전라북도 마산천 유역 수질 및 유량 모니터링 연구용역

– 최종 보고서 –

2020. 10

환경·복지 정책발전 연구회

제 출 문

환경 · 복지 정책발전 연구회 귀하

본 보고서를 “전라북도 마산천 유역 수질 및 유량 모니터링 연구용역”의 중간보고서로 제출합니다.

2020년 10월

전북녹색환경지원센터
센 터 장 곽 동 희

참여연구진

소속	직위	직책	성명	참여분야
전북녹색환경 지원센터	책임연구원	교수	김성준	총괄
	연구원	박사	지석인	현장조사 실무
	연구원	박사	이희재	현장조사 실무
	연구보조원	석사	김민수	현장조사 실무
	연구보조원	학사	이세정	현장조사 및 진행관리

목 차

제Ⅰ장 서 론 ····· 1

1. 연구 배경 및 목적 ····· 3

2. 연구 범위 ····· 5

3. 연구 내용 ····· 6

제Ⅱ장 유역특성 및 일반현황 ····· 7

1. 만경강 유역 일반현황 ····· 9

1.1 일반현황 ····· 9

1.2 수계 및 하천 ····· 11

1.3 기상 개황 ····· 14

1.3.1 기상관측소 현황 ····· 14

1.3.2 기후 및 기상 현황 ····· 14

제Ⅲ장 수질 및 오염원 현황 ····· 17

1. 수질 현황 ····· 19

1.1 만경강 수질변화 추이 ····· 21

1.1.1 만경강 유역 주요지점 수질변화 추이 ····· 24

1.1.2 지류·지천 수질변화 추이 ····· 28

2. 오염원 및 부하량 분석 ·····37
2.1 마산천 유역 오염원 및 부하량 산정 ·····37
2.1.1 마산천 유역 ·····38
3. 마산천 유역 오염원 현황 조사 ·····49
3.1 축산계 ·····49
3.2 양식계 ·····51
4. 마산천 유역 모니터링 ·····52
4.1 마산천 수질 현장 조사 ·····52
4.1.1 개요 ·····52
4.1.2 마산천 유역 배수로 조사결과 ·····59
4.1.3 조사방법 ·····61
4.1.4 수질 조사결과 ·····62
4.2 수질 조사 결과 ·····74
4.3 마산천 유량 조사 결과 ·····76

제Ⅳ장 오염원 관리방안 ·····79
1. 양식장 관리방안 ·····81
1.1 마산천 유역 양식장 현황 ·····81
1.2 양식장 관리방안 ·····83
2. 농업비점 관리방안 ·····85
2.1 마산천유역 농업비점 ·····85
3. 모니터링 계획수립 ·····91

제 Ⅰ 장 서 론

1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 범위
3. 연구 내용

제Ⅰ장 서 론

1. 연구 배경 및 목적

새만금 유역의 수질 개선을 위해서는 상류 유역에서의 오염원 관리가 더욱 강조되고 있으며, 이를 위해서는 새만금 유역 오염원에 대한 정밀분석의 필요성이 있음.

새만금 상류유역 중 만경강 유역의 주요 오염원 배출 하천인 마산천은 물고기 마을 등 양식장과 농업 비점오염원이 산재하고 있어 세부적인 현황조사를 실시, 오염 원인의 분석으로 유역 환경을 반영한 실질적인 수질 관리방안의 도출이 필요함.

새만금 유역은 유역 특성상 농업 배수에 의한 하천 영향이 매우 높으며 본류로 유입되는 지류 하천을 중심으로 오염원이 분포되어 있음. BOD 배출부하량 기준 80% 이상이 비점오염원으로 점오염원 대책으로는 새만금 유역 수질은 크게 개선되지 않았으며, 비점오염원의 증가에 따라 유역 내 수질은 일부 단위유역을 제외하고는 수질 개선 효과가 미비함.

따라서, 유역 내 지류·지천 중 과거 오염원 및 부하량 분석 및 수질 측정망 모니터링 결과에 대한 비교검토를 통해 오염 원인을 분석하여 지자체별, 소유역별, 오염원별 오염 부하 기여율을 분석하여 중점관리 지류·지천 선정 및 정밀조사를 통하여 실질적인 수질 관리방안의 도출이 필요함.

본연구에서는 기존 ‘새만금 유역 지류·지천의 오염원 정밀분석 및 관리방안 연구. 2016. 전북지방환경청’에서 조사된 수질 악화 의심 유역 중 단위유역 ‘만경B’의 마산천 유역의 주요 오염원을 조사하고 분석하여 관리방안 및 추가대책 수립에 목적이 있음.

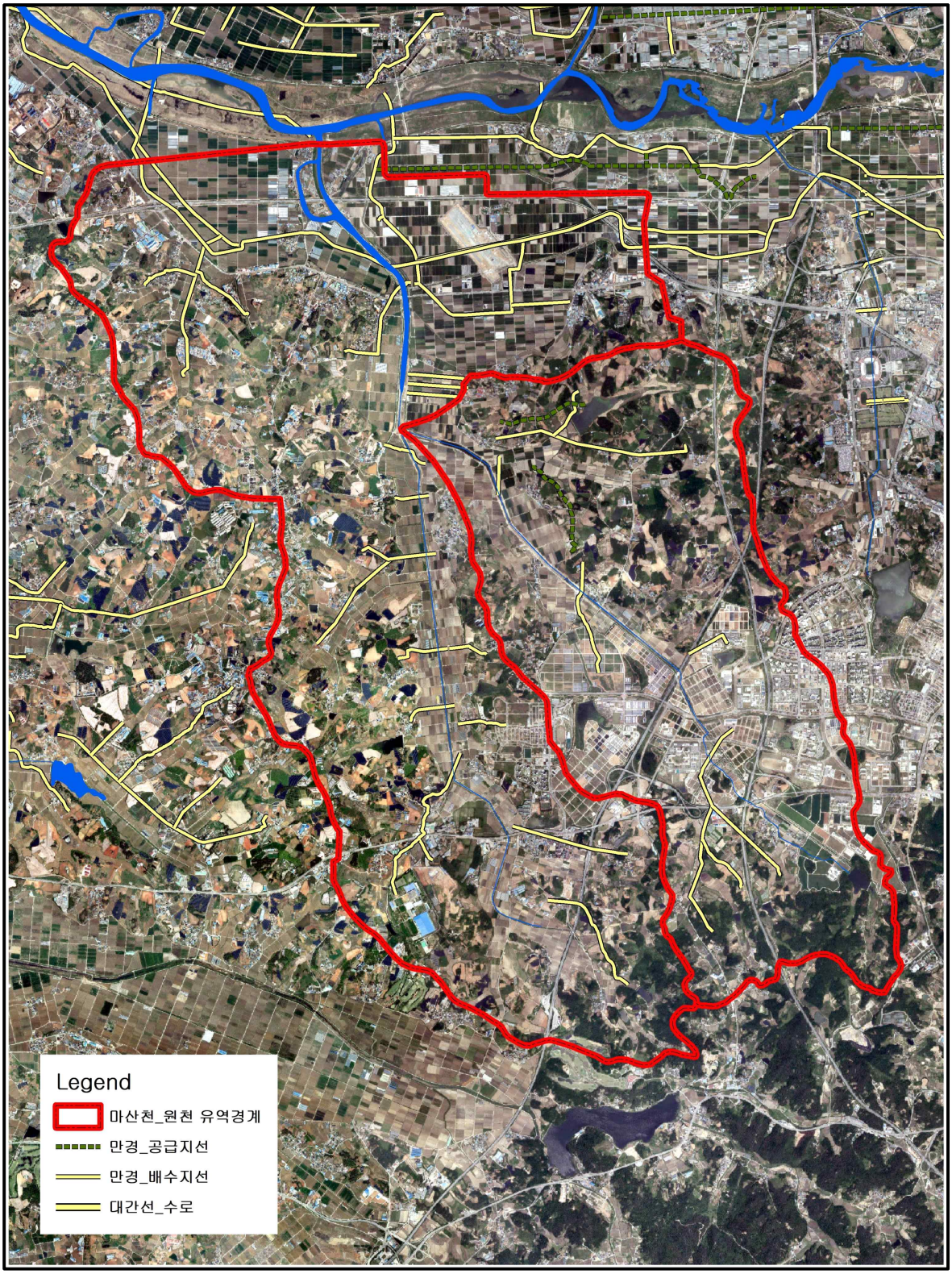
〈표 1-1〉 수질악화 의심유역 내 하천 및 주요 오염원 현황

수계	단위유역	소유역	하천명	주요 오염원(또는 오염원 유입 지점)
만경강	전주A	전주A09	전주천	미처리 하수
		전주A17	중복천	미처리 하수
		전주A20	전주천(금학천)	공업지역 불투수면 퇴적물, 공단배수, 하수관거 월류수 등이 강우시 하천으로 유입
	만경B	만경B05	석탑천	공업지역 불투수면 퇴적물, 농경지 유출수
		만경B13	왕궁천	하천퇴적물, 축사 및 주변의 가축분뇨, 미처리 하수 * 봉암제 유출수가 쌍제천→왕궁천→익산천으로 배출
		만경B15	익산천	하천퇴적물, 축사 및 주변의 가축분뇨, 미처리 하수
		만경B18	**마산천**	**미처리하수, 공사장 토지계 유출수, 농업지역 유출수, 양식계 배출수 * 전주완주 혁신도시 지구**
	만경C	만경C01	목천포천	하수관거 월류수
		만경C03	용암천	축산계 비점오염원(퇴적물) 유출수, 미처리 하수
		만경C08	고척천	미처리 하수, 농업지역 유출수
		만경C09	미제천	미처리하수, 농업지역 유출수, 토지계 비점오염원
	탑천A	탑천A01	탑천	미처리하수, 농업지역 유출수(기양천 합류전)
		탑천A03	탑천	하수관거 월류수, 농업지역 유출수(탑천교 인근)
동진강	동진A	동진A09	동진강	축산계 비점오염원 유출수, 농업지역 유출수, 미처리하수, 토지계 비점오염원, 공업단지 불투수면 유출수 등
		동진A10	동진강	축산계, 농업지역 유출수, 미처리 하수
		동진A14	덕천천	축산계 비점오염원(퇴적물) 유출수, 하수관거 월류수
	동진B	동진B04	주상천	농업지역 유출수
		동진B05	신평천	미처리 하수, 농업지역 유출수
	정읍A	정읍A03	정읍천	미처리 하수
		정읍A06	천원천	미처리 하수, 농업지역 유출수
		정읍A07	동진강	미처리 하수, 농업지역 유출수
		정읍A08	한교천	정읍공단, 하수관거 월류수
	고부A	고부A01	고부천	축산계 비점오염원
		고부A05	소성천	축산계 비점오염원
		고부A14	고부천	하수관거 월류수, 미처리 하수
		고부A15	고부천	축산계 비점오염원, 농업지역 유출수
	원평A	원평A08	두월천	미처리 하수, 농업지역 유출수
		원평A12	두월천	미처리 하수, 농업지역 유출수
		원평A16	금구천	미처리 하수, 농업지역 유출수
		원평A19	감곡천	미처리 하수, 농업지역 유출수

자료 : 새만금유역 지류·지천의 오염원 정밀분석 및 관리방안 연구. 2016. 새만금지방환경청

2. 연구 범위

본 연구 용역의 범위는 마산천 유역을 대상으로 현장조사 및 문헌조사를 실시함.



(그림 1-1) 마산천 유역 위치도

3. 연구 내용

본 연구의 주요 내용은 마산천 유역의 하천 구간별 수질 모니터링을 하고, 문헌조사 및 현장 조사를 통하여 오염원 정밀분석, 그에 따른 관리방안 및 추가 대책 수립으로 구성됨.

<표 1-2> 세부 연구 내용

주요 연구내용	과업수행 방향 및 방법
가. 마산천유역 오염원 정밀분석	- 마산천유역 지류·지천별 수계현황도 및 오염지도 작성 - 조사대상 지류지천별 수계 지도 작성 - 오염원 및 배출 부하량 변화추이 분석을 통한 지류·지천별 오염지도 작성
나. 지류·지천별 대표지점 선정 및 모니터링 계획 수립	- 지류·지천별 현장 정밀조사 실시 - 기존 측정망을 제외한 지류·지천별 대표 수질모니터링 지점 선정 - 수질·유량 모니터링 실시
다. 장기조사지점 선정 및 조사계획 수립	- 지류별 유역현황(유역특성, 행정구역, 토지이용 현황 등), 하천환경(하천현황 등), 환경기초시설 현황 등 토대로 수질개선 효과가 큰 지류에 장기조사지점을 선정 - 기존 측정망이 없는 지류·지천을 대상으로 추가 모니터링지점 선정 및 장기조사계획 수립 - 지류·지천 지점별 수질오염원인 분석 및 장기조사계획 수립
라. 마산천유역의 오염원 관리방안 및 추가대책 수립	- 수질오염원 원인규명 및 정량화 - 현장조사 및 모니터링 분석결과를 토대로 주요 오염원인 파악 - 오염원 조사대상 하천에 대한 연간 수질·유량 변동 분석을 통한 오염부하율 산정
마. 종합분석 및 정책제언	- 수질오염도 및 본류에 미치는 영향 등을 고려한 유역 특성별 맞춤형 관리방안 제시 - 마산천 유역 특성을 고려한 수질개선사업 추가 발굴 및 정량화

제 II 장 유역특성 및 일반현황

1. 만경강 유역 일반현황

제Ⅱ장 유역특성 및 일반현황

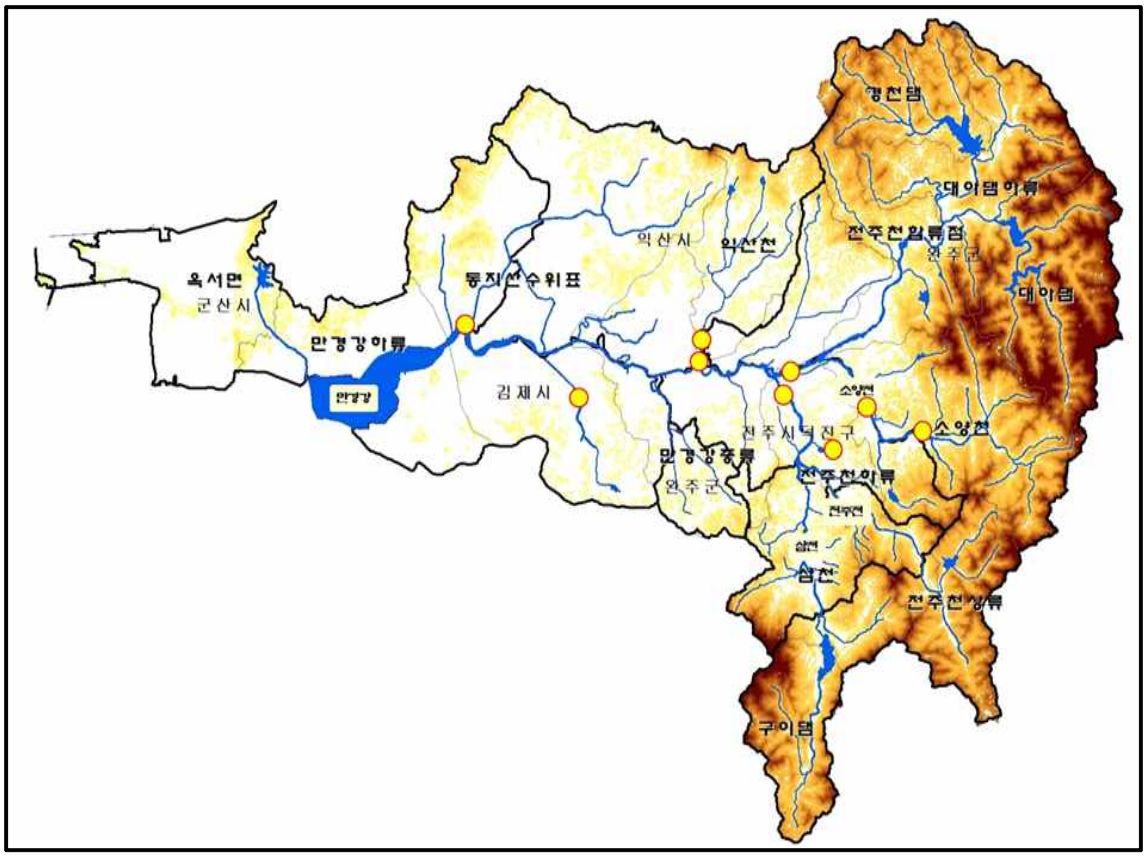
1. 만경강 유역 일반현황

1.1 일반현황

만경강중권역은 북쪽으로는 논산천유역 및 금강하구언유역과 접해있고, 남쪽으로는 동진강유역, 동쪽으로는 용담댐유역 및 섬진강댐유역, 서쪽으로는 서해와 인접하여 있는 중권역으로, 남북의 길이보다 동서의 길이가 길며, 유역형태는 「ㄱ」자 형태를 보이고 있으며, 남북의 최대 길이는 53.5km이며, 동서는 75.0km로서 남북 및 동서간 길이의 비는 약 0.71정도임.

유역의 물이용은 농업용수의 사용이 가장 크며, 유역외의 용담댐 및 금강용수를 추가적으로 공급받고 있음.

농업용수는 하천 및 대아대간선을 통해 이루어지고, 농업용 수리시설(저수지 448개소, 양수장 210개소, 취입보 172개소 등)이 많이 분포함.



자료 : 새만금유역 지류·지천의 오염원 정밀분석 및 관리방안 연구. 2016. 새만금지방환경청

(그림 2-1) 만경강 중권역 유역도

<표 2-1> 만경강 중권역 현황

중권역명	유역면적(㎢)	행정구역	소권역수
만경강	1,601	군산시(14%), 김제시(10%), 완주군(46%), 익산시(17%), 전주시(13%)	14

<표 2-2> 만경강유역 소권역 현황

중권역명	소권역명	분기점	하천명	하천등급	유역면적(㎢)
만경강	대아댐	만경강-대아댐	만경강	지방2급	105.86
	경천댐	고산천-경천댐	고산천	지방2급	68.61
	대아댐하류	대아댐-고산천합류점	만경강	지방2급	110.54
	소양천	소양천-소양천하구	소양천	국가하천	157.9
	전주천합류점	고산천하구-전주천하구	만경강	국가하천	73.38
	전주천상류	전주천-수원천합류점	전주천	지방2급	60.3
	구이댐	삼천-구이댐	삼천	지방2급	60.06
	삼천	구이댐-삼천하구	삼천	지방1급	90.80
	전주천하류	수원천하구-전주천하구	전주천	국가	76.24
	익산천	익산천-익산천하구	익산천	지방2급	77.72
	만경강중류	전주천하구-목천포천합류점	만경강	국가	198.03
	동지산수위표	목천포천하구-고척천합류점	만경강	국가	326.28
	옥서면	군산시 옥서면	-	-	93.54
	만경강하류	고척천하구-만경강하구	만경강	국가	101.37

1.2 수계 및 하천

만경강 유역의 국가하천은 3개소(만경강, 전주천, 소양천), 지방하천은 69개소 임

국가하천 중 만경강의 유역면적과 유로연장은 1,504.35㎢, 80.86㎞ 이고, 전주천의 유역면적과 유로연장은 283.96㎢, 37㎞이며, 소양천의 유역면적과 유로연장은 153.47㎢, 22.77㎞ 임

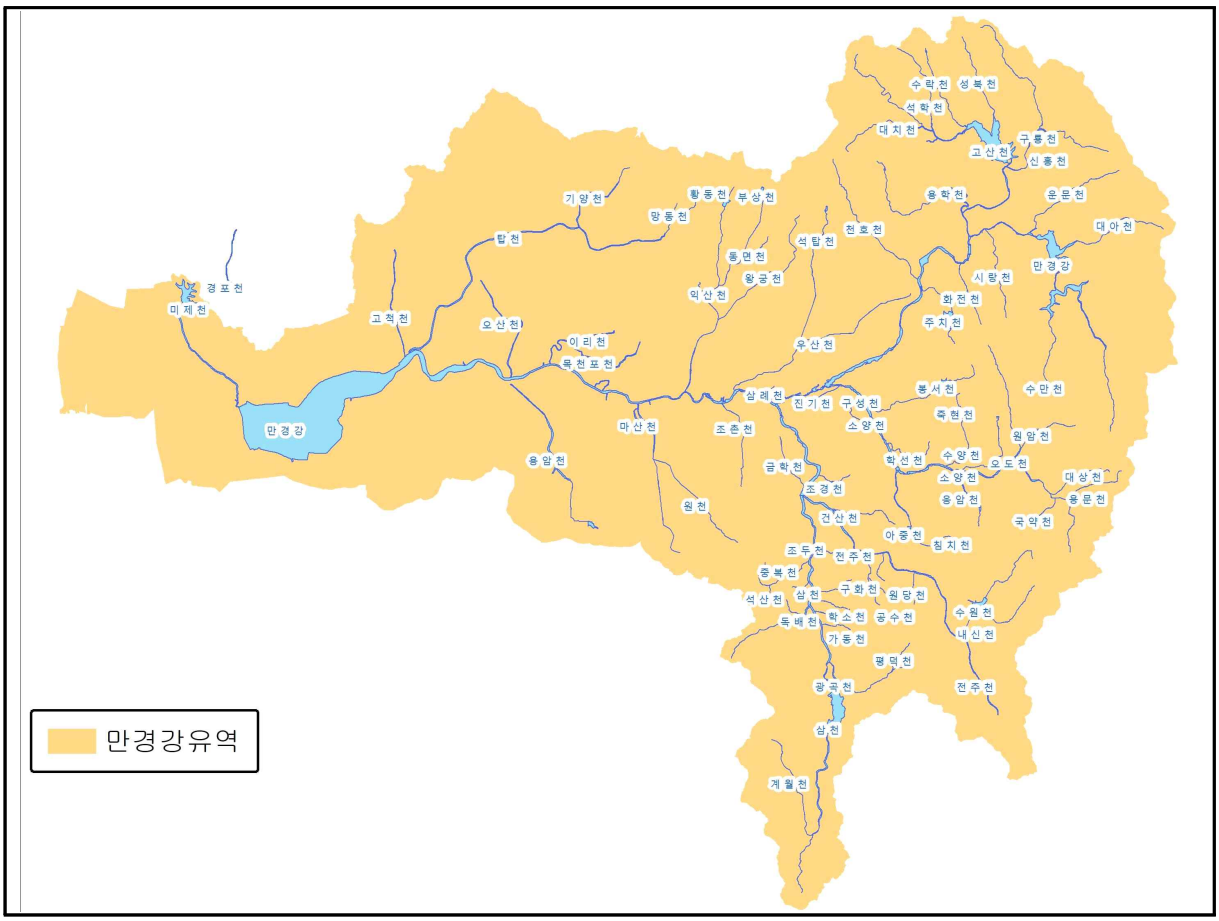
<표 2-3> 만경강 유역 하천 현황

유수의 계통(수계)						하천등급	하천의 구간					유로연장(km)
							기점			종점		
							위치			위치		
본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류		시도	시군구	읍면동	시군구	읍면동	
만경강						국가	전북	완주	고산	김제	진봉	54.00
						지방	전북	완주	동상	완주	고산	23.00
	용연천					지방	전북	완주	동상	완주	동상	8.00
	수만천					지방	전북	완주	동상	완주	동상	7.00
	대아천					지방	전북	완주	동상	완주	동상	6.00
	운문천					지방	전북	완주	고산	완주	고산	7.00
	시랑천					지방	전북	완주	고산	완주	고산	6.00
	고산천					지방	전북	완주	화산	완주	고산	21.74
		대치천				지방	전북	완주	비봉	완주	비봉	5.00
		석학천				지방	전북	완주	화산	완주	화산	6.00
		수락천				지방	전북	완주	화산	완주	화산	6.00
		성북천				지방	전북	완주	화산	완주	화산	7.00
		구룡천				지방	전북	완주	운주	완주	운주	11.00
			신흥천			지방	전북	완주	운주	완주	운주	5.00
		용학천				지방	전북	완주	비봉	완주	운주	11.00
	화전천					지방	전북	완주	고산	완주	고산	4.00
	천호천					지방	전북	완주	비봉	완주	고산	10.10
	주치천					지방	전북	완주	고산	완주	고산	5.00
	소양천					국가	전북	완주	용진	전주	전미	7.00
						지방	전북	완주	소양	완주	용진	16.33
		용문천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	4.00
		국약천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	3.00
		대상천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	4.00
		오도천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	7.00
			원암천			지방	전북	완주	소양	완주	소양	4.00
		수양천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	6.00
		응암천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	4.00
		죽현천				지방	전북	완주	소양	완주	소양	5.10
		아중천				지방	전북	전주	우아	전주시덕진	우아동1가	8.01
		학선천				지방	전북	완주	용진	완주	용진	5.20
		봉서천				지방	전북	완주	용진	완주	용진	8.00
	전주천					국가	전북	전주	삼천	전주	고량	7.00
						지방	전북	완주	상관	전주	팔복	15.00
						지방	전북	완주	상관	완주	상관	10.00
		수원천				지방	전북	완주	상관	완주	상관	8.00
			내신천			지방	전북	완주	상관	완주	상관	5.00
		원당천				지방	전북	전주	대성	전주	대성	1.50
		산성천				지방	전북	전주	동서학	전주	동서학	2.00
		건산천				지방	전북	전주	인후	전주	덕진	5.34

자료: 하천관리지리정보시스템(www.river.go.kr)

<표 2-3> 만경강 유역 하천 현황 - 계속

유수의 계통(수계)						하천 등급	하천의 구간					유로연장(km)
							기점			종점		
본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류		위치			위치		
							시도	시군구	읍면동	시군구	읍면동	
만경강	전주천	삼천				지방	전북	완주	구이	전주	팔복	7.26
						지방	전북	완주	구이	전주	삼천	19.00
			계월천			지방	전북	완주	구이	완주	구이	8.00
			광곡천			지방	전북	완주	구이	완주	구이	7.00
				평덕천		지방	전북	완주	구이	완주	구이	6.00
			가동천			지방	전북	전주시완산	석구	전주시완산	석구	2.60
			작지천			지방	전북	전주	평화	전주	평화	2.15
			독배천			지방	전북	전주	용복	전주시	중인	5.72
			덕적천			지방	전북	전주	평화	전주	삼천	1.50
			중복천			지방	전북	전주	삼천	전주	효자	3.45
		조경천				지방	전북	전주	덕진	전주	팔복	0.72
		금학천				지방	전북	전주	팔복	전주시	팔복	2.22
	삼례천					지방	전북	완주	삼례	완주	삼례	1.00
	우산천					지방	전북	완주	봉동	완주	삼례	11.99
		석탑천				지방	전북	완주	봉동	완주	삼례	9.00
	조촌천					지방	전북	전주	상림	전주	조촌	10.25
	익산천					지방	전북	익산	금마	익산	춘포	13.00
		황동천				지방	전북	익산	금마	익산	금마	1.00
		부상천				지방	전북	익산	왕궁	익산	춘포	7.00
			동면천			지방	전북	익산	왕궁	익산	옥궁	3.00
		창동천				지방	전북	익산	춘포	익산	춘포	1.00
		왕궁천				지방	전북	익산	왕궁	익산	춘포	13.24
	마산천					**지방**	**전북**	**완주**	**이서**	**김제**	**백구**	**10.00**
		원천				**지방**	**전북**	**완주**	**이서**	**김제**	**용지**	**8.00**
	목천포천					지방	전북	익산	동산	익산	목천	17.00
		이리천				지방	전북	익산	동산	익산	목천	3.00
	용암천					지방	전북	김제	용지	김제	공덕	13.00
	오산천					지방	전북	익산	오산	익산	오산	8.00
	탑천					지방	전북	익산	금마	군산	대야	26.95
		망동천				지방	전북	익산	금마	익산	금마	2.28
		기양천				지방	전북	익산	금마	익산	황등	9.73
	고척천					지방	전북	군산	대야	군산	대야	6.74
	미제천					지방	전북	군산	미룡	군산	회현	7.60



(그림 2-2) 만경강유역 수계 및 하천현황

1.3 기상 개황

1.3.1 기상관측소 현황

마산천 유역내 기상관측소는 전주기상대 관측지점의 현황을 아래와 같이 정리하였음.

<표 2-4>기상대의 관측지점 일람

관측지점	북위Lat(N)	동경Long(E)	H(m)	Hb(m)	Ht(m)	Ha	Hr(m)
전주기상대	35° 49’7 “	127° 9’25.5 “	53.5	55.2	1.5	18.4	0.6

주 1) H : 노장(기상관측계기를 설치하는 곳)의 해발높이
2) Hb : 수은기압계의 해발높이(Height of mecurial barometer above mean sea level)
3) Ht : 온도계의 지상높이(Height of thermometer above the ground)
4) Ha : 풍속계의 지상높이(Height of anemometer above the ground)
5) Hr : 우량계의 지상높이(Height of raingauge above the ground)

1.3.2 기후 및 기상 현황

1) 기상관측 현황

전주 기상관측소의 10개년(2009~2018년) 기상자료를 토대로 기상현황을 분석한 결과는 다음과 같음.

전주 기상관측소의 평균기온은 13.7℃이며, 최고기온은 24.4℃, 최저기온은 3.3℃로 최고기온은 2016년 14.3℃, 최저기온은 2010년 2.1℃로 나타났으며, 최고기온과 최저기온의 차이는 2.5℃로 2011년도의 기온이 다소 낮은 것으로 조사됨.

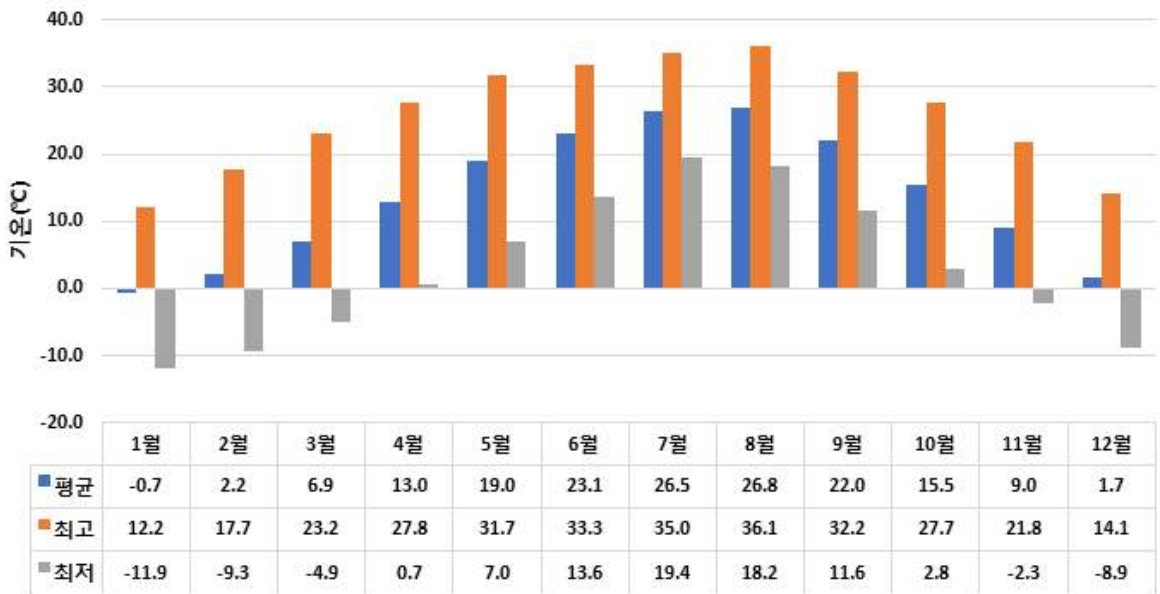
연평균강수량은 1,229.1㎜이며, 최고강수량은 2011년 1,621.8mm, 최저 강수량은 2015년 813.5mm로 최고강수량과 최저강수량의 차이는 808.3mm로 큰 차이를 나타내고 있는 것으로 나타남.

<표 2-5>전주시 기상개황

구 분		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
기온	평균	13.6	13.5	13.1	13.2	13.8	13.9	14.2	14.3	13.6	13.9
	최소	26.3	26.2	25.2	25.3	27.7	26.1	25.6	26.5	25.4	26.3
	최대	2.9	2.1	2.3	2.8	2.7	3.3	3.4	4.1	3.5	2.9
강수량	평균	97.0	121.9	135.2	113.3	105.4	100.6	67.8	93.1	79.0	111.0
	최소	502.2	660.7	477.8	405.5	349.8	355.5	124.7	251.8	272.3	368.9
	최대	13.6	15.9	4.5	5.2	22.1	2.2	15.8	25.2	3.1	21.5

자료 : 기상연보, 2009~2018 기상청

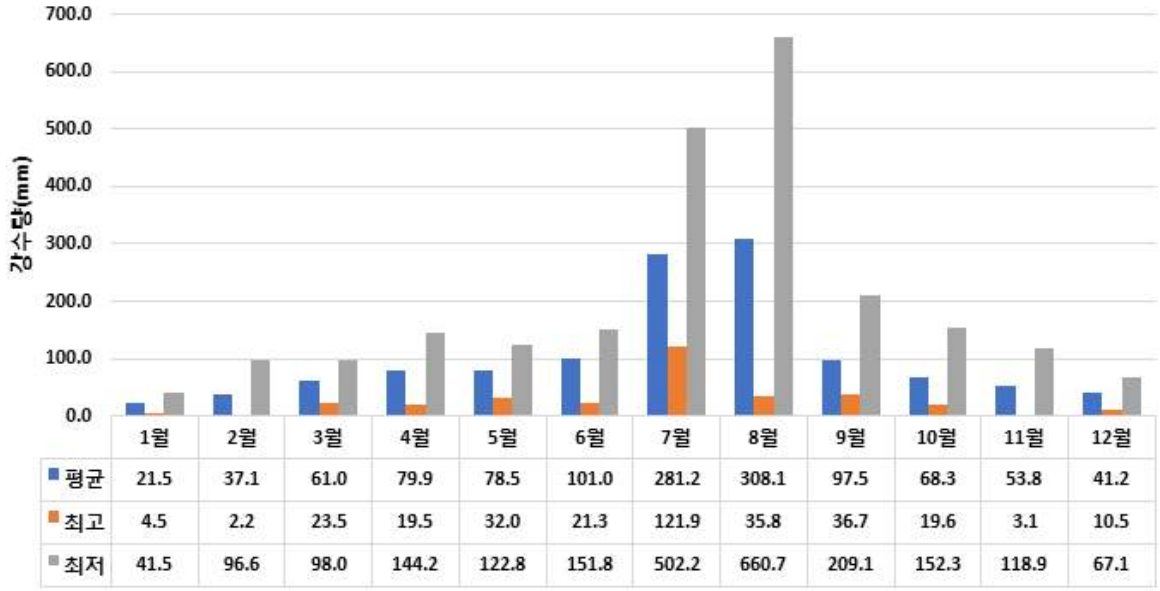
전주시의 10년간의 연평균기온은 13.7℃이고, 월평균 기온변동은 -0.7℃ ~ 26.8℃사이인 것으로 조사되었으며 기온이 가장 높은 시기는 여름인 8월 26.8℃로 나타났고, 가장 낮은 시기는 1월 -0.7℃로 조사됨.



	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균	-0.7	2.2	6.9	13.0	19.0	23.1	26.5	26.8	22.0	15.5	9.0	1.7
최고	12.2	17.7	23.2	27.8	31.7	33.3	35.0	36.1	32.2	27.7	21.8	14.1
최저	-11.9	-9.3	-4.9	0.7	7.0	13.6	19.4	18.2	11.6	2.8	-2.3	-8.9

(그림 2-3) 전주시 월간 기온변화 분포(2009~2018년)

전주시의 10년간의 강수량자료를 분석한 결과 10년 평균강수량은 1,229.1mm로 조사되었고, 월평균 강수량변동은 21.5mm ~ 308.1mm인 것으로 조사되었다. 강수량이 가장 많은 시기는 여름인 8월로 평균 308.1mm가 발생하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 시기는 1월로 평균 21.5mm로 조사됨.



	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균	21.5	37.1	61.0	79.9	78.5	101.0	281.2	308.1	97.5	68.3	53.8	41.2
최고	4.5	2.2	23.5	19.5	32.0	21.3	121.9	35.8	36.7	19.6	3.1	10.5
최저	41.5	96.6	98.0	144.2	122.8	151.8	502.2	660.7	209.1	152.3	118.9	67.1

(그림 2-4) 전주시 월간 강수량변화 분포(2009~2018년)

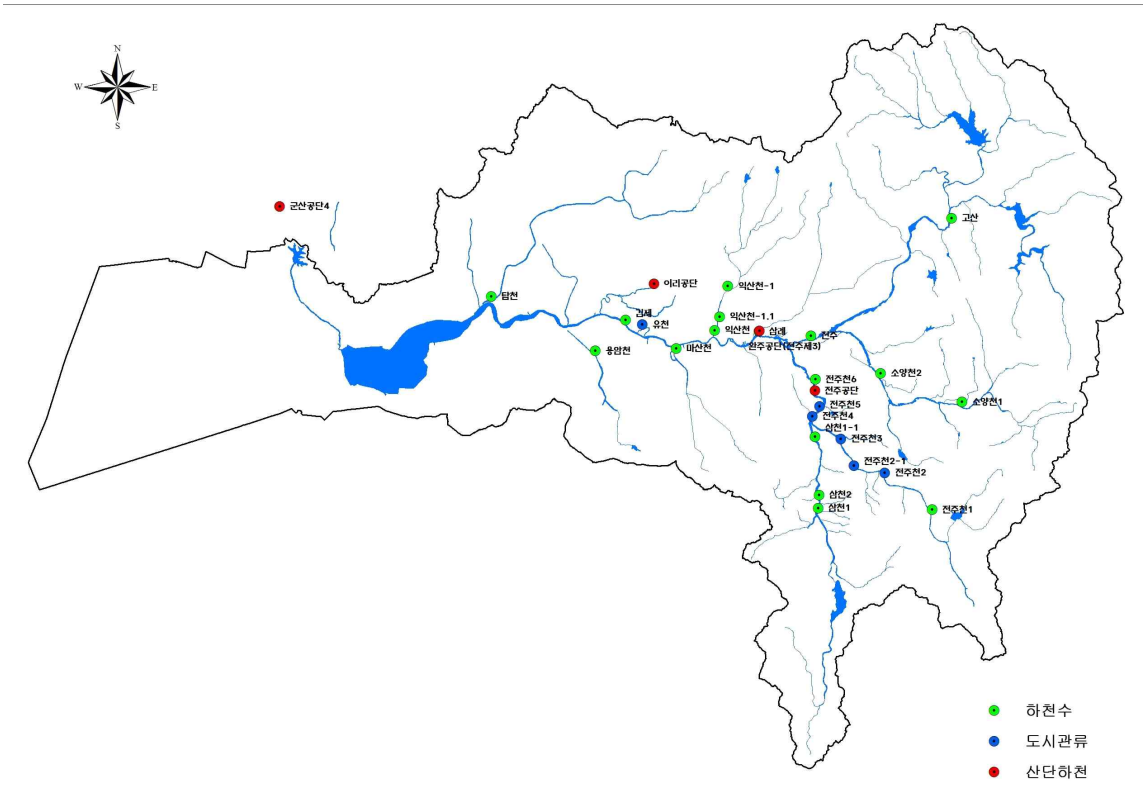
제Ⅲ장 수질 및 오염원 현황

1. 수질 현황
2. 오염원 및 부하량 분석
3. 마산천 유역 오염원 현황 조사
4. 유역 현장 조사

제Ⅲ장 수질 및 오염원 현황

1. 수질 현황

마산천이 합류되는 만경강 유역의 수질측정망은 총 3개 기관에서 관리하고 있음. 하천수 17개소, 도시관류 6개소, 산단하천 4개소의 27개 지점을 운영중에 있으며 지점 및 운영현황은 아래와 같음.



(그림 3-1) 만경강유역 수질측정망 조사지점도

<표 3-1> 만경강 유역 수질측정망 조사지점 세부내용(2018년 기준)

수역 구분	지점명	하천구분		측정망 구분				조사기관
		본류	지류	일반	총량	주요	중권역	
하천수	익산천-1		○	○				전북환경청
	용암천		○	○				전북환경청
	고산			○				전북환경청
	소양천1		○	○				전라북도
	소양천2		○	○				전라북도
	전주(만경A)	○		○	○			금강물환경연구소
	전주천1		○	○				전라북도
	삼천1		○	○				전라북도
	삼천1-1		○	○				전라북도
	삼천2		○	○				전라북도
	전주천6(전주A)		○	○	○			금강물환경연구소
	삼례	○		○				전북환경청
	익산천-1.1		○	○				전북환경청
	익산천		○	○				전북환경청
	마산천		**○**	**○**				**금강유역환경청**
	김제(만경B)	○		○	○	○	○	금강물환경연구소
	탑천(탑천A)		○	○	○			금강물환경연구소
도시관류	전주천2		○	○				전라북도
	전주천2-1		○	○				전라북도
	전주천3		○	○				전라북도
	전주천5		○	○				전라북도
	전주천4		○	○				전라북도
	유천		○	○				전라북도
산단하천	이리공단		○	○				전라북도
	완주공단		○	○				전라북도
	전주공단		○	○				전라북도
	군산공단4		○	○				전라북도

자료 : 물환경측정망 설치 운영 계획에 관한 환경부 고시 제 2018-102호, 2018.6, 환경부

1.1 만경강 수질변화 추이

환경부 하천수질측정망의 최근 10년간(2009년 ~ 2018년) 측정자료를 이용하여 수질 변화추이를 분석한 결과 BOD와 T-P는 전주(만경A)지점을 제외하고 대부분의 지점에서 감소 추세인 것으로 나타남.

<표 3-2> 만경강 유역 수질측정망 수질변화 추이(2009~2018)

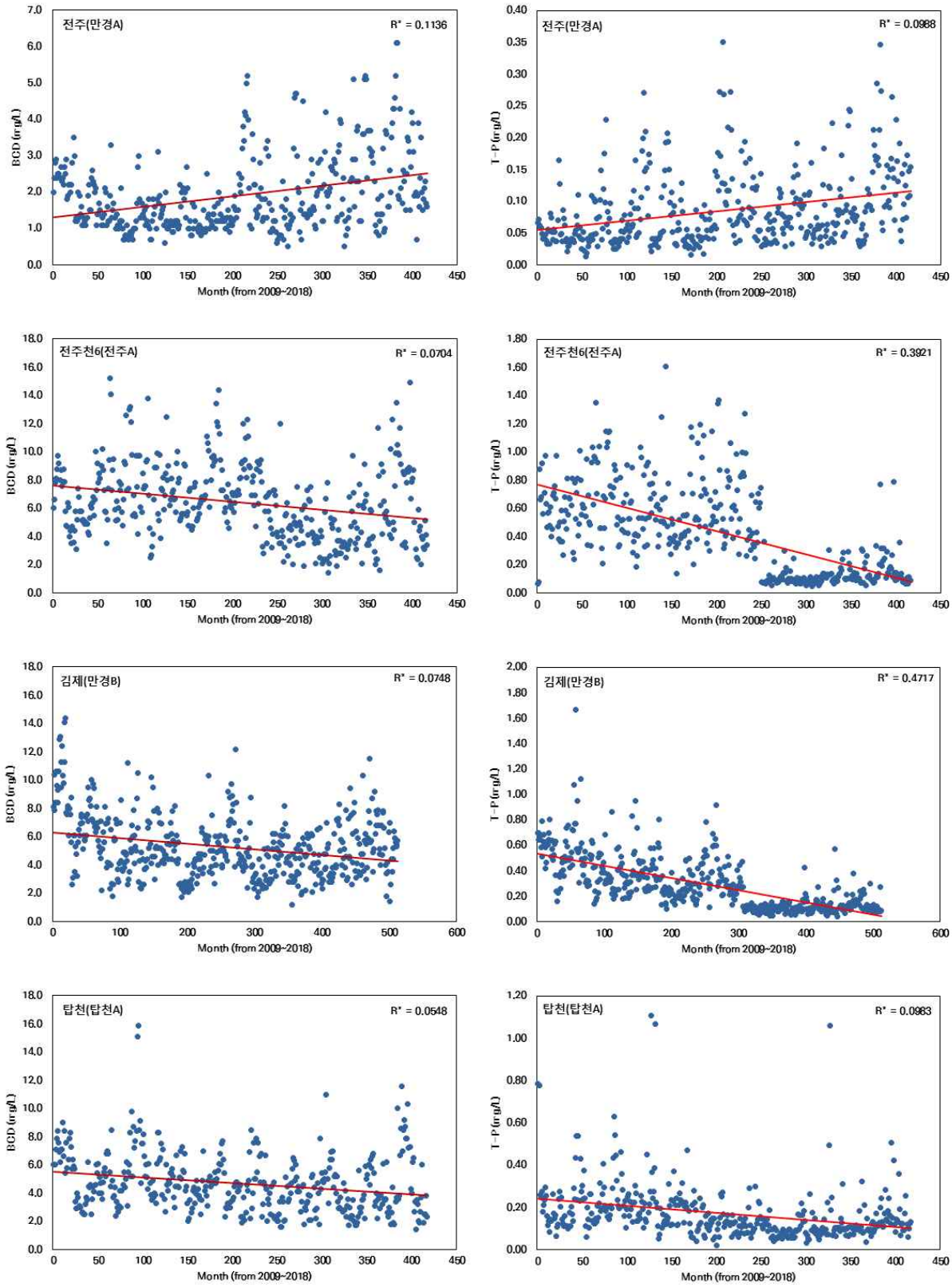
구분	측정지점	BOD(mg/L)		COD(mg/L)		T-N(mg/L)		T-P(mg/L)	
		평균	변화추이	평균	변화추이	평균	변화추이	평균	변화추이
만경강 상류	고산	0.9	↔	3.1	↔	2.23	↗	0.03	↔
	소양천1	0.9	↘	2.2	↔	3.42	↔	0.03	↔
	소양천2	1.5	↘	3.5	↔	4.26	↔	0.04	↔
	전주	1.9	↗	5.1	↗	2.66	↘	0.09	↗
만경강 중류	삼천1	1.6	↘	3.9	↔	2.61	↗	0.05	↔
	삼천1-1	2.3	↘	5.2	↘	2.79	↘	0.09	↘
	삼천2	2.5	↘	5.4	↘	2.7	↔	0.09	↘
	전주천1	0.7	↔	1.5	↔	2.87	↘	0.02	↘
	전주천6	6.4	↘	16.0	↗	8.37	↗	0.43	↘
	삼례	3.7	↔	9.3	↔	5.88	↗	0.22	↘
	익산천-1.1	3.5	↔	9.3	↔	4.01	↔	0.28	↘
	익산천-1	18.5	↘	26.4	↘	13.37	↘	1.63	↘
	익산천	27.0	↘	28.5	↘	17.14	↘	1.50	↘
	마산천	**5.7**	**↘**	**10.2**	**↔**	**5.99**	**↔**	**0.28**	**↘**
	김제	5.3	↔	11.6	↘	5.93	↔	0.29	↘
만경강 하류	용암천	8.9	↘	16.7	↘	8.9	↘	0.24	↘
	탑천	4.7	↔	10.2	↔	4.93	↘	0.17	↘

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)

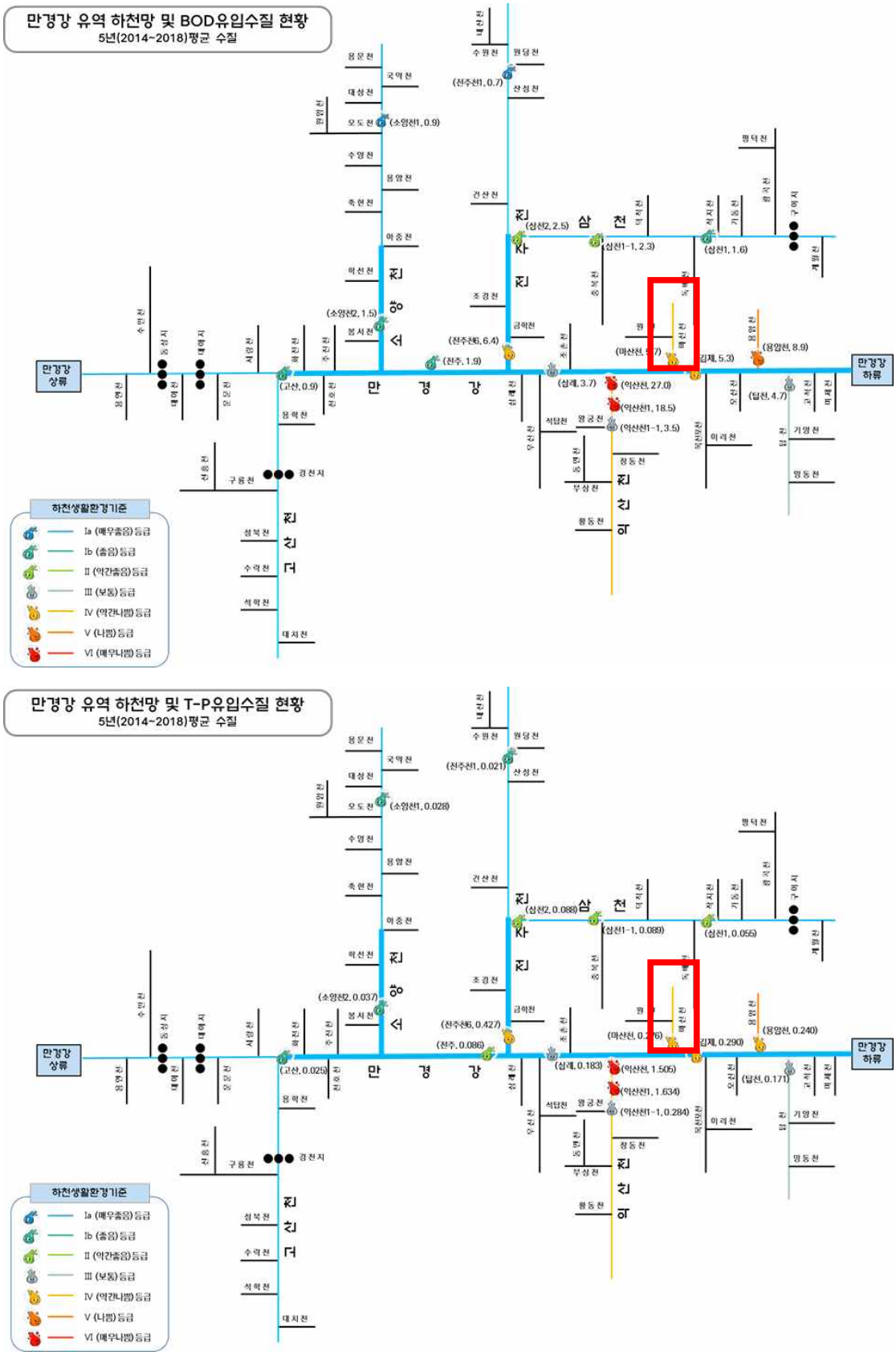
주) 1) 증가(↗) : 10년간 연평균수질 변화경향에서 R2≥0.3으로 기울기가 (+)이면 증가

2) 감소(↘) : 10년간 연평균수질 변화경향에서 R2≥0.3으로 기울기가 (-)이면 감소

3) 무경향(↔) : 이외 무경향



(그림 3-2) 만경강 유역 주요지점 수질 변화 추이(2009~2018년)



(그림 3-3) 만경강 하천망 및 수질분포 현황(2014~2018년)

1.1.1 만경강 유역 주요지점 수질변화 추이

1) 전주(만경A) 지점

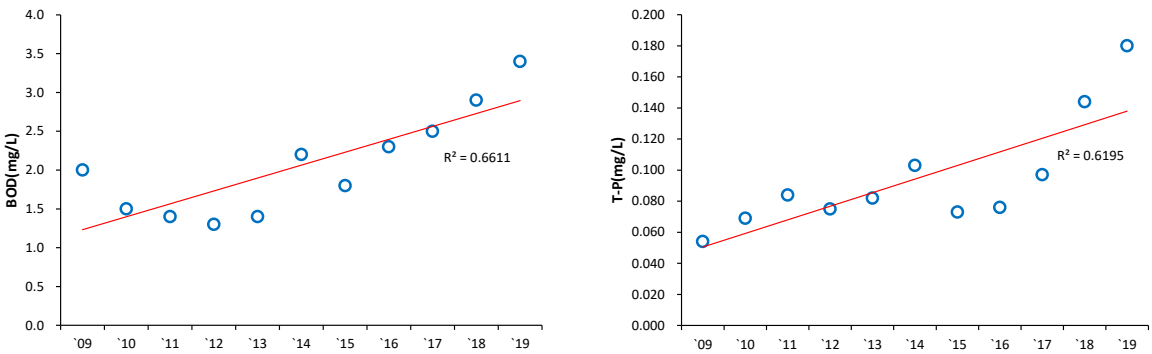
만경A 단위유역의 2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 1.3~2.9mg/L(평균 1.9mg/L)로 수질등급 좋음(Ib)의 범위에서 비교적 양호한 수질상태를 보이고 있으며, COD는 4.2~6.2mg/L(평균 5.1mg/L)로 수질등급 보통(III) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 1.633~4.380mg/L(평균 2.658mg/L), T-P 0.054~0.144mg/L (평균 0.086mg/L)로 약간좋음(Ⅱ)의 수준으로 비교적 안정된 수질을 보이고 있음.

<표 3-3> 전주(만경A) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
전주 (만경A)	2009년	15.5	10.8	2.0	4.6	4.380	0.054
	2010년	15.3	11.2	1.5	4.2	4.002	0.069
	2011년	15.1	11.4	1.4	4.5	2.371	0.084
	2012년	15.1	11.5	1.3	5.0	2.149	0.075
	2013년	15.7	10.7	1.4	4.4	2.116	0.082
	2014년	16.4	10.9	2.2	5.7	2.323	0.103
	2015년	17.1	10.6	1.8	4.9	1.633	0.073
	2016년	17.3	10.9	2.3	5.6	2.686	0.076
	2017년	16.2	10.7	2.5	5.8	2.320	0.097
	2018년	15.8	11.4	2.9	6.2	2.603	0.144
	2019년	15.4	11.1	3.4	6.8	2.458	0.180

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-4) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

2) 전주천6(전주A) 지점

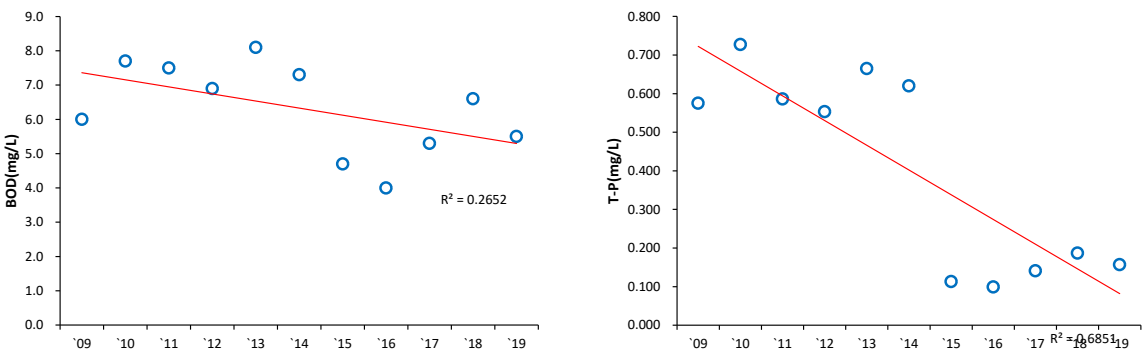
전주A 단위유역의 2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 4.0~8.1mg/L(평균 6.4mg/L)으로 수질등급 약간나쁨(Ⅳ) 범위의 오염도를 보이고 있으며, COD는 12.0~19.2mg/L(평균 16.0mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 6.184~10.889mg/L(평균 8.368mg/L),T-P 0.099~0.727mg/L (평균 0.427mg/L)로 나쁨(Ⅴ) 수준의 오염도를 보이고 있음.

<표 3-4> 전주천6(전주A) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
전주천6 (전주A)	2009년	18.7	5.3	6.0	18.0	6.184	0.575
	2010년	18.6	5.6	7.7	19.2	8.585	0.727
	2011년	18.2	5.9	7.5	18.3	9.571	0.586
	2012년	18.0	6.4	6.9	18.8	7.352	0.553
	2013년	18.4	5.1	8.1	17.0	6.851	0.665
	2014년	18.9	5.5	7.3	18.0	7.643	0.620
	2015년	19.3	8.2	4.7	12.0	8.099	0.113
	2016년	19.6	8.6	4.0	12.1	8.360	0.099
	2017년	19.1	8.2	5.3	13.1	10.889	0.141
	2018년	18.3	7.7	6.6	14.0	10.141	0.187
	2019년	18.9	7.7	5.5	13.7	11.393	0.157

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-5) 전주천6(전주A) 지점의 연평균 수질변화

3) 김제(만경B) 지점

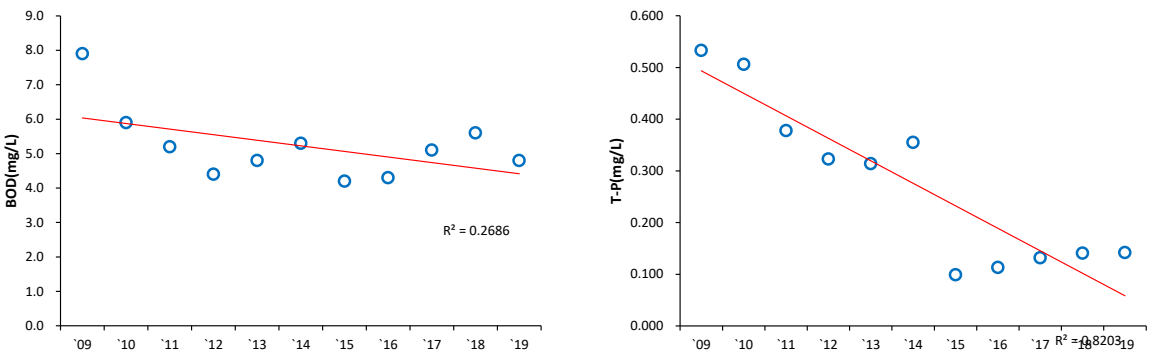
만경B 단위유역의 2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 4.2~7.9mg/L(평균 5.3mg/L)으로 수질등급 약간나쁨(Ⅳ) 범위의 오염도를 보이고 있으며, COD는 9.7~17.1mg/L(평균 11.6mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 4.540~7.631mg/L(평균 5.931mg/L),T-P 0.099~0.533mg/L(평균 0.290mg/L)로 약간나쁨(Ⅳ) 수준의 오염도를 보이고 있음.

<표 3-5> 김제(만경B) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
김제 (만경B)	2009년	16.8	9.6	7.9	17.1	7.631	0.533
	2010년	16.9	9.8	5.9	12.6	7.485	0.506
	2011년	16.0	10.4	5.2	10.5	5.789	0.378
	2012년	15.6	10.6	4.4	10.1	4.586	0.323
	2013년	16.7	9.7	4.8	10.7	4.624	0.314
	2014년	17.0	9.8	5.3	12.9	5.242	0.355
	2015년	17.4	10.5	4.2	9.7	4.540	0.099
	2016년	17.4	10.5	4.3	10.4	5.651	0.113
	2017년	16.7	10.5	5.1	10.7	7.053	0.132
	2018년	17.0	11.0	5.6	11.0	6.708	0.141
	2019년	17.3	10.9	4.8	10.5	6.227	0.142

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-6) 김제(만경B) 지점의 연평균 수질변화

4) 탑천(탑천A) 지점

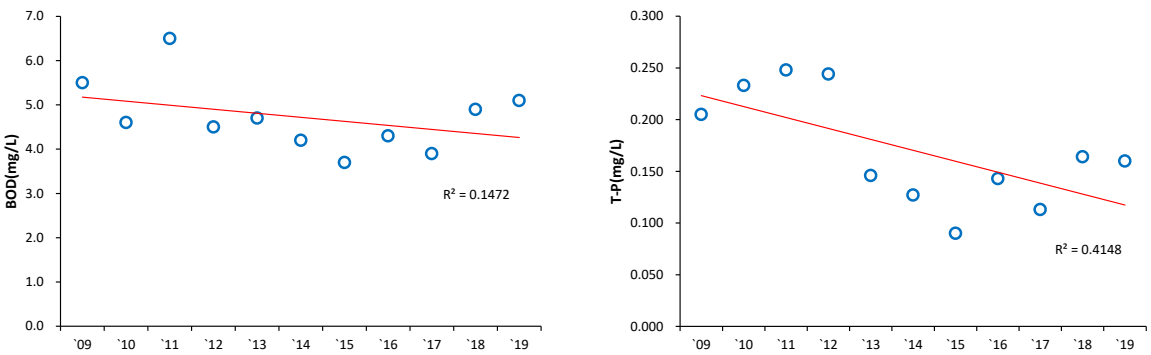
탑천A 단위유역의 2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 3.7~6.5mg/L(평균 4.7mg/L)으로 수질등급 보통(Ⅲ) 범위의 오염도를 보이고 있으며, COD는 9.1~11.1mg/L(평균 10.2mg/L)로 수질등급 나쁨(Ⅴ) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 3.540~6.779mg/L(평균 4.930mg/L),T-P 0.090~0.248mg/L(평균 0.171mg/L)로 보통(Ⅲ) 수준의 오염도를 보이고 있음.

<표 3-6> 탑천(탑천A) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
탑천 (탑천A)	2009년	16.1	9.8	5.5	11.1	5.623	0.205
	2010년	16.0	9.1	4.6	9.9	6.326	0.233
	2011년	16.2	10.2	6.5	10.3	6.779	0.248
	2012년	16.3	10.3	4.5	9.5	5.089	0.244
	2013년	16.6	9.2	4.7	10.3	4.310	0.146
	2014년	16.8	9.7	4.2	11.1	4.752	0.127
	2015년	17.3	9.1	3.7	9.9	3.540	0.090
	2016년	16.9	9.0	4.3	10.5	3.917	0.143
	2017년	16.0	9.5	3.9	9.1	3.923	0.113
	2018년	15.6	9.4	4.9	10.1	5.036	0.164
	2019년	16.4	9.0	5.1	10.6	4.945	0.160

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)

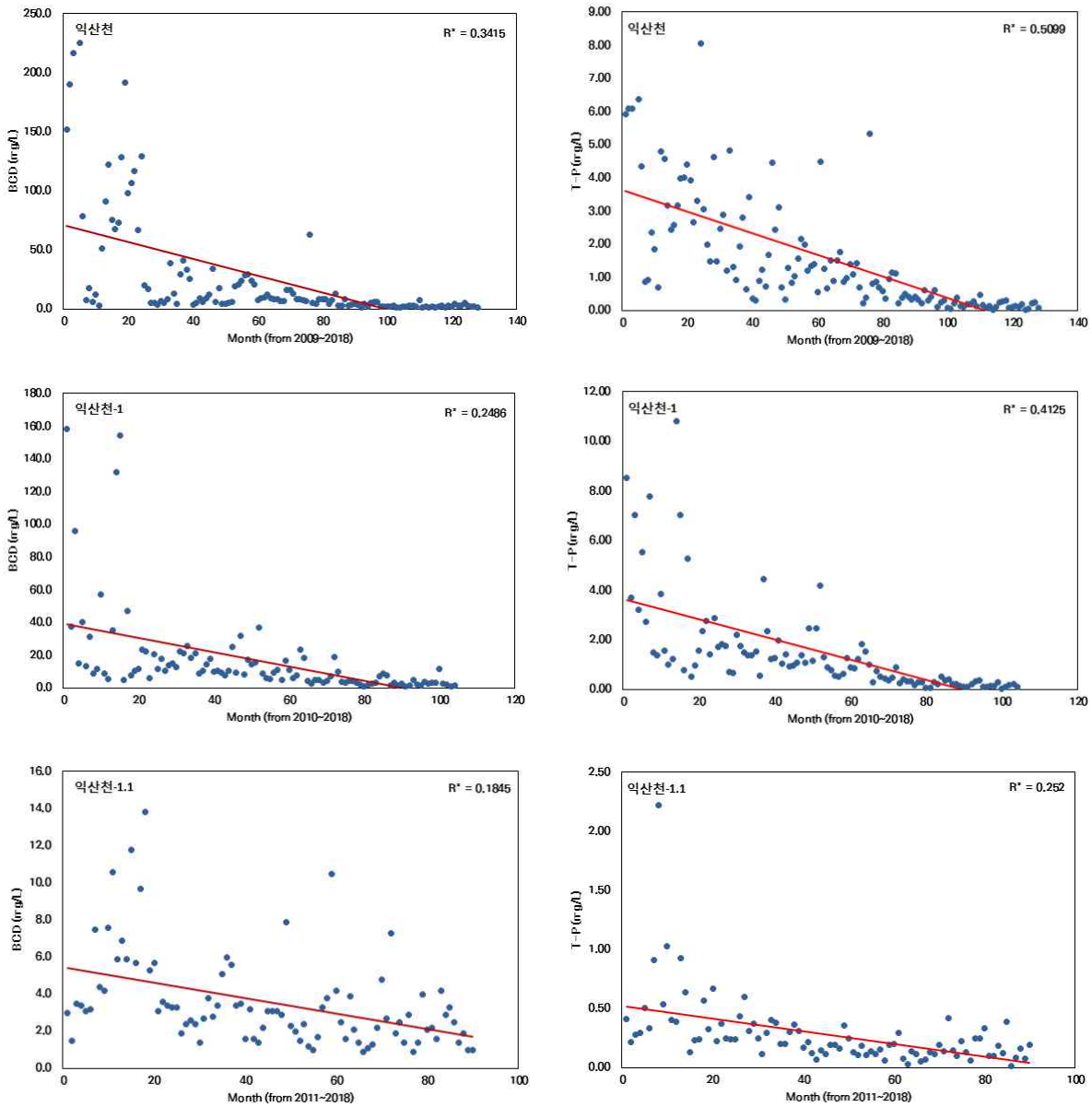


(그림 3-7) 김제(만경B) 지점의 연평균 수질변화

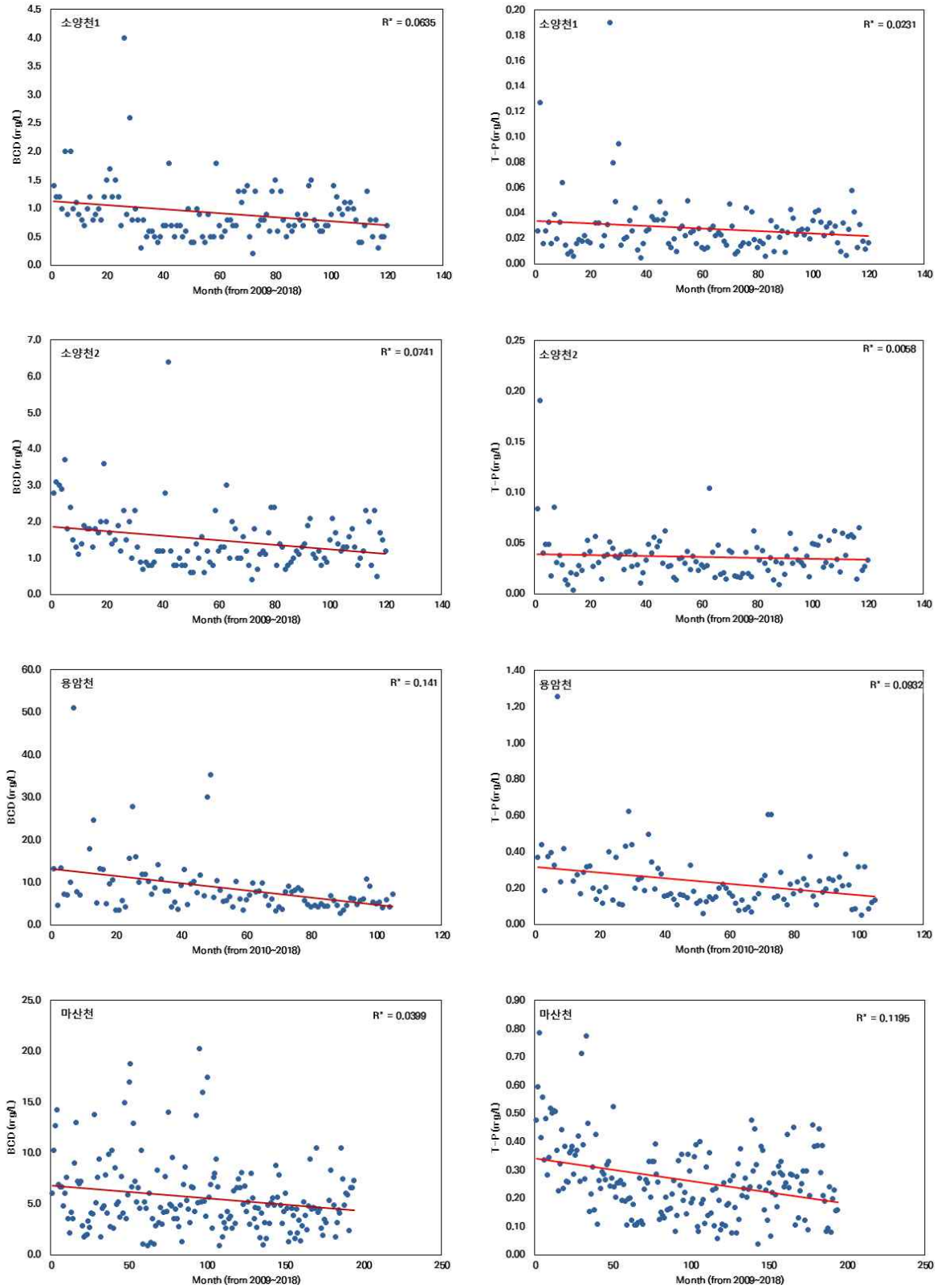
1.1.2 지류·지천 수질변화 추이

수질측정망 자료를 토대로 만경강 주요 지류지천 유역을 대상으로 2009년 ~ 2018년간 연평균 수질변화 추이에서는 대부분 지점에서 감소하는 추이를 보임

2009년 ~ 2018년 월별 수질 변화추이를 분석한 결과 에서는 익산천 유역을 제외한 대부분의 지점에서의 감소추세는 미미한 것으로 나타나 유역별 수질개선대책에 따른 효과가 미미하며 추가적인 오염원이 증가추세 인 것으로 판단되었음.



(그림 3-8) 만경강 유역 지류· 수질 변화 추이(2009~2018년)



(그림 3-8) 만경강 유역 지류· 수질 변화 추이(2009~2018년) - 계속

1) 익산천(익산천) 유역

2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 2.5~136.1mg/L(평균 27.0mg/L)로, COD는 8.3~101.7mg/L(평균 28.5mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 범위를 보이고 있음.

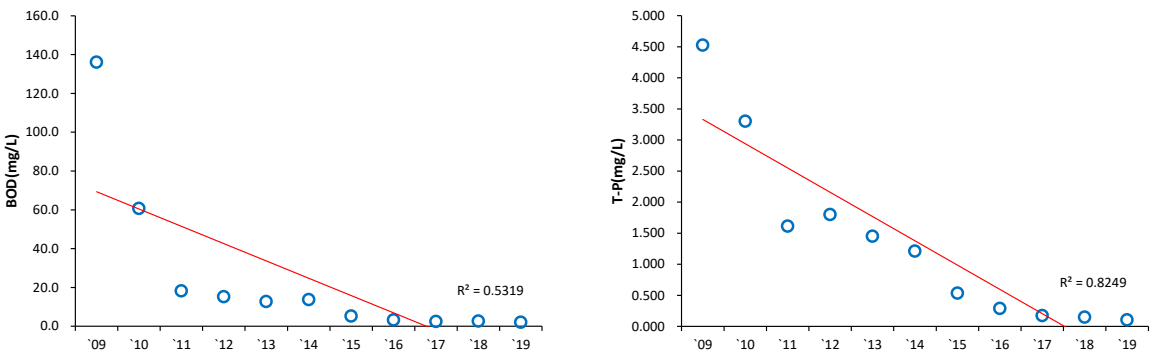
영양염류의 경우 T-N 3.732~63.929mg/L(평균 17.142mg/L), T-P 0.147~4.526mg/L (평균 1.505mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 범위를 보임.

2010년 이후 수질이 지속적으로 개선되고 있으며 이는 상류 축산폐수처리장 시설 개선과 상류 오염원 제거 사업의 추진에 의한 것으로 판단됨.

<표 3-7> 익산천(익산천) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
익산천 (익산천 유역)	2009년	16.4	3.3	136.1	101.7	63.929	4.526
	2010년	14.7	4.5	60.7	50.3	34.506	3.302
	2011년	15.2	7.3	18.2	26.6	17.161	1.614
	2012년	17.5	7.9	15.2	25.8	14.740	1.799
	2013년	16.0	7.6	12.7	21.4	12.553	1.452
	2014년	15.7	8.6	13.7	22.3	9.474	1.210
	2015년	15.8	10.1	5.3	9.7	5.950	0.534
	2016년	17.5	10.6	3.3	8.9	5.239	0.288
	2017년	14.7	11.1	2.5	8.3	3.732	0.174
	2018년	15.1	10.9	2.7	10.1	4.134	0.147
	2019년	15.6	11.1	2.1	7.2	3.248	0.104

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-9) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

2) 익산천(익산천-1) 유역

2010~2018년도 연평균 수질은 BOD 3.3~52.5mg/L(평균 18.5mg/L)로, COD는 8.9~60.2mg/L(평균 26.4mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 범위를 보이고 있음.

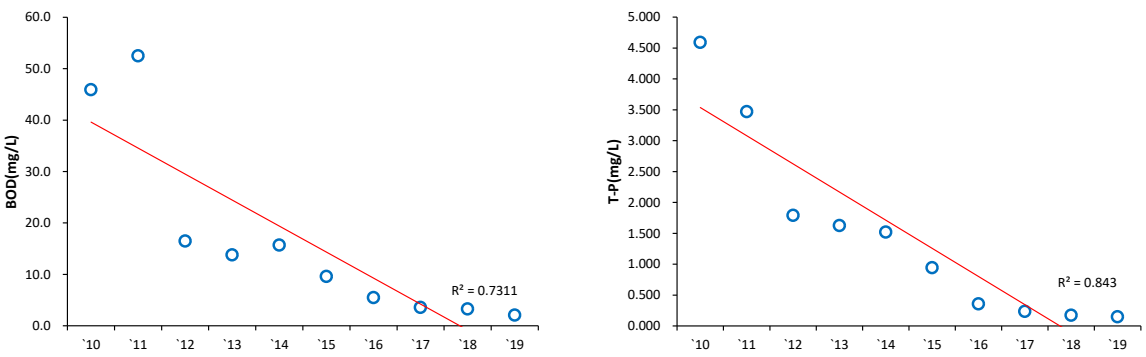
영양염류의 경우 T-N 4.376~30.204mg/L(평균 13.373mg/L), T-P 0.172~4.593mg/L (평균 1.634mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 범위를 보이고 있음.

2010년 이후 수질이 지속적으로 개선되고 있으며 이는 상류 축산폐수처리장 시설 개선과 상류 오염원 제거 사업의 추진에 의한 것으로 판단됨.

<표 3-8> 익산천(익산천-1) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
익산천-1 (익산천 유역)	2010년	21.0	4.9	45.9	53.8	30.204	4.593
	2011년	16.4	7.8	52.5	60.2	27.715	3.470
	2012년	17.8	9.8	16.5	27.7	14.454	1.790
	2013년	16.9	9.8	13.8	25.9	13.784	1.624
	2014년	16.9	10.5	15.7	23.9	10.814	1.520
	2015년	15.9	10.6	9.6	15.2	9.068	0.942
	2016년	17.8	10.2	5.5	10.6	5.146	0.358
	2017년	15.3	11.3	3.6	8.9	4.376	0.236
	2018년	15.8	11.5	3.3	11.4	4.795	0.172
	2019년	16.0	11.3	2.1	9.2	3.366	0.147

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-10) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

3) 익산천(익산천-1.1) 유역

2011~2018년도 연평균 수질은 BOD 2.3~7.8mg/L(평균 3.5mg/L)로 수질등급 보통(Ⅲ) 수준을 보이고 있으며, COD는 7.6~15.9mg/L(평균 9.3mg/L)로 수질등급 나쁨(Ⅴ) 상태를 보임.

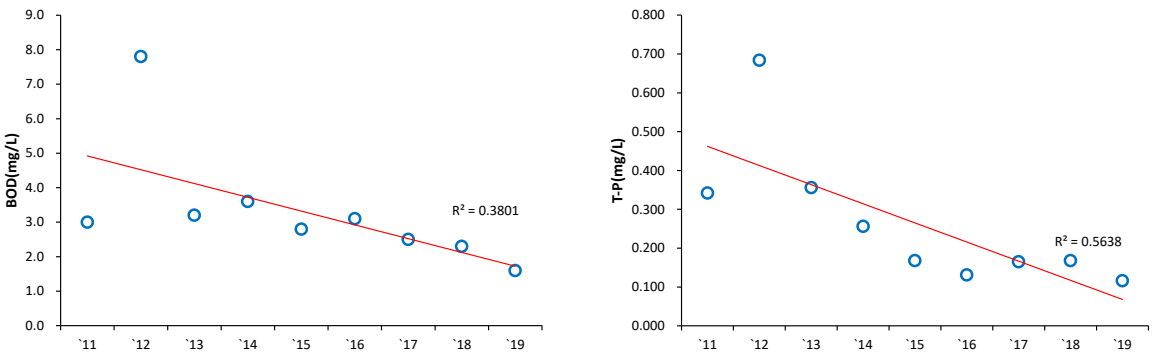
영양염류의 경우 T-N 3.206~5.639mg/L(평균 4.007mg/L), T-P 0.131~0.684mg/L (평균 0.284mg/L)로 약간나쁨(Ⅳ)의 수준을 보이고 있음.

2010년 이후 하류부 측정지점의 수질개선과 비슷한 경향을 보이나 하류에 비교하여 수질의 변화 양상은 미미한 것으로 나타남.

<표 3-9> 익산천(익산천-1.1) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
익산천-1.1 (익산천 유역)	2011년	19.5	8.6	3.0	7.5	3.992	0.342
	2012년	18.0	10.3	7.8	15.9	5.639	0.684
	2013년	16.7	11.1	3.2	8.7	4.502	0.356
	2014년	16.9	12.4	3.6	9.9	3.257	0.256
	2015년	15.4	11.3	2.8	7.6	3.206	0.168
	2016년	17.8	9.5	3.1	7.9	3.673	0.131
	2017년	15.2	11.1	2.5	7.6	3.896	0.165
	2018년	15.8	10.8	2.3	9.0	3.891	0.168
	2019년	15.5	10.8	1.6	8.3	3.290	0.116

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-11) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

4) 소양천(소양천1) 유역

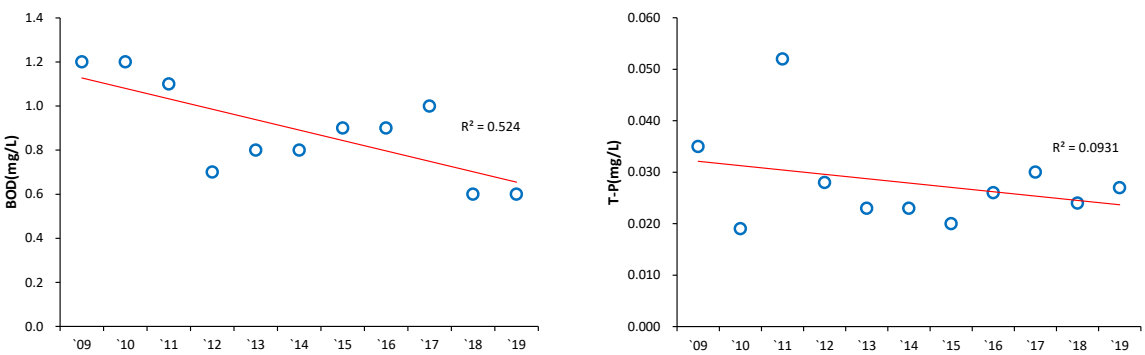
2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 0.7~1.2mg/L(평균 0.9mg/L)로 수질등급 매우좋음(Ia)의 범위에서 비교적 양호한 수질상태를 보이고 있으며, COD는 1.7~2.8mg/L(평균 2.2mg/L)로 좋음(Ib) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 2.656~4.428mg/L(평균 3.423mg/L), T-P 0.019~0.052mg/L (평균 0.028mg/L)로 약간좋음(Ⅱ)의 수준으로 비교적 안정된 수질을 보이고 있음.

<표 3-10> 소양천(소양천 1) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
소양천1 (소양천 유역)	2009년	14.1	10.2	1.2	2.6	3.919	0.035
	2010년	15.8	11.3	1.2	2.2	3.743	0.019
	2011년	14.8	10.0	1.1	2.8	4.428	0.052
	2012년	15.1	9.1	0.7	1.7	3.434	0.028
	2013년	17.3	10.6	0.8	1.7	2.730	0.023
	2014년	16.0	11.5	0.8	2.1	3.336	0.023
	2015년	15.7	11.0	0.9	1.9	2.656	0.020
	2016년	15.5	10.3	0.9	2.3	3.463	0.026
	2017년	15.2	11.0	1.0	2.3	3.105	0.030
	2018년	15.6	10.6	0.6	2.2	3.414	0.024
	2019년	15.4	11.1	0.6	2.2	2.371	0.027

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-12) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

5) 소양천(소양천2) 유역

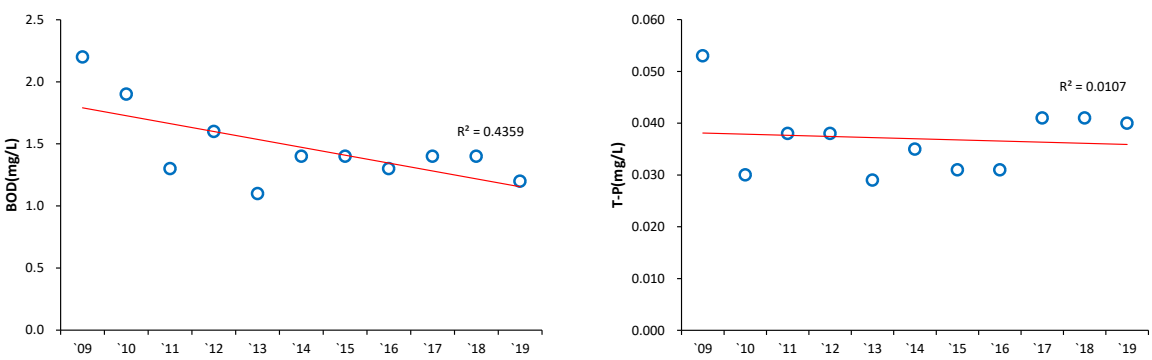
2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 1.1~2.2mg/L(평균 1.5mg/L)로, COD는 2.6~4.9mg/L(평균 3.5mg/L)로 수질등급 좋음(Ib)의 범위에서 비교적 양호한 수질상태를 보이고 있음

영양염류의 경우 T-N 2.909~5.105mg/L(평균 4.259mg/L), T-P 0.029~0.053mg/L (평균 0.037mg/L)로 좋음(Ib)의 수준으로 비교적 안정된 수질을 보이고 있음.

<표 3-11> 소양천(소양천 2) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
소양천2 (소양천 유역)	2009년	15.3	11.1	2.2	4.9	4.032	0.053
	2010년	16.3	10.9	1.9	3.6	4.914	0.030
	2011년	14.9	10.3	1.3	3.6	4.696	0.038
	2012년	15.3	9.1	1.6	3.1	4.452	0.038
	2013년	17.0	10.4	1.1	2.6	3.773	0.029
	2014년	16.5	10.9	1.4	3.4	3.714	0.035
	2015년	15.8	10.1	1.4	3.4	2.909	0.031
	2016년	16.1	9.2	1.3	3.2	4.395	0.031
	2017년	15.8	9.9	1.4	3.4	4.600	0.041
	2018년	17.1	10.8	1.4	3.9	5.105	0.041
	2019년	16.8	11.4	1.2	3.5	3.724	0.040

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-13) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

6) 용암천(용암천) 유역

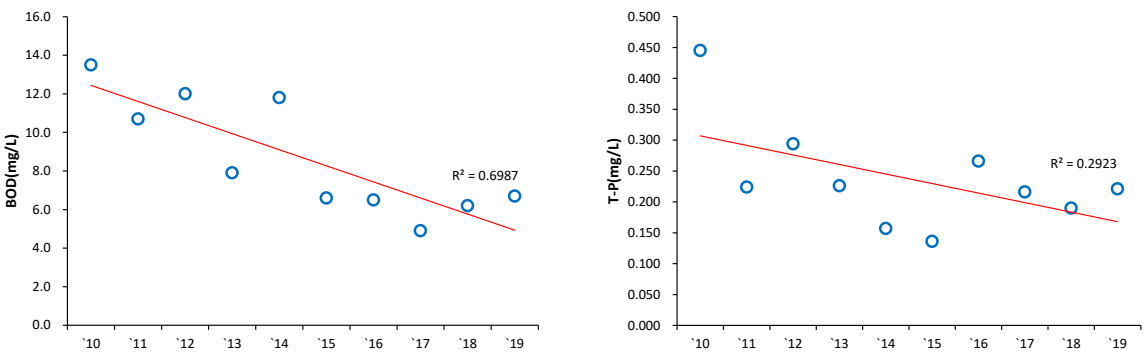
2010~2018년도 연평균 수질은 BOD 4.9~13.5mg/L(평균 8.9mg/L)로 수질등급 약간나쁨(Ⅳ)의 수질상태를 보이고 있으며, COD는 12.4~24.7mg/L(평균 16.7mg/L)로 수질등급 매우나쁨(Ⅵ) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 4.930~13.729mg/L(평균 8.902mg/L), T-P 0.136~0.445mg/L (평균 0.240mg/L)로 약간나쁨(Ⅳ)의 수준으로 비교적 안정된 수질을 보이고 있음.

<표 3-12> 용암천(용암천) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
용암천 (용암천 유역)	2010년	20.7	8.3	13.5	24.7	13.729	0.445
	2011년	20.2	10.1	10.7	20.5	11.438	0.224
	2012년	18.0	13.2	12.0	20.0	10.213	0.294
	2013년	17.4	12.8	7.9	16.1	10.287	0.226
	2014년	15.7	11.8	11.8	14.7	9.292	0.157
	2015년	15.8	12.4	6.6	12.4	4.930	0.136
	2016년	16.8	11.5	6.5	14.7	5.728	0.266
	2017년	16.3	10.6	4.9	12.5	6.480	0.216
	2018년	17.5	10.5	6.2	15.0	8.024	0.190
	2019년	16.4	11.8	6.7	14.3	7.296	0.221

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-14) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

7) 마산천(마산천) 유역

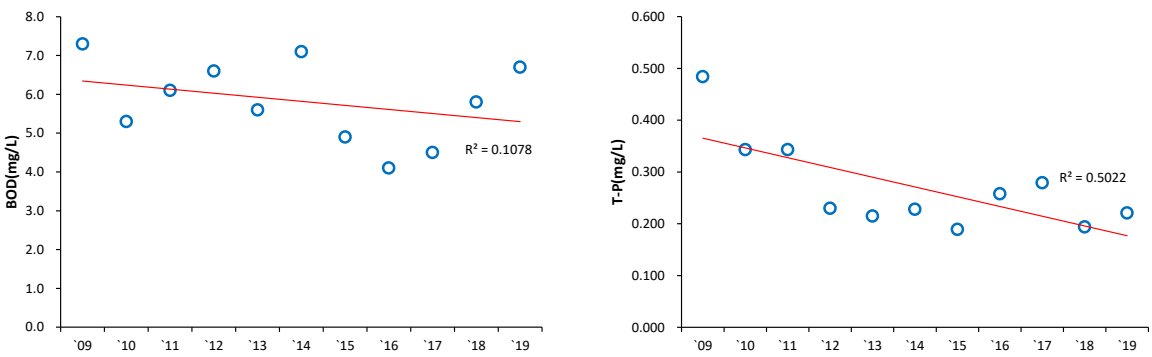
2009~2018년도 연평균 수질은 BOD 4.1~7.3mg/L(평균 5.7mg/L)로 수질등급 좋음(Ib)의 범위에서 약간나쁨(IV)의 수준의 수질을 보이고 있으며, COD는 8.6~11.3mg/L(평균 10.2mg/L)로 수질등급 나쁨(V) 상태를 보임.

영양염류의 경우 T-N 4.869~8.739mg/L(평균 5.992mg/L), T-P 0.189~0.484mg/L (평균 0.276mg/L)로 약간나쁨(IV)의 수준의 수질을 보이고 있음.

<표 3-13> 마산천(마산천) 지점의 연평균 수질측정 결과

지점명	년도	수온 (℃)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
마산천 (마산천 유역)	2009년	16.6	11.3	7.3	11.2	8.739	0.484
	2010년	16.6	10.9	5.3	8.6	5.411	0.343
	2011년	17.2	9.5	6.1	9.8	6.228	0.343
	2012년	16.7	11.0	6.6	9.8	6.121	0.230
	2013년	17.3	12.0	5.6	9.5	6.226	0.215
	2014년	16.4	11.3	7.1	10.7	5.336	0.228
	2015년	17.0	11.9	4.9	10.4	4.869	0.189
	2016년	17.7	11.2	4.1	9.8	5.107	0.258
	2017년	16.9	12.4	4.5	11.0	5.524	0.279
	2018년	17.7	11.8	5.8	11.3	6.358	0.194
	2019년	17.3	13.2	5.3	10.7	6.252	0.203

자료 : 물환경정보시스템(http://water.nier.go.kr/)



(그림 3-15) 전주(만경A) 지점의 연도별 수질 변화

2. 오염원 및 부하량 분석

2.1 마산천 유역 오염원 및 부하량 산정

오염원 조사는 2017년을 기준으로 과거 5년간(2013~2017년)의 전국오염원자료 조사를 근거로 오염원별, 행정구역별로 조사하였음.

마산천유역의 단위유역 구분은 “전라북도 제3단계 수질오염총량관리 기본계획”에서 정리된 편입율을 이용하여 정리하였음.

<표 3-14> 오염원 조사 항목

구분	오염원 조사항목
생활계	처리구역(합류식, 분류식) 및 미처리구역(오수처리, 단독정화, 수거) 인구조사, 업종별(가정용, 업무용, 영업용, 욕탕1·2종) 물사용량 조사
축산계	농가별 축종별 사육두수 및 가축분뇨처리유형 조사
산업계	시설규모(1~5종)별 산업체 현황 및 폐수처리유형 조사
양식계	양식장 시설별(유수식, 도전식 등) 시설면적 및 사료투여량 조사
토지계	28개 지목별 행정구역별 지목면적 조사
매립계	매립지현황, 운영자료 조사
환경기초시설	환경기초시설별 유입유량·농도, 방류유량·농도 조사

오염부하량은 수계오염총량관리기술지침에 근거하여 발생 및 배출부하량을 산정하였으며 축산계 배출부하량 산정시에는 수계 내 배출되는 가축분뇨의 영향분석을 위해 위탁 가축분뇨를 퇴비화로 전환하여 배출부하량을 산정하였고 이를 토대로 유역 내 배출되는 가축분뇨의 양을 추정하였음.

환경기초시설 부하량 산정시 연차별 기초시설 수질개선효과 분석을 위하여 기준 배출 수질이 아닌 연평균 수질을 활용하여 기초시설에서 배출되는 배출부하량을 산정함.

환경기초시설 분석시 해당년도 강우자료를 활용 분석 후 관거 월류 및 누수량을 산정하여 배출부하량을 산정함.

2.1.1 마산천 유역

1) 오염원 현황

인구는 '13년 11,053인 → '17년 22,491인으로 103.5% 증가

총 가축사육두수는 '13년 1,027,500두 → '17년 1,000,727두로 2.6% 감소

한우 '13년 1,699두 → '17년 1,508두 11.2% 감소

젖소 '13년 568두 → '17년 559두 1.6% 감소

돼지 '13년 16,156두 → '17년 17,366두 7.5% 증가

가금 '13년 1,008,998두 → '17년 980,712두 2.8% 감소

토지계면적은 전,답,임야 '13년 47.09㎢ → '17년 42.84㎢로 9.0% 감소, 대지 '13년 6.18㎢ → '17년 9.64㎢로 56.0% 증가

<표 3-15> 마산천유역 오염원 현황

오염원		2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
인구(인)		11,053	17,345	21,848	22,181	22,491
가축사육 두수(두)	한우	1,699	1,501	1,680	1,474	1,508
	젖소	568	617	523	586	559
	돼지	16,156	21,195	24,133	17,420	17,366
	가금	1,008,998	1,146,229	1,121,527	1,031,560	980,712
	말	0	0	4	0	0
	개	14	12	263	13	13
	양,사슴	65	139	103	261	569
	합 계	1,027,500	1,169,693	1,148,233	1,051,314	1,000,727
산업폐수발생량(㎥/일)		1,390	1,382	1,624	1,646	1,349
양식장시설면적(㎡)		112,640	108,670	124,833	128,371	128,768
토지계 (㎢)	전	11.78	11.43	12.43	12.33	12.32
	답	19.47	19.02	17.51	17.43	17.36
	임야	15.84	15.21	13.32	13.23	13.16
	대지	6.18	7.46	9.36	9.59	9.64
	기타	5.26	5.41	5.87	5.92	6.01
매립계 침출수량(㎥/일)		59	59	58	58	58

자료 :환경부 국립환경과학원, 「전국오염원조사」(2013년 ~ 2017년 기준).

2) 발생 및 배출부하량 현황

가) BOD 발생부하량

마산천 유역 BOD 발생부하량은 2013년 10,119.39kg/일에서 2017년 10,826.54kg/일로 약 7.0% 증가하는 것으로 조사됨.

각 오염원별로 증가하는 경향을 보였으며 생활계는 2013년 630.40kg/일에서 2017년 1,418.78kg/일로 125.1% 증가하였음.

축산계는 2013년 8,221.43kg/일에서 2017년 8,104.70kg/일 1.4% 감소하였으며 이는 유역 내 가축사육두수 감소가 영향을 미친 것으로 판단됨.

산업계는 2013년 419.49kg/일에서 2017년 188.18kg/일로 55.1% 감소하였으며 산업폐수량은 비슷하거나 소폭 상승하였으나 폐수처리시설 개선의 영향으로 판단됨.

토지계 2013년 614.25kg/일에서 2017년 899.40kg/일 46.4% 증가하였으며 발생부하원단위가 큰 대지가 증가하여 발생부하량이 증가한 것으로 판단됨.

양식계 2013년 233.82kg/일에서 2017년 215.46kg/일로 7.9% 감소하는 것으로 조사되었음.

<표 3-16> 마산천유역 BOD 발생부하량 현황

(단위 : kg/일)

구분	오염원	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
마산천유역	생활계	630.40	764.06	1,258.87	1,393.80	1,418.78
	축산계	8,221.43	5,962.76	9,647.47	8,369.79	8,104.70
	산업계	419.49	343.28	203.28	224.60	188.18
	토지계	614.25	523.52	882.36	895.24	899.40
	양식계	233.82	170.71	169.92	231.26	215.46
	매립계	0.00	0.01	0.01	0.03	0.02
	소계	10,119.39	7,764.34	12,161.91	11,114.72	10,826.54

나) T-P 발생부하량

마산천 유역 BOD 발생부하량은 2013년 769.61kg/일에서 2017년 797.44kg/일로 약 3.6% 증가하는 것으로 조사됨.

생활계는 2013년 18.74kg/일에서 2017년 39.41kg/일로 110.3% 증가하였음.

축산계는 2013년 694.31kg/일에서 2017년 690.76kg/일로 0.5% 감소하였으며 유역 내 가축사육두수 감소가 영향을 미친 것으로 판단됨.

산업계는 2013년 14.37kg/일에서 2017년 20.50kg/일로 42.7% 증가하였으며 토지계 2013년 30.04kg/일에서 2017년 35.55kg/일 18.3% 증가하였으며 발생부하원단위가 큰 대지가 증가하여 발생부하량이 증가한 것으로 판단됨.

양식계 2013년 12.16kg/일에서 2017년 11.21kg/일으로 7.8% 감소하는 것으로 조사되었음.

<표 3-17> 마산천유역 T-P 발생부하량 현황

(단위 : kg/일)

구분	오염원	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
마산천유역	생활계	18.74	21.93	34.87	39.54	39.41
	축산계	694.31	491.92	833.98	711.83	690.76
	산업계	14.37	4.26	15.12	17.55	20.50
	토지계	30.04	23.03	35.35	35.50	35.55
	양식계	12.16	8.88	8.84	12.03	11.21
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	769.61	550.01	928.15	816.43	797.44

3) 오염원별 배출부하량

오염원별 배출부하량을 분석한 결과 BOD 총 배출부하량은 2013년 1,799.87㎏/일에서 2017년 1,919.87㎏/일로 6.7% 증가하였으며 T-P 총 배출부하량은 2013년 102.691㎏/일에서 2017년 98.606㎏/일로 4.0% 감소하였음.

생활계 배출부하량은 2013년 환경기초시설 확대로 인하여 BOD의 경우 2013년 220.16kg/일에서 2017년 86.58kg/일로 60.7% 감소 하였으며 T-P의 경우 2013년 15.250kg/일에서 2017년 4.327kg/일로 71.6% 감소함.

축산계 배출부하량은 가축사육두수 감소(한우, 가금)로 인하여 BOD의 경우 2013년 715.19kg/일에서 '17년 702.85kg/일로 1.7% 감소 하였으나 T-P의 경우 2013년 42.123kg/일에서 2017년 46.544kg/일로 10.5% 증가함.

산업계 배출부하량은 업종별 농도단위 변화로 인하여 BOD의 경우 2013년 22.92kg/일에서 2017년 15.24kg/일로 33.5% 감소하였으며 T-P의 경우 2013년 3.285kg/일에서 2017년 0.968kg/일로 70.5% 감소함.

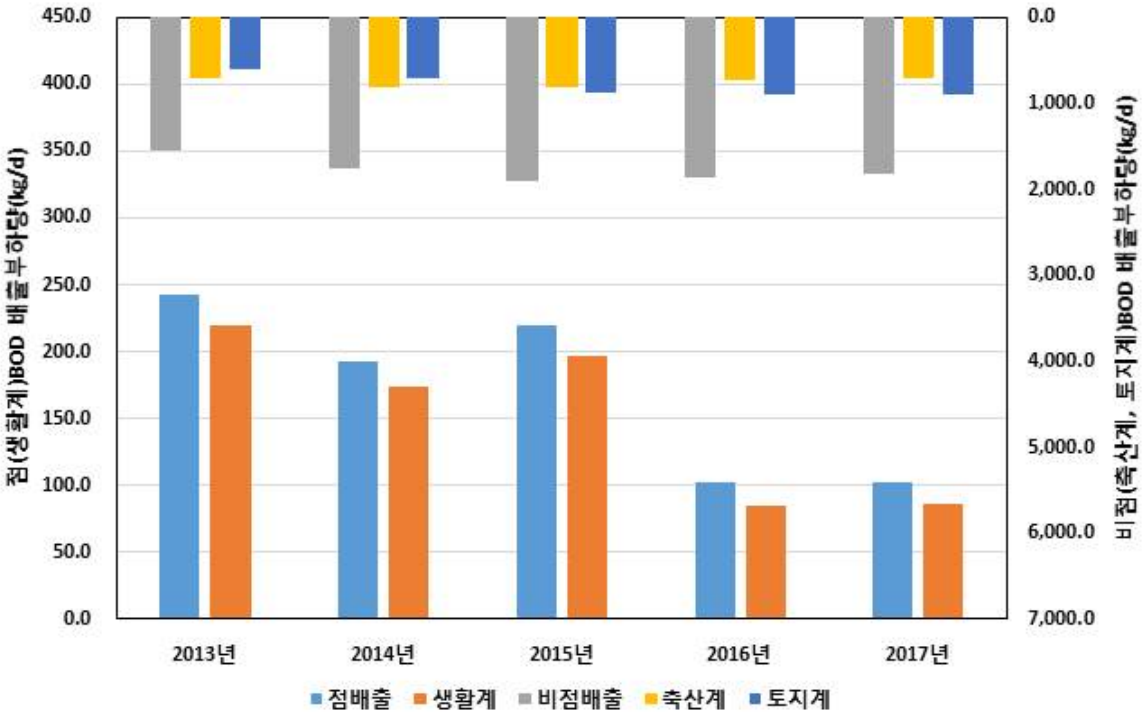
토지계 배출부하량은 임야면적 감소와 대지, 기타면적 증가로 인하여 BOD의 경우 2013년 607.22kg/일에서 2017년 899.74kg/일로 48.2% 증가하였으며 T-P의 경우 2013년 29.845kg/일에서 2017년 35.562kg/일로 19.2% 감소함.

양식계 배출부하량은 BOD의 경우 2013년 234.37kg/일에서 2017년 215.46kg/일로 8.1% 감소하였며 T-P의 경우 2013년 12.188kg/일에서 2017년 11.205kg/일로 8.1% 감소함.

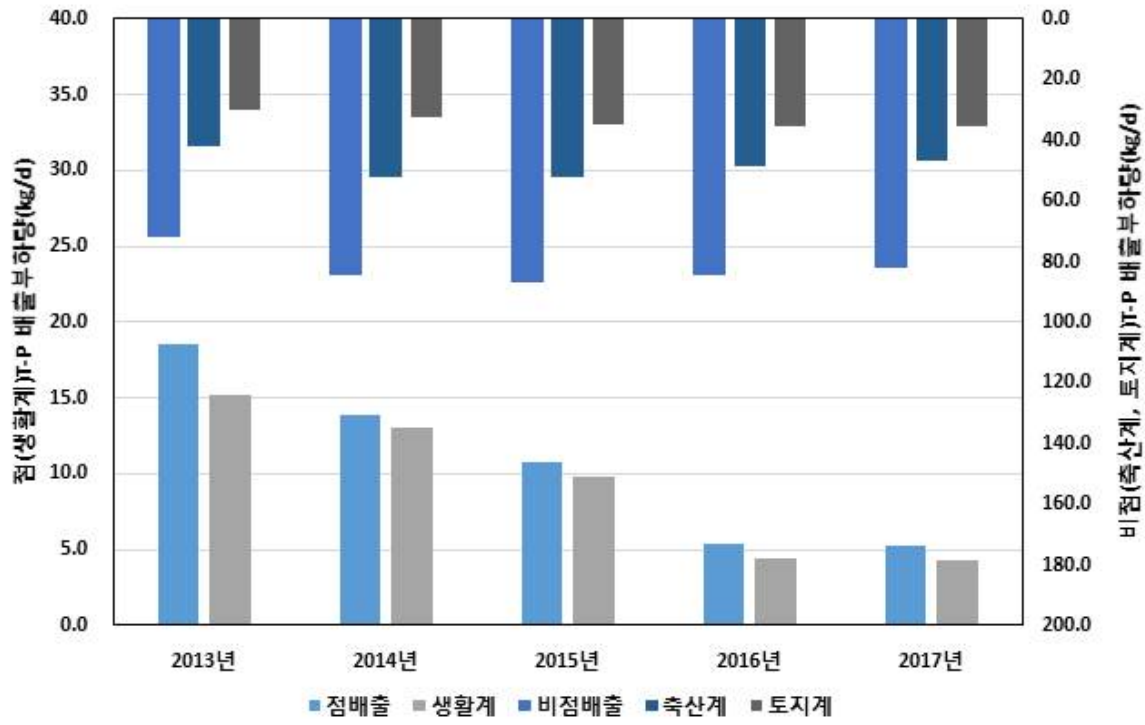
<표 3-18> 마산천 유역 배출부하량

(단위 : kg/일)

구분	오염원	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
BOD	생활계	220.16	173.66	196.14	84.91	86.58
	축산계	715.19	815.23	819.68	735.15	702.85
	산업계	22.92	19.24	23.11	17.94	15.24
	토지계	607.22	717.29	870.32	895.60	899.74
	양식계	234.37	233.82	211.59	231.26	215.46
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	1,799.87	1,959.24	2,120.86	1,964.86	1,919.87
T-P	생활계	15.250	13.073	9.801	4.395	4.327
	축산계	42.123	51.855	52.109	48.693	46.544
	산업계	3.285	0.833	0.949	0.965	0.968
	토지계	29.845	32.490	35.030	35.503	35.562
	양식계	12.188	12.159	11.003	12.025	11.205
	매립계	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	소계	102.691	110.409	108.890	101.581	98.606



BOD



T-P

(그림 3-16) 마산천유역 배출부하량 현황(2013~2017)

4) 점 및 비점 배출부하량 현황

마산천 유역 2013년대비 2017년 배출부하량 분석 결과 점오염원은 감소하고 경향을 보였고 비점오염원은 증가하는 경향을 보였음.

점오염원 감소원인은 인구감소 및 물사용량 감소와 환경기초시설 방류수질의 개선으로 인하여 점차적으로 감소되는 것으로 조사되었음.

비점오염원의 경우 임야 등이 감소하였으나 대지 면적이 증가하였으며 한우, 가금 등 사육두수의 증가영향으로 점차적으로 증가되는 것으로 조사되었음. 향후 가축분뇨에 대한 처리방법 및 비점오염원 저감대책이 이행되지 않을 경우 지속적으로 증가될 것으로 예상됨.

<표 3-19> 마산천유역 배출부하량

(단위 : kg/일)

구분	오염원		2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
BOD	생활계	점	219.96	173.16	126.49	84.66	86.58
		비점	0.19	0.51	69.68	0.25	0.00
	축산계	점	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00
		비점	715.19	814.84	819.68	735.15	702.85
	산업계	점	22.92	19.20	23.11	17.91	15.21
		비점	0.01	0.04	0.00	0.03	0.03
	토지계	점	0.38	0.71	0.49	0.00	0.00
		비점	606.85	716.57	869.82	895.60	899.74
	양식계	점	234.37	233.82	211.59	231.26	215.46
		비점	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	매립계	점	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		비점	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	점	477.63	427.28	361.68	333.83	317.25
		비점	1,322.24	1,531.96	1,759.18	1,631.03	1,602.62
T-P	생활계	점	15.245	13.063	8.297	4.389	4.327
		비점	0.005	0.011	1.503	0.006	0.000
	축산계	점	0.418	1.075	0.939	0.000	0.000
		비점	41.706	50.779	51.170	48.693	46.544
	산업계	점	3.283	0.827	0.949	0.961	0.964
		비점	0.001	0.005	0.000	0.004	0.004
	토지계	점	0.100	0.338	0.120	0.000	0.000
		비점	29.745	32.152	34.909	35.503	35.562
	양식계	점	12.188	12.159	11.003	12.025	11.205
		비점	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	매립계	점	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		비점	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	소계	점	31.234	27.462	21.308	17.375	16.496
		비점	71.457	82.947	87.582	84.206	82.110

5) 단위면적 당 배출부하량 현황

단위면적 당 배출량을 분석한 결과 BOD 점 배출부하량은 2013년 8.162kg/d/㎢에서 2017년 5.424kg/d/㎢로 전반적으로 감소하는 경향을 보이고 있었으며, 비점부하량은 2013년 22.593kg/d/㎢에서 2017년 27.403kg/d/㎢로 전반적으로 증가하는 경향을 보이고 있음.

축산계 배출부하량은 축산계 가축사육두수의 영향으로 판단되었으며, 축산 사육두수의 증감이 연차별 비점배출량 변화의 가장 큰 원인으로 분석됨.

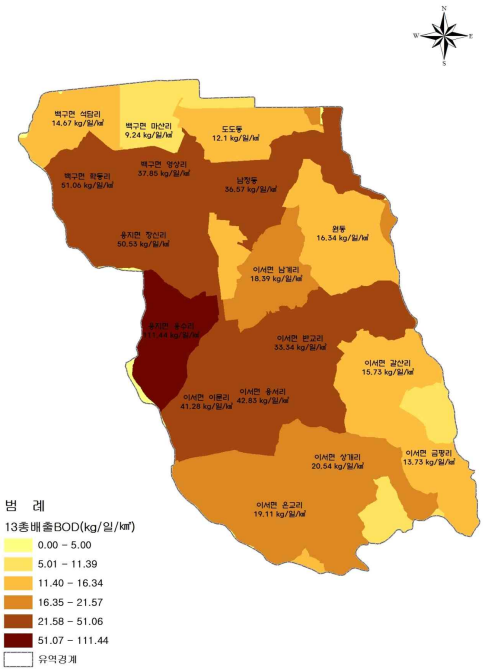
연도별로 증가폭이 크게 감소하는 생활계 배출부하량은 공공처리시설의 방류수 수질강화의 영향으로 판단됨.

‘17년 기준 행정구역 별 단위면적 당 배출부하량을 살펴보면 김제시 용지면 용수리로 112.76kg/d/㎢로 가장 높은 것으로 나타남.

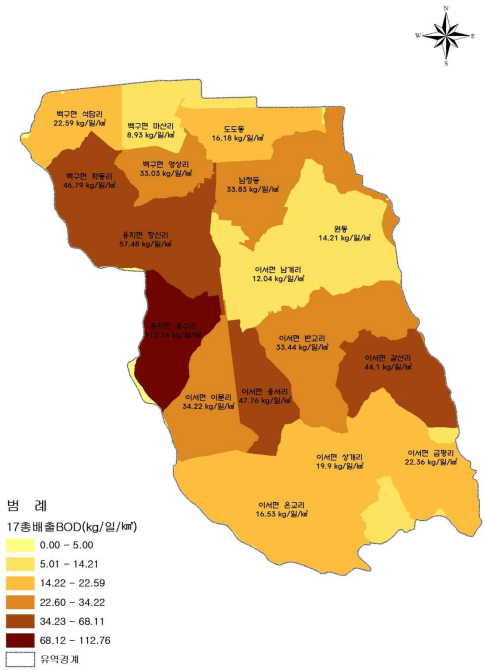
<표 3-20> 마산천 유역 단위면적 당 배출부하량

(단위 : kg/d/㎢)

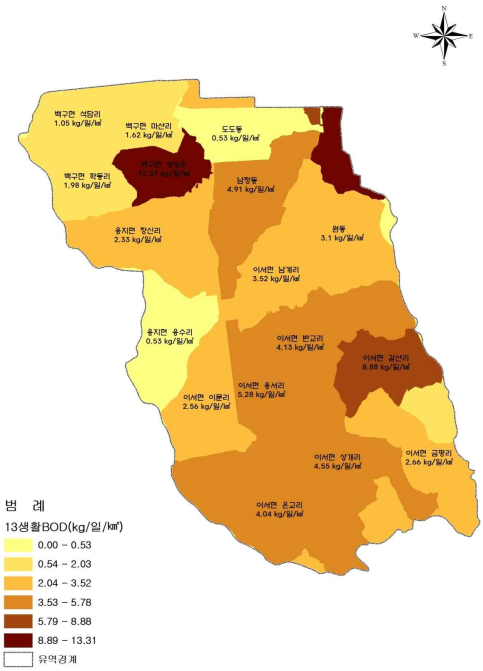
구분	오염원	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
BOD	총 배출	30.755	33.476	36.257	33.591	32.827
	점 배출	8.162	7.300	6.183	5.706	5.424
	비점 배출	22.593	26.175	30.074	27.885	27.403
	생활계	3.762	2.967	3.353	1.451	1.480
	축산계	12.221	13.929	14.013	12.568	12.018
	토지계	10.376	12.256	14.879	15.312	15.385
T-P	총 배출	1.755	1.886	1.862	1.737	1.686
	점 배출	0.534	0.469	0.364	0.297	0.282
	비점 배출	1.221	1.417	1.497	1.440	1.404
	생활계	0.260	0.223	0.142	0.075	0.074
	축산계	0.720	0.886	0.891	0.832	0.796
	토지계	0.510	0.555	0.599	0.607	0.608



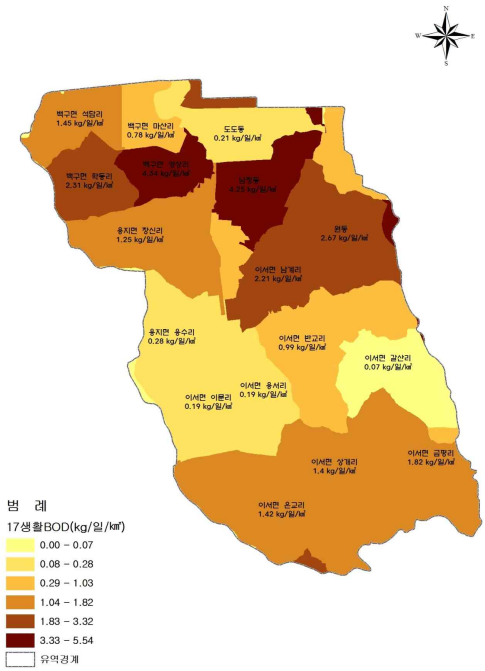
13년 배출부하량



17년 배출부하량

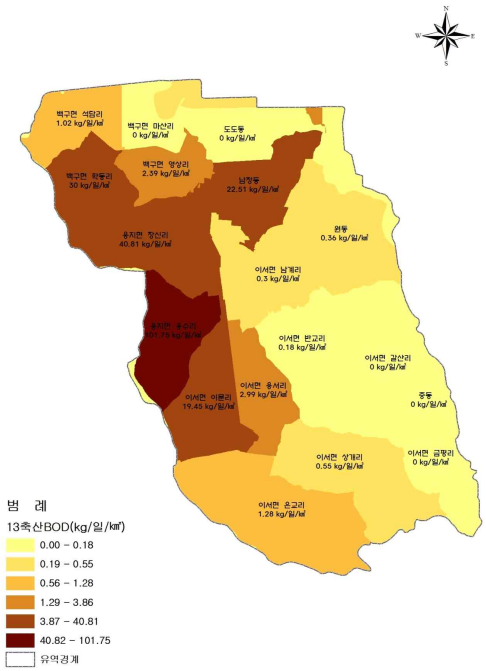


13년 생활계 배출부하량

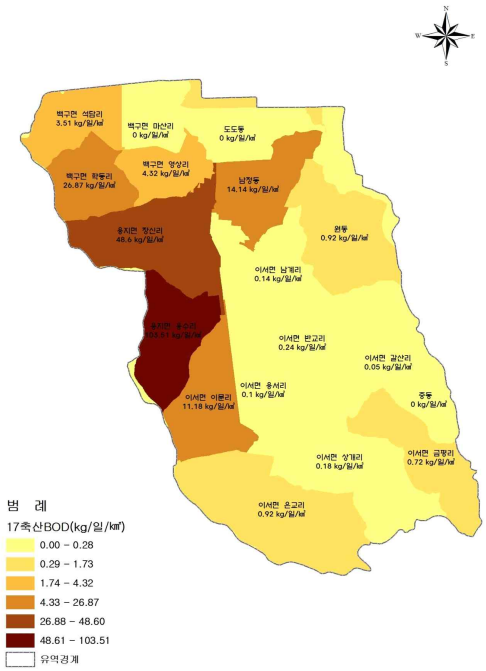


17년 생활계 배출부하량

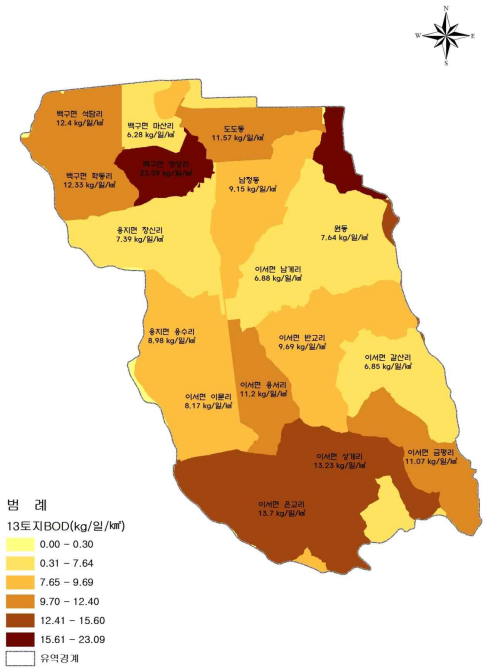
(그림 3-17) 마산천 유역 단위 면적당 배출부하량(BOD)



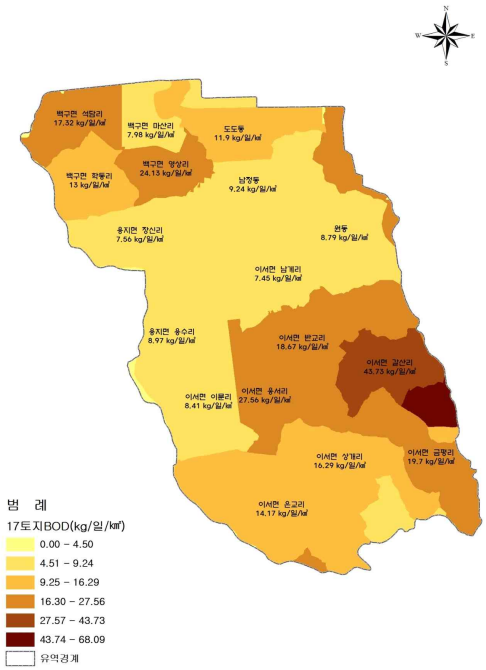
13년 축산계 배출부하량



17년 축산계 배출부하량

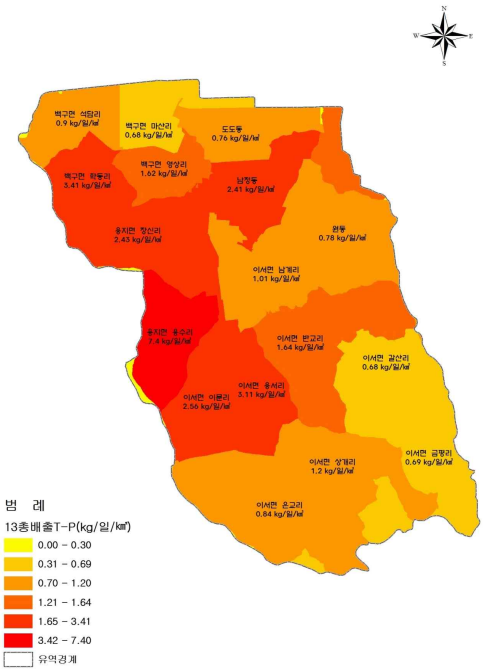


13년 토지계 배출부하량

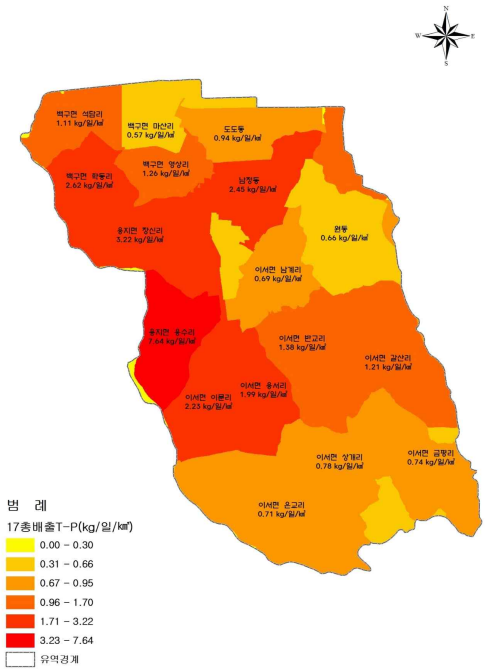


17년 토지계 배출부하량

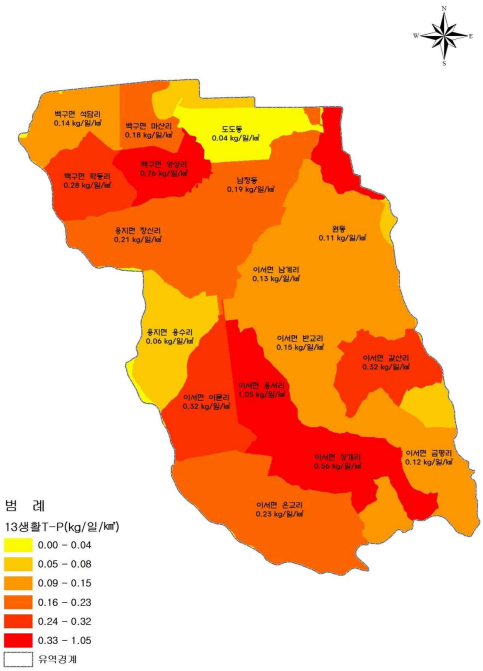
(그림 3-17) 마산천 유역 단위 면적당 배출부하량(BOD)(계속)



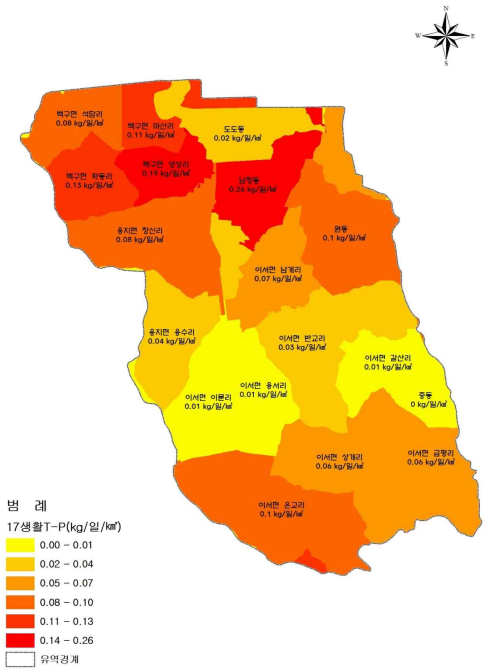
13년 배출부하량



17년 배출부하량

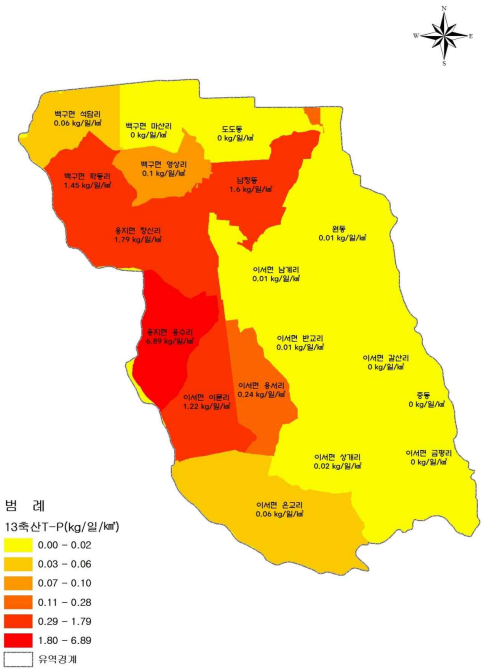


13년 생활계 배출부하량

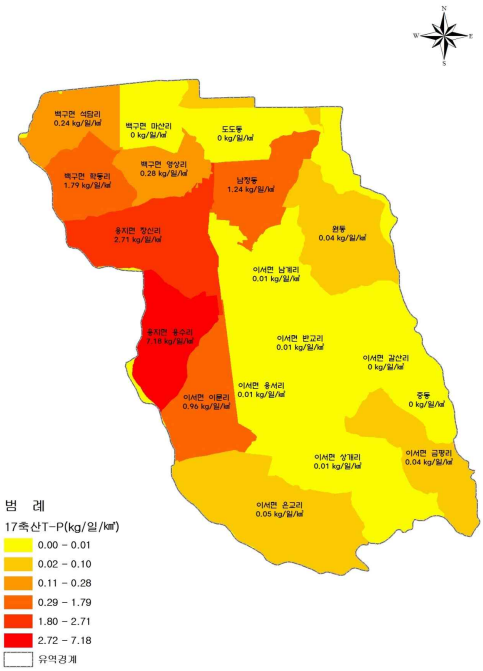


17년 생활계 배출부하량

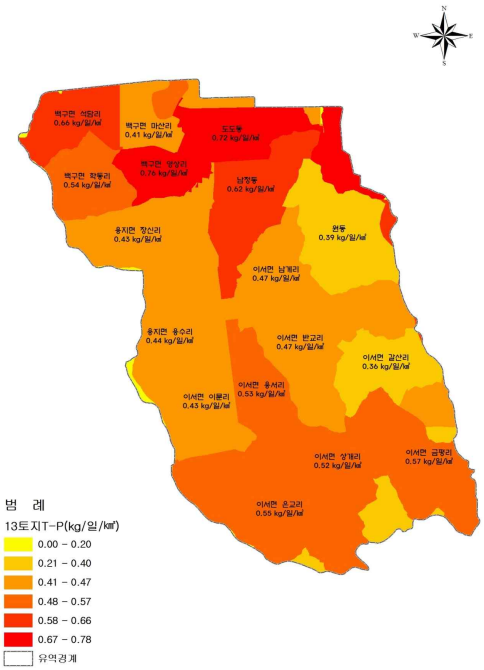
(그림 3-18) 마산천 유역 단위 면적당 배출부하량(T-P)



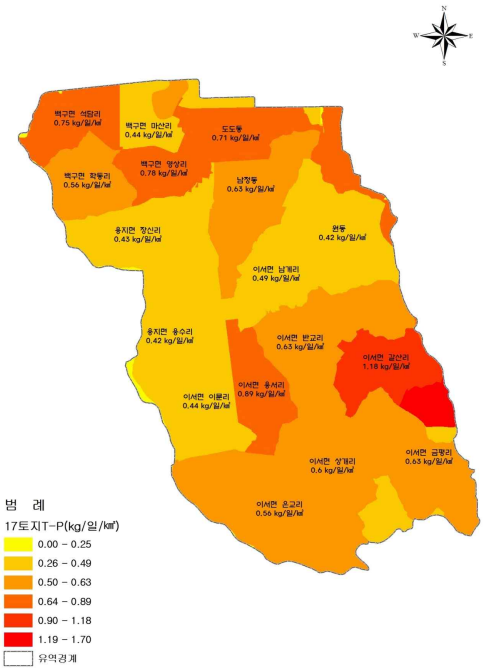
13년 축산계 배출부하량



17년 축산계 배출부하량



13년 토지계 배출부하량



17년 토지계 배출부하량

(그림 3-18) 마산천 유역 단위 면적당 배출부하량(T-P)(계속)

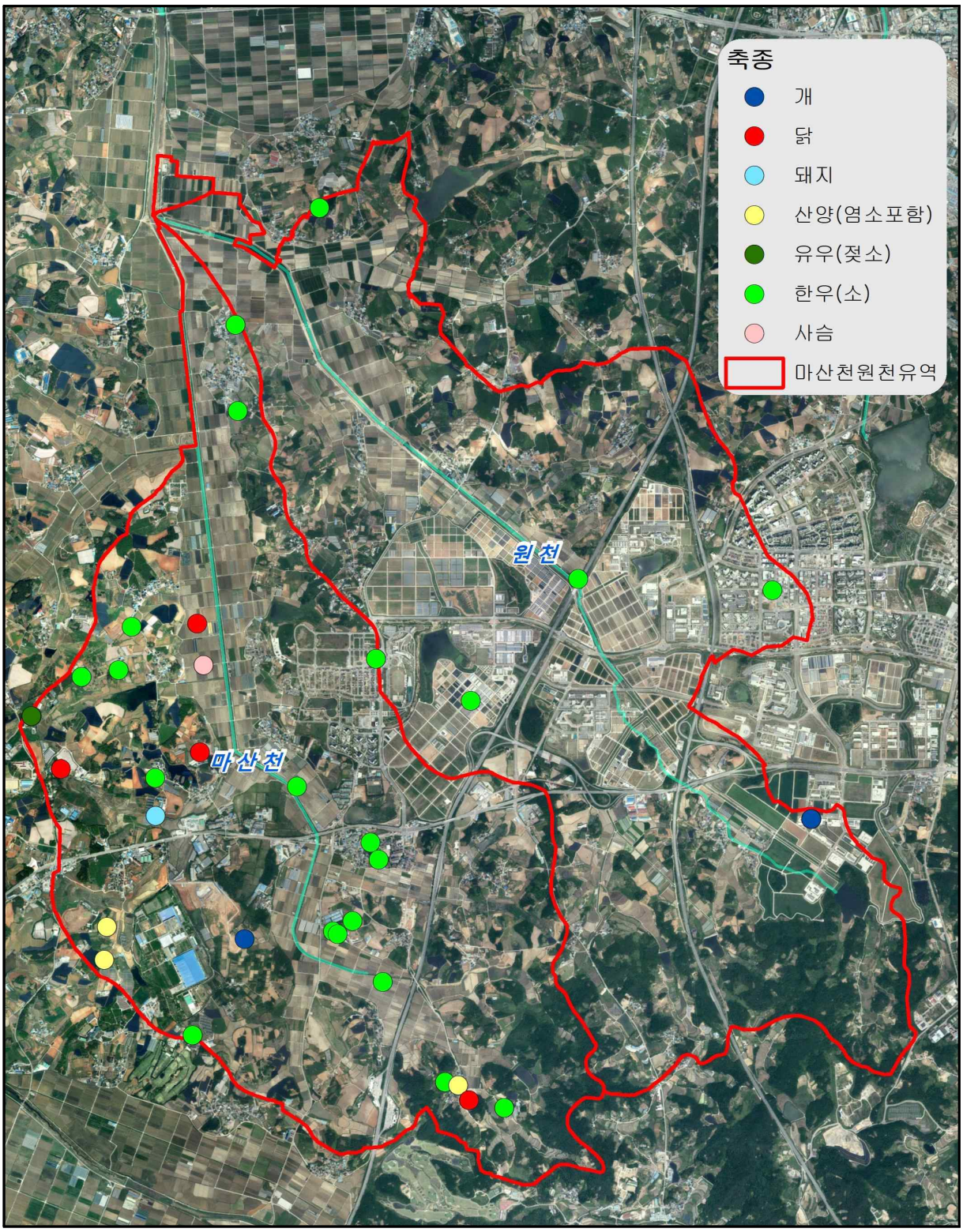
3. 마산천 유역 오염원 현황 조사

3.1 축산계

마산천 유역의 축산계 오염원 문헌조사결과 총 42개소로 조사되었으며 그중 한우가 26곳으로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 축사 면적으로 보았을 때 닭이 7,057㎡로 가장 많은 면적을 차지하고 있는 것으로 나타났음.

<표 3-21> 마산천 유역 축산계 문헌조사 현황

구분	개소	사육두수	축사면적
개	2	217	217
신고미만	2	217	217
닭	4	123,000	7,057
신고	4	123,000	7,057
돼지	2	1,800	2,578
신고	1	233	933
허가	1	1,567	1,645
사슴	1	12	227
신고	1	12	227
산양(염소포함)	4	351	796
신고미만	4	351	796
유우(젖소)	3	119	2,686
신고미만	2	9	86
허가	1	110	2,600
한우(소)	26	268	5,693
신고	11	127	4,050
신고미만	14	79	681
허가	1	62	962
총합계	42	125,767	19,254



(그림 3-19) 마산천유역 축산계 문헌조사 현황

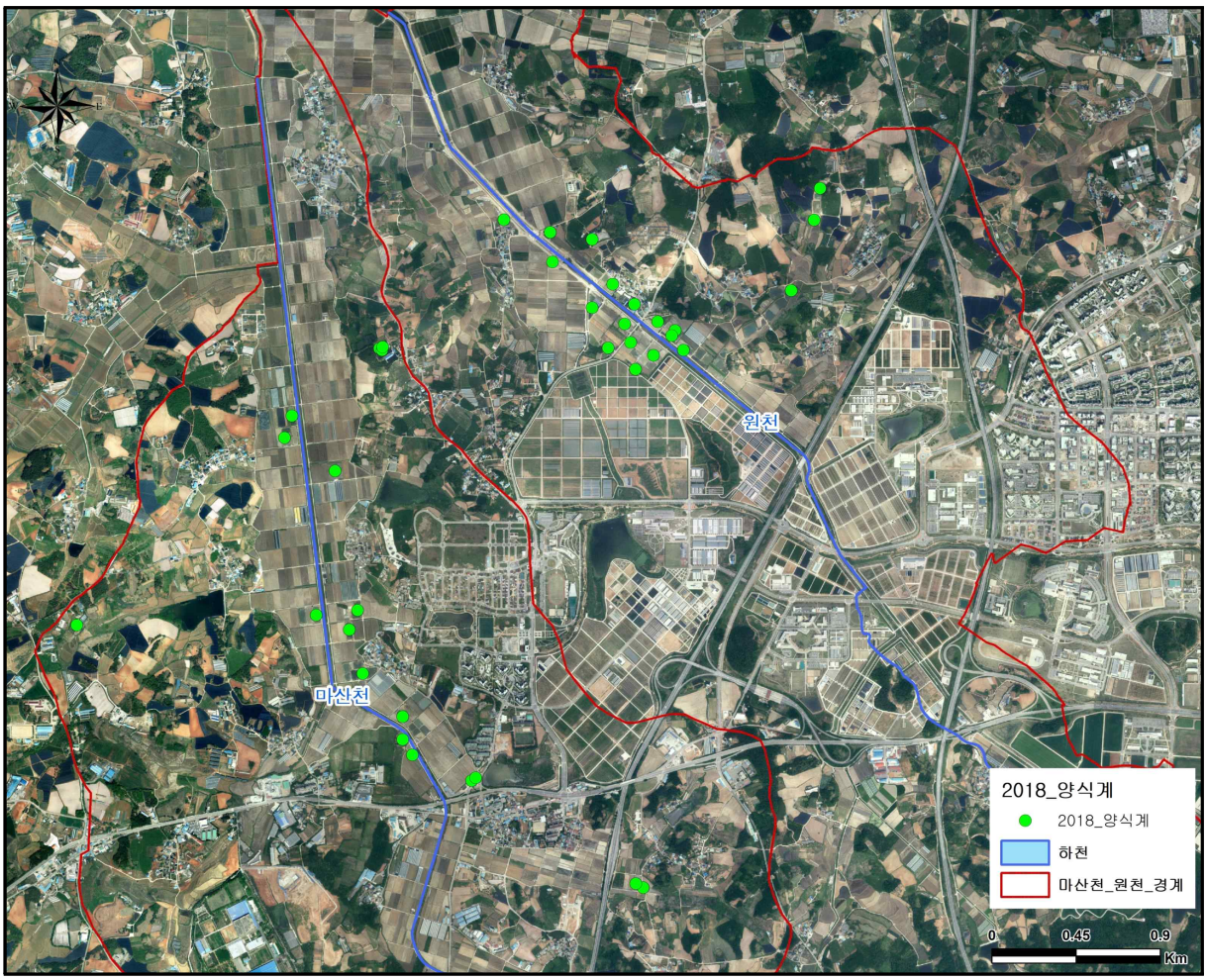
3.2 양식계

양식장 오염원에 대한 조사결과 주로 마산천과 원천 중·상류에 밀집하여 분포하고 있으며 대부분 지수식 양식장으로 총 37개소 100,335㎡로 조사되었음.

주요 양식어종은 뱀장어, 잉어류, 메기류 등으로 조사되었으며, 하절기 양식장 수질관리를 위하여 순환수를 배출하고 저감시설로 신고된 침전지의 운영이 미미한 것으로 나타남.

〈표 3-22〉 마산천 유역 축산계 문헌조사 현황

구분	개소	면허면적	시설면적	양식어종
지수식	37	100,549	100,335	뱀장어, 잉어류, 메기류, 금붕어, 향어, 우렁이, 관상어 등
수조식육상양식어업시설	1	1,100	1,100	
양만장또는일반양어장	36	99,449	99,235	



(그림 3-20) 마산천유역 축산계 문헌조사 현황

4. 마산천 유역 모니터링

4.1 마산천 수질 현장 조사

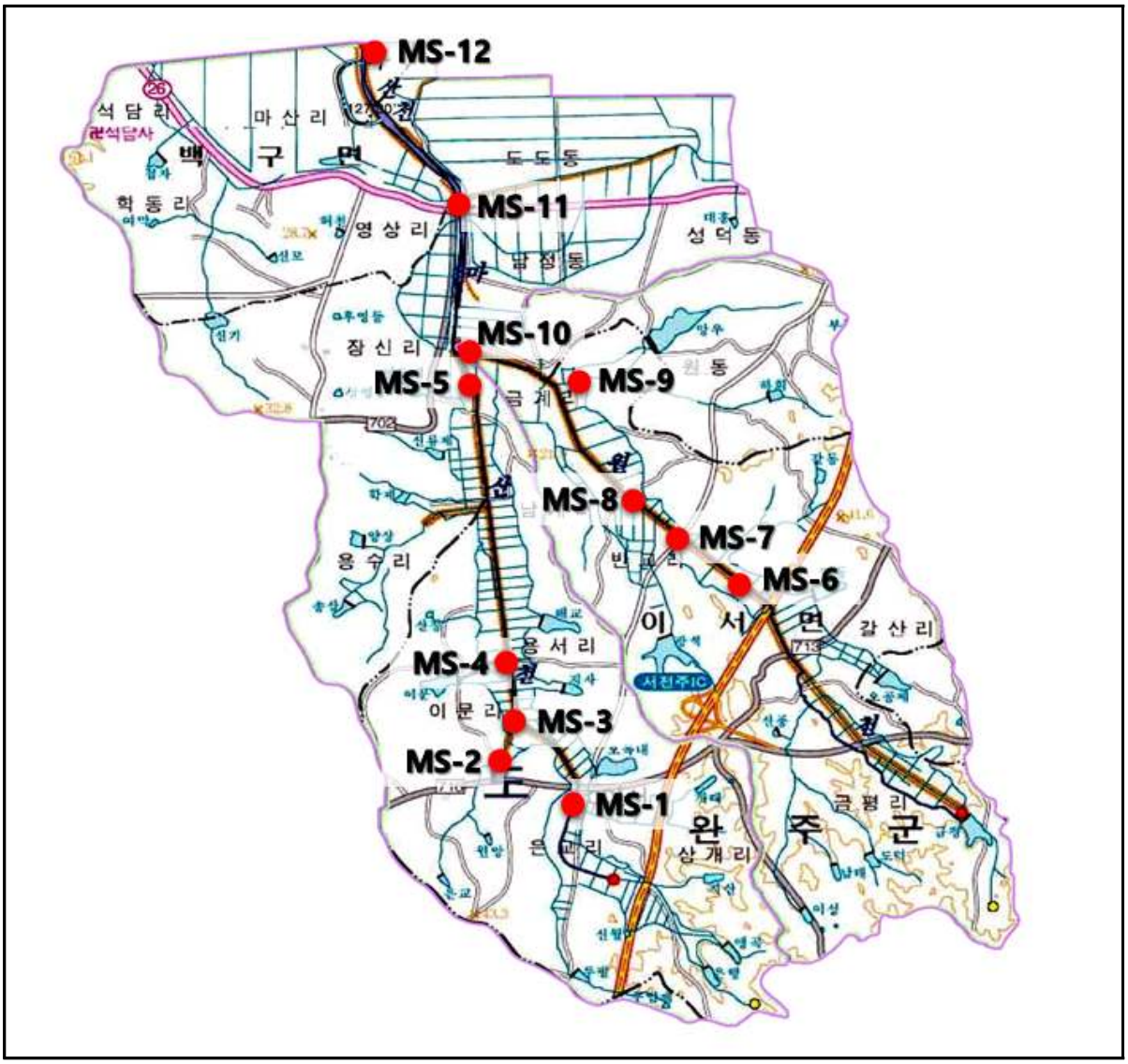
4.1.1 개요

마산천은 완주군 이서면에서 시작하여 만경강으로 유입되는 하천이며 주 오염원으로는 마산천과 마산천의 지류인 원천을 중심으로 좌우측에 넓게 분포하고 있는 농경지의 농업비점오염원과 마을 단위의 규모가 큰 물고기 양식장에서 발생하는 배출수의 하천유입이 주요 오염원으로 지목되고 있음.

조사지점은 마산천 및 물고기마을이 위치하고 있는 마산천 지류인 원천을 오염원 유입 전·후로 나뉘어 총 12개지점으로 선정하여 조사를 실시하였음.

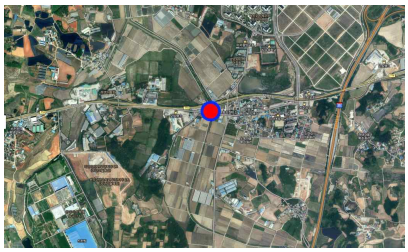
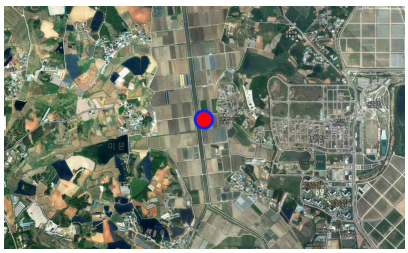
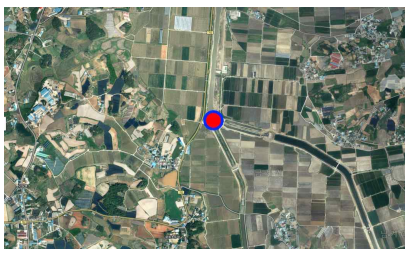
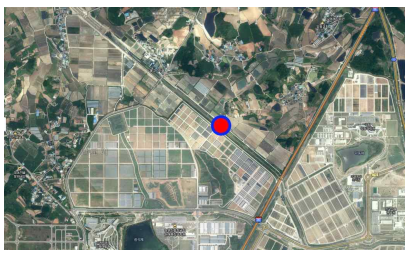
<표 3-23> 마산천 모니터링 지점

지점명	주소	하천명
MS-01	전북 완주군 이서면 상개리834	마산천상류(구 오목교)
MS-02	전북 완주군 이서면 이문리790-3	마산천합류전농배수로
MS-03	전북 완주군 이서면 이문리797-2	마산천과 농배수로 합류후지점
MS-04	전북 완주군 이서면 이문리783-11	마산천농업비점
MS-05	전북 김제시 용지면 장신리607-27	원천합류전
MS-06	전북 완주군 이서면 반교리671-22	원천 상류, 물고기마을 합류 전
MS-07	전북 완주군 이서면 반교리694-58	물고기마을(반교교)
MS-08	전북 완주군 이서면 남계리792-5	원천 중류, 물고기마을 합류 후
MS-09	전북 완주군 이서면 남계리933-5	원천 합류전지천
MS-10	전북 완주군 이서면 금계리453-11	원천 하류
MS-11	전북 김제시 용지면 장신리911	마산천원천합류후(득룡교)
MS-12	전북 김제시 백구면 마산리5-3	마산천하류

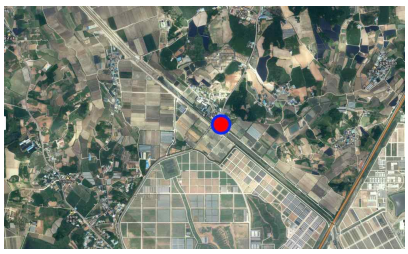
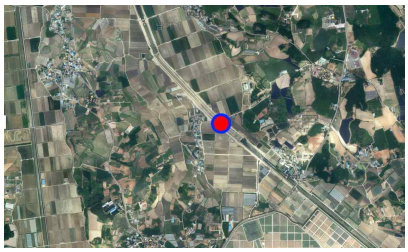
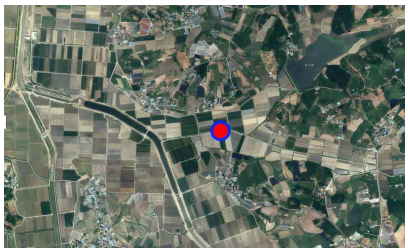
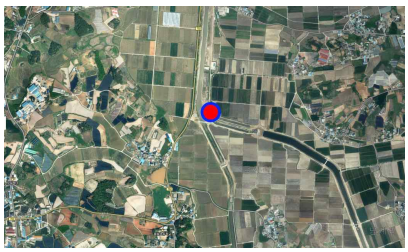
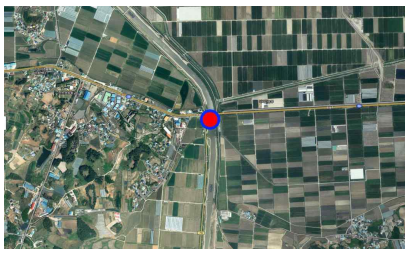
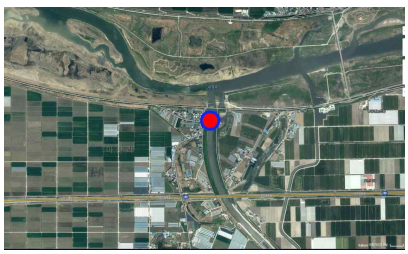


(그림 3-21) 마산천 유역 모니터링 지점

<표 3-24> 마산천 지점별 위치도

측정지점	위치도	현장사진	비고
MS-01			농업용수
MS-01			농업용수
MS-03			농업용수, 마산천 상류
MS-04			농업용수, 양식장폐수
MS-05			농업용수, 원천합류 전
MS-06			농업용수, 원천 상류, 물고기마을 합류 전

<표 3-24> 마산천 지점별 위치도 - 계속

측정지점	위치도	현장사진	비고
MS-07			농업용수, 양식장폐수
MS-08			농업용수 양식장폐수
MS-09			농업용수, 원천합류 전
MS-10			농업용수, 원천 하류
MS-11			농업용수, 원천합류 후
MS-12			농업용수, 마산천 하류

<표 3-25> 마산천 유역 모니터링 지점 상세 현황

<table>
<tr><td rowspan="2">기본현황</td><td>지점명</td><td>MS-01</td><td rowspan="2">위 치</td><td rowspan="2">전북 완주군 이서면
상개리834</td></tr>
<tr><td>유 역</td><td>마산천상류(구 오목교)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">지점
현황</td><td colspan="2">측정 지점 전경</td><td colspan="2">샘플링 사진</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">기본현황</td><td>지점명</td><td>MS-02</td><td rowspan="2">위 치</td><td rowspan="2">전북 완주군 이서면
이문리790-3</td></tr>
<tr><td>유 역</td><td>마산천합류전농배수로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">지점
현황</td><td colspan="2">측정 지점 전경</td><td colspan="2">샘플링 사진</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">기본현황</td><td>지점명</td><td>MS-03</td><td rowspan="2">위 치</td><td rowspan="2">전북 완주군 이서면
이문리797-2</td></tr>
<tr><td>유 역</td><td>농배수로 합류후지점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">지점
현황</td><td colspan="2">측정 지점 전경</td><td colspan="2">샘플링 사진</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">기본현황</td><td>지점명</td><td>MS-04</td><td rowspan="2">위 치</td><td rowspan="2">전북 완주군 이서면
이문리783-11</td></tr>
<tr><td>유 역</td><td>마산천농업비점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">지점
현황</td><td colspan="2">측정 지점 전경</td><td colspan="2">샘플링 사진</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

<표 3-25> 마산천 유역 모니터링 지점 상세 현황 - 계속

기본현황	지점명	MS-05	위 치	전북 김제시 용지면 장신리607-27
	유 역	원천합류전		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				
기본현황	지점명	MS-06	위 치	전북 완주군 이서면 반교리671-22
	유 역	원천 상류		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				
기본현황	지점명	MS-07	위 치	전북 완주군 이서면 반교리694-58
	유 역	물고기마을(반교교)		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				
기본현황	지점명	MS-08	위 치	전북 완주군 이서면 남계리792-5
	유 역	원천 중류		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				

<표 3-25> 마산천 유역 모니터링 지점 상세 현황 - 계속

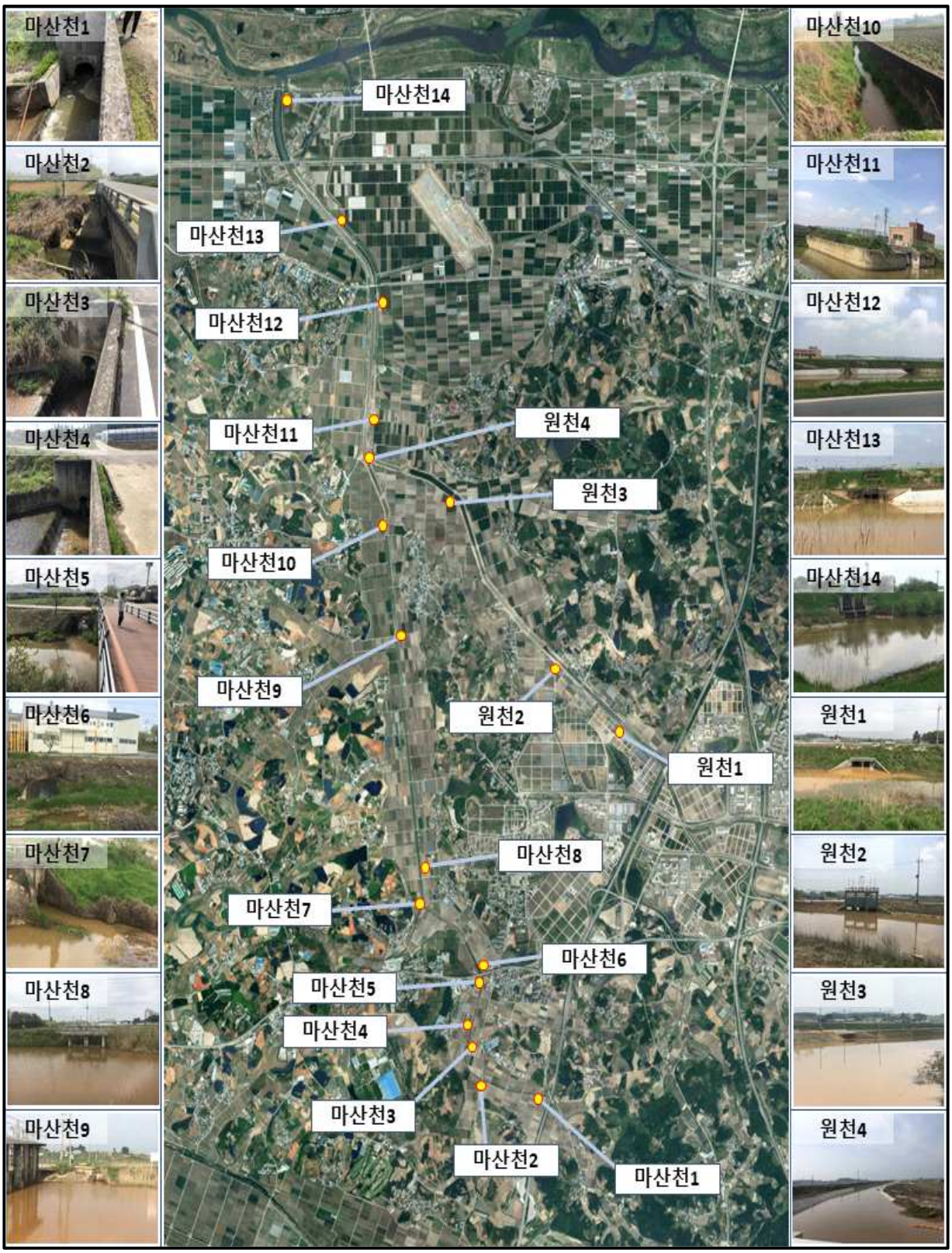
기본현황	지점명	MS-09	위 치	전북 완주군 이서면 남계리933-5
	유 역	원천 합류전지천		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				
기본현황	지점명	MS-10	위 치	전북 완주군 이서면 금계리453-11
	유 역	원천 하류		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				
기본현황	지점명	MS-11	위 치	전북 김제시 용지면 장신리911
	유 역	마산천원천합류후(득룡교)		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				
기본현황	지점명	MS-12	위 치	전북 김제시 백구면 마산리5-3
	유 역	마산천하류		
지점 현황	측정 지점 전경		샘플링 사진	
				

4.1.2 마산천 유역 배수로 조사결과

마산천으로 유입되는 주변 오염원의 토구(배수로) 현황을 파악하였으며 조사결과 마산천은 약 43개소, 마산천의 지류인 원천에는 약 58개소의 농배수로 및 토구가 하천에 유입되는 것을 확인할 수 있음.

주요 토구(배수로) 18개소를 선정하여 아래와 같이 나타내었으며 확인된 토구는 대부분 농업용수의 농업 배수로가 주를 이루는 것으로 파악되어 주변 농경지의 영농활동이 마산천 및 원천의 수질에 영향을 줄 것으로 판단됨.

마산천 및 원천 구간마다 설치된 제수문은 마산천유역 내 위치한 농경지의 농업용수로 사용하기 위해 제수문 개폐를 통하여 수량을 조절하고 있으며, 이러한 제수문의 운용은 하천의 정체를 일으키며 이로 인한 하천 수질 오염원에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 판단됨.



(그림 3-22) 마산천 주요 토구(배수로) 현황

4.1.3 조사방법

조사횟수 : 오염원을 파악할 수 있는 측정일자를 선정하여 조사를 진행
수질조사는 실측자료를 활용함.

조사방법 : 수질분석 시료는 「수질오염공정시험기준」을고려하여 채수를 실히함.

본 연구 마산천 유역의 유량 조사는 하천 수위가 연구원의 안전상 문제로 도섭법이 불가할 경우 조사가 불가함. 플라이스 유속계를 활용하여 유속을 실측하였으며 하천 단면적을 구해 유량을 산출함.

수질시료 채수방법 : 직접채수

수질시료 분석 : 현장조사항목 2개 항목(pH, DO), 실내분석항목 5개 항목 (BOD, COD, SS, T-N, T-P)

<표 3-26> 수질오염공정시험기준에 따른 수질분석 방법

측 정 항 목	분 석 방 법	보 존 방 법	최대(권장) 보존기간
DO (용존산소)	전극법	-	현장측정
pH	전극법	-	현장측정
BOD_5 (생물학적산소요구량)	윙클러-아지드화법	4 ℃ 보관	48시간 (6시간)
COD (화학적산소요구량)	망간법	4 ℃ 보관	48시간 (6시간)
T-N (총질소)	자외선/가시선 분광법(분광광도계)	4 ℃ 보관, H_2SO_4로 pH 2이하	28일 (7일)
T-P (총인)			
SS (부유물질)	유리섬유여지법(Dry oven)	4 ℃ 보관	7일

자료 : 환경부, 2014b

4.1.4 수질 조사결과

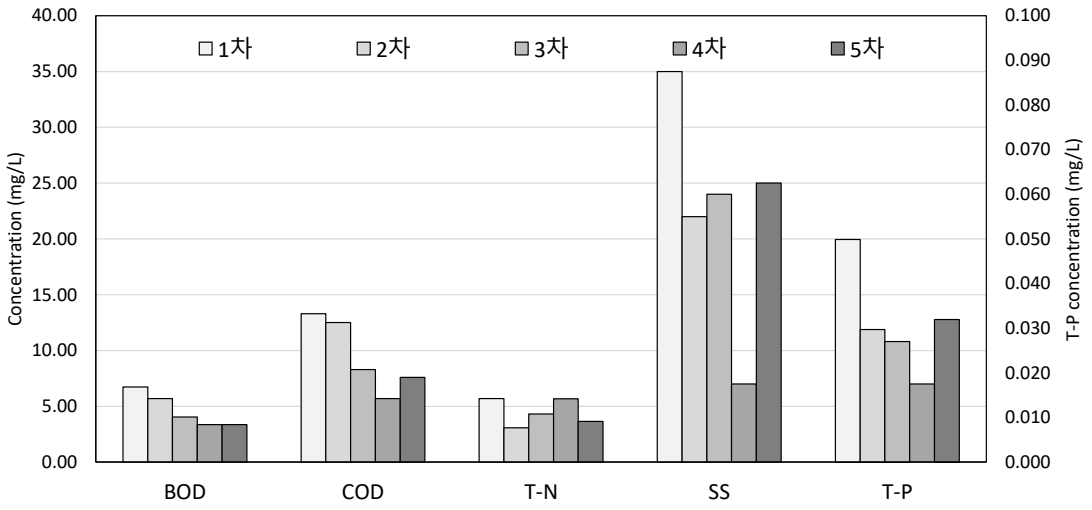
1) MS-01

MS-1 지점은 마산천 상류(구 오목교) 이서행정복지센터 인근 오목교 지점으로 마산천의 상류이며 비교적 양호한 수질 상태로 조사됨.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-1 지점의 수질은 pH 7.58 ~ 8.27 (평균 7.95), DO 6.88mg/L ~ 9.62mg/L (평균 8.60mg/L), BOD 3.36 mg/L ~ 6.74 mg/L (평균 4.64 mg/L), COD 5.7 mg/L ~ 13.30 mg/L (평균 9.48 mg/L), T-N 3.07 mg/L ~ 5.70 mg/L (평균 4.48 mg/L), T-P 0.018 mg/L ~ 0.050 mg/L (평균 0.031 mg/L), SS 7.0 mg/L ~ 35.0 mg/L (평균 22.6 mg/L)로 조사되었으며, MS-1 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅲ~Ⅳ등급으로 "보통~약간나쁨", T-P 기준상 Ib~Ⅱ등급으로 "좋음~약간좋음" 상태로 조사됨.

<표 3-27> MS-01 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	8.25	9.48	6.74	13.3	5.70	0.050	35.0
2차(06월25일)	7.58	6.88	5.70	12.5	3.07	0.030	22.0
3차(07월17일)	7.79	9.16	4.04	8.3	4.30	0.027	24.0
4차(08월19일)	8.27	9.62	3.36	5.7	5.68	0.018	7.0
5차(09월10일)	7.85	7.84	3.36	7.6	3.65	0.032	25.0
평균	7.95	8.60	4.64	9.48	4.48	0.031	22.6



(그림 3-23) MS-01 지점의 수질 현황

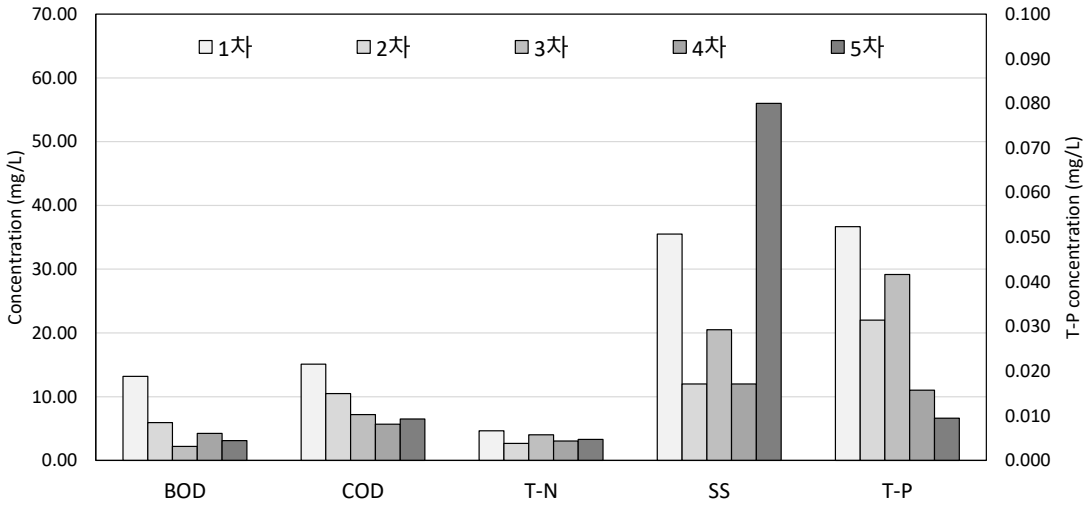
2) MS-02

MS-2 지점은 마산천 본류에 합류 전 농배수로 지점으로 본류에 합류하는 수질을 분석을 위한 자료로 활용하기 위해 조사를 실시함.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-2 지점의 수질은 pH 7.38 ~ 9.47 (평균 8.22), DO 6.62mg/L ~ 14.40mg/L (평균 9.33mg/L), BOD 2.22 mg/L ~ 13.20 mg/L (평균 5.75 mg/L), COD 5.70 mg/L ~ 15.10 mg/L (평균 9.0 mg/L), T-N 2.69 mg/L ~ 4.67 mg/L (평균 3.56 mg/L), T-P 0.009 mg/L ~ 0.052 mg/L (평균 0.030 mg/L), SS 12.0 mg/L ~ 56.0 mg/L (평균 27.2 mg/L)로 조사되었으며, MS-2 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅱ~Ⅵ 등급으로 “약간좋음~매우나쁨”, T-P 기준상 Ia~Ⅱ등급으로 “매우좋음~약간좋음” 상태로 조사됨.

<표 3-28> MS-02 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	9.47	14.40	13.20	15.1	4.67	0.052	35.5
2차(06월25일)	7.49	8.21	5.96	10.5	2.69	0.031	12.0
3차(07월17일)	7.38	6.62	2.22	7.2	4.03	0.042	20.5
4차(08월19일)	8.81	9.25	4.26	5.7	3.07	0.016	12.0
5차(09월10일)	7.95	8.15	3.11	6.5	3.31	0.009	56.0
평균	8.22	9.33	5.75	9.00	3.56	0.030	27.2



(그림 3-24) MS-02 지점의 수질 현황

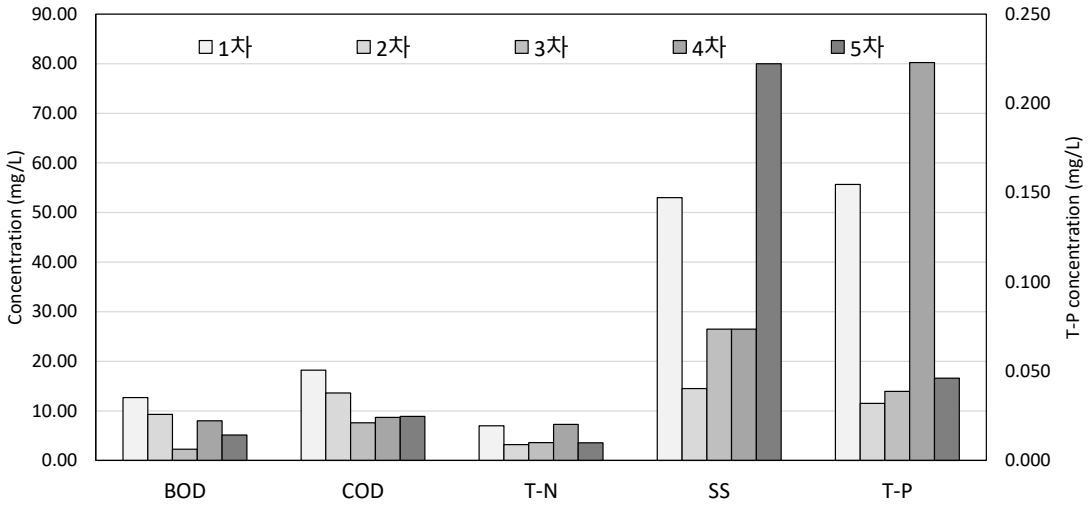
3) MS-03

MS-3 지점은 마산천과 농배수로 합류지점으로 다른 지점과 비교해 수치가 높은 것으로 조사됨.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-3 지점의 수질은 pH 7.16 ~ 9.24 (평균 8.24), DO 6.75mg/L ~ 13.28mg/L (평균 9.52mg/L), BOD 2.28 mg/L ~ 12.68 mg/L (평균 7.48 mg/L), COD 7.60 mg/L ~ 18.20 mg/L (평균 11.40 mg/L), T-N 3.20 mg/L ~ 7.26 mg/L (평균 4.92 mg/L), T-P 0.032 mg/L ~ 0.223 mg/L (평균 0.099 mg/L), SS 14.5 mg/L ~ 80.0 mg/L (평균 40.1 mg/L)로 조사되었으며, MS-3 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅱ~Ⅵ 등급으로 “약간좋음~매우나쁨”, T-P 기준상 Ⅰb~Ⅲ등급으로 “좋음~보통” 상태로 조사됨.

<표 3-29> MS-03 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	9.24	13.28	12.68	18.2	7.01	0.155	53.0
2차(06월25일)	7.75	10.03	9.28	13.6	3.20	0.032	14.5
3차(07월17일)	7.16	6.75	2.28	7.6	3.60	0.039	26.5
4차(08월19일)	9.02	9.33	7.99	8.7	7.26	0.223	26.5
5차(09월10일)	8.03	8.22	5.16	8.9	3.55	0.046	80.0
평균	8.24	9.52	7.48	11.40	4.92	0.099	40.1



(그림 3-25) MS-03 지점의 수질 현황

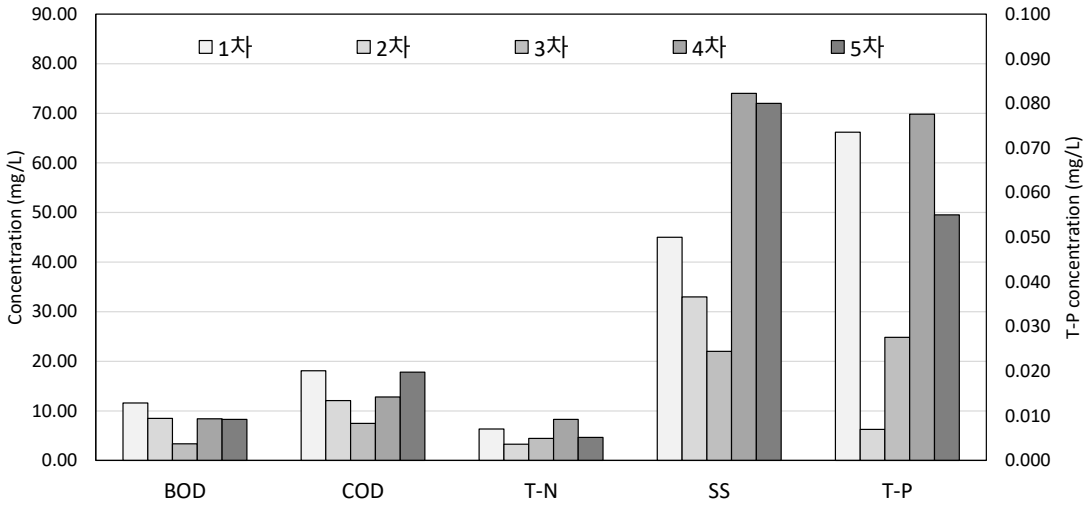
4) MS-04

MS-4 지점은 하천주변으로 답과 비닐하우스 등 시설농장이 있으며 다른 지점과 비교해 수치가 높은 것으로 조사됨.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-4 지점의 수질은 pH 7.47 ~ 9.01 (평균 8.24), DO 8.86mg/L ~ 12.16mg/L (평균 9.86mg/L), BOD 3.38 mg/L ~ 11.61 mg/L (평균 8.03mg/L), COD 7.5 mg/L ~ 18.1 mg/L (평균 13.66 mg/L), T-N 3.30 mg/L ~ 8.30 mg/L (평균 5.42 mg/L), T-P 0.007 mg/L ~ 0.078 mg/L (평균 0.048 mg/L), SS 22.0 mg/L ~ 74.0 mg/L (평균 49.2 mg/L)로 조사되었으며, MS-4 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅲ~Ⅵ 등급으로 “보통~매우나쁨”, T-P 기준상 Ia~Ⅱ등급으로 “매우좋음~약간좋음” 상태로 조사됨.

<표 3-30> MS-04 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	8.97	12.16	11.61	18.1	6.37	0.074	45.0
2차(06월25일)	7.75	9.93	8.49	12.1	3.30	0.007	33.0
3차(07월17일)	7.47	9.35	3.38	7.5	4.46	0.028	22.0
4차(08월19일)	9.01	8.99	8.42	12.8	8.30	0.078	74.0
5차(09월10일)	8.82	8.86	8.27	17.8	4.66	0.055	72.0
평균	8.40	9.86	8.03	13.66	5.42	0.048	49.2



(그림 3-26) MS-04 지점의 수질 현황

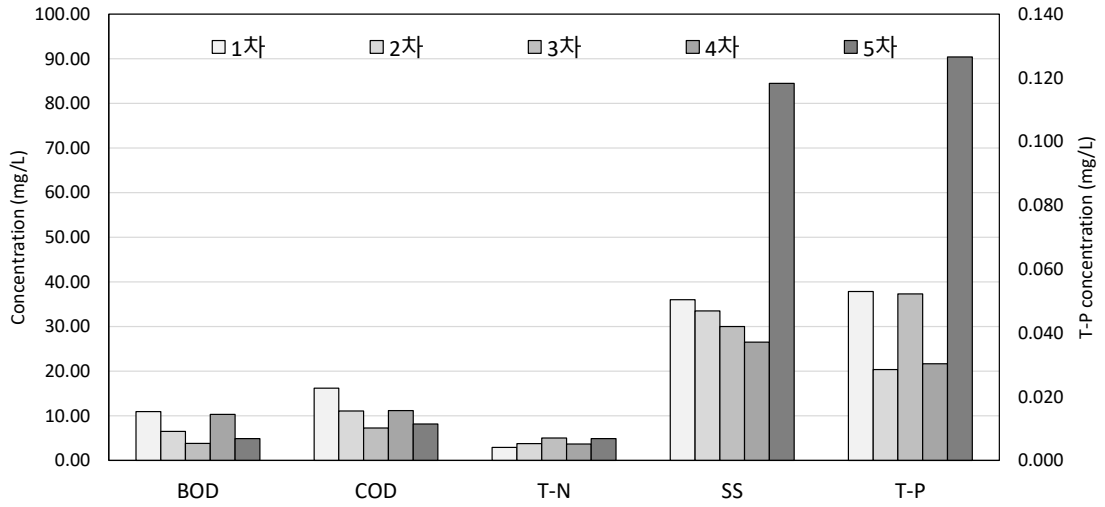
5) MS-05

MS-5 지점은 원천 합류 전 지점으로 합류 전의 수질을 분석하기위해 조사지점으로 선정하여 조사함.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-5 지점의 수질은 pH 7.78 ~ 10.25 (평균 8.69), DO 7.62mg/L ~ 12.94mg/L (평균 10.43mg/L), BOD 3.83 mg/L ~ 10.97 mg/L (평균 7.31mg/L), COD 7.30 mg/L ~ 16.20 mg/L (평균 10.80mg/L), T-N 2.93 mg/L ~ 5.04 mg/L (평균 4.07mg/L), T-P 0.029 mg/L ~ 0.127 mg/L (평균 0.058mg/L), SS 26.5 mg/L ~ 84.5 mg/L (평균 42.1mg/L)로 조사되었으며, MS-5 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅲ~Ⅵ 등급으로 “보통~매우나쁨”, T-P 기준상 Ib~Ⅲ등급으로 “좋음~보통” 상태로 조사됨.

<표 3-31> MS-05 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	9.21	12.94	10.97	16.2	2.93	0.053	36.0
2차(06월25일)	8.28	10.70	6.53	11.1	3.79	0.029	33.5
3차(07월17일)	7.78	10.06	3.83	7.3	5.04	0.052	30.0
4차(08월19일)	10.25	10.81	10.33	11.2	3.70	0.030	26.5
5차(09월10일)	7.93	7.62	4.89	8.2	4.90	0.127	84.5
평균	8.69	10.43	7.31	10.80	4.07	0.058	42.1



(그림 3-27) MS-05 지점의 수질 현황

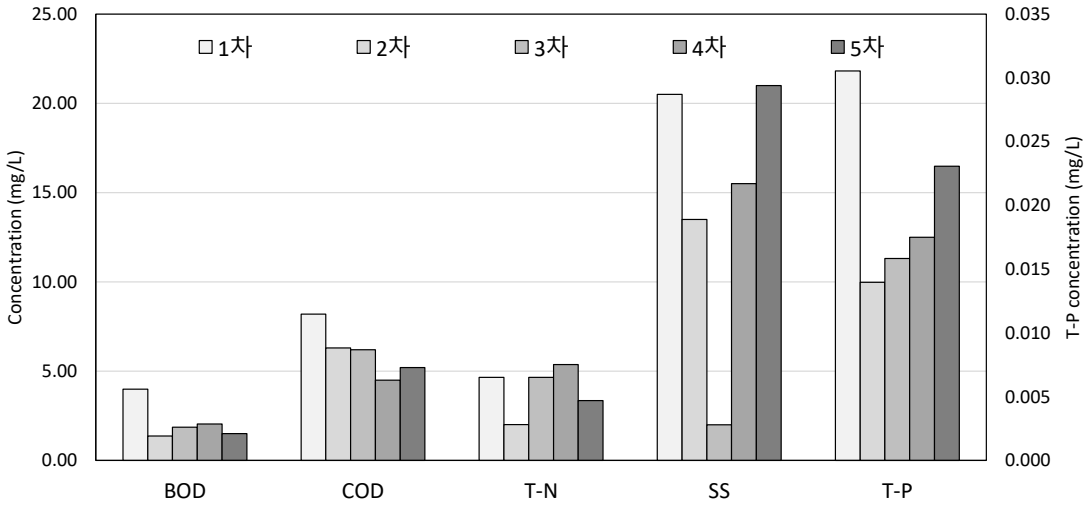
6) MS-06

MS-6 지점은 원천 상류로 물고기마을 합류 전 지점이며 주변은 양식장이 산재해 있는 것으로 조사되었음.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-6 지점의 수질은 pH 7.32 ~ 8.59 (평균 7.71), DO 7.08mg/L ~ 9.48mg/L (평균 8.29mg/L), BOD 1.37 mg/L ~ 4.00 mg/L (평균 2.16mg/L), COD 4.50 mg/L ~ 8.20 mg/L (평균 6.08 mg/L), T-N 2.02 mg/L ~ 5.38 mg/L (평균 4.01 mg/L), T-P 0.014 mg/L ~ 0.031 mg/L (평균 0.020 mg/L), SS 2.0 mg/L ~ 21.0 mg/L (평균 14.5 mg/L)로 조사되었으며, MS-6 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ib~Ⅲ 등급으로 “좋음~보통”, T-P 기준상 Ia~Ib등급으로 “매우좋음~좋음” 상태로 조사됨.

<표 3-32> MS-06 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	7.36	7.08	4.00	8.2	4.66	0.031	20.5
2차(06월25일)	7.32	8.16	1.37	6.3	2.02	0.014	13.5
3차(07월17일)	7.37	9.04	1.86	6.2	4.66	0.016	2.0
4차(08월19일)	8.59	9.48	2.05	4.5	5.38	0.018	15.5
5차(09월10일)	7.89	7.71	1.51	5.2	3.36	0.023	21.0
평균	7.71	8.29	2.16	6.08	4.01	0.020	14.5



(그림 3-28) MS-06 지점의 수질 현황

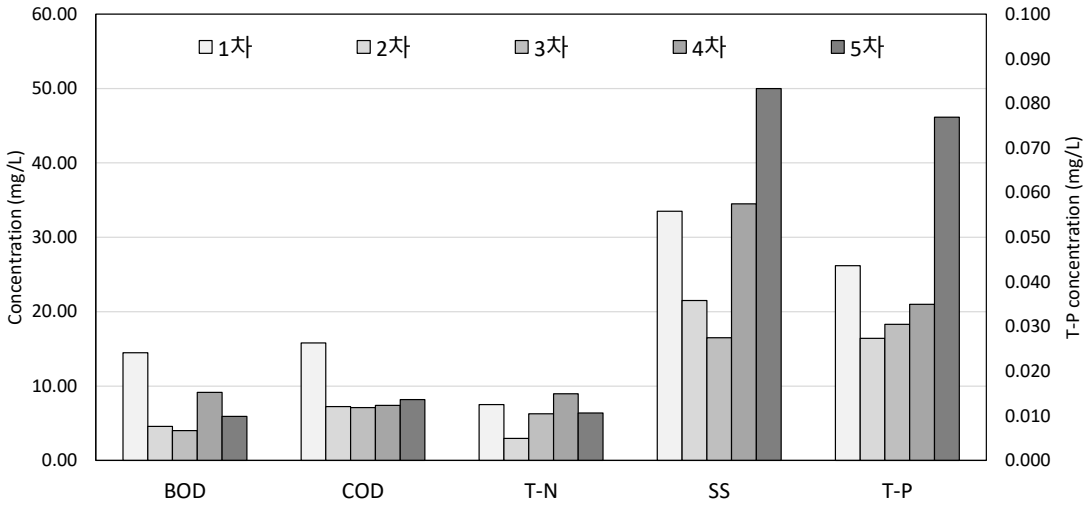
7) MS-07

MS-7 지점은 원천 중·상류로 물고기 마을과 다수의 양식장이 산재해있어 주변 지점보다 높은 농도로 조사되었음.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-7 지점의 수질은 pH 7.61 ~ 9.47 (평균 8.45), DO 7.76mg/L ~ 15.22mg/L (평균 11.36mg/L), BOD 4.01 mg/L ~ 14.49 mg/L (평균 7.63mg/L), COD 7.10 mg/L ~ 15.80 mg/L (평균 9.15 mg/L), T-N 2.96 mg/L ~ 8.98 mg/L (평균 6.43 mg/L), T-P 0.027 mg/L ~ 0.077 mg/L (평균 0.043 mg/L), SS 16.5 mg/L ~ 50.0 mg/L (평균 31.2 mg/L)로 조사되었으며, MS-7 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅲ~Ⅵ 등급으로 "보통~매우나쁨", T-P 기준상 Ib~Ⅱ등급으로 "좋음~약간좋음" 상태로 조사됨.

<표 3-33> MS-07 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	9.23	15.22	14.49	15.8	7.52	0.044	33.5
2차(06월25일)	7.61	9.27	4.58	7.3	2.96	0.027	21.5
3차(07월17일)	7.82	10.87	4.01	7.1	6.29	0.031	16.5
4차(08월19일)	9.47	13.67	9.15	7.4	8.98	0.035	34.5
5차(09월10일)	8.13	7.76	5.93	8.2	6.38	0.077	50.0
평균	8.45	11.36	7.63	9.15	6.43	0.043	31.2



(그림 3-29) MS-07 지점의 수질 현황

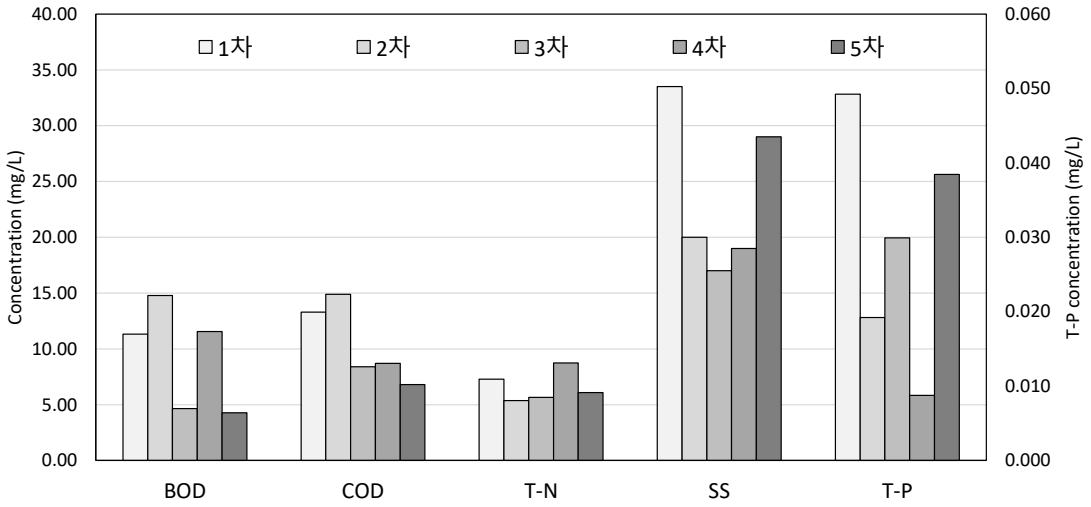
8) MS-08

MS-8 지점은 원천 중류로 물고기마을 합류 후 지점으로 지점으로 다른 지점과 비교해서 수질측정값이 약간 높은 것으로 조사되었음.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-8 지점의 수질은 pH 8.33 ~ 10.0 (평균 9.06), DO 7.96mg/L ~ 15.55mg/L (평균 12.30mg/L), BOD 4.27mg/L ~ 14.79mg/L (평균 9.32mg/L), COD 6.8 mg/L ~ 14.9 mg/L (평균 10.42 mg/L), T-N 5.38 mg/L ~ 8.74 mg/L (평균 6.63 mg/L), T-P 0.009 mg/L ~ 0.049 mg/L (평균 0.029 mg/L), SS 17.0 mg/L ~ 33.5 mg/L (평균 23.7 mg/L)로 조사되었으며, MS-8 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅱ~Ⅵ 등급으로 “약간좋음~매우나쁨”, T-P 기준상 Ia~Ⅱ 등급으로 “매우좋음~약간좋음” 상태로 조사됨.

<표 3-34> MS-08 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	9.20	13.01	11.32	13.3	7.28	0.049	33.5
2차(06월25일)	9.26	15.55	14.79	14.9	5.38	0.019	20.0
3차(07월17일)	8.50	10.91	4.66	8.4	5.66	0.030	17.0
4차(08월19일)	10.00	14.09	11.56	8.7	8.74	0.009	19.0
5차(09월10일)	8.33	7.96	4.27	6.8	6.10	0.038	29.0
평균	9.06	12.30	9.32	10.42	6.63	0.029	23.7



(그림 3-30) MS-08 지점의 수질 현황

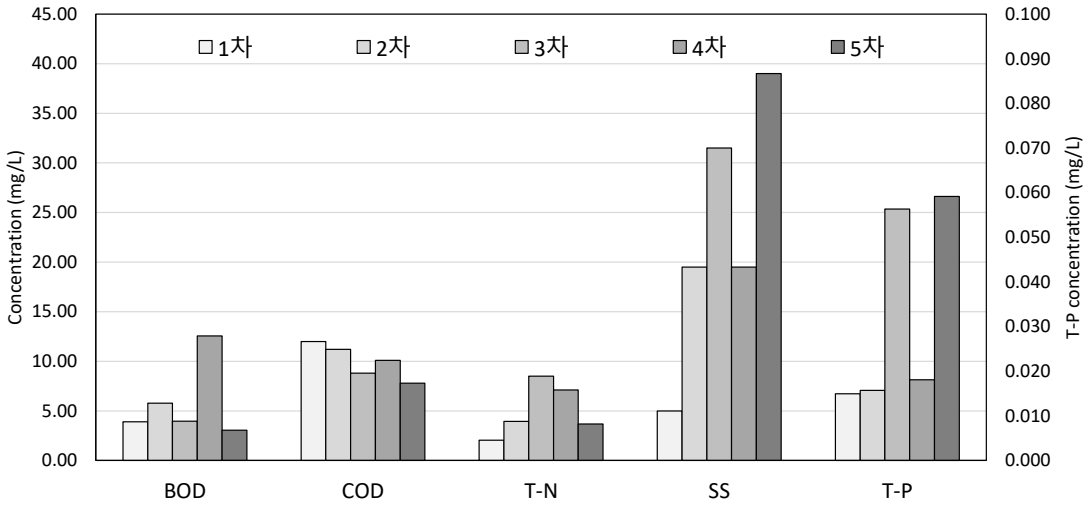
9) MS-09

MS-9 지점은 원천에 합류하는 농배수로 지점으로 다른 지점과 비교해서 비교적 양호한 수질 상태로 조사됨.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-9 지점의 수질은 pH 7.12 ~ 10.17 (평균 7.86), DO 7.04mg/L ~ 13.05mg/L (평균 8.72mg/L), BOD 3.06mg/L ~ 12.55mg/L (평균 5.85mg/L), COD 7.8 mg/L ~ 12.00 mg/L (평균 9.98 mg/L), T-N 2.05 mg/L ~ 8.50 mg/L (평균 5.06 mg/L), T-P 0.015 mg/L ~ 0.059 mg/L (평균 0.033 mg/L), SS 5.0 mg/L ~ 31.5 mg/L (평균 22.9 mg/L)로 조사되었으며, MS-9 지점의 수질 등급은 BOD 기준상 Ⅱ~Ⅵ 등급으로 "약간좋음~매우나쁨", T-P 기준상 Ia~Ⅱ 등급으로 "매우좋음~약간좋음" 상태로 조사됨.

<표 3-35> MS-09 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	7.16	7.26	3.90	12.0	2.05	0.015	5.0
2차(06월25일)	7.12	7.04	5.78	11.2	3.95	0.016	19.5
3차(07월17일)	7.28	9.16	3.96	8.8	8.50	0.056	31.5
4차(08월19일)	10.17	13.05	12.55	10.1	7.10	0.018	19.5
5차(09월10일)	7.58	7.10	3.06	7.8	3.68	0.059	39.0
평균	7.86	8.72	5.85	9.98	5.06	0.033	22.9



(그림 3-31) MS-09 지점의 수질 현황

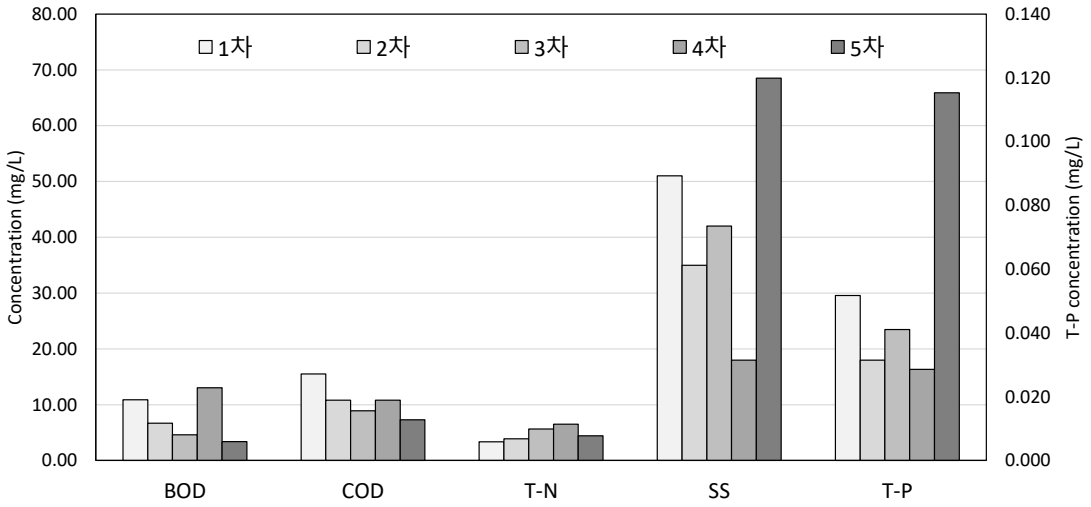
10) MS-10

MS-10 지점은 원천에 하류로 마산천과 합류 전 지점이며 농배수로의 물과 희석이 되어 MS-7, MS-8번과 비교하여 양호한 수질 상태로 조사됨.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-10 지점의 수질은 pH 8.12 ~ 10.24 (평균 8.71), DO 7.71mg/L ~ 13.51mg/L (평균 10.78mg/L), BOD 3.39mg/L ~ 13.02mg/L (평균 7.71mg/L), COD 7.3 mg/L ~ 15.5 mg/L (평균 10.66 mg/L), T-N 3.36 mg/L ~ 6.51 mg/L (평균 4.77 mg/L), T-P 0.031 mg/L ~ 0.115mg/L (평균 0.054 mg/L), SS 18.0 mg/L ~ 68.5 mg/L (평균 42.9 mg/L)로 조사되었으며, MS-10 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅲ~Ⅵ 등급으로 “보통~매우나쁨”, T-P 기준상 Ⅰb~Ⅲ등급으로 “좋음~보통” 상태로 조사됨.

<표 3-36> MS-10 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	9.31	12.01	10.87	15.5	3.36	0.052	51.0
2차(06월25일)	8.12	10.09	6.68	10.8	3.89	0.031	35.0
3차(07월17일)	8.17	10.58	4.59	8.9	5.66	0.041	42.0
4차(08월19일)	10.24	13.51	13.02	10.8	6.51	0.029	18.0
5차(09월10일)	7.71	7.71	3.39	7.3	4.42	0.115	68.5
평균	8.71	10.78	7.71	10.66	4.77	0.054	42.9



(그림 3-32) MS-10 지점의 수질 현황

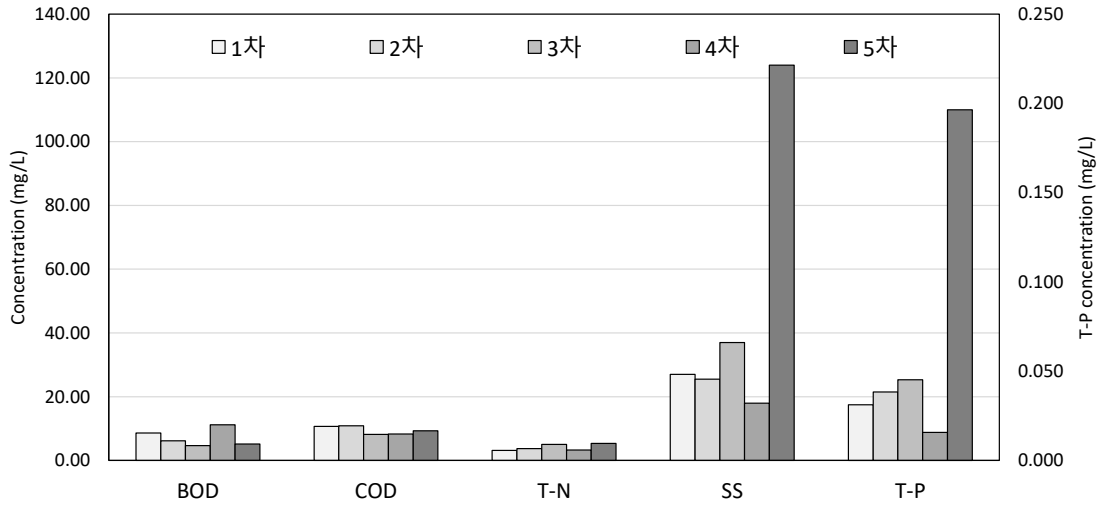
11) MS-11

MS-11 지점은 마산천과 원천 합류 후 하류지점(득룡교)으로 마산천과 원천의 합류로 영향을 보기 위해 조사를 실시함.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-11 지점의 수질은 pH 7.81 ~ 9.96 (평균 8.44), DO 7.63mg/L ~ 14.81mg/L (평균 10.75mg/L), BOD 5.16mg/L ~ 11.19mg/L (평균 10.75mg/L), COD 8.2 mg/L ~ 10.90 mg/L (평균 9.48 mg/L), T-N 3.17 mg/L ~ 5.38 mg/L (평균 4.12 mg/L), T-P 0.016 mg/L ~ 0.196 mg/L (평균 0.065 mg/L), SS 18.0 mg/L ~ 124.0 mg/L (평균 46.3 mg/L)로 조사되었으며, MS-11 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅳ~Ⅵ 등급으로 “약간나쁨~매우나쁨”, T-P 기준상 Ia~Ⅲ등급으로 “매우좋음~보통” 상태로 조사됨.

<표 3-37> MS-11 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	8.68	12.12	8.61	10.7	3.17	0.031	27.0
2차(06월25일)	7.81	9.32	6.21	10.9	3.74	0.038	25.5
3차(07월17일)	7.93	9.89	4.68	8.2	5.04	0.045	37.0
4차(08월19일)	9.96	14.81	11.19	8.3	3.26	0.016	18.0
5차(09월10일)	7.83	7.63	5.16	9.3	5.38	0.196	124.0
평균	8.44	10.75	7.17	9.48	4.12	0.065	46.3



(그림 3-33) MS-11 지점의 수질 현황

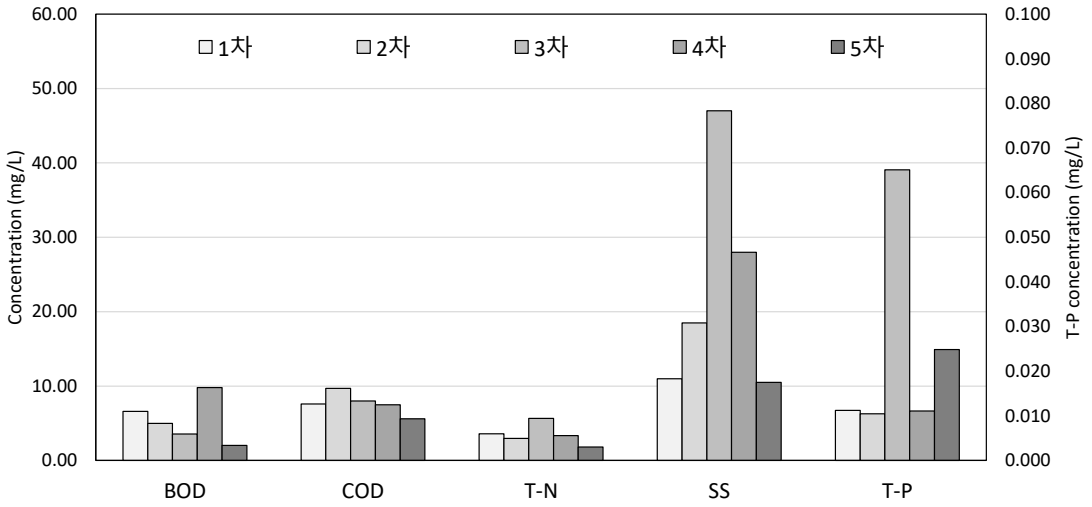
12) MS-12

MS-12 지점은 마산천 하류로 만경강 합류 전 지점이며 비교해서 비교적 양호한 수질 상태로 조사됨.

본 과제 과업기간 중 측정한 MS-12 지점의 수질은 pH 7.11 ~ 9.73 (평균 8.07), DO 6.50mg/L ~ 12.31mg/L (평균 9.50mg/L), BOD 2.04mg/L ~ 9.8mg/L (평균 5.4mg/L), COD 5.6 mg/L ~ 9.7 mg/L (평균 7.68 mg/L), T-N 1.82 mg/L ~ 5.66 mg/L (평균 3.48 mg/L), T-P 0.010 mg/L ~ 0.065 mg/L (평균 0.025 mg/L), SS 10.5 mg/L ~ 47.0 mg/L (평균 23.0 mg/L)로 조사되었으며, MS-12 지점의 수질등급은 BOD 기준상 Ⅱ~Ⅴ 등급으로 "약간좋음~나쁨", T-P 기준상 Ia~Ⅱ등급으로 "매우좋음~약간좋음" 상태로 조사됨.

<표 3-38> MS-12 수질 분석 결과

구분	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)
1차(06월10일)	8.76	12.06	6.61	7.6	3.60	0.011	11.0
2차(06월25일)	7.44	7.83	5.00	9.7	2.98	0.010	18.5
3차(07월17일)	7.29	8.82	3.57	8.0	5.66	0.065	47.0
4차(08월19일)	9.73	12.31	9.8	7.5	3.36	0.011	28.0
5차(09월10일)	7.11	6.50	2.04	5.6	1.82	0.025	10.5
평균	8.07	9.50	5.40	7.68	3.48	0.025	23.0



(그림 3-34) MS-12 지점의 수질 현황

4.2 수질 조사 결과

마산천 유역의 수질 모니터링 결과, 항목별 평균 농도분포는 pH 7.71 ~ 9.06, DO 8.29mg/L ~ 12.30mg/L, BOD 2.16mg/L ~ 9.32mg/L, COD 6.08mg/L ~ 13.66 mg/L, T-N 3.48mg/L ~ 6.63mg/L, T-P 0.020mg/L ~ 0.099mg/L, SS 14.5mg/L ~ 49.2mg/L의 범위를 나타내고 있음.

모니터링 지점에 따른 수질의 각 항목별 농도는 상이한 경향을 보이고 있음. 마산천과 원천 상류지점인 MS-1와 MS-6지점은 다른 지점에 비해 낮은 수질 오염도를 보이나, 마산천과 원천 중류지점이 위치한 MS-3, MS-4와 MS-7, MS-8 지점은 농업 비점오염원과 물고기마을 인근에 의한 양식장 배출수의 영향을 받아, 다른 지점에 비해 높은 수질 오염도를 나타내고 있음.

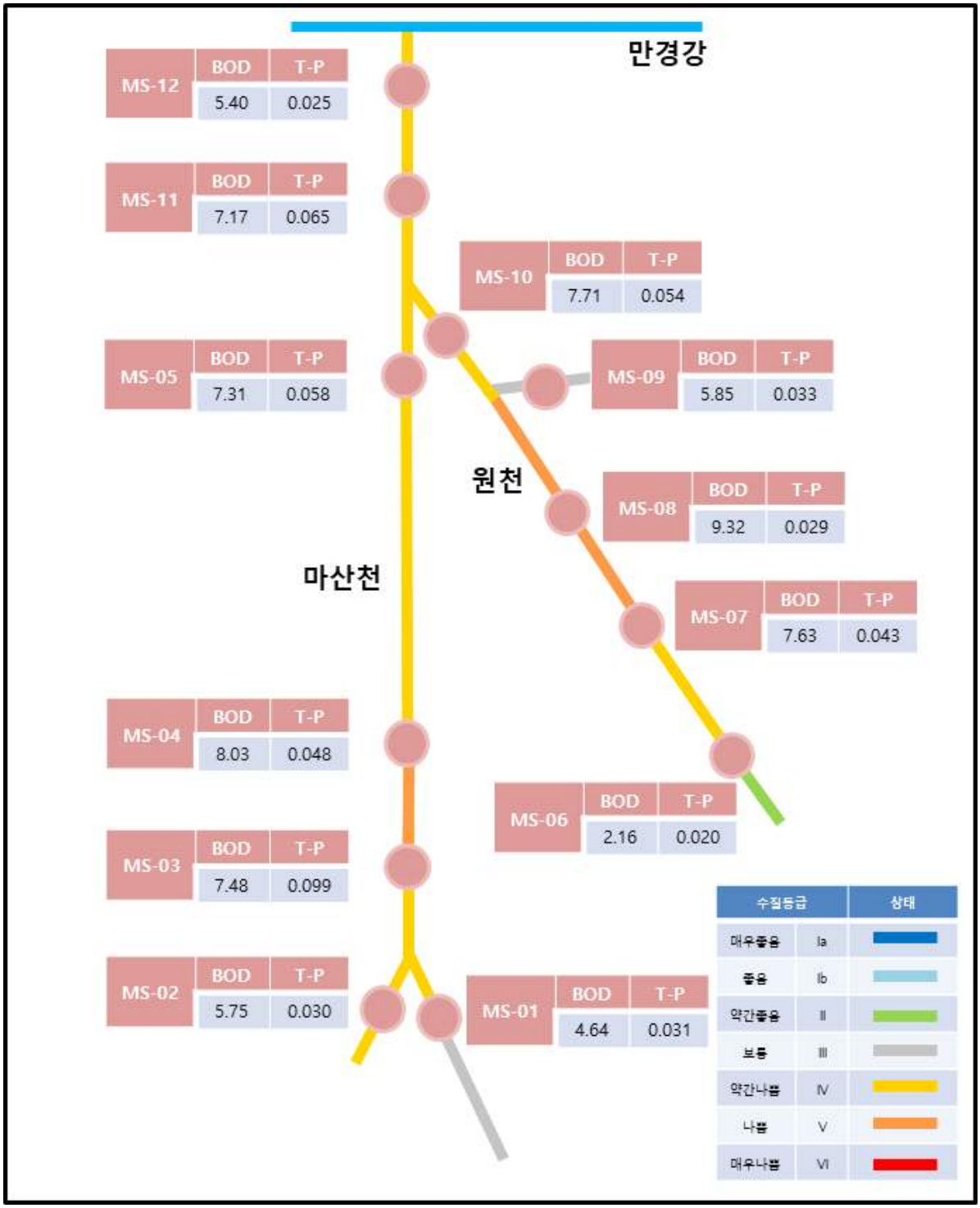
원천 합류 전 농업배수로지점인 MS-9지점과 원천 합류 후 지점인 MS-10지점을 비교했을 때 MS-10지점이 MS-9지점에 비해 오염도가 높은 것으로 조사됨.

또한 마산천의 하류인 MS-10과 MS-11, MS-12지점은 수질등급은 BOD 기준상 Ⅳ 등급으로 “약간나쁨”등급으로 조사됨.

특히, 조사기간동안 BOD의 평균 농도가 가장 높게 조사된 MS-8 지점은 물고기마을과 양식장이 산재해있는 지점으로 원천 중류에 위치하고 있으며, 현장조사 시 원천으로 유입되는 토구를 통한 농업 비점오염원의 유입과 양식장 폐수의 영향을 많이 받는 것으로 조사됨. 또한 T-P의 평균 농도가 가장높게 조사된 MS-3 지점은 마산천과 농배수로 합류지점으로 농업비점의 영향이 큰 것으로 판단됨.

전반적으로 원천의 경우 하천주변에서 유입되는 농업비점오염물질과 물고기마을인근의 양식장 폐수로 인한 영향이 있을 것으로 판단되며, 마산천의 경우 농업용수에 따른 농업 비점오염원이 마산천의 하천오염에 가장많은 영향을 미치는 것으로 판단됨.

또한 마산천의 제수문은 영농시기 대부분 닫혀있어 유량의 흐름이 거의 없고, 이로 인한 오염원의 농도가 지속적 누적되어 높은 것으로 판단됨, 마산천의 수질은 대부분 BOD 기준 약간 나쁨(IV)~매우나쁨(V)으로 조사되었으며, 원천에서는 MS-7, MS-8지점을 전, 후로의 BOD 농도의 차이가 명확하게 나타나는 것으로 보여 물고기마을 주변에 산재해있는 양식장의 영향이 가장 큰 것으로 사료됨.

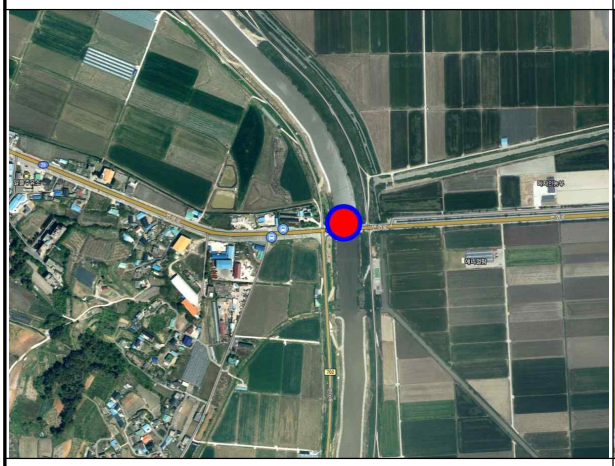


※ 조사의 평균으로 산정하였음.

(그림 3-35) 마산천 유역 수질 현황

4.3 마산천 유량 조사 결과

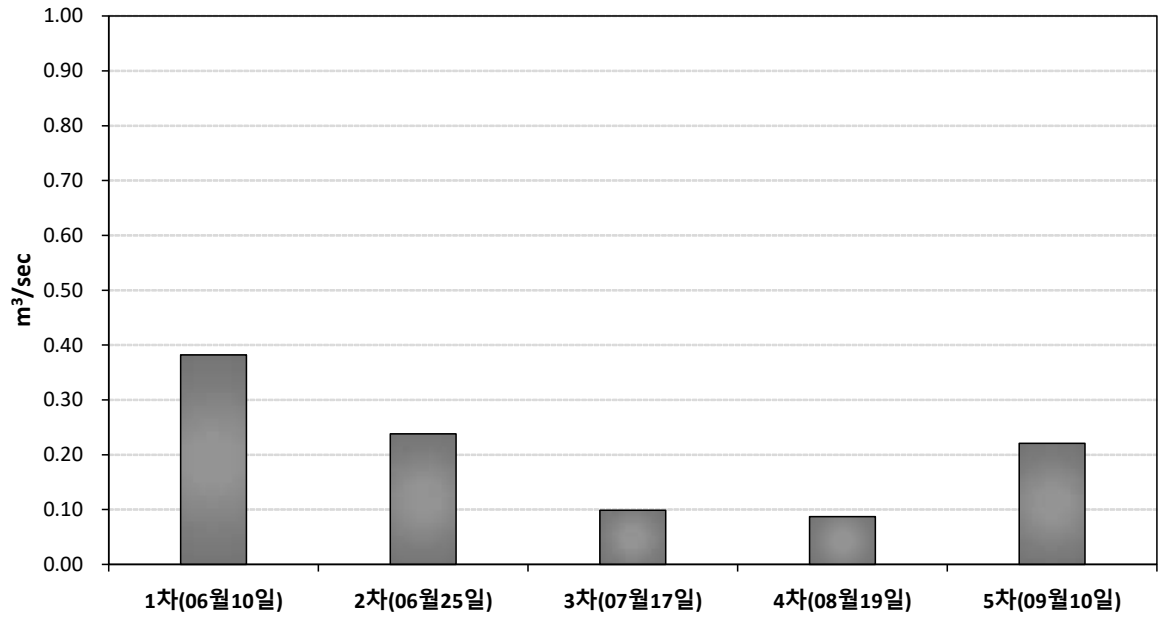
마산천 측정지점인 MS-11 지점의 득룡교에서 유량 측정을 실시하였음. 마산천은 전라북도 완주군 이서면 은교리에서 발원하며 유역면적 58.3㎢, 유로연장 8.59㎞이다. 김제시 용지면 남정리와 백구면 마산리를 지나 만경강으로 합류됨.

<table>
<tr><td>위성사진(MS-11)</td><td>득룡교(MS-11) 유량 측정</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>현장 사진(득룡교 상류 방향)</td><td>현장 사진(득룡교 하류 방향)</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>주소</td><td colspan="2">전주시 덕진구 도도동 428-2, 득룡교</td></tr>
</table>

(그림 3-36) 유량 모니터링 지점 현황

<표 3-39> 마산천(MS-11) 유량 및 수질 분석 결과

구분	유량 (㎥/s)	BOD (㎎/L)	COD (㎎/L)	T-N (㎎/L)	T-P (㎎/L)	SS (㎎/L)
1차(06월10일)	0.382	8.61	10.7	3.17	0.031	27.0
2차(06월25일)	0.238	6.21	10.9	3.74	0.038	25.5
3차(07월17일)	0.099	4.68	8.2	5.04	0.045	37.0
4차(08월19일)	0.087	11.19	8.3	3.26	0.016	18.0
5차(09월10일)	0.221	5.16	9.3	5.38	0.196	124.0
평균	0.205	6.50	9.93	3.98	0.038	29.8



(그림 3-37) 마산천(MS-11) 유량 분석 결과

제Ⅳ장 오염원 관리방안

1. 양식장 관리방안
2. 농업비점 관리방안
3. 모니터링계획 수립

제Ⅳ장 오염원 관리방안

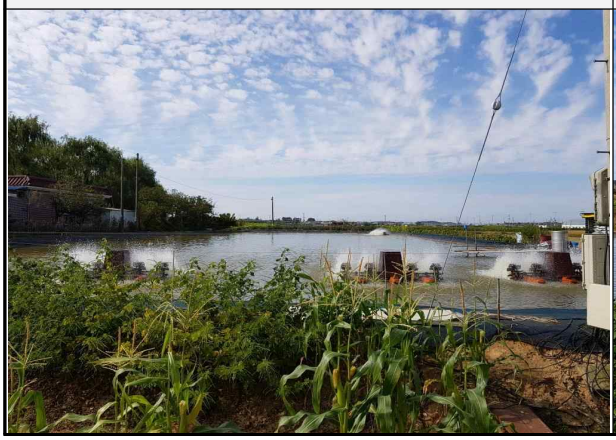
1. 양식장 관리방안

1.1 마산천 유역 양식장 현황

마산천 유역 점오염원의 주요 오염원은 양식계오염원이 67.9%로 점오염원의 주요 오염원으로 양식계오염원의 저감이 수질개선에 중요한 유역임.

완주군 내 내수면 양식장은 2018년 기준 58개소에 시설면적 168,547.6㎡이 운영중에 있으며 57.9%가 마산천과 원천에 분포하고 있음.

양식장은 대부분 지수식양식장으로 물이 흐르지 않고 고여있는 상태에서 증발이나 누수에 의한 수량감소분을 보충하여 공급하는 방식으로 운영을 하고 양식장은 어종에 따라 약간씩 차이가 있으나 대부분 상품 출하 후 양식장의 물은 배출하고 일정기간 휴지기를 갖고 어류입고 후 재 가동하는 것으로 조사됨.

마산천 양식장	원천 양식장
	

(그림 4-1) 마산천·원천 유역 양식장 현황

현행 양식장 설치·관리자가 하여야 할 조치는 “물환경보전법 시행규칙 제87조 관련 별표 19에 다. 수조식양식어업시설”에 양식장 방지시설 설치 및 조치사항이 기술되어있음.

사료찌꺼기와 배설물등의 침전시설설치 또는 방지시설의 설치, 양식수조의 청소에 관한사항, 청소주기와 방지시설에 침전물의 제거에 관한 사항, 항생제

에 관한 사항을 기술하여 조치하도록 하고 있으나 명확한 기준 등이 미흡한 것으로 나타남

현행 양식장 운영방식은 하절기 환수시와 출하 및 양식장 정비시 마산천·원천으로 양식장 미처리 방류수가 크게 증가 하고 양식장 방류수 배출 시기는 유역 내 농번기와 중첩되어 하천에 설치된 수문운영 및 농업용수 급수체계 특성의 영향으로 동절기에 비하여 농번기의 수질이 오염이 증가하는 것으로 분석됨.

<표 4-1> 양식장 방지시설 설치 및 조치사항

기타수질 오염원의 구분		시설 설치 등의 조치
수산물 양식 시설	다. 수조식 양식 어업 시설	1) 시료찌꺼기 · 배설물과 그 밖의 슬러지 등을 적정하게 처리하기 위하여 면적이 사육시설면적의 20퍼센트 이상이고 깊이가 1미터 내지 1.5미터인 침전시설(배출수가 1.5시간 이상 체류할 수 있는 경우에는 깊이를 1미터 이하로 할 수 있다) 또는 이와 동등 이상의 효율이 있는 것으로 입증할 수 있는 방지시설을 설치하여야 한다. 다만, 비고 1에 따라 배출수의 수질기준이 적용되는 경우에는 침전시설 또는 방지시설을 다르게 설치할 수 있다. 2) 양식수조를 청소하거나 양식에 사용되는 기계 · 기구류를 세척할 때에 발생하는 수질오염물질은 1)의 침전시설에 유입시켜 처리하거나 별도의 침전시설 등을 설치하여 처리하여야 한다. 3) 양식수조를 청소할 때에는 청소주기 및 연간 청소횟수를 신고서에 적어야 한다. 4) 1) 또는 2)에 따라 설치된 침전시설에 가라앉은 침전물에 대하여는 주기적으로 침전물이 확산되지 아니하도록 하는 방법으로 제거하여야 하며, 이 경우 세목(細目)여과망 · 모래여과상 등의 여과시설 또는 침전물 탈수시설을 설치하여야 한다. 5) 죽은 물고기는 지체 없이 수거하여야 하고, 육상에 운반하여 수질오염이 발생되지 아니하도록 적정하게 처리하여야 한다. 6) 물고기 질병의 예방이나 치료를 하기 위한 항생제를 지나치게 사용하여서는 아니 된다.

자료 : 물환경보전법 시행규칙 별표 19

1.2 양식장 관리방안

1) 양식장관리기준 마련

마산천유역은 원천에 위치한 물고기마을과 주변에 산재해있는 양식장에서 배출되는 양식장 배제수를 여과처리하여 저감 할 수 있을 것으로 예상됨.

수질개선을 위해서는 양식장 방류수 여과시설 설치가 필요하나 현재 규정상 여과시설 설치를 강제할 수 있는 방법이 없는게 현실적인 문제임.

따라서 법률 개정 등 제도개선을 통해 양식장 방류수에 대한 별도의 수질기준을 마련해야 할 것으로 판단됨.

현행 수산물 양식시설 배출수에 대한 수질기준은 시·도시사가 지역환경의 특수성을 고려하여 필요가 인정되는 경우 환경부 장관의 승인을 얻어 배출수의 수질기준을 정하고, 별도의 시설 또는 조치를 명령할 수 있음.

도내 양식장에 대한 배출수 기준은 현재 별도 기준이 고시되어 있지 않으며, 별도의 수질기준은 경기도(2004년, 경기도고시 제2004-341호)와 경상북도(2005년, 경상북도 고시 제2005-24호)에서 고시가 되어 있으며 이에 따른 개선명령 등을 이행하고 있음.

또한 환경부에서 “수산물 양식시설 배출수 수질기준 설정 및 관리지침(2003년)”을 마련하여 수산물 양식시설배출수 수질기준과 인허가 및 지도점검시 고려사항, 양식장수질오염저감방안 등을 마련하였음.

마산천 유역은 양식밀집지역으로 배출수에 대한 규제의 마련하여 수질기준을 설정하고 주기적인 지도·단속을 통해 양식시설에 대한 관리기준의 설정이 필요 할 것으로 사료됨.

<표 4-2> 수산물 양식시설 배출수 수질기준 지침치

구 분	적용지역 기준	시설규모	평상시 (순증가허용농도)		급이시 (순증가허용농도)	
			BOD,COD1) (mg/l)	SS (mg/l)	BOD,COD1) (mg/l)	SS (mg/l)
유수식 양식장 (송어)	청 정	30,000 ㎥/d이상	2이하	3이하	6이하	10이하
		30,000 ㎥/d이하	3이하	5이하	10이하	14이하
	가·나	30,000 ㎥/d이상	3이하	5이하	10이하	14이하
		30,000 ㎥/d이하	5이하	8이하	10이하	16이하
양만장 (뱀장어)	청 정	100㎥/d이상	BOD 40mg/l이하, SS 40mg/l이하 (순간농도)			
		100㎥/d이하	BOD 60mg/l이하, SS 60mg/l이하 (순간농도)			
	가·나	100㎥/d이상	BOD 70mg/l이하, SS 70mg/l이하 (순간농도)			
		100㎥/d이하	BOD 80mg/l이하, SS 80mg/l이하 (순간농도)			
수조식육상 양식시설	청 정	50,000 ㎥/d이상	2이하	3이하	5이하	10이하
		50,000 ㎥/d이하	2이하	5이하	10이하	15이하
	가·나	50,000 ㎥/d이상	2이하	5이하	10이하	15이하
		50,000 ㎥/d이하	3이하	8이하	10이하	20이하

1) 수조식 육상양식시설의 방류수 수질기준은 COD만을 적용한다.
2) 유수식양식장(송어)의 청소시 BOD 농도는 급이시 기준치의 120%에 해당 하는 농도를 적용한다.
3) 하천에 직접적인 영향을 미치지 않는 경우에는 배출수 기준을 조정할 수 있다

자료 : 수산물 양식시설 배출수 수질기준 설정 및 관리지침(2003년, 환경부)

2) 양식방식개선

양식방식의 개선은 사료에 의한 개선과 사육조건에 의한 개선으로 나뉘며 사료에 의한 오염은 크게 급이 사료의 손실과 사료 섭취 후의 배설물로 구분되며, 오염형태는 생물학적 산소요구량의 증가, 질소·인 농도의 증가로 이어지며 사료에 의한 수질오염을 저감하기 위해서는 소화효율이 높은 사료와 육성어용 저오염 사료의 개발·사용이 필요함.

사육조건의 개선은 성장인자(급이율, 수용밀도 등)가 매우 중요하며 과도한 급이는 사료의 효율을 낮추고 남은 사료나 다량의 배설물은 자연환경에서 오염의 원인이 되므로 항상 적정 사육 밀도를 유지하여 사육환경을 개선함으로써 어체의 건강도를 높이는 것이 필요함.

적정관리방안으로는 적정사료를 공급하여 공급 사료의 허실과 주변어장의

부영양화 방지, 사육 수조 내에 먹이 찌꺼기 및 부착규조 등의 청소 등 사육환경 청결 유지, 사육어의 건강상태 파악 등의 사육조건 개선이 필요함.

3) 양식장 수질오염방지시설 설치

마산천유역 양식장은 방지시설이 대부분 미설치로 운영중에 있음. 양식장 운영 여건을 고려하여 양식장의 배출수 처리에 적합한 방지시설의 우선적인 설치와, 적정 수질을 유지하기 위한 유지관리 방안 수립이 필요함.

양식장 배출수의 부유물질 제거방법으로서는 중력을 이용하여 침전·제거하는 것이 가장 일반적으로 이용하고 있는 방법으로 시설은 간단하나 시설면적을 많이 차지하고, 처리효율이 낮은 단점이 있음.

반면, 화학적 응집침전은 침전효과는 증대시키지만, 응집제의 독성과 비용 때문에 양어장에서 사용하기는 어려움.

침전시설 외에 수중에 포함된 고형입자를 제거하는 장치로는 스크린, 드럼필터 등이 있음.

2. 농업비점 관리방안

2.1 마산천유역 농업비점

마산천 유역은 상류로부터 하류까지 농업용지가 넓게 분포되어있으며 좌·우안으로 농업용 배수구가 하천으로 연결되어 있어 주변 농경지의 영농시기에 농업용수의 배수가 주를 이루고 있음.

하천 유황은 농업용수 공급을 위한 제수문이 구간마다 설치되어 있어 제수문 운영을 통하여 수량을 조절하고 있어 흐름이 정체되어 있는 것으로 나타남.

인근 농경지에 농업용수 공급을 위해 수문을 열지 않고 가두어 놓고 있어 정체로 인한 수질악화가 우려가 높으며 온도가 높아지는 8월 이후에는 녹조로 인한 악취가 매우 심하게 발생하는 하천으로 조사됨

1) 농업비점오염원 관리방안

비점오염저감은 구조적시설과 비구조적대책으로 구분되며 구조적인 시설

의 경우 비점오염저감시설설치(장치형 시설 및 LID, 자연형 시설) 등이 있으며 비구조적 대책은 거버넌스 구축을 통한 교육, 홍보, 실천사업을 계획하고, 물꼬관리, 녹비작물재배 등의 방법이 있음.

가) 비점오염저감시설

물환경보전법 상 비점오염원이라 함은 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로서 불특정장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말하며 비점오염저감시설은 수질오염방지시설 중 비점오염원으로부터 배출되는 수질오염물질을 제거하거나 감소하게 하는 시설을 말함.

비점오염저감시설은 시설별 각각 장단점이 있으며 기후 및 지역적인 요소, 저감효율, 시설별 적용성 등을 고려하여 마산천에 적합한 비점오염저감시설의 선정이 필요하며 설치하면 농업비점의 저감에 크게 기여할것으로 사료됨.

(1) 비점오염저감시설 종류

(가) 자연형 시설

1) 저류시설 : 강우유출수를 저류(貯留)하여 침전 등에 의하여 비점오염물질을 줄이는 시설로 저류지 · 연못 등을 포함함.
2) 인공습지 : 침전, 여과, 흡착, 미생물 분해, 식생 식물에 의한 정화 등 자연상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 줄이는 시설을 말함.
3) 침투시설 : 강우유출수를 지하로 침투시켜 토양의 여과 · 흡착 작용에 따라 비점오염물질을 줄이는 시설로서 유공(有孔)포장, 침투조, 침투저류지, 침투도랑 등을 포함.
4) 식생형 시설 : 토양의 여과 · 흡착 및 식물의 흡착(吸着)작용으로 비점오염물질을 줄임과 동시에, 동 · 식물 서식공간을 제공하면서 녹지경관으로 기능하는 시설로서 식생여과대와 식생수로 등을 포함.

(나) 장치형 시설

1) 여과형 시설 : 강우유출수를 집수조 등에서 모은 후 모래 · 토양 등의

여과재(濾過材)를 통하여 걸러 비점오염물질을 줄이는 시설을 말함.

2) 와류(渦流)형 시설 : 중앙회전로의 움직임으로 와류가 형성되어 기름·그리스(grease) 등 부유성(浮游性) 물질은 상부로 부상시키고, 침전 가능한 토사, 협잡물(挾雜物)은 하부로 침전·분리시켜 비점오염물질을 줄이는 시설을 말함.

3) 스크린형 시설 : 망의 여과·분리 작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설로서 주로 전(前) 처리에 사용하는 시설을 말함.

4) 응집·침전 처리형 시설 : 응집제(應集劑)를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후, 침강시설에서 고형물질을 침전·분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설을 말함.

5) 생물학적 처리형 시설 : 전처리시설에서 토사 및 협잡물 등을 제거한 후 미생물에 의하여 콜로이드(colloid)성, 용존성(溶存性) 유기물질을 제거하는 시설을 말함.

<표 4-3> 비점오염저감시설별 저감효율

저감시설 형태	저감시설 종류	BOD	T-N	T-P
저류시설	저류지	34	28	36
	지하저류조	25	24	20
인공습지	인공습지	53	37	60
침투시설	유공포장	75	83	65
	침투저류지	69	58	69
	침투도랑	77	62	73
식생형 시설	식생여과대	44	42	42
	식생수로	34	45	51
	나무여과상자 식물재배화분 식생 체류지	54	49	65
여과형 시설	여과형 시설	50	46	54
와류형 시설		16	11	22
스크린형 시설		15	9	19
응집·침전처리형 시설		80	20	85

자료 : 처리효율은 수질오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2012)을 인용하였고, 명칭은 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인(환경부, 2013)을 준용함.

〈표 4-4〉 기후 및 지역적인 요소에 따른 시설별 고려사항

시설 구분	낮은 고저 (해안지역)	추운 기후	석회암지형	강우량 많은지역
저류 시설	◦저류지에서 배수가 원활하지 않을 수 있음	◦겨울의 성능 향상을 위한 설계 필요	◦석회암지대의 함몰지형성(sinkhole) 방지 ◦지하수 오염우려지역의 유출수의 침투 등을 방지하기 위해 점토 라이닝의 사용 유도. ◦석회암지대에 함몰지가 형성되지 않는 것을 확인하기 위해 토질시험 실시. ◦함몰지가 형성 위험을 감소시키기 위해 1.2m이하의 저류수심 유지	◦제한사항없음
인공 습지	◦제한사항없음	◦추위에 강한 식생 사용 유도		
침투 시설	◦지하수위 확인	◦결빙 위험을 최소화할 수 있는 설계 필요	◦함몰지가 형성될 수 있는 석회암지형에서는 사용 제한. ◦다른 석회암 지형에서는 엄격한 전처리 필요	◦습윤토양에서는 유기물 형성이 증가되므로 더 빈번한 유지관리 필요
여과형 시설	◦손실수두가 적은 여과가 적합	◦결빙을 고려한 설계	제한사항없음	제한사항없음
식생 수로	◦최소 경사유지	◦추위에 강한 식생 사용 유도	◦함몰지 형성이 염려될 때 침투에 대해 주의깊게 분석	◦수로의 붕괴위험을 감소시키기 위해 밀식된 식생 피복 유도

자료 : 비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼, 2016, 환경부

나) 거버넌스구축

비점오염원의 발생원관리를 위해서는 거버넌스를 통한 지역 주민의 비점교육, 인식개선, 실천사업 등이 필요하며, 이러한 활동을 전문적으로 지원할 수 있는 중간지원 조직을 신설이 필요함

민, 관, 전문가, 주민 등으로 구성된 거버넌스 체계는 포럼 및 운영회를 통해 마산천 유역에 적합한 저감방안의 방향을 설정하고 평가하는 방식으로 마산천의 독특한 특성에 맞는 거버넌스를 구축하여 지역주민의 인식개선에 기여 할 것으로 사료됨.

다) 물꼬관리

물꼬관리의 목표는 무효방류를 최소화하는것으로 무효방류를 줄이기위해서는 적절한 용수공급과 배수를 최소화 하는 것이 필요함.

논으로 유입되는 용수가 많을수록 배수량이 증가하고 배수량이 많을수록 농업비점오염은 증가하게 되므로 농민들의 물꼬관리가 중요하고 담수완료 시간을 예상하여 농경지의 물꼬를 조절하여야함.

마산천유역에 적합한 물꼬 관리 기법을 개발하고 영농시기별 농업비점유출특성이 다르기 때문에 영농시기별 물꼬관리 방법의 개발이 필요함.

라) 녹비작물재배

녹비작물은 화학비료 대체 또는 절약을 위해 생체(生體)로 토양에 넣어 주는 일종의 비료식물로 분해시 양분으로 이용되고 미분해시 유기물로 남아 지력 보강하는 작물임.

또한 화학비료절감 이외에도 토양의 유기물 공급, 토양의 물리·화학적 특성 개량, 토양유실 방지를 통한 농업비점오염원저감에도 기여하고 있음.

따라서 토양 지력증진을 위해서 꼭 필요한 유기물원인 녹비작물의 재배를 통해 마산천유역의 농업비점오염원 저감에 기여 할 것임.

(1) 녹비작물의 종류 및 특징

(가) 콩과녹비작물

콩과녹비작물의 대표종은 헤어리베치, 자운영, 크림손클로버, 네마장황 등이 있으며 질소비료 생산과 토양내 양분 유효화, 지력증진 등의 특징이 있음.

			
헤어리베치	자운영	크림손클로버	네마장황

(나) 벼과녹비작물

벼과녹비작물의 대표종은 보리, 호밀, 귀리, 들묵새 등이 있으며 토양 내 양분 유효화와 지력증진의 특징이 있음.

			
보리	호밀	귀리	들묵새

3. 모니터링 계획수립

마산천 유역의 BOD 기준 비점 배출부하량은 83.5%로 축산계와 토지계의 오염원이 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었음. 유역의 현장 조사결과를 바탕으로 검토하였을 때 마산천과 원천 중류부의 농업용수 공급을 위한 제수문에 의한 하천의 정체수역 형성으로 인한 오염도가 높은 것으로 조사되었음. 과업기간의 대부분 제수문은 닫혀있었으며 일부 강우에 의한 영향이 있을 경우 제수문의 개폐가 조작되어 하천의 흐름이 형성되었음. 마산천 유역의 강우시 하천으로 오염원이 집중되는 시기에 일부 양식장의 배제수가 하천으로 유입되어 오염원이 가중되었으며 이후 제수문이 가동되어 마산천에 오염원이 장시간 체류되는 문제점이 발생되었음.

비점오염원은 강우량에 큰 영향을 받는 오염원으로 마산천의 경우 강우량이 비점오염원 발생에 미치는 기여도와 강우에 따른 비점오염원이 하천에 미치는 영향, 강우강도 따른 영향 등을 파악하는데 본과업으로는 한계가 있음.

향후 장기적으로 마산천유역의 수질개선사업의 도출을 위하여 강우시 비점오염물질을 모니터링할 수 있는 추가적인 조사가 필요하며 마산천 본류로 유입되는 농배수로와 지류하천인 원천의 강우시 24시간 조사 등 자동채수기를 통한 모니터링이 추가적으로 조사되어야 할 것으로 사료됨.

강우시 모니터링 조사는 금회 연구과제를 통하여 도출된 양식장오염원과 농업비점오염원 등 주요 배출원에 대한 오염물질의 기여도분석, 상관성분석, 주민 설문조사 등의 조사를 병행하여 오염이 예상되는 주요지점에 대하여 장기적인 조사계획의 수립이 필요.

주요오염원별 현장정밀조사 및 수질모니터링자료 등 축적된 오염원 자료를 통하여 금번 연구과제에서 반영되지 못한 현장상황을 고려하여 보다 근본적인 수질오염원인을 규명하는데 직접적인 도움이 될 것으로 사료되며 유역 내 지류하천별 오염부하량 기여도 및 수질 모니터링 결과를 종합하여 각 모니터링 지점별 등급화를 통하여 향후 마산천유역과 중권역 목표수질을 달성하기 위한 수질개선사업의 우선순위의 척도로 활용이 가능할 것으로 사료됨.