

# 생물지표를 이용한 통합연안관리 방법

The Method of integrated coastal management using biological indicators

박 민 서(충북대)\* · 박 종 화(충북대) · 신 용 희(수자원연구원)

Park, Min Seo\* · Park, Jong Hwa · Shin, Yong Hee

## Abstract

Integrated coastal management (ICM) requires robust indicators that gauge the 'health' of the coast in relation to environmental, social and economic activities. Biological indicators(bio-indicators) offer a signal of the biological condition in an ecosystem. Using bio-indicators as an early warning of pollution or degradation in an ecosystem can help sustain critical resources. This review examines the rationale and value of selecting species as bio-indicators of human induced changes within estuaries, using examples from both the western and southern coast. It include a range of biological parameters relating to particular species, groups of species and biological processes. The use of these indicators is critically reviewed and the presence or absence of a relevant framework for their use in Korean ICM programs is discussed.

## I. 서 론

우리나라 삼면이 바다로 둘러싸인 반도국가로 바다에 인접하고 있는 연안 시·군·구가 전국대비 약 34%를 차지하고 있으며 인구 중 약 33%가 연안에 거주하고 있다. 또한, 공단 및 발전소 등도 약 60%가 연안에 위치하고 있는 연안 국가이다. 그러나 연안지역은 연안관리에 대한 인식부족과 법체계의 정비 미미, 전문성 결여 등에 더하여 장기적인 종합계획 안의 마련없이 무분별하게 이루어지고 있는 것이 현실이다. 연안관리는 법률과 행정적인 관점에서 접근하는 것도 중요하지만 일반인에게 쉽게 이해되고 납득 가능한 생물지표(biological indicator)를 설정하여 모든 사람이 인자를 통해 객관적으로 판단 할 수 있게 하는 것도 매우 중요하다.

본 연구에서는 우리나라 서·남 연안지역에 많이 분포하고 있는 갯벌에 대하여 갯벌의 환경 및 갯벌을 대표로 하는 생물지표의 선정 및 선정방법을 제시하여 통합연안관리를 보다 효율적으로 해 나갈 수 있게 하는데 목적이 있다.

## II. 갯벌 환경

갯벌은 해상과 육지의 접점에 위치하여 조석과 육지로부터 유입된 토사의 퇴적 및 과랑작용 등 다양한 생물학적·물리적인 특징을 갖는다. 이러한 환경은 생물이 살아가는 데 과혹한 환경일 수도 있으나 식물 플랑크톤이나 동·식물의 고사체, 배설물, 유입하

천과 파랑에 의한 영양염류와 유기물 공급 등으로 인해 생산력이 매우 활발하고 먹이사슬이 효율적으로 작용하고 있는 장소이다.

서·남해안은 조간대에 위치하여 생물의 다양성이 확보되고 천해 식물이 서식하기 좋은 지역으로 생산력이 높은 갯벌이 분포하고 있다. 우리나라 전체 갯벌 면적 2,393km<sup>2</sup> 중 약 82.7%가 서해안에, 나머지 17.3%가 남해안에 분포하고 있다(한국해양연구원, 2001). 서·남해안에 분포하는 갯벌지역에 대한 연안관리방법을 찾기 위해서는 그곳에 서식하는 종에 관한 대표종을 선정하고 이에 관련된 생물지표를 파악해야 할 필요가 있다. 이를 위해 선행되어야 할 사항은 우리나라에 분포하는 갯벌을 구분 짓는 것으로 연안 특징에 따라 구분하여 정리하면 다음과 같다.

① 모래갯벌 : 입도가 0.1~0.7mm의 사질로 형성된 갯벌로 유기물 함량은 1.2%정도이며 백령도와 대청도 등이 이에 속한다.

② 펄갯벌 : 대부분이 펄로 구성되고 사질의 비율은 10%이내인 갯벌이다. 주요특징은 흐름이 완만한 내만이나 강의 하구 후미진 곳에 형성되고 강화도주변 연안 등이 이에 속한다.

③ 모래펄갯벌 : 모래와 펄의 비율이 90%미만으로 섞여있는 형태로, 모래와 펄의 비율은 지역 환경에 따라 서로 다르며 송도 등이 이에 속한다.

④ 하구역 갯벌 : 육상 부유물들이 유속 흐름이 완만한 하구 주변부에 퇴적되어 형성되는 갯벌이다. 유역에서 유입되는 유기물의 집중으로 생물플랑크톤 등의 1차 생산자는 상대적으로 부족하지만 다양한 환경조성을 나타내며 영종도, 영산강, 금강, 낙동강, 만경강 등이 이에 속한다.

이와 같은 갯벌은 크게 구분하여 모래 갯벌과 펄갯벌로 나눌 수 있으며 유역에 있어서의 물리적·생물학적 특징을 정리하면 표 1과 같다.

표 1 갯벌환경의 특징

	물리적 특성						생물학적 특성		
	입도	통수성	유기물량	온도 변화	염분 변화	산화 환원	종류수	현존 생물량	생물분포
모래 갯벌	크다	크다	적음	크다	크다	산화적	많음	많음	장소의 차이 큼
펄 갯벌	적다	적다	많음	적다	적다	환원적	적음	적음	균일

### III. 갯벌의 생물지표 선정

#### 1. 갯벌의 대표종과 생물지표 선정 조건 -Step I, II

갯벌에 서식하는 동물의 대부분은 저서생물이다. 이를 저서생물은 생물교란을 통해서 생태계의 물질순환을 촉진하는 중요한 기능을 수행하는 역할을 한다. 따라서 갯벌환경을 평가하기 위한 지표로 이용될 대표종과 생물지표를 선정함에 있어 먹이사슬의 고차 소비자에 속하는 조류를 선택하는 것보다 저서생물인 갑각류 등의 1차소비자를 선택하는 것이 바람직하다. 이와 같은 대표종과 생물지표를 선정하는데 있어서는 다음과 같은 관점에 주목하여 설정하여야 할 것이다.

- ① 인류의 생존을 유지해 주는 의미에서 수산 유용종을 선정한다.
- ② 생물의 다양성보전의 의미로서 지역 고유종 등을 선정한다.
- ③ 대표적인 생물 종은 1종류가 아닌 지역의 상황에 따라 여러 종류를 선정한다.
- ④ 물질의 생산·분해과정에서 생태계의 기초가 되는 식물 및 박테리아 등에 의한 기능을 고려한다.

⑤ 생물이 서식하는 지역의 관점이 중요하므로 지역의 상황을 나타내는 면적, 길이, 입도조성 등과 지역이 갖는 기능(방재, 수질정화, 생물생산 등)을 고려하여 선정한다.

이와 같은 점을 기초로 하여 대표종을 선정할 때는 첫째 귀중종, 희소종 만을 선정하는 것이 아니고 종을 포함한 서식환경의 먹이 연쇄 및 공생관계 등의 생태학적 지위를 부여하여 기타 종도 그 환경에서 서식 가능하다는 것을 인정하여 선정한다. 둘째 일반인도 쉽게 이해할 수 있고 대표성을 갖는 종을 선정한다.

여기서 「대표종=생물지표」로 생각하여 유형화 방법의 기준을 설정하면 다음과 같이 크게 2가지로 나타낼 수 있다.

#### (1) 생태지위(niche)

갯벌환경에서는 먹이사슬 관계에 따른 고차종의 유형화를 생각할 수 있으나 갯벌의 저질조건에 따라 생존밀도가 높은 저서생물을 선정하는 것이 바람직하다. 서식밀도에 따른 생태지위를 분류하여 유형화 하면 표 2와 같이 유형화할 수 있을 것이다.

#### (2) 개체밀도(Population density)

유형화된 생태지위에 의해 구분된 저서생물들을 서식환경 안에서 출현하는 종으로 구분할 필요가 있다. 이것은 개체밀도를 통해 구분할 수 있으며 표 3과 같이 일정 면적에 출현하는 종의 개체 수를 통하여 밀도를 분류한다.

### 2. 생물지표의 선정기준과 이용 -Step III, IV

표 2와 표 3의 생태지위와 개체밀도의 선정을 통하여 서식환경을 대표할 수 있는 생물지표를 유형화할 수 있을 것이다. 유형화된 조건을 각종 문헌 및 조사자료, 전문가의 의견을 바탕으로 갯벌환경에 적합한 생물지표로 선정하기 위한 선정기준은 표 4의 기준을 만족하는 종에 대해 생물지표로 선정한다. 이와 같은 유형화 과정과 선정기준을 만족하는 생물지표의 선정과정을 흐름도로 도시하여 나타내면 그림 1과 같다.

여기서 선정되는 생물지표는 갯벌환경 안에서 여러 종들과 공생관계를 유지하며 갯

표 2 식물지위 구분

	분류	유형화기호
secondary production	carnivores necrophagous	C-2 N-2
primary production	suspension feeders deposit feeder mud feeders herbivores	S-1 D-1 M-1 H-1

표 3 개체밀도 분류기준

+	~100 (개체/(25cm×25cm))
++	101~1000(개체/(25cm×25cm))
+++	1001~ (개체/(25cm×25cm))

별 생태계를 구성하면서 인간과 상호 영향을 주고받는다. 이러한 일련의 상호관계 속에서 연안관리에 미치는 영향은 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 상호관계를 도시화하면 그림 2와 같이 나타낼 수 있다.

따라서 그림 1에 제시한 사항에 관해 각 단계별로 생물지표의 적합성을 확인하고 그 유역을 대표하는 생물학적인 지표를 찾아 제시함으로써 연안관리를 통합적으로 운영하고 관리하는 자료로 활용해 가야 될 것이다. 이에 유역의 생물서식에 관한 기초조사를 실시하여 유역의 서식환경 정보를 확보하는 것이 무엇보다 시급하다 할 수 있다.

표 4 선정 기준

선 정 기 준
1. 저서생물중 먹이사슬의 1차 소비자일 것 (예, S, D, M, H,-1)
2. 출현종중에 개체밀도가 높은 것 (개체밀도 분류기준의 +-~++인 것)
3. 대상지역 전체에 분포하는 종일 것
4. 서식환경이 이질의 유형까지 포함하는 종

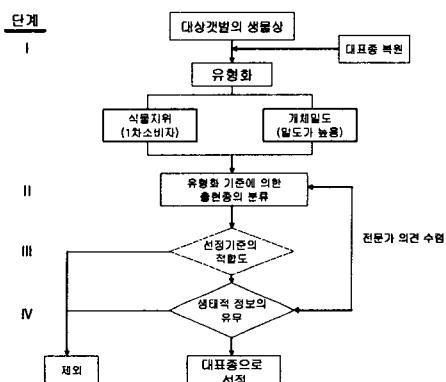


그림 1 생물지표 선정 흐름도

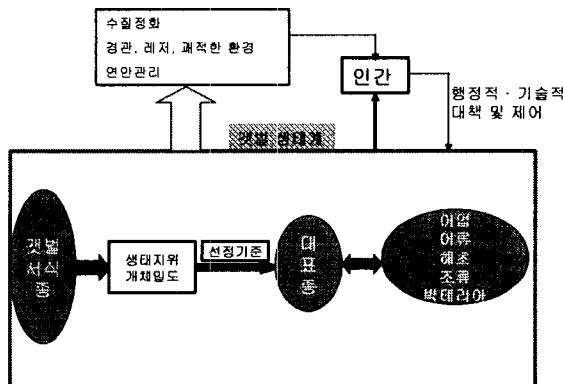


그림 2 생물지표 선정과 이용

#### IV. 결 론

본 연구는 정비되지 않는 연안관리방법을 체계적으로 정비해가기 위한 방법으로 갯벌환경에 서식하는 생물에 기초한 연안관리방법에 대하여 검토하였다. 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

유역 연안을 대표하는 생물지표를 찾기 위해서는 1차적으로 생태지위와 출현종의 개체밀도를 구분하고 파악 후, 전문가 및 지역 주민의 의견과 기초조사 자료 및 문헌 등을 참조하여 갯벌환경을 대표할 수 있는 선정기준을 마련하여 생물지표를 선정한다. 이를 위해서는 갯벌환경에 서식하는 서식종 파악과 인자에 대한 체계적인 조사가 선행되어야 하며 조사 자료에 근거한 생물지표를 선정한 후 현재의 서식환경과 미래의 연안관리의 방향 등을 예측하여 통합적인 연안관리가 가능하도록 법률 검토를 해야 할 것이다.

#### 참고문현

- 송원호외1명, 2001, 해양과학총서 NO.6 연안개발, 한국해양연구원, p60.