

## 금강하구에 도래하는 수조류의 월동기 군집 변화 연구<sup>1a</sup>

유재평<sup>2</sup> · 한성우<sup>3</sup> · 진선덕<sup>2</sup> · 백인환<sup>2</sup> · 백운기<sup>2\*</sup>

### A Study on the Community Variation of Wintering Waterbirds in Geum River, Korea<sup>1a</sup>

Jae-Pyoung Yu<sup>2</sup>, Sung-Woo Han<sup>3</sup>, Seon-Deok Jin<sup>2</sup>, In-Hwan Paik<sup>2</sup>, Woon-Kee Paek<sup>2\*</sup>

#### 요 약

본 연구는 월동기에 해당하는 2011년 9월부터 2012년 3월까지(1차)와 2012년 9월부터 2013년 3월까지(2차) 금강하구에 도래하는 수조류 군집의 특성을 파악하기 위해 실시하였다. 조사기간 동안 맹금류를 포함한 수조류는 총 63종이 관찰되었고, 1차조사에서 50종 188,673개체, 2차조사에서 56종 116,611개체가 기록되었다. 주요 우점종은 가창오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠기러기, 꿩이갈매기, 흑부리오리 등으로 수면성오리류의 우점률이 높았다. 유사한 생태적 특성을 고려하여 9개 분류군으로 구분하여 기온과의 상관관계를 분석한 결과 수면성오리류, 잠수성오리류, 맹금류는 음의 상관관계를 보였으며, 백로류와 섭금류는 양의 상관관계를 보였다. 기러기류, 고니류, 수면성오리류는 금강하구둑 상류지역의 서식지 이용률이 높았고, 잠수성오리류, 백로류, 섭금류, 갈매기류는 하류지역의 이용률이 높았다.

주요어: 우점종, 기온, 상관관계, 서식지 이용률

#### ABSTRACT

This study was conducted to clarify the community characteristics of wintering waterbirds in Geum River from September, 2011 to March, 2012 (1st) and from September, 2012 to March, 2013 (2nd). 63 species of waterbirds including raptors were observed during the survey. 50 species of 188,673 individuals recorded during the first survey, and 56 species of 116,611 individuals were recorded during the second survey. The dominant species was high dominance dabbling ducks by Baikal Teals, Mallards, Spot-billed Ducks, Greater White-fronted Geese, Black-tailed Gulls and Common Shelducks. We classified the wintering waterbirds into 9 taxa based on the similar ecological characteristics and analyzed the correlation with temperature. As a result, dabbling ducks, diving ducks and raptors showed positive correlation and herons and waders showed negative correlation. Geese, swans and dabbling ducks were high habitat utilization ratio at the Geumgang estuary barrage upstream area, and diving ducks, herons, waders and gulls were high habitat utilization ratio at the Geumgang estuary barrage downstream area.

**KEY WORDS: DOMINANT SPECIES, TEMPERATURE, CORRELATION, HABITAT UTILIZATION**

1 접수 2014년 2월 11일, 수정(1차: 2014년 4월 2일), 게재확정 2014년 4월 3일

Received 11 February 2014; Revised (1st: 2 April 2014); Accepted 3 April 2014

2 국립중앙과학관 National Science Museum, 481, Daedeokdaero, Yuseong-gu, Daejeon 305-705, Korea (wookig@naver.com; withbirds@daum.net; inhwan1111@hanmail.net; paekwk@naver.com)

3 금강철새조망대 Geum Gang Migratory Bird Observatory, 120, Cheolsae-ro, Seongsan-myeon, Gunsan-si 573-843, Korea (wildbird@hanmail.net)

a 이 논문은 국립중앙과학관과 군산시의 금강 및 새만금 지역의 조류변화상 연구와 미래창조과학부 특정연구(과제번호: 2008-2004707)의 지원에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author: paekwk@naver.com

## 서론

수조류는 오리류나 섬금류와 같이 습지에 직접적으로 의존하여 사는 조류들을 말하며, 한국은 지리적으로 시베리아와 만주, 몽골지역 등지에서 번식한 수조류의 통과지역일 뿐만 아니라 월동지로서 중요한 장소에 위치하고 있다 (Rose and Scott, 1994; Lee, 2000). 특히, 서해안의 넓은 간석지와 갯벌, 하구, 논, 저수지 등은 수조류에게 휴식 및 취식 장소로서 좋은 환경을 제공해 주고 있다(Kim *et al.*, 2005). 우리나라 중서부에 위치한 금강하구는 금강 하구둑을 중심으로 상류의 금강호와 하류의 간석지로 구분되는 지역으로(Lee, 2000), 멸종위기 종인 큰고니, 큰기러기, 가창오리 등이 도래하여 서식하는 지역이다. 금강하구는 겨울철새의 주요 월동지로서 보호가치가 높은 지역이며, 가창오리의 경우 전 세계 생존 개체수의 대부분이 도래하는 최대 월동지로 알려져 있다(Kang and Cho, 1996; Lee, 2000; Lee *et al.*, 2001; Wetland International, 2002; Kang *et al.*, 2010). 수조류는 환경적 변화에 민감하게 영향을 받는 것으로 보고되고 있으며(Furness and Greenwood, 1993; Jarvis, 1993), 금강하구는 최근 새만금지역의 방조제가 완공되고, 방조제 내부 방수제 공사 등의 진행으로 직·간접적인 환경변화의 영향을 받고 있다. 따라서 금강에 도래하는 수조류의 종구성 및 군집 변화가 예상된다. 금강하구 일대의 조류상 조사는 수조류 도래현황과 군집 특성 및 관리에 대한 연구들과(Lee, 2000; Lee *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2008; Kang *et al.*, 2010), 가창오리의 월동행동과 수용능력에 관한 연구가 진행되었다(Kang and Cho, 1996; 1998). 환경부에서도 월동기 조류조사를 1999년부터 매년 실시하고 있으나 월동기 중 1회 조사로서 월동기 전반에 대한 조류 군집 특성을 분석하기에는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 겨울철새들의 도래가 시작되는 9월부터 월동을 마치고 복상하는 이듬해 3월까지 금강하구에 도래하는 수조류를 중심으로 도래현황과 서식지 이용 및 군집 특성 등을 분석하여 금강하구에 도래하는 수조류의 보호관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

## 연구방법

### 1. 조사지역 및 방법

금강은 전북 장수군 장수읍 수분리에서 발원하여 총북옥천을 지나 대청댐에 유입된 후 다시 미호전과 합류하여 금강 하구둑을 지나 서해로 유입되는 하천이다. 본 연구지역은 금강하구둑 하류의 장항항부터 상류의 옹포대교까지 약 24km에 이르는 금강 하구 수역을 중심으로 약 4km×2km

간격으로 6개 지점을 구분하여 서식하는 수조류를 조사하였다(Figure 1).

본 연구지역에 도래하는 조류의 현황 조사는 2011년 9월부터 2012년 3월까지(1차)와 2012년 9월부터 2013년 3월까지(2차) 각각 월동기를 중심으로 14개월 동안 매월 중순을 기준으로 1회씩 총 14회에 걸쳐 금강 수계에 서식하는 수조류를 조사하였다. 조사는 하루에 전 지역을 모두 조사할 수 있도록 하였고, 기상 등의 영향으로 하루에 조사가 불가능할 경우 보충 조사를 실시하였다. 금강 수계 내 수조류 조사는 망원경(Nikin, ×2~60)과 쌍안경(Olympus, 10×42)을 이용하여 넓은 면적을 조망할 수 있는 지점들을 선정하여 정점조사(point census)를 실시하였으며, 수계를 중심으로 관찰된 수조류를 전수조사 하였다. 조사 결과의 정리는 Howard and Moore(1998)의 분류체계와 The Ornithological Society of Korea(2009)의 한국조류목록에 따라 정리하였으며, Lee *et al.*(2000)을 참고하였다. 수조류의 동정은 Hayman *et al.*(1986), Lee *et al.*(2000), Lee(2000) 등을 참고하였다.

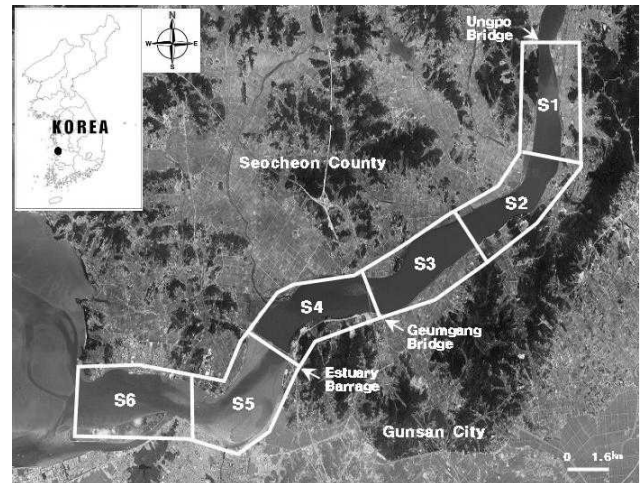


Figure 1. Location of the survey areas at Geum River

### 2. 조사분석

본 조사지역에 서식하는 조류의 군집 분석은 수조류와 맹금류를 중심으로 생태적 특성을 고려하여 기러기류, 고니류, 수면성오리류, 잠수성오리류(비오리, 흰뺨오리 등 포함), 백로류, 맹금류, 섬금류, 갈매기류, 기타 등 9개 분류군으로 구분하였고, 기상청 자료를 이용하여 조사일 포함 2일 전까지 총 3일간의 평균기온을 산정하여 각 분류군의 개체수 변동과의 상관관계를 파악하고, 회귀분석을 시도하였다(Lee *et al.*, 2006). 또한, 분류군별 서식지 이용현황을 파악

하기 위해 GPS를 이용해 조류의 출현 위치를 기록한 후 옹포대교에서 장항항까지의 금강 수계를 중심으로 약 4km × 2km 간격으로 6개 지점을 구분하여 분석하였다. 우점도(Dominance)를 이용하여 우점종을 파악하였다.

$$\text{우점도(Dominance, \%)} = (ni/N) \times 100 \quad [ni : i\text{종의 개체수, } N: \text{전체 종의 개체수}]$$

$$\text{서식지 이용률(Hi, \%)} = (Pi) \left( \sum_{i=1}^l Pi \right)^{-1} \times 100 \quad [Pi: i\text{분류군의 최고 관찰수, } l: \text{전체 조사지역 수}]$$

## 결과

### 1. 수조류 도래현황

2011년 9월부터 2012년 3월까지(1차)와 2012년 9월부터 2013년 3월까지(2차) 매일 1회씩 총 14회 금강하구 수역을 중심으로 서식하는 맹금류를 포함한 수조류를 조사한 결과 총 63종으로 나타났다. 1차 조사에서 50종 188,673개체(최대개체수의 합)가 기록되었고, 2차 조사에서는 56종 116,611개체(최대개체수의 합)가 기록되어 2차 조사에서 종수는 많았으나 개체수는 적게 나타났다.

월별로 관찰된 수조류의 종수와 개체수를 비교하면, 1차 조사에서 종수는 섭금류가 남하하는 10월에 최소를 기록하였고, 겨울철새들이 도래하는 12월까지 증가한 후 다시 감소하여 1월부터 3월까지의 약 20종 수준을 유지하였다. 2차 조사에서는 9월부터 11월까지 종수가 증가한 후 12월부터 3월까지 감소와 증가를 반복하며 변동이 크게 나타나 강의 결빙 등의 환경적인 영향을 크게 받는 것으로 생각된다. 월

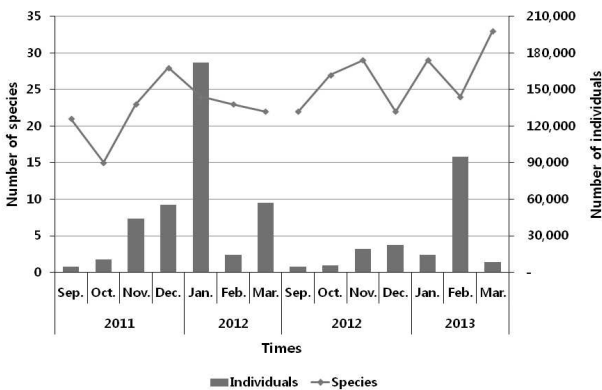


Figure 2. Monthly variation of the number of species and individuals of the waterbirds at Geum River from September, 2011 to March, 2012 and from September, 2012 to March, 2013

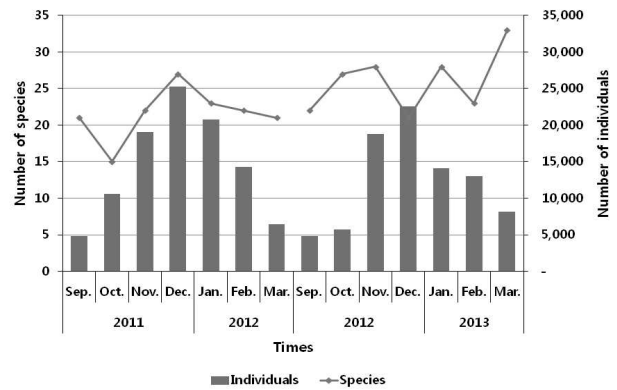


Figure 3. Monthly variation of the number of species and individuals of the waterbirds (except for Baikal Teal) at Geum River from September, 2011 to March, 2012 and from September, 2012 to March, 2013

별 개체수 변화는 1차 조사에서 12월까지 지속적인 증가를 보이다가 이듬해 1월에 급격히 증가한 후 2월에 다시 급격히 감소는 등 개체수 변동이 매우 크게 나타났다. 2차 조사에서는 12월까지 개체수가 증가한 후 1월에 약간 감소하였다가 2월에 다시 급증한 후 3월에 급감하는 결과를 보였다 (Figure 2). 그러나 가창오리를 제외한 개체수 변화를 보면, 1차, 2차 조사 모두 9월 이후 개체수가 증가하여 12월에 최대치를 나타내고, 이후 3월까지 감소하는 경향으로 ^모양의 안정적인 개체수 변화 양상을 보였다(Figure 3). 즉, 가창오리의 최대 월동지인 금강하구에서 가창오리의 개체수 변동이 월동 수조류의 전체 개체수 변동에 미치는 영향이 매우 큰 것으로 생각된다.

### 2. 우점종 현황

조사 기간 동안 금강하구에서 관찰된 수조류 중 최우점종은 가창오리(*Anas formosa*)로 최대개체수는 151,478개체로 맹금류를 포함한 전체 수조류의 77.36%를 차지하였으며, 11월부터 도래하여 이듬해 3월까지 평균 개체수는 37,698±51,139개체(mean±S.D.)였다. 차우점종은 청둥오리(*Anas platyrhynchos*)로 최대개체수는 11,410개체였으며, 5.83%의 우점도를 기록했다. 청둥오리는 10월부터 도래하여 이듬해 3월까지 평균 5,638±3,374개체를 기록했다. 다음은 흰뺨검둥오리(*Anas poecilorhyncha*), 쇠기러기(*Anser albifrons*), 팽이갈매기(*Larus crassirostris*), 흑부리오리(*Tadorna tadorna*) 등의 순으로 모두 2.2% 미만의(1.46~2.12%) 우점률을 보였다.

월동기 우점종의 도래양상을 비교해 보면, 최우점종인 가창오리는 11월부터 도래하여 1월에 최대를 나타내고 감소

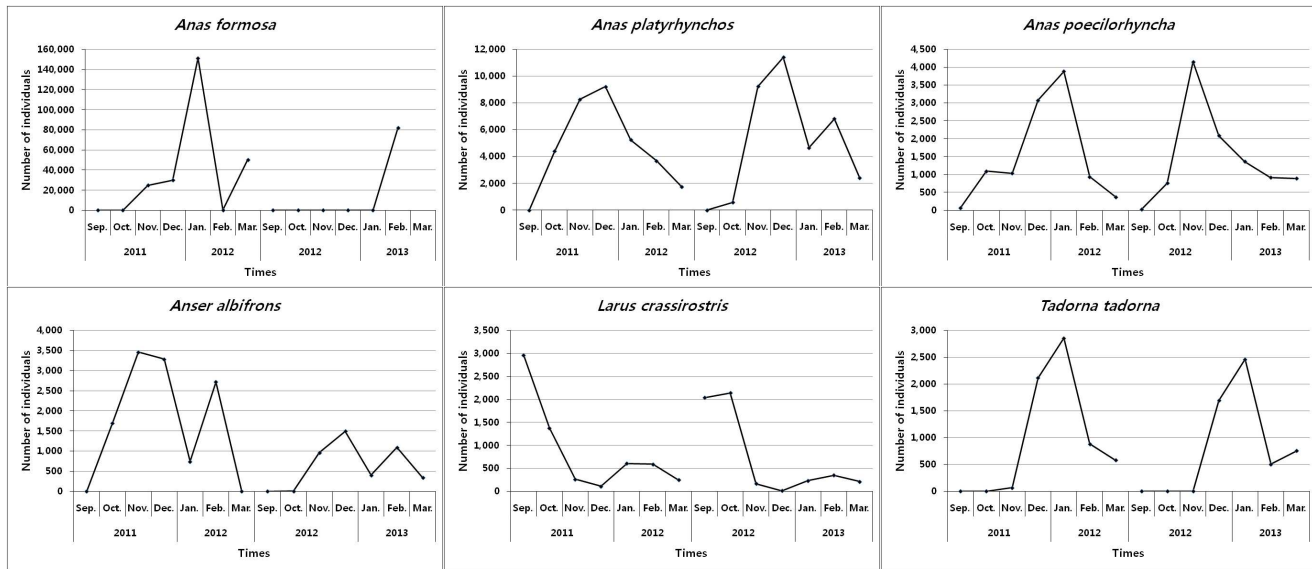


Figure 4. Change of the individuals by dominance of bird species at Geum River during survey period

한 후 2월과 3월에 북상하는 패턴을 보이거나 금강호의 결빙 등의 환경적 요인에 의한 개체수 변동이 심하게 나타난다. 1차 조사 때에 비해 2차 조사에서는 1월까지 소수로 관찰되다가 2월에 최대를 나타낸 후 3월에 북상하여 도래시기와 개체수에서 차이가 크게 나타났다. 차우점종인 청둥오리는 10월부터 도래하여 12월에 최대를 나타낸 후 감소하는 경향을 보였는데, 1차 조사 때보다 2차 조사때 12월 이후 개체수 변동이 크게 나타났다. 흰뺨검둥오리는 10월부터 개체수가 증가하여 1차 조사때는 다음해 1월에 최대를 나타내고, 2차 조사때는 11월에 최대를 나타낸 후 감소하는 경향을 보여 개체수 변화 패턴은  $\wedge$ 형으로 유사하였으나 최대치는 1차 조사 때보다 2차 조사때 빨라진 것으로 나타났다. 쇠기러기는 10월 이후 개체수가 증가하여 11월과 12월에 최대를 기록한 후 감소하는 경향을 보였으며, 1월에 급감하는 결과를 보였다. 꿩이갈매기는 번식을 마친 개체군들이 집결하는 9월과 10월에 약 2,000~3,000개체 수준으로 증가한 후 급감하여 11월부터 다음 해 3월까지 약 10% 수준인 평균 280개체 정도를 유지하는 경향을 보인다. 흑부리오리

는 11월 이후 급증하여 다음해 1월에 최대치를 나타내고, 이후 감소하는 패턴을 보였다(Figure 4).

### 3. 분류군별 도래현황

조사기간 동안 금강하구에서 맹금류를 포함하여 관찰된 수조류 63종에 대해 각 종들의 생태적 특징을 고려하여 분류군별로 구분하면, 기러기류 3종, 고니류 1종, 수면성오리류 10종, 잠수성오리류 5종, 백로류 7종, 맹금류 5종, 섭금류 22종, 갈매기류 5종, 기타 5종 등 9개 분류군이 관찰되었다. 9개 분류군 중 종수는 섭금류가 가장 많았고, 다음은 수면성오리류, 백로류 등의 순으로 많았다(Table 1).

1차 조사에서 각 분류군별 종수와 개체수 현황은 기러기류 2종 5,677개체, 고니류 1종 190개체, 수면성오리류 9종 169,718개체, 잠수성오리류 4종 2,833개체, 백로류 7종 345개체, 맹금류 4종 10개체, 섭금류 15종 2,386개체, 갈매기류 5종 7,418개체, 기타 3종 96개체로 종수는 섭금류, 수면성오리류, 백로류의 순으로 많았고, 개체수는 수면성오리류,

Table 1. The number of species and individuals by the species group at Geum River

		Geese	Swans	Dabbling ducks	Diving ducks	Herons	Raptors	Waders	Gulls	Others
1st <sup>a</sup>	N.S. <sup>c</sup>	2	1	9	4	7	4	15	5	3
	N.I. <sup>d</sup>	5,677	190	169,718	2,833	345	10	2,386	7,418	96
2st <sup>b</sup>	N.S. <sup>c</sup>	3	1	9	5	5	3	20	5	5
	N.I. <sup>d</sup>	2,771	87	102,362	3,201	417	6	3,088	4,429	250
The total number of species		3	1	10	5	7	5	22	5	5

<sup>a</sup>Sep. 2011~Mar. 2012, <sup>b</sup>Sep. 2012~Mar. 2013, <sup>c</sup>Number of species, <sup>d</sup>Number of individuals

갈매기류, 기러기류의 순으로 많았다. 2차 조사에서 각 분류군별 종수와 개체수 현황은 기러기류 3종 2,771개체, 고니류 1종 87개체, 수면성오리류 9종 102,362개체, 잠수성오리류 5종 3,201개체, 백로류 5종 417개체, 맹금류 3종 6개체, 섭금류 20종 3,088개체, 갈매기류 5종 4,429개체, 기타 5종 250개체로 종수는 섭금류, 수면성오리류의 순으로 많았고, 개체수는 수면성오리류, 갈매기류, 섭금류의 순으로 많았다. 1차 조사에 비해 2차 조사에서 기러기류, 잠수성오리류, 섭금류의 종수가 증가하였고, 나머지 분류군은 같거나 감소하였다. 개체수는 잠수성오리류, 백로류, 섭금류가 증가하였고, 나머지 분류군은 모두 감소하였다(Table 1).

4. 분류군별 개체군과 기온과의 관계

기온에 따른 분류군별 개체군 변동과의 관계를 파악하기 위해, 조사 당일을 포함하여 2일전까지 총 3일간의 평균기온과 생태적 분류군별 개체수 변동과의 상관관계와 회귀분석을 하였다. 그 결과 수면성오리류( $r_p = -0.59, p < 0.05$ ), 잠수성오리류( $r_p = -0.78, p < 0.01$ ), 맹금류( $r_p = -0.60, p < 0.05$ )는 기온이 낮아질수록 개체수가 증가하는 음의 상관관계를 보였다. 회귀분석 결과는 수면성오리류의 개체수( $y$ )= $53,607.25 - 3,629.47$

· 기온( $x$ ) ( $F_{(1, 12)} = 6.35, p < 0.05$ )로 기온이 1℃ 상승할수록 3,629.47개체씩 감소하며( $t = 3.99, p < 0.05$ ), 잠수성오리류의 개체수( $y$ )= $1,291.52 - 77.42 \cdot$  기온( $x$ ) ( $F_{(1, 12)} = 19.14, p < 0.001$ )로 기온이 1℃ 상승할수록 77.42개체씩 감소한다( $t = 7.81, p < 0.001$ ). 맹금류의 개체수( $y$ )= $3.62 - 0.15 \cdot$  기온( $x$ ) ( $F_{(1, 12)} = 6.88, p < 0.05$ )로 기온이 1℃ 상승할수록 0.15개체씩 감소하는( $t = 6.65, p < 0.001$ ) 결과를 보였다. 기러기류와 고니류는 기온이 낮을수록 개체수가 증가하는 경향을 보이거나 유의한 차이는 없었다. 반면, 백로류( $r_p = 0.85, p < 0.01$ )와 섭금류( $r_p = 0.54, p < 0.05$ )는 기온이 높을수록 개체수가 증가하는 양의 상관관계를 보였다. 회귀분석 결과는 백로류의 개체수( $y$ )= $14.43 + 15.93 \cdot$  기온( $x$ ) ( $F_{(1, 12)} = 32.10, p < 0.001$ )와 섭금류의 개체수( $y$ )= $316.94 + 53.56 \cdot$  기온( $x$ ) ( $F_{(1, 12)} = 4.90, p < 0.05$ )로 나타났으나 회귀계수는 통계적으로 유의하지는 않았다. 갈매기류는 기온에 따른 개체수 변동에 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다(Table 2, Figure 5).

5. 분류군별 서식지이용률

금강하구에서 월동하는 맹금류를 포함한 수조류의 서식지 이용률을 보면, 기러기류는 금강하구둑 상부(S4)와 하부

Table 2. Pearson's correlation between Temperature and bird groups

	Geese	Swans	Dabbling ducks	Diving ducks	Herons	Raptors	Waders	Gulls	Others
Temperature	-0.37	-0.46	-0.59*	-0.78**	0.85**	-0.60*	0.54*	0.08	-0.37

Pearson's correlation r: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

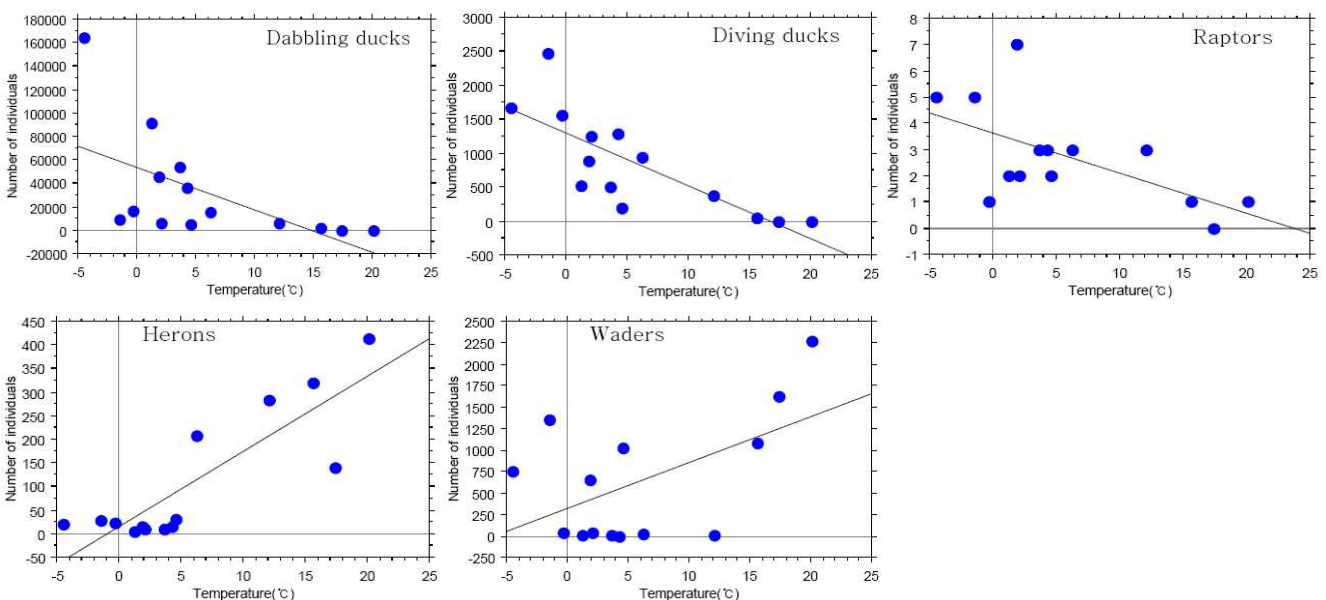


Figure 5. Linear regressive relationship of bird groups by temperature on Geum River estuary in Korea

지역(S5)의 이용률이 높았고, 큰고니는 옹포대교 아래 하중도와 모래톱이 있는 S1권역의 이용률이 높았다. 수면성오리류는 하중도가 발달한 금강대교 상부(S3)와 하부(S4)의 이용률이 높았고, 잠수성오리류, 백로류, 섭금류, 갈매기류 등은 금강하구둑 아래 기수역(S5)의 이용률이 높았다. 맹금류는 전체 권역에 고르게 분포하였다(Figure 6).

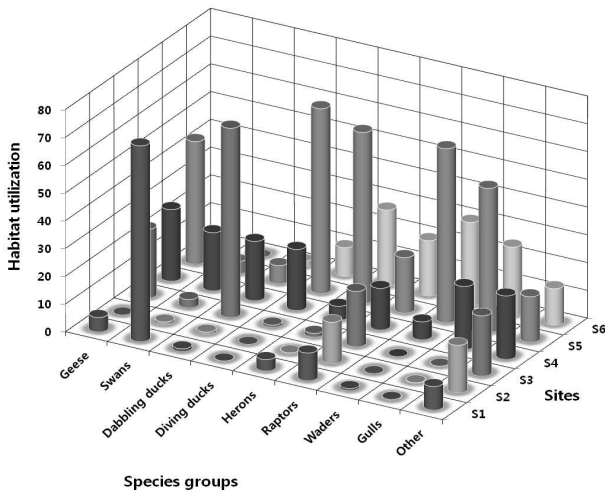


Figure 6. Habitat utilization of bird groups at Geum River

## 고찰

조사 기간 동안 금강하구에서 맹금류를 포함하여 관찰된 수조류는 총 63종으로 2011년 9월부터 2012년 3월까지(1차조사) 50종 188,673개체와 2012년 9월부터 2013년 3월까지(2차조사) 56종 116,611개체로 나타나 2차 조사 때 종수는 증가하였으나 개체수는 감소한 것으로 나타났다. 금강하구지역에 대해 월동기 수조류 현황을 보면, Lee(2000)는 1995년부터 1997년까지의 조사에서 84종을 보고하였고, Lee et al.(2001)은 1997년부터 1998년까지의 조사에서 59종을 보고하였다. 이보다 10년이 지난 2008년부터 2009년까지의 조사에서 Kang et al.(2010)은 52종을 보고하였다(Appendix 1). 이는 약 10년 전인 과거 조사결과의 80여종에 비해 본 조사의 출현 종수가 50여종으로 약 40% 정도 감소한 것으로 나타났으며, 2008년 이후에는 매월동기에 50종 이상 수준을 유지하고 있다. 또한, 1차 조사때 기록되었던 매(*Falco peregrinus*)와 흰꼬리수리(*Haliaeetus albicilla*), 2차 조사때 기록되었던 새호리기(*Falco subbuteo*), 흰목물떼새(*Charadrius placidus*), 쇠청다리도요(*Tringa stagnatilis*) 등은 과거에 기록되지 않은 종들이다(Appendix 1). 금강과 인접한 새만금지역(만경강, 동진강)에 대해 Lee (2000)는 1995년부터 1997년까지 월동기에 총 80종의 수

조류를 보고하였고, Kang et al.(2011)은 2008년부터 2009년 월동기에 총 69종의 수조류를 보고하였다. 금강하구와 새만금지역에서 월동하는 수조류의 종수가 10여 년 전에 비해 조사기간의 차이 등으로 직접적인 비교는 어려우나 모두 감소한 것으로 나타났다. 이는 새만금 방조제 공사와 방수제 공사 및 4대강 공사 등 끊임없는 개발압력이 지속된 영향으로 추정된다.

조사 기간 동안 관찰된 수조류 중 우점종은 가창오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠기러기, 팽이갈매기, 흑부리오리의 순으로 나타나 기존의 조사결과와 큰 차이를 보이지 않았다(Lee, 2000; Lee et al., 2001; Kang et al., 2010). 최우점종인 가창오리는 금강하구를 비롯하여 고천암호, 영산호 등 서해안을 따라 도래하여 월동하는 것으로 알려져 있으며(Kang and Cho, 1996; 1998), 금강하구에서는 1월 기준으로 90년대에는 10,000~12,000개체 정도가 도래하였으나 2002년~2004년에는 78,000~302,900개체로 급증하였고, 2008년 12월에는 최대 450,000개체가 금강하구에서 기록되었다(Kim et al., 2004; Kang et al., 2010). 가창오리의 개체수 증가는 서해안 대규모 간척지가 증가한 것과 관련이 있는 것으로 추정된다(Lee, 2000; Kim et al., 2004). 본 조사에서 가창오리는 2012년 1월 151,478개체, 2013년 2월 81,862개체가 기록되어, Kang et al.(2010)이 2008년 12월에 기록한 453,030개체에 미치지 못하는 수준을 기록하였다. 가창오리는 여러 가지 변동요인에 의해 이동이 심하며, 월동기간 동안에도 월별 개체수의 증감이 매우 크게 나타난다(Lee, 2000). 현재까지 금강에 인접한 새만금지역의 개발에 따른 변동요인에 따라 본 조사에서 가창오리 개체군이 감소한 결과를 보인 것으로 추정된다. 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등은 10월부터 개체수가 증가하여 12월경에 최대를 이루고 이후 개체수가 감소하는 경향을 보여 월동 후기에 개체수가 증가한다는 Lee et al.(2001)의 결과와 차이가 있었다. 금강하구에서 관찰된 팽이갈매기의 개체수는 번식을 마친 개체군들이 집결하는 9월과 10월에 약 2,000~3,000개체 수준으로 증가한 후 급감하여 11월부터 다음 해 3월까지의 약 10% 수준인 평균 280개체 정도를 유지하는 경향을 보였다. 이는 서해안을 따라 남하하는 개체들에 의해 일시적으로 금강의 팽이갈매기 개체수가 증가한 후, 이중 10%정도는 금강하구에서 월동을 하고, 나머지 90%는 다시 남쪽으로 이동하는 것으로 추정된다. 이는 금강하구가 가을과 봄에 각각 남하와 북상하는 팽이갈매기들의 중간기착지로 이용되기 때문이라 생각된다(Harrison, 1985; Lee, 2000).

생물종의 분포에는 기온, 강수량, 일사량 등 다양한 환경요인들이 영향을 주며(Pianka, 1994), 기온은 조류의 서식 분포에 영향을 준다(Elkins, 1988). 겨울철새가 대부분인 기

리기목 조류들은 기온이 낮아지면 월동지로 이동하게 되고, 본 조사지역에서도 10월부터 개체수가 증가하였다. 잠수성 오리류, 수면성오리류, 맹금류 등은 기온과의 상관관계에서 기온이 낮을수록 개체수가 증가하는 결과를 보였다(Yu and Hahm, 1994; Lee *et al.*, 2006; Kang *et al.*, 2008). 반면 여름철새가 대부분인 백로류는 기온이 낮아지면 남쪽의 월동지로 이동하고, 나그네새가 대부분인 섬금류는 가을에 이동하여 9월 이후 개체수가 감소하므로 기온이 낮을수록 개체수가 감소하는 양의 상관관계를 보인 것으로 판단된다(Kang *et al.*, 2008).

금강하구에서 수조류의 서식지 이용률은 분류군에 따라 선호하는 지역에 차이가 있었는데, 고니-기리기류를 포함한 수면성오리류는 강 주변으로 넓은 농경지가 위치하고, 하중도가 발달하여 취식과 휴식이 용이한 금강하구둑 상부지역의 이용률이 높았고, 백로류, 섬금류, 갈매기류는 무척추동물 등 먹이가 풍부한 갯벌이 있는 기수역인 금강하구둑 하부지역의 이용률이 높은 것으로 나타나 기존의 연구결과와 일치하였다(Lee *et al.*, 2001; Kang *et al.*, 2010). 이상과 같이 금강하구지역은 금강하구둑을 기준으로 상부와 하부의 환경이 구분되며, 수조류의 생태적 특성에 따라 서식지 이용률의 차이를 보인다.

본 조사에서 가창오리의 개체군이 1차조사 때와 달리 2차조사 때는 월동 초기에 거의 관찰되지 않고 월동 후기인 2월에 전년의 절반수준으로 일시 기록되었다. 이는 11월 12월, 1월의 월평균기온이 1차 조사 때는 각각 11.4℃, 1.0℃, -1.1℃였으나, 2차 조사 때는 각각 7.1℃, -1.7℃, -1.8℃로 1차 조사에 비해 기온차가 컸으며, 낮은 기온으로 인한 강의 결빙 등 서식환경의 악화로 기존에 금강하구를 월동지로 이용하던 가창오리가 금강지역보다 서식환경이 나은 다른 지역을 월동지로 이용한 것으로 추정된다.

금강하구지역에 도래하는 수조류 군집의 안정적인 유지 관리를 위해서는 고니-기리기류를 포함한 오리류의 먹이가 되는 하중도 수변의 수생식물 및 주변의 농경지가 축소되지 않도록 관리해야 하고, 풍부한 먹이자원을 바탕으로 도요·물떼새류의 이동에 있어 중요한 역할을 하는 갯벌 환경이 소실되거나 파괴되지 않도록 관리해야 할 것으로 생각된다(Kim *et al.*, 2004). 또한, 서해안을 중심으로 한 간척사업의 증가는 갯벌의 소실과 인공저수지나 호수의 증가를 가져와 도요·물떼새류는 감소하고, 오리-기리기류는 증가하는 결과를 가져왔다(Kang and Cho, 1996; Lee, 2000; Choi *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2011). 특히, 대규모의 무리를 형성하는 가창오리는 2000년대에 들어 서해안을 따라 위치한 간척지를 중심으로 월동 개체군이 급격히 증가하였고, 이러한 야생조류의 밀집현상은 조류인플루엔자(AI) 등 전염병에 노출될 위험성이 높아지게 된다. 따라서 야생조류 군집이 특

정 지역에 밀집되지 않도록 적절히 군집을 분산시킬 수 있는 정책이 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- Choi, Y.B., I.K. Kim, S.H. Yoo, T.H. Kang, H.S. Lee, W.K. Paek and C.G. Choi(2007) A study on the use of wintering habitats of water birds arriving at coastal wetlands in Jeollanam Province, Korea. *Korean J. Environ. Ecol.* 21(3): 197-206. (in Korean with English abstract)
- Elkins, N.(1988) *Weather and Bird Behaviour* (2nd ed.). T and A Poyser Ltd., Calton, 239pp.
- Furness, R.W. and J.J.D. Greenwood(1993) *Birds as Monitors of Environmental Change*. Chapman and Hall, London, 356pp.
- Harrison, P.(1985) *Seabirds an Identification Guides*. Christopher Helm A and C Black, London, pp. 333-334.
- Hayman, P., J. Marchant and T. Prater(1986) *Shorebirds - An Identification Guide to the Waders of the World*. Croom Helm, UK, 412pp.
- Howard, R. and A. Moore(1998) *A Complete Checklist of the Birds of World* (2nd ed.). Academic Press, London, 641pp.
- Jarvis, P.J.(1993) *Environmental Changes - In Birds as Monitors of Environmental Change -*. Furness, R.W. and J.J.D. Greenwood (ed.), Chapman and Hall, London, pp. 42-85.
- Kang, H.Y. and S.R. Cho(1996) Wintering ecology of the Baikal Teal *Anas formosa* and carrying capacity of their habitats. *Kor. J. Orni.* 3(1): 33-41. (in Korean with English abstract)
- Kang, H.Y. and S.R. Cho(1998) Study on wintering behavioral patterns of Baikal Teal *Anas formosa* at Nonsan and Kum-gang Lake, Korea. *Kor. J. Orni.* 5(1): 57-62. (in Korean with English abstract)
- Kang, T.H., K.S. Lee, S.H. Yoo, I.K. Kim, H.J. Cho, H.J. Kim and J.B. Lee(2008) A study on the community characteristics of wintering waterbirds in Hangang River. Korea. *Kor. J. Orni.* 15(1): 51-59. (in Korean with English abstract)
- Kang, T.H., S.H. Kim, S.W. Han, S.W. Lee and W.K. Paek(2010) A study on the community characteristics and habitat use of wintering waterbirds in Geumgang River, Korea. *Kor. J. Orni.* 17(1): 1-10. (in Korean with English abstract)
- Kang, T.H., S.H. Yoo, J.P. Yu, H.S. Lee and I.K. Kim(2011) A study on the community of wintering waterbirds in Saemangeum. *Korean J. Environ. Ecol.* 25(1): 81-90. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.K., H.S. Lee, W.K. Paek and J.W. Lee(2005) A study on the community of wintering waterbirds in Gangjin Bay. *Korean J. Environ. Ecol.* 19(3): 305-311. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.H., J.Y. Park, J.Y. Yi, B.H. Yoo and M.H. Lee(2004) The

- Migration Route and Monitoring on the Migratory Birds in Korea. National Institute of Environmental Research, Incheon, 138pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.S.(2000) Current Status and Population Fluctuations of Waterbirds on the West Coast of Korea. Ph. D. Dissertation, Univ. of Kyunghee, Seoul, Korea. 211pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.S., K.G. Lee and J.C. Yoo(2006) Population fluctuations of waterbirds staying on Hangang River in Seoul by the temperature and wind speed. Kor. J. Orni. 13(2): 73-84. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.Y., H.J. Cho, T.H. Kang, S.H. Yoo and O.I. Choi(2008) Avian community of the Gum River estuary, Proceeding of the Korean Society of Environment and Ecology Conference, Suncheon, Korea, October 17, pp. 116-117.
- Lee, W.S., C.R. Park, S.J. Rhim and W.H. Hur(2001) Characteristics, protection and management of bird community in Geum River estuary. Kor. J. Ecol. 24(3): 181-189. (in Korean with English abstract)
- abstract)
- Lee, W.S., T.H. Koo and J.Y. Park(2000) A Field Guide to the Birds of Korea. LG Foundation, Seoul, 320pp. (in Korean)
- Pianka, E.R.(1994) Evolutionary Ecology. Harper Collins College Publishers, New York, 486pp.
- Rose, P.M. and D.A. Scott(1994) Waterfowl Population Estimates, International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, IWRB Spec. Publ. 29. Slimbridge, UK., 102pp.
- The Ornithological Society of Korea(2009) Checklist of the Birds of Korea. The Ornithological Society of Korea, Seoul, 133pp.
- Wetlands International(2002) Waterbird Population Estimates - Third Edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen, The Netherlands, 226pp.
- Yu, J.P. and K.H. Hahm(1995) A study on the distribution of birds within the Junam reservoir in the last five years. Kor. J. Orni. 1: 95-103.



Appendix 1. The peak counts of waterbirds and raptors recorded at Geum River

No.	Scientific Name	Korean Name	1995 ~1997 <sup>a</sup>	1997 ~1998 <sup>b</sup>	2008 ~2009 <sup>c</sup>	2011 ~2012 <sup>d</sup>	2012 ~2013 <sup>d</sup>
1	<i>Anser cygnoides</i>	개리	124	42	88		11
2	<i>Anser fabalis</i>	큰기러기	3,427	287	3,000	2,218	1,265
3	<i>Anser albifrons</i>	쇠기러기	3,830	267	4,500	3,459	1,495
4	<i>Branta hutchinsii</i>	캐나다기러기	1				
5	<i>Cygnus columbianus</i>	고니	223	112			
6	<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니	1,060	689	191	190	87
7	<i>Tadorna tadorna</i>	흑부리오리	2,742	1,924	3,160	2,856	2,461
8	<i>Tadorna ferruginea</i>	황오리	6	1			
9	<i>Aix galericulata</i>	원앙	3		2		
10	<i>Anas strepera</i>	알락오리	73	2	75	188	2
11	<i>Anas falcata</i>	청머리오리	44	24	30	35	12
12	<i>Anas penelope</i>	홍머리오리	280	458		15	
13	<i>Anas americana</i>	아메리카홍머리오리	1				
14	<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	97,534	35,109	23,443	9,226	11,410
15	<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	5,637	1,870	5,011	3,887	4,153
16	<i>Anas clypeata</i>	넓적부리	129	93	15		2
17	<i>Anas acuta</i>	고방오리	1,929	722	4,440	1,503	1,228
18	<i>Anas querquedula</i>	발구지	9				
19	<i>Anas formosa</i>	가창오리	50,001	7,000	453,030	151,478	81,862
20	<i>Anas crecca</i>	쇠오리	1,642	913	612	530	1,232
21	<i>Aythya ferina</i>	흰죽지	2,796	1,948	560	1,267	1,195
22	<i>Aythya fuligula</i>	댕기흰죽지	1,649	890	252	1,034	145
23	<i>Aythya marila</i>	검은머리흰죽지	5	4	110		255
24	<i>Bucephala clangula</i>	흰뺨오리	37	78	42	311	145
25	<i>Mergellus albellus</i>	흰비오리	12	10	17		
26	<i>Mergus merganser</i>	비오리	690	45	60	221	1,461
27	<i>Mergus serrator</i>	바다비오리	47				
28	<i>Gavia stellata</i>	아비		2			
29	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	논병아리	35	22	10	4	30
30	<i>Podiceps cristatus</i>	빨논병아리	36	10	66	86	108
31	<i>Podiceps auritus</i>	귀빨논병아리		11			
32	<i>Podiceps nigricollis</i>	검은목논병아리	5	3			
33	<i>Platalea leucorodia</i>	노랑부리저어새			31		
34	<i>Platalea minor</i>	저어새	4		1		2
35	<i>Nycticorax nycticorax</i>	해오라기	31	2	1	2	
36	<i>Bubulcus ibis</i>	황로	15			2	6
37	<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	183	26	300	276	264
38	<i>Ardea alba alba</i>	대백로	18	4		12	3
39	<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로			4	26	116
40	<i>Egretta intermedia</i>	중백로	1			2	
41	<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	11	3	16	25	28
42	<i>Egretta eulophotes</i>	노랑부리백로			8		
43	<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	6			6	86
44	<i>Phalacrocorax capillatus</i>	가마우지			1		
45	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	2	1	3	3	3
46	<i>Falco columbarius</i>	쇠황조롱이	1				
47	<i>Falco subbuteo</i>	새호리기					1
48	<i>Falco peregrinus</i>	매				2	
49	<i>Pandion haliaetus</i>	물수리	1		1		
50	<i>Haliaeetus albicilla</i>	흰꼬리수리				1	

(Appendix 1. Continued)

No.	Scientific Name	Korean Name	1995 ~1997 <sup>a</sup>	1997 ~1998 <sup>b</sup>	2008 ~2009 <sup>c</sup>	2011 ~2012 <sup>d</sup>	2012 ~2013 <sup>d</sup>
51	<i>Circus cyaneus</i>	갯빛개구리매	1				
52	<i>Accipiter nisus</i>	새매	1				
53	<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	3	2	2	4	2
54	<i>Buteo lagopus</i>	털발말뚝가리	1				
55	<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	1		1		
56	<i>Fulica atra</i>	물닭	26		93		24
57	<i>Grus vipio</i>	재두루미	1				
58	<i>Haematopus ostralegus</i>	검은머리물떼새	2,007		186	600	40
59	<i>Recurvirostra avosetta</i>	뒷부리장다리물떼새	11				
60	<i>Vanellus vanellus</i>	맹기물떼새	20	5	16	11	7
61	<i>Pluvialis squatarola</i>	개평	126				334
62	<i>Charadrius placidus</i>	흰목물떼새					11
63	<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	2				
64	<i>Charadrius alexandrinus</i>	흰물떼새	430	58			120
65	<i>Charadrius mongolus</i>	왕눈물떼새	450				8
66	<i>Gallinago gallinago</i>	까도요	1				11
67	<i>Limosa limosa</i>	흑꼬리도요	1,494	3	65	548	160
68	<i>Limosa lapponica</i>	큰뒷부리도요	877		30	492	
69	<i>Numenius phaeopus</i>	중부리도요	27		15	33	30
70	<i>Numenius arquata</i>	마도요	484	63	60	106	154
71	<i>Numenius madagascariensis</i>	알락꼬리마도요	114		45	68	58
72	<i>Tringa erythropus</i>	학도요	109				9
73	<i>Tringa totanus</i>	붉은발도요	3			16	3
74	<i>Tringa stagnatilis</i>	쇠청다리도요					56
75	<i>Tringa nebularia</i>	청다리도요	182		20	79	303
76	<i>Tringa ochropus</i>	뺨뺨도요				3	8
77	<i>Tringa glareola</i>	알락도요	73			28	
78	<i>Xenus cinereus</i>	뒷부리도요	83			308	731
79	<i>Actitis hypoleucos</i>	갭작도요	13	7	2	1	3
80	<i>Heteroscelus brevipes</i>	노랑발도요				39	64
81	<i>Arenaria interpres</i>	꼬까도요	2				
82	<i>Calidris tenuirostris</i>	붉은어깨도요	4,020	1	4		
83	<i>Calidris canutus</i>	붉은가슴도요	350				
84	<i>Calidris ruficollis</i>	좁도요	403	1	600		
85	<i>Calidris acuminata</i>	메추라기도요	60				
86	<i>Calidris alpina</i>	민물도요	7,128	39	100	54	978
87	<i>Larus crassirostris</i>	팽이갈매기	2,302	43	431	2,965	2,143
88	<i>Larus canus</i>	갈매기	80	4	158	30	49
89	<i>Larus hyperboreus</i>	흰갈매기	1	6			
90	<i>Larus vegae</i>	재갈매기	1,582	552	880	2,118	301
91	<i>Larus cachinnans</i>	한국재갈매기	9				
92	<i>Larus schistisagus</i>	큰재갈매기	10	13			
93	<i>Larus ridibundus</i>	붉은부리갈매기	1,531	969	1,250	1,311	1,207
94	<i>Larus saundersi</i>	검은머리갈매기	540	120	526	994	729
95	<i>Larus relictus</i>	고대갈매기	6				
96	<i>Sterna hirundo</i>	제비갈매기	67				
97	<i>Sterna albifrons</i>	쇠제비갈매기	44				
	Number of species		84	48	52	50	56
	Number of individuals		198,955	54,458	503,564	188,673	116,611

<sup>a</sup>Lee(2000), <sup>b</sup>Lee et al.(2001), <sup>c</sup>Kang et al.(2010), <sup>d</sup>Present study