

서산시 잠홍저수지 수질 개선방안 연구

김 홍 수 충남연구원 물환경연구센터장

adonis@cni.re.kr

박 상 현 충남연구원 물환경연구센터 전임연구원

king7302@cni.re.kr

본 연구는 서산시 잠홍저수지 주요 오염원인 및 오염물질 저감 방안 제시를 통해 물 환경관리 목표를 준수하고, 수질 및 수생태계 개선방안을 제시하는데* 목적이 있음

CONTENTS

1. 연구목적 및 방법
2. 유역 및 물 환경 현황
3. 오염원인 및 문제점 분석
4. 개선방안 및 기대효과

요약

- 잠홍저수지는 한국농어촌공사 서산·태안 지사에서 관리하는 농업용 저수지이며, 시가지 및 인근 취락지역 등에서 발생하는 오수 및 주변 농경지에서 발생하는 비점오염원 등으로 인해 농업용수로 활용이 가능한 수질 기준을 초과(과거 5년 평균, TOC 기준 6.0mg/L → 7.2mg/L)하는 상태로 깨끗한 수환경 조성을 통한 주민 휴식공간을 제공 필요
- 잠홍저수지의 유역 특성을 분석하고 단계별 실천계획, 사업의 우선순위 등 삭감방안 마련을 통하여 수질 및 수생태계 건강성 회복에 기여하고자 함
- 수질 및 수생태계 개선방안
 - 점오염원 관리방안
 - 서산 하수처리시설 하수관거정비
 - 하수처리 구역 확대 : 음암면 부산리 등
 - 비점오염원 관리방안
 - 인공습지 조성 : 2개소(30,000m²)
 - 수생태계 건강성 향상방안
 - Eco-tone 복원사업 : 조성면적(14,900m²)
 - 낚시 금지구역 설정
 - 잠홍저수지 전 지역

01 연구배경 및 목적

1. 배경 및 필요성

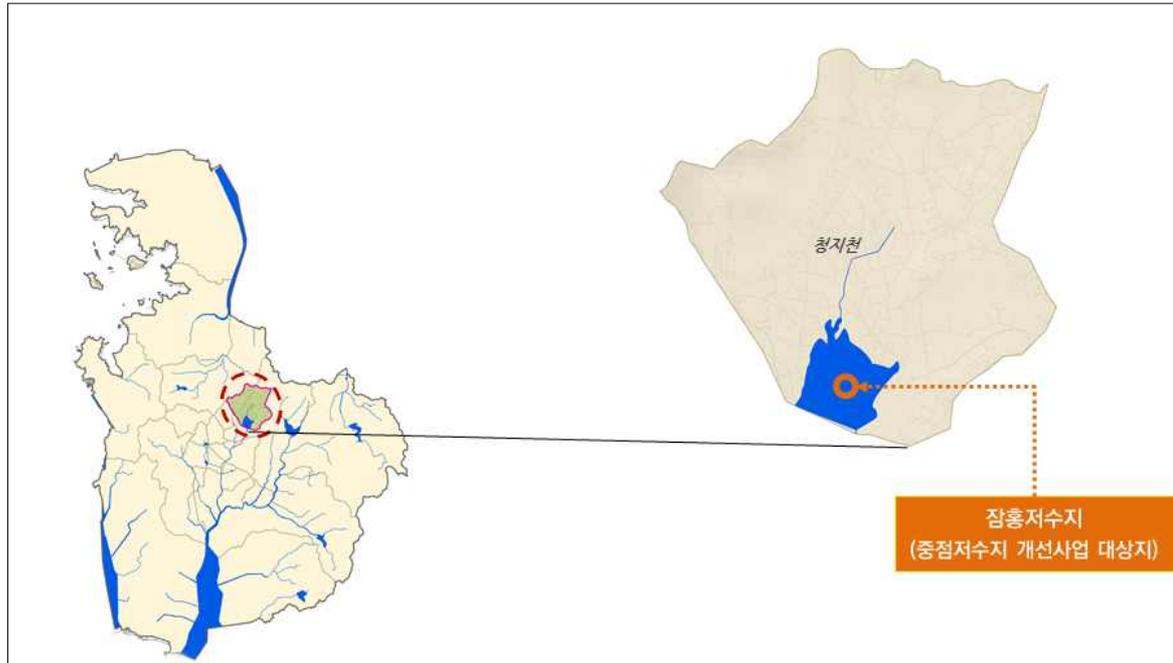
- 잠홍저수지는 한국농어촌공사 서산·태안 지사에서 관리하는 농업용 저수지이며, 시가지 및 인근 취락지역 등에서 발생하는 오수 및 주변 농경지에서 발생하는 비점오염원 등으로 인해 농업용수로 활용이 가능한 수질 기준을 초과(과거 5년 평균, TOC 기준 6.0mg/L → 7.2mg/L)하는 상태로 깨끗한 수환경 조성을 통한 주민 휴식공간을 제공 필요
- 양질의 농업용수 공급을 통한 안전한 농산물 생산으로 국민건강 보호하고, 수질 개선을 통한 건전하고 지속 가능한 농업·농촌환경 구축 필요
- 따라서 잠홍저수지 유역의 수질 관리 목표 설정과 삭감계획 마련을 통하여 잠홍저수지의 체계적인 관리 시스템 구축과 수질 및 수생태계 건강성 향상에 기여할 필요가 있음

2. 연구방법 및 목적

- 본 연구의 목적은 서산시 잠홍저수지 유역의 현황조사 및 실태 분석을 통하여 수질 및 수생태계 건강성에 대한 평가 실시
- 유역 현황, 수질 및 수량, 수생태, 오염원, 오염부하량, 토지이용 현황 등 분석 결과를 토대로 구조적, 비구조적 대책을 도출하여 '통합·집중형 저수지 개선사업'의 기초자료로 활용

3. 연구내용

- 대상지역 : 서산시 잠홍저수지



[그림 1] 연구대상 지역

- 수계현황 및 오염원인 파악
- 잠홍저수지의 주요 문제점 분석 및 개선방안 제시

02 유역 및 물환경 현황

1. 잠홍저수지 유역 현황

○ 시설현황

[표 1] 잠홍저수지 시설현황

시설명		잠홍저수지			
위치	주소	충청남도 서산시 음암면 부산리 851			
	좌표	TM_X	36.79219726	TM_Y	126.4869787
시설관리자		한국농어촌공사 충남본부 서산·태안지사			
수혜면적(ha)		363.4	총저수량(천m ³)		1,509
유역면적(ha)		1,129.0	유효저수량(천m ³)		1,485
만수면적(ha)		69.12	제방높이(m)		9.7
홍수위 (EL.m)		20.20	길이(m)		690
만수위 (EL.m)		19.20	안전점검 결과		C
사수위 (EL.m)		14.50	준공년도		1958년
인근인구		반경 5km : 약16,233명, 반경 5~10km : 약 77,312명			

- 수계영향권 : 부남방조제 중권역, 간월방조제 소권역
- 서산시 음암면(도당리, 율목리, 부산리, 상흥리)

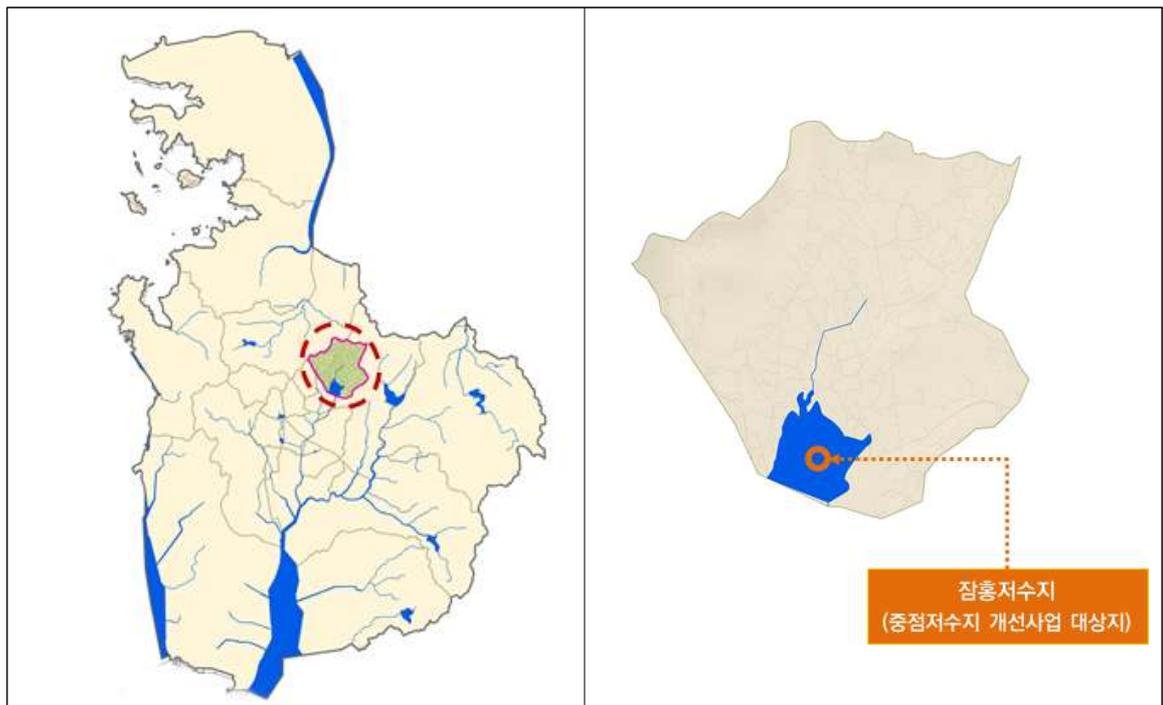
○ 유역 현황

- 유역면적 : 10.81m²

- 인 구 : 3,453명

[표 2] 잠홍저수지 유역면적 및 인구

저수지	읍면동	리	유역면적		인구	
			면적(m ²)	점유율(%)	인구(명)	점유율(%)
잠홍	음암면	도당리	0.73	6.7%	243	7.0%
		부산리	3.79	35.1%	2,207	63.9%
		상흥리	2.96	27.3%	546	15.8%
		율목리	3.34	30.9%	457	13.2%
합계			10.81	100.0%	3,453	100.0%



[그림 2] 잠홍저수지 유역

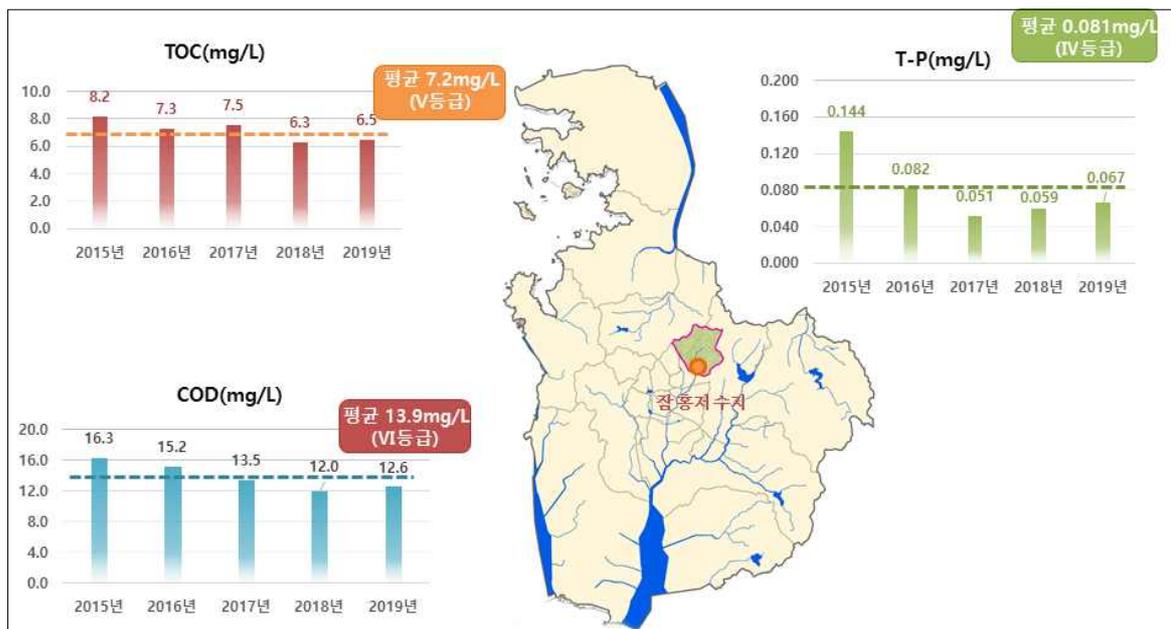
2. 수질 현황

○ 최근 5년간 수질 오염도

- 농업용수로 활용이 가능한 수질 기준을 초과(과거 5년 평균, TOC 기준 6.0 mg/L → 7.2mg/L)하는 상태로 깨끗한 수환경 조성을 통한 주민 휴식공간을 제공 필요

[표 3] 잠홍저수지 수질 현황

년도	분석항목					
	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
수질기준	VI(매우나쁨)	V(나쁨)	V(나쁨)	IV(약간나쁨)	VI(매우나쁨)	V(나쁨)
평균	13.9	7.2	23.7	0.081	1.903	62.955
'15년	16.3	8.2	39.1	0.144	1.797	98.425
'16년	15.2	7.3	22.5	0.082	2.222	74.650
'17년	13.5	7.5	20.1	0.051	1.641	49.750
'18년	12.0	6.3	11.9	0.059	2.503	41.675
'19년	12.6	6.5	25.1	0.067	1.355	50.275



[그림 3] 잠홍저수지 연도별 수질 현황



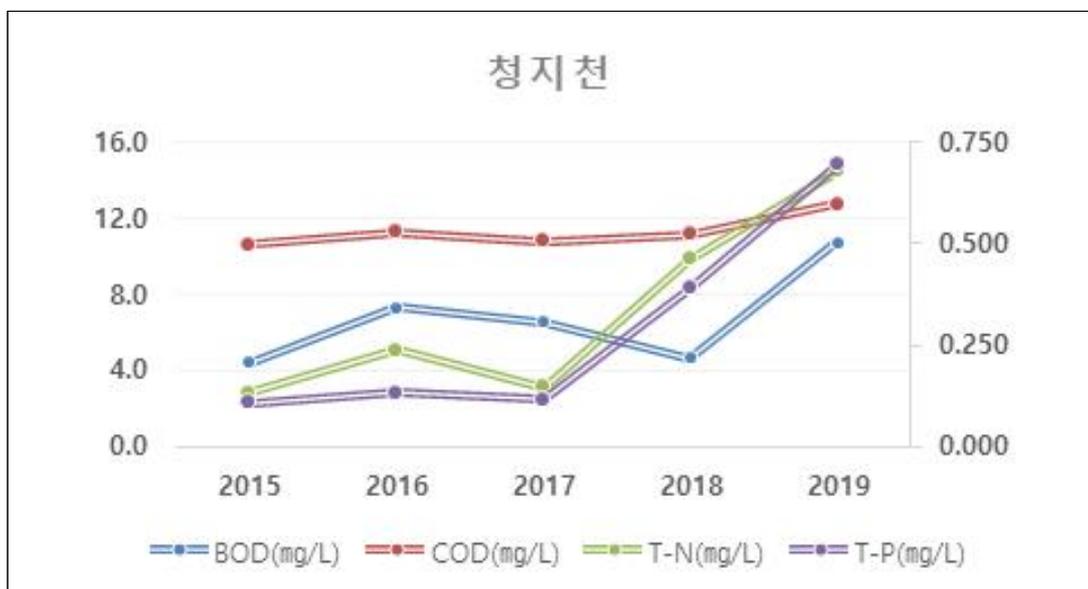
[그림 4] 잠홍저수지 항목별 수질 등급

○ 유입하천 현황

- 수계영향권 : 부남방조제중권역(간월방조제 소권역)
- 유입하천 : 청지천 상류
- 잠홍저수지 방류 후 → 청지천

[표 4] 잠홍저수지 유입하천 수질 측정망 운영 현황

하천명	조사지점	조사기관
청지천	청지천 말단	충청남도



[그림 5] 잠홍저수지 유입하천 수질 현황

3. 수생태계 건강성 현황

① 부착조류

- 2019년 환경부 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 결과 잠홍저수지에

서 방류되어 나가는 청지천은 부착돌말지수(TDI) 등급은 E등급(매우나쁨)으로 나타남

[표 5] 부착돌말지수(TDI) 등급 변화

하천	연도	부착돌말지수(TDI) 등급	자료출처
청지천	2019년	E등급(매우 나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)

② 저서 대형무척추동물

- 2017년 환경부 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 결과 잠홍저수지에서 방류되어 나가는 오목천은 저서동물지수(BMI) 등급은 E등급(매우 나쁨)으로 나타남

[표 6] 저서동물지수(BMI) 등급 변화

하천	연도	저서동물지수(BMI) 등급	자료출처
청지천	2017년	E등급(매우 나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)

③ 어류

- 2017년 환경부 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 결과 잠홍저수지에서 방류되어 나가는 오목천은 어류평가지수(FAI) 등급은 D등급(나쁨)으로 나타남

[표 7] 어류평가지수(FAI) 등급 변화

하천	연도	어류평가지수(FAI) 등급	자료출처
오목천	2019년	D등급(나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)

03 오염원인 및 문제점 분석

1. 오염원 및 오염부하량 현황

○ 인구 및 하수처리 현황

- 잠흥저수지 유역 내 하수처리 인구는 2,767명, 하수 미처리 인구는 686명으로 하수도 보급률은 80.1%에 해당함

[표 8] 하수처리 및 하수 미처리 인구 현황

저수지	읍면동	리	하수처리(인)		하수 미처리(인)			총인구 (인)
			분류식	합류식	오수처리	단독정화	수거식	
잠흥	음암면	도당리	208	-	11	24	-	243
		부산리	2,207	-	-	-	-	2,207
		상흥리	338	-	86	122	-	546
		율목리	-	14	106	75	262	457
인구 합계			2,753	14	203	221	262	3,453

○ 축산현황

- 잠흥저수지 유역 내 가축 사육두수는 가금, 돼지, 한우, 젓소 순으로 비중을 차지하며 말, 사슴, 개는 존재 하지 않음

[표 9] 축종별 현황

저수지	읍면동	리	축종(두수)						
			젓소	한우	말	돼지	사슴	개	가금
잠홍	음암면	도당리	5	47	-	-	-	-	-
		부산리	-	35	-	-	-	-	-
		상흥리	16	78	-	249	-	-	32,701
		율목리	-	453	-	1,820	-	-	-
축종 합계			21	613	-	2,069	-	-	32,701

○ 산업 현황

- 잠홍저수지 유역 내 산업시설은 총 3개소이며, 발생량은 13.3 m³/일, 배출량은 10.6m³/일임

[표 10] 산업시설 발생 및 배출 현황

저수지	읍면동	리	산업시설 현황		
			개소 수	발생량((m ³ /일)	배출량((m ³ /일)
잠홍	음암면	도당리	1	2.3	1.6
		부산리	-	-	-
		상흥리	-	-	-
		율목리	2	11.0	9.0
산업시설 합계			3	13.3	10.6

○ 토지 현황

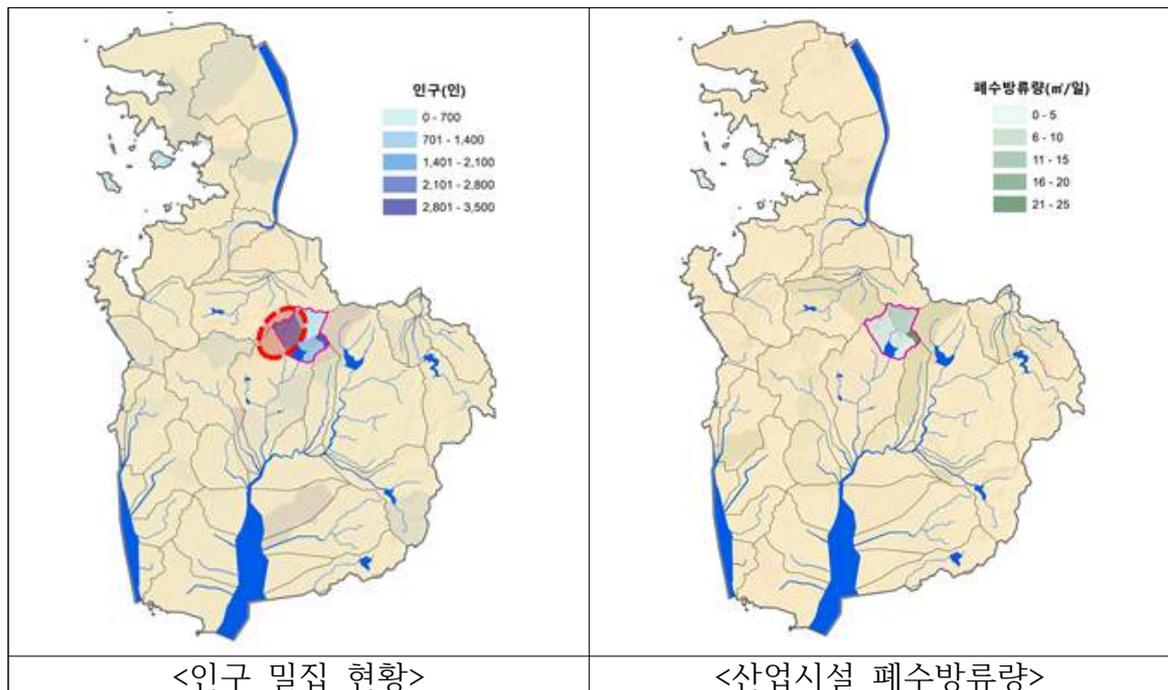
- 잠홍저수지 유역 내 임야 면적이 37.03%로 차지하고 있으며, 그다음이 답과 전 순으로 비중을 차지하고 있음

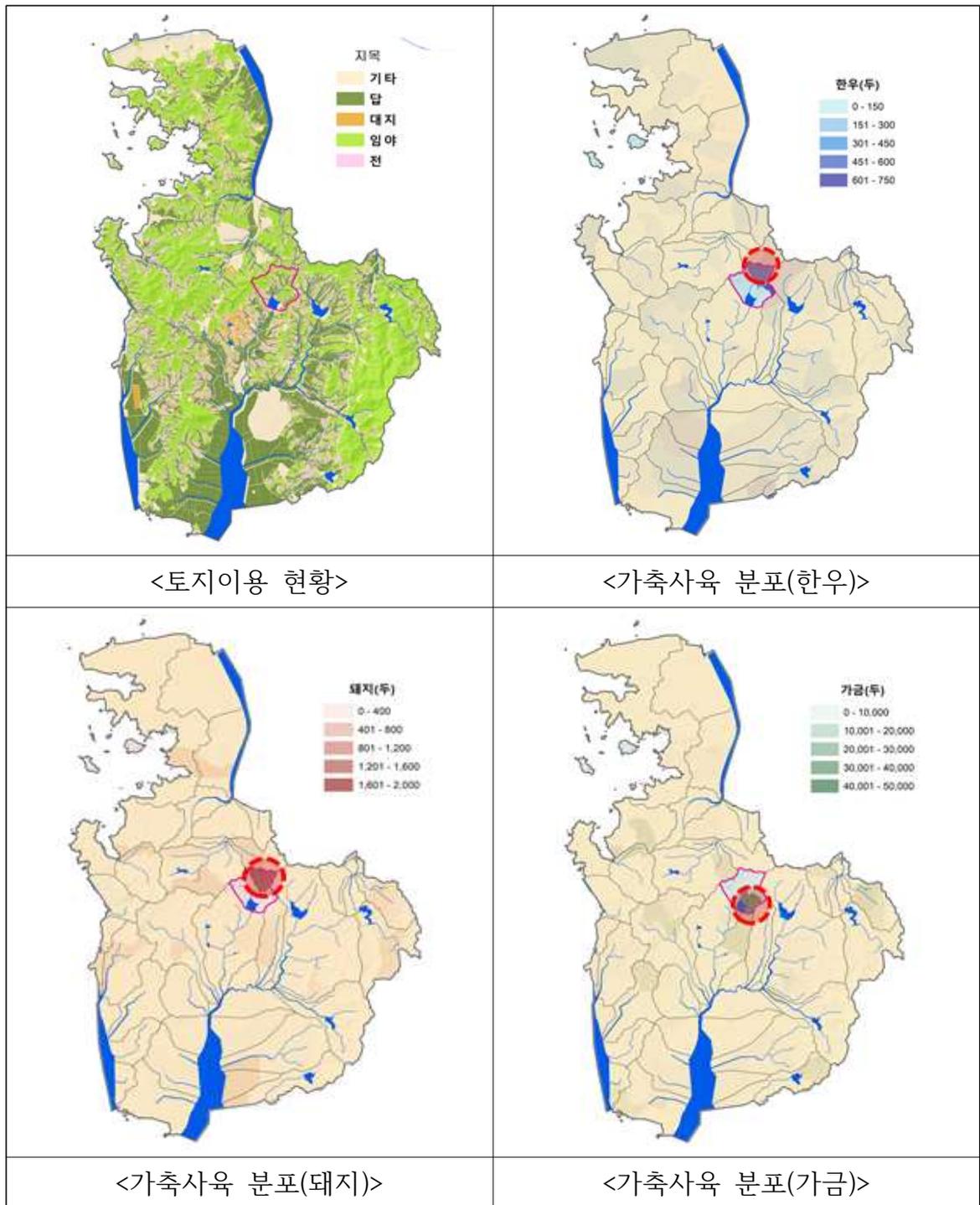
[표 11] 토지 지목별 면적

저수지	읍면동	리	토지 지목별(km ²)													
			전	답	과수원	목장용지 등	임야	광천지 등	대지	공장용지	학교용지 등	주차장 등	주유소용지	체육용지	유·유흥지	토지합계
잠흥	음암면	도당리	0.17	0.16	0.00	0.01	0.27	0.05	0.03	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.73
		부산리	0.91	0.78	0.00	0.01	1.29	0.43	0.20	0.00	0.01	0.17	0.00	0.00	0.00	3.79
		상흥리	0.50	0.55	0.00	0.00	0.98	0.59	0.16	0.00	0.01	0.15	0.00	0.02	0.00	2.96
		울목리	0.61	0.85	0.00	0.07	1.48	0.13	0.07	0.00	0.01	0.13	0.00	0.00	0.00	3.34
토지 합계			2.19	2.33	0.00	0.09	4.00	1.19	0.46	0.02	0.04	0.47	0.00	0.02	0.00	10.81

○ 그룹별 오염원 분포현황

- 잠흥저수지 유역의 오염원 그룹별 분포 및 오염도가 높은 유역을 분석한 결과 인구 밀집도 음암면 부산리, 산업폐수 방류량은 음암면 울목리, 가축사육두수는 음암면 상흥리, 토지이용 현황(대지 비율) 음암면 부산리 등에서 비중이 높은 것으로 조사됨





[그림 6] 오염원 그룹별 분포도

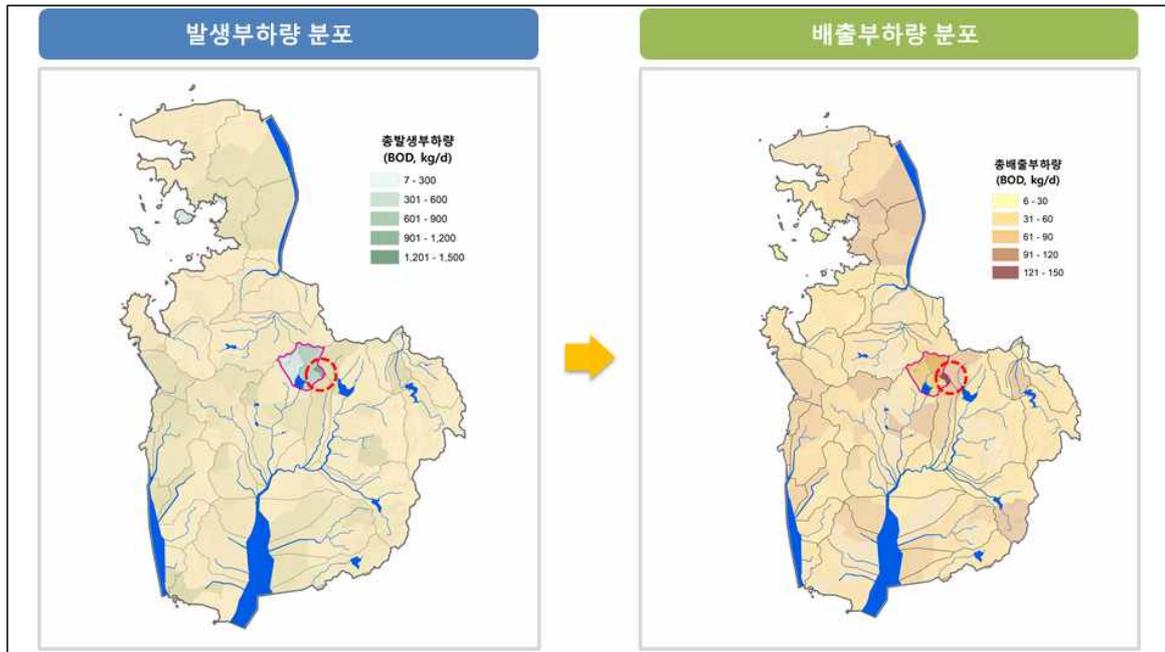
○ 오염부하량 변화(BOD)

- 잠홍저수지 발생 및 배출부하량은 생활계, 축산계, 토지계에 비중이 크며, 산업계는 비중이 가장 작은 것으로 나타남
- 생활계는 부산리, 율목리의 비중이 높으며, 축산계는 상흥리, 율목리의 비중이 높게 나타남
- 토지계는 대지 비중이 높은 부산리, 율목리에서 높게 나타남

[표 12] 발생 및 배출부하량(BOD)

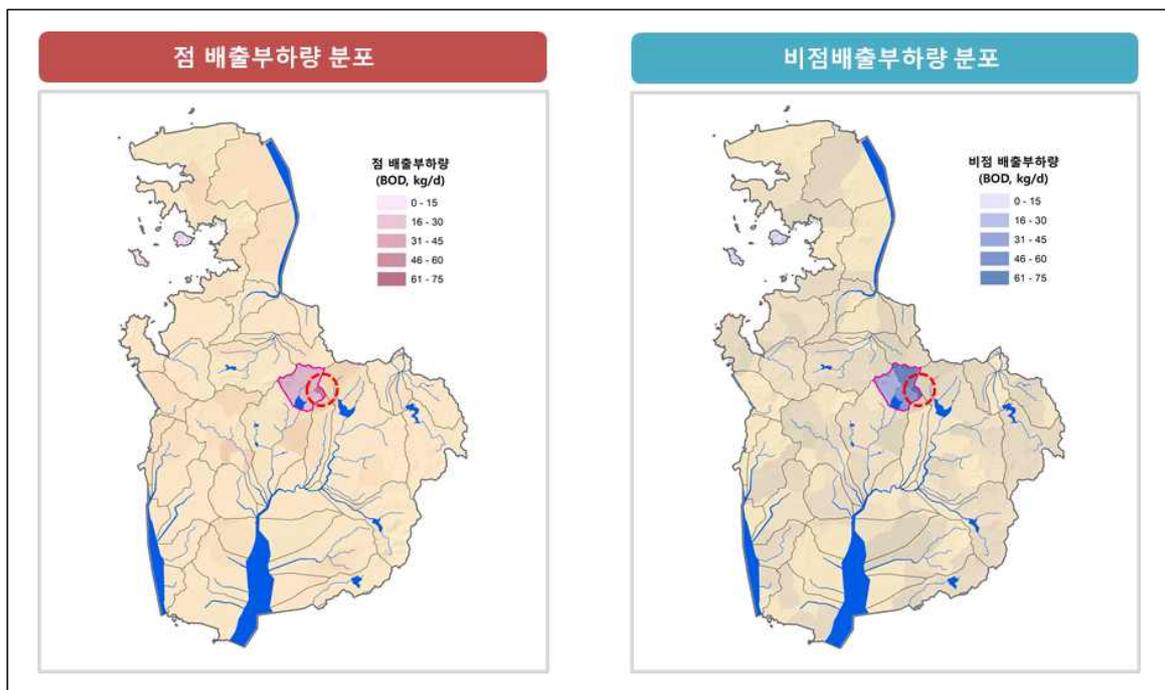
저수지	읍면동	리	발생 및 배출부하량(BOD, kg/일)							
			생활계		축산계		산업계		토지계	
			발생	배출	발생	배출	발생	배출	발생	배출
잠홍	음암면	도당리	198.63	3.84	27.59	2.45	0.20	0.02	2.96	2.96
		부산리	186.80	29.28	18.48	1.64	0.00	0.00	13.74	13.74
		상흥리	80.78	14.38	247.40	21.96	0.00	0.00	10.16	10.16
		율목리	29.00	18.10	437.56	38.84	1.08	0.11	11.17	11.17
합계			495.21	65.60	731.03	64.89	1.28	0.13	38.03	38.03

○ 발생 및 배출부하량 분포현황(BOD)



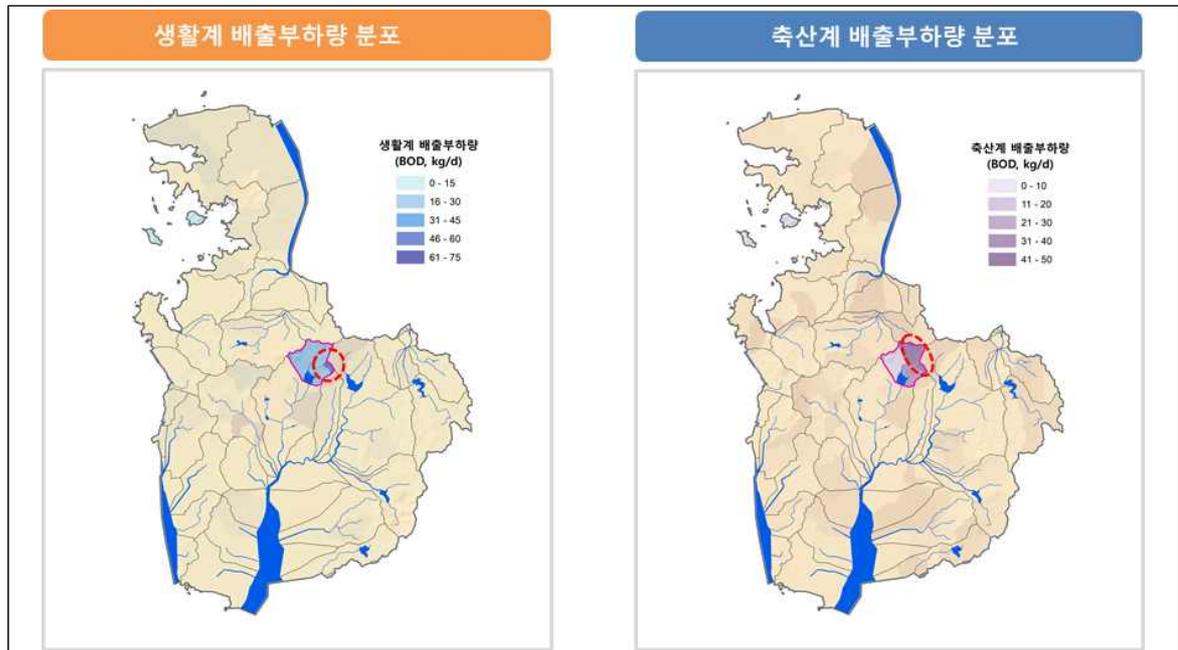
[그림 7] 유역별 발생 및 배출부하량 현황

○ 점 및 비점 오염배출량 분포현황(BOD)

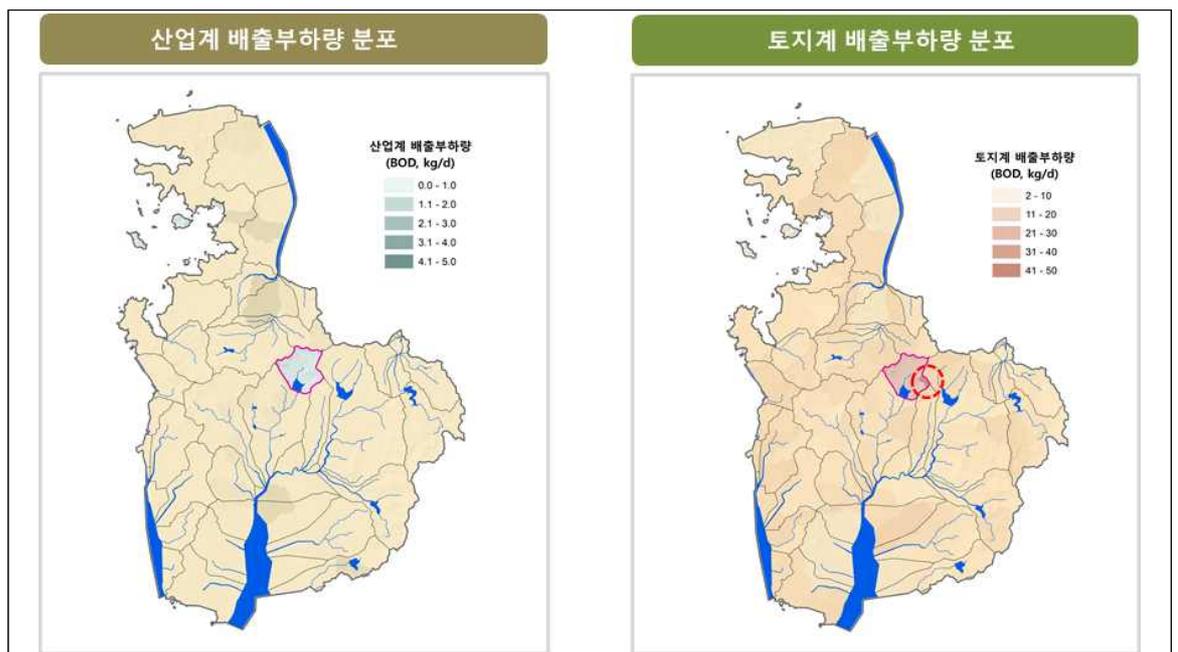


[그림 8] 유역별 점 및 비점 오염배출량 현황

○ 오염물질 그룹별 배출부하량(생활계, 축산계)



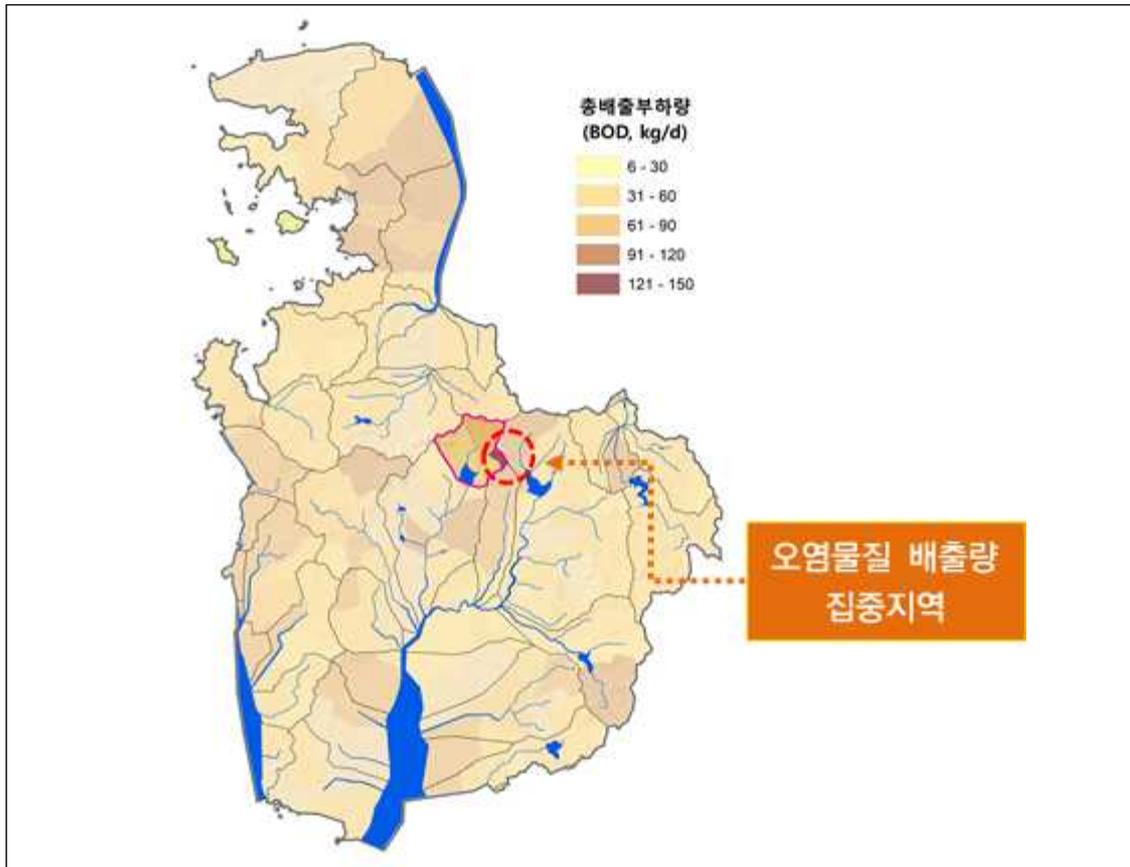
○ 오염물질 그룹별 배출부하량(산업계, 토지계)



[그림 9] 오염원 그룹별 배출부하량 현황

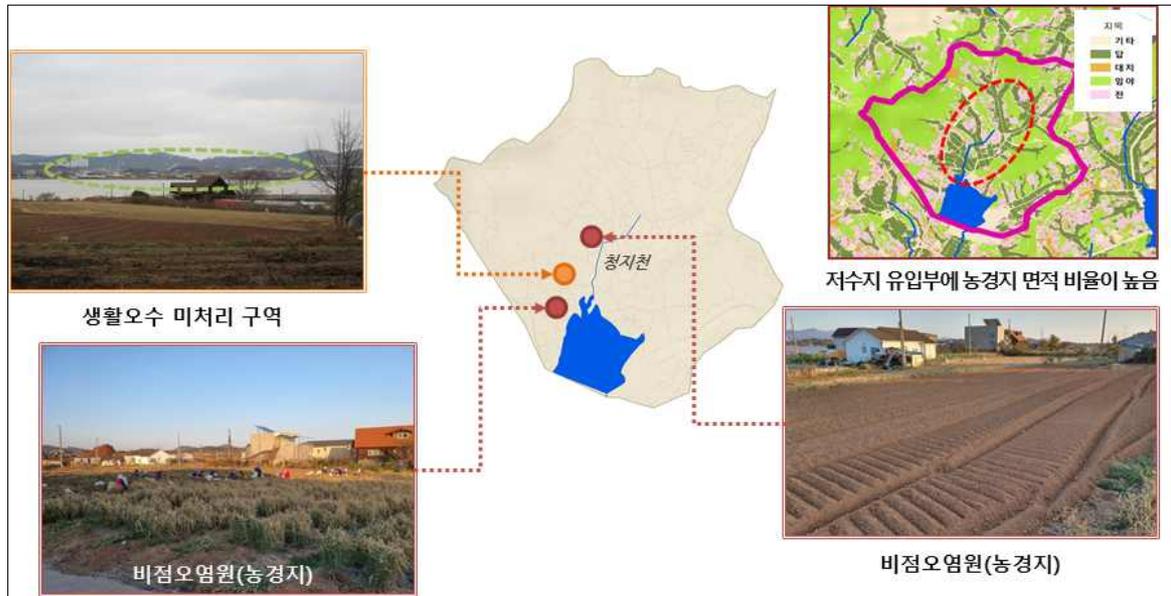
2. 잠룡저수지의 주요 문제점 분석

- 잠룡저수지 유역 내 미처리 생활오수 유입, 가축사육 및 토지계 비점오염원에 의한 오염이 집중되어 있으며, 이로 인하여 서산시 음암면 도당리 유역 내 오염물질 배출량이 가장 큰 유역에 해당함



[그림 10] 오염물질 배출량 집중지역

- 소유역별 발생 및 배출부하량, 그룹별 배출 특성, 부하 밀도 유달률 등을 고려
- 소유역 및 오염원 그룹별 오염 기여율 산정, 현장 정밀조사 후 원인 지역 선정
- 수질 관리대책 시행 시 수질 개선 효과를 끌어낼 수 있는 오염원 그룹 및 지역을 우선 선정



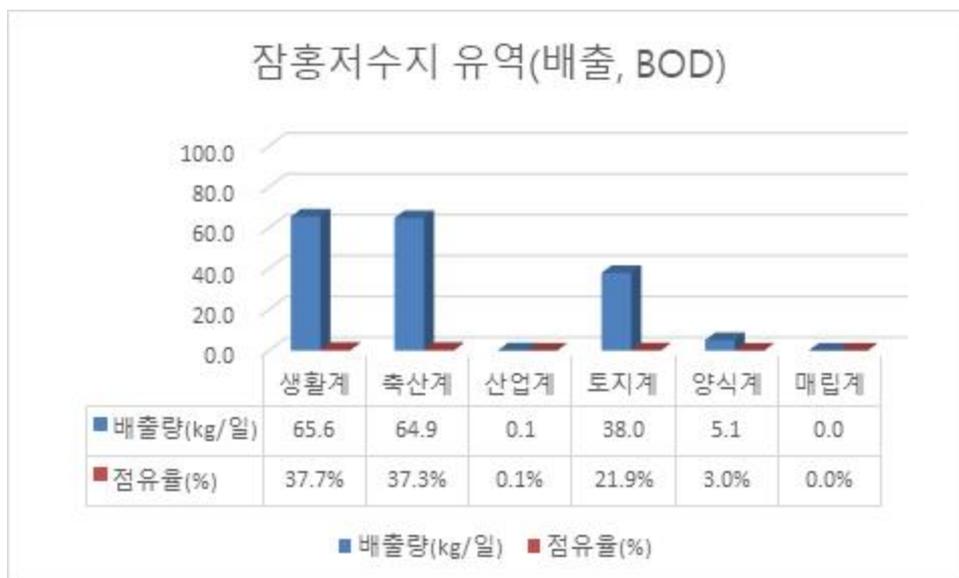
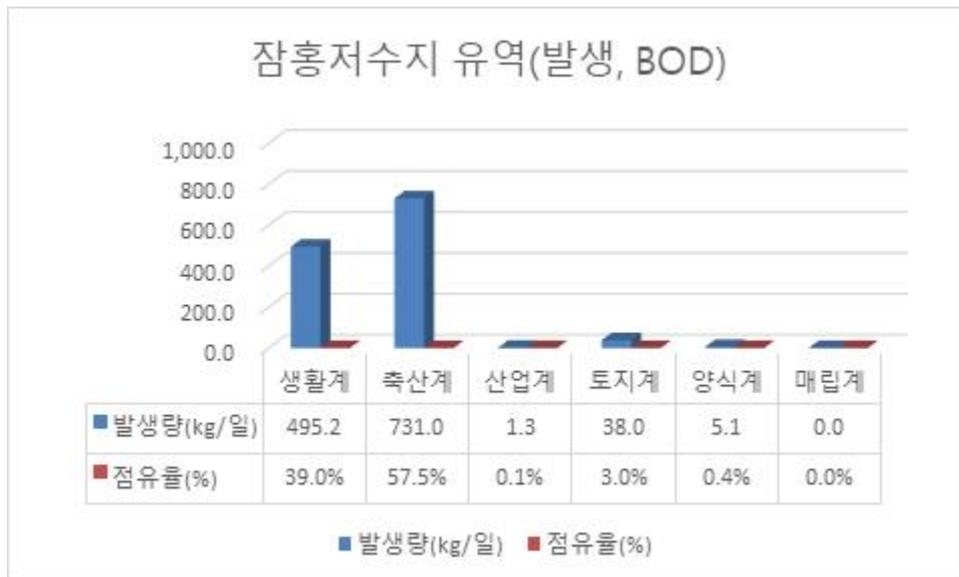
[그림 11] 오염원인 분석 및 정밀조사 현황

○ 오염원 그룹별 오염원인(오염물질 배출량)

- 잠흥저수지 유역의 오염물질 배출량 분석 결과 주요 오염원인은 생활계 및 축산계에 의한 영향이 가장 크고 다음으로 토지계 비점오염원에 의한 오염 기여율이 높은 것으로 나타남
- 특히 토지계 배출량이 크게 나타난 것은 농경지에 의한 비점오염원의 영향으로 조사됨

[표 13] 유역 및 오염원 그룹별 배출량 분석

구분	오염원 그룹	BOD			
		발생량(kg/일)	점유율(%)	배출량(kg/일)	점유율(%)
잠흥저수지	생활계	495.2	39.0%	65.6	37.7%
	축산계	731.0	57.5%	64.9	37.3%
	산업계	1.3	0.1%	0.1	0.1%
	토지계	38.0	3.0%	38.0	21.9%
	양식계	5.1	0.4%	5.1	3.0%
	매립계	0.0	0.0%	0.0	0.0%
	합계	1,270.7	100.0%	173.8	100.0%



[그림 12] 오염원 그룹별 분포

○ 행정구역별 배출량 분석

- 잠홍저수지 해당 행정구역 중 서산시 음암면 부산리의 생활계 오염부하량이 가장 높게 나타났으며, 그 외 서산시 음암면 울목리의 경우 하수미 처리 인구로 인하여 오염부하량이 높게 산정되었음
- 가축사육에 따른 배출량 서산시 음암면 울목리에서 배출량이 높은 것으로 분석되었으며, 축사 밀집 지역에 대한 비점오염원 관리대책이 필요한 것으로 판단됨
- 비점오염원은 서산시 음암면 부산리가 가장 높은 것으로 분석되었으며, 토지계 비점오염원 관리대책이 필요한 것으로 판단됨

[표 14] 행정구역별 오염물질 배출량 분석

구분	읍면동	리	생활계		축산계		토지계	
			배출량 (BOD, kg/일)	점유율 (%)	배출량 (BOD, kg/일)	점유율 (%)	배출량 (BOD, kg/일)	점유율 (%)
잠홍 저수지	음암면	도당리	3.84	5.9%	2.5	3.8%	3.0	7.8%
		부산리	29.28	44.6%	1.6	2.5%	13.7	36.1%
		상홍리	14.38	21.9%	22.0	33.8%	10.2	26.7%
		울목리	18.1	27.6%	38.8	59.9%	11.2	29.4%
	합계	65.6	100.0%	64.89	100.0%	38.03	100.0%	

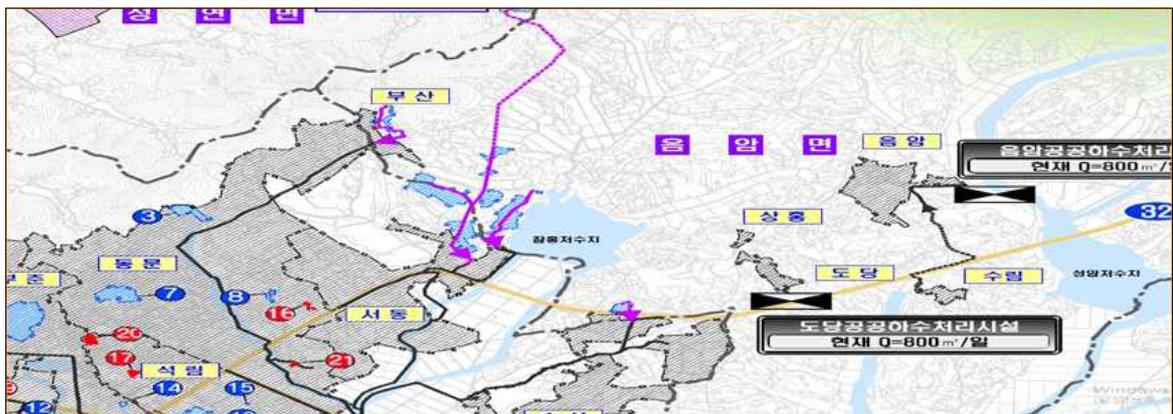
04 개선방안 및 기대효과

1. 주요 개선방안

- 공공하수처리시설 증설 및 하수관거정비 확대
 - 잠룡저수지 유역 내 하수 미처리 때문에 배출부하량이 높은 행정구역에 대한 하수관거 정비사업 확대 시행

[표 15] 공공하수처리시설 신·증설 및 처리구역 확대

처리시설명	행정 구역	기존/신규	관거연장 (m)	처리 방안	처리구역
서산 하수처리시설 하수관거정비	음암면	신규	2,322	처리구역 확대	음암면(부산리 등)



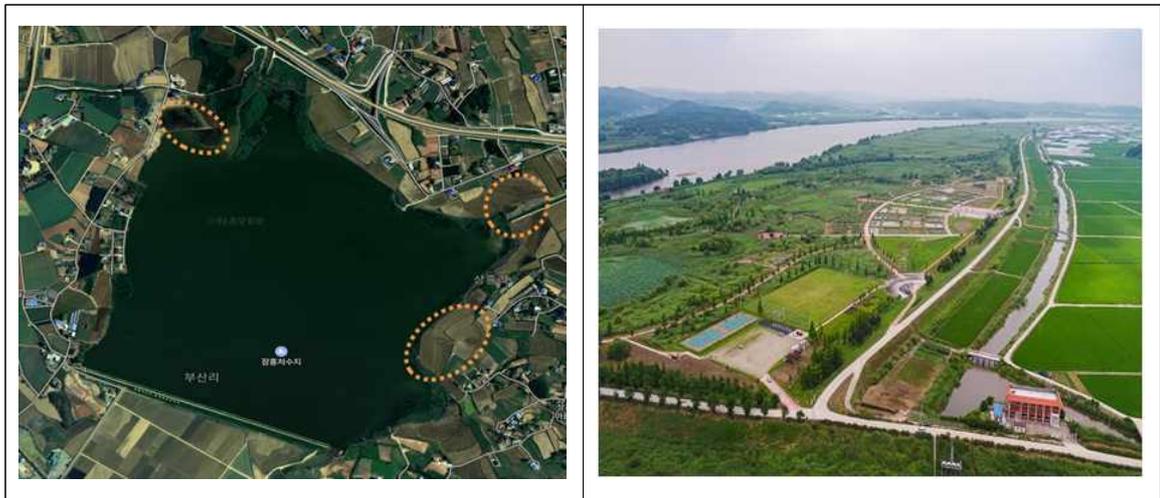
[그림 13] 하수처리 계획도

○ 인공습지 조성(농경지 비점저감시설)

- 잠룡저수지 유역의 상류 초사천으로 유입되는 농경지의 비점오염물질 저감을 위하여 갈대 등 수생 식물을 식재한 인공습지를 조성하여 수질 개선 도모 및 환경교육장으로 활용

[표 16] 인공습지 비점오염저감시설 설치

처리시설	행정구역	기존/신규	사업계획(개소)	조성면적(m ²)	비 고
인공습지 조성	음암면 상흥리	신규	3	40,000 (15,000×2개소, 10,000×1개소)	-



[그림 14] 인공습지 예정지역 및 습지 조성 참고자료

○ Eco-tone 복원사업

- 수생태계(잠룡저수지)와 육상생태계(금북정맥)가 만나는 중요한 소생태계의 복원 필요
- 수질 악화 및 교란 종이 확산하는 생물 서식공간 등 생태적 기능의 복원
- 생태탐방로 및 생태 휴식공간 제공

[표 17] Eco-tone 복원사업 설치

처리시설	행정구역	기존/신규	사업계획 (개소)	조성면적(m ²)	비 고
잠흥지Eco-tone 복원사업	음암면 상흥리	신규	1	14,900	-



[그림 15] Eco-tone 복원사업 계획도



[그림 16] 잠룡저수지 수질개선 및 수생태계 복원 종합계획도(안)

2. 기대효과

○ 하수처리시설 설치 및 확충

- 미처리 생활하수의 적정처리로 맑고 깨끗한 수생태 환경조성 및 주민들의 삶의 질 향상
- 하천으로 방류되는 고농도 수질오염물질을 사전 차단하여 하천의 생태계 회복
- 생활하수 적정처리로 방류수 수질 기준 충족 및 하천 수질 개선

○ 환경기초시설 신·증설

- 하천에 미처리 생활하수 유입을 방지하여 깨끗한 환경조성
- 생활하수 방류 공공수역 수질 보전 및 자연생태계 보호

○ 수생태 복원

- 수질 악화 및 교란 종이 확산하는 생물 서식공간 생태적 기능의 복원
- 수생태계와 육상생태계가 만나는 중요한 소생태계의 복원
- 육화로 축소되어가는 생물서식처의 보전
- 생물 다양성을 높일 수 있는 생물 서식공간 조성
- 자연자원과 교육자원을 연계한 생태체험 및 학습공간으로써의 활용도 향상
- 생태탐방로 및 생태 휴식공간 제공

○ 비점오염원 유입량 저감

- 인공습지 설치를 통하여 하천 하류 농경지 등에서 발생하여 강우시 유입되는 비점오염원 유입량 저감
- 비점오염원 적정처리를 통하여 수질 등 환경오염을 방지하고 안정적인 농업용수 공급 및 친환경 농산물 생산에 기여

○ 낚시 금지구역 설정

- 낚시로 인한 수질 오염 및 쓰레기 등에 관한 문제 발생 등을 미리 방지 가능
- 저수지 생태 활성화에 도움이 되며 어족 보호로 내수면 생태 활성화 강화

3. 사후 관리계획

- 수질 개선사업이 완료된 저수지에 대한 사후관리 및 모니터링 등을 통해 시설물의 적정 운영 관리계획 수립

○ 정기적 관리

- 공간범위 : 저수로를 비롯한 수변, 홍수터, 제방, 시설물 정비, 제초와 생태계교란생물 제거, 수목의 전정 등
- 기능범위 : 수리적 안정성, 생태적 기능성, 자연적 경관성 및 이용

○ 비정기적(특별) 관리

- 예상하지 못한 침식 또는 퇴적으로 인한 치수상의 문제 및 시설물 파괴 또는 훼손
- 저수지 생태 발전에 유리하지 못한 현상 발생, 보식 및 재파종

4. 투자계획

○ 총사업비 : 267억원 국비(220억원, 지방비 47억원)

[표 18] 사업부분별 투자계획

(단위: 억, 국고기준)

구분	사업개소	총사업비	국고비율(%)	투자계획(국고기준)					
				계	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
계	6	267.0	-	33.0	78.0	78.0	52.0	26.0	
하수처리	1	100.0	70	10.0	30.0	30.0	20.0	10.0	
비점오염저감(인공습지)	3	160.0	50	16.0	48.0	48.0	32.0	16.0	
생태복원(Eco-tone 복원사업)	1	7.0	100	7.0	-	-	-	-	
수질개선(낙시금지구역)	1	-		-	-	-	-	-	

서산시, 2015, 하수도 하수도정비 기본계획

서산시, 2013, 잠룡저수지 수변공간 조성사업 기본계획

한국농어촌공사, 2019, 잠룡지구 농업용수 수질개선사업 기본조사 보고서

환경부, 2015, 중점관리저수지 수질관리 실무편람

환경부, 2017, 통합·집중형 오염지류 개선지침

국립환경과학원, 2014, 농촌지역 비점오염원 관리계획 수립 가이드라인

국립환경과학원, 2019, 수질오염총량관리기술지침

농림축산식품부, 2016, 농업(경종·축산)비점오염원 특성 모니터링 및 축산
비점오염원영향 분석·관리정책 개발