

碩士學位論文

제주도 성산포에 도래하는
저어새 (*Platalea minor*)의 월동생태

Wintering Ecology of the Black-faced Spoonbill
(*Platalea minor*) in Seongsanpo, Jeju Province, South Korea

指導教授 具太會

慶熙大學校 大學院
環境學科

盧新愛

2005年 8月

제주도 성산포에 도래하는
저어새 (*Platalea minor*)의 월동생태

Wintering Ecology of the Black-faced Spoonbill
(*Platalea minor*) in Seongsanpo, Jeju Province, South Korea

指導教授 具太會

이 論文을 環境學科 碩士學位 論文으로 提出함

慶熙大學校 大學院
環境學科 動物生態專攻

盧新愛

2005年 8月

盧新愛의 理學 碩士學位 論文을 認准함

主審教授 車 榮 一 ①

副審教授 具 太 會 ①

副審教授 吳 鍾 敏 ①

慶熙大學校 大學院

2005年 8月

목 차

I. 서론	1
II. 조사지역	3
III. 조사방법	6
IV. 결과	11
1. 월동 현황	11
2. 월동 서식지 이용	12
3. 월동기 일주행동	15
3.1. 전체 일주행동 양상	15
3.2. 주간 시간대별 일주행동 양상	17
3.3. 계절 변화에 따른 일주행동 양상	21
3.4. 조석주기에 따른 일주행동 양상	26
3.5. 기상조건에 따른 일주행동 양상	34
4. 잠재 식이물	43
5. 월동 방해요인	48
V. 고찰	51
VI. 요약	59
VII. 인용문헌	60
Abstract	66

List of Tables

Table 1. Using proportion of major resting sites for wintering Black-faced Spoonbills by spent times.	12
Table 2. Number of samples recorded and percentage of time spent in each activity of the Black-faced spoonbill in Seongsanpo, in winter 2003-2004 and 2004-2005.	16
Table 3. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by time of day and results of ANOVA.	19
Table 4. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by months and result of t-test.	21
Table 5. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by months and results of ANOVA test.	23
Table 6. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in relation to time of low water.	26
Table 7. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills during low water.	27
Table 8. Relationship of Pearson correlation between weather factors and types of diurnal activities.	35
Table 9. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by daytime weather conditions and results of ANOVA	41
Table 10. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in the evening by evening weather conditions and result of ANOVA test.	42
Table 11. Characteristics of potential items collected from foraging sites.	44
Table 12. Species and numbers of benthic invertebrates sampled as potential prey items for Black-faced Spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju.	46
Table 13. Major disturbance types and percentages by frequency.	49

List of Figures

Fig. 1. Map of study area, Seongsanpo and its vicinity, Jeju province.	5
Fig. 2. Monthly change in number of Black-faced spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju Province.	11
Fig. 3. Location of major sites for wintering Black-faced Spoonbills in study area.	13
Fig. 4. Using proportion of major sites by spent times in morning, midday, and evening time of day.	14
Fig. 5. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in relation to time of day.	18
Fig. 6. Dispersal time of resting flock of Black-faced Spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju.	20
Fig. 7. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills(Mean% \pm SE) by time of winter season.	22
Fig. 8. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills(Mean% \pm SE) by months.	24
Fig. 9. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills at Seongsanpo during low water cycles during early winter period and late winter period in relation to tide stage.	29
Fig. 10. Diurnal behavior of Black-faced spoonbills at Seongsanpo during morning, midday low water cycle and evening low water cycle in relation to tide stage.	32
Fig. 11. Relationships between daytime average temperature and sleeping activity and standing activity.	36
Fig. 12. Relationship between standing behavior and average wind velocity	37
Fig. 13. Relationship between standing behavior and daylight hours.	38

Fig. 14. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in sunny, cloudy and rainy days. 40

Fig. 15. Sampled fishes as potential prey items for Black-faced Spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju [a: from Jongdalri] 45

Fig. 16. Percentages of Black-faced spoonbill responses to disturbance types. .. 50

I. 서론

저어새(Black-faced Spoonbill *Platalea minor*)는 황새목(Ciconiiformes) 저어새과(Threskiornithidae)에 속하는 중대형 조류이며, 국내에서는 희귀한 여름철새 및 희귀한 텃새로 분류되어 있다(이 등 2000). 저어새는 IUCN(국제자연보존연맹)의 멸종위기종(Endangered species)으로 지정되어 있는 국제적 멸종 위기종으로 국내에서는 1968년에 종 자체를 천연기념물 제205호로 지정하였을 뿐 아니라 1999년에는 주요 서식지인 강화도 남단 갯벌과 집단 번식지로 알려진 강화도 서쪽의 인근 섬 일대를 천연기념물 제419호로 각각 지정하여 보호하고 있다. 1993년부터 저어새 월동 개체군에 대한 국제 동시 센서스가 시작된 이후 전 세계 생존 개체군의 총 개체수는 지속적으로 증가하고 있는 상황이지만, 2005년 1월 실시된 동시 센서스에서 1,475개체가 관찰되어 전 세계에 생존하는 저어새의 개체수가 1500여 개체 미만으로 확인되었다(Yu 2005).

저어새는 동북아시아에 국지적으로 분포하는 종으로서 현재까지 한반도 서부 및 중국 요녕성의 일부 무인도서 등 극히 소수 지역만이 번식지로 알려져 있으며 겨울에는 우리나라의 남부 지방과 일본, 중국, 대만, 홍콩, 베트남 등지에서 집단으로 월동하는 것으로 보고되고 있다(Birdlife International 2001). 국내에서는 낙동강 하구, 주남저수지, 충남 천수만, 전남 순천만 및 고천암호 등에 불규칙적으로 소수 개체가 도래하여 월동하지만, 정기적으로 월동하는 지역은 현재 제주도 성산포가 유일한 실정이다(Gore and Won 1971, 원병오 1981, Birdlife International 2001, 김완병 등 1998, 김완병 2003).

월동기는 번식 이후부터 그 다음해의 성공적인 번식으로 이어지는 중요한 단계로서(Guy and Eric 1994), 이 시기에는 급격한 기후변화와 함께 이용 가능한 먹이의 감소로 인하여 월동 개체수의 감소가 일어나며 일부 종의 경우 사망률이 비월동 시기보다 2~10배 높게 나타나기도 한다(Gilles *et al.* 1988). 월동기의 환경조건과 월동조류의 몸상태(body condition)는 이후의 생존율과 그 다음해의 번식성공에 가장 중요한 영향을 미친다(Smith and Sheeley 1993). 따라서 월동은 조류에게 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있다.

저어새의 월동행동 및 생태에 대한 연구는 전 세계 개체군의 대부분이 월동하는

대만과 홍콩을 중심으로 이루어져 왔다(최 2004). 대만에서 월동하는 저어새의 취식 행동과 생태(Wang and Ho 1995), 저어새의 주간행동에 대한 관찰기록(Xue and Wang 1996)과 홍콩 마이포에서 멸종위기에 처한 저어새의 보전관리(Swennen *et al.* 1999)에 관한 연구들을 통해 저어새의 기초적인 월동생태가 확인되었다. 최근 저어새의 월동생태 및 행동에 대한 연구는 대만의 증문강 하구, 홍콩의 마이포 지역을 중심으로 집중적으로 이루어지고 있으며 그 양도 증가하는 추세에 있다(Leader 1998, Swennen *et al.* 1999, Yu 2003). 그러나 여전히 저어새의 생태 및 행동에 대한 상세한 자료는 부족한 실정이다(최 2004).

국내의 저어새에 대한 연구는 최근 2000년 이후에야 번식지 조사와 가락지 부착 사업, 저어새 모니터링 등이 전개되고 있는 실정이며 국내 월동지를 이용하는 저어새에 대한 연구는 최(2004)에 의한 연구가 유일한 실정이다.

본 연구는 국내 최대 월동지인 제주도 성산포에 도래하는 저어새를 대상으로 월동 도래현황 및 월동지 이용현황, 월동기 주간행동 유형, 잠재 식이물과 월동 방해 요인 등의 조사를 통하여 저어새의 지속적인 서식을 위한 월동지의 환경특성 분석 및 저어새의 월동생태에 대한 기초 자료의 구축과 보전방안을 파악하기 위해 실시되었다.

Ⅱ. 조사지역

1. 성산포 지역

성산포는 행정구역상 제주도 남제주군 성산읍 성산리, 오조리, 고성리에 해당되는 지역으로서 북위 33° 27' 30", 동경 126° 55' 20"에 위치하고 있다(Fig. 1). 성산포 지역은 오조리와 성산리를 잇는 갑문으로 외해(外海)와 나누어지며 내부 면적은 약 155ha, 평균 수심은 약 1.2m정도이다(Park *et al.* 1999, 제주도 등 2003). 성산포는 크게 외해와 연결된 내만(內灣)과 2개의 양식장(養殖場)으로 이루어져 있다. 내만의 경우 조석의 영향을 크게 받는 뚜렷한 해수이며 바닥은 모래로 되어 있으나, 2곳의 양식장은 담수의 영향을 많이 받는 기수에 가까우며 저질은 주로 진흙으로 이루어져 있다. 해안은 주로 모래와 현무암질 암석으로 이루어져 있으며, 간조 시 곳곳에 암초가 드러난다(최 2004). 서쪽 양식장 주변은 대부분 갈대(*Phragmites communis*)가 무성한 습지로 이루어져 있으며, 갈대를 비롯한 썸바귀(*Ixeris repens*), 갯메꽃(*Calystegia soldanella*), 번행초(*Tetragonia tetragonoides*), 갯까치수영(*Lysimachia mauritiana*) 등과 함께 사철나무(*Euonymus japonica*), 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*), 순비기나무(*Vitex rotundifolia*) 군락과 해송(*Pinus thunbergii*)도 나타난다(제주도 등 2003). 동쪽에 위치한 오조리 양식장 주변에는 인가와 오조리 항구가 있으며 인근에는 황근(*Hibiscus hamabo*) 자생지 및 상록활엽수림(생달나무 *Cinnamomum japonicum*, 후박나무 *Machilus thunbergii*, 참식나무 *Neolisteia sericea* 등)으로 제주기념물 제 47호로 지정된 식산봉(食山峯, 66m)이 위치해 있다.

2. 종달리 해안

종달리 해안은 북제주군 구좌읍 종달리에서 남제주군 성산읍 시흥리에 이르는 전형적인 모래 갯벌 지역으로서 북위 33° 29' 03", 동경 126° 54' 41"에 위치하고 있다(Fig. 1). 이 지역은 제주도 내에서 가장 규모가 큰 해안사구로서 조간대 상부에는 모래언덕(砂丘)이 있으며 전체 모래언덕의 길이가 22m, 높이가 2.2m 정도의 형태를 유지하고 있으나 도로건설로 본래의 모습은 상실된 상태이다(제주도 등 2003). 사구 배후에는 과거에 발달했던 기수성 염습지의 일부가 남아있으며, 바지락 종패를 뿌려 체험어장을 실시하여 제주 도민과 외지 관광객의 출입이 급증하여 방문객 증가에 따른 어장 기능 감소와 경관 훼손 등의 문제가 발생하고 있는 지역이다. 주요 식생으로는 좁보리사초(*Carex pumila*), 갯메꽃(*Calystegia soldanella*), 사철쭉(*Artemisia capillaris*), 순비기나무(*Vitex rotundifolia*), 띠(*Imperata cylindrica*), 갯쇠보리(*Ischaemum antheboroides*), 변행초(*Tetragonia tetragonoides*), 돌가시나무(*Rosa wichuraiana*) 등 주로 해안사구 식생이 분포한다(제주도 등 2003). 이 지역은 조석의 영향을 받는 해안지역으로 간조 시에는 최대 폭이 1km에 이르는 넓은 모래사장이 드러난다.

3. 하도리 갯벌

제주도 북제주군 구좌읍 하도리 창흥동으로서 북위 33° 30' 26", 동경 126° 54' 44"에 위치해 있다. 모래성분이 93.4%이고, 펄성분이 6.6%로 이루어진 모래갯벌로 주변에 바위해안이 있으며 해수욕장으로 이용되고 있는 갯벌지역이다. 최고 간조가 되어도 물은 멀리 빠져나가지 않으며 바람이 불어 파도의 영향을 많이 받는 지역이다.

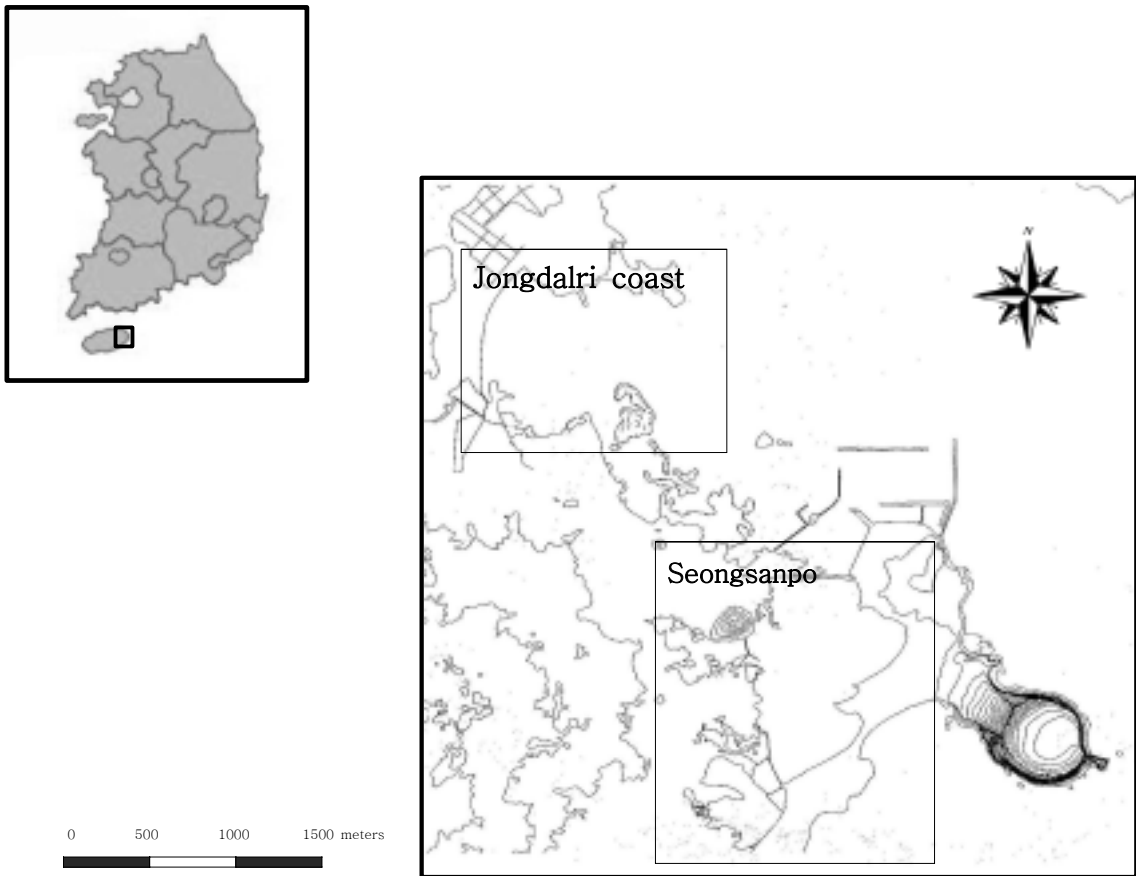


Fig. 1. Map of study area, Seongsanpo and its vicinity, Jeju province.

Ⅲ. 조사방법

1. 조사일정

본 조사는 2003년 12월부터 2004년 3월까지 그리고 2004년 12월부터 2005년 3월까지 2회의 월동기간인 총 8개월 동안 제주도 성산포에 도래하는 저어새를 대상으로 실시하였다. 조사지역에 나타나는 조석의 일변화를 고려하여 조사를 실시하였으며, 저어새의 완전한 일주행동 자료를 얻기 위하여 주간 전일조사를 기본으로 하여 개체수 확인과 각 개체의 행동 구분이 가능한 일출 전 30분부터 일몰 후 30분까지 일일 조사를 실시하였다.

2. 도래현황 및 월동지 이용

제주도 성산포 지역을 이용하는 저어새 월동군의 도래현황을 파악하기 위하여 도래 개체수와 그 변동을 조사하였으며 가능한 조사지역의 주변에 도래한 개체수도 모두 조사하였다. 또한 과거에 조사 보고 된 각종 문헌, 보도 자료와 미발표 자료 등도 적극 활용하였다.

조사지역 내에서 저어새의 주간 서식지의 이용 양상을 파악하기 위하여 월동 개체군이 집단으로 3회 이상 이용한 지역의 이용시간을 조사하였다. 월동 개체군의 이동은 전체 개체수의 90%이상이 이동 하였을 경우로 규정하였다.

3. 행동조사 방법

저어새의 월동기 일주행동은 조사지역 내에서 저어새의 행동을 가장 잘 관찰할 수 있는 일정한 장소를 선정하여 조사를 실시하였다. 행동기록 방법은 개체군 확인법(scan sampling)을 이용하여(Xue and Wang 1996) 조사지역의 가시권내 모든 저어새를 10분 간격으로 쌍안경(Nikon 8×10)과 망원경(Nikon 10×40)을 이용하여 각 개체를 2~3초간 관찰하여 기록하였다. 일주행동 유형은 크게 비활동성(inactive)과 활동성(active) 행동으로 구분한 후, 더 세분화하여 9가지 유형을 기본으로 기록하였다. 비활동성 행동은 잠자기(sleeping), 서기(standing), 경계(alert) 행동으로 구분하였고 활동성 행동은 깃다듬기(preening), 목욕(bathing), 안락(comfort), 이동(locomotion), 취식(feeding), 사회(social) 행동으로 구분하였다. 각 행동 유형은 다음과 같다.

(1) 비활동성 행동

- 잠자기 행동 : 부리를 등에 묻고 한쪽 다리나 양쪽 다리로 서서 쉬는 행동
- 서기 행동 : 부리를 아래로 내리고 특별한 경향성 없이 쉬는 행동
- 경계 행동 : 외부 자극이 발생하여 상황을 파악하기 위하여 고개를 들고 한곳을 주시하거나 주변을 살피는 행동.

(2) 활동성 행동

- 깃다듬기 행동 : 부리에 물을 묻혀 깃털을 다듬거나, 휴식 도중 부리로 깃을 긁는 행동
- 목욕 행동 : 몸을 물에 담그고 날개깃을 하면서 몸을 적시거나 날개를 크게 펴고 퍼덕이는 행동
- 안락 행동 : 다리를 이용하여 몸을 긁거나 날개나 다리를 뻗어 몸을 푸는 행동
- 이동 행동 : 취식이나 다른 주된 요인 없이 개체의 위치 변동을 일으키는 걷기나 점프, 비행 행동
- 취식 행동 : 저어새의 취식 습성상 부리를 물속에 넣고 좌우로 흔들며 전진하는 행동 및 잡은 먹이를 처리하여 먹는 행동
- 사회 행동 : 저어새 또는 다른 종과 공격-피공격의 관계가 발생했을 경우, 두 개체가 서로 깃털을 다듬어 주는 행동, 나뭇가지 등을 이용하는 놀이 행동

4. 행동자료 분석

행동조사를 통해 수집된 자료는 월동시기(time of season), 매월(month), 주간 시간대(time of day), 간조 시간대(time of low water), 조수 단계(tide stage), 기상 상태(weather condition)등으로 구분하여 비교하였다.

월동시기는 전체 월동기간을 전기와 후기로 나누어 12월부터 1월까지를 월동전기(early winter), 2월부터 3월까지를 월동후기(late winter)로 구분하였다. 주간 시간대는 일출부터 11:00까지를 오전(morning), 11:00부터 15:00까지를 정오(midday), 15:00부터 일몰까지를 저녁(evening) 시간대로 구분하였다.

간조 시간대에 따른 행동분석은 일변화가 나타나는 최대 간조시간에 따라서 조사시간을 오전 낮은물(morning low water), 정오 낮은물(midday low water), 그리고 저녁 낮은물(evening low water)로 구분하여 행동을 비교하였다. 또한 최대 간조시간을 기준으로 2시간 전부터 2시간 후까지의 행동을 1시간 단위로 구분하여 조수 단계별 행동 변화를 분석하였다. 조사지역의 조석자료는 국립해양조사원이 제공하는 성산포 검조소의 실측 자료를 기준으로 하였다.

기상상태(weather condition)에 의한 저어새의 행동 변화를 파악하기 위하여 조사일의 기상상태를 일조시간과 강수의 발생 여부 등에 따라서 맑은 날(sunny: 60~100% of sunshine duration, estimated to nearest 10%, no rain), 흐린 날(cloudy: 0~50% of sunshine duration, estimated to nearest 10%, no rain), 비오는 날(rainy: 0% of sunshine duration, rain)의 3가지 상태로 구분하였다. 기상요소(weather factor)와 일주행동 유형의 상관관계를 분석하기 위한 기상요소 자료는 주간시간 동안의 평균기온, 평균풍속, 일조시간을 이용하였으며, 모든 기상자료는 기상청에서 제공하는 성산포 검조소의 자료를 이용하였다.

5. 잠재 식이물 조사

저어새의 잠재 식이물 조사는 성산포 지역과 종달리 해안에서 저어새가 주로 이용하는 취식지점을 선정하여 실시하였고 상대적으로 저어새의 이용 비율이 낮은 하도리 갯벌지역에서도 조사를 실시하였다. 잠재 식이물 조사는 저어새의 취식 활동 중 직접 관찰된 어류 및 저어새가 이용 가능한 먹이로 판단되는 저서무척추동물물을 대상으로 실시하였다.

어류는 각 지점에서 5회씩 투망을 던져 채집한 후 종수 및 개체수를 분석하였다. 갯벌 퇴적물에 서식하고 있는 저서무척추동물은 각 지점에서 면적이 0.025m^2 인 상자형 주상시료채취기(can corer)를 이용하여 4회씩 깊이 20cm까지 퇴적물을 채집하였다. 채집된 퇴적물은 현장에서 망목 1mm인 체를 이용하여 걸러내어 10% 중성포르말린 해수용액으로 고정한 후에 실험실로 운반하여 개체수와 종수를 분석하였다.

6. 월동 방해요인

월동기간 중 저어새의 안정된 월동에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위하여 일주행동 조사와 함께 조사지역에서 발생하는 방해의 유형, 빈도 그리고 방해요인에 대한 저어새의 반응유형을 조사하였다. 방해요인은 저어새 무리에서 경계하는 개체나 경계시간이 증가하는 경우와 타 장소로의 회피행동과 같은 행동학적인 변화를 발생시키는 외부자극으로 규정하였다(Cayford 1993, Davidson and Rothwell 1993 참조). 방해의 유형은 크게 인위적, 자연적 방해요인으로 분류한 후 각각을 세분화하였으며 뚜렷한 원인이 없거나 원인을 확인하지 못한 경우에는 미확인으로 분류하였다.

7. 통계 분석

모든 자료의 통계학적 분석에는 SPSS 11.5 프로그램을 이용하였다. 행동조사 자료는 상호 비교를 위하여 각 조사 시간대 마다 행동별 비율(백분율)로 환산하였으며 정규분포를 따르기 위하여 다시 자료변환(arcsine transform)을 실시한 이후 분석하였다. 월동시기, 월, 주간 시간대, 간조 시간대, 조수단계, 기상상태 등의 각 요인별 일주행동의 변화를 분석하기 위하여 일원배치 분산분석(One way ANOVA)을 통하여 행동 유형간의 유의성 차이를 분석하였다. 주간 평균기온, 주간 평균풍속, 일조시간 등의 기상요소가 일주 행동에 미치는 영향을 알아보기 위하여 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 이용하여 상관분석을 실시하였고 기상 요소를 독립변수로 하여 다중 회귀분석을 적용하였다.

IV. 결과

1. 월동 현황

2003년 10월부터 2004년 4월까지의 월동기 중 제주도 성산포에서 월동한 저어새의 최대 개체수는 22개체였으며 2004년 10월부터 2005년 4월까지의 월동기에는 최대 21개체가 도래하였다(Fig. 2). 월동기별 최초 도래일은 각각 2003년 10월 29일(5개체), 2004년 10월 26일(3개체)이었다. 번식지로의 마지막 이동은 월동 개체군과 이동중인 개체군이 혼재하는 양상을 보여 정확히 확인할 수 없었으나 2004년 4월 15일에 7개체만이 관찰되었고 2005년 4월 21일에는 2개체만이 관찰되어(김은미, 미발표자료), 성산포의 저어새 월동 개체군은 4월 중순을 전후하여 번식지로의 북상이 이루어지는 것으로 나타났다.

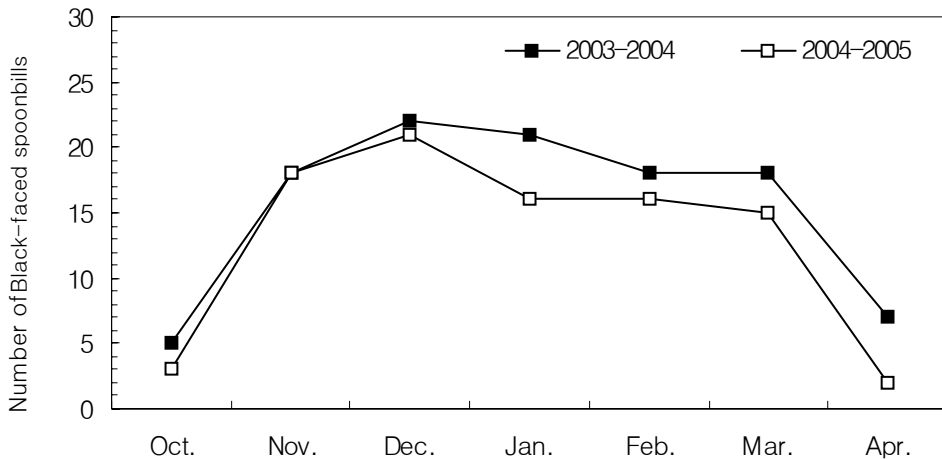


Fig. 2. Monthly changes in number of Black-faced spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju Province.

2. 월동 서식지 이용

월동기간 동안 조사지역 내에서 저어새가 가장 선호하는 지역은 성산포 지역의 내만에 위치한 B1 지역으로 전체시간의 39.70%를 이용하였다(Table 1, Fig. 3). 다음으로 저어새는 갈대류가 조성된 습지 지역인 A1 지역에서 23.62%에 해당하는 시간을 이용하였고 A5 지역에서도 9.29%의 시간을 이용하였다.

주간 시간대에 따라서 저어새가 선호하는 지역은 다르게 나타났다(Fig. 4). 오전 시간대(일출시간~11:00)에 가장 높은 비율로 이용된 지역은 A1 지역으로 전체시간의 56.85%를 이용하였다. 반면 정오(11:00~15:00)와 저녁 시간대(15:00~일몰시간)에는 A1 지역에서 각각 9.20%와 8.06%에 해당하는 시간만을 이용하였고 B1지역에서 전체시간의 56.91%와 37.12%의 가장 많은 시간을 이용하였다. 성산포의 외부 지역인 종달리 해안은 오전과 정오 시간대에는 거의 이용되지 않았으며(<1%) 저녁 시간대에 8.66%의 이용 비율을 나타냈다.

Table 1. Using proportion of major resting sites for wintering Black-faced Spoonbills by spent times.

	Major diurnal resting sites						Total
	B1	A1	A5	B2	A3	Others	
Spent time(min)	10,445	6,215	2,445	1,385	790	5,030	26,310
Proportion of time(%)	39.70	23.62	9.29	5.26	3.00	19.12	100

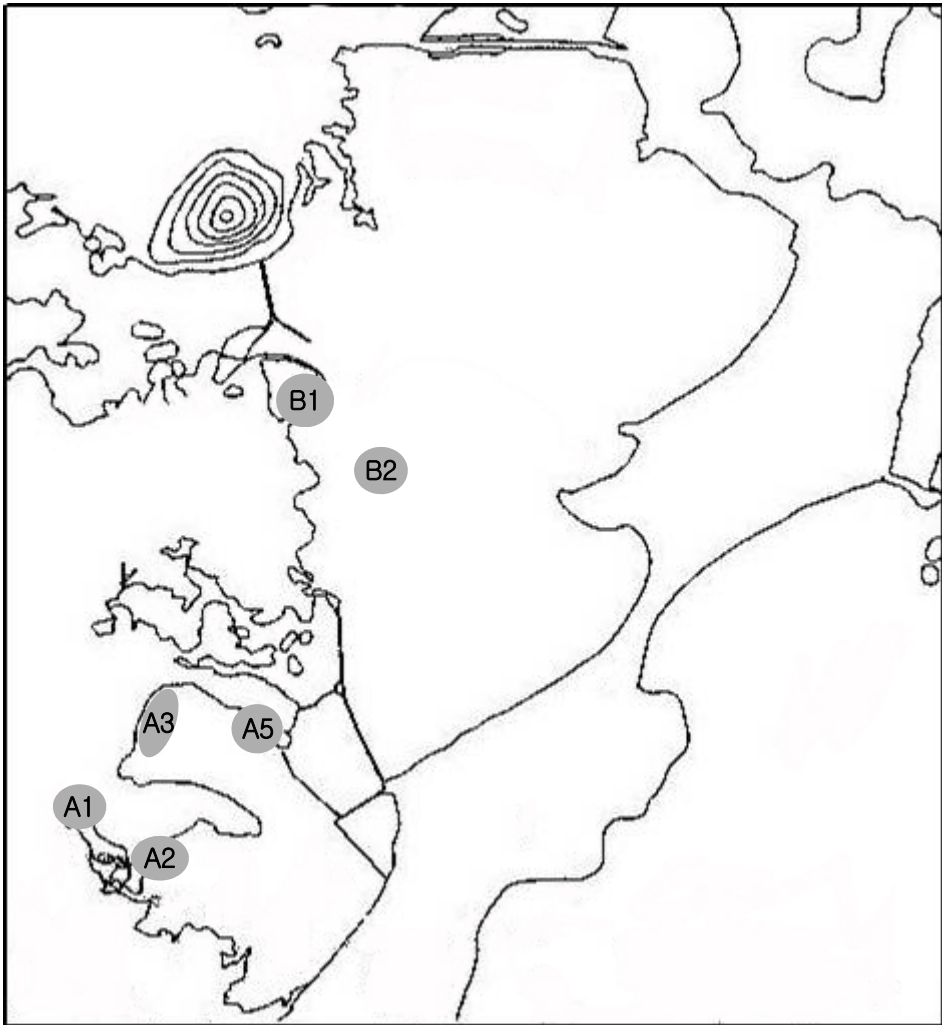


Fig. 3. Location of major resting sites for Black-faced Spoonbills wintering in study area.

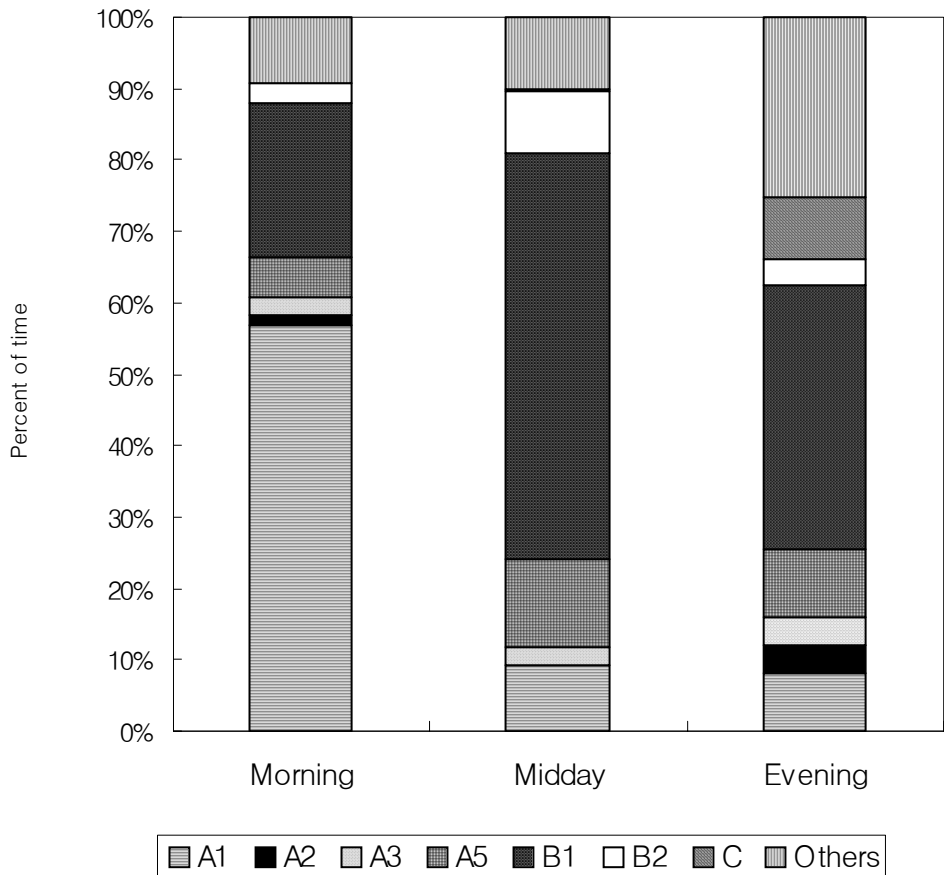


Fig. 4. Using proportion of major sites by spent times in morning, midday, and evening time of day.

3. 월동기 일주 행동

3.1. 전체 일주 행동 양상

성산포 지역에서 월동하는 저어새의 일주행동을 분석한 결과 전체 일주행동(24,499회) 중 비활동성 행동은 84.23%(20,635회)의 비율로 나타났고, 활동성 행동은 15.77%(3,864회)의 비율로 나타났다(Table 2). 세분화된 9개 행동 유형별로 살펴보면 비활동성인 잠자기 행동이 78.67%(19,273회)로 전체 9개 행동유형 중 가장 높은 비율로 나타났다. 깃다듬기 행동이 7.46%(1,827회)의 비율로 전체 행동 중 잠자기 행동 다음으로 높게 나타났고 다음으로는 취식 행동(1,252회, 5.11%)과 휴식의 한 형태인 서기 행동(987회, 4.03%)이 관찰되었다. 비활동성 행동인 잠자기, 서기, 경계 행동이 전체 일주행동의 80% 이상을 차지하여 저어새는 월동기간 동안 대부분의 낮 시간을 활동성이 없는 휴식을 하며 보내는 것으로 나타났다. 그 밖의 이동(522회, 2.15%), 경계(375회, 1.53%), 안락(137회, 0.56%), 사회(89회, 0.36%), 목욕 행동(37회, 0.15%)의 비율은 전체 5%미만으로 나타났다.

Table 2. Number of samples recorded and percentage of time spent in each activity of the Black-faced spoonbill wintering in Seongsanpo in winter 2003~2004 and 2004~2005.

		No. of samples	Percentage(%)
Inactive	Sleeping	19,273	78.67
	Standing	987	4.03
	Alert	375	1.53
Subtotal		20,635	84.23
Active	Preening	1,827	7.46
	Bathing	37	0.15
	Comfort	137	0.56
	Locomotion	522	2.15
	Feeding	1,252	5.11
	Social	89	0.36
	Subtotal	3,864	15.77
Total		24,499	100

3.2. 주간 시간대별 일주행동 양상

저어새의 월동기 일주행동 중 잠자기, 깃다듬기, 안락, 이동 및 취식 행동은 오전, 정오, 저녁 시간대별로 차이를 나타냈다(Fig. 5). 잠자기 행동의 경우 정오 시간대에 가장 높은 비율을 차지하였으며 저녁 시간대에 가장 낮은 비율을 나타냈다($p < 0.001$ Table 3). 안락 행동도 정오 시간대에 높은 비율을 보이며 오전과 저녁 시간대와 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 이와는 달리 깃다듬기 행동은 정오 시간대에 가장 낮은 비율을 보이며 오전과 저녁 시간대의 비율과 차이를 보였다($p < 0.001$). 이동 행동은 저녁 시간대에 증가하는 양상을 보였으며($p < 0.001$), 특히 취식 행동은 저녁 시간대에 크게 증가하였다($p < 0.001$).

휴식지에서 집단으로 대부분의 낮 시간을 보낸 저어새는 늦은 저녁 시간대에 본격적인 취식을 위해 소그룹이나 개체별로 흩어지는 경향을 나타냈다(Fig. 6). 12월과 1월에는 평균적으로 일몰 후 21분 전후에 본격적으로 휴식 개체군들이 흩어지기 시작하였다(Dec. range=7~36 min. n=4, Jan. range= -13~47min. n=10). 2월에는 평균적으로 일몰 전 12분 전후에 휴식 무리가 흩어졌다(range= -68~34min. n=12). 반면 3월에는 다른 달과 같이 일몰 후에 휴식 개체군들이 흩어지는 경우도 관찰되었으나 일몰 전 4시간 전부터도 개체군들의 활발한 움직임과 취식지로의 이동이 발생하는 것을 확인하였다(mean=64min. range= -245~26min. n=13).

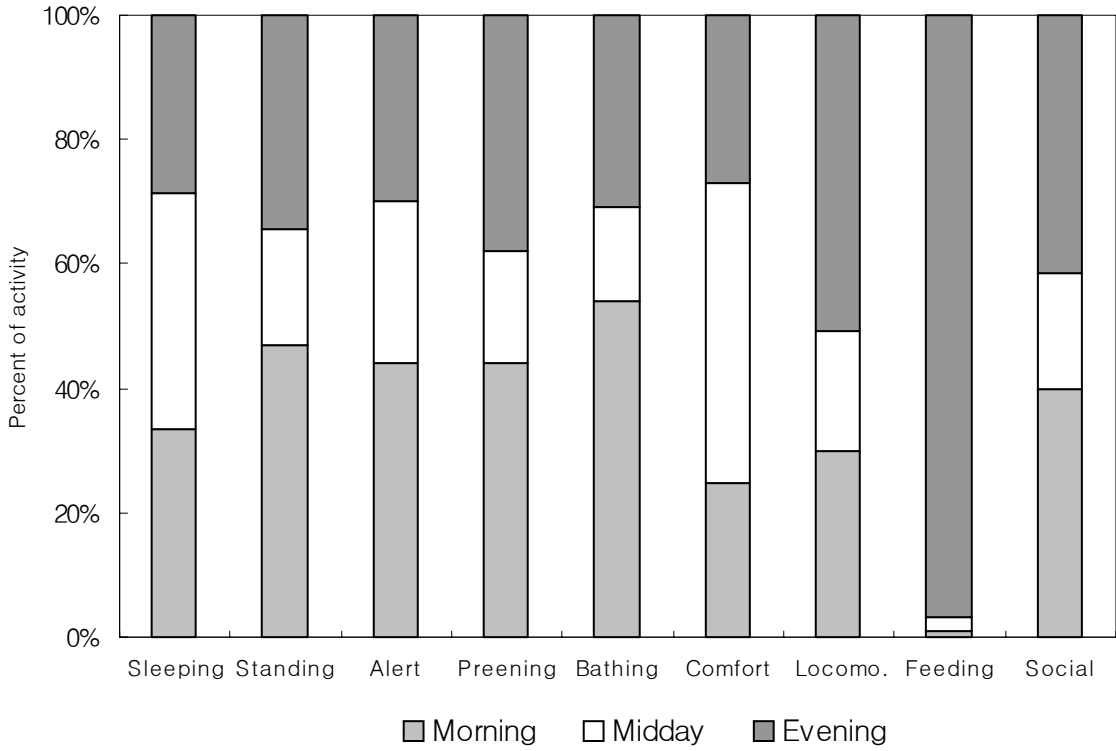


Fig. 5. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in relation to time of day.

Table 3. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by time of day and results of ANOVA test.

	Time of day time			F	<i>p</i>
	Morning ^a	Midday ^b	Evening ^c		
Sleeping	78.32	89.67	67.15	32.43	<0.001
Standing	6.13	2.43	4.48	2.74	0.066
Alert	1.93	1.14	1.31	1.92	0.147
Preening	10.32	4.17	8.93	15.31	<0.001
Bathing	0.23	0.07	0.13	0.97	0.381
Comfort	0.40	0.78	0.44	5.21	<0.001
Locomotion	1.93	1.26	3.28	8.82	<0.001
Feeding	0.16	0.32	13.89	36.47	<0.001
Social	0.36	0.17	0.37	2.06	0.128

^a : period from time of sunrise to 11:00

^b : period from 11:00 to 15:00

^c : period from 15:00 to time of sunset

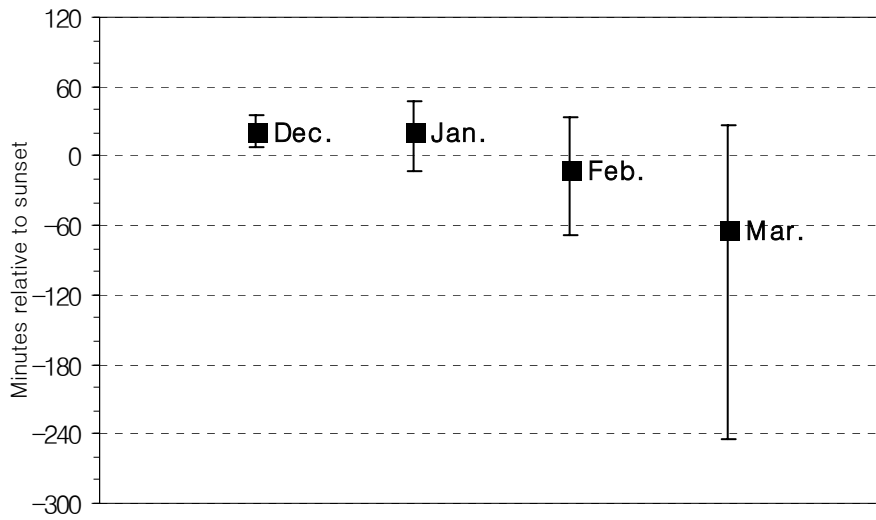


Fig. 6. Dispersal time of resting flock of Black-faced Spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju. Data presented as mean with range for each month. Sample sizes for four periods are 4, 10, 12, and 13 days, respectively.

3.3. 계절변화에 따른 일주행동 양상

(1) 월동 시기별 일주행동 양상

저어새의 월동기 일주행동 중 잠자기 행동과 취식 행동은 월동기의 시기별로 차이가 나타났다(Fig. 7). 비활동성인 잠자기 행동은 월동전기 동안 83.99%의 비율을 나타냈으나, 월동후기에 이르러서는 75.76%의 비율로 감소하였다($p < 0.05$, Table 4). 반면 활동성의 취식 행동은 월동전기에 1.25%의 비율을 나타냈으나 월동후기에는 7.16%로 증가하였다($p < 0.05$). 그 밖의 서기, 경계, 깃다듬기, 목욕, 안락, 이동, 그리고 사회 행동은 월동 시기에 따라 차이가 나타나지 않았다.

Table 4. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by time of winter season and results of t-test.

	Early winter ^a	Late winter ^b	<i>t</i>	<i>p</i>
	Mean percentage	Mean percentage		
Sleeping	83.99	75.76	2.762	<0.05
Standing	2.67	4.80	-1.215	0.235
Alert	1.13	1.60	-1.272	0.212
Preening	7.59	7.46	0.101	0.920
Bathing	0.07	0.17	-0.868	0.392
Comfort	0.63	0.52	0.825	0.415
Locomotion	2.48	2.11	0.842	0.406
Feeding	1.25	7.15	-2.527	<0.01
Social	0.19	0.34	-1.397	0.172

^a : period of December and January

^b : period of February and March

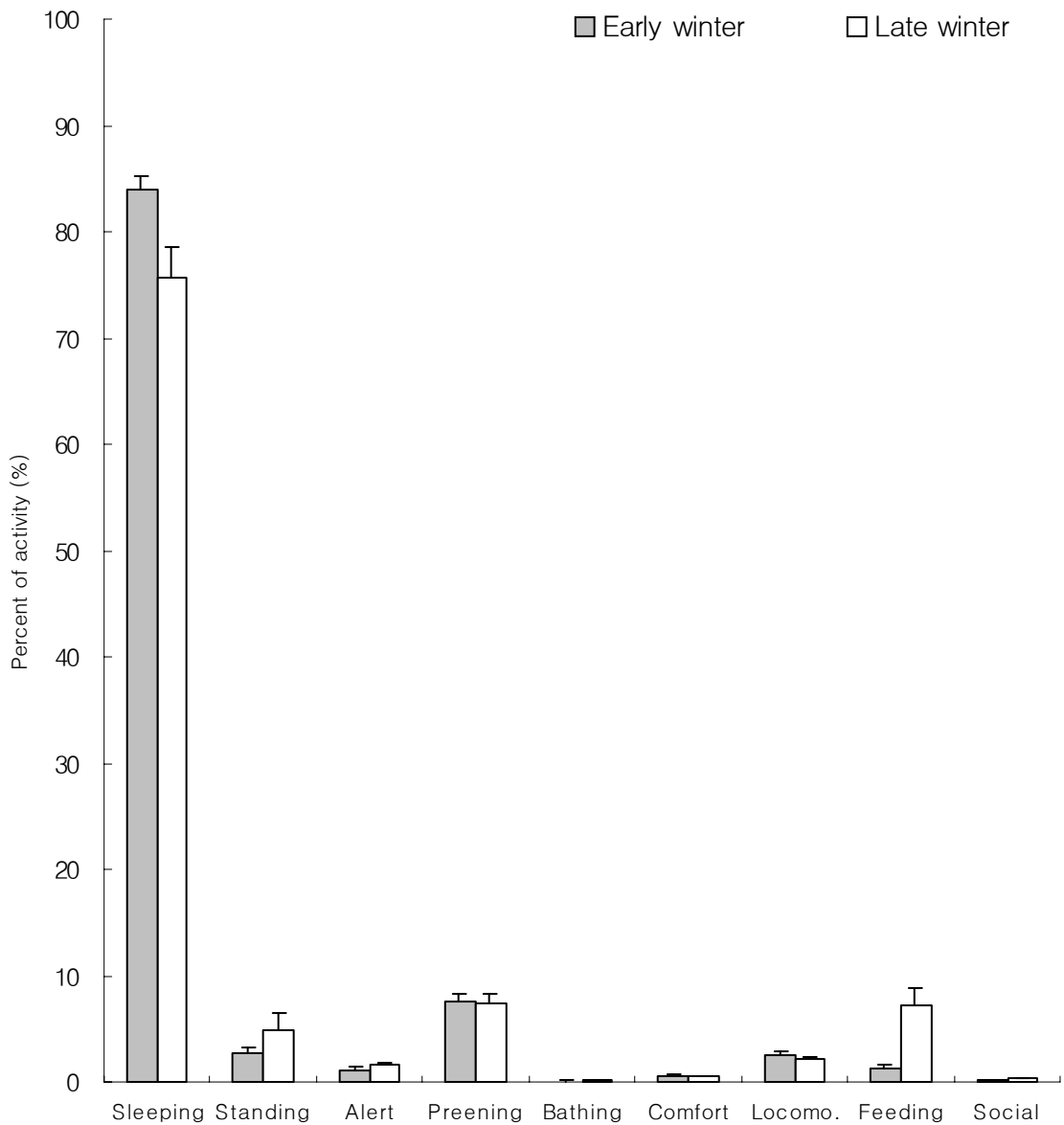


Fig. 7. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills (Mean% \pm SE) by time of winter season. Sleeping ($p < 0.01$) and feeding ($p < 0.05$) varied significantly between early winter and late winter.

(2) 월동기 월별 일주행동 양상

저어새의 월동기간을 12월부터 3월까지 월별로 구분하여 월동기 일주행동 양상을 분석한 결과 취식 행동에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$, Table 5). 월별로 12월과 2월($p < 0.05$), 12월과 3월($p < 0.05$), 그리고 1월과 2월($p < 0.05$), 1월과 3월($p < 0.05$) 사이에 각각 유의한 차이를 보이며 월동기 계절이 진행되면서 저어새의 취식 행동은 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 8). 그 밖의 잠자기, 서기, 경계, 깃다듬기, 목욕, 안락, 이동 및 사회 행동은 월동기간 동안 월별로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Table 5. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by months and results of ANOVA test.

	Mean percent of diurnal activity				F	P
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.		
Sleeping	84.65	83.68	79.59	72.25	2.55	0.073
Standing	2.51	2.77	3.21	6.26	0.70	0.561
Alert	1.17	0.98	1.49	1.70	0.85	0.476
Preening	7.96	7.86	6.78	7.86	0.24	0.866
Bathing	0.00	0.09	0.11	0.23	0.56	0.644
Comfort	0.55	0.66	0.47	0.56	0.38	0.768
Locomotion	2.05	2.51	2.71	1.56	2.08	0.123
Feeding	0.88	1.28	5.00	9.12	3.20	<0.05
Social	0.23	0.18	0.35	0.33	0.69	0.566

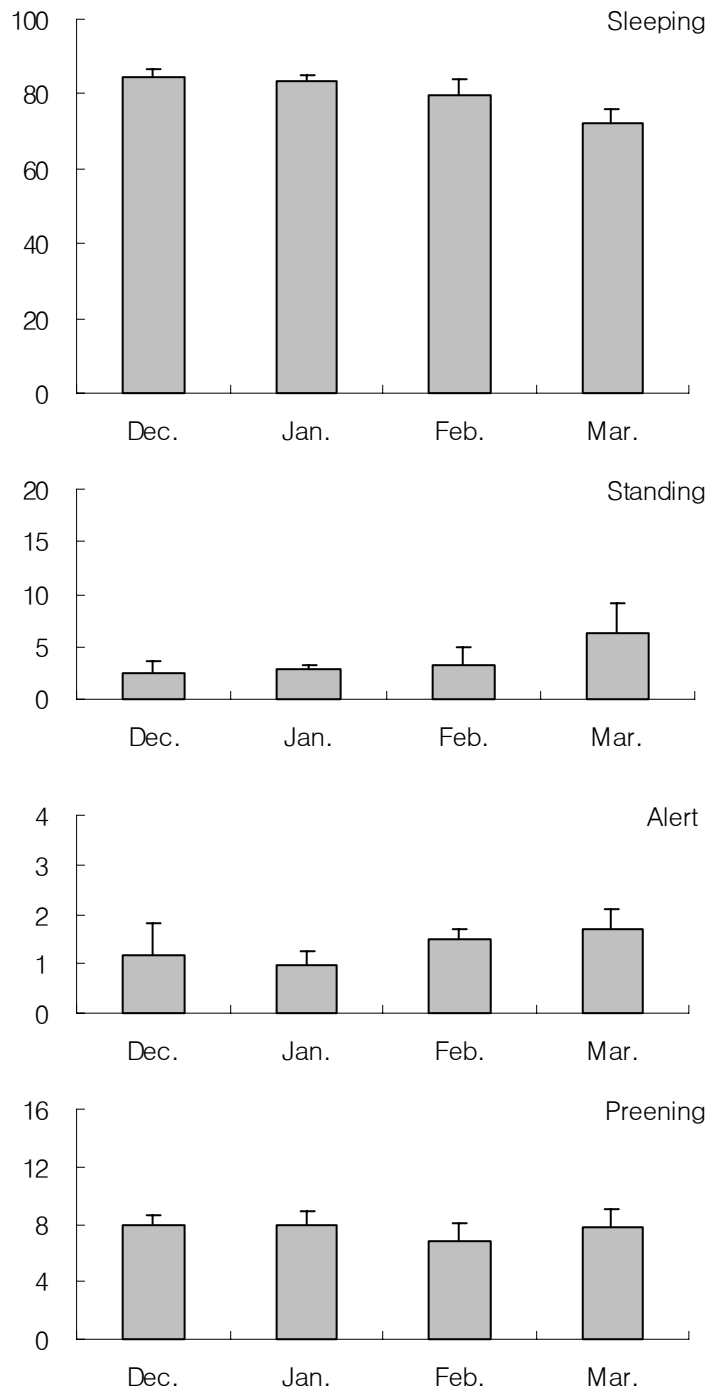


Fig. 8 Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills(Mean% \pm SE) by months.

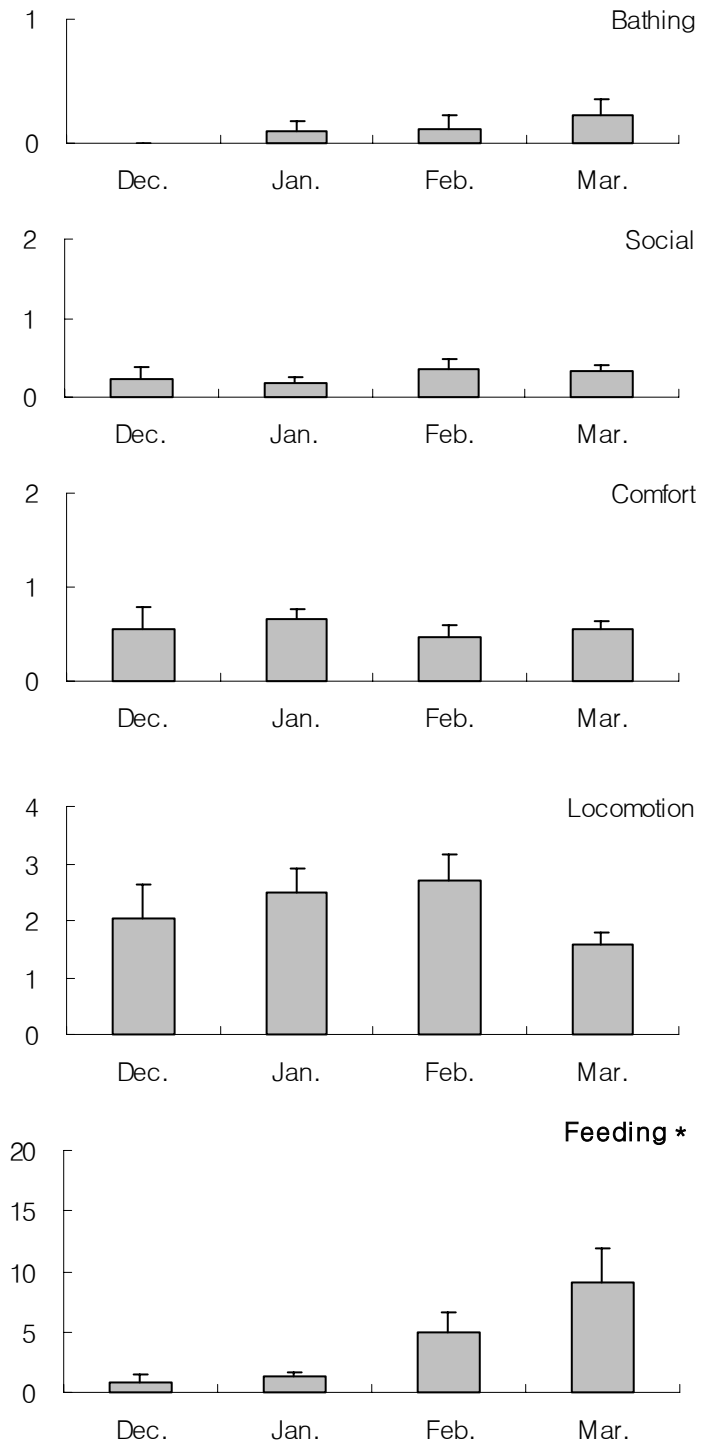


Fig. 8. Extended.

3.4. 조석주기에 따른 일주행동 양상

(1). 간조 시간대에 따른 일주행동 양상

조사지역에서 조위가 낮아지고 갯벌이 노출되어 저어새의 취식 행동이 가능할 때 인 간조가 주간 시간대 중 오전, 정오, 저녁 시간대에 발생한 경우로 구분하여 일주 행동 양상을 분석한 결과 취식 행동만이 유의한 결과가 나타났다(Table 6). 취식 행동은 조사지역에 간조가 오전과 정오 시간대에 발생한 경우는 각각 1.15%와 0.52%의 비율을 보였으나 저녁 시간대에 간조가 발생한 경우는 7.11%의 높은 비율로 나타났다($p < 0.05$).

Table 6. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in relation to time of low water.

	Time of low water			F	p
	Morning	Midday	Evening		
Sleeping	84.72	80.57	76.81	1.09	0.347
Standing	1.35	6.08	4.14	0.69	0.509
Alert	0.73	2.64	1.28	1.94	0.059
Preening	7.25	7.16	7.65	0.06	0.939
Bathing	0.10	0.21	0.12	0.18	0.836
Comfort	0.95	0.50	0.49	1.80	0.079
Locomotion	3.12	1.96	2.12	1.60	0.219
Feeding	1.15	0.52	7.11	3.46	<0.05
Social	0.30	0.35	0.27	0.16	0.851

조사지역이 조석의 영향으로 저녁 시간대에 간조가 발생하는 기간동안 저어새의 일주행동을 분석한 결과 잠자기와 취식 행동은 월동 시기별로 차이가 나타났다 (Table 7). 잠자기 행동은 월동후기에 72.69%로 월동전기보다 낮게 나타났다 ($p < 0.05$), 취식 행동은 월동후기에 10.45%로 월동전기의 1.55%보다 높게 나타났다 ($p < 0.01$).

Table 7. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills during low water

	Evening low water period ^a		F	<i>p</i>
	Early winter	Late winter		
Sleeping	83.66	72.69	1.69	<0.05
Standing	2.66	5.03	0.50	0.267
Alert	0.98	1.46	4.61	0.181
Preening	7.93	7.48	0.47	0.737
Bathing	0.09	0.15	1.05	0.687
Comfort	0.59	0.43	0.89	0.311
Locomotion	2.42	1.95	1.03	0.291
Feeding	1.55	10.45	8.98	<0.01
Social	0.12	0.37	6.01	0.055

^a : period when low water occurred in the evening.

(2). 조석단계별 일주행동 양상

월동전기에는 조석단계에 따라서 일주행동의 변화는 나타나지 않았다(ANOVA, sleeping $F=1.298$, $p=0.288$, standing $F=0.544$, $p=0.704$, alert $F=0.541$, $p=0.7.7$, preening $F=1.064$, $p=0.388$, bathing $F=0.467$, $p=0.759$, comfort $F=1.295$, $p=0.289$, locomotion $F=1.33$, $p=0.277$, feeding $F=0.623$, $p=0.649$, social $F=0.625$, $p=0.647$, Fig. 9). 월동후기에는 잠자기 행동과 취식 행동이 조석단계의 영향으로 유의한 수준으로 변화하였다(ANOVA, sleeping $F=2.417$, $p<0.05$, feeding $F=2.613$, $p<0.05$, Fig. 9). 잠자기 행동은 최대 간조 2시간 전(-2) 시간대에 84.42%, 최대 간조 1시간 후(+1) 시간대에 58.10%의 비율로 가장 큰 차이가 나타난 반면, 취식 행동은 최대 간조 2시간 전(-2) 시간대에 1.96%로 가장 낮은 비율을 보였고 최대 간조 1시간 후(+1) 시간대에 26.20%로 가장 높은 비율이 나타났다. 그 밖의 경계, 깃다듬기, 목욕, 안락, 이동, 사회 행동은 월동후기에도 월동초기와 같이 조석단계의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다(ANOVA, alert $F=0.211$, $p=0.406$, preening $F=1.12$, $p=0.351$, comfort $F=0.639$, $p=0.636$, locomotion $F=0.905$, $p=0.464$, social $F=0.849$, $p=0.497$).

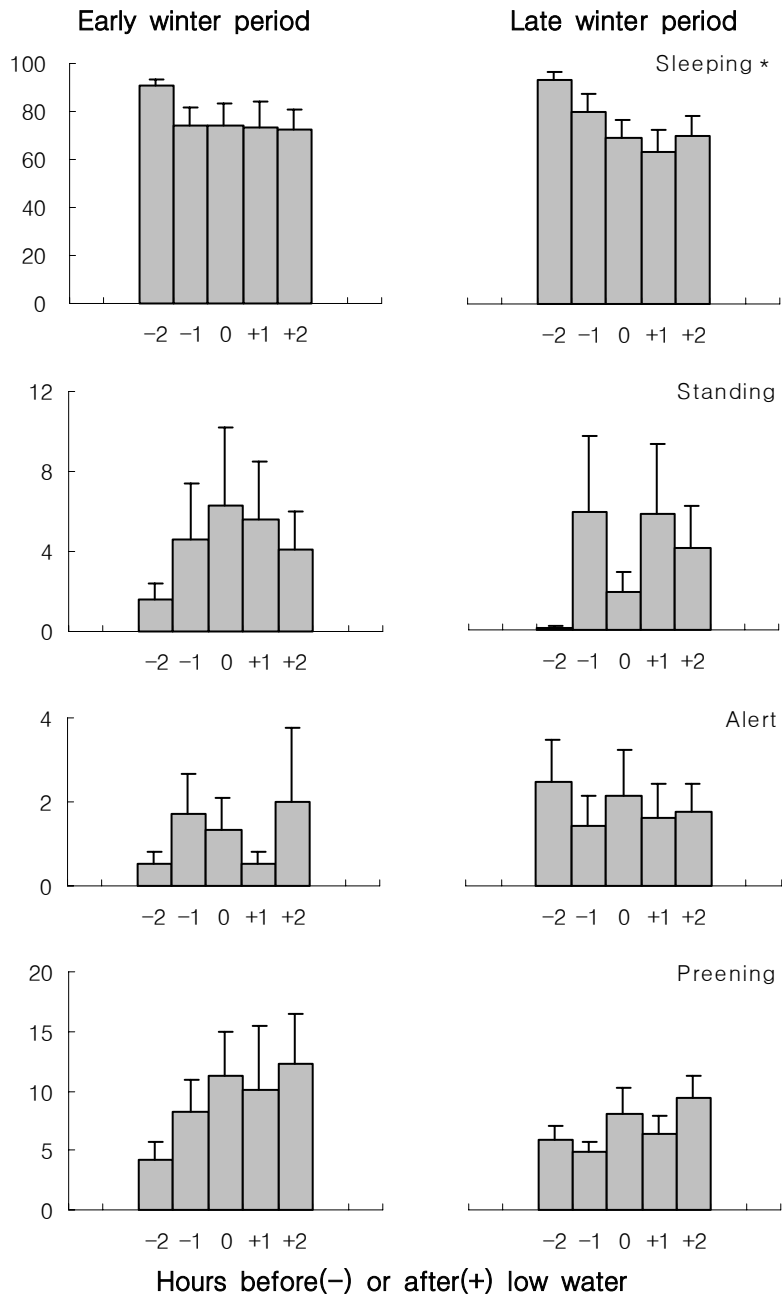


Fig. 9. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills at Seongsanpo during low water cycles during early winter period and late winter period in relation to tide stage. No significant differences among tide stages in any behavior during early winter period. Asterisks indicate those behaviors late winter period that varied significantly among tide stages ($p < 0.05$).

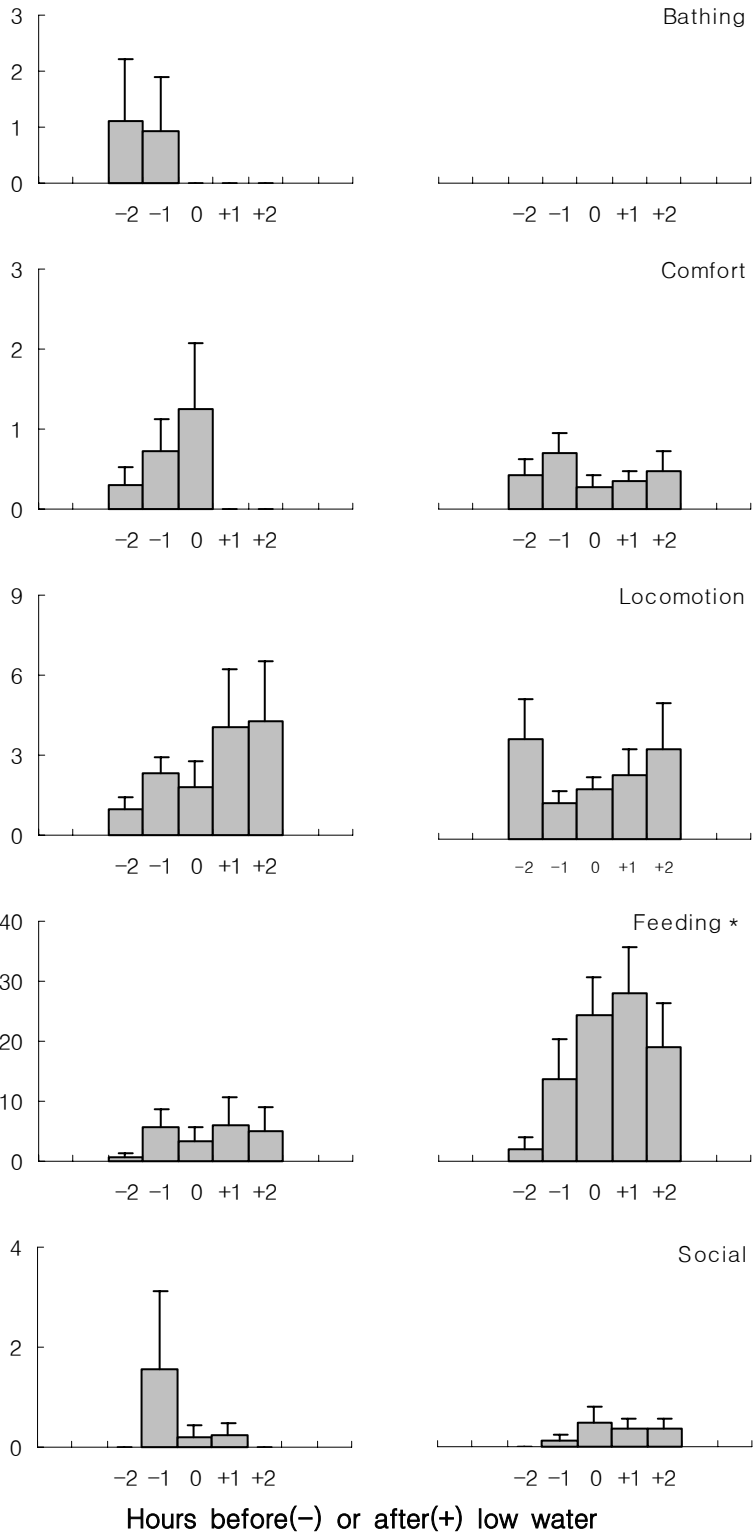


Fig. 9. Extended.

간조가 주간 시간대 중 오전과 정오에 발생하였을 때 저어새의 일주행동은 조석 단계의 영향을 받지 않았다(ANOVA, sleeping $F=0.853$, $p=0.499$, standing $F=1.092$, $p=0.372$, alert $F=0.167$, $p=0.954$, preening $F=0.637$, $p=0.639$, comfort $F=0.788$, $p=0.134$, locomotion $F=1.862$, $p=0.134$, feeding $F=0.618$, $p=0.652$, social $F=0.289$, $p=0.884$, Fig. 10). 그러나 저녁 시간대에 간조가 발생한 경우 잠자기, 깃다듬기, 이동 및 취식 행동은 조석단계에 따라서 차이가 나타났다(ANOVA sleeping $F=8.37$, $p<0.001$, preening $F=3.158$, $p<0.05$, locomotion $F=3.057$, $p<0.05$, feeding $F=5.497$, $p<0.05$, Fig. 10). 비활동성인 잠자기 행동은 최대 간조 2시간 전(-2)에 88.65%의 비율을 보인 후 점점 감소하기 시작하여 최대 간조 2시간 후(+2)에 44.50%의 비율로 나타났다. 반면, 활동성의 취식 행동은 최대 간조 2시간 전(-2)에 1.86%의 최저 비율을 보인 후 점점 증가하여 최대 간조 1시간 후(+1)에 최대 32.57%의 비율로 나타났다. 개체의 이동 행동에 수반되어 주로 관찰되는 깃다듬기 행동은 최대 간조 2시간 전(-2)에 4.11%로 최저의 비율을 보였고 최대 간조 2시간 후(+2)에 12.53%의 최대 비율이 나타났다.

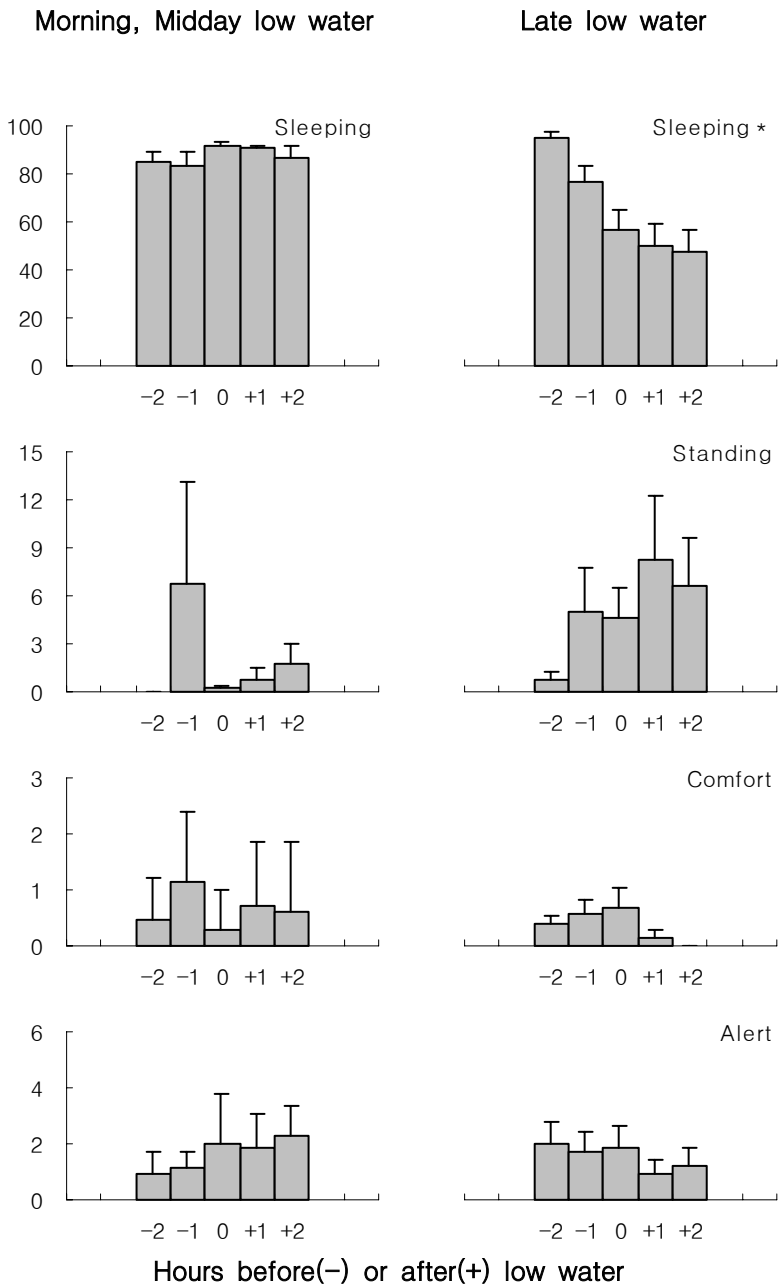


Fig. 10. Diurnal behavior of Black-faced spoonbills at Seongsanpo during morning, midday low water cycle and evening low water cycle in relation to tide stage. No significant differences among tide stages in any behavior during morning, midday low water cycle. Asterisks indicate those behaviors evening low water cycle that varied significantly among tide stages.

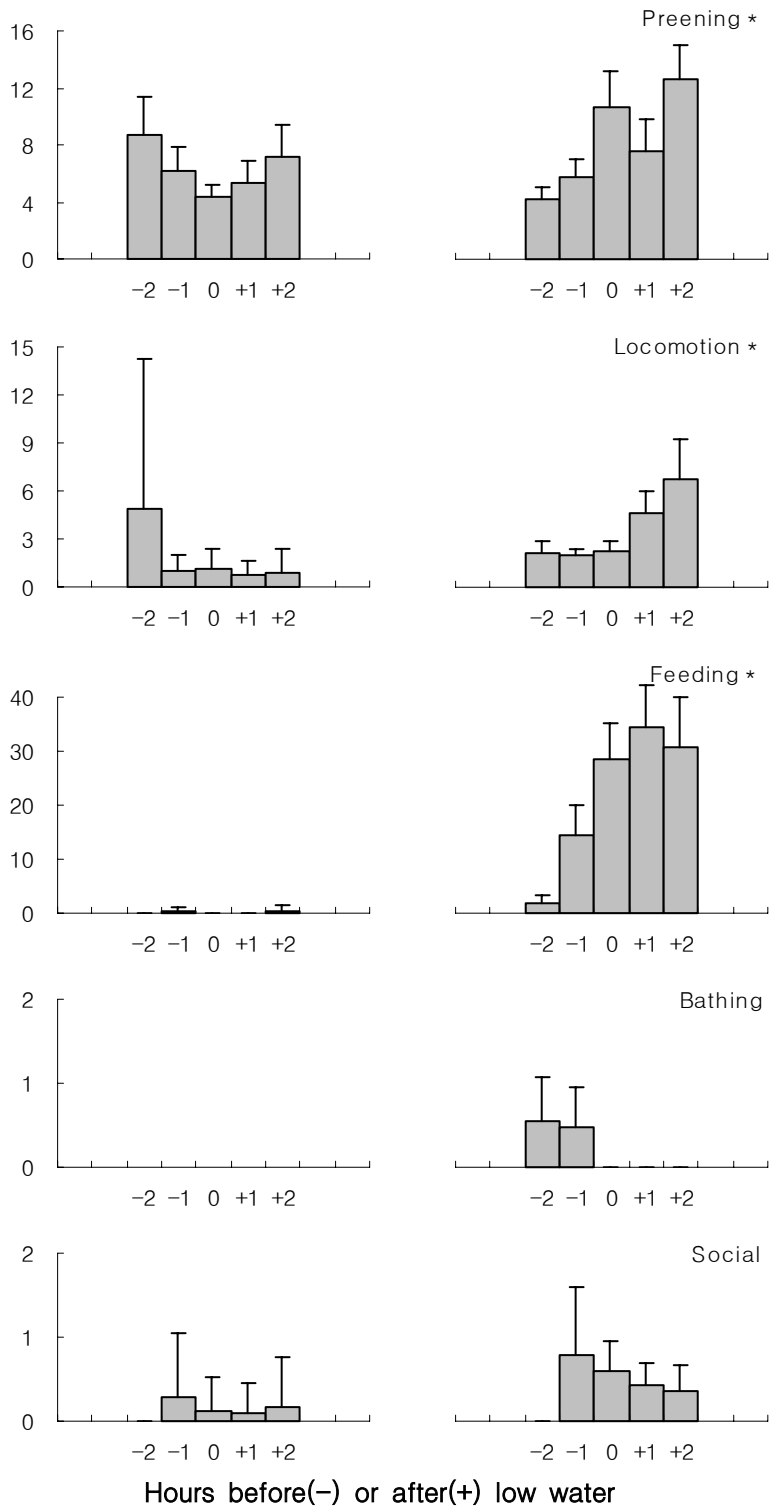


Fig. 10. Extended

3.5. 기상조건에 따른 일주행동 양상

(1). 기상요소와 일주행동의 관계

월동기간 동안 저어새의 일주행동을 비활동성과 활동성 행동으로 나누어 기상요소들과 상관관계를 분석하였으나 유의한 관계는 나타나지 않았다(Table 8).

평균기온, 평균풍속, 일조시간의 기상요소와 일주행동 사이의 회귀분석 결과 평균기온은 잠자기, 서기 행동과 상관관계가 나타났으며($p < 0.01$),

$$[\text{잠자기 행동}(\%) = -1.492 \times \text{평균기온}(\text{°C}) + 97.552 \quad (R^2=0.269, n=33)]$$

$$[\text{서기 행동}(\%) = 0.822 \times \text{평균기온}(\text{°C}) - 8.138 \quad (R^2=0.466, n=33)]$$

의 회귀방정식을 나타냈다(Fig. 11). 평균풍속은 서기 행동과 유의한 상관관계가 있었으며($p < 0.01$),

$$[\text{서기 행동}(\%) = 2.238 \times \text{평균풍속}(\text{m/s}) - 8.138 \quad (R^2=0.466, n=33)]$$

의 회귀방정식을 나타냈다(Fig. 12). 일조시간도 서기 행동과 유의한 상관관계를 보였으며($p < 0.01$),

$$[\text{서기 행동}(\%) = -0.840 \times \text{일조시간}(\text{h}) - 8.138 \quad (R^2=0.466, n=33)]$$

의 회귀방정식을 나타냈다(Fig. 13).

Table 8. Relationship of Pearson correlation between weather factors and types of diurnal activities.

	Temperature ^a (°C)		Wind velocity ^b (m/s)		Daylight hours(h)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Inactive	-0.312	0.077	0.188	0.295	-0.067	0.712
Active	0.314	0.076	-0.197	0.273	0.046	0.799

^a : Average temperature of daylight period

^b : Average wind velocity of daylight period

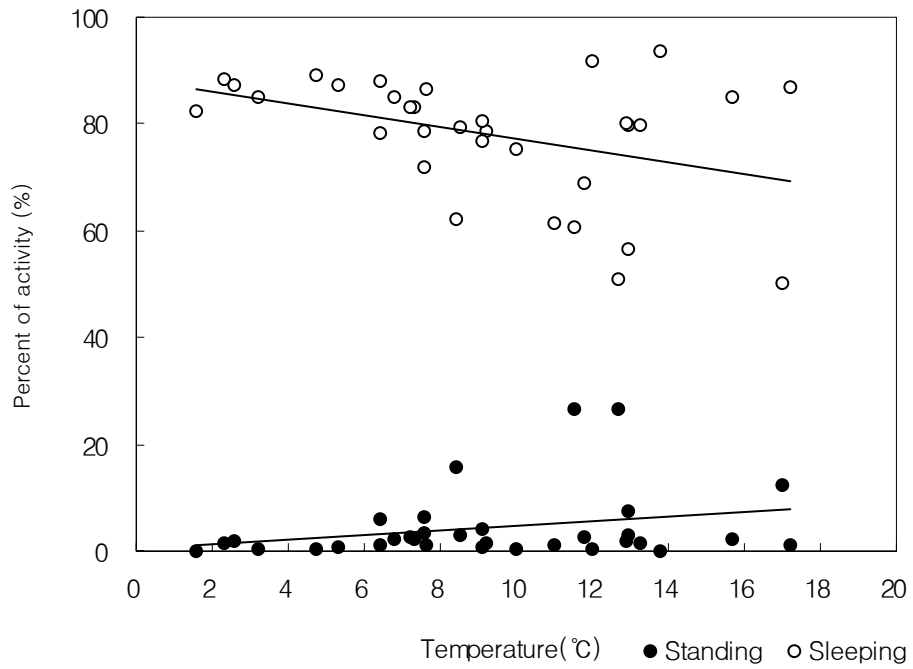


Fig. 11. Relationships between daytime average temperature and sleeping activity and standing activity.

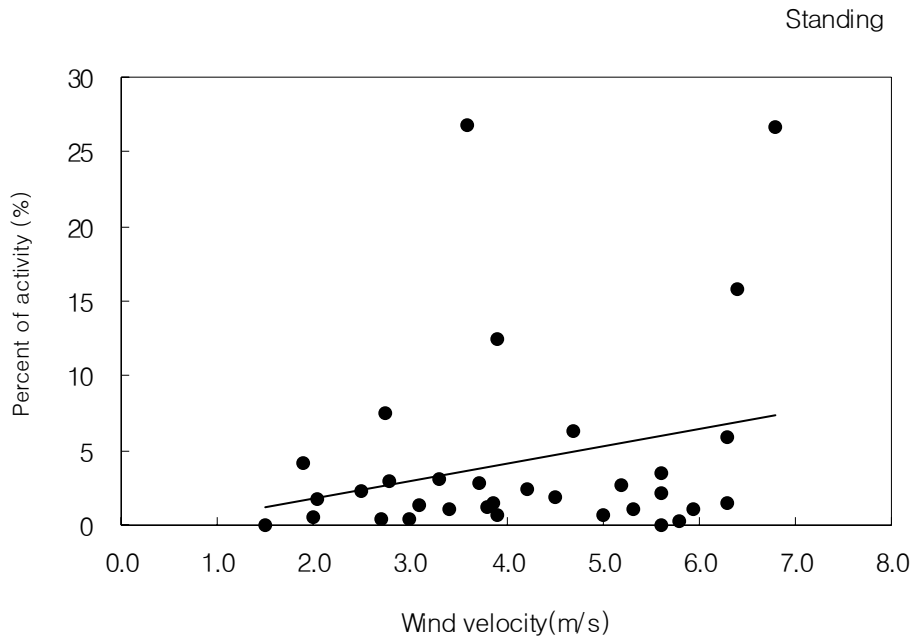


Fig. 12. Relationship between standing behavior and average wind velocity.

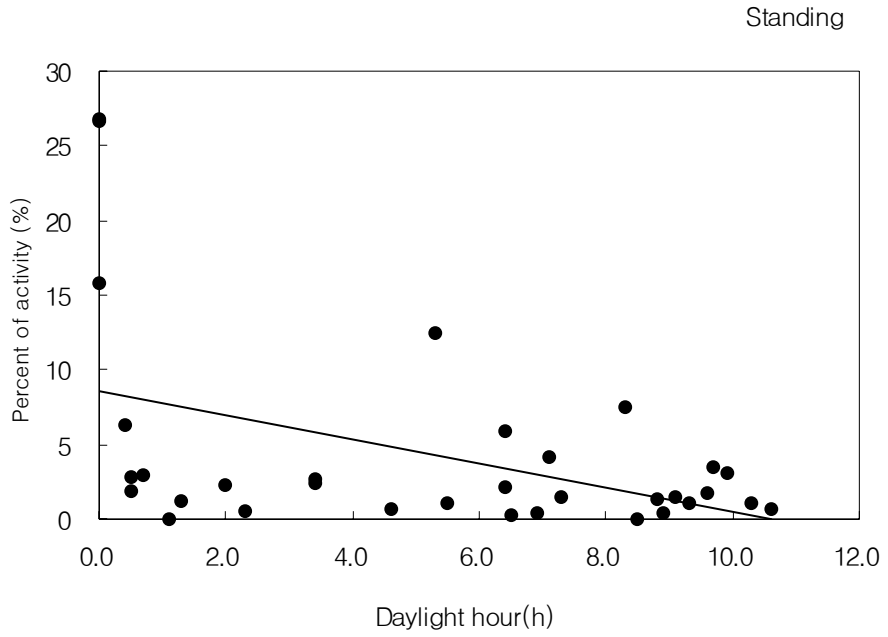


Fig. 13. Relationship between standing behavior and daylight hours.

(2). 기상상태에 따른 일주행동 양상

비활동성 행동 유형인 잠자기와 서기 행동은 기상상태에 따라서 유의한 차이가 나타났다(Fig. 14). 잠자기 행동은 강우가 발생한 기상상태(rainy)에서 맑은 날(sunny)과 흐린 날(cloudy)에 비하여 낮은 비율을 보인 반면($p < 0.05$), 서기 행동은 강우가 발생한 경우 더 높은 비율을 나타냈다($p < 0.001$, Table 9). 활동성 행동 유형인 경계, 깃다듬기, 목욕, 이동, 취식 및 사회 행동은 기상 상태별로 행동 비율의 변화를 보이지 않았다.

저녁 시간대의 일주행동을 저녁시간 동안의 기상상태별로 분석하였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 10). 그러나 강수가 발생한 경우 저어새의 이동 행동은 감소하는 경향을 나타냈다($p < 0.060$).

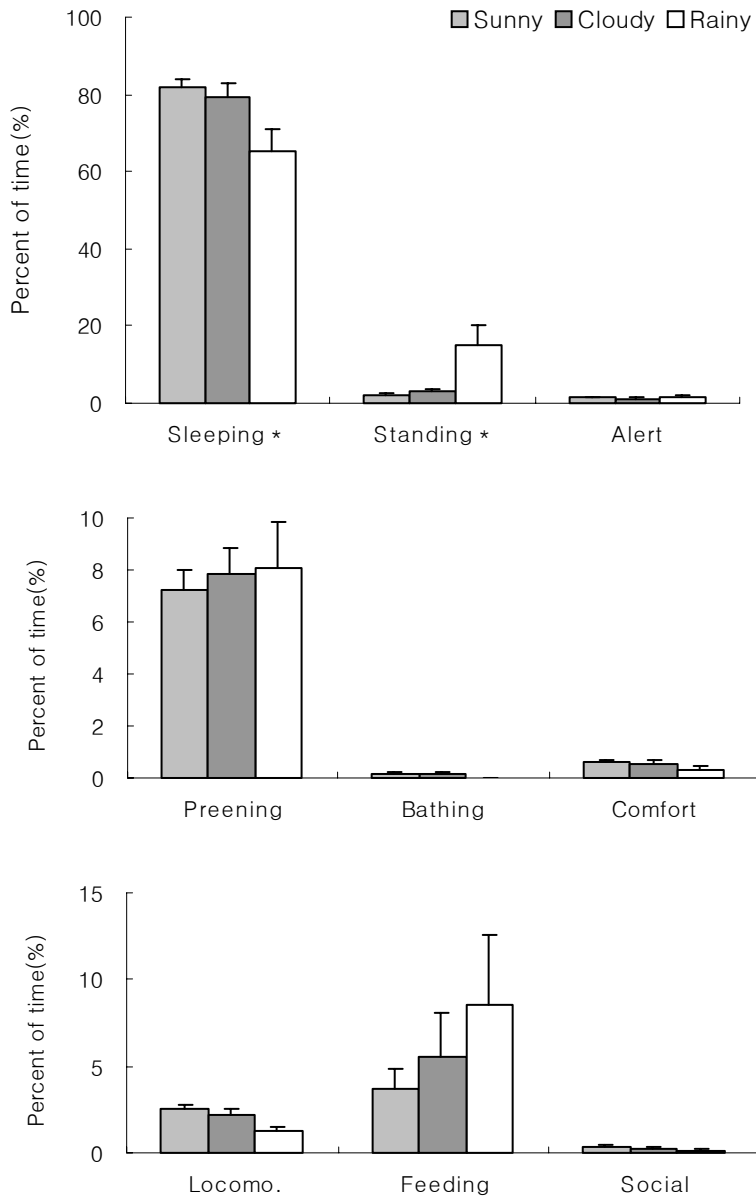


Fig. 14. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in sunny, cloudy and rainy days. Asterisks indicate those behaviors that varied significantly among weather conditions.

Table 9. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills by daytime weather conditions and results of ANOVA test.

	Weather condition			F	<i>p</i>
	Sunny ^a	Cloudy ^b	Rainy ^c		
Sleeping	81.85	79.37	65.31	5.23	<0.05
Standing	1.90	2.87	14.99	14.88	<0.001
Alert	1.50	1.25	1.38	0.19	0.828
Preening	7.20	7.86	8.04	0.19	0.830
Bathing	0.17	0.12	0.01	0.45	0.640
Comfort	0.63	0.54	0.33	1.36	0.271
Locomotion	2.49	2.16	1.22	2.25	0.121
Feeding	3.68	5.58	8.55	1.02	0.371
Social	0.35	0.24	0.16	1.06	0.360

^a : 60–100% of sunshine duration, estimated to nearest 10%, no rain

^b : 0–50% of sunshine duration, estimated to nearest 10%, no rain

^c : 0% of sunshine duration, rain

Table 10. Diurnal activity patterns of Black-faced spoonbills in the evening by evening weather conditions and results of ANOVA test.

	Evening weather condition			F	<i>p</i>
	Sunny	Cloudy	Rainy		
Sleeping	67.01	65.29	77.18	0.28	0.165
Standing	3.79	4.82	6.66	2.93	0.177
Alert	1.04	1.58	1.55	0.24	0.640
Preening	10.36	7.80	6.63	0.42	0.271
Bathing	0.27	0.00	0.00	0.50	0.121
Comfort	0.42	0.51	0.20	1.41	0.771
Locomotion	3.65	3.28	1.26	3.30	0.060
Feeding	12.99	16.40	6.43	1.07	0.183
Social	0.47	0.32	0.10	1.11	0.342

4. 잠재 식이물

4.1. 종달리 해안지역

종달리 해안에서 어류는 숭어류(Mugilidae sp. 1)의 치어 13개체, 망둑어류 sp. 1(Gobiidae sp. 1) 1개체, 그리고 황복(*Takifugu obscurus*) 13개체가 채집되었다(Fig. 15). 저서무척추동물은 26종, 3,285개체/0.1m²가 채집되었다(Table 11). 저서무척추동물의 분류군 중에서 갯지렁이류(Polychaeta)가 0.1m²당 3,203개체(97.50%)로 종달리 해안에서 가장 우점하는 분류군으로 나타났다(Table 12), 그 이외의 다른 저서무척추동물의 분포는 극히 적게 나타났다. 우점종은 갯지렁이류인 홀쪽유령얼굴갯지렁이(*Boccardia proboscidea*)(1,181개체./0.1m²)이었으며, 다음으로 얼굴갯지렁이류인 *Rhynchospio* sp.(732 개체./0.1m²), 한국대나무갯지렁이(*Clymenella koreana*)(725개체/0.1m²) 순으로 높게 나타났다.

4.2. 성산포 지역

성산포 지역에서 어류는 망둑어류 sp. 1과 sp. 2(Gobiidae sp. 2)가 각각 1개체씩 채집되었다(Fig. 15). 저서무척추동물은 총 20종, 979개체/0.1m²가 채집되었으며(Table 11), 우점군은 0.1m²당 814개체(83.15%)가 채집된 갯지렁이류이었다(Table 12). 우점종은 채집된 저서무척추동물의 40.97%(401개체/0.1m²)를 차지한 버들갯지렁이류의 *Heteromastus filiformis*, 이었으며, 염주발갯지렁이류(Syllidae unid.)(276개체/0.1m²), 볼록손모래무지옆새우사촌(57개체/0.1m²), 발성육질꼬리옆새우(48개체/0.1m²) 및 참갯지렁이(*Neanthes japonica*)(40개체/0.1m²)등의 순으로 높은 비율을 차지하였다. 성산포 지역은 관찰된 저서무척추동물의 개체수가 한 종으로 집중되지 않고 다양하게 나타났다.

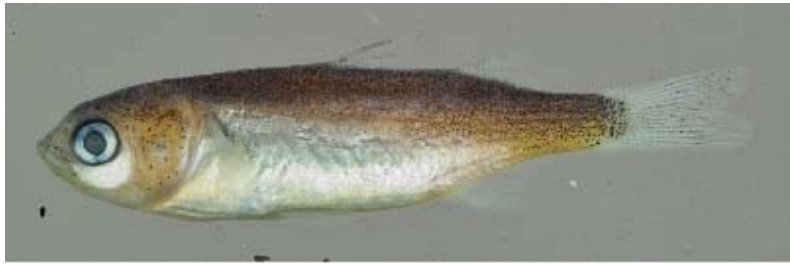
4.3. 하도리 지역

하도리 지역의 갯벌에서 어류는 채집되지 않았으며, 저서무척추동물도 8종, 24개체/0.1m²만이 관찰되었다(Table 11). 우점군은 58.3%(14개체/0.1m²)를 점유한 갯지

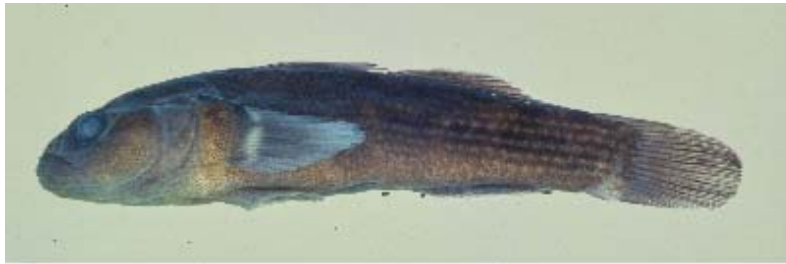
렁이류이었다(Table 12). 우점종은 갯지렁이류인 침보석요정갯지렁이(*Armandia lanceolata*)(8개체/0.1m²)와 단각류(Amphipoda)인 불록손모래무지옆새우사촌(*Urothoe convexa*)(5개체/0.1m²)으로 나타났다.

Table 11. Characteristics of potential prey items collected from foraging sites.

	Benthic invertebrate		Fish	
	No. of species	No. of individuals	No. of species	No. of individuals
Jongdalri	26	3,285	3	27
Senonsanpo	20	979	2	2
Hadori	8	24	0	0



(a) Mugilidae sp.1



(b) Gobiidae sp.1



(c) Gobiidae sp.2

Fig. 15. Sampled fishes as potential prey items for Black-faced Spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju [a: from Jongdalri (<3cm), b: from Jongdalri and Seongsanpo (<5cm) c: from Seongsanpo (<8cm)].

Table 12. Species and numbers of benthic invertebrates sampled as potential prey items for Black-faced Spoonbills wintering in Seongsanpo, Jeju (ind./0.1m²).

Species	Hadori	Jongdalri	Seongsanpo	Total
Anthozoa				
Anthozoa sp.1		25		25
Sipuncula				
Sipuncula unid.				3
Nemertina				
Nemertina unid.				3
Gastropoda				
<i>Batillaria cumingi</i>			3	3
<i>Haloa japonica</i>			1	1
Bivalvia				
<i>Ruditapes philippinarum</i>		1	1	2
<i>Cycladicama lunaris</i>			21	21
<i>Nuttallia japonica</i>				1
Polychaeta				
<i>Heteromastus filiformis</i>			401	401
<i>Nephtys ciliata</i>			37	37
<i>Nephtys polybranchia</i>			9	9
<i>Perinereis</i> sp.		7		7
<i>Boccardia proboscidea</i>		1181		1181
<i>Pseudopolydora kemp</i>		1		1
<i>Polydora</i> sp.			19	19
<i>Capitella capitata</i>		6		6
<i>Cirratulus cirratus</i>		257	9	266
<i>Cirriformia tentaculata</i>		21		21
<i>Clymenella koreana</i>		725		725
<i>Dorvillea rudolphi</i>		23		23
<i>Eteone longa</i>		1		1
<i>Lumbrineris inflata</i>		1		1
<i>Lumbrineris japonica</i>		1		1
<i>Lumbrineris latreilli</i>	3	3		6
<i>Lumbrineris longifolia</i>		5		5
<i>Marphysa depressa</i>		2		2
<i>Neanthes caudata</i>		71	1	72
<i>Neanthes japonica</i>			40	40
<i>Phylofelix asiaticus</i>	1	30		31
<i>Prionospio japonicus</i>		1	2	3

Table 12. Extended

Species				Total
<i>Rhynchospio</i> sp.		732		732
<i>Tharyx</i> sp.		135	1	136
<i>Armandia lanceolata</i>	8		18	26
Syllidae unid.	2		276	278
<i>Euchone</i> sp.			1	1
Isopoda				
<i>Cyathura</i> sp.	2	22	33	57
Amphipoda				
<i>Urothoe convexa</i>	5	6	57	68
<i>Grandidierella japonica</i>	2	11	48	61
<i>Mandibulophoxus mai</i>		1		1
Cumacea				
<i>Diastylis</i> sp.				1
Decapoda				
<i>Callinassa japonica</i>	1			1
<i>Upogebia major</i>		16	1	2

5. 월동 방해요인

5.1. 방해요인의 유형 및 발생빈도

조사기간 중 월동기 일주행동에 영향을 미치는 주요 방해요인은 저어새의 주요 휴식지 인근의 주민이나 관광객 등의 사람 접근, 휴식지에 인접한 항구를 이용하는 선박, 주변 농경지를 왕래하는 차량 및 간헐적으로 주요 휴식지 공중을 지나가는 비행기 등의 인위적 방해요인이 확인되었다. 또한 오리류의 무리, 야생 고양이와 개, 멧금류 등의 자연적 방해요인도 조사지역 내에서 저어새의 안정된 행동에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

발생횟수를 통하여 방해요인의 발생빈도를 파악한 결과 조사기간 동안 총 134회가 발생하였으며 그중 인위적 방해유형이 47회(35.07%) 발생하였고 자연적 방해유형은 54회(40.30%) 발생하였다(Table 13). 사람에 의한 인위적 방해 발생이 29회로 가장 빈번하였고(21.64%) 다음으로 오리류 무리의 집단적인 움직임에 대한 저어새의 경계 행동이나 회피 비행 행동도 20회(14.93%) 발생하였다.

Table 13. Major disturbance types and percentages by frequency.

Disturbance type		Frequency	Percentage(%)
Artificial	Human	29	21.64
	Boat	8	5.97
	Vehicle	7	5.22
	Air craft	3	2.24
	Subtotal	47	35.07
Natural	Duck group	20	14.93
	Fedal mammal(cat, dog)	12	8.96
	Birds of prey	12	8.96
	Others	10	7.46
	Subtotal	54	40.30
Unidentified		33	24.63
Total		134	100

5.2. 방해요인에 대한 반응유형

성산포에서 월동하는 저어새는 안정된 휴식 상태에서 외부 자극에 의하여 방해를 받은 경우, 목을 곧게 뻗고 부리를 앞으로 든 상태로 한곳을 주시하거나 불안한 움직임으로 주변을 살피는 경계(alertness)의 반응과 방해가 발생한 지역을 일시적으로 회피하는 비행(flying)의 반응을 나타냈다.

조사지역에서 관찰된 방해요인별 저어새의 반응유형을 분석한 결과 인위적 방해요인이 발생한 경우 대부분 저어새의 회피 비행(89.36%)이 관찰되었다(Fig. 16). 특히 사람의 접근에 의한 방해요인에 대해서는 90%이상 회피 비행이 발생하였다.

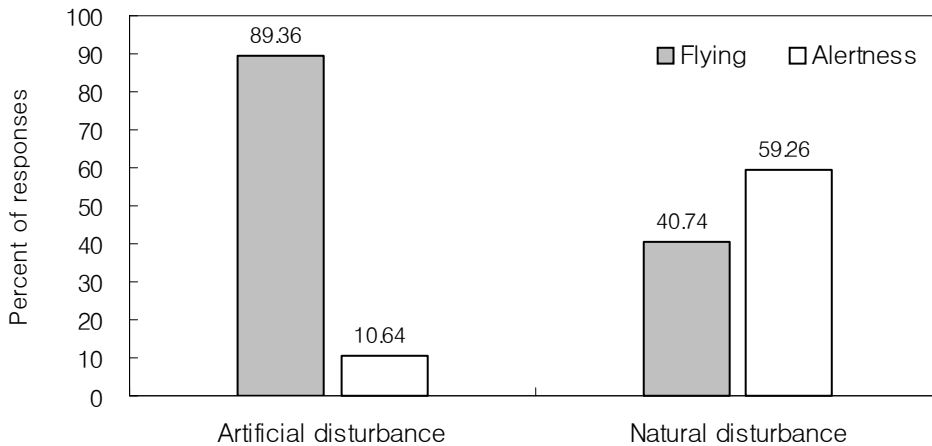


Fig. 16. Percentages of Black-faced spoonbill responses to disturbance types.

V. 고 찰

1. 월동 현황

저어새는 1979년 이후 제주도에 도래하기 시작하여 1988년 이전까지 5개체 미만의 개체가 관찰되었으나, 그 이후 매년 증가하는 추세를 보이고 있다(김 등 1998). 조사지역을 포함한 제주도 일대에서 월동한 저어새의 최대 개체수는 두 번의 월동기 모두 24개체였다. 본 조사를 통하여 제주도 성산포 지역에서 월동하는 저어새의 최대 개체수는 2003-2004년 월동기에 22개체, 2004-2005년 월동기에 21개체가 확인되어 제주도에서 월동하는 91.67%와 87.50%의 저어새가 성산포 지역을 이용하는 것으로 나타났다. 현재 저어새의 전 세계 생존 개체수는 2005년 1월에 실시된 국제 동시센서스를 통하여 1,475개체로 보고 되었다. 따라서 같은 시기에 제주도 성산포에는 전 세계에 생존하는 전체 저어새의 1.42%가 월동하였다. 제주도 성산포 지역에 도래하는 저어새는 10월 말에서 다음해 4월까지 성산포 지역에서 월동하였으며 4월 중순을 전후하여 번식지로 이동하였다. 이 지역은 월동기 이후에도 저어새가 관찰되는 사례가 보고 되는 것으로 보아 저어새의 월동 서식지 뿐 아니라 저위도 지역의 다른 월동지로부터 이동하는 저어새의 중간 기착지로도 이용되는 것으로 생각된다(김 등 1998, 최 2004).

2. 월동 서식지 이용과 보호

조사기간 동안 성산포 내에서는 저어새가 선호하는 특정 지역이 있는 것으로 나타났다. 특히 B1, A1, A5 지역의 이용 비율이 높았다. 주간 시간대에 따른 서식지 이용 비율을 분석한 결과 저어새는 오전 시간대 동안 A1 지역에서 가장 많은 시간을 보냈다. 다만 월동지에서 수행된 야간 행동 연구에 의하면 저어새는 해질 무렵 주요 휴식지를 떠나서 하구 또는 양어장에서 취식 활동을 하다 이튿날 새벽에 다시 같은 장소로 돌아오는 것으로 알려져 있다(Wang and Ho 1995). 성산포 지역을 이용하는 저어새도 저녁 시간대에 주요 취식지로 이동한 후, 일출 전에 다시 돌아와 A1 지역에서 휴식 무리를 형성하는 것으로 생각된다. 특히 이 지역은 갈대류가 무성하고 수심이 낮은 습지 지역으로서 저어새가 목욕 및 깃다듬기 행동을 목적으로 이용하는 것으로 생각된다. 그러나 이 지역은 하수처리장 및 고성리 마을과 인접한 지역으로서 소음과 사람의 출입이 잦고 환경 변화 또는 개발로 인한 서식지의 소실이 우려되는 지역이므로 적극적인 보호 방안과 간섭의 저감 방안이 강구되어야 할 것이다(최 2004). 저어새는 오전 시간대 동안은 A1 지역에서 대부분의 시간을 보낸 반면 정오와 오후 시간대에 B1 지역에서 가장 많은 시간을 보냈다. 저어새의 주간 시간대별 행동 양상을 관찰한 결과 정오 시간대에 비활동성 행동이 다른 시간대에 비하여 높게 나타났다. 따라서 B1 지역은 여러 방해요인으로 인하여 발생할 수 있는 휴식 중 불필요한 행동을 최소화하여 저어새가 가장 안정된 휴식을 취할 수 있는 지역으로 생각된다(김 등 1998, 김 2003). 비록 주간 동안 저어새는 대부분 성산포 지역에서 관찰되었으나 종달리 해안 역시 저어새의 에너지 섭취에 중요한 역할을 하는 것으로 생각되며(최 2004), 기온 및 이용 목적에 따라 성산포 지역 외에 종달리와 하도리 지역 등을 선택적으로 이용할 것으로 추정된다(김 2003).

3. 월동기 일주 행동

3.1. 일반적인 일주 행동 양상

본 조사를 통해 성산포에서 월동하는 저어새는 대부분의 주간 시간을 잠자기와 서기의 비활동적인 휴식을 취하며 보내는 것으로 나타났다. 이 결과는 최(2004)의 선행 연구 결과와도 유사하였으며, 홍콩과 대만의 월동지에서 나타난 저어새의 일반적인 월동 행동과 같은 양상이었다(Leader 1998, Wang and Ho 1995, Wang *et al.* 1999, Xue and Wang 1996).

3.2. 주간 시간대별 일주 행동 양상

저어새의 구체적인 일주 행동은 일일 주간 시간대에 따라서 차이를 보였다. 오전과 저녁 시간대에 저어새의 활동성이 증가한다는 기존 연구 결과와 같이 (Severinghaus *et al.* 1995), 비활동성인 잠자기 행동은 오전과 저녁 시간대에 낮게 나타난 반면 활동성인 깃다듬기 행동은 오전과 저녁 시간대에 높게 나타났으며 이동 행동과 취식 행동은 모두 저녁 시간대에 크게 증가하였다. 월동기간 동안 저어새의 야간 행동을 조사한 결과 휴식 및 취식 행동이 비슷한 비율을 차지하여 대부분 비활동적인 휴식 행동이 나타나는 주간과 달리 야간에는 활동량이 증가하는 것으로 나타났다(최 2005). 수조류는 월동기간 동안 주간보다 야간에 활동이 활발해지고 야간 취식 행동도 증가한다(Nilsson 1970, Paulus 1980, Pedroli 1982). 이것은 활동성의 행동에 수반되는 체온상승(열)과 취식행동 중 발생하는 소화열로 인해 상대적으로 기온이 더 낮은 저녁 시간대에 체온 조절에 소비되는 에너지를 줄일 수 있기 때문일 것으로 생각된다(Jorde and Owen 1988). 섭금류의 경우 야간에 취식 행동이 발생하는 것은 먹이자원으로 이용되는 생물이 야간에 더욱 활동적인 것 과도 관련이 있다(Dugan 1989). 저어새의 잠재적인 먹이 자원인 어류와 무척추동물의 일부 종은 일출 전이나 일몰 후의 황혼 시간대(twilight period)에 얕은 수심으로 이동해 오는 습성을 보인다(Helfman 1993, Vanc 1999). 따라서 이 시간대에 저어새가

보다 성공적으로 먹이 자원을 이용할 수 있는 것도(Yu *et al.* 2004) 저녁 시간대에 취식 행동이 증가하는 이유로 사료된다.

3.3. 조석의 영향에 따른 일주행동 양상

저어새의 행동 대부분은 5~25cm 정도의 수심에서 이루어진다(Severinghaus *et al.* 1995). 특히 취식 행동을 위해서 주로 5~20cm 수심을 이용한다(Swennen *et al.* 1999). 저어새의 취식 활동을 위한 중요한 물리적 조건인 낮은 수심을 감안할 때 저어새가 이용하는 성산포 지역과 종달리 해안은 거의 모든 지역에서 조석의 영향을 직접 받으므로 간조(low water)에만 취식이 가능한 특징을 가진다(최 2004). 조석의 변화에 따라 먹이이용 가능성과 취식 활동이 가능한 공간확보의 여부가 결정되므로 조석 주기는 취식 행동을 포함한 저어새의 행동에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 저어새와 같이 갯벌 조간대를 포함한 습지 서식지를 이용하는 섭금류의 경우, 조석 주기와 휴식지와 취식지간의 이동형태나, 조석 주기와 휴식지에서의 행동유형 사이의 밀접한 관계는 기존의 여러 연구 결과에서 보고 되었다. 섭금류는 만조 시간대 동안 조석의 영향을 받지 않는 장소에 모여 집단으로 휴식행동을 취한 후 간조 시간대에 취식지로 이동하여 취식을 하는 행동 양상이 일반적인 것으로 알려져 있다(Evans 1976, Burger *et al.* 1977, Connors *et al.* 1981, O'Connor 1981, Cramp and Simmons 1983, Burger 1984, Myers 1984, Zwartz *et al.* 1990). 그러나 성산포 지역에서 월동하는 저어새는 오전과 정오 시간대에는 간조가 발생하여 주요 취식지에 얕은 수심과 갯벌이 노출되더라도 취식지로의 이동이나 특별한 행동의 변화 없이 휴식지에서 안정된 휴식 행동을 보였다. 반면 저어새의 활동성이 증가하는 저녁 시간대에 간조가 발생한 경우에는 7.11%의 취식 행동 비율을 보였다. 그러나 저녁 시간대에 나타난 간조로 인하여 주간에 발생한 취식 행동은 월동전기에는 관찰되지 않았고 월동후기, 특히 번식지로의 이동시기가 가까워진 3월에 집중적으로 관찰되었다.

결과적으로 성산포에서 월동하는 저어새의 취식 행동을 포함한 행동양상은 주간 동안 조석의 영향을 크게 받지 않는 것으로 생각되며, 월동후기 중 간조 시간대에 주간 취식이 이루어지는 것은 특정 월동시기의 생리적 요구(이동에 필요한 에너지

측적)에 따른 것으로 사료된다. 월동기간 동안 저어새의 야간 행동과 조석의 영향을 분석한 연구에서 만조 시간대에는 휴식 행동의 비율이 높았으나, 간조 시간대에 휴식 행동은 낮은 비율을 보인 반면 취식 행동은 높은 비율로 나타났다(최 등 2005). 따라서 성산포에서 월동하는 저어새의 행동 양상에 가장 우선적으로 영향을 미치는 것은 빛(daylight)이며, 빛의 조건이 충족된 경우 조석주기의 영향을 받는 것으로 생각된다.

3.4. 계절 변화에 따른 일주행동 양상

본 조사에서 저어새는 월동시기에 따라 일주행동의 변화를 나타냈다. 월동전기에는 비활동성의 잠자기 행동이 월동후기보다 더 높게 나타났다. 이는 비활동기의 기초 대사율(BMR; basal metabolic rate)과 체온(body temperature)이 활동기보다 낮으므로(Aschoff and Pohl 1970, Warham 1996) 월동전기인 12~1월의 낮은 기온에서 열 손실과 불필요한 에너지 소모를 최소화하기 위해 활동적 행동을 줄인 것으로 생각된다(최 2004). 이와는 달리 활동성의 취식 행동은 월동 후기인 2~3월에 더 높게 나타났다. 월동기간 동안 이동성 조류(migratory birds)인 수금류의 에너지 요구량의 변화는 지방 저장량의 축적(accumulation of lipid reserves), 깃털갈이(molt), 그리고 장거리 이동(migration)과 연관되어 있고 일반적으로 이런 에너지 요구량의 변화로 인하여 수금류의 행동은 월동시기에 따라서 변화한다고 알려져 있다(John D. Thompson *et al.* 1991). 본격적인 월동기(12월~1월) 동안은 혹독한 월동 조건을 견디기 위하여 에너지를 보존해야 하므로 취식 행동은 감소하고 휴식 행동은 증가하게 된다. 그러나 월동기 후기(2월~3월)에 이르러서는 월동지의 먹이량 감소와 번식지로의 장거리 이동을 위한 에너지 요구량이 증가하여 월동 수금류의 취식 행동은 증가하게 된다(Paulus 1988). 따라서 수금류와 같은 이동성 조류인 저어새도 월동을 마치고 번식지로의 이동을 대비한 지방을 축적하기 위하여 더 많은 에너지가 요구되어 취식 행동의 비율이 증가한 것으로 사료된다.

3.5. 기상 조건에 따른 일주행동 양상

저어새는 맑은 날이나 흐린 날에는 잠자기 행동의 비율이 높았으나 강한 바람이 불거나 비가 올 경우에는 서서있는 비율이 높았다. 수금류의 경우, 월동기 동안 혹독한 날씨는 이동과 분산에 영향을 주며 수금류에게는 스트레스의 원인이 된다고 알려져 있다(Reed 1971, Cain 1973, Bennett and Bolen 1978, Prince 1979). 이와 같이 강한 풍속, 짧은 일조시간과 강우의 발생은 저어새의 안정된 휴식 행동에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 생각된다. 뿐만 아니라 일일 기상 조건에 따라서 조류는 휴식지 또는 취식지를 다르게 선택한다(Elkins 1988). 청둥오리의 경우, 월동기간 중 기온이 떨어지게 되면 강변 지역 보다는 바람과 추위를 피할 수 있는 수로 등의 지역으로 모이는 경향을 나타냈다(Jorde *et al.* 1984). 성산포에서 월동하는 저어새도 휴식 행동에 불리한 기상 조건을 견딜 수 있도록 휴식지를 선택적으로 이용할 것으로 생각된다.

4. 잠재 식이물 분석

조사지역에서 저어새의 취식지로 이용되었던 종달리 해안과 성산포 내부지역에서 어류와 저서무척추동물의 분포를 조사한 결과 종달리 해안에서 어류는 송어류(Mugilidae sp. 1)의 치어 13개체, 망둑어류 sp. 1(Gobiidae sp. 1) 1개체, 그리고 황복(*Takifugu obscurus*) 13개체가 채집되었고, 저서무척추동물은 16종, 3263개체/0.1m²가 채집되었다. 그리고 성산포 지역에서 어류는 망둑어류 sp. 1(Gobiidae sp. 1)과 sp. 2(Gobiidae sp. 2)가 각각 1개체씩 채집되었고, 저서무척추동물은 총 20종, 979개체/0.1m²가 채집되었다. 하도리 지역의 갯벌에서 어류는 채집되지 않았으며 저서무척추동물도 8종, 24개체/0.1m²만이 채집되었다. 제주도에서 월동하는 저어새는 하도리 지역보다 성산포 지역과 종달리 해안에서 주로 취식하는 것으로 관찰되었다. 이는 각 지역에 분포하는 저어새의 잠재 식이물의 종류와 양과 관련이 있는 것으로 생각된다. 또한 하도리 지역은 단조로운 모래 해안으로 이루어진 반면 종달리와 성산포 지역은 모래와 암초, 빨 등 다양한 환경으로 이루어져 저어새의 먹이 자원이 풍부하게 서식할 수 있기 때문으로 생각된다.

저어새의 주요 먹이 자원은 어류로서 주로 2~10cm길이의 작은 어류나 폭이 얇은 경우 그 이상 크기의 어류도 취식하며(Fennel and King 1964, Won 1966, Hsueh *et al.* 1993, Jonker and Poorter 1994), 저어새 부리(150mm)의 절반 크기의 망둑어류를 선호하는 것으로 알려져 있다(Leung 2004). 따라서 본 조사지역에서 채집된 송어류나 망둑어류의 치어들도 저어새의 주된 먹이로 이용되었을 것으로 생각된다. 잠재 식이물 중 저서무척추동물의 경우, Swennen 등(1999)은 저어새의 먹이로 부적합하다고 보고하였으며, Hsueh 등(1993)도 어류 뿐 아니라 게류, 다모류, 조개류 등도 풍부한 지역에서 죽은 저어새의 위 내용물 중 어류의 비늘과 뼈가 각각 95%, 99%(relative volume)를 차지한 결과를 통해 저서무척추동물은 저어새의 먹이로 이용되지 않는 것으로 보고하였다. 그러나 본 조사지역에서는 약 5cm미만의 얇은 수심에서도 저어새의 취식 행동이 관찰되었으며, 특히 부리로 모래 바닥을 긁으며 이동하는 취식 행동도 관찰된 것으로 보아 저어새는 저서무척추동물을 직접 포식할 것으로 생각된다(최 2004). 따라서 본 잠재 식이물 조사에서 분석된 어류뿐만 아니라 저서무척추동물들도 성산포에서 월동하는 저어새의 중요한 먹이 자원으로 이용될 것으로 사료된다.

5. 월동 방해요인

본 조사지역에서 월동하는 저어새에게 영향을 미치는 방해요인은 사람이나 교통 수단 등의 접근으로 인한 인위적인 요인과 오리류 무리, 멧금류, 야생 고양이와 개 등으로 인한 자연적인 요인으로 구분할 수 있다. 발생빈도는 자연적인 방해요인이 더 빈번하게 발생하였으나 인위적인 방해요인이 발생한 경우, 비상 등의 가장 적극적인 반응이 나타났다. 인위적인 방해가 증가할 경우 단위 시간당 에너지 효율이 높아지는 결과를 초래하거나(Belanger and Bedard 1990) 회피 비행 행동에 의해 소비된 에너지를 보충하기 위하여 취식 행동의 비율을 높여야 하는 등(Pedroli 1983) 인위적인 방해의 비율이 높을수록 월동에 불리한 영향을 줄 것으로 생각된다(최 2004). 월동지 및 중간기착지에서의 환경 변화와 인간의 과도한 간섭은 그 지역을 반복적으로 이용하는 이동성 조류의 도래 개체수를 크게 감소시킨다(Tubbs *et al.* 1992, Burton *et al.* 1996). 따라서 성산포에서 발생하는 방해요인들은 이 지역을 저어새의 월동지로서 가치를 상실시킬 것으로 우려되므로 이 지역에서 월동하는 저어새에 대한 방해요인을 최소화하기 위한 보호 방안이 강구되어야 할 것이다.

VI. 요약

본 연구는 제주도 성산포 및 종달리 해안 지역에서 저어새의 도래 현황, 월동지 이용 현황, 주간 행동유형, 잠재 식이물과 방해요인 등의 조사를 통하여 저어새의 월동생태에 대한 기초자료 구축과 저어새의 지속적인 서식을 위한 보전방안을 파악하기 위하여 실시되었다. 저어새의 행동유형은 개체군확인법(scan sampling)을 이용하여 2003년 12월부터 2004년 3월, 2004년 12월부터 2005년 3월까지 실시하였다.

본 연구 결과 각 월동기에 최대 22개체와 21개체의 저어새가 제주도 성산포에서 월동하였으며, 10월 하순에 도래하여 4월에 번식지로 이동하였다. 저어새는 선호하는 소수 휴식지를 중심으로 성산포 내부 지역에서 주로 월동하였으며, 주간 시간대 별로 선호하는 지역이 다르게 나타났다.

저어새의 월동기 주간 행동유형은 대부분 잠자기와 서기의 비활동성 휴식 행동이 나타났으나 오전과 저녁 시간대에는 활동성의 행동이 증가하였으며, 본 조사지역에서 월동하는 저어새는 오전과 정오 시간대에 간조가 발생한 경우, 행동의 변화를 보이지 않았고 월동후기에 이르러서는 저녁 시간대에 간조가 발생한 경우 취식 행동의 비율이 증가하였다. 결과적으로 성산포에서 월동하는 저어새의 취식 행동을 포함한 행동양상은 주간 동안 조석의 영향을 크게 받지 않았으며, 월동후기에 이주를 대비한 먹이 섭취량이 증가하는 것으로 나타났다.

조사 지역에서 월동하는 저어새는 숭어류와 망둑어류 등의 어류 뿐 아니라 저서 무척추동물도 주요 먹이 자원으로 이용하는 것으로 나타났다. 저어새에게 영향을 미치는 방해요인은 사람이나 교통수단 등의 접근으로 인한 인위적인 요인과 오리류 무리, 멧금류, 야생 고양이와 개 등으로 인한 자연적인 요인이 확인되었다. 발생빈도는 자연적인 방해요인이 더 빈번하게 발생하였으나 인위적인 방해요인이 발생한 경우 비상 등의 가장 적극적인 반응이 나타났다.

VII. 인용문헌

- 김완병, 오홍식, 박행신. 1998. 저어새 *Platalea minor*의 도래현황과 보호방안에 관한 연구. 한국조류학회지 5: 27-33.
- 김완병. 2003. 한국 제주도에서 저어새의 겨울나기. In 환경운동연합. 2003 저어새 국제 워크샵. pp. 82-86.
- 박성환. 1996. 한국의 노랑부리저어새 *Platalea leucorodia*의 월동생태에 관한 연구. 공주대학교 석사학위논문.
- 원병오. 1981. 한국동식물도감 제25권 동물편: 조류 생태. 문교부. 서울.
- 이우신, 구태희, 박진영. 2000. 한국의 새. LG 상록재단. 서울.
- 이지연. 2001. 중랑천에 월동하는 수금류의 성비와 암수간의 행동차이, 경희대학교 석사학위논문.
- 제주도, 제주발전연구원, 제주환경운동연합. 2003. 제주의 해안 습지: 제주도 해안습지 조사 보고서. 제주도, 제주발전연구원, 제주환경운동연합. 제주.
- 조삼래, 박성환. 2000. 한국에서 노랑부리저어새 *Platalea leucorodia*의 월동행동. 한국조류학회지 7: 43-49.
- 최창용. 2004. 제주도 성산포에 도래하는 저어새(*Platalea minor*)의 월동생태 및 관리방안. 서울대학교 석사학위논문.
- 최창용, 강창완, 김은미, 남현영, 이우신. 2005. 제주도 성산포에 도래하는 저어새의 월동행동 및 생태. In 환경운동연합. 2005 저어새 국제 심포지움 자료집. pp. 111-118.
- Aschoff, J. and H. Pohl. 1970. Rhythmic variations in energy metabolism. Federation Proceedings 29: 1541-1552.
- Bélanger, L. and J. Bédard. 1990. Energetic cost of man-induced disturbance to staging snow geese (*Chen caerulescens atlantica*). Journal of Wildlife Management 54: 36-41.
- Bennett, J. W. and E. G. Bolen. 1978. Stress response in wintering Green-winged Teal. Journal of Wildlife Management 43: 81-86.
- BirdLife International. 2001. Threatened birds of Asia: the BirdLife International

Red Data Book. BirdLife International. Cambridge.

- Burger, J. 1984. Abiotic factors affecting migrant shorebirds. pp 1-72 *in* Shorebirds: Migration and foraging behavior. Behavior of marine animals, vol. 6 (J. Burger and B. L. Olla, Eds.). Plenum Press, New York.
- Burger, J., M. A. Howe, D. C. Hahn, and J. Chase. 1977. Effects of tide cycles on habitat selection and habitat partitioning by migrating shorebirds. *Auk* 94: 743-758.
- Burton, N. H. K., P. R. Evans and M. A. Robinson. 1996. Effects on shorebird numbers of disturbance, the loss of a roosting site and its replacement by an artificial island at Hartlepool, Cleveland. *Biological Conservation* 77: 193-201.
- Cain, B. W. 1973. Effect of temperature on energy requirements and northward distribution of the Blackbellied Tree Duck. *Wilson Bull.* 85: 308-317.
- Cayford, J. T. 1993. Wader disturbance: a theoretical overview. *Wader Study Group Bull.* 68: 3-5.
- Chen, C. 2003. Resightings of color-ringed black-faced spoonbill at the estuary of Tseng-Wen river. In Taiwan Endemic Species Research Institute, Tainan County Government and Biological Society of China. 2003. International symposium in black-faced spoonbill conservation. pp. 24-35.
- Connors, P. G., J. P. Myers, C. S. W. Connors, and F. A. Pitelka. 1981. Interhabitat movements by Sanderlings in relation to foraging profitability and the tidal cycle. *Auk* 98: 49-64.
- Cramp, S., and K. E. L. Simmons (Eds.). 1983. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. vol. 3, Waders to gulls. Oxford University Press, Oxford.
- Davidson, N. C. and P. I. Rothwell. 1993. Introduction. *Wader Study Group Bull.* 68, Suppl.: 1-2.
- Dugan, P. J. 1981 The importance of nocturnal foraging in shorebirds, p. 251-260. *In* N. V. Jones and W. J. Wolff[eds.], Feeding and survival strategies of estuarine organisms. Plenum Press, New York.

- Elkins, N. 1988. *Weather and Bird Behaviour*. T. & A. D. Poyser Ltd. 239. Japan
- Black-faced Spoonbill Network. 2003. クロツラヘラサギ 調査 報告書
- Evans, P. R. 1976. Energy balance and optimal foraging strategies in shorebirds: Some implications for their distributions and movements in the nonbreeding season. *Ardea* 64: 117-139.
- Fennel, C. M. and B. F. King. 1964. New occurrences and recent distributional records of Korean bird. *Condor* 66: 239-246.
- Gilles, G., B. Yves., B. Jean. 1988. Habitat use and activity budgets of Greater Snow Geese in spring. *Journal of Wildlife Management* 52(2): 191-201.
- Gore, M. E. J. and P. O. Won. 1971. *The birds of Korea*. Royal Asiatic Society. Seoul.
- Gosling, L. M. and W. J. Sutherland. 2000. *Behaviour and conservation*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Guy, A. B. and G. B. Eric. 1994. *Waterfowl ecology and management*. John Wiley & Sons. Inc. New York. pp. 259-289.
- Helfman, G. S. 1993. Fish behaviour by day, night and twilight. pp. 479-512. *In* T. J. Pitcher (Ed.). *Behaviour of Teleost Fishes*. 2nd edition. Chapman & Hall, London.
- Hsueh, P. W., C. W. Yen and W. H. Chou. 1993. Food habits of Black-faced Spoonbill *Platalea minor* Temminck and Schegel wintering in Taiwan. *Bull. Nat. Mus. Natural Science Taichung, Taiwan* 4: 87-90.
- Jonker, J. and E. R. R. Poorter. 1994. Black-faced Spoonbills in Taiwan, results of the research in the Tsen-wen River Estuary during January and early February 1994. Foundation for Spoonbill Research, Netherland.
- Jorde, D. G., G. L. Krapu, D. C. Crawford and M. A. Hay 1984. Effects of weather on habitat selection and behavior of mallards wintering in Nebraska. *Condor*. 86: 258-265.
- Jorde, D. G. and R. B. Owen. 1988. The need for nocturnal activity and energy budgets of waterfowl. pp. 169-180. *in* Weller, M.W(ed.). *Waterfowl in Winter* Minneapolis, University of Minnesota Press.

- Kalejta, B. 1992. Time budgets and predatory impact of waders at the Berg river estuary, South Africa. *Ardea* 80: 327-342.
- Leader, P. J. 1998. Preliminary observations on the ecology of black-faced spoonbills in Hong Kong. *Hong Kong Bird Report* 1996: 145-147.
- Leader, P. J. 2003. The behavior of black-faced spoonbills wintering in Hong Kong: assessed using radio-telemetry. *In* 환경운동연합. 2003. 저어새 국제워크샵. pp. 43-49.
- Leung, C. 2004. Population dynamics of black-faced spoonbill in Macao. *In* 환경운동연합. 2004 동아시아 저어새 보전을 위한 국제 심포지움 자료집; 저어새. pp. 156-175.
- Lin, B. C. 2003. Conservation strategy after sudden death by Botulism in Taiwan. *In* 환경운동연합. 2003. 저어새 국제워크샵. pp. 35-38.
- Nilsson, L. 1970. Food-seeding activity of south Swedish diving ducks in the non-breeding season. *Oikos* 21: 145-154.
- O'Connor, R. J. 1981. Patterns of shorebird feeding. pp 34-50 *in* Estuary birds Britain and Ireland (A. J. Prater, Ed.). T. and A. D. Poyser, Calton, England.
- Park, H., H. Oh and W. Kim. 1999. A study on the status of waterbirds on major wetlands of Cheju island. *Korean Journal of Ornithology* 6: 87-100.
- Paulus, S. L. 1980. The winter ecology of the gadwall in Louisiana. M.S. Thesis, University North Dakota, Grand Forks. p.357
- Paulus, S. L. 1988. Time activity budgets of nonbreeding Anatidae - A review. pp. 135-152. *In* M. W. Weller, ed. waterfowl in winter. University Minnesota Press, Minneapolis.
- Pedroli, J. C. 1982. Activity and time budget of tufted ducks on Swiss lakes during winter. *Wildfowl* 33: 105-112.
- Pedroli, J. C. 1983. Activity and time budget of tufted ducks on Swiss lakes during winter. *Wildfowl* 33: 105-112.
- Prince, H. H. 1979. Bioenergetics of postbreeding dabbling ducks, pp. 103-117. *In* T. A. Bookhout [ed.], Waterfowl and wetlands—an integrated review. North

Central Sect. Wildl. Soc.

- Reed, L. W. 1971. Use of western Lake Erie by migratory and wintering waterfowl. M. Sc. thesis, Michigan State University, East Lansing.
- Severinghaus, L. L., K. Brouwer, S. Chan, J. R. Chong, M. C. Coulter, E. P. R. Poorter and Y. Wang. 1995. Action plan for the black-faced spoonbill *Platalea minor*. Wild bird Society of ROC. Taiwan.
- Swennen, K., D. Melville, Y. Lew, Y. T. Yu, S. So, C. Wong and J. Ma. 1999. Conservation management of the critically endangered black-faced spoonbill *Platalea minor* in the Mai Po and Inner Deep Bay. WWF Hong Kong. Hong Kong.
- Thomas, G. J. 1981. Field feeding by dabbling ducks around the Ouse Washes, England. *Waterfowl* 32: 69-78.
- Tubbs, C. R., J. M. Tubbs and J. S. Kirby. 1992. Dunlin *Calidris alpina alpina* in the Solent, Southern England. *Biological Conservation* 60: 15-24.
- Ueta, M. and H. Higuchi. 2002. Difference in migration pattern between adult and immature birds using satellites. *Auk* 119: 832-835.
- Vance, D. J. 1999. Distribution of shrimp and fish associated with the mangrove forest at Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. pp. 23-32 *In* S. Y. Lee (Ed.). *The mangrove ecosystem of Deep Bay and the Mai Po Marshes Hong Kong*. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Wang, Y. and C. Ho. 1995. Foraging ecology of black-faced spoonbill at Chiku, Tinan, Wild bird federation of Taiwan Report. Taipei.
- Wang, Y. and C. H. Hu. 1995. Study on the foraging behaviour and ecology of the Black-faced Spoonbill at Chigu, Tainan. Institute of Biology, Normal University (In Chinese).
- Wang, Y. C., C. Wang and S. Y. Chen. 1999. Population monitoring and habitat uses of Black-faced Spoonbills *Platalea minor*. Department of Biology, National Taiwan, Normal University. Taipei, Taiwan. 37 pp. (In Chinese).
- Warham, J. 1996. *The behaviour, population biology and physiology of the petrels*. Academic Press. London.

- Won, H. G.. 1966. Black-faced Spoonbill breeding and its protection. Korean Nat. 1966: 8-11.
- Xue, T. and Y. Wang. 1996. An observation on the diurnal time budget of the black-faced spoonbill. In Wild bird federation Taiwan, Wild bird society of Taipei and chinese association for wildlife conservation. 1996. Studies on Chinese ornithology. China Forestry Publishing House. Beijing. pp. 124-128.
- Yu, Y. T. 2003. Ecology of the Black-faced spoonbill *Platalea minor* in the non-breeding period. M. Phi. Thesis. The University of Hong Kong.
- Yu, Y. T. 2004. International black-faced spoonbill census: 16-18 January 2004. The Hong Kong Bird Watching Society. Hong Kong.
- Yu, Y. T. and C. Swennen. 2004. Feeding of wintering Black-faced Spoonbills in Hong Kong: When and how long? Waterbirds 27: 135-140.
- Zwart, L., A. Blomert, and R. Hupkes. 1990. Increase of feeding time in waders preparing for migration from the Banc d'Areguin, Mauritania. Ardea 78: 237-256.

Abstract

Wintering Ecology of the Black-faced Spoonbill (*Platalea minor*) in Seongsanpo, Jeju Province, South Korea

(Supervised by professor Koo, Tae-Hoe)

Noh, Shin-Ae

Department of Environmental Science & Engineering,
Kyung Hee University

The wintering ecology of the Black-faced Spoonbill *Platalea minor* was studied in Seongsanpo, Jeju Province, South Korea during two wintering seasons, 2003~2004 and 2004~2005. This study was conducted to compile basic data on wintering ecology and to suggest the management plan for conservation of spoonbills. I studied wintering status, habitat use, diurnal activity patterns, potential food items, and disturbance factors and used scan sampling method to investigate diurnal activity patterns.

The peak numbers of wintering spoonbills were 22 and 21 during each wintering season, and spoonbills wintered from late October to April. In study area, spoonbills preferred several sites by time of day. During daytime, sleeping was the predominant activity and comprised 78.67% of all diurnal activities. Preening(7.46%) and feeding(5.11%) were the next most common activities, followed by standing(4.03%), locomotion(2.15%), alert(1.53%), comfort(0.56%), social(0.36), and bathing(0.15%). The spoonbill's behavior was affected by daylight; the active behaviors were increased at early and late of daytime because of partly nocturnal habitat, however, was not affected by tidal cycle during daytime. There was significant seasonal variation in the proportion of

birds feeding; feeding was increased in late wintering season because of the preparation for spring migration.

The spoonbills were observed feeding at two main feeding sites, Seongsanpo and Jongdalri coast, and used not only fishes but also benthic invertebrates as food items during wintering season. Major disturbances recognised in study area were categorized into natural and artificial type. As most artificial disturbances caused spoonbills to respond flying, artificial disturbances might be more negative factors than natural disturbances.

감사의 글

우선 지난 2년 동안 부족한 저를 가르쳐 주시고 이끌어 주셨던 지도교수님이신 구태회 교수님께 깊이 감사드립니다. 그리고 논문 심사과정을 통해 많은 지도를 해주신 차영일 교수님과 오종민 교수님께도 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 더불어 환경인으로서의 소양을 가르쳐 주신 환경과 여러 교수님들과 서툴게 시작한 동물생태학에 많은 가르침을 주신 생물학과 유정칠 교수님께도 감사드립니다. 연구실에서 지켜봐주신 김정수 박사님, 그리고 저어새 번식지 조사를 함께하며 잊지 못할 특별한 경험을 갖게 해주신 이기섭 박사님과 세계일보 이종렬 기자님께도 감사의 뜻을 전하고 싶습니다.

대학원 입학에 대한 고민부터 논문조사까지 항상 매달리기만 했던 후배를 진심으로 챙겨주신 채진화 선배님과 대학원 생활을 하며 가장 즐거웠던 1, 2기를 함께 보낸 폐기물관리연구실의 장현섭, 엄형춘, 장광연 선배님, 그리고 실질적인 나의 대학원 동지인 장주희에게도 같이 공부하고, 같이 고민했던 추억들에 대한 그리움과 함께 고마움을 전합니다. 그리고 얼떨떨하게 들어선 생물학과 수업에서 따뜻하게 받아주셨던 동물생태연구실 선배님들과 특히, 학교생활에서 뿐만 아니라 모든 면에서 기댈 수 있는 든든한 언니, 오빠가 되어주셨던 김선숙, 최유성 선배님께도 진심으로 고마운 마음을 전합니다.

학교생활이 바쁘다는 핑계로 소홀하다가도, 다시 찾아가면 항상 반겨주었던 20년지기 나의 소중한 친구인 하운정, 장미영, 송미화, 그리고 힘들때 마다 큰 위로가 되어 주었던 환경학과 97 동기 마연미에게도 고마운 마음을 전합니다. 힘든 일이 생길 때마다 응원해 주셨던 가톨릭학생회 모람들께도 감사의 말을 전하고 싶습니다.

무엇보다도, 저어새를 통해 새를 가르쳐 주시고, 또 사람을 가르쳐 주셨던 제주도에 계신 강창완, 김은미님께 말로는 다 할 수 없는 감사의 마음을 전합니다. 두 분의 도움으로 논문이 시작될 수 있었고, 또 이렇게 무사히 마치게 되었습니다. 감사합니다. 그리고 고생스러운 일정을 알면서도 자비를 털어가며 제주도에서 함께 야외조사를 도와준 친구 이지혜에게도 진심으로 고마운 마음을 전합니다. 춥고 힘든 열악한 조사환경에서도 오히려 저를 걱정해 주던 지혜에게 다시 한번 고맙다는 말

을 전하고 싶습니다.

마지막으로, 강화도와 제주도 등 곳곳에서 함께 조사하며, 힘든 일을 앞서서 맡아 주었던 동생 선애와 항상 걱정해준 오빠, 그리고 지금까지 하고 싶은 일을 할 수 있도록 든든하게 뒷바라지 해주신 사랑하는 부모님께 이 논문을 바칩니다.