

## Ⅳ. 충청씨그랜트센터 서해안 해양환경 조사현황

충남대학교 해양환경과학과 최 만 식 교수



# 충청씨그랜트 서해안 해양환경 조사현황

충남대학교  
최만식

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

## 목차

### 1. 천수만에서의 수 · 저질 (2009-2010)

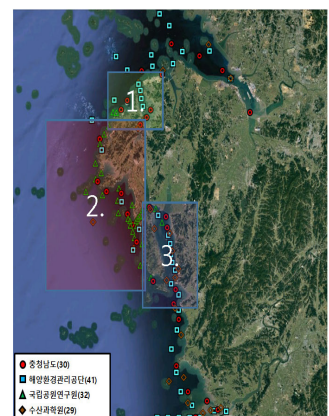
- 수질
- 조하대 퇴적물

### 2. 태안, 안면도 해역 퇴적물 (2007-2008)

- 조간대 및 조하대 퇴적물

### 3. 가로림만의 수 · 저질 (2015-2016)

- 수질
- 조간대 및 조하대 퇴적물

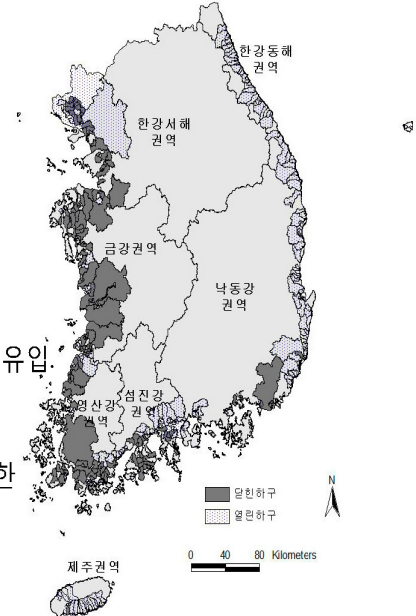


# 1. 천수만에서의 수·저질 현황

## 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

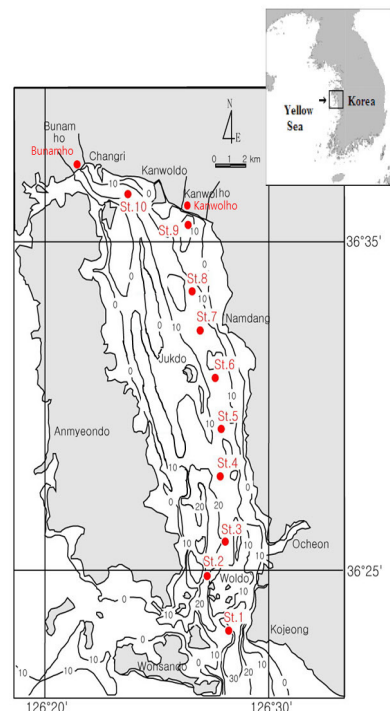
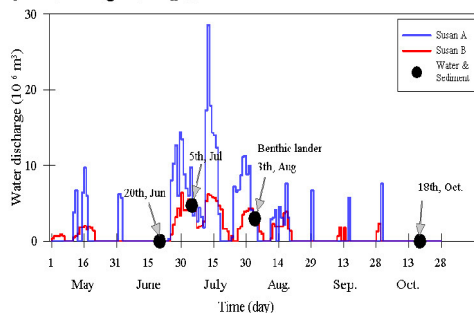
## 1-1-2. 자료 및 방법

### ▶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

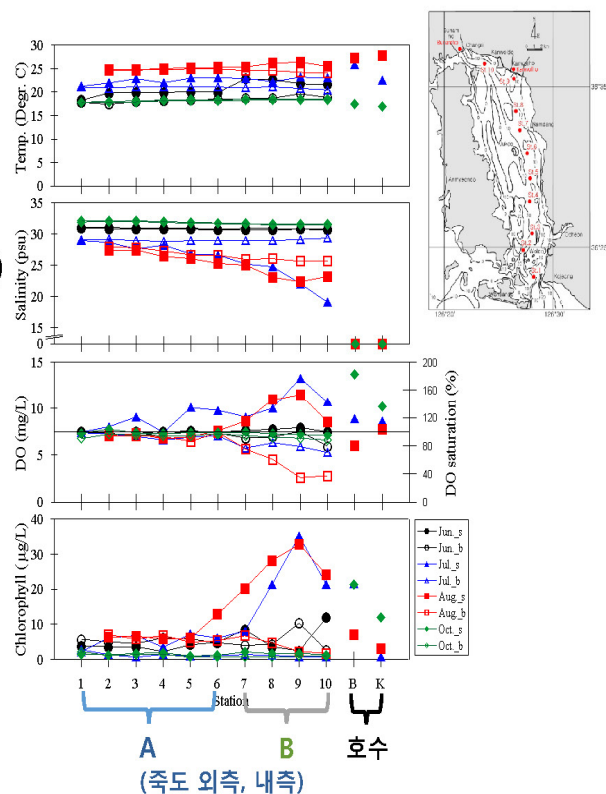
- 표층; 과포화, 7월; 13mg/l, 177%
- 저층; 빈산소, 8월; 2.6mg/l, 36%

• 6, 10월 : 90-110 %

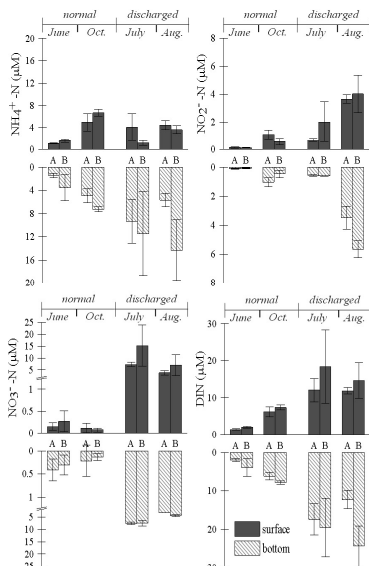
✓ 엽록소 :

• 7,8월 표층 : 최대 약 35μg/l

• 6,10월 : 10 μg/l 이하



## ➤ 질소화합물



|   |            | ammonia      | nitrite     | nitrate      | DIN          |
|---|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| A | normal     | 3.02 ± 2.30  | 0.61 ± 0.56 | 0.14 ± 0.10  | 3.78 ± 2.70  |
|   | 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  |
|   | discharged | 2.39 ± 1.44  | 3.01 ± 1.68 | 11.12 ± 7.73 | 16.52 ± 7.52 |
| a | normal     | 3.18 ± 2.01  | 0.57 ± 0.52 | 0.31 ± 0.30  | 4.07 ± 2.30  |
|   | 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  |
|   | 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

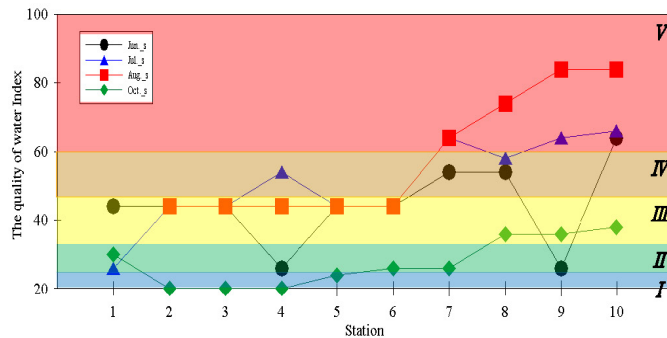
- 7, 8월 표·저층의 농도 증가 (표층: 약 3배, 저층: 약 4배)

✓ 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

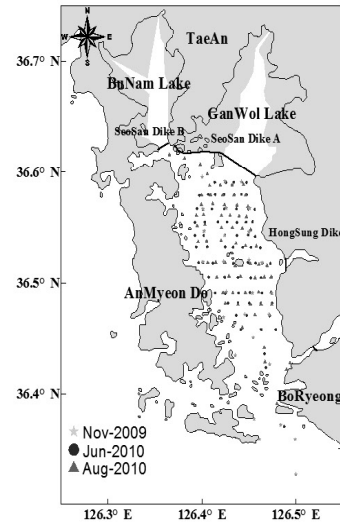
### 1-2-1. 개요

- 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

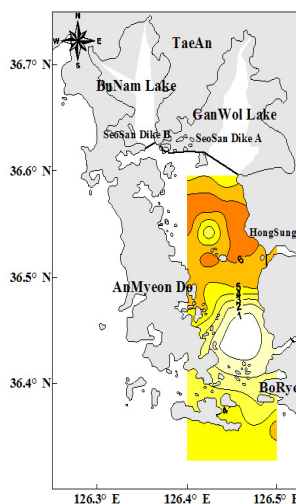
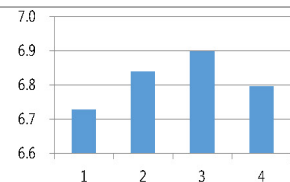
표층 퇴적물 화학적 특성 조사

- 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

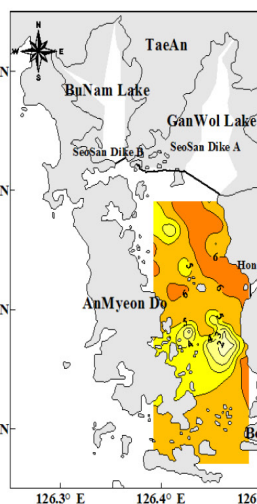


### 1-2-3. 결과 및 토의

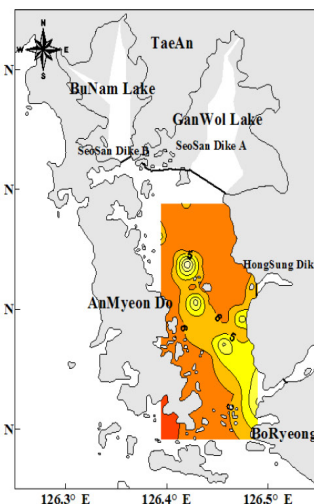
#### 1) 평균입도 (phi)



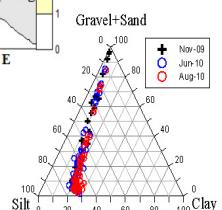
2009년 11월



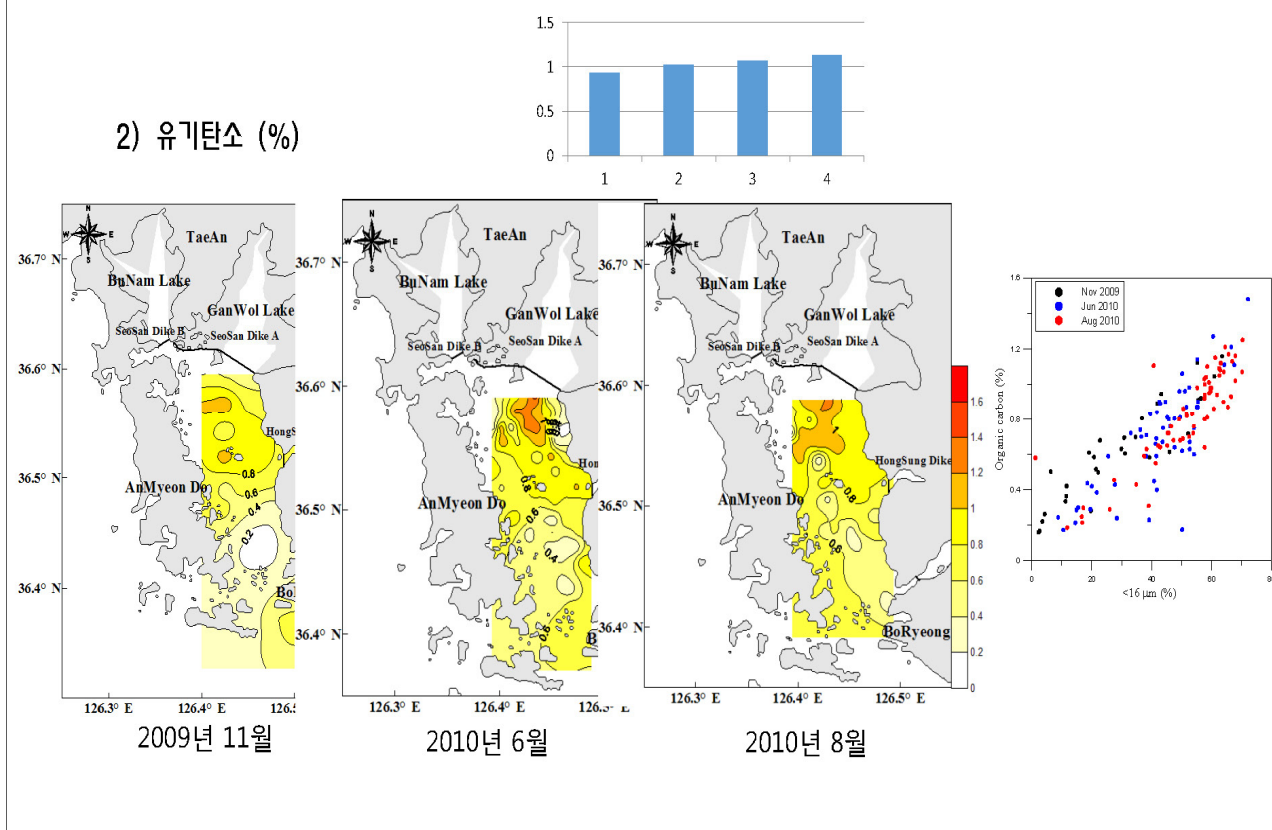
2010년 6월



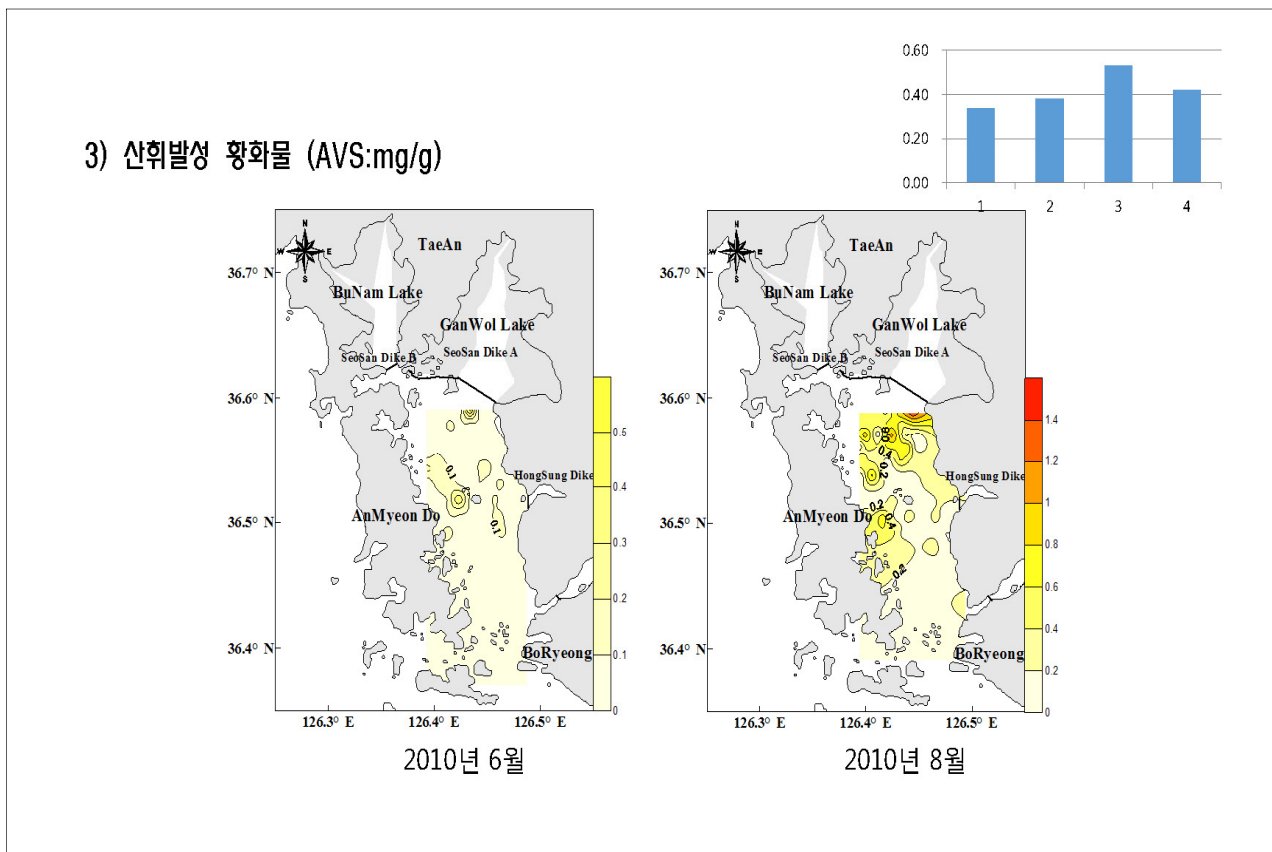
2010년 8월



## 2) 유기탄소 (%)



## 3) 산화발성 황화물 (AVS:mg/g)



## 4) 퇴적물 중 중금속

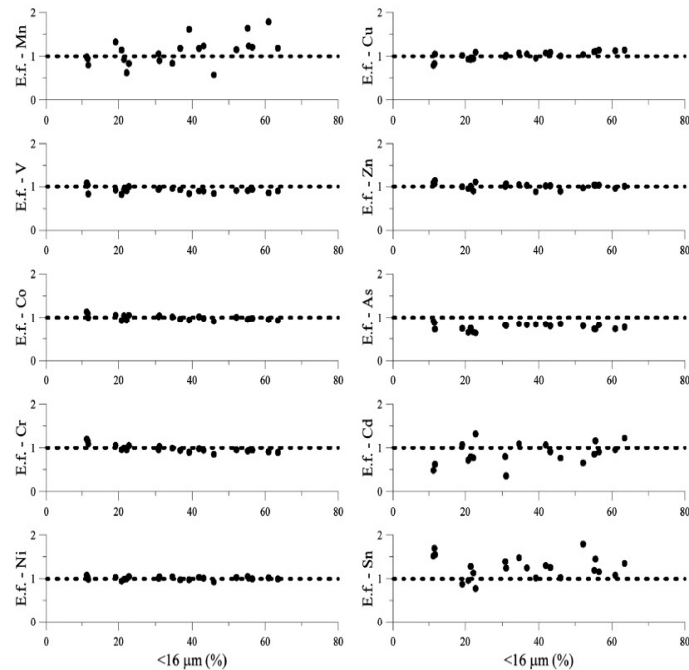


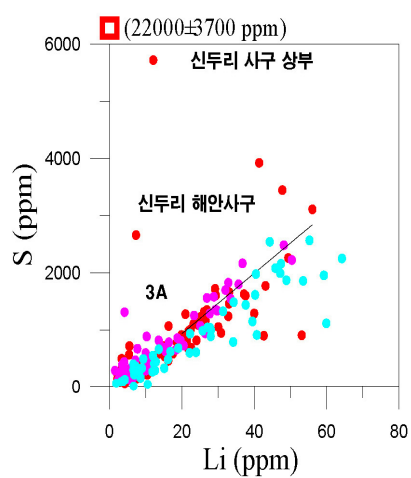
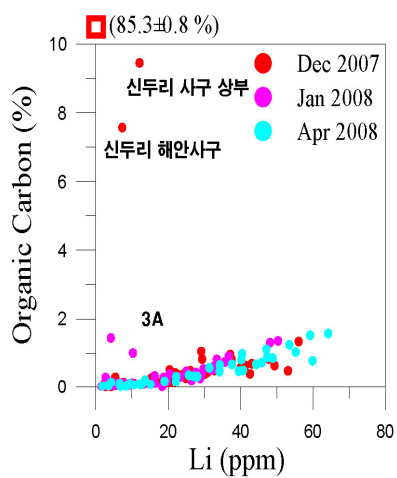
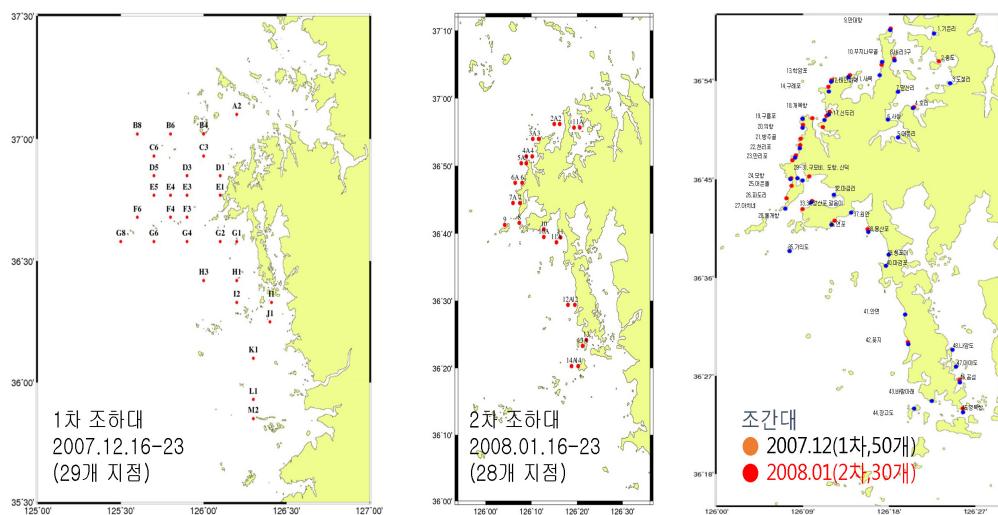
Fig. 6. Plots of mean grain size vs. soil enrichment factors in Chunsu Bay sediments.

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



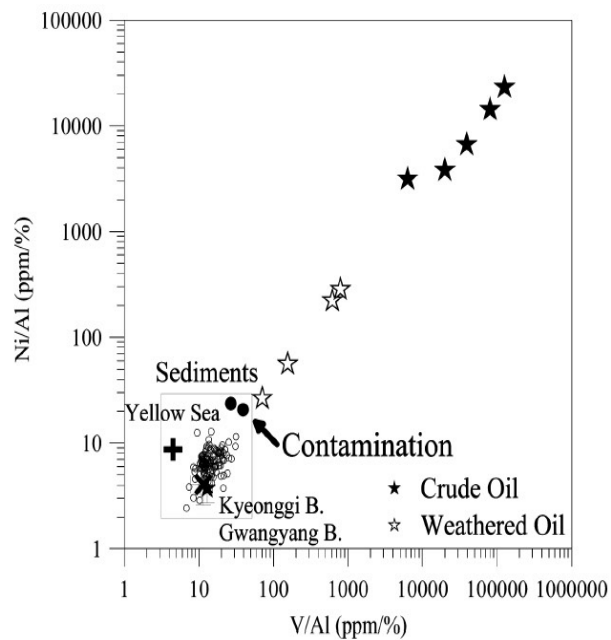
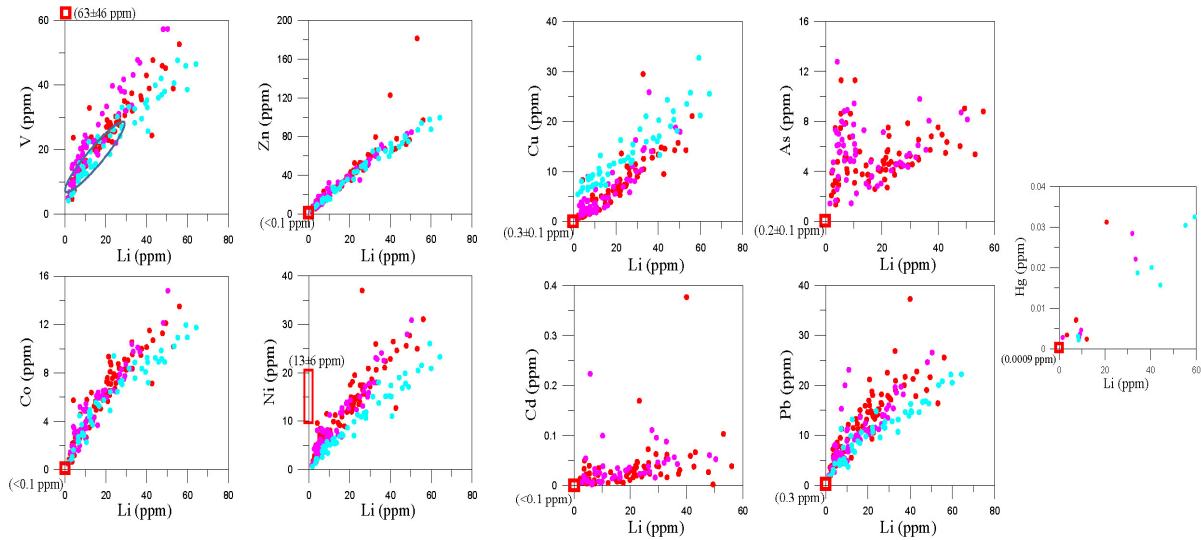


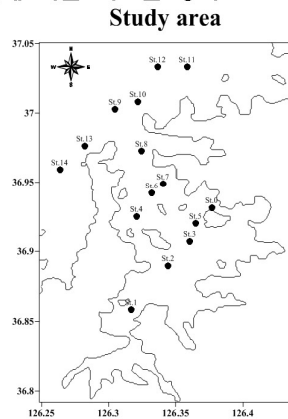
Fig. 4. Relationships between V/Al and Ni/Al in sediments, the weathered oils and the crude oils. The ratios observed in the Kyeonggi Bay, Gwangyang Bay and the Yellow Sea sediments were shown. Filled circles indicate potentially contaminated sediments by oil spill.

송 등. 2013

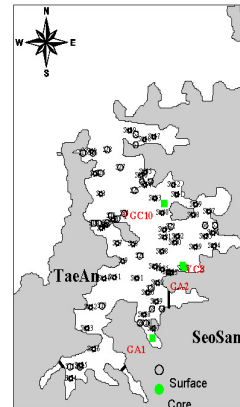


### 3. 가로림만의 수·저질 현황

- 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

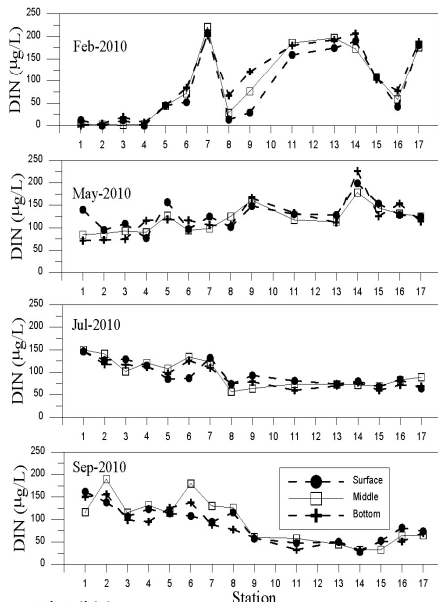


해수채취지점  
(2015-2016)



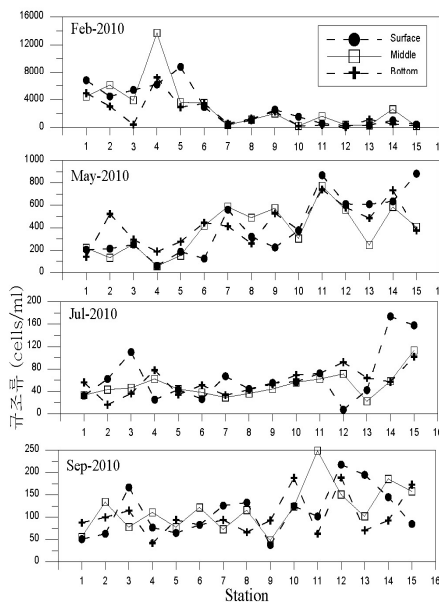
퇴적물채취지점  
(2015-2016)

### ➤ DIN 농도, 규조류 수의 공간 분포 (2010)



만 내부

외해



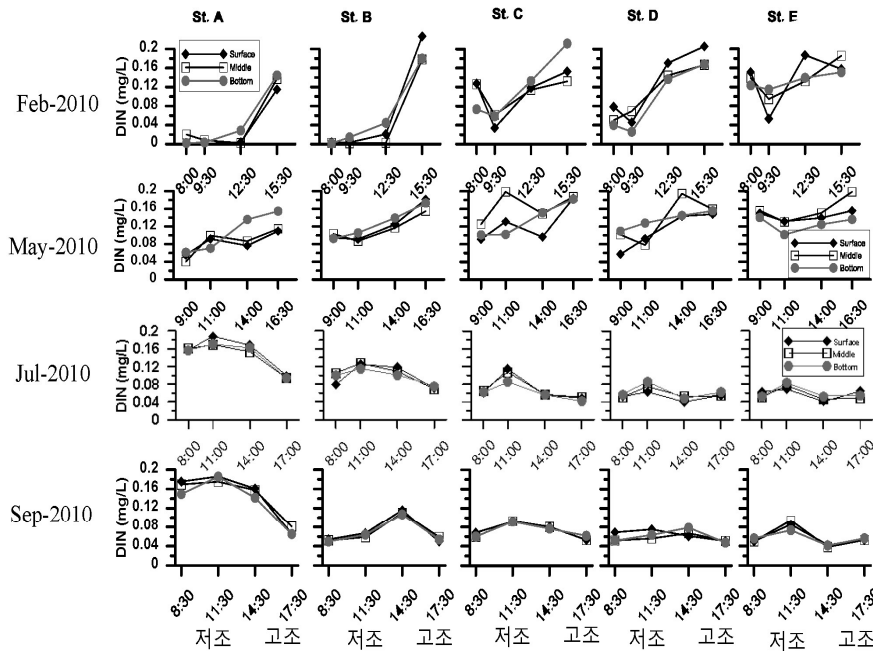
만 내부

외해

<계절별 정점별 DIN 농도 변화>  
2010환경영향평가서

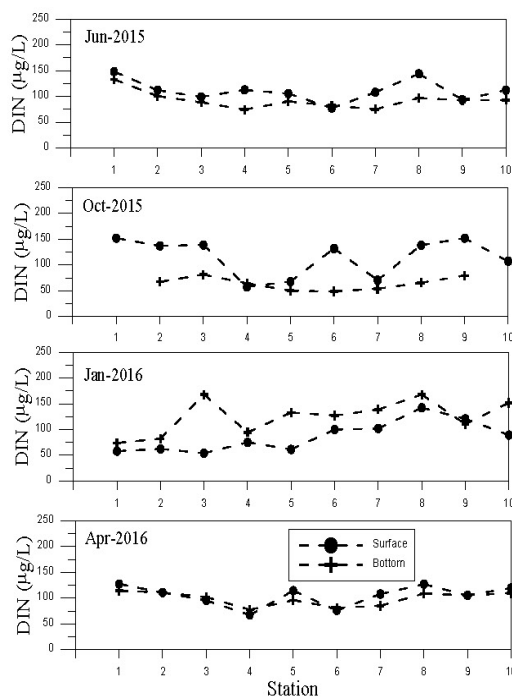


## ➤ 조석 주기에 따른 DIN 농도 변화 (2010)

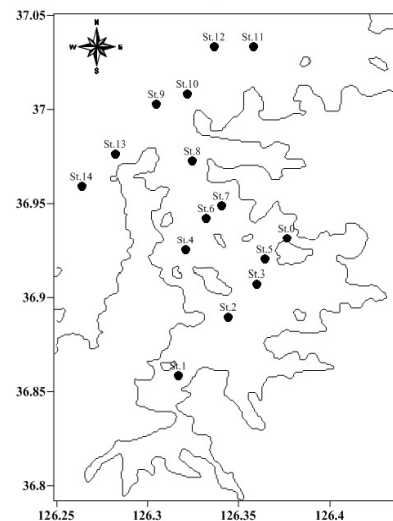


- 2월, 5월은 외해의 높은 영양염 내만에선 낮은 농도
- 7, 9월은 외해에서 낮고, 내만에 뚜렷이 높은 농도

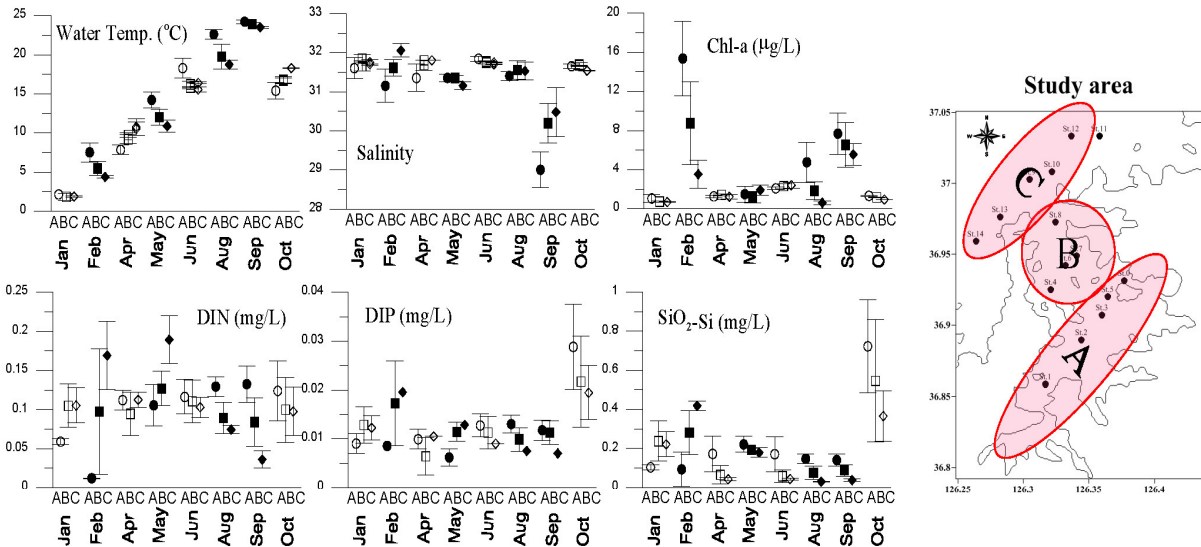
## ➤ DIN 농도의 공간 분포 (2015-2016)



Study area

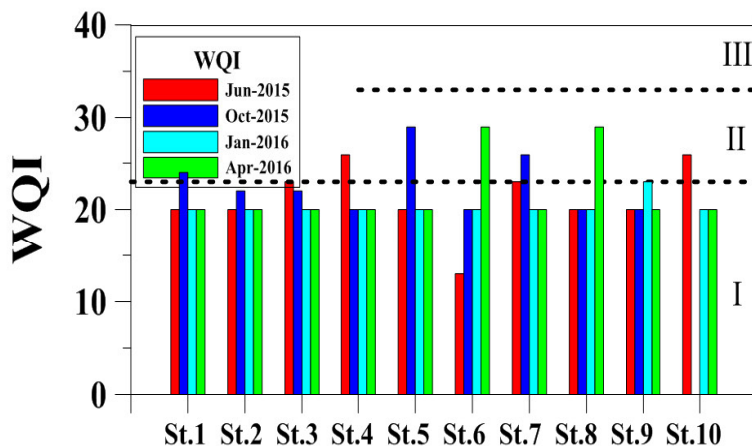


## 계절별 공간분포 특성 (2010-2015년 종합)



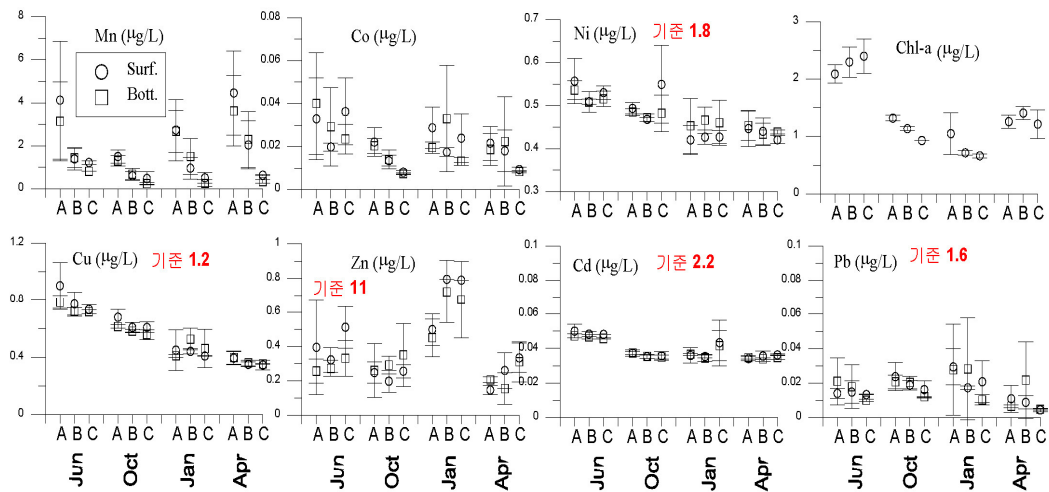
- ✓ 2010년과 2015-16년 자료를 월 단위로 함께 표시하고 시기별 공간적 변화를 살펴봄
- ✓ 염분, 용존 산소는 시공간적 변화 매우 적음
- ✓ 온도는 계절적인 변화를 잘 나타내고 있음
- ✓ 영양염 농도가 1월에서 5월까지 내측 저, 외측 고,  
6월에서 10월은 내측 고, 외측 저의 공간적 분포를 보임, 즉, 1-5월 사이에는 외해에서 영양염이 공급되고 갯벌에서 소모되며, 6월-10월에는 갯벌에서 영양염이 발생되어 외해로 공급된다.

## 현 수질의 평가



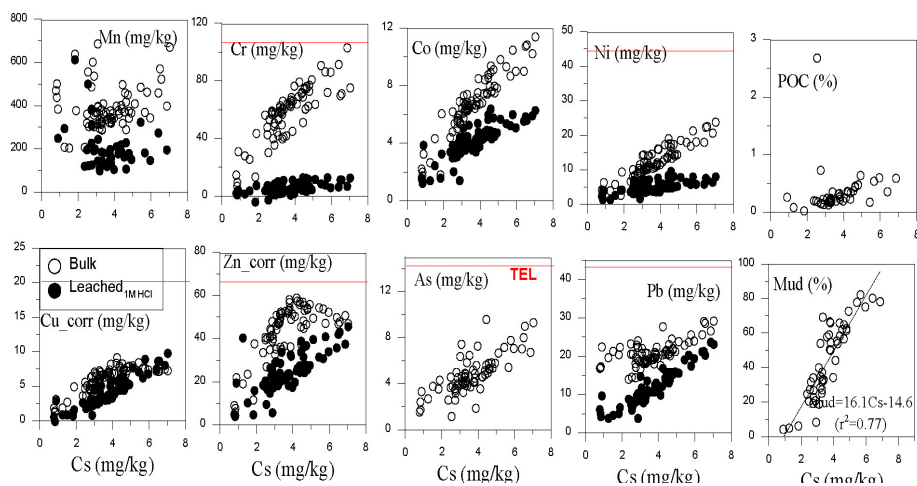
- ✓ 네 시기 모두 전 정점에서 I, II 등급의 양호한 수질

## ➤ 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.