



## 해양생태환경 협력체계 구축을 위한 해양환경분야 관계자 워크숍

- 일 시 : 2017. 7. 7(金), 14:00~16:00
- 장 소 : 충남도청 123호 회의실
- 주최·주관 : 충청남도, 충남연구원



# 해양환경측정망 관계기관 합동워크숍

- (때 · 곳) 2017. 7. 7(金), 14:00 ~ 16:00 / 충청도청 123호 회의실
- (참석인원) 26명(전문가, 연구진, 도 및 시군 공무원 등)
- (주 최) 충청남도 해양정책과
- (주 관) 충남연구원 서해안기후환경연구소
- (내 용) 서해안 해양환경측정망 유관기관 주제 발표 및 현안 토론  
→ 유관기관 간, 업무 협력 및 해양환경 현안에 대한 공동대응 방안 도출

시 간		내 용	비고
13:50~14:00	10'	등 록	-
14:00~14:05	5'	개회사 및 참석자 소개	사회자(해양환경팀장)
14:05~14:10	5'	인 사 말 씀	충청남도 해양정책과 정낙춘 과장
14:10~14:25	15'	❶ 충청남도 연안환경측정망 운영현황 및 주요 현안 대응계획 소개	충남연구원 윤종주 박사
14:25~14:40	15'	❷ 해양환경관리공단 해양환경측정망 소개	해양환경관리공단 김성수 박사
14:40~14:55	15'	❸ 천수만 어장 현황과 서해수산연구소의 현안 대응 연구	국립수산과학원 이경미 박사
14:55~15:10	15'	❹ 충청씨그랜트센터 서해안 해양환경 조사현황	충남대학교 최만식 교수
15:10~16:00	50'	종 합 토 론	충남대학교 박문진 교수
16:00		폐 회	사회자

## I 추진 배경

- 충청남도와 충남연구원은 도내 해양환경에 대한 체계적인 관리정책 수립을 위한 「서해안 연안환경측정망」을 구축하고, 2015년부터 매년 정기적인 해양환경 조사를 실시하고 있음
- 도내 연안에는 하구 생태복원(하구호 수질오염) 및 해양오염퇴적토 문제 등 다양한 환경현안에 따른 연안환경 조사수요가 확대되고 있음
- 이에 따라 충남도 해역을 모니터링 하는 타 관계기관과의 연구협력 강화를 통한 각종 해양환경현안 공동대응 필요성이 증대되고 있음

## II 워크숍 목적

- 본 워크숍에서는 충남 해역의 해양환경보전을 위해 진행중인 도내 주요 기관별 해양환경측정망 운영 현황을 우선 살펴봄
  - 해양환경관리공단(KOEM), 국립수산물연구원 서해수산연구소, 충남씨그랜트 센터, 충청남도(충남연구원)의 사례 발표
- 해양환경측정망 운영 유관기관 간의 서해안 주요 해양환경현안에 대한 효율적인 공동대응 방안을 모색
- 도내 지속가능한 해양환경 보전을 위한 종합적 관리계획의 구체적 활성화 추진 안을 도출하고 상호 협력방안을 논의하고자 함

## III 주요 논의 내용

- 각 기관별 관측성과 공유 및 자료의 공동 활용방안 모색
- 충남도 주요해역에 대한 각종 환경이슈 현안 논의
- 연안하구 생태복원, 하구호 방류 영향, 해양저층 오염퇴적토 문제(빈산소수괴 발생) 등 현안 해결방안 및 계획 논의(공동 조사 등)
- 특별관리가 필요한 해역에 대한 향후 조사계획 및 공동연구 논의
- 도, 시·군, 연구기관 간의 상호 협력 및 역할 정립 방안 등
- 관계기관 업무협약(MOU 등) 및 협의회(포럼) 등 정기개최 방안 협의

## 붙임 1

## 주요 참석자 명단

구 분	성 명	소 속	비 고
계			26명
외부전문가 (4)	박문진	충남대학교 해양환경과학과	토 론 (좌장)
	김성수	해양환경관리공단 해양수질팀	발표 및 토론
	이경미	국립수산과학원 서해수산연구소 양식산업과	발표 및 토론
	최만식	충남대학교 해양환경과학과	발표 및 토론
충남연구원 (2)	윤종주	충남연구원, 책임연구원	발표 및 토론
	신우석	충남연구원, 책임연구원	
도 (6)	정낙춘	충청남도, 해양정책과장	토 론
	임민호	충청남도, 수산자원과장	
	김윤섭	충청남도, 해양환경팀장	
	김영민	충청남도, 수산자원팀장	
	강종순	충청남도 수산자원연구소 기술보급팀장	
	노광현	충청남도 수산자원연구소 기술보급팀장	
시.군 (14)	김영수	보령시, 수산자원팀장 외 1명	
	황민수	아산시, 해양수산팀장 외 1명	
	안종화	서산시, 해양환경팀장 외 1명	
	박현기	당진시, 해양환경팀장 외 1명	
	나광순	서천군, 연안항만팀장 외 1명	
	이재학	홍성군, 수산해양팀장 외 1명	
	고현정	태안군, 수산산업팀장 외 1명	



# CONTENTS

- I. 충청남도 연안환경측정망 운영현황 및 주요 현안 대응계획 소개 1  
충남연구원 서해안기후환경연구소 윤 중 주 책임연구원
- II. 해양환경관리공단 해양환경측정망 소개 23  
해양환경관리공단 해양수질팀 김 성 수 팀장
- III. 천수만 어장 현황과 서해수산연구소의 현안 대응 연구 39  
국립수산과학원 서해수산연구소 이 경 미 연구사
- IV. 충청씨그랜트센터 서해안 해양환경 조사현황 53  
충남대학교 해양환경과학과 최 만 식 교수



# **I. 충청남도 연안환경측정망 운영현황 및 주요 현안 대응계획 소개**

윤 종 주 책임연구원



서해안 해양환경현안 공동대응을 위한 해양환경측정망 관계기관 합동워크숍

# 충청남도 연안환경측정망 운영현황 및 주요 현안 대응계획 소개

윤 중 주

2017. 7. 7.



충청남도  
Chungcheongnam-do



충남연구원  
ChungNam Institute

## 목 차

- I. 충청남도 연안환경측정망 운영 배경
- II. 충청남도 연안환경측정망 현황
- III. 모니터링 결과 소개
- IV. 주요 현안 대응계획

## I. 충청남도 연안환경측정망 운영 배경

3



### 충청남도 연안환경측정망 운영

충남연구원  
ChungNam Institute

#### 연구 배경

- 연안오염에 따른 수산자원 등 감소주장에 대한 객관적 자료 부재
- 육상기인 연안오염물질 유입에 따른 오염 실태 자료 필요
- 체계적인 연안환경관리 및 보전 정책수립을 위한 **기초자료 확보**

#### 연구 목적

- 충청남도 서해안 연안 환경변화에 따른 개발과 보존이 공존하는 지속가능한 발전의 토대 구축
- **각종 연안환경오염의 원인규명 및 관리대안 마련**
- 중장기적인 실천계획의 수립을 위한 자료 축적
- **국가 상위 계획과의 연계**를 통한 도정의 지속성 및 연속성 확보

4



## 연구추진 경과




### 추진 경과

<b>1</b>	'14.06~'15.06	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 충청남도 연안환경측정망 구축 연구용역 (수행완료)</li> <li>● 연안환경측정망 26개소 구축안 제시</li> </ul>
<b>2</b>	'15.10~'15.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 서해안 연안환경측정망 모니터링 연구용역 착수</li> <li>● 2015년 4/4분기 연안환경측정망 조사 실시/용역 완료</li> </ul>
<b>3</b>	'16.2~ 현재	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2016년 서해안 연안환경측정망 모니터링 연구용역</li> <li>● 해역별 해양환경측정 자료 분석(2,5,8,11월 모니터링)</li> </ul>




서해안 연안환경측정망 모니터링 연구

5



## 연구추진 경과



### 과업의 범위

<b>1</b>	공간적 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 충청남도 서해 연안지역 7개 시군</li> <li>- 보령, 아산, 서산, 당진, 서천, 홍성, 태안</li> </ul>
<b>2</b>	시간적 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 중기계획 : 2016 ~ 2020년 (1단계 5개년)</li> </ul>
<b>3</b>	내용적 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 충청남도 연안의 해양환경 상태 및 오염원 정기 조사</li> <li>● 충청남도 서해안 연안환경측정망 조사(30개 정점)</li> <li>● 해역별 해양환경측정 자료 분석</li> <li>● 체계적인 연안환경관리 및 보전정책수립을 위한 기본자료 생산</li> <li>● 차년도 연안환경측정망 운영계획 개선 · 개정 의견 제시</li> </ul>

6

## II. 충청남도 연안환경측정망 현황

7



### 충청남도 연안환경측정망 현황



#### 운영 체계

##### 1 충청남도 서해안 연안환경 측정망 조사

- 총 30개 정점에 대한 해수, 해저퇴적물, 해양생물 현장 조사
- 분기별 (2, 5, 8, 11월 중) 정점별 1회 관측 실시

##### 2 해역별 현장조사 자료 분석

- 각 해역별 연안환경 특성 및 오염 정도 분석 (매년 분기별 1회 관측)
- 수질 기준치를 초과하는 해역의 오염 원인 분석
- 수질평가지수 산정을 통한 해역별 수질등급기준 제시
- 연안환경에 악영향을 미치는 외부영향 규명

##### 3 연안환경측정망 운영계획 개선방안 제안

- 효율적인 중·장기 연안환경측정망 운영 계획 수립
- 해역별 환경특성을 반영한 조사항목 및 조사방법의 조정
- 연안환경정보 자료표출 시스템 및 활용방안 검토

8



## 충청남도 연안환경측정망 현황



### 조사 세부항목

구분		조사항목	조사정점
해수	일반항목 (15)	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN (NO <sub>2</sub> -N, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N), TP, DIP(PO <sub>4</sub> -P), SiO <sub>2</sub> -Si, SPM, 투명도, Chlorophyll-a	30개 정점
	미량금속 (8)	유분	5개 정점
	미량금속 (8)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr <sup>6+</sup> , 총수은, As, CN	30개 정점
해저퇴적물	일반항목 (4)	입도, 강열감량, AVS, COD	30개 정점
	중금속 (13)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, Ni, Co, Al, Li, Fe, Mn	30개 정점
해양생물	중금속 (7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	4개 정점

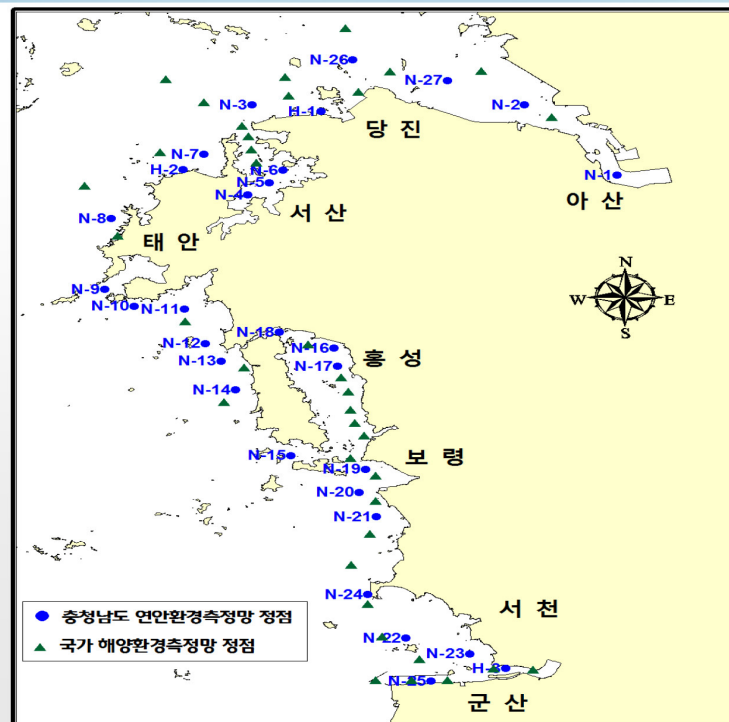
주)

1. 해수 일반항목은 표층·저층 조사이며, 해수 미량금속, 유분은 표층조사임
2. 해양생물은 진주담치 및 굴 체내의 미량금속 농도를 추정하여 해양 환경 오염 상태 진단
3. 해양환경측정 정도 관리 인증을 받은 측정분석업체에서 시료분석 실시

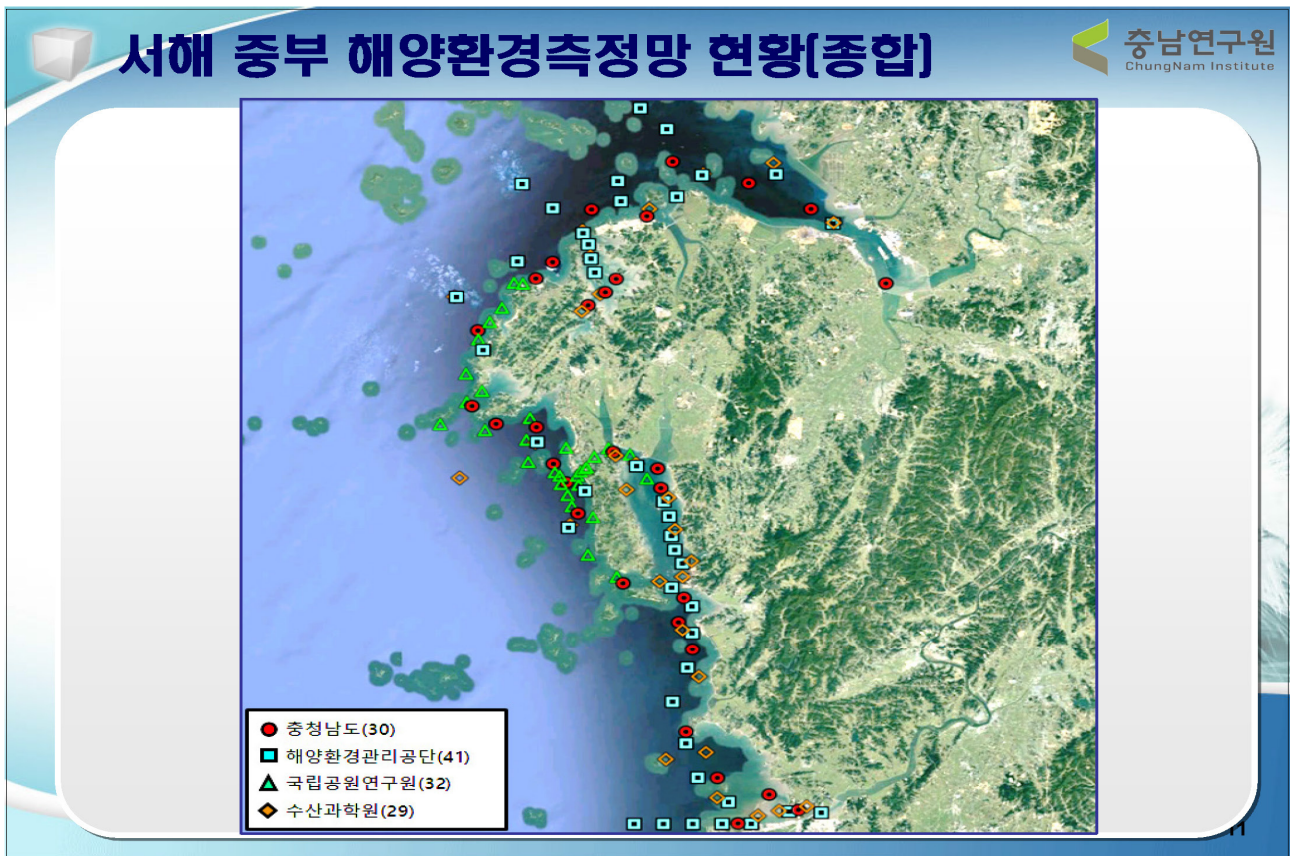
9



## 충청남도 연안환경측정망 현황



10



### III. 모니터링 결과 소개

13

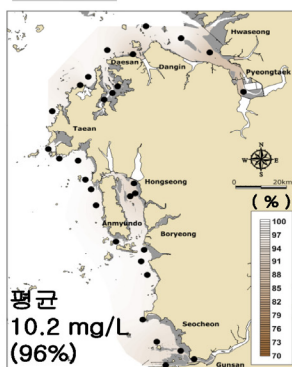


## 해양환경 조사 결과 (해양 수질)

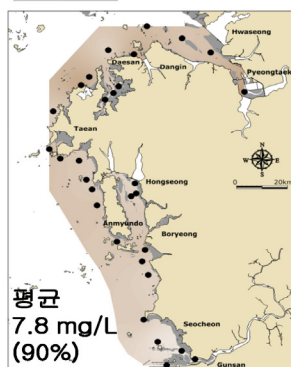
### 저층 용존산소 포화도(DO)

DO, 7.5이상(1등급), 5이상(2등급), 2이상(3등급)

동계



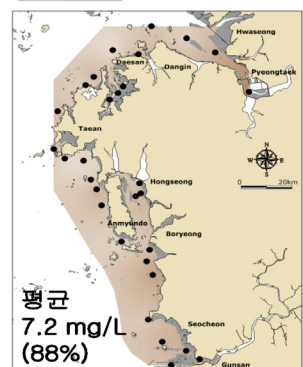
준계



하계



주계



- ✓ 동계에 상대적으로 높은 용존산소 포화도를 보임
- ✓ 전반적으로 아산만 내측, 천수만 내측과 금강 하구 인근에서 낮은 포화도를 보임

14

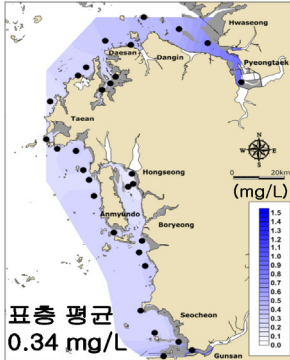


## 해양환경 조사 결과 [해양 수질]

### 총질소(TN)

TN, 0.30이하(1등급), 0.60이하(2등급), 1.00이하(3등급)

동계



준계



하계



주계



- ✓ 전반적으로 아산만 및 금강 하구 인근 해역에서 높음(염분이 낮게 관측된 지점)
- ✓ 계절별 차이는 동계에 약간 높게 나타나며, 그 외는 뚜렷하지 않음

15

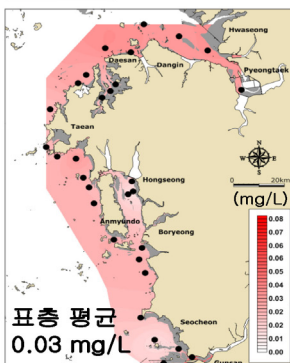


## 해양환경 조사 결과 [해양 수질]

### 총인(TP)

TP, 0.03이하(1등급), 0.05이하(2등급), 0.09이하(3등급)

동계



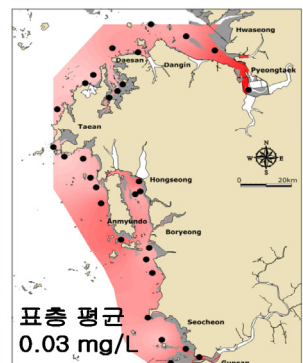
준계



하계



주계



- ✓ 전반적으로 아산만 및 천수만 해역에서 높음
- ✓ 동계보다 하계에 상대적으로 증가하였음

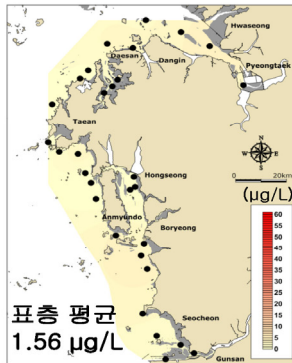
16



## 해양환경 조사 결과 [해양 수질]

### 엽록소-a[Chl-a]

동계



춘계



하계



추계



- ✓ 추계, 동계보다 춘계 및 하계에 상대적으로 높음
- ✓ 춘계는 금강 하구, 하계에는 태안 및 보령 연안에서 상대적으로 높음

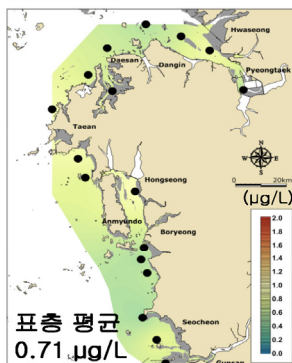
17



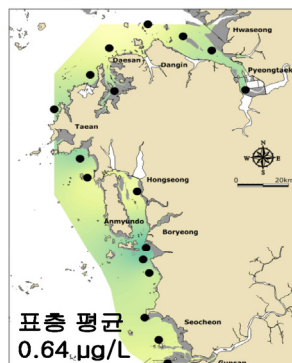
## 해양환경 조사 결과 [해양 수질]

### 중금속류-아연[Zn]

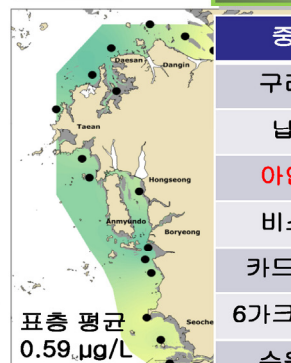
동계



춘계



하계



#### 해양생태계 보호기준(µg/L)

중금속	단기	장기
구리(Cu)	3.0	1.2
납(Pb)	7.6	1.6
아연(Zn)	34	11
비소(As)	9.4	3.4
카드뮴(Cd)	19	2.2
6가크롬(Cr <sup>6+</sup> )	200	2.8
수은(Hg)	1.8	1.0
니켈(Ni)	11	1.8

- ✓ 모든 중금속 항목에서 해양생태계 보호기준의 단기(34µg/L) 및 장기(11µg/L) 기준 이하
- \*단기 기준(1회성 관측) \*\*장기 기준(최소 4계절 조사 자료)

18

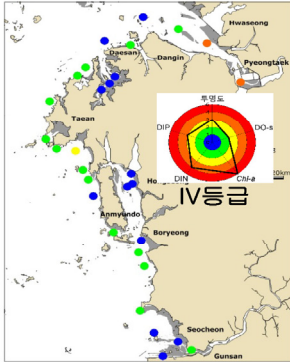


## 해양환경 조사 결과 [해양 수질]

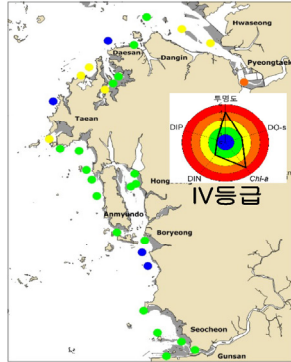
### 수질평가지수(WQI)

● 1등급 (23이하) ● 2등급 (24~33) ● 3등급 (34~36) ● 4등급 (47~59) ● 5등급 (60이상)

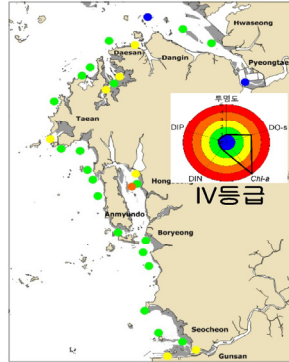
#### 동계



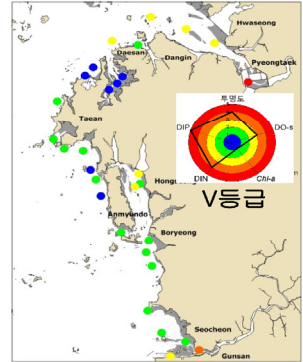
#### 춘계



#### 하계



#### 추계



- ✓ 동계에는 대부분 I~II 등급이며, 아산 연안에서 IV 등급을 보임
- ✓ 춘계에는 대부분 II 등급이며, 아산 연안에서 III~IV 등급을 나타냄
- ✓ 하계에는 대부분 II 등급이며, 천수만 내측, 가로림만에서 II~IV 등급을 나타냄
- ✓ 추계에는 대부분 II등급이며, 아산만 V등급, 금강하구에서 IV등급, 천수만, 당진연안에서 III 등급을 나타냄

19

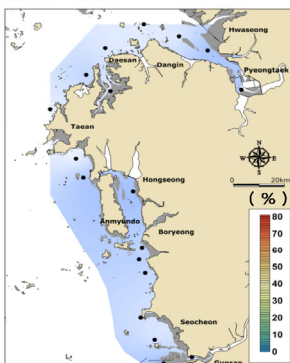


## 해양환경 조사 결과 [해양 퇴적물]

### 강열감량(IL)

국내 부영양화 관련 평가항목 15%미만 3점, 5%미만 0점

#### 동계



1.1~5.1%  
(평균 2.9%)

#### 춘계



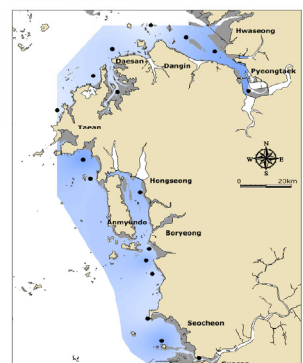
1.3~7.0%  
(평균 3.5%)

#### 하계



0.6~6.5%  
(평균 3.4%)

#### 추계



0.9~7.3%  
(평균 3.8%)

- ✓ 계절별 편차는 상대적으로 작게 나타남
- ✓ 아산 연안, 천수만, 금강 하구역 인근 해역에서 강열감량이 상대적으로 높음

20

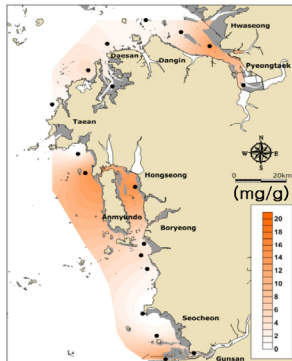


## 해양환경 조사 결과 (해양 퇴적물)

### 화학적산소요구량(COD)

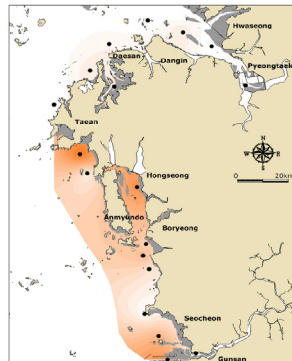
일본 수산자원 보호협회 기준농도 : 20 이하  
국내 부영양화 관련 평가항목 20미만 1점, 13미만 0점

동계



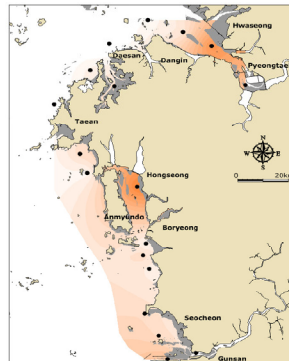
0.1~14.6 mg/g  
(평균 4.9 mg/g)

춘계



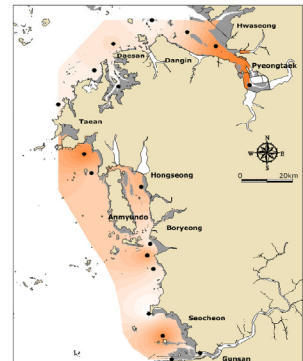
0.3~18.4 mg/g  
(평균 5.7 mg/g)

하계



0.1~16.6 mg/g  
(평균 5.5 mg/g)

추계



0.1~17.9 mg/g  
(평균 7.3 mg/g)

✓ 계절별 편차는 상대적으로 작게 나타남

✓ 아산 연안, 천수만, 금강 하구역 인근 해역에서 화학적산소요구량이 상대적으로 높음

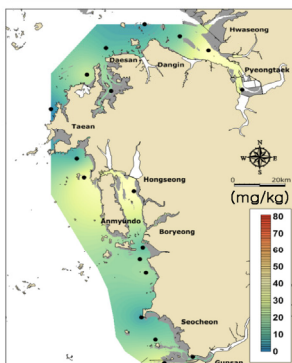
21



## 해양환경 조사 결과 (해양 퇴적물)

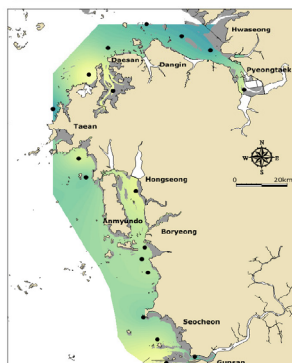
### 중금속 - 아연(Zn)

동계



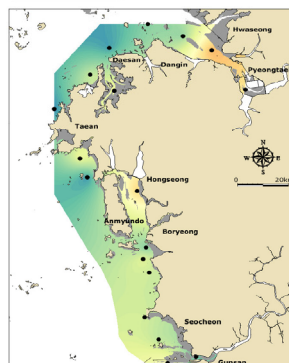
1.8~42.7 mg/kg  
(평균 19.2 mg/kg)

춘계



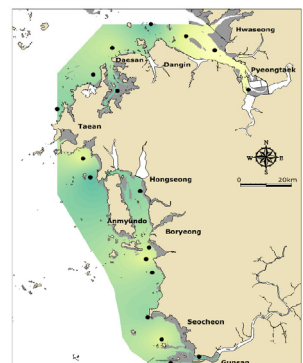
3.2~37.9 mg/kg  
(평균 20.2 mg/kg)

하계



2.0~58.2 mg/kg  
(평균 25.8 mg/kg)

추계



8.6~40.3 mg/kg  
(평균 22.1 mg/kg)

✓ 아산만, 천수만, 금강 하구역, 가로림 인근 해역에서 상대적으로 높은 농도를 보임

✓ 국내 환경 기준(68.4mg/kg) 및 국외 환경 기준(150mg/kg)에는 미치지 않음

22



## 해양환경 조사 결과 (해양 퇴적물)

### 원소분석 결과, C/N [전유기탄소/전질소] 비

유기물 중 C/N비는 유기물의 특성과 기원을 지시

- C/N 비 > 10 : 유기물이 육상에서 유입, C/N비 < 10 : 유기물이 내부생산(생물생산)에 의한 해양기원임을 나타냄

		OC(%)	TN(%)	C/N 비
아산 연안	N1	0.05	0.01	5.27
	N2	0.02	0.01	2.55
	N26	0.06	0.01	5.26
	N27	0.28	0.03	8.60
대산 및 가로림	N3	0.18	0.03	5.58
	N5	0.27	0.04	7.51
	N7	0.27	0.04	7.35
태안 연안	N8	0.03	0.01	3.06
	N11	1.07	0.14	7.39
	N12	0.26	0.03	7.65
천수만 및 보령 연안	N17	0.84	0.11	7.67
	N19	0.47	0.06	7.76
	N20	0.60	0.09	6.84
	N21	0.34	0.04	7.91
서천 연안	N22	0.59	0.08	7.04
	N24	0.13	0.02	6.72
	N25	0.68	0.09	7.85
	H3	0.06	0.01	5.81
최소		0.02	0.01	2.55
최대		1.07	0.14	8.60
평균		0.34	0.05	6.54

표층퇴적물 내 유기물

: 대부분 현장에서 생성된

내부생산 유기물이 많이

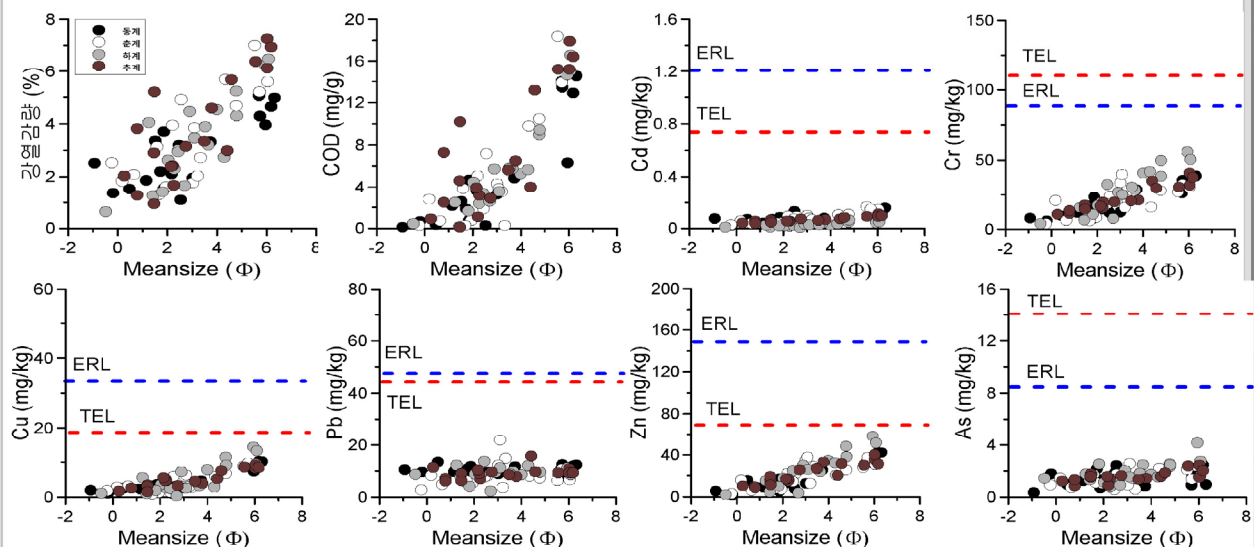
혼합되어 있음을 나타냄

23



## 해양환경 조사 결과 (해양 퇴적물)

ERL : 미국 해양대기청(NOAA)의 퇴적물 중금속 관리 기준, TEL : 국내 해양환경관리법에 따른 해양환경 기준 (주의기준)



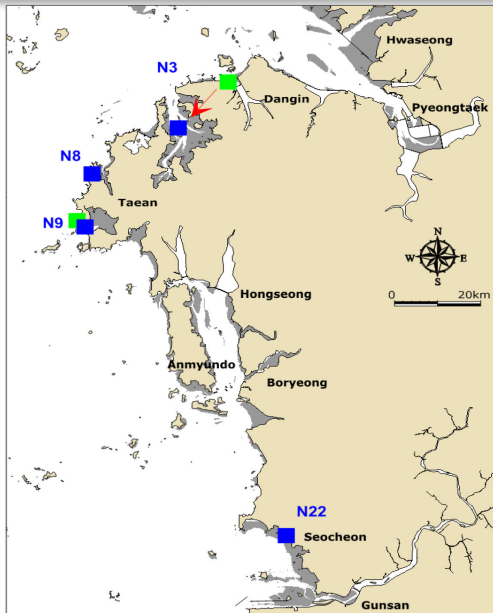
✓ 퇴적물 내 모든 중금속 항목은 국내(주의 기준, TEL) 및 국외(ERL) 환경 기준 이하

✓ 유기물 항목 및 중금속 항목은 평균 입도와 양호한 상관성을 가짐

24

## 해양환경 조사 결과 [해양생물 내 중금속]

### 정점도



	2월	5월, 8월, 11월
N3	삼길포	가로림
N8		천리포
N9	파도리	통개항
N22		선도리

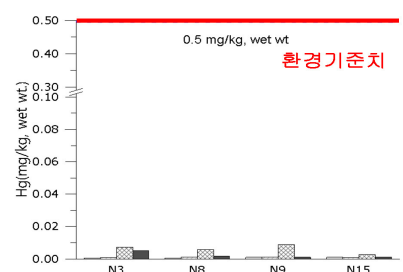
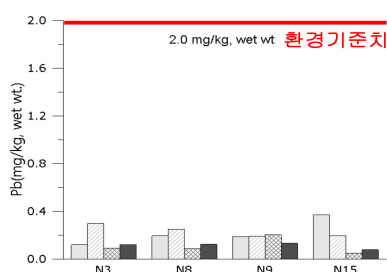
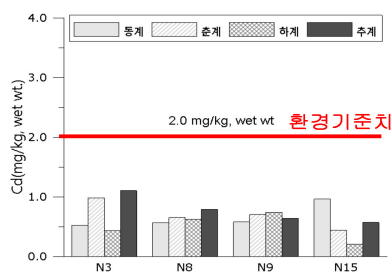


25

## 해양환경 조사 결과 [해양생물 내 중금속]

### 해양생물 내 중금속

지역	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Hg
	(mg/kg wet wt.)					
식품기준	2.0		-	2.0	-	0.5
남해안 연안	0.37~0.79	0.09~0.25	-	0.04~0.32	-	0.006~0.011
국내 연안	0.713	0.16	22.6	0.20	48.0	-
금회 조사	0.65	0.19	45.7	0.17	176	0.002



- 모든 정점에서 패류의 중금속 기준(제 2015-78호, 식품의약품안전처) 이하로 나타남
- 기존 연구결과(국내연안)와 비교시 대부분 유사한 수준으로 나타남

26

## IV. 주요 현안 대응계획

27



## 주요 현안 대응계획

충남연구원  
ChungNam Institute

### 천수만

공사	시기	공사 내용	비고
서산	1982년	B지구 물막이	부남호 형성
A, B 지구	1984년	A지구 물막이	간월호 형성
홍보지구 종합 개발	1991년 ~ 2001년	모산만 입구 홍성방조제 준공 오천만 입구 보령방조제 준공	



28



## 주요 현안 대응계획

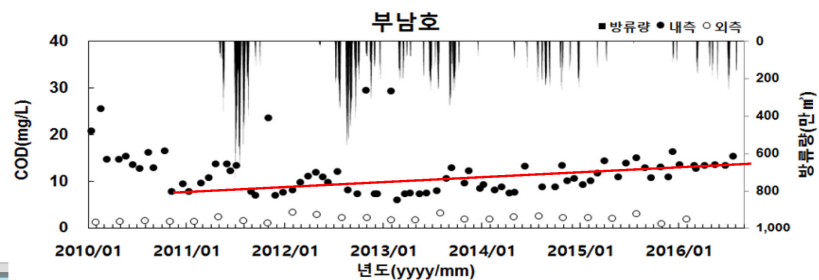
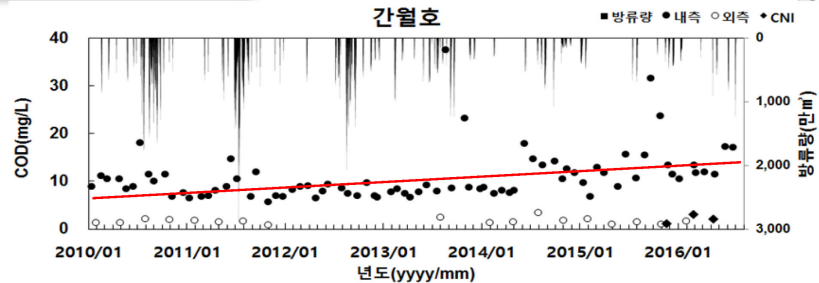


### 육상기인 오염원 영향 분석

- 해양환경의 현장조사와 함께 방조제 수문 작동에 따른 육상부의 오염원 유입상황에 대한 영향 조사가 필요



등급 (하천 및 호소 기준)		기준 (단위:mg/L)	
		BOD	COD
매우 좋음	Ia	1 이하	2 이하
좋음	Ib	2 이하	4 이하
약간 좋음	II	3 이하	5 이하
보통	III	5 이하	7 이하
약간 나쁨	IV	8 이하	9 이하
나쁨	V	10 이하	11 이하
매우 나쁨	VI	10 초과	11 초과



29



## 주요 현안 대응계획



### 하계 양식장 대량폐사

현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>조피볼락은 서해권역에 중요한 해면 양식어종임</li> <li>2016년 8월 지속된 폭염으로 천수만(태안, 서산, 보령, 홍성) 지역 가두리 양식장의 조피볼락 등 어류 700여 톤 폐사</li> </ul>
문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>천수만 내측은 조피볼락 양식 적지였으나 최근 여름철 고수온 현상으로 대량폐사가 반복적으로 발생하고 있음('13년 500톤, '16년 700톤폐사)</li> <li>지속적인 해수온도 상승으로 인한 어체 면역기능과 활성 저하에 의한 원인으로 판단</li> <li>빈산소 및 무산소층 발생을 유발하는 저층오염퇴적토의 영향이 크게 작용하고 있음 (저층 퇴적물의 유기물 분해에 의한 산소 소비증가)</li> </ul>

30



## 주요 현안 대응계획



### 하계 양식장 대량폐사

**빈산소 수괴란** : 부영양화 된 내만에서 수괴의 성층화와 유기물 분해 및 기타 화학적 요인들에 의해 용존산소(DO)의 농도가 2.5~3.0mg/L 이하로 낮아지는 현상(이 동, 2010). 보통 하계 고수온기에 표층의 수온은 높고, 저층 수온이 낮아 수괴가 연직으로 성층될 때 발생함

**\* 우리나라 주요 발생해역** : 진해만, 가막만, 천수만, 시화호, 영산강 하구 등

▶ 용존산소(dissolved oxygen) 농도가 0.025mg/L 이하로 감소할 경우 저서동물은 완전히 폐사하여 일종의 무생물대(azoic zone)가 형성됨(Lim et al., 2006)



31



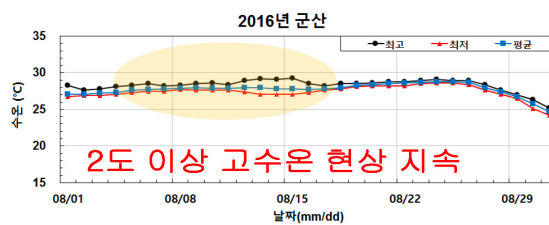
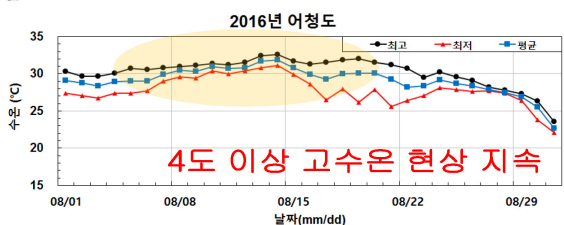
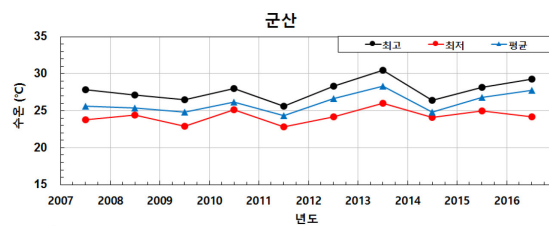
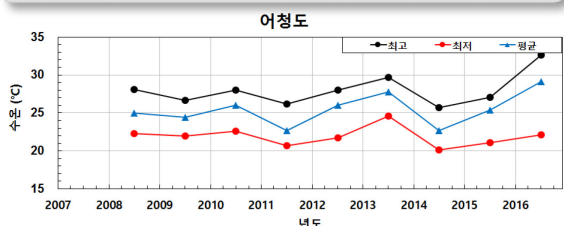
## 주요 현안 대응계획



### 고수온 발생 현황 분석

● 충남 주요 해역의 수온의 시간변화를 살펴봄

(자료 : 기상청 해양관측 결과)



32



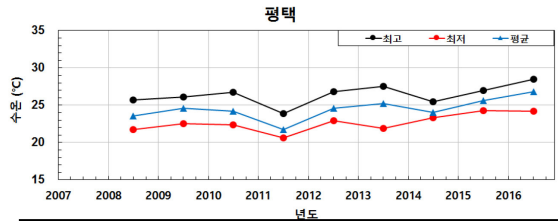
## 주요 현안 대응계획



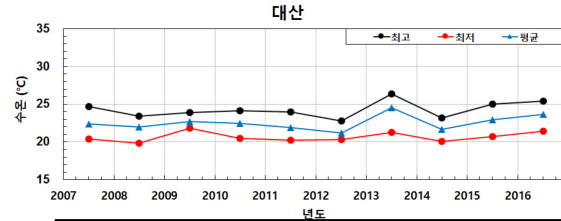
### 고수온 발생 현황 분석

충남 주요 해역의 수온의 시간변화를 살펴봄

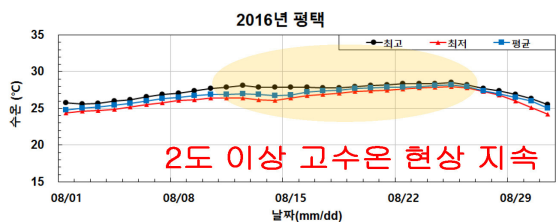
(자료 : 기상청 해양관측 결과)



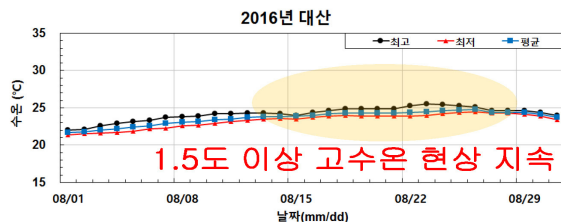
	최고수온(°C)	최저수온(°C)	평균수온(°C)
누년(2007~2015)	27.5	20.6	24.2



	최고수온(°C)	최저수온(°C)	평균수온(°C)
누년(2007~2015)	26.4	19.8	22.4



	최고수온(°C)	최저수온(°C)	평균수온(°C)
2016년	28.5	24.2	26.8



	최고수온(°C)	최저수온(°C)	평균수온(°C)
2016년	25.5	21.4	23.7

33



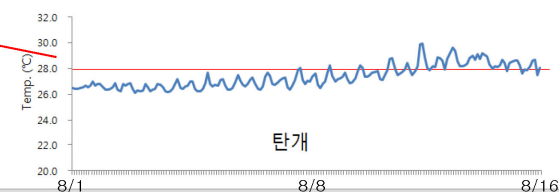
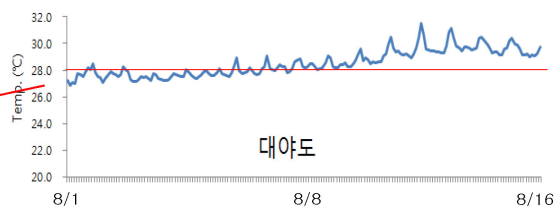
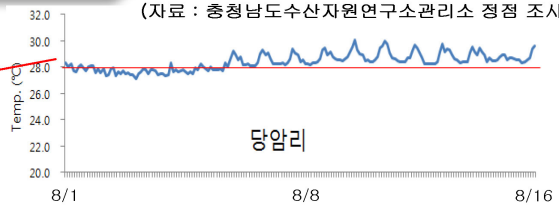
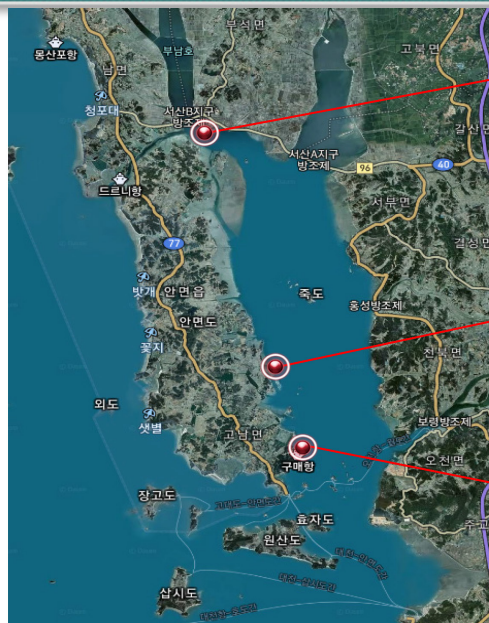
## 주요 현안 대응계획



### 천수만 내 고수온 발생 관측자료

충남 주요 해역의 수온의 시간변화를 살펴봄

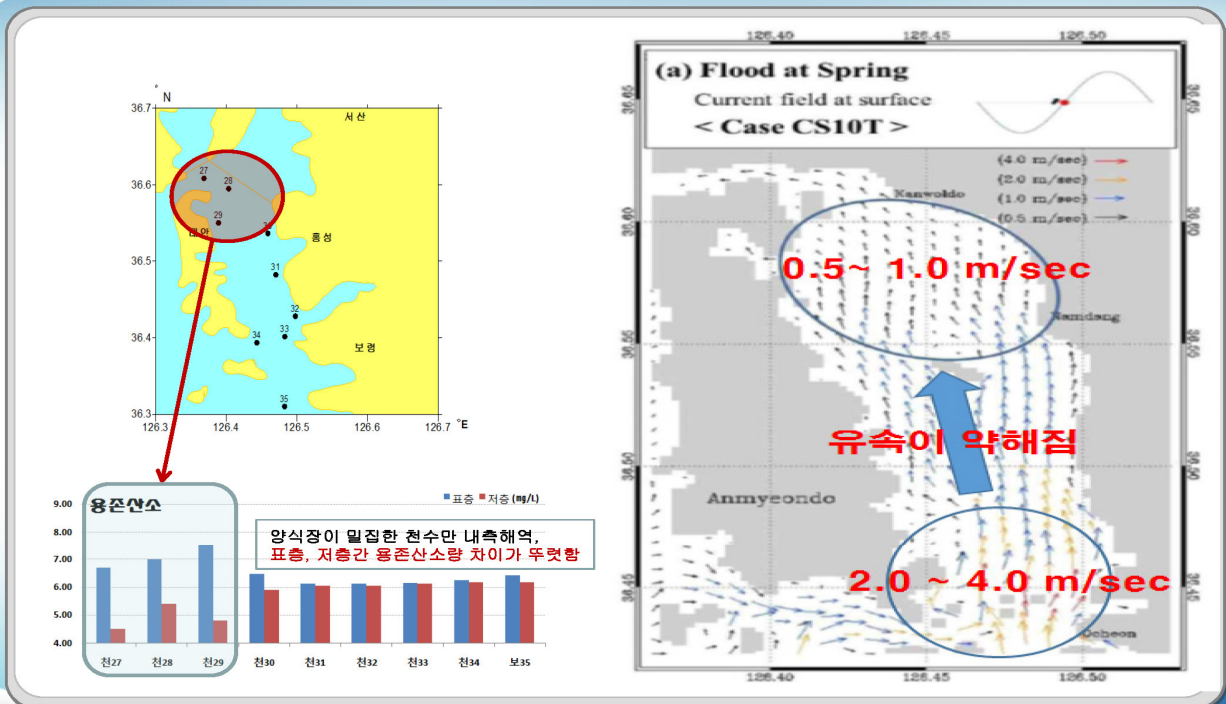
(자료 : 충청남도수산자원연구소관리소 정점 조사 결과)



34



## 주요 현안 대응계획

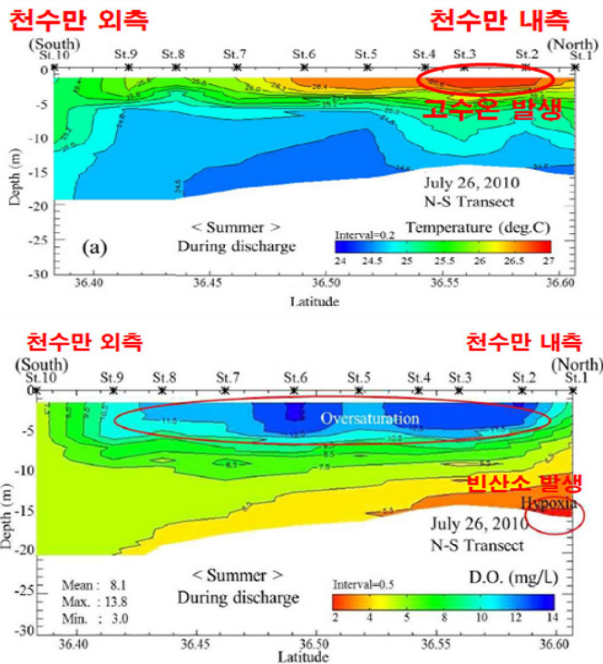


천수만 정점 조사 자료(국립수산과학원 서해수산연구소 자원환경과)

35



## 주요 현안 대응계획



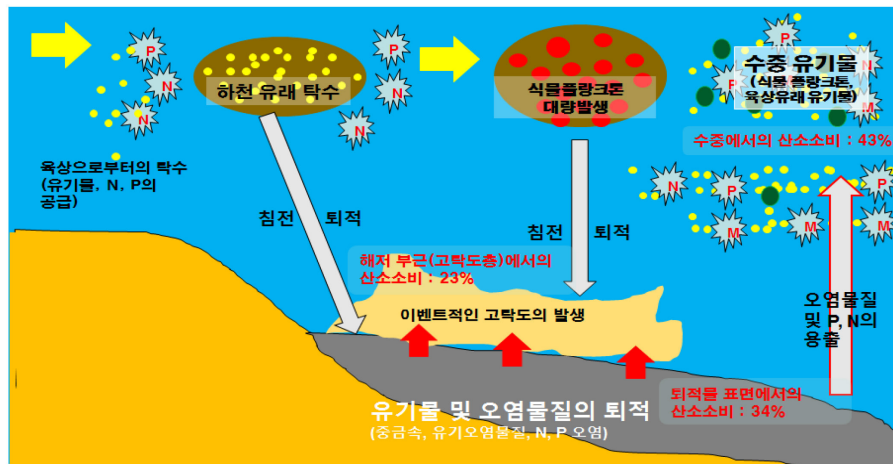
2010년 7월 천수만 내측 저층 빈산소 수괴 분포(정광영, 2015)

- ◆ 기존 연구 결과를 보면 천수만 외측에서 내측으로 갈수록 해수의 이동 속도가 감소
- ◆ 간월호와 부남호 등으로부터 유입된 오염 물질과 양식장에서 발생하는 사료 등의 유기물이 만대로 유입됨
- ◆ 유입된 오염물질이 외부로 이동할 수 없어 천수만 내측 해저에 퇴적될 가능성이 높음
- ✓ 천수만 내 수온, 염분, 용존산소 등에 대한 연직 공간분포에 대한 정기 조사가 필요
- ✓ 특히 7~8월 빈산소 수괴 발생가능성 높음

36

## 주요 현안 대응계획

### 저층 오염퇴적물에 의한 해양환경 피해



반폐쇄성 해역에서의 빈산소 발생요인 개념도

- 이벤트적인 고탁도층 및 저질 퇴적물 표면에서의 산소소비량이 전체 산소소비량의 반 이상을 차지함
- 빈산소의 발생을 제어하기 위해서는 유기오염물질을 함유한 오염퇴적 환경에 대한 개선이 중요

37

## 향후 연구 추진 계획

### 천수만 종합대책 수립 및 특별조사 실시

#### ● 육상기인 오염원 저감 대책 수립

- 담수호의 수질오염, 퇴적토 문제, 녹조현상, 농업용수 사용의 한계, 수산물 생산량의 감소
- 연안 수질개선 문제는 결국 갯벌 하구호 내 수질이 개선되어야 해결될 수 있음
- 해양수산부, 환경부, 농림축산식품부, 농어촌공사 등 관계기관간 긴밀한 협의가 중요
- 하구역 관리에 대한 주체가 명확치 않은 법제도적인 문제점에 대한 보완책 마련이 필요

#### ● 천수만 특별 조사 실시(2017년)

- 천수만 오염퇴적물 분포현황 조사(오염정화지수 시범 산출)  
: 주요 하구 외측 해역(천수만 북측해역) 저층 퇴적물에 대한 공간 조사 예정
- 육역 담수호(하구호)의 오염수 및 오염퇴적물 방류 영향 분석

#### ● 충청남도 해양수질자동측정망 운영계획 수립

- 2019년 1개소 배치 및 운영 계획 수립 예정(최적 대상지 검토)

38



## II. 해양환경관리공단 해양환경측정망 소개

해양환경관리공단 해양수질팀 김 성 수 팀장





깨끗하고 안전한 해양환경을 조성하여 국민의 삶의 질 향상

## 해양환경측정망 소개



푸른 해양의 미래가치를 창조하는 국민기업

### 법적근거

- ✓ **해양환경관리법 제9조(해양환경측정망)**
  - 해양수산부 장관은 연근해의 해양환경 상태 및 오염원의 측정·조사 등을 위하여 해양수산부령이 정하는 바에 따라 **해양환경측정망**을 구성하고 정기적으로 해양환경을 측정하여야 한다.
- ✓ **해양환경관리법 제123조(위임 및 위탁)**
  - 해양수산부장관 및 해역관리청은 다음 각 호의 업무를 공단의 이사장에게 위탁할 수 있다.
    1. 제9조제1항에 따른 해양환경측정망의 구성 및 정기적인 해양환경의 측정
- ✓ **해양환경관리법 시행규칙 제5조(해양환경측정망)**
  - 법 제9조제1항에 따라 다음 각 호의 해양환경측정망(이하 “해양환경측정망”이라 한다)을 구성·운영할 수 있다.

## 사업목적

# 해양환경관리 및 보전정책 수립을 위한 기본자료 제공 및 대국민 서비스

## 해양환경 종합모니터링 시스템 구축

전국 연안 해양환경  
변동실태 정기조사

해양생태계 구성요소  
매체별(해수, 해저퇴적물,  
해양생물) 조사

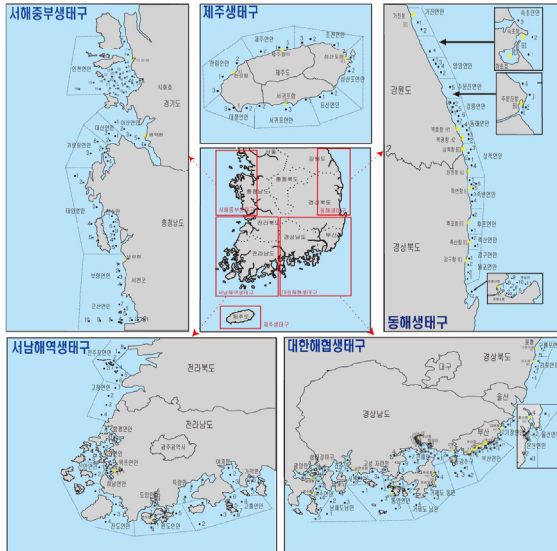
해양수질자동측정소  
신규설치, 유지관리  
및 실시간 자료생산

## 사업운영체제



## 조사정점현황

해양환경측정망 조사정점도



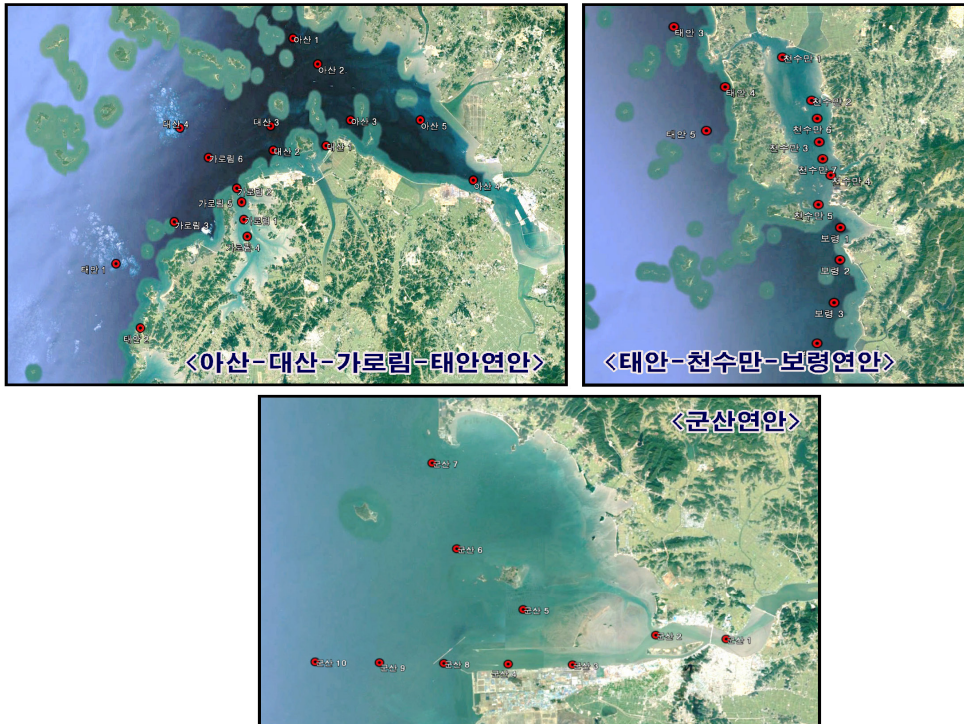
측정망	생태구역명	계	연안해양	
		98(417)	98(417)	
항만 환경측정망	소계	31 ( 50)	31 ( 50)	
	동해 생태구		10 ( 14)	거진-영일만
	대한해협 생태구		12 ( 23)	구룡포-여수
	서남해역 생태구		2 ( 3)	완도-목포
	서해중부 생태구		3 ( 3)	보령-인천
연근해 환경측정망	제주 생태구		4 ( 7)	제주-한림
	소계	49(212)	49(212)	
	동해 생태구		13 ( 56)	거진-영일만
	대한해협 생태구		13 ( 54)	구룡포-여수
	서남해역 생태구		9 ( 42)	여자-전주포
환경관리해역 환경측정망	서해중부 생태구		7 ( 41)	군산-아산
	제주 생태구		7 ( 19)	제주-한림
	소계	16(135)	16(135)	
	동해 생태구		-	
	대한해협 생태구		9 ( 77)	울산-광양만
하구역 환경측정망	서남해역 생태구		5 ( 25)	가막-함평
	서해중부 생태구		2 ( 33)	인천-시화
	제주 생태구		-	
하구역 환경측정망	소계	2 ( 20)	2 ( 20)	
	대한해협		2 ( 20)	섬진, 낙동

## 조사항목 및 시기

구분	조사항목	조사시기	조사정점
해수	일반항목(16) 수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), TP, DIP (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ), Si(OH) <sub>4</sub> , SPM, 투명도, Chl- <i>a</i>	2, 5, 8, 11월	417개
	유분	2, 5, 8, 11월	160개
	미량금속(8) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr <sup>6+</sup> , Hg, As, CN	2, 8월	198개
해저 퇴적물	일반항목(4) 입도, 강열감량, 황화물, COD	2월	198개
	미량금속(13) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As, Ni, Co, Al, Li, Fe, Mn	2월	198개
해양생물	미량금속(7) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As	2월	50개

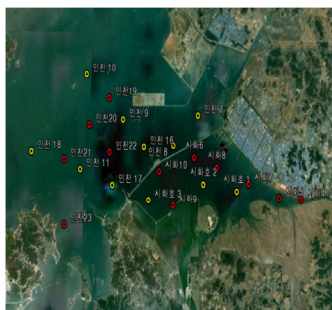
- 항만환경측정망 2, 8월 조사
- 해수: 모든 정점 표층과 저층 조사

## 충청남도 조사정점(해양환경측정망)

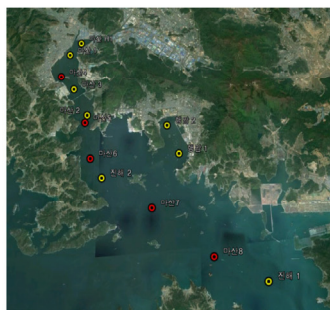


## 특별관리해역 집중조사현황

구분	조사항목	조사시기	총 조사정점
해수	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN( $\text{NO}_2^-$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ ), TP, DIP( $\text{PO}_4^{3-}$ ), $\text{Si}(\text{OH})_4$ , SPM, 투명도, Chlorophyll <i>a</i> , POC, DOC	<b>시화호-인천연안</b> [총 6회 조사] 2, 5, 6, 7, 8, 11월 <b>마산만, 수영강</b> [총 6회 조사] 2, 5, 6, 7, 8, 11월	시화호-인천연안 23 정점
			마산만 : 13 정점
			수영강 : 8 정점



〈시화호-인천연안〉



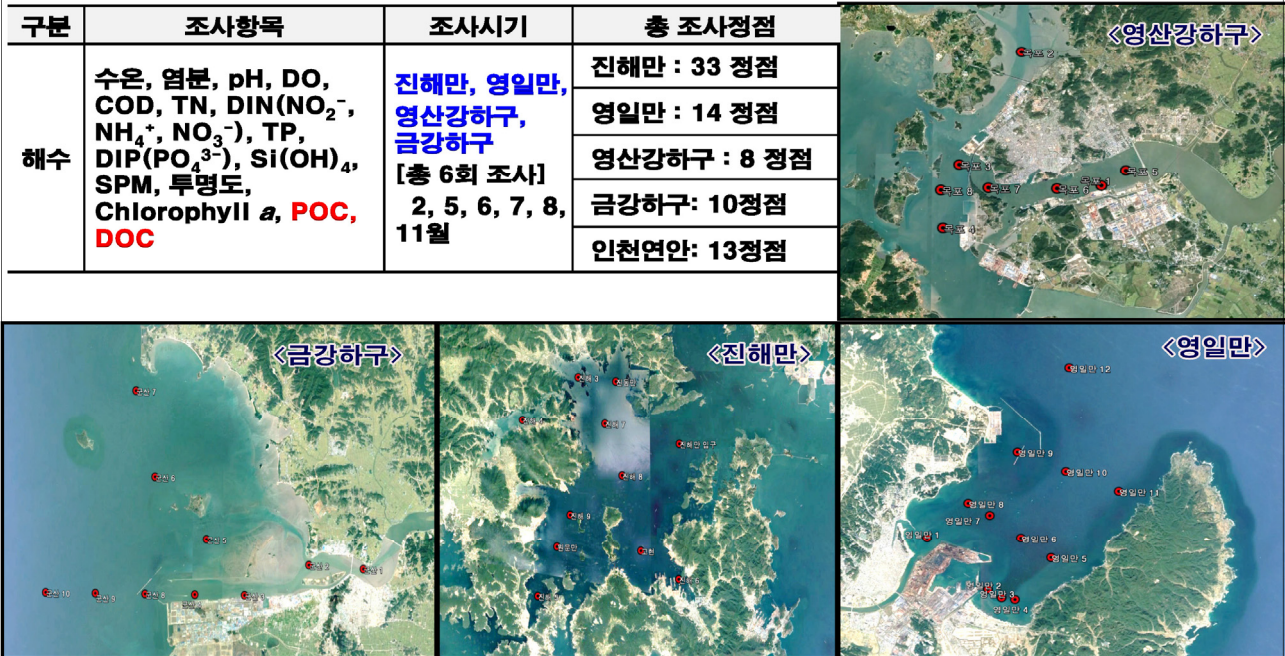
〈마산만〉



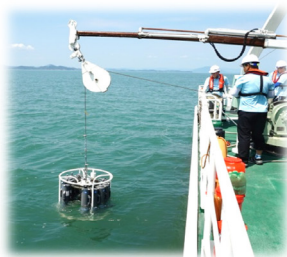
〈수영강〉

※ 연안오염총량관리제 시행 기초자료제공(2013년~)

## 특별관리해역 지정여부 판단을 위한 집중조사



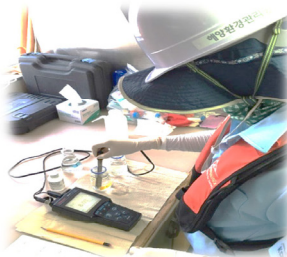
## 현장조사 주요모습



채수 및 CTD



CTD 자료 확인



pH 측정



DO 측정



투명도 측정



해수 전처리



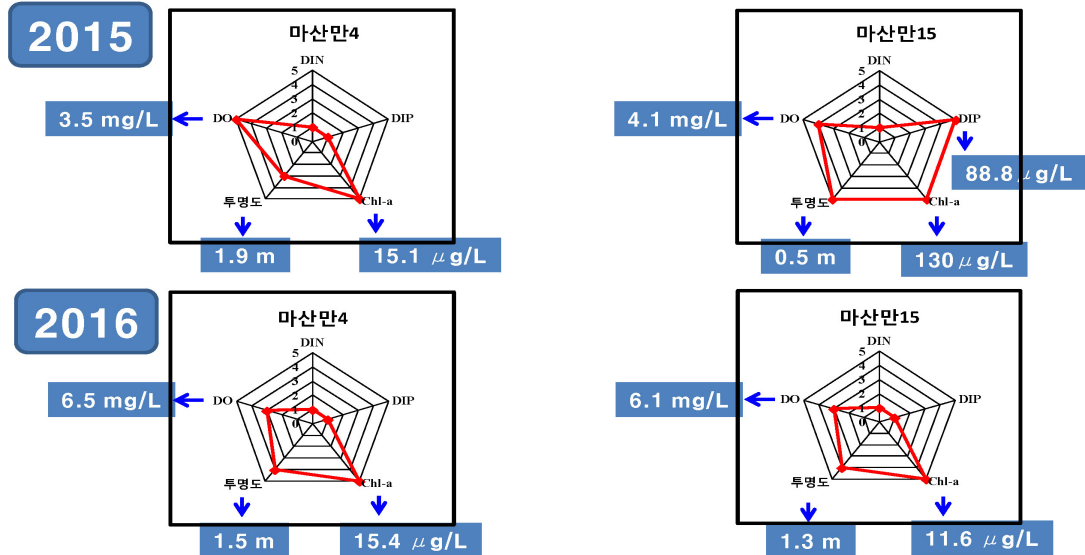
퇴적물 채취



생물 채취

**\* 현장조사 완료, 11월 시료 분석중**

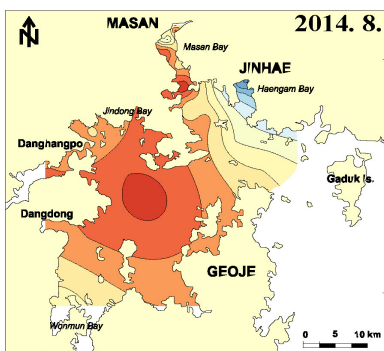
## 해양환경측정망 분석결과(예시)



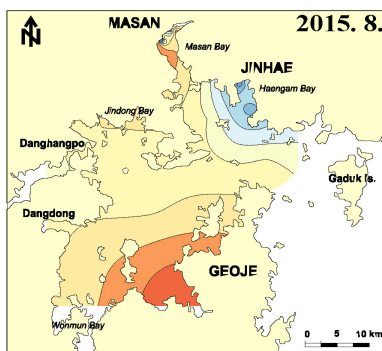
- 마산만 정점 4, 15는 매년 V 등급 평가 결과를 보임
- 최근 마산만 인공섬의 건설로 인하여 정점 4에서 수질악화가 예상되며, 정점 15는 남천의 직접적인 영향을 받고 있어 매년 수질 등급이 나쁜 것으로 나타나 지속적인 관리 및 모니터링 필요

## 빈산소수괴 발생

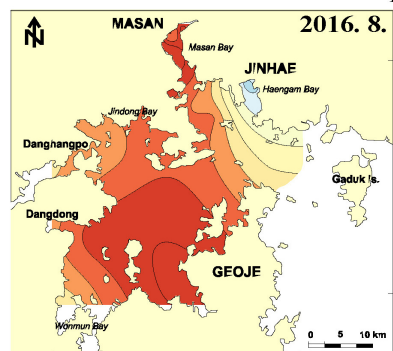
< 2014.8 발생현황 >



< 2015.8 발생현황 >



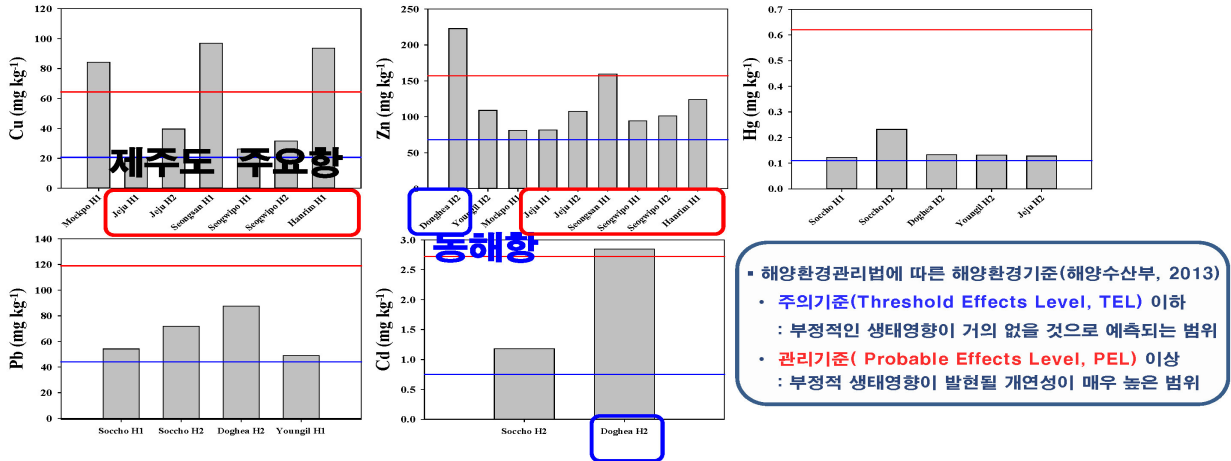
< 2016.8 발생현황 >



DO(mg/L)

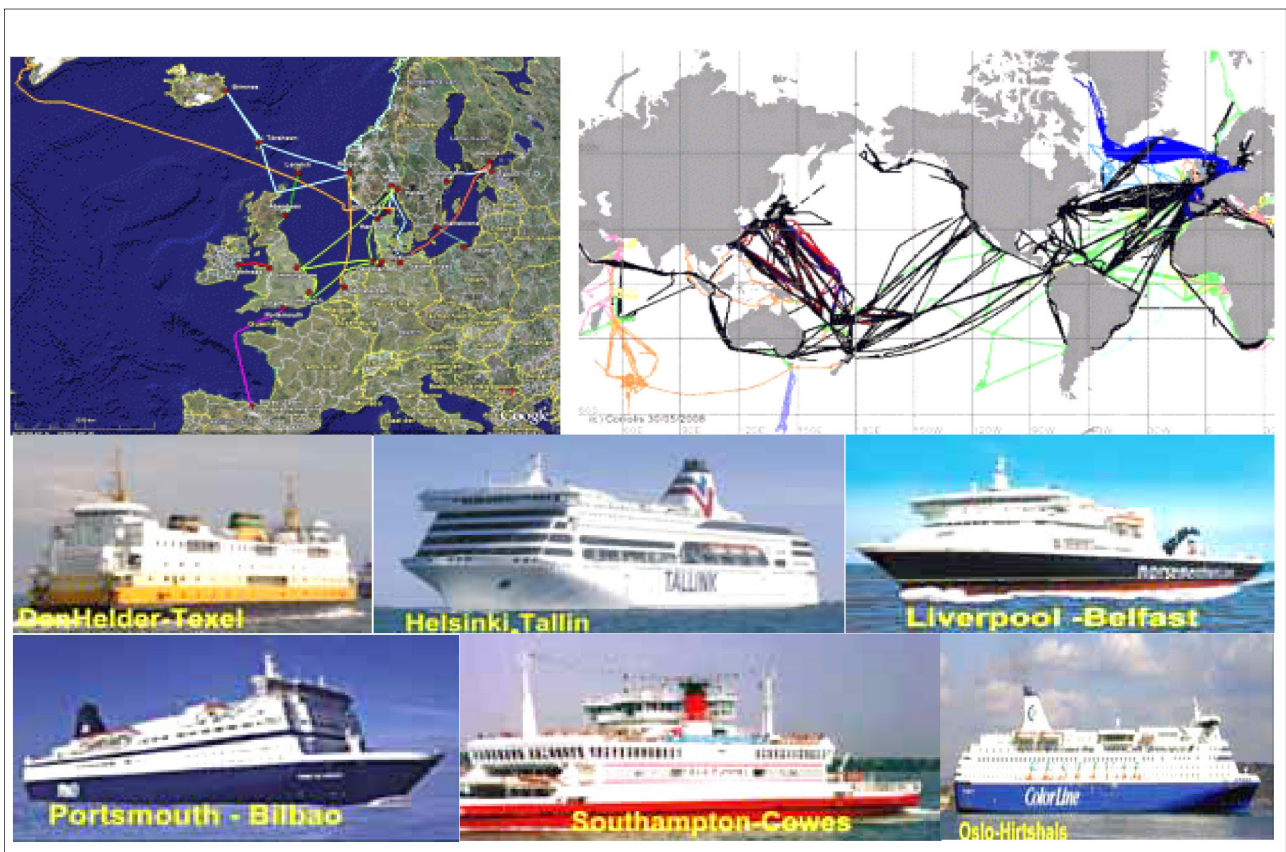
- 2014년 마산만, 진해만, 광양만(일부) 빈산소 발생
- 2015년 마산만, 진해만(일부) 빈산소 발생
- 2016년 마산만, 진해만 해역에서 빈산소수괴가 넓게 형성

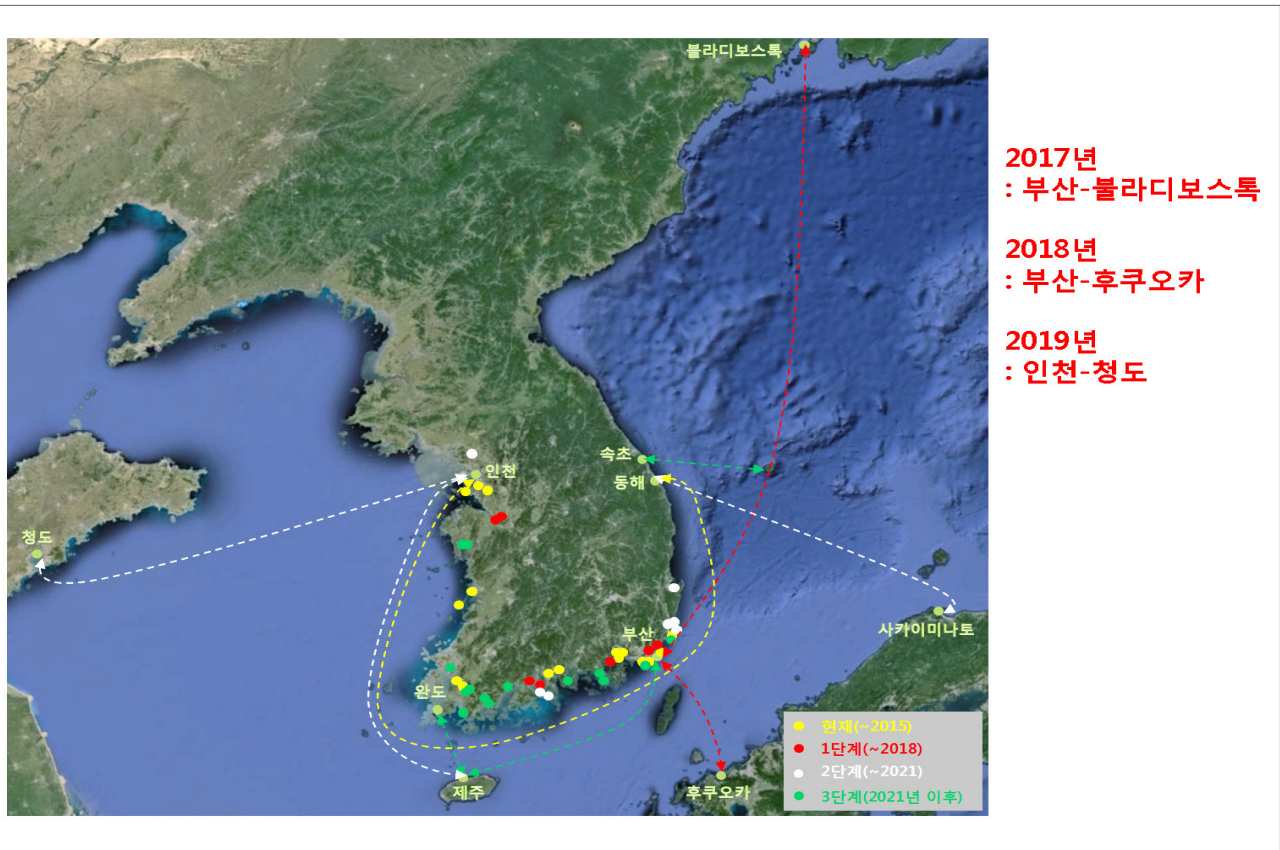
## 항만 미량금속 오염(정책제안)



- 제주도 주요항만(제주, 서귀포, 성산, 한림항)에서 Cu와 Zn의 농도가 주의기준 초과
  - 동해항에서 Zn과 Cd의 농도가 관리기준 초과
- 제주 및 동해항은 13년 신규 조사 이후 지속적으로 주의기준 및 관리기준 초과



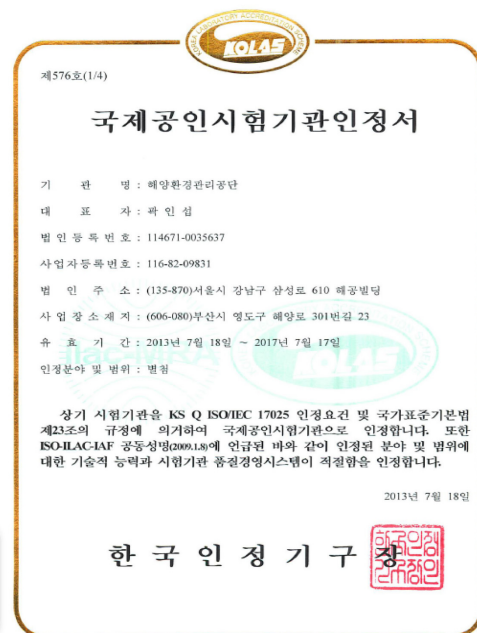





## KOLAS 인증

- 한국인증기구(KOLAS)
  - 해양분야 공공기관 최초로 시험분야 국제공인시험기관 인정(ISO/IEC) 획득
- 인정일
  - 2013. 8. 17.
- 시험분야(총 41개 분야)
  - 해수 24개
  - 미량금속 17개

매년 국제숙련도시험 참가  
"Excellent"





국가해양환경정보통합시스템

Marine Environment Information System  
국가해양환경정보통합시스템  
해양환경 연구기관간 서버연계 및 정보통합 기반 조성

홈 (Home) | 사이트맵 (Sitemap)

관측정보    지리정보    지식정보    게시판    사이트소개


News ▶ 인천 환경교육 활성화 방안 논의

**맞춤형서비스**

- 해양환경교실
- 카드뉴스
- 만화로 배우는 해양환경
- 우리나라 바다에서 나타나는 현상
- 전자자료실
- 정책지원
- 해수욕장환경정보

**POPUP ZONE**

해양환경측정망 운영 연혁  
해양환경측정망 운영 지침  
해양환경기준



**해수욕장 지정현황 (총 258개소)**

부산광역시	7
울산광역시	2
강원도	92
충청남도	35
전라북도	8
전라남도	54
경상북도	25
경상남도	24
제주특별자치도	11

**해수욕지수 예보 (준비중)**

준비중입니다.

※ 출처 : 국립해양조사원 생활해양예보지수

관련사이트 < 해양수산부 < 환경부 < 국민안전처 < 국립해양조사원 < 국립수산물과학원 < KOEM >

이용약관 | 이메일무단수집거부 | 저작권정책 | 이용약관 | 해수욕장 환경정보 입력

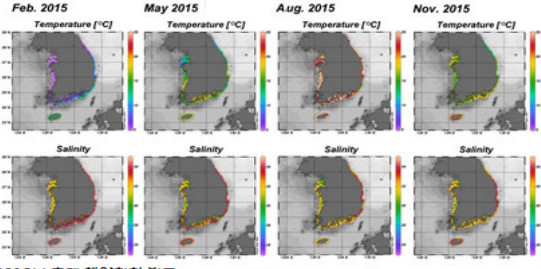
세종특별자치시 다솜2로 94 정부세종청사 5동 해양수산부 해양환경정책과 Tel : 044-200-5288 Fax : 044-200-5299 (주관)  
서울특별시 송파구 송파대로 28길 28 해양환경관리공단 해양수질팀 Tel : 02-3498-7138 Fax : 02-3462-7707 (시스템운영,관리)  
Copyright © Ministry of Oceans and Fisheries & KOEM All rights reserved

현재접속자 17명    오늘방문자 230명    전체방문자 302,538명

### ③해양환경자료 ODV 제공

ODV 표출 예시-1

— 연국 표출 수온, 염분 수평분포

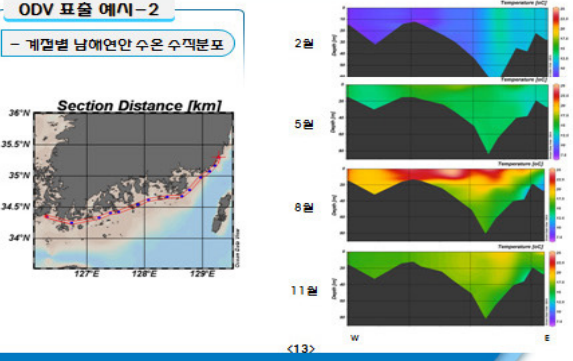


※ 2015년 주계 해양학의 발표 <11>

### ③해양환경자료 ODV 제공

ODV 표출 예시-2

— 계절별 남해안안 수온 수직분포

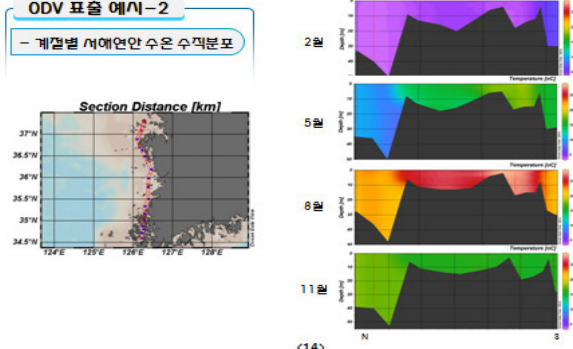


<13>

### ③해양환경자료 ODV 제공

ODV 표출 예시-2

— 계절별 서해안안 수온 수직분포



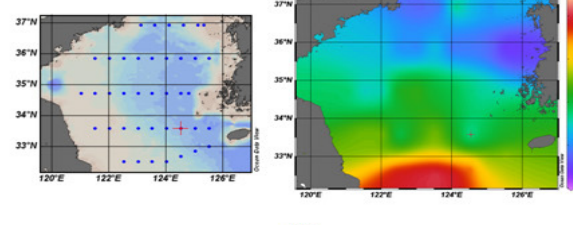
<14>

### ③해양환경자료 ODV 제공

ODV 표출 예시-3

— 안동 해양환경경도조사 수온 수평분포

— 양해강으로부터 예류를 타고 북동쪽으로 유입되는 담수 막인 가능



<15>

## 실험실 및 분석장비

- 실험실 : 해수분석실외 9개실
- 분석장비 : HR-MS외 42종
- 소요예산 : 46억(공단자체예산)
- 13년 예산 : 20억, 방사능 분석장비(MC-ICP-MS,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -counter)

실험실	용도 및 기기
해수분석실 I, II	일반수질항목, 정도관리 교육
분석기기실	Nutrient analyzer, TN-TN analyzer, Spectrometer, Fluorometer, CHN, TOC, HPLC, GC, GC-MS
표준물질실	정도관리 숙련도 평가를 위한 표준시료 제작
시료전처리실	시료보관, 냉동동결건조, 입도 분석
질량분석실	ICP-MS, ICP-OES, Hg Analyzer(seawater, sediment)
청정실험실	해수 미량금속 전처리 및 퇴적물, 생물 분해실
유해물질 실험실	유해물질 전처리 실험실
고분해능 질량분석실	HR-MS, GC-MS-MS
방사능 장비실	감마측정기



## 해양환경측정망 자료의 활용

- 환경관리해역(특별관리해역 및 환경보전해역) 지정
- 내분비계장애물질 관리대책 수립
- 해양생태계기본조사 조사정점 선정
- 시화호 수질개선대책 수립 및 수질관리목표설정
- 해양환경기준(해역관리목표) 설정
- 마산만 연안오염총량관리 목표수질 결정
- 해양환경기준(미량금속 수질기준 및 퇴적물 기준) 설정
- 오염퇴적물 정화복원 우선조사 지역 선정
- 환경백서 발간자료
- 중등학교 지리교과서 기재
- 해역이용협의서작성 비교자료 활용
- 해양환경보전종합계획 수립
- 환경영향평가서 작성 및 비교자료 활용
- 해양환경보전 국가기본전략 수립
- 해양오염영향평가서 작성 및 비교자료 활용
- 국가보고서 작성(UNEP, OECD)
- 지방자치단체 해양환경기본계획 수립
- 국가통계자료(해수수질실태보고, 통계청)
- 환경관리해역 기본계획 수립
- 어장관리 기본계획 수립
- 환경관리해역 이행평가 활용

## 오래전부터 고민해오던 사안들???

- **해양환경에 대한 조사는 多多益善 ?**

- **모니터링별 고유목적을 명확히 할 필요**

<size-fraction, 생물생산관련 항목, 해역별 요소 파악 등>

- **지자체와 중앙부처가 보완적인 측정망 구축 필요**

- 모든 모니터링 시스템들이 정도관리계획 수립 및 정도관리 제도 수용 필요

왜 우리는 엄청난 연구비를 들여서 얻은 자료가 연구자 개인이 소유라고 착각하고 있는가???



# 해양수질오염 경보체계(안) 마련

## » 오염경보발령 기준

경보단계	발령기준
<b>관심 (Blue)</b>	수온, 용존산소, 클로로필-a 항목 중 1개 항목이 측정항목별 경보기준을 2시간 이상 초과하는 경우 (다만, 용존산소가 단독으로 초과하는 경우는 제외)
<b>주의 (Yellow)</b>	수온, 용존산소, 클로로필-a 항목 중 1개의 항목이 측정항목별 경보기준을 6시간 이상 초과하는 경우 (다만, 용존산소가 단독으로 초과하는 경우는 제외)
<b>경계 (Orange)</b>	수온, 용존산소, 클로로필-a 항목 중 1개 이상 항목이 측정항목별 경보기준을 24시간이상 초과하는 경우 (다만, 용존산소가 단독으로 초과하는 경우는 제외)
<b>심각 (Red)</b>	경계경보 발령 후 수질 악화 및 상황 전개속도가 매우 빠르고 피해 발생이 확실한 경우
<b>해제</b>	측정항목별 측정값이 관심단계 이하로 낮아진 경우

## 해양환경측정망 운영 세부 연혁

연도	해역	정점	수행 주체	비고
1980년	9	64	환경청	-
1984년	25	171	환경청	-
1985년	27	191	환경청	-
1986년	28	199	환경청	-
1991년	69	230	환경처	-
1993년	69	291	환경처	내만, 연안구분
1995년	69	191	환경부	동, 서, 남해 구분
1996년	69	191	해양수산부(국립수산과학원)	해양수산부 창설
1997년	66	280	해양수산부(국립수산과학원)	매체별 조사시행
1999년	66	296	해양수산부(국립수산과학원)	잔류성유기오염물질추가
2004년	103	346	해양수산부(국립수산과학원)	세부측정망운영, 정점추가, 다이옥신 및 플랑크톤 추가
2006년	103	363	해양수산부(국립수산과학원)	정점추가
2008년	103	363	국토해양부(국립수산과학원)	해양환경분야 국토해양부로 업무 이전, 플랑크톤 삭제
2009년	103	369	국토해양부(국립수산과학원)	정점 및 저서동물조사추가
2011년	103	374	국토해양부(해양환경관리공단)	해양환경관리공단 이관
2012년	103	374	국토해양부(해양환경관리공단)	퇴적물/생물 조사정점 추가
2013년	108	417	해양수산부(해양환경관리공단)	특별관리해역 조사정점 추가, 해양방사능 조사 추가
2014년	98	417	해양수산부(해양환경관리공단)	연안, 환경관리 및 하구역 조사정점 추가, 해양방사능 조사 항목 및 정점 추가, 근해조사 삭제, 총대장균 조사 삭제
2015년	98	417	해양수산부(해양환경관리공단)	하구역 조사 연 4회

## 수질자동측정망 운영 세부 연혁

연도	설치측정소	수행 주체	운영현황 (누적)	비고
2000년	시화1	한국해양연구원	1	원격감시체계 시스템 시범운영
2002년	시화2,3		3	
2003년	마산1,2, 낙동강		6	
2004년	마산3 오하나마호(페리박스)		8	
2005년	영도		9	
2006년	-	국립수산과학원	9	업무이관
2008년	울산		9	어장환경 모니터링 활용 *시화3 → 울산 이전 *오하나마호 → 계도 이전
2009년	계도		9	
2010년	-	해양환경관리공단	9	업무이관
2011년	낙동강, 영산강 하구 각 2개소 신양호(페리박스)		14	신규 5개소 설치
2012년	여수1개소 (엑스포기간 운영)		14	*계도 → 여수 이전 시화지역 이전재배치 시 장비활용
	광양2개소 설치/ 이전재배치 6개소			신규2개소(광양 2) 이전재배치 6개소 (마산3, 시화2, 부산1) 철거2개소(영도, 울산)
2013년	금강하구1개소 설치		15	유후장비 활용 신규설치
2014년	새만금 1개소 설치		16	새만금 방조제 내측 수질의 영향여부 관측
2015년	울산-온산 측정소 설치		17	신규 측정소에 TOC, 유분 항목 추가

## 해양환경관리법 제8조에 따른 해양환경기준

### < 생태기반 해수수질 기준 >

등급	수질평가 지수값(Water Quality Index)
I	23 이하
II	24 ~ 33
III	34 ~ 46
IV	47 ~ 59
V	60이상

### < 수질평가지수 > (수질평가지수 항목별 점수를 이용하여 계산)

- 수질평가지수(WQI, Water Quality Index)
- $10 \times [\text{저층산소포화도(DO)}] + 6 \times [(\text{식물플랑크톤 농도(Chl a)} + \text{투명도(sd)})/2] + 4 \times [(\text{용존무기질소농도(DIN)} + \text{용존무기인농도(DIP)})/2]$

### Ⅲ. 천수만 어장 현황과 서해수산연구소의 현안 대응 연구

국립수산과학원 서해수산연구소 이 경 미 연구사



충청남도



충남연구원  
ChungNam institute





# 천수만 어장 현황과 서해수산연구소의 현안 대응 연구

서해수산연구소 양식산업과  
이 경 미



## 발표 순서

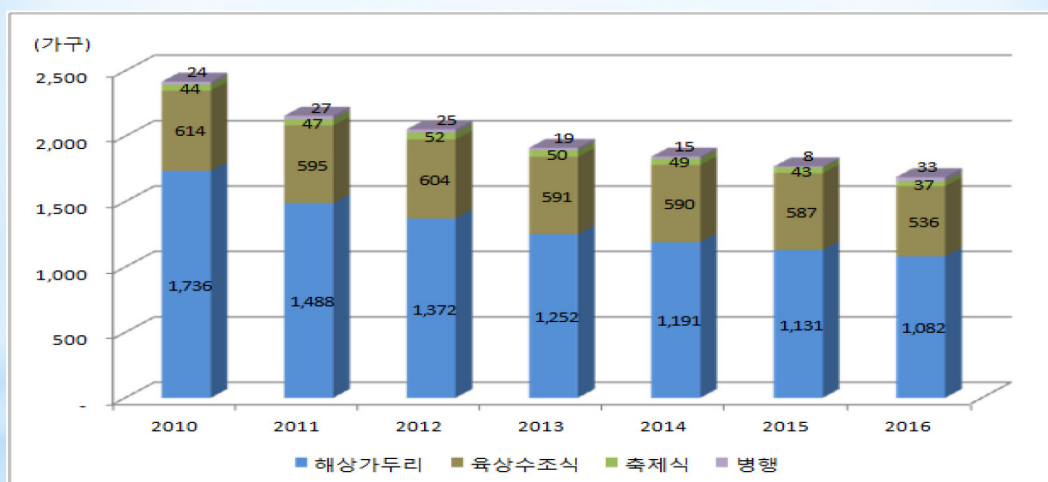
1. 조피볼락 양식 현황
2. 천수만 고수온 피해 현황
3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템
4. 서해수산연구소 현안 대응 연구
  - 서해 양식생물 모니터링
  - 천수만 고수온 피해대응 양식연구

## 발표 순서

1. 조피볼락 양식 현황
2. 천수만 고수온 피해 현황
3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템
4. 서해수산연구소 현안 대응 연구
  - 서해 양식생물 모니터링
  - 천수만 고수온 피해대응 양식연구

## 1. 조피볼락 양식 현황

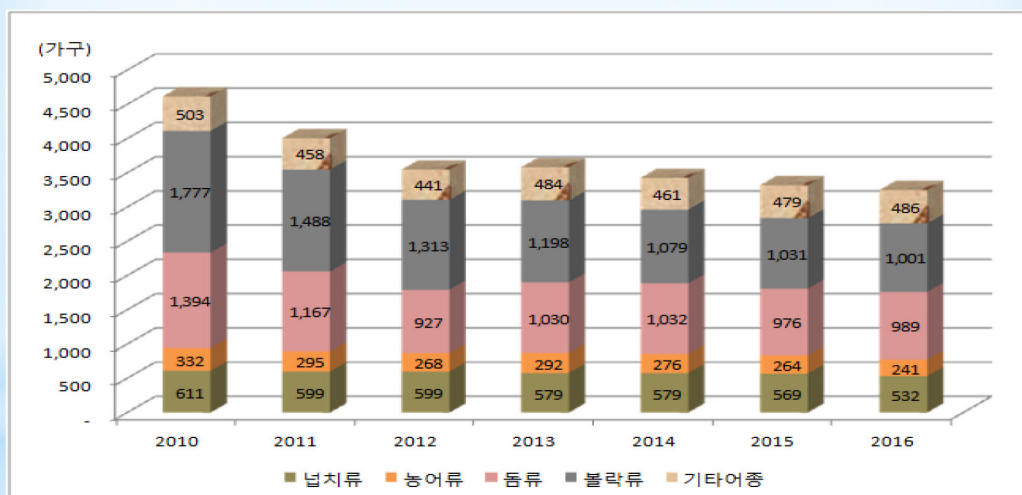
어류 양식방법별 어가 추이 (통계청, 2017)



- '16년 어류양식장을 운영한 어가(사업체 포함)는 1,688가구로 전년 1,769가구 대비 81가구(-4.6%) 감소

## 1. 조피볼락 양식 현황

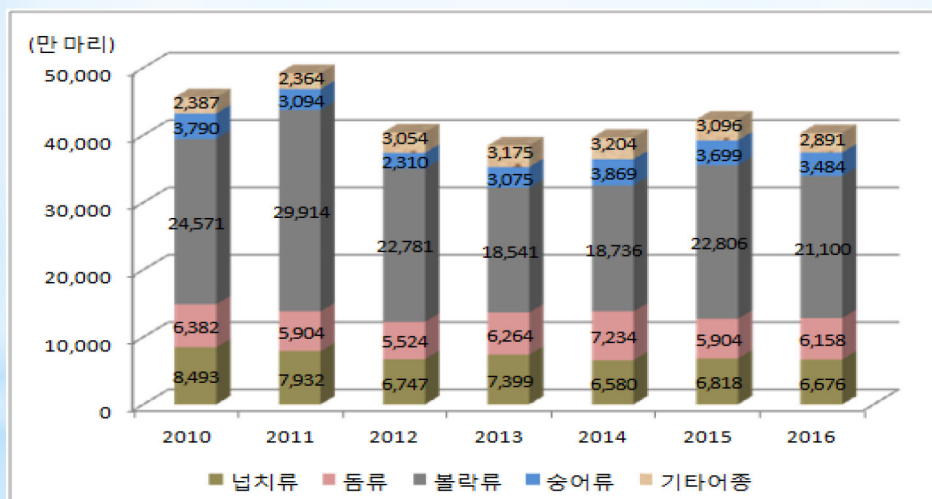
주요 어종별 양식어가 추이 (통계청, 2017)



- 조피볼락 857가구(26.4%), 넙치류 532가구(16.4%), 참돔 476가구(14.7%), 감성돔 286가구(8.8%) 순

## 1. 조피볼락 양식 현황

어류 양식추이 (통계청, 2017)





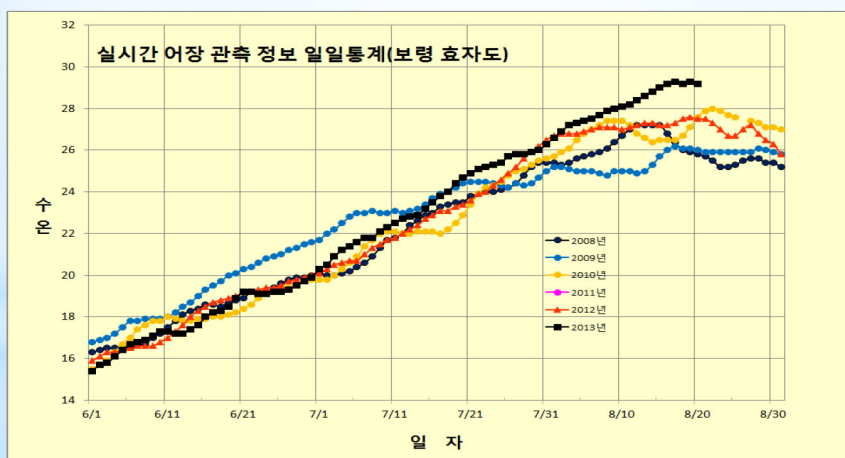
## 발표 순서

1. 조피볼락 양식 현황
2. 천수만 고수온 피해 현황
3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템
4. 서해수산연구소 현안 대응 연구
  - 서해 양식생물 모니터링
  - 천수만 고수온 피해대응 양식연구



## 2. 천수만 고수온 피해현황(2013년도)

- 폐사 발생어장 인근해역인 보령시 효자도(정기관측지점)의 실시간 수온관측 결과
  - '13년 7~8월의 수온은 평년('08~ '12년)대비 1~2℃ 높음
  - 8월 표층 수온 평균은 28.64℃, 저층 수온 평균은 28.08℃ 기록



<보령시 효자도 연도별, 월별 수온 변화 : 서해수산연구소 자원환경과>



## 2. 천수만 고수온 피해현황(2013년도)

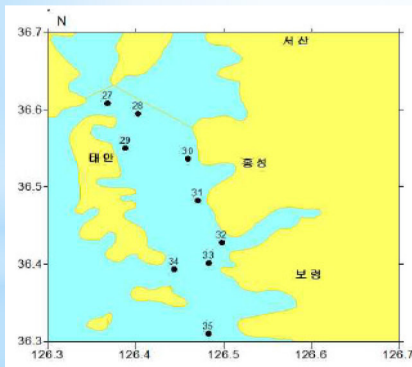
<어업피해 발생신고내역 (서산시 자료, 2013.08.20 기준)>

어촌계	품 종	양 식 현 황				피 해 신 고 내 역						
		어가 수	어 장 면 적 (ha)	시설량 (칸)	사육량 (만미)	어가수	계		치 어		성 어	
							물량 (만미)	금액 (백만원)	물량 (만미)	금액 (백만원)	물량 (만미)	금액 (백만원)
계	2종	28	11.3	904	370.2	19	160.94	3,030	107.5	2,021	53.44	1,009
서산시 (창 리)	소 계	24	9.5	760	250.2	17	115.94	2,182	69.5	1,307	46.44	875
	조피볼락	24	9.5	760	233.5	17	110.94	2,086	69.5	1,307	41.44	779
	숭 어				16.7		5	96	-	-	5	96
서산시 (간월도)	소 계	4	1.8	144	120	2	45	848	38	714	7	134
	조피볼락	4	1.8	144	95	2	40	752	38	714	2	38
	숭 어				25		5	96	-	-	5	96

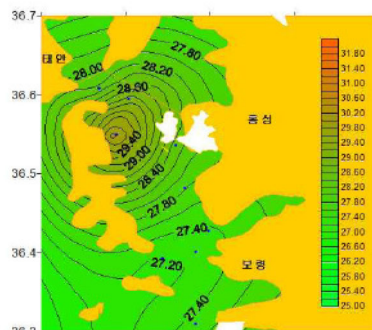
➢ 서산시의 경우, 8.20일까지 신고된 폐사현황은 총 19어가에서 조피볼락, 숭어 약 160만마리 폐사(폐사율은 43%)

## 2. 천수만 고수온 피해현황(2016년도)

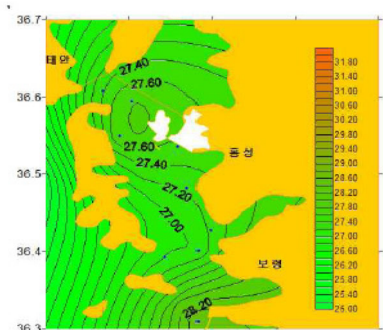
- 8월 어장환경모니터링 천수만 조사 결과( '16.8.6, 서해수산업연구소 자원환경과)
  - 천수만 정점(27~34정점)의 표층 수온 평균  $28.15 \pm 1.06(27.12 \sim 30.23)^{\circ}\text{C}$ , 저층 수온 평균  $27.38 \pm 0.33(26.98 \sim 27.84)^{\circ}\text{C}$
  - 과거 3년간의 천수만 수온과 비교하면 표층  $1.04^{\circ}\text{C}$ , 저층  $0.82^{\circ}\text{C}$  가량 높음



어장환경조사 정점  
(천수만27~34, 보령35)

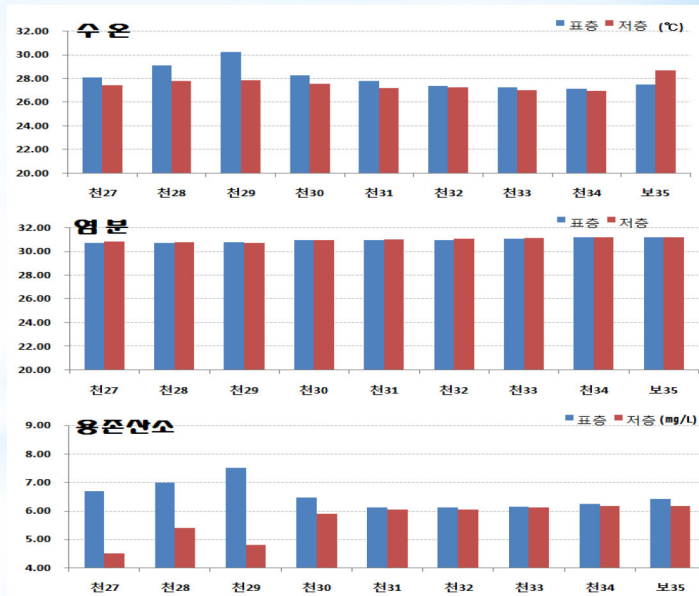
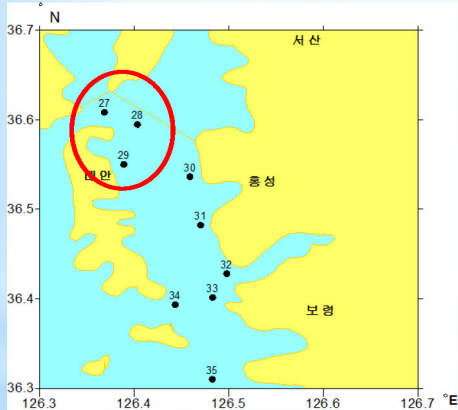


천수만 정점의 표층(좌), 저층(우)  
수온분포도(8.6)



## 2. 천수만 고수온 피해현황(2016년도)

- 천수만 정점별 수온, 염분, 용존산소( '16.8.6, 서해수산연구소 자원환경과)



## 2. 천수만 고수온 피해현황(2016년도)

<2016년도 고수온 어업피해 발생신고내역>

(단위 : ha, 천미, 천원)

시군	품종	양식 현황			피해 현황				비고
		어가수	어장면적	물량	어가수	면적	물량	피해금액	
계	2개품종	114	73.35	12,049	73	32.16	3,771	5,014,220	
보령	조피볼락	20	24.15	4,714	14	9.8	558	422,932	
서산	조피볼락	26	9.5	3,970	13	0.75	1,275	1,839,820	
홍성	조피볼락	2	4.9	100	1	3	32	60,160	
태안	조피볼락 숭어	66	34.8	3,265	45	18.61	1,906	2,691,308	

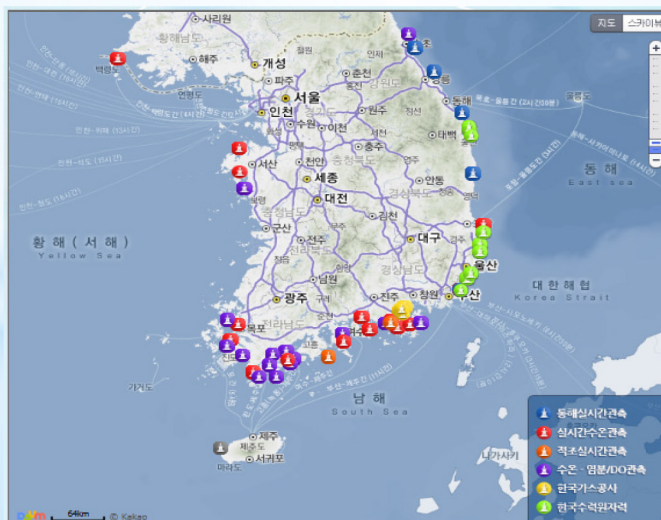


## 발표 순서

1. 조피볼락 양식 현황
2. 천수만 고수온 피해 현황
3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템
4. 서해수산연구소 현안 대응 연구
  - 서해 양식생물 모니터링
  - 천수만 고수온 피해대응 양식연구

## 3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템

- 전국 양식어장의 수온 등 원하는 지역의 실시간 해양환경정보 검색 가능
- 목적: 연안 양식어장 밀집해역과 이상해황에 의한 어업재해가 빈발한 해역에 실시간 어장환경정보(수온, 염분, 용존산소 등) 자동관측시스템을 구축하여 어업활동에 필요한 과학적 어장환경정보의 실시간 적시제공(웹, SMS, 메일링 서비스 등) 및 수산업 진흥을 위한 기반 자료 확보 등



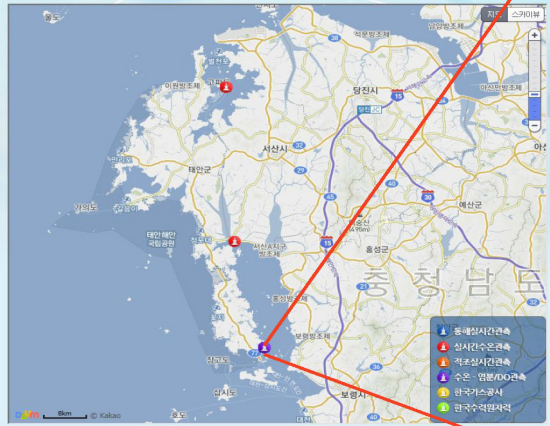
### 3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템


- 서산 지곡(수온 관측)
- 천수만 입구의 보령 효자도 (수온, 염분, DO 관측)

**실시간 해양환경 어장정보시스템**

실시간 관측정보시스템  
Real-time Information System for Aquaculture environment

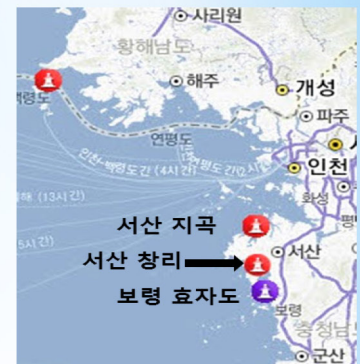
전국 양식어장의 수온 등 원하시는 지역의 실시간 해양환경정보를 검색할 수 있습니다



관측소명	보령 효자도 (BORYUNGHYOJADO)		관측소 코드	br001
설치일자	2005-10-05		종료일자	-
관측소 사진				
좌표	위도	36.3885	경도	126.4392
측정 수심 (m)	표층	5	중층	측정안함
	저층	측정안함		
측정 여부	항목	표층	중층	저층
	수온	○	측정안함	측정안함
관측소 설명	충남 보령시 오천면 효자도리 신형수산 (꽃지해수욕장앞)			

### 3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템

- 천수만 서산 창리(수온 관측)
  - ✓ 설치 위치 : 충남 서산시 창리(36°36'58.5"N, 126°22'18.1"E)
  - ✓ 설치일 : 2017년 6월 9일
  - ✓ 수온센서 설치수심 : 5m, 10m
  - ✓ 수산과학원 홈페이지, 수온정보 서비스 앱을 통한 실시간 자료 서비스(6. 19)
  - ✓ 수온 (6.19~28) : 5m(22.06~23.49℃),  
10m(21.48~23.15℃)
  - ✓ 천수만 입구의 보령 효자도(20.17~20.70℃)  
관측점보다 2~3℃ 정도 높음



## 발표 순서

1. 조피볼락 양식 현황
2. 천수만 고수온 피해 현황
3. 수산과학원 실시간 해양환경 어장정보 시스템
4. 서해수산연구소 현안 대응 연구
  - 서해 양식생물 모니터링
  - 천수만 고수온 피해대응 양식연구

## 4. 서해수산연구소 현황대응연구

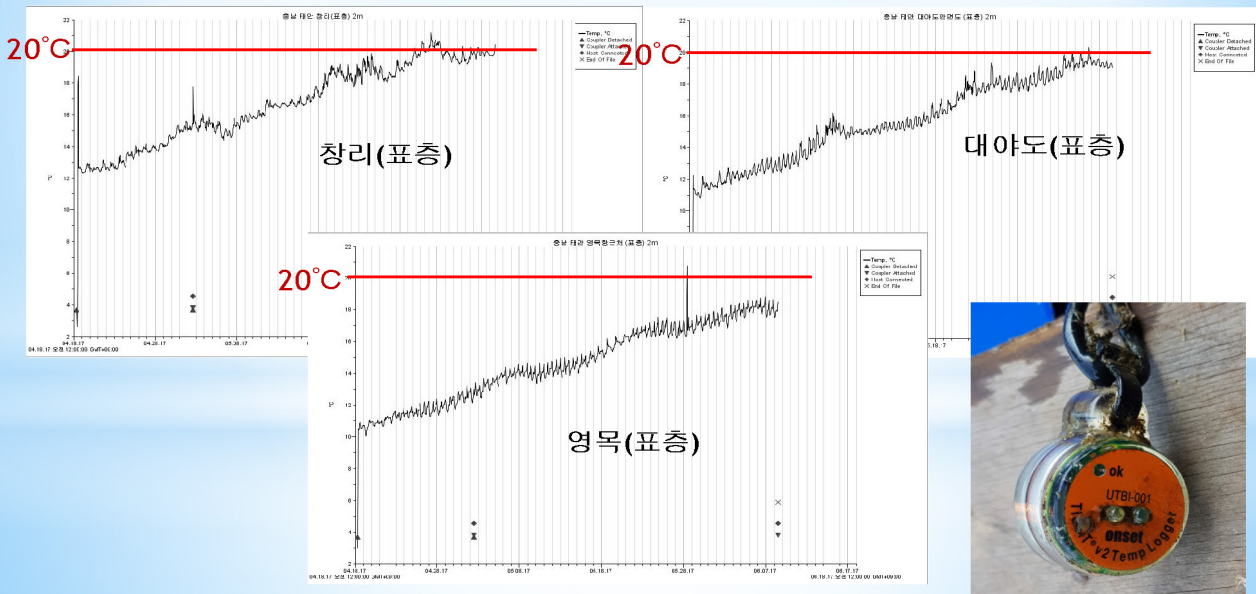
### 서해 양식생물 모니터링(천수만 조피볼락)

- 2017년 예산 : 조피볼락 양식 모니터링(2천만원), 시험양식(반영 계획)
- 조피볼락 가두리 양식장 3개소(창리, 대야도, 영목)
- 양식시설 및 양성방법 등 조사  
(양식시설, 사육방법, 입식량, 사육밀도, 성장 및 폐사, 사료공급량 등)
- 조사 대상 양식장 시료 채취 및 성장도 조사
- 양식어장 환경 모니터링  
(실시간 수온측정, 염분, DO, pH)
- 양식생물 질병 모니터링 및 폐사 원인조사



## 4. 서해수산업연구소 현황대응연구

### 서해 양식생물 모니터링 실시간 수온 측정 결과( '17.4.18~6.8)



## 4. 서해수산업연구소 현황대응연구

### 천수만 고수온 피해대응 양식 연구

- 목표 : 천수만 고수온기 양식어류 대량폐사 등 반복적 피해저감을 위한 수온저감 기술 등 양식기술 개발 및 대체품종 발굴
- 주요 연구내용
  - 실시간 수온측정 시스템 구축 및 정기적인 양식장 모니터링
  - 어업인 SMS 발송 등 예보 활동 강화 및 행동요령 교육 (절식, 사육밀도 감소, 수온저감 장치 설치 등 안내)
  - 수온저감 기술개발을 위한 현장 시험(**액화산소**, **수중펌프**, **차광막** 설치 등)
  - 대체품종 개발을 위한 현장 시험(해만가리비 등)
- 기대 효과
  - 양식어장 피해 저감에 의한 생산성 향상
  - 어민 소득 증대 및 계획적인 양식 관리에 의한 안정적인 경영 유도
  - 맞춤형 양식 기술개발 등 기존 양식 기술의 한계를 극복할 수 있는 전환점 마련
- 수행기간 : 2017년 5월 - 12월(5천만원)



#### 4. 서해수산연구소 현황대응연구

##### 천수만 고수온 피해대응 양식 연구

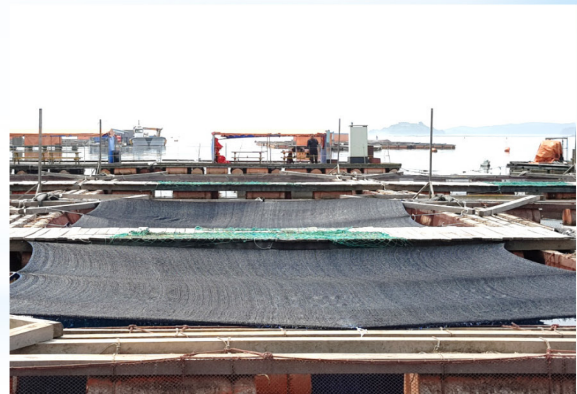
- ✓ 수온저감 기술개발을 위한 현장 시험
  - **액화산소** 설치(영목, 7.4)
- ✓ 시험구 -가두리 4개



#### 4. 서해수산연구소 현황대응연구

##### 천수만 고수온 피해대응 양식 연구

- ✓ 수온저감 기술개발을 위한 현장 시험
  - **차광막** 설치(대야도, 7.5)





#### 4. 서해수산연구소 현황대응연구

##### 천수만 고수온 피해대응 양식 연구

- ✓ 수온저감 기술개발을 위한 현장 시험
  - 수중펌프 설치(창리, 7.5)
- ✓ 시험구 -가두리 4개



감사합니다!

## Ⅳ. 충청씨그랜트센터 서해안 해양환경 조사현황

충남대학교 해양환경과학과 최 만 식 교수



충청남도



충남연구원  
ChungNam institute



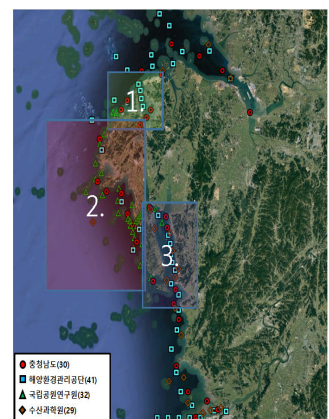
# 충청씨그랜트 서해안 해양환경 조사현황

충남대학교  
최만식

서해안 해양환경현안 공동대응을 위한  
해양환경정책망 관계기관 합동워크숍  
2017. 7. 7 충남도청

## 목차

1. 천수만에서의 수 · 저질 (2009-2010)
  - 수질
  - 조하대 퇴적물
2. 태안, 안면도 해역 퇴적물 (2007-2008)
  - 조간대 및 조하대 퇴적물
3. 가로림만의 수 · 저질 (2015-2016)
  - 수질
  - 조간대 및 조하대 퇴적물

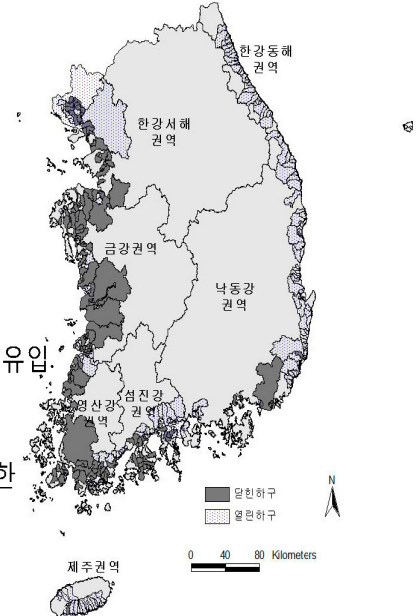


# 1. 천수만에서의 수·저질 현황

## 1-1. 수질 (방류수에 의한 수질 항목 영향)

### 1-1-1. 개요

- 대규모 간척사업에 의해 만들어진 담수호
  - ✓ 여름철 홍수피해를 막고자 저장된 담수를 일시에 방출.
  - ✓ 담수호의 특징
    - 하천에 비해 저수용량이 큼.
    - 비점오염원으로부터 발생하는 오염부하가 많음.
    - 강우시 홍수 유출율이 높아져 발생된 오염물질이 일시에 호수로 유입.
    - 호수의 더딘 자정작용 - 오염물질 축적
  - ✓ 비주기적 담수 유입이 해양 환경 및 생물상에 많은 영향을 미침.
    - 저염분 수괴가 형성 → 수층의 성층화 → 해수의 상하 혼합이 제한
    - 오염물 일시적 유입 → 부영양화 → 저층 빈산소 가능



노&이, 2014

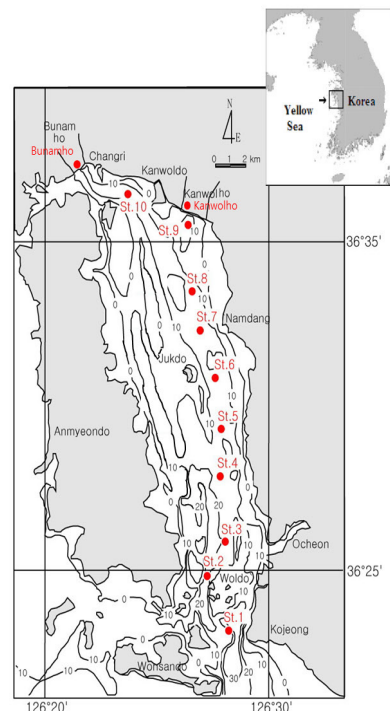
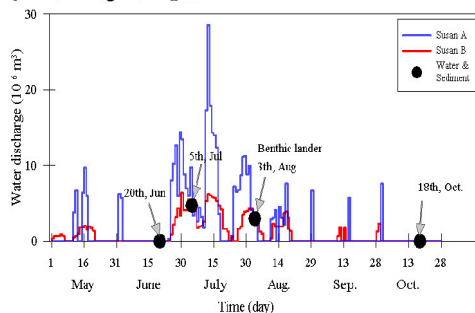
## 1-1-2. 자료 및 방법

### ➤천수만

- ✓ 반폐쇄성 수역; 긴 체류시간 → 생물활동이 수 환경에 큰 영향을 받음
- ✓ 인공호수 (간월호, 부남호)
  - : 부영양화된 상태(김 등, 2005), 7~9월에 집중적 방류

### ➤해수 시료 채취

- 평상시(6, 10월), 담수방류시(7, 8월)
- 10개 정점, 표·저층 해수 채취
- 호수 시료 동시 채취



## 1-1-3. 결과 및 토의

## ➤ 일반수질항목

✓ 수온 : 8 &gt; 7 &gt; 6 &gt; 10월

✓ 염분

• 7, 8월

- 표층 : 최소 19 psu(7월), 23psu(8월)
- 표·저층간 차이 : 10psu (7월)

• 6, 10월 : 31-32 psu

- 시공간적 변화 거의 없음

✓ 용존산소 (산소 포화도)

• 7,8월

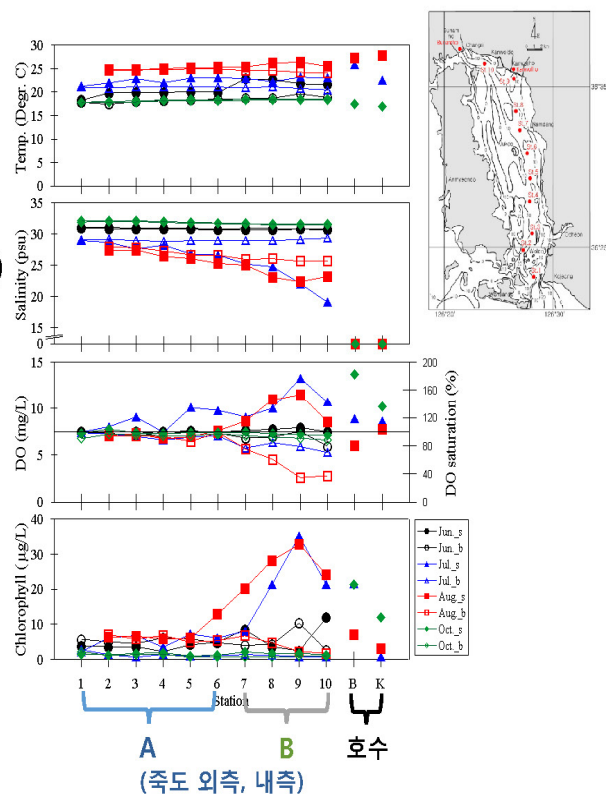
- 표층; 과포화, 7월; 13mg/l, 177%
- 저층; 빈산소, 8월; 2.6mg/l, 36%

• 6, 10월 : 90-110 %

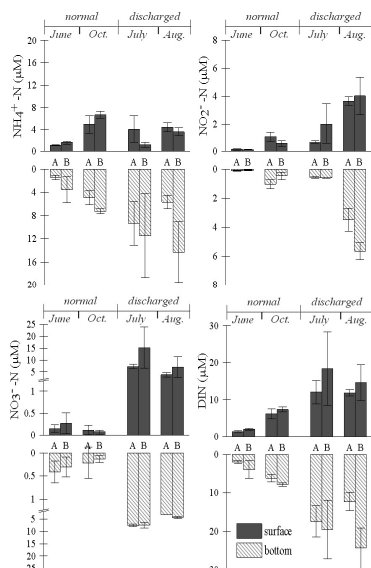
✓ 엽록소 :

• 7,8월 표층 : 최대 약 35μg/l

• 6,10월 : 10 μg/l 이하



## ➤ 질소화합물



		ammonia	nitrite	nitrate	DIN
s	A normal	3.02 ± 2.30	0.61 ± 0.56	0.14 ± 0.10	3.78 ± 2.70
	A discharged	4.26 ± 1.81	2.04 ± 1.56	5.65 ± 2.01	11.95 ± 2.28
	B normal	4.14 ± 2.76	0.34 ± 0.30	0.17 ± 0.19	4.65 ± 2.89
	B discharged	2.39 ± 1.44	3.01 ± 1.68	11.12 ± 7.73	16.52 ± 7.52
b	A normal	3.18 ± 2.01	0.57 ± 0.52	0.31 ± 0.30	4.07 ± 2.30
	A discharged	7.67 ± 3.35	1.89 ± 1.61	5.50 ± 2.46	15.07 ± 4.19
	B normal	5.39 ± 2.49	0.27 ± 0.26	0.22 ± 0.18	5.88 ± 2.61
	B discharged	12.92 ± 6.04	3.12 ± 2.72	5.88 ± 1.83	21.91 ± 6.56

✓ 암모니아

- 7, 8월 만 내 저층 농도 증가 (저층: 약 2배 증가)

✓ 아질산성 질소

- 8월 표·저층의 농도 증가 (표층: 약 3배, 저층: 약 3~11배)

✓ 용존 무기 질소

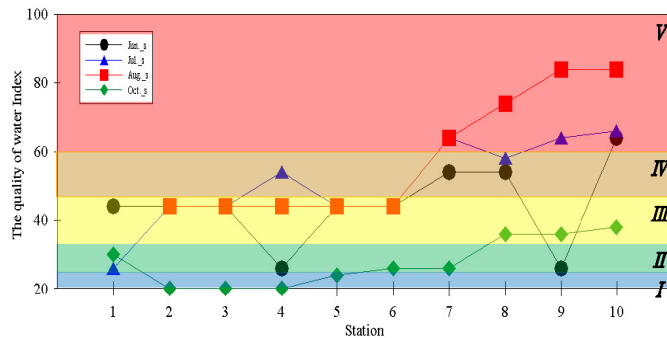
- 7, 8월 표·저층의 농도 증가 (표층: 약 3배, 저층: 약 4배)

✓ 질산성 질소

- 7, 8월 표·저층의 농도 증가 (표층: 약 40~65배, 저층: 약 18~27배)

## ➤ 생태기반 해수 수질 지수 변화

- 평상시 : 대부분의 수질지수가 3등급(보통) 이하
- 방류시 : 만 안쪽의 수질지수가 모두 5등급(나쁨)으로 바뀜



### 1-1-4. 결론

#### ➤ 천수만 주변 인공호에서의 담수 방류시

- ✓ 대부분의 영양염, 유기물, 용존 미량금속의 농도 증가.
- ✓ 용존 무기 질소 구성비 : 암모니아 → 질산염
- ✓ 제한 영양염 : N 제한 → P 제한
- ✓ 내부 환경을 변화시키는 기원
  - 담수 유입에 의한 증가
    - : 아질산염, 질산염, 용존 유기탄소, 용존 유기 질소, 용존 Al, Fe, Cu, Ni
  - 담수 유입에 의한 제거
    - : 용존 Pb, Cd
  - 만 내에서 추가
    - : 암모니아, 아질산, 용존무기인, 규산염 (8월 저층)
    - : 용존유기탄소, 입자상 유기탄소, 입자상 유기질소, 입자상 유기인, 입자상 규소 (8월 표층)
    - : 용존 Mn, Co
- ✓ 만내의 수질지수 : 3등급(보통) → 5등급(나쁨)

## 1-2. 조하대 퇴적물 환경 특성

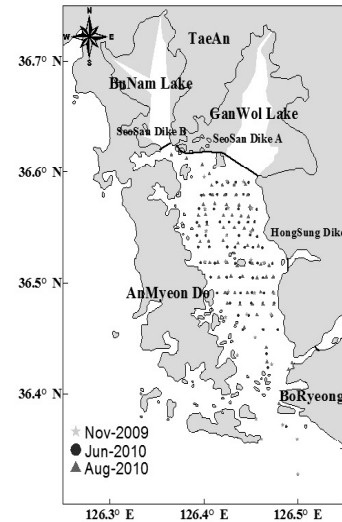
### 1-2-1. 개요

- A, B 방조제 건설 후 천수만 내 퇴적물의 빨질화가 지속되고
- 오염된 담수호 방류에 따른 유기물 축적 우려
- 퇴적물 현황 및 환경 변화

### 1-2-2 재료 및 방법

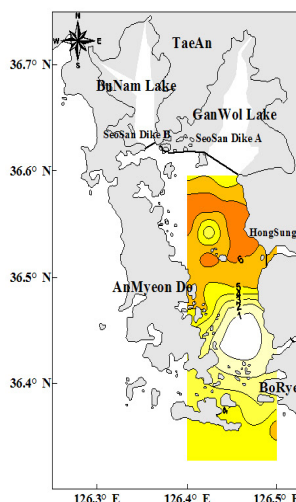
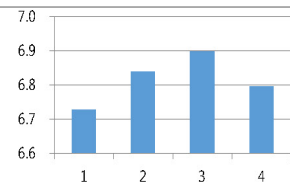
표층 퇴적물 화학적 특성 조사

- 가) 홍수기 및 비홍수기 2회 표층 퇴적물 채취  
(만의 북부는 0.5km x 0.5 km 간격, 만의 남부는 1km x 1km 간격)
- 2009. 11 30개 지점
  - 2010. 06 73개 지점
  - 2010. 08 66개 지점
- 나) 퇴적물 화학적 특성 분석(입도, 유기물, AVS, 중금속)
- 다) 퇴적물 환경 변화

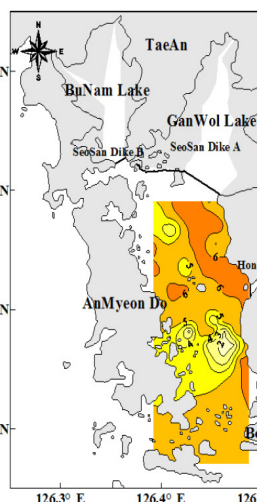


### 1-2-3. 결과 및 토의

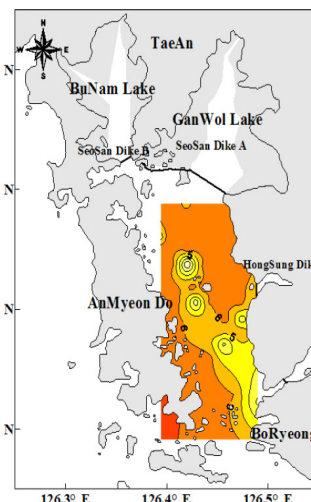
#### 1) 평균입도 (phi)



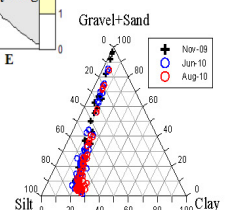
2009년 11월



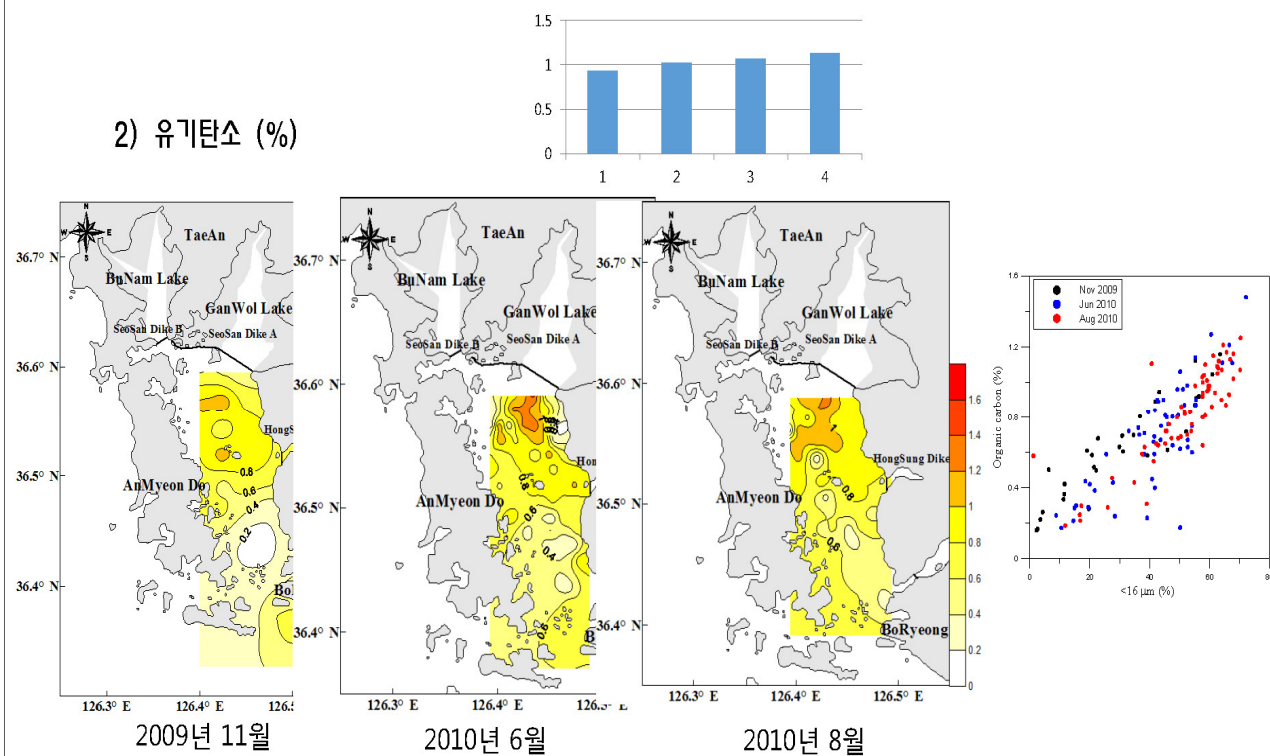
2010년 6월



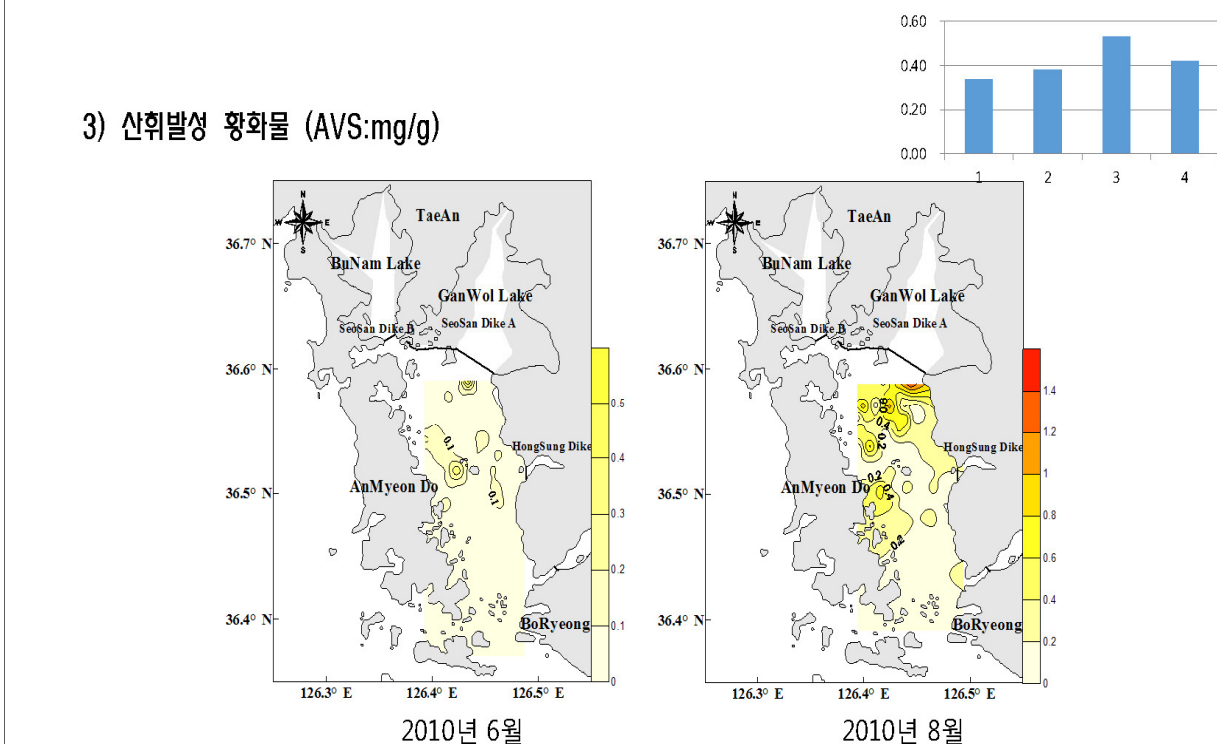
2010년 8월



## 2) 유기탄소 (%)



## 3) 산화발성 황화물 (AVS:mg/g)



## 4) 퇴적물 중 중금속

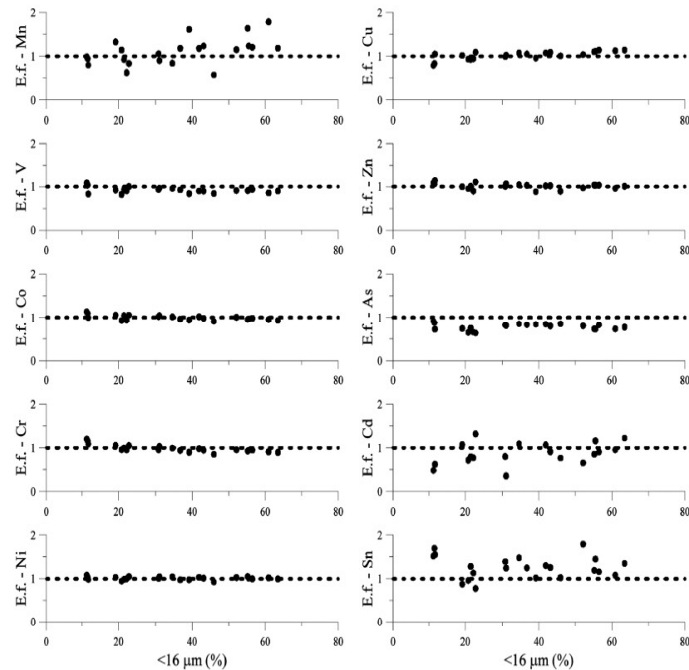


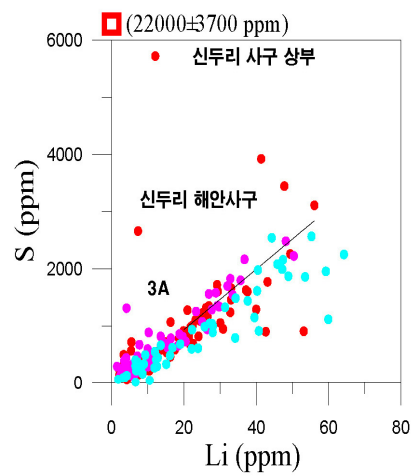
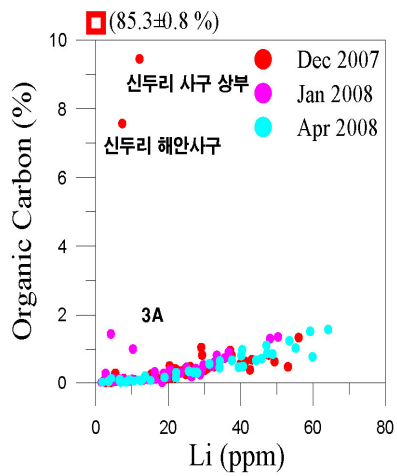
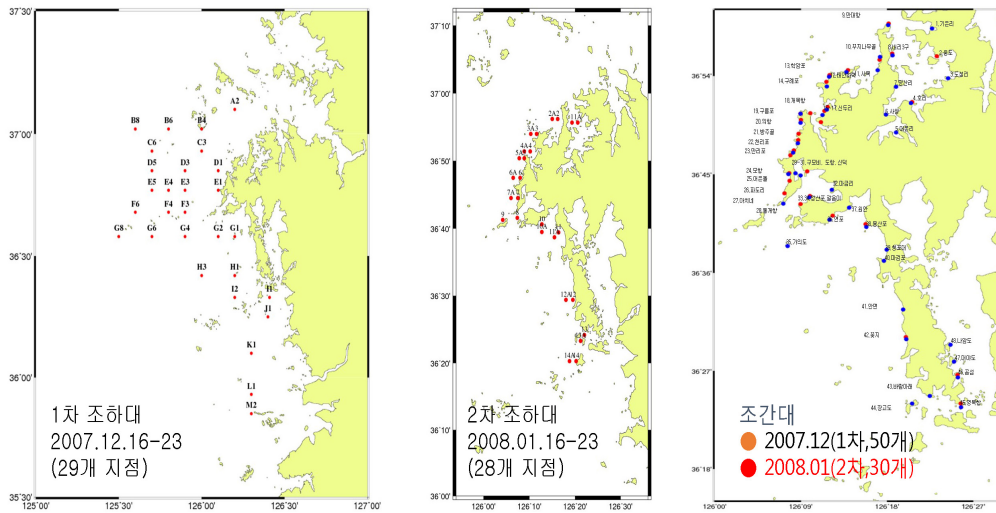
Fig. 6. Plots of mean grain size vs. soil enrichment factors in Chunsu Bay sediments.

송 등, 2011

## 1-2-4. 결론

- 90년대초보다 현재 전체적으로 세립화 (Mud 함량 ~30%에서 ~60%로 2배 증가)
- 2005년과 비교하면 (A,B,D,E구역만) 약 평균 80%로 유사함.
- 연구기간 내에서는 전체적으로 여름철 담수 방류 후 세립물질 (<16  $\mu$ m)이 증가하였으며, 특히 C, D 구역에서 급격히 증가함.
- 유기탄소는 세립질 함량과 밀접한 양의 상관관계를 보임.
- AVS는 여름철 담수방류 후 급격히 (5배)증가되고 특히 방조제 부근인 A, D구역에서 6배 이상의 급격한 증가를 보임.

## 2. 태안, 안면도 해역 퇴적물



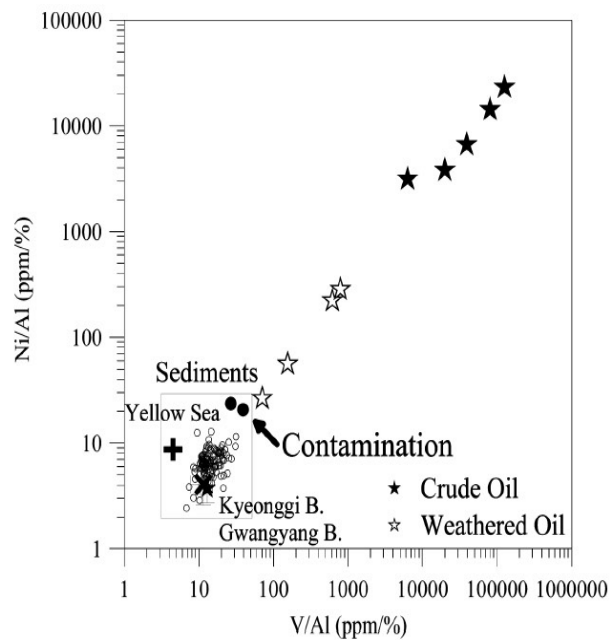
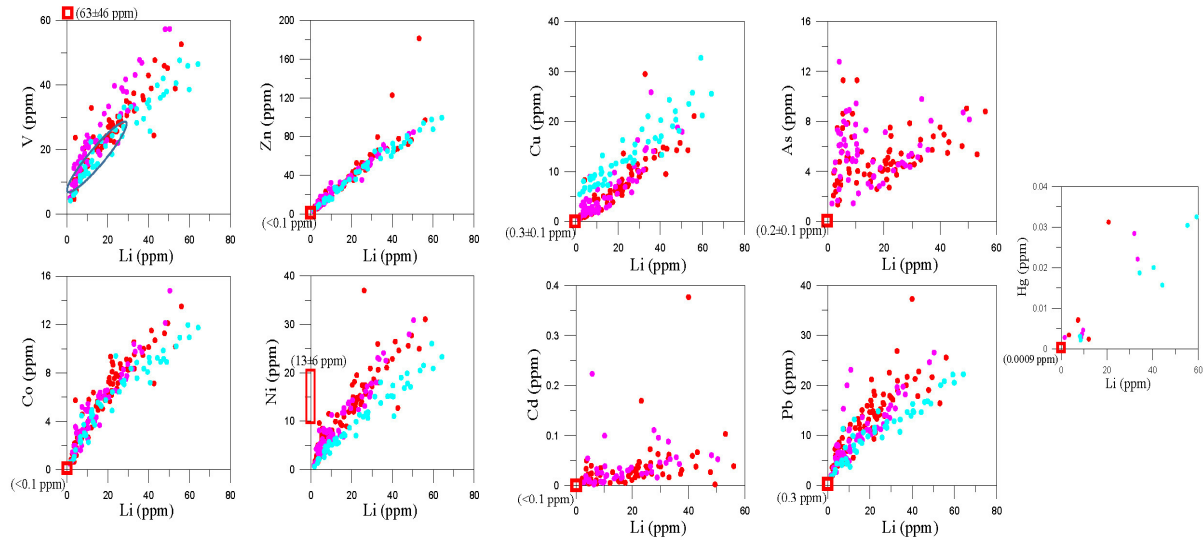
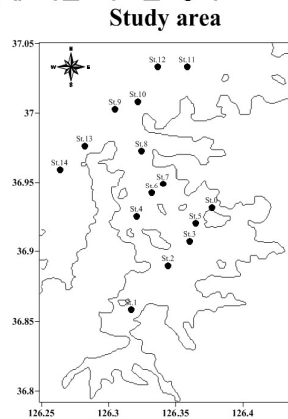


Fig. 4. Relationships between V/Al and Ni/Al in sediments, the weathered oils and the crude oils. The ratios observed in the Kyeonggi Bay, Gwangyang Bay and the Yellow Sea sediments were shown. Filled circles indicate potentially contaminated sediments by oil spill.

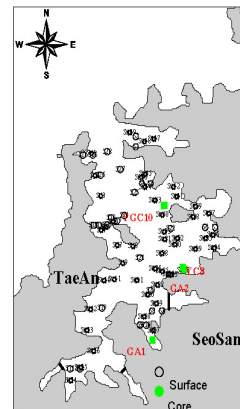
송 등. 2013

### 3. 가로림만의 수·저질 현황

- 수질 항목 (영양염류 및 미량금속)들의 시공간적 분포 (2015-2016년 4계절 조사, 2010년 4계절 조사 포함) 특성
- 해양환경기준에 의한 수질 평가 (2015-2016년 4계절 조사)
- 표층 및 주상 퇴적물에서 중금속의 시공간적 분포 특성
- 해양환경기준에 의한 퇴적물 평가

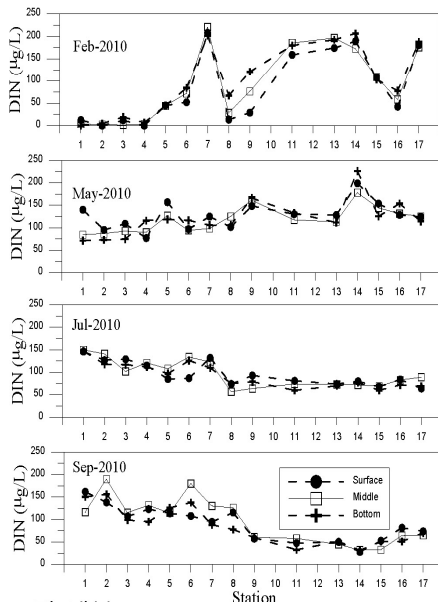


해수채취지점  
(2015-2016)



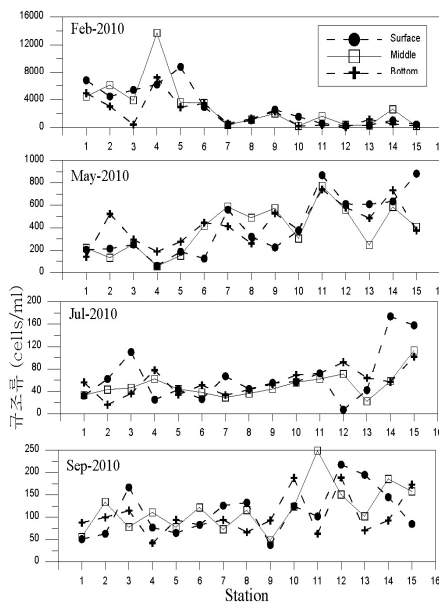
퇴적물채취지점  
(2015-2016)

### ➤ DIN 농도, 규조류 수의 공간 분포 (2010)



만 내부

외해



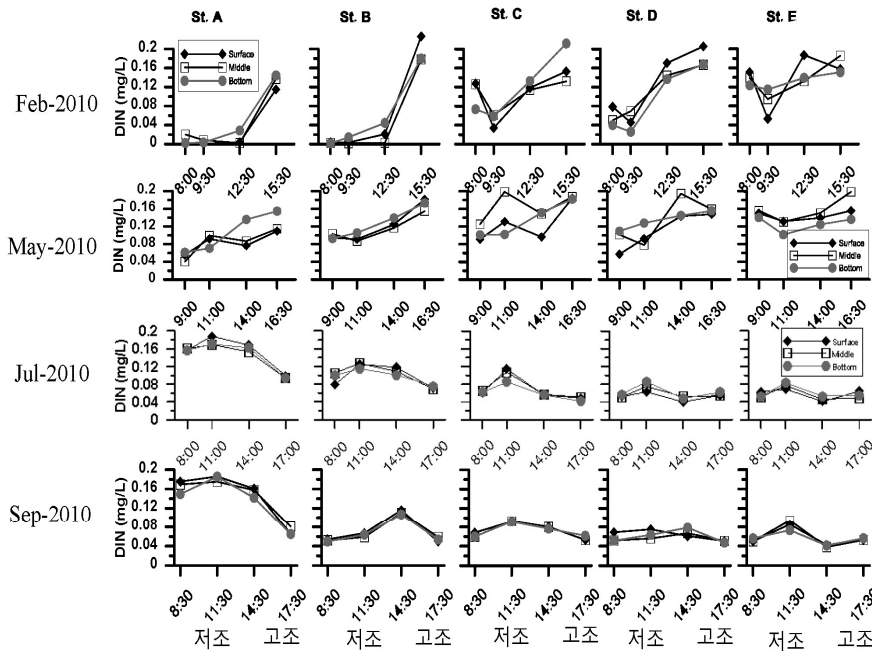
만 내부

외해

<계절별 정점별 DIN 농도 변화>  
2010환경영향평가서

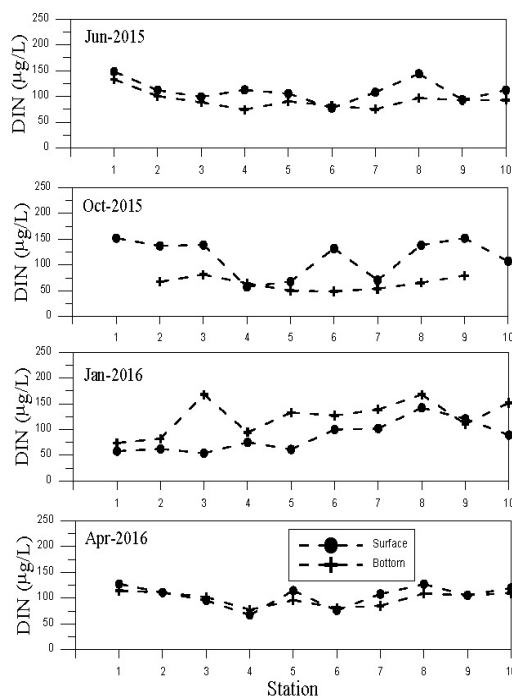


## ➤ 조석 주기에 따른 DIN 농도 변화 (2010)

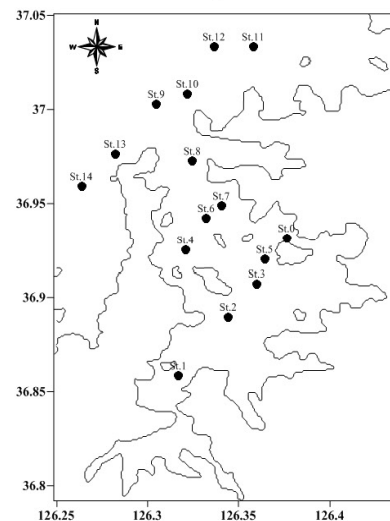


- 2월, 5월은 외해의 높은 영양염 내만에선 낮은 농도
- 7, 9월은 외해에서 낮고, 내만에 뚜렷이 높은 농도

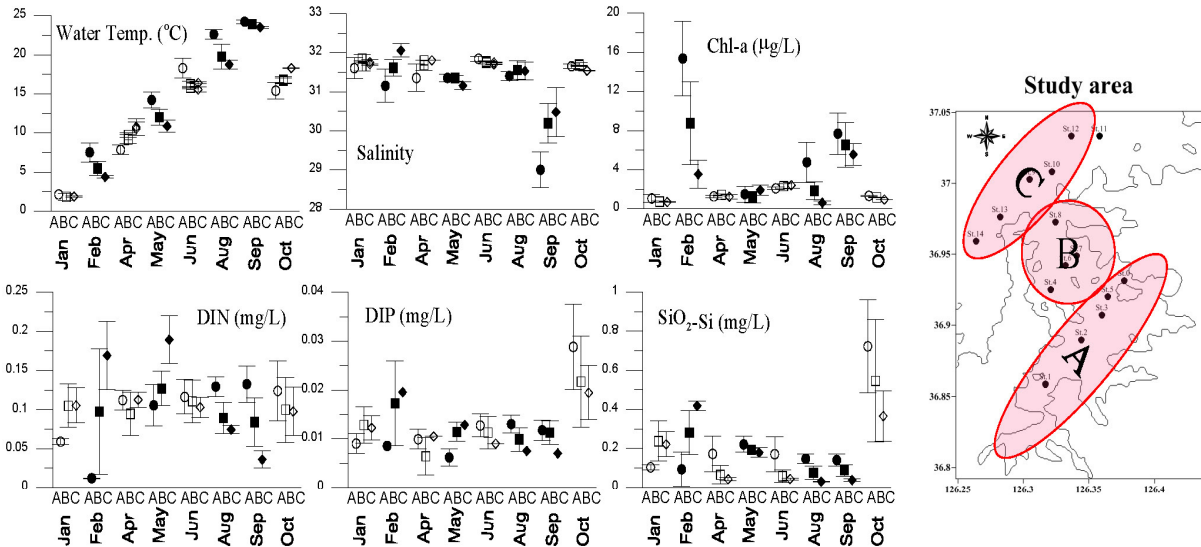
## ➤ DIN 농도의 공간 분포 (2015-2016)



Study area

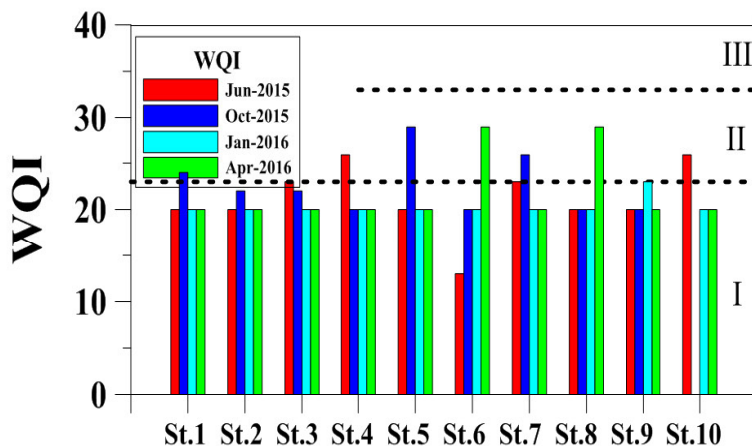


## 계절별 공간분포 특성 (2010-2015년 종합)



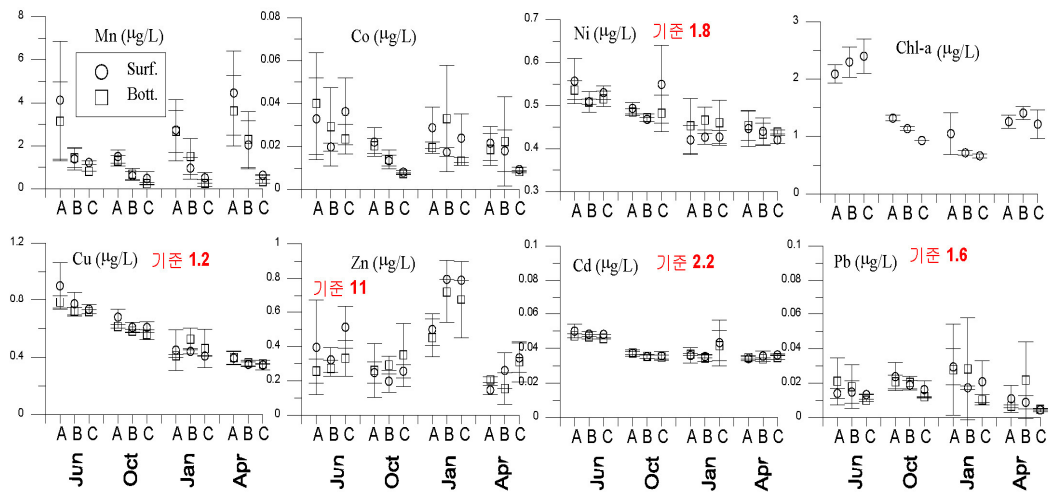
- ✓ 2010년과 2015-16년 자료를 월 단위로 함께 표시하고 시기별 공간적 변화를 살펴봄
- ✓ 염분, 용존 산소는 시공간적 변화 매우 적음
- ✓ 온도는 계절적인 변화를 잘 나타내고 있음
- ✓ 영양염 농도가 1월에서 5월까지 내측 저, 외측 고,  
6월에서 10월은 내측 고, 외측 저의 공간적 분포를 보임, 즉, 1-5월 사이에는 외해에서 영양염이 공급되고 갯벌에서 소모되며, 6월-10월에는 갯벌에서 영양염이 발생되어 외해로 공급된다.

## 현 수질의 평가



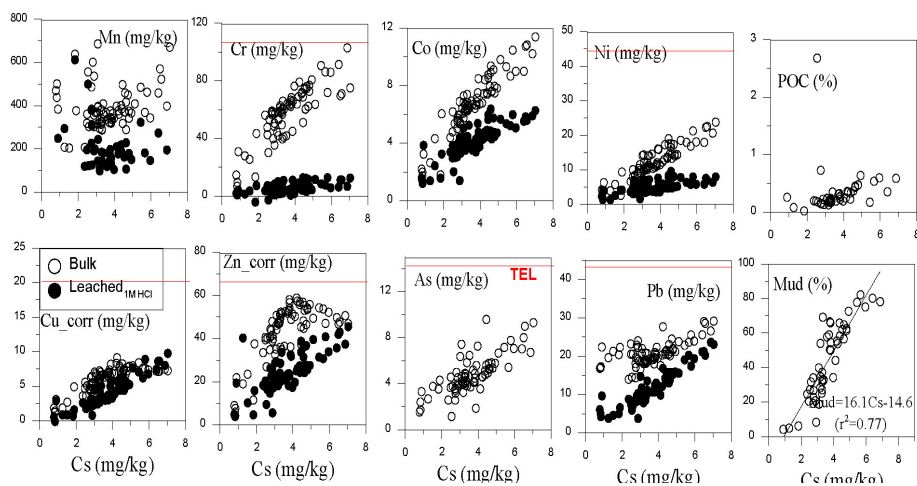
- ✓ 네 시기 모두 전 정점에서 I, II 등급의 양호한 수질

## ➤ 해수 중금속의 시공간적 분포 특성 및 장기기준과 비교



- ✓ 분석한 용존 미량금속은 해양생태계 보호 기준의 장기 기준보다 매우 낮은 상태
- ✓ Mn, Co, Pb는 모든 시기 내만에서의 농도가 외해보다 높아 내만에 공급원이 있을 가능성
- ✓ Zn는 내만에서 제거되는 농도 구배를 보였음.
- ✓ Cu, Cd, Ni은 한 시기의 공간적인 차이가 거의 없으나 시기별 차이가 뚜렷함.

## ➤ 표층퇴적물에서 중금속 분포



- 중금속 농도가 입도를 나타내는 Cs와 양호한 양의 직선 관계를 보여주며
- 농도 수준도 해양환경기준의 주의기준(TEL) 값보다 모두 낮은 값을 보였음.
- Cu와 Zn의 경우 Li으로 입도 보정한 값을 사용하였음.

## 결과 요약

- 가로림만에서 해수 중 영양염의 시공간적 분포 특성으로는
  - 2-5월 동안은 내만에서의 강한 생물 활동에 의해 소모되어 외해의 영양염이 내만에서 제거되고, 6-10월 사이에는 외해의 영양염이 소모되어 농도가 낮아진 반면 내만에서는 활발한 재광물화로 영양염 농도가 높아 외해로의 공급원이 된다.
- 해수 중 용존 금속은 내만에서 공급되거나 (Mn, Co, Pb), 제거되거나 (Zn), 아무 변화가 없었다. (Cu, Ni, Cd)
- 해양환경기준에 의하면 가로림만 해수는 연중 1-2 등급을 유지하고 있으며 용존 금속도 매우 낮은 농도를 보였다.
- 표층 퇴적물에서 중금속 농도는 입도와 관련성이 매우 양호하였으며 해양환경기준의 주의기준 이하였다.