

2021

정책연구 2021-17

동진강 하천수질 개선을 위한 농업배수 관리방안

연구진 장남정 · 김보국 · 김수용

Jeonbuk Institute



정책연구 2021-17

동진강 하천수질 개선을 위한 농업배수 관리방안



연구진 및 연구 세부 분담

연구책임	장남정	연구위원	연구총괄, 제1~5장 총괄집필
공동연구	김보국	선임연구위원	제5장 2절, 3절 부분
	김수용	전문연구원	제2장 1,2절, 제4장 1절 외 연구지원

자문위원	최정훈	한국농어촌공사 책임연구원
	황대호	한국물관리정책연구소 소장
	정용훈	전북대학교 연구교수
	김세민	전북대학교 연구교수

연구관리 코드 : 21JU12

이 보고서의 내용은 연구자의 의견으로서
전북연구원의 공식 입장과는 다를 수 있습니다.

■ 목 차 | Contents

I. 연구의 개요	3
1. 연구 배경 및 목적	3
2. 연구 범위 및 내용	4
3. 연구 방법 및 차별성	5
4. 연구 기대효과	9
II. 동진강 농업용수 이용현황 및 수질특성	13
1. 일반현황	13
2. 수질변화 특성	27
III. 농업배수 현장조사 및 수질특성	45
1. 대상지역 선정 및 현장조사	45
2. 수질분석 결과	59
IV. 농업배수 수질관리 사례	71
1. 시설도입	71
2. 제도개선	82
V. 농업배수 수질관리 방안	89
1. 농업배수 수질관리 개요	89
2. 정책사업	92
3. 정책기반	103
참고문헌	109

표 목 차 | Contents

[표 1-1] 선행연구 주요결과 및 연구의 차별성	8
[표 2-1] 동진강 하천현황	13
[표 2-2] 동진강 용수이용 현황	15
[표 2-3] 동진강 하천수 사용허가 현황	16
[표 2-4] 전라북도 농업용 수리시설 현황	18
[표 2-5] 전라북도 저수지(Reservoir) 제원현황	18
[표 2-6] 전라북도 양(배)수장(Pumping&Drainage) 제원현황	19
[표 2-7] 전라북도 보(Weir) 제원현황	19
[표 2-8] 전라북도 집수암거(Infiltration Gallery) 및 관정(Tube Well) 제원현황	19
[표 2-9] 전라북도 시군관할 수원공수 현황	20
[표 2-10] 전라북도 공사관할 수원공수 현황	21
[표 2-11] 전라북도 농업용수 용배수로 현황	21
[표 2-12] 동진강 저수지 시설현황	22
[표 2-13] 동진강 양수장 및 양배수장 시설현황	22
[표 2-14] 동진강 보 시설현황	22
[표 2-15] 동진강 집수암거 시설현황	23
[표 2-16] 동진강 관정 시설현황	23
[표 2-17] 동진강 중계펌프장 시설현황	23
[표 2-18] 동진강 기타 시설현황	23
[표 3-1] 현장조사 후보지 특성	46
[표 3-2] 현장조사 후보지 지표평가	50
[표 3-3] 현장조사 수질 및 유량 특성(1차)	60
[표 3-4] 수질 항목별 부하량 특성(1차)	60
[표 3-5] 현장조사 수질 및 유량 특성(2차)	63
[표 3-6] 현장조사 수질 및 유량 특성(2차)	63
[표 3-7] 배출부하량 비교	65
[표 3-8] 면적당 배출부하량 비교	66
[표 4-1] 친환경 공법의 종류	72

그림 목 차 | Contents

[그림 1-1] 연구추진 체계	9
[그림 2-1] 새만금 유역 하천현황 및 오염총관리 단위유역	14
[그림 2-2] 동진강 용수이용 현황	15
[그림 2-3] 만경강 및 동진강 농어촌용수구역 현황	17
[그림 2-4] 동진강 하천 및 농업용수 체계도	26
[그림 2-5] 동진강 하천수질측정망 현황	27
[그림 2-6] 동진강 지점 수질항목별 변화 특성	28
[그림 2-7] 섬진강댐 관개용수 연간공급량	28
[그림 2-8] 동진강 지점 수질현황(BOD)	29
[그림 2-9] 동진강 지점 수질현황(COD)	29
[그림 2-10] 동진강 지점 수질현황(T-N)	30
[그림 2-11] 동진강 지점 수질현황(T-P)	30
[그림 2-12] 정읍천 지점 수질항목별 변화 특성	31
[그림 2-13] 정읍천 수질현황(BOD)	32
[그림 2-14] 정읍천 수질현황(COD)	32
[그림 2-15] 정읍천 수질현황(T-N)	33
[그림 2-16] 정읍천 수질현황(T-P)	33
[그림 2-17] 고부천 지점 수질항목별 변화 특성	34
[그림 2-18] 고부천 수질현황(BOD)	35
[그림 2-19] 고부천 수질현황(COD)	35
[그림 2-20] 고부천 수질현황(T-N)	36
[그림 2-21] 고부천 수질현황(T-P)	36
[그림 2-22] 원평천 지점 수질항목별 변화 특성	37
[그림 2-23] 원평천 수질현황(BOD)	38
[그림 2-24] 원평천 수질현황(COD)	38
[그림 2-25] 원평천 수질현황(T-N)	39
[그림 2-26] 원평천 수질현황(T-P)	39
[그림 2-27] 기타 지점 수질항목별 변화 특성	40
[그림 2-28] 기타 수질현황(BOD)	41
[그림 2-29] 기타 수질현황(COD)	41

[그림 2-30] 기타 수질현황(T-N)	42
[그림 2-31] 기타 수질현황(T-P)	42
[그림 3-1] 현장조사 후보지 위치도	46
[그림 3-2] 후보지1(장재배수로) 상세위치도	47
[그림 3-3] 후보지2(공사배수장) 상세위치도	47
[그림 3-4] 후보지3 상세위치도	48
[그림 3-5] 후보지4 상세위치도	48
[그림 3-6] 후보지5 상세위치도	49
[그림 3-7] 현장조사 선정 후보지 위치도	50
[그림 3-8] 후보지1 : 낙양보 인근 위치도 (정읍시 태인면 낙양리 일원)	52
[그림 3-9] 지점1 : 정읍시 칠보면 무성리 인근 상세 위치도	52
[그림 3-10] 지점2 : 정읍시 태인면 오류리 인근 상세 위치도	53
[그림 3-11] 지점3 : 정읍시 태인면 태창리 인근 상세 위치도	53
[그림 3-12] 후보지2 유입-유출 지점	54
[그림 3-13] 후보지2 : 공사배수장 인근 위치도 (정읍시 태인면 공사리 일원)	55
[그림 3-14] 후보지2 : 공사배수장 인근 상세 위치도	55
[그림 3-15] 현장조사 후보지3 (연포교 인근)	56
[그림 3-16] 후보지3 : 연포교 인근 위치도 (김제시 죽산면 연포리 일원)	57
[그림 3-17] 후보지3 : 연포교 인근 상세 위치도	57
[그림 3-18] 벼의 성장 과정에 따른 논물 조절과 농사 일정	58
[그림 4-1] 친환경 공법에 사용되는 재료	71
[그림 4-2] 간선 배수로 활용사례	73
[그림 4-3] 간선 용수로 활용사례	73
[그림 4-4] 논 어도, 낙차공 활용사례	74
[그림 4-5] 생태이동통로 조성사례	75
[그림 4-6] 인공습지(둑병) 활용사례	75
[그림 4-7] 일본 아키타현 완전순환형 구조 사례	76
[그림 4-8] 논두렁에 설치한 배수물꼬 사례	78
[그림 4-9] 벼짚을 이용한 지표피복 예	79
[그림 4-10] 실트펜스 설치 예	80
[그림 5-1] 농업용 수로 수질정화시스템 (농어촌연구원)	92
[그림 5-2] 이동식 수질정화시스템(예시)	93

[그림 5-3] 낙양보 인근 생태습지 대상 사이트(제외지)	93
[그림 5-4] 김제간선 취수지점 변경위치	94
[그림 5-5] 낙양보 장재배수로 구역 시범사업 구상(안)	95
[그림 5-6] EM을 통한 수계 수질개선 원리	96
[그림 5-7] 탄소섬유를 이용한 수질개선 원리	97
[그림 5-8] 공사배수장 인근 진입로 및 수질정화 시스템 대상 사이트	97
[그림 5-9] 공사배수장 구역 시범사업 구상(안)	98
[그림 5-10] 농촌용수 스마트물관리시스템 운영현황	99
[그림 5-11] 농업배수 모니터링 지점(예시)	100
[그림 5-12] 연포교 구역 시범사업 구상(안)	102
[그림 5-13] 새만금유역 농업배수 장기모니터링 측정지점	104
[그림 5-14] 농업배수 관리 협력체계(안)	105

1

장

연구의 개요

Jeonbuk Institute

-
1. 연구 배경 및 목적
 2. 연구 범위 및 내용
 3. 연구 방법 및 차별성
 4. 연구 기대효과

I. 연구의 개요

1. 연구 배경 및 목적

(1) 연구의 배경

- 새만금 사업의 최대 쟁점 중 하나인 새만금유역(만경강+동진강) 및 새만금호 수질관리를 위해서는 상류유역 오염원에 대한 적절한 대책이 필요함
- 특히, 동진강 유역은 농업활동에 의한 수질오염 배출부하량이 높은 것으로 나타나 대책마련이 시급한 상황임
 - 새만금지방환경청(2017)¹⁾에 따르면 동진강 31개소 농업배수 BOD, T-P 배출 부하량의 합이 지류하천 부하량 합계보다 높은 것으로 보고됨
- 동진강은 전체 물사용량 중 농업용수 비중이 약 90%(2000~2018년 평균)로 타유역에 비해 농업용수 사용 비중이 매우 높은 유역임
 - 농업용수 사용량 비중이 높은 만큼 유역내 다양한 수리시설이 위치하고 있으며, 농업활동에 따른 유량 및 수질영향을 크게 받는 특징이 있음
- 따라서, 새만금호 유입수 및 동진강 수질관리를 위해서는 동진강 유역의 농업용수 유입 및 배출 특성을 조사하고 효과적인 농업배수 관리방안을 마련할 필요가 있음

(2) 연구의 목적

- 본 연구의 목적은 동진강 유역 내 대표적인 농업활동 지역을 중심으로 농업용수 배출특성을 파악하고 수질 악화를 최소화할 수 있는 적절한 관리방안을 마련하는데 있음

1) 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역), 새만금지방환경청, 2017

2. 연구 범위 및 내용

(1) 연구 범위

- 공간적 범위 : 동진강 유역 일원
- 시간적 범위 : 3년 이내 추진 가능한 단기대책 중심 모색

(2) 연구 내용

1) 동진강 일반현황 및 농업배수 영향

- ① 일반현황
 - 동진강 일반현황
 - 동진강 용수이용 현황
 - 동진강 농업용수 체계 등
- ② 농업배수 영향 현황
 - 수질 측정망 자료 분석
 - 선행연구 조사분석

2) 동진강 농업배수 특성조사

- ① 후보지 선정
 - 후보지 검토
 - 후보지 선정 및 대상지점 특성 조사
- ② 수질특성 분석
 - 현장 샘플링 및 수질분석
 - 농업배수 특성 분석

3) 농업배수 수질관리 사례

- 처리시설 등 직접관리 사례
- 법제도 등 간접관리 사례

4) 수질개선을 위한 농업배수 관리방안

- 조사지점 맞춤형 정책사업 제안
- 동진강 유역을 포함한 정책기반 사업 모색

3. 연구 방법 및 차별성

(1) 정보조사 및 분석방법

1) 동진강 일반현황 및 농업배수 영향 (문헌)

- 문헌조사 (통계자료, 선행연구 조사)

2) 동진강 농업배수 특성조사 (현장조사)

- 농업배수 현장조사 및 수질분석
 - 농업활동을 포함한 농업지역 배수 특성을 조사할 수 있는 후보지 선정
 - 농업배수 배출 특성을 반영할 수 있는 시기 선정
- ※ 선행연구 분석, 현장 조사 등을 병행하고 세부내용은 분석팀(위탁)과 최종 협의하여 결정

3) 농업배수 수질관리 사례 (문헌)

- 유출부하량 저감(저감시설, 거버넌스 운영), 농업배수 정화, 순환사용 등 직접관리 대책
- 법제도 개선, 배수갑문 운영 효율화, 협력체계 구축 등 간접관리 대책

4) 수질개선을 위한 농업배수 관리방안 (사업발굴, 전문가 자문 등)

- 자체 사업발굴, 전문가 자문 등을 통해 조사지역을 중심으로 정책사업을 제안하고 추가 정책기반 사업을 모색

(2) 수질분석 위탁

○ 위탁개요

- 과 업 명 : 동진강 농업배수 관리방안 도출을 위한 시료채취 및 수질분석
- 사업기간 : 착수일로부터 4개월
- 계약방법 : 수의계약(지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률)

○ 위탁내용

- 농업배수 우심지점 시료채취
- 수질분석
 - 현장측정 및 분석은 수질오염공정시험법에 따름
 - 측정항목 : 수온, pH, DO, 전기전도도, 탁도, SS, BOD, TOC, T-N, T-P, 유량
- 기타 오염원 등 현장특성 조사

(3) 전문가 자문

- 농업용수, 수질관리 관련 분야 전문가 자문의견을 청취한 후 반영

(4) 선행연구와의 차별성

- 정부의 비점오염관리대책의 본격적인 추진²⁾과 함께 농업활동에 의한 수질 오염원 배출 및 관리에 관한 다양한 연구가 수행되었음
- 그러나, 대부분의 연구가 양분관리제 도입, 가축분뇨관리, 실천 거버넌스 운영 등 배출원 저감사업과 비점오염원 최적관리기법 개발 등을 중심으로 수행되어 왔음
- 상대적으로 관리주체가 모호한 농업배수 관리에 대한 연구는 부족하였으나, 새만금 유역과 같이 농업활동이 활발한 지역에서 엄격한 수질개선이 요구되는 전라북도를 중심으로 농업배수 관리의 필요성이 제기되었음³⁾

2) 4대강 비점오염원관리 종합대책_2004, 제2차 비점오염관리종합대책2012~2020_2012, 제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책2021~2025_2020

- 이후 통합물관리 정책 추진에 따라 물사용량 중 가장 높은 비중을 차지하는 농업용수 관리의 필요성이 대두되었음
- 농업배수는 분산 배출되는 비점오염물질을 집수하고 점오염화하여 배출되는 특성이 있으므로 적절한 관리대책 모색을 통해 효과적인 오염원 관리가 가능하다고 판단됨
- 농업배수 현황 및 관리와 관련한 선행연구 주요결과와 본 연구의 차별성을 정리하면 다음과 같음

〈기준〉

- 연구1: 농업배수 유입지점 전반적 경향 및 특성 파악을 위한 조사 및 분석
- 연구2: 전국 용배수로 현황 및 영향을 통계적으로 분석(문헌 자료)
- 연구3: 농업배수 관리 현황 중심 연구로 수질개선 방안은 부재

〈차별성〉

- 동진강 현장조사 지점을 대상으로 농업용수 유입 및 배출 수질특성 비교
- 현장조사 대상지점의 농업용수 특성파악 및 맞춤형 관리방안 모색

3) 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(만경강유역), 새만금지방환경청, 2016
 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역), 새만금지방환경청, 2017

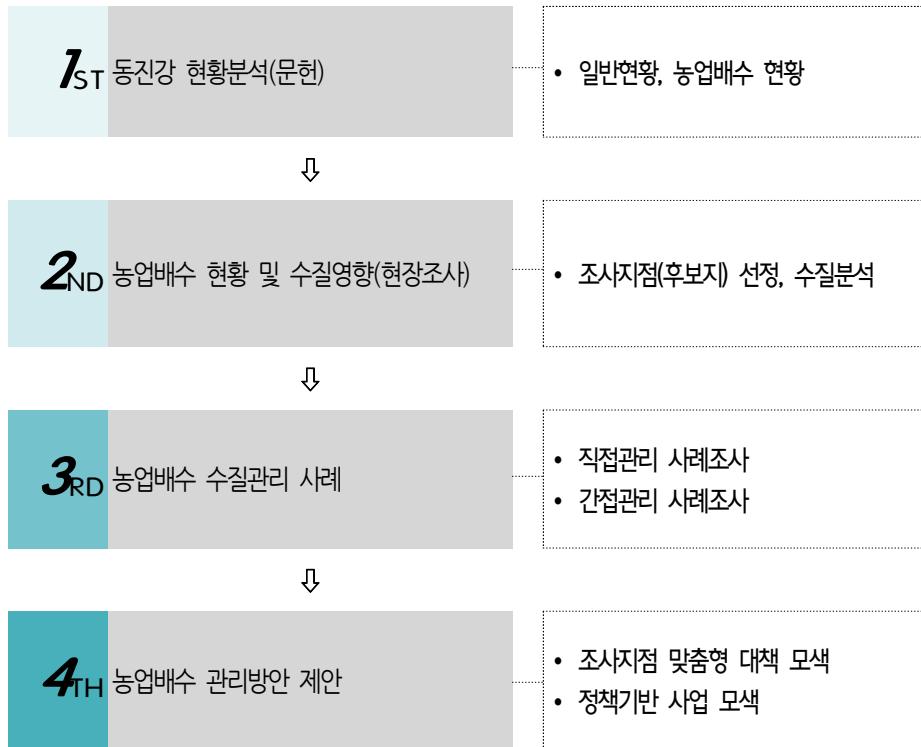
[표 1-1] 선행연구 주요결과 및 연구의 차별성

선행연구	주요결과	본 연구의 차별성
새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역), 새만금지방환경청, 2017	- 농업배수로 31개 지점과 하천수 21개 지점에 수질, 유량 현장분석, 농업배수 유입 특성 및 유형 구분 - 농업용수 공급 및 배수를 고려한 물이용 체계 분석 및 공간정보 구축 - 농업배수 부하량 산정을 통한 농업용수 관리의 필요성 제시 - 농업용수 관리, 유량확보 등을 통한 동진강 유역 전반적 물이용체계 개선방안 제시	(동진강 유역 전반의 물 이용체계 조사를 위한 연구로 전체 유입경향 및 영향 파악을 위한 농업배수 유입지점 조사 및 분석) ⇒ 본 연구에서는 현장조사 지점의 농업용수 유입/배출 수질특성 비교
중소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및 활용방안, KEI, 2018	- 중소하천 수질개선을 위한 방안으로 농업용수 및 용배수로 관리의 필요성 제시 - 용배수로와 수질오염부하의 상관관계 분석을 통한 농업배수 영향 분석 - 비점오염 저감을 위한 용배수로 관리사례조사 및 대책방향 제시	(전국을 대상으로 농업용수의 영향을 통계적으로 분석한 연구) ⇒ 본 연구에서는 동진강 유역 대상의 현장조사를 통한 농업용수 영향파악 및 맞춤형 대책 모색
새만금유역 농업배수 최적 관리체계 구축 및 운영방안 마련 연구, 전북지방환경청, 2019	- 새만금유역 16개 농업배수 지점과 본류영향 추가지점에 대한 현장분석 수행 - 농업배수의 수질영향 개연성 확인. 동진강이 만경강보다 큰 영향을 미치는 것으로 분석 - 새만금유역 농업배수 장기모니터링 지점 제시(만경강 8개, 동진강 6개) - 모니터링 관리체계 및 운영방안 제시(현재 미운영)	⇒ 농업배수 모니터링 및 모니터링 체계에 중점을 둔 연구로 농업배수 관리를 통한 수질개선 방안은 부재
전라북도 농업용수 활용실태 조사 및 다변화 방안 연구, 전북녹색환경지원센터, 2020	- 새만금 유역 환경생태용수 확보를 위해 농업용수 활용현황 및 농업용 저수지의 적정 필요량을 산정하고 농업용수 관리방안을 제시 - 저수지 저수율을 고려한 잠재적 공급 가능성을 산정하고 환경생태용수 공급 시 수질개선 효과를 평가함	⇒ 농업용수 활용실태를 분석하고 환경생태용수 확보를 위한 연구로 농업배수 관리방안 관련 내용은 부재

(5) 연구추진 체계

○ 연구추진 체계는 다음 그림과 같음

[그림 1-1] 연구추진 체계



4. 연구 기대효과

- 동진강 농업배수 현황 분석 및 관리방안 도출을 통한 새만금 수질관리 추가대책 마련을 지원하고 새만금 유역 및 새만금호 수질개선에 기여
- 정부가 수립중인 금강 유역물관리종합계획 등 통합물관리정책 이슈로 논의 중인 농업용수 관리방안 관련 정책사업 제안

2

장

동진강 농업용수 이용현황 및 수질특성

Jeonbuk Institute

-
1. 일반현황
 2. 수질변화 특성

II. 동진강 농업용수 이용현황 및 수질특성

1. 일반현황

(1) 유역의 개요

1) 하천현황

- 동진강은 국가하천 69.6km 4개소, 지방하천 421.4km 82개소로 구성됨
- 제방정비 완료구간은 국가하천구간 87.5%(전국평균 81.4%), 지방하천구간 48.8%(전국평균 48.1%)로 나타남

[표 2-1] 동진강 하천현황

구분	하 천 연 장							하천정비(제방) 현황		
	계		하 천 기 본 계 획					합계	제방정비 완료구간	
			수립 구간			미 수립 구간				
	개소수 (개)	연장 (km)	개소수 (개)	연장 (km)	수립률 (%)	개소수 (개)	연장 (km)	(km)	(km)	(%)
국가	4	69.62	4	69.62	100.00	-	-	142.49	124.73	87.54
지방	82	421.38	70	333.83	79.22	41	87.55	584.78	285.33	48.79
합계	86	491.00	74	403.45	82.17	41	87.55	727.27	410.06	56.38

자료 : 한국하천일람(2018년 기준), 국토교통부, 2020

- 동진강은 정읍시 산외면 묵방산에서 발원하여, 정읍, 부안, 김제를 지나 새만금호로 유입되며, 만경강과 함께 호남평야 농업용수 주요 공급원임
- 지류는 김제시 금산면 화율리에서 발원하는 원평천, 고창군 신림면 도림리에서 발원하는 고부천, 정읍시 내장동 내장산에서 발원하는 정읍천 외, 중북천, 덕천천, 용호천, 축현천, 수약천, 칠보천, 도원천, 암지천, 상두천이 있음

2) 용수이용 현황

- 동진강은 전체 물사용량 중 농업용수 비중이 약 90%(2000~2018년 평균)로 타유역에 비해 농업용수 사용 비중이 매우 높은 것으로 나타남
- 농업용수 사용량은 2013년까지 증가추세를 보이다 이후 감소경향을 보였음
 - 연평균 농업용수 사용량은 약 6억㎥으로 논 용수사용량이 대부분을 차지하는 것으로 집계됨(2021. 4. 국가수자원관리종합정보시스템 기준)

[그림 2-1] 새만금 유역 하천현황 및 오염총관리 단위유역



[표 2-2] 동진강 용수이용 현황

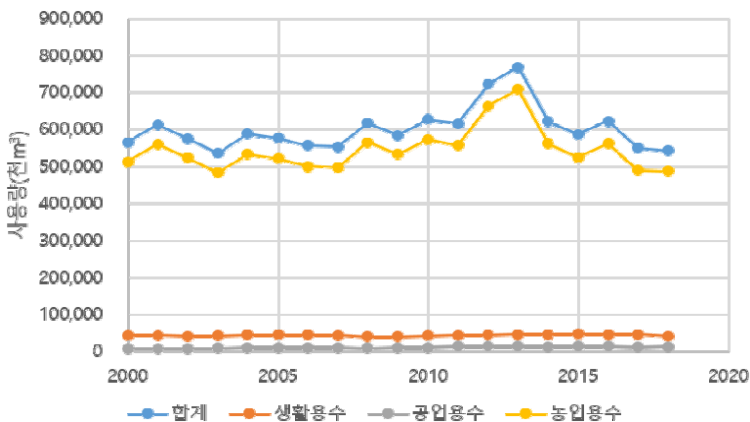
(단위: 천㎥/년, %)

연도	합계	생활용수	공업용수	농업용수				
				계	비중	논	밭	축산
2018*	542,177	41,856	12,719	487,602	89.9	418,684	59,573	9,344
2017	550,393	47,242	12,542	490,609	89.1	419,226	60,432	10,952
2016	575,514	-	13,984	561,530	97.6	490,274	61,042	10,214
2015	586,815	48,074	14,332	524,409	89.4	453,469	62,545	8,395
2014	621,477	46,587	13,685	561,206	90.3	491,721	57,954	11,531
2013	768,114	46,767	14,352	706,995	92.0	596,769	101,948	8,278
2012	722,509	45,002	14,029	663,478	91.8	551,703	101,046	10,730
2011	615,812	44,492	14,805	556,515	90.4	490,552	56,409	9,554
2010	626,136	42,855	10,992	572,289	91.4	478,895	84,311	9,084
2009	584,445	40,569	10,591	533,285	91.2	462,335	70,950	0
2008	617,045	41,330	10,153	565,562	91.7	496,088	69,473	0
2007	553,318	44,878	10,886	497,554	89.9	442,674	54,880	0
2006	556,955	45,927	10,508	500,520	89.9	443,224	57,296	0
2005	576,680	45,191	10,461	521,028	90.3	461,747	59,281	0
2004	588,455	45,432	10,417	532,606	90.5	472,268	60,338	0
2003	535,852	43,162	9,551	483,139	90.2	427,509	55,630	0
2002	574,588	42,135	9,099	523,354	91.1	464,449	58,904	0
2001	612,975	43,818	8,336	560,822	91.5	513,403	47,419	0
2000	565,819	44,399	8,453	512,968	90.7	468,322	44,645	0

※2018년 자료 입력 오류가 있어 추정치 반영

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr/>)

[그림 2-2] 동진강 용수이용 현황



3) 하천수 사용허가 현황

- 영산강홍수통제소에 따르면 동진강 하천수 사용허가 현황(2020. 7. 기준)
은 농업용수 274개소, 공업용수 7개소, 발전용수 2개소, 생활용수 1개소
로 집계됨
- 총 허가량은 일 12,331,351㎥으로 농업용수가 80.4%로 가장 큰 비중을
차지하는 것으로 나타남

[표 2-3] 동진강 하천수 사용허가 현황

용도	개소	총 허가량(㎥/일)	허가량 비중(%)	비고
생활용수	1	10,000	0.1	산성취수장 (10,000)
발전용수	2	2,398,464	19.4	삿갓소수력(1,318,464) 산외소수력(1,080,000)
공업용수	7	10,994	0.1	제3산업단지 취수장 (6,000)
농업용수	274	9,911,893	80.4	낙양취수보 (2,777,000)
합계	284	12,331,351	100.0	-

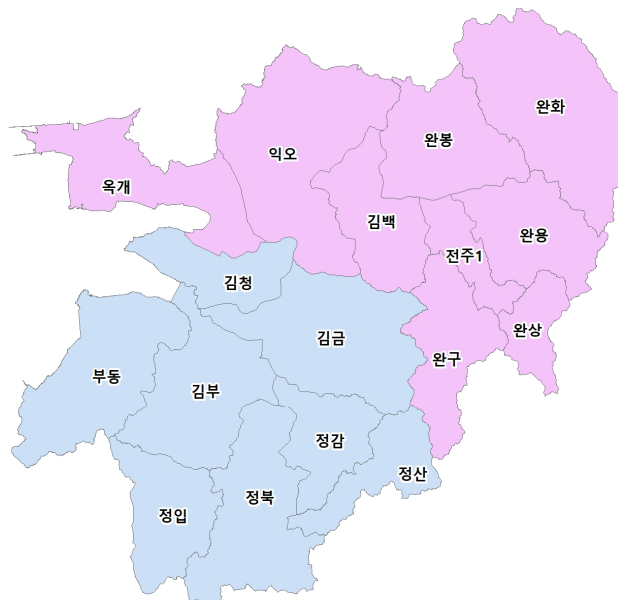
자료 : 영산강홍수통제소, 하천수 사용허가 현황, 2020.7

(2) 농업용수 공급시설 현황

1) 용수구역 현황

- 용수구역은 농촌용수의 체계적 개발 및 합리적 공급배분을 위해 설정하였음 (농어촌용수 이용합리화 계획, 2014, 농림축산식품부)
 - 1999년 464개소로 최초 설정하였으며, 2002년 재설정하여 도서지역과 북한 접경지역을 제외한 511개의 용수구역이 설정됨
- 전라북도는 총 52개의 용수구역이 설정되어 있으며, 그 중 만경강 유역 9개, 동진강 유역 8개로 분할됨

[그림 2-3] 만경강 및 동진강 농어촌용수구역 현황



자료 : 전라북도 농업용수 활용실태 조사 및 다변화 방안 연구, 2020, 전북녹색환경지원센터

2) 농업용 수리시설 현황

- ‘수원공’은 저수지, 양수장, 양배수장, 보, 집수암거, 관정, 저수지, 방조제 등 일정 수혜구역 내 농업용수를 공급하기 위한 집수, 도수, 배수 시설임
- 2019년 기준 전라북도 수원공은 총 7,269개로 인가면적은 127,922.2 ha, 수혜면적은 104,614.6 ha로 조사됨
- 각 시설별 제원은 [표 2-4 ~ 2-8]과 같음

[표 2-4] 전라북도 농업용 수리시설 현황

(단위: ha)

구분	제원현황			
	개소수	인가면적 ⁴⁾	수혜면적 ⁵⁾	미수혜면적 ⁶⁾
수원공	7,269	127,922.2	104,614.6	23,307.6

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

- 저수지는 하천의 계곡에 댐을 축조하여 물을 저장하는 시설로 전라북도 저수지 현황을 살펴보면 총 2,209개, 총저수량은 714,066 천m³, 유효저수량 700,802 천m³, 수혜면적 88,415.4 ha, 만수면적 10,727.7 ha로 조사됨

[표 2-5] 전라북도 저수지(Reservoir) 제원현황

(단위: 천m³, ha)

구분	개소수	총저수량	유효저수량	수혜면적	만수면적
저수지	2,209	714,066	700,802	88,415.4	10,727.7

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

- 양배수장은 푸기와 물빼기를 같이 할 수 있는 시설로 전라북도 양배수장은 총 926개, 수혜면적 9,416.2 ha임

4) 인가면적은 담 소재지와 관계없이 수원공 소재지의 행정구역 기준임

5) 수혜면적은 담 소재지의 행정구역 기준임

6) 미수혜면적은 인가면적-수혜면적

[표 2-6] 전라북도 양(배)수장(Pumping&Drainage) 제원현황

(단위: ha, kw)

구분	개소수	수혜면적	원동기			
			전동기		엔진	
			동력	대수	동력	대수
양(배)수장	926	9,416.2	136,051	1,155	37	1

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

- 보 시설은 하천의 일부 또는 전부를 가로막아 농경지에 물을 공급하는 시설임
- 전라북도 보 시설은 총 1,419개이며, 수혜면적은 3,704.7 ha, 취입수량은 115 m³/s임

[표 2-7] 전라북도 보(Weir) 제원현황

(단위: ha, m³/s)

구분	개소수	수혜면적	취입수량
보	1,419	3,704.7	115

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

- 집수암거는 하천의 바닥을 굴착하여 다수의 구멍이 있는 관을 묻어 물을 모아 농경지에 공급하는 시설로 전라북도에 총 226개가 있으며, 수혜면적은 210.1 ha, 채수량은 235,013 m³/day로 조사됨
- 관정은 지하에 일정한 관(철관, 콘크리트관, PVC관 등)을 땅속에 삽입하여 지하수를 퍼올려 이용하는 시설이며 전라북도에 총 2,489개, 수혜면적 2,868.2 ha, 채수량 639,078 m³/day로 조사됨

[표 2-8] 전라북도 집수암거(Infiltration Gallery) 및 관정(Tube Well) 제원현황

(단위: ha, m³/day)

구분	개소수	수혜면적	채수량
집수암거	226	210.1	235,013
관정	2,489	2,868.2	639,078

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

3) 전라북도 시군관할 수원공수 현황

- ‘주수원공’은 수원공의 주가 되는 시설로 지표수 또는 지하수를 1차적으로 농업용수로 전환케 하는 시설을 말함
- ‘보조수원공’은 주수원공의 수혜구역내에서 주수원공의 용수량이 부족할 때 그 부족량을 보충하기 위하여 설치한 보조시설을 말함
- 전라북도 시군관할 수원공은 총 5,273개로 주수원공이 3,123개(59.2%), 보조수원공 2,120개(40.2%), 부속수원공(0.6%)로 조사됨
- 시설별 현황은 관정이 2,231개(42.3%)로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 다음으로 저수지가 1,807개(34.2%)로 높게 나타남

[표 2-9] 전라북도 시군관할 수원공수 현황

(단위: 개소)

구분	수원공수			
	계	주	보조	부속
저수지	1,807	1,467	339	1
양수장	221	132	89	-
양배수장	-	-	-	-
배수장	15	-	1	14
보	796	453	331	12
집수암거	203	51	151	1
관정	2,231	1,020	1,209	2
기타시설	-	-	-	-
합계	5,273	3,123	2,120	30

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

4) 전라북도 공사관할 수원공수 현황

- 전라북도 공사관할 수원공은 총 1,996개 중 주수원공이 219개(11.0%), 보조수원공 1,750개(87.7%), 부속수원공 27개(1.4%)로 조사됨
- 수리시설별 차지하는 비중은 보 623개(31.2%), 양수장 611개(30.6%), 저수지 402개(20.1%), 관정 258개(12.9%) 순으로 높게 나타남

[표 2-10] 전라북도 공사관할 수원공수 현황

(단위: 개소)

구분	수원공수			
	계	주	보조	부속
저수지	402	197	205	-
양수장	611	9	594	8
양배수장	13	-	13	-
배수장	66	3	56	7
보	623	8	607	8
집수암거	23	-	21	2
관정	258	2	254	2
기타시설	-	-	-	-
합계	1,996	219	1,750	27

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

- 전라북도 농업용 용수로는 흙수로 5,002 km, 구조물 7,951 km로 총 12,953 km로 집계되며, 배수로는 흙수로 5,488 km, 구조물 3,417 km로 합 8,905 km임 (총 21,858 km)
- 용배수로 총 연장은 전라북도 전체 도로 8,531 km(2019년 기준)의 2.6배, 하천연장(491 km)의 44.5배 수준임
- 농업용수 공급의 실패율이라 할 수 있는 ‘지거’의 비중이 용수로 48.8 %, 배수로 57.6 %로 높은 비중을 차지하고 있음

[표 2-11] 전라북도 농업용수 용배수로 현황

(단위:m, %)

전라북도	계		간선		지선		지거	
	흙수로	구조물	흙수로	구조물	흙수로	구조물	흙수로	구조물
용수로(m)	5,002,088	7,951,171	582,535	1,536,828	1,366,953	3,140,949	3,052,570	3,273,394
-비중(%)	(100)		(16.4)		(34.8)		(48.8)	
배수로(m)	5,488,460	3,417,384	591,966	295,417	1,461,856	1,426,318	3,434,638	1,655,649
-비중(%)	(100)		(10.0)		(32.4)		(57.6)	

자료 : 2019년 농업생산기반정비 통계연보, 2020, 농림축산식품부·한국농어촌공사

5) 동진강 유역 농업시설 현황

- 동진강 저수지 시설은 총 361개로 유역면적은 33,507 ha, 유효저수량은 59,723,000 m³, 만수면적은 1,513 ha를 차지함

[표 2-12] 동진강 저수지 시설현황

(단위: 개소, ha, 천m³)

구분(동진강)	시설물수	유역면적	유효저수량	만수면적	인가면적	관개면적
저수지	361	33,507	59,723	1,513	12,985	11,200

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

- 동진강 양수장 시설은 총 125개, 유역면적은 57,162 ha, 원동기 168대, 최대양수량은 68 CMS로 나타남
- 양배수장 시설은 총 9개, 유역면적 9,519 ha, 원동기 42대, 최대양수량 125 CMS로 나타남

[표 2-13] 동진강 양수장 및 양배수장 시설현황

(단위: 개소, ha, 대, CMS)

구분(동진강)	시설물수	유역면적	원동기대수	최대양수량	인가면적	관개면적
양수장	125	57,162	168	68	37,345	37,585
양배수장	9	9,519	42	125	4,141	3,376

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

- 동진강 보 시설은 총 110개이며, 유역면적은 162,225 ha, 취수량은 53,084 CMS, 인가면적은 20,963 ha, 관개면적은 20,578.4 ha로 나타남

[표 2-14] 동진강 보 시설현황

(단위: 개소, ha, CMS)

구분(동진강)	시설물수	유역면적	취수량	인가면적	관개면적
보	110	162,225	53,084	20,963	20,578.4

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

- 동진강 집수암거 시설은 총 52개이며, 유역면적은 3,071 ha, 채수량은 57,319 m³/일, 인가면적 677 ha, 관개면적 785.4 ha로 나타남

[표 2-15] 동진강 집수암거 시설현황

(단위: 개소, ha, m³/일)

구분(동진강)	시설물수	유역면적	채수량	인가면적	관개면적
집수암거	52	3,071	57,319	677	785.4

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

- 동진강 관정 채수량은 95,797 m³/일이며, 시설은 총 406개임

[표 2-16] 동진강 관정 시설현황

(단위: 개소, m³/일)

구분(동진강)	시설물수	채수량
관정	406	95,797

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

- 동진강 중계펌프장 시설은 총 128개, 펌프 270대, 계획배수면적 18,000 m², 우수량 11,000 m³ 으로 조사됨

[표 2-17] 동진강 중계펌프장 시설현황

(단위: 개소, 천m³)

구분(동진강)	시설물수	계획배수면적	우수량	펌프대수
중계펌프장	128	18	11	270

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

- 동진강 기타 시설은 총 8개로, 인가면적 1,178 ha, 1,162.5 ha임

[표 2-18] 동진강 기타 시설현황

(단위: 개소, ha)

구분(동진강)	시설물수	인가면적	관개면적
기타	8	1,178	1,162.5

자료 : 국가수자원관리종합정보시스템, 한국농어촌공사 및 지자체방문조사(2016년 현황)

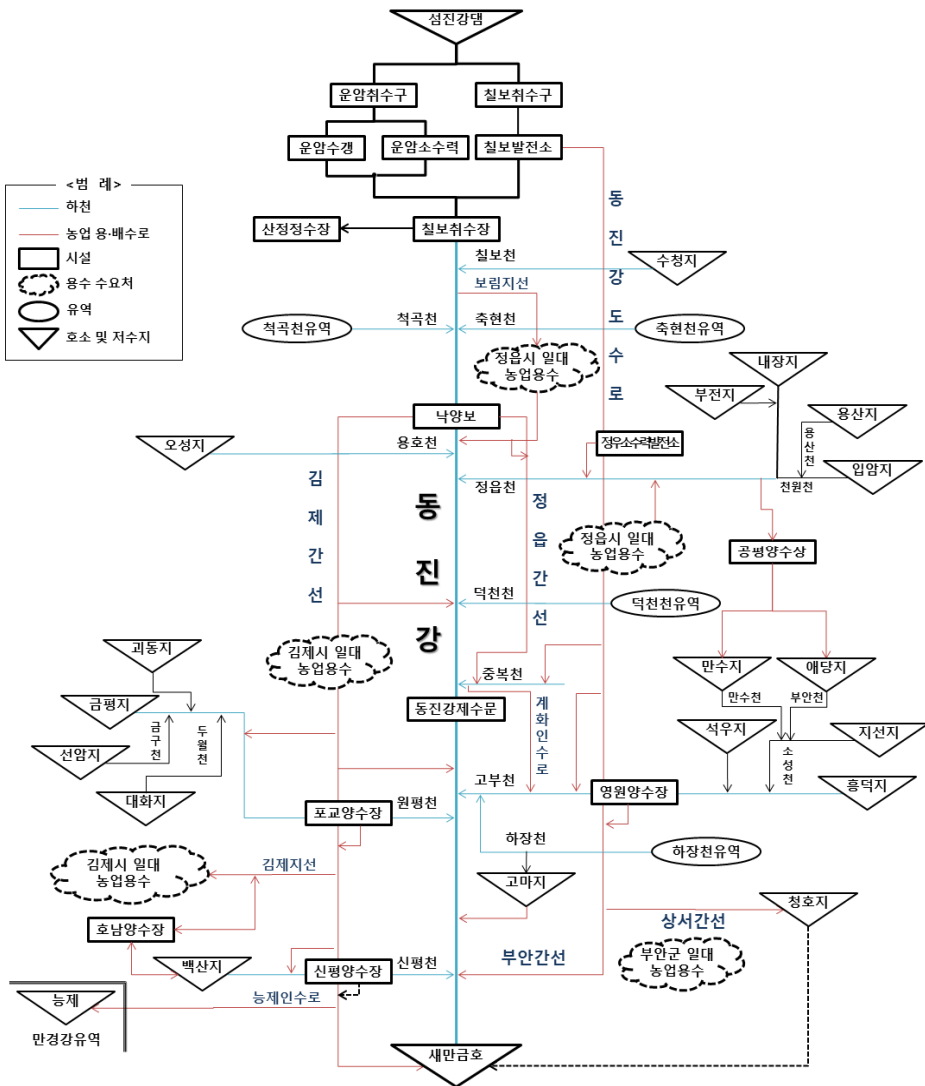
(3) 동진강 농업용수 공급 및 배수 체계

- 동진강 유역의 농업용수 공급 및 배수 체계를 주요 공급시설을 중심으로 정리하면 다음과 같음
- [섬진강 댐] 정읍시 묵방산 일원에서 발원한 동진강은 섬진강 댐에서 유역 변경으로 공급되는 운암취수구(농업용수)와 칠보발전소(발전용수)의 방류수와 합류됨
- [동진강 도수로] 칠보발전소에서는 동진강 방류수 외 동진강 도수로를 통해 농업용수를 공급함
 - 동진강 도수로는 정읍시 일원 농업용수를 공급하고 무네미 지점에서 부안간선과 상서간선으로 분기되어 부안군 일원 농업용수를 공급함
 - 부안간선은 동진강 하류로 배수되어 새만금호로 유입되며 상서간선은 청호저수지로 유입됨
 - 정읍시 정우면의 정우소수력발전소를 통해 발전용수로 활용되고, 영원양수장에서 고부천 하천수를 일부 공급받음
- [칠보취수장] 칠보발전소 방류 후 칠보취수장에서 취수되어 산성정수장을 통해 정읍시 생활용수로 공급됨
- [보림지선] 이후 보림지선에서 정읍시 일부(태인면, 칠보면) 농업용수를 공급하고 장재배수로를 통해 낙양보 인근으로 배수됨
- [낙양보] 척곡천, 축현천 합류 후 낙양보에서 김제간선과 정읍간선으로 농업용수를 공급함
 - 관개기의 경우 동진강 본류의 흐름은 제한되고 대부분 장재배수로의 유량이 동진강 본류 유량을 유지함
- [김제간선] 낙양보에서 분기된 김제간선은 김제시 일원 농업용수를 공급하고 포교양수장과 신평양수장에서 부족한 용수를 공급받음
 - 능제인수로를 통해서도 유역변경으로 만경강 유역 농업용수를 공급하며, 최종 거전갑문을 통해 새만금호로 유입됨
- [정읍간선] 낙양보 좌측에서 분기된 정읍간선은 정읍천 일원 농업용수를

공급하고 증복천으로 배수됨

- 동진강 제수문 이전에 동진강 본류 용수와 함께 계화인수로를 통해 고부천으로 보충수를 공급함
- [동진강 제수문] 낙양보 이후 용호천, 덕천천, 김제간선에서 분기된 지선(배수), 정읍천이 합류되어 동진강 제수문에서 저류됨
 - 동진강 제수문은 홍수기와 비관개기를 제외하고 본류로의 흐름을 제한하였으나, 최근 하천 우안 가동보 설치를 통해 일부 유량을 지속적으로 월류하고 있음
- [동진강 하류 갑문] 동진강 제수문 이후 고부천, 원평천, 신평천이 합류되거나 관개기 말단부 갑문을 닫고 농업용수로 활용됨
 - 고부천은 계화인수로와 일부 공평양수장에서 정읍천 하천수를 만수지, 애당지로 공급받아 농업용수로 활용함
 - 원평천은 금평지 등 상류저수지와 김제간선에서 배수된 물을 농업용수로 활용함
 - 신평천은 백산지와 김제간선에서 배수된 물을 농업용수로 활용하며, 백산지는 일부 김제간선에서 물을 공급받음
- 동진강은 국내 최대 곡창지역인 김제, 정읍, 부안 일원 농업용수를 공급하는 유역인만큼 다양한 수원과 복잡한 농업용수 공급 및 배수 체계를 구축하고 있으며, 농업용수가 부족한 경우를 대비한 보충수 공급 또는 농업용수 재이용 체계를 갖추고 있는 것으로 나타남

[그림 2-4] 동진강 하천 및 농업용수 체계도



자료 : 새만금지방환경청, 2017, 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역) 재구성

2. 수질변화 특성

(1) 수질측정망 현황

- 동진강 유역의 하천수질측정망은 총 16개 지점으로 다음 그림과 같음

[그림 2-5] 동진강 하천수질측정망 현황



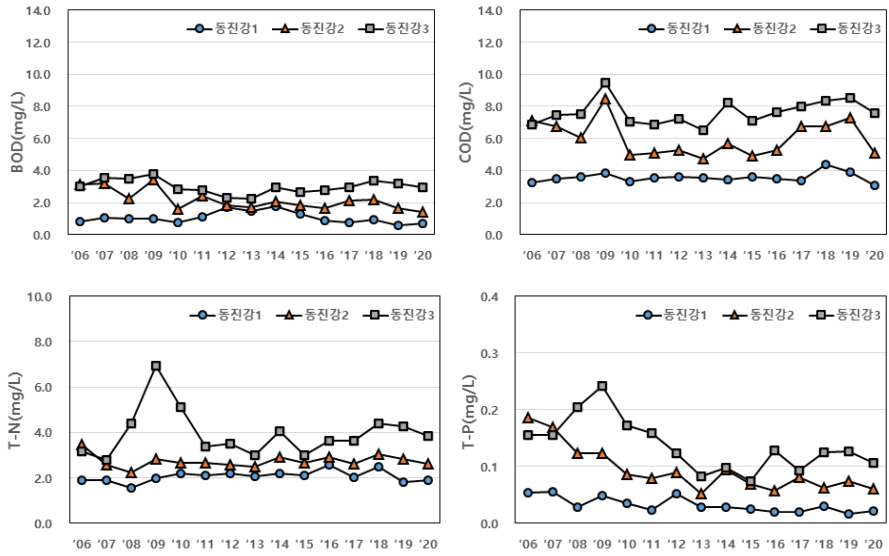
자료 : 새만금자환경청, 2017, 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역)

(2) 항목별 수질변화 특성

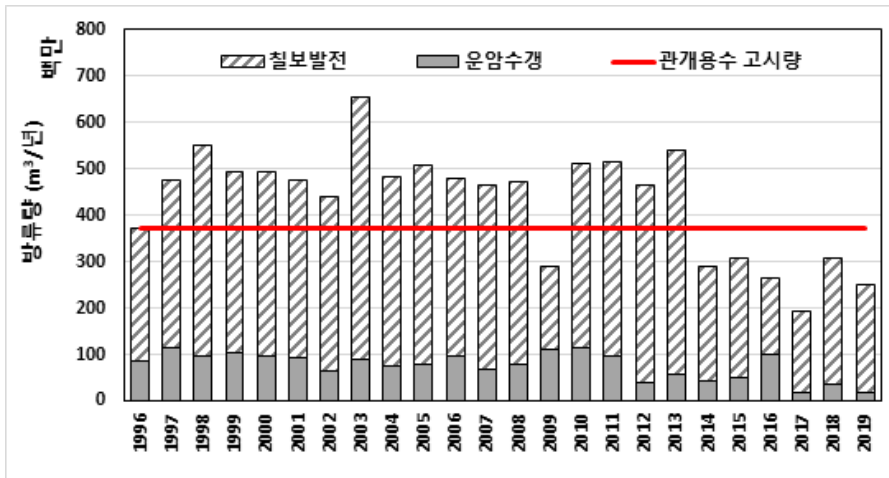
1) 동진강(본류) 지점

- 동진강 본류(동진강 1, 2, 3)의 과거 15년(2006~2020)간 BOD, COD, TN, TP 항목의 수질변화 특성을 분석하면 다음과 같음
 - 하류지점(동진강3 > 2 > 1)으로 유하할수록 수질농도는 증가하여 4개 항목 동일하게 악화되는 경향을 보임
 - 동진강3 지점의 경우 2009~2013년까지 연평균 농도가 낮아지는 경향을 보이다가 2014년부터 소폭 악화경향을 보임
 - 이는 2014년 이후 섬진강댐 관개용수 공급량 감소로 인한 하천유량 감소에서 기인한 것으로 판단됨

[그림 2-6] 동진강 지점 수질항목별 변화 특성



[그림 2-7] 섬진강댐 관개용수 연간공급량



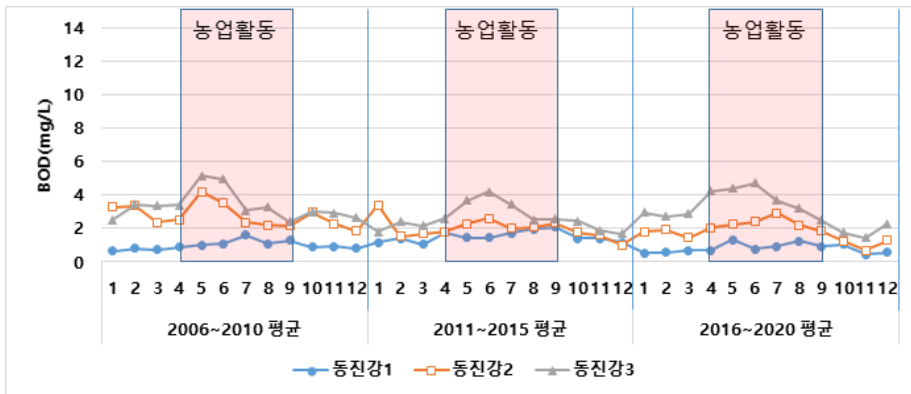
자료 : 동진강유역 농업용수 및 하천사용 실태 조사분석 연구, 2020, 전북연구원

○ BOD, COD, TN, TP 항목의 5년 단위 월별 평균값 변화 특성을 분석하면 다음과 같음

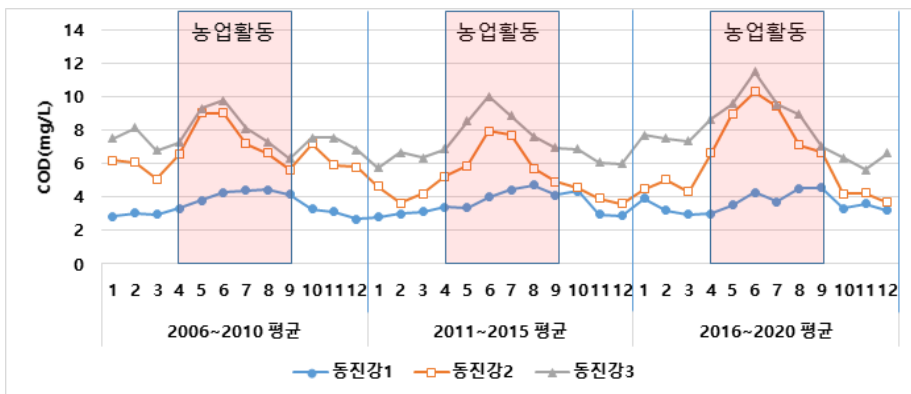
- 유기물질(BOD, COD)의 경우 동진강 2와 3지점에서 농업활동이 있는 4~9월 기간 동안에 농도가 증가하는 경향을 보였으며, 과거 대비 최근 5년(2016~2020년)의 농도가 더 악화된 것으로 나타남
- 이는 COD항목의 변화에서 더 명확하게 나타나고 있음

※ 4~9월 시기의 오염항목 농도 증가 경향이 반드시 농업배수에서만 기인하는 것은 아니므로, 본 연구에서는 대상 하천별 패턴특성에 중점을 두었음

[그림 2-8] 동진강 지점 수질현황(BOD)

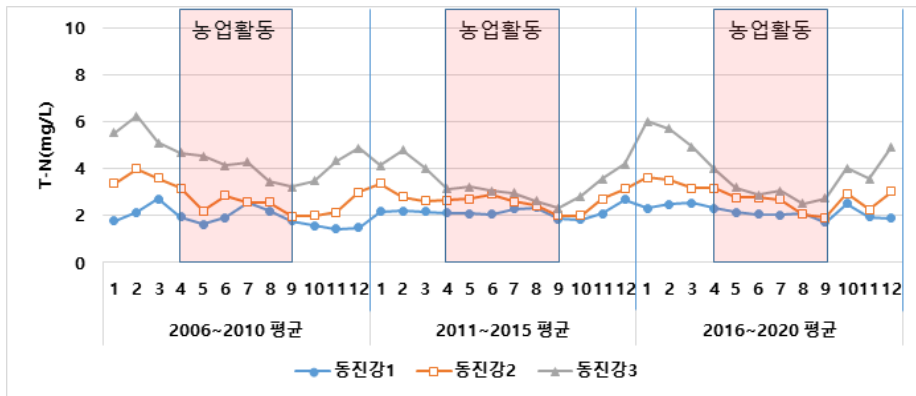


[그림 2-9] 동진강 지점 수질현황(COD)

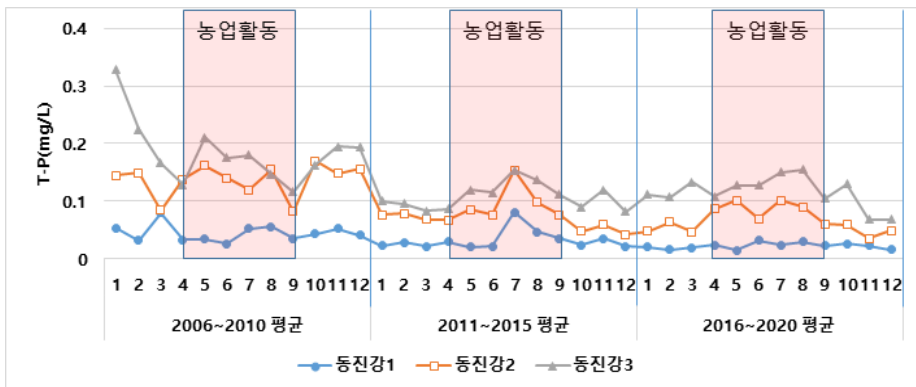


- 총질소(TN)의 경우 농업활동 시기보다 기온이 낮은 동절기 수질이 악화되는 경향을 보였는데 비관개기 댐방류량 감소(유량), 지속적인 퇴액비 살포로 인한 오염원 유입, 낮은 온도에 따른 질산화 및 탈질 미생물 활성 저하 등에서 기인한 것으로 추정됨
- 총인(TP)의 경우 2006~2010년 기간에는 동절기 악화경향을 보였으나 수질이 안정화되며 농업활동이 활발한 4~9월 시기에 상대적으로 상승하는 경향을 보였음

[그림 2-10] 동진강 지점 수질현황(T-N)



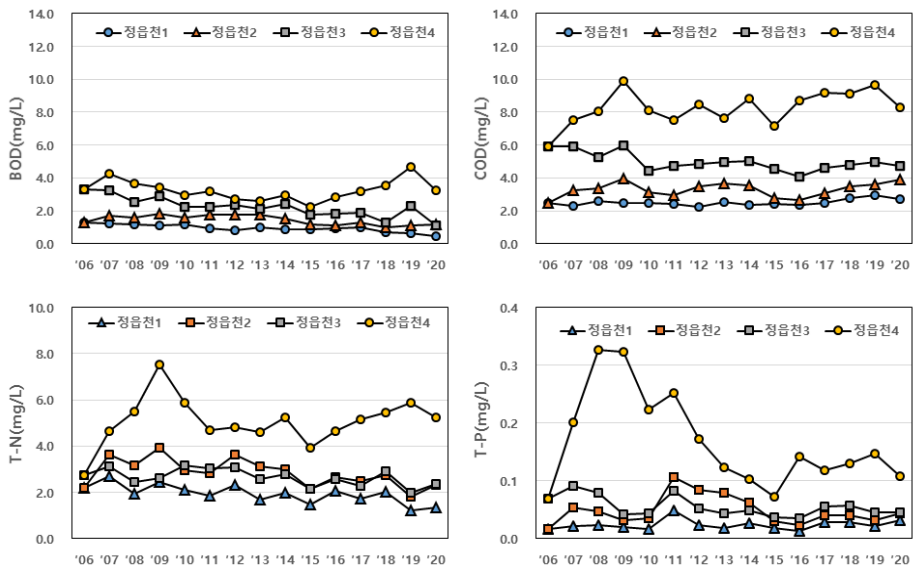
[그림 2-11] 동진강 지점 수질현황(T-P)



2) 정읍천 지점

- 정읍천 지점(정읍천 1, 2, 3, 4)의 과거 15년(2006~2020년) 간 BOD, COD, TN, TP 항목의 수질변화 특성을 분석하면 다음과 같음
 - 하류지점(정읍천 4 > 3 > 2 > 1)으로 유하할수록 수질농도는 증가하여 4개 항목 동일하게 악화되는 경향을 보임
 - 유기물질의 경우 COD성분이 높은 비중을 차지하고 있으며 정읍천 1, 2, 3의 경우 2016년 이후 BOD는 감소하나 COD는 증가경향을 보였음
 - 정읍천 4의 경우 높은 COD농도를 보이며, 2007년 이후 지속적으로 COD성분이 유입되고 있는 것으로 나타남
 - TN, TP는 동진강 지점과 동일하게 2009년 이후 농도가 감소하다 2015년 이후 다시 농도가 증가하는 경향을 보였음

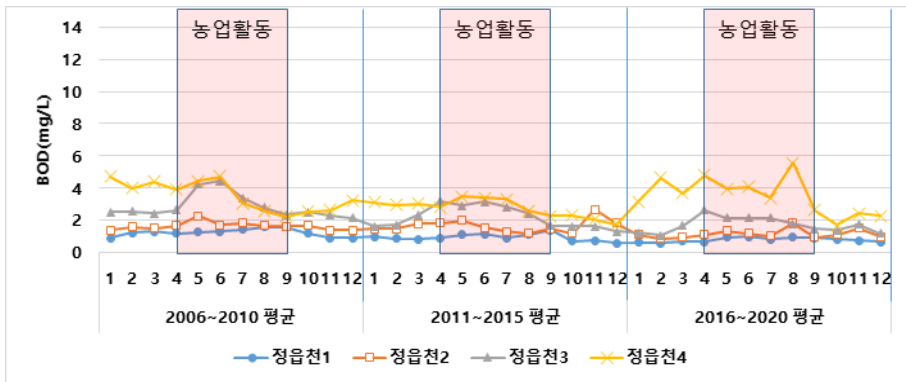
[그림 2-12] 정읍천 지점 수질항목별 변화 특성



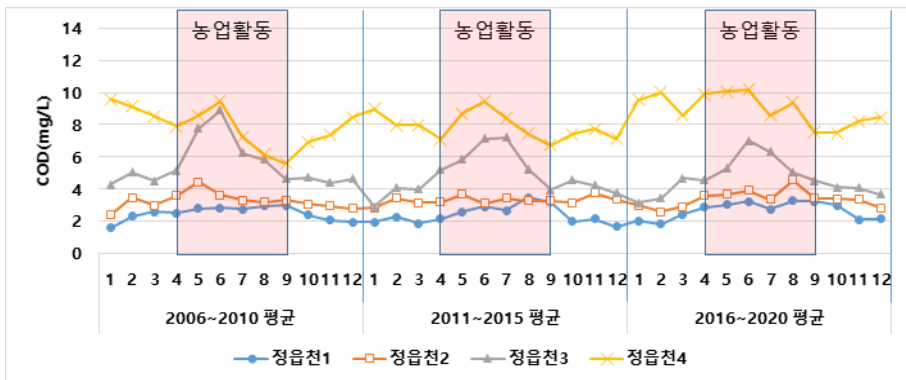
- 정읍천 지점의 BOD, COD, TN, TP 항목의 5년 단위 월별 평균값 변화 특성을 분석하면 다음과 같음

- 유기물질(BOD, COD)의 경우 정읍천 3과 4지점에서 농업활동이 있는 4~9월 기간 동안에 농도가 증가하는 경향을 찾을 수 있었으며, 과거 (2011~2015년)보다 최근 5년(2016~2020년)의 농도가 더 악화된 것으로 나타남
- 정읍천4 지점의 경우 정읍하수처리장 방류수 등의 영향으로 난분해성 물질 (COD)을 포함한 유기물질이 유입되고 있는 것으로 추정됨

[그림 2-13] 정읍천 수질현황(BOD)

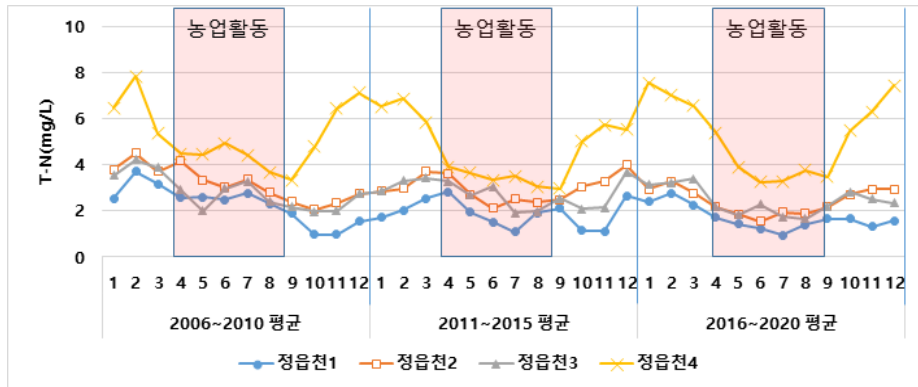


[그림 2-14] 정읍천 수질현황(COD)

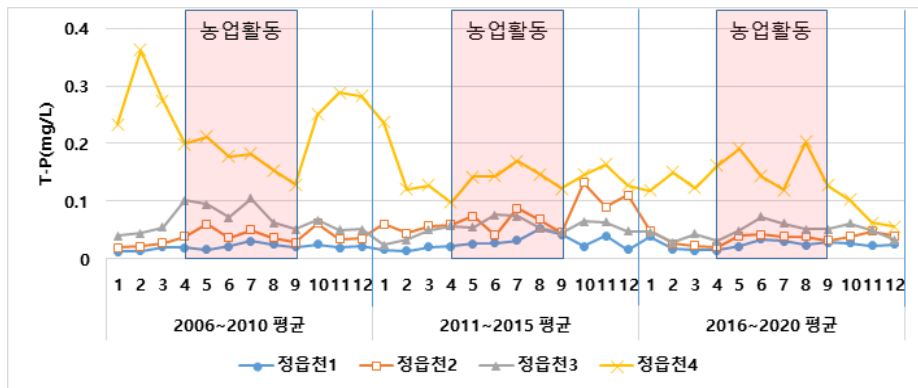


- 총질소(TN)의 경우 동진강 지점과 동일하게 농업활동 시기보다 기온이 낮은 동절기 수질이 악화되는 경향을 보였음
- 총인(TP)의 경우 과거 기간에는 동절기 악화경향을 보였으나 최근 5년의 경우 농업활동이 있는 4~9월 시기에 소폭 증가경향을 보였음

[그림 2-15] 정읍천 수질현황(T-N)



[그림 2-16] 정읍천 수질현황(T-P)

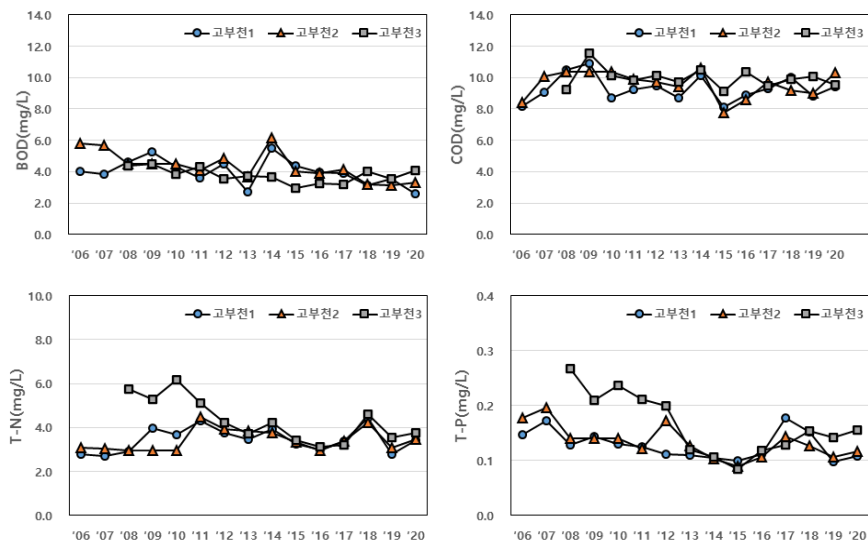


3) 고부천 지점

○ 고부천 지점(고부천 1, 2, 3)의 과거 15년(2006~2020년) 간 BOD, COD, TN, TP 항목의 수질변화 특성을 분석하면 다음과 같음

- 2013년 이전 TN, TP의 경우 고부천 3지점 농도가 높은 것으로 나타났으나 이후 개선되어 1, 2 지점과 큰 농도차이를 보이지 않았음
- 그러나, 유기물질의 경우 COD기준 1, 2, 3 지점 모두 수질등급 IV(9mg/L이하, 약간나쁨)~V(11mg/L이하, 나쁨) 등급 수준으로 전반적으로 높은 농도를 보이거나 큰 변화 없이 안정화 경향을 보였음

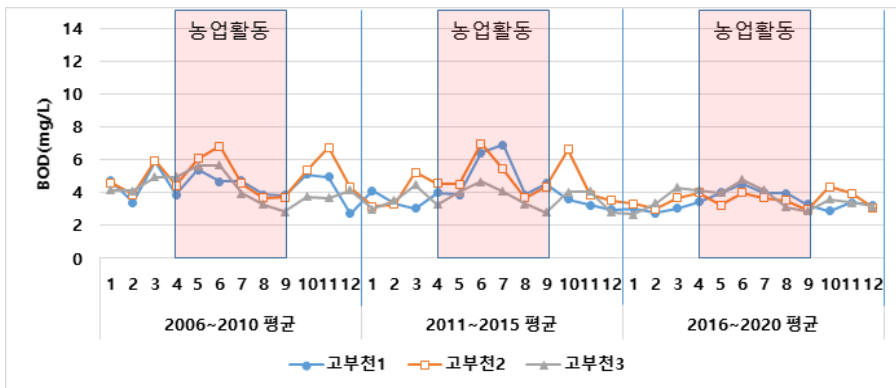
[그림 2-17] 고부천 지점 수질항목별 변화 특성



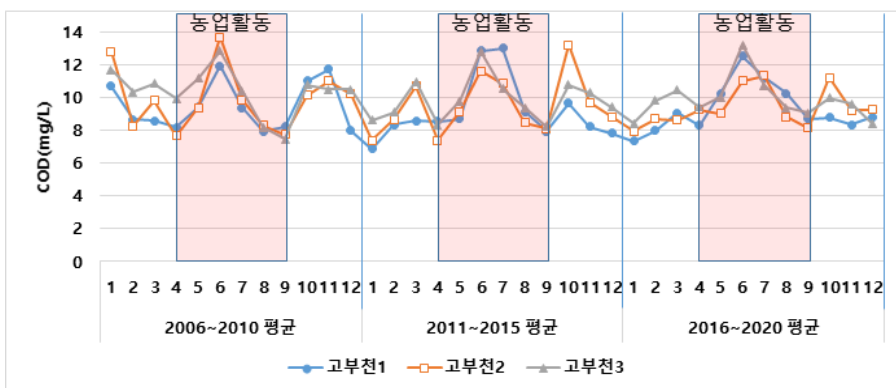
○ 고부천 지점의 BOD, COD, TN, TP 항목의 5년 단위 월별 평균값 변화 특성을 분석하면 다음과 같음

- 유기물질(BOD, COD)의 경우 3지점이 동일하게 농업활동이 있는 4~9월 기간 동안에 농도가 증가하는 경향을 보였으며, 이는 COD항목의 변화에서 더 명확하게 찾아볼 수 있었음

[그림 2-18] 고부천 수질현황(BOD)

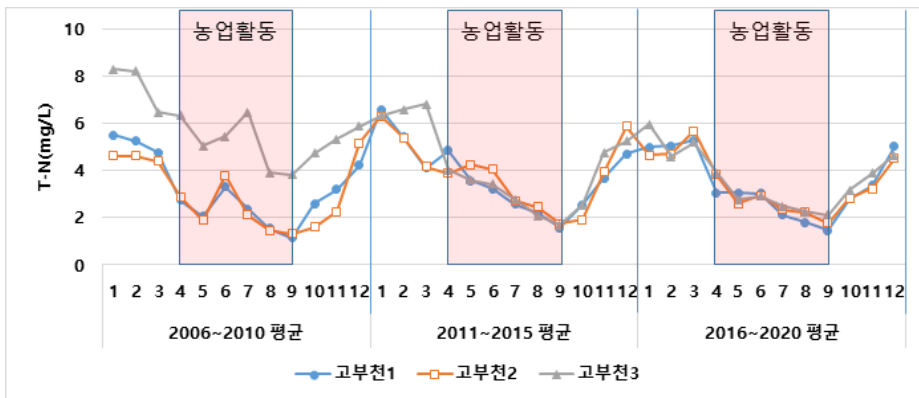


[그림 2-19] 고부천 수질현황(COD)

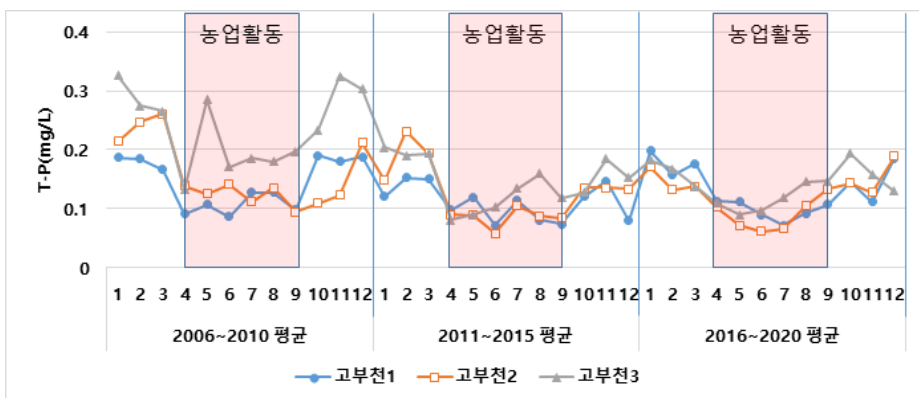


- 총질소(TN)의 경우 동진강 지점과 동일하게 농업활동 시기보다 기온이 낮은 동절기 수질이 악화되는 경향을 보였음
- 총인(TP)의 경우 TN과 유사한 경향을 보여 동진강, 정읍천과는 상이한 패턴을 보였음. 대상지점별 농도패턴이 상이한 것은 대상유역의 오염원 분포와 유출특성 등에서 기인한 것으로 판단됨

[그림 2-20] 고부천 수질현황(T-N)



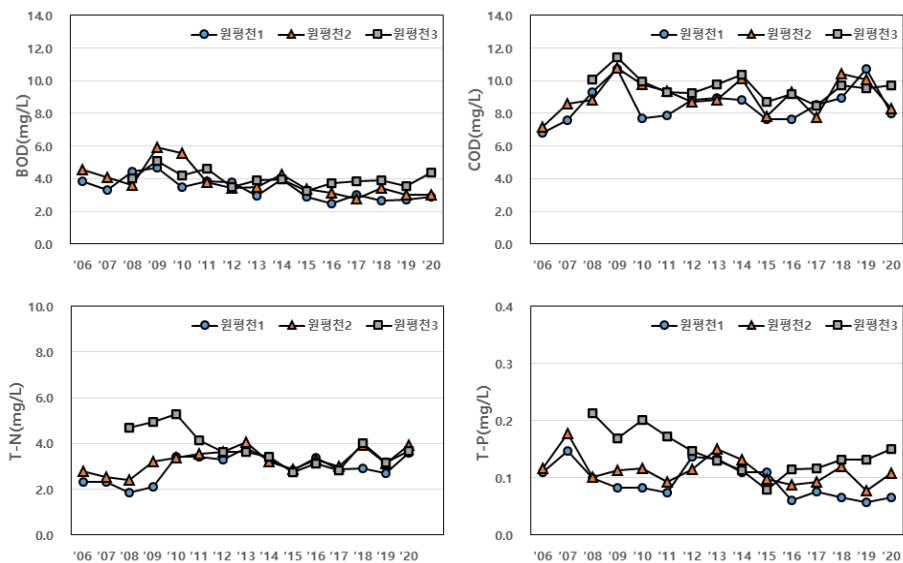
[그림 2-21] 고부천 수질현황(T-P)



4) 원평천 지점

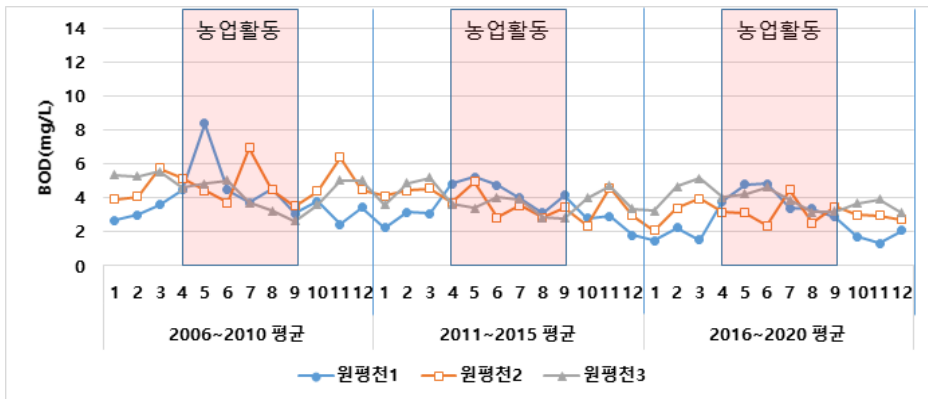
- 원평천 지점(원평천 1, 2, 3)의 과거 15년(2006~2020년) 간 BOD, COD, TN, TP 항목의 수질변화 특성을 분석하면 다음과 같음
- 2013년 이전 TN의 경우 원평천 3지점 농도가 높은 것으로 나타났으나 이후 개선되어 2지점과 큰 농도차이를 보이지 않았음. 그러나, TP의 경우 3지점에서 2015년 이후 악화(증가) 경향을 보였음
- 유기물질의 경우 COD기준 3지점의 경우 수질등급 V(11mg/L이하, 나쁨) 등급 수준으로 전반적으로 높은 농도를 보였음

[그림 2-22] 원평천 지점 수질항목별 변화 특성

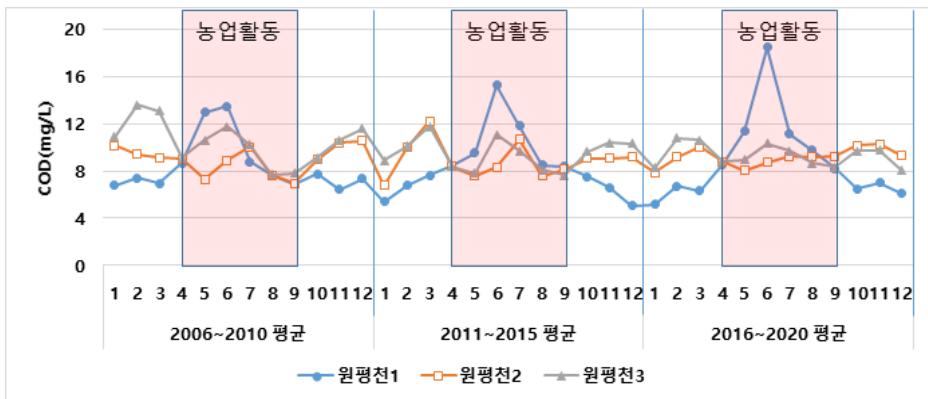


- 원평천 지점의 BOD, COD, TN, TP 항목의 5년 단위 월별 평균값 변화 특성을 분석하면 다음과 같음
- 유기물질(BOD, COD)의 경우 상류지점인 원평천 1지점에서 오히려 농업 활동(4~9월 기간) 동안에 농도가 증가하는 경향을 보였으며, 이는 COD 항목의 변화에서 더 명확하게 찾아볼 수 있었음

[그림 2-23] 원평천 수질현황(BOD)

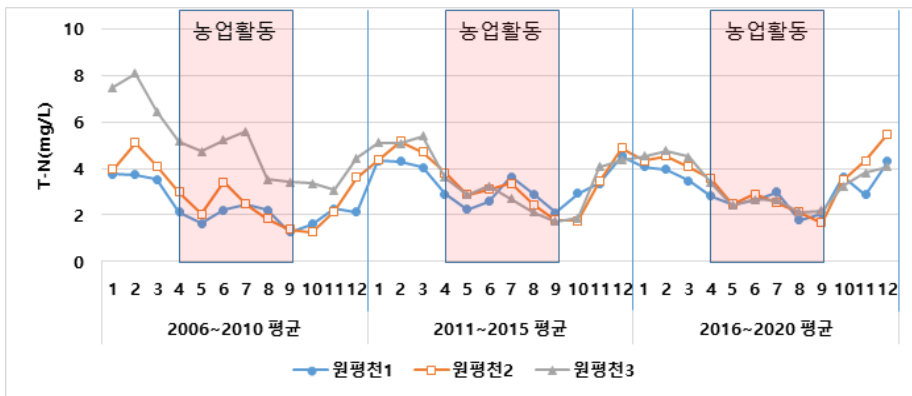


[그림 2-24] 원평천 수질현황(COD)

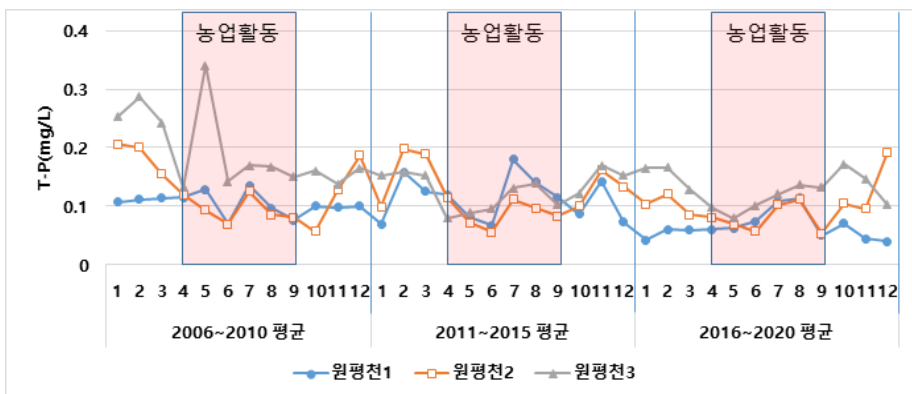


- 총질소(TN)의 경우 타 지점과 동일하게 농업활동 시기보다 기온이 낮은 동절기 수질이 악화되는 경향을 보였음
- 총인(TP)의 경우 동절기와 농업활동 시기에 농도증가를 반복하여 명확한 패턴을 찾아보기 어려웠음. 대상지점별 농도변화가 상이한 것은 대상유역의 오염원 분포와 유출특성 등에서 기인한 것으로 판단됨

[그림 2-25] 원평천 수질현황(T-N)



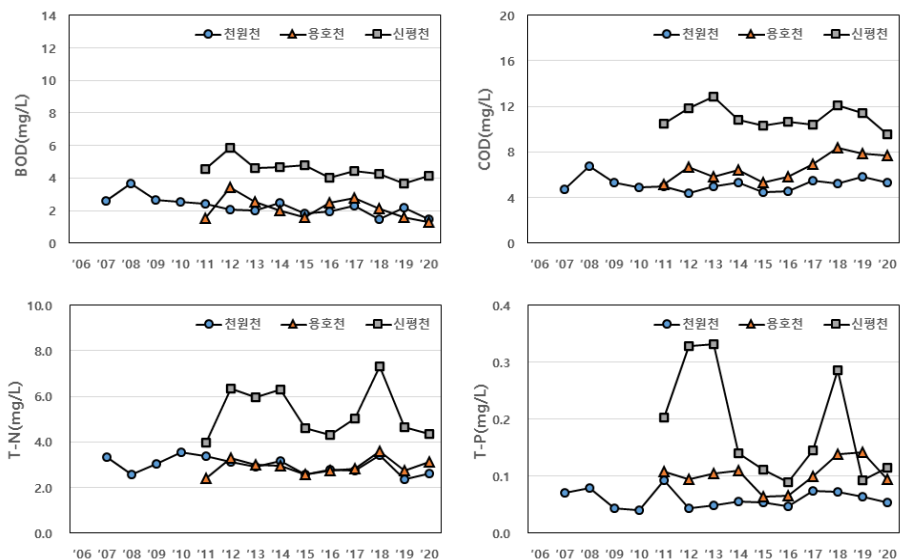
[그림 2-26] 원평천 수질현황(T-P)



5) 기타 지점

- 기타 지점(천원천, 용호천, 신평천)의 과거 15년(2006~2020년) 간 BOD, COD, TN, TP 항목의 수질변화 특성을 분석하면 다음과 같음
 - 천원천, 용호천의 경우 2015년 이후 BOD안정화 추세에도 불구하고 COD는 증가하는 특성이 있어 최근 난분해성 유기물질의 유입이 있는 것으로 추정됨
 - 신평천의 경우 모든 항목의 농도가 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, TN, TP의 경우 2015년 이후 개선경향을 보인다, 2017~2018년 악화 후 개선되었음

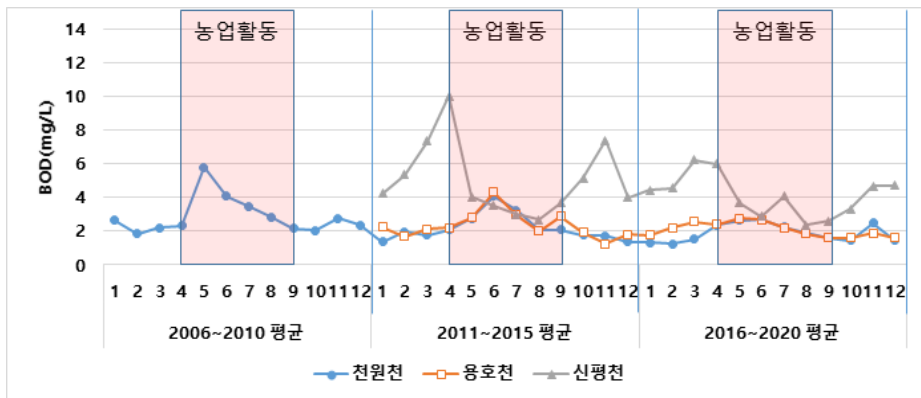
[그림 2-27] 기타 지점 수질항목별 변화 특성



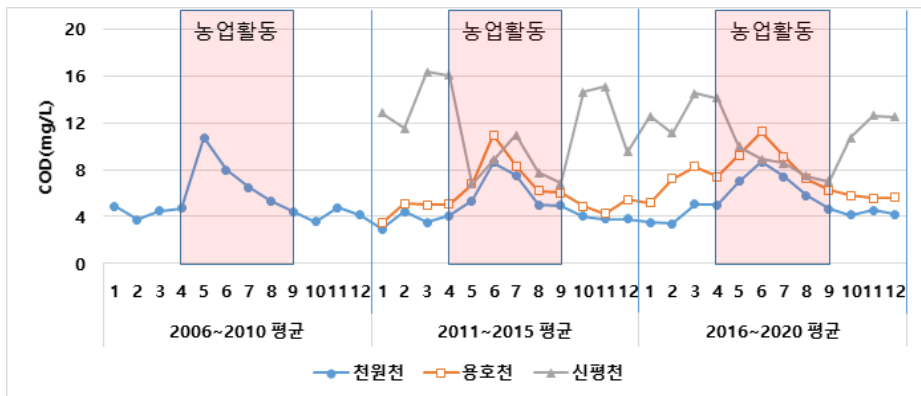
○ 기타 지점(천원천, 용호천, 신평천)의 BOD, COD, TN, TP 항목의 5년 단위 월별 평균값 변화 특성을 분석하면 다음과 같음

- 유기물질(BOD, COD)의 경우 천원천, 용호천 지점에서는 농업활동이 있는 4~9월 기간 동안 농도 증가경향을 볼 수 있으나, 신평천의 경우 봄, 가을 악화 경향을 보였음

[그림 2-28] 기타 수질현황(BOD)

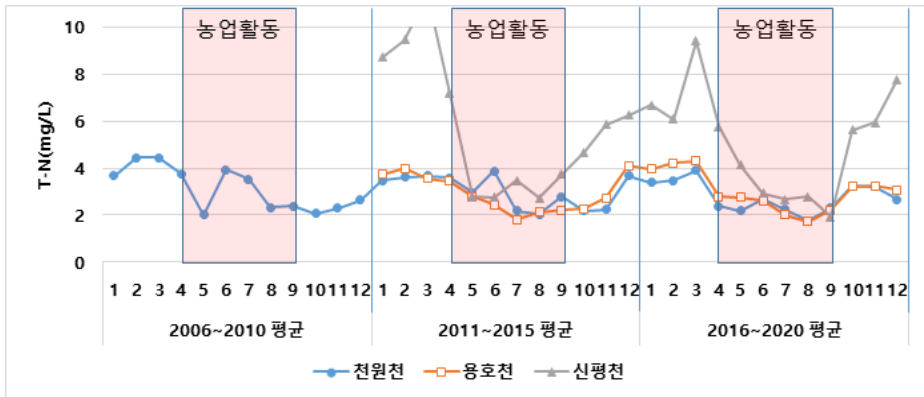


[그림 2-29] 기타 수질현황(COD)

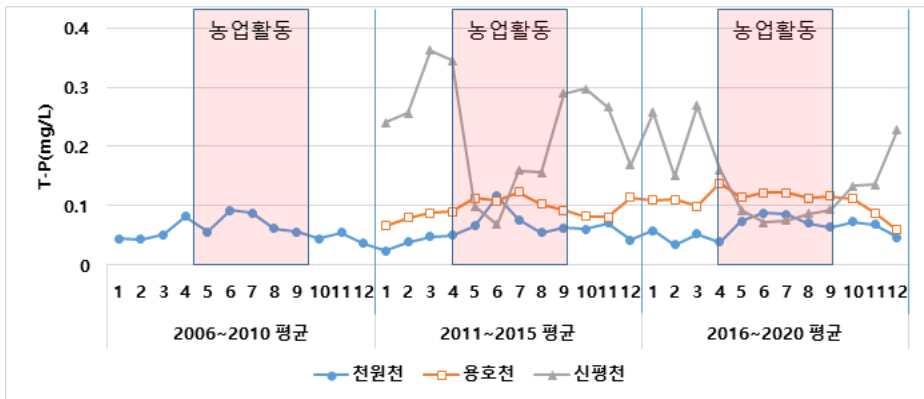


- 총질소(TN)의 경우 3지점 모두 타지점과 동일하게 농업활동 시기보다 기온이 낮은 동절기 수질이 악화되는 경향을 보였음
- 총인(TP)의 경우 천원천, 용호천에서 소폭 증가경향을 보이나 신평천의 경우 반대로 동절기 증가경향을 보였음

[그림 2-30] 기타 수질현황(T-N)



[그림 2-31] 기타 수질현황(T-P)



3

장

농업배수 현장조사 및 수질특성

Jeonbuk Institute

-
1. 대상지역 선정 및 현장조사
 2. 수질분석 결과

III. 농업배수 현장조사 및 수질특성

1. 대상지역 선정 및 현장조사

(1) 조사개요 및 후보지 선정

○ 현장조사 목적

- 농업용수 유입 및 배출지점의 시료채취 및 수질분석을 통해 대상유역 농업배수 부하량 변화 특성 분석
- 관리대책 제안 시 조사지점을 중심으로 시범사업 구상

○ 현장조사 후보지 선정 기준

- 본 연구에서는 농업배수 관련 객관적 자료가 부족하여 현장조사 목적에 적합한 지표를 선정하여 체크리스트 방식 평가를 수행하였음
- 후보지 선정을 위한 평가지표는 다음과 같음
 - 동장강 본류로 농업배수가 유입되는 지점 (사업효과 및 정책연계성 측면)
 - 유입 → 관개 → 배수 → 본류 구분이 명확한 지점 (농업배수 수질특성 비교)
 - 충분한 유량이 흐르는 지점 (부하량 산정 가능 지점)
 - 저감시설 도입 등 정책사업 추진이 용이한 지점 (정책과제 활용도 제고)
 - 현장조사 접근이 용이한 지점 (측정가능성, 안전문제 등을 고려)

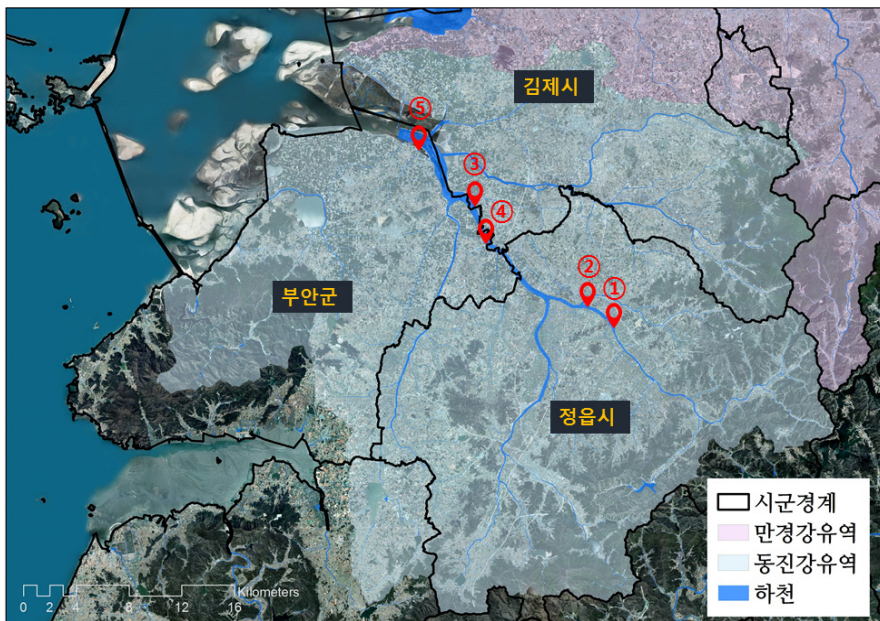
○ 현장조사 후보지 선정 결과

- 현장조사 분석 지점은 [표3-1]과 같이 5개 후보지를 검토하였으며, 연구과제 기간과 비용을 고려하여 최종 3개 지점을 선정하였음
- 각 지표별 상, 중, 하 평가(별점)를 통한 후보지 평가 결과는 [표3-2]와 같으며, 장재배수로(정읍시 태인면 낙양리 일원), 군사배수장(정읍시 태인면 공사리 일원), 연포교(김제시 죽산면 연포리 일원) 3개 후보지가 선정되었음

[표 3-1] 현장조사 후보지 특성

구분		특성			배출 유형
		오염원	유입	배수	
1	장재배수로 (정읍시 태안면 낙양리 일원)	농업배수 산단폐수처리 방류수 마을오수	보림 지선	동진강 본류	상시배출
2	공사배수장 (정읍시 태안면 공사리 일원)	농업배수 (주요)	김제 간선	용호천 하류	배수장
3	연포교 (김제시 죽산면 연포리 일원)	농업배수 (주요)	김제 간선	동진강 본류(좌) 원평천 상류(우)	갑문
4	중복천-고부천 (부안군 백산면 원촌리 일원)	농업배수	동진 강	중복천 → 고부천 보충	갑문
5	새만금호 유입부 (부안군 동진면 안성리 일원)	농업배수	부안 간선	동진강 본류(좌)	갑문

[그림 3-1] 현장조사 후보지 위치도



[그림 3-2] 후보지1(장재배수로) 상세위치도



[그림 3-3] 후보지2(공사배수장) 상세위치도



[그림 3-4] 후보지3 상세위치도



[그림 3-5] 후보지4 상세위치도



[그림 3-6] 후보지5 상세위치도

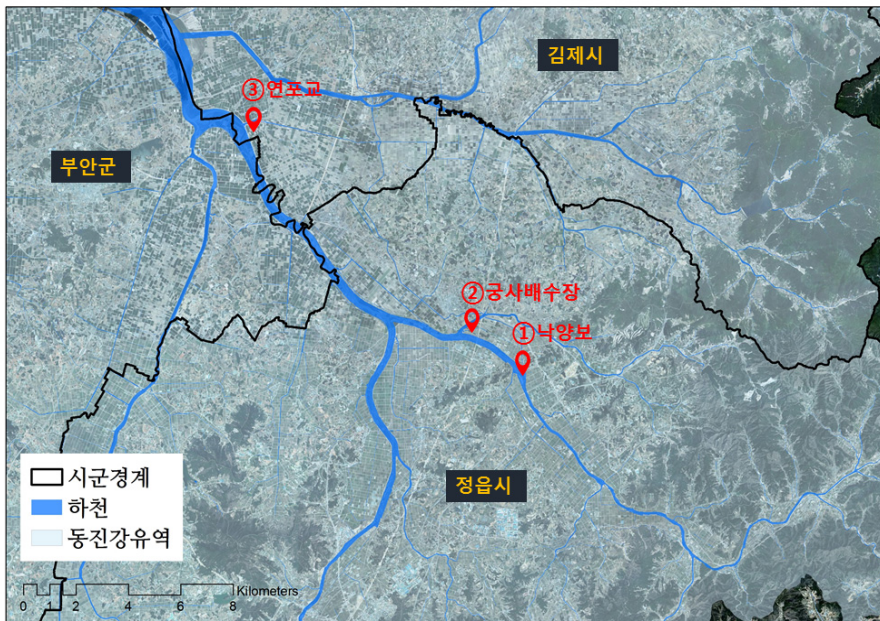


[표 3-2] 현장조사 후보지 지표평가

구분 (No.)		지표					순위 (점수)
		분류 유입	유입/배수 구분	충분한 유량	정책사업 용이성	현장조사 접근성	
1	장재배수로	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	2 (12)
2	공사배수장	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	1 (14)
3	연포교	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	3 (11)
4	중복천-고부천	☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	4 (9)
5	새만금호 유입부	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆	☆	4 (9)

※비고 : ☆☆☆(상), ☆☆(중), ☆(하)

[그림 3-7] 현장조사 선정 후보지 위치도



(2) 현장조사 지점 개요

○ 후보지1 : 낙양보 인근 장재배수로 (정읍시 태인면 낙양리 일원)

- 낙양보는 김제간선 및 정읍간선 용수공급 시점으로 동진강의 거점 수리시설임
 - ※ 낙양보 백파 통수식 : 매년 4월 중순 호남평야 농사의 시작을 알리고 풍년을 기원하는 전국최대규모 통수식임. 낙양보 인근 ‘一源從是百派’ 한 줄기 물의 근원이 백 갈래로 이어진다는 뜻의 기념비가 있음
- 관개기에 장재배수로의 농업배수 유량이 상시 풍부함
- 낙양보는 일부 홍수기를 제외하고 동진강 본류 측 수문을 닫고 운영됨
- 농업배수 외 다양한 오염원이 유입되고 있음
 - 농업배수) 농업활동, 액비저장조
 - 오수) 태서리, 화천리, 장학리 인근 마을오수 유입
 - 방류수) 정읍 제3 일반산업단지 폐수처리 방류수 배수 유입 등
- 선행연구(새만금지방환경청, 2017) DD6 지점으로 31개 조사지점 중 T-N, T-P 부하량이 상위 5위 수준으로 높은 것으로 보고됨
- 현장조사 측정지점 선정: 상류 유입(보림지선), 중간지점(과학교 인근), 농업배수 배출지점(장재배수로)

[그림 3-8] 후보지1 : 낙양보 인근 위치도 (정읍시 태인면 낙양리 일원)



[그림 3-9] 지점1 : 정읍시 칠보면 무성리 인근 상세 위치도



[그림 3-10] 지점2 : 정읍시 태인면 오류리 인근 상세 위치도



[그림 3-11] 지점3 : 정읍시 태인면 태창리 인근 상세 위치도



○ 후보지2 : 군사배수장 인근 (정읍시 태인면 군사리 일원)

- 김제간선에서 물을 공급하여 농업용수로 사용함
- 유입과 유출이 명확하고, 타 오염원 유입이 거의 없음
- 전형적인 농업활동 지역으로 마을(강삼마을), 농경지, 비닐하우스, 대규모 축사(우사) 등이 위치하고 있음
- 대상유역이 상대적으로 크지 않아(약 2km²) 오염원 조사가 용이함
- 말단부의 배수장은 잦은 유출(수문은 보이지 않음)이 있으나, 일정 수위를 유지하여 운영하고 있어 배수로에 용수가 상시 저장되어 있는 상황을 볼 수 있음
- 선행연구(새만금지방환경청, 2017) DD7 지점으로 31개 조사지점 중 부하량 기준으로 중위권에 속하였으나 시범사업 효과분석에 적합한 지역으로 판단됨
- 현장조사 측정지점 선정: 간선 유입지점, 배수장 유출지점(군사배수장)

[그림 3-12] 후보지2 유입-유출 지점



[그림 3-13] 후보지2 : 공사배수장 인근 위치도 (정읍시 태인면 공사리 일원)



[그림 3-14] 후보지2 : 공사배수장 인근 상세 위치도



○ 후보지3 : 연포교 인근 (김제시 죽산면 연포리 일원)

- 간선에서 용수를 유입하여 사용하다 원평천과 동진강으로 나누어져 배수함
- 국내 저수지 효시라 할 수 있는 벽골제(현재 운영하지 않음)가 인근에 위치함
- 말단부의 배수장은 상시배출지점은 아니나, 일정수위 유지를 위해 하루 10cm가량 개방하는 경우가 잦음
- 대상유역 면적이 넓고(24km² 이상) 유입/유출 지점이 다수이며 배수로 길이가 길어 정량적인 부하량 조사가 난해함
- 선행연구(새만금지방환경청, 2017) DD20 지점으로 31개 조사지점 중 배출 유량이 가장 많았으며, 부하량은 COD 2위, T-N 2위, T-P 3위로 높은 지점으로 보고됨
- 현장조사 측정지점 선정: 간선 유입지점 2곳(용선지선, 신곡교), 배수장(마포1 배수문) 유출지점

※ 대상지점은 유입과 유출지점이 다수이므로 대표지점만 선정하여 조사함

[그림 3-15] 현장조사 후보지3 (연포교 인근)



[그림 3-16] 후보자3 : 연포교 인근 위치도 (김제시 죽산면 연포리 일원)



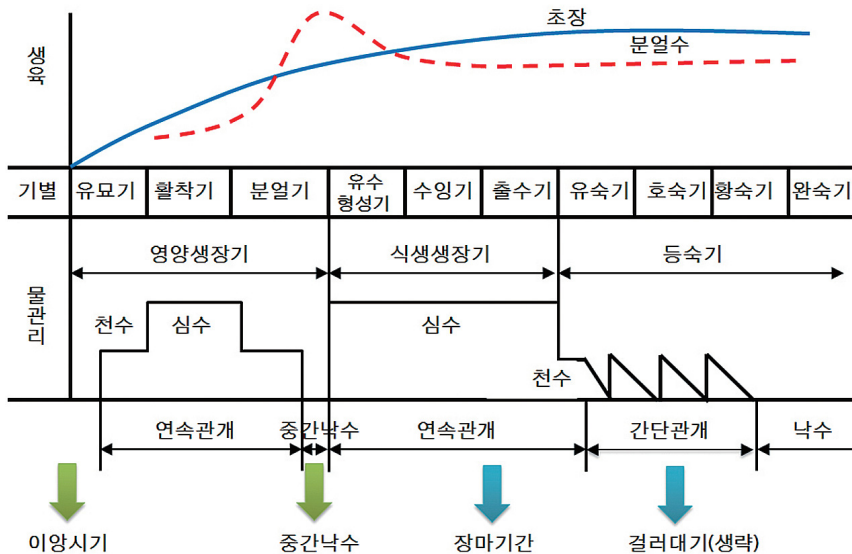
[그림 3-17] 후보자3 : 연포교 인근 상세 위치도



(3) 조사시기 검토

- 모내기 시기(4~5월)_1차
 - 모내기가 끝난 후 일주일 전후로 많은 배수가 있으므로 측정시기로 적합
- 물 걸러대기 시기(6월~7월)_2차
 - 용수를 3일 보관 2일 배수하는 형태로 농지에 물순환이 자주 일어나는 시기
 - 물 순환이 자주 일어나기 때문에 농업용수 배출이 많을 것으로 판단됨
- 수잉기(곡식 이삭이 여물 때)
 - 농지에 용수를 깊이 대기를 하면서 물 수위를 계속 유지하기 위해 용수가 많이 필요하므로 배출이 거의 없음
- 그러나, 대부분의 배수갑문은 배수장 관리자 및 관리 농민을 통해 운영되므로 개폐여부 예측이 어려우므로 현장조사 시 확인 필요
- ※ 정책연구 과제기간(6개월)의 한계가 있어 1년 전체 패턴을 파악하는데 어려움이 있으며 향후 지속적인 모니터링을 위한 후속 과제 추진이 필요함

[그림 3-18] 벼의 성장 과정에 따른 논물 조절과 농사 일정



자료 : 농업비점오염관리 업무편람, 한국농어촌공사 농어촌연구원, 2016. 12.

2. 수질분석 결과

(1) 1차 조사 (21. 6. 7.)

- 조사 4일전 20mm 강우가 있었으나, 1차 조사 시점에서 농배수로 수질에 큰 영향은 미치지 않는 것으로 판단됨
- 후보지1 : 낙양보 인근 장재배수로 (정읍시 태인면 낙양리 일원)
 - [유량] 상류 유입지점인 보림지선 유량은 1.40cms으로 중간지점 과학교 인근에서 농업용수 분기에 의해 0.98cms로 감소하였으며, 배수로 지점에서 1.06cms 수준으로 유지되고 있었음
 - [수질] 유입지점과 과학교 인근 중간지점의 수질은 BOD 감소 이외에 큰 변화는 없었음. 유출 지점인 장재 배수로에서는 T-P 12.5배, SS 8.0배, TOC 3.0배, T-N 1.9배, BOD 1.8배 증가한 것으로 나타남
 - [부하량] 중간지점과 유출지점의 부하량을 비교한 결과 T-P 13.6배, SS 8.7배, TOC 3.2배, T-N 2.1배, BOD 2.0배 증가하여 수질과 유사한 증가경향을 보였음
- 후보지2 : 공사배수장 인근 (정읍시 태인면 공사리 일원)
 - [유량] 유입지점 유량은 0.10cms 수준으로 낮으나, 유출지점은 0.78cms로 농업배수 유출이 있었음
 - [수질] SS성분은 0.5배 감소하였으나, T-P 3.9배, TOC 2.9배, T-N 2.4배, BOD 1.1배 증가하였음. 농업활동에 의한 영양염류와 난분해성 유기물질이 농업배수를 통해 유출되는 것으로 판단됨
 - [부하량] 유입-유출 부하량을 비교한 결과 유출부하량이 T-P 31.5배, TOC 23.7배, T-N 19.3배, BOD 8.6배, SS 4.0배 증가한 것으로 나타남,
- 후보지3 : 연포교 인근 (김제시 죽산면 연포리 일원)
 - [유량] 유입지점1_0.12cms, 지점2_0.02cms로 유량이 낮았음. 샘플지점 유량(교량지점)은 유효 측정값 미만으로 측정되었으나, 마포1 배수문 유출 상황이 1차와 2차가 동일한 것으로 판단되어 2차의 배수문 배출유량 값

1.64cms를 적용하였음

- [수질] 유입지점1과 유출 수질을 비교한 결과 SS성분은 유출에서 2.8배 증가하였으나, TOC, BOD, T-N은 60%수준으로 감소하였으며, T-P는 40%수준으로 감소하였음. 유입지점1의 수질악화 원인 파악은 어려우나, 배수로 탁수(오염)에서 기인한 것으로 판단됨
- [부하량] 유입지점1과 유출 부하량을 비교한 결과 유출부하량이 유입대비 SS 37.5배, TOC 8.7배, T-N 8.2배, BOD 8.1배, T-P 5.9배 증가한 것으로 나타남

[표 3-3] 현장조사 수질 및 유량 특성(1차)

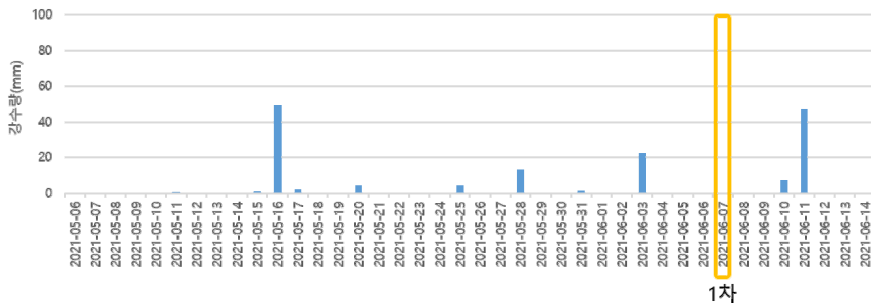
구분		SS (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	유량 (m³/s)
후보 1	보림지선(유입)	8	2.337	3.66	1.383	0.019	1.402
	과학고 인근(중간지점)	8	2.200	2.07	1.383	0.021	0.976
	장재배수로(유출)	64	6.586	3.78	2.676	0.259	1.058
후보 2	강삼양수장(유입)	12	2.486	2.52	1.548	0.043	0.097
	공사배수장(유출)	6	7.306	2.70	3.703	0.169	0.781
후보 3	용선지선(유입1)	16	9.306	8.04	5.360	0.323	0.120
	신곡교(유입2)	12	3.376	3.03	2.341	0.107	0.015
	마포1 배수문(유출)	44	5.965	4.80	3.237	0.139	1.635*

*2차 조사 유량값 적용

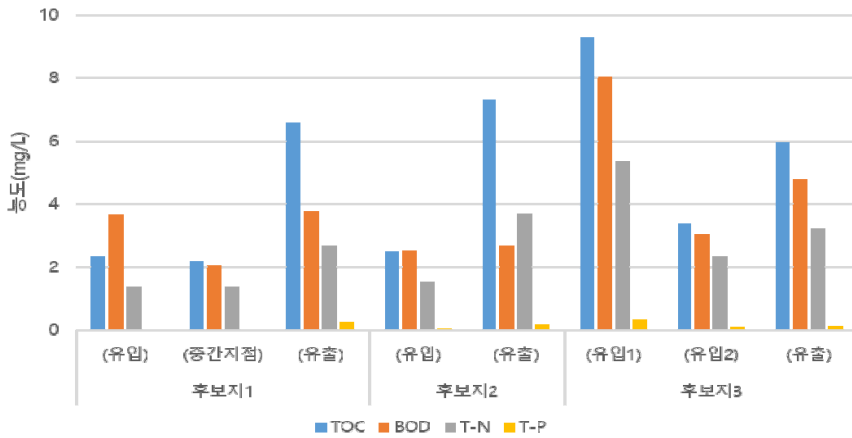
[표 3-4] 수질 항목별 부하량 특성(1차)

구분		SS (kg/d)	TOC (kg/d)	BOD (kg/d)	T-N (kg/d)	T-P (kg/d)
후보 1	보림지선(유입)	969.1	283.1	443.3	167.5	2.3
	과학고 인근(중간지점)	674.6	185.5	174.6	116.6	1.7
	장재배수로(유출)	5,850.3	602.0	345.5	244.6	23.7
후보 2	강삼양수장(유입)	100.6	20.8	21.1	13.0	0.4
	공사배수장(유출)	404.9	493.0	182.2	249.9	11.4
후보 3	용선지선(유입1)	165.9	96.5	83.4	55.6	3.3
	신곡교(유입2)	15.6	4.4	3.9	3.0	0.1
	마포1 배수문(유출)	2,260.2	799.4	576.4	323.8	17.6

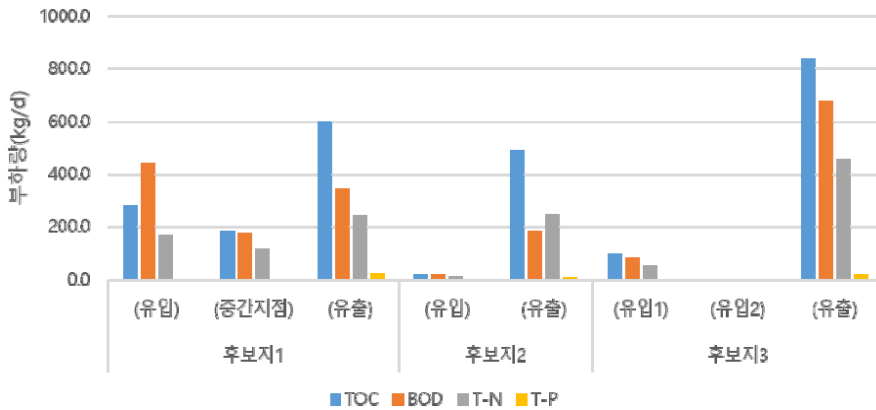
[그림 3-1] 강수현황_정읍지점 (1차 조사)



[그림 3-2] 후보지별 수질 변화 특성 (1차 조사)



[그림 3-3] 후보지별 부하량 변화 특성 (1차 조사)



(2) 2차 조사 (21. 7. 14.)

- 조사 일주일전 90mm의 강한 강우 및 3일간 지속강우가 있어, 농배수로 취입지점 탁수발생 등 일부 오염원 유입 영향이 있을 것으로 판단됨
- 후보지1 : 낙양보 인근 장재배수로 (정읍시 태인면 낙양리 일원)
 - [유량] 상류 유입지점인 보림지선 유량은 1.66cms으로 중간지점 과학교 인근에서 농업용수 분기에 의해 1.21cms로 감소하였으며, 배수로 지점에서 1.51cms 수준으로 증가하였음
 - [수질] 유입지점과 과학교 인근 중간지점의 수질은 BOD 증가(0.87→2.04mg/L) 이외에 큰 변화는 없었음. 유출 지점인 장재 배수로에서는 T-P 2.6배, SS 2.3배, TOC 1.6배, T-N 1.1배 증가하였으나, BOD는 10% 수준으로 감소한 것으로 나타남. 1차 조사 대비 장재 배수로 유출 수질이 상대적으로 양호한 것으로 분석됨
 - [부하량] 중간지점과 유출지점의 부하량을 비교한 결과 T-P 3.2배, SS 2.9배, TOC 2.0배, T-N 1.4배 증가하였으나, BOD는 20% 수준으로 감소하였음
- 후보지2 : 공사배수장 인근 (정읍시 태인면 공사리 일원)
 - [유량] 유입지점 유량은 0.10cms 수준으로 낮으나, 유출지점은 0.69cms로 농업배수 유출이 있었음
 - [수질] SS성분은 0.8배 수준으로 감소하였으나, BOD 1.5배, TOC 1.2배, T-P 1.1배로 소폭 증가하였으며, T-N은 큰 변화가 없었음. 1차 조사 대비 전반적으로 수질은 양호한 것으로 나타남
 - [부하량] 유입-유출 부하량을 비교한 결과 유출부하량이 BOD 10.1배, TOC 8.4배, T-P 7.3배, T-N 6.8배, SS 5.5배 증가한 것으로 나타남. 1차 조사 대비 TOC 증가폭이 크게 감소한 것으로 나타남
- 후보지3 : 연포교 인근 (김제시 죽산면 연포리 일원)
 - [유량] 유입지점1에서 1.39cms의 충분한 유량을 확인할 수 있었으나, 유입지점2는 1차 조사와 유사하게 거의 유입이 없었음. 유출유량은 마포1 배수문에서 1.64cms로 측정되었음

- [수질] 유입지점1과 유출 수질을 비교한 결과 SS성분은 유출에서 40% 수준으로 감소하였고, T-N은 큰 변화가 없었으나, TOC 2.0배, BOD 1.8배, T-P 1.6배 증가하였음. 1차 조사에서 유출수의 수질이 유입수보다 양호하였으나, 2차 조사에서는 전반적으로 유출수 오염농도가 더 높은 것으로 나타남
- [부하량] 유입지점1과 유출 부하량을 비교한 결과 유출부하량이 유입대비 TOC 5.0배, T-P 3.5배, BOD 2.9배, T-N 2.5배, SS 1.2배 증가한 것으로 나타남

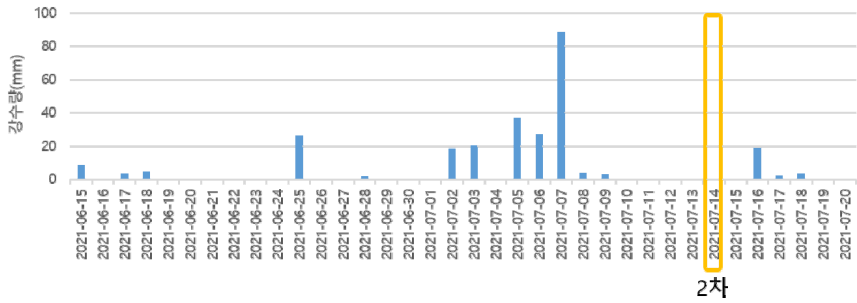
[표 3-5] 현장조사 수질 및 유량 특성(2차)

구분		SS (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	유량 (m³/s)
후보 1	보림지선(유입)	10	2.289	0.87	2.281	0.059	1.659
	과학교 인근(중간지점)	14	2.488	2.04	2.220	0.059	1.210
	장재배수로(유출)	32	3.954	0.27	2.544	0.153	1.510
후보 2	강삼양수장(유입)	22	2.459	0.72	2.174	0.095	0.102
	공사배수장(유출)	18	3.052	1.08	2.191	0.102	0.690
후보 3	용선지선(유입1)	32	2.657	3.24	2.177	0.084	1.394
	신곡교(유입2)	48	3.068	1.41	2.216	0.076	0.005
	마포1 배수문(유출)	16	5.659	4.08	2.292	0.125	1.635

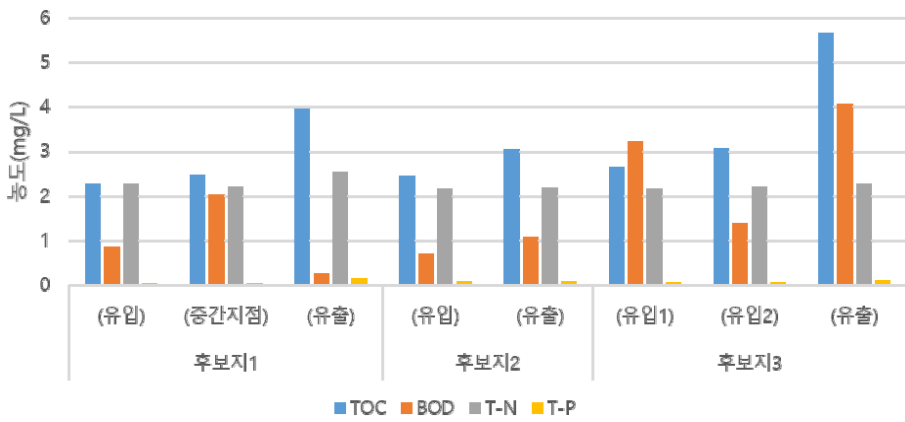
[표 3-6] 현장조사 수질 및 유량 특성(2차)

구분		SS (kg/d)	TOC (kg/d)	BOD (kg/d)	T-N (kg/d)	T-P (kg/d)
후보 1	보림지선(유입)	1,433.4	328.1	124.7	327.0	8.5
	과학교 인근(중간지점)	1,463.6	260.1	213.3	232.1	6.2
	장재배수로(유출)	4,174.8	515.9	35.2	331.9	20.0
후보 2	강삼양수장(유입)	193.9	21.7	6.3	19.2	0.8
	공사배수장(유출)	1,073.1	181.9	64.4	130.6	6.1
후보 3	용선지선(유입1)	3,854.1	320.0	390.2	262.2	10.1
	신곡교(유입2)	20.7	1.3	0.6	1.0	0.0
	마포1 배수문(유출)	2,260.2	799.4	576.4	323.8	17.6

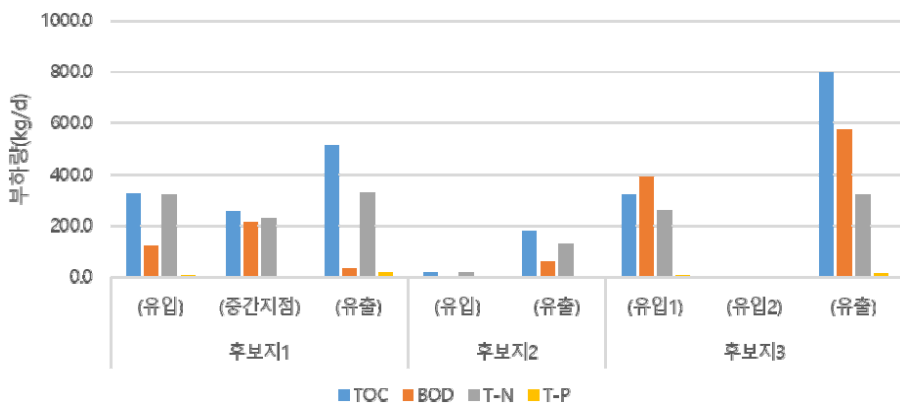
[그림 3-4] 강수특성_정읍지점 (2차 조사)



[그림 3-5] 후보지별 수질 변화 특성 (2차 조사)



[그림 3-6] 후보지별 부하량 변화 특성 (2차 조사)



(3) 농업배수 부하량 비교

- 현장조사 후보지 3곳 농업배수 유출 부하량 평균은 BOD 313.6kg/d, T-N 289.7kg/d, T-P 16.4kg/d로 산정됨
- 새만금지방환경청(2017)에 따르면 동진강 유역 31개 지점(12회 측정)의 농업배수 부하량 합(평균)은 BOD 1,137.1(36.7)kg/d, T-N 681.1(22.0)kg/d, T-P 37.5(1.2)kg/d로 보고됨
- 이는 본 연구의 2회의 조사가 농업배수 배출이 많은 시기에 진행되었고, 선행연구 31개 지점 중 배출유량이 거의 없는 지점이 다수 포함되어 있었기 때문에 판단됨
- 조사 시기 및 횟수가 상이하고, 각 지점별 배수면적 및 오염원 특성을 고려할 때 절대적인 부하량 비교는 어려움

[표 3-7] 배출부하량 비교

구분		BOD (kg/d)	T-N (kg/d)	T-P (kg/d)
후보1	1차	345.5	244.6	23.7
	2차	35.2	331.9	20.0
후보2	1차	182.2	249.9	11.4
	2차	64.4	130.6	6.1
후보3	1차	678.1	457.3	19.6
	2차	576.4	323.8	17.6
평균		313.6	289.7	16.4
동진강 31개 지점 ⁷⁾ 부하량 합계 (평균)		1,137.1 (36.7)	681.1 (22.0)	37.5 (1.2)

7) 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역), 새만금지방환경청, 2017

- 대상유역이 명확한 후보지2의 배수면적당 배출부하량 수준을 선행연구와 비교하고자 하였음
 - 후보지 1, 3의 경우 유입과 배출 모든 지점의 부하량 합계가 아니므로 면적당 배출부하량 산정은 어려웠음
 - 후보지2의 배출부하량은 1차 BOD 91.1 kg/km²·d, T-N 124.9 kg/km²·d, T-P 5.7 kg/km²·d와 2차 BOD 32.2 kg/km²·d, T-N 65.3 kg/km²·d, T-P 3.0 kg/km²·d로 조사시기에 따라 큰 편차를 보였음
 - 논농사 전주기의 배출부하량이 아니므로 선행연구와 절대적인 비교는 불가하나, 선행연구 대비 T-N은 4배 이상, T-P는 2배 이상 높은 값을 보였음
 - 수질오염총량관리의 비점오염원 '답' 원단위와 비교할 경우 BOD기준 최대 20배 이상의 높은 값을 보였는데, 이는 총량제의 연간 배출을 고려한 원단위 산정방식과 본 연구의 조사결과가 연중 배출농도가 가장 높은 시기에서 진행되었기 때문으로 판단됨
 - 또한, 후보지에서 순수 농업활동 뿐 아니라, 일부 생활, 축산, 원예 등 활동에 따른 오염원이 농업배수를 통해 배출되므로 부하량을 높일 수 있는 요인으로 판단됨
 - 농업배수는 단순한 비점오염원 부하량 뿐 아니라 배수지역 내 전반적인 오염 부하량을 배출하는 경로로 지속적인 수질 모니터링 및 관리가 필요함
- [표 3-8] 면적당 배출부하량 비교

구분			BOD	T-N	T-P
지점	배수면적	구분	(kg/km ² ·d)	(kg/km ² ·d)	(kg/km ² ·d)
후보2	2km ²	1차	91.1	124.9	5.7
		2차	32.2	65.3	3.0
선행연구1 단위환산 ⁸⁾			-	16.6	1.0
선행연구2 단위환산 ⁹⁾			-	7.6	1.3
비점오염원단위 '답' 기준 ¹⁰⁾			4.24	2.920	0.467

8) 농업배수의 수질오염(질소, 인) 저감을 위한 친환경적 농업기반정비 방안(최종), 2003, 농업기반공사 농어촌연구원, 2003년 관행구 기준(4~10월)

9) 논으로부터 배출되는 오염부하 특성조사 및 오염부하 산정범용식 개발, 2006, 영산강섬

(4) 현장조사 주요결과

- 농업배수의 유입과 유출이 명확한 후보지2 기준 배출부하량은 유입대비 T-P 19.4배, TOC 16.0배, T-N 13.0배, BOD 9.4배, SS 4.8배 (2회 평균) 증가한 것으로 분석됨
- 본 연구의 현장조사는 과업의 한계로 농업활동 전주기를 반영하기 어려웠고 배출부하량이 높은 시기의 조사수행, 농업활동 이외 오염원이 포함된 결과이므로 전반적으로 선행연구 및 문헌 대비 높은 부하량을 보였음
 - 특히, 동일한 지점이라 하더라도 농업활동 시기, 유입수 특성, 강우영향 등에 따라 배출부하량 특성은 변화가 있으므로 향후 시범사업 추진을 위해서는 지속적인 모니터링이 필요함
- 후보지별 주요 특성과 시범사업 구상 기본방향을 정리하면 다음과 같음
 - 후보지1은 다양한 오염원이 분포하는 지역으로 T-P, 입자상 물질(SS)과 난분해성 유기물질(TOC) 등이 농업배수를 통해 배출되는 것을 확인할 수 있었음. 장재배수로 수질관리와 함께 동진강의 가장 중요한 시설물 중 하나인 낙양보가 위치하고 있어 보 운영과 연계한 시범사업 구상이 가능함
 - 후보지2는 전형적인 농업배수 특성을 보이는 지역으로 농업활동에 따른 유기물질과 영양염류가 배출되는 것으로 분석됨. 농업, 축산, 원예 활동이 밀집되어 있고 후보지 중 배수면적당 배출부하량은 가장 높은 것으로 나타남. 농업배수 수질오염 부하량 저감을 위한 시범사업 최적지로 농업배수 수질정화 관련 시범사업 구상이 가능함
 - 후보지3 유입수로의 경우 현장 운영 상황에 따라 유입유량이 큰 차이를 보였음(유입2지점의 경우 거의 유량이 없었음). 전반적으로 농업용수 유입부하량이 후보지 1, 2에 비해 오염물질 농도가 높은 것으로 분석됨. 유입과 유출이 다양한 경로로 발생하는 지역으로 추가 분석이 필요한 만큼 농업배수 모니터링 관련 시범사업 구상이 가능함

진강 수계관리위원회, 2005년 섬진강수계 적성지구 (5~9월)

10) 수질오염총량관리 규정집, 환경부 국립환경과학원 수질총량관리센터, 2019

4

장

농업배수 수질관리 사례

Jeonbuk Institute

-
1. 시설도입
 2. 제도개선

IV. 농업배수 수질관리 사례

1. 시설도입

(1) 농업용 수로 친환경 공법¹¹⁾

- 최근 들어 환경의 중요성이 부각되면서 생태계 및 경관을 고려한 친환경 공법을 적용한 수로정비 사례들이 많아지고 있음
- 선진국은 70년대부터 자연형 하천정비와 공법에 대해 많은 연구들을 수행해왔지만, 우리나라는 90년대 중반부터 수로정비에 친환경적 개념이 도입되기 시작함
- 친환경 공법으로는 목재를 이용한 목재계 공법, 다공성을 이용한 블록계 공법, 재료에 따라 바구니를 이용한 바구니 공법 등이 있음
 - 이러한 친환경 공법에 필요한 재료로는 식생 기반재를 이용한 롤형, 네트형과 목재를 이용한 공법의 부재료로 방부목, 버드나무 생말뚝 등이 있음

[그림 4-1] 친환경 공법에 사용되는 재료



식생롤(롤형)



갈대매트(네트형)



방부목

- 친환경 수로정비 공법은 수로 및 기능 및 설치목적, 유역의 특성, 경제성, 생태계 및 시공성 등을 고려하여 설치되어야 함

11) 농림수산식품부(2008), 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발

[표 4-1] 친환경 공법의 종류

공 법	사례 및 재료에 따른 공법	특징
목재계 공법	나무방틀과 식생혼용 공법	▪ 급경사면에 적용 가능 ▪ 유수에 의한 침식 및 세굴방지로 수층부 사면안정에 효과 ▪ 돌 틈 사이로 물이 통과하면서 접촉산화 작용으로 수질정화, 여과효과 ▪ 방틀 내 공극으로 어류의 서식처 제공
	삼각방틀과 사석혼용 공법	▪ 시공 간편, 급경사면 적용 가능 ▪ 수려한 수변공간 창출 가능 ▪ 부분보수 가능, 어류 서식처 제공
블록계 공법	다공성 식생블록	▪ 전체 사면에 식생 도입 가능 ▪ 식생 정착되지 않았을 때 건조에 대한 피해가 큼 ▪ 식생의 정착과 배수기능 확보로 사면의 안정성 확보가능
	다공성 어소블록	▪ 물고기와 수서생물의 서식공간 확보 ▪ 배수성 확보로 사면의 안정성 확보 ▪ 전체 일체화를 통한 안정성 확보
	다공성 옹벽블록	▪ 배수성 확보로 사면의 안정성 확보 ▪ 뿌리가 큰 목본류 도입 가능 ▪ 전체 일체화를 통한 안정성 확보
바구니 공법	사각틀 톨망태	▪ 수리적인 안정성 우수 ▪ 다공성 재료로 생태계적인 측면에서 콘크리트 호안보다 유리 ▪ 하천선형의 변화가 심하고 호안경사가 1:1 정도로 비교적 급한 곳에 적용 ▪ 침하나 세굴에 강하며 굴요성이 있음
	식생틀	▪ 호안 유수의 충격흡수, 사면보호 및 식물 뿌리 고정 ▪ 공극에 의한 유수의 여과 및 정수 ▪ 저수호안 적용 시 사면보호 및 수변식물의 조기 녹화 ▪ 식생틀에 의한 수질정화 효과
	콘크리트 바구니 블록	▪ 블록 간 조립이 Key로 연결되어 구조적으로 안정 ▪ 수로에 인접하여 석축 및 옹벽 대응 가능 ▪ 하폭과 고수부 폭이 좁은 상류역에 적합하며 제방사면의 침식방지 효과 ▪ 블록의 기단부는 어소블럭가능, 상단부는 반딧불이 및 수서곤충의 서식공간으로 활용

(2) 환경배려 공법

① 간선 배수로 및 용수로 활용

- 어류들이 빠른 유속에 설 수 있는 공간 확보 및 간선배수로 직선화됨에 따라 여울과 소 등의 큰 변화를 시정하고 생태계 부하를 줄이기 위한 하천바닥 정비와 소를 만들기 위한 작은 섬 등을 배치함

[그림 4-2] 간선 배수로 활용사례



자료 : 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발, 농림수산식품부, 2008

- 간선 용수로와 하천으로 이어지는 수로에 어류를 위한 유속 억제와 여름철 수변의 온도상승 방지를 위해 나무를 심어 그늘을 제공함
- 이러한 시공사례는 용배수로의 이·치수 기능에 수질정화, 식재, 어류 및 양서류 서식지 공간을 마련할 수 있음

[그림 4-3] 간선 용수로 활용사례



자료 : 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발, 농림수산식품부, 2008

② 어도, 낙차공 활용

- 농경지의 어도는 논미꾸라지, 미꾸라지 등 어류들이 어도를 통해 논으로 소상하는 생물이동통로의 기능도 수행함
- 또한, 수로의 단면차를 활용한 낙차공을 조성하여 다양한 물의 흐름을 확보하고 양안 구배에 변화를 주어 어류가 쉴 수 있는 휴식 공간 확보와 어류들의 상·하류간 이동성을 증대 시킴
 - 낙차가 큰 지점에 급류낙차공을 설치하여 수로에 서식하는 미꾸라지를 환경배려 대상으로 하여 논 유입부에 미꾸라지가 소상할 수 있도록 시공하여 수로에 미꾸라지 등이 어려움 없이 기어 올라갈 수 있도록 돌을 일정한 간격으로 배치함¹²⁾

[그림 4-4] 논 어도, 낙차공 활용사례



자료 : 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발, 농림수산식품부, 2008
논 습지 생물다양성 증진을 위한 생태기반 조성연구, 농림수산식품부, 2010

③ 생태이동통로 조성

- 복개된 수로에 갇힌 양서류를 위한 탈출로, 산지를 통과하는 용수로 구간
의 소동물 이동확보를 위한 수로복개
- 갈수기에도 물을 저류할 수 있는 저류공간으로 양서류 등 생물들의 수명
을 연장 시킬 수 있는 저류홈 등 환경(생태계)을 배려한 시공 사례를 쉽게
찾아 볼 수 있음

12) 농림수산식품부(2008), 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발

[그림 4-5] 생태이동통로 조성사례



자료 : 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발, 농림수산식품부, 2008

(3) 인공습지 공법

- 인공습지는 농경지 또는 하천 등의 공간에 생물서식처와 정화기능을 위해 인위적으로 조성한 습지로 국내외에서 흔히 볼 수 있는 자연적인 하수처리 기법의 하나임
- 특히, 둑병은 농경지에 위치한 소형 저류지로 논에 용수공급을 위해 인공적으로 조성된 연못이며 1년 내내 물이 있는 공간으로 어류, 수서곤충들이 논을 기반으로 서식하는 서식처이자 생태연결 통로임
- 과거 2007년부터 친환경농업의 일환으로 자연 둑병 복원 및 인공 둑병 설치 사업을 진행하였고, 둑병에서 생물종다양성을 조사한 결과 수질도 개선되는 효과가 나타나 수자원확보와 수질정화, 생태계 보전 등 다양한 기능을 담당하고 있음

[그림 4-6] 인공습지(둑병) 활용사례

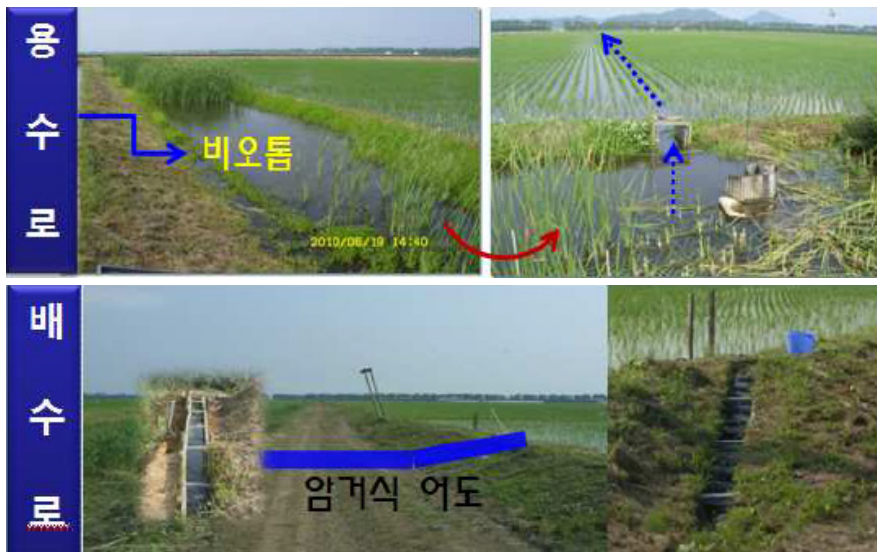


자료 : 가뭄 이기는 조상들의 지혜 '둑병'에 담겨 있네, 경남신문, 2017

(4) 완전순환¹³⁾

- 일본의 경우 토지개량법에 따라 농어촌정비사업시 논 어도, 친환경 수로 등 생태복원 시설을 함께 도입하여 반드시 환경과 조화를 고려하도록 의무화하고 있음
- 일본 아키타현 사례를 살펴보면 용수로는 용수로 → 작은 습지(덤벙) → 논으로 공급되는 시스템을 갖추고 있으며, 배수는 논 → 어도 → 배수로의 구조를 갖는 완전순환형 논 생태계를 구성하고 있음
- 특히, 쌀 생산과 동시에 생물들의 서식 공산을 위해 비오톱 논을 조성함
 - 비오톱 논은 논 안에 항상 물이 고여 있는 수로로 배수로에 어도를 설치하여 완전한 순환형 논을 말함

[그림 4-7] 일본 아키타현 완전순환형 구조 사례



자료 : 논 습지 생물다양성 증진을 위한 생태기반 조성연구, 농림수산식품부, 2010

13) 농림수산식품부(2010), 논 습지 생물다양성 증진을 위한 생태기반 조성연구

(5) 농업비점 관리¹⁴⁾

- 농업비점오염원은 논, 밭, 과수원, 비닐하우스 등 농경지와 농업생산시설 등의 배출원에서 배출되는 농업활동과 관련된 불특정오염발생원으로 주로 농경지에 살포된 농약, 비료, 가축분뇨, 퇴·액비에서 발생 됨
- 특히, 농업비점오염물질은 자연적, 지역적, 시기적 등 인위적 조건에 따라 발생특성의 편차가 매우 심하여 전국적, 획일적 대책 마련이 매우 곤란하다는 특성을 가지고 있음¹⁵⁾
- 이에 따라 한국농어촌공사 농어촌연구원에서는 농업인과 지역주민이 참여하는 최적관리기법(BMPs)¹⁶⁾ 보급과 이행평가 연구를 통해 농업비점오염원을 줄이기 위한 많은 노력을 기울이고 있음

① 토양검정시비

- 토양검정시비는 친환경농업을 육성하기 위해 각 시·군 지방자치단체의 농업기술센터를 통해 토양의 양분상태, 재배작물의 비료요구량, 그리고 농업인이 사용할 비료의 종류를 기준으로 농지의 비료사용량(시비량)을 처방하고, 비료처방량 만큼만 시비하게 하는 영농방법임
- 작물의 성장에 필요한 비료의 양만큼만 사용하므로 과다시비로 발생하는 병충해가 줄어들고 농약사용량을 줄일 수 있어 잠재적인 비점오염원이 되는 토양의 과잉영양물질(비료성분)의 양을 줄일 수 있음
- 토양시비의 목적은 농지에서 유출(배수)이 발생할 때 비점오염물질의 농도와 부하량을 감소시키는 것임

14) 한국농어촌공사 농어촌연구원(2016), 농업비점오염관리 거버넌스 운영 메뉴얼7

15) 환경부·환경보전협회, 손에 잡히는 비점오염 해설서

16) 현대농업기술의 많은 영향인자 중 일부의 인자를 바꾸어서 농업비점오염원을 줄이려는 최적영농관리기법임

② 완효성 비료 사용

- 물과 접촉시 비료성분이 일시에 용출되는 일반비료와 달리 완효성 비료는 물과 접촉시 비료성분이 서서히 용출되는 비료로 토양수 비료성분 농도를 감소시킬 수 있음
 - 완효성 비료를 사용한 논과 밭의 비점오염원 배출부하는 일반비료를 사용한 논과 밭 보다 작음
- 완효성 비료 사용 목적은 농지의 작물 생산성은 유지하면서 질소와 인 등 농업비점오염원의 배출부하를 줄이는데 있음

③ 논 배수물꼬 관리

- 배수물꼬는 논에서 나가는 물을 효과적으로 조절하기 위해 만든 좁은 통로로 나가는 물의 양을 조절함
- 무효방류를 억제하여 관개효율을 증가시키고, 강우시 논의 저류용량 확대로 유출을 줄여 논 비점오염부하를 줄이는데 목적임
- 물꼬관리는 농업용 수자원의 보전뿐만 아니라 비점오염부하를 줄여서 저수지와 하천의 수질을 개선하는데 크게 기여할 수 있음

[그림 4-8] 논두렁에 설치한 배수물꼬 사례



자료 : 농업비점오염관리 거버넌스_농업비점오염 최적관리기법(BMPs) 지침서, 농어촌공사 농어촌연구원, 2016

④ 작물 잔재물 지표피복

- 농경지(밭)의 지표를 덮고 보호하여 강우시 토립자의 이탈(유실)을 줄이고, 토양의 침투능을 높게 유지하여 유출량과 비점오염물질의 배출을 줄임
- 강우량과 강우강도, 토양함수비에 따라 많은 차이를 보이고 있으나 지표피복을 잘 했을 경우 30~60% 이상의 강우유출수 저감효과가 나타남
- 원주지방환경청(2015, 2016)에 의하면 강원도 평창군 대관령면 시범사업으로 벧짚거적의 효과를 측정한 결과 2년 관행농법 대비 95%의 탁수저감효과가 나타남

[그림 4-9] 벧짚을 이용한 지표피복 예



자료 : 농업비점오염관리 가바넌스_농업비점오염 최적관리기법(BMPs) 지침서, 농어촌공사 농어촌연구원, 2016

⑤ 초생대

- 초생대는 경작지의 하류부 또는 하천, 호수 등 수변구역의 경계를 따라 조성된 띠 모양의 풀밭임
- 초생대는 농지에서 내려오는 유출수의 유속을 감소시키고, 유출수에 포함된 토립자, 유기물, 무기염류 등 비점오염물질을 여과, 침전, 분해, 흡착, 식물섭취 등의 자연정화작용으로 제거함
- 설치목적은 농지에서 발생하는 유사, 부유물, 영양물질(질소와 인) 등의 농업비점오염물질을 제거하는데 있음
 - 하천과 저수지 수질오염 예방 및 정화비용 절감, 수생태계 보존 효과가 있음

⑥ 식생 발두렁

- 식생발두렁은 밭고랑의 길이가 길 때, 고랑의 유출수량이 증가하여 세류침식과 협곡침식이 발생하는 현상을 차단하기 위하여 고랑에 설치하는 두렁(두둑)임
- 설치목적은 고랑의 일정한 간격마다 두렁을 설치하고 식생을 유도하여 강우유출시 토양유실 등 비점오염물질의 배출을 줄이는데 있음
 - 흙탕물과 비점오염원 발생을 억제하여 친수활동을 방해하지 않고, 수생태계를 보호하며, 수질환경 개선비용의경감 등의 효과를 볼 수 있음

⑦ 실트펜스

- 실트펜스는 농경지(밭)의 둘레에 설치하여 강우시 지표면 침식에 의한 유사와 농업비점오염물질 발생 및 배출을 저감시키는 장치로 야생동물의 침입 또한 방지할 수 있는 시설임
- 강우유출수의 지표흐름이 한 곳으로 집중하여 흐르는 것을 방지하여 세류침식과 협곡침식을 예방함
- 밭 두둑의 펜스로 바람의 힘을 약화시켜 풍해와 풍식, 그리고 야생 동물에 의한 밭작물의 피해를 줄일 수 있음

[그림 4-10] 실트펜스 설치 예



자료 : 농업비점오염관리 거버넌스_농업비점오염 최적관리기법(BMPs) 지침서, 농어촌공사 농어촌연구원, 2016

⑧ 침사구

- 침사구는 밭의 유출부에 웅덩이를 설치하여 강우시 유출수의 유속을 감소시키거나 일시적으로 저류하여 부유물질을 침전시키고 적은 강우 시 유출수를 저류하여 비점오염원 발생을 줄일 수 있는 소규모 웅덩이임
- 유출량 저감효과는 강우량과 강우강도에 따른 유출량 크기에 따라 많은 차이를 보이고 있으나 강우의 특성보다 중요한 인자는 침사구 규모 대비 침사구로 유입되는 유출량임

⑨ PAM 응집제

- PAM(polyacrylamide)은 고분자 화학물질로서 강력한 흡착관능기를 가지며, 음이온의 분자량이 1,000이상임
- PAM은 액상과 가루형태로 구입할 수 있는데 액상의 경우 관개수로에 혼합하여 지표관개 중 고량의 토양유실을 방지하고 침투능을 증가시키는 효과가 있음
- 가루형 PAM은 물에 녹여 지표면에 살포하는 방식으로 토양에 뿌려진 액상의 PAM이 마르면서 토양입자의 결합력을 강화시켜 토양구조를 안정화시키고, 토양입자 사이를 고정하고, 토양의 세립자들을 덩어리로 만들기 때문에 강우 시 토양유실을 크게 줄일 수 있음
- PAM은 농지뿐만 아니라 건설 현장에도 효과적으로 적용할 수 있으며, PAM으로 인한 수중동물이나, 토양미생물 등 부작용은 보고된바 없으나 고분자 화학물질로 일반인들에게는 부정적 인식을 줄 수 있어 향후 환경단체들에 의해 부정적 효과가 홍보되면 농산물 판매에 큰 타격을 입을 수 있음

2. 제도개선

(1) 정책현황 및 개선방안 사례

1) 제도 및 정책현황

- ‘농어촌정비법’에 따르면 농어촌용수¹⁷⁾가 하수도, 가축분뇨 등으로 오염 될 경우 환경부와 지자체에 개선을 위한 명령과 조치를 등을 요구할 수 있음 (법 21조 1항)
 - 깨끗한 농업용수 공급을 위한 측면으로 농업배수가 공공수역으로 유입되는 것에 대한 대책은 찾아보기 어려움
- 농어촌용수 오염으로 생활환경에 지장을 줄 것이 우려될 경우 농어촌용수 수질개선 대책을 수립 시행(법 21조 3항) 할 수 있음
 - 이에 따라 농업용수 수질개선 사업을 추진 중에 있으나 저수지를 중심으로 조사 사업을 추진 중임
 - 농업용수 수질측정망조사 : 2019년 기준 저수지 953개소, 담수호 22개소
 - 농업용 저수지 수질전수조사 : 13,809개소 대상 ‘18년부터 3년에 1회 실시
 - 공사관리 농업용 호소 수질조사 : 2019년 기준 3,390개소 조사시행
- ‘물환경보전법’에 따르면 농업배수가 배출되는 농업용 수로(시행규칙 5조)는 공공수역으로 구분되고 있으나, 적극적인 관리대책은 부재한 상황임
- 농어촌 용수관리 관련계획은 다음과 같음
 - 제1차 농촌용수이용 합리화 계획(‘99)
 - 농촌생활환경 개선, 도농간 균형발전 도모, 선진농업-농촌 건설
 - 제2차 농어촌용수이용 합리화 계획(‘15~’24)
 - 물이용 효율성 제고, 수질관리 체계강화, 농어촌수자원관리 정보화
 - 국가 물관리기본계획에 따라 농어촌용수이용 합리화 계획 재수립 예정
- 최근 승인된 국가물관리기본계획(‘21. 6.)에서 농업용수 관련 주요현안¹⁸⁾

17) 농업용수를 포함한 농어촌지역에 필요한 모든 용도(공업, 생활, 환경 등)의 용수

18) 이광야, [뉴노멀하다] 통합물관리 시대에서의 농업용수 관리방향, 한국농어촌공사이야기,

을 정리하면 다음과 같음

- 농어촌용수를 포함한 하천수 허가량, 댐·저수지 용수 재배분 기준 검토 등을 통해 용수공급 우선순위에 대한 논의 필요
 - 수질-수량-수생태를 고려한 농어촌용수 관리가 필요하며, 농업용저수지의 다목적 활용체계 마련으로 관리주체 변화 논의 필요
 - 통합물관리 정책에 부합하는 효율화, 자동화, 수요량 조사체계 등과 연계한 농어촌용수이용합리화계획 수립 필요
 - 농어업생산을 위한 용수공급이 아닌 농어촌 정주여건 개선을 위한 ‘농촌 물순환’ 관련 제도 정립 필요
- 그간 농업용수는 공급위주 유량관리에 중점을 두었으나, 향후 수질관리를 포함한 새로운 물수요에 대응하기 위한 전환시점에 있다고 판단됨

2) 제도개선 방안 사례 (선행연구)

- 새만금지방환경청(2017)¹⁹⁾에서는 농업배수 수질관리를 위한 제도개선 대책을 사업 주체별로 다음과 같이 제안하였음
- 환경부 : 하천 수질에 악영향을 미치는 농업용 수로에 대해 수질측정망 운영, 공공시설 설치 및 관리, 배출 금지 등의 대책 추진
 - 농림축산식품부 : 농어촌정비법의 ‘농업생산기반 정비사업’에 농업용 수로 수질개선사업을 포함하여 수질개선 추진
 - 전라북도(지자체) : ‘농어촌용수구역²⁰⁾ 관리에 대한 조례’의 제정 또는 개정을 통해 농업배수 수질관리 대책 추진을 위한 근거 마련. 해당 조례에 오염방지를 위한 대상 시설로 ‘농업용 수로’를 명시
- 제도개선을 통한 농업배수 수질관리 사례는 매우 제한적이며 선행연구에

2021. 4. 21. (<https://blog.daum.net/krcpolicy/8090>)

19) 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역), 새만금지방환경청, 2017

20) 수질관리 및 보전이 필요하다고 인정되는 소규모 유역과 소하천 (농어촌정비법 시행령 24조)

서 제안 수준에 머물러 있어 향후 통합물관리 논의에서 수질-수량-수생태를 고려한 농업용수 관리방안에 대한 본격적인 논의가 필요함

(2) 농업용수 계획의 연계 및 환경영향평가 수행

- 농업배수 수질관리의 필요성이 최근 이슈화 된 만큼 제도 개선(실행) 사례 검토에는 한계가 있었음. 선행연구의 정책 제안내용을 정리하면 다음과 같음
- 김 등(KEI, 2018)²¹⁾은 농어촌용수이용 합리화계획에서 농업비점오염원 관리계획, 소하천 정비사업 등 수질개선 사업과의 연계 수립의 필요성을 제시하였음
 - 용배수로 개보수사업 추진 시 수질개선을 포함한 환경적 기능을 개선할 수 있는 매뉴얼 작성 등 제도적 장치 마련
- 또한, 농어촌용수이용 합리화계획의 전략환경영향평가 수행, 일정 연장 이상의 용배수로 사업의 환경영향평가 수행 등을 제안하였음
 - 현재 연장 10km 하천정비 사업의 경우 환경영향평가 대상 사업

(3) 비점오염원 관리 거버넌스 체계 구축

- 한국농어촌공사 농어촌연구원(2016)²²⁾은 농업비점오염관리 거버넌스 구축 연구를 수행하여 새만금 유역을 대상으로 비점오염원 저감사업을 추진하였음
 - 주민실천 사업(물꼬 높이기, 완효성 비료 사용, 불법소각 근절 등), 배수로 관리 (퇴적물 준설, 정기적 주변 청소, 물순환 개선 등), 참여주민 인식 전환을 위한 교육홍보 추진
 - 수질과 토양에 영향을 최소화하기 위한 BMP(최적농업관리 기법) 개발
- 일본 시가현 비와호 유역의 경우 다양한 이해당사자가 참여하는 마더레이

21) 중소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및 활용방안, KEI, 2018

22) 농업비점오염관리 거버넌스 운영 매뉴얼 1~8권, 한국농어촌공사 농어촌연구원, 2016

- 크 포럼 운영을 통해 비와호 유역 보호관리 프로그램 추진
- 제1기 계획(2000~2010) : 호소 수질 모델 구축, 수질보전, 수원확보 등 관련 환경 프로그램 운영
- 제2기 계획(2011~2020) : 유역 생태계 보전 및 재생, 지역 주민 참여방안 모색, 생활과 호수의 공생관계 형성 등
- 2050년 최종목표 : 비와호와 사람의 공생
- 수원 하천유역네트워크는 2006년 서호천 생태하천복원사업을 시작으로 다양한 이해당사자 참여를 통한 수질개선 활동 추진
- 구성 : 소하천별 네트워크 + 광역단위 대유역 거버넌스
- 역할 : 지역 환경단체가 사무국 역할, 대학에서 소하천 유역 네트워크 총괄, 주민자치센터의 실천활동 지원, 기업의 수질개선 및 용수공급 사업 참여
- 비점오염원 관리 거버넌스는 전문성 있는 중간 지원조직을 중심으로 행정 거버넌스와 실천 거버넌스를 구성하여 참여자의 인식전환, 실천사업 추진 등으로 농업배수 오염 부하를 저감할 수 있는 사업으로 지속적인 사업추진을 위한 법적 근거 마련 등 제도 개선이 필요함
- 최근 환경부는 새만금 유역 수질관리를 위한 '새만금 비점관리센터'를 구축하여 체계적인 거버넌스 사업을 추진할 계획임

(4) 배수갑문 운영 효율화

- 공사 관리 농업용제수문 운영 매뉴얼 작성 방안 (한국농어촌공사, 2018. 7. 12.)
- 관행적으로 운영하고 있는 제수문/갑문의 유량/수질 자료 및 운영 매뉴얼 부재로 홍수기 시 일시에 높은 부하량의 농업배수가 새만금호로 유입
- 농업용 배수문, 제수문, 배수갑문 운영매뉴얼의 필요성을 제시하였으나, 구체적인 작성 범위, 내용, 보급현황 등은 찾아보기 어려움
- 동진강 제수문 관리규정 (한국농촌공사 부안지사, 2009. 9.개정)
- 하천법 14조(하천시설의 관리규정) 및 농업생산기반시설 관리규정의 3조(시설의

안전관리계획 수립)에 따라 ‘동진강 제수문 관리규정’이 제정되었으며, 총칙, 제수문의 운영 및 이용, 홍수경계, 제수문 방류, 수문조작, 점검정비 및 조사측정, 관리비용으로 구성되어 있음

- 제수문의 용도는 농업용수 공급과 홍수조절, 기타 사업으로 정의하고 있으며, 계측수위, 저수량을 명시하고 있음
- 시설물의 안전관리를 위한 홍수경계 조치와 홍수조절 방안, 하천수 방류, 기록, 관리비용 등 운영방안이 기술되어 있음
- 조사측정 중 수질항목이 포함되어 있으나, 전반적으로 용수공급과 시설물 안전관리를 위한 규정으로 향후 환경생태용수를 고려한 운영, 수생태 및 수질을 고려한 운영 등 추가 항목을 검토할 필요가 있음

5

장

농업배수 수질관리 방안

Jeonbuk Institute

-
1. 농업배수 수질관리 개요
 2. 정책사업
 3. 정책기반

V. 농업배수 수질관리 방안

1. 농업배수 수질관리 개요

- 앞서 동진강 유역의 농업용수 이용현황, 현장조사를 통한 농업배수 오염부하량 배출특성, 농업배수 수질관리 사례를 살펴보았으며 본 절에서는 농업배수 관리 기본 방향을 제시하고 동진강 유역에서 추진 가능한 정책사업을 제시하고자함
- 새만금 유역은 전통적인 농업지역으로 농업활동에서의 물의 이용과 배출은 인간과 자연이 조화롭게 살아온 삶의 방식으로 도시와 산업단지에서 배출하는 오폐수와는 엄연히 다른 측면이 있음
- 그러나, 새만금의 수질관리를 위해서는 농업배수를 포함한 상류지역 수질오염 부하량의 절대적인 저감이 필요한 현실임
- 농업배수를 기존의 오폐수와 동일한 방식으로 처리하는 것은 현실적인 한계가 있으므로, 전반적인 농업용수 물관리 패러다임의 변화가 필요한 사항임
- 최근 정부의 통합물관리 정책에서 가장 수요가 높은 농업용수 물관리 개선방안에 대한 논의가 진행 중에 있으며, 이와 연계하여 효율적인 농업배수 관리방안이 마련될 필요가 있음
- 조 등(한국농촌경제연구원, 2020)²³⁾에 따르면 농업용수의 통합물관리 현안으로 수리권 조정, 농업용수 이용료 면제 문제, 비효율적 용수 이용, 물관리 체계의 개편 등을 제시하였음
 - 특히, 농업용수 관련 제도는 조정기능 및 체계적 용수관리 측면이 부족하고, 용수개발에 중점을 두고 있어 수요관리가 어렵고, 하천과 농업용수 수질기간 차이, 수리권 및 수질관련 규정이 명시되지 않는 등 개선의 여지가 많음
- 류와 강(KEI, 2020)²⁴⁾은 통합물관리에 따른 농업용수 중장기 연구로드맵

23) 조원주, 채광석, 최진용, '물관리 일원화에 따른 농업용수 관리제도 정비 방안', 한국농촌경제연구원, 2020

24) 류재나, 강형식, '바람직한 통합물관리를 위한 중장기 정책연구 로드맵', 한국환경정책평가연구원, 2020

수립 연구에서 농업용수 관리 연구 기본방향을 다음과 같이 제시하였음

- 농업용수 정책개발 : 농업용수 기능 재정립, 통합물관리 핵심가치(지속가능성, 안전성, 효율성, 형평성 등) 반영방안, 농업용수 기능강화 및 관리 개선(사용료 부과, 수리권 전환 등), 물순환 회복 및 환경생태 기능 강화 등
 - 경제적 효율적 농업용수 관리 : 농업용수 정보고도화, 사용량 계측, 정보 표준화, 기후변화 등 농업환경 변화를 고려한 최적 관리방안 확립, 공급에서 수요 관리 정책으로 변화, 농업용수와 비농업용수간의 경쟁심화 대응 등
 - 새로운 물 수요에 부응 : 재해예방/물복지/물안보 측면의 역할 정립, 관리주체의 역할 재편, 수질관리/갈등관리 및 소통을 위한 거버넌스 구축 등
- 상기 통합물관리 논의가 진행 중인 상황에서 명확한 법적근거 또는 관련 제도를 제시하기 어려우므로 동진강 농업배수 관리 기본방향을 다음과 같이 설정하였음
- 첫째, 정부가 추진 중인 농업용수 통합물관리 정책과 연계하고 대표적인 농업지역인 새만금(만경/동진) 유역을 시범지역으로 활용함
 - 둘째, 기존 수량 중심의 농업용수 관리 문제점 해결과 동시에 수질 및 생태까지 고려한 대책을 추진함
 - 셋째, 농업배수 수질관리 여건이 배출지점별로 상이하므로, 맞춤형 시범사업 추진 후 성공사례를 전체 유역으로 확대 적용함
 - 넷째, 농업배수 관리는 기존 오폐수의 처리가 아니라 효율적인 물순환 체계 구축의 측면에서 지속가능한 관리 및 자연 활용 기술을 적용함
 - 다섯째, 농업배수 관리에는 유관기관 및 다양한 이해당사자가 존재하는 만큼 충분한 소통을 위한 거버넌스 체계를 구축운영함

○ 상기 기본방향을 고려하여 농업배수 수질관리 정책사업 및 제도개선 사업을 제시하면 다음과 같음

구분	사업(안)	주요내용	담당기관(안)
정 책 사 업	장제배수로	1. 장제배수로 수질정화 시범사업	생태습지, 이동식 수질정화 시스템 도입, 기술공모 추진
		2. 본류 수질개선을 위한 낙양보 운영개선	김제간선 취수지점 변경, 수황저수지 환경유지용수, 산성정수장 잔여량, 자체유역 유출량 활용을 통한 수질개선
	공사배수장	3. 공사배수장 수질정화 시범사업	EM, 탄소섬유, 응집전 시설 도입 검토
		4. 농업배수 수질관리 주민참여 거버넌스 운영	물꼬관리, 축사관리 등 수질관리 BMPs 운영
	연포교	5. 농업배수 실시간 모니터링 시범사업	현재 운영 중인 스마트물관리시스템과 연계한 농업배수 실시간 모니터링
		6. 농업용수 통합물관리 거버넌스 구축	지평선 일원 지역공동체와 연계한 통합물관리 거버넌스 구축 및 운영
정 책 기 반	제도개선	7. 농업직불금 및 농민공익수당 연계 물관리	수질개선 및 통합물관리 관련 이행조건 제시
	모니터링	8. 새만금 유역 농업배수 모니터링 측정망 운영	새만금 유역 농업배수 모니터링 지점 147개소 (비강우 12개, 강우 2개), 10년 단위 로드맵 추진
	협력체계	9. 농업배수 관리 협업체계 구축	단기 시범사업 추진을 위한 협력체계(안) 구축 환경부(전북지방환경청), 농림부(한국농어촌공사) 외

2. 정책사업

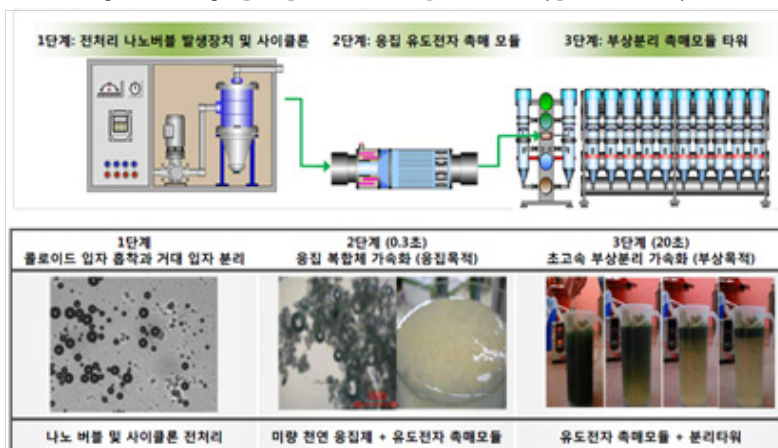
(1) 현장조사 지역 시범사업 구상(안)

1) 장재배수로 구역

① 장재배수로 수질정화 시범사업

- 대상지점 : 낙양보 인근 제외지
- 수질개선 방안 : 생태습지와 정화시설 병행 운영을 통한 오염부하량 저감
- 주요내용
 - 생태습지 : 장재배수로 농업배수를 생태습지 체류 후 배출
 - 농업배수 정화시설(이동식) : 처리시설 선정을 위한 기술공모 또는 타당성연구 추진
- 생태습지는 국내외의 다양한 수질개선 사례를 찾아볼 수 있음
 - 다만, 습지시설의 경우 유지관리 상황에 따라 삭감효과에 큰 차이를 보이므로 사업 추진 시 반드시 유지관리 계획수립이 필요함
- 정화시설 예) 농업용 수로 수질정화 시스템(농어촌연구원)
 - 저농도, 고유량, 특정시기 배출량이 많은 농업배수 관리를 위해서는 상시처리 시설이 아닌 이동식 관리시설 도입 검토가 필요함
 - 농어촌연구원 특허 공법, 초고속 고액분리 방식으로 이동식으로 설치 가능 (현재 적용사례는 찾아보기 어려움)

[그림 5-1] 농업용 수로 수질정화시스템 (농어촌연구원)



- 특정시기 오염부하량 저감을 위한 이동식 수질정화시스템 운영을 검토할 수 있음
- 시범사업을 위한 농업배수 수질정화 기술공모 기획 및 추진 (농업배수 관리시기, 관리방안, 배출부하량 저감량, 수질개선 효과 등 평가를 통한 최적기법 선정)

[그림 5-2] 이동식 수질정화시스템(예시)



[그림 5-3] 낙양보 인근 생태습지 대상 사이트(제외지)



② 본류 수질개선을 위한 낙양보 운영개선

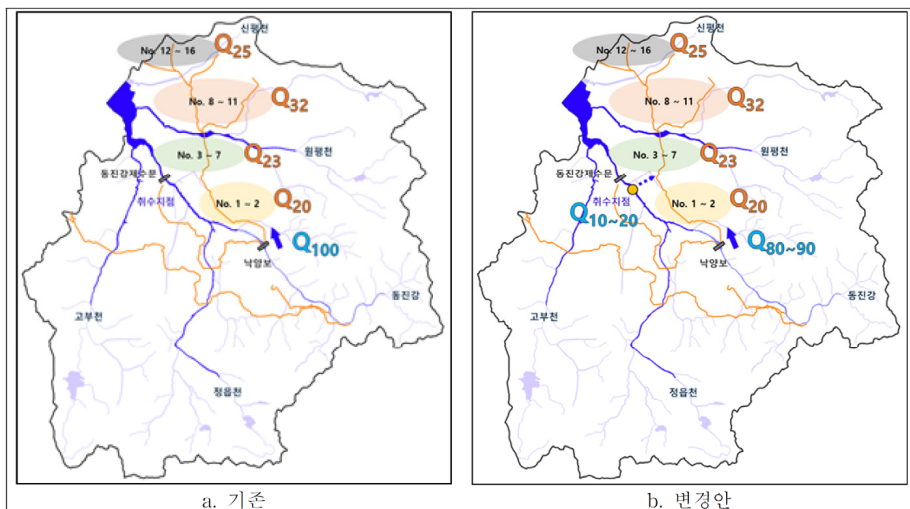
○ 대상지점 : 낙양보, 동진강제수문 일원

○ 수질개선 방안 : 관개기 낙양보에서 동진강 본류 측으로 일정유량 방류를 통한 수질개선 모색

○ 주요내용

- 일정 유량 동진강 본류 하천유지용수 제공방안 모색 (관개기, 비관개기)
- 전북지방환경청(2020)²⁵⁾ 낙양보 운영 개선방안 추진: 낙양보에서 80~90% 취수하고 나머지 10~20%는 동진강 제수문에서 취수
- 김제간선 취수지점 변경, 수청저수지 환경유지용수, 산성정수장 잔여량, 자체유역 유출량 활용 4개 시나리오를 적용한 결과 HSPF 모형은 BOD 0.6 ~ 14.5%, T-N 2.3 ~ 11.2%, T-P 4.5 ~ 27.0%의 수질개선 효과를 보인 것으로 보고됨
- 유량전환 및 취수지점 변경관련 구체적 내용은 농어촌공사와 사전협의 필요

[그림 5-4] 김제간선 취수지점 변경위치



자료 : 낙양보 운영개선으로 하천유지용수 확보방안 마련, 전북지방환경청, 2020

25) 낙양보 운영개선으로 하천유지용수 확보방안 마련, 2020, 전북지방환경청

[그림 5-5] 낙양보 장재배수로 구역 시범사업 구상(안)



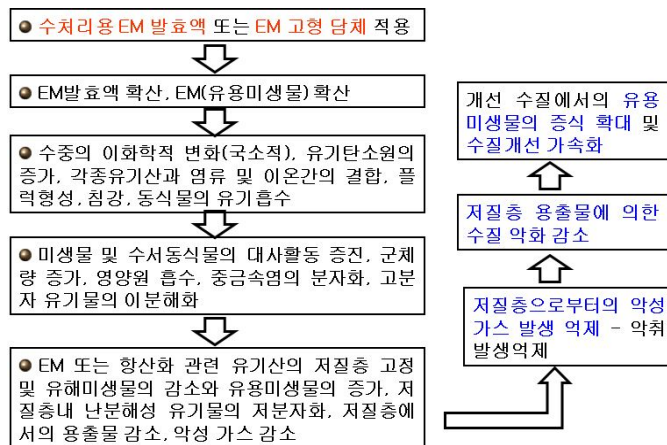
2) 공사배수장 구역

① 공사배수장 수질정화 시범사업

- 대상지점 : 공사배수장 인근
- 수질개선 방안 : EM, 탄소섬유 정화시설 등을 통한 오염부하량 저감
- EM(유용미생물) 활용 수질정화

- EM(Effective Microorganisms; 유용미생물군)은 발효성 미생물과 광합성 균 등을 조합한 다목적 미생물제제로 수질개선에 효과가 있는 것으로 보고됨
- 농업배수 배출지점 또는 배출전 농업배수를 EM 주입을 통해 수질개선 방안을 모색할 수 있음
- EM처리 타당성연구(안) : 시범지역 선정 → 수계 및 주변 환경조사 → 수계 권역별 처리방안 마련 → 수질개선 방안 마련 → 장비설치, 모니터링 및 데이터 분석 → 수계 생태균형 유지방안 마련

[그림 5-6] EM을 통한 수계 수질개선 원리

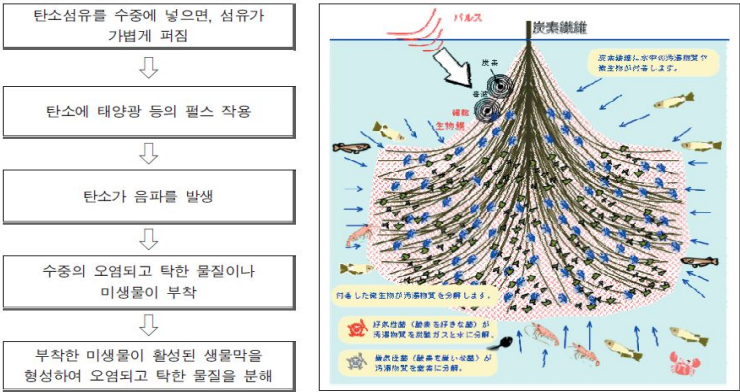


○ 탄소섬유 정화공법

- 직경 7㎜의 탄소섬유 다발을 수중에 침지하여, 탄소섬유 표면에 부착한 미생물의 기능에 의해 오염물질 분해하는 원리
- 전라북도 탄소산업과 연계한 사업추진 가능

- 농업배수 수질개선을 위한 별도 타당성 조사 연구 필요

[그림 5-7] 탄소섬유를 이용한 수질개선 원리



자료: <http://so-en.net/tansoseni.html>

[그림 5-8] 공사배수장 인근 진입로 및 수질정화 시스템 대상 사이트



② 농업배수 수질관리 주민참여 거버넌스 운영

○ 대상지점 : 궁사리 강삼마을

- 새만금 비점오염원관리지역으로 비점오염관리 거버넌스 사업으로 추진가능

○ 수질개선 방안 : 주민 농업활동 실천을 통한 오염부하량 배출 저감

○ 주민참여 거버넌스 사업

- 전문 중간지원조직을 통한 주민인식 개선 및 사업추진
- 농업배수 오염부하량 저감을 위한 최적 BMPs 선정
- 주민참여 농업비점오염원 관리 거버넌스 운영 (완효성 비료, 물꼬조절 등)
- 친환경 비닐하우스 및 축사 운영, 축사 악취관리 사업 추진 등
- 영농폐기물, 생활폐기물 공동 수거 및 분리 배출, 농업경관 관리보전, 공동공간 청소의 공동활동 등

[그림 5-9] 궁사배수장 구역 시범사업 구상(안)

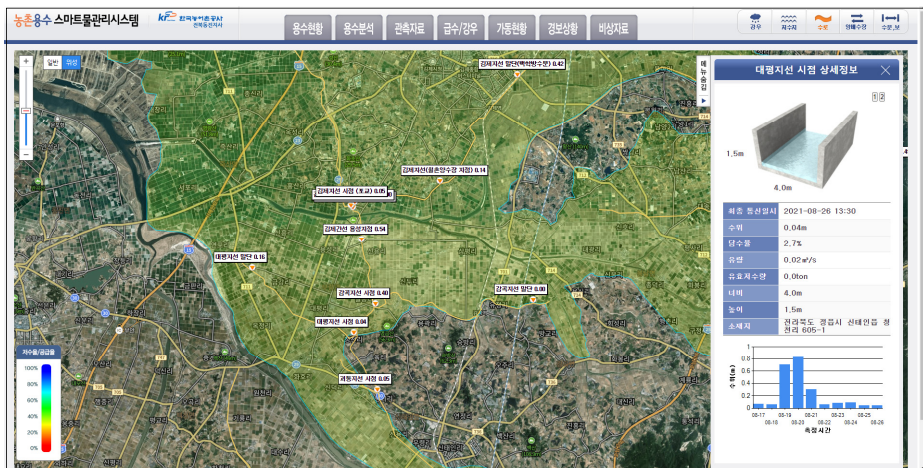


3) 연포교 구역

① 농업배수 실시간 모니터링 시범사업

- 대상지점 : 연포교 인근 농업용수 유입/배출 지점
- 모니터링 방안 : CCTV, 수위계 설치를 통한 실시간 운영현황 파악, 정기 수질/유량 조사를 통한 수질특성 분석 등
- 용수공급 모니터링 현황 및 검토
 - 농어촌공사(전북동진지사)에서 운영하는 농촌용수 스마트물관리시스템에서는 관리구역 내 64개 지점에 대한 실시간 모니터링 정보를 확인할 수 있음
 - 수위, 유량 정보를 포함한 용수분석, 관측자료 검색 등의 부가기능을 제공하고 있음
 - 현재 운영 중인 시스템을 업그레이드 하여 농업용수 수질 정보추가, 농업배수 실시간 모니터링 지점 추가 등 통합물관리 정보시스템 시범사업을 모색할 수 있음

[그림 5-10] 농촌용수 스마트물관리시스템 운영현황

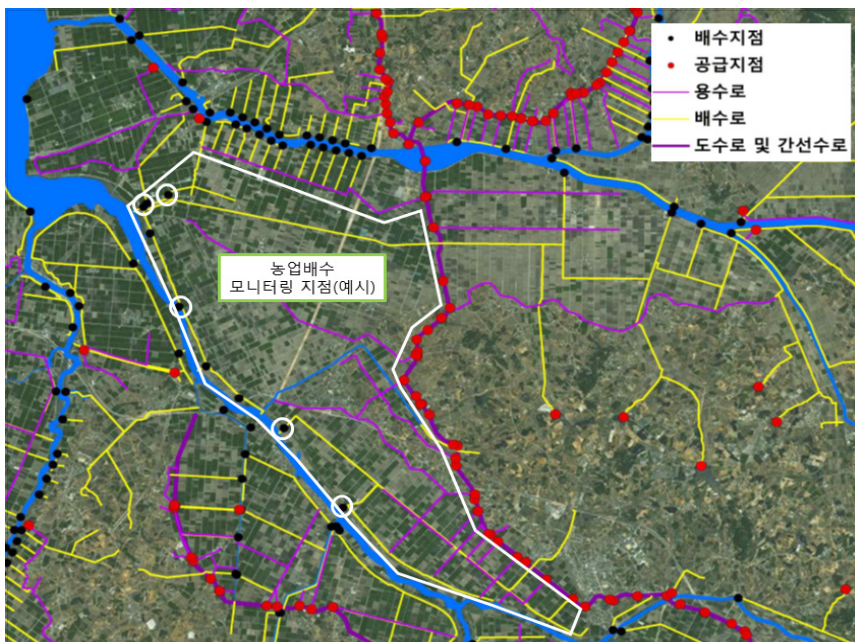


자료 : <http://dongjin.uirri.kr/Dongjin/Contents/MainPage.aspx>

○ 농업배수 실시간 모니터링

- 농촌용수 스마트물관리시스템은 김제간선 주요 공급지점을 모니터링하고 있으며, 본 연구의 조사지역인 연포교 일원을 포함하고 있음
- 김제간선 주요 공급 및 배수지점과 연포교 일원의 모니터링 배출 추가지점(안)을 선정하면 다음 그림과 같음
- 농업배수 모니터링은 수질관리를 위한 오염부하량 현황분석 뿐 아니라 홍수기 침수방지, 갈수기 안정적 물관리 등에 기여할 수 있을 것으로 판단됨
- 특히, 통합물관리가 추구하는 물순환 체계 구축을 위해서는 유입과 유출현황 모니터링이 선결될 필요가 있으며 해당지점은 모니터링 시범사업의 최적지로 판단됨
- 향후 통합물관리를 위한 환경부(금강유역환경청/전북지방환경청)와 농림부(농어촌공사) 협조체계를 구축하고 구체적인 추진방안에 대한 논의가 필요함

[그림 5-11] 농업배수 모니터링 지점(예시)



자료 : 새만금지방환경청 2017, 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역) 재구성

② 농업용수 통합물관리 거버넌스 구축

- 대상지점 : 김제시 부량면, 죽산면 일원 (벽골제를 거점으로)
- 거버넌스 필요성 : 효율적인 수량-수질-생태 통합물관리를 위해서는 다양한 이해관계자가 참여하는 거버넌스 운영이 반드시 필요함. 특히, 농업용수의 경우 물이용, 물분배, 공급/배출의 주체인 지역 공동체의 인식과 역할이 통합물관리 주요 이슈로 논의되고 있음
- 거버넌스 구성 여건
 - 김제간선 공급지역으로 다수의 농업용수 시설물이 위치하며, 벽골제는 물과 관련한 역사적인 공간으로 통합물관리 거버넌스 거점으로 활용이 가능함
 - 김제 대표 행사인 지평선 축제 개최, 벽골제 생태관광지 운영 등으로 지역공동체가 활성화되어 있음
 - 벽골제 연계 시설(민속유물박물관, 국립청소년농생명센터 등)을 교육, 행사 등의 소통의 장소로 활용이 용이함
- 통합물관리 거버넌스 구축 기본방향
 - 통합물관리 이슈(물이용료 부과, 물배분 갈등조정, 시설물 관리, 오염배출 부하량 저감, 수질관리, 물문화 활용 등) 대응을 통한 지역공동체 단위 거버넌스 모델 구축
 - 유관기관 협력을 위한 행정거버넌스와 주민 인식전환 및 실천사업 추진을 위한 실천거버넌스 구축
 - 전문가 참여 중간지원조직을 통한 지속적인 거버넌스 운영체계 구축
- ※ 구체적인 농업용수 통합물관리 거버넌스 구축 및 운영방안은 환경부의 유역물관리기본계획(금강 및 영산강섬진강)과 농림부의 농어촌용수이용 합리화계획(재수립) 등 관련계획에 기반하여 추진 필요

[그림 5-12] 연포교 구역 시범사업 구상(안)



3. 정책기반

1) 농업배수 관리 관련 제도개선

① 전북농민 공익수당 연계 수질관리

- ‘전북 농민 공익수당’ 공익직불제와 연계 운영을 통한 수질관리 사업 추진
 - 전북 농민 공익수당은 ‘전라북도 농어업농어촌 공익적 가치 지원에 관한 조례’에 따라 지급하는 직불제로, 필수 이행조건으로 논/밭의 형상 및 기능 유지, 비료/농약 적정사용 준수를 지정하였음
 - 이행사항을 위반할 경우 직불금을 삭감하거나 지급하지 않을 수 있으므로, 농업활동 수질개선 준수사항(퇴액비 관리, 물꼬관리, 완효성 비료 사용 등)을 설정하여 운영할 경우 수질개선 효과를 기대할 수 있음

② 농림부 공익직불제 연계 통합물관리 대응

- 농림부에서는 농업·농촌의 공익기능 증진과 소득안정 도모를 목적으로 농림부가 지급하는 직불제임
- 농업인 준수사항으로 환경보호, 생태계보전, 마을공동체 활성화, 먹거리안전, 영농활동준수의 17개의 준수사항이 있음
 - 준수사항 미이행 시 직불금 삭감 등 페널티 부여
- 향후 통합물관리 이슈 대응 시 공익직불제 준수사항 등과 연계하여 운영 방안을 모색할 수 있을 것으로 판단됨

2) 농업배수 모니터링

① 새만금 유역 농업배수 모니터링 측정망 운영

- 전북지방환경청(2019)²⁶⁾에서는 농업배수 영향이 큰 새만금 유역을 대상으로 농업배수 모니터링 기본계획 및 운영방안에 대해 다음과 같이 제안

26) 새만금유역 농업배수 최적 관리체계 구축 및 운영방안 마련 연구, 전북지방환경청, 2019

하였음

- 측정지점 : 비강우시 공급지점 2개소, 주요 농업배수 12개소 (만경강 7개, 동진강 5개), 강우시 2개 지점(오산천말단, 대수양배수장 인근) 6개소
 - ※ 최종 대상지점은 측정망 담당기관과 협의하여 최종결정 필요
 - 측정항목 : 기본 측정항목 및 태별 항목을 반영한 16개 항목
 - 측정주기 : 비강우시 연간 12회(2, 3, 7, 8, 10, 12월 1회, 4~6월 2회/월), 강우시 6회 (3~6월 2회 이상 포함)
 - 조사기관 : 별도용역 추진 (현재 미추진)
 - 로드맵(10년) : 연간 단위 모니터링 및 기관협의체 운영(1~10년차), 중간 점검 및 기본계획 변경(5년차), 최종성과분석(10년차) 등
 - 관리체계 : '새만금호 수질관리 운영협의회'를 통한 농업배수 모니터링 결과 정보공유 및 수질개선 사항 논의
- 최근 환경부가 수립 중인 새만금유역 제3단계 수질개선 대책 세부실행계획의 '물환경 모니터링 및 통합관리시스템 구축' 사업과 연계 추진 필요

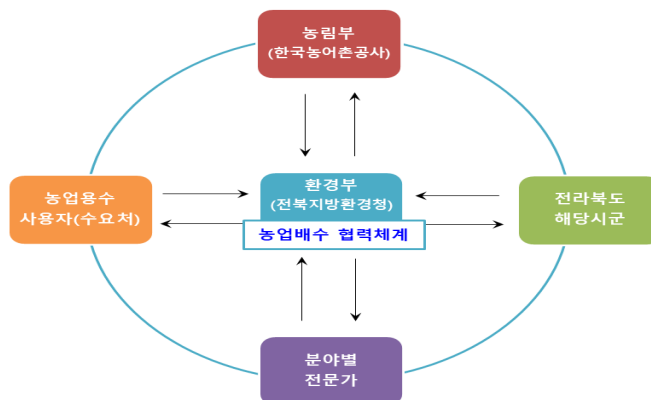
[그림 5-13] 새만금유역 농업배수 장기모니터링 측정지점



3) 농업배수 관리 협업체계 구축

- 새만금 유역의 농업배수 관리를 위해서는 환경부, 농림부, 지자체 및 수요처의 소통을 위한 협력체계 마련이 필요함
- 향후 통합물관리 논의에서 농업배수 관리정책 변화에 따른 법적, 제도적 체계가 마련될 것으로 예상되므로 본 연구에서는 단기 시범사업 추진을 위한 협력체계(안)을 제시하고자 하였음
- 사업의 목적이 수질관리에 있는 만큼 환경부(전북지방환경청)를 중심으로 농림부(한국농어촌공사), 지자체(전라북도), 전문가, 수요처가 참여하는 협의회 형식의 협력체계를 구상(안)을 제시하였음
- 농업배수 협력체계의 참여 주체별 역할은 다음과 같음
 - 환경부(전북지방환경청) : 협의회 운영 총괄, 농업배수 장기 모니터링 추진, 농업배수 수질관리 정책 수립 및 총괄
 - 농림부(한국농어촌공사) : 농업배수 수질관리 시범사업 추진, 배수문 운영 등 농업시설 관리
 - 전라북도 및 해당시군 : 농업배수 거버넌스 시범사업 추진, 농업배수 수질관리 시범사업 지원, 퇴액비 무단살포 단속 등 오염원 관리
 - 전문가 : 농업배수 모니터링 결과 분석, 거버넌스 중간지원조직 운영, 인식개선 교육, 농업배수 관리 정책개발 등
 - 농업용수 사용자(수요처) : 농업배수 수질관리, 농업배수 거버넌스 사업 참여 등

[그림 5-14] 농업배수 관리 협업체계(안)



참고문헌

참고문헌

- 공사 관리 농업용제수문 운영 매뉴얼 작성 방안_ppt자료, 한국농어촌공사, 2018. 7.
- 낙양보 운영개선으로 하천유지용수 확보방안 마련, 전북지방환경청, 2020
- 논 습지 생물다양성 증진을 위한 생태기반 조성연구, 농림수산식품부, 2010
- 논으로부터 배출되는 오염부하 특성조사 및 오염부하 산정범용식 개발, 국립환경과학원 영상간물환경연구소, 2006
- 농업배수의 수질오염(질소, 인) 저감을 위한 친환경적 농업기반정비 방안. 농업기반공사 농어촌연구원, 2003
- 농업비점오염관리 거버넌스 운영 매뉴얼 1~8권, 한국농어촌공사 농어촌연구원, 2016
- 농업비점오염관리 업무편람, 한국농어촌공사 농어촌연구원, 2016
- 농업용 수로의 친환경적 수질정화재료 및 시공기법 개발, 농림수산식품부, 2008
- 동진강유역 농업용수 및 하천사용 실태 조사분석 연구, 전북연구원, 2020
- 물관리 일원화에 따른 농업용수 관리제도 정비 방안, 한국농촌경제연구원, 2020
- 바람직한 통합물관리를 위한 중장기 정책연구 로드맵, 한국환경정책평가연구원, 2020
- 새만금유역 농업배수 최적 관리체계 구축 및 운영방안 마련 연구, 전북지방환경청, 2019
- 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(동진강유역), 새만금지방환경청, 2017
- 새만금유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(만경강유역), 새만금지방환경청, 2016
- 손에 잡히는 비점오염 해설서, 환경부, 2016

수질오염총량관리 규정집, 환경부 국립환경과학원 수질총량관리센터, 2019
전라북도 농업용수 활용실태 조사 및 다변화 방안 연구, 전북녹색환경지원센터,
2020
중소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및 활용방안, KEI, 2018
제2차 비점오염관리 종합대책, 환경부, 2012
제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책, 환경부, 2020
2019년 농업생산기반정비 통계연보, 농림축산식품부·한국농어촌공사, 2020
4대강 비점오염원관리 종합대책, 환경부, 2004

www.wamis.go.kr (국가수자원관리종합정보시스템)

정책연구 2021-17

동진강 하천수질 개선을 위한 농업배수 관리방안

발 행 인 | 권 혁 남

발 행 일 | 2021년 9월 30일

발 행 처 | 전북연구원

55068 전북 전주시 완산구 콩쥐팍쥐로 1696

전화: (063)280-7100 팩스: (063)286-9206

ISBN 978-89-6612-341-4 93530

본 출판물의 판권은 전북연구원에 속합니다.

