

## 직선횡단조사에 의한 서해 연안 봄철 바닷새의 분포 양상

김현우\* · 김영혜 · 안용락 · 박겸준 · 안두해

국립수산과학원 고래연구소

## Seabird Distribution Patterns by Strip Transect in the Yellow Sea in Spring

Hyun Woo Kim\*, Yeong Hye Kim, Yong-Rock An, Kyum Joon Park and Du hae An

Cetacean Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Ulsan, 680-050, Korea

We studied distribution of seabirds using strip transect counts from May 2<sup>nd</sup> to 30<sup>th</sup>, 2011. we observed 322 individuals from nine seabird species. Black-tailed gulls (*Larus crassirostris*, 48.4%) were numerically dominant. Ancient murrelets (*Synthliboramphus antiquus*, 18.6%), Vega gulls (*Larus vegae*, 17.7%), red-throated divers (*Gavia stellata*, 4.7%), Pacific divers (*Gavia pacifica*, 4.3%), streaked shearwaters (*Calonectris leucomelas*, 1.9%), and common terns (*Sterna hirundo*, 1.6%), were also frequently observed. The overall seabird density was 0.55 birds km<sup>-2</sup>, lower that of the East Sea.

Key words: Seabird, Yellow Sea, Strip transect, *Larus vegae*, *Larus crassirostris*

### 서론

바닷새는 연안역이나 외해, 혹은 대양에서 먹이를 취하는 조류류(Harrison, 1983), 해양생태계의 상위포식자 역할을 하며 다양한 종류의 어류 및 두족류, 난바다곤쟁이와 같은 대형 동물성플랑크톤을 주로 섭이한다(Gaston, 2004). 전 세계 바닷새가 일 년간 필요로 하는 먹이양은 7천만에서 1억 톤 가량으로 추정되며(Brooke, 2004) 이는 전 세계 수산물 연간 어획량인 약 9천만 톤(FAO, 2014)에 상당하는 양이다. 바닷새의 먹이는 어업 대상종과 중복되거나, 섭이장이 조업 구역과 겹치는 경우가 많아 바닷새와 어업 활동 사이에서의 경쟁이 빈번하게 발생하고(Montevecchi, 2002; Karpouzi et al., 2007) 어구에 의한 혼획으로 개체수가 감소하기도 하는 등(Żydelis et al., 2009; Anderson et al., 2011) 바닷새와 수산업은 상호 영향을 받고 있다.

서해 국내 수역에는 약 339종의 어류, 135종의 연체류, 148종의 절지류 등이 발견된다(Lee, 2004; Lee, 2014). 서해 연안은 수심이 얕고 내만이 발달하여 주요 유용어종들의 산란장 및 보육장 역할을 하므로 그 가치가 매우 크다(Hao et al., 2003; Hwang et al., 2006). 서해 연안의 무인도서인 칠발도, 난도, 구골도 등은 다양한 종류의 바닷새 번식장으로 이용되며(Lee,

1989; Lee et al., 2002; Kang et al., 2008) 인근 해역에서 먹이 사냥을 하므로 생태적으로 매우 중요한 가치를 인정받아 이들 무인도서는 천연기념물로 지정·보호받고 있다.

바닷새는 해양포유류나 어류 등 다른 해양동물보다 해상에서 관찰이 용이한 특성으로 인해 개체수의 증감이나 분포 변화 연구를 통하여 해양생태계의 변동에 대한 효과적인 지시자(indicator)로서 여러 해역을 대상으로 다양한 방법의 조사가 이루어지고 있다(Fauchald and Erikstad, 2002; Davoren and Montevecchi, 2003; Parsons et al., 2008). 특히 최근에는 바닷새의 개체수, 먹이조성, 건강상태, 번식 성공률 등을 지표로 삼아 생태계 기반 어업 관리를 하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다(Einoder, 2009).

국내에서도 생태계 기반 어업 관리를 위한 기초적인 연구로서 연안 생태계의 구조를 파악하고, 생태계를 구성하고 있는 각 생물종 및 생물군의 영양역학적인 관계를 밝히려는 노력이 시도되고 있으나(Zhang and Yoon, 2003; Lee, 2014) 해양생태계의 한 축을 담당하고 있는 바닷새의 분포 현황이나 생체량 등의 자료가 부족하거나 전무한 실정이다.

지금까지 서해에서의 바닷새 연구는 무인도서를 중심으로 번식생태 연구가 주를 이루어왔다(Lee, 1989; Kang et al., 2008).

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0973>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kor J Fish Aquat Sci 47(6) 973-977, December 2014

Received 18 November 2014; Revised 1 December 2014; Accepted 3 December 2014

\*Corresponding author: Tel: +82. 52. 270. 0980 Fax: +82. 52. 270. 0913

E-mail address: hyunwoo.kim@korea.kr

바닷새는 번식기가 되면 육상서식지에 밀집하고 인근 바다에서 섭이 활동을 하므로 육상거점조사와 해상조사가 병행되어야 이들의 생태를 잘 이해할 수 있다. 다만, 선박을 이용한 해상조사는 비용과 시간이 많이 들므로 이미 수행 중인 다른 직선횡단조사와 함께 기회적으로 바닷새 조사를 실시하는 것이 합리적이다.

이 연구에서는 2011년 5월 서해안에서 시험조사선에 의한 직선횡단조사를 실시하여 수집한 자료를 바탕으로 봄철 서해연안에 출현하는 바닷새의 종조성과 분포를 파악하여 서해의 해양생태계 연구의 기초 자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

조사는 2011년 5월 2일부터 5월 30일까지 29일간 국립수산과학원 시험조사선 탐구3호(360 G/T, 선미트롤형)를 이용하여 서해의 위도 33.00°3~37.17°7.1경도 122.01°1~126.00°2사이의 해역을 조사하는 서해 밍크고래 자원 연구의 일환으로 실시되었다(An et al., 2012).

조사구역은 국제포경위원회(IWC) 목시조사방법의 권고에 따라(Hiby and Hammond, 1989), 대상종의 분포 및 개체 수 변화를 감지하기 위해 직사각형태로 연안역(B1-B3), 외해역(B4-B6)으로 나누고, 연안역과 외해역을 각각 남부(B1, B6), 중부(B2, B5), 북부(B3, B4)로 나눠 총 6개의 조사구역을 설정하였다. 각 조사구역의 조사선(survey line) 시작점은 무작위로 선정(random start)하여 지그재그로 직선항로를 설정하였다(Fig. 1).

바닷새 조사를 위해 고래류 목시 조사와는 별도로 독립조사인원이 조사선박의 상갑판 우측에 위치하여 직선횡단조사(strip transect method)를 실시하였다. 조사원의 관찰 높이는 해수면으로부터 약 11.5 m였다. Tasker et al. (1984)의 방법에 따라 임의의 300 m 방형구를 설정하여 그 안에 바닷새만을 기록하였으며 관찰 범위는 전방 좌측 0도에서 90도 사이로 제한했다. 관찰기구로 쌍안경(7×50, Nikon)을 이용하였으며 발견된 조류를 현장에서 동정하여 종명, 관찰자와의 거리, 각도를 야장에 기입하였다.

종동정과 검색, 분류체계 및 학명은 Lee et al. (2000)와 The Ornithological Society of Korea (2009)를 참고하였다. 발견된 중 중 재갈매기류는 분류방식에 다양한 견해가 있어 아직 분류체계가 정립되지 않았으며 종별 형태적 차이가 크지 않아 원거리에서 정확한 동정이 힘들므로 재갈매기(*Larus vegae*), 한국재갈매기(*Larus cachinnans mongolicus*) 등의 유사종을 재갈매기로 통합하여 동정하였다.

관찰 인원 부족으로 인해 현장에서 모든 정보를 정확하게 기록하는 것이 어려웠으므로 발견확인, 발견위치, 종과 무리 크기의 식별에 대한 재확인을 위해 GPS 기기와 연동된 디지털카메라(Nikon D3s, 300mm, Garmin eTrex H GPS)를 이용해 관찰된 조류를 촬영하여 현장에서 분석하지 못한 추가적인 정보를

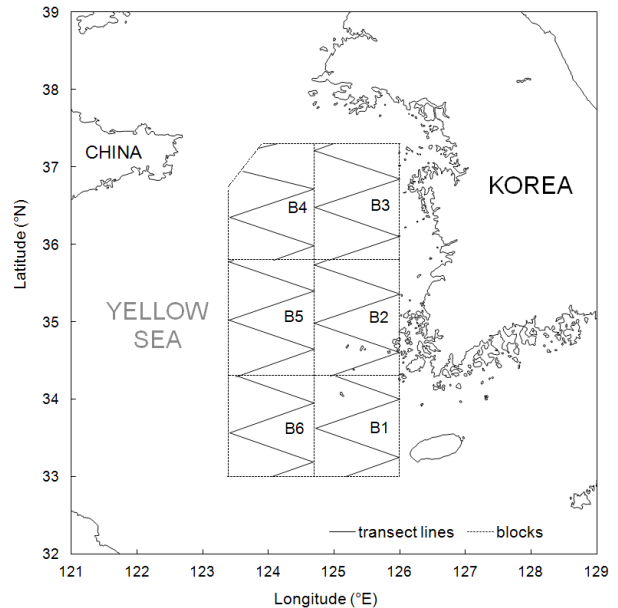


Fig. 1. The study area and cruise tracks in the Yellow Sea.

기록하였다. 조사방향은 연안에서는 북상하고 외해에서는 남하하도록 하였으며, 조사선의 속도는 10-12 Knots사이를 유지하였다. 조사는 일출 30분 후부터 일몰 30분 전까지 수행하였으며, 시야가 2 해리 이상 확보되고 보퍼트 등급이 3 이하인 경우 조사가 적합한 날씨로 간주하였다.

서해 연안에는 각종 어구가 산재해 있으므로 선박이 조사선상에 어구가 있을 경우 우회한 후 다시 조사선으로 복귀하였다. 조타실의 당직자는 매시간 선박의 위치, 선속, 풍향, 풍속, 파고, 기상, 시계도, 수온을 기록하였다.

## 결 과

29일간의 조사기간 중 기상 악화로 인한 조사중단을 제외하고 11일간, 총 82시간 20분을 조사하였다. 조사구역에 설정된 2,296 km의 조사라인 중 연안역 전체(B1-B4)와 외해역 북쪽 일부(B5, B6일부)를 조사하여 71.3%인 총 1,961 km을 완료하였다. 조사가 이루어진 면적은 588.4 km<sup>2</sup> 이었다. 조사구역의 표층 수온은 8.2-14.3°C의 범위를 보였고 평균수온은 11.5°C이었다. 연안역보다 외해역의 수온이 더 높은 경향을 나타내었다.

조사 기간 동안 서해 조사해역 내에서 총 6과 9종 322개체의 바닷새가 관찰되었다. 전체조사면적 당 바닷새의 발견율은 0.55 birds km<sup>-2</sup>이었다. 발견율은 북부 연안에서 남부연안으로 갈수록 감소하고 외해에서 가장 낮은 값을 보였는데, B3 구역에서 0.91 birds km<sup>-2</sup>로 가장 높게 나타내었고, 다음으로 B2에서 0.85 birds km<sup>-2</sup>, B1에서 0.44 birds km<sup>-2</sup>, B5에서 0.13 birds km<sup>-2</sup>, B4에서 0.02 birds km<sup>-2</sup> 순으로 나타났다.

전 조사구역에서 모두 발견된 바다쇠오리(*Synthliboram-*

*phus antiquus*)를 제외한 나머지 바닷새는 연안 구역에서만 발견되었다. 가장 높은 출현밀도를 보인 종은 갯가리매(*Larus crassirostris*)로 156개체가 관찰되어 전체 관찰개체수의 48.4%를 차지하였다. 다음으로 서해안 전체에서 출현한 바닷새 중 10% 이상을 차지한 주요 종은 바다쇠오리(18.6%), 재갈매기(*Larus vegae*, 17.7%) 순이었으며, 이밖에 아비(*Gavia stellata*, 4.7%), 회색머리아비(*Gavia pacifica*, 4.3%), 습새(*Calonectris leucomelas*, 1.9%) 제비갈매기(*Sterna hirundo*, 1.6%) 등이 발견되었다(Table 1).

가장 우점한 갯가리매기는 서해 중·북부 연안에서만 발견되었다. 반면 재갈매기는 중부 연안 이남에서만 발견되어 분포 범위에 있어서 뚜렷한 대조를 이루었다. 두 갈매기류 모두 외해에서는 발견되지 않았다(Fig. 2). 아비류는 발견된 두 종 모두 서해 중·북부 연안에 산재하여 분포했으며 종에 따른 서식지 구분은 관찰되지 않았다.

국내에서는 흔히 볼 수 없는 도둑갈매기류(*Skua*)인 긴꼬리도둑갈매기(*Stercorarius longicaudus*) 2개체가 서해 남부 연안(B1)에서 발견되어 국내 미기록종으로 보고하였으며(Kim et al., 2011a), 천연기념물 제 450호로 지정된 뿔쇠오리 1개체를 발견하였다.

### 고 찰

봄철 서해 바닷새의 해상분포에 대한 선행연구가 없었으므로 이번 조사를 통해 밝혀진 단위면적당 발견율 0.55 birds km<sup>-2</sup>을 동일 해역 내에서 이루어진 타 연구결과와 직접 비교할 수는 없었으나, 인접 해역인 우리나라 동해 수역에서 같은 계절에 수행된 조사(Kim et al., 2011b)에서의 바닷새 발견율인 2.56 birds km<sup>-2</sup>에 비해서는 현저하게 낮은 수준이었다. 이러한 차이는 습새의 발견빈도의 차이에서 기인하는데, 습새는 우리나라 연안에 가장 우점하는 바닷새로 2-3월에 번식을 위해 한국을 비롯한

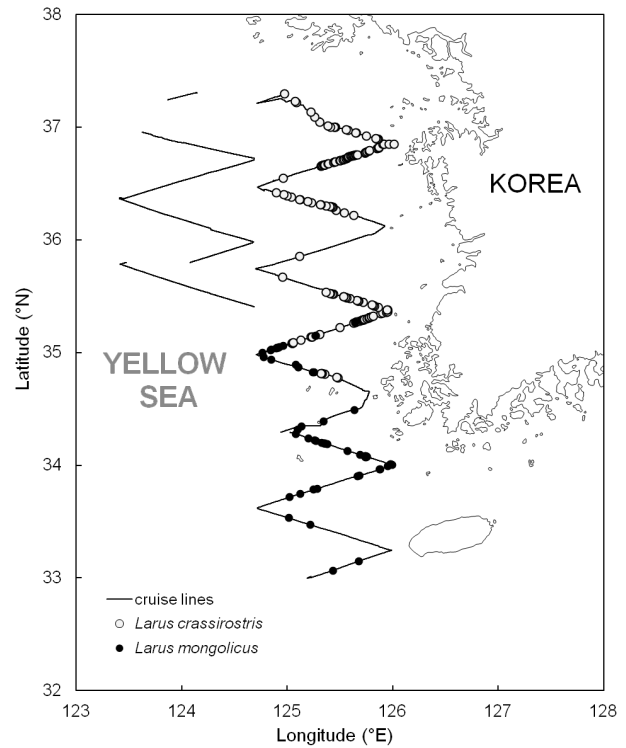


Fig. 2. Cruise lines and distribution of *Larus crassirostris* and *Larus vegae* in the Yellow Sea.

동북아시아 해안에 도래하여 6월 중순 이후부터 남해 및 서해 남부의 무인도서에서 산란을 하는 여름철새이다(Won, 1981; Harrison, 1983). 조사 기간 동안 습새가 6개체만 발견된 것은 산란 전까지 에너지 소모를 줄이기 위해 먹이가 밀집한 서해 인접 해역에 체류했기 때문으로 판단된다. 습새는 주로 멸치, 난 바다곤쟁이, 두족류를 먹이로 삼으며(Shealer, 2001) 남해 사수

Table 1. List of seabirds recorded during the survey in spring 2011

Species	Survey Block					Total	Dominance Index
	B1	B2	B3	B4	B5		
<i>Larus crassirostris</i>	1	60	95			156	48.4
<i>Synthliboramphus antiquus</i>	8	26	20	1	5	60	18.6
<i>Larus vegae</i>	34	23				57	17.7
<i>Gavia stellate</i>			15			15	4.7
<i>Gavia pacifica</i>		4	10			14	4.3
<i>Calonectris leucomelas</i>	6					6	1.9
<i>Sterna hirundo</i>	4		1			5	1.6
<i>Stercorarius longicaudus</i>	2					2	0.6
<i>Synthliboramphus wumizusume</i>			1			1	0.3
Unidentified sp.	1	1	2	2		6	1.9
Total	56	114	144	3	5	322	100.0

도에 서식하는 습새는 멸치를 먹이로 이용하고 있음이 보고된 바 있다(Lee and Yoo, 2004). 향후 국내에 서식하는 습새의 섭이생태 연구와 더불어 분포 패턴 연구가 진행된다면 습새를 멸치를 비롯한 일부 표층성 부어류의 분포 및 풍도 변동을 감지하는 지시인자로 활용할 수 있을 것이다.

가장 많이 관찰된 꿩이갈매기는 대부분 서해 연안 북위 35°3' 이상에서 발견되었는데, 이는 조사시기가 꿩이갈매기의 번식철인 4-5월(Yoo and Kwon, 1997; Yu et al., 2006) 과 겹치고 서해 내 주요 번식장인 태안의 난도·격렬비열도, 인천의 신도·석도·비도(Seo and Park, 2008)가 발견 해역에 인접해 있기 때문인 것으로 보인다. 특히 난도는 꿩이갈매기 14,000 쌍 이상이 매년 번식을 머무르는 곳으로(Kang et al., 2008), 서해의 여러 꿩이갈매기 번식지 중 가장 많은 수가 밀집한다.

꿩이갈매기와 재갈매기의 분포권역이 남북으로 나뉘는 까닭은 선호하는 먹이, 혹은 번식습성의 차이에 기인한 것으로 추정된다. 꿩이갈매기는 서해 내에서 중·북부의 무인도에서 번식하고 이동반경이 크지 않은 텃새이나 재갈매기의 대부분은 겨울철새로 서해 및 남해에서 월동하고 여름에 몽골과 중국, 러시아 일부 지역에서 번식하므로(Seo and Park, 2008), 번식에 참여하지 않는 개체들이 선호하는 먹이생물이 있는 서해 중남부에 머무르는 것으로 유추할 수 있다. 그러나 이들의 섭이·번식생태 관련 자료가 부족하여 추후 연구가 필요하다.

어족자원을 지속가능하게 이용하기 위해서는 생태계 기반 어업관리가 필요하고(Pikitch et al., 2004) 이를 위해서 인간의 어획량과 맞먹는 수준의 먹이생물을 포식하는 바닷새를 포함한 해양생태계의 상위포식자에 대한 고려가 없이는 서해 생태계를 이해하는 데 한계가 있을 것이므로 향후 국내 연안에서의 바닷새의 분포 및 풍도에 대한 연구가 절실하다.

## 사 사

이 연구는 국립수산물연구원 고래연구소의 수산시험연구사업인 고래류 자원 및 생태 조사 (RP-2014-FR-060)결과의 일부이며 조사에 도움을 주신 탐구 3호 승무원 여러분께 감사드립니다.

## References

- An YR, Park KJ, Kim HW, Kim DN, Sohn H and An DH. 2012. Cruise report of the Korean sighting survey in the Yellow Sea, May 2011. SC/64/NPM6 presented to the IWC, 4.
- Anderson OR, Small CJ, Croxall JP, Dunn EK, Sullivan BJ, Yates O and Black A. 2011. Global seabird bycatch in long-line fisheries. *Endang Sp Res*, 14, 91-106.
- Brooke, ML. 2004. The food consumption of the world's seabirds. *Biol Lett* 271, 246-248.
- Davoren GK and Montevecchi WA. 2003. Signals from seabirds indicate changing biology of capelin stocks. *Mar Ecol Prog Ser* 258, 253-261.
- Einoder LD. 2009. A review of the use of seabirds as indicators in fisheries and ecosystem management. *Fish Res* 95, 6-13.
- FAO. 2014. FAO yearbook. In: *Fishery and Aquaculture Statistics*. FAO, Rome, Italy, 76.
- Fauchald P and Erikstad EK. 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.
- Gaston AJ. 2004. *Seabirds: A Natural History*. Yale University Press, New Haven, U.S.A., 222.
- Hao W, Jian S, Ruijing W, Lei W, and Yi'an L. 2003. Tidal front and the convergence of anchovy (*Engraulis japonicus*) eggs in the Yellow Sea. *Fish Oceanogr* 12, 434-442.
- Harrison P. 1983. *Seabirds, an Identification Guide*. Houghton Mifflin Co, Boston, U.S.A., 448.
- Hiby AR and Hammond PS. 1989. Survey techniques for estimation numbers of cetacean. *Rep Int Whal Comm* 11, 47-80.
- Hwang SD, Song MH, Lee TW, McFarlane, GA, and King JR. 2006. Growth of larval Pacific anchovy *Engraulis japonicus* in the Yellow Sea as indicated by otolith microstructure analysis. *J Fish Biol* 69, 1756-1769.
- Kang JH, Kim, IJ, Kang, TH, Yu SW, Lee SW and Lee HS. 2008. Study on the breeding status of the natural monument islet (Chilbaldo, Sasudo, Nando, Hongdo). *Kor J Ornithol* 12, 169-175.
- Karpouzi VS, Watson R and Pauly D. 2007. Modelling and mapping resource overlap between seabirds and fisheries on a global scale: a preliminary assessment. *Mar Ecol Prog Ser* 343, 87-99.
- Kim HW, An YR, Choi SG and Sohn H. 2011a. First record of the long-tailed Skua (*Stercorarius longicaudus*) in Korea. *Kor J Ornithol* 18, 259-262.
- Kim HW, Kim ZG and Choi SG. 2011b. Seabird distribution patterns by sighting survey in the East Sea in spring. *Kor J Environ Ecol* 25, 123-131.
- Lee CL. 2004. Review of the fish-fauna of the West Sea of Korea. *Kor J Ichthyol* 16, 60-74.
- Lee KG and Yoo JC. 2004. Variation in chick provisioning of streaked shearwaters (*Calonectris leucomelas*) during the early nestling stage. *J Yamashina Inst Ornitol*, 35, 105-119.
- Lee KG, Nam KB, Lee K, Lee JW and Yoo JC. 2002. The avifauna of Sasudo Island, a main colonial breeding site of streaked shearwaters (*Calonectris leucomelas*). *Kor J Ornithol* 9, 13-22.
- Lee KS. 1989. Breeding biology of swinhoe's fork-tailed petrel *Oceanodroma monorhis* (Swinhoe) on Chilbal Islet, Korea. MS Thesis, Kyung Hee University, Korea.
- Lee MW. 2014. Ecosystem-based stock assessment and fisheries management in the west coast of Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Korea.

- Lee WS, Koo TH and Park JY. 2000. A Field guide to the Birds of Korea. LG Evergreen Foundation, Korea, 320.
- Montevecchi WA. 2002. Interactions between fisheries and seabirds. In: Biology of Marine Birds, Schreiber EA and Burger J, eds. CRC Mar Biol Ser, CRC Press, U.S.A., 527-556.
- Parsons M, Mitchell I, Butler A, Ratcliffe N, Frederiksen M, Foster S and Reid JB. 2008. Seabirds as indicators of the marine environment. ICES J Mar Sci 65, 1520-1526.
- Pikitch E, Santora EA, Babcock A, Bakun A, Bonfil R, Conover DO, Sainsbury K. 2004. Ecosystem-based fishery management. Science 305, 346-347.
- Seo JH and Park JG. 2008. A Photographic guide to the Birds of Korea. Shingu Publishing, Korea, 390.
- Shealer DA. 2001. Foraging behavior and food of seabirds. In: Biology of marine birds. Schreiber EA and Burger J, eds. CRC Mar Biol Ser, CRC Press, USA, 137-177.
- Tasker ML, Hope-Jones P, Dixon T and Blake BF. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods and a suggestion for a standardized approach. Auk, 101, 567-577.
- The Ornithological Society of Korea. 2009. The Checklist of the Birds of Korea. The Ornithological Society of Korea, Korea, 133.
- Won, PO. 1981. Illustrated Encyclopedia of Fauna & flora of Korea. Vol. 25, Avifauna. Ministry of Education and Human Resources Development, Korea, 1126.
- Yoo JC and Kwon YS. 1997. Some aspects of laying, incubation and hatching in the black-tailed gull, *Larus crassirostris*, Kor J Ornithol 4, 1-5.
- Yu JP, Chun BS, Kim IK, Kang JH, Paik IH, Hahm KH and Paek WK. 2006 Hatching and livability of the black-tailed gull (*Larus crassirostris*) in relation to the egg size in Hon-go Island. Kor J Ornithol 13, 15-20.
- Zhang CI and Yoon SC. 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, 389-401.
- Žydelis R, Bellebaum J, Österblom H, Vetemaa M, Schirmeister B, Stipniece A and Garthe S. 2009. Bycatch in gillnet fisheries – An overlooked threat to waterbird populations. Biol Conserv 142, 1269-1281.