

낙동정맥의 서식지 유형별 조류 군집 분석^{1a}

한승우^{2,3} · 강태한³ · 박치영³ · 신용운³ · 임은홍³ · 이준우^{2*}

Analysis of Bird Community by Habitat Type in Nak-dong Jeongmaek^{1a}

Seung-Woo Han^{2,3}, Te-han Kang³, Chi-Young Park³, Yong-Un Shin³, Eun-Hong Im³, Joon-Woo Lee^{2*}

요 약

본 연구는 낙동정맥의 구간 중 다양한 지형을 볼 수 있고, 자연환경이 잘 보존되어 낙동정맥의 대표성을 가질 수 있다고 판단되는 5개의 산(백병산, 칠보산, 백암산, 운주산, 고현산)을 중점조사지역으로 선정하였고, 각 산별로 조류 서식지 유형별 2개씩의 고정조사구를 설정하여 2015년 5월부터 10월 사이의 기간 동안 수행되었다. 낙동정맥의 5개의 산을 조사한 결과 총 47종 1,163개체의 조류가 확인되었다. 서식지 유형별 출현종은 임도 및 능선에서 31종으로 가장 많았고, 개체수는 계곡부에서 471개체로 가장 많았다. 낙동정맥의 서식지 유형별 영소길드 분석(Pearson Chi-Square test, $\chi^2=13.377$, $p=0.037$)결과 개발지, 계곡부에서 수관층 영소길드(Canopy nesting guild)에 속한 군집의 빈도가 높았고, 임도 및 능선에서는 수동 영소길드(Hole nesting guild)에 속한 군집의 빈도가 높았다. 채이길드 분석(Pearson Chi-Square test, $\chi^2=15.555$, $p=0.004$)결과 개발지에서 관목층 채이길드(Bush foraging guild)에 속한 군집의 빈도가 높았고, 계곡부, 임도 및 능선에서는 수관층 채이길드(Canopy foraging guild)에 속한 군집의 빈도가 높았다. 길드 분석 결과 서식지 유형별 유의한 차이가 있는 것은 임도의 개설 과정에서 천이된 초본류로 인한 붉은머리오목눈이, 노랑턱멧새 등의 유입과 같은 조류 서식지의 환경적 변화가 낙동정맥에 서식하는 조류에 영향을 주고 있었으며, 이러한 연구결과는 낙동정맥의 다양한 서식지 유형이 조류 서식에 다양하고 우수한 자원을 제공하고 있다는 것으로 판단된다.

주요어: 임도, 계곡부, 개발지, 영소 길드, 채이 길드

ABSTRACT

Of the Nak-dong Jeongmaek, five mountains, viz. Mt. Baek-byeong, Mt. Chil-bo, Mt. Baek-am, Mt. Un-ju, Mt. Go-heon, which are considered to well represent the natural environmental characteristics of Nak-dong Jeongmaek as well as its various terrain, were selected for this study. Two fixed plots were selected as sample study areas of each type of bird habitats and surveyed from May to October in 2015. According to the results of the survey conducted in the five mountains of Nak-dong Jeongmaek, a total of 47 species with 1,163 individuals birds was identified. The largest variety of species occupying a particular habitat type was found in the forest road and the ridge with 31 species. Also, the number of individuals was highest in the valley with 471 individuals. According to the results of nesting guild analysis of the vein (Pearson Chi-Square test, $\chi^2 = 13.377$, $p = 0.037$) by each Nak-dong Jeongmaek habitat type, the communities that belong to the canopy nesting guild showed a high frequency in development land and the valley while the communities that belong to the hole

1 접수 2016년 6월 1일, 수정 (1차: 2016년 6월 23일), 게재확정 2016년 6월 24일

Received 1 June 2016; Revised (1st: 23 June 2016); Accepted 24 June 2016

2 충남대학교 산림환경자원학과 Dept. of Forest & Environmental Resources, Chungnam Univ., Daejeon, 34134, Korea

3 한국환경생태연구소 KoEco Inc., Daejeon, 34014, Korea

a 이 논문은 산림청의 2015년에 수행된 낙동정맥의 자원조사 및 보전방안 연구의 일환으로 수행되었음

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-42-821-5749, Fax: +82-42-821-7850, E-mail: jwlee@cnu.ac.kr

nesting guild showed a high frequency on the forest road and ridge. The results of Pearson Chi-Square test ($\chi^2=15.555$, $p=0.004$) showed that the communities that belong to Bush foraging guild were most frequent in the development area and the community that belong to canopy foraging guild were most frequent in the valley, the forest road and the ridge. These findings show that different habitat types of Nak-dong Jeongmaek support a great variety of birdlife by providing diverse and excellent resources.

KEY WORDS: FOREST ROAD, VALLEY, DEVELOPMENT, NESTING GUILD, FORAGING GUILD

서론

우리나라의 정통적인 지리인식체계는 1대간 1정간 13정맥으로 구분하고 있으며(Lee *et al.*, 2007), 정맥은 백두대간에서 유래한 산줄기로서 하천의 분수계에 따라 13 정맥으로 구분된다. 남한지역에는 9개 정맥이 분포하고, 그 명칭과 개념을 환경부나 산림청 등 정부기관에서 사용하고 있다(Lee and Lee, 2013). 최근 환경부와 산림청에서는 백두대간을 보호하기 위한 ‘백두대간 보호에 관한 법률(법률 제 11565호-산림청)’, 국립공원을 비롯한 국가지정 공원(자연공원법 법률 제 12248호)에 의거 그 인식 및 보전에 대한 의지가 매우 강하지만 정맥은 그 인식 및 보전을 위한 제도는 미흡한 실정이다(Lee and Lee, 2013). 백두대간이 생태학적으로 전국토의 녹지체계를 형성한다면 경상도를 가로지르는 낙동정맥은 지역적 차원에서 지역보전의 생태축 역할을 수행할 수 있으나(Kim *et al.*, 2004), 현재 기초적인 생태연구조차 미흡한 실정이다.

최근 생태계는 인간의 간섭이 증가하고(Vitousek *et al.*, 1997), 이에 따라 인간의 간섭이 생물다양성에 어떻게 영향을 받는가에 대한 문제가 야기되었다(Foley *et al.*, 2005). 현재 인간의 간섭 외에 생물종의 분포는 기온, 강수량, 일사량 등 다양한 환경적 요인들도 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Pianka, 1994; Yu *et al.*, 2010). 산림에서 다양한 산림환경 구조에 따라 조류는 서식지를 선택할 때 다양한 양상을 보이게 되며 서식하는 조류 및 야생동물의 종 구성 등에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Karr and Roth, 1971; Cody, 1981; James and Warmer, 1982; Erdenien, 1984; Lee, 1996; Yu *et al.*, 2010). 또한 산림 및 산림과 이어진 지역에 개설된 도로와 같은 인간의 간섭은 서식지의 단편화와 산림환경구조에 변화를 주기 때문에 조류의 종다양성 및 종 구성에 변화를 준다(Ambuel and Temple, 1983; Hanowski and Niemi, 1995). 이러한 단편화는 조류 생물 서식지의 감소 효과나(McGarigal and McComb, 1995; Fahrig, 1997), 단편화 된 서식지 사이 조류의 이동에 영향

을 주어 조류 군집에 영향을 주기도 한다(Lens and Dhondt, 1994; Matthysen *et al.*, 1995; Matthysen and Currie, 1996). 그러나 최근 이러한 생태계의 특성들을 고려하지 않고 무분별한 개발과 인간에 의한 간섭에 의해 지역 생태계의 개발이 이루어지고 있는 실정이다(Kim *et al.*, 2008).

최근 산림지역에서의 서식지 환경이 조류에 미치는 영향에 관한 연구는 Lee (1996), Rhim and Lee (2001), Kim *et al.* (2002), Hur *et al.* (2003), Lee *et al.* (2007), Kim *et al.* (2008), Yu *et al.* (2010) 등 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 국토의 중요 생태축인 낙동정맥에 서식하는 조류를 포함한 동물에 관한 연구는 산림청에서 실시한 자원실태조사 및 관리방안 연구(Korea forest service, 2015)외 전문한 실정이다. 따라서 본 연구는 보전과 이용의 상충적 가치의 마찰로 개발 압력에 놓여있는 정맥의 생태계 기초 연구를 통해 국토의 중요 생태축이자 지역적으로 중요한 위치에 있는 낙동정맥의 체계적 관리 및 보전을 위한 기초 자료를 확보하고자 실시하였다.

연구방법

1. 연구대상지

본 연구 대상지인 낙동정맥은 낙동강 동쪽에 위치하고 있는 정맥으로, 백두산부터 지리산까지 전 국토의 근골을 이루고 있는 백두대간의 태백산 줄기인 구봉산에서 남쪽으로 갈라져 영천의 운주산까지 높이 1,000m에 달하는 산줄기를 형성하고 있다. 낙동정맥은 강원도 태백시 매봉산부터 부산 대대포의 물운대까지 418.4km로 연결되는 산줄기로서 국토의 중요 생태축이자 지역적으로 경상북도와 경상남도의 동해안과 낙동강 유역을 가르는 분수령 산맥이다(Korea forest service, 2015).

본 연구는 낙동정맥의 서식지 유형(개발지, 계곡부, 임도 및 능선)별 조류 군집 특성을 파악하기 위하여 낙동정맥에서 다양한 지형을 볼 수 있고, 자연환경이 잘 보존되어 낙동정맥의 대표성을 가질 수 있다고 판단되는 5개의 산(백병산,

철보산, 백암산, 운주산, 고현산)을 중점조사지역으로 선정하였다.

각 산별로 고도를 기준($\pm 600\text{m}$)으로 계곡부, 임도 및 능선을 고정조사구로 선정하였고, 개발지는 산림지역 임연부 지역의 농경지를 포함한 마을과 같이 식생이 존재하며, 인간의 간섭이 다소 발생하는 지역을 대상으로 고정조사구를 선정하였다. 서식지 유형별(개발지, 계곡부, 임도 및 능선) 2개의 고정조사구를 대상으로 2015년 봄(5월), 여름(8월), 가을(10월)에 조사를 토대로 서식지 유형별 조류 군집을 분석하였다(Table 1, Figure 1).

고정조사구는 5개의 중점조사지역에 서식지 유형별로 2개씩 각 6개, 총 30개의 고정조사구를 선정하였고, 서식지 유형의 특성을 고려하여 유형별로 식생의 발달, 조류 서식 환경 등을 고려하여 50 × 300m의 면적으로 선정하였다.

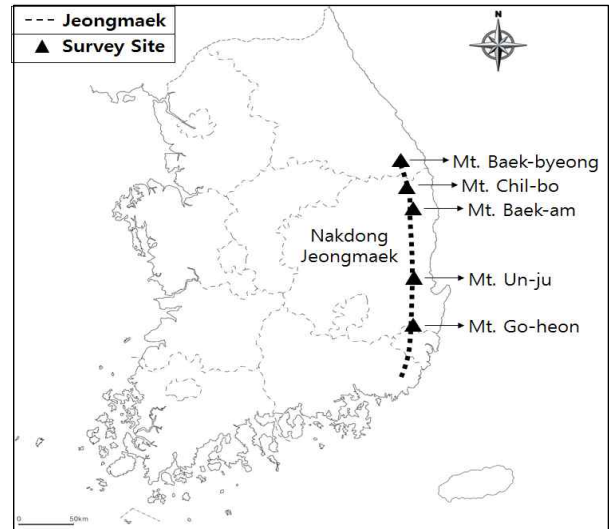


Figure 1. Map of survey areas

Table 1. The survey season and area

No.	Nakong Jeongmaek	Height (m)	Season			GPS. Coordinates	
			Spring	Summer	Autumn		
1	Mt. Baek-byeong	1,259	○	○	○	*A ₁ - 37° 9'53.82"N, 129° 2'16.07"E	A ₂ - 37° 11'4.60"N, 129° 8'3.79"E
						B ₁ - 37° 9'59.14"N, 129° 3'58.66"E	B ₂ - 37° 9'55.30"N, 129° 4'52.97"E
						C ₁ - 37° 9'40.68"N, 129° 4'19.54"E	C ₂ - 37° 9'33.25"N, 129° 4'28.89"E
2	Mt. Chil-bo	810	○	○	○	A ₁ - 36° 52'51.66"N, 129° 9'17.15"E	A ₂ - 36° 45'55.70"N, 129° 11'59.62"E
						B ₁ - 36° 50'53.74"N, 129° 8'36.23"E	B ₂ - 36° 48'5.61"N, 129° 12'0.96"E
						C ₁ - 36° 51'35.80"N, 129° 9'18.97"E	C ₂ - 36° 51'24.44"N, 129° 9'25.82"E
3	Mt. Baek-am	1,004	○	○	○	A ₁ - 36° 42'44.49"N, 129° 20'33.23"E	A ₂ - 36° 41'38.16"N, 129° 12'35.51"E
						B ₁ - 36° 40'44.87"N, 129° 18'44.36"E	B ₂ - 36° 42'11.99"N, 129° 14'1.92"E
						C ₁ - 36° 40'58.29"N, 129° 16'49.41"E	C ₂ - 36° 41'53.50"N, 129° 16'37.14"E
4	Mt. Un-ju	806	○	○	○	A ₁ - 36° 4'25.80"N, 129° 5'40.62"E	A ₂ - 36° 6'11.69"N, 129° 7'25.98"E
						B ₁ - 36° 4'28.32"N, 129° 5'56.95"E	B ₂ - 36° 5'38.16"N, 129° 7'31.85"E
						C ₁ - 36° 4'17.32"N, 129° 5'54.77"E	C ₂ - 36° 6'16.48"N, 129° 5'44.12"E
5	Mt. Go-heon	1,033	○	○	○	A ₁ - 35° 38'23.19"N, 129° 7'2.41"E	A ₂ - 35° 39'54.36"N, 129° 5'22.02"E
						B ₁ - 35° 38'16.34"N, 129° 6'11.39"E	B ₂ - 35° 39'29.51"N, 129° 5'34.53"E
						C ₁ - 35° 39'0.98"N, 129° 6'47.78"E	C ₂ - 35° 39'12.92"N, 129° 5'56.16"E

* - A : Development, B : Valley, C : Forest road and ridge

고정조사구의 위치는 GPS(Global Positioning System, GARMIN GPSmap 62s)를 이용하여 방형구의 모서리 부분의 좌표를 획득 후 기록하였다(Table 1).

2. 조사분석

1) 조사방법

조사는 각 중점조사지역에 선정된 고정조사구를 중심으로 하였으며, 2인 1조로 한명은 쌍안경(Kowa 10×42)으로 종과 개체수를 파악하는 동안 다른 한명은 기록하며 이동하는 조류를 조사하였다. 선정된 고정조사구 내 조사경로를 따라 선조사법과 정점조사법(Bibbly *et al.*, 1992)을 병행하여 실시하였다. 고정조사구 중앙을 이동경로로 선정하여 좌우 각 25m를 조사하였으며, 조사 경로가 한쪽으로 치우친 경우 고정조사구 중앙에 가상의 이동 경로를 선정하여 이동 후 조사하였다. 고정조사구 내 정점조사는 30분을 원칙으로 하였고, 시작지점, 150m 지점, 300m 지점을 각 10분씩 정점 조사하였다. 조사결과와 종 동정 및 분류체계는 Lee *et al.* (2014)에 의거 각 서식지 유형별로 구분하여 정리하였다. 방형구 내 서식 조류의 길드 분석을 위하여 관찰된 조류의 행동(섭식, 휴식, 비행 등) 및 관찰 위치(교목, 관목, 바다, 상공 등)를 구분하여 기록하였다.

2) 분석방법

서식 유형별 조류 군집을 보다 정확하게 분석하기 위하여 우점도(Dominance), 종다양도(Shannon and Weaver, 1963, Pielou, 1966)를 산출하여 분석하였다.

(1) 우점도 : Dominance

$$D = (ni/N) \times 100$$

N : 조사 군집의 총 개체수, ni : 조사 군집 내에서 i종의 개체수

(2) 종다양도 : Species Diversity

$$H' = - \sum (ni/N) \times \ln(ni/N)$$

또한 서식지 유형별로 자원이용 패턴을 설명 할 수 있는 유용한 개념인 '길드(Guild)'를 이용하여 서식지 유형별 조류군집을 분석하였다. 길드는 Root (1967)에 의해 '동일한 자원을 유사한 방식으로 이용하는 종들의 모임'이라고 정의하였고, 이 개념은 여러 가지 유익한 점 때문에 여러 연구에서 이용되어져 왔으며, 조류군집의 분석에 많이 사용된다(Simberloff and Dayan, 1991). 또한 조류군집의 산림 환경 내 자원 이용 패턴을 분석하는데 매우 유용하게 쓰일 수 있는 개념이다(Rhim and Lee, 2000). 길드의 기준 분류는 매우 주관적이고 연구자의 직관에 의한 것으로 절대적인 기준은 없다(Hawkins and MacMahon, 1989). 그러나 길드의 개념은 생물학적으로 군집의 구조를 분석할 때 시·공간

적으로 예측할 수 있으며, 생태계 에너지 흐름과 구성원간 물질 순환을 분석하는데 중요한 수단이다(Lee and Park, 1995).

본 연구에서는 동지를 짓는 장소인 영소 길드와 먹이를 먹는 장소인 채이길드로 분류하여 분석하였다(Table 2). 영소길드와 채이길드의 분류는 본 연구대상지에서 이용하는 비율이 높은 것으로 정하였다(Lee and Park, 1995; Park and Lee, 2001; Kim *et al.*, 2008; Yu *et al.*, 2010). 길드 분석 결과의 통계분석은 Pearson Chi-square test를 이용하였고, SPSS 18.0 version을 사용하였다.

Table 2. Category of nesting and foraging guilds

Guild	Nesting or foraging site	Abbreviation
Nesting		
Bush	bush, ground	B
Canopy	canopy	C
Hole	tree hole	H
Others	steam, deposition	O
Foraging		
bush	air, leaf, twing branch, trunk, bud	b
canopy	vine litter, bush, fallen log, ground	c
others	outside of forest, stream	o

결 과

1. 낙동정맥의 서식 조류 현황

2015년 낙동정맥의 주요 중점조사 지역인 5지역의 산을 조사한 결과 출현한 조류는 총 47종 1,163개체가었다. 각 조류 서식 환경별 출현종은 임도 및 능선(C)에서 31종으로 가장 많았고, 계곡부(B) 30종, 개발지(A) 28종의 순이었다. 개체수는 계곡부에서 471개체로 가장 많았고, 개발지 443개체, 임도 및 능선 249개체의 순이었다. 종다양도는 임도 및 능선에서 2.82로 가장 높았고, 계곡부 2.74, 개발지 2.26의 순이었다(Table 3, Figure 2).

개발지의 최우점종은 41.76%로 참새 *Passer montanus* 이었고, 직박구리 *Microscelis amaurotis* (11.74%), 딱새 *Phoenicurus aureus* (6.09%), 멧비둘기 *Streptopelia orientalis*, 박새 *Parus major*, 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis webbianus* 가 각 5.19%로 상위 5%이상 우점하였다.

계곡부의 최우점종은 14.65%로 박새 *Parus major*이었고, 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis webbianus* (14.44%), 직박구리 *Microscelis amaurotis* (11.46%), 노랑턱멧새 *Emberiza elegans* (10.62%), 오목눈이 *Aegithalos caudatus* (8.70%), 어치 *Garrulus glandarius* (5.31%), 흰배지빠귀

Table 3. Avian fauna in Nakdong Jeongmaek

No.	Scientific name	Korean name	Guild		A		B		C		Total	
			N ^a	F ^b	Ind. ea	Dom. (%)	Ind. ea	Dom. (%)	Ind. ea	Dom. (%)	Ind. ea	Dom. (%)
1	<i>Bonasa bonasia</i>	들꿩	B	b			21	4.46	5	2.01	26	2.24
2	<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	B	b	1	0.23					1	0.09
3	<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로	C	o	1	0.23					1	0.09
4	<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	C	o	1	0.23					1	0.09
5	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	O	o	2	0.45					2	0.17
6	<i>Falco subbuteo</i>	새호리기	C	o					1	0.40	1	0.09
7	<i>Accipiter nisus</i>	새매	C	o	1	0.23	1	0.21	2	0.80	4	0.34
8	<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	C	b	23	5.19	23	4.88	14	5.62	60	5.16
9	<i>Cuculus micropterus</i>	검은등빼꾸기	O	b			3	0.64	4	1.61	7	0.60
10	<i>Cuculus canorus</i>	빼꾸기	O	b	1	0.23			1	0.40	2	0.17
11	<i>Cuculus saturatus</i>	병어리빼꾸기	O	b			2	0.42	1	0.40	3	0.26
12	<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	H	c	4	0.90			1	0.40	5	0.43
13	<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	H	c	1	0.23	7	1.49	8	3.21	16	1.38
14	<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	H	c			1	0.21			1	0.09
15	<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	H	c			4	0.85	3	1.20	7	0.60
16	<i>Dryocopus martius</i>	까막딱다구리	H	c					1	0.40	1	0.09
17	<i>Lanius tigrinus</i>	철때까치	C	o			3	0.64			3	0.26
18	<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	E	o	5	1.13			1	0.40	6	0.52
19	<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	C	c					2	0.80	2	0.17
20	<i>Garrulus glandarius</i>	어치	C	c	5	1.13	25	5.31	6	2.41	36	3.10
21	<i>Cyanopica cyana</i>	물까치	C	b	12	2.71					12	1.03
22	<i>Pica pica</i>	까치	C	b	18	4.06	3	0.64	1	0.40	22	1.89
23	<i>Corvus corone</i>	까마귀	C	o	2	0.45	2	0.42			4	0.34
24	<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	C	b	6	1.35	2	0.42	4	1.61	12	1.03
25	<i>Parus major</i>	박새	H	c	23	5.19	69	14.65	53	21.29	145	12.47
26	<i>Parus ater</i>	진박새	H	c					2	0.80	2	0.17
27	<i>Parus varius</i>	근줄박이	H	c	2	0.45	13	2.76	10	4.02	25	2.15
28	<i>Parus palustris</i>	쇠박새	H	c			15	3.18	15	6.02	30	2.58
29	<i>Hirundo rustica</i>	제비	H	c	11	2.48					11	0.95
30	<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	B	c	6	1.35	41	8.70	18	7.23	65	5.59
31	<i>Microscelis anurotis</i>	직박구리	C	c	52	11.74	54	11.46	23	9.24	129	11.09
32	<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	B	b			1	0.21	2	0.80	3	0.26
33	<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	B	c					4	1.61	4	0.34
34	<i>Praxinos webbianus</i>	붉은머리오목눈이	B	b	23	5.19	68	14.44	14	5.62	105	9.03
35	<i>Sitta europaea</i>	둥고비	H	c			4	0.85	7	2.81	11	0.95
36	<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	H	c	4	0.90					4	0.34
37	<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	C	b			4	0.85	1	0.40	5	0.43
38	<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	C	b			8	1.70	3	1.20	11	0.95
39	<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	C	b	4	0.90	24	5.10	22	8.84	50	4.30
40	<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	B	c			1	0.21			1	0.09
41	<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	B	b	27	6.09	7	1.49	2	0.80	36	3.10
42	<i>Cyanopila cyanomelana</i>	큰유리새	B	a			2	0.42			2	0.17
43	<i>Cinclus pallasi</i>	물까마귀	B	b	1	0.23					1	0.09
44	<i>Passer montanus</i>	참새	B	b	185	41.76					185	15.91
45	<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	O	o	15	3.39	5	1.06			20	1.72
46	<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	C	b			8	1.70			8	0.69
47	<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	B	b	7	1.58	50	10.62	18	7.23	75	6.45
Number of species					28		30		31		47	
Number of individual					443		471		249		1,163	
Species diversity					2.26		2.74		2.82		2.94	

^a Nesting guild : B = Bush, C = Canopy, H = Hole, O = Others

^b Foraging guild : b = bush, c = canopy, o = outside

A : Development, B : Valley, C : Forest road and ridge

Turdus pallidus (5.10%)로 상위 5%이상 우점하였다.

임도 및 능선의 최우점종은 21.29%로 박새 *Parus major* 이었고, 직박구리 *Microscelis amaurotis* (9.24%), 흰배지빠귀 *Turdus pallidus* (8.84%), 오목눈이 *Aegithalos caudatus* 와 노랑턱멧새 *Emberiza elegans*가 각 7.23%, 쇠박새 *Parus palustris* (6.02%), 멧비둘기 *Streptopelia orientalis*와 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis webbianus*가 각 5.62%로 상위 5%이상 우점하였다.

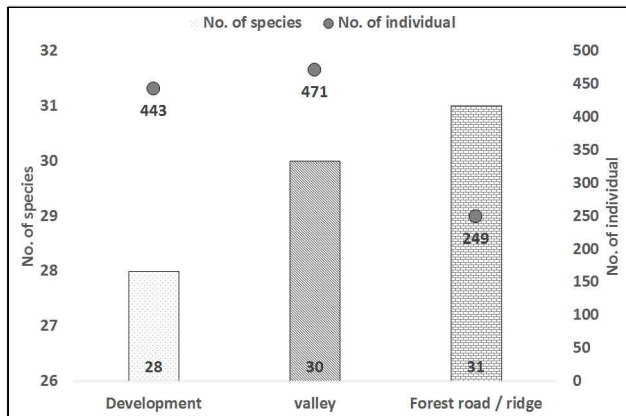


Figure 2. The total number of species and individuals in Nakdong Jeongmaek

2. 길드 분석

1) 낙동정맥의 서식지 유형별 영소길드(Nesting guild) 분석

낙동정맥에 서식하는 조류 군집의 길드 구조는 서식 유형

Table 4. Difference of frequency in nesting guild structure of breeding bird communities within each survey areas

Nesting guild	Survey areas			
	A*	B	C	
Bush	Frequency	33	37	24
	Expected frequency	27.2	37.2	29.5
	%	31.1	25.5	20.9
Canopy	Frequency	45	54	41
	Expected frequency	40.5	55.5	44.0
	%	42.5	37.2	35.7
Hole	Frequency	18	45	44
	Expected frequency	31.0	42.4	33.6
	%	17.0	31.0	38.3
Others	Frequency	10	9	6
	Expected frequency	7.2	9.9	7.9
	%	9.4	6.2	5.2

* : A-Development, B-Valley, C-Forest road and ridge

에 따른 영소길드 구조의 분포사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Pearson Chi-Square test, $\chi^2=13.377, p=0.037$). 개발지에서는 수관층(Canopy nesting guild)에 속한 군집의 빈도가 45회(42.5%)로 다른 영소길드에 비해 높은 경향을 나타냈고, 관목층(Bush nesting guild) 33회(31.1%), 수동(Hole nesting guild) 18회(17.0%), 기타 영소길드 10회(9.4%)의 경향을 보였다.

계곡부에서는 수관층에 속한 군집의 빈도가 54회(37.2%)로 다른 영소길드에 비해 높은 경향을 나타냈고, 수동 45회(31.0%), 관목층 37회(25.5%), 기타 영소길드 9회(6.2%)의 경향을 보였다.

임도 및 능선에서는 수동에 속한 군집의 빈도가 44회(38.3%)로 가장 높아 다른 지역과 다소 차이를 보였고, 수관층 41회(35.7%), 관목층 24회(20.9%), 기타 영소길드 6회(5.2%)의 경향을 보였다(Table 4, Figure 3).

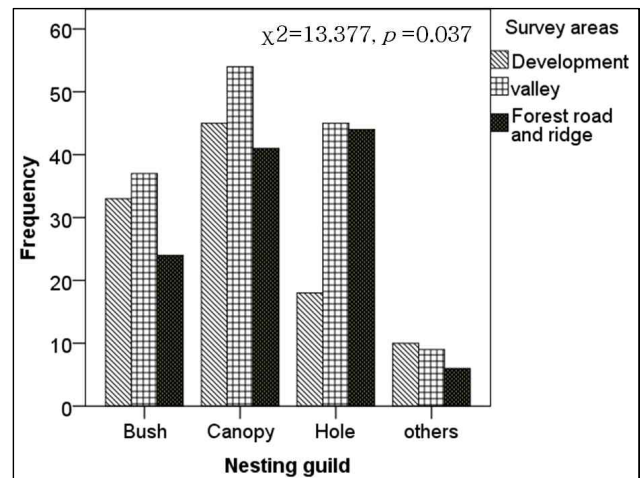


Figure 3. Difference of frequency in nesting guild structure of breeding bird communities within each survey areas

2) 낙동정맥의 서식지 유형별 채이길드(Foraging guild) 분석

낙동정맥에 서식하는 조류 군집의 길드 구조는 서식 유형에 따른 채이길드 구조의 분포사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Pearson Chi-Square test, $\chi^2=15.555, p=0.004$). 개발지에서는 관목층(Bush foraging guild)에 속한 군집의 빈도가 55회(51.9%)로 다른 채이길드에 비해 높은 경향을 나타냈고, 수관층(Canopy foraging guild) 38회(35.8%), 기타 채이길드(Other foraging guild) 13회(13.3%)의 경향을 보였다.

계곡부에서는 수관층에 속한 군집의 빈도가 77회(53.1%)로 다른 채이길드에 비해 높은 경향을 나타냈고, 관목층 60

회(41.4%), 기타 채이길드 8회(5.5%)의 경향을 보였다.

임도 및 능선에서는 수관층에 속한 군집의 빈도가 67회(58.3%)로 가장 높아 다른 채이길드에 비해 높은 경향을 나타냈고, 관목층 44회(38.3%), 기타 채이길드 4회(3.5%)의 경향을 보였다(Table 5, Figure 4).

Table 5. Difference of frequency in foraging guild structure of breeding bird communities within each survey areas

Nesting guild		Survey areas		
		A*	B	C
Bush	Frequency	55	60	44
	Expected frequency	46.0	63.0	50.0
	%	51.9	41.4	38.3
Canopy	Frequency	38	77	67
	Expected frequency	52.7	72.1	57.2
	%	35.8	53.1	58.3
Others	Frequency	13	8	4
	Expected frequency	7.2	9.9	7.9
	%	12.3	5.5	3.5

* : A-Development, B-Valley, C-Forest road and ridge

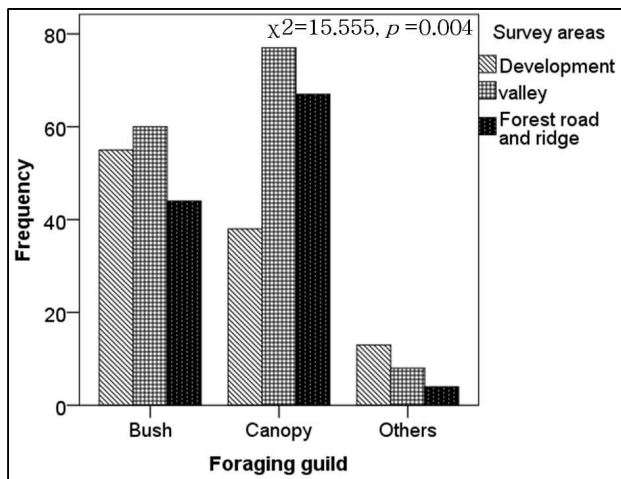


Figure 4. Difference of frequency in foraging guild structure of breeding bird communities within each survey areas

고찰

Park *et al.* (2003)은 서식지 유형별로 서식하는 조류의 차이가 있으며, 따라서 산림성 조류는 다양한 서식환경을 고려한 조사가 필요하고 하였다. 본 연구에서 낙동정맥의 서식지 유형별 조류 조사 결과 서식지 유형별(개발지, 계곡부, 임도 및 능선)로 산림성 조류의 출현종 및 개체수가 차

이를 보였다. 출현종은 임도 및 능선부에서 31종으로 가장 많았고, 개체수는 계곡부에서 471개체로 많았다.

개발지의 우점종은 참새, 직박구리 등 인가 주변이나 임연부 지역에서 주로 서식하는 조류(Lee *et al.*, 2001)로서 조사지역내 인가 주변을 주 서식지로 이용하는 조류였다. 계곡부는 대부분 조류가 서로의 생태적 지위관계에서 서로의 지위를 분할하며 공존하는데(Cho, 1996), 이러한 지위를 기반으로 계곡부의 풍부한 등지재료(이끼, 진흙 등) 및 풍부한 먹이원 등의 환경적 이유로 박새, 오목눈이, 흰배지빠귀 등 우점종 분포가 나타난 것으로 판단된다. 낙동정맥의 임도는 대경목 임목이 생육하는 지역으로서 이러한 서식 환경은 조류에게 충분한 영소자원을 제공함으로써 박새, 직박구리, 오목눈이와 같은 산림성 조류의 서식에 적합한 지역으로 판단된다. 임도 지역에서 주로 관찰된 흰배지빠귀를 비롯한 산새류는 임도 구간에 천이된 초본류에서 곤충류를 채식하는 모습의 관찰빈도가 높았으며, 지빠귀와 조류는 교목의 나뭇가지 위에 영소하고 딱정벌레목, 나비목, 매미목 등의 성충과 유충, 그리고 거미류 등을 채식하는 것으로 알려져있다(Won, 1981). 본 연구 결과 인간의 간섭이 있는 개발지에서 다른 서식지 유형간 출현 조류의 종수 및 개체수 차이가 크지 않은 이유는 서식지와 자원의 다양성 그리고 생물 종 다양성이 증가한다는 중간교란가설을 지지(Kim *et al.*, 2008)하는 결과로 생각된다.

조류 군집에서 길드 구조의 차이는 조류 서식지 유형 차이와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Bolen and Robin, 2003; Rhim *et al.*, 2007; Rhim 2008). 계곡부, 임도 등 다양한 서식 환경은 조류의 영소 및 먹이 자원에 영향을 주기 때문에 조류군집의 구성과 종다양도, 종풍부도는 변화하게 된다(Stevens, 1992; Waterhouse *et al.*, 2002). Rhim *et al.* (2007)은 임도지역과 산림지역에서 조류군집의 길드 구조 차이는 산림환경의 차이와 밀접한 관련이 있다고 하였는데, 본 연구에서는 임도와 산림지역에서 유의한 차이가 있었다. 임도의 경우 개설 과정에서 천이된 초본류로 인하여 붉은머리오목눈이, 노랑턱멧새와 같은 조류가 추가 유입되었으며, 수목의 벌채로 인해 흉고직경이 큰 대경목이 감소하고, 상층임관의 개방에 따라 수관층이 감소한다고 하였는데(Goosem and Turton, 2001), 낙동정맥의 임도 구간은 상대적으로 수관층의 연결 정도가 높고, 대경목의 숫자가 많기 때문에 수관층 채이길드에 속한 조류 군집의 빈도가 높았던 것으로 판단된다.

낙동정맥에서 서식지 유형별로 조류 군집의 유의한 차이가 있는 것은 다양한 서식지의 분포는 조류 서식에 큰 영향을 주는 것으로 판단된다. 그러나 본 연구결과 확인된 서식지 환경과 조류군집을 길드개념으로 정확하게 나타내기 위해서는 엽층 구조분석에 의한 산림환경구조의 조사(Lee

and Park, 1995), 연구 지역의 식생 조사와 같은 조사가 추가로 실시되어 복합적인 조류 서식지 유형의 분석이 향후 연구에 이루어져야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Ambuel, B. and S.A. Temple(1983) Area-dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forest. *Ecology* 64:1057-1068.(in English abstract)
- Bibby, C.J., N.D. Burgess and D.A. Hill(1992) *Birds Census Techniques*. Academic Press, New York, p66-104.(in English abstract)
- Bolen, E.G. and W.L. Robinson(2003) *Wildlife ecology and management*(5th ed.). Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 634pp.
- Cody, M.L.(1981) Habitat selection in birds: the roles of vegetation structure, competitors, and productivity. *BioScience* 31:107-113.(in English abstract)
- Cho, K.H.(1996) Relationship between habitat structure and bird community of natural deciduous forest and planted coniferous forest in Kwangneung area. Seoul National University 60pp. (in Korean with English abstract)
- Erdenien, M.(1984) Bird communities and vegetation structure: I. Correlations and comparisons of simple and diversity indices. *Oecologia* 61:277-284.(in English abstract)
- Fahrig, L.(1997) Relative effects of Habitat loss and fragmentation on population extinction. *J Wild Manag* 61:603-610. (in English abstract)
- Foley, J.A. *et al.*(2005) Global consequences of land use. *Science* 309:570-574.(in English abstract)
- Goosem, M., Y. Izumi and S. Turton(2001) Efforts of restore habitat connectivity for an upland tropical rainforest fauna: A trial of underpass below roads. *Ecological Management & Restoration* 2:196-202.(in English abstract)
- Hanowski, J.M. and G.J. Niemi(1995) A comparison of on-and off-road bird count: Do you need to go off road to count accurately? *Journal of Field Ornithology* 66:469-483.(in English abstract)
- Hawkins, C.P. and J.A. MacMahon(1989) Guilds: The multiple meanings of a concept. *Ann. Rev. Entomol.* 34:423-451.(in English abstract)
- Hur, W.H., S.J. Rhim and W.S. Lee(2003) Effects of Road on Bird Communities in Forest Areas. *Korean journal of environment and ecology* 17(1):1-8. (in Korean with English abstract)
- James, F.C. and N.O. Warmer(1982) Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63:159-171.(in English abstract)
- Kim, D.P. and S.H. Choi(2004) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Gajisan to Neungdongsan in the Nakdong-jeongmaek. *Korean journal of environment and ecology* 18(3):279-287. (in Korean with English abstract)
- Karr, J.H. and R.R. Roth(1971) Vegetation Structure and Avian Diversity in Several New World Areas, *American Naturalist* 105:423-435.(in English abstract)
- Kim, J.S., J.R. Shin., H.S. Lee and T.H. Koo(2008) Effects of Habitat Environment on Bird Community in Forest. *Journal of environmental policy* 7(3):141-160.(in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S., H.W. Park, M.K. Kwon and S.I. Kim(2002) Comparison of bird communities in relation to forest structure. *The Korean journal of Ornithology* 9(2):105-114. (in Korean with English abstract)
- Korea Forest Service(2015). The study on an Natural Resources Change Survey and Management Practice in the Nakdong Jeongmaek. Korea Forest Service. (in Korean)
- Lee, D.K., W.K. Song, S.W. Jeon, H.C. Sung and D.Y. Son(2007) Deforestation Patterns Analysis of the Baekdudaegan Mountain Range. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 10(4):41-53. (in Korean with English abstract)
- Lee, M.J. and S.J. Lee(2013) A Study of the Baekdudaegan and Ridgelines Extraction and Environmental Impact Assessment Utilizing GIS. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 16(3):136-146. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.W., D.H. Lee, W.K. Paek and I.H. Paik(2001) Avian fauna in Kyeryongsan National Park. *Korean journal of environment and ecology* 14(4):268-279. (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. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S. and C. Park(1995) Analysis of Changes on the Forest Environment and the Bird Community in Terms of 'Guild'. *Korean journal of ecology* 18(3):397-408. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S., T.H. Goo and J.Y. Park(2014) *A Field Guide to the Birds of Korea*. LG Evergreen Foundation 383pp.
- Lens, L. and A.A. Dhondt(1994) Effects of habitat fragmentation on the timing of crested tit *Parus cristatus* natal dispersal. *Ibis* 136:147-152.(in English abstract)
- Matthysen, E., F. Adreaensen and A.A. Dhondt(1995) Dispersal distances of nuthatches, *Sitta europaea*, in a highly fragmented forest habitat. *Oikos* 72:375-381.(in English abstract)
- Matthysen, E. and D. Currie(1996) Habitat fragmentation reduces disperser success in Juvenile nuthatches *Sitta europaea*: evidence from patterns of territory establishment. *Ecography* 19:67-72.(in English abstract)

- McGarigal, K. and McComb W.C.(1995) Relationship between landscape structure and breeding birds in the Oregon coast range. *Ecol Monographs* 65:235-260.(in English abstract)
- Park, C.R. and W.S. Lee(2001) Characteristics of Bird community in Mt. Paldal. *Korean journal of environment and ecology* 15(3):267-275. (in Korean with English abstract)
- Pianka, E.R.(1994) *Evolutionary ecology*. Harper Collins College Publishers. New York 486pp.(in English abstract)
- Paek, W.K., H.S. Lee, I.K. Kim, S.W. Han, S.W. Lee, M.J. Song and J.W. Lee(2003) Study of Avifauna and Habitat Preference and Management from Manbokdae to Siribong in Baekdudaegan. *Korean journal of environment and ecology* 16(4):409-420. (in Korean with English abstract)
- Rhim, S.J.(2008) Differences in Breeding Bird Communities between Coniferous Forests of Mt. Namsan and Gwangneung Areas. *Korean journal of environment and ecology* 22(3):332-337. (in Korean with English abstract)
- 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* 49:31-38.(in English abstract)
- Rhim, S.J. and W.S. Lee(2001) Changes in Breeding Bird Community Caused by Thinning in Deciduous Forest. *Journal of Korean Forest* 90(1):36-42.(in Korean with English abstract)
- Rhim, S.J., W.S. Lee, S.J. Park, E.J. Lee, J.Y. Lee, M.J. Kim and J.H. Kang(2007) Differences in Bird Community Between Forest Road and Forest Interior Areas. *The Korean journal of Ornithology* 14(1):1-8. (in Korean with English abstract)
- Root, R.B.(1967) The niche exploitation pattern of the Blue-grey Gnatcatcher. *Ecological Monograph* 14:67-106.(in English abstract)
- Simberloff, D. and T. Dayan(1991) The guild structure concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22:155-143.(in English abstract)
- Stevens, G.C.(1992) The elevational gradient in altitudinal range: An extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist* 140:893-911.(in English abstract)
- Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco and J.M. Melillo (1997) Human domination of Earth's Ecosystem. *Science* 277:494-499.(in English abstract)
- Waterhouse, F.L., M.H. Mather and D. Seip.(2002) Distribution and abundance of birds relative to elevation and biogeoclimatic zone in coastal old-growth forests in southern British Columbia. *Journal of Ecosystems and Management* 2(2):1-13.(in English abstract)
- Won, P.O.(1981) *Illustrated Flora & Fauna of Korea Vol. 25*. Minister of Education 1126pp.(in Korean abstract)
- Yu, J.P., S.D. Jin, H.S. Kim, W.K. Paek and H.K. Song(2010) Characteristics of Birds Community in Relation to Altitude, Direction of Slope and Season in Deogyusan National Park. *The Korean journal of Ornithology* 17(4):359-385. (in Korean with English abstract)