

# 천수만에서 월동하는 조류군집과 먹이 자원과의 관계<sup>1</sup>

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

## Wintering Bird Community in Cheonsu Bay and the Relationship with Food Resources<sup>1</sup>

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

### 요약

2006년 10월부터 2007년 3월까지 충청남도 태안·홍성군 및 서산시에 걸쳐있는 천수만의 간월호와 부남호에 서식하는 조류상과 분포 및 먹이량에 대하여 조사하였다. 총 142종 최대개체수 합계 362,797개체, 평균개체수 합계 84,818개체 조사되었다. 월동기 동안 초기와 말기를 제외한 전시기 안정적인 종수가 관찰되었으며, 개체수는 겨울 후반기로 갈수록 지속적으로 감소하였다. 주요 우점종은 큰기러기 *Anser fabalis*, 가창오리 *Anas formosa*, 쇠기러기 *Anser albifrons*, 청둥오리 *Anas platyrhynchos*, 고방오리 *Anas acuta*였다. 큰기러기, 가창오리, 청둥오리, 고방오리는 지속적인 감소경향, 쇠기러기는 안정적으로 유지되는 개체군 양상을 보였다. 간월호와 부남호간 종개체수, 종다양도는 유의한 차이가 없었으며, 조사시기와 종다양도, 개체수는 유의한 상관관계를 가졌다. 또한, 각 서식지 별 군집지수는 서로 밀접한 관계를 가지는 경우가 많았다. 대형추수기계와 소형추수기계간 낙곡량은 유의한 차이가 있었다(3배이상). 또한 벧짚을 수거하는 경우와 존치하는 경우 낙곡량은 유의한 차이가 있었다(3배이상). 잔존 낙곡량은 월동기 중반에 급격히 감소하였으며, 12월과 2월의 잔존 먹이량의 차이는 유의하지 않았다. 조류개체군의 수는 잔존 낙곡량과 강한 상호관계가 있었다.

주요어 : 수금류, 개체군 변동, 논, 낙곡, 천수만

### ABSTRACT

We conducted the survey about the avian fauna, population, community and correlation between avian population and densities of the fallen rice grain in Cheonsu reclaimed area(Ganwol and Bunam Lake and reclaimed land) from Oct. 2006 to Mar. 2007. Total surveyed species number was 142 species, sum of maximum count of each species was 362,797 individuals, sum of average count of each species was 84,818 individuals. Comparing with early and late wintering season, number of species was stable in each survey time, but total population was decreased as the season progressed. Dominant species were Bean Geese *Anser fabalis*, Baikal Teals *Anas formosa*, White-fronted Geese *Anser albifrons*, Mallards *Anas platyrhynchos* and Pintails *Anas acuta*. Population fluctuation of the Bean Geese *Anser fabalis*, Baikal Teals *Anas formosa*, Mallards *Anas platyrhynchos*, Pintails *Anas acuta* was decreasing, but population of the White-fronted Geese *Anser albifrons* was stable. Number of species, total population were not significantly different among Ganwol, Bunam and

1 접수 12월 31일 Received on Dec. 31, 2007

2 한국환경생태연구소 Korea Institute of Environmental Ecology, Daejeon(305-509), Korea

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

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

Cheonsu Bay. Survey period was significantly correlated with species diversity and population in each area, and most community indices of each area were shown significant correlation. The density of the fallen rice grain was significantly different between the harvested rice paddy by big harvesting machine and small harvesting machine. Density of the fallen rice grain in stubble collected area was significantly different with area of stubble not collected. Density of the fallen rice grain was drastically decreased in the middle of wintering season, but not significantly different between Dec. 2006 and Feb. 2007. Avian population was strongly correlated with number of fallen rice grain in the same period.

**KEY WORDS : WATERFOWL, POPULATION FLUCTUATION, RICE PADDY, FALLEN RICE GRAIN, CHEONSU BAY**

## 서론

서식지 내에서 조류의 개체군과 군집의 규모가 변화하는 것은 계절적인 이동(migration; Lincoln *et al.*, 1998), 먹이 고갈에 따른 인접 서식지로의 이동(Newton, 1998), 먹이량의 증가(Noordhuis *et al.*, 2002), 기온 및 서식지의 변화(Jorde *et al.*, 1984; 이기섭, 2000; 박성근, 2002), 방해요인(Park *et al.*, 2000; Quan *et al.*, 2002; Kim, 2003) 등 다양한 원인이 존재한다. 동물들이 살아가기 위해 중요한 활동은 여러 가지가 있겠지만, 그중 먹이 자원은 매우 중요한 환경적 제한요인(environmental limiting factor; Newton, 1998)이며, 먹이를 구하기 위한 서식지의 선택은 동물의 생존에 있어 매우 중요한 활동일 것이다. 따라서 조류의 개체군과 군집의 규모에 대한 먹이 자원의 영향은 매우 클 것이며, 먹이자원의 양과 분포의 변화는 기타요인에 비하여 중요한 연구 주제일 것이다.

먹이자원과 개체군 및 군집간의 상관관계에 대한 연구는 다양하게 진행되었다(이정연, 2001; 철원군, 2002; Noordhuis *et al.*, 2002). 선호먹이의 증가는 해당 먹이를 선호하는 수조류의 개체군을 증가시키며(Noordhuis *et al.*, 2002), 먹이의 감소는 해당 먹이를 이용하는 조류의 분포 변화(최유성 등, 2004)와 개체군 감소를 유발한다(Han *et al.*, 2003).

천수만은 1992년 간척이 완료되어 현재까지 농경지로 운영되는 지역이다. 논 농사를 짓기 시작한 후 천수만은 수많은 월동 수조류가 서식하는 지역으로 변모하였다(조삼래, 1994; 이기섭, 2000). 간척되기 전의 천수만은 섬금류(shore bird)가 주로 서식하는 지역이었으나, 수금류(waterfowl)가 우점하는 지역으로 변모하였다(조삼래, 1994; 이기섭, 2000). 최근 천수만은 개인으로의 매각, 기업도시 건설 계획 등으로 인하여 변화에 직면 하였으며, 앞으로도 큰 변화를 가져올 것으로 예상된다. 특히 개인으로의 매각으로 인한 농업 형태의 변화는 수조류 서식양상에 변화를 줄 것으로 판단된

다. 또한 향후 기업도시 건설에 의한 농경지의 감소와 공사에 의한 방해요인은 서식지 질에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

본 연구는 천수만 전체 조류의 현황과 월별 개체군 및 군집특성의 변화를 알아보고, 서로 인접한 부남호와 간월호 간의 연관성에 대하여 파악하고자 하였다. 또한 영농방법에 따른 낙곡량(잔존먹이량)을 파악하여 본 요인이 조류의 서식에 주는 영향을 알아보려 하였다.

## 연구 및 분석방법

### 1. 현지조사 시기 및 범위

현지 조사는 2006년 10월부터 2007년 3월까지 월 2회씩 총 12회 서식하는 조류상에 대한 조사를 실시하였다. 조사 대상은 충청남도 태안군과 서산시, 홍성군에 걸쳐 위치하는 간척지인 천수만(Cheonsu Bay: C), 간월호(A지구; Ganwolho: G)와 부남호(B지구; Bunamho: B)이며, 호수와 해안, 농경지를 대상으로 조류상을 조사하였다(Figure 1).

### 2. 연구방법

#### 가. 조류상

천수만을 1km×1km 가상 격자로 나누어 부남호 83개 격자, 간월호 177개 격자의 총 260개로 분할하여 격자 내에 분포 및 서식하는 조류의 종과 개체수를 파악하였다(Figure 1). 조류의 종과 개체수는 쌍안경(8×40) 및 Field scope(×20-60) 등을 이용하여 파악하였다. 물새류가 집중되어 있는 지역은 정점조사법(Point-count method), 분산되어 있는 지역은 제방 및 농로를 따라 선조사법(Line-census method)에 의하여 조사하였다(Bibby *et al.*, 1997). 격자는 CAD도면을 이용하여 격자를 입힌 지도를 사용하였다. 현재위치와 세부 조

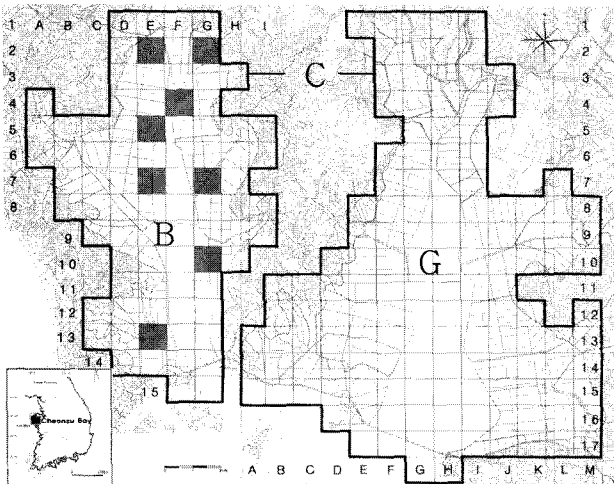


Figure 1. Survey area of the Cheonsu Bay(C). sub area were Bunam(B) and Ganwol(G) reclaimed area

Shaded quadrats indicate the sampling site of density of the rice grain and bird population

사지역의 구분은 휴대용 GPS(GARMIN e-Tracks vista C)를 이용하였다. 간월호와 부남호 내에 서식하는 조류군집의 서식지간 이동을 고려하여 중복을 회피하기 위해, 각 지역은 3~4시간 이내에 조사를 마쳤으며, 1일 이내의 시차를 두고 조사를 실시하였다. 조사결과의 집계는 원병오(1981)와 이우신 등(2001)에 의거 동정하였으며, 군집의 분석은 우점도, 종다양도(H') 등을 다음 공식에 의하여 산출하였다.

◎ 우점도(Dominance, MacArthur and MacArthur, 1961)

$$Dom. = (ni/N) \times 100(\%) \quad (ni: i \text{ 종의 개체수 합}, N: \text{전체 종의 개체수 합})$$

◎ 종 다양도(Species diversity, Shannon and Weaver, 1963)

$$H' = -\sum (ni/N) \ln(ni/N) \quad (ni: i \text{ 지역의 한 종의 개체수}, N: i \text{ 지역의 총 개체수})$$

나. 낙곡량 및 밀도변화

먹이량을 조사하던 10월 말은 이미 많은 수의 수조류가 도래하여 먹이를 먹은 지역이 존재하였기 때문에 추수직후 낙곡량과 낙곡의 무게 측정을 위하여 현장에서 추수를 실시하고 있는 농경지를 방문하여, 낙곡을 채취하고 낙곡 무게를 분석 하였다. 떨어진 낙곡 중 이삭형태로 떨어진 것을 채취하여 비닐팩에 수집하였다. 이후 실험실로 운송하여, 김불과 낙곡의 이물질을 제거, 2일간 햇볕에 자연 건조한 후 전자저울을 이용하여(OHAUS Adventurer ±0.001g) 낙곡 100개씩 10개 샘플을 0.001g단위로 측정하였다.

부남호의 농경지를 대상으로 차량의 통행이 많은 수변부의 주도로를 기준으로 도로인접지역과 도로에서 250m이상

벗어난 지역, 대형기계를 이용하여 추수된 지역과 소형 기계를 이용하여 추수된 곳의 4가지 요인으로 구분하여 조사 하였다. 수면을 기준으로 동서 측에 4개씩의 대상지를 선정하여 좌표를 기록하고, 선정된 논에서 20개의 방형구(20cm × 20cm)를 무작위로 선정하여 알곡수를 산정하였다. 요인별로 20개씩 총 80개 방형구를 조사하였으며, 도래초기(10월), 중기(12월), 말기(2월)의 3 시기로 구분하여 동일한 논을 대상으로 낙곡 밀도를 산출하였다.

3. 분석방법

우점종의 종별 도래경향, 종다양도와 종수, 개체수 간의 관계는 조사 시기와 각 변수간에 Pearson's correlation 분석을 실시하여 증가 감소 및 서로의 상관정도를 파악하였다. 수조류의 주요 먹이인 낙곡량의 비교는 2 표본간 비교의 경우 Duncan test(independent sample t-test)를 실시하였다. 3 표본 간 비교의 경우 Turkey test(ANOVA test)를 실시하였다. 낙곡량과 수조류 개체수와의 상관관계는 낙곡량 격자 20개 방형구(각 20×20cm)의 낙곡 수의 합계와 이에 해당 격자(1×1km)내의 수조류 개체수를 이용하여 구하였다. 통계분석을 위한 프로그램은 SPSS11.0k를 사용하였다.

연구결과

1. 조류군집(2006-2007)

가. 전체 조류상

2006년 10월부터 2007년 3월까지 총 142종 최대개체수 합계 362,797개체 평균개체수 합계 84,818개체가 조사되었다. 가장 많은 종을 기록한 시기는 10월 2차 조사였으며 76종 266,573개체가 관찰되었다. 11월 1차에서 3월 1차 조

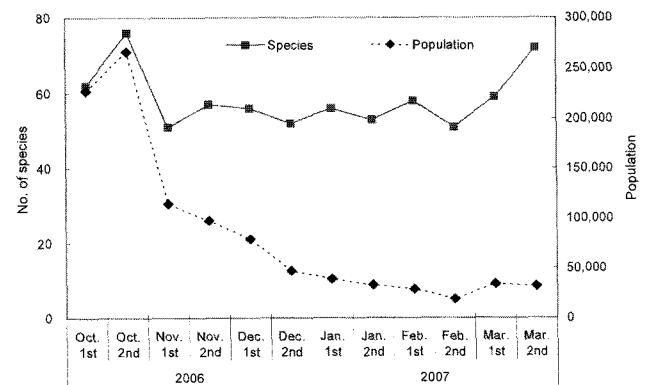


Figure 2. Seasonal change of the number of species and population

Table 1. Pearson's correlation between season and wintering populations(n=12)

	<i>Anser fabalis</i>	<i>Anas formosa</i>	<i>Anser albifrons.</i>	<i>Anas platyrhynchos</i>	<i>Anas acuta</i>
Month	<b>-0.81**</b>	<b>-0.62*</b>	-0.32	<b>-0.60*</b>	<b>-0.68**</b>
<i>Anser fabalis</i>		<b>0.70*</b>	-0.07	0.57	<b>0.89***</b>
<i>Anas formosa</i>			-0.29	0.17	0.52
<i>Anser albifrons.</i>				0.56	0.07
<i>Anas platyrhynchos</i>					<b>0.66*</b>

Month: Survey month

Pearson correlation r: \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

사까지 51종에서 59종이 큰 변화없이 도래하여 안정적인 월동양상을 보였다. 하지만, 개체수 차원에서는 초기 20만 이상의 개체수가 급격히 감소하여 2월 2차까지 지속적으로 감소하는 양상을 보였다(Figure 2).

나. 우점종의 도래양상

가장 우점한 종은 큰기러기 *Anser fabalis*가 최대개체수 149,196개체 평균개체수 37,774.9±14,762.7(mean±standard error) 우점도는 44.5%였다. 차우점 종은 가창오리 *Anas formosa*가 최대개체수 115,000개체, 평균개체수는 15,849.6±12,593.9(18.7%)개체, 쇠기러기 *Anser albifrons*가 26,566개체, 평균개체수 10,041.2±2,289.5(11.8%)개체, 청둥오리 *Anas platyrhynchos* 최대개체수 24,526개체 평균개체수 8880.1±2341.1(10.5%)개체, 흰뺨검둥오리 *Anas poecylorhyncha*가 최대개체수 9,588개체 평균개체수 4,083.2±799.4(4.8%)개체, 고방오리 *Anas acuta*가 17,050개체 2,975.5±1,850.3(3.5%)개체 순으로 우점하였다. 5개 우점종 중 가창오리와 고방오리는 월동 초기 대규모의 개체군이 도래하였으나 11월 2차까지 급격한 감소를 보이며, 12월 이후는 관찰되지 않다가 3월경 소수가 관찰되는 도래양상을 보였다(Figure 3). 조사시기에 따른 큰기러기, 가창오리, 청둥오리, 고방오리의 개체군은 유의하게 음의 상관관계를 가졌다(큰기러기:  $r_p = -0.81, p < 0.01$ , 가창오리:  $r_p = -0.62, p < 0.05$ , 청둥오리:  $r_p = -0.60, p < 0.05$ , 고방오리:  $r_p = -0.68, p < 0.05$ , Table 1). 종간 개체수의 상호관계는 큰기러기와 가창오리, 큰기러기와 고방오리, 청둥오리와 고방오리의 개체수에서 유의한 양의 상관관계를 가졌다(큰기러기가창오리:  $r_p = 0.70, p < 0.001$ , 큰기러기-고방오리:  $r_p = 0.89, p < 0.01$ , 청둥오리-고방오리:  $r_p = 0.66, p < 0.05$ ).

2. 지역별 월동군집의 변화

가. 지역별 종과 월동군집 개체수의 변화

간월호의 종수는 부남호의 종수와 큰 차이가 없었으며 (F=0.428, t=1.712, df=22, p=0.101), 두 지역의 개체수 또

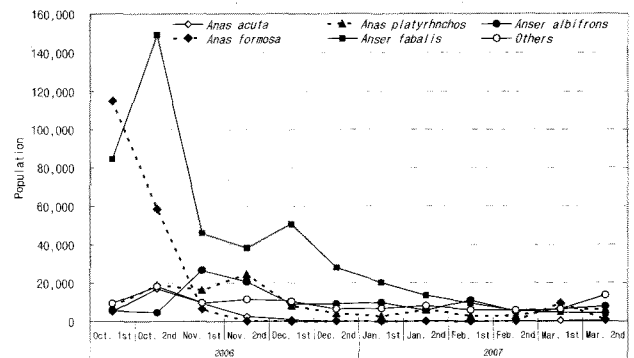


Figure 3. Population change of the dominance bird species in Cheonsu Bay

한 차이가 없었다(F=3.056, t=1.190, df=22, p=0.247, Figure 3, Table 2). 간월호와 부남호의 종 수는 서로 상관관계가 없었지만( $r = 0.53, p = 0.077$ ), 간월호와 부남호의 월동 군집 개체수는 서로 상관관계가 있었다( $r = 0.59, p < 0.05$ , Figure 3, Table 2).

나. 지역별 종수, 개체수, 종다양도와와의 관계

간월호, 부남호, 천수만 전체 지역의 종다양도는 월동 후기로 갈수록 증가하는 경향을 보였다(Month-DG:  $r_p = 0.91, p < 0.001$ , Month-DB:  $r_p = 0.60, p < 0.05$ , Month-DC:  $r_p = 0.88, p < 0.001$ , Table. 2). 반면 개체수는 월동 후기로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었다(Month-PG:  $r_p = -0.82, p < 0.001$ , Month-PB:  $r_p = -0.62, p < 0.05$ , Month-PC:  $r_p = -0.83, p < 0.001$ , Table. 2).

간월호, 부남호, 천수만 전체 지역의 종다양도는 서로 상관관계가 있었으며(DG-DB:  $r = 0.58, p < 0.05$ , DG-DC:  $r = 0.93, p < 0.001$ , DB-DC:  $r = 0.78, p < 0.01$ ), 종의 수 보다는 개체수와 밀접한 관계를 보였다(DG-DB-DC-SG-SB-SC: n.s, DG-PG-PB-PC:  $p < 0.05$ , DC-PC:  $r_p = -0.66, p < 0.05$ , Table 2).

간월호의 종다양도는 부남호, 천수만의 종다양도, 간월호, 부남호, 천수만의 개체수와 상관관계를 보였다(DG-DB:

Table 2. Pearson's correlation among month, species diversity index, no. of species and population in each and total area(n=12)

	DG	DB	DC	SG	SB	SC	PG	PB	PC
Month	<b>0.9091<sup>***</sup></b>	<b>0.6013<sup>*</sup></b>	<b>0.8840<sup>***</sup></b>	0.1057	-0.3278	-0.0679	<b>-0.8217<sup>***</sup></b>	<b>-0.6225<sup>*</sup></b>	<b>-0.8331<sup>***</sup></b>
DG	-	<b>0.5778<sup>*</sup></b>	<b>0.9279<sup>***</sup></b>	-0.0182	-0.4111	-0.1771	<b>-0.7919<sup>**</sup></b>	<b>-0.6649<sup>*</sup></b>	<b>-0.8283<sup>***</sup></b>
DB	<b>0.5778<sup>*</sup></b>	-	<b>0.7789<sup>**</sup></b>	0.1308	-0.0294	0.1960	-0.1997	-0.3192	-0.2681
DC	<b>0.9279<sup>***</sup></b>	<b>0.7789<sup>**</sup></b>	-	0.1749	-0.2726	0.0121	<b>-0.6692<sup>*</sup></b>	-0.4699	<b>-0.6640<sup>*</sup></b>
SG	-0.0182	0.1308	0.1749	-	0.5292	<b>0.8295<sup>***</sup></b>	0.0715	<b>0.6642<sup>*</sup></b>	0.3109
SB	-0.4111	-0.0294	-0.2726	0.5292	-	<b>0.8543<sup>***</sup></b>	<b>0.6151<sup>*</sup></b>	<b>0.6103<sup>*</sup></b>	<b>0.6801<sup>*</sup></b>
SC	-0.1771	0.1960	0.0121	<b>0.8295<sup>***</sup></b>	<b>0.8543<sup>***</sup></b>	-	0.4170	<b>0.6184<sup>*</sup></b>	0.5410
PG	<b>-0.7919<sup>**</sup></b>	-0.1997	<b>-0.6692<sup>*</sup></b>	0.0715	<b>0.6151<sup>*</sup></b>	0.4170	-	<b>0.5917<sup>*</sup></b>	<b>0.9490<sup>***</sup></b>
PB	<b>-0.6649<sup>*</sup></b>	-0.3192	-0.4699	<b>0.6642<sup>*</sup></b>	<b>0.6103<sup>*</sup></b>	<b>0.6184<sup>*</sup></b>	<b>0.5917<sup>*</sup></b>	-	<b>0.8156<sup>**</sup></b>
PC	<b>-0.8283<sup>***</sup></b>	-0.2681	<b>-0.6640<sup>*</sup></b>	0.3109	<b>0.6801<sup>*</sup></b>	0.5410	<b>0.9490<sup>***</sup></b>	<b>0.8156<sup>**</sup></b>	-

Indices - Month : survey order, D: species diversity index, S: no. of species, P: population

Site - G: Ganwol Lake, B: Bunam Lake, C: Cheonsu Bay

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

$r_p=0.578$ ,  $p<0.05$ , DG-DC:  $r_p=0.93$ ,  $p<0.001$ , DG-PG:  $r_p=0.79$ ,  $p<0.01$ . DG-PB:  $r_p=0.66$ ,  $p<0.05$ , DG-PC:  $r_p=0.83$ ,  $p<0.001$ , Table 2). 하지만, 부남호의 종다양도는 각 지역의 개체수와 상관되지 않는 양상을 보였다(DB-PG, PB-PC: n.s). 부남호의 종 수는 천수만의 종수와 간월호, 부남호, 천수만의 개체수와 상관이 있는 것으로 나타났다(SB-SC:  $r_p=0.85$ ,  $p<0.001$ , SB-PG:  $r_p=0.62$ ,  $p<0.005$ , PB:  $r_p=0.61$ ,  $p<0.05$ , PC:  $r_p=0.68$ ,  $p<0.05$ , Table 2).

### 3. 먹이량과의 관계

#### 가. 농경지 내의 낙곡량

낙곡의 100개당 평균무게는 2.6g(S·D=0.04, n=30) 이었으며, 대형기계를 소형기계를 사용하여 추수를 하는 각 농경지에서 조사한 최초 낙곡량은 20×20cm 당 평균 24.25개였다(S·E=6.5, n=40).

대형기계를 이용하는 추수방법은 평균 낙곡량이 37.4±8.0개(평균±표준오차, n=20)였으며, 소형기계를 이용하는 추수방법은 평균 낙곡량이 11.1±2.3개(n=20)으로 유의한 차이가 있었다(F=21.342, t=-3.148, df=22.065, p=0.005,

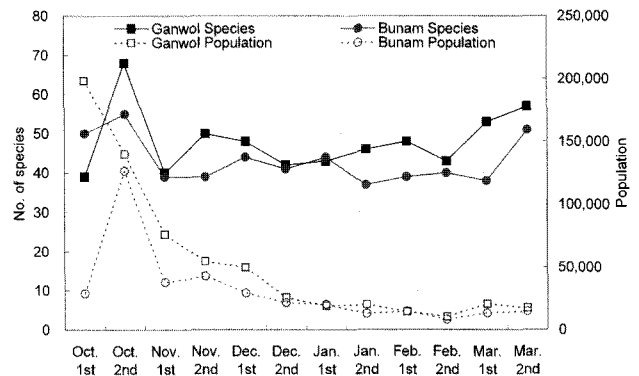


Figure 4. Change of the no. of species and population on the Ganwol and Bunam Lake from Oct. 2006 to Mar. 2007

Table 3). 또한 추수 후 벧짚을 수거한 논외의 평균 낙곡량이 28.2±3.0개(n=180), 수거하지 않은 논외의 평균 낙곡량이 75.1±9.6개(n=140)로 유의한 차이를 보였다(F=61.275, t=-5.1917, df=318, p<0.001, Table 3).

10월 말, 12월 말과 2월 말에 조사한 방형구별 낙곡량은 10월에 가장 많은 낙곡수를 보였으며, 10월과는 달리 12월

Table 3. Average rice grain densities after harvesting(number of rice grain/20×20cm)

		Average	S·E	n	t
Harvesting machine	SHM	11.1	2.3	20	-3.148 <sup>**</sup>
	BHM	37.4	8.0	20	
Management type after harvesting	Cleared	28.2	3.0	180	-4.71 <sup>***</sup>
	Remained	75.1	9.6	140	

note SHM: small harvesting machine, BHM: big harvesting machine, Cleared: harvesting the stubble of rice.

\*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001



### 3. 먹이량과의 관계

12월 말경의 잔존 먹이량이 2월 말의 잔존 먹이량과 큰 차이가 없었던 것은 본 조사에서의 먹이량 조사지역이 저수지 인근에 존재하기 때문에 일찍 잔존 먹이가 고갈되기 때문인 것으로 사료된다(Han *et al.*, 2003; 유승화, 2004). 또한 먹이량이 0에 가까운 경우에도 많은 수의 수조류가 확인된 것은 2~3월 월동말기에 천수만 전체지역의 먹이밀도가 전체적으로 낮았기 때문인 것으로 판단되었다.

낙곡을 먹이로 하는 기러기류는 월동초기 저수지 인근지역에서 대규모 무리를 짓지만, 월동후기로 갈수록 휴식지로 이용되는 저수지에서 거리가 먼지역의 농경지에서 작은 규모의 무리를 지어 취식하는 경향이 있었다(Han *et al.*, 2003; 최유성 등, 2004). 이러한 경향은 본 연구에서 격자별 개체수의 시기적인 변화를 추가적으로 분석하여 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

### 4. 영농방법에 의한 조류서식 영향

천수만의 농경지는 현대영농조합에 의하여 대단위 경작이 이루어지던 지역이었다(이기섭, 2000; 현대건설, 2007). 대단위 경작방법은 비행기에 의한 종자 및 농약 살포, 대형기계에 의한 농지관리 및 추수가 시행되는데 비하여 소규모 영농방식은 개별 영농으로 소형기계 위주의 영농이 이루어진다. 본 연구 결과 대형기계와 소형기계에 비하여 발생하는 낙곡의 양이 약 3.4배 높았다(연구결과 3-가). 천수만 지역은 과거 대형기계에 의한 추수방법이 균일하게 진행되었으나, 현재는 개별영농으로 인하여 소형 추수기계를 이용하는 추수 면적이 증가하여 낙곡량이 감소한 것으로 판단된다(현대건설, 2007).

과거 천수만 농경지는 추수 후 벼짚을 수거하지 않고 불태우는 관리방법을 사용하였다(최유성 등, 2004). 하지만 최근에는 추수 후 벼짚을 말리고 수거하며, 잔존물을 불태우는 경향이 있다. 수거한 벼짚은 소 등 가축의 먹이로 활용하고 있다. 본 연구결과 벼짚을 수거하지 않는 경우가 벼짚을 수거하는 영농방법에 비하여 약 2.7배 가량 높은 잔존 낙곡량이 높게 나타났다. 이것은 과거에 비하여 농경지의 낙곡량이 낮아지는 것과 같은 결과를 보일 것이다.

결과적으로 소형 추수기계를 이용한 추수 면적 증가 및 추수 후 벼짚 수거로 인하여 환경수용능력(carrying capacity: Alonso *et al.*, 1994)이 감소하여 과거에 비하여 도래 조류의 수가 크게 감소한 것으로 보이며, 월동기 내의 개체수 감소경향 또한 크게 증가한 것으로 판단된다. 초기 도래 개체수 규모에 의해 환경수용능력의 감소율과 먹이고갈 시간은 달라지고, 개체군이 타 지역으로의 유출되는 기

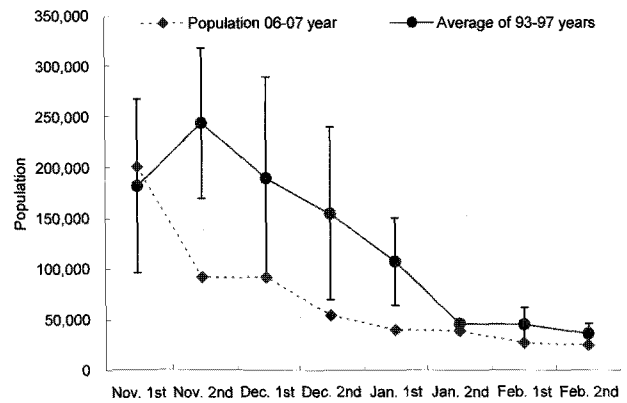


Figure 7. Changes of the total population fluctuation during the wintering season

Average of population was reviewed from wintering season of 93-94 (조삼래, 1994), 95-96 and 96-97 (이기섭, 2000). Population data 06-07 is result of this study. Vertical bars indicate the standard error

작은 Goss-custard *et al.*(2002)에 의하여 잘 설명되고 있다. 천수만의 영농방법의 변화는 과거 도래상향과 다른 양상을 보여줄 것으로 판단된다. 과거와의 월동조류 도래경향을 비교하기 위하여, 조삼래(1994)와 이기섭(2000)의 11월에서 2월까지의 간월호, 부남호에 도래하는 수조류의 평균개체수와 본 연구에서의 11월에서 2월까지의 개체수 합계를 비교하였다(Figure 7). 전체적으로 월동 초기에 비하여 월동후기로 갈수록 감소하는 양상은 유사하였으나, 월동 중기까지의(11월~1월) 개체수는 과거에 비하여 크게 차이가 있는 것으로 보여진다(Figure 7).

향후 전체 서식지에서의 시기별 이용지역 변화에 대한 연구가 먹이량 측면과 함께 연구될 필요성이 있다. 또한 인접 소규모 서식지가 함께 모니터링 된다면 좀 더 명확한 이용률 변화 양상을 파악할 수 있을 것이다.

### 감사의 글

본 지역에 대한 선행연구자이신 조삼래 박사님과 이기섭 박사님의 연구가 없었다면 영농방법과 조류 개체군의 변화에 대한 깊은 고찰을 하지 못하였을 것이며 이에 감사드립니다. 논문에 대한 통계적, 학술적 지적을 심도 깊게 해주신 최유성님과 최창용님께 깊이 감사드립니다.

또한 논문심사에서 저자가 미처 확인하지 못한 오류에 대하여 지적하여 주신 환경생태학회의 심사위원께 감사드립니다.

## 인용문헌

- 박성근(2002) 인천국제공항 건설지역인 영종도와 삼목도에 도래하는 섬금류에 미치는 간척의 영향과 생태. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 177쪽.
- 원병오(1981) 한국동식물도감 제 25권. 문교부, 1126쪽.
- 유승화(2004) 두루미(*Grus japonensis*)와 재두루미(*Grus vipio*)의 분포에 미치는 요인과 가족군의 행동양상. 경희대학교 석사학위논문, 113쪽.
- 이기섭(2000) 서해안에 도래하는 수금류의 실태와 개체수 변동. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 211쪽.
- 이우신, 구태희, 박진영(2001) 한국의 새. LG상록재단, 320쪽.
- 이정연(2001) 한국 서해안에 도래하는 섬금류의 생태. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 177쪽.
- 조삼래(1994) 서산 A, B지구 간척사업이 월동수조류의 생태에 미치는 영향. 한국조류학회지 1: 83-94.
- 철원군(2002) 철새보존계획 및 지속가능한 개발전략 수립연구 I - 조류 현황과 보존 방안. 철원군, 221쪽.
- 최우성, 권인기, 유정철(2004) 수조류의 논 이용실태. 한국자연보존연구지 2(3-4): 43-59.
- 현대건설(2007) 태안 관광레저 기업도시 조성 예정지 조류 분포 및 서식지 조사 연구. 현대건설, 121쪽.
- Alonso, J. C., J. A. Alonso and L. M. Bautista(1994) Carrying capacity of staging areas and facultative migration extension in Common Cranes. *Journal of Applied Ecology* 31: 212-222.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess and D. A. Hill(1997) Bird census technique. Academic Press, London, 257pp.
- Fredrickson, L. H. and F. A. Reid(1988) Nutritional values of waterfowl foods. pp. 1-6, In: Cross, D. H. (eds.), *Waterfowl Management Handbook*. U.S. Fish & Wildlife Service, Fish and Wildlife Leaflet 13.
- Goss-Custard, J. D., R. A. Stillman, A. D. West, R. W. F. Caldow and S. McGrorty(2002) Carrying capacity in overwintering migratory birds. *Biological Conservation* 105: 27-41.
- Han, S. W., S. H. Yoo, H. Lee, K. S. Lee, W. K. Paek and M. J. Song(2003) A Study on the wintering population of geese in Choelwon, Korea. 2003 International Anatidae Symposium in East Asia & Siberian Region. 31 Oct. - 3 Nov. 2003, Hanseo Univ., Seosan, Korea.
- Jorde, D. C., G. L. Krapu, R. D. Crawford and M. A. Hay(1984). Effects of Weather on habitat selection and behavior of Mallards wintering in Nebraska. *Condor* 86: 256-265.
- Kim, H. C.(2003) Roosting habitat use and movement of migrant shorebird on Ganghwa and Yeongjong Island. Ph. D. Thesis of Graduated school in Kyung-Hee University, 104pp.
- Lincoln, Frederick C., Steven R. Peterson, and John L. Zimmerman(1998) Migration of birds. U.S. Department of the Interior, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. Circular 16. 113pp.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur(1961) On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Newton, I.(1998) Population Limitation in Birds. Academic Press, London, UK, 597pp.
- Noordhuis, R., T. D. T. van der Molen and M.S. van den Berg(2002) Response of herbivorous water-birds to the return of Chara in Lake Veluwemeer, The Netherlands. *Aquatic Botany* 72: 349-367.
- Park, S. G., K. S. Lee and J. C. Yoo(2000) Effect of the hunting activities on wintering waterbird population. *Korean Journal of Ornithology* 7(2): 55-62.
- Quan, R., X. Wen and X. Yang(2002) Effects of human activities on migratory waterbirds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation* 108: 273-279.
- Rowcliffe J. R., A. P. Richard and C. Carbone(2004) Foraging inequalities in large groups: quantifying depletion experienced by individuals in Geese flocks. *Journal of the Animal Ecology* 73: 97-108.
- Shanon, C. E. and W. Weaver(1963) The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana, 117pp.