

목시조사(Sighting survey)에 의한 동해 봄철 해양성 조류의 분포 양상^{1a}

김현우^{2*} · 김장근³ · 최석관²

Seabird Distribution Patterns by Sighting Survey in the East Sea in Spring^{1a}

Hyun Woo Kim^{2*}, Zang Geun Kim³, Seok Gwan Choi²

요 약

2007년 4월부터 5월까지 시험조사선을 이용하여 동해의 해양성 조류 분포조사를 실시하였다. 조사 기간 동안 동해 연안에서 총 10과 23종 1,379개체의 조류가 관찰되었으며, 이 중 6과 14종 1,324개체는 해양성 조류였다. 해양성 조류의 발견율은 2.5 birds km⁻²였다. 가장 높은 발견율을 보인 종은 습새(*Calonectris leucomelas*)로 전체 관찰개체수의 74.5%를 차지하였다. 이밖에 발견된 조류 중 1% 이상을 차지한 주요종은 바다쇠오리(*Synthliboramphus antiquus*)(8.3%), 아비(*Gavia stellata*)(5.0%), 제비갈매기(*Sterna hirundo*)(2.1%), 회색머리아비(*Gavia pacifica*)(2.0%), 갯가리갈매기(*Larus crassirostris*)(1.1%) 순으로 나타났다. 해양성 조류의 개체수는 동해 중남부 해역인 36°N~37°N 사이에서 가장 많았으나 종다양도 지수(*H'*)는 동해 남부 해역인 35°N~36°N에서 가장 높은 값을 보였다. 발견된 대부분의 종은 해안선에서부터 멀어질수록 발견율이 줄어들었다. 발견된 주요종 이외에도 뿔쇠오리(*Synthliboramphus wumizusume*), 흰부리아비(*Gavia adamsii*), 쇠부리습새(*Puffinus tenuirostris*), 붉은발습새(*Puffinus carneipes*)와 같은 희귀종을 관찰하였다. 본 조사와 동시에 행해진 밍크고래(*Balaenoptera acutorostrata*) 목시조사의 자료를 통해 볼 때 습새의 분포 패턴과 밍크고래의 분포 패턴 사이에서 높은 상관관계를 나타냈다. 아비류(*Gavia* spp.)의 분포는 공간적으로 분리되는 양상을 보였다.

주요어: 선형조사법, 발견율, 우점종, 종다양도지수

ABSTRACT

Seabird distribution in the East Sea was studied from April to May 2007 using line transect counts. We observed a total of 1,379 individuals of 23 species including 14 species of seabird. The overall seabird sighting rate was 2.5 birds km⁻². The Streaked shearwater(*Calonectris leucomelas*)(74.5%) was the numerically dominant species. Ancient murrelets(*Synthliboramphus antiquus*)(8.3%), red-throated divers(*Gavia stellata*)(5.0%), common terns(*Sterna hirundo*)(2.1%), Pacific divers(*Gavia pacifica*)(2.0%), and black-tailed gulls (*Larus crassirostris*)(1.1%) were also frequently observed. The sightings of seabirds was highest between 36°N and 37°N of the coastal area of the Korean peninsular. However, the index of species diversity(*H'*) was higher between 35°N and 36°N. The sighting rates of most observed species decreased with distance from the coastline. The distribution patterns of Streaked shearwater were linked to the variation in the distribution pattern

1 접수 2009년 11월 26일, 수정(1차: 2011년 4월 15일, 2차: 2011년 4월 27일), 게재확정 2011년 4월 28일

Received 26 November 2009; Revised(1st: 15 April 2011, 2nd: 27 April 2011); Accepted 28 April 2011

2 국립수산과학원 고래연구소 Cetacean Research Institute, NFRDI, Ulsan(680-050) Korea(hwkim@nfrdi.go.kr)

3 국립수산과학원 자원연구과 Fisheries Resources Research Division, NFRDI, Busan(609-705) Korea

a 이 논문은 국립수산과학원 고래연구소의 고래류 자원 및 생태조사(RP-2009-FR-038) 연구비 지원에 의해 수행되었음.

* 교신저자, corresponding author(hwkim@nfrdi.go.kr)

of minke whales(*Balaenoptera acutorostrata*). Also, spatial segregation was found in the distributions of the two species of divers(*Gavia* spp.).

KEY WORDS: LINE TRANSECT COUNTS, SIGHTING RATES, DOMINANT SPECIES, INDEX OF SPECIES DIVERSITY

서론

동해는 한반도, 러시아 극동지역, 일본열도로 둘러싸인 반폐쇄해(semi-enclosed sea)로 대한 해협, 타타르 해협, 라페루즈 해협, 쓰가루 해협을 통해 북태평양과 연결된다. 동해 남부는 대륙붕이 넓게 발달하였으나, 중부와 북부는 해안선이 단조롭고 해저면의 경사가 급하여 대륙붕이 15km 내외의 너비로 형성되므로 그 면적이 매우 좁다. 동해는 대한 해협으로 유입된 대마난류, 타타르 해협으로부터 유입된 리만한류가 만나 생성되는 전선으로 인하여 기초생산력이 높고 생물종 또한 다양하다. 동해에는 439종의 어류(Kim and Nam, 2003), 35종의 고래류(Kim *et al.*, 2007)가 서식하는 것으로 알려져 있으며 이는 다른 해역에 비해 매우 높은 종 다양성을 보이고 있다.

해양성 조류는 해상에서 관찰이 용이하다는 특성으로 인해 개체수의 증감이나 분포 변화 연구를 통하여 해양생태계의 변동이나 환경 오염에 대한 효과적인 지시자(indicator)로서의 역할이 부각되고 있다(Furness and Camphuysen, 1997; Davoren and Montevecchi, 2003). 이에 따라 여러 해역을 대상으로 다양한 방법의 조사가 이루어지고 있다(Ainley *et al.*, 1998; Swartzman and Hunt, 2000; Fauchald and Erikstad, 2002).

국내에서의 해양성 조류 연구는 이들의 주요 서식지로 이용되고 있는 서해의 칠발도, 구굴도, 남해의 사수도, 동해의 독도 등과 같은 무인도서에서의 번식 생태 연구가 주를 이루고 있다(Won and Lee, 1986; Lee, 1989; Lee *et al.*, 2002; Nam *et al.*, 2004; Kwon, 2007). 이와 같은 육상 서식지 조사를 통해 일부 해양성 조류의 생태가 상당 부분 밝혀지긴 하였으나 이들의 생활사 중 많은 시간을 보내는 해상에서의 체계적인 분포 연구는 국내에서 이루어진 바가 없다. 선박을 이용한 목시조사(sighting survey)는 많은 비용과 시간이 투입되어야 하므로 개인이 조직하기란 힘든 까닭에 제한적으로나마 관심이 있는 연구자 또는 탐조자들이 어선, 정기 여객선 등을 이용하여 해양성 조류의 해상 분포, 개체수 등을 기록하고 있으나, 주로 개인적인 경험 또는 자료 수집에 국한되고 있는 형편이다(최창용 Personal communication).

최근 그 중요성이 대두되고 있는 생태계에 기초한 수산자

원 관리를 위한 기초적인 연구로서 동해 생태계의 구조를 파악하고 생태계를 구성하고 있는 각 생물종 및 생물군의 영양역학적인 관계를 밝히려는 노력이 시도되고 있다(Zhang and Yoon, 2003). 그러나 해양성 조류와 같은 해양 생태계의 최상위 포식자에 속하는 생물군에 있어서는 제한적인 연구 활동으로 인해 분포 현황, 생체량 등의 자료가 부족하거나 전무한 실정이다.

본 연구에서는 2007년 4~5월 동해연안에서 시험조사선에 의한 목시조사를 실시하여 수집한 자료를 바탕으로 봄철 동해연안에 출현하는 해양성 조류의 종조성과 분포를 파악하여 동해의 해양생태계 연구의 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

본 조사는 2001년 국제포경위원회(IWC) 과학위원회의 북서태평양 목시조사방법의 권고에 따라, 2007년 4월 24일부터 5월 27일까지 34일간 국립수산물과학원 시험조사선 탐구3호(360 G/T, 선미트롤형)를 이용하여 동해의 위도 35.1°N~38.5°N, 경도 128.5°E~130.8°E사이의 해역을 조사하는 동해 밍크고래 자원연구의 일환으로 실시되었다.

조사해역을 연안의 형태와 해저 지형 조건에 따라 직사각형 조사구역과 조사구역 내 체계적 직선횡단항로를 설정하여 조사하였다. 조사구역은 주로 대륙붕에서 대륙사면 중간해역까지의 연안역(A1~A3), 대륙사면의 중간을 벗어난 외해역(A5)으로 나누고, 연안역은 다시 동해 북부(A1), 중부(A2), 남부(A3)로 나뉘 총 4개의 조사구역을 설정하였다. 각 조사구역의 조사선(survey line) 시작점은 무작위로 선정(random start)하여 지그재그로 직선항로를 설정하였다(Figure 1).

해양성 조류 조사를 위해 고래류 목시 조사와는 별도로 독립조사인원이 strip transect method로 조사하였다. 조사 시작 전 관측자는 거리와 각도 추정에 대한 정확도를 높이기 위해 레이더 부이를 해수면에 띄우고 선박을 이동시킨 다음 부이의 거리와 각도를 추정한 후 선박레이더를 통해 측정된 정확한 값과 비교하는 방법으로 훈련을 실시하였다.

조사는 일출 30분 후부터 일몰 30분 전까지 수행하였으며, 풍속 6~8m/sec. 사이의 보퍼트 등급 4 이상에서는 조사

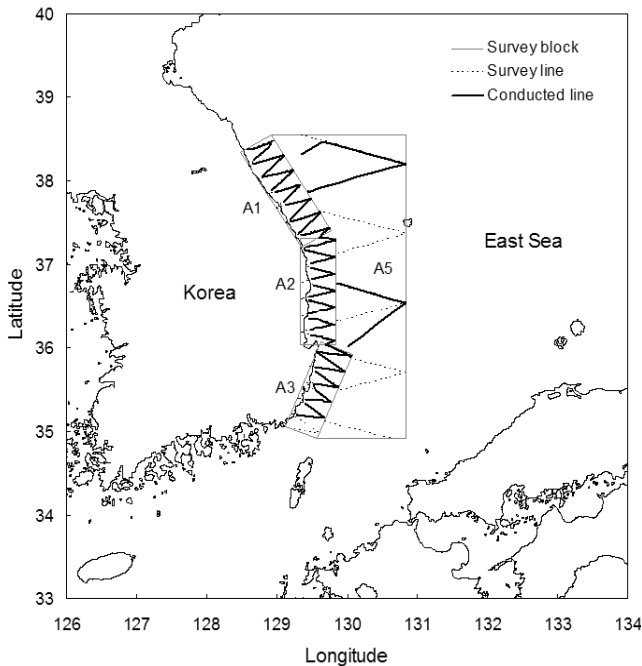


Figure 1. Map of the study area and cruise tracks in the East Sea

를 중단하였다. Tasker *et al.*(1984)의 방법에 따라 임의의 300m 방형구를 설정하여 관측자로부터 300m 거리 이내에서 관찰되는 조류만을 기록하였다. 주관측대는 수면으로부터 8m 높이에 위치한 조사선의 상갑판 좌측을 사용하였으며 관측 범위는 전방 좌측 90°~0° 사이로 제한하였다. 조사는 해상목시경력이 5년 이상인 전문 관측자에 의해 이루어졌으며 관측자의 휴식시간을 위해 부가적으로 예비조사 인력을 배치하였다. 관측기구로 쌍안경(7×50, Nikon)을 이용하였으며 발견된 조류를 현장에서 1차적으로 동정하여 증명, 관측자와의 거리, 각도를 야장에 기입하였다. 조류의 발견율(sighting rate)은 단위거리 당 발견된 개체의 수 (birds km⁻²)로 나타내었다.

부가적으로 행동학적 연구를 위해 발견된 모든 조류 무리의 행동 특성을 5가지; 수면 위에서 휴식, 섭이, 무방향성 비행, 일정방향으로 비행, 선박에 의한 유인; 으로 나누어 기록하였고 일정방향으로 비행하는 개체에 대해서는 비행 방향을 절대각으로 추정하여 기록하였다. 조사선에 유인되어 일정시간 동안 계속 관찰되는 개체는 중복 기록이 되지 않도록 주의하였다.

관측자의 부족으로 인해 현장에서 모든 정보를 정확하게 기록하는 것이 어려웠으므로 발견확인, 발견위치, 종과 무리 크기의 식별에 대한 재확인을 위해 GPS 기기와 연동된 디지털카메라(Nikon D2X, 300mm, Garmin eTrex H GPS)

를 이용해 관찰된 조류를 촬영하여 현장에서 분석하지 못한 추가적인 정보를 기록할 수 있게 하였다. 조사방향은 연안에서는 북상하고 외해에서는 남하하도록 하였으며, 조사선의 속도는 10~13Knots를 유지하였다.

시험조사선 조타실의 당직자는 매 시간 선박의 위치, 선속, 풍향, 풍속, 파고, 기상, 항해방향, 시계도, 햇빛에 의한 표면 반사 방향과 범위 등의 환경자료를 목시노력야장에 기록하였다. 각 구역별 정점에서는 정선하여 CTD(Sea-Bird, SBE-19Plus)관측을 실시하여 수심 별 수온과 염분을 측정하였다.

해양성 조류에 대한 다양한 정의가 있으나 Harrison (1983)의 정의에 따라 연안역이나 외해, 혹은 대양에서 먹이를 취하는 조류를 해양성 조류로 구분하였다. 종동정과 검색, 분류 체계 및 학명은 Lee *et al.*(2000), Harrison(1983, 1987)을 참고하였다. 발견된 중 중 회색머리아비(*Gavia pacifica*)와 큰회색머리아비(*G. arctica*) 형태적 유사성으로 인해 원거리에서 정확한 동정이 어렵기 때문에 회색머리아비로 통합하여 동정하였다.

각 조사 구역별 변동양상을 파악하기 위해 해양성 조류의 출현종수, 개체수를 산출하여 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1963)를 구하였고 계산식은 다음과 같다.

$$H' = - \sum_{i=1}^M p_i \ln p_i$$

본 조사와 동시에 실시한 동해 멩크고래(*Balaenoptera acutorostrata*) 자원조사를 통해 얻어진 멩크고래 무리 분포와 해양성 조류 무리 분포와의 비교를 위해 Person's correlation 분석을 실시하여 두 그룹간의 상관관계를 파악하였다.

결 과

1. 종조성

조사 기간 동안 동해 연안에서 총 10과 23종 1,379개체의 조류가 관찰되었다. 관찰된 종들 중 6과 14종 1,324 개체는 해양성 조류였으며 4과 9종 55개체는 육상기원 조류였다. 최우점종은 습새(*Calonectris leucomelas*)로 1,027개체가 관찰되어 전체 관찰개체수의 74.5%를 차지하였고 다음으로 바다쇠오리(*Synthliboramphus antiquus*, 8.3%), 아비(*Gavia stellata*, 5.0%), 제비갈매기(*Sterna hirundo*, 2.1%), 회색머리아비(*Gavia pacifica*, 2.0%), 꿩이갈매기(*Larus crassirostris*, 1.1%) 순으로 나타났으며 이 6종이 발견된 개체수의 93.0%를 차지하였다(Table 1).

Table 1. List of birds recorded during the survey in spring 2007

Scientific name (Korean name)	Survey block				Total	Dominance index
	A1	A2	A3	A5		
<i>Calonectris leucomelas</i> 습새	160	554	157	156	1,027	74.5
<i>Synthliboramphus antiquus</i> 바다쇠오리	8	18	77	11	114	8.3
<i>Gavia stellata</i> 아비	1	53	15		69	5.0
<i>Sterna hirundo</i> 제비갈매기		4	25		29	2.1
<i>Gavia pacifica</i> 회색머리갈매기	12	15		1	28	2.0
<i>Larus crassirostris</i> 팽이갈매기	1	5	7	2	15	1.1
<i>Phalaropus lobatus</i> 지느러미발도요			10		10	0.7
<i>Larus ridibundus</i> 붉은부리갈매기		10			10	0.7
<i>Larus argentatus</i> 재갈매기		7	3		10	0.7
<i>Synthliboramphus wumizusume</i> 뿔쇠오리		6			6	0.4
<i>Puffinus carneipes</i> 붉은발습새		1		2	3	0.2
<i>Gavia adamsii</i> 흰부리아비	1				1	0.1
<i>Puffinus tenuirostris</i> 쇠부리습새			1		1	0.1
<i>Anas</i> spp. 오리류				1	1	0.1
<i>Hirundo rustica</i> 제비	2	1	16		19	1.4
<i>Anthus</i> spp. 발종다리류		12			12	0.9
<i>Nycticorax nycticorax</i> 해오라기	2	2	3		7	0.5
<i>Streptopelia orientalis</i> 멧비둘기		4		1	5	0.4
<i>Egretta intermedia</i> 중백로	2				2	0.1
<i>Phylloscopus coronatus</i> 산솔새		1			1	0.1
<i>Anthus hodgsoni</i> hing새			1		1	0.1
<i>Butorides striatus</i> 검은댕기해오라기	1				1	0.1
<i>Bubulcus ibis</i> 황로			1		1	0.1
Unidentified sp.	1	2	2	1	6	0.4
Total	191	695	318	175	1379	100.0

2. 조사 구역별 출현 양상

관찰된 조류 중 조사구역에서 모두 출현한 종은 습새, 바다쇠오리, 팽이갈매기로 총 3종이었다. 습새는 모든 조사 구역에서 가장 많은 개체수가 발견되었다. 전체조사면적 당

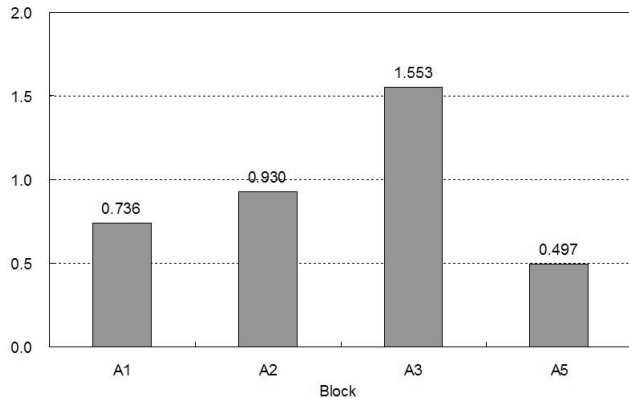


Figure 2. Shannon-Weaver Diversity Index

조류의 발견율은 2.56 birds km²이었다. 발견율이 가장 높은 곳은 A2 구역으로 5.12 birds km² 를 나타내었고, 다음으로 A3에서 2.68 birds km², A5에서 1.29 birds km² 이었으며, A1에서 1.28 birds km² 로 가장 낮은 발견율을 기록하였다. 이와는 다르게 종다양도지수(H')는 A3에서 1.553으로 가장 높은 값을 기록하였고 북상할수록 줄어드는 경향을 보여 최북단구역인 A1 구역에서 0.497로 가장 낮았다(Figure 2).

3. 해양성 조류의 공간적 분포

최우점종인 습새는 전 조사구역에 걸쳐 분포하였으나 A2 구역 내의 영덕군 강구면과 영일만 사이(36.2°N, 129.3°E)에서 가장 높은 발견율을 나타내었다(Figure 3). 발견된 대부분의 종은 해안선으로부터 멀어질수록 발견빈도가 줄어들었다(Figure 4). 특히 잠수성 조류인 아비는 해안선으로부터 30km 이내에서 관찰되었고 발견율이 가장 높은 구간은 10~20km 사이의 구역이었다.

아비류 중 아비와 회색머리아비의 분포 범위는 위도에

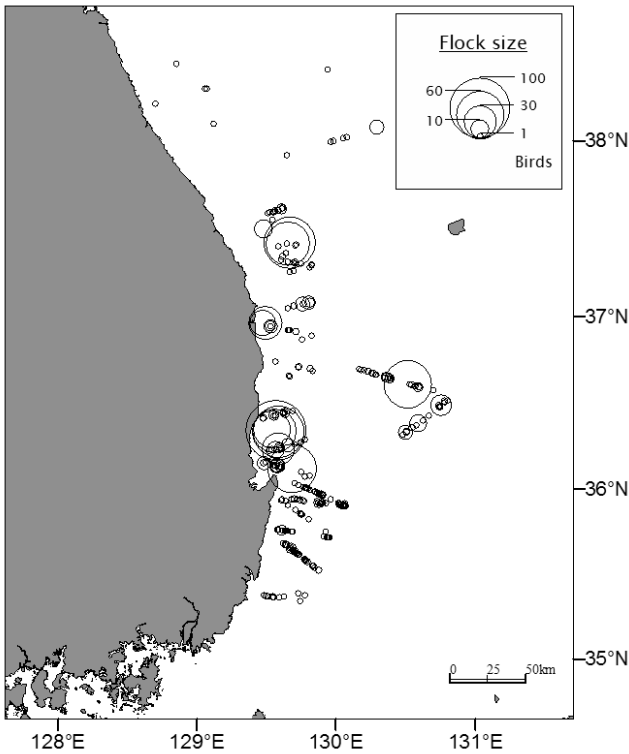


Figure 3. Distribution of Streaked shearwaters

따라 나뉘는 경향을 보였다. 아비는 주로 36°N 이남의 구역에 분포하였으나 회색머리아비는 36°N 이북에 분포하였다 (Figure 5).

바다쇠오리는 조사구역 전체에 걸쳐 전 연안과 외양에 비교적 고루 분포하였다. 제비갈매기는 37°N 이남의 연안역(A2, A3)에서만 관찰되었다. 팽이갈매기는 전 조사구역에서 발견되었으나 그 개체수는 구역별로 1~7개체 수준으로 매우 적었다.

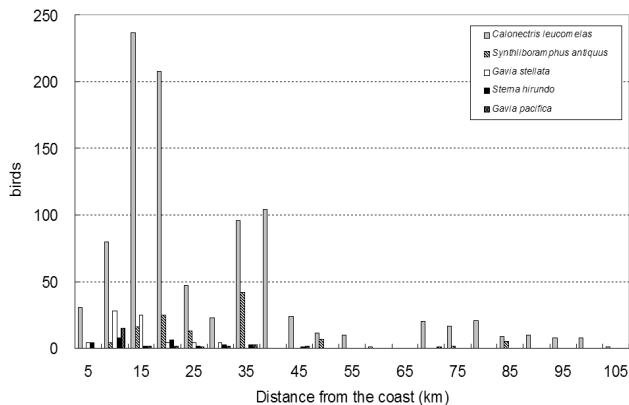


Figure 4. Number of seabirds by distance from the coast

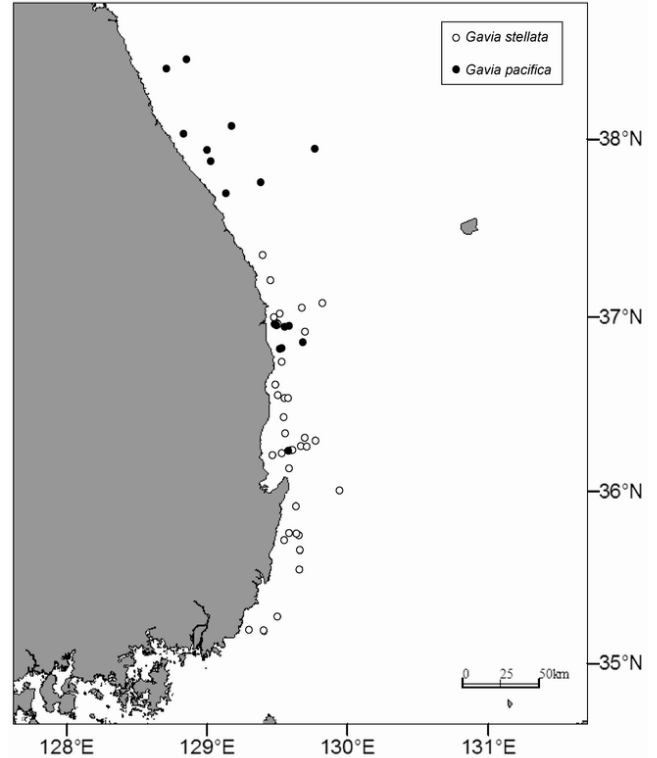


Figure 5. Spatial segregation of the two species of divers

4. 천연기념물 및 희귀종 발견 현황

조사기간 동안 동해에서 천연기념물 제 450호로 지정된 빨쇠오리(*Synthliboramphus wumizusume*) 1무리 6개체를 36°38' 36" N, 129°36' 50" E에서 발견하였다. 이밖에도 흰부리아비(*Gavia adamsii*)를 37°42' 03" N, 129°36' 80" E에서 발견하였으며 붉은발슴새(*Puffinus carneipes*) 3개체를 각각 37°18' 70" N, 129°39' 31" E, 38°14' 80" N, 130°40' 75" E, 36°22' 37" N, 130°34' 28" E에서, 쇠부리슴새(*Puffinus tenuirostris*) 1개체를 35°59' 54" N, 129°50' 65" E에서 목격하였다.

5. 무리 특성

무리(flock)는 지근거리에서 동일한 행동 양상을 보이는 동일종의 집단으로 정의하였으며, 높은 발견율을 보인 해양성 조류의 상위 6종에 대한 무리 특성은 Table 2와 같다. 슴새는 290무리가 발견되었으며 평균 무리의 크기는 4개체였다. 중앙값과 최빈값이 각각 1로 나타나 무리를 짓는 성향이 적은 것으로 나타났다. 그러나 행동 특성별로 나누어 봤을 때 섭이 중이거나 수면 위에서 휴식 혹은 선박으로부터

Table 2. Flock distribution trend of the most frequently observed species

Species	Number of flock	Mean flock size	S. D.	Median	Mode	Range
<i>Calonectris leucomelas</i>	290	3.5	±10.85	1	1	1-100
- Feeding, attracted to the ship	15	36.3	±31.59	33	1	1-100
- Moving	275	1.8	±3.36	1	1	1-50
<i>Synthliboramphus antiquus</i>	18	6.7	±5.92	4	3	1-22
<i>Gavia stellata</i>	44	1.6	±1.18	1	1	1-7
<i>Sterna hirundo</i>	22	1.3	±0.78	1	1	1-4
<i>Gavia pacifica</i>	20	1.4	±0.68	1	1	1-3
<i>Larus crassirostris</i>	13	1.2	±0.55	1	1	1-3

유인된 무리는 밀집하는 경향이 강하였고(n=15, 36.3±31.59개체) 이동 중인 무리는 개별적으로 혹은 소수만이 무리를 지어 비행하는 것(n=275, 1.8±3.36개체)으로 나타났다.

습새에 이어 두 번째로 많은 개체수를 기록한 바다쇠오리는 18무리가 관찰되어 상위 6종 중 13무리가 발견된 꿩이갈매기 다음으로 적은 무리발견율을 보였으나 무리 당 속해있는 개체수가 평균 6.7개체로 가장 많았다. 중앙값과 최빈값은 각각 4와 3으로 상위 6종 중 무리의 밀집도가 가장 높았다. 아비, 제비갈매기, 회색머리아비, 꿩이갈매기는 대부분의 경우, 무리 당 1개체가 관찰되었다. 중앙값과 최빈값이 모두 1이었으며 표준편차 또한 ±2를 넘지 않았다.

6. 밍크고래 분포와의 관계

동시에 행해진 밍크고래 목시조사 결과(An *et al.*, 2008)의 조사선(transect line)별 밍크고래 발견율과 습새 발견율 사이의 상관관계를 구한 결과, 0.77(p<0.01, n=31)로 유의한 값을 나타내어 밍크고래의 출현이 빈번한 구역에서는 습새의 발견율 또한 높았음을 보여준다. 밀집하여 섭이활동 중이거나 수면 위에 앉아있는 습새의 발견율과 밍크고래의 발견율과의 상관관계는 0.86(p<0.01, n=31)으로 더 높은 값을 나타내었다.

고찰

본 조사에서 관찰된 해양성 조류는 총 14종이며 단위면적당 발견율은 2.56 birds km⁻²이었다. 이는 동해의 일본과 러시아 측 수역에서의 선행 조사결과에 비해 다소 높은 수치였다. 라페루즈 해협과 쓰시마 해협 사이에서 실시된 조사에서 41°N 이남에서는 16종의 해양성 조류를 관찰했으며 발견율은 0.3 birds km⁻²를 나타내었고 41°N 이북에서는 11종, 0.5 birds km⁻²이었다(Table 3, Shuntov, 2000). 그러나 이는 8월과 9월 사이의 외해역 조사를 통해 얻어진 결과로, 시기별로 변화하는 해황이나 먹이분포, 번식 생태, 회유 등에 의해 종조성과 밀도가 급격하게 달라지는 해양성 조류의 분포 특성을 고려해 볼 때(Springer *et al.*, 1999; Pollock *et al.*, 2000), 4~5월에 연안역을 조사한 본 결과와 직접적으로 비교하기는 불가능하다. 앞으로 계절별로 장기조사가 가능해진다면 동해 해양성 조류의 종조성이나 군집패턴 변화양상을 파악할 수 있을 것이다.

습새는 2~3월에 번식을 위해 한국, 중국 북부, 일본 등지의 해안에 도래하여 6월 중순에서 하순 사이에 산란을 하는 것으로 알려져 있다(Won, 1981; Harrison, 1983). Kim *et al.*(2007)은 동해 내의 산란 장소 중 한 곳인 독도에서 4월에 습새 1개체만을 관찰하였다고 보고했다. 그러나 본 조사에서는 이미 4월 동해 해상에 많은 수의 습새가 광범위하게 분포하고 있음을 보여준다. 이는 산란 전까지는 취식여행으

Table 3. Average sighting rates of seabirds in the East Sea(Shuntov, 2000)

Area	Present study area(April-May)	Peter the Great Bay -Laperuza Strait (June-July)		Laperuza Strait-Tsusima (August-September)		Offshore areas between Peter the Great Bay and Kita-Yamato Shoal (August-September)
		South of 43°N	North of 43°N	South of 41°N	North of 41°N	
Birds km ⁻²	2.56	0.8	1	0.3	0.5	0.4

로 소모되는 에너지를 줄이기 위해 육상에서 머무르지 않고 먹이가 밀집한 해역 인근에서 머무르는 것이기 때문에 판단된다.

습새 무리가 대규모로 분포하는 해역에는 항상 밍크고래 무리가 다수 발견되어 두 집단 간 양의 상관관계를 보였다. 습새류의 주요 먹이는 멸치, 난바다곤쟁이, 두족류로 알려져 있다(Shealer, 2001). 국내에 서식하는 습새의 섭이 생태, 혹은 먹이 구성에 대한 연구는 아직 없으나 Lee and Yoo(2004)는 남해의 사수도에 서식하고 있는 습새가 멸치를 섭이한 것을 관찰하여 보고한 바 있으며, 본 조사 도중 습새 무리가 해수면 가까이 밀집한 난바다곤쟁이를 섭이하는 것을 목격하였다. 봄철 동해 남부에는 멸치 어장이 형성되며 습새 또한 동해남부에서 가장 많은 개체가 발견되었다. 따라서 습새는 다른 습새류와 마찬가지로 멸치와 난바다곤쟁이를 주로 섭이하는 것으로 추정된다. 동해에서 혼획된 밍크고래의 위에서 관찰된 주요 먹이생물 또한 난바다곤쟁이와 멸치가 대부분을 차지해(NFRDI, 2008) 두 종간 먹이 구성이 유사한 것으로 판단된다. 해양성 조류나 고래류와 같은 대형해양포식자의 분포는 주로 먹이의 분포에 의해 결정되며 큰 무리를 이루고 있는 해양성 조류는 인근에 먹이생물이 밀집하여 있다는 것을 지시하는 인자가 되기도 한다(Fauchald and Erikstad, 2002; Ainley *et al.*, 2005). 그러므로 습새와 밍크고래의 분포가 일치하는 곳에 먹이생물의 풍도가 높을 것이라는 것을 유추해볼 수 있다. 두 집단이 가장 높은 발견율을 보인 영일만 입구에서는 난바다곤쟁이 무리가 시험조사선 위에서 육안으로 관찰될 정도로 많은 양이 목격되었다. 먹이의 분포와 해양성 조류의 밀집 사이의 상관관계를 파악하기 위해 향후 동물성플랑크톤 채집 조사와 어류트롤조사가 병행되어야 할 것으로 보인다.

많은 종의 해양성 조류들은 어로행위 중 해상에 버려지는 부수어획물을 섭이하기 위해 조업 중인 선박 주위로 유인되는 경우가 많으며 이로 인해 해양성 조류의 분포 형태가 달라지기도 한다(Garthe *et al.*, 1996; Garthe, 1997). 조사 중에 조업 중인 기선저인망, 유자망, 채낚기어선을 빈번하게 목격했으나 선박에 유인되는 해양성 조류는 외해의 일부 습새 무리를 제외하고는 발견되지 않았다. 이는 선박에 주로 유인되는 갈매기와 조류의 개체수가 조사해상에서 매우 적었기 때문에 추측된다.

조사기간 동안 갈매기류는 2.5%만이 관찰되었다. 복상을 준비하는 붉은부리갈매기가 해안가에 많이 분포할 시기였으나(Lee and Lee, 2003) A2 구역에서 10개체의 붉은부리갈매기를 발견한 것을 제외하고는 해상에서 거의 관찰되지 않았다. 이는 해안가에 밀집한 갈매기 무리를 원거리에서 자주 목격하였음에도 불구하고 조사 범위를 벗어나는 곳에 분포하였기 때문에 기록되지 않은 것에 기인한다. 해

안선으로부터 5마일 이내에는 많은 어구들이 설치되어, 시험조사선이 갈매기 무리가 주로 관찰되는 연안역 내부까지 접근할 수 없었다. 조사를 종료하고 시험조사선이 항구에 접안하였을 때 선박 주위에서 다수의 붉은부리갈매기가 관찰되었다. 꿩이갈매기는 4~5월이 번식기이므로(Yoo and Kwon, 1997; Yu *et al.*, 2006; Kwon, 2007) 많은 개체들이 번식을 위해 동해연안을 떠나 독도나 홍도와 같은 집단번식장으로 이미 이동하였을 것으로 추측된다.

회색머리아비의 분포 범위는 두 개의 지역으로 뚜렷이 나뉘었다. 이러한 분포 특성은 회색머리아비와 큰회색머리아비의 형태적 유사성으로 인해 원거리 관찰을 통해서는 종을 정확히 구분하기 힘들었기 때문에 사료된다.

조사기간 동안 동해에서 천연기념물 제450호로 지정된 뿔쇠오리를 발견하였다. 이 종은 전 세계 잔존집단이 약 10,000개체 이하로 추정되는 멸종위기종이며 IUCN Red list 상에 취약종(Vulnerable)으로 분류되어 있다(Carter *et al.*, 2002; IUCN, 2008). 이 밖에도 우리나라 동해 수역에서 2회의 채집기록만이 남아있는 흰부리아비를 발견하였으며(Park, 2002) 흔하지 않은 통과철새로 추정되나 도래 실태에 대한 자료가 부족한 붉은발습새와 쇠부리습새 또한 목격되었다.

Park(2002)은 선박을 이용한 해양성 조류 실태 조사의 부재로 인해 동해에 분포하는 일부 해양성 조류의 현황과 분포를 설명하는 데 있어 소수의 채집기록과 해변에서의 관찰기록을 토대로 기술하였으나 선박을 이용한 조사가 실시된다면 관찰기록이 적었던 종들은 추가로 기록될 가능성을 제시하고 있다. 이번 조사 결과, 국내에서 매우 희귀하다고 알려진 종이 빈번히 관찰되기도 하는 등, 향후 선박을 이용한 해양성 조류 조사가 계절별로 실시된다면 동해에 서식하는 해양성 조류의 분포와 풍도에 대한 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 해양성 조류와 고래류와 같은 최상위 포식자의 개체수 증감은 하위영양단계에 속하는 종들의 풍도에 큰 영향을 미치게 되므로(Zhang and Yoon, 2003) 보다 정확한 동해 생태계 역학적 모델링 연구를 위해 이들의 분포 및 풍도 연구뿐만 아니라 해양성 조류에 대한 생태학적 특성치인 연령과 성장, 사망률 등에 관한 광범위한 연구가 향후 수행되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 국립수산물과학원 고래연구소의 주요과제인 고래류 자원 및 생태조사(RP-2009-FR-038) 결과의 일부이며, 조사에 도움을 주신 탐구 3호 승무원 여러분과 여러 차례 논문을 검토해주신 유승화님께 감사드립니다.

인용문헌

- Ainley, D.G., S.S. Jacobs, C.A. Ribic and I. Gaffney(1998) Seabird distribution and oceanic features of the Amundsen and southern Bellingshausen seas. *Antarctic Sci.* 10(2): 111-123.
- Ainley, D.G., L.B. Spear, S.T. Tynan, J.A. Barth, S.D. Pierce, R.G. Ford and T.J. Cowles(2005) Physical and biological variables affecting seabird distributions during the upwelling season of the northern California Current. *Deep-Sea Res. II* 52: 123-143.
- An, Y.R., S.G. Choi, Z.G. Kim and H.W. Kim(2008) Cruise Report of the Korean Cetacean Sighting Survey in the East Sea, April-May 2007. SC/60/NPM1 presented to the IWC/SC, 4pp.
- Carter, H.R., K. Ono, J.N. Fries, H. Hasegawa, M. Ueta, H. Higuchi, J.T. Moyer, L.K. Ochikubo Chan and L.N. De Forest(2002) Status and Conservation of the Japanese Murrelet(*Synthliboramphus wumizusume*) in the Izu Islands, Japan. *J. Yamashina Inst. Ornithol.* 33(2): 61-87.
- Davoren, G.K. and W.A. Montevecchi(2003) Signals from seabirds indicate changing biology of capelin stocks. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 258: 253-261.
- Fauchald P. and E.K. Erikstad(2002) Scale-dependent predator-prey interactions: the aggregative response of seabirds to prey under variable prey abundance and patchiness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 231: 279-291.
- Furness R.W. and C.J.K. Camphuysen(1997) Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 726-737.
- Garthe, S.(1997) Influence of hydrography, fishing activity, and colony location on summer seabird distribution in the south-eastern North Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 566-577.
- Garthe, S., C.J. Camphuysen and R.W. Furness(1996) Amounts of discards by commercial fisheries and their significance as food for seabirds in the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 136: 1-11.
- Harrison, P.(1983) Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Co., Boston, 448pp.
- Harrison, P.(1987) Seabirds of the world: a photographic guide. Christopher Helm, London, 317pp.
- IUCN(2008) The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>
- Kwon, Y.S(2007) Birds of Dokdo Island. *Bull. Kor. Inst. Ornithol.* 10(1): 43-47. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.H., Y.S. Kwon, J.H. Kang and J.C. Yoo(2007) Avifauna of Dokdo Island. *Kor. J. Ornithol.* 14(2): 113-125. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S. and M.M. Nam(2003) Status and Conservation of fish off Korea. *Kor J. Ichthyol. Symposium.* 5-36. (in Korean with English abstract)
- Kim, Z.G. S.G. Choi, Y.R. An, H.W. Kim and K.J. Park(2007) Whales, Dolphins and Porpoises off Korean peninsula. NFRDI, 135pp. (in Korean)
- Lee., J.N. and S.W. Lee(2003) Aspects of Migratory Birds on the lower of Taehwa River, Ulsan. *Kor. J. Ornithol.* 10: 87-95. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.G. and J.C. Yoo(2004) Variation in chick provisioning of Streaked Shearwaters(*Calonectris leucomelas*) during the early nestling stage. *J. Yamashina Inst. Ornithol.* 35: 105-119.
- Lee, K.G., K.B. Nam, K. Lee, J.W. Lee and J.C. Yoo(2002) The avifauna of Sasudo Island, a main colonial breeding site of Streaked Shearwaters(*Calonectris leucomelas*). *Kor. J. Ornithol.* 9(1): 13-22. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.S.(1989) Breeding Biology of Swinhoe's fork-tailed petrel *Oceanodroma monorhis*(Swinhoe) on Chilbal Islet, Korea. M.S. Thesis, Kyung Hee Univ., Seoul, 46pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S., T.H. Koo, and J.Y. Park(2000) A Field guide to the Birds of Korea. LG Evergreen Foundation, 320pp. (in Korean)
- NFRDI(2008) Study on ecosystem-based management of minke whale in the East sea. 61pp. (in Korean)
- Nam, K.B., I.K. Kwon and J.C. Yoo(2004) Causes of hatching failure of Streaked Shearwaters *Calonectris leucomelas* on Sasudo Island. *Kor. J. Ornithol.* 11(2): 79-85. (in Korean with English abstract)
- Park, J.Y.(2002) Current status and distribution of birds in Korea. Ph.D. Thesis, Kyung Hee Univ., Seoul, 530pp. (in Korean with English abstract)
- Pollock, C.M., R. Mavor, C.R. Weir, A. Reid, R.W. White, M.L. Tasker, A. Webb and J.B. Reid(2000) The distribution of seabirds and marine mammals in the Atlantic Frontier, north and west of Scotland. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen, U.K., 91pp.
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1963) The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press, Chicago, U.S.A., 117pp.
- Shealer, D.A.(2001) Foraging behavior and food of seabirds. In: Schreiber, E.A. and J. Burger(eds.), *Biology of marine birds.* CRC Press, New York, pp. 137-177.
- Shuntov, V.P.(2000) Seabird distribution in the marine domain. In: Kondratyev, A.K., N.M., Litvinenko and G.W. Kaiser(eds.), *Seabirds of the Russian Far East.* Canadian Wildlife Service, Ottawa, pp. 83-104.
- Springer, A.M., J.F. Piatt, V.P. Shuntov, G.B. Van Vliet, V.L. Vladimirov, A.E. Kuzin and A.S. Perlov(1999) Marine birds and mammals of the Pacific Subarctic gyres. *Prog. Oceanogr.* 43: 443-487.
- Swartzman, G. and G. Hunt(2000) Spatial association between murre(*Uria* spp.), puffins(*Fratercula* spp.) and fish shoals near the Pribilof Islands, Alaska. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206: 297-309.

- Tasker, M.L., P. Hope-Jones, T. Dixon and B.F. Blake(1984) Counting seabirds at sea from ships: a review of methods and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567-577.
- Won, P.O.(1981) Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Vol. 25, Avifauna. Ministry of Education and Human Resources Development, Seoul, 1126pp. (in Korean)
- Won, P.O. and H.S. Lee(1986) The reproductive success of Swinhoe's fork-tailed Petrel on Kugul Islet, Sohuksan Island, Korea. Theses Collection, Kyung Hee Univ. 15: 15-27 (in Korean with English abstract)
- Yoo, J.C. and Y.S. Kwon(1997) Some Aspects of Laying, Incubation and Hatching in the Black-tailed Gull, *Larus crassirostris*, Kor. J. Ornithol. 4: 1-5. (in Korean with English abstract)
- Yu, J.P., B.S. Chun, I.K. Kim, J.H. Kang, I.H. Paik, K.H. Hahm and W.K. Paek(2006) Hatching and Livability of the Black-tailed Gull(*Larus crassirostris*) in Relation to the Egg Size in Hongdo Island. Kor. J. Ornithol. 13(1): 15-20. (in Korean with English abstract)
- Zhang, C.I. and S.C., Yoon(2003) Effects of climatic regime shift on the structure of marine ecosystem in the Southwestern East sea during the 1970s. J. Kor. Fish. Soc. 36(4): 389-401. (in Korean with English abstract)