

6. 大氣環境이 文化財에 미치는 影響 研究

盧 在 植

(理博. 韓國原子力研究所環境部長)

1. 서 론

문화재를 보호하고 안전하게 보존하기 위한 대책을 세우기 위하여서는 문화재를 훼손시키는 모든 자연현상을 연구·조사하여 그 원인을 규명 정확하게 파악하여야만 문화재보존을 위한 과학적인 방법을 생각해 낼 수 있다.

이 계획서에서는 자연환경이 문화재에 미치는 영향에 대한 조사·연구 중 대기과학부문이 담당하여야 할 범위를 잡고자 한다.

자연환경의 일부로서 기상환경이 문화재에 미치는 영향에 관한 연구를 하기 위하여서는 무엇보다도 먼저 문화재를 둘러싼 공기의 대기과학적 조건이 문화재의 표면과 내부에서의 생물학적, 물리학적(전기화학적 포함) 및 화학적 부식을 촉진시키는 국부적 미기상환경의 조건을 연구하여야하며 문화재의 부식에 의한 훼손을 최대한으로 방지하기 위해서도 국부적 미기상환경의 조성을 자세히 측정·조사하여야 한다.

또 최근 시끄럽게 논의되고 있는 대기오염인자의 작용도 연구대상이 될 것인바 이것은 대기가 해안부근, 도시, 공업지대, 농촌지대 등 지역에 따라서 그 함유성분이 다름에 따라서 부식 양상과 정도가 달라진다는데 기초를 둔 과제이다. 그러나 이 과제는 주로 대기화학적 분석업무가 주요골자가 되는 까닭에 본 계획서에서는 할애하였다. 다만 이 과제도 전술한 미기상조건을 바탕으로 해서 검토되어야 할 것이다.

일반적으로 건조한 대기내에서는 황화수소, 염산, 황산 등의 산성기체가 있다손치더라도 이것들이 단독으로 존재할 경우 금속은 부식되지 않으며 대기내에서의 부식에서는 비, 이슬, 안개 등의 물이 중요한 인자인 것이다. 즉 물이 금속표면에 부착하였을 때 비로소 부식이 시작되며 양쪽의 상호작용에 의해서 촉진된다. 특히 해안부근에서는 염화나트륨이 주성분인 염분이 금속표면에서 물과 함께 작용해서 부식을 촉진한다 함은 널리 알려진 사실이다.

이상과 같이 문화재보존을 위한 환경과학적 대책을 수립하는데 필요한 과제는 지형적·지리적요소외에도 미기상조건이 첨가되어 문제가 더 어려워짐을 알 수 있을 것이다. 특히 도시오염지역에서의 보존관리대책 수립에 있어서는 그 오염원

이 다양화되는 까닭에 보다 더 미세한 국부적 미기상조건을 조사·분석하여 고려에 넣어야 할 것이며 오염 등의 영향을 조사하기 위하여서는 광범위하고도 장기적인 관찰을 통한 미기상환경도(微氣象環境圖)의 작성이 필요케 된다.

2. 연구·조사내용

1) 대기내에 노출되어 있는 문화재에 미치는 기상학적 조건

석탑 또는 기타 대기내에 노출되어 있는 문화재의 표면은 오랜 시일동안 풍우로 풍화되어 온 것으로 그치었으나 근래에 와서는 공업발전과 도시발전의 부산물인 대기오염물질에 의한 침식으로 급속도로 훼손되어가고 있다. 현재 대기내의 오염물질은 증가일로에 있으며 그 화학적작용은 문화재의 표면뿐만 아니라 내부까지도 침식되어 부식작용을 촉진시키고 있으므로 지난 10~20년 동안에 전세계의 노출문화재는 흑색으로 탈바꿈하고 있다.

대기내의 오염물질이 일으키는 화학작용은 문화재표면에서의 수분과의 작용으로 형성되는 산(酸)으로 인한 것이며 이와 같은 화학적 반응의 촉진은 문화재표면에서의 온도와 습도의 지배를 받고 있는 까닭에 노출된 문화재표면과 그 주위 환경에서의 미기상학적요소를 조사한다 함은 곧 문화재부식의 화학적양상을 설명해 주는 기본자료가 될 수 있다. 노출문화재표면과 그 주변의 기상학적요소인 온도(기온과 문화재자체의 표면 온도 등)과 습도의 변화는 진술한 화학적 부식현상만이 아니라 미생물학적 부식작용과 기계적인 파괴작용에도 절대적인 역할을 하고 있다. 특히 미생물학적 부식작용에서 온도와 습도는 미생물의 번식에 절대적요소이고 또 미생물에서 방출되는 화학물질이 부식작용에 기여하는바 큰 것으로 알고 있다.

화학적 및 미생물학적 부식작용이 진행된 노출문화재의 표면은 물리적으로 약한 물질구조를 갖게되어 풍화작용을 가속시켜 훼손현상을 촉진하는 것이다.

따라서 기상환경조사 결과는 문화재부식의 계절적변화 및 부식도를 나타내는 기본자료가 되는 것이다.

2) 건조물 또는 건축물 내부에 있어서의 미기상현상

박물관, 사찰, 석굴, 고분 등의 옥내 또는 그 내부에서의 미기상환경은 그 내부에 문화재를 보존하는 경우 가장 중요한 요소의 하나이다. 특히 이와같은 문화재를 보존하는 공간의 위치배정이 지하화됨에 따라서 문화재 보존은 어려운 시련을 겪어지게 되었다. 이것은 특히 여름철 장마기의 외기가 많은 수증기를 포함하고 있는 반면 지중온도는 외기온도보다 상당히 낮은 온도를 갖고 있는 관계로 지하에 놓은 보존실 벽면의 온도는 항상 노점온도이하가 되기 때문에 마치 겨울철 목욕탕내부벽과 천정에 물이 생겨 흐르는 것과 같은 현상을 일으키게 된다.

즉 온도가 주위공기의 기온보다 낮기 때문에 생긴 표면에서의 결로(結露)현상이 왕성한 결과이다. 그리고 수분이 많아 짐에 따라서 미생물번식을 촉진시키는 것이다. 바로 여기에 현재 한국에서 당면하고 있는 많은 문제들이 노출되고 있다. 따라서 자연적인 기상환경의 조성을 최대한으로 살리골 부족한 양 만큼을 인공적인 방법으로 보완한다는 것은 하나의 현명한 방법이라 하겠다.

이와같은 모든 방안을 세우기 위하여서는 실내 미기상 현상에 대한 조사를 하여 문제점과 그 원인을 정확히 파악 규명해야만 하는 것이다.

3) 보존실에 보장된 소형 문화재가 실내 미기상환경에서 받는 영향보존실 중앙 윗부분에 보존된 작은 소형문화재들인 경우 주위의 공기와 온도에 있어서 그다지 큰 차가 생기지 않을 것이다. 그러나 그를 중심으로 한 온도의 수직분포에 있어서는 현저한 차이가 생기기 마련이며 또 소형문화재 자체와 이를 외어 쓴 바로 이웃의 기온간에는 미시적인 정밀측정을 할 경우 급격한 온도경로를 가질 것이다. 즉 실내공기의 온도는 외부대기의 온도가 주는 영향을 받을 것이고 소형 문화재들은 실내온도의 영향을 받을 것이다. 한 예로서 도자기를 든다면 그 구조상 및 열전도상의 문제로 인하여 도자기 표면 여러 지점에서의 온도는 정밀측정을 할 경우 균일하지 않을 것이다. 또 습도도 공기의 유동이 자유스러운 외부와 공기가 정체되어 있는 내부간에는 큰 차이가 있을 것이다. 따라서 미생물의 번식이 발생하는 지점과 녹이 서는 곳이 소형 문화재표면에서의 상대습도가 최고치를 보이는 곳과 일치하는가의 여부도 조사·연구해야 할 것이다.

3. 연구 방법

1) 노출문화재와 그 미기상환경관측

노출문화재의 표면이 기상환경에서 받는 영향은 일사광으로부터 받는 열량, 표면온도 그리고 표면에서의 습도 등의 변화이다. 이와같은 조사는 우선 일차적으로 종관기상관측치에 의한 개괄적 특성을 조사·분석한 다음 강구되어야 할 것이다. 따라서 대상물체 표면 여러군데의 표면 온도를 측정할 Thermo couple을 장치하여 연속측정함으로써 석탑표면에서의 온도분포의 일 변화, 월 변화, 계절 변화, 년 변화등을 통계·분석한다.

이 결과는 생물학적, 화학적부식 및 물리적 파괴에 대한 평가를 거쳐 문화재 보존대책 수립에 필수불가결한 기본자료가 될 것이다. 한편 석탑을 둘러싼 공기 내의 상대습도를 측정한 다음 석탑표면에서의 상대습도를 계산하여야 한다. 이 자료들은 또한 인근 기상관측소에서 얻은 자료와 비교해서 그 상관관계를 조사·결정하여 탄 목적의 응용가능성 여부로 가려내야 할 것이다.

2) 건조물 또는 건축물 내부의 옥내 미기상환경 관측

옥내 미기상관측을 하여 옥내 미기후치를 얻기 위하여서는 주어진 공간 전체에 대한 입체적 온도분포를 측정하여야 한다. 이를 다시 일 변화, 월 변화, 계절 변화 및 년 변화 별로 통계분석하여야 하므로 상당히 많은 수의 저항온도계를 옥내에 설치하게 된다. 이렇게 함으로써 외부기온의 변화에 따르는 옥내 온도분포의 변화를 알 수 있으며 또 습도변화를 파악하기 위해서는 각 저항온도계 옆에 자기모발습도계(Hygrograph)를 배치해 두어 상대습도와 절대습도의 변화를 측정한다.

현재 실내 미기상환경에 관한 문제는 문화재를 아끼는 사람들이 당면하고 있는 가장 큰 문제점의 하나이므로 철저한 연구·조사를 하여야 한다. 그리고 공기 조화시설과 같은 단조하고도 인공적인 방법으로 만사를 해결할 수 있다하여 그 조사·연구를 소홀히 해서는 안 될 것이다.

3) 옥내 미기상이 소형문화재에 미치는 영향

도자기와 같이 소형 문화재가 주위 공기의 온도 및 습도변화에 따라서 어떻게 그 표면온도 및 습도를 변화시키고 있는가 하는 문제를 조사하기 위하여서는 도자기 주위에 저항온도계와 모발습도계들을 장치하여 환경미기상조건을 측정하고 도자기의 표면과 내부 여러곳에 Thermocouple을 부착시켜서 도자기 표면의 온도를 측정하여 표면상대습도가 가장 큰 곳을 찾아 내면 이것이 바로 미생물의 번식이 생길 가능성이 있는 곳이라는 확증을 얻게 된다. 이것은 목재와 금속으로 된 혼합체등의 문화재일 경우에도 응용할 수 있는 귀중한 연구과제라고 보아야 할 것이며 대형 불상과 같은 문화재에도 이와같은 측정은 가능하리라고 믿는다.

4. 진 행 계 획

사업기간 : 1975년부터 계속사업으로 추진한다. 단 조사대상을 선정한 후 각 지점별로 1년간씩(최소단위의 기간) 연속 관측한다. 다만 각 지점별 조사기간은 조사치의 통계·분석·평가의 기간이 따로 6개월 필요하므로 각 1.5년씩으로 한다.

5. 편성표

연구책임자					
	기온분과	바람분과	습도분과	총괄	계
연구원	1	1	1		3
연구조원	1	1	1		3
보조원				1	1