

조간대 지역의 올바른 관리 및 이용방안에 관한 연구

박 의 준* · 서 중 철**

본 연구에서는 우리나라의 대표적인 조간대 퇴적지형인 강화도 남단 갯벌을 사례로 서해안 조간대 지역의 퇴적환경을 구명하고 올바른 이용 및 관리방안을 고찰하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 강화도 남단 갯벌은 세계적으로 그 가치가 인정되고 있는 지형·생태적으로 중요한 해안습지이다. 그러나 해안생태계의 자정작용 역할을 하는 염생습지의 대부분은 간척되어 현재는 농경지로 이용되거나 그대로 방치되고 있다. 둘째, 강화도 남단 갯벌의 평균 조석간만의 차는 7.3m로, 조석차를 바탕으로 권역을 구분하면 고위 조간대·중위 조간대·저위 조간대 및 천해로 구분 지을 수 있다. 또한 대부분 간척된 과거 염생습지로 이루어진 육지권역이 포함될 수 있다. 셋째, 연구지역의 퇴적환경을 지시한다고 판단된 표층 퇴적물의 물리적 특성을 분석한 결과 평균 입도 분포는 모래 41.5%·실트 47.3%·점토 11.2%로 나타나서 실트의 비율이 상당히 높은 비율을 차지하고 있는데, 이는 퇴적물의 생태적 특성을 지시하는 것이다. 넷째, 권역별 이용 및 관리방안으로는 ① 고위 및 중위 조간대는 갯벌 체험학교와 인공 염생습지, 그리고 양식업 대상지로 이용할 수 있으며 오염물질의 유입과 양식장 관리가 중요한 곳이다. ② 저위 조간대는 특정기간의 갯벌체험과 바다 낚시 대상으로 이용할 수 있으며 조류의 통과시기와 패류의 산란시기에는 각별한 주의가 요구되는 곳이다. ③ 천해는 외해와 인접한 곳으로서 극히 일부 기간의 갯벌 체험과 바다 낚시 대상으로 이용할 수 있는 곳이다. ④ 인접 육지부는 방조제를 이용한 철새관찰용 시설물 설치와 갯벌의 생태적 특징을 중심으로 한 홍보물을 설치할 수 있는 생태 관광지 대상지이다. 또 갯벌부로 유입되는 생활하수와 축산폐수의 관리가 중요한 곳이기도 하다.

주요어 : 조간대 지역, 염생습지, 표층 퇴적물, 퇴적환경, 생태 관광지.

1. 서론

1) 문제제기 및 연구의 목적

조간대 환경(intertidal environment)은 육지와 바다의 접이치대에 위치하여 밀물과 썰물의 관계 속에서 침수와 노출이 반복되며, 해식에·파식대와 같은 침식지형과 갯벌·염생습지·비치와 같은 퇴적지형이 다양하게 나타나는 지역이다(Vile and Spencer, 1994). 생태적으로 보았을 때에는 경제적인 가치가 큰 어패류를 포함하여 많은 종류의 해양

생물이 이 곳에서 유년기를 보내며 각종 철새들도 이 곳을 주요 서식공간으로 이용한다. 이와 함께 조간대 환경에 발달한 갯벌과 염생습지는 육상으로부터 유입되는 각종 오염물질을 정화하고 대규모 자연재해로부터 육지를 보호하는 역할을 하기도 한다. 또한 상업용지·공업용지·간척농지·관광지 등에 두루 유용한 조건을 갖추고 있기 때문에 경제적인 관점에서 보더라도 매우 매력적인 지역이다(Goldberg, 1994).

1980년대 중반 이후 전 세계적으로 친환경적 개발의 패러다임이 본격화되면서, 조간대 환경에 대

* 전남대학교 호남문화연구소 전임연구원(ejpark@chonnam.ac.kr)

** 환경부 생태조사단실 책임위원(jcseo@chollian.net)

한 관심 또한 급증하였다. 이러한 패러다임의 전환으로 조간대 환경을 중심으로 한 해안환경의 개발과 이용에 대해서도 많은 연구를 수행하고 하였으며, 이에 따라 조간대 지역의 현명한 이용을 위한 방안들이 세계 여러 지역에서 활발하게 연구되고 있다(Ramsar Convention Bureau, 1993). 흔히 람사협약(Ramsar Convention)으로 지칭되는 조간대 환경에 대한 현명한 이용 지침은 현재도 지속적으로 보완·제시되고 있는데, 여기에는 지리학·생물학

본 연구는 우리나라 서해안 조간대 환경 가운데 중요한 위치를 차지하고 있는 강화도 남단 갯벌의 퇴적환경을 지형·생태적 특징을 중심으로 살펴본 이의 효과적인 관리 및 이용방안을 모색해 보는데 주안점을 두었다. 이러한 연구는 나아가서 우리나라 연안역의 친환경적인 이용방안을 제시하는 하나의 지표로서도 활용될 수 있을 것이다. 이를 위한 연구의 이론적 배경과 기본 방향, 그리고 구체적인 연구 내용은 다음과 같다(그림 1).

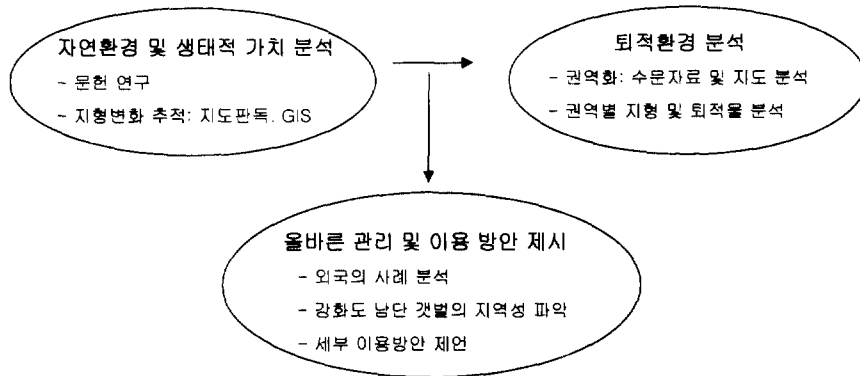


그림 1. 연구의 흐름도 및 연구방법

· 해양학·생태학·지질학과 같은 여러 학문 분야가 다양한 방법으로 참여하고 나름대로의 연구결과들을 제시하는 다학문적 접근방법이 활용되고 있다(IUCN, 1993; 박의준, 2001).

우리나라는 미국의 남동부 해안, 유럽의 북해 연안과 함께 세계 3대 조간대 환경을 보유하고 있는 국가로서 1995년 OECD 가입 이후 람사협약에도 활발하게 참여하고 있다. 그러나 70년대 이후 계속되어 온 개발위주의 정책은 여전히 조간대 환경의 친환경적 이용에 많은 걸림돌이 되고 있으며, 현재도 이와 관련한 많은 사안들이 사회적 문제화되고 있는 실정이다¹⁾. 이에 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 조간대 퇴적지형인 강화도 남단 갯벌을 대상으로 조간대 지역의 올바른 관리 및 이용 방안을 고찰하는 것을 주목적으로 하였다.

2) 이론적 배경 및 연구 방법

첫째, 연구지역의 가치와 현 상황을 사실대로 파악하고 평가하였다. 이를 위해서 연구지역이 가지고 있는 자연환경 및 생태적 특징을 문헌연구와 지도분석을 통하여 파악하였다. 이러한 작업은 연구지역이 가지고 있는 잠재적 특징을 올바르게 파악할 수 있도록 할 뿐만 아니라 이 후 구체적인 분석 작업에 있어서도 중요한 자료를 제공한다. 본 연구에서는 강화도 남단 갯벌에 대한 기존의 연구 보고서(환경처, 1991; 국립공원관리공단, 1998)와 아시아 습지협약 보고서(IUCN·AWB, 1995)를 토대로 생태적 특징을 파악하였다. 그리고 주요 시기별 지형도 및 해도 판독을 토대로 강화도 남단 갯벌의 지형변화를 분석하였다.

둘째, 연구지역의 퇴적환경을 계량적인 접근방법에 의거하여 평가하였다. 이를 위해서 조석을 중심으로 한 수문자료와 해도 및 지형도 분석을 통하여 연구지역의 지형을 권역화(zonation)하고 권역별 토

조간대 지역의 올바른 관리 및 이용방안에 관한 연구

지이용과 지형적 특징, 그리고 표층 퇴적물의 물리적 특성을 파악하였다. 이러한 작업은 연구지역의 올바른 이용 및 관리방안을 도출하는데 있어 지리·공간적인 기준을 제시하여 준다는 점에서 중요한 의미를 갖는다.

셋째, 연구지역의 현실 상황에 정책을 효과적으로 연결시키는 작업으로 연구결과를 토대로 나름대

1) 지역개관

강화도는 경기만의 중부지역에 위치한 우리나라에서 5번째로 큰 섬이다. 섬의 동쪽은 거의 전 길이에 걸쳐 300~1,000m 폭의 좁은 염하를 경계로 수도권 지역과 분리되어 있으며, 서쪽과 남쪽에는 크고 작은 섬들이 산재해 있다(그림 2). 강화도는

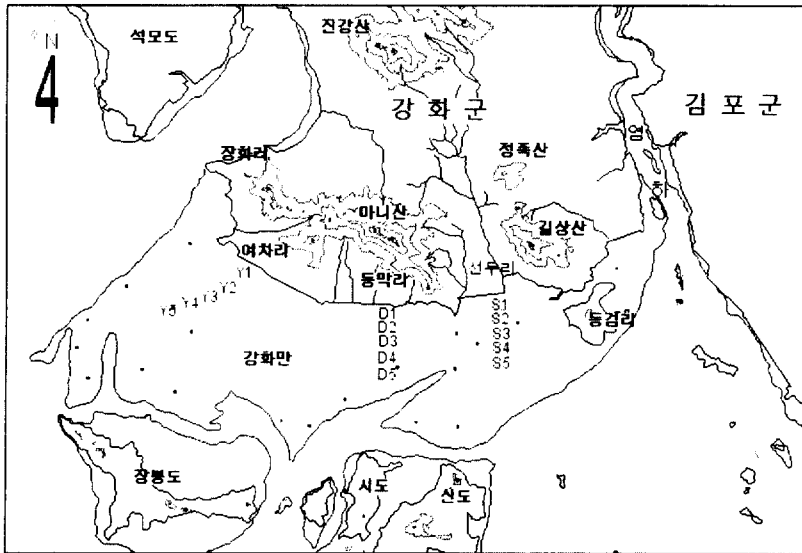


그림 2. 강화도 남단 갯벌의 위치와 지형 (1:50,000 지형도와 해도를 중첩시켜 표현. S.D.J는 퇴적물 채취 지점)

로의 제언을 하였다. 이 단계에서는 랍사협약의 “현명한 이용에 관한 개념”이 중요한 역할을 하였다. 이 접근방법의 핵심개념은 “자연적인 가치를 늘리고, 인위적인 이용을 줄이는 것”으로, 세부적인 목표로는 ① 수문·지형·퇴적학적 프로세스 유지 ② 생태계에 영향을 주지 않을 정도로 수문·토양·대기 상태 개선 ③ 동식물군의 서식 조건을 최적의 상태로 유지 ④ 경관의 미적 요소 보존 등이다. 본 연구에서는 이러한 개념과 목표를 바탕으로 강화도 남단 갯벌의 올바른 이용 및 관리방안을 제시하고, 생태 관광지화를 위한 나름대로의 방안을 살펴 보았다.

2. 자연환경 및 생태적 가치

북쪽에 예성강의 하구가 있고 동북쪽에는 임진강과 한강의 하구가 있어서 주변 해역은 담수의 영향을 받고 있다. 또한 강화리·여차리·동막리·선두리·초지진에 이르는 강화도 남단 갯벌은 지역 주민들의 중요한 삶의 터전이며, 수많은 해양생물 및 조류들의 서식지일 뿐만 아니라 새로운 관광자원으로 부각되고 있다. 또한 섬 생태계임에도 불구하고, 산지·하천·조간대·외해 등 다양한 지형이 동시에 나타난다. 섬의 육지부에서 발원한 소규모 하천은 남단 갯벌로 유입하며, 조간대 지역에는 간조시 노출되는 퇴적층이 매우 넓게 나타난다.

강화도 남단 갯벌은 우리나라의 서해안 중에서도 평균 조석간만의 차가 7.3m로 크게 나타나는 곳으로(건설부 국립지리원, 1991), 이의 대부분을 차

지하고 있는 갯벌 생태계는 해양과 육지가 만나는 접이지대이나 육지 생물보다는 해양 생물이 우세하게 나타난다. 갯벌 환경은 조석의 주기적인 변동에 의해 해수에 의해 침수되거나 노출되는 현상이 주기적으로 나타나기 때문에, 수온과 염분 변화가 하

mm 정도이며 물 사정은 양호한 것으로 판단된다. 전체적으로 수분 잉여량이 뚜렷하게 띄는 달은 찾아볼 수 없으며, 그나마 3·4월이 수분 잉여량이 많았는데, 이는 오히려 건조한 봄철에 수분 잉여량이 많은 지역 특성을 보여준다(표 1).

표 1. 강화도의 기후 및 수분수지

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	합계
기온	-2.4	-1.2	3.6	10.2	15.5	19.8	23.6	24.8	20.4	14.2	7.0	-0.1	
강수량	47.7	53.5	85.3	118.0	149.8	145.7	130.2	141.2	120.2	99.8	65.2	49.9	1206.5
열지수	0.0	0.0	0.6	2.9	5.6	8.1	10.5	11.3	8.4	4.9	1.6	0.0	53.83
잠재증발산량	0.0	0.0	7.6	42.9	81.2	111.6	142.5	143.9	99.8	57.6	17.6	0.0	
저장량	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	87.7	85.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
실제증발산량	0.0	0.0	7.6	42.9	81.2	111.6	142.5	143.9	99.8	57.6	17.6	0.0	704.6
수분결핍량	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
수분잉여량	47.7	53.5	74.7	75.1	68.6	34.1	0.0	0.0	5.4	42.2	47.6	49.9	498.8

구역이나 인근해 환경에 비해서 크게 나타나지만 유기물이 풍부하고 해수의 유동으로 산소의 공급이 원활하기 때문에 풍부한 생물상을 보인다(환경처, 1991). 특히 갯벌은 각종 갑각류와 조개류, 갯지렁이류가 다량으로 서식할 수 있는 조건을 제공하는 공간이기 때문에 생산성이 높은 양식장으로 이용할 수 있는 천혜의 자원보고이다.

강화도의 기후를 살펴보면 한반도 서해 중부지역인 대륙의 변경에 위치한 관계로 겨울철에는 서고동저형, 여름철에는 남고북저형의 기압배치로 겨울철에는 한랭건조한 북서 내지 북풍이 불며, 여름철에는 고온다습한 편남풍이 분다. 강수량은 연평균 1,344.8mm이며, 연강수일수는 101.2일이고 주로 5월에서 9월 사이에 집중된다. 연평균 기온은 11.8℃이고 연교차는 1월의 -2.4℃에서 8월의 24.8℃로 27.2℃이다.

강화도의 기후를 수분수지 분석을 통해 살펴보면, 수분결핍이 있는 달은 없으며 수분 저장량이 다른 달에 비해서 7월이 123mm, 8월이 15mm 적은 것으로 나타나고 있다. 따라서 우리나라에서 일반적으로 강수량이 많은 달인 7·8월이 연구지역에서는 오히려 수분 저장량이 적게 나타나는 것은 특이한 점이다. 연구 지역의 전체적인 수분 잉여량은 498.8

2) 생태적 가치

강화도 남단 갯벌은 세계자연기금(IUCN)과 아시아 습지 보호 협약(Asian Wetlands Bureau)이 발간한 보고서(IUCN·AWB, 1995)에서 목록화한 우리나라 조간대 습지의 11.14%, 경기도 갯벌 전체의 41%에 해당되는 지역으로 그 가치가 매우 높게 평가되고 있다. 이 보고서에서는 조간대 해안습지의 가치를 크게 ① 독특한 지형 또는 그러한 형태의 서식처 보유 기능 R, ② 사회·경제적 가치로서의 기능 S, ③ 멸종 위기에 처해 있는 동식물의 서식지로서의 기능 E, ④ 그 지역의 생태·유전적 다양성을 유지시키는 기능 D, ⑤ 생물의 산란지로서의 기능 C, ⑥ 평균 20,000마리 이상의 철새 도래지로서의 기능 W로 구분하여 평가하였는데, (연구지역은) 이 기준에 의하면 D 기능을 제외한 모든 기능과 가치를 갖고 있는 것으로 평가되었다(표 2). 이러한 사실은 우리나라 조간대 환경에서 강화도 남단 갯벌이 갖는 중요성을 다시 한번 강조하는 것이어서 주목된다.

일반적으로 조간대 퇴적지형은 고도와 조류에 의한 침수·노출의 빈도, 이에 따른 식생의 유무에 따라 염생식생이 정착하여 있는 염생습지와 갯벌로

표 2. 한국의 조간대 습지 현황 및 가치 (단위: ha)

지 역	면적 및 가치	지 역	현황 및 가치
화진포·송지호 청초호·경포호	545 R·W	천수만	15,000 R·E·C·W
한강어귀	2,620 R·E·W	금강하류 어귀	500 R·W
신도	2 E	금강·만경강 당진강 어귀	20,000 R·W
강화도 남단 및 영종도 북부 갯벌	11,217 R·E·C·W	남양만	10,000 R·E·C·W
영종도 남부 갯벌과 인근 소도	9,446 R·E·C·W	주남저수지	432 E·W
한강 범섬	2,020 W	낙동강 하구	9,560 R·E·C·W
아산만	15,000 R·E·C·W	학동만	3,000 R·W

출처: AWB·IUCN, 1995.

표 3. 우리나라 서해안의 간석지 면적 변화 추이 (단위: ha)

지 역	면 적		증 감
	1970	1998	
경기·인천	107,666	57,132	-50,534
충청남도	50,288	5518	-44,770
전라북도	21,887	746	-21,141
전라남도	94,662	12,546	-82,116

출처: 국립공원관리공단, 1998.

크게 양분된다(Chabreck, 1987). 이 중 염생습지는 식생이 정착하고 대부분 공기에 노출되어 있어 상당 부분 육상지화되어 있어 생태적 다양성이 풍부할 뿐 아니라 간척사업에도 더할 나위 없이 매력적인 곳이다. 이러한 사실은 1970년대 이후 우리나라 서해안의 간척사업에 따른 간석지 면적 변화에서도 알 수 있다(표 3).

강화도의 경우에도 예외가 아니어서 강화도에 존재하였던 염생습지의 대부분은 일제시대 이후 간척되었다. 따라서 일제시대 초기의 지형도와 최근의 지형도를 비교함으로써 강화도 남단 갯벌의 해안선 및 지형변화를 파악할 수 있었다(그림 3)²⁾. 여기에서 보는 바와 같이 강화도 남단의 여차리와 동

막리, 그리고 장화리 일대 조간대 지역의 염생습지는 대부분 간척되어 있음을 알 수 있다. 따라서 현재 이 지역의 염생습지는 여차리의 인위적 갈대숲 이외에는 찾아볼 수 없는 실정이다. 그리고 간척사업으로 사라진 염생습지로 말미암아 현재 강화도 남단 갯벌에 유입되는 각종 오폐기물이 자연적으로 정화되는 데에는 한계가 나타나고 있다. 따라서 세계적으로 그 가치를 인정받고 있는 강화도 남단 갯벌의 가치가 지속적으로 유지되기 위해서는 갯벌의 이용과 관리에 있어서 세심한 주의가 요구된다. 참고로 아시아에서 가장 심각하게 위협을 받고 있는 조간대 습지 목록에 강화도 남단 갯벌이 포함되었다는 사실에서도 그 중요성은 극명하게 드러난다고 할 수 있다(표 4).

3. 퇴적환경 분석

1) 수문특성 및 권역설정

일반적으로 조간대 퇴적지형의 형성과 발달에 가장 중요한 영향을 미치는 요인으로는 수문특성을 들 수 있다. 따라서 갯벌의 특성을 올바르게 파악



그림 3. 강화도 남단 갯벌의 해안선 및 지형의 변화: 1918~1999
(음영으로 표시된 부분이 간척사업으로 유실된 염생습지이다)

표 4. 서해안 조간대 퇴적환경의 위험수위와 보호의 정도

지역	위험수위*	보호의 정도**
강화도 남부와 영종도 북부 갯벌 지역	5	1
영종도 남부 갯벌, 인근 소도	5	1
남양만	5	1
아산만	5	1
천수만	4	2

* 최저 1에서 최고 5, 크기가 클수록 위험수위가 높음

** 최저 1에서 최고 4, 크기가 클수록 보호의 정도가 양호함
(여기서 1은 법적인 보호장치가 전혀 없음을 의미)

출처: IUCN·AWB, 1996.

하기 위해서는 우선 조류의 특성을 살펴보는 것이 선행되어야 한다. 특히 연구지역과 같이 내륙으로부터 유입되는 하천의 영향이 미약한 섬 생태계의 경우에는 다른 지역에 비해서 조류에 의한 퇴적작용이 중요하게 작용한다(조성권 외, 1998). 연구지역의 조류의 유형을 살피는 작업에는 천문대의 「역서(1999)」를 토대로 인천만의 조석간만 데이터가 이용되었다. 이에 의하면 연구지역의 평균 조석간만의 차는 7.3m로, 대조의 평균 만조위 9.3m·대조의 평균 간조위 -0.3m·소조의 평균 만조위 6.2m

·소조의 평균 만조위 3.1m로 나타났다(표 5).

갯벌은 조류의 영향을 직접적으로 받는 지형으로, 조류의 유형에 따라 조간대 지형의 권역이 설정될 수 있으며 실제로 이는 조간대 환경 관리에 중요한 기준이 된다. 일반적으로 조간대 퇴적지형은 대조의 만조시에만 침수되는(대부분 대기에 노출되어 있는) 고위 조간대와 대조의 간조시에만 대기에 노출되는(대부분 해수에 잠겨 있는) 저위 조간대, 그리고 두 권역 사이의 중위 조간대로 나누어질 수 있다(Prince and D'Itri, 1985). 그리고 육지

조간대 지역의 올바른 관리 및 이용방안에 관한 연구

표 5. 연구지역의 조석간만 데이터 (단위: m)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	평균
대조의 만조	9.2	9.4	9.3	9.4	9.3	9.2	9.5	9.6	9.5	9.6	9.4	9.0	9.3
소조의 만조	6.3	6.0	5.9	6.0	6.1	6.5	6.7	6.5	6.2	6.0	6.0	6.1	6.2
소조의 간조	2.7	3.1	3.0	3.2	3.0	3.0	3.1	3.3	3.4	3.2	2.9	2.8	3.1
대조의 간조	-0.6	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	2.0	-0.6	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.3

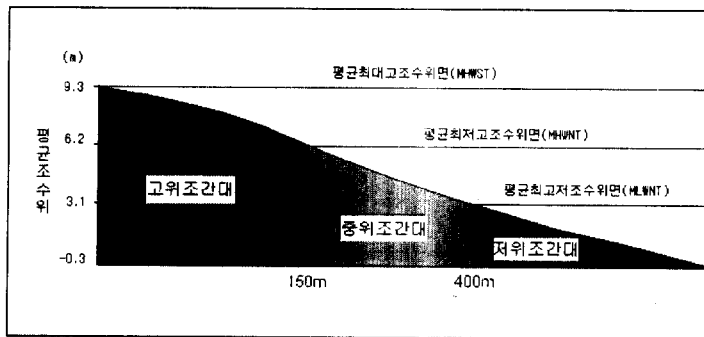


그림 4. 강화도 남단 갯벌의 주요 권역

의 영향을 직접 받는다는 특성을 고려하여 고위 조간대와 인접한 육지부를 하나의 권역으로 설정한다. 이러한 개념을 위에서의 조류의 표고 차이와 강화도 남단의 조간대 지역에 함께 적용하면 지형의 권역이 설정될 수 있다. 이에 의하면 연구지역의 경우에는 간척사업으로 육지화된 육상 권역·조석간만 표고차 평균 6.2m 이상 지역의 고위 조간대·평균 3.1~6.2m 사이의 중위 조간대·평균 3.1m 이하의 저위 조간대로 구분 지을 수 있다. 그리고 이러한 권역을 강화도 남단 갯벌의 수평 거리에 적용하면, 고위 조간대는 해안선으로부터 150m, 중위 조간대는 150~400m, 그 이하는 저위 조간대 및 천해로 구분할 수 있다(그림 5). 이상과 같이 구분된 연구지역의 지형별 권역설정은 차후 논의될 관리 및 이용 방안의 직접적인 대상이 된다.

2) 표층 퇴적물 분석

일반적으로 조간대 퇴적물은 조간대 퇴적환경을 지시하는 중요한 지표로서 활용된다(Collinson and Thompson, 1982). 따라서 본 절에서는 강화도 남

단 갯벌 퇴적물의 물리적 특성을 직접 분석함으로써 연구지역의 퇴적환경을 파악하는데 유용한 자료로써 활용하고자 한다. 퇴적물의 특징을 살펴기 위하여 연구지역을 대표한다고 판단된 선두리·동막리·여차리의 표층 퇴적물 시료를 채취하여 분석하였다. 퇴적물은 각각의 지점에서 50m간격으로 5개의 표층 시료를 채취, 3지점에서 총 15개의 시료를 채취하였다(그림 2).

본 연구에서는 퇴적물의 물리적 특성을 크게 퇴적구조와 입도 분포를 중심으로 살펴보았다. 퇴적구조를 살펴보면 모든 지점 모두 입상구조(granular structure)는 거의 보이지 않고 대부분 판상구조(platy structure)로 되어 있다. 이렇게 입단이 형성되지 않는 이유는 소듐 이온(Na)의 농도가 높기 때문인데, 이는 서해안 조간대 및 간척지 퇴적물 연구(박의준, 1995; 서종철, 1994)에서도 밝혀진 바 있다. 그리고 판상구조가 주를 이루는 것은 현재의 퇴적환경이 포상홍수(sheet flow) 형태로 유출입이 이루어지는 조류의 영향이 주를 이룬다는 것을 의미하는 것이다(Moreno, 1981) 각 지점의 층상구조(bedding structure)를 살펴보면, 평균적으로 표층

으로부터 3~4cm까지는 황갈색이 산화층이 나타나고 그 아래쪽으로는 암갈색의 환원층이 나타난다. 이러한 결과는 조류에 의한 침수빈도와 관련이 있는 것이다.

다음으로 갯벌 퇴적물의 입도 분포를 살펴보면 다음과 같다. 일반적으로 조간대 퇴적물의 입도 분포는 조간대 환경에 서식하는 각종 어패류의 서식 조건을 결정하는 중요한 지표이다(Odum, 1982). 본 연구에서는 분석 결과를 강화도 서부 해안의 연구 결과와 비교하였다. 15개 지점의 평균 입도 분포는

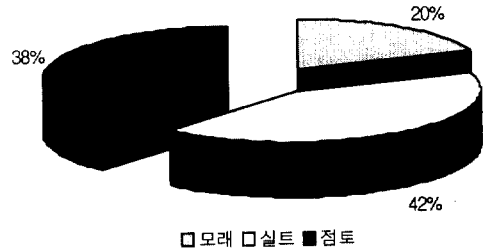


그림 6. 서부 조간대의 평균 입도 분포: 외포리

표 6. 강화도 남단 갯벌의 입도 분포 (단위: %)

	동막리 갯벌						선두리 갯벌						여차리 갯벌						평균
	D1	D2	D3	D4	D5	평균	S1	S2	S3	S4	S5	평균	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	평균	
모래	31	34	33	33	28	31.80	33	35	37	32	30	33.40	33	33	31	33	34	32.73	32.80
실트	54	48	48	47	52	49.80	53	49	45	49	49	49.00	52	51	52	50	49	50.84	49.40
점토	15	18	19	20	20	18.40	14	16	18	19	21	17.60	15	16	17	17	17	16.43	17.8

모래 31.8%·실트 49.8%·점토 18.4%로 나타났으며(그림 5), 지역별 분포는 동막리의 경우 모래 31.8%·실트 49.8%·점토 18.4%, 선두리의 경우 모

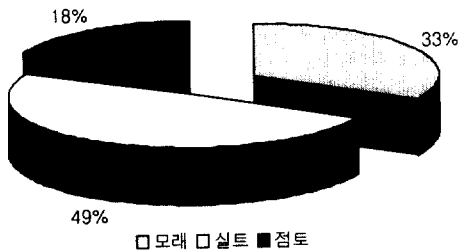


그림 5. 연구지역의 평균 입도 분포

래 33.4%·실트 49.0%·점토 17.6%, 여차리의 경우 모래 32.73%·실트 50.84%·점토 16.43%로 나타나 지역별 차이는 크게 나타나지 않았다(그림 7). 이는 연구지역의 경우 퇴적물 채취 지점의 퇴적환경이 큰 차이가 나타나지 않고 있음을 지시하는 것이다. 그리고 강화도 서부 조간대 퇴적물의 연구 결과에 비해서는 조립질의 비율이 훨씬 높은 수치인데, 이는 강화도 서부 조간대와 남단 조간대의 퇴적환경이 국지적으로 다르기 때문으로 분석된다

표 7. 강화도 서부 조간대 갯벌의 입도 분포 (단위: %)

	모래	실트	점토
비율	19.5	42.5	38.0

출처: 박의준, 1995

측정장소: 강화도 서부 외포리 해안

(그림 6).

지점별 입도 분포는 내륙에서 외해로 나아가면서 큰 규칙성은 나타나지 않았지만, 점토의 경우 외해로 가면서 점차 증가하는 경향을 나타내었다(그림 8·9·10). 전체적으로 보았을 때에는 점토의 비율에 비해서 실트와 모래의 비율이 높으며, 특히 실트의 비율이 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이러한 입도 분포는 생태적으로 중요한 의미를 갖는다. 일반적으로 실트는 (상대적으로) 입자 사이의 공극이 크므로 통기성과 배수성이 양호한 반면, 점토는 공극이 작아 통기성과 배수성이 상당히 떨어진다(Donahue, 1988). 따라서 실트의 비율이 높다는 것은 그만큼 염생식생이나 수저생물(게·갯지렁이 등)이 서식하기에 유리한 조건이라는 것을 나타낸다.

조간대 지역의 올바른 관리 및 이용방안에 관한 연구

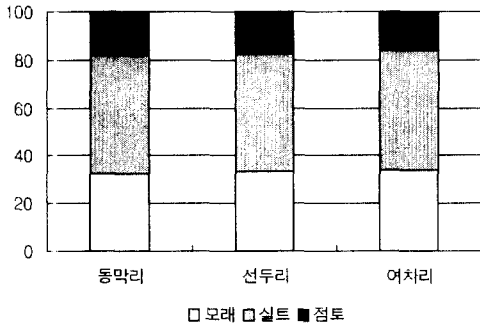


그림 7. 연구지역의 지역별 입도 분포

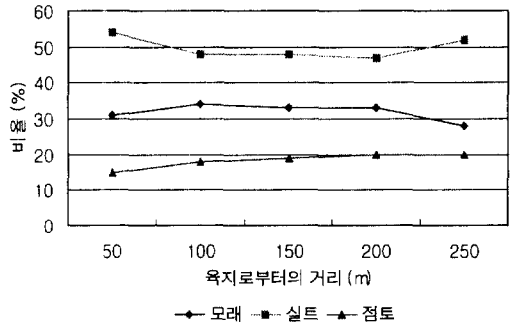


그림 8. 육지로부터의 거리와 입도: 동막리

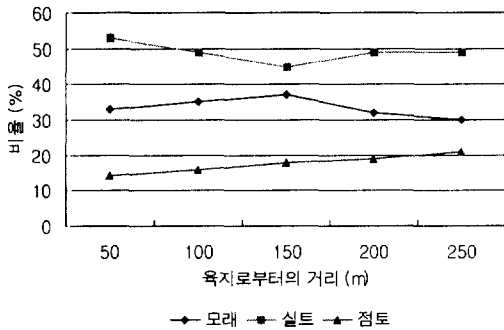


그림 9. 육지로부터의 거리와 입도: 선두리

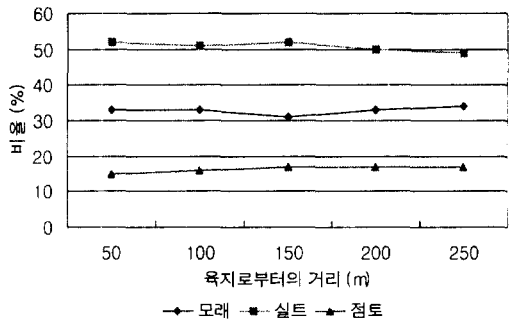


그림 10. 육지로부터의 거리와 입도: 여차리

4. 관리 및 이용방안

지금까지 본 연구에서는 강화도 남단 갯벌의 생태적 가치를 평가하고, 지형도와 해도 및 퇴적물 분석을 통하여 퇴적환경을 파악하였다. 본 장에서는 연구의 최종 작업으로서 지금까지의 결과를 토대로 강화도 남단 갯벌의 올바른 관리 및 이용방안을 제시하고자 한다. 이는 다음과 같은 일반적인 원칙에 의거하여 제시된 것이다(USGS, 1996; EPA, 1993).

- ① 신중한 의사 결정의 원칙(Principle of Careful Decision Making)
- ② 자제의 원칙(Principle of Avoidance); 가급적 인위적인 이용을 자제한다.
- ③ 예방의 원칙(Precautionary Principle); 잠재적인 가치를 파악하고 이에 피해가 가지 않도록 한다.
- ④ 이동의 원칙(Principle of Translocation); 피해가 갈 수 있는 활동은 다른 곳으로 이동시킨다.

- ⑤ 보상의 원칙(Principle of Compensation); 이동시킬 수 없는 활동에 대해서는 보상수단을 강구한다.
- ⑥ 복원의 원칙(Principle of Restoration); 개발지역을 잠재적 가치에 의거, 가능한 범위에서 복원한다.

1) 관리 및 이용방안

연구지역은 지형·생태적인 특징으로 말미암아 어패류의 산란장 및 서식지로서의 역할이 권역에 관계없이 중요하다. 따라서 권역별 관리 및 이용방안을 제시하기 위해서는 권역별로 산란과 서식이 이루어지는 종에 대한 충분한 조사가 선행되어야 한다(그림 11). 이러한 명제는 조간대 환경이 가지고 있는 사회·공간적인 역할을 충분히 생각해야 한다는 인식이 전제된 것이다.

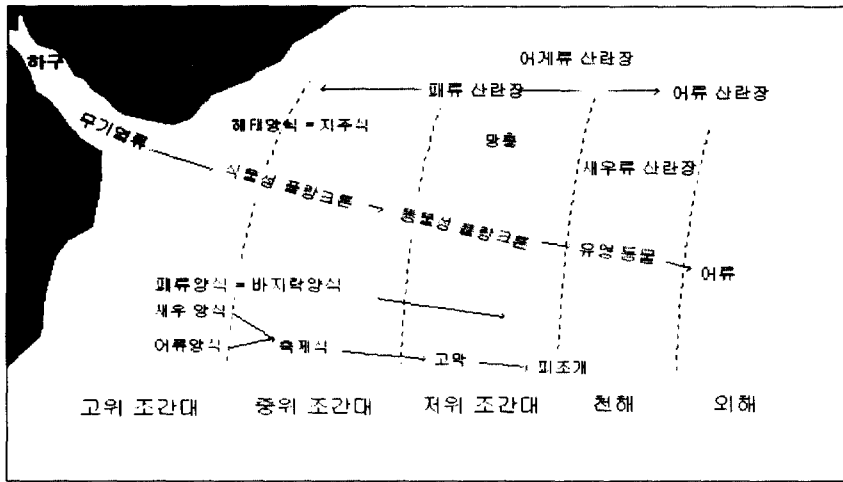


그림 11. 서해안 조간대 지역의 권역별 주요 어패류 서식증
(출처: 서울대학교 국토문제연구소, 1991)

(1) 고위 및 중위 조간대

강화도 남단 갯벌의 고위 조간대는 일반적인 염생습지와는 달리 식생의 정착이 활발하지 않은 곳으로서 다른 지역의 고위 조간대에 비해서는 해수의 영향을 자주 받는 곳이다. 이 권역은 새우와 어류, 패류와 해태 양식업이 활발히 이루어지는 곳이며, 농경지나 마을과 직접적으로 접하고 있어 인간의 영향을 직접적으로 받는 곳이기도 하다. 이와 같은 특성상 이 권역의 이용에 있어서는 양식업에 대한 충분한 고려가 선행되어야 한다. 또한 이 권역은 육상생태계와 가장 유사한 특성을 갖고 있어 토지로 전용될 수 있는 유혹을 많이 받는 지역이기 때문에, 이러한 전용에 대한 적절한 대책이 필요한 곳이다. 이 권역은 표층 퇴적물의 입도 분포로 보아 다른 두 권역과는 달리 보행이 상대적으로 용이한 곳으로서 갯벌을 직접 체험할 수 있는 대상지로서 이용할 수 있다. 또한 육지부와 해양부의 영향을 동시에 받는 지역이기 때문에 퇴적물 포획 (sediment trapping)을 위한 소규모 구조물을 설치하고 이를 통해서 사라진 염생습지의 형성 과정을 직접 관찰할 수 있는 지역이다. 실제로 이러한 야외 관찰 프로그램은 서구에서 활발히 진행되고 있다. 그리고 이러한 인공 염생습지가 조성되면 육지부로부터 유입되는 각종 오폐기물을 정화하는 역할

도 동시에 수행할 수 있을 것이다.

(2) 저위 조간대

강화도 남단 갯벌의 저위 조간대는 1년 중 절반 이상이 해수에 잠겨 있는 곳으로 패류의 산란이 이루어지는 곳이며, 동시에 조류의 주요 서식지이기도 하다. 또한 침수 시에는 인간의 직접적인 접근이 어려운 곳이다. 이 권역은 간조시 규칙적으로 노출되는 곳이기 때문에 특정 기간동안 안전장비를 갖춘 상태에서 외해 쪽의 갯벌을 직접 체험할 수 있는 곳으로 활용할 수 있다. 또한 침수시 소규모 선박을 이용한 바다 낚시의 장소로서도 이용할 수 있다. 그러나 이 곳은 패류의 산란장이면서 동시에 철새의 서식지의 역할이 강하기 때문에 사전에 치밀한 조사를 통하여 이러한 생태적 역할에 피해가 가지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다. 즉, 패류의 산란시기 및 철새의 도래시기와 그러한 동물군의 행태가 집중적으로 이루어지는 지점은 피해야 한다.³⁾

(3) 천해

강화도 남단 갯벌의 천해는 1년중 대부분이 해수에 잠겨 있는 곳으로 갯벌이라기 보다는 외해에 가까운 곳이다. 따라서 3개의 권역 중에서 인간의 접

조간대 지역의 올바른 관리 및 이용방안에 관한 연구

근이 가장 어려운 지역이다. 그러나 이 권역은 1년 중 극히 일부기간에만 육지에 노출된다는 점을 충분히 이용하여 특정기간동안에 직접 외해와 인접한 살아있는 갯벌을 체험하는 대상지로서 이용할 수 있다. 그러나 이에겐 침수사고에 대비한 충분한 사전지식과 장비가 요구된다. 이 권역은 또한 저위 조간대와 마찬가지로 바다 낚시 등의 프로그램 대상지로서도 이용할 수 있다. 그러나 여기서 유념할 사항은 이 곳 역시 새우류의 산란장 역할을 하는 등 생태적 다양성이 풍부한 갯벌의 일부이기 때문에 모터보트나 제트스키와 같이 어류에 피해가 가는 장비의 사용은 엄격히 금지하여야 한다는 것이다.

(4) 인접 육지부

갯벌은 육상생태계와 해양생태계가 만나는 곳으로서, 육지로부터 나오는 각종 오염물질을 자정하는 생태계의 정화조 역할을 하는 곳이다. 그러나 과도한 하층의 오염물질이 유입되면 정화능력을 초과하게 되어 균형이 깨어지고 오염이 일어나게 된다. 따라서 육지부에서 유입되는 오염물질에 대한 철저한 관리가 있어야 한다. 특히 연구지역 퇴적물의 상당 부분을 차지하고 있는 점토는 중금속 흡착능력이 뛰어나기 때문에 이에 대한 관리가 필수적이다. 이를 위하여 다음과 같은 세부 관리방안이 요구된다.

첫째, 연구지역과 인접한 육지부에서 유입되는 소규모 하천내 오염물질의 관리가 중요하다. <그림 2>에서 보았듯이 강화도 남단 갯벌에는 인접 마을로부터 직접적으로 연결되는 소규모 하천이 나타난다. 이 하천은 마을의 가옥과 축산시설 등에서 나오는 물질들을 갯벌로 유입시키기 때문에 이 하천들에 대한 관리가 오염물질 관리에 있어서 매우 중요하다. 여기서 가장 중요한 것은 가옥이나 축사에서 나오는 각종 물질이 하천으로 직접 유입되는 것을 최소화할 수 있는 제도나 시설의 정비이다.

둘째, 강화도 주변 수도권 지역에서 한강과 염하를 통하여 유입되는 오염물질의 관리가 중요하다. 강화도는 염하를 경계로 2,000만 인구가 살고 있는 수도권과 접하여 있는데, 이 곳에서 한강으로 유입되는 각종 오염물질의 관리는 연구지역의 오염도와 직접적인 관련이 있다. 따라서 한강으로부터 강화

도로 유입되는 각종 오염물질에 대한 적절한 대책이 요구되는데, 이는 오염원의 규모상 관계기관과의 협의가 유기적으로 이루어져야 한다. 그리고 연구지역의 공식 명칭이 '강화도 남단 및 영종도 북부 갯벌'이라는 것을 감안한다면(표 2 참조), 연구지역은 영종도와 불가분의 관계에 있는 것을 알 수 있다. 따라서 영종도 신공항에 대한 철저한 관리가 요구된다.

셋째, 사라진 염생습지의 복원이다. 염생습지는 조간대 내부에서도 가장 정화능력이 탁월해 해안생태계의 정화조 역할을 하는 곳이다. 그러나 강화도 내 염생습지는 대부분 간척이 되어(그림 3 참조) 지금은 농경지나 대규모 회타운 부지로 이용되거나 방치되고 있는 실정이다(박의준, 1996). 따라서 과거 간척된 염생습지에 대한 체계적이고 종합적인 조사를 통하여 반드시 필요한 농경지나 시설물을 제외하고는 염생습지로 복원시키는 전향적인 작업이 필요하다. 특히 강화도의 경우에는 대부분 소규모 방조제를 통하여 매립이 되었기 때문에 복원시키는 효과는 경제적으로도 클 것이다.

2) 조간대 지역의 생태관광지화를 위한 시설 유치 및 관리

본 절에서 언급하는 시설 유치 및 관리 방안은 조간대 환경의 생태·지형적 특징을 고려하는 것 이외에 1990년대 이후 서구에서 활발하게 진행되고 있는 생태관광지의 개념을 접목한 것이다. 생태관광지의 개념 자체가 친환경적 개발을 포괄하는 동시에, 자연을 있는 그대로 관찰할 수 있는 기회를 제공한다는 의미가 포함되어 있기에 이에 대한 고려는 많은 조간대 지역에서 중요한 의미를 갖고 있다⁴⁾. 또한 조간대 지역은 그 자체로서도 훌륭한 관광자원이 될 수 있다. 따라서 앞서 언급하였듯이 해안생태계 체험을 위한 모든 프로그램을 수행하는데 필요한 기초 시설을 인접 육지부 및 고위 조간대 지역에 설치할 수 있다.

첫째, 철새 도래시기에 철새들의 서식상태를 직접 관찰할 수 있는 시설을 생각할 수 있다. 강화도 남단 지역은 다른 지역과 달리 간척사업에 따른 소규모 제방들이 존재한다. 따라서 이러한 기존의 제방을 이용하여 철새 관광시설을 설치하면 비용절감

이나 효율성 면에서 긍정적인 효과를 가져올 수 있을 것이다.

둘째, 강화도 남단 지역의 지리 및 생물정보에 대한 효과적인 홍보물의 설치이다. 일반인들은 흔히 해안지역에 대한 피상적인 개념만을 갖고 있으며, 따라서 조간대 지역이 갖는 지형·생태적인 가치에 대한 인지도는 미약하다. 이에 연구지역에 해안생태계의 중요성과 조간대 지역의 형성 및 발달 과정, 그리고 본 연구에서 분석한 연구지역의 권역별 특징에 대한 홍보물을 설치한다면 해안생태계 학습장으로서 역할을 수행할 수 있을 것이다. 이러한 홍보물의 설치에는 1997년 이후 계속되고 있는 환경부의 전국 자연생태계 조사연구의 결과가 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

셋째, 갯벌 생태계와 관련한 여러 가지 시설물들을 설치할 수 있다. 예를 들면 갯벌에서 나온 후물을 씻을 수 있는 샤워장이나 갯벌에 들어가는데 필요한 장비의 대여소, 안전시설 등을 생각할 수 있다. 또한 갯벌 퇴적물을 육지부에서 유입되는 오염물질로부터 보호하기 위한 정화처리 시설을 설치하여야 하는데, 이러한 정화처리 시설은 가급적 갯벌에서 멀리 떨어진 곳에 설치하여야 한다.

다음은 이러한 시설의 설치 및 프로그램 개발과 동시에 고려해야 할 관리방안을 생각할 수 있다. 관리방안은 다음의 허가되는 이용행위와 금지된 이용행위로 나누어 살펴보는 것이 바람직하다. 일반적으로 허가되는 이용행위로는 ① 토양·식물·물·어류·야생동물 등의 보전행위, ② 하이킹·낚시·수영 등의 가벼운 여가활동, ③ 야생식물 채취, ④ 어류 및 야생동물 보호활동 등을 들 수 있고, 금지된 이용행위로는 ① 매립·투기·굴착, ② 준설·배수, ③ 댐 건설 및 하도의 변경, ④ 영구 구조물 건설 등을 들 수 있다.

5. 결론

지금까지 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 조간대 퇴적지형인 강화도 남단 갯벌의 인공위성 영상 및 퇴적물 분석을 토대로 조간대 지역의 퇴적 환경을 구명하고 올바른 이용 및 관리방안을 고찰하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 강화도 남단 갯벌은 세계적으로 그 가치가 인정되고 있는 지형·생태적으로 중요한 해안습지로서 멸종위기에 처해 있는 동식물의 서식지·생물의 산란지·철새의 도래지로서의 기능을 동시에 가지고 있다. 그러나 해안생태계의 자정작용 역할을 하는 염생습지의 대부분은 일제시대 이후 간척되어 현재는 농경지로 이용되거나 그대로 방치되고 있다.

둘째, 강화도 남단 갯벌의 평균 조석간만의 차는 7.3m로, 조석차를 바탕으로 권역을 구분하면 조차 6.2m 이상 지역의 고위 조간대·조차 3.1m~6.2m 사이의 중위 조간대·조차 3.1m 이하의 저위 조간대 및 천해로 구분 지을 수 있다. 또한 대부분 간척된 과거 염생습지로 이루어진 육지권역이 포함될 수 있다.

셋째, 연구지역의 표층 퇴적물 분석 결과 평균 입도 분포는 모래 41.5%·실트 47.3%·점토 11.2%로 나타나서 실트의 비율이 상당히 높은 비율을 차지하고 있다. 이러한 입도 분포 결과는 퇴적물의 생태적 특성상 염생식생이나 수저생물이 서식하기에 유리한 조건이라는 것을 나타낸다. 전체적으로는 점토의 비율이 바다로 나가면서 증가하는 경향을 보였다.

넷째, 강화도 남단 갯벌의 권역별 이용 및 관리 방안으로는 ① 고위 및 중위 조간대는 갯벌 체험학교와 인공 염생습지·양식업 대상지로 이용할 수 있으며 오염물질의 유입과 양식장 관리가 중요한 곳이다. ② 저위 조간대는 특정기간의 갯벌체험과 바다 낚시 대상지로 이용할 수 있으며 조류의 통과 시기와 패류의 산란시기에는 각별한 주의가 요구되는 곳이다. ③ 천해는 외해와 인접한 곳으로서 극히 일부 기간에 갯벌 체험과 바다 낚시 대상지로 이용할 수 있는 곳이다. ④ 인접 육지부는 방조제를 이용한 철새관찰용 시설물 설치와 갯벌의 생태적 특징을 중심으로 한 홍보물을 설치할 수 있는 대상지이다. 또한 갯벌부로 유입되는 생활하수와 축산폐수의 관리가 중요한 곳이기도 하다.

註

- 1) 이의 대표적인 예로는 시화호 개발문제, 새만금 간척

조간대 지역의 올바른 관리 및 이용방안에 관한 연구

- 사업 문제 등을 들 수 있으며, 이 외에도 크고 작은 문제들이 여러 지역에서 나타나고 있다.
- 2) <그림 3>은 1918년의 지형도와 1998년의 지형도를 디지털화한 후, 이를 ArcView 3.1 파일로 변경하여 중첩시킨 것이다.
 - 3) 강화도 남단에 도래하는 철새의 대부분은 봄과 가을의 통과시기(5월과 9월)에 집중되기 때문에 이 시기에는 이 권역에서 직접적인 레크레이션 활동을 하는 것은 피하는 것이 좋을 것으로 판단된다.
 - 4) 연구지역인 강화도의 경우, 1997년 강화도 시민연대의 주관하에 강화도 남단 갯벌의 생태 관광지화를 위한 프로젝트를 수행하였다. 그러나 1997년 말 IMF 사태 이후 이 프로젝트는 중단되어 현재는 연구 보고서만이 나온 상태이다.

文 獻

건설부 국립지리원, 1991, 연안해역기본조사보고서 (강화지구)

국립공원관리공단, 1998, 태안해안국립공원의 해안 습지 및 비교대상지 조사-최종 보고서

박의준, 1995, 강화도 염생습지 퇴적물에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문.

_____, 1996, "간척사업으로 사라져 가는 습지," 공간과 사회(한국공간환경학회 편), 7, 194-211.

_____, 2001, "해안습지 발달과정에 대한 연구동향과 과제," 지리학연구, 37(1).

서울대학교 국토문제연구소, 1991, 국토이용과 간척지 개발에 관한 연구, 농림수산부.

서종철, 1994, 간척지 퇴적물의 물리·화학적 특성에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문.

임선옥, 1988, 토양학 통론, 문운당.

조성권, 1998, 퇴적학, 도서출판 우성.

천문대, 1999, 역사.

환경처, 1991, 자연생태계 지역조사(1991): 서해안 간척지(강화도 남단) 조사 보고서.

Adams, C. E., Wells, J. T. and Park, Y.A, 1990, Intertidal hydraulics of a sediment-stratified channel flow, *Marine Geology*, 95, 131-145.

Carter, R. W. G., 1992, *Coastal Environments*, George Allen and Unwin.

Chabreck, R. H., 1987, *Coastal Marshes-Ecology*

and wildlife management, University of Minnesota Press.

Collinson, J. D. and Thompson, D.B., 1982, *Sedimentary Structure*, George Allen and Unwin.

Davis, T. J., 1994, *The Ramsar Convention Manual: A Guide to the Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat*, Ramsar Convention Bureau

Dennis, R. A., 1981, *Depositional System*, Prentice Hall.

Donahue, R., 1988, *Soils*, Cambridge University Press.

EPA, 1993, *Wetland-constructed wetlands for wastewater treatment and wildlife habitat*, EPA832-R-93-005.

Goldberg, E. D., 1994, *Coastal Zone Space-Prelude to conflict?*, UNESCO.

IUCN, 1993, *Towards the Wise Use of Wetlands*, Ramsar Convention Bureau.

IUCN · AWB, 1995, *A Status Overview of Asian Wetlands*.

Moreno, F., J. Martin, J.L. Mudarra, 1981, A soil sequence in the natural and reclaimed marshes of Seville(Spain), *Catena*, 8(2), 201-221.

Odum, 1982, *Basic Ecology*, Saunders College Publishers.

Prince, H. H. and D'Itri, F.M., 1985, *Coastal Wetlands*, Lewis Publishers Inc.

Ramsar Convention Bureau, 1993, *The Ramsar Convention on the Conservation of Wetlands*.

Schubauer, J. P., C.S. Hopkinson, 1984, Above- and belowground emergent macrophyte production and turnover in a coastal ecosystem, Georgia, *Limnology and Oceanography*, 29:5, 1052-1065.

USGS, 1996, *National Water Summary on Wetland Resources*, USGS Water-Supply Paper 2425,

Valiela, I. and Teal, M., 1979, Inputs, outputs and

interconversions of nitrogen in a salt marsh ecosystem, in Davy, A.J., *Ecological Processes in Coastal Environments*, Blackwell Scientific Pubford, 399-402.

Viles, H and Spencer. T., 1994, *Coastal Problems-Geomorphology, ecology and society at the coast*, Edward Arnold.

A Study on the Wise Use and the Management of Intertidal Environment

-With Focus on Kanghwa island mudflat by satellite image interpretation and sediment analysis-

Park, Eui-Joon* · Seo, Jong-Chul**

Summary

The purpose of this study is to investigate the wise use and the management of intertidal environment. For this purpose, we selected the Kanghwa island mudflat which is one of the most important intertidal region in Korea peninsula. The main research method is surface sediment and several map analysis. The results are as follows. (1) The study area is worldwide coastal wetland in view of ecology and geomorphology. But most of the salt marsh has been reclaimed since Japanese colonial period, the study area is mainly composed of mudflat. (2) The mean tidal regime of study area is 7.3m. From this tidal regime, the study area is subdivided into four distinct areas: the high intertidal area · the middle intertidal area · the

low intertidal area and the shallow sea area · terrestrial area near mudflat. (3) The mean particle size of surface sediment is sand 41.5%, silt 47.3%, clay 11.2%. This particle size pattern indicates the ecological characteristics of surface sediment of the study area. The proportion of clay is increasing to the open sea. (5) The pursuit of the wise use and the management must be implemented by the consideration of not only ecologic and sedimentary characteristics but also of the eco-tour site plan. And the entire use and management subject is different in each area.

Key Words : intertidal region. salt marsh. surface sediment. sedimentary environment. eco-tour site.

* Research Fellow, Honam Culture Research Center, Chonnam National University(ejpark@chonnam.ac.kr)

** Associate Fellow, Ministry of Environment, Republic of Korea(jcseo@chollian.net)