

# 지리산국립공원 해발고도와 식생에 따른 번식기 조류군집의 특성<sup>1</sup>

이도한<sup>2</sup> · 권혜진<sup>3</sup> · 송호경<sup>3\*</sup>

## Characteristics of Breeding Bird Community in Relation to Altitude and Vegetation in Jirisan National Park<sup>1</sup>

Do-Han Lee<sup>2</sup>, Hye-Jin Kwon<sup>3</sup>, Ho-Kyung Song<sup>3\*</sup>

### 요 약

본 연구는 지리산국립공원의 해발고도와 식생에 따른 번식기 조류군집특성을 파악하기 위해 실시하였다. 조사를 위하여 고도와 식생에 따라 4개 조사구를 선정하고 2006년 3월부터 8월까지 번식기 조류군집과 서식지환경조사를 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다. 전체 조사지에서 관찰된 조류 종수는 총 32종으로 각 조사구별 관찰 종수 및 밀도는 고도가 낮은 혼효림 조사구에서 27종, 37.31마리/ha, 고도가 낮은 활엽수림 조사구에서 23종, 34.99마리/ha, 고도가 높은 혼효림 조사구에서 18종, 23.95마리/ha, 고도가 높은 활엽수림 조사구에서 19종, 20.21마리/ha이었다. 고도가 낮은 지역에서만 관찰된 종은 11종(멧비둘기, 검은등뺨꾸기, 직박구리, 호랑지빠귀, 붉은머리오목눈이, 숲새, 산솔새, 쇠솔딱새, 큰유리새, 박새, 동박새)이었으며, 고도가 높은 지역에서만 관찰된 종은 4종(들꿩, 매사촌, 두견이, 흰배멧새)이었다. 조류 종수와 밀도는 고도가 낮은 지역과 혼효림에서 높게 나타났다. 영소길드는 고도가 낮은 지역은 3가지 유형의 종수가 비슷하게 나타났으며, 고도가 높은 지역은 수관층 영소길드의 종수가 적게 나타났다. 채이길드는 모든 조사구에서 수관층 채이길드의 종이 가장 높게 나타났다. 종별 밀도의 조사구별 차이분석에서 식생에 따른 밀도의 유의적 차를 나타낸 종은 고도가 낮은 지역에서 4종으로 그 중 오목눈이와 박새는 수관층의 피도량의 차이, 진박새는 침엽수서식지 선택 특성에 따른 것이었다. 고도가 높은 지역에서 5종은 관목층 수목의 밀생에 따른 것으로 조사되었다. 고도에 따른 밀도의 유의적 차를 나타내는 종은 10종으로 병어리뺨꾸기, 굴뚝새, 쇠유리새, 쇠솔새, 진박새, 노랑턱멧새는 고도가 높은 지역에서, 흰배지빠귀, 오목눈이, 곤줄박이, 동고비는 고도가 낮은 지역에서 밀도가 높게 나타났다. 지리산 번식조류군집 분포는 관목층의 밀생과 수관층의 총피도량 차이에 영향을 받는 것으로 보여진다. 그러므로 관목층의 피도량과 수관층의 엽층다양성 및 총피도량 관리 및 유지가 필요할 것으로 판단된다.

주요어 : 정점조사법, 길드, 일원분산분석

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the characteristics of breeding bird community in relation to altitude and vegetation in Jirisan National Park. The survey was carried over 4 study sites by point counts method to figure out habitat environment and breeding bird community from March to August in 2006. The study results are summarized as follows: Total 32 species were recorded, and 27 species and density of 37.31 ea/ha in low altitude mixed forest, 23 species and 34.99 ea/ha in low altitude deciduous forest, 18 species and 23.95 ea/ha in high altitude mixed forest, 19 species and 20.21 ea/ha in high altitude deciduous forest, respectively. Eleven

1 접수 12월 12일 Received on Dec. 12, 2007

2 금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office, Daejeon(305-706), Korea

3 충남대학교 산림자원학과 Department of Forest Resources, Chungnam National Univ., Daejeon(305-764), Korea

\* 교신저자 Corresponding author(hksong@cnu.ac.kr)

species were observed only in the low altitude sites, 4 species were observed only in the high altitude sites. Number of species and density were high in the low altitude sites, and they were high in the mixed forests. In nesting guild analysis, the low altitude sites are similarly found species number of three types but canopy nesting species in the high altitude sites are advent less. In foraging guild analysis, the species number of canopy foraging appeared most highly in all study sites. In the difference analysis of each species density, Four species which are showed the difference in the low altitude sites, owing to vegetation. Long-tailed Tit(*Aegithalos caudatus*) and Great tit(*Parus major*) are difference because of difference in volume of canopy layer, and Coal Tit(*Parus ater*) was difference because of coniferous forest preference quality. Four species(Hazel Grouse, Winter Wren, Pale Thrush, Yellow-throated Bunting) which are showed the difference of the density in the high altitude sites because of thick growth of the bush layer. Ten species which are showed the difference in study sites, owing to altitude. Oriental Cuckoo(*Cuculus saturatus*), Winter Wren(*Troglodytes troglodytes*), Siberian Blue Robin(*Luscinia cyane*), Arctic Warbler(*Phylloscopus borealis*), Coal Tit(*Parus ater*), and Yellow-throated Bunting(*Emberiza elegans*) appeared highly in the high altitude sites, Pale Thrush(*Turdus pallidus*), Long-tailed Tit(*Aegithalos caudatus*), Varied Tit(*Parus varius*), and Eurasian Nuthatch(*Sitta europaea*) appeared highly in the low altitude sites. It seems that bush layer coverage volume and canopy layer total coverage volume do influences on the breeding bird community, because the bush layer was thick growth, and canopy layer coverage volume was difference. It would be needed the management and maintenance of bush layer coverage volume and canopy layer with multi-layer structure to increase foliage height diversity and total coverage volume for the protection and management of bird community in Jirisan National Park.

**KEY WORDS : POINT-COUNTS METHOD, GUILD, ONE-WAY ANOVA**

## 서론

1967년 12월 국립공원 1호로 지정된 지리산국립공원은 동경 127°33' - 127°49'과 북위 35°13' - 35°25' 사이에 위치하고 행정구역상 경상남도 함양군, 산청군, 하동군, 전라남도 구례군, 전라북도 남원군의 3도 5군에 걸쳐 440,485km<sup>2</sup>의 면적으로 이루어져 있으며, 산세는 주봉인 천왕봉에서 노고단까지 동서로 뻗어있으며, 크고 작은 계곡들이 형성하는 방사형의 수계는 남북으로 형성되어있다(한국자연보존협회, 1993).

산림은 조류의 서식지로서 매우 중요하며, 산림식생과 조류의 상관관계에 대한 연구는 MacArthur와 MacArthur (1961)이후 많은 연구자들에 의해 이루어졌다. 이러한 연구는 두가지 측면으로 나눌 수 있는데, 첫째는 엽층밀도의 수직적 분포와 수직적으로 다른 패치의 수평면적 다양성과 같은 엽층다양성이 조류군집에 영향을 미친다는 연구이다(MacArthur *et al.*, 1966; Karr and Roth, 1971; Terborgh, 1977; Moss, 1978; Dickson and Segelquist, 1979; Beedy, 1981; Bell, 1982). 엽층다양성과 조류다양성에 관한 중간기작은 조류가 엽층별로 다양한 채이니치를 이용한다는 것

을 나타내는 것으로 다양한 산림환경구조를 가진 숲이 다양한 조류가 서식한다는 것이다(李宇新, 1990). 둘째는 식생의 수평면적 다양성과 종조성과 같은 수종다양성이 조류다양성에 영향을 미친다는 연구이다(Hino, 1985; Verner and Larson, 1989; 조기현, 1996; Estades, 1997). 수종다양성과 조류다양성간의 중간기작은 각 수종별 조류의 채이니치를 조사하여 특정 식생형태(Roth, 1976; James and Wamer, 1982; Rotenberry, 1985), 엽층의 배열(Holmes *et al.*, 1979)과 관련이 있다고 하였다.

야생동물 군집의 고도에 따른 종풍부도의 가장 일반적인 패턴은 종형으로(Rahbek, 1995; Lomolino, 2001)나타나며, 고도의 증가에 따른 다양한 환경의 변화에서 조류의 다양성은 고도의 증가에 따른 서식지 면적의 감소(Terborgh, 1973; Rosenzweig, 1992; Rahbek, 1997), 온도와 같은 물리적 환경의 효율성(Terborgh, 1973; Brown, 1981) 그리고 강우량(Lee *et al.*, 2004) 등의 영향을 받는다.

이와 같이 조류군집 분포는 서식지의 다양한 물리적, 화학적, 생물학적 요인들에 의해 분포의 특성이 달라지며 그에 따른 관리방안도 달리 이루어져야 할 것이다. 따라서 본 연구는 지리산국립공원에서 식생과 고도에 의한 산림환경

구조 특성과 그에 따른 번식기 조류군집의 특성을 파악하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구지 개황

본 연구를 위해 지리산국립공원의 고도와 식생을 고려하여 고도가 낮은 지역 조사구는 화엄사 지역의 고도 400~600m 구간에 활엽수림과 혼효림 조사구, 고도가 높은 지역 조사구는 돼지령과 임길령 지역 고도 1300~1450m 구간에 활엽수림과 혼효림 조사구 각각 1개씩 총 4개 조사구를 설정하였다(Figure 1).

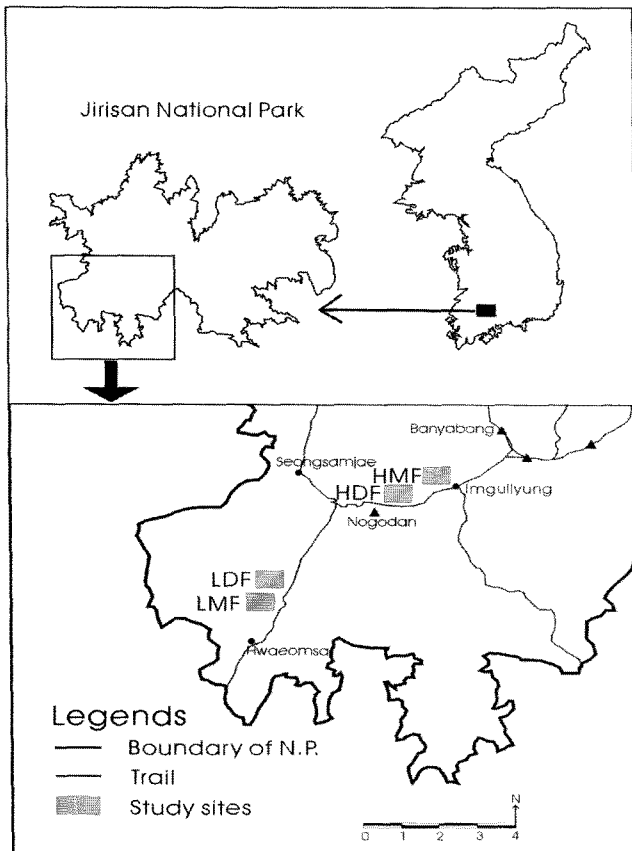


Figure 1. The location map of the study sites in Jirisan National Park(LMF: Low Altitudinal Mixed Forest, LDF: Low Altitudinal Deciduous Forest, HMF: High Altitudinal Mixed Forest, HDF: High Altitudinal Deciduous)

고도가 낮은 지역 활엽수림(LDF) 식생의 교목층은 졸참나무, 서어나무, 굴참나무 등이 우점하고, 아교목층은 서어나무, 매죽나무, 당단풍, 생강나무 등이 우점하였다.

고도가 낮은 지역 혼효림(LMF) 식생의 교목층은 소나무, 졸참나무, 서어나무, 편백 등이 우점하고, 아교목층은 매죽나무, 서어나무, 편백, 비목 등이 우점하였다.

고도가 높은 지역 활엽수림(HDF) 식생의 교목층은 신갈나무, 복장나무, 고로쇠나무 등이 우점하고, 아교목층은 철쭉, 참회나무, 당단풍, 쇠물푸레나무 등이 우점하였다.

고도가 높은 지역 혼효림(HMF) 식생의 교목층은 구상나무, 신갈나무, 전나무, 층층나무, 소나무 등이 우점하고, 아교목층은 구상나무, 철쭉, 당단풍, 피나무 등이 우점하였다.

### 2. 서식지 환경 조사

서식지 환경조사는 조사구의 수종 구성, 교목층의 흉고직경, 수직적 구조 등으로 나누어 실시하였으며, 조사 시기는 수목의 피도가 최고치에 이르는 시기인 8월에 실시하였다.

수종 구성 및 교목층의 흉고직경을 파악하기 위하여 각 조사구의 10개 조사지점 중 임의로 선정한 4개 지점에 방형구(20×20m)를 추출하여 출현 수종 및 교목층의 직경 6cm 이상의 수목의 직경급을 조사하였다. 각 경급별(6~10cm, 11~20cm, 21~30cm, 31~40cm, 41~50cm, 51~60cm, 60cm<)로 나누어 분수를 기록하였으며, 수종별 중요치(상대밀도+상대빈도+상대피도)를 계산하였다.

수직적 구조 조사를 위해 각 조사구내 10개 조사지점별로 임의의 3 곳을 10m 간격으로 선정하고 직경 5m 가상의 원통을 설정 후 각 엽층별(0~2m, 2~4m, 4~8m, 8~12m, 12~18m, 18~25m, 25m<)로 엽층의 상대피도량이 0%이면 0, 1~20%이면 1, 21~40%이면 2, 41~60%이면 3, 61~80%이면 4, 81~100%이면 5로 나타난 후 각 엽층의 평균치로 각 조사구 엽층의 수직적 구조를 도출하였다. 엽층다양도지수는 Shannon-Weaver의 수식을 이용하여 산출하였다.

### 3. 번식기 조류군집 조사

번식기 조류군집조사는 2006년 3월 말부터 6월 초까지 실시하였으며 한 조사구당 10개씩 총 40개의 조사지점을 선정하여 조사지점별 9회씩 조사를 실시하였다. 조사지점 선정에서 조사지점간의 거리는 100m 이상 거리가 떨어지도록 하였다. 조사방법은 정점조사법(point counts method, Bibby *et al.*, 1997)으로 나쁜 날씨의 영향을 피하기 위해서 조사는 좋은 날씨에만 실시하였다. 9회의 조사는 약 1주일 주기로 일출 시간부터 각 조사지점에서 관찰 또는 소리로

확인된 조류의 종명, 개체수, 거리, 성별, 소리 등을 기록하였다. Ding *et al.*(2005)은 산림조류연구에서 정점조사의 지점별 최적 조사시간은 6분이라고 하였는데, 본 연구에서도 이에 따라 조사시간을 6분으로 하였다. 조사지점의 조사순서를 매 회 달리하여 조사함으로써 조사시간대에 따른 오차를 최소화하였다.

#### 4. 분석방법

각 조사구에서 종별 조류밀도 계산은 다음 수식에 의해 계산하였다(Reynolds *et al.*, 1980).

$$D = \frac{n}{\pi r^2 C} 10000$$

여기에서 D는 조류밀도(마리/ha), n은 조사반경내에서 관찰된 총 개체수, r은 조사반경(m), C는 조사회수이다. 조사지점의 시기별 관찰율의 차이는 고려하지 않았으며 번식 후기에 관찰된 이소한 어린 새는 밀도계산에서 제외하였다.

조사구별 조류군집의 특징과 분포패턴을 파악하기 위해 Shannon-Weaver 다양도지수(Shannon and Weaver, 1949)와 Whittaker의 유사도지수(Whittaker, 1952)를 구하였다. 이동성은 이우신 등(2000)의 기준에 따랐으며, 길드개념은 조류군집의 산림환경 내에서의 자원이용 패턴을 설명하는 유용한 개념으로 본 연구에서는 동지를 짓는 장소인 영소길드와 먹이를 먹는 장소인 채이길드로 분류 분석하였으며 (Table 1), 영소와 채이길드 분류는 본 조사지에서 각 종이 이용하는 비율이 높은 것으로 정하였다(박찬열과 이우신, 2001).

각 종별 밀도의 조사구별 차이분석은 SPSS for Windows 10.0.7(SPSS, 2000) 통계프로그램을 이용하여 일원분산분석(One-Way ANOVA)을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 서식지 환경

각 조사구별 출현 수종 가운데 중요치가 높게 나타난 종

들은 Table 2에 나타낸바와 같이, 고도가 낮은 지역 혼효림(LMF)의 교목층은 소나무(122.0), 졸참나무(67.5), 서어나무(46.8), 산벚나무(23.6) 등이 높게 나타났으며 총 7종이 출현하였다. 아교목층은 때죽나무(74.9), 서어나무(48.6), 비목(30.6), 편백(29.1) 등이 높게 나타났으며 총 15종이 출현하였다. 고도가 낮은 지역 활엽수림(LDF)의 교목층은 졸참나무(153.4), 서어나무(65.4), 굴참나무(35.4) 등이 높게 나타났으며 총 5종이 출현하였다. 아교목층은 서어나무(64.5), 때죽나무(63.5), 당단풍(27.4), 산벚나무(20.6) 등이 높게 나타났으며 총 21종이 출현하였다. 고도가 높은 지역 혼효림(HMF)의 교목층은 신갈나무(109.6), 구상나무(92.2), 층층나무(18.7), 전나무(17.2), 소나무(15.3) 등이 높게 나타났으며 총 11종이 출현하였다. 아교목층은 구상나무(86.5), 당단풍(66.5), 철쭉(62.4), 피나무(22.2) 등이 높게 나타났으며 총 12종이 출현하였다. 고도가 높은 지역 활엽수림(HDF)의 교목층은 신갈나무(110.8), 복장나무(53.0), 층층나무(42.6), 고로쇠나무(38.7) 등이 높게 나타났으며 8종이 출현하였다. 아교목층은 당단풍(45.4), 철쭉(37.1), 참회나무(36.6), 함박꽃나무(27.6) 등이 높게 나타났으며 총 20종이 출현하였다.

각 조사구에서 교목의 흉고직경 분포는 고도가 낮은 지역 두 조사구에서 21~30cm 경급에서 가장 높게 나타났으며,

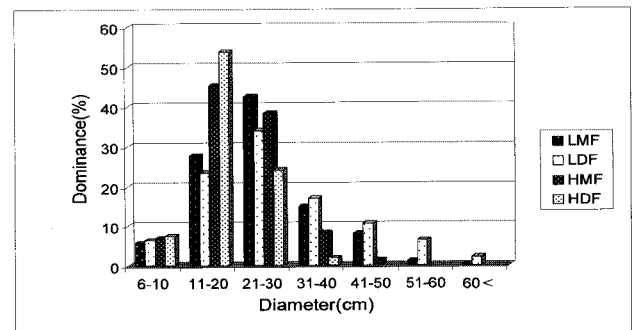


Figure 2. DBH distribution pattern of tall tree layer in study sites

Table 1. Discrimination and standard for nesting and foraging guild in this study

Guild		Major nesting and food resource
Nesting	Hole	tree hole in forest
	Canopy	canopy layer in forest
	Bush	bush and ground layer in forest
Foraging	canopy	insect larvae in leaf, branch, trunk and bud
	bush	insect larvae in bush and ground
	air	insect adult in a gap of forest

Table 2. Importance Value of main tree species on over(8m &lt;), mid(2 ~ 8m) stories in 4 site(The importance value below 10 is excluded)

Korean name	Scientific name	Site							
		LMF		LDF		HMF		HDF	
		over	mid	over	mid	over	mid	over	mid
소나무	<i>Pinus densiflora</i>	122.01				15.29			
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	67.45		153.43					
서어나무	<i>Carpinus laxiflora</i>	46.75	48.60	65.40	64.48				
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>	23.61		29.11	20.58				
편백	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	18.08	29.13						
매죽나무	<i>Styrax japonica</i>		74.89		63.54				
비목나무	<i>Lindera erythrocarpa</i>		30.61						
당단풍	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>		21.96		27.36		66.49	11.92	45.42
생강나무	<i>Lindera obtusiloba</i>		18.41		12.71				
합다리나무	<i>Meliosma oldhamii</i>		18.03		13.50				
사람주나무	<i>Sapium japonicum</i>		13.21		12.70				
굴참나무	<i>Quercus variabilis</i>			35.38					
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>			16.67		109.61		110.76	
구상나무	<i>Abies koreana</i>					92.17	86.50		
층층나무	<i>Cornus controversa</i>					18.67		42.56	13.52
천나무	<i>Abies hollophylla</i>					17.15			
철쭉	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>						62.35		37.06
피나무	<i>Tilia amurensis</i>						22.19		11.85
미역줄나무	<i>Tripterygium regelii</i>						10.01		
복장나무	<i>Acer mandshuricum</i>							53.04	
고로쇠나무	<i>Acer mono</i>							38.74	
까치박달	<i>Carpinus cordata</i>							20.77	17.58
참회나무	<i>Euonymus oxyphyllus</i>								36.59
합박꽃나무	<i>Magnolia sieboldii</i>								27.55
쇠물푸레나무	<i>Fraxinus sieboldiana</i>								24.96
노린재나무	<i>Symplocos chinensis</i>								13.38

고도가 높은 지역의 두 조사구에서는 11~20cm 경급에서 가장 높게 나타났다. 고도가 낮은 지역 조사구들은 31~40, 41~50cm 경급의 수목도 높은 비율을 차지하고 있으며 그 이상의 수목도 다수 분포하고 있다. 고도가 높은 지역의 두 조사구는 31~40cm 경급 및 그 이상 대경목의 비율은 상당히 낮게 나타났다(Figure 2).

Figure 3에서 보는 바와 같이 엽층의 수직적 피도량은 고도가 낮은 지역 혼효림에서 18m층과 4m층에서 피도량이 높게 나타나고 8m층과 2m 이하의 관목층의 피도량은 낮게 나타났다. 활엽수림에서 18m층과 8m층의 피도량이 높게 나타나고 12m층의 피도량이 상대적으로 낮게 나타나 두 조사구의 8m층의 피도량이 유의적 차이( $t=10.90$ ,  $p<0.05$ )를 보이고 있다. 고도가 높은 지역 두 조사구 중 혼효림에서 12m 이상 층의 피도량이 높게 나타났으며( $t=4.66$ ,  $p<0.05$ ), 2m 이하 관목층은 활엽수림에서 피도량이 높게 나타났다( $t=4.61$ ,  $p<0.05$ ). 활엽수림은 조릿대와 미역줄나무가 밀생

하여 1m 이하 관목층의 피도량은 전체 조사구 가운데 가장 높은 것으로 나타났다. 엽층다양성지수는 고도가 낮은 지역 두 조사구는 같게 나타났으며, 고도가 높은 지역은 혼효림 조사구에서 높게 나타났다. 고도에 따른 차이는 저고도 두 조사구에서 높게 나타났다.

## 2. 번식기 조류군집 구조

지리산국립공원의 4개 조사구에서 조사를 실시한 결과 관찰된 조류는 총 32종이었다. 그 중 고도가 낮은 두 지역에서 관찰된 조류는 28종이었으며, 고도가 높은 두 지역에서 관찰된 조류는 21종이었다. 쇠박새, 진박새 등 12종은 모든 조사구에 관찰되었다. 박새, 직박구리 등 11종은 고도가 낮은 지역에서만 관찰되었고 들평, 흰배멧새 등 4종은 고도가 높은 지역에서만 관찰되었다.

각 조사구별 관찰종수 및 밀도는 고도가 낮은 지역의 혼

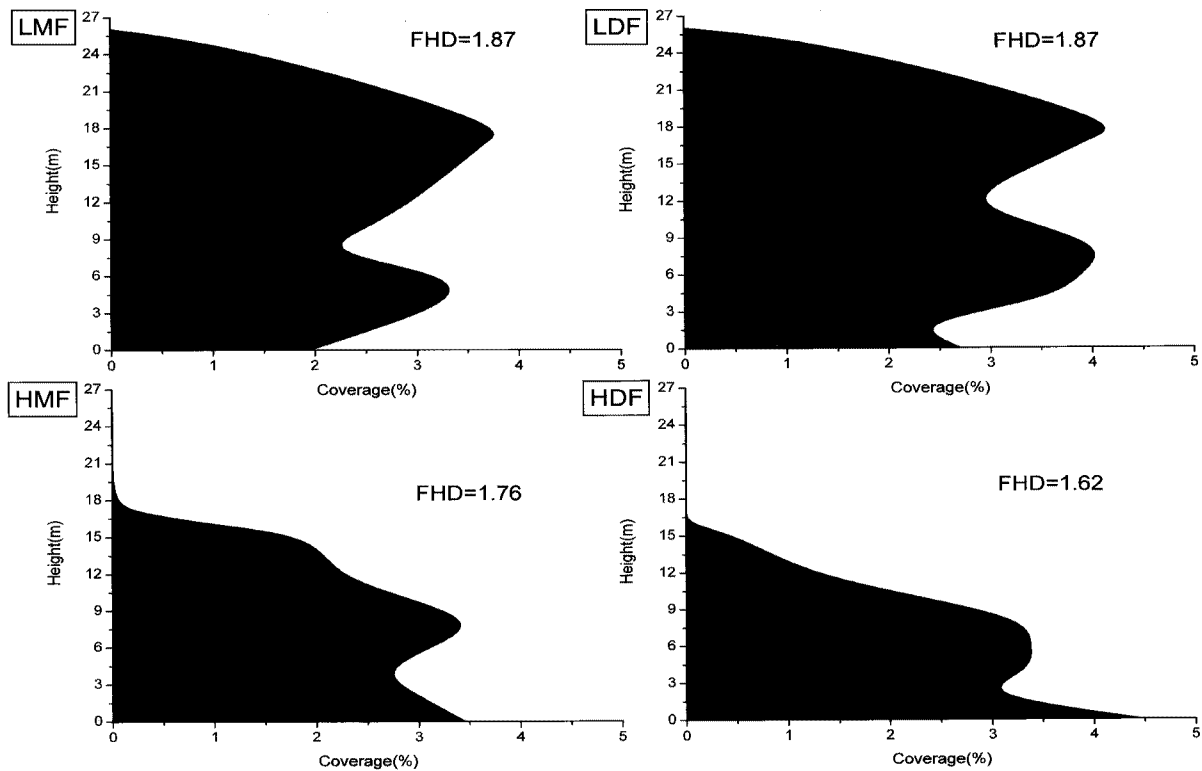


Figure 3. Foliage height profiles of study sites

효림(LMF)에서 27종이 관찰되었으며 밀도는 37.31마리/ha이었다. 활엽수림(LDF)에서 23종이 관찰되었으며 밀도는 34.99마리/ha이었다. 고도가 높은 지역의 혼효림(HMF)에서 18종이 관찰되었으며 밀도는 23.95마리/ha이었다. 활엽수림(HDF)에서 19종이 관찰되었으며 밀도는 20.21마리/ha이었다(Table 3).

고도에 따른 종수는 고도가 낮은 지역에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 총피도량은 조류의 먹이자원과 동지자원인 곤충의 풍부도(Newton and Moss, 1977)와 동지자리 이용도(Martin, 1993)에 영향을 미치는 중요한 요소라고 하였는데, 본 조사에서 고도가 낮은 지역의 총피도량이 상대적으로 높은 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

동일 고도에서 식생에 따른 결과는 전체적으로 혼효림이 활엽수림보다 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 Hobson과 Bayne(2000)의 연구에서 혼효림은 단순림보다 더 많은 동지자리를 제공함으로써 밀도가 높게 나타난다고 하였는데, 본 연구결과에서 두 지역간 밀도 차에 가장 큰 영향을 미치는 수동 영소길드 종들이 주로 이용하는 흉고직경 20~30cm

경급의 분포가 혼효림에서 높게 나타나는 것과 관련이 있는 것으로 판단된다.

번식기 조류군집의 영소길드 구조는 Table 4에서 보는 바와 같다. 종수는 고도가 낮은 지역에서 3가지 길드유형의 종수가 비슷하게 나타났으며, 고도가 높은 지역은 수관층 영소길드의 조류 종수가 상대적으로 낮게 나타났다. 밀도는 모든 조사구에서 수동 영소길드에 속하는 종들의 밀도가 높게 나타났으며, 고도가 낮은 지역은 관목층 영소길드가 고도가 높은 지역은 수관층 영소길드의 밀도가 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 고도가 낮은 지역은 관목층 피도량이 낮은 것과 관련이 높은 것으로 판단되며, 고도가 높은 지역은 바람과 같은 물리적 환경이 상대적으로 불리한 여건에 따른 결과로 생각된다. 수동 영소길드 종의 밀도는 고도가 낮은 지역에서 높게 나타났는데 이러한 결과는 고도가 낮은 지역에 흉고직경이 더 큰 교목들이 분포하여 양질의 동지자원을 제공하기 때문으로 생각된다. 고도가 높은 지역의 두 조사구에서 관목층 영소길드의 종수는 활엽수림에서 높으나 밀도는 혼효림에서 높게 나타났다. 이와 같은

Table 3. Breeding bird density in study sites(ea/ha)

Korean name	Scientific name	Site				Guild	
		LMF	LDF	HMF	HDF	N <sup>1</sup>	F <sup>2</sup>
들꿩	<i>Bonasa bonasia</i>	0	0	0.35	0.03	B	b
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	1.53	1.18	0	0	C	b
매사촌	<i>Cuculus fugax</i>	0	0	0.15	0.03	*	*
검은등빠꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>	0.31	0.11	0	0	*	*
빠꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	0.15	0.11	0	0.11	*	*
병어리빠꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	0.27	0.03	0.43	0.59	*	*
두견이	<i>Cuculus poliocephalus</i>	0	0	0.15	0.03	*	*
쇠딱다구리	<i>Dendrocopos kizuki</i>	2.32	2.04	2.04	1.80	H	c
큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	0.31	0	0	0.23	H	c
오색딱다구리	<i>Dendrocopos major</i>	0	0.03	0.19	0	H	c
청딱다구리	<i>Picus canus</i>	0.15	0	0.07	0	H	c
직박구리	<i>Ixos amaurotis</i>	2.39	1.92	0	0	C	c
굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	0.15	0.19	0.66	0.27	B	b
쇠유리새	<i>Luscinia cyane</i>	0.70	0.55	1.84	1.21	B	b
호랑지빠귀	<i>Zoothera dauma</i>	0.47	0.62	0	0	C	b
흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	2.20	2.51	1.21	0.70	C	b
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbianus</i>	0.78	0.43	0	0	B	b
숲새	<i>Urosphena squameiceps</i>	0.39	0.62	0	0	B	b
쇠솔새	<i>Phylloscopus borealis</i>	0.19	0.27	1.14	1.49	B	b
산솔새	<i>Phylloscopus occipitalis</i>	1.53	1.76	0	0	B	b
쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	0.11	0	0	0	C	a
큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	0.19	0	0	0	B	a
오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	2.55	3.26	0.35	0.23	C	c
쇠박새	<i>Parus palustris</i>	3.65	3.26	3.22	3.02	H	c
진박새	<i>Parus ater</i>	3.30	2.00	4.79	3.69	H	c
박새	<i>Parus major</i>	3.97	4.87	0	0	H	c
곤줄박이	<i>Parus varius</i>	3.06	3.57	2.04	1.69	H	c
동고비	<i>Sitta europaea</i>	3.34	2.98	2.04	2.32	H	c
동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	0.15	0	0	0	C	c
흰배멧새	<i>Emberiza tristrami</i>	0	0	0	0.35	B	b
노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	0.47	0.43	1.10	0.51	B	b
어치	<i>Garrulus glandarius</i>	2.55	2.12	2.08	1.80	C	c
Number of species		27	23	18	19		
Density(ea/ha)		37.31	34.99	23.95	20.21		
Evenness index		0.86	0.86	0.86	0.83		
Diversity index		2.84	2.71	2.49	2.45		

<sup>1</sup> Nesting guild: C - Canopy, H - Hole, B - Bush and Ground<sup>2</sup> Foraging guild: c - canopy, b - bush, a - air<sup>3</sup> \*: These birds were omitted for characterization of guild because of the peculiarity of breeding habits.

차이는 관목과 키 큰 초지의 밀생은 겨울철 조류의 은신처로서는 좋으나 번식조류에게 빈약한 동지자원을 제공하고 활동의 불편에 따라 밀도가 낮아진다는 Schultz 등(2004)의 연구결과와 같은 것으로 고도가 높은 지역 활엽수림의 관목층에 조릿대와 미역줄 등의 밀생으로 피도량이 너무 높은

것에 따른 영향으로 생각된다.

번식기 조류군집의 채이길드 구조는 Table 5에서 보는 바와 같다. 모든 조사구에서 수관층 채이길드 조류의 종수와 밀도가 가장 높은 것으로 나타났다. 공중 채이길드를 하는 2종(큰유리새, 쇠솔딱새)은 고도가 낮은 지역 혼효림에

Table 4. Nesting guild structure of breeding bird community in study sites

Guild	LMF		LDF		HMF		HDF	
	no. of species	density	no. of species	density	no. of species	density	no. of species	density
Canopy	8	11.99	6	11.63	3	3.65	3	2.75
Hole	8	20.13	7	18.79	7	14.43	6	12.77
Bush	8	4.44	7	4.28	5	5.11	6	3.89
Total	24	36.56	20	34.71	15	23.20	15	19.42

Table 5. Foraging guild structure of breeding bird community in study sites

Guild	LMF		LDF		HMF		HDF	
	no. of species	density	no. of species	density	no. of species	density	no. of species	density
Canopy	12	27.79	10	26.10	9	16.87	8	14.82
Bush	10	8.45	10	8.60	6	6.33	7	4.60
Air	2	0.31	0	0	0	0	0	0
Total	24	36.56	20	34.71	15	23.20	15	19.42

서만 관찰되었다. Blake와 Hoppers(1986)는 공중 채이종은 피도량과 부의상관관계가 있다고 하였다. 본 조사에서 고도가 낮은 지역 두 조사구의 8m 엽층 피도량은 혼효림에서 유의적으로 낮게 나타났으며( $t=10.90$ ,  $p<0.05$ ), 이 엽층은 본 조사지에서 공중 채이종들이 주로 채이를 하는 아교목 수관 상층 공간으로 이 엽층의 피도량에 영향을 받는 것으로 판단된다. 또한, 교목층과 아교목층과의 수직적 공간의 폭이 넓어 채이 활동을 하기에 유리한 숲의 구조에 따른 것으로 생각된다.

유사도지수는 Table 6에서 보는 바와 같이 동일고도에서 식생에 따른 조사구들의 유사도는 고도가 낮은 지역은 0.88, 고도가 높은 지역은 0.85로 높게 나타났으나 고도에 따른 조사구들의 유사도는 0.55에서 0.59로 낮게 나타나 조류의 종구성차는 고도에 영향을 받는 것으로 나타났다.

각 종별 밀도의 조사구별 차이에 대한 일원분산분석(유의수준 95%)을 실시한 결과는 Table 7과 같다. 고도가 낮은 지역의 식생에 따른 밀도의 유의적 차를 나타낸 종은 병어리빠꾸기, 오목눈이, 진박새, 박새 4종이었다. 그 중 오목눈이는 중층부터 상층의 바깥쪽 작은가지를 이용하며, 박새는 중층에서 하층의 내측의 줄기와 큰 가지 등에서 주로 채식을 하는 종(中村, 1970)으로 두 조사구간의 수관층 총피도량의 차이에 따른 것으로 생각된다. 진박새는 침엽수를 선

호하는(羽田와 中村, 1967) 서식지 선택 특성에 따른 것으로 판단된다.

고도가 높은 지역의 식생에 따른 밀도의 유의적 차를 나타내는 종은 들꿩, 굴뚝새, 흰배지빠귀, 진박새, 노랑턱멧새 5종이었다. 침엽수 선호에 따른 밀도차를 나타내는 진박새를 제외한 4종은 관목층에서 영소 및 채이를 하는 종들로서 활엽수림 관목층에 조릿대와 미역줄나무의 밀생으로 번식 조류의 밀도가 낮게 나타난 것으로 판단된다. 이는 Schultz 등(2004)이 관목층의 높은 밀도는 번식조류에게 빈약한 등지자원을 제공하고 활동의 불편에 따라 번식조류의 밀도가 낮아진다는 연구결과와 같은 결과로 생각된다.

동일 식생의 고도에 따른 밀도차가 유의적으로 나타난 종은 10종이었다. 그 중 병어리빠꾸기, 굴뚝새, 쇠유리새, 쇠솔새, 진박새, 노랑턱멧새는 고도가 높은 지역에서 밀도가 상대적으로 높게 나타나 번식기에 고도가 높은 지역 서식지를 선호하는 종으로 판단된다. 특히 병어리빠꾸기는 쇠솔새 등에 탁란하는 종(원병오, 1981)으로 그 대상종인 쇠솔새의 분포 및 밀도와 관련이 높은 것으로 생각된다. 흰배지빠귀, 오목눈이, 곤줄박이, 동고비는 고도가 낮은 지역에서 밀도가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 흰배지빠귀는 수관층 영소길드와 관목층 채이길드 종으로 고도가 높은 지역은 바람과 같은 물리적 환경이 영소하기에 불리하며, 관목층의 피도량이 너무 높아 주로 지상에서 채이활동을 하는 생태특성상 채이활동 및 채이공간 부족이 제한요인으로 작용한 결과로 판단된다. 따라서 관목층을 이용하는 조류의 유치를 위해서는 관목층의 피도량을 조절할 필요가 있다. 나머지 3종은 모두 수관층 채이길드 종으로 고도가 낮은 지역은 교목층과 아교목층의 층위가 피도량에 의해 뚜렷이 분할되는 다층구조로 엽층다양성지수가 높아 조류

Table 6. The similarity index for breeding bird communities in study sites

Site	LDF	HMF	HDF
LMF	0.88	0.59	0.59
LDF	-	0.56	0.55
HMF	-	-	0.85



Table 7. Comparison of breeding bird density between study sites(One-Way ANOVA)

Common name	Scientific name	Sites			
		LMF -LDF	LMF -HMF	LDF -HDF	HMF -HDF
들꿩	<i>Bonasa bonasia</i>	-	-	-	* <sup>1</sup>
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	NS <sup>2</sup>	-	-	-
매사촌	<i>Cuculus fugax</i>	-	-	-	NS
검은등뺨꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>	NS	-	-	-
뺨꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	NS	-	NS	-
병어리뺨꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	*	NS	*	NS
두견이	<i>Cuculus poliocephalus</i>				NS
쇠딱다구리	<i>Dendrocopos kizuki</i>	NS	NS	NS	NS
큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	-	-	-	-
오색딱다구리	<i>Dendrocopos major</i>	-	-	-	-
청딱다구리	<i>Picus camus</i>	-	NS	-	-
직박구리	<i>Ixos amaurotis</i>	NS	-	-	-
굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	NS	*	*	*
쇠유리새	<i>Luscinia cyane</i>	NS	*	*	NS
호랑지빠귀	<i>Zoothera dauma</i>	NS	-	-	-
흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	NS	*	*	*
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbianus</i>	NS	-	-	-
숲새	<i>Urosphena squameiceps</i>	NS	-	-	-
쇠솔새	<i>Phylloscopus borealis</i>	NS	*	*	NS
산솔새	<i>Phylloscopus occipitalis</i>	NS	-	-	-
쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	-	-	-	-
큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	-	-	-	-
오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	*	*	*	-
쇠박새	<i>Parus palustris</i>	NS	NS	NS	NS
진박새	<i>Parus ater</i>	*	*	*	*
박새	<i>Parus major</i>	*	-	-	-
곤줄박이	<i>Parus varius</i>	NS	*	*	NS
동고비	<i>Sitta europaea</i>	NS	*	*	NS
동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	-	-	-	-
흰배멧새	<i>Emberiza tristrami</i>	-	-	-	-
노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	NS	*	NS	*
어치	<i>Garrulus glandarius</i>	NS	NS	NS	NS

1: \*p &lt; 0.05

2: NS=not significant

에게 다양한 채이공간을 제공한 결과로 판단된다. 또한 총 피도량이 높아 풍부한 먹이자원 제공에 따른 결과로 생각된다. 따라서 수관층을 이용하는 조류의 유치를 위해서 수관층을 다층구조로 유지하고 엽층 다양성과 총피도량을 높이는 산림 관리가 필요하다.

## 인용문헌

박찬열, 이우신(2001) 팔달산 조류 군집의 특징. 한국환경생태학회 15(3): 267-275.

원병오(1981) 한국동식물도감 제25권 동물편(조류생태). 문교부, 1126pp.

이우신, 구태희, 박진영(2000) 야외원색도감 한국의 새. LG 상록재단, 320pp.

조기현(1996) 광릉 지역 활엽수 천연림과 침엽수 조림지의 서식지 구조와 조류군집과의 관계. 서울대학교 석사학위논문, 60pp.

한국자연보존협회(1993) 지리산 북부지역일대 종합 학술조사 보고서. 25pp.

羽田健三, 中村登流(1967) 志賀高原おたの申すの平における鳥類群集の生態學的 研究. Bull. Inst. Natural Educ. Shiga

- Heights. *Shinshu Univ.*, 6: 17-34.
- 李宇新(1990) 森林環境構造と鳥類のニッチに関する研究. 北海道大學 博士學位論文, 116pp.
- 中村登流(1970) 日本におけるカラ類群集構造の研究Ⅱ. 山階鳥研報 6(1): 141-169.
- Beedy, E. C.(1981) Bird communities and forest structure in the Sierra Nevada of California. *Condor* 83: 97-105.
- Bell, H. L.(1982) A bird community of New Guinean lowland rain-forest 3 vertical distribution of the avifauna. *Emu* 82: 143-162.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill(1997) Bird census technique. Academic press limited, London, UK, 257pp.
- Blake, J. G., W. G. Hoppers(1986) Influence of resource abundance on use of tree-fall gaps by birds in an isolated woodlot. *Auk* 103: 328-340.
- Brown, J. H.(1981) Two decades of homage to Santa Rosalia: toward a general theory of diversity. *American Zoologist* 21: 878-888.
- Dickson, J. G., C. A. Segelquist(1979) Breeding bird populations in pine and pine-hardwood forests in Texas. *J. Wildl. Manage* 43: 549-555.
- Ding, T. S., H. W. Yuan, S. Geng, Y. S. Lin, P. F. Lee(2005) Energy flux, body size and density in relation to bird species richness along an elevational gradient in Taiwan. *Global Ecology and Biogeography* 14: 299-306.
- Estades, C. F.(1997) Bird-habitat relationship in a vegetational gradient in the Andes of Central Chile. *Condor* 99: 719-727.
- Hino, T.(1985) Relationship between bird community and habitat structure in shelterbelts of Hokkaido, Japan. *Oecologia* 65: 442-448.
- Hobson, K. A., E. Bayne(2000) Breeding bird communities in boreal forest of western Canada: consequences of "unmixing" the mixedwoods. *Condor* 102: 759-769.
- Holmes, R. T., R. E. Bonney, S. W. Jr. Pacala(1979) Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach. *Ecology* 60(3): 512-520.
- James, F. C., Wamer N. O.(1982) Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63(1): 159-171.
- Karr, J. R., R. R. Roth(1971) Vegetation structures and avian diversity in several new world areas. *American Naturalist* 105: 423-435.
- Lee, P. F., T. S. Ding, F. H. Hsu, S. Geng(2004) Breeding bird species richness in Taiwan: distribution on gradients of elevation, primary productivity and urbanization. *J. Biogeography* 31: 307-314.
- Lomolino, M. V.(2001) Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10:3-13.
- MacArthur, R. H., J. W. MacArthur(1961) On bird species diversity. *Ecology* 42(3): 594-598.
- MacArthur, R.H., H. Recher, M. Cody(1966) On the relation between Habitat selection and diversity. *American Naturalist* 100: 319-332.
- Martin, T. E.(1993) Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. *Am. Nat.* 141: 897-913.
- Moss, D.(1978) Diversity of woodland song-bird populations. *J. Anim. Ecol.* 47: 521-527.
- Newton, I., D. Moss(1977) Breeding birds of Scottish pinewoods. pp.26-34. In "Native pinewoods of Scotland", eds. by Bunce. R. G. H. and J. N. R. Jeffers. *Inst. Terrestrial Ecology*, Cambridge.
- Rahbek, C.(1995) The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18: 200-205.
- Rahbek, C.(1997) The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. *American Naturalist* 149: 875-902.
- Reynolds, R. T., J. M. Scott, R. A. Nussbaum(1980) A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82: 309-313.
- Rosenzwing, M. L.(1992) Species diversity gradients: We know more and less than we thought. *J. of Mammalogy* 73: 715-730.
- Rotenberry, J.T.(1985) The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia* 67: 213-217.
- Roth, R. R.(1976) Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* 57: 773-782.
- Schultz, R. C., T. M. Isenhardt, W. W. Simpkins and J.P. Colletti (2004) Riparian forest buffers in agroecosystems - lessons learned from the Bear Creek Watershed, central Iowa, USA. *Agroforestry Systems* 61: 35-50.
- Shannon, C. E. and W. Weaver(1949) The mathematical theory of communication. *Univ. of Illinois Press*, Urbana, 117pp.
- SPSS(2000) SPSS for Windows 10.0.7. SPSS Inc., Chicago, IL.
- Terborgh, J.(1973) On notion of Favourableness in plant ecology. *American Naturalist* 107: 481-501.
- Terborgh, J.(1977) Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58: 1007-1019.
- Verner, J., T. A. Larson(1989) Richness of breeding bird species in mixed-conifer forests of the Sierra, California. *Auk* 106: 447-463.
- Whittaker, R. H.(1952) A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogr* 22: 1-44.