목조건조물의 흰개미 모니터링 및 방제방법

Termite monitoring and control managements for wooden building

李奎植 · 鄭小英 · 鄭容在

Kyu Shik Lee, So Young Jeong and Yong Jae Chung

ABSTRACT

The wooden building is mainly damaged by the termite which have an effect of the structure by making emptied inner part of wood. One class, Japanese termite, inhabits throughout Korea and is often detected. So the deterioration by termite attacking the wooden building needs to be controlled.

Termites are over 2,800 species in the world, usually they inhabit in the tropical or subtropical region and don't overwinter in dormant condition. So their activity and distribution are chiefly restricted by temperature and humidity. The termite inhabiting in Korea is Reticulitermes speratus kyushuensis Morimoto, which known to have an optimal temperature range at 12 30℃ and minimum temperature at 6℃ for activation. These temperatures correspond to the mean temperature(5.6℃ 25.8℃) from March to November and the activity time of termite in Seoul. In addition, as a result of environmental pollution by industrial development, the climate of Korea is getting warm. The increase of mean temperature in Korea has been 1.1℃ for the past seventy five years, so it is expected that the damage of wooden building by termite will increase gradually.

Therefore, in order to protect wooden building from damages by termite, it needs not only development of new pest control methods, but also studies on the control of environmental factors having an effect on the activity and growth of termite. For the conservation of the large cultural properties such as the wooden building in the open air, it would be effective to use the methods of fumigation, insecticidal and antiseptic chemical treatment of wood materials, soil termiticide injection treatment, and termite colony elimination system.

1. 서 론

우리나라의 목조건조물은 주변의 산림 등 자연적인 환경 내에 위치하고 있어 항상 충해에 의한 손상에 노출되어 있다. 목조건조물을 가해하는 곤충은 다양하지만, 그 중에서도 흰개미목과 딱정벌레목에 의한 피해가 발생하고 있다.

최근 목조건조물에 대하여 흰개미 피해가 증가하는 주원인으로 주변환경 및 기후변화를 들 수 있는데 이것은 흰개미의 서식에 알맞은 조건을 형성하기 때문인 것으로 생각된다. 특히 환경 변화에 의해 기온이 상승함으로 인해 앞으로 목조건조물에 발생하는 흰개미 피해는 점차적으로 증가할 것으로 예상된다.

현재 목조건조물의 충균해 피해를 예방하기 위하여 여러 방제처리 기술이 개발되어 활용되고 있지만, 아직까지 우리나라에서는 화학적인 방제처리가 주로 사용되고 있다. 그러나 화학적인 방제처리에 사용되는 물질 중 메틸 브로마이드가 오존층 파괴를 가속화시키는 물질로 취급되면서 선진국에서는 오존층 보호를 위해 2005년까지 메틸 브로마이드의 생산 및 사용을 완전히 중단하기로 결의한 상태이며 우리나라는 2015년으로 유예된 상태에 있다. 따라서 우리나라에서도 환경에 미치는 영향을 최소한으로 줄인 친환경적인 방제 방법을 도입하여 적용해야 할 것으로 생각되며, 또한 목조건조물의 충해 등 생물 피해를 최소화하기 위한 관련 연구를 계속적으로 수행하여 체계적인 생물 피해 방제를 수행할 수 있도록 해야 할 것이다. 이에 따라 최근에 우리나라에서는 흰개미 방제를 위하여 흰개미 군체 제거제를 적극 활용하기 위한 효과 실험을 진행하고 있다.

본 고에서는 흰개미에 의한 목조건조물의 피해를 줄일 수 있는 흰개미 모니터링 방법과 방제방법에 관하여 간략하게 소개하고자 한다.

2. 흰개미의 국내 분포 및 활동기간

흰개미는 전 세계적으로 2800여종 이상이 분포하고 있는 것으로 알려져 있으며 7개 과(科)로 구분되어 있다. 한국과 인접한 일본에도 22종의 흰개미가 서식하

는 것으로 보고되고 있으며 우리나라에서는 일본흰개미(Reticulitermes speratus kyushuensis)로 알려진 흰개미 1종이 국내 전역에 서식하고 있음이 확인되었다.

(A) (B) (C) (D)

Photo 1. 흰개미의 외형
(A) 한국서식 흰개미(Worker)
(B) 한국서식 흰개미(Soldier)
(C) 일본흰개미(Soldier)
(D) 집흰개미(Soldier)

특히 흰개미는 열대와 아열대를 중심으로 분포하는 곤충으로 겨울의 동절기를 휴면 상태로 월동하지 않기 때문에 활동과 분포에 있어 온도에 의한 제약을 많이 받는다. 대부분 흰개미 분포의 한계선은 겨울철의 저온에 의해 결정되며, 이러한 한계선이 우리나라와 일본의 경우 1월 평균 기온과 일치하고 있다.

우리나라는 중위도에 자리잡아 4계절이 뚜렷하게 나타나는 온대성 기후의 특성을 가진다. 여름은 덥고 겨울은 추우면서도 대륙에 비하여 강수량이 많아 연강수량으로 보면 비교적 습윤한 지역에 속한다. 기상청 자료에 따르면, 우리나라의 연평균 기온은 6 16℃로 지역차가 크게 나타나지만 산악 지대를 제외하면 대체로 10 16℃의 기온분포를 나타내며, 연중 가장 무더운 달인 8월의 월평균 기온은 25℃이고, 가장 추운 달인 1월의 평균기온은 -0.7℃인 것으로 나타났다.

원래 흰개미는 비교적 따뜻하고 습하며 햇볕이 없는 장소에서만 서식하는 특성이 있는데 기상청 자료에서도 볼 수 있듯이, 우리나라의 경우 겨울은 온도가 영하로 내려감으로써 건조하고 바람이 심하여 대체로 흰개미가 번식하기에 적당하지 않은 기후를 가지고 있었다. 그러나 급격한 환경의 변화로 기후가 온난화되고 비가 많이 오고, 겨울철에도 별로 춥지 않게 됨으로써 흰개미가 서식할 수 있는 기후 조건이 조성되었다. 특히 최근에는 오존층 파괴로 인해 자외선의 조사량이 증가하면서 기온 상승이 일어나고 있다. 이것은 주로 화석연료를 태울 때 발생하는 이산화탄소가 대기 중에 많아지면서 온실 효과가 강해져 기온이 상승하게 되는

(A) 서울지역

월별 / 연도별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2000년	-2.1	-1.7	6.3	11.9	17.5	23.7	26.8	26.2	20.7	14.9	7.0	0.9
1999년	-0.8	0.7	6.7	13.9	17.5	23.1	25.9	26.0	22.9	14.3	7.9	0.4
1998년	-1.4	3.4	7.3	15.6	19.0	21.9	24.9	25.0	23.0	17.0	7.3	2.3
1997년	-3.3	0.7	6.8	13.0	17.0	23.4	26.1	26.8	20.2	13.4	8.8	1.8
1996년	-2.2	-1.6	4.9	10.2	18.4	22.3	24.4	26.0	22.0	14.5	6.1	1.6
1990년	-3.2	2.7	7.2	11.3	16.2	20.7	24.9	26.4	21.1	15.4	10.0	0.8
1980년	-3.7	-3.1	5.2	10.1	16.5	21.6	22.7	22.8	19.6	13.0	8.6	-3.8
1970년	-4.8	-0.2	0.4	12.2	18.7	20.5	23.0	25.9	21.2	14.9	5.7	-1.1
1961년	-5.2	-0.9	5.4	11.7	17.3	21.9	26.2	26.8	21.5	15.6	8.9	-0.7

(B) 부산지역

월별 / 연도별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2000년	4.2	3.2	9.1	13.2	17.3	20.4	25.3	26.7	21.9	18.2	12.1	7.3
1999년	4.4	5.3	9.5	14.4	18.2	21.2	23.5	25.2	23.8	17.7	11.7	5.7
1998년	3.6	7.3	10.2	15.5	19.0	20.3	24.5	26.2	24.1	19.4	12.0	7.8
1997년	3.0	5.8	9.8	14.0	17.9	22.2	24.5	25.9	21.9	17.3	13.2	6.7
1996년	3.8	3.4	7.9	12.2	18.0	20.5	23.8	26.2	22.6	17.8	11.4	6.4
1990년	2.4	7.4	10.0	13.1	17.2	21.2	25.4	28.3	22.7	18.0	13.9	5.9
1980년	2.4	2.1	8.2	12.1	17.4	21.3	22.6	22.0	20.8	16.0	12.1	2.2
1970년	1.0	5.0	4.7	11.9	17.3	19.1	23.0	26.1	22.6	17.3	9.9	4.3
1961년	1.1	3.6	8.9	13.4	17.7	20.4	25.8	26.6	23.5	18.6	2.1	5.1

Table 1. 연도별 기온변화 (1961 2000년)

것이다. 이러한 기온 상승으로 인하여 우리나라에서도 목조건조물에 대한 흰개미 피해가 점차적으로 증가하고 있다.

우리나라에 서식하고 있는 일본흰개미는 6°C내외에서 활동을 시작하여 12 30 °C일 때 활동이 왕성해지며 33°C 이상의 고온인 여름에는 소화관의 원생동물이 죽기 때문에 시원한 지하로 이동하는 것으로 알려져 있다. 이러한 보고는 서울 지역(종묘)에서 흰개미의 활동 시기를 관찰한 자료와도 일치한다. 종묘지역의 경우 흰개미는 3월에 활동을 시작하여 11월말까지 계속되는 것을 관찰하였으며, 동절기에는 야외에서 흰개미가 활동하는 것을 관찰하지 못하였다. 이는 1 2월의 평균기온이 영하로 내려감에 따라 흰개미의 활동이 일정기간 정지된 것이거나, 지표면의 온도 변화에 의해 지하 깊은 곳에 서식지를 마련한 것으로 예측된다. 또한 서울과 부산의 월평균 기온을 점검한 결과, 서울보다 기온이 상대적으로 따뜻한

부산지역에서는 1 2월에 활동을 시작하여 12월말까지, 연중 내내 계속될 수 있음을 예상할 수 있다. 그리고 이러한 예상은 흰개미 피해가 남부지역의 목조건조물에 다수 발생하는 것과 관련이 있을 것으로 생각된다(Fig.1).

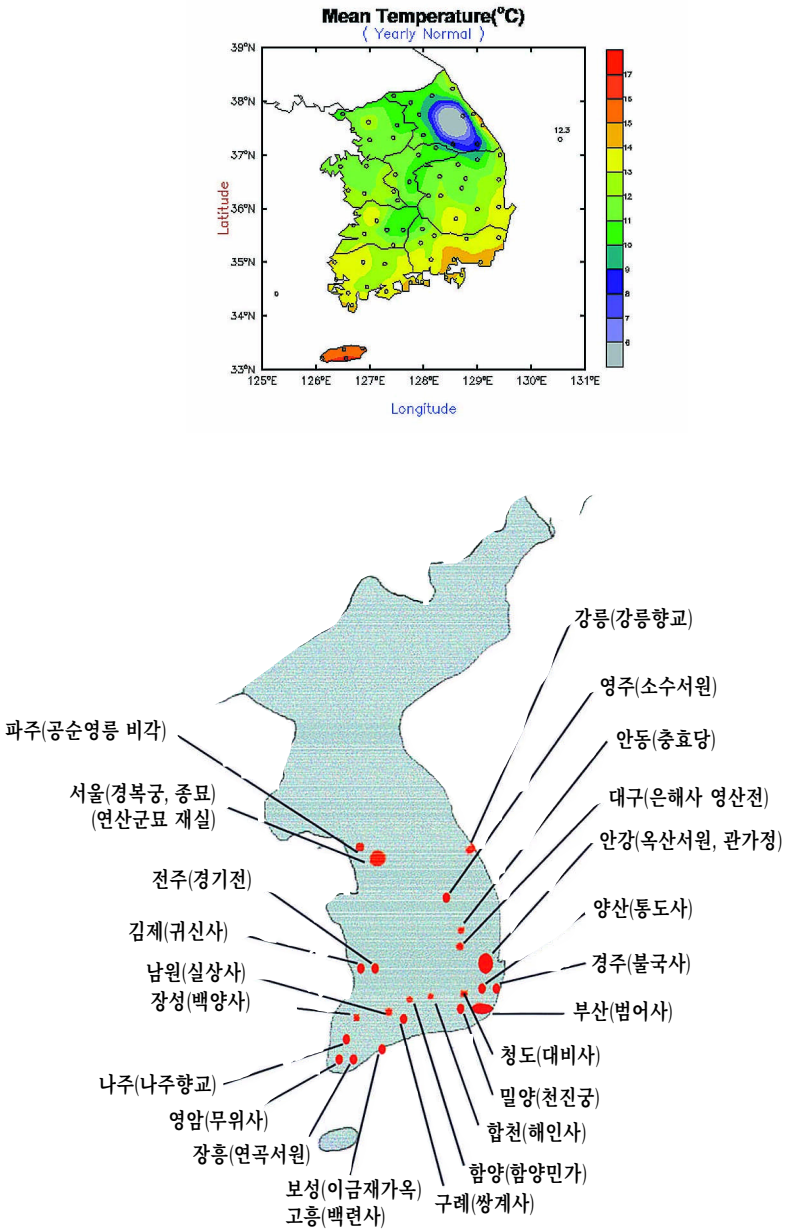
3. 목조건조물의 흰개미 모니터링

흰개미로부터 목조건조물을 원형보존하고 그 피해를 최소화시키기 위해서는 흰개미의 생태를 고려한 적합한 모니터링 방법을 선택하여 적용한 후 그 결과에 따라 적절한 방제처리를 실시해야 최상의 효과를 얻을 수 있다.

현재까지 이루어진 목조건조물의 흰개미 피해 조사는 대부분 기둥 및 하인방과 같이 흰개미 피해가 빈번하게 발생되는 목부재를 대상으로 흰개미의 침입 여부를 확인하고 화학적인 방제처리를 실시하는 것이었다. 이러한 조사 방법은 일본흰개미가 지중흰개미(Subterranean termite)이기 때문에 목조건조물에 피해가 나타나지 않은 경우에는 적절한 방제시기를 놓칠 수 있다는 한계가 있다. 즉, 기존방법에 의존할 경우 목조건조물의 흰개미 방제처리는 피해가 발생된 후에 실시될 것이기 때문이다.

이러한 점을 고려하여 흰개미 모니터링을 실시한다면 목조건조물 주변의 흰개미 분포상황과 피해 가능성을 사전에 파악하여 예방적인 차원의 방제처리를 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 현재 흰개미 모니터링은 여러 가지 방법이 있지만 목조건조물의 보존에 적용할 수 있는 경제적이고 효과적인 방법은 목재시편을 이용한 모니터링 방법이 적합할 것으로 생각된다. 이 방법은 흰개미가 먹이로 선호하는 소나무 재질의 목재시편(크기 : 3×3×35㎝)을 목조건조물 주변지역의 토양에 설치하고 주기적으로 상태를 점검하여 흰개미의 침입 여부를 확인하는 방법이다. 목재시편의 설치는 흰개미가 활동하기 시작하는 3월이 적당하며 설치한 후 2 3개월이 경과한 5 6월부터 목재시편의 모니터링 조사를 실시하게 된다. 그리고 모니터링 조사를 실시하는 기간은 2개월에 1회씩 하는 것이 적절할 것으로 생각된다. 모니터링 결과 목재시편에서 흰개미 성체나 가해흔적이 발견되면 적절한

Fig. 1.
국내 기온 분포 및
흰개미 피해가 발생된
목조문화재의 분포 현황



흰개미 방제처리를 실시하게 된다.

국립문화재연구소는 종묘 등 목조건조물이 다수 소재하고 있는 지역을 대상으로 1년간 흰개미 모니터링 조사를 실시하고 그 결과에 따라 방제방법을 결정하였다. 해당지역의 방제처리는 문화재청과 국립문화재연구소가 체계적으로 공동 실시하여 피해를 최소화할 계획이며 조사대상별로 간략하게 소개하고자 한다 (Photo 2 6).

가. 종묘

종묘 수림 전역에 흰개미가 서식하고 있는 것으로 확인되었고 특히 정전 전면 및 후면, 향대청 후면의 수림지역이 흰개미 군체 서식지로 예상됨에 따라 종묘 정전 등 목조건조물 하부 및 주변지역에 흰개미 방제처리(토양처리)를 우선적으로 실시한 후 흰개미 군체제거제를 활용하여 종묘내의 흰개미 개체수를 줄이도록 할 계획이다.

나. 창덕궁

어차고 후면의 수림, 대조전 후면지역, 연경당 후면 및 신선원전 주변 등 목조건조물 주변지역에서 흰개미의 서식이 다수 확인되었다. 그리고 창덕궁 후면 수림지역에서는 약간의 흰개미 서식만이 확인되었지만 창덕궁 목조건조물 주변지역에서 흰개미가 발견됨에 따라 향후 목조건조물에 흰개미 피해가 발생될 것으로 예상됨에 따라 창덕궁 목조건조물(어차고, 인정전 외행각, 대조전, 연경당, 신선원전) 주변에 대하여 흰개미 방제처리(토양처리)가 우선적으로 실시되어야 하며 향후 흰개미가 발견된 수림지역에 흰개미 군체제거제를 활용하여 창덕궁내의 흰개미 개체수를 줄이도록 함이 좋을 것으로 판단된다.

다. 경복궁

집옥제 전 · 후면 및 근정전 서행각 주변에서만 흰개미의 서식이 확인되었다. 특히 근정전 서행각에 인접한 흰개미 모니터링용 목재시편을 조사한 결과, 흰개

Photo 2. 모니터링용 목재 시편의 설치 상태

Photo 3. 흰개미에 의해 가해된 목재 시편 - 흰개미 피해가 시작된 초기 단계

Photo 4. 흰개미에 의한 가해가 진행 중인 목재 시편

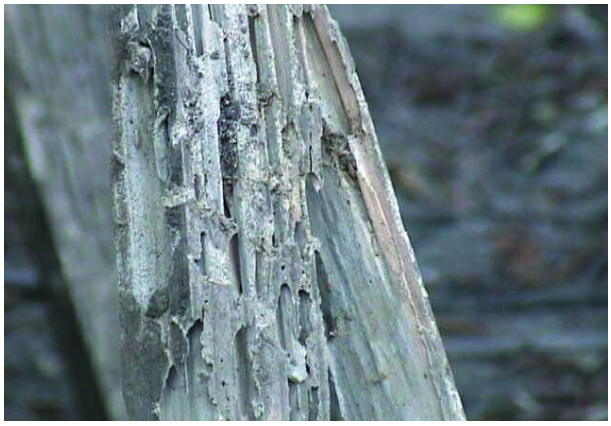


Photo 5. 흰개미에 의하여 가해된 목재 시편

Photo 6. 흰개미로 인하여 거의 손상된 목재시편

미 침입이 시작된 초기상태인 것으로 확인됨에 따라 조만간 서행각의 기둥 및 하인방에서 흰개미 피해가 발생될 것이 우려되었다. 또한 집옥제 주변에 흰개미가 다수 서식하고 있는 것으로 확인되었고 특히 후면의 목재시편은 거의 손상되어 형체만 남아있는 상태였다. 근정전 서행각은 흰개미 방제처리(토양처리)를 우선적으로 실시한 후 흰개미 군체제거제를 활용하여 서행각과 집옥제 주변에 존재하는 흰개미 군체를 제거함이 좋을 것으로 판단된다.

라. 덕수궁

정관헌 주변과 함녕전 행각 주변 등 일부지역에서 흰개미의 서식이 확인되었고 특히 함녕전 행각 전면인 시청쪽 도로 인접지역의 나무그루터기 및 목재 인제책에서 흰개미가 발견되었다. 향후 흰개미가 발견된 지역의 모니터링 조사를 세부적으로 계속 실시하고 흰개미 군체제거제를 활용하여 덕수궁내의 흰개미 개체수를 줄이도록 함이 좋을 것으로 생각된다.

마. 창경궁

종묘와 연결되는 영춘문 좌측 화단에서 흰개미가 발견된 것을 제외하고 창경궁 내에서는 흰개미가 발견되지 않은 상태였다. 계속적인 흰개미 모니터링 조사를 실시하여 흰개미의 서식이 확대될 경우 적절한 방제대책을 수립하여 차후 조치하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

4. 목조건조물의 흰개미 방제방법

목조건조물의 효율적 흰개미 방제처리를 실시하기 위하여 신축 · 해체 보수 대상인 목조건조물과 건축이 완료된 목조건조물의 두 종류로 처리대상을 구분해 보았다.

먼저 신축 혹은 해체 보수 대상인 목조건조물의 경우, 흰개미 방제를 위하여 방충효과가 장기적으로 유지되는 함침처리에 의한 목부재의 방충방부처리가 우선

적으로 요구되고 추후 목조건조물 주변에 대하여 흰개미 군체제거 처리가 요구된다.

건축이 완료된 목조건조물일 경우에는 먼저 흰개미의 모니터링을 통해 주변 지역의 흰개미 분포 상황을 파악하는 것이 중요하며 중요 목조건조물에 대해서는 주기적인 훈증처리가 요구된다. 훈증시기는 우리나라의 기후특성상 평균기온이 20℃ 이상인 5 6월과 8 9월이 적기일 것으로 생각되며 참고적으로 훈증약제의 특성상 장마시기인 7월과 동절기에는 훈증처리를 삼가도록 한다. 또한 도포 혹은 살포방법에 의한 목부재의 방충방부처리를 실시하거나 흰개미 토양처리를 5 6월과 8 10월중에 실시한다. 그리고 목조건조물 주변에 대한 흰개미 군체제거 처리를 3 11월의 기간중에 실시할 경우 최대한의 흰개미 방제처리 효과가 발휘되어 목조건조물 보존에 도움이 될 것으로 생각한다.

그리고 흰개미 모니터링을 통하여 서식 및 분포상태가 확인되면 목조건조물의 흰개미 피해를 최소한으로 줄이기 위해서 다음과 같은 방법을 적용 실시해야 할 것으로 생각된다. 이러한 방법은 각 방제방법의 장점 및 유효기간을 고려하여 순서를 정한 것이다.

가. 목조건조물에 흰개미 피해가 발견되었을 경우 현재 피해가 진행중일 때에는 빠른 시일 내에 훈증처리(메틸 브로마이드와 에틸렌 옥사이드의 혼합가스)를 실시하여 피해를 중지시키는 것이 중요하다. 그리고 훈증처리에 사용되는 훈증제는 살충살균에 우수한 효과를 나타내지만, 잔효성이 없으므로 후속적인 방제 처리가 필요하다.

나. 흰개미 피해가 종료되었거나 주변에 흰개미가 서식하고 있다는 것이 확인된 경우에는 목부재의 방충방부처리 혹은 건조물 하부 및 주변지역에 대하여 토양처리를 실시하여 흰개미의 침입 및 피해를 예방토록 한다.

다. 목조건조물의 주변 지역에 흰개미가 대량으로 서식할 경우 흰개미는 생존을 위하여 목조건조물을 가해할 가능성이 매우 높아지므로 흰개미가 다수 발견된 지역

(수림, 목조건조물 주변)은 흰개미 군체제거제를 활용하여 흰개미의 개체수를 줄이도록 한다.

Table 2. 목조건조물의 흰개미 방제처리 특성 비교

구분 \ 처리별	훈증처리	목재 방충방부처리	흰개미 토양처리	흰개미군체제거처리
처리방법	목조물의 전체 피복 후 훈증제의 투입	목부재의 약품함침, 도포, 살포처리	목조물의 기단부 혹은 주변에 살충제 투약	목조물 주변에 설치
사용약품	Methyl bromide 와 Ethylene oxide의 혼합가스, Vikane 등	Woodkeeper II, Xylamon-TR 등	Kilbe special-60, Bifenthrin 등	Sentricon system등
특이사항	단기간 유지 후속 방제처리 필수	장기간 유지	6년 정도 유지	군체제거
처리시기	5 6월, 8 9월	3 10월	5 6월과 8 10월	3 11월 (처리 기간 : 6개월 1년 이내)

5. 결 론

과거에는 충균해로부터 목조건조물을 보존하기 위해 주로 통풍이나 약초 식물, 습기를 제거하기 위한 메밀 주머니나 숯주머니를 이용하였다. 그러나 최근에는 산업의 발달로 인해 전세계적으로 환경 오염의 문제가 심각하게 대두되면서 이러한 환경의 영향을 직접적으로 받고 있는 목조건조물을 원형 그대로 보존하고 관리하는 일은 매우 어려운 상황을 맞이하게 되었다. 게다가 이러한 환경 오염이 기후 변화에까지 영향을 미치게 되면서 문화재의 손상에 영향을 미치는 요인이 대폭적으로 증가하게 되었다. 특히 목조건조물은 대부분 옥외에 노출되어 있기 때문에 이러한 기후에 의한 영향으로 문화재의 손상 속도도 점점 빨라지게 될 것으로 생각된다. 예를 들어, 기후 온난화는 충균의 번식에 좋은 환경을 조성함으로써 충균의 피해를 가속화시키는 역할을 하게 되고, 집중 호우는 주변 환경의 습도를 높이는 작용을 하므로 습기에 의한 문화재의 피해를 야기시킬 수 있다.

현재 목조건조물을 충해로부터 보호하기 위한 방제 방안에는 훈증처리나 토양처리와 같은 화학적 방제 처리를 비롯하여 물리 · 생물학적 방제 등 다양한 방법

이 활용되고 있다. 특히 흰개미 피해로부터 목조건조물을 효율적으로 보존하기 위해서는 먼저 흰개미의 활동 등 생태에 관한 기초적인 사항의 숙지가 요구된다. 그리고 흰개미 방제방법의 장단점을 고려한 후 방제처리 및 시기를 결정하여 적용해야만 목조건조물의 흰개미 피해를 최소화하고 방제효과를 극대화할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 한성희, 이규식, 정용재. 1998. 한국 서식 흰개미의 특성과 방제. 국립문화재연구소. 보존과학연구 (19): 145 172
2. 山野 勝次. 1987. しろありの防除. 財團法人 文化財蟲害研究所. 286 291
3. しろあり 防除 ダイジェスト 編輯 委員會. 1973. しろあり 防除 ダイジェスト. 日本 しろあり 對策協會編
4. 이규식, 정소영, 정용재. 2000. 목조문화재의 원형보존을 위한 충해 방제방안. 국립문화재연구소. 보존과학연구 (21): 5 55
5. 한성희, 이규식. 1999. 유기질 문화재의 보존환경과 충균해 문제. 국립문화재연구소. 문화재 제 32호: 203 219
6. 社團法人 日本 しろあり 對策協會. 2001. しろあり 及び 腐朽防除施工の基礎知識 (防除施工士受驗用テキスト)