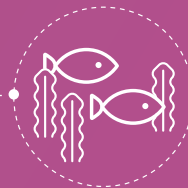
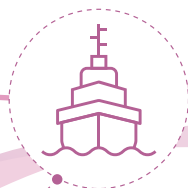


새만금호 수질관리 강화 방안 연구

A Study on Measures to Strengthen Water Quality Management
in Saemangeum Lake

장원근 · 최석문 · 최수빈 · 정세미 · 한기원 · 조성진



새만금호 수질관리 강화 방안 연구

A Study on Measures to Strengthen Water Quality Management
in Saemangeum Lake

장원근 · 최석문 · 최수빈 · 정세미 · 한기원 · 조성진



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	장원근, 최석문, 최수빈, 정세미, 한기원, 조성진
내부연구진	연구책임자 장원근 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원 공동연구원 최석문 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원 공동연구원 최수빈 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 정세미 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 한기원 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원 공동연구원 조성진 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원

연구기간	2025. 6. 25. ~ 2026. 1. 15.
------	-----------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	장원근 연구총괄, 제1장~제5장
내부연구진	최석문 제3장 제1절, 제4장 제1절, 제5장 제2절 최수빈 제1장, 제3장 제1절, 제5장 제1절 정세미 제4장 제1절 한기원 제1장, 제2장 제3절 조성진 제1장

산·학·연·정 연구자문위원	김은교 (주)엔이비 차장 권봉오 국립군산대학교 교수 김경태 한국해양과학기술원 책임연구원 황대호 한국물관리정책연구소 대표연구원 하승우 해양수산부 해양환경정책과 사무관
-------------------	---

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

1989년 「새만금 간척 종합개발사업 기본계획」이 발표되고 2006년 방조제 물막이 공사가 완공된 이래, 오늘날에 이르기까지 오랜 시간 동안 새만금 개발은 많은 시행착오와 계획 변경을 겪어 왔다. 새만금호의 오염 문제도 정부와 관계 기관이 당면한 심각한 어려움 중 하나였다. 환경부를 비롯한 관계 기관은 「새만금호 수질관리대책」을 세우고 그에 따라 다양한 정책사업을 추진하는 등 방조제 안쪽의 인공호 수질 관리를 위해 최대한의 노력을 기울였으나, 결국 담수호 조성 계획을 포기하고 해수 유통을 결정하게 되었다.

새만금호에 해수가 지속적으로 유통되면, 새만금호는 상류에서 유입되는 담수와 해양에서 유입되는 해수가 함께 하는 독특한 자연환경을 가지게 된다. 이에 새만금호의 수질관리는 기존 제도와 함께 해양환경 관리 제도 및 방식이 결합되어야 할 것이다. 과거 새만금은 방조제 외측 해역에 대해서만 해양환경의 관점에서 연구가 이루어졌으나, 이제 새만금은 해역으로 인식하고 그에 따른 적합한 관리 방안을 발굴하고 적용해야 한다.

이 연구는 이와 같은 새만금호에 대한 인식 변화와 관리 방식의 전환이 요구되는 상황에서 시의적절하게 추진되었다. 지금까지 담수호 기준의 관리에서 탈피하여 해수호로서 새만금호의 환경을 관리할 수 있는 최적의 방식을 찾아야 할 것이고, 본 연구는 그러기 위한 첫 발걸음에 해당될 것이다.

한 번의 연구를 통해 연안해역으로서 새만금호 수질관리를 위한 완전한 대책을 마련할 수는 없다. 기후변화와 우리나라 주변 해역의 환경 변화 등으로 인해 다양한 대응방식과 새로운 해양환경관리 방안의 모색이 필요한 것은 비단 새만금호만의 상황이 아니다. 급격한 변화의 시기에 새로이 해수호로 전환되는 새만금호의 수질관리는 더욱 신중하게 접근해야 할 것이다. 더군다나 아직 새만금 매립지 개발이 거의 이루어지지 않은 상황에서 미래 조성될 산업단지 등으로 인한 새만금호 환경 영향이 어떤 양상으로 진행될지 현재로서는 예측하기 어렵다. 육상오염원으로부터 새만금호 해역으로 유입될 오염물질의 종류, 양, 유입 경로 등을 확인해야 그에 적합한 대응방안을 제시할 수 있게 될 것이다.

본 연구를 통해 제시된 새만금호 수질관리 개선 방안에 따라 적절한 정책이 추진되고 제도의 개선이 이어질 것으로 기대한다. 아울러, 후속 연구가 수행되고 그에 따라 새만금호에 가장 적합한 수질관리 방안이 마련되어 새만금이 미래 첨단산업이 자라나는 깨끗한 친환경 보금자리로 발전해 나가기를 희망한다.

이 연구는 산·학·연·정 전문가의 도움과 자문을 통해 수행될 수 있었다. 해양수산부 하승우 사무관, 국립군산대학교 권봉오 교수, 한국물관리정책연구소 황대호 박사, 한국해양과학기술원 김경태 박사, (주)엔이비 김은교 차장 등 도움을 주신 외부 전문가와 관계자께 이 자리를 빌려 깊은 감사의 말씀을 전한다. 아울러, 새만금호라는 쉽지 않은 대상을 주제로 끈기 있는 연구를 통해 연구 결과를 도출해 낸 장원근 연구위원 외 우리 원 연구진의 노고에 감사드린다.

2026년 3월
한국해양수산개발원
원장 조 정 희

목차

정책제안 _ i

요약 _ iii

Executive Summary _ ix

01

서론 _1

제1절 연구 배경 및 목적	1
제2절 연구 내용 및 방법	3
제3절 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성	5
1. 선행연구	5
2. 선행연구와의 차별성	11

02

수질관리의 개념과 전제_13

제1절 수질관리의 기본 개념	13
1. 물의 이용과 관리	13
2. 수질과 수질관리	16
제2절 수질 오염 관리의 전제(前提, premise)	20
1. 수질관리를 위한 범위 설정	20
2. 수질관리 범위의 용도 지정과 기준 설정	22
제3절 국내 인공호 수질관리 사례: 시화호	27
1. 시화호 수질관리 경과	27
2. 시화호 수질관리를 위한 주요 대책과 성과	28
3. 해양환경측정망 자료 분석	31
4. 새만금호 관리를 위한 시화호 사례의 시사점	42

03	새만금호 수질 현황 및 관리 여건 _43	
	제1절 새만금호 수질 관련 법제	43
	1. 새만금호 수질관리 관련 법제	43
	2. 새만금호 관련 법제에 따른 정책	63
	제2절 새만금호의 수질	80
	1. 새만금호 내외 수역의 수질 변화	80
	2. 새만금호 내부 수질 변화	82
	3. 갑문 운용과 내외부 수질 변화	84
04	새만금호 수질관리 현안 및 대응방안 _91	
	제1절 새만금호 수질관리 현안	91
	1. 새만금호 수질관리 현행 법제 현안	91
	2. 새만금호 수질관리 정책 현안	98
	제2절 새만금호 수질관리 강화 방안	120
	1. 새만금사업법의 새만금 사업지역 환경관리 제도 강화	120
	2. 물환경관리법제와 해양환경관리법제의 연계 강화	124
	3. 부처 간 협력 거버넌스 강화	128
05	결론 및 정책 제언 _131	
	제1절 결론	131
	제2절 정책 제언	135

표 목차

〈표 1-1〉 주요 선행연구	7
〈표 1-2〉 선행연구와의 차별성	12
〈표 2-1〉 환경정책기본법의 하천·호소·해양의 환경기준(수질) 항목	24
〈표 2-2〉 환경정책기본법의 하천·호소·해양의 생활환경보호 기준 항목 및 등급수 ..	24
〈표 2-3〉 하천·호소의 지정 용도와 정수처리	25
〈표 2-4〉 수산생물 서식 어장환경기준(수질)	26
〈표 2-5〉 시화호 정점별 수질평가지수(등급별 개수)	34
〈표 2-6〉 시화호 방조제 외측 정점 수질평가지수(등급별 개수)	34
〈표 2-7〉 시화호 연도별 수질평가지수(등급별 개수)	35
〈표 2-8〉 시화호 연도별 수질평가지수(등급별 비율)	36
〈표 2-9〉 시화호 10개 정점의 연도별 평균 수질(COD, TN, TP)	37
〈표 2-10〉 2004~2024년 시화호 정점별 평균 수질(COD, TN, TP)	38
〈표 2-11〉 2004~2024년 시화호 상류-하류(방조제 외측 정점 포함) 정점별 수질(COD, TN, TP)	39
〈표 3-1〉 새만금호 수질관리 법제 현황	44
〈표 3-2〉 새만금유역(상류 및 호내) 수질관리대책	68
〈표 3-3〉 새만금유역 제3단계 수질개선대책 기간별 세부사업 수 및 예산	69
〈표 3-4〉 새만금 3단계 수질개선대책 전체 과제 추진현황 총괄('23년 말 기준)	70
〈표 3-5〉 새만금 인근 중권역 물환경 목표기준	72
〈표 3-6〉 유역하수도정비계획의 세부 단위유역	73
〈표 3-7〉 공공하수처리시설의 방류수 수질기준	74
〈표 3-8〉 새만금호 지류 하천에 방류하는 공공하수처리시설(500㎥ 이상) 현황	75
〈표 3-9〉 새만금 유역 환경기초시설(500㎥ 이상)의 오염물질 배출 특성	76
〈표 3-10〉 전라북도 제4단계 수질총량 목표수질 및 단위유역	78
〈표 3-11〉 생태기반 해수수질 기준	78
〈표 3-12〉 수산생물 서식 어장환경기준	79
〈표 3-13〉 새만금방조제 물막이공사 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금 외측 수질 비교 분석(해양환경측정망 자료 활용)	86
〈표 3-14〉 새만금방조제 물막이공사 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금 내측 수질 비교 분석(새만금유역 통합관리시스템 자료 활용)	88

〈표 4-1〉 새만금호 수질관리 현행 법제의 현안	97
〈표 4-2〉 호소 사람의 건강보호 기준	101
〈표 4-3〉 호소 사람의 생활환경 기준	102
〈표 4-4〉 만경강 및 동진강 계절별 수질 현황(2024년)	104
〈표 4-5〉 만경강 및 동진강 계절별 수질 현황(2007년)	106
〈표 4-6〉 새만금호 수용총량, 만경강·동진강의 오염부하(2024년)	113
〈표 4-7〉 새만금호 수용총량, 만경강·동진강의 유입부하(2007년)	116
〈표 4-8〉 「새만금사업법」의 환경보전대책 구체화 관련 개정안	120
〈표 4-9〉 「새만금사업법」의 정부 개선조치명령 관련 개정안	121
〈표 4-10〉 「새만금사업법」의 특별관리지역 행위제한 관련 개정안	122
〈표 4-11〉 「새만금사업법」의 수질관리부담금 관련 개정안	123
〈표 4-12〉 「해양환경관리법」의 구역관리 관련 개정안	125
〈표 4-13〉 「해양환경관리법」의 오염물질 총량관리 관련 개정안	126
〈표 4-14〉 「해양환경관리법」의 오염물질 배출·처리 관련 개정안	127
〈표 4-15〉 「해양환경관리법」의 자원 및 벌칙 관련 개정안	127
〈표 4-16〉 부처 간 협력 거버넌스 강화 관련 개정안	129

그림 목차

〈그림 2-1〉 전 세계 물 사용량 현황 및 수요	14
〈그림 2-2〉 OECD 국가의 물 공급 비중(민간 및 공공 부문)	16
〈그림 2-3〉 시화호 내측 해수의 COD 변화	28
〈그림 2-4〉 조력발전소 운영 전후 해수 유통량 변화	30
〈그림 2-5〉 해양환경측정망 조사정점도(BC01)	32
〈그림 2-6〉 해양환경측정망 조사정점도(BC01, HC01)	33
〈그림 3-1〉 새만금 기본계획 수질관리계획의 목표 및 추진전략	64
〈그림 3-2〉 새만금호 목표수질 및 등급 설정	65
〈그림 3-3〉 새만금호 하수처리구역 단계별 계획 하수량 예측	66
〈그림 3-4〉 수질현황진단 시기별 비교 정보	80
〈그림 3-5〉 새만금방조제 완공 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금 외측 수질변화(해양환경측정망 자료 활용)	87
〈그림 3-6〉 새만금방조제 완공 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금 내측 수질변화(새만금유역 통합관리시스템 자료 활용)	89
〈그림 4-1〉 2050년 새만금사업의 토지이용계획 및 수질관리의 범위	99
〈그림 4-2〉 새만금호 수질관리에 영향을 미치는 범위	100
〈그림 4-3〉 새만금호의 지형특성(둘레, 넓이, 체적) 및 수질모니터링 정점위치	110
〈그림 4-4〉 새만금호의 물질 수지 산정 개념 및 추정식	111
〈그림 4-5〉 새만금호 물질수지 분석 사례	114
〈그림 4-6〉 새만금유역 점·비점 배출부하 기여율 변화('13~'30년)	117
〈그림 4-7〉 2050년 새만금호 인근 오염원 변화	118
〈그림 4-8〉 새만금호 인근 오염원 변화 및 수질 영향(예측)	119

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 새만금호 수질 변화 및 해수 유통 효과 검토
 - 2000년부터 2024년까지 해양환경측정망과 새만금유역 통합관리시스템의 COD, 총질소(T-N), 총인(T-P), 엽록소-a, 염분 등의 항목을 분석
 - 방조제 건설, 해수유통, 갑문운영 변화를 기준으로 총 6단계(P-1~P-6) 구간을 구분하여 새만금호 내외 수역의 변화를 비교
 - P-1 단계 : 물막이공사 완료 이전(~2006.05)
 - P-2 단계 : 자유 해수 유통(2006.05~2009.12)
 - P-3 단계 : 0.5일 주기 갑문운영(2010.01~2014.12)
 - P-4 단계 : 1일 주기 갑문운영(2015.01~2019.06)
 - P-5 단계 : 4일 주기 갑문운영(2019.07~2020.12)
 - P-6 단계 : 0.5일 주기 갑문운영(2021.01~2022.12)
2. 새만금호의 오염물질 수용총량 및 수질개선대책의 효과 분석
 - 새만금유역 제2·3단계 수질개선대책 전후 오염물질 유입량 변화를 분석
 - 새만금호 관리수위, 체적, 목표수질 등을 가정하고, 수질 자료에 기초하여 새만금호의 오염물질 수용총량(assimilative capacity)을 Bathtub 모델으로 추정
3. 유사 사례 및 수질관리 정책 체계 비교 분석
 - 시화호 해수유통 및 연안오염총량관리 정책 사례 검토

-
- 새만금사업법, 물환경보전법, 금강수계법, 하수도법, 해양환경관리법 등 수질관리 제도 비교 검토

■ 정책제안

1. 해수유통 기반 새만금호 수질관리 정책 방향 전환
 - 갑문 운영 확대 이후 COD 약 24%, 총질소 약 26%, 총인 약 31% 감소 등 수질 개선 효과 반영
 - 해수 교환 확대를 통한 체류시간 감소 기반 수질관리 정책 추진 필요
 - 담수 중심 수질관리 정책에서 담수-해수 수질관리 정책으로 전환 필요
2. 비점오염원관리 강화를 위한 유역 전체 통합수질관리 정책 필요
 - 만경강·동진강 상류에서 새만금호 수용총량보다 많은 오염물질이 유입되고 있고, 비점오염원 비중이 90% 정도인 상황을 고려해야 함.
 - 기존 점오염원관리 정책과 함께 농업·축산 기인 비점오염원 관리 강화 등 상류 오염원 관리와 호내 수질관리 정책 간의 긴밀한 연계가 필요
3. 담수-해수 수질관리 정책 연계 강화
 - 물환경보전법 기반 담수 수질관리 정책과 해양환경관리법 기반 해양 수질관리 정책 간의 연계 강화
 - 새만금사업법을 비롯, 다양한 수질관리정책의 협력체계 강화 필요
 - 새만금 개발 확대에 따른 외부 수역의 환경영향 저감관리 강화 필요

요 약

새만금호 수질관리 강화 방안 연구

장원근 · 최석문 · 최수빈 · 정세미 · 한기원 · 조성진

1. 연구 배경 및 목적

- 새만금호는 방조제 건설 이후 해수와 담수의 유통이 단절되어 수질 문제가 지속적으로 제기되고 있음
- 2010년부터 추진한 수질개선대책으로 새만금호로 유입되는 오염물질은 크게 감소하였으나 수질환경 문제는 완전히 해소되지 않음.
- 2021년부터 해수 유통의 주기와 양을 체계적으로 조정함에 따라 호내 수질은 안정적으로 유지되고 있으나, 해수 유통에 따른 외부 수역의 수질관리에 관한 우려가 커지고 있음.
- 본 연구의 목적은 새만금호 수질을 보다 효율적으로 관리할 수 있도록 현재 수질관리 체계를 분석하고 관련 현안을 해결하기 위한 정책 방향을 제시하는 것임.
 - 새만금호 수질관리와 연관된 육상 및 해양의 주요 관리 정책을 분석함.
 - 새만금이 지니고 있는 독특한 자연환경과 수질을 보전·관리하기 위한 정책

의 체계와 특성을 파악함.

- 새만금호 수질관리에 필요한 현재 및 장래 오염원에 대한 관리 방향과 해양 수질 관리에 필요한 사항을 제시함.

2. 연구 내용 및 방법

- 새만금 방조제 건설 전후와 해수유통방식의 변경이 새만금호 내·외부 수역의 수질 변화에 미치는 영향을 분석
 - 2000년부터 2024년까지 해양환경측정망과 새만금유역 통합관리시스템의 COD, 총질소(T-N), 총인(T-P), 엽록소-a, 염분 등의 항목을 분석
 - 방조제 건설, 해수유통, 갑문운영 변화를 기준으로 총 6단계(P-1~P-6) 구간을 구분하여 새만금호 내외 수역의 변화를 비교
 - P-1 단계 : 물막이공사 완료 이전(~2006.05)
 - P-2 단계 : 자유 해수 유통(2006.05~2009.12)
 - P-3 단계 : 0.5일 주기 갑문운영(2010.01~2014.12)
 - P-4 단계 : 1일 주기 갑문운영(2015.01~2019.06)
 - P-5 단계 : 4일 주기 갑문운영(2019.07~2020.12)
 - P-6 단계 : 0.5일 주기 갑문운영(2021.01~2022.12)
 - 체류시간 변화와 희석 효과 등 해수유통 기반 수질 개선 메커니즘 분석
- 새만금 수질대책 시행 전후의 새만금호 오염물질 유입량의 변화를 비교하고, 새만금호 오염물질 수용총량을 산정
 - 새만금유역 제2·3단계 수질개선대책 전후 오염물질 유입량 변화를 분석
 - 새만금호 관리수위, 체적, 목표수질 등을 가정하고, 수질 자료에 기초하여 새만금호의 오염물질 수용총량(assimilative capacity)을 Bathtub 모델을 활용하여 추정

- 만경강·동진강의 오염물질 유입부하량과 새만금호 수용총량을 비교 분석
- 새만금호 내외부 수역의 주요 수질관리정책의 특성 분석
- 새만금사업법, 물환경보전법, 하수도법, 금강수계법, 해양환경관리법, 어장관리법 등 새만금호 수질관리 관련 법제도 및 정책 분석
- 육상 수계 관리체계 및 해양 수질관리 체계의 연계 검토
- 시화호 등 국내 연안 인공호 수질관리 정책 사례 분석

3. 주요 결과

- 방조제 건설 이후 새만금호 내부 수역의 수질 악화
 - 2006년 대비 2020년의 새만금호는 유기물질과 영양염이 축적되고 해수 교환이 제한되었으며, 호내 자정능력이 감소함에 따라 호내 수질은 약 3~4배 정도 악화되었음.
 - COD 평균 농도 : 약 2.5 mg/L → 8.2 mg/L로 증가
 - 총질소 평균 농도 : 약 517 $\mu\text{g/L}$ → 1,754 $\mu\text{g/L}$ 로 증가
 - 엽록소-a 평균 농도 : 약 9.4 $\mu\text{g/L}$ → 26.5 $\mu\text{g/L}$ 로 증가
 - 동 기간 동안 염분은 약 28.6 psu에서 10.2 psu로 감소하여 담수화 현상이 진행되었음.
- 새만금유역 수질개선대책으로 상류에서 유입되는 점오염부하는 감소하였으나, 비점오염원 부하 관리는 미흡
 - 새만금유역 제2단계 수질개선대책을 추진하여 만경강과 동진강에서 유입되던 오염부하량은 약 4~6배 정도 감소되었음.
 - 새만금 상류 지역의 공공하수처리시설을 대부분 고도화함으로써 새만금호로 유입되는 점오염원 부하는 체계적으로 관리하고 있음.

-
- 그러나 새만금으로 유입되는 전체 오염부하 중에서 비점오염원 부하가 90%를 차지하고 있어 비점오염 관리정책의 강화가 시급함.
 - 한편 새만금호 내부 수역의 저층에 오염물질이 축적되는 현상에 대한 문제 해결 요구가 지속되고 있음. .
 - **Bathtub 모델을 적용, 새만금호의 오염물질 수용총량을 추정**
 - 새만금호 관리수위(-1.5m), 체적, 목표수질 등을 가정하고, Bathtub 모델을 적용하여 새만금호의 오염물질 수용총량(assimilative capacity)을 추정
 - 2024년 기준 새만금호 총인 수용총량은 약 64 톤/년, 총질소 약 720 톤/년, COD는 7,848 톤/년 정도
 - 총인의 수용총량은 농업용지구간은 약 21 톤/년, 도시용지구간은 약 42 톤/년 수용가능
 - 2024년 기준 새만금호내의 총인은 약 56 톤/년 정도 잔류하고 있으며, 이는 수용총량의 약 87.5% 수준.
 - 한편 만경강 및 동진강 상류에서 새만금호 수용총량의 약 1.7배에 해당하는 약 112 톤/년 정도의 총인이 유입되고 있고, 유입된 총인의 약 50% 정도가 새만금호 저층에 축적되거나 외부 수역인 해양으로 배출되고 있음.
 - **최근 해수 유통 확대에 따른 새만금호 내부 수역의 수질 개선 확인**
 - 2019년부터 2020년까지 신시·가력 갑문을 통해 4일 1회씩 해수를 교환 하던 갑문운영 방식을 2021년부터 1일 2회 교환으로 변경함에 따라, 호소 내 오염물질의 체류시간이 줄어들고 오염물질 농도 역시 감소함.
 - COD 농도 : 8.2 mg/L → 6.2 mg/L (약 24% 감소)
 - 총질소 농도 : 1,754 μ g/L → 1,294 μ g/L (약 26% 감소)
 - 총인 농도 : 96.3 μ g/L → 66.4 μ g/L (약 31% 감소)
 - 부유물질 농도 : 24.9 mg/L → 15.2 mg/L (약 39% 감소)

- 시화호 사례 비교 분석을 통한 정책 시사점 도출
 - 시화호의 해수 유통을 확대하여 COD 농도는 17.4 mg/L에서 4.3 mg/L로 감소함. 특히 조력발전소 운영 이후부터는 COD 농도는 1.8~3.2 mg/L 정도로 안정됨
 - 시화호 수질 관리는 오염원의 체계적 관리와 해수 교환을 병행함으로써 관리목표를 달성 중
- 해수 유통 중심의 새만금호 수질관리 정책 추진시 외부 수역의 수질관리에 관한 정책에 관한 관심이 중요
 - 현재 하수방류량은 611,217.0 m³/일 정도인데, 새만금사업이 완성되는 2050년 경에는 총 880,000 m³/일 규모의 하수가 방류될 것으로 예상되며, 추가되는 약 268,763 m³/일은 전량 해양으로 방류될 예정임.
 - 해수 유통과 추가 해양방류에 관한 정책은 새만금호 내부 수역의 오염물질을 외부 수역으로 이동시키는 방식이기 때문에 외부 수역인 해양의 수질관리가 중요함.

4. 정책 제언

- 현재 새만금호의 수질관리체계는 새만금 상류에서 유입되는 비점오염원을 저감하고 관리하는 대책이 중요
 - 새만금 상류인 만경강·동진강 유역에서 유입되는 오염부하량은 새만금호 오염물질 수용총량의 약 1.7배 수준이며, 대부분이 비점오염원서 기인하는 오염부하임.
 - 새만금사업법, 물환경보전법, 금강수계법, 하수도법 등에 포함된 다양한 비점오염원 관리정책을 새만금 유역에 적용할 수 있는 통합대책이 중요

-
- **장래 새만금호 수질관리의 주요 정책은 신규 개발사업에 따라 증가하는 오염부하의 배출저감 관리와 해양방류·해수유통의 영향저감 관리가 핵심 분야**
 - 향후 본격적으로 추진되는 새만금 개발사업에 따라 점 및 비점오염원에서 배출되는 오염부하가 증가할 것으로 예상되어 체계적인 처리시설 확보 및 시설개선이 중요
 - 다만 신규 처리시설의 방류는 대부분 해양으로 계획되고 있어 새만금호 인근 해양환경에 미치는 부정적 영향을 최소화할 수 있는 대책이 중요함.
 - **새만금호 수질관리의 성공은 담수-해수 환경정책의 연계 강화가 중요**
 - 새만금호는 상류에서 유입하는 담수와 갑문으로 유입되는 해수가 만나는 독특한 수질 환경임
 - 현재 물환경관리법제와 해양환경관리법제는 수단 및 체계 등이 차이가 있으므로 효과적인 새만금 수질관리를 위해서는 육상수계관리체계와 해양수질관리체계간의 연계 강화가 필요하며, 기후부, 해양수산부, 농림축산식품부뿐만 아니라 광역자치단체의 협력이 중요함.

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on Measures to Strengthen Water Quality Management in Saemangeum Lake

Won Keun Chang · Seok-Mun Choi · Subeen Choe · Semi Jeong
· Ki Won Han · Sung-Jin Cho

1. Background and Purpose

- The construction of the Saemangeum Seawall has influenced the natural hydrological exchange between seawater and freshwater, resulting in severe water quality deterioration within the lake.
- Although a lot of water quality control measures implemented since 2010 have substantially reduced the inflow of pollutants into Saemangeum Lake, the underlying water quality challenges have yet to be fully resolved.
- While the systematic seawater exchange since 2021 has kept in-lake water quality stable, concerns over the management of water quality in the outside of the lake affected by this exchange are growing.

-
- This study aims to analyze the current water quality management framework of Saemangeum Lake, and to propose policy directions to address its pending issues, thereby enhancing the effectiveness of water quality management.
 - Analyzes the major policies governing both freshwater and coastal water quality management of Saemangeum Lake
 - Examines the frameworks of policies to protect and manage the unique natural environment and water quality conditions of Saemangeum Lake
 - Presents directions for managing current and future pollution sources required for water quality management in Saemangeum Lake, along with essential considerations for marine water quality management.

2. Content and Methodology

- This study analyzes the effects of the Saemangeum Seawall construction, covering both pre- and post-construction periods, as well as subsequent changes in seawater exchange methods, on water quality in the in-lake and external marine waters of Saemangeum Lake.
- Water quality data from the National Marine Environment Monitoring Network and the Saemangeum Watershed Integrated Environmental Management System are analyzed over the period

2000–2024, comprising five key indicators: COD, Total Nitrogen (T-N), Total Phosphorus (T-P), Chlorophyll-a, and salinity.

- The study period is divided into six distinct phases (P-1 through P-6) based on seawall construction, seawater exchange, and changes in sluice gate operation, enabling a comparative assessment of water quality changes in the in-lake and external marine waters of Saemangeum Lake.
 - P-1: Prior to the final closure of the Saemangeum Seawall (~May 2006)
 - P-2: Unrestricted seawater exchange (May 2006–Dec. 2009)
 - P-3: Twice-daily sluice gate operation (Jan. 2010–Dec. 2014)
 - P-4: Once-daily sluice gate operation (Jan. 2015–Jun. 2019)
 - P-5: Sluice gate operation at 4-day intervals (Jul. 2019–Dec. 2020)
 - P-6: Twice-daily sluice gate operation (Jan. 2021–Dec. 2022)
- Water quality improvement mechanisms associated with seawater exchange are analyzed, including changes in water residence time and dilution effects.
- This study compares pollutant inflows to Saemangeum Lake before and after the implementation of water quality improvement measures, and estimates the total allowable pollutant load of the lake.
- This study analyzes changes in pollutant inflows before and after the implementation of the 2nd and 3rd Phase Water Quality Improvement Plans for the Saemangeum Watershed.

-
- Based on the assumptions of the lake's water surface elevation, volume, and target water quality, it is estimated the assimilative capacity of Saemangeum Lake using the Bathtub model.
 - This study also compares the pollutant inflow loads from the Mangyeong River and Dongjin River with the estimated assimilative capacity of the lake.
 - This study analyzes the characteristics of major water quality management policies governing the in-lake and external marine waters of Saemangeum Lake.
 - The legal frameworks and policies governing water quality management in Saemangeum Lake are examined, including the Special Act on Promotion and Support for Saemangeum Project, the Water Environment Conservation Act, the Sewerage Act, the Act on Water Management and Resident Support in the Geum River Basin, the Marine Environment Management Act, and the Fishing Ground Management Act.
 - It also reviews the linkages between land-based water management systems and marine water quality management systems.
 - The water quality management policy case of Lake Sihwa are examined for comparative insights.

3. Result

- The construction of the Saemangeum Seawall has resulted in significant water quality degradation of Saemangeum Lake.
- By 2020, the water quality in Saemangeum Lake had deteriorated three to four times compared to 2006 levels, driven by the accumulation of organic matter and nutrients, increasingly restricted seawater exchange, and a decline in the lake's self-purification capacity.
- Mean COD concentration: Increased from approximately 2.5 mg/L to 8.2 mg/L
- Mean Total Nitrogen concentration: Increased from approximately 517 $\mu\text{g/L}$ to 1,754 $\mu\text{g/L}$
- Mean Chlorophyll-a concentration: Increased from approximately 9.4 $\mu\text{g/L}$ to 26.5 $\mu\text{g/L}$
- Over the same period, salinity declined from approximately 28.6 psu to 10.2 psu, reflecting a progressive freshening of the lake.
- While water quality improvement plans in the Saemangeum Watershed have reduced point source pollutant loads from upstream areas, the management of non-point source pollutant loads remains insufficient.
- The implementation of the 2nd Phase Water Quality Improvement Plan for the Saemangeum Watershed resulted in a four- to six-fold reduction in pollutant loads from the

Mangyeong River and Dongjin River.

- The upgrading of most public sewage treatment facilities in upstream areas of the Saemangeum Watershed has enabled the systematic management of point source pollutant loads entering into the lake.
- However, non-point source pollutant loads account for 90% of the total pollutant load entering Saemangeum Lake, underscoring the urgent need to strengthen their management.
- Meanwhile, demands for addressing the issue of pollutant accumulation in the bottom layers of Saemangeum Lake remain persistent.
- The assimilative capacity of Saemangeum Lake is estimated using the Bathtub model.
- The Bathtub model was applied to estimate the assimilative capacity of Saemangeum Lake, based on the assumptions of a water surface elevation of -1.5 m, the lake's volume, and target water quality standards.
- As of 2024, the assimilative capacity of Saemangeum Lake is estimated at approximately 64 tons/year for Total Phosphorus, 720 tons/year for Total Nitrogen, and 7,848 tons/year for COD.
- For Total Phosphorus, the assimilative capacity is distributed across approximately 21 tons/year for the agricultural land-use zone and 42 tons/year for the urban land-use zone.
- As of 2024, approximately 56 tons/year of Total Phosphorus remains accumulated within Saemangeum Lake, representing approximately 87.5% of the lake's assimilative capacity.

- Meanwhile, approximately 112 tons/year of Total Phosphorus enters Saemangeum Lake from the upstream areas of the Mangyeong River and Dongjin River, equivalent to approximately 1.7 times the lake's assimilative capacity. Of this incoming pollutant load, approximately 50% either accumulates in the bottom layers of the lake or is discharged into the external marine waters.
- The expansion of seawater exchange has led to measurable improvements in water quality of Saemangeum Lake.
- The sluice gate operation method, which had involved seawater exchange through the Sinsi and Garyeok Sluice Gates once every four days from 2019 to 2020, was changed in 2021 to twice-daily exchange. As a result, the water residence time within the lake decreased, resulting in a corresponding reduction in the pollutant level of the Lake.
- COD concentration: 8.2 mg/L → 6.2 mg/L (approximately 24% reduction)
- Total Nitrogen concentration: 1,754 μ g/L → 1,294 μ g/L (approximately 26% reduction)
- Total Phosphorus concentration: 96.3 μ g/L → 66.4 μ g/L (approximately 31% reduction)
- Suspended Solids concentration: 24.9 mg/L → 15.2 mg/L (approximately 39% reduction)
- Policy implications are drawn from a comparative analysis of Lake Sihwa.

-
- Following the expansion of seawater exchange in Lake Sihwa, COD concentrations decreased from 17.4 mg/L to 4.3 mg/L. In particular, since the start of operations at the Sihwa Lake Tidal Power Station, COD concentrations have stabilized at approximately 1.8–3.2 mg/L.
 - Water quality management in Lake Sihwa has achieved its management targets by integrating the systematic control of pollution sources with expanded seawater exchange.
 - When pursuing water quality management measure focusing on seawater exchange of Saemangeum Lake, policy attention to water quality management in the external marine waters becomes critically important.
 - Current sewage discharge volumes stand at approximately 611,217.0 m³/day. By around 2050, when the Saemangeum Project is fully completed, total sewage discharge is projected to reach approximately 880,000 m³/day, with the additional 268,763 m³/day to be discharged entirely into the external marine water environment.
 - Given that both seawater exchange and additional marine discharge policies function by transferring pollutants from the in-lake waters to the external marine waters, effective water quality management of these waters is critically important.

4. Policy Suggestions

- In the current water quality management framework of Saemangeum Lake, measures to reduce and control non-point source pollution entering from upstream areas are important.
- Pollutant loads entering from the Mangyeong River and Dongjin River watersheds, located upstream of Saemangeum, are approximately 1.7 times the assimilative capacity of Saemangeum Lake for pollutants, with the majority of these loads attributable to non-point source pollution.
- An integrated approach to applying non-point source pollution management policies across the Saemangeum Watershed is essential. These policies are set out in the Special Act on Promotion and Support for Saemangeum Project, the Water Environment Conservation Act, the Act on Water Management and Resident Support in the Geum River Basin, the Sewerage Act, and other relevant legislation.
- Future water quality management policy for Saemangeum Lake centers on two key areas: managing the reduction of pollutant discharges associated with new development projects, and mitigating the impacts of marine discharge and seawater exchange.
- As Saemangeum development projects advance in full scale, pollutant loads from both point and non-point sources are expected to increase, making the systematic securing of

treatment facilities and upgrading of existing ones important.

- However, since most discharge from new treatment facilities is planned to be directed into marine waters, measures to minimize adverse impacts on the nearby marine environment are important.
- Strengthening the linkage between freshwater and marine environmental policies is important for the successful water quality management of Saemangeum Lake.
- Saemangeum Lake presents a distinctive water quality environment, where freshwater from upstream sources converges with seawater introduced through the sluice gates.
- The legal frameworks governing freshwater and marine environment management currently differ in their tools and structures. Therefore, strengthening the linkage between land-based water management systems and marine water quality management systems is necessary for effective water quality management in Saemangeum. The collaboration of the Ministry of Climate, Energy and Environment (MCEE), the Ministry of Oceans and Fisheries (MOF), and the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), as well as regional governments, is also important.

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

새만금 사업은 1991년 11월 방조제 건설에 착공하고 2006년 4월 물막이 공사를 준공함에 따라 총 33km의 세계 최장 방조제를 건설하여 광활한 면적을 담수화하는 것을 목표로 추진되었다. 이 사업은 국토 확장 및 경제 발전을 위한 핵심 국책 사업이었지만, 방조제 건설로 인한 해수 흐름 단절과 광대한 갯벌 상실은 국내외적으로 심각한 환경 논란을 일으켰다. 새만금호 내부 수역의 수질관리는 이 사업의 지속가능성을 판단하는 가장 중요한 지표가 되었으며, 정부는 2011년부터 10년 단위로 ‘새만금 종합계획’과 ‘새만금 수질개선대책’을 수립하며 수질 개선을 위해 막대한 재원을 투입해 왔다.¹⁾

새만금 방조제 건설 직후부터 수질 개선을 위해 하수처리장 확충, 비점 오염원 관리, 생태습지 조성 등의 환경 대책이 추진되었다.²⁾ 그러나 20여 년간 이러한 노력이 지속되었음에도 새만금호 내부의 수질은 기대만큼 개

1) 새만금개발청 홈페이지, 사업연혁(검색일: 2025.8.28.)

2) 새만금개발청(2014), p. 174.

선되지 않고 지속적으로 악화되는 추세를 보였다.³⁾ 이는 기존 대책들이 호내 유입되는 오염 부하를 줄이는 데 집중했지만, 새만금호의 정화 능력 상실과 느린 물 교환 등 새만금호 건설에 따른 수질관리의 구조적 한계를 간과했기 때문이다.

새만금호 내부 수역의 수질 악화가 지속되고 기존 대책의 한계가 명확해지자, 국회와 지역사회에서는 새만금호의 지속가능한 개발을 위해 기존 정책 기초를 근본적으로 재검토하고 실효적인 보완 대책을 마련하라는 강력한 요구가 이어졌다.⁴⁾ 이러한 요구에 발맞추어, 정부는 2020년부터 새만금호의 수질 안정화 가능성을 확인하기 위해 해수 유통(일 2회)을 시범적으로 실시했다. 해수 유통을 실시한 이후부터 새만금호 수질이 눈에 띄게 개선되고 안정적으로 유지되는 긍정적인 경향이 확인되었다.⁵⁾

이러한 실증적 결과를 바탕으로 새만금호 수질관리에 대한 정책적 변화가 이루어졌다. 제32차 새만금위원회는 새만금호의 수질관리를 위해 정기적으로 해수 유통을 시행(‘새만금호 해수 2회/일 유통’ 결정)하기로 공식 결정했다.⁶⁾ 이 결정은 새만금호의 관리 패러다임을 사실상 기존의 ‘담수호 관리 체계’를 넘어서 ‘해양-기수-담수 관리’로 전환하는 새로운 체계가 필요하다는 것을 시사한다.

정기적인 해수 유통이 공식화되면서 새만금호는 담수와 해수가 만나는 독특한 환경 특성을 갖게 되었다. 이에 따라 새만금호의 지속가능한 개발과 수질 안정화를 위해서는 과거처럼 호소 내부의 오염원 관리에만 집중할 것이 아니라, 상류에서 유입되는 담수와 정기적으로 유통되는 해수를 하나의 시스템으로 병합하여 통합적으로 관리해야 할 필요성이 커지고 있다.

3) 환경미디어(2020.10.7.)(검색일: 2025.8.28.)

4) 전북중앙(2024.10.6.)(검색일: 2025.8.28)

5) 투데이군산(2024.3.6.)(검색일: 2025.8.28.)

6) 국무조정실·국무총리비서실 보도자료(2025.5.1.)(검색일: 2025.8.28)

통합적 새만금호 수질관리는 담수 유입량, 조석 주기, 방조제 배수갑문 운영 조건 등 복잡한 인자들을 동시에 고려하고, 이를 통해 최적의 수질관리 방안을 마련하는데 기여할 것이다. 이에 본 연구에서는 새만금의 지속가능한 개발을 위해 ‘새만금의 정기적인 해수 유통 결정’ 등의 수질관리 여건 변화를 반영하여, 기존 수질관리 체계와 해양 수질관리 체계를 효과적으로 통합하는 체계에 담겨야 하는 내용을 제시하고자 한다.

제2절 연구 내용 및 방법

본 연구는 새만금호 수질관리 강화 방안을 도출하기 위해 문헌 연구, 전문가 자문, 그리고 정책협의회 등 다각적인 방법론을 적용하여 진행한다. 특히 새만금호의 수질 변화뿐만 아니라 수질관리의 정책 변화를 면밀히 분석하고, 이를 통합적으로 연계할 수 있는 방안을 개발하기 위해 필요한 내용에 집중한다.

연구 내용은 크게 세 가지 측면에서 접근한다. 먼저, 기존 새만금호 수질 개선 대책의 성과와 한계를 검토하고, 최근 결정된 하루 2회 해수 유통이라는 정책적 변화를 고려해 기존 대책의 실효성을 재평가하여 새로운 새만금호 수질관리에 필요한 정책의 기초 자료를 확보할 것이다. 다음으로, 새만금호와 유사하게 고염분 호수이며 성공적으로 수질 개선을 이룬 시화호의 관리 사례를 분석하여 해수호의 환경 특성과 이에 관한 수질관리 현안 및 대응 정책을 분석하여 새만금호 수질관리 시사점을 도출한다. 아울러, 방조제 건설 및 배수갑문을 통한 방류가 새만금 외부 수역인 해양의 수질 환경에 미친 영향을 분석하여, 새만금호와 외부 수역 간의 상호 작용 메커니즘을 이해하는 데 중점을 둔다. 마지막으로, 새만금호의 효과적인 수질관리를

위해 「새만금사업법」, 「방조제 관리법」, 「물환경보전법」, 「해양환경관리법」, 「어장관리법」 등의 현황과 한계를 분석한다. 물환경 관리 법제와 해양 환경 관리 법제 간의 연계 및 상충 내용을 검토하고, 정기적 해수 유통을 반영한 수질관리 체계를 구축할 수 있는 법적·제도적 개선 사항을 제시하는 것이 주요 연구 내용이다.

이러한 연구 내용을 객관적이고 전문적으로 수행하기 위한 방법으로 문헌 연구와 더불어 전문가 자문 및 정책협의회 등을 활용한다. 문헌 연구의 첫 단계로, 2010년 이후 환경부, 전라북도, 새만금개발청, 농어촌기반공사를 비롯하여 여러 연구기관에서 발간한 수질관리 관련 계획과 대책, 정책 보고서, 학술 논문 등을 분석한다. 특히, 해수 유통 등 최근의 정책 및 환경 여건 변화를 기준으로 기존 수질관리 정책의 실질적인 효과와 한계점을 파악하는 한편, 새만금호와 유사한 해수호 관리 사례인 시화호 사례를 심층적으로 분석하여 정책시사점을 도출한다. 다음으로 해양수산부가 2014년 7월부터 2023년 12월까지 약 9년 6개월간 추진한 “새만금 주변 해역 해양 환경 및 생태계 관리 연구개발” 사업의 성과 중에서 외부 수역(외해역) 영향 진단평가 연구의 결과를 검토하여, 방조제 건설 및 방류수 배출이 외부 수역의 수질 환경에 미친 영향을 분석한다. 마지막으로, 새만금호 수질관리와 관련된 현행 법제 전반을 검토하여 내부 수역과 외부 수역인 해양의 수질을 함께 관리하는 데 있어 현행 법제가 가지는 한계를 파악하고 개선 방향을 모색한다.

또한 연구 결과의 정책 반영도를 높이기 위해 국립수산물학원, 한국해양과학기술원, 대학 및 관련 기업 전문가를 대상으로 심층적인 자문회의 및 토론회를 진행한다. 기존 연구결과에 대한 분석, 전문가·기관과의 깊이 있는 논의를 통해 확보한 연구에 대하여 현장 적용성을 높이고 효과적으로 정책에 반영될 수 있도록 해양수산부 관련 부서 등 정책 집행 기관과의 협의를 진행한다.

제3절 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

1. 선행연구

본 연구는 새만금호 수질관리에 대한 논의를 심화하기 위해 기존에 수행된 다양한 연구를 검토하였다. 새만금호 관련 선행 연구를 크게 다음의 네 가지 주제를 중심으로 정리하였다.

가. 담수 중심의 수질관리 대책 및 계획 연구

새만금 방조제 건설 초기(1991년)부터 물막이 완료(2006년) 이후까지 진행된 대다수 연구는 새만금호가 궁극적으로 담수호로 전환될 것을 전제로 진행되었다. ‘새만금 종합개발계획’, ‘새만금호 수질개선 종합대책’ 등 정부의 주요 정책 수립에 기여한 이들 연구(환경부(2013a), 새만금개발청(2014), Nakamura(2002), 환경부(2022, 2023), 환경부·국립환경과학원(2011) 등)는 주로 내륙 유역(담수)에서 유입되는 오염원의 저감 방안 모색에 연구의 초점을 맞추었다. 이 연구에서 도출된 수리 관리 방안은 주로 하수처리장 확충 및 고도화, 비점오염원 관리 시설 설치, 생태습지 조성 및 오염 퇴적토 정화 등이었으며, 담수화 환경에서의 수질 현황 예측 모델링과 관리 방안 제시 등에 치중되었다. 이러한 연구들은 호소의 오염원 관리에 일정 부분 기여하였으나, 장기간에 추진된 정책에도 불구하고 목표 수질을 달성하지 못하는 한계를 보였으며, 새만금 내부의 수질 악화 및 생태계 훼손 문제에 대한 근본적인 해법을 제시하지는 못했다는 비판을 받았다.

나. 배수갑문 운영 및 해수 유통 시범사업 영향 분석 연구

새만금호의 담수화 달성의 가능성과 해수 유통 방식에 대한 논의가 진행됨에 따라, 배수갑문의 운영 방식이 호내 수질과 생태계에 미치는 영향을

분석하고 최적의 운영 방안을 제시하는 연구들이 수행되었다(환경부·국립환경과학원(2011), 한국환경연구원(2009)). 특히, 수문학적 모델링 기법을 활용하여 방류 시점, 규모, 횡수 등이 호내 수질에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였으며, 이는 초기 해수 유통 시범사업의 기초 자료로 활용되었다. 이후 2020년부터 실시된 해수 유통 시범사업에 대한 효과 검토 연구(환경부(2025), 환경부(2023), 남정호외(2024))는 호 내부 수역의 염분 증가와 수질 안정화 효과를 일부 확인하였으나, 시범사업의 결과만으로는 장기적인 생태계 변화 예측이나 영구적인 해수 유통 정책의 정당성을 확보하는 데 한계가 있었다.

다. 외해역 영향 및 유사 사례 분석을 통한 정책 시사점 도출 연구

새만금 방조제 건설 및 방류수가 외부 수역인 해양환경 및 생태계에 미치는 영향을 장기간 모니터링하고 분석한 연구(Zhang, Huang, & Zhou(2019))는 호내 수질관리와 외해 생태계 보전 간의 상호 관계를 이해하는 데 중요한 기반을 제공하였다. 또한, 새만금호와 유사한 환경적 특성을 가진 고염분 호수나 연안 호수(시화호, 호주 머레이-달링 분지 등)의 수질관리 현안, 대응 정책, 그리고 환경 변화 사례를 분석한 연구들(Muller(2011), 전북연구원(2024), Murray-Darling Basin Authority (2015, 2021))은 새만금호의 정책 방향 설정에 귀중한 시사점을 제공하였다. 특히 이들 연구는 담수-해수 상호 작용이 복잡하게 나타나는 기수역 환경 관리의 어려움을 강조하고 있다.

라. 통합 수질관리를 위한 법제 및 제도 개선 연구

새만금호 수질관리를 둘러싼 여러 법률(「새만금사업법」, 「물환경보전법」, 「해양환경관리법」 등) 간의 연계성 및 상충 여부를 검토하였고, 제도 개선을 통해 수질관리제도의 실효성을 높이려는 연구들이 진행되었다(유엔환경계획(2015), 한국환경정책학회(2025)). 이들 연구는 담수 관리 법제와

해양환경 관리 법제의 이원화된 구조가 새만금호와 같은 기수역 환경을 통합적으로 관리하는 데 근본적인 걸림돌이 된다는 문제의식을 공유하였으나, 정기적 해수 유통이라는 새로운 상황을 반영하여 법적, 제도적 수질관리 정책을 제시하는 데까지는 이르지 못하였다.

〈표 1-1〉 주요 선행연구

연번	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
1	• 과제명: 새만금 개발에 따른 환경관리 통합메뉴얼 • 연구자(연도): 환경부(2013.1.4.) • 연구 목적: 개발에 따른 환경관리기준을 사전 제시하고, 공사 전 과정에서 친환경 개발을 유도/ 사업단계별 체계적 환경관리를 통해 목표 기준 달성/ 환경 사고 시 대응체계 정립으로 환경피해 최소화	• 문헌조사 (비교검토)	• 새만금호 환경관리를 위한 현안(대기, 수질, 토지, 생태, 생활환경, 환경 사고 등) 발굴/ 현안 대응을 위한 기관별 역할 및 기관 간 업무협조 체계 정립 • 수질 현안: 수질 악화, 적조 및 녹조 발생, 생활오수 및 산업폐수 유입, 악취 및 거품 발생 등
2	• 과제명: 새만금기본계획 • 연구자(연도): 새만금개발청(2014.9.) • 연구 목적: 기존 '새만금 종합개발계획'의 한계와 변화된 사회경제적 여건을 반영하여 새만금의 지속가능한 발전을 위한 방안을 마련	• 문헌조사	• 공공하수처리시설 방류수 수질기준의 대상, 방법, 적용 원칙 등 • 점오염원 배출허용기준의 대상, 방법 및 적용 원칙 등 • 2025년 말 새만금 해수 유통을 명시하는 변경계획 수립 예정
3	• 과제명: Lake Biwa watershed transformation and the changed water environments • 연구자(연도): Masahisa Nakamura (2002) • 연구 목적: 비와호 건설에 따른 수질 환경 변화와 관리계획(LBCCP) 수립 및 이행 경험을 정리	• 문헌조사	• 비와호 건설 및 이에 따른 주요 환경 변화와 오염에 관한 사항 정리 • 환경훼손의 대응을 위한 비와호 관리계획의 이행과 수질변화 및 질소, 인 등의 영양염 관리 효과
4	• 과제명: Ecological consequences of managing water levels to prevent acidification in Lakes Alexandrina and Albert: Summary Report.	• 문헌조사	• 해수 유통량과 담수 유입량을 조절하여 생태적 회복성을 위한 최적의 방안을 제시

연번	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	Prepared for Department for Environment and Natural Resources, Adelaide, South Australia. • 연구자(연도): Muller, K.L.(2011) • 연구 목적: 호주 알렉산드리아호와 알버트호의 산성화 방지를 위한 수위 조절에 따른 환경 변화 및 생태적 변동을 분석하고 대응방안을 검토		
5	• 과제명: 새만금 기본계획 재수립 대응 및 중장기 개선방안 연구 • 연구자(연도): 전북연구원(2024) • 연구 목적: 새만금 기본계획 재수립 방향과 주요 내용에 대하여 전북특별자치도 차원에서 필요한 사항을 검토하고 제시	• 문헌 연구	• 새만금지역 산업육성 및 연구개발 지원을 위한 기반 조성, 관광활성화, 정주여건 개선 등 기존 세부사업 변경 및 개선, 신규사업 제안 등
6	• 과제명: 일본의 수환경 행정(번역) • 연구자(연도): (사)일본수환경학회(2011) • 연구 목적: 일본 수환경 관리를 위한 정책의 방향, 사례, 수환경기준 및 수질규제기준 등을 종합 정리	• 문헌조사	• 일본 수질관리법제도 및 행정체계 • 수질기준, 방류수수질기준을 통한 배수규제 등 • 수질모니터링 및 미량오염물질 대응 등
7	• 과제명: Water Quality Program Permit Writer's Manual • 연구자(연도): 워싱턴주 생태과(2018) • 연구 목적: 워싱턴주의 수환경 보전 및 관리를 위한 NPDES 방류수 수질기준 및 배출허용기준 허가에 관한 사항을 정리한 지침서	• 문헌조사	• 워싱턴 주 수질환경의 특성을 반영하는 환경기준 설정 • 워싱턴주정부의 공공하수처리시설 방류수수질기준의 대상, 방법, 원칙 등 • 워싱턴 주정부 관할 사업장에 대한 배출허용기준의 대상, 방법 및 적용 원칙 등
8	• 과제명: Water quality management of an artificial lake, case study: The lake of the Martyrs of the Persian Gulf	• 문헌 연구	• 레저 용도 수질기준을 달성하기 위해 시행된 3가지 대책 및 수질개선 효과 정리

연번	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	• 연구자(연도): J. Bayat et al.(2019) • 연구 목적: The Lake of the Martyrs(인공호) 건설에 따른 수질오염과 환경개선대책 효과를 분석		
9	• 과제명: Water quality improvement strategies for a coastal artificial lake • 연구자(연도): Zhang, Huang, & Zhou(2019) • 연구 목적: Zhejiang Province(중국)에 건설된 연안인공호의 수질악화와 대응 전략/대책의 경험 분석	• 문헌조사	• 수질관리를 위한 해수교환율 조정 등에 따른 오염물질의 이류확산효과를 분석 • 연안 인공 해수호의 수질관리를 위한 방안 제시
10	• 과제명: Review of the elevated salinity event in the lower Darling River • 연구자(연도): Murray–Darling Basin Authority(2021) • 연구 목적: 호주 알렉산드리아호와 알버트호의 염분상승에 따른 현안과 관리문제점을 검토	• 문헌조사	• 알렉산드리아호와 알버트호의 염분상승 경향 • 염분 상승에 따른 환경현안과 관리문제점 제시
11	• 과제명: Basin Salinity Management 2030 (BSM2030) • 연구자(연도): the Murray–Darling Basin Authority(2015) • 연구 목적: 호주 알렉산드리아호와 알버트호의 염분상승 대응 전략 마련	• 문헌 연구	• 호주 알렉산드리아호와 알버트호의 염분상승 대응 전략계획
12	• 과제명: Compendium of Water Quality Regulatory Frameworks: Which Water for Which Use? • 연구자(연도): 유엔환경계획(2015) • 연구 목적: 용도구역 지정에 따른 수질기준의 설정사례 검토 및 정책 방향 마련	• 문헌 연구	• 수질관리 법제도, 관리체계, 용도지정에 따른 수질기준항목 설정, 수질관리를 위한 기술지침 내용 등
13	• 과제명: 수질보전을 위한 새만금호 배수갑문 운영대안에 관한 연구 • 연구자(연도): 한국환경연구원(2009) • 연구 목적: 새만금호 수질보전과 내부개발에 영향을 미칠 수 있는 배수갑문의 운영 방안 분석	• 문헌조사, 모델링	• 새만금호 배수갑문 운영 실태 • 배수갑문 운영에 따른 수질개선효과 검토 • 수질관리를 위한 최적 운영 방안 제시

연번	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
14	- 과제명: 시화호 연안오염총량관리 도입 시행 연구 - 연구자(연도): KIOST(각 연도) - 연구 목적: 시화호 수질환경관리를 방안 및 이행평가	현장조사, 문헌 연구	시화호 연안오염총량관리 대책 및 시행효과
15	- 과제명: 새만금유역 제3단계 수질개선대책 추진실적 이행평가 - 연구자(연도): 환경부(2022, 2023) - 연구 목적: 새만금 수질개선대책(변경) 마련을 위한 이행평가	보고서	새만금 기본계획 변경 계획 마련을 위한 대책의 이행효과 분석
16	- 과제명: 새만금유역 수질개선 마스터플랜 수립 연구 - 연구자(연도): 환경부·국립환경과학원(2011) - 연구 목적: 1단계 수질개선대책(정부 조치계획)의 평가, 새만금의 내부개발에 따른 환경영향 및 수질대책 검토, 새만금유역의 여건 변화를 감안하여 현실적인 “2단계새만금유역수질개선 마스터플랜” 수립	정부보고서	1단계 수질대책(2001~2010년) 종합평가 - 수질관리를 위한 기초 자료 조사 및 DB 정비 - 새만금 유역 수질모델 개선 및 수질예측 - 새만금 유역 2단계 종합 수질대책(2011~2020년) 마련
17	- 과제명: 새만금 수질개선 정책 분석 및 추가 대응방안 연구 - 연구자(연도): 전북연구원(2018) - 연구 목적: 기존 새만금 수질개선 관련 정책사업에 대한 현황 파악, 관련 정책의 특성 및 연계성 분석을 통해 추가 대책 모색	문헌 연구	- 새만금 수질개선분야 정책사업 조사 - 수질개선 정책사업 분석 및 목록 작성 - 새만금 수질개선 정책 추진방향 및 추가 대책 모색
18	- 과제명: 새만금 지속가능한 개발을 위한 정책토론회 - 연구자(연도): 한국해양정책학회(2025) - 연구 목적: 새만금의 지속가능한 발전을 위한 실질적이고 효과적인 방안(해수 유통 방안 및 관리 법체계 방향 등)을 모색	토론회	- 새만금호 수질 환경과 개선 방안 - 새만금호 수질개선을 위한 중력식 해수 교환 공법 - 새만금 관리체계 및 법제 개선 방안 - 블루솔루션 관점에서 찾아본 새만금 해법

자료: 저자 작성

2. 선행연구와의 차별성

본 연구는 선행 연구의 성과를 폭넓게 수용하는 동시에, 정책 변화와 환경적 현실을 반영함으로써 선행 연구와 다음과 같은 차별성을 갖는다.

본 연구는 ‘새만금호 해수 1일 2회 정기 유통 결정’이라는 중대한 정책 변화를 가장 중요한 외부 환경 변화로 인식하고 연구의 출발점으로 삼는다. 기존 연구들이 담수 중심의 시각을 유지하거나 해수 유통의 영향을 단편적으로 다루는 데 그쳤다면, 본 연구는 해수 상시 유통 결정에 따라 발생하는 기수역 환경을 관리하는 상황을 기반으로 한다. 과학 및 기술적인 부문을 넘어, 새로운 관리 대상, 목표 설정과 이행 체계를 모색하는 연구라는 점에서 차별화된다. 새만금호의 장기적인 수질관리 목표와 방안을 최근의 여건 변화와 정책 결정에 부합하도록 재설정하고, 새만금사업의 지속가능한 개발을 위한 수질관리 문제를 해결할 수 있는 명확한 방안을 제공할 것으로 기대된다.

나아가 본 연구는 새만금호 수질관리 체계의 제도적 연계에 중점을 둔다. 기존 연구들은 환경부, 해양수산부, 농림축산식품부, 전라북도, 한국수자원공사, 한국환경공단, 새만금개발청 등으로 분리된 새만금권역 관리체계의 문제점을 지적하는 수준에 머물렀다. 그러나 본 연구는 분산된 관리체계를 실질적으로 연계하고 통합할 수 있는 방안을 법제도와 정책 측면에서 검토한다. 특히, 시화호 등 유사 연안 호수의 성공 및 실패 사례 분석을 통해 새만금호에 필요한 목표 설정, 정보 공유축, 거버넌스 강화 등 통합 관리 체계와 내용을 제시한다. 이는 수질관리 정책의 비효율성을 해소하고, 행정 영역 간의 소통과 협력을 강화할 수 있는 근거 마련에 기여할 것으로 기대된다.

마지막으로, 본 연구는 정책의 실행 기반 확보를 위해 법제 정비에 관한

내용을 다룬다. 정기적 해수 유통이라는 새로운 관리 방식이 안정적으로 유지되려면 이를 뒷받침할 법제도의 개선이 필수적이다. 본 연구는 「새만금사업법」, 「물환경보전법」, 「해양환경관리법」 등 관련 법제를 종합적으로 분석하여 정기적 해수 유통을 명시하고 기수역 관리를 위한 법적 근거를 신설할 수 있는 구체적인 법령 개정(안) 또는 제도 개선 방안을 제시한다. 이는 연구 결과를 정책 현장에 적용 가능하도록 하는 실무적 가치를 높이며, 새만금호 수질관리 강화 방안이 법적 구속력을 확보하고, 향후 관리 주체와 목표 변경에도 흔들림 없이 지속될 수 있는 안정적인 제도적 토대를 제공할 것으로 기대된다.

〈표 1-2〉 선행연구와의 차별성

구분	선행연구		본 연구
	요약	참고문헌	
연구 목표	• 수질관리 강화	• Nakamura(2002), Bayat et al.(2019), Murray-Darling Basin Authority(2021)	• 변화한 여건을 반영하여 기존 수질관리 체계와 해양수질관리 체계 통합 방안 개발
연구 대상	• 새만금 권역 • 담수호, 염호	• 한국환경연구원(2009), 환경부·국립환경과학원(2 011), 환경부(2013a) • Muller(2011), Murray-Darling Basin Authority(2015), Zhang et al.(2019)	• 새만금호 호내, 외해
연구 범위	• 수 환경관리 • 계획수립	• (사)일본수환경학회(2011), 위싱턴주 생태과(2018), KIOST(각 연도) • 새만금개발청(2014), 환경부(2022), 환경부 (2023), 전북연구원(2024)	• 새만금호 수질관리 강화 방안
연구 방법	• 사례연구 • 토론회	• UNEP(2015), 전북연구원 (2018) • 한국해양정책학회(2025)	• 문헌 연구, 사례연구, 전문가 자문, 정책협의회 등

자료: 저자 작성

02

수질관리의 개념과 전제

제1절 수질관리의 기본 개념

1. 물의 이용과 관리

물은 인간의 생존과 자연과 생태계의 유지를 위한 필수적인 요소이다. 물은 인간에게 질과 양적으로 적합하게 이용되어야 비로소 가치를 지닌다. 물의 이용은 식수, 목욕, 오수처리에 이용하는 가정용과 보건용, 관개, 농사와 가축사육에 이용하는 농업용, 제조, 냉방, 에너지 생산에 이용하는 공업용, 어류, 수산자원 양식에 이용하는 양식용, 수영, 보트 타기, 낚시에 이용하는 레저용, 야생동물과 생물생태계 유지용과 같이 매우 다양하다.⁷⁾

전 세계적으로 이용할 수 있는 물의 양은 약 3조 8,640억 m^3 정도이다. 이 중에서 약 70% 정도는 농업용으로, 약 20% 정도는 산업용으로, 약 12%는 가정용 혹은 생활용으로 각각 이용된다(UN, 2024).⁸⁾ 지구 전체에서 물의 총사용량은 도시 발달과 산업 발전과 함께 증가하였으나, 1980대

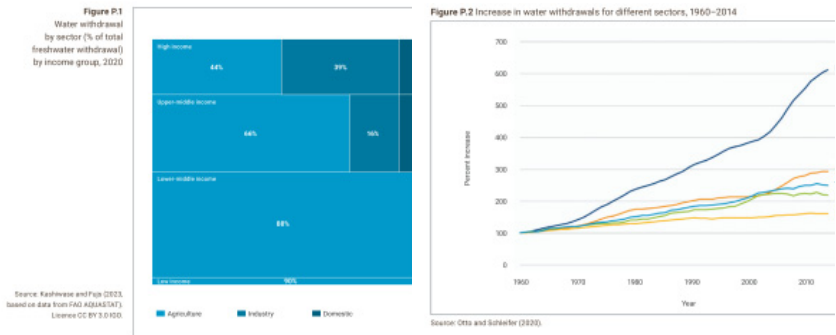
7) Krenkel and Novotny(1980), p 116.

8) United Nations(2024), p. 10.

이후부터는 전세계 물의 총사용량 변동은 거의 없는 편이다.

국가별 물 사용량은 산업 구조와 소비 형태에 따라 차이가 크다. 저개발 국가는 농업용으로 약 90% 정도를, 가정용으로 약 7% 정도를, 산업용으로 약 3% 정도를 각각 사용한다. 선진국은 약 44%를 농업용으로, 39% 정도를 산업용으로, 17% 정도를 가정용으로 사용한다(〈그림 2-1〉 참조).

〈그림 2-1〉 전 세계 물 사용량 현황 및 수요



경제 규모별 상대적인 물 사용량

연도별 전 세계 용수 사용량 변화

자료: United Nations(2024), p 10.

우리나라 사용가능한 물의 총량은 최대 753.0억 m^3 정도이다. 하지만 강수량이 적은 해에 사용할 수 있는 물의 양은 약 336.8억 m^3 에 불과하다.⁹⁾ 1960년대 중반 51.2억 m^3 정도에 불과했던 물 사용량은 1990년대 후반부터는 다목적댐과 같은 용수 시설을 확충하여 현재 약 330억 m^3 정도의 물을 매년 사용할 수 있다.¹⁰⁾

2000년대 이후부터 우리나라 물의 총수요는 거의 변동이 없고 물의

9) 국토교통부 국토지리정보원(2020), p 170.
10) 우리나라는 전 세계 160여 국가 중에서 60번째로 물 스트레스가 있는 국가임
(<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/water-stress-by-country>, 2026.02.02. 검색)

사용 유형은 선진국 유형과 유사하다. 전체 물사용량 중에서 약 40.9%를 농업용수로 사용한다. 다음으로 생활용수, 유지용수, 공업용수로 각각 20.4%, 32.5%, 6.2%를 사용한다(국토교통부 국토지리정보원, 2020). 1998년 이후로 생활 및 공업용수의 사용량은 큰 변동이 없이 유지되고 있고 농업용수 이용 비율은 점차 감소하는 있다. 다만 하천 기능 유지와 생태계 보전을 위한 유지용수는 그 비율이 점차 증가하는 특징을 나타낸다.¹¹⁾

우리나라를 포함하여 선진국은 물이 지나는 이용가치(Beneficial Uses of the Water)를 현재 세대와 미래 세대가 지속적으로 이용할 수 있도록 다양한 공공 정책을 추진하고 있다.¹²⁾ 「물관리기본법」에서 건전한 물순환, 물 자원의 공공성, 수생태환경의 보전, 유역관리 등의 물관리 원칙과 기본 방향을 제시하고 있으며 물의 가치를 지속가능하게 유지하기 위하여 수량 관리와 수질관리를 통합하는 체계를 구축하고 있다.¹³⁾ 현재 우리나라는 물 공급의 90% 이상을 공공 부문에서 담당하고 있다.¹⁴⁾ 이처럼 공공이 주관하는 물 관리 정책이 민간 주도 방식보다 선호되는 이유는 물은 공공재이며 물 사용은 인간의 기본 권리(Human Right)로 인식되기 때문이다.¹⁵⁾

11) 국토교통부 국토지리정보원(2020), p 169.

12) 「물관리기본법」 제2조. (“물은 지구의 물순환 체계를 통하여 얻어지는 공공의 자원으로서 모든 사람과 동·식물 등의 생명체가 합리적으로 이용하여야 하고, 물을 관리할 때에는 그 효용은 최대한으로 높이고 잘못 쓰거나 함부로 쓰지 아니하며, 자연환경과 사회·경제 생활을 조화시키면서 지속적으로 이용하고 보전하여 그 가치를 미래로 이어가게 함을 기본이념으로 한다.”)

13) 물 관리에 있어 수질은 수량이 있어야 구체화될 수 있으므로 수질관리보다 수량 관리가 선행되는 개념임. 그러나 본 보고서는 수량 관리에 관한 내용보다는 수질관리에 관한 내용을 주로 다룸

14) 우리나라보다 물이 풍부한 프랑스, 독일, 영국보다 공공 부문의 물 공급의 비중이 큼.

15) UN(2020, 2024).

〈그림 2-2〉 OECD 국가의 물 공급 비중(민간 및 공공 부문)

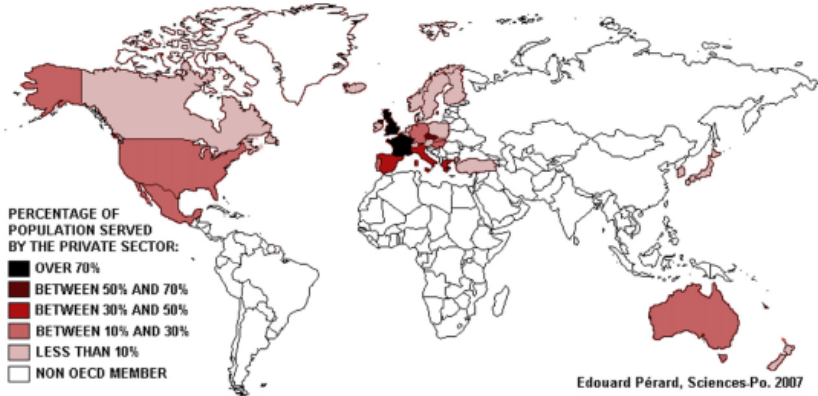


Fig. 1. Private sector participation in water supply in OECD countries. Source: Pérard (2007a), based on the review of institutional communication of major private operators, national and local governments, as well as literature review.

자료: Edouard Pérard(2009) p 194.

2. 수질과 수질관리

1) 수질관리

물 관리에 있어 충분한 양의 물을 공급하는 것이 중요한 만큼 적절한 수질의 물을 공급하는 것 역시 중요하다. 수질(Water Quality)은 과학적으로 ‘하천, 호소, 해양, 지하수 등의 수계(水界, water system)에 존재하는 물의 화학적, 생물학적, 물리학적 특성 혹은 상태를 정량화한 것’을 의미한다. 물의 물리학적 특성은 온도, 색도, 탁도, 유속 등으로 표현할 수 있다. 화학적 특성은 pH, 무기질, 유기물질 함량 등으로, 생물학적 특성은 박테리아, 바이러스, 식물상, 동물상 등의 항목으로 표현하는데, 비율 혹은 조성비(%), ppm, ppb 등), 범위, 계측한계, 농도(mg/L, ug/L 등), 속도(m/s) 등의 단위를 사용하여 정량적으로 표시한다.

우리나라는 「물환경보전법」에서 수질을 ‘사람의 생활과 생물의 생육에 관계되는 물의 질’이라고 정의하고 있다.¹⁶⁾ 한편 미국, 일본, 영국, 유럽연합 등은 수질의 개념을 법률 용어로 엄격하게 정의하지 않는 편이다. 자연과학 분야에서 사용하는 수질 개념을 공리(公理)로 차용하여 법제도 및 정책에 적용하는 것이 일반적이다. 예를 들어 미국은 「수질청정법(Clean Water Act, CWA)」과 「안전한식수법(Safe Drinking Water Act, SDWA)」 등에서 수질을 법적으로 정의하지 않는다. 다만 연방법률센터(Federal Judicial Center, FJC)는 수질을 “지정 용도(Designated Uses)를 만족할 수 있는 수계(水界, Water System), 수체(水體, Water Bodies) 혹은 수자원(水資源, Water Resource)¹⁷⁾의 화학적, 생물학적, 물리학적 능력 혹은 가치를 정량화한 것”으로 해석하고 사용하고 있다.¹⁸⁾ 일본, 영국, 유럽연합 역시 법률 용어로서 수질을 따로 정의하지 않으며, ‘물의 용도¹⁹⁾가 지정된 수계의 화학적, 물리적, 생물학적 상태를 정성적²⁰⁾ 혹은 정량적으로 표현한 것’이라고 해석하고 있다.

수질이 수계·수체·수자원²¹⁾의 용도와 연계됨으로써 수질관리(Water Quality Management)의 개념이 구체화된다. 즉 수질관리는 수질을 개선하고 용도에 적합한 수준을 유지함으로써 물이 지니는 가치를 지속적으로 보호하고 증진하기 위한 일체의 행동과 방침이라고 할 수 있다. 따라서 수질관리는 수계등의 용도와 연관되는 다양한 문제를 해소해야 한다(Krenkel & Novotny(1980), Fischbach, J. R. et al.(2015)). 예를 들면 수질관리 범위에 해당하는 수계등의 경계 결정, 수계등의 용도의 지정, 물

16) 「물환경보전법」 제2조 제1호

17) 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제2조제1호(“수자원”이란 인간의 생활이나 경제활동 및 자연환경 유지 등을 하는 데 이용할 수 있는 자원으로서의 물을 의미한다).

18) Federal Judicial Center(2026.2.2.).

19) 생활용, 레저·오락용, 목욕용, 생태계유지용, 음용, 농업용, 산업용 등

20) 아주 좋음, 좋음, 나쁨, 아주 나쁨, 맑음, 깨끗한 물, 냄새가 나지 않음 등으로 표현

21) 이하 “수계등”으로 표시함

의 용도를 가치로 전환하는 근거로서 수질 기준의 설정 등이 수질관리에도 포함되어야 한다. 또한 수질 기준을 벗어나는 상태로서 수질 오염의 정의, 수질 오염 여부를 평가하기 위한 수질 모니터링 체계의 구성 및 운영, 수질 오염 원인의 지정, 수질 오염 물질의 배출시설의 허가·신고와 배출·방류 수준의 결정, 오염 물질 처리 기술의 적용, 처리 기술 발전을 위한 지원, 수질 관리 관련 법제도 및 사회적 수용성 확보를 위한 교육 등의 다양한 요소가 수질관리에도 포함되어야 한다.

2) 수질 오염 관리

넓은 의미의 수질 오염(Water Quality Contamination)은 수계등의 수질이 시공간적으로 변화하는 모든 현상을 포함한다. 예를 들어 새로운 오염물질이 수계등으로 유입하거나 기존 오염물질이 수계등에서 빠져나가는 유출 현상 역시 오염에 포함될 수 있으며, 수질의 변화 속도가 달라지는 현상 역시 넓은 의미의 수질 오염에 포함된다. 한편 좁은 의미의 수질 오염(Water Quality Pollution)은 수계등의 수질 상태가 평소 수준이나 기대하는 수준 바깥으로 벗어남으로써 인간 건강과 생물생태계에 부정적인 영향을 끼치는 경우에 한정된.²²⁾ 수계등에 포함된 오염물질이 너무 많아 수질이 ‘손상(impairment)’되어 ‘공해(公害, public nuisances)’가 발생하는 경우가 좁은 의미의 수질 오염의 대표적인 사례이다. 또한 수계등에 포함된 물질의 양이 너무 적어 인간 건강과 생태계에 결핍(Shortage, 缺乏) 현상을 일으키는 경우도 좁은 의미의 수질 오염에 포함할 수 있다.

수질 오염에 대한 정의와 관리는 지역별·국가별로 차이가 난다. 예를 들어 미국 캘리포니아주는 물질의 유·출입과 속도변화를 수질 오염에 포함하지 않는다. 또한 ‘부족’과 ‘결핍’에 따른 수질 변화 역시 수질 오염으로 적

22) Chapman(2007). pp. 492-501.

용하지 않는다. 다만 ‘손상’과 ‘공해’, ‘용도’와 ‘용수시설의 운영’에 부정적 영향을 주는 경우를 수질 오염(Pollution)으로 규정하고 관리한다.²³⁾

많은 국가에서 수질을 개선하여 물의 가치를 높이는 방향보다는 수계등으로 유입하는 오염물질을 차단하고 저감하는 관리 정책을 선호한다. 그 이유는 다음과 같다. 먼저 우리나라를 비롯하여 많은 국가에서 물의 가치는 사유재가 아닌 공공재로 인식하고 있다. 수질 개선을 위한 투자에 비해 효용이 크지 않아 민간 자본투자를 유도하기 쉽지 않는 것이다. 다음으로 수계등의 수질 오염에 영향을 미치는 오염원은 매우 다양하며, 오염원을 특정하거나 오염 원인의 규명이 어렵기 때문이다. 오염원과 오염물질을 특정하기 쉬운 점오염원이라 할지라도 개인 혹은 시설에서 배출하는 오염물질이 공공하폐수처리시설을 통해 수계등으로 배출되는 경우에는 오염원인자를 확인하고 개선에 대한 책임을 할당하기 어렵다. 게다가 도로, 농지와 같은 비점오염원에서 배출되는 오염물질은 원인자를 확인하기 어려우며 오염물질 배출이 수계등에 미치는 영향을 파악하기가 더욱 어렵다. 마지막으로 대부분의 수계등은 서로 긴밀하게 연결되어 있다. 예를 들어 강과 하천의 상류에서 발생한 수질 오염 문제는 당연히게도 하류와 연안하구의 수질과 생태환경에 영향을 미친다. 하천 하류와 하구의 수질 오염을 개선하기 위해서는 상류와 중류의 수질 오염 관리가 필수적이다. 이에 따라 수계등의 수질에 관한 관리는 국가, 행정기관 혹은 공공기관이 주도하는 방식의 오염 관리가 가장 경제적이고 합리적인 정책으로 인식되고 있다.²⁴⁾

23) California Code, Water Code – WAT § 13050 (k), (l) 참조

24) Wolters(2022). p. 2742.

제2절 수질 오염 관리의 전제(前提, premise)

수계등의 수질관리 체계에는 수질의 가치로서의 수질 기준의 설정과 함께, 수질 오염과 오염원에 대한 정의, 수질 오염과 수질 상태에 대한 판정, 수질 오염물질 배출시설의 허가·신고, 수질 오염 배출에 대한 기준 설정, 기준 준수에 대한 평가 및 모니터링, 수질 오염의 개선 조치 등 다양한 세부 정책 요소가 필요하다. 이러한 정책 요소가 수질관리 체계에 효과적으로 자리잡기 위해서는 수계등의 구분 및 지정, 수계등의 용도 지정 (designated beneficial uses of the waters), 수질관리의 바람직한 수준으로서 수질 기준을 설정하는 내용 등이 다른 정책 요소보다 가장 먼저 검토되어야 한다.

1. 수질관리를 위한 범위 설정

수질관리를 위해서는 수질관리 주체의 역할과 책임의 범위로서 ‘수계등의 관할 범위에 대한 설정(Designation of Management Boundaries)’이 중요하다. 수질관리의 자연과학적인 범위는 수계등의 ‘생물지형물리화학적 반응(biogeophysiochemical processes)’에 영향을 주는 수리수문학적, 수리지질학적, 기상학적 균질성을 고려하여 하나의 수질관리 단위를 구분하여 설정하는 방법이 가장 일반적이다. 자연과학적으로 설정된 범위는 다시 수질 현안의 특성, 관할 행정 주체의 범위, 국가 및 지자체의 수질관리 정책과 프로그램 등과 같은 행정 및 사회경제적 관계에 영향을 받아 세분되거나 혹은 병합되기도 한다. 따라서 하나의 수질관리 구역은 인근의 수질관리 구역과 과학적으로 사회적으로 긴밀하게 연계되어 있으며, 수질관리 현안과 정책 역시 상호 연결되어 있다.

우리나라에서 수계등의 구분은 「하천법」과 「해양환경보전법」 등에서 확인할 수 있다. 「하천법」은 하천 구역의 자연 특성을 고려하여 하천을 구분하며²⁵⁾, 하천에는 하천구역과 하천시설이 포함된다.²⁶⁾ 또한 하천시설은 하천관리에 필요한 보(洑)·수로터널·하천실험장 등을 포함한다.²⁷⁾ 2018년 기준으로 우리나라는 전국의 하천을 한강권역, 낙동강권역, 금강권역, 섬진강권역, 영산강권역, 제주도권역으로 크게 구분하고 있다. 약 3,833개 하천 중에서 국가하천은 63개소가, 지방하천은 3,770개소가 각각 지정되어 있다.²⁸⁾

해양의 관할 범위는 기본적으로 「해양수산발전 기본법」 제3조 제1호, 「영해 및 접속수역법」, 「배타적경제수역법」 등에서 정한다.²⁹⁾ 한편 해양의 수질관리에 관한 범위 설정의 세부 사항은 「해양환경보전법」, 「해양환경관리법」, 「해양폐기물관리법」 등에서 정하고 있다.

육상 수계등의 수질관리를 위한 구역의 설정에 관한 사항은 「하천법」에서 정한 하천 유역을 활용하여 「물환경보전법」에서 대권역, 중권역, 소권역 등으로 정한다.³⁰⁾ 육상의 수질관리를 위한 대권역은 한강권역, 금강권역, 영산강·섬진강권역, 낙동강권역으로 정해져 있다. 대권역은 다시 중권역과 소권역으로 세분되어 설정되어 있다.³¹⁾ 이때, 다목적댐, 호소, 하구언과 같은 수계등의 수질관리 구역은 수계등의 특성에 따라 중권역 혹은 소권역으로 포함되어 지정되는 것이 일반적이다.

25) 「하천법」 제7조

26) 「하천법」 제2조제1호부터 제3호

27) 「하천법」 시행령 제2조

28) 하천정보관리시스템 (2025.11.8. 검색).

29) 해양의 범위는 「해양수산발전 기본법」 제3조 제1호 및 「영해 및 접속수역법」 참조

30) 수질관리를 위한 지정한 구역을 ‘수계영향권’이라 함(「물환경보전법」 제22조제2항 참조)

31) 「물환경보전법」 제22조제2항 및 ‘수계영향권별 환경관리지역 지정고시(환경부고시 제2018-6호, 2018. 1. 18.)’에 따라 영산강과 섬진강을 병합하여 하나의 대권역으로 구분하였고, 「하천법」에서 별도로 구분된 제주권역은 섬진강·영산강권역에 포함되어 수질관리를 하고 있음

해양의 수질관리 구역설정의 세부 사항은 「해양환경보전법」, 「해양환경관리법」, 「해양폐기물관리법」 등에서 정한다. 「해양환경보전법」은 해양 수질관리를 위해 총 5개의 ‘생태구역’을 설정하고 있는데, 이는 육상 수질관리의 대권역에 해당한다. 생태구역은 기선을 경계로 하여 외해역과 내수로 구분하여 총 31개로 정해져 있으며, 해양 수질관리의 필요성이 높은 해역인 하천영향해역과 반폐쇄성해역 등의 구역도 포함된다.³²⁾

해양 환경의 보전·관리를 위하여 필요할 경우에 「해양환경관리법」에 따라 수질관리를 위한 별도 구역으로서 ‘환경보전해역’과 ‘특별관리해역’을 지정하고 있다.³³⁾ 이 구역은 해양 수질관리를 위해 시설물의 설치 또는 변경 제한³⁴⁾과 특별관리해역 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량규제³⁵⁾ 등의 행위제한 사항이 다수 포함되어 있다. 한편 「해양폐기물관리법」은 「영해 및 접속수역법」, 「배타적경제수역법」의 관할 범위에 인접하는 ‘하천으로부터 폐기물이 해양으로 유입되지 않도록 유출방지시설의 설치 등의 조치’³⁶⁾에 관한 내용을 포함하여 「하천법」의 하천을 해양 오염관리의 범위에 연계하여 관리해야 하는 근거를 제공하고 있다.

2. 수질관리 범위의 용도 지정과 기준 설정

관리범위의 지정뿐만 아니라 수계등의 용도를 지정하고 지정 용도별로 적합한 수준으로 수질 기준을 제시하는 것이 필요하다. 수질 기준을 통해 물의 이용 가치인 용수가 구체화되며, 물의 가치를 유지하기 위해 필요한 항목 등을 확정할 수 있다. 우리나라는 용도 지정과 수질 기준에 관한 사항

32) 해양수산부고시 제2018-10호 별표 1참조

33) 「해양환경관리법」 제 15조

34) 「해양환경관리법」 제15조의 2 및 같은 법 시행령 제10조

35) 「해양환경관리법」 제15조의 2 및 같은 법 시행령 제11조부터 제14조

36) 「해양폐기물관리법」 제11조 참조

을 「환경정책기본법」, 「물환경보전법」, 「해양환경보전법」 등의 규정에서 확인할 수 있다.

「환경정책기본법」은 수계등의 수질관리를 위하여 하천, 호소, 지하수, 해양을 대상으로 사람의 건강 보호와 생활환경 유지에 필요한 수질 수준을 제시한다.³⁷⁾ 사람의 건강 보호 용도를 위한 기준은 수계등의 항목별 농도를 범위 혹은 수치로 제시한다. 기준에 포함된 항목은 사람 건강에 유해·위해한 영향을 줄 수 있는 독성 물질을 포함하고 있으며 제시되는 수치값은 사람의 건강 보호와 안전을 유지할 수 있는 적절한 수준을 의미한다.³⁸⁾ 생활환경의 유지 및 보호 용도로서 제시되는 기준은 수계등의 이용 용도를 등급별로 구분하여 수치를 제시하는 방식을 선호한다. 등급 방법은 경제적인 여건을 고려하여 생활환경 보호를 위한 수질 관리 정책과 사업을 추진할 수 있다는 장점이 있다.

사람의 건강 보호 용도에 적용하는 수질 항목은 하천과 호소는 총 20개 항목을 활용하고 있다. 해양은 해양의 특성을 반영하여 총 19개 항목을 적용한다. 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 크롬을 포함하여 총 11개 항목은 하천·호소·해양에서 동일한 항목이다. 나머지 항목은 해양과 하천, 호소의 지정 용도와 자연 특성에 따라 필요한 항목을 적용하고 있다. 동일하게 활용하는 항목이라 할지라도 하천·호소의 수치값과 해양의 수치값은 다르다. 카드뮴을 예로 들면, 하천·호소는 사람의 건강 보호 기준이 '0.005 mg/L 이하'이지만, 해양은 '0.01 mg/L 이하'로 하천·호소의 기준에 비해 두 배 정도 높은 농도로 적용하고 있다.³⁹⁾

37) 「환경정책기본법」 시행령 별표 1 참조

38) 의학 및 독성학의 임계점(critical point 혹은 threshold)의 개념으로 이 수준을 넘어서면 인체에 대한 부정적인 현상과 영향이 급격하게 커지게 되는 지점을 의미함

39) 「환경정책기본법」 시행령 별표 1 참조

〈표 2-1〉 환경정책기본법의 하천·호소·해양의 환경기준(수질) 항목

지정 용도	하천	호소	해양
사람의 건강	20개	19개	-
생활환경	8개	8개	3개
생태기반 해수수질	-	-	1개
해양생태계보호	-	-	8개

자료: 「환경정책기본법」 시행령 제2조 별표1 재정리. 호소는 총 9개 항목을 지정하였으나, COD 항목의 경우 2015년 12월 31일까지만 적용함

생활환경 유지 및 보호를 위한 기준은 하천과 호소는 총 8개 항목을, 해양은 총 3개 항목을 각각 적용하고 있다. 수소이온농도(pH)와 총대장균군 항목은 해양과 하천·호소에 공통적으로 적용하는 항목이지만 기준의 적용 방식은 다르다. 예를 들어 대장균군 기준은 하천과 호소는 4개 등급으로, 해양은 1개 등급으로 각각 적용하고 있다. 수소이온 농도 항목 역시 해양은 6.5~8.5의 단일 범위로 설정하고 있으나, 하천과 호소는 2개 구간(6.5~8.5와 6.0~8.5)으로 적용하고 있다. 담수 환경인 하천과 호소의 등급별 수질 기준의 수치값은 pH, TOC, DO, 총대장균군·분변성대장균군 항목은 등급별로 동일한 값으로 설정되어 있으나, SS와 T-P 항목은 동일한 등급이라고 할지라도 하천과 호소의 수치가 다르다.

〈표 2-2〉 환경정책기본법의 하천·호소·해양의 생활환경보호 기준 항목 및 등급수

지정 용도	하천	호소	해양
pH	6 등급		1 등급
BOD(mg/L)	7 등급	-	-
COD(mg/L)	7 등급	-	-
TOC(mg/L)	7 등급		-
SS(mg/L)	6 등급		-
DO(mg/L)	7 등급		-
T-P(mg/L)	7 등급		-
T-N(mg/L)	-	7 등급	-

지정 용도		하천	호소	해양
Chl-a(mg/m³)		-	7 등급	-
유분(mg/L)		-		1개
대장균군 (군수/100mL)	총	4 등급		1개
	분원성	4 등급		-

자료: 「환경정책기본법」 시행령 제2조 별표1 재정리

하천과 호소의 생활환경 보호 및 유지를 위한 용도는 크게 생활용수, 수영용수, 공업용수, 농업용수 등으로 구분한다. 생활용수는 '매우 좋음(Ia) 등급'부터 '보통(III) 등급'으로 지정된 수계등의 물이다. 공업용수는 3등급부터 5등급으로 지정된 수계등에서, 농업용수는 4등급으로 지정된 수계등에서 각각 이용할 수 있다. 또한 용수 사용은 해당 등급보다 낮은 등급의 용수는 해당 등급의 용수로 사용할 수 있다. 즉 생활용수로 지정된 물은 농업용수와 공업용수로 사용할 수 있다. 반면 해당 등급보다 높은 등급의 수계등의 물을 낮은 등급의 용수로 사용하기 위해서는 적절한 정수처리를 해야 한다. 예를 들면, 보통 등급으로 지정된 수계등의 물을 생활용수로 이용하기 위해서는 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등과 같은 정수처리를 해야 하는 것이다.

〈표 2-3〉 하천·호소의 지정 용도와 정수처리

등급	지정 용도	비고 (정수처리)
매우 좋음 Ia	생활용수	간단한 정수처리(여과·살균 등)
좋음 Ib	생활용수	일반적인 정수처리(여과·침전·살균 등)
약간 좋음 II	생활용수 수영용수	일반적인 정수처리(여과·침전·살균 등)
보통 III	생활용수	고도 정수처리(여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등)
	공업용수	일반적인 정수처리
약간 나쁨 IV	농업용수	-
	공업용수	고도 정수처리(여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등)
나쁨 V	공업용수	특수 정수처리 (활성탄 투입, 역삼투압 공법 등)
매우 나쁨 VI	-	-

자료: 「환경정책기본법」 시행령 제2조 별표1 재정리

해양의 생활환경 유지 및 보호에 관한 기준은 「환경정책기본법」과 「해양환경보전법」의 규정에서 확인할 수 있다. 수소이온농도, 총대장균군, 용매추출유분 등 3개 항목에 대하여 기준이 정해져 있다. 한편 해수욕, 어장 등의 용도에 관한 수질 기준은 별도 법률에서 규정한다. 해수욕을 위한 수질 관리⁴⁰⁾는 「해수욕장법」에서 전국의 해수욕장을 대상으로 장구균(100CFU/100mL 이하 또는 100MPN/100mL 이하) 항목과 유해생물, 해조류, 유해해양생물 항목을 대상으로 기준을 제시한다. 「해수욕장법」의 총대장균 항목은 500CFU/100mL 이하 또는 500MPN/100mL 이하로 설정되어 있다. 이 값은 「해양환경보전법」의 생활환경 유지 및 보호 기준인 총대장균군 1,000CFU/100mL 이하보다 2배 정도 엄격한 수준이다.

어장 환경보호 및 관리를 위한 수질 기준은 「어장관리법」⁴¹⁾과 「농수산물품질관리법」에서 규정한다. 「어장관리법」의 수소이온농도 항목의 수질 기준은 해조류 및 어류의 서식 특성을 반영하여 7.8~8.2의 범위 설정되어 있는데, 이는 「해양환경보전법」에서 설정하는 범위인 6.5~8.5보다 엄격하다. 「농수산물 품질관리법」에서 설정하는 어장의 기준⁴²⁾은 「해양환경보전법」의 해양환경기준 중에서 사람의 건강보호 기준 19개 항목을 동일하게 적용하고 있다.

〈표 2-4〉 수산생물 서식 어장환경기준(수질)

항목	수소이온농도	용존산소 (mg/L)	용존무기 질소 (mg/L)	용존무기인 (mg/L)
기준	7.8~8.2	3.0 이상	0.14 이하	0.04 이하

자료: 해양수산부고시 제2017-109호(2017. 7. 21) 별표 1 재정리(해수 수질은 연 평균값으로 설정 및 평가, 용존산소는 여름철 해저 바닥으로부터 2m 이내의 수층의 농도값 사용)

40) 「해수욕장법」시행령 제2조 별표 1참조

41) 「어장관리법」 제11조에 따른 해양수산부고시 제2017-109호(2017. 7. 21) 별표 1 참조

42) 생산단계 농수산물 등의 유해물질 안전기준(식품의약품안전처고시 제2025-4호, 2025. 1. 24.) 참조

제3절 국내 인공호 수질관리 사례: 시화호

시화호는 방조제 설치를 통해 연안에 인공호를 조성한 곳으로, 국내에서 새만금과 가장 유사한 사례라 할 수 있다. 정부는 시화호의 수질 오염 해결을 위해 해수 유통을 시작했고, 2000년에는 시화호를 해수호로 유지할 것을 결정하며 특별관리해역으로 지정하였다. 이 절에서는 시화호의 사례를 살펴보고 새만금 수질관리를 위한 시사점을 도출하고자 한다.

1. 시화호 수질관리 경과

시화 방조제 공사는 시화지구 개발기본계획(건설부 고시 제425호, 1986)에 따라 1987년 4월에 시작되어 1994년 1월 완공되었다.⁴³⁾ 완공 당시 기준으로, 시화호의 방조제 길이는 12.7 km이고 호수 면적은 56.5 km², 총 저수용량은 332백만 톤에 달하며 유역 면적은 476.5 km²이다. 간석지에 농지를 조성하고 시화호의 담수를 농업용수로 사용하고자 하였으나 초기 오염원 관리를 통한 수질관리에 실패함에 따라 농업용수 공급은 실현되지 못하였다.⁴⁴⁾

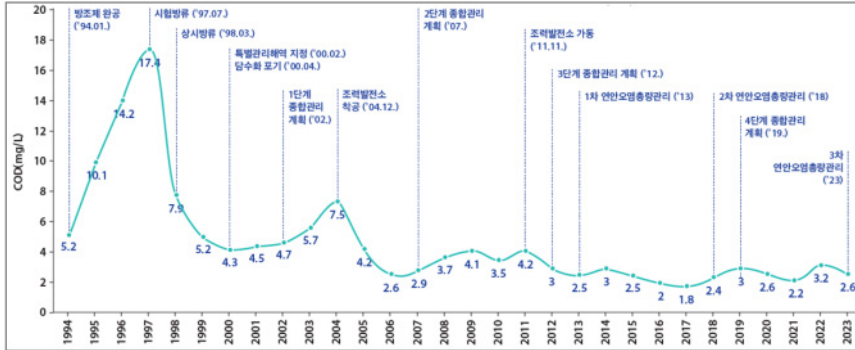
방조제 체절 이후 시화호의 수질이 급격히 악화됨에 따라 정부는 범부처 합동으로 「시화호 수질개선대책」(1996)을 수립하고 1997년부터 해수 유통을 시작했다. 해수 유통으로 시화호 수질 악화 추세가 멈추게 되자 정부는 2000년 시화호를 해수호로 유지할 것을 확정하면서 특별관리해역으로 지정하였다. 그에 따라 관리 주관부처가 환경부에서 해양수산부로 변경되었다.⁴⁵⁾

43) 국토해양부(2011), p. 19-20.

44) 국토해양부(2011), p. 21-22.

45) 김경태(2025), p. 4.

〈그림 2-3〉 시화호 내측 해수의 COD 변화



자료: 김경태(2025), p. 23.

해수부는 해수호로 유지될 시화호 특별관리해역의 환경관리를 위해 2002년 「시화호 종합관리계획」을 관계부처 합동으로 수립·시행하였다. 한편, 2004년 착공한 시화 조력발전소는 2011년부터 가동되었는데 이로 인해 해수 유통 규모가 크게 확대되었다.

2013년부터 시화호 특별관리해역에 대한 연안오염총량관리가 시작되어 육상오염원에 대한 체계적인 관리가 본격적으로 추진되었다. 연안오염총량 관리는 기본계획과 시행계획이 5년마다 수립되어, 현재 제3차 시화호 연안 오염총량관리(2023~2027)가 시행되고 있다.

2. 시화호 수질관리를 위한 주요 대책과 성과

1996년 수립된 「시화호 수질개선대책」은 2001년까지 총 4,493억 원을 투입하여 시화호의 수질을 개선하고자 하였다. 환경부가 1,346억 원, 수자원공사가 1,951억 원, 안산시 998억 원, 화성군 198억 원을 각각 투입하는 계획으로 하수처리장 증설, 오폐수 2차 처리 후 외해로 방류, 인공습지

및 접촉산화지 설치 등을 주요 내용으로 담았다.⁴⁶⁾ 육상 오염원 저감을 위한 노력으로 주요 하천의 BOD가 감소하는 효과를 보기도 했다. 대표적으로 화정천과 안산천의 BOD가 1997년 69.9 mg/L, 29.1 mg/L에서 2009년 3.7 mg/L, 3.5 mg/L로 각각 크게 감소하였다.⁴⁷⁾

방조제 건설 이후 악화된 시화호 수질 개선을 위한 해수 유통은 1996년부터 시작되었다.⁴⁸⁾ 방조제 배수갑문을 통한 비정기적인 방류와 외해수의 유입이 시도되었으며, 이듬해인 1997년에는 500만 m³을 시험 방류하였다. 1998년에는 결빙 우려로 인해 해수 유통량을 2월부터 회당 750~1,000 m³로 증량하였고 8월부터는 더욱 확대하여 조석을 이용한 상시 조작으로 1일 2회, 회당 1,500~2,700만 m³(회당 평균 2,100만 m³)를 유통하였다.⁴⁹⁾

시화 조력발전소는 해수 유통 확대를 통한 시화호의 수질 개선과 정부의 대체에너지 확대 정책에 부응하기 위한 목적으로 건설되었다. 사업 기간은 2003년부터 2011년까지였고, 이 기간 동안 사업비 총 3,551억 원이 투입되었다. 발전소의 시설용량은 254 MW이며 해수 유통량은 하루 147백만 m³로 대폭 확대되었다.⁵⁰⁾

46) 김경태(2025), p. 14.

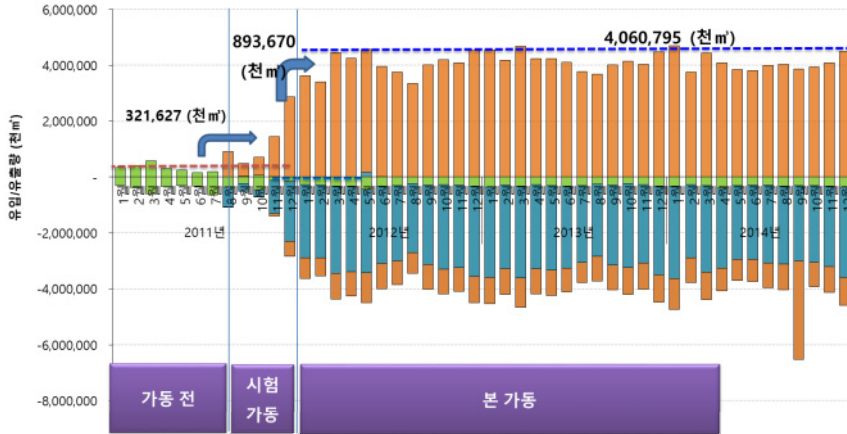
47) 김경태(2025), p. 19.

48) 김경태(2025), p. 18.

49) 김경태(2025), p. 18.

50) 국토해양부(2011), pp. 128-129; 김경태(2025), pp. 20-21.

〈그림 2-4〉 조력발전소 운영 전후 해수 유통량 변화



자료: 김경태(2025), p. 22.

2013년부터 시화호에서 연안오염총량관리 제도가 시행되었다. 연안오염총량관리는 마산만 특별관리해역에 처음 도입되어 수질 개선에 효과를 보았던 제도로 시화호에 국내 두 번째로 적용되었다. 시화호는 COD와 총인(TP)을 관리대상 오염물질로 선정하여 각각에 대한 관리목표를 설정하였다. 현재 진행 중인 제3차 연안오염총량관리의 관리목표는 중하류(A) 및 상류(B) 구역을 구분하여 각각 COD 3.1 mg/L, 4.4 mg/L, TP는 0.053 mg/L, 0.123 mg/L로 설정하였다.⁵¹⁾

이와 같은 다각도의 노력으로 시화호 수질이 크게 개선된 성과가 있었다. 방조제 완공 후 최대 17.4 mg/L(1997년)까지 높아졌던 시화호 내측 COD가 상시 해수 유통과 담수화 포기 이후 4.3 mg/L(2000년)로 개선되었다. 이후 조력발전소 가동(2011) 및 연안오염총량관리 시행(2013) 후 COD는 1.8~3.2 mg/L 수준으로 유지되고 있다.⁵²⁾

51) 김경태(2025), pp. 31-32.

52) 김경태(2025), p.23.

3. 해양환경측정망 자료 분석

1) 시화호 해양환경측정망 정점 현황

시화호의 환경 상태를 가장 객관적으로 평가할 수 있는 방법은 해양환경 측정망 자료에 대한 분석이다.⁵³⁾ 현재 시화 방조제 안쪽으로 총 10개의 해양환경측정망 정점(BC0129~BC0138)이 운영되고 있다. 한편 시화호 외측으로 방조제와 인접한 4개 정점(동쪽에서 서쪽으로 BC0107, BC0108, BC0116, BC0117)이 위치해 있다.⁵⁴⁾ 시화호의 수질 상태를 보기 위해서 내측 10개 정점 자료를 분석하고, 해수 유통으로 인한 외측 해역의 상태를 확인하기 위해서는 방조제에 인접한 4개 정점을 활용하였다.

1997년부터 2024년까지의 자료가 가용하나 대부분의 정점은 1997년 이후에 신설되었다. 1997년 이전부터 운영되던 정점은 BC0107, BC0108 이고 2004년에 BC0116, BC0117, BC0129, BC0130, BC0131의 5개 정점이 신설되었다. 조력발전소가 완공된 2011년에 BC0132, BC0133, BC0134 3개 정점이, 그리고 연안오염총량관리가 도입된 2013년에는 BC0135, BC0136, BC0137, BC0138 4개 정점이 신설되었다.⁵⁵⁾

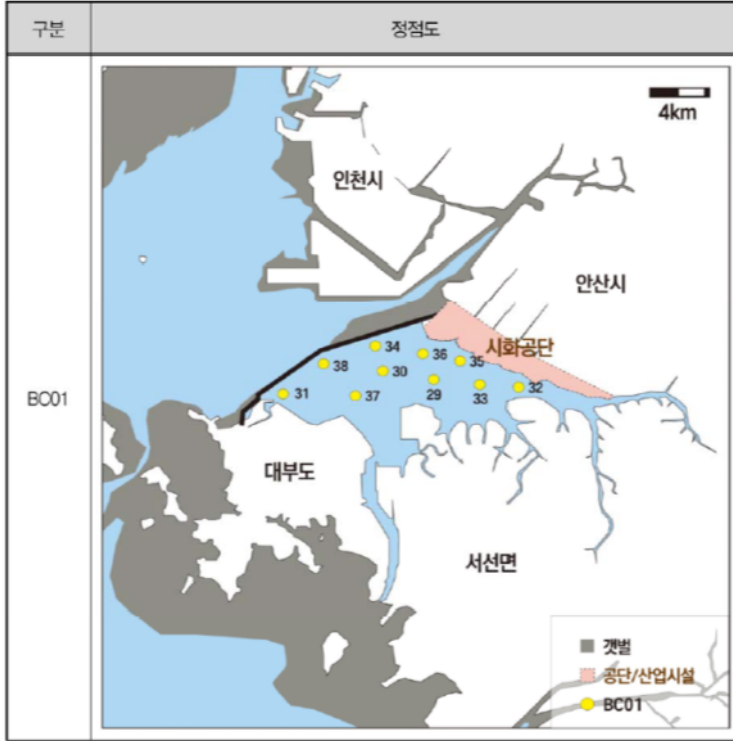
방조제 내측의 시화호에 위치한 10개 정점은 모두 2004년 이후 신규로 선정된 조사정점이다. 그에 따라 해양환경측정망 자료에 대한 분석은 2004년부터 2024년까지를 대상으로 하겠다.

53) 정량적 분석을 위해 해양수산부·해양환경공단의 시화호 및 인천연안 해양환경측정망 자료(1997~2024)를 제공받아 활용하였다.

54) 해양수산부·해양환경공단(2024), pp. 238~239.

55) 해양수산부·해양환경공단(1997~2024).

〈그림 2-5〉 해양환경측정망 조사정점도(BC01)



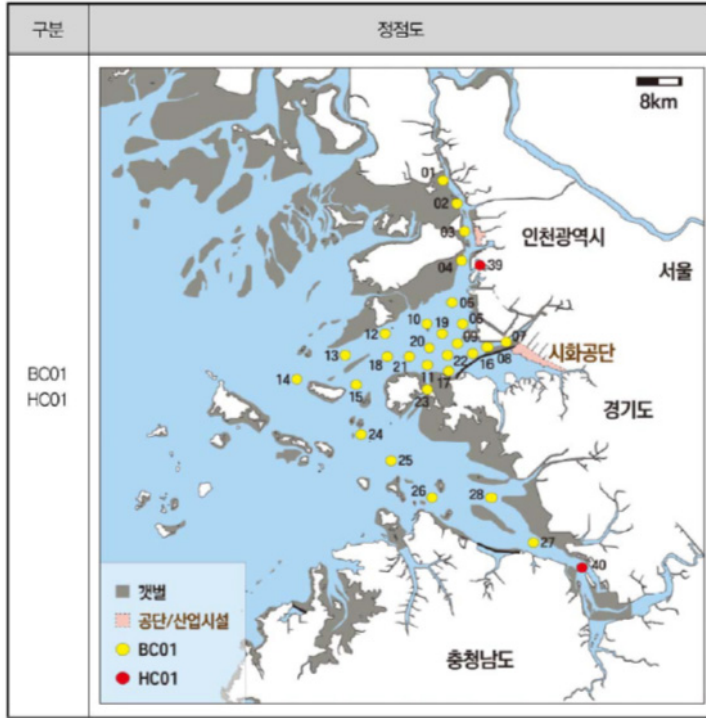
자료: 해양수산부·해양환경공단(2024), p. 239.

2) 수질 항목별 분석

(1) 생태기반 해수수질 기준(수질평가지수, WQI)

「해양환경기준」의 생태기반 해수수질 기준은 수질평가지수(WQI) I부터 V까지 5개 등급으로 구분된다. 시화호 10개 정점의 정점별, 측정 시기별(연 4회) WQI 등급 개수의 총합은 I등급 81개(13%), II등급 243개(40%), III등급 116개(19%), IV등급 72개(12%), V등급 92개(16%)로 II등급이 가장 많았고 다음으로 III등급, V등급 순이었다.

〈그림 2-6〉 해양환경측정망 조사정점도(BC01, HC01)



자료: 해양수산부·해양환경공단(2024), p. 238.

방조제 외측 4개 정점의 경우, I 등급 61개(16%), II등급 166개(42%), III등급 124개(32%), IV등급 12개(7%), V등급 12개(3%)로 II등급이 가장 많았고 다음으로 III등급, I 등급 순이었다. 방조제 내측과 외측을 비교하면 II등급의 비율이 가장 높은 것은 동일했지만 외측 정점들의 경우 내측보다 I~III등급이 많고 IV~V등급이 적어 전반적으로 수질이 더 좋음을 확인할 수 있었다.

연도별 WQI 추이를 보면 뚜렷하지는 않지만 비교적 좋은 수질을 나타내는 I~III등급이 다소 많아지고 IV~V등급은 적어지는 추세를 볼 수 있다.

〈표 2-5〉 시화호 정점별 수질평가지수(등급별 개수)

WQI 등급	BC0129	BC0130	BC0131	BC0132	BC0133	BC0134	BC0135	BC0136	BC0137	BC0138	합계
I	7	13	15	1	3	9	8	8	8	9	81
II	35	35	39	3	12	31	19	18	27	24	243
III	14	13	13	18	15	6	11	10	9	7	116
IV	7	9	5	12	11	5	5	8	3	7	72
V	18	14	12	22	15	5	5	4	1	1	97
합계	81	84	84	56	56	56	48	48	48	48	609

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

〈표 2-6〉 시화호 방조제 외측 정점 수질평가지수(등급별 개수)

WQI 등급	BC0107	BC0108	BC0116	BC0117	합계
I	10	12	16	23	61
II	29	47	46	44	166
III	52	40	16	16	124
IV	13	9	6	1	29
V	8	4			12
합계	112	112	84	84	392

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

〈표 2-7〉 시화호 연도별 수질평가지수(등급별 개수)

WQI 등급	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
I	3		3			1			3		3
II		3	1	4	7	3	7	10	9	14	19
III		3		2	2	1	4	3	4	7	10
IV	3		1	1		1		2	5	15	4
V	4	5	7	5	3	6	1	9	3	4	4
합계	10	11	12	12	12	12	12	24	24	40	40

WQI 등급	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
I	6	14	10	1	6	14	5		8	4	81
II	9	14	14	28	1	21	20	23	14	22	243
III	3	8	8	7	11	4	12	6	9	12	116
IV	7	2	5	4	8		1	6	5	2	72
V	15	2	3		14	1	2	5	4		97
합계	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	609

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

〈표 2-8〉 시화호 연도별 수질평가지수(등급별 비율)

WQI 등급	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
I	30%	0%	25%	0%	0%	8%	0%	0%	13%	0%	8%
II	0%	27%	8%	33%	58%	25%	58%	42%	38%	35%	48%
III	0%	27%	0%	17%	17%	8%	33%	13%	17%	18%	25%
IV	30%	0%	8%	8%	0%	8%	0%	8%	21%	38%	10%
V	40%	45%	58%	42%	25%	50%	8%	38%	13%	10%	10%
합계	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

WQI 등급	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
I	15%	35%	25%	3%	15%	35%	13%	0%	20%	10%	13%
II	23%	35%	35%	70%	3%	53%	50%	58%	35%	55%	40%
III	8%	20%	20%	18%	28%	10%	30%	15%	23%	30%	19%
IV	18%	5%	13%	10%	20%	0%	3%	15%	13%	5%	12%
V	38%	5%	8%	0%	35%	3%	5%	13%	10%	0%	16%
합계	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

〈표 2-9〉 시화호 10개 정점의 연도별 평균 수질(COD, TN, TP)

수질 항목		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
COD	표층	7.49	4.16	2.57	2.89	3.71	4.07	3.51	4.21	2.96	2.55	2.55
	저층	3.45	3.18	1.41	2.26	2.78	2.40	2.88	2.96	2.53	2.17	2.25
TN	표층	1374.28	1420.63	919.76	612.01	463.98	485.73	524.35	890.17	788.19	781.75	714.76
	저층	1125.58	1396.36	882.07	634.97	521.19	472.78	393.74	730.27	759.73	687.28	673.28
TP	표층	203.11	75.08	91.80	97.06	69.41	74.45	51.10	52.86	58.73	55.62	60.34
	저층	207.21	91.01	94.00	86.45	79.27	77.55	43.39	49.50	59.08	50.27	56.13
WQI 등급		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
COD	표층	2.21	1.86	1.77	2.37	3.04	2.59	2.18	3.18	2.59	2.65	2.77
	저층	2.15	1.66	2.45	2.50	2.84	2.38	2.19	3.10	2.43	2.28	2.43
TN	표층	730.55	627.46	712.08	491.08	428.34	470.67	509.64	616.15	588.21	674.39	659.63
	저층	655.70	622.10	654.00	464.85	438.55	456.79	515.31	485.46	549.06	566.78	604.27
TP	표층	58.51	67.75	76.04	66.52	59.54	51.45	57.57	59.41	61.49	66.94	65.80
	저층	58.65	66.74	61.69	61.52	62.17	50.89	56.75	49.26	65.40	59.46	62.73

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

〈표 2-10〉 2004~2024년 시화호 정점별 평균 수질(COD, TN, TP)

수질 항목		BC0129	BC0130	BC0131	BC0132	BC0133	BC0134	BC0135	BC0136	BC0137	BC0138	합계
COD	표층	3.63	2.74	2.45	3.64	3.41	2.38	2.48	2.36	1.95	2.06	2.77
	저층	2.77	2.21	2.02	3.43	3.20	2.09	2.51	2.21	1.95	1.87	2.43
TN	표층	793.83	564.03	538.63	1259.46	914.09	511.37	557.53	505.19	451.21	445.06	659.63
	저층	672.18	561.39	525.13	1048.97	843.84	456.17	494.86	473.92	449.58	472.09	604.27
TP	표층	82.75	58.37	54.51	120.90	89.95	47.65	58.37	52.36	42.27	42.01	65.80
	저층	65.68	61.47	59.72	115.10	88.83	41.07	53.75	47.86	42.05	43.51	62.73

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

〈표 2-11〉 2004~2024년 시화호 상류-하류(방조제 외측 정점 포함) 정점별 수질(COD, TN, TP)

배수갑문위치	수질 항목		BC0132	BC0133	BC0129	BC0137	BC0131	BC0117	합계(평균)
제1배수갑문 (서쪽 끝단)	COD	표층	3.64	3.41	3.63	1.95	2.45	1.48	2.73
		저층	3.43	3.20	2.77	1.95	2.02	1.56	2.42
	TN	표층	1259.46	914.09	793.83	451.21	538.63	476.06	716.73
		저층	1048.97	843.84	672.18	449.58	525.13	449.09	645.13
	TP	표층	120.90	89.95	82.75	42.27	54.51	41.94	70.12
		저층	115.10	88.83	65.68	42.05	59.72	42.60	66.88
배수갑문위치	수질 항목		BC0132	BC0133	BC0129	BC0130	BC0138	BC0116	합계(평균)
제2배수갑문 (조력발전소)	COD	표층	3.64	3.41	3.63	2.74	2.06	1.62	2.76
		저층	3.43	3.20	2.77	2.21	1.87	1.69	2.45
	TN	표층	1259.46	914.09	793.83	564.03	445.06	528.22	727.37
		저층	1048.97	843.84	672.18	561.39	472.09	481.30	651.75
	TP	표층	120.90	89.95	82.75	58.37	42.01	45.68	70.88
		저층	115.10	88.83	65.68	61.47	43.51	45.62	67.50

자료: 저자 작성. 해양환경측정망 자료(2004~2024)를 분석

(2) COD, TN, TP

시화호 내 10개 정점의 수질을 COD, 총질소(TN), 총인(TP)을 중심으로 살펴보았다. 연평균 COD는 2004년부터 2024년까지 21년 동안 2017년, 2018년, 2021년을 제외하고는 저층이 표층보다 좋은 수질을 나타내었다. 2004년 표층 COD가 7.49 mg/L에 달했으나 2006년 2.57 mg/L을 기록하며 수질이 개선되었다. 조력발전소가 가동된 이후인 2012년 이후로는 1.77~3.18 mg/L 수준으로 안정된 연평균 표층 COD 수준을 나타내고 있다.

TN의 경우 2007년, 2008년, 2019년, 2021년을 제외하고 저층이 표층보다 좋은 수질을 나타내었다. COD와 마찬가지로 2004년 1374.28 mg/L이라는 매우 높은 표층 TN 수치를 기록하였으나 이후 점차 개선되어 2012년 이후로는 428.34~788.19 mg/L 수준을 나타내고 있다.

TP의 경우에는 연도별로 보면 저층이 표층보다 수질이 좋았던 해가 13회, 표층 수질이 더 좋았던 해가 8회였다. 2004~2024년 기간 동안 COD, TP와 유사한 경향을 보이는데, 2004년 표층 203.11 mg/L, 저층 207.21 mg/L이라는 높은 농도를 기록한 이후 점차 개선되었으며, 2012년 이후 표층을 기준으로 연평균 51.45~76.04 mg/L 수준을 나타내고 있다.

조사정점별로 보면 가장 상류에 위치한 BC0132 정점이 COD, TN, TP 모두 표층과 저층을 막론하고 가장 높은 농도를 보인다. 가장 양호한 수질을 나타내는 정점은 BC0137과 BC0138인데, 후자는 조력발전소와 가장 가까운 곳에 위치해 있는 정점이며 전자의 경우에도 두 개 배수갑문과 가까이 위치한 정점이기 때문에 해수 유통의 영향을 상대적으로 많이 받은 것으로 보인다.

(3) 상류-하류 수질 변화

해수 유통의 영향을 확인하기 위해 각각 방조제 서쪽 끝단에 위치한 제1 배수갑문과 방조제 중간 부분 조력발전소(작은가리섬 인근)에 있는 제2배수갑문에서 상류 쪽으로 선을 그어보면 각각 6개 정점이 선상에 위치하게 된다(방조제 외측 정점 각 1개씩 포함).

제1배수갑문의 경우 방조제 외측 BC0117정점부터 BC0131, BC0137, BC0129, BC0133, 그리고 마지막으로 가장 상류에 가까이 위치한 BC0132 정점으로 이어지는 선을 연속적으로 살펴보았다. 상류의 BC0132 정점이 모든 지표에서 가장 나쁜 수질을 보여주었으며 대체적으로 하류로 가면서 수질이 좋아짐을 확인할 수 있었다. BC0137 정점은 갑문 바로 앞에 위치한 BC0131 정점보다 모든 항목에서 더 나은 수질을 보이고 있는데, 이는 BC0131 정점이 가장 수질이 나빴던 2004년부터 자료를 보유하고 있는 데 반해 BC0137 정점의 항목별 수질 지표들은 2013년에 신설되어 비교적 수질이 좋았던 최근의 측정치만 포함하고 있기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

제2배수갑문의 경우에는 방조제 외측 BC0116정점부터 BC0138, BC0130, BC0129, BC0133, 그리고 마지막으로 가장 상류에 가까이 위치한 BC0132 정점으로 이어지는 선을 살펴보았다. 상류 쪽 3개 정점은 제1 배수갑문을 중심으로 본 선상에도 동일하게 포함되는데, 상류의 BC0132 정점이 마찬가지로 모든 지표에서 가장 나쁜 수질을 보여주었으며 대체적으로 하류로 가면서 수질이 좋아짐을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 시화호 수질 개선의 주된 요인이 2개 배수갑문을 통한 해수 유통임을 확인시켜 주며, 해수 유통의 효과가 방조제에서 가장 멀리 위치한 상류 쪽에는 가장 늦게 미치고 있음을 보여주고 있다.

4. 새만금호 관리를 위한 시화호 사례의 시사점

시화호는 방조제로 인해 물의 흐름이 단절된 이후 주로 해수 유통을 통해 수질 회복이 가능했다. 새만금호의 경우에도 유사한 상황을 겪었으며 향후에도 시화호의 사례가 참고될 것으로 예상된다. 다만 두 지역 간에는 중요한 차이가 존재한다.

시화호는 해수호 전환 시점에 유역의 개발사업이 상당 부분 진척된 상태였다. 시화호 산단지역이 1977년 반월특수지역에 포함되어 시화공업단지 조성공사가 시행되었다. 1986년에는 시화지구 개발기본계획 고시에 따라 시화지구 개발사업이 본격적으로 시작되었다. 그 결과 담수호를 포기하고 관리부처가 해양수산부로 변경된 2000년 시점에 이미 시화호 유역의 산단 및 도시화 개발이 상당 부분 진행된 상황이었다.

반면 새만금호는 유역 개발이 미진한 상태에서 방조제가 건설되고 해수 유통이 시작되었다. 아직 본격적인 산업시설 입주가 시작되지 않은 상황이나 방조제 설치 이후 지금까지 농축산업 등 기존 전통산업의 영향을 저감하여 새만금호의 수질을 관리하기 위해 노력을 기울이고 있다. 향후 제조업, 첨단산업 등 다양한 산업분야 시설들이 입주하게 되면 수질오염의 규모나 양상이 달라질 수 있기 때문에 주의가 필요하다.

새만금 지역의 개발사업이 진척됨에 따라 새만금호의 환경상태에 변화가 나타날 수 있고 그에 따른 관리 방향의 전환이 요구될 가능성이 있다. 따라서 새만금호와 인근 지역에 대한 환경 모니터링을 지속적으로 수행해야 하고 개발사업의 진행에 대해서도 관심을 유지해야 한다.

03

새만금호 수질 현황 및 관리 여건

제1절 새만금호 수질 관련 법제

1. 새만금호 수질관리 관련 법제

새만금호는 상류에는 만경강과 동진강과 연결되어 있고 외부에는 해양으로 연결되어 있다. 호내 수질은 상류의 영향을 받기도 하지만, 갑문을 통해 외해에 직접 영향을 끼치고 있다. 따라서 새만금호 수질관리 정책에 영향을 주는 법제는 크게 새만금호를 조성하여 새만금사업을 추진하고 방조제를 관리하는 법률(이하 '새만금사업 및 방조제 관리 법제'라 한다), 담수의 물환경을 관리하는 법률(이하 '물환경관리법제'라 한다), 해수의 해양환경을 관리하는 법률(이하 '해양환경관리법제'라 한다)로 구분할 수 있다.

우선 새만금사업 및 방조제 관리 법제는 국토교통부와 농림축산식품부가 소관하는 법률로서 새만금사업 추진 및 지원에 관한 특별법(이하 '새만금사업법')이라 한다)과 「방조제 관리법」이 있다. 그리고 물환경관리법제는 기후에너지환경부가 소관하는 법률서 「물관리기본법」, 「물환경보전법」, 「하수도법」, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」(이하 '가축분뇨법'이라 한다), 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」(이하 '금강수

계법’이라 한다)이 있다. 한편, 해양환경관리법제는 해양수산부가 소관하는 법률로서 해양환경 보전 및 활용에 관한 법률(이하 ‘해양환경보전법’이라 한다), 「해양환경관리법」, 어장환경관리법이 있다. 이하에서는 이러한 법률의 내용을 수질관리와 관련하여 ① 계획, 대책 등 정책수립, ② 구역 또는 지역 등 공간지정, ③ 총량관리, 시설제한, 수질기준 등 오염규제, ④ 부담금, 특별회계 등 재원확보로 구분하여 분석한다.

〈표 3-1〉 새만금호 수질관리 법제 현황

구분		주요 내용	비고
새만금사업 및 방조제 관리 법제	새만금 사업법	• 새만금사업 기본계획 수립(제6조)	정책수립
		• 환경보전대책 수립 및 이행사항 점검 등(제29조)	정책수립
		• 수질오염 개선 연차별 투자계획 수립·제출(제30조)	재원확보
		• 물사용부담금 부과·징수(제31조)	재원확보
		• 수질오염 발생지역의 특별관리구역 지정·관리(제32조)	공간지정
	방조제 관리법	• 국가 관리방조제와 지방 관리방조제의 관리권한 구분(제6조)	정책수립
		• 국가 관리방조제와 지방 관리방조제의 업무대행(제6조)	정책수립
		• 방조제의 관리 및 이용에 따른 비용 부담(제7조·제12조·제13조)	재원확보
물환경 관리 법제	물관리 기본법	• 국가물관리기본계획 수립(제27조)	정책수립
		• 유역물관리종합계획 수립(제28조)	정책수립
		• 물관리 관련 부합성심의(제27조, 제30조)	정책수립
		• 재정지원(제44조)	재원확보
	물환경 보전법	• 수질오염물질의 총량관리(제4조)	오염규제
		• 공공수역의 공공시설 설치·관리(제12조)	오염규제
		• 국가 물환경관리기본계획, 대권역·중권역·소권역 물환경관리계획 수립(제23조의2, 제24조·제25조·제26조)	정책수립
		• 점오염원 관리(제32조, 제35조, 제39조, 제40조, 제41조)	오염규제
		• 비점오염원 관리(제53조, 제53조의5, 제54조)	오염규제

구분		주요 내용	비고
	하수도법	• 국가하수도종합계획, 유역하수도정비계획, 하수도정비계획의 수립(제4조, 제4조의2, 제6조)	정책수립
		• 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설, 분뇨처리 시설, 개인하수처리시설의 방류수수질기준(제7조)	오염규제
	가축 분뇨법	• 가축분뇨관리기본계획 및 세부계획 수립(제5조)	정책수립
		• 가축분뇨 배출시설 설치의 허가·신고(제11조)	오염규제
		• 가축분뇨 처리시설의 설치의무(제12조)	오염규제
		• 정화시설의 방류수수질기준(제13조)	오염규제
	금강 수계법	• 수변구역의 지정·관리(제4조, 제4조의2, 제5조)	공간지정
		• 오염총량관리제 실시(제9조~제13조)	오염규제
		• 수질개선특별회계 및 금강수계관리기금 설치(제27조, 제31조)	재원확보
	해양환경 관리 법제	해양환경 보전법	• 해양환경종합계획 수립(제10조, 제11조)
• 해양환경기준 설정(제13조)			정책수립
• 해양환경관리해역의 지정 등 시책 마련(제16조)			정책수립
• 해양환경질평가(제19조)			정책수립
해양환경 관리법		• 환경관리해역의 지정, 환경관리해역기본계획의 수립 (제15조, 제16조, 제17조)	공간지정
		• 환경관리해역에서 시설 설치 제한, 오염물질의 총량규제(제15조의2)	오염규제
어장 관리법		• 어장관리기본계획 수립(제3조)	정책수립
		• 어장관리해역의 지정(제5조)	공간지정
	• 어장환경기준의 설정 및 어장환경평가(제11조, 제11조의2)	오염규제	

자료: 「새만금사업법」, 「방조제 관리법」, 「물관리기본법」, 「물환경보전법」, 「하수도법」, 「가축분뇨법」, 「금강 수계법」, 「해양환경보전법」, 「해양환경관리법」, 「어장관리법」 등을 참고하여 저자 작성

1) 새만금사업 및 방조제 관리

(1) 「새만금사업법」

「새만금사업법」은 새만금사업의 기본계획 내용 중 하나로 수질관리계획

을 포함하여 새만금사업을 추진할 때 수질관리정책을 추진할 수 있도록 하고 있다. 즉, 새만금청장은 새만금사업을 효과적으로 추진하기 위하여 기본계획을 수립하여야 하고, 그 기본계획에는 개발사업의 개요 및 목표, 공간구조 및 주요계획 지표, 토지용도별 배치계획 등과 함께 수질관리계획 등이 포함되어야 한다(법 제6조제1항 및 제2항).

그리고 「새만금사업법」은 새만금사업지역에 대하여 환경보전대책 수립 및 이행사항 점검, 새만금사업지역 또는 인근 해역의 환경관리에 악영향 우려시 개선조치 명령 요구를 규정하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역의 환경 오염·훼손과 그 위해를 예방하고 환경을 적정하게 관리·보전하기 위하여 적정한 환경보전대책을 수립하여 이를 시행하여야 하고, 새만금사업지역의 선량한 관리를 위하여 환경대책 이행에 관한 사항을 점검하고 수질환경모니터링 등을 지속적으로 실시하여야 한다(법 제29조제1항 및 제2항). 한편, 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역 및 인근지역에서 배출되는 오염물질 유입으로 인하여 새만금사업지역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있다(동조제3항). 해양수산부장관은 새만금사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입으로 인하여 새만금사업지역 인근 해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있다(동조제4항).

또한 「새만금사업법」은 새만금사업지역의 수질오염을 예방하고 개선하기 위한 연차별 투자계획을 수립하도록 규정하고 있다. 즉, 국가 및 지방자치단체는 새만금사업지역의 수질오염을 사전에 억제하고 오염된 수질을 개선할 수 있도록 매년 투자하는 계획을 수립하여 환경부장관에게 제출하여야 한다(법 제30조제1항). 그리고 기후에너지환경부장관은 위 연차별 투자계획을 종합하여 기획재정부장관 및 국토교통부장관과 협의하고, 그 결과

에 대하여 새만금위원회의 심의를 거쳐야 한다(동조제2항).

한편, 새만금사업은 새만금수질개선사업의 재원을 확보하기 위하여 물사용부담금을 부과·징수할 수 있도록 하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 새만금수질개선사업의 재원을 조성하기 위하여 새만금호의 원수를 공급받는 자, 새만금사업지역 안에 「수도법」 제3조제11호에 따른 전용수도의 설치자에게 물사용량에 따라 물사용부담금을 부과·징수할 수 있다(법 제31조제1항). 다만 새만금호의 원수를 농업용수로 사용하는 자, 취수한 원수를 새만금사업지역 안의 하천유지용수로 사용하는 자는 물사용부담금의 부과 대상에서 제외된다(동조제2항).

마지막으로 「새만금사업법」은 수질오염 발생지역을 특별관리지역으로 지정·관리할 수 있도록 규정하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역으로 유입되는 오수·분뇨 및 축산폐수로 인한 수질오염 방지와 그 오염원 해소를 위하여 해당 오수·분뇨 및 축산폐수 등 수질오염원의 발생지역을 관계 행정기관의 장과 협의를 거쳐 특별관리지역으로 지정·관리할 수 있고, 특별관리지역을 지정하는 경우 연차별 투자계획에 포함시켜 관리하고 오염원 해소대책을 수립하여야 한다(법 제32조제1항 및 제2항). 그리고 기후에너지환경부장관 및 관계 중앙행정기관의 장은 특별관리지역으로 지정된 지역에 대하여 수질 개선 및 오염원 해소를 위한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다(동조제3항). 또한 기후에너지환경부장관은 특별관리지역의 지정 목적을 달성하기 위하여 필요한 경우에는 토지소유자와 협의하여 특별관리지역의 토지 등을 매수할 수 있다(동조제4항).

(2) 「방조제 관리법」

「방조제 관리법」은 우선적으로 국가 관리방조제와 지방자치단체 관리방조제의 관리권한을 농림축산식품부와 시·도로 구분하여 규정하고 있다. 즉,

국가 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독, 그 밖에 필요한 사항은 농림축산식품부장관이 관장하고, 지방자치단체 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독, 그 밖에 필요한 사항은 시·도지사가 관장한다(법 제6조제1항 본문). 다만, 농림축산식품부장관은 관리방조제를 관리할 때 종합적인 조정(조정)이 필요하거나 시·도지사가 한 처분이 부당하다고 인정되는 경우에는 처분의 취소 또는 시정, 그 밖에 필요한 조치를 할 수 있다(동조동항단서).

그리고 「방조제 관리법」은 국가 관리방조제와 지방 관리방조제의 관리 업무에 대한 대행을 한국농어촌공사, 시·군·자치구에서 담당하도록 규정하고 있다. 즉, 농림축산식품부장관 또는 지방자치단체장은 대통령령으로 정하는 단체에게 방조제의 관리에 관한 업무를 대행하게 할 수 있고, 그 관리에 필요한 비용은 방조제의 관리에 관한 업무를 대행하는 단체로 하여금 관리하게 할 수 있다(법 제6조제2항). 이에 따라 같은 법 시행령에서는 관리방조제로 보호되는 농경지의 위치에 따른 관할 범위에 따라 관리대행자는 한국농어촌공사와 시·군·자치구로 구분하고 있다. 관리방조제로 보호되는 농경지가 한국농어촌공사의 관리지역 안에 있는 경우에는 한국농어촌공사가, 관리방조제로 보호되는 농경지가 한국농어촌공사의 관리지역 밖에 있는 경우에는 그 농경지를 관할하는 시·군·자치구이, 관리방조제로 보호되는 농경지가 한국농어촌공사의 관리지역 안과 밖에 걸쳐 있는 경우에는 더 넓은 농경지를 그 관리지역 또는 그 관할지역으로 하는 한국농어촌공사 또는 시·군·자치구가 관리대행자가 된다(영 제5조).

한편, 「방조제 관리법」은 관리비 부담, 이용자 부담 등 방조제의 관리 및 이용에 따른 비용 부담을 규정하고 있다. 우선 관리비 부담의 경우 국가 관리방조제의 관리에 필요한 비용은 국고에서 부담하고, 지방자치단체 관리방조제의 관리에 필요한 비용은 국고와 지방재정에서 부담한다(법 제7조 본문). 그리고 이용자 부담의 경우 관리방조제의 전부 또는 일부가 다른 인

공구조물의 효용을 겸하는 경우에는 농림축산식품부장관 또는 지방자치단체장이 그 이용자로 하여금 해당 관리방조제로 인하여 얻은 수익의 범위에서 방조제에 대한 공사 또는 그 밖의 관리에 필요한 비용의 전부 또는 일부를 부담하게 할 수 있다(법 제12조). 또한 관리방조제의 목적 외 사용으로 인하여 특별한 이익을 직접 받는 수익자가 있을 때에는 농림축산식품부장관 또는 지방자치단체장이 그 수익자로 하여금 해당 방조제의 유지 또는 보수에 필요한 비용의 전부 또는 일부를 부담하게 할 수 있다(법 제13조).

2) 물환경 관리 법제

(1) 「물관리기본법」

「물관리기본법」은 물환경 보전 및 관리 등 수질관리를 포함한 국가물관리기본계획을 수립하도록 하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 10년마다 관계 중앙행정기관의 장 및 유역물관리위원회의 위원장과 협의하고 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 국가물관리기본계획을 수립하여야 하고, 그 기본계획에는 국가 물관리 정책의 기본목표 및 추진방향과 함께 물환경 보전 및 관리, 복원에 관한 사항, 물관리 예산의 중·장기 투자 방향에 관한 사항, 유역물관리종합계획의 기본 방침 등이 포함되어야 한다(법 제27조제1항).

그리고 「물관리기본법」은 유역의 물환경 보전 및 관리 등 수질관리를 포함한 유역물관리종합계획을 수립하도록 하고 있다. 즉, 유역물관리위원회 위원장은 위 기본계획을 기초로 10년마다 관계 중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장과 협의하고 국가물관리위원회와 유역물관리위원회의 심의를 거쳐 유역물관리종합계획을 수립하여야 하고, 그 종합계획에는 유역의 물관련 여건의 변화 및 전망은 물론 유역의 물환경 보전 및 관리, 복원에 관한 사항, 유역 물관리 비용의 추계와 재원조달 방안 등이 포함되어야 한

다(법 제28조제1항).

또한 「물관리기본법」은 국가물관리기본계획, 유역물관리종합계획과 관련하여 물관리 관련계획의 부합성심의 제도를 규정하고 있다. 즉, 관계 중앙행정기관의 장은 기본계획에 맞추어 물관리 관련 계획을 수립하거나 변경하여야 하며, 물관리 관련 계획을 수립하거나 변경하려는 때에는 국가계획과의 부합 여부에 관하여 국가물관리위원회의 심의를 받아야 한다(법 제27조제3항). 지방자치단체의 장은 해당 유역계획에 맞추어 물관리 관련 계획을 수립하거나 변경하여야 하며, 물관리 관련 계획을 수립하거나 변경하려는 때에는 유역계획과의 부합 여부에 관하여 유역물관리위원회의 심의를 받아야 한다(법 제30조제1항). 이에 따라 국가물관리위원회 및 유역물관리위원회의 위원장은 국가물관리기본계획과의 부합 여부 또는 유역물관리종합계획과의 부합 여부에 관한 심의를 위해 필요한 경우에는 전문기관에 부합성심을 위한 현지조사나 기술적·전문적 사항의 검토를 의뢰할 수 있다. 그 전문기관에는 한국건설기술연구원, 한국환경연구원, 한국농촌경제연구원 또는 국토연구원, 국립재난안전연구원, 국립환경과학원, 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 한국환경공단 등이 있다(영 제13조의2).

한편, 「물관리기본법」은 물관리에 관한 조사·연구와 기술개발 업무를 수행하는 자에 대하여 사업비를 보조하는 내용을 규정하고 있다. 즉, 국가와 지방자치단체는 물문화 육성, 물관리에 관한 조사·연구와 기술개발, 물관리 전문인력의 양성 등 업무를 수행하는 자에 대하여 해당 사업에 드는 비용의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다(법 제44조).

(2) 「물환경보전법」

「물환경보전법」은 수계영향권별로 배출되는 수질오염물질을 총량관리하도록 규정하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 ① 물환경의 목표기준 달

성 여부를 평가한 결과 그 기준을 달성·유지하지 못한다고 인정되는 수계의 유역에 속하는 지역, ② 수질오염으로 주민의 건강·재산이나 수생태계에 중대한 위해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 수계의 유역에 속하는 지역에 대해서는 수계영향권별로 배출되는 수질오염물질을 총량으로 관리할 수 있다(법 제4조제1항 본문). 다만, 4대강 수계법과 「해양환경관리법」은 예외적으로 해당 법률에 따라 오염총량 관리를 실시하도록 하고 있다. 즉, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 및 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」(이하 ‘4대강수계법’이라 한다)을 적용받는 지역의 경우에는 4대강수계법의 해당 규정에서 정하는 바에 따르고, 「해양환경관리법」에 따라 오염총량 규제가 실시되는 지역의 경우에는 「해양환경관리법」의 해당 규정에서 정하는 바에 따른다(동조 단서).

그리고 「물환경보전법」은 하천, 호소, 항만, 연안해역, 그 밖에 공공용도로 사용되는 수역 등 공공수역에 대하여 공공시설을 설치하여 수질을 관리하도록 하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 공공수역의 수질오염을 방지하기 위하여 특히 필요하다고 인정할 때에는 시·도지사, 시장·군수·구청장으로 하여금 관할구역의 하수관로, 공공폐수처리시설, 공공하수처리시설 또는 폐기물처리시설 등의 설치·정비 등을 하게 할 수 있다(법 제12조제1항). 특히 기후에너지환경부장관은 공공폐수처리시설에서 배출되는 물의 수질이 방류수 수질기준을 초과하는 경우에는 해당 시설을 설치·운영하는 자에게 그 시설의 개선 등 필요한 조치를 하게 할 수 있다(동조제2항). 이때 공공폐수처리시설에서 배출되는 물의 수질기준인 방류수 수질기준은 관계 중앙행정기관의 장과의 협의를 거쳐 환경부령으로 정하고, 공공하수처리시설 또는 폐기물처리시설에서 배출되는 물의 수질기준은 「하수도법」 또는 「폐기물관리법」에 따르도록 하고 있다(동조제3항).

또한 「물환경보전법」은 공공수역의 수질관리를 위하여 국가 물환경관리 기본계획을 수립하고 이를 기초로 대권역·중권역·소권역 물환경관리계획을 수립하도록 하도록 하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 공공수역의 물 환경을 관리·보전하기 위하여 국가 물환경관리기본계획을 10년마다 수립하여야 한다. 그 기본계획에는 ① 물환경의 변화 추이 및 물환경목표기준, ② 전국적인 물환경 오염원의 변화 및 장기 전망, ③ 물환경 관리·보전에 관한 정책방향, ④ 기후변화에 대한 물환경 관리대책 등이 포함되어야 한다. 이러한 내용을 근거로 유역환경청장은 대권역별로 대권역 물환경관리계획을 10년마다 수립하여야 하고, 지방환경관서의 장은 대권역계획에 따라 중권역별로 중권역 물환경관리계획을 수립하며, 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 대권역계획 및 중권역계획에 따라 소권역별로 소권역 물환경관리계획을 수립할 수 있다(법 제24조제1항·제25조제1항·제26조제1항).

한편, 「물환경보전법」은 점오염원의 관리를 위하여 배출허용기준을 설정하고 위반 시 개선명령 및 조업정지 등 행정처분을 하는 한편, 배출부과금 제도를 통해 사업자를 경제적으로 유인하는 수단을 규정하고 있다. 즉, 같은 법은 배출허용기준을 시행규칙 제34조의 별표 13에 따라 생물화학적산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD), 부유물질량(SS) 등 48개 항목에 대한 규제기준을 설정하고 있다(법 제32조제1항). 그리고 폐수배출시설을 설치하려는 자는 기후에너지환경부장관의 허가를 받거나 기후에너지환경부장관에게 신고하여야 하고, 이에 따라 허가를 받거나 신고를 한 사업자는 해당 배출시설을 설치할 때에는 그 배출시설로부터 배출되는 수질오염물질이 배출허용기준 이하로 배출되게 하기 위한 수질오염방지시설을 설치하여야 한다(법 제35조제1항). 사업자가 위의 배출시설의 가동시작을 신고한 후에는 조업 중인 배출시설에서 배출되는 수질오염물질의 정도가 배출허용기준을 초과한다고 인정할 때에는 기간을 정하여 사업자에게 그 수

질오염물질의 정도가 배출허용기준 이하로 내려가도록 필요한 조치인 개선 명령을 명할 수 있다(법 제39조). 특히 기후에너지환경부장관은 위 개선명령을 받은 자가 개선명령을 이행하지 아니하거나, 기간 이내에 이행은 하였으나 검사 결과가 배출허용기준을 계속 초과할 때에는 해당 배출시설의 전부 또는 일부에 대한 조업정지를 명할 수 있다(법 제40조). 또한 기후에너지환경부장관은 수질오염물질로 인한 수질오염 및 수생태계 훼손을 방지하거나 감소시키기 위하여 수질오염물질을 배출하는 사업자 또는 허가를 받지 아니하거나 신고를 하지 아니하고 배출시설을 설치한 자에게 배출부과금을 부과·징수한다(법 제41조제1항). 이러한 배출부과금은 기본부과금과 초과배출부과금으로 나누어지고, 전자의 경우 배출시설에서 배출되는 폐수 중 수질오염물질이 배출허용기준 이하로 배출되나 방류수 수질기준을 초과하는 경우, 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설에서 배출되는 폐수 중 수질오염물질이 방류수 수질기준을 초과하는 경우에, 후자의 경우 수질오염물질이 배출허용기준을 초과하여 배출되는 경우, 수질오염물질이 공공수역에 배출되는 경우에 부과·징수한다(동조동항).

마지막으로 「물환경보전법」은 비점오염원의 관리를 위하여 비점오염원 설치신고, 비점오염원저감시설 설치, 비점오염원 관리 종합대책 수립, 비점오염원관리지역의 지정 등을 규정하고 있다. 즉, 일정 규모 이상의 도시의 개발, 산업단지의 조성, 그 밖에 비점오염원에 의한 오염을 유발하는 사업을 하려는 자 등 관련 사업자는 비점오염원의 설치를 신고하여야 하고, 신고한 사업자는 자연형 시설, 장비형 시설 등 시설유형별 기준에 따라 비점오염원저감시설을 설치하여야 한다(법 제53조제1항 및 제5항, 시행규칙 제76조제1항 별표 17). 특히 기후에너지환경부장관은 비점오염원의 종합적인 관리를 위하여 비점오염원 관리의 기본 목표와 정책 방향, 비점오염물질 저감을 위한 세부 추진대책 등이 포함된 비점오염원 관리 종합대책을 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와 협의하여 5년마다 수립하여야 한

다(법 제53조의5제1항 및 제2항). 또한 기후에너지환경부장관은 비점오염원에서 유출되는 강우유출수로 인하여 하천·호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태계에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역에 대해서는 관할 시·도지사와의 협의를 거쳐 비점오염원관리지역으로 지정할 수 있다(법 제54조제1항).

(3) 「하수도법」

「하수도법」은 정부가 수립하는 국가하수도종합계획을 기초로 유역환경청 또는 지방환경청은 유역하수도정비계획을, 지자체는 하수도정비기본계획을 수립하도록 하고 있다. 즉, 기후에너지환경부장관은 국가 하수도정책의 체계적 발전을 위하여 하수처리의 추진전략·세부시행계획 등 정책방향을 담은 10년 단위의 국가하수도종합계획을 수립하여야 한다(법 제4조제1항 및 제2항). 유역환경청장 또는 지방환경청장은 공공하수도의 중복 설치 방지와 효율적인 운영·관리를 위하여 위 종합계획을 바탕으로 권역별로 하수도의 설치 및 통합 운영·관리에 관한 20년 단위의 계획인 유역하수도정비계획을 수립하여야 한다(제4조의2제1항). 이를 바탕으로 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수는 관할구역 안의 유역별로 하수도의 정비에 관한 20년 단위의 기본계획인 하수도정비기본계획을 수립하여야 한다(법 제5조제1항).

그리고 「하수도법」은 하수와 분뇨의 적절한 처리를 위하여 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설, 분뇨처리시설, 개인하수처리시설에 대한 방류수수질기준을 각각 규정하고 있다. 첫째, 공공하수처리시설은 하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설로서 생물화학적산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD), 부유물질량(SS), 총질소(T-N), 총인

(T-P), 총대장균수, 생태독성(TU) 등에 대한 수질기준을 정하고 있다(법 제2조제9호 및 제7조제1항, 시행규칙 제3조제1항 별표1). 둘째, 간이공공하수처리시설의 경우 강우로 인하여 공공하수처리시설에 유입되는 하수가 일시적으로 늘어날 경우 하수를 신속히 처리하여 하천·바다, 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설로서 생물화학적산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD) 등에 대하여 규제기준을 정하고 있다(법 제2조제9의2호 및 제7조제1항, 시행규칙 제3조제1항 별표1). 셋째, 분뇨처리시설의 경우 분뇨를 침전·분해 등의 방법으로 처리하는 시설로서 생물화학적산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD), 부유물질량(SS), 총대장균수, 총질소(T-N), 총인(T-P) 등에 대한 기준을 정하고 있다(법 제2조제11호 및 제7조제1항, 시행규칙 제3조제1항 별표 2). 넷째, 개인하수처리시설의 경우 오수처리시설과 정화조로 구분하여 전자의 경우 생물화학적산소요구량(BOD), 부유물질량(SS) 등에 대하여, 후자의 경우 생물화학적산소요구량(BOD)의 제거율, 생물화학적산소요구량(BOD) 등에 대하여 방류수수질기준을 설정하고 있다(법 제2조제13호 및 제7조제1항, 시행규칙 제3조제1항 별표 3).

(4) 「가축분뇨법」

「가축분뇨법」은 시·도의 가축분뇨관리기본계획을 기초로 시·군·구의 세부계획이 수립되어 관련 정책을 추진하도록 하고 있다. 즉, 시·도지사, 특별자치시장 또는 특별자치도지사는 관할구역의 가축분뇨관리기본계획을 10년마다 수립하여 기후에너지환경부장관의 승인을 받아야 하고, 시장·군수·구청장은 가축분뇨관리기본계획을 바탕으로 관할구역의 가축분뇨관리세부계획을 수립하여 시·도지사에게 제출하여야 한다(법 제5조제1항 및 제4항). 위 가축분뇨관리기본계획에는 관할구역의 지리적 환경, 오염원 및 가축사육 현황 등에 관한 개요, 공공처리시설 및 공동자원화시설의 현황과

관리 및 설치계획 등이 포함되어야 한다(영 제3조제1항).

그리고 「가축분뇨법」은 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설인 배출시설에 대하여 허가 또는 신고를 받도록 규정하고 있다. 즉, 돼지, 소, 젓소, 말, 닭 또는 오리의 사육시설에 대하여 일정한 규모 이상의 배출시설을 설치하려고 하거나 설치·운영 중인 자는 배출시설의 설치계획을 갖추어 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다(법 제11조제1항 및 시행령 제6조 별표 1). 위 허가대상에 해당하지 아니하는 배출시설 중 일정한 규모 이상의 배출시설을 설치하려고 하거나 설치·운영 중인 자는 시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다(법 제11조제3항 및 시행령 제8조 별표 2).

한편, 「가축분뇨법」은 위 배출시설 설치자에 대하여 가축분뇨를 자원화 또는 정화하는 처리시설을 설치할 의무를 부과하고 있다. 즉, 배출시설 설치의 허가를 받은 자 또는 신고를 한 자인 배출시설 설치자는 처리시설을 설치하여야 한다(법 제12조제1항). 다만, 배출시설 설치자는 ① 같은 시·군·구에 위치한 배출시설로부터 배출되는 가축분뇨를 처리하기 위한 자원화시설을 그 시·군·구에 설치하려는 경우, ② 배출시설이 연접하여 위치한 경우로서 공동으로 자원화시설 또는 정화시설을 설치하려는 경우에는 가축분뇨를 공동으로 처리하기 위한 시설인 공동처리시설을 설치할 수 있고, 이를 각 배출시설별로 해당 처리시설을 설치한 것으로 본다(법 제12조제2항).

마지막으로 「가축분뇨법」은 처리시설 중 정화시설에 대하여 방류수수질 기준을 규정하고 있다(법 제13조제1항). 즉, 같은 법은 정화시설의 방류수수질기준을 공공처리시설 및 가축분뇨처리업자가 설치한 정화시설과 그 외 정화시설로 구분하여 적용하고 있다(시행규칙 제11조 별표 4). 전자의 경우 생물화학적산소요구량(BOD), 총유기탄소량(TOC), 부유물질량(SS), 총대장균수, 총질소(T-N) 등에 대한 수질기준을 정하고 있다. 후자의 경우

특정지역과 기타지역, 허가대상 배출시설을 설치한 처리시설과 신고대상 배출시설을 설치한 처리시설로 나누어 생물화학적산소요구량(BOD), 총유기탄소량(TOC), 부유물질량(SS), 총질소(T-N), 총인(T-P) 등에 대한 수질 기준을 정하고 있다.

(5) 「금강수계법」

「금강수계법」은 수변구역의 지정, 수변구역관리기본계획의 수립, 행위제한 등을 통해 수변구역을 지정·관리하도록 하고 있다. 즉, 같은 법은 금강수계의 수질을 보전하기 위하여 상수원으로 이용되는 댐 및 그 상류지역 중 ① 상수원으로 이용되는 댐과 특별대책지역의 금강 본류인 경우에는 해당 댐과 하천의 경계로부터 1킬로미터 이내의 지역, ② ① 외의 지역으로서 금강 본류인 경우에는 해당 하천의 경계로부터 500미터 이내의 지역, ③ 금강 본류에 직접 유입되는 하천인 경우에는 그 하천의 경계로부터 300미터 이내의 지역으로서 필요하다고 인정하는 지역을 수변구역으로 지정·고시하도록 규정하고 있다(법 제4조제1항). 위와 같이 지정·고시된 수변구역은 중·장기 수변구역 관리계획 등이 포함된 수변구역관리기본계획을 5년마다 금강수계관리위원회의 심의를 거쳐 수립·시행되며, 특히 「물환경보전법」 제2조제10호에 따른 폐수배출시설, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 배출시설 등을 새로 설치하는 것을 금지된다(법 제4조의제1항 및 제5조제1항).

그리고 「금강수계법」은 오염총량관리기본방침에 따라 오염총량관리기본계획과 시행계획을 수립하고 이를 이행하기 위하여 사업장별 오염부하량 할당, 오염총량초과과징금 등을 규정하고 있다. 첫째, 기후에너지환경부장관은 금강수계의 이용 상황과 수질 상태 등을 고려하여 수계구간별 목표수질을 정하고 그 목표수질을 달성·유지하기 위하여 금강수계관리위원회의 협의를 거쳐 오염총량관리목표, 오염총량관리대상 오염물질의 종류 등이

포함된 오염총량관리기본방침을 수립하여 관계 시·도지사에게 통보하여야 한다(법 제9조제1항 및 제2항). 둘째, 시·도지사는 오염총량관리기본방침에 따라 지역개발계획의 내용, 지방자치단체별·수계구간별 오염부하량의 할당 등이 포함된 오염총량관리기본계획을 수립하여 기후에너지환경부 장관의 승인을 받아야 한다(법 제10조제1항). 셋째, 광역시장·특별자치시장·시장·군수는 오염총량관리기본계획에 따라 연도별 지역개발계획, 연도별 지방자치단체별·수계구간별 오염부하량의 할당 등이 포함된 오염총량관리시행계획을 수립·시행하여야 한다(법 제11조제1항). 넷째, 기후에너지환경부 장관 또는 광역시장·특별자치시장·시장·군수는 오염총량관리기본방침에 따른 목표수질을 달성·유지하기 위하여 필요하다고 인정되면 「물환경보전법」의 방류수 수질기준 및 배출허용기준, 「하수도법」의 방류수수질기준, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」의 방류수수질기준 등을 적용받는 자에 대하여 최종방류구별·단위기간별로 오염부하량을 할당하거나 배출량을 지정할 수 있다(법 제12조제1항). 이를 불이행할 경우 오염자에 대하여 오염총량초과과징금(제13조)과 함께 개선명령(제12조제6항), 조업정지 또는 폐쇄명령(제12조제8항) 등 행정처분을 부과할 수 있다.

또한 「금강수계법」은 금강수계의 수질개선과 주민지원을 위한 사업의 재원을 확보하기 위한 목적으로 수질개선특별회계와 금강수계관리기금을 설치하도록 하고 있다. 즉, 같은 법은 수질개선사업과 주민지원사업 등에 필요한 사업비를 확보하기 위하여 광역시·특별자치시·도 및 시·군에 수질개선특별회계를 설치할 수 있도록 규정하고 있다(법 제27조). 이와 함께 같은 법은 물이용부담금을 부과·징수하고 이를 효율적으로 관리하기 위하여 금강수계관리위원회에 금강수계관리기금을 설치하도록 하고 있다(법 제31조). 특히 수도사업자는 주민지원사업과 수질개선사업 등의 재원을 조성하기 위하여 대통령령으로 정하는 공공수역에서 취수한 원수를 직접 또는 징수하여 공급받는 최종 수요자에게 물사용량에 비례한 부담금인 물이용부담

금을 부과·징수하여 기금에 납부하여야 한다(법 제30조제1항). 기금에 납부된 재원은 오염총량관리에 필요한 비용의 지원, 수질오염방지시설의 운영 지원, 환경기초시설의 설치·운영 지원 등을 용도로 사용하도록 하고 있다(법 제33조).

3) 해양환경관리 법제

(1) 「해양환경보전법」

「해양환경보전법」은 해양건강성, 해양환경질 평가, 해양환경기준 등 해수의 수질관리 정책이 포함된 해양환경종합계획을 수립하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 해양환경의 현황 및 여건 변화, 해양환경 보전 및 활용의 목표 설정 및 단계별 전략, 해양건강성과 해양환경질 평가 및 해양환경기준에 관한 사항 등이 포함된 해양환경종합계획을 10년마다 수립하여야 한다(법 제10조제1항 및 제11조).

그리고 「해양환경보전법」은 국민의 건강과 해양환경을 보호하기 위하여 국가가 달성하고 유지하는 것이 바람직한 해양환경상의 수준으로서 해양환경기준을 설정하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 관계 중앙행정기관의 장의 의견을 들은 후 「환경정책기본법」 제12조에 따른 환경기준을 고려하여 「해양수산발전 기본법」 제13조 및 제14조에 따른 해양환경 및 해양생태계의 보전을 위한 시책에 필요한 해양환경기준을 해역별·용도별로 설정·고시하여야 하며 해양환경 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 하여야 한다(법 제13조제1항).

또한 「해양환경보전법」은 해양환경의 상태 또는 해양환경기준을 고려하여 해양환경관리해역을 지정하는 해양환경을 체계적으로 보전·관리하기 위한 시책을 추진하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 해양환경의 상태가 양호한 해역으로서 지속적으로 보전이 필요한 해역과 해양환경기준의 유지

가 곤란한 해역 또는 해양환경 보전에 현저한 문제가 있거나 문제가 발생할 우려가 있는 해역으로 구분하여 해양환경관리해역으로 지정하는 등 해양환경을 체계적으로 보전·관리하면서 지속적으로 개발·이용하기 위한 정책을 마련하여야 한다(법 제16조).

한편, 「해양환경보전법」은 해양의 환경적 가치를 평가하는 해양환경질평가를 실시하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 해양환경을 효율적으로 보전하고 해양을 환경친화적으로 이용하기 위하여 해양의 환경적 가치를 평가하여야 하고, 이를 위하여 해수수질, 해저퇴적물, 해양생물로 구분한 기준을 설정하여야 한다(법 제19조제1항, 시행령 제9조제1항).

(2) 「해양환경관리법」

「해양환경관리법」은 해양환경기준의 유지 등을 고려하여 환경보전해역과 특별관리해역으로 구분하여 환경관리해역을 지정·관리하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 해양환경의 보전·관리를 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 환경보전해역과 특별관리해역으로 나누어 환경관리해역을 지정·관리할 수 있다(법 제15조제1항). 환경관리해역은 해양환경 및 생태계가 양호한 해역 중 해양환경기준의 유지를 위하여 지속적인 관리가 필요한 해역으로서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 해역(해양오염에 직접 영향을 미치는 육지를 포함한다)에 대하여 환경보전해역으로, 해양환경기준의 유지가 곤란한 해역 또는 해양환경 및 생태계의 보전에 현저한 장애가 있거나 장애가 발생할 우려가 있는 해역으로서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 해역(해양오염에 직접 영향을 미치는 육지를 포함한다)에 대하여 특별관리해역으로 지정·관리가 가능하다.

그리고 「해양환경관리법」은 지정된 환경관리해역에 대하여 시설의 설치 또는 변경 제한, 오염물질의 총량규제 등 행위제한을 할 수 있도록 하고

있다. 첫째, 해양수산부장관은 환경보전해역의 해양환경 상태 및 오염원을 측정·조사한 결과 해양환경기준을 초과하게 되어 국민의 건강이나 생물의 생육에 심각한 피해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 경우에는 그 환경보전해역 안에서 1일 폐수배출량이 2천 세제곱미터 이상인 시설 등 특정 시설의 설치 또는 변경을 제한할 수 있다(법 제15조의제1항, 영 제10조제3항). 둘째, 해양수산부장관은 특별관리해역의 해양환경 상태 및 오염원을 측정·조사한 결과 해양환경기준을 초과하게 되어 국민의 건강이나 생물의 생육에 심각한 피해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 경우에는 ① 특별관리해역 안에서의 시설 설치 또는 변경 제한, ② 특별관리해역 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량규제 조치를 할 수 있다.

①의 경우 1일 폐수배출량이 1천 세제곱미터 이상인 시설, 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조제1항제1호에 따라 신축·개축·증축 또는 변경하는 경우 관리청의 허가를 받아야 하는 부두·방파제·교량·수문 또는 건축물, 「수산업법」 제7조에 따른 면허어업을 위한 시설, 「양식산업발전법」 제10조제1항 각 호(제7호는 제외한다)에 따른 면허 양식업을 위한 시설의 설치 또는 변경이 제한된다(법 제15조의2제2항, 영 제10조제4항). ②의 경우 해양수산부장관은 오염물질의 총량규제를 하려는 경우 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와의 협의하여 오염물질 총량규제를 실시하는 해역을 지정·고시해야 한다(영 제11조).

한편, 「해양환경관리법」은 환경관리해역에 대한 기본계획을 수립하고 이를 시행하기 위한 해역별 관리계획을 수립하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 환경관리해역에 대하여 해양환경의 관측에 관한 사항, 오염원의 조사·연구에 관한 사항, 해양환경 보전 및 개선대책에 관한 사항 등이 포함된 환경관리해역기본계획을 5년마다 수립하고, 환경관리해역기본계획을 구체화하여 특정 해역의 환경보전을 위한 해역별 관리계획을 수립·시행하여야 한다(법 제16조제1항).

(3) 「어장관리법」

「어장관리법」은 어장의 종합적·체계적 관리를 목적으로 어장관리기본계획을 수립하여 시행하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 어장을 종합적이고 체계적으로 관리하기 위하여 5년마다 어장관리에 관한 정책목표 및 기본방향, 어장환경을 보전하고 어장을 효율적으로 이용하기 위한 방안 등이 포함된 어장관리 기본계획을 수립하여야 한다(법 제3조제1항 및 제2항). 그리고 시장·군수·구청장은 위 기본계획과 그 세부 시행지침에 따라 5년마다 그 관할 어장에 대하여 면허·허가 동시 갱신에 관한 사항, 어장면적의 조정 등 어장의 적정한 이용에 관한 사항이 포함된 어장관리 시행계획을 수립하여야 한다(법 제4조제1항).

그리고 「어장관리법」은 어장환경조사 결과, 어장환경기준 등을 고려하여 어장관리해역을 지정할 수 있도록 규정하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 어장환경의 조사 결과 어장이 어장환경기준에 맞지 아니한 경우, 어장환경의 보전에 장애가 있거나 장애가 발생할 우려가 있는 경우에 해당하면 그 어장을 어장관리해역으로 지정할 수 있다(법 제5조제1항).

또한 「어장관리법」은 국민의 건강 보호를 목적으로 수질과 퇴적물 등에 관한 어장환경기준을 정할 수 있도록 규정하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 국민의 건강을 보호하기 위하여 필요하다고 인정되면 수산동식물의 포획·채취 또는 양식을 제한하거나 금지하는 것을 내용으로 하는 수질과 퇴적물 등에 관한 어장환경기준을 설정하여 고시할 수 있다(법 제11조제1항).

한편, 「어장관리법」은 어장의 효율적인 이용과 어장환경 보전 및 개선을 목적으로 어장환경평가를 하도록 하고 있다. 즉, 해양수산부장관은 어장을 효율적으로 이용하고 어장환경을 보전·개선하기 위하여 어장에 대하여 그 어업면허, 어업허가 또는 양식업면허의 유효기간이 끝나는 날의 1년 전까지 어장환경평가를 하여야 한다(법 제11조의2제1항). 특히 어장환경평가

는 해조류양식업, 패류양식업, 어류등양식업, 복합양식업, 협동양식업, 외 해양식업의 어장을 대상으로 이루어지며, 대상별로 퇴적물의 총유기탄소량, 총황량, 중금속 농도, 저서동물 지수 등 평가항목을 달리 정하고 있다(시행규칙 제3조의2제1항).

2. 새만금호 관련 법제에 따른 정책

1) 「새만금사업법」의 수질관리 정책

2011년 새만금방조제 공사가 완료됨에 따라 과거 만경강, 동진강, 새만금하구, 고군산도 지역으로 연결되어 있던 새만금 인근 하천과 해양 시스템이 새만금호 내 하천·호소 시스템과 새만금호외 해양 시스템으로 분리되었다. 향후 4단계 새만금개발계획이 완료될 경우에는 현재 하천·호소 시스템 역시 만경새만금호 시스템과 동진새만금호 시스템으로 구분될 것으로 전망된다.

(1) 새만금 기본계획

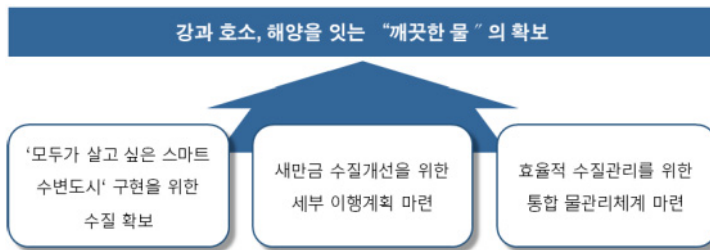
「새만금사업법」에 따른 수질관리는 크게 새만금 기본계획(2021~2030)(이하 기본계획이라 함)에 따른 관리와 새만금사업지역의 환경관리에 의한 관리⁵⁶⁾로 구분할 수 있다.⁵⁷⁾ 새만금청장이 「새만금사업 추진 및 지원에 관한 특별법」(이하 「새만금사업법」이라 함) 제6조에 따라 수립하는 기본계획은 새만금 사업지역의 장기적 개발 방향과 전략을 제시하는 법정 계획으로 새만금 개발사업의 개요와 목표를 비롯하여 새만금 사업지역의 공간구조와 주요계획을 포함한다. 주요계획에는 토지용도별 배치계획, 기반시설 확충

56) 새만금유역 제3단계('21~'30) 수질개선대책(환경부)

57) 또한 「새만금사업법」 제9조와 제11조에 따라 수립하는 용도별 개발기본계획과 용도별 개발실시계획에는 환경보전계획과 환경관리에 관한 계획을 포함해야 함

계획, 토지이용계획 등 용지조성 계획, 수질관리계획, 단계별 사업추진계획, 연차별 재원조달 대책 등이 포함되며, 기본계획에 포함되는 주요계획은 계획 지표를 제시하는 체계이다. 기본계획에 포함되는 주요계획의 하나로 수질관리계획이 있다. 수질관리계획은 “그린성장을 실현하는 글로벌 新산업 중심지 새만금을 위해 ‘강과 호소, 해양을 잇는 깨끗한 물의 확보’가 목표이다. 목표 실현을 위해 세 가지 전략을 제시하고 있다.⁵⁸⁾

〈그림 3-1〉 새만금 기본계획 수질관리계획의 목표 및 추진전략



자료: 새만금개발청(2021), p. 267.

수질관리계획의 지표로서 목표수질을 제시하고 있다. 목표수질은 새만금 지역의 토지이용계획, 기본계획과의 정합성, 달성가능성 및 지역수용성 등을 고려하여 설정되었으며, 호내의 쾌적한 수변환경 조성뿐만 아니라 외해역의 어업 영향과 외해역 목표수질을 고려하여 관리하도록 한다.⁵⁹⁾ 새만금 호 목표수질은 「환경정책기본법」의 호소 수질기준을 적용하여 인체 건강보호 항목과 생활환경기준을 대상으로 설정되어 있다(〈그림 3-2〉 참조). 이 중에서 호소 생활환경기준 항목은 새만금 사업지역을 농업용지구간과 도시용지구간을 구분하여 구간별로 ‘약간 나쁨(IV) 등급’과 ‘보통(III) 등급’으로 각각 설정한다.⁶⁰⁾

58) 새만금개발청(2021), p. 267.

59) 새만금개발청(2021), pp. 267-268.

60) 새만금개발청(2021), p. 268.

〈그림 3-2〉 새만금호 목표수질 및 등급 설정

구 분		새만금호 목표수질 설정		목표수질 등급
		농업용지구간(중·상류)	도시용지구간(하류)	
수치적 기준	생활환경 기준	Ⅳ등급 - TOC: 6.0mg/L 이하 - T-P: 0.10mg/L 이하 등	Ⅲ등급 - TOC: 5.0mg/L 이하 - T-P: 0.05mg/L 이하 등	
	인체건강 보호	카드뮴, 비소, 수은, 사안, 유기인, PCB 등 17개 항목		
심미적 기준		- 쓰레기, 기름성분, 하수찌꺼기, 배설물 등 친수활동에 제약을 주는 이물질이 없고, 불쾌한 냄새·색깔·거품 등이 없을 것 - 친수활동에 제한을 주는 어패류의 집단폐사 등이 발생하지 아니할 것		

자료: 새만금개발청(2021), p. 268.

수질관리계획의 목표수질을 달성하기 위한 주요 시책은 크게 새만금사업 지역의 새만금호 관리와 상류지역 환경관리, 해역 환경관리로 구분할 수 있다. 새만금호 수질관리는 배수갑문 운영(1일 2회 주야간)을 통한 수질관리를 지속하고, 상류 대책의 한계를 보완할 수 있도록 합리적인 호내 대책을 적극 발굴한다. 내부개발용지에서는 실시계획 이전에 오염물질 사전 저감 방안을 의무적으로 마련하고, 준설 및 매립공사 시 친환경 준설 공법 및 오탁방지막 설치 등 관리를 강화한다. 중장기적으로는 내부 개발지에서 발생하는 오염원의 호내 직유입을 차단하고, 배수갑문 운영 여건을 고려한 해수 순환 최적화 방안 마련 및 정체수역 해소 등을 추진한다.⁶¹⁾

또한 새만금 개발사업에 따른 하수의 효율적 관리와 새만금호의 수질보전을 위한 하수처리계획이 포함되어 있다. 생활오수·공장폐수 효율적 처리, 용지별·단계별 개발계획 고려, 방류수역 수질환경을 고려한 하수배제 계획, 친환경 도시건설을 위한 하수처리수 재이용 도입 등을 새만금호 하수 계획의 방향으로 설정하고 아홉 개의 하수처리구역을 설정하였으며, 개발단계별로 개발계획의 여건 변화를 반영하여 처리계획을 변경한다.

61) 새만금개발청(2021), pp. 270-271.

〈그림 3-3〉 새만금호 하수처리구역 단계별 계획 하수량 예측

(단위 : m³/일)

구분	2020년	2030년	2040년	2050년
계	46,396	134,566	177,799	225,841
A 하수처리구역	16,272	40,836	48,664	48,664
B 하수처리구역	200	10,336	20,430	20,430
C 하수처리구역	2,027	14,209	14,209	14,209
D 하수처리구역	15,224	42,952	42,952	42,952
E 하수처리구역	3,102	3,102	3,102	3,102
F 하수처리구역	584	2,732	2,732	32,800
G 하수처리구역	3,487	14,899	14,899	32,873
H 하수처리구역	-	-	25,311	25,311
I 하수처리구역	5,500	5,500	5,500	5,500

자료: 새만금개발청(2021), p. 200.

새만금호 상류지역의 환경관리는 새만금호로 유입되는 오염물질의 차단과 저감을 위한 대책이다.⁶²⁾ 단기적으로 축산계 오염원 관리 강화를 위해 가축분뇨공공처리시설을 지속 확충하고, 오염우심지역의 현업축사 매입 및 생태복원 사업 등을 병행 추진한다. 아울러, 새만금호 목표 수질 항목이 TOC로 변경됨에 따라 환경기초시설을 중심으로 TOC 저감 방안을 마련하는 데 집중한다. 중장기적으로는 LID(저영향 개발) 기법을 적용하여 도시 비점오염원을 관리하고, 소유역 단위의 물순환체계 개선을 통해 수생태 건강성을 회복하는 것을 목표로 한다.⁶³⁾

특히 새만금호의 수질 개선과 홍수 안전성 확보를 위해 상류지역에 대한 대대적인 하천정비 사업을 추진한다. 정비 대상 구역은 새만금으로 직접 유입되는 만경강(54km), 소양천(7km), 전주천(7km) 등 만경강 권역과 동진강(19km), 정읍천(18km), 고부천(16km), 원평천(16km) 등 동진강 권역을 포함한 총 137km의 국가하천 구역이다.⁶⁴⁾ 홍수 예방 대책으로 하천

62) 상류 지역의 대책은 기후부가 추진하는 '새만금유역 제3단계('21~'30) 수질개선대책'의 주요 내용이 포함되어 있음

63) 새만금개발청(2021), pp. 269-270.

주변의 사회·경제적 가치를 평가하여 중요 지역에 대한 홍수 방어 목표를 기존 200년에서 최대 500년 빈도로 대폭 상향 추진한다. 또한, 만경강·동진강 본류의 합류부나 협착부 등 홍수 취약 지점을 전수 조사하고 하천 구조와 선형을 개선하여 원활한 물 흐름을 확보한다. 최초 설치 목적을 상실한 교량, 농업용 보 등 횡단 시설물을 철거하고 노후 시설물을 단계적으로 개량하며, 상대적으로 정비율이 낮은 지방하천 및 노후 농업용 저수지에 대한 투자와 보수·보강을 확대하여 유역 전체의 홍수 안전성을 제고한다.⁶⁵⁾

한편 새만금호 하천의 친환경 수변공간 조성 측면에서 새만금과 금남·호남정맥을 연결하는 광역 생태 네트워크를 지속적으로 구축하는 한편, 비점오염원 관리 강화와 생태 습지 조성을 통해 하천 생태계의 연속성을 확보하고 오염원의 하천 유입을 저감한다. 유역 내 주요 하천 거점별로 친환경 수변 공간을 조성하고 신규 개발 지역도 친환경적으로 개발하여 친수 공간을 확대하는 계획을 포함하고 있다. 최종적으로는 국가하천인 만경강과 동진강이 하천정비사업 완료 후에도 지속적으로 안전하고 깨끗한 하천으로 유지될 수 있도록 관리 체계를 강화하는 것을 목표로 한다.⁶⁶⁾

새만금호 주변 해역의 관리는 새만금사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입 관리가 주요 내용이다. 해역목표수질인 WQI 2등급 유지를 위해 해역에 설치된 17개 측정 정점을 운영하는 진단 체계를 구축하였고, 해수 유통 등에 따른 환경 변화 및 수질 영향에 대한 예측 시스템을 구축하였다.

64) 새만금개발청(2021), p. 277.

65) 새만금개발청(2021), p. 278.

66) 새만금개발청(2021), pp. 278-279.

〈표 3-2〉 새만금유역(상류 및 호내) 수질관리대책

구분	단기(2021~2023년)	중장기(2024년~)
상류	• 점오염원과 비점오염원 대책, 가축분뇨 관리대책 균형있게 추진 • 가축분뇨공공처리시설 지속 확충 • 오염우심지역 현업축사 매입 • 생태복원 및 생태습지 조성 사업 실시 • 부처간 협업 통해 농·축산 분야 비점오염원관리 기반 구축 • 주요 환경기초시설 중심 TOC 저감 방안 마련	• 단기 수질관리방안 지속 추진 • LID 기법 적용하여 농업비점오염원관리대책 강화 • 소유역 단위 물순환체계 개선 • 미활용 저수지 등 이용하여 소하천 및 지류 하천 유량 확보 • 축산계 오염원 관리강화 대책 마련 • TOC 총량제도 도입 검토
호내	• 배수갑문(2회/일, 주야간) • 상류대책 삭감 한계 및 과다 비용투입 보완 • 호내대책 적극 발굴 및 추진 • 강우 시 호내 유입 쓰레기 수거 및 처리 • 적조 및 녹조 대응 • 개부개발용지별 실시계획 이전에 오염물질 사전 저감 방안 마련하고, 환경영향평가 이행 조건으로 반영 • 주선 및 매립공사 관리 강화 • 환경오염사고 대응체계 구축	• 내부개발지 발생 오염원의 호내 직유입 차단 대책 추진 • 해수순환 최적화 방안 마련 • 재부개발지 내 오염원 관리 강화 • 호내 정체수역 및 빈산소층 해소 • 조류 관리

자료: 새만금개발청(2021), pp. 269~271 내용을 저자 재정리

(2) 새만금유역 제3단계('21~'30) 수질개선대책 단기대책('21~'23)

「새만금사업법」 제29조에 따라 새만금사업지역의 환경 오염·훼손과 그 위해를 예방하고 환경을 적정하게 관리·보전하기 위하여 환경보전대책으로 '새만금유역 제3단계('21~'30) 수질관리대책을 시행 중이다.⁶⁷⁾ 제3단계('21~'30) 수질개선대책은 총 44개 대책, 144개 세부사업으로 이루어져 있으며, 총사업비는 16,875억 원이 투자된다.⁶⁸⁾

67) 자세한 사항은 '새만금유역 제3단계('21~'30) 수질개선대책(환경부, 2021) 참조

68) 환경부(2021), pp. 3~4.

〈표 3-3〉 새만금유역 제3단계 수질개선대책 기간별 세부사업 수 및 예산

권역	대책	세부사업 수				예산(억 원)			
		계	단기	중장기	계속	계	단기	중장기	계속
합 계		144	45	80	19	16,875	4,247	12,092	536
계	상류	123	44	70	9	16,407	4,196	12,090	121
	호소	17	-	10	7	88	-	2	86
	해양	2	1	-	1	51	51	-	-
	상류 및 호소	2	-	-	2	329	-	-	329
상류	점오염원 관리	77	28	49	-	11,979	2,942	9,036	-
	비점오염원 관리	25	12	8	5	1,322	652	560	110
	가축분뇨 관리	16	3	10	3	2,696	601	2,084	12
	하천유지용수 관리	4	1	3	-	410	-	410	-
	수질오염총량제 시행	1	-	-	1	-	-	-	-
호소	호소환경관리	7	-	2	5	88	-	2	86
	내부개발관리	10	-	8	2	-	-	-	-
해양	해양환경보전	2	1	-	1	51	51	-	-
상류 및 호소	물환경 모니터링 및 연구사업	2	-	-	2	329	-	-	329

자료: 환경부(2021), p. 5.

144개 세부사업은 단기와 중장기로 구분하여 추진한다. 단기('21~'23) 사업은 45개 세부사업(상류 44개, 해양 1개)에 4,247억 원을, 중장기('24~'30) 사업은 80개 세부사업(상류 70개, 호소 10개)에 12,092억 원을, 계속사업은 19개 세부사업(상류 9개, 호소 7개, 해양 1개, 상류 및 호소 2개)에 536억 원으로 구성되어 있으며, 2023년까지 약 46%(7,727억 원)을 투자할 계획이다. 기후부는 3단계 수질개선대책 중에서 단기('21~'23) 사업을 평가하였다(환경부, 2025). 동 기간의 세부사업은 총 126개로 계획한 투자액 7,729억 원의 58.3%인 4,503억 원이 집행되었다.⁶⁹⁾

총 44개의 단기 대책 중에서 29개 대책은 추진 중, 1개 대책은 완료, 4

69) 환경부(2025), p. 192.

개 대책은 지연, 1개 대책은 취소, 9개 대책은 시기 미도래로 평가되었다. 특히, 호내 개부개발관리 10개 세부대책 중 2개 대책이 추진 중이고 8개 대책이 시기 미도래로 평가되었는데, 이는 매립 지연을 가장 큰 원인으로 꼽을 수 있다.

〈표 3-4〉 새만금 3단계 수질개선대책 전체 과제 추진현황 총괄('23년 말 기준)

권역	대책명	세부대책명	추진상황
상류 (24개)	가-1. 점오염원 관리(4개)	가-1-1. 공공하수처리시설 확충	추진 중
		가-1-2. 소규모 공공하수처리시설 설치	
		가-1-3. 하수관로 확충 및 정비	
		가-1-4. (추가) 공공하수처리시설 TOC 개선	취소
	가-2. 비점오염원 관리(8개)	가-2-1. 비점오염원관리지역 지정 관리	추진 중
		가-2-2. 합류식하수도 월류수(CSOS) 처리시설 설치	지연
		가-2-3. 비점오염저감시설 설치	
		가-2-4. 생태하천복원	
		가-2-5. (추가) 새만금유역 비점오염관리추진단 구성·운영	추진 중
		가-2-6. (추가) 유역단위 통합 비점오염저감 사업	
		가-2-7. (추가) 완충저류시설 설치	
		가-2-8. (추가) 전주천 불명오염원 관리	
	가-3. 가축분뇨 관리(7개)	가-3-1. 유기성 폐자원 통합바이오가스화 시설 설치	지연
		가-3-2. 우분연료화시설 설치	
		가-3-3. (추가) 현업축사 매입 및 생태복원	추진 중
		가-3-4. (추가) 휴·폐업축사 매입 및 생태복원	
		가-3-5. (추가) 양분관리제 시범사업 및 확대	
		가-3-6. (추가) 가축사육제한지역 지정·관리강화	
		가-3-7. (추가) 축산계 오염원 관리 이행지원	
	가-4. 하천유지용수 관리(4개)	가-4-1. 어우보 운영개선	추진 중
		가-4-2. 하수처리수 재이용	시기 미도래
		가-4-3. (추가) 만경강 백구제수문 개선	추진 중
		가-4-4. (추가) 기능상실 보 철거 및 복원	
	가-5. 기타(1개)	가-5-1. 수질오염총량제 시행	추진 중

권역	대책명	세부대책명	추진상황
호내 (16개)	나-1. 호소환경관리 (6개)	나-1-1. 부유쓰레기 수거 및 처리 대책	추진 중
		나-1-2. 적조 · 녹조 대책	
		나-1-3. 환경생태용지내 인공 · 호안습지 조성	
		나-1-4. (추가) 호내 정체수역 수질개선사업	
		나-1-5. (추가) 수질정화형 부유 생태섬 설치	
		나-1-6. (추가) 어업폐기물 제거	
	나-2. 내부개발관리 (10개)	나-2-1. 총인처리시설 설치	시기 미도래 (LID기법 일부 추진 중)
		나-2-2. 하폐수처리수 호내 유입방지	
		나-2-3. LID기법 적용	
		나-2-4. 저류지 · 습지조성	
		나-2-5. 농업용지 BMPs 적용	추진 중
		나-2-6. 중수 · 빗물이용시설 설치	시기 미도래
		나-2-7. 하수처리수 재이용	
		나-2-8. 산업단지 완충저류시설 설치	
		나-2-9. 매립토 용출방지대책	
		나-2-10. 기반시설 및 용지조성 공사 시 환경관리대책 추진	추진 중
해양 (2개)	다-1. 해양환경보전 (2개)	다-1-1. 해양수질 및 해양환경 변화 모니터링	추진 중
		다-1-2. 해양환경보전대책 수립(R&D)	완료
상류 및 호소 (2개)	라-1. 물환경 모니터링 및 연구사업 (2개)	라-1-1. 물환경 모니터링 및 통합관리시스템 구축	추진 중
		라-1-2. 새만금 물환경 장기조사 연구	

자료: 환경부(2025), p. 180.

2) 「물환경보전법」과 「하수도법」의 수질관리

(1) 「물환경보전법」에 의한 수질관리

새만금호의 수질관리와 직접 연계된 육상의 수질관리 정책은 주로 「물환경보전법」, 「하수도법」, 「금강수계법」에 포함되어 있다. 현재 「물환경보전법」 제22조제1항에 따라 새만금 지역은 금강 대권역에 포함되어 있다. 금

강 대권역은 다시 동진강, 만경강, 새만금 중권역으로 세분된다.⁷⁰⁾ 만경강 중권역은 13개 소권역⁷¹⁾으로 동진강 중권역은 8개 소권역⁷²⁾으로 새만금 중권역은 3개 소권역⁷³⁾으로 각각 분할되어 관리 중이다. 새만금 중권역을 포함하여 각 중권역은 「물환경보전법」 제10조의2제1항에 따라 중권역별 수질 목표로서 ‘물환경 목표기준’이 설정되어 있다.⁷⁴⁾ 물환경 목표 기준의 달성 여부는 ‘물환경 목표기준 평가 규정’⁷⁵⁾에 따라 수행된다. 일반적으로 사람의 건강보호 기준과 생활환경 기준 중에서 생물화학적산소요구량(BOD), 총유기탄소량(TOC) 및 총인(T-P) 항목을 대상으로 「물환경측정망 운영계획」⁷⁶⁾의 수질측정망 자료를 연평균으로 평가한다.⁷⁷⁾ 만약 중권역이 물환경 목표기준에 미달하는 경우와 4대강수계법에 따른 관계 수계관리위원회에서 중권역의 물환경 관리·보전을 위하여 중권역계획의 수립을 요구하는 경우에는 같은 법 제25조에 따라 중권역별로 물환경관리계획을 수립 추진해야 한다.

〈표 3-5〉 새만금 인근 중권역 물환경 목표기준

대권역	중권역	중권역 물환경 목표기준			
		등급	BOD(mg/L)	TOC(mg/L)	총인(mg/L)
금강	만경강	Ⅲ(보통)	5 이하	5 이하	0.1 이하
	동진강	Ⅱ(약간 좋음)	3 이하	4 이하	0.1 이하
	새만금	Ⅰa(매우 좋음)	1 이하 (-)	2 이하 (2 이하)	0.02 이하 (0.01 이하)

자료: 환경기준(「환경정책기본법」 시행령 제2조 별표1)과 수계영향권별 환경관리지역 지정 고시(환경부고시 제2018-6호(2018.1.18.)) 재정리

70) 환경부고시 제2018-6호(2018.1.18.) 수계영향권별 환경관리지역 지정 고시 참조.

71) 경천댐, 구이댐, 대야댐, 대야댐하류, 만경강중류, 만경강하류, 삼천, 소양천, 익산천, 전주천상류, 전주천하류, 전주천합류전, 탑천

72) 고부천상류, 고부천하류, 동진강상류, 동진강하류, 신태인수위표, 신평천, 원평천, 정읍천

73) 부안댐, 새만금방조제, 주상천

74) 환경부고시 제2025-165호(2025.10.1.) 중권역별 물환경 목표기준

75) 「물환경보전법」 제10조의2제3항 및 같은 법 시행규칙 제25조제4항에 따른 환경부고시 제2025-165호, 2025. 10. 1.) 물환경 목표기준 평가 규정 참조

76) 「물환경보전법」 제9조의2제1항 참조

77) 환경부고시 제2025-165호(2025. 10. 1.) 물환경 목표기준 평가 규정 제 4조 참조

(2) 「하수도법」에 의한 수질관리

가. 유역하수도정비 기본계획에 의한 관리

「하수도법」에 따르면, 전북환경청장은 20년 주기의 새만금 유역하수도 정비계획의 수립을 통해 새만금 수질관리 목표와 유역 특성을 고려하여 최적의 공공하수처리시설 위치와 용량을 결정해야 하며, 하수처리시설별로 방류수 수질기준을 설정할 수 있다. 현재 「하수도법」 시행규칙에 따르면 새만금사업지역의 범위에 포함된 수계등으로 방류하는 공공하수처리시설은 ‘지역구분⁷⁸⁾ I 지역’의 방류수 수질 기준을 준수하여 방류해야 한다(〈표 3-7〉과 〈표 3-8〉 참조). 예를 들어 총기유기탄소(TOC)와 총인(T-P)의 I 방류수는 각각 최대 15 mg/L와 최대 0.2 mg/L 이하의 농도로 방류한다.

〈표 3-6〉 유역하수도정비계획의 세부 단위유역

권역	세부 단위유역 (29개)	중권역 (112개)
한강 (9개)	북한강 상류	• 평화의댐, 춘천댐, 인북천, 소양강
	북한강 하류	• 의암댐, 청평댐, 홍천강
	임진강	• 임진강상류, 한탄강, 임진강 하류
	남한강상류	• 남한강상류, 평창강, 충주댐
	남한강하류	• 달천, 충주댐하류, 섬강
	팔당댐상류	• 남한강하류, 경안천, 팔당댐
	한강본류	• 한강서울, 한강고양, 한강하류, 한강서해, 한강잠실 ⁷⁹⁾
	안성천	• 안성천, 시화호
	동해북부	• 양양남대천, 강릉남대천, 삼척오십천
낙동강 (8개)	안동·임하댐	• 안동댐, 임하댐, 안동댐 하류
	낙동강상류	• 내성천, 영강, 낙동상주, 병성천
	낙동강중류	• 낙동구미, 감천, 위천, 낙동왜관
	금호강	• 금호강, 회천, 낙동고령

78) 방류수 수질기준 적용을 위한 지역 구분 제2조 별표 (환경부고시 2025-165호) 참조. 요약하면 「하수도법」 시행규칙 제3조제1항제1호 나목과 「물환경보전법」 시행규칙 별표 10 제2호에 따른 공공하수처리시설 및 공공폐수처리시설의 방류수 수질기준의 적용을 위한 지역을 4개 등급으로 구분하여 지정

권역	세부 단위유역 (29개)	중권역 (112개)
	서부경남	• 합천댐, 황강, 낙동창녕, 남강댐, 남강
	동부경남	• 낙동밀양, 밀양강, 낙동강하구언, 수영강
	남해동부	• 가화천, 낙동강남해, 거제도
	동해남부	• 왕피천, 영덕오십천, 형산강, 대종천, 태화강, 회야강
금강 (6개)	용담댐	• 용담댐, 용담댐하류, 무주남대천, 영동천
	대청댐	• 초강, 보청천, 대청댐상류, 대청댐
	금강하류	• 갑천, 대청댐하류, 금강공주, 논산천, 금강하구언
	미호천	• 미호천
	새만금	• 만경강, 동진강, 새만금, 주진천
영산강 ⁸⁰⁾ (3개)	삽교천	• 부남방조제, 대호방조제, 삽교천, 금강서해
	영산강상류	• 영산강상류, 황룡강, 영산강중류, 지석천
	영산강하류	• 고막원천, 영암천, 영산강하류, 영산강하구언
	서해남부	• 와탄천, 신안군, 진도, 영암방제조
섬진강 (3개)	섬진강상류	• 섬진강댐, 섬진강댐하류, 오수천, 순창, 요천
	섬진강하류	• 섬진곡성, 주암댐, 보성강, 섬진강하류
	남해서부	• 탐진강, 완도, 섬진강서남해, 금산면, 이사천, 수어천, 여수시, 남해도

자료: 유역하수도정비계획 세부 단위유역(환경부고시 제2024-168호(2024.8.22.)) 재정리

〈표 3-7〉 공공하수처리시설의 방류수 수질기준

구분 (1일 하수처리용량)		BOD (mg/L)	총유기탄소 (TOC) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총대장균 군수 (개/㎖)	생태 독성 (TU)
500㎥ 이상	I 지역	5이하	150이하	100이하	200이하	0.20이하	1,000*	1 이하
	II 지역	5 이하	150이하	100이하	200이하	0.30이하	3,000	
	III 지역	100이하	250이하	100이하	200이하	0.50이하		
	IV 지역	100이하	250이하	100이하	200이하	2 이하		
500㎥ 미만 50㎥ 이상		100이하	250이하	100이하	200이하	2 이하	3,000	
50㎥ 미만		100이하	250이하	100이하	400이하	4 이하		

*: 공공폐수처리시설의 I 지역에 대한 방류수수질기준은 총대장균군수 3,000 이하

자료: 「하수도법」 시행규칙 별표1 및 「물환경보전법」 시행규칙 별표 10 제2호 발체 재정리

79) 2024년 한강분류 단위유역에 신규로 추가된 중권역(환경부 고시 제2024-168호)

80) 과거 영산강권역에 포함된 '제주' 단위유역(제주서해, 제주동해, 제주북해, 제주남해)은 제주특별자치도 설치 이후 유역하수도정비계획의 대상구역에서 제외됨(환경부, 2015년)

나. 새만금유역 공공하수처리시설 (500㎥/일 이상) 설치 운영 현황

새만금 상류의 만경강과 동진강유역으로 방류하는 500 ㎥/일 이상 규모의 공공하수처리시설은 총 22개이다. 22개 시설에서 하수를 처리할 수 있는 시설용량은 683,900 ㎥/일 정도이고, 유입 하수총량은 611,217.0㎥/일, 방류 총유량은 579,879.2 ㎥/일 규모이며, 22개 중 21개 시설은 유입 하수를 전량 고도처리하여 방류한다.⁸¹⁾

〈표 3-8〉 새만금호 지류 하천에 방류하는 공공하수처리시설(500㎥ 이상) 현황

해역	시설명	방류 수역	용량(㎥/일)			목표수질 (BOD)	지역 구분
			시설용량	유입유량	방류유량		
전주시	전주	전주천	403,000	366,644.7	350,640.4	Ⅲ	I
	전북혁신도시 수질복원센터	조촌천	16,500	14,331.5	13,647.8	Ⅲ	
군산시	대야	만경강	1,900	1,493.3	1,400.4	Ⅲ	
	옥서	고척천	1,600	1,115.3	1,044.2	Ⅲ	
	서수	탐천	950	891.2	831.8	Ⅲ	
	임피	미산들수로	550	317.8	294.8	Ⅲ	
	회현	월평수로	550	385.0	359.7	Ⅲ	
익산시	익산	목천포천	100,000	91,143.3	85,545.3	Ⅲ	
	익산북부	탐천	30,000	25,538.7	24,778.9	Ⅲ	
	금마	익산천	1,100	1,183.0	1,127.8	Ⅲ	
정읍시	정읍	정읍천	58,600	56,009.7	52,150.7	Ⅱ	
	신태인	동진강	2,600	2,084.7	1,934.4	Ⅱ	
김제시	김제	신평천	26,000	21,736.7	20,558.5	Ⅱ	
	금산	원평천	1,800	960.8	879.8	Ⅱ	
	만경	원평천	1,000	603.4	552.1	Ⅲ	
	금구	금구천	700	629.7	576.2	Ⅱ	
완주군	삼례	만경강	32,000	22,102.3	19,836.8	Ⅲ	
	구이	삼천	1,700	1,153.0	1,064.8	Ⅲ	
	고산	고산천	1,400	1,278.1	1,181.4	Ⅲ	
	소양	소양천	800	801.9	747.1	Ⅲ	
부안군	백산	고부천	600	392.7	333.9	Ⅱ	
	동진	동진강	550	420.2	392.4	Ⅱ	
계	22개	-	683,900	611,217.0	579,879.2	-	-

자료: 공공데이터포털 홈페이지(2026년 1월3일 검색). 2024년 공공하수처리시설 현황

81) 완주군 삼례 공공하수처리시설은 생물학적 처리와 고도처리 비율이 각각 50%임

다. 새만금 유역 공공하수처리시설 오염물질 배출 현황

새만금 유역의 총 22개 하수처리시설에서 방류하는 오염물질의 농도는 500 m³ 이상 규모의 I 지역 방류수 수질기준을 전부 만족하고 있다. 총인의 경우 일일 방류부하량과 연간 방류량은 각각 16.12 kg/일과, 5.88 톤/년 정도이다.

〈표 3-9〉 새만금 유역 환경기초시설(500m³ 이상)의 오염물질 배출 특성⁸²⁾

구분	배출 농도				방류 부하량							
	(mg/L)				일일부하 (kg/일)				연부하(톤/년)			
	BOD	TOC	T-N	T-P	BOD	TOC	T-N	T-P	BOD	TOC	T-N	T-P
전주시 (2개)	평균	1.50	7.00	7.24	0.06	-	-	-	-			
	계	-	-	-	-	273.2	1,275.0	1,318.9	11.4	99.7	465.4	481.4
군산시 (5개)	평균	1.24	4.58	5.35	0.05							
	계					21.8	80.7	94.2	0.8	8.0	29.4	34.4
익산시 (3개)	평균	1.50	4.80	7.97	0.06							
	계					55.7	178.3	296.1	2.2	20.3	65.1	108.1
정읍시 (2개)	평균	1.35	5.90	7.04	0.04							
	계					36.5	159.6	190.3	1.2	13.3	58.2	69.4
김제시 (4개)	평균	1.43	4.63	5.15	0.04							
	계					8.00	26.1	29.0	0.2	2.9	9.5	10.6
완주군 (4개)	평균	1.58	3.68	4.56	0.05							
	계					9.00	21.0	26.0	0.3	3.3	7.7	9.5
부안군 (2개)	평균	1.45	4.40	6.41	0.06							
	계					0.53	1.6	2.3	0.02	0.2	0.58	0.9
계	평균	1.44	5.00	6.25	0.05							
	계					404.73	1,742.30	1,956.80	16.12	147.70	635.88	714.30

자료: 공공데이터포털 홈페이지(2026년 1월3일 검색) 재정리

82) 자료: 2024년 공공하수처리시설 현황(한국환경공단, 2025)

(<https://www.data.go.kr/data/3073222/fileData.do>, 2026년 1월3일 검색)

3) 「금강수계법」에 의한 수질관리

「금강수계법」⁸³⁾은 금강·만경강 및 동진강의 수자원 보호를 위하여 수계로 유입되는 오염원과 오염물질 관리하기 위해 제정하였다. 이 법에 따르면 기후부 장관은 금강수계의 이용 상황, 수질 상태, 행정구역 등을 고려하여 같은 법 시행령 제10조제1항 및 제2항에 따라 설정된 수계구간별 목표수질⁸⁴⁾을 설정하고, 시도지사는 그 목표수질을 달성하기 위해 같은 법 제10조에 따라 지역개발계획의 내용, 지방자치단체별·수계구간별 오염부하량의 할당, 관할 지역에서 배출되는 오염부하량의 총량 및 삭감계획, 지역개발계획으로 인하여 추가로 배출되는 오염부하량 및 오염부하량 삭감계획 등이 포함된 오염총량관리기본계획을 수립해야 한다. 한편 광역시장·특별자치시장·시장·군수는 같은 법 제11조에 따라 연도별 지역개발계획, 연도별 지방자치단체별·수계구간별 오염부하량의 할당, 연도별 오염부하량의 삭감이행계획 등을 포함한 오염총량관리시행계획을 수립한다.

현재 전라북도 제4단계 오염총량기본계획('21~'30)에 따르면, 만경강은 총 5개 단위유역(만경A, 만경B, 전주A, 탑천A, 만경C⁸⁵⁾)으로 동진강 역시 5개 단위유역(동진A, 정읍A, 고부A, 원평A, 동진B⁸⁶⁾)으로 각각 설정되어 있으며, <표 3-10>과 같이 총량단위유역별로 BOD와 T-P 항목을 대상으로 하여 목표 수질이 설정되어 있다.

83) 「금강수계법」 제1조(목적) 금강수계(錦江水系) 상수원 상류지역의 수질개선과 주민지원사업 등을 효율적으로 추진하고, 금강·만경강 및 동진강 수계의 수자원(水資源)과 오염원(汚染源)을 적절하게 관리하여 금강수계의 수질을 개선하고 주민에게 깨끗한 수돗물을 안정적으로 공급함을 목적으로 한다.

84) 금강 수계의 주요 상수원의 수질이 「환경정책기본법 시행령」 별표 제3호에 따른 약간 좋음 등급(Ⅱ 등급) 이상을 달성·유지할 수 있도록 목표수질을 설정함

85) 해수 유통으로 제4단계 목표수질을 설정하지 않음

86) 해수 유통으로 제4단계 목표수질을 설정하지 않음

〈표 3-10〉 전라북도 제4단계 수질총량 목표수질 및 단위유역

하천	총량단위 유역	목표수질		비고
		BOD(mg/L)	T-P(mg/L)	
만경강	만경A	1.6	0.081	
	만경B	3.9	0.137	
	전주A	4.4	0.144	
	탑천A	4.5	0.142	
	만경C*	-	-	해수유통(만경대교)
동진강	동진A	2.3	0.122	
	정읍A	3.0	0.129	
	고부A	3.5	0.139	
	원평A	3.3	0.125	
	동진B**	-	-	해수유통(동진대교)

자료: 전북지방유역청(2023), p. 293 재정리

4) 「해양환경보전법」과 「어장관리법」의 수질관리 정책

새만금사업지역과 외해역의 수질관리를 위하여 「해양환경보전법」에 따라 동 지역을 서해중부생태구(서해중부연안과 금강하구 해역)으로 지정하여 관리 중이다(〈그림 4-2〉 참조). 또한 같은 법 제13조에 따라 동 해역의 수질관리를 위한 목표를 설정한다. 생활환경 보호를 위해 수소이온농도(6.5 ~ 8.5), 총대장균수(1,000 균수/100 mL), 용매추출분(0.01 mL 이하) 항목에 관한 기준을 설정하고, 생태기반 해수수질관리를 위해 동 지역을 II 등급(좋음)으로 설정하였다. 또한 사람의 건강 보호를 위해 총 19개 항목에 대한 수질 기준을 적용 중이다.⁸⁷⁾

〈표 3-11〉 생태기반 해수수질 기준

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

자료: 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23)) 재정리

87) 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23) 참조

새만금 인근 어장의 환경을 보호하고, 훼손된 어장의 수질 및 퇴적물 환경을 개선하기 위해 「어장관리법」 제11조에 따른 기준을 마련하고 있다.⁸⁸⁾ 또한 어장의 환경관리를 강화하기 위해 「농수산물 품질관리법」 제 61조 및 68조에 따라 생산단계부터 식품 안전성을 관리할 수 있도록 어장의 수질 및 퇴적물에 대한 별도 기준을 마련하였다.⁸⁹⁾ 이에 따라 새만금 해역 인근 어장으로 지정된 해역과 주변 정치망 어장의 수질 환경은 ‘해양환경기준 사람의 건강보호 기준’을 유지해야 하며, 어장의 퇴적물 환경은 ‘해양환경 기준 퇴적물기준(주의 및 관리기준)’을 유지할 수 있도록 관리해야 한다. 김 제품 출하에도 잔류하는 농약 등의 농도를 엄격히 관리하는 제도를 2017년 도입하여 시행 중이다.⁹⁰⁾ 요약하면 새만금 외부 해역은 「해양환경 보전법」과 「해양환경관리법」에 따른 일반 환경관리, 「어장관리법」에 따른 수질 및 퇴적물 관리와 어장의 정화·개선, 「농수산물 품질관리법」에 따른 양식장 환경관리 및 수산물 제품 출하에 따른 식품안전성 관리 등의 체계적인 관리를 받고 있다.

〈표 3-12〉 수산생물 서식 어장환경기준

매체	해수 수질 ¹⁾				해저 퇴적물 ²⁾	
항목	수소이온농도	용존산소 ³⁾ (mg/L)	용존무기 질소 (mg/L)	용존무기인 (mg/L)	총유기탄소 (mg/g-dry)	산화발성 황화물 (mg/g-dry)
기준	7.8~8.2	3.0 이상	0.14 이하	0.04 이하	20 이하	0.5 이하

1) 해수수질은 연 평균값 사용/ 2) 해저 퇴적물은 2, 8월 평균값 사용 / 3) 용존산소는 여름철 해저 바닥으로부터 2m 이내의 수층의 농도값 사용

자료: 어장환경기준에 관한 고시 (해양수산부고시 제2017-109호) 재정리

88) 어장환경기준에 관한 고시(해양수산부고시 제2017-109호) 별표 1 참조

89) 생산단계 농수산물 등의 유해물질 안전기준(식품의약품안전처고시 제2025-4호) 참조

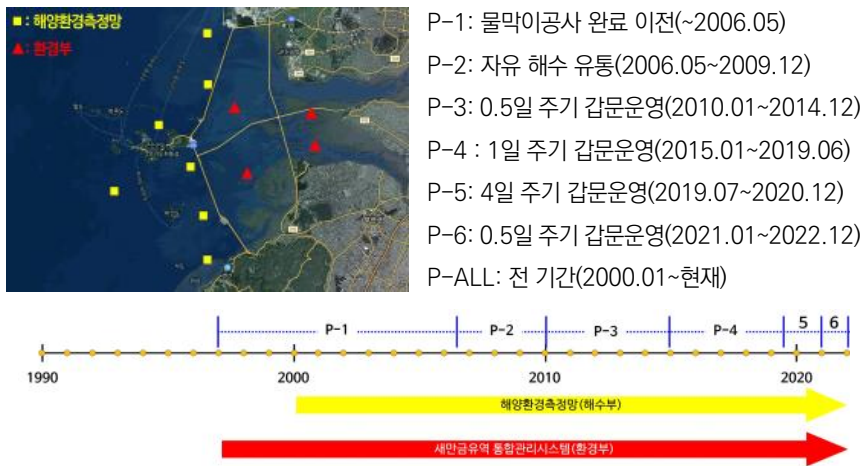
90) 농약허용물질목록 관리제도(Positive list system): 일본(2006.5), Eu(2008.11), 대만(2008.10), 미국(zerotolerance 1960년대) 도입 운영 중임

제2절 새만금호의 수질

1. 새만금호 내외 수역의 수질 변화

2000년부터 2022년까지 방조제 건설, 외해 방류, 배수갑문 운용 방식 변경을 고려하여 총 6개 구간으로 구분하여 수질 변화를 분석하였다.⁹¹⁾

〈그림 3-4〉 수질현황진단 시기별 비교 정보



자료: 해양수산부(2024), p. 26.

해양환경측정망 자료를 활용하여 분석한 결과, 새만금호 외부 수역에서 방조제 완공 전후의 수온과 염분은 유의한 차이를 보이지 않았다. 수온은

91) P-1 기간: 물막이공사 완료 이전(2000년 1월~2006년 5월), P-2 기간: 자유 해수 유통(2006년 5월~2009년 12월), P-3 기간: 0.5일 주기 갑문 운영(2010년 1월~2014년 12월), P-4 기간: 1일 주기 갑문 운영(2015년 1월~2019년 6월), P-5 기간: 4일 주기 갑문 운영(2019년 7월~2020년 12월), P-6 기간: 다시 0.5일 주기 갑문 운영(2021년 1월~2022년 12월)

P-1 기간 평균 13.7℃에서 P-6 기간 13.4℃로 거의 변화가 없었으며, 염분 역시 P-1 기간 31.0psu에서 P-6 기간 31.1psu로 정상 해수 수준을 유지했다. pH는 모든 기간에서 평균 8.1~8.2로 안정적이었고, 용존산소는 P-1 기간 8.8mg/L에서 점차 증가하여 P-6 기간에는 9.7mg/L로 약 10% 증가했다.

COD는 P-1 기간 평균 1.5mg/L에서 지속적으로 증가하여 P-5 기간에는 2.1mg/L로 최고값을 기록했다. P-6 기간에는 1.9mg/L로 소폭 감소했지만 여전히 P-1 기간보다 약 27% 높은 수준을 유지했다. 엽록소- α 는 더욱 뚜렷한 증가 추세를 보였다. P-1 기간 평균 2.8 μ g/L에서 P-2 기간 3.0 μ g/L로 증가하기 시작하여, P-3 기간에는 5.0 μ g/L로 약 80% 급증했다. 이후 P-4 기간 4.1 μ g/L, P-5 기간 5.8 μ g/L를 거쳐 P-6 기간에는 4.1 μ g/L로 감소했지만, 여전히 P-1 기간보다 약 46% 높은 수준이다.

부유물질(SPM)은 방조제 완공 후 크게 감소했다. P-1 기간 평균 26.7mg/L에서 P-2 기간 16.3mg/L로 감소하기 시작하여, P-3 기간에는 9.2mg/L로 약 66% 감소했다. 이는 방조제 완성으로 인한 조석 유동의 감소와 관련이 있으며, 이 지역의 퇴적물이 재부유하는 현상은 약화된 것으로 해석되었다. P-6 기간에는 13.3mg/L로 다소 증가했지만 여전히 P-1 기간의 절반 수준이었다.

영양염류는 뚜렷한 감소 추세를 보였다. 총질소는 P-1 기간 평균 533.3 μ g/L에서 지속적으로 감소하여 P-6 기간에는 237.3 μ g/L로 약 55% 감소했다. 최고값도 P-1 기간 1,806 μ g/L에서 P-6 기간 420 μ g/L로 크게 감소했다. 총인도 유사한 경향을 보여 P-1 기간 평균 66.2 μ g/L에서 P-4 기간에는 27.9 μ g/L로 약 58% 감소했다. P-6 기간에는 30.9 μ g/L로 약간 증가했지만 여전히 P-1 기간의 절반 이하 수준이었다. 방조제 완공 후 외측 수역에서 영양염류가 크게 감소한 것은 내측으로부터 외해

로 배출되는 영양염의 총량이 감소했기 때문으로 해석할 수 있다. 물막이 이전에는 만경강과 동진강에서 유입되는 영양염이 자유롭게 외해로 확산될 수 있었으나, 방조제 완성 후에는 갑문을 통해 제한적으로만 배출되기 때문이다.

하지만 영양염류는 감소했으나, 엽록소- a 는 오히려 증가했다. 이러한 현상은 여러 요인의 복합적 작용으로 설명될 수 있다. 내측 새만금호에서 고농도로 번식한 식물플랑크톤 군집(적조 현상)이 갑문을 통해 외해로 공급된 후 상당 기간 유지되면서 외측 수역의 엽록소- a 농도를 높일 수 있다. 또한 방조제 완성으로 조석 유동량이 감소하여 호외 지역이 물리적으로 안정되었고 이는 식물플랑크톤의 성장에 적합한 환경을 조성했을 것으로 해석할 수 있다. 한편 부유물질이 감소하고 해수의 투명도가 좋아져 식물 플랑크톤의 광합성이 증진했을 가능성도 있다.

2. 새만금호 내부 수질 변화

새만금유역 통합관리시스템 자료를 활용하여 분석한 결과, 내부 수역에서 가장 뚜렷한 수질 변화는 염분의 급격한 변화라고 할 수 있다. P-1 기간에는 평균 28.6psu로 외부 수역과 유사한 수준을 유지하던 염분은 P-2 기간에는 27.5psu, P-3 기간에는 21.1psu로 점차 감소하여, P-5 기간에는 10.2psu까지 낮아졌다. P-6 기간에는 19.9psu로 다소 증가하였으나, 여전히 P-1 기간의 70% 수준이다. 최솟값도 P-1 기간 동안 11.7psu에서 P-3 기간에는 0.1psu까지 떨어져 담수에 가까운 염분 조건이 확인되었다. 방조제 완성으로 인해 해수 유입이 차단되고 담수 유입이 증가한 영향으로 해석될 수 있다.

수온은 P-1 기간에는 14.4℃에서 P-5 기간에는 17.1℃로 약간 상승했

으며, pH는 P-1 기간에 7.9에서 P-4 기간에 8.6으로 증가하여 알칼리도가 다소 높아졌다. 용존산소는 P-1 기간 9.1mg/L에서 P-4 기간 10.7mg/L로 증가했다가 P-6 기간 9.2mg/L로 다시 감소하여 큰 변화는 없었다. 부유물질은 외부 수역과 유사하게 크게 감소했다. P-1 기간 평균 50.4mg/L에서 P-2 기간 17.1mg/L로 약 66% 감소했고, P-6 기간에는 15.2mg/L로 약 70% 정도 감소한 것으로 평가된다.

COD는 방조제 완공 후 급격히 증가했다. P-1 기간 평균 2.5mg/L에서 P-2 기간 4.7mg/L로 약 88% 증가했고, P-3 기간 6.0mg/L, P-4 기간 7.8mg/L로 지속적으로 증가하여 P-5 기간에는 8.2mg/L로 최고값을 기록했다. 이는 P-1 기간 대비 약 228% 증가한 값으로 호소 환경기준 나쁨 등급(V 등급)에 해당하며, 과거에 비해 내부 수역의 수질 오염이 심각한 것으로 나타낸다.

영양염류는 외부 수역과 달리 크게 증가했다. 총질소는 P-1 기간 평균 517.4 μ g/L에서 P-2 기간 1,096 μ g/L로 약 112% 증가했고, P-5 기간에는 1,754 μ g/L로 최고값을 기록하여 P-1 기간 대비 약 239% 증가하여 호소 환경기준 매우 나쁨 등급(VI 등급)에 해당한다. 총인은 P-1 기간 평균 108.2 μ g/L에서 P-2 기간 일시적으로 63.9 μ g/L로 감소했다가, P-3 기간 82.4 μ g/L, P-5 기간 96.3 μ g/L로 증가하여 P-1 기간과 유사한 수준을 유지했다.

이와 함께 엽록소- a 는 P-1 기간 평균 9.4 μ g/L에서 P-2 기간 12.6 μ g/L로 증가하기 시작하여, P-3 기간 23.6 μ g/L, P-4 기간 27.1 μ g/L로 급증했고, P-5 기간에는 26.5 μ g/L로 최고값을 기록했다. 이는 P-1 기간 대비 약 183% 증가한 것으로, 호 내부 수역의 부영양화현상 역시 지속되고 있음을 보여준다.

내부 수역의 수질 악화는 여러 요인이 복합적으로 작용한 결과로 해석할

수 있다. 방조제 완성으로 자유로운 해수 유통이 제한되면서 만경강과 동진강에서 유입되는 영양염이 외부로 배출되지 않고 내부에 축적되었다. 부유물질 감소에 따른 호내 투명도가 개선되고 수괴가 안정되어 식물플랑크톤 성장에 유리한 환경을 제공한 결과이다. 또한 염분 감소와 담수화는 해양 생태계를 기수역 또는 담수역 생태계로 전환시켜 생물종 구성과 생산력 변화에 영향을 미쳤을 가능성이 크다.

3. 갑문 운용과 내외부 수질 변화

새만금방조제에는 신시, 가력 배수갑문이 설치되어 있으며, 이를 통해 내부 담수를 외부 해역으로 배출하고 해수를 유입시킨다. 초기에는 하루에 두 번(0.5일 주기) 갑문을 운영했으나, 2015년부터 1일 1회, 2019년 7월부터는 4일에 1회로 운영 횟수를 감소시켰다. 그러나 내부 수질이 크게 악화되자 2021년 1월부터 다시 하루 2회(0.5일 주기) 배수갑문 운영으로 전환했다.

1) 외부 수질 변화

4일 1회 운용(P-5 기간) 대비 1일 2회 운용(P-6 기간)으로 변경했을 때 외부 수역의 수질은 일부 개선 경향을 보였으나 변화량은 크지 않았다. 해양환경측정망 자료에서는 엽록소- a 가 약 29% 감소($5.8 \rightarrow 4.1 \mu\text{g/L}$), 총질소가 약 5% 감소($250.3 \rightarrow 237.3 \mu\text{g/L}$), 총인이 약 12% 감소($35.0 \rightarrow 30.9 \mu\text{g/L}$)했으나 COD는 약 10% 감소($2.1 \rightarrow 1.9 \text{mg/L}$)했다. pH는 P-5 기간 8.2에서 P-6 기간 8.1로 안정적인 수준을 유지했으며, 용존산소는 9.2mg/L 에서 9.7mg/L 로 소폭 증가했다. 부유물질은 14.5mg/L 에서 13.3mg/L 로 약 8% 감소했다.

전반적으로 배수갑문 운용 증가가 외측 수역 수질에 미치는 영향은 제한적이었다. 변화량이 대부분 10~30% 범위로 크지 않았고, 대체로 개선 경향을 보였으나 그 폭은 미미한 수준이었다.

2) 호내 수질 변화

내부 수역에서는 4일 1회 운용(P-5 기간) 대비 1일 2회 운용(P-6 기간)으로 변경했을 때 대부분의 수질 지표에서 개선 효과가 나타났다. 새만금유역 통합관리시스템 자료 분석 결과, COD는 약 24% 감소(8.2→6.2mg/L), 엽록소- α 는 약 5% 감소(26.5→25.3 μ g/L), 부유물질은 약 39% 감소(24.9→15.2mg/L), 총질소는 약 26% 감소(1,754→1,294 μ g/L), 총인은 약 31% 감소(96.3→66.4 μ g/L)했다. pH는 P-5 기간 8.5에서 P-6 기간 8.3으로 소폭 감소하여 안정화되는 경향을 보였으며, 용존 산소는 9.8mg/L에서 9.2mg/L로 큰 변화 없이 유지되었다. 염분은 10.2psu에서 19.9psu로 약 95% 증가하여 해수 유입 증가 효과가 뚜렷하게 나타났다.

내부 수역에서 대부분의 수질 지표가 개선된 것은 갑문 운용 횟수 증가로 인한 효과가 작용한 결과로 해석할 수 있다. 갑문 운용 증가로 해수 유입량이 증가하면서 희석 효과가 나타났고, 담수 배출량이 증가하면서 내측에 축적된 영양염이 외해로 배출되는 속도가 빨라졌다. 또한 해수 교환 증가로 체류시간이 단축되고 식물플랑크톤 증식 기회 역시 줄어든 것으로 분석된다.

〈표 3-13〉 새만금방조제 물막이공사 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금
외측 수질 비교 분석(해양환경측정망 자료 활용)

항목	구분	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-ALL
수온 (℃)	최저	2.5	2.9	1.8	0.7	5.9	3.0	0.7
	최고	27.5	27.3	28.8	29.7	28.4	27.5	29.7
	평균	13.7	15.6	14.6	14.6	17.7	13.4	14.7
염분 (psu)	최저	27.3	29.0	24.7	29.8	21.8	30.0	21.8
	최고	32.2	32.5	32.3	32.3	31.9	31.7	32.5
	평균	31.0	31.2	30.8	31.3	30.1	31.1	31.0
pH	최저	7.0	7.7	7.8	8.0	8.0	7.7	7.0
	최고	9.1	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	9.1
	평균	8.2	8.1	8.2	8.2	8.2	8.1	8.2
DO (mg·l ⁻¹)	최저	5.1	6.4	4.5	6.0	5.6	5.2	4.5
	최고	13.2	11.7	14.7	12.9	12.3	12.6	14.7
	평균	8.8	9.0	9.1	9.2	9.2	9.7	9.1
Chl-a (μg·l ⁻¹)	최저	0.0	0.1	0.2	0.1	1.0	0.7	0.02
	최고	26.0	12.4	20.8	23.8	19.2	15.6	26.0
	평균	2.8	3.0	5.0	4.1	5.8	4.1	4.0
SPM (mg·l ⁻¹)	최저	0.3	0.3	0.1	0.7	1.1	0.7	0.1
	최고	3.5	3.9	3.5	3.0	4.6	3.1	4.6
	평균	1.5	1.5	1.7	1.8	2.1	1.9	1.7
COD (mg·l ⁻¹)	최저	1.8	1.8	0.9	2.6	2.3	6.2	0.9
	최고	146.5	41.2	31.6	38.4	68.3	44.0	146.5
	평균	26.7	16.3	9.2	11.1	14.5	13.3	15.8
T-N (μg·l ⁻¹)	최저	159.8	38.0	78.8	84.2	153.5	154.4	38.0
	최고	1,806	1,243	574	1,002	399	420	1,806
	평균	533.3	434.5	297.4	274.1	250.3	237.3	346.3
T-P (μg·l ⁻¹)	최저	19.0	4.7	12.4	9.1	16.0	14.1	4.7
	최고	322.0	145.0	91.4	82.0	61.7	57.5	322.0
	평균	66.2	50.0	30.3	27.9	35.0	30.9	39.8

주 ① P-1: 물막이공사 완료 이전(2000.01~2006.05)

② P-2: 자유 해수 유통(2006.05~2009.12)

③ P-3: 0.5일 주기 갑문운영(2010.01~2014.12)

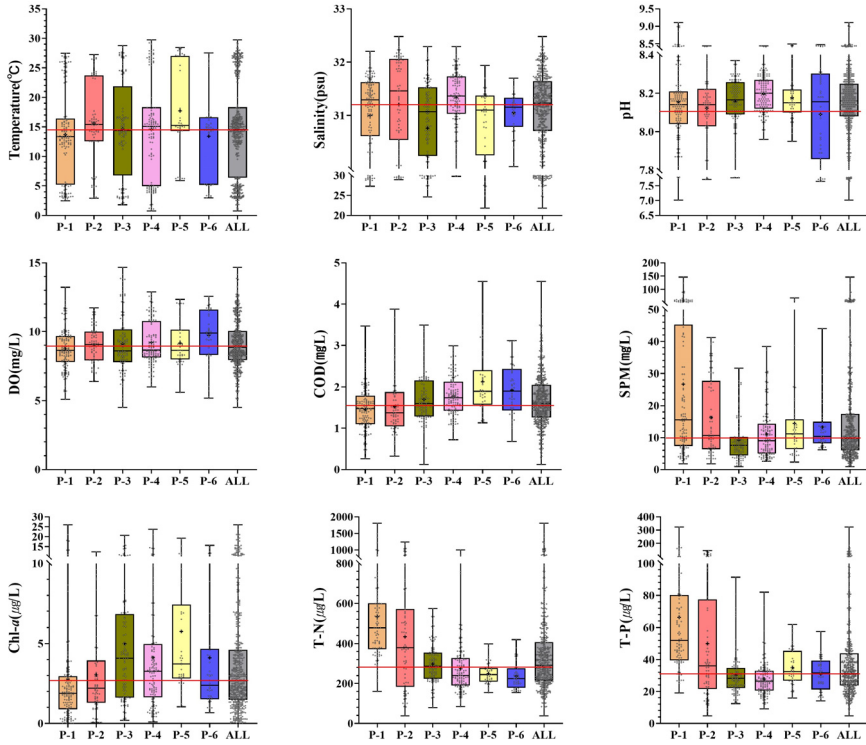
④ P-4: 1일 주기 갑문운영(2015.01~2019.06)

⑤ P-5: 4일 주기 갑문운영(2019.07~2020.12)

⑥ P-6: 0.5일 주기 갑문운영(2021.01~2022.12), P-ALL: 전 기간(2000.01~2022.12)

자료: 해양수산부(2024), p. 156.

〈그림 3-5〉 새만금방조제 완공 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금 외측 수질변화(해양환경측정망 자료 활용)



자료: 해양수산부(2024), p. 160.

〈표 3-14〉 새만금방조제 물막이공사 전·후 및 갑문 운용방식에 따른 새만금 내측
수질 비교 분석(새만금유역 통합관리시스템 자료 활용)

항목	구분	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-ALL
수온 (℃)	최저	0.5	1.5	0.3	0.1	3.7	2	0.1
	최고	29.3	29.0	31.2	32.9	31.5	29.4	32.9
	평균	14.4	15.1	15.5	15.2	17.1	15.7	15.3
염분 (psu)	최저	11.7	6.8	0.1	0.7	0.2	1.0	0.1
	최고	33.5	34.0	32.3	31.8	27.2	30.5	34.0
	평균	28.6	27.5	21.1	19.0	10.2	19.9	23.6
pH	최저	6.9	7.2	6.5	7.7	7.5	7.8	6.5
	최고	8.9	9.6	9.3	9.9	9.5	9.1	9.9
	평균	7.9	8.2	8.3	8.6	8.5	8.3	8.2
DO (mg·l ⁻¹)	최저	4.6	1.5	4.1	2.3	4.1	3.1	1.5
	최고	16.5	19.5	18.9	19.1	21.0	14.6	21.0
	평균	9.1	9.8	9.4	10.7	9.8	9.2	9.6
Chl-a (μg·l ⁻¹)	최저	0.1	0.2	1.2	1.9	3.7	1.4	0.1
	최고	85.3	86.9	160.3	203.9	144.2	132.1	203.9
	평균	9.4	12.6	23.6	27.1	26.5	25.3	18.2
SPM (mg·l ⁻¹)	최저	1.8	1.0	1.4	3.6	6.9	5.4	1.0
	최고	298.0	166.5	75.6	87.3	57.2	38.9	298.0
	평균	50.4	17.1	20.4	22.1	24.9	15.2	30.6
COD (mg·l ⁻¹)	최저	0.2	0.8	1.8	1.8	3.1	2.1	0.2
	최고	7.6	11.6	19.9	22.4	23.6	15.8	23.6
	평균	2.5	4.7	6.0	7.8	8.2	6.2	5.0
T-N (μg·l ⁻¹)	최저	3	119	177	72	420	355	3
	최고	5,212	5,989	5,301	3,767	5,561	4,366	5,989
	평균	517.4	1,096	1,367	1,225	1,754	1,294	1,105
T-P (μg·l ⁻¹)	최저	2	14	18	20	38	12	2
	최고	1,710	306	405	155	256	149	1,710
	평균	108.2	63.9	82.4	69.6	96.3	66.4	82.5

주 ① P-1: 물막이공사 완료 이전(2000.01~2006.05)

② P-2: 자유 해수 유통(2006.05~2009.12)

③ P-3: 0.5일 주기 갑문운영(2010.01~2014.12)

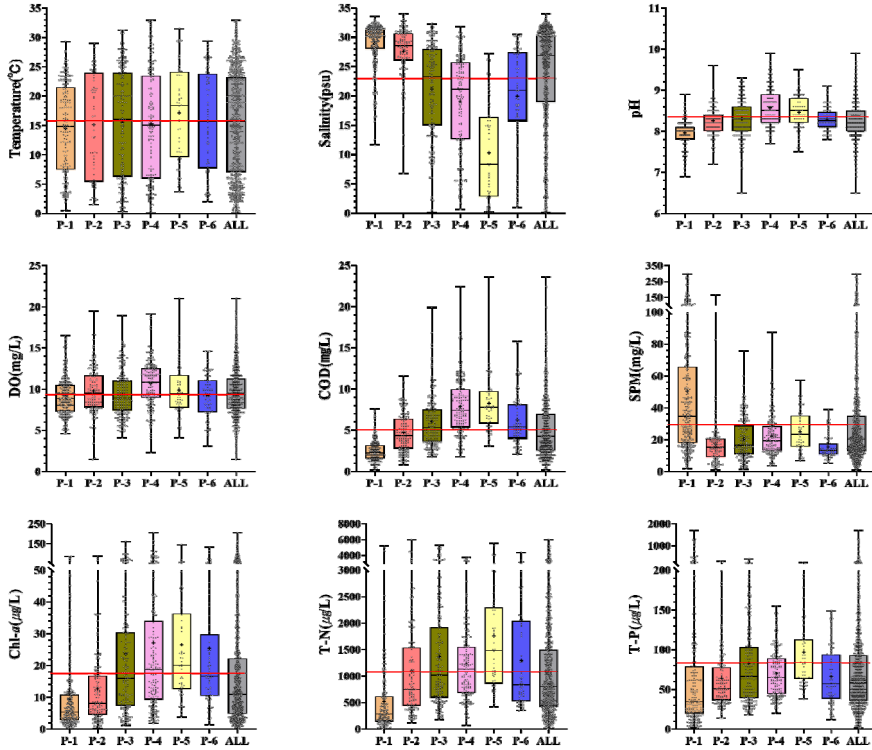
④ P-4: 1일 주기 갑문운영(2015.01~2019.06)

⑤ P-5: 4일 주기 갑문운영(2019.07~2020.12)

⑥ P-6: 0.5일 주기 갑문운영(2021.01~2022.12), P-ALL: 전 기간(2000.01~2022.12)

자료: 해양수산부(2024), p. 157.

〈그림 3-6〉 새만금방조제 완공 전·후 및 갑문 운영방식에 따른 새만금 내측 수질변화(새만금유역 통합관리시스템 자료 활용)



자료: 해양수산부(2024), p. 161.

04

새만금호 수질관리 현안 및 대응방안

제1절 새만금호 수질관리 현안

1. 새만금호 수질관리 현행 법제의 현안

1) 「새만금사업법」의 새만금사업지역 환경관리 제도 미흡

현재 새만금호는 2012년 12월에 「새만금사업법」이 제정된 이후부터는 국토교통부 중심으로 범부처가 새만금사업을 추진하면서 사업추진 과정에서 나타나는 환경오염을 최소화하는 방식으로 수질관리정책이 추진되고 있다. 즉, 「새만금사업법」은 새만금사업지역을 종합적이고 체계적으로 개발·관리 및 정비하기 위하여 용도별 개발실시계획 승인을 받아 사업을 시행하는 한편, 사업 추진과정에서 발생할 수 있는 환경오염을 최소화하기 위하여 환경보전대책을 수립·시행하는 등 환경관리 제도를 규정하고 있다. 하지만 같은 법은 다음과 같은 제도적 문제점을 가지고 있다.

첫째, 「새만금사업법」은 새만금사업지역의 환경보전대책, 이행점검 및 수질환경모니터링 등에서는 새만금호의 수질관리를 위한 구체적인 내용이 규정되어 있지 않다는 점이다. 즉, 같은 법은 환경부장관이 새만금사업지역의 환경 오염·훼손과 그 위해를 예방하고 환경을 적정하게 관리·보전하

기 위하여 적절한 환경보전대책을 수립하여 이를 시행하여야 하고, 새만금사업지역의 선량한 관리를 위하여 환경대책 이행에 관한 사항을 점검하고 수질환경모니터링 등을 지속적으로 실시하여야 한다고 규정하고 있을 뿐이다.

둘째, 「새만금사업법」은 새만금호의 수질관리에 문제가 발생한 경우 직접 정부가 개선조치명령 등 행정처분을 할 수 없고 관련 지방자치단체에게 이를 요구하여야 한다는 점이다. 즉, 같은 법은 환경부장관은 새만금사업지역 및 인근지역에서 배출되는 오염물질 유입으로 인하여 새만금사업지역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우 직권으로 인근 지자체인 전북특별자치도에 대하여 새만금호의 수질 개선을 위한 행정처분을 할 수 없고, 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있도록 하고 있다. 이는 해양수산부장관은 새만금사업지역 인근 해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에도 마찬가지이다. 예를 들어 김제시 용지면 한센인 정착농원은 새만금에 인접한 지역으로 축사가 밀집되어 인근 용암천 오염부하량 중 73%가 발생하고 있으나, 예산 부족으로 인하여 김제시가 현재 운영 중인 축사 매입을 완료하지 못함으로써 용암천 하류 수질이 IV등급으로 새만금 도시용지 목표 수질인 III등급에 여전히 미치지 못하고 있다.⁹²⁾

셋째, 「새만금사업법」은 오수·분뇨 및 축산폐수 등 수질오염원 발생지역을 특별관리지역으로 지정한 경우 수질관리를 목적으로 사용할 수 있는 명령통제적 규제수단이 부족하다는 점이다. 즉 같은 법은 새만금사업지역으로 유입되는 수질오염 방지와 그 오염원 해소를 위하여 특별관리지역을 지정하는 경우 행위제한과 같이 적극적인 규제수단을 대신에, 연차별 투자계획을 포함한 오염원 해소대책 수립, 특별관리지역으로 지정된 지역에 대한

92) 전라일보(검색일: 2026.02.19.)

기술적·재정적 지원 등 소극적인 정책수단을 규정하고 있다.

넷째, 「새만금사업법」은 새만금호의 수질 악화가 새만금 방조제 조성과 새만금사업지역의 개발행위로 인하여 나타나는 현상임에도 불구하고 원인 자제공자의 책임을 수익자에게 전가하여 수질개선의 비용을 부담시키고 있다는 점이다. 즉 같은 법은 새만금수질개선사업의 재원을 조성하기 위하여 새만금 방조제 조성과 새만금사업지역의 개발행위로 인하여 편익을 받고 있는 원인제공자에 대해서는 비용을 부담시키지 않고, 새만금호의 원수를 공급받는 자, 새만금사업지역 내 전용수도의 설치자와 같이 수익자에 대하여 물사용량에 따라 물사용부담금을 부과·징수할 수 있도록 규정하고 있다. 2013년에 수행한 새만금권역 수질관리를 위한 재원확보 방안 연구에서도 새만금 배부개발에 따른 수질관리의 필요성을 유발한 원인자와 수혜자를 분석하고 그 책임범위에 따라 수질관리에 필요한 비용의 분담체계를 구축하는 것이 필요하다고 보았다.⁹³⁾

2) 물환경관리법제과 해양환경관리법제의 개별적 수질관리

위에서 살펴본 「새만금사업법」에서 규정하고 있는 새만금사업지역 환경관리의 제도적 한계로 인하여 실제적인 새만금호 수질관리는 물환경관리법제와 해양환경관리법제를 통하여 이루어지고 있다. 하지만 양 법제는 오염총량관리를 중심으로 담수와 해수의 수질을 관리하는 기준과 이행수단에 있어서 다음과 같은 차이점이 나타나 통합적인 관리에 한계가 있다.

첫째, 구역관리 측면에서는 물환경관리법제와 해양환경관리법제는 행

93) 환경부(2013b), pp. 6-7. 동 보고서는 새만금 내부개발을 전제하는 경우, 내부개발에 따른 필요에 의해 높은 수질이 요구되어 오염자의 책임 범위를 초과하는 수질관리의 필요성이 발생하거나, 혹은 내부개발에 따른 환경적 변화에 의해 적정한 수질로 관리하는 비용이 추가적으로 소요되는 경우 새만금 내부개발에 따라 발생하는 추가적인 수질관리가 필요해짐에 따라 새만금 지역 수질관리 수혜자가 부담하는 것이 타당한 비용 범위로 보았다.

위제한의 규정형식이 다르다는 점이다. 예를 들어 「금강수계법」은 수변구역으로 지정되는 경우 폐수배출시설, 가축분뇨 배출시설 등을 새로 설치하는 것을 금지하도록 강행규정화되어 있다. 반면, 「해양환경관리법」은 특별관리해역으로 지정되는 경우 1일 폐수배출량이 1천 세제곱미터 이상인 시설, 부두·방파제·교량·수문 또는 건축물, 면허어업을 위한 시설, 면허 양식업을 위한 시설 등 설치 또는 변경을 제한할 수 있다고 하여 임의규정 형식으로 규정하고 있다.

둘째, 오염물질 총량관리 측면에서 물환경관리 법제와 해양환경관리 법제는 관련 기준 위반 시 행정적 제재 수단의 종류와 강도의 차이가 크다는 점이다. 예를 들어 「물환경보전법」은 오염물질 총량관리의 이행준수를 위하여 초과배출자에 대한 조치명령, 불이행에 대한 제재 등 명령통제적 수단과 함께 오염총량부과금과 같이 경제적 유인수단을 함께 규정하고 있다. 「금강수계법」도 이와 유사하게 오염총량초과부담금, 과징금, 허가제한, 오염총량관리의 불이행에 대한 제재 등을 규정하고 있다. 반면, 「해양환경관리법」은 특별관리해역에서 오염물질의 총량규제 조치를 실시하는 경우 사업장별 오염부하량을 할당하는 것 이외에는 별다른 이행준수 수단을 규정하고 있지 않다.

셋째, 오염물질 배출·처리 측면에서 물환경관리 법제과 해양환경관리 법제는 배출 및 처리에 대한 허용기준과 위반 시 제재 수단 등에서 매우 상이한 점이다. 우선 「물환경보전법」은 폐수배출시설에서 배출되는 수질오염물질의 배출허용기준을 정하고 이를 근거로 배출시설의 허가 및 신고를 규정하는 한편, 배출허용기준을 초과한 사업자에 대한 개선명령, 조업정지명령, 배출부과금, 위법시설에 대한 폐쇄명령 등을 규정하고 있다. 그리고 물환경관리법제는 「물환경보전법」의 경우 공공폐수처리시설의 방류수수질기준을, 「하수도법」의 경우 공공하수처리시설의 방류수수질기준을, 「가축분뇨법」의 경우 정화시설의 방류수수질기준을 각각 정하면서 해당 처리시설에

서 배출되는 물의 수질이 방류수 수질기준을 초과하는 경우에는 해당 시설을 설치·운영하는 자에게 그 시설의 개선 등 필요한 조치를 하게 할 수 있도록 하고 있다.

반면, 해양환경관리법제는 「해양환경보전법」에서 해양환경을 보호하기 위한 정책 목표기준으로서 해양환경기준을 규정하고 있다. 이에 따라 「해양환경관리법」은 해양환경기준을 특별관리해역의 지정·관리에 활용하고 있을 뿐 이를 구체화하여 오염물질의 배출·처리에 관한 구체적인 허용기준을 정하고 있지 않다. 이로 인해 배출시설의 설치 제한, 위반 시 제재 수단 등에 대한 제도가 마련되어 있지 않다.

넷째, 자원과 벌칙 측면에서 물환경관리 법제과 해양환경관리법제는 수질관리사업을 추진하기 위한 자원 확보의 용이성과 오염물질 총량관리, 오염물질의 배출·처리 관리에 관한 벌칙 규정의 엄격성에서 큰 차이점이 있다. 즉, 예를 들어 「금강수계법」은 수질개선특별회계의 설치, 물이용부담금의 부과·징수, 금강수계관리기금의 설치 등 제도를 통해 수질관리사업을 추진하기 위한 재원을 지속적으로 확보할 수 있다. 그리고 「물환경보전법」과 「금강수계법」은 오염물질 총량관리, 배출관리, 처리관리 규정과 연계하여 최대 7년 이하의 징역 또는 최대 5년 이하의 징역을 부과하도록 규정하여 그 이행을 엄격히 준수하도록 하고 있다. 반면 「해양환경관리법」은 별도의 자원 규정 없이 특별관리해역 내에 시설을 설치하거나 오염물질의 총량배출을 위반한 자에 대하여 1년 이하의 징역을 부과하도록 규정하고 있을 뿐이다.

3) 부처 간 협력 거버넌스 규정 부족

정부는 「새만금사업법」을 제정하여 국토교통부를 중심으로 환경부, 농림축산식품부, 해양수산부 등 관계부처가 참여하여 수질관리를 하는 통합정

책을 추진하고자 하였다. 그리고 최근에는 「물관리기본법」이 제정되어 환경부를 중심으로 물환경·보전관리 측면에서 새만금호의 수질관리 정책이 추진되고 있다. 하지만 현행 새만금호 수질관리 관련 법제는 부처 간 협력 거버넌스를 조정하는 규정이 부족하여 새만금호를 체계적·종합적으로 관리하기 힘든 한계점이 있다고 보인다.

첫째, 현행 법제는 해양수산부가 담당하고 해수의 수질관리에 대한 고려가 부족하다는 점이다. 예를 들어 「물관리기본법」은 국가물관리위원회가 물관리 관련계획의 부합성심의를 할 때에 한국환경연구원, 한국농촌경제연구원, 국토연구원, 한국환경공단, 한국농어촌공사, 한국수자원공사 등 국토교통부, 환경부, 농림축산부의 전문기관에 대해서만 부합성심의를 위한 현지조사나 기술적·전문적 사항의 검토를 의뢰할 수 있도록 규정하고 있다. 즉 해수의 수질관리에 전문성을 가지고 있는 국립수산과학원, 해양환경공단 등 해양 분야의 전문기관은 규정되어 있지 않다. 그리고 「물환경보전법」은 오염총량관리제를 규정하면서 4대강수계법을 적용받는 지역의 경우에는 4대강수계법의 해당 규정에서 정하는 바에 따르고, 「해양환경관리법」에 따라 오염총량 규제가 실시되는 지역의 경우에는 「해양환경관리법」의 해당 규정에서 정하는 바에 따른다고 규정하고 있다. 즉, 「물환경보전법」과 4대강수계법은 환경부가 소관하는 법률이므로 오염총량관리의 규제수준을 균형있게 조정할 수 있으나, 「해양환경관리법」은 해양수산부가 소관하는 법률이기 때문에 오염총량관리의 규제수준을 함께 조정하기 어려운 한계가 있다.

둘째, 현행 법제는 새만금호의 수질관리 정책을 지나치게 환경부에 의존하여 추진되도록 규정되어 있다는 점이다. 즉, 새만금호의 수질관리는 담수의 수질관리만으로 이루어질 수 없고 실제 새만금방조제를 관리하는 농림축산부와 해수 유통 시 해양환경의 영향을 검토하는 해양수산부의 역할 또한 중요하다고 판단된다.

하지만 「새만금사업법」은 새만금청장이 새만금사업을 효과적으로 추진하기 위하여 수질관리계획이 포함된 기본계획을 수립하여 시행하도록 하고, 그 이후부터는 환경부가 중심이 되어 환경부장관이 새만금사업지역에 대하여 환경보전대책을 수립하고 이행사항을 점검하도록 하고 있다. 앞서 보았듯이 특히 새만금사업지역의 환경관리 제도가 미흡하기 때문에 환경부는 기존 물환경관리정책과 마찬가지로 「물환경보전법」을 필두로 「하수도법」, 「가축분뇨법」 등을 관련 법률을 적용하여 새만금호의 수질을 관리하고 있는 것이다. 한편, 해양수산부의 경우 「새만금사업법」에 따라 새만금사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입으로 인하여 새만금사업지역 인근 해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구하는 조치를 취할 수 있을 뿐이다. 한편, 농림축산식품부의 경우 방조제관리법에 따라 국가방조제를 관리할 권한을 가지고 있음에도 불구하고 방조제 안의 담수호에 대한 수질관리를 규정하지 않은 것을 근거로 새만금호의 수질관리에 대하여 별다른 역할을 담당하지 않고 있다.

〈표 4-1〉 새만금호 수질관리 현행 법제의 현안

구분	내용
새만금사업법의 새만금 사업지역 환경관리 제도 미흡	• 새만금사업지역의 환경보전대책, 이행점검 및 수질환경모니터링 등 → 새만금호의 수질관리를 위한 구체적인 내용 규정 x
	• 새만금호의 수질관리에 문제가 발생한 경우 → 직접 정부가 개선조치명령 등 행정처분 x, 관련 지방자치단체에 요구
	• 오수·분뇨 및 축산폐수 등 수질오염원 발생지역을 특별관리지역으로 지정 시 → 수질관리를 목적으로 사용할 수 있는 명령통제적 규제수단 부재
	• 새만금호의 수질 악화는 새만금 방조제 조성과 새만금사업지역의 개발행위로 인하여 나타나는 현상 → 원인자제공자의 책임을 수익자에게 전가하여 수질개선 비용을 부담시키는 문제
물환경관리법제와 해양환경관리법제의 개별적 수질관리	• (구역관리) 행위제한 규정형식의 차이: 예) 강행규정 vs. 임의규정
	• (오염물질 총량관리) 관련 기준 위반 시 행정적 제재 수단의 종류와 강도의 차이가 큰 문제

구분	내용
	• (오염물질 배출·처리) 배출 및 처리에 대한 허용기준과 위반 시 제재 수단 등에서 매우 상이 • (재원과 벌칙) 수질관리사업을 추진하기 위한 재원 확보의 용이성과 오염물질 총량관리, 오염물질의 배출·처리 관리에 관한 벌칙 규정의 엄격성에서 큰 차이
부처 간 협력 거버넌스 규정 부족	• 해양수산부가 담당하고 해수 수질관리에 대한 고려 부족 • 새만금호의 수질관리 정책을 지나치게 환경부에 의존하여 추진되도록 규정 → 해양수산부, 농림축산식품부 등 역할 미미

자료: 저자 작성

2. 새만금호 수질관리 정책의 현안

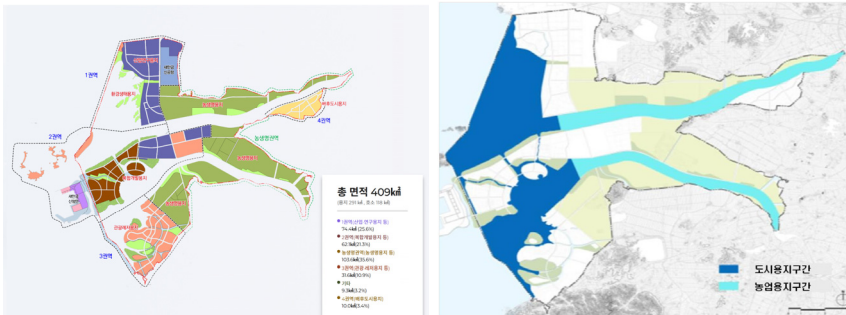
1) 다양한 새만금호 수질관리 범위

새만금호는 「새만금사업법」 제2조제5호에 따라 새만금방조제의 완성으로 형성되는 호소이다. 또한 새만금사업지역은 같은 법 제2조제1호에 따라 새만금방조제의 완성으로 형성되는 방조제와 방조제 안쪽 토지, 호소(湖沼), 그 밖에 대통령령⁹⁴⁾으로 정하는 지역을 말한다. 새만금사업의 총괄적인 내용이 담긴 새만금 기본계획에 따르면, 새만금사업지역의 총면적은 2050년 기준으로 409 km² 정도이며, 총 5개 권역으로 구분하여 순차적으로 개발한다. 새만금호, 만경강·동진강 일원, 고군산도 일부 지역이 포함되어 농업용지, 기반시설용지, 환경생태용지 등으로 이용되는 면적은 291 km² 정

94) 「새만금사업법」 시행령 제2조(새만금사업지역의 범위) 「새만금사업 추진 및 지원에 관한 특별법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제1호에서 “대통령령으로 정하는 지역”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역을 말한다. 1. 새만금사업에 필요한 채석장 및 취토장(흙 채취장) 등의 부지로 사용하기 위하여 법 제34조에 따른 새만금개발청의 장(이하 “새만금청장”이라 한다)이 법 제9조에 따라 용도별 개발기본계획(이하 “개발계획”이라 한다)으로 승인·고시한 지역, 2. 기본계획에 포함되고, 개발계획 승인을 받은 지역으로서 새만금방조제와 접하여 있는 「어촌·어항법」 제2조제3호에 따른 어항(개발예정지를 포함한다), 「항만법」 제2조제1호에 따른 항만(개발예정지를 포함한다) 및 같은 법 제2조제5호라목에 따른 항만친수시설(설치예정지를 포함한다), 3. 전북특별자치도 군산시 옥도면 신시도리, 무녀도리, 선유도리 일대의 고군산군도 중 새만금청장이 지정·고시하는 지역

도이다. 이 중에서 새만금호 면적은 전체의 약 28.8%인 118 km² 정도이다. 고군산도 일부 지역은 관광·레저와 산업·물류 용지로 구분된 제2권역에 포함되어 있다. 따라서 기본계획에 따른 새만금호의 수질관리 범위는 새만금호로 이용되는 118 km²와 새만금호 수질에 직접 영향을 미치는 291 km²의 인근을 포함한 구역이라고 할 수 있다. 현재 수립된 새만금 기본계획의 지리적 범위는 제2권역(관광·레저 용지와 산업·물류 용지 구역)으로 지정된 고군산도 일원의 수질 개선 목표와 세부 시책은 포함되어 있지 않다. 이는 새만금개발사업이 지연됨에 따라 제2권역의 일부 지역(군산시 옥도면 신시도리, 무녀도리, 선유도리 일원)에 대한 개발사업 추진이 지연됨에 따라 기본계획의 수질관리 범위에서 제외되고 있는 것으로 판단된다.

〈그림 4-1〉 2050년 새만금사업의 토지이용계획 및 수질관리의 범위



좌) 2050년 토지이용계획(예정), 우) 새만금기본계획의 수질개선대책 범위

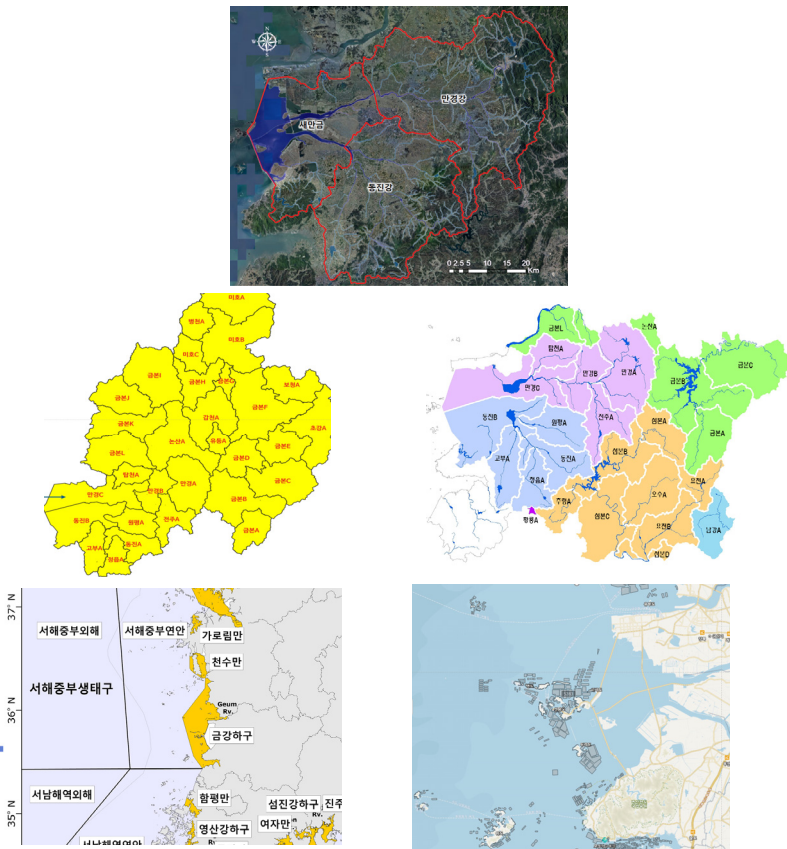
자료 : 새만금개발청 홈페이지(2025.11.06. 검색)

한편 같은 법 제29조에 따른 새만금사업지역의 환경 오염·훼손과 그 위험을 예방하고 환경을 적정하게 관리·보전하기 위하여 수립하는 환경보전대책(이하 수질개선대책)⁹⁵⁾의 수질관리범위는 새만금기본계획의 범위와 다소 차이가 있다. 현재 수질개선대책의 범위는 새만금호를 포함하

95) 기후부장관은 같은 법 제29조제1항에 따라 '새만금유역 단계별 수질개선대책'을 수립 시행중임.

여 만경강·동진강 일원을 포함한다. 즉 새만금 기본계획의 범위뿐만 아니라 만경강·동진강과 상류 유역을 포함한다. 또한 「금강수계법」의 단위 유역과, 「하수도법」의 새만금 단위유역 유역하수도정비계획의 범위 역시 포함하고 있다.

〈그림 4-2〉 새만금호 수질관리에 영향을 미치는 범위



자료 : 좌상) 「물환경보전법」에 따른 새만금 중권역(자료 : 환경부(2025). 새만금유역 제3단계 수질개선대책 단기대책 종합평가 및 개선방안 마련 최종 보고서, p. 17.) 좌중) 「금강수계법」의 수질관리 범위 (금강수계 목표수질 설정 수계구간 및 유역(환경부고시 제2020-186호), 우중) 전라북도 제4단계 수질총량 관리 범위 (새만금단위유역유역하수도정비계획(변경) 전략환경영향평가(전북지방청, 2023.05)), 좌하) 새만금호 인근 해역구분표(해양수산부고시 제2018-10호 별표 1참조), 우하) 새만금 인근 여장(김) (해양수산부 내부자료)

2) 새만금호 용도와 수질 목표의 연계

(1) 새만금호의 하천·호소 지정과 수질목표·평가항목의 선정

「새만금사업법」에 따라 새만금호는 호소로 지정되어 있고, 새만금호의 용도는 농업용지 구간과 도시용지 구간으로 양분되어 있다.〈그림 4-1〉 참조). 용도에 따른 수질 목표는 환경정책기본법 시행령 별표1의 호소 기준을 활용하여 적용한다. 농업용지 및 도시용지 구간에 공통적으로 적용되는 호소 사람의 건강보호 기준은 〈표 4-2〉와 같다.

〈표 4-2〉 호소 사람의 건강보호 기준

항목	기준값(mg/L)
카드뮴(Cd)	0.005 이하
비소(As)	0.05 이하
시안(CN)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.01)
수은(Hg)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.001)
유기인	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)
폴리클로리네이트드비페닐(PCB)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)
납(Pb)	0.05 이하
6가 크롬(Cr6+)	0.05 이하
음이온 계면활성제(SBS)	0.5 이하
사염화탄소	0.004 이하
1,2-디클로로에탄	0.03 이하
테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04 이하
디클로로메탄	0.02 이하
벤젠	0.01 이하
클로로포름	0.08 이하
디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.008 이하
안티몬	0.02 이하
1,4-다이옥세인	0.05 이하
포름알데히드	0.5 이하
헥사클로로벤젠	0.00004 이하

자료 : 「환경정책기본법」 시행령 별표 1의 내용 발췌 재정리

호소의 생활환경기준은 용지구간별 등급으로 설정되어 있다. 농업용지구간의 수질 목표는 해양환경정책기본법 시행령 별표 1의 호소 생활환경 용도인 수질 IV등급(약간 나쁨)으로, 새만금 방조제 인근 도시용지 구역은 생활환경 호소수질 III 등급(보통)으로 각각 목표수질이 설정되어 있다(〈표 4-3〉 참조).

〈표 4-3〉 호소 사람의 생활환경 기준

등급		기 준									
		수소이온 농도 (pH)	화학적 산소 요구량 (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (mg/L)	총질소 (total nitrogen) (mg/L)	Chl-a (mg/m³)	대장균군 (군수/100mL)	
										총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia	6.5~8.5	2 이하	2 이하	1 이하	7.5 이상	0.01 이하	0.2 이하	5 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib	6.5~8.5	3 이하	3 이하	5 이하	5.0 이상	0.02 이하	0.3 이하	9 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II	6.5~8.5	4 이하	4 이하	5 이하	5.0 이상	0.03 이하	0.4 이하	14 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III	6.5~8.5	5 이하	5 이하	15 이하	5.0 이상	0.05 이하	0.6 이하	20 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV	6.0~8.5	8 이하	6 이하	15 이하	2.0 이상	0.10 이하	1.0 이하	35 이하		
나쁨	V	6.0~8.5	10 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.15 이하	1.5 이하	70 이하		
매우 나쁨	VI		10 초과	8 초과		2.0 미만	0.15 초과	1.5 초과	70 초과		

자료 : 「환경정책기본법」 시행령 별표 1의 내용 발췌 재정리. (단, 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.)

그러나 「물환경보전법」의 새만금 중권역은 ‘아주 좋음(Ia) 등급’으로 목표수질이 설정되어 있다. 새만금 기본계획 수질관리계획의 수질목표는 호소수질 ‘도시구간 3등급’과 ‘농업구간 4등급’으로 설정되어 있어 차이가 크다.⁹⁶⁾ 한편 「물환경보전법」과 관련 규정⁹⁷⁾에서 새만금호를 포함한 중권역

은 같은 법 제10조의2 및 환경부고시 제2025-165호(중권역별 물환경목표기준)에 따라 호소가 아니라 하천으로 지정되어 있다. 호소⁹⁸⁾로 별도로 지정되지 않은 권역은 모두 하천의 수질기준을 적용받아야 하는 것이다. 같은 법 시행규칙 제25조 및 환경부고시 제2025-165호(물환경 목표기준 평가 규정)에 따라, 중권역 목표기준의 평가는 사람의 건강보호기준 전체 항목과 생활환경기준 중 생물화학적산소요구량(BOD), 총유기탄소량(TOC) 및 총인(T-P) 항목을 대상으로 같은 규정 제5조제3항에 따라 하천지점의 생활환경기준 목표기준은 생물화학적산소요구량(BOD)과 총인(T-P)으로, 호소는 총유기탄소량(TOC)과 총인(T-P)으로 설정해야 한다. 따라서 「물환경보전법」 및 관련 규정에 따른 경우, 하천인 새만금호는 총유기탄소량(TOC)과 총인(T-P) 항목으로 목표를 설정하고 평가받는 것이 아니라 생물화학적산소요구량(BOD)과 총인(T-P) 항목으로 목표수질을 설정하고 평가받아야 한다. 사람의 건강보호 기준 역시 17개 항목만이 아니라 20개 항목 전체로 목표를 설정해야 한다.

(2) 다양한 정책과 목표 수질의 연계

「새만금사업법」에 따른 수질목표는 생활환경 기준의 경우에는 농업용지 구간은 TOC 6.0 mg/L 이하와 총인 0.10 mg/L 이하로, 도시용지 구간은 TOC 5.0 mg/L 이하, 총인 0.05 mg/L 이하로 각각 설정되어 있다 (〈그림 3-2〉 참조). 「물환경보전법」에 따라 '만경강 중권역'에 설정된 중권역 목표

96) 환경부고시 제2025-165호(물환경 목표기준 평가 규정) 제2조에 따르면, 새만금 수질관리계획의 목표에 해당하는 "깨끗한 물"은 「환경정책기본법 시행령」 별표 1 제3호에 따른 수질 및 수생태계 환경기준(이하 "환경기준"이라 한다)에서 하천 및 호소의 생활환경기준 등급 중 "매우 좋음(Ⅰa)", "좋음(Ⅰb)", "약간 좋음(Ⅱ)"에 해당하는 물을 의미한다고 해석할 수 있음

97) 「물환경보전법」 제22조, 시행규칙 31조 및 환경부고시 제2018-6호(수계영향권별 환경관리지역 지정 고시) 참조

98) 예를 들면, 한강권역(11개), 낙동강권역(9개), 금강(5개, 대청호, 탑정지, 용담호, 금강하구, 동화호), 영산강권역(5개)섬진강(4개), 만경강(2개, 경천지, 대아지) 등이 호소로 지정되어 있음. 환경부고시 제2025-165호(중권역별 물환경목표기준) 참조.

기준은 '보통 등급(III 등급, BOD 5 mg/L 이하, TOC 5 mg/L 이하, 총인 0.1 mg/L 이하)'으로, 동진강 중권역의 목표기준은 '약간 좋음 등급(II 등급, BOD 3 mg/L 이하, TOC 4 mg/L 이하, 총인 0.1 mg/L 이하)로 각각 설정되어 있다. '새만금 중권역'은 '아주 좋음 등급(Ia 등급, BOD 1 mg/L 이하, TOC 2 mg/L 이하, 총인 0.01 mg/L 이하)'로 설정되어 있다(〈표 3-5〉 참조). 「금강수계법」에 따라 추진중인 제4단계 오염총량관리의 만경 B 총량단위유역의 목표수질은 BOD 3.9 mg/L와 총인 0.137 mg/L로, 동진A 총량단위유역의 목표수질은 BOD 2.3 mg/L와 총인 0.0122 mg/L로 각각 설정되어 있다.

새만금호 인근의 다양한 수질관리 정책의 목표 달성 여부를 검토하기 위해 2024년 수질 자료와 2007년 수질 자료를 〈표 4-4〉와 〈표 4-5〉에 정리하였다.⁹⁹⁾ 새만금호 주변에서 추진 중인 대부분의 수질관리 정책은 목표수질을 달성하고 있다.

〈표 4-4〉 만경강 및 동진강 계절별 수질 현황(2024년)

(mg/L)						
연도	측정소명	계절*****	용존산소	화학적산소 요구량	총질소	총인
2024	만경B*	봄	10.6	5.9	3.2	0.06
2024		여름	10.5	8.2	2.6	0.11
2024		가을	11.2	8.0	4.2	0.10
2024		겨울	12.3	5.8	4.3	0.07
2024		평균	11.2	6.9	3.6	0.08
2024	동진A*	봄	10.2	6.1	2.9	0.09
2024		여름	6.9	8.3	2.5	0.14
2024		가을	10.2	6.3	2.7	0.09
2024		겨울	12.7	6.0	4.2	0.10
2024		평균	10.1	6.6	3.1	0.10

99) 「물환경보전법」 시행규칙 제25조 및 환경부고시 제2025-165호(물환경 목표기준 평가 규정), 해양환경측정망 운영계획, 통합어장환경모니터링지침에 따라 새만금호 인근 지역의 수질 현황을 총량측정망, 해양환경측정망, 어장환경조사망 및 유역 통합환경관리시스템 등에서 자료를 발체함.

연도	측정소명	계절****	용존산소	화학적산소 요구량	총질소	총인
2024	새만금호 (농업용지 구간)**	봄	9.3	7.1	1.0	0.04
2024		여름	6.3	6.3	1.6	0.16
2024		가을	6.2	5.7	1.1	0.11
2024		겨울	11.3	6.3	1.0	0.03
2024		평균	8.3	6.4	1.2	0.09
2024	새만금호 (도시용지 구간)***	봄	9.1	6.5	0.5	0.02
2024		여름	5.6	5.6	1.0	0.08
2024		가을	6.7	5.1	0.6	0.06
2024		겨울	10.9	5.3	0.6	0.02
2024		평균	8.1	5.6	0.7	0.04
2024	새만금호 외해****	봄	10.2	2.2	0.3	0.04
2024		여름	9.6	2.5	0.2	0.03
2024		가을	8.1	2.7	0.2	0.03
2024		겨울	7.7	1.1	0.3	0.04
2024		평균	8.9	2.1	0.2	0.03

* 물환경정보시스템(<https://water.nier.go.kr/web>) 총량측정망 중 금강 수계의 만경강(정점명 : 만경 B), 동진강(정점명 : 동진A) 수질 자료를 활용함

** 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)에서 새만금호 내부 정점(ML3, DL2) 자료를 활용함

*** 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)에서 새만금호 내부 정점(ME3, DE2) 자료를 활용함

**** 해양환경측정망 자료 중 금강하구 해역에서 감문과 인접한 정점(BC0415, 0416, 0418, 0419, 0421)의 표층 수질 자료를 활용함(<https://www.meis.go.kr>)

***** 일별 또는 월별 수질 자료를 계절별로 평균하여 활용함(봄 : 3월 ~ 5월, 여름 : 6월 ~ 8월, 가을 : 9월 ~ 11월, 겨울 : 1월 ~ 2월, 12월)

새만금호의 농업용지 구간에 연결된 만경강 상류(만경B 정점)의 2024년 수질 평균은 용존산소 11.2 mg/L, COD 6.9 mg/L, 총질소 3.6 mg/L, 총인 0.08 mg/L이다.¹⁰⁰⁾ 「물환경보전법」에 따라 새만금 ‘만경강 중권역’에 설정된 목표기준인 III 등급(보통, 총인 0.1 mg/L 이하)을 만족한다. 또한 「금강수계법」에 따라 추진중인 제4단계 오염총량관리의 만경B 단위유역의 목표수질인 총인 0.137 mg/L 역시 달성하고 있다. 한편 동진강 상류(동진 A정점)의 수질 평균은 용존산소 10.1 mg/L, COD 6.6 mg/L, 총질소 3.1 mg/L, 총인 0.10 mg/L이다. 「물환경보전법」에 따라 새만금 ‘동진

100) 새만금 인근 수질자료를 측정하는 수질 측정망, 총량측정망, 해양환경측정망, 어장조사망 등은 측정 정점, 조사 시기, 조사 항목이 상이하여 총인 항목 위주로 수질 상태 등을 비교함.

강 중권역'에 설정된 목표기준인 II 등급(약간 좋음, 총인 0.1 mg/L 이하)을 만족한다. 또한 「금강수계법」에 따라 추진중인 제4단계 오염총량관리의 '동진A 단위유역의 목표수질'인 총인 0.122 mg/L 역시 달성하고 있다.

새만금기본계획의 농업용지 (목표수질 4등급(약간 나쁨))의 수질 평균은 용존산소 8.3 mg/L, COD 6.4 mg/L, 총질소 1.2 mg/L, 총인 0.09 mg/L이다. 농업용지 구간 목표수질인 총인 항목 0.1 mg/L 이하를 만족한다. 도시용지 구간(목표수질 3등급(보통))의 수질 평균은 용존산소 8.1 mg/L, COD 5.6 mg/L, 총질소 0.7 mg/L, 총인 0.04 mg/L이다. 도시용지 구간 목표수질인 총인 항목 0.05 mg/L 이하를 만족한다.¹⁰¹⁾ 그러나, 2024년의 새만금호 수질은 새만금 중권역 목표기준인 Ia 등급(COD 2이하, 총인 0.01 이하)을 만족하지 않는다. 새만금방조제가 완성되기 이전에 해수 유통이 원활한 2007년의 수질 자료에서도 COD 및 T-P 항목 기준을 만족하지 않았다. 이는 새만금 중권역의 목표기준이 달성하기 어려운 수준으로 설정되어 있음을 알 수 있다.

〈표 4-5〉 만경강 및 동진강 계절별 수질 현황(2007년)

(mg/L)						
연도	측정소명	계절*****	용존산소	화학적산소 요구량	총질소	총인
2007	만경B*	봄	8.9	10.4	7.6	0.41
2007		여름	8.1	9.2	6.6	0.32
2007		가을	9.6	5.6	5.3	0.21
2007		겨울	9.8	12.8	11.6	0.52
2007		평균	9.0	9.4	7.5	0.36
2007	동진A*	봄	9.9	7.6	4.3	0.20
2007		여름	7.7	7.4	4.3	0.14
2007		가을	9.5	5.4	3.6	0.17
2007		겨울	13.2	7.5	5.4	0.24
2007		평균	9.9	7.0	4.4	0.18

101) 한편 신시 및 가력 갑문 인근 새만금 외해 수질은 용존산소 8.9 mg/L, COD 2.1 mg/L, 총질소 0.2 mg/L, 총인 0.03 mg/L 정도로 「어장관리법」의 수산생물 서식 어장환경기준을 만족하는 수준

연도	측정소명	계절*****	용존산소	화학적산소 요구량	총질소	총인
2007	새만금호 (농업용지 구간)**	봄	9.8	8.0	2.9	0.08
2007		여름	8.8	6.67	2.4	0.09
2007		가을	8.9	5.1	1.6	0.07
2007		겨울	11.5	5.2	1.6	0.05
2007		평균	9.7	6.2	2.1	0.07
2007	새만금호 (도시용지 구간)***	봄	10.7	3.9	0.9	0.03
2007		여름	8.8	4.9	1.6	0.05
2007		가을	10.0	5.2	1.3	0.04
2007		겨울	11.6	4.3	0.7	0.05
2007		평균	10.3	4.6	1.1	0.04
2007	새만금호 외해****	봄	11.2	2.0	0.6	0.03
2007		여름	9.7	1.4	0.3	0.10
2007		가을	8.7	1.3	0.9	0.02
2007		겨울	8.3	1.6	0.7	0.11
2007		평균	9.5	1.6	0.6	0.07

* 물환경정보시스템(<https://water.nier.go.kr/web>) 총량측정망 중 금강 수계의 만경강(정점명 : 만경B), 동진강(정점명 : 동진A) 자료를 활용함

** 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)에서 새만금호 내부 정점(ML3, DL2) 자료를 활용함

*** 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)에서 새만금호 내부 정점(ME3, DE2) 자료를 활용함

**** 해양환경측정망 자료 중 금강하구 해역에서 갑문과 인접한 정점(BC0415, 0416, 0418, 0419, 0421)의 표층 수질 자료를 활용함(<https://www.meis.go.kr>)

***** 일별 또는 월별 자료를 계절별로 평균하여 활용함(봄 : 3월 ~ 5월, 여름 : 6월 ~ 8월, 가을 : 9월 ~ 11월, 겨울 : 1월 ~ 2월, 12월)

(3) 담수-해수 수질관리 목표의 연계

가. 사람의 건강보호 항목의 적용

새만금호는 현재 담수호로서 심미적 기준과 함께 정량적 기준으로 호소 생활환경 기준 2개 항목(TOC와 총인)과 호소 사람의 건강보호 기준 17개 항목이 목표수질로 설정하고 있다. 호소 사람의 건강 보호를 위한 목표의 설정 및 평가는 「물환경보전법」 시행규칙 제25조 및 환경부고시 제2025-165호(물환경 목표기준 평가 규정)에 따라 호소 사람의 건강보호기

준 전체 항목을 대상으로 설정하고 평가해야 한다. 즉 카드뮴(Cd), 비소(As), 시안(CN), 수은(Hg), 유기인, 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 납(Pb), 6가 크롬(Cr6+), 음이온 계면활성제(ABS), 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 테트라클로로에틸렌(PCE), 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP), 안티몬, 1,4-다이옥세인, 포름알데히드, 헥사클로로벤젠 등 20개 항목을 설정해야 한다.

한편 해수호로서 사람의 건강보호 기준 항목을 적용할 경우, 「해양환경보전법」 제13조 제1항 및 해양수산부고시 제2018-10호(해양환경기준)에 따라 사람의 건강보호 19개 항목을 활용해야 적절하다. 현재 담수호와 해양에 공통적으로 포함된 사람의 건강보호 항목은 카드뮴, 비소, 시안, PCB, PCE, 디클로로메탄 등을 포함하여 11개이다. 해양은 아연, 구리, 페놀을 별도 항목으로 선정하고 있고, 호소 항목은 해양 항목에 비해 유기염소 계열 항목을 세분하여 제시하는 특징이 있다. 유기염소계 항목은 PCB와 PCE와 같이 하천과 해양에서 공통적으로 제시되는 항목도 있으나, 호소와 해양에서 항목별로 거동 혹은 용존 상태가 다를 수 있어 1,2-디클로로에탄과 1.1.1 - 트리클로로에탄 항목은 호소와 해양에서 별도로 선정하기도 한다. 현재 사람의 건강보호 항목 중에서는 6개 항목(비소, 납, 크롬, ABS, 벤젠, 디클로로메탄 등)만이 공통적으로 적용가능한 항목이다.

나. 생활환경 보호를 위한 항목의 적용

새만금호는 현재 농업용수와 도시용수로 이용하기 위한 담수호 수질관리가 적용되고 있다. 그러나 새만금호의 수자원은 해수이기도 하다. 우리나라는 담수호 수질관리를 위해 음용수, 농업용수, 공업용수, 생활용수, 하천유지용수 등 용도와 목적에 맞도록 수질관리 항목을 선정한다. 생활환경의 보호를 위한 항목으로 담수호에서는 수소이온농도(pH), 화학적산소요구량(COD)¹⁰²⁾, 총유기탄소량(TOC), 부유물질량(SS), 용존산소량(DO), 총인

(T-P), 총질소(total nitrogen), 클로로필-a(Chl-a), 대장균군(총대장균군, 분원성대장균군) 등 9개 항목을 지정하고 있다.¹⁰³⁾ 해양의 생활환경 보호 항목은 3개 항목으로 수소이온농도, 총대장균군, 용매 추출유분 항목이 규정되어 있다.

담수호 생활환경 보호 항목은 매우좋음(Ia등급)부터, 보통(III 등급), 조금 나쁨(IV 등급), 매우나쁨(VI등급)까지 총 7개의 등급으로 구분되어 등급별 용수 이용에 대한 기준을 권고하고 있다.¹⁰⁴⁾ 반면 해양의 생활환경 항목 3종은 ‘등급과 등급외’로 구분하고 있다. 현재 담수호와 해수의 공통적인 생활환경 기준 항목은 pH와 총대장균 2개 항목에 불과하다.

(4) 현실적인 목표 수질의 설정

새만금기본계획의 목표수질은 달성하고 있으나, 새만금 증권역 목표기준을 달성하지 못하는 새만금호의 수질 상태를 해석하기 위해 연안오염총량 관리에서 적용한 Bathtub 모델을 개량하여 새만금호의 오염물질 수용총량(assimilative capacity)을 추정하였다(해양수산부, 2016). 먼저 새만금 기본계획에 포함된 새만금호의 둘레와 면적, 체적을 <그림 4-3>과 같이 재산정하였다. 새만금호 둘레는 총 129.2 km, 넓이는 197.2 km², 체적은 10.60 억m³ 정도로 확인된다. 새만금호 농업용지 구간(중상류)의 둘레는 86.6 km, 면적은 39.2 km², 체적은 2.11 억m³ 정도이다. 한편 도시용지 구간은 55.6 km, 면적은 158.0 km², 체적은 8.49 억m³ 정도이다.

102) 2016년 1월 1일부터 미적용

103) 환경정책기본법 시행령 별표 1 참조

104) 담수호의 용수 이용은 생활용수(I등급) → 수영용수(II등급) → 공업용수(III) → 농업용수(IV)의 순으로 호소 용수를 활용할 것을 권장함. 한편, 총인, 총질소의 경우에는 총인 대비 총질소의 농도 비율이 7 미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않음.

〈그림 4-3〉 새만금호의 지형특성(둘레, 넓이, 체적) 및 수질모니터링 정점위치

구분	전체	농업용지구간 (중상류)	도시용지구간 (하류)
둘레 (km)	129.2	86.6	55.6
면적 (km ²)	197.2	39.2	158.0
체적 (억 m ³)*	10.60	2.11	8.49

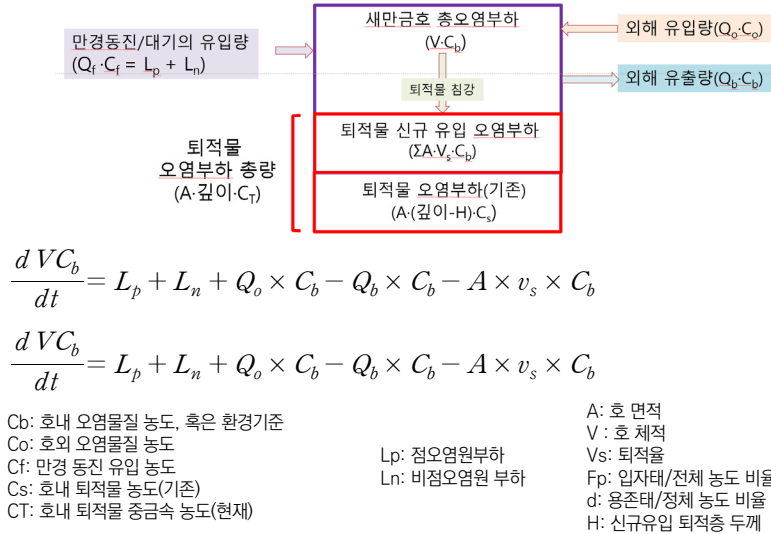


* 농업용지 및 토지용지 구간의 체적은 유상철 등(2012)¹⁰⁵의 체적의 추정 결과를 용지 구간별 면적비율로 가중하여 배분한 체적 추정치임.

새만금호는 계획수심(-1.5m)을 유지하고 있기 때문에 새만금호가 수용할 수 있는 오염물질의 총량은 호의 부피와 항목별 평균 농도의 곱으로 산정할 수 있다. 이 때, 호내 오염물질 총량의 시간에 따른 변화율은 점오염원과 비점오염원을 포함한 상류의 오염물질 새만금호내 유입과 호외에서 유입되는 부분을 합산한 값에서 새만금 외부 수역으로 유출되는 양과 새만금 호내에서 해저퇴적물에 퇴적되는 부분을 빼면 추정이 가능하다(〈그림 4-4〉의 식 (1)과 식 (2) 참조).

105) 유상철, 서승원, & 이화영. (2012). 새만금 내부개발이 체류시간 및 수질변화에 미치는 영향. 한국해양환경·에너지학회지, 15(3), 186-197.

〈그림 4-4〉 새만금호의 물질 수지 산정 개념 및 추정식



자료: 해양수산부(2016), p.250

새만금호 체적은 계획 수위(-1.5 m)로 고정되어 있어 변화가 거의 없는 것을 가정하고, 또한 외해 및 퇴적물과의 물질 교환이 없는 상황을 가정한다면, 만경강 및 동진강 유역에서 유입되는 점오염원과 비점오염원이 호내 수질에 영향을 준다고 할 수 있다. 이에 따라 오염물질의 새만금호 내부의 총부하와 오염물질의 수용총량은 식(2)와 같이 단순화하여 추정할 수 있다.¹⁰⁶⁾

$$\text{환용용량(혹은 오염물질 수용총량)} = V \times \text{환경기준(혹은 } C_b) \times \text{환산계수} \quad (2)$$

V = 호내 체적
 환산계수 = 1/1,000

106) 미국 환경청이 오염물질 총량관리에 적용하는 모델 중의 하나인 Bathtub 모델의 가정과 개념을 적용. 관계식에 관한 자세한 내용은 '울산연안연안오염 총량관리 도입 기초연구(해양수산부, 2016) pp. 248-250 참조

〈표 4-4〉과 〈그림 4-4〉의 모델을 이용하여 새만금 호내 오염물질 수용 총량과 오염부하를 2024년 기준으로 산정한 결과는 〈표 4-6〉과 같다. 총인 항목의 경우, 새만금호가 수용할 수 있는 수용총량은 연간 64 톤으로 추정되었다. 이 때 농업용지 구간(목표수질 4등급)은 연간 21 톤을, 도시용수 구간(목표수질 3등급)은 연간 42 톤을 각각 수용할 수 있는 것으로 평가되었다. COD 기준으로는 농업용지 구간(목표수질 4등급)은 연간 1,054 톤/년으로, 도시용수 구간(목표수질 3등급)은 연간 6,794 톤/년으로 추정되었다.

새만금호에는 2024년 총인 기준으로 총 56톤/년이, COD는 6,087 톤/년이 각각 잔류하고 있는 것으로 평가되었다. 수용용량 대비 잔류량의 비율은 총인의 경우 87.5%, COD는 77.6% 정도이다. 오염물질 수용총량보다 다소 작은 양의 오염물질이 잔류하는 것으로 평가되었다. 계절별로 새만금호에 잔류하는 오염물질은 COD는 4계절 모두 유사한 값을 보였으나, 총인은 여름과 가을의 잔류량이 큰 것으로 평가되었다.

새만금의 상류 지역인 만경강(만경 B)과 동진강(동진 A)의 총인과 COD 항목의 유입량 역시 산정하였다. 2024년 기준으로 총인은 만경강과 동진강 상류에서 수용총량의 175%에 해당하는 112톤/년이 유입되고 있다. 만경강 상류에서 새만금호로 환경용량의 90.6%에 해당하는 연간 58 톤/년이 유입되고 있고, 동진강 상류에서는 환경용량의 84.4%에 해당하는 연간 54 톤이 유입된다. 상류 지역에서 유입되는 총인 112 톤/년 중에서 50%에 해당하는 56 톤/년이 매년 새만금호의 저층에 쌓이거나, 생물화학적 과정에 이용되거나 신시 및 가력 갑문을 통해 외해로 방출되는 것으로 판단된다.¹⁰⁷⁾

107) 수질개선대책의 목표수질 항목은 아니지만, 영양염에 해당하는 총질소의 경우 2004년 기준으로 수용용량(720 톤/년)에 비해 5.6배 많은 4,083 톤/년이 만경강과 동진강 상류에서 새만금호로 유입됨.

〈표 4-6〉 새만금호 수용총량, 만경강·동진강의 오염부하(2024년)

〈새만금호 목표수질에 따른 허용부하량〉

(ton/yr)

구분		체적** (억 m ³)	용존산소	화학적 산소요구량	총질소	총인
새만금 호	농업용지구간	2.11	421	1,054	211	21
	도시용지구간	8.49	4,246	6,794	510	42
합계		10.60***	4,668	7,848	720	64

〈만경강·동진강 및 새만금호 내 오염부하량〉

(ton/yr)

측정소명	계절	유량 (m ³ /s)	용존산소	화학적 산소요구량	총질소	총인
만경B	봄	23.4	7,845	4,385	2,327	44
	여름	19.2	6,344	4,970	1,563	69
	가을	12.2	4,286	3,075	1,612	37
	겨울	35.9	13,959	6,504	4,890	78
	평균	21.9	7,723	4,788	2,496	58
동진A	봄	25.2	8,140	4,835	2,307	75
	여름	10.4	2,270	2,740	816	47
	가을	7.7	2,477	1,541	656	23
	겨울	22.3	8,944	4,232	2,944	68
	평균	16.3	5,231	3,404	1,588	54
합계			12,954	8,192	4,083	112

구분		계절	체적 (억 m ³)	용존산소	화학적 산소요구량	총질소	총인
새만금호	농업 용지 구간 ****	봄	2.11	1,953	1,496	208	9
		여름		1,320	1,334	332	34
		가을		1,313	1,198	227	22
		겨울		2,381	1,324	216	6
		평균		1,742	1,338	246	18
	도시 용지 구간 ****	봄	8.49	7,743	5,478	418	17
		여름		4,728	4,728	810	65
		가을		5,690	4,317	539	54
		겨울		9,257	4,473	469	17
		평균		6,854	4,749	559	38
합계			10.60	8,596	6,087	805	56

** 구글어스 지도(검색 시기 : 2024년 8월)에서 물환경시스템 총량측정망 정점과 새만금유역 통합환경관리시스템의 새만금호 내부 정점을 참고하여 구역 구분

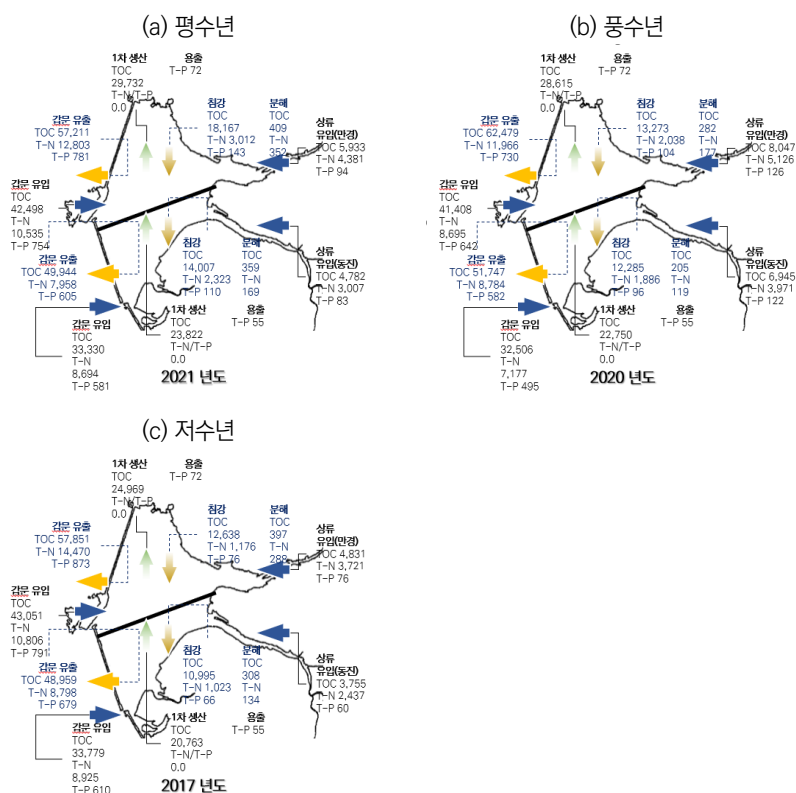
*** 유상철, 서승원, & 이화영. (2012). 새만금 내부개발이 체류시간 및 수질변화에 미치는 영향. 한국해양환경·에너지학회지, 15(3), 186-197.의 EFDC 모형을 이용한 수치모의 값

**** 농업용지구간 자료는 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)의 새만금호 내부 정점(ME2, DE2) 자료 활용

***** 도시용지구간 자료는 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)의 새만금호 내부 정점(ML3, DL2) 자료 활용

이 결과는 환경부(2025)가 평수년(2021년), 풍수년(2020년), 저수년(2017년)을 대상으로 수행한 새만금호의 물질 수지를 분석한 결과와 유사한 경향을 나타낸다. 동 연구에서 3개년도 모두 새만금 갑문을 통해 유입되는 물질보다 새만금에서 유출되는 양이 큰 것으로 추정되었다. 총 인의 경우 평수년에는 24톤/년(유입량 581 톤/년, 유출량 605 톤/년)이, 풍수년에는 87톤/년(유입량 495톤/년, 유출량 582 톤/년)이, 저수년에는 69톤(유입량 610 톤/년, 유출량 679 톤/년)이 각각 외부수역으로 배출되고 있다.

〈그림 4-5〉 새만금호 물질수지 분석 사례



자료 : 환경부(2025). p. 239 재정리

한편 새만금 방조제가 건설되기 이전의 새만금호의 물질수지와 오염부하량을 산정하였다(〈표 4-7〉 참조). 2024년 분석과 동일한 방법으로 〈표 4-5〉의 자료를 사용하여 2007년의 새만금호 오염물질 수용총량과 잔류하는 오염물질의 총량을 추정하였다. 새만금호의 경계 내에는 총인을 수용할 수 있는 양이 2024년의 절반 정도인 약 32 톤/년 정도로 추정되었다. 이 양은 2007년 당시 새만금호 지역에 존재하는 총인 25톤/년보다 약 1.28배 정도 많은 양이다. 현재 설정된 농업용지구간(목표수질 4등급)에서 연간 11 톤/년을, 도시용수 구간(목표수질 3등급)은 연간 21 톤/년을 각각 수용할 수 있는 것으로 평가되었다. COD 기준 수용총량은 농업용지 구간(목표수질 4등급)은 연간 527 톤/년으로, 도시용수 구간(목표수질 3등급)은 연간 3,397 톤/년으로 평가되었다.

한편 2007년도에는 새만금호 내에 총인 약 25 톤/년이, COD는 2,606 톤/년이 잔류하고 있었던 것으로 평가되었다. 당시에는 수용총량 대비 잔류 오염부하의 비율은 총인은 78.1% 정도, COD는 66.4% 정도가 잔류하는 것으로 평가되었다. 계절별로는 2024년의 경향과는 달리 총인은 4계절 모두 유사한 양이 잔류하나, COD는 여름과 가을의 잔류량이 큰 것으로 평가되었다(〈표 4-7〉 참조).

2007년에는 만경강 상류와 동진강 상류에서 총인과 총질소가 각각 605 톤/년, 13,081 톤/년이 유입되고 있는 것으로 추정되었다. 이 양은 2024년 만경 동진강 상류에서 유입되는 총인 부하량의 6배 정도, 총질소 부하량의 4배 정도 많은 양이다. 2007년 당시에는 물막이 공사가 끝나지 않아 대부분의 오염물질이 외해로 배출 및 확산되었던 것으로 판단되며, 2011년 물막이 공사 준공에 따라 외해로 배출되지 못한 오염물질이 새만금호에 축적되었던 것으로 판단된다.

〈표 4-7〉 새만금호 수용총량, 만경강·동진강의 유입부하(2007년)

〈새만금호 목표수질에 따른 허용부하량〉

(ton/yr)

구분		체적** (억 m ³)	용존산소	화학적 산소요구량	총질소	총인
새만금 호	농업용지구간	1.05	211	527	105	11
	도시용지구간	4.25	2,123	3,397	255	21
합계		5.30***	2,334	3,924	360	32

〈만경강·동진강 및 새만금호 내 오염부하량〉

(ton/yr)

측정소명	계절	유량 (m ³ /s)	용존산소	화학적 산소요구량	총질소	총인
만경B	봄	15.2	4,244	4,976	3,636	196
	여름	52.8	13,438	15,342	10,946	536
	가을	88.6	26,760	15,770	14,682	581
	겨울	8.1	2,489	3,261	2,959	132
	평균	41.6	11,819	12,288	9,874	469
동진A	봄	15.7	4,889	3,750	2,140	99
	여름	29.9	7,219	6,988	4,077	130
	가을	42.5	12,713	7,175	4,879	230
	겨울	2.0	846	480	347	15
	평균	23.3	7,249	5,113	3,206	136
합계		-	19,068	17,401	13,081	605

구분		계절	체적 (억 m ³)	용존산소	화학적 산소요구량	총질소	총인
새만 금호	농업 용지 구간 ****	봄	1.05	1,027	845	305	9
		여름		925	704	248	10
		가을		938	536	165	7
		겨울		1,215	548	164	5
		평균		1,026	658	221	8
	도시 용지 구간 *****	봄	4.25	4,530	1,670	364	13
		여름		3,751	2,088	697	20
		가을		4,246	2,208	539	19
		겨울		4,933	1,826	313	19
		평균		4,365	1,948	478	18
합계			5.30	5,391	2,606	699	25

**구글어스 지도(검색시기 : 2024년 8월)에서 물환경시스템 총량측정망 정점과 새만금유역 통합환경관리시스템의 새만금호 내부 정점을 참고하여 구역 구분

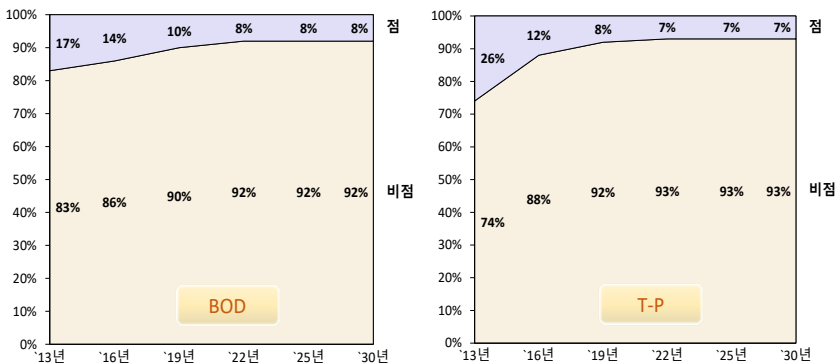
*** Cho, D.O. (2007). The evolution and resolution of conflicts on Saemangeum Reclamation Project. Ocean & Coastal Management, 50(11-12), 930-944.

**** 농업용지구간 자료는 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)의 새만금호 내부 정점(ME2, DE2) 자료 활용

***** 도시용지구간 자료는 새만금유역 통합환경관리시스템(<https://www.eariul.go.kr>)의 새만금호 내부 정점(ML3, DL2) 자료 활용

물막이 공사 이후, 새만금유역 수질개선대책이 본격적으로 추진되면서 만경강 동진강 상류지역에서 유입되던 오염물질의 양은 4 ~ 6배 정도 감소하였다. 이는 지난 2단계 및 3단계 수질개선대책을 통해 상류에서 유입되던 오염원, 특히 점오염원을 획기적으로 저감하였음을 방증한다. 그러나 상류에서 유입되는 오염물질, 특히 비점오염원은 새만금호의 수용총량을 1.7배에서 2배 정도 초과하고 있다. 이는 새만금유역 3단계 수질개선대책 평가 결과에서도 다시 한번 확인할 수 있다(환경부, 2025년).

〈그림 4-6〉 새만금유역 점·비점 배출부하 기여율 변화('13~'30년)



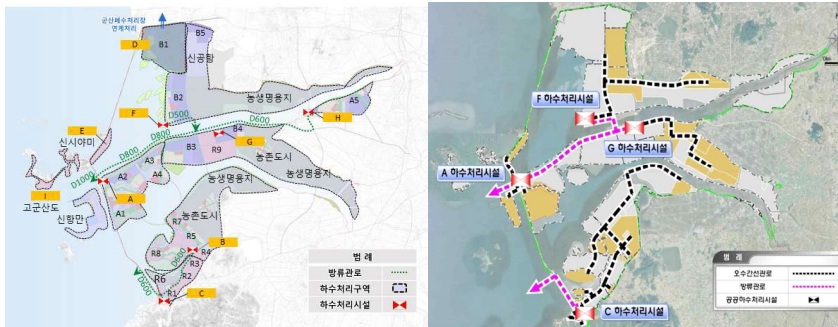
자료 : 환경부(2025). p. 100 재정리

3) 장래 오염원 관리에 대한 관리

새만금사업이 완성되는 2050년의 오염물질 처리 및 배출에 관한 내용이 포함된 새만금 기본계획 변경(새만금개발청, 2021.2)과 새만금 단위유역 유역하수도정비계획(전북지방청, 2020)에는 2050년에 하수발생량이 268,763 m³/일 정도 증가할 것으로 전망한다. 2024년 하수 발생량(611,217.0 m³/일)보다 약 44% 정도 증가하는 양으로 총 880,000 m³/일이 발생하는 것으로 예측한다. 총인 항목의 오염부하를 예로 들면, 연간 약

5.88 톤/년 정도 방류되던 오염부하가 2050년에는 총 8.48 톤/년 정도가 새만금 지역에서 방류될 것이다. 2.59 톤/년 정도의 신규 오염부하는 전량 외부 수역으로 방류될 것으로 판단된다.

〈그림 4-7〉 2050년 새만금호 인근 오염원 변화

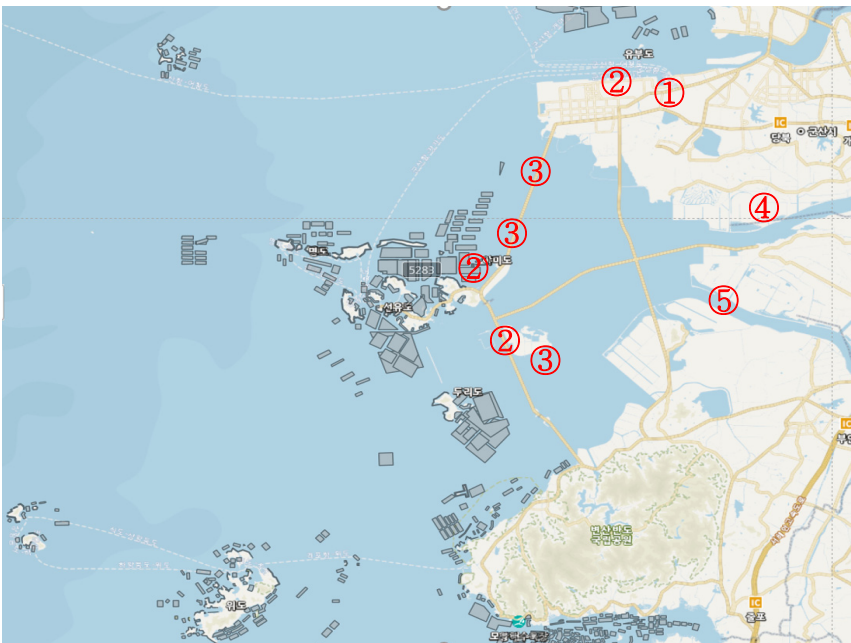


자료 : 좌) 새만금 유역하수도정비계획의 처리구역(새만금 기본계획 변경(2021.2)),
우) 새만금 유역 하수처리장 방류관로 (새만금 단위유역 유역하수도정비계획(전북지방청, 2020))

또한 새만금사업의 추진에 따라 다양한 정책이 검토되고 있는데 이 경우 신규로 발생하는 오염물질 역시 전량 외부 수역으로 방류될 예정이다. 예를 들면, 〈그림 4-8〉과 같이 새만금 지역에서 새로 건설되는 사업장과 산업단지에서의 오염물질 배출①과 공공하폐수처리시설의 방류②는 방류선이 모두 외부 수역으로 계획되어 있다. 또한 해수 유통 확대(〈그림 4-8의 ③〉) 역시 외부 수역의 수질 환경에 부정적 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이에 따라 외부 수역의 수질관리가 내부 수역의 수질관리만큼 중요성이 커질 것으로 전망된다.

〈그림 4-8〉 새만금호 인근 오염원 변화 및 수질 영향(예측)

주요 오염원	2023년		2050년	
	호내	호외	호내	호외
① 사업장/산업단지 배출	없음	없음	없음	수질악화
② 공공하폐수처리장 방류	없음	없음	없음	수질악화
③ 해수유통(갑문 운영)	수질개선	수질악화	수질개선	수질악화
④ 만경강 유역 지역 개발	없음	없음	수질악화	없음
⑤ 동진강 유역 지역 개발	없음	없음	수질악화	없음



자료: 저자 작성

제2절 새만금호 수질관리 정책 강화 방안

1. 「새만금사업법」의 새만금 사업지역 환경관리 제도 강화

「새만금사업법」은 새만금사업의 시행 등 개발사업 위주의 제도로 구성되어 새만금 사업지역 환경관리를 체계적으로 추진하기 어려운 구조이므로 환경보전대책의 구체화, 정부의 개선조치명령 추가, 특별관리지역의 행위 제한, 수익자책임원칙 및 원인자책임원칙에 기반한 수질관리부담금 부과 등 제도 보완이 필요하다.

우선 「새만금사업법」은 새만금호 상류, 내측, 외측으로 구분하여 환경보전대책에서 수립되어야 할 사항을 구체적으로 규정해야 한다. 예를 들어 ① 새만금호 상류 관리의 경우 ㉠ 총인, 마을하수도, 공공하수·폐수처리시설, 하수관거 확충 등 점오염원 관리, ㉡ 생태하천, 강변저류지, 농업비점오염원 등 비점오염원 관리, ㉢ 공공처리장 증설, 축사시설 현대화, 개별시설 지원 등 축산분뇨 관리, ㉣ 보 운영개선, 저수지 증고 등 유지보수에 대한 대책을, ② 새만금호 내측 관리의 경우 ㉤ 침전지, 인처리시설, 희석수 도입 등 유입수 관리, ㉥ 적·녹조, 준설, 하폐수 처리수 등에 대한 대책을, ③ 새만금호 외측 관리의 경우 해양수질 및 해양변화 모니터링, 해양환경보전 대책 등을 수립하도록 명확하게 규정하여야 한다.¹⁰⁸⁾

〈표 4-8〉 「새만금사업법」의 환경보전대책 구체화 관련 개정안

구분	현행	개정안
새만금사업법	제29조(새만금사업지역의 환경관리 등) ① 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역 의 환경 오염·훼손과 그 위해를 예방하고 환 경을 적정하게 관리·보전하기 위하여 적정	제29조(새만금사업지역의 환경관리 등) ① 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역 의 환경 오염·훼손과 그 위해를 예방하고 환 경을 적정하게 관리·보전하기 위하여 농림

108) 환경부(2011), p. 19.

구분	현행	개정안
	한 환경보전대책을 수립하여 이를 시행하여야 한다.	축산부장관, 해양수산부장관과 협의하여 다음 각 호의 사항이 포함된 환경보전대책을 수립하여 이를 시행하여야 한다. 1. 점오염원 관리, 비점오염원 관리, 축산분뇨 관리, 유지보수 등 새만금호 상류 관리에 관한 사항 2. 유입수 관리, 적·녹조, 준설, 하폐수 처리수 대책 등 새만금호 내측 관리에 관한 사항 3. 해양수질 및 해양변화 모니터링, 해양환경보전대책 등 새만금호 외측 관리에 관한 사항

자료: 저자 작성

그리고 「새만금사업법」은 새만금호의 수질관리에 문제가 발생한 경우 직접 정부가 관련 지방자치단체에게 직접 개선조치명령을 할 수 있도록 규정하여야 한다. 즉, 기후에너지환경부장관과 해양수산부장관은 새만금사업지역 및 인근지역에서 배출되는 오염물질 유입으로 인하여 새만금사업지역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우, 새만금사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입으로 인하여 새만금사업지역 인근 해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 기간을 정하여 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있고, 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사가 정당한 사유 없이 그 기간 내에 이행하지 않으면 개선 또는 조치 등을 직접 할 수 있도록 하여야 한다.

〈표 4-9〉 「새만금사업법」의 정부 개선조치명령 관련 개정안

구분	현행	개정안
새만금사업법	제29조(새만금사업지역의 환경관리 등) ③ 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역 및 인근지역에서 배출되는 오염물질 유입으로 인하여 새만금사업지역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우	제29조(새만금사업지역의 환경관리 등) ③ 기후에너지환경부장관은 새만금사업지역 및 인근지역에서 배출되는 오염물질 유입으로 인하여 새만금사업지역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우

구분	현행	개정안
	에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있다. ④ 해양수산부장관은 새만금사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입으로 인하여 새만금사업지역 인근 해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있다.	에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 기간을 정하여 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있다. ④ 해양수산부장관은 새만금사업지역에서 배출되는 오염물질의 해양유입으로 인하여 새만금사업지역 인근 해역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사에게 기간을 정하여 개선 또는 조치 등을 요구할 수 있다. ⑥ 기후에너지환경부장관과 해양수산부장관은 관계 행정기관의 장 또는 전북특별자치도지사가 정당한 사유 없이 그 기간 내에 이행하지 아니하면 개선 또는 조치를 직접 할 수 있다.

자료: 저자 작성

또한 「새만금사업법」은 최소한 「물환경보전법」에 따른 오염된 공공수역에서의 행위제한 수준으로 특별관리지역에 대한 행위제한을 할 수 있도록 규정하여야 한다. 즉, 기후에너지환경부장관은 새만금호가 오염되어 수산물의 채취·포획이나 물놀이 등 행위를 할 경우 사람의 건강이나 생활에 미치는 피해가 크다고 인정할 때에는 그 행위를 금지·제한하거나 자제하도록 안내하는 조치를 할 것을 시·도지사에게 권고할 수 있고, 권고를 받은 시·도지사는 특별한 사유가 없으면 권고에 따른 조치를 하여야 한다. 만약 시·도지사의 조치가 미흡하여 사람의 생명·신체에 위험이 발생할 수 있는 경우에는 기후에너지환경부장관은 관계 행정기관과 협의하여 필요한 조치를 할 수 있도록 하여야 한다.

〈표 4-10〉 「새만금사업법」의 특별관리지역 행위제한 관련 개정안

구분	현행	개정안
새만금사업법	〈신설〉	제32조의2(특별관리지역의 행위제한) ① 기후에너지환경부장관은 새만금호가 오염되어 수산물의 채취·포획이나 물놀이 등 행

구분	현행	개정안
		위를 할 경우 사람의 건강이나 생활에 미치는 피해가 크다고 인정할 때에는 그 행위를 금지·제한하거나 자제하도록 안내하는 조치를 할 것을 시·도지사에게 권고할 수 있다. ② 제1항에 따른 권고를 받은 시·도지사는 특별한 사유가 없으면 권고에 따른 조치를 하여야 한다. ③ 제2항에 따른 시·도지사의 조치가 미흡하여 사람의 생명·신체에 위험이 발생할 수 있는 경우에는 기후에너지환경부장관은 관계 행정기관과 협의하여 필요한 조치를 할 수 있다.

자료: 저자 작성

마지막으로 「새만금사업법」은 수익자부담원칙과 원인자책임원칙에 기반한 수질관리부담금을 부과하여야 한다. 즉, 기후에너지환경부장관은 새만금호의 수질오염물질로 인한 수질오염 및 수생태계 훼손을 방지·감소하고 새만금수질개선사업의 재원을 조성하기 위하여 새만금호의 원수(原水)를 공급받는 자와 새만금사업지역 안에 「수도법」 제3조제11호에 따른 전용수도의 설치자는 물론, 방조제를 신축·증축하거나 용도변경을 하는 사업자, 수질오염물질을 배출하는 사업자 등에게 수질오염 기여 정도와 물사용량에 따라 수질관리부담금을 부과·징수할 수 있도록 규정할 필요가 있다.

〈표 4-11〉 「새만금사업법」의 수질관리부담금 관련 개정안

구분	현행	개정안
새만금사업법	제31조(물사용부담금 부과 등) ① 기후에너지환경부장관은 새만금수질개선사업의 재원을 조성하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 물사용량에 따라 물사용부담금을 부과·징수할 수 있다. 1. 새만금호의 원수(原水)를 공급받는 자 2. 새만금사업지역 안에 「수도법」 제3조제11호에 따른 전용수도의 설치자	제31조(수질관리부담금 부과 등) ① 기후에너지환경부장관은 새만금호의 수질오염물질로 인한 수질오염 및 수생태계 훼손을 방지·감소하고 새만금수질개선사업의 재원을 조성하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 수질오염 기여 정도와 물사용량에 따라 수질관리부담금을 부과·징수할 수 있다.

구분	현행	개정안
	② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 물사용부담금의 부과대상에서 제외한다. 1. 새만금호의 원수를 농업용수로 사용하는 자 2. 취수한 원수를 새만금사업지역 안의 하천유지용수로 사용하는 자 ③ 제1항에 따른 물사용부담금의 산정방법, 부과·징수 방법 및 납부 절차, 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. ④ 기후에너지환경부장관은 별도 계정을 설치하여 물사용부담금을 구분하여 회계처리하여야 한다. ⑤ 물사용부담금은 대통령령으로 정하는 바에 따라 새만금위원회의 심의를 거쳐 새만금수질개선사업을 위하여 집행하여야 한다.	1. 새만금호의 원수(原水)를 공급받는 자 2. 새만금사업지역 안에 「수도법」 제3조제11호에 따른 전용수도의 설치자 3. 새만금호의 방조제를 신축·증축하거나 용도변경을 하는 사업자 4. 새만금호에 수질오염물질을 배출하는 사업자 ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 수질관리부담금의 부과대상에서 제외한다. 1. 새만금호의 원수를 농업용수로 사용하는 자 2. 취수한 원수를 새만금사업지역 안의 하천유지용수로 사용하는 자 ③ 제1항에 따른 수질관리부담금의 산정방법, 부과·징수 방법 및 납부 절차, 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. ④ 기후에너지환경부장관은 별도 계정을 설치하여 수질관리부담금을 구분하여 회계처리하여야 한다. ⑤ 수질관리부담금은 대통령령으로 정하는 바에 따라 새만금위원회의 심의를 거쳐 새만금수질개선사업을 위하여 집행하여야 한다.

자료: 저자 작성

2. 물환경관리법제와 해양환경관리법제의 연계 강화

해양환경관리법제는 물환경관리법제과 비교할 때 구역관리, 오염물질 총량관리, 오염물질 배출·처리, 자원과 벌칙 측면에서 상대적으로 완화된 규제수단을 규정하고 있어 육상과 해양의 수질관리가 분절되고 있으므로 물환경관리법제의 제도 수준으로 끌어올릴 필요가 있다.

먼저 구역관리 측면에서 「해양환경관리법」은 특별관리해역으로 지정된 경우 특정시설의 설치 또는 변경 제한을 반드시 하도록 강행 규정화하여

야 한다. 즉, 해양수산부장관은 특별관리해역의 해양환경 상태 및 오염원을 측정·조사한 결과 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양환경기준을 초과하게 되어 국민의 건강이나 생물의 생육에 심각한 피해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 경우에는 특별관리해역 안에서의 시설 설치 또는 변경 제한, 특별관리해역 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량규제를 하여야 한다고 규정할 필요가 있다.

〈표 4-12〉 「해양환경관리법」의 구역관리 관련 개정안

구분	현행	개정안
해양 환경 관리법	제15조의2(환경관리해역에서의 행위제한 등) ②해양수산부장관은 특별관리해역의 해양환경 상태 및 오염원을 측정·조사한 결과 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양환경기준을 초과하게 되어 국민의 건강이나 생물의 생육에 심각한 피해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 경우에는 다음 각 호에 해당하는 조치를 할 수 있다. 1. 특별관리해역 안에서의 시설의 설치 또는 변경의 제한 2. 특별관리해역 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량규제	제15조의2(환경관리해역에서의 행위제한 등) ②해양수산부장관은 특별관리해역의 해양환경 상태 및 오염원을 측정·조사한 결과 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양환경기준을 초과하게 되어 국민의 건강이나 생물의 생육에 심각한 피해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 경우에는 다음 각 호에 해당하는 조치를 하여야 한다. 1. 특별관리해역 안에서의 시설의 설치 또는 변경의 제한 2. 특별관리해역 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량규제

자료: 저자 작성

그리고 오염물질 총량관리 측면에서는 「해양환경관리법」은 오염물질 총량관리의 이행준수를 위하여 초과배출자에 대한 조치명령, 불이행에 대한 제재 등 명령통제적 수단과 함께 오염총량초과과징금과 같이 경제적 유인수단을 함께 규정하여야 한다. 즉, 해양수산부장관은 할당된 사업장별 오염부하량을 초과하여 배출하는 자에게 수질오염방지시설의 개선 등 필요한 조치를 명할 수 있고, 조치명령을 받은 자는 개선계획서를 해양수산부장관에게 제출한 후 조치명령을 이행하여야 한다. 그리고 해양

수산부장관은 할당된 사업장별 오염부하량을 초과하여 배출한 자로부터 과징금을 부과·징수하고, 그 과징금은 초과배출이익(오염물질을 초과 배출하여 지출하지 아니하게 된 오염물질의 처리비용을 말한다)에 초과율별 부과계수, 지역별 부과계수 및 위반횟수별 부과계수를 각각 곱하여 산정하도록 하여야 한다.

〈표 4-13〉 「해양환경관리법」의 오염물질 총량관리 관련 개정안

구분	현행	개정안
해양 환경 관리법	〈신설〉	제15조의3(초과배출자에 대한 조치명령 등) ① 해양수산부장관은 할당된 사업장별 오염 부하량을 초과하여 배출하는 자에게 수질 오염방지시설의 개선 등 필요한 조치를 명할 수 있다. ② 제1항에 따른 조치명령을 받은 자는 개선계획서를 해양수산부장관에게 제출한 후 조치명령을 이행하여야 한다. ③ 해양수산부장관은 할당된 사업장별 오염부하량을 초과하여 배출한 자로부터 과징금을 부과·징수하고, 그 과징금은 초과배출이익(오염물질을 초과 배출하여 지출하지 아니하게 된 오염물질의 처리비용을 말한다)에 초과율별 부과계수, 지역별 부과계수 및 위반횟수별 부과계수를 각각 곱하여 산정하도록 하여야 한다. ④ 제3항에 따른 부과계수와 오염총량초과과징금의 산정 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

자료: 저자 작성

한편, 오염물질 배출·처리 측면에서는 「해양환경관리법」은 해양환경기준 등을 고려하여 오염물질의 배출·처리에 관한 구체적인 허용기준을 규정하여야 한다. 즉, 해양수산부장관은 오염물질 배출시설에 대하여 해양환경기준, 해역의 이용현황 및 수질상태 등을 종합적으로 고려하여 수질오염물질의 배출허용기준을 정하여야 한다.

〈표 4-14〉 「해양환경관리법」의 오염물질 배출·처리 관련 개정안

구분	현행	개정안
해양 환경 관리법	〈신설〉	제15조의3(배출허용기준) 해양수산부장관은 대통령령으로 정하는 오염물질 배출시설에 대하여 해양환경기준, 해역의 이용현황 및 수질상태 등을 종합적으로 고려하여 해양수산부령이 정하는 수질오염물질의 배출허용기준을 정하여야 한다.

자료: 저자 작성

끝으로 재원과 벌칙 측면에서는 「해양환경관리법」은 해양환경개선부담금의 부과대상을 확대하여 수질관리에 필요한 재원을 확보하는 한편, 관련 사업자의 수질오염물질 배출 이행 준수 촉진을 위하여 벌칙 규정을 강화하여야 한다. 즉, 해양수산부장관은 특별관리해역에서 일정한 규모 이상의 수질오염물질을 해양에 배출하여 해양환경 및 해양생태계에 현저한 영향을 미치는 행위에 대하여 해양환경개선부담금을 부과·징수하도록 규정할 필요가 있다. 그리고 해양수산부장관은 특별관리해역 내에 시설을 설치하거나 오염물질의 총량배출을 위반한 자에 대하여 「물환경보전법」의 벌칙 규정을 고려하여 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금을 부과하도록 규정하는 것이 필요하다.

〈표 4-15〉 「해양환경관리법」의 재원 및 벌칙 관련 개정안

구분	현행	개정안
해양 환경 관리법	제19조(해양환경개선부담금) ①해양수산부장관은 해양환경 및 해양생태계에 현저한 영향을 미치는 다음 각 호의 행위에 대하여 해양환경개선부담금(이하 “부담금”이라 한다)을 부과·징수한다. 1. 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제19조제1항제1호에 따른 폐기물해양배출업을 하는 자가 폐기물을 해양에 배출하는 행위 2. 선박 또는 해양시설에서 대통령령이 정하는 규모 이상의 오염물질을 해양에 배출	제19조(해양환경개선부담금) ①해양수산부장관은 해양환경 및 해양생태계에 현저한 영향을 미치는 다음 각 호의 행위에 대하여 해양환경개선부담금(이하 “부담금”이라 한다)을 부과·징수한다. 1. 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제19조제1항제1호에 따른 폐기물해양배출업을 하는 자가 폐기물을 해양에 배출하는 행위 2. 선박 또는 해양시설에서 대통령령이 정하는 규모 이상의 오염물질을 해양에 배출

구분	현행	개정안
	하는 행위 3. 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제9조제1항제2호에 따라 폐기물을 고립시키는 방법으로 해양에 배출하는 행위 4. 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제10조제1항에 따라 이산화탄소 스트림을 해양지중저장하는 행위	하는 행위 3. 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제9조제1항제2호에 따라 폐기물을 고립시키는 방법으로 해양에 배출하는 행위 4. 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제10조제1항에 따라 이산화탄소 스트림을 해양지중저장하는 행위 5. 제15조제1항에 따라 지정·관리되는 특별관리해역에서 대통령령이 정하는 규모 이상의 수질오염물질을 해양에 배출하는 행위
	제126조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처한다. 1. 제22조제1항 및 제2항의 규정을 위반하여 선박 또는 해양시설로부터 기름·유해액체물질·포장유해물질을 배출한 자 2. 삭제 <2024. 1. 2.>	제126조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처한다. 1. 제15조의2제2항의 규정을 위반하여 특별관리해역 내에 시설을 설치하거나 오염물질의 총량배출을 위반한 자 2. 제22조제1항 및 제2항의 규정을 위반하여 선박 또는 해양시설로부터 기름·유해액체물질·포장유해물질을 배출한 자
	제129조(벌칙) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만 원 이하의 벌금에 처한다. 1. 제15조의2제2항의 규정을 위반하여 특별관리해역 내에 시설을 설치하거나 오염물질의 총량배출을 위반한 자	제129조(벌칙) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만 원 이하의 벌금에 처한다. 1. <삭제>

자료: 저자 작성

3. 부처 간 협력 거버넌스 강화

새만금 수질관리와 관련된 현행 법제는 거버넌스 측면에서 기후에너지환경부가 담당하고 있는 육상 수질관리로 초점을 두고 있는 한계가 있으므로 해수의 수질관리, 방조제 관리 등 해양수산부, 농림축산식품부와와의 협력을 강화하는 제도 마련이 필요하다.

우선 「물관리기본법」은 국가물관리위원회가 물관리 관련계획의 부합성 심의를 할 때에 해수의 수질관리에 관한 전문기관이 참여할 수 있도록 관련 조문을 개정하여야 한다. 즉, 물관리위원회 위원장은 물관리 관련 국가 계획과의 부합 여부 또는 유역계획과의 부합 여부에 관한 심의를 위해 필요한 경우에는 국립수산물품질관리원, 해양환경공단, 한국해양수산개발원 등에 부합성심의를 위한 현지조사나 기술적·전문적 사항의 검토를 의뢰할 수 있도록 규정할 필요가 있다.

그리고 「방조제 관리법」은 방조제 안의 담수호에 대한 수질관리를 실무상 농어촌공사가 담당하는 점을 고려하여 방조제 관리의 범위를 확대하여 기후에너지부, 해양수산부 등 관련 부처와 함께 새만금호의 수질관리에 적극적으로 참여할 근거를 마련하여야 한다. 즉, 국가 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독 뿐만 아니라 수질관리 업무도 농림축산식품부장관이 관장하도록 하고, 농림축산식품부는 한국농어촌공사에게 방조제의 관리에 관한 업무를 대행하게 할 수 있도록 규정하는 것이 필요하다.

〈표 4-16〉 부처 간 협력 거버넌스 강화 관련 개정안

구분	현행	개정안
물관리 기본법 시행령	제13조의2(물관리 관련 계획의 부합성심 의) ① 물관리위원회 위원장은 법 제27조제 3항 본문에 따른 국가계획과의 부합 여부 또는 법 제30조제1항에 따른 유역계획과의 부합 여부에 관한 심의(이하 이 조에서 “부 합성심 의”라 한다)를 위해 필요한 경우에는 다음 각 호의 기관에 부합성심의를 위한 현 지조사나 기술적·전문적 사항의 검토를 의뢰할 수 있다. 1. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따른 한 국건설기술연구원 2. 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따른 한국환경연구원, 한국농촌경제연구원 또는 국토연구원	제13조의2(물관리 관련 계획의 부합성심 의) ① 물관리위원회 위원장은 법 제27조제 3항 본문에 따른 국가계획과의 부합 여부 또는 법 제30조제1항에 따른 유역계획과의 부합 여부에 관한 심의(이하 이 조에서 “부 합성심 의”라 한다)를 위해 필요한 경우에는 다음 각 호의 기관에 부합성심의를 위한 현 지조사나 기술적·전문적 사항의 검토를 의뢰할 수 있다. 1. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따른 한 국건설기술연구원 2. 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따른 한국환경연구원, 한국농촌경제연구원, 국토연구원, 한국해 양수산개발원

구분	현행	개정안
	3. 국립재난안전연구원 4. 국립환경과학원 5. 한국농어촌공사 6. 한국수자원공사 7. 한국환경공단 8. 그 밖에 물관리 관련 업무에 전문성이 있다고 물관리위원회 위원장이 인정하는 기관	3. 국립재난안전연구원 4. 국립환경과학원 5. 한국농어촌공사 6. 한국수자원공사 7. 한국환경공단 8. 국립수산과학원 9. 「해양환경관리법」에 따른 해양환경공단 10. 그 밖에 물관리 관련 업무에 전문성이 있다고 물관리위원회 위원장이 인정하는 기관
방조제 관리법	제6조(방조제의 관리) ① 국가 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독, 그 밖에 필요한 사항은 농림축산식품부장관이 관장하고, 지방자치단체 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독, 그 밖에 필요한 사항은 관할 광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)가 관장한다. 다만, 농림축산식품부장관은 관리방조제를 관리할 때 종합적인 조정(調整)이 필요하거나 시·도지사가 한 처분이 부당하다고 인정되는 경우에는 처분의 취소 또는 시정, 그 밖에 필요한 조치를 할 수 있다.	제6조(방조제의 관리) ① 국가 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독, 수질관리 , 그 밖에 필요한 사항은 농림축산식품부장관이 관장하고, 지방자치단체 관리방조제의 관리에 관한 종합적인 기획·조사·감독, 수질관리 , 그 밖에 필요한 사항은 관할 광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)가 관장한다. 다만, 농림축산식품부장관은 관리방조제를 관리할 때 종합적인 조정(調整)이 필요하거나 시·도지사가 한 처분이 부당하다고 인정되는 경우에는 처분의 취소 또는 시정, 그 밖에 필요한 조치를 할 수 있다.

자료: 저자 작성

05

결론 및 정책 제언

제1절 결론

새만금 방조제 물막이공사가 끝난 이후, 새만금호 수질 악화 문제와 이에 따른 근본 대책 마련 필요성은 지속적으로 제기되어 왔다. 환경단체와 전문가들은 새만금호 수질의 원인으로 담수화 정책에 따른 해수-담수 순환 제한과 불규칙한 배수갑문 운영으로 인한 환경 스트레스를 제기하고 있다. 새만금호 수질 개선을 위해 신시 및 가력 갑문을 통한 해수의 상시 유통 요구가 커지게 되었다. 이에 정부는 새만금 기본계획을 변경하면서 새만금호의 담수화 계획을 전면 재검토하고 해수 유통 확대와 방류수역의 환경 보전을 목표로 하여 새만금호 수질관리 방향을 전환하였다.¹⁰⁹⁾

해수 유통 확대 결정에 따라 수질개선을 위한 과학적인 배수갑문의 운영 방법이 고민되고 있다. 2020년 12월부터 기존 일 1회(주간) 운영에서 일 2회(주·야간) 운영으로 확대되었으며, 새만금유역 제3단계 수질개선대책(단기대책)이 종료되는 2023년에 종합평가를 실시하였다. 새만금호의 수질관리를 위한 해수 유통 확대 문제와 수질관리 목표의 재설정을 검토하기로 하였다.¹¹⁰⁾ 배수갑문을 통한 해수 유통을 본격적으로 시행한 이후부터

109) 국무조정실·국무총리비서실 보도자료(2021.2.24.)(검색일: 2025.9.11.)

는 새만금호의 수질은 점차 개선되고 있다. 이에 2025년 5월 열린 제32차 새만금 위원회에서는 제3단계 수질개선대책 기간인 2021년부터 2030년까지 매일 2회 해수 유통을 유지하는 것으로 결정하였고, 해수 유통량을 확대하기 위한 시설개선 방안을 검토할 계획을 밝혔다.¹¹¹⁾ 정부는 2025년 10월 배수갑문 증설과 조력발전을 통한 해수 유통 확대 계획을 밝혔으며,¹¹²⁾ 지자체는 기존 개발계획에 따른 관리수위인 -1.5m 유지 입장을 보이고 있어 2025월 12월로 예정된 새만금 기본계획 변경계획 수립에 앞서 조율이 필요할 것으로 보인다.¹¹³⁾

지난 2000년부터 2022년까지 새만금 방조제 건설, 해수 교환 차단 및 유통 등 새만금호 인근의 수질 환경은 급격한 변화를 보였다. 새만금 외부 해역의 수질 환경의 경우, 수온과 염분은 방조제 완공 전후 유의한 차이를 보이지 않았으며, pH도 8.1~8.2로 안정적인 수준을 유지했다. 영양염류는 뚜렷한 감소 추세를 보여 총질소는 P-1 기간 대비 P-6 기간에 약 55%, 총인은 약 53% 감소했다. 이는 방조제 완성으로 갑문을 통해 제한적으로만 영양염이 배출되기 때문으로 해석된다. 반면 엽록소-*a*는 P-1 기간 2.8 $\mu\text{g/L}$ 에서 P-6 기간 4.1 $\mu\text{g/L}$ 로 약 46% 증가했는데, 이는 내측에서 번식한 식물플랑크톤이 갑문을 통해 외해로 공급되고, 방조제 완성으로 물리적 환경이 안정되어 식물플랑크톤 성장에 유리한 조건이 형성되었기 때문으로 해석된다. 부유물질은 방조제 완공 후 약 50% 감소하여 조석 유동 감소에 따른 새만금 외해 지역의 퇴적물 재부유 현상이 약화된 것으로 보인다.

새만금호 내의 수질 환경은 방조제 완공 후 수질이 전반적으로 악화된 것으로 나타났다. 가장 뚜렷한 변화는 염분으로, P-1 기간 평균 28.6psu에서 P-5 기간 10.2psu까지 급격히 감소하여 담수화가 진행되었다. pH는

110) 전북일보(2021.2.24.)(검색일: 2025.9.11.)

111) 국무조정실·국무총리비서실 보도자료(2021.2.24.)(검색일: 2025.9.11.)

112) 연합뉴스(2025.9.4.)(검색일: 2025.10.10.)

113) 서울신문(2025.9.16.)(검색일: 2025.10.10.)

P-1 기간 7.9에서 P-4 기간 8.6으로 증가하여 알칼리도가 높아졌으며, 이는 식물플랑크톤의 광합성 활동 증가와 관련된 것으로 해석된다. COD는 P-1 기간 2.5mg/L에서 P-5 기간 8.2mg/L로 약 228% 증가하여 호소 환경기준 나쁨 등급(V 등급)에 해당하는 수준까지 악화되었다. 총질소는 약 239% 증가하여 호수 환경기준 매우 나쁨 등급(VI 등급)에 해당하며, 엽록소- a 도 약 183% 증가하여 부영양화 현상이 심화되고 있음을 보여준다.

갑문 개방의 수질 효과는 ‘4일 1회 운용(P-5 기간)’에서 ‘1일 2회 운용(P-6 기간)’으로 변경할 때, 새만금 외부 수역의 수질변화는 크지 않았으나, 새만금호 내부 수질은 뚜렷한 개선이 확인되었다. 내부에서는 COD 약 24%, 총질소 약 26%, 총인 약 31%, 부유물질 약 39% 감소했으며, 염분은 10.2psu에서 19.9psu로 약 95% 증가하여 해수 유입에 따른 호내 수질 개선 효과가 확인되었다. 갑문 운용 증가로 해수 교환이 활성화되어 희석 효과가 나타나고, 영양염 배출 속도가 빨라졌으며, 체류시간 단축으로 식물 플랑크톤 증식 기회가 감소한 결과로 분석할 수 있다.

새만금호의 수질목표 달성과 수질 개선은 주요 원인으로 해수 유통이 가장 중요하다고 인식되고 있다. 그러나 현재 새만금의 수질은 해수 유통과 함께 새만금유역 단계별 수질개선대책의 효과가 복합적으로 작용한 것으로 평가할 수 있다. 제2단계(2011~2020)와 3단계(2021~2030)을 통해 다양한 수질 개선대책이 추진되었다. 예를 들어 새만금 유역의 공공하폐수처리 시설의 설치 및 시설 개량 사업을 통해 대부분의 시설이 하폐수 고도처리 방식을 채택하여 오염물질을 95% 이상 처리하여 방류하고 있다. 이에 따라 2007년에 비해 새만금 상류 유역에서 새만금호로 유입되는 오염물질의 양이 4배에서 6배 정도 저감되었다. 이처럼 점오염원을 대상으로 하는 오염부하 저감 효과에 더하여 해수 유통의 효과가 가중됨으로써 현재 상태의 수질개선이 이루어진 것으로 판단된다.

이러한 점오염부하의 저감에도 불구하고 여전히 상류에서 유입되는 오염 물질의 양은 새만금호의 환경용량에 비해 1.7배 정도 높은 수준이고, 비점 오염부하의 비중이 전체의 90% 수준이다. 이는 새만금호의 수질개선을 위해선 점오염원 관리보다는 비점오염원 부하 저감이 상대적으로 중요하다는 것을 의미한다.

새만금유역 수질개선대책에서는 비점오염원의 효율적 관리를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나 ‘새만금유역 비점오염관리위원회’를 구성하기로 하였으나, 구성 과정이 지연됨에 따라 정책적 지원 체계 구축에 한계를 나타냈다. 인공습지 설치 사업은 토지 매수 과정에서의 난항으로 인해 일부 사업이 취소되거나 공정이 지연되는 결과를 초래하였다. 양분관리제 시범사업 또한 초기 성과를 도출했음에도 불구하고 후속 사업으로 연계되지 못해 성과를 확산시키는 데 한계가 있었다. 호소의 비점오염원 관리사업도 지연되고 있다. 코로나19 팬데믹에 따른 대면 조사 제약으로 환경생태용지 2-1단계 사업의 예비타당성 조사 통과가 늦춰졌으며, 이로 인해 설계 및 착수 등 전반적인 후속 절차 추진이 당초 계획보다 지연되었다.

해양대책의 경우, 새만금 사업이 외해역에 미치는 영향 평가와 대책 마련을 위한 연구개발 사업이 완료되었으나, 새만금호 해수 유통에 따른 외해역 수질환경에 대한 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단된다. 이는 새만금 외해 수질관리에 관한 후속 대책과 사업의 추진에 제약조건으로 작용한다. 새만금호의 수질관리를 강화하기 위해서는 비점오염원 관리 사업을 집중적으로 추진해야 함과 동시에, 향후 새만금 개발사업의 추진과 이에 따른 외해 방류영향을 최소화하기 위한 대책 역시 신중하게 시작해야 할 것이다.

제2절 정책 제언

새만금호 수질관리는 최근에 발생하게 된 수질오염 문제가 아니라, 새만금 방조제가 1991년부터 2010년까지 조성된 이후 해수 유통의 흐름이 차단되어 발생한 현안이라고 볼 수 있다. 또한 해수 유통의 확대는 새만금호 내부 수역의 수질 문제가 외부 수역인 해양 수질 문제와 직접적으로 연결된다는 것을 의미한다. 따라서 넓은 의미의 새만금호 수질 관리는 새만금 사업지역 뿐만 아니라 새만금호 수질 관리에 영향을 주고받는 모든 구역의 관리를 함께 고려해야 한다. 새만금호에 오염물질을 유입시킬 수 있는 만경강과 동진강 수계, 하천 유지 용수로 이용되는 금강과 섬진강 수계, 새만금호 해수 유통으로 인한 고군산도 해역과 가력 갑문의 해수유통에 영향을 받을 수 있는 새만금 남서쪽 비안도 인근 해역 역시 관리의 범위에 포함해야 할 것이다.

넓은 범위의 새만금호 수질관리를 위해서는 장기적인 시각으로 아래와 같이 현행 법제의 개선을 단계적으로 접근하는 것이 필요하다고 판단된다. 첫 번째 단계에서는 「새만금사업법」에 따른 새만금 사업지역 환경관리 제도를 보완하여 강화하는 것이 요구된다. 즉, 「새만금사업법」은 새만금사업의 시행 등 개발사업 위주의 제도로 구성되어 새만금 사업지역 환경관리를 체계적으로 추진하기 어려운 구조이므로 환경보전대책의 내용을 구체화하고, 새만금사업지역의 환경관리에 악영향의 우려가 있다고 인정하는 경우에는 정부가 직권으로 개선조치명령을 내릴 수 있도록 하여야 한다. 한편, 같은 법은 수질오염원 발생지역인 특별관리지역에 대하여 행위제한을 실시하고, 원인자책임원칙에 기반하여 수질관리부담금을 부과하는 것이 필요하다.

두 번째 단계에서는 물환경관리법제와 해양환경관리법제의 연계성을 강

화하는 것이 필요하다. 즉, 해양환경관리법제는 물환경관리법제와 비교할 때 구역관리, 오염물질 총량관리, 오염물질 배출·처리, 자원과 벌칙 측면에서 규제수단이 미흡한 측면이 있어 육상과 해양의 수질관리가 개별적으로 이루어지고 있으므로 「해양환경관리법」의 수질관리 제도를 「물환경보전법」의 주요 제도와 유사한 수준으로 제고시킬 필요가 있다.

세 번째 단계에서는 「물관리기본법」, 「방조제 관리법」 등 관련 법률 개정을 통해 부처 간 협력 거버넌스를 강화하는 것이 필요하다. 즉, 거버넌스 측면에서 현행 법제는 새만금의 수질관리를 기후에너지환경부의 육상 수질관리로 중점을 두고 있는 한계가 있으므로 해양수산부의 해수 수질관리, 농림축산식품부의 방조제 관리 등과의 연계하여 정부의 협력 네트워크를 강화하는 입법이 필요하다.

참고문헌

국내 문헌

- 국토해양부(2011), 시화호 연안환경관리 백서.
- 남정호 외(2024), 과학으로 읽는 새만금, 해양수산부·해양수산과학기술진흥원·한국해양수산개발원.
- 김경태(2025), 시화지구 개발과 시화호 환경개선 노력 그리고 한계, KMI 워크숍(2025. 6. 7.) 자료.
- 새만금개발청(2014), 새만금 기본계획.
- 새만금개발청(2021), 새만금 기본계획(변경).
- 유상철·서승원·이화영 (2012), 새만금 내부개발이 체류시간 및 수질변화에 미치는 영향, 한국해양환경·에너지학회지, 15(3), pp. 186-197.
- 전북연구원(2018), 새만금 수질개선 정책 분석 및 추가 대응방안 연구.
- 전북연구원(2024), 새만금 기본계획 재수립 대응 및 중장기 개선방안 연구.
- 전북지방환경청(2020), 새만금 단위유역 유역하수도정비계획.
- 전북지방환경청(2023), 새만금 단위유역 하수도정비계획(변경) 전략환경영향평가.
- 한국해양과학기술원(KIOST) (각년도), 시화호 연안오염총량관리 도입 시행 연구.
- 한국해양정책학회(2025), 새만금 지속가능한 개발을 위한 정책토론회.
- 한국환경연구원(2009), 수질보전을 위한 새만금호 배수갑문 운영대안에 관한 연구.
- 해양수산부(2016), 울산연안연안오염 총량관리 도입 기초연구.

해양수산부(2024), 새만금 주변해역 해양환경 및 생태계관리 연구개발(2014~2023) 최종보고서.

해양수산부·해양환경공단(2024), 2024년 한국해양환경 조사연보, 제29권.

해양수산부·해양환경공단(1997~2024), 해양환경측정망 자료(내부자료).

환경부(2011), 새만금유역 2단계('11~'20) 수질개선 종합대책의 연차별 세부실행계획안.

환경부(2013a), 새만금 개발에 따른 환경관리 통합매뉴얼.

환경부(2013b), 새만금권역 수질관리를 위한 재원확보 방안 연구.

환경부(2021), 새만금유역 제3단계('21~'30) 수질개선대책.

환경부(2022), 새만금유역 제3단계 수질개선대책 2021년 추진실적 이행평가.

환경부(2023), 새만금유역 제3단계 수질개선대책 2022년 추진실적 이행평가.

환경부(2025), 새만금유역 제3단계 수질개선대책 단기대책 종합평가 및 개선방안 마련.

환경부·국립환경과학원(2011), 새만금유역 수질개선 마스터플랜 수립 연구.

국외 문헌

(사)일본수환경학회(2011), 일본의 수환경 행정. 아카데미서적.

워싱턴주 생태과(Water Quality Program) (2018), Water Quality Program Permit Writer's Manual.

유엔환경계획(UNEP)(2015), Compendium of Water Quality Regulatory Frameworks: Which Water for Which Use?

Bayat, J. et al.(2019), Water quality management of an artificial lake, case study: The lake of the Martyrs of the Persian Gulf. In Sustainable and Safe Dams Around the World/Un monde de barrages durables et sécuritaires (pp. 1442-1449). CRC Press.

Chapman, P.M.(2007), Determining when contamination is pollution — Weight of

- evidence determinations for sediments and effluents, *Environment International*, 33(4), pp. 492-501, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.09.001>.
- Cho, D. O.(2007), The evolution and resolution of conflicts on Saemangeum Reclamation Project, *Ocean & Coastal Management*, 50(11-12), pp. 930-944.
- Fischbach, J. R. et al.(2015), Managing Water Quality in the Face of Uncertainty: A Robust Decision Making Demonstration for EPA's National Water Program. RAND Corporation. <http://www.jstor.org/stable/10.7249/j.ctt19w7301>.
- Krenkel, Peter A. and Vladimir Novotny(1980), *Water quality management*, Academic Press London.
- Muller, K. L.(2011), Ecological consequences of managing water levels to prevent acidification in Lakes Alexandrina and Albert: Summary Report. Prepared for Department for Environment and Natural Resources, Adelaide, South Australia.
- Murray-Darling Basin Authority(2015), *Basin Salinity Management 2030 (BSM2030)*.
- Murray-Darling Basin Authority(2021), Review of the elevated salinity event in the lower Darling River March-April 2020.
- Nakamura Masahisa(2002), Lake Biwa watershed transformation and the changed water environments, *SIL Proceedings, 1922-2010*, 28(1), pp. 69-83. <https://doi.org/10.1080/03680770.2001.11902549>
- Pérard, Edouard(2009), Water supply: Public or private? An approach based on cost of funds, transaction costs, efficiency and political costs, *Policy and Society*, 27(3), 193-219, DOI: 10.1016/j.polsoc.2008.10.004
- Wolters E. A. et al.(2022), Public Water Policy Knowledge and Policy Preferences in the American West. *Int J Environ Res Public Health*. 19(5):2742. doi: 10.3390/ijerph19052742. PMID: 35270435; PMCID: PMC8910727.
- Zhang, G. Z., S. C. Huang, and H. M. Zhou(2019), Water quality improvement strategies for a coastal artificial lake. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 267(5). IOP Publishing.

인터넷 자료

공공하수처리시설 현황, <https://www.data.go.kr/data/3073222/fileData.do>(검색일: 2026.1.3.)

국무조정실·국무총리비서실 보도자료(2021.2.24.), '그린성장 실현하는 글로벌 산업 중심지' 새만금 개발, 새 시대의 꿈 품고 날아오른다, <https://www.opm.go.kr/flexer/view.do?ftype=hwp&attachNo=123195&ct=bormappexgvreuwlttt>(검색일: 2025.9.11.)

국무조정실·국무총리비서실 보도자료(2025.5.1.), 새만금 도시계획 정비·수질개선 효과 확인 등 새만금의 친환경 개발 가속화, <https://www.opm.go.kr/flexer/view.do?ftype=pdf&attachNo=147837&ct=qctkkykpdisudmnolac>(검색일: 2025.8.28.)

국토교통부 국토지리정보원(2020), 대한민국 국가지도집 II 2020 수문편, <http://nationalatlas.ngii.go.kr/index.php>(검색일: 2025.11.16.)

대한민국환경대상위원회 홈페이지, <https://www.ecomedia.co.kr/news/newsview.php?ncode=1065570447660204&dt=m>(검색일: 2026.2.19.)

물환경정보시스템, <https://water.nier.go.kr/web>(검색일: 2026.2.2.)

서울신문(2025.9.16.), 새만금 공항 다음은 해수유통?...전북도 "관리수위 지켜낸다", <https://www.seoul.co.kr/news/society/2025/09/16/20250916500074>(검색일: 2025.10.10.)

새만금개발청 홈페이지, <https://www.saemangeum.go.kr/sda/main.do>(검색일: 2025.8.28./2025.11.6.)

새만금유역 통합환경관리시스템, <https://www.eariul.go.kr>(검색일: 2026.2.2.)

연합뉴스(2025.9.4.), 김의겸 "새만금서 조력발전 추진...발전기 14기 건설 시나리오", <https://www.yna.co.kr/view/AKR20250904085700055?section=search>(검색일: 2025.10.10.)

전라일보(2025.2.25.), 김제 용지 정착농원, 새만금 수질개선 위한 축사매입 예산 부족, <https://www.jeollailbo.com/news/articleView.html?idxno=760113>(검색일: 2026.2.19.)

전북일보(2021.2.24.), 새만금 2단계 기본계획 방점은 '속도'... 담수화-해수유통 논

- 란 지속 전망, <https://www.jjan.kr/article/20210224727222>(검색일: 2025. 9.11.)
- 제75차 유엔총회(2020.07.21.) 회의록, <https://docs.un.org/en/a/75/208>(검색일: 2026.2.2.)
- 전북중앙(2024.10.6.), 새만금 이차전지 이익에 가려진 폐수처리 대책 마련 시급, <http://www.jjn.co.kr/news/articleView.html?idxno=984225>(검색일: 2025.8.28.)
- 투데이군산(2024.3.6.), 새만금호 해수유통 하루 1회→2회 확대 결과?...금지사 “수질 개선”, <https://www.todaygunsan.co.kr/news/articleView.html?idxno=15700>(검색일: 2025.8.28.)
- 하천정보관리시스템, <https://www.river.go.kr/summary/riverSummary.do>(검색일: 2025.11.8.)
- 한겨레 21(2023.8.25.), 새만금, 물은 썩어가고 세금도 썩어간다, <https://h21.hani.co.kr/arti/society/environment/54312.html>(검색일: 2026.2.19.)
- 해양환경공단 해양환경정보포털 운영, <https://www.koem.or.kr/site/koem/04/10401060000002019051004.jsp>(검색일: 2026.2.2.)
- 해양환경정보포털, <https://www.meis.go.kr>(검색일: 2026.2.2.)
- 환경미디어(2020.10.7.), 새만금 담수화 지속되면 목표수질 달성 불가해, <https://www.ecomedia.co.kr/news/newsview.php?ncode=1065594168413653>(검색일: 2025.8.28.)
- Federal Judicial Center, Science Resources: Water and the Law, <https://www.fjc.gov/content/376657/water-and-law-what-water-quality>(검색일: 2026.2.2.)
- Google Earth, <https://earch.google.com/>(검색일: 2026.2.2.)
- United Nations (2024), The United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. UNESCO (<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388948>(검색일: 2025.12.5.)
- World Population Review, <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/water-stress-by-country>(검색일: 2026.2.2.)

법령 자료

〈법률〉

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

물관리기본법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

물환경보전법(법률 제21368호, 2026. 2. 19.)

방조제 관리법(법률 제17317호, 2020. 5. 26.)

새만금사업 추진 및 지원에 관한 특별법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

어장관리법(법률 제20945호, 2025. 4. 22.)

하수도법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

해양환경 보전 및 활용에 관한 법률(법률 제19910호, 2024. 1. 2.)

해양환경관리법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

〈시행령〉

새만금사업 추진 및 지원에 관한 특별법(새만금사업법) 시행령(대통령령 제36055호, 2026. 1. 27.)

해수욕장의 이용 및 관리에 관한 법률(해수욕장법) 시행령(대통령령 제35811호, 2025. 10. 1.)

환경정책기본법 시행령(대통령령 제35940호, 2025. 12. 23.)

〈시행규칙〉

물환경보전법 시행규칙(기후에너지환경부령 제13호, 2025. 12. 26.)

하수도법 시행규칙(기후에너지환경부령 제17호, 2025. 12. 31.)

〈고시〉

물환경 목표기준 평가 규정(환경부고시 제2025-165호, 2025.10.1.)

생산단계 농수산물 등의 유해물질 안전기준(식품의약품안전처고시 제2025-4호, 2025. 1. 24.)

수계영향권별 환경관리지역 지정 고시(환경부고시 제2018-6호, 2018. 1. 18.)

어장환경기준에 관한 고시(해양수산부고시 제2017-109호, 2017. 7. 21.)

유역하수도정비계획 세부 단위유역(환경부고시 제2015-234호, 2024. 12. 18.)

유역하수도정비계획 세부 단위유역(환경부고시 제2024-168호, 2024. 8. 22.)

중권역별 물환경 목표기준(환경부고시 제2025-165호, 2025. 10. 1.)

해양환경기준(해양수산부고시 제2018-10호, 2018. 1. 23.)

〈기타〉

California Code, Water Code - WAT § 13050, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displaySection.xhtml?lawCode=WAT§ionNum=13050(검색일: 2026.2.2.)

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2025년

01	청색경제 이행지표 개발 및 투자효과 분석	김주현
02	해양문화산업의 지역 경쟁력 진단과 발전전략 연구	이슬기
03	유해·교란 해양생물 지정 제도 개선방안 연구	정여진
04	해양보호구역의 효과적 관리 방안 연구	김미주
05	해양 복합위험의 실효적 대응 방안 연구	민영훈
06	해양 위성정보 활용 방안 연구	조성진
07	수산업 정책 전주기 연계성 강화 방안 연구	안지은
08	소비자 맞춤형 식품시장 성장에 따른 수산식품산업 대응 방안 연구	임경희
09	외국인 어선원 확보를 위한 제도 개선 연구	정명화
10	수산식품 물가 안정화 방안 연구	박혜진
11	수산물 업사이클링 생태계 조성 방안 연구	이남수
12	어촌과 연안의 통합적 발전을 위한 바다생활권 도입방안 연구	박상우
13	해운 얼라이언스 재편에 따른 영향분석과 대응방안 연구	김병주
14	연안대중교통의 운영 효율성 제고를 위한 정책 연구	류희영
15	그린 암모니아 선박 연료 전환 대응 방안 연구	전서연
16	스마트항만 기술 수용성 제고를 위한 법·제도 개선 방안 연구	이다예
17	탄소중립항만 전환을 위한 항만하역장비 관리체계 개선 방안 연구	이혜령
18	부산항 중장기 발전전략 연구	김근섭
19	재난·재해 대비 항만 위험물 컨테이너 물류공급망 대응 방안 연구	최나영환
20	국제물류시장 공정경쟁질서 확립 방안 연구	김동환

2024년

01	섬·바다·강 연계 관광 네트워크 구축방안 연구	최일선
02	해양 스타트업 실패 자산화 방안 연구	좌미라
03	시민친화적 바닷가 공간 조성에 관한 연구	정치호
04	연안이용 관리 법제 정비방안 연구	최석문
05	특별관리해역 관리제도 재편 방안 연구	최수빈
06	해양관할구역 과세권한의 체계적 배분방안 연구	이혜영
07	어업인의 디지털 전환 수용성 제고방안 연구	오서연
08	수산물 무역(수출입) 단기 전망모형 구축 연구	한기욱
09	어촌소멸에 따른 사회경제적 영향분석과 대응전략 연구	이상규
10	어촌다움에 기반한 어촌공간관리 방안 연구	이승혜
11	파생상품을 이용한 해운선사의 위험관리에 관한 연구 - 운임선도거래(FFA)를 중심으로 -	김한나
12	내항상선 해양사고 경감방안 연구	허성례
13	항만재개발사업 공공성 강화 방안 연구	김세원
14	해외 항만터미널 확보 전략 연구	김근섭
15	항만 하역능력의 서비스 수준 개선 연구	이화섭
16	국내 무역항 거버넌스 체계 개편방안 연구	김근섭
17	선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구	박혜리
18	국제물류기업 육성을 위한 법제 개선방안 연구	최나영환
19	글로벌 공급망 리스크 대응 정책효과 분석 모형 개발 연구	강무홍
20	한-북미 무역구조 분석 및 물류공급망 변화 대응방안 연구	이성우

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2025년

01	해양치유시설 조성·운영 제도 개선 연구	이정아
02	국제 해양질서 전환 대응 해양대외전략 기반 연구	박수진
03	유기수산물품 국제 동등성 확보 방안	오서연
04	선원 복지 개선방안 연구 - 선내 급식을 중심으로	허성례
05	항만재개발사업 추진 체계 재정립 연구 - 항만재개발사업 업무 매뉴얼 개선을 중심으로	김세원
06	군소도서국 해양수산 국제협력 방안 수립	전혜은
07	어촌발전특구 도입을 위한 법·제도 연구	박상우
08	해양생태계서비스 활용 방안 연구	정세미
09	해양에너지 산업 활성화 방안 연구	육근형
10	비관리청항만개발사업 정보화 정책 방향 연구	이종필
11	해양안보 위협지수 개발 및 활용방안 연구 - 선박 이상 행위를 중심으로	민영훈
12	지방관리무역항 보안관리체계 재정립 연구	김가현
13	부산항 터미널 위험물 컨테이너 장치 효율 개선 방안 연구 - 법·제도 측면 -	김우선
14	새만금호 수질관리 강화 방안 연구	장원근
15	미 상호주의 대응 수산분야 비관세장벽 영향 연구	이정미
16	수중레저 안전관리 체계 정비를 위한 제도개선 연구	이정아

2024년

01	해양정보산업 진흥을 위한 제도 개선 방안 연구	김찬웅
02	한-아프리카 국제수산업협력 체계 개선 연구	이채령
03	해양안보 MDA 체계 구축·활용 방안 연구	민영훈
04	인천항 자유무역지역의 효과적 운영을 위한 전략 방안	한장협
05	해양문화자원을 활용한 연안도시활력 증진 방안 연구	이슬기
06	부산항 물동량 유치방안 연구	김은우
07	국제사회의 대북제재 동향과 우리의 대응:해양수산업분야를 중심으로	채수란
08	국내 연안여객선 관광·이용 활성화 방안 연구	이정아
09	내수면어업 허가·신고 제도 개선방안 연구	최순
10	어업선진화를 위한 어업관리체계 개편방안	심성현
11	글로벌 공급망 변동에 따른 해운물류 지원방안	황수진
12	연안 중소선사의 탄소중립 달성을 위한 친환경정책 지원방안	류희영
13	항만기술산업 활성화를 위한 법제도 정비 방안 연구	김보경
14	해양모태펀드 투자활성화 방안 연구	한기원
15	특별관리해역 내 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 강화방안	장원근
16	중대재해처벌법 대응 양식장 안전성 개선 방안 연구	윤미경
17	국가관리연안항 발전전략 수립체계 연구	신정훈
18	글로벌 공급망 대응 해운항만물류 전문인력 양성 발전방안 연구	권보배
19	해양수산 국제개발협력 중장기 전략 연구	전혜은

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2025년

01	해양수산 공공데이터 플랫폼 활용 제고 방안 연구	김성은
02	동아시아 해양플라스틱 오염 대응 자원 조성 방안	이윤정
03	한-아세안 해양협력 전략적 강화방안 연구	최지연
04	수산업 강제노동 규범화 대응체계 구축연구	박찬엽
05	해조류 활용 신산업 생태계 조성 방안 연구	조현주
06	미국 무역환경 변화와 해운-조선산업의 영향 분석 연구	김한나
07	해상운임에 대한 지정학적 리스크의 전이효과 분석	최영재
08	스마트항만 개발 효과 산정 방법론 연구	안승현
09	항만 수급분석 체계화 및 지침 마련 연구	신정훈
10	비컨테이너 부두 하역능력 산정을 위한 적정 점유율 기준 연구	이화섭
11	국가 스마트 콜드체인 물류거점센터 구축연구	조지성
12	해운항만물류 전문인력 중개 플랫폼 모델 개발	권보배
13	미국 이력 추적 의무화에 따른 수산물 수출기업 대응실태 분석 연구	박해진
14	AI 활용 글로벌 수산이슈 및 무역전망체계 고도화 연구	한기욱
15	섬어촌 디지털 정보격차 해소를 위한 정책연구	이상규

Ⅰ 2024년

01	한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안	김엄지
02	전환기 글로벌 해양환경규범의 대응력 강화 연구	박수진
03	해양 지속가능성 시범 평가 연구	최희정
04	Scope 3 기준 원양산업 탄소배출추정 및 대응방안 연구 - 원양저연승어업중심으로	조현주
05	수산물 공급망 관리 개선방안 연구(한태 무역을 중심으로)	한기욱
06	신통상규범 확대에 따른 수산분야 영향 및 대응방안	박해진
07	탄소배출 규제 대응을 위한 컨테이너 선대 교체 수요 추정 연구	최건우
08	연안항개발사업의 경제적 편익에 관한 연구	김성아
09	한국과 미동부 항만 간 녹색해운항로 구축방안 연구	김가현
10	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅲ) - 철광석,화학공업생산품,기타광석,잡화물중심으로	이나영
11	점안 대기시간 감소에 따른 탄소집약도지수(CII) 변화 분석	김보람

수시연구 2025-14

새만금호 수질관리 강화 방안 연구

인쇄 2026년 3월 29일

발행 2026년 3월 31일

발행인 조정희

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 (주)대주애드 (051-803-6630~1)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원

새만금호 수질관리 강화 방안 연구

A Study on Measures to Strengthen Water Quality Management
in Saemangeum Lake



49111 부산광역시 영도구 해양로301번길 26 (동삼동)

TEL. 051-797-4800

FAX. 051-797-4810

