

발간등록번호

11-1543000-001104-10

Annual Report



농촌지하수관리 관측망 보고서

Annual report on the Rural Groundwater
Management Network in Korea (2019)



농림축산식품부



한국농어촌공사

발간등록번호

11-1543000-001104-10

Annual Report



농촌지하수관리 관측망 보고서

Annual report on the Rural Groundwater
Management Network in Korea (2019)



농림축산식품부



한국농어촌공사

요 약 문

1. 농촌지하수관리 관측망 개요

□ 목 적

- 농어촌 용수구역별 지하수위·수질 악화 우려지역에 대한 지하수 장기 관측자료 분석을 토대로, 해당 용수구역 지하수의 합리적 개발·이용 및 보전 도모
- 가뭄 등 농어촌 지하수 보전 관리를 위한 계측시스템으로 활용하여, 기후변화에 따른 수자원 사전 확보 및 대책 수립에 활용

□ 개 요

- 전체 사업기간 : 2002. 1. ~ 2021. 12.(20년간)
- 금회 사업기간(18차년도) : 2019. 1. ~ 2019. 12.
- 사업시행근거 : 농어촌정비법 제15조 및 동법 시행령 제24조
- 관련근거 : 지하수법 제17조 및 동법 시행령 제27조

지하수관리기본계획 수정계획(2017 ~ 2026)

- 사업 내용
 - 관측공 개발 및 원격 지하수 관측시스템 설치
 - 실시간 지하수위·수질(전기전도도, 수온) 관측
 - 관측공 수리지질 특성(수온, 전기전도도 검증) 현장조사
 - 지하수위 변화를 토대로 지하수 수량 변동 특성 분석
 - 농어업 용수로서 지하수 수질 적합성 분석
 - 가뭄 등 농어촌 지하수 보전 관리를 위한 관측망으로서 역할 수립

□ 추진 경과

○ 2002 ~ 2019년 : 농촌지하수관리 사업 종료지구에 대해 총521개 관측시설
설치(※각 용수구역별 1개소 이상 설치 목표)(그림 1)

○ 행정구역별 : 총 114시·군·구 521개소(표 1)(그림 1)

인천 1시·군·구 4개소, 경기 13시·군·구 51개소, 강원 14시·군·구 54개소,
충북 11시·군·구 40개소, 충남 13시·군·구 60개소, 전북 12시·군·구 51개소,
전남 15시·군·구 97개소, 경북 19시·군·구 94개소, 경남 16시·군·구 70개소

<표 1> 농촌지하수관리 관측망 시·군·구 지자체별 관측공 개소수

광역시·도	시·군·구 (관측공 개소)	시·군·구명
9	114(521)	
인천	1(4)	강화(4)
경기	13(51)	화성(4), 평택(5), 이천(4), 광주(1), 김포(3), 여주(4), 파주(4), 용인(6), 가평(3), 안성(6), 남양주(2), 포천(7), 양주(2)
강원	14(54)	원주(7), 춘천(4), 횡성(4), 평창(4), 홍천(7), 양구(3), 화천(4), 고성(2), 인제(4), 강릉(6), 양양(1), 삼척(1), 철원(5), 영월(2)
충북	11(40)	음성(5), 제천(4), 진천(4), 괴산(4), 증평(2), 옥천(4), 영동(4), 보은(4), 청원(1), 충주(4) 청주(4)
충남	13(60)	아산(6), 공주(5), 금산(6), 논산(3), 부여(5), 서천(4), 보령(6), 청양(5), 홍성(5), 예산(5) 태안(4), 서산(3), 당진(3)
전북	12(51)	부안(4), 정읍(7), 순창(7), 장수(5), 고창(4), 진안(2), 무주(3), 남원(6), 익산(5), 완주(3), 임실(3), 김제(2)
전남	15(97)	무안(8), 보성(7), 장성(5), 화순(6), 장흥(6), 영광(7), 함평(7), 신안(1), 진도(5), 곡성(6), 순천(8), 고흥(9), 해남(12), 담양(5), 영암(5)
경북	19(94)	영천(7), 상주(9), 안동(6), 청송(6), 문경(5), 봉화(7), 군위(3), 포항(6), 구미(7), 경주(5), 김천(4), 칠곡(4), 의성(10), 예천(1), 청도(4), 영양(5), 울진(3), 영주(1), 경산(1)
경남	16(70)	김해(4), 진주(7), 사천(6), 하동(6), 합천(4), 밀양(6), 거창(3), 거제(3), 창녕(5), 산청(5), 양산(2), 남해(4), 의령(6), 함안(4), 함양(2), 경남 고성(3)

- 2002~2018년 설치(446개소)
- 2019년 설치(75개소)

경기·인천권

설치년도	설치개소
'02~'13	22
'14	2
'15	4
'16	7
'17	6
'18	8
'19	4
계	55

충북권

설치년도	설치개소
'06~'13	15
'14	2
'16	5
'17	7
'18	6
'19	5
계	40

충남권

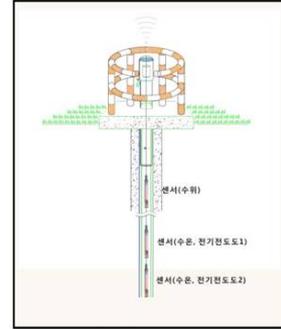
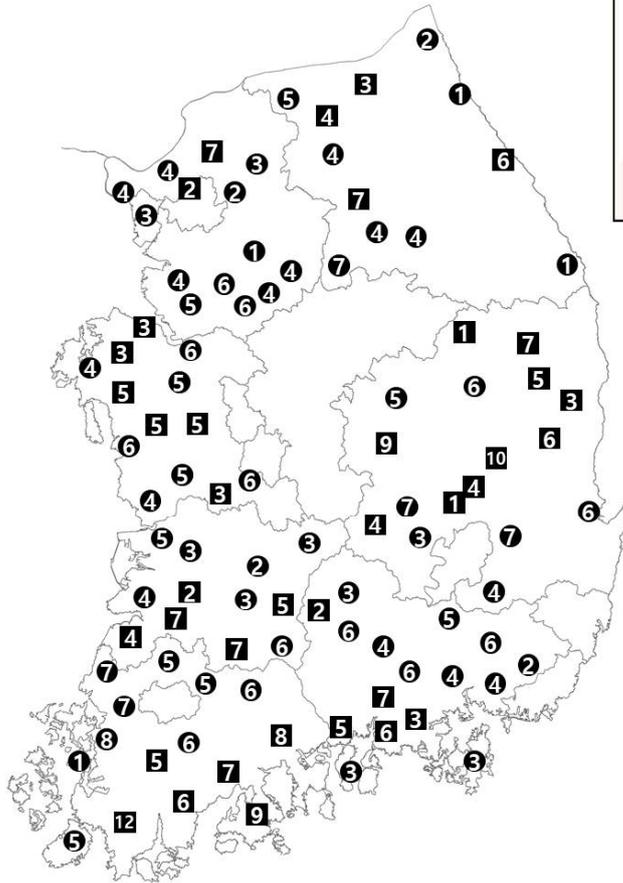
설치년도	설치개소
'05~'13	15
'14	2
'15	4
'16	6
'17	8
'18	16
'19	9
계	60

전북권

설치년도	설치개소
'05~'13	12
'14	3
'16	6
'17	9
'18	13
'19	8
계	51

전남권

설치년도	설치개소
'03~'13	19
'14	6
'15	8
'16	11
'17	18
'18	19
'19	16
계	97



강원권

설치년도	설치개소
'06~'13	20
'14	4
'15	4
'16	5
'17	5
'18	8
'19	8
계	54

경북권

설치년도	설치개소
'07~'13	21
'14	6
'15	8
'16	10
'17	16
'18	17
'19	16
계	94

경남·울산권

설치년도	설치개소
'03~'13	21
'14	4
'15	6
'16	8
'17	10
'18	12
'19	9
계	70

<그림 1> 농촌지하수관리 관측망 현황

2. 농촌지하수관리 관측망 시설 유지 관리

□ 설치 및 유지 관리

- 농촌지하수관리 관측망은 농어촌 용수구역별 지하수 수량 및 수질 우려 지역 위주로 설치
- 분기별(4회/년) 관측망 시설 점검 및 유지 관리로 관측 자료의 타당성 확보

□ 관측 자료 관리

- 농촌지하수관리 관측망은 관측공, 관측센서, RTU, 전원공급장치, 보호시설 등으로 구성
- 수온, 전기전도도, 수위 등 3가지 관측 자료는 서버로 실시간 전송(72회/일)
- 지하수 수질 시료 분석 및 검증(수온, 전기전도도) 실시(1회/년)
- 관측 자료는 지하수자원의 양적 변화 및 오염에 대비한 적극적인 대책의 일환으로 활용 가능
- 실시간 관측 자료를 비롯한 수질 및 물리검증 자료 및 연차보고서는 농어촌지하수관리시스템(<https://www.groundwater.or.kr>)을 통해 제공 중

3. 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

□ 신규 75개소 농촌지하수관리 관측망 설치 및 조사

- 설치 위치 : 경기 4개소, 강원 8개소, 충북 5개소, 충남 9개소, 전북 8개소, 전남 16개소, 경북 16개소, 경남 9개소
- 현장측정 항목 분석 결과, 수온은 11.6 ~ 18.4 °C 범위로서 일반적인 암반지하수 수온 범위

- 전기전도도 관측 결과, 총 75개 관측공 중 54개 관측공(72%)은 99~654 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 범위로 농어업 용수로 즉시 사용이 가능하지만, 나머지 관측공(21개소, 28%)은 해수침투 내지 지표오염물질의 유입으로 전기전도도가 증가하여 농경지 지하수 공급 불가
- 수질유형 분석 결과, 총 75개소 관측공 중 Ca-HCO₃ 유형 37개소(49%), Na-Cl 유형 17개소(23%), Na-HCO₃ 유형 5개소(7%), (Na+K)-HCO₃ 유형 4개소(5%), Ca-(HCO₃, Cl) 유형 3개소(4%), (Ca, Na+K)-HCO₃ 유형 2개소(3%), 기타 뚜렷한 음양이온이 나타나지 않는 유형 7개소(9%)로 대부분 담수에 속하지만 일부 관측점에서 지표오염물질이 유입된 특성
- 관측공이 설치된 암반 대수층의 수리전도도 1.64 $\times 10^{-6}$ ~ 7.68 $\times 10^{-4}$ cm/sec 범위로서 지역별로 다양하게 나타남

□ 지하수위 관측 결과(※기설 446개소)

- 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동 분석 결과,
 - 0 ~ 2 m 변동 : 279개소(63%)
 - 2 ~ 4 m 변동 : 89개소(20%)
 - 4 m 이상 변동 : 78개소(17%)
- 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동과 국가지하수 관측망의 변동을 비율로 비교해 본 결과,
 - 0 ~ 2 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(63%) > 국가지하수 관측망(38%)
 - 2 ~ 4 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(20%) < 국가지하수 관측망(38%)
 - 4 m 이상 변동 : 농촌지하수관리 관측망(17%) > 국가지하수 관측망(24%)
- 농촌지하수관리 관측망은 국가지하수 관측망보다 0 ~ 2 m 범위 수위 변동폭 비율이 높고, 2 ~ 4 m 범위와 4 m 이상 변동은 낮다
- 농촌지하수관리 관측망은 대부분 농경지 주변에 위치한 반면, 국가지하수 관측망이 대부분 하천변에 위치하여 하천수 수위변화의 영향을 받음

- 농촌지하수관리 관측망 설치지역의 농경지는 대부분 투수성이 불량한 점토질 논이어서, 국가지하수 관측망 설치부지에 비해 함양이 불리한 여건
- 관측망의 설치 위치, 굴착 심도, 지형경사 및 기타 주변환경 여건 등 직접 비교하기 힘든 여러 복합적인 요인들이 이러한 차이를 발생시켰을 것으로 추정

□ 지하수 수질 관측 결과(총 521개소)

- 농촌지하수관리 관측망 수질분석 결과를 나트륨 흡착율 대비 전기전도도로 정리한 결과
 - 관개용수로 지하수 직접 활용 가능 '낮음(700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하)' : 408개소(80%)
 - 답작 활용 가능/저염식생 활용 불가능 '낮음(700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)' : 35개소(7%)
 - 토양 구조에 위해/전기전도도가 높아 타 수자원 모색 '중간' : 21개소(4%)
 - 관개용수로 지하수 이용 금지 필요 '높음' : 9개소(2%)
 - 관개용수로 지하수 이용 금지 필요 '매우 높음' : 48개소(8%)
- 농경을 비롯 가뭄 발생 시에도 활용이 불가능하고, 주변지역에 신규개발도 지양해야 하는 '높음' 및 '매우 높음'은 전남이 25개소로 가장 많았으며, 충남 12개소, 경남 11개소, 전북 5개소, 강원 2개소, 경북 및 경기 각 1개소 순
- '낮음' 지역은 가뭄 등 지하수 장해 발생에 대비하여 대수층별 지하수위 변화와 가뭄 발생과의 상관관계 등에 대한 연구 필요

□ 장기관측자료 추세 분석 결과(총 446개소)

- 전국 농촌지하수관리 관측망의 장기관측 자료의 추세를 분석하여 지하수위 저하, 전기전도도 상승 및 수온 변화가 나타난 관정 분석 결과, 총 230개소 시설관정에서 추세 변화 관찰
 - 지하수위 저하 : 166개소(37%)
 - 전기전도도 증가 : 40개소(9%)
 - 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 24개소(5%)

□ 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입하여, 관측공 주변 지하수를 구분한 결과, 총 247개 시설 관측공 주변 지하수는 이용에 유의할 필요(표 2)
 - 관심: 152개소(34%)
 - 주의: 29개소(7%)
 - 경계: 12개소(3%)
 - 심각: 54개소(12%)
- ‘관심’ 지역 : 지하수 개발·이용 시 허가·신고 이용량 범위 내에서 지하수를 사용하고, 분뇨, 농약 및 외부오염원의 관리 필요
- ‘주의’ 및 ‘경계’ 지역 : 관측공 주변 지하수 이용 시, 양수량을 현재 이용량 보다 낮은 수준으로 운용을 통한 지하수위 회복이 필요하고, 지상 오염원의 대수층으로 직접 유입 차단 필요
- ‘심각’ 지역 : 대부분 지하수의 전기전도도가 높아 농어업용 목적으로 이용이 불가능한 지역으로, 타 수자원을 이용하는 방안 수립 필요

<표 2> 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu S/cm$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
계	247개소					
인천	강화1	수위감소				관심
경기 (21)	화성1	수위감소				관심
	화성2	전도도증가			나트륨	심각
	평택1	나트륨			전도도증가	심각
	평택2	수위감소				관심
	평택3	수위감소				관심
	평택5	수위감소 전도도증가				관심
	광주1	수위감소				관심
	김포1	수위감소				관심
	김포2	수위감소				관심
	여주1	수위감소				관심
	파주2	수위감소				관심
	파주3	나트륨 전도도증가				관심
	파주4		수위감소			주의
	용인3	수위감소				관심
	안성1	수위감소				관심
	안성2	수위감소				관심
	안성5	수위감소				관심
	남양주2	수위감소				관심
	포천2	수위감소				관심
	포천4	수위감소				관심
	양주1	수위감소				관심
강원 (24)	원주4	수위감소				관심
	춘천1	수위감소				관심
	춘천4	수위감소				관심
	횡성2	수위감소				관심
	횡성3		나트륨		수위감소	심각
	홍천1	수위감소				관심
	홍천3	수위감소				관심
	홍천5	나트륨			전도도증가	심각
	평창1	수위감소				관심
	평창2	수위감소				관심
	평창3	수위감소				관심

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
강원 (24)	양구1	수위감소				관심
	화천1	수위감소				관심
	화천2	수위감소				관심
	인제1	나트륨 수위감소				관심
	인제3				수위감소	심각
	인제4		나트륨			주의
	강릉2	전도도증가			나트륨	심각
	강릉4	수위감소				관심
	삼척1			나트륨		경계
	철원1	수위감소				관심
	철원2		수위감소			주의
	철원4				전도도증가	심각
	영월2	나트륨				관심
	충북 (20)	음성1	수위감소			
음성3			수위감소			주의
제천1		수위감소				관심
제천2			수위감소			주의
괴산2		나트륨 수위감소 전도도증가				관심
괴산3		수위감소				관심
진천1		수위감소				관심
진천3		수위감소				관심
진천4		수위감소				관심
증평1		수위감소				관심
옥천1		수위감소				관심
옥천2		수위감소				관심
옥천4		수위감소				관심
영동1		수위감소				관심
보은2		수위감소				관심
청원1		수위감소				관심
충주1		수위감소				관심
충주2			수위감소			주의
충주4	수위감소				관심	
청주2	수위감소				관심	

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
충남 (32)	아산1	수위감소		나트륨		경계
	금산4	수위감소				관심
	금산6	수위감소				관심
	공주1	수위감소				관심
	공주2	수위감소				관심
	공주3	수위감소				관심
	공주4	수위감소				관심
	부여2				나트륨	심각
	부여4			나트륨		경계
	논산1	수위감소	나트륨			주의
	논산2	수위감소				관심
	서천1			나트륨		경계
	서천2	수위감소			나트륨	심각
	서천3	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
	서천4		수위감소			주의
	보령1				나트륨 전도도증가	심각
	보령3	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	보령5	수위감소				관심
	보령6	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	청양1	수위감소				관심
	청양2	수위감소				관심
	청양3	수위감소				관심
	홍성1	수위감소				관심
	홍성2	수위감소				관심
	예산1	수위감소				관심
	예산3	수위감소				관심
	태안1	수위감소			전도도증가	심각
	태안3	수위감소 전도도증가				관심
	태안4	나트륨	수위감소			주의
	서산1	나트륨				관심
	서산2				나트륨	심각
	당진3				나트륨	심각

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전북 (18)	부안1	나트륨 수위감소				관심
	부안2(신)	수위감소				관심
	부안3				나트륨 전도도증가	심각
	부안4	전도도증가			나트륨	심각
	순창4	수위감소				관심
	장수1	수위감소				관심
	고창3	수위감소				관심
	진안2	수위감소				관심
	무주2	수위감소				관심
	남원2	수위감소				관심
	익산1	수위감소				관심
	익산2	수위감소				관심
	익산3	수위감소	나트륨			주의
	익산4	수위감소				관심
	익산5				나트륨 전도도증가	심각
	완주1	수위감소				관심
	완주2	수위감소				관심
	김제2		나트륨			주의
김제2		나트륨			주의	
전남 (57)	무안1	나트륨				관심
	무안2	나트륨 수위감소	전도도증가			주의
	무안3	수위감소				관심
	무안4	나트륨	전도도증가			주의
	무안5	수위감소		나트륨	전도도증가	심각
	무안7				나트륨	심각
	보성1		나트륨			주의
	보성2	수위감소				관심
	보성3	수위감소				관심
	보성4	수위감소				관심
	장성1	수위감소				관심
	장성2	나트륨		전도도증가		경계
장성4	전도도증가				관심	

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전남 (57)	장성5	나트륨				관심
	화순1	수위감소				관심
	화순2	수위감소				관심
	화순6	나트륨				관심
	장흥1				나트륨	심각
	장흥2	수위감소				관심
	장흥3	수위감소				관심
	영광1	수위감소	전도도증가		나트륨	심각
	영광4	나트륨			전도도증가	심각
	영광6	수위감소				관심
	영광7			수위감소		경계
	함평2	전도도증가	나트륨			주의
	함평4		수위감소			주의
	함평5				나트륨 전도도증가	심각
	함평7				나트륨	심각
	신안1	수위감소			나트륨	심각
	진도1	수위감소	나트륨		전도도증가	심각
	진도2	나트륨				관심
	진도3	나트륨 전도도증가				관심
	진도4				나트륨	심각
	순천1	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
	순천2	수위감소				관심
	순천3	수위감소				관심
	순천4		나트륨			주의
	순천6	전도도증가			나트륨	심각
	순천8				나트륨	심각
	곡성3	수위감소				관심
	곡성4	수위감소				관심
	고흥1				나트륨 전도도증가	심각
	고흥2	수위감소 전도도증가		나트륨		경계

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전남 (57)	고흥3	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
	고흥4	수위감소				관심
	고흥5				나트륨 전도도증가	심각
	고흥6		전도도증가		나트륨	심각
	고흥7	전도도증가			나트륨	심각
	고흥8	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	해남2				나트륨	심각
	해남3	전도도증가			나트륨	심각
	해남5	수위감소			나트륨	심각
	해남6	수위감소				관심
	해남8		나트륨			주의
	해남9			나트륨		경계
	해남10		나트륨			주의
담양3	수위감소				관심	
경북 (44)	영천1				수위감소	심각
	영천2	전도도증가				관심
	영천3	나트륨	수위감소			주의
	영천4	나트륨 수위감소				관심
	영천5	나트륨				관심
	영천6		나트륨	전도도증가		경계
	영천7	수위감소				관심
	안동1	수위감소				관심
	안동3	수위감소				관심
	안동4	수위감소				관심
	안동6	수위감소				관심
	청송1	수위감소				관심
	청송3	나트륨 전도도증가				관심
	군위2	전도도증가				관심
포항1	수위감소				관심	

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	관점
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경북 (44)	포항3	수위감소				관심
	포항6		수위감소			주의
	구미2	수위감소				관심
	구미3				수위감소	심각
	구미5	수위감소				관심
	구미6		나트륨			주의
	구미7	수위감소				관심
	상주1	수위감소				관심
	상주2	수위감소				관심
	상주3	수위감소				관심
	상주7		나트륨			주의
	경주1				나트륨	심각
	경주2		나트륨			주의
	경주3		나트륨			주의
	경주4	수위감소				관심
	김천1	수위감소				관심
	김천2	수위감소				관심
	칠곡1	나트륨			수위감소 전도도증가	심각
	칠곡2	수위감소				관심
	의성1	전도도증가				관심
	의성4	수위감소				관심
	의성5	수위감소				관심
	의성6		수위감소			주의
	의성7	수위감소				관심
	의성8	수위감소 전도도증가				관심
	의성9	수위감소 전도도증가				관심
	청도1	수위감소				관심
	청도2	수위감소				관심
	청도4	수위감소				관심
	청도4	수위감소				관심

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경남 (30)	김해1	수위감소				관심
	김해4	전도도증가			나트륨	심각
	진주1	수위감소				관심
	사천4				나트륨	심각
	사천6			나트륨		경계
	하동1	수위감소 전도도증가		나트륨		경계
	하동3	수위감소			나트륨	심각
	하동4	수위감소				관심
	하동6				나트륨	심각
	합천1(신)		전도도증가			주의
	밀양1	수위감소				관심
	밀양5	수위감소				관심
	창녕1	나트륨 전도도증가				관심
	창녕2		수위감소	나트륨	전도도증가	심각
	창녕4	나트륨			수위감소	심각
	산청1			수위감소		경계
	산청2	수위감소				관심
	산청5	수위감소				관심
	양산1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	남해3	수위감소				관심
	의령1		전도도증가			주의
	의령3	나트륨				관심
	의령4	나트륨 전도도증가				관심
	의령5	나트륨			전도도증가	심각
	함안1	전도도증가	나트륨			주의
	함안2	나트륨 수위감소				관심
	함안3	나트륨 수위감소				관심
	함안4	수위감소 전도도증가				관심
	함양1	수위감소				관심
	경남고성3				나트륨	심각

4. 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 전국 지하수위 변화 분석

□ 전국 강수량 현황 분석

- 30년 평년 강수량(기상청 전국 87개 관측소 기준)
 - 각 도별 1,148.2 ~ 1,502.7 mm 범위(전국 평균 1,327.1 mm)
- 2015년 강수량 : 각 도별 753.3 ~ 1,233.3 mm 범위
 - 전국 평균 : 931.7 mm(30년 평년값 대비 70.2%)
 - 최소 : 경기(753.3 mm), 최고 : 경남(1,233.3 mm)
- 2016년 강수량 : 각 도별 967.4 ~ 1,730.8 mm 범위
 - 전국 평균 : 1,243.0 mm(30년 평년값 대비 93.7%)
 - 최소 : 경기(967.4 mm), 최고 : 경남(1,730.8 mm)
- 2017년 강수량 : 각 도별 851.0 ~ 1,136.3 mm 범위
 - 전국 평균 : 974.6 mm(30년 평년값 대비 73.4%)
 - 최소 : 경북(851.0 mm), 최고 : 충북(1,136.3 mm)
- 2018년 강수량 : 각 도별 1,211.7 ~ 1,662.3 mm 범위
 - 전국 평균 : 1,410.6 mm(30년 평년값 대비 106.3%)
 - 최소 : 경기(1,211.7 mm), 최고 : 경남(1,662.3 mm)
- 2019년 강수량(10월까지) : 각 도별 751 ~ 1,510.6 mm 범위
 - 전국 평균 : 1,028.1 mm(30년 평년값 대비 77.5%)
 - 최소 : 전북(751 mm), 최고 : 경남(1,510.6 mm)

□ 가뭄에 따른 지하수위 변동 분석

- 2018년까지 기 설치된 관측공 446개소 중 2013년까지 설치된 142개소 관측공에 대한 예년 대비 2019년 1월 ~ 2019년 10월까지 지하수위 변화 분석

- 2014년 지하수위 : 각 도별로 - 0.34 m(경기) ~ 0.18 m(경남) 범위
 - 전국 평균 : -0.13 m
- 2015년 지하수위 : 각 도별로 - 0.30 m(경기, 충북) ~ 0.83 m(경남) 범위
 - 전국 평균 : -0.07 m
- 2016년 지하수위 : 각 도별로 - 0.34 m(경기) ~ 0.18 m(경남) 범위
 - 전국 평균 : -0.13 m
- 2017년 지하수위 : 각 도별로 - 0.70 m(충북) ~ 1.17 m(전남) 범위
 - 전국 평균 : 0.05 m
- 2018년 지하수위 : 각 도별로 - 0.47 m(경북) ~ 0.67 m(전남) 범위
 - 전국 평균 : -0.01 m
- 2019년 지하수위(10월까지) : 각 도별로 - 1.62 m(경북) ~ 0.53 m(경남) 범위
 - 전국 평균 : -0.05 m

차 례

2019 농촌지하수관리 관측망 보고서

제1장 농촌지하수관리 관측망 개요	1
1.1 배경 및 필요성	1
1.2 사업 목적	2
1.3 사업 시행 근거	4
1.4 사업 추진 경과	7
제2장 농촌지하수관리 관측망 시설	12
2.1 농촌지하수관리 관측망	12
2.2 농촌지하수관리 관측망 설치 목적	19
2.3 관측망 위치 선정 및 설치규모	21
제3장 2019년 신규 및 이동 설치 농촌지하수관리 관측망	25
3.1 2019년 신규 농촌지하수관리 관측망	25
3.2 2019년 신규 관측공 설치지구	30
3.3 2019년 신규 농촌지하수관리 관측망 조사 결과	47
3.4 2019년 이동 설치 농촌지하수 관측망 및 조사 결과	58
제4장 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과	63
4.1 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과	64
4.2 인천광역시	87
4.3 경기도	91

4.4 강원도	99
4.5 충청북도	107
4.6 충청남도	113
4.7 전라북도	121
4.8 전라남도	129
4.9 경상북도	139
4.10 경상남도	149
제5장 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석	157
5.1 전국 강수량 변화 분석	157
5.2 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석	171
제6장 농어촌지하수 관측망 관측결과 관리기준	177
6.1 관리기준	177
참 고 문 헌	179
과 업 참 여 자	181
부록 1. 농촌지하수관리 관측망 설치내역	
부록 2. 지구별 관측자료	
부록 3. 신규 관측공 주상도	
부록 4. 이동 설치 관측공 주상도	

표 차례

2019 농촌지하수관리 관측망 보고서

<표 1-1> 농촌지하수관리 관측망 사업의 법적 시행근거	5
<표 1-2> 우리나라 지하수 관측망 운영현황	6
<표 1-3> 농촌지하수관리 관측망 설치현황(2019.12.31. 현재)	8
<표 1-4> 농촌지하수관리 관측망 시·군·구 지자체별 관측공 개소수	10
<표 2-1> 관측망 유형과 센서의 변천	18
<표 2-2> 관측망 유형과 센서 현황	19
<표 3-1> 2019년도 신규 농촌지하수관리 관측망 내역	26
<표 3-2> 2019년도 농촌지하수관리 관측망 현장조사 결과	47
<표 3-3> 2019년도 신규 농촌지하수관리 관측공 검층 결과	52
<표 3-4> 2019년도 신규 농촌지하수관리 관측공 지하수 수질 유형	56
<표 3-5> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 현황	58
<표 3-6> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 내역	60
<표 3-7> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 현장조사 결과	60
<표 3-8> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 센서 설치	61
<표 3-9> 이동 설치 관측공 전기전도도 값	61
<표 3-10> 이동 설치 관측공 지하수 수질 유형	62
<표 4-1> 2019년 농촌지하수관리 관측망 지하수위 변동폭	67
<표 4-2> 농촌지하수관리 관측망 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	69
<표 4-3> 장기관측 자료의 추세변화가 발견되는 관측공	71
<표 4-4> 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과	79
<표 4-5> 인천광역시 관측공 지하수위 변동폭	88
<표 4-6> 인천광역시 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	89

<표 4-7> 인천광역시 관측자료 추세변화	90
<표 4-8> 인천광역시 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	90
<표 4-9> 경기도 관측공 지하수위 변동폭	92
<표 4-10> 경기도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	94
<표 4-11> 경기도 관측자료 추세변화	95
<표 4-12> 경기도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ..	97
<표 4-13> 강원도 관측공 지하수위 변동폭	100
<표 4-14> 강원도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	102
<표 4-15> 강원도 관측자료 추세변화	103
<표 4-16> 강원도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	105
<표 4-17> 충청북도 관측공 지하수위 변동폭	108
<표 4-18> 충청북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	109
<표 4-19> 충청북도 관측자료 추세변화	110
<표 4-20> 충청북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	111
<표 4-21> 충청남도 관측공 지하수위 변동폭	114
<표 4-22> 충청남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	116
<표 4-23> 충청남도 관측자료 추세변화	117
<표 4-24> 충청남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	119
<표 4-25> 전라북도 관측공 지하수위 변동폭	122
<표 4-26> 전라북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	124
<표 4-27> 전라북도 관측자료 추세변화	125
<표 4-28> 전라북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	127
<표 4-29> 전라남도 관측공 지하수위 변동폭	130
<표 4-30> 전라남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	132
<표 4-31> 전라남도 관측자료 추세변화	133
<표 4-32> 전라남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	135
<표 4-33> 경상북도 관측공 지하수위 변동폭	140
<표 4-34> 경상북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	142

<표 4-35> 경상북도 관측자료 추세변화	143
<표 4-36> 경상북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	145
<표 4-37> 경상남도 관측공 지하수위 변동폭	150
<표 4-38> 경상남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계	152
<표 4-39> 경상남도 관측자료 추세변화	153
<표 4-40> 경상남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ...	154
<표 5-1> 전국 30년 평년 강수량 분석	158
<표 5-2> 2014년 전국 강수량 분석	159
<표 5-3> 2014년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석	160
<표 5-4> 2015년 전국 강수량 분석	161
<표 5-5> 2015년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석	162
<표 5-6> 2016년 전국 강수량 분석	163
<표 5-7> 2016년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석	164
<표 5-8> 2017년 전국 강수량 분석	165
<표 5-9> 2017년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석	166
<표 5-10> 2018년 전국 강수량 분석	167
<표 5-11> 2018년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석	168
<표 5-12> 2019년 10월까지 전국 강수량 분석	169
<표 5-13> 2019년 10월까지 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석	170
<표 5-14> 2014년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석	171
<표 5-15> 2015년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석	172
<표 5-16> 2016년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석	173
<표 5-17> 2017년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ...	174
<표 5-18> 2018년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석	175
<표 5-19> 2019년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ...	176

그림 차례

2019 농촌지하수관리 관측망 보고서

<그림 1-1> 농촌지하수관리 관측망 현황	11
<그림 2-1> 2019년 설치 농촌지하수관리 관측망	13
<그림 2-2> 농촌지하수관리 관측망 설치 흐름도	14
<그림 2-3> 농촌지하수관리 관측망 안내문	17
<그림 2-4> 평면상구조를 가진 지하수면의 지하수 흐름방향 분석	24
<그림 2-5> 3~9개 관측공을 이용한 지하수 흐름방향	24
<그림 3-1> 파이퍼 다이어그램을 이용한 수질유형 분류	54
<그림 4-1> 인천광역시 농촌지하수관리 관측망	87
<그림 4-2> 인천광역시 지하수 수질 적합성 평가	89
<그림 4-3> 경기도 농촌지하수관리 관측망	91
<그림 4-4> 경기도 지하수 수질 적합성 평가	93
<그림 4-5> 강원도 농촌지하수관리 관측망	99
<그림 4-6> 강원도 지하수 수질 적합성 평가	101
<그림 4-7> 충청북도 농촌지하수관리 관측망	107
<그림 4-8> 충청북도 지하수 수질 적합성 평가	109
<그림 4-9> 충청남도 농촌지하수관리 관측망	113
<그림 4-10> 충청남도 지하수 수질 적합성 평가	115
<그림 4-11> 전라북도 농촌지하수관리 관측망	121
<그림 4-12> 전라북도 지하수 수질 적합성 평가	123
<그림 4-13> 전라남도 농촌지하수관리 관측망	129
<그림 4-14> 전라남도 지하수 수질 적합성 평가	131
<그림 4-15> 경상북도 농촌지하수관리 관측망	139
<그림 4-16> 경상북도 지하수 수질 적합성 평가	141
<그림 4-17> 경상남도 농촌지하수관리 관측망	149
<그림 4-18> 경상남도 지하수 수질 적합성 평가	151

2019 농촌지하수관리 관측망보고서

제1장 농촌지하수관리 관측망 개요

제2장 농촌지하수관리 관측망 시설

제3장 2019년 신규 및 이동 설치 농촌지하수관리 관측망

제4장 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

제5장 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 전국 지하수위
변화 분석

제6장 농어촌지하수 관측망 관측결과 관리기준

제1장 농촌지하수관리 관측망 개요

■ 농어촌지역의 건전하고 지속가능한 지하수 개발·이용·보전을 위한
농촌지하수관리 관측망 설치·운영

- 전체 사업기간 : 2002. 1. ~ 2021. 12.(20년간)
- 금년 사업기간(18차년도) : 2019. 1. ~ 2019. 12.(1년간)
- 사업시행근거 : 농어촌정비법 제15조 및 동법 시행령 제24조
- 사업시행근거 : 지하수법 제17조 및 동법 시행령 제27조,
지하수관리기본계획 수정계획(2017 ~ 2026)
- 관측항목 : 지하수위, 수온 및 전기전도도(EC)
(관측횟수 : 72회/일, 20분 간격 측정)

■ 농어촌용수구역별 521개소 농촌지하수관리 관측망 설치 운영

- 농촌지하수관리 사업 완료 용수구역별 1개소 이상의 관측공 설치 운영
- 행정구역별 : 인천 4개소, 경기 51개소, 강원 54개소, 충북 40개소, 충남
60개소, 전북 51개소, 전남 97개소, 경북 94개소, 경남 70개소
- 향후 가뭄예측 등 농어촌 지하수 보전관리를 위한 용도로 활용 예정

1.1 배경 및 필요성

- 2016년 상수도 통계(환경부, 2017)에 따르면 약 1,446천명이 상수도 미급수 인구로서, 생활용수의 대부분을 지하수 및 계곡수 등(마을상수도, 소규모 급수시설)에 의존한다. 미급수 인구 중 약 1,372천명(95%)이 농어촌 지역에 거주함에 따라, 특·광역시 인구에 비해 상대적으로 수자원 복지가 취약한 형편이다.
- 상수도가 공급된 농가에서도 상수도에 비하여 비용부담이 적은 천부관정을 설치하여 이용하는 사례가 많아, 농어촌지역에서 생활용수로서 지하수 이용 및 그 의존도는 도시지역보다 높은 편이다.

- 하천이 발달하지 않았거나 저수지 내지 소류지 등이 상대적으로 적은 농어촌 지역에서는 농어업용수의 대부분을 지하수에 의존하는 편이다.
- 최근 국내 농업활동이 고부가가치의 시설농업으로 전환됨에 따라 지하수의 활용도는 증가 추세에 있으며, 일부 지역은 지하수 개발가능량 대비 이용량이 100%를 상회하는 것으로 보고되고 있다(국토교통부, 2017).
- 우리나라 농어촌 지하수자원은 관개 농업과 축산에 관련된 분뇨와 비료 살포, 농약 사용, 축산폐수 유출, 정화조 누수 및 생활하수 등의 지하유입 등으로 오염에 상대적으로 취약한 편이다.
- 농어촌 지하수의 과잉 양수에 따른 수량부족과 오염원 유입에 따른 수질 오염은 우리 농어민에게 생활의 기본인 물 문제를 초래할 뿐만 아니라 농어업 활동에 따른 용수부족을 야기할 수 있으며, 수질불량에 따라 안전 농산물 생산에 타격을 입힐 수 있는 중요한 문제가 될 수 있다.
- 기후변화로 인해 예상하지 못한 가뭄 발생 시 유일하게 대응할 수 있는 수자원이 지하수임을 고려할 때, 농어촌 지하수의 수량·수질 보전을 위한 선제적 감시체계 구축은 매우 중요하다.
- 농림축산식품부와 한국농어촌공사에서는 농촌지하수관리 사업이 완료된 농어촌용수구역을 대상으로, 해당 용수구역 내 지하수 개발·이용이 활발하여 지하수 이용량 감시가 필요하고 수질오염에 따른 지하수 장애가 우려되는 지점에 농촌지하수관리 관측망을 설치하여 농어촌 지하수의 합리적인 개발·이용 및 보전을 도모하고자 한다.

1.2 사업 목적

1.2.1. 사업 시행

- 주관 : 농림축산식품부 농업기반과
- 시행 : 한국농어촌공사 지하수지질처

1.2.2. 사업 목적

- 전국 464개 용수구역 중 352개 농어촌용수구역에 대해, 지하수 수량 부족 및 수질오염 등 지하수 장애 우려지역에 원격감시 시스템을 설치하여, 농어촌 지하수위 및 지하수 수질에 대한 장기 관측을 실시하도록 한다.
- 농어촌용수구역별 지하수위·수질에 대한 장기 관측자료 분석을 토대로, 해당 용수구역 지하수의 합리적인 개발·이용 및 보전을 도모하고자 한다.
- 장기 관측자료는 농어촌 지하수의 고갈 및 수질오염 방지 등 환경적인 관점에서 지하수자원 보전·관리를 위한 기초자료로서 관련 학계·연구소에서 활용함에도 목적을 둔다.
- 가뭄 등 농어촌 지하수 보전관리를 위한 예측시스템으로 활용하여 기후 변화에 따른 수자원 사전확보 및 대책수립을 마련하고자 한다.

1.2.3. 사업 기간 및 내용

- 사업 기간
 - 전체 사업기간 : 2002.1. ~ 2021. 12.(20년간)
 - 금년 사업기간(18차년도) : 2019. 1. ~ 2019. 12.
- 사업 내용
 - 관측공 개발 및 원격 지하수 관측시스템 설치
 - 실시간 지하수위·수질(수온, 전기전도도) 관측
 - 관측공 수질시료 분석 및 검층(수온, 전기전도도) 실시
 - 지하수위 변화를 토대로 지하수 수량 변동특성 분석
 - 농어업용수로서 지하수 수질 적합성 분석
 - 가뭄 등 농어촌 지하수 보전관리를 위한 관측망으로서 역할 수립

1.3 사업 시행 근거

1.3.1. 법적 근거

- 국토 균형발전 및 농어촌 생활환경 개선 등의 정책으로 농어촌 주민을 위한 안정적인 용수 확보와 양질의 수자원 확보 요구가 지속되어 왔다.
- 이에 따라, 농림축산식품부와 한국농어촌공사에서는 농어촌용수구역별 수량 부족과 수질 오염이 우려되는 지점의 합리적인 농어촌 지하수의 개발·이용 및 보전·관리를 위해, 농어촌정비법 제15조(농어촌용수 이용 합리화 계획) 및 동법 시행령 제24조(농어촌용수구역), 지하수법 제17조(지하수의 관측 및 조사 등) 및 동법 시행령 제27조(지하수위변동실태의 조사)에 근거하여 농촌지하수관리 관측망 사업을 시행 중이다(표 1-1).
- 농촌지하수관리 사업으로 설치된 농촌지하수관리 관측망은 농어촌용수 구역의 지하수위 및 수질에 대한 연중 상시관측을 실시하여, 농어촌 지하수의 최적 개발·이용과 수질감시를 그 목적으로 하여 운영 중이다.

1.3.2. 국가 지하수관리기본계획 근거

- 농촌지하수관리 관측망은 국가지하수관리기본계획 수정계획(2017~2026)에 따른 국가의 공공 관측망으로, 농어촌 지하수의 고갈 및 오염 등 지하수 장해에 대비하고 나아가 합리적인 개발·이용·관리를 위해 운영 중이다(표 1-2).
- 농어촌용수구역별 지하수 관측자료는 고객 중심, 성과활용 중심으로 관심 있는 누구나 자료에 대한 접근이 용이하도록 실시간 인터넷 포털(농어촌지하수관리시스템, <https://www.groundwater.or.kr>) 서비스를 제공하고 있다.
- 또한 농어촌 지하수 관측자료 축적에 의한 종합분석 및 신뢰성 높은 정보 제공을 위하여, 연차 보고서를 농어촌지하수관리시스템에 공개하고 있다.
- 결과적으로 축적된 장기 관측자료는 향후 기후변화와 관련된 가뭄경보 시스템 가동 등 각종 농어업 재해 사전예측과 기후변화를 대비하여 활용 가능할 것으로 기대된다.

<표 1-1> 농촌지하수관리 관측망 사업의 법적 시행근거

법	조문	내용
농어촌 정비법	(법 제15조) 농어촌용수 이용 합리화 계획 등	① 농림축산식품부장관은 농어촌용수의 효율적인 개발·이용 및 보전 등을 위하여 농어촌용수 이용 합리화계획을 세우고 추진하여야 한다. ② 농림축산식품부장관은 농어촌용수를 체계적으로 개발하고, 합리적으로 이용하며, 수질을 관리·보전하기 위하여 농어촌용수구역을 설정하여 운용할 수 있다.(후략)
	(시행령 제24조) 농어촌용수구역	(전략) ② 농림축산식품부장관 또는 시·도지사는 제1항에 따라 농어촌용수구역을 설정하였을 때에는 다음 각 호의 사항을 고시하여야 한다. (중략) 4. 농어촌용수의 관리와 보전에 관한 사항 (후략)
지하수법	(법 제17조) 지하수의 관측 및 조사 등	① 국토교통부장관은 전국적인 지하수관측시설(이하 "국가관측망"이라 한다)을 설치하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 지하수의 수위변동실태를 조사하여야 한다.(후략)
	(시행령 제27조) 지하수위변동 실태의 조사	① 국토교통부장관은 법 제17조제1항에 따른 국가관측망을 전국 지하수의 부존 특성 및 지하수의 이용실태 등을 고려하여 기본계획에 따라 설치하여야 하며, 국가관측망별로 매일 1회 이상 수위를 측정하여야 한다. 다만, 「농어촌정비법」 제15조에 따른 농어촌용수구역에서 농림축산식품부장관이 지하수위 관측망을 설치하여 운영하는 경우에는 국가관측망을 설치하지 아니하고 그 지하수위 관측망을 이용할 수 있다.(후략)

<표 1-2> 우리나라 지하수 관측망 운영현황

관리주체	관측망	기 능
농림축산식품부 (한국농어촌공사)	해수침투관측망	<ul style="list-style-type: none"> 2019년 현재 전국 도서·해안지역 190개소 (총 388개소 계획; 1단계 136개소, 2단계 252개소) 지하수위, 수온, 전기전도도(24회/일) 연1회 지하수 배경수질 측정 및 물리검층
	농촌지하수관리 관측망	<ul style="list-style-type: none"> 2019년 현재 전국 농어촌용수구역별 521개소(총 1,056개소 계획) 지하수위, 수온, 전기전도도(72회/일) 연1회 지하수 배경수질 측정 및 물리검층
환경부 (한국수자원공사)	국가지하수 관측망	<ul style="list-style-type: none"> 2018년 현재 전국 442개소(530개소 계획) 지하수위, 수온, 전기전도도(24회/일) 연2회 지하수 생활용수 기준 수질검사
	보조지하수 관측망	<ul style="list-style-type: none"> 2019년 현재 광역시·도 및 시군구 지자체에 4,708개소(10,000개소 계획) 지하수위, 수온, 전기전도도 자동 또는 수동 관측(매월(수동)/매1시간(자동)) 연1~2회 먹는물 또는 수질측정망 기준 지하수 수질검사
환경부 (지방환경청, 시도, 한국환경공단)	지하수수질전용 측정망	<ul style="list-style-type: none"> 2017년 현재 691개소 : 현장수질항목 및 주요 양음이온(연4회), 먹는물수질항목 68개(매5년마다), 지점별 관심항목(이 외 기간)
	지역지하수 수질측정망	<ul style="list-style-type: none"> 2017년 현재 2,021개소 : 생활용수 19개항목 및 전기전도도 측정(연2회)
민간	먹는샘물측정망, 온천감시정	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 장애에 대비하여 지하수위 및 수질 관측

* 지하수관리기본계획 수정(2017~2026년), 국가지하수정보센터(www.gims.go.kr), 토양지하수정보시스템(sgis.nier.go.kr)

1.4 사업 추진 경과

- 2002년 경기도 화성시 2개소를 시범 시작으로, 2003년에는 지반침하 문제가 발생한 전남 무안군과 경남 김해시에 각각 2개소씩 추가로 설치하였다.
- 2004년에는 농촌지하수관리 사업의 추진계획을 재정비하고 관측망 사업에 대한 장기 계획을 수립하여 2019년까지 농촌지하수관리 사업 종료지구에 대하여 총 521개소 관측시설이 설치되어 있다(표 1-3).
- 광역시·도별 관측공 개소수 현황을 살펴보면, 전남(97), 경북(94), 경남(70), 충남(60), 경기(51), 강원(54), 전북(51), 충북(40), 인천(4) 순으로 설치되어 있으며, 서울·부산·울산·광주·대구·세종시 등에는 설치되어 있지 않다(그림 1-1).
- 시·군·구 지자체별로 살펴보면, 경북은 19개, 경남은 16개, 전남은 15개, 강원은 14개, 경기·충남은 각각 13개, 전북은 12개, 충북은 11개, 인천은 1개 시·군·구에 각각 관측망이 설치되어 있다(표 1-4).
- 종합하면, 국토의 균형발전 측면에서 관측공이 설치된 지자체 수는 (인천을 제외하면) 각 광역시·도마다 유사하지만, 관정 개소수는 차이를 보인다.
- 이는 주로 시·군·구 지자체별 용수구역의 개소수 차이와 관계가 있다. 예를 들어, 1개 시·군·구에 5개 용수구역이 포함된 경북 봉화군에는 7개의 농촌지하수관리 관측망이 설치·운영 중인 반면, 용수구역이 1개인 강원 양양군 등에는 단 1개소의 관측공이 설치되어 운영 중이다.
- 관측망 설치 추이를 살펴보면, 초기(2002 ~ 2005년)에는 10개소 미만의 관측공이 설치되었으나, 2006년 이후부터 10~15개소 내의 관측공이 설치되었고, 2012년 이후로 총 437개소(연 평균 55개소; 전체 관측공의 약 84%)가 설치·운영 중이다.

<표 1-3> 농촌지하수관리 관측망 설치현황(2019.12.31. 현재)

구분	계	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
계	521	4	51	54	40	60	51	97	94	70
2002	2		화성(2)							
2003	4							무안(2)		김해(2)
2004	-									
2005	7		화성(1)			아산(3)	부안(2)			김해(1)
2006	13		평택(3)	원주(3)	음성(3) 제천(2)			무안(2)		
2007	11		이천(3)	춘천(2)					영천(3)	진주(3)
2008	10		광주(1)	횡성(1)	진천(1) 괴산(1)	공주(1) 금산(1)	정읍(1) 순창(1)	보성(1)		사천(1)
2009	13		김포(2)	평창(2) 홍천(2)	증평(1)	-	장수(1)	-	상주(3)	하동(2)
2010	11		여주(2)			논산(1) 부여(1)	고창(1) 진안(1)	장성(1) 화순(1)	안동(2)	합천(1)
2011	13		파주(2)	양구(2) 화천(1)	옥천(2)			장흥(1)	청송(2)	밀양(2) 거창(1)
2012	31		용인(1) 가평(1) 안성(1) 파주(1)	고성(1) 인제(1) 횡성(1)	영동(1) 보은(2)	서천(2) 보령(1) 청양(1)	무주(1) 남원(2)	영광(1) 함평(2) 신안(1) 진도(1)	문경(1) 안동(2) 봉화(2)	거제(1) 창녕(2) 산청(1)
2013	32		용인(1) 가평(1) 안성(1) 남양주(1)	강릉(1) 고성(1) 인제(1) 화천(1)	영동(1) 청원(1)	보령(2) 청양(1) 홍성(1)	남원(1) 익산(1)	진도(1) 곡성(1) 순천(1) 영광(1) 함평(1) 장흥(1)	봉화(3) 군위(2) 문경(1)	거제(1) 밀양(1) 산청(1) 양산(1)
2014	29		안성(1) 남양주(1)	춘천(1) 횡성(1) 강릉(1) 양양(1)	영동(1) 충주(1)	예산(1) 홍성(1)	고창(1) 완주(1) 익산(1)	장성(1) 곡성(2) 순천(1) 장흥(1) 화순(1)	포항(2) 구미(2) 경주(2)	창녕(1) 거제(1) 남해(1) 산청(1)
2015	34		포천(1) 양주(1) 안성(1) 이천(1)	강릉(2) 삼척(2) 원주(1) 홍천(1)		청양(1) 논산(1) 부여(2)		보성(4) 순천(2) 고흥(2)	경주(3) 구미(2) 포항(3)	산청(1) 남해(2) 거창(1) 합천(1) 사천(1)
2016	58		화성(1) 김포(1) 여주(2) 용인(1) 가평(1) 포천(1)	원주(1) 춘천(1) 홍천(2) 강릉(1)	음성(2) 진천(1) 옥천(2)	금산(2) 공주(2) 예산(1) 태안(1)	부안(1) 정읍(2) 순창(1) 진안(1) 완주(1)	무안(3) 장흥(1) 영광(3) 함평(2) 고흥(2)	상주(3) 구미(3) 김천(2) 칠곡(2)	김해(1) 진주(1) 사천(1) 합천(1) 밀양(2) 산청(1) 양산(1)

<표 1-3> 계속

구분	계	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
	521	4	51	54	40	60	51	97	94	70
2017	79	강화(3)	평택(2) 파주(1)	철원(3) 평창(1) 원주(1)	충주(3) 진천(1) 괴산(2) 증평(1)	예산(2) 아산(2) 태안(1) 부여(1) 홍성(2)	익산(1) 부안(1) 순창(1) 무주(1) 정읍(3) 완주(1) 임실(1)	장성(3) 고흥(2) 곡성(2) 해남(2) 화순(3) 진도(3) 함평(1) 무안(1) 순천(1)	송성(2) 의성(5) 문경(3) 영천(3) 포항(1) 예천(1) 안동(1)	령주(6) 진해(1) 하동(1) 합남(1)
2018	99	강화(1)	안성(2) 용인(3) 포천(2)	철원(2) 횡성(1) 원주(1) 평창(1) 강릉(1) 인제(2)	청주(2) 영동(1) 진천(1) 보은(2)	서천(2) 보령(3) 서산(2) 아산(1) 금산(3) 태안(2) 예산(1) 공주(1) 부여(1)	남원(3) 순창(1) 고창(1) 익산(2) 장수(2) 무주(1) 임실(2)	담양(5) 순천(4) 해남(1) 화순(2) 영광(1) 고흥(1) 보성(1) 함평(1) 곡성(1)	김천(1) 안동(1) 의성(4) 송곡(1) 칠청(4) 영천(1) 영주(1) 군위(1) 상주(2) 봉화(1)	함양(4) 거창(1) 창녕(2) 진해(1) 하동(1) 밀양(1) 양천(1)
2019	75		양주(1) 포천(3)	강릉(1) 홍천(2) 영월(2) 화천(2) 양구(1)	청주(2) 괴산(1) 제천(2)	당진(3) 서산(1) 청양(2) 논산(1) 공주(1) 홍성(1)	김제(2) 순창(2) 고창(1) 정읍(1) 장수(2)	보성(1) 장흥(2) 고흥(1) 영암(5) 해남(6) 순천(1)	영양(5) 울진(3) 영주(1) 봉화(1) 상주(1) 김천(1) 청송(1) 의성(1) 칠곡(1) 경산(1)	함양(1) 고성(3) 하동(2) 진해(1) 주천(2)

○ 설치 현황 및 계획

· 2002년	2개소/년	· 2011년	13개소/년
· 2003년	4개소/년	· 2012년	31개소/년
· 2004년	-	· 2013년	32개소/년
· 2005년	7개소/년	· 2014년	29개소/년
· 2006년	13개소/년	· 2015년	34개소/년
· 2007년	11개소/년	· 2016년	58개소/년
· 2008년	10개소/년	· 2017년	79개소/년
· 2009년	13개소/년	· 2018년	99개소/년
· 2010년	11개소/년	· 2019년	75개소/년

- 2021년까지 1,056개소 설치·운영 계획 중

<표 1-4> 농촌지하수관리 관측망 시·군·구 지자체별 관측공 개소수

광역시·도	시·군·구 (관측공 개소)	시·군·구명
9	114(521)	
인천	1(4)	강화(4)
경기	13(51)	화성(4), 평택(5), 이천(4), 광주(1), 김포(3), 여주(4), 파주(4), 용인(6), 가평(3), 안성(6), 남양주(2), 포천(7), 양주(2)
강원	14(54)	원주(7), 춘천(4), 횡성(4), 평창(4), 홍천(7), 양구(3), 화천(4), 고성(2), 인제(4), 강릉(6), 양양(1), 삼척(1), 철원(5), 영월(2)
충북	11(40)	음성(5), 제천(4), 진천(4), 괴산(4), 증평(2), 옥천(4), 영동(4), 보은(4), 청원(1), 충주(4) 청주(4)
충남	13(60)	아산(6), 공주(5), 금산(6), 논산(3), 부여(5), 서천(4), 보령(6), 청양(5), 홍성(5), 예산(5) 태안(4), 서산(3), 당진(3)
전북	12(51)	부안(4), 정읍(7), 순창(7), 장수(5), 고창(4), 진안(2), 무주(3), 남원(6), 익산(5), 완주(3), 임실(3), 김제(2)
전남	15(97)	무안(8), 보성(7), 장성(5), 화순(6), 장흥(6), 영광(7), 함평(7), 신안(1), 진도(5), 곡성(6), 순천(8), 고흥(9), 해남(12), 담양(5), 영암(5)
경북	19(94)	영천(7), 상주(9), 안동(6), 청송(6), 문경(5), 봉화(7), 군위(3), 포항(6), 구미(7), 경주(5), 김천(4), 칠곡(4), 의성(10), 예천(1), 청도(4), 영양(5), 울진(3), 영주(1), 경산(1)
경남	16(70)	김해(4), 진주(7), 사천(6), 하동(6), 합천(4), 밀양(6), 거창(3), 거제(3), 창녕(5), 산청(5), 양산(2), 남해(4), 의령(6), 함안(4), 함양(2), 경남 고성(3)

- 2002~2018년 설치(446개소)
- 2019년 설치(75개소)

경기·인천권

설치년도	설치개소
'02~'13	22
'14	2
'15	4
'16	7
'17	6
'18	8
'19	4
계	55

충북권

설치년도	설치개소
'06~'13	15
'14	2
'16	5
'17	7
'18	6
'19	5
계	40

충남권

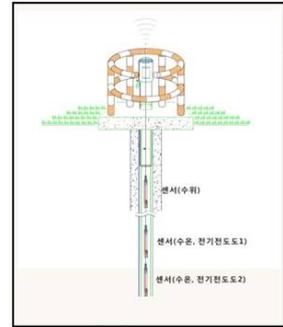
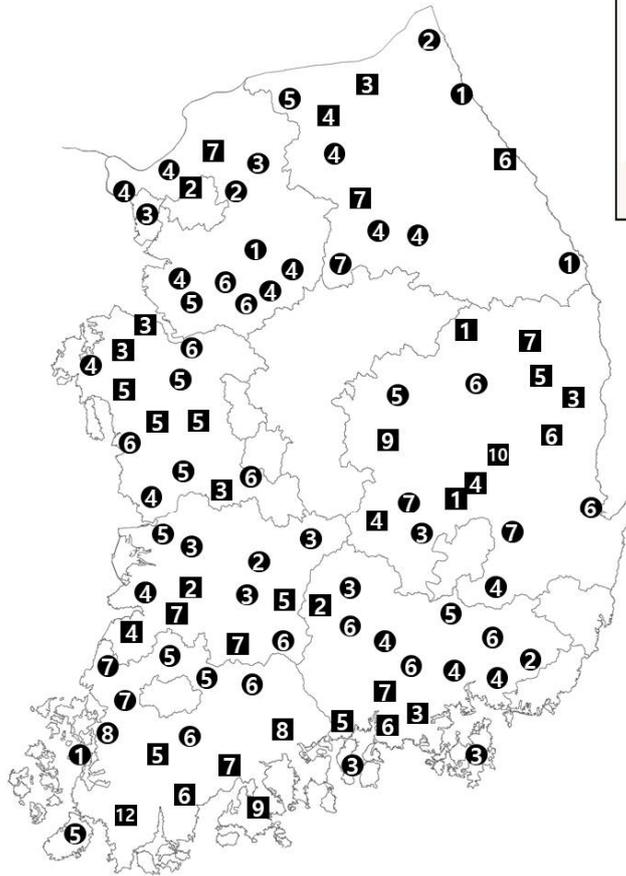
설치년도	설치개소
'05~'13	15
'14	2
'15	4
'16	6
'17	8
'18	16
'19	9
계	60

전북권

설치년도	설치개소
'05~'13	12
'14	3
'16	6
'17	9
'18	13
'19	8
계	51

전남권

설치년도	설치개소
'03~'13	19
'14	6
'15	8
'16	11
'17	18
'18	19
'19	16
계	97



강원권

설치년도	설치개소
'06~'13	20
'14	4
'15	4
'16	5
'17	5
'18	8
'19	8
계	54

경북권

설치년도	설치개소
'07~'13	21
'14	6
'15	8
'16	10
'17	16
'18	17
'19	16
계	94

경남·울산권

설치년도	설치개소
'03~'13	21
'14	4
'15	6
'16	8
'17	10
'18	12
'19	9
계	70

<그림 1-1> 농촌지하수관리 관측망 현황

제2장 농촌지하수관리 관측망 시설

■ 농촌지하수관리 관측망은 국내 도서·해안지역 지하수 관측공에 대한 일괄 관리 체계임

- 2019년 현재 전국 114시·군·구 521개소에 농촌지하수관리 관측망이 설치되어 일괄 관리 중
- 농촌지하수관리 관측망은 관측공, 관측센서, RTU, 전원공급장치, 보호시설 등으로 구성
- 관측 자료는 서버로 실시간 전송되며, 농어촌지하수관리시스템을 통해 제공 중

■ 농촌지하수관리 관측망은 농어촌용수구역별 지하수 수량 및 수질 우려지역 위주로 설치

- 농촌지하수관리 관측망은 농어촌 지하수의 적정 이용, 지하수 오염 예방 및 정화 등 지하수 보전·관리 체제를 실질적으로 수행하는데 목적이 있음
- 농촌지하수관리 관측망은 농촌지하수관리 사업을 완료한 농어촌용수구역 중 지하수 수질 및 수량 우려지역에 대하여 용수구역별 1개 이상씩 관측 시설을 설치함
- 관측 자료는 지하수자원의 양적변화 및 오염에 대비한 적극적인 대책의 일환으로 활용 가능

2.1 농촌지하수관리 관측망

2.1.1. 농촌지하수관리 관측망 개요

- 농촌지하수관리 관측망(rural groundwater network system)은 농어촌용수 구역마다 1개 이상씩 설치된 실시간 지하수위·수질 원격 감시 관측공으로 구성된다.
- 개별 관측공에는 농촌지하수관리 관측망이 설치되어 있다. 농촌지하수 관리망은 관측공, 관측센서, RTU, 전원공급장치, 보호시설 등으로 구성된다 (그림 2-1).

- 각 관측공에서는 원격감시 시스템을 이용하여 매일 1시간 간격으로 지하수위(m), 전기전도도(electric conductivity(EC), $\mu S/cm$) 및 수온($^{\circ}C$) 자료를 자동으로 수집하여 한국농어촌공사에 소재한 서버로 전송한다.
- 각 관측공에서 서버로 전송된 자료는 실시간으로 관리자가 확인할 수 있으며, 관측 자료의 수요자인 농어민, 관련 공무원, 학계, 업계 등에게는 각 관측자료(수위, 전기전도도, 수온)가 일 단위로 농어촌지하수관리시스템 (<https://www.groundwater.or.kr>)을 통해 제공된다.



(a) 관측공 굴착, 기초, 보호시설 설치



(b) 센서, RTU, 전원공급장치, 케이블 준비



(c) 관정내장형 관측장비 설치

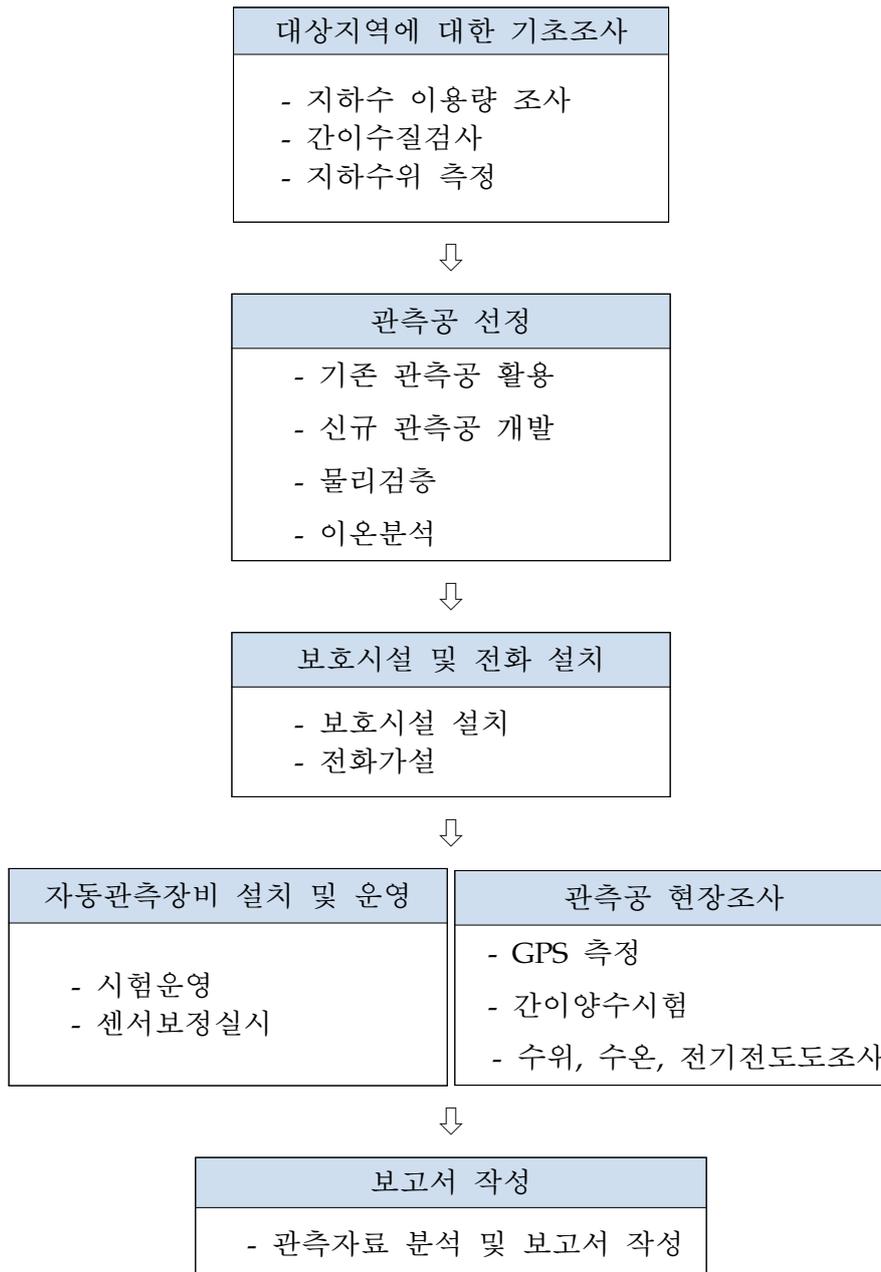


(d) 관측망 설치 완료

<그림 2-1> 2019년 설치 농촌지하수관리 관측망

2.1.2. 농촌지하수관리 관측망 설치

- 관측망은 설치 초기 단계부터 각종 자료를 검토하여 설치하는데, 이에 대한 흐름도는 <그림 2-2>와 같다.



<그림 2-2> 농촌지하수관리 관측망 설치 흐름도

- 첫째, 해당지역의 대수층의 특성을 대표할 수 있는 지역을 선정하여 관측공을 개발한다. 관측센서의 설치와 주기적인 기기보정 및 수동측정을 위하여 관정의 직경은 일반적으로 200 mm로 하고, 관측공의 개발 평균 심도는 약 60 ~ 80 m로 시추한다.
- 둘째, 관측공에 설치된 센서 및 대수층을 외부의 오염물질로부터 보호하기 위한 보호시설을 설치한다. 지하수법에서 제시한 보호시설 설치기준을 근거로 하고 관측공 설치로 인한 인근 주민들의 피해를 줄이기 위하여 크기를 최소화한다.
- 셋째, 관측공 주변 대수층에 대한 수리지질학적 조사의 일환으로 전기전도도검층, 양수시험, 이온분석, GPS 측량 등을 실시한다.
- 넷째, 센서의 설치 및 보정 과정으로 전이대 구간에 대한 수질분석을 실시하고 설치될 자동센서의 값과 비교하여 보정한다. 관측센서의 설치 심도는 케이싱을 기준으로 설정하고 관측공 지점에 대한 해발고도를 기초로 환산한다.
- 마지막으로, CDMA 전용단말기(기존에는 전화선 또는 휴대폰)를 이용한 전송시스템 설치로 이동통신망을 이용하는 단말기를 설치하여 한국농어촌공사에 설치된 서버로 연결한다.

2.1.3. 농촌지하수관리 관측망 세부 구성요소

- 관측공
 - 해당지역을 대표할 수 있는 지점에 관정직경 평균 200 mm, 관정 심도 60 m 이상인 관측공을 굴착한다. 관측대상 지하수는 암반지하수를 대상으로 하기 때문에 충적층 구간은 케이싱 설치 후 그라우팅을 실시하여 상부로부터의 지하수 및 오염물질의 유입을 방지한다.
- 관측센서
 - 관측센서는 수심 150 m 이상의 압력에도 견딜 수 있는 방수구조의 센서가 설치된다. 일반적으로 관측공 1개소 당 전기전도도·수온·수위(CTD) 동시

측정센서 1개가 설치된다.

- RTU(remote terminal unit, 전원제어장치)
 - 센서로부터 관측된 자료를 1일 24회 수집하여 보관하며, 동시에 서버로 자료를 전송하는 장치이다.
 - 자료 전송은 CDMA 전용단말기를 이용하여 서버로 전송한다. 전송 불량 시에는 재전송이 가능할 때까지 자료를 임시 보관하며, 복구 후에는 설정된 내용에 따라 자료를 자동 전송한다.
 - 현장조사 시에는 실시간 측정 데이터를 노트북으로 연결하여 볼 수 있다.
 - 태양전지는 현장의 일조 환경과 시스템 총 소모 전력량을 기준으로 설계하며, 현장제어반과 일체형으로 제작되어 소형 및 경량화 되어 있다. 최소 30일 이상 충전이 안 되는 조건에서도 정상 작동되도록 백업용 배터리를 설치하도록 설계되어야 한다.
- 보호시설 및 안내판
 - 관측공 보호펜스는 관측시설을 쉽게 인지할 수 있도록 하고, 외부 충격으로부터 관측시설을 보호하기 위해 설치한다.
 - 안내판은 현장제어장치 보호함 또는 관측공 보호펜스에 설치하며, 부식을 방지하기 위해 스테인리스 스틸로 제작한다. 안내판 규격과 내용은 아래 <그림 2-3>과 같다.

2.1.4. 농촌지하수관리 관측망의 변천 (표 2-1)(표 2-2)

- 상부보호공 및 양수장옥 유형
 - 설치기간 : 2002 ~ 2004년
 - 개 소 수 : 8개소(상부보호공 4개소, 양수장옥 4개소)
 - 센서유형 : 다중심도센서 6개소, 국산 시제품 센서 1개소, 자동수위측정기 1개소
- 보호함 유형
 - 설치기간 : 2005 ~ 2012년

- 개 소 수 : 83개소
- 센서유형 : 다중심도센서 81개소, 국산 시제품 센서 2개소
- 관정내장형 유형
 - 설치기간 : 2013년 ~ 현재
 - 개 소 수 : 430개소
 - 센서유형 : 다중심도센서(RTU 일체형)

- 농촌지하수관리 사업조사용 관측공 -

- ◎ 지 구 명 : ○○지구
- ◎ 관정심도 : m
- ◎ 설치년도 : 2019년

본 시설물은 농촌지하수관리 사업조사용으로 지하수 장애현상을 감시하고자, 농림축산식품부와 한국농어촌공사에서 국가예산으로 설치한 관측 시설물입니다. 관측장비의 보호를 위하여 주민 여러분의 협조를 부탁드립니다.

문의사항 연락처 : 한국농어촌공사 농어촌연구원
전 화 : 031 - 400 - 1858
홈페이지 : <https://www.groundwater.or.kr>

<그림 2-3> 농촌지하수관리 관측망 안내문

<표 2-1> 관측망 유형과 센서의 변천

구분	유형		
상부보호공 및 양수장옥	 <p>상부보호공</p>	 <p>지하수 물리검층</p>	 <p>자동수위측정기</p>
	 <p>양수장옥</p>	 <p>현장제어장치 기록</p>	 <p>국산 시제품 센서</p>
보호함	 <p>보호함 유형</p>	 <p>현장제어장치 기록</p>	 <p>다중심도센서</p>
	 <p>관정 보호함</p>	 <p>다중심도센서 (RTU 일체형)</p>	
관정내장형	 <p>관정내장형 유형</p>	 <p>관정내장형 현장제어장치</p>	 <p>다중심도센서 (RTU 일체형)</p>

<표 2-2> 관측망 유형과 센서 현황

설치년도	유형	계	다중	다중(R)	상용	D
'02~'04	상부보호공	4	4			
	양수장옥	4	2		1	1
'05~'12	보호함	83	81		2	
'13~	관정내장형	430		430		
계		521				

주) 다중, 다중심도센서(국산) ; 다중(R), 다중심도센서(RTU일체형)(국산) ; 상용, 국산 시제품 센서(국산상용) ; D, 자동수위측정기

2.2 농촌지하수관리 관측망 설치 목적

2.2.1. 농촌지하수관리 관측망 설치

- 농촌지하수관리 관측망 설치 목적은 지하수 수량 및 수질 변화를 지속적으로 관찰하여, 대수층 내의 지하수를 적정하게 이용, 오염예방 및 정화 등 지하수 보전, 관리 체계를 실질적으로 수행하는데 있다.
- 따라서 관측망은 지하수 부존량 변화 및 수질성분 변화를 파악하기 위하여 대수층의 지하수위 측정, 수질검사 및 대수성 시험 등을 정기적으로 실시하여 자료를 축적 및 분석하고, 지하수자원의 양적변화 및 오염 대비한 적극적인 대책으로 장기관측(모니터링)하는 시설이다.
- 이러한 목적으로 관측망 위치는 오염물질 유입에 의한 수질 부적합 지역, 수질은 적합하나 과잉양수로 지하수위가 계속 하강하는 지역, 현재까지는 지하수의 함양과 양수량이 균형을 이루고 있으나 주변여건 변화로 지속적인 관리가 요구되는 지역 등 지역별 관리대상을 고려하고, 주변 지구 물리학적 여건 및 수문환경 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- 또한, 경제성을 감안하여 관측공의 설치 개소수를 최적화하여야 한다.

2.2.2. 농촌지하수관리 관측망 설치 목적

- 일반적인 지하수 모니터링을 위한 관측망 설치 세부 목적은 다음과 같다.
관측망은 세부 목적에 따라 규모와 주기를 설정하고 설치 운영하여, 당초 목적을 달성하도록 설계해야 한다.

가. 지하수위 변화 관측을 통한 지하수 수문 분석

나. 지하수 과잉양수에 의한 지반침하 및 오염 가속화 등 재해 예측 및 방지

다. 지하수자원의 항구적인 보전 및 관리

라. 하천, 저수지, 해수침투 등 대수층 내 수문 요소에 따른 영향 감시

마. 수질 및 특성 변화 예측을 위한 지하수 수질 장기 관측

바. 오염원 및 잠재오염원 소재 지역의 특정오염원에 대한 오염 확산 감시

사. 오염 대수층 지역에 있어 정화처리 효과 감시

- 일반적인 대수층 전체에 대한 관측망인 ‘가, 나, 다, 마’는 장기 관측망으로, 측정주기를 1, 5, 10, 15일 및 1개월 등 목적에 맞추어 수년에서 수십 년 간 관측하여 월 변화 및 연 변화를 분석하는 것이 주목적이다.

- 저수지, 하천, 해수침투, 쓰레기 매립장, 축산단지, 공장 등 특정 대상을 목적으로 관측하는 ‘라, 바, 사’는 일시적인 관측망이 대부분으로, 측정주기도 목적에 따라 좀 더 조밀하게 관측하여 일 변화 및 월 변화를 분석한다.

- 농촌지하수관리 관측망의 목적은 농업용 또는 생활용 지하수자원의 보전 관리 및 해안지역 지하수 보전을 위한 대수층의 수문분석 및 장기 수질 관측으로 ‘가, 나, 다, 마’를 목적으로 한다.

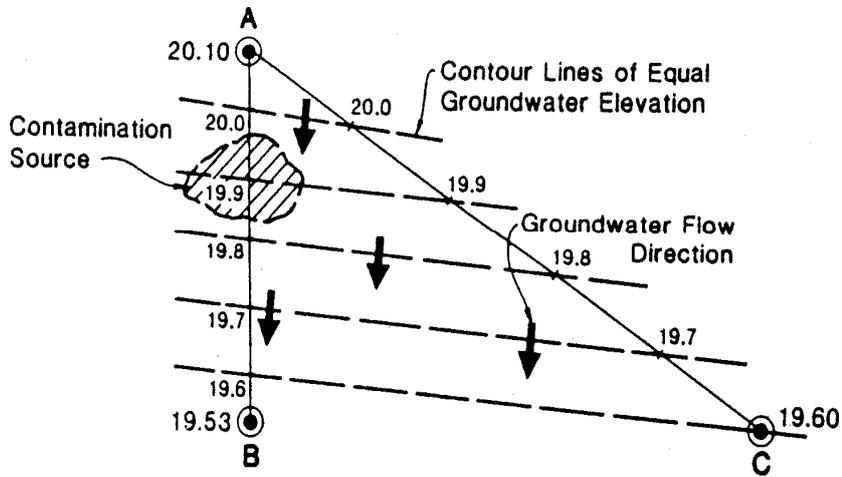
- 따라서 대수층 내의 지하수량 변화를 파악하기 위하여 장기적인 수위 변화를 주 관측대상으로 하며, 지하수위 외에 오염 지시인자인 수온, 전기전도도, pH 항목을 관측한다.

2.3 관측망 위치 선정 및 설치규모

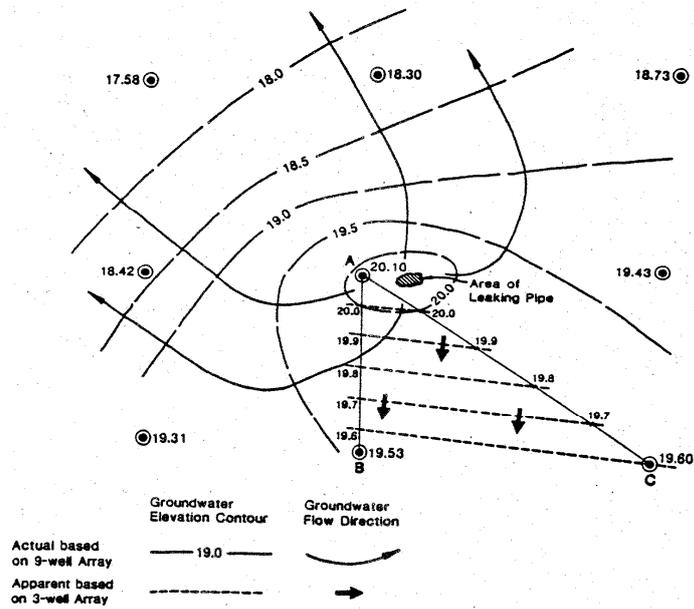
2.3.1. 위치 선정 기준

- 지하수 관측망은 설치목적에 따라 관측항목이 달라지지만 모든 지하수 수문분석에 기본이 되는 지하수위는 기본적으로 측정되는 항목이다. 따라서 관측공은 설치 지점의 지하수위가 대수층을 대표할 수 있는 지점에 위치되어야 하며 이를 위해 충분한 조사가 선행되어야 한다.
- 해당 대수층 구조와 특성, 주요 유출입량 요소(관정수, 이용량, 함양률, 증발산량 등), 지하수 유동방향 등을 이용하여 관측공 위치를 선정한 후, 관측되는 지하수위 변화를 이용하여 대수층 내의 지하수 저류량 변화 분석이 가능하게 된다.
- 따라서 대수층 분포상황 및 구조 파악, 대수층의 수리 특성 파악 및 지하수 수문분석에 의한 대수층의 지하수 유동방향 및 수리체계 분석 등 대수층에 대한 정밀한 조사 후 지하수 유동방향 등 수리지질학적인 측면을 고려하여 대수층의 지하수위 변화를 적절하게 대변할 수 있는 위치에 관측공을 설치한다.
- 관측공 설치를 위한 기본적인 고려사항은 아래와 같다.
 - 가. 해당 대수층 부존심도를 고려하여 되도록 대수층 심도가 가장 깊고, 두껍게 부존하는 곳에 설치한다.
 - 나. 기설관정조사 시 지하수위를 조사하여 수위 등고선에 의한 지하수 주 유동방향을 따라 설치한다.
 - 다. 지하수 이용량이 많은 지역 또는 지반침하 등의 지하수 장해 예상지역에서는 관정 밀집지역에서 최대 수위강하 예상지점에 설치한다.
 - 라. 현재 지하수 수질보전이 필요한 지역에 설치 시 지하수 유동방향으로 불 때 보전구역 상, 하류부에 필요한 수만큼 설치한다.

- 가. 단일 관측공 : 대수층 구조가 단순한 경우 대수층 전체에 관측공 한 개만을 개발하는 경우이며, 이 경우는 대수층을 대표할 수 있도록 대수층의 분포와 두께, 지하수 흐름방향을 고려하여 대수층 중류부에서 하류부 사이에 대수층 전체를 관통하여 유동방향 중앙부에 설치한다.
- 나. 2 ~ 3층 구조 단일 관측망 : 대수층이 심도별로 충전대수층, 암반대수층 등으로 2 ~ 3개 대수층이 중복된 경우에는 단일 관정을 개발하고, 대수층 구간 사이에 패커(packer)를 설치하여 대수층별로 별도의 관측시설을 한 개 관정에 설치한다.
- 다. 관측망 구조 : 한 개 대수층지역에 수개 ~ 수십 개 관측망을 격자구조, 방사상구조 또는 십자구조로 지하수 유동방향에 평행한 방향과 수직되는 방향으로 배열하며, 특정 오염원 감시를 위한 경우는 오염원 위치를 고려하고 지하수 유동방향을 고려하여 십자형이나 격자구조로 설치한다.
- 일반적으로 지하수의 흐름방향을 결정하기 위한 최소한의 관측공 수는 세 개로 알려져 있지만(그림 2-4), 이는 지하수면이나 압력 수두면이 자연상태의 평면상 구조를 가진 비교적 작은 규모에서 가능하므로 대부분의 경우 세 개 이상의 관정을 필요로 한다(Todd, 1980; Driscoll, 1986).
 - 반면에 규모가 큰 지역의 경우는 격자망으로 6~9개가 필요한데, 이는 3개의 관측공으로 정확한 지하수흐름을 분석하는데 불충분하기 때문이다. 따라서 관측공을 설치하는 경우 대수층 수리전도도의 다양성, 국부적 양상, 수계발달 상태 및 강우와 같이 지하수위에 영향을 미칠 요소 등에 따라 설치 조건이 달라진다(그림 2-5).



<그림 2-4> 평면상구조를 가진 지하수면의 지하수 흐름방향 분석



<그림 2-5> 3~9개 관측공을 이용한 지하수 흐름방향

제3장 2019년 신규 및 이동 설치 농촌지하수관리 관측망

■ 신규 75개소 농촌지하수관리 관측망 설치

- 설치 위치 : 경기 4개소, 강원 8개소, 충북 5개소, 충남 9개소, 전북 8개소, 전남 16개소, 경북 16개소, 경남 9개소
- 관정 내 주 대수층 구간인 암반 균열 위치에 3항목(수위, 수온, 전기전도도) 동시 측정 관측센서 설치

■ 신규 농촌지하수관리 관측망 현장측정 항목

- 수온 : 11.6 ~ 18.4 °C 범위(※일반적인 암반지하수 수온 범위)
- 전기전도도
 - 54개 관측공(72%)에서 99~654 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 범위로 농어업용수로 사용 가능
 - 21개 관측공(28%)에서 해수침투 내지 지표오염물질의 유입으로 전기전도도가 증가하여 농경지 지하수 공급 불가

■ 신규 농촌지하수관리 관측망 수리·수질 특성

- 수리특성
 - 양수량 25~600 m^3/day , 수리전도도 $9.26 \times 10^{-7} \sim 6.14 \times 10^{-3} \text{ cm}/\text{sec}$
- 수질유형
 - 75개소 관측공 중 (Na+K)- HCO_3 유형 34개소(45%), Ca- HCO_3 유형 19개소(25%), (Na+K)-Cl 유형 18개소(24%), Ca-Cl 유형 4개소(5%)
 - 대부분 담수에 속하지만 일부 관측공에서 지표오염물질이 유입된 특성

3.1 2019년 신규 농촌지하수관리 관측망

3.1.1. 신규 관측공 설치

- 농촌지하수관리 관측망은 2002년 경기도 화성시를 시범으로 설치하였으며, 2003년부터는 농촌지하수관리 사업 완료지구를 대상으로 지하수 수질 및 수량 관리가 필요한 지역에 자동관측시스템을 구축·운영하고 있다.
- 2018년까지 관측공 446개소를 설치·운영하였으며, 2019년에는 신규 75개소의 관측공에 자동관측시스템을 설치 완료하였다.

- 광역시·도별로 살펴보면, 2019년에는 경기 4개소, 강원 8개소, 충북 5개소, 충남 9개소, 전북 8개소, 전남 16개소, 경북 16개소, 경남 9개소 등 총 75개소에 관측공이 설치되었다.

3.1.2. 관측공 내역

- 2019년 신규 관측공 75개소에 대한 내역은 (표 3-1)과 같다.
- 2019년 신규 관측공의 심도는 44 ~ 200 m 범위(평균 약 107 m)이다.
- 2019년 신규 관측공의 케이싱 심도는 4 ~ 56 m 범위(평균 약 17 m)이며, 층적층이 발달한 포천5(56 m), 영월1(33 m), 청양4(36 m), 김제1(30 m), 정읍7(45 m), 보성7(51 m), 장흥6(35 m), 고흥9(38 m), 영암4(40 m), 해남8(34 m), 함양2(32 m), 하동6(32 m) 관측공의 케이싱 심도가 깊다.

<표 3-1> 2019년도 신규 농촌지하수관리 관측망 내역

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공 명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
계	75					
경기	4	양주시	남면 상수리 62-16	양주2	100	18
			영북면 자일리 1319	포천5	110	56
		포천시	일동면 기산리 530-6	포천6	110	12
			내촌면 내리 431-1	포천7	100	12
강원	8	강릉시	사천면 미노리 13-4	강릉6	110	8
		홍천군	두촌면 역내리 375	홍천6	100	6
			서석면 상군두리 295-5	홍천7	100	11
		영월군	주천면 주천리 993-2	영월1	47	33
			한반도면 쌍용리 1281-2	영월2	101	21
		화천군	상서면 파포리 881	화천3	101	18
			간동면 오음리 599-4	화천4	105	29
		양구군	방산면 현리 514	양구3	110	19

<표 3-1> 계속

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공 명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
충북	5	청주시	가덕면 행정리 454	청주3	100	16
			남일면 신송리 486-8	청주4	100	12
		괴산군	불정면 앵천리 767-2	괴산4	80	22
		제천시	금성면 월림리 481-6	제천3	120	18
			백운면 방학리 1058	제천4	100	26
충남	9	당진시	송악읍 전대리 575-5	당진1	100	21
			송산면 삼월리 87-2	당진2	100	21
			고대면 성산리 67-5	당진3	100	15
		서산시	대산읍 운산리 1-172	서산3	100	9
		청양군	장평면 구룡리 495	청양4	100	36
			목면 화양리 1352	청양5	100	21
		논산시	상월면 숙진리 875	논산3	100	12
		공주시	계룡면 유평리 279-3	공주5	100	14
		홍성군	갈산면 내갈리 179	홍성5	127	12
		전북	8	김제시	금산면 삼봉리 210-2	김제1
봉남면 내광리 1169	김제2				100	14
순창군	동계면 이동리 935			순창6	100	6
	쌍치면 전암리 833			순창7	100	6
고창군	홍덕면 사포리 514-2			고창4	100	18
정읍시	감곡면 삼평리 588			정읍7	115	45
장수군	번암면 대론리 1356			장수4	100	18
	계북면 원촌리 502			장수5	150	6

<표 3-1> 계속

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공 명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
전남	16	보성군	조성면 매현리 501-3	보성7	100	51
			장평면 축내리 785-3	장흥5	70	8
		장흥군	장흥읍 해당리 4	장흥6	50	35
			고흥군	고흥읍 호동리 1911	고흥9	100
		영암군	도포면 구학리 574-8	영암1	44	7
			군서면 도장리 39	영암2	106	17
			서호면 성재리 1331-11	영암3	106	15
			서호면 화송리 429-17	영암4	106	40
			도포면 성산리 1478-5	영암5	100	6
		해남군	옥천면 백호리 605-2	해남7	60	18
			계곡면 가학리 419	해남8	100	34
			황산면 연호리 1438	해남9	95	8
			황산면 한자리 산16-9	해남10	106	6
			북일면 운전리 84-3	해남11	100	12
			북일면 용일리 1396	해남12	100	12
		순천시	해룡면 중흥리 271-13	순천8	100	13
경북	16	영양군	청기면 당리 109-1	영양1	100	9
			일월면 도곡리 108	영양2	170	6
			입암면 흥구리 38-3	영양3	200	8
			영양읍 하원리 18-2	영양4	200	16
			수비면 계리 154	영양5	150	9

<표 3-1> 계속

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공 명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)		
경북	16	울진군	온정면 외선미리 39-9	울진1	200	12		
			매화면 기양리 1529	울진2	100	18		
			북면 덕구리 271-2	울진3	123	12		
		영주시	부석면 보계리 529-2	영주1	200	12		
		봉화군	소천면 현동리 636	봉화7	200	12		
		상주시	화동면 어산리 138-1	상주9	110	9		
		김천시	조마면 대방리 950-1	김천4	100	15		
		청송군	주왕산면 부일리 959	청송6	100	6		
		의성군	접곡면 동변리 547	의성10	100	10		
		칠곡군	지천면 창평리 629-1	칠곡4	100	14		
		경산시	와촌면 신한리 4	경산1	100	4		
		경남	9	함양군	함양읍 용평리 251	함양2	100	32
					영현면 침점리 450-1	경남고성1	100	9
					고성군	거류면 가려리 636-133	경남고성2	100
				하동군	고성읍 죽계리 6-104	경남고성3	100	9
					고전면 신월리 1391-4	하동5	100	16
고전면 전도리 707-2	하동6				100	32		
진주시	금산면 가방리 1214			진주7	100	22		
사천시	곤명면 정곡리 883-1			사천5	100	14		
	서포면 외구리 1212-3			사천6	100	12		

3.2 2019년 신규 관측공 설치지구

3.2.1. 경기도

○ 양주2 관측공

- 양주시 남면 상수리에 위치하는 양주2 관측공은 입암천 주변에 설치되었다. 주변으로는 공업단지와 농경단지가 혼재하고 있으며, 농촌지역의 계절별 수량 및 수질변화를 관측하기 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 포천5 관측공

- 포천시 영북면 자일리에 위치하는 포천5 관측공은 자일천 주변에 설치되었다. 주변으로는 공업단지와 농경단지가 혼재하고 있으며, 농촌지역의 계절별 수량 및 수질변화를 관측하기 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 포천6 관측공

- 포천시 일동면 기산리에 위치하는 포천6 관측공은 수입천 주변에 설치되었다. 주변으로는 농경단지가 위치하고 있으며, 농촌지역의 계절별 수량 및 수질변화를 관측하기 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 포천7 관측공

- 포천시 내촌면 내리에 위치하는 포천7 관측공은 왕숙천 인근에 설치되었다. 주변으로는 농경단지와 주택 및 공장단지가 혼재하고, 농촌지역의 오염 등이 취약하여 계절별 수량 및 수질변화를 관측하기 위하여 관측공을 설치하였다.

3.2.2. 강원도

○ 강릉6 관측공

- 사천면은 강릉시 중부지역에 위치하고 있으며, 사천면을 중심으로 남북간 자연부락을 형성하고 있다. 타 읍면에 비해 상수도 보급률이 낮고 상대적으로 인구밀도가 높아 축적지하수 사용량이 많다. 이 중 미노리는 사천면 내 관정밀도가 64.14공/km²으로 가장 높아 수량우려 '심각' 단계이며, 질산성 질소 수치 또한 12.35mg/L로 수질기준(먹는물 기준 10mg/L)을 초과하여

수질우려 '경계'단계로 관측공을 설치하여 수량 및 수질 모니터링을 실시하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 홍천6 관측공

- 용수구역인 홍두지구는 홍천군 북부에 위치하며 크고 작은 산맥으로 둘러싸인 중산간 지역에 위치하여 해발고도가 700m 이상으로 높은 지형을 보인다. 홍두지구 내에 위치한 읍면 중 역내리는 인구밀도 및 관정밀도는 상대적으로 낮은 편으로 수량은 안정적인 편이다. 하지만, 질산성질도 분석결과 10.97mg/L로 수질기준(먹는물 기준 10mg/L)을 소량 초과하는 것으로 확인되었으며, 오수배출시설이 밀집되어 있다. 또한, 청문조사 결과 일부 관정에서 녹물, 흙탕물 등이 확인되어 주민들이 어려움을 겪고 있으므로 관측공을 설치하여 수질모니터링을 설치하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 홍천7 관측공

- 홍두지구 내에 위치한 읍면 중 역내리는 인구밀도가 18.51공/km² 으로 상대적으로 높은 편이다. 또한, 서석면 내 오염도가 가장 심한편인 하군두리(단위면적당 오염부하량 55.18kg/일/km², drastic index 145점)와 근접하게 위치하고 있어, 수질오염 가능성이 우려된다. 이에 따라, 관측공을 설치하여 수질 모니터링을 실시하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 영월1 관측공

- 주천면은 횡성군 태기산에서 발원하는 주천강이 주천면 중앙으로 흐르면서 주천면 일대에 넓고 기름진 주천평야를 이루고 있다. 주천리는 단위면적당이용량 40.64천m³/년/km², 관정밀도 22.13공/km²으로 수량우려 '경계~심각' 단계로 주천면 내 수량관리가 가장 필요한 지역이다. 또한, 변형된 drastic index가 145점으로 수질우려 '경계' 단계이다. 이에 따라, 관측공의 필요성이 확인되어 관측공을 설치하여 수질 모니터링을 실시하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 영월2 관측공

- 한반도면은 영월 중서부에 위치하고 있으며, 대체로 500m 이하의 낮은 산지 분포를 보인다. 조사결과, 오염원 분포밀도가 1.53개소/km²으로 '심각' 단계로 나타났으며, 변형된 drastic index는 137.4로 '경계' 단계를 보인다. 이에 따라, 수질오염 발생 가능성이 높아 관측공이 필요하며, 관측공을 설치하여 수질 모니터링을 실시하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 화천3 관측공

- 화천군은 면적의 86.2%가 산지로 형성된 산악지대로 동쪽에 태백산맥과 북쪽의 광주산맥의 연봉이 군내로 이어져, 비교적 높고 험준한 산지지형을 이룬다. 이 중, 상서면은 화천군 내 북서쪽에 위치하고 있다. 화간지구에 위치한 상서면은 가축 및 인구에 의한 오염부하량이 다른 리에 비해 2배 이상으로 높은 편이다. 조사결과, 상서면 내에서 파포리가 수질우려가 가장 높은 리로 확인되었으며, 질산성질소 수치 또한 12.16mg/L로 수질 기준(먹는물 기준 10mg/L)을 초과하였다. 이에 따라, 관측공을 설치하여 수질 모니터링을 실시하고 오염유발 인자를 확인하여 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 화천4 관측공

- 간동면은 화천군 내 남동쪽에 위치하고 있으며, 오음리는 간동면 내 위치하고 있다. 조사결과, 관정밀도가 49.23공/km²으로 다른 리에 비해 상대적으로 가장 높은 밀도 분포를 보이며, 이용량/개발가능량도 높게 나타난다. 또한, 단위면적당 오염부하량이 514.58kg/일/km²로 간동면 내에서 가장 높은 수치를 보인다. 이에 따라, 지속적인 수질오염 가능성이 우려되며, 관측공을 설치하여 수질 모니터링을 실시하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

○ 양구3 관측공

- 양구군은 태백산의 연봉들이 남북으로 지나가며 비교적 높고 험준한 산세를 보이는 내륙산간지역을 이루고 있다. 이 중, 양방지구는 방산면 및 해안면으로 구분되며, 지질분포는 다소 단순한 편이다. 조사결과, 방산면 현리는 수질부문의 오염원 분포밀도, drastic index, 단위면적당 오염부하량 수치가 양방지구 전체 리에서 가장 높으로 높으로 확인되었다. 또한, 청문조사 결과 일부 관정에서 수량이 지속적으로 감소하여 주민들이 어려움을 겪고 있으므로 관측공을 설치하여 수량 및 수질 모니터링을 실시하고 선량한 지하수 개발 및 이용·관리를 도모하고자 한다.

3.2.3. 충청북도

○ 청주3 관측공

- 가덕면 행정리는 상대리(수량관리), 은행리(수질관리)와 인접하고, 시설 영농이 밀접하고 있어 단위면적당이용량이 높고 소형 층적관정과 하천수를 활용하므로 가뭄에 대비하여 체계적인 용수공급 계획 수립이 요구되는 지역이다. 또한 축산시설 등에 의한 오염부하량이 우세하므로 지하수의 수량과 수질관리가 필요한 지역으로 농촌지하수관리 관측공을 설치하였다.

○ 청주4 관측공

- 남일면 신송리는 인구와 상업시설이 밀접하고 drastic 지수가 남일면에서 가장높은 효촌리(수질관리)와 인접하고 있으므로 지하수의 수질관리가 필요한 지역으로 농촌지하수관리 관측공을 설치하였다.

○ 괴산4 관측공

- 불정면 앵천리는 괴산군 북단으로 음성군과 인접하여 위치하며, 구릉성 산지에서 발달한 농경지가 넓게 분포하고 있는 지역이다. 앵천리는 2009년 괴산군 괴소지구 조사 시 질산성질소(NO₃-N) 분석결과, 농업용수기준(20mg/L)

이하이나 생활용수기준(10mg/L)을 초과하는 지역으로 점오염원 및 비점 오염원에 대한 관리 강화 등 지하수수질에 대한 감시를 강화하기 위하여 농촌지하수관리 관측공을 설치하였다.

○ 제천3 관측공

· 금성면 월림리는 위림리와 인접하고 있으며, 이 지역들은 2005년 제천시 농촌지하수관리 보고서에서 지하수 개발·이용 현황의 동리별 현황 중 개발 가능량 대비 이용량이 100%을 초과하는 높은 지역으로서 기후변화에 따른 가뭄대비 등 지하수량에 대한 감시를 강화하기 위하여 농촌지하수관리 관측공을 설치하였다.

○ 제천4 관측공

· 백운면 방학리는 제천시의 서북쪽에 위치하여 충북 충주시, 강원 원주시와 경계를 이루고 있다. 조사지역은 구릉성 산지에서 발달하는 농경지가 넓게 분포하는 지역이며, 백마저수지(공사관리구역)의 말단부로서 가뭄 등 기후변화에 적극적으로 대응하기에도 적합한 지역이다. 방학리는 2005년 제천시 농촌지하수관리 보고서에서 단위면적당 오염부하량이 348.2kg/일/km²로서 상대적으로 높은 지역으로 본 조사지역은 수량과 수질에 대한 관리를 강화하기 위하여 농촌지하수관리 관측공을 설치하였다.

3.2.4. 충청남도

○ 당진1 관측공

· 송악읍 전대리는 낮은 구릉성 산지 지역으로 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 당송지구 농촌지하수관리보고서에 따르면 전대리는 질산성질소 평균값이 높고 송악읍에서 상대적으로 drastic index가 높은 편이다. 이에 장기적인 지하수 수질변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 당진2 관측공

- 송산면 삼월리 일대는 논농사 중심의 농경지가 분포하고 있으며, 당송지구 농촌지하수관리보고서에 따르면 삼월리는 관정밀도가 송산면에서 가장 높아 수량관리 필요지역으로 선정되었다. 이에 장기적인 지하수 수량변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 당진3 관측공

- 고대면 성산리 일대는 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 당고지구 농촌지하수관리보고서에 따르면 질산성질소 평균값이 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려되는 지역이다. 이에 장기적인 지하수 수질변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 서산3 관측공

- 대산읍 운산리 일대는 대호방조제를 따라 형성된 간척 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 서지지구 농촌지하수관리보고서에 따르면 대산읍에서 질산성질소 평균값과 drastic index가 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려되는 지역이다. 이에 장기적인 지하수 수질변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 청양4 관측공

- 장평면 구룡리 일대는 농경지가 넓게 분포하고 있는 지역으로 과거 논농사 중심에서 점차 시설재배단지로 변해가면서 지하수 이용량이 많아지고 있다. 또한, 청청지구 농촌지하수관리보고서에 따르면 구룡리는 질산성질소 평균값이 지구내에서 가장 높아 지하수 수질오염이 우려되는 지역이다. 이에 장기적인 지하수 수량 및 수질변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 청양5 관측공

- 목면 화양리 일대는 논농사 중심의 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 청청지구 농촌지하수관리보고서에 따르면 화양리는 질산성질소 평균값이 목면에서 가장 높아 지하수수질오염이 우려되는 지역이다. 이에 장기적인 지하수 수질변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 논산3 관측공

- 상월면 숙진리 일대는 논농사 중심의 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 논산시 농촌지하수관리보고서에 따르면 숙진리는 질산성질소 평균값이 높아 지하수 수질오염이 우려되는 지역이다. 이에 장기적인 지하수 수질변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 공주5 관측공

- 계룡면 유평리 일대는 면소재지 인근으로 논농사 중심의 농경지가 분포하고 있다. 공주시 농촌지하수관리보고서에 따르면 유평리는 개발가능량 대비 이용량이 284%로 매우 높으며, 관정밀도 또한 높은 편으로 지하수 수량 부족이 우려되는 지역이다. 이에 장기적인 지하수 수량변화를 관측하고자 관측공을 설치하였다.

○ 홍성5 관측공

- 갈산면 내갈리 일대는 넓게 농경지가 분포하고 있으며, 홍서지구 농촌지하수관리보고서에서 내갈리는 질산성질소 평균값과 drastic index가 높아 갈산면에서 상대적으로 오염이 취약한 지역으로 분석되어 수질관리 필요 지역으로 선정되었다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

3.2.5. 전라북도

○ 김제1, 2 관측공

- 김제1, 2 관측공이 설치된 금산면 삼봉리 지역은 산지와 농경지가 접하는 지역으로서 동쪽으로는 구성산이 위치하고 서쪽으로는 광활한 농경지가 펼쳐져있는 지역에 위치하고 있다. 기 조사된 김제지구 농촌지하수관리사업 보고서에 따르면 관정개발밀도가 높고 질산성질소가 기준치를 초과한 관정이 많으며, DRASTIC 지수도 높은 곳이 많아 지속적인 수질모니터링을 위해 관측공을 설치하였다. 김제2 관측공이 설치된 봉남면 내광리 지역은

남쪽으로 원평천이 가로지르고 있는 드넓은 평야에 위치하고 있으며, 북쪽으로는 금구천이 흐르고 있다.

○ 순창6, 7 관측공

- 순창6 관측공은 동계면 이동리 장항마을회관을 끼고 도는 실개천변에 위치하며, 순창7 관측공은 쌍치면 전암리 전암마을회관 앞 뜰에 위치한다. 순창6 관측공은 잠재오염원이 117개소로 다소 많고 단위면적당 오염부하량이 68.7 kg/일/km², DRASTIC 지수가 116으로 높아 장기적인 수질 모니터링을 하고자 관측공을 설치하였다. 또한 순창7 관측공은 오염부하량이 107.0 kg/일/km², DRASTIC 지수가 106 으로 다소 낮으나 잠재오염원이 많아 장기적 수질모니터링을 위해 관측공을 설치하였다.

○ 고창4 관측공

- 고창지구 동남쪽은 노령산맥을 경계로 전라남도 장성군, 남쪽은 전라남도 영광 군에 접하여 도계를 이루며, 북동쪽으로 정읍시, 북쪽으로 일부는 육지, 나머지 대부분은 곰소만을 넘어서 부안군에 접하고, 서쪽은 굴곡이 많은 서해안이다. 지질은 선캄브리아기의 화강암질편마암이 널리 분포하며, 중생대 쥐라기의 대보화강암이 분포하여 내륙분지 및 호남평야의 침식평야를 형성한다. 고창4 관측공은 질산성질소가 24.3 mg/ℓ 로 다른 읍면보다 다소 높게 나타났으며, DRASTIC 지수도 118 이상으로 다소 높게 나타나 지속적인 수질오염 관측을 위해 관측공을 설치하였다.

○ 정읍7 관측공

- 정읍7 관측공은 정읍시 감곡면 삼평리 일원으로 김제역에서 벽골제 방면으로 흐르는 두월천을 끼고 있고 드넓은 평야지대에 위치한다. 농촌지하수 관리사업 보고서에서 지하수 수질관리 지역으로 선정되어 관측공을 설치하였다.

○ 장수4, 5 관측공

- 장수지구는 장수읍에서 남서쪽으로 약 1 km 떨어진 곳에 위치하고 있으며,

서쪽으로는 선각산, 북쪽으로는 봉화산으로 둘러싸여 평야지대를 이룬다. 청문조사 및 간이 수질조사결과를 토대로 향후 주변지역 지하수오염이 예상되는 지점에 인근 지역의 수질 및 수량의 변화의 용이한 지점을 선정하여 대수층을 통한 주변 지역의 수질 및 수량 변화를 관측하고자 설치하였다.

3.2.6. 전라남도

○ 보성7 관측공

- 보성군 조성면 매현리는 군 남동쪽에 위치하고 득량만과 인접해 있으며, 보성방조제를 따라 형성된 대단위 간척지대이다. 이 지역은 2005년 보성지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 관정밀도가 조성면 평균을 상회하고, drastic index가 높게 나타난 지하수 수량부족 및 수질오염이 우려되는 바, 장기적인 수량 및 수질에 대한 모니터링하기 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 장흥5 관측공

- 장흥군 장평면 축내리는 군 북동쪽에 위치하고 화순군 청풍면에 인접해 있으며, 용두산(△530m)과 봉미산(△430m)에 둘러싸인 구릉지대이다. 이 지역은 2008년 동평지구 지하수자원관리 조사 시 잠재오염원, 오염원분포 밀도, drastic index가 높게 나타났으며, 특히 지구 상류에 000골프장이 자리하고 있어 지하수 수질오염이 우려되는바, 장기적인 수질에 대한 모니터링하기 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 고흥9 관측공

- 고흥군 고흥읍 호동리는 군 서쪽에 위치하고 득량만과 인접해 있으며, 고흥군만방조제를 따라 형성된 대단위 간척지대이다. 이 지역은 2016년 고평지구 지하수자원관리 조사시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도가 매우 높게 나타나 지속적인 지하수 이용에 따른 수량부족이 우려되는 바, 장기적인 수량변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 영암1 관측공

- 영암군 도포면 구학리는 군 북서쪽에 위치하고, 영암천을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 영도지구 지하수자원관리 조사시 관정밀도가 도포면에서 가장 높게 나타났으며, 질산성질소 기준치 초과 및 단위면적당 오염부하량이 높게 나타난 지하수 수량부족, 수질오염이 우려되는 바, 장기적인 수량 및 수질에 대한 모니터링하기 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 영암2 관측공

- 영암군 군서면 도장리는 군 서쪽에 위치하고, 영암천과 호동천을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 영도지구 지하수자원관리 조사 시 drastic index, 단위 면적당 오염부하량이 매우 높게 나타나 지하수 수질 오염이 우려되는 바, 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 영암3 관측공

- 영암군 서호면 성재리는 군 서쪽에 위치하고, 영암천과 학산천을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 영학지구 지하수자원관리 조사 시 DRASTIC INDEX, 오염원 분포밀도, 단위면적당 오염부하량이 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려되는 바, 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 영암4 관측공

- 영암군 서호면 화송리는 군 남서쪽에 위치하고, 학산천을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 영학지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당 이용량이 높게 나타나 지속적인 지하수 이용시 수량부족이 우려되고, 오염원 분포밀도 및 단위면적당 오염부하량이 높아 수질오염 우려가 있는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 영암5 관측공

- 영암군 도포면 성산리는 군 북서쪽에 위치하고, 구릉성 지대로 농경지(전,답)이 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 영도지구 지하수자원관리 조사시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당 이용량이 높게 나타났으며, 넓은 농경지에 시비하는 농약, 비료의 영향으로 질산성질소가 높게 나타나 지하수 수량부족 및 수질오염이 우려되는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남7 관측공

- 해남군 옥천면 백호리는 군 남동쪽에 위치하고, 덕룡산(△433m) 등 무명산에 둘러싸인 구릉성 지대이다. 이 지역은 2018년 해계(해삼)지구 지하수자원관리 조사 시 관정밀도, 이용량/적정개발가능량, 단위면적당이용량이 매우 높게 나타난 옥천면 청신리와 연결하고 같은 수계에 위치해 있어 수량부족이 우려 되는바, 장기적인 수량변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남8 관측공

- 해남군 계곡면 가학리는 군 북쪽에 위치하고, 영암호를 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 해계지구 지하수자원관리 조사 시 관정밀도, 단위면적당이용량, 이용량/적정개발가능량이 높게 나타나 수량부족이 우려된다. 또한 오염원 분포밀도, DRASTIC INDEX가 높아 수질오염 우려가 있는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남9 관측공

- 해남군 황산면 연호리는 군 북서쪽에 위치하고, 금호방조제를 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 해황지구 지하수자원관리 조사시 단위면적당이용량, 관정밀도, 이용량/적정개발가능량이 높아 수량부족이 우려된다. 또한 질산성질소 농업용수 기준치를 초과하는 일부 관정이 조사되어 수질오염 우려가 있는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남10 관측공

- 해남군 황산면 한자리는 군 서쪽에 위치하고, 고천암호를 따라 농경지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 해황지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 관정밀도가 높게 나타나 지속적인 지하수 이용시 수량부족이 우려되고, 질산성질소 평균치가 농업용수 기준을 초과하여 수질오염 우려가 있는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남11 관측공

- 해남군 북일면 용일리는 군 남동쪽에 위치하고 강진만과 접해 있으며, 사내방조제의 영향으로 간척지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 해북지구 지하수자원관리 조사 시 단위면적당 오염부하량, DRASTIC INDEX가 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려되는바, 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남12 관측공

- 해남군 북일면 용일리는 군 남동쪽에 위치하고 강진만과 접해 있으며, 사내방조제의 영향으로 간척지가 넓게 분포하고 있다. 이 지역은 2018년 해북지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도가 높게 나타났으며, DRASTIC INDEX, 질산성질소가 높게 나타나 지하수 수량부족 및 수질오염이 우려되는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 순천8 관측공

- 순천시 해룡면 중흥리는 시 정남쪽에 위치하고 순천만에 인접해 있으며, 순천동천을 따라 넓은 농경지가 분포하고 있다. 이 지역은 2015년 승해지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도가 해룡면 평균치를 초과하고, 오염원 분포밀도 및 DRASTIC INDEX가 높게 조사되어 지하수 수량부족 및 수질오염이 우려되는바, 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

3.2.7. 경상북도

○ 영양1 관측공

- 영양1 관측공이 설치된 지역은 해당 지역의 평균 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도는 영석지구 평균보다 조금 낮은 수치를 보이며 질산성질소의 경우 영석지구 평균보다 높은 값을 보인다. 장기적인 수량변화 및 수질변화 관측을 위하여 영양1 관측공 부지로 선정하였다.

○ 영양2, 3 관측공

- 영양2, 3 관측공이 설치된 지역은 해당지역의 평균 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도는 영영지구 평균보다 높은 수치를 보이며 질산성질소 또한 영영지구 평균보다 높은 값을 보인다. 장기적인 수량변화 및 수질변화 관측을 위하여 영양2, 3 관측공 부지로 선정하였다.

○ 영양4 관측공

- 영양5 관측공이 설치된 지역은 해당 지역의 평균 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도는 울기지구 평균보다 조금 낮은 수치를 보이며 질산성질소의 경우 울기지구 평균보다 높은 값을 보인다. 장기적인 수량변화 및 수질변화 관측을 위하여 영양4 관측공 부지로 선정하였다.

○ 영양5 관측공

- 영양5 관측은 비교적 오염원이 적고 높은 지대에 위치하여 상류부에서 함양되는 지하수의 수량 및 수질 변화를 관측할 수 있으며, 인근 관측지점에서의 지하수 수질을 비교하고 함양되는 지하수의 수량에 따른 지하수의 변화를 관찰할 수 있어 비교 기준 관측공으로 적합하여 관측공 설치 지역으로 선정하였다. 장기적인 수량변화 및 수질변화 관측을 위하여 영양5 관측공 부지로 선정하였다.

○ 울진1, 2 관측공

- 울진1, 2 관측공은 해당 지역의 평균 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당

이용량, 관정밀도는 울기지구 평균보다 높은 수치를 보인다. 따라서 장기적인 수량변화 및 수질 변화 관측을 위한 관측공 부지로 선정하였다.

○ 울진3 관측공

- 울진3 관측공은 해당 지역의 평균 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량, 관정밀도는 울원지구 평균보다 낮은 값을 보이며, 질산성질소 기준 초과 지점도 존재하지 않는다. 하지만 축사 등 오염시설의 수가 지구 내 다른 지역보다 많아 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공 부지로 선정하였다.

○ 영주1 관측공

- 영주1 관측공은 농경지의 비율이 높은 지역으로 지하수의 수질이 불량하고 수량이 부족하다는 행정기관의 의견을 참고하여 관측공 설치 지구로 선정하였다.

○ 봉화7 관측공

- 봉화7 관측공은 농촌지하수관리사업 조사 결과, 지하수관리가 필요한 지역 중 자동관측망 설치 운영효과가 높은 수량·수질관리 필요지역에 설치하였다.

○ 상주9 관측공

- 상주9 관측공 소재지는 단위면적당이용량, 관정밀도는 낮으나 잠재오염원 분포밀도가 높은 지역으로 수질관리가 필요한 지역이다. 장기적인 수질 관측을 위한 관측공 대상부지로 선정하였다.

○ 김천4 관측공

- 김천4 관측공 설치지역은 지하수 이용량이 지속적으로 증가하고 있으며, 질산성질소의 수질기준 초과 등 수량 및 수질관리를 위한 관리대책이 필요할 것으로 조사되어 관측공 대상지구로 선정하였다.

○ 청송6 관측공

- 청송6 관측공 설치지역은 단위면적당이용량, 관정밀도는 지구 평균보다 낮은 값을 보이며, 지역적 수문지질 특성에 따른 DRASTIC INDEX가 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려되는 바, 장기적인 지하수의 수량 및 수질 관측을 위해 관측공 대상 부지로 선정하였다.

○ 의성10 관측공

- 의성10 관측공 설치지는 평균 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당 이용량이 지구 평균보다 높은 값을 보이며 이에 따라 장기적인 수량관측을 위한 관측공 대상 부지로 선정하였다.

○ 칠곡4 관측공

- 칠곡4 관측공은 점차 도시화가 진행되고 있는 지역으로 공장폐수 및 생활오수로 인한 지하수수질오염인자가 증가하여 장기적인 수질관리 및 관측을 위한 관측공 대상 부지로 선정하였다.

○ 경산1 관측공

- 경산1 관측공 설치지는 영금지구에 해당하는 지역이며, 용수구역 구분상 경산시가 일부 포함된다. 해당 지역은 축사 등 잠재오염원 시설이 많이 존재하여 장기적인 수질관리를 위한 관측공 대상 부지로 선정하였다.

3.2.8. 경상남도

○ 함양2 관측공

- 함양2 관측공 설치지인 함양읍 용평리 일대에는 농경지역이 많이 분포하고 있으며, 함양지구 농촌지하수관리보고서에서 용평리는 단위면적당 이용량이 높고 잠재오염원 밀도가 높아 지하수수량 및 수질 관리 필요지역이다. 이에 수량 및 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 경남고성1 관측공

- 경남고성1 관측공이 설치된 고성읍 죽계리 일대에는 농경지역이 많이 분포하고 있으며, 죽계리는 고성읍의 평균 단위면적당 오염부하량보다 높은 수치를 보이고 있다. 또한 바닷가와 인접하고 있어 조수간만 현상에 따른 염수 유입 현상을 장기적으로 관측이 필요하다. 이에 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 경남고성2 관측공

- 경남고성2 관측공이 설치된 영현면 침점리 일대에는 농경지역이 많이 분포하고 있으며 단위면적당 이용량이 높으며, 오염원 개수가 상대적으로 많이 분포하고 있는 지역으로 수량 및 수질의 지속적인 관리가 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 경남고성3 관측공

- 경남고성3 관측공이 설치된 거류면 가려리 일대에는 농경지역이 많이 분포하고 있으며, 가려리는 바닷가와 인접하고 있어 조수간만 현상에 따른 염수 유입 현상을 장기적으로 관측이 필요하다. 이에 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 하동5 관측공

- 하동5 관측공이 설치된 고전면 신월리 일대는 농경지역이 많이 분포하고 있으며, 농촌지하수관리보고서에서 신월리는 관정밀도가 높아 지하수 수량 관리 필요지역이다. 이에 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 하동6 관측공

- 하동6 관측공이 설치된 고전면 전도리 일대에는 농경지역이 많이 분포하고 있으며, 특히 전도리 지역은 오염원 개수가 상대적으로 많이 분포하고 있는 지역으로 수질의 지속적인 관리가 필요한 지역으로 이에 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 사천5 관측공

- 사천5 관측공이 설치된 곤명면 정곡리 일원에는 시설재배단지가 많이 분포하고 있어, 지하수이용량 및 관정 수가 많아 지하수의 수량의 지속적인 관리가 필요한 지역이다. 이에 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 설치하였다.

○ 사천6 관측공

- 사천6 관측공이 설치된 서포면 외구리 일대는 농경지가 많이 분포하고 있으며, 농촌지하수관리보고서에서 외구리는 지하수이용량이 많으며, 지하수 수질환경 분석 결과 DRASTIC INDEX가 높은 지역으로 관측공 설치 필요 지역으로 제안한 지역이다. 이에 수량 및 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 설치하였다.

3.3 2019년 신규 농촌지하수관리 관측망 조사 결과

3.3.1. 대수성 시험 결과

- 2019년 신규로 설치한 75개소의 관측공의 재원을 정리하였다(표 3-2).
- 암반지하수의 특성상 지하수는 암반균열로 유동하므로 관측공 심도는 균열 위치를 기준으로 결정되었다. 균열은 해당지역의 지질특성에 따라 다양한 심도에 위치하고 있다.
- 농촌지하수관리 관측망에 설치되는 센서는 3항목(지하수위, 전기전도도, 온도)이 동시에 측정되며, 설치 위치는 케이싱 지표 노출부를 기준으로 20 ~ 65 m 심도(지하수가 유동하는 균열면 위치)에 설치하였다(표 3-2).
- 관측공의 지하수 산출특성 내지 유동특성을 살피고자 대수성 시험을 실시하여 각 관측공의 수리전도도를 산출하였다. 관측공의 양수량은 25 ~ 600 m³/day 이었고, 수리전도도는 $9.26 \times 10^{-7} \sim 6.14 \times 10^{-3}$ cm/sec이었다.

<표 3-2> 2019년도 농촌지하수관리 관측망 현장조사 결과

도별	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (m ³ /day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
경기	양주	양주2	24~28,40~44,52~ 56,68~72,80~84	30	300	3.34×10^{-6}	-5.10	72.49
		포천5	20,28,37,100	60	150	2.86×10^{-5}	-20.20	50.41
	포천	포천6	12~16,48~52,80~ 84,100~108	30	50	1.64×10^{-6}	-2.85	50.08
		포천7	12~16,24~28,40~ 44,64~68,84~88	30	130	1.35×10^{-5}	-6.15	80.56
강원	강릉	강릉6	70~80	30	50	2.33×10^{-6}	3.50	54.85
	홍천	홍천6	20~25	40	60	1.33×10^{-5}	4.00	8.00
		홍천7	30~36	60	50	1.29×10^{-4}	2.12	10.60
	영월	영월1	34~35	30	64	6.93×10^{-5}	6.50	33.69
	영월	영월2	32~33, 78~79, 82~83	30	70	1.35×10^{-4}	2.80	21.00

<표 3-2> 계속

도별	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (m ³ /day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
		화천3	19~22	20	65	2.36×10^{-5}	2.30	40.71
강원	화천	화천4	30~33, 55~60, 85~90	35	50	1.39×10^{-5}	2.05	54.34
		양구 양구3	75~100	30	50	2.13×10^{-6}	8.71	55.94
	청주	청주3	20~25	30	310	2.19×10^{-3}	2.59	4.73
		청주4	35~40	55	65	2.47×10^{-5}	3.01	17.18
충북	괴산	괴산4	25~30	30	310	6.14×10^{-3}	3.97	4.67
		제천3	60, 100	30	250	3.62×10^{-5}	2.86	37.29
	제천	제천4	28~32, 70~78	30	240	4.98×10^{-5}	2.98	19.85
		당진1	24~31	40	200	9.66×10^{-4}	4.00	9.34
	당진	당진2	20~22, 36, 72	35	200	1.04×10^{-3}	5.10	9.19
		당진3	24, 38	25	50	1.18×10^{-4}	1.20	6.26
	서산	서산3	25, 36	20	50	2.94×10^{-5}	2.60	11.89
충남	청양	청양4	36~45, 45~64	45	150	2.26×10^{-4}	10.20	23.71
		청양5	24~41	35	200	1.59×10^{-4}	7.00	15.80
	논산	논산3	45~46	45	56	8.55×10^{-6}	4.12	44.34
	공주	공주5	16~20, 62~64, 72~75	30	300	9.44×10^{-4}	2.80	3.71
	홍성	홍성5	120~125	30	200	7.28×10^{-4}	4.09	6.84

<표 3-2> 계속

도별	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치(m)	양수량 (m ³ /day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
전북	김제	김제1	30~38, 38~71	35	400	7.68×10^{-4}	9.02	17.34
		김제2	35, 47, 82, 91	30	300	1.34×10^{-4}	5.22	21.25
	순창	순창6	17, 91	30	60	4.47×10^{-6}	3.26	30.11
		순창7	18~27, 34, 45	30	300	4.94×10^{-5}	5.65	21.31
	고창	고창4	18~23	30	100	9.81×10^{-6}	1.73	27.84
	정읍	정읍7	60	50	50	8.67×10^{-6}	6.84	45.24
	장수	장수4	15~20, 45~47	45	300	5.87×10^{-5}	5.51	32.45
		장수5	30~40	50	50	5.08×10^{-6}	0.00	42.59
	보성	보성7	51	55	55	1.81×10^{-5}	2.82	14.20
	장흥	장흥5	64	65	50	4.74×10^{-6}	4.58	57.20
		장흥6	36~40	40	50	5.56×10^{-4}	4.40	43.83
	고흥	고흥9	38~40	40	70	1.36×10^{-5}	0.43	13.60
영암	영암1	13-16	20	100	6.29×10^{-5}	0.00	32.86	
	영암2	17-18	25	50	1.95×10^{-5}	2.28	9.40	
	영암3	15-16	20	50	6.07×10^{-5}	1.11	3.80	
	영암4	40-42	45	80	3.70×10^{-5}	5.00	9.66	
	영암5	7~10, 20~25	25	50	1.03×10^{-5}	3.40	33.80	
해남	해남7	34-36	35	50	1.02×10^{-4}	3.48	10.20	
	해남8	34-36	55	50	1.58×10^{-5}	1.14	14.00	
	해남9	18	45	50	7.87×10^{-6}	1.83	48.00	
	해남10	40	60	50	1.78×10^{-5}	22.00	28.00	
	해남11	60	30	50	5.55×10^{-6}	3.08	46.44	
	해남12	75	30	60	5.54×10^{-5}	3.20	6.71	
순천	순천8	25~28, 48~50	25	600	1.29×10^{-3}	1.60	3.71	

<표 3-2> 계속

도별	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (m ³ /day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
경남	영양	영양1	61	20	50	8.33×10^{-6}	12.10	24.90
		영양2	75, 165	30	70	4.40×10^{-6}	5.10	53.20
		영양3	100, 192	35	100	2.21×10^{-4}	6.60	12.60
		영양4	150, 171	35	25	9.26×10^{-7}	6.30	99.10
		영양5	12, 90, 111	30	50	4.28×10^{-6}	5.70	32.10
	울진	울진1	60, 73, 114	30	30	3.59×10^{-6}	6.60	38.00
		울진2	24, 36, 57, 75, 87	25	250	1.46×10^{-5}	4.70	40.80
		울진3	54, 117, 120	25	300	9.26×10^{-6}	5.60	26.00
	영주	영주1	15, 63, 97, 190	30	200	2.36×10^{-5}	3.50	30.20
	봉화	봉화7	80, 200	45	40	1.97×10^{-6}	2.80	76.00
상주	상주9	21, 52, 67	20	50	3.94×10^{-6}	2.80	74.00	
김천	김천4	21, 27, 66	20	60	2.44×10^{-5}	5.10	19.00	
청송	청송6	60, 87, 91	30	200	7.86×10^{-5}	16.60	25.00	
의성	의성10	40~60	40	50	9.26×10^{-6}	5.50	28.00	
칠곡	칠곡4	40~50	40	70	2.72×10^{-5}	4.2	18.60	
경산	경산1	65~75	30	80	5.41×10^{-5}	17.30	25.50	
경북	함양	함양2	75, 90	40	250	5.44×10^{-5}	0.57	42.27
		경남고성1	30, 69, 88	45	50	8.48×10^{-6}	6.03	58.22
	고성	경남고성2	34	30	50	9.17×10^{-6}	1.31	48.41
		경남고성3	12, 23	40	100	6.29×10^{-6}	4.53	72.80
		하동5	25, 46	40	65	1.86×10^{-5}	2.09	37.69
	하동	하동6	38, 47	45	250	1.80×10^{-4}	2.93	15.63
		진주	진주7	33, 36, 57, 78	35	150	4.26×10^{-5}	3.37
	사천		사천5	21, 33, 45, 54, 97	25	180	5.36×10^{-5}	11.32
		사천6	40~41, 59~60	40	120	2.45×10^{-5}	3.86	46.72

3.3.2. 수온 및 전기전도도 관측 결과

- 2019년 신규 관측공의 지하수 수온을 관측한 결과, 11.6 ~ 18.4 °C 범위로, 암반 지하수의 일반적인 수온 범위로 나타났다(표 3-3).
- 2019년 신규 관측공에 대한 전기전도도 검층 결과 21개소를 제외하고는, 99~654 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 범위를 나타내어 일반적인 농경지 주변의 지하수 수질로 나타났다(표 3-3).
- 21개 관측공(강릉6, 영월2, 당진3, 서산3, 김제1, 김제2, 고창4, 정읍7, 고흥9, 영암3, 해남9, 해남10, 해남12, 순천8, 영양3, 영양4, 경남고성2, 경남고성3, 하동5, 하동6, 사천6)에서는 높은 전기전도도($\sim 43,384 \mu\text{S}/\text{cm}$)가 관측되는데, 이는 관측공의 위치가 해안에 인접함에 따라 대수층을 통한 해수 유입이 발생하거나 외부오염물질의 유입에 의한 지하수 내 용존이온 과다에 의한 영향으로 판단된다.
- 강릉6, 당진3, 서산3, 김제1, 김제2, 고창4, 정읍7, 고흥9, 영암3, 해남9, 해남10, 해남12, 순천8, 경남고성2, 경남고성3, 하동6, 사천6 관측공 주변 지하수 대수층은 해수로 포화되었거나 해수 영향권에 있으므로, 농업용수로 활용이 부적합한 것으로 판단된다.
- 영양3(1,354 $\mu\text{S}/\text{cm}$), 영양4(1,654 $\mu\text{S}/\text{cm}$), 하동5(2,049 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 관측공 주변 지하수는 일반적인 농촌지역 지하수의 전기전도도보다 높게 나타났다. 분뇨, 재래식 화장실, 생활하수 등에 기인한 오염물질이 지하수에 유입되어 이온함량이 증가된 것으로 추정된다. 이에 오염물질의 대수층 유입을 차단하여 청정지하수 수질을 보전할 필요가 있다.
- 영월2(735 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 관측공에서는 일반적인 농촌지역 지하수의 전기전도도보다 높게 나타남에 따라, 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

<표 3-3> 2019년도 신규 농촌지하수관리 관측공 검증 결과

시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도(μS/cm)	시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도(μS/cm)
양주	양주2	15.30	500	당진	당진3	14.80	23,218
	포천5	14.56	200	서산	서산3	15.15	9,454
포천	포천6	13.39	100	청양	청양4	15.17	326
	포천7	13.18	200		청양5	13.64	140
강릉	강릉6	14.50	22,070	논산	논산3	17.13	261
홍천	홍천6	12.10	422	공주	공주5	14.87	356
	홍천7	11.60	99	홍성	홍성5	14.09	338
영월	영월1	18.10	238	김제	김제1	15.70	16,395
	영월2	12.80	735		김제2	15.00	19,028
화천	화천3	12.48	501	순창	순창6	14.33	201
	화천4	12.79	117		순창7	14.37	178
양구	양구3	14.87	305	고창	고창4	15.33	10,410
청주	청주3	14.13	250	정읍	정읍7	15.27	16,090
	청주4	15.28	354	장수	장수4	12.86	611
괴산	괴산4	14.80	188		장수5	15.83	430
제천	제천3	13.87	584	보성	보성7	16.90	544
	제천4	13.02	173	장흥	장흥5	17.30	228
당진	당진1	15.68	481		장흥6	15.50	208
		당진2	15.10	451	고흥	고흥9	17.50

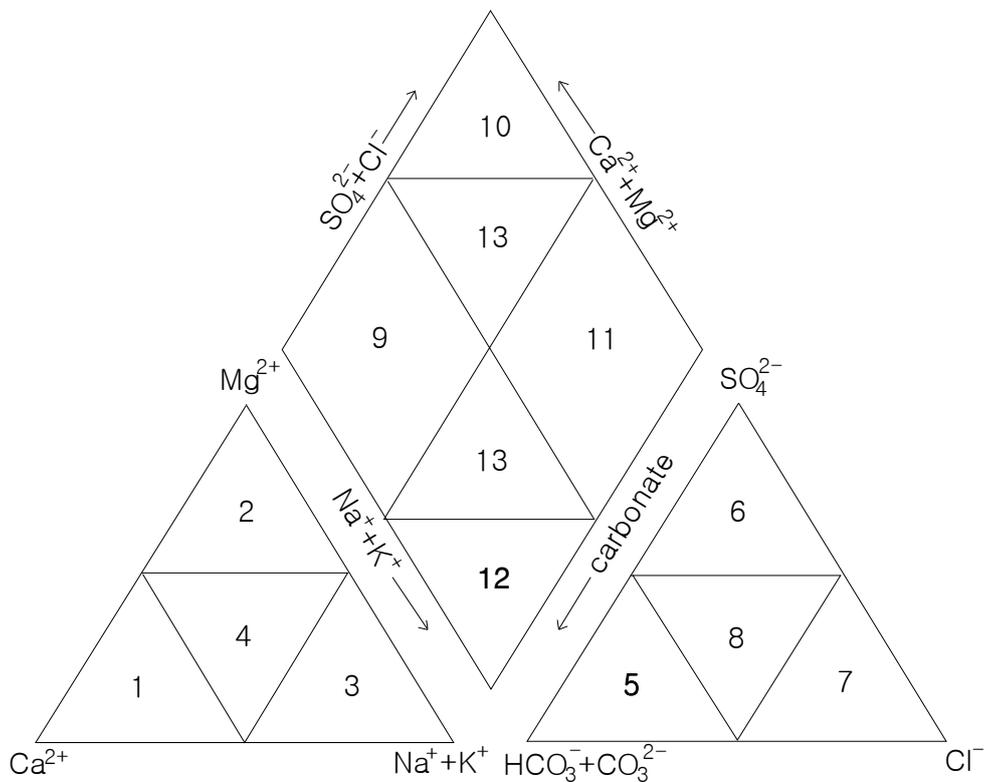
<표 3-3> 계속

시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도(μS/cm)	시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도(μS/cm)
영암	영암1	16.80	188	울진	울진3	14.60	324
	영암2	17.10	380	영주	영주1	15.70	154
	영암3	16.50	24,328	봉화	봉화7	16.50	456
	영암4	17.20	472	상주	상주9	15.50	333
	영암5	16.90	528	김천	김천4	15.00	132
해남	해남7	16.50	264	청송	청송6	14.60	654
	해남8	17.10	352	의성	의성10	15.50	330
	해남9	16.80	10,012	칠곡	칠곡4	15.50	565
	해남10	17.20	3,468	경산	경산1	16.60	441
	해남11	16.80	184	함양	함양2	15.20	345
	해남12	16.80	26,756		경남고성1	16.00	183
순천	순천8	16.90	36,516	고성	경남고성2	16.40	32,162
영양	영양1	14.30	245		경남고성3	16.40	6,542
	영양2	15.80	245	하동	하동5	15.80	2,049
	영양3	15.50	1,354		하동6	16.10	5,442
	영양4	18.40	1,654	진주	진주7	16.97	356
	영양5	15.40	213	사천	사천5	14.44	191
울진1	15.50	398	사천6		16.17	39,971	
울진	울진2	15.50	344				

3.3.3. 수질(이온)분석 결과

가. 파이퍼 다이어그램

- 파이퍼 다이어그램은 지하수 내 주양이온인 Ca-Mg-(Na+K)과 주음이온인 (CO₃+HCO₃)-SO₄-Cl 간의 당량비를 백분율로 계산하여 지하수의 수질을 도시한 것이다(Piper, 1944; 그림 3-1).
- 일반적으로 육지부의 오염되지 않은 담수의 경우 9번 영역(Ca-HCO₃ 유형)에 도시된다.
- 채석, 광산 내지 터널 등 굴착활동이 활발한 지역의 경우에는, 황철석의 산화에 따라 주로 10번 영역(Ca-SO₄ 유형)에 도시된다.
- 비료성분이 과다하게 유입되는 농경지에서는 13번 영역(Na,K)-HCO₃ 유형)에 도시되기도 한다.
- 해수침투가 발생하였을 경우에는 11번 영역(Na-Cl 유형)에 도시된다.



<그림 3-1> 파이퍼 다이어그램을 이용한 수질유형 분류

나. 수질유형 분석

- 파이퍼 다이어그램을 이용하여 신규 관측공 주변의 농촌지하수관리 발생 여부를 판단해 본 결과, 총 75개소 관측공 중 (Na+K)-HCO₃ 유형 34개소(45%), Ca-HCO₃ 유형 19개소(25%), (Na+K)-Cl 유형 18개소(24%), Ca-Cl 유형 4개소(5%)로 분석되었다(표 3-4).
- 18개 관측공(양주2, 영암1, 영암3, 영암4, 영암5, 해남9, 해남10, 해남12, 순천8, 당진3, 서산3, 김제1, 김제2, 고창4, 정읍7, 고흥9, 경남고성3, 하동6) 관측공은 (Na+K)-Cl 유형으로서 염소이온(Cl) 및 나트륨이온(Na)의 값이 다소 높게 나타났다. 바다와 가까운 관측공일 수록 해수의 미약한 유입, 농경지에 위치한 관측공에서는 분뇨, 재래식 화장실, 생활하수 등에 기인한 오염물질의 유입 때문으로 판단된다. 따라서 지하수 오염원에 대한 관리가 필요하다.
- 34개 관측공(포천5, 포천6, 포천7, 강릉6, 홍천6, 홍천7, 영월1, 화천3, 화천4, 양구3, 제천4, 당진2, 영암2, 해남8, 해남11, 영양3, 청양5, 논산3, 순창6, 순창7, 장수4, 장수5, 보성7, 장흥5, 장흥6, 울진3, 영주1, 봉화7, 상주9, 김천4, 경남고성2, 하동5, 진주7, 사천6) 관측공은 (Na+K)-HCO₃ 유형에 도시된다. 이는 주변 대규모 축사, 산업단지 등 오염원 시설에 기인한 물질들과 농약, 비료, 농업 오폐수의 무단방류 등 지표 오염원이 지하에 침투하여 값을 높인 것으로 추정된다. 따라서 전형적인 농어촌 지역에서 발생하는 지하수 오염원에 대한 적극적인 관리가 필요하다. 향후 지하수 오염원에 대한 관리가 필요하다.

<표 3-4> 2019년도 신규 농촌지하수관리 관측공 지하수 수질 유형

시군	관측공명	수질 유형	시군	관측공명	수질 유형
양주	양주2	(Na+K)-Cl	당진	당진3	(Na+K)-Cl
	포천5	(Na+K)-HCO ₃	서산	서산3	(Na+K)-Cl
포천	포천6	(Na+K)-HCO ₃	청양	청양4	Ca-HCO ₃
	포천7	(Na+K)-HCO ₃		청양5	(Na+K)-HCO ₃
강릉	강릉6	Ca-HCO ₃	논산	논산3	(Na+K)-HCO ₃
홍천	홍천6	(Na+K)-HCO ₃	공주	공주5	Ca-HCO ₃
	홍천7	(Na+K)-HCO ₃	홍성	홍성5	Ca-HCO ₃
영월	영월1	(Na+K)-HCO ₃	김제	김제1	(Na+K)-Cl
	영월2	Ca-HCO ₃		김제2	(Na+K)-Cl
화천	화천3	(Na+K)-HCO ₃	순창	순창6	(Na+K)-HCO ₃
	화천4	(Na+K)-HCO ₃		순창7	(Na+K)-HCO ₃
양구	양구3	(Na+K)-HCO ₃	고창	고창4	(Na+K)-Cl
청주	청주3	Ca-HCO ₃	정읍	정읍7	(Na+K)-Cl
	청주4	Ca-Cl	장수	장수4	(Na+K)-HCO ₃
괴산	괴산4	Ca-HCO ₃		장수5	(Na+K)-HCO ₃
제천	제천3	Ca-HCO ₃	보성	보성7	(Na+K)-HCO ₃
	제천4	(Na+K)-HCO ₃	장흥	장흥5	(Na+K)-HCO ₃
당진	당진1	Ca-Cl		장흥6	(Na+K)-HCO ₃
	당진2	(Na+K)-HCO ₃	고흥	고흥9	(Na+K)-Cl

<표 3-4> 계속

시군	관측공명	수질 유형	시군	관측공명	수질 유형
영암	영암1	(Na+K)-Cl	울진	울진3	(Na+K)-HCO ₃
	영암2	(Na+K)-HCO ₃	영주	영주1	(Na+K)-HCO ₃
	영암3	(Na+K)-Cl	봉화	봉화7	(Na+K)-HCO ₃
	영암4	(Na+K)-Cl	상주	상주9	(Na+K)-HCO ₃
	영암5	(Na+K)-Cl	김천	김천4	(Na+K)-HCO ₃
해남	해남7	Ca-HCO ₃	청송	청송6	Ca-HCO ₃
	해남8	(Na+K)-HCO ₃	의성	의성10	Ca-Cl
	해남9	(Na+K)-Cl	칠곡	칠곡4	Ca-HCO ₃
	해남10	(Na+K)-Cl	경산	경산1	Ca-HCO ₃
	해남11	(Na+K)-HCO ₃	함양	함양2	Ca-HCO ₃
	해남12	(Na+K)-Cl		경남고성1	Ca-Cl
순천	순천8	(Na+K)-Cl	고성	경남고성2	(Na+K)-HCO ₃
영양	영양1	Ca-HCO ₃		경남고성3	(Na+K)-Cl
	영양2	Ca-HCO ₃	하동	하동5	(Na+K)-HCO ₃
	영양3	(Na+K)-HCO ₃		하동6	(Na+K)-Cl
	영양4	Ca-HCO ₃	진주	진주7	(Na+K)-HCO ₃
	영양5	Ca-HCO ₃	사천	사천5	Ca-HCO ₃
울진	울진1	Ca-HCO ₃		사천6	(Na+K)-Cl
	울진2	Ca-HCO ₃			

3.4 2019년 이동 설치 농촌지하수 관측망 및 조사 결과

3.4.1. 이동 설치 관측공 설치

- 2019년에는 총 3개소의 관측공을 이동 설치하였으며, 광역시·도별로 전라남도 1개소, 경상북도 1개소 및 경상남도 1개소가 이동·설치되었다(표 3-5).
- 전라남도 1개소(담양3(구)) 관측공은 국유지에 설치된 관측공으로서, 배수개선 사업 부지 내 편입으로 인한 담양3(신) 관측공으로 이동·설치하였다.
- 경상북도 안동4(구) 관측공은 개인소유부지에 설치된 관측공으로서, 토지소유 주의 민원으로 인해 각기 안동4(신) 관측공으로 이동·설치하였다.
- 경상남도 사천1(구) 관측공은 개인소유부지에 설치된 관측공으로서, 토지소유 주의 민원으로 인해 각기 사천1(신) 관측공으로 이동·설치하였다.

<표 3-5> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 현황

관측공명		위 치			사 유
구	이동 설치	도	시,군	읍,면	
담양3(구)	담양3(신)	전남	담양군	봉산면	배수개선사업 부지편입
안동4(구)	안동4(신)	경북	안동시	풍산읍	토지소유주 민원
사천1(구)	사천1(신)	경남	사천시	축동면	토지소유주 민원

가. 전라남도 담양군 담양3 관측공

- 담양군 봉산면 삼지리에 위치한 담양3(신) 관측공은 담양3(구) 관측공이 해당 부지가 배수개선사업의 부지 편입됨에 따라 이동·설치되었다. 담양3(신) 관측공은 동쪽으로 전라남도 곡성군, 서쪽으로 장성군, 남쪽으로 화순군과 광주광역시, 그리고 북쪽은 전라북도 순창군과 접하고 지형은 동서보다 남북방향으로 길며, 북쪽이 높고 남쪽이 낮다. 지질은 중생대 백악기의 안산암 및 안산암질 응회암이 혼재되어 기저를 이루고 있으며, 이를 신생대 제4기 충적층이 피복

하고 있다. 담양군의 중앙에서 서남부에 걸친 담양천 유역의 봉산들·수북들·고서들·대전들 등의 평야지대에 위치하여, 논농업에 따른 지하수 수량 및 수질 변화와 더불어 질산성질소 침투의 영향도 관측할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 경상북도 안동시 안동4(신) 관측공

- 안동시 풍산읍 안교리에 위치한 안동4(신) 관측공은 안산4(구) 관측공이 해당 부지 토지수유주의 민원으로 인해 폐쇄됨에 따라 이동·설치되었다. 안동4(신) 관측공은 동북쪽으로 태백산맥, 북쪽으로 소백산맥에 닿아 있어 태백산맥과 소백산맥 분기 지대에 위치하고 있다. 2010년 조사 시 신규 지하수 개발 시 적정개발량을 준수하여야 하는 지구로 분류되었다. 이에 따라 일대 지하수 사용에 따른 지하수 수량의 변화를 관찰하기 위하여 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

다. 경상남도 사천시 사천1(신) 관측공

- 사천시 곤양면 송전리에 위치한 사천1(신) 관측공은 사천1(구) 관측공이 해당 부지 토지소유주의 민원으로 인해 폐쇄됨에 따라 이동·설치되었다. 사천1(신) 관측공이 설치된 곤양면 송전리 일원에는 농경지가 많이 분포하고 있으며, 곤양면에서 지하수공당이 용량이 많으며 주변에 바닷가가 있어 조수간만 현상에 따른 염수 유입 현상을 장기적으로 관측이 필요하여 선정하였다.

3.4.2. 이동 설치 관측공 내역

- 2019년 이동 설치 관측공 3개소에 대한 내역은 (표 3-6)과 같다.
- 2019년 이동 설치 관측공의 개발심도는 100 m 범위(평균 100 m)이며, 100 m 3개소로 구분된다.
- 2019년 이동 설치 관측공의 케이싱 심도는 10 ~ 18 m 범위이고, 관측공 개발 당시 지하수 심도는 3.93 ~ 6.80 m에 위치하였다.

<표 3-6> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 내역

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공명	심도(m)		
					관정	케이싱	지하수위
계	3						
전라남도	1	담양	봉산면 삼지리 221-20	담양3(신)	100	10	3.93
경상북도	1	안동	풍천읍 안교리 1381-32	안동4(신)	100	18	6.80
경상남도	1	사천	서포면 외구리 1212-3	사천1(신)	100	12	5.40

3.4.3. 이동 설치 관측공 수리특성

- 관측공의 지하수 산출특성 내지 유동특성을 살피기 위하여, 대수성시험을 실시하여 각 이동 설치 관측공의 수리전도도를 산출하였다. 관측공의 양수량은 50 ~ 160 m³/day이며, 수리전도도는 3.13×10⁻⁶ ~ 9.96×10⁻⁵ cm/sec이다(표 3-7).

<표 3-7> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 현장조사 결과

시군	관측공명	균열구간	심도(m)	양수량 (m ³ /day)	수리전도도 (cm/sec)	지하수위 심도(m)	
						초기	안정
담양	담양3(신)	11~12, 28~30		50	3.13×10 ⁻⁶	3.93	35.33
안동	안동4(신)	10, 190		150	9.96×10 ⁻⁵	6.80	21.20
사천	사천1(신)	39~41, 60~62, 90~92		160	4.39×10 ⁻⁵	5.40	38.00

3.4.4. 센서 설치 심도 결정

- 농촌지하수관리 관측망에 설치되는 센서는 3항목(지하수위, 전기전도도, 온도)이 동시에 측정되며, 설치 위치는 케이싱 지표 노출부를 기준으로 30 ~ 60 m 심도(지하수가 유동하는 균열면 위치)에 설치하였다(표 3-8).

<표 3-8> 2019년도 이동 설치 농촌지하수 관측망 센서 설치

시군	관측공명	심도(m)				
		지하수위	균열구간	전이대	물리검층 이상대	센서설치
담양	담양3(신)	3.93	11~12, 28~30	10, 90	30, 70, 90	30
안동	안동4(신)	6.80	10, 190	10, 80	-	40
사천	사천1(신)	5.40	39~41, 60~62, 90~92	5, 90	35, 60	60

3.4.5. 이동 설치 관측공 조사 결과

가. 수온 및 전기전도도 검층 결과

- 이동 설치 관측공(담양3(신), 안동4(신), 사천1(신))에 대한 지하수 수온을 관측한 결과, 14.1 ~ 17.0 °C 범위로, 암반지하수의 일반적인 수온 범위로 나타났다 (표 3-9).
- 담양3(신), 안동4(신), 사천1(신) 관측공 전기전도도는 329 ~ 488 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 범위로 나타났으며, 일반적인 농경지 주변의 지하수 수질로 나타났다.

<표 3-9> 이동 설치 관측공 전기전도도 값

시군	관측공명	수온(°C)	전기전도도 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
담양	담양3(신)	17.00	450
안동	안동4(신)	14.10	329
사천	사천1(신)	16.57	488

나. 이동 설치 관측공 수질유형 분석

- 담양3(신) 관측공은 Ca-HCO₃ 유형이며 일반적으로 육지부의 오염되지 않은 담수의 유형이다. 또한, 안동4(신) 및 사천1(신) 관측공은 (Na+K)-HCO₃ 유형으로 분석되었으며, 이는 비료성분이 과다하게 유입되는 농경지에 도시되는 유형이다.

<표 3-10> 이동 설치 관측공 지하수 수질 유형

관측공	담양3(신)	안동4(신)	사천1(신)
수질유형	Ca-HCO ₃	(Na+K)-HCO ₃	(Na+K)-HCO ₃

제4장 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

■ 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 관측 결과

- 기설 전국 446개소 관측공의 지하수위 변동폭을 분석한 결과, 0 ~ 2 m 279개소(63%), 2 ~ 4 m 89개소(20%), 4 m 이상 수위변동 78개소(17%)로 분류
- 농촌지하수관리 관측망은 국가지하수 관측망보다 0 ~ 2 m 범위 수위 변동폭 비율이 높고, 2 ~ 4 m 범위와 4 m 이상 변동은 비율이 낮음.

■ 농촌지하수관리 관측망의 지하수 수질 관측 결과

- 농촌지하수를 관개용수로 사용했을 때(총 521개소), 토양구조에 위해가 없는 '낮음(700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하)' 408개소, 답작에는 활용이 가능하지만 저염식생에는 활용 불가능한 '낮음(700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)' 35개소, 토양구조에 위해를 줄 수 있으며 관개용수로서 지하수 이용을 지양할 필요가 있는 '중간' 21개소, 관개용수로서 지하수 이용을 금지해야 하는 '높음' 9개소 및 '매우 높음' 48개소로 나타남

■ 농촌지하수관리 관측망의 추세분석 결과

- 총 446개소 관정 중 230개소 관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관측됨. 광역시도별로는 인천 1개소, 경기 24개소, 강원 21개소, 충북 20개소, 충남 26개소, 전북 22개소, 전남 43개소, 경북 44개소, 경남 29개소로 분류됨.

■ 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 총 521개 기설 관측공 중 247개(47%) 관측공에서 관심 152개소, 주의 29개소, 경계 12개소 및 심각 54개소로 나타남
- '주의' 및 '경계' 지역은 현재 이용량보다 낮은 수준으로 운용하여 지하수위 회복에 노력을 기울이고, 지상오염물질 유입 차단 등 대수층 보전 필요
- '심각' 지역은 관측공 주변 지하수 이용을 자제하고 타수자원을 이용하는 방안 수립 필요

4.1 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

- 농어촌용수구역별 지하수의 최적 개발·이용·보전을 도모하기 위해 2019년 12월 31일 현재 전국 8개 광역시·도(제주특별자치도 제외)에 농촌지하수관리 관측망 521개소를 설치하여 연중 상시 운영 중이다.
- 농촌지하수관리 관측망은 농어촌지역 지하수위에 대한 상시 관측을 통해 수량 변화를 측정하고, 안전농산물 생산을 위해 전기전도도 상시 관측을 통한 수질 감시를 시행하는 등 농어촌 지하수를 농어업용수로 활용하는데 있어 최적의 방안을 마련하기 위한 기초자료를 제공 중이다.
- 또한 과거 지하수위의 변화와 가뭄발생 시기와의 상관관계 분석, 현재 지하수위 변화의 경향을 토대로 미래 지하수위를 추정하여 가뭄 등 재난을 대비하는 등 비상 용수로서 해당 지역 농어업에 가용한 수량 등을 제시하기 위한 지표로 활용 예정이다.

4.1.1. 지하수위 관측 결과

- <표 4-1>은 2019년 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동 결과를 정리 (2019년 신규 관측공 제외)한 결과로, 총 분석대상 개소수는 446개소이다.
- 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 279개소(63%)
 - 2 ~ 4 m 변동 : 89개소(20%)
 - 4 m 이상 변동 : 78개소(17%)
- 농촌지하수관리 관측망과 국가지하수 관측망의 수위 변동을 비율로 비교해 본 결과는 아래와 같다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(63%) > 국가지하수 관측망(38%)
 - 2 ~ 4 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(20%) < 국가지하수 관측망(38%)
 - 4 m 이상 변동 : 농촌지하수관리 관측망(17%) < 국가지하수 관측망(24%)

○ 국가지하수 관측망 402개 암반관측공 지하수위 변동
 · 0 ~ 2 m : 152개소(38%) · 2 ~ 4 m : 154개소(38%)
 · 4 m 이상 : 96개소(24%)
 ※ 출처 : 지하수관리기본 수정계획 2017 ~ 2026년(국토교통부)

- 농촌지하수관리 관측망은 국가지하수 관측망보다 0 ~ 2 m 범위 수위 변동폭 비율이 높고, 2 ~ 4 m 범위와 4 m 이상 변동은 낮다.
- 0 ~ 2 m 범위 수위 변동을 보이는 관측공 비율이 농촌지하수관리 관측망에서 높은 이유는, 국가지하수관측망이 대부분 하천변에 위치하여 하천수 수위 변화의 영향을 받는 반면, 농촌지하수관리 관측망은 대부분 농경지 주변에 위치하여 상대적으로 하천수의 영향을 덜 받기 때문으로 추정된다.
- 또한 농촌지하수관리 관측망 설치지역의 농경지는 대부분 투수성이 불량한 점토질 논이어서, 국가지하수관측망 설치부지에 비해 강수함양 효과가 상대적으로 낮음에 따라 수위변동이 상대적으로 적었을 가능성도 있다.

4.1.2. 수질 관측 결과

- <표 4-2>는 2019년 전국 농촌지하수관리 관측망 521공의 수질분석 결과를 나트륨 흡착율(SAR, Sodium adsorption ratio) 대비 전기전도도를 정리한 결과이다.
- 농어촌 지하수를 관개용수로 사용했을 때 농작물 및 토양구조에 위해가 없는 '낮음(700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하)' 408개소, 답작에는 활용이 가능하지만 시설원에 등 저염식생에는 활용 불가능한 '낮음(700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)' 35개소, 그리고 토양 구조에 위해를 줄 수 있으며 관개용수로서 지하수 이용을 지양할 필요 '중간' 21개소, 관개용수로서 지하수 이용을 금지해야 하는 '높음' 9개소 및 '매우 높음' 48개소를 보여준다.
- 농경을 비롯 가뭄 발생 시에도 활용이 불가능하고, 주변지역에 신규개발도 지양해야 하는 '높음' 및 '매우 높음'은 전남이 25개소로 가장 많았으며, 충남 12개소, 경남 11개소, 전북 5개소, 강원 2개소, 경북 및 경기 각 1개소, 충북 및 인천에는 없는 것으로 나타났다. 이는 농촌지하수관리 관측망 설치 지역과 가까운 거리에 해안 또는 해수가 역류하는 하천 등이 위치하여 대수층 내로

해수가 확산되어서 생긴 원인일 가능성이 높다. 따라서 해당 시군 지자체에서는 청정농산물 생산을 위해서 해당지구의 지하수 개발이용을 규제할 필요가 있다.

- ‘낮음’ 지역에서는 개발가능량 이내로 지하수를 사용하여 농촌지하수의 수량 저하 및 고갈을 사전에 방지하고, 비료 및 축산분뇨 등에 의한 농촌지하수의 수질오염을 사전에 방지하여 건전하고 지속가능한 농어촌 지하수의 개발·이용을 도모할 수 있어야 한다.
- 4.2 ~ 4.9절에서는 2019년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과에 대하여 광역시·도별로 간단히 정리하였으며, 지구별 상세 내용은 <부록>에 수록하였다.

4.1.3. 추세 분석 결과

- 농어촌 지하수의 건전하고 지속가능한 개발·이용을 위해서는 수량 감소와 수질 악화가 없어야 한다. 관측자료 중 지하수위 저하는 수량 감소 추세를, 전기전도도 증가는 수질 악화 추세를, 수온 변화는 대수층 환경 변화를 각각 지시한다.
- <표 4-3>에는 전국 농촌지하수관리 관측망의 장기관측 자료의 추세를 분석하여 지하수위 저하, 전기전도도 상승 및 수온 변화를 나타낸 관정을 기록하였다.
- 총 446개소 관정 중 230개소 관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 광역 시도별로는 인천 1개소, 경기 24개소, 강원 21개소, 충북 20개소, 충남 26개소, 전북 22개소, 전남 43개소, 경북 44개소, 경남 29개소로 분류된다.
- 지하수위 저하 추세만 관측되는 166개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 40개소, 지하수위 저하 추세와 전기전도도 증가 추세가 동시에 관측되는 24개소로 구분된다.
 - 지하수위 저하 : 166개소(37%)
 - 전기전도도 증가 : 40개소(9%)
 - 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 24개소(5%)

<표 4-1> 2019년 농촌지하수관리 관측망 지하수위 변동폭 (2019.01 ~ 10: 10개월)

지하수위 변동폭(m)	개소수	광역시·도별 관측공
0~2	279	인천 1 강화4
		경기 31 화성1, 화성3, 화성4, 평택2, 평택5, 이천1, 이천2, 이천3, 이천4, 광주1, 김포2, 김포3, 여주1, 여주2, 파주1, 파주2, 용인2, 용인4, 용인5, 용인6, 가평2, 가평3, 안성2, 안성3, 안성4, 안성5, 안성6, 남양주1, 남양주2, 포천3, 포천4
		강원 29 원주1, 원주3, 원주5, 원주7, 춘천2, 춘천3, 횡성1, 횡성2, 횡성3, 횡성4, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천5, 평창1, 평창2, 평창3, 평창4, 양구1, 양구2, 화천2, 고성1, 고성2, 인제1, 인제2, 인제4, 강릉2, 삼척1, 철원4
		충북 29 음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 괴산1, 괴산3, 진천1, 진천2, 진천3, 진천4, 증평1, 증평2, 옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4, 영동2, 영동3, 보은1, 보은2, 보은4, 청원1, 충주1, 충주2, 충주3, 청주1, 청주2
		충남 42 아산1, 아산2, 아산4, 아산5, 아산6, 금산1, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6, 공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 부여1, 부여3, 부여4, 부여5, 논산2, 서천1, 서천3, 보령1, 보령2, 보령3, 보령4, 보령5, 보령6, 청양1, 청양2, 청양3, 홍성1, 홍성3, 홍성4, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5, 태안1, 태안2, 서산1, 서산2
		전북 33 부안2, 부안4, 정읍1, 정읍2, 정읍4, 정읍5, 정읍6, 순창1, 순창3, 순창4, 순창5, 장수1, 장수2, 장수3, 고창1, 고창2, 고창3, 진안1, 무주1, 무주2, 무주3, 남원4, 남원5, 남원6, 익산2, 익산3, 익산4, 익산5, 완주1, 완주2, 완주3, 임실1, 일실3
		전남 59 무안1, 무안2, 무안5, 무안6, 무안7, 보성1, 보성3, 보성5, 보성6, 장성1, 장성2, 장성3, 장성4, 장성5, 화순2, 화순3, 화순5, 화순6, 장흥1, 장흥3, 장흥4, 영광1, 영광3, 영광5, 함평2, 함평3, 함평4, 함평5, 함평7, 신안1, 진도1, 진도2, 진도3, 진도4, 진도5, 순천1, 순천2, 순천3, 순천5, 순천6, 곡성1, 곡성5, 고흥1, 고흥2, 고흥3, 고흥4, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남1, 해남2, 해남3, 해남4, 해남5, 담양1, 담양2, 담양3, 담양4
		경북 34 영천6, 영천7, 안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 청송5, 문경1, 문경2, 문경4, 문경5, 봉화1, 봉화2, 봉화4, 포항1, 포항5, 구미1, 구미6, 구미7, 상주2, 상주3, 상주4, 상주5, 상주6, 상주7, 상주8, 경주2, 김천1, 의성1, 의성2, 의성4, 의성8, 의성9
		경남 21 김해1, 김해4, 진주3, 사천2, 사천3, 합천1, 합천2, 밀양1, 밀양2, 거창1, 거창3, 거제1, 거제2, 거제3, 산청2, 산청5, 양산1, 남해2, 남해3, 의령3, 함양1

<표 4-1> 계속

지하수위 변동폭(m)	개소수	광역시·도별 관측공
2~4	89	인천 2 강화1, 강화2,
		경기 13 화성2, 평택1, 평택3, 팽택4, 여주3, 여주4, 파주3, 용인1, 가평1, 안성1, 포천1, 포천2, 양주1
		강원 11 원주4, 춘천4, 홍천4, 화천1, 인제2, 강릉1, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 양양1, 철원5
		충북 3 괴산2, 영동1, 충주4
		충남 6 금산2, 부여2, 논산1, 서천2, 서천4, 홍성2
		전북 5 부안1, 부안3, 순창2, 남원1, 남원2
		전남 15 무안8, 보성2, 보성4, 화순1, 장흥2, 영광2, 영광6, 함평1, 함평6, 순천4, 곡성2, 곡성4, 곡성6, 해남6, 담양5
		경북 24 영천3, 영천5, 안동6, 청송1, 문경3, 봉화3, 봉화6, 군위2, 포항2, 포항3, 포항4, 포항6, 구미1, 구미4, 구미5, 상주1, 경주3, 경주5, 김천2, 김천3, 의성5, 의성7, 예천1, 청도3
		경남 10 진주6, 하동2, 하동3, 하동4, 거창2, 창녕1, 산청1, 산청4, 양산2, 남해4
		4 이상
경기 3 김포1, 파주4, 용인3		
강원 6 원주2, 원주6, 춘천1, 철원1, 철원2, 철원3		
충북 3 제천2, 영동4, 보은3		
충남 3 아산3, 태안3, 태안4		
전북 5 정읍3, 진안2, 남원3, 익산1, 임실2		
전남 7 무안3, 무안4, 화순4, 영광2, 영광7, 순천7, 곡성3		
경북 20 영천1, 영천2, 영천4, 청송2, 청송3, 청송4, 봉화5, 군위1, 군위3, 구미3, 경주1, 경주4, 칠곡1, 칠곡2, 칠곡3, 의성3, 의성6, 청도1, 청도2, 청도4,		
경남 30 김해2, 김해3, 진주1, 진주2, 진주4, 진주5, 사천1, 사천4, 하동1, 합천3, 합천4, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 밀양6, 창녕2, 창녕3, 창녕4, 창녕5, 산청3, 남해1, 의령1, 의령2, 의령4, 의령5, 의령6, 함안1, 함안2, 함안3, 함안4		

<표 4-2> 농촌지하수관리 관측망 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음		중간	높음	매우높음
	전기전도도 700 μ S/cm 이하				
인천	강화1, 강화2, 강화3, 강화4				
경기	화성1, 화성3, 화성4, 평택2, 평택3, 평택4, 평택5, 이천1, 이천2, 이천3, 이천4, 광주1, 김포1, 김포2, 김포3, 여주1, 여주2, 여주3, 여주4, 파주1, 파주2, 파주4, 용인1, 용인2, 용인3, 용인4, 용인5, 용인6, 가평1, 가평2, 가평3, 안성1, 안성2, 안성3, 안성4, 안성5, 안성6, 남양주1, 남양주2, 포천1, 포천2, 포천3, 포천4, 포천5, 포천6, 포천, 양주1, 양주2		평택1, 파주3		화성2
강원	원주1, 원주2, 원주3, 원주4, 원주5, 원주6, 원주7, 춘천1, 춘천2, 춘천3, 춘천4, 횡성1, 횡성2, 횡성3, 횡성4, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 평창1, 평창2, 평창3, 평창4, 양구1, 양구2, 양구3, 화천1, 화천2, 화천3, 화천4, 고성1, 고성2, 인제1, 인제2, 인제3, 강릉1, 강릉2, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 양양1, 양양2, 철원1, 철원2, 철원3, 철원4, 철원5, 영월		홍천5, 인제1, 영월	인제4, 횡성3, 삼척	강릉2, 강릉6
충북	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 제천2, 제천3, 제천4, 진천1, 진천2, 진천3, 진천4, 옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4, 영동1, 영동2, 영동3, 영동4, 보은1, 보은2, 보은3, 보은4, 청원1, 청원2, 충주1, 충주2, 충주3, 충주4, 청주1, 청주2, 청주3, 청주4		괴산2		
충남	아산1, 아산2, 아산3, 아산4, 아산5, 아산6, 금산1, 금산2, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6, 공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 공주5, 부여1, 부여2, 부여3, 부여4, 보령1, 보령2, 보령3, 보령4, 보령5, 보령6, 청양1, 청양2, 청양3, 청양4, 청양5, 청양6, 홍성1, 홍성2, 홍성3, 홍성4, 홍성5, 홍성6, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5, 예산6, 태안1, 태안2, 당진1, 당진2		태안4, 서산1	논산1	아산1, 부여2, 서천2, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 서산2, 서산3, 당진3
전북	부안1, 부안2, 부안3, 부안4, 부안5, 부안6, 부안7, 부안8, 부안9, 부안10, 부안11, 부안12, 부안13, 부안14, 부안15, 부안16, 부안17, 부안18, 부안19, 부안20, 부안21, 부안22, 부안23, 부안24, 부안25, 부안26, 부안27, 부안28, 부안29, 부안30, 부안31, 부안32, 부안33, 부안34, 부안35, 부안36, 부안37, 부안38, 부안39, 부안40, 부안41, 부안42, 부안43, 부안44, 부안45, 부안46, 부안47, 부안48, 부안49, 부안50, 부안51, 부안52, 부안53, 부안54, 부안55, 부안56, 부안57, 부안58, 부안59, 부안60, 부안61, 부안62, 부안63, 부안64, 부안65, 부안66, 부안67, 부안68, 부안69, 부안70, 부안71, 부안72, 부안73, 부안74, 부안75, 부안76, 부안77, 부안78, 부안79, 부안80, 부안81, 부안82, 부안83, 부안84, 부안85, 부안86, 부안87, 부안88, 부안89, 부안90, 부안91, 부안92, 부안93, 부안94, 부안95, 부안96, 부안97, 부안98, 부안99, 부안100		부안1, 정읍2	익산3, 정읍4, 김제1, 김제2	부안3, 부안4, 익산5, 정읍7, 고창4
가뭇시 지하수활용	활용가능		주의요함	불가능 (신규개발도 규제)	

<표 4-2> (계속)

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음		중간	높음	매우높음
	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상			
전남	무인3, 무인6, 무인8, 보성2, 보성3, 보성4, 보성5, 보성6, 보성7, 장성1, 장성3, 장성4, 화순1, 화순2, 화순3, 화순4, 화순5, 장흥2, 장흥3, 장흥4, 장흥5, 장흥6, 영광2, 영광3, 영광5, 영광6, 영광7, 함평1, 함평3, 함평4, 함평6, 진도5, 순천2, 순천3, 순천5, 순천7, 곡성1, 곡성2, 곡성3, 곡성4, 곡성5, 곡성6, 고흥4, 해남1, 해남4, 해남6, 해남7, 해남11, 담양1, 담양2, 담양3, 담양4, 담양5, 영암1, 영암2, 영암4, 영암5	무인1, 무인2, 무인4, 장성2, 장성5, 화순6, 영광4, 진도2, 진도3	보성1, 함평2, 진도1, 순천4, 해남8, 해남10	무인5, 고흥2, 해남9	무인7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천6, 순천8, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 고흥9, 해남2, 해남3, 해남5, 해남12, 영암3
경북	영천1, 영천2, 영천7, 상주1, 상주2, 상주3, 상주4, 상주5, 상주6, 상주8, 상주9, 안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 안동6, 청송1, 청송2, 청송4, 청송5, 청송6, 문경1, 문경2, 문경3, 문경4, 문경5, 봉화2, 봉화3, 봉화4, 봉화5, 봉화6, 봉화7, 군위1, 군위2, 군위3, 포항1, 포항2, 포항3, 포항4, 포항5, 포항6, 구미1, 구미2, 구미3, 구미4, 구미5, 구미7, 경주4, 경주5, 김천1, 김천2, 김천3, 김천4, 칠곡2, 칠곡3, 칠곡4, 의성1, 의성2, 의성3, 의성4, 의성5, 의성6, 의성7, 의성8, 의성9, 의성10, 예천1, 청도1, 청도2, 청도3, 청도4, 영양1, 영양2, 영양5, 울진1, 울진2, 영주1, 경산1	영천3, 영천4, 영천5, 청송3, 봉화1, 칠곡1, 영양3, 영양4	영천6, 상주7, 구미6, 경주2, 경주3, 울진3	경주1	
경남	김해1, 김해2, 김해3, 진주1, 진주2, 진주3, 진주5, 진주6, 진주7, 사천1, 사천2, 사천3, 사천5, 하동2, 하동4, 합천1, 합천2, 합천3, 합천4, 밀양1, 밀양2, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 밀양6, 거창1, 거창2, 거창3, 거제1, 거제2, 거제3, 창녕3, 창녕5, 산청1, 산청2, 산청3, 산청4, 산청5, 양산2, 남해1, 남해2, 남해3, 남해4, 의령1, 의령2, 의령6, 함안4, 함안5, 함양2, 경남고성1	진주4, 창녕1, 창녕4, 의령3, 의령4, 의령5, 함안2, 함안3	함양1	김해4, 사천4, 하동1, 하동3, 하동5, 사천6, 하동6, 양산1, 창녕2, 경남고성2, 경남고성3	
가뭇시 지하수활용	활용가능	주의요함	불가능 (신규개발도 규제)		

<표 4-3> 장기관측 자료의 추세변화가 발견되는 관측공

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
계	230개소								
인천	강화1	○							
	화성1	○							
	화성2					○			
	평택1								○
	평택2	○							
	평택3	○							
	평택5	○				○			
	이천1	○							
	이천2	○							
	이천3	○							
경기 (24)	광주1	○							
	김포1	○							
	김포2	○							
	여주1	○							
	파주2	○							
	파주3					○			
	파주4		○						
	용인3	○							
	안성1	○							
	안성2	○							
	안성5	○							
	남양주2	○							
	포천2	○							
	포천4	○							
양주1	○								
강원 (21)	원주4	○							
	춘천1	○							
	춘천4	○							
	횡성2	○							
	횡성3				○				
	홍천1	○							
	홍천3	○							
	홍천5								○
평창1	○								

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
강원 (21)	평창2	○							
	평창3	○							
	양구1	○							
	화천1	○							
	화천2	○							
	인제1	○							
	인제3				○				
	강릉2					○			
	강릉4	○							
	철원1	○							
	철원2		○						
	철원4								○
	충북 (20)	음성1	○						
음성3			○						
제천1		○							
제천2			○						
괴산2		○				○			
괴산3		○							
진천1		○							
진천3		○							
진천4		○							
증평1		○							
옥천1		○							
옥천2		○							
옥천4		○							
영동1		○							
보은2		○							
청원1		○							
충주1		○							
충주2		○							
충주4	○								
청주2	○								

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
충남 (26)	아산1	○							
	금산4	○							
	금산6	○							
	공주1	○							
	공주2	○							
	공주3	○							
	공주4	○							
	논산1	○							
	논산2	○							
	서천2	○							
	서천3	○						○	
	서천4		○						
	보령1								○
	보령3	○				○			
	보령5	○							
	보령6	○				○			
	청양1	○							
	청양2	○							
	청양3	○							
	홍성1	○							
홍성2	○								
예산1	○								
예산3	○								
태안1	○							○	
태안3	○					○			
태안4		○							
전북 (22)	부안1	○							
	부안2	○							
	부안3								○
	부안4					○			
	정읍1	○							
	정읍2								○
	정읍3	○							
	정읍6	○							

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu S/cm$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
전북 (22)	순창1	○							
	순창4	○							
	장수1	○							
	고창3	○							
	진안2	○							
	무주2	○							
	남원2	○							
	익산1	○							
	익산2	○							
	익산3	○							
	익산4	○							
	익산5								○
	완주1	○							
	완주2	○							
전남 (43)	무안2	○					○		
	무안3	○							
	무안4						○		
	무안5	○							○
	보성2	○							
	보성3	○							
	보성4	○							
	장성1	○							
	장성2							○	
	장성4					○			
	화순1	○							
	화순2	○							
	장흥2	○							
	장흥3	○							
	영광1	○					○		
	영광4								○
	영광6	○							
	영광7			○					
	함평2						○		
함평3						○			
함평4		○							
함평5								○	
신안1	○								

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
전남 (43)	진도1	○							○
	진도3					○			
	순천1	○						○	
	순천2	○							
	순천3	○							
	순천6					○			
	곡성3	○							
	곡성4	○							
	고흥1								○
	고흥2	○				○			
	고흥3	○						○	
	고흥4	○							
	고흥5								○
	고흥6						○		
	고흥7					○			
	고흥8	○				○			
	해남3					○			
	해남5	○							
	해남6	○							
	담양3	○							
경북 (44)	영천1				○				
	영천2					○			
	영천3		○						
	영천4	○							
	영천6							○	
	영천7	○							
	안동1	○							
	안동3	○							
	안동4	○							
	안동6	○							
	청송1	○							
	청송3					○			
	문경1					○			

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
경북 (44)	문경4	○							
	봉화1					○			
	봉화4	○							
	봉화5			○					
	군위1	○							
	군위2					○			
	포항1	○							
	포항3	○							
	포항6		○						
	구미2	○							
	구미3					○			
	구미5	○							
	구미7	○							
	상주1	○							
	상주2	○							
	상주3	○							
	경주4	○							
	김천1	○							
	김천2	○							
	칠곡1				○				○
	칠곡2	○							
	의성1						○		
	의성4	○							
	의성5	○							
	의성6		○						
	의성7	○							
	의성8	○					○		
	의성9	○					○		
	청도1	○							
	청도2	○							
청도4	○								

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
		< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
경남 (29)	김해1	○							
	김해4					○			
	진주1	○							
	진주4	○							○
	진주6	○							
	사천1				○	○			
	사천2					○			
	하동1	○				○			
	하동3	○							
	하동4	○							
	합천1						○		
	밀양1	○							
	밀양5	○							
	창녕1					○			
	창녕2		○						○
	창녕4				○				
	산청1			○					
	산청2	○							
	산청5	○							
	양산1	○				○			
	남해3	○							
	의령1						○		
	의령4					○			
	의령5								○
	함안1					○			
	함안2	○							
	함안3	○							
	함안4	○				○			
	함양1	○							

4.1.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입하여, 관측공 주변 지하수를 구분한 결과, 총 521개 기설 관측공 중 247(47%) 관측공에서 관심 152개소(29%), 주의 29개소(6%), 경계 12개소(2%) 및 심각 54개소(10%)로 나타났다(표 4-4).
- 지역별로는 전남이 57개소로 가장 많으며, 경북 44개소, 충남 32개소, 경남 30개소, 강원 24개소, 경기 21개소, 충북 20개소, 전북 18개소 , 인천 1개소 순으로 구분된다.
 - 인천(1) : 관심 1개소, 주의 0개소, 경계 0개소, 심각 0개소
 - 경기(21) : 관심 18개소, 주의 1개소, 경계 0개소, 심각 2개소
 - 강원(24) : 관심 16개소, 주의 2개소, 경계 1개소, 심각 5개소
 - 충북(20) : 관심 17개소, 주의 3개소, 경계 0개소, 심각 0개소
 - 충남(32) : 관심 17개소, 주의 3개소, 경계 3개소, 심각 9개소
 - 전북(18) : 관심 13개소, 주의 2개소, 경계 0개소, 심각 3개소
 - 전남(57) : 관심 23개소, 주의 8개소, 경계 4개소, 심각 22개소
 - 경북(44) : 관심 32개소, 주의 7개소, 경계 1개소, 심각 4개소
 - 경남(30) : 관심 15개소, 주의 3개소, 경계 3개소, 심각 9개소
- ‘관심’ 지역인 경우, 관측공 주변 지하수를 개발·이용에 크게 문제는 없지만, 지하수위 저하, 전기전도도 증가 등이 발생한 지역이다. 따라서 향후 지하수 개발·이용 시 허가·신고 이용량 범위 내에서 지하수를 사용하고, 분뇨·농약 및 외부오염원의 유입 등에 주의를 기울여야 한다.
- ‘주의’ 및 ‘경계’ 지역인 경우, 관측공 주변 지하수 이용 시, 양수량은 현재 이용량보다 낮은 수준으로 운용해서 지하수위 회복에 노력을 기울일 필요가 있다. 그리고 대수층 내부로의 하폐수 유입 차단 및 지상 오염원처리시설의 관리 등을 실시하여 지하수 대수층 보전에 심혈을 기울여야 한다.
- ‘심각’ 지역은, 대부분 지속적인 지하수위 강하가 발생하거나, 지하수의 전기 전도도가 높아 농어업용 목적으로 이용이 불가능한 지역으로, 관측공 주변 지하수 이용을 자제하고 타 수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-4> 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	관정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu S/cm$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
계	247개소					
인천	강화1	수위감소				관심
	화성1	수위감소				관심
경기 (21)	화성2	전도도증가			나트륨	심각
	평택1	나트륨			전도도증가	심각
	평택2	수위감소				관심
	평택3	수위감소				관심
	평택5	수위감소 전도도증가				관심
	광주1	수위감소				관심
	김포1	수위감소				관심
	김포2	수위감소				관심
	여주1	수위감소				관심
	파주2	수위감소				관심
	파주3	나트륨 전도도증가				관심
	파주4		수위감소			주의
	용인3	수위감소				관심
	안성1	수위감소				관심
	안성2	수위감소				관심
	안성5	수위감소				관심
	남양주2	수위감소				관심
	포천2	수위감소				관심
	포천4	수위감소				관심
	양주1	수위감소				관심
강원 (24)	원주4	수위감소				관심
	춘천1	수위감소				관심
	춘천4	수위감소				관심
	횡성2	수위감소				관심
	횡성3		나트륨		수위감소	심각
	홍천1	수위감소				관심
	홍천3	수위감소				관심
	홍천5	나트륨			전도도증가	심각
	평창1	수위감소				관심
	평창2	수위감소				관심
	평창3	수위감소				관심

<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
강원 (24)	양구1	수위감소				관심
	화천1	수위감소				관심
	화천2	수위감소				관심
	인제1	나트륨 수위감소				관심
	인제3				수위감소	심각
	인제4		나트륨			주의
	강릉2	전도도증가			나트륨	심각
	강릉4	수위감소				관심
	삼척1			나트륨		경계
	철원1	수위감소				관심
	철원2		수위감소			주의
	철원4				전도도증가	심각
	영월2	나트륨				관심
충북 (20)	음성1	수위감소				관심
	음성3		수위감소			주의
	제천1	수위감소				관심
	제천2		수위감소			주의
	괴산2	나트륨 수위감소 전도도증가				관심
	괴산3	수위감소				관심
	진천1	수위감소				관심
	진천3	수위감소				관심
	진천4	수위감소				관심
	증평1	수위감소				관심
	옥천1	수위감소				관심
	옥천2	수위감소				관심
	옥천4	수위감소				관심
	영동1	수위감소				관심
	보은2	수위감소				관심
	청원1	수위감소				관심
	충주1	수위감소				관심
충주2		수위감소			주의	
충주4	수위감소				관심	
청주2	수위감소				관심	

<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
충남 (32)	아산1	수위감소		나트륨		경계
	금산4	수위감소				관심
	금산6	수위감소				관심
	공주1	수위감소				관심
	공주2	수위감소				관심
	공주3	수위감소				관심
	공주4	수위감소				관심
	부여2				나트륨	심각
	부여4			나트륨		경계
	논산1	수위감소	나트륨			주의
	논산2	수위감소				관심
	서천1			나트륨		경계
	서천2	수위감소			나트륨	심각
	서천3	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
	서천4		수위감소			주의
	보령1				나트륨 전도도증가	심각
	보령3	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	보령5	수위감소				관심
	보령6	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	청양1	수위감소				관심
	청양2	수위감소				관심
	청양3	수위감소				관심
	홍성1	수위감소				관심
	홍성2	수위감소				관심
	예산1	수위감소				관심
	예산3	수위감소				관심
	태안1	수위감소			전도도증가	심각
	태안3	수위감소 전도도증가				관심
	태안4	나트륨	수위감소			주의
	서산1	나트륨				관심
	서산2				나트륨	심각
	당진3				나트륨	심각

<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전북 (18)	부안1	나트륨 수위감소				관심
	부안2(신)	수위감소				관심
	부안3				나트륨 전도도증가	심각
	부안4	전도도증가			나트륨	심각
	순창4	수위감소				관심
	장수1	수위감소				관심
	고창3	수위감소				관심
	진안2	수위감소				관심
	무주2	수위감소				관심
	남원2	수위감소				관심
	익산1	수위감소				관심
	익산2	수위감소				관심
	익산3	수위감소	나트륨			주의
	익산4	수위감소				관심
	익산5				나트륨 전도도증가	심각
	완주1	수위감소				관심
	완주2	수위감소				관심
	김제2		나트륨			주의
김제2		나트륨			주의	
전남 (57)	무안1	나트륨				관심
	무안2	나트륨 수위감소	전도도증가			주의
	무안3	수위감소				관심
	무안4	나트륨	전도도증가			주의
	무안5	수위감소		나트륨	전도도증가	심각
	무안7				나트륨	심각
	보성1		나트륨			주의
	보성2	수위감소				관심
	보성3	수위감소				관심
	보성4	수위감소				관심
	장성1	수위감소				관심
	장성2	나트륨		전도도증가		경계
장성4	전도도증가				관심	

<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전남 (57)	장성5	나트륨				관심
	화순1	수위감소				관심
	화순2	수위감소				관심
	화순6	나트륨				관심
	장흥1				나트륨	심각
	장흥2	수위감소				관심
	장흥3	수위감소				관심
	영광1	수위감소	전도도증가		나트륨	심각
	영광4	나트륨			전도도증가	심각
	영광6	수위감소				관심
	영광7			수위감소		경계
	함평2	전도도증가	나트륨			주의
	함평4		수위감소			주의
	함평5				나트륨 전도도증가	심각
	함평7				나트륨	심각
	신안1	수위감소			나트륨	심각
	진도1	수위감소	나트륨		전도도증가	심각
	진도2	나트륨				관심
	진도3	나트륨 전도도증가				관심
	진도4				나트륨	심각
	순천1	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
	순천2	수위감소				관심
	순천3	수위감소				관심
	순천4		나트륨			주의
	순천6	전도도증가			나트륨	심각
	순천8				나트륨	심각
	곡성3	수위감소				관심
	곡성4	수위감소				관심
	고흥1				나트륨 전도도증가	심각
	고흥2	수위감소 전도도증가			나트륨	경계

<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	관정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전남 (57)	고흥3	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
	고흥4	수위감소				관심
	고흥5				나트륨 전도도증가	심각
	고흥6		전도도증가		나트륨	심각
	고흥7	전도도증가			나트륨	심각
	고흥8	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	해남2				나트륨	심각
	해남3	전도도증가			나트륨	심각
	해남5	수위감소			나트륨	심각
	해남6	수위감소				관심
	해남8		나트륨			주의
	해남9			나트륨		경계
	해남10		나트륨			주의
	담양3	수위감소				관심
경북 (44)	영천1				수위감소	심각
	영천2	전도도증가				관심
	영천3	나트륨	수위감소			주의
	영천4	나트륨 수위감소				관심
	영천5	나트륨				관심
	영천6		나트륨	전도도증가		경계
	영천7	수위감소				관심
	안동1	수위감소				관심
	안동3	수위감소				관심
	안동4	수위감소				관심
	안동6	수위감소				관심
	청송1	수위감소				관심
	청송3	나트륨 전도도증가				관심
	군위2	전도도증가				관심
포항1	수위감소				관심	

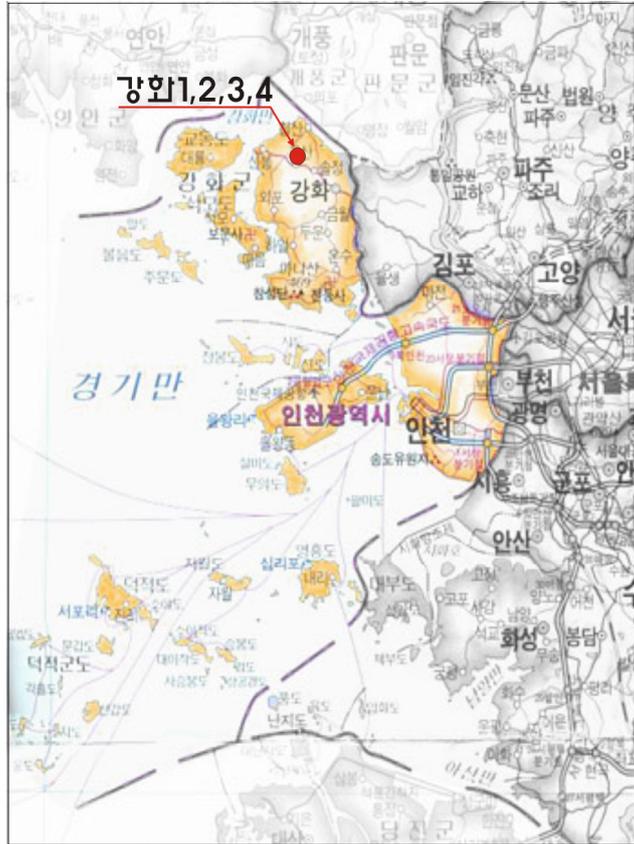
<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	관정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경북 (44)	포항3	수위감소				관심
	포항6		수위감소			주의
	구미2	수위감소				관심
	구미3				수위감소	심각
	구미5	수위감소				관심
	구미6		나트륨			주의
	구미7	수위감소				관심
	상주1	수위감소				관심
	상주2	수위감소				관심
	상주3	수위감소				관심
	상주7		나트륨			주의
	경주1				나트륨	심각
	경주2		나트륨			주의
	경주3		나트륨			주의
	경주4	수위감소				관심
	김천1	수위감소				관심
	김천2	수위감소				관심
	칠곡1	나트륨			수위감소 전도도증가	심각
	칠곡2	수위감소				관심
	의성1	전도도증가				관심
	의성4	수위감소				관심
	의성5	수위감소				관심
	의성6		수위감소			주의
	의성7	수위감소				관심
	의성8	수위감소 전도도증가				관심
	의성9	수위감소 전도도증가				관심
	청도1	수위감소				관심
	청도2	수위감소				관심
	청도4	수위감소				관심
	청도4	수위감소				관심

<표 4-4> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경남 (30)	김해1	수위감소				관심
	김해4	전도도증가			나트륨	심각
	진주1	수위감소				관심
	사천4				나트륨	심각
	사천6			나트륨		경계
	하동1	수위감소 전도도증가		나트륨		경계
	하동3	수위감소			나트륨	심각
	하동4	수위감소				관심
	하동6				나트륨	심각
	합천1(신)		전도도증가			주의
	밀양1	수위감소				관심
	밀양5	수위감소				관심
	창녕1	나트륨 전도도증가				관심
	창녕2		수위감소	나트륨	전도도증가	심각
	창녕4	나트륨			수위감소	심각
	산청1			수위감소		경계
	산청2	수위감소				관심
	산청5	수위감소				관심
	양산1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	남해3	수위감소				관심
	의령1		전도도증가			주의
	의령3	나트륨				관심
	의령4	나트륨 전도도증가				관심
	의령5	나트륨			전도도증가	심각
	함안1	전도도증가	나트륨			주의
	함안2	나트륨 수위감소				관심
	함안3	나트륨 수위감소				관심
	함안4	수위감소 전도도증가				관심
	함양1	수위감소				관심
	경남고성3				나트륨	심각

4.2 인천광역시



<그림 4-1> 인천광역시 농촌지하수관리 관측망

4.2.1. 설치운영 현황 : 1지구 4개소 관측공 설치 운영

4.2.2. 시·군 별 관측공 수

지구명		강화
관측공 명	계	강화1, 강화2, 강화3, 강화4
관측공 수	4	4

4.2.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 인천광역시 농촌지하수관리 관측망(4개소)의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 1개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 2개소
 - 4 m 이상 변동 : 1개소

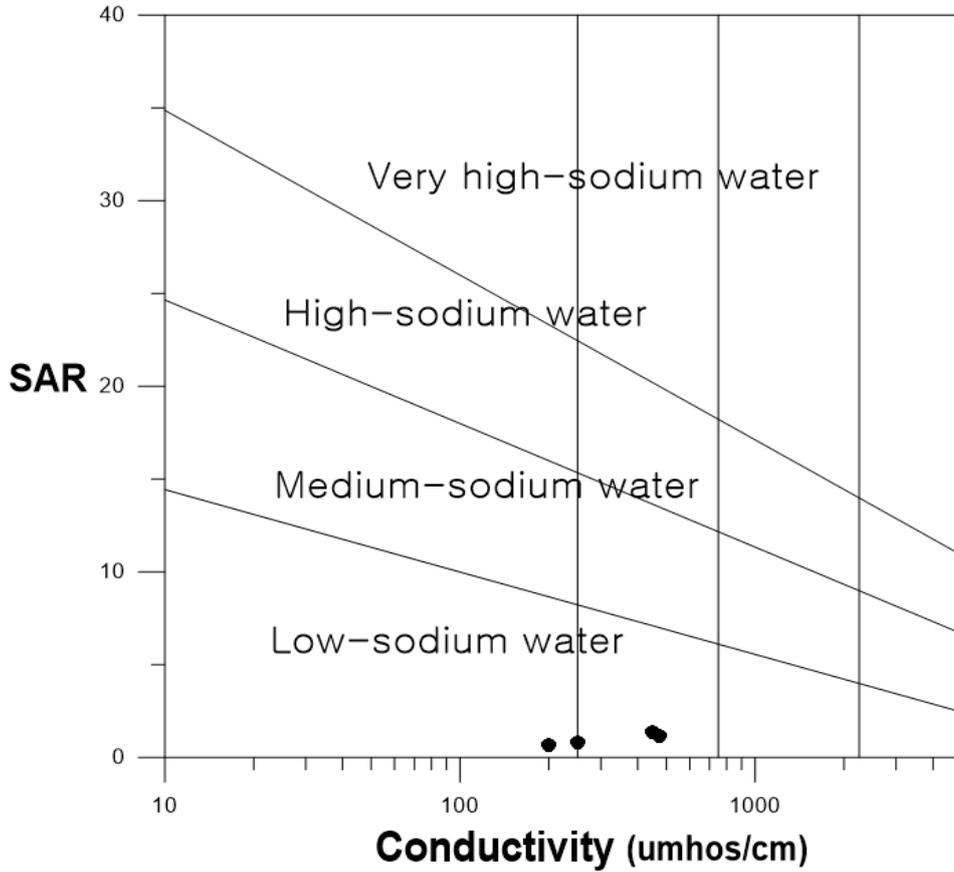
<표 4-5> 인천광역시 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	1	강화4
2 ~ 4	2	강화1, 강화2
4 이상	1	강화3

나. 지하수 수질 적합성

- 인천광역시 관측공 지하수 수질의 농어업용수로의 적합성을 살펴보고자 전기 전도도와 나트륨 흡착율의 상관관계를 살펴보았다(그림 4-2).
- 나트륨 흡착율은 농업용 관개용수로서의 지하수의 수질을 평가하는데 활용되며, 수치가 높을수록 관개용수로서 부적합한 특성을 지닌다(Richard, 1969).
 - 낮은 나트륨 용수(Low-sodium water) : 나트륨(Na^+)이 토양에 미치는 영향이 적은 편
 - 중간 나트륨 용수(Medium-sodium water) : 중간 정도
 - 높은 나트륨 용수(High-sodium water) : 높음
 - 매우 높은 나트륨 용수(Very high-sodium water) : 매우 높음
- 인천광역시 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 4개 관측공 주변 지하수는 낮은 염도와 낮은 나트륨 흡착율 영역에 도시되었다.

○ 이로써, 인천광역시 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-2> 인천광역시 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-6> 인천광역시 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μ S/cm 이하	전기전도도 700 μ S/cm 이상			
관측공	강화1, 강화2, 강화3, 강화4				
가뭄시 지하수활용	활용가능		주의요함	불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 인천광역시 지하수 관측공 장기관측 자료의 추세를 분석하여 지하수위 저하, 전기전도도 상승 변화를 나타낸 관정을 기록하였다.
- 총 1개소 기설관정에서 지하수위 저하가 관찰되었다.
 - 지하수위 저하 : 1개소

<표 4-7> 인천광역시 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
1개소								
강화1	○							

4.2.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입한 결과, 총 1개 관측공에서 관심 1개소로 나타났다.

<표 4-8> 인천광역시 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율-전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 μS/cm 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
4개소					
강화1	수위감소				관심
강화2					
강화3					
강화4					

4.3.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 경기도 내 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 변동폭은 대부분 2 m 미만 (총 47개소 중 31개소)이다.
- 경기도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 31개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 13개소
 - 4 m 이상 변동 : 3개소

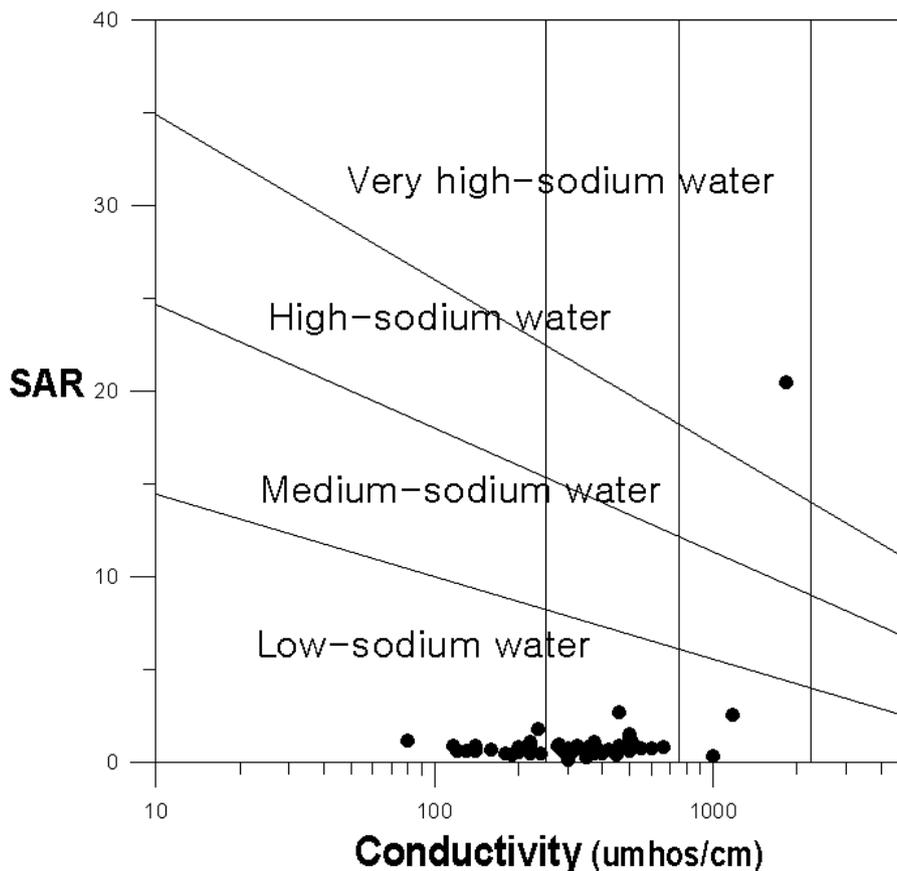
<표 4-9> 경기도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	31	화성1, 화성3, 화성4, 평택2, 평택5, 이천1, 이천2, 이천3, 이천4, 광주1, 김포2, 김포3, 여주1, 여주2, 파주1, 파주2, 용인2, 용인4, 용인5, 용인6, 기평2, 기평3, 안성2, 안성3, 안성4, 안성5, 안성6, 남양주1, 남양주2, 포천3, 포천4
2 ~ 4	13	화성2, 평택1, 평택3, 평택4, 여주3, 여주4, 파주3, 용인1, 기평1, 안성1, 포천1, 포천2, 양주1
4 이상	3	김포1, 파주4, 용인3

나. 지하수 수질 적합성

- 경기도 관측공 지하수 수질의 농어업용수로의 적합성을 살펴보고자 전기전도도와 나트륨 흡착율의 상관관계를 살펴보았다(그림 4-4).
- 나트륨 흡착율은 농업용 관개용수로서의 지하수의 수질을 평가하는데 활용되며, 수치가 높을수록 관개용수로서 부적합한 특성을 지닌다(Richard, 1969).
 - 낮은 나트륨 용수(Low-sodium water) : 나트륨(Na^+)이 토양에 미치는 영향이 적은 편

- 중간 나트륨 용수(Medium-sodium water) : 중간 정도
 - 높은 나트륨 용수(High-sodium water) : 높음
 - 매우 높은 나트륨 용수(Very highy-sodium water) : 매우 높음
- 경기도 농촌지하수관리 관측망(51개소)의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 대부분의 관측공 주변 지하수는 낮은 염도와 낮은 나트륨 흡착율 영역에 도시되었다.
- 그러나 화성2 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 ‘심각’ 을 요하였다.
- 경기도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 화성2 관측공 주변 지하수를 제외하면 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-4> 경기도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-10> 경기도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μ S/cm 이하	전기전도도 700 μ S/cm 이상			
관측공	화성1, 화성3, 화성4, 평택2, 평택3, 평택4, 평택5, 이천1, 이천2, 이천3, 이천4, 광주1, 김포1, 김포2, 김포3, 여주1, 여주2, 여주3, 여주4, 파주1, 파주2, 파주4, 용인1, 용인2, 용인3, 용인4, 용인5, 용인6, 가평1, 가평2, 가평3, 안성1, 안성2, 안성3, 안성4, 안성5, 안성6, 남양주1, 남양주2, 포천, 포천2, 포천3, 포천4, 포천5, 포천6, 포천7, 양주1, 양주2	평택1, 파주3			화성2
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함			불가능 (신규개발도 규제)

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 경기도 지하수 관측공 장기관측 자료의 추세를 분석하여 지하수위 저하, 전기전도도 상승 변화를 나타낸 관정을 기록하였다.
- 총 24개소 기설관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하 추세만 관측되는 20개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 3개소, 그리고 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 1개소로 구분된다.
 - 지하수위 저하 : 20개소
 - 전기전도도 증가 : 3개소
 - 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 1개소

<표 4-11> 경기도 관측자료 추세 변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
화성1	○							
화성2					○			
평택1								○
평택2	○							
평택3	○							
평택5	○				○			
이천1	○							
이천2	○							
이천3	○							
광주1	○							
김포1	○							
김포2	○							
여주1	○							
파주2	○							
파주3					○			
파주4		○						
용인3	○							
안성1	○							
안성2	○							
안성5	○							
남양주2	○							
포천2	○							
포천4	○							
양주1	○							

4.3.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입한 결과, 총 21개 관측공에서 관심 18개소, 주의 1개소, 심각 2개소로 나타났다.
- ‘주의’ 지역인 과주4 관측공 주변 지하수는 지속적으로 수위가 감소하는 지역으로 이용 시, 관정별 과잉양수를 자제하고, 타 수자원을 공동으로 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.
- ‘심각’ 으로 나타난 화성2, 평택1 관측공 주변 지하수는 높은 나트륨 함축율로 인해 용수이용을 자제하고, 타 수자원을 공동으로 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-12> 경기도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 μ S/cm 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
51개소					
화성1	수위감소				관심
화성2	전도도증가			나트륨	심각
화성3					
화성4					
평택1	나트륨			전도도증가	심각
평택2	수위감소				관심
평택3	수위감소				관심
평택4					
평택5	수위감소 전도도증가				관심
이천1					
이천2					
이천3					
이천4					
광주1	수위감소				관심
김포1	수위감소				관심
김포2	수위감소				관심
김포3					
여주1	수위감소				관심
여주2					
여주3					
여주4					
파주1					
파주2	수위감소				관심
파주3	나트륨 전도도증가				관심
파주4		수위감소			주의
용인1					

<표 4-12> 계속

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
51 개소					
용인2					
용인3	수위감소				관심
용인4					
용인5					
용인6					
가평1					
가평2					
가평3					
안성1	수위감소				관심
안성2	수위감소				관심
안성3					
안성4					
안성5	수위감소				관심
안성6					
남양주1					
남양주2	수위감소				관심
포천1					
포천2	수위감소				관심
포천3					
포천4	수위감소				관심
포천5					
포천6					
포천7					
양주1	수위감소				관심
양주2					

4.4 강원도



<그림 4-5> 강원도 농촌지하수관리 관측망

4.4.1. 설치운영 현황 : 14시군 54개소 관측공 설치 운영

4.4.2. 시·군 별 관측공 수

개소	원주	춘천	횡성	영월	홍천	삼척	철원
54	원주1, 원주2, 원주3, 원주4, 원주5, 원주6, 원주7	춘천1, 춘천2, 춘천3, 춘천4	횡성1, 횡성2, 횡성3, 횡성4	영월1, 영월2	홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 홍천5, 홍천6, 홍천7	삼척1	철원1,철원2, 철원3,철원4, 철원5
	평창	양구	화천	고성	인제	강릉	양양
	평창1, 평창2, 평창3, 평창4	양구1, 양구2, 양구3	화천1, 화천2, 화천3, 화천4	고성1, 고성2	인제1, 인제2, 인제3, 인제4	강릉1, 강릉2, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 강릉6	양양1

4.4.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 강원도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 변동폭은 대부분 2 m 미만 (총 46개소 중 29개소)이다.
- 강원도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 29개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 11개소
 - 4 m 이상 변동 : 6개소

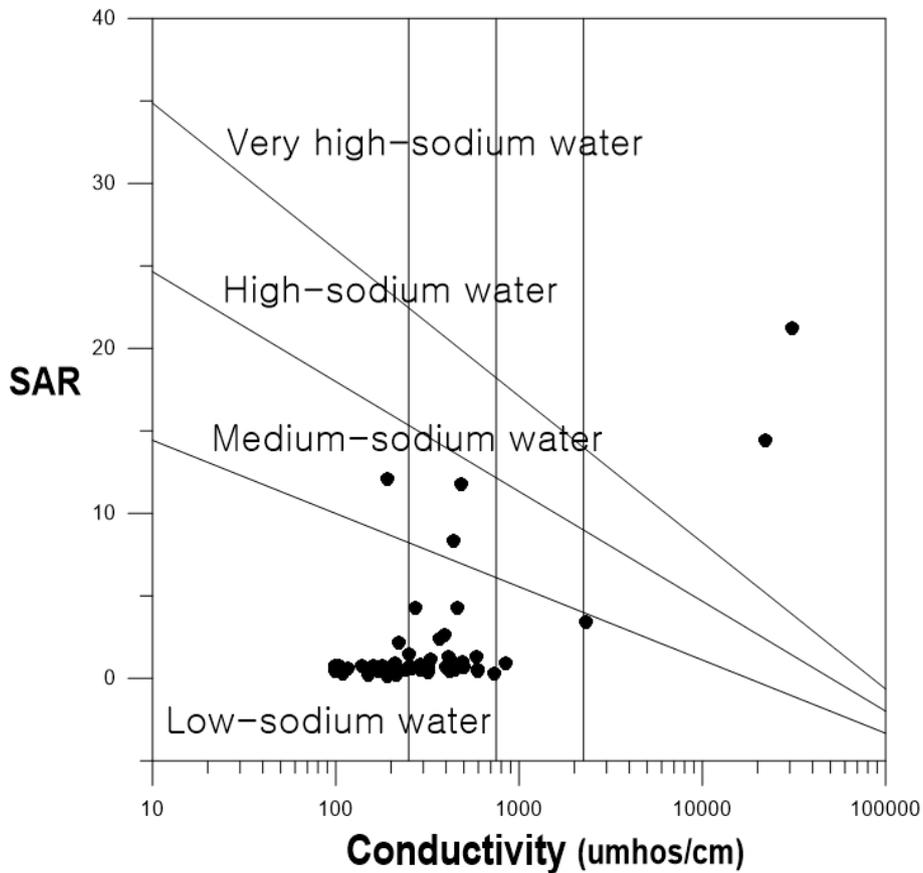
<표 4-13> 강원도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	29	원주1, 원주3, 원주5, 원주7, 춘천2, 춘천3, 횡성1, 횡성2, 횡성3, 횡성4, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천5, 평창1, 평창2, 평창3, 평창4, 양구1, 양구2, 화천2, 고성1, 고성2, 인제1, 인제2, 인제4, 강릉2, 삼척1, 철원4
2 ~ 4	11	원주4, 춘천4, 홍천4, 화천1, 인제2, 강릉1, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 양양1, 철원5
4 이상	6	원주2, 원주6, 춘천1, 철원1, 철원2, 철원3

나. 지하수 수질 적합성

- 강원도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 함착율 분석을 실시한 결과, 대부분의 관측공 주변 지하수는 낮은 염도와 낮은 나트륨 함착율 영역에 도시되었다.
- 인제4, 횡성3, 삼척1 관측공 주변 지하수의 경우 나트륨 함착율이 높아 답작에 있어 각각 ‘주의’ 및 ‘경계’ 를 요하였으며, 시설원예농업 등 고품질 수질을 요구 하는 농업에 활용이 불가능하였다.

- 강릉2, 강릉6 관측공의 경우, 해수와 유사한 전기전도도와 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 ‘심각’ 단계에 위치하였다.
- 강원도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 인제4, 횡성3, 삼척1, 강릉2, 강릉6 관측공 주변 지하수를 제외하면 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 적은 것으로 나타났다.



<그림 4-6> 강원도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-14> 강원도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상			
관측공	원주1, 원주2, 원주3, 원주4, 원주5, 원주6, 원주7, 춘천1, 춘천2, 춘천3, 춘천4, 황성1, 황성2, 황성4, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 홍천6, 홍천7, 평창1, 평창2, 평창3, 평창4, 양구1, 홍천5, 인제1, 인제4, 양구2, 양구3, 화천1, 화천2, 화천3, 영월2, 황성3, 삼척1, 강릉2, 화천4, 고성1, 고성2, 인제2, 인제3, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 양양1, 강릉6 철원1, 철원2, 철원3, 철원4, 철원5, 영월				
가뭄시 지하수활용	활용가능		주의요함		불가능 (신규개발도 규제)

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 강원도 총 21개소 관측공에서 전기전도도 증가 및 수위 변화가 관찰되었다.
지하수위 저하만 관측되는 18개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 3개소로 구분된다.
- 지하수위 저하 : 18개소
- 전기전도도 증가 : 3개소

<표 4-15> 강원도 관측자료 추세 변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
원주4	○							
춘천1	○							
춘천4	○							
횡성2	○							
횡성3				○				
홍천1	○							
홍천3	○							
홍천5								○
평창1	○							
평창2	○							
평창3	○							
양구1	○							
화천1	○							
화천2	○							
인제1	○							
인제3				○				
강릉2					○			
강릉4	○							
철원1	○							
철원2		○						
철원4								○

4.4.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입한 결과, 총 24개 관측공에서 관심 16개소, 주의 2개소, 경계 1개소, 심각 5개소로 나타났다.
- ‘주의’ 지역인 인제4, 철원2 관측공 주변 지하수 이용 시, 대수층으로 지상 오염물질 유입을 방지하여 지하수 보전에 유의해야 한다.
- ‘경계’ 지역인 삼척1 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 이용하는데 있어 주의가 요구된다.
- ‘심각’ 으로 나타난 황성3, 홍성5, 인제3, 강릉5, 철원4 관측공은 지하수위 감소 현상이 지속적으로 나타나고 높은 나트륨 흡착율과 전기전도도를 보이므로 지속적인 수자원 관리가 필요하다.

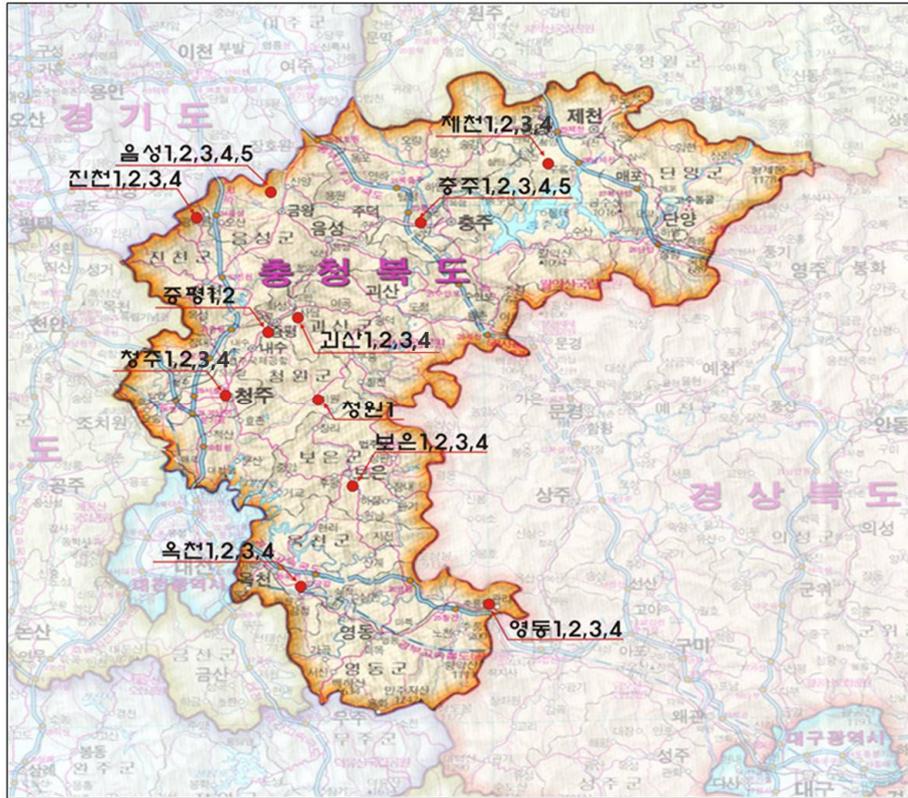
<표 4-16> 강원도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
54개소					
원주1(신)					
원주2					
원주3					
원주4	수위감소				관심
원주5					
원주6					
원주7					
춘천1	수위감소				관심
춘천2					
춘천3					
춘천4	수위감소				관심
횡성1					
횡성2	수위감소				관심
횡성3		나트륨		수위감소	심각
횡성4					
홍천1	수위감소				관심
홍천2					
홍천3	수위감소				관심
홍천4					
홍천5	나트륨			전도도증가	심각
홍천6					
홍천7					
평창1	수위감소				관심
평창2	수위감소				관심
평창3	수위감소				관심
평창4					
양구1	수위감소				관심

<표 4-16> 계속

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
54개소					
양구2					
양구3					
화천1	수위감소				관심
화천2	수위감소				관심
화천3					
화천4					
고성1					
고성2					
인제1	나트륨 수위감소				관심
인제2					
인제3				수위감소	심각
인제4		나트륨			주의
강릉1					
강릉2	전도도증가			나트륨	심각
강릉3					
강릉4	수위감소				관심
강릉5					
강릉6					
양양1					
삼척1			나트륨		경계
철원1	수위감소				관심
철원2		수위감소			주의
철원3					
철원4				전도도증가	심각
철원5					
영월1					
영월2	나트륨				관심

4.5 충청북도



<그림 4-7> 충청북도 농촌지하수관리 관측망

4.5.1. 설치운영 현황 : 16시군 40개소 관측공 설치 운영

4.5.2. 시·군 별 관측공 수

개소	음성	제천	괴산	진천	청주
	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5	제천1, 제천2, 제천3, 제천4	괴산1, 괴산2, 괴산3, 괴산4	진천1, 진천2, 진천3, 진천4	청주1, 청주2, 청주3, 청주4
40	옥천	영동	보은	청원	충주
	옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4	영동1, 영동2, 영동3, 영동4	보은1, 보은2, 보은3, 보은4	청원1	충주1, 충주2, 충주3, 충주4
					증평1, 증평2

4.5.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

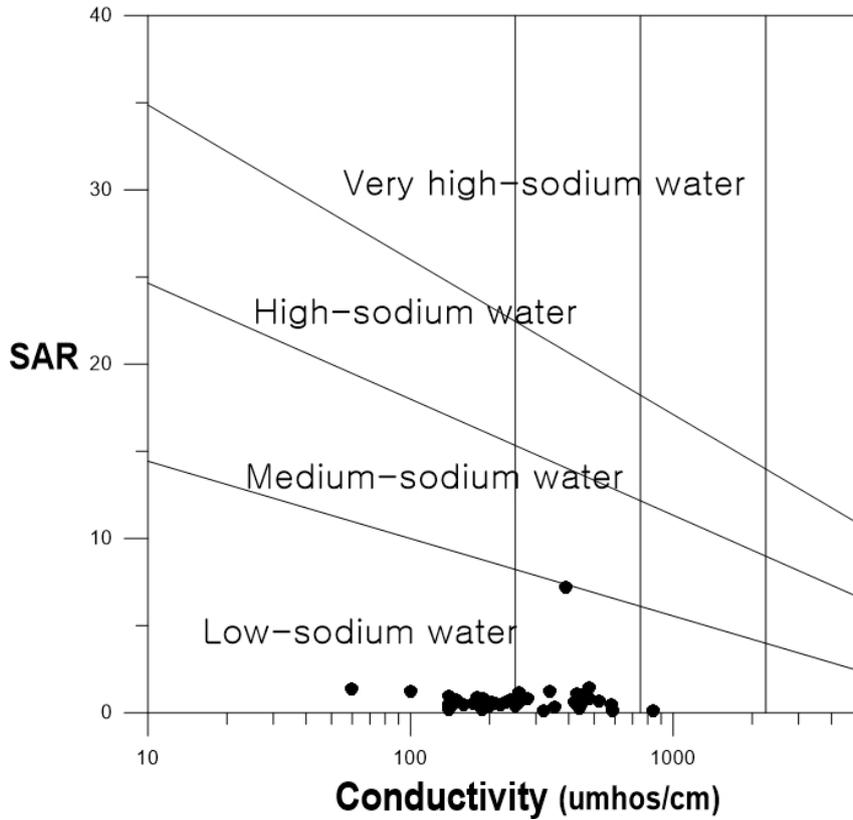
- 충청북도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동폭은 대부분 2 m 미만 (총 35개소 중 29개소)이다.
- 충청북도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 29개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 3개소
 - 4 m 이상 변동 : 3개소

<표 4-17> 충청북도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	29	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 괴산1, 괴산3, 진천1, 진천2, 진천3, 진천4, 증평1, 증평2, 옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4, 영동2, 영동3, 보은1, 보은2, 보은4, 청원1, 충주1, 충주2, 충주3, 청주1, 청주2
2 ~ 4	3	괴산2, 영동1, 충주4
4 이상	3	제천2, 영동4, 보은3

나. 지하수 수질 적합성

- 충청북도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 대부분의 관측공 주변 지하수는 낮은 염도와 낮은 나트륨 흡착율 영역에 도시되었다.
- 충청북도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-8> 충청북도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-18> 충청북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μ S/cm 이하	전기전도도 700 μ S/cm 이상			
관측공	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 제천2, 제천3, 제천4, 괴산1, 괴산3, 괴산4, 진천1, 진천2, 진천3, 진천4, 증평1, 증평2, 옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4, 영동1, 영동2, 영동3, 영동4, 보은1, 보은2, 보은3, 보은4, 청원1, 충주1, 충주2, 충주3, 충주4, 청주1, 청주2, 청주3, 청주4	괴산2			
가뭍시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 충청북도 총 20개소 기설과정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하 추세만 관측되는 19개소로 구분된다. 그리고 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 1개소로 구분된다.
- 지하수위 저하 : 19개소
- 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 1개소

<표 4-19> 충청북도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
20개소								
음성1	○							
음성3		○						
제천1	○							
제천2		○						
괴산2	○				○			
괴산3	○							
진천1	○							
진천3	○							
진천4	○							
증평1	○							
옥천1	○							
옥천2	○							
옥천4	○							
영동1	○							
보은2	○							
청원1	○							
충주1	○							
충주2		○						
충주4	○							
청주2	○							

4.5.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입한 결과, 총 20개 관측공에서 관심 17개소, 주의 3개소로 나타났다.
- ‘주의’ 지역인 음성3, 제천2, 충주2 관측공 주변 지하수는 지하수위 감소 현상이 지속적으로 나타나고 있으므로 지속적인 수자원 관리가 필요하다.

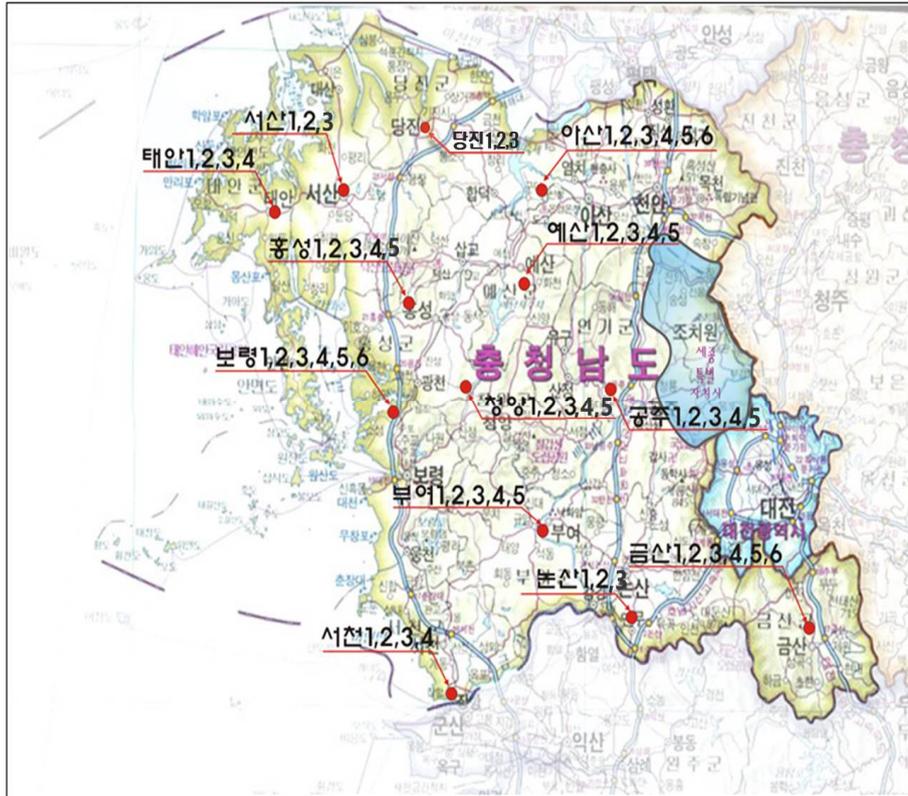
<표 4-20> 충청북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
40개소					
음성1	수위감소				관심
음성2					
음성3		수위감소			주의
음성4					
음성5					
제천1	수위감소				관심
제천2		수위감소			주의
제천3					
제천4					
괴산1					
괴산2	수위감소 전도도증가				관심
괴산3	수위감소				관심
괴산4					
진천1	나트륨 수위감소				관심
진천2					
진천3	수위감소				관심

<표 4-20> 계속

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
40 개소					
진천4	수위감소				관심
증평1	수위감소				관심
증평2					
옥천1	수위감소				관심
옥천2	수위감소				관심
옥천3					
옥천4	수위감소				관심
영동1	수위감소				관심
영동2					
영동3					
영동4					
보은1					
보은2	수위감소				관심
보은3					
보은4					
청원1	수위감소				관심
충주1	수위감소				관심
충주2		수위감소			주의
충주3					
충주4	수위감소				관심
청주1					
청주2	수위감소				관심
청주3					
청주4					

4.6 충청남도



<그림 4-9> 충청남도 농촌지하수관리 관측망

4.6.1. 설치운영 현황 : 13시군 60개소 관측공 설치 운영

4.6.2. 시·군 별 관측공 수

개소	아산	금산	공주	부여	논산	서천	
	아산1, 아산2, 아산3, 아산4, 아산5, 아산6	금산1, 금산2, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6	공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 공주5	부여1, 부여2, 부여3, 부여4, 부여5	논산1, 논산2, 논산3	서천1, 서천2, 서천3, 서천4	
60	보령	청양	홍성	예산	태안	당진	서산
	보령1, 보령2, 보령3, 보령4, 보령5, 보령6	청양1, 청양2, 청양3, 청양4, 청양5	홍성1, 홍성2, 홍성3, 홍성4, 홍성5	예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5	태안1, 태안2, 태안3, 태안4	당진1, 당진2, 당진3	서산1, 서산2, 서산3

4.6.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 충청남도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 최소, 최대값의 변동폭은 대부분 2 m 미만(총 51개소 중 42개소)이다.
- 충청남도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 42개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 6개소
 - 4 m 이상 변동 : 3개소

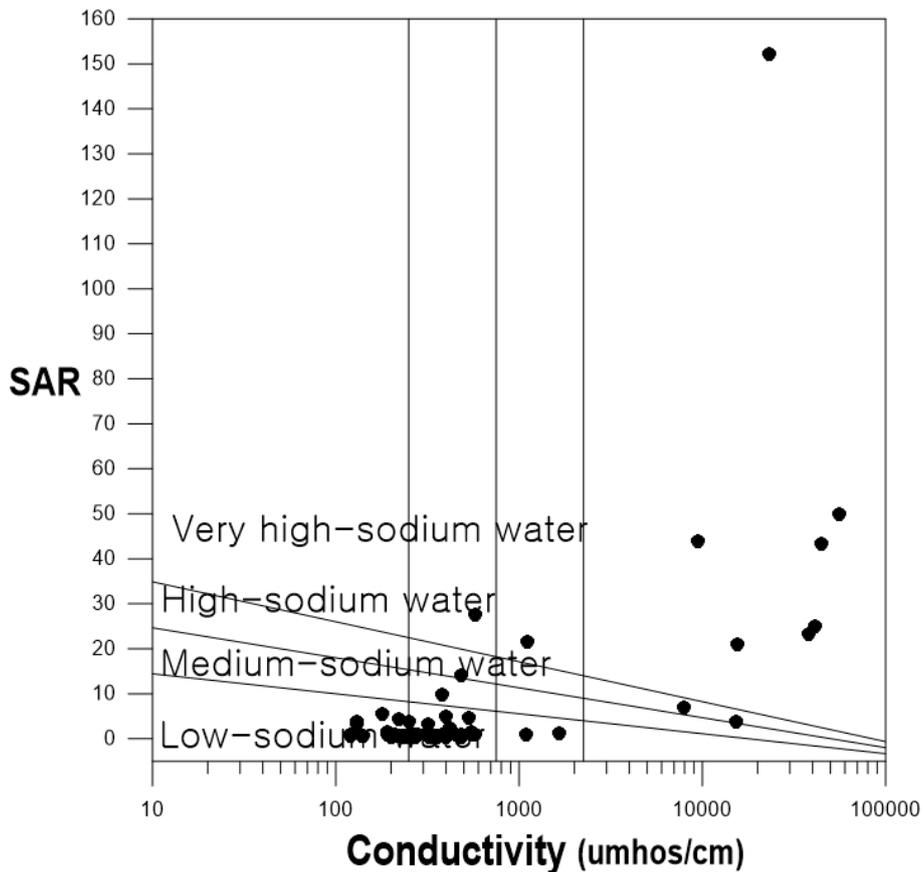
<표 4-21> 충청남도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	42	아산1, 아산2, 아산4, 아산5, 아산6, 금산1, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6, 공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 부여1, 부여3, 부여4, 부여5, 논산2, 서천1, 서천3, 보령1, 보령2, 보령3, 보령4, 보령5, 보령6, 청양1, 청양2, 청양3, 홍성1, 홍성3, 홍성4, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5, 태안1, 태안2, 서산1, 서산2
2 ~ 4	6	금산2, 부여2, 논산1, 서천2, 서천4, 홍성2
4 이상	3	아산3, 태안3, 태안4

나. 지하수 수질 적합성

- 충청남도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 논산1 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율에 속하여 관개 용수로 이용 시 ‘주의’ 를 요하였고, 부여4 관측공의 경우 ‘경계’를 요하였다.
- 아산1, 서천1 관측공 주변 지하수의 경우, 염수가 유입되어 농업에 활용 불가능한 전기전도도를 보이며, 높은 염도의 나트륨 흡착율에 속하여 ‘경계’ 단계에 있다.

- 또한, 부여2, 서천2 관측공의 경우, 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 ‘심각’ 단계에 위치하였다.
- 또한, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 서산2, 서산3 및 당진3 관측공의 경우, 해수와 유사한 전기전도도와 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 ‘심각’ 단계에 위치하였다.
- 충청남도 농촌지하수관리 관측망 주변의 13개소(논산1, 아산1, 부여4, 서천1, 부여2, 서천2, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 서산2, 서산3 및 당진3) 관측공 주변 지하수를 제외하면, 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-10> 충청남도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-22> 충청남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μ S/cm 이하	전기전도도 700 μ S/cm 이상			
관측공	아산2, 아산3, 아산4, 아산5, 아산6, 금산1, 금산2, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6, 공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 공주5, 부여1, 부여3, 부여5, 논산2, 논산3, 서천4, 보령2, 보령4, 보령5, 태안4, 서산1, 논산1, 청양1, 청양2, 청양3, 청양4, 청양5, 홍성1, 홍성2, 홍성3, 홍성4, 홍성5, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5, 태안1, 태안2, 태안3, 당진1, 당진2	태안4, 서산1	논산1	아산1, 부여4, 서천	부여2, 서천, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 서산2, 서산3, 당진3
가뭄시 지하수활용	활용가능		주의요함	불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 충청남도 총 26개소 기설과정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하가 관측되는 20개소, 전기전도도 증가가 관측되는 1개소로 구분된다. 그리고 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 5개소로 구분된다.
- 지하수위 저하 : 20개소
- 전기전도도 증가 : 1개소
- 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 5개소

<표 4-23> 충청남도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
26개소								
아산1	○							
금산4	○							
금산6	○							
공주1	○							
공주2	○							
공주3	○							
공주4	○							
논산1	○							
논산2	○							
서천2	○							
서천3	○						○	
서천4		○						
보령1								○
보령3	○				○			
보령5	○							
보령6	○				○			
청양1	○							
청양2	○							
청양3	○							
홍성1	○							
홍성2	○							
예산1	○							
예산3	○							
태안1	○							○
태안3	○				○			
태안4		○						

4.6.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입한 결과, 총 32개 관측공에서 관심 17개소, 주의 3개소, 경계 3개소, 심각 9개소로 나타났다.
- ‘주의’ 지역인 논산1, 서천4, 태안4 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율 및 지하수위 감소 현상을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다.
- ‘경계’ 로 나타난 부여4, 서천1, 서천3 관측공은 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율과 전기전도도 증가현상을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다.
- ‘심각’으로 나타난 부여2, 서천2, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 태안1, 서산2, 당진3 관측공은 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 있어 주의가 요구되며, 보령1 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율과 전기전도도 증가현상이 나타나므로 대수층으로 지상 오염물질 유입을 방지하여 지하수 보전에 유의해야 한다.

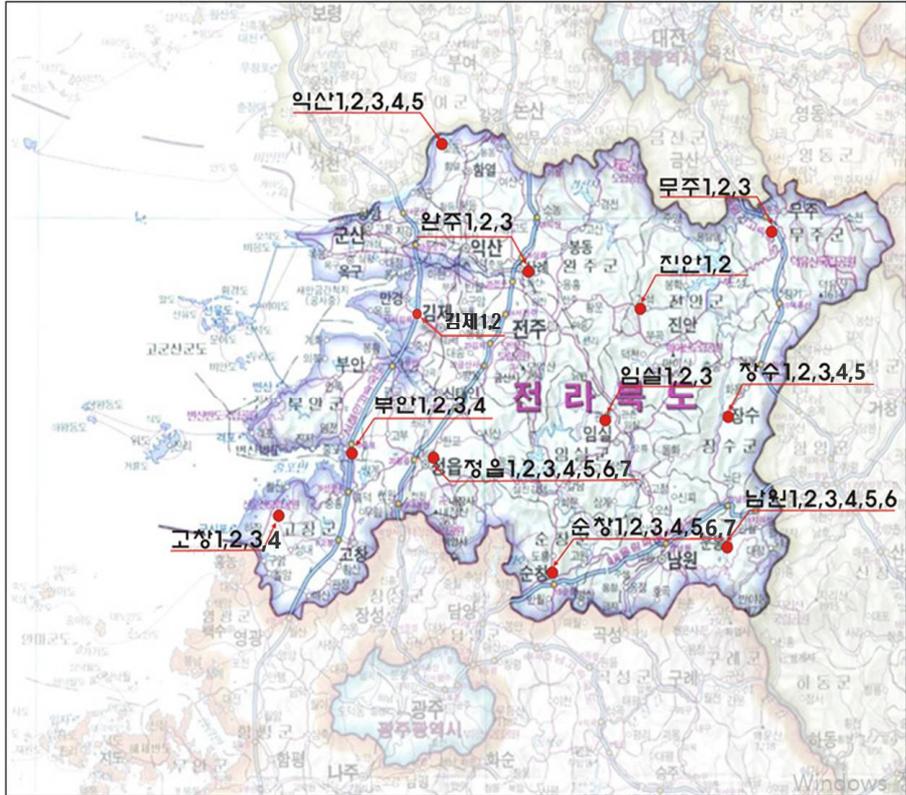
<표 4-24> 충청남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
60 개소					
아산1	수위감소		나트륨		경계
아산2					
아산3					
아산4					
아산5					
아산6					
금산1					
금산2					
금산3					
금산4	수위감소				관심
금산5					
금산6	수위감소				관심
공주1	수위감소				관심
공주2	수위감소				관심
공주3	수위감소				관심
공주4	수위감소				관심
공주5					
부여1					
부여2				나트륨	심각
부여3					
부여4			나트륨		경계
부여5					
논산1	수위감소	나트륨			주의
논산2	수위감소				관심
논산3					
서천1			나트륨		경계
서천2	수위감소			나트륨	심각
서천3	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
서천4		수위감소			주의
보령1				나트륨 전도도증가	심각

<표 4-24> 계속

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
60 개소					
보령2					
보령3	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
보령4					
보령5	수위감소				관심
보령6	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
청양1	수위감소				관심
청양2	수위감소				관심
청양3	수위감소				관심
청양4					
청양5					
홍성1	수위감소				관심
홍성2	수위감소				관심
홍성3					
홍성4					
홍성5					
예산1	수위감소				관심
예산2					
예산3	수위감소				관심
예산4					
예산5					
태안1	수위감소			전도도증가	심각
태안2					
태안3	수위감소 전도도증가				관심
태안4	나트륨 수위감소				주의
서산1	나트륨				관심
서산2				나트륨	심각
서산3					
당진1					
당진2					
당진3				나트륨	심각

4.7 전라북도



<그림 4-11> 전라북도 농촌지하수관리 관측망

4.7.1. 설치운영 현황 : 12지구 51개소 관측공 설치 운영

4.7.2. 시·군 별 관측공 수

개소	부안	정읍	순창	장수	고창		
	부안1, 부안2, 부안3, 부안4	정읍1, 정읍2, 정읍3, 정읍4, 정읍5, 정읍6, 정읍7	순창1, 순창2, 순창3, 순창4, 순창5, 순창6, 순창7	장수1, 장수2, 장수3, 장수4, 장수5	고창1, 고창2, 고창3, 고창4		
51	진안	무주	김제	남원	익산	완주	임실
	진안1, 진안2	무주1, 무주2, 무주3	김제1, 김제2	남원1, 남원2, 남원3, 남원4, 남원5, 남원6	익산1, 익산2, 익산3, 익산4, 익산5	완주1, 완주2, 완주3	임실1, 임실2, 임실3

4.7.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 전라북도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 최소, 최대값의 변동폭은 대부분 2 m 이하(43개소 중 33개소)이다.
- 전라북도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 33개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 5개소
 - 4 m 이상 변동 : 5개소

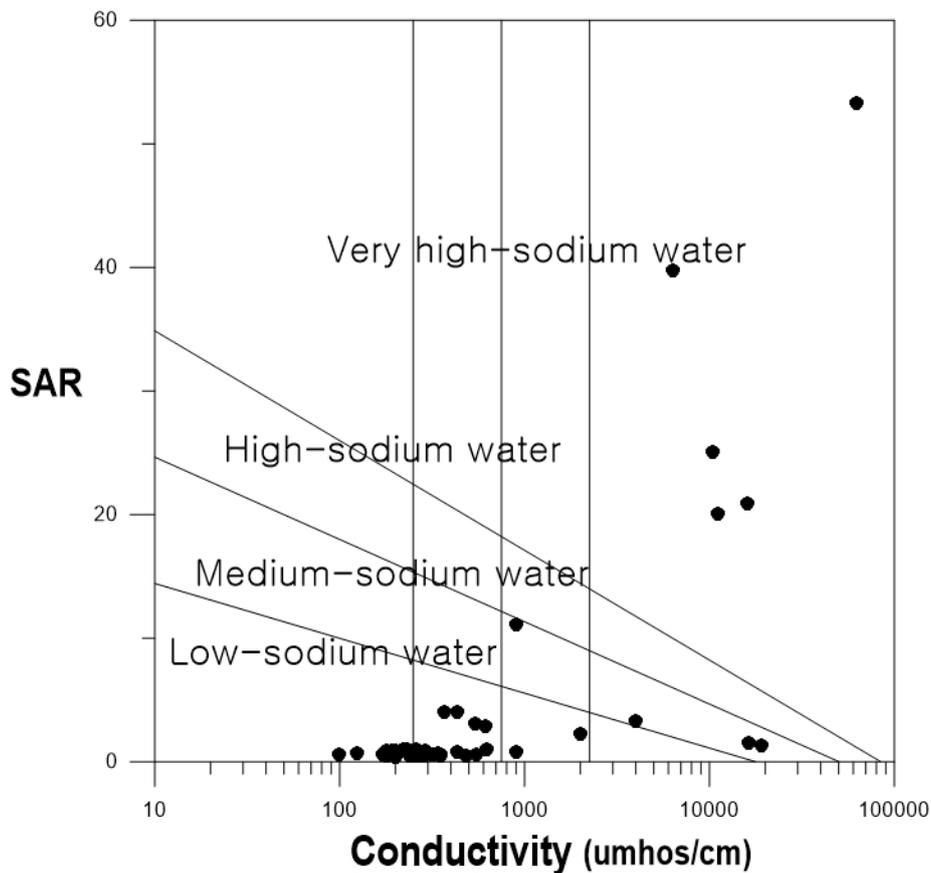
<표 4-25> 전라북도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	33	부인2, 부인4, 정읍1, 정읍2, 정읍4, 정읍5, 정읍6, 순창1, 순창3, 순창4, 순창5, 장수1, 장수2, 장수3, 고창1, 고창2, 고창3, 진안1, 무주1, 무주2, 무주3, 남원4, 남원5, 남원6, 익산2, 익산3, 익산4, 익산5, 완주1, 완주2, 완주3, 임실1, 임실3
2 ~ 4	5	부인1, 부인3, 순창2, 남원1, 남원2
4 이상	5	정읍3, 진안2, 남원3, 익산1, 임실2

나. 지하수 수질 적합성

- 전라북도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 함착율 분석을 실시한 결과, 정읍4 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 함착율에 속하여 관개 용수로 이용 시 ‘주의’ 를 요하였다.
- 익산3, 김제1, 김제2 관측공에는 염수가 유입되어 농업에 활용 불가능한 전기 전도도를 보여 ‘주의’ 단계에 있다.

- 또한, 부안3, 부안4, 익산5, 정읍7, 고창4 관측공의 경우, 해수와 유사한 전기 전도도와 매우 높은 나트륨 함착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 ‘심각’ 단계에 위치하였다.
- 전라북도 농촌지하수관리 관측망 주변의 9개소(익산3, 김제1, 김제2, 정읍4, 부안3, 부안4, 익산5, 정읍7, 고창4) 관측공 주변 지하수를 제외하면, 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-12> 전라북도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-26> 전라북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)						전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상	중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)	
	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하										
관측공	부인 ₂ , 순창 ₂ , 장수 ₁ , 고창 ₂ , 무주 ₃ , 남원 ₆ , 완주 ₃	정읍 ₁ , 순창 ₃ , 장수 ₂ , 고창 ₃ , 남원 ₁ , 익산 ₁ , 임실 ₁	정읍 ₃ , 순창 ₄ , 장수 ₃ , 진안 ₁ , 남원 ₂ , 익산 ₂ , 임실 ₂	정읍 ₅ , 순창 ₅ , 장수 ₄ , 진안 ₂ , 남원 ₃ , 익산 ₃ , 임실 ₂	정읍 ₆ , 순창 ₆ , 장수 ₅ , 무주 ₁ , 남원 ₄ , 익산 ₄ , 임실 ₃	순창 ₇ , 고창 ₁ , 무주 ₂ , 남원 ₅ , 완주 ₁ , 완주 ₂	부인 ₁ , 정읍 ₂	익산 ₃ , 김제 ₁ , 김제 ₂	정읍 ₄	부인 ₃ , 부인 ₄ , 익산 ₅ , 정읍 ₇ , 고창 ₄	
	가뭄시 지하수활용	활용가능						주의요함	불가능 (신규개발도 규제)		

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 전라북도 총 22개소 관측공에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하만 관측되는 18개소, 전기전도도 증가가 관측되는 4개소로 구분된다.
 - 지하수위 저하 : 18개소
 - 전기전도도 증가 : 4개소

<표 4-27> 전라북도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
부안1	○							
부안2	○							
부안3								○
부안4					○			
정읍1	○							
정읍2								○
정읍3	○							
정읍6	○							
순창1	○							
순창4	○							
장수1	○							
고창3	○							
진안2	○							
무주2	○							
남원2	○							
익산1	○							
익산2	○							
익산3	○							
익산4	○							
익산5								○
완주1	○							
완주2	○							

4.7.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계 ‘관심-주의-경계-심각’ 을 도입한 결과, 총 18개 시설 관측공에서 관심 13개소, 주의 2개소, 심각 3개소로 나타났다.
- ‘주의’ 지역인 익산3, 김제2 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다.
- ‘심각’으로 나타난 부안3, 부안4, 익산5 관측공은 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보이며, 높은 전기전도도 증가현상이 나타나므로 주변 지하수 이용을 자제하고 타 수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-28> 전라북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
51 개소					
부안1	나트륨 수위감소				관심
부안2(신)	수위감소				관심
부안3				나트륨 전도도증가	심각
부안4	전도도증가			나트륨	심각
정읍1					
정읍2					
정읍3					
정읍4					
정읍5					
정읍6					
정읍7					
순창1					
순창2					
순창3					
순창4	수위감소				관심
순창5					
순창6					
순창7					
장수1	수위감소				관심
장수2					
장수3					
장수4					
장수5					
고창1					
고창2					

<표 4-28> 계속

구분	관심	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음 (전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상)	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
51 개소					
고창3	수위감소				관심
고창4					
진안1					
진안2	수위감소				관심
무주1					
무주2	수위감소				관심
무주3					
남원1					
남원2	수위감소				관심
남원3					
남원4					
남원5					
남원6					
익산1	수위감소				관심
익산2	수위감소				관심
익산3	수위감소	나트륨			주의
익산4	수위감소				관심
익산5				나트륨 전도도증가	심각
완주1	수위감소				관심
완주2	수위감소				관심
완주3					
임실1					
임실2					
임실3					
김제1					
김제2		나트륨			주의

4.8.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 전라남도 지하수위의 연간 최소, 최대값의 변동폭은 대부분 2 m 미만(81개소 중 59개소)이다.
- 전라남도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 59개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 15개소
 - 4 m 이상 변동 : 7개소

<표 4-29> 전라남도 관측공 지하수위 변동폭

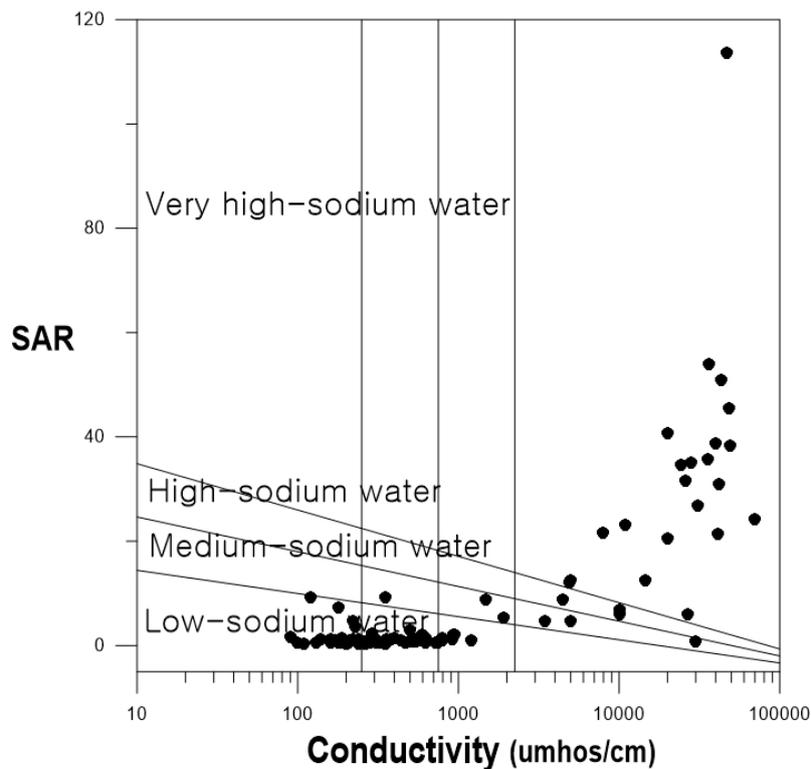
지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	59	무인1, 무인2, 무인5, 무인6, 무인7, 보성1, 보성3, 보성5, 보성6, 장성1, 장성2, 장성3, 장성4, 장성5, 화순2, 화순3, 화순5, 화순6, 장흥1, 장흥3, 장흥4, 영광1, 영광3, 영광5, 함평2, 함평3, 함평4, 함평5, 함평7, 신안1, 진도1, 진도2, 진도3, 진도4, 진도5, 순천1, 순천2, 순천3, 순천5, 순천6, 곡성1, 곡성5, 고흥1, 고흥2, 고흥3, 고흥4, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남1, 해남2, 해남3, 해남4, 해남5, 담양1, 담양2, 담양3, 담양4
2 ~ 4	15	무인8, 보성2, 보성4, 화순1, 장흥2, 영광2, 영광6, 함평1, 함평6, 순천4, 곡성2, 곡성4, 곡성6, 해남6, 담양5
4 이상	7	무인3, 무인4, 화순4, 영광2, 영광7, 순천7, 곡성3

나. 지하수 수질 적합성

- 전라남도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 보성1, 함평2, 해남8 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율을 보여 담작 활용에 '주의'를 요하였다.
- 진도1, 순천4, 해남10 관측공에서는 염수가 유입되어 농업에 활용이 불가능한

전기전도도를 보여 ‘주의’ 단계에 있으며, 무안5, 고흥2, 해남9 관측공 주변 지하수는 높은 전기전도도를 보이며, 높은 나트륨 흡착율을 나타내어 관개용수로 이용 시 ‘경계’를 요하였다.

- 무안7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천6, 순천8, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 고흥9, 해남2, 해남3, 해남5, 해남12, 영암3 관측공의 경우, 해수의 직접유입으로 매우 높은 나트륨 흡착율과 전기전도도를 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 ‘심각’ 단계에 있었다.
- 전라남도 농촌지하수관리 관측망 주변의 31개소(보성1, 함평2, 진도1, 순천4, 해남8, 해남10, 무안5, 고흥2, 해남9, 무안7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천6, 순천8, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 고흥9, 해남2, 해남3, 해남5, 해남12, 영암3) 관측공 주변 지하수를 제외하면, 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-14> 전라남도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-30> 전라남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상			
관측공	무안3, 무안6, 무안8, 보성2, 보성3, 보성4, 보성5, 보성6, 보성7, 장성1, 장성3, 장성4, 화순1, 화순2, 화순3, 화순4, 화순5, 장흥2, 장흥3, 장흥4, 장흥5, 장흥6, 영광2, 영광3, 영광5, 영광6, 영광7, 함평1, 함평3, 함평4, 함평6, 진도5, 순천2, 순천3, 순천5, 순천7, 곡성1, 곡성2, 곡성3, 곡성4, 곡성5, 곡성6, 고흥4, 해남1, 해남4, 해남6, 해남7, 해남11, 담양1, 담양2, 담양3, 담양4, 담양5, 영암1, 영암2, 영암4, 영암5	무안1, 무안2, 무안4, 장성2, 장성5, 화순6, 영광4, 진도2, 진도3	보성1, 함평2, 진도1, 순천4, 해남8, 해남10	무안5, 고흥2, 해남9	무안7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천6, 순천8, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 고흥9, 해남2, 해남3, 해남5, 해남2, 영암3
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함	불가능 (신규개발도 규제)		

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 전라남도 총 43개소 관측공에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다.
지하수위 저하만 관측되는 21개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 14개소,
지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 8개소로 구분된다.
- 지하수위 저하 : 21개소
- 전기전도도 증가 : 14개소
- 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 8개소

<표 4-31> 전라남도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
43개소								
무안2	○					○		
무안3	○							
무안4						○		
무안5	○							○
보성2	○							
보성3	○							
보성4	○							
장성1	○							
장성2							○	
장성4					○			
화순1	○							
화순2	○							
장흥2	○							
장흥3	○							
영광1	○					○		
영광4								○
영광6	○							
영광7			○					
함평2					○			
함평3					○			
함평4		○						
함평5								○
신안1	○							
진도1	○							○
진도3					○			
순천1	○						○	
순천2	○							
순천3	○							
순천6					○			
곡성3	○							
곡성4	○							

<표 4-31> 계속

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
43개소								
고흥1								○
고흥2	○				○			
고흥3	○						○	
고흥4	○							
고흥5								○
고흥6						○		
고흥7					○			
고흥8	○				○			
해남3					○			
해남5	○							
해남6	○							
담양3	○							

4.8.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’을 도입한 결과, 총 57개 관측공에서 관심 23개소, 주의 8개소, 경계 4개소, 심각 22개소로 나타났다.
- ‘주의’ 지역인 보성1, 함평2, 순천4, 해남8, 해남10 관측공 주변 지하수는 토양의 나트륨 흡착율이 높게 나타났으므로, 지하수 대수층 보전을 실시해야 하며, 무안2, 무안4, 함평4, 관측공 주변 지하수위 감소 및 전기전도도 증가현상이 나타나므로 지속적인 관측이 필요하다.
- ‘경계’ 및 ‘심각’으로 나타난 무안5, 무안7, 장성2, 장흥1, 영광1, 영광4, 영광7, 함평5, 함평7, 신안1, 진도1, 진도4, 순천1, 순천6, 순천8, 고흥1, 고흥2, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남2, 해남3, 해남5, 해남9 주변 지하수는 나트륨 흡착율이 높거나, 전기전도도가 높고, 지하수위 저하가 발생하여 지하수 고갈 우려가 있으므로, 가급적 지하수 이용을 자제하고 타수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-32> 전라남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	정상	주의	경계	심각	판정	
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음		
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <		
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <		
97 개소						
무안1	나트륨				관심	
무안2	나트륨 수위감소	전도도증가			주의	
무안3	수위감소				관심	
무안4	나트륨	전도도증가			주의	
무안5	수위감소		나트륨	전도도증가	심각	
무안6						
무안7					나트륨	심각
무안8						
보성1	나트륨				주의	
보성2	수위감소				관심	
보성3	수위감소				관심	
보성4	수위감소				관심	
보성5						
보성6						
보성7						
장성1	수위감소				관심	
장성2	나트륨	전도도증가			경계	
장성3						
장성4	전도도증가				관심	
장성5	나트륨				관심	
화순1	수위감소				관심	
화순2	수위감소				관심	
화순3						
화순4						
화순5						

<표 4-32> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
97 개소					
화순6	나트륨				관심
장흥1	나트륨				심각
장흥2	수위감소				관심
장흥3	수위감소				관심
장흥4					
장흥5					
장흥6					
영광1	수위감소	전도도증가	나트륨		심각
영광2					
영광3					
영광4	나트륨	전도도증가			심각
영광5					
영광6	수위감소				관심
영광7	수위감소				경계
함평1					
함평2	전도도증가	나트륨			주의
함평3	전도도증가				
함평4	수위감소				주의
함평5	나트륨 전도도증가				심각
함평6					
함평7	나트륨				심각
신안1	수위감소				심각
진도1	수위감소	나트륨	전도도증가		심각
진도2	나트륨				관심

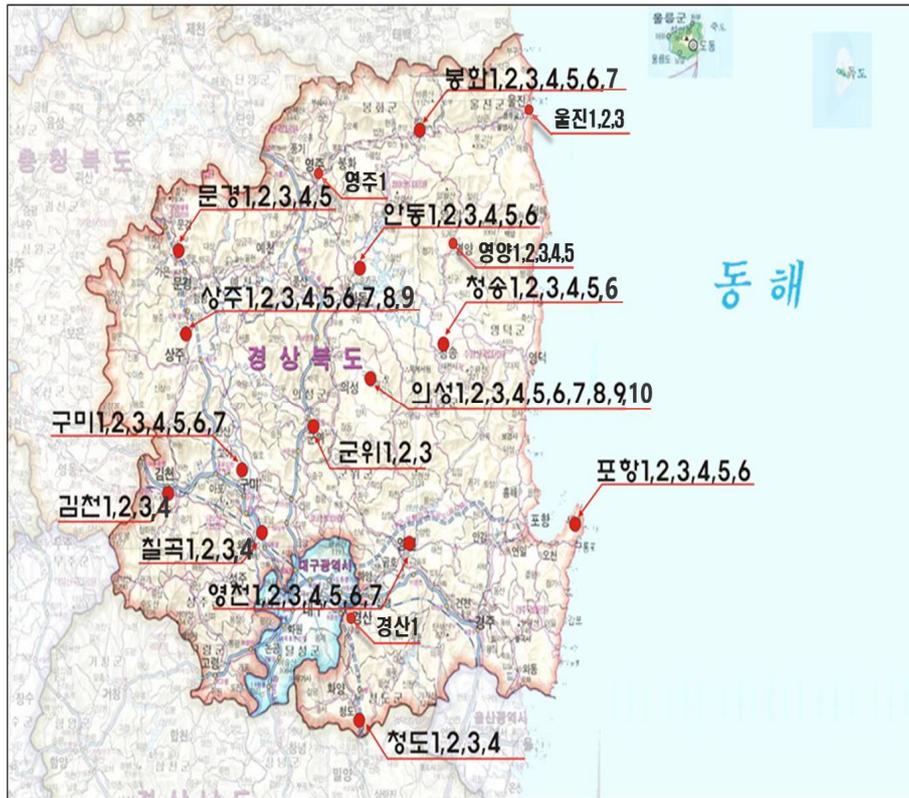
<표 4-32> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
97 개소					
진도3	나트륨 전도도증가				관심
진도4				나트륨	심각
진도5					
순천1	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
순천2	수위감소				관심
순천3	수위감소				관심
순천4		나트륨			주의
순천5					
순천6	전도도증가			나트륨	심각
순천7					
순천8				나트륨	심각
곡성1					
곡성2					
곡성3	수위감소				관심
곡성4	수위감소				관심
곡성5					
곡성6					
고흥1				나트륨 전도도증가	심각
고흥2	수위감소 전도도증가		나트륨		경계
고흥3	수위감소		전도도증가	나트륨	심각
고흥4	수위감소				관심
고흥5				나트륨 전도도증가	심각
고흥6		전도도증가		나트륨	심각
고흥7	전도도증가			나트륨	심각
고흥8	수위감소 전도도증가			나트륨	심각

<표 4-32> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
97 개소					
고흥9					
해남1					
해남2				나트륨	심각
해남3	전도도증가			나트륨	심각
해남4					
해남5	수위감소			나트륨	심각
해남6	수위감소				관심
해남7					
해남8		나트륨			주의
해남9			나트륨		경계
해남10		나트륨			주의
해남11					
해남12					
담양1					
담양2					
담양3	수위감소				관심
담양4					
담양5					
영암1					
영암2					
영암3					
영암4					
영암5					

4.9 경상북도



<그림 4-15> 경상북도 농촌지하수관리 관측망

4.9.1. 설치운영 현황 : 19시군 94개소 관측공 설치 운영

4.9.2. 시·군 별 관측공 수

개소	포항	경주	안동	경산	울진	청송	문경	군위	예천	영주
	포항1, 포항2	경주1, 경주2	안동1, 안동2		울진1	청송1, 청송2	문경1, 문경2	군위1		
	포항3, 포항4	경주3, 경주4	안동3, 안동4	경산1	울진2	청송3, 청송4	문경3, 문경4	군위2	예천	영주
	포항5, 포항6	경주5	안동5, 안동6		울진3	청송5, 청송6	문경5	군위3		
94	봉화	김천	영천	구미	양양	상주	의성	칠곡	청도	
	봉화1, 봉화2	김천1	영천1, 영천2	구미1, 구미2	영양1, 영양2	상주1, 상주2	의성1, 의성2	칠곡1, 칠곡2	청도1, 청도2	
	봉화3, 봉화4	김천2	영천3, 영천4	구미3, 구미4	영양3, 영양4	상주3, 상주4	의성3, 의성4	칠곡3, 칠곡4	청도3, 청도4	
	봉화5, 봉화6	김천3	영천5, 영천6	구미5, 구미6	영양5, 영양6	상주5, 상주6	의성5, 의성6	칠곡5, 칠곡6	청도5, 청도6	
	봉화7	김천4	영천7	구미7	영양7	상주7, 상주8	의성7, 의성8	칠곡7	청도7	
					영양8	상주9	의성9, 의성10			

4.9.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 경상북도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 최소, 최대값의 변동폭은 아래와 같은 결과를 보였다.
 - 0 ~ 2 m 변동 : 34개소
 - 2 ~ 4 m 변동 : 24개소
 - 4 m 이상 변동 : 20개소

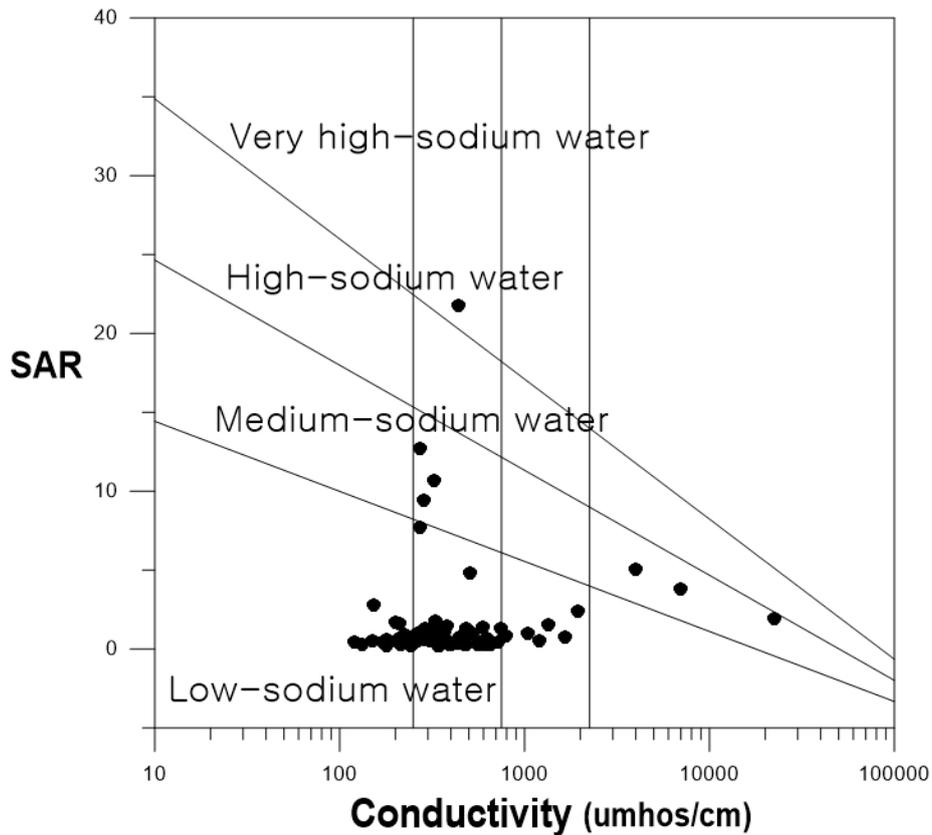
<표 4-33> 경상북도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	34	영천6, 영천7, 안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 청송5, 문경1, 문경2, 문경4, 문경5, 봉화1, 봉화2, 봉화4, 포항1, 포항5, 구미1, 구미6, 구미7, 상주2, 상주3, 상주4, 상주5, 상주6, 상주7, 상주8, 경주2, 김천1, 의성1, 의성2, 의성4, 의성8, 의성9
2 ~ 4	24	영천3, 영천5, 안동6, 청송1, 문경3, 봉화3, 봉화6, 군위2, 포항2, 포항3, 포항4, 포항6, 구미1, 구미4, 구미5, 상주1, 경주3, 경주5, 김천2, 김천3, 의성5, 의성7, 예천1, 청도3
4 이상	20	영천1, 영천2, 영천4, 청송2, 청송3, 청송4, 봉화5, 군위1, 군위3, 구미3, 경주1, 경주4, 칠곡1, 칠곡2, 칠곡3, 의성3, 의성6, 청도1, 청도2, 청도4,

나. 지하수 수질 적합성

- 경상북도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 상주7, 구미6, 울진3 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율에 속하여 관개용수로 이용 시 ‘주의’ 를 요하였다.
- 그러나, 영천6, 경주2, 경주3 관측공 주변 지하수는 일반적인 지하수의 전기전도도값 보다 높게 나타났으며, 높은 나트륨 흡착율로 사용에 ‘주의’를 요하였다.

- 경주1 관측공 주변 지하수는 일반적인 지하수의 전기전도도 값을 나타내지만, 매우 높은 나트륨 함착율을 나타내 답작에 '심각'을 요하였다.
- 경상북도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 7개소 (영천6, 상주7, 구미6, 경주2, 경주3, 울진3, 경주1)를 제외하면 대부분 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-16> 경상북도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-34> 경상북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하	전기전도도 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상			
관측공	영천1, 영천2, 영천7, 상주1, 상주2, 상주3, 상주4, 상주5, 상주6, 상주8, 상주9, 안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 안동6, 청송1, 청송2, 청송4, 청송5, 청송6, 문경1, 문경2, 문경3, 문경4, 문경5, 봉화2, 봉화3, 봉화4, 봉화5, 봉화6, 봉화7, 군위1, 군위2, 군위3, 포항1, 포항2, 포항3, 포항4, 포항5, 포항6, 구미1, 구미2, 구미3, 구미4, 구미5, 구미7, 경주4, 경주5, 김천1, 김천2, 김천3, 김천4, 칠곡2, 칠곡3, 칠곡4, 의성1, 의성2, 의성3, 의성4, 의성5, 의성6, 의성7, 의성8, 의성9, 의성10, 예천, 청도1, 청도2, 청도3, 청도4, 영양1, 영양2, 영양5, 울진1, 울진2, 영주, 경선	영천3, 영천4, 영천5, 청송3, 봉화1, 칠곡1, 영양3, 영양4	영천6, 상주7, 구미6, 경주2, 경주3, 울진		경주1
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함	불가능 (신규개발도 규제)		

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 경상북도 총 44개소 관측공에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하 추세만 관측되는 34개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 7개소, 지하수위 저하 추세와 전기전도도 증가 추세가 동시에 관측되는 3개소로 구분된다.
- 지하수위 저하 : 34개소
- 전기전도도 증가 : 7개소
- 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 3개소

<표 4-35> 경상북도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
영천1				○				
영천2					○			
영천3		○						
영천4	○							
영천6							○	
영천7	○							
안동1	○							
안동3	○							
안동4	○							
안동6	○							
청송1	○							
청송3					○			
문경1					○			
문경4	○							
봉화1					○			
봉화4	○							
봉화5			○					
군위1	○							
군위2					○			
포항1	○							
포항3	○							
포항6		○						

<표 4-35> 계속

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
구미2	○							
구미3				○				
구미5	○							
구미7	○							
상주1	○							
상주2	○							
상주3	○							
경주4	○							
김천1	○							
김천2	○							
칠곡1			○					○
칠곡2	○							
의성1					○			
의성4	○							
의성5	○							
의성6		○						
의성7	○							
의성8	○					○		
의성9	○					○		
청도1	○							
청도2	○							
청도4	○							

4.9.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계 ‘관심-주의-경계-심각’을 도입한 결과, 총 44개 기설 관측공에서 관심 32개소, 주의 7개소, 경계 1개소, 심각 4개소로 나타났다.
- ‘주의’ 및 ‘경계’ 지역인 영천6, 구미6, 상주7, 경주2, 경주3 관측공 지역은 높은 나트륨 흡착율로 인해 답작에 있어 주의가 요구된다. 영천3, 포항6, 의성6 주변 관측공 지역은 지하수위 감소현상이 나타나므로 지하수 관정별 허가신고량을 준수하고, 지표오염물질 관리에 유의하여야 한다.
- ‘심각’ 지역인 영천1, 구미3, 경주1, 칠곡1 관측공 주변 나트륨 흡착율이 높고, 수위가 저하되며, 전기전도도가 높은 지역이다. 따라서 향후 지하수 개발·이용 시 허가·신고 이용량 범위 내에서 준수하며 지하수를 사용하고, 분뇨, 농약 및 외부오염원의 유입 등에 유의하여야 한다.

<표 4-36> 경상북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
94 개소					
영천1				수위감소	심각
영천2	전도도증가				관심
영천3	나트륨	수위감소			주의
영천4	나트륨 수위감소				관심
영천5	나트륨				관심
영천6		나트륨	전도도증가		경계
영천7	수위감소				관심
안동1	수위감소				관심
안동2					
안동3	수위감소				관심

<표 4-36> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
94 개소					
안동4	수위감소				관심
안동5					
안동6	수위감소				관심
청송1	수위감소				관심
청송2					
청송3	나트륨 전도도증가				관심
청송4					
청송5					
청송6					
문경1					
문경2					
문경3					
문경4					
문경5					
봉화1					
봉화2					
봉화3					
봉화4					
봉화5					
봉화6					
봉화7					
군위1					
군위2	전도도증가				관심
군위3					
포항1	수위감소				관심
포항2					
포항3	수위감소				관심
포항4					

<표 4-36> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가(μ S/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
94 개소					
포항5					
포항6		수위감소			주의
구미1					
구미2	수위감소				관심
구미3				수위감소	심각
구미4					
구미5	수위감소				관심
구미6		나트륨			주의
구미7	수위감소				관심
상주1	수위감소				관심
상주2	수위감소				관심
상주3	수위감소				관심
상주4					
상주5					
상주6					
상주7		나트륨			주의
상주8					
상주9					
경주1				나트륨	심각
경주2		나트륨			주의
경주3		나트륨			주의
경주4	수위감소				관심
경주5					
김천1	수위감소				관심
김천2	수위감소				관심
김천3					
김천4					
칠곡1	나트륨		수위감소	전도도증가	심각
칠곡2	수위감소				관심

<표 4-36> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
94 개소					
칠곡3					
칠곡4					
의성1	전도도증가				관심
의성2					
의성3					
의성4	수위감소				관심
의성5	수위감소				관심
의성6	수위감소				주의
의성7	수위감소				관심
의성8	수위감소 전도도증가				관심
의성9	수위감소 전도도증가				관심
의성10					
예천1					
청도1	수위감소				관심
청도2	수위감소				관심
청도3					
청도4	수위감소				관심
영양1					
영양2					
영양3					
영양4					
영양5					
울진1					
울진2					
울진3					
영주1					
경산1					

4.10.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 경상남도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.
- 0 ~ 2 m 변동 : 21개소
- 2 ~ 4 m 변동 : 10개소
- 4 m 이상 변동 : 30개소

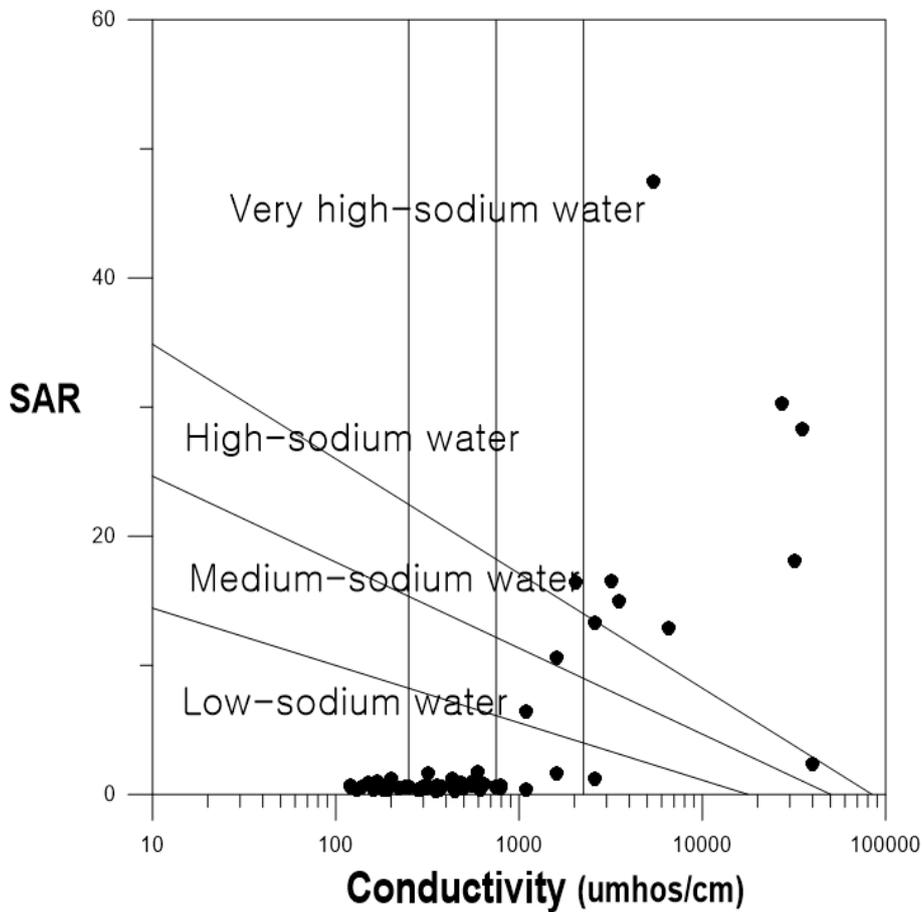
<표 4-37> 경상남도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	21	김해1, 김해4, 진주3, 사천2, 사천3, 합천1, 합천2, 밀양1, 밀양2, 거창1, 거창3, 거제1, 거제2, 거제3, 산청2, 산청5, 양산1, 남해2, 남해3, 의령3, 함양1
2 ~ 4	10	진주6, 하동2, 하동3, 하동4, 거창2, 창녕1, 산청1, 산청4, 양산2, 남해4
4 이상	30	김해2, 김해3, 진주1, 진주2, 진주4, 진주5, 사천1, 사천4, 하동1, 합천3, 합천4, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 밀양6, 창녕2, 창녕3, 창녕4, 창녕5, 산청3, 남해1, 의령1, 의령2, 의령4, 의령5, 의령6, 함안1, 함안2, 함안3, 함안4

나. 지하수 수질 적합성

- 경상남도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 함안1 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율을 보여 담작 활용에 '주의'를 요하였다.
- 그러나, 하동1, 창녕2 관측공 주변 지하수는 높은 나트륨 흡착율에 속하여 관개 용수로 이용 시 '경계'를 요하였다.
- 사천6 관측공 주변 지하수는 높은 전기전도도를 보임, 높은 나트륨 흡착율을 나타내어 관개용수로 이용 시 '경계'를 요하였다.

- 또한 하동5, 경남고성3 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율, 김해4, 사천4, 하동3, 하동6, 양산1, 경남고성2 관측공은 높은 나트륨 흡착율과 높은 전기전도도를 보여 관개용수로 이용 시 '심각'을 요하였다.
- 경상남도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 12개소(함안1, 하동1, 사천6, 창녕2, 김해4, 사천4, 하동3, 하동5, 하동6, 양산1, 경남고성2, 경남고성3)관측공 주변 지하수를 제외하면 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 적은 것으로 나타났다.



<그림 4-18> 경상남도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-38> 경상남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μ S/cm 이하	전기전도도 700 μ S/cm 이상			
관측공	김해1, 김해2, 김해3, 진주1, 진주2, 진주3, 진주5, 진주6, 진주7, 사천1, 사천2, 사천3, 사천5, 하동2, 하동4, 합천1, 합천2, 합천3, 합천4, 밀양1, 밀양2, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 밀양6, 거창1, 거창2, 거창3, 거제1, 거제2, 거제3, 창녕3, 창녕5, 산청1, 산청2, 산청3, 산청4, 산청5, 양산2, 남해1, 남해2, 남해3, 남해4, 의령1, 의령2, 의령6, 함안4, 함양1, 함양2, 경남고성1	진주4, 창녕1, 창녕4, 의령3, 의령4, 의령5, 함안2, 함안3	함안1,	하동1, 사천6, 창녕2	김해4, 사천4, 하동3, 하동5, 하동6, 양산1, 경남고성2, 경남고성3
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함	불가능 (신규개발도 규제)		

다. 추세 분석 결과 (※2019년 신규관측공 분석 제외)

- 경상남도 총 29개소 시설과정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하만 관측되는 15개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 8개소, 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 6개소로 구분된다.
- 지하수위 저하 : 15개소
- 전기전도도 증가 : 8개소
- 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 6개소

<표 4-39> 경상남도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가($\mu\text{S/cm}$)			
	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
김해1	○							
김해4					○			
진주1	○							
진주4	○							○
진주6	○							
사천1				○	○			
사천2					○			
하동1	○				○			
하동3	○							
하동4	○							
합천1						○		
밀양1	○							
밀양5	○							
창녕1					○			
창녕2		○						○
창녕4				○				
산청1			○					
산청2	○							
산청5	○							
양산1	○				○			
남해3	○							
의령1						○		
의령4					○			
의령5								○
함안1					○			
함안2	○							
함안3	○							
함안4	○				○			
함양1	○							

4.10.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

- 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’을 도입한 결과, 총 30개 관측공에서 관심 15개소, 주의 3개소, 경계 3개소, 심각 9개소로 나타났다.
- ‘주의’ 및 ‘경계’로 나타난 사천6, 하동1, 합천1, 산청1, 의령1, 함안1 관측공 주변 지하수는 지하수 허가신고량 이내로 이용을 준수하고 외부오염원의 대수층 유입을 주의해야 한다.
- ‘심각’으로 나타난 김해4, 사천4, 하동3, 하동6, 창녕2, 창녕4, 양산1, 의령5, 경남고성3 관측공 주변 지하수의 경우, 나트륨 흡착율 및 전기전도도가 높아 이용을 자제하고 타수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-40> 경상남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
70 개소					
김해1	수위감소				관심
김해2					
김해3					
김해4	전도도증가			나트륨	심각
진주1	수위감소				관심
진주2(신)					
진주3					
진주4					
진주5					
진주6					
진주7					
사천1					
사천2					
사천3					
사천4				나트륨	심각

<표 4-40> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
70 개소					
사천5					
사천6			나트륨		경계
하동1	수위감소 전도도증가		나트륨		경계
하동2					
하동3	수위감소			나트륨	심각
하동4	수위감소				관심
하동5					
하동6				나트륨	심각
합천1(신)		전도도증가			주의
합천2					
합천3					
합천4					
밀양1	수위감소				관심
밀양2					
밀양3					
밀양4					
밀양5	수위감소				관심
밀양6					
거창1					
거창2					
거창3					
거제1					
거제2					
거제3					
창녕1	나트륨 전도도증가				관심
창녕2		수위감소	나트륨	전도도증가	심각
창녕3					
창녕4	나트륨			수위감소	심각
창녕5					

<표 4-40> 계속

구분	정상	주의	경계	심각	판정
나트륨 흡착율 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
전기전도도 증가($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
70 개소					
산청1			수위감소		경계
산청2	수위감소				관심
산청3					
산청4					
산청5	수위감소				관심
양산1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
양산2					
남해1					
남해2					
남해3	수위감소				관심
남해4					
의령1		전도도증가			주의
의령2					
의령3	나트륨				관심
의령4	나트륨 전도도증가				관심
의령5	나트륨			전도도증가	심각
의령6					
함안1	전도도증가	나트륨			주의
함안2	나트륨 수위감소				관심
함안3	나트륨 수위감소				관심
함안4	수위감소 전도도증가				관심
함양1	수위감소				관심
함양2					
경남고성1					
경남고성2					
경남고성3				나트륨	심각

제5장 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석

■ 전국 강수량 변화 분석

- 기상청 전국 87개 관측소(제주도 4개소, 도서지역 4개소 제외)의 30년 평년 강수량은 각 도별로 1,148.2 ~ 1,502.7 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,327.1 mm의 값을 나타냄
- 2018년 강수량은 광역시·도별로 1,211.7 ~ 1,662.3 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,410.6 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 106.3%로 나타남.
- 2019년 10월까지 전국 평균 강수량은 1,028.1 mm로 나타났으며, 도별 강수량 중 전북이 가장 낮은 751 mm로 나타났으며, 경남이 가장 많은 1,510.6 mm를 나타냄.

■ 전국 지하수위 변화 분석

- 2018년까지 기설치된 관측공 446개소 중 2013년까지 설치된 142개 관측공에 대한 예년 대비 2019년 1월 ~ 2019년 10월까지 지하수위 변화 분석
- 예년 대비 2019년 10월까지 지하수위는 광역시·도별로 -1.62(경북) ~ 0.53(경남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 -0.05 m의 값을 나타냄.
- 2019년 10월까지 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 경북 4월의 -2.50 m이며, 최고는 경남 2월의 0.96 m 상승으로 나타남

5.1 전국 강수량 변화 분석

5.1.1. 전국 30년 평년(1981 ~ 2010년) 강수량 분석

- 기상청 전국 87개 관측소의 월별 30년 평년 강수량 분석(제주도 4개소 및 도서 지역 4개소(백령도, 흑산도, 울릉도, 독도) 제외)
- 우리나라 연평균 강수량은 1,277.4 mm(1978 ~ 2007년)(국토교통부, 2012)이나, 87개소의 30년 평균 강수량(1981 ~ 2010년)은 각 광역시·도별로 1,148.2 ~ 1,502.7 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,327.1 mm의 값을 나타냄

- 광역시·도별 강수량은 경북이 가장 낮은 1,148.2 mm, 경남이 가장 많은 1,502.7 mm로 나타남. 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 강원(1,390.0 mm), 전남(1,364.7 mm) 및 경남(1,502.7 mm)이며, 전국 평균 강수량보다 적은 도는 경기(1,310.2 mm), 충북(1,264.8 mm), 충남(1,310.2 mm), 전북(1,325.6 mm) 및 경북(1,148.2 mm)임
- 특히 경북의 강수량이 전국 평균값에 대비하여 178.9 mm가 적고, 최대인 경남 보다는 354.5 mm가 적게 나타남

<표 5-1> 전국 30년 평년 강수량 분석

30년 평균값	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	19.3	33.4	24.6	27.9	34.6	30.2	33.5	31.2
2월	22.0	33.7	29.8	31.3	40.6	44.7	35.0	44.8
3월	40.8	53.4	49.6	50.5	52.8	70.9	52.2	74.6
4월	65.0	68.3	69.7	72.3	77.3	97.3	69.6	115.7
5월	97.7	96.3	91.7	95.4	95.0	117.6	89.3	140.1
6월	125.6	135.8	147.7	159.1	166.3	202.6	137.1	208.0
7월	352.2	316.5	309.5	294.8	292.1	269.2	235.0	311.4
8월	319.7	307.3	276.4	295.1	293.5	252.2	228.8	288.1
9월	158.4	199.8	147.9	153.5	140.4	160.7	151.8	173.7
10월	47.1	66.2	49.6	51.3	49.4	47.0	44.6	50.8
11월	43.2	54.0	44.3	50.8	50.5	46.5	43.3	43.4
12월	19.1	25.3	24.0	28.4	33.1	25.8	28.0	21.0
계	1,310.2	1,390.0	1,264.8	1,310.2	1,325.6	1,364.7	1,148.2	1,502.7
전국 평균	1,327.1							

5.1.2. 2014년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

가. 2014년 전국 강수량 분석

- 2014년 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 2014년 강수량 분석
- 2014년 강수량은 광역시·도별로 732.1 ~ 1,571.2 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,161.1 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 87.5%로 나타남
- 광역시·도별 강수량 중 경기도가 가장 낮은 732.1 mm로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,571.2 mm를 나타냄. 2014년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전북(1,281.7 mm), 전남(1,381.7 mm), 및 경남(1,571.2 mm)이며, 전국 평균 강수량보다 적은 광역시·도는 경기(732.1 mm), 강원(1,007.7 mm), 충북(990.3 mm), 충남(1,068.0 mm) 및 경북(1,148.6 mm) 임

<표 5-2> 2014년 전국 강수량 분석

2014년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	10.6	23.2	9.1	4.7	8.9	13.9	16.5	7.9
2월	19.3	75.1	13.7	13.2	4.5	22.1	33.8	28.4
3월	8.8	32.1	59.9	60.5	95.5	105.9	86.1	130.2
4월	35.5	90.5	56.0	76.7	79.4	86.8	98.4	111.6
5월	68.0	35.8	35.3	45.3	47.3	112.1	32.1	89.9
6월	63.7	66.0	84.9	89.4	74.3	95.7	76.2	68.3
7월	180.0	127.5	113.7	158.7	224.3	210.6	82.6	177.5
8월	148.6	260.1	283.8	253.7	400.0	481.6	393.9	628.5
9월	80.6	138.3	119.3	128.2	104.2	129.6	123.0	121.7
10월	59.4	106.2	149.6	145.6	106.6	102.9	134.6	130.1
11월	39.3	43.8	38.8	43.3	80.1	86.3	54.2	63.5
12월	18.4	9.0	26.2	48.8	56.7	41.6	17.2	13.8
계	732.1	1,007.7	990.3	1,068.0	1,281.7	1,489.1	1,148.6	1,571.2
전국 평균	1,161.1							

나. 2014년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

- 2014년 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 경기로 -578.1 mm이고, 최고는 전남으로 +124.4 mm이며, 전국 평균은 -166.0 mm임
- 전국 5개 광역시·도(경기(-578.1 mm), 강원(-382.4 mm), 충북(-274.4 mm), 충남(-242.3 mm) 및 전북(-43.9 mm))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 30년 평년값보다 많은 광역시·도는 3개 광역시·도(전남(124.4 mm), 경북(0.4 mm), 경남(68.5 mm))에 불과함
- 또한, 각 광역시·도에서 월별 강수량을 비교해보면, 30년 대비 최저 강수량은 6월 3개 광역시·도, 7월 5개 광역시·도로 나타나 풍수기에 평년값과 대비하여 가장 적은 월 강수량을 나타냄

<표 5-3> 2014년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

2014년-평년값	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	-8.7	-10.2	-15.6	-23.2	-25.7	-16.3	-17.0	-23.3
2월	-2.7	41.4	-16.1	-18.1	-36.0	-22.6	-1.1	-16.4
3월	-32.0	-21.4	10.3	10.0	42.6	35.0	33.9	55.6
4월	-29.5	22.3	-13.7	4.3	2.1	-10.6	28.7	-4.0
5월	-29.7	-60.5	-56.4	-50.1	-47.7	-5.5	-57.2	-50.2
6월	-61.9	-69.8	-62.9	-69.7	-92.0	-106.9	-60.9	-139.7
7월	-172.3	-189.0	-195.7	-136.1	-67.8	-58.6	-152.5	-133.9
8월	-171.1	-47.2	7.4	-41.5	106.5	229.4	165.1	340.4
9월	-77.8	-61.4	-28.5	-25.3	-36.3	-31.2	-28.7	-52.1
10월	12.3	39.9	100.0	94.4	57.1	55.9	89.9	79.3
11월	-3.9	-10.2	-5.5	-7.5	29.6	39.8	11.0	20.1
12월	-0.8	-16.3	2.2	20.4	23.7	15.8	-10.9	-7.3
계	-578.1	-382.4	-274.4	-242.3	-43.9	124.4	0.4	68.5
전국 평균	-166.0							

5.1.3. 2015년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

가. 2015년 전국 강수량 분석

- 2015년 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 2015년 강수량 분석
- 2015년 강수량은 광역시·도별로 753.3 ~ 1,233.3 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 931.7 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 70.2%로 나타나서 2014년에 비해 가뭄이 더욱 심한 경향을 나타냄
- 광역시·도별 강수량 중 경기도가 가장 낮은 753.3 mm로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,233.3 mm를 나타냄. 2015년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전남(1,233.2 mm) 및 경남(1,233.3 mm)의 2개 광역시·도에 불과하며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(753.3 mm), 강원(876.8 mm), 충북(786.7 mm), 충남(811.7 mm), 전북(931.6 mm) 및 경북(827.4 mm)의 6개 광역시·도임

<표 5-4> 2015년 전국 강수량 분석

2015년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	16.8	16.3	21.3	27.7	42.7	36.1	27.5	31.8
2월	21.6	17.7	28.7	25.7	17.0	36.0	22.8	31.1
3월	10.2	17.3	40.0	34.8	36.7	52.0	41.8	70.9
4월	71.3	79.6	94.7	103.7	117.9	212.8	82.3	204.5
5월	31.7	20.5	26.9	36.5	41.5	118.3	29.8	118.5
6월	68.9	107.0	78.2	98.4	112.3	124.6	96.0	80.8
7월	224.9	181.0	170.5	136.3	153.1	195.1	130.5	227.0
8월	68.7	149.0	72.9	58.3	77.5	141.5	126.2	144.7
9월	27.2	42.8	30.7	19.4	42.5	84.9	57.3	114.8
10월	69.4	43.8	76.5	87.5	109.8	73.7	43.2	57.8
11월	111.2	184.1	108.9	133.2	113.5	102.1	135.5	104.9
12월	31.3	17.7	37.3	50.4	67.1	56.1	34.3	46.5
계	753.3	876.8	786.7	811.7	931.6	1,233.2	827.4	1,233.3
전국 평균	931.7							

나. 2015년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

- 2015년 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 경기로 -556.9 mm이고, 최고는 전남으로 -131.6 mm이며, 전국 평균은 -395.3 mm임
- 전국 8개 광역시·도에서 전부 30년 평년값보다 작은 강수량 값(경기(-556.9 mm), 강원(-513.3 mm), 충북(-478.1 mm), 충남(-498.5 mm), 전북(-394.1 mm), 전남(-131.6 mm), 경북(-320.8 mm), 경남(-269.4 mm))이 나타남
- 또한, 각 광역시·도에서 월별 강수량을 비교해보면, 30년 대비 최저 강수량은 7월 1개 광역시·도, 8월 7개 광역시·도로 나타나 풍수기에 평년값과 대비하여 가장 적은 월 강수량을 나타냄

<표 5-5> 2015년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

2015년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	-2.5	-17.2	-3.3	-0.2	8.1	5.9	-6.0	0.7
2월	-0.4	-15.9	-1.0	-5.6	-23.5	-8.7	-12.1	-13.7
3월	-30.6	-36.1	-9.5	-15.7	-16.1	-18.9	-10.3	-3.7
4월	6.3	11.4	25.0	31.4	40.6	115.5	12.6	88.9
5월	-66.0	-75.8	-64.8	-58.9	-53.5	0.7	-59.5	-21.6
6월	-56.8	-28.8	-69.5	-60.7	-53.9	-78.0	-41.1	-127.2
7월	-127.4	-135.5	-138.9	-158.5	-139.1	-74.0	-104.5	-84.4
8월	-251.0	-158.3	-203.5	-236.8	-216.0	-110.7	-102.6	-143.4
9월	-131.2	-157.0	-117.2	-134.1	-97.9	-75.8	-94.4	-59.0
10월	22.3	-22.5	26.9	36.2	60.3	26.7	-1.4	7.0
11월	68.1	130.1	64.6	82.5	63.0	55.5	92.2	61.5
12월	12.3	-7.6	13.3	22.0	34.0	30.3	6.3	25.5
계	-556.9	-513.3	-478.1	-498.5	-394.1	-131.6	-320.8	-269.4
전국 평균	-395.3							

5.1.4. 2016년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

가. 2016년 전국 강수량 분석

- 2016년 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 강수량 분석
- 2016년 강수량은 광역시·도별로 967.4 ~ 1,730.8 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,243.0 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 93.7%로 나타남
- 광역시·도별 강수량 중 경기도가 가장 낮은 967.4 mm로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,730.8 mm를 나타냄. 2016년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전북(1,253.7 mm), 전남(1,496.5 mm) 및 경남(1,730.8 mm)의 3개 광역시·도에 불과하며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(967.4 mm), 강원(1,127.5 mm), 충북(1,080.3 mm), 충남(1,067.2 mm), 및 경북(1,220.6 mm)의 6개 광역시·도임

<표 5-6> 2016년 전국 강수량 분석

2016년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	2.3	4.8	8.1	11.2	41.2	47.2	25.7	44.4
2월	48.8	45.7	47.5	51.8	41.9	55.6	35.2	62.3
3월	42.3	33.5	29.9	28.9	53.7	87.9	47.6	96.2
4월	81.0	83.6	130.3	133.6	180.1	227.0	147.9	235.6
5월	146.3	67.8	77.1	114.1	101.3	127.3	54.8	119.6
6월	30.3	50.0	43.0	49.3	67.3	132.0	46.7	101.7
7월	318.8	436.8	382.7	324.5	273.1	216.2	273.0	212.2
8월	54.6	134.0	74.1	52.9	69.3	42.1	111.5	92.7
9월	38.2	84.4	104.6	112.0	187.8	240.8	255.4	415.9
10월	129.1	97.2	111.1	112.9	161.4	182.3	127.0	219.8
11월	16.3	22.0	27.0	22.7	28.8	70.7	33.7	36.1
12월	59.7	67.6	44.9	53.2	47.9	67.5	62.2	94.5
계	967.4	1,127.5	1,080.3	1,067.2	1,253.7	1,496.5	1,220.6	1,730.8
전국 평균	1,243.0							

나. 2016년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

- 2016년 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 경기로 -342.8 mm이고, 최고는 경남으로 228.0 mm이며, 전국 평균은 -84.1 mm로 지역적인 편차가 심하게 나타남
- 4개 광역시·도(경기(-342.8 mm), 강원(-262.5 mm), 충북(-184.4 mm), 충남(-243.1 mm) 및 전북(-71.9 mm))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 3개 광역시·도(전남(131.7 mm), 경북(72.4 mm), 경남(228.0 mm))에서는 30년 평년값보다 많게 나타남
- 또한, 각 광역시·도에서 월별 강수량을 비교해보면, 30년 대비 최저 강수량은 8개 광역시·도 전부 8월에서 나타나 풍수기에 평년값과 대비하여 가장 적은 월 강수량을 나타냄

<표 5-7> 2016년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

2016년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	-17.0	-28.6	-16.5	-16.8	6.6	17.0	-7.8	13.2
2월	26.8	12.0	17.7	20.6	1.3	10.9	0.2	17.5
3월	1.5	-19.9	-19.6	-21.6	0.8	17.0	-4.6	21.5
4월	16.0	15.4	60.6	61.3	102.8	129.7	78.3	119.9
5월	48.7	-28.5	-14.6	18.8	6.3	9.6	-34.5	-20.5
6월	-95.6	-85.8	-104.7	-109.8	-99.0	-70.5	-90.4	-106.3
7월	-33.5	120.3	73.2	29.7	-19.0	-53.0	38.0	-99.2
8월	-265.1	-173.3	-202.4	-242.2	-224.2	-210.1	-117.3	-195.4
9월	-120.1	-115.4	-43.3	-41.5	47.4	80.1	103.6	242.1
10월	81.9	30.9	61.5	61.7	111.9	135.3	82.3	169.0
11월	-26.9	-32.0	-17.3	-28.1	-21.7	24.2	-9.5	-7.3
12월	40.6	42.3	20.9	24.8	14.8	41.7	34.1	73.5
계	-342.8	-262.5	-184.4	-243.1	-71.9	131.7	72.4	228.0
전국 평균	-84.1							

5.1.5. 2017년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

가. 2017년 전국 강수량 분석

- 2017년 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 강수량 분석
- 2017년 강수량은 광역시·도별로 851.0 ~ 1136.3 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 974.6 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 73.4%로 나타남
- 광역시·도별 강수량 중 경북이 가장 낮은 851.0 mm로 나타나며, 충북이 가장 많은 1136.3 mm를 나타냄. 2017년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 경기(985.7 mm), 강원(1,098.8 mm), 충남(1,136.3 mm), 충남(1,032.5 mm)의 4개 광역시·도이며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 전북(949.0 mm), 전남(870.7 mm), 경북(851.0 mm), 경남(872.7 mm)의 4개 광역시·도임

<표 5-8> 2017년 전국 강수량 분석

2017년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	14.3	26.8	15.4	15.8	16.8	12.5	17.1	8.3
2월	15.5	11.4	39.3	36.5	47.0	34.6	40.6	35.7
3월	11.1	27.6	20.7	12.7	26.7	26.3	26.6	31.4
4월	53.9	55.4	65.3	61.9	61.0	56.5	76.0	111.6
5월	21.9	25.8	21.2	33.0	47.8	28.5	23.4	36.2
6월	46.3	68.6	55.8	32.5	38.7	73.2	37.3	62.5
7월	437.2	392.4	512.7	410.1	276.2	153.9	247.3	149.8
8월	284.5	341.8	253.6	267.9	225.0	234.0	188.3	151.7
9월	23.5	42.9	79.7	80.8	111.5	113.1	95.9	175.8
10월	20.5	62.3	28.7	30.3	53.3	109.3	71.9	93.2
11월	27.1	30.3	19.1	19.0	7.7	1.9	8.2	0.5
12월	29.9	13.5	24.8	32.0	37.3	26.9	18.4	16.0
계	985.7	1,098.8	1,136.3	1,032.5	949.0	870.7	851.0	872.7
전국 평균	974.6							

나. 2017년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

- 2017년 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 경남으로 -630.0 mm이고, 최고는 충북으로 -128.5 mm이며, 전국 평균은 -352.5 mm로 지역적인 편차가 심하게 나타남
- 모든 광역시·도에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타남
- 또한, 각 광역시·도에서 월별 강수량을 비교해보면, 30년 대비 최저 강수량은 2개 광역시·도(경기, 강원)는 9월, 1개 광역시·도(경남)는 7월, 나머지 6개 광역시·도는 전부 6월에 나타나 풍수기에 강우가 평년에 비해 적었음

<표 5-9> 2017년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

2017년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	-5.0	-6.6	-9.2	-12.1	-17.8	-17.7	-16.4	-22.9
2월	-6.5	-22.3	9.5	5.2	6.4	-10.1	5.6	-9.1
3월	-29.7	-25.8	-28.9	-37.8	-26.1	-44.6	-25.6	-43.2
4월	-11.1	-12.9	-4.4	-10.4	-16.3	-40.8	6.4	-4.1
5월	-75.8	-70.5	-70.5	-62.4	-47.2	-89.1	-65.9	-103.9
6월	-79.3	-67.2	-91.9	-126.6	-127.6	-129.4	-99.8	-145.5
7월	85	75.9	203.2	115.3	-15.9	-115.3	12.3	-161.6
8월	-35.2	34.5	-22.8	-27.2	-68.5	-18.2	-40.5	-136.4
9월	-134.9	-156.9	-68.2	-72.7	-28.9	-47.6	-55.9	2.1
10월	-26.6	-3.9	-20.9	-21	3.9	62.3	27.3	42.4
11월	-16.1	-23.7	-25.2	-31.8	-42.8	-44.6	-35.1	-42.9
12월	10.8	-11.8	0.8	3.6	4.2	1.1	-9.6	-5.0
계	-324.5	-291.2	-128.5	-277.7	-376.6	-494	-297.2	-630.0
전국 평균	-352.5							

5.1.6. 2018년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

가. 2018년 전국 강수량 분석

- 2018년 12월까지 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 강수량 분석
- 2018년 12월까지 강수량은 광역시·도별로 1,211.7 ~ 1,662.3 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,410.6 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 106.3%로 나타남
- 광역시·도별 강수량 중 경기도가 가장 낮은 1,211.7 mm로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,662.3 mm를 나타냄. 2018년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 강원(1,464.4 mm), 전북(1,433.6 mm), 전남(1,472.2 mm) 및 경남(1,662.3 mm)의 4개 광역시·도이며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(1,211.7 mm), 충북(1,370.8 mm), 충남(1,354.2 mm) 및 경북(1,315.3 mm)의 4개 광역시·도임

<표 5-10> 2018년 전국 강수량 분석

2018년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	6.9	5.6	18.6	20.8	35.7	38.7	21.0	28.2
2월	27.3	34.1	32.6	36.2	30.0	32.2	32.7	37.6
3월	53.8	62.2	87.9	88.3	98.4	149.5	117.1	173.1
4월	121.5	134.9	125.0	138.7	132.0	143.2	138.4	144.1
5월	182.0	173.1	125.9	109.6	101.6	104.8	100.9	133.8
6월	131.2	78.5	86.1	108.2	167.8	217.6	78.5	206.0
7월	190.8	219.3	196.8	211.8	166.8	90.1	196.3	162.9
8월	250.3	371.5	334.6	295.9	381.9	249.8	242.6	294.7
9월	62.7	132.8	160.3	124.7	109.9	181.8	125.0	208.6
10월	101.2	166.2	123.7	135.6	134.9	184.1	189.0	200.3
11월	65.7	65.5	46.6	55.0	42.0	43.0	35.5	39.6
12월	18.3	20.6	32.7	29.4	32.6	37.5	38.2	33.3
계	1,211.7	1,464.3	1,370.8	1,354.2	1,433.6	1,472.3	1,315.2	1,662.2
전국 평균	1,410.6							

나. 2018년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

- 2018년 12월까지 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 경기으로 -98.5 mm이고, 최고는 경북로 167.1 mm이며, 전국 평균은 83.5 mm로 지역적인 편차가 심하게 나타남
- 1개 광역시·도(경기(-98.5 mm))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 7개 광역시·도(강원(74.4 mm), 충북(106.1 mm), 충남(43.9 mm), 전북(107.9 mm), 전남(107.5 mm), 경북(167.1 mm), 경남(159.5 mm))에서는 30년 평년값보다 많이 나타남
- 또한, 각 광역시·도에서 월별 강수량을 비교해보면, 30년 대비 최저 강수량은 1개 광역시·도(경북)는 6월, 나머지 7개 광역시도는 전부 7월에서 나타나 풍수기에 강우가 평년에 비해 적었음

<표 5-11> 2018년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

2018년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	-12.4	-27.8	-6	-7.1	1.1	8.5	-12.5	-3
2월	5.3	0.4	2.8	4.9	-10.6	-12.5	-2.3	-7.2
3월	13	8.8	38.3	37.8	45.6	78.6	64.9	98.5
4월	56.5	66.6	55.3	66.4	54.7	45.9	68.8	28.4
5월	84.3	76.8	34.2	14.2	6.6	-12.8	11.6	-6.3
6월	5.6	-57.3	-61.6	-50.9	1.5	15	-58.6	-2
7월	-161.4	-97.2	-112.7	-83	-125.3	-179.1	-38.7	-148.5
8월	-69.4	64.2	58.2	0.8	88.4	-2.4	13.8	6.6
9월	-95.7	-67	12.4	-28.8	-30.5	21.1	-26.8	34.9
10월	54.1	100	74.1	84.3	85.5	137.1	144.4	149.5
11월	22.6	11.5	2.2	4.3	-8.5	-3.5	-7.7	-3.8
12월	-0.8	-4.6	8.7	1.0	-0.4	11.7	10.2	12.3
계	-98.3	74.4	105.9	43.9	108.1	107.6	167.1	159.4
전국 평균	83.5							

5.1.7. 2019년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

가. 2019년 전국 강수량 분석

- 2019년 10월까지 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 강수량 분석
- 2019년 10월까지 강수량은 광역시·도별로 751 ~ 1,510.6 mm의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,028.1 mm의 값을 나타내 30년 평년값 대비 77.5%로 나타남
- 광역시·도별 강수량 중 전북이 가장 낮은 751 mm로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,510.6 mm를 나타냄. 2019년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전남(1,365.9 mm), 경북(1,061.4 mm) 및 경남(1,510.6 mm)의 3개 광역시·도이며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(837.2 mm), 강원(1,017.5 mm), 충북(846.4 mm), 충남(835.1 mm) 및 전북(751 mm)의 5개 광역시·도임

<표 5-12> 2019년 10월까지 전국 강수량 분석

2019년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	0.4	4.9	2.8	2.0	42.7	13.2	15.5	14.4
2월	26.1	22.5	30.3	34.8	17.0	38.1	25.4	43.4
3월	30.5	41.9	32.0	29.1	36.7	51.0	30.1	55.3
4월	40.2	62.2	74.0	79.2	117.9	84.1	89.0	100.5
5월	31.6	13.9	30.2	52.2	41.5	129.9	36.7	101.0
6월	61.1	104.7	84.6	75.6	112.3	217.6	148.7	269.7
7월	233.8	198.9	195.3	194.4	153.1	251.2	150.9	314.6
8월	138.2	186.7	126.6	111.2	77.5	115.1	143.6	106.3
9월	230.1	198.1	172.7	167.2	42.5	266.9	187.8	300.1
10월	45.1	183.7	98.0	89.6	109.8	199.0	233.8	205.2
계	837.1	1,017.5	846.5	835.3	751	1,366.1	1,061.5	1,510.5
전국 평균	1,028.1							

나. 2019년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

- 2019년 10월까지 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 전북으로 -491.1 mm이고, 최고는 경남로 73.5 mm이며, 전국 평균은 -226.3 mm로 지역적인 편차가 심하게 나타남
- 6개 광역시·도(경기(-410.7 mm), 강원(-293.2 mm), 충북(-350 mm), 충남(-395.9 mm), 전북(-491.1 mm) 및 경북(-15.5 mm))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 7개 광역시·도(전남(73.5 mm) 및 경남(72.3 mm))에서는 30년 평년값보다 많게 나타남
- 또한, 각 광역시·도에서 월별 강수량을 비교해보면, 30년 대비 최저 강수량은 8개 광역시·도(경북) 전부 8월에서 나타나 풍수기에 강우가 평년에 비해 적었음

<표 5-13> 2019년 10월까지 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

2019년	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
1월	-18.9	-28.5	-21.9	-25.9	8.1	-17.0	-18.0	-16.7
2월	4.1	-11.2	0.5	3.5	-23.5	-6.6	-9.6	-1.4
3월	-10.3	-11.6	-17.5	-21.4	-16.1	-20.0	-22.1	-19.3
4월	-24.8	-6.1	4.3	6.8	40.6	-13.2	19.4	-15.1
5월	-66.1	-82.3	-61.5	-43.1	-53.5	12.3	-52.6	-39.1
6월	-64.5	-31.1	-63.1	-83.5	-53.9	15.0	11.6	61.7
7월	-118.5	-117.7	-114.2	-100.4	-139.1	-18.0	-84.2	3.2
8월	-181.5	-120.7	-149.8	-184.0	-216.0	-137.1	-85.2	-181.8
9월	71.7	-1.7	24.8	13.7	-97.9	106.1	36.0	126.3
10월	-2.0	117.5	48.4	38.3	60.3	152.0	189.1	154.4
계	-410.8	-293.4	-350	-396	-491	73.5	-15.6	72.2
전국 평균	-226.3							

5.2 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석

5.2.1. 2014년 지하수위 변화 분석

- 2014년까지 기설치된 관측공 176개소 중 2011년까지 설치된 74개소(경기(13), 강원(13), 충북(10), 충남(7), 전북(5), 전남(7), 경북(9), 경남(10)) 관측공에 대한 예년 대비 2014년 지하수위 변화를 분석하였음
- 예년 대비 2014년 지하수위는 광역시·도별로 -0.34(경기) ~ 0.18(경남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 -0.13 m의 값을 나타냄
- 전국 7개 광역시·도(경기(-0.34 m), 강원(-0.21 m), 충북(-0.16 m), 충남(-0.10 m), 전북(-0.09 m), 전남(-0.10 m), 경북(-0.23 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 경남에서 유일하게 0.18 m가 상승하는 것으로 나타남
- 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 충남 7월의 -0.85 m이며, 최고는 경남 12월의 1.50 m 상승으로 나타남

<표 5-14> 2014년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2014년	경기(13)	강원(13)	충북(10)	충남(7)	전북(5)	전남(7)	경북(9)	경남(10)	평균
1월	-0.14	0.00	0.07	0.18	-0.02	0.06	-0.41	-0.42	-0.09
2월	-0.19	0.05	0.03	0.12	-0.09	-0.01	-0.53	-0.42	-0.13
3월	-0.30	-0.05	-0.15	0.02	-0.11	-0.21	-0.54	-0.38	-0.22
4월	-0.45	-0.13	-0.15	-0.67	-0.12	-0.53	-0.29	-0.24	-0.32
5월	-0.48	-0.25	-0.21	-0.35	-0.07	-0.39	-0.42	-0.18	-0.29
6월	-0.43	-0.21	-0.16	0.16	-0.11	-0.22	-0.05	-0.14	-0.15
7월	-0.78	-0.67	-0.35	-0.85	-0.23	-0.41	-0.74	-0.29	-0.54
8월	-0.51	-0.41	-0.24	0.19	-0.23	0.15	0.02	0.44	-0.07
9월	-0.27	-0.30	-0.30	-0.06	-0.14	-0.02	-0.26	0.54	-0.10
10월	-0.25	-0.19	-0.26	-0.01	-0.02	0.10	0.02	0.77	0.02
11월	-0.09	-0.15	-0.07	0.07	-0.09	0.12	0.29	0.99	0.13
12월	-0.19	-0.17	-0.10	0.03	0.10	0.21	0.13	1.50	0.19
평균	-0.34	-0.21	-0.16	-0.10	-0.09	-0.10	-0.23	0.18	-0.13
전국 평균	-0.13								

5.2.2. 2015년 지하수위 변화 분석

- 2015년까지 기설치된 관측공 210개소 중 2011년까지 설치된 74개소(경기(13), 강원(13), 충북(10), 충남(7), 전북(5), 전남(7), 경북(9), 경남(10)) 관측공에 대한 예년 대비 2015년 지하수위 변화를 분석하였음
- 예년 대비 2015년 지하수위는 광역시·도별로 - 0.30(경기 및 충북) ~ 0.83 (경남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 - 0.07 m의 값을 나타냄
- 전국 6개 광역시·도(경기(-0.30 m), 강원(-0.19 m), 충북(-0.30 m), 충남(-0.26 m), 전남(-0.15 m), 경북(-0.19 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 2개 광역시·도(전북(0.01 m), 경남(0.83 m))에서는 지하수위가 상승하는 것으로 나타남
- 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 충북 10월의 - 0.96 m이며, 최고는 경남 2월의 1.60 m 상승으로 나타남

<표 5-15> 2015년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2015년	경기(13)	강원(13)	충북(10)	충남(7)	전북(5)	전남(7)	경북(9)	경남(10)	평균
1월	-0.21	-0.17	0.03	0.14	0.15	0.03	0.15	1.47	0.20
2월	-0.38	-0.17	-0.01	0.11	0.06	-0.05	0.74	1.60	0.24
3월	-0.40	-0.23	-0.08	-0.01	-0.07	-0.04	0.02	0.96	0.02
4월	-0.23	-0.15	-0.04	0.11	0.03	-0.31	0.17	0.88	0.06
5월	-0.15	-0.22	-0.18	-0.67	-0.21	-0.18	-0.19	0.78	-0.13
6월	-0.26	-0.23	-0.28	-0.07	0.01	-0.05	-0.65	0.64	-0.11
7월	-0.50	-0.47	-0.24	-0.87	-0.12	0.07	-0.25	0.45	-0.24
8월	-0.36	-0.39	-0.33	-0.69	-0.12	-0.33	-0.66	0.26	-0.33
9월	-0.47	-0.54	-0.77	-0.60	-0.13	-0.61	-0.57	0.55	-0.39
10월	-0.51	-0.29	-0.96	-0.37	0.08	-0.27	-0.74	0.66	-0.30
11월	-0.20	0.26	-0.45	-0.17	0.21	-0.09	-0.22	0.62	0.00
12월	0.01	0.38	-0.25	0.00	0.25	0.09	-0.03	1.13	0.20
평균	-0.30	-0.19	-0.30	-0.26	0.01	-0.15	-0.19	0.83	-0.07
전국 평균	-0.07								

5.2.3. 2016년 지하수위 변화 분석

- 2015년까지 설치된 관측공 210개소 중 2011년까지 설치된 74개소(경기(13), 강원(13), 충북(10), 충남(7), 전북(5), 전남(7), 경북(9), 경남(10)) 관측공에 대한 예년 대비 2016년 지하수위 변화를 분석하였음
- 예년 대비 2016년 지하수위는 광역시·도별로 -0.34(경기) ~ 0.18(경남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 -0.13 m의 값을 나타냄
- 전국 7개 광역시·도(경기(-0.34 m), 강원(-0.21 m), 충북(-0.16 m), 충남(-0.10 m), 경북(-0.23 m), 전북(-0.09 m), 전남(-0.10 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 1개 광역시·도, 경남(0.18 m)에서는 지하수위가 상승하는 것으로 나타남
- 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 충남 7월의 -0.85 m이며, 최고는 경남 4월의 1.62 m 상승으로 나타남

<표 5-16> 2016년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2016년	경기(13)	강원(13)	충북(10)	충남(7)	전북(5)	전남(7)	경북(9)	경남(10)	평균
1월	-0.01	0.02	-0.24	0.15	0.15	0.07	-0.23	0.83	0.09
2월	-0.08	-0.16	-0.33	0.08	0.16	0.14	0.28	1.61	0.21
3월	-0.09	-0.07	-0.28	-0.20	0.15	0.14	-0.30	1.46	0.10
4월	-0.27	-0.15	-0.36	-0.06	0.41	0.25	-0.13	1.62	0.16
5월	-0.23	-0.18	-0.21	-0.26	0.38	0.51	-0.07	1.36	0.16
6월	-0.31	-0.23	-0.46	-0.77	0.09	0.49	-0.49	1.27	-0.05
7월	-0.78	-0.67	-0.35	-0.85	-0.23	-0.41	-0.74	-0.29	-0.54
8월	-0.51	-0.41	-0.24	0.19	-0.23	0.15	0.02	0.44	-0.07
9월	-0.27	-0.30	-0.30	-0.06	-0.14	-0.02	-0.26	0.54	-0.10
10월	-0.25	-0.19	-0.26	-0.01	-0.02	0.10	0.02	0.77	0.02
11월	-0.09	-0.15	-0.07	0.07	-0.09	0.12	0.29	0.99	0.13
12월	-0.19	-0.17	-0.10	0.03	0.10	0.21	0.13	1.50	0.19
평균	-0.34	-0.21	-0.16	-0.10	-0.09	-0.10	-0.23	0.18	-0.13
전국 평균	-0.13								

5.2.4. 2017년 지하수위 변화 분석

- 2016년까지 설치된 관측공 268개소 중 2011년까지 설치된 74개소(경기(13), 강원(13), 충북(10), 충남(7), 전북(5), 전남(7), 경북(9), 경남(10)) 관측공에 대한 예년 대비 2017년 1 ~ 10월 지하수위 변화를 분석하였음
- 예년 대비 2017년 10월까지 지하수위는 광역시·도별로 - 0.70(충북) ~ 1.17 (전남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 0.05 m의 값을 나타냄
- 전국 5개 광역시·도(경기(-0.39 m), 강원(-0.14 m), 충북(-0.70 m), 충남(-0.58 m), 경북(-0.30 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 3개 광역시·도(전북(0.05 m), 전남(1.17 m)경남(0.99 m))에서는 지하수위가 상승하는 것으로 나타남
- 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 경북 6월의 -1.64 m이며, 최고는 경남 1월의 1.95 m 상승으로 나타남

<표 5-17> 2017년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2019년	경기(13)	강원(13)	충북(10)	충남(7)	전북(5)	전남(7)	경북(9)	경남(10)	평균
1월	-0.56	-0.12	-0.37	-0.01	0.08	1.72	-0.33	1.95	0.30
2월	-0.62	1.28	-0.40	-0.25	0.08	1.16	0.11	1.78	0.39
3월	-0.55	1.02	-0.62	-0.32	0.07	0.97	-0.94	1.36	0.12
4월	-0.44	-0.34	-0.78	-0.41	0.11	1.40	-0.39	1.52	0.08
5월	-0.44	1.05	-1.15	-0.46	-0.03	0.86	-1.63	1.02	-0.10
6월	-0.53	0.93	-1.20	-1.37	-0.09	0.55	-1.64	0.58	-0.35
7월	-0.29	-0.25	-0.45	-0.79	-0.12	0.51	-0.85	0.29	-0.24
8월	-0.15	1.47	-0.52	-0.63	-0.04	0.96	-0.29	0.57	0.17
9월	-0.42	1.24	-0.67	-0.50	-0.11	0.98	-0.62	0.78	0.09
10월	-0.39	-0.14	-0.70	-0.58	0.05	1.17	-0.30	0.99	0.01
평균	-0.39	-0.14	-0.70	-0.58	0.05	1.17	-0.30	0.99	0.05
전국 평균	0.05								

5.2.4. 2018년 지하수위 변화 분석

- 2017년까지 설치된 관측공 347개소 중 2012년까지 설치된 110개소(경기(18), 강원(15), 충북(13), 충남(11), 전북(10), 전남(13), 경북(15), 경남(15)) 관측공에 대한 예년 대비 2018년 지하수위 변화를 분석하였음
- 예년 대비 2018년 지하수위는 광역시·도별로 -0.47(경북) ~ 0.67(전남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 -0.01 m의 값을 나타냄
- 전국 4개 광역시·도(충북(-0.21 m), 충남(-0.17 m), 전북(-0.05 m), 전남(-0.07 m), 경북(-0.47 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 4개 광역시·도(경기(0.09 m), 강원(0.07 m), 전북(0.00 m), 경남(0.67 m))에서는 지하수위가 상승하는 것으로 나타남
- 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 충남 8월의 -2.04 m이며, 최고는 경남 5월의 1.39 m 상승으로 나타남

<표 5-18> 2018년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2018년	경기(18)	강원(15)	충북(13)	충남(11)	전북(10)	전남(13)	경북(15)	경남(15)	평균
1월	-0.18	-0.20	-0.37	-0.34	-0.97	-0.26	-0.30	0.48	-0.27
2월	-0.18	-0.22	-0.45	-0.44	-0.88	-0.30	-0.43	0.34	-0.32
3월	-0.02	-0.08	-0.22	-0.19	0.04	-0.13	-0.07	0.87	0.03
4월	0.15	0.07	-0.10	-0.03	0.35	0.06	0.02	0.95	0.18
5월	0.32	0.29	0.05	0.63	0.43	0.19	0.33	1.39	0.45
6월	0.21	0.17	-0.14	0.27	0.24	0.09	0.16	1.26	0.28
7월	0.23	0.08	-0.31	-0.49	0.12	-0.09	-0.50	0.97	0.00
8월	-0.19	-0.09	-0.75	-2.04	-0.07	-0.48	-1.78	-0.70	-0.76
9월	0.10	0.21	-0.14	-0.02	0.13	0.08	-0.10	0.47	0.09
10월	0.19	0.19	-0.10	0.19	0.10	0.05	-0.16	0.70	0.14
11월	0.24	0.28	0.00	0.27	0.13	0.00	-1.13	0.62	0.05
12월	0.23	0.18	-0.07	0.15	0.35	-0.10	-1.71	0.72	-0.03
평균	0.09	0.07	-0.21	-0.17	0.00	-0.07	-0.47	0.67	-0.01
전국 평균	-0.01								

5.2.4. 2019년 10월까지 지하수위 변화 분석

- 2018년까지 설치된 관측공 446개소 중 2013년까지 설치된 142개소(경기(22), 강원(19), 충북(15), 충남(15), 전북(12), 전남(19), 경북(21), 경남(19)) 관측공에 대한 예년 대비 2019년 1 ~ 10월 지하수위 변화를 분석하였음
- 예년 대비 2019년 10월까지 지하수위는 광역시·도별로 -1.62(경북) ~ 0.53(경남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 -0.05 m의 값을 나타냄
- 전국 2개 광역시·도(전남(-0.02 m), 경북(-1.62 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 6개 광역시·도(경기(0.09 m), 강원(0.13 m), 충북(0.05 m), 충남(0.18 m), 전북(0.25 m), 경남(0.53 m))에서는 지하수위가 상승하는 것으로 나타남
- 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 경북 4월의 -2.50 m이며, 최고는 경남 2월의 0.96 m 상승으로 나타남

<표 5-19> 2019년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2019년	경기(22)	강원(19)	충북(15)	충남(15)	전북(12)	전남(19)	경북(21)	경남(19)	평균
1월	0.12	0.16	0.02	0.05	0.67	-0.13	-1.16	0.93	0.08
2월	0.09	0.18	0.13	0.06	0.75	-0.18	-0.98	0.96	0.13
3월	-0.13	0.14	0.05	0.11	0.44	-0.22	-2.26	0.55	-0.17
4월	-0.27	0.16	-0.02	0.14	0.01	-0.30	-2.50	0.23	-0.32
5월	-0.28	0.08	-0.15	0.46	-0.04	-0.42	-2.43	0.06	-0.34
6월	0.11	0.17	0.15	0.38	0.02	-0.00	-2.27	0.64	-0.10
7월	0.38	-0.04	-0.13	-0.01	-0.00	0.01	-2.17	0.74	-0.15
8월	0.55	0.22	0.02	0.40	0.12	0.27	-0.72	0.45	0.16
9월	0.37	0.23	0.15	0.05	0.21	0.44	-0.99	0.50	0.12
10월	-0.05	0.01	0.24	0.12	0.33	0.35	-0.75	0.23	0.06
평균	0.09	0.13	0.05	0.18	0.25	-0.02	-1.62	0.53	-0.05
전국 평균	-0.05								

제6장 농어촌지하수 관측망 관측결과 관리기준

■ 관리기준

- 관리기준은 '농업용수 이용', '추세 분석' 및 '연평균 대비 현재값'으로 분류
- '농업용수 이용'은 농작물에 끼치는 영향 고려 및 새로운 기준을 적용하여, 모든 작물에 이용, 논(수도작)에만 이용, 지표수와 1:1로 혼합후 논(수도작)에만 이용, 이용불가로 분류
- '추세 분석' 및 '연평균 대비 현재값'은 농촌지하수관리 사업 기준을 적용하여 정상(normal), 주의(watch), 경계(warning), 심각(serious)으로 분류
- 나트륨 흡착율은 토양의 염류화를 방지하기 위하여 관개용수로서의 수질 평가에 이용되고, 내륙의 밭 관개용수로 사용 시 지표로도 활용되므로 농촌지하수관리 사업에서 참고자료로 제시

6.1 관리기준

6.1.1. 개요

- 관리기준은 '농업용수 이용', '추세 분석' 및 '연평균 대비 현재값'으로 분류
- '농업용수 이용'은 농작물에 끼치는 영향을 고려하여, 모든 작물에 이용, 논(수도작)에만 이용, 지표수와 1:1로 혼합후 논(수도작)에만 이용, 이용불가로 분류
- 해수침투조사 및 농촌지하수관리 관측망은 대부분 논 주변에 위치하므로 '농업용수 이용'은 동일 기준의 전기전도도값을 적용
- '추세 분석'은 지하수위 및 전기전도도의 장기적인 경향을 분석하고, '연평균 대비 현재값'은 연평균값과 비교한 현재 상황을 분석
- 또한 '추세 분석' 및 '연평균 대비 현재값'은 농촌지하수관리 사업 기준을 적용하여 정상(normal), 주의(watch), 경계(warning), 심각(serious)으로 분류

- 나트륨 흡착율은 토양의 염류화를 방지하기 위하여 관개용수로서의 수질 평가에 이용되고, 내륙의 밭 관개용수로 사용 시 지표로도 활용되므로 농촌지하수관리 사업에서 참고자료로 제시
- 수온변화는 대수층 환경변화를 지시하지만, 대부분 변화가 거의 없으므로 참고 자료로만 활용

6.1.2. 관리 기준

가. 작물생육과의 관계

농업용수 이용	모든 작물에 이용	논(수도작)에만 이용	지표수와 1:1 비율로 혼합하여 논(수도작)에 이용	이용불가
전기전도도 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 700	700 ~ 1,000	1,000 ~ 3,000	> 3,000

나. 추세 분석

구 분	정상 (normal)	주의 (watch)	경계 (warning)	심각 (serious)
지하수위 저하 (m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	> 4.0
전기전도도 증가 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 10%	10%~17.5%	17.5%~25%	> 25%

- 지하수위 변화
 - 설치이후 전년도까지 지하수위 평균을 계산하여, 당해연도 평균수위가 차이
- 전기전도도 변화
 - 설치이후 전년도까지 전기전도도 평균을 계산하여, 당해연도 연평균전기전도도와 차이를 전년도까지 평균의 백분율 범위로 산정

참 고 문 헌

1. 국토교통부, 2017, 지하수관리기본계획 2017-2021
2. 국토교통부, 2019, 지하수 통계연보 2018
3. 농어촌지하수관리시스템, <https://www.groundwater.or.kr>
4. 농어촌진흥공사, 1998, 지하수 장기관측망 유지관리방안
5. 한국농어촌공사, 2019, 포천시 포동지구 농촌지하수관리 보고서
6. 한국농어촌공사, 2019, 영월군 영주지구 농촌지하수관리 보고서
7. 한국농어촌공사, 2019, 청주시 청남지구 농촌지하수관리 보고서
8. 한국농어촌공사, 2019, 서산시 서지지구 농촌지하수관리 보고서
9. 한국농어촌공사, 2019, 당진군 당고지구 농촌지하수관리 보고서
10. 한국농어촌공사, 2019, 당진군 당송지구 농촌지하수관리 보고서
11. 한국농어촌공사, 2019, 남원시 남이지구 농촌지하수관리 보고서
12. 한국농어촌공사, 2019, 영암군 영도지구 농촌지하수관리 보고서
13. 한국농어촌공사, 2019, 영암군 영학지구 농촌지하수관리 보고서
14. 한국농어촌공사, 2019, 해남군 해계지구 농촌지하수관리 보고서
15. 한국농어촌공사, 2019, 해남군 해북지구 농촌지하수관리 보고서
16. 한국농어촌공사, 2019, 해남군 해황지구 농촌지하수관리 보고서
17. 한국농어촌공사, 2019, 영양군 영영지구 농촌지하수관리 보고서
18. 한국농어촌공사, 2019, 영양군 영석지구 농촌지하수관리 보고서
19. 한국농어촌공사, 2019, 울진군 울북지구 농촌지하수관리 보고서
20. 한국농어촌공사, 2019, 울진군 울기지구 농촌지하수관리 보고서
21. 한국농어촌공사, 2019, 울진군 울원지구 농촌지하수관리 보고서
22. 한국농어촌공사, 2019, 고성군 고영지구 농촌지하수관리 보고서
23. 한국농어촌공사, 2019, 함양군 함함지구 농촌지하수관리 보고서
24. 한국농어촌공사, 2019, 김제시 김금지구 농촌지하수관리 보고서

25. 환경부, 2017, 상수도통계 2016(www.me.go.kr)
26. Driscoll, F.G., 1986, Groundwater and wells, Johnson Division
27. Piper, A.M., 1944, A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Trans. Amer. Geophys. Union, 25, pp. 914-923.
28. Richards, L. A., 1969, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, U.S. salinity laboratory staff, Agriculture handbook no.60, U.S. government printing office, Washington, D.C.
29. Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology 2nd ED. John Wiley & Sons

과업참여자

○ 총괄책임자

송성호 (농어촌연구원, 수석연구원, 이학박사, 지질 및 지반기술사)

○ 과업참여자

이규상 (농어촌연구원, 책임연구원, 공학박사, 토양환경기사)

용환호 (농어촌연구원, 책임연구원, 이학박사, 응용지질기사)

정찬덕 (농어촌연구원, 주임연구원, 공학박사, 응용지질기사)

이병선 (농어촌연구원, 주임연구원, 공학박사, 지질 및 지반기술사)

명우호 (농어촌연구원, 주임연구원, 이학석사, 응용지질기사)

박중환 (농어촌연구원, 연구원, 토목기사, 건설재료시험기사)

○ 과업검토자

유전용 (농어촌연구원, 연구원장)

최강원 (농어촌연구원, 연구실장, 이학박사)