

# 한국의 석조문화재 보존

김수진

서울대학교 지구환경과학부·석조문화재보존과학연구회  
서울시 관악구 신림동 산56-1, 151-742

## 1. 서 론

우리 나라 건조물 문화재 중 석조문화재는 2000년 12월 현재 국보 64기, 보물 442기, 도합 506기의 국가지정 문화재와 그리고 637기의 시도지정문화재가 있어서 도합 1,143기의 석조문화재가 있으며 주로 석탑, 부도, 석불, 비석 등이다. 석탑은 국보 중 약 54%, 보물 중 약 43%를 점유하고 있다. 그래서 석조문화재는 우리나라 국가지정 건조물 문화재 중 국보의 76.2%, 보물의 41.7%를, 그리고 시도지정문화재의 84.5%를 차지하고 있다. 이들 석조문화재는 대부분 화강암을 석재로 사용하였으나 곳에 따라서는 대리암, 빈암, 사암, 호온펠스, 안산암, 실트스톤, 역암 등도 사용되었다. 한편 천연기념물 중 지질·광물(16건), 암석(4건), 천연동굴(13건) 도합 36건이 있으나 대부분 야외에 그대로 노출되어 있는 상태로 있기 때문에 건조물 석조문화재와 마찬가지로 풍화가 가속되고 있어서 이들의 보존도 큰 과제이다.

우리나라의 석조문화재는 축조시기가 삼국시대로부터 조선말기에 이르기까지 다양하다. 그러나 이들 대부분의 축조시기가 천년이 넘는데다가 대부분 옥외에 위치해 있기 때문에 풍화를 심하게 받고 있어서 원래의 모습과 강도가 크게 훼손되어 있다. 더욱이 최근의 대기오염으로 인한 산성비는 과거 50년전에 비하여 대부분의 석조문화재를 기하급수적으로 크게 훼손시키고 있다.

우리나라 경향 각지에 산재해 있는 석조문화재들의 훼손현황과 그 원인 그리고 현재까지의 보존·수복현황 분석과 함께 앞으로의 올바른 보존대책에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 석조문화재 보존과 보존과학

우리나라 사람들의 머리속에는 대체로 돌(암석)은 잘 변하지 않는다는 생각이 깔려 있다. 실제 암석은 다른 소재와 비교할 때 그 수명이 긴 것은 사실이다. 그러나 처맛물이 바위를 뚫듯이 암석이 자연에 노출되어 있게되면 속도는 느리지만 단단한 암석도 풍화에 의하여 쉽게 부셔지게 된다.

풍화 등 각종 요인들에 의하여 석조문화재가 상당히 또는 약간이라도 원래의 강도와 모습을 잃었을 경우 이를 더 이상 훼손되지 않도록 보존방안을 강구하는 것이 필요하다. 석조문화재의 훼손은 결국 각종 환경과의 반응에 의하여 일어나는 것이기 때문에 석조물이 환경 중 어떤 요인에 의하여 어떤 상태로 훼손되어 있는가를 규명하여 훼손현상이 일어나지 않도록 예방 또는 지연시키는 과학적 방법을 연구하는 것이 보존과학이다. 따라서 석조문화재를 보존처리하기 위해서는 철저한 보존과학적 측면에서의 연구와 실험이 필요하다.

천연기념물 중 화석지, 암석, 지질구조 등은 인간이 건조한 것은 아니지만 건조물 석조문화재와 마찬가지로 암석으로 구성되어 있으며 주로 풍화에 의하여 훼손되기 때문에 똑같은 원리에 입각하여 그 보존대책이 연구되어야 한다. 예를 들면 공룡발자국 화석은 발자국이 있는 암석이 풍화훼손되어 버리면 발자국도 없어지는 것이기 때문에 암석이 더 이상 풍화되지 않도록 보존처리할 필요가 있게 된다. 따라서 일반 석조문화재의 보존원리가 석조천연기념물의 보존에도 똑같이 적용된다.

석조문화재는 그것이 건조물이든 또는 자연물이건 간에 다 같이 각종 광물로 구성된 암석이기 때문에 암석의 성질과 물성 및 풍화에 대하여 깊은 이해가 있어야 암석의 훼손상태와 보존방안에 대한 연구가 올바르게 이루어질 수 있다. 따라서 선진국에서는 광물학(특히 환경광물학) 또는 지질학 전공자들이 석조문화재 보존과학을 연구하는 사람이 많다. 그러나 석조문화재 보존과학은 하나의 종합과학이기 때문에 과학분야의 어느 학문을 전공한 사람도 연구할 수 있는 영역이 있다. 실제 훼손이 심한 석조문화재를 보존처리하려면 지질학, 광물학, 기후학, 생물학, 화학, 물리학, 토목공학, 건축공학 등 분야의 지식을 필요로 한다.

### 3. 우리나라의 석조문화재 보존현황

우리나라의 문화재 보존에 대한 연구는 주로 국립문화재연구소에서 수행해오고 있다. 국립문화재연구소에는 보존과학연구실이 있어서 여기서 목조, 석조, 지류, 섬유질, 금속 등 문화재의 보존·수복 기술을 연구하고 있고 현재 14명의 연구원이 분야별로 전문적 업무를 담당하고 있으며 석조문화재는 2명의 연구원이 담당하고 있다. 1980년부터 지금까지 석조문화재의 보존상태조사 및 보존처리 현장지도 등 132건을 실시하였다. 그러나 선진국에서 실시하고 있는 보존과학적 절차, 즉 석조물의 훼손현황과 그 원인 분석을 통한 보존처리를 하지 못하고 있다. 그것은 석조물의 성질과 풍화에 대한 전문적인 지식을 가진 연구원이 확보되지 못하고 있기 때문인 것으로 생각된다. 석조문화재의 보존에 있어서 염두에 두어야 할 가장 중요한 사항은 한번 잘못된 보존처리는 그것을 영원히 회복불가능하게 훼손시키게 된다는 사실이다. 따라서 본문의 후미에서 언급하

겠지만 석조문화재의 보존연구 및 보존처리는 반드시 보존과학적 방법과 절차에 따라 진행되어야 하며 신중에 신중을 다하여 연구에 연구를 거쳐 이루어져야 한다. 성급한 처리는 석조문화재를 영구히 망치게 될 것이다.

특히, 최근에 와서 석조문화재의 보존에 대한 목소리가 높아지면서 석조문화재의 보존·수복에 대한 연구가 대학 등 여러곳에서 이루어지고 있는 것은 환영할 만한 일이라 생각된다. 그러나 그동안 이루어지고 있는 보존·수복 작업이 상당히 문제점을 안고 있다고 생각된다. 그것은 보존과학적 방법과 절차를 무시하고 단편적인 연구를 바탕으로 하여 처리를 하고 있기 때문에 문제가 되고 있다.

현재 국내에서 이루어지고 있는 석조문화재 보존·수복 현황을 검토하여 보면 다음과 같은 문제점이 발견된다.

- 1) 단기간 내에 보존·수복을 완료하려고 한다.
- 2) 훼손상태와 그 원인에 대한 연구없이 보존·수복 시공을 하고 있다.
- 3) 임상실험을 거치지 않고 바로 보존·수복 시공을 하고 있다.
- 4) 검증되지 않은 화학적 세척방법을 사용하고 있어서 후유증이 유래된다.
- 5) 석조문화재의 수리는 토목기술자들이 주로 하고 있다.
- 6) 보존·수복 시공 후 그 결과에 대한 보존과학적 분석평가를 하지 않고 있다.

이상에서 열거한 사항들은 보존과학적 측면에서 보면 모두 있을 수 없는 일들이다. 의사가 환자를 치료할 때 반드시 진찰과 검사를 실시하여 발병원인과 상태를 밝힌 후 처방을 내리듯이 석조문화재도 보존과학자가 훼손현황과 그 원인에 대하여 정밀 진단을 하고 그 결과에 따라 보존·수복 처방을 하고 그 처방에 따라 시공을 하여야하지 않겠는가?

이러한 논리로 볼 때 석조문화재의 보존·수복을 시도할 시에는 반드시 보존과학 전문가의 진단과 처방을 받아 실시해야 할 것이다. 따라서 석조문화재를 보존과학적 방법과 절차를 무시하고 보존·수복 시공을 할 수 없도록 정부차원에서 지침을 수립해야 할 것이다.

#### 4. 우리나라 석조문화재의 훼손양상과 그 원인

석조문화재를 훼손시키는 요인으로서는 지진, 화재, 홍수, 물지각, 관광객, 잘못된 처리, 바람, 빗물, 동결, 기온변화, 염의 정출, 대기오염, 생물의 성장 등이다. 이 중에서 지진이나 화재 등과 같이 급격히 일어나서 영향을 주는 것도 있지만 다른 요인들은 대체로 느리게 일어나는 환경적 요인들이다.

우리 나라 석조문화재는 주로 탑, 부도, 석불, 비석 등으로서 그 축조연대가 오래된 데다가 대부분 옥외에 위치하고 있어서 그 석조물의 건강상태는 석조물이 위치해 있는 지역의 자연환경여하와 밀접히 관련되어 있다.

석조물의 훼손은 지표 또는 지표근처에서 풍화에 의하여 일어나며 풍화의 요인은 우리 나라의 자연환경을 고려할 때, 주로 빗물, 대기오염, 지하습기, 해수분무 염분, 기온변화, 생물서식 등이다. 그러나 인위적 파손현상도 가끔 관찰된다.

석조물에서 흔히 볼 수 있는 훼손양상을 열거 설명하면 다음과 같다.

### 1) 빗물에 의한 훼손현상

빗물에 의한 석조문화재의 풍화현상은 일반적으로 그 속도가 대단히 느리다. 신선한 암석인 경우에는 비가 오고 있는 동안에는 암석이 젖어 있지만 비만 그치면 대체로 그 표면의 빗물이 증발되어 건조하게 되며 암석 내부로 스며든 수분은 대기 중의 습도 여하에 따라 서서히 빠져 나온다. 그래서 석재를 구성하고 있는 광물과 물의 반응 시간이 길지 않기 때문에 대단히 느린 속도로 광물들이 풍화된다.

그러나 우리 나라 대부분의 석조문화재들처럼 천년이 넘게 계속 빗물과 반응하다가 보니 암석 중의 비교적 물과 잘 반응하는 장석과 유색광물들이 상당히 풍화되어서 장석은 우선 크림색, 담회색, 담홍색에서 백색으로 변화하고 그 표면에서 산성 빗물에 용해되어 장석과 유색광물이 있던 자리가 움푹 들어간 모양을 이루든가 또는 표면이 기복은 있되 원할미가 있는 모습을 갖게 된다. 심하게 풍화된 경우에는 석영 및 장석 입자들이 약간의 힘만 주어도 떨어져 나오는 입상분해 (granular disintegration) 현상이 나타난다. 우리 나라 석조문화재 중에서 이 정도로 풍화된 것도 흔히 볼 수 있다.

빗물이 대기 중의 분진을 포집하여 내리는 경우에는 빗물이 흐른 자리에 분진들이 쌓여 검게 보인다.

### 2) 대기 오염물에 의한 훼손현상

석조물은 대기오염물에 의하여 크게 훼손된다. 대기오염물은 지상에 건조된 상태 또는 빗물 및 수분에 녹은 상태로 침적하게 된다. 대기오염물로서 석조물의 훼손에 영향을 주는 것으로서는  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$  및 에어로졸이다.  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$ 는 빗물에 녹아 빗물이 산성비로 되게 하는 주요인이다.  $SO_x$ 와  $NO_x$ 는 각종 공장 등 산업활동의 부산물로 나온 것들로서 이들이 빗물과 만나

산성비를 만든다. 원래 빗물은 약한 산성을 띠고 있지만 강한 산성비는 대기오염물 때문이다.

산성비는 석조물과 반응하여 구성광물들은 용해하여 한편으로는 용해된 용액으로부터 점토광물을 침전시킨다. 또한 빗물에 녹은  $SO_x$ 는 빗물에 들어 있거나 또는 장석이 용해되어 생성된 Ca, Mg, Na와 결합하여 황화염(예: 석고)을 침전시킨다. 산성비가 석조물의 미세 공극을 통하여 스며들어가 있다가 수분이 증발하면 바로 석고와 같은 황화염을 정출시킨다. 예를 들면 석고가 용액으로부터 정출될 때에는 정출압력 때문에 석조물 표면에 피각을 이루면서 틈이 생겼다가 나중에 탁박된다. 일반적으로 석고는 먼지 등과 결합하여 대리석 석조물 표면에 검은색 피각을 이루지만 화강암에서는 피각과 함께 검은색 주위에 회갈색 및 백색의 피각이 형성되기도 한다.

### 3) 지하 습기에 의한 훼손현상

석조문화재들은 대체로 땅을 파고 암석으로 기초를 다진 후 역시 암석 위에 축조하여 있다. 일반적으로 기초암반이 지표 토양에 묻혀 있기 때문에 지하수 및 지하 습기의 영향을 받고 있을 뿐만 아니라 기초 암반 위에 놓인 석조물 자체도 흠에 파묻혀 있는 예가 있어서 수분이 암석에 있는 틈을 따라 상승하여 지반에 가까운 석벽이 물로 포화되어 있는 예가 많다. 암석이 물로 포화되어 있으면 암석의 표면에서는 물의 증발이 일어나기 때문에 수분이 계속하여 상승하게 되며 수분이 운반해온 염분들이 수분이동 전선부 표면에 백색으로 소금꽃으로 침전한다. 또한 물로 포화된 부위는 박테리아, 곰팡이, 이끼, 조류 등이 번성하여 그 표면이 검게 된다.

석조물이 지하 습기에 의하여 계속 포화되어 있게되면 빠른 속도로 광물들이 물과 반응하고 또 염들의 정출 압력에 의하여 암석 구성광물들이 모래 모양으로 알알이 분해되어 나온다.

### 4) 해수분무 염분에 의한 훼손현상

우리 나라는 국토의 면적이 좁은데다가 그 형태가 좁고 길며 삼면이 바다로 둘러 쌓여 있어서 석조물들은 해수분무로 인한 염분의 영향을 받고 있다. 해수 분무에 의하여 생성된 에어로졸(aerosol)은 주성분이 주로 소금(NaCl)이지만 그 이외의 염들도 함유되어 있다. 해수분무에 의하여 생성된 에어로졸은 300 km까지 내륙으로 분산되는 것으로 알려져 있다. 따라서 우리 나라 해안지역에 있는 석조문화재는 물론이고 내륙에 있는 석조문화재도 그 영향을 받는 것으로 볼 수 있다.

해안 지방에 있는 석조물의 표면에 존재하는 오염물 중에는 소금 결정이 발견되고 있다. 암석

이 염분을 계속하여 받아들리게 되면 석조물 표면에 피각, 알비올라(alveolar) 풍화, 입상분해현상 등이다. 피각의 두께는 암질과 환경에 따라 두꺼운 경우도 있고 얇은 경우도 있다. 해수 분무 염분은 결국은 지표에 침착하여 토양의 염분농도를 높이고 이 염분이 수분과 함께 석조물에 침투 상승하여 암석의 훼손을 촉진하게 된다.

### 5) 기후변화에 의한 훼손현상

우리 나라의 기후는 사계절이 뚜렷하여 특히 여름과 겨울의 기온차이가 40℃까지 나타나고 있어서 계절별 온도 변화에 대한 영향도 다소 있을 것으로 예상된다. 특히 여름철에 기온이 30℃ 이상이 되고 습도가 높은 경우에는 암석의 풍화 속도가 빨라질 것으로 예상되며 또 이 시기에 산성비가 내리면 암석의 풍화는 촉진된다. 이 경우에는 암석의 용해작용이 주로 일어난다.

기온변화에 의한 가장 큰 암석훼손은 주로 동절기에 일어난다. 겨울철 낮에 눈, 비가 와서 석조물이 젖은 상태로 있다가 밤에 기온이 영하로 내려가면 결빙 현상이 일어나고 이 때 생성되는 결빙 압력에 의하여 암석에 틈이 생기고 이미 생긴 틈은 더 넓게 갈라진다. 오염물의 침전에 의하여 형성된 흑색 또는 갈색 피각도 결빙 시에 석조물 표면으로부터 떨어져 나오게 된다. 오래된 암석 표면에서는 작은 얇은 조각으로 박탈되기도 한다.

### 6) 생물 서식에 의한 훼손현상

석조물의 표면에 서식하는 박테리아, 곰팡이, 이끼, 조류, 지의류 등은 석조물의 외관을 망칠 뿐만 아니라 이들의 뿌리로부터 나오는 유기산으로 인하여 암석의 토양화가 촉진되어 석조물이 훼손된다. 따라서 석조물에 서식하는 생물은 이를 서식하지 못하도록 제거하여야 한다.

## 5. 석조문화재 보존과학의 원리

석조문화재의 훼손현상은 그것이 어떤 형태의 훼손이든 간에 훼손된 석조문화재의 훼손 원인을 하나하나 밝혀 그 원인을 제거하는 조치를 함으로서 더 이상 훼손되지 않도록 하는 것이 바로 보존방안인 것이다. 그래서 석재의 훼손양상과 그 원인에 대한 연구는 석조문화재 보존과학에 있어서 가장 중요한 과제이다.

특히 석조문화재가 옥외에 있는 경우에는 석조물의 구조적 안정상태 진단과 그리고 수문환경, 대기 및 기후환경 같은 환경적 요인이 우선적으로 연구 검토되어야 하며, 그리고 나서 석조물 자체의 훼손양상과 그 원인분석 및 물성분석 등 석조물 자체에 대한 진단이 이루어져야 한다. 석조물 진단에서는 훼손지도 작성과 훼손물질 및 오염물에 대한 정밀한 분석연구가 이루어져야 한다.

이와 같은 연구가 끝나면 이 연구로부터 훼손 석조물의 영구적 보존을 위해 필요한 각종 보존대책이 나오게 된다. 이 보존대책들은 석조물의 훼손의 원인을 제거하는데 필요한 방안들이다. 예를 들어, 석조물이 구조적으로 불안정한 상태에 있으면 기반을 튼튼하게 하는 것이 보존대책이 될 것이며, 지하로부터 습기침투가 있을 경우에는 이를 차단하는 공사를 하는 것이 보존대책이 될 것이다. 또한 산성비의 피해가 클 경우에는 산성비에 맞지 않도록 하는 방안이 바로 보존대책이 될 것이다. 심하게 풍화된 암석의 경우에는 풍화가 더 이상 진행되지 않게 하고 약해진 암석 강도를 높여주는 것이 보존대책일 것이다. 따라서 석조문화재가 보존처리를 필요로 하는 경우에는 이에 앞서 반드시 석조물의 구조적 안정성 진단, 환경분석 및 석조물 자체의 훼손상태와 그 원인 및 물성에 대한 진단 등이 정밀하게 이루어져야 하며, 그 진단결과를 자세한 기록으로 남겨야 한다. 그래야 다음 단계 즉, 각종 보존처리 등 보존시공의 합리성을 인정받을 수 있다. 이와 같은 연구가 사전에 이루어짐이 없이 보존처리 등 보존시공을 할 경우에는 그 합리성을 보장받을 수 없으며 그것은 보존과학적 보존처리가 아닌 것이다.

석조물의 훼손상태와 그 원인에 대한 연구로부터 석조물의 보존대책이 수립되면 보존대책을 구체적으로 시행할 수 있는 공법이 연구되어야 한다. 예를 들면 지하수위가 높아서 지하수가 석조물에 침투하는 경우에는 지하수 침투를 어떤 방법으로 차단할 것인가가 연구되어야 하며 석조물이 풍화를 심하게 받은 경우에는 어떤 처리제를 사용하여 더 이상 풍화가 진행되지 않도록 할 수 있는지 암석의 물성에 적합한 구체적인 방법이 연구되어야 한다. 이와 같이 석조물의 훼손상의 문제점을 찾아내어 이 문제점을 하나하나 과학적 방법으로 해결하여 더 이상 훼손이 일어나지 않게 하는 것이 보존과학적 보존처리 방법이다.

석조물들이 축조된 지 오래된 경우에는 대부분 심하게 풍화되어 있기 때문에 암석의 강도가 저하되어 있어서 외부의 물리적 및 화학적 충격에 쉽게 파손된다. 그래서 우리 나라 대부분의 석조문화재들은 빗물을 직접 오랫동안 맞았거나 오염물의 침전으로 인하여 암석조직의 결합력이 약화되어 있다. 그래서 이 경우에는 조직이완을 막고 강도를 높이며 풍화작용을 중지시키는 방법으로 보존처리를 하여야 한다. 그러나 이 경우 보존처리는 반드시 석조물의 훼손상태와 그 원인, 석조물의 광물조성과 화학조성 및 물성(공극률, 흡수률, 공극 분포, 팽창률, 투수률, 압축강도 등)에 대한 연구를 실시한 후 그 연구결과를 참작하여 각종 보존처리제에 대한 반응 실험을 통하여 적합한 보존처리제를 선택해야 한다. 예를 들면 경화 및 충전제 선택은 석조물의 물성을 고려하여 선택되어야 한다. 그러나 화강암은 공극률이 대체로 낮기 때문에 보존처리에 어려움이 많다.

그러나 어떤 경우에도 이와 같은 순서를 거치지 않고 보존처리를 시행한다고 하면 무조건 처리 과정을 중지시켜야 할 것이다. 한번 잘못된 보존처리는 석조문화재를 복원 불가능하게 완전히 망치는 일이기 때문이다.

암석은 같은 이름을 가진 것이라도 그 종류가 대단히 많고 광물조성과 조직이 서로 다르며 풍화상태 또한 서로 다르다. 그래서 한 암석에 효과 있는 보존처리제라 하더라도 다른 암석에서는 적합하지 않을 수 있기 때문에 항상 서로 다른 석조물인 경우에는 별도의 실험을 거쳐 적합한 보존처리제를 선택해야 한다. 이 경우에도 역시 석조물의 각종 성질과 실험결과 및 보존처리에 사용한 방법 및 처리제에 대한 기록을 상세하게 기술하여 기록으로 남도록 하여야 하며 그래야만 보존처리의 합리성이 인정받을 수 있다. 단계별로 자세하게 기술한 기록은 차후에 있을 수 있는 새로운 보존처리 시 꼭 필요한 자료가 될 것이다.

암석은 심하게 풍화된 암석일수록 암석 내 공극이 많아서 대기환경에 따라 암석 내부 공기와 바깥 공기간에 순환이 일어난다. 즉 암석이 숨을 쉬고 있다. 그래서 보존처리 시 암석 안쪽으로 수분이 침투하지 못하도록 발수재를 도포하여 대기의 흐름을 완전히 차단하게 되면 수분이 암석 속으로 침투하지는 못하겠지만 암석 내에 남아 있는 소량의 수분이 기온변화에 따라 암석 내에서 응결되면서 광물과 반응하여 암석의 훼손을 가속시키는 결과를 초래하게 된다. 이러한 예는 선진 외국에서도 과거에 흔히 있었던 일로서 화학자들에 의하여 개발된 경화제 및 차수제로 보존처리를 한 결과 단기간 내에는 보존처리가 잘된 것으로 보였으나 수년 내지 수십년이 지나면서 처리하지 않은 것만 못하다는 사실이 밝혀지고 있다. 이것은 암석의 물성 및 암석 내부에서의 미기상(microclimate)에 대한 이해가 부족한 상태에서 보존처리가 이루어 졌기 때문이다.

우리 나라의 오래된 석조문화재의 경우, 정도의 차이는 있지만 대부분 석조물의 표면이 흑색, 백색, 갈색 등 각종 오염물과 박테리아, 이끼, 조류 등 생물로 피복 되어 있다. 오염물들은 그 자체가 석조물을 크게 파손시키는 요인이지만 생물들도 또한 암석의 풍화를 촉진시킨다. 그래서 생물들은 석조물을 외견 상 보기 싫게 만들뿐만 아니라 석조물들을 훼손시키고 있기 때문에 이를 세척하여 깨끗하게 유지하는 것이 중요하다. 그러나 세척은 석조물 자체가 손상이 되지 않는 방법으로 시행해야 한다. 특히 화학약품은 석조물을 다소 파손시킬 뿐만 아니라 세척 후에도 암석의 훼손을 촉진시키는 요인이 되기도 하기 때문에 사용에 주의를 해야 한다. 세척은 석조물 자체의 강도 향상 및 풍화진행 중지를 위한 보존처리시에도 이에 앞서 시행되어야 보존처리의 효과가 증진된다.

석조물이 파손되어 있는 경우 파손부위를 복원하기 위해서는 시멘트와 같은 이질적인 소재를 사용하지 말고 석조물과 동일한 느낌을 주는 광물집합체로 된 의암 또는 암석으로 교체하여야 한다.



## 6. 석조문화재 보존방안 연구와 그 절차

위에서 설명한 석조문화재 보존과학의 원리에 따라 석조문화재에 대하여 그 훼손상태와 원인을 밝힌 후 그 원인을 제거하는 방안, 즉, 보존방안을 강구하는 것이 석조문화재의 보존대책이다. 우리 나라에 있어서 옥외에 있는 석조문화재의 보존방안 연구에 있어서 반드시 수행되어야 할 항목들과 그 절차를 아래에 간략히 기술한다. 석조문화재 보존방안 연구와 그 절차에 있어서 주관 연구자는 각 단계마다 관련전문가와 공동으로 조사 연구하는 것이 바람직하다. 한번 잘못된 보존처리는 석조문화재를 영원히 복원 불가능하게 만들기 때문에 석조문화재 보존시공은 반드시 다음과 같은 절차에 따라 체계적으로 연구가 이루어진 뒤에 시행되어야 한다.

### 1) 석조물의 내력 조사

축조역사, 수리, 복구기록 조사

### 2) 석조물의 구조적 안정상태 조사

석조물의 지반 상태, 석조물의 구조적 결함 및 안정성 조사

### 3) 수리지질 조사

석조물 근처의 지하수위, 지하수 이동, 배수 등 수리지질 상태 조사

### 4) 대기환경 및 기후 조사

대기의 성분, 오염물, 분진 등 대기환경과 기온변화, 강수량, 바람 등 기후환경에 대한 조사

### 5) 석조물 훼손 진단 및 연구

석재의 풍화 훼손상태 및 훼손원인 정밀 조사 분석, 훼손지도 작성, 오염물, 오염피각, 오염생물 정체 분석, 풍화훼손 부위의 깊이 측정

### 6) 보존처리를 위한 연구

석재의 조직, 교결물질 연구, 점토광물의 특성 연구, 팽윤성 광물 유무 조사, 석재의 물성(공극률, 흡수성, 투수성, 투수깊이, 흡수팽창률, 흡습팽창률, 습기투과률, 압축강도, 인장강도 등) 측정, 오염물 세척방법 연구, 접합 실험, 충전 실험, 경화 실험, 발수 실험, 경화제 투입 깊이 측정, 처리 후 흡수성 실험, 파열 실험

### 7) 견본시료에 대한 보존처리 실험 및 평가

세척, 탈염, 경화, 몰탈, 대체암석, 색채, 발수처리 암석에 대한 물성(흡수성, 수분투과성 등) 검사, 최종 평가 후 보존처리 방법 결정, 처리제 수요량 평가

### 8) 보존처리 시공

세척, 탈염, 경화, 몰탈, 암석대체, 발수 시공

### 9) 시공 후 시험

## 카르스텐 시험관 실험

## 10) 보존처리 결과 보고서 작성

1) - 10)의 각 과정을 상세하게 기록으로 남겨야 한다. 석재문화재 각각에 대하여 각종 학술적 연구결과 및 보존과 관련된 연구와 시공, 보수 등에 대한 자세한 기록은 문화재청에 제출하여 이를 보관하도록 법적으로 정해야 할 것이다.

## 7. 결 언

석조문화재 보존에 있어서 가장 중요한 것이 석조물의 훼손상태와 훼손원인에 대한 연구이다. 훼손상태와 그 원인에 대한 연구가 이루어져야 비로소 보존대책이 나올 수 있기 때문이다. 석조물을 구성하고 있는 광물들이 물, 오염물, 기온변화 등과 같은 환경과의 반응에 의하여 훼손되게 된다. 따라서 이러한 연구는 환경광물학, 점토광물학 또는 지질학 분야를 전공한 사람들이 담당하면 가장 잘 할 수 있다. 독일, 이태리 등에서는 광물학 또는 지질학 분야에서 많이 연구하고 있으며 문화재보존학 및 화학분야에서 연구하는 곳도 있다. 이태리에는 문화재보존학과가 대학에 개설되어 있는 곳이 있으며 우리나라에도 전통문화학교 및 수개 대학교에 문화재보존학과가 개설되어 있어서 앞으로의 전망을 밝게 해 주고 있다. 우리나라에서도 앞으로 이 분야의 연구에 많은 전문가들이 나오기를 바란다.

## 참고문헌

- 김수진 외 9인, 1998, 해남 공룡화석지 보존방안에 대한 학술연구. 해남군.
- 김수진, 2000, 오래된 석조문화재 어떻게 복구할 것인가? 월간문화재 6월호, p. 10-11.
- 김수진, 2000, 울산암각화 보존문제. 울산암각화 발견 30주년기념 암각화국제학술대회 논문집. p. 83-96.
- 김수진, 여상진, 장세정, 성소영, 이범한, 2000, 불국사 다보탑의 훼손현황과 보존대책. 한국문화재보존과학회 제12차 학술회의 논문집, p. 19-26.
- 김수진, 장세정, 2000, 울산지역 암각화의 훼손현황과 보존대책. 한국문화재보존과학회 제12차 학술회의 논문집, p. 53-63.
- 김수진, 2000, 석조문화재 보존과학의 원리와 보존방안. 월간문화재 12월호, p. 10-13.
- Amoroso, G. G. and Fassina, V., 1983, Stone Decay and Conservation. Materials Science Monographs II. New York, Elsevier.
- Kim, Soo Jin, 2000, Deterioration of stone monuments in Korea and their conservation scheme. Proceedings

- of New Millenium International Forum on Conservation of Cultural Property. p. 188-191.
- Price, C. A., 1996, Stone Conservation. An Overview of Current Research. The Getty Conservation Institute.
- Snethlage, R., 1995, Natursteinkonservierung in der Denkmalpflege. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege. Muenchen.
- Snethlage, R., 1997, Leitfaden Steinkonservierung. Frauenhofer IRB Verlag.
- Weber, H. and Zinsmeister, K., 1991, Conservation of Natural Stone. Expert Verlag.