

## 낙남정맥의 서식지 유형별 조류 군집 분석<sup>1a</sup>

황종경<sup>2</sup> · 한승우<sup>3</sup> · 조해진<sup>3</sup> · 남형규<sup>4</sup> · 유성연<sup>5</sup> · 권인기<sup>5</sup> · 이준우<sup>6\*</sup>

### Analysis of Bird Community by Habitat Type in Nak-nam Jeongmaek<sup>1a</sup>

Jong-Kyeong Hwang<sup>2</sup>, Seung-Woo Han<sup>3</sup>, Hae-Jin Cho<sup>3</sup>, Hyung-Kyu Nam<sup>4</sup>,  
Sung-Yeon Yoo<sup>5</sup>, In-Ki Kwon<sup>5</sup>, Joon-Woo Lee<sup>6\*</sup>

#### 요약

본 연구는 낙남정맥의 체계적인 관리 및 보전을 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 낙남정맥의 6개의 중점조사지역(길마재, 천왕산, 여항산, 무학산, 천주산, 신어산)에서 지형, 환경특성 등을 고려하여 각 지점별로 조류 서식지 유형별 2개씩의 고정조사구를 선정하여 2018년 5월부터 10월까지 수행하였다. 낙남정맥 6개의 중점조사지역을 조사한 결과 총 48종 1,181개체의 조류가 확인되었다. 서식지 유형별 조류 출현종은 개발지에서 35종 567개체로 가장 많았으며 종다양도는 임도에서 2.66로 가장 높았다. 낙남정맥의 서식지 유형별 영소길드 분석결과(Pearson Chi-square test,  $\chi^2=16.681$ ,  $p<0.05$ ) 개발지, 계곡부, 임도 모두 수관층(Canopy) 영소길드에 속한 군집의 빈도가 높았다. 채이길드 분석결과(Pearson Chi-square test,  $\chi^2=16.217$ ,  $p<0.005$ ) 개발지는 관목층(bush), 계곡부와 임도는 수관층 채이길드에 속한 군집의 빈도가 높았다. 길드 분석결과 낙남정맥의 임도구간은 대경목 임목과 천이된 초본류가 지빠귀류를 비롯하여 다양한 조류에게 충분한 영소 및 먹이자원을 제공하고 있었으며, 이러한 연구결과는 낙남정맥의 다양한 서식지가 조류서식에 다양한 자원을 제공하고 있는 것으로 판단된다.

주요어: 개발지, 계곡부, 임도, 영소길드, 채이길드

#### ABSTRACT

This study was conducted to provide basic data for the systematic management and preservation of Nak-nam Jeongmaek. Of the Nak-nam Jeongmaek, six priority research areas, Gilmajae, Mt. Cheonwang, Mt. Yeohang, Mt. Muhak, Mt. Cheonju, Mt. Sineo, with consideration to terrain and environmental characteristics, were selected for this study. Two fixed plots for each bird habitat type were selected for each site and were surveyed from May to October in 2018. The survey conducted in the six priority research areas of Nak-nam Jeongmaek

1 접수 2021년 1월 25일, 수정 (1차: 2021년 2월 26일), 게재확정 2021년 3월 12일

Received 25 January 2021; Revised (1st: 26 February 2021); Accepted 12 March 2021

2 충남대학교 대학원 산림자원학과 박사과정 Dept. of Forest & Environmental Resources, Chungnam Univ., Daejeon, 34134, Korea (hjkyung\_2000@naver.com)

3 한국환경생태연구소 KoEco Inc., Daejeon, 34014, Korea

4 국립생물자원관 국가철새연구센터 환경연구사 National Institute of Biological Resources, Incheon, 22689, Korea (namhk2703@hanmail.net)

5 국립생태원 멸종위기종복원센터 Research Center for Endangered Species, National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Korea

6 충남대학교 산림자원학과 교수 Dept. of Forest & Environmental Resources, Chungnam Univ., Daejeon, 34134, Korea (jwlee@cnu.ac.kr)

a 이 논문은 산림청의 낙남정맥 자원실태와 변화 연구(국립산림과학원 연구자료 제 805호, 2018년)의 일환으로 수행되었음

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

identified 48 species with 1,181 individual birds. The largest number of species and individuals occupying a particular habitat type were found in the developed land with 35 species and 567 individuals. Species diversity was the highest at 2.66 in the forest road. According to the results of nesting guild analysis of Nak-nam Jeongmaek (Pearson Chi-square test,  $\chi^2=16.681$ ,  $p<0.05$ ) by each habitat type, the communities that belong to the canopy nesting guild showed a high frequency in the developed land, the valley, and the forest road. The results of the Pearson Chi-Square test ( $\chi^2=16.217$ ,  $p<0.005$ ) showed that the communities that belonged to the bush foraging guild were the most frequent in the developed land, and the communities that belonged to the canopy foraging guild were the most frequent in the valley and the forest road. The results of these studies suggest that the various habitats of the Nak-nam Jeongmaek provide a variety of resources for bird habitats.

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

## 서론

우리나라는 국토 면적의 약 63% 이상이 산림지역으로 이루어져 있어 한반도에서 산림이 차지하는 지위는 매우 높다 (Korea Forest Service, 2016). 특히 산림은 경관, 지형, 문화재 등 다양한 자원들이 산재해 있으며, 그 중에서도 생물자원에 있어서는 생태적 거점으로서 보호 가치가 높은 중요한 역할을 수행하고 있다(You *et al.*, 2017).

한반도의 산지를 전통적인 지리인식체계로 구분하면 1대간 1정간 13정맥(남한 9정맥)이며(Lee *et al.*, 2007), 본 연구대상지인 낙남정맥은 경상남도 남부지역에 동서로 이어지는 산줄기이다. 지리산국립공원으로부터 시작되는 낙남정맥은 경상남도 김해시의 분산까지 길이가 약 236.8km로 연결되어 있으며, 국토 최남단에 형성되어 있는 생태축이자 서식지로서 야생동물의 생존에 매우 중요한 역할을 하는 곳으로 평가할 수 있는 곳이다(Oh *et al.*, 2007). 하지만 백두대간에 비해 정맥은 보전을 위한 인식이 매우 부족한 실정이며 인간의 간섭과 생태계의 특성을 고려하지 않는 무분별한 개발이 지속적으로 이루어지고 있다(Kim *et al.*, 2008; Lee and Lee, 2013).

정맥에 관한 연구는 Seo and Lee (2010), Oh *et al.* (2014), Choi *et al.* (2014), Oh *et al.* (2016), Son and Eum (2019), Kim *et al.* (2020) 등 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 식물상 및 식생, 훼손지에 관한 연구가 주로 수행되었으며, 조류를 포함한 동물에 관한 연구는 Han *et al.* (2016)에 의해 수행된 낙동정맥 서식지 유형별 조류군집 연구와 산림청에서 실시한 자원실태와 변화 연구(Korea forest service, 2018) 외에는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 낙남정맥의 서식지 유형별 조류군집 분석을 통해 국내 최남단에 형성되어 있는 야생동물의 중요 생태축인 낙남정맥의 체계적인 관리 및 보전을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

본 연구 대상지인 낙남정맥은 지리산 영산봉에서 시작하여 김해시 분산까지 연결된 산줄기로서 길이가 약 236.8km에 이르며 경상남도 10여 개 시·군에 걸쳐 있다. 낙남정맥의 지형, 환경특성 등을 고려하여 6개의 중점조사지역(길마재, 천왕산, 여항산, 무학산, 천주산, 신어산)을 선정하였다(Figure 1).



Figure 1. Map of the survey sites

서식지유형별 조류 군집 특성을 파악하기 위해서 각 중점조사지역별로 서로 다른 사면에 개발지, 계곡부, 임도 각 2개씩 주요산별로 각 6개의 총 36개의 고정조사구를 선정하였다. 개발지 같은 경우에는 산림 임연부 지역의 농경지를 포함하여 식생이 존재하고, 마을, 도로 등 인간의 간섭이 다소 발생되는 지역을 선정하였다. 본 연구에서 분석의 편의를 위해 개발지는

A1, A2, 계곡부는 B1, B2 임도는 C1, C2로 구분하였다. 고정 조사구는 서식지유형의 특성, 식생, 조류 서식 환경 등을 고려하였으며, 겨울을 제외한 계절별 조사결과(5월, 8월, 10월)를 반영하여 서식지 유형에 따른 조류 군집을 분석하였다.

고정조사구 좌표는 GPS(Global Positioning System, GARMIN GPSmap 62s)를 이용하여 고정조사구 중심지점의 좌표를 획득하여 기록하였다(Table 1).

## 2. 조사분석

### 1) 조사방법

조류조사는 각 중점조사지역에서 선정된 고정조사구를 중심으로 2인 1조로 조사를 하였다. 한 명은 쌍안경(Vortex 8×42)으로 관찰된 종과 개체수를 파악하였으며, 다른 한 명은 기록하며 이동하는 조류를 조사하였다. 조사범위는 고정조사구(계곡지, 계곡부, 임도) 좌표를 중심으로 50x300m 직사각형 면적을

Table 1. The survey area information

No.	Naknam Jeongmaek	Altitude (m)	GPS. Coordinates	
1	Gilmajae	499	A1* – 35°12'36.9"N, 127°45'57.17"E	A2 – 35°12'35.72"N, 127°47'40.2"E
			B1 – 35°12'29.0"N, 127°46'32.28"E	B2 – 35°12'28.35"N, 127°47'31.64"E
			C1 – 35°12'39.87"N, 127°46'33.52"E	C2 – 35°12'45.34"N, 127°46'54.01"E
2	Mt. Cheonwang	583	A1 – 35°00'04.48"N, 128°15'19.84"E	A2 – 34°59'44.17"N, 128°17'14.65"E
			B1 – 35°00'20.58"N, 128°14'53.9"E	B2 – 35°00'03.35"N, 128°15'46.92"E
			C1 – 35°00'09.79"N, 128°15'30.35"E	C2 – 35°00'06.79"N, 128°16'01.45"E
3	Mt. Yeohang	771	A1 – 35°11'34.29"N, 128°23'25.29"E	A2 – 35°11'50.34"N, 128°25'27.06"E
			B1 – 35°11'31.22"N, 128°23'35.36"E	B2 – 35°10'37.56"N, 128°25'21.03"E
			C1 – 35°11'55.54"N, 128°22'57.43"E	C2 – 35°10'33.49"N, 128°25'18.96"E
4	Mt. Muhak	760	A1 – 35°14'13.71"N, 128°32'26.35"E	A2 – 35°12'14.59"N, 128°31'06.86"E
			B1 – 35°13'46.4"N, 128°32'19.31"E	B2 – 35°12'13.81"N, 128°31'34.2"E
			C1 – 35°14'13.45"N, 128°31'47.58"E	C2 – 35°11'50.62"N, 128°31'51.51"E
5	Mt. Cheonju	641	A1 – 35°17'24.87"N, 128°35'56.63"E	A2 – 35°17'12.99"N, 128°34'09.47"E
			B1 – 35°16'53.9"N, 128°36'06.48"E	B2 – 35°16'23.93"N, 128°34'55.35"E
			C1 – 35°16'26.87"N, 128°35'55.97"E	C2 – 35°16'39.41"N, 128°34'27.52"E
6	Mt. Sineo	631	A1 – 35°17'18.55"N, 128°54'54.53"E	A2 – 35°15'11.94"N, 128°54'42.47"E
			B1 – 35°16'49.54"N, 128°55'20.55"E	B2 – 35°15'21.34"N, 128°54'52.02"E
			C1 – 35°16'26.72"N, 128°55'46.4"E	C2 – 35°15'25.62"N, 128°55'10.4"E

\* A : Development, B : Valley, C: Forest road

설정하였다(Figure 2). 고정조사구 조사 시 중앙을 이동경로로 선정하여 좌우 25m를 선조사법과 정점조사법을 병행하여 실시하였으며, 조사경로가 한쪽 방향으로 치우친 경우 고정조사구 중앙에 가상의 이동경로를 선정하여 조사하였다(Bibbly *et al.*, 1992). 정점조사는 30분을 원칙으로 시작지점, 150m지점, 300m지점을 각 10분씩 조사하였으며, 종 동정 및 분류체계는 Lee *et al.*(2014)에 의거 서식지 유형별로 구분하여 정리하였다. 또한 고정조사구 내 서식 조류의 길드분석을 위하여 관찰된 조류의 행동 및 관찰 위치를 구분하여 기록하였다.



Figure 2. Fixed plot survey area of priority research area(Mt. Cheonju, C2)

2) 분석방법

조류군집분석은 조사결과를 바탕으로 서식지 유형별로 종수, 개체수, 우점도(Dominance), Shannon and Weaber(1949)에 의한 공식을 이용하여 종다양도 지수를 산출하였고, 길드 분석을 하였다.

(1) 우점도 : Dominance

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

ni : i종의 개체수, N : 전체 개체수

(2) 종다양도 지수 : Species Diversity

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

길드(Guild)는 ‘동일한 자원을 유사한 방식으로 이용하는 종들의 모임’이라고 Root(1967)에 의해 최초로 정의된 이후로 다양한 장점 때문에 많은 연구에서 이용되어 왔으며, 특히 조류 군집 분석에 많이 사용된다(Simberloff and Dayan, 1991). 또한 산림환경 내 자원이용 패턴을 분석하는데 유용하게 쓰일 수 있는 개념이다(Rhim and Lee, 2000). 길드의 기준과 분류는 연구자의 주관적 판단이 수반되며 절대적인 기준은 없다

(Hawkins and MacMahon, 1989). 하지만 길드는 군집의 사-공간적 생물학적 구조를 예측할 수 있다(Lee and Park, 1995).

본 연구에서는 동지를 짓는 장소인 영소길드와 먹이를 먹는 장소인 채이길드로 분류하여 분석하였다(Table 2). 영소길드와 채이길드 분류는 선행연구를 참고하여 본 연구대상지에서 이용하는 비율이 높은 것으로 정하였다(Lee and Park, 1995; Park and Lee, 2001; Kim *et al.*, 2008; Yu *et al.*, 2010; Han *et al.*, 2016). 영소길드와 채이길드의 자원이용 빈도수에 대해 통계적 유의성을 파악하기 위해 Pearson Chi-square test 검정을 수행하였으며 SPSS 26.0 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

결과

1. 낙남정맥의 서식지 유형별 조류서식 현황

2018년 낙남정맥의 중점조사지역인 6개 주요 산을 조사한 결과 전체 출현한 조류는 총 48종 1,181개체이었다. 각 서식지 유형별 출현한 조류는 개발지(A)에서 35종 567개체로 가장 많았으며, 임도(C) 32종 273개체, 계곡부(B) 31종 341개체, 순이었다(Table 3, Figure 2). 종다양도 지수는 임도에서 2.66으로 가장 높았으며, 계곡부 2.65, 개발지 2.32 순이었다.

개발지의 최우점종은 32.45%로 참새(*Passer montanus*)였으며, 큰부리까마귀(*Corvus macrorhynchos*, 21.52%), 붉은머리오목눈이(*Paradoxornis webbianus*, 7.05%), 까치(*Pica pica*, 6.88%), 직박구리(*Microscelis amaurotis*, 6.17%) 순으로 상위 5%이상 우점하였다.

Table 3. Avian fauna in Naknam Jeongmaek

No.	Scientific name	Korean name	Guild		A		B		C		Total	
			N <sup>a</sup>	F <sup>b</sup>	Ind ea	Dom. (%)	Ind ea	Dom. (%)	Ind ea	Dom. (%)	Ind ea	Dom. (%)
1	<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	B	b	4	0.71	1	0.29	1	0.37	6	0.51
2	<i>Butorides striata</i>	검은맹기해오라기	C	o	2	0.35	1	0.29			3	0.25
3	<i>Bubulcus ibis</i>	황로	C	o	3	0.53					3	0.25
4	<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	C	o	2	0.35					2	0.17
5	<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	C	o	1	0.18					1	0.08
6	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	O	o	1	0.18					1	0.08
7	<i>Falco subbuteo</i>	새호리기	C	o					1	0.37	1	0.08
8	<i>Accipiter nisus</i>	새매	C	o	1	0.18					1	0.08
9	<i>Streptopelia orietalis</i>	멧비둘기	C	b	28	4.94	17	4.99	18	6.59	63	5.33
10	<i>Cuculus micropterus</i>	검은등뺨꾸기	O	b	1	0.18	1	0.29	1	0.37	3	0.25
11	<i>Cuculus canorus</i>	뺨꾸기	O	b			2	0.59	1	0.37	3	0.25
12	<i>Cuculus saturatus</i>	병어리뺨꾸기	O	b	1	0.18	2	0.59	2	0.73	5	0.42
13	<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	H	c	5	0.88			3	1.10	8	0.68
14	<i>Alcedo atthis</i>	물총새	*	o			1	0.29			1	0.08
15	<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	H	c	2	0.35	7	2.05	4	1.47	13	1.10
16	<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	H	c	1	0.18					1	0.08
17	<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	H	c					1	0.37	1	0.08
18	<i>Picus canus</i>	청딱다구리	H	c			1	0.29	5	1.83	6	0.51
19	<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	O	o	2	0.35			2	0.73	4	0.34
20	<i>Garrulus glandarius</i>	어치	C	c	1	0.18	4	1.17	3	1.10	8	0.68
21	<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	C	b	17	3.00	8	2.35	5	1.83	30	2.54
22	<i>Pica pica</i>	까치	C	b	39	6.88	25	7.33	3	1.10	67	5.67
23	<i>Corvus corone</i>	까마귀	C	o			4	1.17			4	0.34
24	<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	C	b	122	21.52	27	7.92	27	9.89	176	14.90
25	<i>Parus major</i>	박새	H	c	18	3.17	29	8.50	31	11.36	78	6.60
26	<i>Parus ater</i>	진박새	H	c			1	0.29	2	0.73	3	0.25
27	<i>Parus varius</i>	곤줄박이	H	c	2	0.35	4	1.17	2	0.73	8	0.68
28	<i>Parus palustris</i>	쇠박새	H	c	5	0.88	5	1.47	3	1.10	13	1.10
29	<i>Hirundo rustica</i>	제비	*	c	11	1.94					11	0.93
30	<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	B	c			3	0.88	6	2.20	9	0.76
31	<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	C	c	35	6.17	39	11.44	33	12.09	107	9.06
32	<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	B	b	2	0.35	4	1.17	2	0.73	8	0.68
33	<i>Phylloscopus borealis</i>	쇠솔새	B	b			1	0.37	1	0.37	1	0.08
34	<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	B	c			3	0.88	2	0.73	5	0.42
35	<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	B	b	40	7.05	84	24.63	65	23.81	189	16.00
36	<i>Sitta europaea</i>	등고비	H	c					1	0.37	1	0.08
37	<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	H	c	3	0.53					3	0.25
38	<i>Turdus hortulorum</i>	되지뺨꾸기	C	b	1	0.18	3	0.88	6	2.20	10	0.85
39	<i>Turdus pallidus</i>	흰배지뺨꾸기	C	b			3	0.88	7	2.56	10	0.85
40	<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	B	b	13	2.29	5	1.47	7	2.56	25	2.12
41	<i>Cinclus pallasii</i>	물까마귀	B	b			1	0.29	1	0.37	2	0.17
42	<i>Passer montanus</i>	참새	B	b	184	32.45	34	9.97	24	8.79	242	20.49
43	<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	O	o	6	1.06	5	1.47			11	0.93
44	<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	O	o	1	0.18	2	0.59			3	0.25
45	<i>Anthus rubescens</i>	밭중다리	*	*	1	0.18					1	0.08
46	<i>Carduelis sinica</i>	방울새	C	c	7	1.23					7	0.59
47	<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	B	b	1	0.18	15	4.40	3	1.10	19	1.61
48	<i>Columba livia var. domestica</i>	잡비둘기	O	o	4	0.71					4	0.34
Number of species					35		31		32		48	
Number of individual					567		341		273		1,181	
Species diversity					2.32		2.65		2.66		2.67	

<sup>a</sup> Nesting guild : B = Bush, C = Canopy, H = Hole, O = Others, \* = undetermined

<sup>b</sup> Foraging guild : b = bush, c = canopy, o = outside, \* = undetermined

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

계곡부의 최우점종은 24.63%로 붉은머리오목눈이였으며, 직박구리(11.44%), 참새(9.99%), 박새(*Parus major*, 8.50%), 큰부리까마귀(7.92%), 까치(7.33%) 순으로 상위 5% 이상 우점하였다.

임도의 최우점종은 23.81%로 붉은머리오목눈이였으며, 직박구리(12.09%), 박새(11.36%), 큰부리까마귀(9.89%), 참새(8.79%), 멧비둘기(*Streptopelia orietalis*, 6.59%) 순으로 상위 5% 이상 우점하였다.

## 2. 길드 분석

### 1) 낙남정맥의 서식지 유형별 영소길드(Nesting guild) 분석

낙남정맥에서 서식하는 조류군집의 영소길드 분석결과 수관층(Canopy)이 33.3%로 비율이 가장 높았으며 수동(Hole) 22.9%, 관목층(Bush) 20.8%, 기타 영소길드 16.7%순으로 확인되었다. 또한 영소길드 군집구조와 자원이용 빈도수 사이에 서식지 유형에 따라 차이를 보였다(Pearson Chi-square test,  $\chi^2=16.681, p<0.05$ ). 개발지에서는 수관층에 속한 군집의 빈도가 128회(65.6%)로 다른 영소길드에 비해 높은 경향을 나타냈고, 수동 36회(18.5%), 관목층 20회(10.3%), 기타 영소길드 11회(5.6%)의 경향을 보였다.

계곡부에서는 수관층에 속한 군집의 빈도가 103회(53.1%)로 가장 높은 경향을 나타냈으며, 수동 47회(24.2%), 관목층 32회(16.5%), 기타 영소길드 12회(6.2%)의 경향을 보였다.

임도에서는 다른 영소길드와 마찬가지로 수관층에 속한 군집의 빈도가 76회(48.1%)로 가장 높았으며, 수동 52회(32.9%), 관목층 24회(15.2%) 기타 영소길드 6회(3.8%) 순의 경향을 보였다(Table 4, Figure 3).

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	20	32	24
	Expected frequency	27.1	27.0	22.0
	%	10.3	16.5	15.2
Canopy	Frequency	128	103	76
	Expected frequency	109.4	108.9	88.7
	%	65.6	53.1	48.1
Hole	Frequency	36	47	52
	Expected frequency	48.1	47.9	39.0
	%	18.5	24.2	32.9
Others	Frequency	11	12	6
	Expected frequency	10.3	10.3	8.4
	%	5.6	6.2	3.8

\* A-Development, B-Valley, C-Forest road

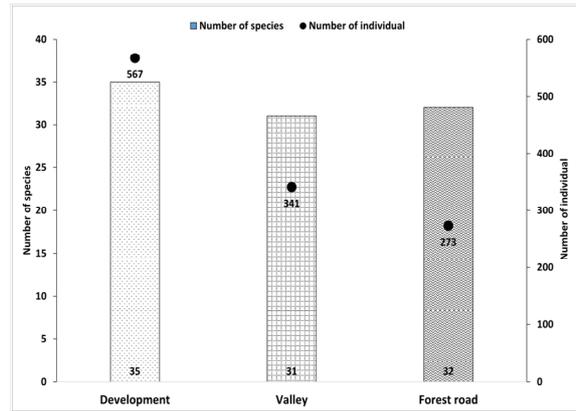


Figure 3. The total number of species and individuals in Naknam Jeongmaek

### 2) 낙남정맥의 서식지 유형별 채이길드(Foraging guild) 분석

낙남정맥에서 서식하는 조류군집의 채이길드 분석결과 관목층(bush)과 수관층(canopy)이 35.4%로 비율이 가장 높았으며 기타 채이길드 27.1%순으로 확인되었다. 또한 채이길드 군집구조와 자원이용 빈도수 사이에 서식지 유형에 따라 차이를 보였다(Pearson Chi-square test,  $\chi^2=16.217, p<0.005$ ). 개발지에서는 관목층(bush)에 속한 군집의 빈도가 107회(54.9%)로 다른 채이길드에 비해 높은 경향을 나타냈으며, 수관층(canopy) 79회(40.5%), 기타 채이길드 9회(4.6%)의 경향을 보였다. 계곡부에서는 수관층에 속한 군집의 빈도가 96회(49.5%)로 가장 높은 경향을 나타냈으며, 관목층 87회(44.8%) 기타 채이길드 11회(5.7%)의 경향을 보였다. 임도에서는 계곡부와 마찬가지로 수관층에 속한 군집의 빈도가 96회(60.8%)로 가장 높은 경향을 나타냈으며, 관목층 59회(37.3%), 기타 채이길드 3회(1.9%) 순의 경향을 보였다(Table 5, Figure 4).

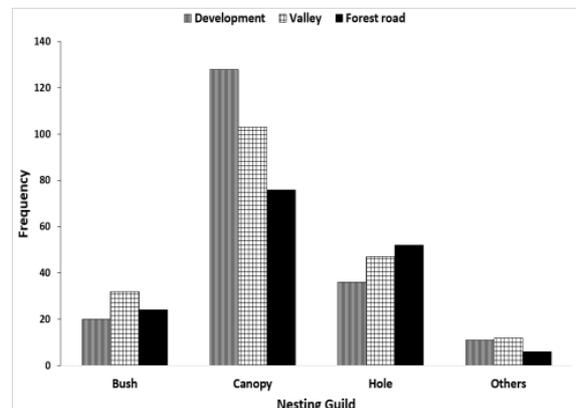


Figure 4. Difference of frequency in nesting guild structure of breeding bird communities within each survey areas

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	107	87	59
	Expected frequency	90.2	89.7	73.1
	%	54.9	44.8	37.3
canopy	Frequency	79	96	96
	Expected frequency	96.6	96.1	78.3
	%	40.5	49.5	60.8
others	Frequency	9	11	3
	Expected frequency	8.2	8.2	6.6
	%	4.6	5.7	1.9

\* A-Development, B-Valley, C-Forest road

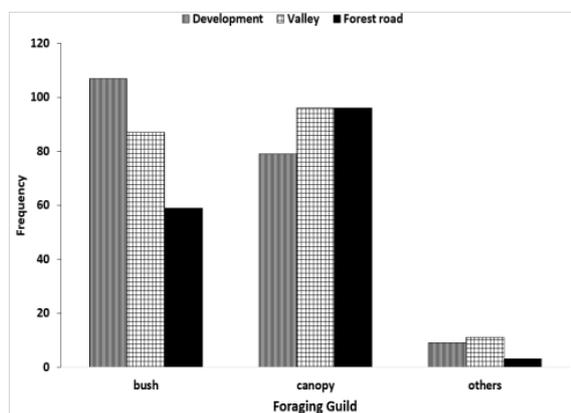


Figure 5. Difference of frequency in foraging guild structure of breeding bird communities within each survey areas

## 고찰

산림생태계에서 산림환경구조에 따라 조류는 서식지 선택, 종 구성 등에 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Karr and Roth, 1971; Cody, 1981; Lee, 1996; Yu *et al.*, 2010). 또한 임도 및 산림과 이어진 도로와 같이 인간의 간섭으로 인하여 발생한 서식지의 축소는 조류 서식지의 감소효과나 이동 등 전반적으로 부정적인 영향을 주게 된다(Ambuel and Temple, 1983; Hanowski and Niemi, 1995). 결과적으로 산림 내에 형성되어 있는 환경 특성에 따라 서식 조류군집의 차이가 발생하며 이를 고려한 조사방법의 개발이 필요하다(Paek *et al.*, 2003).

본 연구 결과 산림 생태계 내 조류 서식지 유형별(개발지, 계곡부, 임도)로 종, 개체수, 종다양도에서 차이를 보였다. 종과 개체수는 개발지에서 가장 많이 관찰되었으며, 이는 서식지 자원의 다양성 및 환경적 특성에 따라 생물종 다양성이 증가한다는 중간교란가설(Kim *et al.*, 2008; Han *et al.*, 2016)을 방증하는 결과로 생각된다. 계곡부는 서식지 환경이 습기가 많은 흙, 이끼, 나무뿌리 등 산림성 조류의 중요한 영소자원 및 무척추동물, 곤충, 지렁이 등 먹이원을 제공하는 지역으로(Snow, 1958; Han *et al.*, 2019) 낙남정맥 내에서 박새, 붉은머리오목눈이, 직박구리 등 수관층 및 관목층을 선호하는 조류에게 영향을 주는 것으로 판단된다. 임도지역에서 주로 관찰된 흰배지빠귀, 되지빠귀를 비롯한 산새류는 임도개설 후 천이된 초본류가 우점한 구간의 토양층에서 먹이를 먹는 모습이 주로 관찰되었으며 임도구간에 형성된 대경목 임목이 지빠귀류를 비롯하여 다양한 조류에게 충분한 영소자원을 제공하는 것으로 판단된다.

조류의 종다양도는 곤충의 종수, 이동차량의 소음 등에 크게 영향을 받으며 차량통행이 잦은 도로지역은 다른 지역에 비해 종다양도가 낮은 것으로 알려져 있으며(Reijne *et al.*, 1995; Paek *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2007), Kim *et al.* (2008)은 도로의 개설과 인간의 간섭정도에 따라 조류의 종다양도에 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구 결과, 차량출입과 인간의 간섭이 적은 계곡부보다 임도에서 종다양도 지수가 높게 나타나 선행연구와 다른 결과를 보였다. 해당 연구지역의 임도지역이 임도 개설 후 2년 이상 시간이 경과한 구역이 많아 단편화 현상이 해소된 것으로 판단되나, 종다양도에 영향을 미치는 먹이원과의 관계, 소음 등 다양한 요인에 관한 추가적인 연구와 분석이 필요할 것으로 사료된다.

조류군집과 길드구조는 서식지 유형과 밀접한 관련이 있으며, 계곡부, 임도 등 다양한 산림서식지 환경은 산림성 조류의 등지 및 먹이 자원에 영향을 주기 때문에 조류군집의 조성 및 종다양도, 종풍부도에 변화를 발생하게 된다(Stevens, 1992; Waterhouse *et al.*, 2002; Bolen and Robinson, 2003; Rhim *et al.*, 2007; Rhim, 2008). Han *et al.* (2016)은 낙동정맥의 서식지 유형에 따라 조류군집의 길드구조 차이가 발생하였으며, 임도구간에서 수관층 채이길드에 속한 조류 군집의 빈도가 높다고 보고 하였는데, 본 연구에서도 서식지 유형에 따라 유의한 차이가 있었다. 낙남정맥의 임도구간은 중경목과 대경목의 분포가 많고 상대적으로 수관층의 연결정도가 높아 수관층 채이길드에 속한 조류군집의 빈도가 높은 것으로 판단된다. 그러나 본 연구의 서식지 환경과 조류군집 길드 개념을 보다 정확하게 접목하기 위해서는 엽층구조분석에 의한 산림환경구조의 조사(Lee and Park, 1995), 식생조사 등을 추가로 수행하여 다방면이고 복합적인 조류 산림서식지 유형의 분석이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 다만 본 연구결과를 통해 낙남정맥의

체계적인 관리 및 보전을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

## 사 사

산림청의 낙남정맥 자원실태와 변화 연구(국립산림과학원 연구자료 제 805호, 2018년)의 일환으로 수행되었습니다.

## 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.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess and D.A. Hill(1992) *Birds Census Techniques*. Academic Press, New York, pp. 66-104.
- Bolen, E.G. and W.L. Robinson(2003) *Wildlife ecology and management(5th ed.)*. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 634pp.
- Choi, S.M., H.K. Kweon, J.W. Lee, Y.H. Choi and T.J. Choi(2014) A Study on Deterioration of Ridge Trail in Jeongmaek. *Korean Journal of Environment and Ecology* 28(4): 450-456. (in Korean with English abstract)
- Cody, M.L.(1981) Habitat selection in birds: The roles of vegetation structure, competitors, and productivity. *BioScience* 31: 107-113.
- Han, S.W., S.D. Jin, E.H. Im, S.H. Choi and J.W. Lee(2019) Change of bird's Home range according to Forest Road Construction in Mt. Minjujisan. *The Korean Journal of Ornithology* 26(2): 116-121. (in Korean with English abstract)
- Han, S.W., T.H. Kang, C.Y. Park, Y.U. Shin, E.H. Im and J.W. Lee(2016) Analysis of Bird Community by Habitat Type in Nak-dong Jeongmaek. *Korean Journal of Environment and Ecology* 30(3): 335-343. (in Korean with 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.
- Hawkins, C.P. and J.A. MacMahon(1989) Guilds: The multiple meanings of a concept. *Ann. Rev. Entomol.* 34: 423-451.
- Karr, J.H. and R.R. Roth(1971) Vegetation Structure and Avian Diversity in Several New World Areas. *American Naturalist* 105: 423-435.
- Kim, J., J. Chae and T.H. Koo(2007) Variation in bird diversity in relation to habitat size in the urban landscape of Seoul, South Korea. *Acta Ornithologica* 42: 39-44.
- 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, T.S., S.H. Hwang, K.H. Cho, S.J. Kim and G.S. Jang(2020) Evaluating Village-based Resources for Conserving Nakdong-Jeongmaek. *J. Korean Env. Res. Tech.* 23(4): 47-58. (in Korean with English abstract)
- Korea Forest Service(2016) *Basic Forest Statistics*. 361pp. (in Korean)
- Korea Forest Service(2018) *2018 Field Survey on Forest Resources: Naknam-Jeongmaek*. 338pp. (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, 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.(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., T.H. Goo and J.Y. Park(2014) *A Field Guide to the Birds of Korea*. LG Evergreen Foundation. 383pp.
- Oh, H.K., D.P. Kim and J.H. You(2016) Vascular Plants Distributed in the Naknam-Jeongmaek. *J. Korean Env. Res. Tech.* 19(2): 19-39. (in Korean with English abstract)
- Oh, J.H., Y.K. Kim and J.N. Kwon(2007) An analysis of landcover change and temporal landscape structure in the main ridge area of the BaekduDaegan mountain system. *Journal of the Korean Association of Geographical Information Studies* 10(3): 49-57. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K., H.M. Kang and S.G. Park(2014) Characteristics of Vegetation Structure on the Ridge of the Naknam-Jeongmaek. *Korean Journal of Environment and Ecology* 28(6): 725-740. (in Korean with 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)
- 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)
- Reijnen, R., R. Foppen, C. Ter Braak and J. Thissen(1995) The effects of car traffic on breeding bird population in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32: 187-202.
- 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.
- 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., 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.
- Seo, J.Y. and Y.J. Lee(2010) The Study on Damaged Hanbuk Mountain Range in Gyeonggi-Do. *J. Korean Env. Res. Tech.* 13(4): 65-74. (in Korean with English abstract)
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1949) The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana-Champaign, 117pp.
- 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.
- Snow, D.W.(1958) A Study of Blackbirds. British Museum. London, 191pp.
- Son, J.M. and J.H. Eum(2019) Analysis and Management Strategies of the Cold Air Characteristics in Hannamgeumbuk-Jeongmaek and Geumbuk-Jeongmaek. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 22(2): 152-171. (in Korean with 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.
- 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.
- You, J.H., D.P. Kim and H.K. Oh(2017) Vascular Plants Distributed in the Nakdong-Jeongmaek Mountains. *J. Korean Env. Res. Tech.* 20(5): 15-41. (in Korean with English 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)