

서해안 연안환경측정망 모니터링 2단계 사업 개요

추진 개요

- 과 업 명 : 2단계 서해안 연안환경측정망 모니터링(5개년)
- 과업기간 : '22. 1. 1. ~ '26. 12. 31.
- 과업내용 : 충남도 해역 30개 정점에 대한 해양환경(해양수질, 해저퇴적물, 해양생물) 정기조사(분기별) 및 중점오염 해역에 대한 특별조사
- 과업현황 : 2016~2020년 1단계 정기모니터링 완료
- 기대효과 : ① 지속가능한 해양환경보전 정책수립 기반자료 생산
② 도 역점사업 지원(부남호 역간척, 가로림만 해양정원, 하구복원 등 지원)
③ 해양오염 이슈 관련, 도민 안심을 위한 해양환경 모니터링 DB 생산

연차별 추진 계획

1차 년도

2022

- 2단계 연안환경측정망 구축 운영 시작
- 후쿠시마 원전 오염수 방류 시나리오에 따른 해양방사성 물질 영향 분석
- 원전오염수 방류에 따른 도 대응계획 수립 및 도민 안심 지원 연구
 - 일본 원전 오염수 대응 정책협의회 구성 및 운영 지원
- 타 시도 연안환경측정망 모니터링 정보 공유 및 정보 지원

2~5차 년도

2023~2026

- 정기조사 외 특별조사 기획 운영
 - 달천하구호 오염도, 갯벌복원지 주변 해양환경변화 모니터링 등
- 방사능 이슈관련, 도내 연안 해양방사성 물질 감시망 구축
 - 국가 연안해역 방사능 모니터링 지점 연계, 2개월 단위 방사성물질 조사 추가
 - * 국가 모니터링(6개소, 년 2회) 외, 도 모니터링(3개소, 년 6회) 추가로 연중감시 실시
- 국가 모니터링 지점에 서해안(충남해역) 특별조사 정점 추가
 - 해수부(해양환경정책과) 건의 : 전략지점(어장, 양식장, 항만 등) 추가 반영
 - 수산물 방사능 감시체계 강화
- 도내 해양환경 조사 연보 발간

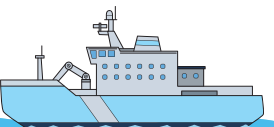
2021. 8.

충남연구원 서해안기후환경연구소

윤종주 연구위원 | 윤영관 연구원 | 이상우 연구원 | 박경규 연구원



서해안 연안환경측정망 모니터링



5년간의 기록

(2016~2020)



충청남도
Chungcheongnam-do



충남연구원
ChungNam Institute

서해안 연안환경측정망 모니터링 개요

5년간의 기록

자료의
지속성, 연속성
확보

지속 가능한
발전의 토대
구축

오염원인
규명 관리대안
마련



● 일반정점
★ 항만구역



충남 연안및도서

갯벌
358km²

도서 268개,
유인도 34개

해안선
1,242km

*출처: 충남도청,
『2020 하반기도정 주요통계』

서해안 연안환경측정망 모니터링

정기조사

겨울(2월)
-수질
-퇴적물(1회/년)
-해양생물

봄(5월)
-수질
-해양생물

여름(8월)
-수질
-해양생물

가을(11월)
-수질
-해양생물

특별조사

호소
천수만
가로림만
유입하천등

서해안 연안환경측정망 모니터링 연혁

시기	내용
2015. 11	1단계 5년(1차년도) 용역 착수(26개 정점)
2016. 02	정기조사 정점 확대(26→30개)
2017. 08	천수만 특별조사 시작 해역(30개 정점, 표층퇴적물), 호소(천수만 내 4개소, 수질+표층퇴적물)
2018. 08	천수만 특별조사 - 주상퇴적물 추가 해역(2개 정점), 호소(1개 정점/1개소)
2020. 08	천수만 및 가로림만 특별조사-유입하천 조사 추가 부남호(수질+퇴적물), 가로림만(수질)
2020. 12	1단계(5년) 용역 종료

*어선법 제21조에 의거하여 특별검사 후 어선을 조사에 활용하였음

서해안 연안환경측정망 모니터링 정기조사 개요

구분	조사 항목	조사정점
해양수질	일반항목(14) 수온, 염분, pH, DO, COD, Chlorophyll-a, TN, DIN(NO ₂ -N, NO ₃ -N, NH ₄ -N), TP, DIP(PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, SPM, 투명도	30개 정점
	유분	5개 정점
해저 퇴적물	미량금속(9) Cr ⁶⁺ , Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Hg, CN	30개 정점
	일반항목(7) 입도, 함수율, IL, COD, AVS, TOC, TN	30개 정점
	중금속(13) Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, Li, Hg, Al, Fe, As	30개 정점
해양생물(굴)	중금속(7) Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Hg, As	5개 정점

*특별조사는 성격에 따라 조사항목이 변경됨

수질평가지수(WQI)란?

우리나라 해양환경 특성에 적합한 종합적인 해역수질평가 기준 설정을 위해 해역을 해류, 조석, 탁도, 수심 등을 기준으로 다섯 가지의 생태구(동해, 대한해협, 서남해역, 서해중부, 제주생태구)로 구분하고 부영양화의 원인항목(용존 무기질소(DIN), 용존 무기인(DIP))과 일차반응항목(클로로필(Chl-a), 투명도(SD)), 이차반응항목(저층 용존산소 포화도(DO))에 해당하는 항목들을 평가항목으로 계산된 수질등급임(해양수산부 고시 제2018-10호)

* 출처: 해양환경정보포털(<https://www.meis.go.kr>)

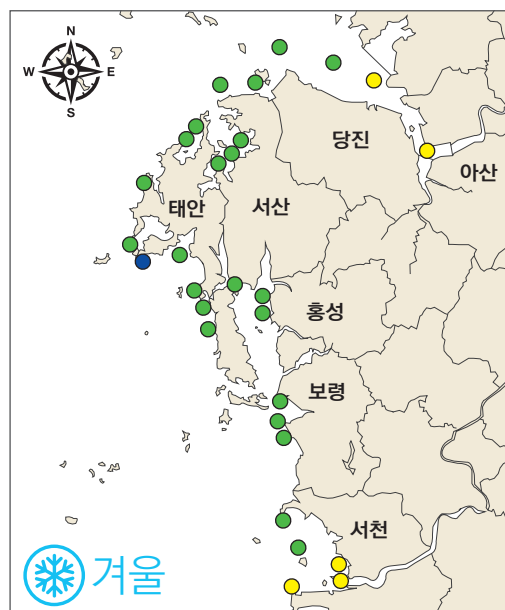
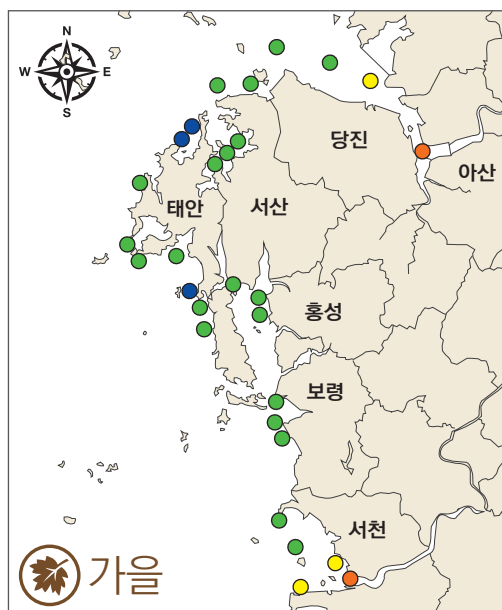
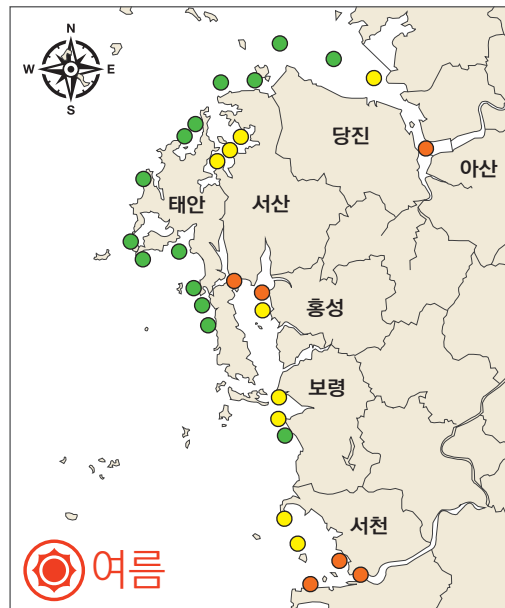
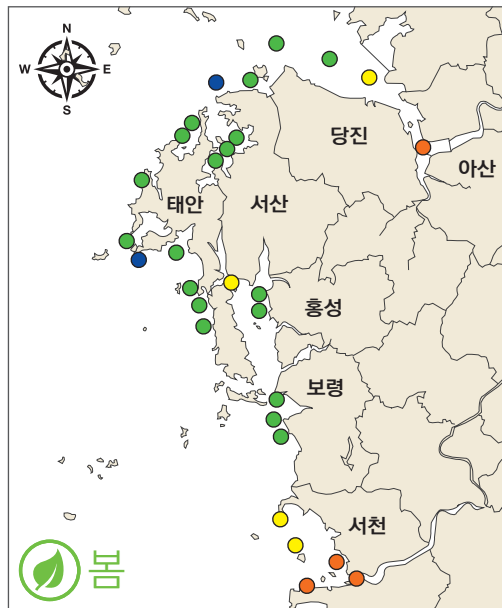


충청남도 연안의 수질 현황(5년 평균)

- 충남 연안의 평균수질은 좋음 수준(II등급)을 유지하고 있음 (WQI분석 결과)
- 하구역 및 일부 반폐쇄성만 등은 육상에서 유입되는 물질로 인해 수질이 악화되어 있음

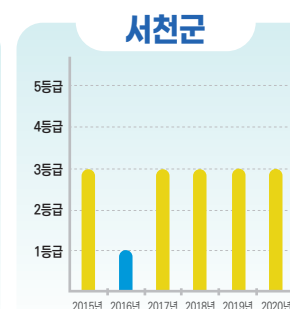
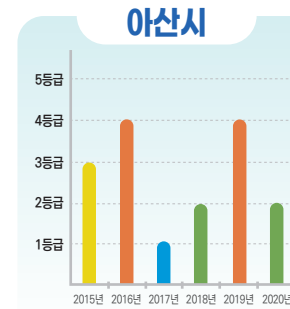
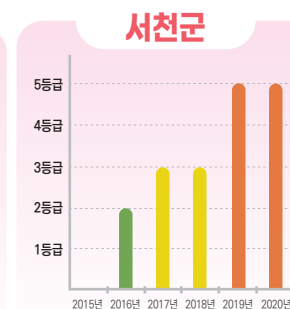
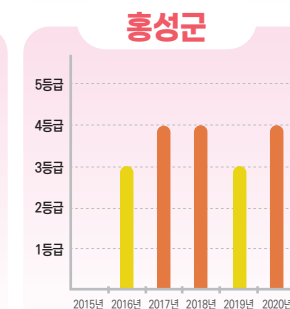
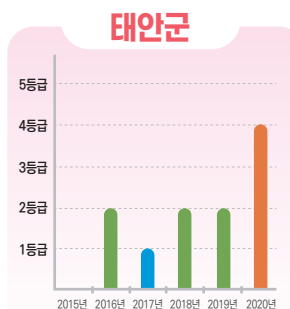
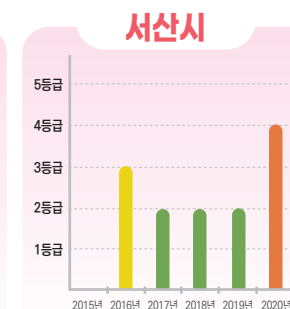
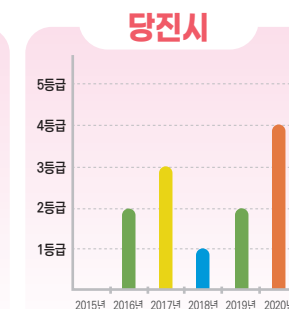
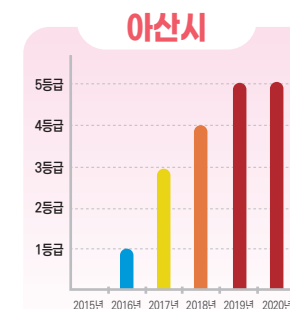
범례

- I 등급(매우 좋음)
- II 등급(좋음)
- III 등급(보통)
- IV 등급(나쁨)
- V 등급(매우 나쁨)



시·군별 수질 특성

- (여름철) 아산, 홍성, 서천은 IV등급(나쁨)~V등급(매우 나쁨)으로 수질이 일시적으로 나빠짐
- (겨울철) 대부분 해역은 II등급(좋음) 수준이며, 아산과 서천은 III등급(보통)~IV등급(나쁨) 수준으로 분석되어 겨울철에도 일부 지역의 수질이 나쁜 상태로 나타남
- 해상을 명확하게 구분할 수 없으나, 대체로 만(灣, bay)형태를 지닌 해역의 수질등급이 높게 산정되었으며, 해당 지역은 수질개선을 위한 지속적인 노력이 필요함



● 매우 나쁨 ● 나쁨 ● 보통 ● 좋음 ● 매우 좋음

표층퇴적물 - 유기물

유기물 오염도

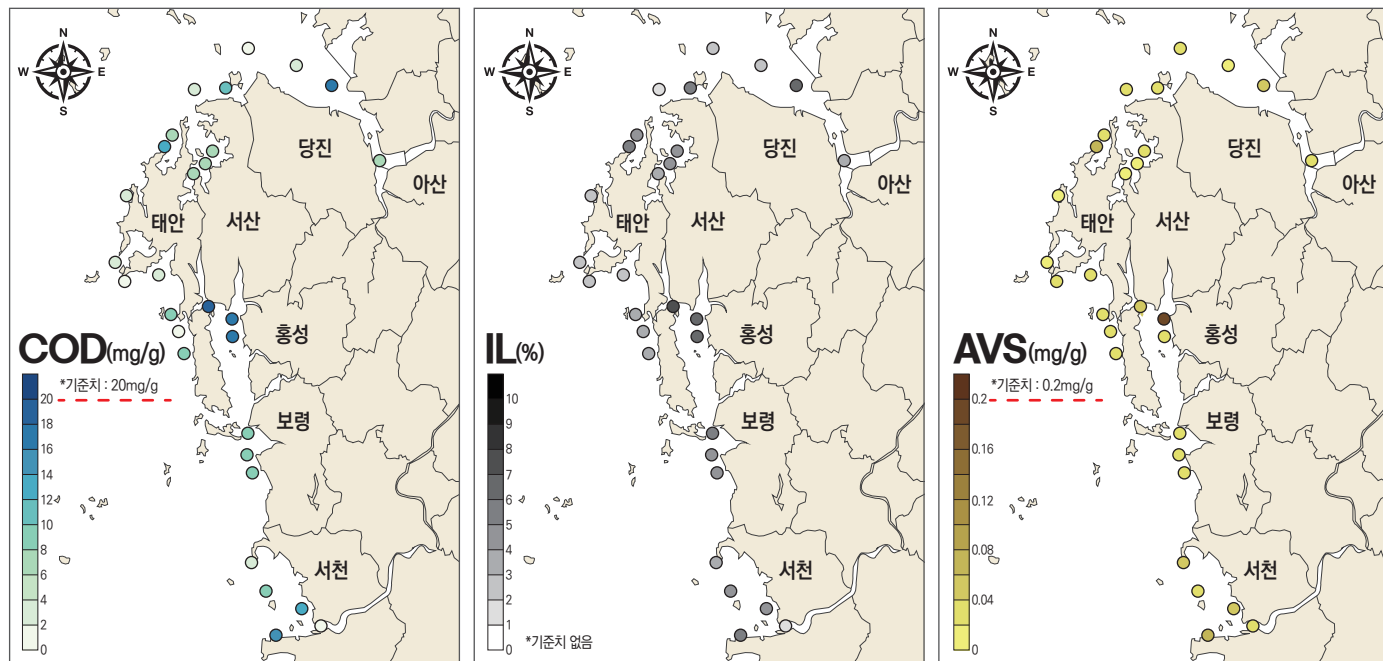
- 해양퇴적물은 육상에서 유입되는 많은 물질과 수계 자체에서 생성되는 물질들이 쌓인 최종 저장고임
- 유기물에 의한 퇴적물의 오염도는 아래 항목들의 농도에 따라 판단할 수 있으며, 값이 높을수록 유기물에 의한 오염도가 높음을 의미함
- ◎ **화학적산소요구량(COD: Chemical Oxygen Demand)**
 - 유기물이 산화될 때, 소비되는 산소량을 의미함
- ◎ **강열감량(IL: Ignition Loss)**
 - 퇴적물 내 총 유기물의 양을 의미하며, 퇴적물을 고온으로 가열하여 가열 전후의 무게차를 측정하여 산출함
- ◎ **산취발성황화물(AVS: Acid Volatile Sulfide)**
 - 퇴적물 내 산취발성황화물(이하 황화물)의 양을 의미하고 황화물이 높다는 것은 퇴적물 내 산소 고갈 및 결핍을 의미함

* 출처: 해양환경관리법 제10조에 따른 『해양환경공정시험기준』
한국해양과학기술원, 『더 깨끗하게! 더 건강하게! 해양퇴적물 정화복원사업』

충청남도 해양퇴적물 유기물 오염 현황

- 반폐쇄 형태의 만에서 상대적으로 높은 농도를 보였으며, 천수만 해역은 유기물에 의한 오염도가 높게 나타남
- 만을 제외한 해역은 유기물에 의한 오염도가 기준치보다 낮으며, 양호한 수준임

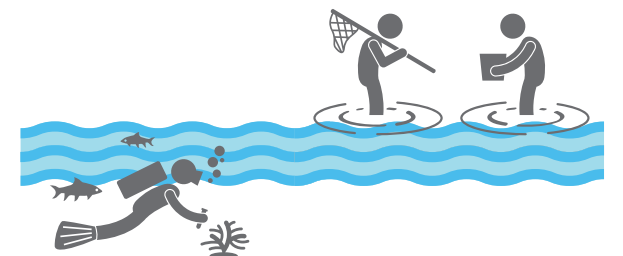
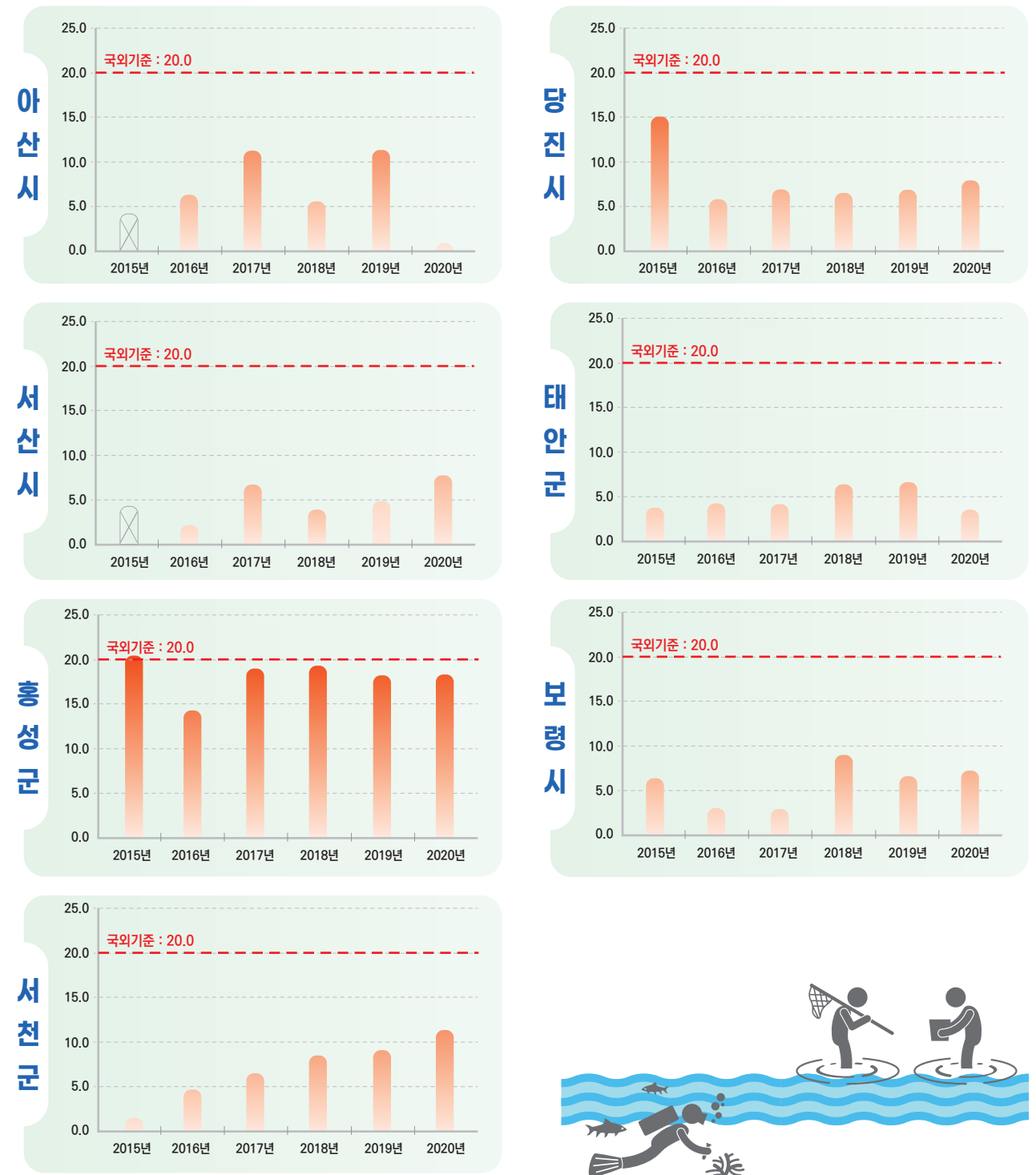
충청남도 퇴적물 내 유기물 농도(5년 평균)



※ 국내 기준은 제시되어 있지 않아 국외 기준(Yokoyama, 2000)을 사용함
※ 해당 기준은 일본해역 양식어장환경에서 개선목표치로 사용되고 있음

시·군별 퇴적물 내 유기물(COD) 특성

- 대부분 지역은 기준치(20mg/g)에 절반정도 수준으로 퇴적물 내 유기물 오염도는 낮게 나타남
- 홍성군(천수만)은 기준치를 넘거나 근접한 수치를 보였으며, 유기물 오염도가 높은 것으로 분석되었음
- 서천연안의 퇴적물 오염도가 상승추세에 있어 지속적인 예찰이 필요함



표층퇴적물 - 중금속

중금속 오염도

- 1960년대 이후 급속한 산업화, 도시화로 인해 해양으로 유입되는 물질은 증가하였고, 여기에 중금속과 유해물질 등이 함유되어 해양퇴적물에 지속적으로 농축되어 오염되고 있음
- 중(重)금속에는 생물에 필수원소도 있지만, 유해한 성분(비소, 카드뮴, 수은, 납 등)도 존재함
- 중금속을 포함한 퇴적물의 오염은 해양생태계에 직·간접적으로 영향을 미치므로 해양퇴적물 분석은 해양환경 파악에 매우 중요한 요소임

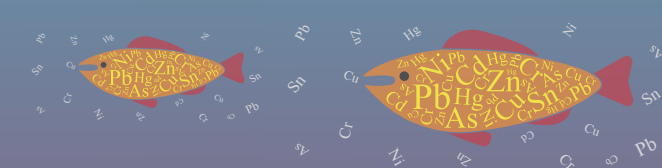
* 출처: 국립공원연구원, 『허베이 스프리트호 유류유출사고에 따른 생태계 영향 장기모니터링』
한국해양과학기술원, 『더 깨끗하게! 더 건강하게! 해양퇴적물 정화복원사업』
해양환경공단, 『바다이야기』 상기 내용 재구성

해양환경기준

- ◎ 주의기준(Threshold Effects Level, TEL)
- 부정적인 생태 영향이 거의 없는 것으로 예측 되는 농도
- ◎ 관리기준(Probable Effects Level, PEL)
- 부정적인 생태 영향이 발현될 개연성이 매우 높은 농도

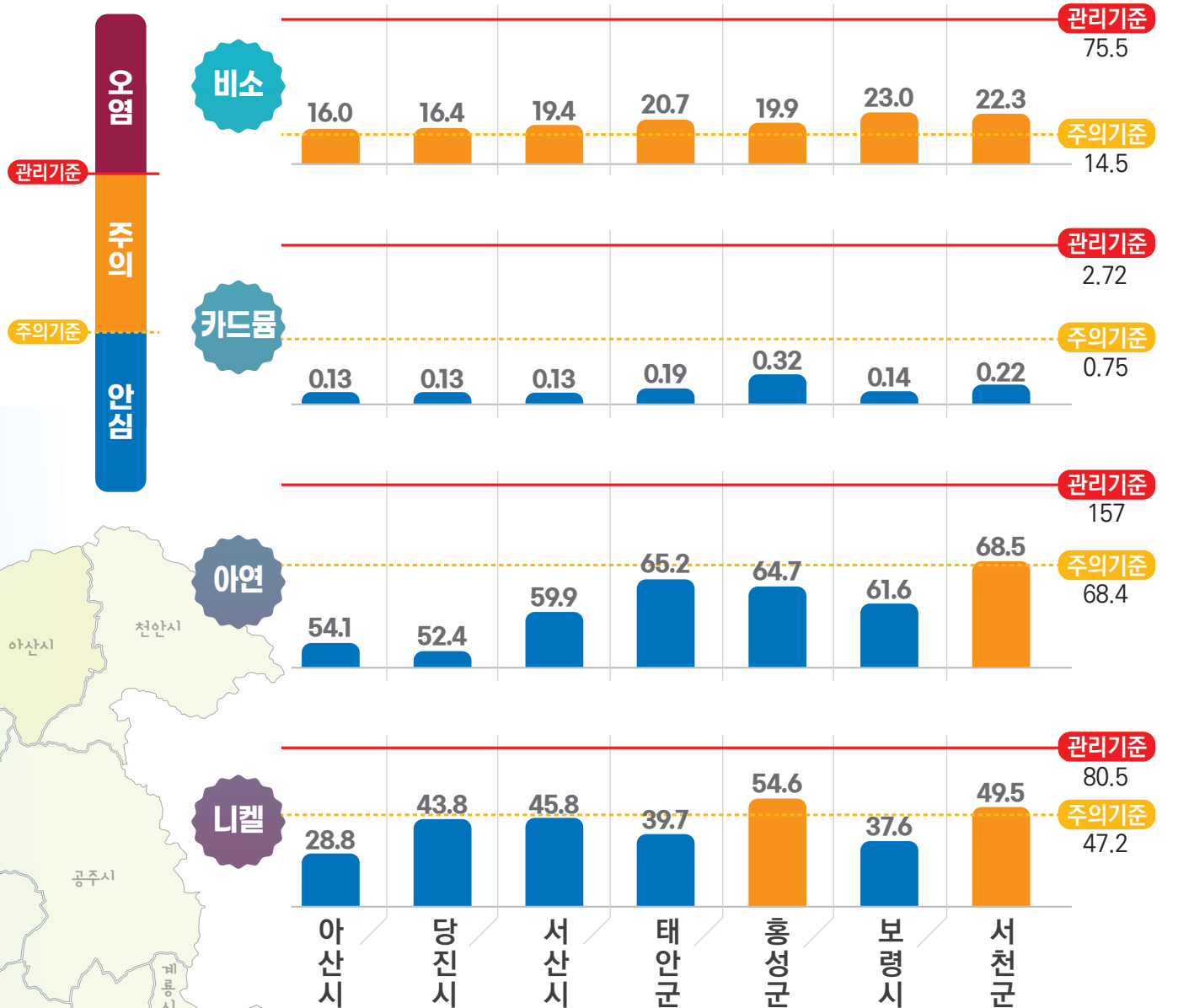
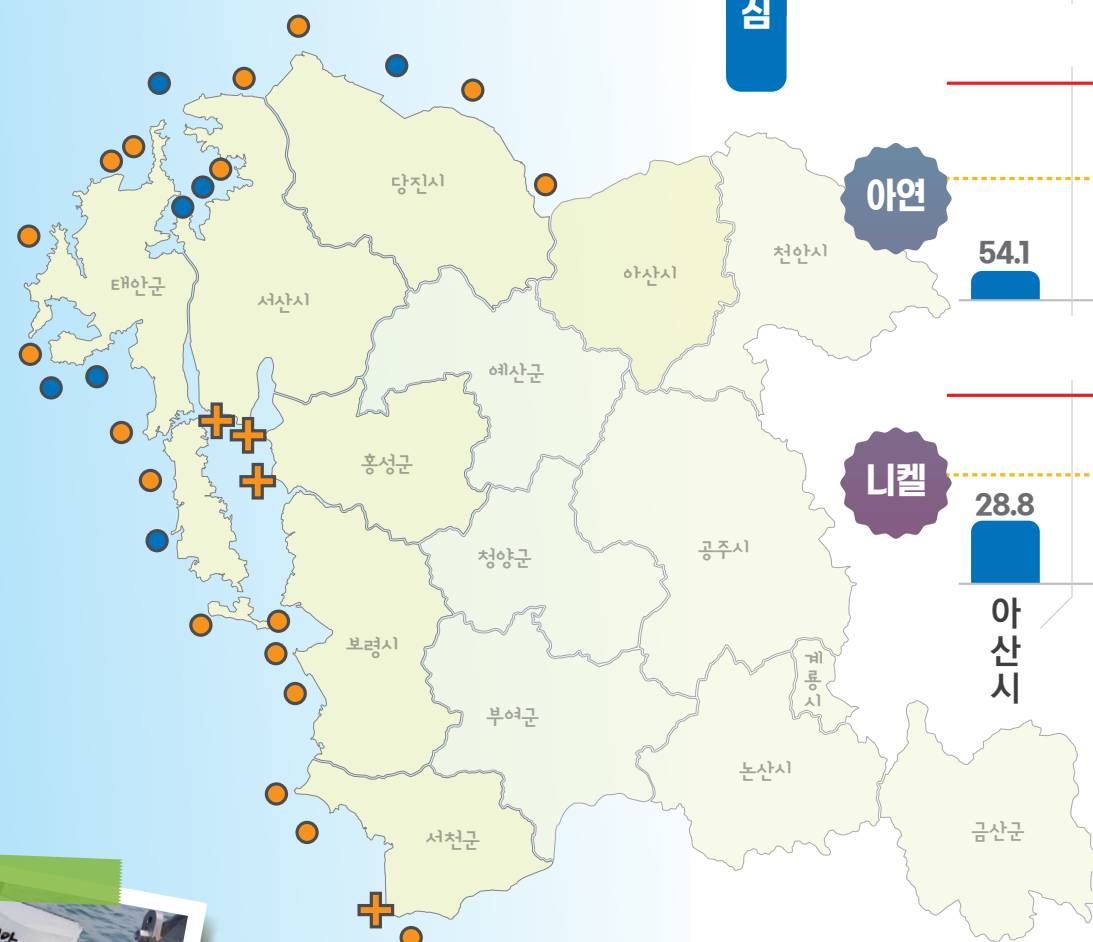
구분	As (비소)	Cd (카드뮴)	Cr (크롬)	Cu (구리)	Hg (수은)	Ni (니켈)	Pb (납)	Zn (아연)
주의기준 (TEL)	14.5	0.75	116	20.6	0.11	47.2	44.0	68.4
관리기준 (PEL)	75.5	2.72	181	64.4	0.62	80.5	119	157

* 출처: 해양수산부, 『해양수산부 고시 2018-10호』



주의기준 초과 항목

- 비소(As)
- ⊕ 비소(As), 니켈(Ni)
- ▲ 비소(As), 아연(Zn)
- 초과항목 없음



- ◎ 카드뮴과 구리 - 안심 수준
- ◎ 비소 - 전 해역에서 다소 높은 수준
- ◎ 니켈 - 홍성(천수만), 서천연안에서 다소 높은 수준

해양생물-굴

해양생물-굴

- 해양생물은 서식환경(수질환경, 퇴적환경)의 영향을 받아 성장하고, 환경에 따라 건강할 수도 병들어갈 수도 있음
- 인간은 해양생물과의 먹이사슬 구조에서 최종소비자로, 해양생물의 오염은 인간의 건강에 영향을 미칠 수 있음
- 해양생물 중 저서생물은 유영생물과 달리 이동성이 낮기 때문에, 서식지의 환경을 직접 대변할 수 있으며, 해당지역의 오염도와 오염경로 파악을 위한 환경변화 감시에 적합한 대상임
- 저서생물 중 굴을 대상으로 체내 중금속을 분석하여 오염정도를 측정하였음

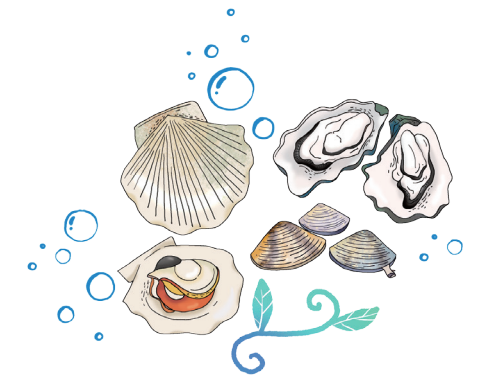


패류내 중금속 기준

국내 패류의 중금속 관리기준으로 지정된 건 3항목밖에 없으나, 현재 다양한 연구를 통해 해역별 기준치를 추정하고 있음 또한, 식품의 기준·규격은 '안전'과 '위험'의 경계가 아님

구분	Cd (카드뮴)	Hg (수은)	Pb (납)
국내기준	2.0	0.5	2.0

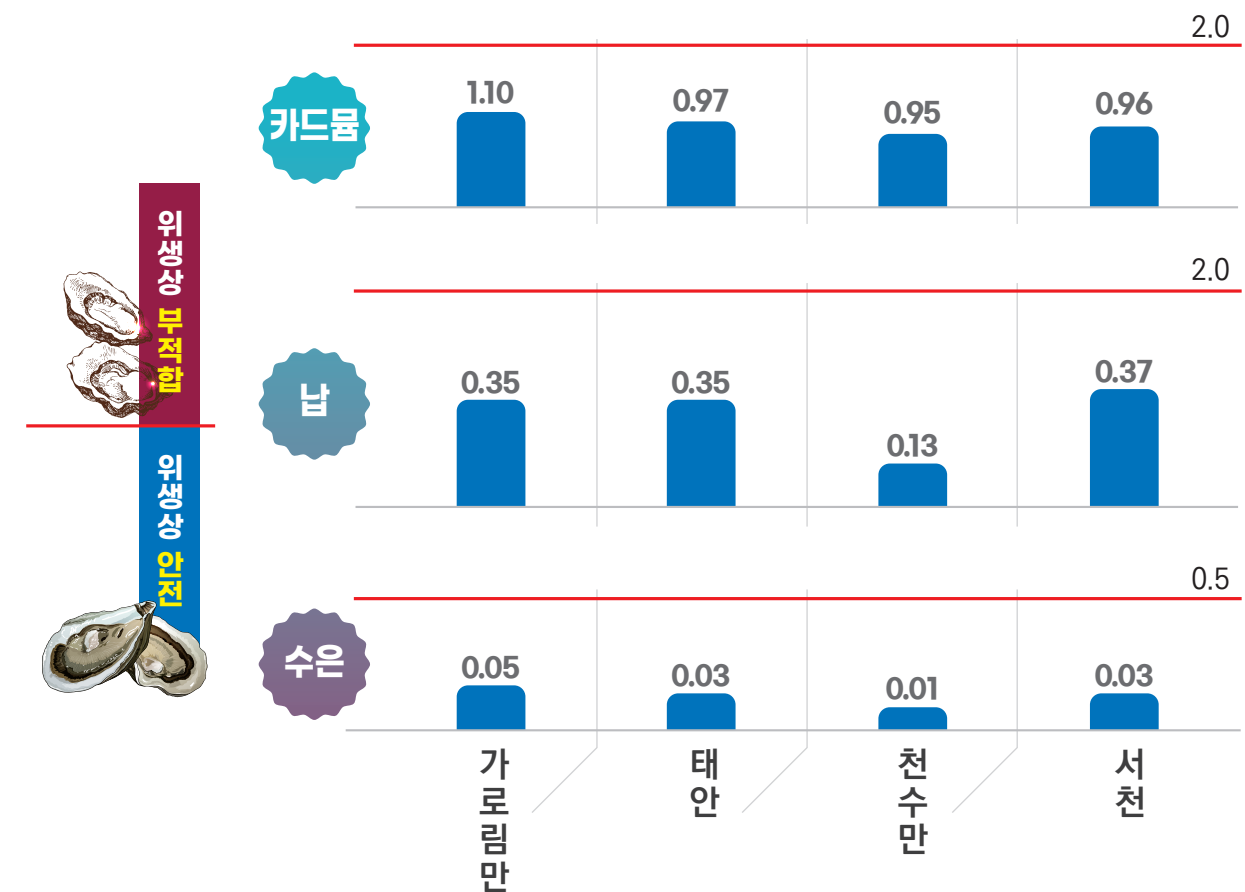
* 출처: 식품의약품안전처, 『식품의 기준 및 규격 일부개정 고시 2021-26호』
- 식품일반에 대한 공통기준 및 규격 중, 오염물질



중금속오염도

- 가로림만, 태안군, 천수만, 서천군 갯벌, 암반에 서식하는 해양생물(굴)을 채집하여 분석함
- 굴 체내 중금속 농도는 국내 기준치보다 낮으며, 오염되지 않은 상태로 분석됨

굴 체내 중금속 농도는 연도별 차이가 크지 않아 조사 결과 중 최대값을 사용함



특별조사-천수만해역

정화·복원 지수

해양환경관리법 제18조, 동법 시행령 제24조, 동법 시행규칙 제9조에 따른 해양오염퇴적물의 정화·복원 기준이 존재하고 정화지수 농도에 따라 정화·복원 범위를 설정할 수 있음

◎**부영양화정화지수(CIET)** : 부영양화 물질(유기물)에 의한 오염정도를 가늠하는 척도
→ **정화복원사업기준** : 기준항목들 평가점수의 합이 6이상인 경우

◎**유해화학물질 정화지수(CIHC)** : 유해화학물질(중금속 등)에 의한 오염정도를 가늠하는 척도
→ **정화복원사업기준** : 기준항목들 평가점수의 합이 2이상인 경우

유기물 오염도

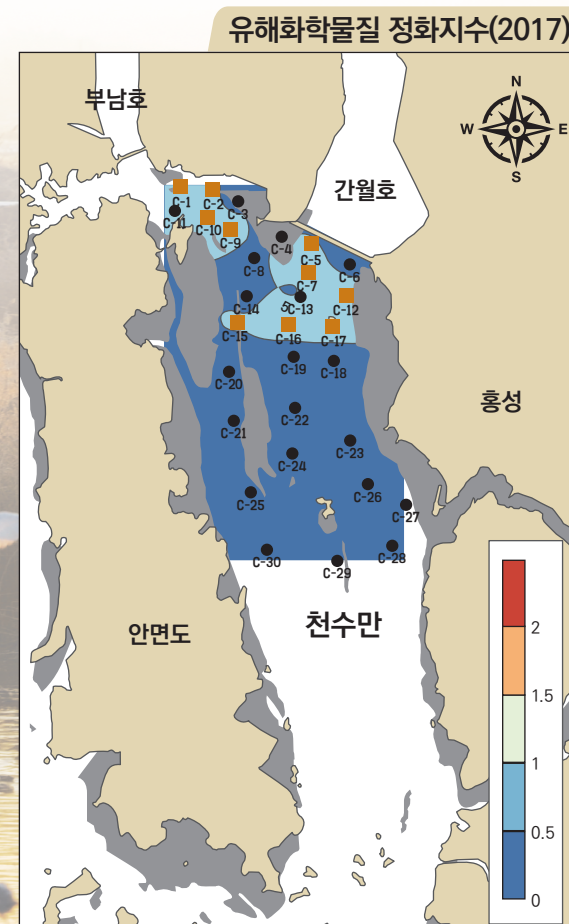
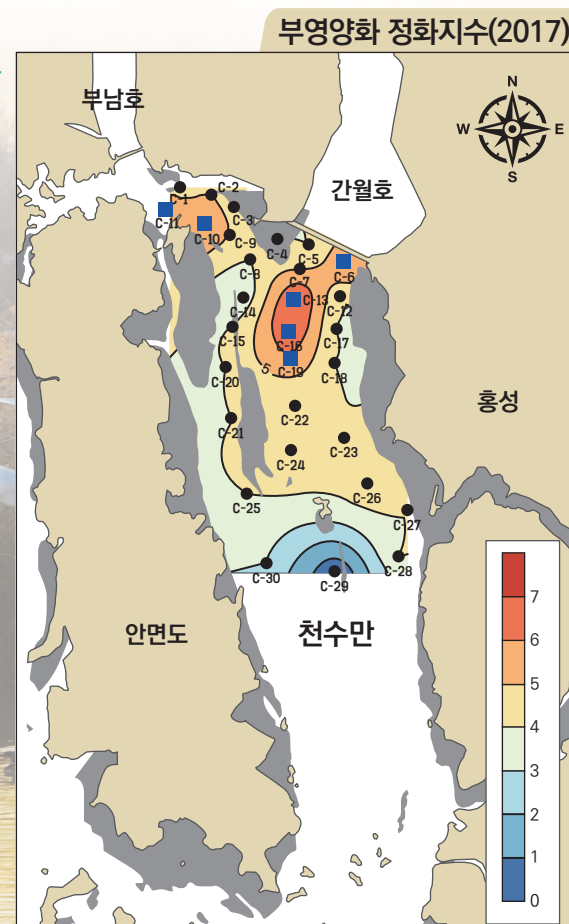
천수만 내 30개 정점을 선정하고 퇴적물을 집중조사한 결과임
부남호(B지구)와 간월호(A지구) 앞쪽에서 유기물에 의한 오염도가 높은 것으로 나타남(2017)

■ 부영양화 관련 평가항목, 기준농도 및 평가점수

항목	기준농도	평가점수	항목	기준농도	평가점수	항목	기준농도	평가점수
화학적 산소 요구량 (COD)	13미만	0	강열감량 (IL)	5미만	0	산취발성 황화물 (AVS)	0.6미만	0
	20미만	1		15미만	3		1미만	1
	30미만	2		15이상	6		5미만	2
	40미만	4					10미만	4
	40이상	6					10이상	6

■ 정화·복원사업기준 초과 지점(부영양화 항목)의 평가점수

정점	C06	C10	C11	C13	C16	C19
IL	3	3	3	3	3	3
COD	1	1	2	2	2	2
AVS	2	2	1	2	2	1
부영양화 정화지수	6	6	6	7	7	6



■ 정화·복원지수 상위 10개 정점(유해화학물질)의 평가점수

구분 (mg/kg)	C-01	C-02	C-05	C-07	C-09	C-10	C-12	C-15	C-16	C-17
크롬 (Cr)	0.09	0.07	0.07	0.11	0.11	0.10	0.10	0.05	0.13	0.02
구리 (Cu)	0.09	0.04	-	0.09	0.07	0.08	0.07	0.01	0.10	-
니켈 (Ni)	0.69	0.62	0.53	0.82	0.77	0.82	0.78	0.56	0.89	1.01
기타 항목	-									
PCBs, PAHs	극미량 검출									
유해화학물질 정화지수	0.87	0.74	0.60	1.01	0.95	0.99	0.95	0.62	1.12	1.03

※ '-'는 기준농도이하를 뜻함

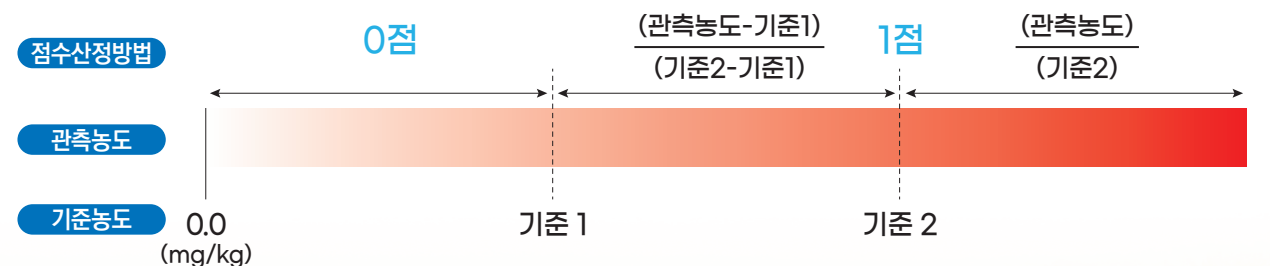
유해화학 오염도

- 부남호(B지구)와 간월호(A지구) 앞쪽에서 다소 높은 값으로 산정되었는데, 이는 육상부의 농업과 관련되어 기인한 영향으로 판단됨
- 정화복원범위(2 이상)에는 미치지 못하였으나, 기준치가 넘는 항목들이 존재하여, 지속적인 관리가 필요함

PCBs, PAHs는 극미량 검출되어 산정식에 반영하지 않음(<0.01mg/kg)

■ 유해화학물질 관련 평가항목, 기준농도 및 산출방식

구분 (mg/kg)	비소 (As)	카드뮴 (Cd)	크롬 (Cr)	구리 (Cu)	수은 (Hg)	니켈 (Ni)	납 (Pb)	아연 (Zn)	PCBs	PAHs
기준1 농도	9	0.68	80	24	0.15	23	50	200	21.6	4,000
기준2 농도	41.6	4.21	370	108	1	52	220	410	189	45,000



특별조사-천수만 내 호소

호소 수질

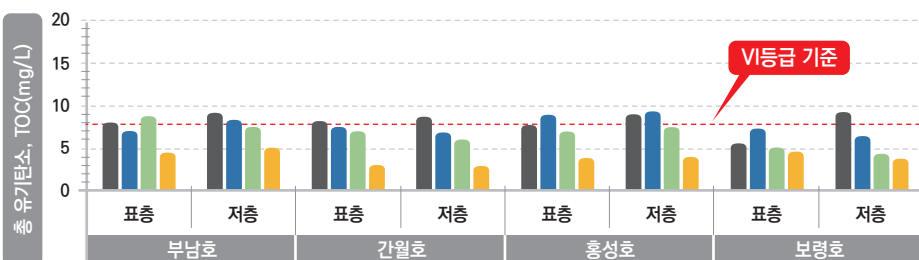
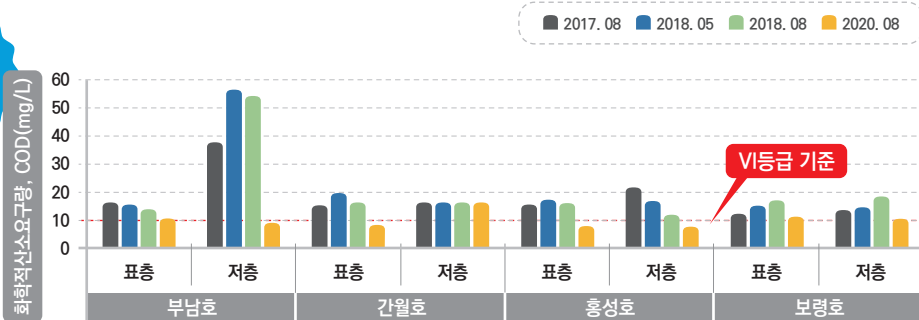
- 환경정책기본법 시행령 제2조(환경기준)는 호소 수질항목의 농도에 따른 등급을 제시함
- 수질항목 중 유기물 오염도 지표인 COD(화학적산소요구량)와 TOC(총유기탄소량)을 이용하여 분석함
- 수질등급은 총 6가지로 I 등급(매우 좋음)~VI 등급(매우 나쁨)으로 구성되어 있음
- 환경부에서 운영 중인 물환경정보시스템의 호소 측정망에서 부남호와 간월호의 수질은 COD 기준, VI등급(매우 나쁨) 수준이고, TOC기준 V등급(나쁨)~VI등급(매우 나쁨)수준임

V등급(나쁨) 국민의 일상생활에 불편감을 주지 않으며, 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음(농업용수로 사용 불가)

VI등급(매우 나쁨) 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움(공업용수로 사용 불가)



수질



등급		화학적산소요구량 (mg/L)	총유기탄소량 (mg/L)
매우 좋음	Ia	2 이하	2 이하
좋음	Ib	3 이하	3 이하
약간 좋음	II	4 이하	4 이하
보통	III	5 이하	5 이하
약간 나쁨	IV	8 이하	6 이하
나쁨	V	10 이하	8 이하
매우 나쁨	VI	10 초과	8 초과

* 출처: 환경정책기본법 시행령 제2조 관련 환경기준

호소 퇴적물

- 호소 퇴적물 내 유기물 오염도가 준설사업 기준치인 IV등급에 근접하고 있음
- 간월호와 부남호 퇴적물 오염도가 특히 나쁜 상태로, 오염 농도는 연차별로 악화되고 있는 것으로 파악됨
- 닫힌 하구호의 오염도에 대한 지속적인 모니터링이 필요함

항목	IV등급 기준
강열감량(IL, %)	13 초과
총질소(TN, mg/kg)	5,600 초과
총인(TP, mg/kg)	1,600 초과

* 출처: 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준(국립환경과학원 예규 2015-687호)



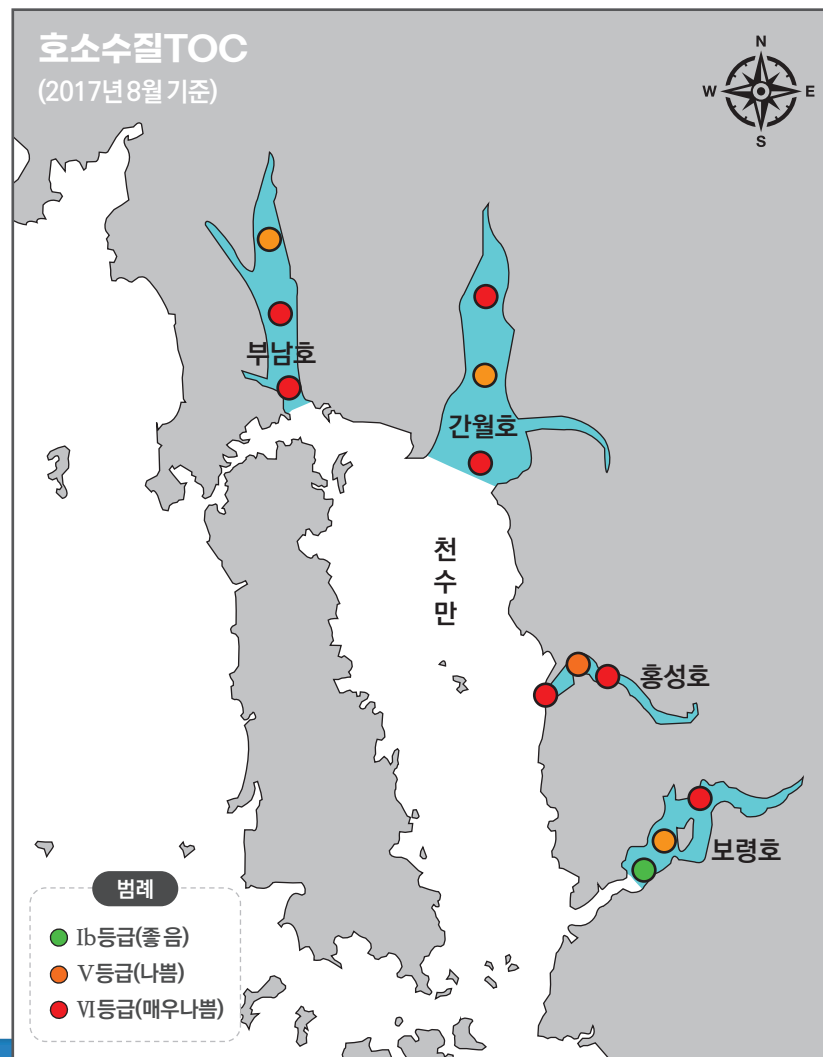
퇴적물

- 부남호, 간월호
- 유기물 오염도: IV등급 초과
- 영양염류 오염도: IV등급 수준
- ※ 퇴적물 심각하고 명백한 오염인 상태

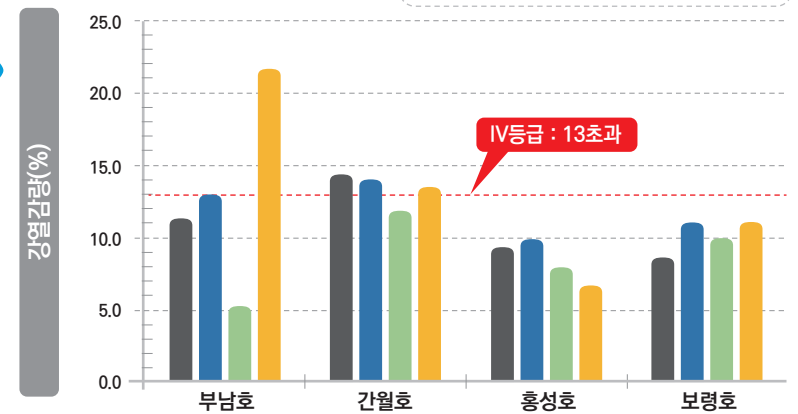
수질

- COD IV등급 초과
- TOC IV등급 수준
- ※ 호소 수질오염도 매우 나쁨

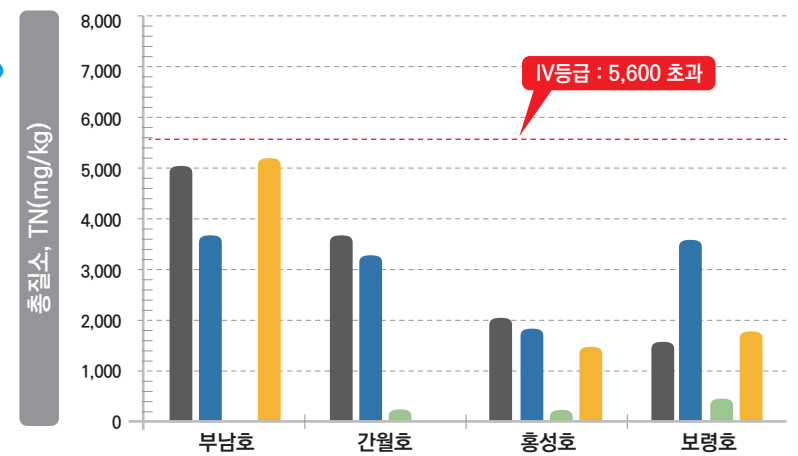
호소수질TOC (2017년 8월 기준)



강열 감량



총질소 (TN)



총인 (TP)

