

아산시 마산저수지 수질 개선방안 연구

김 홍 수 충남연구원 물환경연구센터장

adonis@cni.re.kr

최 정 호 충남연구원 물환경연구센터 책임연구원

kongbi@cni.re.kr

본 연구는 아산시 마산저수지 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

- 마산저수지는 한국농어촌공사 아산지사에서 관리하는 농업용 저수지이며, 시가지 및 인근 취락지역 등에서 발생하는 오수 등으로 인해 농업용수로 활용이 가능한 수질 기준을 초과(과거 5년 기준, TOC 기준 6.0ppm → 6.4ppm)하는 등 수질 오염이 심각하며, 여름철 악취 등으로 인해 취락지역 및 경작 주민들의 피해가 큰 실정임
- 마산저수지의 유역 특성을 분석하고 단계별 실천계획, 사업의 우선순위 등 삭감방안 마련을 통하여 수질 및 수생태계 건강성 회복에 기여하고자 함
- 수질 및 수생태계 개선방안
 - 점오염원 관리방안
 - 아산 하수처리시설 하수관거정비
 - 하수처리 구역 확대 : 아산시 방축동, 신인동, 초사동, 기산동, 점양동, 신창면(창암리)
 - 비점오염원 관리방안
 - 인공습지 조성 : 1개소(5,000m²)
 - 하수처리 재이용 방안
 - 관거연장 : 5.0Km
 - 방류 위치 : 황산천 상류

01

연구배경 및 목적

1. 배경 및 필요성

- 마산저수지는 한국농어촌공사 아산시사에서 관리하는 농업용 저수지이며, 시가지 및 인근 취락지역 등에서 발생하는 오수 등으로 인해 농업용수로 활용이 가능한 수질 기준을 초과(과거 5년 기준, TOC 기준 6.0ppm → 6.4ppm)하는 등 수질 오염이 심각하며, 여름철 악취 등으로 인해 취락지역 및 경작주민들의 피해가 큰 실정임
- 2016년에는 물고기 폐사 등으로 비린내 및 악취 등에 신고가 접수되었으며, 당시 두 차례의 신고에 대해 아산시는 폐수 유입을 의심했으나 현장 조사 결과 폐수 유입이 아닌 수질 악화로 인한 폐사로 결론을 냄
- 따라서 마산저수지 유역의 수질 관리 목표 설정과 삭감계획 마련을 통하여 마산저수지의 체계적인 관리 시스템 구축과 수질 및 수생태계 건강성 향상에 기여할 필요가 있음

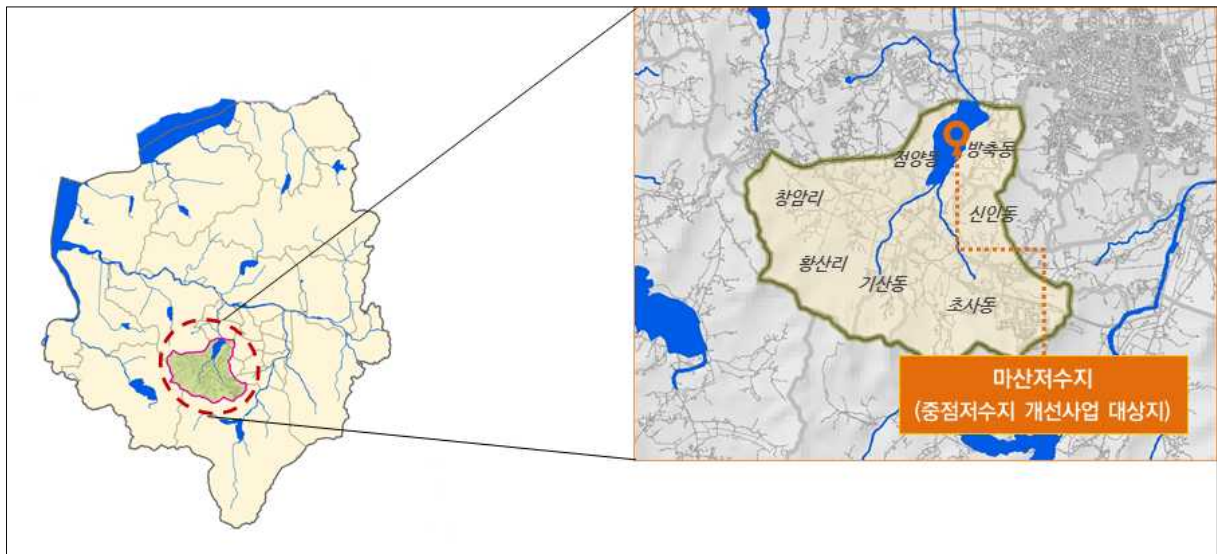
2. 연구방법 및 목적

- 본 연구의 목적은 아산시 마산저수지 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 개

선사업'의 기초자료로 활용

3. 연구내용

○ 대상지역 : 아산시 마산저수지



[그림 1] 연구대상 지역

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

02 유역 및 물 환경 현황

1. 마산저수지 유역 현황

○ 시설현황

[표 1] 마산저수지 시설현황

시설명		마산저수지			
위치	주소	충청남도 아산시 방축동 393			
	좌표	TM_X	36.77361579	TM_Y	126.9794596
시설관리자		한국농어촌공사 충남본부 아산지사			
수혜면적(ha)		149.1	총저수량(천㎥)		2,559.8
유역면적(ha)		1,776.0	유효저수량(천㎥)		2,559.80
만수면적(ha)		91.2	제방높이(m)		10.66
홍수위 (EL.m)		21.91	길이(m)		247.27
만수위 (EL.m)		20.85	안전점검 결과		B
사수위 (EL.m)		14	준공년도		1926년
인근인구		반경 5km : 153,574명, 반경 5 ~ 10km : 241,733명			

○ 수계영향권 : 삽교천 중권역, 강청수위표 소권역

- 아산시 기산동, 득산동, 방축동, 신인동, 점양동, 초사동, 신창면(창암리, 황산리)

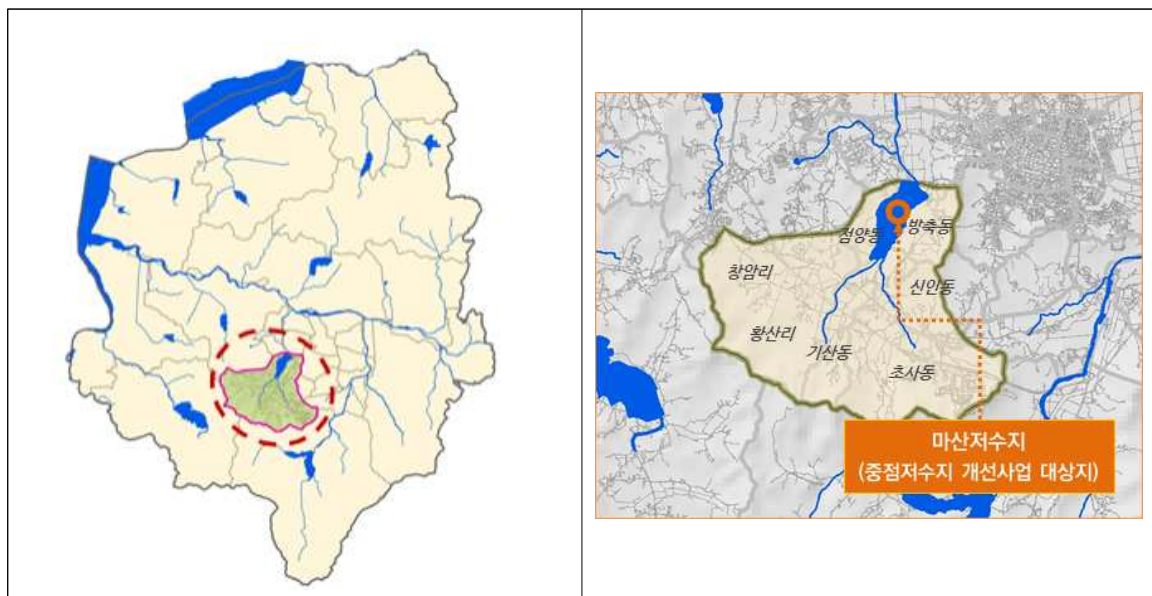
○ 유역현황

- 유역면적 : 17.47m2

- 인 구 : 5,612명

[표 2] 마산저수지 유역면적 및 인구

저수지	읍면동	리	유역면적		인구	
			면적(m ²)	점유율(%)	인구(명)	점유율(%)
마산	기산동	-	2.19	12.5%	296	5.3%
	득산동	-	0.11	0.6%	182	3.2%
	방축동	-	1.62	9.3%	3,001	53.5%
	신인동	-	1.35	7.7%	656	11.7%
	신창면	창암리	3.71	21.3%	513	9.1%
		황산리	2.55	14.6%	230	4.1%
	점양동	-	1.00	5.7%	101	1.8%
	초사동	-	4.94	28.3%	633	11.3%
합계			17.47	100.0%	5,612	100.0%



[그림 2] 마산저수지 유역

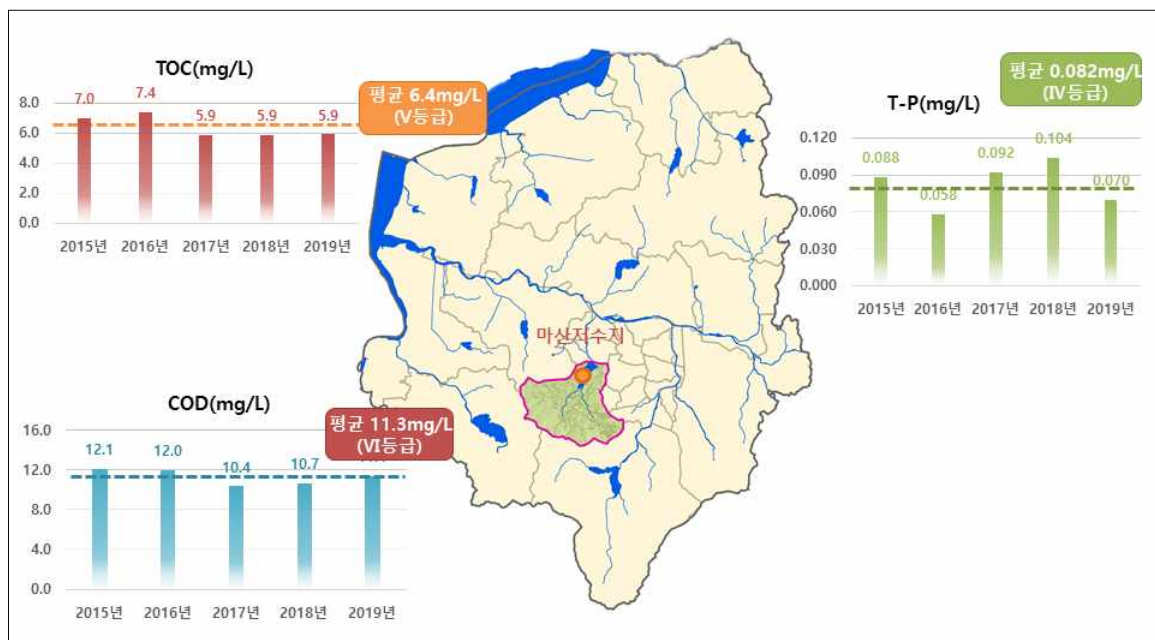
2. 수질 현황

○ 최근 5년간 수질 오염도

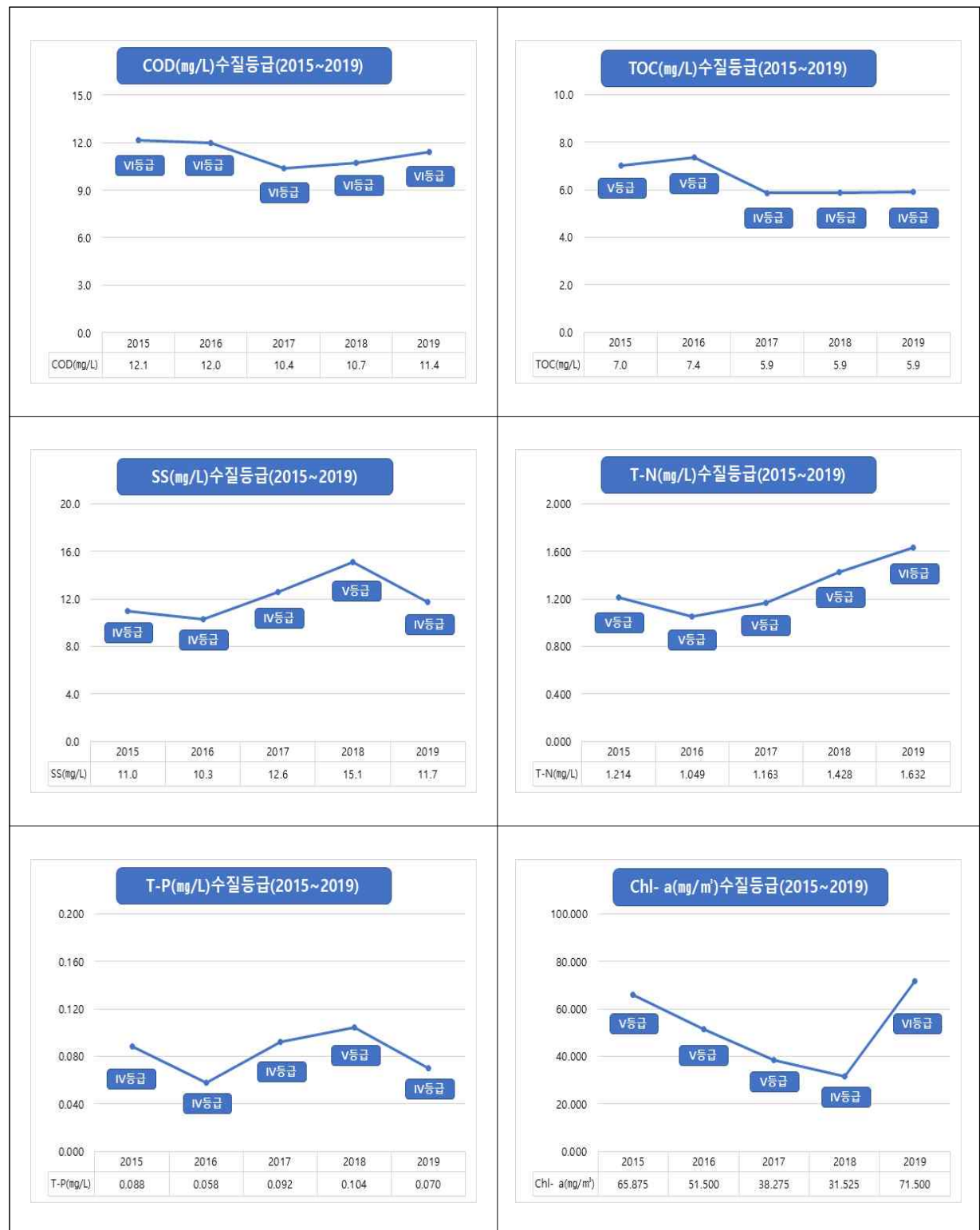
- 농업용수로 활용이 가능한 수질 기준을 초과(과거 5년 기준, TOC 기준 6.0ppm → 6.4ppm)하는 등 수질 오염이 심각하며, 여름철 악취 등으로 인해 취락지역 및 경작 주민들의 피해가 큰 실정임

[표 3] 마산저수지 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)	III(보통)	IV(약간나쁨)	V(나쁨)	V(나쁨)
평균	11.3	6.4	12.1	0.082	1.297	51.735
‘15년	12.1	7.0	11.0	0.088	1.214	65.875
‘16년	12.0	7.4	10.3	0.058	1.049	51.500
‘17년	10.4	5.9	12.6	0.092	1.163	38.275
‘18년	10.7	5.9	15.1	0.104	1.428	31.525
‘19년	11.4	5.9	11.7	0.070	1.632	71.500



[그림 3] 마산저수지 연도별 수질 현황



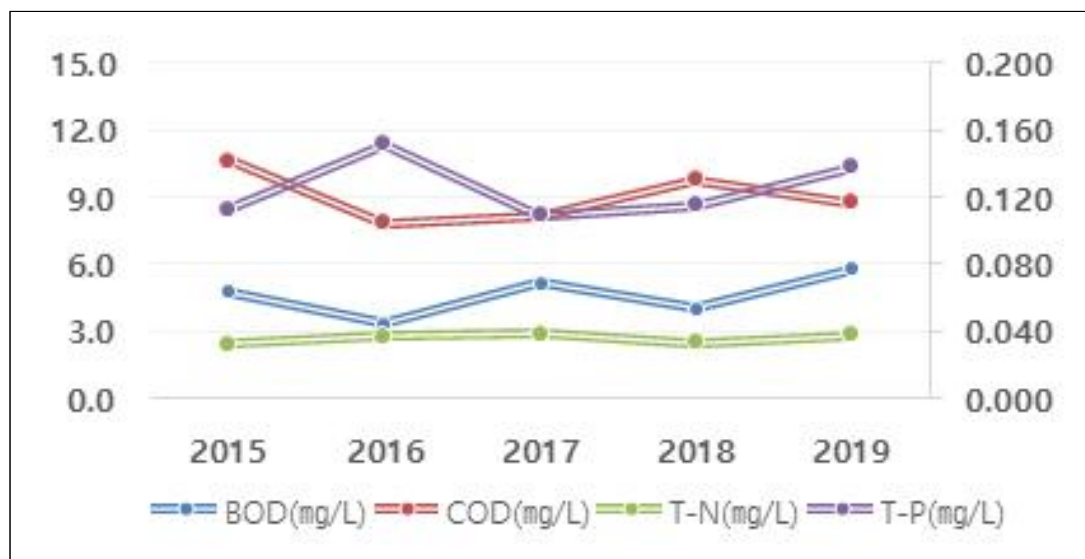
[그림 4] 마산저수지 항목별 수질 등급

○ 유입하천 현황

- 수계영향권 : 삽교천 중권역(강청수위표 소권역)
- 유입하천 : 황사천, 초사천
- 마산저수지 방류 후 → 오목천

[표 4] 마산저수지 유입하천 수질 측정망 운영 현황

하천명	조사지점	조사기관
오목천	오목천 말단	충청남도



[그림 5] 마산저수지 유입하천 수질 현황

3. 수생태계 건강성 현황

① 부착조류

- 2017년 환경부 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 결과 마산저수지에

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

[표 5] 부착돌말지수(TDI) 등급 변화

하천	연도	부착돌말지수(TDI) 등급	자료출처
오목천	2017년	E등급(매우나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)

② 저서 대형무척추동물

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

[표 6] 저서동물지수(BMI) 등급 변화

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

③ 어류

- 2017년 환경부 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 결과 마산저수지에 서 방류되어 나가는 오목천은 어류평가지수(FAI) 등급은 E등급(매우 나쁨)으로 나타남

[표 7] 어류평가지수(FAI) 등급 변화

하천	연도	어류평가지수(FAI) 등급	자료출처
오목천	2017년	E등급(매우 나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)

03 오염원인 및 문제점 분석

1. 오염원 및 오염부하량 현황

○ 인구 및 하수처리 현황

- 마산저수지 유역 내 하수처리 인구는 4,827명, 하수 미처리 인구는 785명으로 하수도 보급률은 86%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	
마산	기산동	-	-	150	31	115	-	296
	득산동	-	-	182	-	-	-	182
	방축동	-		3,001	-	-	-	3,001
	신인동	-	656	-	-	-	-	656
	신창면	창암리	-	262	111	140	-	513
		황산리	-	182	14	34	-	23
	점양동	-	-	74	12	15	-	101
	초사동	-	320	-	18	295	-	633
인구 합계			976	3,851	186	599	-	5,612

○ 축산현황

- 마산저수지 유역 내 가축 사육두수는 가금, 돼지, 젓소, 한우, 개 순으로 비중을 차지하며 말과 사슴은 존재하지 않음

[표 9] 축종별 현황

저수지	읍면동	리	축종(두수)						
			젓소	한우	말	돼지	사슴	개	가금
마산	기산동		-	64	-	-	-	200	-
	득산동		4	4	-	76	-	6	-
	방축동		40	-	-	-	-	-	-
	신인동		-	111	-	-	-	-	-
	신창면	창암리	-	243	-	-	-	104	-
		황산리	262	-	-	-	-	-	27,000
	점양동		-	-	-	-	-	-	-
	초사동		156	-	-	700	-	-	9,966
축종 합계			462	422	-	776	-	310	36,966

○ 산업 현황

- 마산저수지 유역 내 산업시설은 총 10개소이며, 발생량은 238m³/일, 배출량은 33m³/일임

[표 10] 산업시설 발생 및 배출 현황

저수지	읍면동	리	산업시설 현황		
			개소수	발생량((m ³ /일)	배출량((m ³ /일)
마산	기산동	-	1	5.0	-
	득산동	-	1	2.0	1.6
	방축동	-	2	9.5	9.5
	신인동	-	1	0.3	0.3
	신창면	창암리	2	200.0	0.0
		황산리	1	0.5	0.5
	점양동	-	-	-	-
	초사동	-	2	20.8	20.8
산업시설 합계			10	238.0	32.7

○ 토지 현황

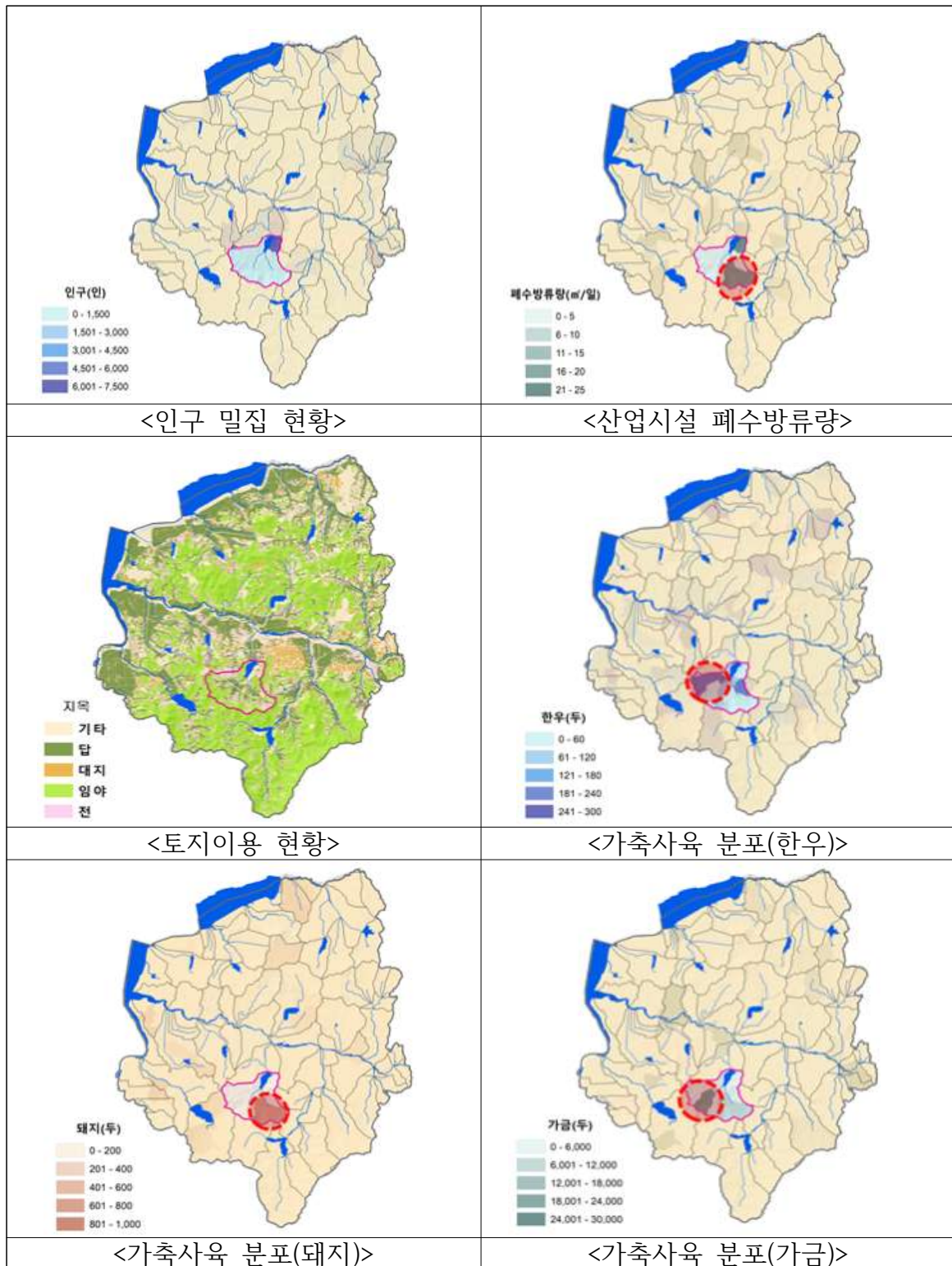
- 마산저수지 유역 내 임야 면적이 45.86%로 절반 정도를 차지하고 있으며, 그다음이 답과 전 순으로 비중을 차지하고 있음

[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·원지	토지합계
마산	기산동	-	0.29	0.41	0.00	0.00	0.96	0.28	0.11	0.03	0.01	0.08	0.00	0.03	0.00	2.19
	득산동	-	0.01	0.02	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11
	방축동	-	0.27	0.28	0.01	0.04	0.49	0.20	0.18	0.00	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	1.62
	신인동	-	0.19	0.26	0.06	0.01	0.57	0.06	0.09	0.04	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	1.35
	신창면	창암리	0.66	0.80	0.00	0.01	1.70	0.18	0.15	0.03	0.01	0.17	0.00	0.00	0.00	3.71
		황산리	0.13	0.42	0.00	0.01	1.26	0.06	0.02	0.00	0.59	0.06	0.00	0.00	0.00	2.55
	점양동	-	0.11	0.05	0.01	0.00	0.40	0.37	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00
	초사동	-	0.90	0.75	0.03	0.02	2.60	0.17	0.15	0.03	0.03	0.25	0.00	0.00	0.00	4.94
토지 합계			2.56	2.99	0.12	0.09	8.01	1.32	0.75	0.15	0.64	0.80	0.00	0.03	0.00	17.47

○ 그룹별 오염원 분포현황

- 마산저수지 유역의 오염원 그룹별 분포 및 오염도가 높은 유역을 분석한 결과 인구 밀집도 방축동, 산업폐수 방류량은 초사동, 가축사육 두수는 신창면 황산리, 토지이용 현황(대지 비율) 방축동 등에서 비중을 높은 것으로 조사됨



[그림 6] 오염원 그룹별 분포도

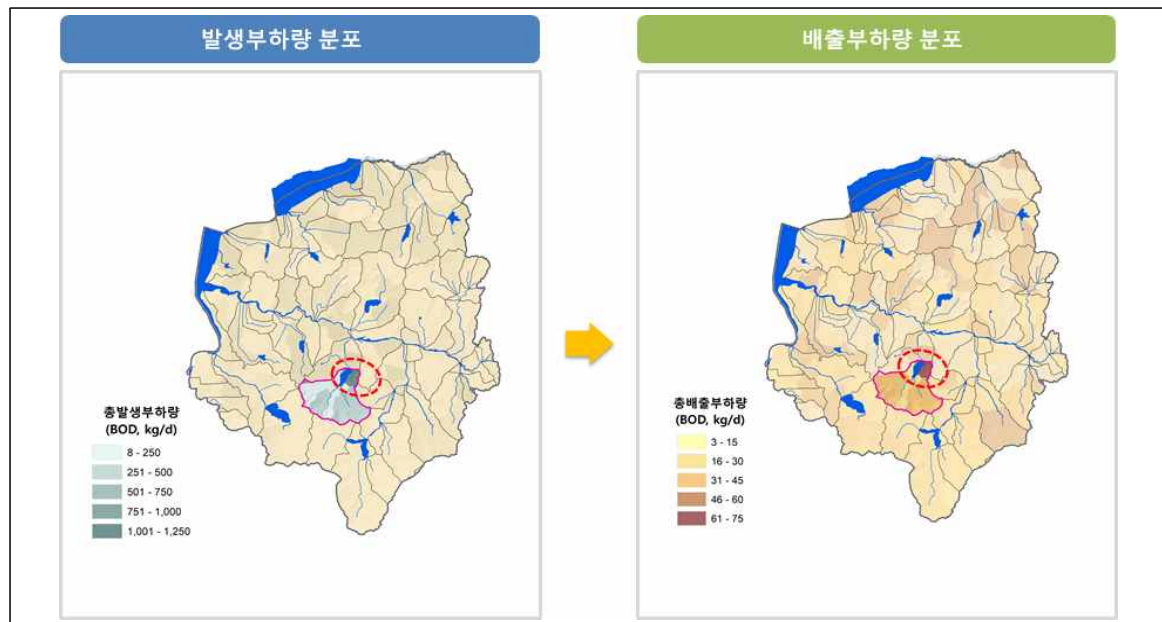
○ 오염부하량 변화(BOD)

- 마산저수지 발생 및 배출부하량은 생활계, 축산계, 토지계에 비중이 크며, 산업계는 비중이 가장 작은 것으로 나타남
- 생활계는 동 지역인 방축동, 초사동의 비중이 높으며, 축산계는 면 지역인 신창면에서 가장 큰 비중을 차지함
- 토지계는 대지 비중이 높은 초사동, 신창면에서 높게 나타남
- 양식계 및 매립계의 오염원은 없으며, 그에 따른 발생 및 배출부하량은 없음

[표 12] 발생 및 배출부하량(BOD)

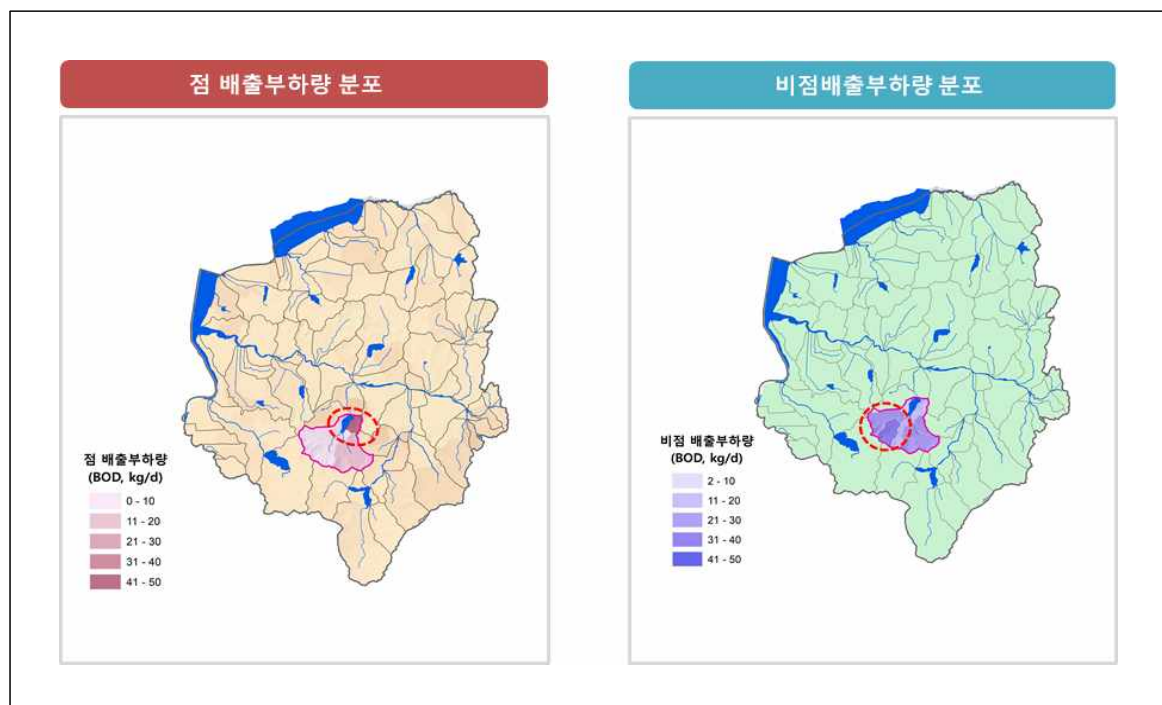
저수지	읍면동	리	발생 및 배출부하량(BOD, kg/일)							
			생활계		축산계		산업계		토지계	
			발생	배출	발생	배출	발생	배출	발생	배출
마산	기산동	-	47.69	7.63	37.39	3.32	0.96	0.00	7.87	7.87
	득산동	-	187.51	0.67	12.89	1.14	0.17	0.07	0.90	0.90
	방축동	-	382.26	21.17	22.12	1.24	0.10	0.09	7.29	7.29
	신인동	-	108.27	6.72	58.47	5.19	0.01	0.01	6.04	6.04
	신창면	창암리	38.79	8.66	130.18	11.56	12.38	0.00	13.66	13.66
		황산리	58.58	7.49	286.07	25.39	0.09	0.02	9.47	9.47
	점양동	-	5.37	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	2.32	2.32
	초사동	-	71.17	16.32	214.86	9.48	19.74	0.35	17.04	17.04
합계			899.64	69.75	761.98	57.32	33.45	0.54	64.59	64.59

○ 발생 및 배출부하량 분포현황(BOD)



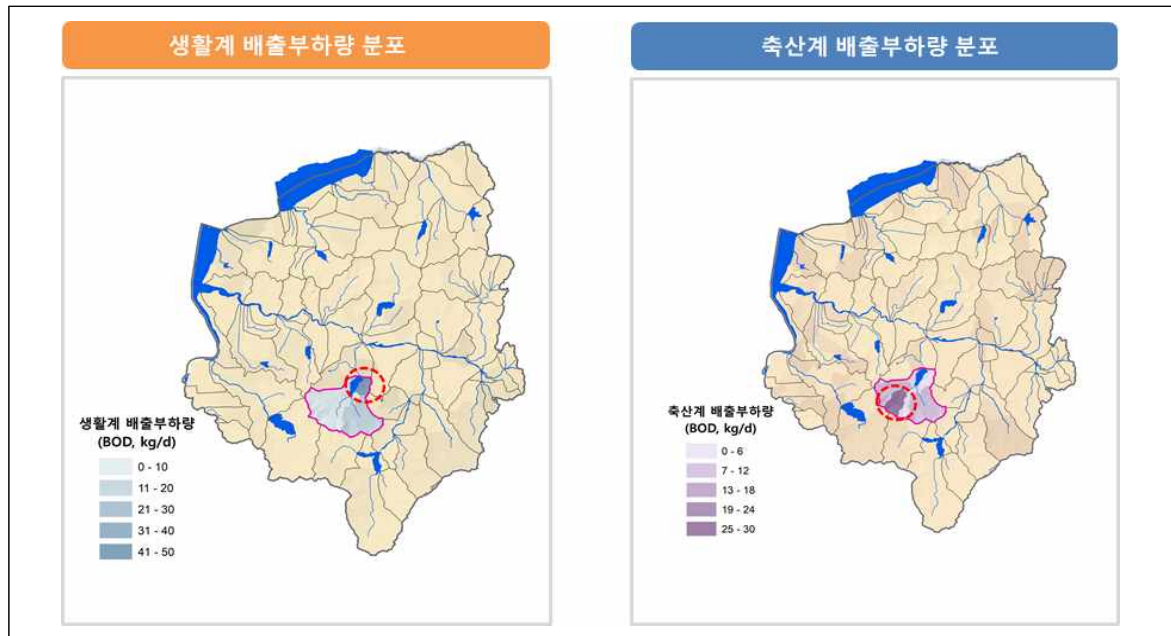
[그림 7] 유역별 발생 및 배출부하량 현황

○ 점 및 비점오염배출량 분포현황(BOD)

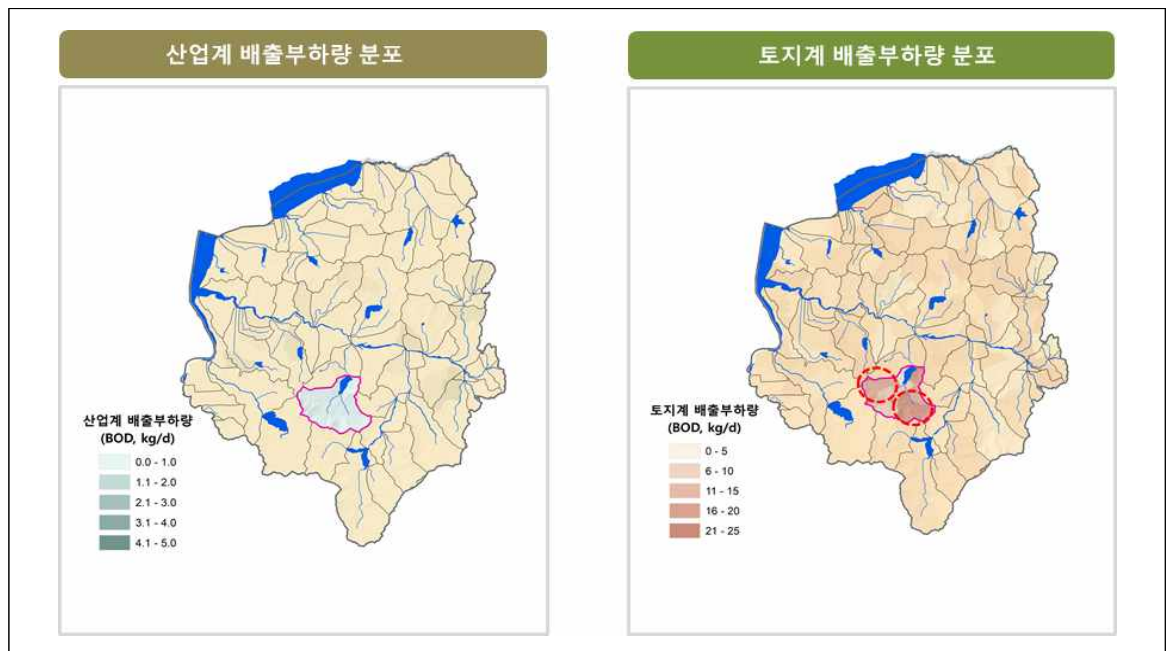


[그림 8] 유역별 점 및 비점오염배출량 현황

○ 오염물질 그룹별 배출부하량(생활계, 축산계)



○ 오염물질 그룹별 배출부하량(산업계, 토지계)



[그림 9] 오염원 그룹별 배출부하량 현황

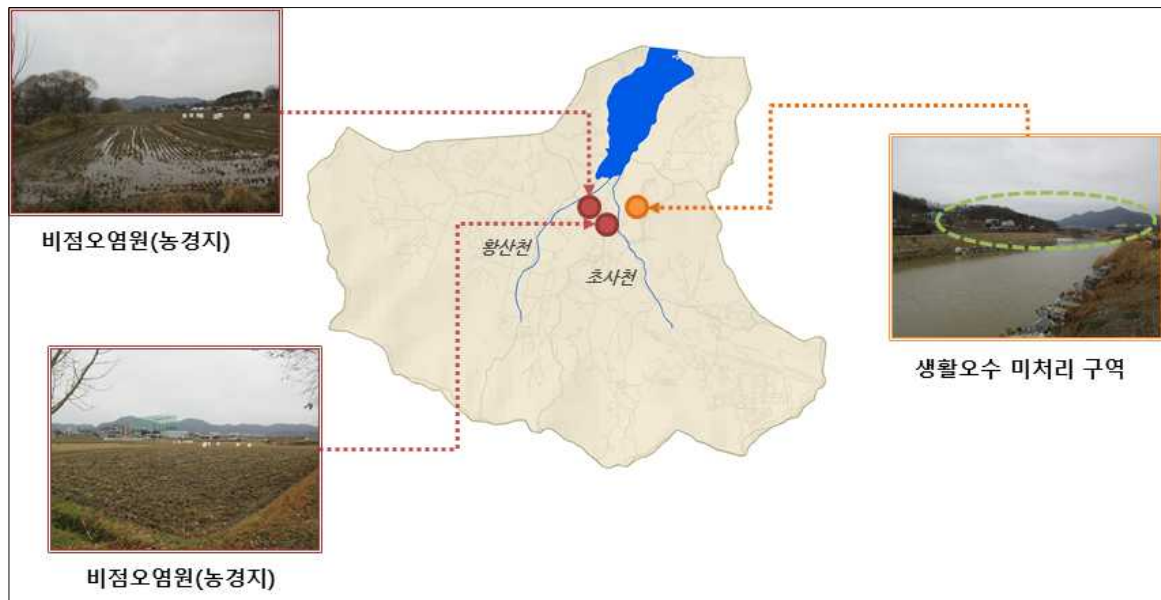
2. 마산저수지의 주요 문제점 분석

- 마산저수지 유역 내 미처리 생활오수 유입, 가축사육 및 토지계 비점오염원에 의한 오염이 집중되어 있으며, 이로 인하여 아산시 방축동 유역 내 오염물질 배출량이 가장 큰 유역에 해당함



[그림 10] 오염물질 배출량 집중지역

- 소유역 별 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)

- 마산저수지 유역의 오염물질 배출량 분석 결과 주요 오염원인은 생활계에 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(%)
마산 저수지	생활계	899.6	51.1%	69.8	36.3%
	축산계	762.0	43.3%	57.3	29.8%
	산업계	33.5	1.9%	0.5	0.3%
	토지계	64.6	3.7%	64.6	33.6%
	양식계	0.0	0.0%	0.0	0.0%
	매립계	0.0	0.0%	0.0	0.0%
	합계	1,759.7	100.0%	192.2	100.0%



[그림 12] 오염원 그룹별 분포

○ 행정구역별 배출량 분석

- 마산저수지 해당 행정구역 중 아산시 방축동의 생활계 오염부하량이 가장 높게 나타났으며, 그 외 아산시 초사동의 인구 밀집으로 인하여 오염부하량이 높게 산정되었음
- 가축사육에 따른 배출량 아산시 신창면에서 배출량이 높은 것으로 분석되었으며, 축사 밀집 지역에 대한 비점오염원 관리대책이 필요한 것으로 판단됨
- 비점오염원은 아산시 신창면이 가장 높은 것으로 분석되었으며, 토지계 비점오염원 관리대책이 필요한 것으로 판단됨

[표 14] 행정구역별 오염물질 배출량 분석

구분	읍면동	생활계		축산계		토지계	
		배출량 (BOD, kg/일)	점유율 (%)	배출량 (BOD, kg/일)	점유율 (%)	배출량 (BOD, kg/일)	점유율 (%)
마산 저수지	기산동	7.6	10.9%	3.3	5.8%	7.9	12.2%
	득산동	0.7	1.0%	1.1	2.0%	0.9	1.4%
	방축동	21.2	30.4%	1.2	2.2%	7.3	11.3%
	신인동	6.7	9.6%	5.2	9.1%	6.0	9.4%
	신창면	16.2	23.2%	37.0	64.5%	23.1	35.8%
	점양동	1.1	1.6%	0.0	0.0%	2.3	3.6%
	초사동	16.3	23.4%	9.5	16.5%	17.0	26.4%
	합계	69.8	100.0%	57.3	100.0%	64.6	100.0%

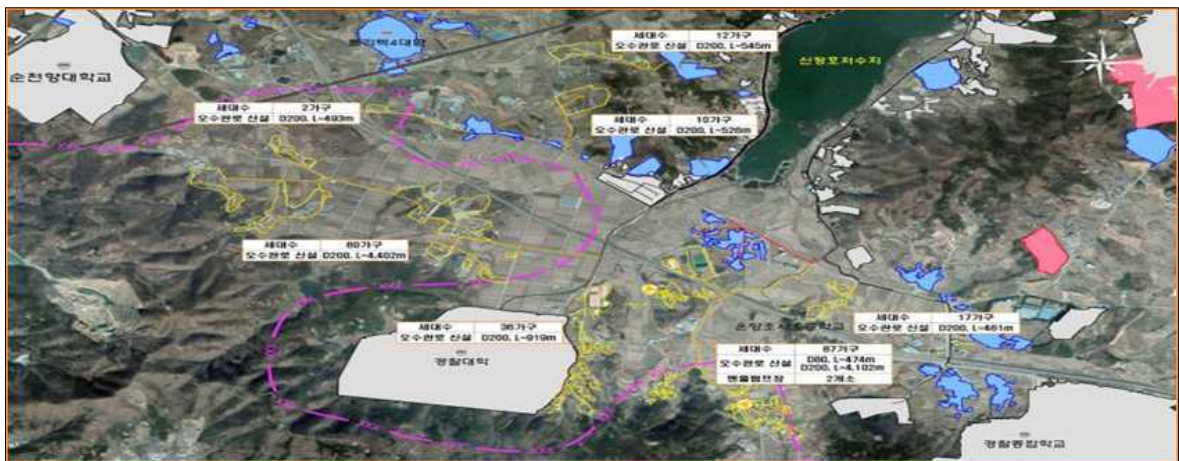
04 개선방안 및 기대효과

1. 주요 개선방안

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

[표 15] 공공하수처리시설 신·증설 및 처리구역 확대

처리시설명	행정구역	기존/신규	관거연장(m)	처리방안	처리구역
아산 하수처리시설 하수관거정비	방축동	신규	11,922	처리구역 확대	방축동, 신인동, 초사동, 기산동, 점양동, 신창면(창암리)



[그림 13] 하수처리 계획도

○ 인공습지 조성(농경지 비점저감시설)

- 마산저수지 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	점양동, 방축동	신규	3	25,000 (10,000×2개소, 5,000×1개소)	-



[그림 14] 인공습지 예정지역 및 습지 조성 참고자료

○ 하수처리 재이용

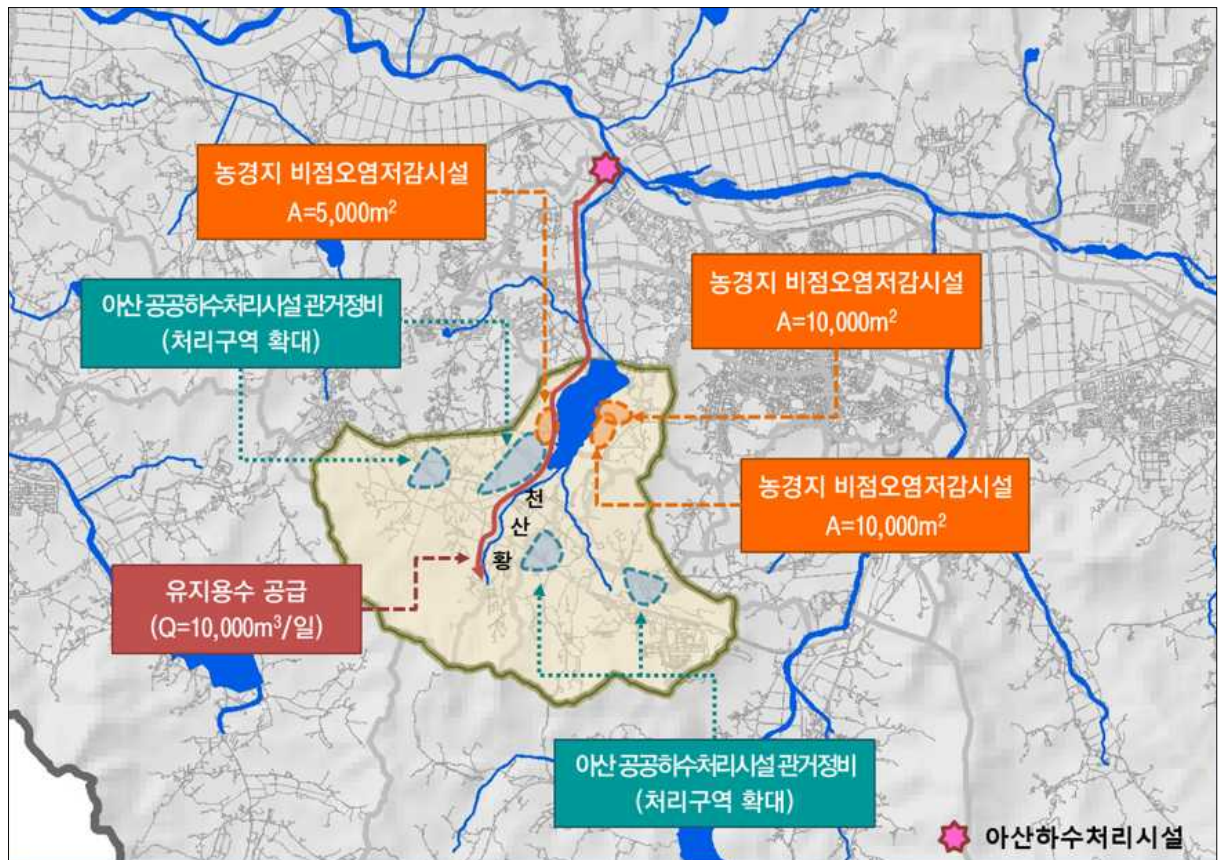
- 마산저수지 유역의 상류 황산천으로 유지용수 및 삭감효율 제고를 위한 아산하수처리장 방류수 10,000m³/일 직접 공급

[표 17] 인공습지 비점오염저감시설 설치

처리시설명	기존/신규	사업계획 (개소)	관거연장 (km)	공급량 (m ³)	방류위치	비고
하수처리수 재이용	신규	1	5.0	10,000	황산천 상류	-



[그림 15] 하수처리 재이용 계획도



[그림 16] 마산저수지 수질 개선 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

○ 하수 재이용

- 새로운 수자원의 확보, 상수용수량을 줄일 수 있어 상수도 시설 투자비, 유지관리비를 절약할 수 있고 처리수를 농업용수, 분뇨처리장 희석수, 공장의 냉각용수로 사용 가능
- 하천의 유지용수가 부족한 곳에 공급하여 하천의 건천화 현상을 막는 동시에 도시하천의 친수 기능을 확보

○ 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

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 : 398억원 국비(278.6억원, 지방비 119.4억원)

[표 18] 사업부분별 투자계획

(단위: 억, 국고기준)

구분	사업 개소	총 사업비	국고 비율 (%)	투자계획(국고기준)					
				계	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
계	4	398.0	-	398.0	39.8	119.4	119.4	79.6	39.8
하수처리	1	158.0	70	158.0	15.8	47.4	47.4	31.6	15.8
비점오염저감 (인공습지)	3	140.0	50	140.0	14.0	42.0	42.0	28.0	14.0
수원확보, 수질개선 (하수재이용)	1	100.0	70	100.0	10.0	30.0	30.0	20.0	10.0

참고자료

아산시, 2018, 하수도 하수도정비 기본계획

아산시, 2010, 아산 방축지구 도시개발사업 환경영향평가서

아산시, 2015, 아산 신정호 지구 도시개발사업 환경성 검토서

환경부, 2015, 중점관리저수지 수질관리 실무편람

환경부, 2017, 통합·집중형 오염지류 개선지침

국립환경과학원, 2014, 농촌지역 비점오염원 관리계획 수립 가이드라인

국립환경과학원, 2019, 수질오염총량관리기술지침

농림출산식품부, 2016, 농업(경종·축산)비점오염원 특성 모니터링 및 축산

비점오염원영향 분석·관리정책 개발