한국환경과학회지 제17권(제12호), 1391~1402, 2008
Journal of the Environmental Sciences

보호지역 지정을 위한 갯벌의 평가기준 개발과 전남 지역갯벌의 평가

장 진 호
목포대학교 해양수산자원학과
(2008년 10월 30일 접수; 2008년 11월 25일 수정; 2008년 12월 12일 채택)

Criteria and Evaluation of Local Tidal Flats for Designating Conservation Sites in the Southwestern Coast of Korea

Jin Ho Chang
Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea
(Manuscript received 30 October, 2008; revised 25 November, 2008; accepted 12 December, 2008)

Abstract

Designating conservation sites is needed for the preservation and management of tidal flats, and also objective criteria, by which preservation values of tidal flats can be evaluated, are required to designate conservation sites. A set of new evaluation criteria for tidal flats was suggested in this study. The criteria, based on six items including scarcity, diversity, naturalness, uniqueness, destruction possibility and preservation will, have the advantages with which easy and economic assessments are possible by using basic data from the preceding studies. The evaluation results for the three different tidal flats (Muan, Jeungdo-1 and Jeungdo-2) in the southwestern coast of Korea reveal that all the tidal flats evaluated are classified into grade 2. The tidal flat which got the highest evaluation score was Jeungdo-1 tidal flat (86.7), and the next was Muan (85.0) and Jeungdo-2 (82.5). The Jeungdo-2 tidal flat was superior in uniqueness and destruction possibility, and the Muan tidal flat was superior in diversity and naturalness.

Key Words : Tidal flat, Conservation site, Conservation value, Criteria, Muan tidal flat, Jeungdo tidal flat

1. 서 론

연안은 바다와 육지의 경계부를 차지하는 좁고 긴 지역으로 작지만 생산성이 높고, 경제적 가치가 크며, 역동적이고, 주변 환경에 민감한 환경이다. 연안에는 전 세계 인구의 60%가 거주하며, 세계 수산물 생산량의 90%, 일차생산량의 25%가 연안에서 산출되고 있다[1].

이러한 연안이 오염, 부영양화, 도시화, 간척, 어패류 남획, 모래채취, 관광 등 무분별한 인간활동에 의해 크게 위협받고 있다. 또한 파랑, 해류, 기후, 주변 육지에서 공급되는 물질의 급속한 변화에 의해 지역적으로 매우 다양한 연안 생태계가 형성되고 있으나, 그러한 다양성을 우리는 아직 충분히 이해하지 못하고 있다. 따라서 매우 빠르게 악화되는 연안문제를 해결하지 못할 경우, 지금까지 연안이 우리에게 제공해 왔던 자연적, 문화적, 경제적 혜택을

Corresponding Author : Jin Ho Chang, Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea
Phone: +82-61-450-2394
E-mail: changjh@mokpo.ac.kr

앞으로 누릴 수 없게 될 런지도 모른다.

우리나라 연안문제의 핵심은 갯벌에 있다 해도 과언이 아닐 것이다. 왜냐하면 지난 30년 동안 매립과 간척에 의해 사라진 갯벌이 전체 갯벌의 25%에 이르며, 갯벌을 대상으로 한 과도한 연안개발사업은 갯벌 고유의 기능과 가치를 떨어뜨려 주변 연안을 크게 황폐화시켰기 때문이다.

갯벌에 대한 보호지역 지정은 날로 황폐해져가는 연안을 보호하기 위한 최소한의 보호 장치로서 연안오염을 방지하고 생태계를 보호하는데 그 목적이 있다. 그러나 최근 거주에 불편하고 개발에 걸림돌이 된다는 이유로 보호지역을 해제하려는 움직임이 있고, 지속 가능한 이용을 위해 오히려 보호지역을 확대하려는 움직임도 있다. 현재 전남에서는 무안갯벌을 포함한 3 곳의 갯벌이 '습지보호지역'으로 지정되어 있고, 신안군의 오도, 두리도, 죽도, 원도 등 18개 도서가 '특정도서'로, 그리고 함평만의 일부 해역이 '환경보전해역'으로 지정되어 있으며, 신안군 일대 해역이 '다도해해상국립공원'으로 지정되어 있다[2].

그러나 지금까지 보호지역 지정을 위한 객관적 평가기준의 부재로 인해 보전과 이용 사이에 많은 논란이 일고 있다. 자연공원법에 의한 국립공원(도립공원)의 경우, 주로 육상의 산림자원, 생태계, 자연경관 등에 대한 평가가 이루어짐으로써 갯벌이 보호지역으로 지정될 수 있는 가능성이 차단되어 있고[3], 습지보전법에 의한 습지보호지역의 경우, 아직도 합의된 평가기준이 마련되지 못해 보호지역 지정에 많은 조사기간과 경비가 낭비되고 있다[4].

따라서 본 연구는 외국의 사례연구와 기존의 평가기준을 재검토하여 갯벌평가에 적용될 수 있는 객관적이고 경제적이며 효율적인 새 평가기준을 개발하고, 그 기준에 의해 전남의 주요 갯벌을 평가해 보고자 한다.

2. 재료 및 방법

갯벌은 조석작용에 의해 주기적으로 노출과 침수가 반복되는 매우 완만한 경사의 해안지역이다. 따라서 갯벌은 퇴적물 공급이 우세한 대조차 해안에 잘 발달하며, 조차, 파랑 그리고 유입되는 퇴적물의 양과 종류에 따라 지역적 특성을 달리한다.

이처럼 지역적으로 매우 다양한 특성을 갖는 갯벌을 평가하여 상대적으로 보전가치가 높은 갯벌을 선정하기 위해서는 세계적 추세를 따르면서 지역적 특성을 반영할 수 있는 객관적이고 합리적인 기준이 필요하다. 또한 그 기준은 정량화되어 쉽게 이용될 수 있고, 경제적일 필요가 있다.

따라서 본 연구는 우리나라 갯벌에 적용할 수 있는 평가기준을 마련하기 위해 외국의 사례연구들을 조사하였다. 즉 외국은 어떠한 항목과 기준을 가지고 보호지역의 보전가치를 평가하는지에 대해 분석하여 사용빈도가 높은 평가항목들을 도출하였다. 그리고 도출된 항목의 평가를 위해 각 항목의 특성을 반영할 수 있는 세부 조사항목을 도출하였는데, 세부항목은 현장조사에 소요되는 시간과 비용을 최소화하기 위해 기존의 갯벌연구에서 보편적으로 조사되는 항목을 위주로 하여 기존의 연구 자료를 충분히 활용할 수 있도록 하였고, 갯벌에 대한 조사가 이루어지지 않아 기존 자료의 도움을 받을 수 없는 경우에는 학문분야를 고려하여 비교적 간단한 조사와 분석을 통해 평가를 내릴 수 있도록 하였다. 그리고 세부항목의 평가기준에 대해서는 연안습지의 평가를 위해 갯벌연구단이 제시한 바 있는 연안습지의 등급기준(안)[4]을 일부 참조하였다. 또한 갯벌평가를 정량적으로 수행하기 위해 등급기준에 따라 세부항목을 평가할 때 등급간 5점 차이를 갖는 점수를 부여하였고, 이 점수들을 평균하여 항목별 점수를 산출하고, 항목별 점수를 합산하여 갯벌의 최종점수를 산출하는 방식을 취하였다. 그리고 새로 개발된 평가기준에 의해 최근 전라남도에 의해 갯벌도립공원으로 지정된 바 있는 3 곳의 갯벌(무안갯벌, 증도1지구갯벌, 증도2지구갯벌)에 대해 평가를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 갯벌의 평가항목과 기준

3.1.1. 주요 평가항목의 도출

외국에서는 자연지역의 보전가치를 평가하기 위해 어떠한 항목과 기준을 마련하고 있는지를 살펴보기 위해 선행연구들을 조사하였다. Table 1은 선행연구에서 제시한 보전가치의 평가항목을 요약한 것이다. Rattcliff[5]는 보전가치의 평가를 위해 규모

Table 1. Frequency of the items used to designate protected areas

Item	Rattcliff[5] (1977)	Usher[6] (1980)	Eagles[7] (1984)	Millard[8] (1993)	LEU*[9] (1994)	Klijin[10] (1994)	Sutherland[11] (1995)	EN**[12] (1997)	Kelleher[13] (1999)	UNESCO	RAMSAR	Frequency in use
Scale	O	O	O	O	O		O					6
Diversity	O	O	O	O	O		O		O	O	O	9
Naturalness	O	O		O		O	O		O	O	O	8
Scarcity	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	11
Uniqueness	O	O	O		O		O		O	O	O	8
Economic value									O			1
Practical value									O	O		2
Substitutional value				O	O	O		O				4
Scientific value	O		O				O		O	O	O	6
Cultural and historical value	O				O		O		O		O	5
Destruction possibility	O	O			O	O	O		O		O	7
Management limits							O				O	2

*: London Ecology Unit, **: English Nature

(Scale), 다양성(Diversity), 자연성(Naturalness), 희귀성(Scarcity), 전형성(Uniqueness), 과학적 중요성(Scientific value), 문화·역사적 중요성(Cultural and historical value), 훼손 가능성(Destruction possibility) 등의 평가항목들을 제시하였다. 그리고 이후의 연구자들은 Rattcliff가 제시한 항목에 대상지역의 특성을 가장 효과적으로 반영할 수 있는 항목들을 추가하여 평가하는 사례가 많았다[6~13]. 특히 Kelleher[13]와 UNESCO는 Rattcliff가 제시한 항목 이외에도 경제성과 실용성을 추가하여 평가를 수행하였고(Table 1), 특히 UNESCO는 종의 다양성과 희귀성을 토대로 핵심지역을 설정한 다음, 핵심지역의 보호를 위해 완충지역과 전이지역을 설정하는 특징을 보였다. 그리고 RAMSAR 협약에 의한 람사습지의 지정에는 다양성, 자연성, 희귀성, 전형성, 과학 및 문화·역사적 중요성, 훼손 가능성, 관리제한요소 등이 주로 평가되는 것으로 나타났다(Table 1).

의미가 중복될 수 있는 항목들을 하나의 항목으로 간주하여 선행연구에서 평가에 사용한 항목들의 사용 빈도수를 조사한 결과, 자연지역의 보전가치를 평가하는데 주로 이용되는 항목은 총 12개로 나타났다(Table 1). 이 중 가장 높은 빈도를 보인 항목은 희귀성(11회)이었고, 그 다음이 다양성(9회), 자연성(8회), 전형성(8회), 훼손 가능성(7회) 순이었다. 그리고 규모(Scale 6회)와 문화·역사적 중요성(5회)도 비교적 높은 빈도로 사용되고 있음을 알 수 있었다. 그러나 경제성(Economic value, 1회), 실용성(Practical value, 2회), 관리제한요소(Management limits, 2회) 등과 같은 현실적 요구를 반영하는 항목들은 자연의 보전가치 평가에 많이 이용되지 못하는 것으로 나타났다(Table 1).

우리나라에서는 국립공원과 습지보호지역의 지정을 위해 제한된 평가항목을 사용하고 있고, 평가항목에 가중치를 두는 것으로 나타났다. 환경부가 국립공원의 지정을 위해 사용하는 평가항목은 자연성(30%), 희귀성(30%), 문화·역사적 중요성(15%), 훼손가능성(15%), 토지의 소유 및 이용과 같은 관리제한요소(10%) 등 이었다[3]. 따라서 우리나라의 국립공원을 지정하기 위한 자연지역의 보전가치 평가에는 외국에서 높은 빈도로 사용되는 항목들(즉 규모, 다양성, 전형성, 과학적 중요성 등)에 대한 평가가 이루어지지 못하는 것으로 나타났다(Table 2). 해양수산부에 의해 이루어지는 습지보전지구 또한 그것의 지정을 위해 비교적 상세한 평가기준안을 마

Table 2. Items used by administrative agencies of Korea

Evaluation agency	Sc.*	Div.	Nat.	Sca.	Uniq.	Eco.	Prac.	Sub.	Sci.	Cul.	Des.	Man.
References	6	9	8	11	8	1	2	4	6	5	7	2
Ministry of Maritime Affairs and Fisheries	O	O	O	O	O			O	O	O	O	O
Ministry of Environment			O	O						O	O	O
This study		O	O	O	O						O	O

*: Sc.=Scale, Div.=Diversity, Nat.=Naturalness, Sca.=Scarcity, Uniq.=Uniqueness, Eco.=Economic value, Prac.=Practical value, Sub.=Substitutional value, Sci.=Scientific value, Cul.=Cultural and historical value, Des.=Destruction possibility, Man.=Management limits

련하고 있지만, 평가기준이 주로 대상지역의 지질 및 지형, 오염, 저서동물 및 수산자원, 해안식생, 바다새 등 학문분야별 평가에 기초하고 있고, 실제 습지보전지구 지정을 위한 조사항목은 조사기간과 조사경비 문제로 인해 상당이 제한되는 것으로 나타났다[4]. 실제로 해양수산부가 전북 곰소만 갯벌을 습지보전지구로 지정하기 위해 평가한 분야를 항목별로 재구성해 보면, 곰소만 갯벌습지의 평가항목은 다양성(40.0%), 자연성(17.1%), 훼손 가능성(14.3%), 지역의 보존의지(14.3%), 희귀성(11.4%), 규모(2.9%)인 것으로 나타났다[14]. 따라서 해양수산부의 습지평가는 대체로 생태계의 다양성에 초점을 맞춘 평가이며, 외국에서 가장 중요하게 이용되는 희귀성이 매우 낮은 비율로 평가되고, 외국에서 비교적 높은 빈도로 평가되는 전형성, 과학적 중요성 등도 평가에 거의 반영되지 못하는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구는 세계적 흐름을 따르면서 우리나라 갯벌평가의 문제점을 보완하기 위해 선행연구의 평가항목 조사에서 7 이상의 사용빈도를 갖는 5개 항목(희귀성, 다양성, 자연성, 전형성, 훼손가능성)을 갯벌의 주요 평가항목으로 선정하였다(Table 2). 그리고 우리나라는 세계의 어느 나라보다도 갯벌에 대한 지역주민의 이용도가 높고, 갯벌 보호지역의 성과를 높이기 위해서는 지자체와 지역주민의 협조가 절대적으로 필요하다고 판단되어 갯벌의 평가항목으로 '지역의 보존의지'를 새로 추가하였다(Table 2, 3).

3.1.2. 세부 평가항목과 평가기준의 도출

Table 3에는 본 연구가 제시한 갯벌평가의 주요 항목과 세부항목, 그리고 평가기준이 제시되어 있다. 본 연구에서 갯벌평가를 위해 도출한 주요 평가항목은 희귀성, 다양성, 자연성, 전형성, 훼손가능성, 지역의 보존의지 등 총 6개 항목이다. 희귀성은 평가대상 갯벌에 대해 법적으로 보호되는 생물의 존재여부와 서식지 및 산란지로서의 중요성을 평가는 항목이다. 대상 갯벌에 법적 보호생물이 존재하거나 또는 대상 갯벌이 해양생물의 집단 서식지 또는 산란지로 확인될 경우에는 취득점수와 관계없이 보호지역(절대보전지역)으로 지정되어야 함을 권고하였다(Table 3). 다양성은 갯벌의 환경적 다양성을 나타내는 항목이다. 갯벌환경의 다양성을 지시하는 많은 지표들이 있을 수 있으나, 본 연구에서는 갯벌의 일반환경 조사에서 비교적 흔하게 조사되는 항목, 즉 저서생물, 퇴적물 분포, 염생식물, 조류 등을 기초로 갯벌의 다양성을 평가하고자 하였다(Table 3). 이들 세부항목에 대한 평가기준은 해양수산부가 연안습지의 평가를 위해 마련한 등급기준을 참조하였고, 각 항목 당 20점에서 10점까지의 점수를 부여한 다음, 그 합산을 평균하여 다양성에 대한 점수를 결정하였다(Table 3). 자연성은 갯벌이 얼마나 자연적 상태를 유지하고 있는가를 평가하는 항목이다. 본 연구에서는 해안경관(갯골, 백사장, 사구, 해송군락 등의 자연성), 자연상태의 해안선 비율, 염습지 면적, 갯벌의 오염상태 등과 같이 가급적 전문가에 의한 조사 없이도 쉽게 접근이 가능한 항목들에 의해 평가가 이루어질 수 있도록 하였다(Table 3). 이들 세부항목들의 평가기준은 환경부의 국립공원 평가기준[3]과 해양수산부의 연안습지 평가기준[4]을 참고하여 결정하였다. 그리고 전형성, 훼손가능성, 지역의 보존의지 등에 대해서도 Table 3에 제시된 세부항목과 기준을 토대로 평가하고자 하였다. 전형성의 경우, 갯벌의 종류(하구갯벌, 만 또는 열린해안

Table 3. Criteria used to evaluate the preservation value of tidal flat

Env.	Item	Subitem	Grade	Score	Comments
Tidal flat	Scarcity	1. Legal protection species	Present		Absolute preservation
			Absent		
		2. Major habitats of marine animals	Present		Absolute preservation
			Absent		
	Diversity	1. Species no. of benthic animals	100 sp. <	20	
			40-100 sp.	15	
			40 sp.>	10	
		2. Types of bottom sediments	3 types<	20	
			2 types	15	
			1 types	10	
		3. Species no. of halophytes	8 sp. <	20	
			4-8 sp.	15	
			4 sp.>	10	
		4. Abundance of birds	20,000 ind. <	20	
			5,000-20,000 ind.	15	
			5,000 ind. >	10	
			av.		
	Naturalness	1. Coastal landscape	Natural	20	
			Semi-natural	15	
			Artificial	10	
		2. % of natural coastline	70% <	20	
			30-70%	15	
			30% >	10	
		3. COD of bottom sediments	10 mg/g >	20	
			10-25 mg/g	15	
			25 mg/g <	10	
			av.		
	Uniqueness	1. Occurrence type of tidal flat	Estuarine type	20	
			Embayment, open coast type	15	
			Island type	10	
		2. Tidal-flat characteristics	Progradational	20	
			Equilibrium	15	
			Retrogradational	10	
			av.		
	Destruction possibility	1. Plan of reclamation works	Absent	20	
			Not determined	15	
			Present	10	
		2. Size of coastal farms	30% >	20	
			30-70%	15	
			70% <	10	
			av.		
	Preservation will	1. Will of local government	High	20	
			Medium	15	
			Low	10	
		2. Will of residents	High	20	
			Medium	15	
			Low	10	
			av.		
av. sum					

갯벌, 섬갯벌)와 갯벌의 상태(성장갯벌, 평형갯벌, 후퇴갯벌)를 평가함으로써 우리나라 갯벌의 전형적 특성을 평가하고자 하였고, 훼손 가능성의 경우에는 간척 및 매립 계획의 유무 및 양식장 면적을 토대로, 그리고 지역의 보존의지는 갯벌보호에 대한 지자체 및 지역주민의 의지를 반영하여 평가하고자 하였다.

그리고 객관적이고 정량적인 평가가 되도록 하기 위해 평가항목에 점수를 부여하였는데, 총 6개의 평가항목 중 희귀성에 대해서는 정량적 평가가 이루어지지 않지만 보호지역 지정에 있어 가장 중요한 변수로 작용하게 하였고, 나머지 5개 항목에 대해서는 항목 당 20점을 부여하여 총점이 100점이 되게 하였다(Table 3). 또한 갯벌의 평가점수를 기초로 갯벌의 보전가치를 5개 등급으로 세분하였고, 1-2 등급에 대해서는 보호지역으로 지정될 수 있음을 제안하였다(Table 4).

3.2. 평가기준에 의한 지역갯벌의 평가

3.2.1. 무안갯벌

무안갯벌이 위치한 함평만은 한반도 서해안의 남부에 위치한 반폐쇄적 만으로 서북서 방향으로 열린 좁은 만 입구를 통해 황해의 동부와 연결된다(Fig. 1). 만의 북서부 해안에는 중생대 쥬라기의 편마암질 화강암이 분포하고, 만의 남동부에는 풍화에 약한 화강암질 편마암이 분포하며[15], 작은 하천들이 만의 남동부 해안으로 유입하고 있다. 함평만은 20 m 미만의 수심을 갖는 얕은 만으로 만의 대부분이 갯벌(조간대)과 주조류로(main tidal channel)로 구성되어 있다. 갯벌은 해안선과 평균 저조선 사이에 위치하고, 만 전체 면적의 반 이상을 차지하며, 갯벌의 육지 쪽 가장자리에는 대체로 방조제와 해안절벽이 위치하여 염습지(salt marsh)의 발달을 제

Table 4. Grade of tidal flats

Score	Grade	Comments
90-100	1	absolutely protected
80-89	2	can be protected
70-79	3	
60-69	4	
50-59	5	

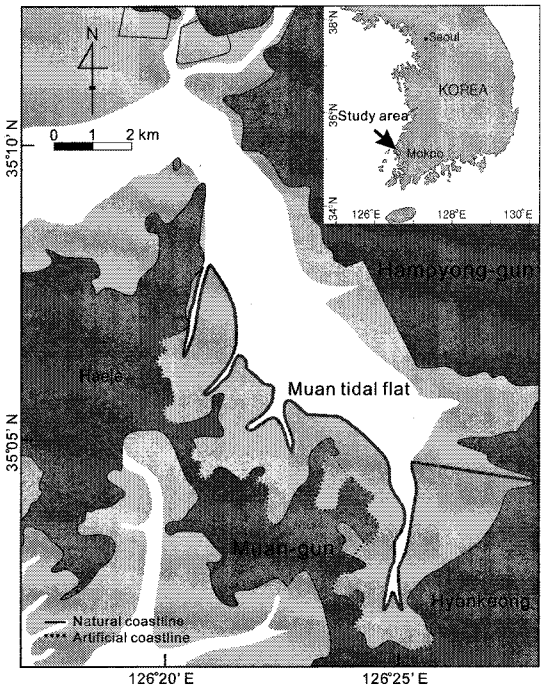

Fig. 1. Map showing the Muan tidal flat.

한한다. 조수의 주요 통로가 되는 주조류로는 만 중앙부의 조하대(subtidal zone)에서 북서-남동 방향으로 길게 발달하여 만 입구에 이르러 20여 m의 수심과 약 1.5 km의 폭을 보인다(Fig. 1). 조석은 반일주조(semidiurnal tide)의 특징을 보이며, 조류는 주조류로에서 창조류가 1.5~1.7 m/s, 낙조류가 1.8 m/s로서 낙조류가 창조류보다 우세하다[16]. 함평만의 평균조차는 315.4 cm이며, 대조차와 소조차는 각각 425.3 cm와 205.3 cm이다[17]. 바람은 전형적인 계절풍이 우세하여 가을과 겨울에는 한냉건조한 북북서풍이 우세하고, 봄에는 서북서풍, 그리고 여름에는 온난다습한 남남동풍이 탁월하다. 연평균 폭풍일수는 28.8일로서 겨울에 집중되는 특징을 보인다[18].

본 연구의 대상지역은 무안군 해제면 만풍리 해안에서 무안군 현경면 해운리 해안까지 함평만의 남서해안을 따라 분포하는 무안갯벌이다(Fig. 1). 이 갯벌은 생물다양성이 높고, 지질학적 보전가치가 커 2001년 12월에 해양수산부에 의해 습지보전지구로 지정된 바 있다. 무안갯벌은 함평만의 남서쪽해안에 발달하는 전형적인 만갯벌(embayment-type tidal flat)로서 해수면 상승에 따른 해안침식에 의해

Table 5. Evaluation results for the Muan tidal flat, southwestern coast of Korea

Item	Criteria			Muan tidal flat		
	Subitem	Grade	Score	Evaluation	Score	Reference
Scarcity	1. Legal protection species	Present				MMF*, 2002
		Absent		○		
	2. Major habitats of marine animals	Present				MMF, 2002
		Absent		○		
Diversity	1. Species no. of benthic animals	100 sp. <	20	○	20	153 sp. (MMF, 2002)
		40-100 sp.	15			
		40 sp.>	10			
	2. Types of bottom sediments	3 types<	20	○	20	6 types (Chang et al.,1999)
		2 types	15			
		1 types	10			
	3. Species no. of halophytes	8 sp. <	20	○	20	21 sp. (MMF, 2003)
		4-8 sp.	15			
		4 sp.>	10			
	4. Abundance of birds	20,000 ind. <	20			29 sp. 1,288 ind. (Lee and Kim, 1997)
		5,000-20,000 ind.	15			
		5,000 ind. >	10	○	10	
	av.				17.5	
Naturalness	1. Coastal landscape	Natural	20	○	20	Beach, sand dune, sea cliff etc. (This study)
		Semi-natural	15			
		Artificial	10			
	2. % of natural coastline	70% <	20			58.3% (This study)
		30-70%	15	○	15	
		30% >	10			
	3. COD of bottom sediments	10 mg/g >	20			No data
		10-25 mg/g	15			
		25 mg/g <	10			
	av.				17.5	
Uniqueness	1. Occurrence type of tidal flat	Estuarine type	20			Embayment type (Chang et al., 1999)
		Embayment, open coast type	15	○	15	
		Island type	10			
	2. Tidal-flat characteristics	Progradational	20			Kim and Chang, 1999
		Equilibrium	15			
		Retrogradational	10	○	10	
	av.				12.5	
Destruction possibility	1. Plan of reclamation works	Absent	20	○	20	This study
		Not determined	15			
		Present	10			
	2. Size of coastal farms	30% >	20			32.6% (This study)
		30-70%	15	○	15	
		70% <	10			
	av.				17.5	
Preservation will	1. Will of local government	High	20	○	20	This study
		Medium	15			
		Low	10			
	2. Will of residents	High	20	○	20	This study
		Medium	15			
		Low	10			
	av.				20.0	
*: MMF: Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Korea			av. sum	85.0		Grade 2

갯벌이 점차 육지 방향으로 후퇴하는 특징(후퇴갯벌, retrogradational tidal flat)을 갖는다[19]. 무안갯벌의 전체 면적은 35.6 km^{2}이며, 해안선의 길이는 47.36 km로서 전체의 58.3%(27.6 km)가 자연 상태의 해안선으로 이루어져 있다(Fig. 1). 그리고 무안갯벌은 주변의 아름다운 가로수 길과 낮은 구릉들, 해안가의 백사장과 갯벌, 그리고 하얀 모래톱과 염생식물 군락 등으로 인해 매우 특색 있는 경관미를 가진다. 이 곳 갯벌에는 법적 고유종과 멸종 위기종이 보고된 바 없고, 펄, 모래, 자갈이 다양하게 혼합된 6종의 갯벌 퇴적물 내에 총 153종의 대형저서동물이 서식하는 것으로 보고되고 있다[20]. 염생식물은 무안군 현경면 현화리 해안에서 총 6과 21종이 출현하며, 주요 우점종은 해홍나물, 큰비쑥, 갯잔디, 갯질경, 퉁퉁마디, 갯그렁, 갈대, 지채 등이다[21]. 조류는 중부리도요, 머리오리, 쇠백로, 왜가리 등 을 포함하여 총 29종의 1,288개체가 관찰된다[22]. 갯벌 내의 양식어장은 2008년 현재 총 37건에 1168.5 ha (11.6 km^2)로서 전체 갯벌 면적의 32.6%를 차지하며, 이 곳에 대한 간척 및 매립 계획은 아직까지 없는 것으로 파악되고 있다.

Table 5에는 무안갯벌의 평가결과가 요약되어 있다. 무안갯벌은 지역의 보존의지(20점)에서 가장 높은 점수를 받고, 다양성(17.5점), 자연성(17.5점), 훼손 가능성(17.5점) 등에서도 비교적 좋은 평가를 받으나, 전형성(12.5점)에서는 좋은 평가를 받지 못하는 것으로 나타났다. 무안갯벌이 획득한 평가점수는 85점으로서 2등급 갯벌에 해당하였다(Table 5).

3.2.2. 증도갯벌

증도는 목포에서 북서방향으로 49.4 km 떨어진 지점에 위치하고, 서쪽은 자은도, 남쪽은 암태도, 북쪽은 지도, 그리고 북서쪽은 임자도와 이웃하며, 유인도 8개와 무인도 91개로 이루어진 섬이다. 섬의 남북 최대길이는 8.5 km, 동서 최대길이는 6 km로서 총 면적은 33.5 km^{2}에 달하며, 섬 전체가 중생대 후기의 퇴적암으로 구성되어 있다. 증도에는 연간 18,000톤의 천일염을 생산하는 국내 최대 규모의 태평염전이 위치하고, 서부 해안에는 남북 방향으로 약 4 km에 걸쳐 우전해수욕장이 발달하며, 남부와 동부 해안에는 1~4 km의 폭을 갖는 넓은 갯벌이 분포하고 있다(Fig. 2). 증도의 남서부에 위치한 면

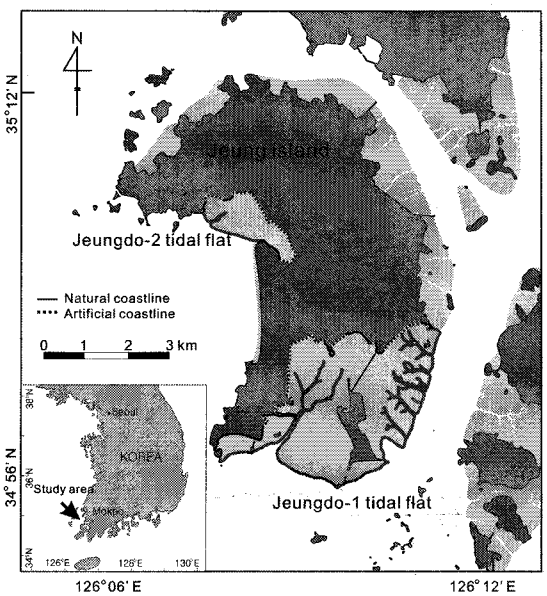

Fig. 2. Map showing the tidal flats of Jeung Island.

도수로에서 조류는 창조류가 북서방향으로 139 cm/s, 낙조류가 남쪽 방향으로 123 cm/s의 유속을 보여 창조우세(flood-dominant)의 특징을 보인다[23].

본 연구의 대상지역은 증도의 남동부 해안에 위치한 증도1지구 갯벌(9.9 km^2)과 증도의 서부, 즉 우전해수욕장의 북쪽에 위치한 증도2지구 갯벌(1.6 km^2)이다(Fig. 2). 증도1지구 갯벌은 증도의 남동해안에 위치한 섬갯벌로서 퇴적이 우세하여[24] 갯벌이 바다 쪽으로 성장하는 것으로 판단된다. 전체 해안선(11.3 km)의 55.9% (6.3 km)가 자연 해안선으로 이루어져 있고, 해안을 따라 낙조를 감상할 수 있는 해안절벽과 선착장, 그리고 넓은 갯벌이 자리하고 있다. 갯벌 퇴적물은 펄(M), 함자갈 모래질펄((g)sM), 함자갈 펄질모래(gmS) 등 3개의 퇴적상으로 구성된다[24], 저서생물은 총 49종 1,215개체가 출현하고, 주요 우점종은 버들갯지렁이 (*Hetoromastus filiformis,* 64.1%), 두토막눈썹참갯지렁이(*Perinereis aibuhitensis*, 7.2%), 비틀이고등(*Cerithedia opsilla cingulata*, 3.0%), 옆새우(*Amphithoe* sp., 2.9%) 등이다[24]. 조류는 참새(47.4%), 흰뺨검둥오리(11.9%), 제비(9.0%) 등을 포함하여 총 31종 1,054 개체가 관찰되며[22]. 갯벌 퇴적물의 COD 농도는 평균 6.4 mg/g이다[24]. 갯벌 내의 양식장 면적은 4건에 총면적 237.7 ha

Table 6. Evaluation results for the tidal flat of Jeungdo-1, southwestern coast of Korea

Item	Criteria			Jeungdo-1 tidal flat		
	Subitem	Grade	Score	Evaluation	Score	Reference
Scarcity	1. Legal protection species	Present				MMF*, 2002
		Absent		○		
	2. Major habitats of marine animals	Present				MMF, 2002
		Absent		○		
Diversity	1. Species no. of benthic animals	100 sp. <	20			49 sp. (MMF, 2002)
		40-100 sp.	15	○	15	
		40 sp.>	10			
	2. Types of bottom sediments	3 types<	20	○	20	3 types (MMF, 2002)
		2 types	15			
		1 types	10			
	3. Species no. of halophytes	8 sp. <	20			No data
		4-8 sp.	15			
		4 sp.>	10			
	4. Abundance of birds	20,000 ind. <	20			31 sp. 1,054 ind. (Lee and Kim, 1997)
		5,000-20,000 ind.	15			
		5,000 ind. >	10	○	10	
	av.				15.0	
Naturalness	1. Coastal landscape	Natural	20			This study
		Semi-natural	15	○	15	
		Artificial	10			
	2. % of natural coastline	70% <	20			55.9% (This study)
		30-70%	15	○	15	
		30% >	10			
	3. COD of bottom sediments	10 mg/g >	20	○	20	6.4 mg/g (MMF, 2002)
		10-25 mg/g	15			
		25 mg/g <	10			
	av.				16.7	
Uniqueness	1. Occurrence type of tidal flat	Estuarine type	20			This study
		Embayment, open coast type	15			
		Island type	10	○	10	
	2. Tidal-flat characteristics	Progradational	20	○	20	MMF, 2002
		Equilibrium	15			
		Retrogradational	10			
	av.				15.0	
Destruction possibility	1. Plan of reclamation works	Absent	20	○	20	This study
		Not determined	15			
		Present	10			
	2. Size of coastal farms	30% >	20	○	20	23.8% (This study)
		30-70%	15			
		70% <	10			
	av.				20.0	
Preservation will	1. Will of local government	High	20	○	20	This study
		Medium	15			
		Low	10			
	2. Will of residents	High	20	○	20	This study
		Medium	15			
		Low	10			
	av.				20.0	
* MMF: Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Korea			av. sum	86.7		Grade 2

Table 7. Evaluation results for the tidal flat of Jeungdo-2, southwestern coast of Korea

Item	Criteria			Jeungdo-2 tidal flat		
	Subitem	Grade	Score	Evaluation	Score	Reference
Scarcity	1. Legal protection species	Present				MMF*, 2002
		Absent		○		
	2. Major habitats of marine animals	Present				MMF, 2002
		Absent		○		
Diversity	1. Species no. of benthic animals	100 sp. <	20			19 sp. (MMF, 2002)
		40-100 sp.	15			
		40 sp.>	10	○	10	
	2.Types of bottom sediments	3 types<	20	○	20	3 types (MMF, 2002)
		2 types	15			
		1 types	10			
	3. Species no. of halophytes	8 sp. <	20			No data
		4-8 sp.	15			
		4 sp.>	10			
	4. Abundance of birds	20,000 ind. <	20			31 sp. 1,054 ind. (Lee and Kim, 1997)
		5,000-20,000 ind.	15			
		5,000 ind. >	10	○	10	
	av.				13.3	
Naturalness	1. Coastal landscape	Natural	20	○	20	This study
		Semi-natural	15			
		Artificial	10			
	2. % of natural coastline	70% <	20			27.9% (This study)
		30-70%	15			
		30% >만	10	○	10	
	3. COD of bottom sediments	10 mg/g >	20	○	20	8.3 mg/g (MMF, 2002)
		10-25 mg/g	15			
		25 mg/g <	10			
	av.				16.7	
Uniqueness	1. Occurrence type of tidal flat	Estuarine type	20			MMF, 2002
		Embayment, open coast type	15			
		Island type	10	○	10	
	2. Tidal-flat characteristics	Progradational	20	○	20	MMF, 2002
		Equilibrium	15			
		Retrogrational	10			
	av.				15.0	
Destruction possibility	1. Plan of reclamation works	Absent	20	○	20	This study
		Not determined	15			
		Present	10			
	2. Size of coastal farms	30% >	20			60.2% (This study)
		30-70%	15	○	15	
		70% <	10			
	av.				17.5	
Preservation will	1. Will of local government	High	20	○	20	This study
		Medium	15			
		Low	10			
	2. Will of residents	High	20	○	20	This study
		Medium	15			
		Low	10			
	av.				20.0	
* MMF: Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Korea			av. sum	82.5		Grade 2

로서 전체 갯벌의 23.8%를 차지한다. 현재까지 이 지역에 대한 간척 및 매립 계획은 없으며, 지역의 보존의지는 전라남도에 갯벌 도립공원의 지정을 신청한 것으로 보아 높은 것으로 파악된다. Table 6에는 증도1지구 갯벌의 평가결과가 요약되어 있다. 증도1지구 갯벌은 지역의 보존의지(20점), 훼손 가능성(20점), 자연성(16.7점)에서 비교적 좋은 평가를 받는 반면, 다양성(15점)과 전형성(15점)에서는 그리 좋은 평가를 받지 못하는 것으로 나타났다. 증도1지구갯벌에 대한 전체 평가점수는 86.7점으로서 2등급 갯벌로 분류되었다(Table 4, 6).

증도2지구 갯벌은 증도의 서쪽에 위치한 섬갯벌로서 약 1.6 km^2 의 면적을 갖는다. 갯벌의 서쪽으로는 해안도로를 따라 낙조와 섬들을 조망할 수 있는 아름다운 돌출해안이 위치하고, 동쪽으로는 거대한 태평염전이 존재하며, 남쪽으로는 4 km의 해안을 따라 우전해수욕장이 발달한다. 갯벌에는 서해비단고등(*Umbonium thomasi*, 44%), *Laternula flexuosa* (33.8%), 왕좁쌀무늬고등(*Nassarius festivus*, 4.9%), 댕가리(*Batillaria cumingii*, 3.4%) 등 총 19종 411개체의 연체동물이 서식한다[24]. 갯벌 퇴적물은 펄(M), 모래질 펄(sM), 펄질 모래(mS) 등 3개의 퇴적상으로 구성되며, 증도1지구 갯벌에 비해 상대적으로 모래의 분포범위가 넓은 편이다[24]. 조류는 총 31종 1,054개체가 출현하며, 주변 육지에서 2종의 천연기념물(붉은배새매, 황조롱이)과 2종의 희귀종(쏙독새, 청호반새)이 관찰된 바 있다[22]. 해안선은 27.9%(1.42 km)가 자연 상태의 해안선이며, 퇴적물의 COD 농도는 평균 8.3 mg/g이다[22]. 허가된 양식장 면적은 98.1 ha로서 전체 갯벌의 60.2%를 차지한다. Table 7에는 증도2지구 갯벌의 평가결과가 요약되어 있다. 지역의 보존의지(20점)와 훼손 가능성(17.5점)에서 비교적 높은 점수를 받으나, 다양성(13점)과 전형성(15점)에서는 비교적 낮은 점수를 받은 것으로 나나났다. 증도2지구 갯벌의 평가점수는 82.5점(2등급 갯벌)으로서 조사된 세 곳 중 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 8에는 무안갯벌, 증도1지구 갯벌, 증도2지구 갯벌의 평가결과가 함께 제시되어 있다. 세 곳의 갯벌 중 평가점수가 가장 높은 갯벌은 증도1지구 갯

Table 8. Comparison of evaluation results for the three different tidal flats

Item	Subitem	Score		
		Muan T.F.	Jeungdo-1 T.F.	Jeungdo-2 T.F.
Scarcity	1. Legal protection species	Absent	Absent	Absent
	2. Major habitats of marine animals	Absent	Absent	Absent
Diversity	1. Species no. of benthic animals	20	15	10
	2. Types of bottom sediments	20	20	20
	3. Species of halophytes	20		
	4. Abundance of birds	10	10	10
	av.	17.5	15.0	13.3
Naturalness	1. Coastal landscape	20	15	20
	2. % of natural coastline	15	15	10
	3. COD of bottom sediments		20	20
	av.	17.5	16.7	16.7
Uniqueness	1. Occurrence type of tidal flat	15	10	10
	2. Tidal-flat characteristics	10	20	20
	av.	12.5	15.0	15.0
Destruction possibility	1. Plan of reclamation	20	20	20
	3. Size of coastal farms	15	20	15
	av.	17.5	20	17.5
Preservation will	1. Will of local government	20	20	20
	2. Will of residents	20	20	20
	av.	20.0	20.0	20.0
av. sum		85.0	86.7	82.5

벌이었으며, 그 다음이 무안갯벌, 증도2지구 갯벌 순이었다. 특히 증도1지구 갯벌은 전형성과 훼손 가능성에서, 그리고 무안갯벌은 다양성과 자연성에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

4. 결 론

1) 갯벌은 지구 생태계 면적의 0.3%를 차지하는 매우 희귀한 환경일 뿐만 아니라, 어패류의 중요한 산란장이자 서식지이며, 영양염류의 공급원, 오염물질의 정화자, 해안육지의 보호자로서 훌륭한 기능과 가치를 가지기 때문에 보호되고 관리되어야 한다.

2) 갯벌의 보호와 관리를 위해서는 갯벌에 대한 보호지역 지정이 필요하며, 갯벌을 보호지역으로 지정하기 위해서는 갯벌의 보전가치를 평가할 수 있는 객관적 평가기준이 필요하다.

3) 본 연구는 갯벌의 보전가치를 평가할 수 있는 새로운 평가기준을 개발하였다. 이 평가기준은 희귀성, 다양성, 자연성, 전형성, 훼손 가능성, 지역의 보존의지 등 6개 항목에 의해 갯벌을 평가하는 정량적이며 객관적인 방법으로서 전문가에 의한 최소한의 조사와 기존자료를 통해 쉽게 평가할 수 있는 장점을 갖는다.

4) 새로 개발된 평가기준에 의해 무안갯벌, 증도1지구 갯벌, 증도2지구 갯벌을 평가한 결과, 모두 2등급 갯벌에 속하였고, 평가점수가 가장 높은 갯벌은 증도1지구 갯벌, 무안갯벌, 증도2지구 갯벌 순이었다. 특히 증도1지구 갯벌은 훼손 가능성과 전형성 면에서, 무안갯벌은 다양성과 자연성 면에서 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 호남지역 Sea Grant 시범대학사업단(2006)의 지원과 목포대학교의 해외파견 교수 지원에 의한 논문임.

참 고 문 헌

1) Field J. G., Hempel G., Summerhayes C. P., 2002, Oceans 2020, Island press, 365pp.
2) 한국해양수산개발원, 2002, 해상국립공원의 합리적인 관리방안 연구, 233pp.
3) 환경부, 1999, 국립공원구역 타당성 조사기준, 12pp.
4) 해양수산부, 2006, 연안습지보호지역 지정기준 마련을 위한 워크숍, 18pp.
5) Rattcliff D. A., 1977, A nature conservation review, Cambridge University Press, 25-64.
6) Usher M. B., 1980, An assessment of conservation values within a large site of special scientific interest in North Yorkshire, Field Studies, 5(2), 323-348.
7) Eagles P. F. J., 1984, The planning and management of environmentally sensitive areas, Longman Inc., 40-46.
8) Millard A. B., 1993, Ecological survey and evaluation of the proposed earth centre site, Leeds Metropolitan University, 65pp.
9) London Ecology Unit, 1994, Policy, criteria and procedures for identifying nature conservation sites in London, London Ecology Unit, 9pp.
10) Klijin F., 1994, Ecosystem classification for environmental management, Kluwer Academic Publishers, 323pp.
11) Sutherland W. J., Hill D. A., 1995, Managing habitats for conservation, Cambridge University Press, 25-83.
12) English Nature, 1997, Nature conservation objectives in shoreline management plan: a suggested approach, English Nature, 30pp.
13) Kelleher G., 1999, Guidelines for marine protected areas, IUCN, Gland Switzerland, and Cambridge, UK, 107pp.
14) 고창군, 2007, 고창갯벌 습지보호지역 지정계획(안), 268pp.
15) 한국자원연구소, 1971, 한국지질도(망운도폭) 1:50000, 25pp.
16) 박용우, 1998, 함평만 조석잔차류와 천해조에 관한 수치실험, 석사학위논문, 해양학과, 전남대학교, 광주, 80pp.
17) 국립지리원, 1983, 연안해역 기본조사 보고서(법성포 지역), 60pp.
18) 기상청, 1991, 한국기후표: 제II권 월별평년값(1961-1990), 418pp.
19) 장진호, 김여상, 조영길, 1999, 해안침식이 우세한 반폐쇄적 조간대의 퇴적작용: 한국 서해안의 함평만, 한국해양학회지-바다, 4, 117-126.
20) 해양수산부, 2002, 무안갯벌 습지보호지역 관리계획, 75pp.
21) 환경부, 2003, 우리나라 서남해안 염습지 염생식물군락의 생태적 현장보존 및 관리기술 개발(중간보고서), 292pp.
22) 이두표, 김상범, 1997, 신안 일대의 조류, 18pp.
23) 수로국, 1994, 수로기술연보(서지 제1101호), 132-149.
24) 해양수산부, 2002, 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구, 885pp.