

## 지리산국립공원내 칠선계곡 탐방로의 회복에 관한 분석\*

박 재 현

국립진주산업대 산림자원학과

### Analysis on the Restoration of Visiting Roads of Stream of Chilsun in Jirisan National Park\*

Park Jae Hyeon

Dept. of Forest Resources, Jinju National University.

#### ABSTRACT

To investigate the restoration procedure on soil physical properties at the surface of visiting road affected by rest-year system. This study was carried out at visiting roads of stream of Chilsun in Jirisan. Mean soil strength in 20cm of soil depth was lower in the Rest-Year System areas (1.5-1.9 times in Site 2, 1.1-7.5 times in Site 3) than in the control (Site 1). Soil strength was recovered by the Rest-Year System in the national park. Mesopore rate (pF 2.7) in 0-15 cm of soil depth was higher in the Rest-Year System areas (1.2 times) than in the control. This indicates that mesopore rate is rapidly restoring in the Rest-Year System areas. Pore space rate in 0-7.5 cm of soil depth was higher in the Rest-Year System areas (23.2% in Site 2, 23.6% in Site 3) than in the control (22.4% in Site 1). Pore space rate in 7.5-15 cm of soil depth was also higher in the Rest-Year System areas (22.9% in Site 2 and Site 3) than in the control (18.9% in Site 1). Soil pore space was remediable by the Rest-Year System. Bulk density in 0-7.5 cm of soil depth was lower in the Rest-Year System areas (1.674g/cm<sup>3</sup> in Site 2, 1.668g/cm<sup>3</sup> in Site 3) than in the control (1.723g/cm<sup>3</sup> in Site 1). Bulk density in 7.5-15 cm of soil depth was lower in the Rest-Year System areas (1.785g/cm<sup>3</sup> in Site 2 and 1.721g/cm<sup>3</sup> in Site 3) than in the control (1.721g/cm<sup>3</sup> in Site 1). Soil bulk density was decreased in the Rest-Year System areas of the national park. Amount of soil erosion was lower in the Rest-Year System areas

---

\* 이 논문은 2008년도 국립진주산업대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

Corresponding author : Park, Jae-Hyeon, Dept. of Forest Resources, Jinju National University, Jinju, Korea,  
Tel : +82-55-751-3248, E-mail : pjh@jinju.ac.kr

Received : 17 February, 2010. Accepted : 2 April, 2010.

( $0.017\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$  in site 2,  $0.023\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$  in site 3) than in the control ( $0.054\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$  in site 1).

**Key Words :** *Visiting roads of stream of Chilsun in Jirisan, the Rest-Year System areas, Bulk density, Amount of soil erosion.*

## I. 서 론

지리산(1,915m)은 행정구역상으로 경상남도 함양군(66,756km<sup>2</sup>), 산청군(93.596km<sup>2</sup>), 하동군(84.552km<sup>2</sup>), 전라남도 구례군(87.981km<sup>2</sup>), 전라북도 남원시(107.78km<sup>2</sup>) 등의 3개도 5개 시·군에 속해 있다. 주봉인 천왕봉(1,915m)을 중심으로 산봉우리들이 동서로 뻗어 넓고 험준하며, 천왕봉과 노고단을 잇는 주능선을 분수령으로 펼쳐지는 대원사계곡, 칠선계곡, 백두동계곡, 한신계곡, 뱀사골계곡, 화엄사계곡, 피아골계곡, 중산리계곡 등의 크고 작은 계곡들이 방사형으로 형성되어 있어 경관이 수려하기 때문에 1967년 12월 29일 국내 최초로 국립공원으로 지정되었다. 국립공원은 많은 사람들이 이용할 수 있는 휴식공간인 동시에 풍부한 생물자원을 보유하고 있는 국가차원의 생물자원 보전 대상이기도 하며, 이의 보전을 위해서는 생물의 서식처, 즉 생태계 자체를 보호하여야 한다. 그러나 특정지역에 연중 적정 수용인원을 초과하는 많은 탐방객들이 집중되고, 탐방객들의 야영·취사 등 무분별한 이용행태로 인해 국립공원의 곳곳이 훼손되어 왔고, 이에 따라 국립공원관리공단에서는 1991년부터 자연휴식년제 제도를 도입하여 훼손된 자연생태계를 회복시키기 위한 다양한 노력을 하고 있다. 자연휴식년제란 자연공원법 제28조에 의거 탐방객의 집중이용으로 훼손이 심한 탐방로, 산정상부, 계곡 또는 보호 필요성이 있는 희귀 동·식물 서식지에 대하여 일정기간 사람의 출입을 통제함으로써 자연보호 및 훼손된 자연의 회복을 유도하고 자연자원을 보호하자는 목적으로 시행된 제도이다. 국립공원의 자연휴식년제는 1991년부터 기본 3년 단위로 시행해 왔으며, 제1기

1991년~1993년, 제2기 1994년~1996년(일부구간 5년 또는 영구), 제3기 1997년~1999년, 제4기 2000년~2002년이며, 제5기 2003년~2005년, 제6기가 2007년 1월 15일부터 자연휴식년제를 국립공원특별보호구로 변경하여 법적, 제도적으로 의미를 강화하여 시행중에 있다. 제6기 지리산국립공원의 특별보호구간은 세석평전 칠쭉군락지 및 장터목 훼손 복원공사지역, 제석봉 구상나무식재지, 왕등재 고산습지, 칠선계곡 등 5개소는 기시행되었으며, 2007년 야생동물서식지로 칠불사~토기봉 일원, 장터목대피소~가내소일원, 노고단~쑥밭재~치밭목 일원이 신규로 지정되어 관리되고 있다(국립공원관리공단, 2003; 2007).

지리산국립공원 내 탐방객들의 활동이 생태계에 미치는 다양한 영향들 중에는 대표적으로 토양의 물리성 변화를 초래하게 되며, 특히 토양용적밀도가 크게 증가하고 공극이 감소하는 것으로 알려져 있다. 인위적인 답압에 의해 발생하는 토양용적밀도의 증가는 식생회복이 지연되고, 토양 침식 및 유실의 원인이 되며, 인접 식생의 종 구성 상태를 변화하게 하는 것으로 알려져 있다(Froehlich et al., 1985). 즉, 토양의 기계적인 답압은 토양의 용적밀도를 측정하여 분석하면 판단하기 쉬운데, 토양의 용적밀도는 산림작업시 지표토양의 훼손 및 경화로 인하여 발생하는 산림훼손을 판단하는 지표가 된다(Sidle, 1980; Adams, 1981; Froehlich et al., 1985; Krag et al., 1986; 우보명 등, 1994; 박재현, 1995).

그러나 2007년 1월 1일 토요일 휴무제와 입장료 폐지를 계기로 지리산국립공원을 찾는 탐방객들이 급격히 증가하고 있으며, 많은 탐방객들의 이용으로 탐방로 훼손 정도가 매우 심각할 것으로 예측되나 아직까지 국립공원특별보호구의 탐방

로와 개방구간 탐방로 사이 토양의 훼손 정도가 어느 정도 수준인지 알려져 있지 않다(국립공원관리공단, 2007). 따라서 이 연구는 지리산국립공원 내 휴식년제로 지정한 칠선계곡내 등산로 토양의 물리성 및 훼손상태를 분석하고, 이를 통하여 국립공원관리를 위한 합리적인 관리방안을 수립, 제시하는데 기초 자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

칠선계곡은 지리산국립공원의 특성상 북부에는 높은 산지가 발달하고, 남으로 갈수록 점차 약해지는 현상을 보이는 지역 중 북동-남서 방향의 계곡에 포함되는데, 피아골계곡, 목동계곡, 삼정리계곡, 중산리계곡, 한신계곡, 대원사계곡 등과 유사한 방향성을 가지고 있으며, 이들 계곡은 구조선 사이의 균열에 따라 발달하여 직각상 패턴을 나타내는 경우가 많다(국립공원관리공단, 2003). 이들 지역의 지질분포는 크게 선캠브리아기의 지리산편마암복합체에 속하는 변성암류와 중생대 쥐라기에 이를 관입한 화성암류 및 하국 주변에 분포하는 제4기층으로 구분되는데, 지리산지역의 중앙 부분 가운데는 반상화강암이 분포, 그 주변에는 화강암질편마암이 분포한다. 즉, 칠선계곡 주변의 모암은 대부분 화강암질편마암이 주를 이루고 있는 것으로 나타났다(국립공원관리공단, 2003; 국립공원관리공단지리산사무소, 2004; 2006; 2007). 칠선계곡 주변의 연평균기온은 하단부에서 상단부까지 지리산 지역의 연평균기온과 유사하였으며, 남부에서는 13℃, 북부에서는 12℃를 나타내었다. 계절별로 보면 여름철에는 남부와 북부에서 24℃ 정도를 나타내지만, 겨울철에는 남부에서 영상의 날씨를 보이는데 비해 북부에서는 영하의 추운 날씨를 나타내 지형 발달 및 식생분포에 차이를 나타낸다. 칠선계곡 및 지리산지역의 연평균 강수량은 1,200mm 이

상으로 여름철에 60% 이상이 집중되고 있고, 남부에서는 1,600~1,800mm의 강우가 내려 다우 지역에 속하며, 북부에서는 1,400mm 정도의 강수량을 나타낸다(국립공원관리공단, 2003).

### 2. 조사방법

이 연구는 칠선계곡으로 진입하는 등산로를 중심으로 휴식년제 구간이 아니었던 거림등산로, 국립공원특별보호구 중 휴식년제를 거쳐 2008년에 개방한 칠선계곡(비선담~천왕봉구간; 국립공원관리공단, 2007)을 선정하였다(그림 1). 이 가운데 거림등산로(site 1), 칠선계곡 등산로(비선담~천왕봉 오름길, site 2), 칠선계곡의 등산로 하단부(천왕봉~비선담 내림길, site 3) 3개소와 인위적 훼손 및 영향이 없다고 판단되는 각각의 조사지점의 주변지역(site 1', site 2', site 3')에 대하여 같은 방법으로 조사하였다. 조사는 2008년 9월에 예비답사를 실시하고 가을철 등산객이 가장 많은 시기인 10월 말 2일간 조사하였으며, 대조구를 선정, 토양의 물리성 중 인위적 답압에 영향이 큰 토양건밀도를 3반복 측정하여 평균값을 구하였다(中野政詩 등, 1995). 또한, 등산로의 토양침식상황을 파악하기 위하여 상기 조사한 3

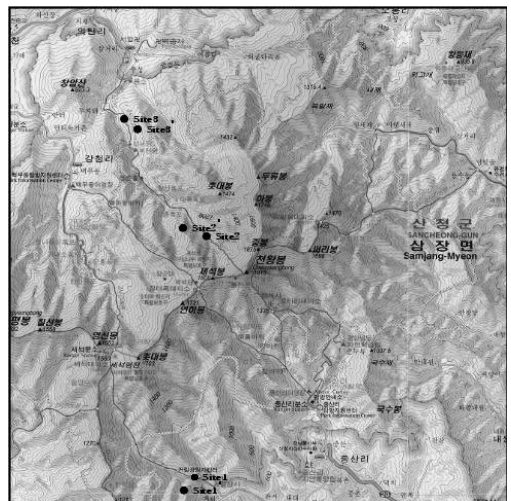


Figure 1. Survey site map on restoration of visiting roads of stream of Chilsun in Jirisan National Park.

개 지역이 포함되는 등산로의 종단길이 200m에 대하여 물결이 형성되어 명확하게 토양이 침식되었다고 판단되는 누구 및 구곡침식지역에 대하여 양단면적평균법(우보명, 1995)에 의하여 침식량을 산정하였다. 아울러 토양의 물리성 측정을 위하여 조사구 토양의 표토(0~7.5cm, 7.6~15cm)로 구분하여 토양 채취기로 각기 3반복 채취한 토양시료를 건조기에 105℃로 48시간 건조 후 토양수분함수율, 토양채취용적, 건조토양의 비율로 토양용적밀도를 구하였다(이천용, 1995; 藤原俊六郎 등, 1996). 아울러 토양경밀도는 관입식 토양경도계(DIK-5520)를 이용하여 3반복 측정, 분석에 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 토양경밀도

조사대상지역인 국립공원특별보호구 중 휴식년제를 거쳐 2008년에 개방한 칠선계곡(비선담~천왕봉구간)을 선정, 휴식년제 구간이 아니었던 거림등산로(site 1, 대조구; site 1'), 휴식년제 구간이었던 칠선계곡 등산로(비선담~천왕봉오름길, site 2, 대조구; site 2')와 칠선계곡의 등

산로 하단부(천왕봉~비선담 내림길, site 3, 대조구; site 3') 3개소(대조구 3개소)에 대하여 토양깊이별 토양경밀도를 평균한 값은 표 1과 같다.

조사대상지역 중 탐방객의 이동이 가능했던 거림등산로(site 1)에서 표층토의 평균토양경밀도는 15.0kg/cm<sup>2</sup>로 대조구(site 1')의 평균토양경밀도 0.2kg/cm<sup>2</sup>보다 75배로 높게 나타났는데, 이는 그만큼 답압으로 인한 토양경화가 심화되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 거림등산로의 토심은 20cm 깊이로 나타났고, 토양깊이 10cm 이후의 두께부터는 평균토양경밀도가 25.0kg/cm<sup>2</sup>로 토양경화가 심화된 것으로 나타났다. 그러나 대조구의 토양깊이 10cm에서는 0.3kg/cm<sup>2</sup>로 자연 토양의 토양경밀도와 유사한 값으로 나타났다. 조사대상지역인 국립공원특별보호구 중 휴식년제를 거쳐 2008년에 개방한 칠선계곡(비선담~천왕봉구간) 중 칠선계곡 등산로(비선담~천왕봉오름길, site 2)에서 표층토양의 평균토양경밀도는 8.0kg/cm<sup>2</sup>이었으며, 토심은 30cm 깊이의 두께로 나타났고, 토양 5cm 깊이에서는 12.9kg/cm<sup>2</sup>, 토양깊이 10cm 깊이에서는 13.4kg/cm<sup>2</sup>, 토양깊이 20cm 깊이에서는 16.3kg/cm<sup>2</sup>, 토양깊이

Table 1. Average of soil hardness of survey sites about soil depth (kg/cm<sup>2</sup>).

Soil depth	Site 1	Site 1'	Site 2	Site 2'	Site 3	Site 3'
0	15.0	0.2	8.0	0.1	2.0	0.2
5	23.5	0.2	12.9	0.2	7.6	0.2
10	25.0	0.3	13.4	0.2	10.2	0.4
20	25.0	0.5	16.3	0.4	11.5	0.4
30	-	1.2	22.6	1.0	13.1	1.1
40	-	1.6	-	1.2	13.2	1.5
50	-	2.2	-	2.0	25.0	2.3
60	-	2.7	-	2.5	-	2.5
70	-	3.2	-	2.8	-	2.9
80	-	4.1	-	3.6	-	3.6
90	-	4.4	-	3.6	-	3.6

30cm에서는 평균토양건밀도가  $22.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 를 나타내 등산로 초입이고 등산객의 수가 많은 거림 등산로의 깊이별 평균토양건밀도보다 낮은 값을 나타내, 그만큼 토양답압의 영향이 상대적으로 적은 것으로 분석되었다. 한편, 대조구(site 2')에서의 평균토양건밀도는 거림등산로 대조구와 유사한 값을 나타내 인위적 훼손이 없는 지역간 토양건밀도의 차이는 없는 것으로 나타났다. 조사 대상지역인 국립공원특별보호구 중 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3)에서 표층토양의 평균토양건밀도는  $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 Site 1, 2 보다 낮은 값을 나타냈는데, 이는 그만큼 등산로의 답압이 다른 곳에 비해 적은데 기인한 것으로 사료된다. 즉, 토양깊이는 50cm로 나타났으며, 토양깊이별 평균토양건밀도는  $2.0\sim 25.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 범위를 나타내었다. 아울러 대조구(site 3')에서의 평균토양건밀도는 Site 1, 2의 대조구에서의 평균토양건밀도와 유사한 값을 나타내었으며, 대조구인 자연토양의 토양건밀도는 세 지역에서  $0.1\sim 4.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 범위를 나타내 탐방객의 답압영향이 큰 세 지역 등산로의 평균토양건밀도의 값보다 4.4배~250배 낮은 것으로 나타났다.

한편, 휴식년제로 평균토양건밀도의 차이를 파악하기 위하여 거림등산로(Site 1)와 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2), 칠선계곡의

등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3)를 비교 분석한 결과, 토양깊이 20cm 까지 표층토양은 Site 1이  $15.0\text{kg}/\text{cm}^2$ , site 2가  $8.0\text{kg}/\text{cm}^2$ , Site 3이  $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 휴식년제로 지정되었던 Site 2, 3이 휴식년제로 지정되지 않은 Site 1의 평균토양건밀도 보다 각각 1.8배, 7.5배 낮은 것으로 나타나 휴식년제에 따른 토양건밀도의 회복이 큰 것으로 나타났다. 또한, 토양깊이 5cm에서는 Site 1이  $23.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 site 2의 평균토양건밀도  $12.9\text{kg}/\text{cm}^2$ , Site 3의 평균토양건밀도  $7.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 에 비하여 높은 값을 나타내었다. 즉, 휴식년제로 지정되었던 Site 2, 3이 휴식년제로 지정되지 않은 Site 1의 평균토양건밀도 보다 각각 1.8배, 3배 낮은 것으로 나타나 휴식년제에 따른 토양건밀도의 회복이 큰 것으로 나타났다. 즉, 토양깊이 20cm까지의 평균토양건밀도는 휴식년제로 지정되지 않았던 Site 1보다 휴식년제로 지정되었던 Site 2가 1.5~1.9배, 휴식년제로 지정되었던 Site 3이 2.2~7.5배 낮은 값을 나타내, 휴식년제의 지정에 따른 토양회복이 있었던 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 토양의 자연복원을 위해서는 인위적인 훼손 및 영향을 저감시켜야 한다는 선행연구결과(村井 宏과 岩崎勇作, 1975; Johnson, 1978; Froehlich et al., 1985; 井手久登, 1992; 우보명 등, 1994)와 일치하는 결과이다.

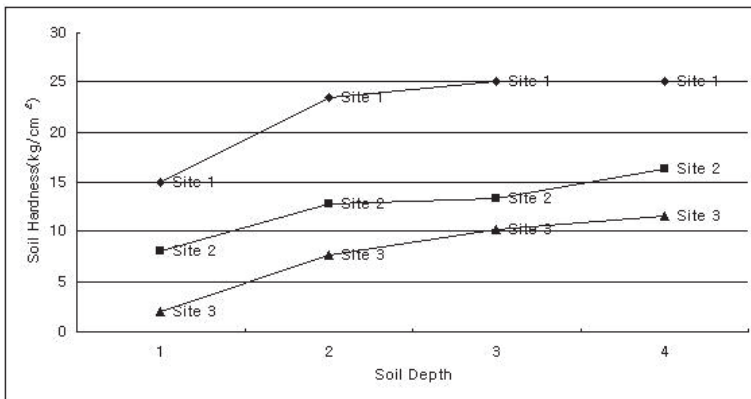


Figure 2. Changes of soil hardness using cone penetrometer on the roads (1; 0cm, 2; 5cm, 3; 10cm, 4; 20cm).

**Table 2.** Changes of soil physical properties on the roads.

Items	Construction year	Site 1	Site 1'	Site 2	Site 2'	Site 3	Site 3'
	Soil depth (cm)						
Macroporous ratio (pF2.7, %)	0~7.5	15.7	38.2	18.2	39.6	18.4	38.7
	7.6~15.0	13.5	33.5	15.6	36.4	16.2	36.5
Porous ratio (%)	0~7.5	22.4	65.7	23.2	67.8	23.6	68.2
	7.6~15.0	18.9	58.6	22.9	62.1	22.9	61.6
Soil bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	0~7.5	1.723	1.089	1.674	1.067	1.668	1.076
	7.6~15.0	1.820	1.100	1.785	1.092	1.721	1.103

## 2. 토양용적밀도

조사대상지역인 국립공원특별보호구 중 탐방객의 출입이 가능했던 거림조사구(site 1, 대조구; site 1')와 휴식년제를 거쳐 2008년에 개방한 칠선계곡(비선담~천왕봉구간) 중 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2, 대조구; site 2'), 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3, 대조구; site 3') 3개소(대조구 3개소)에 대하여 토양깊이별 토양용적밀도를 분석한 결과는 표 2와 같다.

토양의 보수성을 나타내며 토양공극이 물을 흡착 유지할 수 있는 힘의 세기를 水柱壓으로 표시한 조공극률(pF2.7)은 깊이 높을수록 식생 및 토양의 회복상태가 좋다는 것을 의미한다(이천용, 1995). 조사대상지역 중 거림등산로(site 1)의 조공극률은, 0~7.5cm 깊이에서는 15.7%, 7.6~15cm 깊이에서는 13.5% 이었다. 그러나 휴식년제를 실시했던 Site 2, 3에서 토양깊이 0~7.5cm에서의 조공극률은 18.2%, 18.4%로 휴식년제를 실시하지 않았던 site 1 보다 높은 값을 나타내 휴식년제에 따른 토양회복이 발생하는 것으로 분석되었다. 또한, 토양깊이 7.6~15.0 cm에서의 조공극률은 거림등산로에서 13.5%인데 비해 Site 2, 3에서는 각각 15.6%, 16.2%로 거림등산로보다 약 1.2배 높은 것으로 나타나 휴식년제의 실시로 인해 토양의 조공극률은 회복이 빠른 것

로 분석되었다.

조사대상지역 중 거림등산로(site 1)의 공극률은 토양깊이 0~7.5cm에서는 22.4%인데 비해, 휴식년제를 실시했던 Site 2와 3에서는 각각 23.2%, 23.6%로 휴식년제를 실시하지 않았던 Site 1 보다 비교적 높은 값을 나타내었으며, 토양깊이 7.5~15cm에서의 공극률도 Site 1에서는 18.9%인데 반해 Site 2와 3에서는 각각 22.9%로 높은 값을 나타내, 휴식년제의 실시가 공극률의 회복에 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 이는 답압된 상태의 토양에서는 상대적으로 공극률이 감소한다는 오구균과 우보명(1992)의 연구결과와 일치하는 것으로 분석되었다.

또한, 토양의 용적밀도는 휴식년제를 실시하지 않았던 Site 1에서는 토양깊이 0~7.5cm에서는 1.723g/cm<sup>3</sup>로 Site 2와 3에서의 값 1.674g/cm<sup>3</sup>, 1.668g/cm<sup>3</sup> 보다 높은 것으로 나타났으며, 토양깊이 7.5~15cm 깊이에서는 Site 1에서는 1.820g/cm<sup>3</sup>인 값에 비해, Site 2와 Site 3에서는 각각 1.785g/cm<sup>3</sup>, 1.721g/cm<sup>3</sup>로 Site 1보다 낮은 값을 나타내 휴식년제의 실시로 인한 토양의 용적밀도는 회복되는 것으로 분석되었다. 그러나 토양깊이 0~10cm까지의 토양의 용적밀도는 칠선계곡의 고정조사구에서 2005년 조사한 토양의 용적밀도 1.17g/cm<sup>3</sup>보다 낮은 것으로 나타나(국립공원관리공단지리산사무소, 2005), 자연지에서

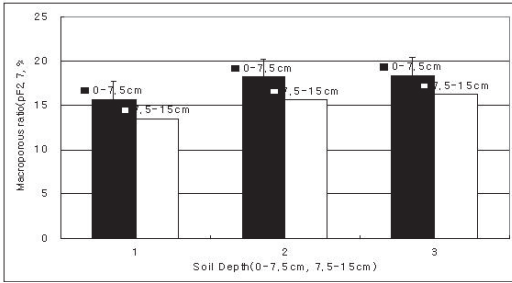


Figure 3. Macroporous ratio (pF2.7, %) by the soil depth (0-7.5cm, 7.5-15cm)(1; site 1, 2; site 2, 3; site 3).

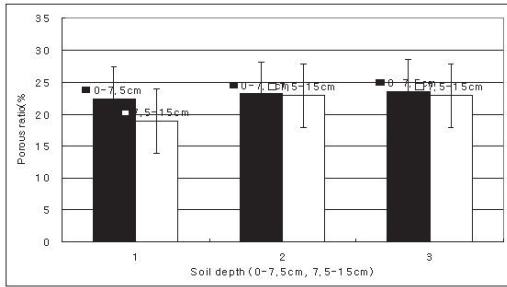


Figure 4. Porous (%) by the soil depth (0-7.5cm, 7.5-15cm)(1; site 1, 2; site 2, 3; site 3).

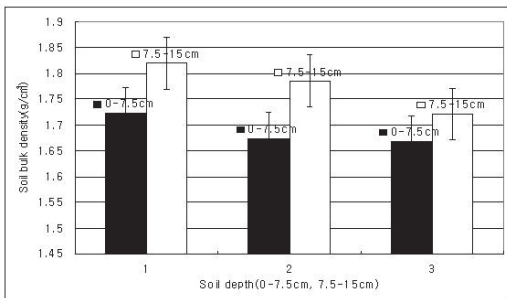


Figure 5. Soil bulk density (g/cm<sup>3</sup>) by the soil depth (0-7.5cm, 7.5-15cm) (1; site 1, 2; site 2, 3; site 3).

의 토양의 용적밀도에 비하면 등산로에서의 토양의 용적밀도는 훼손 및 탐방객의 답압에 따른 영향이 크게 나타나는 것으로 분석되었다. 즉, 칠선계곡의 고정조사구에서 2005년 조사한 토양의 용적밀도 1.17g/cm<sup>3</sup>는 각각의 자연임지 조사구 (Site 1, 2, 3)의 토양깊이 0~7.5cm에서의 토양의 용적밀도 1.089g/cm<sup>3</sup>, 1.067g/cm<sup>3</sup>, 1.076g/cm<sup>3</sup>보

다 비교적 높은 값이었으며, 토양깊이 7.5~15cm에서의 토양의 용적밀도 1.100g/cm<sup>3</sup>, 1.092g/cm<sup>3</sup>, 1.103g/cm<sup>3</sup> 보다는 높아 국립공원관리공단에서의 고정조사구와 이 연구에서 실시한 조사구와는 토양의 입지특성에 따른 차이가 나타나는 것으로 분석되었다.

한편, Site 1, Site 2, Site 3에서 자연임지 토양의 조공극률은 토양깊이 0~7.5cm에서는 각기 38.2%, 39.6%, 38.7%로 유사한 값을 나타내었으며, 이는 토양깊이 7.5~15cm에서의 각각의 값 33.5%, 36.4%, 36.5% 보다는 높은 값을 나타내 표층토양의 조공극률이 심층토양보다 높다는 선행연구와 같은 결과를 나타내었으며, 유네스코 생태계보전지역인 경기도 광릉지역에서의 토양깊이에 따른 조공극률보다는 비교적 낮은 값을 나타내었다(임업연구원, 1995). 아울러 자연임지 토양에서의 공극률은 Site 1, Site 2, Site 3에서 토양깊이 0~7.5cm에서는 각각 65.7%, 67.8%, 68.2%를 나타내었고, 토양깊이 7.5~15cm에서는 각각 58.6%, 62.1%, 61.6%를 나타내 비교적 유사한 값을 나타내었다. 즉, 자연임지 토양은 휴식년제에 따른 영향은 없는 것으로 판단된다.

### 3. 토양침식량

조사대상지역 중 탐방객의 출입이 가능했던 거림조사구(site 1)와 휴식년제를 거쳐 2008년에 개방한 칠선계곡(비선담~천황봉구간) 중 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2), 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3) 3개소에 대하여 토양침식량을 분석한 결과는 표 3과 같다.

Table 3. Amount of surface erosion on visiting road. Unit : m<sup>3</sup>/km/yr

Construction year	site 1	site 2	site 3
Amount of surface erosion on strip road	0.054	0.017	0.023

조사대상지역인 거림조사구(site 1)에서의 토양침식량은  $0.054\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$ 로 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2;  $0.017\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$ )보다 약 3.2배 높은 값을 나타내었으며, 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3;  $0.023\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$ )보다 약 2.4배 높은 값을 나타내었는데, 이와 같은 결과는, 거림조사구는 탐방객의 출입이 잦아 토양이 경화되었으며, 이로 인한 강수시 누구침식 등의 진행이 다른 조사지역보다 심화된 데 기인한 결과로 판단된다. 또한, 휴식년제를 실시하고 있는 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2)와 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3)는 탐방객의 통제로 인하여 등산로 표층토양이 회복됨과 동시에 토양침식작용이 완화된 데 기인한 결과이며, 특히 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3)가 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2)보다 토양침식량이 많은 이유는 등산로의 평균경사도(site 2;  $23^\circ$ , site 3;  $32^\circ$ )에 따른 영향에 기인한 이유라 판단된다. 즉, 이와 같은 토양의 답압은 토양의 용적밀도를 증가시키고, 지표토양의 훼손 및 경화로 인하여 토양침식이 증가한다는 선행연구결과와 일치하는 결과이다(Sidle, 1980; Gent et al., 1983; 中尾博美, 1983; Krag et al., 1986; 박재현, 1995).

#### IV. 결 론

이 연구는 지리산국립공원 내에서 1999년 휴식년제로 지정하여 2008년 해제한 칠선계곡의 등산로를 대상으로 토양물리성에 따른 회복상태를 분석하고, 이를 통하여 국립공원관리를 위한 합리적인 등산로 관리방안을 수립, 제시하는데 기초 자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

1. 토양깊이 20cm까지의 평균토양경밀도는 휴식년제로 지정되지 않았던 Site 1보다 휴식년제로 지정되었던 Site 2가 1.5~1.9배, 휴식년제로 지정되었던 Site 3가 2.2~7.5배 낮은 값을 나타

내, 휴식년제의 지정에 따른 토양회복이 있었던 것으로 분석되었다.

2. 토양깊이 0~15cm에서의 조공극률은 Site 2와 3이 각각 Site 1보다 약 1.2배 높은 것으로 나타나 휴식년제의 실시로 인해 토양의 조공극률은 회복이 빠른 것으로 분석되었다.

3. 토양깊이 0~7.5cm에서의 공극률은 Site 1에서는 22.4%인데 비해, Site 2와 3에서는 각각 23.2%, 23.6%로 휴식년제를 실시하지 않았던 Site 1보다 비교적 높은 값을 나타내었고, 토양깊이 7.5~15cm에서의 공극률도 Site 1에서는 18.9%인데 반해 Site 2와 3에서는 각각 22.9%로 높은 값을 나타내, 휴식년제의 실시가 공극률의 회복에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

4. Site 1에서 토양깊이 0~7.5cm에서 토양의 평균용적밀도는  $1.723\text{g}/\text{cm}^3$ 로 Site 2와 3에서의 값  $1.674\text{g}/\text{cm}^3$ ,  $1.668\text{g}/\text{cm}^3$ 보다 높은 것으로 나타났다. 토양깊이 7.5~15cm 깊이에서는 Site 1에서는  $1.820\text{g}/\text{cm}^3$ 인 값에 비해, Site 2와 Site 3에서는 각각  $1.785\text{g}/\text{cm}^3$ ,  $1.721\text{g}/\text{cm}^3$ 로 Site 1보다 낮은 값을 나타내 휴식년제의 실시로 인하여 토양의 용적밀도는 낮아지는 것으로 분석되었다.

5. 조사대상지역인 거림조사구(site 1)에서의 토양침식량은  $0.054\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$ 로 칠선계곡 등산로(비선담~천황봉 오름길, site 2;  $0.017\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$ )보다 약 3.2배 높은 값을 나타내었으며, 칠선계곡의 등산로 하단부(천황봉~비선담 내림길, site 3;  $0.023\text{m}^3/\text{km}/\text{yr}$ )보다 약 2.4배 높은 값을 나타내 휴식년제의 실시가 등산로 토양의 침식 억지에 영향하는 것으로 분석되었다. 따라서 지리산 칠선계곡탐방로의 답압에 의한 훼손을 저감하기 위해서는 기 실시하는 탐방예약제 등의 장기적인 실시가 필요할 것으로 사료된다.

#### 인 용 문 헌

국립공원관리공단. 2003. 지리산국립공원 자연자원조사. 국립공원관리공단. 6-722pp.



- 국립공원관리공단. 2007. 지리산 칠선계곡 일원 자연자원의 가치평가 및 합리적인 관리방안 연구 요약보고서. 44pp.
- 국립공원관리공단 지리산사무소. 2004. 지리산국립공원 자원 모니터링. 국립공원관리공단 지리산사무소. 375pp.
- 국립공원관리공단 지리산사무소. 2005. 지리산국립공원 자원 모니터링. 국립공원관리공단 지리산사무소. 524pp.
- 국립공원관리공단 지리산사무소. 2006. 지리산국립공원 자원 모니터링. 국립공원관리공단 지리산사무소. 724pp.
- 국립공원관리공단 지리산사무소. 2007. 지리산국립공원 자원 모니터링. 국립공원관리공단 지리산사무소. 603pp.
- 박재현. 1995. 백운산 성숙활엽수림 개별수확지에 서 벌출직후의 환경변화와 운재로 침식에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문. 137pp.
- 오구균 · 우보명. 1992. 답압으로 훼손된 임간지의 임상식생복원에 관한 연구(I) -임상식생복원에 미치는 파종, 시비 및 표토처리효과-. 한국임학회지 81(1) : 53-65.
- 우보명. 1995. 신제 사방공학. 향문사. 298pp.
- 우보명, 박재현, 김경훈. 1994. 벌채적지 운재로의 토양가밀도 변화와 자연식생회복에 관한 연구. 한국임학회지 83(4) : 545-555.
- 이천용. 1995. 산림환경토양학. 진성문화사. 45-88pp.
- 임업연구원. 1995. 수원함양기능증진을 위한 시업기술 개발. 임업연구보고서(4-I) : 294-299.
- 藤原俊六郎 · 安西徹郎 · 加藤哲郎. 1996. 土壤診断の方法と活用. 281pp.
- 井手久登. 1992. 環境に調和した道路. 造園雑誌 55(4) : 342-343.
- 中尾博美. 1983. 作業道の路面寢食について. 第94回日本林學會大會發表論文集 : 705-706.
- 中野政詩 · 宮崎 毅 · 塩澤 昌 · 西村 拓. 1995. 土壤物理環境測定法. 東京大學出版會. 246pp.
- 村井 宏 · 岩崎勇作. 1975. 林地の水および土壤保全機能に関する研究(第1報)-地床かく亂が土地表流下, 浸透および浸蝕に及ぼす影響と林地の保全策-. 林試研報 274 : 1-23
- Adams, P. W. 1981. Compaction of forest soils : a pacific northwest extension publication. Oregon. USDA Forest Service. PNW-217.
- Froehlich, H. A., D. W. R. Miles and R. W. Robbins. 1985. Soil bulk density recovery on compacted skid trails central Idaho. Soil Science Society American Journal, 49(4) : 1016-1017.
- Gent, J. R., R. Ballard and A. E. Hassan. 1983. The impact of harvesting and site preparation on physical properties of lower coastal plain soils. Soil Science Society of American Journal, 47 : 595-598.
- Johnson, M. G. 1978. Infiltration capacities and surface erodibility associated with forest harvesting activities in the Oregon cascades. M.S. thesis, Oregon State Univ., Corvallis. 172pp.
- Krag, P., K. Higginbotham and R. Rothwell. 1986. Logging and soil disturbance in southeast British Columbia. Canadian Journal of Forestry Research, 16 : 1345-1354.
- Sidle, R. C. 1980. Impacts of forest practices on surface erosion. A pacific northwest extension publication, Oregon. USDA Forest Service. PNW 195 : 1-5.