

# 월악산국립공원 탐방로의 주연부식생<sup>1</sup>

최송현<sup>2</sup> · 오구균<sup>3\*</sup> · 조현서<sup>4</sup> · 강현미<sup>5</sup>

## Edge Vegetation Structure of Trails in Woraksan National Park<sup>1</sup>

Song-Hyun Choi<sup>2</sup>, Koo-Kyoon Oh<sup>3\*</sup>, Hyun-Seo Cho<sup>4</sup>, Hyun-Mi Kang<sup>5</sup>

### 요약

월악산국립공원 지역의 탐방로 주연부식생 구조를 파악하기 위하여 주요 탐방로 5개 구간에 조사구 39개를 설치하여 식생 구조를 조사하였다. 탐방로별 교목층의 우점종은 신갈나무와 소나무, 굴참나무가 조사되었으며, 관목층의 주요 수종으로는 입지환경 요인이나 이용강도에 상관없이 동창구간을 제외한 모든 구간에서 조록싸리로 나타났다. 5개 탐방로 구간 간 유사도지수는 41.65%~66.50%로 나타났다. 입지환경별 탐방로 주연부 수종의 차이는 크게 나타나지 않는 것으로 판단된다.

주요어 : 주연부 수종, 조록싸리

### ABSTRACT

To investigate the vegetation structure of trail edges in Woraksan National Park, thirty nine plots on the five trails were surveyed. Dominant species in the tree layer on trails were *Quercus mongolica*, *Pinus densiflora* and *Q. variabilis*, but in the shrub layer, *Lespedeza maximowiczii* was a dominant species on the all trails except the Dongchang section even though five trails have different situations and use of strength. The similarity index between five trails was 41.65%~66.50%. The edge species among trails in Woraksan National Park have a similar pattern.

**KEY WORDS : EDGE SPECIES, LESPEDEZA MAXIMOWICZII**

1 접수 1월 27일 Received on Jan. 27, 2005

2 밀양대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Miryang National Univ., Miryang(627-706), Korea(songchoi@mnu.ac.kr)

3 호남대학교 환경디자인학부 School of Environmental Design Engineering, Honam Univ., Gwangju(506-714), Korea(ohkk@honam.ac.kr)

4 진주산업대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Jinju National Univ., Jinju(660-758). Korea(sanchs@ejcc.chinju.ac.kr)

5 밀양대학교 대학원 Graduate School, Miryang National Univ., Miryang(627-706), Korea(mybab@lycos.co.kr)

\* 교신저자, Corresponding author

## 서론

월악산국립공원은 1984년 12월 31일 17번째로 국립공원으로 지정되었으며 제천시, 충주시, 단양군, 문경시 4개 시군에 걸쳐 있고 총면적은 284.5km<sup>2</sup>이다.

월악산국립공원의 식물자원을 살펴보면 관속식물은 총 495종이 있으며, 주요 식물로 송계리 모감주나무군락과 금수산 애기얇은부채군락 등이 있다. 또한 천연기념물 제337호인 망개나무(1983년 8월 19일)가 자리 잡고 있다. 월악산 영봉(1,097m)를 주봉으로 하설산(1,028m), 문수봉(1,162m), 만수봉(983m) 등이 있으며, 기암괴석과 계곡 등 뛰어난 자연경관을 두루 갖추고 있다.

지난 10년(1988년~1997년)간 월악산국립공원의 연도별 탐방객 현황을 살펴보면, 1988년 62만4천명의 탐방객이 찾은 이래 꾸준한 증가세를 보이고 있는데, 10년간 평균 4.9%의 증가율을 나타냈다. 각 지구별 탐방객 현황은 월악산과 송계계곡을 찾는 탐방객이 많았고 특히, 송계지구에 탐방객이 집중하고 있다.

월악산국립공원 내 벌재~마패봉에 이르는 구간은 백두대간이 지나가고 있으며, 백두대간의 주요 산인 황장산이 월악산국립공원에 속해있다. 또한 공원 내 벌재와 하늘재가 백두대간의 주요 고개와 도로에 속해있기도 하다(국립공원관리공단 월악산관리사무소, 1997).

대상지 주변의 주요 식생현황을 살펴보면, 신갈나무군락과 소나무군락이 주로 분포하고 있다. 신갈나무군락은 600m이상에서 주요수종으로 나타나고 있으며, 소나무군락의 교목층 소나무 평균 수고는 18m, 평균 식피율은 80%를 보이며 자라고 있다.

국립공원 내 주연부식생 구조를 밝히는 연구는 오구균 등(1989)이 가야산국립공원의 주연부에 대해 실시한 연구와 오구균 등(1991)이 지리산국립공원을 대상으로 조사한 적이 있고, 오구균 등(2000)가 지리산국립공원 동부지역의 탐방로를 대상으로 연구한 적이 있고, 오구균과 박석곤(2001)이 계룡산국립공원에 대해 10개의 탐방로를 대상으로 주연부식생에 대해 연구한 것이 있다.

탐방로 주연부식생은 산림내부 생태계보호, 야생동물의 서식처, 인공시설과 산림 간 전이지대의 기능 등 산림보전 측면에서 중요한 역할을 하고 있다(오구균 등, 2000).

본 연구에서는 탐방로 주연부식생 구조와 식생 조사, 분석을 통해 월악산국립공원의 탐방로 주연부식생 관리에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사 범위 및 시기

본 연구는 월악산국립공원을 대상으로 2004년 2월에 예비조사, 7월에 본 조사를 실시 주연부식생 조사를 하였다.

탐방로 주연부식생 조사는 이용강도를 고려하여 월악산국립공원 지역의 주요 탐방로 5개 구간에 39개의 조사구를 설치하였다. 월악산국립공원 내 탐방로의 통행량을 살펴보면, 덕주사~영봉구간은 통행량이 많고, 만수골구간, 만수봉~만수교구간, 동창구간의 통행량은 중간 정도이며, 영봉~신록사구간은 통행량이 비교적 적다. 39개소 조사지는 Figure 1과 같이 설정하였다.

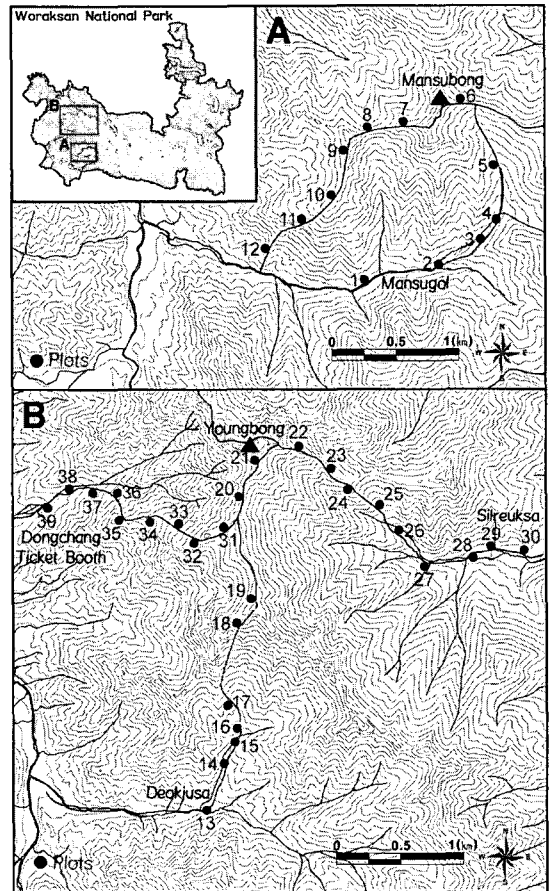


Figure 1. The Location map of the survey plots in Woraksan National Park

## 2. 조사 및 분석방법

### 1) 식생 및 환경요인 조사

월악산국립공원 내 주요 탐방로 5개 구간에 대해 39개의 조사지를 설정하고, 각 조사지마다 2m×10m(20 m<sup>2</sup>)크기의 방형구 5개씩을 설치하고, 주요 환경인자 및 식생을 조사하였다. 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층위별로 식생을 조사하였으며, 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 흉고직경(DBH) 2cm이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 단, 아교산대의 능선부 식생 중 교목층과 아교목층의 구분이 어려울 경우, 교목층과 관목층으로만 수관층위를 구분하였다. 교목층과 아교목층에서는 수목을 2m×10m크기 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 2m×5m크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다.

각 조사지의 일반적 개황으로는 지형적 위치, 고도, 경사도, 율폐도, 수고 등을 조사하였다.

### 2) 식물군락구조 조사

식생 조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(importance value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(importance percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(mean importance percentage; M.I.P.)를 구하였다.

5개 구간으로 구분된 탐방로 구간의 식생자료를 토대로 종다양도와 유사도를 비교, 분석하였다. Shannon의 종다양도(Pielou, 1977)은 자연로그를 사용하여 계산하였으며, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수(similarity index)를 분석하였다.

또한 조사구의 사면상 위치에 따라 상복부, 중복부, 산록부로 구분한 후 동, 서, 남사면과 능선부의 입지환경에 따른 탐방로 주변부식생의 우점수종, 유사도지수 등을 비교, 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지 개황

월악산국립공원이 속해 있는 충주, 단양 지역은 고온성 고랭지대로서, 하계는 임우(霖雨)계절풍이 많으며, 동계는 기온차가 심한 대륙성기후를 나타내고 있다. 인근지역인 제천, 충주, 문경의 지난 5년간(2000~2004년) 기상현황을 살펴보면, 제천의 월평균기온은 10.28℃, 강수량은 116.77mm였고, 충주의 월평균기온은 11.63℃, 강수량은 110.06mm였으며, 문경의 월평균기온은 11.54℃, 강수량은 117.24mm였다.

Table 1은 탐방로 주변부식생을 조사한 5개구간의 일반적인 개황을 나타낸 것이다. 덕주사~영봉구간(DjYb)의 조사구 해발고차는 655m로 가장 많은 해발고차를 보였고, 조사구간도 가장 길게 나타났다. 지형을 살펴보면 덕주사~영봉구간(DjYb)은 사면, 계곡, 능선에 입지하고 있으며, 만수봉~만수교구간(MsbMsg)은 사면에, 나머지 3개구간은 계곡부 또는 사면에 입지하고 있다.

### 2. 탐방로 주변부식생

#### 1) 탐방로 구간별 주변부식생 구조

5개 탐방로 구간의 주변부식생 구조는 Table 2와 같다. 먼저 구간별 교목층의 우점종을 살펴보면 만수골구간(Ms)은 굴참나무로 나타났으며, 덕주사~영봉(DjYb), 영봉~신록사구간(YbSr)의 우점종은 신갈나무로 조사되었다. 그리고 만수봉~만수교구간(MsbMsg), 동창구간(Dc)은 소나무와 신갈나무가 우점종으로 같이 출현하였다. 오구균과 박석곤(2001)은 계룡산국립공원의 주변부

Table 1. General conditions of the surveyed trail

No.	Trail route	Intensiveness of use	Altitude (m)	Topography	Length (km)
1	Mansugol(Ms)	Medium	480~730	Valley & Slope	3.5
2	Mansubong~Mansugyo(MsbMsg)	Medium	480~920	Slope	3.0
3	Deokjusa(Temple)~Youngbong(DjYb)	Heavy	330~985	Slope & Valley & Ridge	4.0
4	Youngbong~Silreuksa(YbSr)	Medium	290~880	Slope&Valley	2.5
5	Dongchang Ticket Booth(Dc)	Heavy	300~885	Slope&Valley	2.5

Table 2. Number of individuals and Shannon's diversity index of edge vegetation by the trails in Woraksan National Park

Trail route <sup>1</sup>	Dominant species of canopy layer	Major species of shrub layer	No. of individual	No. of species	H'
Ms	<i>Quercus variabilis</i> , <i>Pinus densiflora</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Parthenocissus tricuspidata</i> , <i>Lindera obtusiloba</i>	451	33	2.2658
MsbMsg	<i>Pinus densiflora</i> , <i>Quercus mongolica</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Rhododendron schlippenbachii</i>	570	24	2.5149
DjYb	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	494	35	2.6767
YbSr	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Stephanandra incisa</i>	512	54	3.2968
Dc	<i>Pinus densiflora</i> , <i>Quercus mongolica</i>	<i>Akebia quinata</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Rhododendron schlippenbachii</i>	489	48	3.0979

<sup>1</sup> Trail route is referred to Table 1

식생 연구에서 신갈나무, 소나무, 낙엽참나무류, 낙엽활엽수가 주요 우점종이라고 하였는데, 이는 본 연구 결과와 유사한 주연부식생 구조였다.

탐방로 구간별 관목층의 주요 수종을 살펴보면 탐방로의 입지환경 요인이나 이용강도에 상관없이 동창구간(Dc)을 제외한 모든 구간에서 조록싸리가 우점종으로 나타났으며 뒤를 이어 담쟁이덩굴, 생강나무, 철쭉나무, 국수나무 등이 나타났다. 동창구간(Dc)의 관목층 우점종은 으름으로 조사되었다.

탐방로 주연부에 출현한 종수는 24~54종이었으며 영봉~신록사구간(YbSr)에서 가장 많은 종이 나타났다. 출현한 개체수는 451~570주였으므로 종수가 가장 작게 나타난 덕주사~영봉구간(DjYb)에 가장 많은 개체수가 조사되었다.

탐방로 구간별 종다양성 분석을 실시한 결과, Shannon 지수가 가장 높은 탐방로는 이용강도가 낮은 영봉~신록사구간(YbSr)으로 3.2968이었다. 반면 Shannon의 지수가 가장 낮은 탐방로는 만수골구간(Ms)으로 2.2658로 나타나 이용강도와 종다양도는 상관성이 없는 것으로 나타났다.

Table 3은 이용강도에 따라 분리한 5개의 탐방로 구간

간 유사도지수를 분석한 것이다. 유사도지수는 41.65%~66.50%이었으며 가장 높게 나타난 구간은 만수봉~만수교구간(MsbMsg)과 덕주사~영봉구간(DjYb)으로 66.50%였다. 이는 층위별 우점종이 동일하게 나타남에 기인하는 것으로 보여진다. 반면 유사도 지수가 가장 낮게 나타난 구간은 계곡에 위치한 만수골구간(Ms)과 사면에 위치한 만수봉~만수교구간(MsbMsg)으로 41.65%로 나타나 이용강도와 유사도지수는 상관성이 없는 것으로 나타났다.

## 2) 입지환경별 탐방로 주연부식생 구조

탐방로 구간을 방위별로 상북부, 중북부, 산록부로 사면상 입지와 능선부로 구분하여 분석한 뒤 상대우점치 5%이상 되는 수종을 중심으로 정리한 것이 Table 4이다.

입지환경별 탐방로 구간에서 우세하게 나타난 수종은 소나무와 신갈나무였으며, 주연부에서 우세하게 출현한 수종은 조록싸리, 철쭉나무, 쇠물푸레 등이었다. 남사면에 위치한 탐방로 주연부에서 우세하게 출현한 수종은 조록싸리이며, 동사면에 위치한 탐방로에서 우세하게 출현한 수종은 물푸레나무였다. 서사면에 위치한 탐방로 구간의 우세 출현 수종은 철쭉나무이다.

Table 3. Similarity indices of edge vegetation between the trails in Woraksan National Park

Trail Section	Ms	MsbMsg	DjYb	YbSr
MsbMsg	41.65			
DjYb	46.78	66.50		
YbSr	54.95	55.76	63.38	
Dc	43.26	66.52	54.78	61.23

Table 4. Importance percentage of major woody species of edge according to the location of the trails in Woraksan National Park

Species	South			East			West			Ridge
	L <sup>1</sup>	M	U	L	M	U	L	M	U	
<i>Pinus densiflora</i>	36.65	14.32	32.01	12.61	14.27	-	36.32	39.27	13.17	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	10.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	6.85	42.33	27.53	-	34.77	43.29	-	31.48	31.04	34.56
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	6.38	8.46	-	-	-	-	-	-	-	7.86
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	7.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	10.76	-	-	-	-	-	-	-	-	29.54
<i>Quercus dentata</i>	-	11.10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	5.31	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i>	-	-	8.18	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	-	10.56	-	-	7.87	-	9.20	7.41	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	12.03	-	-	5.67	-	5.66	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	6.25	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	15.63	-	-	-	-	-	-
<i>Zelkove serrata</i>	-	-	-	11.74	-	-	17.28	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	5.41	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	-	8.95	-	5.68	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	-	21.17	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	-	-	-	-	13.41	-	-	-	-
<i>Salix koreensis</i>	-	-	-	-	-	-	6.85	-	-	-
<i>Akebia quinata</i>	-	-	-	-	-	-	6.02	-	-	-
<i>Tilia mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8.17	-
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.99
<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.72

<sup>1</sup> U, M and L represent upper, middle and lower parts of slope

이상의 결과를 살펴보면 상북부, 중북부, 산록부에 따른 입지환경별 수종의 차이는 크게 나타나지 않는 것으로 판단된다.

등산로 입지환경별 유사도지수는 남사면의 산록부(S-U)와 서사면의 중북부(W-M)에 위치한 등산로 구간이 76.74%로 가장 높게 나타났다. 두 집단의 유사도지수

가 20% 미만이면 완전히 이질적이 균락(Whittacker, 1956)으로 볼 때 가장 낮은 3.52%의 유사도지수를 나타낸 서사면의 산북부(W-L)와 능선부(RG)는 중구성이 가장 이질적인 것으로 판단된다. 계룡산국립공원(오구균과 박석곤, 2001)에서 유사도지수는 21.60~87.10%로 월악산국립공원의 숲이 보다 이질적으로 나타나고 있음

Table 5. Similarity indices of edge vegetation between the location of the trails in Woraksan National Park

	S-L	S-M	S-U	E-L	E-M	E-U	W-L	W-M	W-U
S-M	30.09								
S-U	38.86	50.51							
E-L	40.62	24.59	15.36						
E-M	30.19	59.98	50.60	29.07					
E-U	21.56	59.44	45.37	26.44	53.34				
W-L	44.71	16.54	32.89	35.93	21.86	8.75			
W-M	46.79	57.62	76.74	22.13	57.96	54.92	39.28		
W-U	32.32	51.77	50.47	38.71	59.75	61.82	23.47	60.90	
Ridge	24.59	48.00	31.12	21.15	43.00	53.54	3.52	37.42	47.50

을 알 수 있다.

## 인 용 문 헌

- 국립공원관리공단 월악산관리사무소 (1997) 월악산국립공원 자연생태계 보전계획. 118쪽.
- 오구균, 권태호, 양민영 (1989) 가야산국립공원의 주연부 식생구조. 응용생태연구 3(1): 51-69.
- 오구균, 권태호, 이규완 (1991) 지리산국립공원의 주연부 식생구조. 응용생태연구 5(1): 68-78.
- 오구균, 정승준, 임윤희 (2000) 지리산국립공원 동부지역의 등산로 주연부식생 구조. 한국환경생태학회지 13(4): 309-315.
- 오구균, 박석곤 (2001) 계룡산국립공원 등산로의 주연부식생. 한국환경생태학회지 14(4): 280~286.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.
- Brower, J. E. and J. H. Zar (1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Pielou, E. C. (1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y.
- Whittaker, R. H. (1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecology Monographs 26:1-80pp.