DDVP를 합성수지판(21.5×7×0.65㎝, 120g)에 함유시킨 상태로서 사용되고 있는데 사용법은 문화재로부터 약 30㎝이상 떨어진 곳에 설치하면 실내면적 5㎥당 1매를 표준사용량으로 한다. DDVP 수지증산제는 방충효력 뿐만 아니라 살충효과도 있으며 약간의 자극성이 존재하므로 사용하기전 2~3일간 실외에 개봉후 전시실로 옮겨 사용하게 되면 약해를 줄일 수 있고 방충효과 유지기간은 약 3개월이다.

② 방균제

방균제로는 파라포름알데하이드(paraformaldehyde), 티몰(thymol)이 사용되며 재질에 영향이 적은 약제이다. 밀폐공간의 경우 파라포름알데하이드는 20g/㎥이상에서, 티몰은 65g/㎥에서 각각 방균 효과를 나타내므로 이 사용량을 기본으로 2배 정도까지 증량하여 사용하는 것이 좋다. 약해로는 파라포름알데하이드를 다습한 환경에서 사용하면 금속의 녹을 발생시키는 부식이 존재하며, 티몰은 기름에 용해되므로 유화에는 사용하지 않는 것이 좋다.
그리고 사용할 때에는 약제가 직접 문화재에 접촉되지 않도록 유의하여야 한다.

2. 목조문화재의 방제처리

현재 목조 문화재의 충균해 피해를 예방하기 위하여 여러 가지의 방제처리 기술이 개발되어 활용되고 있으며 국내에서 사용되는 대표적인 목조 문화재의 방제처리로서 훈증처리와 방충방부 처리가 있다.

목조문화재의 충균해 등 생물피해를 방지하고 장기적 보존을 위하여 첫 번째로 훈증처리 및 목부재의 방충방부 처리가 확대 실시되어야 할 것으로 생각된다. 훈증처리는 현재

피해가 진행중인 목조문화재의 생물피해를 즉각적으로 중지시킬 수 있는 최적의 방제방법이다. 훈증처리에 사용되는 훈증제가 잔류성이 없기 때문에 훈증처리 후 일정 시간이 경과하면 생물피해가 재발될 가능성이 높으므로 목조 문화재는 최소 2년에 1회씩의 주기적인 훈증처리를 실시하여야만 생물피해를 최소한으로 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 훈증처리와 더불어 생물피해가 발생하기 쉬운 목부재에 약효가 장기적으로 유지되는 방충방부처리를 병행 실시하는 것이 목조 문화재의 보존관리에 소요되는 경비 절감에 효과가 클 것으로 기대된다. 방충방부처리는 목부재의 수명을 연장시켜 목조 문화재를 원형 그대로 보존할 수 있는 처리 방법이다. 목조문화재의 방충방부처리에는 건조물의 기둥 상부에서 하방재까지 붓을 이용하여 방충방부 약품을 도포하는 도포처리법과 약재의 침투율을 높이기 위해 압력을 가하는 가압처리법, 그리고 목부재 전체를 약재에 적정 시간 침지하는 함침 처리법이 있지만 목조문화재의 보수 지침에 따라 적당한 방법을 선정하여 적절히 처리해야 할 것으로 생각된다. 특히 목조 문화재의 보수 및 신축시 생물피해 발생비율이 높은 기둥, 하방, 마루, 연목 등의 목부재에 대하여 방충방부제를 가압 혹은 함침 처리할 필요가 있다.

두 번째로 흰개미 피해가 발생된 목조 문화재에는 기존의 방충방부처리와 함께 흰개미 방제처리를 집중적으로 실시해야 한다. 현재 개발된 대부분의 목재 방충방부제는 흰개미 방제효과가 첨가되어 있지만 약효가 영구적으로 지속되는 것이 아니기 때문에 흰개미의 피해가 발생될 경력이 있는 목조문화재 주변에는 흰개미 방제처리를 부가적으로 실시해야 한다. 일반적으로 목조문화재 주변 토양에 처리하는 토양혼합처리 등 화학적 방제가 흰개미 방제처리로서 효과적인 것은 주지의 사실이다. 그러나 화학적 흰개미 방제는 생태계의 환경오염
등 부수적인 문제를 발생시킬 가능성이 많으므로 최근 개발된 흰개미 군체제거 시스템 혹은 생물학적 방제 방법을 이용하면 환경오염을 줄이면서 목조 문화재의 흰개미 피해를 효과적으로 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

세 번째는 목조문화재에 대하여 주기적인 상태조사를 계속 실시하고, 생물피해가 진행중인 목조문화재 방제처리에 소요되는 예산을 우선적으로 배정해야 할 것이다. 그리고 외국에서 새롭게 개발되고 있는 목재 방충방부처리 기술을 계속적으로 검토 도입하여 보수현장에서 활용해야 할 것으로 생각된다.

Ⅷ. 결 언

유기질 문화재는 일단 손상을 받아 훼손되었을 경우 원형회복이 어려운 재질로 이루어져 있기 때문에 예방적인 측면에서 문화재의 보존관리에 주의를 기울여야 한다. 문화재 재질에 따라 손상시키는 생물적 요인(충균해), 보존 환경적 요인(광선, 온습도), 인위적인 요인에 관한 주기적인 상태조사 등을 실시하고 손상요인을 제거하며 문화재에 피해가 발생하였을 경우에는 해당 전문가의 도움을 받아 적절한 방제방안과 수리복원을 실시하여 지류·섬유질 및 목조문화재의 손상을 최소한으로 줄이도록 노력해야 한다.