

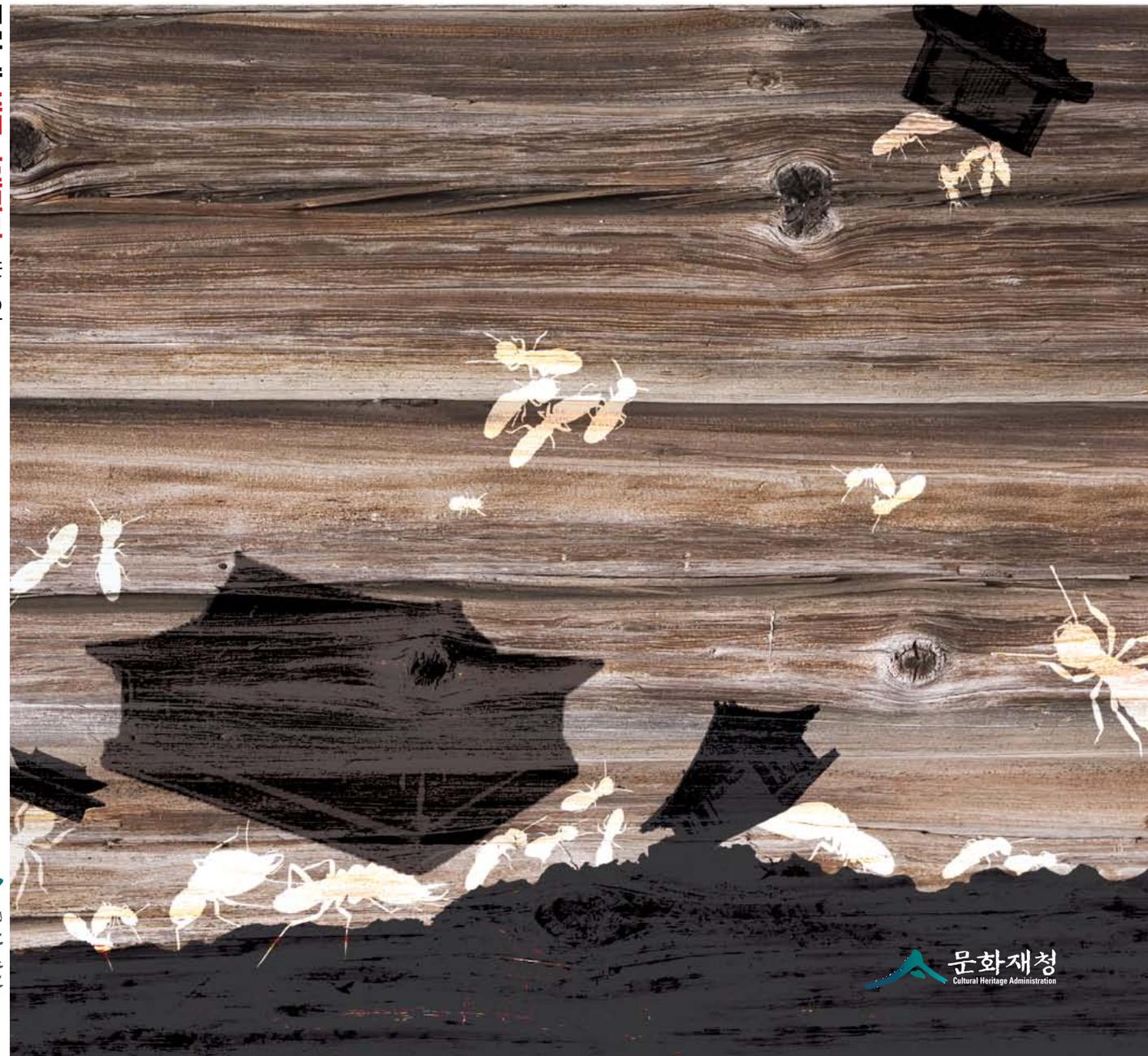


문화재 생물피해관리 매뉴얼

문화재 생물피해관리 매뉴얼



문화재 생물피해관리 매뉴얼





문화재 생물피해관리

매뉴얼

생물손상 이해

생물손상이란?	06
생물손상 요인	07
문화재와 주변환경	14

흰개미에 의한 목조건축물 손상

흰개미에 의한 손상	18
흰개미 생태적 특성	19
흰개미 피해의 증가	22
흰개미 발생진단 및 방제	27

생물피해 예방을 위한 문화재 관리

목조건축물 관리	38
유기질문화재 관리	52

붙임자료

소유자 및 관리자 조사카드	58
문화재 주요가해해충 도감	62
문화재 가해해충 활동시기	68
관련기관 연락처	70



생물손상 이해

생물손상이란?
생물손상 요인
문화재와 주변환경



🐛 생물손상이란?

생물손상이란 충이나 균과 같은 생물적인 요인들로 인해 발생하는 손상이다. 시간이 흐르면서 문화재의 재질이 약화되어 생물의 피해를 받게 되면 손상 정도가 클 뿐만 아니라 원형 복원이 불가능하기 때문에 충이나 균과 같은 생물이 번식하지 않도록 평상시에 철저히 예방하고 관리해야 한다.

문화재를 가해하는 생물은 크게 곤충과 미생물로 나눌 수 있다. 곤충 또는 미생물은 성장할 수 있는 조건이 갖춰지면 급격히 번식하여 피해를 일으키기 때문에 곤충이나 곰팡이의 발생을 조기에 발견하는 것이 매우 중요하다. 생물의 성장에는 물(습기), 영양분, 공기, 온도, 빛 등 각각 일정한 조건이 필요하다. 생육조건은 생물에 따라 다르지만 일반적으로 고온다습한 환경을 좋아하며, 통풍이 나쁘고 어두워 사람의 눈이 미치지 않는 곳에서 번식하는 것이 많다. 또 생물은 어느 것이나 먹이사슬로 연결되어 있기 때문에 유물에 직접적으로 피해를 입히지 않는 생물이라도 먹이가 되어 해충을 유인할 수 있다.



곤충과 미생물의 유기질문화재 가해

문화재 가해 해충은 유기재료의 외부에서 살아가는 해충과 일생의 대부분을 재질의 내부에서 살아가는 해충으로 나눌 수 있다. 가해 해충은 좀목, 바퀴목, 흰개미목, 메뚜기목, 다듬이벌레목, 딱정벌레목(수시렁이과, 개나무좀과, 넓적나무좀과, 빗살수염벌레과), 벌목(구멍벌과, 개미과), 파리목, 나비목(곡식좀나방과) 등이 있으며, 유충이나 성충이 각종 재질의 문화재를 가해한다. 또한 유충, 번데기, 성충으로 변하는 과정에 따라 살아가는 환경과 식성이 변하는 것이 많아 발견과 구제 방법도 다르다.

곰팡이의 씨앗인 포자는 건조한 환경에서도 오래 살아남고, 먼지와 함께 공기 중에 떠 있다가 영양분과 습기가 있는 표면에서 성장하여 주위로 퍼져나간다. 곰팡이는 양분을 섭취하기 위해 산이나 색소를 내뿜어 재질의 표면을 손상시키기 때문에 곰팡이의 발생을 예방하는 것이 최우선이다. 이를 위해서는 습도와 청결을 유지하는 것이 중요하다. 곰팡이가 발생했을 때에는 적절한 방법으로 처치·제거해야 한다. 유물이 없는 곳에서 곰팡이가 발생한 경우에도 곰팡이를 먹이로 하는 곤충을 끌어들이 수 있기 때문에 제거해야 한다.

표 1) 유기질문화재의 생물손상 원인

분류	원인	특징 및 양상
미생물 손상	세균, 진균	부후, 변색
곤충 손상	곤충	충해, 천공
해양천공 손상	해양천공충, 균	천공, 식해

🐛 생물손상 요인

가해해충

서적과 지류를 가해하는 해충은 대부분 좀벌레(silverfish), 빗살수염벌레과(권연벌레, Anobiidae), 개나무좀과(Bostrychidae)에 속한다. 빗살수염벌레는 지류유물 내부를 관통하여 터널상의 식흔을 만든다. 피해가 진행되면 식흔 부분이 접합되어 페이지가 펼쳐지지 않는 경우도 있다. 책좀은 대표적인 서적 가해곤충으로 알려져 있지만 실제로는 서적의 풀이 부착된 부분을 표면적으로 가해할 뿐 내부를 가해하지는 않는다. 바퀴벌레도 마찬가지로 배설물에 의한

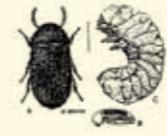
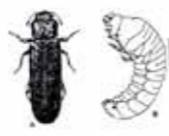
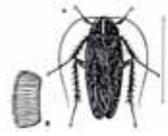
오염이 심하다.

목재를 가해하는 곤충은 목재의 함수율에 따라 건재 해충, 생원목 해충, 습재 해충으로 분류할 수 있다. 곤충은 생입목에서 벌목 직후의 생원목, 건조 목재에 이르기까지 공격의 범위가 매우 넓다. 소나무를 박피하지 않고 자연 상태에서 건조를 시키거나 방치할 경우 곤충의 피해는 계속 된다. 벌채한 소나무를 완전히 건조시켜 사용하지 않은 목재에서 곤충이 탈출하거나, 발육이 늦은 천공충의 성충이 건축 후 10년이 경과된 목재에서 탈출하는 경우도 있다. 또한 완전히 건조한 소나무는 빗살수염벌레, 하늘소 등의 피해를 받을 수 있으며, 기둥, 들보 등 건축부재로 사용하고 있는 소나무가 습기와 접촉된 상태를 오래 유지하고 있을 경우 흰개미의 피해를 받게 된다. 우리나라에서 나무에 해를 주는 곤충은 여러 종류가 있지만 널리 알려진 것으로는 가루나무좀벌레, 흰개미 등이며 역시 습기가 많은 부위에서 발생한다. 충해가 일어났는지 여부는 청소를 하고 난 후 마루, 혹은 바닥을 관찰해 나무가루가 뿌려져 있으면 충해를 의심할 필요가 있다.

표 2) 문화재 재질에 따른 가해곤충의 종류

문화재 재질	가해곤충	비고
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

표 3) 문화재 가해 곤충

				
권연벌레 (딱정벌레목 빗살수염벌레과)	넓적나무좀 (딱정벌레목 개나무좀과)	Varied carpet beetle (딱정벌레목)	바퀴벌레 (바퀴목)	먼지다듬이벌레 (다듬이벌레목)
				
일본흰개미 (흰개미목)	casemaking clothes moth (나비목)	좀벌레 (좀목)	알락곰등이 (메뚜기목)	파리 (파리목)

● 딱정벌레목 (鞘翅目 ; Coleoptera)

목조건축물, 회화, 식물 등을 가해한다. 유충이 가장 큰 피해를 주며, 견, 모, 피혁, 동물표본, 목제품, 죽제품이 가해를 받는다. 문화재를 가해하는 딱정벌레는 함수율이 낮은 식물에서 생활하기 때문에 주로 건조된 야외 목부재에서 가해흔이 확인된다.



권연벌레



권연벌레에 의해 손상된 목부재

● 좀목 (Thysanura)

좀벌레는 전분을 영양원으로 삼기 때문에 풀 성분이 있는 서적의 표지 등을 가해하여 훼손시킨다. 옷좀나방은 오염된 모나 견직물에 알을 낳는데 애벌레는 알에서 깨어나 직물을 갉아 먹고 배

설물 덩어리나 가루를 남겨 유물을 손상 시킨다. 수시렁이의 애벌레도 모직물을 갉아 먹는다.



좀벌레

좀벌레에게 가해진 종이

● 바퀴목 (Blattodea)

일반적으로 습기가 많고 온난한 장소를 좋아하며, 야행성이다. 가죽, 털, 피부, 종이, 책을 포함해서 다양한 재질을 가해하기는 하지만 주로 분비물, 배설물 등으로 유기질 문화재의 표면을 오염시킨다.



바퀴목

바퀴목의 배설물

● 벌목 (Hymenoptera)

벌은 야외에서 활동하기 때문에 주로 야외의 목조문화재의 기둥에 구멍을 뚫어 알을 낳고 먹이



구멍벌과 나나니벌

구멍벌에 의한 목부재 손상

를 넣은 후에 흙으로 막아 놓는다. 앞에서 깨어난 유충은 목재를 가해하지 않고 어미가 넣어둔 먹이를 먹으며, 성장한 후에는 메워진 흙을 뚫고 기둥 밖으로 나간다. 유충이나 성충 모두 직접 목재를 가해하지는 않기 때문에 위험성은 없다. 주로 구멍벌과의 나나니벌이 많이 발견된다.

● 다듬이벌레목 (Psocoptera)

책좀(Book-lice) 혹은 나무껍질좀(Bark lice)로 불리는 서적 가해충으로 6mm 미만으로 크기가 작다. 박물관, 자료관, 미술관 내에 전시되어 있는 서적에 구멍을 뚫거나 책갈피 사이의 진균류 등을 먹는다.



다듬이벌레목

다듬이벌레목에 의해 손상된 목재

가해균

제지원료에 잠복하고 있던 미생물이 적정 온습도 조건에서 발아하거나, 공기 중이나 먼지에 포함되어 있는 미생물이 종이에 부착하여 활동을 시작하는 경우가 있다. 종이나 풀, 아교, 가죽, 또는 열람할 때 부착되는 손의 기름이나 오염물 등도 미생물의 영양분이 된다. 곰팡이의 발생은 곤



곰팡이에 의해 오염된 배접지

Penicillium sp.

충을 유입시키는 원인이 되어 곤충에 의한 손상이 발생되기도 한다. 일반적으로 벽면이나 서가 등 자료 주변의 결로나 누수에 의해 종이와 젖을 때에 발생하기도 하며 장마철에는 젖은 시료를 실내에서 건조하여도 상대습도가 높기 때문에 건조되기 어렵고, 기온도 비교적 높기 때문에 곰팡이의 발생이 일어나는 경우가 있다.

● 변색균 및 오염균

누수 등으로 인하여 서적이거나 고문서 같은 지류문화재가 과다한 함수량을 지니게 될 경우 곰팡이가 발생하며 이차적인 손상으로 종이표면의 착색오염 등이 나타난다. 미생물은 지류의 섬유소를 분해하거나 색소를 분비하여 서적에 얼룩반점(foxing)을 생성함으로써 문화재의 가치와 상태를 훼손시키게 된다. 세균보다는 곰팡이(사상균)가 더 큰 피해를 주며 대표적인 곰팡이(사상균)으로는 *Chaetomium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Stachybotrys* sp. 등이 있다.

● 부후균

목재 부후균은 대부분 진균류에 속하고 분해시키는 목재 성분에 따라서 셀룰로오스 분해균, 헤미셀룰로오스 분해균, 리그닌 분해균으로 구분한다. 미생물은 섬유포화점 이상의 함수율을 갖는 목재를 주로 침해하지만 곤충은 습한 목재뿐만 아니라 기건 상태의 목재도 가해한다. 목재가해 미생물은 진균과 세균이며 이들에 의해 썩는 현상을 ‘부후’라고 한다.

갈색부후 갈색부후균은 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스를 분해하며 리그닌은 거의 분해하지 않아 목재의 겉모습이 암갈색 또는 적갈색으로 변한다. 부후목재가 건조되면 목리와 직각방향의 할렬이 두드러진다. 주로 침엽수재에서 많이 나타나며 대형 목구조물의 내부에서 발생하기 때문



목재의 갈색부후

Tyromyces palustris

에 외관상 온전하게 보이는 경우가 많다. 특히 부후의 초기에 목재의 강도를 급격히 저하시킨다.

백색부후 백색부후의 가장 큰 특징은 목재 세포벽을 구성하는 성분에 대한 선택적 가해가 없다는 것이다. 부후의 초기에 색상변화가 잘 나타나지 않는 갈색부후재에 비해 백색부후재는 초기 단계에서부터 백색 또는 갈색의 띠나 대선이 나타나는 뚜렷한 변화를 보인다. 주로 활엽수재에서 발생하지만 침엽수재에서도 나타난다.



목재의 백색부후

Tyromyces palustris

연부후 목재가 고함수율 영역(준혐기성 상태)에 장기간 위치하게 될 때 연부후라는 독특한 형태의 부후가 발생한다. 연부후 목재는 그 표면이 아주 연해지고 암갈색으로 변하지만 목재의 내부는 건전한 상태를 유지한다. 피해 부위가 건조되면서 표면은 처음에는 스펀지처럼 느껴지지만 완전히 건조되면 할렬이 발생하고 흑화가 보인다. 일반적으로 연부후는 침엽수재와 활엽수재에서 모두 나타나지만 활엽수재에서 더 많이 나타난다.

● 세균

일반적으로 문화재를 가해하는 미생물은 진균류이지만 매장된 수침목재나 복식류의 경우 다른 균류가 부후시킨 부분을 2차적으로 세균이 분해하기도 한다.

기타

쥐와 같은 설치류는 동지를 만들기 위해서 종이재질을 사용함에 따라 지류유물에 심각한 손상을 발생시킬 수 있다.

문화재와 주변환경

실내 환경은 순환하는 공기를 주성분으로 하는 하나의 대기후이다. 우리는 보통 실내에 순환하는 공기의 온도와 상대습도를 통해 유물의 온습도 상태를 확인한다. 그러나 서랍, 전시케이스 내부와 같은 유물 주변의 미시환경은 순환하는 거시환경과는 또 다르다. 미시환경은 곤충과 곰팡이의 성장에 중요한 영향을 미친다.

온도

미시환경 내에서의 미묘한 온도 차이는 습도와 연계되어 문화재의 재질에 영향을 줄 수 있다. 곤충의 행동, 성장 및 번식에 있어서 온도는 가장 중요한 인자이다. 곤충 종류별로 차이가 있지만, 온도가 2℃ 상승할 경우 한 계절에 1~5번의 생육주기가 증가하게 된다. 이는 기온이 상승하면 곤충의 수가 증가한다는 것을 의미한다. 따라서 유물이 존재하는 실내 환경의 온도가 급격하게 상승하지 않도록 주의해야 한다.

습도

목재, 지류, 섬유류 등의 유기재질은 대기 중의 습도변화에 따라 수분을 흡수하거나 방출하게 되는데, 이로 인해 문화재의 생물손상이 가속화되거나 줄어들 수 있다. 재료 속에 있는 물과 공기 중에 있는 물은 항상 평형을 이루기 때문에 대기 중의 습도가 높아지면 재질이 포함하는 수분이 증가하게 된다. 재질이 수분을 머금어 유연해지면 해충이 섭식하기 좋은 조건이 되기 때문에 장마철 등 비가 많이 오는 시기에는 습도가 높아지지 않도록 주의해야 한다. 또한 습도가 너무 낮



모발자기온습도계



디지털 온습도계

을 경우에는 생물의 번식을 피할 수 있으나 유물의 재질이 건조해져 바스라지거나 갈라질 수 있기 때문에 적절한 습도를 유지하는 것이 중요하다. 전시케이스나 실내에는 디지털온습도계를 설치하여 주기적으로 습도를 확인하고, 가습기 또는 제습기를 가동하여 50~60% 사이의 습도를 유지하도록 한다.

빛과 광선

빛은 곤충의 행동과 곰팡이의 성장에 중요한 역할을 한다. 대부분의 유충은 빛을 싫어해 재질의 내부에서 성장한다. 목조문화재를 가해하는 흰개미 또한 어두운 곳에서 활동하므로 재질 내부의 손상 여부를 확인하기 힘들다. 실내 환경 중 어두운 곳은 곤충뿐만 아니라 곰팡이가 번식하기 좋은 환경이므로 생물이 번식하고 있는지를 주기적으로 확인하도록 한다.

흰개미에 의한 목조건축물 손상

흰개미에 의한 손상

흰개미 생태적 특성

흰개미 피해의 증가

흰개미 발생진단 및 방제

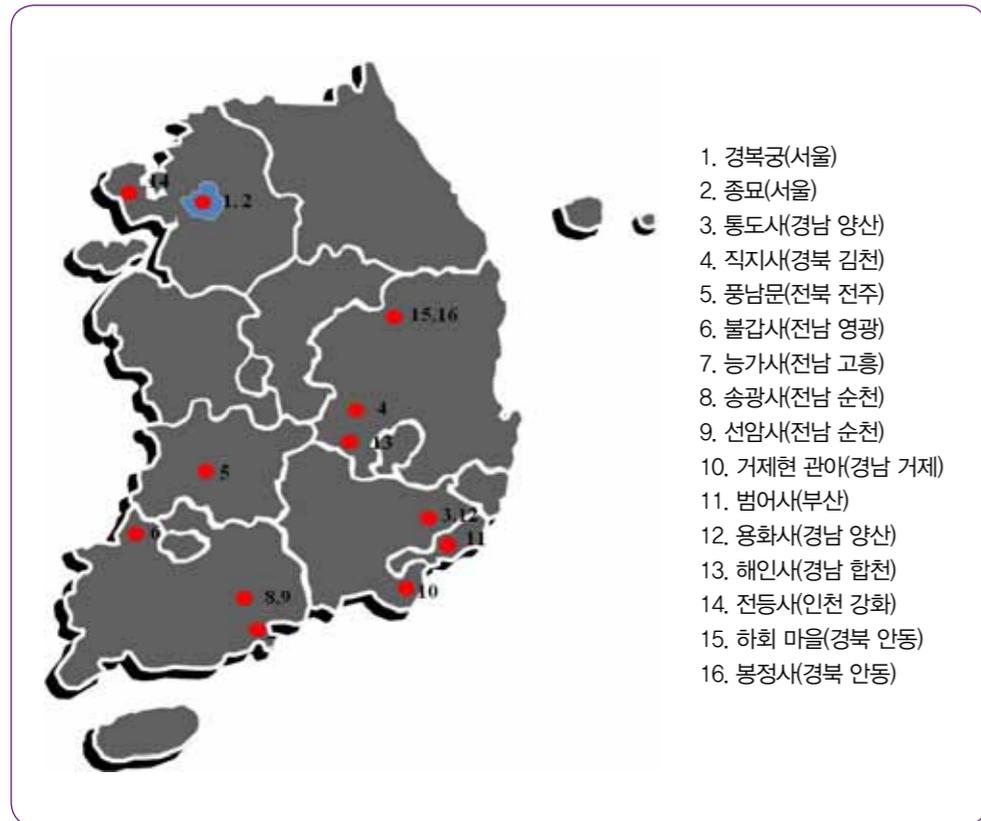


흰개미에 의한 손상

국내 목조건축물의 흰개미 피해

국내에서 흰개미 분포조사는 1920년대 일본인에 의해 처음 조사되었으며 일본 흰개미가 부산, 마산, 군산, 전주지역을 비롯해 개성이나 평양에까지 존재한다고 하였다. 그러나 국내에서 큰 피해가 보고된 바 없으므로 조사가 이루어지지 않다가 1980년대에 이르러서 전국 각 지역의 산림과 문화재에서 흰개미의 서식을 확인하였다.

2009년에는 흰개미 탐지견과 극초단파 흰개미 탐지장비를 이용하여 전국 16개 장소에서 231개 동의 건축물을 조사하였다. 흰개미에 의한 피해를 입은 건물은 총 78개동(33.8%)이었으며, 조사 당시 18개동(7.8%)에서는 흰개미에 의한 손상이 진행 중이었다.



흰개미 출현지역의 분포도

피해는 대부분 지면에 접한 기둥에 집중되어 있었지만 인방이나 창방, 도리 등에서 피해가 발생하기도 하였다. 빛을 싫어하는 흰개미는 주로 땅속에서 기둥을 따라 올라와 목부재를 가해하지만, 봄철 균비를 통해 지붕이나 처마의 틈으로 들어가 서식을 시작하기도 하므로 건물의 전체에 걸쳐 흰개미에 의한 손상이 나타난다.



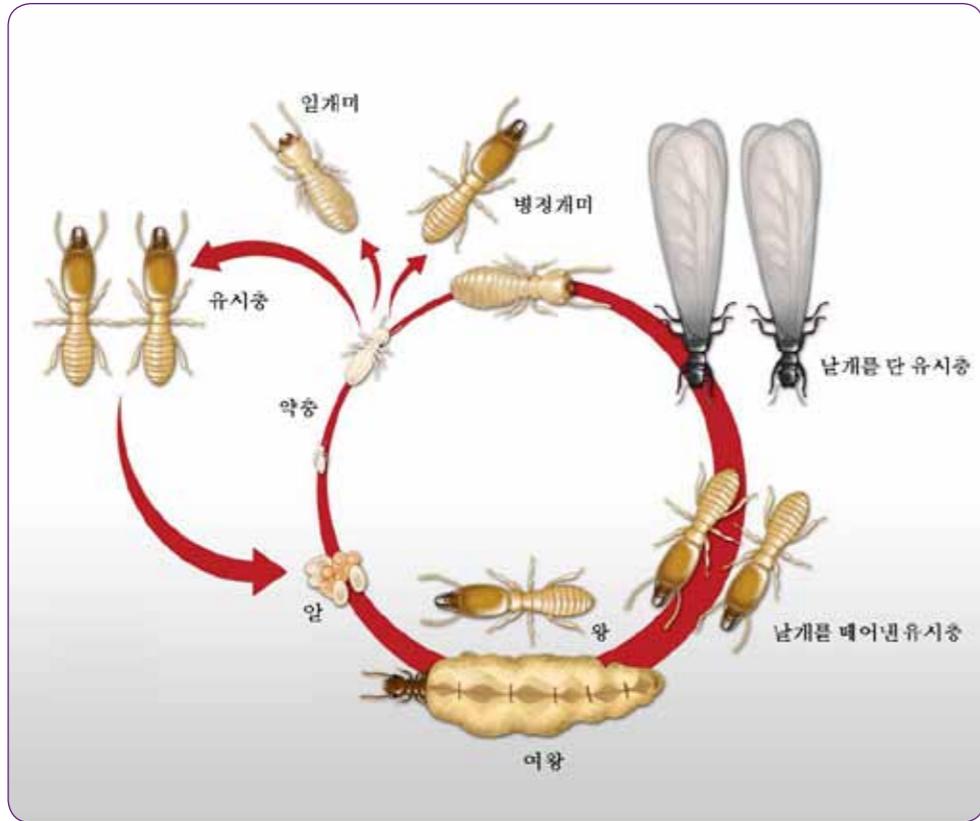
목조 건축물의 흰개미 가해흔

흰개미 생태적 특성

생리적, 생태적 특성

흰개미는 소화관 내에 공생하는 원생동물의 도움을 받아 목재성분을 소화하여 영양공급원으로 활용한다. 이러한 특성 때문에 자연계에서는 부패된 산물을 분해시키는 역할이지만, 동시에 목조문화재를 위협할 수 있는 해충이다.

흰개미의 계급 분화는 유전적으로 결정되는 내인적 요인과 군체의 상태에 따라 특정계급으로의 분화가 결정되는 외인적 요인으로 구분되며 분화를 조절하는 요인으로서 페로몬, 영양분, 행동자극 등이 관계하는 것으로 알려져 있다. 흰개미는 번데기 과정을 거치지 않는 불완전 변태를 한다. 날개를 가진 것은 성개체 또는 생식충이고 없는 것은 일개미(worker)와 병정개미(soldier)이다.



흰개미의 생활사(Life cycle)

● 계급별 특징

생식계급 군체 내에서 생식을 담당하는 계급으로서 산란에 관여하는 왕과 여왕이며 여왕은 항상 수컷인 왕과 함께 생활한다.

병정개미 계급 병정개미는 주로 외부로부터의 공격을 방어하는 임무를 가진 계급으로, 이들은 일체 일개미들이 날라다준 음식물만 먹는다. 병정개미는 머리가 크고 큰 턱이 강하게 발달된 것이 특징이다.

일개미 계급 일개미는 주로 먹이의 채취와 운반, 생식계급(여왕, 왕)이나 유충 및 병정개미에 음식물을 공급한다. 일개미는 하나의 흰개미 군체에서 약 90~95%의 개체에 달한다.



일본흰개미 (좌: 일개미, 중: 병정개미, 우: 유시충)

● 흰개미 군체의 형성 및 성장

군체(colony)의 형성 번식기가 되면 날개가 있는 유시충이 군체 내에서 발생한다. 유시충은 생식을 하는 암컷과 수컷으로서 군체를 형성하는 과정에서 절대적인 역할을 담당한다. 매년 흰개미의 유시충은 군비(群飛, 무리를 지어 날아다님)하여 새로운 군체를 형성하게 된다. 종에 따라 군비시기와 서식환경은 거의 일정하며, 온도와 습도, 공기 등 자연환경이 군비조건을 좌우하게 된다. 군비한 후 날개를 제거한 암컷과 수컷은 다소 습한 고목이나 나무에 작은 구멍을 파서 서식처를 만든다. 그리고 새로운 서식처로 이동한 1쌍의 여왕과 왕은 산란을 통하여 새로운 흰개미 군체를 형성하게 된다.



흰개미 유시충

● 흰개미 목조건축물 가해경로

건물 주변의 그루터기에 서식처를 두고 생활하는 흰개미는 4~5월경이 되면 새로운 서식처를 찾기 위해 군비를 한다. 왕개미와 여왕개미가 될 수 있는 유시충이 검은 날개를 달고 다른 그루터기, 건물의 상방이나 지붕의 빈틈으로 들어가 건물 내부에 서식할 수 있다.

일개미는 항상 서식처 주변으로 새로운 먹이를 찾아다닌다. 땅속을 통해 주변건물의 바닥으로 유입하여 기둥 및 건축물을 가해할 수 있다.



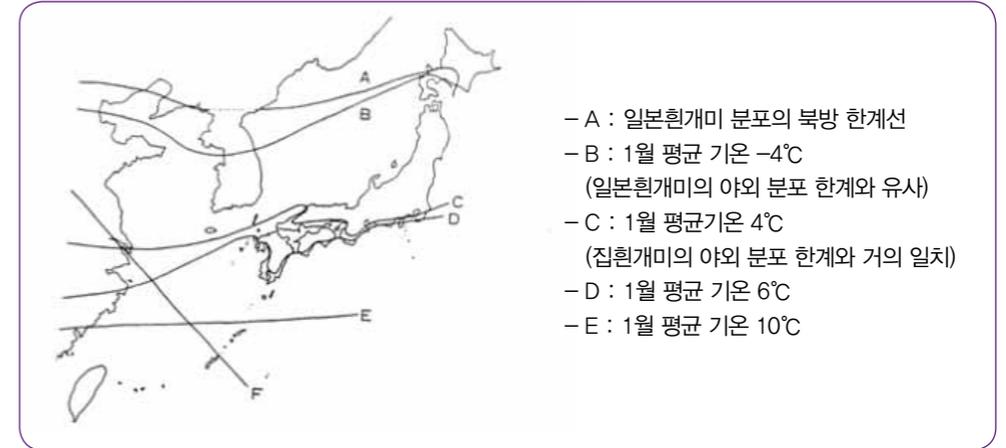
흰개미의 목조건축물 가해 경로

 흰개미 피해의 증가

기후변화

흰개미는 열대와 아열대를 중심으로 분포하는 곤충으로 겨울의 동절기를 휴면 상태로 월동하지 않기 때문에 온도에 의한 제약이 많이 받는다. 흰개미 분포의 한계선은 겨울철 저온에 의해 결

정된다. 우리나라는 여름은 덥고 겨울은 추우면서도 대륙에 비하여 강수량이 많아 연강수량으로 보면 비교적 습윤한 지역에 속한다. 그러나 최근에는 오존층 파괴로 인해 지구온난화가 가속화됨에 따라 기온이 상승하고 있으며 여름철 강수량이 증가함에 따라 목조건조물에 대한 흰개미 피해가 점차적으로 증가하고 있다.



흰개미의 분포상한선

생태계 회복 및 비옥화

1950년대 이후 정부 주도의 지속적인 산림 비옥화 정책에 따라 대부분의 산이나 구릉 지역의 생태계가 회복되고 비옥화되었다. 이로 인해 흰개미의 먹이가 될 수 있는 생목이나 고사목, 낙엽, 부질토 등이 풍부해졌으며, 산림 특유의 수분을 저장할 수 있는 능력 또한 흰개미가 활발히 번식하는데 큰 도움이 되었다.



목조건축물 근처 그루터기 및 고사목에서 흰개미 서식

화재방제라인 구축

우리나라의 주요 목조건축물들은 산중의 사찰에 위치해 있어 산불이 옮겨붙기 쉽고, 진화 인력과 장비의 투입에 시간이 오래 걸리기 때문에 산불이 발생하면 큰 피해가 발생할 확률이 크다. 따라서 산불로 인한 목조건축물 화재를 막고자 2008년부터 문화재청과 산림청이 공동으로 전국의 주요목조건축물을 대상으로 산불 방제라인을 구축하게 되었다.

그러나 예산과 장비, 인력 부족 등으로 인해 방제라인 구축이 완벽히 이루어지지 못했고, 이로 인해 벌목되고 남은 나무들이 주변에 무질서하게 적재되고 나무 그루터기들도 제거되지 않은 채로 그대로 남겨 되었다. 흰개미는 살아있는 나무보다 죽은 나무를 선호하기 때문에 적재된 나무들과 방치된 나무 그루터기들은 흰개미의 좋은 먹이가 되어 방제라인 구축이 흰개미를 목조건축물 쪽으로 유인하는 결과를 만들었다.



화재방제라인 구축사업의 이격공간 및 완충지대

현대식 주거구조 변화

현대에 접어들면서 주거 양식에 변화가 있었다. 난방 방식이 구들을 설치한 온돌 방식에서 보일러나 전기장판을 이용한 방식으로 바뀌었는데, 과거 온돌 방식으로 난방을 하였을 때는 뜨겁고 건조한 공기가 건물 내부를 순환하면서 목재가 과습하지 않도록 하여 해충과 곰팡이의 발생을 억제하였으나, 현재의 보일러나 전기장판을 이용한 현대식 난방은 온돌과 같은 방충, 방부 효과를 기대하기 어렵다. 또한 주방이나 욕실 등에 수도 설비가 설치되면서 목재에 연중 수분이 공급되는 부분이 생겼고, 이로 인해 해충과 곰팡이 피해가 발생할 수 있다.

과거 마루의 하부를 원활한 통풍을 위해 개방하였지만 현재는 대다수 건물이 설치류 등의 유입을 막기 위해 시멘트나 회 등으로 막아놓아 토양에서 올라오는 수분들이 그대로 남아 해충이나 미생물의 발생을 원활하게 하고 있다.



현대식 주거형태로의 변화

일상적 관리소홀 및 인식의 부족

우리나라는 미국, 일본 등 흰개미 피해가 빈번한 국가들과 비교했을 때 상대적으로 기후가 춥고 목조가옥의 수가 적어 흰개미에 의한 피해가 적었다. 그러나 기후변화와 산림 비옥화 등으로 근래에 들어 흰개미 피해가 증가하였음에도 흰개미에 의한 피해가 심각하다는 점은 대중들에게 인식되지 못하였다. 따라서 목조건축물과 그 주변의 관리가 중요함을 인식하지 못하고 일상적인 관리가 제대로 이루어지지 않게 되었다. 흰개미는 균비를 통해 어디에서든 서식이 가능하다는 점을 고려하여 목조건축물 뿐만 아니라 그 주변정비에도 신경을 써야한다.



건물 정면의 그루터기

건물 주변의 그루터기

목조건축물 주변 환경정화를 위한 벌목 등으로부터 발생된 나무 그루터기는 잠재적으로 흰개미의 서식지로써 제공될 수 있고 이는 목조건축물로 흰개미의 유입을 증진시킬 수 있으므로, 그루터기를 제거하여 2차적인 흰개미에 의한 손상을 방지할 수 있도록 한다.

사찰이나 가정 내에 보관되어 오던 장작더미나 목가구 등이 건물 주변에 방치되어 흰개미에 의해 가해되기도 한다. 건물 주변은 가능한 한 깨끗하게 비워두는 것이 가해를 줄이는 가장 좋은 방법이다.



건물 주변 평상 하부에 흰개미 서식



건물 후면 장작더미에 흰개미 서식

흰개미 발생진단 및 방제

흰개미 탐지법

● 육안관찰

국내에 서식하고 있는 일본흰개미는 목재내부와 지중에서 생활하기 때문에 활동하는 모습을 관찰하기 어렵다. 따라서 4~5월경 비온 다음 날 검은색의 날개달린 흰개미 유시충들이 날아다니는 모습을 관찰 할 수 있다면 주변에서 흰개미가 서식중일 가능성이 높다. 흰개미 유시충들이 비행이 끝나고 날개를 제거하기 때문에, 버려진 날개를 통해서 흰개미의 군비 여부를 알 수 있다.

또한 흰개미는 수분을 유지하기 위해 흰개미 길(蟻道, mud tube)을 만들기 때문에 이 흰개미 길의 존재 여부를 통해서 흰개미가 목조건축물을 가해하고 있는지 알 수 있다. 흰개미가 가해한 목재는 외관상 별 이상이 없어 보이나 내부가 수직방향으로 가해되어 내부가 비어지게 된다. 따라서 목재를 두드려 보면 가해되지 않은 목재를 두드릴 때와는 다른 소리가 들리므로 이를 통해 흰개미의 서식 여부를 탐색할 수 있다.



흰개미 유시충의 군비

흰개미 길(mud tube)

● 흰개미 모니터링시편(Wood Device)

흰개미가 기피하는 목재추출성분의 함량이나 부위별 강도차이 등으로 인해 흰개미는 살아있는 나무보다는 죽은 나무를 선호하는 특성이 있다. 흰개미는 봄철 유시충들의 군비를 통해 주위의 산림보다 상대적으로 건조하고 먹을 것이 적은 경내로 유입되는 경우가 많다. 우리나라의 사찰들은 대부분 산중에 있기 때문에, 현재 경내에 흰개미에 의한 피해가 없다고 해도 주위의 산림에서 흰개미가 다수 서식하고 있을 가능성이 높다. 주변 산림에서 흰개미가 서식하고 있는지를 살펴보는 가장 쉬운 방법은 흰개미가 선호하는 고사되거나 벌목된 나무 그루터기의 수피 부분만을 제거하여 내부를 관찰하는 것이다.

이보다 적극적이면서 쉽게 할 수 있는 모니터링 방법으로서, 흰개미가 선호하는 소나무를 말뚝 모양으로 가공하여 2~3개를 1조로 하여 일정 간격마다 사찰 주변에 설치한 후, 정기적으로 (1~2달마다) 뽑아 흰개미가 가해하였는지를 살펴보는 것이다. 주변에 벌목된 나무 그루터기가 없더라도 쉽게 흰개미의 서식 여부를 알 수 있으며, 전문가가 아닌 일반관리자들도 쉽게 수행할 수 있는 방법이다.



목재 모니터링 시편



흰개미에 의해 가해진 시편

● 흰개미탐지기(Sonic Detector)

흰개미탐지기는 가해음과 충체의 진동음을 전기진동음으로 변환하여 증폭한 다음 출력함으로 흰개미의 활동상황의 탐지와 방제효과 확인 등에 이용된다.



초음파탐지기 사용 (호주, Moore Trees 社)

● 극초단파탐지기(Microwave)

극초단파(Microwave)를 이용한 비파괴적 탐지기술로, 육안관찰이 불가능한 지중흰개미가 목재 내부를 가해하고 있을 경우 흰개미의 움직임을 탐지하여 가해 여부를 확인한다. 극초단파를 목재 내부로 흘려 돌아오는 파장의 세기를 통해 가해위치나 정도 등을 확인할 수 있다.



극초음파탐지장비를 이용한 기동 조사 모습 (호주, Termatrac 社)

● 흰개미탐지견

국립문화재연구소에서 삼성생명과 함께 마약이나 폭발물 탐지 훈련을 받은 개들을 이용한 흰개미 탐지방법이다. 흰개미 탐지견은 폭발물 탐지견, 마약 탐지견과 같이 개의 민감한 후각을 이용하여, 흰개미의 배설물 및 가해 흔적을 탐지한다. 기동 또는 하방을 중심으로 냄새를 맡고 다니다 흰개미 가해 흔적을 찾게 되면 더 이상 움직이지 않고 그 곳을 응시하게 된다. 흰개미 탐지견은 개의 신체적 특성상 목조건축물의 기동 또는 하방만을 탐지할 수 있는 한계가 있지만 탐지 정확성은 매우 높으므로 흰개미 탐지의 효율적인 방안으로 기대된다. 그러나 탐지견의 훈련 및 관리가 어렵고 많은 비용이 소요되기 때문에 널리 적용되기 어려운 단점이 있다.



흰개미탐지견의 탐지 모습

흰개미 방제법

흰개미 피해가 발생된 지역의 목조건축물에 대해서는 약제에 의한 방제 처리가 병행되어야 절대적인 효과를 기대할 수 있다. 약제에 의한 방제처리는 화학적 방제 중 가장 적극적인 방법으로서 절대적인 효과를 기대할 수 있다. 현재 이용되는 흰개미의 화학적 방제법은 훈증법, 토양처리법, 방충방부제 도포법, 군체제거처리법 등이 있다.

●훈증 처리법 (Fumigation)

문화재에 약해가 적고 살충 및 살균효과가 높은 방법으로 문화재의 방제처리로 가장 효과적인 방법이다. 1990년대 초반에 송광사 목조건축물에 최초로 시도된 이후 현재까지 가장 많이 사용되고 있다. 훈증 처리는 방제 공간에 대한 확산 침투로 인하여 살충살균력이 가장 높으며 잔류성도 없다. 현재 문화재의 훈증처리에 사용되는 훈증제로는 메틸 브로마이드(Methyl bromide)와 에틸렌 옥사이드(Ethylene oxide) 혼합가스 약품이 사용되고 있다.



목조건축물의 훈증처리

●토양 처리법 (Soil termiticide injection)

흰개미가 토양 속으로 이동하여 건조물에 도달하는 특성을 이용하여 처리 약품을 건조물 주변 토양에 주입하여 처리하는 방법이다. 표면살포처리, 가압처리, 토양혼합처리로 나뉜다. 특히 건



건물의 흰개미 토양처리

조물 주변의 토양 처리는 흰개미 침입에 대한 방어벽으로 건조물을 장기적으로 보호할 수 있는 방법이다. 2000년에 종묘, 2001년에 해인사에서 최초로 처리되었다.

●방충방부제 처리법(Insecticidal and antiseptic treatment)

방충방부제 처리법은 도포, 분무, 가압 등 다양한 방법으로 흰개미 방지제를 목재 표면에 처리하는 방법이다. 건축물의 시공단계에서 뿐만 아니라 예방 단계에서도 생물피해 예방단계에서도 사용할 수 있으며, 생물에 의한 손상이 확인된 후에도 처리를 통해 방제가 가능하다.



건물의 흰개미 방충방부제처리

●군체제거처리법(Termite colony elimination system)

흰개미는 일흰개미가 가져온 먹이를 군체 내의 다른 흰개미들에게 전달하는 특성이 있는데, 군체제거처리법은 이러한 흰개미의 생태적 특성을 이용하여 흰개미 군체 전체를 제거하는 처리법이다. 군체제거처리법은 흰개미의 유인, 군체 전체의 제거까지 상당한 시간이 소요될 수 있다.

그러나 다른 화학적 방제법에 비해 친환경적이고 군체 전체를 제거할 수 있는 유일한 방제법이며, 살충제 처리가 불가능한 지역이나 구조물에서도 흰개미 방제에 사용할 수 있다. 또한 군체 제거 시스템을 설치한 후 지속적인 모니터링만 잘 이루어진다면 사전에 흰개미의 출현을 감지하여 목조건축물이 흰개미에 의해 손



센트리콘 시스템 섭식용베이트

흰개미 예찰제어기(HGM) 섭식용 베이트

상되기 전에 미리 제거하는 선제적 방제방법으로서 사용될 수 있다.

미국에서 개발된 Sentricon system(dow agrosiences 社)이나 국내에서 2012년 한국전통문화대학교와 (주)이다시엔디가 공동 개발한 흰개미 예찰제어기(특허출원번호 2012-0106521) 등이 있다. Sentricon system은 2000년 종묘, 2001년 해인사에서 군체제거 가능성을 확인한 이후 확대적용하고 있다. 또한 흰개미 예찰제어기는 2012년 후반부터 송광사 전역에 적용하고 있다.

흰개미 방제처리의 특성 비교

흰개미 방제처리는 가해위치, 정도에 따라 알맞은 처리방법을 선택하는 것이 좋다. 건물 내부에서 흰개미가 서식하는 것이 확인될 경우 단시간 내에 흰개미를 살충시키는 훈증처리법이 시행되어야 하며, 이후 흰개미의 접근을 차단할 수 있는 방충방부처리, 토양처리 등이 이루어지는 것이 좋다. 군체제거처리법의 경우 설치된 건물 주변의 군체 자체를 제거하는 방법이므로 그 효과가 뛰어나지만 처리까지 걸리는 시간이 다른 처리법에 비해 비교적 장기간 소요되므로 예방적인 차원에서 설치하는 것이 좋다.

구분	처리법	훈증처리	방충방부처리	토양처리	군체제거처리
처리방법		목조물 전체 피복 후 훈증제 투입	목부재 표면의 약품 함침 및 도포처리	목조물의 기단부, 주변 바닥에 살충제 투입	목조물 주변 설치
사용약품		메틸브로마이드, 에틸렌옥사이드 혼합가스	우드키퍼A 등	비펜스린 등	센트리콘 시스템, 흰개미예찰제어기(HGM)
처리시기		5~6월, 8~10월	3~11월	5~6월, 8~10월	3~11월
처리기간		3~5일	-	-	6~12개월
특이사항		단기간 유지, 후속 방제처리 필수	3-4년 정도 유지	3년 정도 유지	모니터링 및 군체제거

친환경 방제

● 종합해충관리프로그램(Integrated Pest Management System)

IPM은 해충에 대한 일시적인 방제가 아니라 장기간의 관리를 위해 고안된 해충관리 시스템으

로, 화학약제의 사용을 줄이고 지속적인 모니터링을 통해 최대의 방제 효과를 얻고자 하는 기술이다. 경제적인 문제뿐만 아니라 인간 및 환경에 대한 영향을 최소화하기 위한 환경친화적인 방법이다. 지금까지의 생물방제가 해충의 발생에 대한 처리가 중심이었다고 한다면, IPM은 해충으로 인해 발생할 수 있는 피해를 미연에 방지하고자 한다는 점에서 예방보존의 개념을 가지고 있다고 할 수 있다.

IPM의 장점

- 화학약제 처리의 감소로 인간 및 환경의 위험성을 줄인다.
- 생물방제 비용이 절약된다.
- 환경 개선을 통해 소장품의 해충에 대한 장기적인 안정성이 강화된다.

IPM의 단점

- IPM의 수행을 위해 모든 직원의 통합된 노력이 필요하다.
- 실시 초기에는 전통적인 해충 관리에 비해 비용이 더 들 수 있다.



탐지단계에 사용되는 곤충트랩

● 저온 · 고온 처리법

저온처리는 살충효과가 높고 인체와 환경에 무해하다. 영하 20~40℃에서는 7일 정도 걸리지만 영하 30℃에서는 5일간의 처리로 거의 모든 문화재 가해 해충의 살충효과가 있는 것으로 보고되었다. 그러나 급격한 온습도의 변화로 인해 적용할 수 있는 재질이 한정되어 있다. 고온처리는 곤충이 60~66℃의 온도에서 단시간에 죽는 점을 이용하여 고안되었다. 재질의 건조를 막기 위해 수분차단성이 있는 필름으로 밀폐하여 처리한다.

●탈산소 처리법

탈산소 처리법은 해충의 박멸을 위해 대기 가스 중 산소 농도를 0.3% 미만으로 낮추어 생존에 치명적인 조건으로 만든다. 질소나 아르곤 등의 불활성 가스를 이용하는 방법(대규모 처리)과 탈산소제를 이용하는 방법(소규모 처리), 이를 조합한 방법 등이 있다. 0.1% 미만의 산소농도에서는 곰팡이의 생육을 억제할 수 있지만 살균은 불가능하며, 살충에 필요한 시간은 해충의 종류나 생육단계, 가해형태, 온도, 습도, 산소농도에 따라 다르다. 인체와 환경에 안전하고 재질의 안정성이 높지만 처리시간이 길고 고도의 밀폐성이 필요하다.



목조건축물의 탈산소처리법 적용

●감마선 처리법

감마선은 방사선의 일종으로, 식품의 멸균을 위해 주로 사용되는 방법이다. 감마선은 고도로 관리된 환경 하에서만 사용이 가능하며, 국내에서는 정음방사선과학연구소에서 실시하고 있다. 저선량에서 살충살균이 효과적으로 가능하고 소형유물의 처리가 가능하다.



감마선 선원

람세스 2세 미이라의 감마선 조사에 의한 멸균처리작업

●천연약제 처리법

높은 살충·살균 효과가 있는 식물 추출물(정유성분)을 전시케이스나 수장고 내에 넣거나 분무소독하여 밀폐공간의 곤충 및 미생물 활성을 감소시키는 방법이다.



휘발성 방충방균제의 적용

천연약제를 이용한 분무소독

생물피해 예방을 위한 문화재 관리

목조건축물 관리
유기질문화재 관리



목조건축물 관리

목조건축물 일반관리

흰개미는 한번 발생하면 방제가 어렵고, 방제하여도 또 다시 발생할 확률이 높기 때문에 사전에 흰개미의 유입을 차단하는 것이 목조건축물을 흰개미로부터 지키는 가장 안전한 방법이다. 흰개미는 목재를 분해하여 에너지원으로 삼으며 생존을 위해 고습한 환경에서만 활동한다. 따라서 흰개미의 유입을 방지하기 위해서는 수분이나 목재와 같은 흰개미를 유인할 수 있는 요소들을 제거해야 하며, 외부와 건물 내부의 온도 차이로 발생하는 결로가 누적되어 흰개미가 살기 좋은 고습한 환경이 될 수 있으므로 유의해야 한다. 흰개미의 유입을 막기 위해서는 일상적인 관리가 매우 중요하며 주요 점검사항은 다음과 같다.

모니터링사항	관찰결과	
	Yes	No
마루 밑은 환기가 잘 이루어지고 있는가?		
마루 밑에 나무 부스러기 흔적이나 흰개미의 흔적이 있는가?		
배수로는 설치되었는가?		
배수로의 청소 상태는 양호한가?		
건물 내부와 외부의 온도차이로 인한 결로가 자주 발생하는가?		
건축물 주변에 벌목된 나무 그루터기가 있는가?		
목재 바닥 위에 카펫이나 비닐이 깔려있는가?		
건축물의 주변이나 내부에 목재나 벗짚 등이 적재되어 있는가?		

● 목조건축물 관리

바닥, 마루/구들 마루 밑은 지면으로부터의 습기를 머금게 되고 빗물이 침입하기 쉬우나 건조가 어려운 관계로 부식에 대한 주의가 요구되니 항상 환기가 되도록 한다. 불을 넣지 않는 구들의 경우 작은 짐승의 소굴이 될 수 있고, 구들에 불을 넣음으로써 건물을 잘 건조시켜 건물이 손상되는 것을 방지할 수 있으므로 한 달에 한 번 정도라도 균불을 넣어주는 것이 좋다.



건물 바닥 장판으로 인한 습기

마루의 습기 발생

기둥 기둥의 밑둥은 빗물이 스며들어 고습상태를 유지하면서 미생물에 의해 부후되거나 곤충에 의해 가해되기 쉽다. 기둥의 밑둥이 썩어서 내려앉을 수 있으므로 고무망치로 두드려 텅 빈 소리가 나는지를 확인한다. 또한 기둥으로부터 목재 부스러기가 떨어질 경우 곤충의 가해가 진행되고 있을 가능성이 높으므로 기둥 바닥면에 잔부스러기가 있는지를 주기적으로 확인한다.



기둥 바닥의 부스러기

기둥 하부의 습기

천장 천장이나 지붕 부재의 변형 등으로 인해 비가 오면 누수가 발생할 수 있다. 비가 천장 부위로 스며들게 되면 천정부에 미생물이 발생하면서 얼룩이나 오염을 발생시킨다. 천장에서 빗



건물 천정의 누수

물이 흐른 자국이 있는지를 확인하고, 누수가 확인되면 구조체의 변형이 함께 진행된 것이므로 전문가에게 도움을 요청한다.

● 주변환경 관리

배수시설 빗물이 건물에 튀는 것을 막기 위해 낙수구 등의 배수시설을 정비하여야 한다. 건물의 주변을 둘러싸고 배수구가 있는 것이 좋으며, 불가능할 경우 근처 배수구로 물이 바로 빠질 수 있도록 길을 내주는 것도 방법이다. 잘 갖춘 배수시설도 토사나 낙엽이 쌓여 흐름이 나빠지면 본래의 역할을 할 수 없을 뿐 아니라 거꾸로 물이 고이게 되어 배수에 악영향을 주며 벌레가 모여들 수 있으므로 정기적으로 청소가 필요하다.



물길을 내준 모습 (배수로 없음)



정비된 배수로

수목정비 건축물 주변에 자라는 수목은 경관을 연출하고 있으나 건물과 지나치게 가깝거나 높이 자라면 지붕이 파손되거나 건물에 그늘을 만들어 습도를 높이게 된다. 가지가 지붕 위까지



수목으로 둘러싸인 건물



늘어진 경우에는 적절히 가지치기를 하고 부러진 가지 등은 발견 즉시 제거한다. 건물 주변에 그루터기가 있을 경우 흰개미의 서식처가 될 수 있으므로 되도록 벌채를 하지 않도록 하며, 부득이한 경우에는 목재 벌채 후에 그루터기에 따로 방제처리를 실시하도록 한다.

일조와 통풍 북측보다는 별이 잘 드는 남측이 일조와 통풍이 잘 유지된다. 건축물의 주위에 수목이 무성하게 자라면 수목에 의해 채광과 통풍이 차단되고 나무에서 떨어지는 이슬이나 낙엽, 마른 잎 등이 건물에 피해를 주므로 적절히 가지치기를 하여 채광과 통풍을 확보한다. 건축물 주변에 높이 옷자란 잡초를 베는 것도 중요하다. 또한 마루 아래의 환기 공간에 통풍에 지장이 되는 물건을 놓거나 잡초가 자라지 않도록 주의한다.



건물 후면의 습기에 의한 조류 성장



주변 잡초 제거

그루터기 정비 문화재건축물의 주변 정비를 위해 목재를 벌목한 뒤 그루터기만 남아있는 경우가 있다. 고사된 나무의 그루터기는 흰개미의 서식처가 될 수 있으므로 제거하여 흰개미의 발생 위험을 차단하는 것이 좋다. 제거가 불가능할 경우에는 그루터기의 수피를 제거하여 흰개미 서식 여부를 확인하고, 흰개미가 확인될 경우에는 전문 처리업체나 지자체의 도움을 받아 살충처리를 실시하는 것이 좋다.



건물 인근의 그루터기



표 4) 목조건축물의 흰개미 손상도 자가진단법

<p>건물 기둥에서 흰개미에 의한 손상이 발생할 때 나타나는 표시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기둥을 고무망치 등으로 두드렸을 때 빈 소리가 남 - 기둥 하부 및 하방에 가해 흔적(1-2mm 천공)이 있거나 내부가 비어있음
<p>건물 내부에서 흰개미에 의한 손상이 발생할 때 나타나는 표시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4~5월경에 건물 내부에 날개달린 검은색의 벌레가 날아다님 (흰개미 유시충의 군비) - 건물 안쪽 기둥에 가해 흔적(1-2mm 천공)이 보임
<p>건물 주변에 흰개미가 서식하고 있을 때 나타나는 표시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 건물 주변의 그루터기에서 흰개미가 확인됨

목조건축물 유형별 보존상태 및 관리

● 건물양식에 따른 보존관리

벽이나 담장이 있는 전통건축물 전통방식으로 한옥 건물의 기본 골격을 세운 뒤에 기둥과 기둥 사이의 벽을 만들 때에는 대나무를 새끼줄로 묶어 발을 친 다음 양쪽에서 짚을 넣어 반죽한 황토를 바르게 된다. 이렇게 만들어진 벽은 두텁게 바를 수 없기 때문에 단열이 되지 않아 겨울에 외풍이 세다. 단열, 보안, 방화 등의 목적으로 벽 밖에 화방벽을 두르기도 한다. 특히 사당, 서원, 향교 건물 등에서 쉽게 찾아볼 수 있다.

축조방법 · 재료 · 장식 등과 같은 여러 가지 관점에서 분류하면 생울, 울, 판장, 돌담, 사고석담, 토담, 벽돌담, 영롱담 등으로 담장을 구분할 수 있으며, 화방벽의 형태로 사당이나 서원 · 향교의 건축물을 두르고 조직된 담은 돌담, 사고석담, 벽돌담이 대표적이다.

- ① 돌 담 : 자연석만으로 쌓은 담장을 말하며, 돌각담이라고도 한다. 공기유통과 배수가 자유로워 동결에 의한 변형이 드문 담장이다. 예전에는 서민들의 살림집 대부분이 돌담이었으나, 제주도에서 많이 볼 수 있다.
- ② 사고석담 : 사고석담은 사고석으로 쌓은 담장을 말하며, 괴석이란 방향으로 가공된 돌을 말한다. 사고석을 벽돌 쌓듯이 쌓으며 줄눈은 대개 밖으로 튀어나온 내민줄눈으로 한다. 보통 장대석을

2~3단 놓고 사고석을 쌓으며, 전체적으로 시각적인 안정감을 주기 위해 상부는 벽돌로 쌓아올리는 경우도 있다. 사고석담은 주로 궁궐이나 부유한 살림집에서 사용된다.

- ③ 벽 돌 담 : 벽돌을 쌓아 만든 담으로 중상류주택과 궁궐에서 널리 쓰였다. 주택에서는 검은 회색 벽돌을 쓰고, 궁궐에서는 붉은 벽돌도 사용한다.



돌담(온담)



사고석담장(반담)



벽돌담(온담, 기둥 노출 안됨)



벽돌담(온담, 기둥 노출)

담을 쌓은 높이에 따라 온담과 반담으로 나뉘는데, 온담은 창방까지 벽을 올린 것을 말하며 반담은 중방까지 쌓는다. 용지판을 대고 기둥을 노출시키는 경우와 그렇지 않은 경우로도 구분할 수 있다. 화방벽은 보온 등의 기능을 가지고 있으나, 벽이 기둥을 덮을 경우에는 통풍을 막고 습기를 머금게 하므로 흰개미가 쉽게 가해할 수 있다. 또한 화방벽을 두른 건물은 대부분 창이 없어 건물 내부가 어둡고 통풍이 원활하지 않아 건물 내부를 밀폐시키는 역할을 하여 건물 내부가 습해지면서 미생물이 성장하기에도 좋은 조건을 만든다. 따라서 평상시에 건물의 문을 개방하여 내부 통풍이 되도록 하며, 주기적인 청소를 실시하여 생물피해가 진행 여부를 파악한다. 제향을 위한 건축물은 대부분 건물의 내부에 돛자리나 장판 등이 깔려있다. 건물 하부로부터 올라오는 습기가 돛자리나 장판을 통과하지 못하고 계속 축적될 경우 바닥에 곰팡이가 발생할 수

있다. 건물 바닥에는 돛자리나 장판 대신에 건물 하부의 통풍이 가능하고 습기의 이동이 원활한 목재 파레트를 설치하여 문제점을 해결할 수 있다.

Bad Case



건물 바닥에 깔린 왕골돛자리와 비닐장판

Good Case



목재 파레트

현대식 개량형 건물 전통건물 중 창고나 주거 용도로 사용하기 위해 배수, 수도나 난방시설을 설비하는 경우가 있다. 현대식 난방은 수도관이 건물 바닥으로 들어오면서 건물 하부의 온습도가 높고 따뜻해지므로 생물이 살기 좋은 조건이 된다. 배수, 수도시설 또한 내부의 습도를 높임과 동시에 건물 일부가 물에 젖게 되며, 수분에 의해 연해진 목재는 흰개미에 의해 가해된다. 특히 건물의 외관은 전통식이지만 현대식으로 개량하여 짓는 건물은 벌채된 지 얼마 지나지 않은 부드러운 신부재를 사용하기 때문에 흰개미가 더욱 선호하게 된다.

Bad Case



창고형 개량시설

개조한 화장실 입구의 흰개미피해

배수시설이나 수도시설 주변에 누수되는 곳이 없는지 주기적으로 확인하여 수분이 건물 하부에 영향을 주지 않도록 하고, 배수시설 사용 시에는 물기가 목부재에 직접적으로 닿지 않도록 유의한다. 사용 후에는 물기를 닦아내어 건물 내부에 습기가 남아있지 않도록 하는 것이 좋다. 건조를 위해 문을 개방하는 것도 좋은 방법이다.

온돌난방시설이 남아있는 경우에는 1년에 3~4회 이상 주기적으로 균불을 피워 건물 하부를 건조시키도록 하는 것이 좋다.

Good Case



화장실 습기제거 및 개방

온돌난방 (아궁이 사용)

● 건물양식에 따른 보존관리

개인

◆ 관리 특징

- 거주를 위해 수도시설, 배수시설, 난방시설, 조명시설 등을 개조하여 사용함
- 건물 개량으로 인해 습도가 높아져 생물손상이 급격히 발생함
- 생활용품이나 장작더미 등이 건물 주변에 산재함

◆ 일상적 관리방안

- 건물의 문을 주기적으로 개방하여 건물 내부를 통풍시킴
- 여름철 주기적으로 아궁이에 불을 피워 건물 하부의 습기를 건조시킴
- 건물 주변은 통풍이 원활하도록 물건을 배치하지 않음
- 평상은 물이 닿지 않는 곳에 만들고 하부는 금속편 등으로 마감처리를 실시함
- 건물 주변의 잡초나 나무 가지치기를 실시함

문제점



건물 주변 정비 필요

개선점



건물 주변이 정비되어 있는 모습

서원 및 향교

◆ 관리 특징

- 사람이 거주하지 않고 제례때만 사용
- 후면이 전돌 또는 석축으로 둘러쌓여 있어 후면부 목재기둥의 함수율이 높음
- 제례가 없을 때 건물이 밀폐되어 있어 통풍이 원활하지 않고 상대습도가 높음
- 일반인이 접근하기 어려워 건축물 내부의 총해 피해의 확인이 어려움
- 바닥에 설치한 돛자리는 지면의 수분 흡방습을 차단하여 곰팡이가 발생할 수 있음

◆ 일상적 관리방안

- 여름철 건물의 문을 주기적으로 개방하여 건물 내부를 통풍시키도록 함
- 여름철 건물내부의 과습을 방지하기 위해 제습기를 설치하여 습도를 낮추도록 함
- 건물바닥은 목재파레트를 설치하여 바닥의 수분이동이 가능하도록 조치
- 건물내부에 온습도 측정기를 설치하여 환경 모니터링을 실시
- 목조건축물 주변 그루터기 제거 및 관리

문제점



건물의 담장

비닐장판 (미생물피해 유발)

개선점



환기 (문 개방)

목재파레트

사찰

◆ 특징

- 사람이 주거하지 않으나 정기적으로 예불을 위한 승려 및 신도가 매일 사용
- 난방 및 수도시설등의 개량형 시설 설치 안됨
- 계절에 따라 일반적으로 건물의 문을 열어 놓음
- 실내구조물의 변경이 많고 신도의 출입에 따른 손상요인 발생
- 조명시설 및 예배용 음식 등에 의한 해충 유인

◆ 일상적 관리방안

- 곤충을 유인할 수 있는 음식물의 반입 금지
- 여름철 실내조명으로 인한 곤충유입을 방지하기 위해 건물 주변에 자외선 유인등을 설치하고 주 출입구에 방충망을 설치
- 청소도구, 제례용품, 방석 등이 기둥 및 바닥 등을 막지 않도록 함
- 겨울철 방한을 위한 비닐 문풍지는 여름철 제거하여 목재함수를 증가 방지
- 목조건축물 주변 그루터기 제거 및 관리

문제점



건물 밀폐

제례용품의 방치

개선점



건물의 개방

주변정리된 모습

궁

◆ 관리 특징

- 민간에게 일부 공개하나 대부분 비공개 건물임
- 비공개 건물의 경우 대부분 밀폐되어 관리됨
- 건물 내부에 사용되지 않는 비품들이 보관되어 있는 경우 있음
- 전통 온돌난방시설 등이 있고 난방 및 수도시설 등 개량시설이 거의 없음

◆ 일상적 관리방안

- 여름철 건물의 창문 및 문을 열어 통풍을 시킬 것
- 주기적 청소관리를 통해 목부재의 총해 가해여부를 모니터링
- 건물 주변이나 내부의 비품은 따로 창고를 만들어 보관하도록 함
- 1년에 3~4회 이상 전통 온돌난방을 실시해 목재의 수분 함수율을 낮춰줌
- 건물의 누수되는 부분에 대한 보수 및 관리
- 목조건축물의 주변 그루터기 제거 및 관리

문제점



밀폐된 비공개건물 내부

행사용품이 방치된 모습

개선점



개방된 건물

깨끗하게 정리된 건물 내부

● 주변환경에 따른 보존관리

해안 및 강가

- ◆ 특징
 - 수원이 근접하여 상대습도 및 목재함수율이 높음
 - 건물 기둥의 미생물 부후가 발생하기 쉬움
 - 습기에 목부재의 함수율이 높아 흰개미 발생
 - 습기에 의한 벽체 또는 단청안료의 박락이 발생함
- ◆ 일상적 관리방안
 - 통풍이 원활하도록 건물 주변의 비품 제거
 - 주기적인 청소를 통한 생물피해 발생 여부 모니터링
 - 건물 주변의 그루터기에서 흰개미 서식 여부를 상시적으로 확인

문제점



수분 노출에 의한 기둥 하부의 부후 및 단청안료의 박락



건물 기둥의 표면오염균 및 부후균 성장

산림

- ◆ 특징
 - 산림이 대부분 건물의 후면부에 위치하며, 담장이 있어 통풍이 원활하지 않음
 - 주변에 조경을 위한 초본 및 수목이 다수 존재함
 - 산림에서 유입되는 곤충, 특히 흰개미에 의한 피해가 심각함
- ◆ 일상적 관리방안
 - 산림으로부터 내려오는 우수 유입 방지를 위한 배수로 설치
 - 건물 후면의 통풍이 원활하도록 건물 주변에 놓인 비품 제거
 - 주기적인 청소를 통한 생물피해 발생 여부 모니터링
 - 건물 주변의 그루터기에서 흰개미 서식 여부를 상시적으로 확인
- ◆ 전문 관리방안
 - 건물 주변의 그루터기 제거
 - 주기적인 목재 방충방부제 도포
 - 흰개미 군체 제거 시스템 설치 및 운용

문제점



산림과 인접한 건물



건물 후면의 비품

건물 인근 산림의 그루터기

유기질문화재 관리

유기질 문화재를 해충으로부터 지키는 방법은 온·습도의 적정한 관리, 전시관내의 먼지나 티끌의 제거 및 청소, 정기적인 점검으로 조기에 충해를 발견 하는 것이다. 현재 세계적인 추세는 각 박물관의 실정에 맞는 종합해충관리(Integrated Pest Management; IPM)를 프로그래밍하고 실천하는 것을 권장하고 있다. 또한 곰팡이 피해로부터 지류유물을 보호하기 위해서 습도가 높은 보관 장소는 제습장치를 사용하는 것이 좋다. 또한 곰팡이가 발생되어 있는 것은 1차적으로 다른 유물로부터 분리하여 부드러운 붓을 이용하여 털어내야 하며, 70% 에틸 알콜을 면봉이나 탈지면에 묻혀 제거할 수가 있다. 가장 위험한 것은 곰팡이가 발생된 상태를 장기간 방치해 두는 것이다. 이러한 경우에는 착색오염이나 종이의 가수분해로 손상되어 원상태로의 회복이 불가능하므로 조기에 조치하는 것이 바람직하다.

공통사항

● 보관 장소의 선택

온도와 습도가 적절히 유지되는 공간을 선택한다. 기후변화가 극단적이며, 곤충과 설치류 등의 침입 그리고 오염물의 발생이 용이한 다락방, 지하 또는 차고는 사용하지 않도록 한다. 또한 유물에 손상을 발생시킬 수 있는 가스를 방출하는 가구 세척제, 칠(페인트)과 용매 등으로부터 안전한 곳과 물에 의한 침수 피해, 빛, 그리고 온도변화가 큰 곳으로부터 가장 안전한 장소에 보관하여야 한다. 전적류는 난방기, 난로, 배수관, 창, 자연광이 있는 장소에는 절대 보관해서는 안 된다.

● 온습도의 조절

보관 장소에 향온·향습기를 설치하고 온·습도를 모니터링 한다. 장마나 여름철에 보관 장소의 상대습도가 높아지면 에어컨이나 제습기를 사용하여 습도를 감소시킨다. 건조한 경우 가습기를 사용하여 습도를 증가시키는 것이 좋다. 높은 습도가 유지될 때는 전적류 등 소형유물의 보관 장소에는 실리카겔 또는 가정용 제습제를 유물 근처에 설치하여 과도한 수분의 흡수를 방지하고 직접적으로 접촉되지 않도록 한다. 적정 온도 및 상대습도는 다음과 같다.

표 5) 유기질문화재의 최적온습도 및 허용온습도

	최적온습도	허용온습도
온도	18~20℃	21~22℃
상대습도	45~50%	50~55%

● 지속적인 공기순환의 유지

공기가 정체되면 유물 표면에 곰팡이 포자 등이 떨어져 미생물이 성장할 수 있다. 따라서 보관 장소에 지속적인 공기의 순환을 유지하기 위해서 환풍기의 사용은 매우 중요하다. 공기 필터(또는 공기청정기)는 공기 중 오염물질 제거에 매우 유용하다.

● 곤충과 설치류의 침입 방지

곤충과 설치류의 침입 흔적을 조사한다. 곤충과 설치류에 의한 피해가 발생하였다면, 다른 유물에 대한 손상을 방지하기 위해서 손상된 유물만 분리시키고 살충제를 처리한다. 살충제는 직접적으로 유물에 닿지 않도록 처리해야 한다.

지류·섬유·가족문화재의 관리

● 고문서류

산성 화학물질을 함유하고 있는 종이박스, 신문지, 포장지는 산성물질이 유물로 전이되어 유물의 손상을 가속시킬 수 있으므로 사용하면 안 된다. 크기가 큰 유물을 보관할 때는 바르게 펴서 유물 사이에 얇은 한지를 끼워 넣어 서로 붙는 것을 방지하고 지도 보관용 장에 보관하는 것이 좋다. 문서를 취급하기 전 반드시 관리자는 손을 씻어야 한다. 금속 및 플라스틱 재질의 보관함은 습도가 높을 경우 보관함 내부 면에 물이 맺힐 수 있고 유물에 과도한 수분이 유입될 수 있으므로 사용하면 안 된다.

● 서적류

보관장과 선반은 난방기, 난로, 배수관, 자연광과 창문에서 떨어지게 위치시킨다. 공기가 잘 순환될 수 있도록 벽면과 떨어진 공간에 설치하며, 은행나무 또는 삼나무와 같은 재질로 보관장을 제작한다. 서적은 선반에 1권씩 가로로 평평하게 눕혀 보관하는 것이 좋다. 손상이 심하게 발생된 서적은 한지로 포장하여 선반에 눕혀 보관하거나, 중성용 박스에 넣어 외부로부터 추가 손

상을 방지하여야 한다.

● 섬유 · 가죽류

섬유는 울이 손상되지 않도록 접거나 구기지 말고 짝 펴거나 잡아당기지 않는다. 직물이 서로 접촉하는 부분에는 중성지를 대고, 말아서 보관할 경우에는 옷을 갈 때 접힌 부위에 주름이 생기지 않도록 한다. 모피나 가죽옷은 부피가 크고 무거우므로 옷 내부에 먼 쿠션과 같은 충진제를 넣어 형태가 망가지지 않도록 가능한 넓게 펼쳐서 보관하도록 한다.

표 6) 지류문화재의 손상도 자가진단법

생물에 의해서 종이에 손상이 발생될 때 나타나는 표시

- 종이 표면에 갈색, 흑색 또는 붉은 빛을 띤 얼룩점이 발생됨
- 종이를 다룰 때 조각파편이나 가루가 떨어짐
- 종이 표면에 작은 검은 구멍과 같은 천공이 발생됨

온도 · 습도에 의해서 종이에 손상이 발생될 때 나타나는 표시

- 종이가 약화되고 부스러짐, 색변화가 발생됨
- 물의 번짐 흔적이 발생되고 안료가 탈색됨
- 종이가 휘고 주름이 잡히며 서로 붙는 현상이 발생됨

공기오염원에 의해서 종이에 손상이 발생될 때 나타나는 표시

- 종이 표면에 갈색 및 검은 착색이 발생되거나 색이 바래짐
- 종이 표면에 얼룩 표시와 손자국이 남음
- 종이 표면이 먼지, 오염물 또는 그을음으로 덮임

물에 의해서 종이에 손상이 발생될 때 나타나는 표시

- 종이 표면에 물의 번짐 흔적이 발견됨
- 종이가 휘고 주름이 잡히며 서로 붙는 현상이 발생됨

붙임자료

소유자 및 관리자 조사카드

문화재 주요가해해충 도감

문화재 가해해충 활동시기

관련기관 연락처

소유자 및 관리자 조사카드

항목	체크	피해유형	가해해충	대응책
목부재에서 구멍이 발견된다.	<input type="checkbox"/> 예	1~2mm의 작은 구멍이 있고 손에 나무가루가 묻어나온다.	좀류 (넓적나무좀)	방충방부 및 훈증처리를 실시한다.
		2~4mm의 구멍이 있고 기둥이 건조하다.	권연벌레	
		5mm 이상의 구멍이 있으며 흙으로 메워진 구멍도 있다.	구멍벌	목재에 손상을 주지는 않으나 피해가 크면 화단을 정리하여 벌의 유입을 줄인다.
	<input type="checkbox"/> 아니오	-	-	-
목부재에서 창살 모양의 긴 구멍이 발견된다.	<input type="checkbox"/> 예	기둥 하부 또는 하방 목재에 빈틈이 있거나 옆으로 긴 구멍이 확인된다.	흰개미	건물 주변에 목재시편을 박아 두고 관찰하여 흰개미가 서식하면 방충방부, 훈증처리 및 군체제거시스템을 설치한다.
		<input type="checkbox"/> 아니오	-	-
기둥 하부를 두드렸을 때 텅빈 소리가 난다.	<input type="checkbox"/> 예	기둥 하부 목재에 빈틈이 있거나 옆으로 긴 구멍이 확인된다.	흰개미	건물 주변에 목재시편을 박아 두고 주기적으로 관찰하여 흰개미 서식하면 군체제거시스템, 훈증처리를 한다.
		<input type="checkbox"/> 아니오	-	-
건물 내부에서 4~5월경 검은날개를 가진 벌레가 날아다닌다.	<input type="checkbox"/> 예	목재를 뚫고 벌레가 기어나온다.	흰개미	흰개미가 건물 내부에서 가해중이므로 훈증처리 및 방충방부처리를 한다.
		<input type="checkbox"/> 아니오	-	-
천정이나 벽체 등에 물흐른 자국이 보인다.	<input type="checkbox"/> 예	목부재나 벽지 등에 검거나 푸른 반점이 보인다.	곰팡이	벽지, 장판을 걷어내고 방균제처리를 한다.
		<input type="checkbox"/> 아니오	-	-

(1) 기본 정보

명칭	조사일
소재지	작성자
유형구분	<input type="checkbox"/> 궁 <input type="checkbox"/> 능 <input type="checkbox"/> 사찰 <input type="checkbox"/> 서원 <input type="checkbox"/> 향교 <input type="checkbox"/> 민속마을 <input type="checkbox"/> 기타 ()
주변환경	<input type="checkbox"/> 도심 <input type="checkbox"/> 도심외곽 <input type="checkbox"/> 들판 <input type="checkbox"/> 산 <input type="checkbox"/> 계곡 <input type="checkbox"/> 저수지 <input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 늪지 <input type="checkbox"/> 해안
난방	<input type="checkbox"/> 기름보일러 <input type="checkbox"/> 전기보일러 <input type="checkbox"/> 온돌 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()
온돌	<input type="checkbox"/> 사용 <input type="checkbox"/> 있으나 사용안함 <input type="checkbox"/> 없음
문	<input type="checkbox"/> 유리 <input type="checkbox"/> 창호지 <input type="checkbox"/> 비닐 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()
장판	<input type="checkbox"/> 카펫 <input type="checkbox"/> 비닐장판 <input type="checkbox"/> 전기장판 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()
환기구	<input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 있으나 막혀있음 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()
건물양식	<input type="checkbox"/> 전통양식 <input type="checkbox"/> 개량식 <input type="checkbox"/> 기타 ()
기단	<input type="checkbox"/> 자연석 <input type="checkbox"/> 치석 <input type="checkbox"/> 장대석 <input type="checkbox"/> 콘크리트
초석	<input type="checkbox"/> 자연석 <input type="checkbox"/> 치석 <input type="checkbox"/> 장대석 <input type="checkbox"/> 콘크리트
지붕	<input type="checkbox"/> 팔작지붕 <input type="checkbox"/> 맞배지붕 <input type="checkbox"/> 우진각지붕 <input type="checkbox"/> 모임지붕
개량시설	<input type="checkbox"/> 현대식 화장실 <input type="checkbox"/> 현대식 주방시설 <input type="checkbox"/> 현대식 세탁시설 <input type="checkbox"/> 창고 <input type="checkbox"/> 기타 ()

(2) 주변 현황

구분	세부사항	비고
배수	<input type="checkbox"/> 전체적으로 있음 <input type="checkbox"/> 부분적으로 있음 () <input type="checkbox"/> 없음	
그루터기	<input type="checkbox"/> 1~2기 <input type="checkbox"/> 3기 이상 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()	
담장	<input type="checkbox"/> 3m 이내 <input type="checkbox"/> 10m 이내 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()	

(3) 관리 현황

구분	세부사항	비고
가스훈증	<input type="checkbox"/> 1년 이내 <input type="checkbox"/> 5년 이내 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 주기적으로 실시함 (회) <input type="checkbox"/> 기타 ()	
방제처리	<input type="checkbox"/> 원목재 <input type="checkbox"/> 보수재 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()	
토양처리	<input type="checkbox"/> 실시했음 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()	
군체제거시스템	<input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 있으나 사용하지 않음 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 기타 ()	

문화재 주요가해해충 도감

학명	<i>Ctenolepisma longicauda coreana</i> (Uchida)	분포	세계 전역
영명	Gray silverfish	가해재질	종이, 섬유류, 동식물, 접착제 등
국명	좁	가해대상	서적, 서화, 의류, 동물표본 등



좁 성충(저작권: 빅토리아 박물관)



문풍지에 발생한 좁의 식흔

특징

- 습한 환경을 좋아하며 따뜻한 시기에 활발하게 활동한다.
- 약충과 성충은 빛을 싫어한다.
- 서적 등의 표면을 활듯이 얇게 갉아먹는다.
- 접착제가 발라진 부분을 특히 선호한다.
- 배설물에 의해 오염을 일으키기도 한다.

예방과 관리

- 건물 주변의 빈 상자나 목재류를 방치하지 않는다.
- 흰개미 서식 장소가 되는 그루터기, 건축 자재물 등을 건물 주변에 두지 않는다.
- 마루 밑에 환기구나 환풍기를 설치하고 주기적으로 청소한다.
- 온돌난방이 가능한 경우 주기적으로 불을 피운다.
- 마루 밑의 지면에 방의방습시트를 설치하여 땅속으로부터의 침입을 막는다.
- 건물의 지상 약 1.5m 이내의 목재를 방의제 처리한다.
- 건물의 기초나 주춧돌 주변의 토양에 방제처리를 실시한다.
- 건물 주변에 목재시편을 박아두고 주기적으로 가해여부를 모니터링한다.

학명	<i>Reticulitermes speratus kyushuensis</i> Morimoto	분포	한국, 일본, 중국
영명	Japanese termite	가해재질	목재, 종이, 면, 마 등
국명	일본흰개미	가해대상	목조건축물, 목공예품, 서적 등



일본흰개미 (병정개미)



일본흰개미 (유시충)

특징

- 습한 목재나 땅속에서 생활한다.
- 4~5월의 낮 시간에 군무비행을 한다.
- 군무비행 후 유시충이 쌍을 이루어 목재 내부로 들어가 번식한다.
- 주로 땅속이나 목재 내부에서만 활동하므로 가해 중인지에 대한 확인이 어렵다.
- 손상이 심각할 경우 구조적인 위험까지 초래하므로 초기 대응이 중요하다.
- 주로 건물의 기둥 하부, 하방 등에서 흰개미 가해흔이 확인된다.
- 목재의 셀룰로오스 성분을 가해하며, 가해되지 않은 리그닌 부분만 남아있다.
- 국내에서는 전국적으로 목조건축문화재에 대한 피해가 발생하는 것으로 보고된다.

예방과 관리

- 서적류의 반입 시에 훈증처리를 실시한다.
- 서고나 수장고의 환기구나 창에 방충망을 설치한다.
- 서고 내부의 적정 온습도를 유지하며 습도가 높아지지 않도록 한다.
- 중요한 서적이거나 유물은 질소밀폐포장 등을 실시한다.
- 주기적인 청소를 실시하여 먹이가 될 수 있는 것을 없앤다.
- 약충, 성충, 사체, 배설물, 식흔 등을 점검하여 피해를 조기에 발견하도록 한다.
- 서고나 수장고 내부에 IPM 트랩을 설치하여 주기적으로 점검한다.

학명	<i>Attagenus unicolor japonicus</i> (Reitter)	분포	한국, 일본, 중국, 북미 등
영명	Japanese black carpet beetle	가해재질	양모, 견, 피혁, 건조동식물 등
국명	애수시렁이	가해대상	의류, 동물표본, 곡물, 종자 등



애수시렁이 성충 (등면)



애수시렁이 유충

특징

- 4~5월에는 유충, 6월경에는 성충이 주로 발견된다.
- 잡식성이지만 주로 동물성물질을 통해 영양원을 섭취한다.
- 동물성 재질의 모자나 모피 등에서 유충의 탈피껍질이 흔히 발견된다.
- 유충이 주로 가해하지만 성충도 피해재에서 탈출할 때 천공 식해한다.

예방과 관리

- 서적류 등 자료의 반입 시에 훈증처리를 실시
- 서고나 수장고의 환기구나 창에 방충망을 설치한다.
- 서고 내부의 적정 온습도를 유지하며 습도가 높아지지 않도록 한다.
- 중요한 서적이거나 유물은 질소밀폐포장 등을 실시한다.
- 주기적인 청소를 실시하여 먹이가 될 수 있는 것을 없앤다.
- 서고나 수장고 내부에 IPM 트랩을 설치하여 주기적으로 점검한다.

학명	<i>Lyctus brunneus</i> (Stephens)	분포	한국, 일본, 유럽, 북미
영명	Brown powder-post beetle	가해재질	건조목재, 죽재, 한약재 등
국명	넓적나무좀	가해대상	목공예품, 죽공예품 등



넓적나무좀 성충 (등면)



넓적나무좀의 가해흔 및 탈출공

특징

- 유충은 성장하면서 도관벽을 먹으며 목재 속으로 들어간다.
- 활엽수의 변재부를 주로 식해한다.
- 따뜻한 지역에서는 연중 가해하며, 추워지면 동면한다.
- 가해진 목재는 표층부가 얇게 남아있고, 내부는 가루로 채워진다.
- 성충이 목재 등에서 탈출할 때 직경 1~2mm의 탈출공을 만들고, 미세한 가루(배설물과 목재 갇아먹은 가루)를 배출해 작은 산모양을 이룬다.

예방과 관리

- 서적류 등 자료의 반입 시에 훈증처리를 실시한다.
- 서고 내부의 적정 온습도를 유지하며 습도가 높아지지 않도록 한다.
- 중요한 서적이거나 유물은 질소밀폐포장 등을 실시한다.
- 자료 근처에 갇아먹은 가루나 배설물이 쌓여있는지를 확인한다.
- 활엽수의 변재부 사용을 피한다.
- 손상을 입기 쉬운 자료 주위에 잔류성이 있는 약재를 살포한다.
- 서고나 수장고 내부에 IPM 트랩을 설치하여 주기적으로 점검한다.

학명	<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)	분포	한국을 비롯한 열대 및 온대지방
영명	Tobacco beetle, Cigarette beetle	가해재질	종이, 목재, 양모, 건조동식물 등
국명	권연벌레	가해대상	서적, 의류, 표본, 목공예품 등



권연벌레의 성충 (등면)



권연벌레의 탈출공

특징

- 유충은 보호주머니를 만들고 그 속에서 곡물을 갉아먹으며 성장한 후 번데기가 된다.
- 목재 내부는 유충이 가해하며, 번데기를 거친 성충이 밖으로 나올 때 목재 표면에 작은 탈출공을 뚫고 빠져나온다.
- 각종 곡물, 지류, 목재를 가해하며 건조한 목재에서도 피해가 발생한다.
- 5~6월, 6~9월, 9월 이후로 나뉘어 년 3회 정도 발생하며 유충으로 월동한다.
- 주광성으로 빠르게 기어다닌다.

예방과 관리

- 서고 내부의 적정 온습도를 유지하며 습도가 높아지지 않도록 한다.
- 서고나 수장고의 환기구나 창에 방충망을 설치한다.
- 중요한 서적이거나 유물은 질소밀폐포장 등을 실시한다.
- 손상을 입기 쉬운 자료 주위에 잔류성이 있는 약재를 살포한다.
- 주기적인 청소를 실시하여 먹이가 될 수 있는 것을 없앤다.
- 서고나 수장고 내부에 IPM 트랩을 설치하여 주기적으로 점검한다.

학명	<i>Sceliphron deforme</i> Smith	분포	한국, 일본, 중국, 대만
영명	Tread-wasted wasp	가해재질	목재, 죽재
국명	노랑점나나니	가해대상	건축물, 목공예품, 죽공예품 등



노랑점나나니의 성충 (등면)



구멍벌과에 의한 탈출공

특징

- 건축물을 가해하기 보다는 주로 기둥부에 구멍을 낸다.
- 구멍 속에는 새끼를 낳고 먹이를 넣은 다음 진흙으로 봉한다.
- 주로 봄~초여름 사이에 집을 짓는다.

예방과 관리

- 서고나 수장고의 환기구나 창에 방충망을 설치한다.
- 피해를 입기 쉬운 자료에 대해 주기적으로 육안점검을 한다.
- 집을 짓기 쉬운 장소에 잔류성이 있는 약재를 살포하거나 도포한다.

문화재 가해해충 활동시기

	사진	1월	2월	3월	4월
흰개미		월동		유시충 군비	
권연벌레		월동			
넓적나무좀		월동			
구멍벌					

5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
유충이 목재 내부에서 활동							
월동							
유충이 목재 내부에서 활동							
목재에 구멍을 뚫고 나옴 (탈출)							
월동							
목재에 구멍을 뚫고 나옴 (탈출)							
탈출							
월동							
성충이 목재 기둥에 구멍을 뚫고 알을 낳음							
탈출							

🐝 관련기관 연락처

문화재 생물피해 관련기관 연락처

단체명	주소	전화번호
문화재청	문화재청	대전광역시 서구 청사로 189 1600-0064
	운영지원과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4633
	기획조정관	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4613
문화재청 문화재정책국	문화재정책국	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4900
	정책총괄과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4810
	안전기준과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4907
	발굴제도과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4941~3
	무형문화재과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4961~3
	고도보존팀	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4851~3
	문화재청 문화재보존국	문화재보존국
보존정책과		대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4831
유형문화재과		대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4911~3
천연기념물과		대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4981~3
수리기술과		대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4861~3
문화재청 문화재활용국	문화재활용국	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4800
	활용정책과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4800
	공능문화재과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4701~3
	국제교류과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4731~3
	근대문화재과	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-4881~3
	국외문화재팀	대전광역시 서구 청사로 189 (042) 481-3181~3
국립문화재연구소	보존과학연구실	대전광역시 유성구 문지로132 (042) 860-9253
한국전통 문화대학교	문화재예방 보존연구소	충남 부여군 규암면 합정리 430 (041) 830-7367

관련문헌

- 1) 韓國建築에 있어 담[圍]에 관한 研究(朱南哲, 韓國文化研究院論叢 28, 1976)
- 2) 文獻으로 본 韓國住宅史(金正基, 東洋學 7, 1977)
- 3) 韓國建築意匠(朱南哲, 一志社, 1979)
- 4) 문화재 과학적 보존, 국립문화재연구소 (1993)
- 5) 한성희 · 이규식 · 정용재, 한국 서식 흰개미의 특성과 방제, 국립문화재연구소, 보존과학연구, 19, pp145~172 (1998)
- 6) 한성희 · 이규식, 유기질 문화재의 보존환경과 충균해 문제, 국립문화재연구소, 문화재, 32, pp203~219 (1999)
- 7) 이규식 · 정소영 · 정용재, 목조문화재의 원형보존을 위한 충해 방제방안, 국립문화재연구소, 보존과학연구, 21, pp5~55 (2000)
- 8) 이규식 · 정소영 · 정용재, 목조건축물의 흰개미 모니터링 및 방제방법, 국립문화재연구소, 보존과학연구, 22, pp41~52 (2001)
- 9) 정소영 · 이규식 · 정용재, 해인사의 흰개미 모니터링 및 방제 방안, 보존과학연구, 23, pp77~93 (2002)
- 10) 2004년 보존과학기초연수교육, 국립문화재연구소 (2004)
- 11) 동산문화재의 보존과 관리, 문화재청 · 국립문화재연구소 (2004)
- 12) 김윤수, 목재보존과학, 전남대학교출판부 (2004)
- 13) 이규식, 목조문화재보존을 위한 한국산 흰개미의 생태적 특성 및 방제에 관한 연구, 중앙대학교 박사학위논문 (2004)
- 14) 2005년 보존과학기초연수교육, 국립문화재연구소 (2005)
- 15) 알기쉬운 목조 고건축 구조, 국립문화재연구소 (2007)
- 16) 강대일, 문화재보존환경개론, 도서출판 가삼 (2007)
- 17) 박물관과 유해생물관리, 국립민속박물관 (2008)
- 18) 건축문화재 점검관리 매뉴얼, 국립문화재연구소 (2008)
- 19) 산불방지 문화재 숲가꾸기, 산림청 (2009)
- 20) 김대운 · 정선희 · 이상환 · 정용재, 극초단파를 이용한 흰개미 탐지기술 적용연구, 보존과학회지, vol.26, p77~83 (2009)
- 21) 건축문화재 안전점검 기초와 실무, 국립문화재연구소 (2010)
- 22) 정소영, 탐지견을 활용한 목조건축물의 흰개미피해 조사 연구, 보존과학연구, 31, pp121~130 (2010)

- 23) 김대운, 감마선을 이용한 목조문화재의 생물열화 제어기술 연구, 공주대학교 석사학위논문 (2011)
- 24) 목조시설물·문화재 및 한옥 관리 기술컨설팅 자료집, 한국임업진흥원 (2012)
- 25) Takahashi.M, Current and future aspects of termite-controlling techniques, wood research rev, vol.28 (1992)
- 26) Su N.Y, A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programs, Integrated pest Management Reviews, vol.3 (1998)
- 27) Takahashi.M, Recent development in the control of Japanese subterranean termites, sociobiology, vol. 40 (2002)
- 28) Su N.Y, overview of the global distribution and control of the Formosan subterranean termite, sociobiology, vol. 41 (2003)
- 29) David Pinniger and Peter Winsor, Integrated pest management – A guide for museums, libraries and archives, MLA (2004)
- 30) Biology of Termites: A modern synthesis, springer (2011)

문화재 생물피해관리 매뉴얼



총 팔 김계식
기 획 이명선 임동훈
편 집 정용재 이민영
(한국전통문화대학교 문화재예방보존연구소)

발 행 문화재청 안전기준과
대전광역시 서구 둔산동 920
Tel. 041-481-4907
한국전통문화대학교 문화재예방보존연구소
충청남도 부여군 규암면 합정리 430
Tel. 041-830-7367

발행일 2012년 12월 28일

제 작 (주)디자인인트로

인 쇄 (주)디자인인트로

ISBN 978-89-299-0011-3 93600

발간등록번호 11-1550000-001355-01