

제주시험림 한남 지역의 조류 군집 특성¹

박찬열^{2,3*} · 김은미³ · 강창완⁴

The Characteristics of Bird Community at Hannam Area of Jeju Experimental Forests¹

Chan Ryul Park^{2,3*}, Eun-Mi Kim³, Chang-Wan Kang⁴

요 약

본 연구는 제주시험림 한남지역에서 2006년 11월부터 2007년 9월까지 매월 3일 연속으로 11개월 동안 선조사법에 의한 2개 지역과 정점조사법에 의한 5개 지역을 정하여 이동성, 등지 길드, 출현비율의 군집 분석을 통하여 조류 군집의 특성을 살펴보았다. 총 58종의 조류를 확인하였으며, 조류를 이동성(migration habit)에 따라 나누면, 텃새 24종, 여름철새 8종, 겨울철새 10종, 나그네새 16종이었다. 대개 육지에서는 여름철새의 종 수가 높지만, 조사지역에서 나그네새 종수가 더 많은 것으로 나타났다. 또한, 월별 출현종의 관찰비율을 군집 분석한 결과, 11월부터 2월의 모듬, 3월~7월의 모듬으로 나누어져 계절성을 보였으나, 월별 종 수 변화는 육지에서 나타나는 계절 변동이 없었다. 번식기와 비번식기에 종 구성은 변화하지만, 전체 종수는 계절 변동을 나타내지 않았다. 이는 나그네새 등 이동성 조류가 제주시험림을 다수 방문하는 것을 나타낸다. 산림성 조류에게 등지를 제공하는 딱따구리류는 본 조사지에서는 큰오색딱따구리 1종으로 육지의 5종과 차이를 나타낸다. 등지 길드는 덩불 및 지면에서 등지를 튼 새는 9종, 숲지붕층 8종, 나무구멍 7종, 인가에서 번식하는 1종이 기록되었다. 조사지에서 큰오색딱따구리는 박새류, 흰눈썹황금새, 호반새의 등지를 제공하는 핵심종(keystone species)으로서 이 종을 보호하기 위한 산림시업을 고려해야 할 것으로 판단된다.

주요어: 길드, 이동성, 큰오색딱따구리

ABSTRACT

This study was conducted to understand the characteristics of bird community, migration, nesting guild, ordination analysis of observed frequency of birds at Jeju Experimental Forests (JEFs) from November 2006 to September 2007 with surveys of two areas by line transect methods and point-count methods at five areas for three consecutive days in each month. Among observed 58 species could be classified into the 24 residents, 9 summer visitors, 9 winter visitors and 16 passage migrants according to migration habit. In species composition, passage migrants are dominant birds at study areas whereas summer and winter visitors are most dominant birds at mainland's forests. We could divide two groups of bird community in the view of monthly species composition, one is November to February group, the other March to July group by ordination analysis. Number of species did not show seasonal fluctuation which is common pattern of bird community in mainland. This pattern reflects that species composition can change during breeding and non-breeding periods, but overall

1 접수 2010년 10월 5일, 수정(1차: 2011년 11월 17일, 2차: 2011년 12월 10일), 게재확정 2011년 12월 11일

Received 5 October 2010; Revised(1st: 17 November 2011, 2nd: 10 December 2011); Accepted 11 December 2011

2 국립산림과학원 산림생태연구과 Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, Seoul(130-712), Korea

3 국립산림과학원 난대산림연구소 Warm-temperate Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Seogwipo(697-050)

4 한국조류보호협회 제주지회 Jeju Branch, Korea Association For Bird Protection, Seogwipo(697-340)

* 교신저자 Corresponding author(chandrap@chol.com, park@forest.go.kr)

number of species did not change. This can be related with the high use of passage migrants at study area, also suggests that the JEFs can be highly utilized as stopover sites during migration. At mainland's forests, we can observe about five species of woodpeckers, however we just observed the only one species of White-backed Woodpeckers (*Dendrocopos leucotos*) at study areas. In the view of nesting guild, breeding birds can be grouped into the 9 bush-& ground nesters, 8 canopy nesters, 7 hole nesters and one house nesters. Among hole nesters, we can observe only one species of primary cavity nesters White-backed woodpecker, and the five secondary cavity nesters, that is three species of tits, tricolor flycatchers (*Ficedula zanthopygia*) and ruddy kingfishers (*Halcyon coromanda*). Therefore, White-backed woodpeckers can be regarded as a keystone species and forest practice should consider the careful conservation of this species.

KEY WORDS: GUILD, MIGRATION, WHITE-BACKED WOODPECKERS

서론

제주도에서 수행된 조류상 연구 중 산림의 조류상을 최초로 보고한 것은 문섬, 섭섬, 범섬 등 3개의 무인도서와 한라산국립공원(영실, 어승생, 관음사, 성판악)을 대상으로 실시한 조사이다(Park, 1976). 이후, 남읍, 금악 등 중산간지역과 관음사, 어리목, 수악교 등 한라산에서 조류를 포획하고 가락지 부착을 한 조사결과가 있었다(Park and Kim, 1980). 광령계곡, 돈내코, 어리목, 수악교에서 3월부터 10월까지의 조류상을 보고하였고(Park and Kim, 1982), 동일 장소에서 10월부터 이듬해 3월까지 결과도 보고하였다(Park and Kim, 1983). 한편, 광령계곡, 관음사, 어리목의 고도별 조류상을 1월부터 12월까지 조사 및 분석하여 보고하였으며(Park, 1984), 강정천을 따라 한라산 정상까지 고도별 조류상 조사 및 군집 분석을 수행하였고(Yun and Park, 1986), 관음사와 어리목 등산로를 중심으로 고도별 조류상을 보고하기도 하였다(So and Park, 1987). 한라산의 고도별, 식생별 조류상 조사를 보고가 있었으며(Oh et al., 2002), 제주도 돈내코와 한남리 시험림의 조류상을 보고했었다(Kim et al., 2004). 산록도로와 한라산 탐방로를 중심으로 출현하는

조류 조사 및 군집구조를 분석하였다(Chun et al., 2007). 본 연구의 조사지역인 제주시험림은 FSC(Forest Stewardship Council) 국제산림경영인증을 2006년 3월에 취득하였다. FSC 인증림은 엄격한 환경 및 사회경제적 기준에 의해 산림 경영을 기본 취지로 한다. FSC 인증림의 산림 경영 활동은 생물다양성에 영향을 줄 수 있다. 본 연구는 제주시험림 한남지역에 서식하는 조류군집을 길드, 이동성, 월별 종수 변화 등 측면에서 분석하여 조류군집 특성을 이해하고자 실시되었다. 이 결과는 향후 산림경영 활동에 있어서 기초 자료로 활용될 수 있다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

제주도 서귀포시에 위치한 한남시험림을 연구대상지역으로 하였으며 선조사법을 적용하여 주 임도 2개소, 정점조사법을 적용한 채종원, 산지습지, 표고버섯 재배지, 삼나무 숲, 혼효림 등 5개소를 정하였다(Table 1, Figure 1). 한라산 남동사면 해발 300-750m에 위치하며 지역내 사려니오름

Table 1. Line transect survey areas and point count survey points to conduct the bird community at Hannam area of Jeju experimental forests

Survey methods	Area Code	Characteristics
Line Transect Survey	I	Cedar forests, <i>Quercus acuta</i> seedling stands (2km)
	II	Small tributaries, Old cedar forests, Forest wetlands (3km)
Point Count Survey	A	Seed orchards
	B	Forest wetlands
	C	Mushroom cultivation areas
	D	Mixed forests
	E	Cedar forests

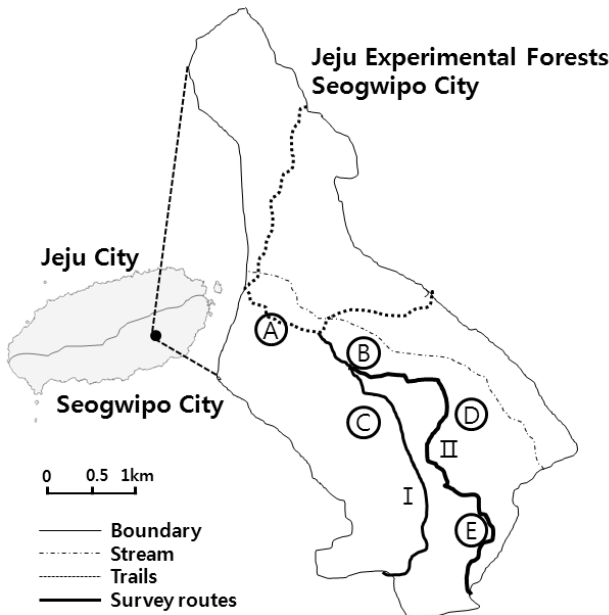


Figure 1. Line transect survey routes (I: solid line, II: thick solid line) and point count survey points(A: Seed orchards, B: forest wetlands, C: mushroom cultivation areas, D: mixed forests, E: cedar forests)

(523m), 거인악(532m), 마분악(425m) 등 오름을 제외하고는 비교적 지형은 평탄하다. 연강수량은 3,000mm 정도의 아열대, 난대, 온대지역이다. 주요 임상으로 붉가시나무 *Quercus acuta*, 구실잣밤나무 *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, 새덕이 *Neolitsea aciculata*, 황칠나무 *Dendropanax morbifera* 등 상록활엽수와 서어나무 *Carpinus laxiflora*, 졸참나무 *Quercus serrata*, 때죽나무 *Styrax japonica* 등 낙엽활엽수가 혼효되어 있으며, 삼나무 조림지가 곳곳에 남아 있다. 1969년부터 조성한 65ha의 채종원 및 클론보존원이 있다. 토양은 비교적 토심이 깊고, 유기물층 및 층위 발달이 양호하며 일부에 습지와 강침식 토양이 분포한다(Kim *et al.*, 2009). 조사지역은 난대상록활엽수림으로서 가시거리가 낮아서 관찰율(detectability)이 떨어질 수 있다. 관찰율의 변이를 줄이기 위해서는 다양한 환경을 다수 포함하여 반복 개념으로 조류상을 조사할 경우, 대상 지역의 전체 조류 군집 특성을 파악할 수 있으므로(Bibby *et al.*, 1997), 7개 조사지역은 반복의 개념을 적용하여 대상지를 선정하

였다.

2. 조류 군집 조사 및 분석

매월 25일부터 31일 중 맑은 날을 택하여 되도록 연속 3일을 조사하여, 조사시기의 변화에 따른 자료의 변이를 최소화하였으며, 3일 연속 자료를 점 조사법과 선 조사법에 구해진 평균 출현 빈도를 다음 식으로 표현하였다(Table 2, 3).

$$OF = 1/7 \sum_{i,j=1}^n N(P_i + L_j)$$

(OF: Observed frequency, P_i : Number of species at i points, L_j : Number of species at j points)

번식 가능성을 파악하기 위해 동지를 찾아 사진 기록을 하였으며, 자료는 동지 길드 분석에 활용하였다. 조류 군집은 선조사법의 경우, 쌍안경(Swarovski EL 10 x 42, 6.3°)으로 관찰된 조류의 나는 모양, 울음소리 및 육안관찰을 통하여 종을 동정하고 개체수를 산정하여 기록하였다 (Bibby *et al.*, 1997). 정점조사법(point count method)의 경우, 조사 반경 25m내에서, 10분간 관찰 중 및 개체수를 기록하였다 (Ralph *et al.*, 1993; Bolger *et al.*, 1997; Huff *et al.*, 2000). 3일 연속 자료는 평균 출현 빈도로 표현하였으며, 3일간 동지 길드 분석은 Lee and Park(1995)의 기준을 현장에 맞게 수정하여 적용하였으며, 출현 종의 월별 출현빈도를 이용한 군집 분석은 PC-ORD, Past 프로그램(Hammer *et al.*, 2001)을 이용하여 Bray-Curtis 법을 적용하여 분류하였다. 이동성은 제주도에서 번식하면서 일년 동안 관찰이 되는 조류는 텃새로 여름철에 번식하고 겨울철에 출현하지 않는 조류는 여름철새로, 겨울철에 2개월 이상 도래하여 월동하는 조류는 겨울철새로, 봄철과 가을철에 제주도를 규칙적으로 이동하는 조류는 나그네새로 분류하였다.

결과 및 고찰

1. 조류상

총 58종의 조류를 확인하였으며, 10개월 이상 출현한 조류는 멧비둘기 *Streptopelia orientalis*, 큰부리까마귀

Table 2. Eleven times of survey periods to survey the bird community at Hannam area of Jeju experimental forests

Survey periods	Survey periods	Survey periods	Survey periods
Jan. 22~24, 2007	Apr. 28~30, 2007	Jul. 26, 28, 29, 2007	Nov. 22, 24, 25, 2007
Feb. 27~28, 2007	May 28~30, 2007	Aug. 28, 29, 31, 2007	Dec. 10~12, 2006
Mar. 25, 26, 30, 2007	Jun. 26~27, 2007	Sep. 27, 28, 30, 2007	

Table 3. Average frequency of observation of 58 birds at study areas

Korean name	Scientific name	Guild ¹	Mig. ²	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Freq. ³
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	C	Res.	0.75	0.58	0.50	0.25	0.33	0.14	0.24	0.07	0.25	0.24	0.20	11
큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>	C	Res.	0.83	0.92	0.58	0.58	0.57	0.86	0.86	0.64	0.75	0.38	0.71	11
곤줄박이	<i>Parus varius</i>	H	Res.	0.83	0.67	0.58	0.67	0.86	0.81	0.57	0.36	0.45	0.71	0.10	11
박새	<i>Parus major</i>	H	Res.	0.50	0.50	0.50	0.50	0.43	0.52	0.57	0.29	0.15	0.19	0.29	11
직박구리	<i>Microscelis amaurotis</i>	C	Res.	1.00	1.00	0.75	0.50	0.86	0.90	0.95	0.93	0.95	0.57	0.86	11
큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	H	Res.	0.33	0.42	0.25	0.42	0.43	0.43	0.38	0.21	0.40	0.24	0.19	11
등박새	<i>Zosterops japonicus</i>	C	Res.	0.17	0.08	0.33	0.25	0.43	0.52	0.62	0.57	0.40	0.48		10
오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	C	Res.	0.25	0.17	0.25	0.17	0.10	0.05	0.05	0.21		0.10	0.14	10
휘파람새	<i>Cettia diphone</i>	B	Res.		0.17		0.08	0.38	0.48	0.48	0.43	0.45	0.24	0.43	9
노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	B	Res.	0.42	0.50	0.17	0.50	0.48	0.33			0.20	0.28		8
방울새	<i>Carduelis sinica</i>	C	Res.	0.17				0.05	0.24	0.33	0.50	0.30	0.71	0.24	8
멧새	<i>Emberiza cioides</i>	B	Res.			0.08	0.25	0.05	0.10	0.05			0.10	0.05	7
검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>	* ⁴	W.V.	0.92	0.75	0.42	0.50	0.10						0.67	6
굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	B	Res.	0.25	0.08	0.25	0.25	0.14			0.07				6
흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	B	Res.	0.17	0.25	0.17		0.05	0.14		0.14				6
평	<i>Phasianus colchicus</i>	B	Res.					0.10	0.23	0.24	0.14	0.10	0.10		6
어치	<i>Garrulus glandarius</i>	C	Res.	0.08			0.08	0.10		0.05			0.19	0.05	6
때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	B	Res.	0.17	0.08	0.08	0.08						0.05	0.19	6
흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	H	S.V.						0.14	0.67	0.36	0.05	0.05		5
말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>	*	W.V.	0.17	0.17	0.08	0.25								4
진박새	<i>Parus ater</i>	H	Res.	0.08	0.17	0.08	0.17								4
독수리	<i>Aegypius monachus</i>	*	Res.	0.08		0.08		0.10						0.05	4
호반새	<i>Halcyon coromanda</i>	H	S.V.							0.14	0.14	0.10	0.05		4
큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	B	S.V.						0.15		0.07	0.05		0.10	4
팔색조	<i>Pitta nympha</i>	B	S.V.							0.24	0.36	0.05			3
제비딱새	<i>Muscicapa griseisticta</i>	*	P.M.							0.05			0.19	0.05	3
두견이	<i>Cuculus poliocephalus</i>	*	S.V.							0.29	0.50	0.10			3
제비	<i>Hirundo rustica</i>	Ho	S.V.							0.05	0.05	0.05	0.39		3
유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>	*	P.M.	0.08	0.17		0.08								3
되새	<i>Fringilla montifringilla</i>	*	W.V.	0.08		0.17	0.25								3
호랑지빠귀	<i>Zoothera aurea</i>	C	Res.									0.25		0.05	2
딱새	<i>Phoenicurus aureus</i>	*	W.V.		0.17	0.08									2
노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>	*	Res.									0.05	0.10		2
쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	*	P.M.										0.14	0.05	2
과랑새	<i>Eurystomus orientalis</i>	*	P.M.							0.05			0.10		2
산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>	*	P.M.										0.10	0.05	2
벌매	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	*	P.M.										0.05	0.05	2
참매	<i>Accipiter gentilis</i>	*	W.V.				0.08		0.05						2
노랑눈썹솔새	<i>Phylloscopus inornatus</i>	*	P.M.			0.08				0.05					2
새호리기	<i>Falco subbuteo</i>	*	P.M.											0.15	1
솔딱새	<i>Muscicapa sibirica</i>	*	P.M.											0.14	1
콩새	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	*	W.V.	0.08											1
붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>	*	P.M.											0.10	1
흰꼬리수리	<i>Haliaeetus albicilla</i>	*	W.V.		0.08										1
털발말뚝가리	<i>Buteo lagopus</i>	*	W.V.				0.08								1
찌르레기	<i>Sturnus cineraceus</i>	*	W.V.	0.25											1
조롱이	<i>Accipiter gularis</i>	*	P.M.				0.08								1
원앙	<i>Aix galericulata</i>	H	W.V.				0.08								1
매	<i>Falco peregrinus</i>	*	Res.	0.08											1
되지빠귀	<i>Turdus hortolorum</i>	*	S.V.								0.07				1
후투티	<i>Upupa epops</i>	*	P.M.					0.05							1
갈새	<i>Apus pacificus</i>	*	S.V.									0.05			1
괴꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>	*	P.M.							0.05					1
깜작도요	<i>Actitis hypoleucos</i>	*	P.M.										0.05		1
까치	<i>Pica pica</i>	*	Res.										0.05		1
검은딱새	<i>Saxicola torquatus</i>	*	P.M.					0.05							1
검은땃기해오라기	<i>Butorides striata</i>	*	P.M.							0.05					1
검독수리	<i>Aquila chrysaetos</i>	*	Res.						0.05						1
Number of species				23	19	20	23	20	18	23	19	20	26	23	58

1 Guild: H-Hole, C-Canopy, B-Bush & Ground, Ho-House; 2 Mig.-Migration (Res.-Residents, S.V.-Summer Visitors, W.V.-Winter Visitors, P.M.-Passage Migrants);3 Freq.-Observed frequency;4 These birds were omitted for guild characterization due to the peculiarity of breeding habit or non-breeders

Corvus macrorhynchos, 곤줄박이 *Parus varius*, 박새 *Parus major*, 직박구리 *Hypsipetes amaurotis*, 큰오색딱다구리 *Dendrocopos leucotos*, 동박새 *Zosterops japonicus*, 오목눈이 *Aegithalos caudatus* 등 8종이었다(Table 3). 산림성 조류로 대표할 수 있는 딱따구리류와 박새류를 분석해보면, 딱따구리류는 큰오색딱다구리 1종, 박새류는 곤줄박이, 진박새, 박새 3종만 확인되었다. 제주도 다른 지역의 조사지에서 쇠박새를 기록한 자료(Chun *et al.*, 2007)와 다른 양상이다. 기존 연구와 조사지점이 다르지만, 동일한 산림의 장소에서 11개월 조사된 자료에 의하면 본 연구에서 쇠박새는 기록되지 않았다. 최근, 한라산의 성판악에서 백록담까지 고도별로 10개월간 조사한 자료(Park *et al.*, 2010)에서도 쇠박새는 기록되지 않았다. 일본에서 북해도에 쇠박새는 분포하지만(Hino, 2005), 북해도 아래 지역에서는 쇠박새가 분포하지 않는다는 기록(Park *et al.*, 2008a; Mark, 2009)과 비교해 볼 때, 한반도 또는 유라시아 대륙에서 인근 도서로 쇠박새의 이동은 쉽지 않은 곳으로 추측할 수도 있으나, 향후 세밀한 연구가 필요하다고 보인다. 이러한 관점에서, 제주도에 쇠박새의 서식가능성에 대해 심도 있는 조사가 필요하다고 보이며, 육지부의 쇠박새에 대한 유전학적, 분포학적 연구도 필요하다고 판단된다. 한편, 기존에 쇠박새를 기록하였던 기록(Park and Won, 1980; Oh *et al.*, 2002; Chun *et al.*, 2007)에 대해 향후 인용 시 검토가 필요하다고 판단된다. 또한, 한국, 중국, 일본, 제주도를 포함한 동아시아 도서지역에서 쇠박새 개체군의 분포 연구가 필요하다고 판단된다. 제주시험림은 제주도의 해발 300m에서 750m에 이르는 중산간지대의 대표적 산림으로서 다양한 임상을 보유하고 있어서 산림성 조류상을 파악하는데 대표적인 조사지이다. 특히 대경급 임목이 생육하여 딱따구리류의 서식에는 적지라고 판단되지만, 큰오색딱다구리 1종만 기록된 점은 특기할만하다. 제주시험림에 생육하는 임목 중 쇠딱다구리 *Dendrocopos kizuki*, 오색딱다구리 *Dendrocopos major*, 청딱다구리 *Picus canus* 가 이용한 나무 구멍을 발견할 수 없었던 점도 특기할만 하며, 딱따구리류 중, 쇠딱다구리, 오색딱다구리, 청딱다구리를 기록한 보고(Chun *et al.*, 2007)에 대해서 재검토가 필요하거나 관련 연구를 제주 전역에 걸쳐 세심하게 진행할 필요가 있다고 보인다. 특히, 쇠딱다구리의 경우 구멍 크기가 작아서 야외에서 쉽게 관찰되며, 청딱다구리의 경우 숲 가장자리에서 번식하는 육지부의 특성을 고려한다면(Park *et al.*, 2005), 제주 산림에서는 분포할 가능성은 상당히 낮은 것으로 판단된다. 1회의 출현 비율을 나타낸 조류 중, 피꼬리, 까치, 되지빠귀는 육지부에서 흔하게 관찰되지만 본 조사지역에서는 낮은 출현빈도를 나타냈다. 한편, 박새는 번식기에 관찰되지 않고 겨울철에 출현하는 특성을 나타내고 있어, 육지부에서 번식하는 것과

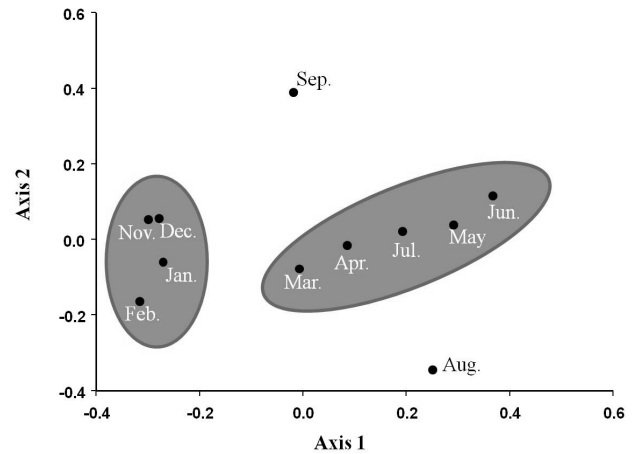


Figure 2. Ordination analysis of 58 observed birds at each month

는 다르며, 일본의 산림성 조류 군집 특성과 동일하다(Mark, 2009). 그러나, 여름철새로 기록한 기존 연구(Oh *et al.*, 2002),도 있으므로 향후 세심한 관찰과 기록이 필요하다고 판단된다. 지빠귀류 중 흰배지빠귀는 육지부의 남해안 이북 지역에서는 여름철새이지만, 본 조사지역에서 텃새인 점이 육지부와 다르고(Park and Lee, 2001; Park and Lee, 2002; Park *et al.*, 2005), 호랑지빠귀는 7월과 9월 2회 관찰되었으나, 봄철과 겨울철에 인근 산림에서 기록(Kang *et al.*, 2009)이 있어서 텃새로 분류하였으며, 향후 깊은 연구가 필요하다. 한편, 독수리, 검독수리, 말뚝가리, 털발말뚝가리, 붉은배새매, 조롱이, 새호리기, 매 등 8종, 전체 조류의 13.8%를 차지하고 있어서, 육지부 산림생태계에서 육식성 조류(carnivorous birds)가 낮은 사실(Lee *et al.*, 1996; Park and Lee, 2001)과 비교하여 높게 나타나 산림생태계의 먹이망이 긴밀하다고 보인다. 또한, 출현종의 월별 출현 빈도를 군집분석한 결과, 11월부터 2월의 모듬, 3월~7월의 모듬으로 나누어졌다(Figure 2). 3월~7월의 조류 군집은 방향성을 나타내고 있어 각 시기별로 여름철새 및 나그네새가 추가되는 양상을 나타내고 있다고 판단된다. 그러나, 8월~9월 조류 군집은 다른 방향성을 나타내고 있었다. 여름철에 조류가 번식 후 소리를 내지 않아서 조류의 감지율(detectability)이 낮은 것(Bibby *et al.*, 1997)과 관련이 있을 것으로 보인다.

2. 월별 종 수 변화와 조류 군집의 이동성

월별 종 수 변화는 최소 18종에서 26종이었으며, 월별로 변동이 있었다(Figure 3). 육지부의 경우 봄철과 겨울철에 종수가 증가하는 두 번의 최대 시기가 있으나(Lee *et al.*,

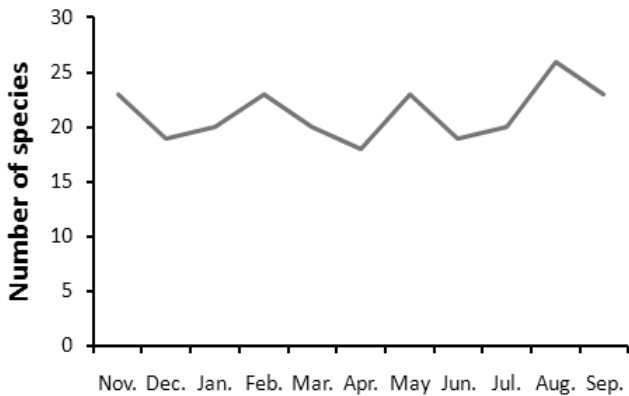


Figure 3. Monthly change of number of species at study areas

1996; Park and Lee, 2001), 본 조사지의 경우 2월, 6월, 8월, 11월에 최대를 나타내서 육지부와는 다른 종 수 변화 패턴을 보였다. 약 3개월 주기로 종수가 최대가 나타나는 경향이 있는데, 장기 자료를 토대로 판단해야 하나, 계절에 따라 이 지역에 주기적으로 조류가 통과하는 것과 관련이 있을 것으로 추측된다. 조류를 이동성(migration habit)에 따라 나누면, 텃새 24종, 여름철새 8종, 겨울철새 10종, 나그네새 16종이다(Figure 4). 대개 육지에서 산림의 조류상에서 여름철새의 종 수가 높지만(Lee *et al.*, 1996; Park and Lee, 2001), 제주의 산림의 경우 나그네새의 수가 더 많다. 한편, 이는 나그네새가 주기적으로 조사지에 도래하여 종 수 변화에 영향을 준 것으로 판단된다. 제주시험림은 한라산 남쪽에 위치하여 우리나라에 도래하는 나그네새의 길목으로서 중요한 역할을 하고 있는 것으로 판단된다. 동남아시아에서 월동하여 육지부로 이동하기 전 충분한 에너지와 휴식을 취할 수 있는 중간기착지(stopover sites)로 중요하므로(Park, 1976; Park, 1984; Kim *et al.*, 2004), 이러한 서식지의 중요성에 대한 배려가 산림경영 활동에 포함되어야 한다.

3. 번식 조류 군집의 길드 구성

번식 조류의 둥지 길드는 덩불 및 지면에 둥지를 튼 조류 9종, 숲지붕층에 둥지를 튼 조류 8종, 나무구멍(hole)에 둥지를 튼 조류 7종, 인가에 둥지를 튼 조류 1종으로 구성되어 있다(Figure 4). 이러한 종 조성은 육지(mainland)의 경우 도시 및 농촌지역의 구성과 유사하며(Park and Lee, 2002; Park *et al.*, 2006), 산림성 조류 군집의 종 조성 패턴을 나타내지 않았다. 덩불 및 지면에 둥지를 튼 조류는 휘파람새, 노랑턱멧새, 멧새, 굴뚝새, 큰유리새, 팔색조, 평, 때까치 등으로 대개 3미터 미만의 밀집한 난대상록수림, 지면에 둥지

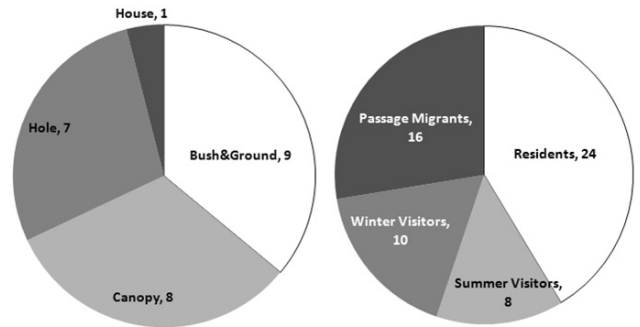


Figure 4. The composition of nesting guild (left) and migration (right)

를 만든다(Kim *et al.*, 2003; Kim 2006). 특히, 한남지역의 경우 서중천의 하천과 협곡성 계류가 크게 5개 분포하여 이러한 지형적 특성도 이 종류의 조류 종 수를 높이는 데 관여하고 있을 것이라고 생각한다. 일반적으로 산림시업을 실시할 경우, 하층 식생이 우선적으로 제거되므로 덩불 및 지면에 둥지를 튼 조류는 영향을 받기 쉽다. 따라서 FSC 인증림에서 경영 목적으로 산림 시업이 진행될 경우, 계류와 하천 주변을 보호하기 위한 노력이 있어야 하며, 일부 지역의 밀집한 난대상록수림은 모자이크 상으로 남겨두는 방법이 필요하다(Roth, 1976; Haveri and Carey, 2000; Rodewald and Yahner, 2001; Hayes *et al.*, 2003; Shwarz *et al.*, 2008). 나무구멍에 둥지를 튼 조류 중 큰오색딱다구리는 박새류, 흰눈썹황금새, 호반새가 이용할 수 있는 둥지를 만들어 주는 1차적으로 둥지를 만드는 조류(primary cavity nester)이며(Park *et al.*, 2008b), 제주도에서 큰오색딱다구리의 번식기 먹이자원은 다양한 것으로 나타나(Yang *et al.*, 2009), 큰오색딱다구리는 본 조사지역에서 산림생태계의 핵심종(keystone species)으로 판단된다. 따라서 큰오색딱다구리의 서식 현황을 파악하고 둥지 자원을 보호하는 시나리오가 제주시험림 산림경영에 포함되어야 할 것이다.

4. 야생조류를 고려한 제주시험림의 산림경영 방안

금번 연구에서 제주시험림의 조류 군집 특성은 이동성 조류의 종수가 높고, 맹금류의 종수가 높고, 지면과 관목층에서 번식하는 조류 종수가 높은 특성을 나타낸다. 또한, 제주도의 산림에서 알려진(Yang *et al.*, 2009) 큰오색딱다구리가 번식하고 있으며 다른 조류에게 둥지를 제공하는 핵심종임을 확인하였다. 산림경영을 수행하는데 있어서 대경급 임목이 제거될 수 있고, 임도 및 기반시설을 설치하는데 있어서 지면과 관목층을 둥지자원으로 이용하는 조류는 영향을 받을 수 있다(Park *et al.*, 2009). 특히, 이동성 조류

의 중간기착지로서 역할은 영향을 받을 수 있으므로, 제주 시험림의 산림경영은 기존의 산림을 그대로 두거나 영향을 최소화하는 모자이크식 산림경영 및 산림의 이질성 (heterogeneity)을 높일 수 있는 방안이 필요하다고 판단된다(Roth, 1976; Haveri and Carey, 2000; Rodewald and Yahner, 2001; Hayes *et al.*, 2003; Shwarz *et al.*, 2008).

인용문헌

- Bibby, C.J., N.D. Burgess and D.A. Hill(1997) Bird census technique. Academic press limited, London.
- Bolger, D.T., T.A. Scott and J.T. Rotenberry(1997) Breeding bird abundance in an urbanizing landscape in coastal southern California. *Conservation Biology* 11(2): 406-421.
- Chun, B.S., J.P. Yu, I.H. Paik, H.S. Oh and W.K. Paek(2007) A Study on the Bird Community in Hallasan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 21(2): 149-160. (in Korean with English abstract)
- Hammer, φ, Harper, D.A.T., and P.D. Ryan(2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- Haveri, B.A. and A.B. Carey(2000) Forest management strategy, spatial heterogeneity, and winter birds in Washington. *Wildlife Society Bulletin* 28(3): 643-652.
- Hayes, J.P., J.M. Weikel, M. Manuela and P. Huso(2003) Response of birds to thinning young Dougl's-fir forests. *Ecological Applications* 13(5): 1,222-1,232.
- Hino, T.(2005) Residents males of small species dominate immigrants of large species in heterospecific winter bird flocks. *Orni. Sci.* 4(1): 89-94.
- Huff, M.H., K.A. Bettinger, H.L. Ferguson, M.J. Brown and B. Altman(2000) A habitat-based point-count protocol for terrestrial birds, emphasizing Washington and Oregon. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-501. Portland, OR:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 39pp.
- Kang, C.W., H.M. Kang, W.B. Kim, E.M. Kim, C.R. Park and N.J. Ji(2009) A fieldguide book to the birds of Jeju. Jeju Self-Governing Province, 464pp.
- Kim, C.M., C.R. Park, Y.G. Chung, S.K. Son, C.S. Kim and J. Kim(2009) Sustainable forest management of warm-temperate forests. *Korea Forest Research Institute News* 09-07, 18pp.
- Kim, E.M.(2006) The Distribution and Breeding Ecology of Fairy Pitta(*Pitta nympha*) on Mt. Halla. Research Institute for Mt.Halla, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju, pp. 533-545.
- Kim, E.M., H.S. Oh, S.B. Kim and W.T. Kim(2003) The Distribution and Habitat Environment of Fairy Pitta(*Pitta nympha* Temminck & Schlegel) on Jeju Island, Korea. *Kor. J. Orni.* 10(2): 77-86.
- Kim, W.B., E.M. Kim, B.S. Kim, H.S. Oh and W.T. Kim(2004) The Avifauna of Donneko and Hannam-ri Artificial Forest, on Jeju Island. *Kor. J. Orni.* 11(1): 33-39.
- Lee, W.S. and C.R. Park(1995) Analysis of Changes on the Forest Environment and the Bird Community in Terms of 'Guild'. *Kor. J. Env. Eco.* 18(3): 397-408. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S., C.R. Park and K.H. Cho(1996) Management guideline and avifauna of Odaesan area in Odaesan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 10(1): 1-13. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S., T.H. Koo and J.Y. Park(2000) A field guide to the birds of Korea. Toyokan Publishing, Co., Ltd. Tokyo Japan, 327pp.
- Mark, B.(2009) Birds of East Asia: China, Taiwan, Korea, Japan and Russia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 528pp.
- Oh, H.S. and H.S. Park(1993) A Study on the Community of the Grassland Birds of Cheju Island, Korea. *Journal of Science Education* 10: 103-112.
- Oh, H.S., B.S. Kim and W.B. Kim(2002) A Study on the Bird Communities of Mt. Halla. *Kor. J. Orni.* 9(2): 85-104. (in Korean with English abstract)
- Park, C.R. and W.S. Lee(2001) Characteristics of bird community in Mt. Paldal. *Journal of Korean Ecology* 15(3): 267-275. (in Korean with English abstract)
- Park, C.R. and W.S. Lee(2002) Effects of fragmentation on the bird community in agricultural landscapes. *Korean Journal of Environmental and Ecology* 16(1): 22-33. (in Korean with English abstract)
- Park, C.R., A.R. Seol, J.S. Chung, E.M. Kim, C.W. Kang and S.G. Lee(2008b) The difference of nest web of cavity nesters between *Cryptomeria japonica* stands and deciduous forests in Jeju Island, Korea. IUFRO Conference on Biodiversity in forest ecosystems and landscapes, Kamloop, Canada, 5-8 August, 2008.
- Park, C.R., E.M. Kim and C.W. Kang(2010) Seasonal change of altitudinal occurrence of birds at Mt. Hallasan: Escalator effects? *The International Forestry Review* 12(5): 24.
- Park, C.R., E.M. Kim, C.W. Kang and S.B. Lee(2009) Habitat suitability model for the bush warbler (*Cettia diphone*) at Jeju experimental forests of Korea. *Fisheries center research reports* 17(3): 62-63.
- Park, C.R., J. Lee, D. Lee and W.S. Lee(2005) Prediction of species richness of breeding birds by analysis of land cover at Seongnam City, Korea. *Korean J. Ecology* 28(1): 1-6. (in Korean with English abstract)
- Park, C.R., J.H. Shin and D. Lee(2006) Bibosoop: A Unique Korean Biotope for Cavity Nesting Birds. *Journal of Ecology and Field Biology* 29(2): 75-84.

- Park, C.R., T. Hino and H. Ito(2008a) Prey distribution, foliage structure, and foraging behavior of insectivorous birds in two oak species (*Quercus serrata* and *Q. variabilis*). Ecological Research 23(6): 1,015-1,024.
- Park, H.S. and P.O. Won(1980) A survey of birds in Jeju(Quelpart) Island. Yamashina Inst. Bull. 12(1) : 14-39.
- Park, H.S. and W.T. Kim(1980) External Traits of Forest Birds in Jeju Island. Journal of Cheju National University 11: 165-175.
- Park, H.S. and W.T. Kim(1982) Survey of Forest Birds in Jeju Island[I]. Journal of Cheju National University 13: 151-165.
- Park, H.S. and W.T. Kim(1983) Regional Distribution of Birds in Jeju Island. Journal of Cheju National University 16 : 175-186.
- Park, H.S.(1976) A Summer Bird Survey on Je-Ju Island. Journal of Culture, Cheju National University 5: 205-218.
- Park, H.S.(1984) A Study on the Community Structure of the Forest Birds of the Northern Slope in Mt.Hanla. Journal of Cheju National University 19 : 171-184.
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, and D.F. Desante(1993) Handbook of field methods for monitoring landbirds. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-144-www, Pacific Southwest Research Station, Berkley, California, USA.
- Rodewald, A.D., and R.H. Yahner(2001) Influence of landscape composition on avian community structure and associated mechanisms Ecology 82(12): 3,493-3,504.
- Roth, R.R.(1976) Spatial heterogeneity and bird species diversity. Ecology 57: 773-782.
- Shwarz, A.S. Shirely and S. Kark(2008) How do habitat variability and management regime shape the spatial heterogeneity of birds within a large Mediterranean urban park? Landscape and Urban Planning 84: 219-229.
- So, D.J. and H.S. Park(1987) Study on the community structure of the forest bird in Mt. Halla. Journal of Science Education 4 : 93-126.
- Yang, S.N., Y.H. Kim and H.S. Oh(2009) Food resources of Jeju White-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos quelpartensis* in breeding season. Kor. J. Orni. 16(1): 29-35. (in Korean with English abstract)
- Yun, W.S. and H.S. Park(1986) Structure of the KangJöng brook bird community in the south slope of Mt. Halla. Journal of Science Education 3: 7-66. (in Korean with English abstract)