경주 월성의 산책로 훼손실태 분석*
- 환경피해도 평가를 중심으로 -

강태호* · 유주한* · 조홍하** · 이홍**

*동국대학교 조경학과 · **동국대학교 대학원 조경학과

Analysis on Trail Deterioration in Wolseong, Gyeongju-si
- Focused on Assessing Impact Rating Class -

Kang, Tai-Ho* · You, Ju-Han* · Zhao, Hong-Xia** · Li, Hong**

*Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University
**Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Dongguk University

ABSTRACT

The purpose of this study is to present the raw data for establishing the conservation and restoration trail about Wolseong by objective and systematical trail deterioration in Wolseong as UNESCO, world heritage site, Gyeongju-si, Korea. To accomplish the purpose, not only trail condition such as altitude, entire width, bare width, maximum depth and slope of trail, but also deterioration types of trail were surveyed at the total 97 points for 2.145km in length on the 11 access trails to Wolseong. Major deterioration types of trail were root exposure(48%), rock exposure(40%), trail deeping(9%) in order of frequency. To grasp the deterioration condition of the trail, assessment on impact rating class of trail that the 11 access trail were investigated. Putting these results together informs us that the deterioration condition of the trail in Wolseong is reached the level of grave concern yet, prompt countermeasure to maintain the existing condition has to be considered with regard for the conditions of location and the containing amounts of use.

Key Words : Gyeongju Historic Areas, Remains Management, History Trail Rearrangement, Earthen Ramparts

국문초록

본 연구의 목적은 월성에 분포하는 산책로를 체계적으로 조사 및 분석함으로써 산책로에 대한 보전과 복원방안 수립을 위한 기초 자료제공에 있다. 월성을 중심으로 내부 동선 5개, 외부동선 6개 총 2,415m, 97개 측점에서 산책로 상태를 조사한 결과, 평균 산책로 내부폭 2.2m, 나지 발생폭 2.56m, 최대 침식깊이 9cm로 나타났고, 외부 산책로폭 0.68m, 나지발생폭 0.85m, 최대 침식깊이 34cm로 나타났다. 훼손유형 발생빈도는 뿌리 노출 현상(48%)이 가장 많은 발생빈도를 보였고, 다음으로 암석 노출(40%), 노면 세굴현상(9%) 등의 순이었다. 산책로 주변으로 확산되는 훼손의 진행단계와 범위를 파악하기 위한 환경 피해도 조사 결과, 내부동선 환경피해도는 좌측 2.3, 중앙 4.1, 우측 2.5로 나타났으며, 외부동선 환경피해도는 좌측 3.1, 중앙 4.3, 우측 3.5로 분석되었다. 종합적으로 볼 때 월성 산책로의 훼손상태는 우려할만한 수준은 아니었으나, 입지조건이나 이용압력의 증가 추세를 감안할 때 현 상태를 유지할 수 있는 관리방안이 조속히 마련되어야 할 것이다.

주제어 : 경주 역사유적지구, 유적관리, 역사탐방로 정비, 토성

* 이 연구는 경주시 지원에 의해서 수행되었음.
† Corresponding Author : Zhao, Hong-xia, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Dongguk University, Gyeongju 780-714, Korea. Phone : +82-54-770-2232, E-mail : zhaohxia1314@naver.com

Ⅰ. 서론

경주 월성은 신라 궁궐이 있었던 곳으로 성의 모양이 반달처럼 생겼다고 하여 '반월성' 또는 '신월성'이라고도 하며, 왕이 계신 성이라 하여 '재성(在城)'이라고도 한다. 신라 천년의 궁궐이 있었던 상징적인 공간임에도 불구하고, 현재 궁궐의 흔적은 찾아볼 수 없으며, 성(城)의 흔적들도 방치되고 있어 자원의 가치가 훼손되고 있다.

월성의 구조적 특성을 살펴보면 성 둘레가 약 1,841m, 동서축 연장이 860m, 남북축 연장이 260m, 면적은 112,500m^{2}이다. 현재 월성은 경주시민에 있어 운동 및 여가 활용 공간으로, 관광객들에게는 석빙고 등을 관람할 수 있는 탐방공간으로 활용되고 있으며, 주변 산책로는 녹색갈증 해소 등의 휴양기회를 제공한다. 그러나 이용에 따른 산책로 훼손이 가중되고 있어 주변 환경까지 피해확산이 우려되는데, 산책로 훼손은 노면 훼손과 직접적인 관련성을 가진다. 일반적으로 노면은 탐방객의 답압으로 인하여 압밀되어 토양공극율과 강우 침투율이 어려운 난투수층이 된다. 이러한 결과로 인하여 산책로 노면을 따라 표면유하수가 하부로 이동하면서 표층의 토양입자를 이탈시켜 토양침식과 노면 세굴로 진행하게 된다(Coleman, 1981). 또한 산책로의 난투수층은 강우 직후에 지표면에 일시적으로 우수를 고이게 하며, 이를 피하기 위해 방문객은 산책로를 이탈하여 주변 식생지로 새로운 이동로를 형성함으로 식물을 직접 손상시킬 뿐만 아니라 근계호흡을 방해하는 난투수층으로 인하여 식물은 생육이 어려워 고사단계에 이르게 되고, 결국 나지의 확대로 이어지게 된다(小野 등, 1990; 최오길, 2002).

따라서 산책로의 훼손현상은 이용압력과 자연환경에 의해 다양한 원인이 복합적으로 작용한 결과로 볼 수 있다. 산책로와 그 주변의 훼손과정은 탐방객의 지속적인 답압에 의해 지피식생이 훼손되고 유기물이 유실되면서 나지화가 진행되고 강우시 산책로상으로 흐르는 지표 유하수에 의해 토양유실 등을 수반한 노면침식 현상이 발생한다(정원옥 등, 2008). 특히 노면침식 현상은 각종 요인에 의해 토양이 유실되면서 생긴 것으로 강우시 표면유하수에 의한 토양유출로 각종 재해를 유발하는 주요 원인이며, 훼손진행의 초기현상으로 중요하게 다루어져야 한다(권태호, 1987). 월성은 수원화성과 등 같은 석성(石城)과 토성(土城)이기 때문에 토양유출 및 훼손은 월성의 고유경관과 구조를 파괴할 수 있는 원인으로 작용할 수 있기 때문에 연구가 시급한 실정에 있다. 산책로의 훼손은 주로 환경피해도 평가기법을 많이 활용하였는데, 관련 연구동향을 살펴보면 북한산국립공원(오구균 등, 1987), 치악산국립공원(권태호 등, 1988), 가야산국립공원(권태호 등, 1989), 속리산국립공원(권태호 등, 1990), 지리산국립공원(권태호 등, 1991), 한라산국립공원(오구균과 허순호, 1992), 소백산국립공원(권태호 등, 1993), 덕유산국립공원(권태호 등, 1994), 주왕산국립공원(권태호 등, 1995), 오대산국립공원(권태호 등, 1996), 설악산국립공원(이준우 등, 1997), 모악산도립공원(김세천과 박종민, 1998), 백두대간 마루금(권태호와 이준우, 2003), 월악산국립공원(권태호 등, 2005), 마이산도립공원(김세천 등, 2007), 도시자연공원(박인환 등, 2010), 관악산(유기준, 2011) 등 많은 지역을 대상으로 수행되어 왔으나, 대부분 국립공원, 도립공원 등 대부분 산지를 대상으로만 연구가 수행된 것을 확인할 수 있어 월성과 같은 역사유적지에 대한 연구는 전무한 상태였다.

그러나 이 방법은 산림지역의 훼손 정도를 측정할 수 있는 도구이기 때문에, 문화재 지역에 대해 적용하기에는 일부 문제나 한계가 있을 수 있다. 하지만 월성은 문화재적 측면에서는 신라시대의 토성이나 현재는 경주의 중요한 도시숲 역할을 하고 있기 때문에, 생태적 측면에서 환경피해도를 적용한 연구는 필요하다고 생각된다.

또한 월성에 대한 연구동향을 살펴보면, 역사 연구의 경우 건조시기(남천우, 1989), 지하유구(오현덕과 신종우, 2004), 지표조사(국립경주문화재연구소, 2004), 월성해자(국립경주문화재연구소, 2006; 정용조 등, 2010), 공간구조(양정석, 2010) 등이 있으며, 생태 연구의 경우 생태적 진단(임원현 등, 2009), 관속식물상(유주한 등, 2011) 등이 수행되어 역사 환경 연구가 집중되어 있었다. 따라서 월성의 식생, 식물상 등 생태환경 연구가 일부 진행되었으나, 산책로 등 물리적 환경 연구는 미비한 수준에 있어 월성의 체계적인 복원과 보전을 위해서는 필요하다고 생각된다.

따라서 본 연구는 경주역사유적지구로서 유네스코 세계문화유산지역인 월성 산책로의 물리적 특성을 파악하기 위해 월성에 분포하는 산책로를 환경피해도 등급에 따라 체계적으로 조사 및 분석함으로써 월성과 같은 토성의 산책로에 대한 보전과 복원방안 수립을 위한 기초 자료 제공에 그 목적이 있다.

Ⅱ. 연구방법

경주 월성 산책로에서 나타난 각종 훼손 실태를 파악하기 위해 먼저 예비답사 및 관광객의 의견을 수렴한 결과, 탐방객의

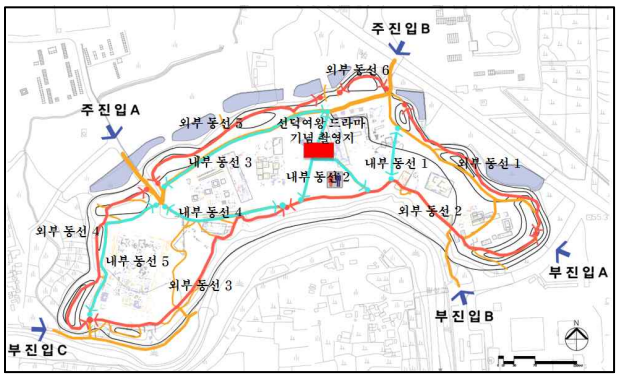

그림 1. 내부 및 외부 동선 현황과 조사 구간

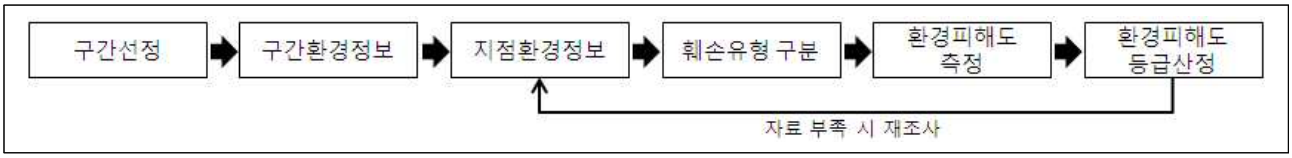

그림 2. 연구 진행 과정

접근성이 양호하고 이용이 많은 산책로 내부 5개 990m, 외부 6개 1,316m, 총 2,415m를 조사대상 경로로 선정하였다(그림 1 참조).

월성에 대한 산책로 피해도 조사는 2010년 8월 13일부터 8월 15일에 답사 및 1차 조사를 실시하고, 이 결과를 바탕으로 선정된 11개의 산책로에 대해 2010년 10월 26일부터 11월 3일 2차에 걸쳐 본 조사를 수행하였다. 산책로는 지리적 위치, 해발, 방위, 노폭, 나지폭, 경사, 노근율, 노암율을 조사하였으며, 기본 도면은 국토지리정보원에서 발행한 1:5,000 지형도면을 활용하였다. 지리적 위치, 해발, 방위는 GPS(GARMIN GPSmap60CS)를 이용하여 정보를 획득하였고 노폭, 나지폭, 노근면적, 노암면적은 실측을 통해 정보를 얻으며, 노근율과 노암율은 조사도면에 간이 표시하여 환산하였다(임원현 등, 2008). 산책로 훼손유형은 훼손진행 단계를 판단하는 중요한 지표로서, 자연상태의 산책로 상에서 물리적 훼손의 발생 및 진행과정을 기준으로 노면침식(노면 세굴형), 뿌리 노출, 암석 노출, 비탈면 등으로 구분하여 조사하였다. 노면침식은 강우에 의해 표면이 침식된 것을 말하며, 뿌리 및 암석 노출은 강우, 답압 등에 의해 수목의 근계와 주변 암석이 지표 상으로 노출된 것으로 의미한다. 그리고 비탈면의 경우, 사면의 경사도에 의해 토양이 유실되어 훼손된 것을 뜻한다. 그림 2는 연구 진행과정을 나타낸 것이다.

환경피해도는 산책로 및 산책로의 훼손 정도를 구분할 수 있는 평가방법으로 각 산책로의 단계적 훼손 정도를 파악하기 위하여 하층식생 쇠퇴 및 나지화 단계를 계급화한 Frissell(1978)의 방법을 한국 여건에 맞게 개선한 권태호 등(1991)의 방법에 의거하여 산책로 주변의 환경피해도를 조사하였고, 표 1의 기준에 따랐다. 국립공원 탐방로 연구(권태호 등, 2001)의 조사항목을 추출하여 적용하였으며, 조사방법 일정구간(30m)마다 관측점을 추출하여 조사하는 신속조사법을 이용하였고, 환경피해도는 훼손 정도에 따라 7단계로 구분하였다. 또한 각 측점 사이에 산책로 주변을 따라 선적 혹은 면적으로 발생된 환경피해도의 훼손면적을 조사하여 구간별로 집계하고 훼손면적을 비교하였다.

표 1. 환경피해도 등급기준

등급	등급판정기준
0	인위적 간섭이나 흔적이 전혀 없음
1	인위적 간섭이나 흔적은 발견되나, 식생피해가 거의 관찰되지 않음
2	인위적 간섭이나 지피식생의 피해가 있고, 나지 발생이 부분적으로 시작(나지 25% 이하)
3	인위적 간섭으로 나지화가 부분적으로 진행, 발달(나지 25~75%)
4	임간나지 또는 나지로서 지표침식이나 뿌리 노출현상이 발견되지 않음
5	임간나지 또는 나지로서 지표침식이나 뿌리 노출현상이 나타남
6	임간나지 또는 나지로서 훼손침식이 극히 심화되고 있음

표 2. 내부 및 외부동선의 조사범위

조사구간		시점	종점
내부 동선	1	N35°49'59.2" E129°13'30.1"	N35°49'53.7" E129°13'24.3"
	2	N35°49'58.5" E129°13'25.9"	N35°49'53.5" E129°13'24.0"
	3	N35°49'58.7" E129°13'26.0"	N35°49'54.5" E129°13'14.0"
	4	N35°49'53.3" E129°13'14.4"	N35°49'52.6" E129°13'15.9"
	5	N35°49'53.3" E129°13'14.4"	N35°49'52.6" E129°13'15.9"
외부 동선	1	N35°49'59.3" E129°13'31.0"	N35°49'51.3" E129°13'40.2"
	2	N35°49'51.3" E129°13'40.2	N35°49'51.3" E129°13'40.2"
	3	N35°49'51.3" E129°13'40.2"	N35°49'46.8" E129°13'09.4"
	4	N35°49'47.0" E129°13'09.1"	N35°49'54.2" E129°13'13.6"
	5	N35°49'47.0" E129°13'09.1"	N35°49'54.2" E129°13'13.6"
	6	N35°49'59.7" E129°13'26.5"	N35°50.00.1" E129°13'29.8"

11개 구간을 대상으로 97개 측점을 선정하였고, 각 산책로별 위치정보는 표 2와 같으며, 조사범위는 산책로의 시점과 종점으로 한정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 월성의 지형환경

월성의 내부동선은 주로 평탄지형에 형성되어 있으며, 석빙고 주변, 안압지 방향, 계림 방향이 주동선 개념으로 이용되고 있다. 성곽 외부 동선의 경우 산책로의 개념으로 이용되고 있었으며, 주로 운동, 산책의 목적으로 사용된다.

월성의 지형환경은 표고 분석 결과, 51~55m가 80,304m^{2}로 전체 면적의 40.1%를 점하고 있어 가장 많이 분포하는 것으로 조사되었으며, 그 다음으로 46~50m가 41,520m^{2}로 20.7%를 점하고 있었다. 경사도 분석결과, 경사 0~8°가 127,972m^{2}로 전체 면적의 약 63.9%를 점하고 있어 이들 범위가 가장 많이 분포하고 있었으며, 43~51°의 경사 지역은 0.4%로 비교적 적은 면적이 분포하고 있었다. 사면방향 분석 결과, 월성은 남동향이 면적이 49,512m^{2}로 전체 면적의 24.7%를 점하고 있어 월성 일대는 남동향이 많은 것으로 나타났다(그림 3 참조).

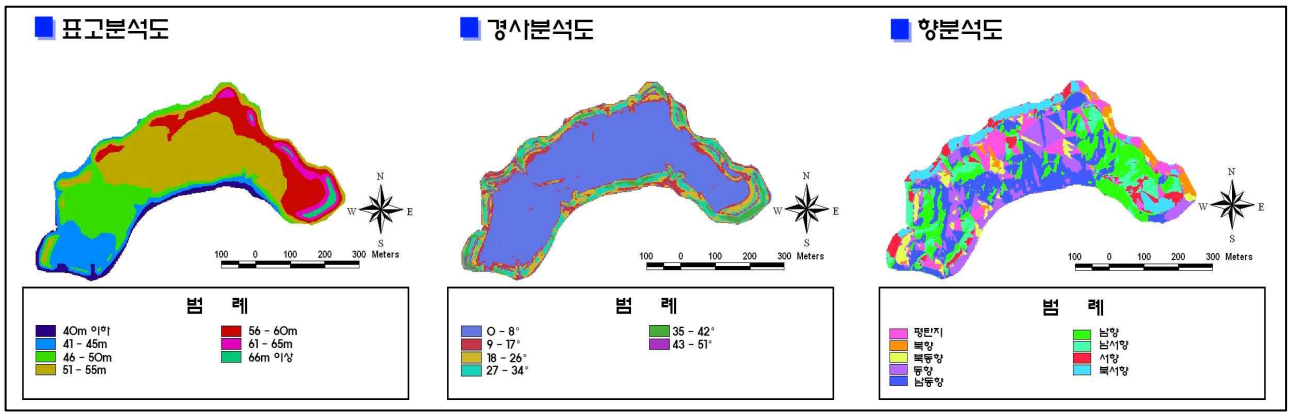

그림 3. 월성의 지형분석

2. 월성 산책로 물리적 특성

경주 반월성 산책로 2,415m 구간에 대해 11개 조사 구간 97개의 조사지점을 선정하였고, 각 지점마다 입지인자를 조사하여 물리적 특성을 분석한 결과는 표 3과 같다.

조사대상에 대한 지점별 물리적 특성의 평균값을 조사한 결과, 내부 5개, 동선 34개 지점의 평균 해발고도 56.5m, 평균 노폭 2.2m, 평균 나지폭 2.56m, 평균 경사도 5°로 조사되었고, 외부 6개, 동선 63개 지점의 평균 해발고도 60.6m, 평균 노폭 0.68m, 평균 나지폭 0.85m, 평균 경사도 17.6°로 조사되었다. 이러한 결과는 관광객 및 탐방객의 이용에 따른 답압으로 지피식물이 훼손되고 강우로 인해 토양이 유실되어 발생된 나지화 현상으로 노폭 및 나지폭이 증가되었다고 판단된다.

3. 산책로 훼손 유형

산책로 훼손유형별 발생빈도 분석 결과, 뿌리 노출 현상이

표 3. 월성 산책로 내부 및 외부동선의 물리적 특성

조사구간		길이 (km)	평균해발 (m)	평균노폭 (m)	나지폭 (m)	평균경사도 (°)
내부	1	0.21	66.8	0.69	0.8	5.1
	2	0.12	59.3	2.24	3.31	5.6
	3	0.27	56.8	4.36	4.8	5.4
	4	0.18	52.8	2.13	2.3	4.2
	5	0.21	46.6	1.50	1.6	4.7
평균		0.2	56.5	2.2	2.56	5
외부	1	0.34	65.3	0.78	0.8	12.9
	2	0.51	66.4	0.68	0.8	8.1
	3	0.29	50.7	0.79	0.8	11.3
	4	0.33	56.5	0.69	0.8	33.2
	5	0.32	60.9	0.52	0.9	18.4
	6	0.08	63.7	0.63	1	21.6
평균		0.31	60.6	0.68	0.85	17.6

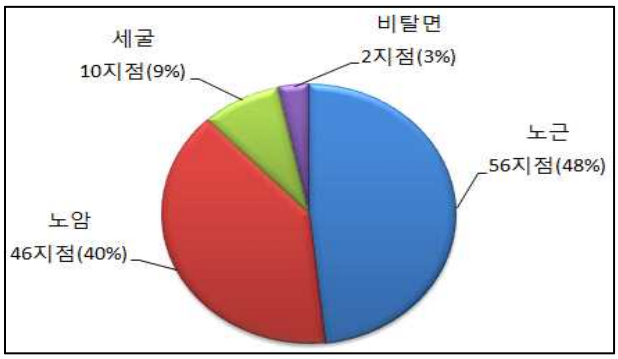

그림 4. 산책로 훼손유형 비율

56회(48%)로 가장 많은 빈도를 보였고, 다음으로 암석 노출 현상이 46회(40%), 노면 세굴 현상이 10회(9%), 비탈면 훼손 현상이 3회(3%) 순으로 조사되었다(그림 4 참조).

노근과 노암현상은 내부동선보다 상대적으로 경사가 급한 외부동선에서 많이 확인되었다. 노근 현상의 경우, 월성에서는 수목이 내부보다는 외부동선 주변 즉, 성곽 주변에 위치하고 있어 경사에 따른 토양유실에 의해 발생된 것으로 추정된다. 또한 노암현상도 내부보다 외부에서 많이 발생되었는데, 이는 토성을 축조하기 전 기초 골재로서 사용된 암석이 오랜 시간동안 강우와 인위적 이용에 의해 유실되어 노출된 것으로 판단된다. 따라서 월성의 노암과 노근현상은 경사도에 직접적인 영향을 받는다고 생각된다.

그리고 월성 유적의 경우 월성 내부의 지하에 위치하고 있어 답압 유무와 인위적 훼손에 의한 직접적인 영향은 없다고 생각되나, 향후 산책로 정비, 복원 등의 행위가 이루어질 때는 유적 환경을 충분히 고려한 계획이 수립되어야 할 것이다.

일반적으로 산책로 표층은 탐방객의 답압을 통하여 압밀되고, 그 결과 토양공극률과 강우 침투율을 저하시키는 난투수층이 출현함으로써 표면유출이 산책로에서 빈번하게 발생된다. 따라서 포상침식(sheet flow erosion)이나 릴침식(rill flow erosion)과 같은 우세작용이 일어나, 표층의 토양입자를 쉽게 제거함으로서 탐방로가 급속하게 훼손된다(渡辺와 深澤, 1998). 이러한 일

표 4. 내부 및 외부동선의 훼손 규모

조사구간		평균노근율 (%)	평균노근면적 (m^2)	평균노암율 (%)	평균노암면적 (m^2)	침식 깊이 (m)
내부 동선	1	-	-	-	-	-
	2	5	13.6	-	-	-
	3	13	12.2	-	-	6.75
	4	-	-	8.3	28	-
	5	-	-	-	-	-
평균		9	12.9	8.3	28	6.75
외부 동선	1	20.9	11.7	45.5	69	-
	2	5.3	9.0	23.7	6	-
	3	10.3	16.9	5	12	5.5
	4	11.9	18.7	51.8	62.7	5
	5	22	45.4	56.4	63.8	34
	6	18	25.8	56	31.4	5
평균		14.7	21.2	39.7	40.8	12.4

련의 과정을 통해 토양침식과 노면 세굴로 진행하게 된다.

산책로 훼손 밀도 같은 경우 내부 동선은 노출된 암반과 뿌리 노출 현상은 거의 관찰되지 않았으나, 외부의 경우 1, 5, 6동선에서 암반 노출과 뿌리 노출 현상이 가장 많이 나타났다. 외부 동선은 암반 노출 현상이 심각하였으며, 노출면적이 커서 노출회수보다 노출면적으로 산출하는 것이 더 정확하다고 판단된다. 내부동선 평균 노근율은 9%(12.9m^2), 노암율 8.3%(28m^2), 외부동선 평균 노근율 14.7%(21.2m^2), 노암율은 39.7%(40.8m^2)로 분석되었다(표 4 참조).

동선의 훼손 규모의 조사 결과, 내부 1동선과 5동선은 이용객이 상대적으로 적기 때문에 훼손현상이 거의 없었다. 내부 2동선의 경우 선덕여왕 드라마 기념촬영지가 있는 관계로 이용객들이 많아 뿌리 노출 현상이 많았으며, 노출 면적은 13.6m^2로 확인되었다. 내부 3동선은 주동선으로 이용객들이 많기 때문에 동선 주변의 식생이 훼손되고 노폭 확대 현상을 나타나고 주변 뿌리 노출 현상이 관찰되었다. 내부 4동선은 자전거 이용객들이 많이 관찰되었고, 이용강도가 높아 암석 노출 현상에 따른 훼손이 진행되고 있었다. 외부동선은 대체적으로 동선의 훼손도가 높고 뿌리 노출 및 암석 노출 현상이 심각한 것으로 확인되었다. 외부 1동선은 경사도가 높아 우수에 의한 침식, 높은 이용강도에 따른 암석 및 뿌리 노출 현상이 심각하게 발생되었다. 외부 2동선과 외부 3동선은 경사도가 작아서 동선 일부분만 훼손 현상이 나타났다. 외부 4, 5, 6동선과 같은 경우 높은 경사도로 인해 뿌리 노출 현상(18.7~45.4m^2)보다 암석 노출 현상(31.4~63.8m^2)이 더 심각하였다. 따라서 경사도가 높을수록 암석 노출 현상이 많다고 생각된다.

암반 노출은 강우와 지표유출에 의한 침식력과 이와 함께 반응하는 토양피침식력, 사면길이 및 경사, 식생피복 및 토지이용 등의 많은 인자들의 복합적 작용에 의한 물리적 현상이다(양동윤 등, 2005). 경사가 급한 숲길에서도 탐방객의 지속적인 답압

그림 5. 월성의 산책로 훼손유형

과 과도한 이용, 또는 해빙기의 부적절한 이용 등으로 산책로 노면상의 토양이 유실된다. 강우의 특징에 따라 지표유출과 토양유실은 매우 다양한데(Shaozhong Kang et al., 2001), 강우시에 노면을 따라 흐르는 지표수에 의해 여러 행태의 표면침식을 보이기도 한다(오구균, 2005).

월성 산책로 최대 침식 깊이는 34cm(0.34m), 평균침식 깊이 12.4cm(0.12m)로 나타났는데, 최대침식 깊이가 치악산 0.15m(권태호 등, 1988), 지리산 0.26m(권태호 등, 1991)과 비교해 볼 때 많은 침식이 진행되었다고 판단되나, 전라북도 자연휴양림 고산 0.3m, 성수산 0.5m(최충호 등, 2005)인 것과 비교해 보면, 훼손 정도가 심하지 않았다. 그러나 침식의 경우 기후, 지형, 인간간섭과 교란 등 다양한 요인들이 작용하기 때문에 지속적인 관찰과 조사가 필요한 부분이라고 생각된다. 그림 5는 대표적 훼손유형을 나타낸 것이다.

4. 산책로 피해도 비교분석

산책로의 내부 및 외부동선의 피해도를 분석한 결과는 그림 6과 같다. 월성의 내부 동선 5개 구간을 살펴보면, 1동선의 노폭이 약 0.5m이고 잔디가 식재되어 환경피해도가 높지 않은 것으로 조사되었다. 2동선은 선덕여왕 드라마 기념 촬영지가 있는 관계로 이용객들이 많아 훼손 현상이 많은 것으로 확인되었고, 동선 중앙 피해도의 경우 4.4, 양측 2.4로 나타났다. 3동선과 5동선의 경우 동선의 환경 피해도는 높지 않으나 이용객들이 많기 때문에 동선 주변의 식생이 훼손되고 노폭확대 현상이 나타난 것으로 조사되었다. 4동선은 자전거 이용객들이 다수 관찰되어 훼손도가 높았으며, 동선 중앙의 피해도 등급은 4~5등급으로 산정되었다.

외부동선은 대체적으로 동선의 훼손도가 높고 뿌리 노출 및 암석 노출 현상이 심각한 것으로 확인되었다. 1동선은 노폭확대 현상이 발생되었을 뿐만 아니라 우수에 의한 침식, 높은 이

용강도로 인해 암석 및 뿌리 노출 현상이 심각하게 발생되었으며, 중앙 및 우측 환경피해도 4.3 이상으로 나타났다. 2동선과 3동선은 동선 일부분에서 훼손현상이 발생되었고, 환경피해도는 상대적으로 높지 않았다. 4동선은 경사도가 높고 노폭의 경우 약 0.5m로 유지되고 있었으며, 나지현상이 관찰된다. 동선의 환경피해도가 높게 나타났으며, 동선의 분기현상과 함께 비탈면 훼손이 문제점으로 조사되어 재정비가 필요하다. 5, 6동선의 노폭은 약 0.5m이며, 뿌리 노출 및 암석 노출 현상이 심각하게 나타났고, 중앙 및 양측의 환경피해도도 거의 4등급 이상으로 나타났다. 본 동선의 경우 우수침식, 지속적인 답압으로 인해 환경피해도 또한 심각하다고 판단된다. 따라서 뿌리 노출 및 암석 노출 문제를 집중적으로 관리할 제반 계획 수립이 요구된다.

그림 7은 내부 및 외부동선의 전체 환경피해도를 분석한 결과이다. 내부동선은 이용강도가 비교적 높지 않았으며, 환경피해도의 경우 좌측 2.3, 중앙 4.1, 우측 2.5로 나타났다. 외부동선의 경우 환경피해도는 좌측 3.1, 중앙 4.3, 우측 3.5로 분석되었다.

월성의 경우 외부 동선이 내부 동선보다 환경피해도가 높은 것으로 분석되었으며, 주변의 식생 피해도 많이 관찰되었다. 그림 1 월성의 지형분석결과를 의하여 외부 1동선의 경우 표고(56~60m, 61~65m), 경사도(35~42°, 43~51°)의 외부 1, 2, 5, 6호 동선은 급하여 우수에 의한 침식과 통행에 따른 높은 이용강도로 인해 암석 노출 및 뿌리 노출이 심각하다고 판단된다. 또한, 현장조사를 통한 외부 5, 6동선의 경우 탐방객들의 휴식

그림 6. 월성 내부 및 외부동선의 환경피해도 분석

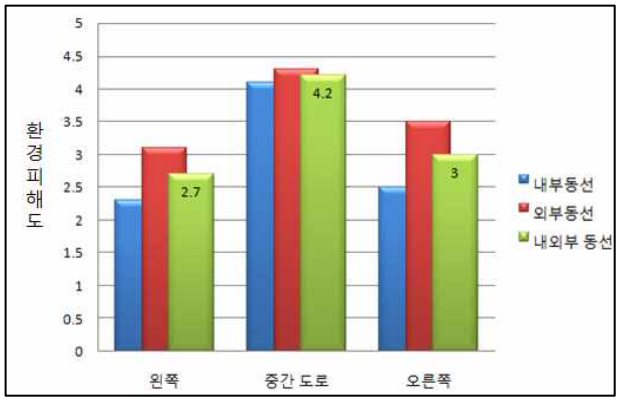

그림 7. 월성 동선의 전체 환경피해도 분석

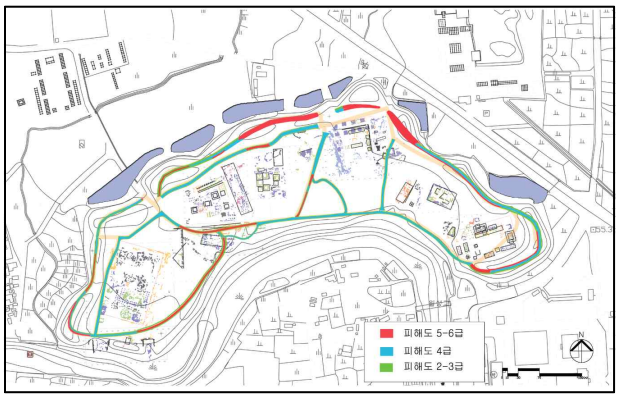

그림 8. 월성 내부 및 외부동선의 환경피해도

공간으로 활용되어 그에 따른 답압으로 뿌리 노출이 심각한 것으로 확인되었다. 그림 8은 월성의 환경피해도를 평면상으로 나타낸 것이다.

Ⅳ. 결론

본 연구는 최근 자연체험형 여가휴양 공간으로 이용이 증가하고 있는 유네스코 세계문화유산지역 월성 산책로의 훼손 특성 및 환경 피해도를 파악하여 향후 유적지내 산책로 정비의 방향을 설정하기 위한 기초 자료 제시를 목적으로 수행하였다. 또한 경주 월성에 형성되어 내부 및 외부 산책로의 환경 피해도를 정량적이고 객관적으로 측정 및 분석하여 최적 동선계획과 함께 훼손된 지역에 대한 생태적 복원을 하기 위한 것이다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

조사구간 선정은 월성 내부 5개 구간, 외부 6개 구간으로 구분하여 수행하였으며, 조사방법은 일정구간마다 관측점을 추출하여 조사하는 신속조사법을 이용하였고, 환경피해도는 훼손정도에 따라 7단계로 구분하였다.

선정한 산책로 훼손유형별 발성빈도는 뿌리 노출 48%(56회), 암석 노출 40%(46회), 노면 세굴 9%(10회), 비탈면 훼손 3%(3회) 등의 순으로 조사되었다. 동선의 훼손밀도 조사결과, 내부동선 평균 노근율이 9%(12.9m^2), 노암율이 8.3%(28m^2), 외부동선 평균 노근율 14.7%(21.2m^2), 노암율은 39.7%(40.8m^2)로 나타났다.

내부 1동선은 이용강도가 비교적 높지 않았으며, 환경피해도의 경우 좌측 1.7, 중앙 4.0, 우측 1.6으로 나타났다. 내부 2동선은 선덕여왕 촬영지가 있어 답압이 발생되었으며, 환경피해도는 좌측 2.6, 중앙 4.4, 우측 2.4로 조사되었다. 내부 3동선은 월성에서 주동선 역할을 하는 지역으로 환경피해도는 좌측 2.2, 중앙 4.0, 우측 2.7로 분석되었다. 내부 4동선은 이용강도가 높아 암석 및 뿌리 노출현상이 발생되었으며, 환경피해도는 좌측 2.3, 중앙 4.4, 우측 2.9로 나타났다. 내부 5동선은 물리적 훼손은 발생되지 않았고, 환경피해도는 좌측 2.7, 중앙 4.0, 우측 2.8로 분석되었다.

외부 1동선은 노폭확대 현상이 발생되었고, 환경피해도는 좌측 2.8, 중앙 4.4, 우측 4.3이었다. 외부 2동선은 우수에 의한 뿌리 노출현상이 관찰되었으며, 환경피해도는 좌측 2.2, 중앙 4.2, 우측 2.9로 조사되었다. 외부 3동선은 노면 세굴현상이 발생되었고, 환경피해도는 좌측 2.6, 중앙 4.3, 우측 2.6이었다. 외부 4동선은 분기현상이 관찰되었으며, 환경피해도는 좌측 2.7, 중앙 4.3, 우측 3.1로 분석되었다. 외부 5동선은 우수, 답압에 의해 뿌리, 암석 노출이 발생되었으며, 좌측 3.4, 중앙 4.4, 우측 4.0으로 조사되었다. 외부 6동선의 경우 훼손도는 높지 않았으며, 환경피해도는 좌측 4.0, 중앙 4.2, 우측 4.2로 나타났다.

전체적인 환경피해도 분석 결과, 내부동선은 이용강도가 비교적 높지 않았으며, 환경피해도의 경우 좌측 2.3, 중앙 4.1, 우측 2.5로 나타났다. 외부동선의 경우 환경피해도는 좌측 3.1, 중앙 4.3, 우측 3.5로 분석되었다.

본 연구는 월성의 산책로에 대한 물리적 특성, 훼손현황, 환경피해도 등에 대해 연구가 진행되었다. 그러나 산책로의 훼손은 물리적 영향뿐만 아니라 이용객수, 이용강도, 빈도, 행태 등 다양한 요인들이 작용할 수 있기 때문에 향후 이에 대한 연구가 보강되어야 할 것이다. 그리고 본 연구는 산책로의 훼손특성과 환경피해도에 대해서만 연구하였기에 이에 대한 복원방안이 부족하다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 월성의 환경복원에 대한 체계적이고 지속가능한 계획이 국가적인 차원에서 수립되어야 할 것으로 생각된다. 그러나 현재 환경피해도를 문화재에 적용한 사례가 극히 적기 때문에 측정도구의 실용성과 객관성이 체계적으로 검증되지 않았다는 단점을 가지고 있다. 이에 다양한 문화재 지역에 대한 연구를 통해 측정도구의 실용성, 방법론적 타당성을 확보하는 연구가 시급히 선행되어야 할 것이다.

인용문헌

1. 국립경주문화재연구소(2004). 월성지표조사보고서. 국립경주문화재연구소.
2. 국립경주문화재연구소(2006). 월성해자 발굴조사보고서Ⅱ-고찰-. 국립경주문화재연구소.
3. 권태호(1987). 도로구조 및 입지요인이 임도의 노면침식에 미치는 영향에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
4. 권태호, 오구균, 권영선(1988). 치악산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구. 2(1): 50-65.
5. 권태호, 오구균, 정남훈(1989). 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 환경에 대한 이용영향. 응용생태연구. 3(1): 81-94.
6. 권태호, 오구균, 이준우(1990). 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주연부 식생에 미치는 영향. 응용생태연구. 4(1): 63-68.
7. 권태호, 오구균, 권순덕(1991). 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구. 5(1): 91-103.
8. 권태호, 오구균, 이준우(1993). 소백산국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구. 6(2): 168-179.
9. 권태호, 오구균, 이준우(1994). 덕유산국립공원 등산로 및 야영장의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구. 7(2): 241-251.
10. 권태호, 오구균, 이준우(1995). 주왕산국립공원 등산로의 이용패턴 및 주변환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구. 8(2): 167-176.
11. 권태호, 오구균, 이준우(1996). 오대산국립공원 이용에 따른 등산로 및 주변환경훼손. 한국환경생태학회지. 9(2): 211-220.
12. 권태호, 최송현, 오구균(2001). 등산로의 환경피해도를 활용한 산악형 국립공원의 수용능력 추정(Ⅰ): 북한산 국립공원을 사례로. 한국환경생태학회지. 15(3): 257-266.
13. 권태호, 이준우(2003). 백두대간 마루금 등산로 및 주변 환경의 훼손실태: 만복대-복성이재 구간을 대상으로. 한국환경생태학회지. 16(4): 465-474.
14. 권태호, 김동욱, 이준우(2005). 월악산국립공원 등산로의 훼손실태 분석. 한국환경생태학회지. 19(2): 130-138.
15. 김세천, 박종민(1998). 모악산도립공원 등산로의 환경훼손 실태 및 이용영향에 관한 조사연구. 한국조경학회지. 25(4): 39-50.
16. 김세천, 박봉주, 유창한(2007). 마이산도립공원 암마이봉의 등산로 훼손실태 및 이용영향. 한국산림휴양학회지. 11(4): 17-22.
17. 김태우, 박원규, 정영동(2005). 경주 월성 해자 및 일정교지 출토 고목재의 수종과 연륜연대 분석. 한국문화재보존과학회 2005년도 제22회 학술대회 발표 논문집. pp. 290-295.
18. 남천우(1989). 인왕동 왕궁(재성 혹은 반월성)의 건조시기에 대하여: 파사왕대 건조술(월성설)의 오진. 역사학보. 123: 1-44.
19. 박인환, 이혜영, 조광진, 장갑수(2010). 학술 도시자연공원의 주요 등산로 훼손실태 분석: 대구광역시 앞산공원을 대상으로. 한국조경학회지. 38(3): 33-40.
20. 양동윤, 김진관, 김주용, 김민석(2005). 토양침식에 미치는 토양 표면상태의 영향. 한국지형학회지. 12(1): 63-72.
21. 양정석(2010). 신라 월성의 공간구조 인식에 대한 재검토. 사총. 71: 281-314.
22. 오구균, 권태호, 전용준(1987). 북한산국립공원의 등산로 훼손 및 주변 식생변화. 응용생태연구. 1(1): 35-45.
23. 오구균, 허순호(1992). 한라산국립공원의 등산로와 주변의 환경훼손. 응용생태연구. 6(1): 55-71.
24. 오구균, 권태호, 이준우, 유기준, 최송현(2005). 숲길 정비 매뉴얼. 서울: 수문출판사.
25. 오현덕, 신종우(2004). 경주 월성 지하유구에 대한 GPR 탐사자료의 고고학적 해석. 물리탐사. 7(4): 256-261.
26. 오현덕, 신종우(2010). GPR탐사를 통해 본 경주 월성의 유적 분포 현황 연구. 문화재. 43(3): 306-333.
27. 유기준(2011). 관악산 등산로 이용에 따른 영향에 관한 연구. 한국환경생태학회지. 25(1): 111-117.
28. 유주한, 문성주, 김동필, 강태호(2011). 경주유적지구 월성과 계림에 분포하는 관속식물상. 한국산림휴양학회지. 15(1): 11-22.
29. 이준우, 오구균, 권태호(1997). 설악산국립공원의 등산로 훼손 및 주연부 식생. 한국환경생태학회지. 10(2): 191-204.
30. 임원현, 유주한, 손호기, 김정우(2009). 경주 월성의 생태적 특성 및 진단에 따른 관리방안. 한국전통조경학회지. 27(3): 39-48.
31. 정용조, 박주성, 심우경(2010). 경주 월성의 해자(垓字)에 대한 고찰. 한국전통조경학회지. 28(2): 37-44.
32. 정원옥, 권헌교(2008). 국립공원 탐방로의 훼손 특성 및 안정성 평가. 한국산림휴양학회지. 12(1): 51-57.
33. 최오길(2002). 등산객에 의한 답압이 설악산 아고산대에 자생하는 식물의 분포에 미치는 영향. 강릉대학교 대학원 석사학위논문.
34. 최충호, 박종민, 김선영(2005). 전라북도 자연휴양림내 숲길 현황 분석. 한국산림휴양학회지. 9(4): 1-14.
35. 小野有五, 依田明實, 後藤忠志(1990). 登山道の侵食について. 山林航測. 161: 15-19.
36. 渡梯二, 深澤京子(1998). 大雪山國立公園, 黑岳七合目から山頂區間における過去7年間の登山道の荒廢とその輕減のための對策. 地理學評論. 71: 753-764.
37. Coleman, R.(1981). Footpath erosion in the English lake district. Applied Geography. 1: 121-131.
38. Frissell, S. S.(1987). Judging recreation impacts on wilderness campsite. Journal of Forestry. 76: 481-483.
39. Knang, Shaozhong, Lu Zhang, Ziaoyu Song, Shuhan Zhang, Xianzhao Liu, Yinli Liang and Shiguing Zheng(2001). Runoff and sediment loss responses to rainfall and land use in two agricultural catchments on the Loess Plateau of China. Hydrol. Process. 15: 977-988.

원 고 접 수 일: 2011년 5월 18일
심 사 일: 2011년 6월 20일 (1차)
2011년 7월 1일 (2차)
게 재 확 정 일: 2011년 7월 5일
3인 익명 심사필, 1인 영문 abstract 교정필