

멸종위기 개리 (*Anser cygnoides*)의 월동기 서식지 이용과 먹이원

최유성 · 주성배* · 김면식¹ · 한동욱² · 정길상

국립생태원 생태기반연구실, ¹경희대학교 생물학과, ²국립해양생물자원관 해양생물기반연구본부

Habitat Use and Food Materials of the Endangered Swan Goose (*Anser cygnoides*) during the Wintering Season. Choi, Yu-Seong (0000-0002-2058-2656), Sungbae Joo* (0000-0002-8472-7682), Myun-Sik Kim¹ (0000-0003-0022-4779), Donguk Han² (0000-0001-5991-258X) and Gilsang Jeong (0000-0001-8297-3532) (Division of Basic Research, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Republic of Korea; ¹Department of Biology, Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea; ²Fundamental Research Division, National Marine Biodiversity Institute of Korea, Seocheon 33662, Republic of Korea)

Abstract We surveyed the habitat use and food materials of the endangered Swan Goose (*Anser cygnoides*) during the wintering period at the Seocheon tidal flat. The bird wintered about six months from October 2014 to early April 2015 at the flat. They showed a remarkable change in choosing their feeding habitat and prey. They stayed entirely at sedge grass patches on Songrim tidal flat during the early wintering period (October), while after November they gradually moved to Janggu bay and used rice paddy fields as well as sedge patches on the tidal flats as their feeding site. The dietary analysis showed the sedge grass (*Bolboschoenus* sp., Cyperaceae) was the main dietary source during the entire wintering period. Interestingly, the proportion of Cyperaceae on feces decreased slightly over wintering time, while the proportion of Fabaceae increased relatively since November. These results suggest that the Swan Geese switched their habitat and food sources in response to the change of food availability. The Seocheon tidal flat area is the important wintering site for Swan Geese and sedge grass patches in the area need to be managed as the main feeding area for the wintering Swan Geese.

Key words: *Anser cygnoides*, fecal analysis, feeding habitat, foods, LH-PCR, Swan Goose, wintering

서 론

생태계 내 서식지 유형과 구조 변화, 기후에 따른 수문학적 요소의 변화는 야생동물 먹이자원의 이용가능성에 영향을 주고, 이는 곧 야생동물의 지리적 분포, 번식, 서식지 선택, 이동 등과 같은 생활사에 직접적으로 영향을 준다(Terrill, 1990; Backwell *et al.*, 1998). 최근 기후변화, 서

식지 변화 등 생태계 변화가 가속화되고 있어 많은 생물종의 개체군 감소가 심각하며(BirdLife International, 2013), 특히 습지에 의존성이 높은 물새류는 서식지 환경 변화로 인해 많은 종이 멸종위기에 처해있다(Zhang *et al.*, 2015). 야생동물과 서식지 보전 전략의 성공 가능성은 대상 종의 생활사, 서식지, 먹이 등과 같은 개체군 생존에 필수적인 조건을 얼마나 이해하는가에 달려있다. 따라서 멸종위기 야생동물의 보전은 충분한 정보를 바탕으로 위협요인에 대한 다수의 실험 및 검증을 거쳐 명확한 관리방안이 수립되어야 하며, 장기적인 모니터링을 통해 개체군의 변화를 관찰하고, 수립된 목표를 단계적으로 해결해 나가야

Manuscript received 8 May 2017, revised 15 June 2017, revision accepted 21 June 2017
* Corresponding author: Tel: +82-41-950-5352, Fax: +82-41-950-5953, E-mail: doctorjoo@nie.re.kr

한다(Jones, 2004). 종의 서식 가능한 지역의 분포와 서식지 이용 및 선호도를 알아야 하며, 현재 분포지역의 서식지 경관구조와 종의 생태 자료를 바탕으로 서식지 적합모델을 개발, 종의 복원계획 및 서식지 조성에 활용할 수 있다(Soulliere *et al.*, 2007). 또한 현재 서식지에서의 행동패턴 결과를 토대로 행동모델을 수립함으로써, 향후 발생하는 생태계 변화(서식지 구조 변경, 먹이량 감소 등)에 따른 개체군 행동을 예측하는 모델의 수립이 가능하다(Stillman *et al.*, 2007).

개리(*Anser cygnoides*)는 몽골, 중국 북동부, 시베리아 지역에서 번식하고, 중국 양쯔강 유역과 한국 서해안에서 월동하는 동아시아에만 분포하는 기러기목(Order Anseriformes) 오리과(Family Anatidae)에 속하는 대형의 기러기로, 전 세계 생존 개체수가 약 60,000~90,000개체로 추정되는 국제적 멸종위기종이다(BirdLife International, 2017). IUCN 적색목록(Red List) 멸종위기 카테고리 중 취약종(Vulnerable, VU)에 해당하며, 러시아 동부의 아무르강 유역과 몽골 등 번식지의 환경 변화와 불법적인 포획, 월동지에서의 서식 조건 악화 등으로 인해 감소추세에 있는 것으로 보고되었다(Poyarkov, 2006; Zhang *et al.*, 2015; BirdLife International, 2017). 한국에서는 멸종위기야생생물II급, 천연기념물 제325-1호로 지정된 법적보호종이며, 10월부터 다음해 3월까지 한강하구와 금강하구 일대에 주로 도래하는 겨울철새이다. 특히 한강하구에서는 봄과 가을철 이동시기에 300개체 이상의 비교적 큰 집단이 관찰되지만, 12월~2월 월동기에는 일부 연안 및 내륙 습지에서 100개체 미만의 매우 적은 개체만이 관찰된다(Park, 2002).

현재까지 진행된 개리의 분포와 이동 연구에 의하면, 몽골, 러시아, 중국 북동부 지역에 걸친 내륙의 초원 습지(Steppe wetlands) 번식집단과 러시아 동부 아무르강 유역(Amur river basin)의 번식 집단으로 구분되며, 전 세계 생존 개체군의 90% 이상이 분포하는 내륙 번식 집단의 대부분은 중국 양쯔강 유역(the lower Yangtze basin)에서 월동하는 것으로 알려졌다(BirdLife International, 2003; Batbayar *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2011). 반면 러시아 동부 아무르강 하류지역에서 번식한 아무르 집단은 가락지 재관찰 기록에 의해 한국 서해안 한강하구와 금강하구 지역에서 월동하는 것이 알려졌지만, 한국에서 월동하는 개체수가 매우 적어 아무르 번식 집단의 월동지역과 이동 경로 등이 명확히 밝혀지지 않은 상태이다. 내륙 번식 집단에 비해 개체수가 현저히 적은 아무르 번식 집단에 대한 생태 정보가 부족한 상황에서 번식지와 월동지, 잠재적인 중간 기착 지역에서의 급격한 환경 변화(가뭄, 화재, 매립, 경작

등)가 가속화되고 있어 개체군 보전을 위한 생태연구가 시급하다(Poyarkov, 2006).

따라서 본 연구는 국제적 멸종위기종인 개리의 보전전략 수립에 있어 기초자료로 활용할 수 있는 월동지에서의 생태정보 수집에 목적을 두고 수행되었다. 특히 월동기간 동안 개리가 이용하는 서식지의 유형과 먹이원 분석을 통해 개리가 안정적인 월동을 위해 필요로 하는 서식지 조건을 파악하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 서천지역에서 월동하는 개리 개체군을 대상으로 분포지역 및 서식지 이용의 변화가 있는지를 확인하였으며, 서식지 이용의 변화와 먹이원의 관련성에 대해 논의하였다.

재료 및 방법

1. 조사지역

한국에서 개리의 주요 도래지역은 한강·임진강하구와 금강하구 지역이다. 본 연구는 서천 송림리 갯벌(충청남도 서천군 장항읍 송림리)과 장구만(서천군 중천면 당정리, 장구리) 지역에서 수행되었다(Fig. 1). 서천갯벌은 다양한 저서무척추동물(조개류, 계류, 갯지렁이류 등)이 풍부하여, 검은머리물떼새, 알락꼬리마도요 등을 비롯한 많은 도요·물떼새류의 중간기착지이자 월동지이며, 개리, 검은머리갈매기 등 국제적 멸종위기조류를 포함한 수많은 물새류의 월동지로서 매우 중요한 지역이다(Barter, 2002; BirdLife International, 2003). 송림리 갯벌과 유부도를 포함한 서천갯벌은 풍부한 저서생물을 바탕으로 국제적 멸종위기 처한 야생조류의 서식지로서 가치가 높아 2008년 2월 1일 습지보호지역으로 지정되었으며, 2009년 12월 2일에는 탐사르 습지로 등록되었다. 서천갯벌은 과거 장항국가산업단지 개발을 위해 매립 계획이 있었으나, 생태계 파괴 우려에 따른 반대 여론에 따라 매립 계획은 취소되고 갯벌 생태계 가치를 보호하는 것으로 결정되었다.

2. 개체군 모니터링, 서식지 이용, 행동조사

2014년 10월~2015년 4월까지 월동기간 동안 매주 1~2회씩 주기적으로 개리 개체수를 조사하였으며, 개리가 관찰된 지점과 서식지 유형을 지도에 기록하였다. 도래 개체수는 하루 중 관찰되는 최대 개체수를 기반으로 하였다. 또한 월동기간 서천갯벌에서 관찰된 개리의 일주행동(daily activity)을 조사하였다. 행동조사는 주1회 오전 8시부터 오후 6시까지의 개리 개체군을 직접 관찰하며 섭식, 휴식 등 주요 행동의 빈도를 기록하였다. 매 10분 간격으로 개체

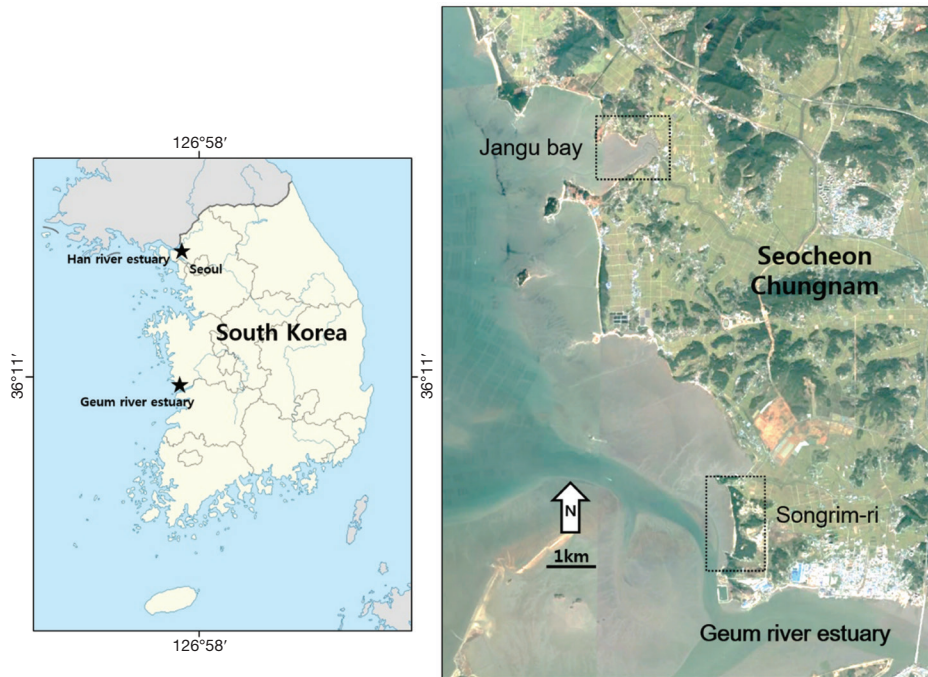


Fig. 1. Location of the study area. Asterisks on left map indicate important wintering (Geum river estuary) and stopover site (Han river estuary) for the Swan Goose in Korea. Right enlarged map show the study area, main wintering sites (Jangu bay and Songrim-ri, dashed line) of the Swan Goose within the Geum river estuary.

군 전체를 대상으로 순간적인 행동을 기록하는 스캔샘플링(scan sampling with instantaneous recording) 방법을 이용하여 각 개체의 행동을 기록하였다(Martin and Bateson, 1993). 개체수가 100개체 미만으로 한 번의 스캔에서 총 시간은 최대 2분을 넘지 않았으며, 망원경($\times 25\sim 50$)과 쌍안경($\times 10$)을 이용하여 한쪽 방향에서 반대 방향으로 관찰하며, 순간 보이는 행동을 기록하였다. 행동유형은 섭식(feeding), 휴식(resting), 경계(alert), 이동(locomotion: 비행, 걸음)으로 구분하였으며, 휴식행동에는 수면(sleep), 깃다듬기(preening), 목욕(bathing), 서있기(standing) 등이 포함된다. 관찰 도중 개리가 비행하여 다른 지역으로 이동하는 경우, 개리가 날아간 방향을 확인한 후에 차량으로 이동하여 개리 무리를 다시 찾았으며, 행동조사를 계속 진행하였다. 본 연구에서 개리가 비행하여 이동하였을 때, 이동거리가 직선거리 3 km 이내로 가까울 뿐만 아니라 이동 직후 내려앉을 때까지 일정시간 주변에서 비행을 계속하기 때문에, 짧은 시간 내에 개리의 위치를 파악하기가 수월하였다. 10월부터 2월까지 매주 1회 조사를 수행하였지만, 개리 위치를 일찍 파악하지 못한 경우에는 오전 행동 조사를 수행하지 못하는 경우가 있었다. 따라서 본 연구에서는 2월까지의 행동조사 자료 중에서 오전 8시부터 오후 6시까지 행동조사가 이루어진 날의 자료만으로 분석하였다.

3. 먹이원 분석

서천지역에서 월동하는 개리 개체군의 먹이원 분석을 위하여 개리가 섭식 또는 휴식한 지역에 남아있는 배설물을 수집하였다. 개리 배설물을 수집한 장소에서는 조사당시 개리 외에 다른 조류는 관찰되지 않았기 때문에, 수집된 배설물은 모두 개리의 것으로 판단하였다. 또한 배설물을 수집할 때에는 개리가 다른 장소로 이동하였거나, 충분한 거리를 두고 있어 배설물 수집 행위가 개리 행동(주로 휴식하는 경우)에 영향을 주지 않은 범위에서 수행되었다.

각 수집된 배설물은 독립적으로 비닐백에 담아 시료간 오염을 최소화하고, 현장에서 실험실로 옮긴 후, 초저온냉동고(-80°C)에 분석 전까지 보관하였다. 채집된 배설물로부터 DNA 추출 및 추출과정에서의 외부 오염을 최소화하기 위하여 배설물 바깥 부분을 제거하고, 약 200 mg의 배설물 시료를 2 mL 튜브로 옮겨 담은 후, 스테인레스 구슬을 넣어 시료분쇄기로 1/30 s 간격으로 시료를 파쇄하여 균질화시킨 후, QIAamp® Fast DNA Stool Kit (Qiagen)의 프로토콜을 따라 배설물 시료로부터 먹이원에 대한 total genomic DNA를 추출하였다.

식물성 잠재 먹이원에 대한 동정은 internal transcribed spacer 2 (ITS2) 영역의 길이 다형성을 기반으로 Length-

heterogeneity polymerase chain reaction (LH-PCR) 분석을 적용하였다. 개리의 주요 잠재 먹이원에 대해 형광표지자(FAM & HEX)가 부착된 프라이머를 이용하여 PCR 증폭을 실시하고, 각 PCR 산물들은 High Pure PCR Product Purification Kit (Roche)를 이용하여 정제 후, 길이정보 분석을 수행하여 길이정보 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 길이정보 데이터베이스와 동시에 증폭된 PCR산물에 대해 클로닝(Cloning) 및 염기서열 분석을 통해 각 잠재 먹이원에 대한 염기서열 정보를 확보하고, 각 염기서열은 Genbank에 등록된 염기서열 정보와의 BLASTN 분석을 실시하여 최종적으로 동정하였다.

이후, 배설물로부터 추출된 유전자로부터 개리가 섭식한 식물을 알아보기 위해 ITS2 영역에 대한 먹이 특이적 프라이머를 이용하여 PCR 증폭을 수행·정제한 후, 구축된 길이정보데이터베이스와의 길이 비교를 통해 실제 섭식한 먹이원을 분석하였다. 검출된 먹이원은 각 배설물에서 특정 먹이종이 출현한 배설물 시료의 비율을 계산하고 이를 바탕으로 먹이 선호도를 파악하였다.

4. 자료분석

행동조사결과는 스캔샘플링 1회 수행 시 기록한 각 행동빈도수를 모두 일별로 총합한 뒤, 각 행동이 차지한 비율로 계산하였으며 서식지 유형별로 행동유형을 구분하였다. 조사된 행동결과를 종합한 결과 섭식과 휴식행동은 대부분의 조사에서 90% 이상을 차지하였으며, 경계행동과 이동의 경우 매우 적은 비율로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 갯벌과 농경지에서의 섭식행동과 휴식행동의 비율을 중심으로 분석하였다. 월동기간 동안 개리의 갯벌과 농경지에서의 섭식과 휴식행동 변화의 유의성을 평가하기 위해 회귀분석(regression analysis)을 실시하였다. 회귀분석시 조사일을 독립변수로, 행동비율을 종속변수로 하였다. 채집된 배설물 시료에서 검출된 식물의 상대적인 검출 비율은 샘플이 수거된 날짜에 따라 도래초기(10월), 월동초기(11~12월), 혹한기(1~2월), 월동후기(3월)로 그룹하여 비교하였으며, 비교 그룹의 수에 따라 Mann-Whitney U test 또는 Kruskal-Wallis test로 비교하였다. 모든 통계분석은 STATISTICA(version 7)을 이용하였다.

결 과

1. 개리 월동 개체군 도래

2014년~2015년 월동기간 충남 서천지역에 개리는 2014

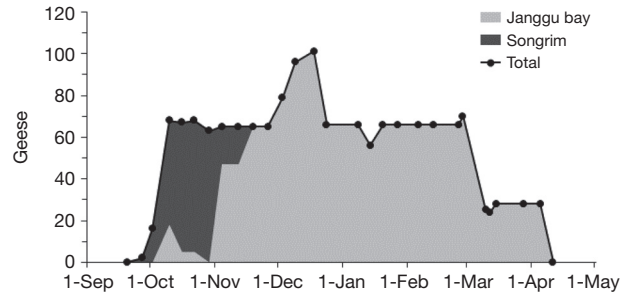


Fig. 2. The fluctuation of the Swan Goose population wintering in the Seocheon area during the winter period of 2014~2015. Dark and grey area on graph indicated the number of individuals inhabited at Janggu bay and Songrim-ri tidal flat, respectively.

년 9월말에 최초 2개체가 도래한 이후, 10월초에 16개체, 10월중순에 68개체로 점차 증가한 이후, 11월까지 65개체가 계속하여 도래하였다. 12월에 들어서며 79개체로 일부 증가한 이후 계속 증가하여 12월 18일 조사에서 최대 101개체가 도래하였다. 이후 12월말에 증가이전 수준인 66개체로 감소한 뒤 3월까지 개체수가 유지되었다. 3월에 일부 개체들이 번식지로 북상하면서 개체수가 점차 감소하기 시작하였으며, 최종적으로 4월초에 모든 개체가 번식지로 북상하였다(Fig. 2). 이로써 서천 월동지역에 도래하는 개리는 10월에 번식지에서 월동지인 서천갯벌로 이동하고, 3월~4월초에 반대로 월동지에서 번식지로 이동하는 것이 확인되었으며, 월동지인 서천갯벌에서 개리가 체류하는 기간은 약 6개월로 확인되었다.

2. 시기적 분포 및 서식지 이용

서천갯벌 월동지에서 개리는 뚜렷한 서식지 분포와 이용 경향을 보여주었다. 서천갯벌에 도래한 개리는 10월에는 대부분 송림리 갯벌에서 주로 머물렀으며, 일부 소수 개체들이 장구만의 갯벌지역을 오가는 것이 확인되었다(Fig. 2). 그러나 11월초부터 개리는 송림리 갯벌에서 장구만 지역으로 이동하였으며, 11월말 이후에는 송림리 갯벌은 전혀 이용하지 않고, 모든 개체가 장구만 지역에서만 관찰되었다.

개리가 섭식하는 서식지는 갯벌과 농경지로 확인되었으며, 각 서식지의 이용 또한 시기적으로 변화가 있었다(Fig. 3). 도래 초기인 10월의 경우 갯벌 지역에서만 섭식활동이 이루어졌으나, 11월 중순 이후 갯벌에서의 섭식활동은 줄었으며(Regression analysis, $F=5.503, P<0.05$), 농경지에서의 섭식활동 비율은 점차 증가하였다(Regression analysis, $F=13.925, P<0.01$). 즉 송림리 갯벌에서 주로 머물던

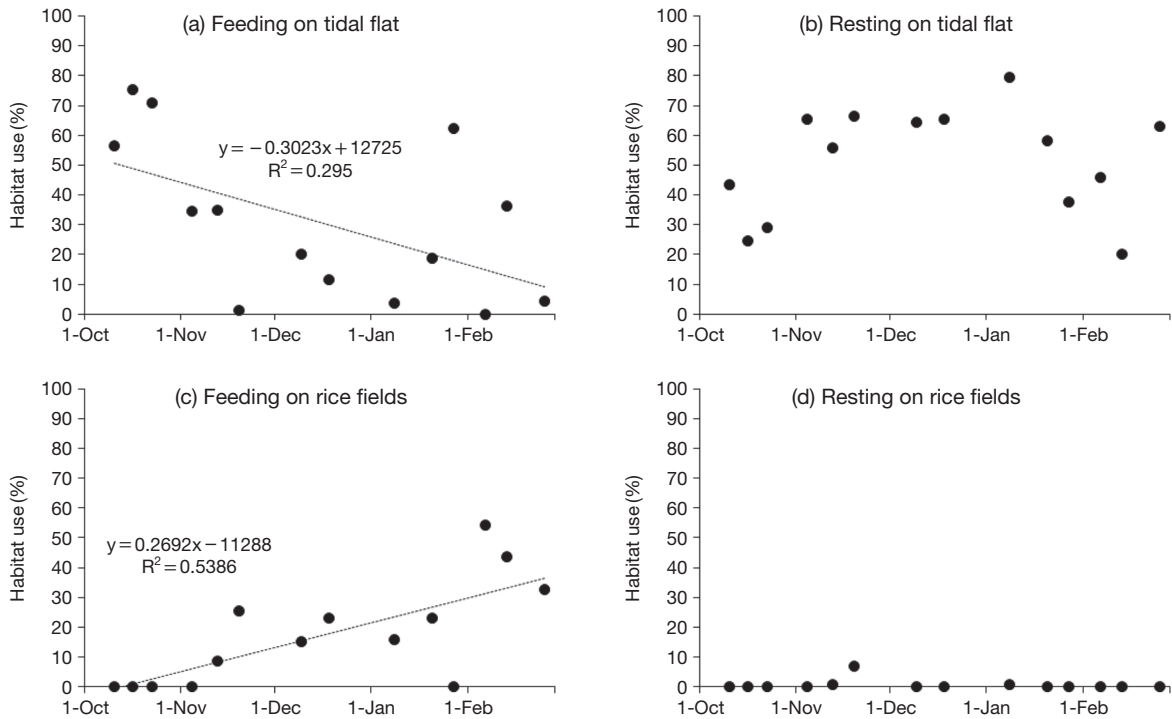


Fig. 3. The change of habitat use (%) of the Swan Goose in two different habitats, tidal flat and rice fields, for feeding and resting during the wintering period of 2014~2015 based on daily activity data.

10월에는 송림리 갯벌에 있는 매자기류 군락지에서 주로 섭식활동을 하였지만, 장구만 지역으로 이동한 11월부터는 장구만 갯벌의 매자기류 군락지 뿐만 아니라 인근의 농경지로 이동하여 섭식하였다(Fig. 4). 그러나 휴식활동의 경우 섭식활동과는 다르게 월동기간 동안 계속해서 갯벌에서 이루어졌으며, 시기별 휴식행동은 유의미한 변화가 나타나지 않았다.

3. 먹이원 분석

개리의 배설물에서 ITS2 영역에 대한 염기서열 분석 결과와 길이 다형성 분석(LH-PCR) 결과, 총 5과 7속의 식물 유전자 정보를 획득하였다(Table 1). 개리 배설물로부터 검출된 먹이원은 사초과(Cyperaceae), 콩과(Fabaceae), 십자화과(Brassicaceae), 갯질경이과(Plumbaginaceae), 마디풀과(Polygonaceae)의 식물로 확인되었다. 개리 배설물에서 검출된 먹이원 중에서 사초과의 매자기류(*Bolboschoenus* sp.)는 전체 월동기간 동안 대부분의 배설물에서 검출(53.3~92.9%)되어 개리가 월동기간 동안 지속적으로 섭식하는 주요 먹이원으로 나타났다(Fig. 5a). 콩과식물의 경우, 10월에는 극히 적은 비율로 배설물에서 검출되었지만(5.6%), 11월 이후 배설물에서 검출된 비율이 높아졌다

(30.8~42.9%). 각 배설물 샘플에서 검출된 식물의 시기별 상대비율을 비교하였을 때에도 4월을 제외한 모든 시기에서 사초과의 매자기류가 현저히 높게 나타났다(Mann-Whitney U test, October $Z=6.843$, $P<0.001$; November-December $Z=3.442$, $P<0.001$; January-February $Z=4.952$, $P<0.001$; April $Z=1.515$, NS; Fig. 5b). 다만 상대비율에 있어 사초과 식물은 월동 후반기로 갈수록 다소 낮아진 경향을 보였으며(Kruskal-Wallis test, $H_3=8.349$, $P<0.05$), 콩과식물의 경우 11월 이후 상대적으로 높게 나타났다(Kruskal-Wallis test, $H_3=11.901$, $P<0.01$; Fig. 5b).

고 찰

개리는 90년대까지 한강하구와 임진강하구에서 많은 수가 봄과 가을에 통과하는 것이 관찰되었으며, 특히 3~4월, 10~12월에 1,000개체 이상의 큰 무리가 관찰되었다(Park, 2002). 그러나 12월말부터 2월까지의 흑한기에는 개체수가 급감하여, 국내 일부지역의 습지에서 5개체 미만의 적은 수만이 보고되었다. 따라서 한강과 임진강 하구 지역에 도래한 개리 개체군은 대부분 중국의 양쯔강 유역 및 남동부 해안의 월동지로 이동하며(Park, 2002), 일부는 금강

(a) Sedge grass patch on the Songrim-ri tidal flat



(b) Rice fields near to the Janggu bay



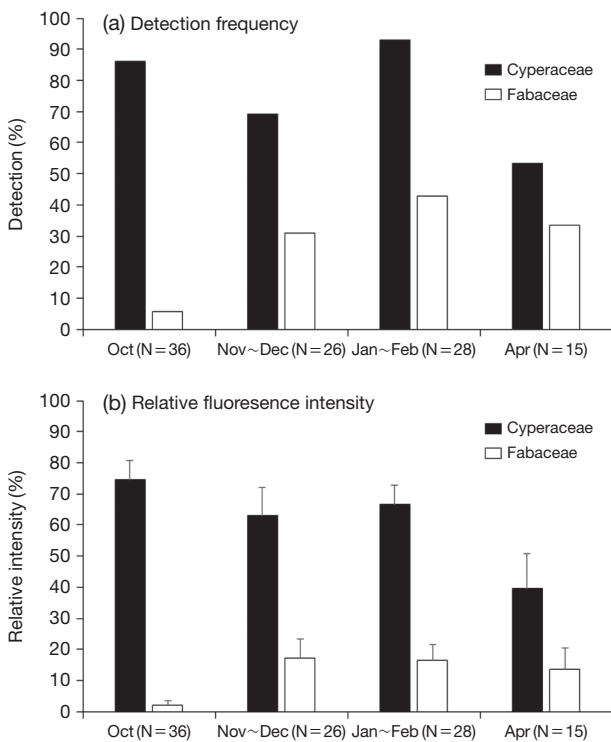
Fig. 4. Feeding habitats of the Swan Goose at the Seocheon: (a) sedge grass patches and (b) rice fields.

하구 일대로 이동하여 월동하는 것으로 추정하였다(Kim, 2000). 본 연구에서 밝혀진 서천갯벌에 최초로 개리가 도래한 시기는 2014년 10월이었으며, 2015년 3월에 이르러 개체수가 감소, 마지막 개체가 서천갯벌을 떠난 시기는 4월초였다. 이러한 월동기간 동안의 개체수 변화는 서천갯벌에 도래한 개리 집단이 다른 지역으로 이동하지 않고

약 6개월을 서천갯벌에서 월동하였다는 것을 의미한다. 다만 늦가을부터 초겨울까지 한강하구 지역에 도래한 개리 개체군이 다른 지역으로 이동하는 것으로 추정되는(Park, 2002) 12월초에 서천지역에서 개체수가 일시적으로 증가하였다가 다시 초기 도래한 개체수로 감소하여 유지되는 것을 확인하였다. 즉 한강하구와 서천갯벌 지역 모두 동시

Table 1. Length-heterogeneity (LH) profiles of plant items extracted from fecal samples of the Swan Goose wintering at the Seocheon during the 2014~2015 winter period by length-heterogeneity polymerase chain reaction (LH-PCR) analysis.

No.	BLAST results				Measured length (bp)	Family (K)	Accession
	Description	Query coverage	E value	Ident.			
1	<i>Brassica</i> sp.	100%	0	97%	504.2	Brassicaceae	KF218592
2	<i>Bolboschoenus</i> sp.	59%	2E-90	90%	477.4	Cyperaceae	DQ385556
3	<i>Alhagi</i> sp.	81%	1E-168	97%	482.6	Fabaceae	JX494756
4	<i>Caragana</i> sp.	85%	0	99%	487.2	Fabaceae	DQ311963
5	<i>Robinia</i> sp.	81%	0	99%	485.2	Fabaceae	EF494737
6	<i>Bolboschoenus</i> sp.	77%	0	99%	503.5	Cyperaceae	DQ385556
7	<i>Persicaria</i> sp.	100%	0	99%	504.1	Polygonaceae	KJ939179
8	<i>Limonium</i> sp.	100%	0	99%	518.7	Plumbaginaceae	KP231371

**Fig. 5.** Detection frequency (a) and relative intensity (b) of plant items on the feces of the Swan Goose wintering at the Seocheon during the 2014~2015 winter season. Relative fluorescence intensity values presents as mean and standard error.

적으로 개리가 도래하기 시작하고, 월동기간 동안 개체수가 줄어드는 한강하구 지역과는 달리 서천갯벌에서는 휴한기(1~2월)에도 개체수가 유지되었다. 이러한 사실은 서천갯벌에 도래한 개리가 한강하구 개체군과는 별개의 독립적인 월동 집단일 가능성이 있음을 시사하며, 비록 개체수가 100개체 이하의 적은 규모이지만 국내에서 매우 드문 개리의 월동지역으로서 서천갯벌이 중요하다고 할 수

있다.

서천갯벌에서 월동한 개리는 송림사구와 장구만 지역을 중심으로 분포하였는데, 이 지역들은 개리의 주 먹이원으로 이용되는 매자기류(*Bolboschoenus* sp.)의 군락지가 넓게 분포하고 있는 지역이다. 개리는 매자기류, 고랭이류 등 수생식물의 근경(rhizome) 또는 괴경(tuber)과 같은 지하부를 주 먹이원으로 섭식하는 것으로 알려져 있으며, 국내외 월동지 또한 이러한 식물이 많이 분포하는 지역이다(Moon, 2005; Fox *et al.*, 2008; Yoo *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2011). 본 연구에서도 개리의 섭식행동 관찰과 더불어 배설물 내에서의 먹이원 검출 결과를 바탕으로 개리가 월동기간 동안 지속적으로 이용하는 먹이자원이 매자기류(*Bolboschoenus* sp.)로 확인되었다. 10월에 개리는 송림리갯벌의 매자기류 군락지를 중심으로 섭식활동을 하였지만, 11월 이후 장구만 지역으로 이동한 후에는 매자기류 군락지와 주변 농경지를 오가며 섭식활동을 하였다. 이러한 서식지 이용의 변화는 월동기간 동안 이용하는 먹이자원 양의 변화를 반영한 결과로 해석된다(Fox *et al.*, 2008). 월동 초기 송림리갯벌에 넓게 분포하는 매자기류 군락지에서 많은 개체가 모여 집중적으로 섭식함으로써 이 지역에서의 먹이원이 줄어들었으며, 송림리갯벌에서 이용 가능한 먹이원이 부족해짐에 따라 다른 지역으로 이동하는 것으로 판단된다. 장구만 지역으로 이동한 개리는 갯벌과 농경지를 오가며 섭식활동을 하였으며, 갯벌에서는 매자기류 군락지 주변, 농경지는 추수가 끝난 논에서 주로 관찰되었다.

섭식행동 관찰을 통해 장구만 주변 농경지도 개리 개체군이 먹이를 섭식하기 위하여 이용하는 것이 확인되었다. 배설물에서 검출된 식물 중 콩과 식물의 비율이 도래 초기 약 5% 정도의 낮은 검출 빈도를 나타냈으나, 11월 이후 농경지를 이용하면서 40% 정도까지 증가하였다. 이를 바탕으로 매자기류 이외에 농경지 주변 콩과 식물을 먹이원으로

로 이용하는 것으로 추정해볼 수 있으며, 논에서의 섭식행동을 고려할 때, 땅속에 존재하는 콩과 식물 줄기나 뿌리를 먹이원으로 이용하는 것으로 추정된다. 일반적으로 국내 도래하는 큰기러기와 쇠기러기는 대부분 농경지를 섭식장소로 이용하며, 추수 후 떨어진 볍씨를 주요 먹이로 한다(Yoo *et al.*, 2008; Nam *et al.*, 2015). 그러나 본 연구에서 확인한 개리 배설물에서 벼가 검출되지 않은 것으로 나타나 농경지에서 섭식활동을 한다고 하더라도 다른 기러기류와는 달리 볍씨가 주 먹이원은 아닌 것으로 판단된다. 또한 개리는 해안에서 가까운 논을 이용하는 경향을 보였으며, 이는 아마도 주 먹이원인 매자기류 군락지에서 섭식하고 또한 휴식장소로 이용하는 갯벌과의 거리를 줄여 월동기간 에너지 소비를 줄이는 전략으로 판단된다. 향후 개리의 서식지 관리 방안 수립에 필요한 월동기간 동안 섭식 가능한 잠재적 먹이원에 대한 조사가 필요하다. 개리가 섭식했던 지역을 대상으로 출현한 식물의 종류를 확인하고, 육안관찰 및 배설물 분석을 통해 실제로 개리가 섭식한 먹이원의 종류를 파악해야 하며, 월동지역 내 잠재 먹이원의 분포와 생물량을 평가하여야 할 것이다.

송림리와 장구만 일대의 갯벌이 월동하는 개리 개체군 보호를 위한 핵심지역으로서, 이들 지역을 중심으로 매자기류 군락지 관리와 더불어 개리 도래시기 동안 발생할 수 있는 방해요인을 최소화하는 관리방안이 마련되어야 할 것이다. 한편 국내 도래하는 개리와 서식지를 보호하기 위해서는 한강하구 지역에 도래하는 개체군의 월동기간 분포와 이동에 관한 연구도 함께 논의될 필요가 있다. 월동기간 동안 꾸준히 도래하는 서천갯벌의 개리 개체군과는 달리 한강하구 집단은 흑한기(12월~2월) 동안에는 개체수가 급감하지만, 현재 월동지가 명확하게 밝혀지지 않았다. 과거 넥밴드 관찰 결과로 한강하구에 도래하는 개체군 역시 서천갯벌 개체군과 동일하게 러시아 아무르강 하류 지역이 번식지로 확인된 만큼, 한강하구 집단과 서천갯벌 집단의 유전적 관계와 지역 간 이동에 관한 연구가 필요하며, 이를 위해서 국내외 여러 연구기관의 협력이 필요하다.

적 요

멸종위기종 개리(*Anser cygnoides*)의 월동기 서식지 이용과 먹이원에 대해 연구하였다. 개리는 서천갯벌에 10월에 도래하여 약 6개월간 월동한 후, 다음해 4월초에 월동지를 떠나 번식지로 이동하였다. 서천갯벌에서 월동하는 동안 개리는 뚜렷한 지역 간 이동, 서식지 이용 패턴을 보

였다. 즉 도래초기인 10월에는 주로 송림리 갯벌의 매자기류(*Bolboschoenus* sp.) 군락지를 집중하여 이용하였으나, 11월부터는 장구만 지역으로 이동하여 연안 갯벌에 일부 존재하는 매자기류 군락지와 인근 농경지에서 섭식활동을 하였다. 배설물에서 추출한 유전자 분석을 통해 개리가 사초과의 매자기류 식물을 월동기간 동안 주먹이원으로 이용한다는 것을 확인하였다. 또한 분포와 서식지 이용에 변화를 보이는 시기에 사초과 식물 외에도 콩과 식물의 검출량이 증가하였다. 이러한 결과는 개리가 월동기간 동안 섭식하는 먹이원의 이용가능성 변화에 반응하여 서식지를 이용하는 전략을 취하는 것으로 평가된다. 서천갯벌은 개리의 월동지로서 가치가 있으며, 특히 송림리와 장구만 지역에 분포하는 매자기류 군락지는 월동기간 동안 개리가 이용하는 핵심지역으로 보호되어야 한다.

사 사

본 연구는 국립생태원 연구과제 “생태계 변화에 취약한 야생동물 개체군 생태연구(NIE-BR-2015-03)”로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Backwell, P.R.Y., P.D. O'hara and J.H. Christy. 1998. Prey availability and selective foraging in shorebirds. *Animal Behaviour* **55**: 1659-1667.
- Barter, M.A. 2002. Shorebirds of the Yellow Sea: importance, threats and conservation status. Wetlands International Global Series 9, International Wader Studies 12, Canberra, Australia.
- Batbayar, N., J.Y. Takekawa, S.H. Newman, D.J. Prosser, T. Natsagdorj and X. Xiao. 2011. Migration strategies of Swan Geese *Anser cygnoides* from northeast Mongolia. *Wildfowl* **61**: 90-109.
- BirdLife International. 2003. Saving Asia's threatened birds: a guide for government and civil society. Cambridge, UK. 246pp.
- BirdLife International. 2013. State of the world's birds: indicators for our changing world. Cambridge, UK. 25pp.
- BirdLife International. 2017. Species factsheet: *Anser cygnoides*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 16/01/2017.
- Fox, A.D., R.D. Hearn, L. Cao, P.H. Cong, X. Wang, Y. Zhang, S.T. Dou, X.F. Shao, M. Barter and E.C. Rees. 2008. Preliminary observations of diurnal feeding patterns of Swan Geese *Anser cygnoides* using two different habitats at Shengjin Lake, Anhui Province, China. *Wildfowl* **58**: 20-

- 30.
- Johns, C.G. 2004. Conservation management of endangered birds, 9. p. 269-301. *In: Bird Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques* (Sutherland, W.J., I. Newton and R.E. Green, eds.). Oxford University Press, Oxford.
- Kim, H.J. 2000. Studies on wintering ecology of swan geese *Anser cygnoides* in Korea. MSc thesis, Kongju National University, Chungnam, Korea. 41pp. (in Korean)
- Martin, P. and P. Bateson. 1993. *Measuring Behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Moon, J.S. 2005. A study about feeding behavior of Swan Geese (*Anser cygnoides*) on Sea Club Rush (*Scirpus planiculmis*) which comes to the Han River. MSc thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea. 43pp. (in Korean)
- Nam, H.K., Y.S. Choi, S.H. Choi and J.C. Yoo. 2015. Distribution of waterbirds in rice fields and their use of foraging habitats. *Waterbirds* **38**: 173-183.
- Park, J.Y. 2002. Current status and distribution of birds in Korea. PhD thesis, Kyung Hee University, Seoul, Korea. 529pp. (in Korean)
- Poyarkov, N.D. 2006. The Swan Goose *Anser cygnoides* research and conservation programme in Russia, p. 482-483. *In: Waterbirds around the world* (Boere, G.C., C.A. Galbraith and D.A. Stroud, eds.). The Stationery Office, Edinburgh, UK.
- Soulliere, G.J., B.A. Potter, J.M. Coluccy, R.C. Gatti., C.L. Roy, D.R. Luukkonen, P.W. Brown and M.W. Eichholz. 2007. Upper Mississippi River and Great Lakes region joint venture waterfowl habitat conservation strategy. U.S. Fish and Wildlife Service, Fort Snelling, Minnesota, USA. 117pp.
- Stillman, R.A., A.D. West, R.W.G. Caldow, and S.E.A.L.V.D. Durrell. 2007. Predicting the effect of disturbance on coastal birds. *Ibis* **149** (Suppl. 1): 73-81.
- Terrill, S.B. 1990. Food availability, migratory behavior, and population dynamics of terrestrial birds during the nonreproductive season. *Studies in Avian Biology* **13**: 438-443.
- Yoo, S.H., I.K. Kim, T.H. Kang, H.J. Cho, J.P. Yu, S.W. Lee and H.S. Lee. 2008. Wintering bird community in Cheonsu Bay and the relationship with food resources. *Korean Journal of Environment and Ecology* **22**: 301-308. (in Korean)
- Yoo, S.H., T.H. Kang, H.J. Kim, K.S. Lee, S.M. Lee, H.S. Lee and I.K. Kim. 2010. Population decline and distribution change of the Swan Geese *Anser cygnoides* and White-naped Cranes *Grus vipio* by habitat loss the *Scirpus planiculmis* at the Hanriver estuary. *Korean Journal of Ornithology* **17**: 55-66. (in Korean)
- Zhang, Y., L. Cao, M. Barter, A.D. Fox, M. Zhao, F. Meng, H. Shi, Y. Jiang and W. Zhu. 2011. Changing distribution and abundance of Swan Goose *Anser cygnoides* in the Yangtze River floodplain: the likely loss of a very important wintering site. *Bird Conservation International* **21**: 36-48.
- Zhang, Y., Q. Jia, H.H.T. Prins, L. Cao and W.F. de Boer. 2015. Effect of conservation efforts and ecological variables on waterbird population sizes in wetlands of the Yangtze River. *Scientific Reports* **5**: 17136. doi: 10.1038/srep17136.