

전라남도 무안만에 도래하는 수조류의 서식지 이용 및 갯벌등급 평가^{1a}

강태한^{2*} · 유승화³ · 이시완³ · 최옥인⁴ · 이종빈⁵

A Study on the Habitat Use of Waterbirds and Grading Assessment of the Tidal Flat at Muan Bay in Jeollanamdo, Korea^{1a}

Tae-Han Kang^{2*}, Seung-Hwa Yoo³, Si-Wan Lee³, Ok-In Choi⁴, Chong-Bin Lee²

요 약

전라남도에 위치한 무안만 연안습지를 4개 영역(동암, 구로, 북룡 및 완산 갯벌)의 갯벌로 구분하여 수조류의 서식지 이용, 갯벌의 가치 및 등급평가를 위해 2007년 2월부터 10월까지 계절별로 4회에 걸쳐 이 지역에 도래하는 수조류를 조사하였다. 논병아리류 2종, 백로류 7종, 수면성 오리류 7종, 잠수성 오리류 6종, 섭금류 20종, 갈매기 3종 및 기타 9종 등을 포함하여 54종 15,755개체의 수조류가 관찰되었으며, 9,291개체가 관찰된 섭금류가 우점 분류군으로 나타났다. 이들 분류군에서 갈매기류와 섭금류는 동암갯벌을 이용하는 비율이 높았으며, 구로갯벌을 이용하는 분류군은 주로 수면성 및 잠수성 오리류와 논병아리류로 나타났다. 종과 개체수를 고려한 UPGMA 군집분석 결과, 동암갯벌과 북룡갯벌이 밀접한 유사성을 보였으며 구로갯벌과 완산갯벌이 유사하게 나타났다. 수조류의 다양도지수, 풍부도지수, 우점도 지수 등의 생태적 지수, 법적보호종 및 최대 개체수 등을 기준으로 해서 갯벌등급을 살펴보았을 때, 북룡갯벌의 가치 및 중요도 순위가 다른 3개 갯벌보다 높게 나타났다. 이와 같이 수조류에 의한 갯벌 등급화는 중요한 갯벌지역의 판단 및 지정, 그에 따른 효율적인 보전과 관리에 있어서 객관적인 자료를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 조류군집, 섭금류, 수금류, 우점종

ABSTRACT

This research conducted a survey on waterbirds visiting this area four times by season from February to October in 2007 to look into the habitat use of waterbirds, to do a value and grade testing of the tidal flat by dividing the foreshore on Muan Bay located in Jeollanam-do into four areas (Dongam, Guro, Bokryong and Wangsan tidal flats). The survey results revealed that there existed a total of 15,755 individuals of 54 species including 2 species of grebes, 7 species of herons, 7 species of dabbling ducks, 6 species of diving ducks, 20 species of waders, 3 species of gulls and 9 other species and this survey also observed 9,291 individuals of the wading birds as a dominant group on Muan Bay. In these classified groups, the gulls and waders were observed

1 접수 4월 8일 Received on Apr. 8, 2008

2 전남대학교 대학원 생물학과 Dept. of Biology, Graduate school, Chonnam National Univ., Gwangju(501-759), Korea

3 한국환경생태연구소 Korea Institute of Environmental Ecology, Daejeon(305-509), Korea

4 국립수산과학원 갯벌연구센터 Tidal-flat Research Center, Gunsan(573-882), Korea

5 전남대학교 생물학과 Dept. of Biology, Chonnam National Univ., Gwangju(501-759), Korea

a 본 연구논문은 해양수산부(현 국토해양부) 연안습지 생태계 조사 지원에 의해 수행되었음

* 교신저자, Corresponding author(okth2000@kienv.co.kr)

to mostly use Donggam tidal flat as their habitat, while the group using Guro tidal flat as their habitat was mostly grebes, dabbling and diving ducks. As a result of UPGMA clustering analysis in consideration of the species and number of individuals, there appear the close similarities between Donggam and Bokryong tidal flats and so do Guro and Wangsan tidal flats. Taking a look at the grading of tidal flats by setting up ecological indexes, such as diversity index, abundance index, and dominance index, etc. legally reserved species and maximum number of individuals as a standard, the rank for the value and importance degree of Bokryong tidal flat appeared higher than that of the other three tidal flats. Like this, the gradation of tidal flats according to waterbirds are judged to be able to suggest objective data on the issue of proper judgment and designation of valuable tidal flat areas and its subsequent effective preservation and management.

KEY WORDS : BIRD COMMUNITY, WADERS, WATERFOWL, DOMINANT SPECIES

서론

한국은 지리적으로 시베리아와 만주, 몽골 등지에서 번식한 수금류와 섭금류 등 수조류의 월동지와 중간기착지로 이용되고 있다. 수조류 중 수금류는 동계에 수계에 도래하는 조류가 주종을 이루며, 섭금류는 춘추계에 간석지에 도래하는 도요·물떼새류가 대다수를 차지한다. 월동지와 중간기착지에서 에너지의 보충과 휴식지의 확보는 조류의 생존과 번식에 있어서 중요한 요인이다(박성근, 2002; 이시완 등, 2003, 권영수 등, 2007). 한국의 서해안은 전국의 약 83%에 해당하는 간석지가 분포하고 있을 뿐만 아니라 주요 강 하구, 논, 저수지 등 다양한 서식환경이 분포하고 있어 수조류에게 휴식장소와 취식장소를 제공하고 있다(이기섭, 2000; 이시완과 유정철, 2003; 이시완 등, 2003).

서해안에 위치한 무안만의 인근지역에는 영암호, 영산호, 금호호 등의 대규모 간척지가 위치하고 있어 수조류의 번식 및 서식지로 이용하고 있다(이두표, 1997; 문화재청, 2001; 최영복 등, 2007). 또한 북쪽의 무안군 해제면, 현경면일대 35.59km²는 무안습지보호지역으로 지정되어 물새류가 도래해서 서식할 수 있도록 보호 및 관리되고 있다(국토해양부, 2001). 그러나 무안만에 도래하는 조류현황 및 분포에 대한 자료는 거의 없으며, 단지 인근의 승달산과 매화도에서 조사한 자료(이두표와 김상진, 1997; 이시완과 한성훈, 2003)와 함평만, 영산호, 영암호, 금호호 등 인근지역에 도래하는 월동조류에 대한 자료가 있을 뿐이다(이두표, 1997; 문화재청, 2001; 환경부, 2004; 최영복 등, 2007).

따라서 본 연구는 무안만 습지에 도래하는 수조류의 현황을 파악하여, 서식지 이용현황을 분석하고, 이를 토대로 무안만 갯벌의 중요성을 평가하여 무안만 습지에 도래하는 수조류의 효율적인 보전 및 관리를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

연구지역 및 방법

1. 연구지역

본 연구의 대상지역인 무안만은 한반도의 서해남부에 위치해 있으며, 무안만과 신안군 압해도에 둘러싸여 있다. 총면적은 73km²으로 최대폭은 약 8km, 길이는 약 21km로 남북방향으로 신장되어 있다. 만 북동쪽과 동쪽에는 창포방조제와 복길방조제가 위치하여 담수가 유입되며, 서쪽과 남쪽으로 2개의 만 입구를 가지며 각각 탄도만과 목포와 연결된다. 조간대는 무안만 전체 면적의 약 60%를 차지하며, 주변지역은 낮은 야산과 평야지대가 존재한다(국토해양부, 2008). 무안만 인근 지역에는 강진만, 고천암호, 금호호, 영암호, 영산호 등 주요 철새도래지가 있다(Figure 1).

2. 조사방법

1) 조류상 조사

2007년 2월부터 2007년 10월까지 계절별 1회씩 총 4회에 걸쳐 만 지역과 인근 배후 습지에 도래하는 수조류를 전수 조사하였다. 조사는 2007년 2월, 5월, 7월, 10월에 실시하였다. 분포 현황을 파악하기 위해 만 지역은 조석간만의 차가 있으므로 서식지이용에 관한 조사를 위해서 만조 2시간을 전후로 2인 1조로 구성된 2조 이상이 동시 조사를 실시하였다. 조류의 개체수 중복을 피하기 위해 조류의 이동이 있을 경우 교신을 통해 중복 개체수를 최소화 하였다. 조사시 관찰이 용이한 장소를 선정 후 망원경(Field scope, Swarovski, ×20~60)을 이용하여 전 수역에 걸쳐서 관찰되는 조류를 기록하는 정점조사법(point census)을 이용하였다. 가까이 있거나 이동 중인 조류는 쌍안경(Nikon, ×7~10)

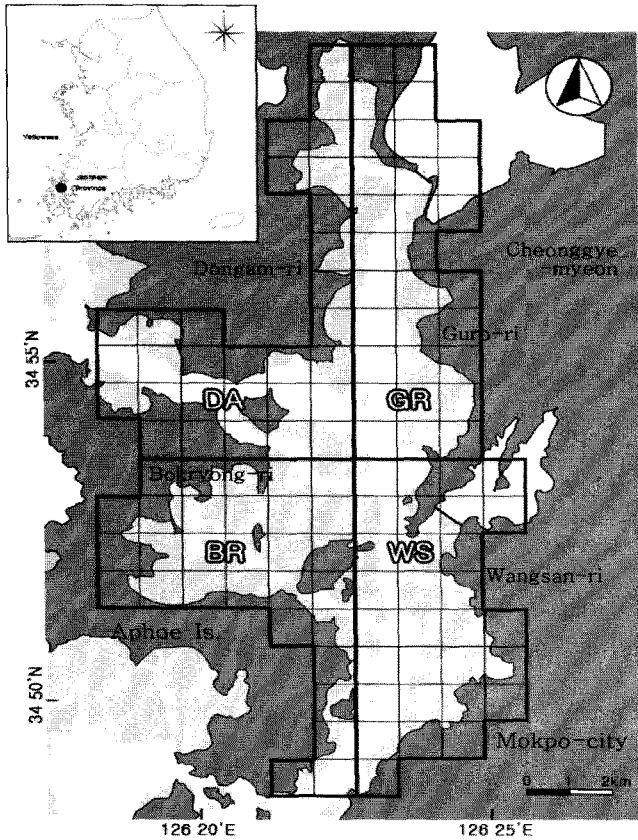


Figure 1. A map showing the study sites (DA: Dongam tidal flat, GR: Guro tidal flat, BR: Bokryong tidal flat, WS: Wangsan tidal flat)

을 이용하였다. 조류 분포 및 서식지 현황을 파악하기 위해 무안만과 주변의 배후습지 일부를 포함한 지역을 1km×1km 크기의 총 120개의 격자로 구분한 후 조사시 관찰된 개체는 GPS를 이용하여 위치를 확인한 다음 관찰 장소를 격자에 기록하였다.

본 조사는 수조류와 맹금류만을 대상으로 하였으며, 분류 및 학명, 영명은 Howard and Moore(1998)을 따랐고, 이우신 등(2000)을 참고하였다. 섭금류를 비롯한 수조류의 구별은 Hayman *et al.*(1986), 원병오(1993), 이기섭(2000) 등에 따라 구분하였다. 법적보호종의 구분은 문화재청(2003)과 환경부(2006a)에 의하여 구분하였다.

2) 분석방법

통계분석에 관한 자료는 Zar(1996), 이기섭(2000) 등을

참고하였으며, 우점도, 종풍부도(Da), 종균등도(Hp), 변동지수(Fi)는 이기섭(2000)에서 재이용하였다. 종다양도는 Shannon의 지수인 H'(Index of Shannon diversity)를 이용하였으며(Shannon and Weaver 1963), 지역간 유사도 지수(Ro)를 이용한 UPGMA(Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean) 군집분석(Cluster analysis)은 MVSP(version. 3.01a) 프로그램을 활용하였다.

갯벌의 중요성 평가를 위해 각 지수값을 구한 다음 각 지수 값이 가장 높은 갯벌을 1순위로 하여 순위를 정하였다. 단 변동지수의 경우 낮은 지역부터 1순위로 정하였다. 이후 각 지수 순위의 합이 낮은 갯벌을 최종 1순위로 정하고 합이 가장 높은 것은 최하위순으로 하여 각각의 단위갯벌에 대한 중요성을 평가하였다.

분석에 이용된 식은 다음과 같다.

- 우점도(Dom.) = $n_i/N \times 100(\%)$ (n_i : 특정종의 개체수, N: 전체 종의 개체수)
- 종다양도(H') = $-\sum(n_i/N) \ln(n_i/N)$ (n_i : 각 종의 개체수, N: 총 개체수)
- 종풍부도(Da) = $(s-1)/\ln(N)$ (s : 관찰된 전체 종수, N: 관찰된 총 개체수)
- 종균등도(Hp) = $(10^{H'}-1)/(s-1)$ (H' : index of Shannon diversity, s: 관찰된 종수)
- 변동지수(Fi) = $[1 - (\sum n_i)/P] \times [f/(f-1)]$ (F_i : index of fluctuation, n_i : i회의 개체수, f: 관찰횟수, P: 관찰횟수 중 최고 관찰수)
- 유사도지수(Ro) = $(H'_4 - H'_3)/(H'_4 + H'_5)$
 $H'_3 = [M \ln(N) - \sum(x_i + y_i) \ln(x_i + y_i)]/N$
 (N : 1집단과 2집단에서 관찰된 총 개체수의 합, x_i : 1집단 내 한 종의 개체수, y_i : 2집단 내 한 종의 개체수)
 $H'_4 = [M \ln(N) - \sum x_i \ln(x_i) - \sum y_i \ln(y_i)]/N$
 $H'_5 = (N_1 H'_1 + N_2 H'_2)/N$
 (N_1 : 1집단의 총 개체수, N_2 : 2집단의 총 개체수, H'_1 : 1집단의 H', H'_2 : 2집단의 H')
- 서식지이용율(Hi) = $(P_i) (\sum_{l=1}^l P_i)^{-1} \times 100$
 (P_i : i분류군의 최고 관찰수, l: 전체 조사지역 수)
 (Alisauskas *et al.*, 1988에서 응용)

결과 및 고찰

1. 분류군별 도래실태

조사기간 중 맹금류를 포함하여 관찰된 수조류는 총 54

Table 1. The number of species and individuals by the species group at Muan Bay

	Grebes	Hérons	Dabbling ducks	Diving ducks	Waders	Gulls	Others	Total
N. S.*	2	7	7	6	20	3	9	54
N. I.*	21	600	3,989	1,600	9,291	130	124	15,755

* N. S.: No. of species, N. I.: No. of individuals

종, 15,755개체가었다(Appendix 1). 주요 우점종은 민물도요, 뒷부리도요, 흰죽지, 흑부리오리, 청둥오리이었다. 관찰된 수조류를 생태적 특징이 유사한 분류군으로 나누어 보면 총 11분류군이였다. 과별로 보면 논병아리과 2종 21개체, 백로과 7종 600개체, 오리과 15종 5,589개체, 물떼새과 5종 268개체, 도요새과 15종 9,291개체, 갈매기과 3종 130개체, 가마우지과 1종 27개체, 수리과와 매과 4종 10개체, 뜸부기과 2종 87개체가였다. 오리과에 해당하는 조류중에서 수면성오리류는 10종 3,989개체, 잠수성오리류는 5종 1,600개체 이었다. 이기섭(2000)에 의하면 서해안 지역에서는 18개 분류군이 도래하는 것으로 알려져 있으며, 최영복 등(2007)은 전라남도 연안습지에서 17개 분류군이 도래한다고 하였다. 무안만에서 관찰된 분류군은 11개 분류군으로 타 조사결과에 비해 적었으나 이는 조사지역 면적에 의한 결과로 판단된다. 관찰된 11개 분류군 중 수면이나 수변부에 주로 서식하는 수조류 6개 그룹과 그 외 기타 분류군 1개 그룹의 도래 현황을 보면 섭금류(waders)의 종과 개체수가 가장 많았다(Table 1). 섭금류는 동아시아와 호주 이동경로 중 서해안 갯벌을 주요 중간기착지로 이용하며(이시완과 유정철, 2003; 이시완 등, 2003; Lee *et al.*, 2002), 본 연구의 조사결과에서 섭금류가 많은 점으로 보아 무안만 지역이 이들의 주요 중간기착지로 이용되고 있는 것으로 판단된다.

2. 무안만 단위갯벌 이용 현황

본 조사에서 수면이나 수변부에 서식하는 6개 그룹과 기타 1개 그룹을 포함한 총 7개 그룹에 대한 무안만 단위갯벌 이용율을 구하였다. 단위갯벌은 지역과 갯골을 고려하여 동암갯벌, 구로갯벌, 북룡갯벌, 왕산갯벌 등으로 구분하였다(Figure 1). 동암갯벌은 무안만 북서쪽지역으로 서측 만 입구가 있으며, 일부지역은 제방이 설치되어 있으나 항구, 해안도로, 해수욕장 등의 방해요인은 적은 지역이다. 구로갯벌은 무안만의 북동쪽지역으로 창포방조제, 골프장, 공항 및 해안도로가 개설되어 있다. 북룡갯벌은 무안만 남서쪽 지역으로 압해도에 둘러 쌓여 있으며, 조간대가 가장 길다. 왕산갯벌은 무안만 남동쪽 지역으로 남측 만 입구의 목포시 쪽 일부는 매립되었으며, 조선소 등 공업지역이 있다. 그룹별 단위갯벌 이용률은 동암갯벌에서는 섭금류와 갈매기류

의 이용율이 각각 78.1%와 40.0%로 높았으며, 구로갯벌에서는 논병아리류(66.7%), 수면성오리류(55.0%), 잠수성오리류(96.4%)의 이용비율이 높았다(Figure 2). 동암갯벌의 이용율이 높은 섭금류 중 주요 우점종은 민물도요와 큰뒷부리도요이었다. 민물도요는 고동류인 연체동물과 갯지렁이류 연새우류 등을 주로 취식하며, 큰뒷부리도요는 다모류, 복족류, 십각류 등을 취식한다(이시완, 2000; 박성근, 2002; 이시완과 유정철, 2003). 이러한 먹이원의 분포와 일일 취식량의 충족여부는 섭금류의 분포에 영향을 준다(이시완 등, 2003). 섭금류의 이용율이 높은 동암갯벌은 다모류, 연체동물, 갑각류, 극피동물 등 저서무척추동물의 밀도와 생체량이 높았다(국토해양부, 2008). 따라서 중간기착지에서 에너지의 보충이 필요한 섭금류는 먹이의 밀도가 상대적으로 높은 동암갯벌지역을 선호하는 것으로 판단된다. 구로갯벌의 이용율이 높은 오리류는 겨울철에 우리나라에 도래하는 주요 우점조류이다(이기섭, 2000; 환경부, 2005; 2006b; 2007). 구로갯벌의 주요 우점종은 흰죽지, 흑부리오리이었다. 겨울철 조사인 2월에 관찰되었다. 일반적으로 잠수성 오리류는 일정한 수심이 있는 지역을 선호하며(del Hoyo *et al.*, 1992; 김인규, 2008), 흰죽지는 대표적인 잠수성 조류로 수심이 1~2.5m의 지역을 휴식 및 채식장소로 선호한다(Cramp and Simmons, 1977). 수면성 오리류인 흑부리오리

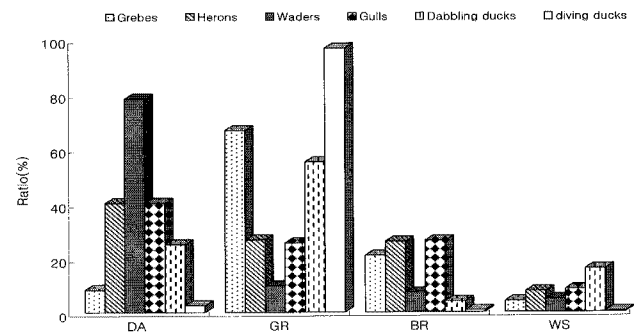


Figure 2. Relative ratio of the habitat use of classified groups on the Muan Bay(DA: Dongam tidal flat, GR: Guro tidal flat, BR: Bokryong tidal flat, WS: Wangsan tidal flat)

Table 2. Community similarity index(R_o) by the number of waterbird species with the individuals on survey sites on Muan Bay

R_o	DA*	GR*	BR*	WS*
DA	-	0.50	0.75	0.65
GR	0.50	-	0.66	0.79
BR	0.75	0.66	-	0.71
WS	0.65	0.79	0.71	-

* DA: Dongam tidal flat, GR: Guro tidal flat, BR: Bokryong tidal flat, WS: Wangsan tidal flat

는 간석지의 의존성이 강한 종으로(이기섭, 2000; 김인규 등, 2005; 최영복 등, 2007), 만조시 해안의 해상이나 사구를 휴식장소로 이용한다(원병오, 1981). 구로갯벌의 이용률이 높은 흰죽지와 흑부리오리는 만조시 수면적이 어느정도 확보되며 주로 만(Bay) 형태를 보인 청계면 구로리 일대의 해상에서 주로 관찰되었다. 이러한 오리류의 단위갯벌간 서식지 이용의 차이는 조간대의 지형과 조석의 영향이 큰 것으로 판단된다. 즉 구로갯벌의 조간대는 해안가에서 평균해수면까지 거리가 가까우며, 조석에 의한 유속도 동암갯벌과 구로갯벌 사이의 갯골이 왕산갯벌과 북룡갯벌 사이의 갯골에 비해 느린 환경적 특징을 가지고 있다(국토해양부, 2008). 따라서 흰죽지와 흑부리오리는 휴식시 수면적과 수심이 어느정도 확보되고 조석에 의한 유속이 느린 구로갯벌의 만(Bay) 형태의 해상을 선호하는 것으로 판단된다.

3. 무안만 단위갯벌 유사도 비교

4개의 단위갯벌에서 관찰된 종과 개체수(누적합계수)를 이용한 유사도지수(R_o)를 구하였다. 유사도지수를 이용한 군집분석결과 유클리디안거리 0.3수준에서는 단위갯벌간 유사성이 없었으며, 0.5수준에서 2개의 단위갯벌로 구분되었다(Table 2, Figure 3). 유클리디안거리 0.5 수준으로 볼 때 무안만의 단위갯벌은 동암갯벌과 북룡갯벌이 유사하였고, 구로갯벌과 왕산갯벌이 서로 유사하였다. 우점종 현황에서도 동암갯벌과 북룡갯벌은 섭금류와 백로류가 우점하였고, 구로갯벌과 왕산갯벌은 오리류가 우점하였다

(Table 3).

조류는 먹이의 분포, 채식지, 휴식지, 방해요인 등 다양한 조건에 의해 분포가 결정되며, 이러한 조건에 따라 분포지역과 서식하는 종이 달라질 수 있다(이시완, 2000; 권영수 등, 2007; 김인규, 2008). 동암갯벌은 자갈과 모래의 비율이 높았으며 나머지 3개 갯벌은 실트와 점토의 비율이 높은 특징을 보였다(국토해양부, 2008). 본 연구 결과와 갯벌의 상태는 일치하지는 않았으며, 이러한 군집분석결과는 갯벌

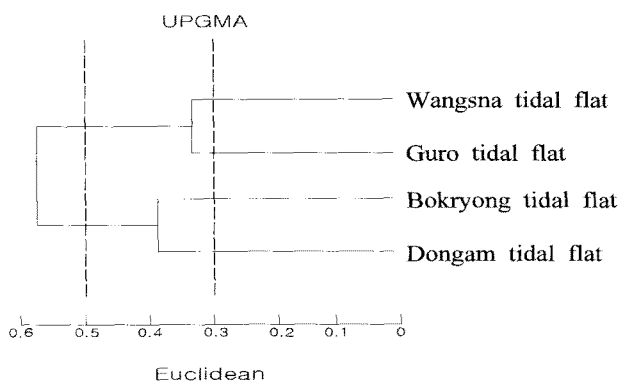


Figure 3. Similarity relationship(by R_o) by cluster analysis among 4 sites on the Muan bay. The data were obtained by sum of peak counts of each species in waterbirds

Table 3. The upper four dominant species in survey sites on the Muan Bay

Rank \ Sites	DA*	GR*	BR*	WS*
1	<i>Calidris alpina</i>	<i>Aythya ferina</i>	<i>Xenus cinereus</i>	<i>Tadorna tadorna</i>
2	<i>Xenus cinereus</i>	<i>Tadorna tadorna</i>	<i>Egretta garzetta</i>	<i>Xenus cinereus</i>
3	<i>Limosa lapponica</i>	<i>Anas poecilorhyncha</i>	<i>Egretta alba modesta</i>	<i>Anas platyrhynchos</i>
4	<i>Anas platyrhynchos</i>	<i>Anas platyrhynchos</i>	<i>Anas platyrhynchos, Calidris alpina</i>	<i>Anas poecilorhyncha</i>

* DA: Dongam tidal flat, GR: Guro tidal flat, BR: Bokryong tidal flat, WS: Wangsan tidal flat

Table 4. Comparison of various indices among four sites on the Muan Bay

Sites	P.S*	H'	Da	Hp	Fi	Mean density (individuals/km ²)	Peak Count	Score	Rank
DA**	3	2.04	21.55	0.20	0.59	287	4,040	17	3
GR**	2	2.31	24.80	0.23	0.53	164	1,510	15	2
BR**	3	2.47	21.55	0.33	0.39	35	415	14	1
WS**	3	2.27	18.66	0.32	0.32	39	244	18	4

* P.S: No of Protected Species

** DA: Dongam tidal flat, GR: Guro tidal flat, BR Bokryong tidal flat, WS: Wangsan tidal flat

의 상태 보다는 조류의 서식에 영향을 미치는 기타 조건의 차이에 따른 결과로 판단된다. 즉 동암갯벌은 상대적으로 해안가에 선착장이나 해안도로 등 방해요인이 적었고 복룡갯벌은 조간대의 길이가 길어 단위면적이 넓은 갯벌을 가지고 있어 상대적인 방해요인이 적었다. 구로갯벌이나 왕산갯벌은 갯골이 잘 발달되어 있을 뿐만 아니라 해안선에서 바다 방향으로 조간대의 기울기가 컸다. 이러한 환경적 요인으로 동암갯벌과 복룡갯벌, 그리고 구로갯벌과 왕산갯벌을 이용하는 종 구성이나 비율이 달라지는 것으로 판단된다.

4. 무안만 갯벌의 등급평가

무안만의 4개 단위갯벌에 대한 중요성을 평가하기 위해 각 단위갯벌의 법적보호종수, 누적합계수에 의한 종다양성 지수(H'), 풍부도지수(Da), 종균등도지수(Hp), 변동지수(Fi), 도래개체수와 밀도를 대상으로 평가하였다. 평가결과 복룡갯벌이 1위로 가장 중요한 갯벌이었으며, 그 다음으로 구로갯벌 이었다(Table 4). 평가지수를 이용한 등급화는 연결된 넓은 갯벌내에서 상대적 가치를 평가할 때 이용되며, 갯벌의 중요성을 평가하기 위해서는 여러 가지 기준 요인을 고려되어야 한다(해양수산부, 2003; 이기섭 등, 2004). 각

지수에 의한 순위에 의하면 복룡갯벌이 상대적으로 높은 가치를 보이는 것은 조간대가 잘 발달되어 있어 흑부리오리, 백로류, 도요류가 고르게 이용한 결과로 판단되며, 무안만 내에서 조류의 이용가치가 가장 높은 곳이라 할 수 있다. 이러한 등급화는 갯벌내에 상대적 가치를 판단하는 기준이며, 조사횟수, 시기, 대상 분류군등에 따라 영향을 받을 수 있다(이기섭 등, 2004). 그러나 등급화는 최우선적인 보존이 필요한 지역이나 갯벌 생태계를 위협할 수 있는 요인을 최우선적으로 제한하는 등 적절한 보호관리방안의 수립에 객관적인 자료를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

무안만의 갯벌 전체에 대한 중요성을 평가하고자 조사된 전라남도 주요 칠새 도래지와 비교·분석하였다. 분석결과 무안만은 전라남도 주요 칠새도래지 7개 지역(최영복 등, 2007) 중에서 순천만, 보성-득량만 다음으로 상대적으로 중요성이 높게 평가되었다(Table 5). 기존의 연구결과에 의하면 간척호 지역보다는 만지역이 상대적으로 더 중요성이 높은 것을 알려져 있으며(이기섭, 2000; 최영복 등, 2007), 분석결과 또한 전라남도 주요 칠새도래지 중 간척호보다 상대적으로 높은 중요성을 보였다. 조사된 자료는 월동기 조사를 중심으로 하였기 때문에 본 조사와 다소 차이가 있을 수 있으며, 지수의 차별점수부여나 문제점보완을

Table 5. Comparison of various indices among eight sites on the coastal wetlands at Jeollanam province

Sites	P.S*	H'	Da	Hp	Fi	Score	Rank
Suncheon Bay	13	2.32	4.25	4.68	0.28	14	1
Boseong Deukryang Bay	7	2.38	4.00	6.62	0.42	17	2
Gangjin Bay	5	2.35	4.02	6.31	0.59	20	3
Gocheonam Lake	15	0.88	4.56	0.12	0.72	23	5
Geumho Lake	10	1.39	3.42	0.61	0.82	26	6
Yeongam Lake	14	0.93	4.05	0.14	0.91	28	7
Yeongsan Lake	9	1.10	3.26	0.30	0.84	31	8
Muan Bay(This study)	5	2.57	30.59	0.23	0.79	20	3

* P.S: No of Protected Species

통한 등급 조정이 필요할 것으로 판단된다(이기섭, 2000). 그러나 이러한 등급화는 무안만의 중요성을 객관적으로 제시해 줄 수 있을 것으로 판단된다.

인용문헌

- 국토해양부(2001) 해양부. 고시 제 2001-109호.
- 국토해양부(2008) 연안습지 생태계 조사. 서울, 382쪽.
- 권영수, 남형규, 유정철, 박영석(2007) 서울 도시하천에서 월동하는 수조류의 분포특성. 한국환경생태학회지 21(1): 55-66.
- 김인규, 이한수, 백운기, 이준우, 최영복(2005) 강진만에 월동하는 수조류 군집에 관한 연구. 한국환경생태학회지 19(3): 305-311.
- 김인규(2008) 도시하천의 야생조류 서식지 모델 개발에 관한 연구. 충남대학교 대학원 박사학위논문, 143쪽.
- 문화재청(2001) 천연기념물 조류의 월동실태조사Ⅱ. 대전, 452쪽.
- 문화재청(2003) 천연기념물백서. 대전, 570쪽.
- 박성근(2002) 인천국제공항 건설지역인 영종도와 삼목도에 도래하는 십금류에 미치는 간척의 영향과 생태. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 177쪽.
- 원병오(1981) 한국동식물도감-제25권 동물편(조류생태). 문교부, 서울, 1126쪽.
- 원병오(1993) 한국의 조류. 교학사, 서울, 447쪽.
- 이기섭(2000) 한국의 서해안에 도래하는 수조류의 실태와 개체수 변동. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 211쪽.
- 이기섭, 김미란, 이사완, 이한수(2004) 조류에 의한 갯벌의 등급화 연구. 한국습지학회지 6(1): 105-115.
- 이두표(1997) 영암호에 도래, 월동하는 수조류에 군집에 관한 연구. 경희대학교 한국조류연구소 연구보고 6(1): 55-67.
- 이두표, 김상진(1997) 제 2차 전국자연환경조사-신안일대의 조류. 환경부.
- 이시완(2000) 서해안 강화도 남단 갯벌에 도래하는 십금류의 취식 생태 및 식이물과의 상호관계. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 191쪽.
- 이시완, 유정철(2003) 강화도 여차리 갯벌에서 먹이원에 따른 민물 도요 취식양상. 한국조류학회지 10(1): 1~16.
- 이시완, 제종길, 이한수(2003) 서해안 갯벌 현황과 철새에 대한 보전 방안. 한국환경생태학회지 17(3): 295~303.
- 이시완, 한성훈(2003) 제 2차 전국자연환경조사- 무안함평지역의 조류. 환경부.
- 이우신, 구태희, 박진영(2000) 야외원색도감 한국의 새. LG상록재단, 서울, 320쪽.
- 최영복, 김인규, 정숙희, 유승화, 강태한, 이한수, 백운기, 최종길(2007) 전라남도 연안습지에 도래하는 수조류의 월동지 이용에 관한 연구. 한국환경생태학회지 21(3): 197~206.
- 환경부(2004) '99~'04년 겨울철 조류 동시 센서스 종합보고서. 서울, 620 pp.
- 환경부(2005) 2005년도 겨울철 조류 동시센서스. 서울, 418쪽.
- 환경부(2006a) 제 3차 전국자연환경조사 지침. 서울, 298쪽.
- 환경부(2006b) 2006년도 겨울철 조류 동시센서스. 서울, 440쪽.
- 환경부(2007) 2007년도 겨울철 조류 동시센서스. 서울, 448쪽.
- 해양수산부(2003) 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구. 서울, 1130쪽.
- Alisauskas, R.T., C.D. Ankney and E.E. Klaas(1988) Winter Diets and Nutrition of Midcontinental Lesser Snow Geese. J. Wildl. Manage 52: 414-430.
- Cramp, S. and K.E.L. Simmons(1977) Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: the birds of the Western Palearctic. Vol. 1. Ostrich-Ducks. Oxford University Press, Oxford, 722pp.
- del Hoyo, J., A. Elliot and J. Sargatal(1992) Handbook of the Birds of the World. Vol. 1. Ostrich to Ducks, Lynx Edicions, Barcelona, 696pp.
- Hayman, P., J. Marchant and T. Prater(1986) Shorebirds. An Identification Guide to the Waders of the World, Croom Helm, UK, 412pp.
- Howard, R. and A. Moore(1998) A Complete Checklist of the Birds of the World(2nd ed.). Academic Press, London, 641pp.
- Lee Hansoo, Jeong-Yeon Yi, Hwa-chung Kim, Si-Wan Lee, and Woon-Kee Paek(2002) Yubu Island, the Important Waterbird Habitat on the West Coast of Korea and Its Conservation. Ocean and Polar Research 24(1): 115-121.
- Shannon, C. E. and W. Weaver(1963) The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois press, Urbana USA, 117pp.
- Zar, J.H.(1996) Biostatistical Analysis(3rd ed.). Prentice Hall International, INC, 662pp.

Appendix 1. Total counts of waterbirds by Muan Bay on the Jeollanamdo Province of Korea

No.	Scientific name	Dongam tidal flat			Guro tidal flat			Bokryong tidal flat			Wansan tidal flat			Total	Dom.								
		Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count	Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count	Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count			Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count				
1	<i>Podiceps ruficollis</i>	1	4	4	13	6	5	13					1	2	2	19	<1.0						
2	<i>Podiceps nigricollis</i>				2			2								2	<1.0						
3	<i>Phalacrocorax capillatus</i>				17			17	10							27	<1.0						
4	<i>Ardea cinerea</i>	12	11	53	83	8	15	6	23	6	3	15	20	6	6	7	1	7	133	<1.0			
5	<i>Egretta alba modesta</i>	12	15	104	21	104	2	6	31	23	2	4	51	14	51	2	18	11	2	204	1.3		
6	<i>Egretta intermedia</i>					6		6												6	<1.0		
7	<i>Egretta garzetta</i>	1	44	50	50	7	8	93	65	93	25	2	84	20	84	1	2	17	13	17	244	1.5	
8	<i>Bubulcus ibis</i>				1			5													6	<1.0	
9	<i>Butorides striatus</i>				2			2												1	1	3	<1.0
10	<i>Nycticorax nycticorax</i>					1		1							2	3	3				4	<1.0	
11	<i>Tadorna ferruginea</i>									1						1					1	<1.0	
12	<i>Tadorna tadorna</i>	160	6	160	1030				1030	38					38	244				244	1,472	9.3	
13	<i>Anas penelope</i>	46		46	70	8		8		8					8	1				1	125	<1.0	
14	<i>Anas falcata</i>				3	6		6		1					1	36	21			36	43	<1.0	
15	<i>Anas strepera</i>				34	2		34													34	<1.0	
16	<i>Anas crecca</i>				22	26		20	26				3		3						29	<1.0	
17	<i>Anas platyrhynchos</i>	554	10	47	554	504	5	32	504	60					60	212	24			212	1,330	8.4	
18	<i>Anas poecilorhyncha</i>	230	22	45	230	350	2	230	350				52	52	145	12	2	60	145	777	4.9		
19	<i>Anas acuta</i>				155			155	1						1						156	<1.0	
20	<i>Anas clypeata</i>	5	2	5	17	4		17													22	<1.0	
21	<i>Aythya ferina</i>	40		40	1510			1510	2						2						1,552	9.9	
22	<i>Aythya marila</i>				24			24	8						8						32	<1.0	
23	<i>Bucephala clangula</i>	1		1	2			2							4					4	7	<1.0	
24	<i>Mergus serrator</i>				7			7													7	<1.0	
25	<i>Mergus merganser</i>														2					2	2	<1.0	
26	<i>Pandion haliaetus</i>															1				1	1	<1.0	
27	<i>Buteo buteo</i>									1					1					1	1	<1.0	
28	<i>Falco tinnunculus</i>	3		2	3	2	1	2					1	1	1	1	1			1	7	<1.0	
29	<i>Falco subbuteo</i>		1	1																	1	<1.0	

Appendix 1. Continued

No	Scientific name	Dongam tidal flat			Guro tidal flat			Bokryong tidal flat			Wansan tidal flat			Total Dom.								
		Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count	Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count	Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count		Feb.	May	Jul. Oct.	Max. count				
30	<i>Gallinula chloropus</i>				5	5							2	2	2	6	4	4	6	13	<1.0	
31	<i>Fulica atra</i>					52		3	52	14				14	8				8	74	<1.0	
32	<i>Pluvialis fulva</i>																1		1	1	<1.0	
33	<i>Pluvialis squatarola</i>								20											164	1.0	
34	<i>Charadrius dubius</i>								2											2	<1.0	
35	<i>Charadrius alexandrinus</i>			1																6	<1.0	
36	<i>Charadrius mongolus</i>																			95	<1.0	
37	<i>Limosa lapponica</i>								177											60	1,112	7.1
38	<i>Numenius phaeopus</i>								25											36	277	1.8
39	<i>Numenius madagascariensis</i>								1											3	6	<1.0
40	<i>Tringa erythropus</i>								15												55	<1.0
41	<i>Tringa totanus</i>								3											15	<1.0	
42	<i>Tringa nebularia</i>			1					173											13	272	1.7
43	<i>Tringa ochropus</i>																			2	<1.0	
44	<i>Tringa glareola</i>																			4	4	<1.0
45	<i>Xenus cinereus</i>								932											242	2,029	12.9
46	<i>Actitis hypoleucos</i>								2											1	7	<1.0
47	<i>Heteroscelus brevipes</i>								256											31	347	2.2
48	<i>Arenaria interpres</i>								129											62	260	1.7
49	<i>Calidris ruficollis</i>								400												485	3.1
50	<i>Calidris acuminata</i>								45											2	47	<1.0
51	<i>Calidris alpina</i>								4,040											60	4,105	26.1
52	<i>Larus crassirostris</i>								10											9	120	<1.0
53	<i>Larus argentatus</i>								22											1	8	<1.0
54	<i>Larus ridibundus</i>								3											2	2	<1.0
No. of species		13	23	9	13	34	24	9	13	41	16	16	3	13	34	12	21	10	6	28	54	
No. of individuals		1,068	7,335	229	402	8,601	3,848	988	172	446	4,923	181	655	150	214	1,062	662	542	49	90	1,169	15,755