

지리산국립공원 동부지역 야영장 조성지와 인접 산림지역의 토양 특성 비교¹

김춘식^{2*} · 장경수³ · 이홍우⁴ · 조현서²

Comparisons of Soil Characteristics between Campsites and Their Adjoining Forest Areas in the Eastern Area of Jirisan National Park¹

Choonsig Kim^{2*}, Kyoung-Su Jang³, Hong-Woo Lee⁴, Hyun-Seo Cho²

요 약

지리산 국립공원 동부지역에 위치한 중산리, 백무동, 대원사 신·구야영장 등 4개의 야영장조성지와 인접한 산림 지역의 토양 특성을 비교한 결과 토양용적밀도, 토양경도, 토양 pH, 투수율, 토양호흡률 등의 토양 특성은 산림지역과 야영장 조성지 사이에 차이가 있었다($p < 0.05$). 그러나 표토(0~15cm)와 심토(15~30cm) 사이에 깊이별 토양특성은 야영장 조성지와 산림지역 모두 차이가 없었다($p > 0.05$). 토양용적밀도의 경우 산림지역은 $0.95\text{g}/\text{cm}^3$, 야영장 조성지 $1.29 \sim 1.44\text{g}/\text{cm}^3$ 로, 야영장 조성지가 산림지역에 비해 높았으며, 토양경도는 산림지역 $1.44\text{kg}/\text{cm}^2$, 야영장 조성지 $2.9 \sim 4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 토양공극율의 경우 산림지역은 64.3% 로 야영장 조성지 45.7~51.4%에 비해 높았고, 토양 pH는 산림지역 pH 5.46, 야영장 조성지 pH 5.49~pH 6.38 범위에 분포하였다. 투수율의 경우 산림지역 $18.7\text{cc}/\text{초}$, 야영장 조성지 $0.79 \sim 2.06\text{cc}/\text{초}$, 토양호흡율은 산림지역 $0.58\text{gCO}_2/\text{m}^2/\text{h}$ 로, 야영장 조성지 $0.13 \sim 0.34\text{gCO}_2/\text{m}^2/\text{h}$ 에 비해 높게 나타났다.

주요어 : 토양용적밀도, 토양압, 토양호흡

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate soil property between campsites located at Joongsanri, Daewonsa old, Daewonsa new, Baekmudong and their adjoining forest areas in the eastern area of Jirisan National Park. The survey results showed that there existed a significant difference($p < 0.05$) between the two areas in soil property, such as soil bulk density, soil hardness, soil pH, water infiltration and soil respiration rates. However, there was no difference in soil property by depth between surface soil(0~15cm) and subsurface soil(15~30cm) for the two areas($p > 0.05$). In case of soil bulk density, its values in campsites were significantly higher ($1.29 \sim 1.44\text{g}/\text{cm}^3$) than in forest areas($0.95\text{g}/\text{cm}^3$), while soil hardness was significantly lower($p < 0.05$) in forest areas($1.44\text{kg}/\text{cm}^2$) than in campsites($2.9 \sim 4.0\text{kg}/\text{cm}^2$). Soil pore space was significantly lower in campsites(45.7~51.4%) than in forest areas(64.3%), and soil pH in forest

1 접수 6월 1일 Received on Jun. 1, 2007

2 진주산업대학교 산림자원학과 Department of Forest Resources, Jinju National University, Jinju(660-758), Korea

3 국립산림과학원 남부산림연구소 Southern Forest Research Center, Jinju(660-300), Korea

4 국립공원관리공단 지리산사무소 Office of Jirisan National Park, Sancheong (660-933), Korea

* 교신저자, Corresponding author(ckim@jinju.ac.kr)

areas indicated pH 5.46 and that of the campsites was distributed at the range from pH 5.49 to pH 6.38. In addition, water infiltration was significantly lower in campsites(0.79~2.06cc/sec) than in forest areas(18.7cc/sec), while soil respiration rates were significantly higher in forest areas($0.58\text{gCO}_2/\text{m}^2/\text{h}$) than in campsites($0.13\sim 0.34\text{gCO}_2/\text{m}^2/\text{h}$).

KEY WORDS : SOIL BULK DENSITY, SOIL COMPACTION, SOIL RESPIRATION

서론

지리산국립공원은 1967년 우리나라 최초의 국립공원으로 지정되었으며, 국내 20개 국립공원 중 면적이 가장 넓은 산악형 국립공원으로 생태적, 학술적 보존 가치가 매우 높은 것으로 알려져 있다. 그러나 국내에 위치한 국립공원의 경우 매년 증가하는 탐방객으로 인하여 산림지역 내 자연환경자원의 경관과 산림생태계가 훼손되고, 공원인접주변에 유원지가 확대되는 등 다양한 문제점이 발생하고 있다(권영선과 이경재, 1987; 조현길 등, 1990).

공원지역 내 탐방객들의 활동은 산림생태계 내 사공간적인 측면에서 다양한 영향을 미치게 되고, 이들 중 토양특성도 상당한 변화가 발생하며, 특히 토양 물리적 성질 중 토양용적밀도가 증가하고 토양공극이 감소하거나(Lutz, 1945; Cole, 1995), 칼슘, 마그네슘함량 같은 토양 화학적 성질의 경우 탐방객의 이용이 높을수록 증가하는 경향(권영선과 이경재, 1987)을 보이는 것으로 알려져 있다. 또한 탐방객의 이용과 야영행위 등에 따라 발생하는 인위적인 답압은 식생회복을 지연하거나(권영선과 이경재, 1987; 권태호, 1990; Cole, 1995; Godefroid and Koedam, 2004), 토양 침식 및 유실의 원인이며, 식생의 중구성 상태를 변화하게 하는 것으로 보고 되고 있다(Sun and Walsh, 1998; Williamson and Neilsen, 2000; Miller *et al.*, 2001; Godefroid and Koedam, 2004). 이러한 문제점 때문에 국내에서도 금오산(이경재와 안준수, 1986), 지리산(조현길 등, 1987), 치악산(권영선과 이경재, 1987), 팔공산(권태호, 1990) 등 국립공원 및 자연공원지역을 대상으로 탐방객의 이용 및 야영행위가 토양 및 식생에 미치는 영향에 대한 다양한 연구가 시도되었다. 그러나 국내 야영장 관련 토양변화 연구의 경우 자연 상태에서 조성된 야영지나 야영행위에 따른 토양의 화학적 특성 변화(이경재와 안준수, 1986; 조현길 등, 1987; 권영선과 이경재, 1987; 권태호, 1990)에 대한 연구가 대부분으로, 야영행위시 직접 토양에 영향을 미칠 수 있는 토양용적밀도, 공극율, 수분 침투율 등

과 관련된 자료는 미흡한 편이다. 또한 최근 야영장은 인위적으로 조성되고 있으며, 야영과정 동안 탐방객의 체류 시간이 길기 때문에 토양의 훼손 정도가 매우 심할 것으로 예측되나 아직까지 국내의 국립공원 내에 위치한 야영장 조성지의 토양 특성이 어느 정도 수준인 지에 대한 것은 알려져 있지 않다.

본 연구는 최근 탐방객이 급격히 증가하고 있는 지리산 국립공원 내 야영장조성지의 토양 실태 평가를 목적으로 지리산 국립공원의 동부지역에 위치한 중산리 야영장, 대원사 산구야영장, 백무동 야영장 등 4개 야영장과 인접한 산림지역의 토양 특성을 조사하고, 비교함으로써 야영장 조성지의 토양 특성이 산림지역과 어느 정도의 차이가 있는지를 구명하기 위한 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

지리산 국립공원의 경우 중산리, 대원사 산구, 백무동, 대성, 불일, 횡전, 반선 1, 2, 달궁 야영장 등 총 10개의 야영장이 있으며, 본 연구 조사가 실시된 지리산 동부지역의 경우 중산리, 대원사 산구, 백무동 야영장 등 4개의 야영장이 운영되고 있다. 야영장 조성지의 입지 환경요인 및 토양 특성을 조사하기 위하여 2005년 5월 각 야영장 별 대표적인 지역 6개소를 선정하고, 각각에 대하여 토양 단면을 제작한 후 0~15cm, 15~30cm 깊이에 토양단면특성을 조사하였다(산림청, 1995). 또한 대조구로서 사용 될 산림지역의 경우 각 야영장에 인접한 자연 상태의 산림지역을 각 지역별(중산리, 대원사, 백무동)로 2개소 씩 선정하여(총 6개소) 야영장에서 조사한 방법과 동일하게 조사를 실시하였다. 각 조사구의 토양단면 조사 후 각 깊이별 토양 물리적 성질 중 토양용적밀도는 토양단면으로부터 각 각의 깊이별로 100cm³ 스테인리스 캔을 이용하여 시료를 채취하고, 실험실로 운반하여 105°C 건조기에 48시간 이상 건조한 후 토양용적밀도 및 공극율을 계산하였다. 토양경도는 휴대용 토양경도측정기(Pocket Penetrometer, CL-700A)를 이용하여 각 단면 내 각 깊이로부터 5개

소 이상 측정하여 평균값을 계산하였다. 토양 pH를 측정하기 위한 시료는 각 깊이별 토양시료를 실험실로 운반하여 음진하고 토양 5g과 증류수 25ml를 첨가한 후 이온전극(istec Model 735p)을 이용하여 측정하였다. 투수율의 경우 토양단면 조사구에 인접한 지역을 선정한 후 원형의 400cm² 스테인리스 캔을 설치하고 400cc의 물이 침투되는 시간을 측정하였다(Alban *et al.*, 1994). 토양미생물 및 뿌리 활동의 지표로 활용될 수 (Brady and Weil, 2002) 있는 토양 이산화탄소 방출량은 IRGA(infrared gas analyzer) 방법에 의해 토양호흡을 측정 할 수 있는 챔버가 부착된 EGM-4(PP system, Hitchin, UK)를 이용하여 각각의 토양단면 조사구에 인접한 지역으로부터 측정하였다. 수집된 자료는 이원분산분석(two-way ANOVA)을 이용하여 주효과(main effect)인 야영장조성지와 산림지역의 지역별, 토심별 토양 특성과, 지역과 토심사이 교호작용효과(interaction effect)를 분석하였으며 주 효과와 교호작용 효과에 유의성이 없는 경우 자료를 통합하여 분석을 실시하였고, 분산분석결과 유의적인 차이가 있을 경우 Tukey 방법을 이용하여 평균 간 차이를 검정하였다(SAS, 1985).

결과 및 고찰

1. 조사구의 일반 현황

지리산 동부지역 야영장 중 중산리 야영장, 대원사 신·구야영장은 산청군에, 백무동 야영장은 함양군에 위치하고 있다(Table 1). 4지역 야영장 중 대원사 구야영장은 1988년에 4개 야영장중 가장 먼저 조성되었으며, 백무동 야영장 1994년, 중산리 야영장 1995년, 대원사 신야영장은 2003년으로 대원사 신야영장이 가장 최근에 조성되었다. 야영장의 표고는 대원사 신야영장이 253m에 위치하여 조사구중 가장 낮았으며, 중산리 야영장이 640m로 가장 높은 곳에 위치하였다. 야영장 주변에 식재되거나 발견되는 수목은 중산리 야영장의 경우 산벚나무, 중국단풍나무, 자작나무, 대원사 구야영장은 때죽나무, 서어나무, 소나무, 대원사 신야영장은 소나무, 졸참나무, 철쭉, 백무동 야영장은 느티나무, 상수리나무, 잣나무 등이 분포하였다(Table 1).

각 야영장의 최근 4년 동안 이용객은 백무동 야영장이 평균 1,327명으로 가장 많았고, 대원사 신야영장 평균 600명, 구야영장 평균 550명으로 두 야영장 사이에 큰 차이가 없었으며, 중산리 야영장이 평균 420명으로

Table 1. Location and tree species in the study sites of Jirisan National Park

Campsite	Opening year	Location	Elevation(m)	Tree species
Joongsanri	1995	Sancheonggun	640	<i>Prunus sargentii</i>
		Sicheonmyon Joongsanri		<i>Acer buergerianum</i> <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>
Daewonsa old	1988	Sancheonggun	310	<i>Styrax japonica</i>
		Samjangmyon		<i>Carpinus laxiflora</i>
		Yoopyoungri		<i>Pinus densiflora</i>
Daewonsa new	2003	Sancheonggun	253	<i>Pinus densiflora</i>
		Samjangmyon		<i>Quercus serrata</i>
		Yoopyoungri		<i>Rhododendron schlippenbachii</i>
Baekmudong	1994	Hamyangun	532	<i>Zelkova serrata</i>
		Macheonmyon		<i>Quercus acutissima</i>
		Gangcheonri		<i>Pinus koraiensis</i>

Table 2. Number of visitors over 4 years in selected campsites of Jirisan National Park

Campsite	Year				Mean
	2002	2003	2004	2005	
Joongsanri	423	508	376	376	420
Daewonsa old	570	550	560	520	550
Daewonsa new	-	531	602	667	600
Baekmudong	1,240	1,395	1,420	1,253	1,327

Table 3. P-value from ANOVA of soil property between campsites and forest areas of Jirisan National Park

Variable	DF	Soil hardness	Soil bulk density	Pore space rates	Soil pH	Water infiltration rates	Soil respiration rates
R	4	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0062	<0.0001	<0.0001
D	1	0.6026	0.7783	0.7537	0.1894	-	-
R×D	4	0.6696	0.8083	0.8179	0.9923	-	-

note: DF: Degree of freedom, R: Campsite or forest area, D: Soil depth

가장 이용객이 적었다(Table 2).

2. 토양특성

1) 분산분석

야영장 조성지와 인접산림지역을 대상으로 지역별, 토양 깊이별 토양특성에 대한 분산분석을 실시한 결과 토양경도, 토양용적밀도, 토양 pH, 투수율, 토양호흡율 등은 야영장조성지와 산림지역 사이에 유의적 차이가($p < 0.05$) 있는 것으로 나타났다(Table 3). 그러나 토양 깊이에 따른 토양 특성의 차이는 조사된 4개 인자 모두 유의적인 차이가 없었으며, 조사 지역과 토양 깊이와의 교호작용 효과도 조사된 토양 인자 모두 유의성이 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

2) 토양용적밀도와 토양경도

토양용적밀도는 산림지역이 $0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 였으나, 야영장 조성지의 경우 $1.29\text{g}/\text{cm}^3$ 부터 $1.44\text{g}/\text{cm}^3$ 까지 다양하게 분포하였으며, 산림지역에 비해 $0.34\sim 0.49\text{g}/\text{cm}^3$ 정도까지 유의적으로 높게 나타났다(Figure 1). 그러나 야영장조성지별 토양용적밀도는 지역간에 유의적

인 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 토양경도의 경우 산림지역은 $1.44\text{kg}/\text{cm}^2$ 였으나 야영장 조성지의 경우 토양경도가 가장 높은 중산리지역은 $4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 로서 산림지역에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 지역별 야영장조성지의 경우 조성 된지 가장 오래된 대원사 구야영장이 중산리야영장에 비해 토양경도가 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$).

3) 토양공극율과 토양 pH

토양공극율의 경우 토양용적밀도와 밀접한 관계가 있기 때문에 토양용적밀도의 결과와 유사한 경향을 보이고 있으며, 산림지역의 공극율은 64.3%로서 야영장 조성지 45.7~51.4%에 비해 높게 나타났다(Figure 2). 토양 pH의 경우 야영장 조성지는 pH 5.49~pH 6.38의 범위에 분포하였으며, 산림지역의 토양 pH 5.46에 비해 토양 pH가 높았으나 백무동 야영장을 제외하고, 유의적인 차이가 없었다(Figure 2). 야영장별 토양 pH의 경우 조성 된지 가장 오래된 대원사 구야영장이 pH 5.49로서 타 야영장에 비해 낮았다.

4) 투수율 및 토양 호흡율

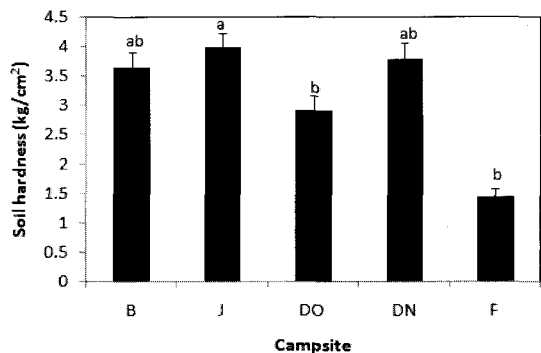
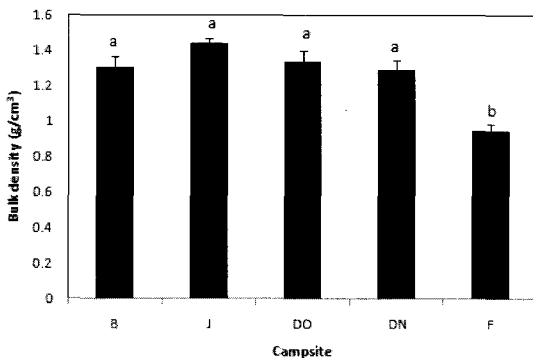


Figure 1. Soil bulk density and soil hardness of campsites and forest areas in Jirisan National Park. Different letters indicate significant differences($p < 0.05$)

B: Baekmudong, J: Joongsanri, DO: Daewonsa old, DN: Daewonsa new, F: Forest

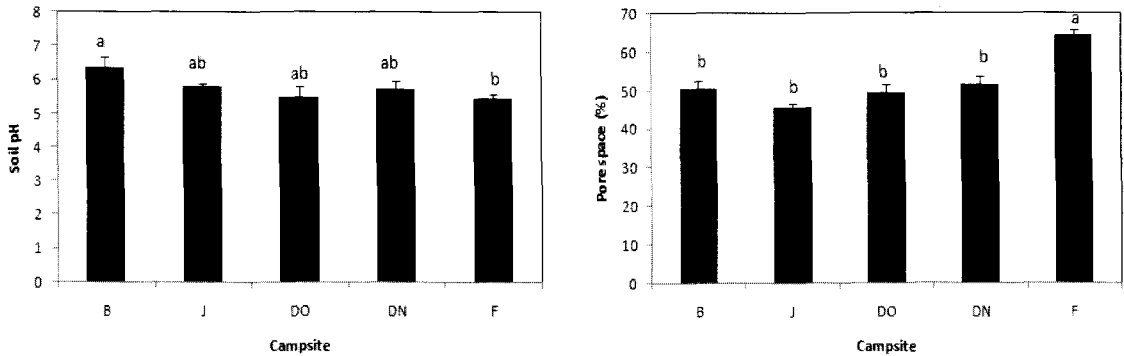


Figure 2. Soil pore space and soil pH of campsites and forest areas in Jirisan National Park. Different letters indicate significant differences($p < 0.05$)

B: Baekmudong, J: Joongsanri, DO: Daewonsa old, DN: Daewonsa new, F: Forest

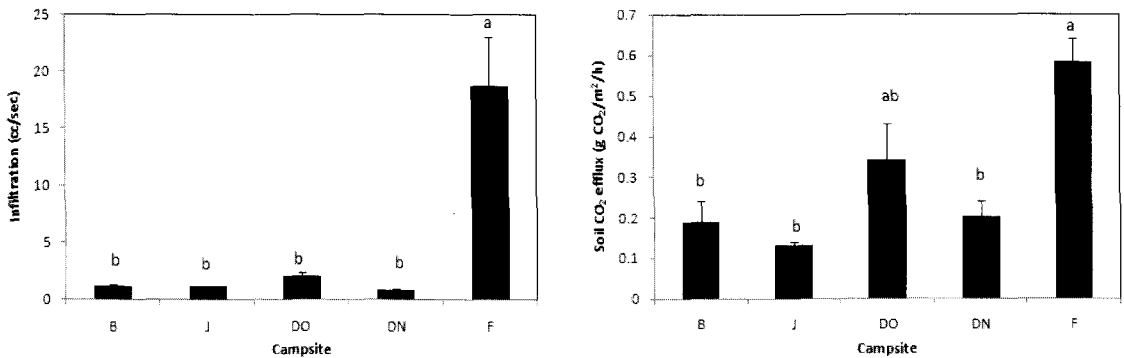


Figure 3. Water infiltration and soil respiration rates of campsites and forest areas in Jirisan National Park. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$)

B: Baekmudong, J: Joongsanri, DO: Daewonsa old, DN: Daewonsa new, F: Forest

투수율의 경우 야영장 조성지가 0.79~2.06cc/초로, 산림지역의 18.7cc/초에 비해 매우 낮았으나 (Figure 3), 야영장 지역별로는 유의적인 차이가 ($p < 0.05$) 나타나지 않았다. 산림지역과 야영장 조성지 사이 토양호흡율의 경우 산림지역이 0.58gCO₂/m²/h로서 야영장조성지의 0.13~0.34gCO₂/m²/h에 비해 높게 나타났다(Figure 3).

고 찰

지리산 국립공원 내 야영장 조성지와 인접한 산림지역의 토양특성을 비교한 결과 토양용적밀도, 토양경도, 토양 pH, 투수율, 토양호흡율 등의 토양 특성은 산림지역과 야영장 조성지 사이에 유의적인 차이가 있었

다. 그러나 깊이별 토양특성은 야영장 조성지와 산림지역 모두 차이가 없었다. 토양용적밀도나 토양경도는 토양답압의 정도를 신속하게 측정 할 수 있는 인자로서 (Miller *et al.*, 2001) 지리산지역 야영장조성지의 토양용적밀도와 토양 경도는 산림지역에 비해 유의적으로 높아 토양답압이 심한 것으로 나타났다. 이는 이들 야영장 조성지가 인위적으로 조성되어 야영장 조성 시 절성토에 따른 장비이용과 야영장 이용객들의 지속적인 답압이 원인으로 사료된다. 산림지역의 공원 내 토양용적밀도는 탐방객의 답압정도에 따라 다르게 나타나는 것으로 보고 되고 있으며, Lutz(1945)는 미국 Sleeping Giant 주립공원 내 탐방객에 의해 주로 이용되는 지역 내 표토깊이(0~10cm)의 토양용적밀도가 1.30g/cm³으로, 탐방객에 의해 이용되지 않는 지역의 토양용적밀도 1.06g/cm³에 비해 유의적으로 높았고 이

는 탐방객의 과도한 이용에 따른 답압이 원인이라 보고한 바 있다. 토양경도의 경우도 산림지역과 야영장 조성지 사이에 유의적인 차이가 있었으며, 지역별로도 차이가 발생하여 중산리 야영장의 토양경도는 $4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 대원사 구야영장 $2.92\text{kg}/\text{cm}^2$ 에 비해 유의적으로 높았다. 이는 야영장 조성시 사용한 장비, 성토에 사용한 토양특성(Williamson and Neilsen, 2000), 또는 탐방객의 이용밀도 증가에 따른 토양 답압이 원인으로 사료되나(조현길 등, 1987), 본 조사구의 경우 년 평균 탐방객이 중산리아영장 420명, 대원사 구야영장 550명으로 차이가 나타나지 않아(Table 1), 야영장 조성시 사용한 장비나 절성토 작업 시 사용한 토양특성 등의 차이가 원인일 가능성이 있다. 국내에서 조사된 야영장의 토양경도는 지리산 국립공원 화엄사지구 야영장이 $2.21\sim 3.46\text{kg}/\text{cm}^2$ (조현길 등, 1987), 치악산 국립공원 야영장의 경우 $4.2\sim 4.5\text{kg}/\text{cm}^2$ (권영선과 이경재, 1987)로 본 조사구인 지리산 동부지역 야영장의 경우 화엄사지구 야영장과 유사하며, 치악산 야영장에 비해서는 토양경도가 낮았다.

토양공극율의 경우 토양용적밀도와 밀접한 관계가 있기 때문에, 토양용적밀도에서 나타난 결과와 유사한 경향을 보이고 있으며, 산림지역의 토양공극율은 64.3%로서 야영장 조성지 45.7~51.4%에 비해 높았다. 이와 같이 야영장 조성지의 토양 공극율이 낮게 나타난 것은 토양답압에 의한 토양용적밀도 증가가 원인으로 사료된다. 유사한 결과로서 미국 Sleeping Giant 주립공원지역 내 탐방객의 이용이 활발한 지역의 토양 공극율은 49.7%, 인위적인 교란이 없는 자연 토양지역은 58.7%로 보고 된바 있다(Lutz, 1945).

토양 pH의 경우 야영장 조성지는 pH 5.49~pH 6.38로 산림지역의 표토 pH 5.46에 비해 높게 나타났다. 이는 산림지역의 경우 지피식생이 빈약한 야영장에 비해, 풍부한 상층 및 하층식생의 양분흡수과정동안 방출되는 수소이온과 유기물 층 내 부식산의 지속적인 유입이 원인으로 사료된다(Brady and Weil, 2002). 그러나 지역별 야영장 조성지 사이에도 토양 pH에 차이가 나타나고 있으며, 조성 된지 가장 오래된 중산리 야영장이 pH 5.49로서, 백무동 야영장 pH 6.38에 비해 유의적으로 낮은 값을 보이고 있으며, 이는 절성토된 토양특성의 차이나 야영장의 관리방법 등의 차이가 원인으로 사료되나, 야영객의 이용행위 등도 토양 pH의 상승에 기여하는 것으로 보고 되고 있으며(권영선과 이경재, 1987; 권태호, 1990), 본 연구에서도 토양 pH가 높았던 백무동야영장의 경우 중산리아영장에 비해 년 평균이용객이 2배 이상 높게 나타나고 있다(Table 2).

투수율의 경우 야영장 조성지는 산림지역에 비해 9~24배정도 낮게 나타나 투수율이 매우 악화되어 있는 것으로 나타났다. 야영지내 투수율 감소는 토양 답압에 따른 공극을 감소나 답압과정에서 발생하는 대공극(macropore)의 소공극(micropore)으로 변화가 원인으로 사료된다(Alban *et al.*, 1994). 유사한 결과로써 Lutz(1945)는 공원지역 내 탐방객에 의해 답압이 심하게 발생하는 지역의 투수율은 탐방객이 이용하지 않는 지역에 비해 6~20배 이상 투수율이 감소한다고 보고한바 있다.

산림지역과 야영장 조성지 사이 토양호흡율의 경우도 야영장 조성지가 산림지역에 비해 1.7~4.5배정도 낮게 나타났으며, 이는 토양 내 이산화탄소 방출이 뿌리 호흡이나 미생물 호흡으로부터 발생하기 때문에(Brady and Weil, 2002) 식생에 의한 뿌리호흡이 왕성하거나 미생물의 호흡이 활발한 지역의 경우 토양호흡량이 증가할 수 있으며, 산림지역의 경우 야영장에 비해 미생물이나 식생의 생육 활발하여 토양으로부터 이산화탄소 방출량이 높게 나타난 것으로 사료된다.

결론

지리산 국립공원 내 야영장 조성지와 인접한 산림지역의 토양특성 중 토양용적밀도, 토양경도, 토양 pH, 투수율, 토양호흡율 등은 산림지역과 야영장 조성지 사이에 유의적인 차이가 있었으나 깊이별 토양특성은 차이가 없었다. 산림지역에 비해 야영장 조성지의 토양용적밀도 및 토양경도의 증가, 토양공극율의 감소는 야영장 조성 동안 장비이용과 절성토 시 사용된 토양특성, 야영장 이용객들의 지속적인 답압이 원인으로 사료된다. 토양 pH의 경우 야영장 조성지는 산림지역에 비해 높게 나타났으며, 이는 토양특성, 관리방법, 야영객의 이용행위 등이 원인으로 사료되었다. 야영장 조성지의 경우 토양답압에 따른 투수율 감소가 뚜렷하였으며, 토양 호흡량의 경우도 산림지역에 비해 1.7~4.5배 정도 낮게 나타났다. 본 연구결과에 따르면 야영장 조성지 토양특성은 야영장 조성과정동안 인위적인 교란정도나 야영장이용행위, 조성연도 등에 따라 산림지역 토양특성과 차이가 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구논문의 논리적인 구성에 도움을 주신 심사위원님들께 감사드립니다.

인용문헌

- 권영선, 이경재(1987) 치악산국립공원에서의 야영행위가 자연환경에 미치는 영향. 한국조경학회지 15(2): 67-78.
- 권태호(1990) 팔공산 자연공원에서의 등산로 및 야영장이용이 자연환경에 미치는 영향. 한국조경학회지 17(2): 21-34.
- 산림청(1995) 산림입지조사요령. 86쪽.
- 이경재, 안준수(1986) 금오산지역에서의 레크리에이션 행위가 토양 및 식생에 미치는 영향. 한국임학회지 74: 37-46.
- 조현길, 이경재, 오구균(1987) 야영행위가 식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구 -지리산국립공원 화엄사지구 야영장을 대상으로-. 한국조경학회지 14(3): 21-31.
- Alban, D.H., G.E. Host, J.D. Elioff, and D. Shadis(1994) Soil and vegetation response to soil compaction and forest floor removal after aspen harvesting. USDA Forest Service Research Paper NC-315, 8pp.
- Brady, N.C. and R.R. Weil(2002) The Nature and Properties of Soils (13th ed.). Prentice Hall, 960pp.
- Cole, D.N.(1995) Recreational trampling experiments: Effects of trampler weight and shoe type. USDA Forest Service Research Note INT-RN-425. 4pp.
- Godefroid S. and N. Koedam(2004) The impact of forest paths upon adjacent vegetation: effects of the path surfacing material on the species composition and soil compaction. Biological Conservation 119: 405-419.
- Lutz, H.J.(1945) Soil conditions of picnic grounds in public forest parks. Journal of Forestry 43: 121-127.
- Miller, R.E., J. Hazard and S. Howes(2001) Precision, accuracy, and efficiency of four tool for measuring soil bulk density or strength. USDA Forest Service Research Paper PNW-RP-532. 16pp.
- SAS(1985) SAS STAT Guide for Personal Computers. Version 6 Edition, SAS Institute, Cary, NC. USA., 378pp.
- Sun, D. and D. Walsh(1998) Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia. Journal of Environmental Management 53: 323-338
- Williamson, J.R. and W.A. Neilsen(2000) The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting. Canadian Journal of Forest Research 30: 1196-1205.