석조문화재의 생물학적 손상요인과 보존대책
(石造文化財의 生物學的 損傷要因과 保存對策)

韓　　成　　熙
(文化財硏究所 保存科學硏究所)
安　　喜　　均
(文化財硏究所 保存科學硏究所)

1. 서　언(序　言)

우리 일상생활(日常生活)과 가장 밀접한 관계(關係)를 갖고 있는 재질(材質)로서 석재(石材)를 들 수 있다. 석재(石材)는 선사시대(先史時代)로부터 현재(現在)에 이르기까지 그 용도(用途)가 다양하게 사용(使用)되어 왔다. 특히 석재(石材)는 목재(木材)나 종이류, 섬유류(纖維類)와는 달리 재질(材質)이 견고(堅固)하고 지속성(持續性)을 갖고 있어 현존(現存)해 있는 문화재중(文化財中) 석조문화재(石造文化財)가 차지하는 비중(比重)은 상당히 높은 편이다. 그러나 이러한 석조문화재(石造文化財)는 대체로 야외(野外)에 노출되어 있어 대기(大氣)의 환경변화(環境變化)에 따른 영향(影響)을 직접적으로 받게 되어 서서히 손상(損傷)되고 있음은 기지(旣知)의 사실(事實)이다.

일반적인 석조문화재(石造文化財)의 손상요인(損傷要因)으로는 온습도변화(溫濕度變化), 풍우(風雨), 수분(水分)의 이동(移動)에 의한 물리적 손상요인(物理的 損傷要因)과 수분(水分)에 함유된 염류(鹽類), 대기오염(大氣汚染)으로 인한 유해가스 등(等)에 의한 화학적 손상요인(化學的 損傷要因) 그리고 지의류(地衣類), 이끼류, 토양미생물(土壤微生物)에 의한 생물학적 손상요인(生物學的 損傷要因)을 들 수 있다.

석조문화재(石造文化財)는 재질(材質)의 견고성(堅固性), 지속성(持續性)으로 인하여 일견 반영구적(半永久的)으로 존재(存在)하고 있는 것으로 생각해 왔기 때문에 석조문화재(石造文化財)에 발생(發生)하는 손상요인(損傷要因)의 구명(究明)과 그 보존대책(保存對策)에 관한 연구(硏究)는 미비한 실정이다. 그러나 모든 물체(物體)는 자연계(自然界)의 순환법칙(循環法則)에 의해 서서히 본래의 상태(狀態)를 유지하게 되므로 석재(石材)는 서서히 토양화(土壤化)되게 된다. 이와 같은 암석(岩石)의 토양화(土壤化)를 풍화(風化)라고 하며 이러한 풍화(風化)는 앞에서 언급한 여러 요인(要因)에 의해 발생(發生)되고 촉진된다. 이때에 생물(生物)의 작용(作用)이 없다면 토양화(土壤化)는 거의 이루어지지 않는다. 따라서 석조문화재(石造文化財)의 보존(保存)에 있어서 생물학적 손상작용(生物學的 損傷作用)을 여하히 조절(調節)하는 가는 중요한 위치(位置)를 차지하고 있다.

그럼에도 불구하고 지의류 등(地衣類 等)의 발생(發生)은 오히려 오랜 역사(歷史)의 증거(證據)로서 미적 가치(美的 價値)를 부과하고 풍화작용(風化作用)을 막아주는 것으

로 인식(認識)되기도 하였으나 최 등(崔 等)(1961)은 석굴암(石窟庵)의 조사보고(調査報告)에서 청태(靑苔)(이끼류)의 발생(發生)의 원인구명(原因究明)과 이의 방지(防止)가 석굴암(石窟庵)의 보존대책(保存對策)의 한 방법(方法)임을 보고(報告)하였으며 김(金) 등(等)(1974)운 석가탑(釋迦塔), 다보탑(多寶塔)의 표면오염물(表面汚染物)을 제거(除去)한 것과 제거(除去)하지 않은 익산미륵사지 서탑(益山彌勒寺址 西塔)과 비교(比較)할 때 제거(除去)하지 않은 익산미륵사지 서탑(益山彌勒寺址 西塔)의 표면(表面)은 오염 물부(汚染 物附)의 착(着)이 극심하고 석질(石質)의 훼손(毁損)이 우려된다고 보고하였으며 민(閔)(1985)은 지의류(地衣類)에 의한 석조문화재(石造文化財)의 손상(損傷) 메카니즘에 대해 보고하여 생물학적요인(生物學的要因)에 의한 석조문화재(石造文化財)의 손상(損傷)에 대해 보고(報告)하였다.

본고(本稿)에서는 석조문화재(石造文化財)의 보존(保存)을 위한 기초자료(基礎資料)로서 석조물(石造物)에 피해(被害)를 주는 생물학적 요인(生物學的 要因)은 어떠한 것이 있으며 이들에 의한 피해(被害) mechanism과 그 보존대책(保存對策)에 대해 기술하고자 한다.

2. 생물학적 손상요인(生物學的 損傷要因)

석조물(石造物)을 손상(損傷)시키는 생물학적 요인(生物學的 要因)으로는 수근(水根)의 침입(侵入), 하등식물(下等植物)과 토양미생물(土壤微生物)의 번식(繁殖)을 들 수 있다. 석조물(石造物)에 자생(自生)하는 하등식물(下等植物)은 지의류(地衣類)와 선류(蘚類), 태류(苔類)로 구분(區分)되는 선태식물(蘚苔植物)로서 흔히 이끼라고 불리운다. 선태식물(蘚苔植物)은 특별한 통도조직(通導組織)은 발달(發達)되어 있지 않으나 엽록체(葉綠體)를 갖고 있어 광합성(光合成)으로 독립영양생활(獨立營養生活)을 영위한다. 암석(岩石)의 표면이 서서히 토양화(土壤化) 될 때 최초에 지의류(地衣類)가 발생한 다음 이끼류가 발생하게 되거나 항상 습기가 충만되어 있을 경우에는 이끼류가 착생식물이 되기도 한다. 그후에 토양미생물(土壤微生物)의 작용(作用)을 받거나 미생물(微生物)의 대사산물(代謝産物)에 의해 토양화(土壤化)가 촉진된다.

가. 지의류(地衣類)

석조문화재(石造文化財)에 부착하고 잇는 지의류(地衣類)는 외관상 하나의 식물(植物)로 보이지만 실제는 균류(菌類)와 조류(藻類)의 공생체(共生體)이다. 즉 지의류(地衣類)의 지의체(地衣體)를 구성하고 있는 균류(菌類)는 조류(藻類)에 수분(水分)을 공급하고 조류(藻類)는 생산한 탄수화물(炭水化物)을 균류(菌類)에 공급하면서 성장(成長)하게 된다. 지의류(地衣類)는 종류(種類)에 따라 특정의 구조나 형태를 나타낼 뿐만 아니라 지의성분(地衣成分)이라고 하는 특수한 二次 대사산물(代謝産物)을 합성(合成)하기 때문에 많은 생물학자들은 지의류(地衣類)를 독립된 생물군(生物群)이라 하기도 하며 식물분류학적(植物分類學的)으로는 균류(菌類)의 일부로 취급하기도 한다. 지의체(地衣體)는 1종류의 균류(菌類)와 1종류의 조류(藻類)로 이루어지며 지의체(地衣體)의 대부분은 균류(菌類)의 균사(菌絲)로부터 유래되므로 지의체(地衣體)를 구성하는 균류(菌類)- 자낭균류, 담자균류, 불완전균류-에 따라 조류(藻類)와 공생(共生)한 지의체(地衣體)를 자낭지의류(子囊地衣類), 담자지의류(擔子地衣類), 불완전지의류(不完全地衣類)로 구분(區分)한

다. 또한 지의류(地衣類)는 생장(生長)의 형태(形態)에 따라 세가지 즉 기질(基質)에 밀착(密着)하여 분리(分離)가 어렵고 상피층(上皮層)이 없는 고착지의류(固着地衣類)(crustoselichen), 가근(假根)으로 기질(基質)에 침식(侵蝕)하는 전형적인 엽상(葉狀)을 하고 있는 엽상지의류(葉狀地衣類)(foliose lichen) 그리고 모상(毛狀)에서 수피상(樹皮狀)에 이르기까지 다양한 형태를 나타내는 나무모양을 한 수상지의류(樹狀地衣類)(fruticose lichen)로 대별된다. 그러나 고착지의류(固着地衣類)와 엽상지의류(葉狀地衣類)의 중간형태(中間形態)를 갖고 있는 것도 많이 있다. 이 중 석조문화재(石造文化財)와 관련이 많은 것은 고착지의류(固着地衣類)이다. 고착지의류(固着地衣類)는 생육(生育)이 대단히 느리기 때문에 배양(培養)하여 연구(硏究)하는 것은 불가능(不可能)하다. 따라서 연구(硏究)는 지의류(地衣類)의 종류(種類), 생성(生成)하는 지의산(地衣酸), 지의류(地衣類)의 분포(分布)와 미생물(微生物)과의 상관(相關) 등으로 접근(接近)할 수 밖에 없다.

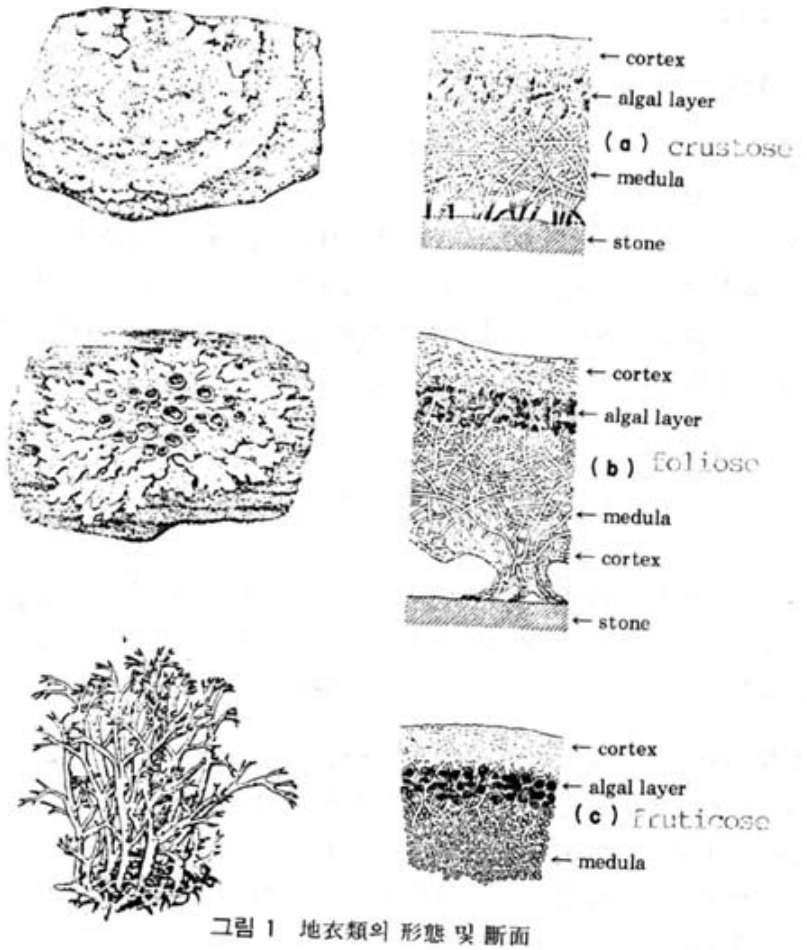

그림 1 地衣類의 形態 및 斷面

(a) crustose
(b)foliose
(c)fruticose
그림 1 지의류의 형태 및 단면(地衣類의 形態 및 斷面)

지의류(地衣類)의 구조(構造)는 표피층(表皮層) 밑에 gonidia층(層)이 있고 그 밑에 균류의 균사가 모여있는 수층(隨層)이 있는 구조(構造)를 하고 있다.(그림1). gonidia층(層)은 엽록소를 가진 조류(藻類)의 단세포(單細胞)가 모여 있는 층(層)으로서 여기에서 탄소동화작용(炭素同化作用)을 하여 탄수화물(炭水化物)을 생성한다. 수층(隨層)의 균류(菌類)는 조류(藻類)가 합성한 탄수화물(炭水化物)을 영양소(營養素)로 하여 증식(增殖)하여 이때 활발한 대사(大謝)를 행하여 지의류 특유(地衣類 特有)의 유기산(有機酸)인 지의산(地衣酸)을 생성(生成)한다. 지의류(地衣類)는 건조시에는 젤라틴층(gelatin layer)으로 수분의 증발을 막아 생명을 존손시키며 비가 오면 자신의 무게보다 약 3-53배의 물을 흡수한다. 흡수한 물을 수층(隨層)(medulla)에 저장(貯藏)하여 물질대사(物質代謝)가 활발한 조류층(藻類層)에서 사용(使用)하게 된다. 석조물(石造物)이 고착지의류(固着地衣類)에 의해 덮히게 되면 조류(藻類)에 의한 광합성(光合成)과 질소동화작용(窒素同化作用)으로 유기물(有機物)을 합성(合成)하게 되는데 이때 균류(菌類)의 균사(菌絲)는 유기물(有機物)의 합성(合成)에 필요한 수분(水分)과 양분(養分)을 공급하게 된다. 이들 유기물(有機物)중에는 수십중의 지의산(地衣酸)을 만들어내 암석(岩石)의 표면(表面)을 부식(腐蝕)하게 된다.

나. 선태류(蘚苔類)

선태류(蘚苔類)는 종류(種類)에 따라서 생육장소(生育場所)가 정해져 있으며 바위에 발생하는 이끼중에는 석회분(石灰分)이 많은 암석(岩石)에서만 자라는 것, 화강암(花崗巖)과 같이 산성암석(酸性岩石)에서만 자라는 것, 구리이온이 많은 암석(岩石)에서만 자라는 것 등이 있다. 그러나 이끼류의 번식으로 인한 석조물(石造物)의 손상(損傷)은 지의류(地衣類)보다 적은 편이며 이끼류가 발생하게 되면 암석(岩石)위에 수분(水分)을 더 많이 보유(保有)하는 결과(結果)가 되어 암석(岩石)의 화학적 부식작용(化學的 腐蝕作用)을 촉진(促進)하며 지의류(地衣類)와 공생하여 지의류(地衣類)의 번식(繁殖)을 도모(圖謀)하기도 한다.

1) 선류(蘚類)(mosses)

식물체(植物體)의 잎과 줄기가 뚜렷하며 잎은 줄기에 나선상으로 붙거나 좌우(左右) 2열로 붙는다. 가근(假根)은 다세포(多細胞)로 되어 있고 포자체(胞子體)는 어렸을 때에는 모두 선모(蘚帽)로 싸여 있고 다래의 표면에는 기공(氣孔)이 있다. 다래안에는 포자(胞子)만이 형성되고 포자체(胞子體)의 구조(構造)는 잘 발달되어 있다. 우리나라에서는 158속(屬) 429종(種)이 알려져 있으며 검정이기류(Andreaes), 물이끼류(Sphagnum) 그리고 참이끼류(Bryidae)의 3종류(種類)로 대별(大別)된다.

2) 태류(苔類)(Hepaticae)

식물체(植物體)는 엽상체(葉狀體) 또는 경엽체(莖葉體)이며 통도조직(通導組織)은 전혀 발달(發達)되지 있지 않고 가근(假根)은 모두 단세포(單細胞)로 되어 있다. 포자체(胞子體)는 엽록소(葉綠素)가 거의 없어 독립생활(獨立生活)을 할 수 없는 것이 많다. 또한 포자애(胞子愛)에는 뚜껑이 없고 성숙하면 4 또는 다열(多烈)로 갈라진다. 식물체(植物體) 및 포자체(胞子體)는 선류(蘚類)에 비하여 매우 간단하며 대략 뿔이끼류, 우산

이끼류, 비늘이끼류로 분류(分類)된다.

다. 토양미생물(土壤微生物)

토양미생물(土壤微生物)에 의한 석조물(石造物)의 피해현상(被害現狀)은 화강암(花崗巖)에서는 거의 발견되고 있지 않으나 석회암(石灰巖), 사암(砂巖), 안산암(安山巖)에서 발견되는 대표적인 피해현상(被害現狀)으로 scaling(층상박리(層狀剝離))와 momdmilch(딱지상(狀) 박리(剝離))의 2종류가 있다. 이러한 석조물(石造物)의 피해현상(被害現狀)은 여러 가지 요인(要因)이 복합적(複合的)으로 작용(作用)하여 생성(生成)되는 것으로 사료(思料)되며 Pochon and Jaton(1966), 신정(新井)(1985)는 석조물(石造物)의 손상부위(損傷部位)에서 암모니아 화성균, 초산균, 유황산화균을 분리(分離)하여 석조물(石造物)의 손상(損傷)에 토양미생물(土壤微生物)이 관여하고 있음을 보고(報告)하였다.(表1)

<표> 석조물손상부위의 미생물분석(石造物損傷部位의 微生物分析)

석재의 종류(石材의 種類) / 석재의 상태(石材의 狀態) / 미생물의 종류(微生物의 種類)	사 암(砂巖)	화강암(花崗巖)
	층상박리(層狀剝離)	풍 화(風化)
암모니아 화성균(化成菌)	4.0×10^{7}	4.0×10^{7}
초 산 균(硝 酸 菌)	2.5×10^{3}	$2.5\sim4.0\times10^{3}$
유황산화균(硫黃酸化菌)	2.5×10^{3}	1.4×10^{4}

Scaling과 monmilch의 특징(特徵)은 다음과 같다.

1) scaling(층상박리(層狀剝離))

scaling은 석회암(石灰巖), 석회성사암(石灰性砂巖), 사암(砂巖) 등(等)의 석조물(石造物)에 주로 발생(發生)하는 현상(現狀)이며 석조물(石造物)이 지면(地面)과 접해 있을 때 지중(地中)의 수분(水分)이 상승하는 범위(範圍)와 빗물이 들이 닥치는 부위(部位)에 발생(發生)한다. scaling은 우선 석조물(石造物)의 표면(表面)이 융기(隆起)하게 되어 내부에 공간(空間)이 생긴 다음에 균열(龜裂)이 발생하게 되어 층상박리(層狀剝離)가 이루어진다. scaling은 석재(石材)의 표면으로부터 수 ㎜-㎝에 걸쳐 발생하고 그 밑에 1-3㎝의 분말층(粉末層)이 있다. 이 분말층(粉末層)은 10-30%의 유산칼슘(calcium Lactate)을 함유하고 있으며 토양미생물(土壤微生物)에 의해 석조물(石造物)의 손상(損傷)이 진행(進行)되고 있는 부위(部位)이다.

2) mond-milchs(딱지상(狀) 박리(剝離)

mondmilch는 주로 석회암(石灰巖), 안산암(安山巖)의 석조물(石造物)에 발생하는 현상으로 백색 또는 황백색의 딱지모양으로 형성되는 것으로 이 부위(部位)가 박리(剝離)되어 석조물(石造物)이 손상(損傷)되게 된다. 이 현상(現狀)은 매우 드물게 발견되고 있으나 그 형성과정(形成過程)은 아직 구명(究明)되지 않고 있다.

3. 석조물에 자생하는 지의류(石造物에 自生하는 地衣類)

지의류(地衣類)에 의한 석조물(石造物)의 피해조사(被害調査)는 한국과학기술연구소(韓國科學技術硏究所)(1970)가 다보탑(多寶塔)의 과학적 보존연구(科學的 保存硏究)에서 암석(岩石)의 생물학적 풍화작용(生物學的 風化作用)을 조사(調査)한 이래, 김(金)(1972)이 석조문화재(石造文化財)의 보존(保存)에서 하등식물(下等植物)에 의한 석조문화재(石造文化財)의 오염상태(汚染狀態)를 보고(報告)하였으며, 이(李)와 안(安)(1977)은 세종대왕릉(世宗大王陵)의 석조물(石造物)을 대상으로 지의류(地衣類)에 의한 손상(損傷)과 가해 지의류(加害 地衣類)를 분리보고(分離報告)하였으며, 민(閔)(1985)은 지의류(地衣類)에 의해 석조문화재(石造文化財)가 손상(損傷)되는 메카니즘에 대해 보고(報告)하였다.

홍유릉(洪裕陵), 영릉(英陵), 신륵사 다층전탑(神勒寺 多層塼塔)과 그리고 융릉(隆陵)의 석조물(石造物)을 대상으로 지의류(地衣類)의 분포조사(分布調査)를 실시한 결과(結果)는 다음과 같다.

가. 시료채취(試料採取)

석조물에 부착하고 있는 지의류(地衣類)의 채취(採取)는 석조물(石造物)에 피해(被害)를 주지 않는 범위(範圍)에서 날카로운 칼을 사용하여 조심스럽게 하였다.

나. 시료(試料)의 동정(同定)

지의류(地衣類)를 분리(分離)하기 위해서는 엽상체(葉狀體)(thallus)의 형태(形態) 및 색상(色相), 그의 단면구조(斷面構造) 그리고 가근(假根)(rhizine), 섬모(纖毛)(cilia), 분아(粉芽)(soredia), 열아(裂芽)(isidia), 소엽(小葉)(lobules), 두상체(頭狀體)(cep-hallodia) 등(等)의 유무(有無)의 관찰(觀察)과 지의성분조사(地衣成分 調査)를 위한 화학적(化學的)인 발색테스트를 하여 현미경(顯微鏡)으로 관찰 분리(觀察 分離)하였다.

다. 지의류(地衣類)의 분포상(分布相)

1) 홍유릉(洪裕陵) : 홍유릉(洪裕陵)의 석조물(石造物)은 순종황후(1872-1904)릉(陵)이 최초로 축조된 것이므로 約 80餘年 前의 것으로 추정(推定)된다. 지의류(地衣類)의 분포상태(分布狀態)는 군데군데 점박이의 형태(形態)를 나타내고 있었으며 3종(種)의 지의류(地衣類)가 분포(分布)하고 있었다.

2) 영 릉(英 陵) : 영릉(英陵)의 석조물(石造物)은 세종대왕릉(世宗大王陵)을 예종원년(1469)에 여주로 옮긴 것으로 미루어 約 520 餘年 前의 것으로 추정(推定)된다. 지의류(地衣類)의 분포상태(分布狀態)는 여러 지의류(地衣類)가 중복(重複)하여 덮고 있었고 7종(種)의 지의류(地衣類)가 분포(分布)하고 있었다.

3) 신륵사의 다층전탑과 다층석탑(新勒寺의 多層塼塔과 多層石塔)

가) 다층석탑(多層石塔) : 다층석탑(多層石塔)은 조선 성종(朝鮮 成宗) 3年(1472)에 건축(築造)된 것으로 約 510餘年 前의 것으로 추정(推定)된다. 지의류(地衣類)에 의해 전체적으로 검게 보일 정도로 심하게 분포(分布)하고 있었으며 4종(種)의 지의류(地衣類)가 분포(分布)하고 있었다.

나) 다층전탑(多層塼塔) : 다층전탑(多層塼塔)은 조선 영조(朝鮮 英祖) 2年(1726)에 중수(重修)되어 지금의 모습을 하고 있어 약(約) 250餘年 前의 것으로 추정(推定)된다.

많은 지의류(地衣類)에 의해 덮혀 있었으며 특히 북쪽의 음지(陰地)에 심하게 분포(分布)하고 있었으며 4종의 지의류(地衣類)가 분포(分布)하고 있었다.

다) 융 릉(隆 陵) : 융릉(隆陵)의 석조물(石造物)은 정조(正祖) 13년(1789)에 축조(築造)된 것으로 約 200餘年 前의 것으로 추정(推定)된다. 지의류(地衣類)는 홍유릉(洪裕陵)에 분포(分布)하고 있는 종(種)과 동일(同一)하였으나 홍유릉(洪裕陵)보다는 더 퍼져 있는 점박이의 형태(形態)를 나타내고 있으며 3종(種)의 지의류(地衣類)가 분포(分布)하고 있었다.

이상과 같이 지의류(地衣類)의 분포상(分布相)을 종합(綜合)하면 표(表)2와 같다.

지의류의 단위면적당 분포상태(地衣類의 單位面積當 分布狀態)

<表 2> 단위면적(單位面積) : 25㎝×25㎝

調査對家	結果年數	材質	種樹	crustose(%)	foliose(%)	fruticose(%)	total
洪裕陵	80年	花崗巖	3	20	-	-	20
英陵	520年	花崗巖	7	40	5	+	45
多層石塔	510年	花崗巖	4	60	-	-	60
多層塼塔	250年	大理石	4	50	10	++	60
隆陵	200年	花崗巖	3	30	-	-	30

*+,++는 단위면적당(單位面積當) 상대적(相對的) 분포정도(分布程度)를 나타냄.

<表2>에서 보는 바와 같이 조사대상(調査對象)의 석조물(石造物)에 자생(自生)하고 있는 지의류(地衣類)는 대부분 고착지의류(固着地衣類)(crustose Lichen)임을 알 수 있다. 그리고 석조물(石造物)에 부착하고 있는 지의류(地衣類)를 분리(分離)한 결과(結果) 주로 Genus Parmelia Acharius에 속(屬)하는 종(種)이었으며 Genus Ramalina Ach. 와 Genus Cladonia Ach. 에 속(屬)하는 종(種)이었으나 아직 동정(同定)되지 않은 종(種)도 상당수 있어 이에 대한 연구(硏究)는 계속 진행중(進行中)이다. 현재까지 분리동정(分離同定)된 지의류(地衣類)의 특성(特性)은 다음과 같다.

1) Genus Parmelia Ach.

주로 암석(巖石)에 착생(着生)하는 이 지의류(地衣類)는 엽상(葉狀)으로서 내부(內部)는 충실(充實)하고 공동(空洞)은 없으며 가근(假根) 또는 그 흔적(痕迹)이 있다. 자기(子器)는 lecanorine형이고 자기(子器)나 분자기(分子器)는 배면(背面)에 산재(散在)한다. 자속(子束)은 2-8개(個)의 자낭포자(子囊胞子)(ascospore)를 갖는다. 자낭포자(子囊胞子)는 무색(無色) 원형내지 타원형이고 단실(單室), 박막(薄膜), 분자기(分子器)가 산재하고 있으며 지의체내(地衣體內)에 파묻혀 있다. 분자(分子)는 측생(側生)으로 짧은 곤봉형이다.

2) Genus Ramalina Ach.

수피(樹皮) 또는 암석(巖石) 위에 착생(着生)하며 지의체(地衣體)는 관목상(灌木相)으로 직립(直立) 또는 다소 비스듬히 생장(生長)한다.

피층(皮層)은(Cortex)을 갖는다. 자기(子器)(Apothecium)은 정생(頂生) 또는 측생(側生)이며 lecanorine형이다. 자낭포자(子囊胞子)(ascospore)는 하나의 자낭중(子囊中)에 8개(個)가 있고 무색(無色) 또는 방추형(紡錘型), 2실(室)이다.

3) Genus Cladonia Wigg.

지의류(地衣類)는 딱지상 인엽상(鱗葉狀)으로 수평(水平)으로 퍼지며 수직방향(垂直方向)으로 자병(子柄)이 나온다. 자병(子柄)은 속이 비어 있으며 외수(外髓)와 내수(內髓)가 있으며 대부분 외측(外側)에 피층(皮層)이 있다. 포자(胞子)는 1실(室)로 타원형이다.

4. 석조물에 발생한 하등식물의 방제(石造物에 發生한 下等植物의 防除)

우리나라에서는 아직 석조물(石造物)에 발생(發生)하는 지의류(地衣類)와 방제(防除)를 적극적으로 행하고 있지 않고 있으나 현재 우리보다 경험이 풍부한 인도네시아나 일본 등에서 행하고 있는 방법(方法)은 이탈리아에서 AB 57이라고 하는 것을 개조(改造)하여 AC 322라고 하는 약제(藥劑)를 사용하고 있으며 이 약제(藥劑)는 대리석(大理石)에 발생(發生)한 갈색(褐色)의 철오염(鐵汚染)의 제거(除去)에도 효과(効果)가 있는 것으로 알려져 있다. 약제(藥劑)의 조성(組成)은 表3과 같다.

<표3> AC 322의 조성(組成)

Ammonuim Carbonate	30g
Sodium Carbonate	50g
Carboxymethl Celulose	60g
Ethylene dinitrilotetra acetic acid	25g
Benzalkonium Chloride	3ml
Distilled Water	1000ml

상기(上記)의 약제(藥劑)를 잘 혼합가열(混合加熱)하여 pH 11-12인 풀상태로 한다. 필요(必要)에 따라서는 200-300g의 점토(粘土)를 첨가(添加)하여 사용(使用)하기도 한다.

지의류(地衣類)의 방제(防除)를 위하여 다음과 같이 처리(處理)하여 제거(除去)한다.

가. 풀상태(狀態)로 제조(提調)한 AC322를 지의류(地衣類)가 발생(發生)한 석조물(石造物)의 표면(表面)에 약 0.5㎜ 두께로 도포(塗布)한다.

나. 도포(塗布)한 약제(藥劑)의 증발을 막고 약제(藥劑)의 침투효과(浸透效果)를 증진(增進)시키기 위해 가제와 비닐필름으로 덮어 외부(外部)와 공기(空氣)의 유통(流通)을 차단시킨다.

다. 24시간 정도를 유지(維持)한다.

라. 24시간(時間)이 경과(經過)된 후(後)에 도포(塗布)한 AC322를 제거(除去)한다.

마. 약제(藥劑)가 강알카리이므로 약제(藥劑)에 의한 석조물(石造物)의 피해(被害)를 방지(防止)하기 위하여 pH가 중성(中性)이 될 때까지 석조물(石造物)의 표면(表面)을 붓과 물로서 깨끗이 세척(洗滌)한다.

상기(上記)와 같이 처리(處理)하여 지의류(地衣類)를 제거(除去)한 후(後) 지의류(地衣類)의 재발생(再發生)을 방지(防止)하기 위해서는 석조물(石造物)의 표면(表面)에 수지등(樹脂等)을 도포(塗布)한다.

이끼류의 방제(防除)를 위하여는 1-3% Bromacil의 lithum 염(Hyvar XL, Dupont 제(制)) 또는 3% diwron(Diuex)를 사용(使用)하여 제거(除去)한다.

5. 결 언(結 言)

석조문화재(石造文化財)는 재질(材質)이 견고하고 지속성이 있어 다른 재질의 문화재에 비하여 보존측면(保存側面)에서는 경외시 되어온 경향이 있으나 오랜 세월이 경과됨에 따라 발생하는 풍화현상(風化現狀)에 대해서도 물리화학적 손상요인(物理化學的 損傷要因)의 구명(究明)과 대책강구(對策講究)가 석조문화재(石造文化財)의 보존(保存)에 있어서 주요 연구대상(硏究對象)으로 되어 왔을 뿐 우리 주변의 석조물(石造物)에 쉽게 발견되는 지의류(地衣類) 등은 일부 사람들에 의한 미적가치(美的價値)의 부여와 함께 석조물(石造物)의 보호론적(保護論的) 주장(主張)으로 그 피해(被害)에 대해서는 간과(看過)되어 왔다.

그러나 석조물(石造物)에 지의류(地衣類) 등이 부착하게 되면 명문(銘文)의 은폐(隱蔽), 지의성분(地衣成分)의 분비(分泌)로 인한 석재용해(石材溶解), 가근(假根)의 성장(成長)으로 인한 석재(石材)의 부식촉진(腐蝕促進) 그리고 토양미생물(土壤微生物)의 번식(繁殖)으로 인한 토양화 촉진(土壤化促進)으로 석조물(石造物)의 생물학적 피해(生物學的 被害)가 발생(發生)하게 된다.

이러한 석조문화재(石造文化財)의 생물학적 피해방제(生物學的 被害防除)를 위해서는 먼저 석조물(石造物)을 가해(加害)하고 있는 지의류(地衣類) 및 토양미생물(土壤微生物)의 분류동정(分類同定), 지의성분(地衣成分)의 추출분석(抽出分析), 지의성분(地衣成分)에 의한 석재(石材)의 용해도(溶解度)에 관한 연구(硏究)가 행해져야 하며 석조물(石造物)에 발생한 지의류(地衣類) 및 토양미생물(土壤微生物)의 방제(防除)를 실시한 후 지의류(地衣類) 및 토양미생물(土壤微生物)의 재발생(再發生)을 방지(防止)할 수 있는 대책(對策)이 강구(講究)되어야 할 것이다.

참고문헌

이민제(1959) 석굴암석굴의 현황과 보수대책 보고서, 문교부, 145-156.

한국과학기술연구소(1970) 다보탑의 과학적 보존에 관한 연구, 45-60.

안희균, 이일구(1977) 영릉 석조물보존처리결과보고서(미발행)

김원조(1972) 석조문화재, 문화재의 과학적 보존에 관한 연구(Ⅰ), 과학기술처, 65-82.

新井英令夫(1985) 石造文化財 の 生物劣化火と와 その對策, 石造文化財の 保存と修複, 日本國立東京文化財 硏究所, 84-95.

閔庚喜(1985) 下等植物이 石造文化財에 미치는 影響, 保存科學硏究(6), 文化財硏究所, 1-11.

李得寧(1987) 智異山一帶 Parmelia屬 地衣植物의 分類에 대한 硏究, 全北大學校 大學院 碩士學位論文

Hale M. E.(1961) Lichen Handbook, Smithsonian Institution.

Hale M. E.(1977) The Biology of Lichens, Edward Arnold.

Pochon J and C.Jaton(1967) The Role of Microbiological Agencies in the Deterioration of Stone, Chemistry and Industry, 1587-1589.