

## 새만금에 도래·월동하는 수조류 군집에 관한 연구<sup>1a</sup>

강태한<sup>2</sup> · 유승화<sup>3</sup> · 유재평<sup>4</sup> · 이한수<sup>2</sup> · 김인규<sup>2\*</sup>

A Study on the Community of Wintering Waterbirds in Saemangeum<sup>1a</sup>

Tae-Han Kang<sup>2</sup>, Seung-Hwa Yoo<sup>3</sup>, Jae-Pyoung Yu<sup>4</sup>, Han-Soo Lee<sup>2</sup>, In-Kyu Kim<sup>2\*</sup>

### 요약

한국의 서해안 지역에 위치한 새만금 지역은 만경강, 동진강 하구의 갯벌지역으로 수조류의 중요한 서식지이다. 본 조사는 2008년 11월부터 2009년 2월까지 새만금에 도래하는 수조류 군집특성 파악을 위해 실시하였다. 월동기 동안 맹금류를 포함하여 새만금에서 관찰된 수조류는 69종, 최대개체수는 409,044개체이었다. 유사한 생태적 특징을 고려하여 분류군별로 나누어 보면 14개 분류군이 관찰되었다. 주요 우점종은 가창오리, 청둥오리, 쇠기러기, 검은머리흰죽지이었다. 쇠기러기는 조사시기에 따라 양의 상관관계를 보였다( $r_p=0.72$ ,  $p<0.05$ ). 주요 우점종 중 가창오리, 쇠기러기, 큰기러기, 검은머리흰죽지, 흑부리오리는 기존 연구와 비교했을 때 증가하였으며, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 민물도요는 큰 변화가 없었다.

주요어: 우점종, 갯벌, 하구, 가창오리

### ABSTRACT

One of the most important habitats of Waterbirds in the west coast of Korea is Saemangeum and its mudflat, located within the estuary of the Dongji and Mankyung River. This study was conducted to clarify the community characteristics of wintering waterbirds in Saemangeum from November 2008 to February 2009. Waterbirds and Raptor are 69 species and 409,044 individuals by the sum of peak counts were recorded. We classified the wintering waterbirds into 14 groups of taxa based on the similar ecological attributes. The dominant species were Baikal Teal *Anas formosa*, Mallard *Anas platyrhynchos*, Greater White-fronted Goose *Anser albifrons*, Greater Scaup *Aythya marila*. Greater White-fronted Goose was significantly positive correlated with survey period. Baikal Teal, Greater White-fronted Goose, Bean Goose, Greater Scaup, Common Shelduck *Tadorna tadorna* were increased when compared with last report but Mallard, Spot-billed Duck *Anas poecilorhyncha*, Dunlin *Calidris alpina* were no difference.

**KEY WORDS : DOMINANT SPECIES, MUDFLAT, ESTUARY, BAIKAL TEAL**

1 접수 2010년 8월 31일, 수정(1차: 2011년 2월 21일, 2차: 2011년 2월 23일), 게재확정 2011년 2월 24일

Received 31 August 2010; Revised(1st: 21 February 2011, 2nd: 23 February 2011); Accepted 24 February 2011

2 한국환경생태연구소 Korea Institute of Environmental Ecology, Daejeon(305-301), Korea

3 서울대학교 환경대학원 Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Seoul(151-748), Korea

4 국립중앙과학관 National Science Museum, Daejeon(305-705), Korea

a 본 연구는 군산시의 금강 및 새만금 지역의 조류상 변화에 관한 연구와 교과부 특정연구(과제번호: 2010-0002076)의 지원에 의해 수행되었음.

\* 교신저자 Corresponding author(ikkim@kienv.co.kr)

## 서론

새만금 갯벌을 포함한 서해안의 갯벌은 생물다양성이 높은 지역으로 번식지와 월동지를 이동하는 도요·물떼새류의 이동경로상의 중간기착지로서 그 중요성이 알려져 있다. 또한 인근 대규모 농경지는 월동기에 수금류의 취식 및 휴식 장소를 제공하는 월동지역으로 국제적으로 중요한 수조류 서식지이다(Kim, 1998; Lee, 2000a; Lee *et al.*, 2002b).

새만금지역은 전라북도 군산시, 김제시, 부안군 일원의 만경강과 동진강하구 지역으로 퇴적물에 의해 모래갯벌이 매우 넓게 발달해있는 전형적인 하구갯벌지역이었다. 서해안 중앙부에 위치한 새만금 지역은 이동기때 도요·물떼새류가 20만마리가 이용하며, 겨울철에는 오리류가 7만마리 이상이 월동하고, 다양한 법적보호종이 도래하는 중요한 철새 도래지이다(choi and Jung, 1995; Lee, 2000a; Lee *et al.*, 2002b).

그러나 군산과 부안을 잇는 방조제를 축조하여 약 40,000ha의 토지를 조성하는 「새만금종합개발사업」 발표 이후 1991년 방조제 공사가 착공되었으며, 2006년 33km의 방조제 물막이 공사가 완료되었다(Sim and Lee, 1999; Lee *et al.*, 2007). 새만금 방조제 물막이 공사의 완공으로 현재는 수문으로만 방조제 내부 해역으로 해수가 유통되면서(Sin and Kim, 2010), 조차가 줄어들어 상부조간대는 육지화 되었고, 해수 유통의 변화로 갯벌 퇴적환경이 변하고 있다. 이러한 환경변화는 생태계 변화를 발생시켰으며, 특히 새만금 지역에 도래하는 조류의 먹이원이 되는 저서생물, 어류등 먹이생물의 변화를 유발하였다(An *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2007; Sin and Kim 2010).

새만금 일대의 조류에 관한 연구는 섭금류 군집변동과 식이물 조사(Choi and Jung, 1995)에 관한 연구가 있으며, 수조류에 대한 연구로는 만경강하구와 동진강 하구에 수조류의 실태와 개체수 변동(Lee, 2000a), 만경강하구 간석지의 수조류 월동과 이동경로로의 중요성(Lee *et al.*, 2002b), 만경강 지역 조류군집의 특성과 관리방안(Lee *et al.*, 2002c)등 새만금 지역에 도래하는 수조류 현황에 대한 연구가 있다. 방조제 공사로 인한 서식지 변화에 따른 조류의 도래현황 파악과 조류의 서식환경 조성에 대한 연구가 일부 실시되었고(Korea Rural Community Corporation: KRCC, 2003; 2005) 물막이 공사 이후에 조류의 서식 및 도래 현황 파악을 위한 연구가 일부 수행되었다(Gunsansi, 2009).

본 연구는 물막이 공사 이전과 이후 새만금 일대에 도래·서식하는 수조류를 대상으로 종 및 개체수, 종조성 등 조류 군집의 변화를 파악하고 갯벌의 소실이라는 대규모 환경변화가 조류군집에 어떠한 영향을 주는지 알아보려고 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지역

조사지역은 서해안에 위치한 만경강과 동진강 하구인 새만금 지역으로 금강과 인접해 있다. 새만금지역은 군산시 비응도에서 신시도를 거쳐 부안군 대항리까지 총길이 33km의 방조제를 축조하여 40,000ha의 토지를 조성하는 사업이 진행되고 있다. 2006년 방조제 물막이 공사가 완료되면서 만경강하구와 동진강하구는 조차의 감소로 상부의 갯벌지역이 대기에 노출되어 육지화가 진행되고 있다(Figure. 1).

### 2. 조사 및 분석방법

도래현황 조사는 2008년 11월부터 2009년 2월까지 월동기에 해당하는 4개월 동안 매월 2회씩 각각의 조사일이 15일의 간격이 되도록 상순과 하순에 실시하였다. 조사는 만경강지역과 동진강지역 2개 지역으로 구분한 다음 각 지역당 2인 1조로 하여 가급적 하루에 모두 조사하도록 하였다. 기상 등의 영향으로 하루에 조사가 불가능한 경우 보충 조사를 실시하였다. 조사지역내 수조류 조사는 망원경(Field scope, Nikon, ×20~60)을 이용하여 정점조사(point census)를 실시하였다.

본 조사결과와 분석에는 수조류를 대상으로 하였으나 주요 분류군 도래현황 분석에는 습지의존성이 강하며 생태계 상위계층에 있는 맹금류를 포함하여 분석하였다. 수조류와

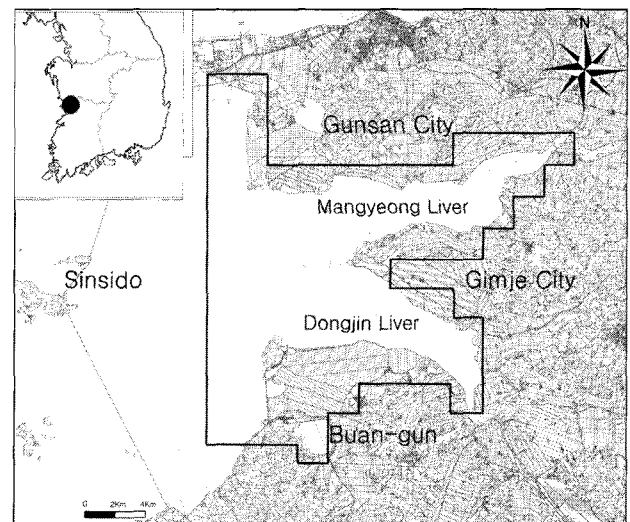


Figure 1. Location of the study areas

맹금류의 분류 및 증명(학명, 영명)은 The Ornithological Society of Korea(2009)의 체계를 따랐으며, Lee *et al.*(2000a)을 참고하였다. 섬금류를 비롯한 수조류의 구별은 Hayman *et al.*(1986), Lee(2000a), Kang *et al.*(2008) 등을 참고하여 구분하였다.

군집 내 각 종의 우점도 비교는 RD(relative species density)를 이용하였으며(Lee, 2000a), 우점종과 조사시기와의 상관관계, 우점종 개체수간 상관관계는 Person's correlation 분석을 실시하여 서로의 상관정도를 파악하였다. 주요 우점종의 도래 개체수 변화상 분석시 월동기 수조류만을 대상으로 평균개체수(average count: 전체조사기간 중 관찰한 각 개체수의 평균)와 최대개체수(maximum count: 조사기간 동안에 가장 많은 수가 관찰되었던 때의 개체수) 이용하여 분석하였다. 분석에 이용된 기존자료는 조사횟수, 조사시기가 모두 다르기 때문에 월동기에 해당되는 기간에 한해 취합하여 사용하였다. 95-97년 자료는 Lee(2000a)의 자료를 인용하였으며, 만경강하구 지역과 동진강하구지역의 수조류 평균개체수와 최대개체수의 평균을 이용하였다. 99-00년 자료는 문화재청(Cultural Heritage Administration: CHA, 2000)의 자료를 인용하였으며, 월동기인 10월부터 이듬해 3월까지의 자료를 활용하였다. 02-03년의 자료는 KRCC(2003)의 자료를 인용하였으며, 월동기인 11월부터 3월까지의 자료를 활용하였다.

분석에 이용된 식은 다음과 같다.

$RD = ni/N \times 100(\%)$  (ni : 특정종의 개체수, N : 전체 종의 개체수)

## 결 과

### 1. 전체 조류상

2008년 11월부터 2009년 2월까지 월동기 동안 8회 조사 결과 관찰된 조류는 총 105종 428,829개체(최대개체수 합계)이었다. 평균 종수는 62종(SD=4.9, range=55~69, n=8)이었으며, 평균 개체수는 99,194개체(SD=98,203, range=

26,769~338,047, n=8)이었다. 그 중 수조류는 총 57종 408,988개체(최대개체수 합계)로 평균종수는 36종(SD=3.2, range=35~44, n=8), 평균 개체수는 92,555개체(SD=99,756, range=21,209~334,953, n=8)이었다. 수조류의 종수는 전체 관찰종의 55.2%이었으나 개체수는 95.4%로 대부분을 차지하였다.

### 2. 분류군별 도래현황

조사기간 동안 맹금류를 포함하여 관찰된 수조류는 69종 409,044개체이었다. 이들의 생태적 특징을 고려하여 분류군별로 나누어 볼 때, 총 14개 분류군이 관찰되었다(Table 1). 과별로 보면 논병아리과 3종 272개체, 가마우지과 2종 426개체, 백로과 5종 723개체, 황새과 1종 1개체, 저어새과 2종 48개체, 오리과 21종 383,218개체, 수리과 9종 27개체, 매과 3종 29개체, 두루미과 2종 17개체, 뜰부기과 2종 218개체, 검은머리물떼새과 1종 6,702개체, 물떼새과 2종 1,074개체, 도요새과 11종 7,528개체, 갈매기과 5종 8,761개체이었다. 오리과에 해당되는 조류 중에서 고니류는 1종 162개체, 기러기류는 2종 31,629개체, 수면성오리류는 11종 319,747개체, 잠수성오리류는 7종 31,680개체이었다. 14개 분류군 중에서 종수와 개체수는 오리과가 가장 많았으며, 그 다음으로 갈매기과, 도요새과, 검은머리물떼새과의 순으로 많았다.

### 3. 주요 우점종 도래현황

새만금에서 가장 우점한 종은 가창오리(*Anas formosa*, RD=61.1%,  $\bar{X}=31,380 \pm 88,336^{(1)}$ , range 0~250,000, n=8)이었으며, 그 다음으로 청둥오리(*Anas platyrhynchos*, RD=12.6%,  $\bar{X}=25,204 \pm 13,588$ , range 8,048~51,371, n=8), 쇠기러기(*Anser albifrons*, RD=5.6%,  $\bar{X}=5,116 \pm 7,808$ , range 0~23,094, n=8), 검은머리흰죽지(*Aythya marila*, RD=5.4%,  $\bar{X}=8,448 \pm 7,351$ , range 0~22,195, n=8)등이었다. 최우점종인 가창오리는 월동초기인 11월초에 만경강 일대에서 최대

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

	Ardeidae	Anatidae			Charadriidae	Scolopacidae	Laridae	others
		Geese	Dabbling ducks	Diving ducks				
N. S.*	5	2	11	7	2	11	5	25
N. I.*	723	31,629	319,747	31,680	1,074	7,528	8,761	7,902
(%)	(0.2)	(7.7)	(78.2)	(7.7)	(0.3)	(1.8)	(2.1)	(1.9)

\*N.S.: No. of species, N.I.: No. of individuals(Sum of Maximum count)

1)  $\bar{X}$ 는 평균을 의미하며 ±는 표준편차(SD)를 뜻함.

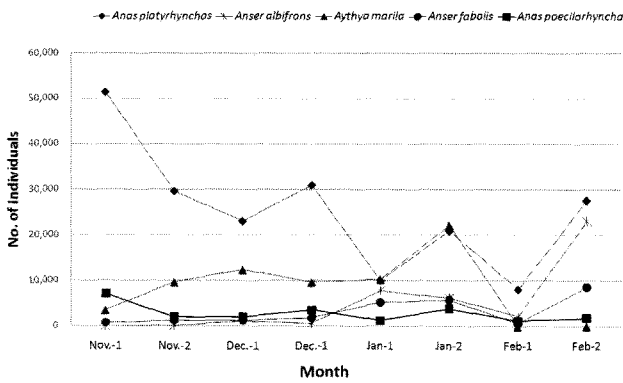


Figure 2. Changed Number of the dominant species in waterbirds on Saemangeum, Korea, Nov. 2008-Feb. 2009 (except *Anas formosa*)

250,000개체가 관찰되었으나 지속적으로 관찰되지 않았으며, 1월 말에 최대 1,000여 개체만이 관찰되었다. 차우점종은 청둥오리는 11월에 최대 50,000개체가 관찰된 후 지속적으로 20,000~30,000개체가 관찰되었으나 1월말과 2월초에 개체수가 크게 감소하는 경향을 보였다. 쇠기러기는 월동기간 동안 지속적으로 개체수가 증가하였으며 2월 말에 최대 개체수를 보였다. 검은머리흰죽지는 1월까지 지속적으로 개체수가 증가하였으나 2월에 개체수가 관찰되지 않았다 (Figure 2).

주요 우점종 중 쇠기러기는 월동후기로 갈수록 개체수가 증가하는 경향을 보였다( $r_p=0.72, p<0.05$ ). 중간 개체수의 상관관계는 가창오리와 청둥오리( $r_p=0.78, p<0.05$ ), 가창오리와 흰뺨검둥오리( $r_p=0.87, p<0.01$ ), 청둥오리와 흰뺨검둥오리( $r_p=0.85, p<0.01$ ), 큰기러기와 쇠기러기( $r_p=0.92, p<0.01$ ), 쇠기러기와 검은머리물떼새( $r_p=0.88, p<0.01$ )의 개체수에서 유의한 양의 상관관계를 가졌으며 새만금 지역으로의 도래패턴이 비슷한 종이였다(Table 2).

4. 주요종의 변화상

주요 우점종의 과거문헌을 통한 평균개체수와 최대개체수의 변화상을 알아보았다. 최우점종인 가창오리를 비롯하여 큰기러기, 쇠기러기, 검은머리흰죽지는 과거10년 전보다 평균개체수와 최대개체수가 점차적으로 증가하는 경향이 뚜렷하였다(Figure 3). 가창오리는 1990년대 최대 25,000여 개체의 관찰기록이 최대개체수 이었으나, 본 연구 결과 최대 250,000개체가 관찰되어 가창오리의 개체수가 크게 증가하였다. 그러나 조사 시기별 개체수 변동을 보면 11월 초에 250,000개체가 관찰된 이후 1월말에 1,000여 개체가 관찰되어 월별 관찰개체수의 변동이 컸다. 큰기러기와 쇠기러기는 과거부터 지속적으로 도래하였고, 쇠기러기는 최대 약 2,000여 개체, 큰기러기는 최대 약 5,000여 개체가 도래하는 것으로 보고되었지만(Lee, 2000a), 본 연구에서 쇠기러기는 최대 23,000여 개체, 큰기러기는 최대 8,000여 개체가 관찰되었으며, 과거 10여년 전보다 평균개체수와 최대개체수가 증가하였다. 검은머리흰죽지는 과거 100여 개체 미만의 적은 개체수의 기록만 있었으나 본 연구에서는 20,000여 개체가 관찰되어 개체수가 크게 증가한 것을 알 수 있었다. 청둥오리와 흰뺨검둥오리는 과거 10년 전과 비교해 보면 도래개체수가 크게 증가하거나 감소하는 경향은 보이지 않았다. 청둥오리는 과거에 비해 소폭 증가하는 경향은 있었으나 개체수의 증가는 크지 않았으며, 최대개체수 50,000여 개체가 지속적으로 도래하였다. 흰뺨검둥오리는 청둥오리에 비해 적은 개체수가 도래하는 패턴은 비슷하였으며, 년도별 도래 개체수는 큰 차이가 없었다. 흰뺨검둥오리는 평균 3,000여 개체, 최대개체수는 8,000~10,000여개체가 지속적으로 도래하였다. 흑부리오리(*Anas penelope*)는 과거에 비해 다소 증가한 경향을 보였으나 그 증가폭은 크지 않았으며, 민물도요는 02-03년도에 비해 감소하였으나

Table 2. Pearson's correlation between season and wintering population

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		0.78*	-0.27	-0.27	-0.33	0.87**	-0.15	0.10	-0.45
B			-0.17	-0.13	-0.21	0.85**	0.12	0.38	-0.13
C				-0.28	0.92**	-0.33	0.88**	-0.29	0.50
D					0.10	0.10	-0.49	0.12	0.24
E						-0.25	0.68	-0.19	0.63
F							-0.21	0.15	-0.15
G								-0.15	0.45
H									0.07
Survey month	-0.58	-0.65	0.72*	-0.17	0.68	-0.57	0.51	-0.64	0.49

A: *Anas formosa* B: *Anas platyrhynchos* C: *Anser albifrons* D: *Aythya marila* E: *Anser fabalis* F: *Anas poecilorhyncha*

G: *Haematopus ostralegus* H: *Calidris alpina* I: *Tadorna tadorna*

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

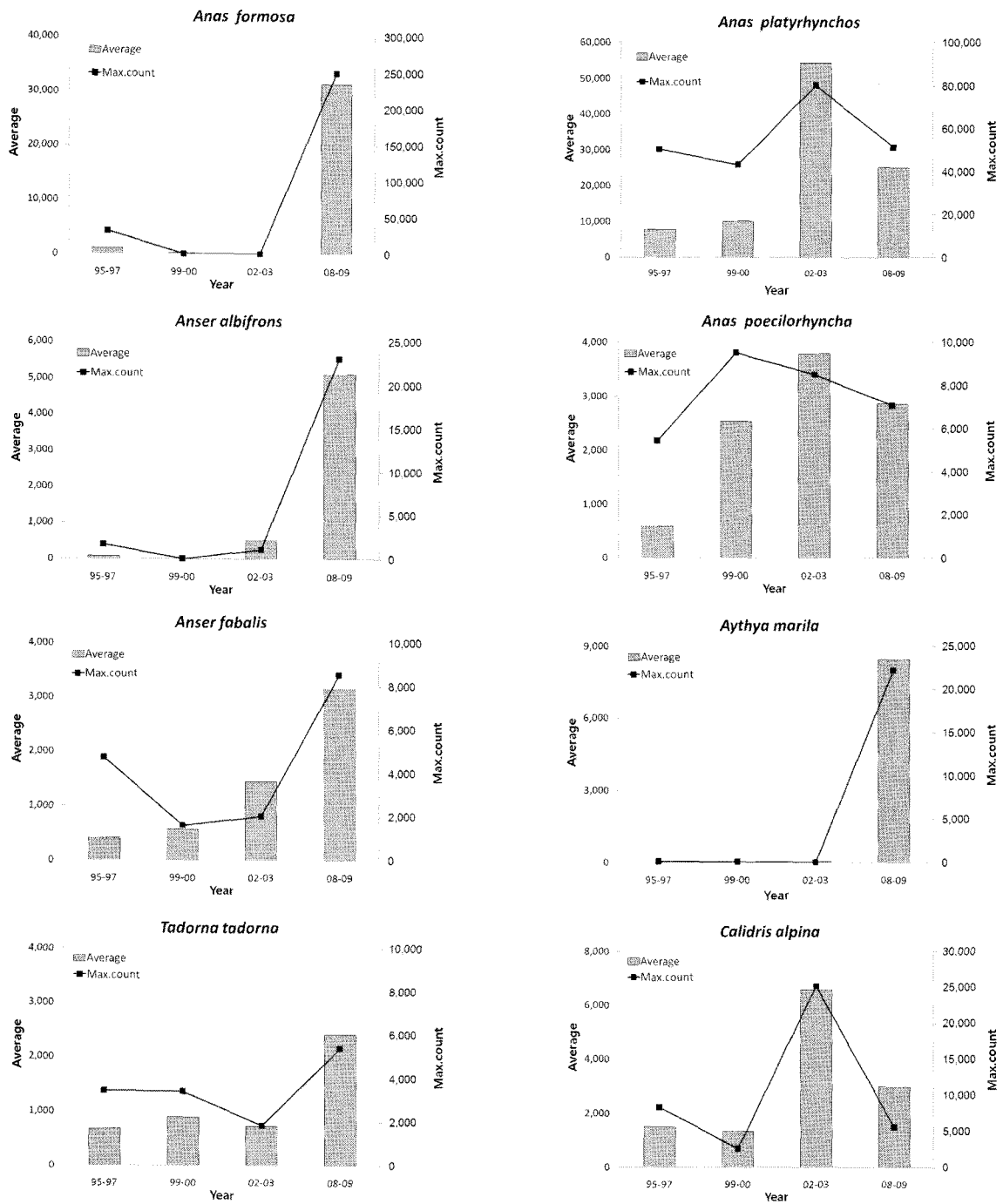


Figure 3. Change of the average (bars) and Maximum count (black quadrangle) on the dominant species in Saemangeum. Average and Maximum population was reviewed from wintering season of 95~97(Lee, 2000a), 99~00 (CHA, 2000), 02~03 (KRCC, 2003). Population data 08~09 is result of this study.

2000년 이전의 개체수와 비슷한 개체수를 유지하였다.

### 고 찰

08~09년 새만금 지역에서 관찰된 맹금류를 포함한 수조류는 69종으로 문화재청이 보고한 52종과 농어촌공사가 보고한 65종(CHA, 2000; KRCC, 2003)보다 종수가 많았으며, 서·남해안 연안습지인 한강하구지역의 67종, 금강하구

지역의 52종(Kang *et al.*, 2008; 2010)에 비해 관찰된 수조류가 많았다. 관찰된 분류군은 14개 분류군으로 18개 분류군이 도래하는 서해안 지역(Lee, 2000a)에 비해 적었으나 새만금 지역에서 문화재청이 보고한 12개 분류군보다 많아(CHA, 2000) 새만금 지역이 방조제 물막이 공사 이후 갯벌이 육지화 되는 환경변화가 있지만 아직까지 월동 수조류의 중요한 서식지임을 알 수 있었다.

본 조사 주요 우점종은 가창오리, 청둥오리, 쇠기러기, 검은머리흰죽지 이었으나 기존연구(CHA, 2000)에서는 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 흑부리오리, 민물도요로 주요 우점종의 변화가 있었다. 최우점종인 가창오리는 기존 연구에서는 100개체의 미만의 소수의 개체가 관찰되었으나 본 연구에서는 월동초기에 최대 250,000개체가 관찰되어 개체수의 큰 변화가 있었다. 가창오리는 2000년대 이전 천수만, 금강하구, 아산호, 고천암호, 금호호 등에 도래·월동하며 최대 45,000개체가 관찰되었으나(Kang and Cho, 1996; Lee, 2000a; Lee *et al.*, 2001), 최근 중부지역에서 개체수가 급격히 증가하였으며, 인근 금강하구에서 최대 450,000개체가 도래하는 것이 보고되었다(Kang *et al.*, 2010). 따라서 새만금 지역에서 관찰된 가창오리는 월동초기에 최대 개체수가 관찰된 이후 지속적으로 관찰되지 않는 점으로 보아 인근 금강하구에 도래하는 개체가 일시적으로 유입된 것으로 생각된다.

새만금은 방조제 물막이 공사의 완공으로 인위적인 수위조절을 실시하여 점차적으로 갯벌의 육지화가 진행되고 있으며, 간척호화(담수화) 되는 환경변화가 발생하고 있다. 이러한 갯벌손실과 담수화는 조류에 있어 잠수성오리류의 증가와 갯벌 의존성이 강한 도요·물떼새의 개체수 감소를 유발한다(Korea Water Resource Corporation:KWRC, 2005). 간척호의 담수화 과정에서 잠수성 오리류의 증가는 담수화로 인한 수생식물이 생육하여 잠수성오리류의 먹이가 되는 소형어류, 갑각류, 연체동물 등이 서식하기 때문으로 알려져 있다(KWRC, 2005). 그러므로 잠수성 오리류인 검은머리흰죽지의 개체수의 증가는 새만금이 담수화되는 과정 중에 먹이자원의 증가에 의해 것으로 판단된다.

기존 연구 결과 주요 우점종인 흑부리오리는 본 연구 결과 개체수가 소폭 증가하는 경향을 보였다. 흑부리오리는 간척지 의존성이 강한 종으로 연체동물이나 갑각류, 어류, 곤충 등을 취식한다(Won, 1981; Kim *et al.*, 2005). 현재 새만금 방조제가 완공되었으나 수위조절을 의한 일부 갯벌이 지속적으로 존치되어 있고 수위변화의 폭이 적어 취식시간을 안정적으로 확보할 수 있으며, 담수화에 따른 먹이 생물자원의 증가로 흑부리오리의 개체수가 일부 증가한 것으로 생각된다. 갯벌 의존성이 높고 갯벌내 주요 우점종인 민물도요는 02~03년에 큰 폭으로 증가하였으나 평균

2,000~3,000여 개체가 지속적으로 도래하였다.

민물도요는 고동류인 연체동물과 갯지렁이류를 주 먹이로 하는 것으로 알려져 있으며(Lee, 2000b), 새만금 방조제 완공 이후 민물도요의 주요 먹이인 서해비단고동(*Umbonium thomasi*)이 감소하였고, 딱개비류가 증가하는 등의 저서생물상의 변화를 있었다(An *et al.*, 2006). 그러므로 방조제 완공에 따른 민물도요 먹이원인 고동류의 감소가 02~03년에 비해 08~09년의 개체수를 감소시킨 주 원인으로 생각해 볼 수 있다.

그러나 민물도요가 봄과 가을에 우리나라를 중간기착지로 이용하며, 많은 개체수가 관찰된 02~03년의 월별 결과를 보면 9월에 40,000여 개체, 10월에는 20,000여 개체, 11월 초에는 8,700여 개체로 월동기에 개체수가 급감하며 조사 시기에 따른 개체수의 변동이 크다는 것을 알 수 있었다(KRCC, 2003). 따라서 본 조사는 11월 결과부터 분석하였고 02~03년에는 10월 조사결과가 분석된 점을 고려하면 조사 시기에 따른 결과가 더 크게 반영된 것으로 생각된다.

새만금 지역의 주요 우점종 중 조사시기에 따라 양의 상관관계를 보인 쇠기러기는 월동기 동안 지속적으로 증가하여 월동 중기에 최대개체수가 관찰되었다. 쇠기러기의 주요 도래지는 한강하구, 천수만 등 주변에 대단위 농경지가 있는 지역이다. 한강하구에서는 기온이 낮을 때 인근 지역에서 유입되어 개체수가 증가하며, 천수만에서는 먹이가 고갈 되면 인근 지역으로 분산되어 개체수가 감소하는 등 쇠기러기 개체수는 기온과 먹이에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 2008; Yoo *et al.*, 2008). 따라서 새만금의 쇠기러기는 주변 도래지에서 기온의 감소와 먹이원의 고갈에 따라 월동초기 이후 점차적으로 유입되는 것으로 판단된다.

개체군간 양의 상관관계를 보인 가창오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리는 기존연구결과에서는 월동중기에 최대개체수가 관찰되었으나 본 연구 결과 월동초기에 최대 개체수가 도래한 후 점차적으로 감소하는 경향을 보여 이들 종의 도래패턴에 변화가 발생한 것을 알 수 있었다. 수금류에 있어 먹이원은 분산의 중요한 요인으로 알려져 있으며 월동중기 이후 낙곡이외의 단백질 먹이원을 필요로 하는 것으로 알려져 있다(Prater, 1981; Smith *et al.*, 1989). Lee(2000a)는 새만금 지역의 간척지가 월동후기 이후 수금류에게 단백질 먹이원을 제공할 수 있어 이 지역에 도래하는 수금류의 개체수 변동이 없는 것으로 보고하였다. 따라서 이러한 수금류 도래 패턴의 변동은 방조제 물막이 공사의 완공으로 인한 갯벌의 손실과 갯벌의 환경변화에 어느 정도 영향을 받은 것으로 생각된다.

종간 상관관계를 보면 쇠기러기와 검은머리물떼새가 상관관계를 보였다. 검은머리물떼새는 새만금 인근에 있는 유

부도 갯벌이 주 서식지로 알려져 있으며, 월동 개체수도 3,000여 개체로 알려져 있다(Lee *et al.*, 2002a). 따라서 월동기 동안 일부 개체들은 새만금 지역에서 월동하는 것으로 판단되지만 조사시기별 관찰되는 개체수의 변동이 큰 것으로 보아 새만금 인근에 위치한 유부도 갯벌 지역과 새만금 갯벌지역으로 개체들의 이동이 있는 것으로 생각된다. 이러한 이동패턴으로 인하여 쇠기러기와 검은머리물떼새의 상관관계가 발생한 것으로 생각되며, 상관관계를 보인 중간 도래패턴이 본 조사시에 나타나는 한정적인 결과인지에 대해서는 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

새만금 방조제 완공 이후 갯벌의 손실, 대규모 담수화 과정, 염생식물 군락지 조성 등 환경변화가 이루어졌으며, 어류, 저서생물 등 다양한 생물상의 변화를 가져왔다(An *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2007; Sin and Kim, 2010). 본 연구 결과 주요 우점종의 변동이 있었으며, 이들의 도래패턴의 변동도 있었다. 현재 새만금 일대에 다양한 개발계획이 수립되어 있으며 개발이 진행됨에 따라 갯벌의 매립, 서식공간의 변화(간척호화), 축소(도시부지 개발) 등 지속적인 환경변화가 이루어질 것이다. 따라서 향후 새만금에 도래하는 월동 수조류의 변화가 발생할 것으로 생각되며, 지속적인 모니터링을 통해 새만금 지역에 도래하는 조류 군집의 현황을 파악하여 적절한 관리방안의 수립이 필요할 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- An, S., J.H. Lee., H.J. Woo, B.J. Koo, H.G. Lee, J.W. Yoo and J.G. Je(2006) Benthic Environment and Macrofaunal Community Changes During the Dike Construction in Saemangeum Subtidal Area, Korea. *Ocean and Polar Research* 28(4): 369-383.
- Choi, Y.B. and S.H. Jung(1995) Survey of the Waders on the West Coast of Korea -With Special Reference to Wader on Kwanghwal Mudflat in Kimje, Chollabok Do-. *Kor. J. Orni.* 2(1): 57-73.
- Cultural Heritage Administration(2000) *Monitoring Avian Natural Treasures Wintered at Major Wetlands in Korea.* 486pp.
- Gunsansi(2009) *Change of Avifauna in Gumgan and Saemangeum.* 180pp.
- 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 the World(2nd ed.).* Academic Press, London, 641pp.
- Kang, H.Y. and S.R. Cho(1996) *Wintering ecology of the Bilkal Teal Anas formosa and carrying capacity of their habitats.* *Kor. J. Orni.* 3(1): 33-41.
- 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.
- 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.
- 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.* *Kor. J. Env. Eco.* 19(3): 305-311.
- Kim, J.H.(1998) *Ecology and Management of Migratory Birds in Korea.* Ph. D. Thesis, Kyung Hee University, 94pp.
- Korea Rural Community Corporation(2003) *Habitats and shelters for Migratory Birds( I ).* 383pp.
- Korea Rural Community Corporation(2005) *Habitats and shelters for Migratory Birds( II ).* 152pp.
- Korea Water Resource Corporation(2005) *Ecological Network Planning in Sihwa District.* 264pp.
- Lee, H.S., J.Y. Yi, H.C. Kim, S.W. Lee and W.K. Peak(2002a) *Yubu Island, the Important Waterbird Habitat on the West Coast of Korea and Its Conservation.* *Ocean and Polar Research* 24(1): 115-121.
- Lee, K.S.(2000a) *Current Status and Population Fluctuations of Waterbirds on the West Coast of Korea.* Ph. D. Kyung Hee University, 211pp.
- Lee, K.S., I.K. Baek and J.C. Yoo(2002b) *Important Wintering & Migrating route for Waterbirds on the Intertidal Mudflat of Mankyung River Estuary.* *Bull. Kor. Inst. Orni.* 8(1): 1-7.
- Lee, S.W.(2000b) *Feeding ecology of migratory waders in relation to the preys on the southern tidal flat of Kanghwa Island in the west coast of Korea.* Ph. D. Kyung Hee University, 191pp.
- Lee, T.W., H.B. Hwang and S.W. Hwang(2007) *Change in Fish Species Composition in the Saemangeum Reservoir after the Construction of Dike in 2006-2007.* *Journal of the Korean Society of Oceanography* 12(3): 191-199.
- Lee, W.S., C.R. Park., S.J. Rhim and W.H. Hur(2002c) *Characteristics of Bird Community in Mangyeong River Area.* *Korean J. Ecol.* 25(3): 131-137.
- 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.* *Korean J. Ecol.* 24(30): 181-189.
- Lee, W.S., T.H. Koo and J.Y. Park(2000) *A field Guide to the birds of Korea.* LG Foundation, Seoul, 320pp.
- Prater, A.J.(1981) *Estuary Birds of Britain and Ireland.* T&AD Poyser Ltd. London, 440pp.
- Sim, K.S. and C.L. Lee(1999) *Fish Fauna of the Saemankum Area*

- in the West Coast of Chollabuk-do, Korea. Korea J. Environ. Biol. 17(3): 293-303.
- Sin, M.H. and C.H. Kim(2010) Traits of Water Level Control by Sluice Gates and Halophyte Community Formation in Saemangeum. Kor. J. Env. Eco. 24(2): 186-193.
- Smith, L.M., R.L. Rederson and R.M. Kaminski(1989) Habitat Management for Migration and Wintering Waterfowl in North America. Texas Tech University Press, Texas, 560pp.
- The Ornithological Society of Korea(2009) Checklist of the Birds of Korea. 133pp.
- Won, P.O.(1981) Illustrated flora&fauna of Korea Vol.25 Avifauna. Ministry of Education. Seoul, 1,126pp.
- Yoo, S.H., I.K. Kim, T.H. Kang, J.P. Yu, S.W. Lee and H.S. Lee(2008) Wintering Bird Community in Cheonsu Bay and the Relationship with Food Resources. Kor. J. Env. Eco. 22(3): 301-308.



Appendix 1. Monthly observed number of Waterbirds in Saemangeum from Nov. 2008 to Feb. 2009

NO.	Scientific name	Nov. -1	Nov. -15	Dec. -1	Dec. -12	Jan. -9	Jan. -21	Feb. -2	Feb. -20	Max. Count
1	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	68	4	1	4	16	25	24	8	68
2	<i>Podiceps cristatus</i>	125	101	15	203		18	61	27	203
3	<i>Podiceps nigricollis</i>							1		1
4	<i>Phalacrocorax carbo</i>	94	5	138	61		82	82	81	138
5	<i>Phalacrocorax capillatus</i>	288	30		142		1	71	155	288
6	<i>Ardea cinerea</i>	438	262	174	198	27	69	28	121	438
7	<i>Ardea alba</i>	227	93	9	14	8	28	16	10	227
8	<i>Egretta garzetta</i>	37	7		6	1	2			37
9	<i>Bubulcus ibis</i>	1								1
10	<i>Nycticorax nycticorax</i>			1	10	1	20	11	14	20
11	<i>Ciconia boyciana</i>			1						1
12	<i>Platalea leucorodia</i>	15	37	7		10	2	36	17	37
13	<i>Platalea minor</i>	11	2							11
14	<i>Cygnus cygnus</i>	3		100	131	151	162	5	104	162
15	<i>Anser fabalis</i>	750	1,302	1,260	1,876	5,146	5,723	645	8,535	8,535
16	<i>Anser albifrons</i>		155	1,096	600	7,691	6,115	2,180	23,094	23,094
17	<i>Tadorna tadorna</i>	244	336	1,949	5,371	2,917	3,452	588	4,426	5,371
18	<i>Aix galericulata</i>	2					1			2
19	<i>Anas penelope</i>	9			83	6	8	133	194	194
20	<i>Anas falcata</i>	3			2					3
21	<i>Anas strepera</i>							4	22	22
22	<i>Anas formosa</i>	250,000	27				1,004			250,000
23	<i>Anas crecca</i>	2,678	990	264	776	352	482	125	419	2,678
24	<i>Anas platyrhynchos</i>	51,371	29,649	23,045	30,996	9,990	20,926	8,048	27,606	51,371
25	<i>Anas poecilorhyncha</i>	7,083	2,082	2,061	3,551	1,271	3,852	1,180	1,794	7,083
26	<i>Anas acuta</i>	113	233	637	173	79	2,923	12	18	2,923
27	<i>Anas clypeata</i>	29	5	3	100	45		89	7	100
28	<i>Aythya ferina</i>	1,350	343	44	1,645	2,574	1,419	3,898	575	3,898
29	<i>Aythya fuligula</i>	3,717	1,180	3,507	1,547	1,635	671	2,927	4,830	4,830
30	<i>Aythya marila</i>	3,463	9,600	12,401	9,680	10,245	22,195			22,195
31	<i>Bucephala clangula</i>			5		4		14		14
32	<i>Mergus albellus</i>				8	2	5	2	4	8
33	<i>Mergus serrator</i>		43							43
34	<i>Mergus merganser</i>	5	54	171	536	280	692	97	213	692
35	<i>Pandion haliaetus</i>	2		1				2		2
36	<i>Haliaeetus albicilla</i>		2	1			1			2
37	<i>Haliaeetus pelagicus</i>				2					2
38	<i>Circus cyaneus</i>	1	1	1	8	1	1		1	8
39	<i>Accipiter nisus</i>			1		1	1	1		1
40	<i>Accipiter gentilis</i>					1				1
41	<i>Buteo buteo</i>	2	1	1	4	3	8	3	6	8
42	<i>Buteo hemilasius</i>			1	2	2				2
43	<i>Aquila heliaca</i>			1						1
44	<i>Falco tinnunculus</i>	14	10	9	10	4	12	9	7	14
45	<i>Falco columbarius</i>			12	1	2				12
46	<i>Falco peregrinus</i>	3	1	1	1	2	1		1	3
47	<i>Grus japonensis</i>					2				2

## Appendix 1. (Continued)

NO.	Scientific name	Nov. -1	Nov. -15	Dec. -1	Dec. -12	Jan. -9	Jan. -21	Feb. -2	Feb. -20	Max. Count
48	<i>Grus vipio</i>					2	15		4	15
49	<i>Gallinula chloropus</i>	3								3
50	<i>Fulica atra</i>	215	1		3	77	85	55	10	215
51	<i>Haematopus ostralegus</i>	481	639	763	1,052	273	26	330	6,702	6,702
52	<i>Vanellus vanellus</i>		11			7	11		39	39
53	<i>Pluvialis squatarola</i>	1,006	1,035	823	792	571	50	42	70	1,035
54	<i>Limosa limosa</i>	105	4							105
55	<i>Limosa lapponica</i>	20								20
56	<i>Numenius arquata</i>	431	425	217	480	508	242	166	165	508
57	<i>Numenius madagascariensis</i>	23		150	221	5			1	221
58	<i>Tringa erythropus</i>	28								28
59	<i>Tringa totanus</i>			2						2
60	<i>Tringa nebularia</i>	247								247
61	<i>Tringa ochropus</i>		2	2						2
62	<i>Calidris tenuirostris</i>	800								800
63	<i>Calidris ruficollis</i>	85		20						85
64	<i>Calidris alpina</i>	3,475	5,510	2,354	4,960	4,460	1,120	30	1,895	5,510
65	<i>Larus crassirostris</i>	4,309	1,659	589	56	20	11	10	183	4,309
66	<i>Larus canus</i>	3					4	6		6
67	<i>Larus vegae</i>	1,169	603	311	486	161	625	136	922	1,169
68	<i>Larus ridibundus</i>	329	435	803	1,361	313	378	148	3,000	3,000
69	<i>Larus saundersi</i>	100	101	252	277	11	27	9	110	277
	No. of species	49	40	45	42	43	43	39	39	69
	No. of individuals	334,975	56,980	53,213	67,450	48,877	72,495	21,224	85,390	409,044