



금강유역물관리위원회

제2차 유역물관리 포럼

주제 전북지역 물관련 현안과 개선방안 모색

일시 '24.04.26.(금) 14:00~17:00

장소 전북특별자치도청 대회의실
전북특별자치도 전주시 완산구 효자로 225



금강유역물관리위원회 제2차 유역물관리 포럼

주제 전북지역 물관련 현안과 개선방안 모색

일시 '24.04.26.(금) 14:00~17:00

장소 전북특별자치도청 대회의실
전북특별자치도 전주시 완산구 효자로 225

PROGRAM

구분	시간	세부내용
개회	14:00~14:05(5')	[사회] 김대하 간사위원
인사말씀	14:05~14:15(10')	금강유역물관리위원회 김건하 위원장 전북특별자치도 김관영 도지사
사진 촬영	14:15~14:20(5')	주요 참석자
주제발표	14:20~15:35(75')	[발표1] 전북도 안정적 농업용수 확보 전북지역 농업용수 현황 및 확보 방안 * 발표자: 장태일 교수(전북대학교 지역건설공학과)
		[발표2] 새만금호 수질개선 방안 모색 새만금호 수질 및 수환경의 이해와 관리방안 * 발표자: 곽동희 교수(전북대학교 바이오융합과학과)
		[발표3] 전북도 물산업 활성화 새만금과 연계한 전북자치도 물산업 활성화 방안 * 발표자: 유규선 교수(전주대학교 토목환경공학과)
휴식	15:35~15:50(15')	휴식 및 회의장 정리
질의응답 및 토론	15:50~16:50(60')	[종합토론] 김이형 금강유역물관리위원회 정책분과위원장
폐회	16:50~17:00(10')	[마무리 말씀] 김건하 금강유역물관리위원회 위원장

목차

주제발표	전북지역 물관련 현안과 개선방안 모색	13
주제발표 1	전북도 안정적 농업용수 확보	15
	– 전북지역 농업용수 현황 및 확보 방안	
	발표자 장태일 교수 (전북대학교 지역건설공학과)	
주제발표 2	새만금호 수질개선 방안 모색	33
	– 새만금호 수질 및 수환경의 이해와 관리방안	
	발표자 곽동희 교수 (전북대학교 바이오융합공학과)	
주제발표 3	전북도 물산업 활성화	49
	– 새만금과 연계한 전북자치도 물산업 활성화 방안	
	발표자 유규선 교수 (전주대학교 토목환경공학과)	

인사말

제2차 금강유역물관리 포럼 환영사

김 건 하 금강유역물관리위원회 위원장



제2기 금강유역물관리위원회 공동위원장 김건하입니다. 먼저 금강유역물관리위원회에서 개최하는 2차 금강유역 물관리 포럼에 참여해 주셔서 감사합니다. 특히, 오늘 포럼은 새롭게 출범한 전북특별자치도의 물관리 관심과 열의를 엿볼 수 있도록 김관영 도지사님께서 참석해주시고 전북도청에서 자리를 마련해주셨습니다. 다시 한번 감사 말씀드립니다.

금강유역물관리위원회는 물관리기본법 제20조를 근거로 설치된 대통령 직속 법정위원회 입니다. 2023년 6월 출범한 제2기 위원회는 같은 해 11월 제1차 금강유역물관리종합계획을 수립·공포하는 것을 필두로 금강유역물관리종합계획의 실행력 제고를 위한 이행계획 수립, 지자체 물 관련 계획의 유역계획과의 부합 여부 심의·의결, 금강유역 주요 현안별 포럼 추진 등 다양한 활동을 수행하고 있습니다.

지난 3월 물의 날에 개최한 금강유역물관리위원회 제1차 유역물관리 포럼은 물관리 일원화 이후 기후변화, 인구 위기, 경제 저성장 시대에 대응하기 위한 유역물관리의 방향 설정, 수리권 원칙 설정, 금강유역 물수급 등에 대한 전반적인 물관리 방향 설정에 대하여 논의한 바 있습니다.

2차 유역물관리 포럼부터는 금강유역 내의 물관련 현안에 대해 세부적, 집중적으로 검토하고 논의하여 해결방안을 모색하는 기회로 삼고자 하였으며, 그 첫 번째로 전북특별자치도를 찾아왔습니다. 잘 아시다시피 전북지역은 예로부터 농업이 발달하고 농업용수도 잘 관리되어 왔으나 이제는 기후변화로 인한 극한 가뭄과 홍수, 생공용수의 부족 등으로 농업용수를 체계적으로 관리하여 사용해야 하는 시기가 왔습니다. 금강하굿둑 해수유통 요구, 새만금호 수질과 수량의 선제적 관리 요구, 전북지역의 첨단 산업의 유치로 도래한 물산업 발전과 물관리 고도화 요구 등 전북지역 물관리 현안의 개선방안을 유역물관리 포럼에서 함께 논의하는 시간이 되었으면 합니다.

금강유역물관리 포럼에서 논의된 안건은 해당 분과위에서 적극적으로 검토하고 나아가 금강유역물관리종합계획의 변경 수립 시 적극적으로 반영하고자 합니다.

주제 발표를 맡아주신 장태일 교수님, 곽동희 교수님, 유규선 교수님께 감사 말씀을 드리며, 전북물포럼에서 참석해 주셔서 좋은 의견 주실 것에 미리 감사드립니다. 오늘 포럼을 기점으로 유역 내 물 전문가들의 소통이 시작되고 나아가 미래세대를 위한 깨끗하고 안전한 물을 지키는 초석이 될 것임을 확신합니다.

감사합니다.

2024년 4월 26일

금강유역물관리위원회 위원장 **김 건 하**

인사말

김관영 도지사 서면축사

김 관 영 전북특별자치도지사



여러분, 반갑습니다. 전북특별자치도지사 김관영입니다.

2024년 금강유역물관리위원회 유역물관리 포럼 개최를 축하드립니다. 오늘 포럼을 위해 힘써주신 김건하 금강유역물관리위원회 위원장님을 비롯한 관계자 여러분께 감사드립니다. 강연과 주제 발표를 맡아주신 장태일·곽동희·유규선 교수님과 토론자분들께도 감사의 말씀을 드립니다.

기후변화로 인한 물위기는 전 세계적인 문제이며 전북지역도 예외는 아닙니다.

전북자치도는 기후가 비교적 건조한 편이며 농업 등 다양한 산업에서 물을 필요로 합니다. 특히, 국지적 가뭄이 빈번하게 발생하는 등 기후변화로 인해 닥칠 물 위기에 선제적으로 대응하기 위해 안정적 농업용수 확보, 새만금의 안정적 개발을 위한 새만금 수질 관리방안, 전북자치도 시대에 맞는 미래를 위한 물산업 활성화 방안이 필요합니다.

전북자치도가 유역 통합물관리를 적극 지원하겠습니다.

금강유역물관리위원회에서 전북지역의 물관련 현안을 살피고 개선하기 위한 논의를 이끌어 간다는 점이 무척 감명 깊습니다. 전북자치도 뿐만 아니라 지역의 관계기관, 전북 물포럼이 금강유역물관리위원회와 함께 통합물관리 실현을 위한 협력을 이어갈 것입니다.

금강유역물관리위원회와의 전북자치도의 소중한 인연을 이어갑니다.

다 함께 머리를 맞대고 지혜를 모으면 해법은 다양해지고 실현 가능성도 높아질 것입니다. ‘전북지역 물관련 현안과 개선방안 모색’ 주제로 열리는 오늘 포럼에서 말씀해 주시는 고견들은 귀담아듣고 정책에 반영하도록 노력하겠습니다. 다시 한번 금강유역물관리위원회 제2차 유역물관리 포럼 개최를 축하드리며, 대한민국과 전북자치도의 앞날을 위해 귀한 시간 내주신 여러분의 건강과 행복을 기원합니다. 고맙습니다.

2024년 4월 26일

전북특별자치도지사 **김 관 영**

인사말

윤준병 국회의원 서면축사

윤 준 병 전북 정읍시·고창군 국회의원



안녕하십니까. 동학농민혁명의 발상지이자 성지인 전북 정읍·고창 국회의원 윤준병입니다.

금강유역물관리위원회 제2차 유역물관리 포럼 개최를 진심으로 축하드립니다.

오늘 포럼 개최를 위해 노고를 아끼지 않으신 금강유역물관리위원회 김건하 위원장님을 비롯한 관계자 여러분께 감사드리며, 바쁘신 일정에도 참석해 주신 김관영 도지사님께 감사드립니다.

아울러, 오늘 전북지역 물 관련 현안과 개선방안을 모색하기 위해 강연을 맡아주시는 장태일·곽동희·유규선 교수님과 토론자분들께도 깊은 감사의 말씀을 전합니다.

지난 16일 세계자원 연구소(World Resources Institute)에서는 전 세계 인구 4분의 1이 사는 25개 국가가 현재 극심한 물 부족에 시달리고 있으며, 2050년에는 물 부족 인구가 지금보다 10억 명 더 늘어날 것이라는 연구 결과를 내놨습니다. 극심한 기후변화로 인해 이제 국가 차원의 물관리는 선택이 아닌 필수인 시대가 되었습니다.

그런 의미에서 이번 금강유역물관리위원회의 포럼 개최는 지자체와 관계기관과 전문가가 함께 전북지역 물 관련 현안과 개선방안을 모색한다는 점에서 큰 의의가 있다고 생각합니다.

금강유역물관리종합계획에는 과거 우리 정읍시민의 젖줄이었던 동진강 유역이 포함되었습니다. 정읍시에서는 동진강을 자연친화적으로 정비·보전하고 친수공간을 효율적으로 사용하기 위해 ‘동진강 회복 프로젝트’를 추진하고 있습니다.

동진강의 치수·이수 기능을 보강하기 위해 16지구 하천정비사업을 추진하였으며, 나아가 동진강을 홍수로부터 안전하고 문화, 생태가 살아있는 수변공간 등으로 재창출해서 시민들께 돌려드리고자 최선을 다하고 있습니다.

오늘 포럼이 전북의 물 관련 현안을 파악하고, 개선방안을 모색하여 기후변화의 취약성에 대비하는 뜻깊은 토론회가 되길 기원합니다. 저 역시 전북지역 국회의원으로서 전북의 통합물관리 실현을 위해 최선을 다하겠습니다.

다시 한번 오늘 포럼을 준비하신 금강유역물관리위원회 관계자 여러분을 비롯한 관계 공무원 여러분께 감사드리며, 오늘 이 자리에 참석하신 모든 분의 건강과 행복을 기원합니다. 감사합니다.

2024년 4월 26일

전북 정읍시·고창군 국회의원 **윤준병**

인사말

안호영 국회의원 서면축사

안 호 영 전북 완주군·진안군·무주군 국회의원



안녕하세요 완주 진안 무주 국회의원 안호영입니다.

금일 개최하는 2024년 금강유역물관리위원회 제2차 유역물관리 포럼을 진심으로 축하드립니다. 오늘 포럼을 마련해주신 금강유역물관리위원회 김건하 위원장님을 비롯한 포럼 관계자 여러분께 깊은 감사의 인사를 드립니다,

또한 바쁘신 일정에도 오늘 강연과 주제 발표를 위해 많은 노고를 아끼지 않으신 장태일, 곽동희, 유규선 교수님들과 토론자분들께도 깊은 감사의 인사를 드립니다.

전 세계적으로 기후변화로 인한 위기에 놓여있습니다. 전북특별자치도는 농업뿐만 아니라 많은 산업에서 물을 필요로 하고 있습니다. 하지만 잦은 가뭄 발생 등 기후변화로 인한 위기에 많은 피해를 입지 않도록 먼저 반응하고 대응해야 합니다.

오늘 오신 전문가님들께서 보다 나은 방안을 마련해 주시어 전북특별자치도에 물 관련 현안을 꼭 해결해 주시리라 믿고 해결방안에 저 또한 전북특별자치도, 금강유역물관리위원회, 전북물포럼 등 관계기관과 많은 협력을 하도록 하겠습니다.

다시 한번 ‘전북지역 물관련 현안과 개선방안 모색’이라는 주제로 열리는 오늘 포럼을 진심으로 축하드리며, 자유로운 주제발표와 토론을 통하여 보다 나은 해결방안이 나오도록 힘써주시길 바랍니다.

감사합니다.

2024년 4월 26일

전북 완주군·진안군·무주군 국회의원 **안 호 영**

인사말

임승식 도의원 서면축사

임 승 식 전북물포럼 공동대표



안녕하십니까? 전북물포럼 공동대표 도의원 임승식입니다.

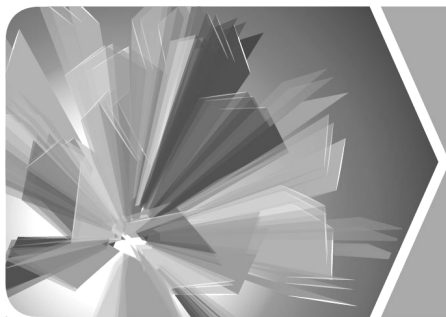
금강유역물관리위원회 제2차 유역물관리 포럼 행사를 2024년 1월 ‘글로벌 생명경제도시’의 비전을 설정하고 새롭게 출범한 전북특별자치도에서 개최하게 된 것을 진심으로 축하합니다. 물관리기본법에서 제시하는 유역 단위 물관리 원칙을 실현하기 위한 금강유역물관리위원회에서 다양한 물관리 이슈에 직면해 있는 전북지역에 직접 방문한 것은 대단히 의미가 있다고 생각합니다. 오늘 이 자리를 마련해준 금강유역물관리위원회 김건하 위원장님과 전북특별자치도 관계자 여러분께 감사드립니다.

최근 기후변화에 따른 기상이변이 지속됨에 따른 지역 내외 물관리 여건은 악화되고 이해당사자 간의 갈등을 유발하고 있습니다. 따라서, 다양한 이해당사자가 참여하고 소통·협력하는 유역 물관리 거버넌스 구축이 필수입니다. 이를 위해 전북특별자치도는 2020년부터 전북물포럼을 운영하고 있습니다. 전북물포럼은 전북지역 내의 물 전문가들의 네트워크를 구축하고 지역 외 전문가들의 지식과 지혜를 지역 내 전문가와 공유하여 지역 내 물정책 개발, 물갈등 해소, 물산업 발전 등에 기여하기 위해 노력하고 있습니다. 산·학·연·관 물 관련 전문가 40여명으로 구성된 전북물포럼은 전북의 물관리 현안에 대한 대응방안을 고찰하고 상호교류 기반을 마련하고 있습니다.

오늘 전북특별자치도의 물관리 이슈 중 농업용수, 새만금 수질, 물산업을 주제로 발제와 토론이 진행될 예정입니다. 오늘 포럼이 전북지역의 물관리 현안 해결에 기여할 수 있는 의미 있는 자리가 되길 기원합니다. 현장의 목소리를 듣고 공감대를 같이 한다면 유역의 물문제 해결을 위한 최적의 해법을 찾아낼 수 있다 확신합니다. 다시 한번 포럼 개최를 축하합니다. 감사합니다.

2024년 4월 26일

전북물포럼 공동대표 **임 승 식**



주제발표

전북지역 물관련 현안과 개선방안 모색

주제발표 1 전북도 안정적 농업용수 확보

- 전북지역 농업용수 현황 및 확보 방안

발표자 **장태일** 교수 (전북대학교 지역건설공학과)

주제발표 2 새만금호 수질개선 방안 모색

- 새만금호 수질 및 수환경의 이해와 관리방안

발표자 **곽동희** 교수 (전북대학교 바이오융합과학과)

주제발표 3 전북도 물산업 활성화

- 새만금과 연계한 전북자치도 물산업 활성화 방안

발표자 **유규선** 교수 (전주대학교 토목환경공학과)



전북도 안정적 농업용수 확보

- 전북지역 농업용수 현황 및 확보 방안 -

장 태 일 교수 (전북대학교 지역건설공학과)

금강유역물관리위원회
제2차 유역물관리 포럼

미래를 이끄는 전북대 100
Global TOP

전북지역 농업용수 현황 및 확보방안

2024.04.26.

전북대학교 지역건설공학과

장태일 교수

자료협조:

전남대학교 윤광식 교수
한국농어촌공사 전북본부
한국농어촌공사 물관리지원단

목차

1. 전북지역 농업용수 시설 및 공급 현황
2. 농업용수 주요 이슈에 대한 해외 사례
3. 전북지역 농업용수 효율적 이용 및 확보 방안, 그리고 시사점

전북지역 농업용수 시설 및 공급 현황*

*출처: 전라북도 농업용수 활용실태 조사 및 다변화 방안 연구(전북대, 2020)

농업용수: 정의

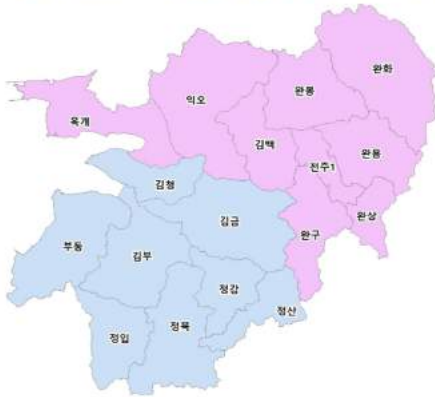
- 사전적 의미: 농사에 필요하여 논밭에 대는 데 드는 물
- 농어촌정비법: 농어촌지역에 필요한 생활용수, 농업용수, 공업용수, 수산용수와 환경오염을 방지하기 위한 용수를 농어촌용수로 정의
 - 농촌용수: 수산용수를 제외한 용수
- 농업용수(협의) → 농촌용수(광의): 농업용수의 개념이 지역의 생활환경 개선 등을 포함하는 다양한 포괄적 개념으로 전환

구분	종류	용도
농업용수 (협의)	관개용수	논, 밭관개, 하우스 등
	수로유지용수	취수위 유지, 잡초방지 등
	영농용수	토양침투, 냉해 및 풍해방지, 방재, 시비용수 등
지역용수 (광의)	지역사회 활동용수	생활용수, 소방, 양어, 수차 및 소수력 발전 등
	레크레이션 용수	경관보전, 공원용수, 친수, 수영, 물놀이 등
	환경용수	생활 및 수질 보전, 지하수 함양 등

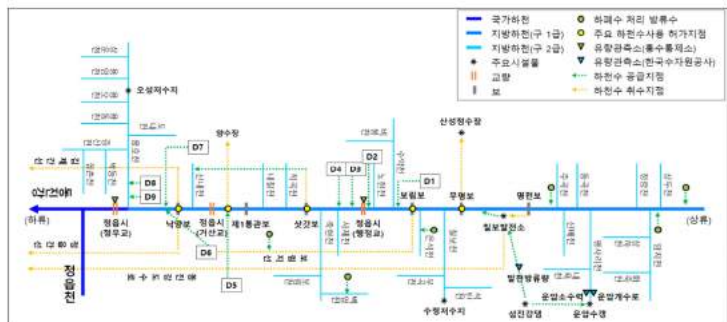
만경·동진강유역 농업용수 시설 현황

• 농어촌용수구역

- (농어촌정비법 시행령) 농지, 농어촌의 취락과 그 밖에 농어촌용수 이용 합리화계획의 수립이 필요한 농어촌지역과 관련된 소규모의 유역, 소하천으로 수질의 관리 및 보전이 필요한 유역
- 국내 농어촌용수구역: 총 511개
- 전라북도: 52개, 만경·동진강 유역: 17개



새만금 유역 농어촌용수구역 현황



동진강 유역 농업용수 공급체계 모식도

금강유역위 유역물관리 포럼

 전북대학교

- (만경·동진강 유역) 양수장: 399개소

- 만경강유역 225개소, 동진강유역 172개소, 유역외 2개소(금강호)
- 관개면적: 만경강유역 33,537ha, 동진강유역 45,365ha, 유역외 18,697ha
- 관리주체: 한국농어촌공사 356개소(97,073 ha), 시군 43개소(256 ha)

- 양배수장: 11개소

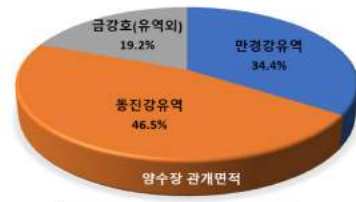
- 만경강유역 1개소, 동진강유역 10개소
- 관개면적: 만경강유역 47ha, 동진강유역 4,134ha
- 관리주체: 한국농어촌공사 11개소

- **관정: 1,006개소**

- 만경강유역 557개소, 동진강유역 449개소
- 취수량: 만경강유역 163,108m³/일, 동진강유역 104,603m³/일
- 관리주체: 한국농어촌공사 145개소(44,537m³/일),
시군 861개소(223,174m³/일)

• 보: 276개소

- 만경강유역 169개소, 동진강유역 107개소
- 관개면적: 만경강유역 20,679ha, 동진강유역 20,438ha
- 관리주체: 한국농어촌공사 162개소(40,554ha), 시군 114개소(563ha)



유역별 양수장 관개면적



유역별 보 관개면적

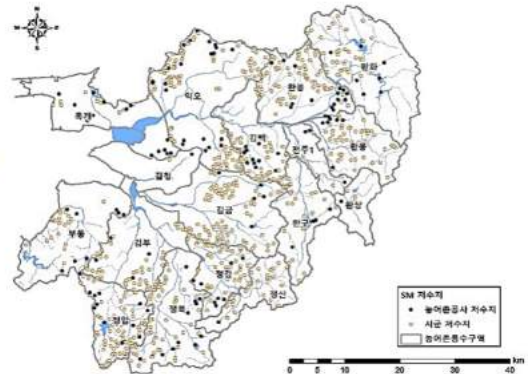
출처: 국가수자원관리종합정보시스템(만경·동진 대권역 자료)
*기준년도에 따른 수치 변동 가능

금강유역위 유역물관리 포럼

 전북대학교

• 저수지

- 만경강유역 419개소(32,297ha), 동진강유역 374개소(16,923ha)
- 관리주체: 한국농어촌공사 140개소, 시군 140개소(2020년 기준)
- 유효저수량: 만경강유역 155,956천m³, 동진강유역 88,450천m³
 - 관리주체: 시군 15,834천m³, 한국농어촌공사 228,573천m³
 - 규모 1,000천m³ 이상(전체 유효저수량 88%, 관개면적 83%): 32개소(한국농어촌공사)



*기준년도에 따른 수지 변동 가능

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

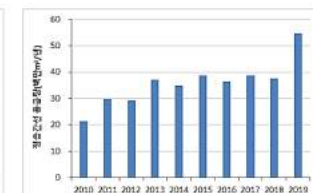
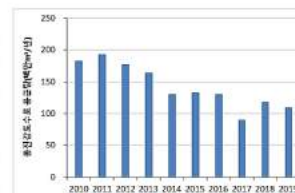
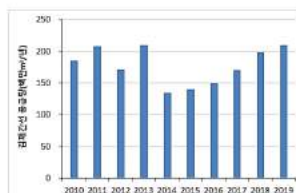
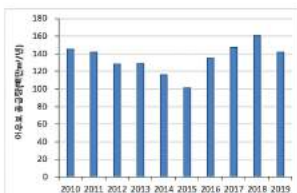
만경·동진강유역 농업용수 공급 현황

• 농업용 간선수로 공급량 ('10~'19년)

- 어우보(대아대간선): 연장 67km, 연평균 135백만m³ 공급
- 동진강도수로: 연장 67km, 143백만m³ 공급
- 김제간선: 연장 59km, 178백만m³ 공급
- 정읍간선: 연장 29km, 36백만m³ 공급
- 나포양수장(익산도수로): 연장 28km, 79백만m³ 공급
- 서포양수장(옥구도수로): 연장 19km, 83백만m³ 공급

• 지하수 농업용 이용량 ('10~'19년)

- 논 공급량 2015년 이후 감소, 밭 공급량 증가
- 지하수 이용량('18년): 전체 이용량 중 농업용지 80.4% (54.5백만m³ (논 65%, 밭 35%))



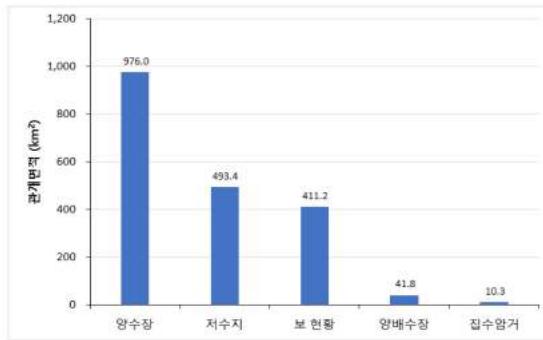
주요 간선수를 통한 공급량

금강유역위 유역물관리 포럼

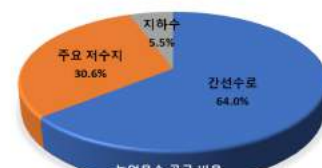
전북대학교

• 농업용수 이용체계

- 관개면적: 양수장 976.0km²로 전체의 50.5%
- 수리시설 관개면적 증폭(73.9%): 논과 밭(1,112km²) < 수리시설(1,932 km²)
- 수리시설별 정확한 관개면적 현행화 필요



새만금유역 수리시설 관개면적



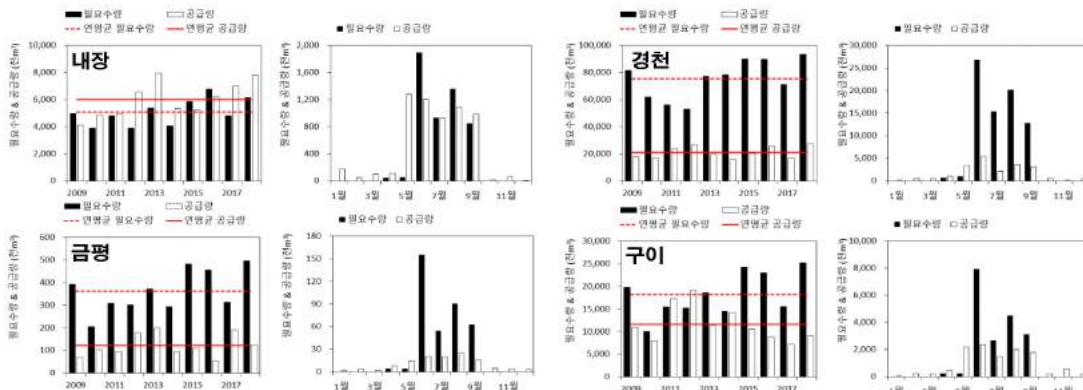
농업용수 공급 경로의 농업용수 비율

*기준년도에 따른 수치 변동 가능

주요 저수지별 농업용수 적정 필요량 비교 평가

• 저수지별 농업용수 필요량 및 공급량 ('20년 분석 기준)

- 공급 > 필요수량: 기지, 당월, 수청, 월산, 내장, 입남, 동상 등 총 7개소
- 공급 < 필요수량: 나머지 저수지 58개소
- 자료 수집에 한계가 있으며 추가적인 분석 필요



저수지별 농업용수 필요량 및 공급량 분석 결과

*분석 기준년도에 따른 필요수량 모의 결과 적용

• 농업용수의 타용도 전환 가능성 검토 ('20년 분석 기준)

- 저수지 저수율에 따른 잠재적공급가능성 분석('09~'18)
 - 농어촌용수구역별 저수지의 연평균(10년) 저수율이 60% 이상이면 가뭄관리 기준에 따른 잠재적공급가능량이 있는 것으로 판단하여 산정(연구자 임의 설정 기준으로 추가적인 논의 필요)
- 평균 잠재적공급가능저수율 14.8%, 총 잠재적공급가능량 16,291천m³
- 비관개기간(10월~3월) 89.5천m³/day 공급 가능
 - 각 저수지의 관개지역에 농업용수 공급량은 저수지의 저수율 자료만으로 분석했으므로 전체 농업용수 공급량은 다른 공급원에 의한 불확실성을 내포하며, 향후 해당 관개지역의 상세한 농업용수 이용체계 등 추가적인 분석이 요구됨

농어촌용수구역별 저수지의 잠재적공급저수율 및 잠재적공급가능량(천m³) 분석 결과

용수구역	평균 저수율	잠재적공급가능저수율 (평균저수율 - 60)	잠재적공급가능량 (천m ³)	비관개기간 잠재적공급가능량 (천m ³ /day)
김금 (n=4)	77.2	17.2	1,653	9.08
김백 (n=10)	81.2	21.2	278	1.53
김부 (n=1)	78.2	18.2	181	0.99
김청 (n=1)	77.4	17.4	588	3.23
부동 (n=5)	70.1	10.1	1,571	8.63
옥계 (n=6)	72.3	12.3	3,107	17.07
완구 (n=3)	77.7	17.7	2,289	12.58
완봉 (n=5)	75.5	15.5	1,070	5.88
완용 (n=2)	78.4	18.4	373	2.05
완화 (n=7)	71.5	14.0	2,976	16.35
익오 (n=6)	84.6	24.6	109	0.60
전주1 (n=3)	79.4	19.4	160	0.88
정감 (n=1)	68.9	8.9	214	1.17
정북 (n=4)	70.1	10.1	1,304	7.17
정산 (n=1)	54.8	-	-	-
정입 (n=6)	71.4	11.4	417	2.29
합계 (n=65)	74.3	14.8	16,291	89.5

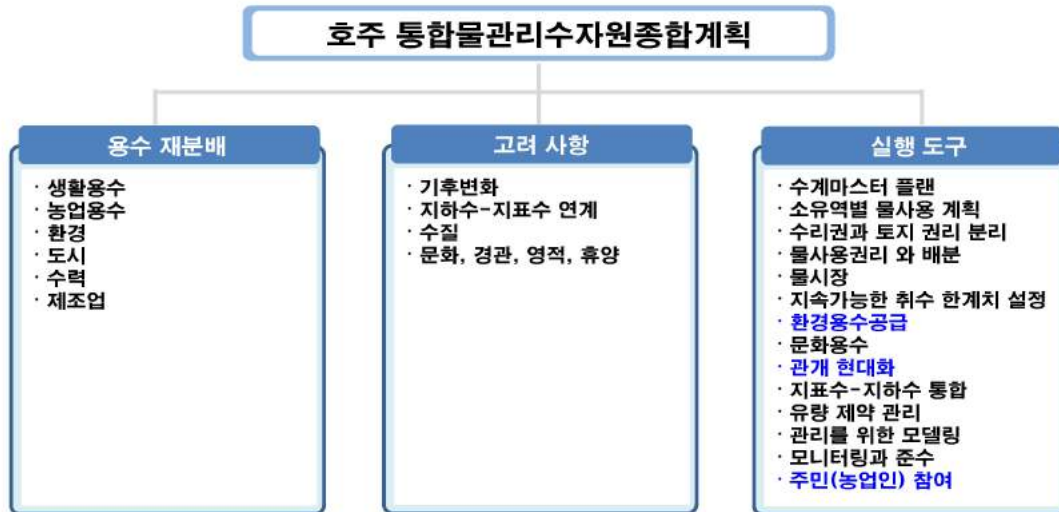
농업용수 주요 이슈에 대한 해외 사례*

- 관개시설 현대화 및 사용료 -

*출처: 통합물관리에 따른 영성유역 내 복합농지 대상 농업용수
실사용량 분석 및 적용방안(전북대, 2020)

농업용수 공급 시스템 현대화 해외 사례

- 호주 통합물관리수자원종합계획(Basin Plan) (2012)



금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

관개 현대화 사업: 누수저감+정밀계측+원격제어+절수관개

Water Within The District	Foulburn component of GMID		Murray component of GMID		Total Irrigation District	
	Average Inflows	Reduced Inflows	Average Inflows	Reduced Inflows	Average Inflows	Reduced Inflows
Actual Diversions at river offtakes	1760	1350	1110	965	2890	2335
On-Farm Metered Allocations to Irrigators	1305	932	715	623	2020	1555
Losses due to System Inefficiency	475	418	395	362	870	780
Total System Efficiency		69%		63%		67%

누수/증발량: 1/3 절감 목표
사업 후 효율 개선: 5~8 %



누수 저감



정밀 계측



원격 제어

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

관개 현대화 사업: 수로계측 + 원격제어 시스템



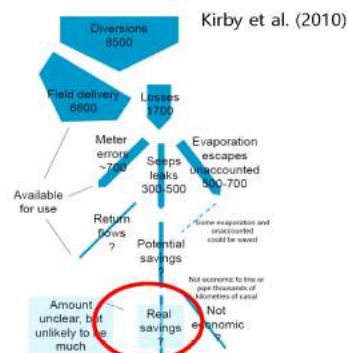
금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

관개 효율 개선과 환경유지용수와의 관계는?

Water savings from delivery efficiency improvements..... How much can we find?

Mac Nulty, Mahmoud El-Arabi, Zaira Taylor, Adnan Aslam and Tony Ward
Climate Land and Water, Canberra, Australia, * Murray Darling Basin Authority, Canberra, Australia



- 관개 송수효율 개선 ~ 환경 용수 기여량 불확실성
- 추정치가 여러 번 바뀌게 됨
- 잠재적 절약 가능량 vs. 실제 절약 가능량?

- 손실의 일부는 회귀수로 이미 환경용수 역할 수행 (Rosaline et al., 2014)

- 회귀수량에 대한 더 많은 측정과 평가 연구 필요

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

호주 수자원계획 농업인 반발 ▶ 주민 동의와 참여 유도

원칙

1. 농업인의 세계관과 관심사 이해
2. 계획과 투자
3. 초기 단계부터 시작
4. 소통과 상담 공개적으로 자주
5. 사람을 대상: 항상 이성적, 합리적, 일관성, 예측 가능하지 않음
6. 관계가 매우 중요: 신뢰 구축에 에너지와 시간 투자
7. 쉽지만 어려운 경청, 공감, 진정한 이해
8. 타협: Win-Win
9. 성공과 기대치 관리
10. 주민(농업인) 이 문제 해결 주인공이 되도록 책임 이양

출처: Scofield (2019)

Basin Plan goes up in flames!!



호주 통합물관리 관개 현대화 사업

기본정신: 지속가능한 관개와 환경요구 충족을 위한 물 분배

성과

- 누수절감
- 가뭄 대응
- 환경용수 공급
- 계속 기술 개발
- 경제 부흥
- 고용 창출
- 지역 활력
- 물 회계 발달

문제점

- 손실량 불확실성
- 여유수량 정의와 계량화 불확실성
- 회귀수량 역할에 대한 이해 부족
- 환경용수 실제 기여 미흡: 물시장에 비해
- 가뭄위주 대책: 홍수 피해
- 철저한 사전 검토 부족, 너무 신속한 진행: 부족한 데이터, 예타만으로 시행
- 과도한 사업 규모
- 새로운 시스템 유지관리 비용 발생
- 사업후 타용도 전환에 대한 농업인 반발
- 현대화 혜택이 모든 농업인에 가지 않음
- 관개 농업인 의견 정부 모니터링 부족
- 멜버른 도시 용수 공급 실패

시사점

- 독높이 사업후 장기 물수지와 환경용수 공급 정밀 분석: 설계 vs. 실제 고찰
- 새로운 기반 시설 도입 전 운영과 유지관리 문제 분석
- 극한 가뭄시 환경용수 제한
- 최대한 소프트웨어적 접근 후 하드웨어 개선
- 주민(농업인) 참여

농업용수 사용료 징수 해외 사례

- 중국의 농업용수 사용료 징수 사례 (Wang et al., 2004)

중국 농업용수 사용료 징수 변천 과정

전통적인 문제

- 낮은 관개용수 가격
- 낮은 물공급 비용 회수율
- 낮은 징수율
- 실제 농민 부담은 큼 (과다 청구)

1949

- 10년간 무료

1964

- 수수료 징수 및 관리 시범 조치

1980

- 요금 검증 대책, 수집 및 관리에 관한 조치
- 농업용수 가격 비용기준 결정

2003

- 관개용수 가격에 대한 행정 조치
- 이익과 세금 제외한 생산가와 행정수수료

2006

- 농촌 세금 폐지
- 농업용수가 유일한 세금
- 징수 거부 운동

2008

- 농업용수 사용료 면제
- 도/농 경제적 격차에 따른 복지 차원 (물 사용료가 생산비 10%)

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

중국 농업용수 사용료 징수 딜레마 분석

딜레마 원인

농촌세 개혁 이전

- 농업용수 사용량 계량시설 부족
- 수로손실 물 값에 포함 (80% 까지)
- 요금 징수 투명성 (과징)

농촌세 개혁 이후

- 농촌세 폐지에 따른 수세폐지 농민 요구 증대
- 농촌세 폐지에 따른 재정악화, 이에 따른 유지관리 부실과 농민 수세지불 거부

딜레마 대응

징수 증대 노력(북부)

- 관개인프라 개선 및 계량시설
- 물정보 공개
- 멀티켓 판매
- 수리조합 설립 장려

농업용수 사용료 면제(남부)

- 재정 양호 지역
- 경제 발전에 따른 도농 격차 해소
- 면제후에도 농업인 말단 관개 참여
- 수리조합은 수수료 징수 가능

농업용수 사용료 면제 장단점

- 농업인 재정적 부담감소
- 기관 징수 비용 감소 (70% 월급, O&M 20-30%)
- 유지 관리 비용 총량에 따른 지방정부 재정 부담
- 물사용 효율 저하

사용료 면제 대안 정책 제안

- 관개지구 재정 중앙 정부 보조금 증대
- 말단 관개 시스템 관리 개혁
- 말단 관개시스템 O&M 농민 역할 명시
- 농민 수익 자부담 원칙
- 기본 수자원량 할당과 초과분 요금 부과

결론

- 중국 자연지리와 지역 경제 발전 등 다양성 고려
- 농업용수 징수 딜레마 해결을 위한 다양한 정책 도입

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

전북지역 농업용수 효율적 이용 및 확보 방안, 그리고 시사점



만경·동진강유역 주요 쟁점

• 유역 내 물관리 현황 및 이슈

– 출처: 금강유역물관리종합계획 수립(안) 연구용역(2021)

- 용담·섬진강댐 용수배분 문제
- 금강 하구둑의 해수유통 등 개방 문제
- 농업용수 효율화 및 농업 유래 비점 관리
- 새만금호의 수질 개선 문제



타 유역물관리계획 대비
행정구역, 하천, 수계 등
다양하고 복잡



이슈	세부내용
유역 전체	<ul style="list-style-type: none"> • 유역 외 유입되는 용수배분 문제 → 대부분 농업용수로 활용, 물이용 부담금 제도 보완 • 외부 유입량에 대한 의존도가 높고, 농업용수 물수지 파악 곤란 → 계속 계량화, 유역 물관리 문제 • 금강하구둑 이슈에 따른 지역 갈등 • 전주권 광역상수도 문제: 노후화 등
농업용수 관리의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용수 부족에 따른 확보방안 모색: 농업용수 관리 효율화 • 농업 및 축산 유래 비점 관리 • 흐름이 차단(제수문)된 하천(정체) → 농업배수의 하천 직유입 → 수질악화 개연성 존재 • 인력중심의 경험적 물관리 운영 및 농업용수 시설 노후화, 시설관리 이원화(지차제, 공사) • 하천건천화 방지를 위한 농업용 저수지 활용(농업용저수지: 하천유지유량 미반영 설계)
새만금호 수질개선	<ul style="list-style-type: none"> • 만경·동진강의 지속가능한 수질 관리 및 수생태계 건강성 확보 • 어우보 및 낙양보의 하천유지용수 확보

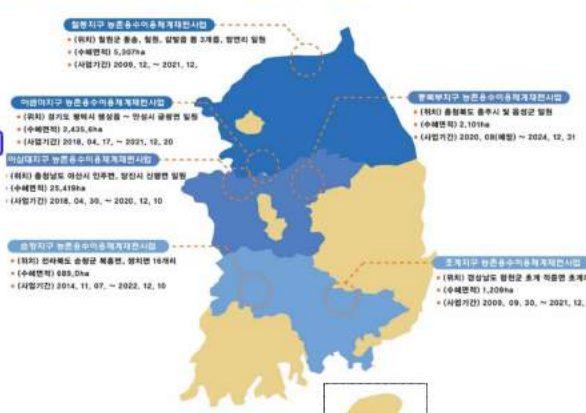
농업용수 효율적 이용 및 확보 방안

• 농촌용수 이용체계 재편사업

- 농촌지역의 다양한 용수수요에 대처하고 지역간, 수계간 용수수급 불균형해소를 위해 기존 시설물의 리모델링 등에 의한 소규모 수리시설을 통한 재편하여 농촌용수의 효율적인 개발·이용·관리 체계 구축
- 사업 유형: 담수호-저수지, 저수지-저수지, 하천-저수지 등 유역간 연계
- 2020년 기준 7,485억원 투입 12개 지구에서 체계재편사업을 실시(준공 4, 시행중 6, 신규 2)



농촌용수이용체계 재편사업(한국농어촌공사)



농촌용수이용체계 재편사업 시행지구(한국농어촌공사)

• 생산기반정비계획 (2023~2032)

목표	복합영농	물 이용	물 안전	물 환경
추진 배경	논 범용화 기반 조성으로 다양한 작물재배	물 관리 고도화로 물을 편리하게 이용	재해불확실성 증가에도 안정적으로 영농	농업·농촌의 여메니티 증진
주요 과제	<p>① 논 범용화 기반 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> 다양한 작물 재배가 가능한 논 배수개선 시설원에·발작물 맞춤형 용수공급 간척지 등 다양한 작물재배기반 확충 새만금 첨단영농 기반조성 	<p>① 물 관리체계 개선 및 이용 효율성 증진</p> <ul style="list-style-type: none"> 디지털 계측 기반 스마트 물관리 용수로 체계 개선 물 이용 전 과정 계측체계 마련 농업계 물관리 참여확산 <p>② 시설물 관리 체계화</p> <ul style="list-style-type: none"> 시설물 정보 확충 및 체계화 시설물 관리 자동화 확산 	<p>① 안전관리체계 재정립</p> <ul style="list-style-type: none"> 안전 진단·점검 체계 강화 보수·보강 등 방향 정립 재해 발생시 대응 체계 강화 <p>② 재해 증가에도 안전한 기반장비</p> <ul style="list-style-type: none"> 홍수에 안전한 물관리 물 걱정없는 가뭄위기 대응 지진 대응능력 강화 계측장치 설치로 상시 안전관리 	<p>① 안전하고 깨끗한 물 공급</p> <ul style="list-style-type: none"> 수질 모니터링 강화 수질개선사업 확대 수질오염사고 대응 <p>② 환경·생태를 고려한 기반장비</p> <ul style="list-style-type: none"> 수로 환경·생태시설 확충 농촌형 물순환 체계 구축 추진

출처: 생산기반정비계획(2023~2032)
(한국농어촌공사, 2023)

- 논 범용화 기반조성



- 다양한 작물재배가 가능한 논 배수개선**
- ▶ 발작물 재배지역 중심으로 배수개선 확대(303천ha→330, 증 17)
 - ▶ 논 침수위험지도 제작·보급 검토('24~)



- 시설원예·발작물 맞춤형 용수공급**
- ▶ 논 범용화 용수공급체계 구축사업 추진('23~)
 - ▶ 벼 외 다양한 작물재배지역 중 물 부족지역 지하수 공급사업('24~)



- 간척지 등 다양한 작물재배기반 확충**
- ▶ 쌀 외 다양한 작물 재배구역 별도 지정 및 시범 운영('23~)
 - ▶ 간척지의 농어업적 이용 종합계획 수립('24)
 - ▶ 임대간척지 쌀 외 다양한 작물재배시 인센티브 제공(계속)
 - ▶ 금강지구 영농편의 증진사업('22~31) 추진시 첨단복합영농 시범단지(8개소 605ha) 조성('25~'28)



- 새만금**
- ▶ 새만금 농생명용지 활용방안 연구용역 추진('23~'24)
 - ▶ 새만금 농생명용지 활용계획수립('25)

출처: 생산기반정비계획(2023~2032) (한국농어촌공사, 2023)

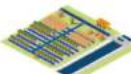
금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

- 물 관리체계 개선 및 이용 효율성 증진



- 디지털 계속 기반 스마트 물관리**
- ▶ 저수용량 30만㎥ 이상 저수지 용수 공급 가동량 조사('23~)
 - ▶ 저수용량 30만㎥ 이상 저수지 공급량 계속장치 설치·운영('21~)
 - ▶ 전국 511개 용수구역별 물 수급 분석('21~'23) 및 농촌용수 이용합리화계획 수립('24)



- 용수로 체계 개선**
- ▶ 한국농어촌공사 관리 수로 개방도를 3차원 디지털화('22~'24)
 - ▶ 용수로 체계 개선(홍수로→구조물화 또는 관수로화)
 - 관수로 설치 가이드라인 마련('23)
 - 농촌 물순환 구축사업 추진('24~)



- 농업계 물관리 참여 확산**
- ▶ 전국(국회·농공학회) 또는 지역(농공학회·지자체·한국농어촌공사·농업인단체) 단위의 물포럼 운영
 - ▶ 농업인 중심 권역별(경기·강원·충청·전라·경상) 물 관리체계 구성 및 시범운영('21~'25)

▶ 시설물 관리·운영 고도화



- 시설물 정보 확충 및 체계화**
- ▶ 77천여 수리시설에 대한 정보화를 한국농어촌공사 관리 시설에서 지자체 관리 시설까지 확대('21~'23)



- 시설물 관리 자동화 확산**
- ▶ 한국농어촌공사 93개 전 지사에 '25년까지 수리시설 원격가동시스템 도입 (現 75개 지사 도입)

출처: 생산기반정비계획(2023~2032) (한국농어촌공사, 2023)

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

전북지역 농업용수 관련 사업 계획

- 금강지구(대단위 농업개발) 영농편의 증진사업
 - 대단위농업개발사업 구역 내 소규모 농경지 등 영농불편지역 중심으로 쌀 외 다양한 작물재배가 가능하도록 재정비 추진
 - 시범단지 조성* 추진(~'28): 판폰드 및 관수로 설치로 쌀 외 다양한 밭작물재배가 용이하도록 기반 조성
 - * 2개 공구 8개소 (군산 4, 익산 4): 605ha, 344억원
- 수로계통도 디지털화 사업
 - 분석 및 개선 등 물 이동의 효율성 제고('22~'24)
 - 수로 내 흐름 시뮬레이션 등을 통해 들녘별 용수 과잉·부족량을 파악하여 용수개발, 물 관리 효율화 도모
 - 농업용 수로의 규격(폭×높이), 정확한 위치(고도) 등을 토대로 실제 물 흐름을 재현하여 물 관리 어려움 해소
- 논 범용화 용수공급체계구축(맑은 물 공급사업): 정수비용 분담 방안과 연계하여 추진 검토('23~)
 - 논 시설원예작물 집단재배지역 적합한 용수 공급
 - (현행) 하천변 관정 활용 시설원예작물 집단재배시 수량 부족, 수질 문제(철분 등)
 - (개선) 양수장·정수시설을 설치하고 관수로로 통해 안정적으로 깨끗한 물 공급
- 디지털 계측 기반 스마트 물관리
 - 농어촌용수구역(511개) 중 이수안전도가 낮은 구역 중심으로 순차적으로 세부 계획 수립('24 ~)

▶ 스마트 물관리 계획 일정

(단위 : 개소)

설치대상	설치조건	설치수량	설치 현황 및 계획	
			~ '22까지	'23 ~
한국농어촌공사 관리 저수지	저수용량 50만㎥ 이상	수위계 1,074개소	1,074	-
951개소	저수용량 50만㎥ 이상	유속계 1,074개소	396	678

출처: 생산기반정비계획(2023~2032) (한국농어촌공사, 2023)

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

• 동진강유역 농업용수 확보계획

- (하천저류) 6개소 하천(보)의 제수문을 조기에 닫고 관리수위까지 저류(8백만톤)
 - 6개소: 동진(신평천, 원평천), 부안(주상천, 고부천), 정읍(낙양보, 동진강)
- (저수지 저류) 6개소 저수율을 하천 양수, 유입량 저류 등으로 75~80%까지 비축(9백만톤)
 - 6개소: 동진(능제, 백산제), 부안(청호제, 고마제), 정읍(흥덕제, 수형제)
- (하류부 보충수원) 김제지역은 금강물 도수(11백만톤) 및 부안지역은 조류지(4백만톤), 부안댐 용수(4백만톤)로 보충수 확보(19백만톤)
 - 금강물 도수(김제 능제, 백산제, 말단부 보충) / 개화조류지 및 부안댐(청호제 보충)
- (상류부 하천/배수로 퇴수 양수) 정읍은 하천/배수로 퇴수(정읍천, 축현천, 고부천)를 대형양수기(10~30대)로 양수하여 수로에 공급(15백만톤)



농업용수 확보대책: 사전저류(하천저류), 퇴수재활용(하천수), 보충수(금강 도수)

출처: 한국농어촌공사 내부자료 (2023)

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

• 가뭄 항구대책(안)

– 수계간 물 연계 활용: 437,194백만 원

- 양수장 1개소($Q=6.4\text{ m}^3/\text{s}$), 가압장 1개소($Q=2.2\text{ m}^3/\text{s}$), 조절지 1개소(내용적 133만 m^3), 송수관로 $L=49.3\text{km}$ ($D=2,000\text{mm}$)



– 저류시설 및 양수장(신규, 기설) 활용: 95,125백만 원

- 양수장 1개소($Q=1.8\text{ m}^3/\text{s}$), 저류지 3개소(개소당 내용적 200천 m^3), 송수관로 $L=44.0\text{km}$ ($D=1,200\text{mm}$)



– 추가 용수원 개발: 155,000백만 원

- 취입보 1개소($L=900\text{m}$), 양수장 2개소($Q=1.8\text{ m}^3/\text{s}$), 송수관로 $L=13.5\text{km}$ ($D=1,000\text{mm}$)



출처: 한국농어촌공사 내부자료 (2023)

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교

통합물관리에서의 농업용수 관리 시사점

- 유역계획 수립을 위한 구체적인 장기 로드맵 필요
- 정책 시행 과정 갈등과 마찰 시뮬레이션과 최소화 방안 강구
- 타부처 농업용수 이해 및 실태 파악 필요
- 국가물관리기본계획 농업용수 관련 제도 도입시기 완급 조절 필요
- 통합물관리 도입으로 인한 새로운 농업용수 인프라 조성 가능성 대비: 잠재적 운영 및 유지관리 문제
- 통합물관리의 기본정신: 거버넌스 구축 및 참여 확대 (물리적 요소에 앞서 관계에 대한 이해 우선 필요)
- 농업용수 수요관리제도 개선: bottom up 트렌드에 퇴행 및 책임 소재 불명확, 말단 농민 관리 참여
- 농업용수 공급 부족 대비 관개 효율화 적극적 재정 지원(홍수/가뭄 극한 상황 고려)
- 대규모 농업용 저수지 연계 물관리 방안: 환경유지용수 등 타용도로의 연계 및 활용방안 모색
- 하구 관리 프로그램(간척지 토지 이용 계획, 하구둑 관리 등): 농식품부 참여 필요

금강유역위 유역물관리 포럼

전북대학교



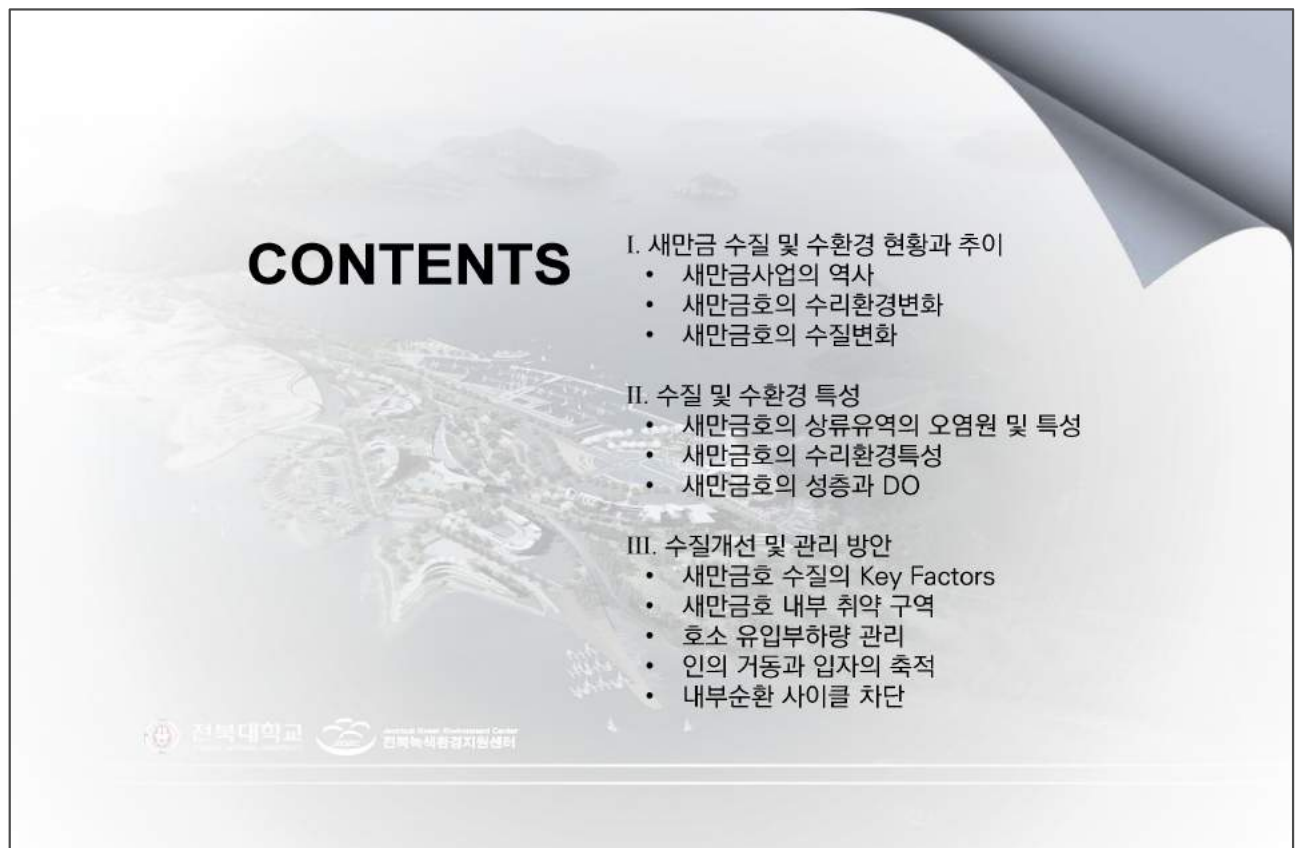
• ANY QUESTIONS?

전북대학교 지역건설공학과
장태일 교수
Email: tjang@jbnu.ac.kr

새만금호 수질개선 방안 모색

– 새만금호 수질 및 수환경의 이해와 관리방안 –

곽 동 희 교수 (전북대학교 바이오융합과학과)



새만금 사업, 변천의 역사

3 / 26



새만금 내부개발 현황

4 / 26

내부개발 현황

- 매립·조성 : 계획면적 291㎢ 중 48.0% (23. 1. 기준)
- 기반시설 : 동서, 남북도로 준공, 신항만, 국제공항, 철도 등 추진 중
- 내부준설 : 호내준설 계획량 5.66㎢ 중 30.8% (23. 7. 기준)

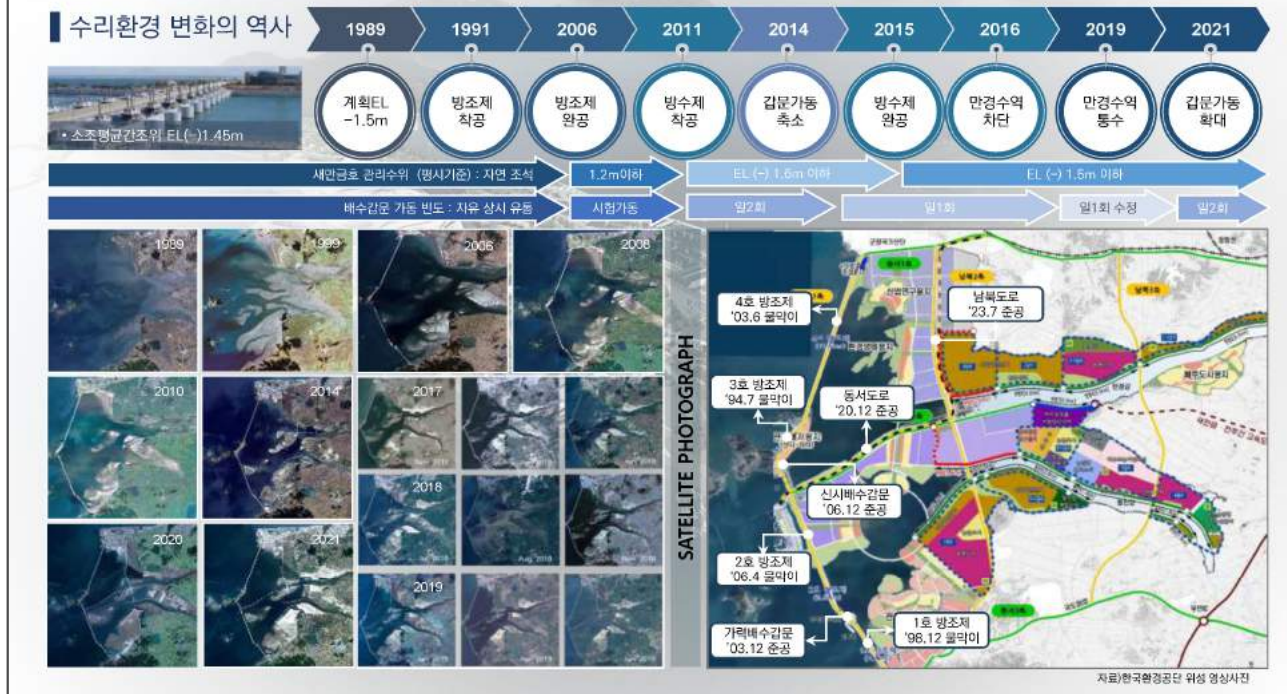


새만금 간척지 매립, 토지조성, 준설 현황

용 지	매립필요 면적		매립현황				사업시행자	대상 용지	계획량 (천㎡)	총준설량(천㎡) (개사·2023년 7월말 기준)
	㎢	%	계	완료	진행 중					
계	291.0	100.0	137.4	47.2	90.0	22.2		도로공사	21,442	21,420
농생명용지	103.6	35.6	94.3	91.0	55.5	3.6	농림축산식품부	환경생태용지	1,150	1,159
산업연구용지	56.0	19.2	8.3	14.8	8.1	0.2	한국농어촌공사	방수제	29,555	29,555
관광레저용지	37.6	12.9	15.1	40.2	6.3	8.8	전북개발공사 등	농생명용지	92,343	74,217
환경생태용지	49.8	17.1	0.8	1.6	0.8	-	전북지방환경청	관광레저용지	27,361	23,096
배후도시용지 등	10.0	3.4	-	-	-	-	미정	복합개발용지	155,801	20,624
복합개발용지 (국제협력용지)	19.8	6.8	6.6	33.3	-	6.6	새만금개발공사	산업연구용지	44,825	4,322
기타(방수제 등)	14.2	4.9	12.3	86.6	9.3	3		계	372,477	174,393

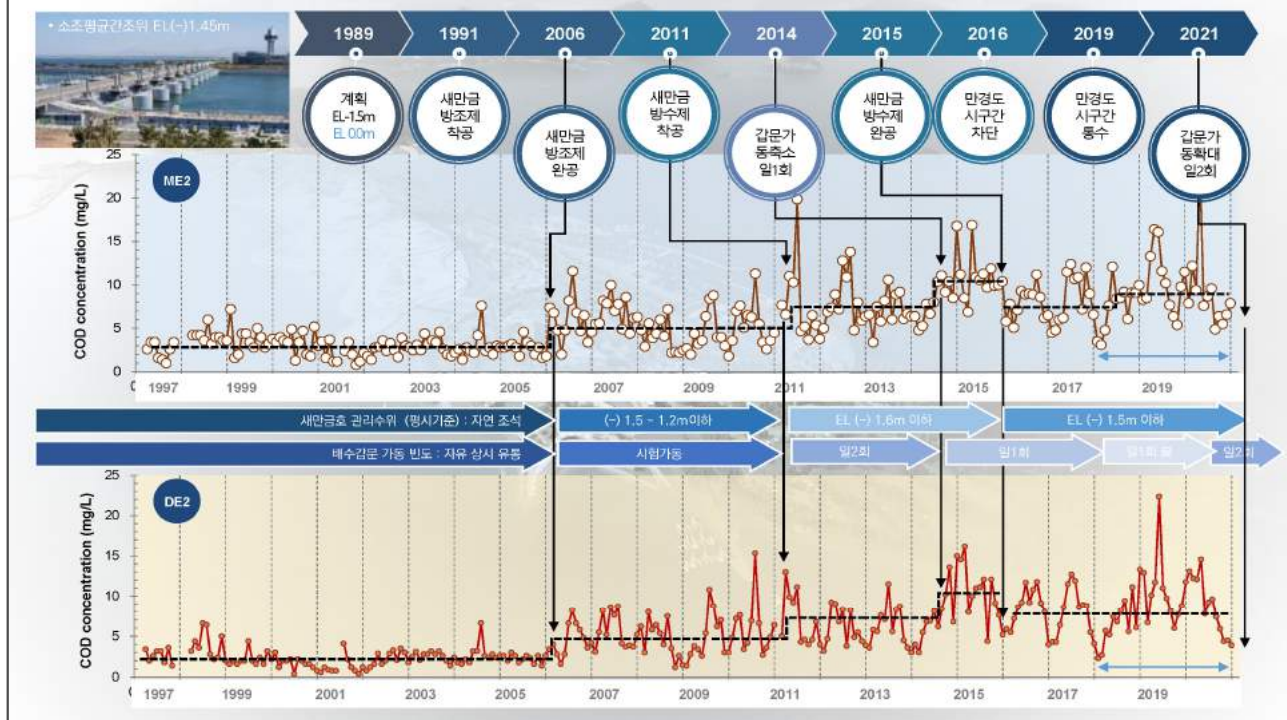
새만금호의 수리환경 변화

5 / 26



새만금호의 수질 변화

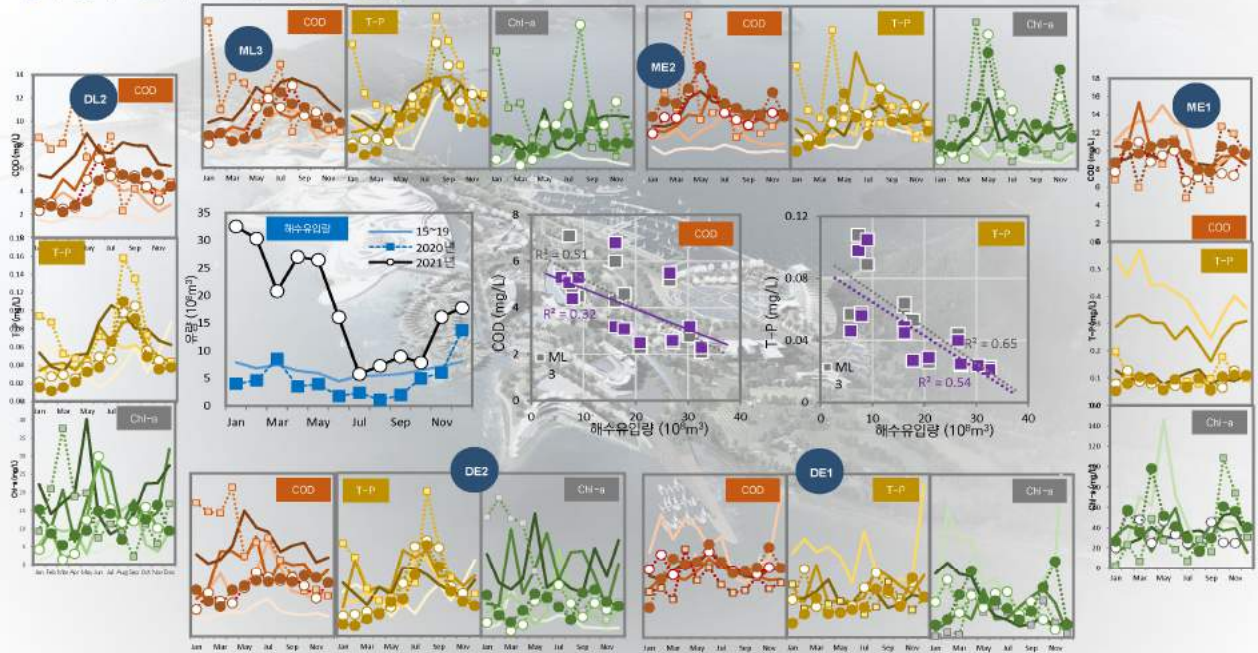
6 / 26



새만금호의 수질변화 추이 분석

7 / 26

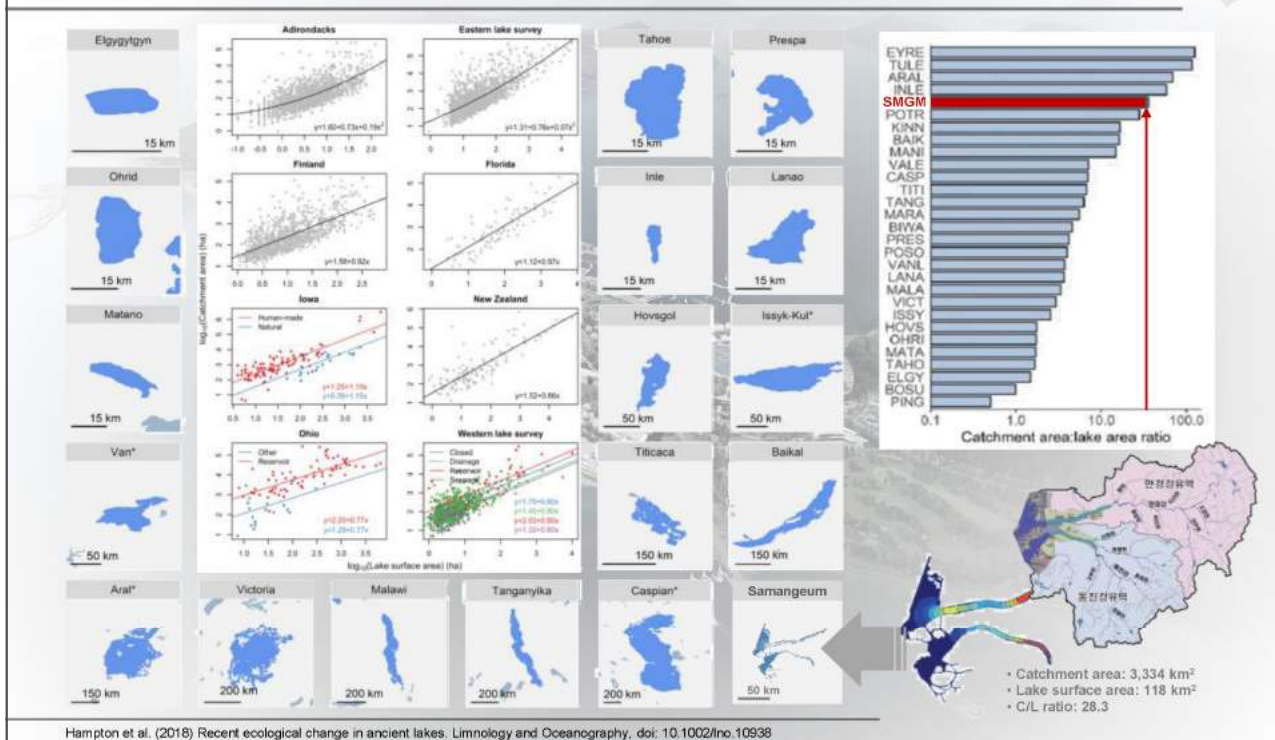
수질자료분석 (2021년도 월별 수질 중심)



자료: 시민공유형 통합환경관리시스템(<https://www.eaail.go.kr/con/1010102.do>) Phase 1: 1997~2005, Phase 2: 2006~2010, Phase 3: 2011~2014, Phase 4: 2015~2019, 2020: Small square dot line, 2021: Large hollow circle dot line, 2022: Large solid circle dot line

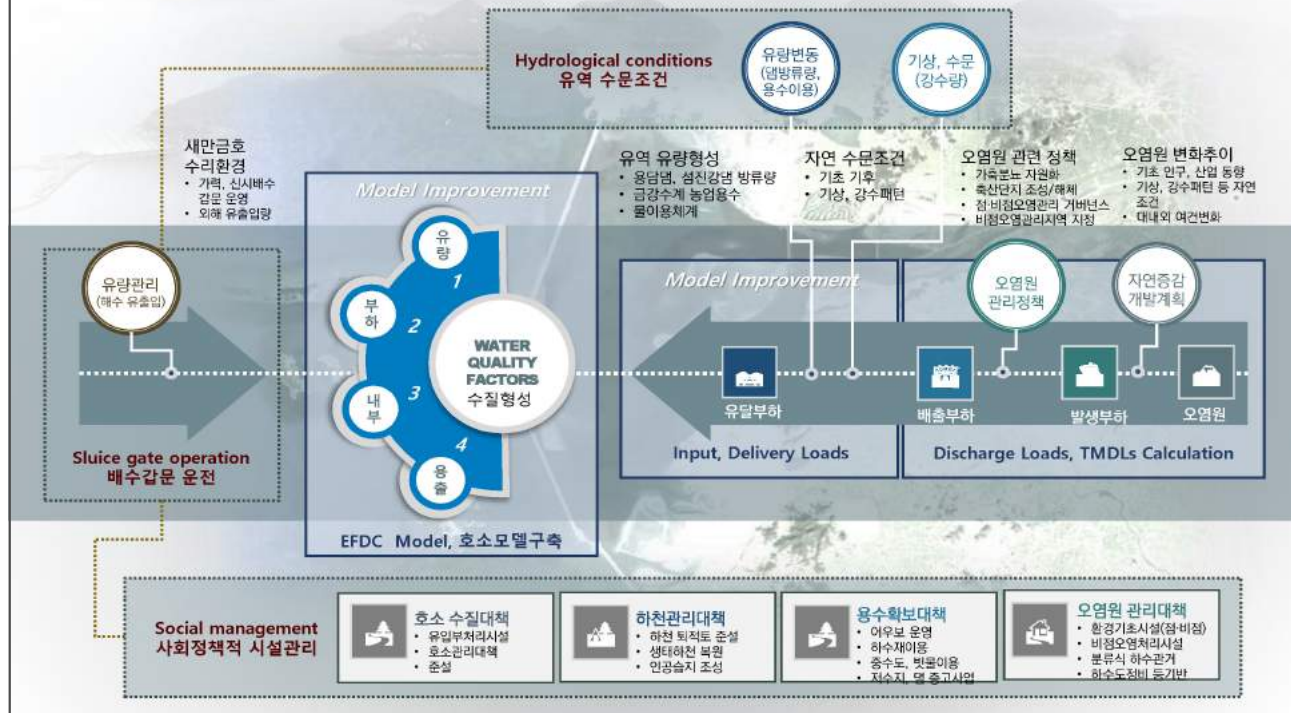
새만금호의 상류 유역특성

8 / 26

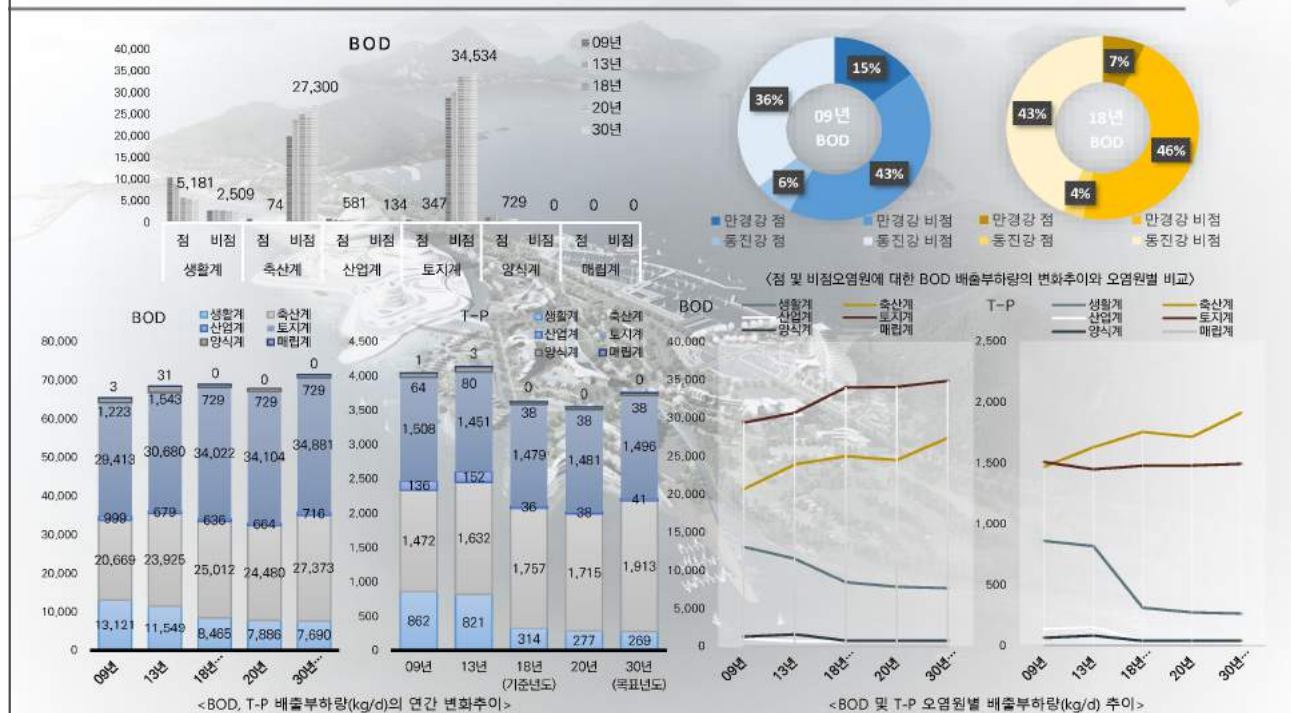


Hampton et al. (2018) Recent ecological change in ancient lakes. Limnology and Oceanography, doi: 10.1002/lno.10938

9 / 26



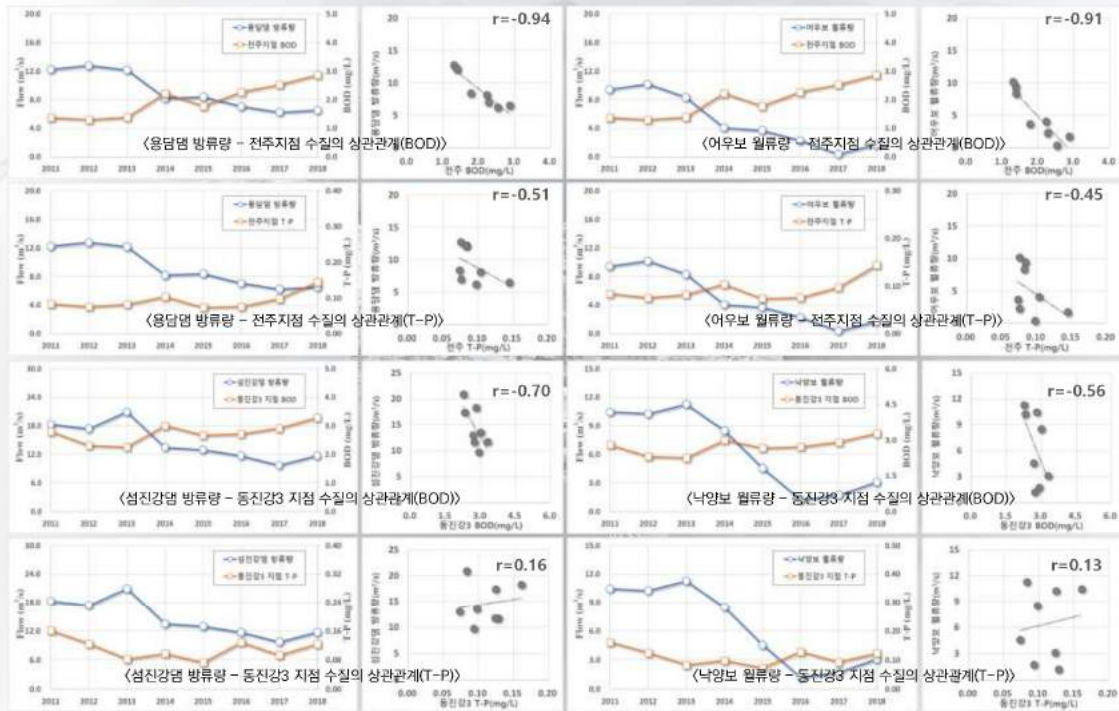
10 / 26



자료 : 서안금유역 2단계 수질대책 종합평가

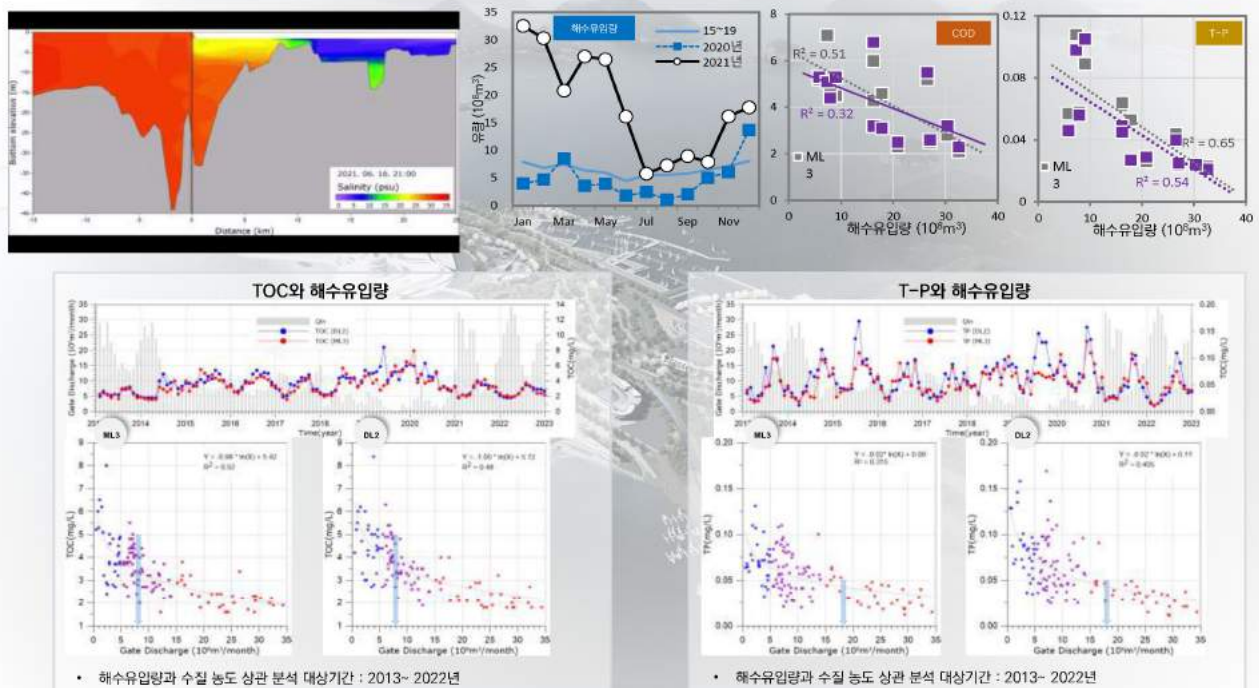
새만금 유역의 수질 영향인자 상관성

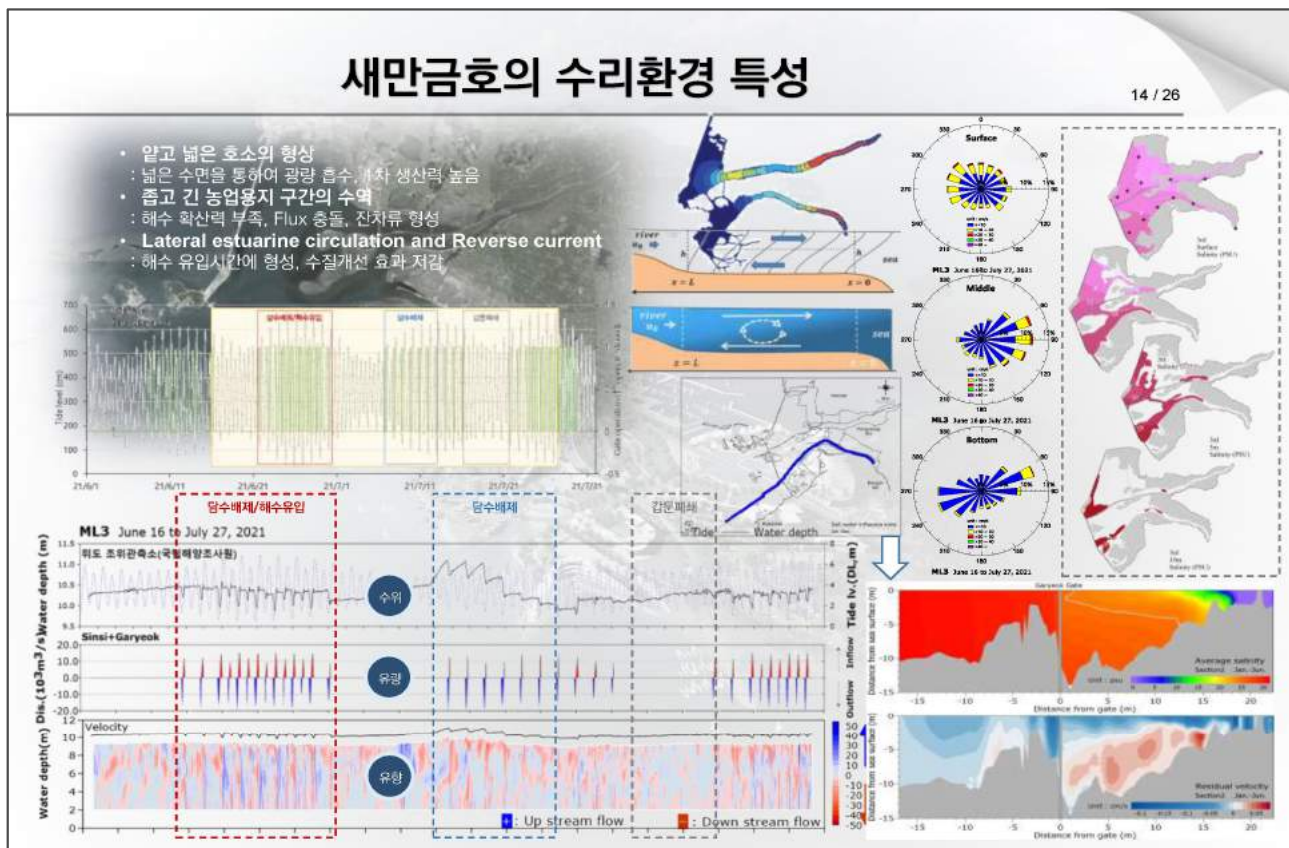
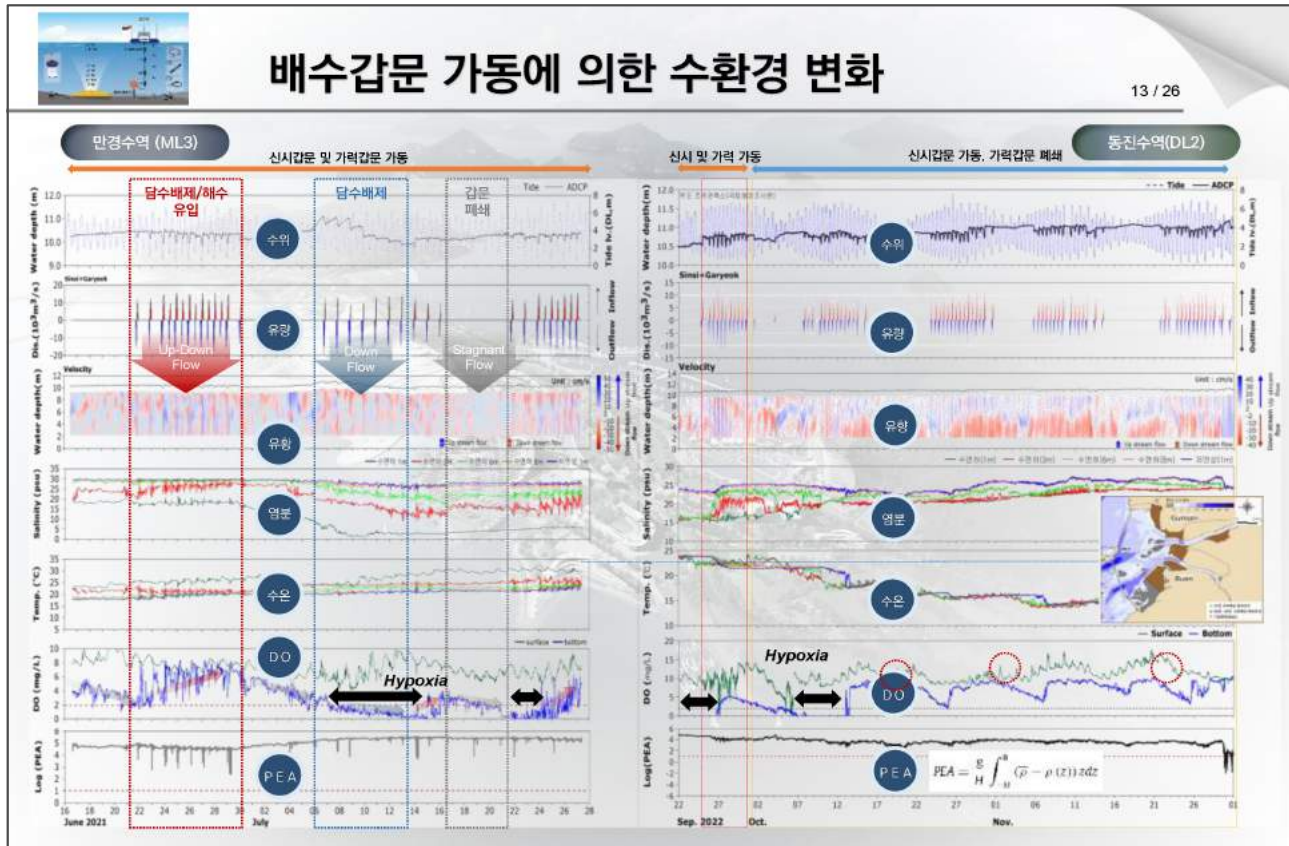
11 / 26



새만금호의 수질 영향인자 상관성

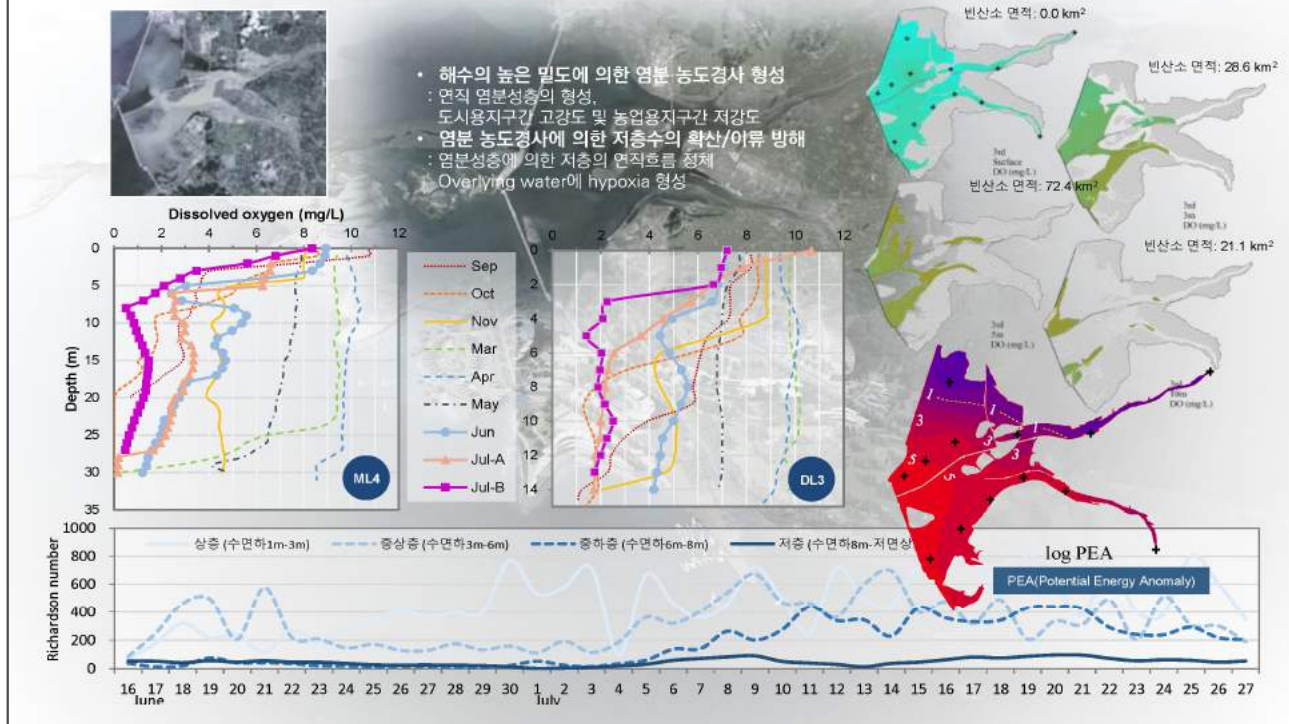
12 / 26





새만금호의 성층과 산소농도

15 / 26



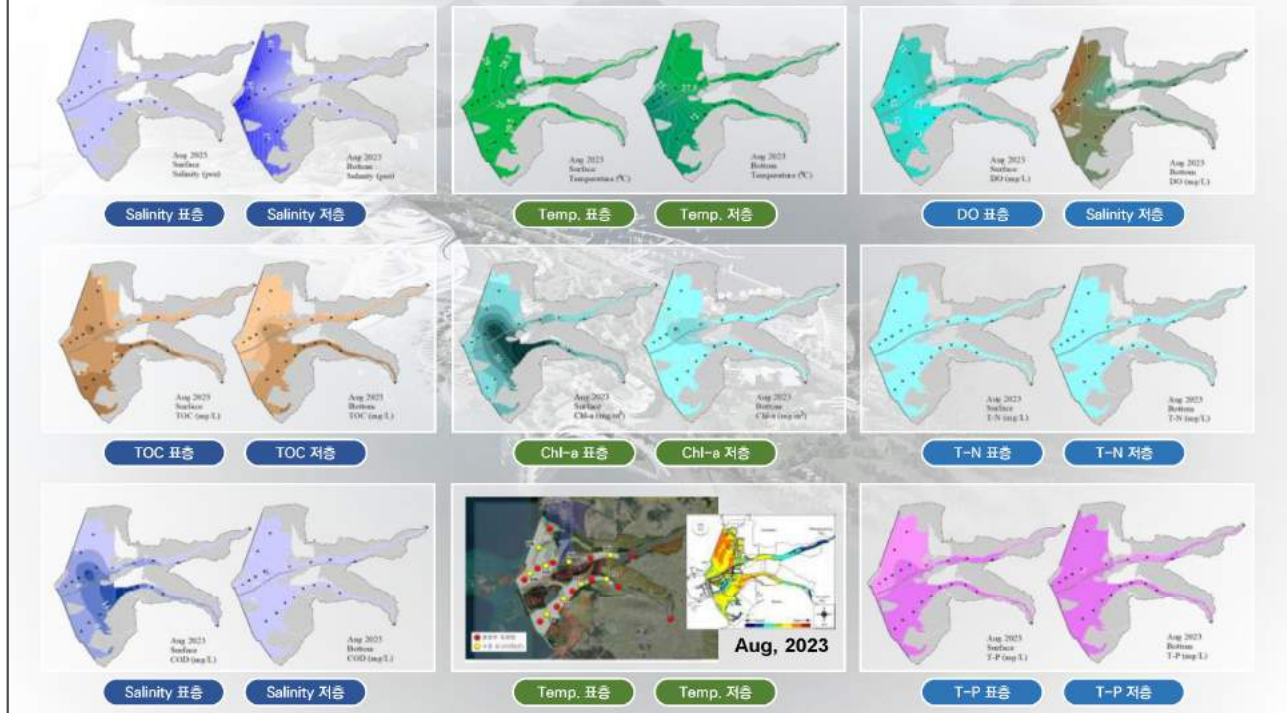
호소 수질관리의 KEY FACTORS

16 / 26



새만금호 수질의 공간적 분포

17 / 26



새만금유역 수질개선 종합대책

18 / 26

(제1단계)							주요 사업 내용	
대책	계 (억원)	정부 대책				추가대책		
		소계	환경부	농림부	국토부			전북도
계(억원)	18,758	14,568	11,306	2,810	452	4,190		
정부조치계획	소계	14,568	14,568	11,306	2,810	452	4,190	
	상류	11,859	11,859	11,306	553			환경부 : 하수처리장, 하수관거 등 임부 : 축산분뇨시설
	호내	2,257	2,257		2,257			환경부 : 하수처리장, 하수관거 등 임부 : 축산분뇨시설
	해안	452	452		452			환경부 : 하수처리장, 하수관거 등 임부 : 축산분뇨시설
추가대책	4,190					4,190		마을하수도, 파수처리장, 성태하천

- 정부조치계획 (2001~2010) (22과업 14,568억원)
 - 순차적 개발 : 방조제는 완공하되, 동진수역부터 먼저 개발, 수질이 목표기준에 적합할 때까지 개발을 유보(해수유통)
 - 새만금조 목표수질은 IV 등급(농업용수 공급 기준)

- 2단계(2011~2020) (48과업 29,502억원)
 - 적극적 천수활동을 위한 목표수질 강화 (Ⅲ등급 ~ Ⅳ등급)
 - 비점오염원, 가축분뇨, 유량확보방안 등 비점오염 대책 보완
 - 목표수질 달성이 예측될 때까지 해수유통 유지
 - '15년 중간평가에 따라 3개 추가대책 마련

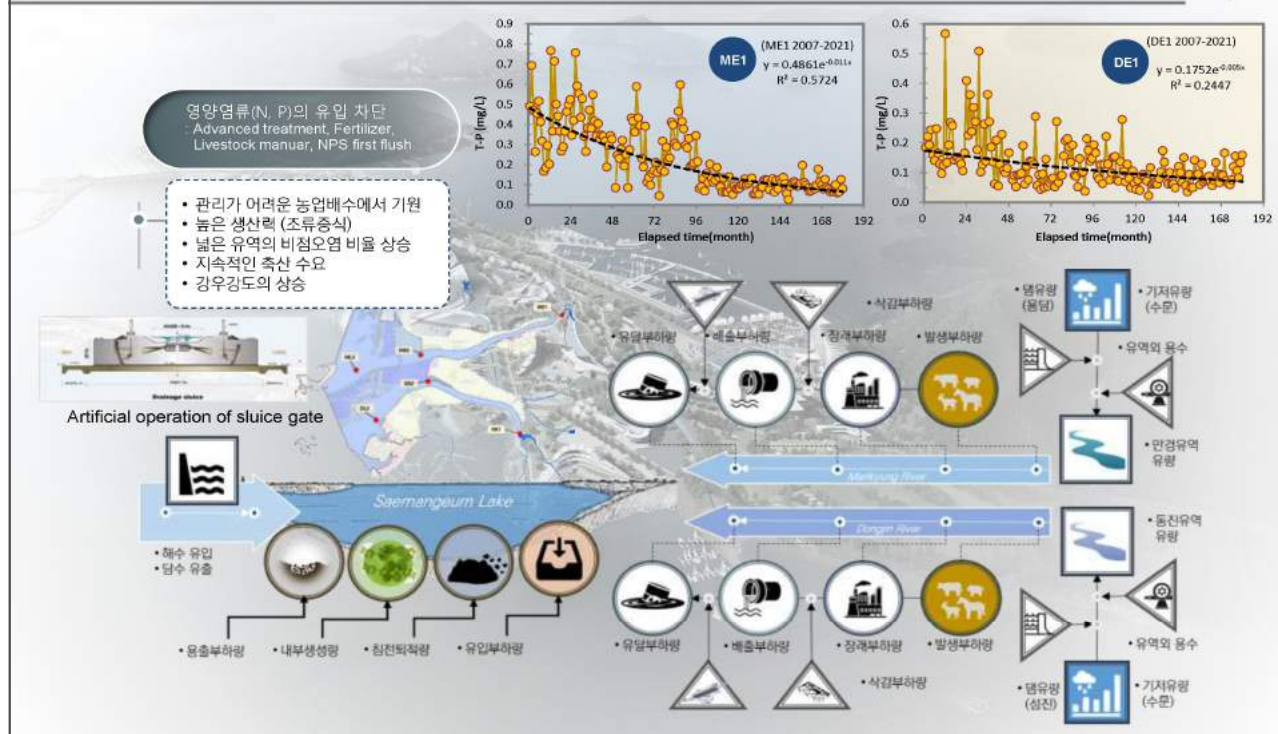
- 3단계(2021~2030) (144세부사업 16,875억원)
 - 2단계 수질개선대책 중 개선 효과가 우수한 사업 지속 추진
 - 비점오염원 관리 수립 등 오염원 관리와 호내 관리방안 강화
 - 새만금 물관리 기반 마련을 위한 통합모니터링 체계 마련
 - 투자계획 대비 11.5%(1,936억원) 투입('22년말 기준)

(제2단계)							
권역	구분	과업	계	국비	지방비	민자 등	
상류		점오염원대책	5	11,724	6,917	3,502	1,305
		비점오염원대책	7	8,326	6,196	2,130	-
		축산분뇨대책	6	2,130	1,168	660	302
		하천유지용수 확보	5	3,686	3,539	147	-
		기타	1	-	-	-	-
호내		유입수관리대책	4	3,319	3,319	-	-
		호소수관리대책	3	-	-	-	-
		내부개방대책	11	-	-	-	-
		연구사업	1	315	315	-	-
해안		해양보전대책	2	2	2	-	-
추가 대책		전주하수처리장 증설(10만톤/일)	1	1,226	613	613	-
		동진수계 가축분뇨공공처리 확대	1	54	43	11	-
		동진수계 우분원료화	1	472	378	94	-

(제3단계)									
권역	대책	세부사업 수				예산(억원)			
		계	단기	중장기	계속	계	단기	중장기	계속
계	합계	144	45	80	19	16,875	4,247	12,092	536
	상류	123	44	70	9	16,075	4,196	12,090	121
	호소	17	-	10	7	88	-	2	86
	해안	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
	내부개방관리	10	-	8	2	-	-	-	-
해안	해양환경보전	2	1	-	1	51	51	-	-
상류 및 호소	물환경 모니터링 및 연구사업	2	-	-	2	329	-	-	329

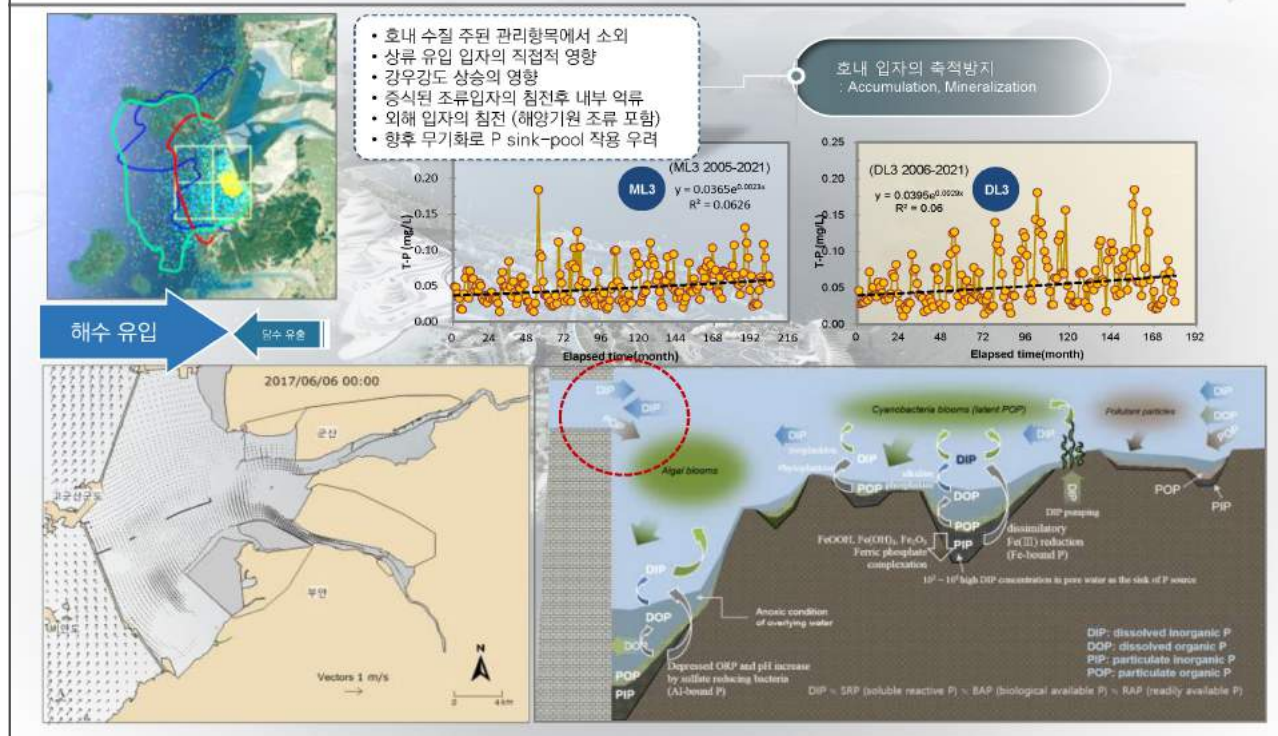
호소 유입부하량 관리

19 / 26



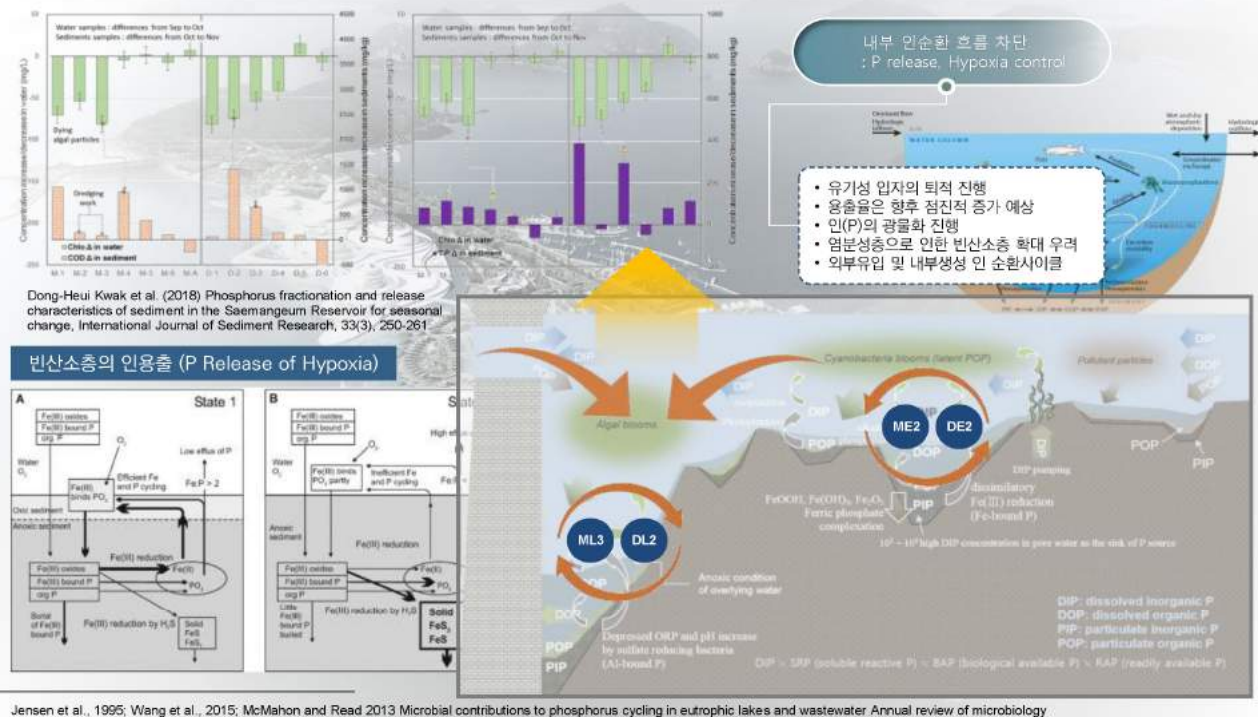
인의 거동과 입자의 축적

20 / 26



내부 순환사이클의 차단

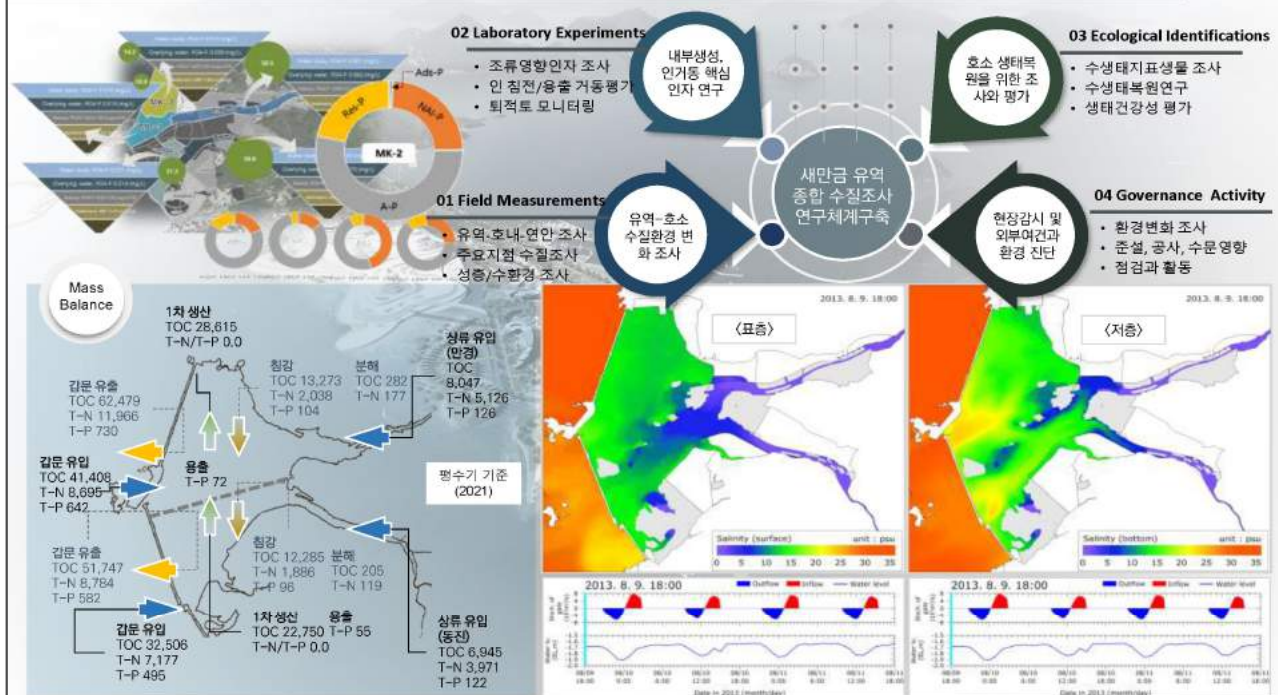
21 / 26



Jensen et al., 1995; Wang et al., 2015; McMahon and Read 2013 Microbial contributions to phosphorus cycling in eutrophic lakes and wastewater Annual review of microbiology

호내 수환경의 관리체계 구축

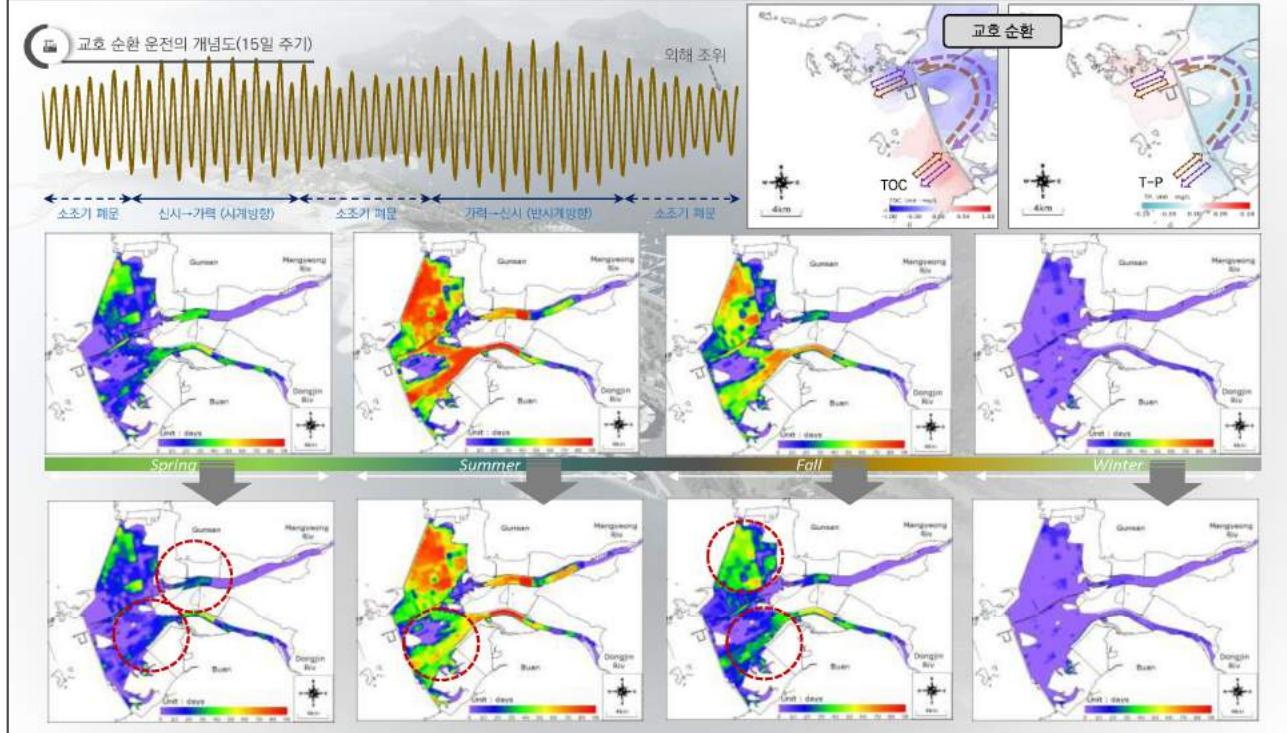
22 / 26



Ref) Kwak, D.-H. et al., (2018) Phosphorus fractionation and release characteristics of sediment in the Saemangeum Reservoir for seasonal change, *International Journal of Sediment Research*, 33(3) 250-261

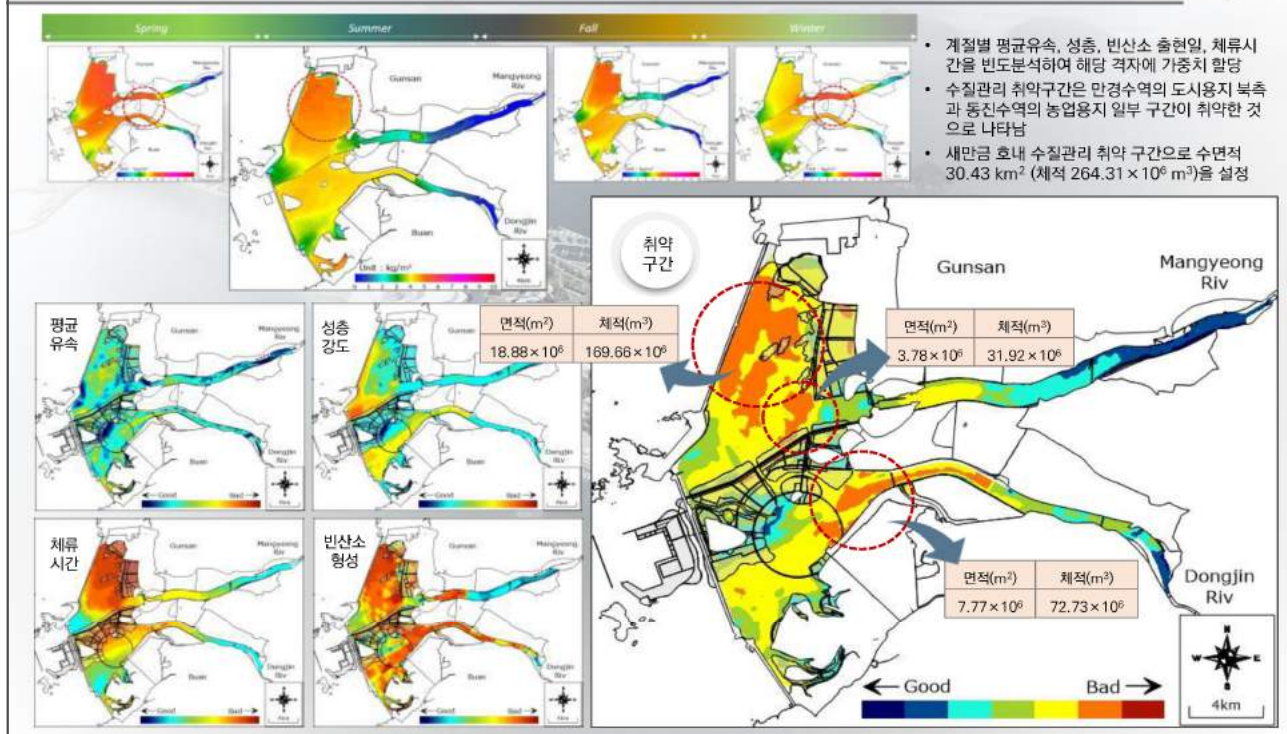
수리환경 개선을 위한 교호운전 방안

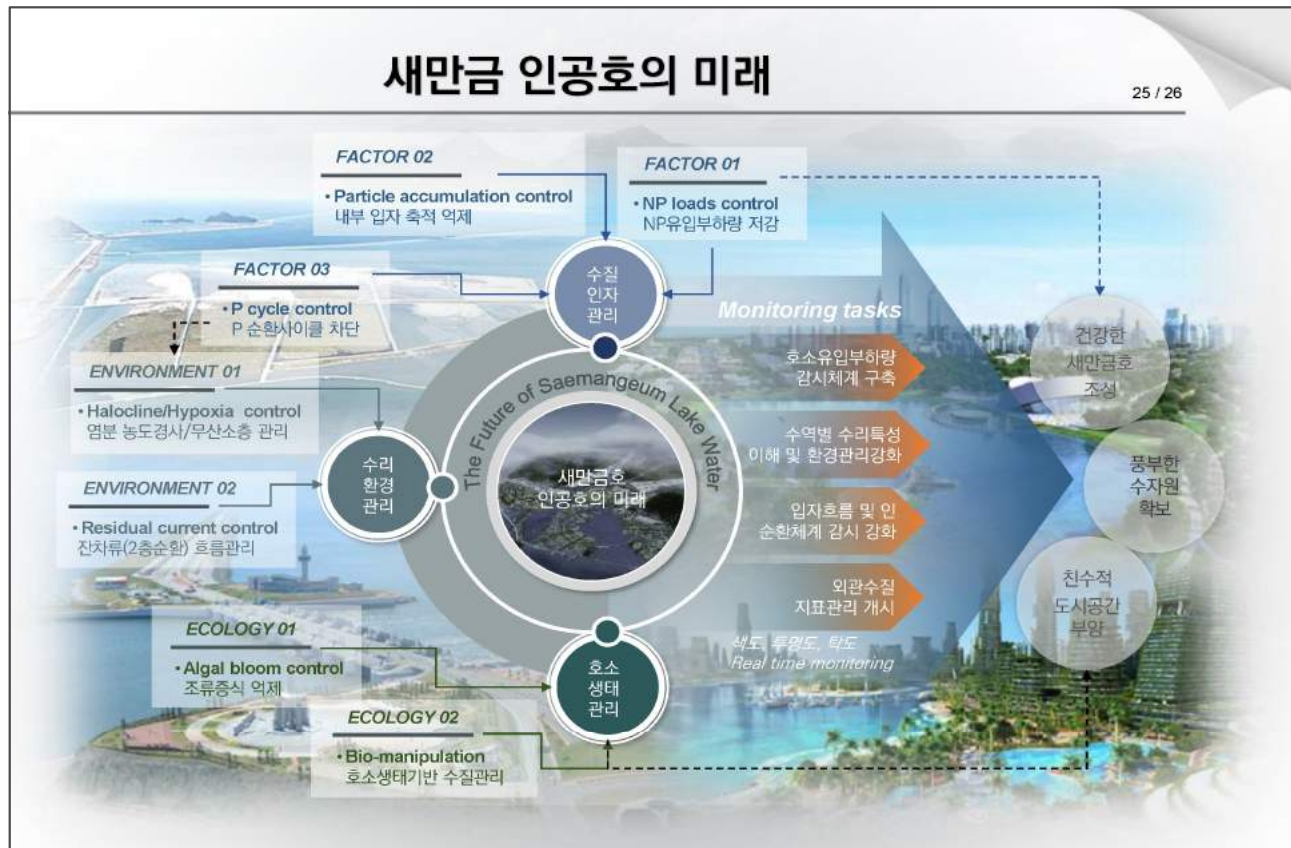
23 / 26



호내 수질관리 취약구간의 평가

24 / 26





전북도 물산업 활성화

- 새만금과 연계한 전북자치도 물산업 활성화 방안 -

유 규 선 교수 (전주대학교 토목환경공학과)



전북특별자치도 물산업 활성화 방안

2024. 4. 26

- 전주대학교 토목환경공학과
- 유 규 선

1

Contents

1. 들어가며
2. 당면한 과제
3. 전북특별자치도 관련계획
4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)
5. 마치며

2

1. 들어가며

● 물산업이란?

- (협의)물산업 : 생활, 공업, 농업 등 인간경제활동에 필요한 용수를 공급, 발생된 하·폐수를 처리·이용하는 물순환체계와 관련된 산업(제조, 건설/시공, 운영, 설계/컨설팅)
- (광의)물산업 : 협의의 물산업을 포함 물순환체계 전 과정의 인간 및 자연이 공유하는 물 관련 분야 모두를 포괄



3

1. 들어가며

● 물순환 체계



4

1. 들어가며

● 물산업 정의

물산업은 가치사슬에 따라 구분할 경우 아래의 4단계로 구분이 가능



5

1. 들어가며

● 물산업 법적 정의

물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률 제2조(정의)에 해당하는 사업

▪ 물순환 전 과정을 포괄하는 사업과 이에 관련된 서비스

	물환경	상하수도	수자원	재해예방	기타
환경부	물환경보전법	수도법	수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률		
	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률	하수도법	하천법		
	4대강 수계 강수량 수질개선 및 이용에 관한 법률	먹는물 관리법	댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률		
		물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률	친수구역 활용에 관한 특별법		
타부처			지하수법		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 (산업부)
			농어촌정비법(농림부)	소하천정비법(행안부)	
			해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률(해수부)	저수지·댐의 안전관리 및 재해예방에 관한 법률(행안부)	

6

1. 들어가며

● 물산업 현황 및 실태(2022년 기준)

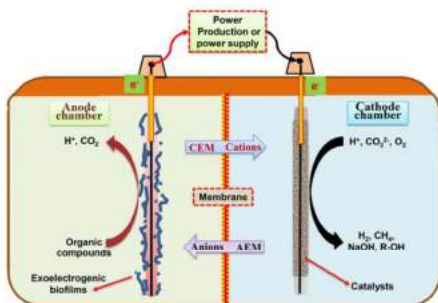
- 매출액 : 49조 6202억원(국내 총생산 약 2.3%)
- 사업체 수 : 17,553개
- 종사자 수 : 207,774명
- 수출액 : 2조 556억원



2. 당면한 과제

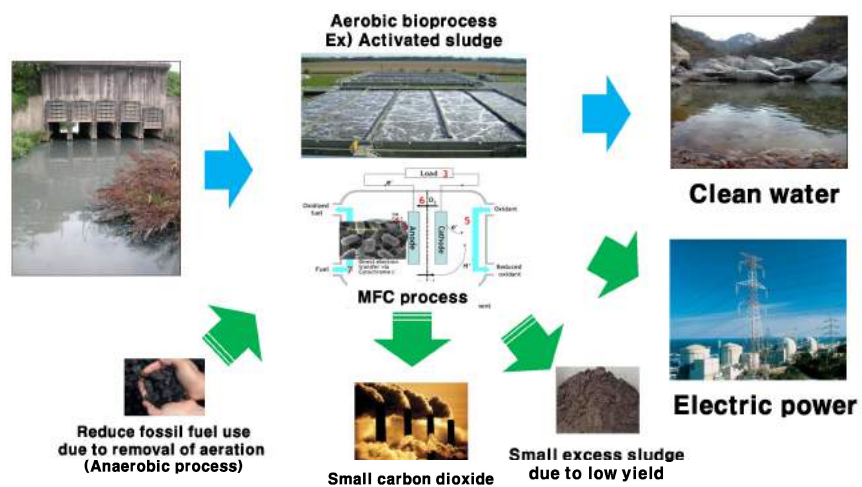
● 물 문제, 환경문제 해결을 위한 기술 고도화

- 수처리 기술 고도화
- 에너지 자립화 시스템 개발
- 난분해성 물질 처리 기술
- 초순수 제조를 위한 기술 및 시스템 구성
- CO2 저감 기술
- 기후변화협약 대비(CO2 감축 등)
- 에너지 자립형 환경시설(BES: Bioelectrochemical system)
- 수생태계 보존을 위한 고도처리 기술
- 초순수 제조 기술



2. 당면한 과제

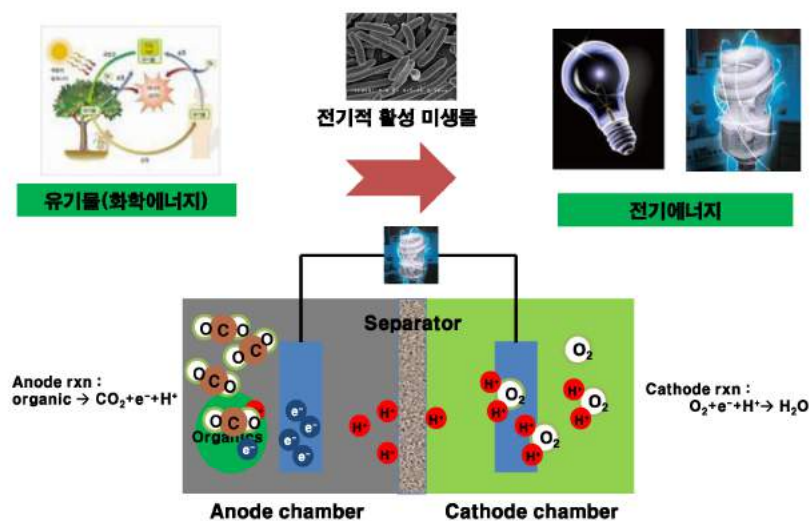
● Vision of MFC as Environmental Engineers



9

2. 당면한 과제

● Microbial Fuel Cell

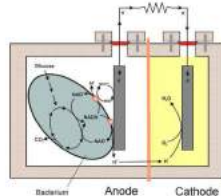


10

2. 당면한 과제

MFC 기술의 발전

- 1912년 : M. C. Potter (Univ. of Durham) 에 의해 E.coli를 이용한 MFC로부터 전기생산에 대한 최초연구 수행



- 1931년 : Barnet Cohen는 2mA의 MFC를 직렬로 연결하여 35V 전압을 얻음
- 1960년 : 미우주항공국 (NASA)에서 우주선 폐수처리위해 연구수행
- 1976년 : Suzuki에 의해 현대적 개념의 최초 MFC 설계됨
- 1999년 : BH Kim연구팀에 의해 무매개체 MFC가 보고된 이후 폐수처리에 응용하기 위한 연구가 시작됨

11

2. 당면한 과제

Anode materials



Graphite Fiber Fabric 산화전극



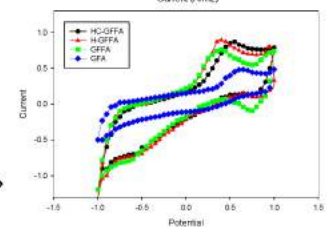
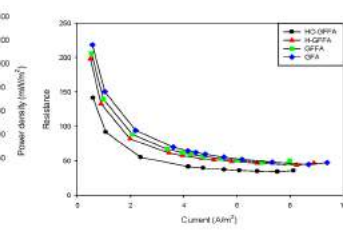
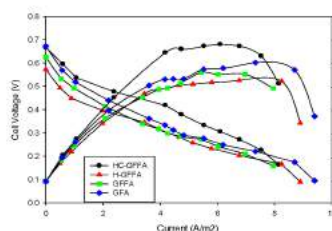
< Graphite Felt 산화전극 >



< Hydrogel GFF 산화전극 >



< Hydrogel/CNT GFF 산화전극 >



Anode	Voltage (mV)	Current (mA)
HC-GFFA	550	0.89
H-GFFA	480	0.9
GFFA	400	0.78
GFA	640	0.48

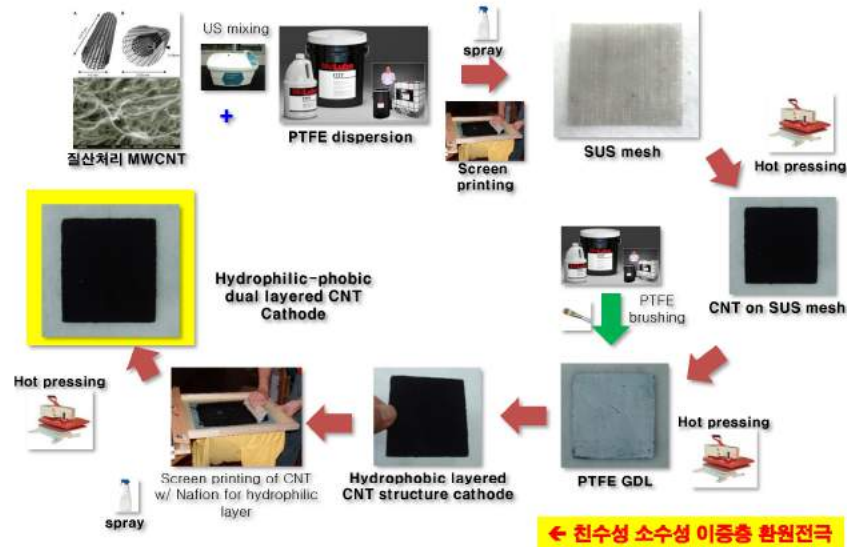
- 하이드로겔/탄소나노튜브GFF산화전극이 가장 높은 전력밀도(1,162mW/m²)를 보였다.

< 하이드로겔/탄소나노튜브 혼합물질이 내부저항을 낮춘 것으로 판단

12

2. 당면한 과제

MWCNT/스텐망 고효율 환원전극

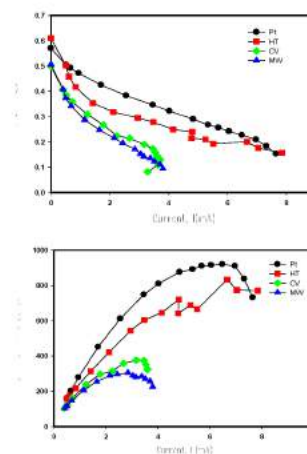


13

2. 당면한 과제

산소환원촉매의 환원전극 고정화 방법

CNT + 복합금속촉매(Cu,Fe,Mn) 고정화



상용 Pt 환원전극: 920 mW/m²
 HT 환원전극: 833 mW/m²
 최대 전력밀도가 비슷

14

2. 당면한 과제

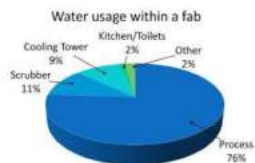
초순수 시장

시장규모 (FMI, 2023/05)

- 전세계 초순수 시장 규모: 2022년(79억 달러) → 2023년(88억 달러) 추정
- 2023년부터 2033년까지 11.1%의 연평균 성장률 예상
- 2033년 말까지 252억 달러의 시장으로 성장 예상

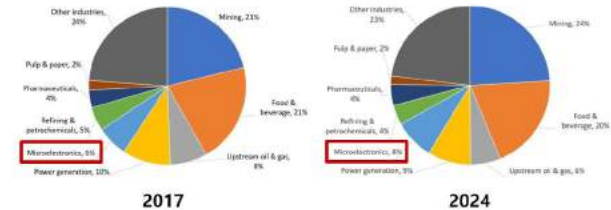
시사점

- 초순수 요구수질 지속적 강화
- 초순수 요구수량 증가



<https://www.semiconductor-digest.com/water-supply-challenges-for-the-semiconductor-industry/>

* Financial Markets and Instruments



Global Water Data Home Page, [https://www.gwiwaterdata.com\(2020\)](https://www.gwiwaterdata.com(2020))

※ 초순수는 반도체, 2차전지 등 우리의 대표 미래 먹거리이자 첨단산업의 핵심공정재

※ 반도체는 우리의 10년 연속 수출 1위 산업 → '22년 반도체 수출은 국내 총수출의 19% 차지

자료: 차세대초순수기술개발방향, 정종민(2023)

15

2. 당면한 과제

사업장 용수에서 방류까지

- 용수 취수 → 사내 정수장에서 공급용수 생산 → UPW 시스템 통해 초순수 생산하여 Fab 제조 공정 사용
- FAB에서 배출되는 반도체 폐수는 사내 폐수처리장에서 처리하여 지역 하천 배출, 일부 폐수는 재이용 시스템 통해 공급용수 생산



▣ 고품질 공업용수 원수 부족

- A river : TOC 10,000 ppb
LMW(total) 1,500 ppb
Urea 250 ppb,
Boron 0.1 ppb

▣ 산업폐수 법적규제 강화

- COD_{mn} → TOC (2021~)
- 통합환경관리제도 (2021~)
- 방류수 TN 20ppm → 10ppm
- TDS(Sulfate & chloride ions) 규제 강화 예상

16

2. 당면한 과제

초순수 시스템 개발 History

1단계 高효율 초순수처리(~2012年)
수질 향상, 외국 수처리 기술 도입

불산
사고

2단계 親환경 초순수처리(~2020年)
약품 등 위험인자 및 관리 Risk 제거

일본무역
분쟁

3단계 국산화 초순수처리(2021年~)
환경부: 고순도 공업용수 국산화 기술개발사업

구분	특징	전처리	1차순수	2차순수	초순수	주요수질		
						TOC (ppb)	DO (ppb)	Metal (ppt)
1세대	일반RO+약품재생	RO	2B2T(병류)	MB+VDG	MBP+UF	30	100	500
2세대	약품재생+일반RO	3B4T(병류)	UV산화조	MB+HE-VDG	TUV+ANP+MBP+UF	3	5	100
3세대		2B3T(병류)	RO-1+HE-VDG	RO-2	TUV+ANP+MBP+UF	1	3	20
4세대	약품재생+고효율RO	1B1T	HERO+RO	MB+HE-VDG	TUV+ANP+MBP+UF	1	3	10
5세대	Non Chemical 처리	2B3T(유동상)	RO-1,2	MB+HE-VDG	TUV+ANP+MDG+MBP+UF	1	1	0.1
6세대		AC	RO-1,2	CEDI+MDG	TUV+NSP+MDG+MBP+UF	1	1	0.1

※ 1B1T: SC+DG, 2B2T: SC+SA, 3B4T: SC+DG+WA+SA, 2B3T: SC+DG+WA/S

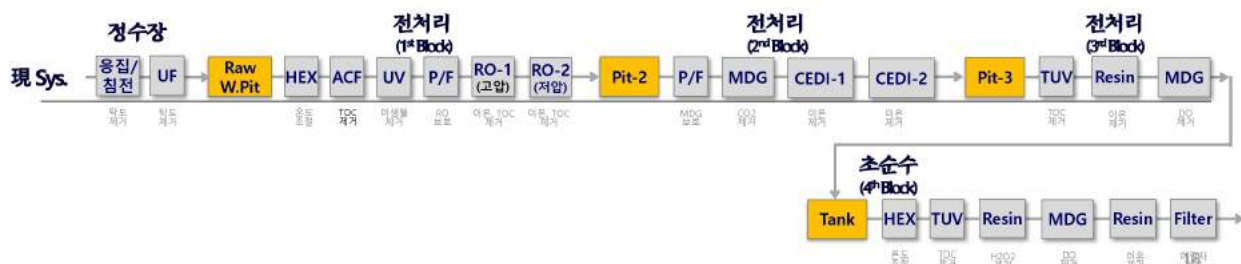
17

2. 당면한 과제

4세대 초순수 시스템 개요

구분	공업용수	전처리	1차 순수	2차 순수	초순수
공정	응집+UF	AS+SC+DG	HERO+RO	TOC+MB	TOC+MBP+UF
RS(MΩ.cm)	0.005	0.04	0.06	18.0	18.2
TOC(ppb)	2,000	588	20	3.0	1.0
DO(ppb)	8,000	8,000	8,000	3.0	1.0

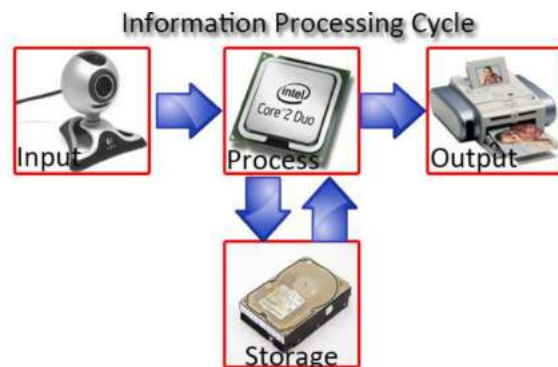
6세대 초순수 시스템 개요



2. 당면한 과제

Sensor & Big Data

- 자동모니터링
- 관망관리 최적화
- 상하수도 수질 감시 자료 정보화
- 물환경 모니터링 자료 정보화
- 유역환경(기상/지질) 특성 정보화



19

2. 당면한 과제

진단 및 예측



- ✓ 수처리 자동화
- ✓ 환경감시업무의 자동화
- ✓ 오염저감시설 운영 자동화
- ✓ 상수원수 수질관리 최적화



20

3. 전북특별자치도 관련계획

제 5차 국토종합계획

- 비전 : 모두를 위한 국토, 함께 누리는 삶터

- 비전 : 사람이 모이는 농생명 · 신재생 융복합 신산업의 중심
- 목표2. 에너지 · 신기술 융복합 신산업 거점
- 목표4. 글로벌 SOC 안심 삶터



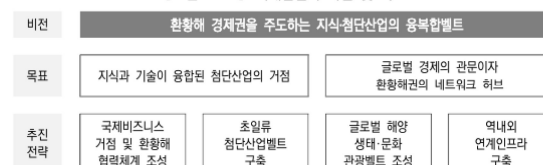
3. 전북특별자치도 관련계획

제 5차 국토종합계획 내 서해안권

- 비전 : 환황해 경제권을 주도하는 지식 · 첨단산업의 융복합벨트
- 추진전략 2 : 초일류 첨단산업 벨트 구축

- 국제비즈니스 거점화와 첨단산업벨트 구축 등을 통한 '환황해 경제권을 주도하는 지식·첨단산업의 융복합벨트' 조성을 비전으로 설정하고 이에 따른 2대 목표, 4대 추진전략 수립
- 전북이 포함된 새만금권은 신재생에너지 등 저탄소 녹색산업이 발달된 글로벌 녹색성장 거점으로 발전 구상

Ⅱ 그림 1-24 Ⅴ 서해안권의 비전 및 목표



출처: 제5차 국토종합계획(2020~2040)

3. 전북특별자치도 관련계획

● 제 4차 전라북도 종합계획(2021~2040)

- 비전 : 미래신산업 중심의 생태문명 수도, 전라북도
- 목표 2 : 스마트 농생명 · 新산업 거점
- 목표 4 : 글로벌 SOC 새만금 완성



출처: 제4차 전라북도 종합계획

23

3. 전북특별자치도 관련계획

● 전북자치도의 비전과 연계

- 추진전략 2 : 기후변화 대응과 안정행복 전북 구현
- 추진전략 5 : 산업생태계 개편을 통한 신성장 동력 산업 육성
- 추진전략 6 : 스마트 산업기반 구축과 주력산업 고도화
- 추진전략 8 : 사람이 모이는 글로벌 SOC 대동맥 완성

24

3. 전북특별자치도 관련계획

● 새만금과의 연계성

- 새만금과 주변지역 연계발전 방안 모색
 - 새만금 내부개발과 동시에 주변 지역과의 연계발전을 통해 **국가균형발전에 기여**하고 **국가성장을 선도**하는 새로운 경제권 형성을 위한 기반 마련
 - 새만금과 주변지역인 군산, 김제, 부안 그리고 새만금과의 연계가 필요한 전라북도 지역과의 공간기능, 산업, SOC 등 연계 발전을 위한 광역 도시계획 수립 필요
- 새만금 중심으로 주변 지역과의 접근성을 높이기 위한 교통체계 보안 및 강화
 - 서해안철도, 새만금-고창 간 국도, 새만금-지리산 간 국도 등 주변 지역과의 교통체계 개선을 위한 사업 지속 추진 필요

25

4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)

● 전담 조직 신설

- 물산업 활성화를 위한 전담 조직
 - 전북자치도내 전담 조직 또는 전담 인력 구성
 - 물산업지원센터 구성 및 운영
- 물산업 클러스터 등 조성을 위한 기본계획 수립
 - 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률 제5조에 따르면 시·도지사는 '물관리기술 발전 및 물산업 진흥 기본계획'에 따라 지역적 특성을 고려한 물관리기술 발전 및 물산업 진흥계획을 수립할 수 있음

26

4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)

전담 조직 신설

- 조례 제정 및 예산확보

자치단체	법규명	공포일자	제·개정
경기도	경기도 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 조례	23. 1. 2.	일부개정
경상북도	경상북도 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 조례	23. 7. 13.	전부개정
대구광역시	대구광역시 물산업 육성 및 지원 조례	22. 10. 31.	일부개정
대전광역시	대전광역시 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 조례	23. 8. 11.	제정
부산광역시	부산광역시 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 조례	23. 12. 27.	일부개정
서울특별시	서울특별시 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 조례	20. 10. 5.	제정
제주특별자치도	제주특별자치도 물관리기술 발전 및 물산업 진흥 조례	24. 1. 4.	전부개정
충청남도	충청남도 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 조례	22. 4. 11.	제정

27

4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)

전담 조직 신설

- 상징 물산업 발굴 및 육성
 - 상징 물산업 발굴과 관련 연구소 및 기업유치
 - 정수/하폐수(대구), 디지털 물관리(대전), 담수화(부산), 물에너지(춘천) 등과 차별성 확보
 - 새만금 개발과 연계한 상징 물산업 발굴
 - 농촌 오염원(비점, 가축분뇨), 신재생에너지(수열, 수상태양광 등) 등 새만금과 연계된 물산업 아젠다 발굴

28

4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)

● 새만금 물산업 클러스터(가칭) 조성

- 목표: 최첨단 수처리 기술 개발 및 융복합 물산업 육성
- 내용
 - 물산업 허브 구축
 - 물산업 진흥원 혹은 인증원 신설
 - 서울, 인천, 대구, 울산, 포항, 부산, 제주, 광주, 대전과 연
 - 황해권 중심의 수출 전략 개발 및 지원
 - 유망 융복합 물산업 육성
 - 창업생태계 구축



29

4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)

● 새만금 물산업 클러스터(가칭) 조성

- 목표: 최첨단 수처리 기술 개발 및 융복합 물산업 육성
- 내용
 - 연구의 차별화
 - 초순수제조기술 개발
 - 2차전지 폐수 처리기술 개발
 - 자산관리기법 개발 및 적용
 - 글로벌 인재양성
 - 황해권 중심 해외 인력 유치 및 교육
 - 현장중심의 수요 맞춤형 인력 양성



30

4. 전북특별자치도 물산업 활성화 방안(제안)

● 스마트 워터 기술을 활용한 미래 사회의 새만금 구현



서남대학교 부설 산업기술연구소, 전라북도 물산업 육성을 위한 수 인프라 특성조사, 2011

31

5. 마치며

● 마치며

- 국내 물시장 130억 달러, 전세계 1.8% 수준
- 세계 물시장 7,252억 달러 규모, 연 4.2% 성장 전망
- 국내 물산업 진흥을 위한 국가적 노력이 필요
- 새만금을 활용하여 환황해 경제권을 주도하는 지식·첨단산업의 융복합벨트 조성 필요
- 새만금 물산업 클러스터(가칭) 조성으로 물산업 진흥 견인

32

5. 마치며

● 기대효과

- 국토 균형 발전
- 물산업 창출 및 수출 확대
- 물산업 전문인력 양성과 일자리 창출
- 국제적 수준의 기술력 확보
- 국민의 삶의 질 향상 및 지속가능한 물순환 체계 구축

33

감사합니다

34

MEMO

Handwriting practice area with 25 horizontal dotted lines.

MEMO

Handwriting practice area with 25 horizontal dotted lines.

MEMO

Handwriting practice area with 25 horizontal dotted lines.