

## GIS를 활용한 관광자원의 자연적 훼손 가능성 분석: 경주 남산을 사례로 \*

Analysis of Possible Natural Damage of Tourism Heritages  
Using Geographic Information System:  
A Case Study of Mt. Namsan, Gyeongju

정 원 일 \*\*  
Jeong, Won-Il

### ABSTRACT

*Noticing impair possibilities of cultural heritage such as Namsan mountain areas of Kyongju, author uses the government GIS data for natural environments and investigates the possible damage possibilities of the areas. Some findings are forwarded. That is, beside the west slope, the gradients are gentle and the sandy soils make a bad environment for plants. Thus, impair possibility of Mt. Namsan heritage might be exposed to a heavy rainfall. The 22% of Namsan heritages are open to a high impair possibility, which justifies preservation investment of the heritages.*

핵심용어 : 문화재, 경사도, 유효토심, 식생, 기후, 훼손가능성, GIS

\* 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음  
(KRF-2002-003-B00391)

\*\* 경주대학교 관광개발전공 부교수. e-mail: [chungwi@kyongju.ac.kr](mailto:chungwi@kyongju.ac.kr)

## I. 서론

최근 무분별한 관광자원개발로 인한 문제점들이 부각되면서 환경친화적 관광자원개발에 관한 관심이 고조되고 있다. 이러한 환경친화적 관광자원개발에 있어서 중요한 것은 지속성의 의미를 가지고 있는 보전(conservation)적 개발의 개념이다. 이 개념은 순수하게 자원의 개발 및 단기적 이용(exploitation)이라는 측면과 순수하게 생태중심적인 보존(preservation)의 균형적 개념이다. 따라서 자연의 유지를 도모하는 보호(protection)와 파괴된 자연을 재생하는 복원(restoration)이라는 개념이 동시에 고려되어야 한다.

이러한 관점에서 관광자원의 보존은 환경친화적 관광자원개발의 출발이라 할 수 있는데, 특히 아외에 산재한 역사유적 관광자원의 경우는 이러한 보존의 개념이 적용되어야 할 시점에 와 있다고 할 수 있다. 특히 경주 남산은 1971년에는 경주국립공원 남산지구로 또 2000년 UNESCO의 세계문화유산으로 지정되었고, 노천박물관이라 일컬어질 정도로 많은 문화재와 역사유적들이 산재되어있는 곳이다. 이렇게 자연생태계와 문화재의 보호를 위하여 지정된 경주국립공원은 현재 많은 시민과 관광객들의 위락공간으로 전환되고 있다. 그러나 이와 같은 이용자의 지속적 증가는 자연환경과 역사유적관광자원 훼손 등의 문제를 발생시키고 있으며, 이는 방치수준을 넘어 심각한 사회적 문제로 대두되고 있는 실정이다. 특히 남산은 역사유적관광자원인 각종 문화재가 노천에 존재한다는 것이 특징인데, 이것은 인간에 의한 훼손뿐 아니라 자연현상에 의한 훼손가능성도 상당히 존재한다는 것을 의미한다. 다시 말해, 경주 남산은 기반암이 지표를 형성한 대표적인 악지형(Bad Land)으로서, 큰 연교차, 잦은 집중호우, 또한 형산강지구대를 따라 부는 강한 바람 등을 고려한다면 역사유적관광자원 보존에 매우 열악한 자연환경을 가지고 있다고 볼 수 있다. 또 유로연장이 짧고 비교적 경사가 급한 특성을 갖고 있는 남산지역은 단시간의 집중호우로 인해 많은 유량과 빠른 유속이 형성될 경우 표토유실에 따른 문화재의 훼손 가능성이 높다. 그런데, 우리나라의 경우, 강수량이 지속적으로 증가하는 추세로, 특히 최근 20년간 강수일수는 줄어든 반면 강수량은 늘면서 50mm이상 집중호우 발생빈도가 22~25% 증가했고 특히 집중호우(80mm/일이상)의 연간발생빈도가 30년대 이전 2.2회에서 40~70년대 5.3회 그리고 80년대 이후 8.8회로 급격히 증가하고 있다(연합뉴스, 2003). 따라서 역사

유적관광자원들을 다양한 유형의 자연재해로부터 보호하기 위해서는 종합적이고 합리적인 보존대책을 필요로 하고 있고, 이러한 대책 수립 시, 한정된 재원으로 인해 보존투자 우선순위의 결정에 필요한 기초자료 구축은 필수적인 요소이다. 그러므로, 역사유적관광자원인 각종 문화재들이 분포하는 남산의 자연환경에 대한 미시적인 분석을 통해 보호가 시급한 역사유적관광자원들의 등급별 대책을 마련해야 할 필요가 있다.

## II. 선행연구와 연구방법

인공건조물이 아닌 자연상태에 노출되는 역사유적관광자원들은 현재의 장소에 위치되는 순간부터 바람, 빛, 온도뿐만 아니라 비, 눈, 습도 등의 다양한 풍화원인에 직접적인 영향을 받게 된다. 관광자원으로서의 가치를 지니는 이러한 야외문화재들의 보존환경에 대한 연구들은 관광학 분야에서보다 문화재 보존학 분야에서 활발하게 진행되었고, 이러한 문화재들의 보존에 관한 연구들은 미시적 관점을 가지고 문화재 자체의 보존 상태를 분석한 후, 처리방법을 제시하는 연구들과 문화재들이 분포하는 주변의 자연환경을 분석하여 그 요인을 분석한 후 보존대책을 강구하는 두 가지 관점에서 행하여져 왔다. 여기서는 본 연구와 관련되는 후자의 관점에 맞추어 종래의 연구를 살펴보기로 한다.

문화재 보존에 영향을 미치는 자연적 요인들을 조사한 연구들은 다양한 학문적 배경 하에서 진행되어 왔다. 먼저, 지질학의 배경을 가진 연구들은 주로 이상현(1992, 1993, 1995, 1997)을 중심으로 이루어져 왔는데, 그는 문화재들이 분포하는 지역의 지질구조 특히 암석 자체에 초점을 두고 각 문화재의 특징을 분류한 후 재료와 모암과의 일치도를 분석하고 문화재들의 훼손상태를 점검하였다. 이외, 박경립(1996)은 석조문화재의 특징을 분류하여, 산지암석의 높은 사용율과 악화된 풍화상태를 지적하였고, 이정은(2004)은 암석광물학적 특성을 분석한 후 풍화훼손도를 진단하였으며, Marisa(2004)는 석조문화재보존과 자연환경과의 관계를 논하면서 석조문화재의 풍화에 가장 큰 영향을 미치는 요소가 모암이라는 것을 밝혔지만, 이러한 연구들은 지질구조와 암석재료에 초점을 둔 나머지 문화재가 분포하는 주변자연환경과의 연계성과 그 영향에 관한 분석이 부족하였다.

다음, 생물학의 배경을 가진 연구들은 주로 민경희(1985)를 중심으로 이루어져 왔는데 그와 이명혜(1986)는 지의류 등, 하등식물들의 문화재에 대한 피해를 조

사하여 노출기간에 따른 차이를 분석하였고, 한성희(1990)와 정용재(2003)는 전국에 산재해 있는 문화재에 대한 생물 피해 현황과 손상원인, 그리고 생물종을 조사한 후 생물 피해 방제 및 보존처리의 구체적인 방법을 제시하였다. 그러나 이러한 연구들은, 생물들에 의한 피해 분석과 보존대책 수립 시에 주변의 자연환경을 고려한 거시적 분석이 미흡하였다.

한편, 환경생태학적 관점의 연구는 주로 대기환경에 대한 연구들이 많은 편인데, 노재식(1980), 최광남(1987), 홍정기(2003) 등은 문화재 주변의 대기농도를 측정 한 후, 그것의 악화정도와 문화재 피해정도와와의 상관성을 분석하였고, 김유선(1980,1995), 김사덕(1998) O'Brien(1995)은 각각 자연환경 중 문화재에 영향을 주는 요인과 산성비의 피해사례를 조사하였으며 William(1995)은 강수에 의한 직접적인 침식상태를 측정하였다. 이러한 환경생태학적 연구들은 대기환경에 초점을 둔 나머지 하천이나 토양환경 하에서 발생하는 문화재 피해에 관하여는 상대적으로 관심이 적었다.

상기의 분야 이외에도, 이대성(1980)은 문화재 보존에 영향을 주는 자연환경 인자의 순위별 파악을 행하였고, 김동현(1997)은 자연재해 중 지진 피해의 규모와 대책을 거론하였으며, 서만철(1999)은 강우에 의한 지하수 피해경로를 파악하였다. 그리고 Norbert(1982)는 문화재 보존에 관한 지형학, 화학, 생물학 등 자연과학 분야의 연구경향을 분석해 각 학문분야 내의 미시적 연구의 한계를 지적

〈표 1〉 종래의 연구

구분	연구자 (시기)	주제	조사 방법	요약	문제점
지질	이상현 등 (92)	석조문화재와 암석의 특징	도면 분석	문화재 재료와 모암의 일치	보존과의 연계 부족
	이상현 등 (93)	석조문화재 보존과 지질환경	도면 분석	문화재재료에 따른 보존 필요성 제시	지질외적 요소의 언급 필요
	이상현 등 (95)	석조문화재 재료의 구성	도면 분석	대리석을 제외한 산지 암석과의 일치	보존과의 연계 부족
	박경림 (96)	석조문화재 재료와 암석의 분포	관찰 조사	산지암석의 높은 사용율과 풍화	단순관찰조사와 일반화 근거 부족
	이상현 등 (97)	석조문화재의 풍화현상	관찰 조사	화강암류 사용과 구조불안정	암석풍화 원인의 단순화
	이정은 (04)	암석재료 풍화현상과 훼손도 측정	관찰 조사	재료에 따른 풍화문제 지적	사이트의 문제 지적 근거 부족
	Marisa (04)	석조문화재보존과 자연환경과의 관계	문헌 연구	모암의 특성이 보존에서 가장 중요	노천환경과의 연계부족

〈표 계속〉

구분	연구자 (시기)	주제	조사 방법	요약	문제점
생물분	민경희 (85)	허드식물이 석조문화재에 미치는 영향	관찰 조사	지역환경에 따른 차이 존재	지역환경 요인 나열에 그침
	민경희 등 (86)	석조문화재와 자생지의류의 생태학적 분포조사	실험	노출기간에 따른 오염 차이 존재	재료와 보존환경의 요인 간과
	한성희 등 (90)	문화재의 곤충피해	문헌 연구	가해곤충목 구성	재료, 곤충목과의 연계 부족
	이명혜 등 (92)	문화재의 보존환경에 대한 생물학적 분석	실험	손상율의 하계 상승	거시 기상자료의 단순 제시
	장용재 등 (03)	석조문화재의 생물학적 손상과 보존방안	관찰 조사	가해 생물종의 분류와 대책 제시	손상유발 환경 분석 미흡
환경	김유선 (80)	환경이 목질문화재에 미치는 영향	실험, 관찰	자연환경의 요인 순위측정	단순 분석표 제시
	노재식 (80)	대기환경이 문화재에 미치는 영향연구	문헌 연구	미기상환경의 중요성 강조	문헌의 영향요인 단순 나열
	최광남 (87)	문화재와 환경오염	사례 조사	환경오염 추정항목 구성	문헌을 통한 단순 사례 제시
	김유선 (95)	환경이 목조문화재에 미치는 영향	실험, 관찰	조사항목 제시	단순 분석항목표 제시
	김사덕 등 (98)	대리석 문화재에 대한 산성비의 영향	실험	노출문화재의 부식감량 7.7배 높음	물리적 풍화와의 연계 부족
	홍정기 등 (03)	석굴암의 자연보존환경	문헌, 관찰	미시환경 악화	거시환경요소의 단순 제시
	O'Brien 등 (95)	암석문화재 훼손요인	실험	강수량 기온, 산성비 요인추출	야외노출기간의 단기성
	William 등 (95)	노천문화재의 풍화정도 측정	실험	강수에 의한 직접 침식이 가장 강함	종합적 자연환경 고려 미비
기타	이대성 (80)	석질문화재에 미치는 자연환경조사	관찰	자연환경요인조사 필요성 제시	단순 조사계획표 구성
	김동현 (97)	지진에 의한 문화재 피해	문헌 연구	자연재해에 대한 문화재보호대책 제시	정책실행가능성, 예산 분석 필요
	서만철 (99)	왕릉의 보존을 위한 지반공학적인 연구	비파괴 실험	강우침투경로 파악	2차 오염 제시 미흡
	Nobert (82)	자연환경분석의 연구경향	문헌 연구	미시적 연구의 문제지적	대안 제시 부족
	Ian 등 (87)	자연재해와 문화재보존	문헌 연구	자연방재시스템구축 필요성 제시	노천문화재와 홍수연계 간과
Geofree (04)	문화재보존과 GIS의 활용	GIS	GIS활용의 모형제시	단순한 모형으로 실제 적용 미비	

하면서 학제간 협동연구의 필요성을 제시했고, Ian(1987)은 문화재 보존을 위한 자연방재시스템 구축 시의 항목들을 분석하였으며, Geofree(2004)는 GIS를 활용하여 문화재의 특성을 DB화하는 문화재관리시스템 구축의 모형을 제시하였다.

한편, 그간 남산 자체의 문화관광자원적 가치에 대한 연구는 윤경열(1989, 1993, 1995)을 중심으로 박석희(1998)와 변명환(2000) 등이 행하였고, 남산

의 보존에 관한 연구는 '경주 생명의 숲'(2000)의 것들이 있었다. 그러나 기존 연구들은 <표 1>에서 제시한 바와 같은 각각의 문제점들을 가지고 있으며, 대부분의 연구들은 각 학문분야의 관점에서 수행되었기 때문에 자연환경의 종합적인 분석이 결여된 채 진행되었고, 특히 자연재해에 의한 각 문화재의 물리적인 훼손가능성에 관한 논의가 부족하였다.

따라서 본 연구는 역사유적관광자원 훼손의 가능성을 진단하여 훼손을 예방하거나 훼손가능성을 감소시킬 수 있는 예방적 보존방법(preventive conservation)의 개념을(김수진, 2004) 도입하여 문화재를 둘러싼 자연환경의 다양한 지표들을 DB화하고, 훼손가능성을 상대적으로 추정함으로써, 효율적인 문화재 보존정책을 수립하고 보존방법을 결정하는 데에 기초자료를 제공하고자 한다.

구체적으로는 남산의 자연환경을 분야별로 살펴본 후, 역사유적관광자원의 자연적 훼손 가능성 중 앞에서 언급된 집중호우로 인한 훼손에 초점을 맞추고 집중호우 시, 지표환경의 훼손과 관계되는 것으로 밝혀진 경사도와 하계땅에 대한 근접도, 그리고 식생과 토양환경 지표(권동희 등, 1991)를 사용해 각 문화재별 분포에 따른 보존의 우선순위를 파악하여 역사유적관광자원 관리 대책 수립의 기초자료를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

<표 2> 경주 남산의 지정 문화재

구분	지정번호	문화재 이름	구분	지정번호	문화재 이름
보물	제 124호	남산동 3층석탑	사적	제 172호	오릉
	제 136호	미륵굴 석불좌상		제 173호	일성왕릉
	제 186호	용장사곡 삼층석탑		제 186호	정강왕릉
	제 187호	용장사곡 석불좌상		제 187호	현강왕릉
	제 198호	불곡 석불좌상		제 219호	삼릉
	제 199호	신선암 마애보살상		제 221호	지마왕릉
	제 200호	칠불암 마애석불		제 222호	경애왕릉
	제 201호	탑곡 마애조상군		제 245호	나정
	제 666호	삼릉곡 석불좌상		제 19호	삼릉곡 마애관음보살상
	제 913호	용장사곡 마애여래좌상		제 21호	삼릉곡 선각육존불상
사적	제 63호	배동 삼존석불입상	지방유형문화재	제 94호	입곡 석불두(삿갓골)
	제 109호	남간사지 당간지주		제 158호	삼릉곡 마애석가여래좌상
	제 1188호	천룡사지 삼층석탑		제 159호	삼릉곡 선각여래좌상
	제 1호	포석정지		제 112호	침식곡 석불좌상(심수골)
	제 22호	남산성지		제 113호	열암곡 석불좌상(새갓골)
	제 138호	서출지		제 114호	약수곡 마애불입상

이러한 연구목적 달성을 위하여 기 발표된 관련문헌과 현지조사 그리고 경주시(2000)에서 작성한 '산림입지환경조사표'를 이용해 도면분석을 행하였고, 훼손가능성에 대한 자료는 GIS를 활용하여 DB화 한 후 분석하였다. 일반적으로 GIS에서 말하는 자료의 처리에는 단위지역별 집계·분할 또는 위상관계의 생성 등과 같은 일련의 작업이 포함되는데, 이 과정은 GIS의 공간통계분석을 수행하기 위한 가장 기본적인 기능에 해당된다(Bailey, 1994). 따라서 본 논문은 속성값만을 요약하는 공간분포시각화(visualizing spatial distribution)작업을 수행하였고, 프로그램은 Arc View GIS 3.3을 사용하였으며 조사대상인 문화재들은 경주남산연구소의 <남산 지정 문화재> 32점이었다(표 2 참조). 하지만, 문화재 훼손가능성에 영향을 미치는 자연환경분석에 대한 기준과 방법들이 아직 정형화되어 있지 않기에 실제적인 보존계획 수립을 위한 자료분석 차원으로 연구를 행하였다.

### III. 경주남산의 자연환경과 문화재 분포

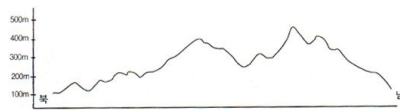
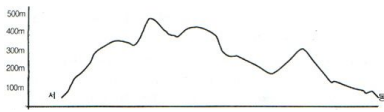
#### 1. 지형과 문화재 분포

경주가 동쪽의 토함산(745m), 서쪽의 선도산(380m), 남쪽의 남산(494m), 북쪽의 소금강산(280m)으로 둘러싸이고, 그 중앙에 북천, 형산강, 남천이 흐르는 전형적인 분지의 형태를 가지고 있는데, 남산은 경주의 남쪽에 자리 잡은 높이가 494m의 저산성인 구릉성 산지로서, 형산강과 남천 사이의 침식사면에 남북으로 길게 자리 잡고 있다.

이러한 남산의 횡단면을 나타낸 것이 <그림 1>인데, 형산강쪽 서사면의 경사는 동사면에 비하여 상대적으로 급하고, 동쪽으로 가면서 중앙부분이 낮아졌다가 다시 높아지는 형태를 나타내고 있다. 남북방향의 횡단면을 나타낸 것은 <그림 2>인데, 현재 경주시 중심시까지 측의 북쪽 사면에서 완만하게 출발하여 금오봉에서 높아졌다가 중앙부는 약간 낮아지고 다시 수리봉에서 높아지는 형태를 나타내다가 남쪽사면을 향해 완만히 떨어지는 형태를 보이고 있다. 그리고 동남산은 급경사를 이루는 반면, 서남산은 보다 길고 완만한데, 동남산의 계곡 중 가장 긴 것은 봉화골로 1.5km이나 서남산의 평균 계곡길이는 2.5km이다(정원일 등, 2001). 전체적으로 볼 때, 경주의 남산은 서고동저, 남고북저의 형태를 나타내고 있다고 할 수 있다.

<그림 1> 남산의 동서 횡단면도

<그림 2> 남산의 남북 횡단면도



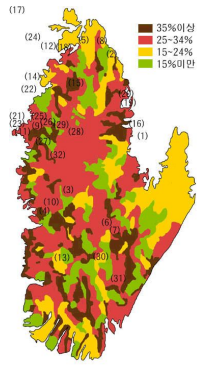
그리고 <그림 3>은 남산의 경사도를 분석한 것인데, 경사도가 낮은 지역은 금오산의 북동지역(평동, 배반동)과 남서지역(조리)으로 나타나고, 남산의 북동쪽(배반동 방향)과 금오산의 남서쪽(노곡리 방향)은 경사가 높게 분석되었다. 이는 집중호우시의 유속 그리고 풍속과도 관련되고 모두 토양의 침식에 영향을 미치는 인자들로서, 표고나 경사도가 높은 지역은 이에 취약한 지역이라고 풀이될 수 있다. 이를 보다 자세히 분류하여, 경사도가 25%이상일 경우 험준지 1등급, 15%~24%사이는 경사지 2등급, 15%미만의 완경사지 3등급의 세 단계로 나누어<sup>1)</sup> 관찰하였다. 25%이상인 험준지에 분포하는 문화재들은 모두 19개로서 전체 32개의 약 69%에 해당하고, 특히 35% 이상인 경사지에 분포하는 문화재는 용장사 석불좌상, 입곡 석불두 등인데 집중호우시 포상홍수에 노출될 가능성이 매우 높은 문화재들이라고 하겠다.

한편, 남산은 남북으로 길게 뻗은 타원형의 산이어서 능선과 골짜기는 동서로 많이 형성되며, 44개의 1차 수계와 6개의 2차 수계가 있다. 동남산으로 흘러내리는 16개의 소하천은 토함산 사등이에서 흘러와서 동남산 기슭을 씻어 흐르는 남천(문천)으로 흘러가고, 서남산에서 흘러내리는 16개의 소하천은 천마산에서 흘러오는 기린내로 들어간다. 남산 남면으로 흘러내리는 10여 개의 개울물들은 오가리 고개에서 남산 기슭으로 흘러가는 별내로 흘러들고, 남천과 별내의 물은 기린내에서 합쳐서 동해로 흘러들어가는 형산강을 형성한다.

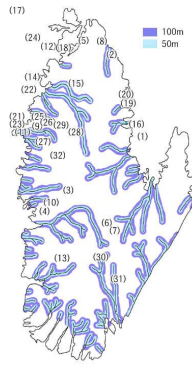
이러한 하계망과의 근접성과 문화재의 분포를 표현한 것이 <그림 4>인데, 하계망은 계곡을 중심으로 형성되고 따라서 그 계곡들 주변은 상대적으로 고도차가 커, 집중호우 시 이들 주변에 분포하는 문화재들은 표토유실과 기반침하의 위험성 때문에 다른 문화재들보다 유실의 가능성이 상대적으로 커지게 된다. 하지만 하계망 근접도에 관한 일반적 지표는 설정되어 있지 않기에 훼손도분석 부분에서 경사도와 연계시켜 살펴보았다. <그림 4>에 의하면, 하천과 100미터 이내에 분포하는

1) 15%는 농업의 한계, 25%-30%는 양호한 자연식생환경의 한계

〈그림3〉 남산의 경사도



〈그림 4〉 남산의 하계망



주: 1-남산동3층석탑 2-미륵굴 석불좌상 3-용장사곡삼층석탑 4-용장사곡 석불좌상 5-불곡석불좌상 6-신선암 마애보살상 7-칠불암 마애석불 8-탑곡 마애조상군 9-삼릉곡 석불좌상 10-용장사곡마애여래좌상 11-배동 삼존석불입상 12-남간사지 당간지주 13-천룡사지 삼층석탑 14-포석정지 15-남산성지 16-서출지 17-오룡 18-일성왕릉 19-정강왕릉 20-현강왕릉 21-삼릉 22-지마왕릉 23-경애왕릉 24-나정 25-삼릉곡마애관음보살상 26-삼릉곡 선각육존불상 27-입곡 석불두(삿갓꼴) 28-삼릉곡 마애석가여래좌상 29-삼릉곡 선각여래좌상 30-침식곡석불좌상(심수굴) 31-열암곡 석불좌상(새갓꼴) 32-약수곡 마애불입상(이하 같음)

문화재들은 총 10개로서 전체 32개의 31%에 해당하는데, 이 중 50미터 이내에 분포하는 것은 미륵굴 석불좌상, 심수굴 석불좌상, 열암굴 석불좌상, 배동 삼존석불입상이고 이것들은 집중호우 시 집수지역에 분포하여 훼손 가능성이 상대적으로 크다고 할 수 있다.

## 2. 토양과 문화재 분포

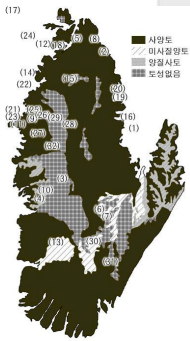
토양은 식물이 자라는데 가장 중요한 환경인자이며 또 집중호우 시의 직접적 토양침식과 관련이 되기에, 토양의 실태를 정확히 파악하는 것이야말로 식생환경을 올바르게 이해하고, 보존·관리하는데 중요한 자료가 될 수 있다.

두 정상을 포함한 남산의 대부분에는 산성을 띠는 岩碎土(Mac: 어떠한 機構에 의해 파괴된 암석파편의 집합물이 풍화되어 이루어진 토양)가 분포하고, 따라서 沙壤質(국제토양학회에 의하면 細土 중 粘土 함량이 15%이하, 粘土+微沙의 함량이 15-35%, 細沙+粗沙의 함량이 65-85%로 조성된 토양)과 埴壤質(점토의

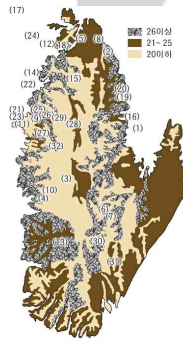
성분이 59%이상인 토양으로서 수분을 가하면 실 모양으로 길게 늘일 수 있다)의 표토층을 가지고 있어서 배수가 매우 양호하나, 건조에 약하며, 오랫동안의 침식을 받아 그 두께는 비교적 얇아서 1m이상 되는 곳이 거의 없다. 농촌진흥청(1990)의 분류에 의하면, 유효토심의 깊이에 관해 20cm 미만을 '매우 얇음', 20-50 cm사이는 '얇음', 51-100 cm사이는 '보통', 101-150 cm사이는 '깊음'으로 나누어지고, 일반적으로 식생이 자라기 위해서는 최소생존두께와 최소생육두께가 필요한데, 최소생육두께의 경우 각각, 지피식물은 30cm, 관목류 60cm, 저목류 90cm, 교목류는 150cm이상의 두께를 가져야 한다. 이러한 점을 고려한다면 <그림 7>에서 보듯이, 남산지역의 토양은 교목류의 생육에 필요한 최소한의 토양 깊이도 갖추지 못한 상태라 하겠다. 또 토양의 비옥도 및 염기치환용량이 낮고, 염기포화도는 보통 내지 그보다 높다. 토양산도는 PH5 ~6 정도로 약산성 내지 산성을 띠고 있어 소나무와 같은 상록침엽수류의 생육에는 좋으나, 활엽수의 생육에는 좋지 못하다(정원일 등, 2001).

한편, <그림 6>은 토양의 구성, <그림 7>은 식물의 뿌리가 자유롭게 뻗을 수 있는 토양의 두께인 유효토심을 나타낸 것인데, 토양이 없는 암석지역에 분포하는 문화재들은 모두 11개로서 전체의 34%에 이르고, 특히 유효토심도 매우 얇은 곳에 분포하는 문화재들은 용장사곡 삼층석탑, 용장사곡 마애여래좌상, 남산성지, 삼릉곡 선각여래좌상 등이다. 이들 지역은 표토층을 거의 가지지 못함으로써, 식생의 착근이 어렵고 따라서 집중호우 시 강우를 흡수할 수 있는 보수력이 전혀 없는 지역이므로 훼손 가능성이 매우 큰 지역이라 하겠다.

<그림 6> 토양과 문화재 분포



<그림 7> 유효토심과 문화재 분포



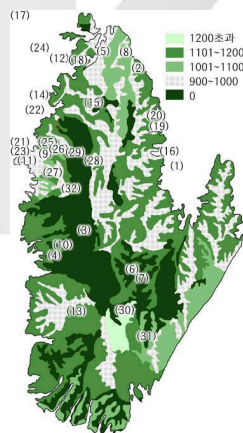
### 3. 식생과 문화재 분포

식물이 생육하지 않는 곳에서는 토양생성작용이 뚜렷하지 않으며(권동희, 1991) 또한 집중호우 시, 식물의 뿌리들이 토양을 유지하고, 강우가 지표에 직접적인 충격을 주는 것을 잎사귀에 의해 보호할 수 있으므로 식생의 분포 및 밀도는 토양유실과 밀접한 관계가 있다.

남산 일대의 산림은 원래 소나무가 단순림으로 전 지역을 점유하고 있었으나, 인위적 및 병충해의 영향으로 현재는 문화유적지의 일부 보존지역을 제외하면, 소나무가 많이 고사하여 낙엽활엽수의 침범이 강하게 나타나고 있으며, 저지대, 인가 및 등산로 주변에는 외래수종이 강하게 나타나고 있고, 저지대, 인가 및 등산로 주변에는 외래 수종이 식재되어 있어 고유 임상을 잃어가고 있다(이정미, 1991).

생육상황이 가장 양호한 곳은 남쪽 마을에서 칠불암에 이르는 곳으로서 다양한 종과 20미터 이상의 소나무, 해송림이 발달되어 있고, 다음으로는 용장리에서 칠불암방향의 계곡이 비교적 다양한 종과 생육상태가 좋은 곳으로 판단되었다. 가장 열악한 환경을 보이는 곳은 산불이 발생했던 서사면으로서 해발고도가 높을수록 토양침식이 심해져서 나대지를 형성하고 있다. 또한 계곡을 제외한 대부분은 수령이 어린 소나무들이 밀집하여 자라고 있어 산불의 우려가 있고 기타 식물들이 자라기에 매우 부적합한 환경을 가지고 있다(강기호, 2000).

〈그림 8〉 간재적과 문화재 분포



이러한 식생밀도를 보다 자세히 살펴보기 위해, 수목의 부피를 나타내는 단위인 재적(材積)을 사용하여 살펴본 결과는 <그림 8>과 같다. 간재적은 지위급과 생장량을 고려하여 분류할 뿐, 절대적인 등급분류기준이 마련되어 있지 않기 때문에 <경주산림입지환경조사>표에 의거, 상대적으로 분류하였다. 간재적이 적은 곳은 정상인 금오봉을 중심으로 한 지역과 서측과 남측사면에 광범위하게 분포하고, 많은 곳은 동측 사면에 주로 분포하고 있다. 앞서 언급했듯이 간재적이 적어 집중호우 시에 취약함을 드러낼 수 있는 지역에 분포하는 문화재들은 용장사곡 삼층석탑, 삼릉곡 선각여래좌상, 신선암 마애보살상 등이다.

#### IV. 훼손가능성

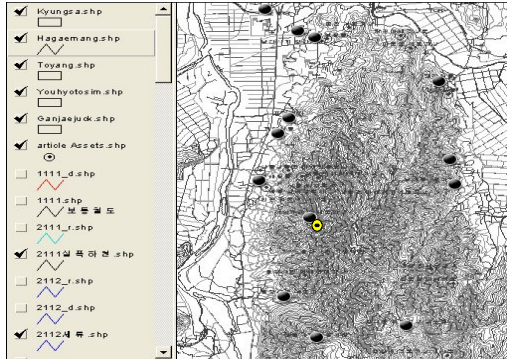
각 자연환경요소별 문화재의 분포를 구성한 것이 <표 3>인데, 이 표에 의하면 먼저 경사도의 경우 25% 이상의 경사를 보이는 험준지에 위치한 문화재가 17개(53%)로서 반 이상을 차지하였고 15%미만이 완경사지에 분포한 문화재들의 분포가 가장 적었다. 이 같은 분포에 의하면 앞서 언급한 집중호우시의 홍수침식에 대해 매우 취약한 환경에 노출되어 있다고 할 수 있다. 다음으로는 하계땅 근접도인데, 전체의 68%가 100미터 이상 떨어져 있으나, 50미터 미만의 계곡에 포함된 문화재들도 4개(13%)로서, 주로 계곡을 따라 등산로가 설정되어 있다는 것을 감안한다면 집중적인 관리가 요구되는 것이라 하겠다. 토양의 경우, 암석지역에 노출되어 있거나 집중호우 시 배수가 바로 되는 사양토지역에 분포하는 문화재가 전체의 94%를 차지하여 지극히 열악한 토양환경을 가지고 있다. 이러한 환경에서는 집중호우 시 곧바로 유수를 형성하게 해, 문화재들의 기반을 약화시킬 수 있다. 이러한 토양조건을 식생과 관련시켜, 보다 미시적으로 살펴본 것이 바로 유효토심인데, 전 지역이 농촌진흥청 분류에 의해 '얕음'지역으로 분류되어지기 때문에, 또 다시 더 세분화 시킨 결과, 25cm이하인 지역에 분포하는 문화재들이 전체의 반을 차지하여 앞서 언급한 열악한 토양조건을 반영하고 있다. 식생과 관련한 간재적의 경우, 1000이하인 지역에 분포하는 문화재가 전체의 46%를 차지하여 집중호우 시 식생의 보호를 받지 못하는 환경에 노출되어 있다고 할 수 있다. 따라서 각 문화재가 가지고 있는 자연환경요소들 중, <표 3>에 기술한 자연환경 요소들 관해 DB화 한 후, '경사 25% 이상', '하계땅 근접도 50미터 미만', '토성 없음' '유효토심 20cm 이하', '간재적 0' 등, 가장 열악한 환경요소에 3, 중간 정도를 2, 양호한

것에 1의 가중치를 부여하였다. 집중호우 시에는 여러 자연환경이 복합적으로 작용하며, 어떤 요소가 어느 정도로 지표변화에 작용하는지에 대한 구체적 기준이 파악될 수 없기에 각 요소들을 동등하게 취급하였고, 간재적의 경우는 3등간격을 유지하기 위해 1000이하, 1001-1100, 1101이상으로 구분하여 살펴보았다. 같은 방법으로 상대적 훼손도의 분석한 결과, 각각을 세 등급으로 나누어 표현한 것이 <그림 9>부터 <그림 11>이며, 그 결과를 다시 문화재 유형별로 분류해 본 것이 <표 4>다.

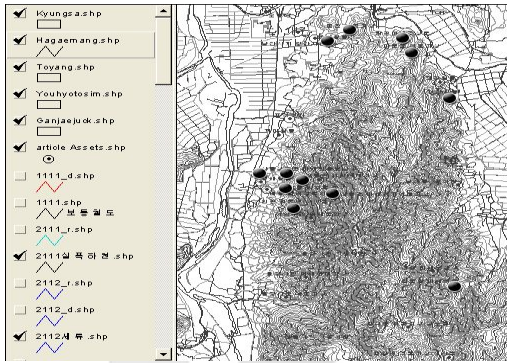
<표 3> 자연환경요소별 문화재의 분포

요 소	구 분	문화재 번호	비율(%)
경사	15% 미만	1,16,17,19,21,22,23,24	22%
	15-24%	2,5,12,13,14,18,27,30	25%
	25% 이상	3,4,6,7,8,9,10,11,15,19,20,25,26,28,29,31,32	53%
하계망 근접도	100미터 이상	1,3,4,5,6,7,8,12,13,14,15,17,18,20,21,22,23,24, 25,26,29,32	68%
	50-100 미터	9,10,16,19,27,28	19%
	50미터 미만	2,11,30,31	13%
토양	양질사토		0%
	미사질양토	13,30	6%
	사양토	1,2,5,8,9,11,12,14,16, 17,18,19,20,21,22,23,24, 25,26,27,28	66%
	토성없음	3,4,6,7,10,15,29,31,32	28%
유효 토심	26cm 이상	1,2,4,7,9,12,13,14,16,17,18,20,22, 24 30,32	50%
	21-25cm	5,8,27,28,31	16%
	20cm 이하	3,6,10,11,15,19,21,23,25,26,29	34%
간재적	1200 이상	30	3%
	1101-1200	4,10,12,13,14,19,20,22, 28,32,	31%
	1001-1100	6,7,16,25,26,27,31	21%
	900-1000	2,5,8,9,11,15,18,21,23	31%
	0	1,3,17,24,29	15%

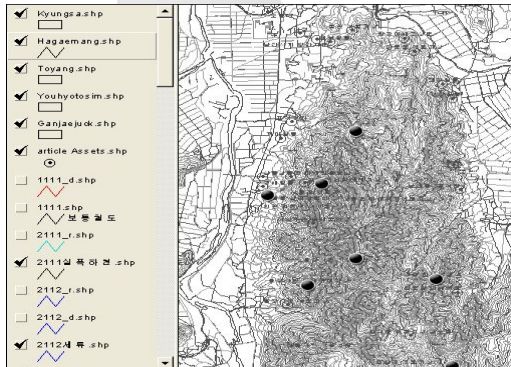
〈그림 9〉 훼손가능성이 작은 문화재



〈그림 10〉 훼손가능성이 중간인 문화재



〈그림 11〉 훼손가능성이 큰 문화재



〈표 4〉 문화재 유형별 상대적 훼손 가능성

구 분	보 물	사 적	지방유형문화재	비 율
상대적으로 큼	배동 삼존석불입상, 용장사곡 삼층석탑, 신전암 마애보살상, 용장사곡 마애여래좌상	남산성지	열암곡 석불좌상(새갓골) 삼릉곡 선각여래좌상	22% (7곳)
중간	삼릉곡 석불좌상, 미륵골 석불좌상, 칠불암 마애석불, 불곡 석불좌상, 탑곡 마애조상군	정강왕릉 임성왕릉 삼릉	삼릉곡 마애석각여래좌상 입곡 석불두(새갓골) 삼릉곡 선각육존불상 삼릉곡 마애관음보살상	38% (12곳)
작음	남간사지 당간지주, 남산동 3층석탑, 천룡사지 삼층석탑, 용장사곡 석불좌상	나정, 오릉, 포석정지, 서출지, 현강왕릉, 지마왕릉, 경애왕릉	칠식곡 석불좌상(심수골) 약수곡 마애불입상	40% (13곳)

이 결과에 의하면, 배동 삼존석불입상이 가장 열악한 자연환경을 가지고 있고 다음으로는 용장사곡 삼층석탑, 남산성지, 열암곡 석불좌상(새갓골), 삼릉곡 선각여래좌상 순이었고, 남산에 분포하는 보물 13개 중 4개나 포함되어 있어 우선적 관리가 요망된다. 그리고 남산에 분포하는 문화재들 중, 상대적으로 열악한 자연환경에 노출되어 있는 문화재가 전체의 1/5에 해당하는 7개에 이르고, 특히 이들 중 대부분은 경사가 급한 암석지역에 분포하여, 집중호우 시 훼손의 위험성이 매우 높다고 하겠다. 이들 중, 주로 금오봉을 중심으로 한 삼릉곡과 용장사곡지역이 열악한 지역들인데, 보물과 지방유형문화재의 많은 부분들이 여기에 속해 집중적인 관리가 필요하다고 하겠다. 훼손가능성이 '중간' 정도로 파악된 곳도 등산객의 증가나 집중호우의 빈도 증가 등을 고려할 때, 안전하다고는 할 수 없으므로, 지속적으로 유심히 살펴봐야 할 필요가 있는데, 이것들은 32곳 중 13곳을 차지하여 전체의 약 41%에 해당된다. 전체적으로 볼 때, 상기에 거론한 지역들은 홍수 시 형성되는 급류로 인한 유실 및 파손과 같은 직접적인 피해와 지하수의 변화에 의한 지반 침하, 타 지역 함몰에 따른 2차 함몰 등과 같은 간접적인 피해에 노출될 가능성이 상대적으로 높은 지역이다. 비교적 안전하다고 할 수 있는 지역은, 나정, 오릉, 포석정지, 서출지, 현강왕릉, 지마왕릉, 경애왕릉 등으로 남산을 둘러싼 계곡 하단부에 분포하고 총 32곳 중 13곳으로 약 40%를 차지하고 있다.

## V. 결론

이상에서 지형, 기후, 토양, 식생 등 남산의 역사유적관광자원에 영향을 주는 자연환경요소들을 분석하고 그것들의 자연적 훼손가능성을 관찰하여 보았는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 남산 전체로 볼 때는 경사가 완만하나, 서측의 경사가 비교적 급하고 소하천이 발달되어 있어, 집중호우 시의 급류로 인한 문화유적 훼손가능성이 상대적으로 크다. 특히, 집중호우 시 등산로를 따라 흐르는 유로형성에 의해 훼손될 가능성이 커지고 있다. 둘째, 남산의 토양은 대부분 침식에 약한 沙壤質로 구성되어 있어, 집중호우로 인한 지표토의 유실의 가능성이 크고, 따라서 지반이 약한 지역에 분포하는 문화재들이 상당수 존재한다. 셋째, 훼손 가능성이 상대적으로 높은 위험 지역에 분포하는 문화재들은, 조사대상 32곳 중 7곳에 있는 것들로 전체의 22%를 차지하고 있고, 따라서 남산 문화재 보호를 위한 재정 투자 시, 우선적으로 고려해야 할 문화재들은, 배동 삼존석불입상 용장사곡 삼층석탑 신선암 마애보살상, 용장사곡 마애여래좌상 등이라 하겠다. 특히 문화재들이 많이 몰려 있는 삼릉곡과 용장사곡에 대한 집중적인 관리가 필요하며 상기의 결과를 고려한 계곡의 소하천 관리와 경관을 해치지 않는 수준에서의 시설물 설치 및 관리가 필요하다. 그리고 홍수로 인한 유로변경의 구체적인 정도와 미래의 예측, 그리고 지하수와 토질의 변화에 의한 침하 가능성 등, 남산지역 문화유적의 기초적인 자연환경 조사가 시급하다고 할 수 있다.

### 참고문헌

- 강기호(2000). 『생명의 숲, 경주 남산』, 생명의 숲 가꾸기 운동본부 : 145.  
경주생명의 숲(2000). 『생명의 숲 경주 남산』, 경주생명의 숲 운동본부.  
경주시(2000). 『산림입지환경조사표』, 경주.  
권동희·박희두(1991). 『토양지리학』, 교학연구사 : 345~350.  
김동현(1997). 판신, 담로 대지진에 의한 문화재 피해. 『보존과학회지』, 6(1): 89~95.  
김사덕·황진주·강대일(1998). 대리석 문화재에 대한 산성비의 영향. 『보존과학회지』, 7(1): 89~95.

- 김수진(2004). 석조문화재 보존과학의 세계적 연구동향과 우리의 과제. 『04 학술대회발표논문집』 한국문화재보존과학회: 3.
- 김유선(1980). 환경이 목질문화재에 미치는 영향. 『보존과학연구』, 1: 31~46.
- \_\_\_\_\_(1995). 환경이 목조문화재에 미치는 영향에 관한 조사. 『보존과학회지』 4(1): 53~58.
- 노재식(1980). 대기환경이 문화재에 미치는 영향연구. 『보존과학연구』, 1: 59~68.
- 민경희(1985). 하등식물이 석조문화재에 미치는 영향. 『보존과학연구』, 6: 1~13.
- 민경희·안희균·이필순(1986). 서울근교능원의 석조문화재와 자생지의류의 생태학적 분포조사. 『보존과학연구』, 7: 14~31.
- 박경립(1996). 보존을 위한 석조문화재의 특징과 암석에 대한 연구 (I). 『보존과학회지』, 5(1): 41~68.
- 박석희(1998). 경주 남산의 고유 이미지 구축에 관한 연구. 『경주문화연구』, 85~114.
- 변명환(2000). 『다시 올라가 본 경주 남산』. 눈빛.
- 서만철(1999). 무령왕릉의 보존을 위한 지반공학적 고찰. 『보존과학회지』, 8(1): 40~50.
- 연합뉴스 (2003). 2003. 12. 22.
- 윤경열(1995). 『경주 남산의 塔谷』. 悅話堂.
- \_\_\_\_\_(1989). 『경주 남산』. 대원사.
- \_\_\_\_\_(1993). 『겨레의 땅, 부처님 땅』. 불지사.
- 이대성(1980). 석질문화재에 미치는 자연환경조사. 『보존과학연구』, 1: 47~58.
- 이명혜·이규식·한성희·안희균(1992). 유물의 보존환경에 대한 생물학적 조사연구. 『보존과학연구』, 13: 117~135.
- 이상헌(1992). 석조문화재의 특징과 암석에 대한 지질학적 연구 (I). 『보존과학회지』, 1(1): 40~59.
- 이상헌, 신철균, 최기주(1997). 보존을 위한 석조문화재의 특징과 암석의 풍화현상에 대한 연구(II). 『보존과학회지』, 6(1): 31~60.
- 이상헌·박경립(1993). 석조문화재 보존에 관한 지질학적 연구. 『보존과학회지』, 2(2): 31~62.
- \_\_\_\_\_(1995). 석조문화재의 특징과 암석에 대한 지질학적 연구 (III). 『보존과학회지』, 4(1): 11~42.
- 이정미(1991). 경주국립공원, 남산일대의 현존 삼림식생과 식물상. 경북대 석사논문: 4.
- 이정은(2004). 경주 분황사 모전석탑의 암석학적 풍화와 보존과학적 훼손도 진단. 『04 학술 대회발표논문집』, 한국문화재보존과학회: 92~102.
- 정용재·서민석·이규식·한성희(2003). 석조문화재의 생물학적 손상과 보존방안. 『보존과학연구』, 24: 5~28.

- 정원일·임원현(2001). 경주 남산의 경관과 이용가치에 관한 연구. 『관광학 논총』, 6: 147.
- 최광남(1987). 문화재와 환경오염. 『보존과학연구』, 8: 200~223.
- 한성희·이규식(1990). 문화재의 곤충피해에 관하여. 『보존과학연구』, 11: 130~150.
- 홍정기·엄두성(2003). 국보 24호 석굴암의 보존환경. 『보존과학연구』, 24: 169~186.
- Bailey, T.C.(1994). A Review of Statistical Spatial Analysis in Geographical Information System. in Fotheringham, S., and Rogerson, P.(eds) *Spatial Analysis and GIS*, Taylor & Francis: 15.
- Geofree, C.(2004). A GIS approach in the documentation of dry stone walled heritagesites. *10th International congress deterioration and conservation of stone*: 707~714.
- Ian, L. Moor & Angela, Moor.(1987). Fire and Flood. *Recent advances in the conservation and analysis of artifacts*, Univ. of London Press: 319~322.
- Marisa, L. T.(2004). Products and methods for the conservation of stone. *10th International congress deterioration and conservation of stone*, : 269~282.
- Norbert, S. Baer(1982). *Report of the committee on conservation of historic stone buildings and monuments*. National Academy Press, Washington,D.C. : 1~12.
- O'Brien, P. F. & E. Bell & Orr, T. L. L. & Cooper, T. P.,(1995). Stoneloss rates at sites around Europe. *Science of the Total Environment*, 167: 111~121.
- William, T. Petuskey & David, A. Richardson & Donald, A. Dolske.,(1995). Aspects of the deterioration of sandstone masonry in Anasazi dwelling ruins at Mesa Verde national Park, Colorado, USA. *Science of the Total Environment*, 167: 145~159.

2005년 3월 17일 접수

2005년 5월 19일 최종 수정본 접수

3인 익명 심사 톱