

어항건설과 갯벌의 공생

안 회 도 / 한국해양연구원

1. 서론

우리나라의 갯벌 면적은 1998년 현재 약 24만ha이다. 이는 다양한 연안개발을 위한 간척 매립으로 인하여 1987년 12월에 비해 30~40%가 감소된 것이지만, 그 이전에 완공된 간척사업을 포함하면 지난 30년 동안 우리나라의 갯벌, 특히 수도권과 충청권의 대규모 갯벌은 대부분 상실되었다.

1992년 유엔환경개발회의에서 “환경이 감당할 수 있는 범위 내에서의 지속가능한 개발”을 목표로 하는 리우선언이 채택되고, 1997년에 우리나라가 습지보전을 위한 “람사협약”에 가입한 후 정부도 환경보전과 개발의 조화를 지향하는 정책의 중요성을 인식하여 1999년에 습지보전법과 연안관리법을 입법하였으며, 아울러 국내 환경전문NGO의 환경감시 활동도 활성화되었다.

이같이 국내여론이 갯벌을 포함한 연안역의 개발과 보전이라는 양분된 논리로 구분되어 있는 반면에, 미국, 일본 및 유럽에서는 인공갯벌을 포함한 대체습지 조성에 관한 연구가 활발히 수행중이며 시공사례도 다양하다.

우리나라 서해안은 세계 5대 갯벌에 속하였

으나, 연안개발로 인한 훼손은 점점 확대되고 있어, 이의 상실된 갯벌의 대체갯벌 조성이라는 측면에서 인공갯벌 조성은 시급히 추진되어야 할 과제이다. 우리나라도 90년대 후반부터 갯벌에 관한 연구가 수행되었으나, 아직은 갯벌의 경제성분석, 생태적 실태파악 혹은 오염정화 능력파악 수준이며, 환경친화적 인공갯벌 창출에 관한 연구는 수행된 바 없었다.

이와같은 관점에서, 한국해양연구원에서는 최근 일본 국토교통성 산하의 항만공간고도화 환경연구센터가 발간한 『항만과 갯벌의 공생지침서』매뉴얼을 번역출판하였는데, 주요내용은 에코포트의 건설을 목적으로 한 각종의 환경조성정책 가운데 특히 갯벌의 보전 및 창출에 관한 것이다. 본서에서는 갯벌과 그 생태계의 특성 및 역할에 대한 설명과 함께 준설토를 이용한 인공갯벌 조성방법에 대하여 1)계획 및 설계, 2)시공, 3)유지관리의 3단계로 나눠 각각 검토되어야 할 사항에 대해 설명하고 있으며, 또한 실제로 개발된 인공갯벌 조성사례도 자세히 소개하고 있다. 본서가 어항건설 및 어항환경계획의 수립, 어항 및 해안시설의 설계·시공 등에 관계하는 분들에게 도움이 되기를 바라면서 이의 내용을 요약 소개 하고자 한다.

2. 갯벌의 정의와 기능

2.1 갯벌의 정의

○ 갯벌에 관한 엄밀한 정의는 없지만 일반적으로 「간조시 노출되는 사니질의 평탄한 지형」을 갯벌이라 부른다. 본 지침서에서는 갯벌의 배후지 및 전면 천해역까지 포함하여 「갯벌」이라 칭한다.

일반적으로 갯벌이란 「간조시 노출되는 사니질의 평탄한 지형」, 혹은 조석의 간만주기에 따라 노출과 수몰을 반복하는 평탄한 사니질 지대 라고 표현한다. 갯벌에는 규칙적인 간출에 지배되는 독특한 생태계가 만들어진다.

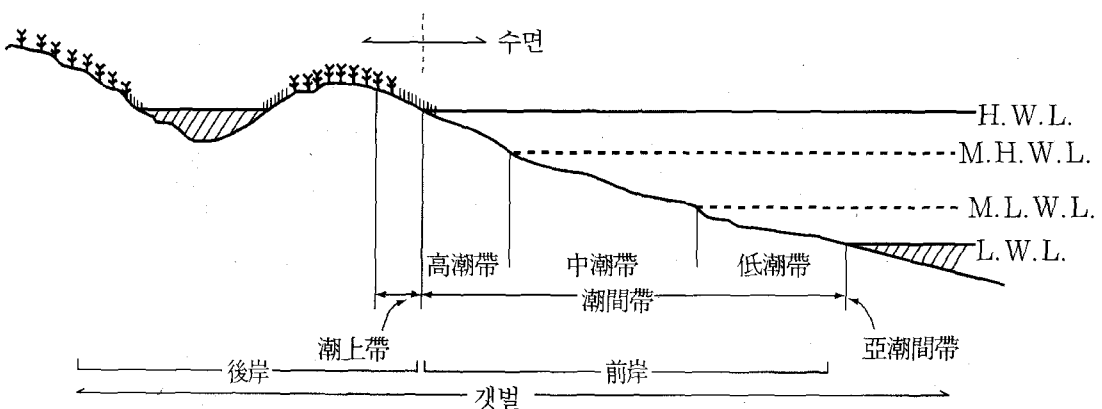
그러나, 조류 및 어류 등의 서식과 갯벌이용을 고려하는 경우, 갯벌을 「조간대」로 한정하는 것은 적절하지 않다. 갯벌 배후지(後岸)의 갈대군락과 전면 천해역에도 갯벌 주변에 서식하는 생물의 생활에 불가결한 요소이며, 조류

관찰(bird watching) 및 조개잡이와 같은 인간의 이용이 미치는 점도 고려하여 본 지침서에서는 지형적 정의에 의한 갯벌의 배후지 및 전면 천해역도 포함하여 「갯벌」이라 부르기로 한다.

또한 갯벌과 사질해안(砂濱)과의 차이가 명확하게 정의되어 있지 않지만, 일반적으로 파랑의 영향이 적고 해안경사가 완만함과 아울러 퇴적물 입경이 작고 생물상이 다양한 평탄한 지형을 갯벌로 간주한다.

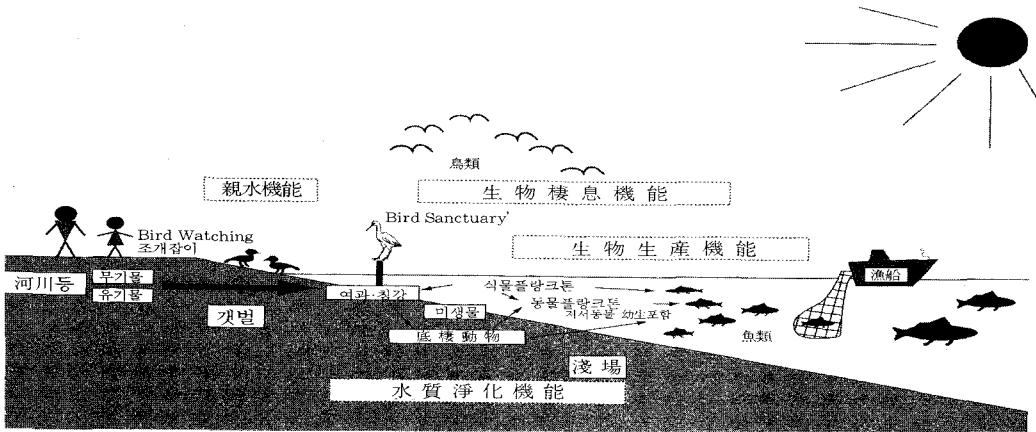
2.2 갯벌의 기능

- 갯벌은 바다와 육지, 대기가 만나는 장소로서 서식하는 종류가 다양하고, 생물생산력이 높으며, 다양한 환경기능을 갖는 공간이다.
- 갯벌의 환경기능
 - ① 생물서식기능 ② 수질정화기능 ③ 생물생산기능 ④ 친수기능 ⑤ 기타



〈그림-2.1〉 갯벌을 중심으로 한 해안지형

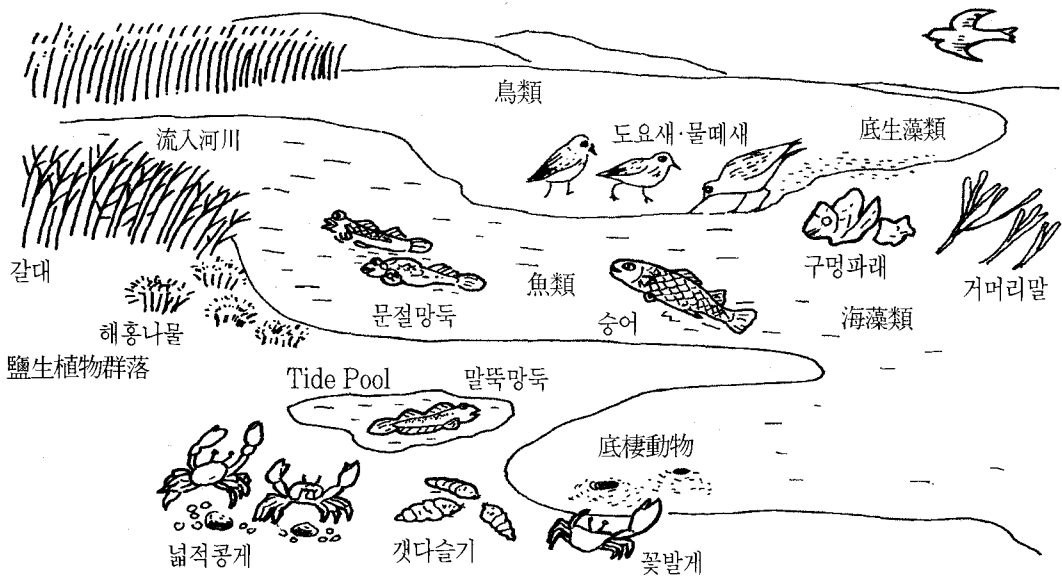
(H.W.L. : 朔望平均滿潮面, M.H.W.L. : 平均滿潮面,
M.L.W.L. : 平均干潮面, L.W.L. : 朔望平均干潮面)



〈그림-2.2〉 갯벌 기능의 모식도

2.2.1 생물서식기능

- 다양한 환경조건에 적응한 희귀종을 비롯한 다양한 생물이 서식함과 아울러 철새의 중간 기착지 혹은 월동지 및 희귀종의 서식지 역할을 하는 등 갯벌은 생물서식에 있어서 중요한 장소이다.
- 따라서 갯벌을 형성하는 많은 환경조건을 고려하여 생물서식에 적합한 환경을 조성함으로써 많은 생물의 서식을 가능하게 하며, 갯벌의 자연환경을 보전할 수 있다.



〈그림-2.3〉 갯벌 생물상 개요

2.2.2 수질정화기능

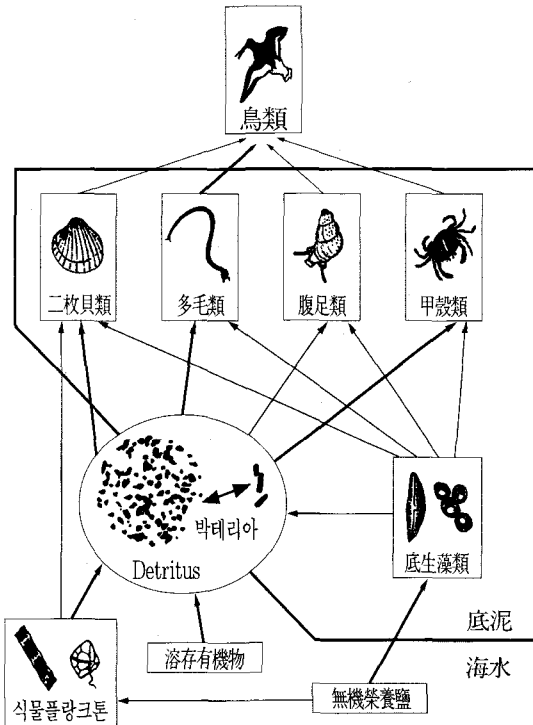
- 갯벌은 유입된 유기물 및 영양염류를 물리적 및 생물적 작용을 통해 제거하고, 해수를 정화하는 기능을 갖고 있다.
- 갯벌에서의 수질정화작용은 크게 다음 두 가지로 분류된다.
 - (1) 물질을 갯벌 내에 일시적으로 안정한 형태로 貯留하는 작용
 - (2) 물질을 갯벌 밖으로 이동시키는 작용
- 이러한 수질정화작용은 갯벌 특유의 환경조건, 다양한 서식생물에 의한 높은 생산성, 효율적인 물질순환이 유지됨에 따라 지속된다.
- 따라서, 갯벌에 적절한 환경조건을 조성하고, 다양한 생물상과 높은 생산성, 그리고 효율적인 물질순환이 유지되도록 함으로써 갯벌이 갖는 수질정화기능을 만들 수 있다.

2.2.3 생물생산기능

- 갯벌을 비롯한 습지대와 산호 등, 육상생태계와 수계생태계의 경계에 위치하는 생태계는 일반적으로 높은 일차생산력을 갖는다.
- 또한, 갯벌은 모시조개, 개랑조개 등 패류의 생산지임과 동시에 참새우, 가자미 등의 어류幼稚仔의 성장장소로서 유용생물의 재생산에 큰 역할을 한다.
- 이에 따라 갯벌에 적절한 환경조건을 조성함으로써 갯벌이 갖는 생물생산 기능을 기대할 수 있다.

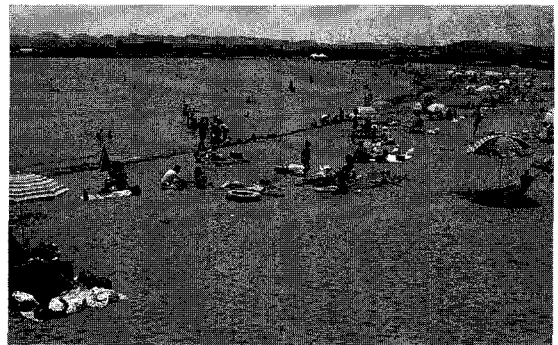
2.2.4 친수기능

- 갯벌은 조개잡이, bird watching, 산책장소 등 인간과 물, 그리고 생물이 접하는 장소로서 자연학습 교육장소로도 이용되고 있다.
- 이와 같은 갯벌의 친수기능은 갯벌이 갖는 생물서식기능 및 생물생산기능을 토대로 한다. 따라서, 갯벌을 자연과 생물이 만나는 장소로 활용하기 위해서는 이 두 가지 기능과 조화를 이루는 친수공간 형성을 고려하는 것이 중요하다.



〈그림-2.4〉 갯벌의 먹이사슬 모식도

(1) 조개잡이(카나자와핫케이 인공해빈)



요코하마(横浜市) 카나자와핫케이(金澤八景)에 조성한 인공갯벌에서는 조성 1년 후에 모시조개

가 출현하였다. 최근에는 1m²당 800~1000g의 서식밀도를 유지하고 있고, 춘계 조개잡이가 유명하다.

(2) Bird Watching(오사카 난코 野鳥園)



오사카(大阪) 난코(南港)에 조성한 12.8ha의 갯벌을 포함한 野鳥園에는 1983년 開園 이래 230종의 조류가 확인되었으며, 이 가운데 도요새와 물떼새류 및 갈매기류 등 수변에 서식하는 조류 108종이 확인되었다.

(3) 자연학습·교육장(토오쿄오항 野鳥공원)



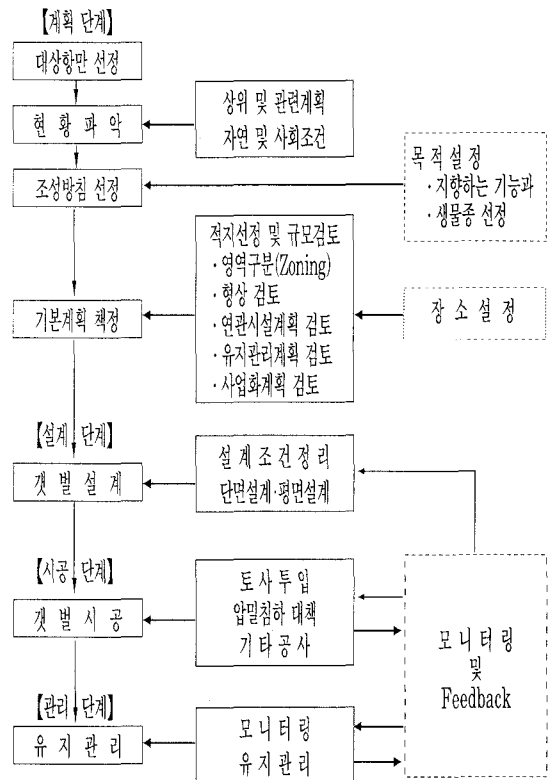
토오쿄오(東京)항의 野鳥공원에는 Nature Center, 자연학습센터가 설립되어 각종 전시회를 개최함과 아울러 방문객들은 안내원의 설명을 들을 수 있다.

3. 갯벌의 조성

○ 갯벌 조성계획 수립시에는 대상지역의 현황 파악, 조성방침 설정, 기본계획 책정에 관한 적절한 순서를 검토한다.

갯벌조성에 필요한 전체적인 흐름을 아래에서 살펴본다.

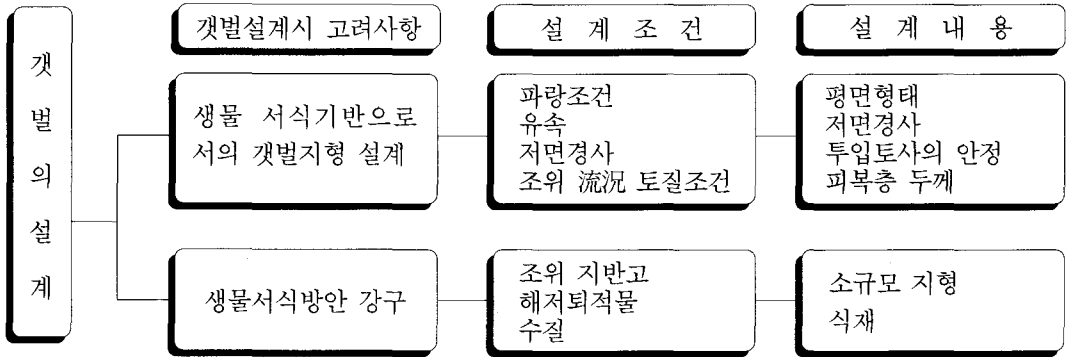
갯벌기능을 만족시키기 위해서는 토목공학적으로 안정할 뿐 아니라 풍부한 생물이 서식할 수 있는 환경을 형성하는 것이 필요하다. 생물이 서식할 수 있는 환경을 형성하기 위한 정량적 자료가 충분히 확보되지 않을 경우에는 주변의 자연환경 및 유사한 사례를 검토하여 무리 없는 계획을 수립한다.



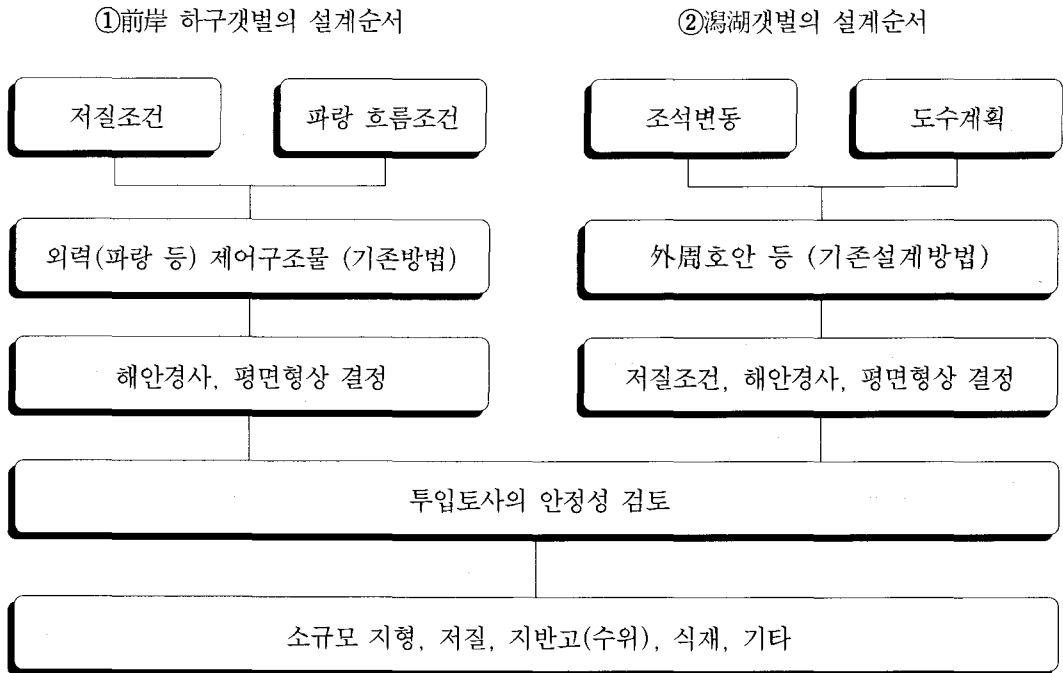
〈그림-3.1〉 갯벌조성 흐름도

4. 인공갯벌 설계

○ 인공갯벌의 설계시에는 갯벌지형의 유지를 목적으로 한 지형 및 생물의 서식기반과, 갯벌생물의 서식조건을 만족시키기 위한 방안, 생물의 유입 정착을 촉진하는 방안을 고려하여야 한다. 따라서 설계조건에 이 두 가지가 포함되어야 한다.



〈그림-4.1〉 인공갯벌 설계에 포함되는 내용

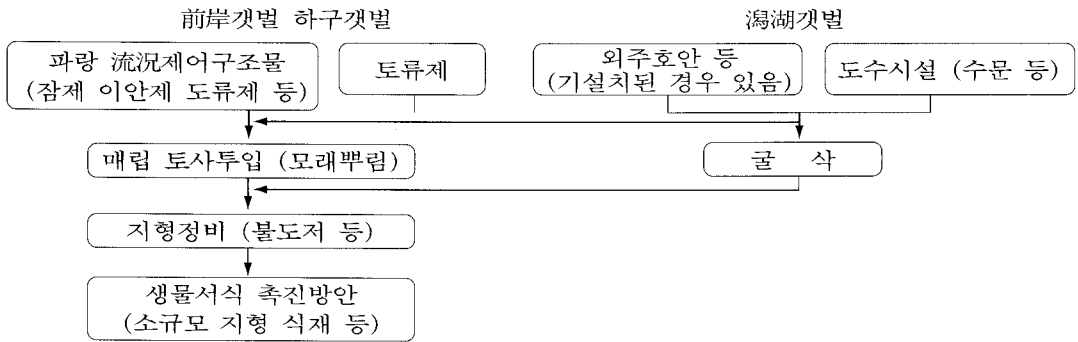


〈그림-4.2〉 단면설계의 착수순서와 설계흐름도

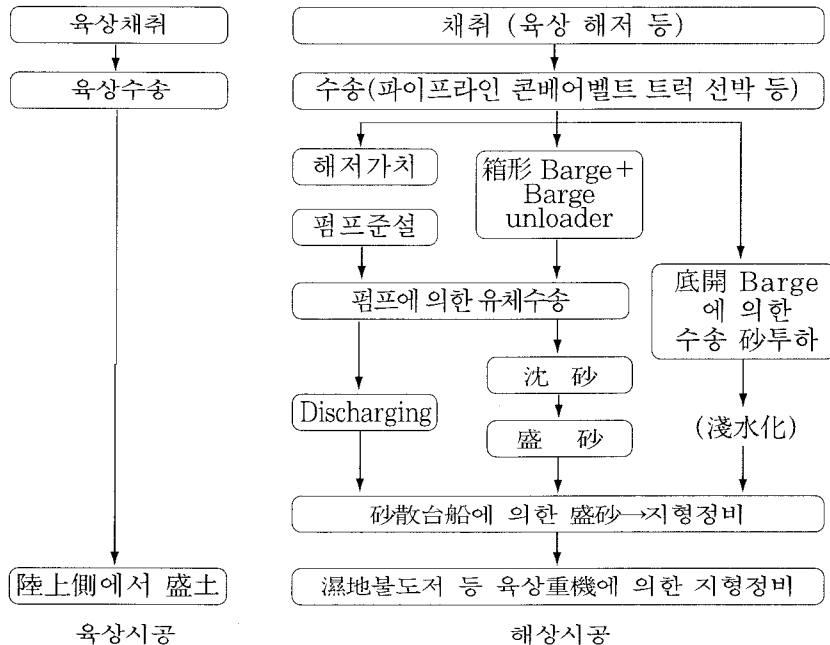
5. 인공갯벌 시공

○ 갯벌지형 조성은 해저에 모래 및 흙을 쌓는 공법을 기본으로 한다.

(1) 시공순서



(2) 토사투입방법



〈그림-5.2〉 토사투입공사 흐름도

○ 갯벌은 1회공사로 완성되는 것이 아니라 생물의 유입 및 외력에 의한 소규모 지형의 형성을 거쳐 일정기간 경과 후에 안정화된다.

6. 유지관리

(1) 고려사항

- 조성한 갯벌에 자연조건하의 갯벌기능이 형성되는 것이 바람직하지만, 조성후 기대한 기능을 갖추지 못할 경우에는 필요에 따라 인위적인 관리가 필요하다.
- 이를 위해 조성후 정기적인 모니터링을 실시한다.

(2) 모니터링

- 갯벌 조성후, 갯벌의 기본적인 조건인 지형과 환경조건, 생태계 형성과정을 모니터링한다.

〈표-6.1〉 지형의 안정성에 관한 조사내용

| 조사 항목 | | 조사 범위 | 조사 위치 | 조사 빈도 | |
|-------------|----------|--------------------|------------|--------------|--------------|
| | | | | 시공후 1년 이내 | 시공후 2년 이상 |
| 지형조사 | 수심측량 | 해상 | 50m 간격 | 24회/연 | 12회/연 |
| | 안선(岸線)측량 | 간조시 수제선에서 후안(後岸)까지 | 20~50m 간격 | 24회/연 | 12회/연 |
| 저질조사 (입도분포) | | 전역 | 50~100m 간격 | 24회/연 | 12회/연 |

주) 수심과 안선측량은 동기간에 동시에 실시한다.

〈표-6.2〉 환경조건에 관한 조사내용

| 조사범위 | 측정·분석항목 | 조사빈도 |
|------|--------------------------------------------|------------------|
| 수질조사 | 수온, 염분, pH, COD, TOC, DO, SS, 질소, 인, 대장균군수 | 2계절 (여름, 겨울) 4계절 |
| 저질조사 | 강열감량, COD, TOC, 유화물, 산화환원전위, 질소, 인, 입도 | 2계절 (여름, 겨울) 4계절 |

〈표-6.3〉 생물서식상황에 관한 조사내용

| 조사범위 | 관찰·분석항목 | 조사빈도 |
|--------------------|-----------------------|---------------------|
| 저서조류 | 종류, 세포수, Chlorophylla | 4계절 |
| 저서동물(Macrobenthos) | 종류, 개체수, 습중량 | 4계절 |
| 해조조류 | 종류, 개체수, 피복도 | 최번성기 1회 4계절 |
| 염생식물군락 | 종류, 개체수, 피복도 | 최번성기 1회 4계절 |
| 어개류 | 종류, 개체수, 습중량 | 2계절 (여름, 겨울) 4계절 |
| 조류 | 종류, 개체수 | 춘계 도래기, 추계 도래기, 월동기 |

(3) 유지관리

- 인공갯벌의 유지관리에는 이용목적, 이용형태를 관리하는 것이 필요하고, 조성갯벌의 목적 기능을 유지하며, 생물의 생식이 충분히 유지될 수 있게 노력하는 것이 필요하다.
- 또한, 자원봉사활동 및 체험학습장을 제공하여 시민의 협조를 얻는 것도 고려한다.

※ 사례연구 및 전문은 본회 부설어항어촌개발연구소 애뉴얼레포트 제3집에 게재