

Original article

## 국립공원 생물다양성 평가를 위한 산림성 조류 자연성 지수 적용

최세웅 · 장 진<sup>1,\*</sup> · 채희영<sup>1</sup> · 박진영<sup>2</sup>

목포대학교 환경교육과, <sup>1</sup>국립공원공단 국립공원연구원, <sup>2</sup>국립생물자원관

**Application of Forest Bird Naturalness Index for Evaluating Biodiversity in National Parks in Korea.** Sei-Woong Choi (0000-0001-6326-399X), Jin Jang<sup>1,\*</sup> (0000-0002-7572-5669), Hee-Young Chae<sup>1</sup> (0000-0002-7562-2205) and Jin-Young Park<sup>2</sup> (0000-0002-4251-6190) (Department of Environmental Education, Mokpo National University, Muan 58554, Republic of Korea; <sup>1</sup>National Park Research Institute, Korea National Park Service, Wonju 26551, Republic of Korea; <sup>2</sup>National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Republic of Korea)

**Abstract** We aimed to develop a naturalness index for forest-dwelling birds in four national parks in Korea and to simulate the effect of species loss on this naturalness index. Five bird specialists were asked to give 112 bird species a disturbance susceptibility score (DSS), and the naturalness index was calculated based on this. The 112 bird species represented 8 orders (Cuculiformes, Piciformes, Accipitriformes, Falconiformes, Columbiformes, Caprimulgiformes, Strigiformes, and Passeriformes). DSS was the highest for *Terpsiphone atrocaudata* and *Pitta nympha*, and lowest for *Pica pica*, *Hypsipetes amaurotis*, and *Streptopelia orientalis*. There was a significant negative relationship between a species' population number and its DSS. Among the four national parks, Mt. Songni had the highest naturalness index, followed by Mt. Wolak, Mt. Juwang, and Mt. Wolchul. We investigated the change in biodiversity indices under four scenarios, which assumed the extinction of species with less than 5 (Scenario 1), 10 (Scenario 2), 50 (Scenario 3), and 100 individuals (Scenario 4). The results showed that although all biodiversity indices decreased as the species loss increased, they all behaved differently. Fisher's alpha diversity decreased as the number of species proportionally decreased. There was almost no change in Shannon-Wiener H' index in Scenarios 1 and 2. The naturalness index showed increased sensitivity in Scenarios 1 and 4. Our future aims are to obtain the DSS for all forest-dwelling bird species, and to adopt the naturalness index to evaluate temporal and spatial changes in biodiversity.

**Key words:** forest dwelling bird, naturalness, disturbance susceptibility, biodiversity

## 서 론

최근 지구온난화를 비롯한 다양한 환경변화는 생물다양성 (biodiversity)을 위협하고 있다 (Segan *et al.*, 2016). 이러

한 위기에 처한 생물다양성 변화를 모니터링하는 것은 환경에 미치는 영향을 이해하는데 매우 중요하다. 하지만 생물다양성 변화는 다양하고 때론 복잡하며 장기간에 걸쳐 이루어져 측정하거나 변화를 모니터링하는 것은 쉽지 않다 (Purvis and Hector, 2000; Collen and Nicholson, 2014; Watermeyer *et al.*, 2021).

생물다양성 변화를 나타내는 지표로 사용되기 위해 충족해야 할 기준이 다양하게 제시되고 있다 (Failing and

Manuscript received 26 May 2021, revised 10 June 2021,  
revision accepted 11 June 2021  
\* Corresponding author: Tel: +82-33-769-1645, Fax: +82-33-769-1649  
E-mail: jinimi0903@knps.or.kr

Gregory, 2003; Rice and Rochet, 2005; van Strien *et al.*, 2012). 현재까지 생물다양성 변화를 나타내기 위해 사용하는 지표는 과학적으로 의미가 있고 간단하며 쉽게 이해가 가능할 뿐만 아니라 모두가 수량이 가며 적절한 비용으로 비교적 정확하게 측정이 가능해야 할 것으로 되어 있다. 또한 시간과 공간적 규모에서 변화를 잘 나타내면서 정책적으로 목표로 삼는 기준과 비교가 가능하고 미래 예측모델에서도 사용이 가능하여야 할 것으로 제시되고 있다(CBD, 2003; Scholes and Biggs, 2005). 하지만 종 다양성을 나타내기 위하여 다양한 지수가 제시되었지만 이러한 기준을 충분히 충족할 만한 지수는 여전히 부족한 실정이며, 여러 지수를 복합적으로 사용하는 것이 하나의 대안으로 제시되고 있다(Watermeyer *et al.*, 2021).

조류는 관찰이 용이하고 종 다양성이 풍부하며 주변 환경 변화를 잘 나타내고 서식지 특이성을 지니고 있어 서식지 등 환경변화를 추정하거나 모니터링하는데 많이 이용되고 있다(Temple and Wiens, 1989; Bibby, 1999). 특히 산림생태계에서 상위 먹이 영양 단계를 차지하고 있는 산림성 조류의 다양성은 산림 크기와 산림 패치 내부의 식생 구조 다양성이 중요하게 작용하는 것으로 나타났다(Boulinier *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2010; Park *et al.*, 2012). 이러한 산림성 조류 군집의 다양성은 국립공원과 같은 보호지역 면적과 공원 내 서식지 특성을 나타내는 식물 종 다양성과 식생 구조 그리고 이들 식물 변수에 의존하는 곤충과 상호 밀접한 연관성을 지니고 있어(Morrison *et al.*, 1990; Singer *et al.*, 2012) 생물다양성과 서식지 변화를 평가하는데 적절하게 이용될 수 있다.

이 연구의 목적은 국립공원에 서식하고 있는 조류를 대상으로 국립공원 생물다양성을 평가할 수 있는 지수를 개발하여 생물다양성이 서식지 변화나 환경변화로 인해 받는 영향을 알아보기 위한 것이다. 국립공원과 같은 자연 지역 또는 도시, 농촌과 같은 인공 지역 등 다양한 서식지 유형에 분포하는 각 생물군의 생물다양성을 평가하기 위해서는 생물다양성을 확인할 수 있는 조사 기법이나 평가 기법이 필요하다(Lawton *et al.*, 1998). 이러한 지표로 제안된 것으로는 특정 생물의 개체수, 분포 수와 면적, 번식 쌍과 생물 종 수나 평균 출현지수(Gregory *et al.*, 2003; Magurran, 2013) 등이 있다. 국립공원에서는 공원 내 다양한 서식지 유형에 서식하는 생물 종의 다양성을 확인하기 위한 조사가 주기적으로 실시되어 기초자료가 제공되고 있다(National Park Service, 2020). 이번 연구에서는 습지 주변 서식지의 생물에게 적용되었던 자연성 지수 산출 방법(Nelson and Andersen, 1994; An and Choi, 2021)을 국

립공원에 서식하는 산림성 조류에 적용해보았다. 자연성 지수는 인간이나 기후변화에 따른 서식환경이 변화하면서 특정 종이 어떻게 반응하는 가를 나타낼 수 있는 지표로 이용될 수 있는데 이 자연성 지수가 생물 군집 변동에 어떻게 반응하는지를 기준에 사용되는 다양성 측정 방법과 비교하여 알아보았다.

## 재료 및 방법

산림성 조류의 다양성을 파악하기 위하여 22개 국립공원 중 4개 공원(속리산, 월악산, 주왕산, 월출산)을 선정하여 각 공원에서 분포하는 생물종 다양성을 분류군별로 파악하였으며(Appendix 1), 이 중 조류 목록에서 산림에 서식하는 종을 대상으로 분석을 실시하였다.

### 1. 산림성 조류

조류를 대상으로 자연성 지수를 적용하기 위하여 국립공원에 서식하는 조류 중 산림성 조류로 분류되는 종을 선정하였다. 산림성 조류에 속하는 대상은 숲에서 주로 활동하는 특성을 지닌 종을 목(order)별로 대분류하여 구분하였다. 그 결과 두견목(Cuculiformes), 딱다구리목(Piciformes), 수리목(Accipitriformes), 매목(Falconiformes) 비둘기목(Columbiformes), 쇠뿔새목(Caprimulgiformes), 올빼미목(Strigiformes), 참새목(Passeriformes) 등이 해당하며, 이들 목에 속하는 종은 우리나라 22개 국립공원에 서식하고 있는 전체 조류강 417종의 58.8%인 245종이었다(National Park Service, 2020). 조사대상으로 선정한 4개 국립공원에는 두견목 5종, 딱다구리목 8종, 수리목 13종, 매목 3종, 비둘기목 3종, 쇠뿔새목 1종, 올빼미목 5종, 참새목 95종 등 133종이 서식하고 있으며, 국립공원에 서식하는 것으로 알려진 전체 조류 종인 175종의 76%를 차지하고 있다(National Park Service, 2020). 이 133종 중 야생조류가 아니거나 물가나 해안가, 개활지 등에 주로 서식하는 종 등 21종을 제외하여 112종을 대상으로 연구를 진행하였다.

4개 국립공원에서 분포하는 것으로 기록된 산림성 조류 112종의 개체수를 이용하여 공원별 다양성을 추정하였다. 다양성은 Fisher's alpha 다양성 지수와 rarefaction curve를 추정하였다. 추정한 종 수는 Krebs (1989)에서 사용한 log Gamma function으로 계산하였으며, 계산 및 그래프는 PAST 프로그램을 이용하였다.

**Table 1.** Forest-dwelling bird classification based on habitat association (Adopted from Canterbury *et al.*, 2000).

Category	Species
Disturbance sensitive (Mature forest assemblage)	Sensitive to forest disturbance Rarely found in early-successional or fragmented forest Observed in nature subclimax pine forest and climax deciduous forest
Disturbance tolerant (Shrubland and forest edge assemblage)	Found in brushy habitat and early-successional clear cuts Forest-edge habitats in shrubs, agricultural land and fragmented forests
Neutral species (Habitat generalist assemblage)	Species use intermediate habitats Broad generalists that occur in a variety of habitats Species that are hardly classified in any of the above species group

## 2. 자연성 지수

산림성 조류를 교란 민감종, 교란 내성종, 일반종 3개 범주로 나누었다(Canterbury *et al.*, 2000; Table 1). 4개 국립공원에서 분포하는 112종의 산림성 조류를 대상으로 국내 조류 전문가 5인에게 해당 종의 교란 민감도 평가를 실시하였다. 교란민감성을 평가하는데 5명의 조류 전문가 의견을 수렴하였는데 생물다양성 자연성 지수를 평가하기 위한 전문가 의견 수렴은 3인 이상으로 이루어지기도(Scholes and Biggs, 2005)하여 5인의 의견을 활용하였다.

각 조류종의 교란 민감도 평가를 위하여 각 범주별로 차등을 두었으며 교란 민감도는 0~10점, 교란 내성종은 0~7점, 일반종은 0~5점까지 부여하도록 하였다. 국내 5인의 조류 전문가가 각 종에 제시한 값을 합산하였다. 교란 민감종, 교란 내성종, 일반종에 해당하는 종의 값에 각 범주의 기준값인 10, 7, 5점으로 나누었다. 전문가 별로 교란 민감종, 교란내성종, 일반종의 범주가 겹치거나 달라 두 개 이상의 범주로 겹치는 경우가 전체 112종 중 103종으로 92%를 차지하여 각 종에서 범주별로 나타난 값 중 최대 값을 해당 종의 교란 민감도값(Disturbance susceptibility score, DSS)으로 정하였다.

산림성 조류를 이용한 숲 자연성 지수(Forest naturalness index using birds, FNI) 산출은 Nelson and Andersen (1994) 방법을 따랐으며 조류 자연성 지수 산출 식은 다음과 같다

$$FNI_i = R_i \times (N_{si}/N_{st})$$

여기에서  $R_i$ 는 각 지역 출현 종 수,  $N_{si}$ 는 각 지역에서 DSS 값이 DSS평균값보다 큰 종 수,  $N_{st}$ 는 조사 대상 전체 지역에서 DSS 값이 DSS평균값보다 큰 종 수를 나타낸다.

4개 국립공원에서 분포하는 산림성 조류의 개체수를 이용하여 4개의 시나리오를 만든 후 각 시나리오에 따라 자연성 지수가 어떻게 변화하는지도 조사하였다. 시나리오는 조사대상 국립공원에서 특정 개체수 이하 종이 사라지

는 경우를 나타낸 것으로 1번 시나리오는 5개체, 2번은 10개체, 3번은 50개체, 4번은 100개체 이하가 사라진 경우를 대상으로 전체 종 수, Shannon-Wiener 다양도지수( $H'$ ), Fisher's alpha, 자연성 지수 값을 산출하였다. Shannon-Wiener 다양도지수( $H'$ )를 산출할 때 로그 함수 밑수(base)로 10을 사용하여 계산하였다.

## 결 과

### 1. 생물다양성

4개 국립공원의 종 다양성을 Table 2에 나타내었다. 4개 국립공원 중 월악산 국립공원의 면적이 287.6 km<sup>2</sup>로 가장 넓었으며, 속리산, 주왕산, 월출산 순으로 나타났으며 각 공원에 분포하는 것으로 알려진 생물 종 수는 속리산에서 4,663종으로 가장 많았으며, 주왕산, 월악산, 월출산 순으로 나타나 공원 면적 대비 종 수와는 큰 상관을 나타내지는 않는 것으로 나타났다(Pearson  $r=0.48$ ,  $P=0.52$ , Table 2).

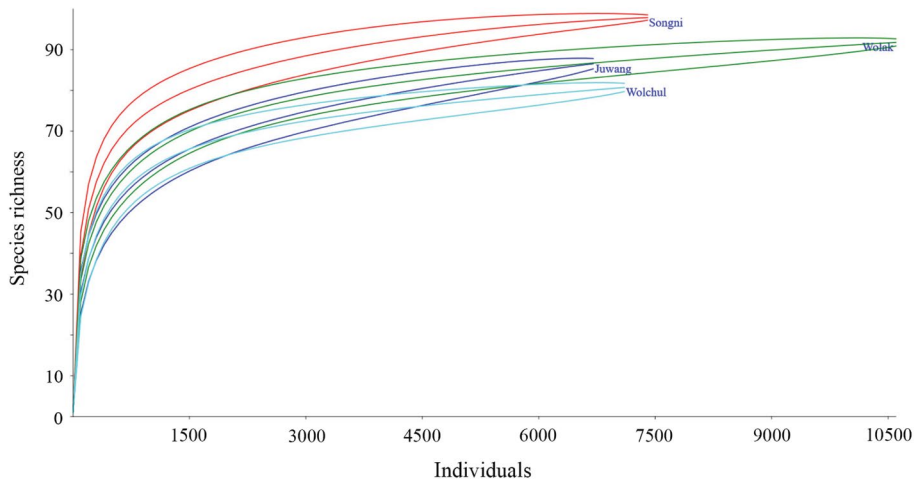
### 2. 공원별 조류 다양성

4개 공원에서 분포하는 것으로 알려진 조류 중 산림성 조류에 해당하는 종은 속리산 98종, 주왕산 87종, 월악산 92종, 월출산 81종으로 총 112종이었다. 각 공원별 Fisher's alpha값은 속리산은 14.74~15.9, 주왕산은 12.7~14.04, 월악산은 12.76~13.81, 월출산은 12.2~12.76으로 속리산이 가장 높았으며, 주왕산, 월악산, 월출산 순으로 나타나 전체 종 수 순서와는 주왕산과 월악산에서 차이를 보였다.

Rarefaction curve를 통한 종 다양성 양상을 추정된 결과 속리산과 월출산의 양상은 종 수와 Fisher's alpha에서 나타난 것과 마찬가지로 가장 높고 낮았으나 주왕산과 월악산의 종 예측은 차이를 나타내지 않았다(Fig. 1).

**Table 2.** Current biodiversity data of four national parks used in this study (Adopted from Korea National Park, 2020).

National Park	Park area (Km <sup>2</sup> )	Total number of species	Vascular plants	Vertebrates					Insects	Others
				Mammal	Bird	Amphibian	Reptile	Fish		
Songni	274.8	4,663	895	33	149	12	16	44	2,592	922
Juwang	105.6	4,503	1,004	41	123	10	13	19	2,225	1,068
Wolak	287.6	4,158	1,250	46	128	12	13	28	2,066	615
Wolchul	56.2	3,808	867	25	124	10	15	28	1,671	1,068
Pearson correlation between area and taxa (*P<0.05)		0.48	-0.14	0.55	0.66	0.98*	0.06	0.59	0.64	



**Fig. 1.** Rarefaction curves of forest-dwelling birds at four national parks in Korea. Each graph shows the estimated species richness with 95% confidence interval. Songni, Mt Songni-san National Park, Wolak, Mt. Wolak-san National Park, Juwang, Mt. Juwang-san National Park, Wolchul, Mt. Wolchul National Park.

**3. 교란 민감도 값(Disturbance susceptibility score, DSS)**

산림성 조류 자연성 지수를 산출하기 위한 교란 민감도 값을 산출한 결과 가장 높은 값을 나타낸 종은 긴꼬리딱새(*Terpsiphone atrocaudata*)와 팔색조(*Pitta nympha*)가 4.8로 가장 높았으며, 다음으로 까막딱다구리(*Dryocopus martius*), 참매(*Accipiter gentilis*), 올빼미(*Strix nivicolum*) 순으로 나타났다. 한편 가장 낮은 값을 나타낸 종은 까치(*Pica pica*) (0.57), 직박구리(*Hypsipetes amaurotis*) (0.8), 멧비둘기(*Streptopelia orientalis*) (1.0)로 나타났다. 각 종별 교란 민감도 값을 Appendix 2에 나타내었다.

교란 민감도 값의 분포를 살펴본 결과 3.0~4.0를 나타낸 종이 가장 많이 나타났으며 1.5 이하인 종이나 4.0 이상인 종은 적었다(Fig. 2). 4개 공원에서 기록된 조류 개체수

의 합과 교란 민감도 값은 역상관으로 나타났다(Pearson  $r = -0.60$ ,  $P < 0.001$ ). 각 개별 공원에서 확인된 개체수와 교란 민감도 값은 모두 역상관이지만 월출산( $r = -0.63$ ,  $P < 0.001$ ), 월악산(Pearson  $r = -0.62$ ,  $P < 0.001$ ), 속리산(Pearson  $r = -0.58$ ,  $P < 0.001$ ), 주왕산(Pearson  $r = -0.41$ ,  $P < 0.001$ ) 순으로 나타났다.

**4. 자연성 지수**

각 종별 교란 민감도값을 4개 국립공원에서 분포하는 112종에 적용하였다. 이들 4개 국립공원에 분포하는 종의 평균 DSS값은 3.21로 산출되었으며, 4개 공원 전체에서 평균값보다 높은 종(Nst) 수는 66종으로 나타났다. 속리산에서는 98종 중 교란 민감도 값의 평균값을 넘는 종은 53종으로 가장 많았으며 월출산은 81종 중 교란 평균값을 넘

는 종은 40종으로 가장 낮았다. 최종 조류 자연성 지수는 속리산에서 78.70, 월악산 68.30, 주왕산 60.64, 월출산이 49.09로 나타났다.

4개 시나리오별로 전체 종 수, Shannon-Wiener 다양도지수(H'), Fisher's alpha, 자연성 지수 값을 산출한 결과 전체 종 수와 Fisher's alpha, 자연성 지수 값은 종이 사라질수록

값이 하락하는 것을 볼 수 있었다. Shannon-Wiener 다양도 지수(H')도 값은 줄어들지만 다른 지표와는 다르게 큰 값의 하락을 볼 수는 없었다(Fig. 3).

### 고찰

국립공원에 서식하는 조류 중 이번 연구에서 연구대상으로 사용한 산림성 조류는 두견목, 딱다구리목, 수리목, 매목, 비둘기목, 쓱독새목, 올빼미목, 참새목 등 8목으로 국립공원에서 분포하는 종 중 약 59%에 해당하는 높은 종 다양성을 나타내고 있으며, 조사대상으로 선정한 4개 국립공원 조류 목록에서는 76%를 차지하여 산림 서식지를 대표하는 분류군 그룹으로 적절하다고 판단된다. 영국 등 유럽에서는 조류 서식지 범주를 번식기 동안 먹이활동을 하는 서식지를 중심으로 연안(costal), 농촌(farmland), 숲(woodland), 습지(wetland), 도시(urban), 고산(upland) 및 미분류(not classified)로 구분하고 있다(Gibbons *et al.*, 1993; Gregory *et al.*, 2003). 이번 연구에서는 각 조류 종의 서식지 형태를 종별로 구분하기보다는 분류학적으로 목

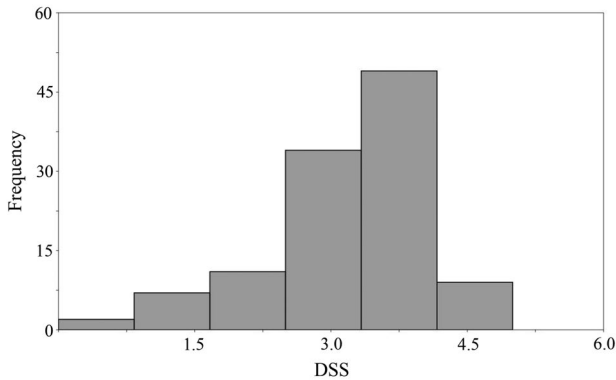


Fig. 2. Histogram of Disturbance Susceptibility Score (DSS) for 112 forest-dwelling bird species across four national parks in Korea.

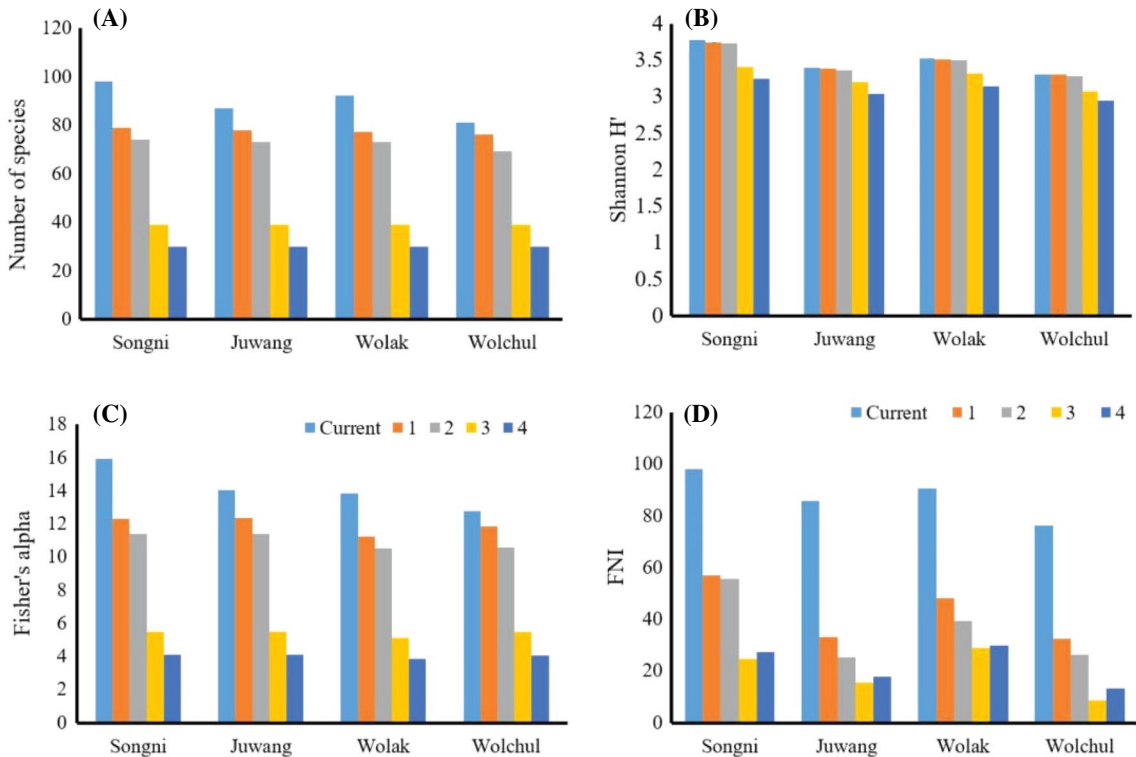


Fig. 3. Changes of indices of biodiversity loss of forest-dwelling birds under four scenarios. Current. No loss, 1. Species loss with less than 5 individuals, 2. Species loss with less than 10 individuals, 3. Species loss with less than 50 individuals, 4. Species loss with less than 100 individuals. (A) Number of species, (B) Shannon-Wiener H', (C) Fisher's alpha, (D) Forest naturalness index.



수준에서 산림에 주로 분포하는 종을 선정하는 방법을 택하였다.

생물다양성 평가를 위해 주로 사용되는 지표는 생물 전체 종 수나 다양도 지수, 또는 멸종위기종과 같은 범정보호종을 대상으로 한다(van Strien *et al.*, 2012). 생물다양성 지표를 사용하는데 분석에 이용한 종을 어떻게 다루는가는 방법상 중요한 차이점이라고 지적하고 있다(Gregory *et al.*, 2003). 즉 전체 종 수나 다양도 지수를 사용하는 경우에는 종을 동등하게 다루면서, 보전가치가 높은 종을 외래종이나 해충과 모두 동등하게 다루거나, 범정보호종과 같은 특정 종에만 가중치를 줄 경우 주관이 개입될 여지가 커져서 종을 선정하는데 많은 주의가 필요하다. 산림성 조류 종 수를 추정할 때의 경우 4개 국립공원 중 속리산이 가장 높게 예측되어(Fig. 1) 공원에서 분포하는 것으로 기록된 전체 종 다양성 양상과 동일한 결과를 나타내었다. 공원별 범정보호종인 멸종위기종 수는 속리산과 주왕산은 13종, 월악산은 10종, 월출산은 8종으로 공원별 차이가 크게 나타나지 않았으며, 멸종위기종 수가 같은 속리산과 주왕산에서 자연성 지수는 속리산이 더 높게 나타났다.

이번 연구에서는 특정한 개체수를 지닌 종이 사라지는 경우에 따라 종 다양성 양상이 어떻게 변화하는가를 살펴 보았다. 이러한 변화는 동일한 공원이나 조사지점에서 시간이나 교란 등과 같은 외부 요인에 따라 생물다양성이 어떻게 변화하는가를 알아보기 위한 것으로 결과는 4개 공원에서 특정 종이 사라질 때 모든 다양성 지수가 감소하는 추세를 나타내었다(Fig. 3). 전체 종수와 Fisher's alpha 값은 각 시나리오에 따른 감소 양상이 일정한 비율로 감소하는 반면 Shannon-Wiener 다양도지수(H')는 감소 추세가 10개체 이하를 가진 종이 사라지는 경우까지는 큰 감소를 보이지 않아 상대적으로 덜 민감하게 나타났다. 반면 자연성 지수는 Shannon-Wiener 다양도지수(H')와는 달리 5개체 이하의 종이 사라졌을 때(시나리오 1) 큰 폭의 감소를 나타내 희귀종에게 민감한 반응을 나타내었고 100개체 이하의 종이 사라졌을 때(시나리오 4)에는 오히려 소폭으로 상승하는 추세를 나타내어 다른 다양성 지수와는 다른 양상을 나타내었다. 자연성 지수를 산출하는데 기초가 되는 교란 민감도 값은 개체수가 많은 종일수록 낮아져 상대적으로 우점도가 높을수록 교란 민감도는 높지 않았으며 개체수가 적은 희귀종일수록 교란 민감도가 높아 자연성 지수 변화는 이들 희귀종 출현 여부를 판단하는데 사용될 수 있을 것으로 판단되었다. 또한 자연성 지수는 개체수 50개체 이하 종이 사라졌을 때(시나리오 3)와 시나리오 4의 경우 속리산보다 월악산이 더 높은 결과를 나타내어 특정 종의 부재는 조사대상 지역에 서식하는 특정 생물 군집의 특

성을 일부 반영할 수 있을 것으로 생각한다.

이번 연구에서 국립공원에 서식하는 산림성 조류에 대한 전문가 의견을 이용한 교란성지수 산출은 생물다양성 변화를 평가하기 위한 방법이 될 수 있다는데 의의가 있다고 생각한다. 국가나 지역 그리고 특정 공원에까지 적용될 수 있는 생물다양성 지수는 과학적이고 경제적이며 시간과 공간적 규모에서 변화를 잘 나타내는 것이어야 한다(CBD, 2003; Scholes and Biggs, 2005). 4개 공원에서 조류 자연성 지수는 현재 개체수가 적은 희귀종이 사라지면 지수가 크게 줄어드는 등 생물다양성 변화를 잘 반영하였다(Fig. 3). 또한 감소 양상이 종 수 감소 양상과 일치하기 보다는 공원에 따라 달라지는 등 공원에 서식하는 조류 군집에 영향을 받는 것으로 나타나 조사 지점별 생물 종 구성의 차이를 반영하는 생물다양성 지수로 사용이 가능하리라 생각한다.

이번 연구에서는 22개 국립공원 중 4개 공원을 대상으로 산림성 조류의 자연성 지수를 적용하여 보았다. 일반적으로 생물다양성을 나타내는 지수와는 다른 방법이지만 군집 구성이나 희귀종 상실과 같은 변화에 민감한 반응을 나타내었다. 추후 국립공원 전체 또는 우리나라 전체 조류 종에 대한 교란 민감도 지수를 산출하여 공원별 그리고 시간에 따라 조류의 자연성 지수가 어떻게 변화하는지 모니터링한다면 기후변화를 포함한 다양한 환경변화에 따른 생물다양성 변화를 나타내는 지표로 이용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 적 요

이 연구는 국립공원에 서식하고 있는 조류를 대상으로 국립공원 생물다양성을 평가할 수 있는 지수를 개발하여 생물다양성이 서식지 변화나 환경변화로 인해 영향을 받는 것을 알아보기 위한 것이다. 산림성 조류로 두견목, 딱다구리목, 수리목, 매목, 비둘기목, 쌍도새목, 올빼미목, 참새목 등에 해당하는 112종에 대하여 5인의 전문가 의견을 통해 교란 민감도 값을 산출한 후 자연성 지수 값을 산출하였다. 교란 민감도는 긴꼬리딱새와 팔색조가 높았으며 까치, 직박구리, 멧비둘기는 가장 낮게 나타났으며 각 공원에서 기록된 개체수 합과는 역상관으로 나타났다. 조류 자연성 지수는 속리산에서 78.70, 월악산 68.30, 주왕산 60.64, 월출산이 49.09로 나타났으며 특정 개체수를 지닌 종이 사라지는 시나리오별로 전체 종 수와 Fisher's alpha, Shannon-Wiener 다양도지수(H'), 자연성 지수가 차이를 나타내었다. 자연성 지수는 희귀종에게 민감한 반응을 나타

내었고 개체수가 많은 종으로만 구성되는 경우에도 지역별 차이를 나타내었다. 추후 전체 조류 종에 대한 교란 민감도 지수를 산출하여 지점별 그리고 시간에 따라 조류의 자연성 지수가 어떻게 변화하는가를 모니터링한다면 기후변화를 포함한 다양한 환경변화로 생물다양성이 어떻게 변화하는가를 나타내는 지표로 이용될 수 있을 것으로 기대한다.

**저자정보** 최세웅(목포대학교 환경교육과 교수), 장진(국립공원공단 국립공원연구원 책임연구원), 채희영(국립공원공단 국립공원연구원 실장), 박진영(국립생물자원관 연구부장)

**저자기여도** 연구설계: 최세웅, 장진, 자료분석: 최세웅, 장진, 원고작성: 최세웅, 원고 수정 및 검토: 최세웅, 장진, 채희영, 박진영

**이해관계** 본 논문에는 이해관계 충돌의 여지가 없음.

**연구비** 이 연구는 국립공원공단 국립공원연구원의 2020년 “국립공원 생태계서비스 가치평가” 연구로 이루어졌습니다.

**사사** 조류 교란성 지수를 작성하는데 도움을 주신 정옥식 박사, 김성현 박사, 홍길표 선생님께 감사를 드립니다.

## REFERENCES

- An, J.S. and S.W. Choi. 2021. Butterflies as an indicator group of riparian ecosystem assessment. *Journal of Asia-Pacific Entomology* **24**: 195-200.
- Bibby, C.J. 1999. Making the most of birds as environmental indicators. *Ostrich* **70**: 81-88.
- Boulinier, T., J.D. Nichols, J.E. Hines, J.R. Sauer, C.H. Flather and K.H. Pollock. 2001. Forest fragmentation and bird community dynamics: inference at regional scales. *Ecology* **82**: 1159-1169.
- Canterbury, G.E., T.E. Martin, D.R. Petit, L.J. Petit and D.F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology* **14**: 544-558.
- CBD. 2003. Monitoring and Indicators: Designing National-Level Monitoring Programmes and Indicators, Convention on Biological Diversity, Montreal.
- Collen, B. and E. Nicholson. 2014. Taking the measure of change. *Science* **346**: 166-167.
- Failing, L. and R. Gregory. 2003. Ten common mistakes in designing biodiversity indicators for forest policy. *Journal of Environmental Management* **68**: 121-132.
- Gibbons, D.W., J.B. Reid and R.A. Chapman. 1993. The New Atlas of Breeding Birds in Britain and Ireland: 1988-1991. T & AD Poyser, London.
- Gregory, R.D., D. Noble, R. Field, J. Marchant, M. Raven and D.W. Gibbons. 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica* **12-13**: 11-24.
- Lawton, J.H., D.E. Bignell, B. Bolton, G.F. Bloemers, P. Eggleton, P.M. Hammond, M. Hodda, R.D. Holt, T.B. Larsen, N.A. Mawdsley, N.E. Stork, T.B. Srivastava and A.D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* **391**: 72-75.
- Lee, D.K., C. Park and K. Oh. 2010. Forest Patch Characteristics and Their Contribution to Forest-Bird Diversity - Focus on Chungcheong Province Area. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* **13**: 146-153.
- Magurran, A.E. 2013. Measuring biological diversity. John Wiley & Sons.
- Morrison, M.L., C.J. Ralph, J. Verner and J.R. Jehl Jr. 1990. Avian foraging: theory, methodology and applications. Cooper Ornithological Society, Los Angeles.
- National Park Service. 2020. Statistics of the National Park, Korea. National Park Service.
- Nelson, S.M. and D.C. Andersen. 1994. An assessment of riparian environmental quality by using butterflies and disturbance susceptibility scores. *The Southwestern Naturalist* **39**: 137-142.
- Park, I.H., Y.H. Kim and K.J. Cho. 2012. Bird Species Diversity Analysis According to the Type of Forest Vegetation. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* **15**: 43-52.
- Purvis, A. and A. Hector. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* **405**: 212-219.
- Rice, J.C. and M. Rochet. 2005. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. *ICES Journal of Marine Science* **62**: 516-527.
- Scholes, R.J. and R. Biggs. 2005. A biodiversity intactness index. *Nature* **434**: 45-49.
- Segan, D.B., K.A. Murray and J.E. Watson. 2016. A global assessment of current and future biodiversity vulnerability to habitat loss-climate change interactions. *Global Ecology and Conservation* **5**: 12-21.
- Singer, M.S., T.E. Farkas, C.M. Skorik and K.A. Mooney. 2012. Tritrophic interactions at a community level: effects of host plant species quality on bird predation of caterpillars. *The American Naturalist* **179**: 363-374.
- Temple, S.A. and J.A. Wiens. 1989. Bird populations and environmental changes: can birds be bio-indicators. *American Birds* **43**: 260-270.
- van Strien, A.J., L.L. Soldaat and R.D. Gregory. 2012. Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecological Indicators* **14**: 202-208.
- Watermeyer, K.E., G. Guillera-Arroita, P. Bal, M.J. Burgass, L.M. Bland, B. Collen, C. Hallam, L.T. Kelly, M.A. McCarthy, T.J. Regan, S. Stevenson, B. Wintle and E. Nicholson. 2021. Using decision science to evaluate global biodiversity indices. *Conservation Biology* **35**: 492-501.

**Appendix 1.** List of forest-dwelling birds in four national parks in Korea. Songni, Mt Songni-san National Park, Wolak, Mt. Wolak-san National Park, Juwang, Mt. Juwang-san National Park, Wolchul, Mt. Wolchul National Park. Data from National Park Service (2020).

Scientific name	Korean name	Songni	Juwang	Wolak	Wolchul
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	496	527	937	982
<i>Parus major</i>	박새	539	573	780	542
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	397	531	529	242
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	284	303	604	358
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	349	340	538	247
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	221	527	383	302
<i>Phoenicurus auroreus</i>	딱새	308	262	576	272
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	276	364	418	348
<i>Pica pica</i>	까치	235	57	322	425
<i>Passer montanus</i>	참새	226	109	331	321
<i>Sinosuthora webbiana</i>	붉은머리오목눈이	224	197	334	208
<i>Sitta europaea</i>	동고비	231	249	323	23
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	222	234	291	40
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	174	118	301	134
<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	90	17	272	324
<i>Parus ater</i>	진박새	142	272	176	44
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	105	53	268	176
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	129	316	66	9
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	131	191	134	34
<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	94	41	134	119
<i>Carduelis sinica</i>	방울새	75	51	194	26
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	127	26	84	59
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	69	39	94	60
<i>Corvus corone</i>	까마귀	173	11	45	4
<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	44	56	72	14
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	36	72	48	13
<i>Emberiza rustica</i>	쑥새	24	11	98	32
<i>Horornis canturians</i>	휘파람새	21	3	6	130
<i>Emberiza cioides</i>	멧새	37	23	93	4
<i>Lavivora cyane</i>	쇠유리새	54	32	25	1
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	51	8	21	31
<i>Anthus hodgsoni</i>	형등새	21	6	42	36
<i>Luscinia cyanura</i>	유리딱새	48	5	15	33
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	26	17	34	12
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	19	6	28	6
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	13	6	19	21
<i>Regulus regulus</i>	상모솔새	19	22	12	2
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	8	9	0	33
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	18	9	15	5
<i>Emberiza spodocephala</i>	촉새	9	1	19	18
<i>Phylloscopus borealis</i>	쇠솔새	31	1	7	5
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	31	7	4	0
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	4	11	22	1
<i>Ficedula mugimaki</i>	노랑딱새	17	8	11	1
<i>Saxicola stejnegeri</i>	검은딱새	17	1	6	10
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	콩새	6	3	15	10
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	7	1	16	7



## Appendix 1. Continued.

Scientific name	Korean name	Songni	Juwang	Wolak	Wolchul
<i>Carduelis spinus</i>	검은머리방울새	5	3	12	11
<i>Lavivora sibilans</i>	올새	21	2	4	1
<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새	8	7	8	4
<i>Muscicapa griseisticta</i>	제비딱새	23	1	1	1
<i>Uragus sibiricus</i>	긴꼬리홍양진이	3	0	22	0
<i>Prunella montanella</i>	멧종다리	6	9	8	1
<i>Lanius tigrinus</i>	철때까치	2	1	13	2
<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리	3	2	8	3
<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	긴꼬리딱새	0	6	0	8
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	멧쟁이새	0	1	1	11
<i>Horornis diphone</i>	섬휘파람새	1	0	0	9
<i>Pitta nympha</i>	팔색조	0	0	1	8
<i>Carpodacus roseus</i>	양진이	3	1	5	0
<i>Emberiza rutila</i>	꼬까참새	6	1	1	0
<i>Phylloscopus proregulus</i>	노랑허리솔새	2	0	5	0
<i>Muscicapa sibirica</i>	솔딱새	0	2	3	0
<i>Lanius cristatus</i>	노랑때까치	2	1	1	0
<i>Emberiza pallasii</i>	북방검은머리쭈새	0	0	0	4
<i>Prunella collaris</i>	바위종다리	1	0	2	1
<i>Ficedula narcissina</i>	황금새	2	0	0	0
<i>Calliope calliope</i>	진홍가슴	2	0	0	0
<i>Zoothera sibirica</i>	흰눈썹지빠귀	2	0	0	0
<i>Certhia familiaris</i>	나무발발이	2	0	0	0
<i>Phylloscopus plumbeitarsus</i>	버들솔새	2	0	0	0
<i>Lavivora akahige</i>	붉은가슴올새	1	1	0	0
<i>Eophona personata</i>	큰부리밀화부리	0	0	1	1
<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	1	0	1	0
<i>Corvus frugilegus</i>	떼까마귀	2	0	0	0
<i>Ficedula albicilla</i>	흰꼬리딱새	0	0	1	0
<i>Dendronanthus indicus</i>	물레새	0	0	0	1
<i>Emberiza sulphurata</i>	무당새	1	0	0	0
<i>Parus venustulus</i>	노랑배진박새	1	0	0	0
<i>Bombycilla japonica</i>	홍여새	0	0	1	0
<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀	0	0	0	1
<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	0	0	1	0
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	53	28	47	26
<i>Ninox japonica</i>	솔부엉이	14	10	9	16
<i>Strix nivicolom</i>	올빼미	19	11	2	0
<i>Bubo bubo</i>	수리부엉이	13	1	0	2
<i>Otus semitorques</i>	큰소쩍새	2	0	0	0
<i>Caprimulgus jokata</i>	쏙독새	41	27	32	10
<i>Streptopelia orietalis</i>	멧비둘기	311	267	732	739
<i>Columba rupestris</i>	양비둘기	0	1	2	0
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	64	19	17	57
<i>Buteo buteo</i>	말뚱가리	32	13	32	46
<i>Accipiter nisus</i>	새매	28	7	20	12
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	28	2	5	17
<i>Falco subbuteo</i>	새호리기	33	4	9	6

Appendix 1. Continued.

Scientific name	Korean name	Songni	Juwang	Wolak	Wolchul
<i>Accipiter gentilis</i>	참매	12	1	12	0
<i>Accipiter gularis</i>	조롱이	8	2	0	1
<i>Butastur indicus</i>	왕새매	2	1	4	0
<i>Pernis ptilorhynchus</i>	벌매	2	2	1	0
<i>Buteo hemilasius</i>	큰말똥가리	0	1	0	0
<i>Yungipicus kizuki</i>	쇠딱다구리	256	312	389	265
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	161	58	114	97
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	116	33	136	47
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	75	115	64	16
<i>Dryocopus martius</i>	까막딱다구리	35	2	5	0
<i>Yungipicus canicapillus</i>	아물쇠딱다구리	2	0	0	0
<i>Jynx torquilla</i>	개미잡이	0	0	1	0
<i>Cuculus canorus</i>	빼꾸기	86	48	131	44
<i>Cuculus micropterus</i>	검은등빼꾸기	76	60	77	41
<i>Cuculus saturatus</i>	병어리빼꾸기	48	64	77	30
<i>Hierococcyx hyperythrus</i>	매사촌	41	32	2	0
<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견	5	0	7	22

Appendix 2. Disturbance Susceptibility Score (DSS) for 112 forest-dwelling bird species at four national parks in Korea.

Order	Scientific name	Korean name	DSS
Passeriformes	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	긴꼬리딱새	4.800
Passeriformes	<i>Pitta nympha</i>	팔색조	4.800
Piciformes	<i>Dryocopus martius</i>	까막딱다구리	4.600
Accipitriformes	<i>Accipiter gentilis</i>	참매	4.400
Strigiformes	<i>Strix nivicolium</i>	올빼미	4.300
Passeriformes	<i>Ficedula mugimaki</i>	노랑딱새	4.286
Strigiformes	<i>Ninox japonica</i>	솔부엉이	4.200
Accipitriformes	<i>Accipiter gularis</i>	조롱이	4.200
Cuculiformes	<i>Cuculus micropterus</i>	검은등빼꾸기	4.200
Cuculiformes	<i>Hierococcyx hyperythrus</i>	매사촌	4.143
Passeriformes	<i>Phylloscopus proregulus</i>	노랑허리솔새	4.100
Passeriformes	<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	4.000
Passeriformes	<i>Ficedula narcissina</i>	황금새	4.000
Passeriformes	<i>Calliope calliope</i>	진홍가슴	4.000
Accipitriformes	<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	4.000
Accipitriformes	<i>Butastur indicus</i>	왕새매	4.000
Accipitriformes	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	벌매	4.000
Piciformes	<i>Yungipicus canicapillus</i>	아물쇠딱다구리	4.000
Cuculiformes	<i>Cuculus saturatus</i>	병어리빼꾸기	4.000
Passeriformes	<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	3.900
Strigiformes	<i>Otus semitorques</i>	큰소쩍새	3.900
Passeriformes	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	3.857
Passeriformes	<i>Lavivora cyane</i>	쇠유리새	3.857
Passeriformes	<i>Zoothera sibirica</i>	흰눈썹지빠귀	3.857
Cuculiformes	<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견	3.857

## Appendix 2. Continued.

Order	Scientific name	Korean name	DSS
Passeriformes	<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	3.800
Passeriformes	<i>Certhia familiaris</i>	나무발발이	3.800
Strigiformes	<i>Otus sunia</i>	소쩍새	3.800
Caprimulgiformes	<i>Caprimulgus jokata</i>	쏙독새	3.800
Columbiformes	<i>Columba rupestris</i>	양비둘기	3.800
Accipitriformes	<i>Accipiter nisus</i>	새매	3.800
Piciformes	<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	3.800
Passeriformes	<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	3.714
Passeriformes	<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	3.714
Passeriformes	<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	3.714
Passeriformes	<i>Phylloscopus plumbeitarsus</i>	버들솔새	3.714
Passeriformes	<i>Ficedula albicilla</i>	흰꼬리딱새	3.714
Passeriformes	<i>Dendronanthus indicus</i>	물레새	3.714
Falconiformes	<i>Falco subbuteo</i>	새호리기	3.714
Passeriformes	<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	3.600
Passeriformes	<i>Lavivora sibilans</i>	올새	3.600
Passeriformes	<i>Emberiza sulphurata</i>	무당새	3.600
Passeriformes	<i>Parus venustulus</i>	노랑배진박새	3.600
Strigiformes	<i>Bubo bubo</i>	수리부엉이	3.600
Accipitriformes	<i>Buteo hemilasius</i>	큰말뚝가리	3.600
Piciformes	<i>Jynx torquilla</i>	개미잡이	3.600
Passeriformes	<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	3.571
Passeriformes	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	멋쟁이새	3.571
Passeriformes	<i>Lanius cristatus</i>	노랑때까치	3.571
Passeriformes	<i>Bombcilla japonica</i>	홍여새	3.571
Passeriformes	<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀	3.571
Passeriformes	<i>Lavivora akahige</i>	붉은가슴올새	3.500
Passeriformes	<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	3.429
Passeriformes	<i>Phylloscopus borealis</i>	쇠솔새	3.400
Passeriformes	<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새	3.400
Passeriformes	<i>Lanius tigrinus</i>	침때까치	3.400
Passeriformes	<i>Emberiza pallasi</i>	북방검은머리썩새	3.400
Passeriformes	<i>Eophona personata</i>	큰부리밀화부리	3.400
Passeriformes	<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	3.286
Passeriformes	<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	3.286
Passeriformes	<i>Regulus regulus</i>	상모솔새	3.286
Passeriformes	<i>Muscicapa griseisticta</i>	제비딱새	3.286
Passeriformes	<i>Carpodacus roseus</i>	양진이	3.286
Passeriformes	<i>Muscicapa sibirica</i>	솔딱새	3.286
Passeriformes	<i>Prunella collaris</i>	바위종다리	3.286
Cuculiformes	<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기	3.286
Passeriformes	<i>Horornis canturians</i>	휘파람새	3.200
Passeriformes	<i>Prunella montanella</i>	멧종다리	3.200
Passeriformes	<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리	3.200
Piciformes	<i>Picus canus</i>	청딱다구리	3.200
Piciformes	<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	3.200
Passeriformes	<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	3.143
Passeriformes	<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	3.143

Appendix 2. Continued.

Order	Scientific name	Korean name	DSS
Passeriformes	<i>Uragus sibiricus</i>	긴꼬리홍양진이	3.143
Passeriformes	<i>Emberiza rutila</i>	꼬까참새	3.143
Passeriformes	<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	3.143
Passeriformes	<i>Luscinia cyanura</i>	유리딱새	3.000
Passeriformes	<i>Horornis diphone</i>	섬휘파람새	3.000
Passeriformes	<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	3.000
Accipitriformes	<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	3.000
Passeriformes	<i>Garrulus glandarius</i>	어치	2.857
Passeriformes	<i>Emberiza rustica</i>	쑥새	2.857
Passeriformes	<i>Saxicola stejnegeri</i>	검은딱새	2.857
Passeriformes	<i>Parus ater</i>	진박새	2.800
Passeriformes	<i>Anthus hodgsoni</i>	항둥새	2.800
Passeriformes	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	콩새	2.714
Passeriformes	<i>Carduelis spinus</i>	검은머리방울새	2.714
Passeriformes	<i>Sitta europaea</i>	동고비	2.600
Passeriformes	<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	2.600
Passeriformes	<i>Emberiza cioides</i>	멧새	2.600
Passeriformes	<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	2.600
Passeriformes	<i>Emberiza spodocephala</i>	축새	2.600
Piciformes	<i>Yungipicus kizuki</i>	쇠딱다구리	2.429
Passeriformes	<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	2.400
Passeriformes	<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	2.400
Passeriformes	<i>Parus palustris</i>	쇠박새	2.286
Passeriformes	<i>Parus varius</i>	곤줄박이	2.200
Passeriformes	<i>Carduelis sinica</i>	방울새	2.200
Passeriformes	<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	2.200
Passeriformes	<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	2.000
Passeriformes	<i>Parus major</i>	박새	1.714
Passeriformes	<i>Sinosuthora webbiana</i>	붉은머리오목눈이	1.714
Passeriformes	<i>Corvus corone</i>	까마귀	1.714
Passeriformes	<i>Phoenicurus auroreus</i>	딱새	1.600
Passeriformes	<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	1.429
Passeriformes	<i>Corvus frugilegus</i>	떼까마귀	1.429
Falconiformes	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	1.429
Passeriformes	<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	1.400
Passeriformes	<i>Passer montanus</i>	참새	1.286
Columbiformes	<i>Streptopelia orietalis</i>	멧비둘기	1.000
Passeriformes	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	0.800
Passeriformes	<i>Pica pica</i>	까치	0.571