

수시연구 2012-04

새만금 외해 해양환경관리 연구개발 추진 로드맵

Designing the Research and Development
Scheme for Marine Environment
Management of Saemangeum Area

2012. 12.

남정호 · 장원근 · 한기원

◆ 보고서 집필 내역

● 연구책임자

- 남 정 호: 제1장, 제2장 일부, 제3장, 제4장 1절, 제5장

● 연구진

- 장 원 근: 제4장 1절, 2절
- 한 기 원: 제2장

◆ 산·학·연·정 연구자문위원

- 박 철(충남대학교 교수)
- 양 재 삼(군산대학교 교수)
- 류 종 성(안양대학교 교수)
- 이 희 준(한국해양과학기술원 책임연구원)
- 이 석(한국해양과학기술원 책임연구원)
- 엄 익 환(국토해양부 사무관)

* 연구자문위원은 산·학·연·정 순임

◆ 연구감리자

- 김 성 귀(한국해양수산개발원 선임연구위원)

머 리 말

새만금 개발사업은 지역 경제 발전과 환경보전이라는 두 가지 중대한 가치가 상충하면서 그동안 많은 논란을 낳아 왔다. 정부는 지역 개발에 따른 환경영향 조사를 위해 2002년부터 2011년까지 해양과학기술 국가 연구개발사업의 일환으로 ‘새만금 환경보전을 위한 조사 연구’ 사업을 추진하였다. 모니터링 위주의 과학적 조사를 통해 환경에 미치는 개발사업의 영향을 파악하고, 효과적으로 대처하고자 하였던 것이다.

다년간에 걸쳐 추진해 온 새만금 환경조사 연구개발사업은 2011년을 계기로 큰 변화를 겪게 되었다. 방조제 내측과 외측의 환경관리는 ‘새만금 유역 2단계(2011~2020년) 수질개선 종합대책’을 통해 각각 환경부와 국토해양부가 나누어 관리하는 것으로 결정되었고, 2002년부터 지속되어 온 조사·연구 사업은 종료되었다. ‘새만금 해양환경보전을 위한 기술개발’을 2011년 단년도 과제로 수행한 이후 국토해양부의 외해역 관리를 위한 추가적인 대책은 더 이상 마련되지 않았다.

최근 국무총리실 소속 새만금 환경대책분과위원회에서는 이러한 상황을 인지하고 새만금 방조제 외해역에 대한 국토해양부 차원의 대응이 필요함을 환기하였다. 이에 따라 국토해양부를 중심으로 1단계 새만금 종합개발사업이 완료되는 2020년까지 방조제 외해역의 해양환경 변화를 관측하고 미래 변화를 예측하여 향후 효과적인 대응방안과 관리방안을 마련할 필요가 있다.

이 연구는 새만금 외해역에 필요한 해양환경 조사·연구 사업을 향후 국가 연구개발사업으로 추진하기 위해 계획을 수립하는 연구이다. 현행 정부 R&D 사업 체계하에서, 해양 분야의 국가 연구개발사업이 착수되기 위해서는 일반적으로 사전 기획연구가 필수적이다. 기획연구는 통상 상세한

세부 연구과제, 연구기간, 소요예산 등을 포함한 로드맵과 기술적·정책적·경제적 타당성 분석을 포함하여야 한다. 따라서 이 연구는 정부에서 재원을 부담하여 주관하는 사전기획연구는 아니지만 새만금 외해역 해양환경 관리와 관련된 국가 연구개발사업 추진을 위한 기획연구로 진행되었으며, 구체적인 과학기술적 세부사항은 워크숍을 통해 전문가 의견을 수렴하여 반영하였다.

이 연구에서는 새만금 외해역 연구개발사업을 ‘진단·평가’, ‘예측’, ‘저감·관리’의 3개 범주로 구분하고 각각에 대한 세부사업을 제시하였다. 특히 새만금 외해역 연구개발사업의 연구개발 단계를 ‘기초’나 ‘응용’이 아닌 ‘개발연구’로 설정하고, ‘정책현안 해결을 목적으로 한 정책 R&D의 성격’으로 제시한 것이 이 연구의 특징이다. 아무쪼록 본 연구 결과가 새만금 외해역의 효과적인 해양환경관리에 기여할 수 있기를 진심으로 바란다.

끝으로 연구책임자로서 이 연구를 이끈 남정호 연구위원과 연구진으로 참여한 장원근 부연구위원, 한기원 전문연구원의 수고에 감사의 뜻을 표한다. 아울러 연구감리를 통해 연구의 완성도를 높여 주신 김성귀 선임연구 위원께도 감사드린다.

2012년 12월

한국해양수산개발원
원 장 김 학 소

차 례

Executive Summary	i
-------------------------	---

제1장 서 론	1
---------------	---

1. 연구의 배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 선행연구 현황 및 선행연구와 차별성	3
4. 연구의 범위와 방법	5
1) 연구의 범위	5
2) 연구 수행 방법	8

제2장 새만금 해양환경관리 여건 및 정책 수요	10
---------------------------------	----

1. 방조제 외해역 관리기술 국내 동향	10
1) 시화호 해양환경 개선사업	10
2) 새만금 해양환경 연구	12
2. 새만금 해양환경 현황	15
1) 방조제 외해역 수질 현황: 화학적 산소요구량(COD)	15
2) 새만금 외해역 총인(TP) 현황	19
3) 새만금 외해역 총질소(TN) 현황	21
4) 새만금 외해역 수질평가지수 현황	24
5) 종합	25
3. 새만금 해역 및 유역 이용개발 현황	26
1) 새만금 인근지역 인구 현황	26
2) 양식어업 현황	27
4. 새만금 해역 및 유역 이용개발 현황	30

1) 새만금 개발 종합실천계획	30
2) 기타 새만금 연안 이용 및 개발 수요	33
5. 새만금 외해역 연구개발 수요	34
1) 해양환경상태 및 전망	35
2) 연구개발 수요	37
 제3장 새만금 해양환경관리 연구개발 로드맵	40
1. 연구개발의 성격 및 최종 목표	40
1) 연구개발사업의 성격	40
2) 연구개발의 목표	42
2. 연구개발 세부 내용	43
1) 진단 및 평가 분야	43
2) 예측 분야	48
3) 저감 및 관리 분야	51
3. 연구개발 추진체계	54
 제4장 연구개발사업의 타당성 분석	57
1. 연구개발 타당성 평가 방법	57
2. 정책적 타당성	58
1) 해양환경종합계획	59
2) 연안통합관리계획	60
3) 2020 MTRM 및 해양환경기술개발 중장기 기본계획	61
3. 기술적 타당성	62
4. 경제적 타당성	64
 제5장 결론 및 정책 제언	66

1. 요약 및 결론	67
2. 정책 제언	68
1) 법률 개정	68
2) 해역용도 및 해양환경관리 목표 설정	71
 참 고 문 헌	 72
 부록 1. 새만금 환경대책분과위원회 관련 자료	 74
 부록 2. 새만금 해양환경관리 전문가 워크숍	 75
 부록 3. 새만금특별법 중 환경관리 개정 방향	 104

표 차례

표 1-1. 선행연구 현황 및 선행연구와 차별성	4
표 1-2. 연구의 범위	6
표 2-1. 새만금 외해역 해양환경 관련 주요 기술개발	14
표 2-2. 연도별 새만금 외해역 정점별 COD 농도	17
표 2-3. 새만금 외해역 7년간 정점별 COD 평균 농도	18
표 2-4. 연도별 새만금 외해역 정점별 TP 평균 농도	20
표 2-5. 새만금 외해역 7년간 정점별 TP 평균 농도	21
표 2-6. 연도별 새만금 외해역 정점별 TN 평균 농도	22
표 2-7. 새만금 외해역 7년간 정점별 TN 평균 농도	24
표 2-8. 새만금 인근지역 인구 현황	27
표 2-9. 전라북도 양식어업권 허가건수 현황	28
표 2-10. 전라북도 양식어업권 허가면적 현황	28
표 2-11. 행정구역별 양식 가능 사육시설 면적	29
표 2-12. 행정구역별 양식방법에 따른 사육수면적	29
표 2-13. 새만금 개발 5대 선도사업	32
표 2-14. 새만금 복합도시 개발구상	33
표 2-15. 전주포 연안 이용 및 개발수요 현황	34
표 3-1. 새만금 외해역 연구개발사업 최종 목표	42
표 3-2. 진단·평가 분야 연구개발 내용 및 예산	47
표 3-3. 예측 분야 연구개발 내용 및 예산	50
표 3-4. 저감 및 관리 분야 연구개발 내용 및 예산	54
표 3-5. 새만금 외해 연구개발 단계별 추진 체계	55
표 4-1. 새만금 외해 연구개발사업의 상위계획과 부합성	58
표 4-2. 새만금 외해 연구개발사업의 기술수준 및 기술격차	63
표 5-1. 새만금 외해 관리를 위한 법률 개정 방향 요약	70

그림 차례

그림 1-1. 연구의 공간적 범위(전주포 연안)	7
그림 1-2. 연구 추진체계	9
그림 2-1. 국가해양환경측정망 새만금 외해역 정점 위치	16
그림 2-2. 새만금 외해역 연평균 COD 농도 추이	16
그림 2-3. 새만금 외해역 정점별 7년 평균 COD 농도	18
그림 2-4. 새만금 외해역 연평균 TP 농도 추이	19
그림 2-5. 새만금 외해역 정점별 7년 평균 TP 농도	20
그림 2-6. 새만금 외해역 연평균 TN 농도 추이	22
그림 2-7. 새만금 외해역 정점별 7년 평균 TN 농도	23
그림 2-8. 새만금 외해역 수질평가지수 추이	25
그림 2-9. 전주포 연안 유역범위(예)	26
그림 2-10. 새만금 토지이용계획도	31
그림 2-11. 새만금 연구개발 수요 종합	39
그림 3-1. 새만금 외해역 연구개발사업의 기술 분류	40
그림 3-2. 국가해양환경측정망 전주포 연안 정점	44
그림 3-3. 새만금 출현 유해성 적조생물 및 어류피해 사진	45
그림 3-4. 해양환경 모니터링 정점 확대(안) 예	46
그림 3-5. 방조제 건설 후 조류 변화	49
그림 3-6. 외해역 물질수지 산정을 위한 내외부 연계 모식도	50
그림 3-7. 해외 해안도로 설계 영향평가 및 생태적 디자인 사례	53
그림 4-1. 새만금 외해 연구개발 타당성 평가 방법	57
그림 4-2. 연안오염총량관리에서 과학기반 관리의 타당성 곡선	65

Executive Summary

Designing the Research and Development Scheme for Marine Environment Management of Saemangeum Area

1. Purpose

- The goal of this study is to prepare the long-term R&D Scheme to manage marine environment and ecosystem of Saemangeum coastal waters where large-scale development projects are being conducted.
- The time scope of the scheme is from 2014 to 2023, a time period when the post-investigation of environmental impacts is required after the 1st stage Saemangeum Development Project is completed.
- The R&D based on this scheme could be defined as ‘policy-driven R&D’ to address pending issues rather than ‘conventionally-recognized R&D.’

2. Methodologies and Feature

1) Methodologies

- Literature review on research development reports by governmental or research institutes, national regular marine environment surveys, governmental policy documents and academic outputs
- Workshops and consultation with experts to draw the R&D scheme in fields of;
 - Water quality, sediments, marine ecosystem (planktonic and benthic), ti-

dal and current modeling

- Co-work with experts for estimation of pollution loading discharged from internal waters in Saemangeum dikes according to developing projects
- Policy consultations with the Saemangeum Environmental Countermeasure Committee (under the Prime Minister's Office) to secure consistency with governmental policy direction

2) Feature

- This study is problem-oriented as it aims to provide R&D scheme for environmental management of Saemangeum coastal waters. Thus, output of the study would be incorporated into governmental framework to manage Saemangeum area.

3. Results

1) Summary

- Environmental & socio-economic conditions and policy demands were analyzed for marine environment management of Saemangeum coastal waters.
- Water quality, ecosystem, topography and geological environment of the Saemangeum open sea area went through dramatic changes during embankment construction. Our society would witness accumulated impacts in addition to current ones due to continued development of Saemangeum coastal area.
- To address those issues, scientific platform needs to be strengthened so as to support rational decision-making in terms of marine environment

management of the area. Emphasis will go to development of diagnosis and prediction technology.

- Based on the policy demand, the study categorized future R&D on marine environment management into three areas, such as diagnosis & assessment, prediction, and mitigation & management. R&D activities for each category were re-arranged in overall scheme under yearly schedule.
 - The current National Marine Environment Monitoring System cannot accommodate the above-mentioned R&D on potential environment issues. Therefore, scientific requirements for addressing potential issues should be met through government-funded R&D projects.
 - The R&D budget is estimated at KRW 32.7 billion and implementation period is set from 2014 (after the completion of internal development) to 2023 for the post investigation and adaptive management. In terms of systematic approach, the entire R&Ds needs to be implemented at three stages with different midterm outputs.
- Feasibility studies were conducted from the policy, technological and economic viewpoint.
 - Policy feasibility was more scrutinized than technological and economic feasibilities. The R&D according to the scheme needs to be driven by governmental sectors as outcomes from the R&D would contribute to enhancing public benefits.
- Recommendation for the re-arrangement of legal and institutional mechanism was made to secure legal bases for governmental investment to suggested R&D scheme.
 - The approved ‘Saemangeum 2nd Environmental Management Plan (2011)’ does not include policies and corresponding countermeasures to manage marine environment of the coastal waters. As relevant Act on

the plan does not cover coastal waters, geographic boundary needs to be re-delineated so as to encompass the coastal waters. By doing so, more integrated and systematic management system would be applied.

2) Policy contribution

- To serve as the foundation material to carry out long-term R&D projects for environmental management of Saemangeum coastal waters, and to secure necessary budget
- To present revision direction of legal mechanism, such as the Special Act on the Promotion of Saemangeum Project and the Marine Environment Management Act

3) Expected effects

- Strengthening scientific management foundation for marine environment and ecosystem management of the Saemangeum coastal area
- Consolidation of science-based decision making system by carrying out R&D projects with issue-oriented approach
- Establishment of the R&D system for marine environment management of coastal waters before and after the embankment construction, and innovation of the marine environment management technology of Korea

제 1 장 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

연안지역의 지속가능한 발전은 연안을 구성하는 다양한 요소의 통합적 관리를 통해 실현된다. 이에 따라 1980년대 중반 이후 국제사회는 연안의 통합적 관리에 관한 개념을 정립하고, 통합관리를 위한 방법의 개발과 함께 법률 및 제도를 정비하였다. 우리나라는 1992년 리우 회의 이후 ‘연안 통합관리(integrated coastal management)’의 개념을 1999년 「연안관리법」 및 「습지보전법」의 제정, 「해양환경관리법(구 ‘해양오염방지법’)」 개정 과정을 거쳐 국가 법·제도 체제로 수용하였다.

육상 중심, 개발 중심의 연안공간 및 자원관리 체제를 변화시키려는 정책은 지속적으로 발전하였고, 1990년대 중반 이후에는 관련 예산도 증가하였다. 특히 시화호 종합개발사업을 거치면서 방조제의 해양환경 영향이 사회적 쟁점이 된 이후 새만금 간척사업을 추진하는 과정에서 개발사업에 따른 환경영향이 현안으로 부각되었다.

그러나 환경영향을 저감하기 위한 정책 우선순위는 방조제 내측 해역에 집중되었다. 국토해양부(구 ‘해양수산부’)가 2002년부터 2011년까지 국가 연구개발 과제로 수행한 ‘새만금 해양환경보전을 위한 조사 연구’ 사업은 방조제 내측의 해양환경영향을 관측하고 예측하는 데 초점이 맞추어졌다. 2006년 이후 방조제 외측의 해양환경영향을 관측 및 예측하는 연구를 수행하였으나, 전체 연구사업에서 차지하는 비중은 크지 않았다.

한편 국무총리실이 주관하여 정부합동으로 ‘새만금 유역 2단계(2011~2020년) 수질개선 종합대책’을 마련하는 과정에서 방조제 내측의 환경관리는 환경부가, 외측 해역은 국토해양부가 담당하기로 결정되어 2011

년 ‘새만금 해양환경보전을 위한 조사연구’ 사업은 종료되었다. 수질개선 종합대책에서 새만금 방조제 외해역의 환경영향을 진단, 예측하고 이를 토대로 해양환경관리를 위한 대책을 수립하는 내용은 단년도 연구사업을 수행하는 것으로 한정되었다. 이에 따라 지난 9년간 수행한 연구개발사업과 별도로 2011년에 단년도 과제로 수행한 ‘새만금 해양환경보전을 위한 기술개발’도 2012년 종료되었다.

이러한 상황에서 국무총리실 소속의 새만금 환경대책분과위원회가 새만금 외해역의 해양환경관리를 위한 향후 대응방안 마련을 국토해양부에 요구하였다. 특히 기존의 연구결과에 따르면 2단계 수질개선 대책을 시행하더라도 내측 수역의 목표수질 달성이 어려울 것으로 예측되어 외해역에 미치는 환경영향도 기존의 진단·예측결과보다 커질 것으로 예상되었다.

이에 따라 1단계 새만금 종합개발사업이 완료되는 2020년까지 내부개발의 변화에 따른 외해역의 해양환경의 영향을 감시, 예측하고 이를 토대로 해양환경관리 방안을 마련할 필요성이 제기되었다. 현 단계에서 새만금 외해역의 환경 및 자원의 지속가능한 관리를 위한 현안이 뚜렷하게 제시되지 않았으나, 방조제 내측 개발과정에서 외해역 해양환경을 지속적으로 감시·진단·예측하기 위한 조사연구체계 구축의 필요성은 더욱 커졌다.

2. 연구의 목적

상기한 연구의 배경과 필요성을 고려할 때 이 연구의 목적은 ‘새만금 지역 개발에 따른 외해 환경 및 생태계 관리대책을 수립하는 데 필요한 연구개발(R&D) 추진 로드맵’을 제시하는 데 있다. 로드맵의 시간적 범위는 제1단계 새만금종합개발사업이 완료되고, 개발 후 환경영향의 지속적인 감시가 필요한 2023년까지로 설정한다. 특히 본 연구는 기존의 기초 또는 응용연구가 아닌 ‘정책현안 해결을 목적으로 한 정책 R&D’의 성격으로 추진

할 필요가 있다. 현 단계에서 이 로드맵은 해양환경 상태를 과학적으로 진단 및 예측할 수 있는 세부 연구사업으로 구성되었다.

이 연구의 목적은 ‘새만금 지역 개발에 따른 외해 환경 및 생태계 관리 대책의 수립에 필요한 연구개발(R&D) 추진 로드맵을 제시’하는 데 있음.

3. 선행연구 현황 및 선행연구와 차별성

새만금 외해역 해양환경과 관련한 연구는 ‘새만금 외해역 진단 및 예측 분야’, ‘새만금 외해역 해양환경관리 분야’로 구분할 수 있다.

외해역 해양환경의 예측 및 진단과 관련한 선행연구는 국토해양부가 수행한 ‘새만금 환경보전대책을 위한 조사 연구(2002~2011)’, ‘새만금 해양 환경보전을 위한 기술개발(2012)’이 대표적이다. 새만금 환경보전대책 조사 연구를 통해 해양수질환경 모니터링, 상시 감시망 체계 구축, 외해역 해저 환경이용 영향, 해양환경예측 시스템 구축 등이 이루어졌다. 새만금 해양환경보전 기술개발 연구는 새만금 방출수 확산 및 환경영향에 초점을 맞추어 수행되었다.

외해역 해양환경관리와 관련한 연구는 국무총리실 주관으로 2004년부터 2006년까지 수행한 ‘새만금 토지이용계획 연구용역’이 대표적이다. 이 연구사업은 내부 토지이용계획을 수립하는 데 목적이 있어 토지이용계획 수립과정에서 외해역 해양환경영향을 부분적으로 반영하였다.

| 표 1-1 | 선행연구 현황 및 선행연구와 차별성

구 분		선행연구와 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1	·과제명: 새만금 환경보전대책을 위한 조사연구 ·연구자(연도): 해양수산부/국토해양부(2002-2011) ·연구목적: 새만금 내부 및 외부수역의 해양환경조사	·시료채취 및 분석 ·모델링	·해양수질환경모니터링 ·상시감시망 체계 구축 ·외해역 해저환경이용 영향 ·해양환경예측시스템
	2	·과제명: 새만금 토지이용계획 연구용역 ·연구자(연도): 국무총리실(2004-2006) ·연구목적: 새만금 내부수역 및 방조제 이용개발 계획 마련	·문헌조사, 통계분석 ·심포지엄 등을 통한 의견 수렴	·토지이용 수요 전망 분석 ·내부수역 환경영향에 따른 수역개발 방향 ·외해 환경영향에 따른 내부개발 방향
	3	·과제명: 새만금 해양환경보전을 위한 기술개발 ·연구자(연도): 국토해양부(2012) ·연구목적: 새만금 내측 방출수 확산 및 이에 따른 환경영향 조사	·시료 채취 및 분석 ·모델링	·외해역 해양환경조사 ·방출수 방류 특성 및 확산 범위 예측
본 연구		·기존의 연구는 내부수역 개발, 내부수역 환경관리, 외해역 환경영향 평가 및 예측에 중심을 두었음. ·새만금종합개발 사업 수정계획(2010) 이후의 변화된 여건 반영 필요 ·해양환경 및 생태계 관리라는 정책목표를 충족하지 못한 한계를 극복하고 과학적 해양관리기반 구축	·문헌연구 ·정책수요 및 과학연구 간 격차 분석 ·전문가 포럼	·새만금 외해역 환경 및 생태계 관리에 따른 현재 및 미래 정책 수요 분석 ·해양환경 및 생태계 보전에 필요한 중장기 연구개발 계획수립

한편 이 연구와 선행연구의 차이는 다음과 같다.

첫째, 2010년 새만금종합개발사업 추진계획이 기존 농업용지 중심에서 산업 및 도시용지 중심으로 수정된 이후의 외해역 해양환경관리를 목적으로 하고 있다. 선행연구가 외해역 해양환경영향을 감시·예측하는 내용을 반영하였으나, 내부개발 계획이 계속 변경되면서 외해역 환경영향 진단을 위한 기본 틀도 수정이 불가피하기 때문이다. 따라서 이 연구는 새만금종합개발을 위한 수정계획의 내용을 반영하여 외해역 환경관리를 위한 연구개발 계획을 수립한다는 점에서 선행연구와 차이가 있다.

둘째, 선행연구가 외해역 해양환경관리를 위한 정책수요를 충족하는데 한계가 있었던 반면, 이 연구는 변화된 여건에서 외해역 해양환경관리를 위한 정책수요에 기초하여 연구개발을 추진하기 위한 방향을 제시한다는 점에서 차이가 있다.

셋째, 이 연구의 성과물로 추진할 연구개발사업은 ‘정책 연구개발(R&D)’의 성격을 띠고 있다. 따라서 외해역의 해양환경 및 생태계 관리라는 정책목표를 충족하지 못한 선행연구의 한계를 극복할 수 있다.

4. 연구의 범위와 방법

1) 연구의 범위

연구의 범위는 연구개발 추진 로드맵이 시행되는 시간적 범위, 공간적 범위, 내용적 범위로 구분하였다.

시간적 범위는 새만금종합개발사업의 1단계 개발이 완료되는 2020년까지 설정이 가능하지만, 개발사업이 완료된 후 개발지역의 이용과정에서 외해 환경에 미치는 영향을 진단해야 하므로 사후 영향진단을 위해 3년의 기간이 추가적으로 필요하다. 따라서 이 연구의 대상이 되는 시간적 범위는

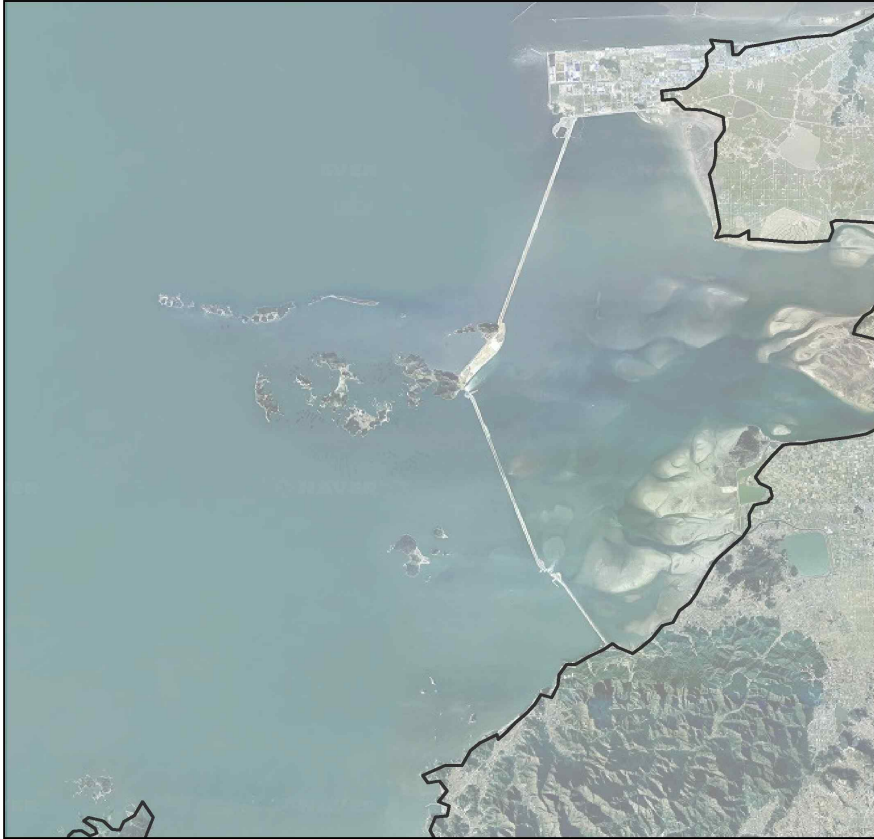
2014년부터 2023년까지로 설정하였다(<표 1-2>).

| 표 1-2 | 연구의 범위

범위	내 용
시간	• 2014~2023년(10년) ※ 새만금 내부개발 완료 및 이후 영향 감시 필요
공간	• 국가해양환경측정망의 연근해 측정망 중 ‘전주포 연안’ ※ 정부 해양환경관리 정책 및 조사자료와 연계 확보
연구 내용	• 새만금 해양환경관리 여건 및 정책수요 분석 - 방조제 외해역 해양환경 연구개발 국내외 동향 - 새만금 외해역 해양환경상태 - 새만금 유역 및 해역의 이용개발 현황, 향후 계획 - 새만금 외해역 해양환경관리 현재 및 미래 정책수요 • 해양환경관리를 위한 연구개발 로드맵 제시 - 연구개발 로드맵의 목표 - 분야별 연구개발 세부과제 - 연차별 추진체계 • 연구개발 로드맵 타당성 분석 및 기대효과 - 정책타당성 분석 - 기술타당성 분석 - 기대효과 • 법·제도 정비방안

공간적 범위는 새만금 방조제 외해역 중 현재 국가해양환경관리 측정망 운영 지역인 전주포연안으로 설정하였다. 따라서 공간범위의 외측 한계는 국가해양환경측정망의 ‘연·근해 환경측정망’ 중 전주포 연안 구역의 외측한계와 동일하다. 이는 현재 국가 해양환경관리 단위와 일치시켜 정책의 연계성과 일관성을 확보하고, 국가해양환경측정망자료와 통합·연계할

필요가 있기 때문이다(<그림 1-1> 참조).



| 그림 1-1 | 연구의 공간적 범위(전주포 연안)

연구의 내용적 범위는 연구의 목적을 효과적으로 달성할 수 있도록 다음과 같이 구성하였다.

먼저 새만금 외해역 해양환경관리를 위한 여건 및 정책수요를 도출하였다. 이를 위해 방조제 축조 후 외해역 해양환경관리를 위한 국내외 연구개발 동향을 조사하였고, 새만금 외해역 해양환경상태, 새만금 유역 및 해역의 이용·개발 현황을 개괄하였다. 해양환경 현황 및 이용개발 현황을 토대로 현재와 미래의 정책수요를 도출하였다. 둘째, 정책수요를 충족하기

위해 필요한 해양환경관리를 위한 연구개발의 내용을 분야별, 연차별 추진 체계로 구성하여 로드맵 형태로 정리하였다. 셋째, 새만금 외해역 해양환경관리를 위한 연구개발사업의 타당성을 정책적 타당성을 중심으로 분석하였고, 이 연구개발사업의 기대효과를 개괄하였다. 넷째, 현재 새만금 외해역 해양환경관리에 필요한 연구개발 투자의 법적 근거를 구체적으로 확보하기 위해 정책 제언의 형식으로 법·제도 정비방향을 제시하였다.

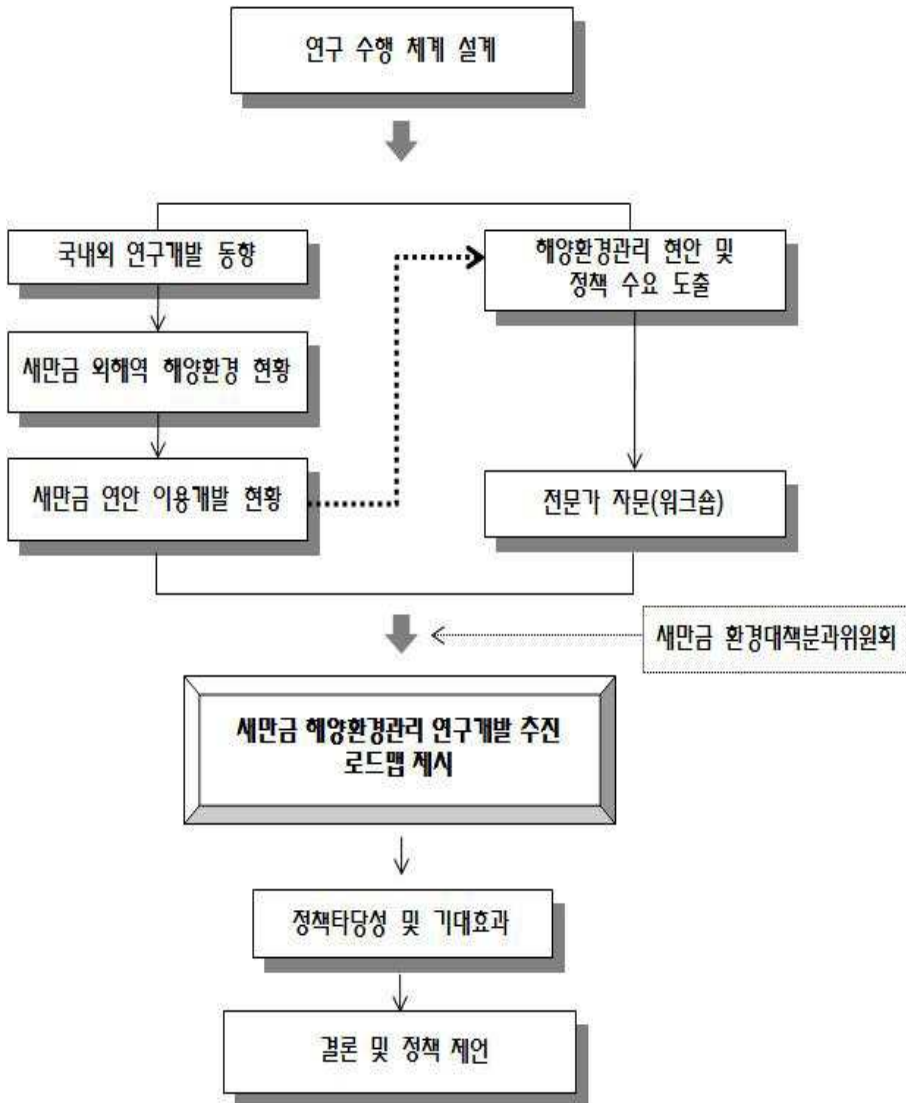
2) 연구 수행 방법

이 연구의 목적을 달성하기 위한 연구방법으로 ‘문헌자료 분석’, ‘전문가 자문’을 채택하였다. 제한된 시간과 가용 자원 내에서 상기한 연구내용을 연구하고자 할 때 문헌자료 분석은 비용효과적으로 시간의 제약을 극복할 수 있다. 분석 대상은 정부 또는 연구기관에서 발간한 연구개발 보고서, 국가가 수행한 정기 해양환경조사자료, 정부 정책자료, 학술연구 논문 등이다.

문헌자료 분석과 함께 기술개발 로드맵을 도출하기 위해 향후 연구개발의 내용 등을 중심으로 전문가 워크숍을 개최하였다. 전문가 워크숍에는 수질·퇴적물 분야, 부유생태계 분야, 갯벌 및 저서생태계 분야, 해안지형 및 퇴적물 이동 분야, 방류수 외해확산 및 수질예측모델 분야 전문가가 참석하였다. 또한 새만금 내부개발 완료 후 배출수에 의한 외해역 환경영향을 파악하기 위해 오염부하량과 관련한 자문을 수행했다.

한편 정부의 정책수요에 긴급히 대응해야 하는 이 연구의 특성으로 인해 국무총리실 주관으로 운영하는 새만금 환경대책분과위원회와 2차례에 걸쳐 연구 방향에 대한 협의를 진행하였다. 환경대책분과위원회와 협의 과정에서 제기된 정책결정 단위의 정책수요를 연구내용에 반영하였다.

이상의 연구방법과 연구일정을 토대로 연구 추진체계를 <그림 1-2>와 같이 제시하였다.



| 그림 1-2 | 연구 추진체계

제 2 장 새만금 해양환경관리 여건 및 정책 수요

1. 방조제 외해역 관리기술 국내 동향

새만금 외해역과 같이 인공적인 방조제를 경계로 유역 및 내부 해역과 인위적으로 상당 부분 분리되어 자연적인 지형이 변화된 해역의 해양환경 관리를 위해서는 그에 최적화된 기술이 필요하다. 국내에서는 시화호 및 새만금을 중심으로 오랜 기간 연구사업이 추진되어 온바, 이 연구에서는 선행연구에 기초하여 기술 개발 현황을 조사하였다.

1) 시화호 해양환경 개선사업

시화호는 방조제 건설 이후 내해역 수질의 급격한 악화 등 주로 방조제 안쪽의 환경오염이 주요한 문제로 부각되었다. 이에 따라 연구개발사업의 초점이 주로 시화호 내부의 환경 개선에 맞춰졌으며, 기술 개발도 방조제 내부의 환경 및 그에 영향을 미치는 유역의 오염원 관리에 주안점을 두었던 것으로 보인다.

구 한국해양연구원이 주관연구기관인 『시화호 해양환경 개선사업』(2004) 연구는 시화호의 수질, 퇴적물, 저서생태계, 부유생태계, 식생 및 야생동물, 대기오염부하 등에 대한 모니터링을 수행하였고, 시화호 환경모니터링 체계 정비를 위하여 측정항목, 지점, 빈도 등에 대한 개선방안을 도출하고 모니터링 자료의 품질관리 방안을 제시하였다.¹⁾ 또 유역의 비점오염원 관리방안 수립 및 관리기술 개발, 패키지형 오수처리시스템과 하천정화

1) 해양수산부, 『시화호 해양환경 개선 사업』, 주관연구기관: 한국해양연구원, 2004.

시설 제작 및 설치, 조류 성장 제어장치 개발, 초기우수 처리를 위한 침투 및 저류 시스템 및 대용량 고속 여과장치의 개발 등을 수행하였다. 생태계와 관련해서는, 시화호 생태계 복원 기술 개발, 생태계 복원 기술지도 작성, 생태계 모델링 기술 연구 등을 수행하였다.

시화호 해양환경 연구에서 특기할 점은 배수갑문을 통해 외해로부터 유입되는 해수의 영향과 조력발전소의 영향에 대한 예측 기술을 중시하며, 시화호 관리위원회 등 관리체계 정비에 노력을 기울였다는 점이다. 이는 『시화호 해양환경 개선사업』(2011) 보고서에서도 드러나는데, 특히 연안오염총량관리제도 시행을 위한 연구에 많은 부분이 할애되었다.²⁾

통합환경모니터링 체계 구축 및 운영과 정도관리를 위한 연구를 수행하였고, 시화호 내·외측 해수의 수질, 퇴적물, 내·외측 어패류에 대한 모니터링을 수행하였으며, 특히 내·외측 수산자원 내 미량금속에 대한 위해성 평가도 수행하였다. 갯벌생태계 모니터링의 경우 인공위성 영상을 활용하여 수치표고모델(Digital Elevation Model)을 적용한 기술 개발이 이루어졌다.³⁾ 한편 오염총량관리를 위한 해역 수질모델링 연구에서 해수 유동 모델 및 수질 모델을 구축하고 시나리오별로 시화호 내측의 수질변화를 예측하는 실험을 진행하였다. 여기서는 해수 유동 및 수질 실험을 위해 미국 VIMS(Virginia Institute of Marine Science)에서 개발한 EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code) 모델을 사용하였다.⁴⁾ 특기할 점은 방조제 및 배수갑문의 영향을 평가하고, 조력발전 가동을 고려하여 수치모델을 구축하였다는 점인데, 방조제 외해역에 대한 연구를 상당 부분 포함하였다.

2) 국토해양부, 『시화호 해양환경 개선 사업』, 주관연구기관: 한국해양연구원, 2011.

3) 상계서, pp. 287~313.

4) 상계서, pp. 650~777.

2) 새만금 해양환경 연구

새만금 해양환경 연구사업에서는 시화호의 경우보다 외해역에 대하여 상대적으로 많은 관심을 기울였다. 『새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(2단계 2차년도, 2007)』 보고서에 따르면, 새만금 수질 모니터링, 외해역 해양환경 종합감시망 구축 및 상시감시망 운영, 해양환경 변화 예측 및 평가, 배수갑문 유출수 및 저산소층 등 정밀조사, 외해역 해저지형 변화 및 저서생물서식환경 조사, 유출수 이동 확산 및 퇴적물 이동 모델링, 끝막이 전후 해양환경변화에 대한 평가 등이 이루어졌다.⁵⁾

해양 수질 환경 모니터링 분야에서는 물리/유동, 수질, 부유생태를 연구했는데, 특히 방조제 끝막이 공사 전후 변화를 확인하기 위해 2004~2007년 방조제 내·외측 정점별 Potential energy anomaly 값을 산정하여 성층강도의 변화를 조사하였다.⁶⁾ 상설감시망 체계 구축 분야에서는 방조제 내측, 신시갑문 외측, 변산/고사포해역 3개점에 관측부이를 각 1대씩 운영하였고, 고군산 군도 북쪽 새만금 4호 방조제 외측 해역(가력배수갑문 외측)에 관측탑을 설치하여 운영하였다.⁷⁾ 해저지형과 갯벌생태 및 저서생태에 대한 모니터링도 수행하였으며, 퇴적물 이동 해저 모니터링을 위해 자동관측시스템인 제3세대 TISDOS를 개발하여 가동하였다.⁸⁾ 모델링 분야에서는 해수 유동-수질 접합 모델링 기술을 개발하고 3차원 퇴적물 이동 모델을 구축하였다. 이를 기초로 방조제 끝막이 이후 외해역의 해양환경 변화를 예측하고 갑문 유출수의 거동 및 갑문을 통한 교환을 연구하였으며, 통합예측시스템 구축을 위한 개념을 설계하였다.⁹⁾ 통합예측시스템은 해수유동, 해수

5) 국토해양부, 『새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(2단계 2차년도, 2007)』, 총괄운영-종합 분야, 주관연구기관: 한국해양연구원, 2008.

6) 상계서, pp. 62~63.

7) 상계서, pp. 97~104.

8) 상계서, pp. 140~141.

9) 상계서, pp. 176~191.

수질, 생태계, 퇴적물 이동의 모델링을 통합한 것으로 정책적 의사결정 지원을 목적으로 한다. 한편 새만금 해양자료실을 운영하여 메타데이터를 수집하고 해양자료 통합관리 및 웹사이트(<http://www.saemangum.re.kr>)를 운영하였다.¹⁰⁾

2012년에 연구가 종료되어 추가적인 연구가 이루어지지 못한 한계가 있으나, 새만금 외해역의 해양환경 연구 비중은 점차 증가하고 있던 것으로 판단된다. 2011년 수행한 연구를 통해 다학제적 모니터링 기법 개발, 수질환경 예측 기술 개발, 방조제 건설 전후의 해양 수질 변화 원인 규명 및 인과관계 분석을 통한 수질확보 대책 제시, 외해역 부유생태 특성 분석을 통한 적조발생 환경 진단, 방조제 전면 해상 및 고군산군도 해역 표층퇴적물 변화 특성 규명, 가력 해상관측탑을 비롯한 상시측정망 운영, 실시간 예측시스템(SOON) 및 3차원 수질예측 시스템 개발, 새만금 해양정보시스템 구축 및 웹 GIS 구현기술 개발 등이 이루어진 점이 이를 뒷받침한다.¹¹⁾

상시모니터링 체계는 관측타워 및 관측부이를 중심으로 구축되었으며, 추가로 신시도와 가력도, 변산반도 연안의 4곳에 위치한 시험 원격관측소에서 고주파 레이더에 의한 표층류 모니터링을 실시하고 있다. 또한 상시측정망에 수질센서(YSI6600)를 활용하고 있으며, 해상 거품 영상추적 기술을 개발하였다. 새만금 실시간 해양환경 예측시스템인 SOON은 파랑모델 SWAN과 결합된 운용해양모델 ROMS를 이용한 체계로 기상 예측모델인 WRF의 72시간 바람장, 열속, 강수량 등 자료를 활용하여 새만금 해역의 72시간 조위, 조류, 수온, 염분 등을 예측한다. 예측 자료는 Web-GIS 기반의 새만금 해양환경정보시스템을 통해 서비스된다. 해양모델 ROMS와 파랑모델 SWAN은 준설 부유사 확산 및 해저 지형변화를 예측하는 데도 사용된

10) 상계서, pp. 286~309.

11) 국토해양부, 『새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구 최종보고서』, 주관연구기관: 한국해양연구원, 2011.

다. 또한 ROMS와 수질모델인 CE-QUAL-ICM을 결합한 Linkage 모듈로 새만금 해양수질 예측시스템을 개발하여 새만금 외해와 호소의 일별 염분, 총질소, 총인, 용존산소, 클로로필, COD 등에 대한 시공간 수질분포를 산정 하기도 하였다.¹²⁾

한편 2011~2012년 동안 국가연구개발사업 새만금 해양환경보전을 위한 기술개발 사업이 수행되었는데, 이는 새만금 방류수의 확산 및 해양환경에 대한 영향을 조사하는 사업으로 외해역에 초점을 두었다.¹³⁾ 군산대학교에서 주관한 이 사업에서는 방조제 외측 해수 수질 현황 조사, 외측 퇴적물에 대한 화학 분석, 방출수 확산범위 수치모델링 등을 수행하였다.

그 외에도 새만금 해양환경과 관련된 다양한 연구가 주로 국토해양부의 연구사업과 연관되어 진행되었고 관련 기술이 개발되었다. 이상에서 언급한 새만금 외해역 환경관리 관련 기술을 ‘진단평가, 예측, 저감관리’로 구분하여 정리하면 <표 2-1>과 같다. 새만금 관련 연구에는 관리체계 등에 대한 내용이 상당 부분 포함되어 있으나, 기술 개발은 환경영향 저감이나 관리대책 수립보다 모니터링 및 예측 분야에서 주로 진행된 것을 알 수 있다.

표 2-1 | 새만금 외해역 해양환경 관련 주요 기술개발

중분류	소분류	연구개발 내용
진단 평가	환경 감시	• 다학제적 모니터링 기법 개발 • 관측탑 및 관측부이를 활용한 상설감시망 구축 • 고주파 레이더에 의한 표층류 모니터링 기술 개발 • 해상 거품 영상추적 기술 개발 • 퇴적물 이동 자동관측시스템(TISDOS) 개발 • 새만금 해양정보시스템 구축 및 웹 GIS 구현기술 개발 등

12) 국토해양부, 『국가해양환경조사연보』, 2011, pp. i~xiv.

13) 한국해양과학기술진흥원, 「새만금 해양환경 보존을 위한 기술개발 : 새만금 방류수 확산 및 환경영향조사」, 2012.

| 표 2-1 | 새만금 외해역 해양환경 관련 주요 기술개발(계속)

중분류	소분류	연구개발 내용
예측	환경변화 예측	•수질 환경 예측기술 개발 •실시간 예측시스템(SOON) 및 3차원 수질예측 시스템 개발 •준설 부유사 확산 및 해저 지형변화 예측 모델 개발 •새만금 외해 및 호소 일별 시공간 수질분포 산정 기술 개발 •통합예측시스템 개념 설계 등
저감 관리	환경영향 저감	•방조제 건설 전후의 해양수질 변화 원인 규명을 통한 수질 확보 대책 제시 등

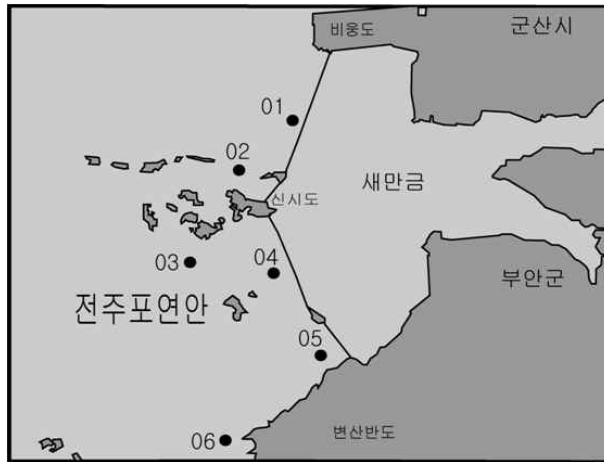
주: 새만금 해양환경보전대책 연구사업의 세부 내용을 이 연구의 분류틀인 ‘진단평가, 예측, 저감 관리’로 구분하였음

2. 새만금 해양환경 현황

1) 방조제 외해역 수질 현황: 화학적 산소요구량(COD)

새만금 방조제 외해역인 전주포 연안의 해양환경은 국가해양환경측정망 6개 정점에서 매년 2월, 5월, 8월, 11월 연 4회 측정하고 있다. 정부의 해역별 수질등급에 따르면 전주포 연안은 II등급으로 지정되어 있으며, 과거 11년간 농도 추이를 보면 연평균 II등급 이하의 양호한 수질상태를 유지함을 확인할 수 있다(<그림 2-2> 참조).¹⁴⁾ 2004년부터 2010년까지 7년간 새만금 외해역의 연평균 COD 농도를 전국 평균값과 비교해 보면 두 가지 모두 II등급을 지속적으로 유지한 것으로 나타나나, 새만금 외해역 수질은 매년 전국 연평균 COD 농도보다 다소 높은 수치를 나타냈다.

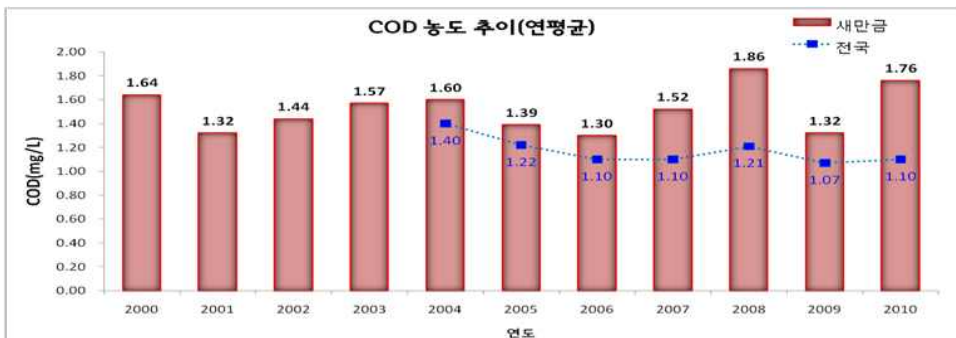
14) 수질 II등급 기준은 COD <2 mg/L임(구 해양수산부 고시 제2007-160호).



| 그림 2-1 | 국가해양환경측정망 새만금 외해역 정점 위치

자료: 해양환경관리공단, 『해양환경측정망 운영 매뉴얼』, 2012, p. 106

새만금 외해역의 연평균 COD 농도는 2006년도에 가장 낮은 $1.30\text{mg}/\ell$ 를 기록한 후 점차 높아져 2008년도에는 11년간 최고치인 $1.86\text{mg}/\ell$ 가 관측되었다. 그러나 2009년에는 다시 $1.32\text{mg}/\ell$ 로 낮아져 II등급 수질이 계속 유지되고 있음을 볼 수 있다. 그런 면에서 2006년 방조제 물막이 공사의 영향은 크지 않은 것으로 판단된다.



| 그림 2-2 | 새만금 외해역 연평균 COD 농도 추이

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

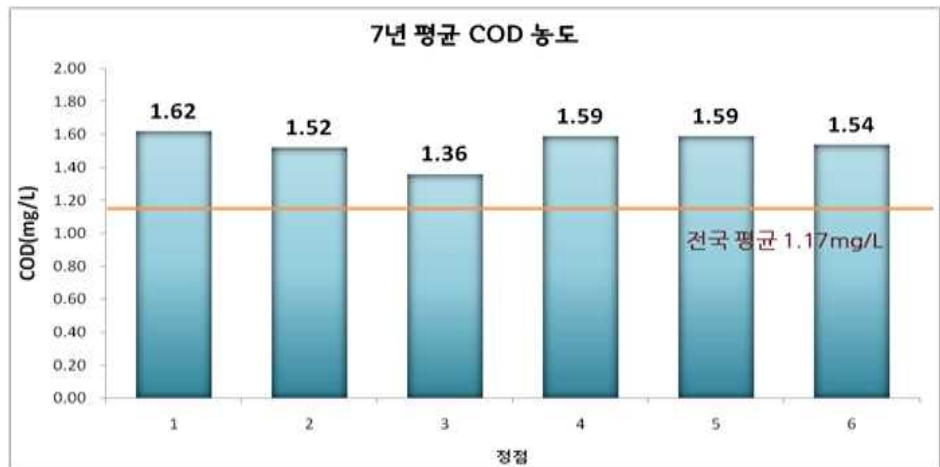
한편 2004년부터 2010년까지 7년간 정점별 평균 COD 농도를 보면 대부분의 정점에서 비슷한 수치가 나타난 것에 비해 유독 정점 3에서 상대적으로 낮은 농도가 기록되었음을 알 수 있다. 따라서 정점 3이 오염원의 영향을 가장 적게 받는 것을 유추할 수 있다. 특히 <표 2-2>를 보면 정점 3에서 여타 정점에 비해 상대적으로 낮은 COD 농도가 관측된 것이 2004년부터 나타난 현상임을 알 수 있다. 2003년 이전에는 특별히 COD 농도가 낮았다고 할 수 없던 정점 3이 방조제가 거의 완성되어 가던 시기인 2004년도부터 다른 정점들보다 좋은 수질은 보였다는 것은 이 위치가 다른 정점들보다 방조제 건설의 영향을 덜 받은 것으로 추정된다.

| 표 2-2 | 연도별 새만금 외해역 정점별 COD 농도

단위: mg/l

구분		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	11년 평균 (2000~2010)
해역	전국	-	-	-	-	1.40	1.22	1.10	1.10	1.21	1.07	1.10	-
	새만금	1.64	1.32	1.44	1.57	1.60	1.39	1.30	1.52	1.86	1.32	1.76	1.45
정점	1	1.77	1.29	1.46	1.64	1.52	1.66	1.44	1.59	2.02	1.26	1.84	1.48
	2	1.70	1.17	1.48	1.59	1.56	1.30	1.34	1.74	1.84	1.30	1.55	1.45
	3	1.71	1.36	1.48	1.54	1.36	1.41	1.09	1.28	1.74	1.15	1.53	1.33
	4	1.80	1.29	1.70	1.60	1.93	1.49	1.35	1.40	1.79	1.30	1.86	1.53
	5	1.83	1.31	1.10	1.37	1.59	1.19	1.23	1.71	1.97	1.52	1.89	1.44
	6	1.10	1.52	1.43	1.66	1.63	1.28	1.38	1.42	1.79	1.38	1.90	1.42

자료: 국가해양환경측정망, 2000~2010



| 그림 2-3 | 새만금 외해역 정점별 7년 평균 COD 농도

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

| 표 2-3 | 새만금 외해역 7년간 정점별 COD 평균 농도

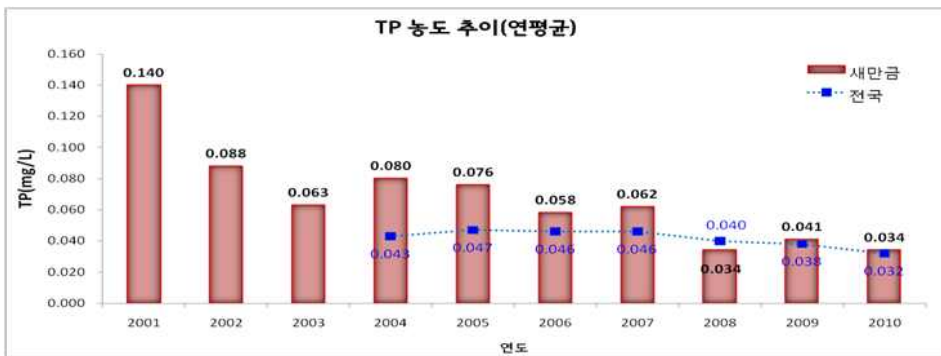
단위: mg/l

구분		전체 평균 (2004~2010)	최소값 (2004~2010)	최대값 (2004~2010)
해역	전국	1.17	0.01	18.10
	새만금	1.54	0.12	3.88
정점	1	1.62	0.37	3.88
	2	1.52	0.12	2.96
	3	1.36	0.28	3.20
	4	1.59	0.62	2.85
	5	1.59	0.45	3.80
	6	1.54	0.45	3.36

자료: 국가해양환경측정망, 2000~2010

2) 새만금 외해역 총인(TP) 현황

총인 기준으로 살펴보면, 새만금 외해역의 수질은 2008년도부터 2010년까지 최근 3개년 동안 II등급 수질을 유지함을 알 수 있다. 2001년에 등급 외 농도인 0.140mg/ℓ가 관측된 이래 2002년부터 전반적으로 감소 추세를 보이며 2007년까지 III등급을 나타냈으며, 최근 3년간은 II등급까지 수질이 개선되었다.¹⁵⁾ 최근 3년간 새만금 외해역의 연평균 총인 값은 전국 평균 농도와 유사한 수치를 보이는데, 특히 2008년도와 2010년도에는 전국 평균보다 낮은 농도를 나타낸 바 있다.



| 그림 2-4 | 새만금 외해역 연평균 TP 농도 추이

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

한편 정점별로 보면 2004년부터 2010년까지 7년간 평균 총인 농도는 모든 정점에서 III등급 수준으로 전국평균인 0.042mg/ℓ (II등급)보다 높은 값을 보였다. 가장 높은 농도를 나타낸 곳은 정점 1로서 0.067mg/ℓ가 나타났고, 정점 2부터 정점 6까지 나머지 관측 정점에서는 유사하게 0.052mg/ℓ 정도의 농도가 나타났다.

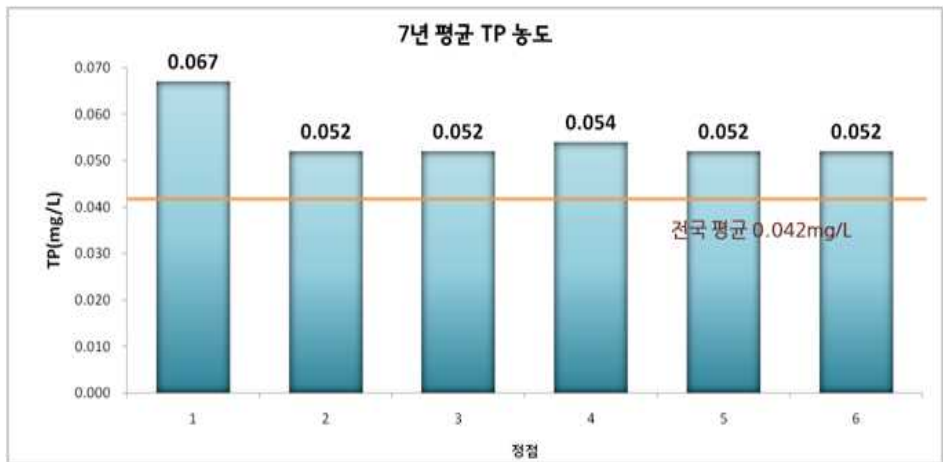
15) 총인(TP)의 경우 수질 II등급 기준은 TP < 0.05mg/L이며, III등급 기준은 TP < 0.09mg/L임 (구 해양수산부 고시 제2007-160호).

| 표 2-4 | 연도별 새만금 외해역 정점별 TP 평균 농도

단위: mg/l

구분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	10년 평균 (2001~2010)
해역	전국	-	-	-	0.043	0.047	0.046	0.046	0.040	0.038	0.032	-
	새만금	0.140	0.088	0.063	0.080	0.076	0.058	0.062	0.034	0.041	0.034	0.064
정점	1	0.127	0.062	0.077	0.145	0.074	0.061	0.062	0.043	0.053	0.032	0.071
	2	0.143	0.080	0.058	0.066	0.078	0.058	0.060	0.031	0.038	0.033	0.060
	3	0.149	0.089	0.063	0.062	0.075	0.062	0.069	0.032	0.032	0.035	0.062
	4	0.159	0.090	0.066	0.067	0.080	0.055	0.067	0.031	0.042	0.034	0.064
	5	0.100	0.101	0.059	0.076	0.065	0.053	0.058	0.034	0.043	0.034	0.060
	6	0.163	0.109	0.054	0.064	0.084	0.056	0.057	0.033	0.036	0.037	0.064

자료: 국토해양부, 『국가해양환경조사연보』, 각 연도



| 그림 2-5 | 새만금 외해역 정점별 7년 평균 TP 농도

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

| 표 2-5 | 새만금 외해역 7년간 정점별 TP 평균 농도

단위: mg/l

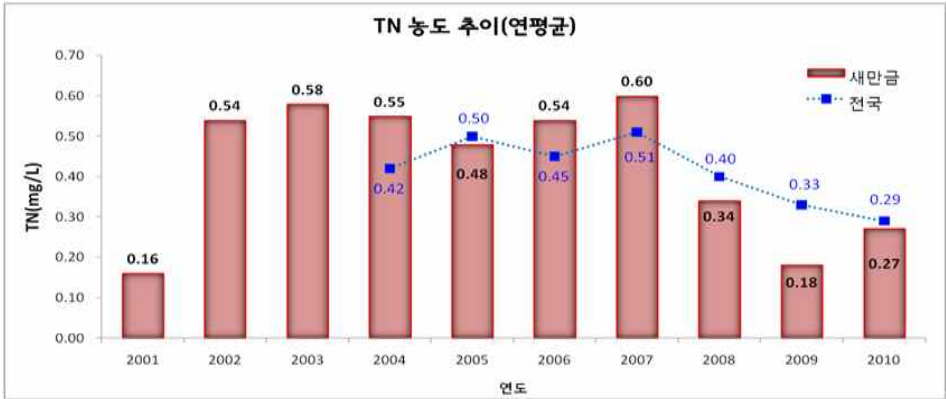
구분		전체 평균 (2004~2010)	최소값 (2004~2010)	최대값 (2004~2010)
해역	전국	0.042	0.001	0.591
	새만금	0.055	0.003	0.480
정점	1	0.067	0.007	0.048
	2	0.052	0.013	0.186
	3	0.052	0.007	0.159
	4	0.054	0.005	0.167
	5	0.052	0.009	0.208
	6	0.052	0.003	0.183

자료: 국토해양부, 『국가해양환경조사연보』, 각 연도

3) 새만금 외해역 총질소(TN) 현황

2001년부터 2010년까지 10년간 새만금 외해역의 연평균 총질소 농도 추이를 살펴보면, 다소 등락은 있으나 수질 II등급 이하로 유지됨을 볼 수 있다. 2001년 수질 I등급에 해당하는 총질소 농도 0.16mg/ℓ을 기록한 후, 2002년에 0.54mg/ℓ로 높아진 이래 2007년까지 지속적으로 0.50~0.60mg/ℓ을 나타내었으나, 2008년도부터 다시 급격히 감소하였다.¹⁶⁾ 한편 2004년부터 2010년 기간 중 2004년, 2006년, 2007년을 제외한 4개 연도 새만금 외해역의 연평균 총질소 농도가 전국평균보다 더 낮은 수치를 기록하는 등 총질소 기준으로는 새만금 외해역의 수질이 양호하게 유지되고 있다고 판단할 수 있다. 2009년부터 2010년까지 최근 2년 동안 평균 총질소 농도는 수질 I등급을 기록하였다.

16) 총질소(TN)의 경우 수질 II등급 기준은 TN < 0.6mg/L이며, I등급 기준은 TP < 0.03mg/L 임(구 해양수산부 고시 제2007-160호).



| 그림 2-6 | 새만금 외해역 연평균 TN 농도 추이

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

정점별로 보면, 2004년부터 2010년까지 7년 평균 총질소 농도가 정점 1에서 가장 높은 $0.52\text{mg}/\ell$ 를 나타냈으며, 나머지 5개 정점에서는 $0.4\text{mg}/\ell$ 내외의 유사한 농도를 보였다. 5개 정점의 7년 평균 총질소 농도는 전국 평균 농도인 $0.42\text{mg}/\ell$ 와 비슷한 수치이며, 특히 정점 3~6의 평균 농도는 전국 평균 농도 이하로 나타났다. 한편 정점 1에서 가장 높은 농도가 나타나고 나머지 정점에서 유사한 수치가 나타난 것은 앞서 살펴본 7년간 정점별 총인 농도와 유사한 경향성을 보여준다고 할 수 있다.

| 표 2-6 | 연도별 새만금 외해역 정점별 TN 평균 농도

단위: mg/ℓ

구분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	10년 평균 (2001~2010)
해역	전국	-	-	-	0.42	0.50	0.45	0.51	0.40	0.33	0.29	-
	새만금	0.16	0.54	0.58	0.55	0.48	0.54	0.60	0.34	0.18	0.27	0.44

| 표 2-6 | 연도별 새만금 외해역 정점별 TN 평균 농도(계속)

단위: mg/l

구분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	10년 평균 (2001~2010)
정점	1	0.17	0.64	0.65	0.58	0.58	0.64	0.80	0.39	0.28	0.35	0.53
	2	0.15	0.48	0.51	0.51	0.48	0.55	0.59	0.37	0.22	0.34	0.43
	3	0.16	0.45	0.55	0.59	0.45	0.52	0.60	0.35	0.14	0.26	0.42
	4	0.16	0.52	0.62	0.57	0.45	0.47	0.52	0.30	0.13	0.24	0.41
	5	0.16	0.58	0.57	0.51	0.48	0.55	0.62	0.32	0.15	0.22	0.43
	6	0.16	0.59	0.56	0.54	0.48	0.53	0.53	0.32	0.16	0.23	0.42

자료: 국토해양부, 『국가해양환경조사연보』, 각 연도



| 그림 2-7 | 새만금 외해역 정점별 7년 평균 TN 농도

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

| 표 2-7 | 새만금 외해역 7년간 정점별 TN 평균 농도

단위: mg/l

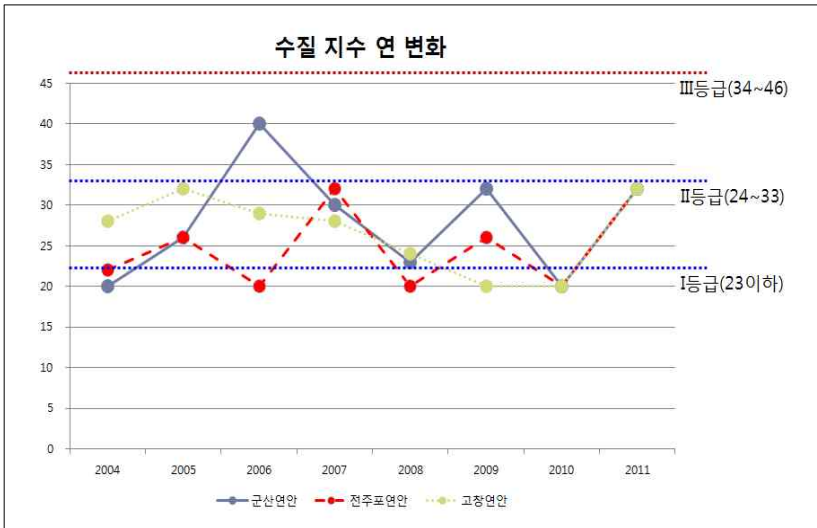
구분		전체 평균 (2004~2010)	최소값 (2004~2010)	최대값 (2004~2010)
해역	전국	0.42	0.00	4.64
	새만금	0.43	0.04	1.53
정점	1	0.52	0.06	1.23
	2	0.43	0.13	0.90
	3	0.42	0.04	1.24
	4	0.38	0.07	1.18
	5	0.41	0.04	1.53
	6	0.40	0.06	0.88

자료: 국가해양환경측정망, 2000~2010

4) 새만금 외해역 수질평가지수 현황

새만금 외해역의 수질은 환경정책기본법 시행령 개정으로 시행하고 있는 해역수질평가지수(WQI: Water Quality Index)를 적용하더라도 II등급 이내의 양호한 상태를 유지하고 있다. 해역수질평가지수는 저층 용존산소(DO), 투명도, 식물플랑크톤 농도, 용존무기질소 농도, 용존무기인 농도를 종합평가하는 틀로서 생태계 기반 해양환경관리 실현을 목적으로 한다.¹⁷⁾ <그림 2-8>을 보면, 새만금 외해역인 전주포 연안의 수질평가지수는 2004년부터 2011년까지 매년 I등급(매우 좋음) 또는 II등급(좋음) 수준을 유지하고 있다. 이는 금강하구보다 양호하며, 외부압력이 작은 고창연안과 비슷한 수준이다.

17) 수질평가지수(WQI, Water Quality Index) = $10 \times [\text{저층산소포화도(DO)}] + 6 \times [(\text{식물플랑크톤 농도(Chl-a)} + \text{투명도(SD)})/2] + 4 \times [(\text{용존무기질소 농도(DIN)} + \text{용존무기인 농도(DIP)})/2]$. 수질평가지수 항목별 점수를 이용하여 계산하며, I등급부터 V등급까지 총 5개 등급 중 III등급이 보통 수준이다.



| 그림 2-8 | 새만금 외해역 수질평가지수 추이

자료: 국가해양환경측정망 자료 분석

5) 종합

이상 살펴본 바와 같이, COD, 총인, 총질소, 수질평가지수 등을 종합적으로 볼 때 새만금 방조제 외해역의 수질은 전반적으로 양호한 수준으로 유지되고 있다. COD와 총질소 연평균 농도가 최근 10~11년간 안정적으로 II등급 이하로 유지되고 있으며, 연도별 수질평가지수도 I등급 혹은 II등급으로 지속적으로 양호하게 나타나고 있다. 총인의 경우 2007년도까지 연평균 농도가 III등급 이상으로 다소 높게 나타났으나, 2008년 이후 최근 3년간 수치가 크게 개선되어 II등급을 유지하고 있다. 따라서, 방조제 건설 및 개발사업의 영향이 새만금 외해역의 해양환경 상태에 높은 수준으로 악영향을 주었다고 판단할 수 있는 근거는 미흡하다.

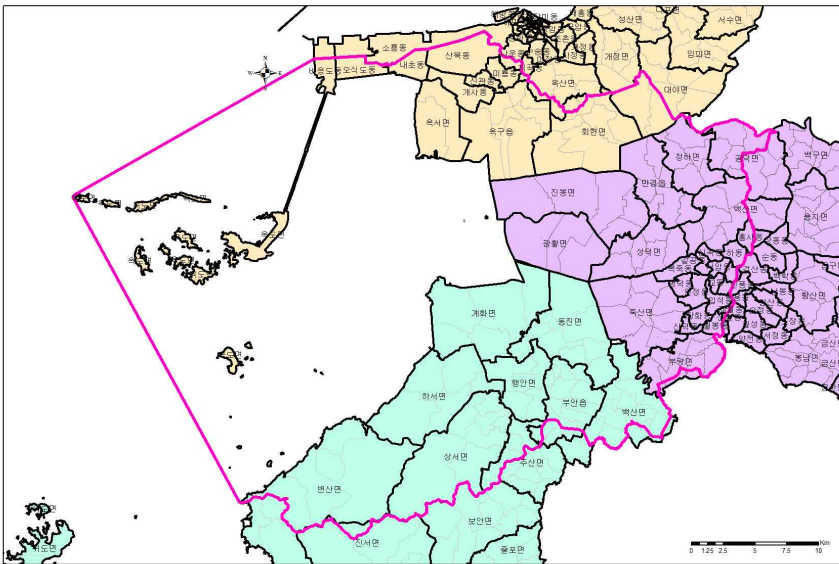
그러나 이는 단지 6개 정점에 대하여 연 4회 측정하는 국가해양환경측정망 자료에 의한 분석결과이다. 해양환경 현장에서 실제 발생하는 다양하고 복합적인 현상들과 국지적인 현안들을 체계적으로 포괄하지 못한 한계

가 있다. 또한 방조제 내·외부의 본격적인 개발이 진행됨에 따라 외해역 환경에 대한 압력은 보다 커질 것이 자명하며 그에 따라 급격히 수질이 악화될 가능성이 있음을 간과할 수 없다.

3. 새만금 해역 및 유역 이용개발 현황

1) 새만금 인근지역 인구 현황

새만금 인근지역에는 군산시, 김제시, 부안군 등 2시 1군이 위치해 있다. 전주포 연안 유역의 개략적인 범위를 설정해 보면 행정구역상으로 군산시, 김제시, 부안군에 걸쳐 있음을 볼 수 있다. 따라서 새만금 해역 및 유역에 대한 사회경제적 현황을 살펴볼 때 이들 2개 시와 1개 군을 중심으로 보는 것이 적절하다.



| 그림 2-9 | 전주포 연안 유역범위(예)

새만금에 인접한 군산시, 김제시, 부안군의 인구변화를 5년 간격으로 살펴보면 전반적으로 1995~2000년에 인구가 최대에 달한 이후 점차 감소하고 있다. 군산시의 인구 증가세가 최근까지 지속되고 있지만 대략 3개 시·군에서 유사한 경향을 보였다. 이는 현재 시점에서 볼 때 인구 측면에서 새만금 유역 및 해역 환경에 대한 압력이 감소하고 있음을 의미한다. 따라서 당분간 인구에 따른 해양환경 압력 수준은 증가하지 않을 것으로 예상된다.

| 표 2-8 | 새만금 인근지역 인구 현황

단위: 명

행정구역	1990	1995	2000	2005	2010
군산시	218,112	266,340	272,129	249,212	258,845
김제시	55,116	115,407	102,428	90,376	82,739
부안군	102,805	72,422	64,621	55,240	50,577
합계	376,033	456,169	439,178	394,828	392,161

자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr>) (2012년 12월 21일 검색)

그러나 새만금 유역의 인구감소 추세가 지속될 것으로 예단하는 것은 무리가 있으며 새만금 개발계획에 포함된 각종 개발사업이 진행됨에 따라 인구 역시 증가할 것으로 보는 것이 타당할 것이다. 따라서 유역 및 해역 환경에 미치는 영향은 점차 커질 수밖에 없으므로, 새만금 해양환경 변화를 예측할 때에는 개발에 따른 인구 증가 전망을 고려해야 한다.

2) 양식어업 현황

새만금 외해역 일대의 양식어업 현황을 통계자료를 통해 구체적으로 파악하는 것은 한계가 있으나, 대략적인 경향을 파악하기 위해 우선 전라북도 전체 양식어업권(면허) 현황을 볼 수 있다. 전라북도 양식어업권 허가

건수는 2001년 총 512건에서 2007년 450건으로 점차 감소하고 있다. 그러나 허가면적은 오히려 다소 증가하는 경향을 보인다.

| 표 2-9 | 전라북도 양식어업권 허가건수 현황

단위: 건

품종 및 어업별 구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
해조류	95	86	88	97	82	99	69
패류	340	346	346	337	347	303	321
어류 등	-	-	74	76	74	58	60
마을어업	34	37	37	48	55	65	65
정치망어업	13	18	18	18	17	18	17
협동양식	-	-	-	-	-	11	-
합계	482	487	563	576	575	554	532

자료: 국가통계포털(<http://kosis.kr>) (2012년 12월 5일 검색)

| 표 2-10 | 전라북도 양식어업권 허가면적 현황

단위: ha

품종 및 어업별 구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
해조류	2,635	2,420	2,446	2,562	2,492	3,499	2,827
패류	3,318	3,372	3,341	3,176	3,290	2,866	3,147
어류 등	-	-	411	458	455	361	427
마을어업	1,190	1,204	1,204	1,361	1,462	1,616	1,615
정치망어업	98	128	128	128	117	127	122
협동양식	-	-	-	-	-	135	-
합계	7,241	7,124	7,530	7,685	7,816	8,604	8,138

자료: 국가통계포털(<http://kosis.kr>) (2012년 12월 5일 검색)

더 구체적으로 가용한 새만금 일대의 통계자료를 보면 군산시와, 특히

자료가 가장 많은 부안군의 경우 양식면적이 지속적으로 크게 감소함을 볼 수 있다. 2006년부터 2011년까지 자료를 보면 군산시와 부안군의 양식시설에서 해상가두리 및 육상수조식은 전무하고 모두 축제식인 것으로 나타났다. 2006~2009년 행정구역별 양식 가능 사육시설 면적을 보면, 2006년에 군산시와 부안군을 합쳐 85만 7,720㎡이던 것이 2009년에는 부안군의 시설 면적이 14만 1,300㎡로 크게 줄었음을 알 수 있다. 비율도 2006년 군산시와 부안군의 양식시설 면적을 합하여 전라북도 전체의 29%를 차지하던 것이 2007년에는 25%로 줄었다. 부안군 자료만 있는 2008년 이후로는 부안군 양식시설 면적이 전라북도 전체의 18%(2008), 14%(2009)로 감소한 것으로 나타난다.

| 표 2-11 | 행정구역별 양식 가능 사육시설 면적

단위: ㎡

행정구역	2006	2007	2008	2009
전라북도	2,958,620	2,689,228	1,389,700	1,017,528
군산시	163,840	82,650	-	-
부안군	693,880	601,500	245,900	141,300

자료: 국가통계포털(<http://kosis.kr>) (2012년 12월 21일 검색)

| 표 2-12 | 행정구역별 양식방법에 따른 사육수면적

단위: ㎡

행정구역	2010				2011			
	합계	해상가두리	육상수조식	축제식	합계	해상가두리	육상수조식	축제식
전라북도	730,400	-	-	730,400	597,400	-	-	597,400
부안군	82,700	-	-	82,700	2,400	-	-	2,400

자료: 국가통계포털(<http://kosis.kr>) (2012년 12월 21일 검색)

2010년과 2011년 양식방법에 따른 사육수면적 통계자료 역시 마찬가지로 전라북도와 부안군의 양식면적이 계속적으로 감소하고 있음을 보여준다. 하지만 비율을 보면 2010년 부안군의 양식면적이 전라북도 전체 양식면적의 11%였는데, 2011년에는 0.4%로 떨어져 앞에서 본 것과 마찬가지로 지속적인 감소 경향을 나타내고 있다.

이처럼 전라북도 전체의 양식면적이 전반적으로 감소하고 있으며, 새만금 일대의 양식면적도 마찬가지로 감소추세를 보이고 있다고 할 수 있다. 하지만 비율의 지속적 감소를 통해 새만금 일대의 양식면적이 전라북도 전체 양식면적보다 빠른 속도로 줄어 들고 있음을 확인할 수 있다.

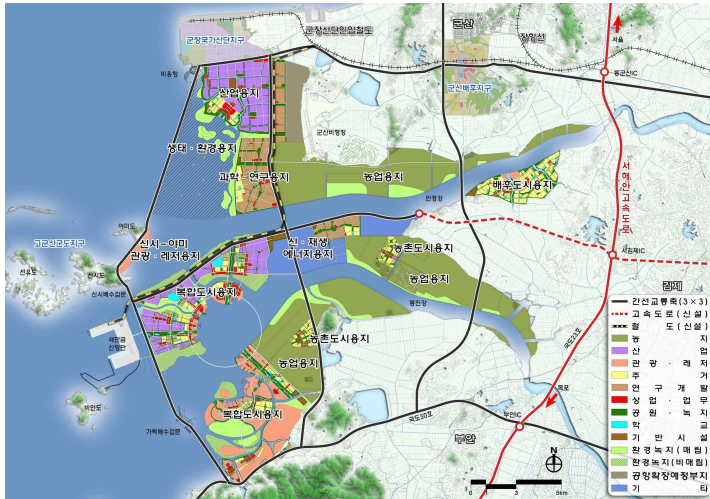
새만금 일대 양식면적의 지속적이고 급격한 감소는 이 지역의 양식시설이 모두 축제식인 것과 관련된 것으로 추정된다. 즉 새만금 일대의 축제식 양식시설은 현재 방조제가 위치한 안쪽에 주로 위치해 있었던 것으로 보이며, 방조제 건설로 인해 양식이 급격히 감소했을 것으로 짐작된다.

4. 새만금 해역 및 유역 이용개발 현황

1) 새만금 개발 종합실천계획

제4차 새만금위원회가 2010년 1월 28일 ‘새만금 내부개발 구상 및 종합실천계획’을 심의하고 확정함에 따라 정부는 본격적인 새만금 개발에 착수하였다.¹⁸⁾

18) 국무총리실 보도자료, 「새만금 개발계획 확정… 5대 선도사업 추진 - 비전·글로벌 네임 제정, 동북아 경제중심지로 건설」, 2010. 1. 28.; 국토해양부 보도자료, 「국토부, 새만금 개발사업 본격 추진 - 종합실천계획 확정에 따라 마스터플랜 수립 등 개발추진 박차」, 2010. 1. 28.



| 그림 2-10 | 새만금 토지이용 계획도

자료: 새만금 아리울(<http://www.saemankum.go.kr/>)

새만금 사업 추진을 위한 총 비용은 실천계획에서 약 21조 원으로 제시되었으며, 용지조성비 13조 원(62.5%), 기반시설 설치비 4조 8,100억 원 (23.1%), 수질개선대책비 2조 9,900억 원(14.4%)으로 구성된다(용지조성 후 소요되는 시설건축비 등 2차 유발 사업비는 제외). 특히 농지를 72%에서 30%로 축소하고 산업·관광 등 복합용지를 28%에서 70%로 확대하는 2008년 10월에 ‘내부토지개발 기본구상 변경안’을 확정하였다.

실천계획의 핵심은 5대 선도사업이다. 이는 i) 명품복합도시 건설, ii) 방조제 인접 여유부지 및 다기능부지의 관광 명소화 사업, iii) 매립토 확보 및 운송 사업, iv) 방수제 건설 공사, v) 만경강 및 동진강 하천종합정비 등이다. 이 중 복합도시는 방사형(Sha-Ring) 구조로 조성되며 첨단산업권역, 녹색산업권역, 미래융합기술산업권역, 국제업무권역, 레저·생태권역으로 구성될 예정이다.

| 표 2-13 | 새만금 개발 5대 선도사업

선도사업	사업내용
명품복합도시	• 방사형 구조를 기본으로 수정·보완 • 2011년까지 Gateway Project(100ha) 개발 • 면적 67.3km² (전체면적의 23.8%)
방조제 및 다기능 부지 명소화	• 방조제, 다기능부지 및 기타 공사용 부지(420ha)를 2017년까지 Mega Resort로 개발 • 새만금~고군산군도 연륙교 건설사업(8.77km)를 2013년까지 완료
매립토 확보 및 조달사업	• 총 6억m³ 매립토 소요 예상 • 군산항, 외해역 등지의 부존량은 충분한 것으로 판단
방수제 착공	• 우선착공 구간(54km, 9개 공구) 조기착공 추진 • 결정유보구간(23km) 부처협의
만경·동진강 하천 종합정비	만경·동진강 권역 137km 구간 종합정비 2010년 마스터플랜 마련 및 2011년 하천정비 착수

자료: 국무총리실 보도자료(2010. 1. 28.)에서 재구성

실천계획의 개발 계획 중 새만금 방조제 외해역의 해양환경에 가장 직접적인 영향을 미칠 사업은 신항만 개발이다. 국토해양부는 2010년 11월 국토해양부 고시(제2010-888호)로 새만금 신항만 개발 계획을 발표하였다. 1단계 2011~2020년, 2단계 2021~2030년으로 예정된 신항만 개발 사업은 컨테이너부두(2,000TEU) 2선석, 잡화부두(2만 톤급) 14선석, 자동차부두 1선석, 크루즈부두(8만GT) 1선석의 접안능력과 연간 17,291천RT의 하역능력을 가지게 될 것으로 예정되고 있다.¹⁹⁾ 사업비는 1단계 1조 548억원, 2단계 1조 4,934억 원으로 계획되었다.

19) 국토해양부 고시 제2010-888호(2010. 11.) ‘새만금 신항만 개발 기본계획 및 신항만건설 예정지역’.

| 표 2-14 | 새만금 복합도시 개발구상

Zone	주기능	부기능	주요업종 및 시설
첨단산업권역	자동차, 일반기계 산업	주거, 상업, 관광	- 그린카·정밀기계 부품, 주거 - 생태환경 Complex
녹색산업권역	식품, 신재생 에너지 산업	주거	- 발효기술산업, 기능성식품, 한식산업, 폴리실리콘, 에너지생산 및 주거 - 수질개선·녹색체험관
미래융합기술 산업권역	융복합 기술산업	주거	- 환경관련 융복합산업, 첨단기술 컨버전스 연구시설, 주거단지 - 수질개선·녹색체험관
국제업무권역	국제업무	주거·관광	- 국제업무, 금융기능, 산학협동(대학, 연구소), 컨벤션, 숙박, 식음기능 등
레저·생태권역	레저·휴양	문화·생태 체험	- 문화테마파크, 리조트, 골프장, 마리나, 복합상업시설 등

자료: 국토해양부 보도자료, 2010. 1. 28.

2) 기타 새만금 연안 이용 및 개발 수요

새만금 개발 종합실천계획 이외의 기타 새만금 연안 이용 및 개발 수요는 다음의 표와 같다. 가장 넓은 면적을 차지하는 사업은 부안군에서 계획하고 있는 양식어장 사업으로 총 1,000만㎡ 규모이며, 예산 규모로는 고창군의 부창대교 건설 사업이 총예산 6,420억 원 규모로 가장 큰 사업이다. 다음으로 군산시의 비응도 군부대 이전사업(4,943억 원), 부안군의 공항마리나시설 조성사업(약 800억 원) 순으로 예산 규모가 큰 사업들이 계획되어 있다. 이 사업들은 예상 사업기간으로 볼 때 대부분이 이미 시작되었거나 곧 시행될 예정이므로, 새만금 해역 환경에 압력요인으로 작용할 것으로 예상된다.

| 표 2-15 | 전주포 연안 이용 및 개발수요 현황

시도	시군구	수요명	예상기간 (연도)	예상규모	총예산 (백만 원)
				면적(m ²)	
전라북도	고창군	부창대교건설	2011~2016	300,800	642,000
전라북도	군산시	고군산마리나항만건설	2010~2019	200,000	49,700
전라북도	군산시	비응마리나항만건설	2010~2019	40,000	39,000
전라북도	군산시	비응도군부대이전사업	미정	48,993	494,300
전라북도	군산시	새만금주변공원조성사업	2010~2011	48,993	7,000
전라북도	부안군	부격포요트계류장시설조성	2010~2011		5,000
전라북도	부안군	궁항마리나시설조성	2012~2014	30,000	79,979
전라북도	부안군	격포노을빛공원조성	2011~2012		6,000
전라북도	부안군	지방어항및어촌정주어항개발	2011~2019		63,000
전라북도	부안군	곰소갯길발효식품센터건립	2008~2010	4,360	5,000
전라북도	부안군	수산물유통산업거점단지조성	2009~2011	13,350	9,900
전라북도	부안군	해양수산복합공간조성	2011~2013	4,000	3,000
전라북도	부안군	양식어장개발	2011~2019	10,000,000	10,000
전라북도	부안군	격포및위도해수욕장호안보수 (양빈 포함)	2013~2019	600	6,200

자료: 국토해양부(2011)의 『연안보완조사 및 연안통합관리계획 수립연구』를 재정리

5. 새만금 외해역 연구개발 수요

새만금 외해역 해양환경관리를 위한 연구개발 수요는 해양환경상태 및 미래의 이용개발에 따른 전망자료에 기초하여 도출하였다. 해양환경상태는 국가해양환경측정망 자료를 기초로 2002~2010년 연구사업 결과(2011년 최종보고서)를 활용하였다. 이외에도 COD, TP, TN, 저층 빈산소 수괴 및 적조 발생여부, 퇴적 및 침식환경 등은 선행연구자료를 이용하여 도출하였다. 연구개발수요는 해양환경의 현재 및 미래 현안을 현재 관리정책(Status Quo)이 수용할 수 있는지 여부를 기준으로 도출하였다. 예를 들어 현재 해양환경상태는 양호하나, 방조제 유역 기인 오염물질의 외해배출에 따른 수질악화 가능성이 높고, 현재의 관리체제로 해결이 어려울 경우 이를 연구

개발 수요로 제시하였다.

1) 해양환경상태 및 전망

◆ 해양수질상태는 전반적으로 양호하나 연별 변동성 존재

과거 10년간 국가해양환경측정망 자료에 따르면 COD, TP, TN기준 및 수질평가지수는 모두 II등급상태를 유지하고 있는 것으로 나타났다. COD와 수질평가지수 모두 개선 또는 악화의 특정한 방향성을 보이고 있지 않아 현재 수질상태를 정확하게 반영하는 데 한계가 있다. 방조제 물막이 공사 완료 후에도 우리나라 일부 해역에서 나타나는 저층빈산소 현상(DO 2mg/L 이하)은 나타나지 않았다.

◆ COD, Chl-a 농도변화는 일시적 현상이나 유해성 적조 발생

새만금 제 4호 방조제 완공 후 COD 농도는 4배, Chl-a 농도는 2배 증가한 것으로 나타났으나,²⁰⁾ 이후 안정상태를 보여 주변 환경 급변에 따른 일시적 현상으로 판단된다.

그러나 새만금 방조제 외곽 남측해역에서 유해성 적조(*Pfiesteria shumwayae*)가 관측되어 육상활동의 영향이 해양생태계에 미치는 영향을 진단할 필요가 있다.

◆ 저서동물 군집 안정도 저하 및 일부 해역 오염지시종 출현

물막이 공사 후에 이루어진 해양환경 조사 결과 신시갑문 및 북측외해역에서 아기반 투명조개 등 유기물오염지시종이 출현하였으나,²¹⁾ 서식환경

20) 국토해양부, 2011a, p. 113.

21) 상계서, p. 317.

변화에 따른 일시적 현상 또는 구조적 변화인지 여부를 현재 가용 자료만으로 판단하는 데에는 한계가 있다. 내부수역에서 오염지시종이 증가한 것으로 보고되었고 갯문에서 거리가 먼 해역에서 이 생물종이 출현하지 않은 것으로 보아, 출현 지시종의 일부가 갯문을 통해 외해로 유출된 것으로 사료된다.

◆ 내부개발 완료 후 외해역 수질 III등급으로 악화 전망

국토해양부의 연구개발 보고서에 따르면 2020년 내부개발 완료 후 외해 수질은 COD 기준 III등급으로 악화될 것으로 예측되었다.²²⁾ TN, TP도 북측방조제 및 갯문주변해역에서 III등급으로 악화될 것으로 예측되었다.

◆ 조류속 변화에 따른 침식·퇴적 기작 변화

2002년부터 2011년까지 수행한 선행 연구개발사업에 따르면 방조제 건설 후 조류속의 변동으로 침식 및 퇴적기작이 크게 바뀐 것으로 나타났다.²³⁾ 조류속의 변화에 따른 침퇴기작은 저층퇴적물의 조성뿐만 아니라 저서생물 군집구조에도 영향을 준다. 특히 침식 및 퇴적이 급속하게 진행되고, 침식 및 퇴적기작 변화 지역이 연안사회경제활동과 밀접하게 관련된 지역인 새만금 남측 부안연안은 지역경제를 위협하는 요소인 것으로 나타났다.

22) 상계서, p. 50.

23) 상계서, p. 555.

2) 연구개발 수요

◆ 해양환경 연별 변동성에 대한 불확실성 해소

현재 외해역의 수질상태는 양호하나, 연도별 변화 추이에 따르면 변동성이 크므로, 해역환경상태가 안정화 단계에 있는지, 변화과정에 있는지 판단이 불가능하다. 조사시점에 따라 환경조사자료의 변동성이 큰 불확실성 해소를 위해서는 조사빈도와 정점을 확대해야 하나, 연 4회, 6개 정점에서 이루어지는 해양환경측정망으로 이런 수요를 수용하는 데는 한계가 있다.

◆ 새만금종합개발사업 진행에 따른 영향 진단

새만금종합개발계획에 따르면 내부개발 외에 방조제 외곽에 관광개발, 어촌어항 개발, 항만개발이 계획되어 있다. 이 개발사업은 2020년까지 지속적으로 외해 해양환경에 오염부하를 가중시켜 해양환경상태에 영향을 줄 것으로 예측된다. 앞서 기술한 바와 같이 해양환경영향을 진단하고 예측하는 데 필요한 입력자료를 현재의 해양환경측정망을 통해 확보하는 데는 한계가 있다.

◆ 해양생태계 변화 및 영향 조사

새만금 외해역 저서생태계, 부유생물, 어류 등 해양생태계 변화 및 영향 조사는 해양환경건강성과 밀접한 관련이 있다. 특히 선행연구 및 다른 연구를 통해 오염지시종의 출현 및 유해성 적조가 발생하고 있는바, 오염지시종의 출현원인 및 분포양상에 대한 과학적 진단이 필요하다. 그러나 생물조사는 측정망 대상항목이 아니며, 생태계기본조사는 10년 단위로 수행되므로 새만금 외해역의 생태계 변화를 과학적으로 규명하는 것은 불가능하다.

◆ 새만금 종합개발에 따른 해양환경 예측 모델 개선

연구개발을 통해 개발한 예측 모델은 기대산출물(output)의 범위 설정, 입력인자의 변화에 따라 활용도가 결정된다. 선행연구를 통해 개발한 모델을 이용하여 외해역 수질 예측이 가능하나, 방조제 축조 후 내부개발 및 어항·항만 등 외부개발 조건을 반영할 필요가 있다. 따라서 기존의 예측모델에서 입력인자 값의 범위를 벗어나거나 외해역 개발에 따른 지형변화 시 모델을 개선해야 한다.

한편 현재 해양환경 예측모델은 수질만 모의할 수 있는바, 장기적으로 해양생태계 및 지형변화를 과학적으로 예측할 수 있는 모델 개발도 병행되어야 한다.

◆ 신시 배수갑문 주변 해역 해양환경 감시 및 예측

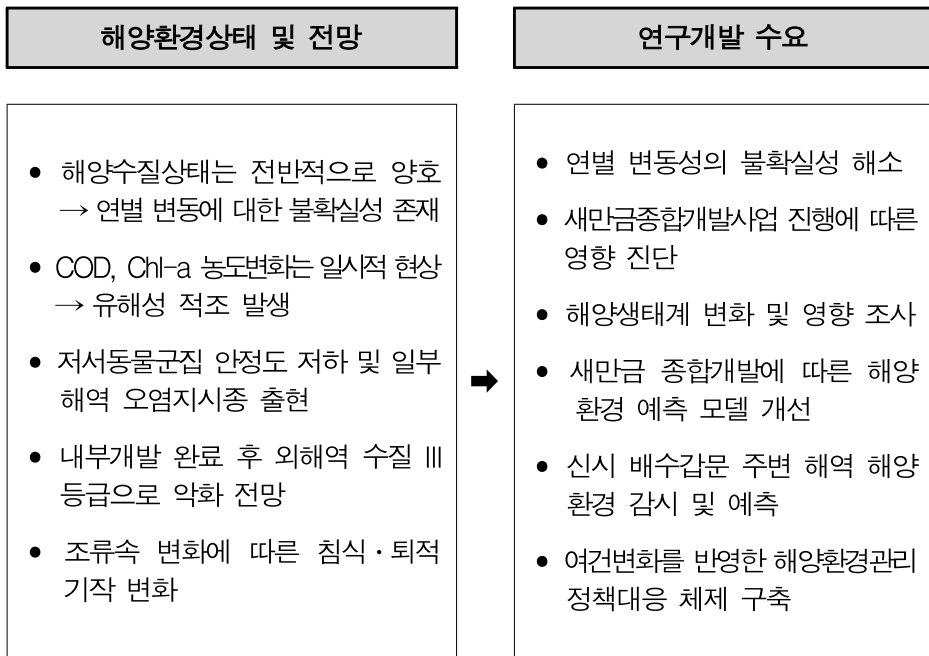
외해 배출부하량의 92.6%를 차지하는 신시 배수갑문 주변 해역의 배출부하 영향을 지속적으로 모니터링하고, 이를 외해 환경변화를 예측하는 입력자료로 활용할 필요가 있다.²⁴⁾ 특히 앞서 기술한 바와 같이 기 개발 모델로 외해역 수질 예측이 부분적으로 가능하나, 새만금 종합개발 추진에 따른 외해 소해역별 관리 우선순위 설정을 위한 기초자료를 현재 해양환경측정망으로 확보하는 것은 한계가 있다.

◆ 여건변화를 반영한 해양환경관리 정책대응 체제 구축

1단계 새만금 종합개발과정에서 새만금 내부수역 관리정책이 변화될

24) 새만금 유역 및 개발에 따른 부하량은 COD기준 29,151kg/day이며 이 중 배수갑문을 통한 외해배출량(28,710kg/day)이 대부분을 차지함. COD 기준 환배수로 배출부하량은 441 kg/day, 배수갑문 배출 부하량은 28,710kg/day 신시갑문 배출량이 전체의 92.6% (26,982kg/day)를 차지함.

가능성을 배제할 수 없다. 2020년까지 개발사업의 72%가 완료되느냐, 집중 개발에 따른 수질악화로 호소용도 변경, 해수호 전환, 조력발전소 건설 등 기존 시화호 대책변화 과정을 답습할 수 있기 때문이다. 특히 현재 새만금 내부수역의 최종 관리방식(담수호, 해수호)이 실체적 관점에서 결정되지 않은 상황으로, 내부개발에 따른 해양환경변화 및 영향, 새만금 내부수역 관리방식 변경, 개발규모 조정 등 여건변화에 과학적 연구결과를 활용하여 체계적으로 대응할 필요가 있다.



| 그림 2-11 | 새만금 연구개발 수요 종합

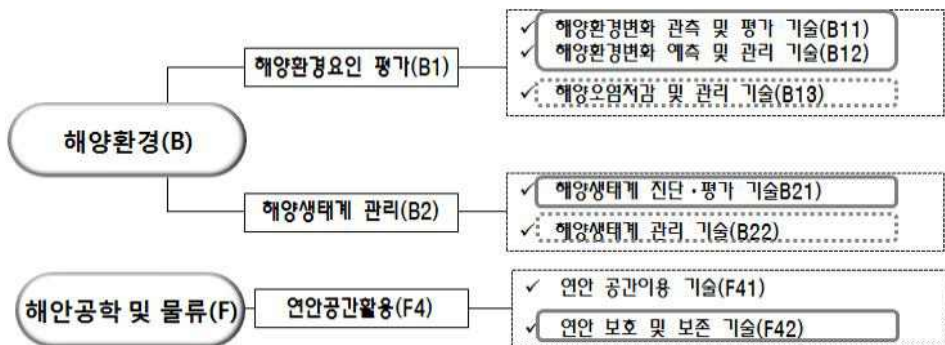
제 3 장 새만금 해양환경관리 연구개발 로드맵

1. 연구개발의 성격 및 최종 목표

1) 연구개발사업의 성격

새만금종합개발사업 추진에 따른 외해역 해양환경관리를 위한 연구개발사업(이하 ‘새만금 외해 연구개발사업’)은 ‘새만금 외해역 해양환경보전’과 ‘외해역의 환경 및 자원의 지속가능한 이용’이라는 정책목적 달성과 밀접한 관련이 있다. 따라서 연구개발의 성과는 새만금 유역개발에 따른 환경영향을 감시, 진단·예측하고, 영향을 저감할 수 있는 정책수단을 개발하는데 기여하여야 한다.

이러한 점을 고려할 때, 이 연구개발사업은 과학기기술 분류체계에서 ‘해양환경(B)’ 및 ‘해안공학 및 물류(F)’의 대분류 범주로 구분된다. 중분류 체계에서는 ‘해양환경 요인평가(B1)’, ‘해양생태계관리(B2)’, ‘연안공간활용(F4)’에 포함되며, 소분류 체계에서는 6가지 하위 기술요소와 직접 관련이 있다.



| 그림 3-1 | 새만금 외해역 연구개발사업의 기술 분류

6개의 하위 기술요소 중 새만금 외해 연구개발사업과 연관성이 가장 높은 것은 해양환경 변화 관측 및 평가, 해양환경변화 예측 및 관리, 해양생태계 진단·평가기술이다. 그러나 연구개발 후반부에 해양환경 변화에 대한 관측, 예측, 진단, 해양생태계 진단 기술이 확보되고, 해양환경상태가 새만금 외해역의 관리목표를 충족하지 못할 경우 해양오염저감 및 관리, 해양생태계 관리 기술의 비중이 커질 필요가 있다.

이 연구개발사업의 연구개발 단계를 설정하는 것이 중요한데, 우리나라 국가 과학기술 연구개발 단계는 ‘기초연구, 응용연구, 개발연구’²⁵⁾로 구분된다. 새만금 외해역의 해양환경과 관련한 선행연구(국토해양부, 2002~2011; 2012)를 통해 새만금 방조제 외측해역에 대한 환경상태를 관측했고, 한계는 있지만 수질예측이라는 실용적인 목적하에 기술을 개발했다는 점을 고려할 때, 이 연구는 개발연구단계에 있다. 즉 선행연구를 통해 확보한 지식과 기술을 기초로, 새만금 지역 개발에 따른 해양환경영향을 진단·예측하기 위한 기술을 개선하는 사업 위주로 구성한다. 다만 선행연구가 내측 해역의 환경상태 변화, 예측 진단에 초점이 맞추어져 있어 외측 해역에 대한 지식과 정보의 축적수요가 존재하므로, 부분적으로 기초 및 응용연구 개발단계의 내용도 포함한다.

25) 기초연구 : 특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 아니하고 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 획득하기 위하여 행하여지는 이론적 또는 실험적 연구 단계.

응용연구 : 기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여 주로 실용적인 목적과 목표 하에 새로운 과학적 지식을 획득하기 위하여 행하여지는 독창적인 연구 단계.

개발연구 : 기초연구·응용연구 및 실제 경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품 및 장치를 생산하거나, 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위하여 행하여지는 체계적 연구 단계 .

○ 새만금 외해 연구개발사업의 연구개발단계 : **개발연구**

2002년 이후 선행연구를 통해 확보한 환경상태 평가 및 진단·예측기술은 외해수질예측 기술 개발이라는 1차 목적을 달성한 것으로 평가되므로, 현재 단계는 관련 기술을 개선하여 해양환경관리에 적용하는 단계임

2) 연구개발의 목표

새만금 외해 연구개발사업은 앞서 기술한 바와 같이 해양환경 분야 개발연구 단계 사업으로, 새만금 지역 개발에 따른 해양환경영향을 저감 및 관리하기 위한 정책수요를 충족해야 한다. 또한 연구개발의 목표는 연구개발의 목적, 새만금 해양환경 현황, 새만금 지역 개발계획의 내용 등을 고려하여 설정해야 한다. 이상의 내용을 종합하여 연구개발의 최종 목표를 <표 3-1>과 같이 설정하였다.

| 표 3-1 | 새만금 외해역 연구개발사업 최종 목표

중분류	소분류	연구개발 목표
진단 평가	환경 감시	• 해양환경의 과학적 진단 및 최적 모니터링 체계 구축
	사회경제 평가	• 수산업, 관광 등 해양의존형 경제활동 변화 주기적 모니터링 • 해양환경변화에 따른 사회경제활동 영향 평가 방법 개발
예측	환경변화 예측	• 새만금 개발사업에 의한 해양환경 변화 예측모델 개발 - 수질, 생태계, 저질·지형 변화 예측

| 표 3-1 | 새만금 외해역 연구개발사업 최종 목표(계속)

중분류	소분류	연구개발 목표
저감 관리	환경영향 저감	• 해양환경관리 목표와 부합하는 내측 오염원의 외해배출 관리 기술 개발 - 오염허용총량 산정 및 총량 이내 최적 배출 방법 발굴 • 관광 및 기반시설의 생태적 디자인 기술 개발 • 침식·퇴적 영향 최소화 및 환경복원 기술 개발 • 항만 및 어항 환경관리 기술 개발
	관리대책 수립	• 새만금 연안의 종합관리대책 수립 - 새만금 내부개발 계획의 변경 대응, 외해 해양환경관리 및 생태계 보전, 해양공간관리(해역용도제 포함) 등

2. 연구개발 세부 내용

새만금 외해 해양환경 및 이용개발 현황, 정책수요 분석, 전문가 워크숍 결과를 토대로 새만금 외해 연구개발사업의 세부 내용을 배경 및 필요성, 연구개발 기간, 연구개발 세부내용, 소요예산 등으로 정리하였다.

1) 진단 및 평가 분야

(1) 연구개발 필요성

새만금 외해역 해양환경관리를 지원할 수 있는 연구개발사업은 해양수질, 생태계, 저질, 지형변화 등 환경상태 변화를 체계적으로 조사해야 한다. 특히 외해역 해양환경상태는 방조제 건설, 건설 후 관리수위 조절에 따른 내부 수 방출, 새만금유역 환경 개선 대책의 진행 상황 등에 따라 매우 역동적인 형태로 나타날 것으로 예상된다.

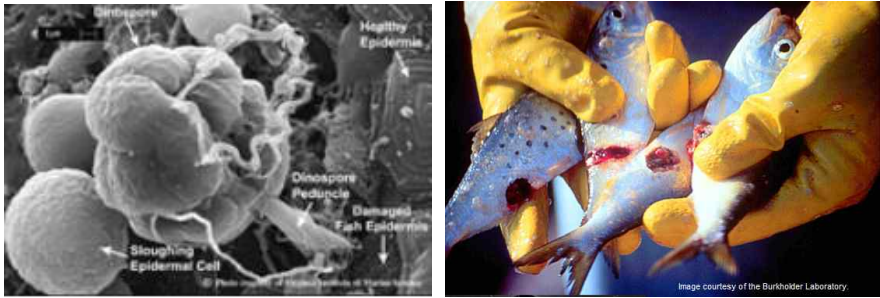
특히 서해 해양의 특성상 새만금 해양환경상태를 과학적으로 진단하기 위해서는 계절변화가 아닌 적어도 월 변화 및 환경상태가 악화되는 하계집 중조사가 병행되어야 한다. 또한 해양환경상태에 기초한 해양공간관리에 관한 정책을 합리적으로 결정하기 위해서는 이를 뒷받침할 과학적 자료가 체계적으로 제공되어야 한다.

현재 새만금 외해역의 해양환경상태를 진단하는 사업은 연 4회, 6개 정점에서 조사가 이루어지는 국가해양환경측정망이 유일하다(<그림 3-2> 참조). 국가해양환경측정망은 수질 중심의 측정망으로, 하계 환경상태 진단, 새만금호 내부 배출수 영향 파악, 해양생태계 변화 등을 모니터링하는데 한계가 있다.



| 그림 3-2 | 국가해양환경측정망 전주포 연안 정점

한편 해양환경관리의 궁극적 목적은 환경관리 항목의 목표를 달성하는 것이 아니라, 해당 지역사회의 지속가능한 발전과 밀접한 관련이 있는 해양의존형 경제활동을 유지(anti-degradation)하는 데 기여하는 것임을 주지할 필요가 있다. 예컨대 해양생태계 변화와 관련하여 어류치사를 유발하는 맹독성 유해성 부유생물(*Pfiesteria shumwayae*)의 적조가 새만금 외해역 남측에서 관측되고 있어 수산업 및 관광에 큰 영향을 줄 가능성이 있다. 따라서 새만금 지역 개발사업이 해양환경에 미치는 영향을 진단하는 것과 병행하여, 해양환경의 변화가 지역 연안경제활동에 주는 영향의 내용과 정도를 평가하는 것도 중요하다. 이 연구개발사업의 성과가 정책결정을 지원하는데 활용된다는 것은 환경관리 외에도 환경상태와 밀접한 관련이 있는 수산업, 해양관광 등 해양경제활동과 관련한 대책을 마련하고 이행하는 데 기여할 수 있음을 함의한다.



| 그림 3-3 | 새만금 출현 유해성 적조생물 및 어류피해 사진

자료: Virginia Institute of Marine Science

(2) 연구개발 세부 내용

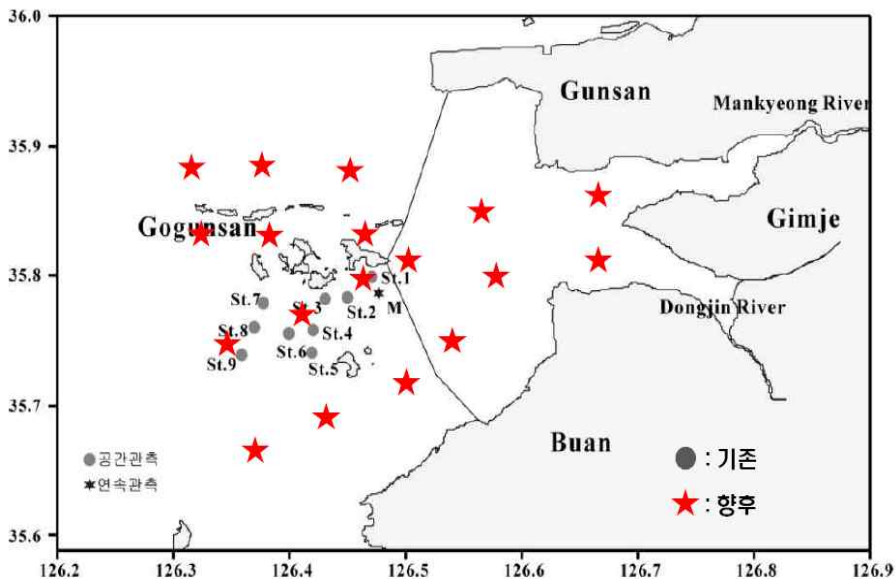
① 연구개발 기간 및 추진방법

해양환경상태를 진단, 평가하기 위한 최적 모니터링 체계는 기존의 자료와 조사체계를 통계적으로 분석하여, 2015년까지 구축하여야 한다. 2015

년 이후 구축한 모니터링 체계에 따라 동일한 방법으로 해양환경상태를 진단, 평가해야 한다. 사회경제활동 영향 평가 방법은 2014년 연구개발 착수와 함께 경제활동 변화를 모니터링하면서 개발해야 한다.

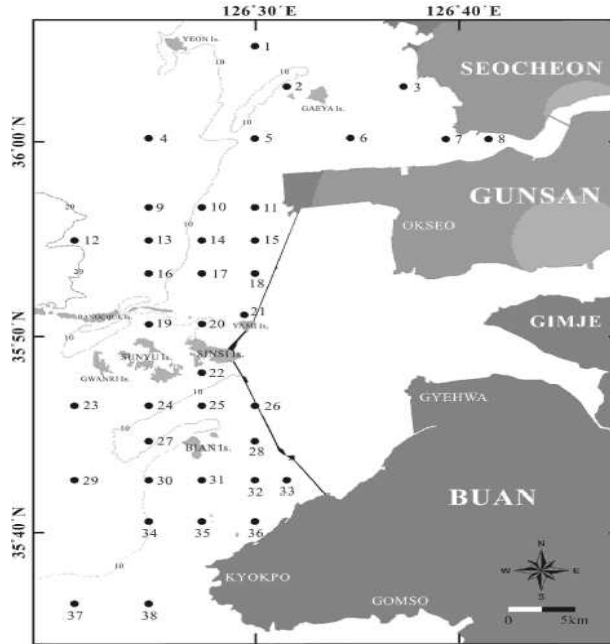
② 연구개발 세부 내용 및 소요 예산

진단 및 평가에서 해양환경 분야는 수질, 퇴적물, 생태계를 포괄해야 하고, 조사 정점은 현재의 6개 정점에서 적어도 20개 이상으로 확대될 필요가 있다. 조사 빈도는 월 1회를 기본으로 하되, 하계에는 집중강우 시기 등을 고려하여 월 4회 이상 모니터링해야 한다. 한편 해양환경상태 외에도 해양환경상태에 영향을 미치는 배출수의 양과 배출수 내 수질 및 생태계의 특성도 파악해야 한다.



| 그림 3-4 | 해양환경 모니터링 정점 확대(안) 예

자료: 양재삼, 2012



| 그림 3-4 | 해양환경 모니터링 정점 확대(안) 예(계속)

자료: 이정호, 2012

| 표 3-2 | 진단·평가 분야 연구개발 내용 및 예산

단위: 백만 원, 년

연구개발 세부 내용	소요예산(안)	기간
외해역 해양수질 현황 모니터링	2,000	10
외해역 해양퇴적물 및 지형변화 모니터링	2,000	10
외해역 및 조간대 생태계 모니터링	4,000	10
방출수 조사(주 2회)	1,000	10
사회경제활동 영향 평가방법 개발	100	2
사회경제활동 변화 모니터링(인식조사 포함)	700	10
계	9,800	-

2) 예측 분야

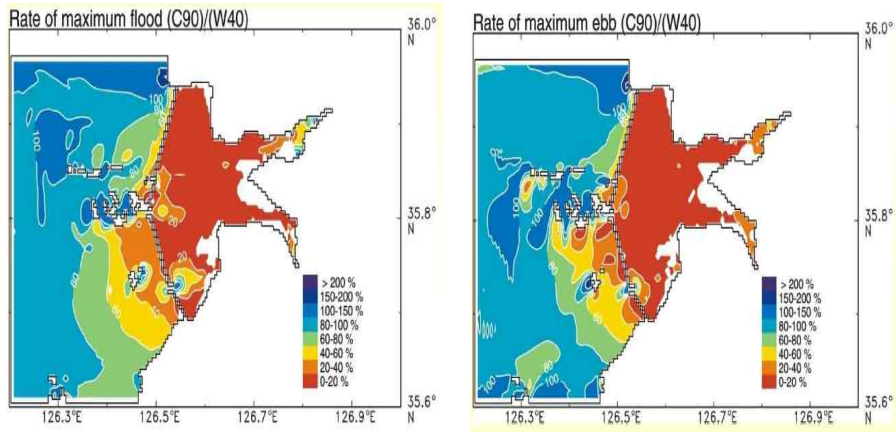
(1) 연구개발 필요성

새만금 종합개발사업에 따른 환경보전대책을 마련하는 데 필요한 핵심 기술은 개발 진행과정 및 개발 후 해양환경에 미치는 영향을 과학적으로 예측하는 기술이다. 국토해양부가 2002~2012년 기간 수행한 연구에서 개발한 수질예측모델은 방조제 완공 전의 해양환경상태 자료를 활용하여 개발한 것이다.

그러나 2010년 새만금 하구역이 방조제로 체절된 이후의 해양환경자료를 반영하지 못했으며, 방조제 내측 호수의 관리수위 조절 및 내부 수질관리를 위해 외해로 방출하는 배출수의 농도와 배출량을 적절하게 고려하지 못한 한계가 있다. 또한 2009년 새만금 종합개발사업계획이 기존의 개발계획에 비해 산업단지 중심으로 크게 변경된 상황도 기존 예측모델이 개선해야 할 사항이다.

기존의 예측모델이 이화학적 수질상황을 예측하는 데 초점이 맞추어져 있었던 것과 달리 이 연구개발사업을 통해 개발해야 할 예측모델은 생태계, 저질 및 지형을 포괄해야 한다. 지형변화 예측 기술개발을 이번 연구개발에 포함한 것은 방조제 건설 이후의 조류속이 크게 감소하여(국토해양부, 2011a, p. 555)²⁶⁾ 주변 해안 지형 및 퇴적물의 변화를 지속적으로 관찰, 모의해야 하기 때문이다. 생태계 모델은 외해역 수산자원과 밀접한 관련이 있는 저서생태계 및 유해성 적조를 예측하고, 수산업·관광 피해를 최소화할 수 있도록 설계해야 한다.

26) 방조제 남측 해역은 40%, 북측 해역은 20%가 감소한 것으로 관측됨.



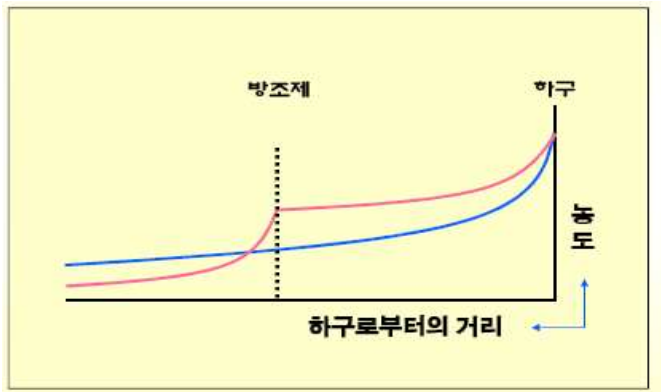
| 그림 3-5 | 방조제 건설 후 조류 변화

자료: 국토해양부, 2011a, p. 554

(2) 연구개발 세부 내용

① 연구개발 기간 및 추진방법

해양환경변화를 예측하는 기술은 내부개발 과정에서 방조제 내부수의 방출 및 외해역 확산, 항만 및 어항개발에 따른 영향을 규명하는 모델을 개발하는 사업으로 2016년에 개발을 완료할 필요가 있다. 이후 내외부 개발이 완료된 후 사후영향 추적을 위한 모델 개선은 2020년에 완료해야 한다. 모델 개발에 필요한 입력자료를 확보하기 위해 진단 및 평가 분야 연구개발사업과 연계하여 예측기술을 개발해야 한다. 또한 입력자료 중 핵심 자료인 방조제 내측의 수질 및 부유사, 생태계 자료를 체계적으로 제공받을 수 있도록 환경부와 연구협력 체제를 구축해야 한다.



| 그림 3-6 | 외해역 물질수지 산정을 위한 내외부 연계 모식도
자료: 이석, 2012

② 연구개발 세부 내용 및 소요 예산

예측기술 개발의 대상은 수질, 저서 군집 및 부유생태계, 퇴적양상 및 해안 지형변화를 포함한다. 해양관광 및 수산업과 밀접한 관련이 있는 예측기술 개발은 피해를 최소화하고 저감을 위한 관리대책 마련 및 투자우선 순위를 설정하는 데 필요한 형태로 구현되어야 연구개발의 합목적성을 확보할 수 있다.

| 표 3-3 | 예측 분야 연구개발 내용 및 예산

단위: 백만 원, 년

연구개발 세부 내용	소요예산(안)	기간
외해역 해수유동장 모델 구축	900	6
외해역 해양퇴적물 및 지형변화 예측	1,200	6
외해역 해양수질 변화 예측	2,000	10
외해역 해양생태계(저서, 부유) 변화 예측	4,000	10
방조제 내측 해양환경자료 구축	1,000	10
계	8,900	-

3) 저감 및 관리 분야

(1) 연구개발 필요성

이 연구개발사업은 새만금 외해역의 해양환경보전을 체계적으로 실현하는 데 필요한 과학적 기반을 제공하는 특성이 있다. 따라서 연구개발사업은 새만금 유역 및 연안의 개발사업을 추진하는 과정에서 발생할 불가피한 환경영향을 저감하고 필요한 경우 체계적인 투자를 통해 환경복원을 추진할 수 있는 기술을 함께 병행하여 개발하는 것이 필요하다. 또한 새만금 개발과정에서 환경변화 및 투자여건 변화로 개발사업의 조정, 변경이 이루어질 경우 해양환경의 수용력을 고려하여 개발계획을 합리적으로 조정, 변경할 수 있는 지식과 정보를 제공해야 한다. 특히 방조제 내부 수의 외해 배출이 이루어지는 갑문의 조작방식에 따라 외해 수질 및 생태계의 영향정도가 달라질 수 있는바, 필요한 경우 외해 환경관리목표를 달성할 수 있도록 배출수 수질 관리를 위한 과학적 근거를 확보하는 데 기여해야 한다.

외해역에서 이루어지는 어항개발, 항만개발, 관광지 조성에 필요한 구조물 또는 시설이 생태친화적 방식으로 설치될 수 있도록 생태계를 고려하여 시설물을 디자인할 필요가 있다. 이는 지역발전을 위한 불가피한 구조물의 설치가 해양환경에 주는 부정적 영향을 방지할 뿐만 아니라 구조물과 주변 지역의 가치를 높이기 때문이다. 또한 새만금 외해 연안에서 해안지형 변화, 퇴적양상의 변화가 나타나고 있어, 장기적으로는 해양환경 및 사회경제활동에 부정적 영향을 완화·사전예방하는 대책도 마련해야 한다.

한편 새만금 해양환경관리를 위한 연구개발의 성과가 정책적 타당성, 사회적 지지를 확보하려면 새만금 내부개발 계획의 변경에 체계적으로 대응할 수 있어야 한다. 새만금 외해역의 해양환경관리 목표의 설정, 목표에 기초한 해양환경 및 생태계보전 대책, 해양공간의 계획적 관리와 개발 등이 체계적으로 추진될 수 있는 종합관리대책의 마련도 필요하다.

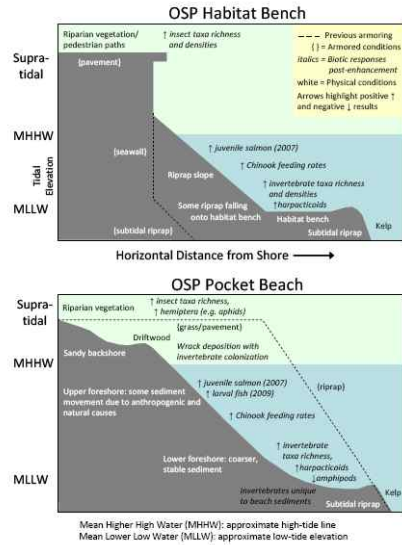
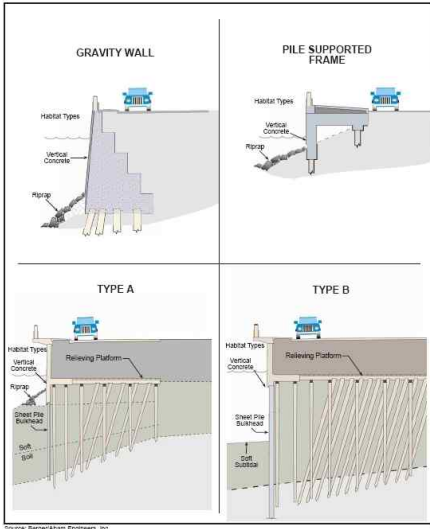
(2) 연구개발 세부 내용

① 연구개발 기간 및 추진방법

해양환경영향을 저감하는 기술 중 내측 오염물질의 외해 배출 관리 제어체계 개발은 해양환경변화 예측을 위한 모델개발과 동시에 진행되어야 하므로 2016년까지 기술개발을 완료한다. 관광, 어항, 항만 등 해양기반 시설의 생태적 디자인 기술 개발은 새만금 외측 개발을 위한 기본설계 전에 기본개념을 정립해야 한다. 침식퇴적 영향 최소화 및 환경복원 기술 개발, 항만 및 어항 환경관리 기술 개발은 1차 예측모델 개발이 완료되는 시점을 전후하여 착수해야 한다. 개발한 기술을 현장에 적용할 수 있도록 투자계획은 2020년을 기준으로 수립해야 한다.

② 연구개발 세부 내용 및 소요 예산

저감 및 관리기술은 해역환경관리 목표에 기초한 총량산정, 방조제 배수갑문 운영시스템 개선, 관광 및 해양기반시설 조성에 적용할 생태적 디자인 기술, 침식·퇴적 영향 최소화 및 환경복원 기술, 항만 및 어항 내 해양환경관리 기술, 새만금 정책대응시스템 구축, 새만금 연안종합관리대책 수립 등으로 제시할 수 있다.



| 그림 3-7 | 해외 해안도로 설계 영향평가 및 생태적 디자인 사례
주: 해안도로·친수공간은 미국 워싱턴 주 사례이며, 어항은 호주 Jervis 만 사례임
자료: PARAMETRIX, 2004, p. 38; Toft *et al.*, 2010, p. 100

생태적 디자인 기술, 침식·퇴적 영향 최소화 및 환경복원 기술, 항만 및 어항 내 해양환경관리 기술은 다른 유관 연구개발사업의 성과를 새만금 해역의 환경 특성에 적합하게 개선하는 연구개발 추진체제를 채택하는 것이 바람직하다. 다만 국가 연구개발사업에서 유관 연구개발사업 추진을 위한 계획이 마련되지 않을 경우 새만금 해역을 시범해역으로 선정하여 연구개발을 추진하는 것도 고려할 수 있다.

| 표 3-4 | 저감 및 관리분야 연구개발 내용 및 예산

단위: 백만 원, 년

연구개발 세부 내용	소요예산(안)	기간
해역관리목표 도출, 오염허용총량 산정 및 최적 배출수 관리체계 구축	1,000	5
관광, 어항, 항만 등 해양기반 시설의 생태적 디자인 기술 개발	5,000*	5
침식·퇴적 영향 최소화 및 환경복원 기술 개발	6,000*	5
항만 및 어항 해양환경관리 기술 개발	1,000	5
새만금 정책대응시스템 운영 및 연안종합관리대책 수립	2,000	10
계	14,000	-

주: 생태적 디자인 기술 개발, 환경복원 기술 개발 소요예산은 시범지역 실행예산을 포함하고 있으며, 이 연구개발 세부사업을 별도 연구개발사업으로 추진할 경우 재원 불필요

3. 연구개발 추진체계

3개 분야 8대 중과제로 구성된 이 연구개발의 예산은 327억 원으로 산정되었는바, 예산확보 가능성을 토대로 연구개발사업의 우선순위에 기초하여 사업을 추진해야 사업의 성공가능성을 제고할 수 있다. 우선순위를 고려한 새만금 외해 연구개발사업 추진방향을 ‘현재 연구개발 기술 수준, 예산확보가능성, 정책수요, 여건변화 전망’ 등을 고려하여 <표 3-5>와 같이 3단계로 구분하였다.

<표 3-5>에 따른 연구개발의 단계별 추진체계와 관련하여 각 단계별 연구개발사업의 성격 및 추진방향은 다음과 같다.

| 표 3-5 | 새만금 외해 연구개발 단계별 추진 체계

연구개발 추진사항		1단계 (’14-’16년)	2단계 (’17-’19년)	3단계 (’20-’23년)
진단 평가	진단평가체계 구축			
	환경사회경제 진단평가			
예측	예측모델 개발			
	예측모델 운용			
저감 관리	저감완화기술 개발			
	저감완화기술 적용			
	정책대응시스템 운영			
	종합관리대책 수립			

제1단계는 2014~2016년까지 3년으로, 해양환경 진단 및 평가체계를 구축하고 예측모델 개발에 우선순위를 두어야 한다. 선행연구를 통해 새만금 외해역 환경상태에 대한 진단과 평가가 이루어졌으나, 방조제 건설 후의 환경변화를 체계적으로 진단할 필요가 있다. 또한 예측모델 개발에 필요한 입력 자료와 새만금 외해역 관리 및 정책결정에 필요한 정보를 체계적으로 확보하는 것도 중요하다. 1단계에 구축한 해양환경 진단·평가체계는 2단계 및 3단계에 일관성 있게 적용해야 한다.

제2단계는 개발한 예측모델을 토대로 새만금 종합개발사업 진행과정에서 발생하는 영향을 평가하고, 완화·저감을 위한 대책마련에 활용될 수 있는 운영체제를 구축해야 한다. 그러나 새만금 종합개발사업 진행과정에서 내부개발계획을 변경하거나, 새만금 내부수역의 관리방식을 수정할 가

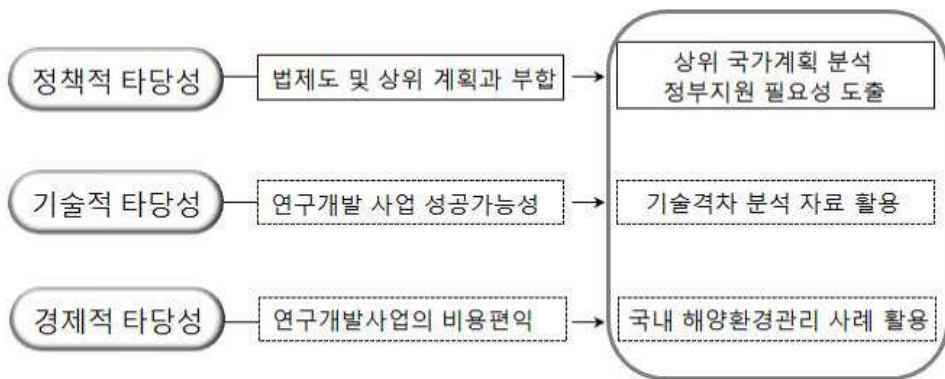
능성도 있어 개발계획의 변경 및 내부수역 관리방식의 변경 시 예측모델의 수정도 함께 이루어질 필요가 있다. 이와 함께 영향을 저감, 완화할 수 있는 기술 개발을 병행하여 최적의 기술적 대안과 투자계획을 마련하고, 새만금 연안의 체계적 관리를 위한 종합대책을 수립해야 한다. 이 시기는 새만금 종합개발사업 추진 과정에서 도서지역의 관광시설 조성, 어항 및 항만개발에 생태적 디자인 기술을 적용하는 단계이기도 하다.

제3단계는 새만금 종합개발사업(1단계)이 완료되어 개발지역에서 사회경제활동이 이루어지는 시기로, 개발 완료 후 영향을 체계적으로 진단하고, 2단계에서 개발한 영향 저감·완화 기술을 현장에 적용하는 실용화 단계로 규정할 수 있다. 다만 연구개발의 성과를 확대, 적용하는 운영 및 실용화 단계의 특성을 감안하여 필요한 경우 제3단계 연구개발사업은 연구개발과제(R&D)가 아니라 일반 경상사업으로 운영하는 것을 검토할 수 있다. 따라서 연구개발을 통해 얻은 성과를 현장에 적용하고 효과적으로 활용하기 위해서는 정부 소속 또는 산하기구가 연구개발사업 2단계 후반부에 참여할 필요가 있다.

제 4 장 연구개발사업의 타당성 분석

1. 연구개발 타당성 평가 방법

새만금 외해 연구개발사업에 대한 정책적, 기술적, 경제적 관점에서 타당성을 평가하는 것은 대규모 재원이 투입되는 연구개발사업 추진 여부를 결정하는 과정에서 필요한 사항이다. 이 연구개발사업에 대한 타당성을 평가할 때 세가지 요소항목을 평가해야 하지만, 예산 및 인력의 제약으로 기술적 타당성 검증을 위한 특허 분석이나 경제적 타당성 검증을 위한 별도 연구는 간접 자료를 활용하였다.²⁷⁾ 이에 따라 기술적 타당성은 우리나라 해양환경기술 개발 수준을 한국해양과학기술진흥원의 ‘MTRM 2020(해양과학기술개발로드맵)’의 기술격차 자료를 이용하여 도출하였다. 경제적 타당성은 해양환경관리에 대한 경제적 타당성 연구사례를 활용하여 기술하였다.



| 그림 4-1 | 새만금 외해 연구개발 타당성 평가 방법

27) 특허 분석의 경우 분야별 기술당 약 2,000만 원이 소요되며, 경제적 타당성은 비시장재화의 가치평가를 위한 설문조사만 2,500만 원이 소요됨.

2. 정책적 타당성

법·제도는 국제사회의 제도, 국내 법률 및 국가계획으로 구분할 수 있으며, 정책타당성 평가를 위해 상위계획과 부합성을 분석하였다. 이 연구에서는 방조제 건설 및 외해역 해양환경영향을 직접 관장하는 국제협약이 채택되지 않았으므로, 국내 국가계획에 한정하여 분석하였다. 연관성이 높을 것으로 판단되는 제반 계획과 이 연구개발사업의 부합성을 종합하면 <표 4-1>과 같다.

표 4-1 | 새만금 외해 연구개발사업의 상위계획과 부합성

상위계획	부합성 및 근거
녹색성장 국가전략 및 5개년 계획	•부합성 : 1 - 국가 차원의 녹색성장에 관한 기본방향 제시
해양수산발전기본계획	•부합성 : 2 - 해양수산분야 이용·개발·보전 기본방향 제시
해양과학기술개발 기본계획	•부합성 : 5 - 국가 해양과학기술 중장기 발전을 위한 개발부문 하나로 해양환경기술 포함
해양환경기술개발 중장기 기본계획	•부합성 : 5 - 해양환경분야 연구개발 방향 구체적 제시
해양환경종합계획	•부합성 : 4 - 해양환경보전을 위한 기본방향 및 투자계획
해양생태계의 보전·관리 기본계획	•부합성 : 3 - 해양생태계 보호에 관한 기본정책방향
연안습지보전기초계획	•부합성 : 3 - 연안습지(갯벌) 보전을 위한 기본정책방향
연안통합관리계획	•부합성 : 4 - ‘전북연안’의 지속가능한 발전방향 제시
새만금 유역 2단계 수질개선 종합대책	•부합성 : 4 - 방조제 내측 중심, 해양수질대책 2억 원 투자 완료(2011년)

주: 지수가 높을수록 부합성이 높음을 의미하며, 부합성 지수가 ‘4’ 이상이면 연구개발사업의 부합성이 높은 수준이라고 평가할 수 있음

<표 4-1>의 국가계획 중 이 연구개발사업 추진을 위한 제도적 근거가 구체적으로 명시된 계획은 ‘해양환경종합계획’, ‘연안통합관리계획’, ‘해양과학기술개발 기본계획’, ‘해양환경기술개발 중장기 기본계획’, ‘새만금 유역 2단계 수질개선 종합대책’이 있다.²⁸⁾ 상위계획 중 새만금 수질개선 대책을 제외하고 계획의 내용과 새만금 외해 연구개발사업 간 연관성을 구체적으로 살펴보면 아래와 같다.

1) 해양환경종합계획

2011년 수립한 제4차 해양환경종합계획은 「해양환경관리법」 제14조²⁹⁾에 따라 수립하는 계획이다. 해양환경보전을 위한 정책방향을 설정하고 이를 토대로 해양환경보전을 위한 연구개발을 비롯하여 오염물질 유입 저감, 해양환경복원 사업 등을 장기적 관점에서 시행하는 사업계획의 성격이 있다. 이 계획은 육상기인오염원 국가관리체계 확립, 해양기인오염 대응능력 확충, 해양생태계 건강성 유지·보전, 기후친화적 해양환경관리 강화, 해양환경정책 인프라 강화 등 5개의 분야별 추진계획으로 구성되어 있다. 이 중 새만금 외해 해양환경관리를 위한 연구개발사업 투자를 위한 정책시행의 근거가 되는 분야는 육상기인오염원 관리, 해양생태계 건강성 유지·보전, 해양환경정책 인프라 강화이다. 따라서 이 계획은 새만금 외해역 해양환경관리를 위한 연구개발사업 추진의 정책적 근거가 된다고 할 수 있다.

28) ‘새만금 유역 2단계(2011~2020) 수질개선 종합대책’은 계획의 명칭을 통해 부합성을 확인할 수 있는바, 지리적 범위가 방조제 내측 수역 및 유역에 한정되어 있음. 또한 2020년까지 투자될 사업비 2조 8,905억 원 중 해양수질대책으로 책정된 2억 원은 이미 집행되어 부합성 지수가 감소했음.

29) 제14조(해양환경종합계획의 수립 등) ① 국토해양부장관은 해양환경의 훼손 또는 해양오염으로 인한 피해를 예방하고 깨끗하고 안전한 해양환경을 조성하기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 해양환경종합계획을 10년마다 수립·시행하여야 한다. 이 경우 국토해양부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 미리 협의하여야 한다.

<해양환경종합계획과 부합성>

▷ 관련 연구개발 추진의 정책근거 및 연구개발 추진방향 기술

- (정책근거) 육상기인오염원관리, 해양생태계 건강성 유지·보전, 해양환경 정책 인프라 강화
- (추진방향) 육상기인오염원 관리를 위한 과학기술 기반 강화, 서식지 복원기술 개발 및 특허 등록, 과학적 정책기반 강화

2) 연안통합관리계획

「연안관리법」 제6조제30) 따라 수립하는 ‘연안통합관리계획’은 이 법의 제정목적인 ‘연안의 효율적인 보전·이용·개발에 필요한 사항을 규정’하고 ‘이행’하기 위한 정책수단이다.

2011년에 수립하여 2021년까지 시행될 이 계획은 연안의 지속가능한 발전을 위한 추진전략을 5가지로 규정하고 있다. 이 중 ‘생태계 건강성 및 연안경관 증진’, ‘기후변화 및 재해대응 강화’ 전략이 이 연구개발사업과 관련이 있는 추진전략이다. 연안통합관리계획의 추진전략은 앞서 분석한 ‘해양환경종합계획’과 동일하게 정책방향을 제시한다는 점에서 이 연구개발사업 추진의 정책적 근거가 된다. 또한 이 계획은 전국 연안을 8개로 구분하고, 연안별로 정책방향 및 추진과제를 제시하고 있는데, 전북연안의 정책방향 및 추진과제 중 ‘새만금 방조제 외해역 기능구 구분 및 연안용도해역제 도입’, ‘새만금 권역 연안오염총량관리제 도입 검토’, ‘새만금 주변 해수욕장 등 연안침식 관리대책 마련’ 등이 이 연구개발사업을 통해 해결해야 할 현안이다.

30) 제6조(연안통합관리계획의 수립) ① 국토해양부장관은 연안을 종합적으로 보전·이용 및 개발하기 위하여 제30조에 따른 중앙연안관리심의회 심의를 거쳐 10년마다 연안통합관리계획(이하 "통합계획"이라 한다)을 수립하여야 한다.

<연안통합관리계획과 부합성>

▷ 전북연안관리 추진과제로 제시

- (추진과제 내용) 새만금 방조제 외해역 기능구 구분 및 연안용도해역제 도입, 새만금 권역 연안오염총량관리제 도입 검토, 새만금 주변 해수욕장 등 연안침식 관리대책 마련

3) 2020 MTRM 및 해양환경기술개발 중장기 기본계획

「해양수산발전기본법」 제17조³¹⁾에 따라 수립하는 ‘해양과학기술개발 기본계획’은 2011년에 수립되었다. ‘2020 해양과학기술 로드맵’(이하 ‘2020 MTRM’)으로 명명된 이 계획에서 새만금 외해 연구개발사업 관련 내용은 13대 전략기술 중 ‘연안재해 관측예보’, ‘청정한 바다 조성’, ‘건강한 연안환경 구축’, ‘친수공간 및 해양문화 창조’와 관련이 있다. 육지부 개발사업으로 인한 외해역 해양환경관리 기술개발에 관한 사항을 제외하고, 침식해안 관리기술, 연안습지 및 하구역 보전·복원기술, 해양생태계 교란생물 감시·제어기술, 친환경 항만조성 및 신기술 실증 인프라 구축 등은 이 연구개발사업에 관한 내용을 직접 규정하고 있는 기술개발 분야이다.

해양환경기술개발 중장기 기본계획(이하 ‘해양환경기술개발계획’)은 ‘해양과학기술개발기본계획’의 해양환경 부문 실천계획의 위상이 있다. 2011년 수립한 이 계획은 상위계획인 2020 MTRM과 정책추진의 일관성을 유지하고 있고, 핵심기술은 ‘기후변화, 해양오염, 해양생태계 교란, 연안훼손’ 대응기술로 구성되어 있다. 2020년까지 238억 원이 투자될 예정이나, 새만금 외해역 관리를 위한 예산은 개별 기술개발 단계에서 투자될 것으로 판단된다.

31) 제17조 (해양과학조사 및 기술개발 등) ② 국토해양부장관은 해양과학기술을 향상하게 하고 해양과학기술의 실용화·산업화를 촉진하기 위하여 해양과학기술개발계획을 세우고, 이를 시행하여야 한다.

<2020 MTRM 등과 부합성>

▷ 관련 연구개발 세부 내용을 계획에 명시

- (기술개발 내용) 침식해안 관리 기술, 연안습지 및 하구역 보전·복원 기술, 해양생태계 교란생물 감시·제어 기술, 친환경 항만조성 및 신기술 실증 인프라 구축

3. 기술적 타당성

해양환경기술을 앞서 분류한 기술요소별로 기술수준 및 기술격차를 분석하고, 이를 토대로 기술개발 성공가능성을 평가하였다. 기술격차 분석은 국토해양부(2011b)의 『해양환경기술개발사업 중장기 기본계획 수립을 위한 기획연구』 보고서의 내용을 재구성하였다.

세부 기술요소별 2010년 기준 목표수준 대비 기술수준은 최저 40.0% (해양환경변화 관측 및 예측기술), 최고 61.3%로 나타났다(국토해양부, 2011b, pp. 99~105). 세계 최고수준의 기술보유국과 기술격차는 최소 5.0년 (해양환경변화 관측 및 예측기술), 최고 12.9년(해양생태계 복원 기술)로 조사되었다. 기술수준, 기술격차, 2015년 기술격차 변화를 이 연구개발사업과 직접 관련이 있는 세부 기술요소별로 비교하여 기술적 타당성을 구체적으로 살펴보면 <표 4-2>와 같다.

현재 기술수준이 상대적으로 양호하고 2015년 세계 최고국가와 기술격차를 좁힐 수 있는 분야는 ‘해양환경변화 관측 및 평가’, ‘해양환경변화 예측 및 관리’, ‘연안 보호 및 보존’이다. 기술격차가 크고 2015년에도 기술격차를 좁히기 어려운 요소기술은 ‘해양오염저감’, ‘해양생태계 관리’, ‘해양생태계 복원’이다.

| 표 4-2 | 새만금 외해 연구개발사업의 기술수준 및 기술격차

세부 요소 기술	목표 대비 수준(%)	최고국 기술수준(%)	기술격차 (년)	기술격차 전망(년)
해양환경변화 관측 및 평가	61.3	79.3(미국)	7.1	3.8(△3.3)
해양환경변화 예측 및 관리	40.0	60.0(미국)	5.0	5.0(△0.0)
해양오염 저감 및 관리	55.7	77.5(미국)	10.1	7.7(△2.4)
해양생태계 진단 및 평가	48.4	82.1(EU)	10.3	9.3(△1.0)
해양생태계 관리	53.6	80.2(EU)	10.9	9.1(△1.8)
해양생태계 복원	43.7	76.7(미국)	12.9	11.8(△1.1)
연안보호 및 보존*	56.0	77.5(일본)	4.9	3.6(△1.3)

주: 1) 목표대비 수준은 2010년 기준임. 기술격차는 최고국과 기술격차를 의미하며, 기술격차 전망은 2015년의 기술격차 전망치임

2) 연안보호 및 보존 요소기술의 기술수준 및 기술격차는 ‘해안공학 및 물류기술’ 전체의 기술수준 및 기술격차임(국토해양부, 2011c, p. 15)

자료: 국토해양부(2011b, pp. 99~105)를 종합·재구성

새만금 외해역 해양환경관리와 관련한 핵심 기술 중 하나인 해양환경 변화 예측 및 관리기술은 지난 10년간 새만금 지역의 선행연구 성과를 성공적으로 활용할 경우 2015년 기술격차는 더 좁힐 수 있을 것으로 판단된다. 또한 연안보호 및 보존 기술은 연안정비기본계획의 방향을 획기적으로 전환한 수정계획에 따라 추진될 것이므로, 이 분야 요소기술 격차도 전망치보다 더 줄어들 것으로 예상된다.

한편 해양생태계 관리 및 복원 기술의 기술수준이 낮고, 최고 기술보유국가와 기술격차가 큰 것은 국내 법·제도 기반이 취약하고 기존 해양생태계 관리 및 복원 분야 투자가 미흡한 데서 원인을 찾을 수 있다. 그러나 유해성 적조생물 조사 기술은 최근 국제학술지 게재, 세계 수준의 연구기

관과 공동연구를 통해 세계 최고국과 큰 차이가 없다는 점이 확인되었다.

결론적으로 해양생태계 복원기술을 제외한 다른 기술의 경우 집중투자가 이루어질 경우 세계 최고국과 격차를 줄이는 데 기여할 수 있다. 해양생태계 복원기술의 경우 새만금 해역에서 복원기술 개발의 필요성이 다른 요소기술에 비해 크지 않고, 실제 시행 시점이 연구개발사업의 3단계인 점을 고려할 때, 지속적인 투자 또는 다른 연구개발사업을 통해 보완적으로 추진할 경우 기술개발의 타당성은 높아질 것이다.

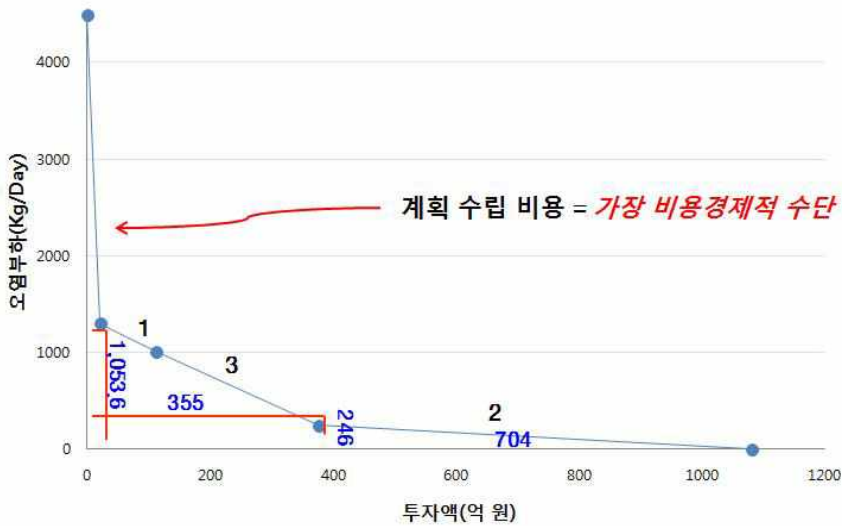
4. 경제적 타당성

해양환경 분야 및 연안보전 분야 요소기술의 경제적 타당성을 도출하기 위해 앞서 기술적 타당성 분석에 활용한 국토해양부(2011b)의 연구보고서와 국내 연관 사례를 분석하였다. 국토해양부의 해양환경기술 개발의 경제적 타당성은 분석 대상 기간 2011~2030년, 사회적 할인율을 5.5%로 설정하고, KDI 예비타당성 조사 일반지침(5판)에 따라 도출되었다. 분석대상 기간이 이 연구개발사업보다 10년 차이가 있고, 개별 요소기술이 아닌 포괄적 분류체계에 따라 비용분석과 산업연관분석을 하였으나 경제적 타당성을 간접적으로 추론하는 데는 무리가 없을 것으로 판단된다. 다만 분석대상 기술이 ‘해양오염’, ‘생태계 교란’, ‘연안훼손’에 한정되어 새만금 외해역 연구개발사업의 일부 요소기술이 포함되지 않은 한계가 있다.

국토해양부(2011b, pp. 195~208)의 연구결과에 따르면 편익/비용 비율은 5.31로 매우 높게 나타났고, 생산유발효과와 부가가치 유발효과의 합이 연구비를 상회하는 것으로 분석되었다.

한편 국토해양부가 마산만 특별관리해역을 대상으로 2004년부터 시행한 연안오염총량관리제의 편익/비용 비율은 1.44, 내부수익률은 10.7%로 사회적 할인율(5.5%)보다 높게 나타났다(국토해양부, 2012, p. 146). 따라서 해

양환경분야 연구개발 및 관리를 위한 투자는 경제적 타당성을 확보한 선행 연구에 기초할 때, 새만금 외해 연구개발사업도 경제적 타당성이 있을 것으로 추정된다. 또한 과학에 기반한 해양환경관리는 경제적으로 타당한 의사결정에 기여할 수 있다는 연구결과에 비추어 볼 때, 이 연구개발사업의 성과가 2020년 이후 새만금 연안의 환경·자원·공간관리에서 합리성을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.



| 그림 4-2 | 연안오염총량관리에서 과학기반 관리의 타당성 곡선

자료: 장원근(2007) 미발표 자료

제 5 장 결 론 및 정 책 제 언

새만금 종합개발사업은 추진과정에서 사업추진 주체와 이해관계자들 사이의 갈등이 수인한도를 넘어서 표출되었다. 과학적 불확실성이 존재하고, 이해상충 해결을 위한 체계적인 메커니즘이 부재한 상황에서 갈등은 일단락되었고, 2010년 방조제가 완공되면서 내부개발이 진행되고 있다.

방조제 건설과정에서 부유사의 확산에 따른 외해역 퇴적환경변화, COD, TN, TP 등 영양염 분포 양상의 변화, 조류속의 감소, 유해성 적조의 출현 등 해양환경 현안도 다양하게 나타났다. 2002년부터 새만금 종합개발사업 추진에 따른 해양환경영향을 진단, 예측하고 합리적인 정책결정을 위한 연구개발사업이 추진되었다.

그러나 연구개발사업으로 추진한 조사연구사업은 방조제 내측 해역의 환경상태 변화에 초점이 맞추어져 있어, 외해역 환경변화에 대한 투자 비중은 상대적으로 낮았다. 특히 2010년 방조제 건설로 해양의 화학, 물리, 생태환경이 영향을 받고 있고, 이후 변화 양상을 예측하는 데 필요한 과학적 기반이 취약한 상황이지만 추가적인 연구개발사업은 진행되지 않고 있다.

이에 따라 새만금 외해역의 환경관리를 위한 대책 마련의 필요성이 제기되었다. 외해의 해양환경관리 현안이 잠재적 형태로 존재하는 상황에서 현 단계 가능한 대책으로, 제1단계 새만금 종합개발사업 추진과정에서 나타난 해양환경영향을 진단 및 예측하고 향후 대책 마련을 위한 과학적 기반을 구축하는 것으로 설정되었다.

이 장에서는 새만금 지역 개발에 따른 외해 환경 및 생태계 관리대책의 수립에 필요한 연구개발(R&D) 추진 로드맵 제시를 목적으로 수행한 이 연구의 결론 및 정책 제언을 아래와 같이 제시하였다.

1. 요약 및 결론

이 연구를 통해 새만금 연안의 이용개발 현황, 해양환경 현황을 조사하였고, 이에 기초하여 정책 및 연구개발 수요를 도출하였다. 이 수요를 토대로 2023년까지 추진할 연구개발사업 로드맵을 제시하였고, 연구개발사업의 타당성을 분석하였다. 이를 요약하면 아래와 같다.

첫째, 새만금 외해역의 수질, 생태계, 지형 및 지질 환경은 방조제 건설 과정에서 큰 변화를 겪었고, 향후 해양환경 변화는 기존 영향과 함께 새만금 연안개발 과정에서 발생할 영향이 누적되어 나타날 것으로 예측된다.

둘째, 새만금 외해역 해양환경관리 수요는 현 단계에서 상기한 영향을 정확하게 진단하고, 예측할 수 있는 분석기술의 확보, 2020년을 전후하여 해양환경관리를 위한 대책을 마련하는 데 활용할 과학적 기반을 강화하는데 있다.

셋째, 과학적 기반을 강화하는 사업은 기존의 국가해양환경측정망을 통해 수용할 수 없으므로, 해양환경(B) 기술 외에도 해안공학 및 물류기술(F)의 세부 요소기술로 구성된 연구개발사업을 통해 수행한다. 연구개발사업 예산은 327억 원으로 추정되었으며, 수행기간은 내부개발 완료 이후 사후영향 평가 및 적응관리를 위해 2014~2023년으로 설정하되, 3단계로 나누어 추진한다.

넷째, 새만금 외해 연구개발사업은 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 확보한 것으로 나타났으나, 시장 기제를 통해 이 사업을 추진할 수 없고, 이 사업의 성과는 공공의 이익에 기여한다는 점을 고려할 때 정부지원 사업으로 수행하는 것이 타당하다.

다섯째, 2011년에 확정된 ‘새만금 유역 2단계 수질종합대책’에서 외해 해양수질 대책은 실질적으로 전무한 상황으로, 유역통합환경관리의 관점에서 외해 해양환경관리 내용이 포함될 수 있도록 법·제도를 정비할 필요가 있다.

2. 정책 제언

이 연구를 통해 새만금 외해 연구개발사업은 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 확보했고, 정부지원의 필요성이 존재하는 것으로 확인되었다. 또한 새만금 외해가 사회적, 정책적으로 관심이 높고, 방조제 건설을 통한 대규모 개발사업이 진행되어 국내의 다른 연안해역과 관리 및 투자에서 차별성을 유지할 필요가 있다.

그러나 연구개발사업의 대상이 되는 공간이 법률에 따라 집중투자가 필요한 법정구역(예, 환경관리해역, 해양보호구역, 습지보호지역 등)으로 지정되지 않은 상황에서 327억 원의 공공자금을 투자하기에는 법률적 근거가 상대적으로 취약한 것이 사실이다.³²⁾ 또한 새만금 외해역 해양공간에 대한 구체적인 관리방향이 설정되어 있지 않아 사회경제적 활동의 관리를 위한 정책결정의 기준이 부재한 실정이다. 이러한 한계를 해결하기 위해 이 연구는 ‘법률 개정’, ‘해역용도 및 해양환경관리 목표 결정’을 정책 제언 형태로 제시하였다.

1) 법률 개정

이 연구개발사업 추진의 법적 근거로 가장 용이하게 활용할 수 있는 「새만금사업 촉진을 위한 특별법」의 경우, 법률 적용의 지리적 공간이 새만금 사업지역으로 제한되는 한계³³⁾가 있다. 이는 새만금 지역의 환경관

32) 새만금 해역(전주포 연안)에 대해 연 15회, 정점 20개를 대상으로 해양환경측정망을 확대하는 것은 법률에 따른 환경관리해역과 차별성이 없어 측정망 정비를 위한 예산 증액이 용이하지 않은 실정임.

33) 이 법률의 제2조 제1호에 따르면 ‘새만금사업지역’을 새만금방조제의 완성으로 형성되는 방조제와 방조제 내측 토지, 호소(湖沼) 및 대통령령으로 정하는 지역으로 규정하고 있으며, 법 시행령 제2조에 의한 사업지역도 새만금 사업에 필요하여 부지로 매입한 토지, 어항 또는 항만개발 지역으로 제한되어 있음.

리에 관한 제25조의 규정에서 환경관리의 대상을 법률에서 정한 ‘새만금 사업지역으로’ 제한하고, 이에 따라 수립하는 종합수질개선훈책도 내부수역 및 유역 중심으로 수립된 것에서 확인할 수 있다. 새만금 외해역 해양환경관리 주무 부처인 국토해양부의 권한은 법 제25조의 제4항에 따라 “새만금 사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입으로 인하여 새만금해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정되는 경우”에만 “관계 중앙행정기관의 장 또는 전라북도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구”하는 것으로 제한된다.

한편 새만금 외해역은 방조제 건설과 내부 개발이 이미 진행되고 수질 목표 달성이 불가능해 특별관리해역으로 지정된 시화호 연안과 다른 특성을 보인다. 따라서 이 해역을 고밀도 이용·개발이 진행되어 도시지역을 배후지로 갖고 있고, 과거의 누적영향으로 환경오염이 심각하게 진행된 ‘특별관리해역’으로 지정하여 관리하는 것은 한계가 있다. 장래 새만금 내부수역의 환경상태 변화 및 관리방식의 변경에 따라 관리권한이 국토해양부로 이관될 경우에는 내측수역을 포함하여 특별관리해역으로 지정하는 것이 가능하지만 현재의 여건에서 「해양환경관리법」에 따라 별도 관리체제를 구축하는 것은 법적 근거가 없다.

따라서 향후 새만금 외해 연구개발사업 및 해양환경관리를 법률에 근거하여 체계적이고 실효적으로 시행하기 위한 법률 개정 방향을 두 가지로 제시하였다.

첫째, 새만금 외해역이 「새만금사업 촉진에 관한 특별법」의 관리범위에 포함되도록 법률 제2조의 ‘새만금 사업지역’에 관한 사항을 개정하고, 제26조의 ‘환경관리에 관한 종합계획 등의 수립’ 주체를 환경부장관이 아닌 정부로 변경한다(부록 3. 참조).

둘째, 새만금 외해역은 대규모 개발사업에 따른 환경변화가 진행되고 있고, 개발사업 완료 후 해양환경경에 미치는 영향이 클 것으로 예상되므

로 집중적인 감시와 능동적 대응이 필요한 특수한 공간이다. 따라서 오염 우심해역은 아니지만 육상 및 주변해역 고밀도 개발에 따른 영향이 우려되는 해역의 관리 기제가 불비한 상황을 개선하기 위해 「해양환경관리법」을 개정할 것을 제안한다. 법 제15조의 환경관리해역의 범주가 오염우심해역 또는 환경상태가 양호한 해역으로 한정되어 있는데, 고밀도 이용개발 계획이 확정·추진되는 연안해역에서 개발영향을 적극적으로 통제·관리하기 위해 ‘개발관리해역’을 추가할 필요가 있다. 개발관리해역은 ‘육상 및 주변해역의 고밀도 장기 개발에 따른 환경변화가 예상되어 해양환경상태의 체계적 감시와 진단이 필요한 해역’으로 정의할수 있다. 이 해역제도가 도입될 경우 새만금해역 외에 조력발전 또는 풍력발전단지 건설 등과 같은 대규모 해양개발에도 적용이 가능하다.

| 표 5-1 | 새만금 외해 관리를 위한 법률 개정 방향 요약

법률	필요성	개정방향
새만금사업 촉진을 위한 특별법	• 새만금 외해역이 법률 적용 대상에서 제외 • 해양환경관리에 관한 국토해양부 권한은 요구 수준으로 ‘제한’	• 법 제2조의 ‘새만금 사업지역’의 범위에 외해역 포함 • 법 제25조의 새만금 환경보전대책에서 해양환경관리에 관한 국토해양부 권한 확대
해양환경관리법	• 고밀도 개발계획에 따른 환경영향 감시 및 관리를 위한 법적 근거 불충분	• 법 제15조의 환경관리해역의 범주에 ‘개발관리해역’을 신설

주: 구체적인 법률개정 내용은 부록 참조

2) 해역용도 및 해양환경관리 목표 설정

새만금 외해역의 해양환경을 보전하고, 개발영향을 체계적으로 관리하기 위해서는 외해역의 해양공간 용도를 결정하고, 이 용도에 부합하는 환경관리 목표를 설정해야 한다. 해역용도 및 관리목표가 설정되어야 개발사업에 따른 해양환경영향의 관리수준을 결정할 수 있기 때문이다. 예를 들어 해양환경 항목의 변화가 부정적인 방향으로 진행되더라도 이 변화의 정도가 용도 및 환경관리 목표 내에서 이루어질 경우 환경개선을 위해 별도의 투자사업을 추진할 필요성은 낮아진다.

해양환경관리를 위한 정책결정의 준거로서 해역용도 및 환경관리목표 설정이 필요한 이유는 새만금 외해역 공간이용이 복합적으로 이루어질 것으로 예상되기 때문이다. 즉 기존의 수산자원 이용, 소규모 해양관광 중심에서 개발사업에 따라 도시를 중심으로 한 해양관광의 활성화와 항만개발 및 운영으로 확대될 것으로 기대된다. 개발사업 진행과정 및 완료 후, 다양한 이용행위 간에 공간이용을 위한 상충이 발생하는 것을 방지하기 위해 「연안관리법」에 따라 해역의 용도가 구체적인 형태로 결정될 것이다.³⁴⁾

따라서 해양환경관리를 위한 정책결정과 새만금 외해 연구개발사업의 추진 방향이 정책과 최대한 부합하도록 외해의 해역용도 및 기능구의 설정이 적어도 2014년에 이루어져야 한다. 이를 토대로 해양환경관리목표를 설정하고, 이를 효과적으로 달성할 수 있도록 2016년까지 연구개발사업의 세부 추진사항을 확정해야 한다.³⁵⁾

34) 법 제9조에 따른 연안관리지역계획은 제15조에 따른 4개의 용도해역과 제19조에 따른 19개의 기능구로 구분하여 관리하는 공간계획임. 이 계획은 제2차 연안통합관리계획에 따라 전라북도과 해당 기초지자체가 수립하여야 함.

35) 내부개발에 따른 여건 변화에 따라 외해역 용도변경 가능성이 있으므로, 이에 대비하여 해역전체 및 단위구역별 생태적, 경제적 가치 평가 후 공간관리정책결정지원체계화(SDSS)를 별도로 추진하는 것이 필요함.

참 고 문 헌

<국내 문헌>

국토해양부, 『국가해양환경조사연보』, 각 연도.

_____, 『새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(2단계 2차년도, 2007)』, 총괄운영-종합 분야, 주관연구기관 : 한국해양연구원, 2008.

_____, 『새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구 최종보고서』, 2011a.

_____, 『해양환경기술개발사업 중장기 기본계획 수립을 위한 연구』, 2011b.

_____, 『2020 해양과학기술 로드맵(2020 MTRM)』, 2011c.

_____, 『시화호 해양환경 개선 사업』, 주관연구기관: 한국해양연구원, 2011.

_____, 『연안보완조사 및 연안통합관리계획 수립연구』, 2011.

_____, 『육상오염원 관리 및 연안오염총량관리제 도입·시행(II)』, 2012.

양재상, 「새만금 내부개발에 따른 외해역 수질/퇴적물 환경변화 예측 및 대응 기술 연구」, 새만금 외해역 해양환경관리 연구개발사업 발굴을 위한 전문가 워크숍 자료, 서울대학교 호암교수회관, 2012. 11.

이석, 「방류수 외해확산 및 수질 예측모델 분야」, 새만금 외해역 해양환경관리 연구개발사업 발굴을 위한 전문가 워크숍 자료, 서울대학교 호암교수회관, 2012. 11.

이정호, 「새만금 방조제 건설이후 방조제 외해역 저서다모류군집의 시·공간 변동」, 전남대학교 박사학위 논문, 2012.

해양수산부, 『시화호 해양환경 개선 사업』, 주관연구기관: 한국해양연구원, 2004.

해양환경관리공단, 『해양환경측정망 운영 매뉴얼』, 2012.

<국외 문헌>

Toft, J. et al., *Olympic sculpture park: years 3 monitoring of shoreline enhancements*,
prepared by University of Washington, 2010.

PARAMETRIX, *Draft environmental impact statement appendix R : fisheries, wildlife,
and habitat discipline report*, 2004.

<인터넷 자료>

국가통계포털(<http://kosis.kr>)

새만금 아리울 홈페이지(<http://www.saemankum.go.kr>)

부 록 1. 새만금 환경대책분과위원회 관련 자료

마음한 점

□ 종인처리시설 설치사업 추진 미흡 (전라북도)

- 계획대비 전체 67%의 저조한 예산집행률을 보이고 있으며, 특히, 일부사업*은 사업확공도 못하는 등 사업추진 미흡
- * 전주 0%, 익산 20%, 김제 4%, 만경·금산·금구 각각 0%로 매우 저조

■ 하수처리장별 사업 부진 사유

- . (전주) 공법 변경(기타공사 → 턴키)에 따른 지연
- . (익산) 공법 선정(11월)에 따른 공사 지연 (당초 8월에 공법 선정 완료)
- . (김제, 만경, 금산, 금구) 설계과정에서 기술협약체결 업체와의 기술 사용문제로 인해 사업 지연

⇒ 사업진행 과정에서 전문성 등을 강화할 수 있도록 '기술지원단' 구성 등을 통해 기술적 지원을 검토할 필요

□ 사업실효 분석 및 자료 작성 미흡 (국토해양부)

- 연차별 실행계획상의 수질개선(생태하천조성 사업 등) 사업의 목적과 사업명 등의 실적자료가 상이(相異)하여 평가 불가
- 특정과제별 실행계획상 사업의 목적과 상이(생태하천 조성 → 홍수 예방, 재해 대책)한 실적자료가 제출되는 등 자료 부실 제출
- ⇒ 실제 생태하천조성 사업 시행 여부를 판단하기 위해서는 추가적인 자료 제출을 통해 위원회에 별도 보고 필요

■ 재평가대상 과제

- 1-2-4. 제외경작지 초지 및 갯벌형 수로 조성 사업(국토해양부)
- 1-2-6. 생태하천조성 사업(국토해양부 소관에 한함)

□ 호내 및 해양대책

○ 호내 및 외해 수질환경 모니터링을 위한 대책으로서

- 수질환경모니터링 등 3개 사업 및 (호내 대책), 해양환경보전 대책 등 2개 사업 (해양 대책) 모두 정상추진된 것으로 평가
- 유사 사업은 관계기관간 지속적이고 유기적인 협조체계 구축 필요

○ 호내 3개 사업 및 해양 2개 사업 모두 정상 추진

- 다만, 쓰레기 처리 사업은 호내외 공동사항이므로 부처간 지속적이고 유기적인 협조 체계 구축이 필요한 것으로 평가

○ 진행중인 새만금 외해 연구용역(3-1-2)은 새만금 방출수의 확산 및 환경영향을 조사하는 것인 바, 완료후 별도보고 조치

- 용역 완료후 추가(계속) 조사 등에 대한 후속 논의 필요

■ 호내대책 사업 현황

- 2-2-1. 쓰레기 수거 및 처리대책(농식품부, 비예산사업)
- 2-2-2. 적조·녹조대책(환경부, 비예산사업)
- 2-4-1. 환경모니터링 및 수질개선 연구(환경부)

■ 해양대책 사업 현황

- 3-1-1. 해양수질 및 해양환경변화 모니터링(국토해양부)
- 3-1-2. 해양환경보전대책 수립(R&D, 국토해양부)

* 세부사업별 추진실적 (붙임 2)

■ 호내대책 사업 현황

2-2-1. 쓰레기 수거 및 처리대책(농식품부, 비예산사업)

2-2-2. 적조·녹조대책(환경부, 비예산사업)

2-4-1. 환경모니터링 및 수질개선 연구(환경부)

■ 해양대책 사업 현황

3-1-1. 해양수질 및 해양환경변화 모니터링(국토해양부)

3-1-2. 해양환경보전대책 수립(R&D, 국토해양부)

부 록 2. 새만금 해양환경관리 전문가 워크숍

1. 개최 계획

새만금 외해역 해양환경관리 연구개발사업 발굴을
위한 전문가 워크숍 개최 계획(안)

□ 워크숍 개요

- 일시 : 2012년 11월 5일(월) 오후 2:00~6:00
- 장소 : 서울대학교 호암교수회관 본관 1층 에뚜아르 룸
- 목적 : 2020년 1단계 내부개발 추진과정에서 발생할 해양환경현안 대응을
위한 조사 및 연구개발 사업 발굴

□ 세부 일정

시간	내용	비고
14:00-14:10	회의 목적 및 그간 추진경과	KMI
14:10-15:40	수질/퇴적물환경분야 부유생태계/수질분야 갯벌 및 저서생태계분야	양재삼 교수(군산대) 김재성 박사(군산대) 류종성 교수(안양대)
15:20-15:40	휴식	
15:40-16:30	해안지형 및 퇴적물 이동 분야 방류수 외해확산/수질예측모델 분야	이희준 박사(KIOST) 이 석 박사(KIOST)
16:30-18:00	<토론> 김창식 박사(KIOST), 정해진 교수(서울대학교), 김종성 교수(서울대학교), 엄익환 사무관(국토해양부), 송경화 박사(KIMST), 이정석 박사((주)네오엔비즈)	발표자 포함
18:00-	<만찬>	

2. 새만금 전문가 워크숍 발표 내용

새만금 내부개발에 따른 외해역 수질/퇴적물 환경변화 예측 및 대응기술개발연구

연구기간: 2013 ~ 2018

발표자

군산대학교 양재삼

발표순서

I

연구개요

II

연구목표 및 내용

III

연구개발수행 계획

IV

필요예산 안

V

연구활용계획 및 기대효과

I

연구개요

3/29

연구배경(기존연구)

연구기관	예산	연구내용	진행상태	본 연구와 차이점
국토해양부 (해양수산부, 해양연구원)	약400억	외해역 종합 해양조사 (2002~2010)	총리실 결정에 따라 환경부로 이관되면서 10년 과제 중단됨	방출수 확산에 중점이 없음 (방출수 확산범위에 대한 수치 모형, 화학적인 수질의 검증이 동시 수행되어야 함)
농림부 (농어촌공사)	약20억	방조제 내부 농토 조성물 위험 종합조사 (2002~2008)	총리실 결정에 따라 환경부로 이관되면서 08년 이후 환경조사 업무 중단	농토 조성에 중점
과학재단 (과학기술부)	약80억	방조제 공사진행 중 다양한 조사 (2002~2006)	06년 이후 중단	공사진행 중 모니터링 집중

4/29

해양수질/퇴적물 분야

구분	분야	달성	미달성	영우 필요분야
새만금 오수	수질	지난 20년간 수질변화 개략적 변화 추이	물질수지 완성필요	물질수지 완성, 오수 내 process
	퇴적물	1차예조사	퇴적물로 인한 오염부하량 관련연구필요	퇴적물/지하수 공급량
외해역	수질	분기별 조사	외해역 수질변화 분기별 자료로는 판단 불가능	방출수 부하량, 시공간적 파악
	퇴적물	1차 새만금 인접 조사	신시 Bay 주변으로 확대	신시도 주변 저산소층
해양 공학		퇴적물내 저산소층 발견	저산소층 확산 범위 판단	저산소층 대응기술 개발

5/29

연구 개발의 필요성

- 새만금 현황
 - 내부개발에 따른 수질대책 → 상류 유역권에 집중
 - 외해역 → 새만금 방출수로 인한 환경변화 불가피함
- 새만금호의 관리수위 초과시 방출수 방류예정
 - 특히 홍수시 외측 해양생태계에 미치는 영향 검토 필요
- 새만금 내부개발로 인한 외해역의 환경변화 예측
 - 환경분쟁 방지
 - 건강한 해양생태계 유지

6/29

II

연구목표 및 내용

7/29

연구 목표

최종목표

새만금호 내부개발에 의한 외해역의 수질, 퇴적물에 대한 악영향을
과학적으로 예측하여 필요한 해양공학기술 개발

세부목표

- 수질 현황조사(방출수 배출 현황 조사)
- 퇴적물 현황조사
- 저산소층 형성 등 악영향 구역 파악
- 저산소층 발생 등 악영향에 대한 해양공학기술개발

8/29

연구 내용

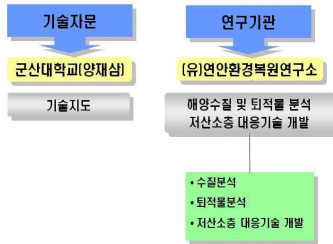
- 새만금 외해역 해양수질 현황조사
 - 매달 새만금 외해역 해양수질 조사
 - 고정정점에서 조위변화에 따른 수질변화 분석
 - 방출수 확산 과정 중 수질변화 분석
- 새만금 외해역 해양퇴적물 현황조사
 - 새만금 외해역 해양퇴적물 조성의 수평분포 조사
 - 유기물질, 중금속 분석

9/29

- 새만금 배수갑문 방출수 모니터링
 - 신시·가력배수갑문에서 매주 2회 수질 모니터링
 - 만경·동진대교에서 매주 2회 수질 모니터링
- 저산소층해소를 위한 해양공학기술개발
 - 장기방안
 - 단기방안

10/29

연구진구성



11/29

III

연구개발수행 계획

12/29

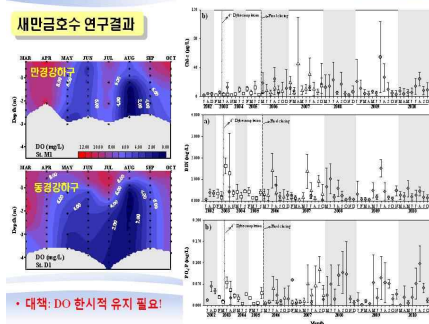
연구세부내용

연구목표	주요 연구내용
• 외곽해역 수질 및 퇴적물 확산분석	• 해양수질: 연속관측, 방출수 확산 조사 - 수평분포: 수온, 염분, COD, TN, TP 등 • 해양퇴적물: 입도, TOC, 중금속 등 • 조사시기: 매달
• 방조제 방출수 수질 현황 조사	• 신시·가력배수갑문: 수온, 염분, COD, TN, TP 등 • 동진·만경대교: 수온, 염분, COD, TN, TP 등 • 조사시기: 매주 2회
• 저산소층 대응기술 개발	• 단기: 화학적 처리 • 장기: 공학적 처리

13/29

지난 20년간 수질변화

새만금호수 연구결과

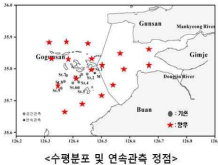


- 대책: DO 한시적 유지 필요!

14/29

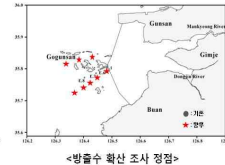
기존결과 대비 향후 연구 방향

1. 새만금 외해역 해양수질 조사



기존
평수기, 집중강우기 전과 후 관측

향후
매달 관측



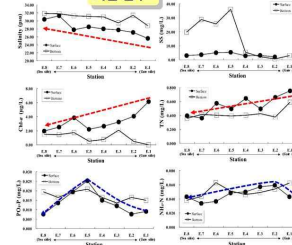
기존
방출수를 따라가면서 표, 저층 수질 조사

향후
신시도 북측해역 추가

15/29

방출수 확산 조사 결과

기존 연구



방출수 확산 과정 중 수질 변화

$\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ 를 제외한 대부분 수질항목을 염분증가와 함께 감소

향후 연구

$\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ 의 행동 추적

16/29

2. 새만금 외해역 퇴적물 조사

기존 연구



공간관측
평수기, 집중강우기

향후 연구

신시도 Bay 집중관리

17/29

수평분포

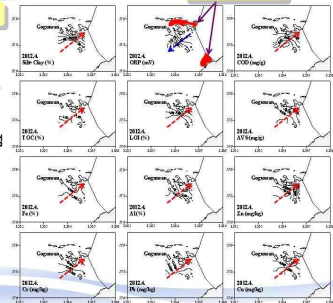
기존 연구

Silt + Clay
갯문에서 2km 내의 88-97%
외측해역 40% 미만

ORP
갯문 인근과 북측 섬에서 흙의 값 보임

유기물질, 중금속
갯문에서 높고, 외해역으로 가면서 낮아짐

향후: 집중관심



18/29

3. 배출수 모니터링

기존 연구



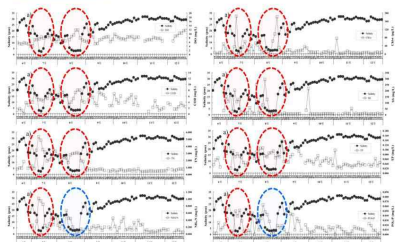
신시도 가력배수갑문(G1, G2)
만경 동진대교(MB, DB)
매주 2회

향후 연구

지속적으로 관측

19/29

배수갑문 수질 모니터링



염분 감소 기간

대부분 수질항목을 염분감소와 함께 증가

집중강우로 인한 저염분 지속기간에 따라 방출수 수질 달라짐(예: $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$)

20/29

IV

필요 예산 안

연구비 편성

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	
예산	10억	10억	10억	10억	10억	10억	60억
주요내용	현황파악	현황파악	현황파악	기술개발 현장적용	검증 시제품 생산	상용화	
연구내용	새만금, 외해역 수질/퇴적물 현황파악	새만금, 외해역 수질/퇴적물 현황파악	필요한 과제 개발 가능성 검토	단기와 장기 기술 대상 선정	단기기술 검증 개발		

2013년 예산 편성 (1안)

비목	내 용
인건비	1급기사: 5,000,000원 X 2인 X 12개월 = 120,000,000원 2-3급기사: 2,000,000원 X 5인 X 12개월 = 120,000,000원 - 소계: 240,000,000원
연구장비 재료비	- 연구기자재: 자량임차료: 5,000,000원 - 선박임차료: 1,000,000원 X 12회 = 12,000,000원 1,000,000원 X 5회 = 5,000,000원 - 소계: 22,000,000원
재료 및 전산처리비	- 재료 및 - 해수분석비: 20정점 X 12개월 X 2수심 X 25항목 X 20,000원 = 240,000,000원 - 퇴적물분석비: 20정점 X 12개월 X 20항목 X 20,000원 = 96,000,000원 - 방류수분석비: 200일 X 4정점 X 10항목 X 20,000원 = 160,000,000원 - 소계: 496,000,000원
연구 활동비	- 여비: 200회 X 100,000원/1회 X 7인 = 140,000,000원 - 기술정보 활동비: 회의비: 200,000원 X 10회 = 2,000,000원
합계	1,000,000,000원(부가세 포함)

2013년 예산 편성 (2안)

비목	내 용
인건비	1급기사: 5,000,000원 X 1인 X 12개월 = 60,000,000원 2-3급기사: 2,000,000원 X 4인 X 12개월 = 96,000,000원 - 소계: 156,000,000원
연구장비 재료비	- 연구기자재: 선박임차료: 1,000,000원 X 12회 = 12,000,000원 - 재료 및 전산처리비: 해수분석비: 10정점 X 12개월 X 2수심 X 14항목 X 20,000원 = 67,200,000원 - 퇴적물분석비: 10정점 X 12개월 X 10항목 X 20,000원 = 28,800,000원 - 소계: 96,000,000원
연구 활동비	- 여비: 12회 X 100,000원/1회 X 5인 = 6,000,000원 - 기술정보 활동비: 회의비 및 수송비: 2,700,000원
합계	300,000,000원(부가세 포함)

V

연구활용계획 및 기대효과

활용계획

- 개발도상국에 연안담수호 관리기술 수출
- 방출수의 강도와 해양수질/퇴적물의 상관관계 이해
- 새만금 내 외측 수질관리에 불필요한 관리비용 저감
- 해저 저산소층 해소관련기술로 blue ocean 시장 개발
(국내시장: 1,000억, 국외시장: 20조원 예상)

기대효과

- 연안담수호의 수질관리 기술 제고
- 새만금 내부개발로 인한 민원발생 방지
- 방조제 인근 해양환경보호 기술 축적
- 연안담수호 관리에 대한 시금석 역할
- 퇴적물 내 저산소층 해소를 위한 응급조치기술개발 및 상품화

27/29

살아있는 소형어류를 손상 없이 이동시킬 수 있는 펌프

- 실험어류: *Xiphophorus maculatus* var (체장: 20~30mm)
- 특허제10-1027336호



28/29

정청에 주셔서 감사합니다.

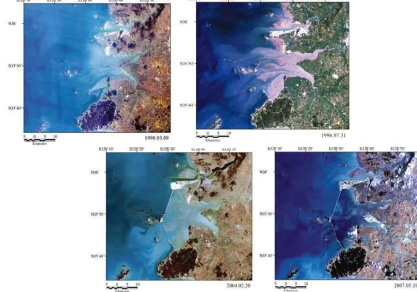
새만금 외해역 해양환경관리 연구개발사업 발굴을 위한 전문가 워크숍 - 부유생태계 분야

김재성
(군산대학교 해양학과)

발표순서

- 새만금 외해역 연구 현황
- 예상되는 부유생태계 문제
- 새만금 외해역 해양환경관리를 위한 연구개발 제언

새만금 해역

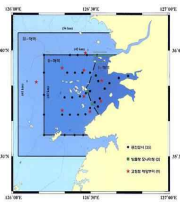


새만금 해역 연구 현황

- 새만금 해역에 대한 친환경적 관리 및 활용 방안 : 국가차원의 관리 및 모니터링 현황
 - 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구
 - 새만금해양환경연구센터(KIOST)
 - 국가해양환경측정망, 정선해양관측, 적조동태조사
 - 국립수산물학원
 - 해양생태계 기본조사
 - 국토해양부

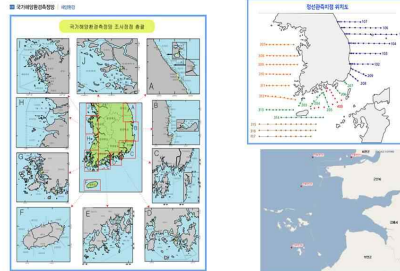
새만금 해역 연구 현황

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(2002~2011)
 - 새만금해양환경연구센터(KIOST)
 - 분야별 연구 계획
 - 총괄관리 및 대책 수립
 - 해양수질환경 모니터링
 - 해양생태계
 - 외해역 해저환경 이용
 - 상시측정망 체계구축
 - 예측 및 정보정책지원



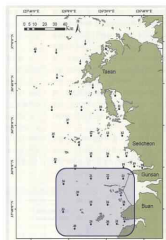
새만금 해역 연구 현황

- 국가해양환경측정망, 정선해양관측, 적조동태조사(국립수산물학원)



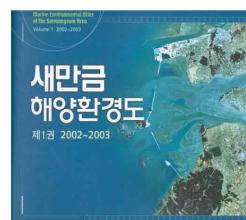
새만금 외해역 연구 현황

- 해양생태계 기본조사(국토해양부)
 - 8개 권역, 매년 1개 권역을 4계절 조사, 10년주기 재조사
 - 2007년 실시



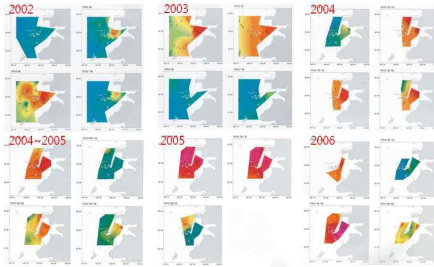
새만금 외해역 연구 결과

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
 - 1차: 2002~2006년(5년), 2차: 2007~2009년(3년)
 - 콜로로필 a, 식물플랑크톤, 동물플랑크톤 현존량, 어민/자치, 9~23개 정점
 - 2002~2006년 결과: 새만금 해양환경도 1, 2권에 수록, 2007~2009년 결과: 보고서



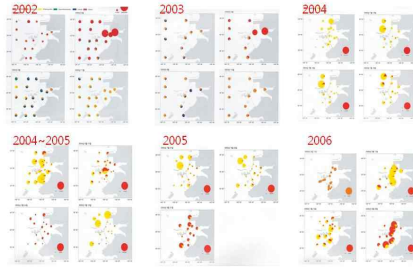
새만금 외해역 연구 결과

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
- 식물플랑크톤 현존량(2002~2006년)



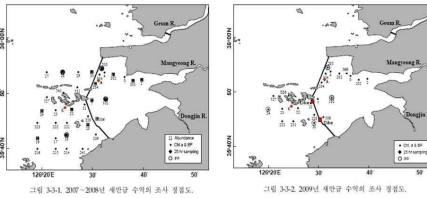
새만금 외해역 연구 결과

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
- 동물플랑크톤 현존량(2002~2006년)



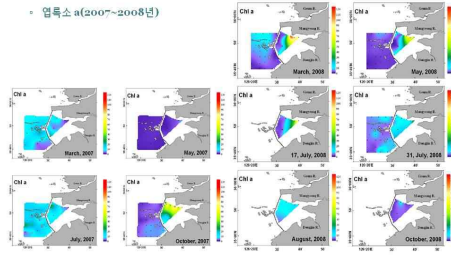
새만금 외해역 연구 결과

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
- 2007~2009년 조사
- 2007년: 3, 5, 7, 10월, 2008년: 3, 5, 7(2회), 8, 10월, 2009년: 3, 5, 7, 8, 9, 10월



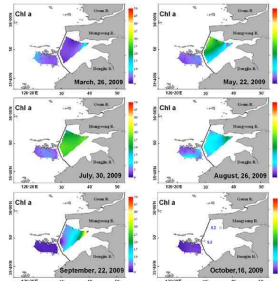
새만금 외해역 연구 결과

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
- 엽록소 a(2007~2008년)



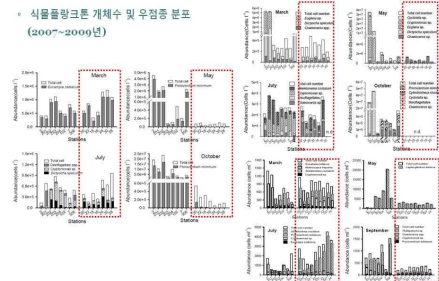
새만금 외해역 연구 결과

- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
- 엽록소 a(2009년)



새만금 외해역 연구 결과

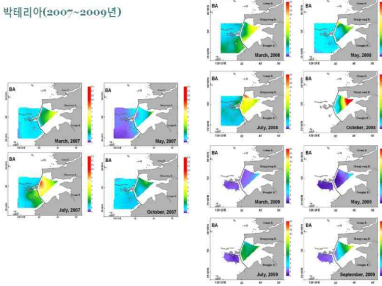
- 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야
- 식물플랑크톤 개체수 및 우점종 분포 (2007~2009년)



새만금 외해역 연구 결과

• 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야

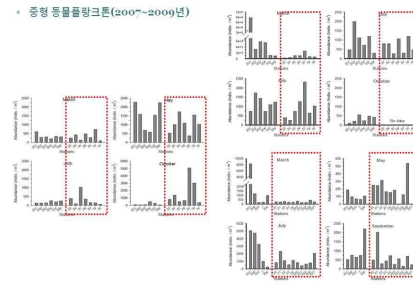
• 박테리아(2007~2009년)



새만금 외해역 연구 결과

• 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야

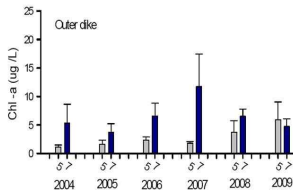
• 중형 동물플랑크톤(2007~2009년)



새만금 외해역 연구 결과

• 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야

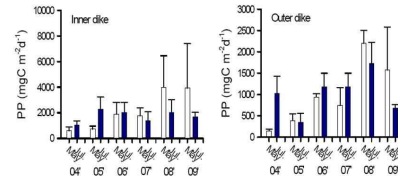
• 장기변화 : 엽록소 a



새만금 외해역 연구 결과

• 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야

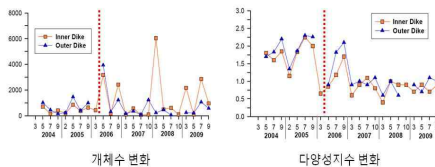
• 장기변화 : 1차 생산력 변화



새만금 외해역 연구 결과

• 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야

• 장기변화 : 중형 동물플랑크톤

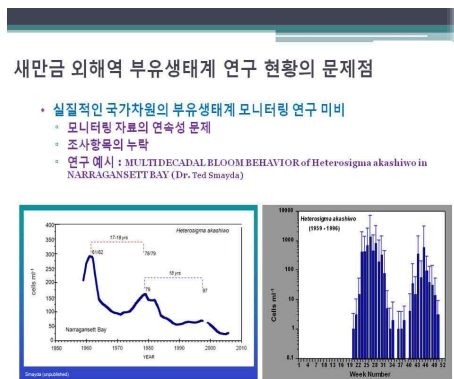
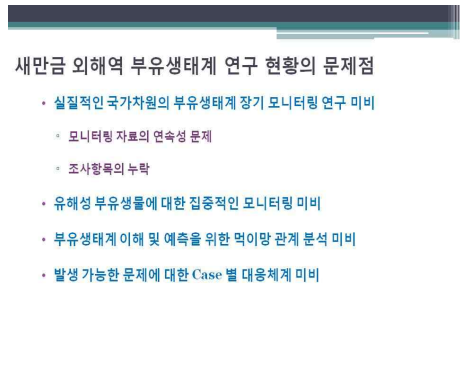
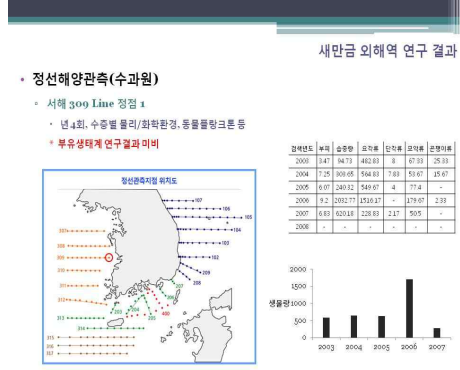
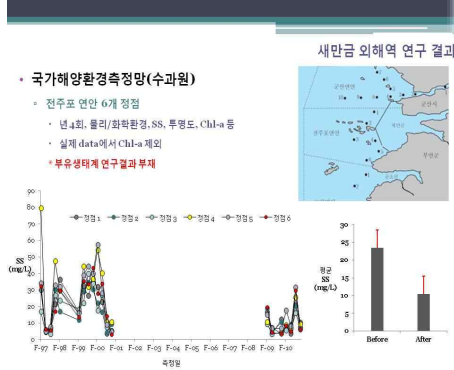


새만금 외해역 연구 결과

• 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구:부유생태계 분야

- 2004~2009년 사이 새만금 수역의 부유생태계는 많은 변화를 보임
- 특히 2006년 방조제 끝막이 공사 이후 환경변화와 함께 부유생태계 역시 뚜렷한 변화를 보임
- 엽록소 a, 일차생산력 증가 추세
- 식물플랑크톤 우점종 : 규조류 → 적조성 와편모류 등 기회주의종
- 동물플랑크톤 다양성 감소



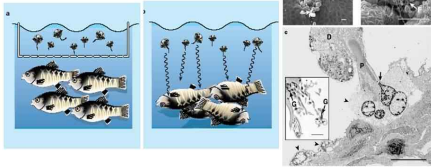


새만금 외해역 부유생태계 연구 현황의 문제점

· 유해성 부유생물에 대한 집중적인 모니터링 미비

- 독성, 어류 폐사성 외편모류 출현 확인 : 병독성, 어류치사종인 *Pfiesteria* 종의 출현

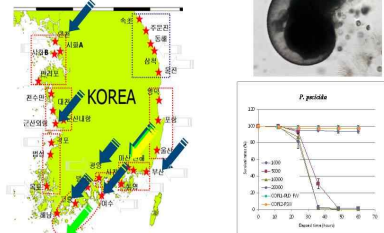
Pfiesteria shumwayae kills fish by micropredation not exotoxin secretion (Vogelbein et al. Nature, 2002)



새만금 외해역 부유생태계 연구 현황의 문제점

· 유해성 부유생물에 대한 집중적인 모니터링 미비

- 독성, 어류 폐사성 외편모류 출현 확인 : 병독성, 어류치사종인 *Pfiesteria* 종의 출현



새만금 외해역에서 예상되는 부유생태계 변화

· 환경적 변화

- 외해역 전체 : 해수 수위 안정화, 해수유동감소(난류 감소), 탁도 감소
- 고군산 열도 내부 지역 : 도서간 개발(교량 건설, 관광산업 발달 등)에 대한 부유생태계 영향 가능성
- 고영양염의 감소 : 부유생태계 급격한 변화 가능

→ 부유생태계 변화

- 식물플랑크톤 호성장 조건 형성
- 세균 감소, 외편모류의 증식 환경 조성
- 적조 및 Harmful Algal Blooms 빈도 증가 가능성
- 유해성 대형부유생물(해파리) 증가 가능성
- 상위 먹이망의 붕괴 또는 유해물질 전달의 가능성

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

· 조사/연구의 지속성 및 연계성 고려

· 조사항목의 다양성

- 해양 부유생태계 먹이망 구성원 : 박테리아, nano-organism, 식물 플랑크톤, 원생동물 플랑크톤, 후생동물 플랑크톤, 대형플랑크톤, 어란 및 자치어 등
- 부유생태계 기능적 측면 연구 병행
- Interaction 연구(섭식, 공생, 기생관계 규명) : 성장률, 섭식률, 여과율, 포식압 등의 측정

· 환경변화 상황별 생태계 영향 실험 병행

- 예) 저층 무산소층 형성에 따른 부유생태계 영향 연구

· 적조 및 유해성 부유생물의 모니터링 필요

- 실시간 모니터링 및 유해성 플랑크톤 신속 탐색 : Real time PCR 기법

· 모니터링과 대책 마련 연계

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

· 제언 과제

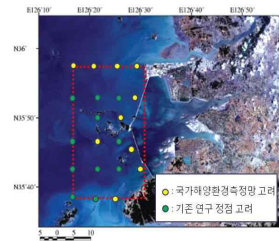
- 새만금 외해역 부유생태계 장기 모니터링 및 개선방안 연구
- 부유생태계 장기 모니터링/먹이망 특성 규명
- 유해성 부유생물의 집중적인 감시 체계 구축
- Case by Case 대응대책 수립

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

· 조사/연구 정점의 선정

- Case 1 : 기존 연구와의 연속성 고려, 동진수역중심에서 고른 분포

- 동 : 방조제
- 서 : 고군산 열도 끝
- 남 : 번산반도
- 북 : 금강 하구 입구
- 약 20여개 정점

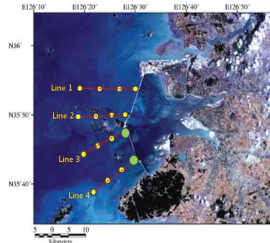


새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

* 조사/연구 정점의 선정

◦ Case 2 : 핵심 문제 예상지역에 대한 집중 조사

- Line 1 : 고군산 군도 남측
- Line 2 : 고군산 군도 내측
- Line 3 : 신시갈문 영향권
- Line 4 : 가덕갈문 영향권
- 신시 및 가덕갈문 집중조사



새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

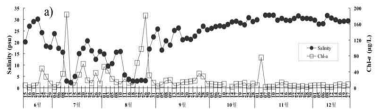
* 조사/연구 기간 및 주기의 선정

◦ 장기 변화 예측을 위한 부유생태계 모니터링 : monthly 조사의 필요성

- 부유생물 변화 요인 파악을 위해 환경인자와의 상관성 규명이 필요함
- 이러한 상관관계는 변화가 빠르게 진행되는 연안역임으로 갈안할 때, 일반적인 4개월 조사로는 부족

◦ 강우기 집중조사 : semi-daily(년중 2개월)

- 강우기 외해역 환경 변화의 주요 요인으로 알려진 방출수의 영향 파악을 위하여, 같은 지역(2개소)의 집중적인 조사 필요



새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

* 조사/연구 방법

◦ 장기 변화 예측을 위한 부유생태계 모니터링

- 기존 연구 방법과 새로운 장비/기술의 도입
- 기존 연구 방법 : 기초 물리, 화학적 환경 현황, Chlorophyll-a, 1차 생산력, 세균류 (bacteria), 미소부유생물(nano-plankton), 식물성플랑크톤(Phytoplankton), 후생동물플랑크톤(metazooplankton), 어류/자지어
- 원생동물 플랑크톤(Protozoa) : QPS method, 종 수준 분류
- 대형동물 플랑크톤(jellyfishes) : 전용 채집 장비 제작, 시벌 운영 등 도입
- 주요 유해종 : 휴면포자(cyst) 분포 조사, Real-Time PCR 분석
- 유해종에 대한 증주 분리 및 생리적 특성 실험 : Growth rate exp., Feeding exp.

◦ 상황별 피해 예측 및 저감 대책 수립

- 무산소층 생성에 따른 생물종 지사 연구, 개선 대책 제언
- 유해성 부유생물(harmful algae, 유해성 해파리 등) 실시간 모니터링 및 예측 시스템 구축
- 유해성 부유생물 구제 대책 연구

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

* 조사/연구 기간 및 주기의 선정

◦ 장기 변화 예측을 위한 부유생태계 모니터링: monthly, 3년

- 방출수 변화에 따른 영향 파악 : semi-daily(년중 2개월)
- 유해성 부유생물의 지속적 모니터링 병행
- 상황별 피해 예측 및 저감 대책 수립 : 3년
- 무산소층 생성에 따른 생물종 지사 연구, 개선 대책 제언
- 유해성 부유생물(harmful algae, 유해성 해파리 등) 실시간 모니터링 및 예측 시스템 구축
- 유해성 부유생물 구제 대책 연구

내용	년차	1	2	3	4	5	6
• 장기변화 예측을 위한 자료 축적							
• 피해 예측 및 저감 방안 수립							
• 모니터링 체계 구축 및 지속 추진							

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

* 조사/연구 항목의 선정

◦ 기존 연구와의 연속성 고려, 생태계 구조적/기능적 측면 고려

◦ 수질향측 조사와 병행 필수

- 기초 물리, 화학적 환경 현황, Chlorophyll-a, 1차 생산력
- 세부 생물 항목 : 세균류(bacteria), 미소부유생물(nano-plankton), 식물성플랑크톤(Phytoplankton), 원생동물 플랑크톤(Protozoa), 후생동물플랑크톤(metazooplankton), 대형동물 플랑크톤(jellyfishes), 어류 및 자지어 등
- 주요 유해종 : 특별 관리종 선정 후 정밀 조사/연구
- 유해종 집중 관리

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

* 예상되는 연구 결과

- 국가적 연안 관리/모니터링 시스템 구축
- 새만금 외해역 생태계 구성원들의 장기 변화 추세 예측 가능
- 유해성 부유생물 출현 예보 시스템 구축
- 환경변화 Case별 대응 매뉴얼 확보

새만금 외해역 부유생태계 조사 제언

• 예산

- 장기 변화 예측을 위한 부유생태계 모니터링 : 연간 3억원
 - 현장조사 횟수와 실내 실험/분석을 위한 장비/소모품, 인건비 고려
 - 16개 정점, 3개 수층, 12개월 조사 = 576 시료
 - 세균-이탄 및 자치어, cyst 조사시 : 약 2,880개 시료 분석 필요
 - 강우기 집중 조사 : 2개 정점, 30회, 세균-플랑크톤(4개 항목) = 240개 시료
- 상황별 피해 예측 및 저감 대책 수립 : 연간 3억원(7)
 - 무산소층 생성에 따른 생물종 치사 연구, 개선 대책 제언
 - 유해성 부유생물(harmful algae, 유해성 해파리 등) 실시간 모니터링 및 예측 시스템 구축
 - 유해성 부유생물 구제 대책 연구

감사합니다.

새만금 외해역 해양환경관리 연구개발사업 발굴을 위한 전문가 워크숍

(갯벌 및 저서생태계 분야)

2012. 11. 5.

안양대학교 해양생명공학과 류종성

과거 새만금 연구

SCI 논문

저서생태계

Ryu, J. et al., 2011. Environmentally associated spatial changes of a macrozoobenthic community in the Saemangeum tidal flat, Korea, *Journal of Sea Research* 65, 390-400.

Ryu, J. et al., 2011. Prediction of macrozoobenthic species distribution in the Korean Saemangeum tidal flat based on a logistic regression model of environmental parameters, *Ecological Research* 26, 659-668.

인공위성(해수 부유퇴적물)

Min, J. et al., 2012. Monitoring of suspended sediment variation using Landsat and MODIS in the Saemangeum coastal area of Korea, *Marine Pollution Bulletin* 64, 382-390.

해저지질 및 지형

Lee, H.J. and Ryu, S.O., 2008. Changes in topography and surface sediments by the Saemangeum dyke in an estuarine complex, west coast of Korea, *Continental Shelf Research* 28, 1177-1189.

Lee, H.J. and Ryu, S.O., 2007. Role of the giant Saemangeum dyke in sedimentation at the mouth of an estuarine complex, *Marine Geology* 239, 173-188.

과거 새만금 연구

학위논문

- 류종성, 2006. 새만금갯벌 저서동물 군집의 대상분포 및 이를 결정하는 환경요인. 서울대학교 박사학위 논문
- 임경훈, 2007. 새만금 방조제 건설에 따른 갯벌 저서 환경과 대형저서동물 군집 구조의 변동. 전남대학교 박사학위 논문
- 이정호, 2012. 새만금 방조제 건설이후 방조제 외해역 저서다모류군집의 시·공간 변동. 전남대학교 박사학위 논문

과거 새만금 연구

새만금 외해역 38개 정점(이정호, 2012)



조사시기

- 2007년 3월, 6월, 9월, 12월
- 2008년 3월, 6월, 9월, 12월
- 2009년 3월, 6월, 10월, 12월
- 2010년 3월, 8월

과거 새만금 연구

정부조사

연구예산 (단위: 억원)									
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	계
30	30	28.5	34	24.6	35	30	25	25	262.1

과제명: 새만금해역 해양환경 보전대책을 위한 조사연구
수행기관: 한국해양과학기술원(구, 한국해양연구원)

과거 새만금 연구

시민단체 감시

새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(3차년도) 보고서
김토 · 요약 결과

2005. 8.

환경연합 시민환경연구소 지속가능한 새만금(FASS) 사무국

- 동 보고서의 주요 내용은 2005년 3월 한국해양연구원 새만금해양환경구래터 홈페이지 및 일부 신문의 기사를 통해 공개되었으나, 사회적 논란의 확산을 차단하려는 정부의 압력으로 보고서의 원문은 새만금해양환경연구센터 홈페이지에서 삭제된 상태

과거 새만금 연구

눈여겨볼 결과

4. 저지생물상

- 방조제 외곽 갯벌에서는 2003년 여름철에 동족, 계양조개, 갯 등 대량 집단현상이 있었으며 동족의 경우 2004년 여름철에도 많은 집단이 이루어졌으나, 치매가 심화되지 못하고 겨울철에 사라지려는 현상이 관찰

5. 저지생물 폐사에 의한 오염부하

- 미생물, 중형저서동물, 규조류, 대형저서동물의 원문(조라대 대형저서동물 포함)과 감지된 유기탄소량을 저지지를 구분하여 측정된 결과 총 원문량은 9,384톤/400km²로 추정
- 미생 환산하면 1m² 당 234g이며 이는 조라대대 저지에서는 미생물, 중형저서동물과 규조류 등을 포함한 미생물, 규조류 등은 저지에서 폐기한 결과
- 새만금 해역이 담수화되었을 경우를 가정하고 저지동물의 폐사가 유발하는 오염부하량을 COD 증가분으로 환산한 결과, 동진 · 만경 수역 모두가 개발되었을 경우 COD 증가분은 72ppm이었으며, 동진수역만 개발되었을 경우에는 COD 증가분이 30ppm, 원 상태에서 담수화가 진행되었을 경우에는 20ppm일 것으로 예측

과거 새만금 연구

눈여겨볼 결과

라. 결론 및 시사점

- 3차년도 보고서는 ① 개발기간 조전과 개발영역 조전을 포함하여 각 시나리오별로 방조제 내부의 조차, 조류 그리고 조전대 만석의 변화율과 조전대 만석 중 조상대로 변환되는 만석의 변화율을 제시하였으며, ② 새만금 방조제 안쪽 갯벌에 서식하는 주요 생물의 생체량을 추정하여 이들이 폐사했을 경우의 오염부하량을 COD로 환산하여 제시하였는데 앞에서 다루어 온 시사점을 재검토하고 있음

- 저지생물의 폐사로 인한 추가적인 오염부하 가능성과 관련된 “실제에는 수년에 걸쳐 파달물과 만물의 교체가 이루어지기 때문에 저지생물이 일시에 죽지 않아 저지생물의 사체로 인한 수질오염은 무시할 정도로 미미할 것”이라는 일각의 주장은, 해양저서생물의 폐사가 일반적으로 상층이 형성되어 채굴에 산소가 공급되는 여름철에 집단적으로 이루어진다는 관측과 관련이 있음

시화호의 사례

1996년 8월 당시

시화호는 수심 6-7 m 이하는 무산소층
첫 시화방류 직전

1997년 3월 첫 시화방류 500만톤

1998년 3월 조석주기에 따라 배수갑문
상시개방(양방향 유동)

불규칙한 해수유동으로 시화호 내
바지락조개 2차 폐사

기존갑문으로는 해수유동 확대 불가

조력발전소 건설방안 제시
(호수수질 개선 및 전기생산)

2000년 12월 담수호 포기 해수호 전환

Figure 1. The trend of the Salinity of the Hwanghae River

시화 방류제 건설 이후 시화호 염도들의 추이 그래프

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

시화호의 염도

인공위성에서 내려다 본 새만금 지역

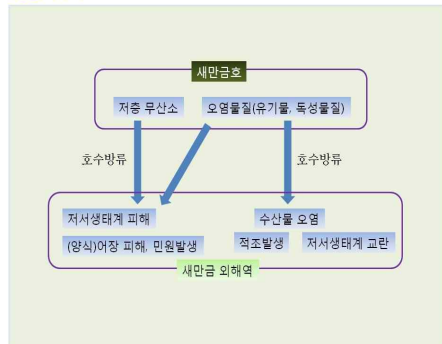


2012년 현재 새만금호 TL(평균해수면) = - 1.6 m 로 운영중

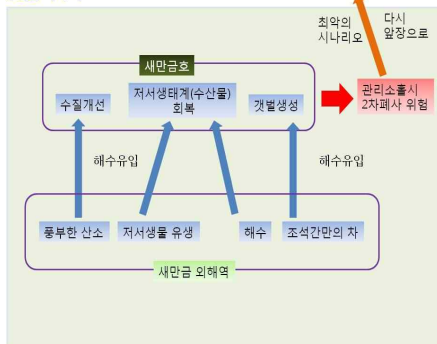
예상되는 새만금 시나리오



새만금 시나리오



새만금 시나리오



고군산군도 주변 해조류(김) 양식장



신시도/두녀도/선유도 주변 해조류(갈) 양식장 및 갯벌 분포



비안도/두리도(새만금 남부) 주변 해조류(갈) 양식장



금강하구(새만금 북부) 주변 해조류(갈) 양식장 및 갯벌 분포



갯벌 및 저서생태계 분야에서 필요한 연구

목표	새만금 외해역 저서생태계 건강등급 지도	저서생태계 예측모델							
용도	• 개발사업 교란행위를 관리 • 해역이용협의 판단준거	호수방류시 저서생태계 변화 및 피해정도 예측							
필요연구	Sediment Quality Triad • 저서균집 개체군 모니터링 • 생태독성 • 독성물질 농도	저서생태 모델 • 균집구조, 생물량, 개체군 예측 • Deterministic model • Statistical model							
예산	(단위: 억원)								
항목	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
생태모니터링	3	4	6	6	6	6	6	6	43
생태모델	2	2	3	3	3	3	3	3	22

**새만금방조제에 의한 지질해양학적
변화와 향후 필요한 조사내용**

이희준

한국해양과학기술원

2012. 11. 05

발표 순서

새만금해역의 침식/퇴적

4호방조제 전면에서의 표층모래 이동

고군산군도 퇴적환경

1-2호방조제 전면에서의 표층별 퇴적

변산해빈 침식

향후 조사내용

새만금방조제 건설 이전 해도



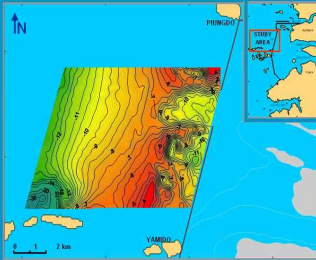
건설 전 연안 모래퇴적체가 우세. 만경, 동진강 기원. 반산해반 도래 기원도 만경, 동진강.

침식/퇴적 분포도 (1982-2003)



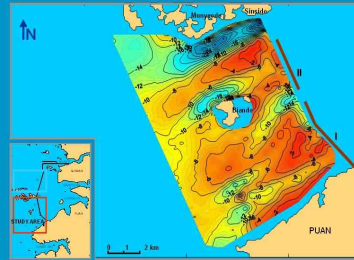
방조제 건설 후 방조제를 따라, 그리고 개방구간과 연결된 Channel과 Trough를 따라 침식 진행. 나머지 지역에서는 퇴적. 특히 내측에서 활발한 퇴적 진행.

4호방조제 개방구간 전면 수심도 (2002)



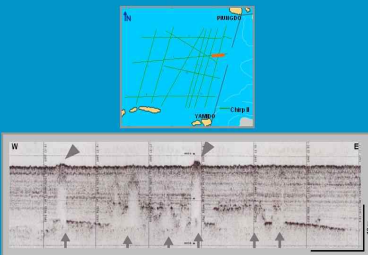
상대적으로 오랜 기간 방치된 개방구간 전후로 침식이 깊게 진행. 그러나 방조제를 따라서도 Flow separation 현상에 의해 침식 진행.

1-2호 방조제 전면 수심도 (2003)



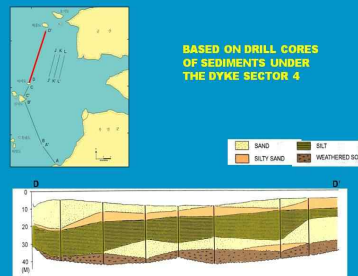
1-2호방조제 개방구간들에서도 깊은 침식 진행

탄성파탐사 결과 (가스플룸)



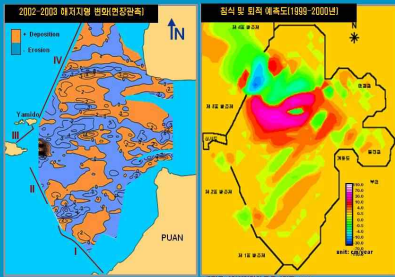
침식이 많이 된 해저물에서는 부아의 간소로 퇴적층 내의 유기가스가 방출되는 현상 일어남. 이런 지역이 넓어지면 방조제 만경에도 영향을 줄 것임.

퇴적층서



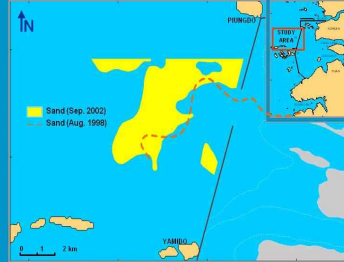
사주 부분을 채워주고는 표층모래층에 대체적으로 물을 따라서 아래의 퇴적이 드러나기 쉬움.

현장관측과 모델 비교(내측)



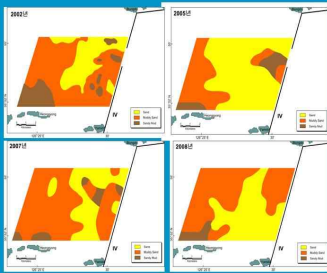
관측과 모델결과와의 차이가 많음. 이는 모델입력자료가 편향했기 때문으로 보아짐.

표층모래 분포도 변화 (1998-2002)



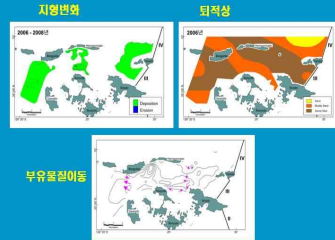
1998년에는 모래가 방조제 외측으로 유출되었으나 2002년 개항구간이 좁아진 후 북측 모래가 남아가기 시작. 1998년도 방조제 근처 모래는 준설된 것으로 추정.

표층모래 분포도 변화 (2002-2008)



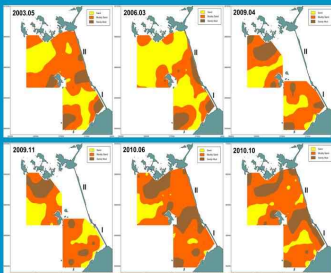
4호방조제 전면 모래는 지속적으로 남아. 2007년 일시 축소되었지만 이는 준설에 의한 것으로 추정.

고군산군도 퇴적환경



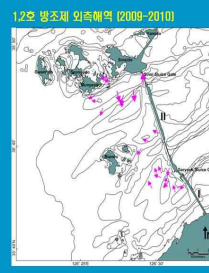
고군산군도 내측은 열이 우세. 부유물질은 남측 입구에서 유입되거나 서측 입구에서는 유출됨. 동측 입구에서는 대체적으로 유입되는 것으로 보임. 현재 서측 입구와 풍양부 그리고 방조제 근처에 퇴적되고 있음.

표층퇴적상 변화 (1-2호 방조제 전면)

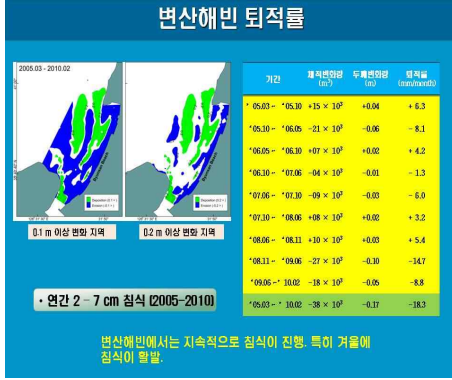


2008년 4월 팔막이공사 전에는 모래 분포지가 넓었음. 그러나 그 이후에는 퇴적물이 두드러져서 불질비가 가속.

부유물질이동 (1-2호 방조제 전면)



신시와 가덕 길운에서 유출된 부유물질을 외해로 빠져나가지 않고 방조제 주변으로 이동.



향후 필요한 조사내용_1

4호 방조제 전면 퇴적상변화 (모래이동)

- 모래층의 기원
- 모래층의 넓이와 두께
- 모래층의 이동속도
- 고군산군도 내측으로의 이동 여부
- 추정직접연구비: 3억/면 x 5년

향후 필요한 조사내용_2

고군산군도 내측 별 기원

- 갑문 유출수의 유입 여부
- 외해 부유물질 유입 여부
- 겨울철 4호 방조제 전면의 부유물질 유입 여부
- 3호 방조제 전면 별 퇴적 여부
- 추정직접연구비: 1억/면 x 5년

향후 필요한 조사내용_3

1~2호 방조제 전면 별 퇴적 (부유물질이동)

- 별 분포 및 퇴적률
- 겨울철 부유물질 재부유 및 이동상황
- 홍수기 갑문유출수의 거동
- 고군산군도 내측으로의 부유물질 이동상황
- 추정직접연구비: 2억/면 x 5년

향후 필요한 조사내용_4

변산해빈 전면 퇴적물 이동

- 갑문 유출수의 도달 여부
- 외해모래와 해빈모래와의 상관성
- 침식된 해빈모래의 퇴적지
- 과거 20~30년간의 파랑특성 변화
- 추정직접연구비: 3억/면 x 5년

새만금 외해역 해양환경관리 연구개발사업 발굴을 위한 워크숍

방류수 외해확산/수질 예측모델 분야

2012. 11. 5

서울대학교 호암교수회관

이 석

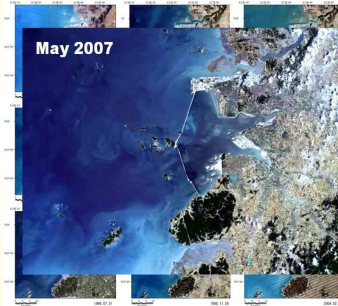
한국해양과학기술원

목 차

1. 방조제 건설과 해양환경
2. 유출수의 거동
3. 문제점과 필요성
4. 과제 제안
5. 토의

방조제 건설과 해양환경

방조제 건설과 해양환경



방조제 건설과 해양환경

방조제 건설

착공 : 1991
 끝막이 : 2006
 완공 : 2010



방조제 건설과 해양환경

조석과 조류가 새만금 해양환경에 미치는 역할

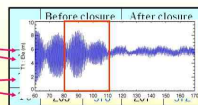
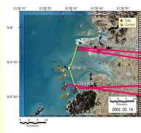
해수 물질의 수송 또는 확산

강한 조류에 의한 연직혼합

끝막이 이후 조류 약화로 해양환경의 변화 초래

방조제 건설과 해양환경

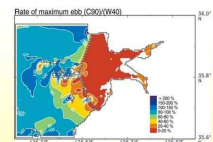
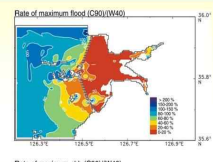
M2 Amplitudes (조위)
 내부 85 % 정도 감소
 외부 5 % 미만 감소



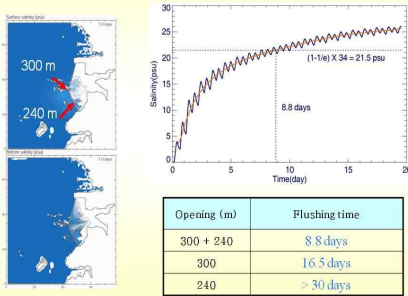
방조제 건설과 해양환경

조류

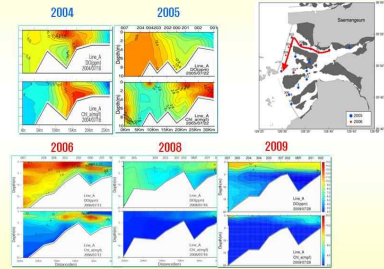
- 내부 80 % 이상 감소
- 감문 주변 제외
- 외부
- 남측 40 % 내외 감소
- 북측 20 % 내외 감소



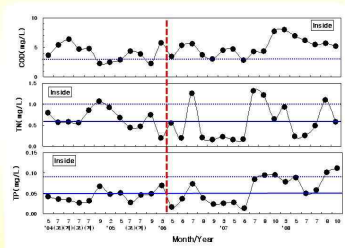
방조제 건설과 해양환경



방조제 건설과 해양환경



방조제 건설과 해양환경

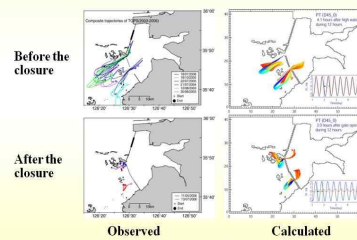


방조제 건설과 해양환경

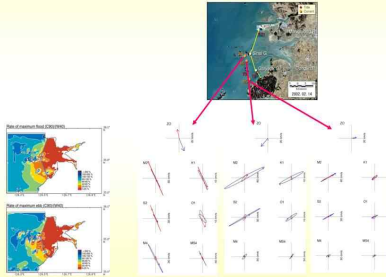
- 방조제 건설
- 방조제 조위 감소
- 조류 감소
- SS 감소 → 광투과 증가
성층 강화
- 상층의 Algal bloom
지층의 Hypoxia
- 내측수심의 악화
- 감문을 통한 방류

유출수의 거동

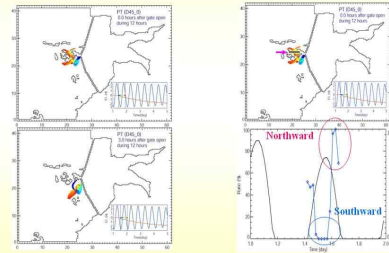
유출수의 거동



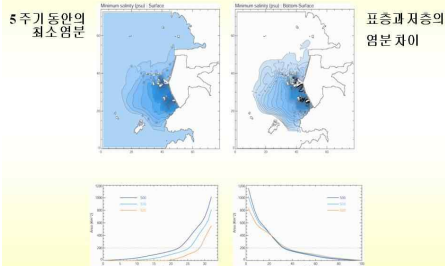
유출수의 거동



유출수의 거동



유출수의 거동



문제점과 필요성

문제점과 필요성

외해역 개발에 대한 압력은 증가될 것으로 예상

새만금신항 개발, 고군산군도 관광 개발

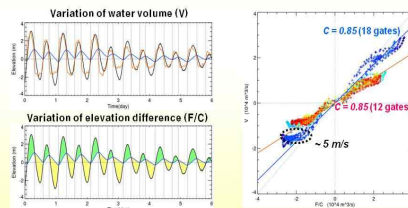
해양환경 관리 목표의 설정

해양환경의 지속적인 모니터링과 예측이 필수

문제점과 필요성

갑문유량의 산정

$$F = C b h \sqrt{2g \Delta h}$$



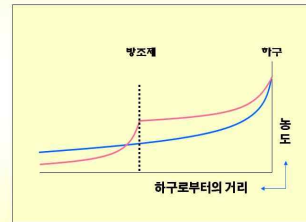
문제점과 필요성

거품의 발생과 거동 추적



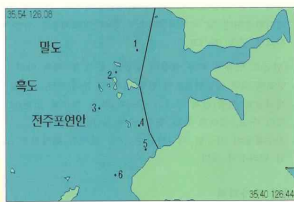
문제점과 필요성

외해역 물질수지의 산정

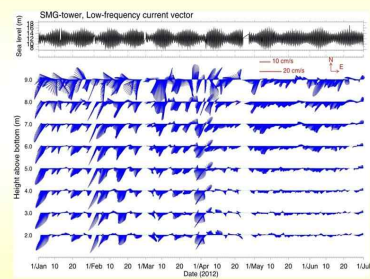


문제점과 필요성

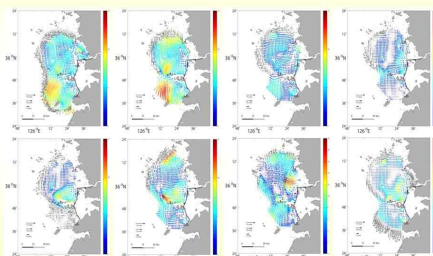
해양환경 현황 모니터링



문제점과 필요성



문제점과 필요성



과제 제안

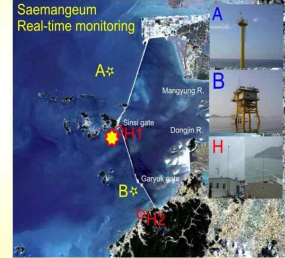
과제 제안

주제 1. 실시간 해양환경 모니터링

- 주요 기준점 환경변화 모니터링
 - 기상, 수온/염분, 해류/조류, 파랑 등 모니터링
 - 수질환경 모니터링 추가
 - 갑문 개폐 및 유량 추가
- 기존 인프라
 - 가력해상관측탑, 만경타워, HF 레이다 활용
 - 신시해상관측탑 신규 건설
- 추정 예산
 - 운영 및 유지관리: 연 5억
 - 수질자동모니터링: 연 2억 + 3억 (설치비)
 - 신시해상관측탑: 연 3억 + 50억 (건설비)

과제 제안

- 새만금가력해상관측탑
 - 가력배수입문 외측
 - ϕ 0.8m, 22T, 45m
- 새만금만경타워
 - 4호방조제 외측
 - ϕ 1.0m, 43m
- HF-Radar
 - 신시: 24.800 MHz
 - 연산: 25.050 MHz



과제 제안

주제 2. 방류수 거동 추적 및 예측

- 방류수의 외해역 거동 추적 및 예측
 - 방류수의 이동 경로, 확산 범위, 수질 영향 분석
 - 거품의 발생, 이동 추적 및 예측
 - 방류수 추적을 위한 현장 조사 (틀개, 수질 등)
- 해수유동, 수질 예측모델의 운용
 - 조석, 기상의 환경특성과 갑문조작에 따른 유동/수질 모의
 - 거품의 거동예측 모델 개발 및 운영
- 추정 예산
 - 모의 실험: 연 3억
 - 실시간 예측: 연 5억

과제 제안

주제 2. 방류수 거동 추적 및 예측

- 통합 수치모델의 구축
 - 해수유동, 파랑 모델링
 - 수질, 퇴적물, 거품 예측 모델링
- 기관별, 분야별 연계
 - 방조제(유역) 내부를 위한 환경부연계
 - 수질, 퇴적분야와 연계 종합 해석
- 수치모델 구축 체계
 - 평균/극한 조건에 대한 예측/모의 실험
 - 실시간 예측 시스템 구축 및 운영

토 의

토의

- 사업의 목표들 어디에 중점?
 - 기초 환경환경 관리 및 정보 제공
 - 외해역 개발 사업에 직접 활용/지원
 - 해양환경 관리 정책의 개발 또는 제안
- 사업의 기간과 영역?
 - 2020 까지 VS. 1단계 이후 (2030)
 - 방조제 내부 증점, 외측 경계

부 록 3. 새만금특별법 중 환경관리 개정 방향

개(제) 정 안	수 정 안	사 유
제3장 새만금 사업지역의 환경관리 제26조(수질개선에 관한 종합계획 등의 수립) ① 환경부장관은 새만금사업지역 및 인근지역의 수질 오염원을 관리하고, 수질오염을 사전에 억제하며, 오염된 수질을 개선할 수 있도록 하기 위하여 다음 각 호의 사항이 포함된 수질개선 종합계획(이하 “종합계획”이라 한다)을 10년마다 수립하여야 한다. 1. 수질관리 여건의 변화와 전망 2. 새만금호의 목표수질 설정 및 관리방안 3. 수질오염원의 관리 및 수질오염 사전 억제방안 등 수질개선 대책 4. 종합계획의 시행에 드는 비용의 산정 및 재원 조달방법 5. 그 밖에 수질개선을 위하여 필요한 사항	제3장 새만금 사업지역 및 새만금해역의 환경관리 제 26 조 (<u>환경 관리</u>에 관한 종합계획 등의 수립) ① 정부는 새만금사업지역 및 주변 해역의 <u>환경훼손</u>을 사전에 억제하며, <u>훼손된 환경</u>을 개선할 수 있도록 하기 위하여 다음 각 호의 사항이 포함된 <u>환경 관리</u> 종합계획(이하 “종합계획”이라 한다)을 10년마다 수립하여야 한다. 1. <u>환경관리</u> 여건의 변화와 전망 2. 새만금호 및 주변해역의 <u>환경관리</u> 목표 설정 및 관리방안 3. 수질오염원의 관리 및 수질오염 사전 억제방안 등 수질개선 대책 4. 생태계의 보전 및 <u>회복을 위한 대책</u> 5. 종합계획의 시행에 드는 비용의 산정 및 재원 조달 방법 6. 그 밖에 <u>환경관리</u>를	○ 새만금의 환경관리 현안에서 수질문제가 정책우선순위 및 사회적 관심이 높지만, - 새만금사업으로 인해 영향을 받는 환경영역은 수질에만 국한되지 않음. ○ 수변생태계 및 경관, 새만금호 내부 수중(해양)생태계 및 생물, 쓰레기 등으로 다양함. - 따라서 수질개선에 초점을 맞출 경우 향후 장래 발생할 다양한 환경현안에 대한 대응에 한계가 있는바, - 수질개선을 환경관리로 명칭을 확대하는 것이 필요함. *제3장 및 제25조의 용어와 통일성도 확보할 수 있음. ○ 한편 새만금 사업으로 인해 발생하는 오염물질의 위해 직방류 및 배수갑문을 통

개(제) 정 안	수 정 안	사 유
② 환경부장관은 종합계획 수립을 위하여 필요한 때에는 관계 중앙행정기관의 장 및 전라북도지사에게 종합계획의 수립에 필요한 자료 및 의견 제출 등을 요청할 수 있다. ③ 환경부장관은 종합계획을 수립하거나 변경하는 경우에는 중앙행정기관의 장 및 전라북도지사와의 협의를 한 후 새만금위원회 심의를 거쳐야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 그러하지 아니하다. ④ 환경부장관은 종합계획을 수립한 때에는 이를 관계 중앙행정기관의 장과 전라북도지사에게 통보하여야 한다. ⑤ 환경부장관, 관계 중앙행정기관의 장과 전라북도지사는 종합계획에 따라 연도별 추진계획을 수립·시행하여야 한다.	위하여 필요한 사항 <삭제> <삭제> <삭제> ⑤ <u>관계 중앙행정기관의 장과 전라북도지사는</u> 종합계획에 따라 연도별 추진계획을 수립·시행하여야 한다.	한 방류로 오염물질의 해역유입, 사업지역 해안개발로 인한 생태계 및 지형변화 영향 등이 현안이 될 것인바 - 동 특별법의 사업지역범위에 포함되어 있지 않더라도 환경관리 측면에서 “통합관리를 지향” 하는 현재 정책방향을 고려할 때 새만금 외해역을 동 종합계획의 범위에 포함하는 것이 타당함. ○수립 및 시행과 관련하여 환경부가 주무부처가 되더라도, 범부처 종합계획의 성격이 있으므로 환경부 대신에 “정부”라는 표현이 적절할 것으로 판단됨.

새만금 외해 해양환경관리 연구개발 추진 로드맵

2012年 12月 29日 印刷

2012年 12月 31日 發行

編輯兼
發行人

金 學 韶

發行處

韓國海洋水產開發院

서울특별시 마포구 대봉산로 45

전 화

02-2105-2700 FAX : 02-2105-2800

등 록

1984년 8월 6일 제313-1984-1호

組版 · 印刷 / 한성애드컴 02-2266-6559 정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337