

연구논문

경주국립공원 도심 지역 내 탐방로의 자연도 평가 - 소금강 지구, 화랑 지구, 서악 지구를 대상으로 -

문성주* · 유주한**

동국대학교 대학원 조경학과*, 동국대학교 경주캠퍼스 조경학과**
(2013년 5월 3일 접수, 2013년 7월 24일 승인)

Naturalness Assessment of Trails in Urban Area of Gyeongju National Park - Focused on Sogeumgang, Hwarang and Seoak District -

Sung-Ju Mun* Ju-Han You**

Department of Landscape Architecture, Graduate School, Dongguk University, Gyeongju, Korea*

Department of Landscape Architecture, Dongguk University-Gyeongju, Gyeongju, Korea**

(Manuscript received 3 May 2013; accepted 24 July 2013)

Abstract

The purpose of this study is to offer the raw data for restoration and management of trails by assessing the physical environments, the types of deterioration and the naturalness on trails located in the Sogeumgang, Hwarang and Seoak districts of Gyeongju National Park, Korea. The Sogeumgang was 5.9m, 1.1m of the Hwarang and 1.8m of the Seoak district in trail width. In the bared width of trail, the Sogeumgang was 3.9m, 0.9m of the Hwarang and 1.7m of the Seoak district. In the depth of erosion, the Sogeumgang was 37.1cm, 14.2cm of the Hwarang and Seoak district. The Sogeumgang was 16.8°, 13.1° of the Hwarang and 12.2° of the Seoak district in longitudinal slope. In the left and right of transect slope, the Sogeumgang was 18.3° and 12.6°, 18.0° and 21.3° of the Hwarang and 15.3° and 22.7° of the Seoak district. In the left, middle and right of soil hardness, the Sogeumgang was 29.9mm, 34.7mm and 31.1mm, 27.6mm, 35.0mm and 27.2mm of the Hwarang and 27.1mm, 30.8mm and 28.0mm of the Seoak district. The types of deterioration in trails were 10 types of the Sogeumgang, 11 types of the Hwarang and 9 types of the Seoak district. The trail erosion, rock exposure and root exposure were substantially observed in the types of deterioration. In the results of the naturalness assessment, the Hwarang district was a good condition, but the Sogeumgang district was bad. The indicators of the Sogeumgang district were mostly poor.

Keywords : deterioration, soil hardness, erosion, exposure

I. 서론

우리나라는 경제성장과 더불어 삶의 질이 과거보다 급속도로 향상되었으며, 이로 인해 여가 및 취미 활동, 건강을 위한 운동, 관광 등이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 특히 등산은 운동과 건강의 목적뿐만 아니라 자연감상, 휴식, 친목도모 등 다양한 목적과 형태로 인기있는 여가활동 중 하나이다. 또한 등산은 특별한 장비나 경비가 들지 않고 자연에서 전신운동이 가능한 신체활동이며, 스트레스 해소에 도움을 주기 때문에 많은 사람들이 등산을 선호한다(이혜숙 등, 2009).

등산은 국립공원과 같은 우리나라의 명산뿐만 아니라 도시에 있는 소규모 도시림까지 다양한 지역에서 행해지고 있는데 급증하는 등산인구로 인해 산림생태계는 심각한 영향을 받고 있다. 특히 등산으로 인해 영향이 집중되는 지역이 등산로이며, 답압으로 발생된 압밀현상과 그로 인한 토양고결화가 발생되어 강우 시 토양 내부로 물의 유입이 어려워짐에 따라 등산로의 환경이 불량하게 된다. 또한 등산객들의 이용량 증가로 노퍽이 확대됨으로 인해 주변 식생이 교란, 훼손됨에 따라 주변 산림식생에도 심각한 영향을 초래하고 있는 실정이다.

이러한 등산로는 산림 내 통행을 목적으로 만들어진 선형의 통로로서 산을 오르기 위해 만든 길을 의미하며, 국립공원의 경우 어떤 지점과 지점을 걸어서 갈 수 있도록 연결한 길로서 등산, 자연관찰, 자연감상 등 다양한 목적을 달성하기 위한 길로 정의된다(문성주, 2013). 따라서 등산로와 탐방로는 유사한 개념으로 산림 내 활동을 지원하기 위한 동선의 의미를 내포한다.

즉, 탐방로는 산지 내의 선형 통로로서 인간활동에 필요한 시설이나 이용압력이 가중될 경우 생태계에 심각한 악영향을 초래한다. 이러한 측면에서 국립공원의 탐방로에 대한 연구가 많이 진행되었는데 북한산국립공원(오규균 등, 1987)은 등산로 파괴에 따른 보수를 위한 기초자료 수집을 목적으로 연구하였는데 훼손 분석을 가시적 피해등급 3개 등급만을 사용하여 구체적인 등급 구분이 미비하였으며, 치악산국

립공원(권태호 등, 1988), 가야산국립공원(권태호 등, 1989) 및 속리산국립공원(권태호 등, 1990)은 등산로, 야영장 등의 훼손실태를 분석함과 아울러 토양, 식생 등의 종합적 환경조건을 연구하였으나 노퍽, 나지퍽, 침식깊이 등 제한적 인자를 조사함으로써 탐방로에 대한 구체적 환경특성 정보가 미비하였을 뿐만 아니라 객관적 평가기준 제시가 부족하였다. 지리산국립공원(권태호 등, 1991), 한라산국립공원(오규균·허순호, 1992), 소백산국립공원(권태호 등, 1993), 주왕산국립공원(권태호 등, 1995), 오대산국립공원(권태호 등, 1996), 설악산국립공원(이준우 등, 1997) 및 월악산국립공원(권태호 등, 2005)은 탐방로의 복원과 관리를 위해 수행된 것으로 대부분 Frissell(1978)의 5개 등급을 수정·보완하여 6개 등급의 기준을 활용하였으며, 선적 또는 면적 훼손면적을 산출하여 적용하였으나 면적 훼손율에만 의존하여 탐방로의 자연도를 복합적으로 반영하지 못하였다. 덕유산국립공원(서병수 등, 1994)은 5개 등급과 기초 현황만을 조사하였으며, 월악산과 치악산국립공원은 전체 노선을 대상으로 조사하여 양적 훼손정보는 확보되었으나 건전지와 훼손지를 단순하게 토양침식으로 평가한 문제점을 가지고 있다(정원옥, 2010). 지리산과 한라산국립공원(김태호, 2011)의 경우 탐방로의 노면저하, 측면후퇴와 침식, 노면확대와 분기 등 탐방로 훼손요인의 일련의 과정을 체계적으로 분석하였으나 훼손현상에 대한 객관적 평가기준이 부재하였다. 설악산과 속리산국립공원(조우, 2012)은 비개방 탐방로의 관리를 위해 수행되었으나 훼손유형을 물리적 훼손특성에 기초하여 측정하였을 뿐 이를 기초한 탐방로에 대한 훼손등급 평가는 이루어지지 않았다. 이를 종합해보면, 대부분 국립공원 탐방로 연구는 특정 등급체계 기준만을 적용하였으며, 몇 가지의 제한된 훼손유형과 그 유형에 따른 구체적 기준 제시가 미비한 것으로 나타나 객관적이고 구체적인 평가등급 제시와 훼손유형 적용이 필요한 시점이다.

경주국립공원은 다른 국립공원에 비해 역사문화자원이 풍부하고 접근성이 좋아 연중 탐방객들이 증가하고 있는 추세이며, 특히 본 연구대상지인 소금강지구, 화랑지구, 서악 지구는 도시숲의 기능을 하고

있어 생태적으로 중요한 거점인 동시에 탐방, 등산, 산책 등에 의해 발생하는 인위적 간섭과 교란이 많은 지역이다.

따라서 본 연구는 경주 도심 내에 위치한 경주국립공원의 소금강 지구, 화랑 지구, 서악 지구에 있는 탐방로의 훼손실태와 자연도를 조사 및 분석함으로써 탐방로의 유지관리 및 복원을 위한 기초 자료 제공에 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

경주국립공원은 1968년 12월 31일 우리나라에서 두 번째로 지정된 국립공원으로 국내 유일의 사적형 국립공원이며, 총 면적은 138,715km²로서 토함산 지구, 남산 지구, 단석산 지구, 구미산 지구, 대본 지구, 화랑 지구, 소금강 지구, 서악 지구 등 총 8개 지구로 구성되어 있고 국보 11점, 보물 23점, 사적 13개소, 사적 및 명승 1개소, 지방문화재 18점 등 총 66점의 문화재를 보유하고 있다(국립공원관리공단, 2008).

이 중 연구대상지인 소금강 지구는 소금강산(176m)을 주봉으로 형성된 구릉성 산지로서 전체 면적은 5,387km²이며, 법정 탐방로는 3개소, 연장거리는 3.3km이다. 화랑 지구는 옥녀봉(214m)과 송화산(147m)을 주봉으로 형성되어 있으며, 전체 면적은 3,466km²로서 법정 탐방로는 3개소, 연장거리는

4.9km이다. 서악 지구는 선도산(380m)을 주봉으로 화랑 지구와 인접하여 위치하며, 법정 탐방로는 2개소, 연장거리는 4.0km이고 전체 면적은 3,830km²이다(문성주, 2013). 이들 3개 지구는 경주시 도심 내 위치하고 있어 지속적인 압력과 간섭이 작용하며, 토함산 지구, 남산 지구 등과 같이 높은 이용압력에 따른 복원 및 관리작업이 수행되고 있지 않아 탐방로 복원을 위한 기초자료가 전무하기 때문에 연구를 진행하였다.

식생개황의 경우 소금강 지구는 소나무군락, 곰솔군락, 리기다소나무군락 등, 화랑 지구는 소나무군락, 잣나무군락, 아까시나무군락 등, 서악 지구는 소나무군락, 리기다소나무군락 등이 분포하고 있다. 경주시의 기상개황의 경우 평균기온 13.5℃, 평균최고기온 19.1℃, 최고극값 35.3℃, 평균최저기온 8.9℃, 최저극값 -13.9℃, 평균강수량 983.5mm, 평균상대습도 60.3%, 평균풍속 8.2m/s이며, 대륙성 기후로 한서차가 크다(경주시, 2012).

2. 조사 및 분석방법

1) 현장조사

현장조사는 2011년 3월과 4월에 1차 조사를 실시하여 탐방로 주변 환경 및 여건, 개략적 지형, 탐방로 형태 등의 기초 정보를 수집하였으며, 이를 바탕으로 2011년 7월부터 9월까지 탐방로의 물리적 환경특성,

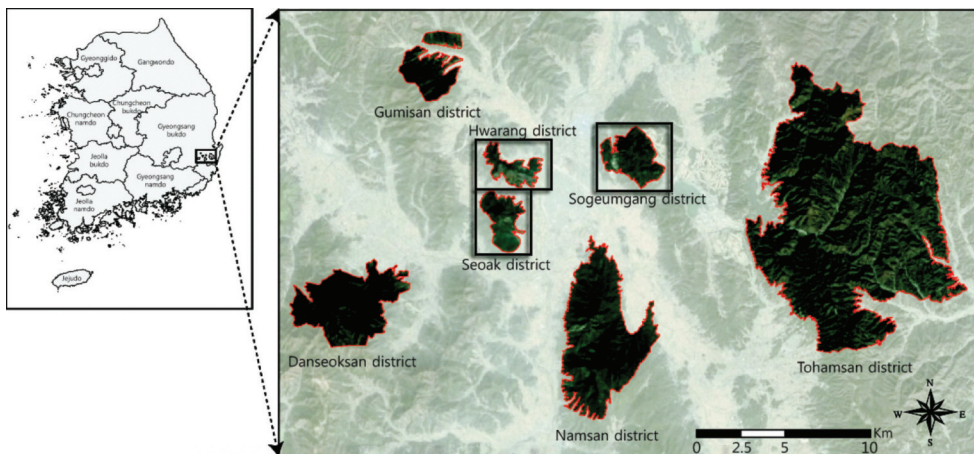


Figure 1. The survey sites in Gyeongju National Park

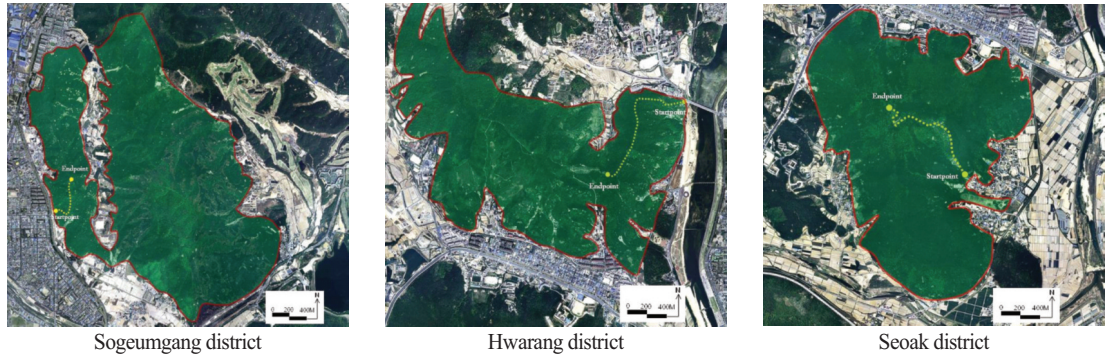


Figure 2. The survey routes of this study

훼손 유형, 자연도 평가를 수행하였다. 탐방로의 위치, 노선형태 등은 국토지리정보원 발행 1:5,000 수치지형도, 경주국립공원 안내지도, 위성영상 등을 토대로 조사를 진행하였다.

노선길이의 경우 소금강 지구 0.65km, 화랑 지구 1.3km, 서악 지구 1.6km로 선정하였으며, 측정수는 소금강 지구 12개, 화랑 지구 18개, 서악 지구 23개를 설치하여 조사하였다. 상지지구 및 탐방로는 탐방객수를 측정할 수 있는 게이트가 설치되어 있지 않아 정확한 탐방객수는 현재 집계되지 않았으므로 탐방객수에 의한 노선선정은 본 연구에서 적용할 수 없었다. 따라서 본 연구에서의 노선선정은 경주국립공원사무소의 탐방로 실무진에 대한 자문결과, 접근성이 가장 용이하여 탐방객수가 많고 각 지구를 가장 대표할 수 있는 구간이며, 경주시에서부터 국립공원 관리 이관 후 복원이 시급한 구간이라는 점에서 기인하여 구간 선정을 수행하였다. 특히 서악 지구는 선정된 탐방로 이외에는 산불 피해로 인해 생태복원으로 폐쇄된 상태이기 때문에 1개 노선을 선정하였으며, 소금강 지구도 동측 지구가 산불로 인해 폐쇄 및 복원구간이 많다. 그리고 화랑 지구의 노선은 주 탐방로이며, 기타 탐방로는 부 탐방로 또는 입도 기능을 가지고 있어 연구 시 평가결과와 왜곡현상이 발생할 가능성이 있어 상기 탐방로를 선정하였다(Figure 2).

조사구간은 소금강 지구의 경우 굴불사지~소금강산, 화랑지구는 동대교~송화산, 서악 지구는 무열왕릉~선도산이며, 이 지역들은 지구별로 가장 대표적인 탐방구간이다.

탐방로의 물리적 환경은 탐방로의 기초 속성정보로서 많은 환경항목이 있으나 탐방로의 환경특성을 대표할 수 있는 노선길이, 노폭, 나지폭, 침식깊이, 종단구배, 횡단구배, 토양경도에 대해 조사하였으며, 이들 항목은 국립공원 탐방로 관련 연구에서 보편적으로 사용된 항목을 추출하였다(권태호 등, 1990; 권태호 등, 1991; 오규균·허순호, 1992; 권태호 등, 1993; 산림청, 2004; 권태호 등, 2005; 국립공원관리공단, 2009; 정원옥, 2010). 노선길이는 조사 시점과 종점까지의 거리를 측정하였으며, 노선 상에서 탐방로 평가 측정점을 50~100m 간격으로 선정하였고 GPS(GARMIN, GPSmap60CS, USA)를 사용하였다. 노폭은 탐방로의 좌측단과 우측단의 횡단길이를 측정하였으며, 나지폭은 노폭에서 식생이 훼손되어 나지화된 지역을 조사하였고 방법은 노폭과 동일하다. 침식깊이는 노선 상에서 세굴현상이 발생된 지점에 대해 측정된 것으로 알루미늄 함척(SB, ST-55M, Korea)을 수평으로 설치한 후 줄자(Komelon, Phantom Fiber, Korea)를 수직으로 내려 침식깊이를 조사하였다.

종단구배는 노선 상에 경사계(BRUNTON, 15TDCL, USA)를 설치하여 측정하였으며, 횡단구배는 노선의 좌측단과 우측단의 구배를 조사하였다. 토양경도는 노선 상 좌측, 중간, 우측의 3부분으로 구분한 후 토양경도계(TAKEMURA, SHM-1, Japan)를 이용하여 조사하였다.

2) 분석방법

훼손 유형은 기존 관련 문헌(산림청, 2004; 국립



Figure 3. The process of assessing the naturalness in trails

공원관리공단, 2009)을 통해 17개 유형을 선정하여 연구지역 내의 유형구분을 실시하였다. 산림청과 국립공원관리공단에서 제시한 공통 훼손유형은 노면침식의 경우 노면침식형, 노면세굴형, 경계침식형, 암석풍화형, 노폭확대는 셋길형, 노폭확대형, 암반노출형, 수목뿌리노출형, 노면주변훼손은 노면주변 훼손형, 노면보행불편은 노면배수불량형, 노폭협소형, 자갈불편형, 급경사형이며, 산림청에서만 제시된 유형은 노면보행불편의 경우 계단높이불편형이다. 그리고 국립공원관리공단에서만 제시된 유형은 붕괴형, 땅밀림형, 유동형 등과 같은 산사태 관련 유형이다.

이들 조합한 결과, 훼손 유형의 세부적 분류는 노면침식의 경우 노면침식형, 노면세굴형, 경계침식형, 암석풍화형 등 4개 유형, 노폭확대는 셋길형, 노폭확대형, 암반노출형, 수목뿌리노출형 등 4개 유형, 노면주변훼손은 노면주변훼손형 등 1개 유형, 노면보행불편은 계단높이 불편형, 노면배수 불량형, 노면폭 협소형, 구슬자갈 불편형, 급경사형 등 5개 유형, 산사태는 붕괴형 산사태, 땅밀림형 산사태, 유동형 산사태 등 3개 유형 등이다. 이는 본 지역이 국립공원인 동시에 산지인 점을 감안하여 산림청과 국립공원관리공단에서 제시한 훼손유형을 조합하여 사용하였다.

자연도 평가는 Figure 3과 같은 과정을 통해 진행되

었다. 첫 번째, 평가방법 설정은 관련 평가방법의 체계 및 기준(Frisell, 1978; Leung and Marion, 2009b; 권태호 등, 1991; 국립공원 관리공단, 2009)에 대해 검토하여 본 연구와 부합되는 방법을 설정하였다.

두 번째, 평가지표의 선정은 탐방로 훼손 및 이용영향에 관련된 연구(오구균 등, 1987; 권태호 등, 1988; 권태호 등, 1989; 권태호 등, 1990; 권태호 등, 1991; 권태호 등, 1993; 권태호 등, 1994; 권태호 등, 1995; 권태호 등, 1996; 이준우 등, 1997; 안현철 등, 1998; 권태호 · 이준우, 2003; Lynn and Brown, 2003; 권태호 등, 2005; 오경원 · 박종민, 2005; 최충호 등, 2005; 정원옥 · 권헌교, 2008; Leung and Marion, 2009a; 박은희 등, 2010; 정원옥, 2010; 정원옥 · 정평희, 2010; 박인환 등, 2010; 강태호 등, 2011; 김태호, 2011; 정원옥 등, 2011; 김태호, 2012; 조우, 2012; Moore et al., 2012)에서 사용된 평가지표를 추출하여 상위 5개 지표인 노면침식, 노폭확대, 수목뿌리노출, 셋길, 암반노출을 선정하였다(Table 1). 또한 노면주변 훼손의 경우 출현빈도는 낮으나 평가지표로 선정하였는데 이는 다른 국립공원과 달리 경주국립공원의 도심 내 지구는 탐방로 주변으로 텃밭, 사유지, 과수원, 묘지, 불법 시설물 등이 많이 존재하기 때문에 본 연구에서 적용하기 위해 선정하였다.

Table 1. The selection of indicators by frequency

No.	Indicator	Frequency	ratio(%)	No.	Indicator	Frequency	ratio(%)
1	Trail erosion	28	100.0	10	Discomfort of stair height	2	7.1
2	Trail expansion	25	89.3	11	Trail narrowness	2	7.1
3	Root exposure	25	89.3	12	Discomfort of gravel	2	7.1
4	Divergence	23	82.1	13	Steep slope	2	7.1
5	Rock exposure	23	82.1	14	Deterioration of surrounding	1	3.6
6	Border erosion	11	39.3	15	Others	1	3.6
7	Poor trail drainage	8	28.6	16	Collapse	-	-
8	Trail scouring	4	14.3	17	Land creeping	-	-
9	Rock weathering	2	7.1	18	Land flux	-	-

Source: Mun(2013)

Table 2. The assessment criteria of naturalness

Indicator	Content	Score	Criteria
Trail erosion	Intensity and frequency of trail erosion	1	The Surface-covers remain in trail.
		2	The partially bared grounds exist in trail.
		3	The depth of erosion is below 10cm.
		4	The depth of erosion is below 20cm.
		5	The depth of erosion is over 20cm.
Trail expansion	Bared width and deteriorated level	1	The bared width is below 1.2m.
		2	The bared width is from 1.2m to 1.5m.
		3	The bared width is from 1.5m to 1.8m.
		4	The bared width is from 1.8m to 2.1m.
		5	The bared width is over 2.1m.
Root exposure	Intensity and frequency of root exposure	1	The roots are not exposed in trail.
		2	The root exposure in below 5%
		3	The root exposure in below 10%
		4	The root exposure in below 20%
		5	The root exposure in over 5%
Trail divergence	Deteriorated level by trail divergence	1	Nothingness
		2	The trail divergence is 1 time. (The bared width is below 2.1m.)
		3	The trail divergence is 1 time. (The bared width is over 2.1m.)
		4	The trail divergence is 2 time.
		5	The trail dievergece is over 2 time.
Rock exposure	Intensity and frequency of rock exposure	1	The rocks are not exposed in trail.
		2	The rock exposure in below 5%
		3	The rock exposure in below 10%
		4	The rock exposure in below 20%
		5	The rock exposure in over 20%
Deterioration of surrounding	Deteriorated level around trail	1	The deteriorated level is below 100m ² /km.
		2	The deteriorated level is from 100m ² /km to 400m ² /km.
		3	The deteriorated level is from 400m ² /km to 700m ² /km.
		4	The deteriorated level is from 700m ² /km to 1,000m ² /km.
		5	The deteriorated level is over 1,000m ² /km.

Source: Mun(2013)

세 번째, 선정된 평가지표를 탐방로 자연도 평가에 적용하기 위해 평가방법 및 평가지표와 관련된 문헌과 경주국립공원 탐방로 관련 실무진인 문화자원과 3명, 탐방시설과 4명의 자문을 토대로 기준을 도출하였으며, 평가지표별로 자연성 정도에 따라 1점에서 5점의 점수를 부여하였다(Table 2). 즉, 1점은 건전한 상태이며, 5점은 불량한 상태를 의미한다.

노면침식은 과도한 이용압력에 의해 난투수층이 발생되면서 탐방로의 표면에 토양이 강우에 의해 유실되는 현상으로 평가기준은 노면에 지피물이 남아

있는 지역은 1점, 나지화가 부분적으로 진행된 지역은 2점, 노면침식이 10cm 이하 지역은 3점, 침식이 20cm 이하 지역은 4점, 침식이 20cm 초과 지역은 5점으로 침식에 의한 훼손진행과정과 정도를 고려하여 평가하였다(Frissell, 1978; 권태호 등 1991; Leung and Marion, 2000a). 노폭확대에 있어 노폭은 탐방로의 상태를 표현하고 탐방로 주변의 입지적 특성, 이용행태 및 이용량 등의 영향을 반영하는 지표이다(최충호 등, 2005).

등급 구분의 경우 나지폭이 1.2m 이하는 1점, 나

Table 3. The naturalness degree of trails

Degree	I	II	III	V	V
Range	$1.0 \leq I \leq 1.8$	$1.8 < II \leq 2.6$	$2.6 < III \leq 3.4$	$3.4 < V \leq 4.2$	$4.2 < V \leq 5.0$
Condition	Good	a little good	Medium	a little poor	Poor
Plan	Conservation	a little management	Management	a little restoration	Restoration

Source: Mun(2013)

지폭이 1.2m 초과 1.5m 이하는 2점, 나지폭 1.5m 초과 1.8m 이하는 3점, 나지폭 1.8m 초과 2.1m 이하는 4점, 나지폭 2.1m 초과는 5점을 부여하였다. 적정 노폭의 선정은 국립공원관리공단(2011)이 제시한 기준 즉, 탐방객이 많을 경우 2.0m, 중간일 경우 1.5m, 적을 경우 1.2m를 기준으로 적용하였으며, 평가기준은 Leung and Marion(2000b)와 국립공원관리공단(2009)을 참고하였다.

수목뿌리노출은 탐방로 주변의 수목뿌리가 노출되면서 수목의 생육을 불량하게 함과 아울러 통행에 악영향을 미쳐 다른 훼손유형을 발생을 초래한다. 이러한 수목뿌리노출은 탐방로 훼손을 평가하는 척도로 사용되는데(김세천 · 박종민, 1998; 권태호 등 2005) 지표물이 남아 있어 수목뿌리가 노출되지 않은 지역은 1점, 뿌리가 5% 정도로 극히 일부만 노출된 지역은 2점, 뿌리노출이 10% 이하 지역은 3점, 20% 이하 지역은 4점, 20% 초과 지역은 5점을 부여하였고 Frissell(1978), 권태호 등(1991) 및 장은재 등 (2007)의 문헌을 바탕으로 수정 · 보완하여 적용하였다. 셋길은 노면침식, 세굴 및 탐방로의 배수불량으로 발생된 통행 방해요인을 피하기 위해 새로운 동선이 발생된 형태를 의미하는 것으로 셋길이 없는 지역은 1점, 셋길이 1회 발생되었고 나지폭 합이 2.1m 이하인 지역은 2점, 셋길이 1회 발생되었고 나지폭 합이 2.1m 초과인 지역은 3점, 셋길이 2회 발생된 지역은 4점, 셋길이 2회 초과 발생한 지역은 5점을 부여하였다. 여기서 2.1m는 앞서 언급한 노폭의 최대폭을 적용하였으며, 산림청(2004) 및 국립공원관리공단(2009; 2011)의 자료 근거를 토대로 작성하였다.

암반노출은 암석지반의 탐방로에서 과도한 이용압력이 발생되어 암반을 얇게 피복하고 있는 토양이 유실되면서 암반이 노출되는 현상으로 암반이 노출되

지 않은 지역은 1점, 암반이 5% 이하 노출된 지역은 2점, 노출이 10% 이하 지역은 3점, 20% 이하 지역은 4점, 20% 초과 지역은 5점이며, Frissell(1978), 권태호 등(1991), 권태호 등(1995), 국립공원관리공단(2009) 및 정원옥(2010)의 연구결과를 기초로 수정 · 보완하여 사용하였다.

노면주변 훼손은 면적 훼손이 발생하는 공간으로 주로 시설물, 묘지, 나지 등에 의해 훼손된 지역이다. 등급 구분은 탐방로 주변 훼손이 $100\text{m}^2/\text{km}$ 이하이면 1점, $100 \sim 400\text{m}^2/\text{km}$ 이면 2점, $400 \sim 700\text{m}^2/\text{km}$ 이면 3점, $700 \sim 1,000\text{m}^2/\text{km}$ 이면 4점, $1,000\text{m}^2/\text{km}$ 초과이면 5점을 부여하였으며, 본 등급은 국립공원관리공단에서만 사용되는 지표이기 때문에 국립공원관리공단(2009; 2011)의 문헌을 근거로 사용하였다.

네 번째, 자연도 평가등급 산정은 평가지표의 점수를 산출하는 과정으로 평가기준에 의해 획득된 점수를 지표별로 합산하여 산출평균하였다. 자연도 평가등급의 범위는 I~V등급까지 5단계로 구분하였으며, 등급별로 0.8점의 등간격이 되도록 하였는데 이는 최소값과 최대값의 평균 내 평가지표의 점수 분포를 해당 범위 내에서 측정할 수 있도록 하기 위함이다. 평가점수의 범위는 1.0 이상 1.8 이하일 경우 I등급, 1.8 초과 2.6 이하이면 II등급, 2.6 초과 3.4 이하이면 III등급, 3.4 초과 4.2 이하이면 V등급, 4.2 초과 5.0 이하이면 V등급으로 산정하였다(Table 3).

III. 결과 및 고찰

1. 물리적 환경

지구별 탐방로의 물리적 환경을 분석한 결과, 평균 노폭의 경우 소금강 지구 5.9m, 화랑 지구 1.1m, 서악 지구 1.8m이며, 평균나지폭은 소금강 지구 3.9m,

화랑 지구 0.9m, 서악 지구 1.7m로 나타났다(Table 4). 평균침식깊이는 소금강 지구 37.1cm, 화랑 지구 및 서악 지구 14.2cm이며, 종단구배는 소금강 지구 16.8°, 화랑 지구 13.1°, 서악 지구 12.2°로 조사되었다.

횡단구배의 좌측과 우측을 살펴보면, 소금강 지구 18.3°, 12.6°, 화랑 지구 18.0°, 21.3°, 서악 지구 15.3°, 22.7°로 나타났다. 토양경도의 좌측, 중간, 우측을 살펴보면, 소금강 지구 29.9mm, 34.7mm, 31.1mm, 화랑 지구 27.6mm, 35.0mm, 27.2mm, 서악 지구 27.1mm, 30.8mm, 28.0mm로 조사되었다.

평균노폭, 평균나지폭, 평균침식깊이, 종단구배는 소금강 지구가 가장 높은 값을 나타내었다. 횡단구배에 있어 좌측은 소금강 지구, 우측은 서악 지구가 급했으며, 토양경도 중 좌측과 우측은 소금강 지구, 중간은 화랑 지구가 높게 조사되었다. 구배가 급하다는 것은 경사가 급하다고 할 수 있는데 이러한 지역은 사면침식이 발생되고 사면붕괴 발생위험성이 크다고 할 수 있다(정원옥, 2010). 또한 토양침식은 토양의 물리적 특성뿐만 아니라 지형적 조건에 의해 발생되고 지역의 환경문제에 영향을 준다(박인환 등, 2006). 따라서 이러한 지역은 사면붕괴를 막을 수 있는 재해방지 대책이 수립되어야 하며, 아울러 주변 생태계와 부합되는 자연친화적인 공법이 적용되어야 할 것으로 생각된다.

종단구배가 급한 소금강 지구는 침식깊이가 가장 깊었는데 구배가 급할수록 강우 시 유속이 급해져 완만한 지역보다 침식이 더 발생된다 할 수 있어 구배와 침식은 상호 관련성이 있다. 이는 국립공원의 탐방로 조사 시 종단구배와 침식깊이가 유의한 관계를 가진다(조우, 2012)고 하였는데 본 연구와 유사한 양상을 나타내어 경사와 침식은 상호 연관성이 있다고

할 수 있다.

토양경도의 경우도 소금강 지구에서 대체적으로 높게 조사되었는데 토양경도가 높다는 것은 노면 자체가 답압에 의해 다져져 공극이 거의 없고 난투수층이 발생됨과 아울러 식생의 발생이 어려운 상태를 의미한다. 또한 탐방로의 토양경도에서 좌측과 우측보다는 중간이 경도가 높게 조사되었는데 이는 탐방객들의 통행이 중간에 집중되어 나타난 결과로서 한라산의 경우에서도 중간이 높게 나타난 것(김태호, 2003)으로 미루어볼 때 탐방로 중간이 답압에 가장 취약한 것으로 판단된다. 따라서 탐방로의 토양환경 개선을 위해서는 통행량 조절과 함께 탐방로 상에 우드칩 등과 같은 천연피복재료를 활용하는 방안이 필요할 것이며, 특히 우드칩은 답압과 나지화를 방지할 수 있다(조현길 등, 2011).

2. 훼손 유형

탐방로의 훼손유형은 소금강 지구 10개 유형, 화랑 지구 11개 유형, 서악 지구 9개 유형으로 분석되었다(Table 5). 가장 많이 출현한 유형의 경우 소금강 지구는 노면침식형(A), 셋길형(E), 수목뿌리노출형(H)이 10회, 화랑 지구는 수목뿌리노출형(H)이 14회, 서악 지구는 노면침식형(A)이 18회로 나타났다. 3개 지구에서 공통적으로 나타난 유형은 노면침식형(A), 노면세굴형(B), 경계침식형(C), 암반노출형(G), 수목뿌리노출형(H), 노면주변훼손형(I)으로 확인되었으며, 이 중 노면침식형, 암반노출형, 수목뿌리노출형이 많이 관찰되었다.

이들은 토양침식 또는 유실에 관계되는 유형으로 강우 시 발생하는 지표수가 노면을 유하하면서 토양이 유실 또는 침식됨과 함께 암반 또는 수목뿌리가 노출되는 형태이다. 또한 과도한 이용에 의해서도 발생

Table 4. The characteristics of physical environment of trails by districts

District	Trail width (m)	Bared width (m)	Depth of erosion (cm)	Longitudinal slope (°)	Transect slope(°)		Soil hardness(mm)		
					Left	Right	Left	Middle	Right
Sogeumgang	5.9	3.9	37.1	16.8	18.3	12.6	29.9	34.7	31.1
Hwarang	1.1	0.9	14.2	13.1	18.0	21.3	27.6	35.0	27.2
Seoak	1.8	1.7	14.2	12.2	15.3	22.7	27.1	30.8	28.0
Mean	2.9	2.2	21.8	14.0	17.2	18.9	28.2	33.5	28.8

Table 5. The types of deterioration in trails by districts

District	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Sogeumgang	10	8	4	-	10	5	9	10	4	-	-	-	-	4	1	-	-
Hwarang	13	1	1	-	7	4	8	14	3	-	2	-	1	1	-	-	-
Seoak	18	4	5	-	-	-	14	5	4	-	5	-	15	-	4	-	-
Mean	13.7	4.3	3.3	-	5.7	3.0	10.3	9.7	3.7	-	2.3	-	5.3	1.7	1.7	-	-

A: Trail erosion, B: Trail scouring, C: Border erosion, D: Rock weathering, E: Divergence, F: Trail expansion, G: Rock exposure, H: Root exposure, I: Deterioration of surrounding, J: Discomfort of stair height, K: Poor trail drainage, L: Trail narrowness, M: Discomfort of gravel, N: Steep slope, O: Collapse, P: land creeping, Q: land flux

되는데 박인환 등(2010)은 대구 앞산에서도 이용에 따른 침식, 암반 및 수목뿌리 노출을 언급하였다. 또한 월악산국립공원의 경우 수목뿌리노출, 암반노출, 침식 등이 경사와 관련되었다고 제시하였다(권태호 등, 2005). 따라서 상기 훼손유형은 경사에 의한 발생되는 지표수 유하로 인해 발생되며, 상태가 불량해진 지역에 탐방객들의 이용이 과도하게 발생된 것으로 자연적, 인위적 요인이 함께 작용한다고 할 수 있다.

특히 수목의 뿌리노출은 토양침식을 가속화시키고 침식깊이에 영향을 받는다(임원현 등, 2009). 특히 수목뿌리는 토양입자와 결합하여 토양층을 지지하고 사면 붕괴를 억제하는 효과가 있는데 토양침식으로 인한 뿌리노출현상이 발생하는 것은 토양지지력이 약화되었다는 증거가 될 수 있다. 따라서 뿌리노출지역에는 복토, 뿌리보호공을 적용하여 침식을 억제할 수 있는 관리대책이 필요할 것이다.

3. 자연도 평가

지구별 탐방로의 자연도 평가결과는 Table 6과 같이 요약되었다. 소금강 지구의 경우 노면침식 V등급, 셋길 III등급, 노폭확대 및 암반노출 V등급, 수목뿌리노출 V등급, 노면주변훼손 III등급이며, 화랑 지구는 노면침식 V등급, 셋길 및 노폭확대 I등급, 암반노출 II등급, 수목뿌리노출 V등급, 노면주변훼손 III등급으로 나타났다. 서악 지구는 노면침식 V등급, 셋길 I등급, 노폭확대 III등급, 암반노출 V등급, 수목뿌리노출 I등급, 노면주변훼손 III등급으로 확인되었다. 평가지표별로 살펴보면, 노면침식, 셋길, 노폭확대, 수목뿌리노출은 소금강 지구에서 가장 불량하였으며, 암반노출은 소금강 지구와 서악지구에서 가장 불

량한 것으로 조사되어 대부분 소금강 지구의 탐방로 상태가 불량하였다. 지구별 탐방로의 자연도 평가의 경우 소금강 지구 V등급, 화랑 지구 II등급, 서악 지구 III등급으로 나타났으며, 3개 지구의 평균 등급은 III등급으로 분석되어 평가지표와 함께 전체 구간도 소금강 지구가 가장 불량하였다.

경주국립공원 8개 지구 중 소금강 지구, 화랑 지구, 서악 지구는 다른 지구와 달리 문화재 관람보다는 경주시민들의 건강 증진목적으로 이용되는 지역으로(국립공원관리공단, 2008) 대체적으로 가벼운 운동 및 산책이 행해지는 근린공원 기능을 가지고 있다. 근린공원은 유치거리가 1km 이하이고 도보권에 거주하는 자가 주 이용자가 된다(안봉원 등, 1991). 이러한 측면에서 각 지구별 이용권을 살펴보면, 반경 1km 내에는 소금강 지구가 황성동, 동천동, 용강동, 화랑지구는 성건동, 현곡면, 서악 지구는 선도동이 포함되며, 인구의 경우 소금강 지구가 73,137명, 화랑 지구 34,981명, 서악 지구 14,809명으로 전체 경주인구 271,869명(경주시, 2012) 대비 소금강 지구는 26.9%, 화랑 지구 12.9%, 서악 지구 5.4%로 나타났다. 따라서 소금강 지구가 가장 많은 이용인구를 나타낸 것으로 미루어볼 때 이용압력 또한 높다고 할 수 있어 소금강 지구의 탐방로 이용밀도와 그에 따른 훼손도는 비례한다고 생각된다. 대도심 생활권 등산로가 있는 관악산에서 지속적이고 집중적인 이용특성에 의해 물리적 환경에 대한 악영향이 발생되며, 대구광역시 내 도심권에 있는 범어공원에서 이용자에 따른 훼손이 가장 심하다고 보고하고 있어 도심 내 산지는 과도한 이용인구와 압력에 의해 훼손이 지속적으로 발생된다(김동욱, 2006; 유기준, 2011).

즉, 소금강 지구도 다른 지구에 비해 많은 이용인구가 집중되어 탐방로 훼손이 많으므로 이를 해결하기 위해서는 이용빈도가 집중되는 탐방로는 복원을 위해 일시 폐쇄하는 것이 필요하며, 이용밀도를 분산하기 위해 생태적 중요도가 낮은 비법정 탐방로를 개방하되 이용자수를 지속적으로 파악할 수 있는 게이트를 설치하는 것이 필요할 것이다.

그리고 소금강 지구 탐방로의 훼손은 주변 생태계에도 악영향을 미칠 수 있는데 특히 주변 식생에 영향을 줄 수 있다. 탐방로 주변의 가장자리 식생은 산림 내부의 식생과 달리 호광성 식물종과 함께 다양한 종구성을 통해 생물서식공간을 형성한다. 특히 가장자리는 두 개의 상이한 개체군 사이의 전이대로서 하나의 토지피복이 인접한 토지피복과 상호작용을 하여 생물적 및 비생물적 변화가 발생하는 중요한 지역이다(이주미 등, 2012).

즉, 탐방로 주변의 가장자리 식생이 생태적으로 중요함에도 불구하고 탐방로 상태가 불량하고 이용밀도가 증가함으로 인해 식생이 영향을 받는다는 것은 국립공원의 생태적 기능이 저하되는 것에 대한 직접적 요인이 될 수 있다. 따라서 오정학 등(2011)은 토양유실 방지를 위해 하층식생의 발달을 도모하고 생태적 천이가 유도될 필요성을 제시하였기에 탐방로의 나지화 방지를 위해 주변 식생을 보전하는 것이 중요하다. 그리고 자연식생의 훼손과 감소는 주변의 나지화를 유발시켜 토양침식을 더욱 가속화할 수 있으며, 대체식생으로 귀화식물이 유입될 가능성이 상당히 높다. 특히 등산로나 탐방로는 산지 내 선적 통로 역할을 하기 때문에 탐방로 초입에서 발생된 귀화식물이 내부 깊숙이 침투할 수 있는 매개체가 될 수

있으므로 훼손된 탐방로에 대한 조속한 관리방안이 요구된다.

소금강 지구에서 노면침식, 셋길, 노폭확대, 수목 뿌리 노출이 가장 높게 나타났는데 이들 연관성을 살펴보면, 이용자가 가장 많음으로 인해 노면의 답압이 많아 토양경도가 높음을 Table 4에서 확인할 수 있었으며, 특히 경주국립공원 이용행태 조사(경주시, 2005) 시 남산 지구, 토함산 지구, 단석산 지구, 소금강 지구 중 방문빈도가 가장 높은 지구가 소금강 지구로 나타났다. 따라서 높은 이용밀도에 따른 토양경도의 증가는 난투수층을 발생시켜 강우가 토양 내로 침투되지 않고 노면을 유하하기 때문에 각종 충격과 압력으로부터 완충역할을 하는 지피물이 유실됨으로 인해 노면이 강우에 그대로 노출되어 침식이 발생한다. 따라서 이러한 침식은 노면침식과 함께 주변 수목의 뿌리를 지상부로 노출시킴으로서 탐방로 상에 수목의 뿌리 노출현상이 심각하게 발생됨과 아울러 이들 뿌리는 탐방로 통행에 방해물로 작용하여 다른 동선을 탐색하기 위해 노폭이 확대됨과 아울러 셋길 발생도 함께 유발시킨다. 즉, 이러한 일련의 훼손유형의 연관성은 과도한 이용자수와 그에 따른 답압발생, 이용압력이 주 요인이 되므로 이용자들을 분산할 수 있는 탐방로 관리계획이 수립되어야 할 것이다. 특히 탐방로의 복원을 위한 다양한 공법 시행은 자연적 복원이 아닌 인위적 복원이기 때문에 이 또한 간섭이나 교란의 한 요인이 될 수 있으므로 소금강 지구의 탐방로 복원은 대체 탐방로 선정 및 개방을 통해 주 탐방로의 이용압력을 최소화하는 것이 가장 좋은 방법이 될 수 있을 것이다.

Table 6. The naturalness assessment of trails by districts

District	Assessment indicators												Total section	
	Trail erosion		Trail divergence		Trail expansion		Rock exposure		Root exposure		Deterioration of surrounding		Score	Degree
	Score	Degree	Score	Degree	Score	Degree	Score	Degree	Score	Degree	Score	Degree		
Sogeumgang	4.5	V	3.3	III	3.9	V	3.9	V	4.3	V	3.3	III	3.9	V
Hwarang	3.8	V	1.7	I	1.2	I	2.1	II	3.5	V	3.1	III	2.6	II
Seoak	3.7	V	1.0	I	3.3	III	3.7	V	1.8	I	2.7	III	2.7	III
Mean	4.0	V	2.0	II	2.8	III	3.2	III	3.2	III	3.0	III	3.1	III

IV. 결론 및 제언

본 연구는 경주국립공원에서 도심 내 위치한 소금강 지구, 화랑 지구, 서악 지구의 탐방로에 대한 물리적 환경, 훼손 유형 및 자연도를 평가하여 탐방로의 복원 및 관리를 위한 기초 자료 제공에 목적이 있다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

탐방로 노선길이의 경우 소금강 지구 0.65km, 화랑 지구 1.3km, 서악 지구 1.6km로 선정하였으며, 측정수는 소금강 지구 12개, 화랑 지구 18개, 서악 지구 23개를 설치하여 조사하였다. 또한 평가지표는 노면침식, 노폭확대, 수목뿌리노출, 셋길, 암반노출, 노면주변 훼손 등 6개 지표를 활용하여 최종 자연도를 평가하였다.

자연도 평가 결과, 소금강 지구는 노면침식 V등급, 셋길 III등급, 노폭확대 및 암반노출 V등급, 수목뿌리노출 V등급, 노면주변훼손 III등급이며, 화랑 지구는 노면침식 V등급, 셋길 및 노폭확대 I등급, 암반노출 II등급, 수목뿌리노출 V등급, 노면주변훼손 III등급으로 분석되었다. 서악 지구는 노면침식 V등급, 셋길 I등급, 노폭확대 III등급, 암반노출 V등급, 수목뿌리노출 I등급, 노면주변훼손 III등급으로 확인되었다. 소금강 지구가 노면침식, 셋길, 노폭확대, 수목뿌리노출, 암반노출에서 가장 불량한 것으로 분석되었으며, 지구별 분석의 경우 소금강 지구 V등급, 화랑 지구 II등급, 서악 지구 III등급으로 나타나 소금강 지구가 가장 불량한 상태였다. 따라서 탐방로 관리 및 복원대책을 소금강 지구부터 실시해야 할 것으로 생각되며, 특히 복원공정 시행 전에 이용밀도와 압력을 분산시킬 수 있는 대체 탐방로의 선정과 개방이 우선적으로 고려되어야 할 것으로 판단된다.

대체적으로 자연도 평가 결과, 노면침식, 수목뿌리노출, 암반노출이 3개 지구에서 문제가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 이들에 대한 관리 및 복원방안을 제안하면 다음과 같다.

첫 번째, 노면침식의 경우 지형복원공법을 적용하는 것이 필요하다. 침식지역에 잡석, 왕모래 등을 채워 원지반선과 동일하게 형질을 복원해야 할 것이며, 경사가 심할 경우 돌계단, 목계단 등을 설치하여 침식

에 의한 토양유실을 최소화해야 할 것이다. 그러나 계단의 담면 높이가 탐방객들에게 불편을 주지 않도록 최대한 인간적도에 맞게 설계 및 시공을 해야 할 것이며, 특히 돌의 경우 주변에서 채집할 수 있는 자연석 또는 야면석을 활용하는 것이 주변 경관과 조화를 이룰 수 있다고 생각된다. 또한 침식은 강우에 의해 발생하는 경우가 많기 때문에 탐방로 주변에 배수로 설치하여 인위적, 자연적 침식을 최소화할 수 있도록 다양한 공종을 적용하는 것이 요구된다.

두 번째, 수목뿌리노출은 노출된 뿌리를 원 상태로 복원하기 위해 수목보호공법을 적용하는 것이 바람직할 것이다. 특히 노출된 뿌리를 복원하기 위해 공법을 적용할 시 노출된 뿌리가 최대한 훼손되지 않도록 하는 것이 필요하다. 또한 토양복토 시 주로 개량토 등을 사용하나 토양을 외부에서 반입할 시 주변 식생과 다른 종이 발생되어 이질감을 줄 수 있을 뿐만 아니라 귀화식물이 토양 내 혼입되어 발생될 경우 자연식생의 교란을 야기시킬 수 있으므로 주변의 표토를 재활용하는 것이 중요하다. 또한 수목의 뿌리는 장기간 노출될 경우 줄기화되는 생리적 특성을 가지고 있기 때문에 이러한 수목은 복토할 경우 오히려 생육 장애를 발생시킬 수 있으므로 노출된 뿌리 위로 보행용 차단할 수 있는 방지책을 설치하는 것이 훨씬 좋을 것으로 생각된다.

세 번째, 암반노출 지역의 경우 토양을 포설하는 것도 중요하지만 암반 자체가 불투수층이고 토양과 암석의 접한 층이 이질적이기 때문에 근본적인 탐방로 유지가 어려울 것으로 생각된다. 따라서 이 지역에는 목재데크, 데크계단 등을 설치하여 탐방로 주변으로의 동선 확대를 방지해야 할 것이다. 그러나 데크 설치 구간이 길수록 자연경관과의 부조화가 발생되고 특히 데크 설치를 위한 기초콘크리트 타설구간도 함께 증가되기 때문에 자연성을 저하시킬 수 있는 역효과가 발생될 수 있으므로 이들 구간은 최소화할 수 있도록 해야 한다.

본 연구는 경주국립공원에서 이용밀도가 높은 도심 내 지구들을 대상으로 탐방로를 평가하였기에 향후 탐방로 복원을 위한 기초 자료로서 활용성이 높을 것으로 기대된다. 그러나 본 연구는 탐방로의 물리적

특성 및 훼손 유형에 기초하여 평가만을 수행하였기 때문에 전체적인 탐방로의 상태를 파악하는데 한계가 있다고 판단된다. 따라서 탐방로의 기초 정보를 바탕으로 주변 식생과의 관계, 종조성, 토양성질 등과 같은 다각적인 관점에서 복합적으로 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 문성주의 2013년도 동국대학교 대학원 조경학석사학위논문의 일부를 수정 및 보완한 내용이며, 조사를 허락해주시 국립공원관리공단 자원보전처 및 경주국립공원 사무소 직원분들께 감사드립니다.

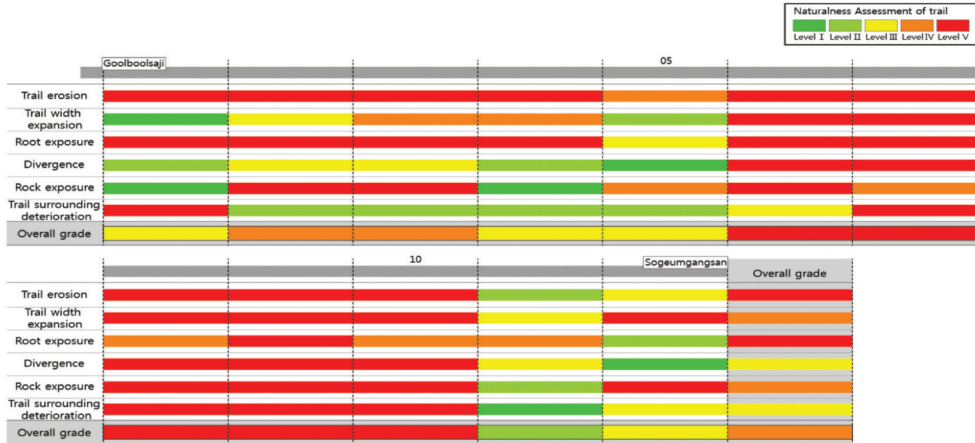
참고문헌

- 강태호, 유주한, 조홍하, 이홍, 2011, 경주 월성의 산책로 훼손실태 분석-환경피해도 평가를 중심으로-, 한국전통조경학회지, 24(3), 33-39.
- 경주시, 2005, 경주국립공원관리계획, 경주시.
- 경주시, 2012, 경주시통계연보, 경주시.
- 국립공원관리공단, 2008, 경주국립공원 자연자원 조사, 국립공원관리공단.
- 국립공원관리공단, 2009, 국립공원 탐방로 정비 매뉴얼, 국립공원관리공단.
- 국립공원관리공단, 2011, 2차 국립공원 훼손지관리 종합계획(안), 국립공원관리공단.
- 권태호, 1990, 팔공산 자연공원에서의 등산로 및 야영장 이용이 자연환경에 미치는 영향, 한국조경학회지, 17(3), 21-34.
- 권태호, 김동욱, 이준우, 2005, 월악산국립공원 등산로의 훼손실태 분석, 한국환경생태학회지, 19(2), 130-138.
- 권태호, 오구균, 권순덕, 1991, 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향, 응용생태연구, 5(1), 91-103.
- 권태호, 오구균, 권영선, 1988, 치악산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 토양 및 식생 환경의 변화, 응용생태연구, 2(1), 50-65.
- 권태호, 오구균, 이준우, 1990, 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주변부식생에 미치는 영향, 응용생태연구, 4(1), 63-68.
- 권태호, 오구균, 이준우, 1993, 소백산국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향, 응용생태연구, 6(2), 168-179.
- 권태호, 오구균, 이준우, 1994, 덕유산국립공원 등산로 및 야영장의 환경훼손에 대한 이용영향, 한국환경생태학회지, 7(2), 241-251.
- 권태호, 오구균, 이준우, 1995, 주왕산국립공원 등산로의 이용패턴 및 주변환경 훼손에 대한 이용영향, 응용생태연구 8(2), 167-176.
- 권태호, 오구균, 이준우, 1996, 오대산국립공원 이용에 따른 등산로 및 주변환경훼손, 응용생태연구, 9(2), 211-220.
- 권태호, 오구균, 정남훈, 1989, 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 환경에 대한 이용영향, 응용생태연구, 3(1), 81-94.
- 권태호, 이준우, 2003, 백두대간 마루금 등산로 및 주변 환경의 훼손실태-만복대-복성이재 구간을 대상으로-, 한국환경생태학회지, 16(4), 465-474.
- 김동욱, 2006, 생활권 등산로의 이용자 인식과 정비방향에 관한 연구-대구광역시를 중심으로-, 대구대학교 대학원 석사학위논문.
- 김세천·박종민, 1998, 모악산도립공원 등산로의 환경훼손 실태 및 이용 형태에 관한 조사연구, 한국조경학회지, 25(4), 39-50.
- 김태호, 2003, 한라산과 다랑쉬오름 등산로의 답압에 의한 토양 압밀현상, 한국지역지리학회지, 9(2), 169-179.
- 김태호, 2011, 산악 국립공원 등산로의 훼손유형과 요인, 한국지역지리학회지, 17(4), 416-431.
- 김태호, 2012, 일본 홋카이도 다이세츠산 국립공원 등산로의 훼손유형 및 요인, 한국지형학회지, 19(2), 187-195.
- 문성주, 2013, 경주국립공원 탐방로의 자연도 평가, 동국대학교 대학원 석사학위논문.

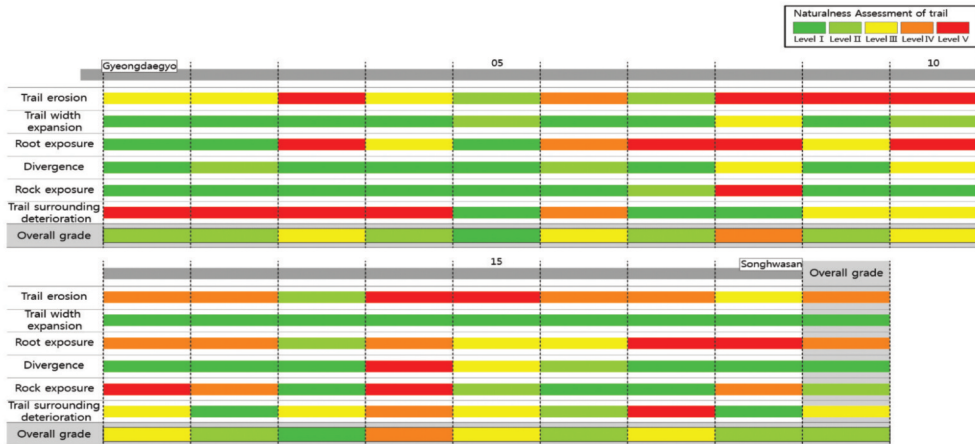
- 박은희, 김통일, 정원옥, 권현교, 정평희, 2010, 지리산국립공원 칠선계곡의 탐방로 특성 및 훼손유형, 한국산림휴양학회지, 14(2), 9-15.
- 박인환, 이해영, 조광진, 장갑수, 2010, 도시자연공원의 주요 등산로 훼손실태 분석-대구광역시 앞산공원을 대상으로-, 한국조경학회지, 38(3), 33-40.
- 박인환, 장갑수, 이근상, 서동조, 2006, 토양 및 지형 조건에 따른 토양침식 잠재성 분석-경상남도 창원군 이방면을 대상으로-, 환경영향평가, 15(1), 1-12.
- 산림청, 2004, 등산로 훼손유형별 생태적 정비요령: 숲길 정비매뉴얼, 산림청.
- 서병수, 김세천, 박종민, 이창현, 이규완, 1994, 덕유산국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향, 한국임학회지, 83(3), 286-298.
- 안봉원, 권상준, 김용수, 김유일, 이규목, 임승빈, 황기원, 1991, 조경계획론, 문운당, 128-129.
- 안현철, 조현서, 추갑철, 1998, 지리산국립공원의 등산로 훼손, 농업기술연구소보, 11, 105-111.
- 오경원, 박종민, 2005, GPS를 이용한 전주시 덕진공원 내 숲길 도면작성 및 현황분석, 한국산림휴양학회지, 9(3), 9-16.
- 오구균, 권태호, 이준우, 유기준, 최송현, 2005, 숲길 정비 매뉴얼, 수문출판사, 29-37.
- 오구균, 권태호, 전용준, 1987, 북한산국립공원의 등산로 훼손 및 주변 식생변화, 응용생태연구, 1(1), 35-45.
- 오구균, 허순호, 1992, 한라산국립공원의 등산로와 주변의 환경 훼손, 응용생태연구, 6(1), 55-71.
- 오정학, 유주한, 김경태, 이우성, 2011, RUSLE 기법을 이용한 경주지역의 토양침식 위험도 평가, 환경영향평가, 20(3), 313-324.
- 유기준, 2011, 관악산 등산로 이용에 따른 영향에 관한 연구, 한국환경생태학회지, 25(1), 111-117.
- 이주미, 원명수, 임주훈, 이상우, 2012, 가장자리와 산불피해강도가 산불피해지역 초기식생에 미치는 효과, 한국임학회지, 101(1), 121-129.
- 이준우, 오구균, 권태호, 1997, 설악산국립공원의 등산로 훼손 및 주연부식생, 한국환경생태학회지, 10(2), 191-204.
- 이혜숙, 정길섭, 유환희, 2009, 휴대용 GPS에 의한 등산로 경사분석, 한국지형공간정보학회지, 17(2), 81-90.
- 임원현, 유주한, 손호기, 김정우, 2009, 경주 월성의 생태적 특성 및 진단에 따른 관리방안, 한국전통조경학회지, 27(3), 39-48.
- 장은재, 김종원, 2007, 노거수 생태와 문화, 월드사이언스, 216-218.
- 정원옥, 2010, 탐방로 훼손 특성 및 노면 안정성 평가, 국립공원연구지, 1(1), 53-58.
- 정원옥, 강원석, 이봉찬, 2011, 강천산국립공원 탐방로의 물리적 특성 및 훼손유형, 국립공원연구지 2(3), 137-141.
- 정원옥, 권현교, 2008, 소백산국립공원 탐방로의 훼손 특성 및 안정성 평가, 한국산림휴양학회지, 12(1), 51-57.
- 정원옥, 정평희, 2010, 한라산국립공원 탐방로의 물리적 특성 및 훼손유형, 국립공원연구지, 1(4), 255-259.
- 조우, 2012, 백두대간권역 국립공원 비개방 탐방로의 훼손실태, 한국환경생태학회지, 26(5), 827-834.
- 조현길, 서옥하, 최인화, 안태원, 2011, 강원도 영서지역 소나무 마을숲의 생장환경과 관리방안, 한국환경생태학회지, 25(6), 893-902.
- 최충호, 박종민, 김선영, 2005, 전라북도 잔연휴양림내 숲길 현황 분석, 한국산림휴양학회지, 9(4), 1-14.
- Frissell, S.S., 1978, Judging recreation impacts on wildness campsites, Journal of Forestry, 76(8), 481-483.
- Leung, Y.F. and J.L. Marion, 1999a, Assessing trail conditions in protected areas: application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, Environmental

- Conservation, 26(4), 270-279.
- Leung, Y.F. and J.L. Marion, 1999b, The influence of sampling interval on the accuracy of trail impact assessment, *Landscape and Urban Planning*, 43, 167-179.
- Lynn, N.A. and R.D. Brown, 2003, Effects of recreational use impacts on hiking experiences in natural areas, *Landscape and Urban Planning*, 64, 77-87.
- Moore, R.L., Y.F. Leung, C. Matisoff, C. Dorwart and A. Parker, 2012, Understanding user' perceptions of trail resource impacts and how they affect experiences: an integrated approach, *Landscape and Urban Planning*, 107, 343-350.

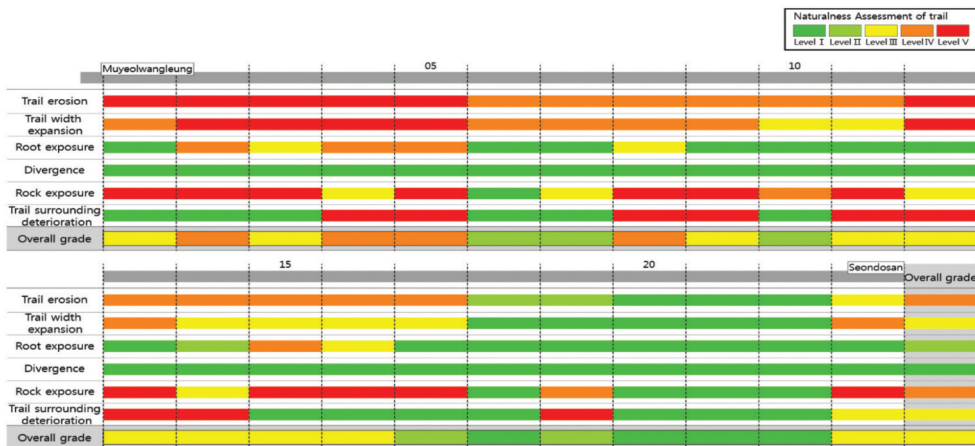
최종원고채택 13. 07. 30



Sogeumgang district



Hwarang district



Seoak district