

덕유산국립공원의 산림환경에 따른 번식기 조류군집 특성^{1a}

유재평² · 진선덕³ · 김현숙⁴ · 이준우⁵ · 백운기^{6*} · 송호경^{7*}

Characteristics of Breeding Birds Community in Relation to the Forest Environment in Deogyusan National Park^{1a}

Jae-Pyoung Yu², Seon-Deok Jin³, Hyoun-Sook Kim⁴, Joon-Woo Lee⁵, Woon-Kee Paek^{6*}, Ho-Kyung Song^{7*}

요 약

본 연구는 덕유산국립공원의 향적봉지역(A)과 백련사지역(B) 및 안성지역(C)을 대상으로 2010년 4월부터 9월까지 산림환경과 조류군집 특성을 조사하였다. 향적봉지역은 신갈나무 등의 낙엽활엽수림과 주목, 구상나무 등의 아고산대 침엽수림과 원추리, 철쭉 등의 초지가 형성되어있고, 백련사지역과 안성지역은 대부분 낙엽활엽수림으로 구성되고 계곡부는 들메나무 군락이 형성되어 있다. 교목의 흉고직경분포는 11~20cm 경급이 가장 많았으며, 30cm이상 대경목 비율은 백련사지역에서 가장 높았고, 향적봉지역이 가장 낮았다. 또한 엽층별 피도량은 향적봉지역은 하층부 피도량이 매우 높았고, 백련사지역은 8~12m의 중층부 피도량이 높았으며, 안성지역은 18m이상 상층부 피도량이 높게 나타났다. 덕유산국립공원에서 조사기간동안 관찰된 조류는 총 53종이었다. 각 지역별 종수와 밀도는 각각 향적봉지역이 25종 45.20 Ind./km, 백련사지역이 50종 58.63 Ind./km, 안성지역 35종 66.89 Ind./km로 백련사지역의 종수가 가장 많았고, 밀도는 안성지역에서 높았다. 우점종은 향적봉지역이 휘파람새를 비롯한 초지와 관목에 서식하는 종들이 우점하였고, 백련사지역과 안성지역은 오목눈이를 비롯한 수관층에 서식하는 종들이 우점하였다. 길드 구조는 모든 지역에서 관목 층 영소길드와 채이길드 종이 높게 나타났고, 수동 영소길드와 공중 채이길드 종의 비율이 낮게 나타났다. 이는 흉고직경 30cm이상의 대경목 비율이 낮아 수동 영소길드 종들의 등지목이 부족한 결과로 생각된다.

주요어: 흉고직경, 엽층별 피도량, 우점종, 길드

ABSTRACT

We studied the forest environment and characteristics of bird community between April and September of 2010 on the Hyangjeokbong area(A), Baekryunsa area(B) and Anseong area(C), all in the Deogyusan National Park. Hyangjeokbong area of the high latitude ridge was characterized by the *Taxus cuspidata* and *Abies koreana* etc., and deciduous broadleaf forest species, such as the *Quercus mongolica*, with abundance of subalpine zone coniferous trees, the *Hemerocallis fulva* and the *Rhododendron schlippenbachii*, while the areas

1 접수 2010년 10월 30일, 수정(1차: 2011년 4월 13일), 게재확정 2011년 4월 14일

Received 30 October 2010; Revised(1st: 13 April 2011); Accepted 14 April 2011

2 국립중앙과학관 National Science Museum, Daejeon(305-705), Korea(wookkig@yahoo.co.kr)

3 국립중앙과학관 National Science Museum, Daejeon(305-705), Korea(withbirds@paran.com)

4 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam Univ., Daejeon(305-764), Korea(woangsister@hanmail.net)

5 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam Univ., Daejeon(305-764), Korea(jwlee@cnu.ac.kr)

6 국립중앙과학관 National Science Museum, Daejeon(305-705), Korea(paekwk@mest.go.kr)

7 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam Univ., Daejeon(305-764), Korea(hksong@cnu.ac.kr)

a 이 논문은 교육과학기술부의 특정연구과제(과제번호: 20100002076) 지원에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author(paekwk@mest.go.kr; hksong@cnu.ac.kr)

Baekryunsa and Anseong were primarily characterized by deciduous broadleaf forests, with the valleys showing *Fraxinus mandshurica* colonies. In terms of the DBH(diameter at breast height) of trees, between 11 and 20cm showed the highest frequencies, while over 30cm was the highest in Baekryunsa area and the lowest in Hyangjeokbong area. Furthermore, in terms of coverage in relation to layers, in Hyangjeokbong area, the coverage volume of the lower layer was very high, in Baekryunsa area, the coverage volume of the middle layer between 8 and 12m was the highest, and in Anseong area, the coverage volume of the upper layer over 18m was the highest. A total of 53 bird species were observed during the study period at the Deogyusan National Park. The numbers of species and density of areas were 25 species and 45.20 Ind./km for Hyangjeokbong area, 50 species and 58.63 Ind./km for Baekryunsa area and 35 species and 66.89 Ind./km for Anseong area, with Baekryunsa area showing the highest number of species and Anseong area showing the highest level of density. In terms of dominant species, in Hyangjeokbong area, *Cettia diphone*, along with species which inhabit in grassland and shrubs, were the dominant species, and species which live in the canopy layer, including the *Aegithalos caudatus*, were found to be dominant in Baekryunsa and Anseong areas. For guild structure, bush nesting guild and bush foraging guild species were the highest in all areas, and the hole nesting guild and the air foraging guild species showed the lowest proportion. This seems to be the result of the low number of trees with diameter at breast height of over 30cm, which results in the lack of nesting grounds for hole nesting guild species.

KEY WORDS : DIAMETER AT BREAST HEIGHT, COVERAGE, DOMINANT SPECIES, GUILD

서론

생물종의 분포에는 기온, 강수량, 일사량 등 다양한 환경 요인들이 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(Pianka, 1994), 해발고도가 높은 산림지역에서는 해발고도별로 수직적으로 생물종의 분포가 다르게 나타나기도 한다(Kimmins, 1987). 조류의 종다양성과 분포에 영향을 미치는 인자는 기상조건, 서식지구조, 먹이자원의 분포, 종내 및 종간경쟁 등 다양한 요인이 작용한다. 특히 해발고도의 차이에 따른 온도변화 및 식생 변화는 생물종의 분포에 많은 영향을 미친다(Rotemerry and Wilens, 1991; Hatchwell *et al.*, 1996; Perrins, 1991; Nakamura *et al.*, 1984; Neave *et al.*, 1996).

산림지역에서 수직적 혹은 수평적인 산림환경 구조의 다양성에 따라 조류는 서식지 선택에 있어서 다양한 양상을 나타내어 산림환경은 서식하고 있는 조류의 종구성에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Cody 1981; Karr and Roth, 1971; James and Warmer, 1982; Erdenien, 1984; Lee, 1996). 또한 Landres *et al.* (1988)은 조류를 이용한 서식지 평가 방법으로 특정한 서식지 형태와 먹이 선호 관계를 길드지표로 분석하거나 한 서식지 내에서 식생구조와

주변환경 및 조류 종 구성을 이용하여 서식지 평가가 가능하다고 하였다. 산림식생과 조류의 상관관계에 대한 연구는 국내에서도 활발히 이루어지고 있다(Lee, 1996; Rhim and Lee, 2000; 2001; Lee and Song, 2008; Lee *et al.*, 2008). 산지성 국립공원인 덕유산국립공원은 1975년 2월 1일 국립공원으로 지정되었고, 소백산맥의 중심부에 위치하는 내륙산악지형으로 전라북도와 경상남도의 4개군에 걸쳐 있다(Korea National Parks Authority, 2004).

덕유산국립공원의 산림조류 군집에 대한 연구는 Lee *et al.*(1994)이 겨울과 여름철 조사에서 5목 16과 34종을 보고하였고, Lee(2003)는 문헌연구를 통해 69종을 보고하였으며, 그 외 덕유산국립공원 자연자원조사(Korea National Parks Authority, 2004)와 자원모니터링(Korea National Parks Authority; 2008) 등의 보고가 있으나 산림환경에 따른 번식기 산림조류 군집의 특성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 덕유산국립공원에서 번식기 동안 수고, 엽층별 피도량, 식생구조 등의 산림환경에 따른 번식기 조류군집 특성을 비교 분석하여 조류 서식지로서 덕유산국립공원의 체계적인 관리 기반 구축과 산림조류에 대한 효율적인 보호대책을 위한 기초자료를 얻기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

덕유산국립공원은 영호남의 2개도 4개군에 걸쳐 있으며, 1975년 국립공원으로 지정되었고(면적 231.650km²), 연평균 기온은 10.4℃, 7월과 8월의 평균기온은 23.1℃, 2월의 평균기온은 -1.2℃이다. 연평균강수량은 1,422.1mm로 여름철에 전체의 57%, 겨울철에 8% 정도의 강수량을 나타내고, 온량지수(WL)는 85.7℃·month, 한랭지수(CL)는 -20.7℃·month를 나타내고 있다(Kim, 2010).

향적봉 정상부에 주목군락과 구상나무군락이 분포하고, 능선부에는 철쭉꽃-털진달래군락과 초지군락이 분포한다. 향적봉 북동사면 해발 1,500m 정상부 능선에는 신갈나무군락이 아교목상으로 분포하고, 사면이나 계곡부에서는 교목층을 형성한다. 고도 700~1,000m 사이에 굴참나무군락과 졸참나무군락, 산지중복이하 남사면과 능선부를 중심으로 소나무군락이 분포한다. 계곡부는 대부분 들메나무가 군락을 이루고, 칠연계곡부근은 서어나무, 졸참나무군락이 분포한다(Korea National Parks Authority, 2004; 2008; Kim, 2010).

본 연구는 덕유산국립공원의 산림환경에 따른 번식기 조류군집 특성을 파악하기 위해 고도 600m 이상의 산림지역인 향적봉지역(설천봉-향적봉-중봉-백암봉-동엽령)과 백련사지역(중봉-오수자굴-백련사-구천동탐방지원센터), 안성지역(동엽령-안성탐방지원센터)을 대상으로 2010년 4월부터 2010년 7월까지 4회의 조류조사 자료와 2010년 9월에 실시한 산림식생과 산림환경 조사 자료를 토대로 산림환경과 번식기 조류군집과의 관계를 분석하였다(Table 1, Figure 1).

2. 조사분석

1) 조사방법

조류조사는 덕유산국립공원의 탐방로를 따라 이동하면서 선조사법(Line transect census, Bibby *et al.* 1992)을 이용하여 조류군집을 조사하였다. 조사에서 출현한 조류를 쌍안경(Nikon 10×50)과 육안관찰 및 울음소리로 종과 개체수를

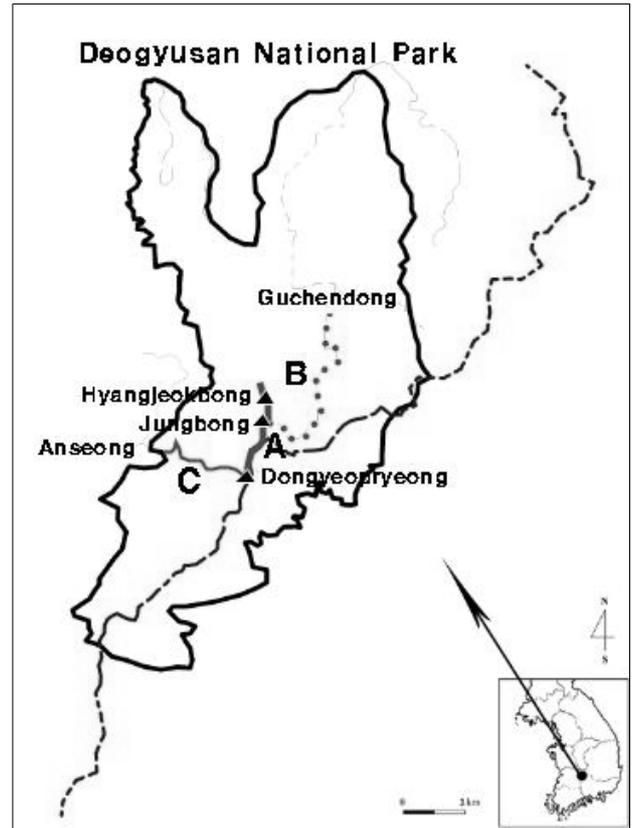


Figure 1. Map showing the survey areas in Deogyusan National Park(survey route; A —, B, C —). (A : Hyangjeokbong area, B : Baekryunsa area, C : Anseong area)

를 파악하고, GPS(Gamin 60CS)를 이용하여 관찰 지점을 기록하였다. 조사된 자료의 집계는 Lee *et al.*(2000)을 참고하고, 해발고도 100m 간격으로 정리하여 분석하였다.

산림환경에 따른 조류군집 특성을 파악하기 위해 해발고도 600m 이상의 산림지역인 향적봉지역과 백련사지역, 안성지역 등 3개 조사지역을 대상으로 2010년 9월에 산림 조사를 실시하였다. 산림 조사는 각 조사지역의 산림식생군락 구조 조사로서 수종구성, 교목층의 흉고직경, 엽층의 수직적 구조 등으로 나누어 실시하였다. 수종구성 및 흉고직경을 파악하기 위해 각 조사지역을 따라 임의로 선정한 지점

Table 1. Conditions of 3 survey areas

Areas	Distance(km)	Altitude(m)	District
Hyangjeokbong area	5	>1,300	ridge
Baekryunsa area	10.2	600~1,500	east slope and valley
Anseong area	4.5	600~1,300	west slope and valley

에 방형구(20×20m)를 향적봉지역 5개, 백련사지역 5개, 안성지역 6개 등 총 16개의 조사구를 설치하여 출현 수종 및 흉고직경 6cm 이상 교목층 수목의 직경급을 조사하였다. 각 경급별(6~10cm, 11~20cm, 21~30cm, 31~40cm, 41~50cm, 51~60cm, 60cm 이상)로 나누어 본수를 기록하였으며, 수종별 중요치(importance value: IV)를 산출하였다.

엽층별 상대피도량 조사는 고도 100m 당 임의로 정한 방형구(20×20m)내에 직경 5m 가상의 원통 5개를 임의로 설정한 후 각 엽층별(0~2m, 2~4m, 4~8m, 8~12m, 12~18m, 18~25m, 25m<)로 구분하여, 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 나타낸 후 각 엽층의 평균치로 각 조사구 엽층의 수직적 구조를 도출하였다.

2) 분석방법

산림군락의 특징을 보다 더 정확하게 분석하기 위하여 매목조사에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치(importance value: IV)를 산출하였다.

$$IV = \text{상대밀도(RD)} + \text{상대피도(RC)} + \text{상대빈도(RF)}$$

조류군집분석은 Brower *et al.*(1990)에 의한 우점도(RD, Relative species density)와 Shannon and Weaver(1949)의 종다양도(Species diversity), Marglef(1963)의 종풍부도(Species richness), Bibby *et al.*,(1992)의 단위거리당 밀도(D) 등의 식을 이용하였다.

$$RD(\text{우점도}) = (ni/N) \times 100$$

ni : i종의 개체수, N : 전체 개체수

$$H'(\text{종다양도 지수}) = -\sum (ni/N) \times \ln(ni/N)$$

ni : i종의 개체수, N : 지역의 총 개체수

$$Da(\text{종풍부도 지수}) = (s-1)/\ln(N)$$

s : 전체 종수, N : 관찰된 총 개체수

$$D(\text{단위거리당 밀도}) = P/S$$

P : 조사구간의 최고 관찰개체수, S : 거리(km)

길드(guild)의 개념은 Root(1967)에 의해 ‘동일한 자원을 유사한 방식으로 이용하는 종들의 모임’이라고 정의한 개념으로서 조류군집의 산림 환경내 자원이용 패턴을 설명하는 유용한 개념이다. 본 연구에서는 둥지를 짓는 장소인 영소 길드와 먹이를 먹는 장소인 채이길드로 분류하여 분석하였다(Table 2). 영소길드와 채이길드 분류는 본 조사지에서 이용하는 비율이 높은 것으로 정하였다(Park and Lee, 2001).

Table 2. The criteria of nesting and foraging guild in this study

	Guild	Major nesting and food resource
Nesting	Canopy	canopy layer in forest
	Hole	tree hole 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 larvae in a gap of forest

결과 및 고찰

1. 산림환경

조사지역별 산림식생조사에서 출현한 수종들 중에 중요치가 높게 나타난 종은 Table 3과 같다. 고도 1,300m 이상인 설천봉에서 동엽령에 이르는 고지대 능선부인 향적봉지역(A)의 산림식생조사구에서 흉고직경(DBH) 6cm 이상 15종에 대한 매목조사를 실시하여 중요치를 분석한 결과 교목층은 신갈나무(*Quercus mongolica*)와 주목(*Taxus cuspidata*), 구상나무(*Abies koreana*) 등의 순으로 중요치가 높게 나타났다. 신갈나무 등의 낙엽활엽수림과 주목, 구상나무 등의 아고산대 침엽수림이 나타나는 특징을 보인다. 중봉에서 백련사를 거쳐 구천동탐방지원센터에 이르는 백련사지역(B)의 산림식생조사구에서 흉고직경(DBH) 6cm 이상 19종에 대한 매목조사를 실시하여 중요치를 분석한 결과 교목층은 들메나무(*Fraxinus mandshurica*), 신갈나무(*Quercus mongolica*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*) 등의 순으로 중요치가 높게 나타났다. 대부분 낙엽활엽수림으로 구성되며, 고도 700m 이하의 낮은 지대에 침엽수림인 소나무군락이 일부 나타난다. 동엽령에서 칠연계곡을 거쳐 안성탐방지원센터에 이르는 안성지역(C)의 산림식생조사구에서 흉고직경(DBH) 6cm 이상 21종에 대한 매목조사를 실시하여 중요치를 분석한 결과 교목층은 소나무(*Pinus densiflora*), 신갈나무(*Quercus mongolica*), 구상나무(*Abies koreana*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*), 들메나무(*Fraxinus mandshurica*), 졸참나무(*Quercus serrata*) 등의 순으로 중요치가 높게 나타났다.

각 조사지역별 교목의 흉고직경 분포는 Figure 2와 같다. 전체적으로 흉고직경 6~20cm 경급의 수목비율이 높게 나타났고, 흉고직경 30cm 이상의 대경목 비율은 낮았으며, 지역 간에 차이가 크게 나타났다. 향적봉지역은 11~20cm 경급에서 가장 높았고, 6~10cm 경급에서 두 번째로 높은 비율을 보여 흉고직경 30cm 이하 경급이 대부분을 차지하

Table 3. Importance value of major tree species in Deogyusan forest by survey areas

Species	Korean name	A		B		C		Total	
		IV	OR	IV	OR	IV	OR	IV	OR
<i>Quercus mongolica</i>	신갈나무	112.21	1	54.46	2	33.47	2	64.82	1
<i>Fraxinus mandshurica</i>	들메나무	6.22	13	66.32	1	22.09	5	31.00	2
<i>Abies koreana</i>	구상나무	35.37	3	9.34	12	29.64	3	25.10	3
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	당단풍	23.91	4	17.80	4	16.89	9	19.48	4
<i>Quercus serrata</i>	졸참나무			22.60	3	23.93	4	15.71	5
<i>Pinus densiflora</i>	소나무					41.91	1	15.44	6
<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무			17.51	5	21.69	7	13.76	7
<i>Taxus cuspidata</i>	주목	35.71	2			5.52	12	13.19	8
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	쇠물푸레나무	8.87	9	6.98	15	21.17	8	12.73	9
<i>Styrax obassia</i>	쪽동백			11.12	9	22.03	6	11.51	10
<i>Carpinus cordata</i>	까치박달			9.03	13	14.66	10	8.10	11
<i>Prunus leveilleana</i>	개벚나무	8.00	11	9.40	11	4.91	14	7.40	12
<i>Cornus controversa</i>	층층나무			12.77	8	8.76	11	7.20	13
<i>Betula schmidtii</i>	박달나무			15.42	6	5.02	13	6.86	14
<i>Acer mono</i>	고로쇠나무	7.11	12	7.16	14	4.80	15	6.39	15
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	철쭉	12.55	6	6.24	16			6.07	16
<i>Maackia amurensis</i>	다릅나무			12.95	7	4.66	16	5.85	17
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>Pilosa</i>	노린재나무	12.97	5					4.15	18
<i>Salix hulteni</i>	호랑버들	10.31	7					3.29	19
<i>Betula costata</i>	거제수나무			9.46	10			3.16	20
<i>Betula ermani</i>	사스레나무	9.88	8					3.15	21
<i>Pinus koraiensis</i>	잣나무	4.13	15	4.83	17			2.93	22
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	시닥나무	8.13	10					2.61	23
<i>Magnolia sieboldii</i>	합박꽃나무			3.44	18	3.84	18	2.47	24
<i>Morus bombycis</i>	산뽕나무					4.32	17	1.48	25
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	4.62	14					1.48	26
<i>Betula davurica</i>	물박달나무					3.70	19	1.25	27
<i>Sorbus alnifolia</i>	팔배나무					3.54	20	1.19	28
<i>Kalopanax pictus</i>	읍나무					3.45	21	1.15	29
<i>Tilia amurensis</i>	피나무			3.15	19			1.09	30
Number of species		15		19		21		30	

IV : Importance value, OR : Order, A : Hyangjeokbong area, B : Baekryunsa area, C : Anseong area

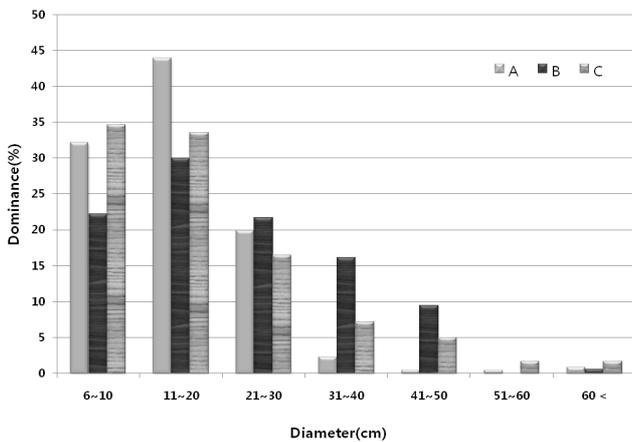


Figure 2. DBH distribution pattern of upper tree layer in survey areas(A: Hyangjeokbong area, B: Baekryunsa area, C: Anseong area)

고, 31cm 경급 이상의 대경목 비율은 매우 낮게 나타났다. 백련사지역은 흉고직경 11~20cm 경급의 수목이 가장 높은 비율을 보였고, 6~10cm 경급과 21~30cm 경급은 비슷한 비율을 보였다. 흉고직경 30cm 이상의 대경목 비율은 다른 지역들에 비해 상당히 높게 나타났다. 안성지역은 6~10cm 경급의 수목 비율이 가장 높았고, 다음은 11~20cm 경급이었으며, 흉고직경 30cm 이상의 수목비율은 향적봉지역보다는 높았으나 백련사지역보다는 낮게 나타났다.

각 조사지역의 엽층별 피도량을 살펴보면 지역 간의 차이가 많은 것으로 나타났다(Figure 3). 향적봉지역의 엽층별 피도량은 전반적으로 수고가 낮고 상층부 피도량이 빈약하여 초본 및 관목층이 발달된 구조로 하층부의 피도량이 매우 높게 나타났다. 백련사지역과 안성지역은 2~4m 층의 피도량이 낮게 나타났고, 4~8m 층의 피도량이 높게 나타나 비슷한 유형을 보였지만, 8~12m 층의 피도량은 안성지역보

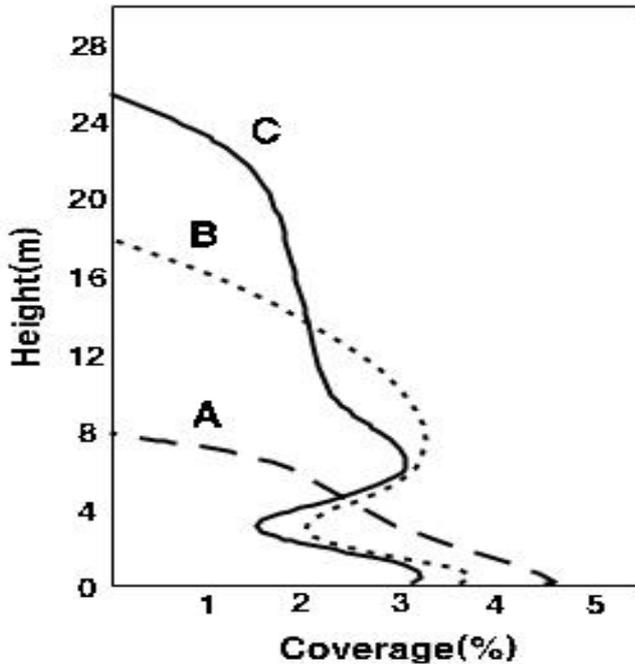


Figure 3. Differences in vertical foliage structure by survey areas(A: Hyangjeokbong area, B: Baekryunsa area, C: Anseong area)

다 백련사지역에서 높게 나타났다. 또한 18m 이상의 상층의 피도량이 백련사지역보다 안성지역이 높아 0~2m의 하층 피도량은 백련사지역이 높게 나타났다.

Kim(2010)은 덕유산국립공원 지역의 산림식생을 크게 낙엽활엽수림(참나무류림, 계곡림)과 침엽수림(소나무림) 및 아고산림(주목림, 구상나무림, 철쭉관목림, 초원) 등 3개의 유형으로 구분하였으며, 식생은 어떤 특정종이 아닌 다수의 종에 의해 우점하여 전반적으로 균등성이 높아 군락의 안정성이 크다고 하였다. 또한, 군락에 대한 흉고직경급별 분석을 통해 소나무군락, 물박달나무군락, 거제수나무군락, 구상나무군락은 정규분포형을 나타내어 당분간 우점상태를 유지할 것이고, 졸참나무군락, 서어나무군락, 들메나무군락은 어린개체의 밀도가 높아 중요치가 계속 증가할 것으로 예상하였으며, 신갈나무군락, 층층나무군락, 주목군락은 어린개체와 중간개체의 수치가 높아 계속 우점도를 유지할 것으로 판단하였다. 특히, 소나무군락은 당분간 우점상태를 유지하겠지만, 교란 후 초기에 침입하는 천이 초기 수종으로서 앞으로 임분 발달이 진행되면 소나무의 우점지역은 점차 줄어들 것으로 보고 하였다.

2. 번식기 조류군집 구조

1) 조류군집 특성

덕유산국립공원의 조사지역에서 2010년 4월부터 7월까지의 번식기 동안 관찰된 조류는 총 53종이었다(Table 4). 향적봉지역(A)에서 관찰된 조류는 25종이었고, 백련사지역(B)에서 관찰된 조류는 50종, 안성지역(C)에서 관찰된 조류는 35종으로 백련사지역에서 가장 많은 종수를 기록했다. 밀도는 향적봉지역이 45.20 Ind./km였고, 백련사지역이 58.63 Ind./km, 안성지역은 66.89 Ind./km를 기록하여, 안성지역에서 밀도가 가장 높았다. 향적봉지역은 종수와 밀도 모두 가장 낮은 결과를 보였다.

종다양도와 종풍부도는 향적봉지역이 각각 2.44와 4.43 이었고, 백련사지역이 각각 3.36과 7.66이었으며, 안성지역이 각각 3.01과 5.96으로 백련사지역의 종다양도와 종풍부도가 가장 높았고, 향적봉지역이 가장 낮았다.

향적봉지역의 우점종은 휘파람새 *Cettia diphone* (35.40%), 노랑턱멧새 *Emberiza elegans* (12.83%), 진박새 *Parus ater* (6.64%), 흰배지빠귀 *Turdus pallidus* (6.19%), 오목눈이 *Aegithalos caudatus* (5.31%) 등으로 초지와 관목에 서식하는 종들이 상위 우점하였다. 특히 박새류 중 몸의 크기가 작은 종인 진박새의 우점율이 높았다.

백련사지역의 우점종은 오목눈이 *Aegithalos caudatus* (10.70%), 되새 *Fringilla montifringilla* (7.53%), 산솔새 *Phylloscopus coronatus* (6.35%), 흰배지빠귀 *Turdus pallidus* (6.02%), 노랑턱멧새 *Emberiza elegans* (5.85%) 등으로 수목의 수관층에 서식하는 오목눈이가 상위 우점하였다. 겨울철새인 되새는 월동 후 이동을 하는 무리가 일시적으로 구천동탐방지원센터 인근에서 관찰된 것이며, 노랑턱멧새는 고도 700m 이하의 저지대와 1,400m 이상의 고지대 관목림에서 관찰되었다. 그 외 산솔새, 흰배지빠귀 등은 주로 1,000m 이하의 산림내 계곡부에서 많이 관찰되었다.

안성지역의 우점종은 오목눈이 *Aegithalos caudatus* (16.94%), 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis webbiana* (9.30%), 노랑턱멧새 *Emberiza elegans* (8.64%), 동고비 *Sitta europaea* (5.98%), 쇠박새 *Parus palustris* (5.65%), 흰배지빠귀 *Turdus pallidus* (5.32%) 등으로 오목눈이, 붉은머리오목눈이, 노랑턱멧새 등은 백련사지역과 마찬가지로 고도 700m 이하의 저지대와 1,400m 이상의 고지대 관목림에 분포하였다.

산림에서 번식하는 조류의 군집은 서식지로서 산림환경에 영향을 받게 된다. 엽층다양성과 수종다양성은 전체적으로 서식지의 다양성을 의미하며, 먹이자원이나 둥지자원 및 은신처 등의 다양한 기회를 제공해주기 때문에 조류군집의 분포와 풍부도에 영향을 주게 된다(Estades, 1997; Johnson and Freedman, 2002; MacDonald and Kirkpatrick, 2003). 또한, 식생피도의 총피도량은 조류의 먹이자원인 곤충의 풍부도(Newton and Moss, 1977)와 둥지자리 이용도(Martin,

Table 4. Breeding bird density in survey areas

No.	Scientific name	Korean name	A (Ind./km)	B (Ind./km)	C (Ind./km)	Guild	
						N1	F2
1	<i>Aix galericulata</i>	월앙		0.20		H	b
2	<i>Buteo hemilasius</i>	큰말뚝가리		0.20		*	a
3	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이		0.10	0.22	*	a
4	<i>Phasianus colchicus</i>	꿩		0.10	0.22	B	b
5	<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	0.60	1.37	0.44	C	b
6	<i>Cuculus fugax</i>	매사촌		0.20	0.67	*	*
7	<i>Cuculus micropterus</i>	검은등뺨꾸기	0.20	0.20		*	*
8	<i>Cuculus saturatus</i>	병어리뺨꾸기	0.40	0.29	0.67	*	*
9	<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견	1.60	0.49	0.22	*	*
10	<i>Otus scops</i>	소쩍새			0.22	*	*
11	<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	0.20	0.88	1.56	H	c
12	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	아물쇠딱다구리		0.10		*	c
13	<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	0.40	0.20	0.22	H	c
14	<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리		0.10	0.22	H	c
15	<i>Picus canus</i>	청딱다구리		0.10	0.22	H	c
16	<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새		1.27	0.67	*	*
17	<i>Motacilla alba</i>	알락할미새		0.10		*	*
18	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리		2.55	3.11	C	c
19	<i>Lanius bucephalus</i>	때까치		0.39		*	*
20	<i>Cinclus pallasii</i>	물까마귀		0.20	0.44	B	b
21	<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새		0.98	1.11	B	b
22	<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	0.40	0.59	0.89	B	b
23	<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새		0.49	0.89	*	*
24	<i>Phoenicurus aureoreus</i>	딱새	0.40	0.59	0.22	B	b
25	<i>Saxicola torquata</i>	검은딱새	0.40			B	b
26	<i>Turdus dauma</i>	호랑지빠귀		0.10		C	b
27	<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	0.20	0.49	0.89	C	b
28	<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀			0.22	*	*
29	<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	2.80	3.53	3.56	C	b
30	<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	1.60	2.65	6.22	B	b
31	<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	16.00	0.88	2.44	B	b
32	<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새		0.29	0.44	B	b
33	<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	0.20	0.10		*	*
34	<i>Phylloscopus borealis</i>	쇠솔새		1.08		B	b
35	<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	0.80	3.73	2.00	B	b
36	<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새		0.20		C	a
37	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	0.60	1.18	2.22	B	a
38	<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	2.40	6.27	11.33	C	c
39	<i>Parus palustris</i>	쇠박새	1.60	2.35	3.78	H	c
40	<i>Parus ater</i>	진박새	3.00	2.25	3.33	H	c
41	<i>Parus major</i>	박새	1.60	2.45	3.11	H	c
42	<i>Parus varius</i>	곤줄박이	1.00	2.65	2.89	H	c
43	<i>Sitta europaea</i>	동고비	1.00	1.37	4.00	H	c
44	<i>Emberiza cioides</i>	멧새		0.10		B	b
45	<i>Emberiza rustica</i>	쑥새		0.59		*	b
46	<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	5.80	3.43	5.78	B	b
47	<i>Fringilla montifringilla</i>	되새		4.41		*	*

No.	Scientific name	Korean name	A (Ind./km)	B (Ind./km)	C (Ind./km)	Guild	
						N1	F2
48	<i>Carduelis sinica</i>	방울새		0.69		C	c
49	<i>Passer montanus</i>	참새		1.47		B	b
50	<i>Garrulus glandarius</i>	어치	1.40	0.88	1.78	C	c
51	<i>Cyanopica cyana</i>	물까치		2.75		C	b
52	<i>Pica pica</i>	까치		0.78		C	b
53	<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	0.60	0.29	0.67	C	b
	Number of species		25	50	35		
	Sum of density(Ind./km)		45.20	58.63	66.89		
	Species diversity		2.44	3.36	3.01		
	species richness		4.43	7.66	5.96		

1 Nesting guild : C-Canopy, H-Hole, B-Bush(or Ground), *-undetermined

2 Foraging guild : c-canopy, b-bush(or ground), a-air, *-undetermined

A : Hyangjeokbong area, B : Baekryunsa area, C : Anseong area

1993)에 영향을 미쳐 식생 피도량이 높을수록 조류의 종풍부도가 높아지게 된다.

조류의 서식장소 선택은 먹이생물과의 관계(Yahner and Smith, 1990), 채식행동이나 영소장소의 기호성 등에 의해서 결정되므로(Hong, 2006), 수고와 흉고직경이 큰 수종으로 구성된 산림에서 계층구조가 복잡하기 때문에 조류의 종수와 개체수가 다양하다고 알려져 있다(Hino, 1985). 고지대 능선지역인 향적봉지역은 기온이 낮고 바람도 강하여 수목생장이 제한되는 환경으로 수고와 흉고직경이 다른 지역에 비해 낮은 비율을 나타내고, 키 큰 교목보다는 관목층이 크게 발달되어 있으며, 원추리, 철쭉 초원식생이 발달되어 있는 것이 특징이다. 특히, 낮은 수관층과 관목층의 높은 피도량으로 인해 조류들의 활동이 원활하지 않아 부정적인 효과를 나타내어(Hino, 1985; Lee et al., 2008), 고지대의 향적봉지역에서 조류의 종수, 밀도, 종다양도, 종풍부도가 모두 낮게 나타난 것으로 보인다. 반면 사면-계곡부인 백련사지역과 안성지역은 향적봉지역에 비해 높은 수고와 큰 흉고직경으로 상층과 중층의 피도량이 높고, 하층의 관목층 피도량이 향적봉지역보다 낮게 나타나 조류의 종수, 밀도, 종다양도, 종풍부도가 모두 높게 나타났다.

2) 길드분석

덕유산국립공원의 번식기 조류 군집의 영소길드는 관목

층에 등지를 짓는 종이 많은 것으로 나타났다(Table 5). 관목층 영소길드 종의 종수는 백련사지역에서 14종으로 가장 많았고, 밀도는 향적봉지역에서 26.00 Ind./km로 가장 높았다. 수동 영소길드 종은 백련사지역에서 10종으로 가장 많았으나, 밀도는 안성지역에서 19.33 Ind./km로 가장 많은 것으로 나타났다. 수관층 영소길드 종 역시 백련사지역에서 12종으로 가장 많았고, 밀도는 안성지역에서 21.78 Ind./km로 가장 많았다. 특히, 수고가 낮고, 초지 및 관목층이 발달한 향적봉지역은 관목층 영소길드 종의 밀도가 전체(42.80 Ind./km)의 약 60%를 차지하여 다른 영소길드 종과는 밀도 차이가 크게 나타났다.

지역별로는 수고가 낮고 수관층보다 관목층과 초지대가 발달한 향적봉지역의 경우 관목층 영소길드의 조류가 8종으로 가장 많았고, 밀도 역시 26.00 Ind./km로 가장 높았다. 다음은 수동 영소길드 종으로 7종, 8.80 Ind./km였고, 수관층 영소길드의 조류가 6종, 8.00 Ind./km로 가장 적었으나, 수동 영소길드와 수관층 영소길드의 밀도에는 큰 차이가 없었다.

백련사지역은 관목층 영소길드 종이 14종으로 가장 많았고, 다음은 수관층 영소길드 종이 12종, 수동 영소길드 종이 10종으로 다른 지역들과 달리 수관층 영소길드 종이 수동 영소길드 종보다 많았다. 또한 영소길드별 밀도를 비교하면, 관목층 영소길드 종(17.25 Ind./km)보다 수관층 영소길

Table 5. Nesting guild structure of breeding bird community in survey areas

Guild	Hyangjeokbong area		Baekryunsa area		Anseong area	
	N.S.	D(Ind./km)	N.S.	D(Ind./km)	N.S.	D(Ind./km)
Canopy	6	8.00	12	19.90	7	21.78
Hole	7	8.80	10	12.55	9	19.33
Bush	8	26.00	14	17.25	11	22.00
Total	21	42.80	36	49.71	27	63.11

Table 6. Foraging guild structure of breeding bird community in survey areas

Guild	Hyangjeokbong area		Baekryunsa area		Anseong area	
	N.S.	D(Ind./km)	N.S.	D(Ind./km)	N.S.	D(Ind./km)
canopy	9	12.60	14	22.84	12	35.56
bush	11	29.60	22	26.18	14	25.33
air	1	0.60	4	1.67	2	2.44
Total	21	42.80	40	50.69	28	63.33

드 종(19.90 Ind./km)이 높게 나타났고, 수동 영소길드 종이 12.55 Ind./km로 가장 낮았다.

안성지역 역시 관목층 영소길드 종이 11종으로 가장 많았고, 수동 영소길드 종이 9종, 수관층 영소길드 종이 7종으로 나타났다. 밀도는 관목층 영소길드 종이 22.00 Ind./km로 가장 많았고, 다음은 수관층 영소길드 종이 21.78 Ind./km였으며, 수동 영소길드 종이 19.33 Ind./km로 가장 적었다. 백련사지역과 안성지역이 향적봉지역에 비해 수관층이 발달하여 향적봉지역에 비해 수관층 영소길드 종이 훨씬 많은 것으로 나타났다. 또한 백련사지역보다 안성지역의 각 영소길드 종의 밀도가 모두 높게 기록되었다.

덕유산국립공원의 번식기 조류 군집의 채이길드는 관목층 채이길드 종이 가장 많은 것으로 나타났다(Table 6). 수관층 채이길드 종의 종수는 백련사지역에서 14종으로 가장 많았고, 밀도는 안성지역에서 35.56 Ind./km로 가장 높았다. 관목층 채이길드 종은 백련사지역에서 22종으로 가장 많았으나, 밀도는 향적봉지역에서 29.60 Ind./km로 가장 많은 것으로 나타났다. 공중 채이길드 종 역시 백련사지역에서 4종으로 가장 많았고, 밀도는 안성지역에서 2.44 Ind./km로 가장 많았으나, 전체 적으로 공중 채이길드 종은 매우 낮은 비율을 차지하였다. 특히, 수고가 낮고, 초지 및 관목층이 발달한 향적봉지역은 영소길드와 마찬가지로 관목층 채이길드 종의 밀도가 전체(42.80 Ind./km)의 약 69%를 차지해 다른 채이길드 종과는 밀도 차이가 크게 나타났다.

지역별로는 수고가 낮고 수관층보다 관목층과 초지대가 발달한 향적봉지역의 경우 관목층 채이길드 조류가 11종으로 가장 많았고, 밀도 역시 29.60 Ind./km로 가장 높았다. 다음은 수관층 채이길드 종으로 9종, 12.60 Ind./km였고, 공중 채이길드의 조류는 1종, 0.60 Ind./km로 많은 차이가 있었다.

백련사지역은 관목층 채이길드 종이 22종, 26.18 Ind./km로 가장 많았고, 다음은 수관층 채이길드 종으로 14종, 22.84 Ind./km였으며, 공중 채이길드 종은 4종, 1.67 Ind./km로 역시 공중 채이길드 종은 다른 채이길드 유형과 많은 차이를 보였다.

안성지역 역시 관목층 채이길드 종이 14종으로 가장 많

았고, 수관층 채이길드 종이 12종, 공중 채이길드 종이 2종으로 나타났다. 밀도는 수관층 채이길드 종이 35.56 Ind./km로 가장 많았고, 다음은 관목층 채이길드 종 25.33 Ind./km였으며, 공중 채이길드 종이 2.44 Ind./km로 가장 적었다. 백련사지역과 안성지역이 향적봉지역에 비해 수관층이 발달하여 향적봉지역에 비해 수관층 채이길드 종이 훨씬 많은 것으로 나타났다.

각 조사지역에서 관목층 영소길드 종이 높게 나타났고, 다음으로 수관층 영소길드 종이 많았으며, 수동 영소길드 종들의 종수와 밀도가 낮게 나타났다. 이는 수동 영소길드 종들이 주로 이용하는 흉고직경 20~30cm 경급의 수목 분포가 낮아 적당한 등지목이 부족한 결과로 생각된다(Lee *et al.*, 2008). 따라서 수동 영소길드 종들의 영소 기회를 높이기 위해 인공새집을 설치하는 것을 고려하는 것도 좋을 것으로 판단된다. 채이길드 역시 관목층 채이길드 종이 수관층 채이길드 종보다 종수와 밀도가 높게 나타났다. 안성지역은 관목층 채이길드 종의 종수가 수관층 채이길드 종의 종수보다 높았고, 밀도는 수관층 채이길드 종에서 높게 나타났다. 이처럼 향적봉지역과 백련사지역과 달리 안성지역은 밀도에서 서로 반대되는 채이길드 결과를 보이는 것은 엽층별 수직구조에서 백련사지역보다 안성지역의 높은 임관구조와 수관층 피도량이 높은 것에 기인하는 것으로 생각된다.

또한, 직박구리와 흰배지빠귀, 산술새, 오목눈이, 박새, 곤줄박이 등 수관층 영소길드와 수동 영소길드, 수관층 채이길드 종들은 고도 1,000m 이하 지역에서 높은 밀도를 나타냈다. 반면, 관목층 영소길드와 채이길드 종인 휘파람새는 고도 1,000m 이상에서 높은 밀도를 나타내어 각각의 종들이 해발고도별로 분포를 달리하는 것으로 나타났다. 이는 산림조류가 서식에 필요한 다양한 자원을 효과적으로 얻기 위해 적응된 형태로 보인다(Rhim *et al.*, 2002).

3. 번식기 조류군집의 연도별 변화상

덕유산국립공원에 대한 2010년 7월의 본 조사 자료와 Lee *et al.*(1994)의 자료를 토대로 과거와 현재의 여름철 조

류군집을 비교하면 Table 7과 같다. 1972년에 기록된 조류는 48종 272개체였고, 1993년은 27종 126개체였으며, 2010년에는 36종 471개체가 기록되어 총 61종으로 나타났다.

종수는 1993년에 감소한 후 2010년에 증가하였고, 개체수는 본 조사에서 가장 높은 값을 보였다. 면적당 밀도 역시 본 조사에서 4.30 Ind./ha로 1972년 3.60 Ind./ha와 1993년 1.70 Ind./ha 보다 높게 나타났다. 종다양도는 본 조사에서 2.95로 1972년의 3.33보다 낮았으나 1993년의 2.84보다는 약간 높았다. 지금으로부터 약 40년 전인 1972년에 비해 종수, 서식밀도, 종다양도 등이 급격히 감소하였던 1993년

보다 2010년에 어느 정도 회복되는 경향을 보였다.

산림성 조류중 주로 날아다니는 곤충을 포식하는 흰눈썹 황금새 *Ficedula zanthopygia*, 할미새사촌 *Pericrocotus divaricatus*, 솔딱새 *Muscicapa sibirica* 등은 1972년에는 관찰되었으나 1993년에 관찰되지 않았고(Lee *et al.*, 1994), 2010년 조사에서도 관찰되지 않았다. 과거에 비해 본 조사에서 특이한 것은 덕유산국립공원의 1,000m 이상 고지대의 관목림에서 번식하는 휘파람새 *Cettia diphone* 가 과거에는 5개체(1972년)와 4개체(1993년)의 소수로 관찰되었으나 2010년 본 조사에서는 94개체가 기록되어 많은 차이를 보

Table 7. Comparison of bird community between 1972, 1993 and 2010 in summer

No.	Scientific name	Korean name	1972*	1993*	2010	Mig.
1	<i>Butorides striatus</i>	검은댕기해오라기	1			SV
2	<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	1	1		SV
3	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이		1	1	Res
4	<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	1			Res
5	<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기			6	Res
6	<i>Cuculus fugax</i>	매사촌			2	SV
7	<i>Cuculus micropterus</i>	검은등빼꾸기	4			SV
8	<i>Cuculus canorus</i>	빼꾸기	3	2		SV
9	<i>Cuculus saturatus</i>	병어리빼꾸기	8		1	SV
10	<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견			6	SV
11	<i>Otus scops</i>	소쩍새	1			Res
12	<i>Caprimulgus indicus</i>	쏙독새	1			SV
13	<i>Alcedo atthis</i>	물총새	1			Res
14	<i>Halcyon coromanda</i>	호반새	3			SV
15	<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	1			SV
16	<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	3	1	13	Res
17	<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리		1	3	Res
18	<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	1	1	1	Res
19	<i>Picus canus</i>	청딱다구리	4			Res
20	<i>Hirundo rustica</i>	제비	3			SV
21	<i>Hirundo daurica</i>	귀제비	1			SV
22	<i>Dendronanthus indicus</i>	물레새	1			SV
23	<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	27		13	SV
24	<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	3			SV
25	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	할미새사촌	1			SV
26	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	1	3	33	Res
27	<i>Lanius bucephalus</i>	때까치		1	1	Res
28	<i>Lanius cristatus</i>	노랑때까치	1			SV
29	<i>Cinclus pallasii</i>	물까마귀	22	1	2	Res
30	<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새		13	1	Res
31	<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새		1	3	SV
32	<i>Phoenicurus auroreus</i>	딱새	1	2	5	Res
33	<i>Saxicola torquata</i>	검은딱새	8			SV
34	<i>Turdus dauma</i>	호랑지빠귀		4	1	SV
35	<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀			1	SV
36	<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	34	7	31	SV
37	<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	7	1	35	Res
38	<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	5	4	94	SV

No.	Scientific name	Korean name	1972*	1993*	2010	Mig.
39	<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	10	2	3	SV
40	<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	9	1	2	SV
41	<i>Muscicapa sibirica</i>	솔딱새	2			PM
42	<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	5			SV
43	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	13		13	SV
44	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	삼광조	1			SV
45	<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이			30	Res
46	<i>Parus palustris</i>	쇠박새	4	8	12	Res
47	<i>Parus ater</i>	진박새	10	19	17	Res
48	<i>Parus major</i>	박새	12	7	18	Res
49	<i>Parus varius</i>	곤줄박이	14	17	21	Res
50	<i>Sitta europaea</i>	둥고비	8	10	6	Res
51	<i>Emberiza cioides</i>	멧새	1			Res
52	<i>Emberiza fucata</i>	붉은뺨멧새	3	5		SV
53	<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	12	6	37	Res
54	<i>Carduelis sinica</i>	방울새	1		7	Res
55	<i>Passer montanus</i>	참새			5	Res
56	<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	5			SV
57	<i>Garrulus glandarius</i>	어치	7	2	3	Res
58	<i>Cyanopica cyana</i>	물까치	4		28	Res
59	<i>Pica pica</i>	까치	1		8	Res
60	<i>Corvus corone</i>	까마귀	2	5		Res
61	<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀			8	Res
	Number of species		48	27	36	
	Number of individuals		272	126	471	
	Species diversity(H')		3.33	2.84	2.95	
	Density(Ind./ha)		3.60	1.70	4.30	
	Res		22	18	23	
	SV		25	9	12	
	PM		1	0	0	

Mig.: Migration, Res: Resident, SV: Summer visitor, WV: Winter visitor, PM: Passage migrant, Vag: Vagrant

* Lee et al.(1994)

였고, 나무 구멍에 영소하는 딱따구리류의 서식밀도 또한 과거보다 높은 것으로 나타났다. 이는 1972년과 1993년의 과거에 비해 약 40년이 지난 현재까지 덕유산국립공원 내 산림의 생장이 계속되었고, 이로 인해 딱따구리류가 이용할 수 있는 영소목의 비율이 과거에 비해 증가한 결과로 판단된다. 또한, Lee et al.(1994)은 1993년 조사에서 조류의 서식밀도가 감소한 것은 계곡부를 선호하는 이용객들의 이용행태로 인하여 조류의 서식 환경의 악화로, 그렇지 않았던 1970년대에 비해 서식밀도가 감소한 결과를 보였다고 하였다. 그러나 본 조사에서 1993년에 비해 서식밀도가 2.5배 정도 높게 나타났는데, 이는 1993년에는 전술한 원인 외에도 1980년대와 1990년대에 덕유산국립공원 일대에서 이루어진 무주리조트나 양수발전소 등의 대규모 개발 사업들의 영향으로 조류의 서식 밀도와 종다양성이 낮았던 것으로 추정되며, 최근 국립공원의 산림 보존에 대한 높아진 관리

체계와 홍보활동 및 국립공원을 찾는 탐방객들의 인식 변화 등이 산림과 조류의 서식밀도가 증가하는데 영향을 준 것으로 판단된다. 그러나 종다양도는 1993년 보다는 본 조사에서 약간 증가하였으나 1972년의 종다양도에는 아직 미치지 못하는 것으로 나타나 종다양성의 회복에는 더 많은 시간이 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

- Bibby, C.J., N.D. Burgess and D.A. Hill(1992) Bird census technique. Academic press limited, London, UK 257pp.
- Brower, J., J. Zar and C. von Ende(1990) Field and laboratory methods for general ecology. Third Ed. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque. 237pp.
- Cody, M.L.(1981) Habitat selection in birds: the roles of vegetation structure, competitors, and productivity. BioScience

- 31:107-113.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. *J. Ecology* 32: 476-496.
- Erdenien, M.(1984) Bird communities and vegetation structure : I. Correlations and comparisons of simple and diversity indices. *Oecologia* 61: 277-284.
- Estades, C.F.(1997) Bird-habitat relationships in a vegetational gradient in the Andes of central Chile. *Condor* 99: 719-727.
- Hatchwell, B.J., D.E. Chamberlain and C.M. Perrins(1996) The reproductive success of Blackbirds *Turdus merula* in relation to habitat structure and choice of nest site. *Ibis* 138: 256-262.
- Hino, T.(1985) Relationships between bird community and habitat structure in shelterbelts of Hokkaido, Japan. *Oecologia* 65: 442-448.
- Hong, S.B.(2006) Regional characteristics of birds in Naejangsan National Park, Kor. *J. Ornithol.* 13(2): 125-136. (in Korean with English abstract)
- James, F.C. and N.O. Warner(1982) Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63:159-171.
- Johnson, G.A.M. and B. Freedman(2002) Breeding birds in forestry plantations and natural forest in the vicinity of Fundy National Park, New Brunswick. *Canadian Field Naturalist* 116: 475-435.
- Karr, J.H. and R.R. Roth(1971) Vegetation Structure and Avian Diversity in Several New World Areas, *American Naturalist* 105: 423-435.
- Kim, H.S.(2010) A study on ecological characteristic of forest vegetation in Deogyusan National Park. Ph. D. thesis, Univ. of Chungnam, Daejeon, Korea, 207pp. (in Korean with English abstract)
- Kimmins, J.P.(1987) *Forest ecology*. Macmillan Publishing Company. New York, 531pp.
- Korea National Parks Authority(2004) Deogyusan National Park natural resources survey. pp. 352-421. (in Korean)
- Korea National Parks Authority(2008) Deogyusan National Park resources monitoring. pp. 136-160. (in Korean)
- Landres, P.B., J. Verner and J.W. Thomas(1988) Ecological Uses Vertebrate Indicator Species: A Critique, *Conservation Biology* 2(4): 316-328.
- Lee, D.H. and H.K. Song(2008) Abundance of breeding birds in relation to forest environment in Jirisan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 22(3): 320-324. (in Korean with English abstract)
- Lee, D.H., H.J. Kwon and H.K. Song(2008) Characteristics of breeding bird community in relation to altitude and vegetation in Jirisan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 22(5): 471-480. (in Korean with English abstract)
- Lee, D.P. (2003) Birds in the Baekdudaegan from Jirisan to Deokkyusan : A review. *Kor. J. Env. Eco.* 16(4): 487-497. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S., C.Y. Park and K.H. Cho(1994) Study on the protection and management of avifauna in Tökyusan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 7(2): 213-220. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S.(1996) The relationship between breeding bird community and forest structure at a deciduous broad-leaved forest in Hokkaido, Japan. *Journal of Korean Ecology* 19(4): 353-361.
- Lee, W.S., T.H. Koo and J.Y. Park(2000) A field guide to the birds of Korea. LG Evergreen Foundation, Seoul, 320pp. (in Korean)
- MacDonald, M.A. and J.B. Kirkpatrick(2003) Explaining bird species composition and richness in eucalypt-dominated remnants in subhumid Tasmania. *Journal of Biogeography* 30: 1415-1426.
- Marglef, R.(1963) On certain unifying principles in ecology. *Amer. Nature* 97: 357-374.
- Martin, T.E.(1993) Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. *American Naturalist* 141: 897-913.
- Nakamura, S., H. Hashimoto and O. Sootome(1984) Breeding ecology of *Motacilla alba* and *M. grandis* and their interspecific relationship. *J. Yamashina Inst. Ornithol.* 16: 114-135.
- Neave, H.M., R.B. Cunningham, T.W. Norton and H.A. Nix(1996) Biological inventory for conservation evaluation III. Relationships between birds, vegetation and environmental attributes in southern Australia. *Forest Ecology and Management* 85: 197-218.
- Newton, I. and D. Moss(1977) Breeding birds of Scottish pinewoods. pp. 26-34. In "Native pinewoods of Scotland", eds. by R.G.H. and J.N.R. Jeffers. Inst. Terrestrial Ecology. Cambridge.
- Park, C.R. and W.S. Lee(2001) Characteristics of Bird community in Mt. Paldal. *Kor. J. Env. Eco.* 15(3): 267-275. (in Korean with English abstract)
- Perrins, C.M.(1991) Tits and their caterpillar food supply. *Ibis* 133: 49-54.
- Pianka, E.R.(1994) *Evolutionary ecology*. Harper Collins College Publishers. New York, 486pp.
- Rhim, S.J. and W.S. Lee(2000) The relationship between habitat structure and breeding bird communities at deciduous forest in mid-eastern Korea. *Japanese Journal of Ornithology* 49(1): 31-38.
- Rhim, S.J. and W.S. Lee(2001) Change in breeding bird community caused by thinning in deciduous forest. *Jour. Korean For. Soc.* 90(1): 36-42. (in Korean with English abstract)
- Rhim, S.J., W.H. Hur and W.S. Lee(2002) Characteristics of altitudinal bird community in Mt. Seoraksan National Park. *Korean J. Ecol.* 25(3): 179-187. (in Korean with English abstract)

Root, R.B.(1967) The niche exploitation pattern of the Blue-gray gnatcatcher. Ecology Monograph 37: 317-350.

Rotemberry, J.T. and J.A. Wiens(1991) Weather and reproductive variation in shrubsteppe Sparrows: A hierchical analysis. Ecology 72: 1325-1335.

Shannon, C.E. and W. Weaver(1949) The mathematical theory of

communication. Univ. of Illinois press, Urbana-Champaign, 117pp.

Yahner, R.H. and H.R. Smith(1990) Avian community structure and habit relationships in central Pennsylvania forests. Journal of Pennsylvania Academy of Science 64: 3-7.