

연구논문

## 영종도 북부지역의 조류 종다양도를 이용한 격자별 공간 분석

강종현\* · 조항수\*\* · 이윤경\* · 김동원\* · 김창희\* · 김명진\* · 배양섭\*\*\*

국립환경과학원 자연자원연구과\*, 국립환경과학원 한강물환경연구소\*\*, 인천대학교 생명과학부\*\*\*

(2012년 5월 12일 접수, 2012년 8월 27일 승인)

## Grid Cell Analysis using Species Diversity Index of Birds in the Northern Area of Yeongjong Island, Incheon, Korea

Jong-Hyun Kang\* · Hang-Soo Cho\*\* · Yun-Kyoung Lee\* · Dong-Won Kim\* ·  
Chang-Hoe Kim\* · Myungjin Kim\* · Yang-Seop Bae\*\*\*

Nature Conservation Research Division, National Institute of Environmental Research\*

Han River Environment Research Center, National Institute of Environmental Research\*\*

Department of Biology, University of Incheon\*\*\*

(Manuscript received 12 May 2012; accepted 27 August 2012)

### Abstract

The grid cell analysis is used to select good sites as habitats at the region. The northern area of Yeongjong Island, Incheon has been disturbing by habitat loss due to human activities such as residential development, deforestation. In order to determine significant places as bird habitats and to select conservation areas at this island, the study area was divided into 70 grid cells(500 × 500m each grid) and then each grid was ranked by spatial analysis using the species diversity index. Fieldwork was carried out in Spring and Autumn of 2010. To examine grid cells which were ranked high in both seasons in common, we used the average ranking value, combined data from two seasons. This area consists of mainly agricultural areas and forests(more than 68%) among eight habitat types: the agricultural land, forest, coast, lake, meadow, stream, city and other things. A total of 110 species was recorded: 4,183 birds of 102 species in Spring and 3,326 birds of 58 species in Autumn. In other words, the number of individuals and species was higher in Spring than in Autumn. Species diversity index presented the highest value at M8 grid cell in Spring(3.380) and at A4 grid cell in Autumn(2.736). In 18 of 22 grid cells where the average ranking value was higher than 3, the forest was distributed and in 4 grid cells, the coast and wetland were widely distributed, in which theses were located apart from human-associated disturbances such as construction works for a leisure complex. Our results present a

new estimate method not only to minimize loss of bird habitats but also to conserve important habitats when the large-scale development takes place at particular region.

Keywords : Bird habitats, Conservation area, Spatial analysis, Average ranking value

## 1. 서론

생물다양성은 작게는 한 지역에 살고 있는 생물의 종이 얼마나 다양한가를 의미하며, 크게는 종의 다양성뿐만 아니라 각 종이 가지고 있는 유전적 다양성과 생물이 살아가는 생태계의 다양성을 모두 포함한다(이슬기 등, 2010). 또한 생물다양성의 중요한 요소인 생물은 식량, 의약품, 목재 등 경제적 가치를 창출할 뿐만 아니라 지구상의 생태계를 안정하게 유지하는 기반으로써 인류의 생존을 위해 필수적인 요소이다(김진수 등, 2000; 이슬기 등, 2010). 이처럼 생물다양성은 오늘날 생태계를 유지시키고 인류에게 많은 이익을 가져다준다는 점이 부각되면서 그 가치가 크게 주목받고 있다. 하지만 전 세계적으로 벌채, 경작, 방목, 관광과 휴양지 개발 및 도시의 발달 등 인위적 간섭으로 인하여 자연생태계에 큰 변화를 주면서 동·식물의 서식 공간도 크게 바뀌고 있어(Tucker *et al.*, 1994; 이호준 등, 2003; Fernández-Juricic, 2004), 생물다양성은 더욱 감소하고 있다(Reaka-Kudla *et al.*, 1996).

생물의 분포와 빈도는 서식지의 질과 양, 경쟁자, 포식자 및 기생자의 존재와 같은 선택압(selective pressures)에 의해 조절될 수 있다(Furness and Monaghan, 1987). 이 중 조류는 그 서식지를 인간의 생활권과 공유하는 경우가 많고 환경 변화에 비교적 민감하게 반응한다. 따라서 환경변화가 생물에게 어떤 영향을 주는지 알아보는데 오랫동안 이용되고 있다(Furness and Greenwood, 1993). 조류는 일반적으로 식생이나 서식지의 특성에 따라 서식하기에 적합한 환경을 인지할 수 있으며(Hildén, 1965), 조류가 의존하는 식생, 먹이, 둥지 장소 등과 같은 자원들은 도시 발전 및 개발에 의해 변화될 수 있어, 이러한 조건이 조류의 서식을 결정짓기도 한다(Mills *et al.*, 1989). 이렇듯 조류는 서식지의 구

조 및 조성 변화에 매우 민감하게 반응하며, 생태계의 구성원으로서 먹이사슬을 유지하는데 중요한 역할을 하고 있어, 환경 변화를 파악하는데 좋은 지표로 활용되고 있다(Krebs, 1994; Devictor *et al.*, 2007; Lin *et al.*, 2008).

오늘날 서식지 교란, 단편화, 쇠퇴와 같은 인간에 의한 서식지 상실은 생물다양성을 감소시키기 때문에 생물다양성의 보전 및 증가를 이루기 위해서는 중요 서식지를 선택하고 보호하는 것이 최우선 되어야 한다(Primack, 1993; Primack, 2006). 이를 위하여 여러 학자들은 조류가 가장 많이 확인된 지역을 보호지역으로 선택하는 방법을 주로 이용하고 있으며 이러한 방법은 매우 성공적인 것으로 입증되고 있다(Prendergast *et al.*, 1993; Curnutt *et al.*, 1994; Williams *et al.*, 1996). 서식지의 보호 및 관리를 위해서는 서식종과 서식지와의 관계를 이해하는 연구가 필요하다(허위행 등, 2003; 강중현 등, 2011). 또한 이러한 요소들의 분포나 생태계 사이의 공간적인 관계를 정확히 파악할 수 있는 통합된 평가방법이 있어야 한다(황국웅과 박소윤, 2003; 이동근 등, 2010). 이에 최근에는 GIS(Geographic Information Systems)를 이용하여 다양한 조류종들과 서식지와의 관계를 분석하는데 널리 활용되고 있다(Prins, 2003). 그 중 격자분석은 조사대상 지역을 같은 크기의 격자로 나누어 그 격자 중에 종 다양도가 높은 지역을 조류 서식에 중요한 지역으로 설정하는 방법으로써, 이에 대한 연구가 진행되어 왔다(Hacker *et al.*, 1998; Fairbanks *et al.*, 2001; Rey Benayas and Enrique, 2003; Santos *et al.*, 2008; Parviainen *et al.*, 2009; 강태한 등, 2010; 신용운 등, 2011). 이러한 격자분석은 공간정보의 계량화 및 향후 그들의 변화과정을 지속적으로 파악하고 효율적인 관리를 하는데 유용하게 이용되고 있다(최상일, 2004).

본 연구는 우리나라 경기 북부에 위치한 인천 영종도를 대상으로 실시하였다. 본 지역은 기존의 조류 조사결과 민물도요(*Calidris alpina*), 왕눈물떼새(*Charadrius mongolus*), 노랑부리백로(*Egretta eulophotes*), 검은머리갈매기(*Larus saundersi*) 등 많은 종들이 서식하고 있는 것으로 확인되었다(김은영과 원병오, 1993; 이한수와 조해진, 2007). 하지만, 영종도는 내륙과 가깝게 위치하며 인천국제공항이 건설되면서 다수의 공사가 진행되고 있어 조류 서식처로서의 기능이 상실되고 있다. 따라서 생물다양성이 높을 것으로 예상되나 그 위협요인 또한 함께 작용하고 있는 영종도 내의 북부지역을 대상으로 2010년 봄, 가을 2회에 걸쳐 격자별 조류 분포현황을 분석하고 그 결과를 통해 조류 서식지로서 중요한 지역을 알아보기 위하여 수행하였다.

## II. 조사지역 및 방법

### 1. 조사지역 및 시기

본 연구는 인천광역시 중구 영종도 내의 운북동과 운남동이 위치한 북부지역을 대상으로 2010년 봄(4~5월)과 가을(9~10월)에 조사를 수행하였다(Figure 1). 1회의 조사기간은 5일이었다. 영종도는 지리적으로 인천항과 인접하며, 인천광역시의 남서부에 위치하는 유인도서(47.5km<sup>2</sup>)로서 관광객들의 왕래가 잦은 곳이다. 현재 인천국제공항은 운서동의 서쪽과 용유도 사이에 있는 갯벌을 매립하여 건설되었고, 이와 관련된 도로, 항만, 숙박 등의 제반 시설과 경제특구 지정을 앞두고 주택건설 및 택지개발, 물류·산업단지, 주거·관광지 등 개발계획에 의해 많은 공사가 진행 중에 있거나 예정되어 있어 자연생태계의 파괴 및 변화가 우려되는 지역이다. 또한 인천국제공항의 건설로 현재 대부분의 해안습지는 공항부지로 대표되는 인공건조지형(built environment)으로 변화된 지역이다(박의준과 구자용, 2003). 영종도에는 백운산(255.5m), 금산(166.5m), 석화산(147.1m) 등 3개의 주요산지가 분

포하고 있다. 섬의 대부분은 표고 50m 이하의 낮은 구릉지와 평탄지, 그리고 해안가의 매립지로 이루어져 있다(이호준 등, 2003). 또한, 영종도 해안을 따라 도로(공항북로, 공항남로 등)가 건설되어 갯벌 및 사구 등이 감소하였으며, 현재 자연해안은 북측의 운북동과 운남동 인근과 서측의 을왕동과 덕교동 인근에 일부만이 남아있을 정도이다. 세계습지협약에서 발행한 아시아 습지목록에서는 본 연구대상 지역을 '영종도 북부 및 강화도 남단 갯벌'이라고 명명하면서, 우리나라에서 생태적 가치가 높은 해안습지로 평가하고 있다(AWB and WWF, 1989). 하지만 현재 북측의 운북동과 운남동 주변으로 운북동 레저타운 및 대단지 주택 건설과 택지개발이 진행 중이어서 조류상은 풍부하나 그 위협요인 또한 작용하고 있어, 본 지역을 조사지역으로 선정하였다.

### 2. 조사방법

본 연구를 수행하기 위하여 1:25,000 지형도(영종도엽)상에 500m×500m로 총 126개의 격자를 구분하였다. 이 중에서 섬으로부터 비교적 먼 해양 지역은 제외하였고 내부 및 연안에 위치한 80개의 격자지역에 대한 조류 조사를 실시하였다. 격자별로 조류의 분포를 비교하기 위해서는 동일한 조사 시간을 두어야 하므로 한 격자당 최소 30분에서 1시간 내에 조사를 수행하였다.

조사는 대상지역으로 선정된 각각의 격자지역을 호소, 해안, 하천 등은 정점조사법(point count), 산림, 농경지 등은 선조사법(line transect)을 이용하여 수행하였다(Bibby *et al.*, 1997). 격자별 서식지 유형의 차이로 조사지점의 개수 및 조사경로는 동일하지 않으나, 격자별로 최대한 접근이 가능한 모든 지역을 대상으로 조사를 실시하였다. 조류의 근거리 조사는 쌍안경(Leica Ultravid 8×42)을 사용하여 관찰하거나 음성으로 서식조류를 확인하였고 원거리 조사는 망원경(Leica Apo-Televid ×25~60)을 사용하여 종 및 개체수를 판별하였다.

영종도 북단의 조류분포 현황을 파악하기 위하여

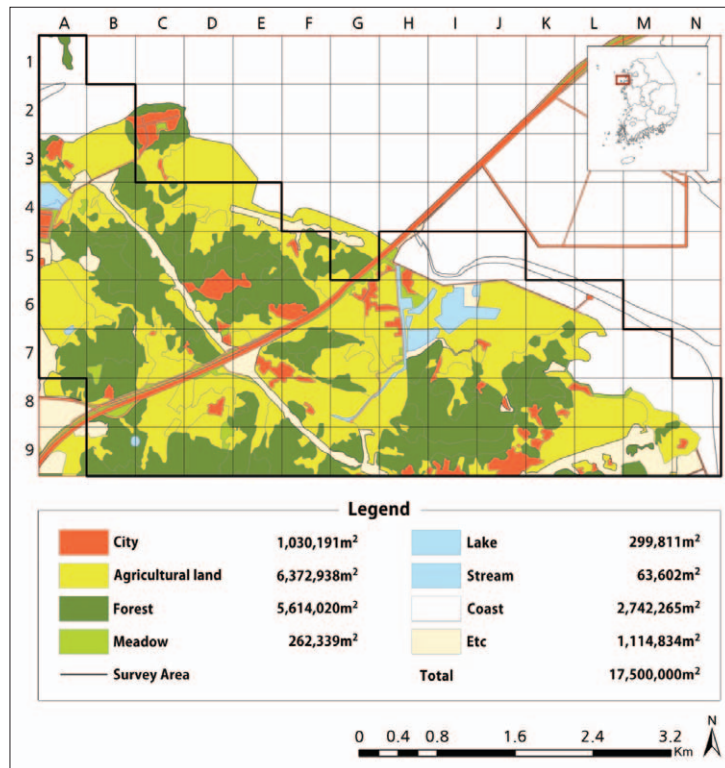


Figure 1. Location and classification of survey area in the northern area of Yeongjong Island, Incheon, Korea.

다음과 같이 3단계의 과정을 수행하였다. 첫째, 조사대상지역을 비오톱 유형(안) 작성지침(환경부, 2009)의 표준대분류안에 따라 도시지, 농경지, 산림, 초지, 호소, 하천, 해안, 기타의 8가지 유형으로 분류하고 이를 토지피복분류도상에 나타낸 후 500m×500m로 격자화하였다(Figure 1). 둘째, 조사대상지역의 모든 격자에 대하여 봄, 가을 각각의 종다양도를 산출하고 이에 대한 순위를 분석하였다. 종다양도는 아래와 같은 방식으로 산출하였다(Shannon and Weaver, 1949).

- 종다양도(species diversity index:  $H'$ )  

$$H' = -\sum\{(ni/N) \cdot \ln(ni/N)\}$$
(ni: i종의 총개체수, N: 관찰된 총개체수)

종다양도에 대한 순위화를 위하여 LeRoy 등(1995)이 Rank Comparisons Original Research Article에서 제시한 서로 다른 범위를 갖는 값에 대한 순위화 방법을 따랐다. 또한 이를 위하여 박스플

롯(Skeletal Box-and-Whisker Plot)을 실행하였다. 셋째, 종다양도가 높은 순위의 격자지역을 도출하고 봄, 가을 두 계절간 종다양도 순위 변화를 분석하였다. 이를 위하여 아크지아이에스 9.3(Arcgis 9.3)의 중첩분석을 이용하였으며, 이 중에서 교차중첩과 격자별 순위평군을 이용하여 분석하였다(Chen *et al.*, 1996; Luo *et al.*, 2010).

### III. 결 과

#### 1. 분석 대상지역의 선정 및 종 조사 결과

##### 1) 분석 대상지역의 선정 결과

80개 조사 격자 중 현지 조사결과 A8, A9 격자는 운서동 택지개발사업으로 인하여 조사가 불가능하였고 C2, C3, D2, D3, E3, F4, G4, G5 격자는 운북동 레저타운 건설 사업으로 인하여 출입 및 조

사가 불가능하였다. 따라서 이들 10개의 격자를 제외한 70개의 격자를 분석대상지역으로 선정하였다.

본 대상지역의 총 면적은 17,500,000m<sup>2</sup>이었으며, 서식지유형별 면적을 비교해 보았을 때 농경지 6,372,938m<sup>2</sup>(36.42%), 산림 5,614,020m<sup>2</sup>(32.08%), 해안 2,742,265m<sup>2</sup>(15.67%), 기타 1,114,834m<sup>2</sup>(6.37%), 도심지 1,030,191m<sup>2</sup>(5.89%), 호소 299,811m<sup>2</sup>(1.71%), 초지 262,339m<sup>2</sup>(1.50%), 하천 63,602m<sup>2</sup>(0.36%) 순으로 나타났다. 대상지역의 경계 및 서식지유형, 서식지유형별 면적을 Figure 1에 나타내었다.

## 2) 조류 종 조사결과

본 지역에서 관찰된 조류는 봄에 102종 4,183개체, 가을에 58종 3,326개체로 총 110종이 관찰되었다. 이를 서식형태에 따라 분류해 보았을 때, 텃새 34종, 여름철새 29종, 겨울철새 13종, 통과철새 34종이었다. 이 중 봄 조사에서는 텃새 32종 1,986개체, 여름철새 27종 459개체, 겨울철새 11종 165개체, 통과철새 32종 1,573개체가 관찰되었으며, 가을 조사에서는 텃새 26종 2,750개체, 여름철새 16종 415개체, 겨울철새 2종 18개체, 통과철새 14종 143개체가 관찰되었다(Appendix 1).

본 조사결과를 종에 따라 분류해 보았을 때, 가장 많은 개체수가 관찰된 종은 참새(*Passer montanus*)로 전체 조사 격자에서 누적합계 903개체였으며, 가장 적은 개체수가 관찰된 종은 쇠기러기(*Anser albifrons*), 청둥오리(*Anas platyrhynchos*), 황새(*Ciconia boyciana*), 해오라기(*Nycticorax nycticorax*), 조롱이(*Accipiter gularis*), 쇠청다리도요(*Tringa stagnatilis*), 검은머리갈매기, 솔부엉이(*Ninox scutulata*), 파랑새(*Eurystomus orientalis*), 개미잡이(*Jynx torquilla*), 알락꼬리쥐발귀(*Locustella ochotensis*), 흰눈썹붉은배지빠귀(*Turdus obscurus*), 쇠유리새(*Luscinia cyane*), 바다직박구리(*Monticola solitarius philippensis*), 노랑딱새(*Ficedula mugimaki*), 흰꼬리딱새(*F. albicilla*), 긴발톱할미새(*Motacilla flava taivana*)의 17종으로 전체 조사 격자에서 누적합계 1개체만 관찰되었다. 또한 단일

격자에서 가장 많은 개체수가 관찰된 종은 봄철 B2 격자의 줌도요(*Calidris ruficollis*) 300개체, 가을철 I6 격자의 제비(*Hirundo rustica*) 140개체이었다.

## 2. 봄, 가을 종다양도 분석 및 순위화 결과

### 1) 봄, 가을의 격자별 종다양도

본 지역에서 관찰된 조류의 봄, 가을 종다양도를 산출한 결과 Table 1과 같았다. 이 중에서 종다양도가 가장 높은 격자지역은 봄의 경우 M8 격자로 종다양도 3.380, 가을의 경우 A4 격자로 종다양도 2.736을 나타내고 있었다. 이 두 격자의 서식지 유형은 M8 격자가 해안, 농경지, 초지, 산림, 기타이었으며, A4 격자가 호소, 농경지, 초지, 산림, 도심지, 기타이었다. 종다양도가 가장 낮은 격자지역은 봄의 경우 C4, D4, E4 격자로 종다양도 0, 가을의 경우 D4 격자로 종다양도 0을 나타내고 있었다. 이 중에서 C4 격자의 경우 어치(*Garrulus glandarius*) 1개체만 관찰되었다.

### 2) 봄, 가을의 격자별 종다양도 순위

봄, 가을의 종다양도 변화를 분석함에 있어 산출된 종다양도지수를 그대로 이용할 경우 봄과 가을의 종다양도지수 값의 범위가 서로 상이하여 분석에 어려움이 따른다. 따라서 봄, 가을의 종다양도지수를 각각의 계절별로 순위화한 후 이를 비교하였다. 박스플롯에 의한 순위화 결과 Figure 2와 같이 1순위(봄 3.018 < DIV ≤ 3.380, 가을 2.254 < DIV ≤ 2.736), 2순위(봄 2.510 < DIV ≤ 3.018, 가을 1.794 < DIV ≤ 2.254), 3순위(봄 1.794 < DIV ≤ 2.510, 가을 1.098 < DIV ≤ 1.794), 4순위(봄 0 < DIV ≤ 1.794, 가을 0 < DIV ≤ 1.098), 5순위(봄 DIV = 0, 가을 DIV = 0)로 5개의 순위로 분류되었다.

봄의 경우 1순위의 격자는 3개로 전체 격자 중 4.29%, 2순위의 격자는 17개로 24.29%, 3순위의 격자는 26개로 37.14%, 4순위의 격자는 21개로 30.00%, 5순위의 격자는 3개로 4.29%로 분석되었다. 가을의 경우 1순위의 격자는 8개로 전체 격자 중 11.43%, 2순위의 격자는 9개로 12.86%, 3순위

Table 1. Species diversity index of the grid cells at a Spring and Autumn

Season	Cell	H'	Cell	H'	Cell	H'	Cell	H'	Cell	H'
Spring	A1	1.098	B9	2.839	E5	2.646	H5	1.946	J9	3.000
	A2	2.300	C4	0	E6	2.398	H6	2.080	K6	2.898
	A3	3.327	C5	2.945	E7	1.946	H7	1.388	K7	3.018
	A4	2.398	C6	2.997	E8	2.839	H8	3.113	K8	1.610
	A5	2.596	C7	2.715	E9	2.898	H9	2.398	K9	1.610
	A6	1.946	C8	1.098	F5	2.398	I5	2.484	L6	1.388
	A7	2.664	C9	3.357	F6	2.790	I6	1.610	L7	2.790
	B2	1.610	D4	0	F7	2.561	I7	2.484	L8	2.349
	B3	1.388	D5	1.388	F8	3.057	I8	2.398	L9	1.946
	B4	2.398	D6	2.254	F9	2.30	I9	2.398	M7	2.272
	B5	1.610	D7	2.622	G6	2.887	J5	1.388	M8	3.380
	B6	1.610	D8	2.398	G7	1.388	J6	2.715	M9	1.946
	B7	2.910	D9	2.080	G8	2.510	J7	2.398	N8	2.945
	B8	1.946	E4	0	G9	1.794	J8	2.646	N9	2.646
Autumn	A1	0.539	B9	2.08	E5	0.950	H5	1.946	J9	1.946
	A2	1.098	C4	1.388	E6	2.087	H6	1.610	K6	2.398
	A3	1.794	C5	0.694	E7	1.610	H7	2.080	K7	2.162
	A4	2.736	C6	1.734	E8	2.024	H8	1.946	K8	0.636
	A5	2.508	C7	2.024	E9	2.080	H9	2.196	K9	2.646
	A6	1.098	C8	1.388	F5	0.690	I5	1.388	L6	1.888
	A7	1.734	C9	2.455	F6	2.080	I6	1.794	L7	2.580
	B2	2.042	D4	0	F7	1.041	I7	1.794	L8	2.558
	B3	1.098	D5	1.664	F8	1.098	I8	1.388	L9	2.254
	B4	1.098	D6	1.794	F9	2.30	I9	1.794	M7	1.748
	B5	1.610	D7	1.907	G6	1.748	J5	0.694	M8	2.624
	B6	2.162	D8	2.484	G7	1.610	J6	1.794	M9	1.098
	B7	1.748	D9	1.610	G8	2.196	J7	1.562	N8	1.946
	B8	2.398	E4	0.694	G9	2.300	J8	1.794	N9	1.610

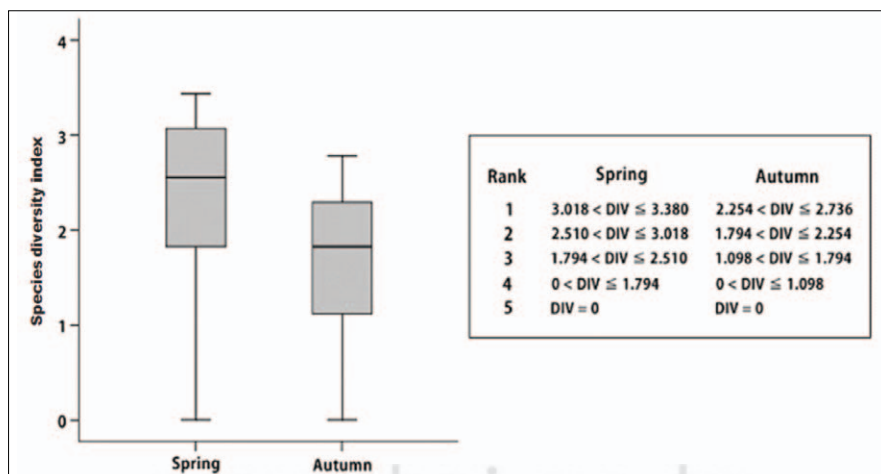


Figure 2. Rank of species diversity index by the skeletal box-and-whisker plot. Median, upper and lower quartiles, minimum and maximum data values were indicated.

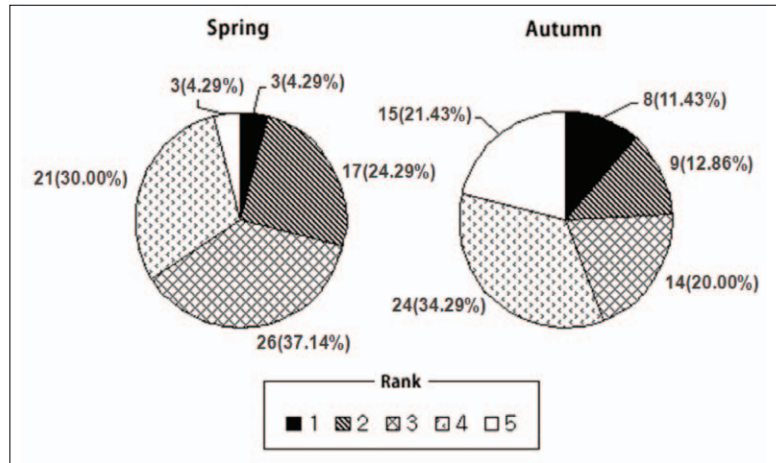


Figure 3. Rank distribution between Spring and Autumn. Numbers on the graph indicate the number of grid cells involved in each rank and proportions in the parentheses.

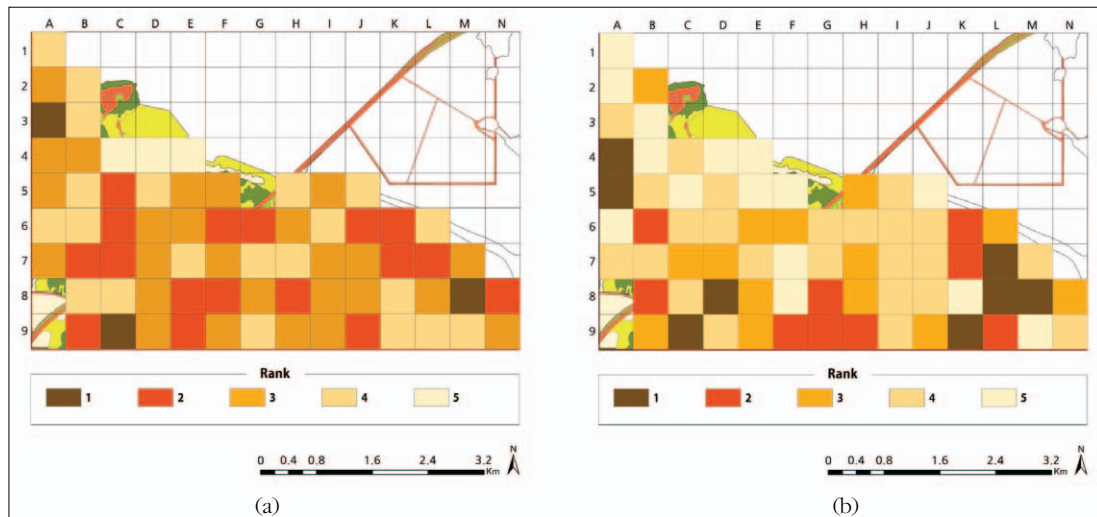


Figure 4. Distribution map with the grid cells, made from rank of species diversity index in the northern area of Yeongjong Island, Incheon, Korea. (a) Spring, (b) Autumn.

의 격자는 14개로 20.00%, 4순위의 격자는 24개로 34.29%, 5순위의 격자는 15개로 21.43%로 분석되었다(Figure 3). 이 중에서 봄은 1순위와 5순위의 격자지역이 각각 3개(4.29%)로 10%대에도 미치지 못하고 있었으며 2, 3, 4순위의 격자지역은 모두 20~30%대에 이르고 있어 1, 5순위 격자지역과 2, 3, 4순위 격자지역간은 20%이상의 격차를 보였다. 따라서 봄의 경우 주로 종다양도  $0 < \text{DIV} \leq 3.018$ 의 범위로 분포하고 있음을 확인할 수 있었다. 반면 가을은 1, 2순위의 격자지역이 각각 10%대, 3, 5순

위 격자지역이 20%대, 4순위 격자지역이 30%대로 분포하고 있었다. 따라서 약 10%의 격차를 두고 3 그룹으로 나누어 분포하고 있음을 확인할 수 있었다(Figure 4).

### 3. 종다양도 순위가 높은 격자지역 분석결과

#### 1) 종다양도 순위가 높은 격자지역의 도출

봄, 가을 두 계절을 종합하여 종다양도 순위가 높은 격자지역을 도출하고자 봄, 가을 순위평균을 이용한 중첩분석을 실행하였다. 그 결과 Figure 5와

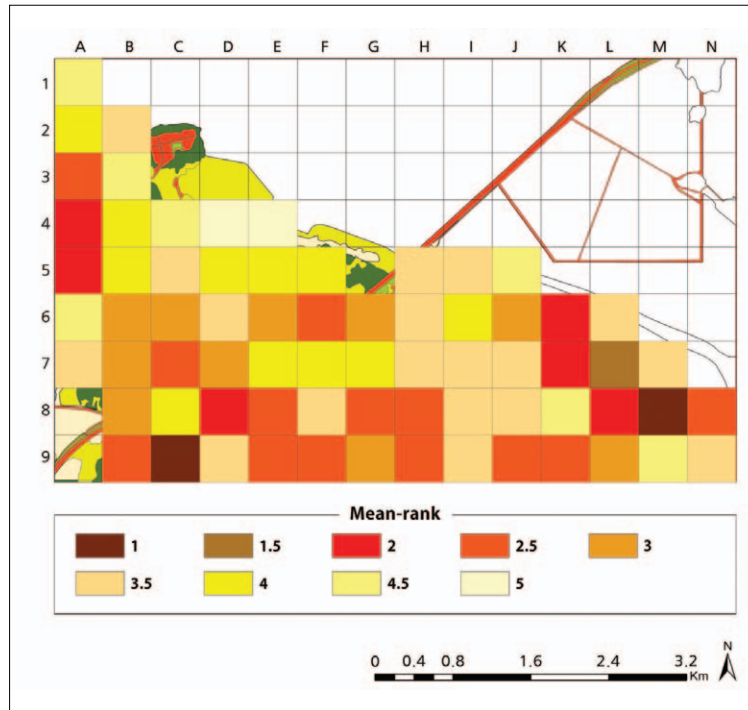


Figure 5. A alteration of the grid cells made from mean rank of species diversity index by gap analysis in the northern area of Yeongjong Island, Incheon, Korea.

Table 2. Contents of mean-rank between Spring and Autumn

Mean-rank	Contents	No. of grid cells
1	The first ranked grid cell, all of the two seasons.	2
1.5	One is ranked the first, the other is ranked the second.	1
2	The second ranked grid cell, all of the two seasons. One season is the first ranked grid cell, the other is the third ranked.	6
2.5	One season is the first ranked grid cell, the other is the forth ranked. One season is the second ranked grid cell, the other is the third ranked.	13
3	The third ranked grid cell, all of the two seasons. One season is the first ranked grid cell, the other is the fifth ranked. One season is the second ranked grid cell, the other is the forth ranked.	10
3.5	One season is the second ranked grid cell, the other is the fifth ranked. One season is the third ranked grid cell, the other is the forth ranked.	18
4	The forth ranked grid cell, all of the two seasons. One season is the third ranked grid cell, the other is the fifth ranked.	11
4.5	One season is the forth ranked grid cell, the other is the fifth ranked.	7
5	The fifth ranked grid cell, all of the two seasons.	2

같이 나타났으며 총 9개의 순위평균값이 도출되었다. Table 2에 각 순위평균값에 대한 구성내용을 기술하였다. 순위평균값이 1에 가까울수록 종다양도 순위가 높아지고 있었다. 이 중에서 순위평균값이 3보다 높은 값을 나타내는 격자지역은 순위평균

값 1인 C9, M8 격자 2개, 1.5인 L7 격자 1개, 2인 A4, A5, D8, K6, K7, L8의 6개, 2.5인 A3, B9, C7, E8, E9, F6, F9, G8, H8, H9, J9, K9, N8의 13개로 나타났다(Figure 5).

## 2) 봄, 가을 격자지역별 종다양도 순위변화

봄, 가을 두 계절의 격자 지역간 순위 변화를 분석한 결과 B5, C8, C9, D4, D7, E4, E6, E7, G7, I6, K6, K7, M8 격자는 두 계절 모두 공통의 순위를 나타내고 있었으며, 57개의 격자지역은 서로 다른 순위로 변화하고 있었다. 이 중에서 본 조사대상 지역 내에서 종다양도 순위가 높은 격자지역의 순위 변화를 살펴보았다(Table 2). 종다양도가 가장 높은 순위평균값 1을 나타내고 있는 C9, M8 격자는 봄, 가을 모두 종다양도 1순위로 변화하지 않았다. 순위평균값 1.5인 L7 격자는 종다양도 순위가 봄 2순위에서 가을에 1순위로 한 단계 높게 변화하였다. 순위평균값 2를 나타내고 있는 6개 격자 중 K6, K7 격자는 종다양도 순위가 봄, 가을 모두 2순위로 변화하지 않았고 나머지는 모두 봄 3순위에서 가을 1순위로 두 단계 높아졌다. 순위평균값 2.5를 나타내고 있는 13개 격자 중 A3 격자는 봄에 1순위에서 가을 4순위로 3단계 하향되었고, K9 격자는 봄 4순위에서 가을 1순위로 3단계 상향되었으며, B9, C7, E8, E9, F6, H8, J9, N8 격자는 봄 2순위에서 가을 3순위로 1단계 하향되었고, 나머지 격자는 그 반대로 가을에 1단계 상향되었다.

## IV. 결론 및 고찰

본 조사지역은 농경지와 산림이 해안, 도심지, 호소, 초지, 하천, 기타의 6가지 서식지유형 모두를 합한 면적(5,513,042m<sup>2</sup>)보다 넓은 면적(11,986,958m<sup>2</sup>)으로 분포하며, 그 중 농경지는 전체 면적의 1/3을 차지하고 있다. 하지만, 현재 이 지역의 여러 곳에서 개발이 진행 중에 있어 농경지의 면적이 줄어들고 도심지의 비율이 증가할 것으로 예상된다. 본 연구대상지역에서 관찰된 조류는 총 110종으로 이 중 봄 조사에서는 102종 4,183개체, 가을 조사에서는 58종 3,326개체로 가을보다 봄에 조류의 종 및 개체수가 많이 확인되었다. 이는 봄에 여러 종류의 철새(겨울철새, 여름철새, 통과철새)가 도래 또는 통과 중에 관찰되었고(이준우 등, 1989), 이들이 번식

을 위한 활동성 증가로 인하여 가을보다 많이 관찰될 수 있었던 것으로 판단할 수 있었다(Lack, 1966; 임신재, 1997; 임신재 등, 2002, 황지희 등, 2011). 특히 통과철새는 월동지에서 번식지로 이동하는 봄철이 번식지에서 월동지로 이동하는 가을철에 비하여 이용률이 높은 것으로 확인되었는데, 이는 가을철 조류의 이동경로가 본 연구대상 지역이 포함된 경로 이외의 여러 다른 경로를 이용하여 이동함으로써 봄철보다 적은 종이 확인된 것으로 판단할 수 있었다(Urner, 1949; Oring, 1966). 또한, 극지방에서의 짧은 번식기간이라는 제한으로 인하여 기후와 먹이요인이 허용하는 한 빨리 번식지에 도착하는 것이 매우 중요하다. 그러나 번식기 이후에는 이러한 제한에서 벗어나기 때문에 많은 조류들이 가을에 봄보다 시간당 더 짧은 거리를 이동하게 된다(Pitelka *et al.*, 1974; Myers, 1981; 김은영과 원병오, 1993). 따라서 본 연구대상지역에서도 또한 봄에는 번식 압력으로 인해 짧은 시기에 집중되는 경향을 나타내고 있어, 가을보다 종 및 개체수가 많아지고 있는 것으로 판단할 수 있었다.

봄, 가을 종다양도가 가장 높은 격자지역은 봄에 M8 격자, 가을에 A4 격자이었으며, 이들 격자의 서식지 유형은 5~6개로 타 격자지역보다 다양한 서식지 유형이 나타나고 있어 종다양도에 영향을 준 것으로 판단할 수 있었다. 종다양도가 가장 낮은 격자지역은 봄에 C4, D4, E4, 가을에 D4 격자로 나타났다. 그 중 특히 D4, E4 격자는 운북동 레저타운 건설 사업이 그 양쪽에서 진행 중에 있어, 이의 영향 때문인 것으로 판단되었다.

봄, 가을 두 계절에 걸쳐 종다양도가 공통적으로 높은 격자지역을 분석한 결과, 봄과 가을의 종다양도 순위가 1, 2순위로 동일하게 높게 나타난 격자지역은 C9, M8, K6, K7 격자 4개이었다. 이 중 C9, K7 격자는 각각 백운산과 석화산의 임연부 지역이었으며, M8, K6 격자는 농경지를 포함한 해안지역으로써, 이 지역들에 대한 정밀한 조사가 필요할 것으로 판단된다.

격자분석을 통한 우수지역 선정은 그 목적 및 대

상지역의 면적에 따라 다르지만, 상위 20~30%에 해당하는 지역을 선정하도록 하고 있다. 또한 선정된 지역에 대하여 지속적인 모니터링을 통한 보전 대책을 수립하도록 하고 있다(Fairbanks *et al.*, 2001; Rey Benayas and Enrique, 2003). 따라서 본 연구에서는 봄과 가을 두 계절의 종다양도 순위를 종합한 순위평균값을 도출하고 이중 상위 30%에 해당하는 격자지역을 우수지역으로 선정하였다. 이 결과 22개의 격자지역이 도출되었다. 이 22개의 격자지역 대부분은 산림을 포함하고 있었고 그렇지 않은 L7, L8, M8, N8의 4개 격자지역은 해안과 습지가 잘 발달된 곳으로 보호가치가 높을 것으로 생각된다. 이는 이 지역이 산림의 발달과 보전이 비교적 잘 되어 있으며 해안은 공사의 영향을 받지 않는 곳으로 조류의 이용이 증가하고 있는 것으로 판단할 수 있다. 하지만, 순위가 높은 격자지역 주변에 그 다음 순위의 격자지역이 차등적으로 분포하고 있지 않아 순위가 높은 격자지역 및 주변지역에 대한 면밀한 검토를 통하여 보호지역 설정방안을 모색할 필요가 있을 것으로 판단된다. 이는, 일반적으로 종다양도가 높은 지역은 그 이웃하는 지역의 종다양도에 영향을 주기 때문에 종다양도가 높은 지역은 물론 그 주변지역까지를 포함하여 보호지역으로 설정하는 것이 바람직할 수 있다(Palmer and White, 1994).

본 연구에 제시된 서식지 평가 방법은 개발과정에서 서식지 파괴를 최소화하면서 그 지역을 이용하는 조류에게 있어 필요한 서식지역에 대한 보전 대책 마련을 위한 방법을 제시하고 있다는 점에서 의미가 있다고 하겠다. 또한 이와 같은 방법은 영종도 북부 일대와 같이 대규모로 개발이 진행될 다른 개발 지역에서도 적용될 수 있을 것이며, 조류뿐만 아니라 다른 분류군에서도 응용할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 격자분석은 하나로 연결된 서식지가 여러 개의 격자로 나누어지게 되고, 그 격자지역 안에 서식지가 또 다른 여러 개의 파편으로 단편화되어 나타나게 된다. 따라서 여러 서식지를 포함하는 격자에서 어느 서식지가 조류 분포에 영향을

주는지에 대해서는 판단하기가 어렵다(Prendergast *et al.*, 1993; Curnutt *et al.*, 1994; Williams and Humphries, 1994). 그러므로 서식지의 단편화가 적게 나타날 수 있는 넓은 격자지역에 대하여 조류 분포와 서식지 유형과의 관계에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 순위가 높은 격자지역에 대한 지속적인 모니터링을 수행하여 그 결과를 가지고 경관이질성 및 경관다양성, 서식지의 질, 조류의 서식유형 등의 세부적인 요인을 면밀히 분석하는 후속연구도 진행되어야 할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 환경부 국립환경과학원 “제3차 전국자연환경조사”의 일환으로 수행되었습니다. 아울러 본 연구에 도움을 주신 국립환경과학원 및 인천대학교 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

- 강종현, 조항수, 김창희, 배양섭, 2011, 영흥도 남단의 서식지유형별 조류 분포 현황, 한국조류학회지, 18(1), 43-57.
- 강태한, 김성현, 한성우, 이시완, 백운기, 2010, 금강 하구에 도래하는 수조류의 군집특성과 서식지 이용에 관한 연구, 한국조류학회지, 17(1), 1-10.
- 김은영, 원병오, 1993, 서해안의 강화도와 영종도에 도래하는 섬금류의 생태, 경희대 조류보, 4, 25-46.
- 김진수, 손요한, 신준한, 이도원, 리처드프리맥, 2000, 보전생물학, 사이언스북스.
- 박의준, 구자용, 2003, 위성영상을 이용한 해안습지 지형경관 변화 분석의 효율성 평가, 대한지리학회지, 38(5), 822-834.
- 신용운, 조해진, 강태한, 김인규, 오홍식, 이시완, 2011, 전라남도 강진만에 도래하는 조류의

- 분포와 갯벌등급, 한국조류학회지, 18(3), 213-225.
- 이기섭, 김미란, 이시완, 이한수, 2004, 조류에 의한 갯벌의 등급화 연구, 한국습지학회, 6, 105-115.
- 이동근, 김은영, 이은재, 송원경, 2010, 개발사업에 따른 조류종 영향평가모형 개발 및 적용, 한국환경영향평가학회지, 19(3), 347-356.
- 이슬기, 정성관, 박경훈, 김경태, 이우성, 2010, GIS를 이용한 산림성 조류의 서식지 예측 모형 및 지도구축, 한국지리정보학회지, 13(1), 67-73.
- 이준우, 김준선, 류창희, 1989, 가야산 국립공원의 이용객이 야생조류의 서식에 미치는 영향, 응용생태연구, 7(2), 213-220.
- 이한수, 조해진, 2007, 영종 일대의 조류, 제3차 전국자연환경조사 보고서, 환경부 국립환경과학원.
- 이호준, 김종홍, 전영문, 정홍락, 2003, 영종도 삼림식생의 군락생태, 한국생태학회지, 26(5), 223-236.
- 임신재, 1997, 서식지 구조에 따른 번식기조류군집과 소형포유류 개체군의 변화에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문.
- 임신재, 허위행, 이우신, 2002, 설악산의 고도별 조류군집의 특성, 한국생태학회지, 25(3), 179-187.
- 최상일, 2004, 고해상도 위성영상과 객체지향 분류 기법을 이용한 식생도, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
- 허위행, 박성진, 임신재, 박용수, 최서운, 이창배, 이우신, 2003, 한강 유역에서 서식환경에 따른 조류군집의 특성 차이, 한국환경생태학회지, 17, 83-91.
- 환경부, 2009, 비오톱 유형(안) 작성지침.
- 황국웅, 박소운, 2003, 지속가능한 토지이용을 위한 경관규모 생태계평가 기법연구, 한국지리정보학회지, 6(1), 78-84.
- 황지희, 이윤숙, 권영수, 2011, 월출산국립공원의 조류분포 및 관리방안, 한국조류학회지, 18(3), 227-240.
- Asian Wetland Bureau and World Wide Fund for Nature, 1989, A status overview of Asian Wetlands, Ramsar Convention Bureau, Asian Wetland Bureau.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., and Hill, D. A., 1992, Bird census techniques, Academic Press, London, 257pp.
- Chen, Y. I., Cheng, S. S., and Wang, H. L., 1996, Rank-based comparisons of treatments with a control for repeated measures designs, Original Research Article Computational Statistics and Data Analysis, 22(3), 235-249.
- Curnutt, J., Lockwood, J., Luh, H., Nott, P., and Russell, G., 1994, Hotspots and species diversity, Nature, 367, 326-327.
- Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D., Lee, A., and Jiguet, F., 2007, Functional homogenization effect of urbanization on bird communities, Conservation Biology, 21, 741-751.
- Fairbanks, D. H. K., Reyers, B., and Albert, S. van J., 2001, Species and environment representation: selecting reserves for the retention of avian diversity in KwaZulu-Natal, South Africa, Biological Conservation, 98, 365-379.
- Fernández-Juricic, E., 2004, Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in an urban-fragmented landscape(Madrid, Spain) - implications for local and regional bird conservation, Landscape Urban Plan, 69, 17-32.
- Furness, R. W., and Greenwood, J. J. D., 1993, Birds as monitors of environmental

- change, Glasgow.
- Furness, R. W., and Monaghan, P., 1987, Seabird Ecology, Chapman and Hall, London, p.164.
- Hacker, J. E., Cowlishaw, G., and Williams, P. H., 1998, Patterns of African primate diversity and their evaluation for the selection of conservation areas, *Biological Conservation*, 84(3), 251-262.
- Hildén O., 1965, Habitat selection of birds, A review, *Annales Zoologici Fennici*, 2, 53-75.
- Krebs, C. J., 1994, *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance* (4th ed.), Harper Collins College Publishers, New York.
- Lack, D., 1996, *Population studies of birds*, Clarendon press, Oxford.
- LeRoy, B. B., Stephen, J. K., and Bryan, L. S., 1995, Rank comparisons original research article, *Linear Algebra and its Applications*, 221, 171-188.
- Lin, Y. P., Yeh, M. S., Deng, D. P., and Wang, Y. C., 2008, Geostatistical approaches and optimal additional sampling schemes for spatial patterns and future sampling of bird diversity, *Global Ecology and Biogeography*, 17, 175-188.
- Luo, R. J., Hu, Z. Q., Kong, W. Q., Song, W., and Xu, C. W., 2010, A rank-sum testing method for multi-trait comprehensive ranking and its application, *Original Research Article, Agricultural Sciences in China*, 9(8), 1117-1126.
- Mills, S. G., Dunning, J. B., and Bates, J. M., 1989. Effects of urbanization on breeding bird community structure in south-western desert habitats, *Condor*, 91, 416-428.
- Myers, J. P., 1981, A test of three hypotheses for latitudinal segregation of the sexes in wintering birds, *Canadian Journal of Zoology*, 59, 1527-1534.
- Oring, L. W., and Davis, W. M., 1966, Shorebird migration at Norman, Oklahoma, 1961-1963, *Wilson Bull.*, 78, 166-174.
- Palmer, M. W., and White, P. S., 1994, Scale dependence and the species area relationship, *The American Naturalist*, 144, 717-740.
- Parviainen, M., Luoto, M., and Heikkinen, R. K., 2009, The role of local and landscape level measures of greenness in modelling boreal plant species richness, *Ecological Modelling*, 220, 2690-2701.
- Phillips, R. A., Phalan, B., and Forster, I. P., 2004, Diet and long-term changes in population size and productivity of Brown skuas *Catharacta antarctica lomnbergi* at Bird Island, South Georgia, *Polar Biology*, 27, 555-561.
- Pitelka, F. A., Holmes, R. T., and Maclean, S. E. J., 1974, Ecology and evolution of social organization in Arctic sandpipers, *American Zoologist*, 14, 185-204.
- Prendergast, J. R., Quinn, R. M., Lawton, J. h., Eversham, B. C., and Gibbons, D. W., 1993, Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies, *Nature*, 365, 335-337.
- Primack, R. B., 1993, *Essentials of conservation biology* Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Primack, R. B., 2006, *A primer of conservation*

- biology (3rd ed), World Science publishing Co.
- Prins, E., 2003, Decision support for area estimation and area location of Natura 2000 habitats - based upon GIS analysis of multitemporal Landsat data and digital land cover/use layers, *NepCon*, 59pp.
- Reaka-Kudla, M. L., Wilson, M. L., and Wilson, E. O., 1996, *Biodiversity II, Understanding and protecting our biological resources*, Washington DC, Joseph Henry Press.
- Rey Benayas, J. M., and Enrique, de la M., 2003, Identifying areas of high-value vertebrate diversity for strengthening conservation, *Biological Conservation*, 114, 357-370.
- Shannon, C. E., and Weaver, W., 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois press. Urbana, 64pp.
- Santos K. C., Pino, J., Roda, F., Guirado, M., and Ribas, J., 2008, Beyond the reserves: The role of non-protected rural areas for avifauna conservation in the area of Barcelona (NE of Spain), *Landscape and Urban Planning*, 84, 140-151.
- Tucker, G. M., Heath, M. F., Tomialocjc, L., and Grimmett, R. F. A., 1994, *Birds in Europe: their conservation status*, Birdlife International, Cambridge.
- Urner, C. A., and Storer, R. W., 1949, The distribution and abundance of shorebirds on the north and central New Jersey coast, 1928-1938, *Auk*, 66, 177-194.
- Williams, P. H., and Humphries, C. J., 1994, Biodiversity, taxonomic relatedness and endemism in conservation. In *Systematics and Conservation Evaluation*, eds. P. L. Forey, C. J. Humphries and R. I. Vane-Wright, 269-287, Clarendon Press, Oxford.
- Williams, P. H., and Humphries, C. J., 1996, Comparing character diversity among biotas, In *Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference*, ed. K. J. Gaston, 54-76, Blackwell, Oxford.

Appendix 1. List of observed birds in the northern area of Yeongjong Island, Incheon, Korea

Scientific name	Korean name	No. of individuals by two season		Status*
		Spring	Autumn	
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	48	11	Res
<i>Anser fabalis</i>	큰기러기		17	WV
<i>Anser albifrons</i>	쇠기러기		1	WV
<i>Tadorna ferruginea</i>	황오리	44		WV
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	1		WV
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	192	242	Res
<i>Anas clypeata</i>	넓적부리	4		WV
<i>Ciconia boyciana</i>	황새	1		WV
<i>Platalea minor</i>	저어새	1	2	SV
<i>Nycticorax nycticorax</i>	해오라기		1	SV
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기	7		SV
<i>Bubulcus ibis</i>	황로	22	10	SV
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	33	21	Res
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로	24	78	SV
<i>Egretta intermedia</i>	중백로	59	9	SV
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	28	39	Res
<i>Egretta eulophotes</i>	노랑부리백로	3	11	SV
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	2		Res
<i>Phalacrocorax capillatus</i>	가마우지	2		Res
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	2	5	Res
<i>Falco subbuteo</i>	새호리기	3	2	SV
<i>Accipiter gularis</i>	조롱이		1	Res
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	1	1	SV
<i>Haematopus ostralegus</i>	검은머리물떼새	6		Res
<i>Pluvialis squatarola</i>	개펄	69	5	PM
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	2		SV
<i>Charadrius mongolus</i>	왕눈물떼새	18		PM
<i>Gallinago gallinago</i>	깍도요	3	1	PM
<i>Limosa lapponica</i>	큰뒷부리도요	28		PM
<i>Numenius phaeopus</i>	중부리도요	15	2	PM
<i>Numenius arquata</i>	마도요	6	2	PM
<i>Numenius madagascariensis</i>	알락꼬리마도요	30		PM
<i>Tringa stagnatilis</i>	쇠청다리도요	1		PM
<i>Tringa nebularia</i>	청다리도요	27	38	PM
<i>Tringa ochropus</i>	뺨도요	2	11	PM
<i>Tringa glareola</i>	알락도요	43	2	PM
<i>Xenus cinereus</i>	뒷부리도요	18		PM
<i>Calidris canutus</i>	붉은가슴도요	2		PM
<i>Calidris ruficollis</i>	좁도요	558		PM
<i>Larus crassirostris</i>	괭이갈매기	397	317	Res
<i>Larus cachinnans</i>	한국재갈매기	2		WV
<i>Larus ridibundus</i>	붉은부리갈매기	82		WV
<i>Larus saundersi</i>	검은머리갈매기	1		Res

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	No. of individuals by two season		Status*
		Spring	Autumn	
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	117	284	Res
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	5		Res
<i>Ninox scutulata</i>	솔부엉이	1		SV
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새		1	SV
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	10	2	SV
<i>Upupa epops</i>	후투티	2		SV
<i>Jynx torquilla</i>	개미잡이	1		WV
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	16	10	Res
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	14	26	Res
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	20	6	Res
<i>Pericrocotus divaricatus</i>	할미새사촌	2		SV
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	1	21	Res
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	20	17	Res
<i>Pica pica</i>	까치	129	323	Res
<i>Corvus corone</i>	까마귀		2	Res
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	22	96	Res
<i>Parus major</i>	박새	110	103	Res
<i>Parus venustus</i>	노랑배진박새	2		PM
<i>Parus ater</i>	진박새	6		Res
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	13	8	Res
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	23	53	Res
<i>Remiz consobrinus</i>	스원호오목눈이	15		WV
<i>Hirundo rustica</i>	제비	81	258	SV
<i>Cecropis daurica</i>	귀제비	3	2	SV
<i>Aegithalos caudatus magnus</i>	오목눈이	16	8	Res
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	164	278	Res
<i>Cettia diphone borealis</i>	휘파람새	5		SV
<i>Locustella ocbotensis</i>	알락꼬리쭈박귀		1	PM
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	278	48	PM
<i>Phylloscopus borealis</i>	솔새	30	10	PM
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	16		PM
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	63		SV
<i>Paradoxornis webbiana</i>	붉은머리오목눈이	174	317	Res
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	12		SV
<i>Zootera aurea</i>	호랑지빠귀	8	4	SV
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	26		SV
<i>Turdus obscurus</i>	흰눈썹붉은배지빠귀	1		PM
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	35		SV
<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀	11		PM
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	7		WV
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	6		WV
<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	1		SV
<i>Luscinia sibilans</i>	올새	5		PM

## Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	No. of individuals by two season		Status*
		Spring	Autumn	
<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새	16		PM
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	15	9	Res
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새	13	3	SV
<i>Monticola solitarius philippensis</i>	바다직박구리	1		Res
<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새	7	4	PM
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	5		SV
<i>Ficedula mugimaki</i>	노랑딱새	1		PM
<i>Ficedula albicilla</i>	흰꼬리딱새	1		PM
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	57		SV
<i>Passer montanus</i>	참새	362	541	Res
<i>Motacilla flava taiwana</i>	긴발톱할미새		1	PM
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	11	23	SV
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새	2	8	SV
<i>Anthus hodgsoni</i>	형동새	52	7	PM
<i>Anthus rubescens</i>	발중다리	3		PM
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	2		WV
<i>Carduelis sinica</i>	방울새	24	10	Res
<i>Emberiza cioides</i>	멧새	2		Res
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	47		PM
<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	3		PM
<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	3		PM
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	21	2	Res
<i>Emberiza sulphurata</i>	무당새	5		PM
<i>Emberiza spodocephala spodocephala</i>	축새	272	11	PM
<b>Total (110 species)</b>	<b>No. of species</b>	<b>102</b>	<b>58</b>	
	<b>No. of individuals</b>	<b>4,183</b>	<b>3,326</b>	

\* Res: Resident, WV: Winter Visitor, SV: Summer Visitor, PM: Passage Migrant