

ORIGINAL ARTICLE

낙동강하류역에서 2010년 중반기 고니류(*Cygnus* spp.)의 권역별 서식 현황

홍순복* · 홍지표¹⁾

야생동물연합, ¹⁾신라대학교 생명과학과

Regional Distribution Aspect of Swans(*Cygnus* spp.) in the Nakdong River Downstream Area from October 2013 to September 2018, Busan, R. O. Korea

Soon-Bok Hong*, Ji-Pyo Hong¹⁾

WildLife Union, Donghae 25802, Korea

¹⁾Department of Life Sciences, Silla University, Busan 46958, Korea

Abstract

Understanding the regional distribution of swans in the lower Nakdong River area is also important for the continuous habitat of swans according to changes in the surrounding environment of the area. This study was conducted to understand the regional distribution aspect of swans (*Cygnus* spp.) downstream of the Nakdong River, Republic of Korea, from October 2013 to September 2018. In the estuary, a small ship was used to move along a certain route and observe it with the naked eye or binoculars, and in the land area, Line transect census and Point census method were conducted in parallel. During this period, two species and 34,647 individuals of swans were observed, including 34,356 Whooper Swans (*Cygnus cygnus*) and 291 Tundra Swans (*Cygnus columbianus*). The average number of individuals observed in 15 different areas was 1172, 103, 214, 1825, 1850, 13, 318, 1, 0, 1, 11, 21, 5, 0, and 239 respectively. The total average of the number of individuals in these areas was 384.76. The numbers differed significantly among the survey areas (Kruskal-Wallis test, $X^2=4349.01$, $P < 0.001$). Particularly, the numbers were larger in Eulsukdo, Lower Eulsukdo, and Daemadong than in the other regions. In conclusion, as long-term survey data, it can be used as basic data to analyze the distribution of swans due to environmental changes caused by the development of the Nakdong River, predict changes in the habitat status of migratory birds, and prepare measures necessary for preservation.

Key words : Whooper Swan, Tundra Swan, Nakdong River downstream area, Eulsukdo, Yeommak

1. 서론

고니류(*Cygnus* spp.) 이동성이 높은 동물이고, 많은 개체수가 수천 km를 이동하면서 인간의 지리적 및 정치적 경계를 인식하지 않는 조류이다. 고니류는 오리과

(Anatidae)에 속하는 조류로서 고니(*Cygnus*)와 코스코로바(*Coscoroba*)라는 2개 속(Genus)으로 고니(*Cygnus*) 속에는 현재 6종이 있으며, 코스코로바(*coscoroba*)속에는 남아메리카에 분포하고 있는 1종을 포함하여 전 세계에는 7종이 분포한다(Wildfowl, 2019). 우리나라에서는 3

Received 18 July, 2023; Revised 14 August, 2023;

Accepted 18 August, 2023

*Corresponding author : Soon-Bok Hong, WildLife Union, Donghae 25802, Korea

Phone : +82-33-521-0152

E-mail : birdhsb@hanmail.net

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© 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.

종이 기록되어 있다(The Ornithological Society of Korea, 2009).

낙동강하구는 담수와 해수가 교차하는 기수역으로 환경요인의 간섭으로 인한 변화가 크고, 생물의 구성도 매우 다양한 수역이고, 270 여종 이상의 조류가 관찰되고 있는 지역이다(Hong and Hong, 2023). 한반도의 남단에 위치하고 있는 지역으로 겨울철에 비교적 얼지 않고 온화한 지역인 낙동강하류는 월동하기 위해 남하한 고니류들이 휴식과 채식하는 중요한 지역이다(Hong and Lee, 2012a).

대저수문의 하단부인 낙동강본류, 낙동강하구와 서낙동강 등을 포함한 낙동강하류에서는 고니(*Cygnus columbianus*), 큰고니(*Cygnus cygnus*) 등 2종의 고니류(*Cygnus* spp.)가 보고되어 있다(Hong, 1997, 2004; Hong and Hong, 2023). 선행 연구는 낙동강하구에서 오리류에 관한 연구가 이루어졌으며(Lee and Hong, 2008; Hong and Lee, 2012a), 대저수문의 하단부인 낙동강 본류, 낙동강하구와 서낙동강 등을 포함한 낙동강하류 전 지역에 관한 연구는 5년(2008.10-2013.9)간의 기러기류(Hong, 2018)와 5년(2008.10-2013.9)간의 고니류(Hong and Hong, 2023)가 전부이다. 서낙동강, 낙동강 본류 지역과 낙동강하구를 포함한 낙동강하류 전 지역에 관한 고니류의 5년(20013.10-2018.9)간의 연구는 없는 실정이다.

낙동강 하류 지역은 주변 지역인 주남저수지와 우포늪 등과 함께 서식지로서 중요한 지역이기 때문에 낙동강 하류 지역의 고니류의 지역별 분포 상황을 파악하는 것은 이 지역의 주변 환경 변화에 따른 고니류의 지속적인 서식을 위해서도 중요한 의미가 있다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사지역의 서식지 환경변화 특징

조사 기간 동안 조사지역(15 지역)의 특성 중 대마동(A)은 명지주거단지에 아파트 건설 등 공사가 한창 진행 중이지만 명지주거단지 상단부에는 2015년 하반기부터 아파트 등 건설을 위한 공사가 진행 중 상태이다. 명지주거단지 앞 갯벌에는 잘 형성된 새섬매자기 군락이 줄어들고 있었다.

장자·신자도(B)는 태풍 차바(2016년 9월)로 인해 신자도의 섬이 분리되었으며, 이후에는 신자도의 중간 부분이 분리되어 신자도와 장자도 사이의 물결이 사라

졌다.

신자도 전 지역이 갈대군락이 형성되어 있으며 좀보리사초와 락풀 등으로 이전의 모래 사주 모습은 사라진 상태이며 해안가 일부 지역과 낙동강 본류인 신자도 초입(장림 방향)은 모래 사주가 형성되어 있어 장자도에 서식하고 있던 동물(너구리 등)이 자유롭게 왕래할 수 있는 환경으로 지형이 아주 변화하였다.

사자·도요등(C)은 태풍 차바(2016년 9월)로 인하여 도요등의 모래언덕이 모두 사라졌으며 도요등 중간 부분도 분리되었다. 도요등 초입 중간과 대포 앞 일부 갈대의 침입을 제외한 전 지역이 모래 사주이다. 사자도와 도요등 사이의 수로는 소형선박이 통과할 수 없는 지역으로 변화였고, 도요등에는 동물(너구리, 고라니 등)의 발자국이 관찰되고 있다.

을속도남단(D)은 조사 기간 동안 2013년 10월에는 새섬매자기 군락이 광범위하였으나 2015년 9월부터는 축소되었다.

을속도(E)는 을속도대교의 건설 공사는 완료되었으며 을속도하단에는 2015년 5월 새섬매자기 복원 등을 위한 철망이 설치되었으나 이후 새섬매자기 군락이 감소하고 있으며 철새의 먹이를 제공하기 위한 시설물과 먹이를 제공하고 있다. 2018년 중반기는 을속도대교 아래 이전 조성된 인공습지 제방 부근 잡초를 제거한 상태이다.

일용도(F)는 정비사업으로 조성된 인공습지와 수로에는 수풀이 무성하며 하천을 따라 조성된 둘레길은 철새 보호를 위한 차폐시설(나무 식재)을 하였으나 산책을 위해 이용하는 사람이 많았다. 명지 방향의 강변은 갈대군락 등이 형성되어 있어 완충작용을 하고 있다고 판단된다.

염막(G)은 4대강 정비사업 공사 기간(2009.7 ~ 2011.10)에 조성된 맥도생태공원(인공습지)의 상단부에도 광범위하게 연이 확산하였다. 하단부 인공 못(상·하) 주변 등의 독길과 산책로를 따라 승마가 지속되고 있었다.

염막 하단부에 있는 수자원공사의 준설토 적치장의 토사를 다른 지역으로 옮기는 작업을 계속 진행하고 있으며 상단부는 4대강 정비사업 이후 갈대 등 수풀이 무성한 상태로 유지되고 있다. 4대강 정비사업에서 훼손되지 않고 남아 있는 지역(철새 먹이터)에 겨울 철새를 위한 보리 파종과 쉼터(무논)를 조성하였다.

맥도강(H)은 고속도로 아래 지역 하천에는 완충지대

가 사라지기 시작하고, 군라 방향에는 에코델타시티 공사가 시작되었다. 맥도수변공원A는 강변을 따라 자전 거길이 조성되어 있지만 인위적 간섭이 거의 없고 하천의 폭이 비교적 협소하며 고속도로 아래 맥도마을 방향에 있는 연 군락은 확산하였다.

평강천(I)은 부산 에코델타시티 친수구역 조성사업을 위해 주변 농경지는 정비작업(흙덮기 등)을 위한 인위적 간섭이 진행 중이며 2017년 전반기에 시작한 에코델타시티 전망대 공사가 완료되었고, 2018년 전반기에는 하단부(신노전)에 강변을 따라 펜스 설치, 하천에 교량 건설 등이 진행 중이다. 국가 하천이지만 하천 폭이 협소하다.

녹산수문밀(J)은 하신 방향은 명지주거단지 아파트 공사가 진행되고 있으며 녹산 방향에도 공장 건설 등 인위적인 간섭이 증가하고 있다.

녹산수문위(K)는 부산 에코델타시티 친수구역 조성사업을 위해 하단부에는 강변을 따라 펜스가 설치되었으며 대형 공사 차량의 출입이 빈번하고 중간지역인 제도생태공원 상단부는 농경지가 존재하는 상태임. 서낙동강교 아래에는 부전-마산 경전철을 위한 교량 공사가 진행 중으로 전반적으로 인위적 간섭이 증가하고 있다.

조만강·둔치도(L)는 지사산업단지 개발에 따른 조만강 인접 지역 농경지의 본격적인 개발이 시작된 단계로 생곡 방면 쓰레기매립장 아래와 조만강 건너편에는 범방동 택지지구 조성을 위한 공사가 진행 중이다. 둔치도 들녘에는 겨울철 독수리 등의 사진 촬영을 위한 대상 조류들을 유인하기 위해 먹이를 인위적으로 제공하였다.

치등(M)은 하천 폭이 넓으며 덕포마을 아래쪽은 비교적 인위적 간섭이 없고 주변은 농경지가 있는 지역으로 조류 서식에 적합한 지역이지만 치등의 양안에 조정·카누 경기장과 부산 수상 레포츠 시설이 있어 조류의 서식에 악영향을 초래할 가능성이 큰 지역이다.

중사도(N)는 가락동 행정복지센터 방면은 체육시설 등을 위한 공사로 인하여 강변의 완충지대가 계속 사라지고 있다.

대저수문(O)은 기러기류의 주요 서식지인 고속도로 아래는 넓은 습지 지역이지만 인근에 새로운 건물의 완공 등으로 인위적 간섭이 증가하고 있다. 수안치등 주변 하천은 대형 조류(큰고니와 큰기러기)의 주요 서식지이지만 연이 확산하여 겨울철 연근 채취의 여부에 따라 개체수 변화가 많은 지역이다.

2.2. 고니류의 개체수 조사

조사는 대저수문부터 낙동강하구까지 낙동강 하류의 모든 지역을 5년간(2013.10 - 2018.9) 매달 1회 또는 그 이상 조사하여 그달의 최대 개체수를 개체수로 산정하였다.

본 조사지역은 맥도강, 평강천, 서낙동강, 낙동강본류나 낙동강하구 해역 일대의 육지구역과 수역을 대상으로 대저수문을 기점으로 한 낙동강본류와 서낙동강을 포함한 하구 일원을 11개 권역으로 나누어 실시한 조사(Hong, 2004)와 낙동강하구언 하단부 사주들을 5개 권역으로 나누어 각 권역별 조사(Hong, 2003; 2005)를 근거하여 15개의 권역으로 구분하여 실시하였다. 조사는 지형의 특성과 조사경로의 용이성을 고려하여 조사지역을 하구언 하단은 종축으로는 명지 쪽 낙동강의 중앙과 명지 끝자락에서 도요등과 신자도 사이로 구분하였으며, 횡으로는 대마등과 장자도 사이 소형선박이 다니는 물골의 상단부와 신호대교 하단의 서낙동강을 포함하여 대마등, 하단부를 장자·신자도로 나누었고, 사자도 상단에 가로질러 있는 작은 물골의 상단부를 을숙도 남단, 하단부를 사자·도요등이라 하고, 을숙도와 을숙도 남단은 장림하수처리장에서 을숙도 하단부에 간조시 나타나는 갯벌을 을숙도에 포함하는 것으로 ①대마등(A), ②장자·신자도(B), ③사자·도요등(C), ④을숙도남단(D), ⑤을숙도(E)의 5개 지역으로 구분하였고, 하구언 상단은 크게 낙동강 본류, 맥도강, 평강천, 서낙동강 지역으로 낙동강 본류에는 하구언을 경계로 일용도와 하구언 상단부로 하단동 가락타운 좌안과 낙동강 고수부지 염막지구 우안 수면부 일대를 일용도, 준설도 적치장을 포함한 낙동강대교 하단 염막 둔지와 낙동강은 일용도 경계 상단부 중앙을 남북으로 나누어 좌측을 염막, 맥도강은 강서구 대저2동 낙동강 우안 제방을 기점으로 맥도-명지 신포 구간으로 강동구 평강천 합류점 상단, 평강천은 신노전교 하단에서 울만교 하단, 서낙동강은 대저수문에서 신호대교까지의 지역으로 녹산수문-신호대교를 녹산수문밀(J), 종축으로 둔치도는 도로를 경계로 녹산수문-서낙동강교를 녹산수문위(K), 조만강과 둔치도를 포함하여 조만강·둔치도(L), 서낙동강교-강동교를 치등(M), 강동교-불암교를 중사도(N), 불암교-대저수문을 대저수문(O)으로 ⑥ 일용도(F), ⑦ 염막(G), ⑧ 맥도강(H), ⑨ 평강천(I), ⑩ 녹산수문밀(J), ⑪ 녹산수문위(K), ⑫ 조만강·둔치도(L), ⑬ 치등(M), ⑭ 중사도(N), ⑮ 대저수문(O)으로 구분하였다(Fig. 1).

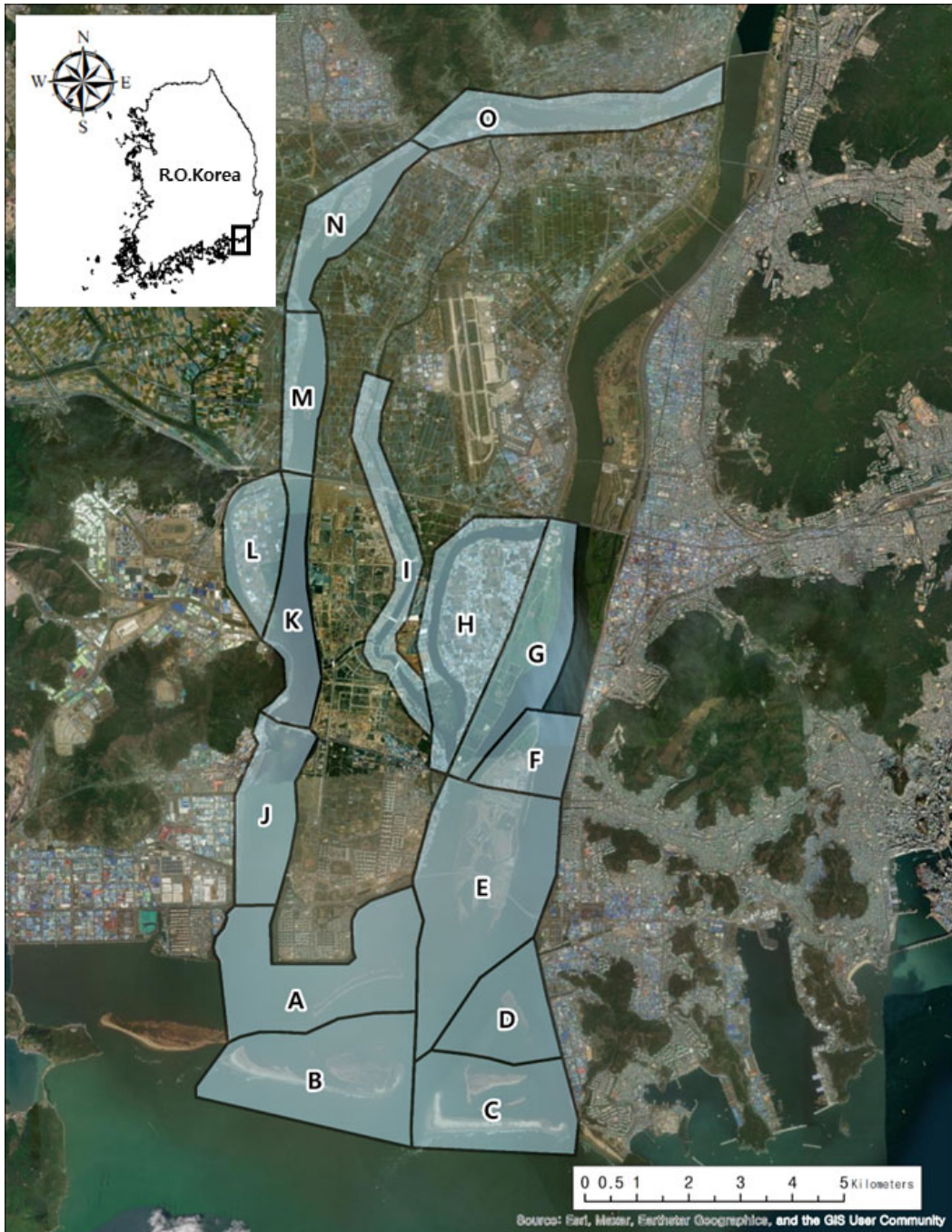


Fig. 1. Survey area in Nakdong River Downstream Area. A : Daemadeung, B : Jangja·Sinjado, C : Sajado·Doyodeung, D : Lower Eulsukdo, E : Eulsukdo, F : Ilwoongdo, G : Yeommak, H : Maekdogang, I : Pyeonggangcheon, J : Lower Noksan sluice, K : Upper Noksan sluice, L : Jomangang·Doonchido, M : Chideung, N : Joongsado, O : Daejeo sluice



Fig. 2. Annual change of observed Swans (*Cygnus* spp.) in the Nakdong River Downstream Area during 2009-2013 (2009: 2008. 10-2009. 9. 4, 2013: 2012. 10-2013. 9. A: Whooper Swan, B: Tundra Swan).

조사방법은 하구언 하단 기수역에서는 소형 선박을 이용하여 일정한 경로를 따라 이동하며 육안이나 쌍안경(40x8, Nikon)으로 관찰하는 방법(Strip transect method)과 지형적으로 선박의 진입이 어려운 지역은 바지선 등을 이용하여 망원경(x20, Sony)을 이용하여 조사하는 정점조사법(Point census method)을 병행하였다(Fig. 1). 육상지역에서는 선조사법(Line transect census; Bibby et al., 1993)과 정점조사법을 병행하여 실시하였다. 고니류는 직접 관찰을 원칙으로 하면서 거리가 멀어 동정이 어려운 경우에는 쌍안경 또는 망원경을 이용하여 관찰된 모든 개체수를 기록하였다.

조사지역(15 지역)의 특성은 조사 시 기록된 세부적인 내용과 2013년 10월부터 2018년 9월까지 조사 시 촬영한 사진 및 동영상 자료를 기초로 하였다.

지역별 개체수 비교에 관한 통계분석은 Kruskal-Wallis test를 분석, 평균 표기법(Mean ± standard deviation)을 사용하였다.

3. 결 과

3.1. 전체현황

조사 기간(20013.10 - 2018.9) 동안 낙동강 하류역에서 관찰된 고니류는 고니 291개체, 큰고니 34,356개체 등 총 2종 34,647개체가 있었다.

연도별 개체수에서 큰고니(*C. cygnus*)는 34,356개체 중 2014년 12,769개체, 2017년 5,875개체, 2015년 5,595개체, 2016년 5,339개체, 2018년 4,778개체, 고니(*C. columbianus*)는 291개체 중 2014년 284개체, 2016년 6개체, 2018년 1개체가 관찰되었다.

지역별 개체수에서, 큰고니는 을숙도에서 11,073개체, 을숙도남단 10,782개체, 대마등 6,951개체, 염막 1,910개체, 대저수문 1,433개체, 고니는 을숙도남단에서 172개체, 대마등 79개체, 을숙도 29개체, 장자·신자도 11개체가 관찰되었다.

3.2. 고니류의 개체수 서식 현황

조사 기간 동안 큰고니(붉은색선; Red line)는 2014년, 2017년, 2015년 순으로 증감 폭이 넓었고, 고니(청색선; Blue line)는 2014년 이후에는 거의 관찰되지 않았다(Fig 2).

Table 1. The average of individuals of *Cygnus* spp. observed 15 regions in the Nakdong River Downstream Area from October 2013 to September 2018

Site	Year	Mean	SD	χ^2	p-value
A	5	1171.50	1380.26		
B	5	102.67	76.12		
C	5	214.17	282.22		
D	5	1825.00	1637.22		
E	5	1849.83	1647.08		
F	5	12.50	14.00		
G	5	318.33	256.30		
H	5	1.33	2.07	4349.01	0.000***
I	5	0.00	0.00		
J	5	0.67	1.03		
K	5	10.83	11.55		
L	5	21.00	22.13		
M	5	4.67	5.99		
N	5	0.00	0.00		
O	5	238.83	358.07		
Total	75	384.76	915.61		

*** (p-value < 0.001) (A : Daemadeung, B : Jangja·Sinjado, C : Sajado·Doyodeung, D : Lower Eulsukdo, E : Eulsukdo, F : Ilwoongdo, G : Yeommak, H : Maekdogang, I : Pyeonggangcheon, J : Lower Noksan sluice, K : Upper Noksan sluice, L : Jomangang·Doonchido, M : Chideung, N : Joongsado, O : Daejeo sluice)

3.3. 지역별 고니류의 서식 현황

5년간(20013.10 - 2018.9) 관찰된 고니류를 지역별로 개체수를 분석하였다(Table 1). 낙동강하류권(15개 지역)의 평균 개체수는 384.76 ± 915.61 이었으며, 대마등(A)에서 1171.50 ± 1380.26 개체, 장자·신자도(B) 102.67 ± 76.12 개체, 사자·도요등(C) 214.17 ± 282.22 개체, 을숙도남단(D) 1825.00 ± 1637.22 개체, 을숙도(E) 1849.83 ± 1647.08 개체, 일웅도(F) 12.50 ± 14.00 개체, 염막(G) 318.33 ± 256.30 개체, 맥도강(H) 1.33 ± 2.07 개체, 평강천(I) 0.00 ± 0.00 개체, 녹산수문밀(J) 0.67 ± 1.03 개체, 녹산수문위(K) 10.83 ± 11.55 개체, 조만강·둔치도(L) 21.00 ± 22.13 개체, 치등(M) 4.67 ± 5.99 개체, 중사도(N) 0.00 ± 0.00 개체, 대저수문(O) 238.83 ± 358.07 개체로서 통계적으로 지역별 개체수에서 유의미한 차이가 있는 것으로 확인되었다(Kruskal-Wallis test, $=4349.01$, $p < 0.001$). 을숙도에서 가장 많은 개체수가 관찰되었고, 다음은 을숙도남단, 대마도, 염막, 대저수문, 사자·도요등 순이었으며, 평강천과 중사도에서

는 관찰되지 않았다. 특히 을숙도, 을숙도남단과 대마등은 다른 지역보다 관찰된 개체수가 현저히 많았다.

3.4. 월별 지역별 고니류(*Cygnus* spp.)의 서식 현황

월별 15개 지역에서 5년간 관찰된 총개체수는 34,647개체로 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 을숙도로 11,102개체가 관찰되었다. 이 중 1월 3,649개체, 2월 3,349개체, 12월 2,814개체, 11월에 1,283개체가 관찰되었고, 다음은 을숙도남단으로 10,954개체가 관찰되었으며 12월에 4,152개체, 11월 3,064개체, 2월 1,953개체, 1월 1,715개체, 대마등은 7,030개체가 관찰되었는데 11월 3,772개체, 12월 1,365개체, 2월 929개체, 염막은 1,910개체가 관찰되었는데 12월 575개체, 1월 523개체, 대저수문은 1,433개체가 되었고 12월 821개체, 1월 553개체가 관찰되었으며, 고니류가 최초 도래하는 시기는 10월이었으며 을숙도남단에서 제일 많은 60개체가 관찰되었다(Table 2).

Table 2. Monthly change of the number of *Cygnus spp.* observed among 15 regions in the Nakdong River Downstream from October 2013 to September 2018(A : Daemedeung, B : Jangja·Sinjado, C : Sajado·Doyodeung, D : Lower Eulsukdo, E : Eulsukdo, F : Ilwoongdo, G : Yeommak, H : Maekdogang, I : Pyeonggangcheon, J : Lower Noksan sluice, K : Upper Noksan sluice, L : Jomangang·Doonchido, M : Chideung, N : Joongsado, O : Daejeo sluice)

Month	A	B	C	D	E	F	G	H
Oct.	52	2		60				
Nov.	3,772	178	764	3,064	1,283	25	447	
Dec.	1,365	120	214	4,152	2,814	34	575	
Jan.	896	188	167	1,715	3,649	10	523	4
Feb.	929	100	126	1,953	3,349	6	364	4
Mar.	15	28	14	6	4		1	
Apr.	1	7		1	2			
May		3						
Jun				1				
Jul.				1	1			
Aug.				1				
Sep.			1					
Total	7,030	626	1,286	10,954	11,102	75	1,910	8

Month	I	J	K	L	M	N	O	Total
Oct.								114
Nov.			19	6				9,558
Dec.			5	35	6		821	10,141
Jan.		2	12	53	7		553	7,779
Feb.		2	29	32	15		59	6,968
Mar.								68
Apr.								11
May								3
Jun								1
Jul.								2
Aug.								1
Sep.								1
Total	0	4	65	126	28	0	1,433	34,647

4. 고 찰

고니류들도 다른 물새류들과 마찬가지로 그들의 서식지에서 다양한 위협에 직면하고 있다. 이러한 위협 요소에는 서식지의 손실, 기후 변화, 잠자리와 채식지에 서의 인간의 방해 등이 있다(Luigujoe, 2018; Rees et al., 2019). 낙동강하류역 주변 고니류는 낙동강하류, 주남저수지, 우포, 화포천 등에서 볼 수 있다.

낙동강하구에서 고니류는 1990년대(1989.5-1992.4. 평균 2,707.00개체) 고니 5,238개체, 큰고니 5,590개체, 2000년대(2002.5-2007.4, 평균 10,471.17개체) 고니 23,179개체, 큰고니 39,648개체가 관찰되었다. 이 결과에서 고니류는 1990년대보다 2000년대에 개체수가 증가하였다. 선행 연구에서 5년간(2008.10-2013.9) 고니는 평균 1,184.4개체, 큰고니 평균은 6,319.2개체로 큰고니가 더 많이 관찰되었다. 고니는 2007년

4,168개체가 관찰된 이후 개체수가 감소하는 경향을 보였다. 이는 고니류의 먹이와 개체수에 의한 세력권의 영향과 큰고니의 개체수 증가로 인하여 크기에서 큰고니보다 소형인 고니가 서식지를 다른 지역으로 이동한 것으로 판단된다(Hong and Hong, 2023). 관찰된 고니류는 2014년 13,053개체, 2015년 5,595개체, 2016년 5,345개체, 2017년 5,875개체, 2018년 4,779개체로 총 34,647개체가 관찰되었으며, 연도별 개체수의 변화는 2014년 이후 감소하였는데 낙동강하류의 인접 지역 조사(NIBR, 2014)에서 2014년 1월 주남저수지 1,209개체, 우포 152개체로 총 1,361개체가 관찰되었으나, 월동기인 2017년 12월에서 2018년 2월까지 3개월의 누적 개체수는 주남저수지 5,551개체, 우포 620개체로 총 6,171개체가 관찰되었다(NIBR, 2018). 결과적으로 낙동강하류의 인접 지역으로 이동한 것으로 추정된다.

고니류의 개체수 감소는 주변 서식지인 주남저수지와 우포 등으로 이동한 것으로 판단된다. 주변 서식지로의 이동은 잠재적으로 온도 변화에도 반응할 수 있으나(Thomas and Lennon, 1999), 낙동강하류 고니류의 주 서식지인 낙동강하구 특히 을숙도남단, 을숙도, 대마등에서 새섬매자기 분포 면적 감소 등의 서식 환경의 변화로 사료되며 이는 하류역 전 지역에서의 고니류 증감에도 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다. Hong and Hong(2023)에서 큰고니는 관찰된 31,596개체 중 대마등에서 10,790개체, 을숙도남단 9,552개체, 을숙도 7,501개체, 사자·도요등 1,660개체, 장자·신자도 784개체, 염막 543개체, 대저수문 397개체가 관찰되었고, 본 연구(5년)에서 큰고니 34,356개체 중 을숙도 11,073개체, 을숙도남단 10,782개체, 대마등 6,951개체, 염막 1,910개체, 대저수문 1,433개체가 관찰되었다. 이 결과 을숙도 염막, 대저수문의 개체가 증가하였다.

낙동강하류권의 조사(Hong and Hong, 2023)에서 관찰된 큰고니는 31,596개체 중 하구언 상단에서 1,309개체로 전체의 4.14%, 본 연구에서 큰고니 34,356개체 중 하구언 상단에서 3,649개체(10.62%)로 증가하였으며 대부분 낙동강하구(하구언 하단)를 서식지로 이용하였다. 이는 낙동강하류에 도래하는 고니류는 대권역의 주 서식지인 낙동강하구를 중심으로 월동하는 것으로 나타났다. 따라서 낙동강하류의 주 서식지인 을숙도남단, 을숙도, 대마등 지역들이 건강할 때 고니류 분포가 증가할 것으로 판단된다. 본 연구에서도

고니류의 남하 시기는 10월에 대부분 을숙도남단에 먼저 도래하여 대마등 등 다른 사주로 분산되는 선행 연구(Hong, 2004; Hong and Hong, 2023)의 월별 고니류의 분포와 일치하였다.

낙동강하구를 기점으로 서낙동강과 낙동강본류로의 이동 경로가 있다. 서낙동강은 낙동강하구(대마등 부근)에서 비상한 조류(고니·기러기류)들은 장애물 없는 들녘인 강서경찰서 주변을 지나 서낙동강을 따라 주남저수지 방향으로 이동하는 경향을 보였다. 본 연구 기간에는 명지주거단지 조성과 더불어 서낙동강의 관문인 명지 들녘에 아파트 등의 건설, 광범위한 에코델타시티 친수구역 조성사업 등으로 이동에 방해가 되어 낙동강본류를 따라 이동하고 있는 것으로 판단된다. 이동 경로에서의 채식지 및 휴식지는 조류들의 이용을 용이하게 할 수 있다(Hong, 2018). 서낙동강에는 중사도, 치등, 둔치도는 하중도가 잘 발달하여 있으며, 서낙동강의 경우 선행 연구에서 5년간(2008.10~2013.09) 고니류는 녹산수문위 17개체, 조만강·둔치도 37개체, 치등 27개체가 관찰(Hong and Hong 2023)되었으며, 본 조사에서는 5년간(2013.10~2018.09) 녹산수문위 65개체, 조만강·둔치도 126개체, 치등 28개체로 서낙동강에서도 개체수가 증가하고 있다. Lee et al.(2022)의 연구에서 BDI(2021)의 18년간 조사에서 낙동강하구의 겨울철 월동 시기와 우점류를 언급하였고, 2010년부터 낙동강하구 생태계 모니터링(BDI 2011)의 구획설정을 교량이 아닌 치등을 양분하여 구간으로 설정하여 조사하고 있다. 그러나 서낙동강은 다양한 수조류(고니류, 큰기러기, 오리류 등)가 도래하여 월동하면서 기착지로 이용하고 있다. 치등 역시 고니류, 기러기류와 오리류가 도래하는 중요 지역이다. 그러므로 서낙동강에서 교량 간의 연도별 비교가 어려워 이 자료가 기초자료 활용에 있어서 재검토되어야 할 것으로 보인다.

낙동강본류 고니류의 이동 경로상에 있는 대표적인 지역은 을숙도(E), 염막(G)과 대저수문(O)이다.

을숙도(E)에서 관찰된 고니류는 2014년에 2,376개체, 2015년 2,131개체, 2016년 2,498개체, 2017년 2,318개체, 2018년 1,779개체 등 총 11,102개체로 연도별 개체수의 차이는 미미하였다. 월별 관찰된 개체수는 11월 1,260개체, 12월 2,814개체, 1월 3,643개체, 2월 3,349개체로 월동기 후반기(1월, 2월)에 개체수가 많았다. 또한 새섬매자기 군락이 발달하여 있는 넓은 습지, 먹이 제공과 기수역으로 겨울철에 결빙되지 않으면

서 강한 바람으로부터 안전한 지역인 을숙도하단은 고니류가 서식하기 좋은 환경으로 나타났으나 1990년대에 조성된 인공습지에서는 고니류가 관찰되지 않았다.

염막(G)은 선행 연구(Hong and Hong, 2023)에서 5년간 547개체가 관찰되었다. 본 연구(5년)에서는 1,910개체로 개체수가 증가하였고, 관찰지역으로 낙동강본류와 인접 수로 1,418개체(74.24%), 먹이터 65개체(3.40%), 그 이외 지역 427개체(22.36%)가 관찰되었으나 맥도생태공원(습지)에서는 관찰되지 않았다.

대저수문(O)은 선행 연구(Hong and Hong, 2023)에서 5년간 397개체가 관찰되었다. 본 연구(5년)에서는 1,433개체가 관찰되어 개체수가 증가하였다. 수안치등 주변 하천은 대형 조류(큰고니와 큰기러기)의 주요 서식지이지만 겨울철 연근채취의 여부에 따라 개체수 변화가 많은 지역이다. 또한 이동에 있어서 대부분의 고니류는 비상하여 대저수문 방향으로 가로질러 낙동강본류에 도달하여 하구 쪽으로 이동하는 경향을 보였다.

5. 결론

본 연구는 5년간(2013.10-2018.9)의 자료를 비교 분석하여 낙동강하류 일대 고니류의 지역별 분포 특성을 분석하였다.

고니류를 지역별로 분석한 결과 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 확인되었다(Kruskal-Wallis test, $\chi^2=4349.01$, $p < 0.001$). 을숙도에서 가장 많은 개체수가 관찰되었고, 을숙도하단, 대마등, 염막, 대저수문, 사자·도요등 순이었으며, 평강천과 중사도에서는 관찰되지 않았다.

선행 연구 5년(2008.10~2013.09)은 대마등, 을숙도하단, 을숙도 순이었으나, 본 조사에서는 을숙도, 을숙도하단, 대마등 순으로 다른 지역보다 관찰된 개체수가 현저히 많았다. 특히 을숙도 지역은 새섬매자가 분포하고 있는 넓은 습지와 먹이 제공에 의한 결과로 판단된다. 고니류 중 고니는 지속적으로 관찰되었으나 2014년 이후에는 거의 관찰되지 않았다.

낙동강하류에서 도래하는 고니류는 주 서식지인 낙동강하구를 중심으로 낙동강본류인 하구연 상단과 서낙동강을 오가면서 월동을 하는 것으로 나타났다. 따라서 낙동강하류의 주 서식지인 을숙도하단, 을숙도, 대마등 지역들이 건강해야만 낙동강하류역의 고니류 분포가 증가할 것으로 판단되며 충분한 먹이와 안전하고

양호한 환경에서 서식할 수 있는 요건을 갖추는 것이 매우 중요할 것으로 사료된다.

본 연구 결과 고니류의 주요 도래지인 낙동강하구에 서 감소하고 있는 새섬매자기 군락의 회복을 위한 방안 마련과 대형 조류인 고니류가 안정적으로 이동할 수 있는 낙동강하구를 기점으로 하는 경로(서낙동강으로 왕래할 수 있는 이동 경로, 염막에서 서낙동강으로의 이동 경로, 낙동강본류의 이동 경로)의 확보가 필요한 것으로 판단되며, 낙동강본류의 주요 이동 경로상에 있는 염막, 대저생태공원, 대저수문의 주요 서식지의 보존에 대한 대책이 요구된다.

장기적인 조사 자료로 낙동강하류 지역의 개발 등으로 인한 환경변화에 따른 고니류 분포에 대한 분석 및 철새들의 서식 현황 변화를 예측하고 보존에 필요한 방안 등을 마련할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- BDI, 2011, Nakdong estuarine ecosystem monitoring. Busan Metropolitan City.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., 1993, Bird census techniques, Academic Press, London, UK.
- Hong, S. B., 1997, Fauna of water birds and breeding behavior of Little Tern and Kentish Plover in the Nakdong Estuary, R.O.Korea. D.Thesis, Hokkaido Univ. Hokkaido, Japan.
- Hong, S. B., 2003, The avifauna of Nakdong Estuary, Korean J. Orni., 10, 51-63.
- Hong, S. B., 2004, Regional characteristics of bird in Nakdong Estuary, Korean J. Ecol., 27(5), 269-281.
- Hong, S. B., 2005, A Research for shorebirds on the southernmost of Nakdong Estuary, Korean J. Ecol., 28(4), 199-206.
- Hong, S. B., Lee, I. S., 2012a, Visitation pattern of common Shelduck(*Tadorna tadorna*) and using the winter places as Nakdong Estuary, Busan, Republic of Korea, Korean J. Orni., 19(1), 13-21.
- Hong, S. B., 2018, Regional characteristics of Geese (*Anser* spp.) at Nakdong River Basin from October 2008 to September 2013, Busan, R. O. Korea. Korean J. Orni., 25(1), 40-47.
- Hong, S. B., Hong, J. P., 2023, Regional distribution characteristics of Swans(*Cygnus* spp.) in Nakdong River downstream from October 2008 to September 2013, Busan, R. O. Korea. Journal of Environmental Science International, 32(7), 493-502.

- Lee, I. S., Hong, S. B., 2008, Understanding the visitation aspect of dabbling Ducks(*Anas* spp.) in the long period at Nakdong Estuary, Busan, Republic of Korea. *Korean J. Env. Ecol.*, 22(6), 625-631.
- Lee, J. N., Lee, W. H., Kim, M. G., 2022, A Study on the wintering distribution of the Whooper Swan (*Cygnus cygnus*) within the lower Nakdong River, Busan city. *Korean J. Orni.*, 29(1), 1-9.
- Luigujoe, L., 2018, Vaikeluige (*Cygnus columbianus bewickii* Yarr.) kaitse tegevuskava, [Bewick's Swan Single Species Action Plan in Estonia.] Environmental Board, Tallinn, Estonia.
- NIBR, 2014, 2014 Winter Waterbird Census of Korea, National Institute of Biological Resources, Incheon.
- NIBR, 2018, 2017-2018 Winter Waterbird Census of Korea, National Institute of Biological Resources, Incheon.
- Rees, E. C., Cao, L., Clausen, P., Coleman, J. T., Cornely, J., Einarsson, O., Ely, C. R., Kingsford, R. T., Ma, M., Mitchell, C. D., Nagy, S., Shimada, T., Snyder, J., Solovyeva, D. V., Tijssen, W., Vilina, Y., Włodarczyk, R., 2019, Conservation status of the world's swan populations, *Cygnus* sp. and *Coscoroba* sp.: a review of current trends and gaps in knowledge. *Wildfowl* (Special Issue No. 5), 35-72.
- Swan Symposium, 2019, Current trends and future directions in swan research: insights from the 6th International Swan Symposium. *Wildfowl* (Special Issue 5), 1-34.
- The Ornithological Society of Korea, 2009, Checklist of the Birds of Korea.
- Thomas, C. D., Lennon, J. J., 1999, Birds extend their ranges northwards, *Nature*, 399, 213.
-
- Ph. D. Soon-Bok Hong
WildLife Union
birdhsb@hanmail.net
 - Student. Ji-Pyo Hong
Department of Life Sciences, Silla University
hongjipyo20138@gmail.com