

강화도 남단 갯벌에 도래하는 물새류의 분포요인 및 보전방안¹

이시완^{2,5} · 이한수² · 유정철³ · 제종길⁴ · Colin Levings⁵ · 백운기⁶

Factors Affecting the Conservation and Distribution of Migratory Waterbirds in the Southern Tidal Flats of Ganghwa Island, Korea¹

Si-Wan Lee^{2,5}, Han-soo Lee², Jeong-Chil Yoo³, Jong-Geel Je⁴,
Colin Levings⁵, Woon-Kee Paek⁶

요 약

강화도 남단 갯벌에 도래하는 물새류는 여차리, 동막리, 선두리 및 동검리 갯벌에서 종수 및 개체수에 차이를 나타냈다. 3월과 9월에 조사된 물새류는 다른 지역보다 여차리 갯벌에서 보다 많은 종수 및 개체수가 관찰되었다. 물새류 중에서 우점종은 민물도요(*Calidris alpina*)로 나타났으며, 다른 지역보다 여차리 갯벌에서 개체수가 42.0~79.1%의 점유율을 보였다. 동막리 갯벌 조간대상부가 해수면에 잠겼을 경우 여차리 갯벌에 남아있는 갯벌 면적은 0.0317km²로서 여차리 갯벌에서 이들 면적이 휴식공간으로 활용되었다. 각 지역의 갯벌 조간대에 서식하고 있는 물새류의 잠재적 식이물의 습중생물량(wet biomass)은 여차리 갯벌에서 선두 4리 지역보다 2.5배, 동검리와 동막리 갯벌보다 각각 1.6배와 2배가 높게 나타났다. 종수 및 개체수(/0.078m²)는 여차리 갯벌에서 최대 23종 및 266개체가 출현하여, 선두4리 갯벌의 10종 및 184개체, 동검리 갯벌의 11종 33개체와 동막리 갯벌의 20종 및 69개체가 출현한 것보다 높게 나타났다. 우점종인 민물도요(38.11g)의 하루 최저 취식량은 1,295 마리이고, 먹이는 주로 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*), 서해비단고둥(*Umbonium thomasi*) 등의 고둥류와 두토막눈썹참갯지렁이(*Perinereis aibuhitensis*)였으며, 고둥류는 다른 지역보다 여차리 갯벌에서 높은 서식밀도를 나타냈다. 갯벌에 도래하는 물새류는 잠재적 식이물인 저서생물의 분포, 휴식공간의 확보, 선호하는 먹이의 분포 및 일일 취식량을 충족시켜 줄 수 있는 먹이가 풍부한 서식지 등과 밀접한 관계를 갖고 있는 것으로 나타났다. 이들 물새류의 보호를 위해서는 먹이원이 풍부하게 살아 갈 수 있는 갯벌 환경을 유지해야 한다. 갯벌의 무분별한 개발 및 매립, 방문 및 생물채취 등은 자제되어야 하며, 갯벌 환경교육, 지역전문가 및 갯벌 관리프로그램 등이 개발되어야 한다.

1 접수 11월 30일 Received on Nov. 30, 2001

2 에코텍 환경생태연구소, 대전시 유성구 봉명동 535-5 신한진오피스텔 1005, 305-301(Ecotech Institute of Environmental Ecology, #1917 New Hanjin Officetel, 535-5 Bongmyeong-dong, Yuseong-gu, Daejeon, 305-301, Korea)

3 경희대학교 생물학과, 한국조류연구소, 서울시 동대문구 회기동 경희대학교, 130-701(Department of Biology, Korea Institute of Ornithology, Kyung Hee University, Seoul, 130-701, Korea)

4 한국해양연구원 해양환경기후연구본부, P. O. Box 29, 안산 425-600(Marine Environment and Climate Change Laboratory, KORDI, P.O. Box 29, Ansan, 425-600, Korea)

5 Environment & Habitat Science Division, Fisheries and Ocean Canada, 4160 Marine Drive West Vancouver, British Columbia Canada V7V 1N6

6 국립중앙과학관 자연사연구실, 대전시 유성구 구성동 32-2 국립중앙과학관, 305-705(National Science Museum, 32-2 Guseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon, 305-705, Korea)

주요어 : 휴식공간, 인위적 간섭

ABSTRACT

Of the four tidal flat areas(Yeocha-ri, Dongmak-ri, Sundu-ri and Donggum-ri) on Southern Ganghwa Island, the distribution of migratory waterbirds showed a difference in the numbers of individuals and species. Higher numbers of individuals and species were observed on the Yeocha-ri tidal flat. The dominant waterbirds species at the four areas was the Dunlin(*Calidris alpina*). This species showed an occupancy rate(42.0~79.1%) on the Yeocha-ri tidal flat, which was much higher relative to the other areas. The Yeocha-ri tidal flats were higher relative to MSL than the other tidal flats. When the Dongmak-ri tidal flat was covered by sea water, the Yeocha-ri tidal flat was 0.0317km² in area and on this space we observed many resting waterbirds. The biomass of the waterbirds' potential prey on the Yeocha-ri tidal flat was higher(1.6~2.5×) than other tidal flats. Twenty-three species and 266 individuals were found on the Yeocha-ri tidal flat, which was higher than the tidal flats. The food of Dunlin, which was the dominant species in these four areas, was mainly *Reticunassa festiva* and *Umbonium thomasi*(Gastropoda) and *Perinereis aibuitensis*(Polychaeta). A Dunlin(38.11g) used to eat 1,295 individuals of these food items for daily basal energy. Gastropod, its density was highest on Yeocha-ri tidal flats. The distribution of waterbirds seemed to be closely related with the distribution of the benthos, space and safety of resting site. We suggest that the environments of tidal flats, which are rich foraging habitats, are important factors for conservation of waterbirds.

KEY WORDS : RESTING SITE, HUMAN DISTURBANCE

서론

우리 나라에 도래하는 물새류는 동아시아주에서 호주로 이어지는 이동경로를 갖고 있으며, 이동성이 강한 물새류로서는 봄과 가을에 서해안 갯벌에 도래하는 도요·물떼새류인 섬금류가 대다수를 차지하고 있다(AWB, 1993). Long *et al.*(1988) 및 원병오(1988)는 서해안 갯벌 조간대에 1~10%의 국제기 준치를 상회하는 섬금류가 도래하고 있으며, 이들에게 먹이를 제공하는 중간기착지로서 서해안 갯벌이 국제적으로 중요한 습지라고 하였다. 서해안 갯벌에 도래하는 섬금류는 갯벌 조간대를 취식 및 휴식장소로 이용하고 있으며, 일년에 약 480~500만 개체가 시베리아의 번식지와 호주의 월동지를 오가며, 서해안 갯벌 조간대에 서식하는 저서생물로부터 이동을 위한 에너지를 얻고 있다(Watkins, 1993). 서해안 갯벌 조간대에서 섬금류와 이들의 먹이에 관한 연구는 Swennen *et al.*(1990)이 저서생물의 밀도

와 생물량을 중심으로 수행하였으며, 1990년 중반부터 섬금류의 식이물 종류 파악 및 생태적 지위 등에 초점을 두고서 연구가 진행되었으나 (김은영, 1993; 김한별, 1995; 박성근, 1995; 남재우, 1997; 이시완, 2000), 아직은 부족한 상황에 있다.

섬금류가 중간기착지로 이용하는 서해안 갯벌 및 갯벌 주변부를 비롯한 해안 등은 개발의 용이성에 의하여 간척·매립이 증대되어 왔다. 1990년대부터 본격적으로 시작된 대규모 간척사업으로 지난 10년간 약 15% 이상의 갯벌이 유실되었거나, 심각하게 훼손되고 있어 갯벌의 고유한 기능이 상실되어 왔다(해양수산부, 1999). 특히 전형적인 하구 생태계로서 국내에 현존하는 가장 큰 하구 갯벌인 강화도 남단 갯벌은 철새도래지와 저서생물의 생물다양성이 높아 자연보전지역으로 지정이 시도된 바 있었고, 환경부를 비롯한 여러 기관 및 단체는 강화도 지역을 보전하려고 하고 있으며, 다양한 형태로 이용하기 위한 방안에 대해서도 논의하고 있는 중이다(환

경부, 1998; 유정철과 이기섭, 1998; 녹색연합과 강화도시민연대, 1998). 또한 강화도 갯벌 주변은 수도권외의 관광인구가 집중되어 있으며, 주변의 영종도 갯벌을 매립하여 신국제공항을 건설하는 등의 개발압력이 높고, 새우 양식어장 등의 새로운 시설물들이 들어서고 있는 곳이어서 도래하는 섬금류에게 커다란 영향을 줄 수 있는 지역으로 섬금류의 보호관리 및 보전이 요구되고 있다. 더구나 강화도 갯벌에 도래하는 섬금류의 개체수가 과거 10년 전보다 지속적으로 상당수 감소되고 있는 추세에 있다(이시완, 2000). 이와 더불어 강화도 내의 각 지역 갯벌에 도래하는 섬금류의 종수 및 개체수는 서로 큰 차이를 보이고 있으며(환경부, 1991), 다른 지역보다 여차리 갯벌에서 섬금류의 개체수가 많이 관찰되었다(김은영과 원병오, 1993; 이정연, 1995). 이에 따라 강화도 남단 갯벌에 도래하는 섬금류의 종수 및 개체수에 대한 보전 및 보호관리 방안을 위하여 섬금류의 지역별 분포요인을 파악하고자 하였다. 특히 본 연구는 섬금류의 휴식공간, 잠재적 식이물과의 관계 및 선호하는 먹이의 분포를 조사하여, 강화도 남단 갯벌에 도래하는 섬금류의 보전을 위한 제안 및 기초자료로 활용될 것이며, 갯벌 생태계 내에서 최상위종인 섬금류에 대한 생태적 기능 및 지위를 규명하는 토대가 될 것이다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

강화도는 한국 5대 도서의 하나로 3개의 큰 섬과 9개의 작은 섬으로 형성되어 있다. 서해연안 중심부의 경기만 북부에 있고, 동경 126° 21'~32', 북위 37° 35'~50' 에 위치하고 있다. 강화도의 면적은 동서로 15.7km, 남북으로 25.7km의 장방형인 410.6km²이고 그중 교동면, 삼산면, 서도면 등의 도서지역을 제외한 강화도 본도의 면적은 302.2km²이다(Figure 1). 강화도 남단 갯벌은 동쪽에서 서쪽으로 갈수록 넓어지며, 갯벌의 면적은 북부지역의 대규모 삼각주인 청주사초를 포함한 전체 면적이 최저저조면시 약 105km²에 달하며, 여차리-동막리-선두리-동검리를 잇는 남단 지역의 갯벌은 육지로부터 최대 너비가 6km 정도이고, 면적은 90km²로 강화도 갯벌 면적의 약 86% 정도를 차지

한다(수로국, 1981). 평균 조석간만의 차는 약 7.3m이며, 최대조차는 약 8m이지만 사리 후에는 10m에 달하기도 한다(한국해양연구소, 1998).

이러한 강화도 남단 갯벌은 대형 하구갯벌로서 생물다양성이 높고, 철새도래지로서 국내외적으로 주목받고 있는 갯벌이며, 수도권과 인접하여 있어 훼손될 가능성이 매우 높은 지역이다(원병오, 1988; 한국해양연구소, 1998). 또한 강화도는 접경지역과 인접해 있어 주변 하구 환경이 국내에서 상대적으로 가장 뛰어난 자연성을 보유하고 있어, 최초로 해안자연생태계 보전지역으로 지정하려 하였던 지역으로(환경부, 1991; 제종길, 1998), 동아시아주에서 호주로 이어지는 이동경로상에 있는 섬금류인 도요·물떼새류 집단이 중간기착지로 이용하면서, 번식 및 월동을 위한 에너지원을 얻거나 서식처로 이용하는 장소 중의 하나이다(AWB, 1993).

이러한 강화도는 남단 갯벌 주변과 인접해 있는 영종도 갯벌에서 수도권 신국제공항 건설에 따라 1992년~1995년까지 호안공사와 준설공사가 계획되었다. 또한 1997년~2001년까지의 5년간은 준설공사 및 2004년~2009년과 2009~2012년까지 준설 및 매립공사가 계획되어 있고, 1992년부터 매립공사가 진행되고 있다(교통부, 1991). 이와 같이 뛰어난 자연환경과 국제적으로 중요한 철새도래지인 강화도 갯벌은 개발이 진행되거나 개발압력이 높아,

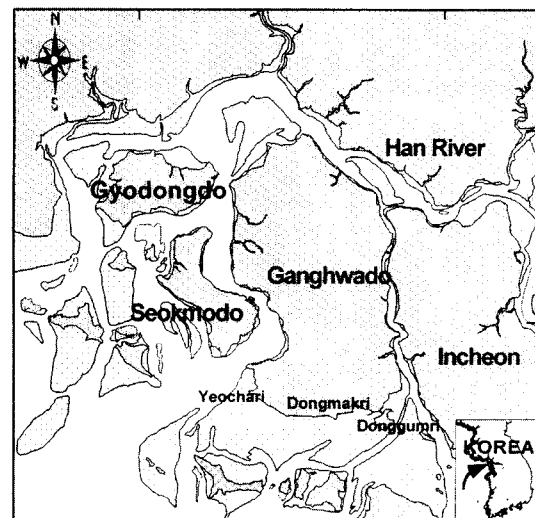


Figure 1. Ganghwa Island and estuary of Han river. Dotted areas are tidal flats.

갯벌 생태계의 심각한 생태적 교란이 야기될 수 있으며, 퇴적상의 변화에 따른 저서생물의 변화 및 이들을 먹이로 하는 섭금류의 종수와 개체수의 변화가 예견되는 지역이다.

2. 섭금류의 분포와 분포요인

1997년 9월과 1999년 3월에 동시센서스에 의해 강화도 여차리, 동막리, 선두리 및 동검리의 네 지역 갯벌에 도래하는 섭금류의 종수 및 개체수 분포를 조사하였다. 망원경(8×40), 필드스코프(Nikon 25-45×)를 이용하여 각 지역에 2명이 한 팀이 되어 같은 시간대에 네 지역 갯벌에서 섭금류의 종수 및 개체수를 동정하고 계수하였다. 섭금류의 분포요인을 파악하기 위하여, 강화도 남단 갯벌의 네 지역에서 섭금류의 동시조사를 수행하였으며, 섭금류 중에서 최우점종인 민물도요가 선호하는 먹이 조사를 수행하였다. 이와 더불어 1997년 가을철에 섭금류의 잠재적 먹이물인 저서생물의 분포를 여차리, 동막리, 선두리 및 동검리의 네 지역 갯벌에서 조사하였다(Figure 2).

3. 먹이물 조사

잠재적 먹이물 조사는 네 지역 갯벌 조간대 상부에서 바다 방향으로 향한 라인 트랜섹트 상에서, 50m, 100m, 300m, 500m 지점에서 0.026m²인 상자형 주상시료채취기를 이용하여 30cm 깊이까지 각각 3번씩 퇴적물을 채취하였다. 채취된 퇴적물은 현장에서 망목 크기가 0.5mm인 망체로 걸러 남아있는 저

서생물을 10% 중성포르말린 해수용액으로 고정하여, 종수, 개체수 및 습중생물량을 계수하였다.

위 내용물 분석에 의한 섭금류의 직접적 먹이물 조사를 위해 만조 시간 3시간 전에 물을 따라 갯벌 조간대상부로 들어오는 섭금류의 길목을 파악하여, 5단용 도요그물(Mist-net, 80m×2m)을 이용하여 3종 10개체를 채집한 후, 현장에서 이들을 해부하여 잘라 낸 위를 아이스박스에 넣어 실험실에서 위 내용물을 5% 중성포르말린 해수용액에 고정시켜 동정하였다. 휴식공간 조사는 각 지역별 조위에 따른 평균해면의 표고를 조사한 후에, 1/30,000 축적의 해도 331번을 참조하여 지도상에서 갯벌 공간의 면적을 계산하였다.

연구 결과

1. 섭금류의 종수 및 개체수

강화도 남단 갯벌 네 지역에 도래하는 섭금류는 1997년 9월 21일 오전에 20종, 4,617개체가 관찰되었고, 오후에는 21종, 7,137개체가 관찰되었다. 1999년 3월 27일에는 11종, 5,765개체가 관찰되었다(Table 1).

9월 21일 오전에 여차리 갯벌에서 15종, 2,201개체가 관찰되었으며, 오후에도 여차리 갯벌에서 15종, 4,603개체로 가장 많은 개체수가 관찰되었다. 3월에도 여차리 갯벌에서 9종, 3,306개체가 관찰되어 다른 갯벌에 도래한 개체보다 많은 수가 관찰되었다. 섭금류는 전반적으로 오전보다는 오후에 보다 많은 종수 및 개체수가 관찰되었으며, 여차리와 선두리 갯벌에서 출현한 종은 동막리와 동검리 지역보다 상대적으로 많은 종의 출현을 보였다. 특히, 동막리 지역에는 극히 적은 종수 및 개체수가 관찰되었다(Figure 3).

섭금류 개체수에 크게 영향을 주는 최우점종은 민물도요로 나타났다. 이 종은 9월 21일 오전에 관찰된 전체 개체수 4,617개체 중에 1,191개체가 관찰되어 25.8%를 점유하였고, 1,191개체는 여차리 갯벌에 42.0%와 선두리 갯벌에 58%로 분포하고 있었다. 9월 21일 오후에는 전체 개체수 7,137개체 중에 2,528개체로 35.4%를 점유하였다. 특히 2,528개체 중에 79.1%가 여차리 갯벌에 분포하였으며, 다음으로 18.2%가 선두리 갯벌에 분포하였

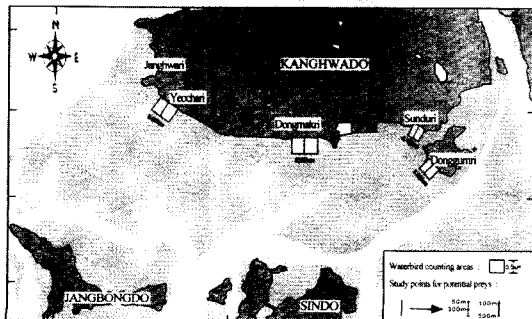


Figure 2. Study area for survey of waterbirds and their potential prey on Ganghwa Island

Table 1. Abundance of waterbirds observed at the four study sites in Ganghwa Island on Sept., 1997 and Mar., 1999

Species	Yeocha-ri			Dongmak-ri			Sundu-ri			Donggum-ri		
	'97 9/21 (AM)	'97 9/21 (PM)	'99 3/27 (PM)	'97 9/21 (AM)	'97 9/21 (PM)	'99 3/27 (PM)	'97 9/21 (AM)	'97 9/21 (PM)	'99 3/27 (PM)	'97 9/21 (AM)	'97 9/21 (PM)	'99 3/27 (PM)
<i>Numenius madagascariensis</i>	126	65	56	4	16		112	163	1	3	133	9
<i>Numenius arquata</i>	15		194		3		2		25			33
<i>Numenius phaeopus</i>			7		14		3	3				
<i>Limosa lapponica</i>	154											
<i>Limosa limosa</i>					7		170	220				
<i>Limicola falcinellus</i>	3											
<i>Pluvialis squatarola</i>	30	8	1		1		77	64			28	
<i>Tringa nebularia</i>	140	20			7		163	326		2		
<i>Tringa totanus</i>					2							
<i>Xenus cinereus</i>		2	2		25		2	24	2			
<i>Calidris alpina</i>	500	2000	2628		7		691	461	900		60	15
<i>Calidris tenuirostris</i>	400	200						275				
<i>Calidris ruficollis</i>		200										
<i>Charadrius mongolus</i>	156	500					130	7				
<i>Charadrius alexandrinus</i>	280	1200						33				
<i>Ardea cinerea</i>		18			3		78	46		15	18	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	3			9	1		16	107			16	
<i>Tadorna tadorna</i>			186								450	
<i>Larus crassirostris</i>	380	350	156	174	44	19	660	250	80	51	140	7
<i>Larus argentatus</i>	5	20	76									5
<i>Larus ridibundus</i>									13			
<i>Egretta gazetta</i>	3	3					1				1	
<i>Egretta eulophotes</i>	6	15		9	2		6	5		24	3	
<i>Egretta alba</i>		2			4		14	15				
<i>Anser albifrons</i>									900			
Number of individuals	2201	4603	3306	196	136	19	2125	1999	2371	95	399	69
Number of species	15	15	9	4	14	1	15	15	8	5	8	5

다. 3월에는 도래한 전체 개체수 5,765개체 중에 3,543개체로 61.5%를 점유하였으며, 3,543개체는 여차리 갯벌에 74.2%, 선두리 갯벌에 25.4%로 분포하였다. 이 종의 개체수 분포는 다른 지역과 뚜렷한 차이를 보였다(Table 1).

2. 섬금류의 잠재적 식이물 분포현황

잠재적 식이물인 저서생물은 여차리 갯벌에서 42종, 722개체가 출현하였다. 군집별로는 이매패류가 4종, 27개체이었고, 고동류가 8종, 348개체였다. 갯지렁이류는 13종, 113개체가 출현하였고, 게류가 4

종, 74개체 및 기타가 13종, 160개체로 출현하였다. 동막리 갯벌에서의 중수 및 개체수는 29종, 200개체가 출현하였고, 이매패류가 2종, 30개체 및 고동류가 4종, 10개체이었다. 갯지렁이류는 17종, 71개체이었고, 게류가 3종, 14개체이었고 기타는 3종, 22개체이었다. 선두리 갯벌에서는 13종, 289개체가 출현하였고, 이 중 이매패류가 1종, 1개체이었고, 고동류의 출현은 없었다. 갯지렁이류가 7종, 197개체이었고, 게류는 2종, 18개체이었고 기타가 3종, 73개체로 나타났다. 동검리 갯벌에서는 15종, 111개체가 출현하였으며, 이 중에 이매패류가 2종, 7개체이었고, 고동류가 1종, 2개체이었다. 갯지렁이류는 5종,

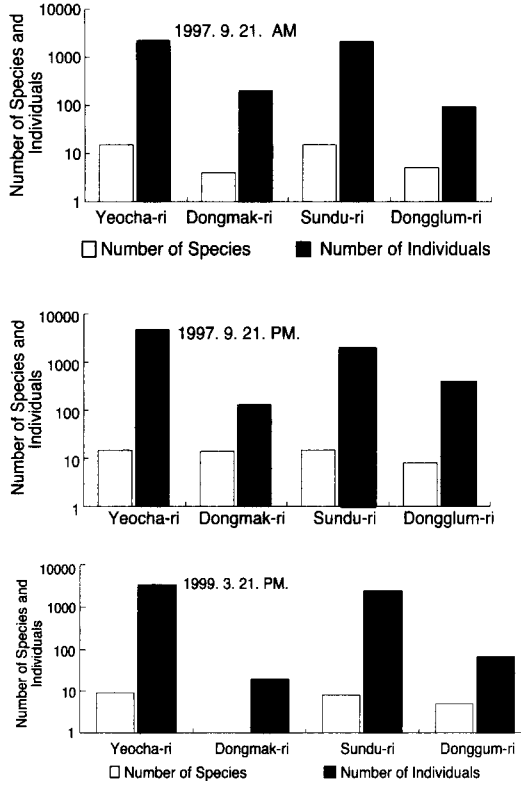


Figure 3. Number of species and individuals of waterbirds observed at the four study sites in Ganghwa Island on Sept., 1997 and Mar., 2000 .

71개체였으며, 계류가 4종, 10개체이었다. 기타는 3종, 21개체가 출현하였다(Figure 4).

잠재적 식이물의 습중생물량은 여차리 갯벌에서는 총 34.7g이었으며, 이 중 고등류가 49%인 17g으로 나타났고, 계류가 9.58g, 갯지렁이류가 0.9g으로 나타났었다. 동막리 갯벌의 습중생물량은 21.7g이었으며, 이 중 계류가 57.1%인 12.4g이었고, 이매패류는 4.2g, 갯지렁이류가 3.8g으로 나타났었다. 선두리 갯벌에서는 총 17.4g의 습중생물량 중에 계류가 63.8%인 11.1g이었고, 갯지렁이류가 5.2g으로 32.9%를 점유하였다. 동검리 갯벌의 습중생물량은 총 21.7g으로 나타났으며, 계류가 87.6%인 19g이었으며, 이매패류가 1.7g, 갯지렁이류가 0.5g을 나타냈다. 선두리 갯벌에서 출현한 갯지렁이류의 습중생물량은 5.2g으로 다른 지역의 0.5g, 3.8g, 0.9g보다 상대적으로 높게 나타났었다(Figure 5).

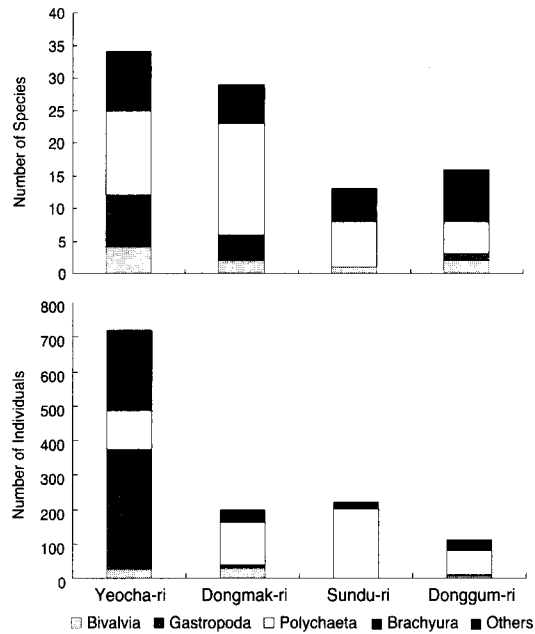


Figure 4. Number of species and abundance (number/0.078m² × 4) of potential prey on the four study sites in Ganghwa Island (from Lee *et al.*, 1999).

섭금류의 종수 및 개체수가 많이 분포하는 여차리 갯벌에서 잠재적 식이물의 개체수가 다른 지역보다 상대적으로 많이 출현하였고, 섭금류가 두 번째로 많이 출현한 선두리 갯벌에서는 다른 지역보다 갯지렁이류가 높은 밀도로 나타났다(Table 1, Figure 4). 습중생물량도 여차리 갯벌에서 가장 높게 나타났으며, 주로 고등류가 높은 습중생물량을 나타냈다. 갯지렁이류는 습중생물량이 상대적으로 적게 나타난 선두리 갯벌에서 가장 높은 양으로 나타났었다(Figure 5).

각 지역에서 정점별로 출현한 잠재적 식이물의 종수와 개체수는 라인 트랜섹트 상에서 전반적으로 조간대 상부에서 하부로 갈수록 증가하는 양상을 보였다(Figure 6). 여차리 갯벌에서는 50m 정점에서 18종, 167개체가 나타났으나, 500m 정점에서 23종, 271개체가 나타났었다. 동막리 갯벌에서도 50m 지점에서는 6종, 32개체가 출현하였으나, 500m 지점에서 20종, 69개체가 출현하였다. 선두리 갯벌에서는 50m~300m 지점에서 30~41개체의 적은 개체가 출현하였으며, 500m지점에서 10종, 184개체

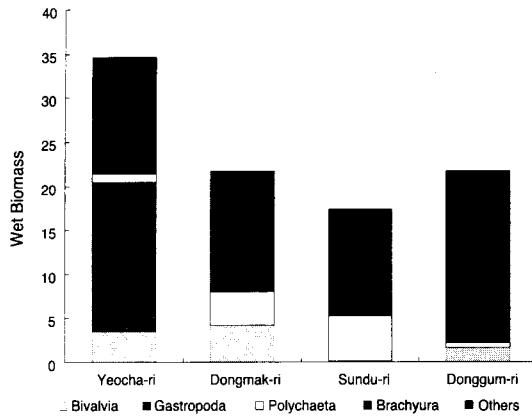


Figure 5. Wet biomass(g wet wt/0.078m² × 4) of potential prey on the four study sites in Ganghwa Island(from Lee *et al.*, 1999)

가 출현하였다. 동검리 갯벌에서는 50m 지점에서는 9종, 26개체가 출현하였고, 500m 지점에서 11종, 28개체가 출현하였다(Figure 6). 우점종인 민물도요가 먹이를 먹기 시작하는 지점은 500m 지점부터 시작되고, 이전까지의 지점은 휴식지역으로 나타났다(이시완, 2000).

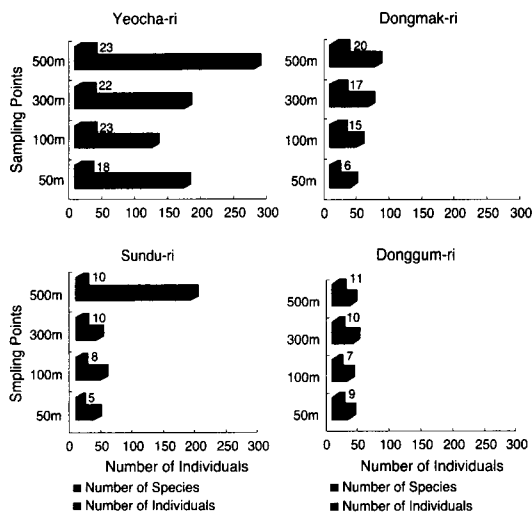


Figure 6. Distribution of species and abundance (number/0.078m²) of potential prey on each sampling points of the four study sites in Ganghwa Island

3. 섭금류 및 선호하는 먹이의 분포

위 내용물을 분석하여 먹이를 조사한 섭금류는 민물도요 4개체, 줌도요(*Calidris ruficollis*) 2개체, 왕눈물떼새(*Charadrius mongolus*) 4개체 등이었다.

민물도요의 먹이는 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*), 서해비단고둥(*Umboonium thomasi*), 둥근입기수우렁이(*Stenothyra glabra*) 등의 고둥류와 두토막눈썹참갯지렁이(*Perinereis aibuhitensis*)로 나타났다. 줌도요의 먹이로는 둥근입기수우렁이, 비틀이고둥 등의 고둥류와 이매패류인 계화도조개류(*Potamocobula laevis*) 및 게류의 다리 등이었다. 왕눈물떼새의 먹이는 두토막눈썹참갯지렁이, 이매패류인 계화도조개류 및 게류 등이었으나(Table 2), 관찰된 바에 의하면 위 내용물이 대부분 소화가 되어 내용물이 없는 개체가 대부분이었으며, 민물도요 및 줌도요의 경우에도 대부분의 위 내용물은 1/4 정도로만 남아 있거나 그 이하이었다.

위 내용물이 조사된 섭금류 중에 민물도요는 여차리 갯벌과 선두리 갯벌에서 많은 개체수가 나타난 종이었으며, 줌도요는 1997년 9월 21일 오후에 여차리 갯벌에서 200개체가 관찰되었고, 다른 지역에서는 관찰되지 않았다. 왕눈물떼새도 주로 여차리와 선두리 갯벌에서 관찰되었다(Table 1). 특히, 민물도요와 줌도요의 먹이로 나타난 둥근입기수우렁이 및 민물도요의 먹이인 왕좁쌀무늬고둥, 서해비단고둥 등은 상대적으로 여차리 갯벌에 높게 분포하였으며, 두토막눈썹참갯지렁이는 선두리 갯벌에 높게 분포하는 양상을 보였다(Figure 7).

4. 휴식공간 비교 및 강화도 방문객 현황

강화도 남단 갯벌의 네 지역 갯벌에서 평균해면의 표고는 차이를 보이고 있다. 동막리 지역의 표고는 갯벌 조간대상부의 높이가 4.4m이고, 200m에서는 2.7m이었고, 장화리 갯벌 조간대상부는 3.76m이었다. 여차리 갯벌 조간대상부의 평균해면의 표고는 5.85m이었고, 200m 지점은 4.12m의 표고를 나타냈다(한국해양연구소, 1998). 각 지역별 조위(height of the tide)에 따른 갯벌 공간의 면적을 1/30,000 축적의 해도 331번을 참조하여 계산한 결과, 표고 3.76m의 장화리 갯벌 조간대상부의 해안선이 해수면에 잠겼을 경우, 동막리 갯벌은 조사점의 해안선으로부터 76m 지점에 해수면과의 접

Table 2. Gut contents of waders collected on the southern tidal flat of Ganghwa Island on September, 1997. Numbers in parentheses indicate the number of the stomachs examined.

Species	<i>Umbonium thomasi</i>		<i>Reticunassa festiva</i>		<i>Stenothyra glabra</i>		<i>Cerithideopsis</i> sp.		<i>Eulimidae</i> sp.		<i>Perinereis aibuhitensis</i>	<i>Potamocobula laevis</i>	Crab
	Height	Width	Height	Width	Height	Width	Height	Width	Height	Width	Jaw of Length(only shell)		
<i>Calidris alpina</i> (1)	0.74	1.65	2.44	1.38	2.42	1.47					1.46		
	1.3	3.08	2.58	1.67									
	0.3	0.99	4.46	2.53									
	0.7	1.51	2.4	1.58									
			2.7	1.4									
			3.56	1.93									
			3.01	1.73									
			2.51	1.37									
<i>C. alpina</i> (2)	1.25	1.61			1	0.59	3.43	1.22			0.86		
							3.65	1.49			1.67		
							2.89	1.19			0.62		
<i>C. alpina</i> (3)	2.15	4.28	3.32	1.99					3.34	1.34	2.01		
			2.58	1.4					3.11	1.39	1.75		
									3.09	1.31	1.05		
									2.81	1.34	0.89		
									2.79	1.25			
<i>C. alpina</i> (4)													
<i>Calidris ruficollis</i> (1)					2.69	1.42						one	only Leg
					2.58	1.54							
<i>C. ruficollis</i> (2)												one	
<i>Charadrius mongolus</i> (1)											2.11	one	broken body
<i>C. mongolus</i> (2)												one	broken body
<i>C. mongolus</i> (3)													
<i>C. mongolus</i> (4)													

축선이 있었으며, 이 때의 남아있는 갯벌 면적은 0.021km²이었다. 여차리 갯벌은 조간대상부의 조사정점으로부터 340m 지점에 접축선이 존재하였고, 남아있는 갯벌은 0.112km²이었다. 또한 표고 4.4m인 동막리 갯벌의 조간대상부가 해수면에 잠겼을 경우, 여차리 갯벌은 조간대상부로부터 78m 지점에 해수면과의 접축선이 존재하였으며, 남아있는 갯벌 면적은 0.0317km²이었다. 실지로 외포리의 만조 조위가 7.5m에 만조시간이 오전 10시 41분인 1998년 8월 15일의 오전 9시 10분에 동막리 갯벌 지역의 조간대상부가 해수면에 잠겨있었지만, 여차리 갯벌은 조사정점 해안선으로부터 250m 지점에 접축선이 있었고 갯벌 공간이 남아 있었다. 또한 외포리의 조위가 7.2m이고, 만조시간이 오전 8시 34

분인 1998년 10월 26일의 오전 7시 30분에 장화리 지역의 조간대상부가 해수면에 잠겨 있었을 때에도 여차리 갯벌은 조사정점의 해안선으로부터 220m 거리에 해수면의 접축선이 있었고, 남아있는 갯벌 공간에서 섭금류들이 휴식하고 있었다. 이와 같이 강화도 남단 갯벌에서 다른 지역보다 상대적으로 표고가 높은 여차리 갯벌은 섭금류의 휴식 공간 및 시간을 다른 지역 보다 많이 제공하고 있었다.

1999년도에 강화도를 방문한 관광객은 약 200만 명으로 나타났다. 특히 1999년에는 인천시 강화군 장화리에 해양탐구수련원이 개설되어 3월부터 10월 말까지 30,000여명이 해양환경교육 목적으로 장화리 갯벌을 방문하였으며, 2000년에는 10만 여명이 교육에 참가 할 예정으로 되어 있다(한국해양연구

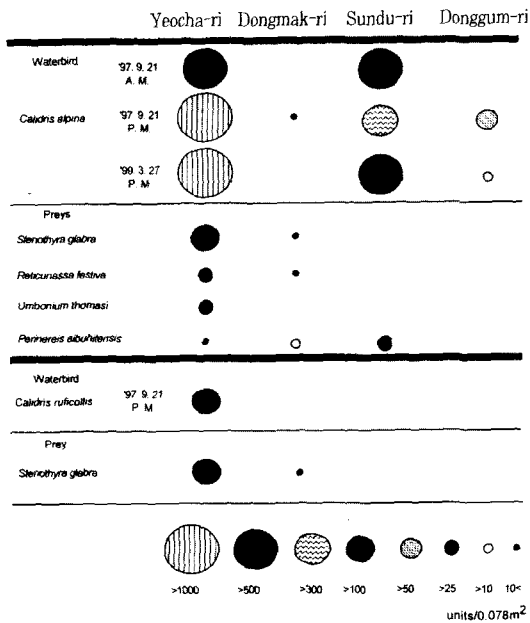


Figure 7. The distribution of waterbird(*Calidris alpina* and *C. ruficollis*) and their prey on the four study sites in Ganghwa Island

소, 1999). 이와 더불어 강화도시민연대가 1997년부터 자체에서 진행된 해양환경교육과 갯벌 생태관광을 위해 안내한 방문객 수는 처음에 700여명에서 1998년에는 285% 그리고 1999년에는 150%의 증가추세를 나타냈다(Figure 8: 해양수산부, 1999).

고찰

시베리아의 번식지와 호주의 월동지를 이동하고 있는 섬금류는 갯벌 조간대와 해안 습지 등에 서식하면서 취식 및 휴식장소로서 습지를 이용하고 있다. 이 지역에는 먹이로 되는 다양한 저서생물들이 높은 밀도로 서식하고 있어 섬금류는 저서생물과 상호 밀접한 관계를 형성하고 있다(Colwell & Landrum, 1993; Lee et al., 1999). 먹이요인에 의해서 서해안 갯벌에 도래하는 섬금류가 유인되기에 먹이인 저서생물의 분포가 섬금류 분포에 큰 비중을 차지하고 있으며, 장기적인 이동경로 상에 있어서는 이들 먹이의 중요성이 가장 크다고 하였다

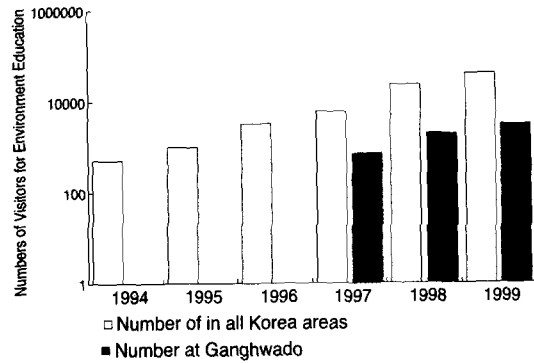


Figure 8. Number of visitors on the tidal flats in all of Korea(left bars) and Ganghwa Island(right bars) for eco-tour and environment education dotted bar is assumed value.

(김은영과 원병오, 1993; 박성근, 1995; 이정연, 1995; 이시완, 2000). 우리 나라 서해안 갯벌에 도래하는 섬금류는 봄과 가을에 개체수가 크게 증가하고 있으며, 잠재적 식이물인 저서생물은 겨울철의 낮은 온도에 반응하여 비활동적이었다가 봄철부터 가을철까지 가입 및 성장을 한다(이시완, 2000). 섬금류가 먹이원을 충분히 축적하지 않았을 경우에는 번식지로 이동한 후에 번식에 실패할 확률이 크다(Zwarts, 1988). 결국 봄과 가을철에 섬금류가 도래하는 것은 번식, 월동 및 장거리 이동을 위한 에너지 축적을 위한 먹이원의 획득이 용이하기 때문이다(이시완, 2000). 그러나 섬금류가 도래하고 분포하는 원인이 먹이만에 의해 결정되어 진다는 이론에는 여러 가지 의문점이 제기되고 있기에(Evans et al., 1984), 본 연구에서는 섬금류의 분포에 대한 원인을 먹이요인을 비롯한 다른 요인과 함께 거론하고자 한다. 특히 과거보다 섬금류의 개체수가 크게 감소되고 있는(이시완, 2000) 강화도 남단의 네 지역 갯벌에서 섬금류가 분포에 뚜렷한 차이를 보이고 있기에 그 원인을 먹이, 휴식공간 및 인위적 간섭 측면에서 살펴보았다.

강화도 남단 갯벌의 여차리, 동막리, 선두리 및 동검리 갯벌에 도래하는 섬금류는 다른 지역보다 여차리 지역에서 상대적으로 많은 종수 및 개체수가 관찰되었으며, 다음으로 선두리 갯벌로 나타났다(Table 1). 첫번째로 잠재적 식이물인 저서생물의 분포를 조사한 결과, 여차리 갯벌에서 다른 지역보

다 2.5배~6.5배가 높게 나타났고, 습중생물량은 1.6배~2.0배가 높게 나타났으며, 여차리 갯벌의 생물 종다양성이 상대적으로 다른 세 지역보다 풍부하였다. 이것은 먹이가 풍부한 지역에 섭금류가 유인되어진다는 것을 나타낸다.

두 번째로 최우점종으로 출현하여 섭금류 군집에 영향을 주는 민물도요는 여차리 갯벌과 선두리 갯벌에서 많은 개체가 관찰되었는데, 이 종의 주된 먹이인 고등류는 다른 지역보다 여차리 갯벌에서 상당히 높은 밀도로 출현하였다. 또한 다른 먹이인 두토막 눈썹참갯지렁이는 선두리 갯벌에서 가장 높은 밀도로 출현하였으며, 여차리 갯벌에서도 5개체/0.078m² 정도로 비교적 많이 출현하였다(Figure 6). 여차리 갯벌에서 200개체가 관찰된 좀도요의 먹이의 하나인 둥근입기수우렁이도 여차리 갯벌에서 높은 밀도로 출현하였다(Figure 7). 이러한 결과는 섭금류의 분포가 그 지역에 서식밀도가 높은 먹이를 선호한다는 것을 보여주고 있다. 제주도에서 민물도요는 해안가에 밀려온 파래안에 서식하는 단각류중의 옆새우류를 주로 취식하는 것이 관찰되었다. 결국 민물도요는 비선택적인 먹이 방법을 갖고 있는 것으로 보여지며, 특히 그 지역에서 풍부한 먹이를 우선적으로 선호한다고 본다. 그러나 먹이를 선택할 때는 크기에 영향을 받고 있어(이시완, 2000) 강화도 남단 갯벌에서는 주로 5~6mm 고등류와 길이 8cm인 갯지렁이류를 주로 취식하는 것으로 보여진다(Table 2). 이 먹이는 주로 먹는다는 것을 나타내는 것으로서 선호하는 먹이에 크게 영향을 받고 있음을 보여준다. 다른 예로서, 알락꼬리마도요는 필함량이 높은 지역인 선두리 및 동검리 갯벌에서도 많은 개체수가 관찰되었는데(Table 1), 이 종은 필에 구멍을 파고 생활하고 있는 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)를 주된 먹이로 하고 있다(이정연, 1995). 필 성분이 비교적 많은 곳에 분포하는 칠게와 관련하여 포식자인 알락꼬리마도요는 먹이인 칠게가 서식하는 필 성분이 풍부한 지역으로 유인된다고 보여진다. 이와 더불어 기초대사율 분석에 따른 체중이 38.11g인 민물도요의 최저 평균 일일에너지 요구량은 평균 19.15kcal로 나타났다. 19.15kcal를 충족시키기 위해서는 체장이 8cm인 두토막 눈썹참갯지렁이를 13.5마리(4.51kcal), 최장축이 5~6mm인 왕좁쌀무늬고둥을 501.8마리(5.63kcal), 5~6mm인 서해비단고둥을 289.5마리(3.37kcal) 및 3~4mm인 둥근입

기수우렁이를 185.5마리(1.13kcal)를 취식하여야 하고, 기타 식이물을 305마리를 취식하여야 한다(이시완, 2000). 단지 민물도요 한 마리가 최저 에너지를 유지하기 위해서 먹는 양이 약 1,295마리인데 이러한 먹이원을 충족시키지 못하는 갯벌에 장·단기적으로 도래하는 섭금류는 계속 감소될 것이다. 결국은 선호하는 먹이의 풍부성에 의하여 섭금류의 분포가 영향을 크게 받는다고 보여지며, 이들 먹이양상에 따라 섭금류의 취식지와 서식지가 형성되어진다고 보여진다. 더구나 일일 취식량이 충족되는 취식지 섭금류들이 강하게 유인된다고 본다.

세 번째로는 휴식공간 및 잠자리공간의 확보에 의해 섭금류가 유인된다고 보여진다. 강화도 남단 갯벌의 네 지역 갯벌에서 평균해면의 표고는 차이를 보이고 있었는데, 표고 3.76m의 장화리 갯벌 조건대상부의 해안선이 해수면에 잠겼을 경우, 동막리 갯벌은 0.021km² 정도의 갯벌 면적이 남아있었고, 여차리 갯벌은 0.112km² 정도의 갯벌 면적이 남아있었다(한국해양연구소, 1999). 이와 같이 다른 지역 갯벌의 조건대상부가 해수면에 잠겨있었을 때에도 여차리 갯벌에는 섭금류들이 휴식할 수 있는 공간이 제공되어, 이 지역에 보다 많은 수조류들이 휴식공간을 이용하였다고 본다. 또한 조위가 높아 해수면이 잠겼을 경우에는 갯벌 배후지에 섭금류가 쉴 수 있는 공간이 조성되어 있어야 하는데, 선두리 갯벌의 배후에 농경지가 넓게 조성되어 있었다. 이로 인해 여차리 및 선두리 갯벌에서 섭금류가 휴식 및 잠자리를 위한 공간을 활용하기가 다른 지역보다 보다 용이하여 유인되기 쉽다고 보여진다. 이것은 안전성과 관련된 서식지에 보다 많은 섭금류가 분포한다고 본다. 특히, 인위적인 시설물이나 무분별한 개발에 의해 서식지 면적이나 공간 등의 변화는 섭금류의 분포에 큰 악영향을 줄 것으로 보여진다.

네 번째로는 인위적인 간섭에 수조류의 분포가 영향을 받고 있다고 본다. 수조류는 사람들의 떠드는 소리 및 행동, 모터보트의 소음, 발자국 소리, 차량 소리 등에 의해 영향을 받기 때문에 방해받는 소음 및 사물과 적정한 거리를 유지하거나 다른 곳으로 이동한다(Klein, 1993; Rodgers & Henry, 1997). 1999년도에 강화도를 방문한 관광객은 약 200만 명으로 나타났는데 이 중에 갯벌을 방문한 방문객을 30%만으로 잡아도 60만 명이나 된다. 특히 1999년에는 인천시 강화군 장화리에 해양탐구수련원에서 30,000여명이 해양환경교육 목적으로 장화

리 갯벌을 방문하였다. 해양교육 목적으로 갯벌을 방문한 교육생들은 갯벌 내에서 고무보트를 타고 즐기거나 많은 인원이 모두 갯벌에 들어가서 생물들을 채집하기도 한다. 이로 인한 섭금류의 서식지 및 먹이원의 파괴 등이 예상되어지고 있다. 또한 강화도 남단 갯벌에 위치한 동막리 갯벌을 방문한 방문객도 여름철 기간에만 적어도 5만 여명 이상이 방문하고 있지만 이들에 대한 적절한 관리 등도 미흡한 상황에 놓여있다. 특히, 이 지역은 인공 구조물이 많이 들어선 지역인데, 섭금류 개체수는 다른 지역보다 상대적으로 적은 수가 출현하였다(Table 1). 앞으로 갯벌을 방문하는 방문객은 더욱 증가할 것으로 보이며, 이들 방문객에 대한 관리, 환경교육프로그램 개발, 환경지킴이 및 지역전문가 양성 등으로 이곳에 도래하는 섭금류 및 이들의 먹이원의 유지가 필요한 시점이라고 보여진다.

섭금류가 분포하는 원인을 살펴본 결과, 주로 먹이의 다양성과 풍부성에 의해서 큰 차이를 나타내는 것으로 보여졌으며 이외에도 휴식공간 및 인위적인 간섭 등도 큰 영향을 줄 것으로 나타났다. 이들 섭금류의 보호 및 관리를 위해서는 잠재적 식이물과 선호하는 먹이가 안정적으로 서식할 수 있는 서식지 유지가 필요하며, 이를 위해서는 먹이원인 저서생물의 생물다양성이 풍부한 갯벌이 유지되어야 한다.

감사의 글

강화도 갯벌에서 많은 어려움에도 불구하고 현지 조사를 함께 한 한국해양연구원 신상호, 이형곤 연구원님의 도움으로 이번 연구를 마치게 되었습니다. 또한 논문 초안에 대해 중요한 조언을 해 주신 한국해양연구원의 정갑식, 우한준박사님과 에코텍 환경생태연구소의 한성우, 김인규 팀장과 송민정 연구원님께 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

인용문헌

교통부(1991) 首都圈 新國際空港 建設事業 보고서. 306쪽.
김은영, 원병오(1993) 서해안의 강화도와 영종도에 도래하는 섭금류의 생태. 경희대 조류연구보고서 4: 25-46.

金恩英(1993) 西海岸의 江華島와 永宗島에 渡來하는 涉禽類의 生態. 경희대학교 석사학위논문, 47쪽.
김한별(1995) 西海岸의 三木島에 渡來하는 涉禽類의 生態. 경희대학교 석사학위논문, 46쪽.
南在祐(1997) 西海岸의 永宗島에 渡來하는 개펄의 生態. 경희대학교 석사학위논문, 30쪽.
녹색연합, 강화도 시민연대(1998) 강화도의 지속가능한 발전 방향에 대한 연구. 264쪽.
朴聖根(1995) 西海岸의 永宗島에 渡來하는 涉禽類의 生態. 경희대학교 석사학위 논문, 51쪽.
수로국(1981) 영종도에서 용매도 해도. No. 311.
유정철, 이기섭(1998) 한국 서해안의 조류 현황과 보전방안. 해양연구 특별호 20: 131-143.
元炳旻(1988) 韓國 西海岸의 春秋 涉禽類調査. 自然保存 62: 29-41.
이시완(2000) 西海岸 江華島 南端 갯벌에 渡來하는 涉禽類의 取食生態 및 食餌物과의 相互關係. 경희대학교 박사학위논문, 191쪽.
李正衍(1995) 西海岸의 江華島에 渡來하는 涉禽類의 生態. 경희대학교 석사학위논문, 50쪽.
제종길(1998) 자연보전 기능으로서의 생태관광. 제3회 자연포럼. 한국유네스코, 47-60.
한국해양연구소(1998) 갯벌의 효율적인 이용과 보전을 위한 연구(2차년도) 보고서. 559쪽.
한국해양연구소(1999) 갯벌의 효율적인 이용과 보전을 위한 연구(3차년도) 보고서. 839쪽.
해양수산부(1999) 갯벌 생태계 조사 및 지속가능한 이용방안 연구 보고서. 860쪽.
환경부(1991) '91 自然生態系 地域調査. -西海岸 干潟地(江華島 南端) 調査, 42쪽.
환경부(1998) 서해안 주요 습지에 도래하는 수조류의 봄, 가을 조사 보고서. 120쪽.
AWB(1993) A status overview of shorebirds in the East Asian-Australian Flyway. Internal Report No.2.; AWB East Asia Flyway Coordination Project. AWB. Kuala Lumpur, Malaysia.
Colwell, M.A. and S.L. Landrum(1993) Nonrandom shorebird distribution and fine-scale variation in prey abundance. Condor, 95: 94-103.
Evans, P.R., J.D. Goss-Custard and W.G. Hale(1984) Coastal waders and wildfowl in winter. Cambridge University Press, Cambridge. 331pp.
Klein, M.L(1993) Waterbird behavioral responses to human disturbances. Wildl. Soc. Bull. 21: 31-39.

- Lee, S.W., Y.S. Kwon, J.G. Je and J.C. Yoo(1999) Benthic animal of Kanghwa Island and gut analysis of some waterbirds. Kor. J. Orni. 6: 71-86.
- Long, A.J., C.M. Poole., M.I. Eldridge, P.O. Won and K.S. Lee(1988) A survey of coastal wetlands shorebirds in South Korea, Spring 1988. AWB Publ. No. 39. 163pp.
- Rodgers, J.A. Jr., and T.S Henry(1997) Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from human disturbance in Florida. Wildl. Soc. Bull. 25: 139-145.
- Swennen, C., C.M. Poole, E.M. Park and J.Y. Park(1990) Study of intertidal benthos in South Korea 1989. AWB Publ, No. 63. Kuala Lumpur, Malaysis.
- Watkins, D.(1993) A national plan for shorebird conservation in Australia. Raou Report No. 90, Australian Wader Studies Group. Victoria, Australia.
- Zwarts, L.(1988) Numbers and distribution of coastal waders in Guinea-Bissau. Ardea 76: 42-55.