

# 서산마애삼존불상의 정밀 훼손도 진단과 미기상환경 분석

이선명\* · 이찬희\* · 김지영\* · 최석원\*\*

\*공주대학교 문화재보존과학과, \*\*공주대학교 지질환경과학과

## Detailed Deterioration Diagnosis and Microclimatic Analysis of the Seosanmaaesamjonbulsang (Rock-carved Triad Buddha in Seosan), Korea

Sun Myung Lee\*, Chan Hee Lee\*, Jiyoung Kim\*, Seok-Won Choi\*\*

\*Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University,  
Kongju, 314-701, Korea

\*\*Department of Geoenvironmental Sciences, Kongju National University, Kongju, 314-701, Korea

### 1. 서 언

서산마애삼존불상(국보 제84호)은 가야산 협곡의 층암절벽에 조각된 백제의 대표적인 불상으로 백제인의 예술적 재능이 한껏 발휘된 석조문화유산이다. 가야산 일대를 구성하는 중립질 흑운모화강암으로 이루어진 이 삼존불은 전면에 걸쳐 발달된 불규칙한 불연속면으로 인해 불안정한 지반상태를 보이며, 부적절한 보존환경에 의해 표면이 오염되고 재질이 약화되어 보존상의 많은 문제점이 지적되어 왔다.

따라서 이 연구에서는 삼존불의 장기적이고 안정적인 보존을 위해 재질특성을 밝히고 정밀 진단을 통해 풍화훼손도를 정량적으로 평가하였다. 또한 1년간의 모니터링을 통한 미기상환경 특성을 검토하여, 손상을 가중시키고 있는 환경적 요인과 제어상의 문제점을 고찰하였다.

### 2. 재질특성과 훼손도 진단

이 삼존불을 이루는 흑운모화강암은 담회색에서 회색을 띠는 중립질암으로 일부에서는 페그마타이트 및 석영세맥도 관찰되며 전면에 걸쳐 불규칙적인 불연속면의 발달로 크기와 모양이 다양한 암괴를 형성하고 있다. 이 삼존불의 기반암에는 암석의 균열 및 절리계가 곳곳에서 발달하여 구조적 안정성을 위협하고 있으며 전면에 걸쳐 표면의 요철풍화와 박리박락 및 탈락과 같은 암석의 결실이 나타난다.

암반에 발달된 불연속면의 방향성을 근거로 안정성을 분석한 결과, 구조적으로 불안정한 사면환경에 노출되어 있으며 부분적인 붕괴의 가능성도 제시되었다. 또한 이 삼존불은 전면 에 걸쳐 광물의 화학적 풍화와 이차적 오염물에 의해 원암의 조직과 색이 변질되어 표면풍화를 촉진시킬 뿐 아니라 미관을 해치고 있다.

정밀 진단을 바탕으로 작성된 종합훼손지도를 근거로 훼손도를 정량화하였다. 삼존불의 전체 면적대비 훼손율이 38.96%인 것에 비교했을 때 물리적 풍화는 9.53%, 표면변색은 24.96%로 높은 점유율을 보였다. 훼손지도 작성 영역에 대해 초음파 탐사를 실시하고 산출된 데이터를 이용하여 2D 모델링을 하였다. 이 결과, 삼존불을 이루는 암석은 평균 0.42의 풍화도지수를 지시하여 HW의 심한풍화단계에 속하는 것으로 나타났다. 또한 전면 에 걸쳐 발달하고 있는 불규칙한 절리계를 따라 약 1,000m/s의 저속도대가 분포하였다.

### 3. 미기상환경 분석

2005년 10월 12일부터 2006년 10월 11일까지 일년간 보호각 내외부의 환경변화를 모니터링 하였다. 이 결과, 사계절 모두 95~100%에 달하는 고습도 환경을 나타내는 것을 확인하였다. 이와 같은 고습도 환경은 주로 여름에 높은 기온에서 결로현상을 일으키며, 영하의 기온까지 하강하는 겨울철에는 암석 내부 공극 사이에 있던 수분의 동결과쇄를 일으키는 등 화학적 및 물리적 풍화를 촉진시킨다.

보호각 내외부에서 측정된 기상자료를 비교 분석한 결과, 보호각은 삼존불을 외부환경으로부터 직접적인 영향을 받지 않게 보호하여 외부에 비해 안정된 환경을 조성하나 효과는 미약하였다. 따라서 이 삼존불을 훼손인자로부터 보호하지 못할 뿐 아니라 오히려 보호각 내부를 암습하게 하여 수분을 유지시키는 부정적 환경을 조성하고 있는 것으로 나타났다.

### 4. 결 언

서산마애삼존불상의 장기적이고 안정적인 보존관리를 위해서는 불안정한 사면환경에 노출된 삼존불 암반 주변의 식생제거가 고려되어야 하며 정량적인 안정성 해석을 통한 적합한 보강 대책을 수립하여야 할 것이다. 또한 표면오염물의 과학적인 세정과 함께 삼존불에 발달된 절리계를 비롯한 결실부위에 대하여 종합적인 보존수복 방안이 마련되어야 할 것이다.

이 삼존불의 미기상환경은 복합적인 주변 환경요인에 의해 형성되는 것으로, 삼존불의 풍화 및 훼손을 저감시키기 위해서는 불가피하게 형성되는 수분환경을 제어하는 방안이 필요하다. 이를 위해서는 좀 더 장기적인 모니터링과 보존과학적 진단을 통해 합리적인 제어방안 구축에 필요한 자료의 축적이 필수적이다.