

# 한국의 갯벌

## 세계유산 통합 모니터링 매뉴얼 개발 보고서

Getbol, Korean Tidal Flats  
Integrated Monitoring Manual of Getbol World Heritage

## 목차

### I 연구 개요

1. 과업명	008
2. 과업의 배경 및 목적	008
3. 과업의 기간	009
4. 과업의 범위	009
5. 과업의 세부내용	009
6. 과업수행방법	010

### II 총칙

1. 목적	014
2. 적용범위	014
3. 일반사항	015
3.1. 조사의 구성	
3.1.1. 개요	
3.1.2. 모니터링 분야 및 항목	
3.2. 기본 지침	
3.2.1. 공간적 대상	
3.2.2. 조사 시기	
3.2.3. 조사정점 설계 기준	

# III

## 분야별 통합모니터링 항목 및 방법

<b>1. 물새 종 다양성</b>	<b>030</b>
1.1. 기본 조사	
1.2. 정밀 조사	
1.3. 번식 실태 및 행동권 분석	
<b>2. 갯벌 생물 종 다양성</b>	<b>048</b>
2.1. 저서 규조류 종 다양성 및 현존량	
2.2. 염생식물상(사구식물 포함) 및 식생	
2.3. 대형저서동물 종 다양성	
2.4. 어류 및 초대형 무척추동물 종 다양성	
2.5. 암반갯벌-1: 해조류	
2.6. 암반갯벌-2: 대형저서동물	
2.7. 조하대 서식지-1: 대형저서동물	
2.8. 조하대 서식지-2: 어류 및 초대형무척추동물 종 다양성	
2.9. 해양포유동물	
2.10. 멸종위기종	
2.11. 고유종	
<b>3. 갯벌 서식지 특성</b>	<b>070</b>
3.1. 갯벌 지형 및 고도 변화	
3.2. 서식지 갯벌지질 특성	
3.3. 폭풍 및 태풍 퇴적체 영향	
3.4. 산화대층 분포	
3.5. 갯벌층면 침식 및 퇴적	
3.6. 갯벌퇴적물 지화학 특성	
3.7. 갯벌퇴적역학 특성 변화	
3.8. 갯벌 해안선 변화	
3.9. 조하대 조류특성	
3.10. 조하대 파랑특성	
3.11. 조하대 표층퇴적물 분포 및 계절변화	
3.12. 조하대 표층퇴적물 지화학 특성	
3.13. 조상대 서식지: 조수해빈, 사구 및 염습지 분포 및 특성	
3.14. 조상대 서식지: 사구 표층퇴적물 분포 및 계절변화	
<b>4. 위협요인 및 관리</b>	<b>084</b>
4.1. 인공구조물에 의한 갯벌 특성 변화	
4.2. 개발압력: 간척과 매립	
4.3. 개발압력: 관광	
4.4. 개발압력: 에너지 개발	
4.5. 개발압력: 어업	
4.6. 환경압력: 인구	
4.7. 환경압력: 해양오염 관리 현황	
4.8. 환경압력: 외래침입종 및 유해해양생물	
4.9. 환경압력: 연안침식	
4.10. 환경압력: 기후변화	
4.11. 환경압력: 해양오염사고 발생 현황	
4.12. 환경압력: 해양쓰레기	
4.13. 관리역량	

# IV

## 자료의 보관

120

# V

## 조사정점 경위도

1. 서천갯벌	126
2. 고창갯벌	132
3. 신안갯벌	138
4. 보성-순천갯벌	159

# VI

## 부록

1. 한국의 갯벌 세계자연유산 통합 모니터링 생태계분야(대형저서동물, 어류, 초대형무척추동물, 해조류, 고유종, 멸종위기종 등) DB 예시	165
2. 갯벌퇴적물 시료 채취 및 분석 방법	165

# I

## 연구 개요

1. 과업명
2. 과업의 배경 및 목적
3. 과업의 기간
4. 과업의 범위
5. 과업의 세부내용
6. 과업수행방법

# I 연구 개요

## 1 과업명

「한국의 갯벌」 세계유산 통합모니터링 매뉴얼 개발 연구

## 2 과업의 배경 및 목적

### 과업의 배경

- ‘한국의 갯벌’은 국제적으로 중요한 생물종 다양성이 높은 서식지이자 멸종위기 철새의 중간기착지로서 탁월한 보편적 가치를 인정받아 유네스코 세계자연유산\*으로 등재(‘21.7.31)(\* 등재기준 (x) 생물다양성 및 멸종위기종의 서식처)
- 탁월한 보편적 가치의 속성(attribute) 유지와 과학적 관리를 위한 정밀 모니터링 필요
- 국가단위 모니터링(국가해양생태계 종합조사, 겨울철 조류 동시 센서스 등)이 지속되고 있으나 포괄적 모니터링\*으로 유산의 속성변화를 파악하고 과학적인 해석을 하기에는 부족한 실정임(\*모니터링 항목과 정점 수가 속성변화 파악에는 미흡하며, 모니터링 방법도 연구자별로 상이)
- 통합모니터링 매뉴얼 개발을 통한 일관성 있는 모니터링 체계 구축 필요
- 모니터링 항목, 지표, 방법 등에 대한 일관된 기준을 마련하여 추후 시행될 통합모니터링 기반 마련\* 필요 (\* ‘한국의 갯벌’ 세계유산 관리와 관련된 문화재청, 해양수산부 모두 2022년 예산에 미반영되어 연속유산 구성 요소별 모니터링은 2023년부터 시행 예정임)

### 과업의 목적

- 유산의 보전과 관리를 위한 종합적이고 체계적인 통합모니터링 수행 기반 마련
- 통합 모니터링을 수행함에 있어 조사 자료의 일관성을 유지하고 신뢰성을 확보하는데 필요한 사항을 규정하기 위함

## 3 과업의 기간

2022년 9월 1일-2023년 3월 31일(7개월)

## 4 과업의 범위

공간적 범위: 「한국의 갯벌」 세계유산지역(3개 광역, 5개 기초)

충남 서천갯벌, 전북 고창갯벌, 전남 신안갯벌, 보성·별교갯벌, 순천만갯벌 등 5개 습지보호지역으로 구성



### 내용적 범위

- 탁월한 보편적 가치의 속성에 따른 모니터링 항목 개발
- 통합모니터링 지침 개발
  - 정점 위치 및 개수, 생물종별 모니터링 시기 등
  - 항목별 모니터링 방법 및 분석 방법 등
- 모니터링 분야별 자료 관리 방안 제시

## 5 과업의 세부내용

탁월한 보편적 가치의 속성에 따른 모니터링 항목 개발

- 모니터링 항목: 4개 분야 41개 항목
  - 물세 종 다양성 분야: 기초조사, 정밀조사, 번식실태 및 행동권 분석
  - 생물생태 분야: 저서규조류 종 다양성 및 현존량 등 11개 항목
  - 갯벌 서식처 특성: 갯벌 지형 및 고도 변화 등 14개 항목
  - 위협요인 및 관리 분야: 간척과 매립 등 13개 항목

**통합모니터링 지침 개발**

- 모니터링의 공간적 범위 제시
  - 서천갯벌, 고창갯벌, 신안갯벌, 보성-순천갯벌의 특성에 따른 서식처 및 생물종 다양성 모니터링 축선 수, 정점 위치 및 개수 등
  - 개발 압력의 유형에 따른 모니터링 지역 범위 제시
  - 환경 압력 등을 파악하기 위한 모니터링 지역 범위
- 모니터링의 시간적 범위 제시
  - 서식지 특성을 고려한 항목별 모니터링 시기 제시
  - 갯벌 생물 및 물새 도래시기 등을 고려한 항목별 모니터링 시기 제시
  - 개발 압력의 유형에 따른 모니터링 시기 및 기간
  - 환경 압력 등을 파악하기 위한 시기 및 기간
- 모니터링 분야별, 항목별 조사방법 제시
  - 입도분석 방법, 시료채취 개수 등 구체적인 조사 방법
  - 생물 종 다양성 조사 방법
  - 개발 압력의 유형별 자료 조사 방법
  - 환경 압력 등을 파악하기 위한 자료 수집 방법
- 분야별 시료선별 및 분석방법, 결과 도출방법 제시
- 분석방안 제시
  - 해양환경공정시험기준 등 국가표준 분석방안 반영

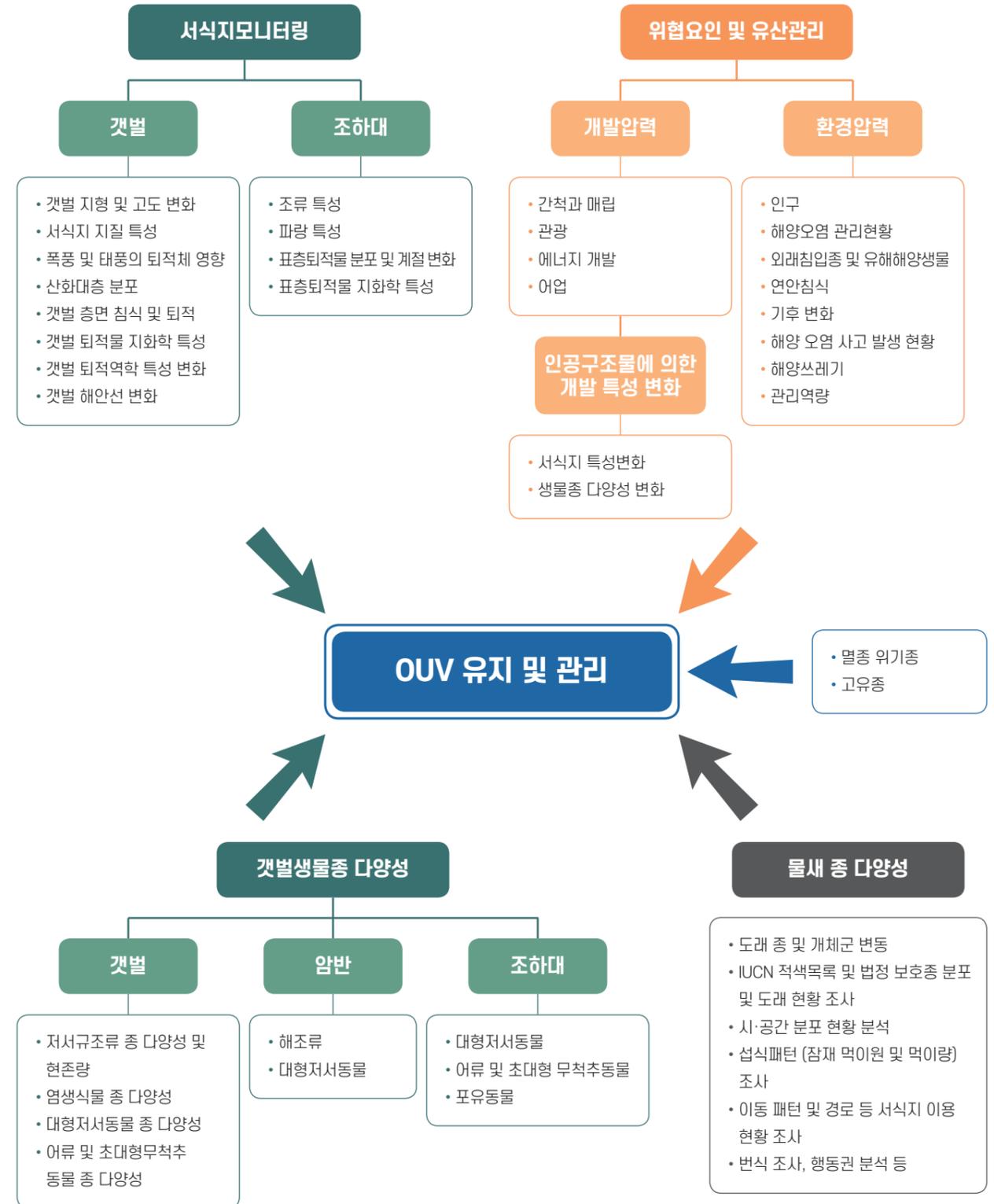
**모니터링 분야별, 항목별 자료 관리방안 제시**

- 시추자료, 갯벌생물 표본에 대한 관리방안 제시
- 생성된 자료의 D/B 및 아카이브 방안 제시(대국민 정보공개 포함)

**6 과업수행방법**

- 본 과업의 수행은 한국의 갯벌 세계 자연 유산의 OUV 유지에 필요한 자료를 획득하기 위하여 기존의 국가모니터링(국가해양생태계 종합조사 등) 방법을 활용하되 OUV의 변화양상을 정밀하게 모니터링 할 수 있도록 보완자료를 획득
- 이를 위해 추가 축선 또는 정점을 설정하여 자료를 획득함으로써 OUV 유지 및 해석에 직접적으로 활용
- 과학적이고 종합적인 자료 해석을 위해 서식지 및 생물학적 종 다양성 특성 파악에 필요한 축선 및 정점을 동시에 운영
- 주기적으로 모여 각 항목에 대한 내용을 점검하고 필요시 외부전문가 자문을 받아 상호 피드백을 함

**한국의 갯벌 세계자연유산 모니터링 모식도**



# II

## 총칙

1. 목적
2. 적용범위
3. 일반사항

# II 총칙

## 1 목적

- 이 지침서는 『한국의 갯벌』 세계자연유산의 구성 요소별 OUV (Outstanding Universal Value)를 유지하기 위해 이를 구성하는 속성들을 세부 항목으로 구분하여 종합적이고 체계적으로 모니터링하고, 이를 세계자연유산의 보전·관리 정책에 활용함을 목적으로 함
- 특히 각 속성에 대한 모니터링을 수행하는 연구자들에게 누구나 활용할 수 있는 표준적인 방법을 제시함으로써 세계자연유산에서 시·공간적으로 표준화된 자료의 획득을 통해 OUV의 변화 양상 파악 및 정기보고 (periodic report) 자료 준비에 기여하고자 함

## 2 적용범위

- 이 지침서는 『한국의 갯벌』 세계자연유산의 모니터링에 적용되며 기본적으로 현재 수행되는 『국가해양생태계종합조사』 『바닷새 모니터링』 『겨울철 조류 동시센서스』 등 국가단위 모니터링과 동일한 조사방법의 적용을 통해 세계유산 모니터링 과정에서 획득된 자료와 국가 모니터링 자료와의 상호 보완적 사용이 가능할 수 있도록 함
- 구성요소별 OUV 상태변화를 파악하고자 하는 모니터링의 목적 달성을 위해 추가 정점 및 측선을 지정하며 보다 분명한 속성 변화 모니터링과 과학적 해석을 위해 국가단위 모니터링 지침을 부분적으로 보완하여 제시하였음
- 다만, 개발압력 등 서식지 훼손에 따른 OUV 속성 변화와 같은 내부적 요인이 아니라, 자연유산의 특성상 연도별 기후(태풍, 강우량) 등 외부 요인에 의한 생물상 변화가 가능하기에 분야별 지표를 개발하고 모니터링 결과를 해석하는 것은 부적절하여 지표개발은 하지 않고 대신 중장기 변화 양상을 분석하는 것이 바람직함

## 3 일반사항

### 3.1. 조사의 구성

#### 1 개요

- 『한국의 갯벌』 세계자연유산 모니터링은 4개 연속유산인 서천갯벌, 고창갯벌, 신안갯벌, 보성-순천갯벌을 대상으로 하며 향후 2단계 추진을 통해 구성 요소가 확대될 경우에도 적용 가능하도록 구성함
- 모니터링 조사팀이나 연구자가 변경되더라도 일관성 있는 자료 획득 방법의 제시와 이행을 통해 자료의 객관성 및 신뢰성을 제고하여 객관적인 비교 및 변화 양상에 대한 분석이 가능하도록 함

#### 2 모니터링 분야 및 항목

- 『한국의 갯벌』 세계자연유산이 갖고 있는 탁월한 보편적 가치와 주요 속성은 다음과 같음
- 『한국의 갯벌』 세계자연유산 모니터링은 탁월한 보편적 가치를 구성하는 주요 속성에 대한 모니터링임
- 이를 위해 모니터링 항목은 4개 분야 41개 항목으로 구성

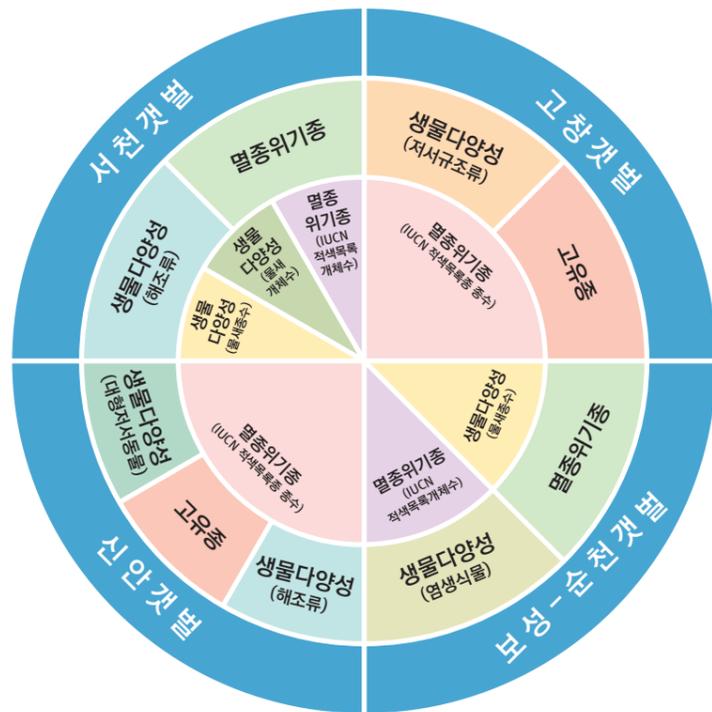
#### ■ 한국의 갯벌 세계유산의 탁월한 보편적 가치

- 지구 생물다양성의 보존을 위해 세계적으로 가장 중요하고 의미 있는 서식지 중 하나이며, 멸종위기 철새의 기착지로서 국제적 중요성을 가짐

#### ■ 속성: 1) 갯벌 생물의 주요 서식지

##### 2) 물새의 중요 서식지

	서천갯벌	고창갯벌	신안갯벌	보성-순천갯벌
<b>갯벌생물의 주요 서식지</b> 『한국의 갯벌』은 섬, 암반해안, 해변, 모래갯벌, 필갯벌, 염습지를 포함한 서식지 다양성을 반영하여, 약 2,169종의 생물들을 부양하고 있음. 또한 황해 고유종 47종과 멸종위기 해양 무척추동물 5종의 서식지를 포괄하고 있음.	생물다양성 (해조류)	생물다양성 (저서규조류)	생물다양성 (대형저서동물)	생물다양성 (염생식물)
	멸종위기종	고유종	고유종	멸종위기종
<b>물새의 중요 서식지</b> 『한국의 갯벌』은 대한민국의 가장 대표적인 중요 물새 서식지로 IUCN 적색목록 27종을 포함한 137종의 물새를 부양함.	생물다양성 (물새중수)	멸종위기종 (IUCN 적색목록종 중수)	멸종위기종 (IUCN 적색목록종 중수)	멸종위기종 (IUCN 적색목록 개체수)
	생물다양성 (물새개체수)			생물다양성 (물새중수)
	멸종위기종 (IUCN 적색목록 개체수)			



**서천갯벌**

- 갯벌생물의 주요 서식처
  - 멸종위기 무척추 동물 3종 및 고유종 19종 부양
- 물새의 중요 서식지
  - 물새류 100종 부양
  - IUCN 적색목록종 23종 부양
  - 대한민국 내 가장 많은 넓적부리도요(CR, 최대 8개체/년)와 알락꼬리마도요(EN, 최대 3,707개체/년)를 부양

**고창갯벌**

- 갯벌생물의 주요 서식처
  - 높은 저서규조류 종 다양성(194종)
  - 멸종위기 무척추 동물 1종 및 고유종 23종 부양
  - 황해고유종 범계 부양
- 물새의 중요 서식지
  - 물새류 89종 부양
  - IUCN 적색목록종 21종 부양
  - 대한민국 내 가장 많은 황새 부양 (EN, 최대 19개체/년)

**신안갯벌**

- 갯벌생물의 주요 서식처
  - 높은 해조류 종 다양성(144종)과 대형저서 동물 종 다양성(568종)
  - 멸종위기 무척추동물 2종 및 고유종 35종 부양
- 물새의 중요 서식지
  - 물새류 86종 부양
  - IUCN 적색목록종 17종 부양
  - 무수한 무인도서는 저어새를 포함한 물새의 보금자리로 활용

**보성-순천갯벌**

- 갯벌생물의 주요 서식처
  - 넓은 원형갈대군락과 염습지에 염생식물 24종 부양
  - 멸종위기 무척추동물 5종 및 고유종 19종 부양
- 물새의 중요 서식지
  - 물새류 102종 부양(오리류 및 거위류)
  - IUCN 적색목록종 27종 부양
  - 대한민국 내 가장 많은 흑두루미 부양 (VU, 최대 4,596개체/년)

### 3.2. 기본 지침

#### 1 공간적 대상

- 공간적 범위는 『한국의 갯벌』 세계자연유산에 등재된 4개 구성 요소인 서천갯벌, 고창갯벌, 신안갯벌, 보성-순천갯벌을 대상으로 함(\* 2단계 확대 등재 시 추가되는 구성요소에도 확대 적용)
- 각 구성요소별 모니터링 장소는 세계자연유산의 유산지역과 완충구역으로 하며, 속성에 미치는 영향 등을 고려하여 필요 시 조하대 등 그 외곽지역도 포함
- 조사정점은 자료의 호환성을 위해 『국가해양생태계 종합조사』의 갯벌 조사 축선을 활용하고 OUV의 변화를 확인하기 위해 추가 축선 및 정점을 설정

#### 2 조사 시기

- 조사 시기는 각 모니터링 분야별로 특징이 가장 잘 나타나는 시기를 선택해야 함
- 서식지 특성은 한반도 서남해안의 계절변화가 온전히 축적된 시기인 동계와 하계의 후반부(동계, 2월~3월 초; 하계, 8월~9월초)에 조사하며, 생물종 다양성 및 멸종위기종 분야는 생태학적 과정이 극대화되는 계절(5월~9월경)에 집중적으로 조사함
- 물새의 경우 갯벌로 도래하는 시기를 고려하여 도요·물떼새류는 봄·가을(4월~5월, 9월~10월), 겨울 철새는 12월~2월에 조사하고 물때에 따른 이동습성을 고려하여 만조 전후 2시간 동안 집중조사 실시

#### 3 조사정점 설계 기준

- 세계자연유산의 각 구성 요소에 대해 영역간 공간적 연계 및 종합해석이 가능하게 정점을 선정함
- 각 영역내 서식지와 생물군간 상호 관계 파악이 가능하고 물리적 특성변화를 해석할 수 있는 대표 축선과 정점을 선정함
- 1단계 등재 과정에서 등재기준 (x)의 부합성 제고를 위해 생물종다양성 증대방안으로 격자식 조사정점을 구성하여 정밀조사를 실시하였으나, 모니터링을 위한 현실적인 여건(인력, 예산 확보 등)을 고려하고 30여년의 연구경험을 바탕으로 효율적인 모니터링을 위한 조사정점을 설계함
- 서식지 및 생물분야의 조사정점은 『국가해양생태계 종합조사』결과와의 원활한 자료 공유를 위해 기존 갯벌 조사 정점을 모두 포함하였으며, OUV 속성의 유지를 파악하기 위한 추가적인 모니터링 축선과 정점을 설정하고 조사 방법의 일부를 수정 보완하여 실시함
- 물새 분야의 조사정점은 국가해양생태계종합조사, 국립생물자원관 도요물떼새조사 및 전국동시 센서스, 지역별 주요 이동성 물새 휴식지 등을 포함하였음
- 각 지역별 전문 연구자 및 시민 조사자 등과의 협의를 통해 각 단위 갯벌에 도래하는 이동성 물새의 전체적인 동향 파악이 가능하도록 조사 정점을 설계함
- 지역별로 기존 조사 정점 이외에 이동성 물새의 주요 휴식지를 모두 포함하여 일반조사 및 정밀조사를 통해 이동성 물새의 서식현황(종류, 이동패턴, 서식밀도, 번식동지 등) 등을 조사 분석할 수 있도록 선정함

# III

## 분야별 통합모니터링 항목 및 방법

1. 물새 종 다양성
2. 갯벌 생물 종 다양성
3. 갯벌 서식지 특성
4. 위협요인 및 관리

### Ⅲ 분야별 통합모니터링 항목 및 방법

- 갯벌의 종다양성과 철새의 서식지 보존을 위하여 중요한 속성에 대한 적절한 변화양상을 파악하고 UNESCO의 정기보고서 작성을 위해 모니터링은 5년 주기로 시행
- 유산지역의 구성 요소별 속성에 대한 5년 주기의 적절한 조사와 해석을 위하여 서천/고창갯벌, 신안갯벌 북부, 신안갯벌 중부, 신안갯벌 남부, 보성-순천갯벌의 5개 구역으로 구분하여 모니터링을 시행
- 효율적인 모니터링을 위하여 서천/고창갯벌을 1차년도, 신안갯벌(북부, 중부, 남부)을 2차, 3차, 4차년도, 보성-순천갯벌을 5차년도로 설정하고 순서대로 조사하여 5년 주기로 모든 갯벌 자연유산이 모니터링 되도록 함(그림 1)

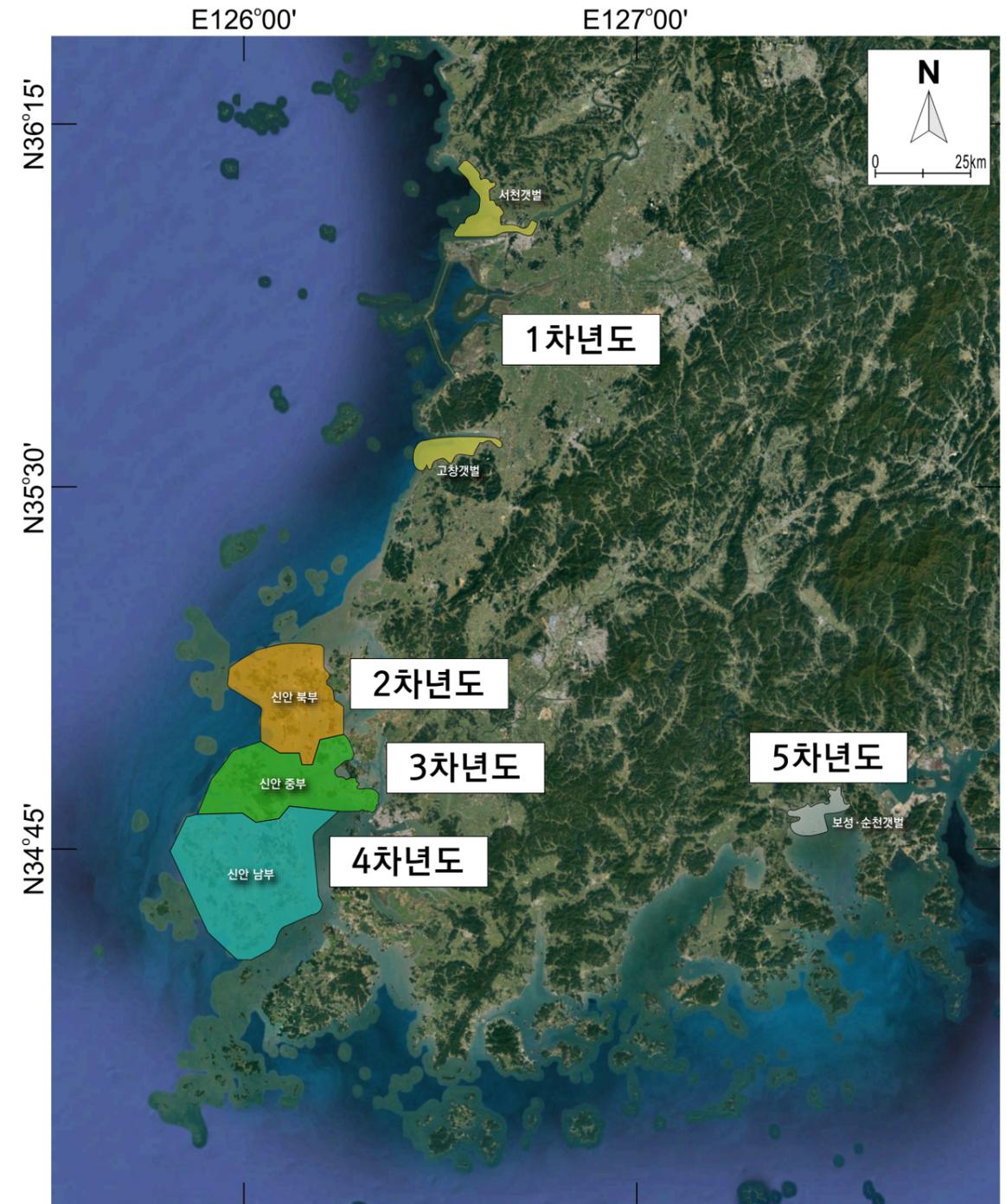


그림 1. 한국의 갯벌 세계자연유산 지역의 년차별 모니터링

표 1. 한국의 갯벌 세계자연유산 통합 모니터링 항목

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
물새 중 다양성	물새 중 다양성	기본조사	1) 도래종 및 개체군 변동 2) IUCN 적색목록 및 법정 보호종 현황 조사 3) 시공간 분포 현황 분석	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌의 각 조사 정점	매년 진행	동시진행
		정밀조사	1) 서식지 이용 현황 조사 2) 섭식패턴(점재 먹이원 및 먹이량) 등 조사	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌의 각 조사 정점	5년 주기	
		번식실태 및 행동권 분석	1) 무인도서 번식실태 조사 2) 이동성 물새 행동권 분석 등	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌의 각 조사 정점	5년 주기	
갯벌 생물종 다양성	갯벌 (조간대)	저서규조류 중 다양성 및 현존량	1) 저서규조류 중 다양성 2) Chlorophyll-a 현존량	1) 서천갯벌 2개 측선 2) 고창갯벌 2개 측선 3) 신안갯벌 북부 3개 측선 4) 신안갯벌 중부 4개 측선 5) 신안갯벌 남부 4개 측선 6) 보성갯벌 2개 측선 7) 순천갯벌 2개 측선	2월-3월초 8월-9월초	
		염생식물 중 다양성	1) 종 다양성 2) 분포 양상 3) 현존식생도 4) 군락단면도 5) 생체량	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	봄철, 여름철, 가을철 (년 3회 순차적 1개 지역)	

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
갯벌 생물종 다양성	갯벌 (조간대)	대형저서동물 중 다양성	1) 종 다양성 2) 밀도, 생체량 3) 방형구 조사	1) 서천갯벌 2개 측선 2) 고창갯벌 2개 측선 3) 신안갯벌 북부 3개 측선 4) 신안갯벌 중부 4개 측선 5) 신안갯벌 남부 4개 측선 6) 보성갯벌 2개 측선 7) 순천갯벌 2개 측선	7월-9월초	지역 주민 공동 참여
		어류 및 초대형무척추동물 중 다양성	1) 종 조성 2) 주요종 체장 및 체중	1) 서천갯벌 1개소 2) 고창갯벌 1개소 3) 보성-순천갯벌 1개소 4) 신안갯벌 북, 중, 남부 각각 1개소(합 3개소)	1-2월, 5-6월, 7-9월, 11-12월	
		해조류	1) 종 수 및 생물량 2) 피도, 상대피도, 종요도 등	1) 서천갯벌: 유제도 2) 고창갯벌: 대죽도 3) 신안갯벌 북부: 임지도 4) 신안갯벌 중부: 지은도 5) 신안갯벌 남부: 하의도 6) 보성-순천갯벌: 장도	2-3월	
갯벌 생물종 다양성	암반갯벌 (조간대)	대형저서동물	1) 정성 및 정량 조사 2) 종 수, 밀도 및 생체량 3) 우점종 등	1) 서천갯벌: 유제도 2) 고창갯벌: 대죽도 3) 신안갯벌 북부: 임지도 4) 신안갯벌 중부: 지은도 5) 신안갯벌 남부: 하의도 6) 보성-순천갯벌: 장도 (해조류 조사장소와 동일)	7-8월	정점 위치 변동 가능

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
갯벌 생물종 다양성	조하대	대형저서동물	1) 종 수, 밀도 및 생체량 2) 공간 분포 양상 3) 우점종 등	서천/고창갯벌 조하대: 20개 정점 신안갯벌 북부 조하대: 20개 정점 신안갯벌 중부 조하대: 20개 정점 신안갯벌 남부 조하대: 20개 정점 보성-순천갯벌 조하대: 20개 정점	8-9월초 (년 1회 순차적 1개 지역)	
		어류 및 초대형 무척추동물	1) 종 조성	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	조입가능 시기 (년중 순차적 1개 지역)	
		포유동물	1) 출현종 및 개체수 2) 서식장소 3) 이동경로	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	관찰가능 시기 (년중 순차적 1개 지역)	
	멸종위기종 /고유종	멸종위기종	1) 철새는 별도 조사 2) 법적보호종(멸종위기종) 출현 3) 분포 범위 4) 서식지 환경 특성	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	봄철-여름철 (년 1회 순차적 1개 지역)	
고유종		1) 출현종 및 광역 분포	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 (갯벌, 암반, 조하대, 조상대 전체)	년중 문헌조사 (모든 장소 대상)	자료조사	
갯벌 서식지 특성	갯벌 (조간대)	갯벌 지형 및 고도 변화	1) 갯벌층면의 정밀고도 변화 및 간출 시간 2) 갯벌 층면의 침퇴적양	1) 서천갯벌 3개 축선 2) 고창갯벌 2개 축선 3) 신안갯벌 북부 3개 축선 4) 신안갯벌 중부 4개 축선 5) 신안갯벌 남부 4개 축선 6) 보성갯벌 2개 축선 7) 순천갯벌 2개 축선	2월-3월초 8월-9월초	

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
갯벌 서식지 특성	갯벌 (조간대)	서식지 갯벌지질 특성	1) 표층 퇴적물의 인도분포 및 표층퇴적상 변화 2) 퇴적물의 강열감량 및 총유기탄소 3) 갯벌 표층의 층면구조와 조류/파랑 방향	1) 서천갯벌 3개 축선 2) 고창갯벌 2개 축선 3) 신안갯벌 북부 3개 축선 4) 신안갯벌 중부 4개 축선 5) 신안갯벌 남부 4개 축선 6) 보성갯벌 2개 축선 7) 순천갯벌 2개 축선	2월-3월초 8월-9월초	
		폭풍 및 태풍에 의한 퇴적 체 영향	1) 위성영상 자료 분석 2) 표층퇴적물, 퇴적역학상, 정밀지형 및 고도변화 측량	1) 유부도갯벌 복서측 사취 2) 고창갯벌 체니어 3) 신안북 복측 모래자갈산형체 (벼갈우섬)	2월-3월초 8월-9월초	
		신화대층 분포	1) 신화대층 두께	서식지 지질 특성 조사 축선의 정점에서 실시	2월-3월초 8월-9월초	
		갯벌 층면 침식 및 퇴적	1) 정밀 지형 고도 자료 이용/해석	갯벌 지형 및 고도 변화 조사 축선	2월-3월초 8월-9월초	
갯벌 퇴적물 지화학 특성	갯벌 퇴적역학 특성 변화	갯벌 퇴적물 지화학 특성	총유기탄소, 강열감량, 산화발성화합물, 중금속 (Ni, Al, Cr, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb)	서식지 지질 특성 조사 축선의 정점에서 실시	2월-3월초 8월-9월초	
		갯벌 퇴적역학 특성 변화	계절변화에 따른 퇴적층 형성의 역학적 특성 변화	서식지 지질 특성 조사 축선의 정점에서 실시	2월-3월초 8월-9월초	주상시료 (릴리프필)분석
		갯벌 해안선 변화	연질 해안선의 변화양상	한국의 갯벌 세계자연유산 전체를 대상	5년 주기로 년중 수시	위성영상분석

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
서식지		조류 특성	1) 갯벌 퇴적층 형성과 연관된 조류의 특성 파악	세계자연유산 주변 해역	5년 주기	국립해양조사원 자료 분석
		파랑 특성	1) 갯벌 퇴적층의 재동, 침식 등과 연관된 파랑 특성 파악	세계자연유산 주변 해역	5년 주기	국립해양조사원 자료 분석
	조하대	표층퇴적물 분포 및 계절 변화	1) 입도 분포 2) 표층퇴적상 변화	서천/고창갯벌 조하대: 20개 정점 신안갯벌 북부 조하대: 20개 정점 신안갯벌 중부 조하대: 20개 정점 신안갯벌 남부 조하대: 20개 정점 보성-순천갯벌 조하대: 20개 정점	2-3월초 8-9월초 (년 2회 순차적 1개지역)	
		표층퇴적물 지화학 특성	1) 총유기탄소, 강열감량, 산취발성황화물, 2) 중금속(Ni, Al, Cr, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb)	서천/고창갯벌 조하대: 20개 정점 신안갯벌 북부 조하대: 20개 정점 신안갯벌 중부 조하대: 20개 정점 신안갯벌 남부 조하대: 20개 정점 보성-순천갯벌 조하대: 20개 정점	2-3월초 8-9월초 (년 2회 순차적 1개지역)	
	조상대	조수 해빈, 사구, 염습지 분포 및 특성	조수 해빈과 사구의 분포 및 지형 구배 2) 지형 구배는 정밀 수준측량 자료 이용 3) 조수 해빈과 사구의 경계선	서천갯벌 유부도 사구 고창갯벌: 동호 축선 신안갯벌 북부: 임자도 축선 신안갯벌 중부: 자은도 축선 신안갯벌 남부: 비금도 축선	2-3월초 8-9월초 (년 2회 순차적 1개지역)	

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
위협요인 및 유산관리	조상대	사구 표층 퇴적물 분포 및 계절변화	표층 퇴적물 입도분포, 염습지 분포, 사구 지형 특성을 육안 관찰하여 기록하고 사진 자료 확보	유부도 사구 정점 서천 육지부 사구 정점 신안 임자도 사구 정점 신안 자은도 사구 정점 신안 비금도 사구 정점	2-3월초 8-9월초 (년 2회 순차적 1개지역)	
		서식지 특성변화	1) 퇴적물특성 2) 퇴적역학특성(릴리프필, 연엑스선) 3) 퇴적물 유기물(강열감량) 4) 산화대중깊이 5) 지화학분석	1) 서천 유부도 도류제 내측 갯벌 (1개 축선) 2) 타지역 현안 발생시 지자체와 협의 후 모니터링 실시	2월-3월초 8월-9월초 (2회/년)	
	개발 압력	생물종 다양성 변화	1) 대형저서동물	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	5년 또는 수시 (변경 발생시)	<ul style="list-style-type: none"> <li>국립해양조사원</li> <li>통계청 KOSIS</li> <li>지자체 내부자료</li> </ul>
		간척과 매립	1) 갯벌의 면적 변화 2) 해안선 길이 변화 3) 공유수면 매립계획 추진 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 통계연보 및 내부자료</li> <li>문화체육관광부 관광지식정보 시스템</li> </ul>
	관광	1) 주요 관광지 방문객 현황 2) 유산지역 인접 지역 주요 관광지 방문객 현황 3) 유산지역 내 체험마을 운영 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년		

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고
위험요인 및 유산관리	개발 압력	에너지 개발	1) 해상 및 육상 풍력발전 단지 추진 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 지자체 내부자료
		어업	1) 어가 및 어가인구 현황 2) 어선 보유 현황 3) 수산물 어획고 현황 4) 어업권 현황 5) 불법어업 단속 및 어업지도선 보유현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 지자체 통계연보 및 내부자료 • 국립해양조사원 개방해 • 해양경찰청
		인구	1) 시·군별 전체 인구 현황 2) 유산지역 인근지역 인구 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 지자체 통계연보
	환경 압력	해양오염관리 현황	1) 해양수질 현황 2) 하수도 보급률 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 해양환경정보포털 (MEIS) 해양환경 측정망 • 국가통계포털 (KOSIS)
		외래침입종 및 유해해양생물	1) 유해해양생물 유입 및 퇴치 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 해양환경공단 해양생태처 • 해양환경정보포털 (MEIS) • 지자체 내부자료
		연안침식	1) 연안침식 발생 현황 2) 연안정비사업 추진 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 연안포털 연안정보 • 해양수산부, 연안침식 실태조사 백서 • 제3차 연안정비기본 계획(2020~2029)

대분야	중분야	소분야	조사항목	대상지역	시기	비고	
위험요인 및 유산관리	기후 변화		1) 평균 수온 변화 현황 2) 수소이온농도 변화 현황 3) 평균 해수면 변화 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 해양환경정보포털 해양환경측정망 (meis.go.kr) • 국립해양조사원 바다누리 해양 정보서비스 (khoa.go.kr)	
		해양오염사고 발생 현황	1) 해양오염사고 발생 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 해양경찰청 해양오염 사고통계 • 지자체 내부자료	
		해양쓰레기	1) 해양쓰레기 모니터링 현황 2) 해양쓰레기 수거 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 해양환경정보포털, 해안쓰레기 모니터링 통계 • 해양환경정보포털, 해양폐기물 수거조사 통계 • 지자체 내부자료	
	관리역량	관리역량	1) 전체 통합관리 조직 현황 2) 지역별 세계유산 관리 조직 현황 3) 지역별 갯벌 방문객센터 운영 현황	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	매년	• 지자체 내부자료 • 지자체 홈페이지 • 조직도 및 직원 현황	
		주민인식	1) 주민인식 변화 조사	서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌 전체	필요시	전문 업체 의뢰	

## 01 물새 종 다양성

### 1.1 기본조사

#### ■ 조사목적 및 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국의 갯벌 세계자연유산에 도래하는 이동성 물새의 도래 및 서식, 개체군의 시·공간적 분포 및 변화 현황 파악을 위한 기초조사</li> <li>이동성 물새 개체군의 서식지 조사 등을 통한 종과 서식지 보호관리 정책 수립 기반 마련</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동성 물새류의 생태 및 생활사에 따라 매년 진행</li> <li>정밀조사 진행 연도에는 정밀조사에 일반조사를 포함하여 진행</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

조사대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>도요·물떼새류 등 이동성 물새류</li> </ul>
조사지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 유산지역 및 완충구역</li> <li>유산지역 내 주요 이동성 물새 휴식지, 섭식지 등</li> <li>겨울철새는 세계유산 배후지역을 포함 진행</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사팀은 2인 1조를 기본으로 지역 특성과 범위에 따라 필요한 조사팀 구성</li> <li>물새류 주요 휴식지, 섭식지 등을 감안하여 조사 권역별로 선조사법 및 정점조사법 병행</li> <li>지역별로 대조기에 따라 동시 조사 진행</li> <li>동시 조사가 어려운 신안갯벌은 동일 대조기 내에서 모니터링 진행</li> </ul>
조사항목	<p><b>이동성 물새 도래 및 분포 현황 기초 조사</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>도래종 전체 서식 현황 및 분포, 변화상 조사</li> <li>출현종수, 개체수, 종조성(군집분석), 분포도 등</li> <li>1km × 1km 격자 혹은 온라인 플랫폼 이용 분포도 작성</li> </ul>

조사항목	<p><b>보호종 현황 조사</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>천연기념물, 해양보호생물, 멸종위기종 중 및 개체수</li> <li>IUCN 적색목록 등 분포 현황 파악</li> </ul>
조사시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별 물때를 감안하여 만조 2~3시간 전후 조사</li> <li>지역별 특성에 따라 권역으로 구분 조사 수행</li> </ul>
조사강도	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별 조석 특성을 반영하여 월 2회(격주)로 진행</li> <li>도요·물떼새류 집중 도래기간인 봄철(4~5월) 및 가을철(8월 말~10월 중) 기간은 주 1회 조사 진행</li> </ul>
조사결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사결과는 야장 및 온라인 플랫폼을 통해 공유</li> <li>시기별 종수 및 개체수 현황 등 도래현황 분석</li> <li>군집분석(우점도, 종다양도, 균등도, 종풍부도 등)</li> <li>우점도는 백분율(%)로 소수점 1자리까지 기재</li> <li>기타 통계분석 결과는 소수점 2자리까지 기재</li> </ul>

#### ■ 조사정점 및 비교

조사정점	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별 조사 정점도 참조(페이지 31 참조)</li> <li>신안갯벌은 도서 및 물새 도래 특성을 반영하여 조사권역을 구분하고 기본조사에는 1~3권역 진행(조사 결과에 따라 조정 가능)</li> <li>1권역) 압해도</li> <li>2권역) 지도-중도-임자도</li> <li>3권역) 압태도-안좌도</li> <li>4권역) 비금도-도초도</li> <li>5권역) 기타지역</li> </ul>
비 고	<p><b>지역별 조사 협의체 구성</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>한국의 갯벌 세계자연유산 물새 모니터링을 위한 지역별 협의체 구성</li> <li>학계 및 전문기관, 환경단체, 지역 전문가 및 조사자 등과 상호 교류하여 조사계획 수립 및 조사 팀 구성</li> </ul>

## 1.2 정밀 조사

### ■ 조사목적 및 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>개체군의 주요 서식지 이용 패턴을 포함한 서식 환경 조사</li> <li>개체군의 서식환경(잠재적 먹이원, 먹이량 등) 분석</li> <li>위험요인 분석</li> <li>물새 종 및 서식지 보호관리 방안 수립</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별로 5년 주기</li> </ul>

### ■ 조사항목 및 방법

조사대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>도요·물떼새류 등 이동성 물새류</li> </ul>
조사지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국의 갯벌 유산지역 및 완충구역, 배후습지 등</li> <li>유산지역 내 주요 이동성 물새 섭식지 및 휴식지 등</li> <li>겨울철새는 세계유산 배후지역을 포함하여 진행</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>물새의 섭식행동을 감안하여 저서생물 및 갯벌지질 전문가를 포함한 조사팀 구성</li> <li>이동성 물새 도래 실태조사는 기본조사 방법을 인용</li> </ul>
조사항목	<p><b>서식지 이용 조사</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>섭식 행동 및 먹이원 조사(섭식 횟수, 먹이원 등)</li> <li>개체군별 서식지 이용 패턴 분석</li> <li>배설물 등을 이용한 종별 섭식 현황 및 패턴 분석</li> <li>서식지(지형지질)에 따른 이용 패턴 분석</li> <li>간조시 갯벌내 조류 분포</li> </ul> <p><b>위험요인분석</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>개체군의 주요 위험요인 분석 및 관리방안 도출</li> </ul> <p>정밀조사 해당년도는 물새 기본조사와 통합하여 진행</p>

조사시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별 물때를 감안하여 만조 2~3시간 전후 조사</li> <li>지역별 특성에 따라 권역으로 구분 조사 수행</li> </ul>
조사강도	<ul style="list-style-type: none"> <li>물새 기본조사와 병행</li> <li>집중 도래시기는 월 1회 이상 간조 조사 시행</li> <li>서식지 이용조사는 이동성 물새 도래시기 집중 조사</li> </ul>
조사결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동성 물새 도래 및 분포현황</li> <li>주요 물새종 섭식행동 등 서식지 이용 분석             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 종별 먹이원 분석</li> <li>- 주요 종별 섭식 행동 사진·동영상 기록</li> <li>- 개체군별 서식지 이용 현황 분석</li> </ul> </li> <li>이동성 물새 및 서식지 보호 관리 방안 제시</li> </ul>

### ■ 조사정점 및 비교

조사정점	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 및 완충구역의 일반조사 정점, 배후습지 등을 감안하여 조사 지역 설정</li> </ul>
비 고	<ul style="list-style-type: none"> <li>조류 연구진 이외에 저서생물 및 지형지질 연구진을 포함하여 조사팀 구성</li> </ul>

### 1.3 번식실태 및 행동권 분석

#### ■ 조사목적 및 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 세계유산 일원의 번식실태 조사</li> <li>이동성 물새 등 해양성 조류의 이동 양상 파악 및 행동권 분석</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별로 5년 주기</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

조사대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>번식 조류</li> </ul>
조사지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 유산지역 및 완충구역 일원의 무인도서 등</li> </ul>
조사방법	<p><b>선박 및 드론 등을 이용한 조사</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>선박 접안 가능한 도서 방문 및 번식 여부 확인</li> <li>선박 접안 불가능한 경우 드론 등을 활용한 조사</li> <li>지역 상황에 따라 무인센서카메라 및 CCTV 등 활용</li> </ul> <p><b>위치추적기 부착을 통한 행동권 분석</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>위치추적기 조사는 현지 포획 가능성, 위치추적기 부착 가능성, 지역별 분배 등을 감안하여 진행</li> </ul>
조사항목	<p><b>번식 실태 조사</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>번식종, 동지수, 개체수, 번식지 환경 변화 등 파악</li> </ul> <p><b>행동권 분석 및 이동 양상 파악</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>위치추적기 및 가락지 등을 통한 조류 서식지 이용 패턴 및 행동권 분석</li> <li>서식지 이용률, 중간기착지와 휴식지 등 자원 이용 및 행동권 등 분석</li> </ul>

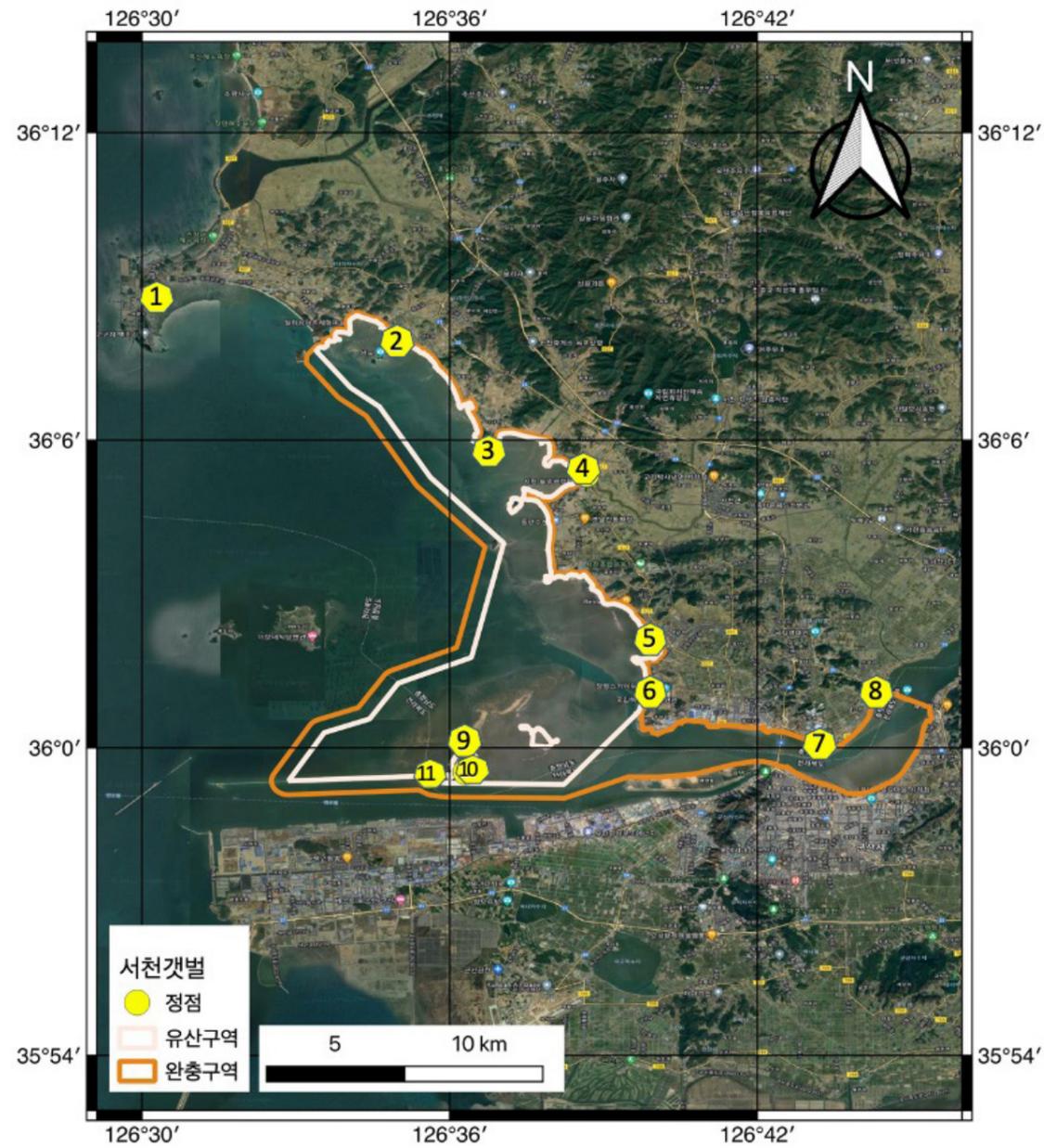
조사결과	<p><b>번식 실태 및 번식지 이용 현황</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>주요 번식 현황(종, 개체수 등) 및 번식지 분석</li> <li>주요 번식 조류 종별 사진·동영상 기록</li> </ul> <p><b>이동성 물새 행동권 분석</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>이동성 물새의 생활사에 따른 공간이용 패턴 및 이동경로, 핵심서식지 등 행동권 분석</li> <li>종별 시기별 주요 선호 서식지 및 이용 패턴 분석</li> </ul> <p><b>번식종 및 번식지 보호관리 방안 제시</b></p>
------	---

#### ■ 비교

비 고	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀조사와 통합하여 진행</li> </ul>
-----	---

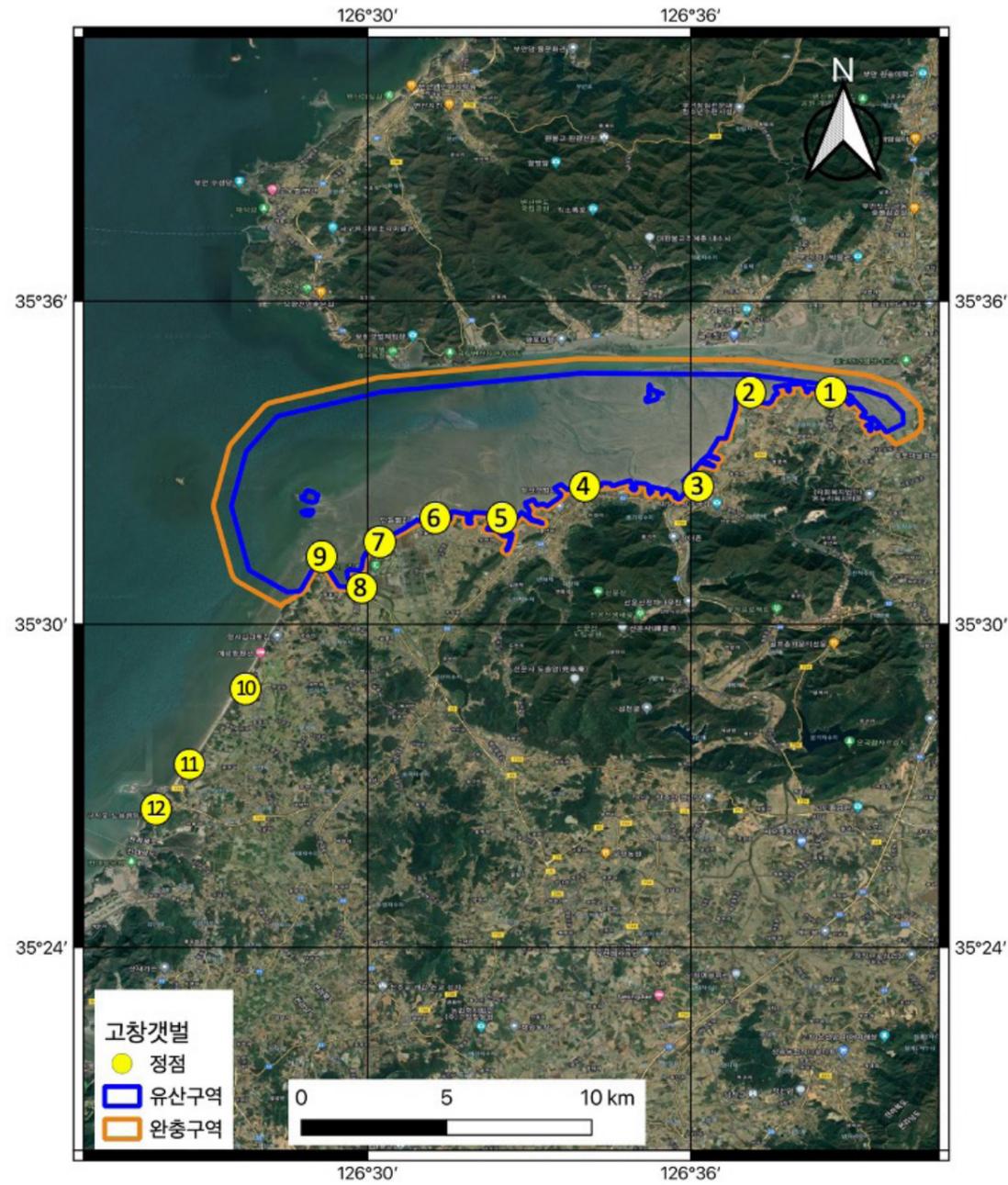
1.4 지역별 정점 설정

서천갯벌 물새조사 정점



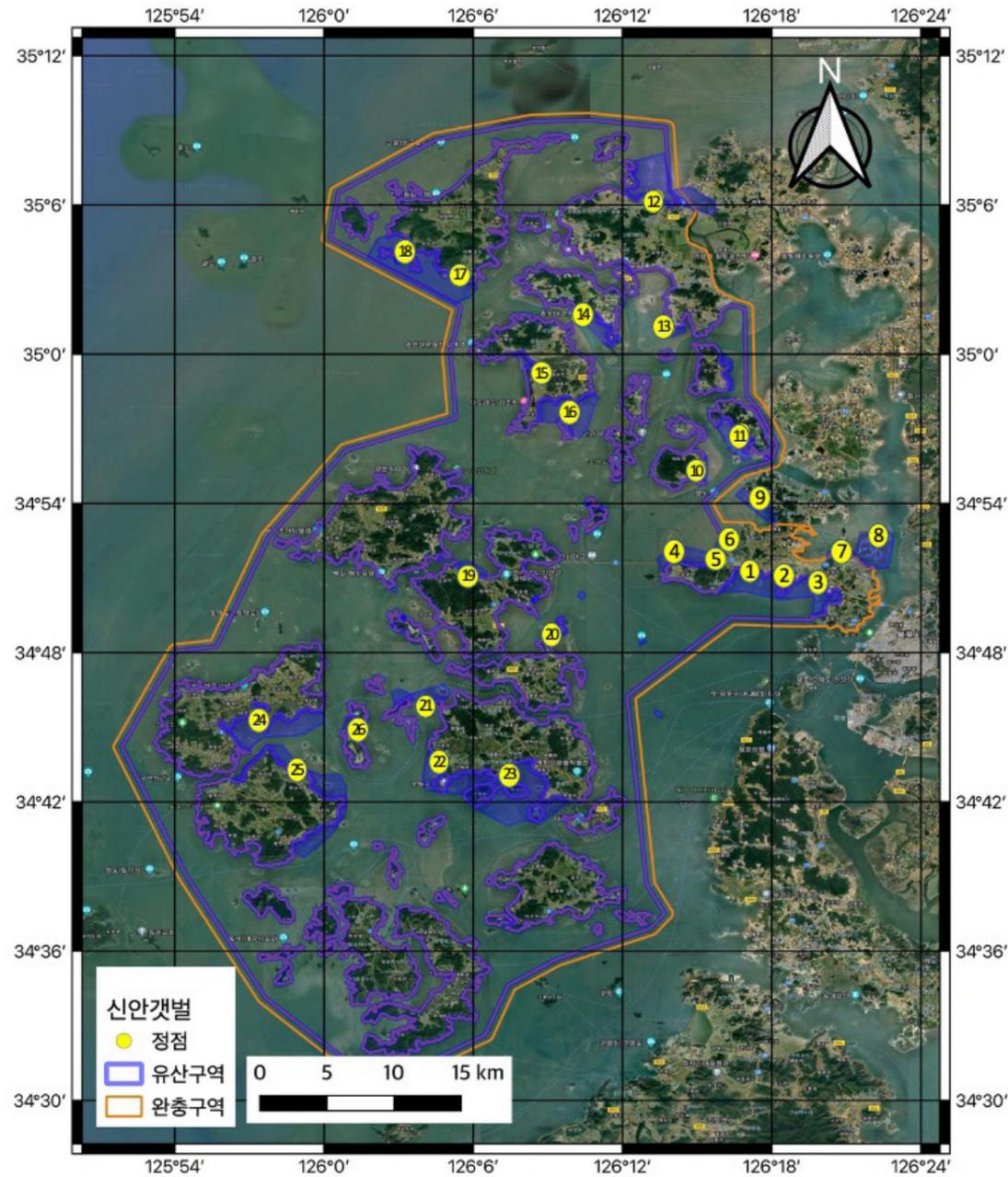
구분	정점	서천갯벌 주요 관찰지역	좌표	
기본 및 정밀조사	sc-01	마량포구	36° 8' 45.77"N	126°30' 17.2"E
	sc-02	선도리 갯벌	36° 7' 52.82"N	126°35' 0.04"E
	sc-03	다사리 갯벌	36° 5' 44.33"N	126°36' 44.9"E
	sc-04	장구만 갯벌	36° 5' 20.09"N	126°38' 40.2"E
	sc-05	솔리갯벌	36° 2' 4.56"N	126°39' 56.3"E
	sc-06	송림갯벌	36° 1' 5.26"N	126°39' 53.0"E
	sc-07	장항해변	36° 0' 2.59"N	126°43' 10.1"E
	sc-08	금강하류	36° 1' 2.97"N	126°44' 18.2"E
	sc-09	유부도 북측	35° 59' 31.48"N	126°36' 16.1"E
	sc-10	유부도 염전	35° 59' 31.48"N	126°36' 18.5"E
	sc-11	유부도 남측갯벌	35° 59' 26.68"N	126°35' 35.1"E

고창갯벌 물새조사 정점



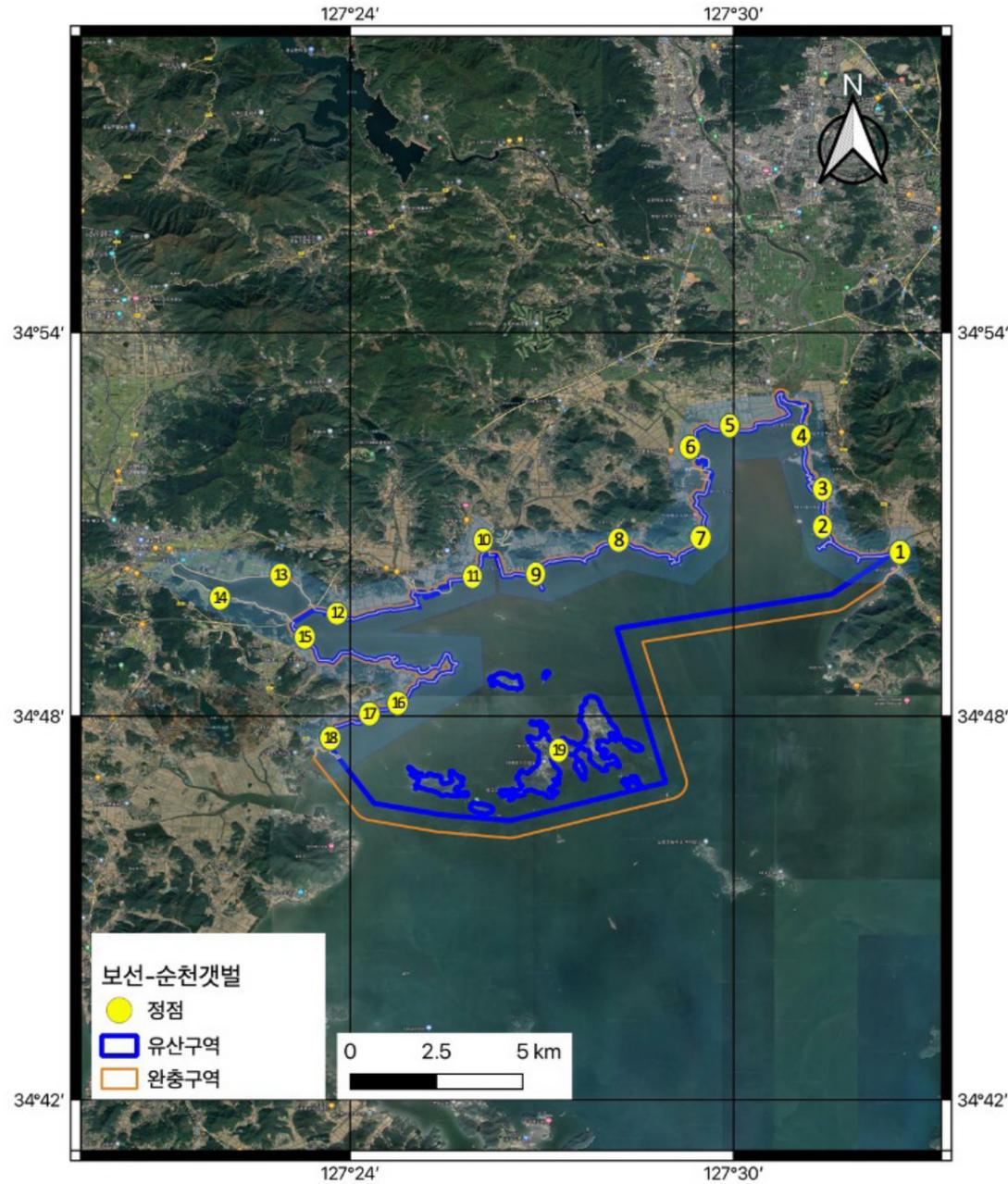
구분	정점	고창갯벌 주요 관찰지역	좌표	
기본 및 정밀조사	gc-01	수양리	35°34' 16.38"N	126°38' 34.04"E
	gc-02	상포	35°34' 12.99"N	126°37' 2.31"E
	gc-03	좌치나루	35°32' 32.75"N	126°36' 11.68"E
	gc-04	하전	35°32' 34.89"N	126°33' 57.17"E
	gc-05	람사르고창갯벌센터	35°32' 1.43"N	126°32' 28.01"E
	gc-06	만들	35°31' 58.65"N	126°31' 14.49"E
	gc-07	쉐니어	35°31' 28.76"N	126°30' 6.38"E
	gc-08	해리천 수문	35°30' 40.58"N	126°29' 52.84"E
	gc-09	동호항	35°31' 16.93"N	126°29' 10.26"E
	gc-10	법장천 하구	35°28' 47.27"N	126°27' 43.83"E
	gc-11	명사십리 해변	35°27' 25.79"N	126°26' 45.19"E
	gc-12	구시포항	35°26' 34.65"N	126°26' 3.86"E

신안갯벌 물새조사 정점



구분	정점	신안갯벌 주요 관찰지역	좌표	
일반조사	sa-01	압해도	34°51'18.83"N	126°17'1.58"E
	sa-02		34°51'12.09"N	126°18'30.20"E
	sa-03		34°51'0.06"N	126°19'55.48"E
	sa-04		34°51'55.45"N	126°14'4.69"E
	sa-05		34°51'43.67"N	126°15'54.97"E
	sa-06		34°52'21.93"N	126°16'12.29"E
	sa-07		34°51'50.91"N	126°20'48.37"E
	sa-08		34°52'41.46"N	126°22'18.82"E
	sa-09		34°54'8.44"N	126°17'23.90"E
정밀조사	sa-10	매화도	34°55'28.48"N	126°15'3.11"E
	sa-11	고이도	34°56'55.74"N	126°16'46.89"E
일반조사	sa-12	지도_증도	35°6'19.01"N	126°13'21.23"E
	sa-13		35°1'3.40"N	126°13'48.32"E
	sa-14		35°1'29.32"N	126°10'14.69"E
	sa-15		34°59'17.65"N	126°8'42.74"E
일반조사	sa-16	임자도	34°57'48.60"N	126°9'49.85"E
	sa-17		35°3'11.82"N	126°5'26.78"E
일반조사	sa-18		35°4'8.11"N	126°3'21.53"E
일반조사	sa-19	암태도	34°51'12.65"N	126°5'48.55"E
정밀조사	sa-20	팔금도	34°48'42.39"N	126°9'14.52"E
안좌도	sa-21	안좌도	34°45'56.12"N	126°4'9.26"E
	sa-22		34°43'36.92"N	126°4'39.96"E
	sa-23		34°43'4.29"N	126°7'22.31"E
정밀조사	sa-24	비금-도초도	34°45'12.95"N	125°57'21.84"E
	sa-25		34°43'19.13"N	125°58'55.42"E
정밀조사	sa-26	수치도	34°45'0.08"N	126°1'13.71"E

보성-순천갯벌 물새조사 정점



구분	정점	보성-순천갯벌 주요 관찰지역	좌표	
기본 및 정밀조사	bs-01	두봉교 인근	34°50'28.89"N	127°32'36.00"E
	bs-02	와온공원 앞	34°51'0.31"N	127°31'21.02"E
	bs-03	노월전망대	34°51'28.19"N	127°31'21.18"E
	bs-04	용산전망대 앞	34°52'16.50"N	127°31'2.09"E
	bs-05	안풍습지	34°52'28.16"N	127°30'0.59"E
	bs-06	장산갯벌체험장	34°52'10.22"N	127°29'24.59"E
	bs-07	우명마을 앞	34°50'48.44"N	127°29'33.00"E
	bs-08	무풍제방 앞	34°50'41.01"N	127°28'12.31"E
	bs-09	임자도거차마을 동측	34°50'13.12"N	127°26'58.25"E
	bs-10	암태도대지산 앞	34°50'39.03"N	127°26'6.39"E
	bs-11	용두항	34°50'14.12"N	127°25'57.38"E
	bs-12	빠금살이 펜션 앞	34°49'30.97"N	127°23'46.96"E
	bs-13	쟁동마을 앞	34°50'9.28"N	127°23'1.69"E
	bs-14	대봉산 앞	34°49'53.06"N	127°21'57.34"E
	bs-15	영등리 앞	34°49'10.48"N	127°23'20.05"E
	bs-16	벨배전시관 앞	34°48'9.14"N	127°24'43.62"E
	bs-17	제두염전 앞	34°48'4.52"N	127°24'17.61"E
	bs-18	대포마을 앞	34°47'37.44"N	127°23'46.27"E
정밀조사	bs-19	장도 보건소 앞	34°47'25.53"N	127°27'16.78"E

〈한국의갯벌 조류 조사표(기본)〉

조사일시	2023. 00.00	조사지역	00갯벌
지역특징	조사지역에 대한 전체적인 개요 설명		
보호지역 유무 및 유형	습지보호지역, EAAFP, 람사르습지, 세계자연유산 등		
GPS 좌표	좌상단 :	우하단 :	
조사자	000,000	연락처/ E-mail	061-246-3356 getbol@getbol.or.kr
조석예보(물때)	(음 03.17.)저 01:17(98) 고 06:25(710) (국립해양원, 00지역 기준)	날씨	맑음
바람세기	<input type="checkbox"/> 무풍 <input type="checkbox"/> 미풍 <input type="checkbox"/> 중풍 <input type="checkbox"/> 강풍 <input type="checkbox"/> 태풍 <input type="checkbox"/> 폭풍	기온	최저 00 °C / 최고 00 °C 기상청(00군/시)
시작시간	2023년 0월 00일 0시 00분	종료시간	2023년 0월 00일 0시 00분
<b>인간 활동 (해당하는 것 모두 선택)</b>			
사람의 이동	<input checked="" type="checkbox"/>	배-정박	<input type="checkbox"/> ATV/오토바이 <input type="checkbox"/>
낚시/낚시터	<input type="checkbox"/>	배-이동	<input type="checkbox"/> 차/트럭 <input type="checkbox"/>
갯벌체험장	<input type="checkbox"/>	배-수상스키	<input type="checkbox"/> 패러글라이딩 <input type="checkbox"/>
유어장	<input type="checkbox"/>	배-매우 시끄럽다/빠르다	<input type="checkbox"/> 경비행기 <input type="checkbox"/>
캠핑장	<input type="checkbox"/>		무인기(드론 등) <input type="checkbox"/>
소각장	<input type="checkbox"/>	염생식물 채취	<input type="checkbox"/>
기타 인간의 활동 (구체적으로)	개발 계획 등 서식지 환경변화를 초래할 수 있는 활동, 철새 도래에 영향을 줄 수 있는 위협요인 등을 중심으로 기술		
<b>서식지 변화 유형 (해당하는 것 모두 선택)</b>			
사람의 이동	<input checked="" type="checkbox"/>	배-정박	<input type="checkbox"/> ATV/오토바이 <input type="checkbox"/>
낚시/낚시터	<input type="checkbox"/>	배-이동	<input type="checkbox"/> 차/트럭 <input type="checkbox"/>
갯벌체험장	<input type="checkbox"/>	배-수상스키	<input type="checkbox"/> 패러글라이딩 <input type="checkbox"/>
기타 서식지 변화 유형 (구체적으로)	하천정비사업 및 도로개설, 연안 준설/매립 등 서식지의 물리적 변형을 초래하는 활동 중심 기술		

조사지역		00 하구			합계
번호	종 명	개체수			
		1구역(00하구둑)	2구역(00해변)	3구역(00해변)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
특이사항(조류들의 행동특성, 조사장소의 특이사항, 번식현황, 환경현황, 법정보호종 관찰 좌표 기재 등)					
① 저어새 N: 37°43'18.86 S: 126°41'17.56 등 법정 보호종 좌표 기재					
② 새로운 도래상황, 번식 상황 등 특이사항 기록					



## 02 갯벌 생물종 다양성

### 2.1. 저서 규조류 종 다양성 및 현존량

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 생태계의 출발점인 에너지 생산의 기초가 되는 저서규조류 종 다양성 및 현존량을 정밀하게 파악하고자 함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌의 지형변화, 표층 퇴적물의 입도, 특성 조사가 이루어진 장소 및 축선을 선정하고 관련된 다른 분야 조사와 동시에 실시할 것</li> <li>서식지 지질 특성 및 대형저서동물 모니터링과 동시에 조사를 원칙으로 2월~3월초(동계)와 8월~9월초(하계)에 시료를 채취함</li> <li>서천/고창갯벌, 신안갯벌 북부, 중부, 남부, 보성-순천갯벌을 순차적으로 매년 조사하여 5년 내에 모든 연속유산 갯벌에 대해 모니터링을 완료</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

시료의 채집	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 축선의 시료 채집 정점에서 1회용 주사기(Φ2.8cm)를 이용하여 표층에서 2cm 깊이로 3회 반복 채집한 후, 3개 시료를 혼합하여 3개의 시료로 나누어서 드라이아이스에 냉동 보관하여 실험실로 운반</li> <li>분석 전까지 저온 냉동고에 영하 70℃로 보관</li> <li>1개의 시료는 종 다양성 분석용, 1개의 시료는 Chlorophyll-a 분석용, 1개는 예비용으로 보관</li> </ul>
종 동정	<ul style="list-style-type: none"> <li>저서 규조류 동정(identification)을 위해 초음파 발생기를 이용하여 퇴적물 시료로부터 유기물과 규조류를 분리하고 염산과 과산화수소를 이용하여 유기물을 제거한 후 시료와 증류수를 1:1의 비율로 세척하는 과정을 수 차례 반복</li> <li>산 세척 처리가 끝난 시료는 포르말린으로 고정하여 시료의 일부를 이용해 프레파라트를 제작</li> <li>광학 현미경 관찰은 400~1,000배 배율하에서 동정하며 경우에 따라 10~100배 희석한 프레파라트를 제작하여 종 수준까지 동정</li> <li>필요시 전자현미경을 이용함</li> </ul>
Chlorophyll-a 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>퇴적물 시료를 동결 건조하여 건조량을 측정 후, 아세톤(90%)을 첨가하여 4℃의 냉암소에서 24시간 동안 Chlorophyll-a 를 추출함</li> </ul>

Chlorophyll-a 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>추출이 완료된 시료는 3,000rpm에서 약 30분간 원심분리를 한 후, 상등액 10mL를 Scintillation vial로 옮겨서 임시 냉장 보관</li> <li>기초생산(Chlorophyll-a) 농도를 측정하기 위해 Spectrophotometer를 이용하여 665nm 및 750nm에서 흡광도를 측정함</li> <li>퇴적물 시료 내의 Chlorophyll-a의 농도는 다음의 Lorenzen(1967) 식을 이용하여 계산</li> </ul> $\text{엽록소-a(mg/m}^2\text{)} = \frac{A \times K \times (6650 - 665a) \times v}{V_f \times l}$ <p>Factors &amp; Descriptions          K : Factor to equate the reduction in the absorbance (2.43)          665o : Absorbance before acidification          665a : Absorbance before acidification          Vf : Surface area of sediment sampler          l : Path length of cuvette(cm)</p>
------------------	---

#### ■ 조사축선 및 정점

- 서천 2개 축선의 정점(CN07-2, CN07-4)\* [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]
  - 고창 2개 축선의 정점(JB04-1, JB04-4) [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]
  - 신안 북부 3개 축선의 정점(JN03-1, JN03-4, JN03-8) [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]
  - 신안 중부 4개 축선의 정점(JN05-0, JN05-1, JN06-1, JN06-2) [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]
  - 신안 남부 4개 축선의 정점(JN07-0, JN07-1, JN07-7, JN08-2) [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
  - 보성 2개 축선의 정점(JN23-1, JN24-1) [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]
  - 순천 2개 축선의 정점(JN18-1, JN18-4) [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]
- \* 제시된 축선은 국가해양생태계종합조사 기준 축선임. 밑줄 친 축선은 세계자연유산 모니터링용 신규 축선임

#### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

저서규조류 종 다양성	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 출현종 수와 합산하여 누적 출현 종수를 구해 해당 갯벌의 저서규조류 종 다양성 파악</li> <li>개체수 우점종 선정(사진 첨부)</li> <li>종명은 표준 기입 방법에 따름</li> <li>종별, 정점별, 개체수를 엑셀 형태로 저장</li> <li>DB 작성은 국가해양생태계 종합조사 방법에 따름</li> </ul>
Chlorophyll-a 량	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 갯벌의 Chlorophyll-a 평균 현존량을 파악</li> <li>각 정점별 Chlorophyll-a 현존량을 엑셀로 정리</li> <li>먹이사슬 연구의 기초 자료로 사용</li> </ul>

## 2.2. 염생식물상(사구식물 포함) 및 식생

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 생태계에서 에너지 생산의 기초가 되고 각종 갯벌 생물들의 서식처로 이용되는 염생식물상(사구식물 포함)과 식생 분포 양상을 정밀하게 파악하고자 함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>서천/고창갯벌, 신안갯벌 북부, 중부, 남부, 보성-순천갯벌을 순차적으로 매년 조사하여 5년내에 모든 연속유산 갯벌에 대해 모니터링을 완료</li> <li>조사 대상지역을 중심으로 매년 3회(봄, 여름, 가을) 현지 조사를 실시</li> </ul>

### ■ 조사항목 및 방법

염생식물상(사구식물 포함) 조사 및 목록 작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사 대상지역에 분포하는 모든 관속식물을 대상으로 조사를 수행</li> <li>2019년 “국가해양수산생물목록집. V. 해양식물”에 기재된 129종 및 2018년까지 조사에서 제시된 141종을 검토하여 조사지역 염생식물상(사구식물포함)과 목록(비교)을 작성함</li> </ul>														
식물군락 조사(상관 식생형을 이용한 군락 명명)	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사지역 상관의 경계부가 확정된 식생형에 대하여 상관을 대표하는 우점종을 이용하여 “○○ 군락”으로 명명</li> <li>단순화한 군락표 작성 및 출현 식물종 피도(우점도)만 표시하여 작성</li> <li>다층구조의 군락은 상, 하부를 대표하는 식물종에 의해 명명하되, 종조성이 극단적으로 빈약한 경우 최상부를 대표하는 식물종명만 이용하여 명명</li> <li>각 군락에 대한 설명에서는 군락 우점종과 군락의 구조 및 특성 등을 기술</li> </ul> <p style="text-align: center;">[피도(우점도) 계급 판정기준]</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">우점도 등급</th> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">5</th> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">4</th> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">3</th> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">2</th> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">1</th> <th style="background-color: #2e75b6; color: white;">+</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>피도</td> <td>&gt;76% (≥3/4)</td> <td>51~75% (1/2~3/4)</td> <td>26~50% (1/4~1/2)</td> <td>6~25% (1/20~1/4)</td> <td>1~5% (1/100~1/20)</td> <td>&lt;1% (&lt;1/100)</td> </tr> </tbody> </table>	우점도 등급	5	4	3	2	1	+	피도	>76% (≥3/4)	51~75% (1/2~3/4)	26~50% (1/4~1/2)	6~25% (1/20~1/4)	1~5% (1/100~1/20)	<1% (<1/100)
우점도 등급	5	4	3	2	1	+									
피도	>76% (≥3/4)	51~75% (1/2~3/4)	26~50% (1/4~1/2)	6~25% (1/20~1/4)	1~5% (1/100~1/20)	<1% (<1/100)									
현존 식생도 작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>식물군락 우점종의 상관 식생형을 이용한 현존 식생도 작성</li> <li>1:5,000의 지형도에 작성을 원칙으로 하나 디지털화 위해 위성영상 활용 권장</li> <li>조사측구는 정방형 방형구를 원칙으로 하지만, 경우에 따라 1:2의 장방형을 사용하며, 군락의 최소 면적은 5㎡ 이상을 기본으로 하되, 필요시 작은 군락도 표시</li> <li>범례는 학명의 속명과 종소명의 머리글자를 조합하여 표기하며, 두 개의 학명을 이용한 군락의 경우 한글명칭의 순서에 맞추어 학명 머리글자를 조합하여 표기</li> </ul>														

현존 식생도 작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 분포 염습지를 바탕으로 염습지의 확산 및 축소 상황 파악</li> <li>거머리말의 조사는 국가해양생태계종합조사 방법에 따름</li> </ul>
군락 단면도	<ul style="list-style-type: none"> <li>식물군락의 지형적, 구조적 특성과 입지 내의 다양한 정보 기록 및 이해를 위하여 군락 단면도를 작성</li> <li>특이한 식물 군락에 대해서는 군락 단면도 작성</li> </ul>
생체량 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장에서 지상부 표본을 채취하여 60℃에서 48시간 동안 건조 후 건조량을 소수점 첫째 자리까지 측정함</li> </ul>

### ■ 조사측선 및 정점

- 염생식물(사구식물 포함)은 갯벌 상부역에 주로 분포하므로 별도의 측선과 정점을 정하지 않고 기존 분포 염습지에 분포하는 염생식물상(사구식물 포함)과 식생현황을 파악
- 갯벌 중부역 및 하부역에 분포하는 경우는 조사 대상에 포함
- 간조선 부근 및 조하대에 분포하는 거머리말의 경우도 조사대상에 포함



## 2.3. 대형저서동물 종 다양성

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌생태계에서 1차 혹은 2차 소비자이면서 물새들의 먹이가 되는 대형저서동물의 종 다양성 및 현존 밀도를 파악하여 향후 갯벌생태계의 변동을 해석하기 위한 정밀한 자료 획득을 하고자 함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌의 지형변화, 표층 퇴적물의 입도, 특성 조사가 이루어진 장소 및 축선을 선정하고 다른 분야 조사와 동시에 실시</li> <li>서식지 지질 특성 모니터링과 동시에 조사를 원칙으로 하되, 대형저서동물의 생태학적 과정이 극대화되는 하계 7월~9월에 실시</li> <li>서천/고창갯벌, 신안갯벌 북부, 중부, 남부, 보성-순천갯벌을 순차적으로 매년 조사하여 5년 내에 모든 연속유산 갯벌에 대해 모니터링을 완료</li> </ul>

### ■ 조사항목 및 방법

시료채집	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형저서동물 종 다양성을 파악하기 위해 다양한 서식처 형태가 포함되도록 축선과 정점을 구성. 특히 밀도가 낮은 표생생물들이 모두 종 다양성에 포함되도록 하여야 하며 이를 위해 방형구에 의한 조사를 병행</li> <li>설정된 축선의 해당 정점을 간조시 도보로 이동하면서 can core (20×25×30cm)를 이용하여 2회 반복 채집하거나 만조시 항해가 가능한 범위 내에서 소형 선박과 소형 그랩(표면적, 0.05m<sup>2</sup>)을 사용하여 4회 퇴적물 채취</li> <li>채집 면적은 최종적으로 0.1m<sup>2</sup>의 면적이 되도록 반복 채집</li> </ul>
현장 시료처리 및 보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>채취된 퇴적물은 망목 지름이 1mm 크기인 체를 사용하여 현장에서 체질하여 펄을 제거함</li> <li>체질 후 남은 잔존물은 적당한 크기의 시료병에 담고 10% 중성 해수-포르말린 수용액으로 고정하여 실험실로 운반</li> </ul>
방형구를 이용한 표생생물 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>can core 채집 정점에서 방형구(50×50cm)를 이용하여 정점별 4회 반복 관찰(최종 1m<sup>2</sup>)하여 표생생물을 종별 평균 밀도 파악</li> <li>현장에서 동정이 어려운 종은 채집 후 실험실로 운반하여 종 동정함</li> </ul>
조간대 최상부 대형저서동물 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>조간대 상부 해안선을 따라 이동하면서 육안으로 관찰되거나 서식처를 확인하여 종별 개체수를 측정 (이때 종별 서식굴 입구의 형태적 차이에 기반하여 서식굴의 갯수로써 추산도 가능)(멸종 위기종 조사와 동시조사 가능)</li> </ul>

### ■ 시료처리 및 분석방법

시료 선별	<ul style="list-style-type: none"> <li>포르말린으로 고정된 잔존물을 담수로 세척 후 흰색 바탕의 트레이 위에서 육안으로 주요 동물 군에 대해 강(Class) 또는 문(Phylum) 수준까지 선별</li> <li>실험실에서 담수로 세척시 사용하는 체는 기 채집된 시료의 손실을 방지하기 위해 0.5mm 망목의 체를 사용함</li> <li>선별 작업 후 시료병에 담고 동정 및 생체량 측정 전에는 10% 중성 해수-포르말린 수용액으로 고정하여 생체량 변동 최소화시킴</li> </ul>
종 동정	<ul style="list-style-type: none"> <li>환형동물, 연체동물, 절지동물, 극피동물은 종 수준까지 동정</li> <li>그 밖의 생물에 대해서도 가능한 종 수준까지 동정하나, 경우에 따라 전체적인 출현 종수 및 다양성을 파악하기 위한 상위 단계 수준까지 동정 가능</li> <li>종 동정 후 각각의 종별 개체수를 모두 모아 종별 생체량(습중량)을 측정</li> </ul>
생체량 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>흡습지(여과지)를 이용하여 시료 표면의 물기 제거 후 전자저울을 이용하여 소수점 2자리까지 측정</li> </ul>
방형구를 이용한 표생생물 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>출현종 다양성은 can core에서 출현한 전체 종 다양성에 포함시킴</li> <li>각 종별로 단위 면적당 밀도(개체/m<sup>2</sup>)를 별도로 제시함</li> <li>상부에서 하부에 걸친 표생 동물의 공간분포 제시</li> </ul>
조간대 최상부 표생생물 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 갯벌 세계유산에 대해 기존의 종 다양성 목록에서 신규 출현종 목록을 추가하여 누적 종 다양성으로 함</li> <li>기존 종 가운데 출현하지 않은 종에 대한 원인 고찰</li> <li>출현종에 대해서는 출현 개체수 및 생태적 특성 기술</li> </ul>
자료의 해석 및 시료의 보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 연속 유산 갯벌(서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌)에서 기존의 출현종 목록에 신규 출현종 목록을 추가하여 총 누적 출현 종수를 도출한 다음 해당 갯벌의 종 다양성으로 나타냄</li> <li>출현종명은 표준 기입 방법에 따름</li> <li>종별 개체수 및 생체량을 측정하여 해당 갯벌의 단위면적당 대형저서동물 밀도(개체/m<sup>2</sup>) 및 생체량(gwwt/m<sup>2</sup>)을 나타냄</li> <li>주요 우점종은 사진을 촬영하여 제시</li> <li>군집의 구조적 특징 및 필요한 생태지수 산출</li> <li>방형구 조사 결과는 별도로 표생생물의 밀도를 나타냄</li> </ul>
결과의 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 연속 유산 갯벌(서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌)에서 기존의 출현종 목록에 신규 출현종 목록을 추가하여 총 누적 출현 종수를 도출한 다음 해당 갯벌의 종 다양성으로 나타냄</li> <li>출현종명은 표준 기입 방법에 따름</li> <li>종별 개체수 및 생체량을 측정하여 해당 갯벌의 단위면적당 대형저서동물 밀도(개체/m<sup>2</sup>) 및 생체량(gwwt/m<sup>2</sup>)을 나타냄</li> <li>주요 우점종은 사진을 촬영하여 제시</li> <li>군집의 구조적 특징 및 필요한 생태지수 산출</li> <li>방형구 조사 결과는 별도로 표생생물의 밀도를 나타냄</li> </ul>

### 결과의 표현

- DB 작성은 국가해양생태계 종합조사 방법에 따름
- 해당 갯벌 세계유산에 대해 기존의 종 다양성 목록에서 신규 출현종 목록을 추가하여 누적 종 다양성으로 함
- 기존 종 가운데 출현하지 않은 종에 대한 원인 고찰
- 출현종에 대해서는 출현 개체수 및 생태적 특성 기술

### 시료 보관

- 종 동정 및 계수가 끝난 시료는 정점별(필요시 종별로)로 70~80%의 에탄올로 액침 표본을 만들어 밀봉
- 시료병에는 트레이싱지에 연필로 채집장소, 시기, 정점, 분류군명(혹은 종명)을 기입하여 넣음
- 각 연도별로 총 출현 종목록을 작성하며, 필요시 주요 우점종 혹은 희소종과 같이 보존 가치가 있는 종에 대해 종별로 5개체 내외의 표본을 영구 보관 (단, 5개체 이하로 출현하였을 경우, 최소 개체를 보관)

### 조사측선 및 정점

### 갯벌 및 방형구 조사

- 1) 서천 2개 측선의 정점(CN07-2, CN07-4)\* [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]
  - 2) 고창 2개 측선의 정점(JB04-1, JB04-4) [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]
  - 3) 신안 북부 3개 측선의 정점(JN03-1, JN03-4, JN03-8) [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]
  - 4) 신안 중부 4개 측선의 정점(JN05-0, JN05-1, JN06-1, JN06-2) [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]
  - 5) 신안 남부 4개 측선의 정점(JN07-0, JN07-1, JN07-7, JN08-2) [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
  - 6) 보성 2개 측선의 정점(JN23-1, JN24-1) [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]
  - 7) 순천 2개 측선의 정점(JN18-1, JN18-4) [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]
- \* 제시된 측선은 국가해양생태계종합조사 기존 측선임. 밑줄 친 측선은 세계자연유산 모니터링용 신규 측선임

### 조간대 최상부 표생생물 조사

- 세계자연 유산갯벌 전체를 대상으로 함

## 2.4. 어류 및 초대형 무척추동물 종 다양성

### 조사목적 및 시기

#### 조사목적

- 갯벌에는 만조시 먹이활동을 위해 이동해 오는 어류 및 초대형무척추동물들이 있으며 이들의 섭식활동은 갯벌 생태계의 전반에 영향을 미치게 됨. 따라서 갯벌을 방문하는 어류 및 대형무척추동물의 생물종 다양성을 정밀하게 파악하고자 함

#### 조사시기

- 동계 1월~2월, 춘계 5~6월, 하계 7월~9월, 추계 11~12월
- 서천/고창갯벌, 신안갯벌 북부, 중부, 남부, 보성-순천갯벌을 순차적으로 매년 조사하여 5년 내에 모든 연속유산 갯벌에 대해 모니터링을 완료

### 조사 항목 및 현장조사방법

- 해당 갯벌에서 어업 활동을 하는 지역 주민과 협동으로 어구를 설치하거나 기존 어업 활동을 하는 갯벌 어구를 활용
- 갯벌 위에 설치된 어구에서 채집되는 어류 및 초대형무척추동물 대상
- 각 계절별 대조시 하루를 택해 어구에 포획된 시료 혹은 주변 어획물 약 20L를 무작위 채집하여 현장에서 종 동정
- 현장 종 동정이 어려운 경우 냉장 상태 혹은 10% 중성 해수-포름알린 수용액으로 고정 후 즉시 실험실로 옮겨 종 동정

### 이용자료

- 자체 조사

### 시료처리 및 분석방법

- 운반된 시료는 종 수준까지 동정하고 상대적인 우점종을 기록
- 채집된 시료는 종별 개체별 길이(체장), 무게(습중량)를 측정하여 보조 자료로 사용
- 종명은 표준 기입 방법에 따름

### 자료의 해석 및 시료의 보관

- 각 갯벌에서 기존 보고된 종 목록에 신규로 출현한 출현종명을 추가하여 해당 갯벌의 누적 종수를 구한 다음 종 다양성을 파악
- 체장 및 체중 빈도분포 자료로부터 갯벌의 기능적 가치 해석

### 조사장소 및 정점

- 서천갯벌 1개소
- 고창갯벌 1개소
- 신안갯벌 북부, 중부, 남부 각각 1개소(합 3개소)
- 보성-순천갯벌 1개소

## 2.5. 암반갯벌-1: 해조류

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암반 서식지에 서식하는 해조류는 그 자체로서 생물종 다양성을 높이고 기초생산자로서 먹이의 역할을 하지만 다른 해양무척추동물들의 미세서식처(microhabitat)로서 중요한 역할을 수행함. 암반생태계 기초생산자인 해조류 중 다양성을 정밀하게 파악하고자 함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서천/고창갯벌, 신안갯벌 북부, 중부, 남부, 보성-순천갯벌을 순차적으로 매년 조사하여 5년 내에 모든 연속유산 갯벌에 대해 모니터링을 완료</li> <li>• 해조류 번무기인 동계 2월~3월</li> </ul>

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 각 갯벌에서 대표적인 암반 서식지를 선정
- 각 암반 서식지에는 반복 조사를 위해 조건대 상부에 고정 위치 표시
- 대조기 간조 시 노출 정도에 따라 서식지를 임의로 상-중-하부 총 3개의 수직 정점으로 구분
- 방형구 내 채집 대상 표본들의 부착기(가근)까지 채집
- 각 조위별 정점에서 10×10cm 크기로 세분화된 50×50cm 방형구를 설치하고 피도 조사를 위해 채집 전 촬영 후 수평으로 이동하며 2회 반복 채집
- 정량 조사가 수행된 정점의 중앙부를 기준으로 좌우 20m 이내 주요종의 서식 여부를 확인·기록
- 채집된 표본(들)은 표본 채집정보(지리적 위치, 정점 수직 위치, 날짜 등이 기록된 보존 용지 사용) 기록지와 함께 별도의 보관망(또는 적정용기)을 이용하여 현장에서 냉동 또는 냉장 보관

### ■ 시료처리 및 분석방법

- 표본(들)은 중 수준까지 동정하며, 중 수준까지의 동정이 불가능한 경우 최대한 하위 분류군까지 동정
- 동정 등의 분석이 완료된 표본들은 각각 105℃에서 48시간 동안 완전 건조시킨 후 건조량을 소수점 2자리까지 측정
- 피도, 빈도, 상대피도, 상대빈도 및 중요도는 현장조사 시 기록된 야장자료 또는 현장조사 시 촬영된 사진 자료를 이용(영상분석)하여 분석

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

결과의 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사 자료로부터 정점별, 조위별 총 출현 종수(종수/채집면적), 개체수(/m<sup>2</sup>) 및 생체량(gwwt/m<sup>2</sup>) 산출</li> <li>• 갯벌 암반 서식처의 기존 해조류 출현종 목록에 신규 출현종 목록을 추가하여 누적 출현 종수를 구한 다음 전체 해조류 중 다양성을 파악</li> </ul>
--------	--

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

결과의 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 군락의 구조적 특징 및 필요한 생태지수를 산출</li> <li>• 피도, 빈도, 상대피도, 상대빈도 및 중요도는 단위면적당 피복 백분율(%) 및 해당 산출식(중요도=(상대피도+상대빈도)/2)을 이용하여 산출</li> </ul>
시료보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주요종 또는 학술적 가치가 높은 종에 대하여 건조표본 상태로 보관함을 원칙으로 함</li> <li>• 표본 개체가 손상되지 않은 표본들에 대해 세척 후 105℃에서 48시간 건조하여 채집 정보지와 함께 지퍼백(또는 적정용기)에 적정량의 실리카겔과 함께 실온 보관</li> </ul>

### ■ 조사장소 및 정점

- 각 갯벌에서 대표적인 암반 서식처를 선정  
서천-고창갯벌: 유재도[그림 1-1, 1-3, 표 1-1]  
대죽도[그림 2-1, 2-3, 표 2-1]  
신안갯벌(북부): 임자도 솔개산 하부 암반 서식처[그림 3-2, 3-4, 표 3-1]  
신안갯벌(중부): 자은도 분개 해변 북측[그림 3-5, 3-7, 표 3-2]  
신안갯벌(남부): 하의도 모래구미 해변 남측[그림 3-8, 3-10, 표 3-3]  
보성-순천갯벌: 장도[그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

## 2.6. 암반갯벌-2: 대형저서동물

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암반 서식처에는 다양한 부착성 및 이동성 표생 대형저서동물이 서식하고 있으며 이곳을 방문하는 물새들에게 먹이로서 역할을 함. 또한 이들은 번식기에 유생을 방출하여 인근의 갯벌생태계와 긴밀하게 먹이사슬을 형성함. 연성기질에 서식하는 대형저서동물과는 다른 종류들이 대부분 출현하므로 갯벌의 종 다양성을 높이는데 크게 기여함</li> <li>• 암반 해역의 생물종 다양성을 파악하여 한국의 갯벌 세계자연유산 중 다양성을 유지 관리하는 자료 획득을 목적으로 함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서천/고창갯벌, 신안갯벌(북, 중, 남부), 보성-순천갯벌을 순차적으로 매년 조사하여 5년 내에 모든 연속유산 갯벌에 대해 모니터링을 완료</li> <li>• 대형저서동물의 생육이 왕성한 여름철(7-8월)에 실시</li> </ul>

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 각 갯벌에서 대표적인 암반 서식지를 선정
- 각 암반 서식지에는 반복 조사를 위해 조건대 상부에 고정 위치 표시
- 대조기 간조 시 노출 정도에 따라 서식지를 현장 상황에 기반하여 가능한 경우, 상-중-하부 총 3개의 수직 정점으로 구분

### ■ 조사장소 및 정점

- 암반 해조류 조사 장소와 동일한 장소에서 해조류 조사와 동시에 수행
- 각 갯벌에서 대표적인 암반 서식처를 선정
  - 서천-고창갯벌: 유재도[그림 1-1, 1-3, 표 1-1]  
대죽도[그림 2-1, 2-3, 표 2-1]
  - 신안갯벌(북부): 임자도 솔개산 하부 암반 서식처[그림 3-2, 3-4, 표 3-1]
  - 신안갯벌(중부): 자은도 분개 해변 북측[그림 3-5, 3-7, 표 3-2]
  - 신안갯벌(남부): 하의도 모래구미 해변 남측[그림 3-8, 3-10, 표 3-3]
  - 보성-순천갯벌: 장도[그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

### ■ 시료처리 및 분석방법

정량조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 조위별 정점에서 10×10cm 크기로 세분된 50×50cm 방형구를 수평으로 이동하며 2회 반복 채집</li> </ul>
------	--

정량조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 채집 전 방형구 내의 생물 분포 양상 사진 촬영</li> <li>• 방형구 내 부착 서식하는 대형저서동물 개체들을 끌, 칼 또는 핀셋 등의 도구를 이용하여 현장 계수(計數) 또는 채집</li> <li>• 일부 소형 개체들이 고밀도로 서식(예. 조무래기따개비 등)하거나, 군체(예. 해변해면류 등)하는 경우, 50×50cm 방형구 내에서 무작위 선정된 3개 세부 구획(10×10cm)을 선정하여 현장 계수 또는 피복정도(coverage, %/0.25m<sup>2</sup>)를 야장에 기록·보관</li> </ul>
정성조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정량조사가 수행된 정점의 중앙부를 기준으로 주변(좌우 20m 범위)의 주요종 및 특이종(예, 해양보호생물 등)의 서식 여부를 확인·기록</li> <li>• 정성조사의 경우 암반서식처 상부, 중부 및 하부역의 바위틈, 돌 밑 등에 서식하는 종들에 대한 면밀한 관찰 및 기록</li> <li>• 현장 상황에 따라 가능한 경우, 암반 서식처의 특징적인 대상분포(zonation) 양상은 사진 촬영</li> <li>• 중부, 하부역의 담치 군집 및 해조류 군락의 대표적인 대형저서동물 서식지에서 20×20cm 소형 방형구 내의 모든 생물을 1회 채집하여 소형갑각류(단각류, 등각류 등), 갯지렁이류 등의 종 다양성을 파악</li> <li>• 소형 방형구 채집시에는 해조류 가근 주변 혹은 해조류를 동시에 채집하는 것이 종 다양성을 파악하는데 유리</li> </ul>
표본 현장 처리 보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 채집된 표본(들)은 표본 채집정보(지리적 위치, 정점 수직위치, 날짜 등이 기록된 보존 용지 사용) 기록지와 함께 현장에서 즉시 90% 에탄올을 이용하여 고정. 단 화재나 폭발 등 안전사고의 위험성이 높다고 판단될 경우, 5% 중성 해수-포르말린 수용액을 이용하는 것도 가능</li> </ul>
<b>■ 자료의 해석 및 시료의 보관</b>	
표본 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환형동물, 연체동물, 절지동물, 극피동물은 종 수준까지 동정</li> <li>• 그 외 소수 분류군(예. 편형동물, 태형동물 등)은 최대한 하위 단계 분류군까지 동정</li> <li>• 흡습지(여과지)를 이용하여 표본 개체 표면의 과도한 수분을 제거한 후 전자저울을 이용하여 종별 또는 개체별 습중량을 소수점 2자리까지 측정</li> </ul>
결과 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정점별, 조위별 총 출현 종수(/채집면적), 개체수(/m<sup>2</sup>) 및 생체량(gwwt/m<sup>2</sup>)을 산출</li> <li>• 군집의 구조적 특징 및 필요한 생태지수(들)를 산출</li> <li>• 현장 상황 기반, 가능한 경우 각 암반 서식지의 상부, 중부, 하부 주요 우점종을 나타냄</li> </ul>
시료보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분석이 완료된 표본(들)은 적절한 별도의 보관용 유리병 또는 보관용기를 이용하여 80%의 에탄올 수용액 또는 향후 유전자 분석이 가능한 적정 보존액을 이용하여 보관</li> <li>• 각 보관 용기에는 향후 판독이 가능한 용지와 필기구를 이용하여 표본의 채집장소, 시기, 방법 등을 기록하여 용기 내 삽입해 둠</li> <li>• 확보된 시료는 세계자연유산본부 혹은 각 지역 센터에 보관함</li> </ul>

## 2.7. 조하대 서식지-1: 대형저서동물

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 하부의 조하대에는 다양한 대형저서동물이 서식하며 갯벌 생태계의 생물들과 직·간접적으로 관련되어 있음. 조하대 표층퇴적물 분포 및 계절변화 조사와 동시에 대형저서동물을 조사함으로써 종 다양성 파악 및 분포 양상 파악</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>조하대 표층퇴적물 조사 정점에서 퇴적물 조사와 동시에 대형저서동물의 생태학적 과정이 극대화되는 8월~9월초 시료를 채취(1회/년)</li> </ul>

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 종 조성, 밀도, 생체량, 분포양상, 우점종 등
- van Veen grab(0.1m<sup>2</sup>)의 경우 각 정점당 2회의 반복 채집, 혹은 0.05m<sup>2</sup>의 경우 4회의 반복 채집을 실시(최종 채집면적 0.2m<sup>2</sup>)
- 채취된 퇴적물은 망목 지름이 1mm 크기인 체를 사용하여 현장에서 체질하여 펄을 제거
- 체질 후 남은 잔존물은 적당한 크기의 시료병에 담고 10% 중성 해수-포르말린 수용액으로 고정하여 실험실로 운반

### ■ 시료처리 및 분석방법

시료 선별	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포르말린으로 고정된 잔존물을 담수로 세척한 후 흰색 바탕의 트레이 위에서 육안으로 주요 동물군에 대해 강(Class) 수준 또는 문(Phylum) 수준까지 선별</li> <li>• 실험실에서 담수로 세척시 사용하는 체는 기 채집된 시료의 손실을 방지하기 위해 0.5mm 망목의 체를 사용함</li> <li>• 선별 작업 후 시료병에 담고 동정 및 생체량 측정 전에는 10% 중성 해수-포르말린 수용액으로 고정하여 생체량 변동 최소화시킴</li> </ul>
종 동정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환형동물, 연체동물, 절지동물, 극피동물은 종 수준까지 동정</li> <li>• 그 밖의 생물에 대해서도 가능한 종 수준까지 동정하나, 경우에 따라 전체적인 출현 종수 및 다양성을 파악하기 위한 상위 단계 수준까지 동정 가능</li> <li>• 종 동정 후 각각의 종별 개체수를 모두 모아 종별 생체량(습중량)을 측정</li> </ul>
생체량 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흡습지(여과지)를 이용하여 시료 표면의 물기 제거 후 전자저울을 이용하여 소수점 2자리까지 측정</li> </ul>

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

결과의 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 갯벌(서천, 고창, 신안, 보성-순천갯벌)에서 기존의 조하대 출현종 목록에 신규 출현종 목록을 추가하여 총 누적 출현 종수를 도출한 다음 해당 갯벌의 조하대 종 다양성으로 나타냄</li> <li>• 출현종명은 표준 기입 방법에 따름</li> <li>• 종별 개체수 및 생체량을 측정하여 단위면적당 대형저서동물 밀도(개체/m<sup>2</sup>) 및 생체량(gwwt/m<sup>2</sup>)을 나타냄</li> <li>• 주요 우점종은 사진을 촬영하여 제시</li> <li>• 군집의 구조적 특징 및 필요한 생태지수 산출</li> <li>• DB 작성은 국가해양생태계 종합조사 방법에 따름</li> </ul>
시료 보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종 동정 및 계수가 끝난 시료는 정점별(필요시 종별로)로 70~80%의 에탄올로 액침 표본을 만들어 밀봉</li> <li>• 시료병에는 트레이싱지에 연필로 채집장소, 시기, 정점, 종명을 기입하여 넣음</li> <li>• 각 연도별로 총 출현 종목록을 작성하며, 필요시 주요 우점종 또는 희소종과 같이 보존 가치가 있는 종에 대해 종별로 5개체 내외의 표본을 영구 보관(단, 5개체 이하로 출현하였을 경우, 최소 개체를 보관)</li> <li>• 확보된 시료는 세계자연유산 본부 혹은 각 지역 센터에 보관함</li> </ul>

### ■ 조사장소 및 정점

- 3.1.11. 조하대 표층퇴적물 분포 및 계절변화 조사와 동시 수행
- 5개 유산지역을 매년 돌아가면서 년 1회 지정 정점에서 시료를 채취
  - 서천-고창갯벌: 조하대 20개 정점
    - 서천갯벌: 10개 정점 [그림 1-1, 표 1-1]
    - 고창갯벌: 10개 정점 [그림 2-1, 표 2-1]
  - 신안갯벌 북부: 조하대 20개 정점 [그림 3-2, 표 3-1]
  - 신안갯벌 중부: 조하대 20개 정점 [그림 3-5, 표 3-2]
  - 신안갯벌 남부: 조하대 20개 정점 [그림 3-8, 표 3-3]
  - 보성-순천갯벌: 조하대 20개 정점(보성 10개, 순천 10개 정점) [그림 4-1, 표 4-1]

## 2.8. 조하대 서식지-2: 어류 및 초대형무척추동물 종 다양성

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 세계자연유산 범위에 속하는 조하대에 서식하는 어류 및 초대형 무척추동물 종 다양성을 파악</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>수협 어획 자료 수집: 연중</li> <li>어선 동승 시료 확보: 계절별 조사를 수행하되 금어기를 제외한 시기</li> <li>서천갯벌, 고창갯벌, 신안갯벌(북, 중, 남부), 보성-순천갯벌</li> <li>4계절, 2-3월초, 5-6월, 8-9월, 11-12월</li> </ul>

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 직접 현장 조사가 어려울 경우 인근 수협 등으로부터 자료 수집
- 갯벌 주변에서 현장 조업하는 어선에 동승하여 시료 확보
- 직접 동승하여 채집하는 경우 저서무척추동물 종 다양성 파악 병행
- 포획된 시료를 무작위 채집 방법으로 약 20L의 시료를 채집하여 현장에서 직접 종 동정
- 현장 종 동정이 어려운 경우 냉장 상태 혹은 10% 중성 해수-포르말린으로 수용액으로 고정하여 즉시 실험실로 옮겨 종 동정

### ■ 이용자료

- 수산업협동조합 위판 자료, 자체 조사

### ■ 시료처리 및 분석방법

- 운반된 시료는 종 수준까지 동정하고 상대적인 우점종을 기록
- 채집된 시료는 종별 개체별 길이(체장), 무게(습중량)를 측정하여 보조 자료로 사용
- 종명은 표준 기입 방법에 따름

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

- 각 갯벌 조하대에서 기존 보고된 종 목록에 신규로 출현한 출현종명을 추가하여 해당 갯벌의 누적 종수를 구한 다음 종 다양성을 파악
- 출현종명은 표준 기입 방법에 따름

### ■ 조사장소 및 정점

- 5개 유산지역을 매년 돌아가면서 자료 조사, 어류 및 초대형무척추동물 종 다양성 조사
- 세계자연유산지역 전체에서 적절한 장소를 선정
  - 서천/고창갯벌
  - 신안갯벌 북부
  - 신안갯벌 중부
  - 신안갯벌 남부
  - 보성-순천갯벌

## 2.9. 해양포유동물

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양포유동물의 경우 대부분이 법정보호종이며 이들은 먹이 피라미드의 최상위에 있기 때문에 이들의 출현은 갯벌 및 주변 해양생태계의 건강도의 척도가 되므로 면밀한 조사가 필요</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>지금까지 확인된 법정보호종을 대상으로 이들의 관찰이 가능한 시기에 실시</li> <li>신규로 출현 가능성이 있는 해양포유류를 충분히 파악할 수 있는 시기를 택함</li> </ul>

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 직접 조사보다는 국가기관인 국립공원연구원, 국립수산물과학원 등의 조사 결과를 최대한 이용하여 갯벌세계유산 주변 해역의 해양포유류 서식장소 및 이동 경로를 조사
- 각 갯벌 세계자연유산 지역 주변에서 해양포유동물의 관찰이 가능한 장소에서 기상 상태가 양호한 날을 선택하여 선박을 이용하여 목시조사를 실시
- 국립공원연구원, 국립수산물과학원, 해양관리공단 관련 매뉴얼에 따름
- 기존 조사 자료를 활용하되 각 갯벌에서 매 5년마다 1회씩 추가 조사하여 자료에 포함시킴

### ■ 이용자료

- 국립공원연구원, 국립수산물과학원, 해양관리공단, 자체 조사

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

- 각 갯벌 주변에서 기존 보고된 종 목록에 신규로 출현한 출현종명을 추가하여 해양 포유동물 종 다양성을 파악
- 해양포유동물의 주서식지 및 이동경로를 파악하여 갯벌과의 연관성 제시
- 출현종명은 표준 기입 방법에 따름

### ■ 조사장소 및 정점

- 5개 유산지역을 매년 돌아가면서 자료 조사 및 포유동물 조사
- 세계자연유산지역 전체에서 적절한 장소를 선정
  - 서천/고창갯벌
  - 신안갯벌 북부
  - 신안갯벌 중부
  - 신안갯벌 남부
  - 보성-순천갯벌

## 2.10. 멸종위기종

### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>멸종위기종은 갯벌의 자연성과 고유성을 가장 잘 나타낼 수 있는 생물군으로서 갯벌의 생태학적 완전성을 파악하기 위함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>멸종위기종의 활동이 활발한 봄철~여름철 사이에 집중적으로 실시</li> </ul>

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 철새는 별도로 조사
- 멸종위기종의 경우 현재의 법정 보호종을 대상으로 함
- 조간대 최상부 해안선을 따라 이동하면서 육안으로 관찰되거나 서식처를 확인하여 종별 개체수를 측 (이때 종별 서식굴 입구의 형태적 차이에 기반하여 서식굴의 갯수로서 추산도 가능)
- 지역 NGO와 연계하여 해당 갯벌의 전체 구역에 대한 조사를 실시

### ■ 이용자료

- 기존 문헌, 자체 조사, NGO 활동 자료

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

- 해당 갯벌 세계유산에 대해 기존의 종 다양성 목록에서 신규 출현종 목록을 추가하여 누적 종 다양성으로 함
- 기존 자료와 비교하여 멸종위기종의 증감을 파악하여 생태적 의미를 해석
- 멸종위기종은 시료 채집이 제한되므로 기록으로만 보관
- 멸종위기종의 서식지를 지도에 개략적인 범위를 표기(서식지 지도)
- 멸종위기종의 출현 서식지의 환경 특성을 기술
- 멸종위기종의 분포 및 밀도 증감 등 특징적인 생태를 기술
- 종명은 표준 기입 방법에 따름

### ■ 조사장소 및 정점

- 서천/고창갯벌, 신안갯벌(북, 중, 남부), 보성-순천갯벌 전체 면적을 대상으로 함
- 멸종위기종(해양보호종)의 서식이 예상되는 장소를 집중 조사
- 멸종위기종은 주로 갯벌 상부 혹은 조상대에 서식하므로 정점보다는 면적 위주로 범위를 설정하여 조사
- 5개 유산지역을 매년 돌아가면서 자료 조사 및 현장 조사

서천/고창갯벌  
신안갯벌 북부  
신안갯벌 중부  
신안갯벌 남부  
보성-순천갯벌

## 2.11. 고유종

### ■ 조사목적 및 시기

#### 조사목적

- 고유종은 갯벌의 고유성을 가장 잘 나타낼 수 있는 생물군으로서 갯벌의 서식처 및 생태적 가치를 파악하기 위함

#### 조사시기

- 고유종은 세계유산지역 주변 해역에서 연중 발표된 관련 논문을 검색하여 파악하므로 별도 조사시기는 정하지 않음

### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 고유종은 기존 조사 결과, 논문을 인용하여 조사
- 세계자연유산 한국의 갯벌에 분포하는 모든 서식지(갯벌 서식지, 암반 서식지, 조하대 및 조상대 서식지 등)를 대상으로 자료(학술지 발간 논문)를 조사

### ■ 이용자료

- 기존 문헌, 자체 조사

### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

- 해당 갯벌 세계유산에 대해 기존의 고유종 목록에서 신규 출현종 목록을 추가하여 누적 고유종 다양성으로 함
- 고유종은 시료 채집이 제한되므로 기록(문헌)으로만 보관
- 각 고유종 분포 및 출현에 대한 생태적 특징 기술
- 종목록을 작성하되 종명은 표준 기입 방법에 따름

### ■ 조사장소 및 정점

- 서천/고창갯벌, 신안갯벌(북, 중, 남부), 보성-순천갯벌 전체를 대상으로 함
- 고유종은 서식처가 다양하므로 조사시 정점보다는 구역 위주로 설정
- 5개 유산지역을 매년 돌아가면서 자료 조사
- 필요시 해당 갯벌에 대해 정밀 현장 조사 실시

## 03 갯벌 서식지 특성

### 3.1. 갯벌 지형 및 고도 변화

#### ■ 조사목적 및 시기

##### 조사목적

- 갯벌 퇴적층면의 정밀고도변화를 측정하여 서식지의 기본요소인 간출 시간을 파악하고 갯벌층면의 침퇴적 양상을 정밀하게 파악하고자 함

##### 조사시기

- 갯벌 표층퇴적면의 계절변화 양상을 파악하기 위하여 동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 측정

#### ■ 조사항목 및 방법

- 갯벌 표층의 정밀고도를 오차 1mm 이내로 수준 측정(수준의 측정)
- 갯벌 표층에 스테인레스 강판을 올려놓아 주변 지층면의 평균고도와 평형을 맞춘 후에 강판의 표층고도를 정밀 수준 측정
- RTK의 고도측정 정밀도가 1mm 이내일 경우에는 적용 가능

#### ■ 조사측선 및 정점

##### 1) 서천갯벌 3개 측선 및 정점 [CN07-2, CN07-4, CN07-5]\*

- 측선 CN07-2, CN07-4는 100m 간격으로 정점 측량을 실시하나 정점 사이에 수로가 지나갈 경우에는 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]
- 측선 CN07-5는 20m 간격 [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]

##### 2) 고창갯벌 2개 측선 및 정점 [JB04-1, JB04-4]

- 중앙 측선[JB04-1]: 100m 간격으로 정점 측량 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]
- 동호 측선[JB04-4]: 50m 간격으로 정점 측량, 시작점은 사구 최상부, 시작점에서 150m까지는 10m 간격으로 고도 측정 [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]

##### 3) 신안갯벌 북부 3개 측선 및 정점 [JN03-8, JN03-1, JN03-4]

- 임자도 외곽 측선[JN03-8]: 50m 간격으로 정점 측량, 시작점은 사구 최상부, 시작점에서 150m까지는 10m 간격으로 고도 측정 [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]
- 중도 내외측 측선[JN03-1, JN03-4]: 100m 간격으로 정점 측량을 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]

##### 4) 신안갯벌 중부 4개 측선 및 정점 [JN05-0, JN05-1, JN06-1, JN06-2]

- 자은도 외곽 측선[JN05-0]: 50m 간격으로 정점 측량, 시작점은 사구 최상부, 시작점에서 150m까지는 10m 간격으로 고도 측정 [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]
- 자은도와 압해도 측선[JN05-1, JN06-1, JN06-2]: 100m 간격으로 정점 측량 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]

##### 5) 신안갯벌 남부 4개 측선 및 정점 [JN07-0, JN07-1, JN08-2, JN07-7]

- 비금도 외곽 측선[JN07-0]: 50m 간격으로 정점 측량, 시작점은 사구 최상부, 시작점에서 150m까지는 10m 간격으로 고도 측정 [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
- 비금도 및 박지도 내측 측선[JN07-1, JN08-2]: 100m 간격으로 정점 측량 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
- 하의도 북측 측선[JN07-7]: 100m 간격으로 정점 측량 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]

##### 6) 보성갯벌 2개 측선 및 정점 [JN23-1, JN24-1]

- 100m 간격으로 정점 측량 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

##### 7) 순천갯벌 2개 측선 및 정점 [JN18-1, JN18-4]

- 100m 간격으로 정점 측량 실시, 수로를 통과할 경우 수로의 위치와 깊이 측정 [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

\* 제시된 측선은 국가해양생태계종합조사 기존 측선임. 밑줄 친 측선은 세계자연유산 모니터링용 신규 측선

### 3.2. 서식지 갯벌 지질 특성

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>서식지의 기본요소인 갯벌 퇴적층의 특성과 변화양상을 파악</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 표층 퇴적층의 계절변화 양상을 파악하기 위하여 동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 시료를 채취하여 분석</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

조사항목	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 표층 퇴적물의 입도분포 및 표층 퇴적상 변화</li> <li>2) 퇴적물의 유기물 함량: 강열감량과 총유기탄소</li> <li>3) 갯벌 표층의 층면구조와 조류/파랑(연흔)의 방향</li> </ol>
시료 채취 및 분석 방법	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 각 정점의 표층 1cm 이내의 퇴적물 약 50~100g 채취하여 입도 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 입도분석은 중력분석법(피펫, Sedigraph 또는 체적분석법(레이저분석기) 자료를 중력자료로 변환)을 사용</li> <li>• 입도의 통계치는 Moment Method를 사용(부록 참조) (Graphic Method는 사용하지 않음)</li> <li>• 통계치 결과에서 첨도는 사용하지 않음</li> </ul> </li> <li>2) 유기물 함량은 채취한 표층퇴적물에서 강열감량과 총유기탄소를 분석</li> <li>3) 층면구조는 평면층, 조류/파랑 연흔(2D, 3D), 사구(2D, 3D), 침식구조, 조류/파랑의 방향 기록을 기재</li> </ol>

#### ■ 조사측선 및 정점

<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 서천갯벌 3개 측선의 정점 [CN07-2, CN07-4, CN07-5] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40~200m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]</li> <li>• 측선 CN07-5는 40m 간격 [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]</li> </ul> </li> <li>2) 고창갯벌 2개 측선의 정점 [JB04-1, JB04-4] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 측선: 200m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]</li> <li>• 동호 측선(JB04-4): 100m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]</li> </ul> </li> <li>3) 신안갯벌 북부 3개 측선의 정점 [JN03-8, JN03-1, JN03-4] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 임자도 외곽 측선(JN03-8): 100m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]</li> <li>• 증도 내외측 측선(JN03-1, JN03-4): 200m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]</li> </ul> </li> </ol>
---

#### 4) 신안갯벌 중부 4개 측선의 정점 [JN05-0, JN05-1, JN06-1, JN06-2]

- 자은도 외곽 측선(JN05-0): 100m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 3-5, 그림 3-6, 표 3-2]
- 자은도 내, 압해도 서남측 측선(JN05-1, JN06-1, JN06-2): 200m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 3-5, 그림 3-6, 표 3-2]

#### 5) 신안갯벌 남부 4개 측선의 정점 [JN07-0, JN07-1, JN08-2, JN07-7]

- 비금도 외곽 측선(JN07-0): 100m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
- 비금도 내측, 박지도 남측, 하의도 북측 측선 (JN07-1, JN08-2, JN07-7): 200m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]

#### 6) 보성갯벌 2개 측선의 정점 [JN23-1, JN24-1]

- 100m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

#### 7) 순천갯벌 2개 측선의 정점 [JN18-1, JN18-4]

- 100m 간격 (표층 1cm 이내) [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

\* 제시된 측선은 국가해양생태계종합조사 기존 측선임. 밑줄 친 측선은 세계자연유산 모니터링용 신규 측선

### 3.3. 폭풍 및 태풍의 퇴적체 영향

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>폭풍과 태풍은 한국의 갯벌 서식지의 특성을 급격히 바꾸기도 하며, 유기오염이 발생한 갯벌도 자연적인 경운의 방법으로 개선하는 효과를 가지므로 속성을 관리하고 보존을 위한 중요한 요소임. 특히 동계의 강한 폭풍과 하계의 강력한 태풍의 영향이 강한 한국 서남해안 갯벌에 형성되어 있는 폭풍/태풍 갯벌 퇴적체의 형성과 이동 특성을 모니터링</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>동계의 영향이 축적된 2월~3월, 하계의 영향이 축적된 8월~9월</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

- 전체적으로 조사시기에 촬영된 갯벌의 위성영상 자료를 분석하며, 일부 특정한 조사지역에서는 표층퇴적물, 퇴적역학상, 정밀측량을 실시
- 위성영상 자료를 검토하여 폭풍, 태풍퇴적체를 확인하여 추가로 조사

#### ■ 조사측선 및 정점

- 유부도갯벌 북서측 사취 [그림 1-1, 1-3, 표 1-1]
- 고창갯벌 웨니아: 측선 수준 측량(20m 간격) 및 표층퇴적물, 퇴적역학상 분석 [그림 2-1, 2-3, 표 2-1]
- 신안 북측 모래자갈역선형체 (밖갈우섬) [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]

### 3.4. 산화대층 분포

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국의 갯벌 세계유산의 차별적인 항목 중의 하나이며, 저서생물의 다양성을 부양하는 산화대층의 두께를 모니터링</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.2. 서식지 갯벌 지질 특성을 위한 시료 채취시에 실시(2월~3월초와 8월~9월초)</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

- 작은 삽을 갯벌에 깊게 박은 후에 살며시 들어 삽 위의 갯벌 층에서 경계면을 육안으로 파악한 후 표층부터 산화대층 경계면까지의 두께를 측정하여 cm단위로 기록

#### ■ 조사측선 및 정점

- 3.1.2. 서식지 지질 특성을 위한 시료 채취 지점과 동일 지점에서 실시

### 3.5. 갯벌 층면 침식 및 퇴적

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국의 갯벌 세계유산의 특성 중의 하나인 계절변화, 동계의 침식, 하계의 퇴적현상을 정밀하게 측정하여 갯벌층면의 침식과 퇴적을 모니터링함. 지구온난화에 의한 갯벌연안의 에너지 상승에 따른 갯벌층면의 침퇴적과 주변 강과 하천으로부터 공급되는 퇴적물의 양을 모니터링하기 위함</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 갯벌지형 및 고도 변화 측량시와 동일한 시기와 자료를 이용</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법(조사측선 및 정점)

- 갯벌지형 및 고도 변화를 위한 정밀측량의 측선과 정점에서 획득된 자료를 정밀하게 분석하여 시행
- 갯벌면의 고도변화는 mm 스케일의 수준측량 자료에 근거함

### 3.6. 갯벌 퇴적물 지화학 특성

#### ■ 조사목적 및 시기

##### 조사목적

- 한국의 갯벌 세계유산의 서식지에 대한 건강성의 변화양상을 파악

##### 조사시기

- 3.2 서식지 갯벌 지질 특성을 위한 시료 채취시에 동일 지점에서 획득된 시료를 분석

#### ■ 조사항목 및 방법

- 총유기탄소, 강열감량, 산화발성황화물, 중금속(Ni, Al, Cr, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb)

#### ■ 분석방법

- 해양환경공정시험기준(해양수산부, 2018)을 따름(부록 참조)

### 3.7. 갯벌 퇴적역학 특성 변화

#### ■ 조사목적 및 시기

##### 조사목적

- 한국의 갯벌 세계유산의 서식지가 해수면 상승에 의한 장기적 변화양상과 계절변화에 따른 퇴적층 형성의 역학적 특성 변화를 모니터링

##### 조사시기

- 3.2 서식지 갯벌 지질 특성을 위한 시료 채취와 동일

#### ■ 조사항목 및 방법(조사측선 및 정점)

- 1) 가로 15cm, 세로 30cm, 두께 5cm의 표층주상시료채취기(박스코아러, 캔코아러)를 제작하여 시료를 채취하고 릴리프필(Relief Peel)을 제작하여 분석(부록 참조)
- 2) 릴리프필을 제작하고, 릴리프필에 대하여 퇴적역학상을 분석
- 3) 전체가 세립질인 머드로 구성이 되어 있을 경우에 릴리프필과 함께 아크릴슬랩을 제작하여 연엑스레이 촬영 또는 CT 촬영을 하여 영상자료를 분석함

#### ■ 이용자료

- 영상 자료 분석, 자체조사

#### ■ 조사측선 및 정점

##### 3.1.2 서식지 지질 특성을 위한 시료 채취점 중 릴리프필 정점

- 1) 서천 유부도의 2개 측선(CN07-2, CN07-4)\*: 200m 간격 [그림 1-1, 그림 1-2, 표 1-1]
- 2) 서천 유부도의 1개 측선(CN07-5): 40m 간격[그림 1-1, 그림 1-2, 표 1-1]
- 3) 고창갯벌의 1개 측선(JB04-1): 400m 간격 [그림 2-1, 그림 2-2, 표 2-1]
- 4) 고창갯벌의 1개 측선(JB04-4): 100m 간격 [그림 2-1, 그림 2-2, 표 2-1 참조]
- 5) 신안갯벌 북부의 1개 측선(JN01-1): 100m 간격 [그림 3-2, 3-3, 표 3-1 참조]
- 6) 신안갯벌 북부의 2개 측선(JN03-1, JN03-4): 200m 간격 [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]
- 7) 신안갯벌 중부의 1개 측선(JN05-0): 100m 간격 [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]
- 8) 신안갯벌 중부의 3개 측선(JN05-1, JN06-1, JN06-2): 200m 간격 [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]
- 9) 신안갯벌 남부의 1개 측선(JN07-0): 100m 간격 [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
- 10) 신안갯벌 남부의 3개 측선(JN07-1, JN08-2, JN09-1): 200m 간격 [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]
- 11) 보성갯벌의 2개 측선(JN23-1, JN24-1): 200m 간격 [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]
- 12) 순천갯벌의 2개 측선(JN18-1, JN18-4): 200m 간격 [그림 4-1, 4-2, 표 4-1]

\* 제시된 측선은 국가해양생태계종합조사 기준 측선임. 밑줄 친 측선은 세계자연유산 모니터링용 신규 측선

### 3.8. 갯벌 해안선 변화

#### ■ 조사목적 및 시기

##### 조사목적

- 해수면 상승, 폭풍, 태풍 등에 취약한 갯벌 해안 중에서 연질 해안선의 변화양상을 파악

##### 조사시기

- 5년 주기로 년 중 수시

#### ■ 조사항목 및 방법

- 방조제와 암반해안을 제외한 연질 자연 해안선을 육안 관찰하여 해안선 변화가 발견되는 위치를 기록하고 이 해안선에 대한 위성영상을 분석하여 변화방향을 분석하며, 정밀한 조사가 요구될 때에는 정밀측선을 설치하여 모니터링

#### ■ 이용자료

- 영상 자료 분석, 자체조사

#### ■ 조사측선 및 정점

- 한국의 갯벌 세계자연유산 전체를 대상

### 3.9. 조하대 조류특성

#### ■ 조사목적

- 해수면 상승, 폭풍, 태풍 등에 취약한 갯벌 해안 중에서 연질 해안선의 변화양상을 파악

#### ■ 조사시기 및 방법

- 5년 주기로 년 중 수시

#### ■ 이용자료

- 영상 자료 분석, 자체조사

#### ■ 조사장소 및 정점

- 한국의 갯벌 세계자연유산 전체를 대상

### 3.10. 조하대 파랑특성

#### ■ 조사목적

- 해수면 상승, 폭풍, 태풍 등에 취약한 갯벌 해안 중에서 연질 해안선의 변화양상을 파악

#### ■ 조사시기 및 방법

- 5년 주기로 년 중 수시

#### ■ 이용자료

- 영상 자료 분석, 자체조사

#### ■ 조사장소 및 정점

- 한국의 갯벌 세계자연유산 전체를 대상

### 3.11. 조하대 표층퇴적물 분포 및 계절변화

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	• 갯벌 퇴적물과 연계되어 있는 조하대 표층퇴적물의 분포 및 계절변화를 파악
조사시기	• 동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 시료를 채취하여 분석 (2회/년)

#### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

조사항목	• 표층퇴적물의 입도분포 및 표층퇴적상 변화
시료 채취 및 분석 방법	1) 선박에서 Box corer(van Veen Sampler)를 이용하여 채취된 퇴적물에서 표층 1cm 이내의 퇴적물 약 50~100g 채취하여 입도 분석 2) 입도분석은 중력분석법(피펫, Sedigraph 또는 체적분석자료를 중력자료로 변환) 3) 입도의 통계치는 Moment Method를 사용(부록 참조) (Graphic Method는 사용하지 않으며, 통계치 결과에서 첨도는 사용하지 않음)

#### ■ 이용자료

- 자체조사

#### ■ 조사장소 및 정점

- 5개 유산지역을 매년 돌아가면서 년 2회 지정 정점에서 시료를 채취  
서천갯벌: 조하대 10개 정점 [그림 1-1, 표 1-1]  
고창갯벌: 조하대 10개 정점 [그림 2-1, 표 2-1]  
신안갯벌 북부: 조하대 20개 정점 [그림 3-2, 표 3-1]  
신안갯벌 중부: 조하대 20개 정점 [그림 3-5, 표 3-2]  
신안갯벌 남부: 조하대 20개 정점 [그림 3-8, 표 3-3]  
보성-순천갯벌: 조하대 20개 정점(보성 10개, 순천 10개 정점) [그림 4-1, 표 4-1]

### 3.12. 조하대 표층퇴적물 지화학 특성

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	• 조하대 표층퇴적물의 건강도를 파악하기 위함
조사시기	• 동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 시료를 채취하여 분석 (2회/년)

#### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

조사항목	• 총유기탄소, 강열감량, 산화발성황화물, 중금속(Ni, Al, Cr, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb)
시료 채취 및 분석 방법	1) 선박에서 Box corer (van Veen Sampler)를 이용하여 채취된 퇴적물에서 표층 1cm 이내의 퇴적물 중 일부를 사용하여 지화학 분석 2) 분석 방법은 해양환경공정시험기준(해양수산부, 2018)을 따름(부록 참조)

#### ■ 이용자료

- 자체조사

#### ■ 조사장소 및 정점

- 3.1.11. 조하대 표층퇴적물 분포 및 계절변화 조사와 동시 수행
- 5개 유산지역을 매년 순차적으로 년 2회 지정 정점에서 시료를 채취  
서천갯벌: 조하대 10개 정점 [그림 1-1, 표 1-1]  
고창갯벌: 조하대 10개 정점 [그림 2-1, 표 2-1]  
신안갯벌 북부: 조하대 20개 정점 [그림 3-2, 표 3-1]  
신안갯벌 중부: 조하대 20개 정점 [그림 3-5, 표 3-2]  
신안갯벌 남부: 조하대 20개 정점 [그림 3-7, 표 3-3]  
보성-순천갯벌: 조하대 20개 정점(보성 10개, 순천 10개 정점) [그림 4-1, 표 4-1]

### 3.13. 조상대 서식지: 조수 해빈, 사구 및 염습지 분포 및 특성

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	• 모래갯벌과 직접 연계되어 있는 조수 해빈과 사구 및 염습지의 분포 양상과 특성을 파악
조사시기	• 동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 시료를 채취하여 분석 (2회/년)

#### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 조수 해빈과 사구의 범위 및 지형 구배
- 지형 구배는 정밀 수준측량 자료 이용
- 조수 해빈과 사구의 경계선

#### ■ 이용자료

- 자체조사

#### ■ 조사장소 및 정점

- 조수 해빈과 사구의 범위 및 경사 구배 조사 축선  
서천갯벌: 유부도 사구 SC-a, SC-b [그림 1-1, 1-3, 표 1-1]  
고창갯벌: JB04-4 [그림 2-1, 2-2, 표 2-1]  
신안갯벌 북부: JN03-8 [그림 3-2, 3-3, 표 3-1]  
신안갯벌 중부: JN05-0 [그림 3-5, 3-6, 표 3-2]  
신안갯벌 남부: JN07-0 [그림 3-8, 3-9, 표 3-3]

\* 제시된 축선은 국가해양생태계종합조사 기준 축선임. 밀줄 친 축선은 세계자연유산 모니터링용 신규 축선

### 3.14. 조상대 서식지: 사구 표층 퇴적물 분포 및 계절변화

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	• 사구 표층퇴적물의 분포 및 계절변화
조사시기	• 동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 시료를 채취하여 분석 (2회/년)

#### ■ 조사 항목 및 현장조사방법

- 사구 정점에서는 표층 퇴적물에 대한 입도분포, 염습지 분포, 사구지형 특성을 육안 관찰하여 기록하고 사진 자료 확보
- 표층 퇴적물 입도분포는 중력분석법(피펫, Sedigraph 또는 체적분석자료를 중력자료로 변환)
- 입도의 통계치는 Moment Method를 사용(부록 참조) (Graphic Method는 사용하지 않으며, 통계치 결과에서 첨도는 사용하지 않음)

#### ■ 이용자료

- 자체조사

#### ■ 조사장소 및 정점

- 서천갯벌, 신안갯벌(북, 중, 남부)에서 각각 5개 정점  
유부도 사구 정점: 정점 SC-a, SC-b [그림 1-1, 1-3, 표 1-1]  
서천 육지부 정점: 정점 SC-c, SC-d, SC-e [그림 1-1, 1-3, 표 1-1]  
임자도 사구 정점: 정점 SI-a, SI-b, SI-c, SI-d, SI-e [그림 3-2, 3-4, 표 3-1]  
자은도 사구 정점: 정점 SJ-a, SJ-b, SJ-c, SJ-d, SJ-e [그림 3-5, 3-7, 표 3-2]  
비금도 사구 정점: 정점 SB-a, SB-b, SB-c, SB-d, SB-e [그림 3-8, 3-10, 표 3-3]

## 04 위협요인 및 유산관리

### 4.1. 인공구조물에 의한 갯벌특성 변화

#### ■ 조사목적 및 시기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계유산인 갯벌과 인근 해역 또는 육지부의 인공구조물에 의한 갯벌서식지의 속성변화를 모니터링</li> </ul>
조사시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>동계의 영향이 축적된 2월~3월초와 하계의 영향이 축적된 8월~9월초에 시료를 채취하여 분석 (2회/년)</li> </ul>

#### ■ 조사항목 및 방법

- 기준점 및 측선을 설치하고 10~50m 간격의 정점에 대한 정밀 수준측량
- 퇴적물특성, 퇴적역학특성(릴리프필, 연엑스선), 유기물(강열감량), 산화대층 깊이, 지화학분석, 대형저서생물 조사 (서식지 지질 및 역학적 특성의 모니터링 방법과 동일)

#### ■ 이용자료

- 자체 조사

#### ■ 자료의 해석 및 시료의 보관

- 인공구조물에 의한 퇴적물, 퇴적상, 산화대층, 지화학적 변화, 저서생물의 변화를 파악하여 인공구조물에 의한 서식지 변화와 문제점 해결방안을 개발
- 조사된 자료는 장기적인 변화를 파악하기 위해 보관

#### ■ 조사장소 및 정점

- 유부도의 도류제 내측 갯벌(측선 CN07-6) [그림 1-1, 1-2, 표 1-1]
- 타 지역의 인공구조물의 특성변화 모니터링을 위하여 지자체, 지역단체 등과 협력하여 조사장소를 선정하고 장소의 특성에 따라 측선과 정점, 조사방법 등을 결정

### 4.2. 개발압력: 간척과 매립

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>간척과 매립사업은 갯벌의 서식지와 생물다양성에 대한 가장 큰 위협요인으로, 정기적인 갯벌의 면적 변화 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양수산부, 국립해양조사원</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>5년 또는 수시(변경 발생 시)</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌의 면적 변화</li> <li>해안선 길이 변화</li> <li>공유수면 매립계획 추진 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>국립해양조사원</li> <li>국가통계포털</li> <li>〈해양수산부 고시 제2021-163호〉 제4차 공유수면매립 기본계획 (2021~2031) 및 변경 고시</li> <li>지자체 내부자료</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 유산지역 내 서식지 위협요인을 관리하기 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

##### ※ 특이사항 있을 경우 기록

- 해안선 길이는 갯벌 세계유산을 포함한 시·군별 전체 해안선 길이

## 1) 갯벌의 면적 변화

시·군별 갯벌 면적 변화

(단위: km<sup>2</sup>)

구분	2008년	2013년	2018년	2023년
서천군				
고창군				
신안군				
보성군				
순천시				
합 계				

## 2) 해안선 길이 변화

시·군별 해안선 길이 변화

(단위: km, (%))

구분	2020년			2025년		
	합계	자연해안선	인공해안선	합계	자연해안선	인공해안선
서천군		( )	( )		( )	( )
고창군		( )	( )		( )	( )
신안군		( )	( )		( )	( )
보성군		( )	( )		( )	( )
순천시		( )	( )		( )	( )

## 3) 공유수면 매립계획 추진 현황

시·군별 공유수면 매립계획 추진 현황

(단위: m<sup>2</sup>)

구분	매립예정 지구명	위치	신청인	매립목적	매립면적
2021년	서천군				
	고창군				
	신안군				
	보성군				
	순천시				
	합 계				
2025년 또는 수시	서천군				
	고창군				
	신안군				
	보성군				
	순천시				
	합 계				

### 4.3. 개발압력: 관광

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>관광은 지역사회 경제활성화를 위해 긍정적인 영향을 미치나 환경수용력을 넘어설 경우 위협요인이 되므로, 정기적으로 방문객 현황을 모니터링하여 지속가능한 유산관광 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체, 문화체육관광부</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요관광지 방문객 현황</li> <li>유산지역 인접지역 주요 관광지 방문객 현황</li> <li>유산지역 내 체험마을 운영현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 통계연보 및 내부자료</li> <li>문화체육관광부 관광지식정보시스템</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 유산지역 내 관광 압력을 관리하기 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

##### ※ 특이사항 있을 경우 기록

- 2020년~2022년 COVID-19 대유행으로 인해 방문객수 하락
- 방문객수는 주요 관광지점을 대상으로 집계하였기에 실제 방문객수와 차이가 있을 수 있음

### 1) 주요 관광지 방문객 현황

시·군별 주요관광지 방문객 현황

(단위: 명)

연도	지역	집계 관광지수	방문객수			
			유료관광지			무료관광지
			계	내국인	외국인	
2021년	서천군					
	고창군					
	신안군					
	보성군					
	순천시					
	합 계					
2022년	서천군					
	고창군					
	신안군					
	보성군					
	순천시					
	합 계					

2) 유산지역 인접지역의 주요관광지 방문객 현황

시·군별 유산지역 인접지역 주요관광지 방문객 현황 (단위: 명)

연도	지역	유산지역 인접 주요 관광지*	방문객수	비고	
2021년	서천군				
		소계			
	고창군				
		소계			
	신안군				
		소계			
	보성군				
소계					
순천시					
	소계				
합 계					

연도	지역	유산지역 인접 주요 관광지*	방문객수	비고	
2022년	서천군				
		소계			
	고창군				
		소계			
	신안군				
		소계			
	보성군				
소계					
순천시					
	소계				
합 계					

\* 유산 인접지역 주요관광지를 개수에 상관없이 추가하여 작성

## 3) 유산지역 내 체험마을 운영 현황

유산지역 내 시·군별 체험마을 운영현황

(단위: 명)

구분		2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
서천군	월하성					
	선도리					
고창군	만돌					
	하전					
신안군	우전					
	둔장					
	추포					
보성군	장양					
	장도					
순천시	거차					
합 계						

## 4.4. 개발압력: 에너지 개발

## ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 인근에서 추진되는 해상풍력과 완충구역에서 추진되는 태양광 발전시설 개발은 국제적으로 이동하는 철새 서식에 상당한 영향을 미치는 위협요인이므로, 지역별 발전시설 추진현황을 정기적으로 모니터링하여 지속가능한 갯벌서식지와 생물다양성 보호관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

## ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>해상풍력 및 태양광 발전시설 추진 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 내부자료</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 및 완충구역에 대한 에너지 개발압력을 관리하기 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

## ■ 특이사항

※ 특이사항 있을 경우 기록

1) 해상풍력 및 태양광 발전시설 추진 현황

시·군별 유산지역 인근 해상풍력 및 완충구역 태양광 발전시설 추진 현황 (단위: km<sup>2</sup>, GW)

구분	사업명 (해상풍력/ 태양광)	위치	면적 (km <sup>2</sup> )	규모 (GW)	발전기 개수 (해상풍력)	추진단계(○)				
						신청	평가	허가	공사중	공사완료
2021년	서천군									
	고창군									
	신안군									
	보성군									
	순천시									
	합 계									
2022년	서천군									
	고창군									
	신안군									
	보성군									
	순천시									
	합 계									

4.5. 개발압력: 어업

■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 내에서 이루어지는 어업은 '한국 갯벌'의 독특한 문화이자 갯벌 유지에 도움이 되고 있으나, 일부 남획과 잘못된 어업관행은 위협요인이 되므로 정기적으로 어업 현황을 모니터링 하여 지속가능한 어업에 필요한 관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체, 해양경찰청</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>어가 및 어가인구 현황</li> <li>어선보유 현황</li> <li>수산물 어획고 현황</li> <li>어업권 현황</li> <li>불법어업 단속 및 어업지도선 보유 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 통계연보 및 내부자료</li> <li>국립해양조사원 개방해</li> <li>해양경찰청</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 내 지속가능한 어업 관리를 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

■ 특이사항

※ 특이사항 있을 경우 기록

1) 어가 및 어가인구 현황

시·군별 어가 및 어가인구 현황 (단위: 가구, 명)

구분	지역	어가					어가인구			어업종사자				
		합계	전업	겸업			합계	호당 인구	남	여	합계	호당 종사자	남	여
				소계	제1종	제2종								
2021년	서천군													
	고창군													
	신안군													
	보성군													
	순천시													
	합 계													
	2022년	서천군												
고창군														
신안군														
보성군														
순천시														
합 계														

2) 어선 보유 현황

시·군별 어선보유 현황 (단위: 척, 톤)

연도	지역	동력	무동력	1톤 미만	1톤~5톤미만	5톤~10톤미만	10톤~20톤미만	20톤~30톤미만	30톤~50톤미만	50톤~100톤미만	100톤 이상	
2021년	서천군											
	고창군											
	신안군											
	보성군											
	순천시											
	합 계											
	2022년	서천군										
고창군												
신안군												
보성군												
순천시												
합 계												

3) 수산물 어획고 현황

시·군별 수산물 어획고 (단위: M/T, 천원)

연도	지역	합계		어류		갑각류		연체동물		패류		해조류		기타수산물	
		수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액
2021년	서천군														
	고창군														
	신안군														
	보성군														
	순천시														
	합 계														
	2022년	서천군													
고창군															
신안군															
보성군															
순천시															
합 계															

4) 어업권 현황

시·군별 어업권 현황\* (단위: 건수, ha)

연도	지역	합계		해조류		패류		어류		복합		마을어업		정치망	
		건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적
2022년	서천군														
	고창군														
	신안군														
	보성군														
	순천시														
	합 계														
	2023년	서천군													
고창군															
신안군															
보성군															
순천시															
합 계															

\*어업권 현황은 시·군별 조사시기를 반영하여 작성 가능

### 5) 불법어업 단속 및 어업지도선 보유 현황

시·군별 불법어업 단속 및 어업지도선 보유 현황

(단위: 건, 척)

구분		2021년	2022년	2023년	2024년
서천군	불법어업				
	불법유형*				
	어업지도선				
고창군	불법어업				
	불법유형*				
	어업지도선				
신안군	불법어업				
	불법유형*				
	어업지도선				
보성군	불법어업				
	불법유형*				
	어업지도선				
순천시	불법어업				
	불법유형*				
	어업지도선				
합 계	불법어업				
	불법유형*				
	어업지도선				

\*불법어업 유형은 삼중자망/통발/자망/새우조망/무기산/형망/잠수기/기타

### 4.6. 환경압력: 인구

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>인간의 활동은 긍정적이든 부정적이든 다양한 형태로 갯벌생태계에 영향을 미치므로, 인구 증감 현황에 대한 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>시·군별 전체 인구 현황</li> <li>유산지역 인접 지역의 인구 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 통계연보</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>인간의 활동을 관리하기 위하여 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준 연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

※ 특이사항 있을 경우 기록

1) 인구 현황

시·군별 전체 인구 현황

(단위: 명)

구분	2021년		2022년	
	지자체별 전체 인구	유산지역 인접 지역 인구*	지자체별 전체 인구	유산지역 인접 지역 인구
서천군				
고창군				
신안군				
보성군				
순천시				
합 계				

\*서천군(장항읍, 마서면, 종천면, 비인면, 서면 월호리), 고창군(해리면, 심원면, 흥덕면, 부안면)  
 신안군(지도읍, 압해읍, 증도면, 임자면, 자은면, 비금면, 도초면, 하의면, 신의면, 장산면, 안좌면, 팔금면, 암태면), 보성군(별교읍), 순천시(별량면, 해룡면, 도사동)

2) 유산지역 인접지역의 인구 현황

유산지역 인접지역의 읍·면·동별 인구 현황

(단위: 명)

구분	구분	2021년	2022년	2023년	2024년
		서천군	장항읍		
	마서면				
	종천면				
	비인면				
	어업지도선				
	서면(월호리)				
	소 계				
고창군	해리면				
	심원면				
	흥덕면				
	부안면				
	소 계				
신안군	지도읍				
	압해읍				
	증도면				
	임자면				
	자은면				
신안군	비금면				
	도초면				
	하의면				
	신의면				
	장산면				
	안좌면				
	팔금면				
	암태면				
	소 계				
보성군	별교읍				
	소 계				
순천시	별량면				
	해룡면				
	도사동				
	소 계				
합 계					

### 4.7. 환경압력: 해양오염 관리 현황

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>물은 모든 생명의 근원이 되는 자원이자 환경압력을 측정하는 가장 기본적인 요소로써 수질 관리에 대한 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경공단, 환경부 생활환경과, 지자체</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>해역수질 현황</li> <li>하수도 보급률 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경정보포털 해양환경측정망</li> <li>국가통계포털</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역의 기본적인 수질 관리를 위하여 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

<p>※ 특이사항 있을 경우 기록</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경측정망 정점 적용</li> </ul> <p>서천갯벌: 군산2 고창갯벌: 고창1 신안갯벌: 신안1, 신안2, 무안2, 무안3 보성갯벌: 여자만2 순천갯벌: 여자만1</p>
--

### 1) 해역수질 현황

유산지역 내 해양환경측정망 해역수질 현황

(단위: mg/L, 등급)

구분			화학적산소요구량 (COD)	총질소 (TN)	총인 (TP)	수질평가지수* (WQI)
2021년	서천 갯벌	군산2	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
	고창 갯벌	고창1	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
	신안 갯벌	신안1	2월			
			5월			
			8월			
		신안2	2월			
5월						
8월						
무안2		2월				
		5월				
		8월				
무안3		2월				
		5월				
		8월				
보성 갯벌	여자만2	2월				
		5월				
		8월				
		11월				
순천 갯벌	여자만1	2월				
		5월				
		8월				
		11월				

구분		화학적산소요구량 (COD)	총질소 (TN)	총인 (TP)	수질평가지수* (WQI)	
2022년	서천 갯벌	군산2	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
	고창 갯벌	고창1	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
	신안 갯벌	신안1	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
		신안2	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
		무안2	2월			
			5월			
			8월			
			11월			
무안3	2월					
	5월					
	8월					
	11월					
보성 갯벌	여자만2	2월				
		5월				
		8월				
		11월				
순천 갯벌	여자만1	2월				
		5월				
		8월				
		11월				

\* 수질평가지수(WQI): 우리나라 해양환경 특성에 적합한 종합적인 해역수질평가 기준으로 부영양화의 원인항목(용존 무기질소(DIN), 용존 무기인(DIP)과 일차반응항목(클로로필(Chl-a), 투명도(SD))과 이차반응항목(저층 용존산소 포화도(DO))에 해당하는 항목들을 평가항목으로 계산된 수질등급기준(Ⅰ 등급(매우 좋음) 23이하, Ⅱ 등급(좋음) 24~33, Ⅲ 등급(보통) 34~46, Ⅳ 등급(나쁨) 47~59, Ⅴ 등급(아주 나쁨) 60 이상)

\* 2008년 고시 해양환경기준: COD 기준 Ⅰ 등급 1mg/L이하, Ⅱ 등급 2mg/L이하, Ⅲ 등급 4mg/L 이하 / TN 기준 Ⅰ 등급 0.3mg/L이하, Ⅱ 등급 0.6mg/L이하, Ⅲ 등급 1.0mg/L이하 / TP 기준 Ⅰ 등급 0.03mg/L이하, Ⅱ 등급 0.05mg/L이하, Ⅲ 등급 0.09mg/L이하

## 2) 하수도 보급 현황

시·군별 하수도\* 보급률 현황

(단위: %)

구분	2021년	2022년	2023년
서천군			
고창군			
신안군			
보성군			
순천시			

\* 하수도는 하수와 분뇨를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 하수관로 · 공공하수처리시설 · 간이공공하수처리시설 · 하수저류시설 · 분뇨처리시설 · 배수설비 · 개인하수처리시설 그 밖의 공작물 · 시설의 총체를 의미함(하수도법)

### 4.8. 환경압력: 외래침입종 및 유해해양생물

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 요인으로 인한 외래 침입종과 유해해양생물 유입은 토착종과 고유종 중심의 갯벌생태계와 생물다양성을 교란·변형·감소시키는 위협요인이므로 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경공단 해양생태처, 지자체</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>유해해양생물 분포 및 퇴치 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경공단 해양생태처</li> <li>해양환경정보포털</li> <li>지자체 내부자료</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역의 유해해양생물 관리를 위하여 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

※ 특이사항 있을 경우 기록

### 1) 유해해양생물 분포 및 퇴치 현황

유산지역 내 갯끈풀 분포 및 퇴치사업 추진 현황 (단위: m<sup>2</sup>, 천원)

연도	지역	분포 위치	분포 면적	퇴치사업 추진 현황			
				퇴치면적	퇴치방법	소요예산	비고
2021년	서천갯벌						
	고창갯벌						
	신안갯벌						
	보성갯벌						
	순천갯벌						
	합계						
2022년	서천갯벌						
	고창갯벌						
	신안갯벌						
	보성갯벌						
	순천갯벌						
	합계						
2023년	서천갯벌						
	고창갯벌						
	신안갯벌						
	보성갯벌						
	순천갯벌						
	합계						

### 4.9. 환경압력: 연안침식

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭풍, 해일, 기후변화에 따른 해수면 상승, 연안지역의 인공화 등 다양한 요인으로 인해 발생하는 연안침식은 해양생태계는 물론 거주지역 침식과 침수를 유발하는 위협요인이므로 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양수산부, 한국해양수산개발원</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매년</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안침식 발생 현황</li> <li>• 연안정비사업 추진 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안포털 연안정비</li> <li>• 해양수산부, 연안침식 실태조사 백서</li> <li>• &lt;해양수산부 고시 제2020-74호&gt; 제3차 연안정비기본계획(2020~2029) 및 변경 고사</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유산지역 연안침식을 예방 및 관리하기 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

<p>※ 특이사항 있을 경우 기록</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 보성-순천갯벌은 내만에 위치하여 연안침식 실태조사 정점 없음</li> </ul>
--

### 1) 연안침식 발생 현황

유산지역 내 연안침식 발생 현황

(단위: 등급)

구분	지역	2021년	2022년	2023년	2024년
서천갯벌	다사리				
	송림리				
고창갯벌	바람공원				
	동호해수욕장				
신안갯벌	임자면	대광			
		도찬리			
	압해읍	남촌			
	안좌면	읍동			
	증도면	우전			
		오산			
	자은면	둔장			
		면전			
		신성			
		고교			
		백길			
		신성2리			
	암태면	익금리			
	도초도	시목			
	팔금도	솔치			
		수치			
	비금면	하누름			
		명사십리			
고막					
보성갯벌	-				
순천갯벌	-				

\* A(양호) : 안정적 퇴적 경향이 나타나며 백사장이 잘 보전된 지역으로 재해로부터 안전한 지역  
 B(보통) : 침퇴적 경향이 나타나지만 안정적 해빈유지 지역으로 큰 이벤트가 없는 한 비교적 안전한 지역  
 C(우려) : 침식으로 인해 백사장 및 배후지의 재해 발생 가능지역  
 D(심각) : 지속적인 침식으로 백사장 및 배후지의 재해 발생 위험지역

2) 어선 보유 현황

시·군별 연안정비사업 추진 현황 (단위: 백만원)

연도	지역	사업명	사업유형*	시행장소	사업규모	총사업비	추진현황		
							준비	공사중	완료 (연도)
2021년	서천군								
	고창군								
	신안군								
보성군									
순천시									
2022년	서천군								
	고창군								
	신안군								
보성군									
순천시									

\* 사업유형은 연안보전과 친수연안으로 구분

4.10. 환경압력: 기후변화

■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후변화에 따른 평균 수온 변화, 해양산성화, 해양수위 상승 등은 해양생태계의 변화뿐만 아니라 인간의 삶 자체를 위협하는 요인이므로, 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양수산부, 해양환경공단, 국립해양조사원</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>평균 수온 변화 현황</li> <li>수소이온농도 변화 현황</li> <li>평균 해수면 변화 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경정보포털 해양환경측정망</li> <li>국립해양조사원 바다누리 해양정보서비스</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 기후변화 영향정도를 파악하기 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

■ 특이사항

<p>※ 특이사항 있을 경우 기록</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경측정망 정점 적용(표층 기준)</li> <li>서천갯벌: 군산2</li> <li>고창갯벌: 고창1</li> <li>신안갯벌: 신안1</li> <li>보성-순천갯벌: 여자만1</li> </ul>
---

1) 평균 수온 변화 현황

유산지역별 표층 수온 변화 현황 (단위: °C)

구분	표층수온					
	2월	5월	8월	11월		
2021년	서천갯벌	군산2				
	고창갯벌	고창1				
	신안갯벌	신안1				
	보성-순천갯벌	여자만1				
2022년	서천갯벌	군산2				
	고창갯벌	고창1				
	신안갯벌	신안1				
	보성-순천갯벌	여자만1				

2) 수소이온농도 변화 현황

유산지역별 수소이온농도 변화 현황 (단위: pH)

구분	수소이온농도					
	2월	5월	8월	11월		
2021년	서천갯벌	군산2				
	고창갯벌	고창1				
	신안갯벌	신안1				
	보성-순천갯벌	여자만1				
2022년	서천갯벌	군산2				
	고창갯벌	고창1				
	신안갯벌	신안1				
	보성-순천갯벌	여자만1				

3) 평균 해수면 변화 현황

유산지역별 평균 해수면 변화 현황 (단위: cm)

구분	서천갯벌	고창갯벌	신안갯벌	보성-순천갯벌
조위관측소	군산	위도	목포	여수
2021년				
2022년				

4.11. 환경압력: 기후변화

■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양오염사고는 경우에 따라 전해역을 장기적으로 오염시켜 환경적, 사회적, 경제적 피해를 발생시킬 수 있는 매우 심각한 위협요인이므로 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양경찰청, 지자체 재난안전과, 해양환경공단</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양오염사고 발생 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양경찰청 해양오염사고통계</li> <li>지자체 내부자료</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역의 해양오염사고 예방·관리를 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

■ 특이사항

※ 특이사항 있을 경우 기록
-----------------

1) 해양오염사고 발생 현황

시·군 해역별 해양오염사고 발생 현황 (단위: 건, kℓ, 톤)

구분	사고건수	사고원인*	선박유형**	유출유종	유출량	기타 폐기물
2021년	서천군					
	고창군					
	신안군					
	보성군					
	순천시					
	합 계					
2022년	서천군					
	고창군					
	신안군					
	보성군					
	순천시					
	합 계					

\* 사고원인은 해난/부주의/고의/파손/기타 구분

\*\* 선박유형은 어선/화물선/유조선/기타 선박/해상 또는 육상시설 구분

4.12. 환경압력: 기후변화

■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>육상과 해상에서 끊임없이 발생하는 해양쓰레기는 해양생물과 생태계는 물론 인간의 건강까지 위협하게 하는 위협요인으로써 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경공단, 지자체</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>해안쓰레기 모니터링 현황</li> <li>해양쓰레기 수거 현황</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양환경정보포털, 해양폐기물 수거·조사 통계</li> <li>해양환경정보포털, 해안쓰레기 모니터링 통계</li> <li>지자체 내부자료</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역의 해양쓰레기 관리를 위하여 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

■ 특이사항

<p>※ 특이사항 있을 경우 기록</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>유산지역 상황을 반영하여 해안쓰레기 모니터링 정점이 추가될 수 있도록 관계기관과 협의하여 계획에 반영 필요</li> </ul>
--

### 1) 해안쓰레기 모니터링 현황

시·군별 모니터링을 통한 해안쓰레기 유형별 분류 현황\* (단위: 개, kg)

구분	플라스틱	종이	목재	금속	천연 섬유	유리	고무	외국 기인	기타 재질
2021년	서천군	개수							
		무게							
	고창군	개수							
		무게							
신안군**	개수								
	무게								
여수시***	개수								
	무게								
2022년	서천군	개수							
		무게							
	고창군	개수							
		무게							
	신안군	개수							
		무게							
	여수시	개수							
		무게							

\* 해안쓰레기 모니터링 지역: 서천 다사항, 고창 동호해변, 신안 임자도 및 고창, 여수 반월

\*\* 신안 임자도와 고창을 합한 데이터

\*\*\* 보성군과 순천시에는 해안쓰레기 모니터링 지점이 없어 여수 반월 데이터를 활용함

### 2) 해양쓰레기 수거 현황

시·군별 해양쓰레기 수거 현황 (단위: 톤)

구분	서천군	고창군	신안군	보성군	순천시
2021년	부유				
	침적				
	해안				
	합계				
2022년	부유				
	침적				
	해안				
	합계				

### 4.13. 관리역량

#### ■ 조사목적, 기관, 주기

조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>유네스코 세계자연유산으로 등재된 한국 갯벌의 탁월한 보편적 가치(Outstanding Universal Value, OUV)를 지속가능하고 통합적으로 보호·관리하기 위해서는 책임있는 관리조직과 전문성을 확보한 관리인력 배치가 매우 중요하므로 정기적인 모니터링을 통해 갯벌 세계유산 보호·관리 계획 수립 및 이행을 위한 기초 데이터로 활용</li> </ul>
조사기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌세계유산보전본부, 지자체</li> </ul>
조사주기	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년</li> </ul>

#### ■ 조사항목, 이용자료, 방법

조사항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌세계유산 통합관리 조직 현황</li> <li>지역별 세계유산 관리조직 현황</li> <li>지역별 갯벌 방문객센터 운영 현황</li> <li>주민인식 변화 현황(필요시 조사 진행)</li> </ul>
이용자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 내부자료</li> <li>지자체 홈페이지 조직도 및 직원 현황</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>갯벌 세계유산 보호·관리를 위한 조직과 인력 보유 현황 파악을 위해 위 조사항목에 대해 관계기관에서 제공하는 비교 데이터를 기준연도 이후부터 연도별로 입력</li> </ul>

#### ■ 특이사항

<p>※ 특이사항 있을 경우 기록</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>인력: 갯벌 세계유산 보호·관리, 어업, 공유수면 관리·개발 업무에 직·간접적으로 연관성이 있는 담당자</li> <li>전문인력: 석사급 이상 또는 관련 분야 5년 이상 경험있는 담당자</li> </ul>
--

1) 갯벌세계유산 통합관리 조직 현황

갯벌 세계유산 통합보전본부 건립 후 본격적으로 모니터링 시행

2) 지역별 갯벌 세계유산 관리조직 현황

시·군별 갯벌 세계자연유산 관리 조직 및 인력 보유 현황 (단위: 명)

연도	지역	관련 부서명	관리자	부서 총인원	관련 업무 담당 직원*	전담조직 (인원)	전문 인력
2023년	서천군	관광축제과					
		해양수산과					
	고창군	관광산업과					
		해양수산과					
	신안군	세계유산과					
		해양수산과					
	보성군	해양수산과					
		기후환경과					
	순천시	순천만보전과					
		문화유산과					
		기후에너지과					
			합 계				
2024년	서천군	관광축제과					
		해양수산과					
	고창군	관광산업과					
		해양수산과					
	신안군	세계유산과					
		해양수산과					
	보성군	해양수산과					
		기후환경과					
	순천시	순천만보전과					
		문화유산과					
		기후에너지과					
			합 계				

\* 관련 업무 담당 직원은 갯벌 세계자연유산 보호·관리, 공유수면 관리·개발, 유산지역 내 어업 관리 업무에 직·간접적으로 연관성이 있는 직원

3) 지역별 갯벌 방문객센터 운영 현황

시·군별 갯벌 방문객센터 운영 현황 (단위: 명)

연도	지역	방문객센터 명칭*	위치	방문객수	교육 참가자수	관리인력	해설사	관련 시설현황
2023년	서천군							
	고창군							
	신안군							
	보성군							
	순천시							
			합 계					
2024년	서천군							
	고창군							
	신안군							
	보성군							
	순천시							
			합 계					

\* 지자체가 직접 운영하는 시설이 아니라 하더라도, 갯벌 또는 해양생태계 관련 방문객센터 유사시설이 있다면 모두 작성

4) 주민 인식 변화 현황

시·군별 주민 인식 변화조사는 필요시 진행함

# IV

자료의 보관

### 시추자료 및 갯벌생물 등의 표본에 대한 관리방안

- 모니터링 과정에서 취득된 시추자료(릴리프필) 및 표본은 갯벌세계유산보전본부 설립 전까지 신안갯벌센터(신안군)에 임시 보관하고 갯벌세계유산보전본부 설립 후에는 본부 내 수장고에서 관리
- 표본 가운데 한국의 갯벌 세계유산이 갖는 탁월한 보편적 가치에 대한 대국민 이해 증진에 도움이 되는 경우, 갯벌세계유산보전본부 내 전시·홍보·교육 콘텐츠로 활용

### 생성된 자료의 D/B 및 아카이브 방안

- 모니터링 자료는 앞 장에서 제시된 각 분야별 D/B 양식에 따라 정리하여 최종보고서 및 파일 형태로 보관됨
- 통합 D/B는 현 한국의 갯벌 세계유산등재추진단에서 통합 관리하고, 갯벌세계유산보전본부 설립 이후에는 본부로 이관
- 세계유산법에 근거한 한국의 갯벌 세계유산 종합시행계획에 따라 2024년부터 2027년까지 시행 예정인 디지털 통합정보시스템 개발 사업 및 운영에 디지털 아카이빙이 포함되어 있으며, 해당 사업의 수행을 통해 체계적인 자료의 분류와 축적이 이뤄질 예정임

### 대국민 자료 공개

- 생성된 미가공 원자료(raw data)는 비공개를 원칙으로 함
- 모니터링 결과에 대한 관련 기관과의 자료 공유 등 비영리 공익적 목적을 위한 경우, 해당 자료가 논문화 되기 이전에는 반드시 모니터링 분야별 연구책임자(또는 해당 연구자)의 동의를 얻어야 함
- 탁월한 보편적 가치에 대한 대국민 인식증진을 위해 모니터링 결과를 시인성이 높고 일반 대중이 이해하기 쉬운 형태로 가공하여 한국의 갯벌 세계유산 홈페이지(www.getbolworldheritage.org)를 통해 공개

### 대국민 자료 공개 예시

- 서식지 면적 및 분포

구분	합계	펼갯벌	모래갯벌	혼합갯벌	암반갯벌	염습지
합계						
서천갯벌						
고창갯벌						
신안갯벌						
보성-순천갯벌						

\* 해당 자료에 대한 시인성 증대를 위해 서식지별 색을 달리한 분포도 제시

- 구성요소별 종 다양성

구분	종명			서천갯벌	고창갯벌	신안갯벌	보성-순천갯벌	비고 (멸종위기종/ 고유종)
	학명	영명	국명					
구조류				○				
염생식물								
대형저서 생물								
어류								
포유류								
물새류								
합계								

※ 5년 단위 모니터링 결과를 바탕으로 한 서식지 및 종 다양성에 대한 변화양상은 그래프 등으로 제시  
 ※ 각 분류군별 출현종명을 제시하고 출현여부를 ○으로 표기함으로써 종 다양성 파악이 가능하도록 제시

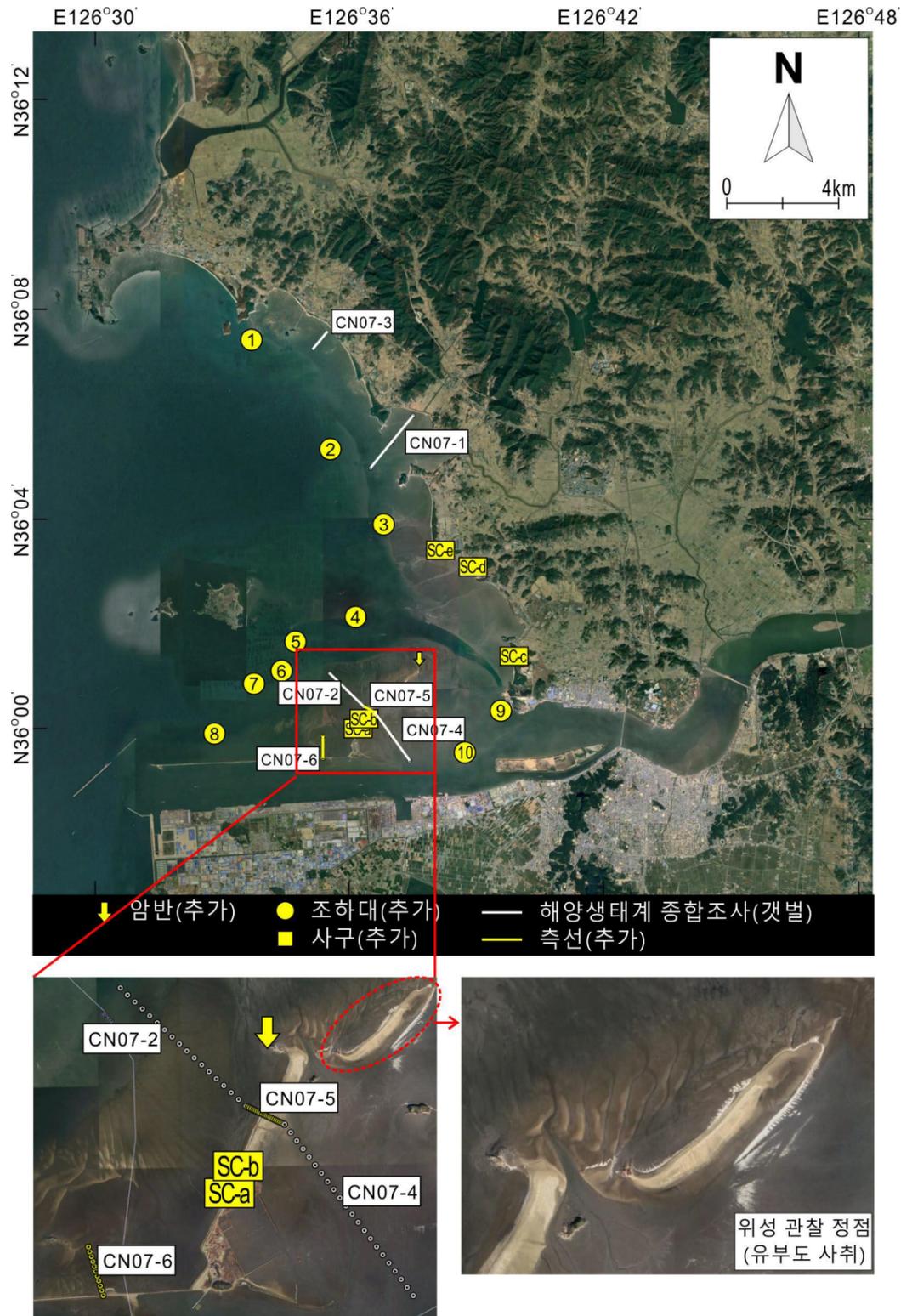


V

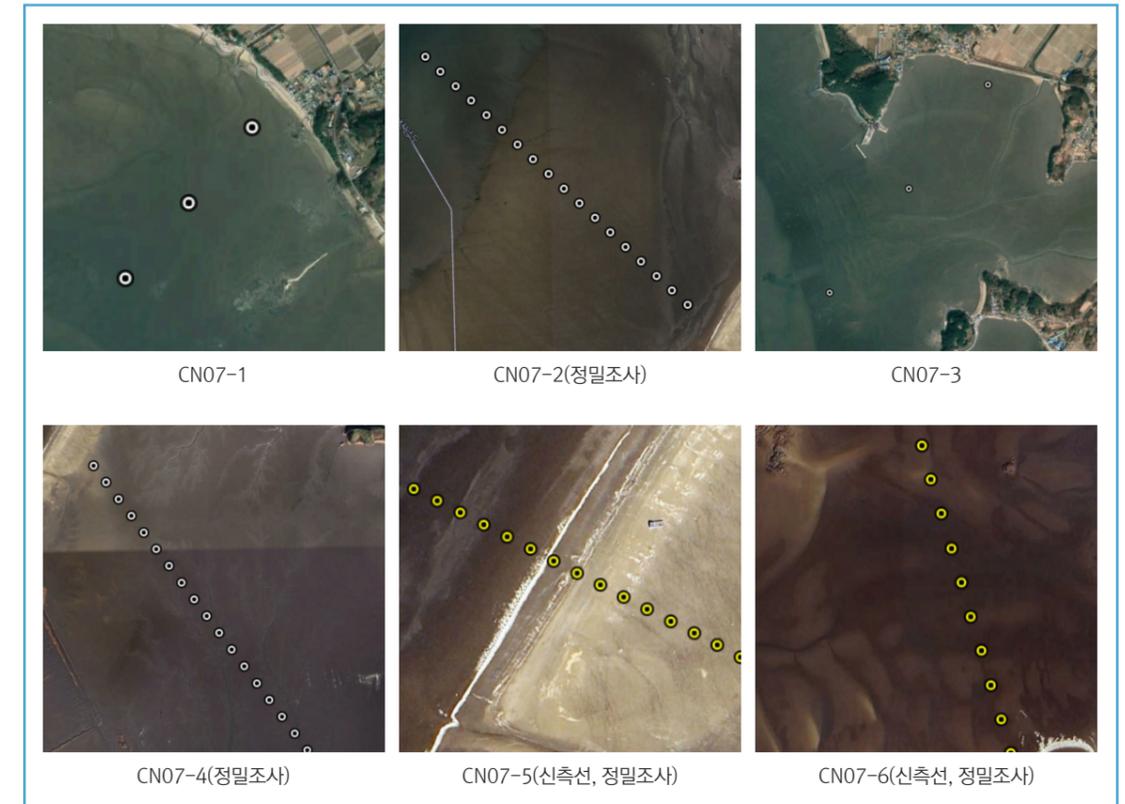
## 조사정점 경위도

1. 서천갯벌
2. 고창갯벌
3. 신안갯벌
4. 보성-순천갯벌

### 1 서천갯벌



〈그림 1〉 한국의 갯벌 세계자연유산 지역의 년차별 모니터링



〈그림 1-2〉 서천갯벌 축선 모니터링 정점 상세도



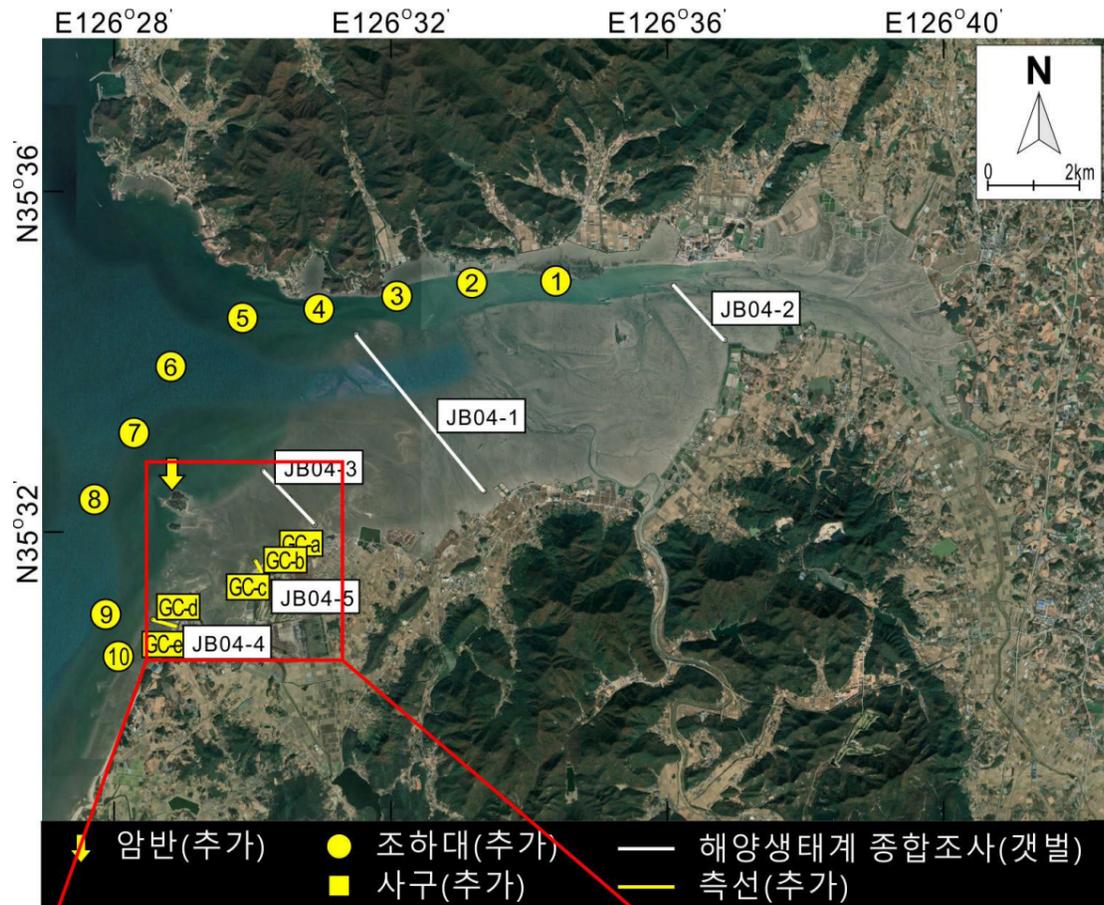
〈그림 1-3〉 서천 조상대, 사취 및 암반 모니터링 정점 상세도



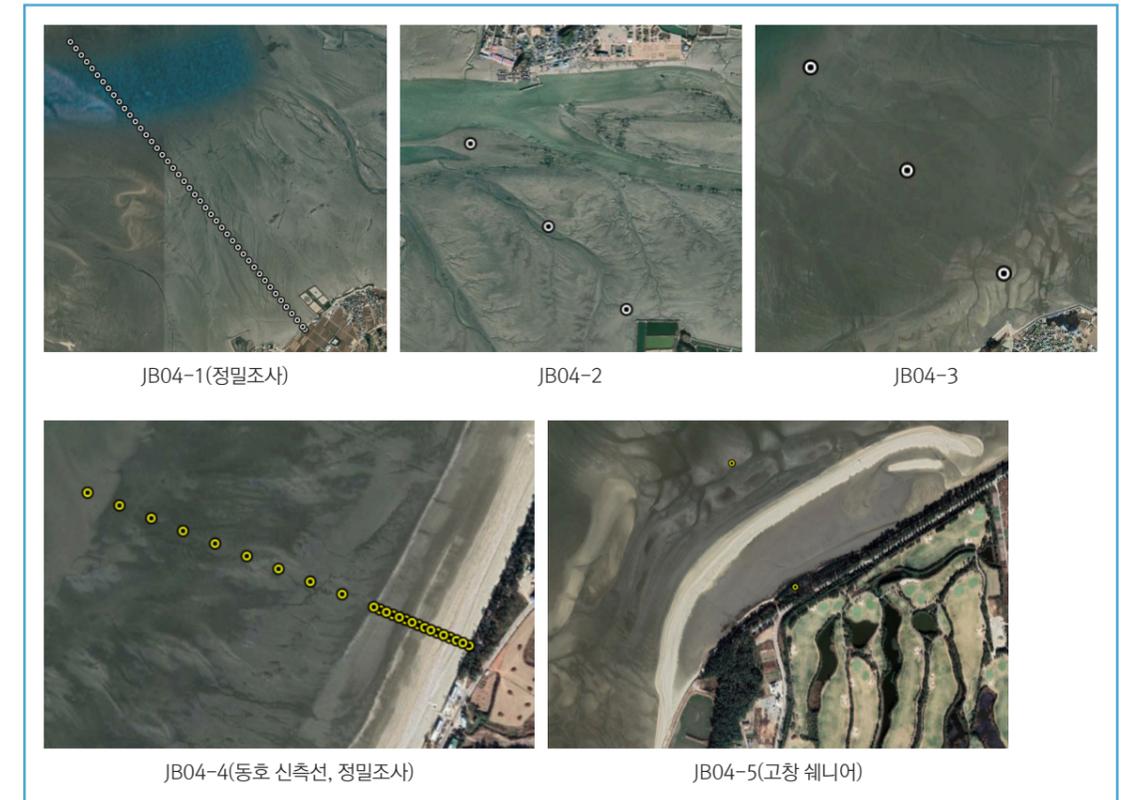
유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초 생산	저서생물	거리 m	비고	차수	
			위도	경도													
서천 갯벌	CN07-5 (420m)	16	36°0'21.70"N	126°36'30.77"E	●	●	●				●			300			
		17	36°0'21.42"N	126°36'31.48"E	●									320			
		18	36°0'21.12"N	126°36'32.19"E	●	●		●				●			340		
		19	36°0'20.84"N	126°36'32.91"E	●										360		
		20	36°0'20.55"N	126°36'33.63"E	●	●		●				●			380		
		21	36°0'20.26"N	126°36'34.35"E	●	●		●				●			400		
		22	35°59'24.80"N	126°37'24.36"E	●	●		●				●			420		
	CN07-6 (500m)	기점 (0)	35°59'26.61"N	126°35'22.54"E	●										0	유부도	
		1	35°59'28.17"N	126°35'22.00"E	●	●	●	●	●	●	●			●	50	도류제 (추가)	
		2	35°59'29.70"N	126°35'21.47"E	●										100	(인공구조 물 영향조사)	
		3	35°59'31.25"N	126°35'20.90"E	●	●	●	●	●	●	●			●	150		
		4	35°59'32.82"N	126°35'20.38"E	●										200		
		5	35°59'34.36"N	126°35'19.79"E	●	●	●	●	●	●	●			●	250		
		6	35°59'35.92"N	126°35'19.28"E	●										300	정점 0~10사이 는 50m 등간격으로 정점 설정	
		7	35°59'37.46"N	126°35'18.73"E	●	●	●	●	●	●	●			●	350		
		8	35°59'39.05"N	126°35'18.17"E	●										400		
		9	35°59'40.60"N	126°35'17.59"E	●	●	●	●	●	●	●			●	450		
	10	35°59'42.14"N	126°35'17.10"E	●										500			
	조하대	SC-Sb-	1	36°7'19.36"N	126°33'42.14"E	●	●				●			●	-		
			2	36°5'12.81"N	126°35'32.81"E	●	●				●			●	-		
			3	36°3'48.05"N	126°36'47.63"E	●	●				●			●	-		
			4	36° 2'1.96"N	126°36'9.11"E	●	●				●			●	-		
5			36°1'33.03"N	126°34'42.62"E	●	●				●			●	-		van Veen Sampler	
6			36°0'59.17"N	126°34'24.30"E	●	●				●			●	-			
7			36°0'45.05"N	126°33'43.88"E	●	●				●			●	-			
8			35°59'47.97"N	126°32'50.35"E	●	●				●			●	-			
9			36°0'16.58"N	126°39'32.64"E	●	●				●			●	-			
10			35°59'27.16"N	126°38'45.17"E	●	●				●			●	-			
조상대	SC-Sp-	a	35°59'56.39"N	126°36'12.25"E	●									-	유부도		
		b	36°0'3.77"N	126°36'16.53"E	●									-			

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초 생산	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
서천	조상대	SC-Sp-	c	36°1'18.78"N	126°39'49.86"E	●								-	서천육지부	I
			d	36°3'0.27"N	126°38'54.49"E	●								-		
			e	36°3'20.51"N	126°38'7.49"E	●								-		
	암반	-	유제도	36°0'44.93"N	126°36'29.13"E				대형저서동물, 해조류				-			
	사취	-	유부도	-	-			유부도 주변 사취(위성 모니터링)				-				

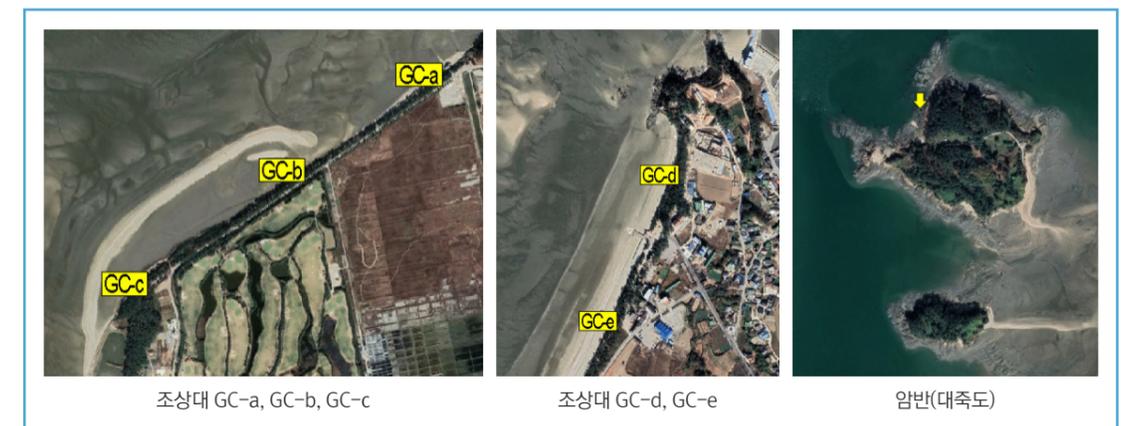
### 2 고창갯벌



〈그림 2-1〉 고창갯벌 모니터링 조사 정점도



〈그림 2-2〉 고창갯벌 측선 모니터링 정점 사진



〈그림 2-3〉 고창갯벌 조상대 및 암반 모니터링 정점 상세도

〈표 2-1〉 고창갯벌 세계유산 모니터링 조사항목 및 조사정점

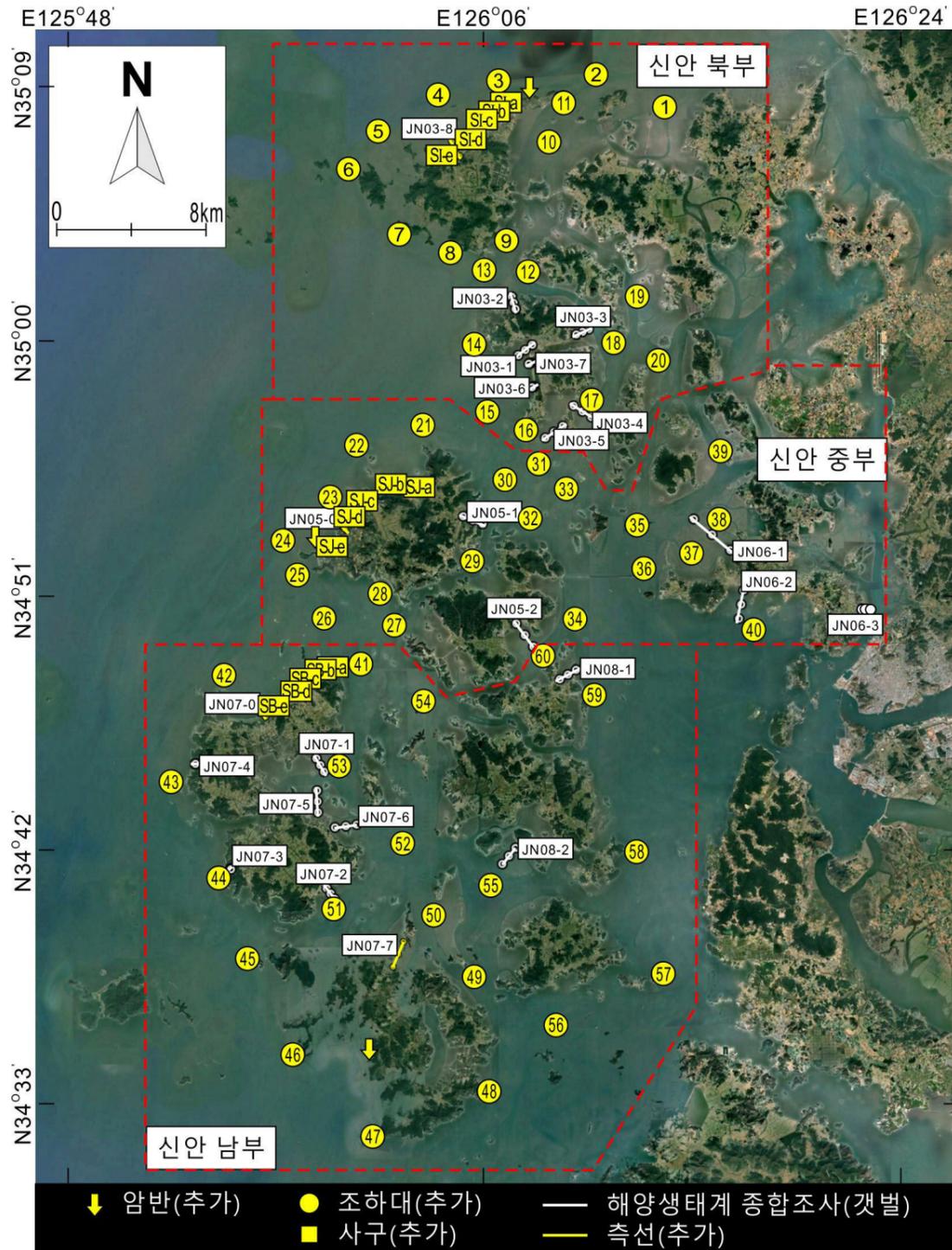
유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면적 조사	산화대 층	지화학	릴리프 필	저서 규조류 및 기초 생산	저서 생물	거리 m	비고	차수	
			위도	경도													
고 창 갯 벌	JB04-1 (4300m)	기점 (0)	35°32'19.03"N	126°33'31.05"E	●									-35			
		1	35°32'19.96"N	126°33'30.10"E	●	●	●	●	●	●	●			0			
		2	35°32'22.49"N	126°33'27.58"E	●										100		
		3	35°32'24.98"N	126°33'25.03"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	200		
		4	35°32'27.49"N	126°33'22.48"E	●										300		
		5	35°32'30.00"N	126°33'20.00"E	●	●	●	●	●	●	●	●			400		
		6	35°32'32.51"N	126°33'17.51"E	●										500		
		7	35°32'35.02"N	126°33'15.00"E	●	●	●	●	●	●	●	●			600		
		8	35°32'37.53"N	126°33'12.52"E	●										700		
		9	35°32'40.02"N	126°33'10.02"E	●	●	●	●	●	●	●	●			800		
		10	35°32'42.54"N	126°33'7.51"E	●										900	해양생태계	
		11	35°32'45.04"N	126°33'5.00"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1000	종합조사	
		12	35°32'47.56"N	126°33'2.49"E	●										1100	정점(갯벌)	
		13	35°32'50.07"N	126°32'59.99"E	●	●	●	●	●	●	●	●			1200	정점 0과	
		14	35°32'52.59"N	126°32'57.46"E	●										1300	정점 1 사이	
		15	35°32'55.11"N	126°32'54.95"E	●	●	●	●	●	●	●	●			1400	는 35m	
		16	35°32'57.60"N	126°32'52.44"E	●										1500	이후 100m	
		17	35°33'0.13"N	126°32'49.96"E	●	●	●	●	●	●	●	●			1600	등간격으로	
		18	35°33'2.63"N	126°32'47.45"E	●										1700	정점 설정	
		19	35°33'5.13"N	126°32'44.91"E	●	●	●	●	●	●	●	●			1800		
		20	35°33'7.65"N	126°32'42.40"E	●										1900		
		21	35°33'10.10"N	126°32'39.90"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2000		
		22	35°33'12.62"N	126°32'37.40"E	●										2100		
		23	35°33'15.16"N	126°32'34.91"E	●	●	●	●	●	●	●	●			2200		
		24	35°33'17.71"N	126°32'32.35"E	●										2300		
		25	35°33'20.18"N	126°32'29.81"E	●	●	●	●	●	●	●	●			2400		
		26	35°33'22.73"N	126°32'27.34"E	●										2500		
		27	35°33'25.17"N	126°32'24.78"E	●	●	●	●	●	●	●	●			2600		
28	35°33'27.71"N	126°32'22.34"E	●										2700				

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면적 조사	산화대 층	지화학	릴리프 필	저서 규조류 및 기초 생산	저서 생물	거리 m	비고	차수		
			위도	경도														
고 창 갯 벌	JB04-1 (4300m)	29	35°33'30.22"N	126°32'19.82"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2800				
		30	35°33'32.74"N	126°32'17.31"E	●									2900				
		31	35°33'35.23"N	126°32'14.75"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3000			
		32	35°33'37.77"N	126°32'12.26"E	●										3100			
		33	35°33'40.25"N	126°32'9.72"E	●	●	●	●	●	●	●	●			3200	해양생태계		
		34	35°33'42.71"N	126°32'7.21"E	●										3300	종합조사		
		35	35°33'45.30"N	126°32'4.76"E	●	●	●	●	●	●	●	●			3400	정점(갯벌)		
		36	35°33'47.81"N	126°32'2.25"E	●										3500	정점 0과		
		37	35°33'50.35"N	126°31'59.75"E	●	●	●	●	●	●	●	●			3600	정점 1 사이		
		38	35°33'52.86"N	126°31'57.24"E	●										3700	는 35m		
		39	35°33'55.36"N	126°31'54.63"E	●	●	●	●	●	●	●	●			3800	이후 100m		
		40	35°33'57.91"N	126°31'52.13"E	●										3900	등간격으로		
		41	35°34'0.42"N	126°31'49.64"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4000	정점 설정		
		42	35°34'2.99"N	126°31'47.10"E	●										4100			
		43	35°34'5.48"N	126°31'44.60"E	●	●	●	●	●	●	●	●			4200			
		44	35°34'7.99"N	126°31'42.06"E	●										4300			
		JB04-2	상	35°34'16.00"N	126°36'48.00"E											-		
			중	35°34'35.00"N	126°36'26.00"E											-		
			하	35°34'54.00"N	126°36'4.00"E											-	해양생태계	
		JB04-3	상	35°32'6.00"N	126°30'54.00"E											-	종합조사	
			중	35°32'25.00"N	126°30'32.00"E											-	정점(갯벌)	
			하	35°32'44.00"N	126°30'10.00"E											-		
		JB04-4 (550m)	기점 (0)	35°30'54.85"N	126°28'55.18"E	●										-10	동호 신축선 (사구포함)	
			1	35°30'54.98"N	126°28'54.81"E	●	●	●	●	●	●	●				0		
			2	35°30'55.10"N	126°28'54.43"E	●										10	정점 0~정	
			3	35°30'55.22"N	126°28'54.06"E	●										20	점 15 사이는	
			4	35°30'55.34"N	126°28'53.69"E	●										30	10m 등간격	
			5	35°30'55.46"N	126°28'53.32"E	●										40	으로 정점 설정	
			6	35°30'55.57"N	126°28'52.95"E	●	●	●	●	●	●	●	●			50	정점 15~정	
			7	35°30'55.69"N	126°28'52.59"E	●										60	점 24 사이는	
			8	35°30'55.81"N	126°28'52.22"E	●										70	50m 등간격	

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초 생산	저서생물	거리 m	비고	차수	
			위도	경도													
갯 벌	JB04-4 (550m)	9	35°30'55.93"N	126°28'51.86"E	●									80	동호 신축선 (사구포함)  정점 0~ 정점 15 사이 는 10m 등간 격으로 정점 설정  정점 15~ 정점 24 사이 는 50m 등간 격으로 정점 설정	I	
		10	35°30'56.05"N	126°28'51.49"E	●									90			
		11	35°30'56.16"N	126°28'51.12"E	●	●	●	●	●	●	●		●	100			
		12	35°30'56.28"N	126°28'50.75"E	●									110			
		13	35°30'56.40"N	126°28'50.37"E	●									120			
		14	35°30'56.52"N	126°28'50.00"E	●									130			
		15	35°30'56.64"N	126°28'49.64"E	●									140			
		16	35°30'57.23"N	126°28'47.80"E	●	●	●	●	●	●	●		●	150			
		17	35°30'57.81"N	126°28'45.95"E	●	●	●	●	●	●	●		●	200			
		18	35°30'58.40"N	126°28'44.11"E	●									250			
		19	35°30'58.99"N	126°28'42.26"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	300			
		20	35°30'59.57"N	126°28'40.42"E	●									350			
		21	35°31'0.15"N	126°28'38.56"E	●	●	●	●	●	●	●		●	400			
		22	35°31'0.74"N	126°28'36.72"E	●									450			
	23	35°31'1.33"N	126°28'34.87"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	500				
	24	35°31'1.92"N	126°28'33.02"E	●									550				
	JB04-5	상	35°31'30.52"N	126°30'9.91"E	●	●				●			●	-	고창 쉐니어		
		하	35°31'40.49"N	126°30'3.11"E	●	●				●			●	-			
	조 하 대	GC-Sb-	1	35°34'52.29"N	126°34'23.59"E	●	●				●			●	-	van Veen Sampler	
			2	35°34'50.07"N	126°33'9.74"E	●	●				●			●	-		
			3	35°34'41.22"N	126°32'5.41"E	●	●				●			●	-		
			4	35°34'31.25"N	126°30'58.36"E	●	●				●			●	-		
			5	35°34'26.07"N	126°29'51.63"E	●	●				●			●	-		
			6	35°33'52.07"N	126°28'49.46"E	●	●				●			●	-		
7			35°33'5.34"N	126°28'18.70"E	●	●				●			●	-			
8			35°32'18.50"N	126°27'43.72"E	●	●				●			●	-			
9			35°30'57.17"N	126°27'54.19"E	●	●				●			●	-			
10			35°30'28.03"N	126°28'4.02"E	●	●				●			●	-			
조 상 대	GC-Sp-	a	35°31'48.34"N	126°30'41.86"E	●									-			
		b	35°31'37.94"N	126°30'23.65"E	●									-			

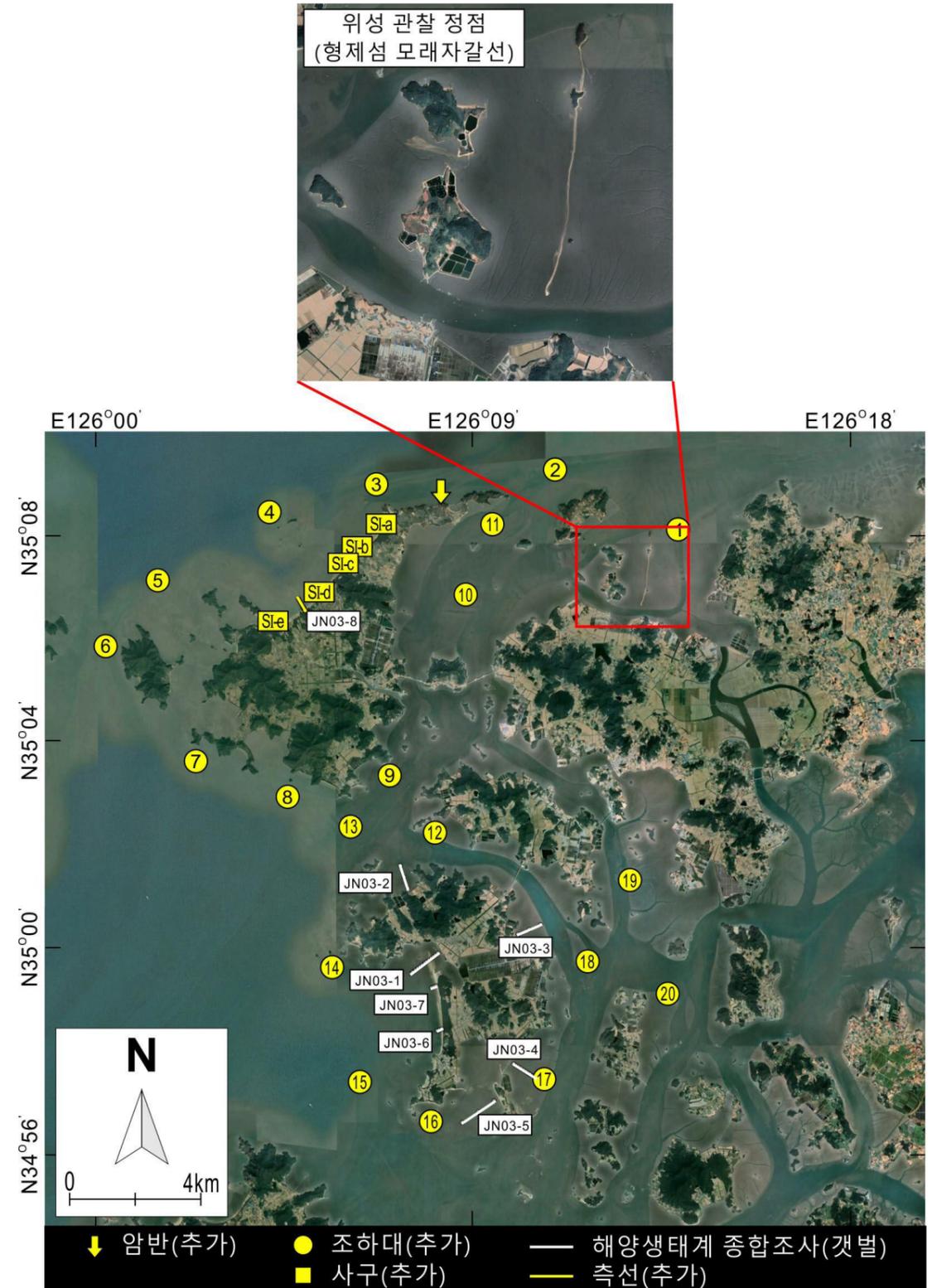
유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초 생산	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
고 창 대	GC-Sp-	c	35°31'25.45"N	126°30'1.92"E	●									-		I
		d	35°31'8.14"N	126°29'1.39"E	●									-		
		e	35°30'57.39"N	126°28'55.85"E	●									-		
	암 반	-	대죽도	35°32'26.39"N	126°28'49.60"E										대형저서동물, 해조류	

3 신안갯벌



〈그림 3-1〉 신안갯벌 모니터링 조사 정점도

A. 신안갯벌 북부



〈그림 3-2〉 신안갯벌 북부 모니터링 조사 정점도

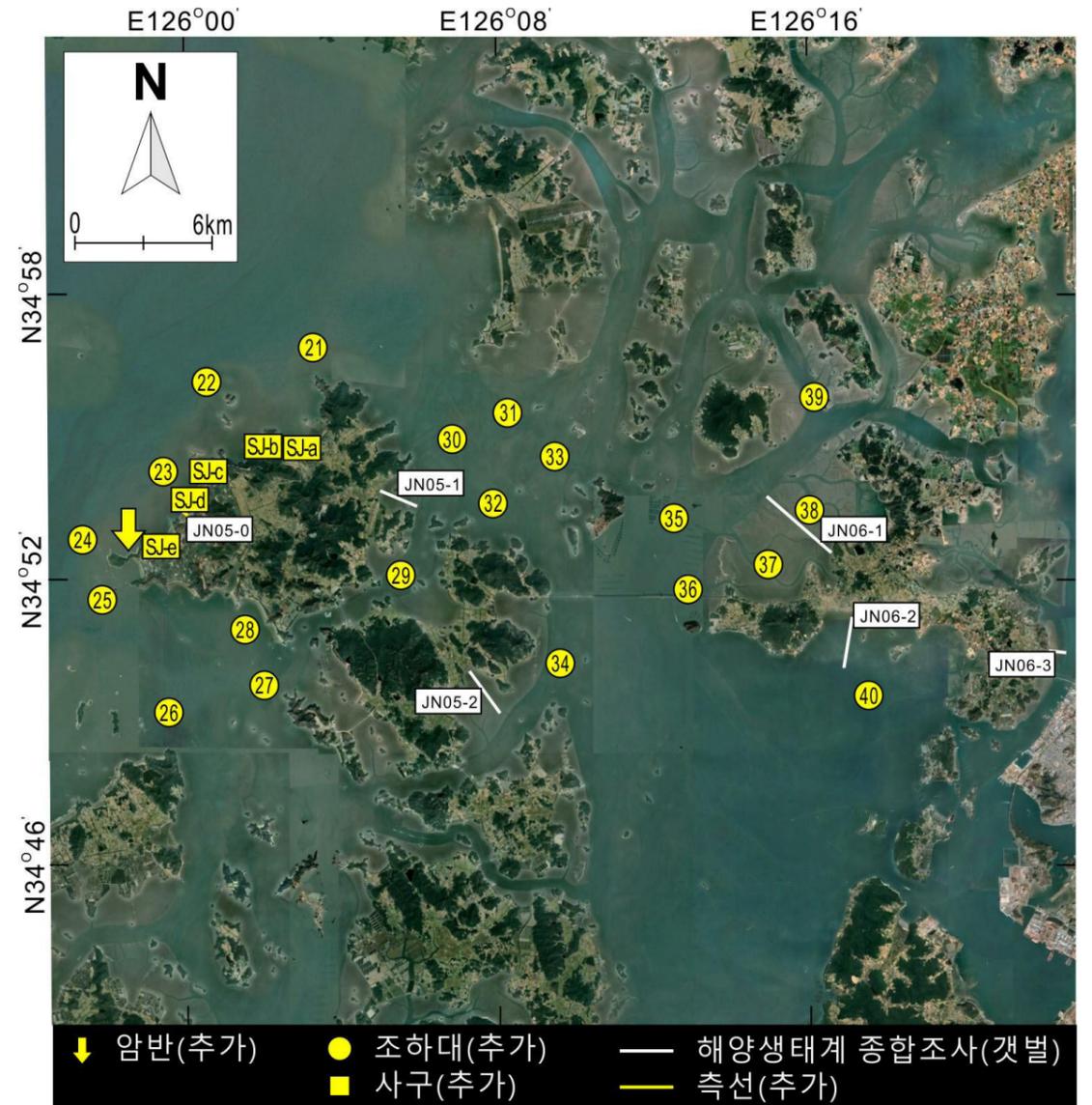


유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초 생산	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
신안북부 갯벌	JN03-4 (1500m)	9	34°57'30.78"N	126°10'17.42"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	800	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	
		10	34°57'29.01"N	126°10'20.75"E	●									900		
		11	34°57'27.26"N	126°10'24.16"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1000		
		12	34°57'25.52"N	126°10'27.55"E	●									1100		
		13	34°57'23.75"N	126°10'30.92"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1200		
		14	34°57'21.96"N	126°10'34.33"E	●									1300		
		15	34°57'20.22"N	126°10'37.65"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1400		
		16	34°57'18.49"N	126°10'41.00"E	●									1500		
	JN03-5	상	34°57'0.00"N	126°9'26.00"E										-		
		중	34°56'47.50"N	126°9'3.50"E										-		
		하	34°56'35.00"N	126°8'41.00"E										-		
	JN03-6	상	34°58'24.00"N	126°8'12.00"E										-	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	
		중	34°58'23.00"N	126°8'9.00"E										-		
		하	34°58'22.00"N	126°8'6.00"E										-		
	JN03-7	상	34°59'14.00"N	126°8'4.00"E										-		
		중	34°59'13.00"N	126°8'1.00"E										-		
		하	34°59'12.00"N	126°7'58.00"E										-		
	JN03-8 (500m)	기점 (0)	35°6'30.89"N	126°4'59.57"E	●									-10	임자도 북 (신축선, 사구 포함)	
		1	35°6'31.16"N	126°4'59.37"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0		
		2	35°6'31.44"N	126°4'59.16"E	●									10		
		3	35°6'31.72"N	126°4'58.94"E	●									20		
		4	35°6'31.98"N	126°4'58.72"E	●	●								30		
		5	35°6'32.26"N	126°4'58.51"E	●									40		
		6	35°6'32.53"N	126°4'58.29"E	●									50		
		7	35°6'32.80"N	126°4'58.07"E	●	●								60		
		8	35°6'33.07"N	126°4'57.85"E	●									70		
		9	35°6'33.34"N	126°4'57.63"E	●									80		
		10	35°6'33.61"N	126°4'57.41"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	90		
		11	35°6'33.88"N	126°4'57.19"E	●									100		
		12	35°6'34.15"N	126°4'56.97"E	●									110		
	13	35°6'34.42"N	126°4'56.76"E	●									120			

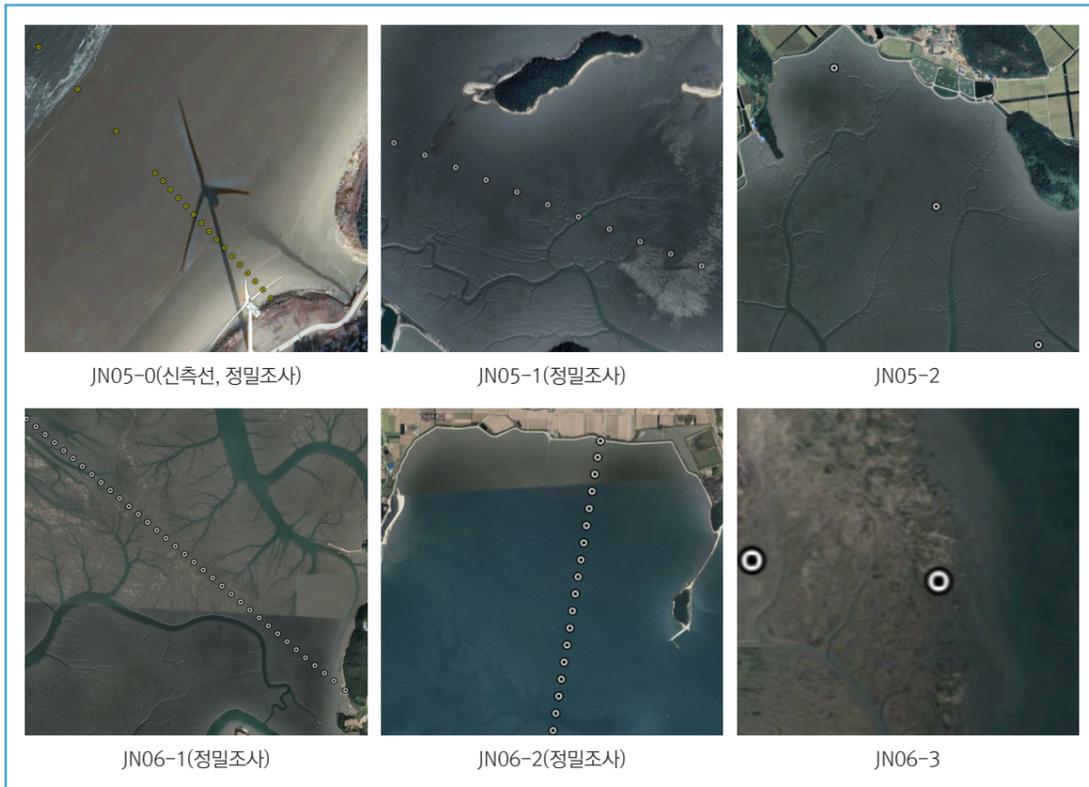
유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초 생산	저서생물	거리 m	비고	차수	
			위도	경도													
신안북부 갯벌	JN03-8 (500m)	14	35°6'34.69"N	126°4'56.53"E	●									130	임자도 북 (신축선, 사구 포함)		
		15	35°6'34.96"N	126°4'56.32"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	140			
		16	35°6'36.32"N	126°4'55.23"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	150			
		17	35°6'37.67"N	126°4'54.13"E	●									200			
		18	35°6'39.02"N	126°4'53.04"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	250			
		19	35°6'40.38"N	126°4'51.95"E	●									300			
		20	35°6'41.72"N	126°4'50.85"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	350			
		21	35°6'43.07"N	126°4'49.75"E	●									400			
		22	35°6'44.43"N	126°4'48.67"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	450			
		23	35°6'45.77"N	126°4'47.57"E	●									500			
		조하대	ShN- Sb-	1	35°7'58.57"N	126°13'51.75"E	●	●				●					●
	2			35°9'5.49"N	126°10'54.00"E	●	●				●			●	-		
	3			35°8'52.62"N	126°6'41.35"E	●	●				●			●	-		
	4			35°8'20.31"N	126°4'8.38"E	●	●				●			●	-		
	5			35°7'3.15"N	126°1'28.48"E	●	●				●			●	-		
	6			35°5'44.86"N	126°0'14.44"E	●	●				●			●	-		
	7			35°3'30.78"N	126°2'22.82"E	●	●				●			●	-		
	8			35°2'46.78"N	126°4'35.05"E	●	●				●			●	-		
	9			35°3'13.53"N	126°7'1.07"E	●	●				●			●	-		
	10			35°6'44.19"N	126°8'49.35"E	●	●				●			●	-		
	11			35°8'5.47"N	126°9'28.79"E	●	●				●			●	-		
	12			35°2'6.22"N	126°8'3.91"E	●	●				●			●	-		
	13	35°2'12.24"N	126°6'2.89"E	●	●				●			●	-				
14	34°59'28.23"N	126°5'38.75"E	●	●				●			●	-					
15	34°57'15.84"N	126°6'13.24"E	●	●				●			●	-					
16	34°56'30.03"N	126°7'53.86"E	●	●				●			●	-					
17	34°57'17.72"N	126°10'36.92"E	●	●				●			●	-					
18	34°59'36.43"N	126°11'40.80"E	●	●				●			●	-					
19	35°1'10.79"N	126°12'41.02"E	●	●				●			●	-					
20	34°58'58.57"N	126°13'33.00"E	●	●				●			●	-					

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	층면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 기초생산	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
신안북부	조상대 ShN- Sp-	a	35°8'4.90"N	126°6'46.66"E	●									-		II
		b	35°7'40.38"N	126°6'10.03"E	●									-		
		c	35°7'18.19"N	126°5'50.67"E	●									-		
		d	35°6'44.17"N	126°5'16.01"E	●									-		
		e	35°6'11.73"N	126°4'9.29"E	●									-		
포작도 형제섬 모래자갈선 일대			위성 사진을 이용한 모니터링													
암반	-	임자도 솔개산	35°8'40.19"N	126°8'12.52"E	대형저서동물, 해조류											

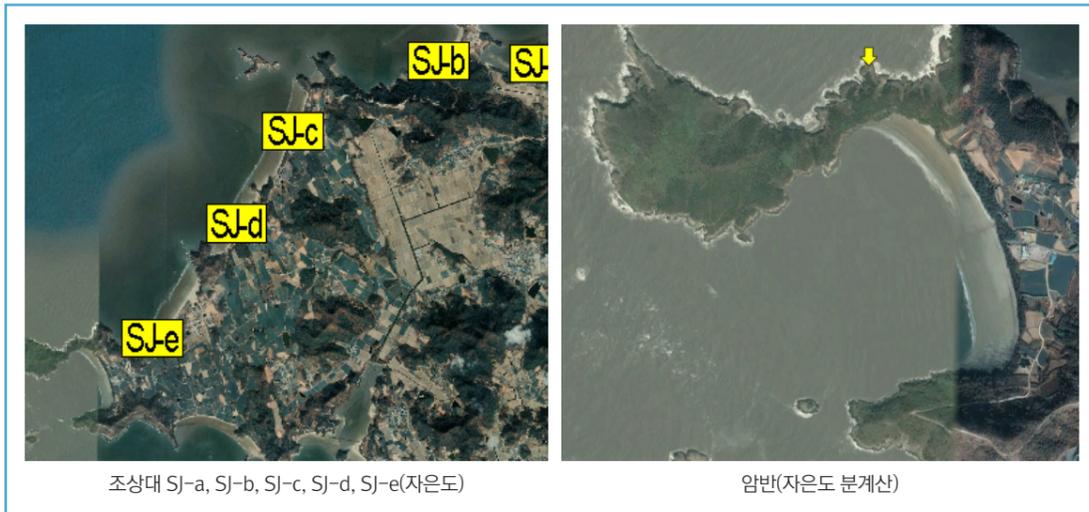
B. 신안갯벌 중부



〈그림 3-5〉 신안갯벌 중부 모니터링 조사정점도



〈그림 3-6〉 신안갯벌 중부 축선 모니터링 정점 상세도



〈그림 3-7〉 신안갯벌 중부 조상대 및 암반 모니터링 정점 상세도

〈표 3-2〉 신안갯벌 중부 세계유산 모니터링 조사항목 및 조사정점

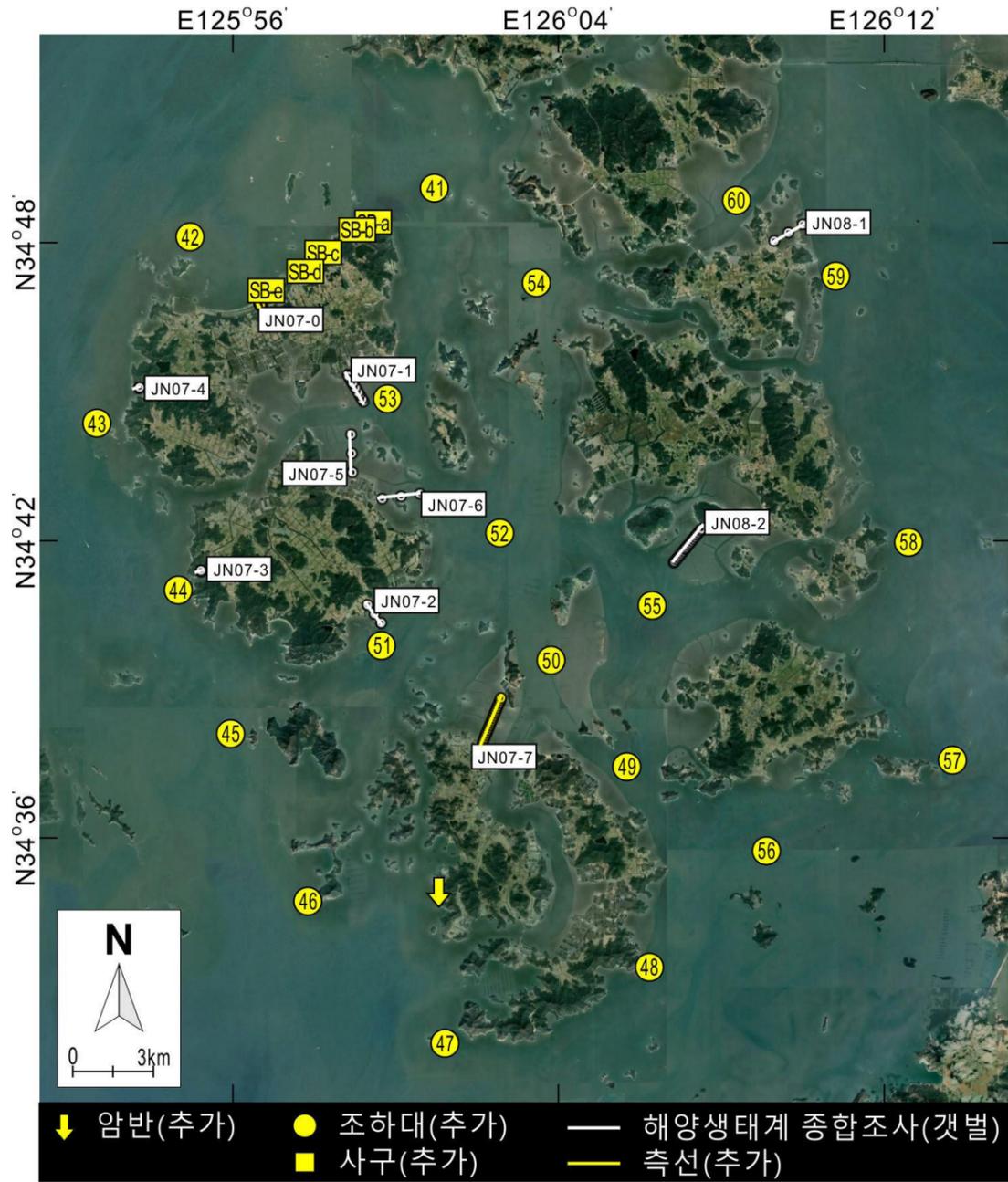
유산	축선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면적 구조	산화대 층	지화학	릴리프 필	저서 구조 및 기초 생산	저서 생물	거리 m	비고	차수		
			위도	경도														
신 안 갯 벌 중 부	JN05-0 (250m)	기점 (0)	34°53'17.95"N	126°0'7.24"E	●									-10				
		1	34°53'18.18"N	126°0'6.97"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0			
		2	34°53'18.41"N	126°0'6.69"E	●										10			
		3	34°53'18.64"N	126°0'6.42"E	●										20	자은도 북부 (신축선, 사구 포함)		
		4	34°53'18.87"N	126°0'6.15"E	●	●									30			
		5	34°53'19.11"N	126°0'5.88"E	●										40			
		6	34°53'19.34"N	126°0'5.60"E	●										50	정점 0~ 정점 15 사 이는 10m 등간격으로 정점 설정		
		7	34°53'19.57"N	126°0'5.33"E	●	●									60			
		8	34°53'19.80"N	126°0'5.06"E	●										70			
		9	34°53'20.03"N	126°0'4.78"E	●										80			
		10	34°53'20.26"N	126°0'4.51"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	90			
		11	34°53'20.49"N	126°0'4.24"E	●										100	정점 15~ 정점 18 사 이는 50m 등간격으로 정점 설정		
		12	34°53'20.72"N	126°0'3.96"E	●										110			
		13	34°53'20.95"N	126°0'3.69"E	●										120			
		14	34°53'21.19"N	126°0'3.42"E	●										130			
		15	34°53'21.41"N	126°0'3.14"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	140			
		16	34°53'22.57"N	126°0'1.76"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	150			
		17	34°53'23.73"N	126°0'0.39"E	●										200			
18	34°53'24.90"N	125°59'59.01"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	250					
JN05-1 (1500m)	기점 (0)	34°53'50.51"N	126°5'4.34"E	●										-27	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)			
	1	34°53'50.16"N	126°5'5.31"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0				
	2	34°53'49.00"N	126°5'9.00"E	●										100				
	3	34°53'47.78"N	126°5'12.65"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	200	정점 0과 정점 1 사이 는 27m 이후 100m 등간격으로 정점 설정			
	4	34°53'46.61"N	126°5'16.35"E	●										300				
	5	34°53'45.43"N	126°5'20.05"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	400				
	6	34°53'44.24"N	126°5'23.69"E	●										500				
	7	34°53'43.09"N	126°5'27.38"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	600				
8	34°53'41.89"N	126°5'31.06"E	●										700					



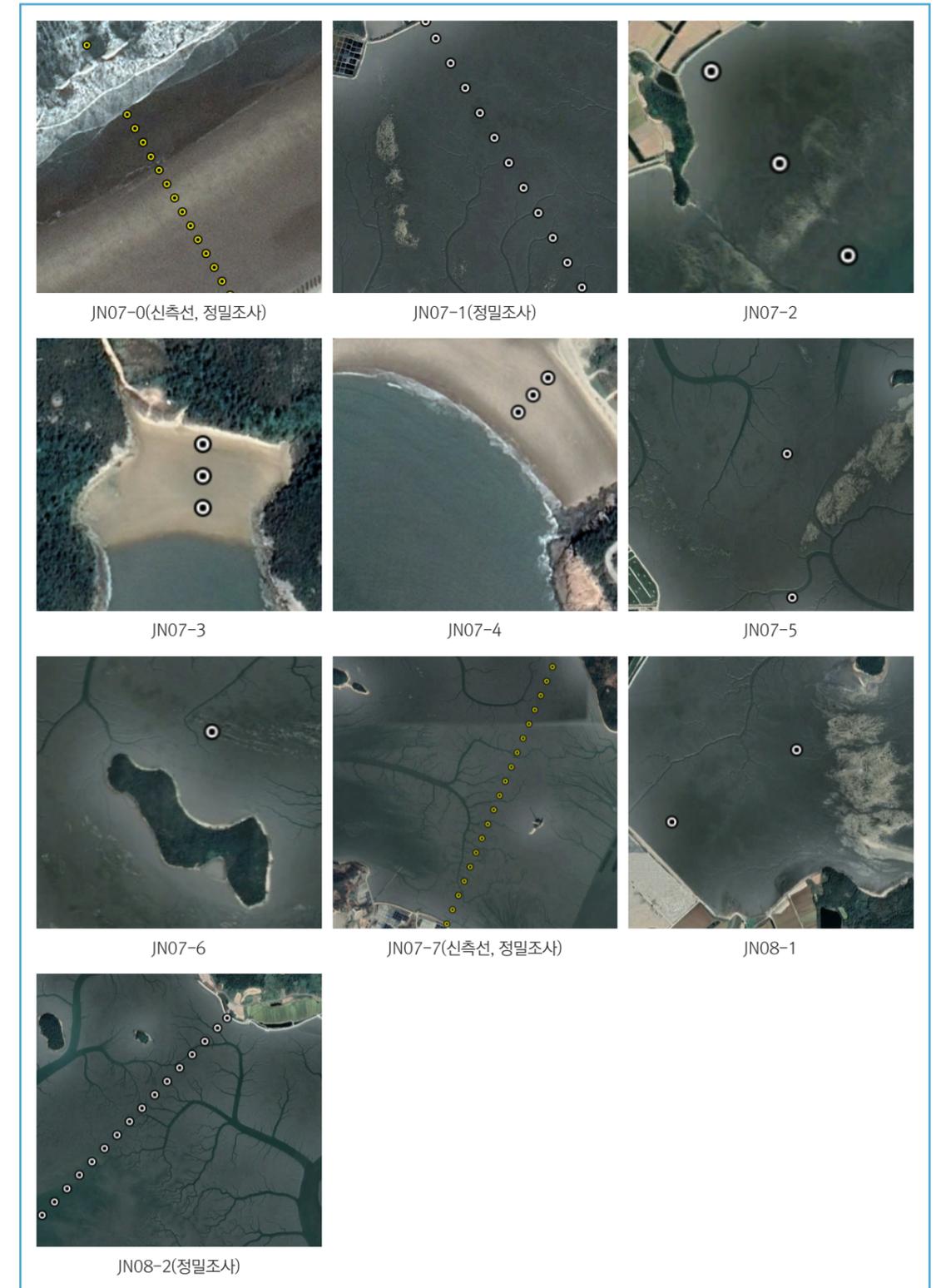
유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초생산	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
갯벌	JN06-2 (2000m)	15	34°50'30.40"N	126°17'3.72"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1400	해양생태계 종합조사 정 점(갯벌)	III
		16	34°50'27.18"N	126°17'3.04"E	●									1500		
		17	34°50'23.97"N	126°17'2.42"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1600		
		18	34°50'20.74"N	126°17'1.78"E	●									1700		
		19	34°50'17.54"N	126°17'1.11"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1800		
		20	34°50'14.30"N	126°17'0.53"E	●									1900		
		21	34°50'11.12"N	126°16'59.92"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2000		
	JN06-3	상	34°50'32.00"N	126°22'18.00"E										-	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	
		중	34°50'31.00"N	126°22'29.00"E										-		
		하	34°50'30.00"N	126°22'40.00"E										-		
신안중부	ShC-Sb-	21	34°56'40.85"N	126°3'22.17"E	●	●				●			●	-	van Veen Sampler	III
		22	34°55'59.51"N	126°0'35.71"E	●	●				●			●	-		
		23	34°54'5.21"N	125°59'31.39"E	●	●				●			●	-		
		24	34°52'39.93"N	125°57'27.94"E	●	●				●			●	-		
		25	34°51'23.38"N	125°57'58.03"E	●	●				●			●	-		
		26	34°50'3.51"N	125°59'22.79"E	●	●				●			●	-		
		27	34°49'38.05"N	126°2'8.70"E	●	●				●			●	-		
		28	34°50'45.64"N	126°1'37.42"E	●	●				●			●	-		
		29	34°51'53.19"N	126°5'33.44"E	●	●				●			●	-		
		30	34°54'48.02"N	126°6'56.69"E	●	●				●			●	-		
		31	34°55'19.83"N	126°8'24.30"E	●	●				●			●	-		
		32	34°53'25.52"N	126°7'58.33"E	●	●				●			●	-		
		33	34°54'26.48"N	126°9'34.24"E	●	●				●			●	-		
		34	34°50'2.36"N	126°9'41.67"E	●	●				●			●	-		
		35	34°53'9.75"N	126°12'36.24"E	●	●				●			●	-		
		36	34°51'38.63"N	126°12'56.87"E	●	●				●			●	-		
		37	34°52'11.93"N	126°15'2.61"E	●	●				●			●	-		
38	34°53'19.62"N	126°16'7.51"E	●	●				●			●	-				
39	34°55'44.77"N	126°16'14.30"E	●	●				●			●	-				
40	34°49'27.40"N	126°17'39.76"E	●	●				●			●	-				

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초생산	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
신안중부	SJ-Sp	a	34°54'37.78"N	126°3'3.43"E	●									-	III	
		b	34°54'38.86"N	126°2'1.36"E	●									-		
		c	34°54'6.79"N	126°0'38.68"E	●									-		
		d	34°53'23.01"N	126°0'9.75"E	●									-		
		e	34°52'31.53"N	125°59'22.65"E	●									-		
암반	-	자은도 분계산	34°52'33.37"N	125°58'38.60"E										대형저서동물, 해조류		

C. 신안갯벌 남부



〈그림 3-8〉 신안갯벌 남부 모니터링 조사 점정도



〈그림 3-9〉 신안갯벌 남부 측선 모니터링 정점 상세도

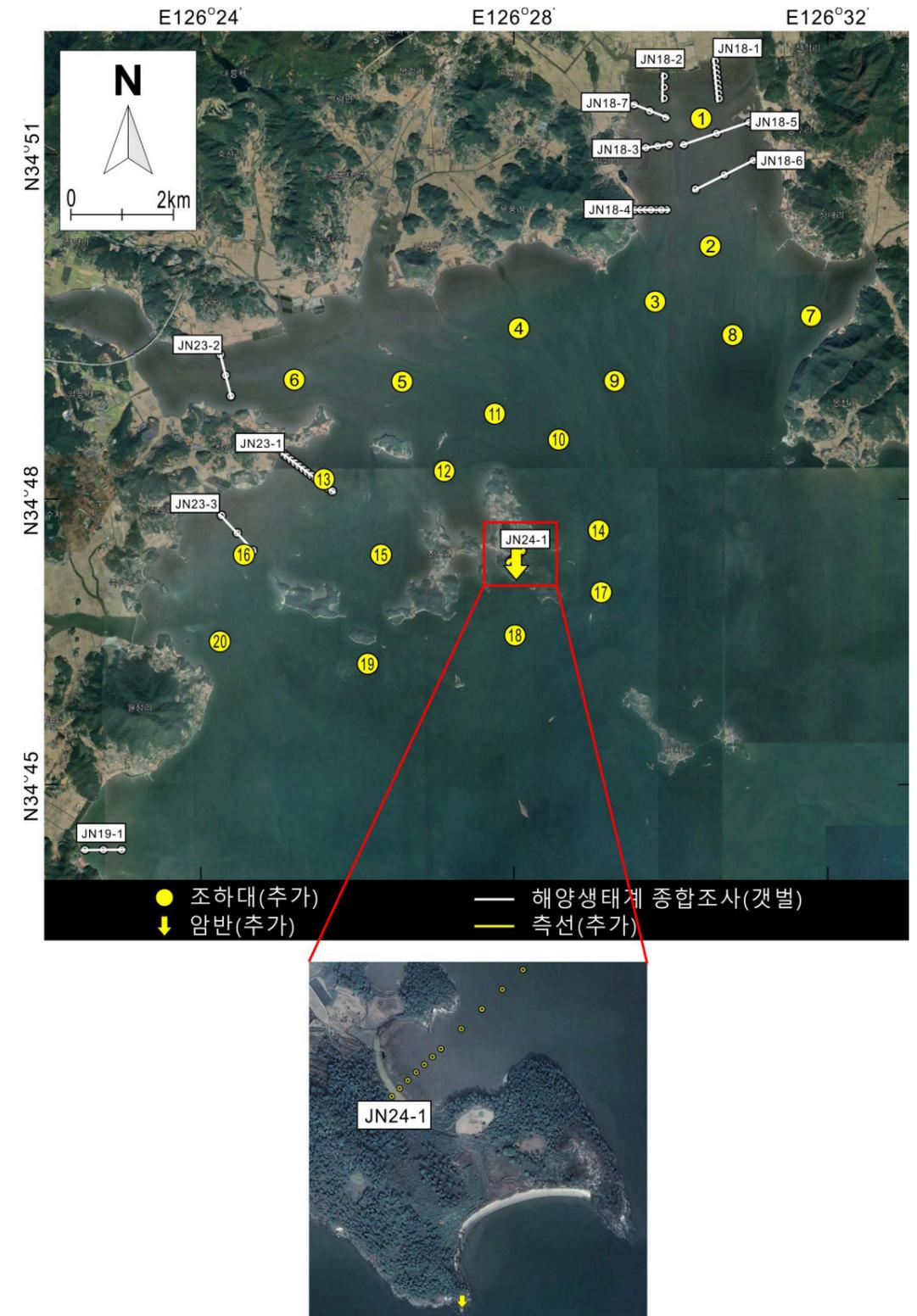




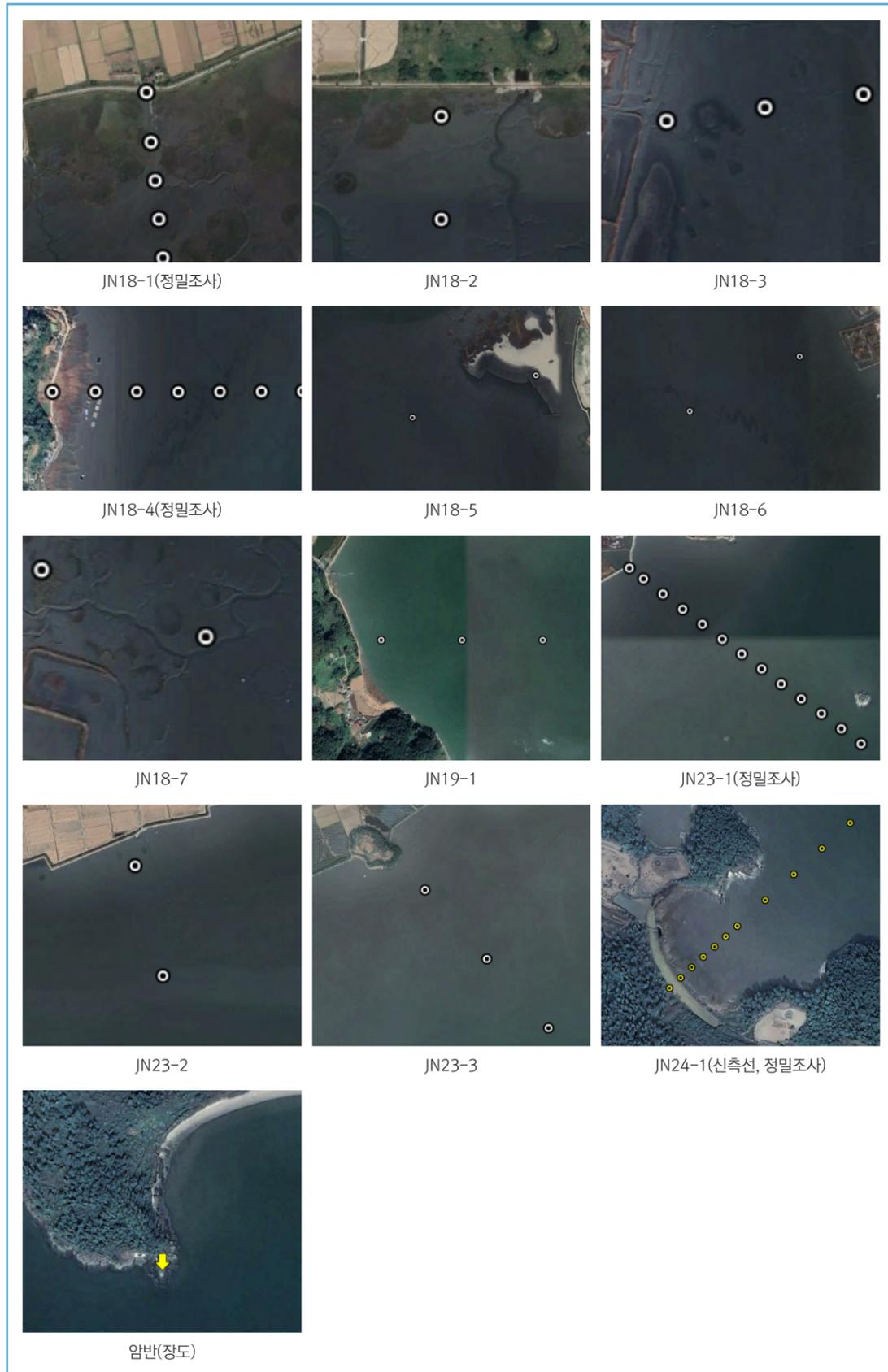
유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	층면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초생물	저서생물	거리 m	비고	차수
			위도	경도												
신안대	SB-Sp-	c	34°47'38.59"N	125°58'12.16"E		●								-		IV
		d	34°47'12.63"N	125°57'49.77"E		●								-		
		e	34°46'45.33"N	125°56'41.79"E		●								-		
남부암반	-	하의도 모래구미 남측	34°52'33.37"N	125°58'38.60"E												

대형저서동물, 해조류

4 보성-순천갯벌



〈그림 4-1〉 보성-순천갯벌 모니터링 조사 정점도



〈그림 4-2〉 보성-순천갯벌 측선 및 암반 모니터링 정점 상세도

〈표 4-1〉 보성-순천갯벌 세계유산 모니터링 조사항목 및 조사정점

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 인도	표층시료 유기물	총면적 구조	산화대 층	지화학	릴리프 필	저서 규조류 및 기초 생산	저서 생물	거리 m	비고	차수	
			위도	경도													
보성 갯벌 순천	JN18-1 (600m)	기점 (0)	34°52'35.38"N	127°30'33.12"E	●									-130	해양생태계 종합조사 정 점(갯벌)		
		1	34°52'31.21"N	127°30'33.58"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0			
		2	34°52'28.00"N	127°30'34.00"E	●										100		
		3	34°52'24.78"N	127°30'34.38"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	200	정점 0과 정 점 1 사이는 130m	
		4	34°52'21.55"N	127°30'34.79"E	●										300		
		5	34°52'18.31"N	127°30'35.20"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	400	이후 100m 등간격으로 정점 설정	
		6	34°52'15.09"N	127°30'35.61"E	●										500		
	JN18-2	상	34°52'26.00"N	127°29'54.00"E											-		
		중	34°52'19.00"N	127°29'54.00"E											-		
		하	34°52'12.00"N	127°29'54.00"E											-	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	
	JN18-3	상	34°51'41.00"N	127°29'40.00"E											-		
		중	34°51'42.00"N	127°29'49.00"E											-		
		하	34°51'43.00"N	127°29'58.00"E											-		
	JN18-4 (500m)	기점 (0)	34°51'1.98"N	127°29'31.92"E	●										-104	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	
		1	34°51'2.00"N	127°29'36.00"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0		
		2	34°51'2.00"N	127°29'39.93"E	●										100		
		3	34°51'1.97"N	127°29'43.88"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	200	정점 0과 정 점 1 사이는 104m	
		4	34°51'1.99"N	127°29'47.84"E	●										300		
		5	34°51'2.00"N	127°29'51.78"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	400	이후 100m 등간격으로 정점 설정	
	JN18-5	상	34°52'26.00"N	127°29'54.00"E											-		
		중	34°52'19.00"N	127°29'54.00"E											-		
		하	34°52'12.00"N	127°29'54.00"E											-	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	
	JN18-6	상	34°51'41.00"N	127°29'40.00"E											-		
		중	34°51'42.00"N	127°29'49.00"E											-		
		하	34°51'43.00"N	127°29'58.00"E											-		
	JN18-7	상	34°52'8.00"N	127°29'31.00"E											-		

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초생산	저서생물	거리 m	비고	차수	
			위도	경도													
보성순천 갯벌	JN18-7	중	34°52'4.00"N	127°29'43.00"E										-	해양생태계 종합조사 정점(갯벌)	II	
		하	34°52'0.00"N	127°29'55.00"E										-			
	JN19-1	상	34°44'20.00"N	127°22'32.00"E										-			
		중	34°44'20.00"N	127°22'46.00"E										-			
	JN23-1 (1100m)	기점 (0)	34°48'28.38"N	127°25'3.66"E	●												-72
		1	34°48'26.97"N	127°25'5.91"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0		
		2	34°48'25.00"N	127°25'9.00"E	●										100		
		3	34°48'23.00"N	127°25'12.12"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	200		
		4	34°48'21.03"N	127°25'15.26"E	●										300		
		5	34°48'19.08"N	127°25'18.42"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	400		
		6	34°48'17.14"N	127°25'21.51"E	●										500		
		7	34°48'15.19"N	127°25'24.68"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	600		
		8	34°48'13.22"N	127°25'27.78"E	●										700		
		9	34°48'11.27"N	127°25'30.96"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	800		
		10	34°48'9.35"N	127°25'34.17"E	●										900		
		11	34°48'7.36"N	127°25'37.33"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1000		
	12	34°48'5.39"N	127°25'40.47"E	●										1100			
	JN23-2	상	34°49'31.00"N	127°24'15.00"E											-		해양생태계 종합조사 정 점(갯벌)
		중	34°49'18.00"N	127°24'19.00"E											-		
		하	34°49'5.00"N	127°24'23.00"E											-		
	JN23-3	상	34°47'50.00"N	127°24'16.00"E											-		
		중	34°47'39.00"N	127°24'28.00"E											-		
	JN24-1 (300m)	기점 (0)	34°47'20.90"N	127°27'56.30"E	●										-20		장도 남측(신 측선) 정점 0~정점 6 사이는 20m 등간격 으로 정점 설정
1		34°47'21.34"N	127°27'56.87"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0			
2		34°47'21.78"N	127°27'57.44"E	●										20			
3		34°47'22.22"N	127°27'58.03"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	40			
4		34°47'22.65"N	127°27'58.61"E	●										60			
5		34°47'23.08"N	127°27'59.18"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	80			

유산	측선	정점명	위치		정밀고도	표층시료 입도	표층시료 유기물	총면구조	산화대층	지화학	릴리프필	저서규조류 및 기초생산	저서생물	거리 m	비고	차수			
			위도	경도															
보성순천 갯벌	JN24-1 (300m)	6	34°47'23.52"N	127°27'59.77"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100	장도 남측(신 측선) 정점 0~정점 6 사이는 20m 등간격 으로 정점 설정	II			
		7	34°47'24.62"N	127°28'1.21"E	●									150					
		8	34°47'25.71"N	127°28'2.67"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			200		
		9	34°47'26.80"N	127°28'4.11"E	●												250		
		10	34°47'27.88"N	127°28'5.56"E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			300		
		BSS-Sb	1	34°51'53.31"N	127°30'22.61"E	●	●				●								van Veen Sampler
			2	34°50'33.96"N	127°30'27.79"E	●	●				●								
			3	34°49'59.15"N	127°29'46.97"E	●	●				●								
			4	34°49'41.81"N	127°28'2.75"E	●	●				●								
			5	34°49'9.23"N	127°26'33.29"E	●	●				●								
	6		34°49'9.82"N	127°25'9.63"E	●	●				●									
	7		34°49'50.96"N	127°31'46.35"E	●	●				●									
	8		34°49'39.21"N	127°30'44.92"E	●	●				●									
	9		34°49'9.97"N	127°29'14.53"E	●	●				●									
	10		34°48'32.54"N	127°28'33.41"E	●	●				●									
	조상대 암반	BSS-Sp-	-	-	-														
		-	장도	34°47'8.79"N	127°28'0.76"E					대형저서동물, 해조류									

# VI 부록

## 1. 한국의 갯벌 세계자연유산 통합 모니터링 생태계분야(대형저서동물, 어류, 초대형무척추동물, 해조류, 고유종, 멸종위기종 등) DB 예시

1	표본채집정보					표본종정보								속정 자료		
	정선	정점	채집 날짜	채집 시간	Rep.	동정자	문	강	과	속	종	아종	학명	국명	개체수 (개체수/m <sup>2</sup> )	습중량 (g/m <sup>2</sup> )
2	Line	St.	YYYY/MM/DD	hh:mm	N	(한글)									N	N
4	JB04-2	상	2022-05-03	9:54	1	임현식	Mollusca	Bivalvia	Semellidae	Theora	<i>lata</i>		<i>Theora lata</i>	아기반투명조개	10	0.12
5	JB04-2	중	2022-05-03	9:54	1	임현식	Arthropoda	Malacostraca	Melittidae	<i>Abiodomelita</i>	<i>japonica</i>		<i>Abiodomelita japonica</i>	멜리타알새우류	10	0.03
6	JB04-2	하	2022-05-03	9:54	1	임현식	Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i>	<i>misakiensis</i>		<i>Ampelisca misakiensis</i>	긴다리안경알새우	10	0.02
7	JB04-4	1	2022-05-18	9:09	1	임현식	Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i>	<i>naikaiensis</i>		<i>Ampelisca naikaiensis</i>	나이카이안경알새우	10	0.04
8	JB04-4	2	2022-05-18	9:09	1	임현식	Mollusca	Bivalvia	Semellidae	<i>Theora</i>	<i>lata</i>		<i>Theora lata</i>	아기반투명조개	10	0.12
9	JB04-4	3	2022-05-18	9:09	1	임현식	Mollusca	Bivalvia	Semellidae	<i>Theora</i>	<i>lata</i>		<i>Theora lata</i>	아기반투명조개	10	0.12
10																
11																
12																
13																
14																
270																
271																
272																
273																
274																
275																
276																

## 2. 갯벌퇴적물 시료 채취 및 분석 방법

### 2-1. 표층퇴적물 시료

갯벌(조간대)의 각 정점에서 표층 약 1cm 깊이 이내의 표층퇴적물을 채취하여 사전에 시료정점을 표시한 플라스틱 봉투에 넣어서 실험실로 운반한다. 갯벌퇴적물의 특성과 현장 조건상 플라스틱 봉투에만 정점번호를 기록할 경우에 운반 도중 지워질 가능성이 있으므로 플라스틱 종이 등에 연필로 정점을 기록하여 봉투에 넣어두거나 별도의 견출지를 사용하여 정점표시를 하는 것이 가장 확실한 방법이다. 퇴적물을 채취시 플라스틱 수저나 주걱으로 시료를 채취하여 증금속 분석시에 오류가 발생하지 않도록 한다.

조하대 시료를 채취하기 위해 사용한 그랩형 시료채취기(grap sampler)에서 표층퇴적물 시료를 채취할 경우에도 갯벌의 표층에서 시료를 채취하는 방법과 동일하나 가능한 채취기의 금속부분에서 떨어진 지점을 택하여 시료를 채취한다. 조하대에서 사용하는 그랩형 시료채취기는 반빈 채취기(Van Veen grab sampler), 스미스-맥킨타이어 채취기(Smith-McIntyre grab sampler), 라퐁드 채취기(la Fond grab)가 일반적이나 라퐁드는 표층시료의 교란을 조심하여야 한다. 스미스-맥킨타이어 채취기는 가장 안정적이고 좋은 채취기이나 장비가 무겁고 고장에 취약하므로 반빈 채취기가 가장 실용성이 높지만 모래나 자갈이 포함되어 있는 시료의 경우에 시료채취 성공률이 낮은 것이 문제이므로 조사해역의 특성을 고려하여 채취기를 선택하는 것이 좋다.

### 2-2. 주상시료 채취기 크기, 채취방법 및 분석방법

#### 1) 표층 주상시료기의 모양과 크기

일반적으로 갯벌에서의 주상퇴적물의 채취는 표층하 약 30cm 이내의 시료를 채취하기 위한 상자형 채취기(box corer 혹은 can corer)를 사용하며(표층 주상시료 채취기), 보다 깊은 주상시료를 획득하기 위해서는 진동시추기

(vibracorer) 등을 이용한다(천부 주상시료 채취기). 조하대에서도 바지선 위에서 진동시추기를 이용하여 주상시료를 채취할 수 있으나 일반적으로 충격형 또는 드릴형 시추기를 이용하여 수 십 m까지 주상시료를 얻을 수 있다(심부 주상시료 채취기).

표층 주상시료기는 밑이 열려 있고 겉뚜껑과 속상자로 구성되어 있는 도시락형 상자목적으로 따라 크기가 다를 수 있으나 대부분 소형의 연흔 층면구조가 관찰되는 갯벌서식지의 퇴적층 분석을 위해서는 가로 15cm, 세로 30cm, 두께(폭) 5cm 정도의 스테인리스 스틸로 제작하는 것이 일반적이다. 대형의 연흔이나 침식구조가 관찰되는 모래갯벌이나 폭풍에 의한 사구가 형성되는 갯벌퇴적층에서는 가로 크기가 더 큰 표층 주상시료기를 제작하여 시료를 채취한다. 모래나 펄갯벌의 퇴적층 분석을 위해서는 두께가 얇은 채취기를 사용하나 생흔구조의 조사를 위해서는 폭이 보다 두꺼운 채취기를 제작하여 사용할 수 있다.

## 2) 표층주상시료 채취기의 사용방법

갯벌의 표층 주상시료의 채취기를 사용할 때에 반드시 가로축이 육지의 연안선에 수직이 되도록 하여 채취기를 갯벌에 넣어야 분석시에 조류와 파랑의 영향정도를 파악하기 용이하다. 표층 주상시료 채취기는 2개의 밑이 열려있는 상자형으로 1개는 뚜껑이 되고 1개는 속상자가 되므로 실험실에서 개봉할 때에 뚜껑만 제거하면 퇴적물 주상시료가 속상자에 남아 있도록 한다. 주상시료를 채취하기 위해 채취기를 갯벌에 박아 넣을 때에 속상자를 먼저 갯벌에 상자의 끝까지 박아넣고 뚜껑상자를 속상자에 맞추어 끝까지 넣은 후에 채취기의 바닥까지 파내고 손으로 밑을 받치면서 꺼내고 물이 빠지지 않도록 비닐 또는 랩으로 튼튼하게 포장을 한다. 시료가 들어 있는 채취기를 가지고 갯벌에서 이동시 또는 실험실에 운반시에도 수직을 유지하여야 하며, 지나치게 흔들리지 않도록 주의한다.

진동시추기를 사용하여 천부 주상시료를 획득할 때에는 진동기를 이용하여 알루미늄 파이프가 갯벌을 뚫고 들어가도록 하며 최종적으로 파이프를 끌어 올리기 직전에 파이프에 육지방향을 표시하고 절단시에도 육지방향으로 자르도록 한다. 진동시추기로 획득된 시료도 릴리프필을 만들어 분석하고 해석하고 영구보관하는 것이 좋다.

표층 주상시료기를 준비할 때에는 뚜껑상자의 내측에 매끈한 비닐이나 OHP 필름을 부착하여 시료 채취 후에 뚜껑을 빼낼 때에 시료가 함께 떨어지지 않도록 한다. 필이 많은 갯벌에서 주상시료를 채취할 경우에 뚜껑상자 내측의 면이 매끈하지 않으면 상당한 퇴적물이 뚜껑에 붙어서 떨어져 퇴적층을 관찰하거나 릴리프필을 제작할 수 없을 수도 있다. 물론 사전에 속상자의 표면에 시료번호와 육지방향을 함께 표시하여야 한다. 갯벌조사의 특성상 현장에서 시료번호와 육지방향을 표시하는 것이 용이하지 않을 때가 많으므로 사전에 시료채취기, 시료봉투 등에 표시를 한 후에 현장조사를 수행하도록 한다.

## 3) 표층주상시료의 분석방법

표층 주상시료는 모래갯벌이 우세할 경우에는 반드시 릴리프필을 만들어서 관찰하며(릴리프필 제작방법 참조), 릴리프필은 영구보관이 가능하므로 같은 지점의 갯벌에 대한 장기적 변화를 파악하기에 좋은 장점을 가지고 있다. 특히 폭풍이나 태풍퇴적층에 대한 특성을 파악하는 방법으로 적절하다. 주상시료의 분석은 입도, 퇴적구조, 조

류와 파랑의 방향, 생흔상, 층의 형태와 두께, 층의 반복 등을 종합한 퇴적상 분석을 하여 퇴적상의 수직적 및 수평적 변화를 분석한다. 펄갯벌만으로 구성이 된 퇴적층인 경우에 아크릴슬랩(12x25x1cm)을 제작하여 연엑스선(Soft X-Ray)이나 전산화단층촬영(CT, computed tomography)을 통하여 퇴적층 분석을 수행한다. 펄퇴적층 내에도 작은 입도 및 퇴적구조 변화가 관찰되고, 층의 두께변화도 관찰되므로 세심한 관찰과 퇴적상 분석을 한다.

## 2-3. 릴리프 필 제작방법

릴리프필은 에폭시필(epoxy peel) 또는 라카필(lacquer peel)로도 불리는 정밀한 퇴적구조를 관찰하고 해석을 할 수 있는 방법으로 1970년대부터 활용하던 방법이다(Barr et al., 1970; Klein, 1971; Getzen and Levey, 1982; Dalrymple, 2003).

릴리프필을 만들기 위한 표층주상시료채취기(박스코아러, 캔코아러)는 갯벌에서는 가로 15cm, 세로 30cm, 두께 5cm가 일반적이며, 겉뚜껑과 속상자로 구성이 되어 있다. 두께는 2~3cm로 제작하여도 좋으나 한 정점에서 릴리프필을 2개를 만들어 활용하고자 할 때에는 두께 5cm 정도가 적절하다.

### 1) 주의 사항

- 표층 주상시료는 반드시 세워서 이동해야 하며, 분석을 위하여 잠시 보관할 때에도 세워 놓아야 한다. 장기간 보관시에는 시료채취기 내측에 포함되어 있는 수분이 마르지 않도록 물을 약간 담은 통에 세워두어야 한다.
- 현장에서 획득된 표층주상시료는 퇴적층 내에 포함되어 있는 물이 천천히 빠져 릴리프필을 제작하기 좋은 수분이 되도록 1~2주 겉포장을 뜯지 않은 채 세워둔다.

### 2) 제작방법 및 순서

- 2.1) 겉뚜껑을 주의해서 들어낸다. 겉뚜껑에는 비닐이나 OHP 필름이 붙어 있으므로 위로 들어올리지 않고 옆으로 살짝 밀어내듯이 빼내는 것이 좋다.
- 2.2) 겉뚜껑을 들어낸 주상시료는 스패츨러 또는 스패치로 수직퇴적면을 매우 평평하게 골라준다.
  - 수평면을 만들 때에 스패츨러는 수평으로 이동하는 것이 중요하다. 퇴적층은 수평적으로 퇴적되기 때문에 퇴적층에 수직으로 스패츨러를 이동하면서 면을 골라줄 경우에는 층이 훼손될 가능성이 매우 높다.
- 2.3) 매끈하게 면이 정리된 시료의 최상부와 최하부의 비어있는 부분은 휴지나 스타일로폼으로 메워준다. 최하부의 열려있는 부분은 에폭시가 흘러나가지 않도록 얇은 아크릴이나 테이프로 막아준다
- 2.4) 시료의 옆면 끝부분으로 에폭시가 스며들어 채취기와 들어낸 필이 붙지 않도록 얇은 필름이나 아크릴판을 채취기와 퇴적물 사이에 넣는다.

2.5) 에폭시(상온 경화형(주제A, 경화제B))와 아세톤을 섞어서 적절한 점도를 갖도록 잘 섞어서 에폭시 혼합제를 만든다.

- 아세톤과 섞어진 에폭시는 한번에 1개의 필에 적절한 양만을 만들어서 사용하는 것이 적절하다. 동시에 2개 이상의 필을 제작할 경우에는 가능하면 시간간격이 작도록 한다.
- 1개의 필에 부어 넣을 에폭시가 적어서 다시 에폭시를 섞어서 넣어서는 안된다. 점도가 다른 에폭시를 1개의 필에 적용되었을 때에 퇴적층에 스며드는 정도가 달라서 양질의 릴리프필을 제작하지 못한다.
- 상온 경화형 에폭시를 사용하지만 점도변화와 경화시간이 실험실 온도에 매우 민감하므로 온도가 높을 경우에는 아세톤을 많이 섞어서 점도를 높여서 에폭시 혼합제를 만들어서 사용하고 1개의 혼합제에 1개의 릴리프필을 만드는 것이 좋다.
- 입자가 큰 시료인 경우에는 점도가 높은 것이 좋으며, 입자가 매우 작은 펄질의 시료인 경우에는 점도가 낮아야 적절하게 퇴적층내로 침투하므로 아세톤을 많이 넣어서 점도를 낮추도록 한다. 혼성갯벌처럼 펄과 모래가 같이 있을 때에는 중간 정도의 점도를 유지하도록 한다.

2.6) 준비된 시료를 평평한 테이블에 놓는다.

- 경우에 따라서 에폭시가 흘러나오는 경우가 있으므로 바닥에는 두꺼운 종이나 판을 깔아놓는 것이 좋다.

2.7) 에폭시 혼합제를 매끈한 수직퇴적면에 붓는다.

- 수직퇴적면이 훼손되지 않도록 가능하면 빠르게 붓도록 한다.
- 면이 매끄럽지 못한 곳이나 조개껍질이나 자갈이 들어있어서 면이 고르지 못한 곳이라 하더라도 적절한 점도라면 에폭시 혼합제가 스스로 수평을 유지하므로 에폭시 혼합제의 표면을 인위적으로 훼손하지 않는다.

2.8) 에폭시 혼합제가 수평면을 이룬 후에는 광목천이나 두꺼운 천을 살짝 위로 덮는다. 천 위에는 시료채취지점에 대한 표시를 한다.

- 경화후에 깨지는 것을 방지하고 보관이 용이하도록 하기 위한 방법임
- 천에는 시료채취 지점, 상하표시와 육지방향을 표시한다.

2.9) 에폭시가 완전히 굳을 때까지 상온에 놔둔다.

2.10) 굳어진 부분을 살짝 들어낸다.

2.11) 에폭시 필을 말리면서 마른 부분을 붓으로 털어낸다.

- 퇴적물은 서서히 마르므로 여러 차례 붓으로 털어낸다.
- 마르지 않은 퇴적물을 인위적으로 뜯어내지 않도록 한다.

2.12) 제작이 완료된 릴리프필은 사진을 찍어두도록 한다.

### 3) 보관

3.1) 제작 완료된 릴리프필의 보관시에는 얇은 스펀지를 퇴적면 위에 올려놓도록 한다.

- 에폭시가 굳더라도 표면의 퇴적물은 약하므로 표층을 보호하기 위해서는 다른 필이나 물건에 닿지 않도록 얇은 스펀지를 덮어 보호하도록 한다.

3.2) 장기보관을 위해서는 릴리프필을 얇은 판 위에 부착한다.

- 릴리프필은 자연상태에서 휘어지는 특징이 있으므로 이를 보완하기 위해서는 평평한 판 위에 부착하여 놓는 것이 좋다.

### 4) 참고문헌

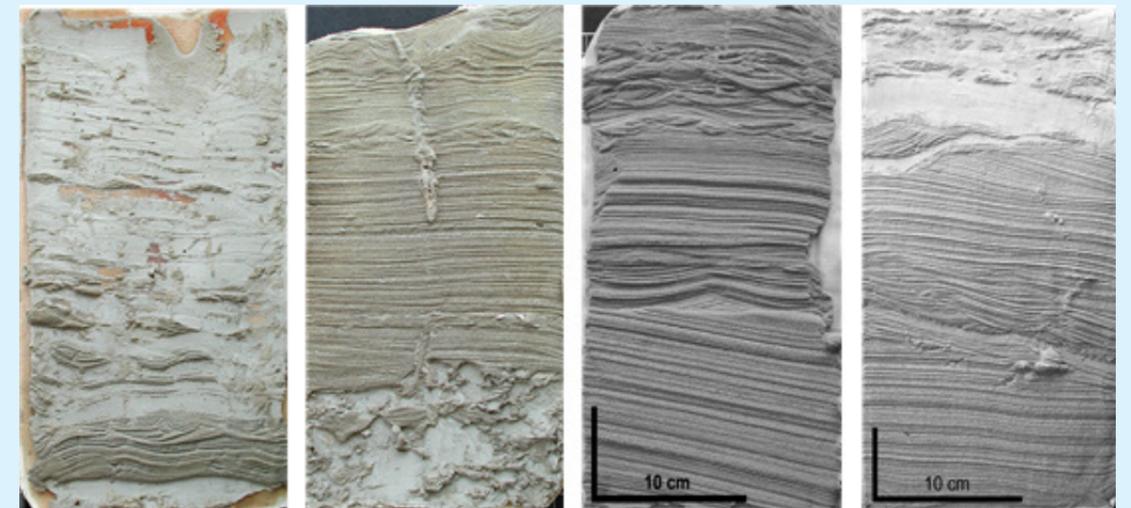
Barr, J.I., Dinkelman, M.G., and Sandusky, C.L., 1970. Large epoxy peels, *Journal of Sedimentary Petrology*, 40: 445-449.

Klein, G.deV., 1971. Peels and impressions, In: Carver, R.E. (ed.), *Procedures in Sedimentary Petrology*, Wiley-Interscience, pp.217-250.

Getzen, R.T. and Levey, R.A., 1982. Rigid-peel technique of preserving structures in coarse-grained sediments, *Journal of Sedimentary Petrology*, 52: 652-654.

Dalrymple, R.W., 2003. Relief Peels, In: *Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks*, Kluwer Academic Publishers, pp.561-563.

### 5) 릴리프필의 예



## 2-4. 입도 자료 확보 및 통계치 분석 방법

퇴적물의 입도분석을 위한 실험은 중력분석법(피펫, Sedigraph 또는 체적분석(레이저분석기) 자료를 중력자료로 변환)을 사용하는 것을 원칙으로 한다. 퇴적물 입도자료의 분석시에 적용하는 통계치 분석 방법은 다음과 같은 Moment Method를 사용하여 분석한다. 기존에 사용하고 있던 Graphic Method는 컴퓨터의 도움 없이 많은 통계치를 분석하는데 어려움이 있어서 1960년대에 개발된 방법으로 실제의 통계치의 결과와 차이가 크다. 현재는 입도의 통계분석시에 쉽게 통계치를 엑셀로도 계산할 수 있으므로 10 또는 0.50 간격의 입도자료를 Moment Method로 분석하여 사용한다. 첨도(Kurtosis)는 Graphic Method와 Moment Method의 결과가 매우 상이하여 현재는 입도자료에 의한 해석시에 사용하지 않는다.

평균  $\text{Mean } \bar{x}_\phi = \frac{\sum fm}{n}$

분급  $\text{Standard deviation } \sigma_\phi = \sqrt{\frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^2}{100}}$

왜도  $\text{Skewness } Sk_\phi = \frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^3}{100\sigma_\phi^3}$

## 2-5. 유기탄소량 측정방법

퇴적물내 유기물의 함량은 저서환경의 질을 평가하는 척도의 하나로 널리 사용되고 있다. 하지만 퇴적물내의 유기물은 해저퇴적물내에서 다양한 형태와 종류로 존재하며 그 공급원 또한 매우 다양하다. 그런 까닭에 퇴적물의 유기물량을 정량적으로 측정하는 일은 매우 어려우며, 따라서 일반적으로 유기물을 대표하며, 비교적 측정이 용이한 유기탄소를 측정한다. 유기탄소량 측정에는 여러 가지 방법이 이용된다. 하지만 이 방법들의 공통된 원리는 유기탄소를 시약이나 고온 등으로 산화시켜 분해된 유기물 속의 탄소량을 알아내는 것이다. 한편 역적정법은 산화제를 사용하여 유기물을 산화시킨 후, 소모된 산화제의 양을 알아내어 유기탄소량으로 환산하는 방법이다.

### 1) 측정 범위 및 정밀도

유기탄소량의 측정범위는 시험할 때 사용하는 시료의 양과 사용하는 산화제의 농도에 따라 달라진다. 검출한계는 0.1 N 산화제를 사용할 경우 0.02 %이며, 표준편차율은 5 % 정도이다.관시에는 시료채취기 내측에 포함되어 있는 수분이 마르지 않도록 물을 약간 담은 통에 세워두어야 한다.

### 2) 기구 및 기기

- 100 mL 경질 유리 삼각플라스크
- 50 mL 유리재질 뷰렛
- 100 mL, 1000 mL 경질 유리 용량플라스크
- 10 mL 매스피펫
- 열판: 50~120°C의 범위에서 온도조절이 가능해야 함
- 자석교반기 및 교반용 자석
- 피펫

### 3) 시약

- 황산
- 인산
- 0.1 N 중크롬산칼륨용액 : 중크롬산칼륨( $K_2Cr_2O_7$ )을 4.904g을 초순수에 녹이고 여기에 황산 10 mL을 가한 다음 정확히 1000 mL로 한다.
- 0.1 N 황산암모늄제2철용액 : 황산암모늄 제2철( $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ) 39.2g을 정확히 취하여 초순수 200 mL에 녹이고 여기에 진한 황산 10 mL을 가하여 완전히 녹인 다음 정확히 1000 mL로 한다. 이 시약은 수화되어 있기 때문에 정확한 농도를 알기 위해서는 7.2항과 같이 중크롬산칼륨용액에 대해 검정을 실시해야 한다.
- 0.3 % 글루코오즈용액 : 글루코오즈( $C_6H_{12}O_6$ ) 0.3 g을 초순수로 녹인 후 100 mL로 한다.
- 페로인 지시약

### 4) 시료 보관 및 전처리

젖은 시료 약 50 g을 플라스틱 손가락으로 시료용기에서 덜어내 125 mL 광구 플라스틱병에 넣는다. 플라스틱병에 담긴 시료를 냉동고에서 완전히 얼린다. 시료가 다 얼었으면 이를 동결건조기에 넣고 완전히 건조시킨다. 건조된 시료는 막자사발을 사용하여 곱게 분마한다. 이 때 분마된 시료는 230 메쉬(0.063 mm) 크기의 체를 모두 통과하여야 한다. 분마된 시료는 다시 플라스틱병에 보관한다. 단, 동결건조기가 준비되지 못한 경우 시료를 건조기(dry oven)에서 건조할 수 있으나 이 경우 건조기의 온도가 65 °C 이상 올라가지 않도록 조심하여야 한다.

## 5) 시험방법

- 5.1) 건조하여 분말한 시료 약 0.1 g을 정확히 측정하여 100 mL 삼각플라스크에 담는다.
- 5.2) 0.1 N 중크롬산칼륨용액 10 mL을 넣는다.
- 5.3) 매스피펫으로 황산 5 mL을 넣은 후 잘 흔들어 준다. 이 때 황산은 플라스크의 벽을 따라 천천히 넣어주어야 한다.
- 5.4) 시료와 시약이 담긴 플라스크를 열판 위에 올리고 90~100 °C의 온도로 30분간 가열한다.
- 5.5) 가열이 끝나면 플라스크를 실온으로 식힌다.
- 5.6) 실온으로 식힌 후 인산 1 mL을 넣는다.
- 5.7) 여기에 초순수 10 mL을 넣는다. 이 때 초순수를 플라스크의 입구와 벽면을 세척하면서 넣어 준다.
- 5.8) 플라스크에 페로인 지시약을 2~3 방울 정도 넣는다.
- 5.9) 0.1 N 황산암모늄 제2철용액을 50 mL 용량의 뷰렛에 채운 후, 이 용액으로 적정한다. 적정 시 종말점은 밝은 파란색에서 진한 갈색으로 바뀌는 점으로 한다.
- 5.10) 유기탄소량은 다음과 같은 식으로 계산한다.

$$\text{유기탄소량(\%)} = \frac{C \times (A - B) \times F}{M} \times 100$$

C = 황산암모늄용액 농도(N)

A = 공시료 적정시 소요된 양(mL)

(6.2항에서 6.9항의 시험과정을 실시하여 구한다.)

B = 시료 적정시 소요된 양(mL)

F = 글루코오즈용액을 이용하여 구하는 시험계수(7.3항에 따른다.)

M = 시료의 무게(g)

## 6) 표정

- 6.1) 이 방법에서 검정은 두 가지 검정을 시행한다. 첫째는 황산암모늄 제2철용액의 농도를 위한 검정이며 둘째는 위 식에서 F를 구하기 위한 글루코오즈용액에 대한 검정이다.

- 6.2) 황산암모늄용액의 농도를 구하기 위한 시험 방법은 6.2항에서 6.9항의 시험방법과 동일하다. 다만, 가열은 하지 않는다. 시험이 끝난 후 황산암모늄의 농도는 다음과 같이 구한다.

$$\text{황산암모늄용액 농도(N)} = \frac{(\text{중크롬산용액농도} \times 10)}{(\text{적정시 들어간 양})}$$

- 6.3) F를 구하기 위한 글루코오즈용액에 대한 검정은 6.1항에서 6.9항의 시험방법과 동일하다. 다만, 해저퇴적물 시료 대신 글루코오즈용액 0.5 mL을 넣어준다. 시험이 끝난 후 시험계수 F는 다음과 같은 식으로 구한다.

$$F = (0.3 \times \frac{1}{100} \times \frac{72}{180}) \div (C \times (A - B))$$

C = 황산암모늄용액 농도(N)

A = 공시료 적정시 소요된 양(mL)

(6.2항에서 6.9항의 시험과정을 실시하여 구한다.)

B = 시료 적정시 소요된 양(mL)

## 7) 참고사항

- 7.1) 해저퇴적물에 유기탄소량이 많아 적정이 되지 않을 경우 다음 표에 따라 시약의 농도와 넣어주는 양을 달리 하여 시험한다. 단 시험 방법은 모두 동일하다. 이 때 계산은 6.10항과 동일하다.

해저퇴적물 내 유기탄소량	각 시약의 농도	중크롬산용액의 양
3 % 이하	0.1 노르말	10 mL
3-6 %	0.2 노르말	10 mL
6-9 %	0.3 노르말	10 mL
9 % 이상	0.4 노르말	10 mL

- 7.2) 해저퇴적물내 유기탄소량 측정은 정밀도와 정확도가 더 좋은 방법, 즉 원소분석기(CHN analyzer) 등으로 분석할 수 있다.

## 2-6. 강열감량(Ignition Loss) 측정방법

퇴적물 중 유기물량을 측정하는데 있어서는 유기물질 중 가장 많은 양을 차지하며 비교적 그 측정이 간편한 탄소를 이용하는 것이 간편하면서도 정밀한 값을 얻을 수 있다. 퇴적물 중 탄소량을 측정하는 방법은 퇴적물을 고온으로 가열하여 무게 차이를 측정하는 방법, 강한 산화제를 이용하여 탄소화합물을 선택적으로 산화시켜 그 무게를 알아내는 방법, 특정 시약과 반응시킨 후 퇴적물로부터 나오는 이산화탄소를 측정하는 방법 등 여러 가지가 있다. 이 중 퇴적물을 고온으로 가열한 후 그 무게 차이를 알아내는 방법을 강열감량법이라 한다. 이 방법은 시험방법이 비교적 간편하며, 다양한 종류의 퇴적물에 대해 일반적으로 적용할 수 있는 장점이 있다. 반면, 광물격자 안의 수분과 악한 화합물들이 고온에서 없어져 오차를 유발하는 단점이 있다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

강열감량법의 측정한계는 0.05 % 이며 시험의 표준편차율은 10 % 정도이다.

### 2) 기구 및 기기

- 전자저울 : 눈금이 디지털로 표시되며, 0.001 g까지 무게를 측정할 수 있는 것으로 사용한다.
- 초자기구 : 초자기구는 반드시 세제로 세척한 후, 증류수로 3회 이상 잘 씻어 사용한다.
- 자기도가니 (porcelain crucibles) : 25 mL 용량의, 뚜껑을 닫을 수 있는 것으로 한다.
- 전기로(furnace) : 600 °C까지 가열할 수 있는 것으로 한다.
- 건조기(oven) : 150 °C까지 가열할 수 있는 것으로 한다.
- 동결건조기(freeze dryer) : 시료를 영하 40 °C 이하에서 동결 건조시킬 수 있는 것으로 한다.
- 데시케이터

### 3) 시료 보관 및 전처리

유기탄소량 측정방법의 시료보관 및 전처리에 따른다.

### 4) 시험방법

- 4.1) 25 mL 도가니의 무게를 0.001 g까지 측정한다. 이 도가니를 건조기에서 110 °C로 말려 항량으로 될 때까지 건조한 후 시험에 사용한다.
- 4.2) 시료 약 5 g의 무게를 정확히 측정하여 25 mL 도가니에 담는다. 시료가 담긴 도가니를 역시 110 °C에서 항량으로 될 때까지 건조한다.
- 4.3) 전기로에 시료를 넣고, 550 °C의 온도로 2시간 동안 가열한다.
- 4.4) 가열이 끝나면 전기로의 온도가 100 °C정도 내려간 후 전기로의 문을 열고, 도가니를 꺼낸다. 도가니는 데시케이터 안에서 실온으로 식힌다.

- 4.5) 다 식으면 시료가 담긴 도가니의 무게를 측정한다. 실온으로 완전히 식지 않으면 무게를 측정하는 도중에 무게가 달라질 수 있다.

- 4.6) 위의 결과를 이용하여 강열감량은 다음과 같이 구한다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{(\text{가열 전 시료 무게} - \text{가열 후 시료 무게})}{\text{가열 전 시료 무게}} \times 100$$

(가열 후 시료 무게 = 가열 후 시료가 담긴 도가니 무게 - 도가니 무게)

## 2-7. 산 휘발성 황화물 (Acid Volatile Sulfide, AVS) 측정방법

### 7.1. 요오드적정법

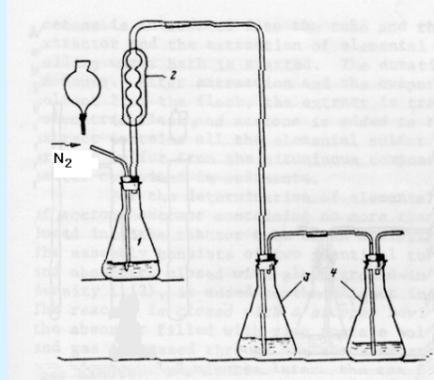
해저퇴적물내 산 휘발성 황화물(이하 황화물)이 높다는 것은 퇴적물 내 산소의 고갈 및 결핍을 의미하며, 이는 저층수질 및 저서 생태계에 나쁜 영향을 줄 뿐 아니라 환경을 평가하는데 있어서 중요한 의미를 가진다. 황화물은 대기 중 산소와 접촉하게 되면 아주 빨리 산화되어 황산염으로 바뀐다. 따라서 시료를 처리하는 전 과정에서 공기와 접촉하지 않도록 해야한다. 황화물의 정량은 적당량의 산을 가하여 퇴적물내의 황화물을 황화수소 형태로 바꾼 후 발생하는 황화수소를 측정하는 방법을 사용한다. 즉, 발생하는 황화수소를 침전물(황화아연)로 포집하여 요오드적정법(iodometry)으로 정량한다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

요오드적정법으로 정량할 때 측정한계는 0.01 mg/g.dry이며 시험 표준편차율은 10 % 정도이다.

### 2) 기구 및 기기

- 전자저울 : 눈금이 디지털로 표시되며, 0.001 g에서 300 g까지 무게를 측정할 수 있는 것으로 사용한다.
- 500 mL 시료보관용기(wide mouth bottle)
  - 고밀도폴리에틸렌(HDPE)재질의 입구가 넓은 병을 사용한다. 사용 전에는 이 물질이 남아 있지 않도록 깨끗이 씻은 후 잘 건조시켜 사용한다.
- 100 mL 가지가 달린 삼각플라스크(filter flask): 사용 전에 모두 산으로 깨끗이 씻은 후 잘 말려 사용한다.
- 바닥이 넓은 250 mL 가지가 달린 삼각플라스크(filter flask): 미리 무게를 측정하여야 한다.
- 50 mL 뷰렛 (눈금이 0.1 mL 단위로 있어야함)
- 500 mL 가지가 달린 삼각플라스크(filter flask)
- 교반기
- 황화수소 발생장치: 황화수소는 다음과 같이 장치된 기구에서 발생시켜 포집한다.



(1 : 시료가 들어 있는 플라스크, 3, 4 : 아세트산아연이 들어 있는 플라스크)

### 3) 시약

- 6 N 염산용액 : 36 % 염산 516 mL를 초순수에 천천히 가하여 혼합하여 실온으로 식힌 후 1000 mL가 되게 한다.
- 1 N 염산용액 : 36 % 염산 86 mL를 적량의 초순수에 천천히 가하여 혼합하여 실온으로 식힌 후 1000 mL가 되게 한다.
- 질소기체 : 순도 99.999 %의 질소를 사용한다.
- 아세트산아연용액(10 w/v %) : 아세트산아연[Zn(COOH)<sub>2</sub>] 100 g을 초순수 300 mL를 가해 완전히 녹인 후 전체 액량을 1000 mL 한다.
- 요오드화칼륨(KI)
- 0.025 N 요오드용액 : 요오드 (I<sub>2</sub>) 0.434 g을 정확히 취하여 비이커에 넣고 여기에 요도화 칼륨 4.13 g을 더한다. 증류수 400 mL 가해 완전히 녹인 후 정확히 1000 mL로 한다.
- 1 % 녹말지시약 : 수용성녹말 2 g을 초순수 20 mL에 혼합하여 열수 200 mL 중에 넣고 액이 투명해 질 때까지 끓인 후 상온으로 방냉하여 사용한다.
- 0.025 N 티오황산나트륨용액 : 티오황산나트륨(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O) 6.204 g을 정확히 달아 초순수로 녹여 정확히 1000 mL로 한다.

### 4) 시료 보관 및 전처리

현장에서 시료를 500 mL 용량의 고밀도폴리에틸렌(HDPE) 광구병에 담는다. 이 때 병에 시료가 꽉 차게 담겨 뚜껑을 닫았을 때 공기가 차 있는 공간을 최소화 하여야 한다. 시료는 4 °C 이하로 냉장보관하되 즉시 실험실로 옮겨 분석을 실시한다. 하지만 이 온도 이하로 유지할 때는 1주일간 안정하다.

### 5) 시험방법

5.1) 시료와 산을 반응시킬 250 mL 플라스크의 무게를 0.001 g까지 정확히 측정한다.

- 5.2) 현장에서 가지고 온 500 mL 고밀도 폴리에틸렌병과 반응시킬 250 mL 플라스크, 그리고 플라스크를 꼭 닫은 마개를 장갑상자(glove box) 안에 넣고 질소로 장갑상자를 채운다. 이 때 장갑상자를 질소로 완전히 채우기 위해서 질소를 불어넣고, 안의 공기를 빼내는 환기작업을 3~4회 반복한다.
- 5.3) 장갑상자 내에서 시료병의 뚜껑을 열고, 적어도 위에서 3~4 cm의 퇴적물을 긁어낸다. 그 아래의 퇴적물을 3~4 g 정도 조심스럽게 떠서 250 mL 삼각플라스크에 담고 마개를 꼭 닫는다.
- 5.4) 장갑상자 안에서 삼각플라스크를 꺼낸 후 무게를 다시 0.001 g까지 정확히 측정하고, 황화수소 발생 및 포집 장치에 신속히 연결한다. 이 때 공기와의 접촉을 최소화하도록 해야 한다.
- 5.5) 6 N 염산용액 10 mL을 넣는다. 넣은 후 마개가 열리지 않도록 주의하면서 잘 흔들어 준 후 교반기를 작동시켜 계속 저어준다.
- 5.6) 한 시간 정도 반응시킨 후 황화수소가 황화아연(ZnS) 형태로 포집된 플라스크를 분리하고 플라스크 안의 시료를 다음과 같이 적정한다.
- 5.7) 시료에 0.025 N 요오드용액 10 mL을 넣고, 1 N 염산용액 5 mL을 더한다.
- 5.8) 이 시료를 녹말을 지시약으로 하여 0.025 N 티오황산나트륨으로 적정한다. 적정을 진행하면 용액의 색이 갈색에서 점차 노란색으로 바뀐다. 옅은 노란색이 나올 때 까지 적정을 진행한 후 녹말지시약을 넣으면, 보라색을 띠게 된다. 여기에서부터 용액의 색이 무색이 될 때까지 적정하면 된다. 한 시료에 포집하는 플라스크가 2개 연결되므로, 이 2개의 플라스크에서 적정되는 황화수소의 양을 더해야 한다.
- 5.9) 적정된 시료에서 황화물량은 다음과 같이 구한다.

$$\text{황화물량(mg S/g)} = 16 \times \frac{\text{요오드용액농도} \times (\text{바탕시험값} - \text{적정에 사용된 부피})}{(\text{시료의 무게(g)} \times \frac{(100 - \text{함수율}(\%))}{100})}$$

(시료의 무게 = 플라스크와 시료의 무게 - 플라스크의 무게)

### 6) 표정

- 6.1) 검정은 황화나트륨(Na<sub>2</sub>S · xH<sub>2</sub>O)을 이용하여 실시한다. 황화나트륨은 공기와 접촉하면 아주 빠른 속도로 산화가 이루어지기 때문에 시약을 만들 때 무산소 초순수(oxygen free deionized water)를 만들어 사용해야 한다. 황화나트륨 0.780 g을 측정하여 1000 mL 매스플라스크에 넣고 무산소 초순수 약간을 가한 후 완전히 녹인다. 시약이 다 녹았으면, 표선까지 무산소 초순수를 채워 만든다.

## 6.2) 황화나트륨용액의 표정법

100 mL 유리 삼각플라스크에 10 % 아세트산아연 5 mL을 넣는다. 여기에 1.7.1항과 같이 만든 황화나트륨용액 5 mL을 넣고 침전이 완전히 생길 때까지 기다린다. 이 용액을 이용하여 1.6.7항에서 1.6.8항까지의 과정으로 시험하여 황화나트륨용액의 농도를 결정한다. 농도를 결정할 때의 식은 다음과 같다.

$$\text{황화나트륨에 포함된 황화물량(mg S/L)} = 16 \times \frac{\text{요오드용액농도} \times 10.00 - \text{티오황산나트륨농도} \times \text{적정에 사용된 부피}}{\text{시료의 부피(mL)}}$$

## 6.3) 500 mL 유리 삼각플라스크에 10 % 아세트산아연 5 mL을 넣는다.

여기에 1.7.1 항과 같이 만든 황화나트륨용액 5 mL을 넣고 침전이 완전히 생기길 기다린다. 다음 플라스크를 황화수소 발생기 및 포집기에 연결하고 1.6.5에서 1.6.8항의 과정으로 시험하여 황량을 구한다. 황량은 1.7.2 항과 같이 구할 수 있다. 이렇게 구한 황량과 1.7.2 항에서 구한 황화나트륨용액 중의 황량을 비교하여 시험의 정확도를 다음과 같이 구한다.

$$\text{정확도(\%)} = \frac{\text{(시험에서 구한 황화물량)}}{\text{(검정에서 구한 황화나트륨 양)}} \times 100$$

## 7.2. 황검지관법

황검지관을 사용하여 검지관에 흡수되는 황의 양을 읽어 정량하는 방법을 황화물 정량법으로 한다.

## 1) 측정범위 및 정밀도

황검지관법으로 정량할 때 측정한계는 0.01 mg/dry.g이며 시험 표준편차율은 10 % 정도이다.

## 2) 기구 및 기기

- 전자저울 : 눈금이 디지털로 표시되며, 0.001 g에서 300 g까지 무게를 측정할 수 있는 것으로 사용한다.
- 시료 보관용 광구병(wide mouth bottle)
  - 125 mL 용량의 PMP(polymethylpentane)재질의 입구가 넓은 병을 사용한다. 사용 전에는 이물질이 남아 있지 않도록 깨끗이 씻은 후 잘 건조시켜 사용한다.
- 황검지관

## 3) 시약

- 황산

## 4) 시료 보관 및 전처리

요오드적정법의 시료 보관 및 전처리에 따른다.

## 5) 시험방법

5.1) 습시료 약 2 g의 무게를 정확히 측정하여 검지관의 시료 주입구에 넣는다.

5.2) 시료를 넣은 후 증류수 약간을 더하고, 뚜껑을 꼭 닫아 기체가 새지 않도록 한다.

5.3) 기체발생관에 황산 2 mL을 넣고, 2~3 초 기다린 후 펌프를 서서히 당겨 발생하는 황화수소가 검지관에 흡수되도록 한다.

5.4) 펌프를 잡아당기며, 검지관의 색 변화를 유심히 관찰하여, 색이 더 이상 변하지 않을 때, 그 지점의 눈금을 읽는다.

5.5) 발생한 황화수소의 양과 검지관의 눈금으로부터, 황화물량은 다음과 같이 계산한다.

$$\text{황화물량(mg-S/g.dry)} = \frac{\text{검지관 눈금}}{(\text{시료의 무게(g)} \times \frac{(100 - \text{함수율(\%)})}{100})}$$

## 2-8. 구리 측정방법

해저 퇴적물 내에서 구리는 다양한 화학적 형태를 가질 수 있다. 해저퇴적물 중 구리의 총량을 분석하기 위해서는 질산, 과염소산 및 불산을 이용하여 완전 분해한 후 희석질산용액으로 재용해한 다음 흑연로 원자흡광분석기(이하 GF-AAS) 혹은 유도결합플라즈마 분광분석기(이하 ICP-OES), 유도결합플라즈마 질량분석기(이하 ICP-MS)로 정량한다. GF-AAS 사용시 구리분석용 중공관 램프는 파장 324.7nm의 빛을 발하므로 이 파장에서 용액 속의 구리 농도에 따라 흡광도가 증가하는 원리를 이용하여 시료의 흡광되는 빛을 측정하여 정량한다. ICP-OES 사용시 유도 결합 플라즈마를 이용하여 시료의 발광 혹은 흡광되는 양을 측정하여 정량한다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

원자흡광광도법을 이용한 구리의 기기 유효측정범위는 기기에 따라 다소 상이하지만 일반적으로 검출한계에서 100  $\mu\text{g Cu/L}$  까지이다. 만일 시료의 농도가 최대측정범위를 크게 초과할 때에는 1 N 질산용액으로 희석하여 측정하여야 한다. 일반적인 기기 검출한계는 99% 신뢰구간에서 1  $\mu\text{g Cu/L}$ 이며 표준 편차율은 5% 정도이다.

### 2) 기기 및 기구

- 실험기구 : 희석질산에 24시간 이상 담가둔 후 산을 제거하고 초순수로 3~6회 이상 행구어 사용한다. 사용하지 않을 경우 클린벤치 내에서 거꾸로 하여 건조시킨 후, 밀봉 하여 비닐 지퍼 백 등에 넣어 보관한다.
- 테플론 비이커 혹은 테플론 가압형 산분해 용기 : 125 mL 비이커, 60 mL 가압형 산분해 용기
- 100 mL 플라스틱 병
- 피펫 : 일회용 자동 피펫을 사용할 수 있다.
- 플라스틱 핀셋
- 불밀 혹은 막자사발
- 전자저울 : 0.001g 또는 0.0001 g까지 정확히 측정 할 수 있는 저울을 사용
- 화학분석용 후드 : 후드바닥을 테프론 혹은 비닐로 코팅하여 사용
- 가열판 (온도가 정확히 조절되는 것)
- 건조기 또는 동결건조기
- 흑연로 원자흡광분석기(GF-AAS), 유도결합플라즈마 분광분석기(ICP-OES), 유도결합플라즈마 질량분석기(ICP-MS)

### 3) 시약

- 산 : 중금속분석에 사용하는 시약의 등급은 불순물로 인해 시료에 영향을 주지 않는 등급을 사용하고 시료정량 후 시약공시료의 농도가 시료측정농도의 25% 미만인 것을 확인하여 사용한다.
  - 진한 질산 (60~70 %  $\text{HNO}_3$ )
  - 진한 과염소산 (60~70 %  $\text{HClO}_4$ )
  - 진한 불산 (48~51 %  $\text{HF}$ )
  - 희석질산용액 : 초순수 900 mL에 진한 질산 100 mL를 넣어 혼합하여 식힌 다음 1000 mL로 맞추어 사용한다.
- 구리표준원액 : 상용으로 제조되는 GF-AAS, ICP-OES 혹은 ICP-MS 구리표준원액을 사용한다.
- 인증 해저퇴적물 표준물질(Certified reference materials CRM) : 국내 · 외의 공인된 해저퇴적물 표준물질 구입하고 시료와 똑같은 절차를 거쳐 회수율을 측정한다.
  - ※ 퇴적물 표준물질 : 퇴적물 중금속 분석 자료의 정확도를 평가하기 위한 퇴적물 표준시료로는 캐나다 NRC의 HISS, MESS, PACS, IAEA의356, 미국 USGS의 MAG 등이 있다.

### 4) 시료채취 및 관리

- 4.1) 현장에서 폴리에틸렌 병이나 비닐백에 담겨 얼려진 시료를 해동시킨다.
- 4.2) 플라스틱 주걱으로 시료를 균질화 한다.
- 4.3) 균질한 시료 5~10 g을 동결건조 또는 60°C 건조기에서 건조시킨다. 화학종 분석이나 Hg 분석을 위해서는 반드시 동결건조 시킨다. 건조기에서 건조할 경우 별도의 페트리디쉬를 사용한다.
- 4.4) 건조된 시료를 마노 분쇄기(agate mortar)를 사용하여 곱게 분말화한다. 200 메쉬 체를 이용하여 통과된 분말만 별도의 시료병에(산세척 후 건조된 시료병) 보관한다. 별도의 체질을 하지 않는 경우 손가락으로 만져 보았을 때 입자가 만져지지 말아야 한다.
- 4.5) 분말화된 시료는 수분이 조절되는 장소에 보관한다.

### 5) 시험방법

- 5.1) 전처리가 완료된 시료 0.1 g을 취하여 60 mL 테프론 용기에 넣는다.
- 5.2) 테프론 가압용 용기에 진한 불산 2 mL, 진한 질산 1 mL를 가하여 2시간이상 실온에서 반응시킨 후 진한 과염소산 1 mL를 첨가 후 뚜껑을 닫아 밀봉한다.
- 5.3) 밀봉된 테프론 용기를 가열판 위에 놓고 가열판 온도를 130°C ~ 150°C까지 서서히 증가시켜 약 24시간 반응 후 서서히 방냉하여 상온에 도달한 다음 마개를 열어 시료와 산이 완전히 건조될 때까지 재 가열한다. 만약, 용액이 전부 휘발되어도 퇴적물이 완전히 분해되지 않을 경우에는 6.2. 과정부터 재 시행한다.
- 5.4) 완전히 분해된 시료에 희석질산용액 10 mL를 정확하게 넣고 뚜껑을 닫아 밀봉한 후 온도를 80°C까지 증가시켜 약 2시간 반응 후 정량용 시료용액으로 한다.
- 5.5) 이 용액을 GF-AAS 혹은 ICP-OES, ICP-MS 정량한다. 각 기기로 정량할 때의 조건은 사용하는 기기의 매뉴얼을 따른다.
- 5.6) 검량선 작성
  - GF-AAS 혹은 ICP-OES, ICP-MS 표준용액을 이용하여 정량범위 내의 5개 이상의 농도에 대해 표준용액을 만든다.
  - 만들어진 표준용액을 시료정량과 동일한 절차(6.5항)로 정량하여 구리(Cu)의 농도와 흡광도의 관계선인 검량선을 작성한다.
  - 흡광도와 농도의 상관관계식을 이용하여 시료의 구리(Cu)의 농도를 환산한다.
- 5.7) 공시료 및 인증 해저퇴적물 표준물질 (CRM)도 시료와 동일한 조작을 행하여 시료 20개당 1개씩 준비한다.

5.8) 회수율 : 해저퇴적물 표준물질(CRM)측정결과와 제시된 농도 값을 비교한 후 회수율을 계산하여 분석된 시료의 결과와 함께 제시한다.

$$\text{회수율(\%)} = (\text{측정결과로 정량된 표준물질의 농도} / \text{인증된 표준물질의 농도}) \times 100$$

5.9) 이 용액을 기기 측정 시에 사용하며 이 용액의 희석 배수는 100에 해당된다. 금속의 농도 수준에 따라 추가적인 희석을 하면 된다. 이 용액을 사용하면 ICP로 Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, Li이 측정 가능하며 10배를 추가 희석한 용액으로는 Al, Fe, Mn, Mg, Ca 등이 측정 가능하다. ICP-MS의 경우 1000배 희석한 용액으로 Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, Mn, Li, Cs이 측정 가능하며 Al, Mg, Ca은 100배 이상의 추가적인 희석이 필요하다.

5.10) 정량하고자 하는 시료의 농도가 매우 낮거나 다른 항목의 간섭효과 등에 의해 정량이 어려울 경우에는 표준물질 첨가법을 이용하여 정량하고자 하는 항목을 정량할 수 있다. 표준물질 첨가법의 방법은 다음과 같다.

- 표준물질을 이용하여 3개 정도의 농도를 알고 있는 표준용액 3개를 만든다.
- 정량하고자 하는 시료에 표준물질을 첨가하여 3개 이상의 표준물질을 첨가한 용액을 만든다. 이때 표준물질을 첨가했을 때의 농도를 예측할 수 있도록 부피비율을 정하여 첨가한다.(예. 정량용액의 부피가 1 mL 일 경우 농도가 x μg/L인 미지시료 0.9 mL와 농도가 10 μg/L인 표준용액 0.1 mL를 첨가하면 표준용액을 첨가한 시료의 농도는 x+1 μg/L 로 예상할 수 있다.
- 표준물질을 첨가한 시료를 분석장비를 이용하여 정량한다.
- 정량값을 이용하여 검량선을 그린다.
- 검량선을 이용하여 미지농도 x값을 정량한다.

6) 방해요인

- 여러 가지 원소들 간의 방해가 있을 수 있으며 이는 각 분석기기 사용방법에서 설명된다.
- 간섭을 제거하는 방법으로 원자흡광법을 사용하는 경우 매트릭 변경 시약 (matrix modifier)으로 CsCl를 사용하고, matrix match 표준 용액을 검정선 표준용액으로 사용하며 배경선(background) 보정이 있다. ICP의 경우 희석 배수를 50배 이상, ICP-MS는 500배 이상이면 간섭을 줄일 수 있다.
- ICP-MS의 경우 간섭을 제거할 수 없는 경우(예를 들면 As) 수식을 이용하여 다원자 분자를 보정하는 방법이 있다.

7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

7.1) 본 분석 방법의 정도 관리를 위해 필요한 최소한의 정도 관리용 자료는 시약 공시료에서의 금속 농도, 반복 시료 정밀도, 퇴적물 표준물질에서의 금속 농도가 있다.

7.2) 실험실 시약에 의한 공시료에서의 금속 농도 : 공시료를 분석한 금속 농도 자료이다.

7.3) 반복 시료 정밀도 : 실제 시료를 5개 복수 분석하여 농도의 표준편차를 구한 후 1.96을 곱하여(95 % 신뢰 구간) 평균값 ± 유의수준으로 표시한다.

7.4) 금속인증 퇴적물시료 분석 : 시료수의 10 %에 해당하는 수 만큼 시료와 같은 방법으로 분석하여 인증값과 비교한다.

8) 결과

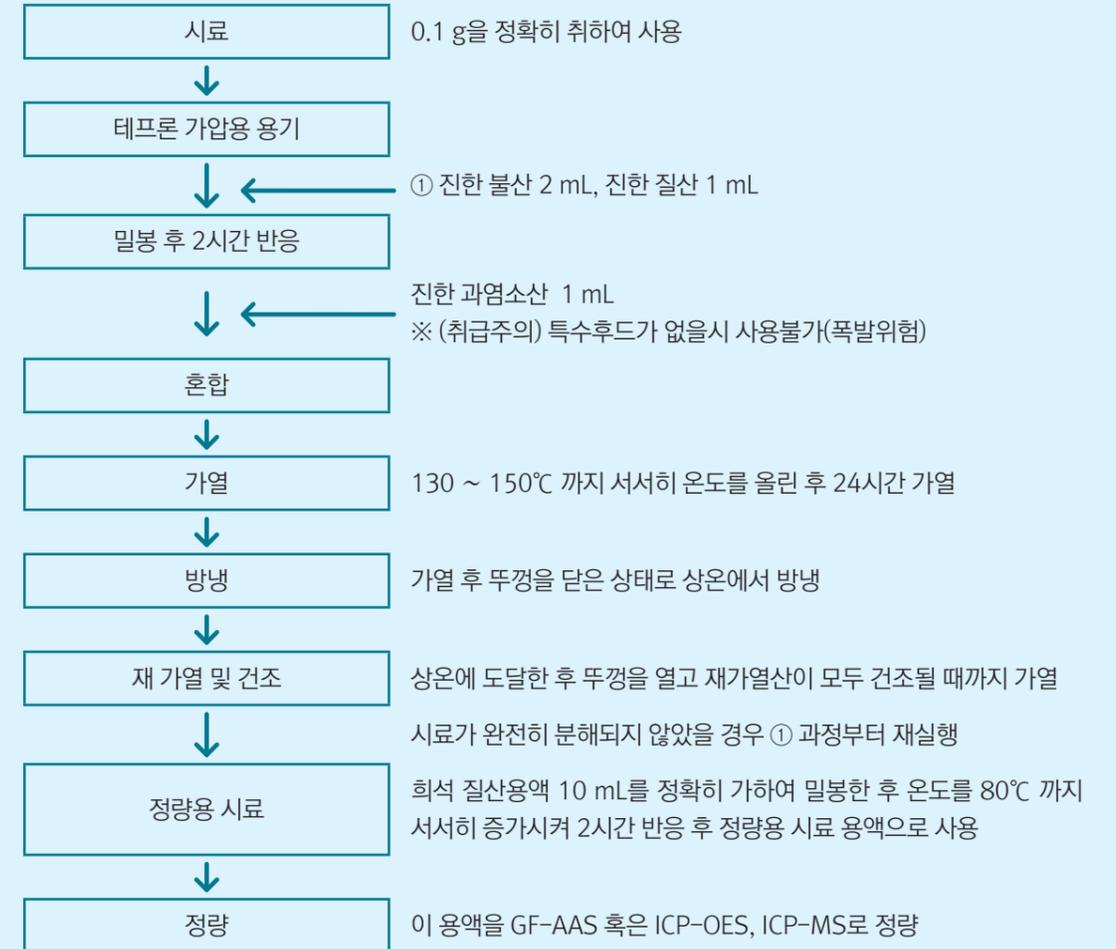
8.1) 농도계산

보고되는 자료는 μg/g 또는 mg/kg 단위로 표시하며 (Al, Fe의 경우 % 단위로 표현가능) 퇴적물 중금속 농도는 다음과 같은 식에서 계산한다.

$$\text{금속농도}(\mu\text{g/g}) = \frac{[\text{시료측정농도}(\mu\text{g/mL}) - \text{공시료농도}(\mu\text{g/mL})] \times \text{희석후최종시료부피}(mL)}{\text{퇴적물시료무게}(g)}$$

8.2) 퇴적물 중금속에 대한 결과는 공시료, 표준물질, 시료에서의 중금속 농도 측정값을 보고한다.

9) 분석절차 흐름도



## 10) 참고사항

- 10.1) 본 분석법으로 분석 가능한 금속들은 아래와 같으며 측정하는 방법에 따라 마지막 처리가 달라진다.  
 AAS : Co, Ni, Cr, Cu, Zn, Cd, Pb, As(Hydride), Al, Mn, Fe  
 GFAAS : Co, Ni, Cr, Cu, Zn, Cd, Pb, As(Hydride), Mn, Fe  
 ICP : Co, Ni, Cr, Cu, Zn, Cd, Pb, As(Hydride), Al, Li, Mn, Fe  
 ICP-MS : Co, Ni, Cr, Cu, Zn, Cd, Pb, As, Li, Al, Cs, Mn, Fe
- 10.2) 본 분석법은 강산 및 과염소산, 불산을 사용하기 때문에 반드시 흡 후드 내부에서 이루어져야 하며 산 취급에 대한 교육을 잘 받은 실험자가 행해야 된다.
- 10.3) 퇴적물의 중금속은 사용하는 시약, 용기 및 환경에 의해 영향을 받기 때문에 실험 준비 시 오염에 대한 고려가 있어야 한다.
- 10.4) 본 실험 방법에서 사용되는 시약들은 모두 맹독성이 있는 것들로 각 시약들의 사용 주의사항에 따라 취급한다.
- 10.5) 질산, 과염소산 및 불산을 다룰 때는 반드시 고글 및 비닐장갑 혹은 화학분석용 고무장갑을 착용하여야 하며, 산증기를 호흡하지 않도록 반드시 후드 내에서 취급한다.
- 10.6) 전처리가 완료된 시료를 분석할 때 분석기기는 GF-AAS 혹은 ICP-OES, ICP-MS 중 하나를 선택한다.
- 10.7) 분석장비의 검출한계, 정밀도, 신뢰도 등을 고려하여 직선 범위 내에서 분석시료의 양과 반응하는 시약의 양을 결정한다.
- 10.8) GF-AAS를 사용할 때 램프 위치, 좌우, 램프의 전류량, 시료의 흡입속도 등이 분석값의 정확도, 정밀도, 재현성 등에 크게 영향을 미칠 수 있으므로, 기기의 특성에 맞게 이들을 세밀하게 조절한다.
- 10.9) ICP-OES를 사용할 때 램프 위치, 좌우, 램프의 전류량, 시료의 흡입속도 등이 분석값의 정확도, 정밀도, 재현성 등에 크게 영향을 미칠 수 있으므로, 기기의 특성에 맞게 이들을 세밀하게 조절한다.
- 10.10) 불산을 사용할 경우 규소를 용해시키는 성질을 가지고 있으므로 반드시 테프론 재질의 실험기구를 반드시 사용해야한다. 일부 ICP-MS 경우 불산을 사용한 전처리 방법이 기기를 손상시키는 등 장해요인이 있으므로 주의를 요한다.
- 10.11) 정량결과 예시  
 시료의 채취 및 보관 방법, 전처리 방법, 정량결과, 검량선을 포함하여 상세하게 제시한다.

## 시료 채취 및 보관, 전처리

시료명	
시료채취	
시료운반	
시료보관	
시료 전처리	

## 정량 결과

분석항목	
정량 기기	
CRM 농도	
정량 평균	
표준편차	
정밀도 (상대 표준편차)	
정확도 (회수율)	
정량한계 (검출한계)	
시료개수	
시료 중량	
희석 배율	

## 2-9. 납(Pb) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-10. 니켈(Ni) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-11. 아연(Zn) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-12. 알루미늄(Al) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-13. 철(Fe) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-14. 카드뮴(Cd) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-15. 크롬(Cr) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-16. 비소(As) 측정방법

건조한 해저 퇴적물 시료를 분쇄하여, 완전분해법으로 산분해하고 건조시킨 후 희석질산으로 추출하여 GF-AAS, ICP-OES 또는 ICP-MS로 측정하는 방법이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

구리 측정방법의 측정범위 및 정밀도를 따른다.

### 2) 기기 및 기구

구리 측정방법의 기기 및 기구에 따른다.

### 3) 시약

구리 측정방법의 시약에 따른다.

### 4) 시료채취 및 관리

구리 측정방법의 시료채취 및 관리에 따른다.

### 5) 시험방법

구리 측정방법의 시험방법에 따른다.

### 6) 방해요인

구리 측정방법의 방해요인에 따른다.

### 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

구리 측정방법의 정도평가/정도관리에 따른다.

### 8) 결과

구리 측정방법의 결과에 따른다.

### 9) 분석절차 흐름도

구리 측정방법의 분석절차 흐름도를 따른다.

### 10) 참고사항

구리 측정방법의 참고사항을 따른다.

## 2-17. 총수은(Total-Hg) 측정방법

퇴적물의 총수은을 왕수로 산 분해하여 산화, 퍼지와 포집, 탈착시켜 냉증기 원자형광분석기 (Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry)로 측정하기 위한 절차이다.

### 1) 측정범위 및 정밀도

이 분석 방법의 유효 측정 범위는 0.5~250 ng/g 범위이고 청정작업환경에서 최고의 기기 성능을 보유했 때 검출한계는 0.05 ng/g이고 시료량을 증가시키고 BrCl 량 (0.2 %)을 최소화하며 주변 오염을 최소화하면 0.01 ng/g까지 향상시킬 수 있다.

### 2) 방해요인

- 2.1) 금-트랩은 잔류 염소가 투입되거나 >500 °C이상으로 과열되었을 때 파손될 수 있다.
- 2.2) 수증기가 금-트랩에 잡혀 원자형광셀에 영향을 줄 수 있다.
- 2.3) 형광세기는 캐리어가스에 있는 분자들에 의해 영향 받을 수 있으므로 고순도의 가스를 사용하여야 한다.

### 3) 기기 및 기구

- 테플론(PTFE) 비이커 혹은 테플론 (PFA) 가압형 산분해 용기 : 125 mL 비이커, 60 mL 가압형 산분해 용기 (Savillex)
- 가열판 (hot plate) : 세라믹 판, 온도 조절 가능
- 일회용 피펫 (Disposable pipette)
- 폴리에틸렌 병 : 20 mL 혹은 60 mL
- 폴리에틸렌 병 : 60 mL
- 저울 : 0.0001 g analytical balance 와 0.01 g top loading balance
- 표면 온도계 : 적외선 사용 온도 측정 기구
- 자동 피펫 및 일회용 팁 : 200  $\mu$ L, 1 mL, 5 mL 피펫 및 피펫팁. 시약 주입시 사용한다.
- 원심분리기 : 50 mL 용액을 3,000 rpm이 가능한 원심분리기
- 분석기기 : 냉증기 원자형광광도계
- 테플론 용기는 왕수에 4시간, 1:1 질산에 6시간 이상 가열 후 초순수로 세척하여 사용하며 일반 플라스틱 용기는 10 % 염산 용액에 6시간 이상 가열한 후 초순수로 세척하여 사용한다.

## 4) 시약

- 초순수 : 전기 저항 18 M $\Omega$  이상의 정제수
- 염산 (Hydrochloric acid, 35 % w/v) : 수은 함량이 5 ng/L 이하인 중금속 분석용을 이용한다.
- 질산 (Nitric acid, 65 % w/v) : 수은 함량이 5 ng/L 이하인 중금속 분석용을 이용한다.
- 왕수 (Aqua regia) : 염산과 질산을 3:1 (부피 비율)로 혼합한다. 유독 가스가 발생하므로 반드시 흡 후드 내부에서 이루어져야 한다.
- 하이드록실아민 염화수소 (Hydroxylamine hydrochloride,  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ ) 용액: Hydroxylamine hydrochloride (시약급) 300 g을 초순수에 용해시키고 최종 부피를 1 L에 맞춘다. 이 용액에 20% 염화제이 주석 용액 1 mL를 넣고 수은이 없는 질소 가스로 4시간 이상 500 mL/min 속도로 폭기하여 수은을 제거한다.
- 염화제이주석 용액: 염화제이주석 ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 200 g을 100 mL 진한 염산에 넣고 가열하면서 용해시킨다. 초순수로 최종부피 1 L가 되도록 한다. 수은이 없는 질소 가스로 4시간 이상 500 mL/min 속도로 폭기하여 수은을 제거하고 뚜껑을 잘 닫아 보관한다. 시약을 제조하면서 열과 흡이 발생하므로 보호장구를 착용하고 흡 후드 안에서 작업한다.
- 염화브롬 (BrCl) 용액 : 시약급의 브롬화칼륨 (KBr) 27 g을 진한염산 2.5 L에 녹인다. 이 때 테플론 코팅된 magnetic bar로 1시간 이상 교반한다. 여기에 시약급 브롬산칼륨 ( $\text{KBrO}_3$ ) 38 g을 천천히 넣는다 (주의: 이때 격렬한 반응이 일어나 많은 양의 할로겐 가스를 방출하므로 반드시 소량씩 넣어준다). 소량씩 넣으면 용액의 색 깔이 노란색에서 빨간색으로 최종적으로는 오렌지색으로 변한다. 병 뚜껑을 살짝 닫고 1시간 정도 더 교반하고 뚜껑을 잘 닫는다. 이 시약 제조는 절대 흡후드 내부에서 이루어져야 한다.
- 수은 표준원액 : 상용하는 1000 mg/L 혹은 10000 mg/L (NIST-3133) 용액을 사용한다.
- 수은 표준용액 (1000  $\mu$ g/L): 초순수 0.5 L에 염화브롬 5 mL를 넣고 수은 표준원액 1.00 mL (1000 mg/L) 혹은 0.10 mL (10000 mg/L)를 첨가한 후 초순수로 최종부피를 1 L이 되게 한다. 불화폴리머 병에 보관하면 표준원액의 보존기간까지 안전하다.
- 검량선 수은 표준용액: 수은 표준용액을 초순수로 100배, 10000배 희석하고 염화브롬 용액을 부피비율로 0.5%만큼 첨가한다 (5 mL/L). 이용액은 10 ng/mL 및 0.1 ng/mL가 되며 10 ng/mL 용액을 초순수로 희석하여 5 ng/L까지 만들면 된다. 이 때에도 염화브롬 용액을 부피 비율로 0.5%가 되게끔 첨가한다. 검량선용 표준 용액은 분석할 때마다 새롭게 만든다.
- 질소 및 아르곤 가스 : 질소 및 아르곤 가스는 고순도를(99.999%이상) 사용하며 금이 코팅된 모래 트랩을 사용하여 수은을 정제하여 사용한다.

## 5) 시료채취 및 관리

- 5.1) 현장에서 폴리에틸렌 병이나 비닐백에 담겨 얼려진 시료를 해동시킨다.
- 5.2) 플라스틱 주걱으로 시료를 균질화 한다.
- 5.3) 균질한 시료 5 ~ 9 g을 시료병에 담아 냉동 건조시킨다. 냉동 건조가 어려운 경우 습시료를 직접 사용한다. 습시료를 사용하는 경우는 별도 시료에서 수분 함량을 측정하여 분석 후 보정한다.

5.4) 일정 무게가 유지된 후 시료를 마노 분쇄기 (agate mortar)를 사용하여 곱게 분말화한다. 200 메쉬 체를 이용하여 통과된 분말만 시료병에 보관한다. 별도의 체질을 하지 않는 경우 손가락으로 만져보았을 때 입자가 만져지지 말아야 한다.

5.5) 분말 시료는 별도의 시료병에 넣어 수분이 조절되는 장소에 보관한다

## 6) 시험방법

6.1) 100 mL 테플론 비이커나 60 mL 산분해용 가압 용기에 분말화된 퇴적물 시료 0.2 g을 넣고 0.001 g까지 무게를 측정한다. 테플론 용기를 세척 후 열을 가해 건조시킬 경우 정전기로 인하여 퇴적물 시료 분말이 흩어질 수 있는데 이 때는 정전기 제거 장치를 통하여 무게를 측정한다. 공시료 3개, 퇴적물 표준물질 3개도 함께 준비한다.

6.2) 왕수 10 mL를 일회용 피펫으로 첨가한다.

6.3) 비이커의 경우 테플론 시계접시를 덮고, 가압 용기는 뚜껑을 닫고 상온에서 4시간 방치한 후 발생한 가스를 날려보내고 시계접시를 덮거나 뚜껑을 닫고 가열판에 올린다. 가열판은 표면 온도가 150 °C로 맞춘다. 상업적으로 판매하는 가열판은 코일 선의 수가 적어 표면의 온도 분포가 불균질하므로 가열판의 전 표면의 온도가 고르게 전달될 수 있도록 테플론 코팅된 알루미늄 판을 덮고 사용하는 것이 좋다.

6.4) 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액을 60 mL 폴리에틸렌 병에 옮긴다.

6.5) 퇴적물 산분해 용액 분석 준비

6.5.1) 시료 분석 24시간 전에 산분해용액 10 mL를 60 mL 원심분리관에 넣고 초순수를 40 mL 첨가한 후 염화브롬 용액을 0.5 mL 첨가하여 노란색이 나타나도록 한다.

6.5.2) 만약 노란색이 지속되지 않으면 염화브롬 용액을 추가로 0.5 mL 첨가한다.

6.5.3) 매질 첨가 및 매질 첨가 반복 시료를 제조한다.

6.5.4) 염화브롬 용액으로 산화시킨 시료에 하이드록실아민염화수소 용액 0.2~0.25 mL를 첨가하고 뚜껑을 닫고 흔들어 주면 노란색이 없어지면 수은 분석 준비가 완료된다.

6.6) 수은 분석

6.6.1) 본 시험법은 흐름 주입(Flow Injection) 방법으로 작성되었으므로 동일 성능의 다른 기기의 경우 해당 매뉴얼을 참고한다.

6.6.2) 분석 1시간 전에 수은분석기를 가동시킨다.

6.6.3) 염화제이주석 용액, 초순수를 연속주입장치에 연결하고 유로에 남아있을 수 있는 수은을 제거하며 시약 공시료를 사용하여 자동 시료 주입기를 포함하는 유로를 세척한다.

6.6.4) EPA 1631법에 해당하는 소프트웨어를 작동시키고 검량선부터 시료를 분석한다.

## 7) 정도평가/정도관리(QA/QC)

본 분석법에서는 다음과 같은 정도관리 항목을 포함시키며 필요한 경우 다른 정도관리 프로그램을 첨가할 수 있다.

8.1) 검량선작성

8.1.1) 검량선 작성을 위해 준비된 표준용액을 3번 반복하여 측정하며 표준 용액은 검량선 공시료를 포함하여 5농도 구배 이상을 포함 하여야한다.

8.1.2) 각 표준용액에 대한 신호세기 평균값에서 검량선 공시료의 평균 신호 세기를 뺀다.

8.1.3) 각 표준용액 수은농도에 해당되는 보정된 신호세기를 이용하여 검량선을 최소자승법으로 작성하고 검량선의 기울기, Y-절편 및 결정계수 값을 기록한다.

8.1.4) 검량선 인자 (Calibration Factor)를 계산하여 검량선의 이용여부를 판단한다.

$$CF = \frac{(\text{각 표준용액의 신호세기} - \text{검량선 공시료 신호세기})}{\text{각 표준용액의 수은농도}}$$

8.1.5) CF 값의 평균과 표준편차를 구하여 상대표준편차가 15 % 이내이면 검량선을 이용하고 15 %를 벗어나면 검량선을 재작성한다.

8.2) 공시료 : 시료와 같은 처리 (용기, 기구, 시약, 분석 과정)를 하여 제조하고 분석한다. 한 실험구당 최소 3개 이상을 만들고 분석하며 시료 중 수은 농도 계산 시 반영한다.

8.3) 매질첨가 및 매질첨가 반복시료 : 시료 전처리 및 분석방법이 해당 시료의 매질에 문제가 없는지를 확인하기 위하여 현장 시료 개수의 10 %에 해당되는 수 만큼의 매질 첨가 시료와 첨가 반복시료를 만든다. 즉, 20개 시료이면 2개의 매질 첨가 시료와 2개의 반복시료를 제조한다.

8.3.1) 첨가하는 표준 용액의 농도는 측정하는 농도가 50 ng/L가 되게끔 한다.

8.3.2) 회수율은 다음과 같이 계산하고 80 % ~ 120 % 이내가 되어야 한다.

$$\% \text{회수율} = \frac{(\text{첨가한 시료에서의 농도} - \text{첨가하지 않은 시료의 농도}) \times 100}{\text{첨가한 수은 농도}}$$

8.3.3) 매질첨가 반복시료의 경우 상대차율을 다음과 같이 계산하며 30 % 이내가 되어야 한다.

$$\% \text{상대차율} = 200 \times \frac{(\text{첨가한시료사이의 농도차이})}{\text{첨가한 시료 사이의 농도 합}}$$

8.4) 표준물질 분석 : Hg 농도값이 보증된 퇴적물 표준시료를 분석하여 정확도를 평가한다.

## 9) 결과

9.1) 최종 농도 계산 : 측정 농도에 회석 배수를 곱하여 퇴적물 중 수은 농도를 계산한다. 염화브롬용액 및 하이드록실아민염화수소는 검량선용 표준용액에도 같은 부피로 첨가되므로 결과에 영향을 주지 않는다. 퇴적물 시료의 수은 농도는 다음 식을 사용한다.

$$\text{수은}(ng/g) = (\text{측정 농도} - \text{공시료 농도}) \times \text{회석 배수}$$

9.2) 정도관리 자료 보고 : 8.0에서 제시한 정도관리 내용을 보고한다.

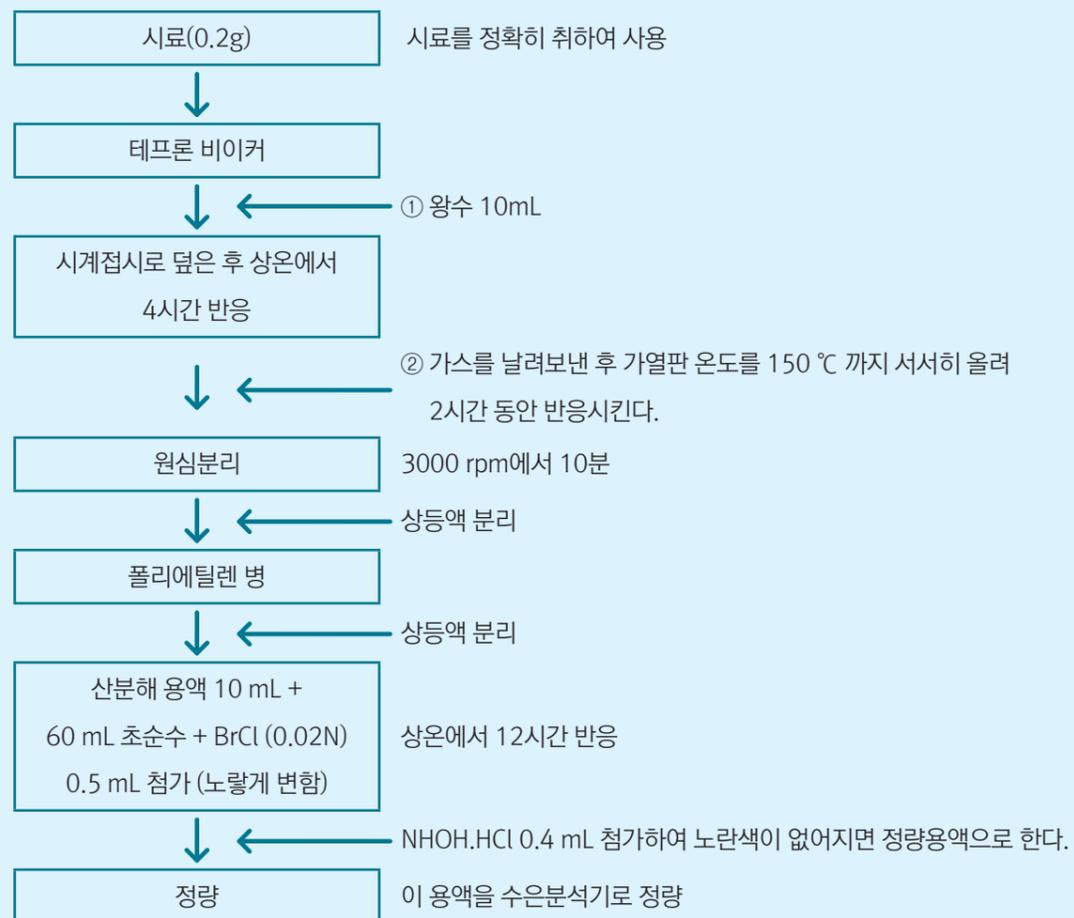
9.2.1) 검량선의 기울기, Y-절편, 결정계수 (R2)

9.2.2) 공시료의 평균농도

9.2.3) 퇴적물 표준물질 분석 및 보증 농도

9.2.4) 매질첨가 회수율(%) 및 매질첨가 반복 시료 간 상대차율

## 10) 분석절차 흐름도



## 11) 참고사항

11.1) 왕수와 염화 브롬액을 사용하기 때문에 시약 제조와 시료 처리 시에 피부 접촉이나 흡을 마시지 않도록 각별히 주의해야 한다.

11.2) 실험복을 자주 세탁할 것을 권장한다.

11.3) 실험 후에는 비누 등을 이용해서 손과 얼굴 등을 씻는다.

11.4) 시약에 대한 자세한 안전지침은 개별 물질의 안전 지침을 따른다.

11.5) 고품수는 분석기를 사용하면 편리하고 정량한계가 매우 낮은 수은 분석이 가능하다.

