

環境이 木造文化財에 미치는 影響에 관한 調査

金裕善

本學會 監事, 文化財委員

A Study on the Procedures of Investigating Environmental Influences to Wooden Cultural Property.(A critical review)

Kim, You Sun

*Auditor, The Korean Society of Conservation Science for Cultural Properties and
Committee Member of Cultural Properties, Seoul, Korea*

□ ABSTRACT : In order to establish the procedures for investigating environmental influences to wooden cultural property, existing study data were surveyed and necessary steps for performing the investigation works were presented to be applied for the future works in this country. Environmental factors which influence to the conservation of wooden cultural property should first be studied for items concerned with their damage situations. On basis of these data, laboratory works to yield the standard value for each factor should be conducted by means of testing samples exposed under laboratory simulated environmental conditions. Outdoor measurements may be followed for samples exposed to the open air at the site of that property. These data may be compared with those of laboratory standard value and overall evaluation for the factor influencing mostly to the damage status of that property may further be conducted. Referring data obtained in this investigation, necessary measures to be taken for conserving that property may be able to be established.

1. 序 論

근래 세계각국의 환경은 극심한 오염에 시달리고 있으며, 기후의 이상변화도 여러곳에서 보고되고 있다. 특히 개발도상국가에서는 경제개발의 발전과정에서 대도시의 근방에서는 물론이거니와 지방도시까지도 환경문제가 심각하여 국내에서도 「셋강 살리기」 운동 등 환경공해에 대한 경종이 사방에서 울리고 있다.

전국내에 산재하고 있는 목조문화재는 지정, 비지정을 막론하고 모두 이러한 환경변화에 노출되어 있다고 볼 수 있으며, 그 손상되어가는 정도가 적지 않으리라고만 추측되고 있을 뿐 이에 관한 과학적인 조사자료나 또는 뚜렷한 대책들이 마련되고 있지 못하다. 원래 목조문화재는 소형목기류로부터 대형 건축물에 이르기까지 그 규모, 제작수법, 가공상태(丹靑, 塗料, 漆) 등이 각각 다르며, 제작연대에 의하여서도 재질면에서 많은 차이가 있다. 따라서 이들 문화재들은 개별적 또는 지역별로 조사되어야만 그 환경여건에 따르는 변화도를 조사할 수 있겠고 그들의 환경여건에 따르는 변화를 일률적으로 논하기는 곤란하다.

그러나 목조물에 공통되는 손상요인을 분석평가하고 이들 요인에 환경여건이 영향을 미칠 수 있는지를 각 연대별 또는 각 재질별 표준시료를 대상으로 하여서 현지에서 또는 실험실에서 검토하여 본다면 각각에 평균적으로 통용시킬 수 있는 과학적 Data를 얻을 수 있을 것이다. 더 나아가서는 여건변동에 의한 손상을 예방하는 대책을 마련 할수도 있을 것으로 사료된다.

본고에서는 이러한 목적하에 그동안 필자가 조사검토하여온 바를 기본시험(연구실)과 실외 현지노출 조사로 분류하여 논의하여 보고자 한다.

2. 環境의 影響調查

2.1 損傷要因의 評價

환경의 영향을 조사하기에 앞서서 목조문화재 자체의 손상요인(Factors)을 평가분석하여 중요하다고 고찰되는 요인들을 가려내어 두고 이것들에 대한 환경여건의 상호관련성을 조사 및 검토하여야 할 것으로 사료되고 있다. 목조문화재의 손상요인을 전반적인 견지에서 구분하여 본다면 다음의 항목들로 고찰될 수 있다.

- 變形(Cracking, Bending, Distortion)
- 腐敗(菌害, 蟲害, 化學分解, 變質)
- 木質자체의 변질(水害, 藥害, 光線作用, 熱變化 등)
- 丹靑 또는 有色塗膜의 剝離 또는 腿色
- 表面塗膜, 漆面 또는 顏料面의 剝離, 변질
- 粘着材料, 加工材料의 변질
- 각종 附屬材(쇠못, 대못, 아교, 鐵物, 金具類)의 변질

이들 손상요인에 대하여 목조문화재는 그 구조에 따라 다음과 같은 특성변화를 일으키게 된다.

- 物理的 變形(갈라짐, 구부러짐, 휨)에 따르는 機械的 強度(引伸度, 壓縮度 등)의 劣火
- 吸水率의 변화에 따르는 構造上 材質 劣火
- 材質劣火에 따르는 構造上의 缺陷 증가

따라서 위의 각 요인들과 材質 및 構造의 劣火度를 測定機器를 사용하여서 定量的으로 조사할 수 있는 기본 조사방법이 마련되어야 한다. 供試試料에 대하여서 實驗室에서 담당할 수 있는 기본 조사방법을 요약 정리하여 본다면 Table 1에 보여주는 바와 같다. 관련된 전문가들과 적극 협조하여 실험실에서의 기본 조사방식이 우선 설정되고 실시되어야 하겠다.

Table 1. 基本調査(實驗室調査)

구분	調査事項	測定方法	測定機器	備考
1	機械的變形	引張度, 硬度(壓搾度) 檢査	Instron Tester 등	
2	腐敗度	"	"	菌害 또는 蟲害에 대한 것을 구별하여 실행함
3	丹青 또는 塗膜	腿色度 檢査, 粒子 檢査, 塗膜 檢査	Spectro Phtometer (특히 反射光分析) 顯微鏡, 塗膜 Tester	
4	粘着材料	粘着力 檢査, 成分分析	關聯分析機器	
5	吸收率	吸水度 檢査	吸水率測定器具(化學天枰, 乾燥機, 實驗器具)	
6	각종 附屬材	材質 檢査	각종 測定機器	특히 金屬材에 대하여 檢査함
7	構造上的 缺陷	建物安定度 檢査	"	
8	材質劣火	材質特性 檢査	"	
9	環境與件的 變化	微氣象 測定 大氣汚染度 測定 등	"	環境與件的 變化가 극심한 경우에 실행함

한편 環境의 여건변화 중에서 위의 각 손상요인에 影響을 줄 수 있는 사항은 다음과 같다.

- 光線(특히 赤外線)
- 溫度(熱)
- 濕度(水分)
- 大氣 중의 汚染成分(CO, CO₂, O₂, NO, SO₂, Pb(H₂S)₄, O₃, Cl, 粉塵 등)
- 生物學的 環境(菌, 蟲, 鳥獸, 人間 등)
- 地質學的 變動 또는 震動
- 落雷 또는 기타 氣候現象(暴風, 霜, 暴雨, 氷結 등)

이들 環境여건이 목조문화재에 미치는 손상해 毒작용을 앞서 記述한바 있는 손상요건과 상호 關係시켜 定量的인 상호關係를 규정할 수 있는 기준치(Standard value)를 실험실에서 조사하여 두어야 한다.

2.2 基本調査

Table 2에 供試試料를 대상으로 한 기준치 측

정내용을 요약 정리하여 두었다.

이 Table에서 보여주듯이 일례를 들어 본다면 光線(人工線源)이 각 재질에 影響에 미치는 效果를 측정하여서 기준이 되는 표준치를 정하여 두며, 기타 퇴색, 변질 등에 미치는 效果도 각각 측정기기를 사용하여서(예: 腿色; 赤外線分光分析) 측정하여 두어야 한다. 이 기본조사는 문화재의 現地露出調査(다음 항목 참조)에 앞서서 公試試料를(10×10×2~3cm 크기, 문화재 자체와 가급적 동일한 재질, 가공 및 표면처리된 것) 대상으로 하여서 시행되어야 하며, 이러한 측정법, 측정기술, 측정기기 등이 정비되어가서 현지노출조사 시료의 실험실내 조사 또는 문화재 자체의 현지조사에 대비할 수 있게 마련되어야 한다.

Table 2에 기술된 기준치 조사를 시행하는 경우 環境여건 變化항목을 정하는데 있어서는 조사 대상 문화재의 현지 環境여건 측정 Data(별도로 측정 Data가 준비되어 있어야 함)를 참고하여서 人工假想與件(simulation)을 설정하고 각 가상

Table 2. 環境與件 變化에 따르는 損傷程度에 관한 基準值 測定

구분	與件變化 項目	損傷程度에 관한 基準值 測定方法	비 고
1	光 線	人工光線 線源(특히 紫外線源)을 마련하고 1년을 기준으로 하여서 측정(對象地域의 年平均 最大光束 참고)	
2	溫 度	對象地域의 平均氣溫 중 最高值 및 最低值를 참고, 1년을 기준으로 하여서 측정	
3	濕 度	RH 100, 60, 40, 20% 등을 각각 기준으로 하여서 1년 기간 측정	
4	大氣중의 汚染成分	CO, CO ₂ , SO ₂ , NO, O ₃ , CI 등을 주로 대상으로 하여서 각각의 最大 汚染 ppm을 기준으로 하여서 1년 기간으로 측정, 粉塵에 대하여서는 그 汚染狀態 검토(100 μ 또는 그 이상)	
5	生物學的 環境	對象地域에서 발견되고 있는 대표적 菌의 菌培養에 의한 試驗을 實行하고 기타(蟲, 鳥, 獸, 人間)에 관하여서는 그 局地的 條件에 따라서 필요하다면 實行함	
6	地質的 變動	各 構造物에 대한 長期的인 安定度 檢査가 필요함. 반드시 實行되어야 하는 地質的 變動條件이 있으면 그 人工試驗(主로 震動試驗)을 행함	
7	落雷 또는 기타 氣候 現象	Weather-O-Meter 등을 사용 高溫, 低溫, 暴風雨에 대한 耐久試驗을 행함. 落雷에 관하여서는 필요한 것에 대한 避雷 可能性 與否만을 試驗 決定함.	

條件에 대한 試料들의 Table 1에 記述된 각 損傷 項目에 관한 손상정도를 측정하는 것이다. 이 경우에 그 여건설정조건으로서 국내 대상지역의 최악조건 및 최적조건을 각각 한 case씩 선택하여 시행하면 보다 더 이상적이라 하겠으나 그 실시에는 해당지역의 환경 data가 있어야만 비로서 가능하다. 가급적이면 관련분야와 협조하여 data를 입수하여 두면 좋겠으나 이것이 불가능한 경우에는 人工假想條件으로서 최악과 최선의 양극상태를 설정하고 여건변화에 따르는 손상변화의 상호관계를 定量的으로 정하여 두었다가 現地露出試料의 data를 참고하여 補整하여 둘 수도 있겠다. 이러한 기준 data는 現地の 환경여건의 변화양상을 露出試料의 손상정도 평가치로부터 逆推定할 수 있는 방안을 마련할 수도 있겠으며 환경여건의 현지 조사가 곤란한 경우에 특히 유효한 측정방식이 될 수도 있다.

2.3. 現地露出調査

기준치조사에 사용되었던 대상문화재에 관한 供試試料를 그 문화재 자체의 해당부위에 부착 외에 노출시켜 그 손상정도를 매년 2회씩(春 3月, 秋 9月) 점검함을 원칙으로 하여서 손상이 뚜렷하게 확인될때 까지 經年變化調査를 계속한다. 즉, 손상정도의 하한선을 정하여 두고 이 하한선에 도달된 것은(즉, 손상이 명확한 것) 조사가 완료된 것으로 간주한다. Table 3에 이러한 조사에 사용될 조사 Table의 양식의 일례가 요약 정리되어 있다. 이 조사 Table에는 Table 1 및 Table 2에 요약 정리되어 있는 항목들 중에서 기본적으로는 조사가 필요하지만 現地露出調査에는 해당시키기 곤란한 것들을 가려내고 필요한 항목들만 조사대상으로 삼고 있다. 이 Table에서 삭제한 항목에 관하여서는 개별적인 露出試料에 의한 조사에 대신하여서 전반적인 견지에서 현지에서 직접 조사되어야 하며, 그 결과를 Table 1, Table 2의 해

당사항의 data와 비교하고 Table 4(後述)의 분석평가에 반영시킬 수 있도록 노력하여야 한다. Table 3의 조사를 진행시키는데 우선 필요한 것은 현지 환경여건의 조사 data이다. 이 data가 마련되어 있으면, 기준치와 現地露出 實測値를 상호 비교함으로써 현지에서의 손상의 타당성이 입증될 수 있겠고 이에 따라서 그 防護 또는 保存對策도 마련되기 쉽다.

이러한 현지 環境與件 調査에는 현재 그 발전이 현저한 半導體 sensor들을 해당문화재 해당부위에 설치하여 自動連續的으로 측정시킨다면, 매우 편리하고 data도 정확할 것이 기대된다(例: 溫度, 自動連續測定).

한편 露出結果의 해석에 있어서 供試試料의 손상이 環境與件의 어느 항목에 주로 관련되었는가 하는 評價上의 問題點이 있다. 이 問題點은 該當 與件에 대한 損傷程度의 基準値의 비교(즉, 기준

치가 높게 나타난 여건이 가장 큰 영향을 미친다고 평가될 수 있음)로서 해석될 수 있다. 따라서 現地露出試料의 손상정도에 대한 기준치의 실험 data를 환경여건별로 평가 분석하여 둘 필요가 있다(즉, 예를 들자면 그 문화재의 변화가 측정기간 중에 광선에 의하여서 가장 큰 영향을 받는다는가 또는 습도의 영향이 보다 더 크다면가 하는 등의 평가 data).

현지 노출조사에 있어서 현지에서 가능하다면 供試試料의 조사와 병행하여서 그 문화재 자체의 직접조사 또는 一部試料를 채취하여 조사하여 보는 것도 바람직하다 하겠다.

3. 綜合判定 및 評價

Table 3의 현지조사 data가 마련되면 각 손상도의 기준치, 환경여건 data, 실측치를 상호 비교

Table 3. 環境與件 變化에 따르는 損傷程度 調査*(現地露出 調査)

文化財名 : _____ 調査年月日: 自 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 所在地 : _____ 至 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 供試試料名 : _____ 調査施行地域 : _____

環境與件 變化項目	供試地域 環境調査 data	變形		腐敗度		丹青 또는 塗膜		粘着材料		吸水率		構造上的 缺陷		材質劣化		其他參 考事項
		基**	實***	基	實	基	實	基	實	基	實	基	實	基	實	
光線 溫度 濕度 大氣污染 (粉塵) 生物學的 環境學的 其他特記 事項																

* 각 點檢期마다 손상효과를 조사 및 측정하고 본 Table을 작성 기록하여 둔다.

** 基準値 : 이 基準値는 供試地域의 環境 data에 의한 與件變化度에 해당되는 實驗室 測定值임.

*** 實測値 : 供試期間 중에 발생된 現地露出試料(또는 그 문화재)의 總損傷度를 뜻함.

Table 4. 綜合結果 分析評價

供試 文化財名 :

調査地域 :

損 傷 事 項	* 損 傷 程 度 評 價							備 考
	1**	2	3	4	5~8	9	10	
變 形 腐 敗 丹 靑 또는 塗 膜 粘 着 材 料 吸 水 率 構 造 上 의 缺 陷 材 質 劣 化 附 屬 材 其 他 (環 境 與 件 變 化 중 가장 影 響 을 준 項 目. 이 곳 에 서 記 入 評 價)								

* 損傷程度는 極甚 → 輕微(A → D, 4등급)로 표시 ** 調査開始 후의 經過年數(調査開始 : 년)

하여 평가 분석하고 그 지역의 환경여건 중에서 供試試料에 가장 큰 영향을 미친 여건(Factor)을 순위별로 가려내어 보존대책 수립에 참고가 되게 확인시험 시기별로 종합 정리하여 두고(Table 4 참조) 그 문화재의 환경여건에 대한 손상여부를 추적하여 가면서 손상이 극심하여지기 이전에 그 보호대책 즉, 보존대책을 수립시켜 나아가야 할 것이다.

4. 結 論

목재문화재에 대한 환경영향을 조사 분석하고 그 결과를 평가하는 방법에 관하여서 필자의 조사 사항들을 略述하였다.

본고에서 살펴볼 수 있듯이 이 조사 분석은 최소한 10년단위의 조사기간과 관련된 측정기기, 기술자, 측정경과 등이 소요되므로 국립 연구기관이나 관련된 학회, 지방자치단체 등에서 장기적인

견지에서 실행되어야 한다. 그러나 환경은 목조문화재에 여러 국면에서 점차 그 손상요인들이 가중되어 갈 것이 우려되는바 크나 하겠다. 따라서 빠른 시일내에 이들을 예방하기 위한 조직적인 과학적 조사사업이 착수되어 가기를 바라마지 않는다. 근래 일부 언론계에서 환경의 목조문화재에 대한 손상작용을 우려하는 견해들이 거론된바 있으므로 이러한 기회에 본 조사사업과 같은 것이 국가적 사업 또는 공공사업으로서 적극 추진되어 가기를 기대하여 마지 않는 바이다.

參考文獻

1. 文化財研究所 : “문화재보존과학”, 보존과학연구총서 1집, 문화재관리국 문화재연구소 간행(1980)
2. “古文化財之科學”, 일본 고문화재과학연구회 간 및 보존과학지에 발표된 관련연구분야 연구보문, 동경 국립문화재연구 간