

# 해양환경 및 해역 관리체계 수립방향

2016.7.26 / 충남연구원 서해안기후환경연구소

**장원근**

(Won Keun CHANG)

**한국해양수산개발원**

(Korea Maritime Institute)

## CONTENTS

- 들어가면서
- 특별관리해역 정책
- 마산만 사례

들어가면서



## 우리나라 해역 환경관리 정책

「해양환경관리법」 제8조는 해양수산부 장관이 해양환경 보전을 위한 시책에 필요한 **해역별 · 용도별 해양환경기준**을 설정하여 고시하도록 규정

※ 해양환경 보전 시책 : 오염 · 폐기물의 발생 및 유입 방지, 제거

「해양환경관리법」 제15조에 따라 환경관리해역(특별관리해역 및 환경보전해역)을 지정하고, 동법 제16조에 따라 기본계획 및 해역별 관리계획을 수립/시행

\* 해양수산부 훈령 제2016-15호에 따라 이행평가 실시

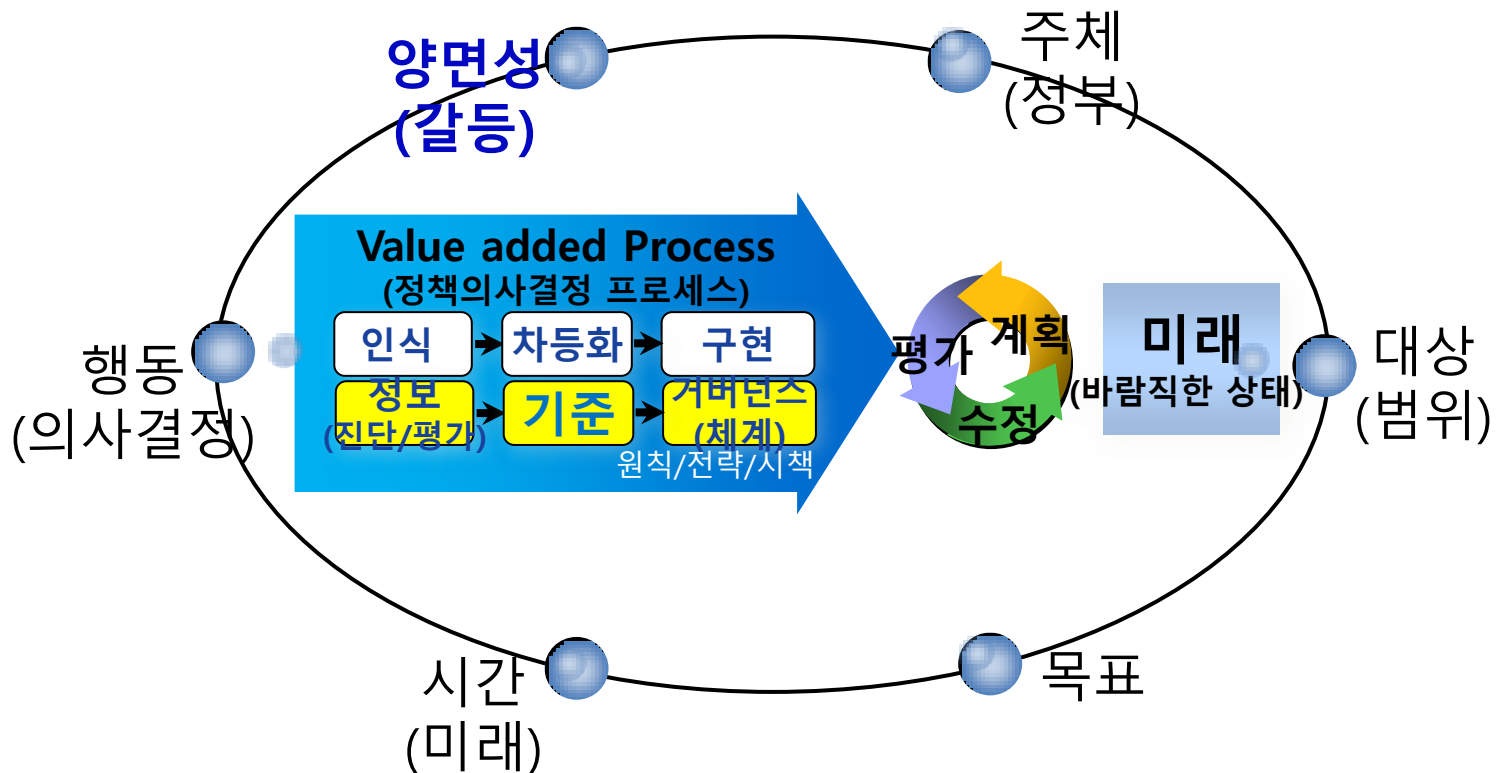
「습지보전법」 제8조의 습지보호지역

「해양생태계 보전 및 관리에 관한 법률」 제25조의 해양보호구역

기타 '특별대책지역' 등

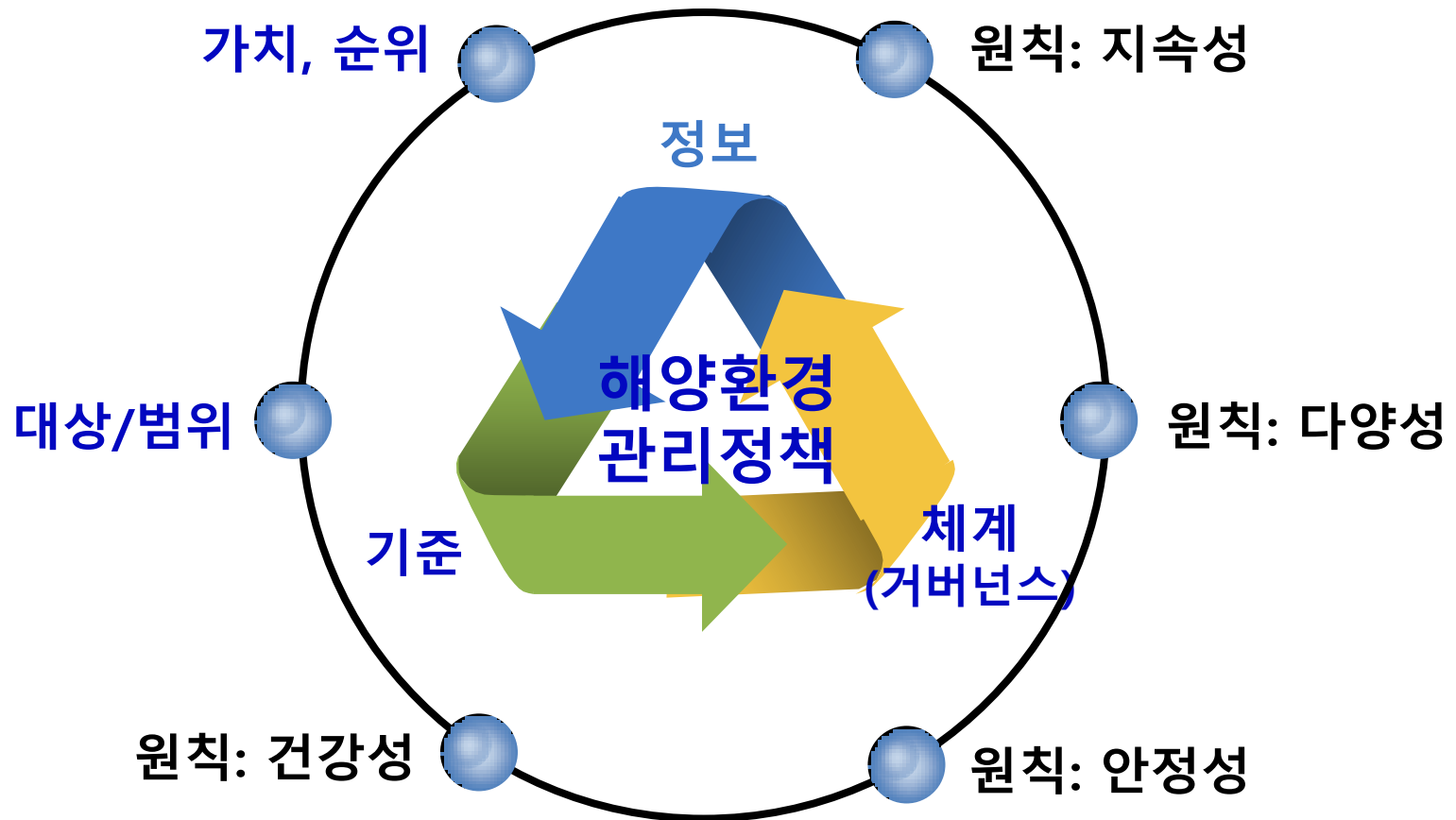
## 해양환경관리정책

- **해양환경관리정책** : 해양수산부(주체, 권력성)'가 '해양환경의 일부 혹은 전부(대상)'의 '바람직한 상태(목표, 당위성)'를 위해 '특정한 미래(시간, 미래지향성)'까지 '해야 할 일과 해서는 안되는 일'을 결정(행동지향성)'하는 일체의 방향과 지침
- 따라서 국민(개인 혹은 집단)에 '서로 상반되는 영향'을 미치는 경우가 많음(양면성)

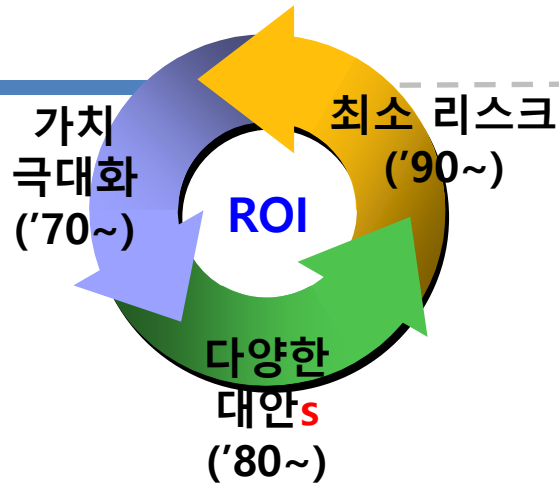


# 해양환경관리정책의 주요요소

3대 요소 : 정보, 기준, 거버넌스



# 해양 환경관리 체계



## Sustainable Development Precautionary Approach

Watershed Mgmt.

EBM / ICM

Adaptive Mgmt.

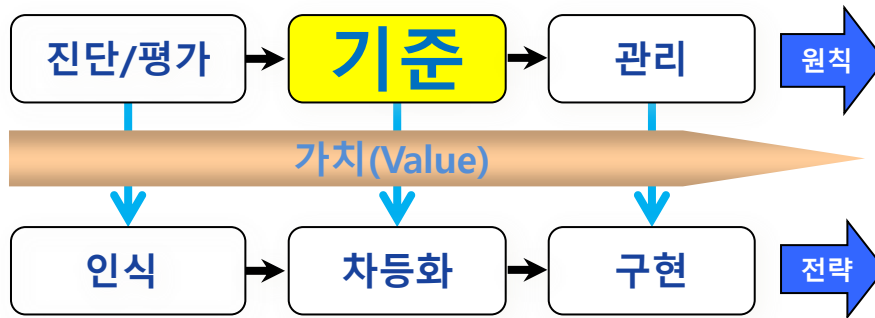
BAT/BMP

Economic Feasibility  
(Equity vs. Efficiency)

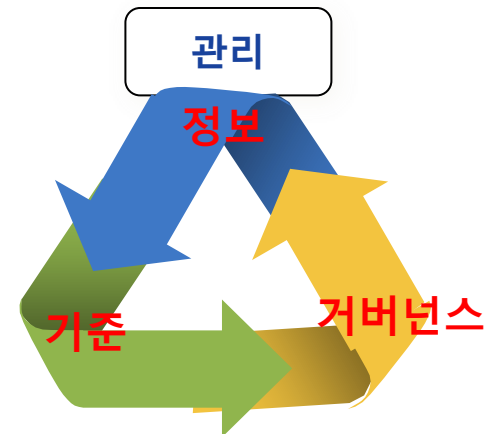
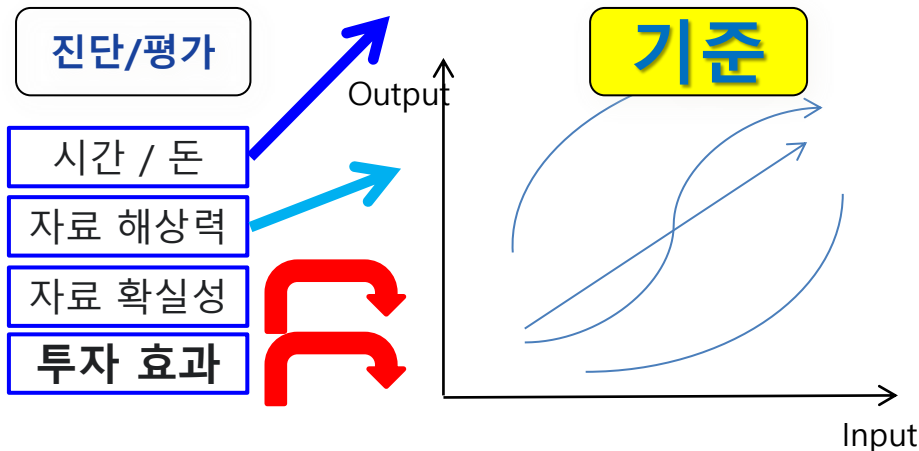
Polluters' Pay

Burden of Proof

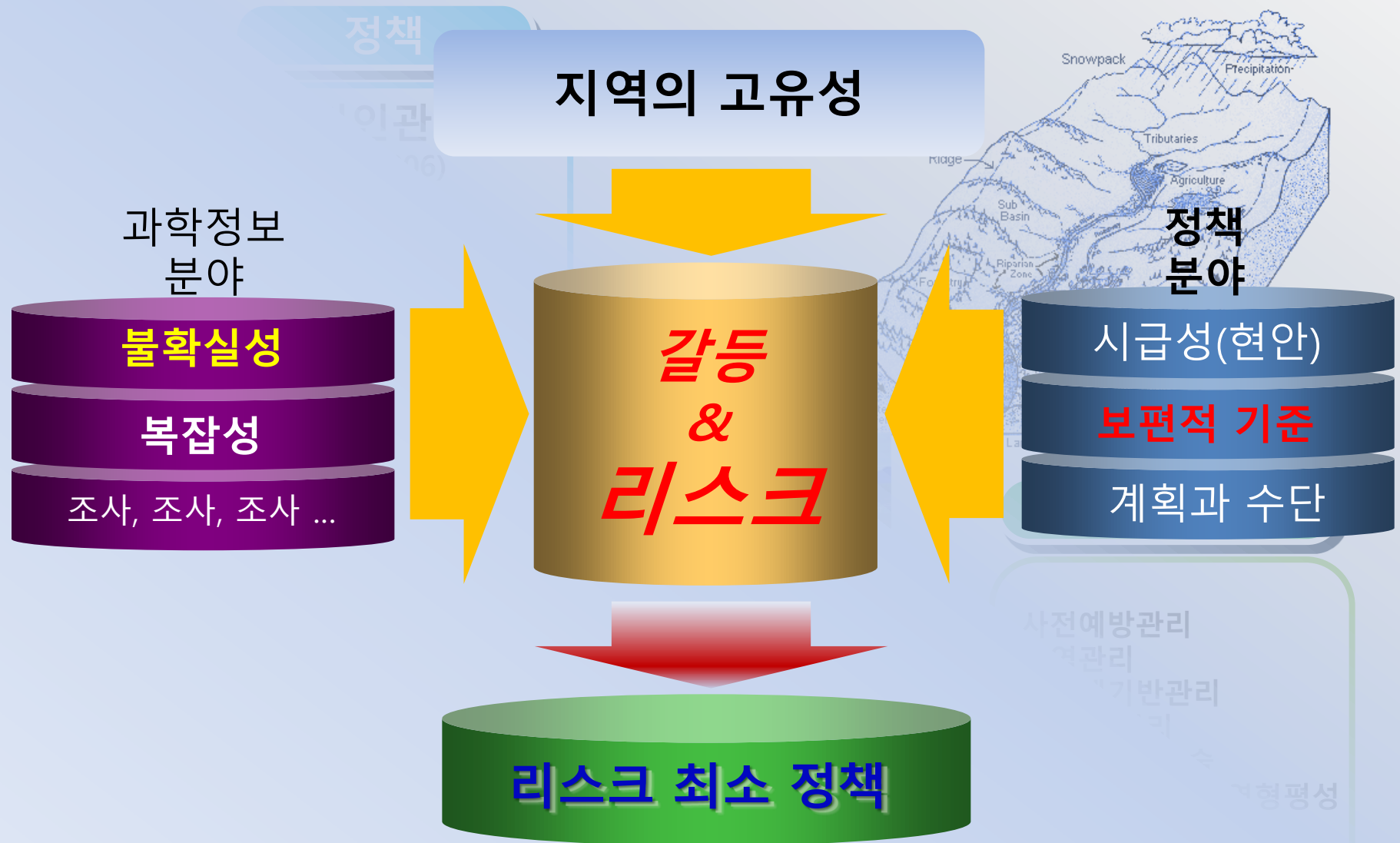
Scientific Uncertainty(Risk)



미래상  
비전(목표)



# 해역 중심 환경관리 체계





## 특별관리해역 정책



# 우리나라 연안과 특별관리해역



시화호 ·  
인천연안



광양만  
마산만  
부산연안  
울산연안

## 면적 (2012년 기준)

1,262.87 km<sup>2</sup>  
(1.26%)



■ 전국 ■ 특별관리해역(육지부)

## 지역 내 총생산 (2011년 기준)

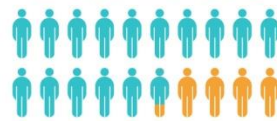


특별관리해역  
211조 원  
(17.0%)

연안  
444조 원  
(35.7%)

## 인구 (2012년 기준)

전국인구 50.2백만 명



특별관리해역  
8.2백만명  
(16.1%)

## 인구밀도 (2010년 기준)

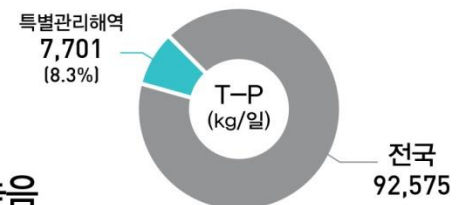
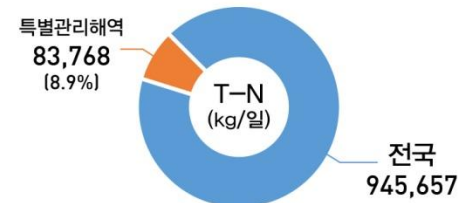
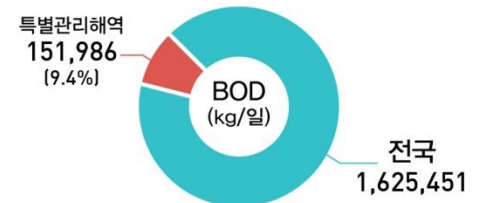


전국  
494명

특별관리해역  
4,568명

9.25배 높음

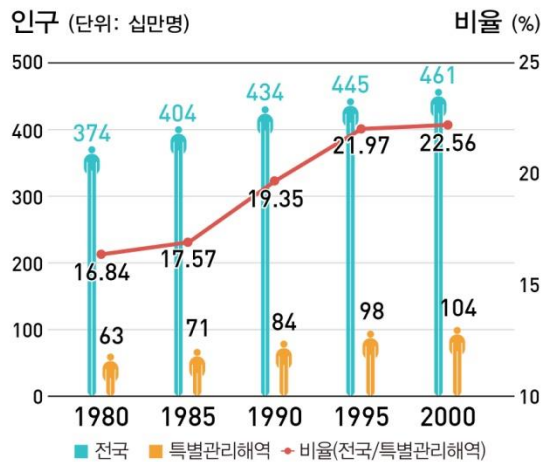
## 배출 부하량 (2010년 기준)



# 특별관리해역의 환경 악화 (80-90년대)

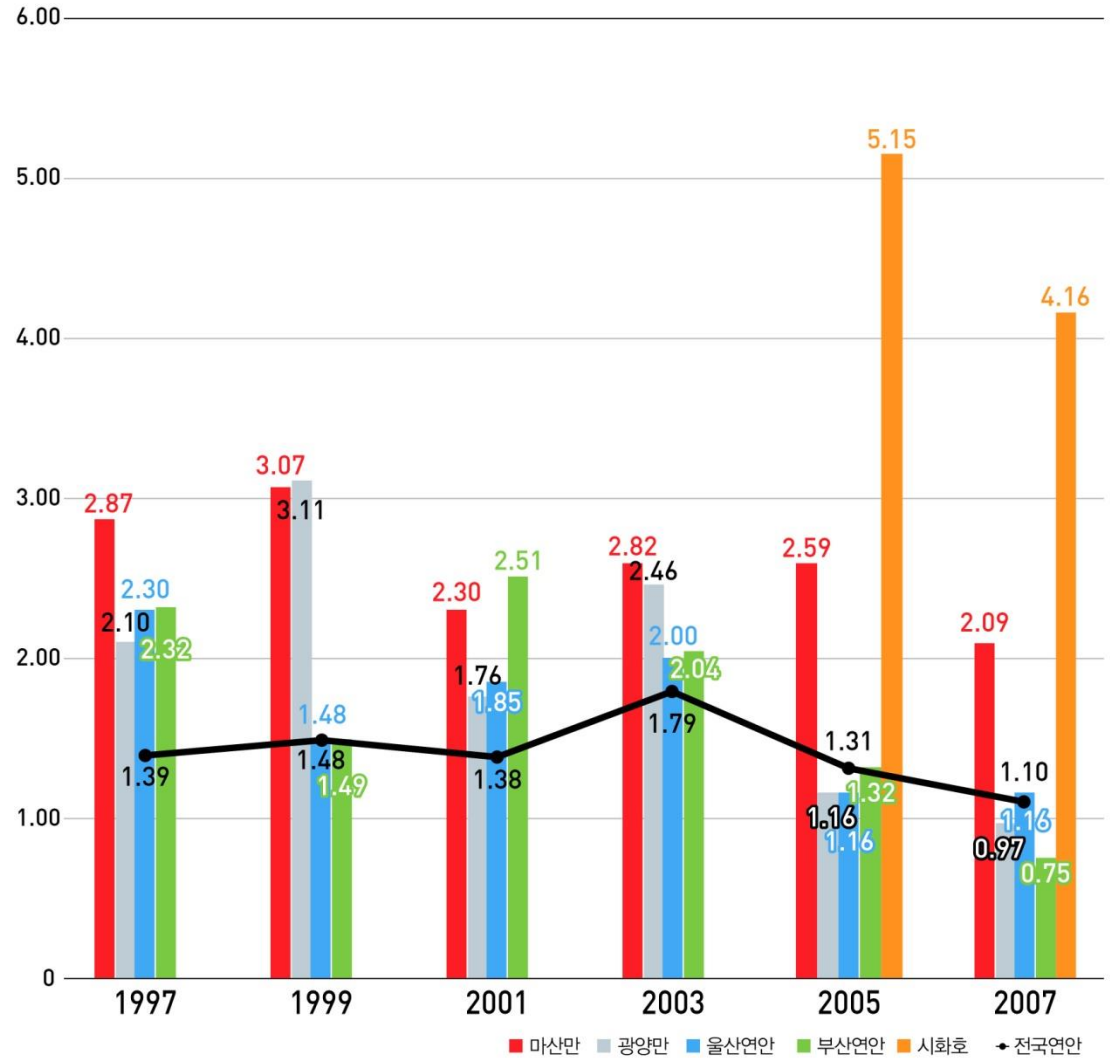


## 특별관리해역으로 인구 집중



## 특별관리해역별 수질 현황

COD 하계 평균 (mg/L)



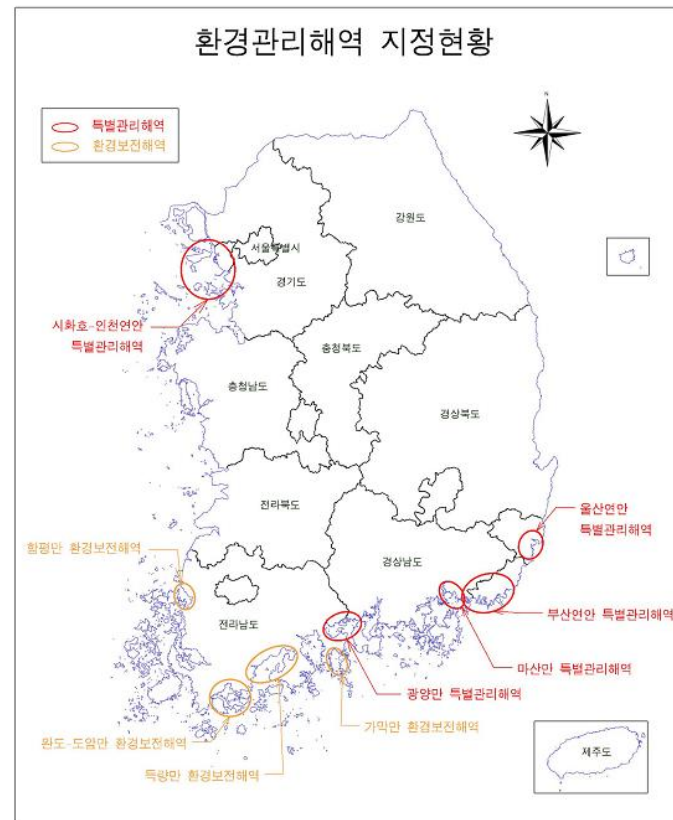
## 추진 목적

- 특별관리해역의 해역 환경을 획기적으로 개선하기 위해 해양환경관리법(제15조 3항)에 따라 관리대책(기본/시행계획)을 시행하는 국정과제
  - 해역의 관리대상 오염물질 선정
  - 대상물질의 관리목표(COD, 총인, 중금속(퇴적물))
  - 목표 달성을 위한 사업(기본/시행 계획)
    - \* 부하량 할당 및 배출부하 관리

## 대상 지역

- 특별관리해역
  - 마산만, 시화호, 부산연안, 울산연안, 광양만

대상지역	단계별 목표수질(mg/L)	
	COD	총인
마산만	2.5(1차) 2.2(2차)	- 0.041
시화호	3.3	0.065
부산연안	1.35	-



# 연안오염총량관리란?

## 전세계 연안오염총량관리 현황



일본

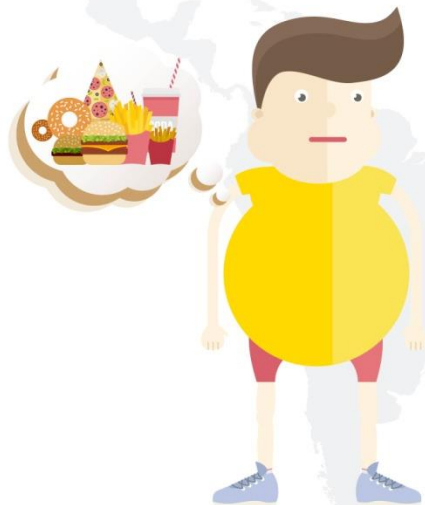
환경기본법, 수질오염방지법, 세토내해환경  
보전특별법에 따라 동경만, 이세만 인근  
자치정부와 함께 COD, 인, 질소를 대상으로  
총량관리를 추진 중 (2012년 말 기준)



미국

EPA는 수질청정법에 따라 56개 주정부 및  
자치정부와 함께 43,209개 지역, 70,753개  
오염물질을 대상으로 총 69,162건의 총량계획을  
승인 (2015.12.09 기준)

## 쉽게 이해하는 연안오염총량관리



식이요법

개발 사업 조정



운동

처리시설 설치



지방제거

오염퇴적물 정화

개인 특성을 고려한  
과학적인 체중조절



지역특성을 고려한  
과학적인 수질개선

즉, 총량관리는 과학적 부하량 관리 ≡ 과학적 체중관리

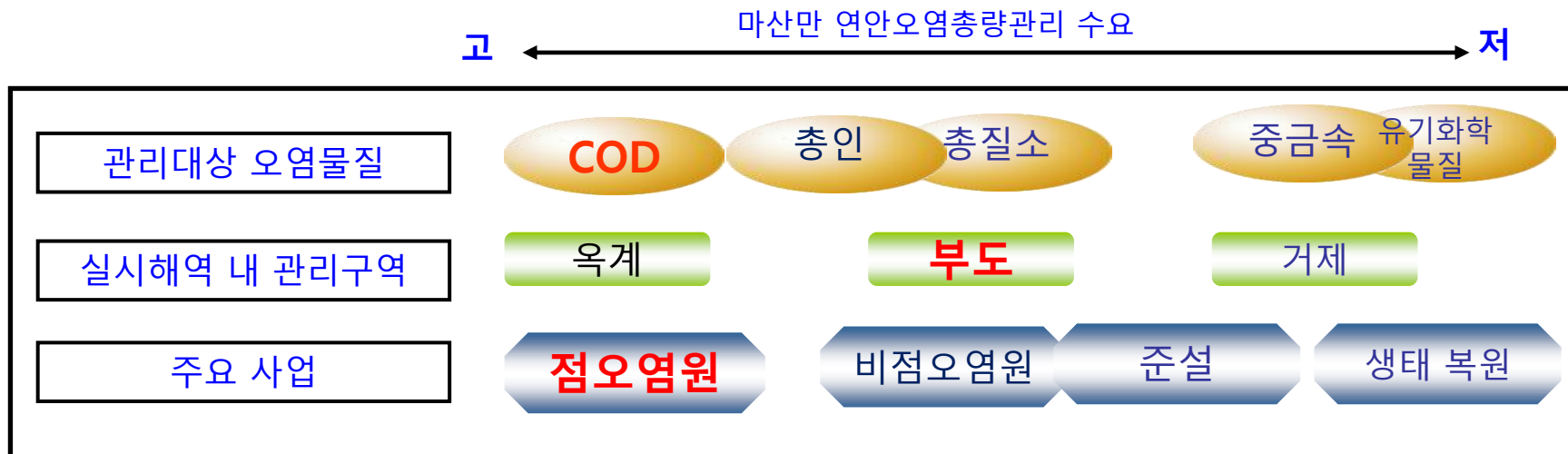
## 정책 개요

## 주요 경과

- '05. 3.9 대통령지시 (해양오염관리시스템 구축)
- '05. 7.11 추진계획 확정 (마산만 시범 실시, 이후 확대)
- '05.10 마산만 연안오염총량관리 기본방침
- '06. 7.4 국조실(육상기인 해양오염 관리 개선 대책 : 배출허용기준 신설, 연안하수처리시설 우선 반영)
- '08. 2 마산만 제1차 연안오염총량관리 기본계획 승인
- '12.12 마산만 제2차 기본계획 승인

## 연안오염총량관리 확대 방향

- 육상오염원의 유입을 차단한 후, 준설 등의 해양환경개선 사업 실시



# 정책 개요

## 시행 체계

### 오염총량관리 기본방침

· 해양수산부 장관 수립

### 목표수질 설정

· 해양수산부장관 승인

### 오염총량관리 기본계획

- 오염부하량 할당
- 유역별, 지자체별 할당

· 시도지사 수립

### 오염총량관리시행계획

- 오염부하량 할당
- 그룹별, 오염 배출자별 할당

· 수립 : 시·군  
· 승인 : 시도지사

### 공공부문 이행

- 환경기초시설 확충, 시설개선
- 방류수 수질기준강화 등
- 오염부하량 삭감계획 추진 등

### 민간부문 이행

- 오염방지시설 개선
- 배출허용기준 강화
- 오염부하량 삭감계획 추진

- 개선명령
- 총량초과부담금 부과 등 제재


· 관계부처

### 이행평가보고서 제출

· 시행청(시·군)  
· 해양수산부장관 승인

### 불이행 제제

- 개발사업 인허가 제한
- 일정규모 이상 건축제한 등

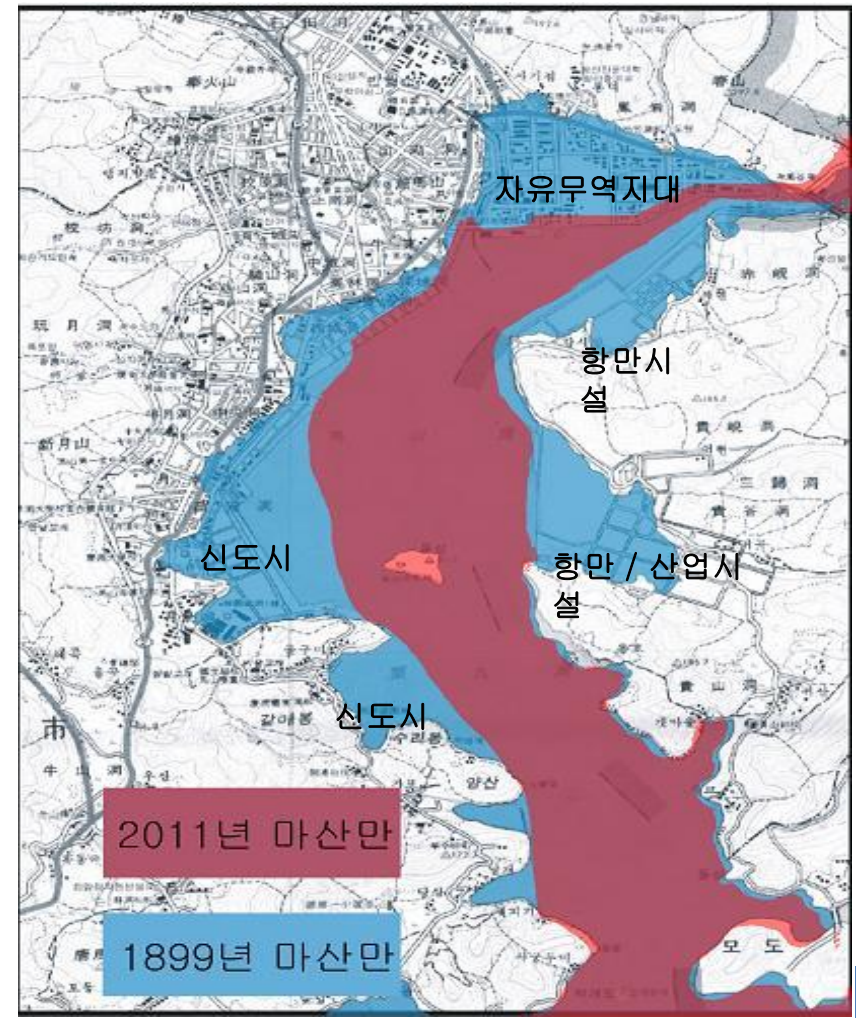
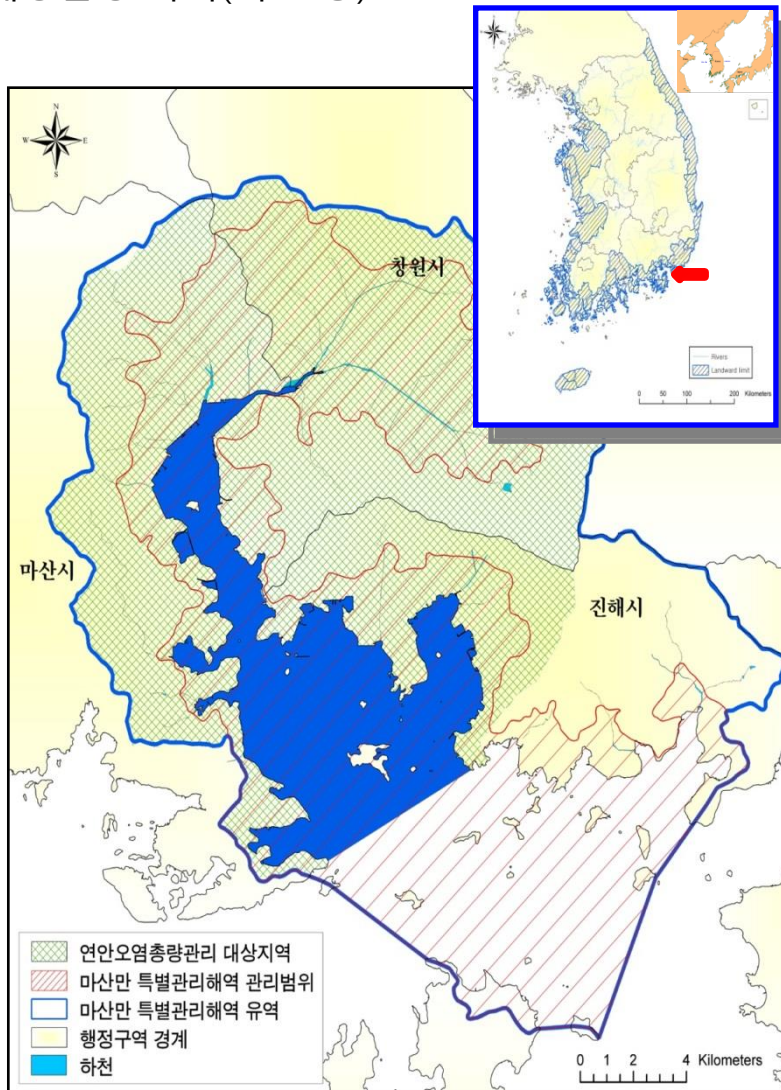


## 마산만 연안오염총량관리



## 도입 배경

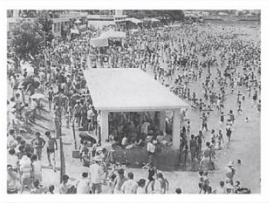
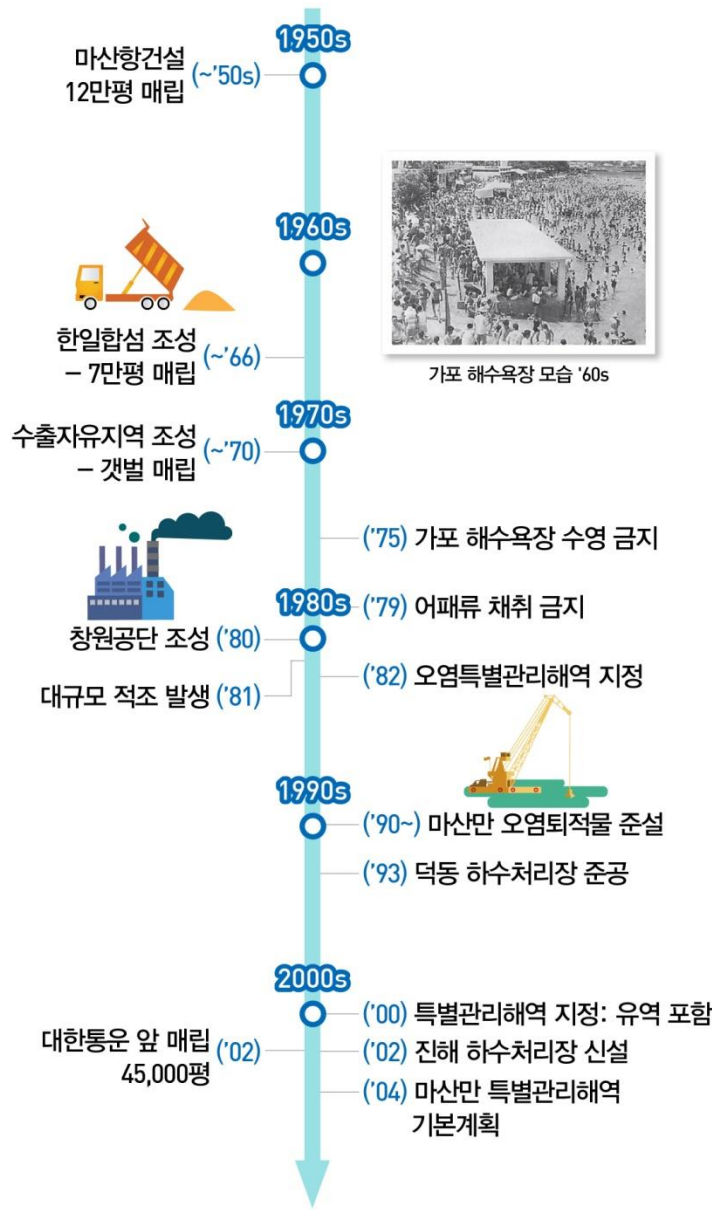
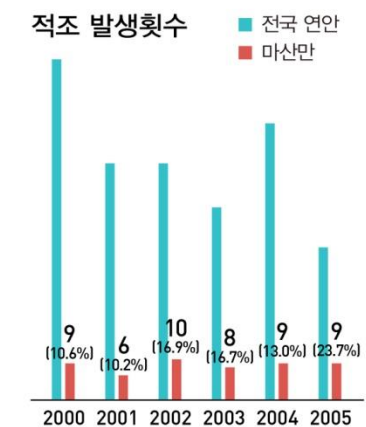
- 마산만 연안 특성을 고려하지 않은 이용으로  
해양환경 악화(적조 등)



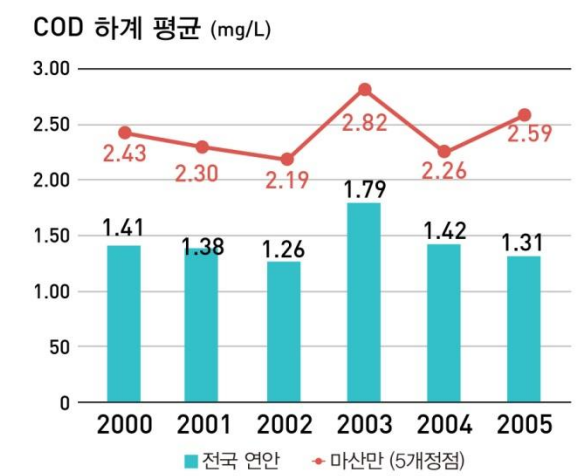
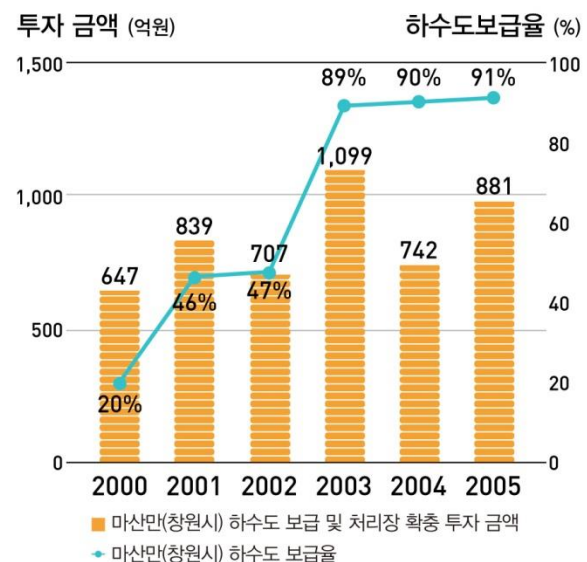
# 해양환경 개선노력: 마산만 ('80s-'05)

## 전국 적조 중 10% 이상이 마산만에서 발생

적조 발생 횟수	마산만	전국 연안	(%)
2000	9	85	10.6
2001	6	59	10.2
2002	10	59	16.9
2003	8	48	16.7
2004	9	69	13.0
2005	9	38	23.7



## 매년 수백억 투자로 전국평균(84%) 상회





## 도입 배경

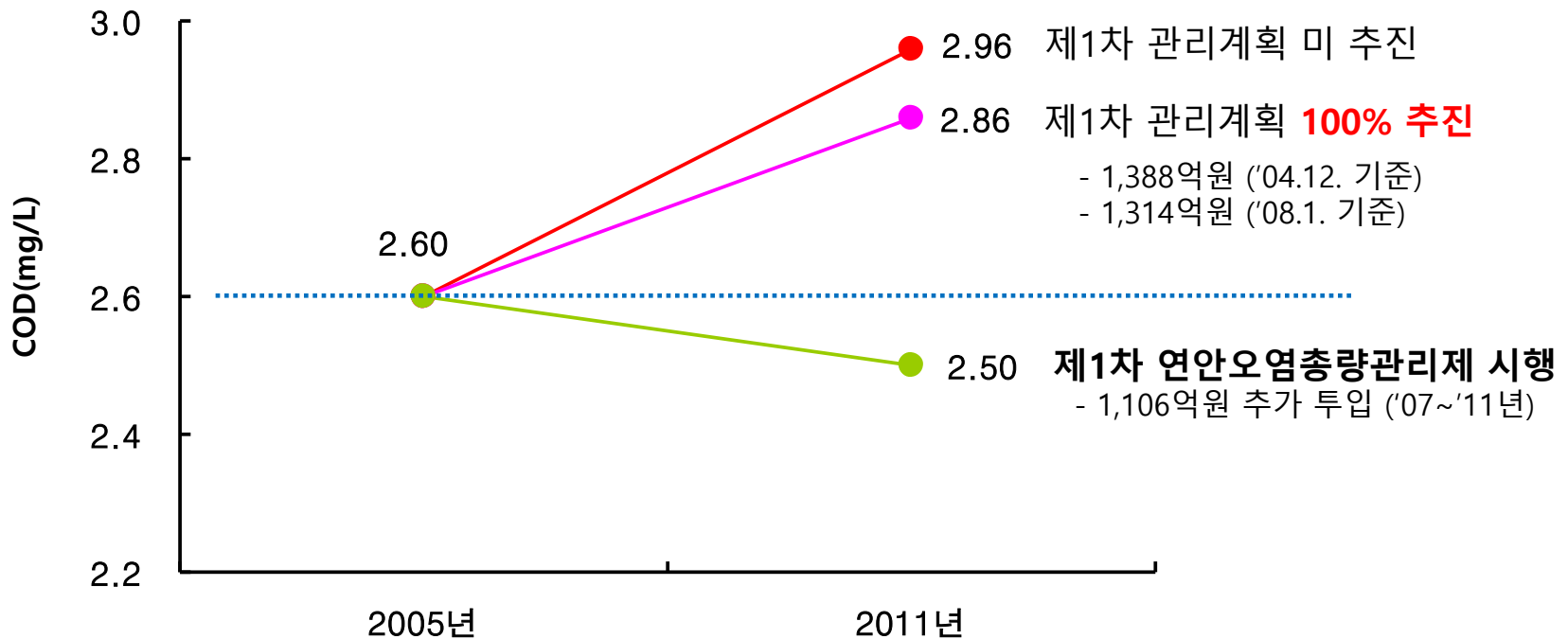
- 마산만 특별관리해역 관리계획(2004, 1,388억원 투자)을 수립하였으나,
- 2005년 기준으로 정부와 지자체는 총 258건의 새로운 개발사업 제안



## 도입 배경

- 258건의 개발사업이 완공되면, 마산만으로 유입되는 COD에 의해  
2011년 여름철 수질은 2.86 ~ 2.96mg/L로 악화 (2005년 2.55mg/L)

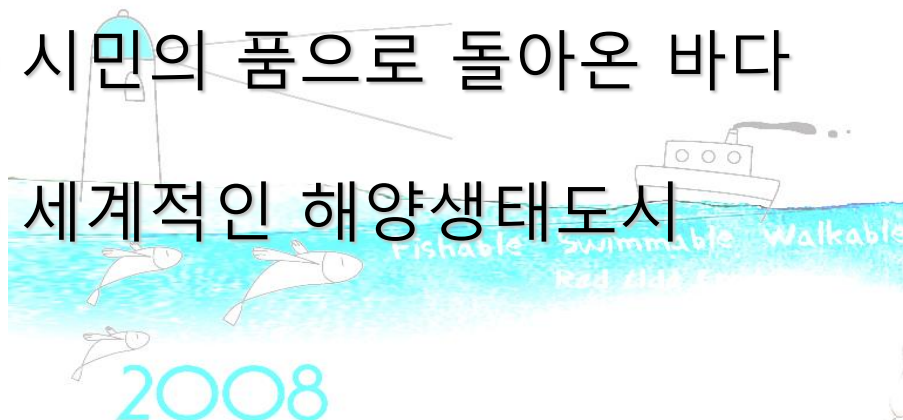
[ 마산만 해양생태계모델 ('07.12)]



## 연안오염총량관리 비전(장기 목표)

### '202.0 '해역수질 II 등급'

- 적조 없는 파아란 가고파의 고향
- 물고기와 함께 물살을 가르며 노니는 아이들
- 시민의 품으로 돌아온 바다
- 세계적인 해양생태도시

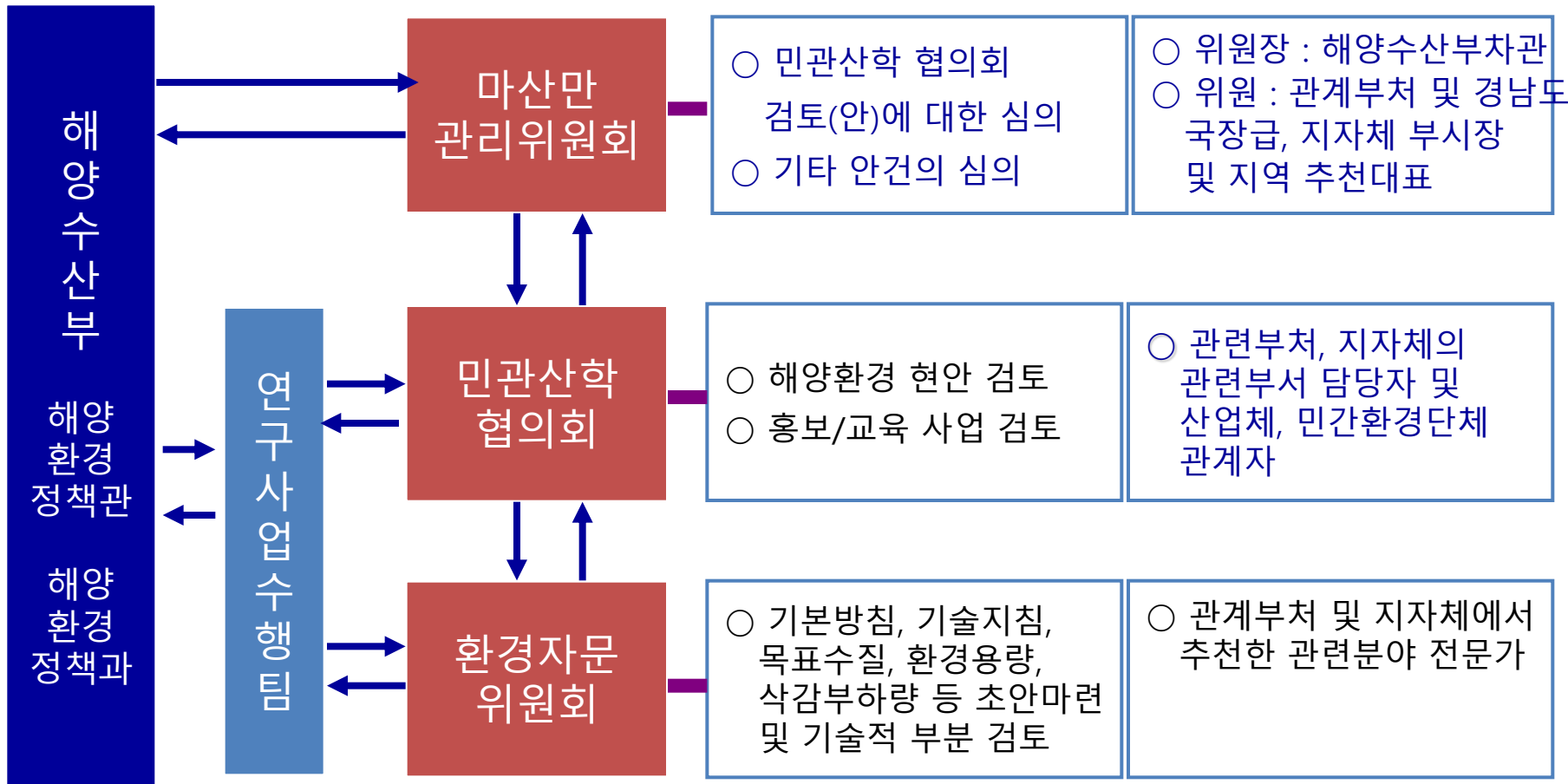


2008

우리나라 최초로  
합포만에 연안오염총량관리제 도입!

## 해양환경관리의 새로운 거버넌스

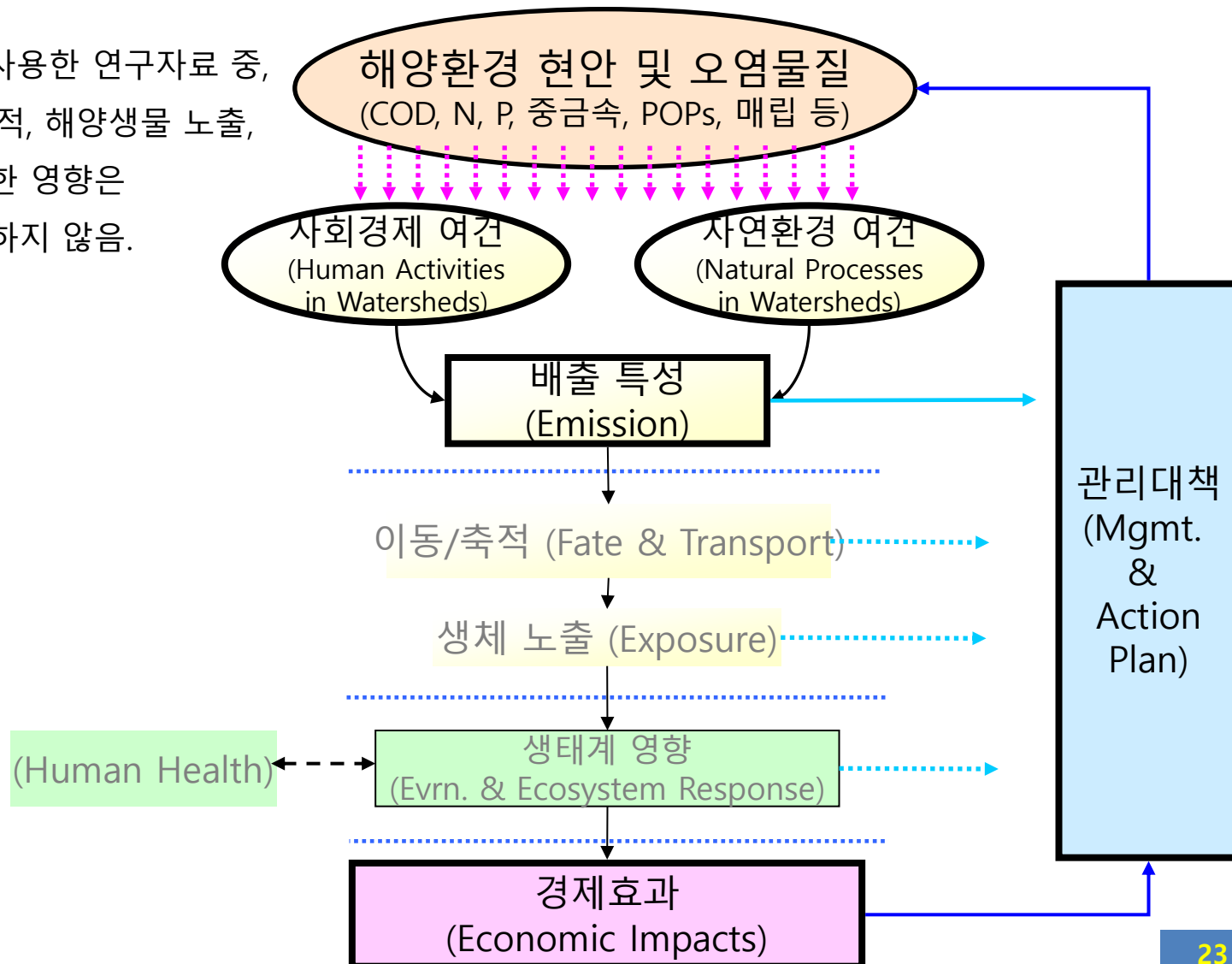
- 국내 최초로 이해관계자(민관산학협의회 등) 중심의 **상시적** 해양환경관리 거버넌스 구축



# 계획의 수립 및 시행

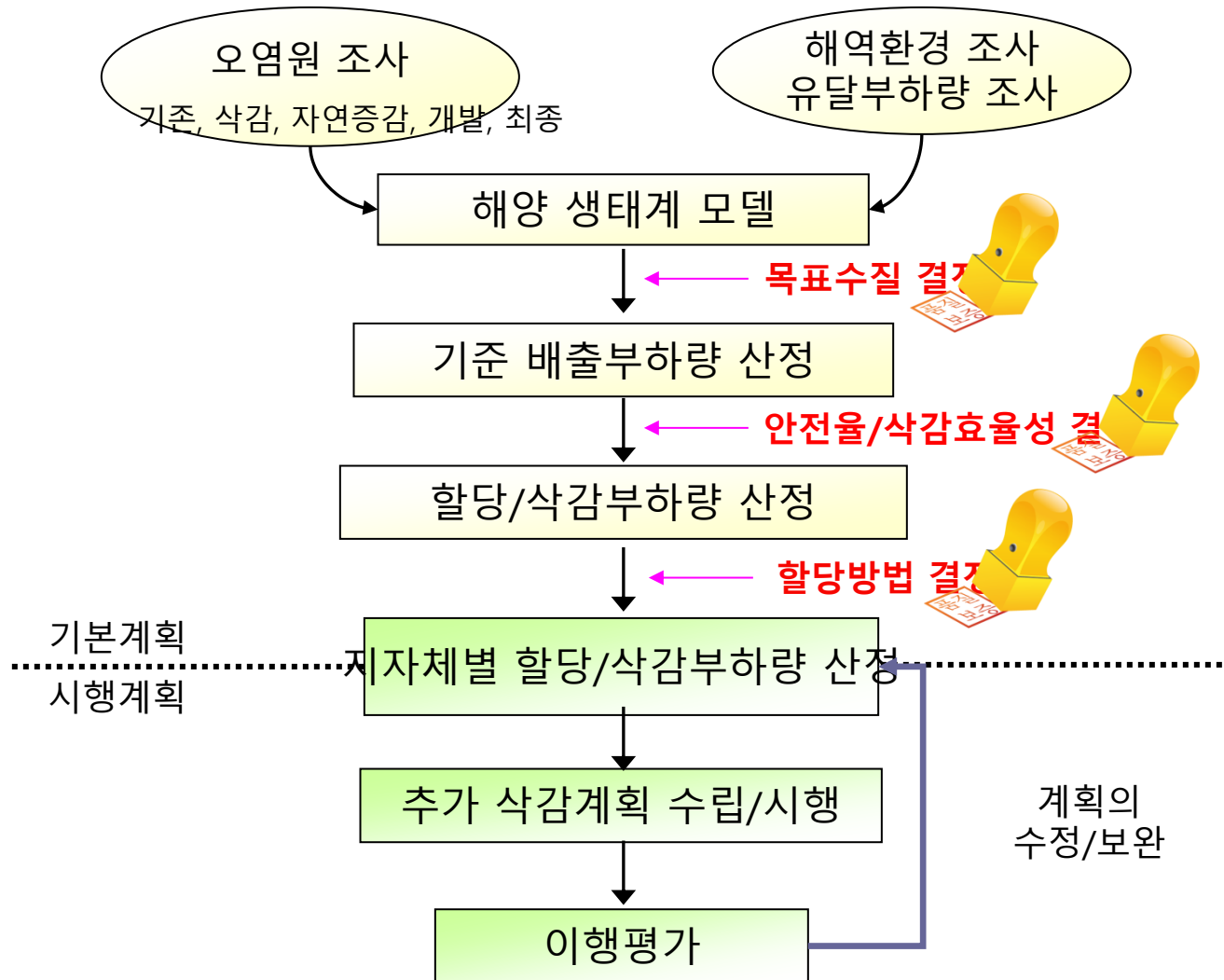
## 과학의 활용

- 제1차 계획 수립에 사용한 연구자료 중, 오염물질의 이동, 축적, 해양생물 노출, 생태계와 인간에 대한 영향은 자료 부족으로 고려하지 않음.



# 계획의 수립 및 시행

## 거버넌스를 통한 과학의 활용도 결정





# 계획의 수립 및 시행

## 마산만 제1차 기본 및 시행 계획

- 제1차 기본계획의 부하량 할당 : 목표수질(2.5mg/L) 달성을 위해 총 4,245kg/day의 오염부하를 삭감
- 제1차 시행계획 : 5개 분야 10개의 환경개선사업(약 1,060억원 투자)으로 총 4,464kg/day를 삭감

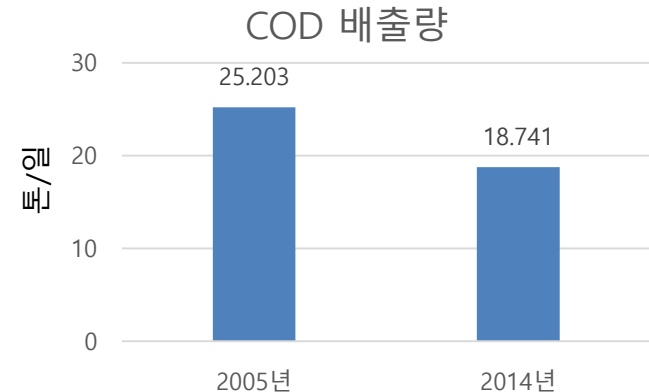
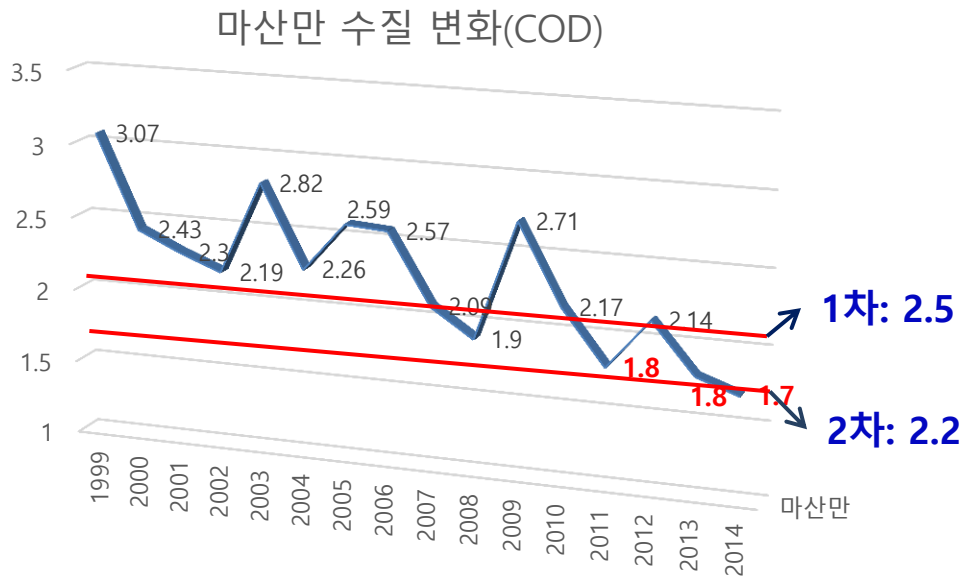
### [ 마산만 제1차 시행계획의 오염부하 삭감사업 요약 ]

단위 : kg/일

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	소계	100%
1. 하수처리구역 확장					285	285	93%
2. 자연형하천 조성				182	35	217	
3. 하수처리시설 수질개선				768		768	72%
4. 하수처리시설 수질관리	738					738	
5. 개발계획 조정	2,458					2,456	0%
누 적 합 계	3,194	3,194	3,194	4,144	4,464	4,464	

\* 마산만의 오염부하 100 kg/day는 아파트 2,500세대가 하루에 배출하는 양(생활계로 환산)

- **마산만 연안오염총량관리제** : 해양수산부(주체, 권력성)와 경상남도, 창원시'가 공동으로 '마산만의 수질(COD+총인)'을 '해양여가 활동이 가능한 수질(COD 2.0mg/L)'을 만들기 위해 '2020년'까지 '육상유입 오염물질의 양을 단계별로 삭감'하는 제도



- 2005~2014년 마산만 수질(COD 기준)은 2.59~1.70 mg/L로 감소 (0.89mg/L, 34.4%)
- 동 기간 동안 오염물질 유입량은 25.2~18.7톤으로 감소 (6.46톤/일 , 25.8%)

\* 유입량 자료는 2014년 이행평가 및 기술지침 변경사항을 반영하여 환산

## 해역 수질 개선 효과

- 마산만의 해역 수질은 제1차 총량관리('07~'11) 시행 전후,
  - COD는 약 2mg/L 감소 ('11년 하계 COD 1.85mg/L)
  - TN, TP는 감소 효과 불확실

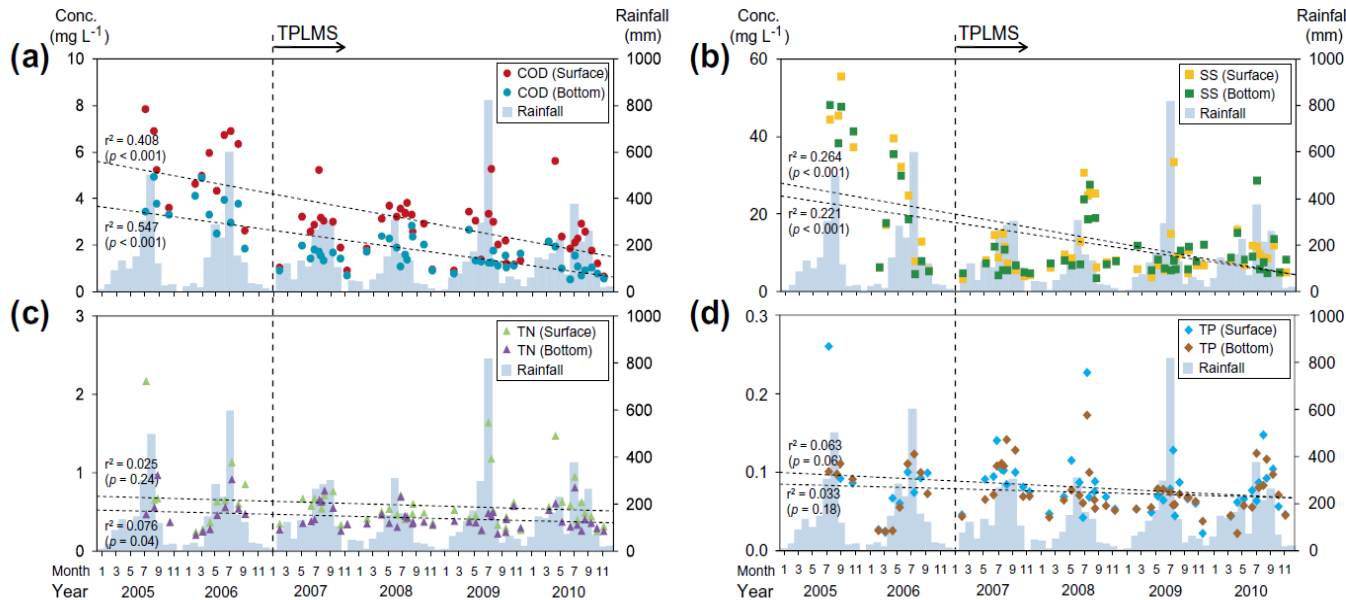
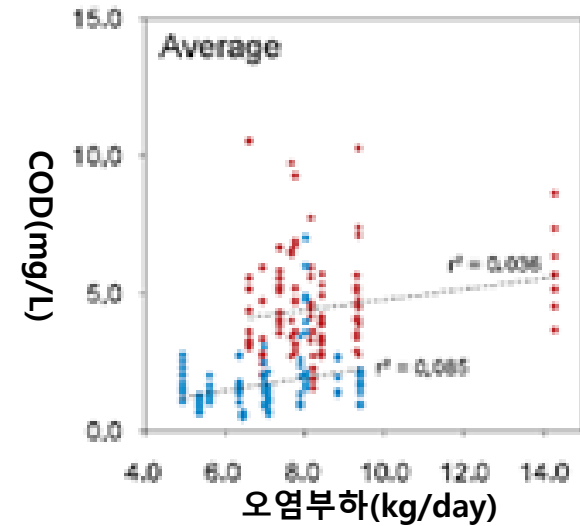


Fig. 4. Temporal changes in concentrations ( $\text{mg L}^{-1}$ ) of (a) COD, (b) SS, (c) TN, and (d) TP in seawater (surface and bottom) measured from 10 sites (given as mean) in the Masan Bay over the six-year period (2005–2010), rainfall data (mm) during the corresponding period was also given as background information.

## 하천 수질 개선 효과

- 하천의 COD 농도와 오염부하는 감소 (창원천, 내동천, 남천)  
(1차 계획 최종년도 2011년 기준, 총 4,503 kg/day 저감)

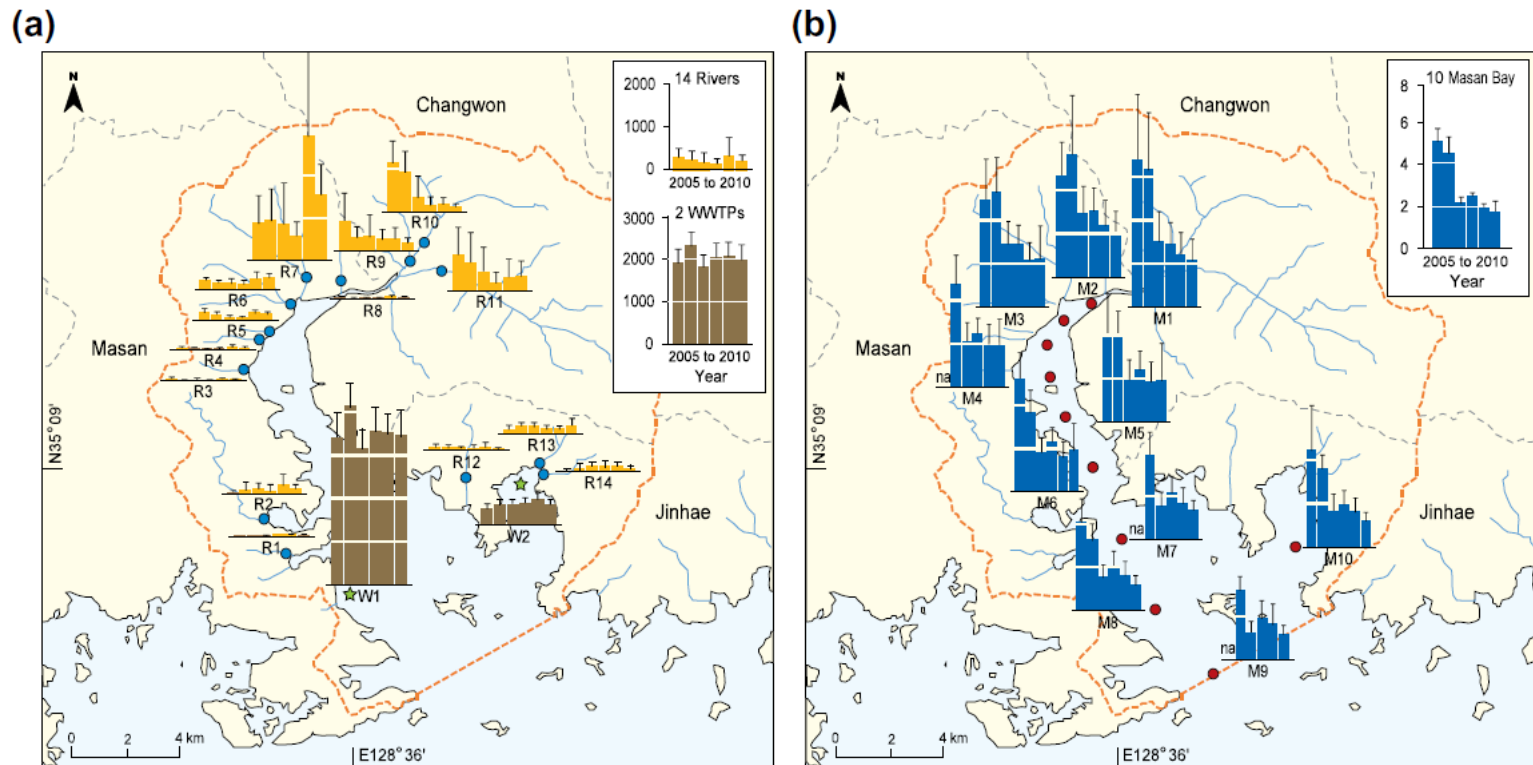


Fig. 5. Spatiotemporal distribution of COD budget in Masan Bay, showing (a) annual mean COD loads (kg d<sup>-1</sup>) from the inland rivers and WWTPs and (b) annual mean COD concentrations (mg L<sup>-1</sup>) in the Masan Bay over the six-year period (2005–2010).

## 새로운 거버넌스의 활성화 (총 32회의 공식협의)

일시 및 장소	과정	주요 의제	세부 내용
2005. 9.6-15	협의회 위원 및 조사연구반 추천		- 해당 기관에 추천 요청
2005. 10. 26 (마산지방해양수산청)	제1차 협의회	- 협의회 위원 위촉 - 위원장 선출 - 협의회 운영규정 협의·채택 - 연안오염총량관리제 추진방향 협의	- 24명 협의회 위원 구성 - 이찬원 교수(경남대) 위원장 선출 - 운영규정: 추가 검토 후 확정
2005. 12. 19 (경남대학교)	제2차 협의회	- 운영규정 확정안 보고 - 협의회 위원 위촉장 수여 - 연안오염총량관리제 기본계획 수립 기초연구 최종보고	- 국토해양부 예규 제66호 확정
2005. 12. 19 (경남대학교)	제1차 조사연구반	- 조사연구반 전문가 위촉 - 연안오염총량관리제 과학조사의 내용 및 방법 논의	- 각 기관의 추천을 받은 10명의 전문가로 구성 - 마산만 연안오염총량관리 기술지침(안) 서면검토 요청
2006. 4. 14 (마산리베라호텔)	제3차 협의회	- 마산만 홍보사업 필요성 - 마산만 해양쓰레기 처리 - 향후 일정 협의 - 2006년도 연구사업 설명	- 홍보전담팀 구성 - 해양하천조사프로그램 운영 - 해양 쓰레기 수거 관련 지역 이해관계자 협조 강화에 관한 필요성 공유 - 협의회 일정: 격월로 정례화
2006. 5. 17 (경남발전연구원)	제1차 홍보전담팀 회의	- 홍보·교육사업 추진 방향	- 홍보 로드맵 작성 제안 - 활용 가능한 홍보매체 이용 - 마산만 살리기에 중점
2006. 5. 24~25	해양하천조사 프로그램 운영		- 마산만 내외측 해양조사 및 하천조사(환경단체 등 20여명 참가)
2006. 6. 22 (경남대학교)	제2차 홍보전담팀 회의	- 홍보사업 추진계획(안) 검토	- 홍보사업 제1단계 세부내용 검토
2006. 7. 13 (경남도청)	제4차 협의회	- 홍보사업 추진계획 - 민관산학협의회 LOGO - 하계 마산만 침식 쓰레기 문제	- 홍보사업 추진계획 및 LOGO - 홍보사업 제1단계 추진계획 - 하계 마산만 침식쓰레기 문제를 국토해양부에 공식 건의
2006. 9. 5 (진해시청)	제3차 홍보전담팀 회의	- 1단계 홍보사업 평가	- 1단계 홍보사업 추진상황 점검 - 마산만 책자 상공회조사 자료 원고 검토 - 팸플렛 자료 협조

일시 및 장소	과정	주요 의제	세부 내용
2006. 9. 20 (진해시청)	제5차 협의회	- 마산만 관리목표 - 마산만 홍보 팸플렛 검토	- 「마산만 관리목표」 조사연구반 검토 - 팸플렛의 기본방향 설정
2006. 10. 23 (마산지방해양수산청)	제2차 조사연구반	- 운영위원장 선출 - 목표수질(안) 검토	- 권영택 교수(경남대) 운영위원장 선출 - 하계관리목표에 중점 - 이행평가를 위한 하계 기준점 설정 필요성 제시 - 기준유량 설정방법에 대한 검토 요구
2006. 12. 4 (창원대학교)	제3차 조사연구반	- 하계관리목표(안) - 소해역 경계 구분 - 환경관리목표(안) - 관리기준점 - 해양생태계 도넬링	- 사니리오별 식감부하량을 설정하고 달성 가능한 목표수질(안)을 제시하도록 요청 - Flushing Time을 고려한 3개의 소해역 구분
2006. 12. 4 (창원컨벤션센터)	제6차 협의회	- 1~5차 협의회 성과 검토 - 23차 조사연구반 회의 결과 검토	- 2007년 홍보사업의 지속적 추진 - 협의회 범위를 지역 언론으로 확대 - 마산만 관리목표를 하계수질관리로 초점을 두고 3개 소해역별 관리
2007. 4. 6 (경남대학교)	제4차 조사연구반	- 하계관리목표(안) - 소해역별 관리 기준점	- 하계관리목표는 2.4mg/L로 잠정 결정(영양염 동시식감, 해양에도 식감부하량 할당 조건) - 국가해양환경측정망을 활용한 소해역별 관리기준점 설정
2007. 5. 10 (경남대학교)	제4차 홍보전담팀 회의	- '07년 교육·홍보사업 계획 논의	- 각종 환경관련행사시 홍보 활용 - 이해하기 쉽고 실용적인 홍보물 제작
2007. 5. 14 (경남발전연구원)	제7차 협의회	- 마산만 목표수질 및 관리기준점 - 2007년 교육홍보계획 수립	- 마산만 목표수질 2.4mg/L를 기초로 기본계획(안) 수립 - 2007년 교육홍보계획 확정 - 경남도내 전담부서 마련 노력 - 해군 해양오염수거작업시 진해시 및 마산지방해양수산청 지원요청
2007. 6. 28 (진해시청)	제5차 홍보전담팀 회의	- '07년 교육·홍보사업(안)	- '07년 교육·홍보사업(안)에 따른 세부추진계획(일정, 내용 등) 논의
2007. 8. 17 (창원대학교)	제5차 조사연구반	- 하계관리목표(안) 재검토 - 안전율 설정 - 현재 처리계획의 식감효율성 - 개발부하 유보량 - 부하량 할당 방법	- 식감기능성을 고려하여 하계관리목표(안)을 2.5mg/L로 재조정 - 안전율은 5%로 결정 - 식감효율성 결정은 연구진에 위임 - 개발부하 유보량 고려 가능
2007. 8. 23 (경남발전연구원)	경남도 및 지자체 협의	- 연안오염총량관리 기본계획(안)	- 연안오염총량관리 기본계획 세부내용 검토 및 협의

## 새로운 거버넌스의 활성화 (총 32회의 공식협의)

일시 및 장소	과정	주요 의제	세부 내용
2007. 8. 27-28 (해양수산 인력개발원)	제1차 공무원 교육		- 연안오염총량관리 제도정책, 부하량 산정, 해양생태계 모델 등 교육 - 진해하수종말처리시설 및 봉암갯벌 현장답사
2007. 8. 30 (마산만 일대)	제1차 마산만 (행암만) 연안 생태·환경답사		- 마산만(행암만) 해양환경상태 및 연안오염총량관리 필요성 인식 제고 - 일반시민 등 44명 참가
2007. 9. 7 (국토해양부)	국토해양부 -경남도 협의	- 연안오염총량관리 기본계획(안)	- 식감 및 횡단부하량 협의
2007. 9. 8 (마산 돌섬 해양유원지)	마산만(행암만) 사람 학생·생 심가대회		- 참가자 : 창원, 마산, 진해시 지역 가주 초·중·고등학교 - 공모주제 : 마산만(행암만) 사람
2007. 9. 11 (마산시청)	국토해양부-경남도 -지자체 협의	- 연안오염총량관리 기본계획(안)	- 부하량 할당 및 추가 식감방안 협의
2007. 9. 13 (마산지방해양 수산청)	제8차 협의회	- 마산만 특별관리해역 목표수질 - 목표수질 달성을 위한 부하량 할당	- 마산만 목표수질 하계 COD 2.5mg/L로 확정 - 마산만 전체 횡단부하량 도출 - 매립계획, 소모도 건 등 논의 - 마산만(행암만)사람 학생·생심가대회 시상 - 미국해양대기질청(NOAA)관계자 참관
2007. 9. 14 (마산만 일대)	국제 연안 정화의 날		- 참가자 : 지자체 및 시민단체 - 해양쓰레기 정화사업을 통한 환경보전의식 제고 및 연안오염총량관리 홍보
2007. 9. 14~ (지자체)	지자체별 부하량 할당(안) 협의	- 추가 식감방안	- 개발계획조정, 하수처리구역확장 및 하수관거정비 등
2007. 10. 30 (경남발전 연구원)	국토해양부-경남도 -지자체 협의	- 지자체별 부하량 할당	- 지자체별 부하량 할당(안) 협의
2007. 11. 1~10	마산만(행암만) 사람 UCC 대회		- 응모자격 : 마산만(행암만) 지역 학생 및 일반시민 - 주제 : 바다를 살리기위한 생활의 지혜·활동, 마산만(행암만)에 대한 인식이나 체험 등
2007. 11. 27 (환경부)	1차 국토해양부 -환경부 협의	- 연안오염총량관리 현안 설명 및 식감계획 관련 예산	- 참석 : 환경부 수생태보전과, 유역총량제도과

일시 및 장소	과정	주요 의제	세부 내용
2006. 11. 30 (마산만 일대)	제2차 마산만 (행암만) 연안 생태·환경답사		- 마산만(행암만) 지형, 역사, 문화 알기 - 마산만(행암만)보존을 위한 방안 찾기 - 일반시민 등 56명 참가
2007. 12. 12 (환경부)	2차 국토해양부 - 환경부 협의	- 연안오염총량관리 현안 설명 및 식감계획 관련 예산	- 참석 : 환경부 상하수도국 생활하수와
2007. 12. 21 (창원 컨벤션센터)	제9차 협의회	- 마산만 연안오염총량관리 시행계획(안) - 2007년도 주요성과 및 향후일정	- 연안오염총량관리 시행계획(안) 검토 - 마산만 연안오염총량관리 기본계획(안) 관리위원회 서면심의의결 동의 - 연안갯벌 및 매립중지에 따른 식감량 계산 필요 - 마산만(행암만)사람 UCC대회 시상

### [ 마산만 연안오염총량관리에 관한 소회 ]

연안지역 이해관계자가 계획수립 전 과정에 참여한 최초의 사례(위원)  
연안오염총량관리는 마산만의 이상적인 발전을 위해 필요한 제도(위원)  
마산만 해양환경 개선을 위한 지자체 역량 집중의 계기(위원)  
마산만에 살면서 마산만을 위해 무엇을 해야 되는지 알게 된 계기(주민)  
하수처리장 배출수 기준 설정(덕동: 10 mg/L, 진해: 9 mg/L)(공무원)

## 새로운 거버넌스의 정착 = 제도화

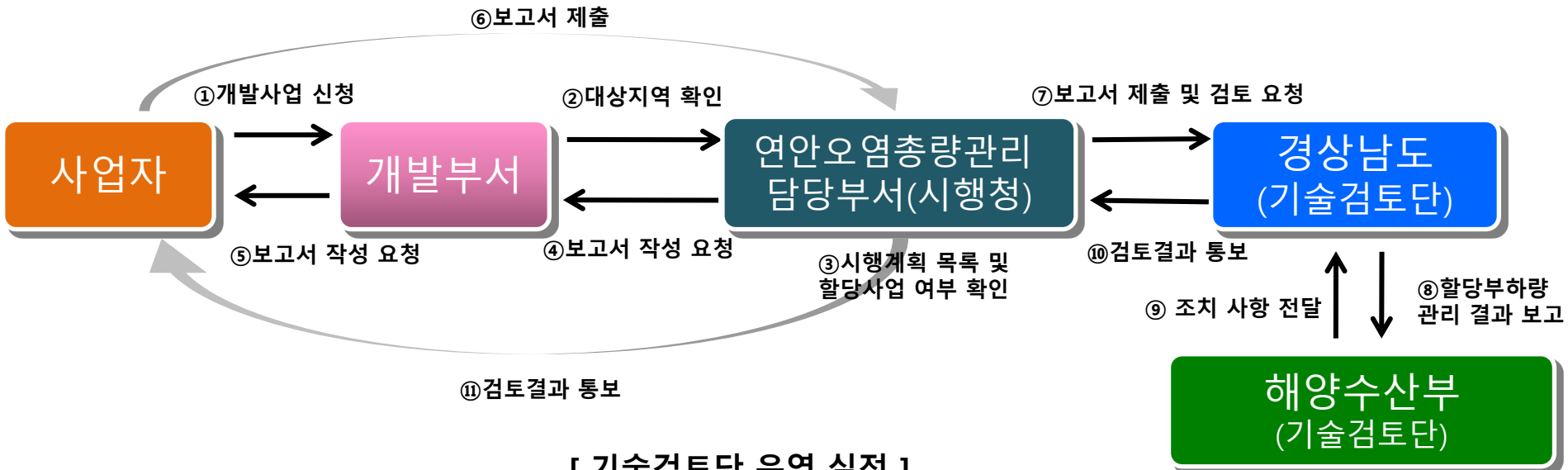
- 새로운 거버넌스가 정착하고 안정화되기 위해서는 제도화가 필수조건 : 총 20여 건의 제도 정비

년도	내용
2004	마산만 특별관리해역 관리기본계획
2005	기본방침 관리위원회 운영규정 민관산학협의회 운영규정
2006	기술지침
2007	
2008	연안오염총량관리 기본계획(2월) 시행계획(10월) 기술검토 시작(7월)
2009 ~ 2010	이행평가지침(2월) 연계업무처리규정(1월) 기본이행평가 검토 및 조치(5월) 통합시 대비 시행계획 변경수요 검토(6월)
2011 ~	환경자문위원회 운영규정(4월) 시행계획 변경(창원시, 마산시)(4월) 기술검토 지침(개발 수요자를 위한)(4월) 기술검토-마산시하수도정비기본계획변경(4월) 이행평가 검토 및 조치(5월) 연안오염총량관리 추진/확대 계획(7월) 제2차 총량관리 기본방침(3월)/기술지침(안)(11월) 처리시설 지침 개정(기자재운전및유지관리지침 개정) 2차 연안오염총량관리 기본 및 시행 계획



## 새로운 거버넌스의 정착 : 사례(기술검토단)

- **상시적** 오염부하량 관리 : 창원시(구 마산시)의 요청으로 2008년부터 운영  
(관리구역의 **모든** 신규 사업 및 변경 사업은 오염부하량 배출에 관한 기술검토 실시)



### [ 기술검토단 운영 실적 ]

연도	신규사업	변경사업	총합계
2013	25	16	41
2014	16	21	37
합계	41	37	78

\* 2014년 기준, 37건 신규/변경 개발사업을 검토 : COD 357.622kg/day, 총인 13.66 kg/day 추가 배출



## 새로운 거버넌스 : 해양환경 분야 갈등 해소를 위한 기제

- 마산만은 해양환경 분야 갈등 관리에 관한 사례 지역

### 배 제

수질목표 : (2.0mg/L)

관리구역 선정

- 부산신항 , 군사시설

### 저 감

수질목표 (2.4)

과학적 불확실성 관리

- 연구조사의 합목적성 (모니터링 중심)
- 안전율 (5%)
- 평가기준(95% )
- 환경개선사업의 삭감 효율성 (80% 이하 인정)
- 신규 개발사업 관리
- 기술검토
- 이행평가

### 공 유

수질목표 (2.5)

부하량 할당 원칙

- 형평성(제1원칙),
- 경제성(제2원칙)
- 과학적 불확실성
- 계획수립체제 구성 운영 (환경자문위원회, 민관산학협의회)
- 지역민에 대한 홍보사업
- 오염원인자부담
- 처리수배출구 이전
- 배출권 거래 X (저축 O)

### 보 류

수질목표 (2.0)

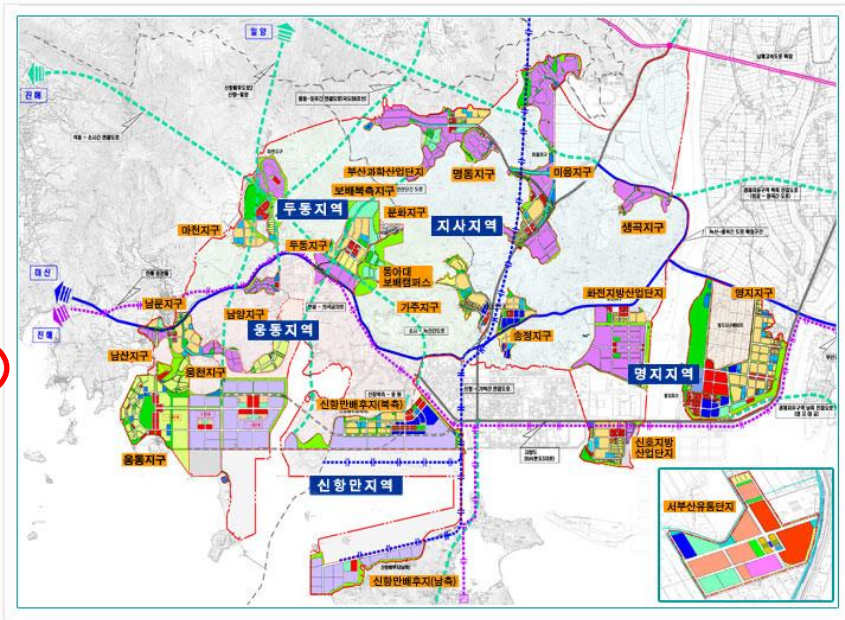
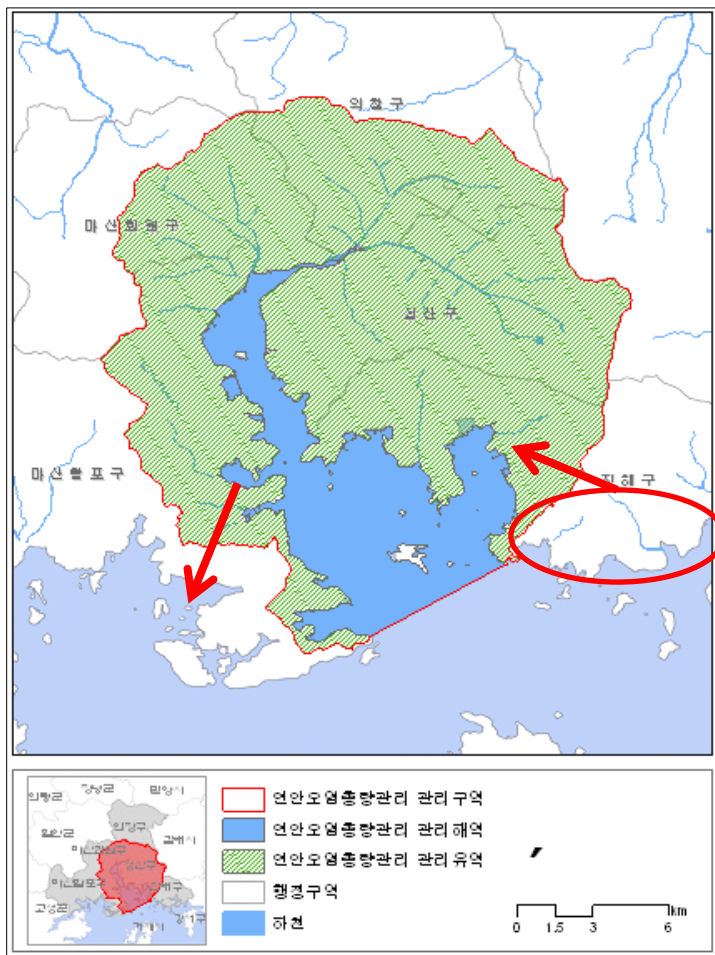
관리구역 재선정

생태 건강성 회복

- 관리대상물질 확대(질소, 인)
- 데드존, 생물다양성 관리
- 새로운 환경기술 접목
- CSOs, BMPs, SSOs, 환경준설, 처리수배출구 이전
- 오염원인자부담 : 하수도세
- 관련제도 정비
- 창원시 통합
- 할당 및 배출권 거래 : 기준거래, 최대허용거래량 등

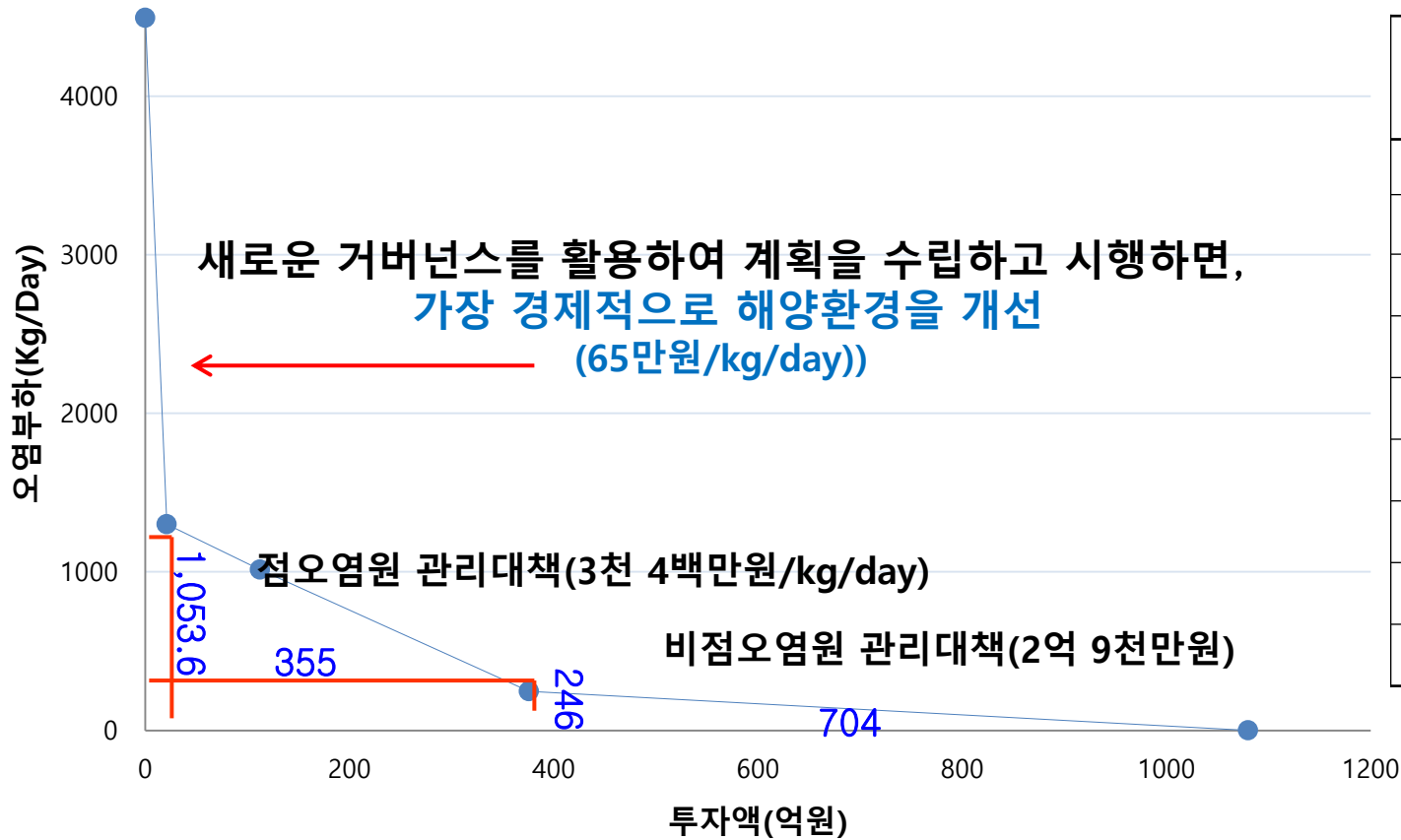
## 새로운 거버넌스 : 해양환경 분야 갈등 : 사례

- 덕동 처리장 배출구를 강진만으로 이전
- 경제자유구역청 하수구역을 진해 처리장으로 연계



## 새로운 거버넌스 : 비용 대비 가장 효과적인 환경개선 방법

- 민관산학협의회 활동 등의 '새로운 거버넌스' 효과 : 21억 투자, 총 3,203.63kg/day 삭감





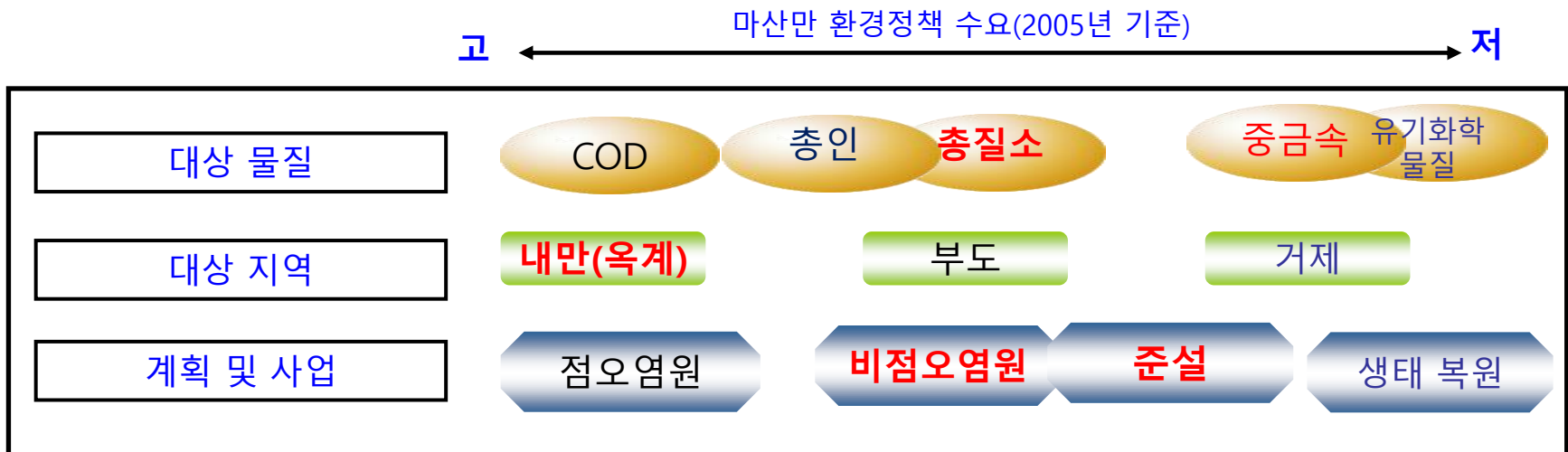


## 향후 과제

# 새로운 과제

## 관리 수요 및 여건의 변화

- 제1차 연안오염총량관리 추진에도 불구하고 내만 지역은 수질이 악화
- 해저에 축적된 오염퇴적물 제거를 위한 준설 사업
- 새로운 총량관리 대상물질(중금속)의 관리체계 미흡
- 점오염원 관리 비용 증가
- 비점오염원 관리 필요성 증가



## 마산만 내만의 환경관리 강화

- 제1차 계획 시행으로 마산만의 수질은 매년 2.3%의 개선
- 그러나, 내만(옥계 지역)의 수질은 매년 2.6% 씩 **악화**

## 마산만의 환경 준설

- 마산만 옥계 지역과 행암 지역에 대한 오염퇴적물 정화 사업은 주민 숙원 사업
- 오염퇴적물 정화 복원 사업 추진 고려 사항
  - 육상오염원 차단 이후 사업 추진으로 환경개선 효과 극대화 필요
  - 사업 추진에 따른 해양환경 개선효과(오염부하량 저감량) 진단
  - 2차 피해(민원) 발생 최소화
  - 모니터링 강화 필요

[ 마산만 기준농도(COD) 변화 ]

정점	기준농도(mg/L)		수질 개선율 (%/년)
	'05년	'10년	
마산만 전체	2.55	2.27	2.30
마산1	3.34	3.79	- 2.56
마산2	2.57	2.07	4.23
진해2	2.45	2.32	1.08
행암1	2.74	2.62	0.89
진해1	1.84	1.26	7.29

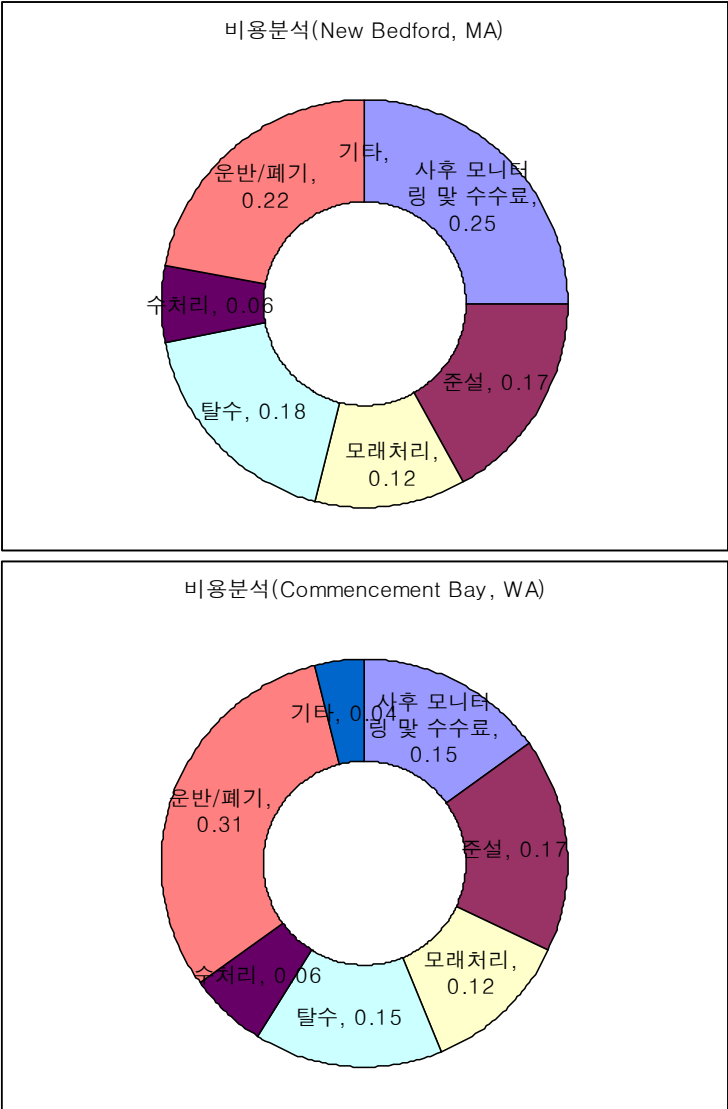
[ 오염해역 준설사업('90~'94, 278억원) 수질 개선 효과 ]

구분	'94	'95	'96
COD (mg/L)	5.5	3.8	4.1

항 목	해양환경기준		정화복원지수	
	주의	관리	기준1	기준2
<b>비소(As)</b>	14.5	75.5	9	41.6
카드뮴(Cd)	0.75	2.72	0.68	4.21
크롬(Cr)	116	181	80	370
<b>구리(Cu)</b>	50.5	126	24	108
수은(Hg)	0.11	0.62	0.15	1
<b>니켈(Ni)</b>	47.2	80.5	23	52
납(Pb)	44	119	50	220
<b>아연(Zn)</b>	179	421	200	410

\* 마산만 준설사업의 오염부하 저감 효과 : 1,134kg/일 (해양수산부, 2008)

[ 미국 Superfund sites 사례(CERCLA) ]



[ 중금속 오염 ]

항 목	해양환경기준		정화복원지수	
	주의	관리	기준1	기준2
비소(As)	14.5	75.5	9	41.6
카드뮴(Cd)	0.75	2.72	0.68	4.21
크롬(Cr)	116	181	80	370
구리(Cu)	50.5	126	24	108
수은(Hg)	0.11	0.62	0.15	1
니켈(Ni)	47.2	80.5	23	52
납(Pb)	44	119	50	220
아연(Zn)	179	421	200	410



## 점오염원 관리 비용 : 시약 처리

- 덕동, 진해 하수처리장의 양호한 배출수 농도 관리, 그러나 인 제거를 위한 비용 증가

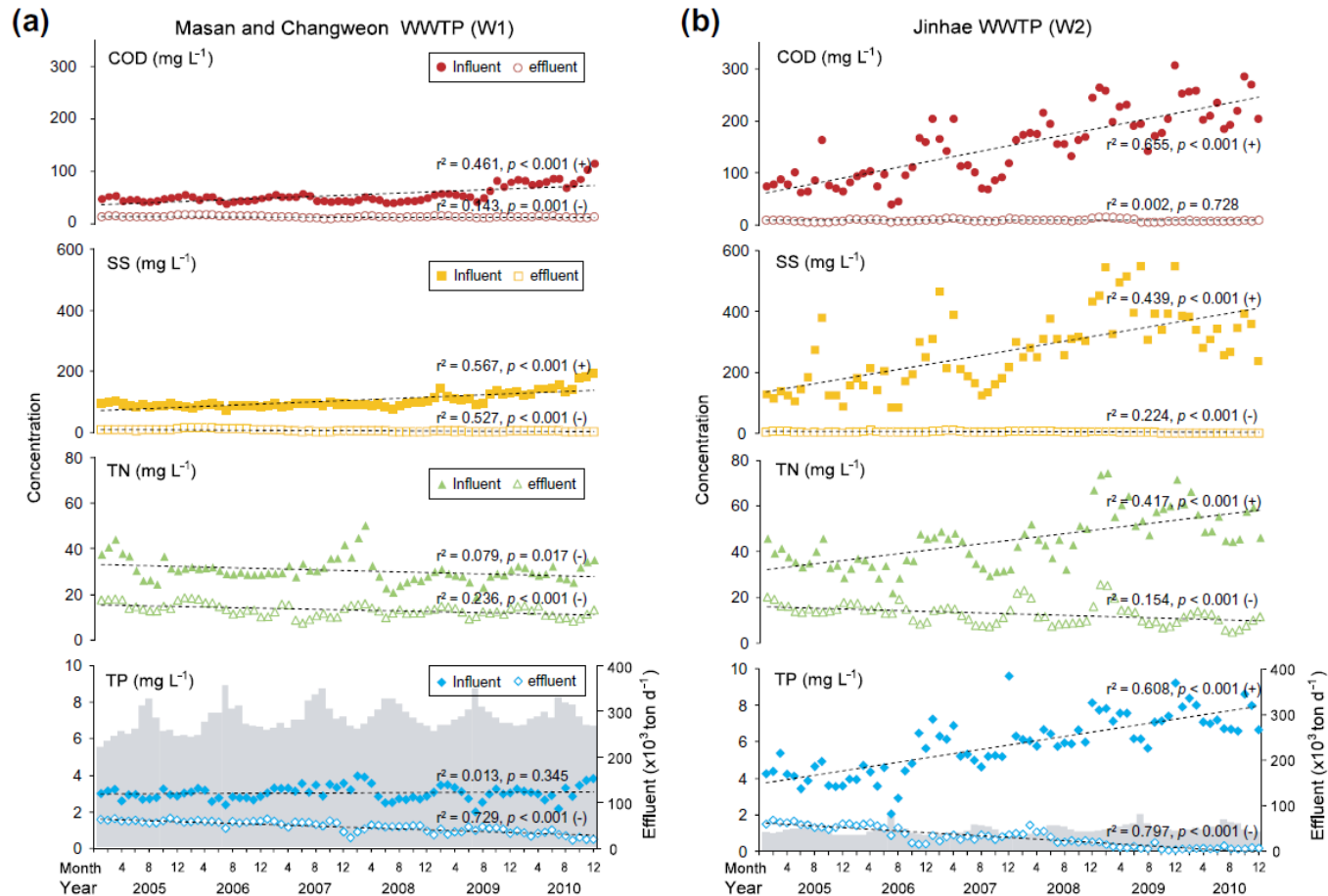


Fig. 3. Temporal changes in concentrations (mg L<sup>-1</sup>) of COD, SS, TN, and TP in influent and effluent measured from (a) Masan and Changweon WWTP (W1) and (b) Jinhae WWTP (W2) over the six-year period (2005–2010), total effluent load ( $\times 10^3 \text{ ton d}^{-1}$ ) during the corresponding period was given as background information.

### 시행계획의 오염원 삭감 사업의 비용 효과

- 마산만 오염부하 저감 사업의 비교우위는 점오염원 사업에서 비점오염원 사업으로 전환

#### [ 시행계획의 오염원 삭감 사업 ]

구분	점오염원			비점오염원		
	예산 (억원)	부하량 (kg/day)	비용효과 (억원/kg/day)	예산 (억원)	부하량 (kg/day)	비용 효과 (억원/kg/day)
1차	354.86	1,791.55	0.20	704.06	245.96	2.86
2차*	747.68	260.2	2.14	2,030.34	1,287.2	1.18

\* 기술지침 수정(BOD-COD 관계식) 수정(1.64 -> 2.19) 사항을 고려하여 환산

## 대응 : 거버넌스 분야

### 제도 정비

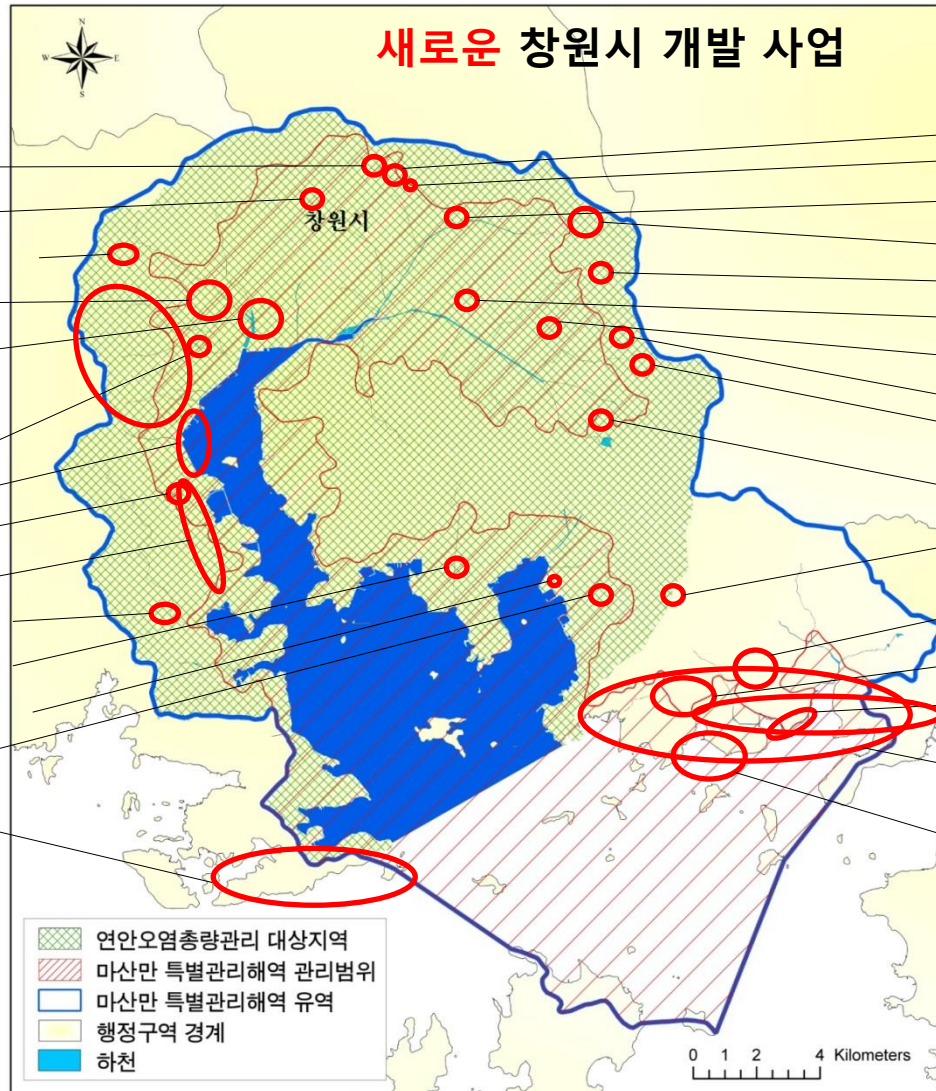
- 마산만 환경관리 거버넌스의 안정화를 위해 제도 정비 필요

구분	내용	비고
해양환경관리법	환경관리해역 지정 / 해제에 관한 사항 환경관리해역 기본/관리계획의 수립 절차에 관한 사항 환경관리해역의 지정 및 해제에 관한 사항 해양환경기준과 총량규제 항목에 관한 사항 연안오염총량관리제 실시해역에 대한 재정 지원에 관한 사항 총량관리 불이행에 대한 제재에 관한 사항 환경관리해역의 지정 고시에 관한 사항(시행규칙) 환경관리해역 기본계획의 내용에 관한 사항(시행규칙) 환경관리해역 기본계획의 이행평가에 관한 사항(시행규칙)	현행 해양환경관리법의 개정을 전제로 하는 개정 사항
기본방침		
기술지침	비점오염원 관리에 관한 사항 중금속 관리에 관한 사항	개정
이행평가 지침	마산만, 시화호, 부산연안	통합
연계업무처리지침	시화호, 마산만	폐지 / 일부 규정 이관

## Swing the Pendulum

### 새로운 창원시 개발 사업

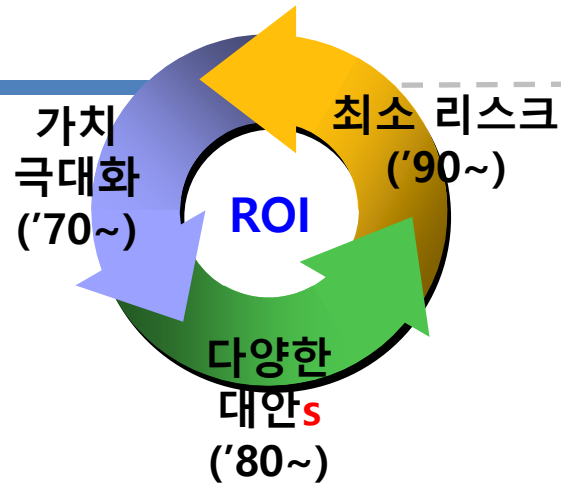
창원읍성(동문지) 복원사업  
과학연구 복합파크 건립  
자족형 복합행정타운 조성계획  
중앙근린공원 조성  
마산 자유무역지역 고도화  
임항선 그린웨이 조성사업  
전통사찰 정비사업 중수사업  
마산 해양신도시 건설공사  
국립마산병원 이전사업  
마산항 진입도로 건설공사  
 시내버스 공영 차고지 조성  
진해 청소년문화회관 건립  
하수슬러지 처리시설 설치공사  
진해중부도서관 건립  
경남마산로봇랜드  
구산해양관광단지조성



김종영 생가 정비사업  
소담주민운동장 조성사업  
명곡주민운동장 조성사업  
북창원역세권 종합개발사업  
축구센터 건립사업(2단계)  
수목원 조성  
기업사랑공원 조성  
동부스포츠센터 건립사업  
경상대병원 유치  
천선지구 일반산업단지 조성  
이순신 리더십교육 국제센터 건립  
남해안 관광벨트 사업  
진해 해양관광단지 조성  
진해 와성지구 개발  
진해 동부지역 하수관거 정비사업  
신항만 건설사업  
웅동지구 복합관광레저단지 개발

\* 창원시 홈페이지 참조  
- 도로사업은 제외

## 대응 : 종합



### Sustainable Development Precautionary Approach

Watershed Mgmt.

EBM / ICM

Adaptive Mgmt.

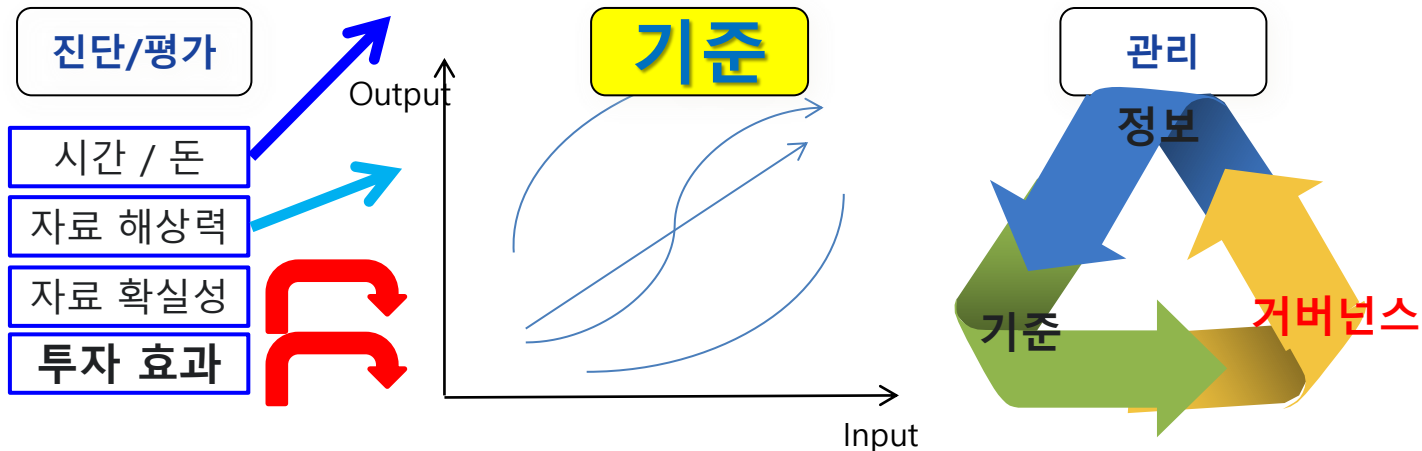
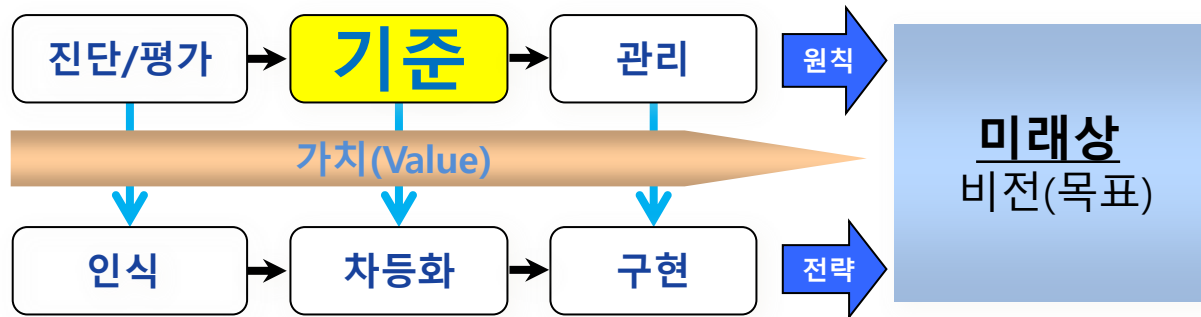
BAT/BMP

Economic Feasibility  
(Equity vs. Efficiency)

Polluters' Pay

Burden of Proof

Scientific Uncertainty(Risk)



---

**감사합니다!**

---