발 간 등 록 번 호
11-1543000-001104-10

Research Report

2018

농촌지하수관리 관측망 보고서

Annual Report on the Rural Groundwater Monitoring Network in Korea(2018)

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(17차년도) : 2018. 1. ~ 2018. 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 검층) 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

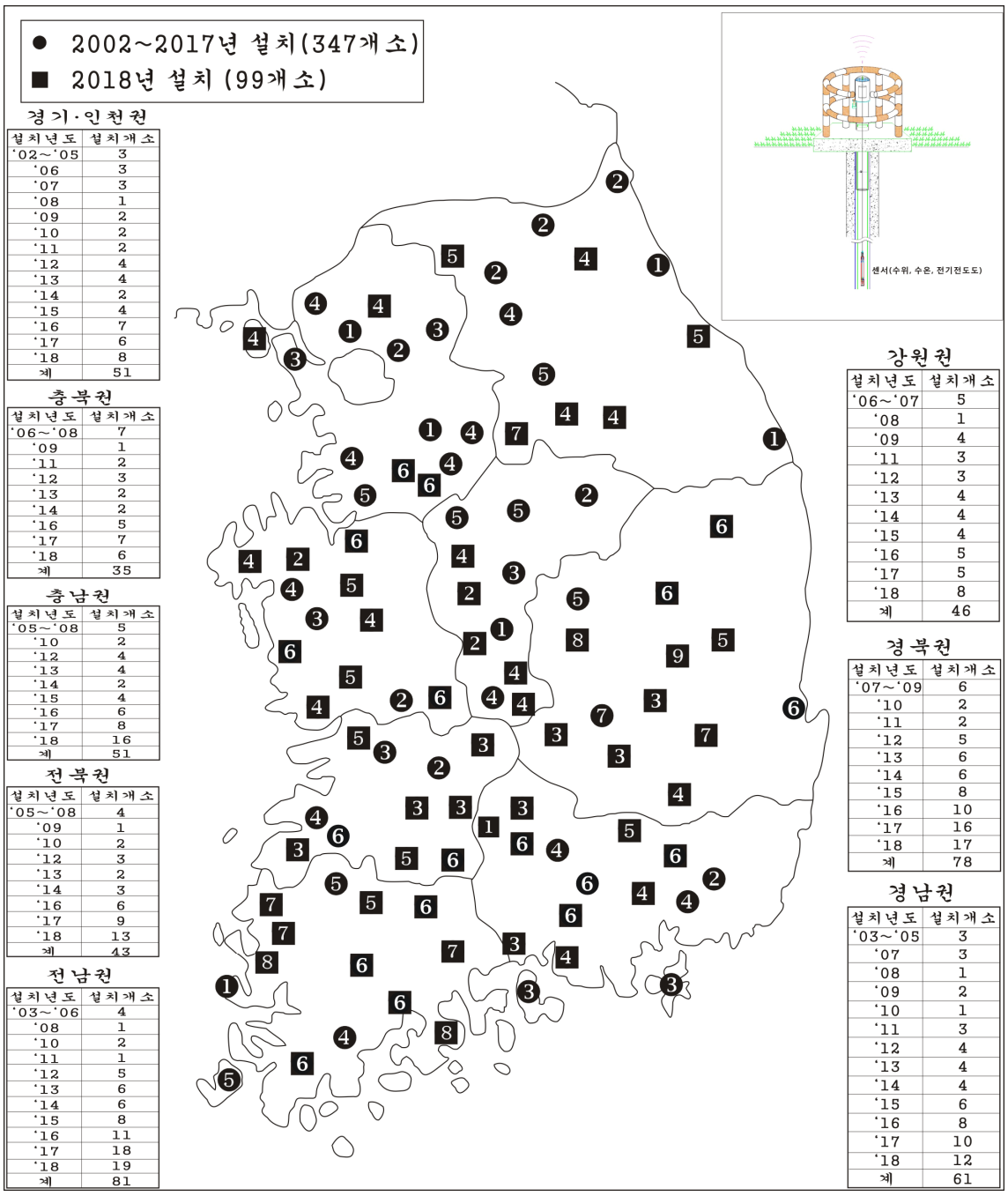
○ 2002 ~ 2018년 : 농촌지하수관리 사업 종료지구에 대해 총446개 관측시설 설치(※각 용수구역별 1개소 이상 설치 목표)(그림 1)

○ 행정구역별 : 총 105시·군·구 446개소(표 1)(그림 1)

인천 1시·군·구 4개소, 경기 13시·군·구 47개소, 강원 13시·군·구 46개소, 충북 11시·군·구 35개소, 충남 12시·군·구 51개소, 전북 11시·군·구 43개소, 전남 14시·군·구 81개소, 경북 15시·군·구 78개소, 경남 15시·군·구 61개소

<표 1> 농촌지하수관리 관측망 시·군·구 지자체별 관측공 개소수

광역시·도	시·군·구 (관측공 개소)	시·군·구명
9	**105(446)**	
인천	1(4)	강화(4)
경기	13(47)	화성(4), 평택(5), 이천(4), 광주(1), 김포(3), 여주(4), 파주(4), 용인(6), 가평(3), 안성(6), 남양주(2), 포천(4), 양주(1)
강원	13(46)	원주(7), 춘천(4), 횡성(4), 평창(4), 홍천(5), 양구(2), 화천(2), 고성(2), 인제(4), 강릉(5), 양양(1), 삼척(1), 철원(5)
충북	11(35)	음성(5), 제천(2), 진천(4), 괴산(3), 증평(2), 옥천(4), 영동(4), 보은(4), 청원(1), 충주(4) 청주(2)
충남	12(51)	아산(6), 공주(4), 금산(6), 논산(2), 부여(5), 서천(4), 보령(6), 청양(3), 홍성(4), 예산(5) 태안(4), 서산(2)
전북	11(43)	부안(4), 정읍(6), 순창(5), 장수(3), 고창(3), 진안(2), 무주(3), 남원(6), 익산(5), 완주(3), 임실(3)
전남	14(81)	무안(8), 보성(6), 장성(5), 화순(6), 장흥(4), 영광(7), 함평(7), 신안(1), 진도(5), 곡성(6), 순천(7), 고흥(8), 해남(6), 담양(5)
경북	15(78)	영천(7), 상주(8), 안동(6), 청송(5), 문경(5), 봉화(6), 군위(3), 포항(6), 구미(7), 경주(5), 김천(3), 칠곡(3), 의성(9), 예천(1), 청도(4)
경남	15(61)	김해(4), 진주(6), 사천(4), 하동(4), 합천(4), 밀양(6), 거창(3), 거제(3), 창녕(5), 산청(5), 양산(2), 남해(4), 의령(6), 함안(4), 함양(1)



경기·인천권

설치년도	설치개소
'02~'05	3
'06	3
'07	3
'08	1
'09	2
'10	2
'11	2
'12	4
'13	4
'14	2
'15	4
'16	7
'17	6
'18	8
계	51

충북권

설치년도	설치개소
'06~'08	7
'09	1
'11	2
'12	3
'13	2
'14	2
'16	5
'17	7
'18	6
계	35

충남권

설치년도	설치개소
'05~'08	5
'10	2
'12	4
'13	4
'14	2
'15	4
'16	6
'17	8
'18	16
계	51

전북권

설치년도	설치개소
'05~'08	4
'09	1
'10	2
'12	3
'13	2
'14	3
'16	6
'17	9
'18	13
계	43

전남권

설치년도	설치개소
'03~'06	4
'08	1
'10	2
'11	1
'12	5
'13	6
'14	6
'15	8
'16	11
'17	18
'18	19
계	81

강원권

설치년도	설치개소
'06~'07	5
'08	1
'09	4
'11	3
'12	3
'13	4
'14	4
'15	4
'16	5
'17	5
'18	8
계	46

경북권

설치년도	설치개소
'07~'09	6
'10	2
'11	2
'12	5
'13	6
'14	6
'15	8
'16	10
'17	16
'18	17
계	78

경남권

설치년도	설치개소
'03~'05	3
'07	3
'08	1
'09	2
'10	1
'11	3
'12	4
'13	4
'14	4
'15	6
'16	8
'17	10
'18	12
계	61

<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 검층(수온, 전기전도도) 실시(1회/년)

○ 관측 자료는 지하수자원의 양적 변화 및 오염에 대비한 적극적인 대책의 일환으로 활용 가능

○ 실시간 관측 자료를 비롯한 수질 및 물리검층 자료 및 연차보고서는 농어촌지하수넷(https://www.groundwater.or.kr)을 통해 제공 중

3. 2018년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

□ 신규 99개소 농촌지하수관리 관측망 설치 및 조사

○ 설치 위치 : 인천 1개소, 경기 7개소, 강원 8개소, 충북 6개소, 충남 16개소, 전북 13개소, 전남 19개소, 경북 17개소, 경남 12개소

○ 현장측정 항목 분석 결과, 수온은 12.4 ~ 17.7 ℃ 범위로서 일반적인 암반지하수 수온 범위

○ 전기전도도 관측 결과, 총 99개 관측공 중 65개 관측공(82%)은 98~721 μS/cm 범위로 농어업 용수로 즉시 사용이 가능하지만, 나머지 관측공(14개소, 18%)은 해수침투 내지 지표오염물질의 유입으로 전기전도도가 증가하여 농경지 지하수 공급 불가

○ 수질유형 분석 결과, 총 99개소 관측공 중 Ca-HCO_3 유형 55개소(56%), (Na+K)-HCO_3 유형 14개소(14%), (Na+K, Ca)-HCO_3 유형 7개소(7%), Na-Cl 유형 10개소(10%), Ca-Cl 유형 6개소(6%), 기타 뚜렷한 음양이온이 나타나지 않는 유형 7개소(7%)로 대부분 담수에 속하지만 일부 관측정에서 지표오염물질이 유입된 특성

○ 관측공이 설치된 암반 대수층의 수리전도도는 1.75×10^{-6} ~ 2.62×10^{-3} cm/sec 범위로서 지역별로 다양하게 나타남

□ 지하수위 관측 결과(※기설 347개소)

○ 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동 분석 결과,

· 0 ~ 2 m 변동 : 186개소(54%)

· 2 ~ 4 m 변동 : 96개소(28%)

· 4 m 이상 변동 : 65개소(19%)

○ 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동과 국가지하수 관측망의 변동을 비율로 비교해 본 결과,

· 0 ~ 2 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(56%) > 국가지하수 관측망(38%)

· 2 ~ 4 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(28%) < 국가지하수 관측망(38%)

· 4 m 이상 변동 : 농촌지하수관리 관측망(19%) > 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, 국가지하수관측망이 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 446개소)

○ 농촌지하수관리 관측망 수질분석 결과를 나트륨 흡착율 대비 전기전도도로 정리한 결과

- 관개용수로 지하수 직접 활용 가능 '낮음(700 μS/cm 이하)' : 358개소(80%)
- 답작 활용 가능/저염식생 활용 불가능 '낮음(700 μS/cm 이상)' : 32개소(7%)
- 토양 구조에 위해/전기전도도가 높아 타 수자원 모색 '중간' : 12개소(3%)
- 관개용수로 지하수 이용 금지 필요 '높음': 7개소(2%)
- 관개용수로 지하수 이용 금지 필요 '매우 높음' : 37개소(8%)

○ 농경을 비롯 가뭄 발생 시에도 활용이 불가능하고, 주변지역에 신규개발도 지양해야 하는 '높음' 및 '매우 높음'은 전남이 21개소로 가장 많았으며, 충남 8개소, 경남 6개소, 전북 4개소, 경북 및 강원이 각 2개소, 경기 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 132개소 기설관정에서 추세 변화 관찰

- 지하수위 저하 : 103개소(23%)
- 전기전도도 증가 : 17개소(4%)
- 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 12개소(3%)

□ 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 ‘관심-주의-경계-심각’을 도입하여, 관측공 주변 지하수를 구분한 결과, 총 185개 기설 관측공 주변 지하수는 이용에 유의할 필요(표 2)

- 관심: 109개소(24%)
- 주의: 23개소(5%)
- 경계: 11개소(2%)
- 심각: 42개소(9%)

○ ‘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 이용량보다 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 흡착률 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
계	185개소					
경기 (20)	화성1	수위감소				관심
	화성2	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	평택1	나트륨				관심
	평택2		수위감소			주의
	평택3	수위감소				관심
	이천1	수위감소				관심
	이천2	수위감소				관심
	김포1		수위감소			주의
	김포3	수위감소				관심
	여주1	수위감소				관심
	여주2	수위감소				관심
	여주3	수위감소				관심
	여주4	수위감소				관심
	파주3	나트륨 전도도증가				관심
	용인2	수위감소				관심
	안성1	수위감소				관심
	남양주2	수위감소				관심
	포천1	수위감소				관심
	포천2	수위감소				관심
	양주1		수위감소			주의
강원 (17)	원주4	수위감소				관심
	춘천1	수위감소				관심
	춘천2	수위감소				관심
	횡성2	수위감소				관심
	횡성3		나트륨		수위감소	심각
	홍천2	수위감소				관심
	홍천4	전도도증가				관심
	홍천5	나트륨	전도도증가			주의
	평창1	수위감소				관심
	화천1	수위감소				관심

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착률 -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% <	
강원 (17)	인제1	나트륨				관심
	강릉1	전도도증가				관심
	강릉2				나트륨	심각
	강릉3	수위감소				관심
	강릉4	수위감소				관심
	삼척1			나트륨		경계
충북 (14)	음성1	수위감소				관심
	음성2	수위감소				관심
	음성3		수위감소			주의
	괴산2	나트륨				관심
	진천1	수위감소				관심
	진천2	수위감소				관심
	옥천1	수위감소				관심
	옥천2	수위감소				관심
	옥천4	수위감소				관심
	영동1	수위감소				관심
	영동3	수위감소				관심
	보은1	수위감소				관심
	보은2	수위감소				관심
	충주1	수위감소				관심
충남 (20)	아산1		나트륨			주의
	아산2	수위감소				관심
	아산3			수위감소		경계
	금산1	수위감소				관심
	공주1	수위감소				관심
	공주3	수위감소				관심
	부여2				나트륨	심각
	논산1	수위감소	나트륨			주의

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착률 -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% <	
충남 (20)	서천1			나트륨		경계
	서천2	수위감소			나트륨	심각
	서천3				나트륨	심각
	보령1				나트륨 전도도증가	심각
	보령3	수위감소			나트륨	심각
	보령6				나트륨	심각
	청양1	수위감소				관심
	청양2	수위감소				관심
	청양3	전도도증가				관심
	태안4		나트륨			주의
	서산1	나트륨				관심
	서산2				나트륨	심각
전북 (16)	부안1	나트륨 수위감소				관심
	부안2(신)			수위감소		경계
	부안3				나트륨	심각
	부안4				나트륨	심각
	정읍1	수위감소				관심
	정읍2	나트륨				관심
	정읍3	수위감소 전도도증가				관심
	정읍4			나트륨		경계
	장수1	수위감소				관심
	고창2	수위감소				관심
	남원3	수위감소				관심
	익산2	수위감소				관심
	익산3		나트륨			주의

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착률 -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% <	
전북 (16)	익산5				나트륨	심각
	완주1	수위감소				관심
	완주2	수위감소				관심
전남 (40)	무안1	나트륨				관심
	무안2	나트륨 전도도증가				관심
	무안3	수위감소				관심
	무안4	나트륨		전도도증가		경계
	무안5	수위감소		나트륨		경계
	무안6	수위감소				관심
	무안7				나트륨	심각
	보성1		나트륨			주의
	보성2	수위감소				관심
	장성1	수위감소				관심
	장성2		나트륨	전도도증가		경계
	장성5		나트륨			주의
	화순2	수위감소				관심
	화순6	나트륨				관심
	장흥1	수위감소			나트륨	심각
	장흥2		수위감소			주의
	장흥3	수위감소				관심
	영광1	수위감소			나트륨	심각
	영광2		수위감소			주의
	영광4	나트륨			수위감소	심각
	함평2	수위감소	나트륨		전도도증가	심각
	함평3	전도도증가				관심
	함평5	수위감소			나트륨	심각
	함평7				나트륨	심각
	신안1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착률 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전남 (40)	진도1	수위감소	나트륨			주의
	진도4				나트륨	심각
	순천1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	순천4				나트륨	심각
	순천6				나트륨	심각
	고흥1			수위감소	나트륨	심각
	고흥2	전도도증가		나트륨		경계
	고흥3				나트륨	심각
	고흥5				나트륨	심각
	고흥6				나트륨	심각
	고흥7				나트륨	심각
	고흥8				나트륨	심각
	해남2				나트륨	심각
	해남3				나트륨	심각
	해남5				나트륨	심각
경북 (27)	영천2	수위감소				관심
	영천3	나트륨	수위감소			주의
	영천4	나트륨				관심
	영천5	나트륨				관심
	영천6		나트륨			주의
	안동1	수위감소				관심
	안동2	수위감소				관심
	안동3	수위감소				관심
	안동4	수위감소				관심
	청송1	수위감소 전도도증가				관심
	청송2		수위감소			주의
	청송3	나트륨				관심
	문경1	전도도증가				관심

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착률 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경북 (27)	봉화1	나트륨 전도도증가				관심
	봉화5	수위감소				관심
	군위2	전도도증가				관심
	포항1	수위감소				관심
	구미6		나트륨			주의
	상주2	수위감소				관심
	상주3	수위감소	나트륨			주의
	상주4	수위감소				관심
	경주1				나트륨	심각
	경주2		나트륨		전도도증가	심각
	경주3			나트륨		경계
	경주5	수위감소				관심
	칠곡1	나트륨	수위감소			주의
	칠곡2	수위감소				관심
경남 (32)	김해1	수위감소				관심
	김해3	수위감소				관심
	김해4				나트륨	심각
	진주1	수위감소 전도도증가				관심
	진주2(신)		수위감소			주의
	진주4	나트륨 전도도증가				관심
	사천1		전도도증가	수위감소		경계
	사천2	수위감소 전도도증가				관심
	사천4				나트륨	심각
	하동1	수위감소			나트륨	심각
	하동2	수위감소				관심
	하동3				나트륨	심각
	합천3		수위감소			주의

<표 2> (계속)

시도 (개소)	구분	관심	주의	경계	심각	판정
	나트륨 흡착률 -전기전도도 (S-C)	낮음	중간	높음	매우높음	
	지하수위 저하(m)	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	
	전기전도도 증가(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경남 (32)	밀양1	수위감소				관심
	거창1	수위감소				관심
	거제1	수위감소				관심
	창녕1	나트륨 전도도증가				관심
	창녕2	수위감소		나트륨	전도도증가	심각
	창녕3	수위감소				관심
	창녕4	나트륨				관심
	산청1	수위감소				관심
	산청2	수위감소				관심
	산청3	수위감소 전도도증가				관심
	산청5	수위감소				주의
	양산1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	남해3	수위감소				관심
	의령3	나트륨				관심
	의령4	나트륨				관심
	의령5	나트륨				관심
	함안1	나트륨				관심
	함안2	나트륨				관심
	함안3	나트륨				관심

4. 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 전국 지하수위 변화 분석

□ 전국 강수량 현황 분석

○ 30년 평년 강수량(기상청 전국 69개 관측소 기준)

- 각 도별 1,148.2 ~ 1,502.7 ㎜ 범위(전국 평균 1,327.1 ㎜)

○ 2015년 강수량 : 각 도별 753.3 ~ 1,233.3 ㎜ 범위

- 전국 평균 : 931.7 ㎜(30년 평년값 대비 70.2%)

- 최소 : 경기(753.3 ㎜), 최고 : 경남(1,233.3 ㎜)

○ 2016년 강수량 : 각 도별 967.4 ~ 1,730.8 ㎜ 범위

- 전국 평균 : 1,243.0 ㎜(30년 평년값 대비 93.7%)

- 최소 : 경기(967.4 ㎜), 최고 : 경남(1,730.8 ㎜)

○ 2017년 강수량 : 각 도별 851.0 ~ 1,136.3 ㎜ 범위

- 전국 평균 : 974.6 ㎜(30년 평년값 대비 73.4%)

- 최소 : 경북(851.0 ㎜), 최고 : 충북(1,136.3 ㎜)

○ 2018년 강수량(10월까지) : 각 도별 1,127.7 ~ 1,589.3 ㎜ 범위

- 전국 평균 : 1,331.1 ㎜(30년 평년값 대비 100.3%)

- 최소 : 경기(1,127.7 ㎜), 최고 : 경남(1,589.3 ㎜)

□ 가뭄에 따른 지하수위 변동 분석

○ 2015년까지 기 설치된 관측공 210개소 중 2011년까지 설치된 74개소 관측공에 대한 예년 대비 2014년 1월 ~ 2017년 12월까지 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 -0.39 m(경기) ~ 1.52 m(경남) 범위

- 전국 평균 : -0.01 m

○ 2017년 지하수위 : 각 도별로 -0.70 m(충북) ~ 1.17 m(전남) 범위

- 전국 평균 : 0.05 m

○ 2017년까지 기 설치된 관측공 347개소 중 2012년까지 설치된 110개소 관측공에 대한 예년 대비 2018년 1월 ~ 2018년 10월까지 지하수위 변화 분석

○ 2018년 지하수위(10월까지) : 각 도별로 -0.28 m(경북) ~ 0.67 m(전남) 범위

- 전국 평균 : -0.02 m

차 례

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 2018년 신규 설치 농촌지하수관리 관측망 ····· 26

3.1 2018년 신규 농촌지하수관리 관측망 ····· 26

3.2 2018년 신규 관측공 설치지구 ····· 31

3.3 2018년 신규 농촌지하수관리 관측망 조사 결과 ····· 55

제4장 2018년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과 ····· 67

4.1 2018년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과 ····· 68

4.2 인천광역시 ····· 88

4.3 경기도 ····· 92

4.4 강원도 ····· 100

4.5 충청북도 ····· 107
4.6 충청남도 ····· 113
4.7 전라북도 ····· 120
4.8 전라남도 ····· 127
4.9 경상북도 ····· 136
4.10 경상남도 ····· 144

제5장 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석 ·· 152
5.1 전국 강수량 현황 분석 ····· 152
5.2 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석 ····· 164

제6장 농촌지하수관리 관측망 관측결과 관리기준 ····· 169
6.1 관리기준 ····· 169

참 고 문 헌 ····· 171

과업참여자 ····· 173

부록 1. 농촌지하수관리 관측망 설치내역

부록 2. 지구별 관측

부록 3. 신규 관측공 주상도

부록 4. 이동 설치 관측공 주상도

표 차례

<표 1-1> 농촌지하수관리 관측망 사업의 법적 시행근거 ····· 5
<표 1-2> 우리나라 지하수 관측망 운영현황 ····· 6
<표 1-3> 농촌지하수관리 관측망 설치현황(2018.12.31. 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> 2018년도 신규 농촌지하수관리 관측망 내역 ····· 27
<표 3-2> 2018년도 농촌지하수관리 관측망 현장조사 결과 ····· 55
<표 3-3> 2018년도 신규 농촌지하수관리 관측공 검층 결과 ····· 61
<표 3-4> 2018년도 신규 농촌지하수관리 관측공 지하수 수질 유형 ····· 65
<표 4-1> 2018년 농촌지하수관리 관측망 지하수위 변동폭 ····· 71
<표 4-2> 농촌지하수관리 관측망 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 73
<표 4-3> 장기관측 자료의 추세변화가 발견되는 관측공 ····· 75
<표 4-4> 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ····· 81
<표 4-5> 인천광역시 관측공 지하수위 변동폭 ····· 89
<표 4-6> 경기도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 90
<표 4-7> 경기도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 93
<표 4-8> 경기도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 95
<표 4-9> 경기도 관측자료 추세변화 ····· 96
<표 4-10> 경기도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ·· 98
<표 4-11> 강원도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 101
<표 4-12> 강원도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 103

<표 4-13> 강원도 관측자료 추세변화 ····· 104
<표 4-14> 강원도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ···· 105
<표 4-15> 충청북도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 108
<표 4-16> 충청북도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 109
<표 4-17> 충청북도 관측자료 추세변화 ····· 110
<표 4-18> 충청북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ··· 111
<표 4-19> 충청남도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 114
<표 4-20> 충청남도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 116
<표 4-21> 충청남도 관측자료 추세변화 ····· 117
<표 4-22> 충청남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ··· 118
<표 4-23> 전라북도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 121
<표 4-24> 전라북도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 123
<표 4-25> 전라북도 관측자료 추세변화 ····· 124
<표 4-26> 전라북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ··· 125
<표 4-27> 전라남도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 128
<표 4-28> 전라남도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 130
<표 4-29> 전라남도 관측자료 추세변화 ····· 130
<표 4-30> 전라남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ··· 132
<표 4-31> 경상북도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 137
<표 4-32> 경상북도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 138
<표 4-33> 경상북도 관측자료 추세변화 ····· 139
<표 4-34> 경상북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ··· 140
<표 4-35> 경상남도 관측공 지하수위 변동폭 ····· 145
<표 4-36> 경상남도 관측공 나트륨 흡착률과 전기전도도와의 상관관계 ····· 147
<표 4-37> 경상남도 관측자료 추세변화 ····· 148
<표 4-38> 경상남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과 ··· 149
<표 5-1> 전국 30년 평년 강수량 분석 ····· 153
<표 5-2> 2014년 전국 강수량 분석 ····· 154

<표 5-3> 2014년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석 ····· 155
<표 5-4> 2015년 전국 강수량 분석 ····· 156
<표 5-5> 2015년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석 ····· 157
<표 5-6> 2016년 전국 강수량 분석 ····· 158
<표 5-7> 2016년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석 ····· 159
<표 5-8> 2017년 전국 강수량 분석 ····· 160
<표 5-9> 2017년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석 ····· 161
<표 5-10> 2018년 10월까지 전국 강수량 분석 ····· 162
<표 5-11> 2018년 10월까지 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석 ····· 163
<표 5-12> 2014년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ····· 164
<표 5-13> 2015년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ····· 165
<표 5-14> 2016년 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ····· 166
<표 5-15> 2017년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ···· 167
<표 5-16> 2018년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석 ···· 168

그림 차례

<그림 1-1> 농촌지하수관리 관측망 현황 ····· 11
<그림 2-1> 2018년 설치 농촌지하수관리 관측망 ····· 13
<그림 2-2> 농촌지하수관리 관측망 설치 흐름도 ····· 14
<그림 2-3> 농촌지하수관리 관측망 안내판 ····· 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 다이아그램을 이용한 수질유형 분류 ····· 63
<그림 4-1> 인천광역시 농촌지하수관리 관측망 ····· 88
<그림 4-2> 인천광역시 지하수 수질 적합성 평가 ····· 90
<그림 4-3> 경기도 농촌지하수관리 관측망 ····· 92
<그림 4-4> 경기도 지하수 수질 적합성 평가 ····· 94
<그림 4-5> 강원도 농촌지하수관리 관측망 ····· 100
<그림 4-6> 강원도 지하수 수질 적합성 평가 ····· 102
<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 ····· 120
<그림 4-12> 전라북도 지하수 수질 적합성 평가 ····· 122
<그림 4-13> 전라남도 농촌지하수관리 관측망 ····· 127
<그림 4-14> 전라남도 지하수 수질 적합성 평가 ····· 129
<그림 4-15> 경상북도 농촌지하수관리 관측망 ····· 136
<그림 4-16> 경상북도 지하수 수질 적합성 평가 ····· 138
<그림 4-17> 경상남도 농촌지하수관리 관측망 ····· 144
<그림 4-18> 경상남도 지하수 수질 적합성 평가 ····· 146

2018 농촌지하수관리 관측망 보고서

제1장 농촌지하수관리 관측망 개요

제2장 농촌지하수관리 관측망 시설

제3장 2018년 신규 설치 농촌지하수관리 관측망

제4장 2018년 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(17차년도) : 2018. 1. ~ 2018. 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 446개소 농촌지하수관리 관측망 설치 운영**

○ 농촌지하수관리 사업 완료 용수구역별 1개소 이상의 관측공 설치 운영

○ 행정구역별 : 인천 4개소, 경기 47개소, 강원 46개소, 충북 35개소, 충남 51개소, 전북 43개소, 전남 81개소, 경북 78개소, 경남 61개소

○ 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, 소규모급수시설)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 수질오염은 우리 농어민에게 생활의 기본인 물 문제를 초래할 뿐만 아니라 농어업 활동에 따른 용수부족을 야기할 수 있으며, 수질불량에 따라 안전농산물 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 장해 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 계측시스템으로 활용하여 기후변화에 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(17차년도) : 2018. 1. ~ 2018. 12.

○ 사업 내용

- 관측공 개발 및 원격 지하수 관측시스템 설치
- 실시간 지하수위・수질(수온, 전기전도도) 관측
- 관측공 수질시료 분석 및 검증(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 농어촌용수구역의 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(농어촌 지하수넷, https://www.groundwater.or.kr) 서비스를 제공하고 있다.

○ 또한 농어촌 지하수 관측자료 축적에 의한 종합분석 및 신뢰성 높은 정보 제공을 위하여, 연차 보고서를 농어촌지하수넷에 공개하고 있다.

○ 결과적으로 축적된 장기 관측자료는 향후 기후변화와 관련된 가뭄경보시스템 가동 등 각종 농어업 재해 사전예측과 기후변화를 대비하여 활용 가능할 것으로 기대된다.

<표 1-1> 농촌지하수관리 관측망 사업의 법적 시행근거

법	조문	내용
농어촌정비법	(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	◦ 2018년 현재 전국 도서·해안지역 181개소 (총 388개소 계획; 1단계 136개소, 2단계 252개소) ◦ 지하수위, 수온, 전기전도도(72회/일) ◦ 연1회 지하수 배경수질 측정 및 물리검층
	농촌지하수관리 관측망	◦ 2018년 현재 전국 농어촌용수구역별 446개소(총 1,056개소 계획) ◦ 지하수위, 수온, 전기전도도(72회/일) ◦ 연1회 지하수 배경수질 측정 및 물리검층
국토교통부 (한국수자원공사)	국가지하수 관측망	◦ 2017년 현재 전국 428개소(530개소 계획) ◦ 지하수위, 수온, 전기전도도(24회/일) ◦ 연2회 지하수 생활용수 기준 수질검사
	보조지하수 관측망	◦ 2017년 현재 광역시·도 및 시군구 지자체에 3,497개소(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	◦ 2016년 현재 583개소 : 현장수질항목 및 주요 양음이온(연4회), 먹는물수질항목 68개(매5년마다), 지점별 관심항목(이 외 기간)
	지역지하수 수질측정망	◦ 2016년 현재 2,021개소 : 생활용수 19개항목 및 전기전도도 측정(연2회)
민간	먹는샘물측정망, 온천감시정	◦ 지하수 장해에 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 2018년까지 농촌지하수관리 사업 종료지구에 대하여 총 446개소 관측시설이 설치되어 있다(표 1-3).

○ 광역시・도별 관측공 개소수 현황을 살펴보면, 전남(81), 경북(78), 경남(61), 충남(51), 경기(47), 강원(46), 전북(43), 충북(35), 인천(4) 순으로 설치되어 있으며, 서울・부산・울산・광주・대구・세종시 등에는 설치되어 있지 않다(그림 1-1).

○ 시·군·구 지자체별로 살펴보면, 경북, 경남은 각각 15개, 전남은 14개, 경기·강원은 각각 13개, 충남은 12개, 충북, 전남에는 각각 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 5개의 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 362개소(연 평균 52개소; 전체 관측공의 약 81%)가 설치·운영 중이다.

<표 1-3> 농촌지하수관리 관측망 설치현황(2018.12.31. 현재)

구분	계	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
계	**446**	**4**	**47**	**46**	**35**	**51**	**43**	**81**	**78**	**61**
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)

<표 1-3> 계속

구분	계	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
계	**446**	**4**	**47**	**46**	**35**	**51**	**43**	**81**	**78**	**61**
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)
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)	청송(2) 의성(5) 문경(3) 영천(3) 포항(1) 예천(1) 안동(1)	의령(6) 진주(1) 하동(1) 합천(1) 남해(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(2) 고창(1) 익산(2) 장수(2) 무주(1) 임실(2)	담양(5) 순천(2) 해남(4) 화순(1) 영광(2) 고흥(1) 보성(1) 함평(1) 무안(1) 곡성(1)	김천(1) 안동(1) 의성(4) 청송(1) 칠곡(1) 청도(4) 영천(1) 군위(1) 상주(2) 봉화(1)	함안(4) 함양(1) 거창(1) 창녕(2) 진주(1) 하동(1) 밀양(1) 사천(1)

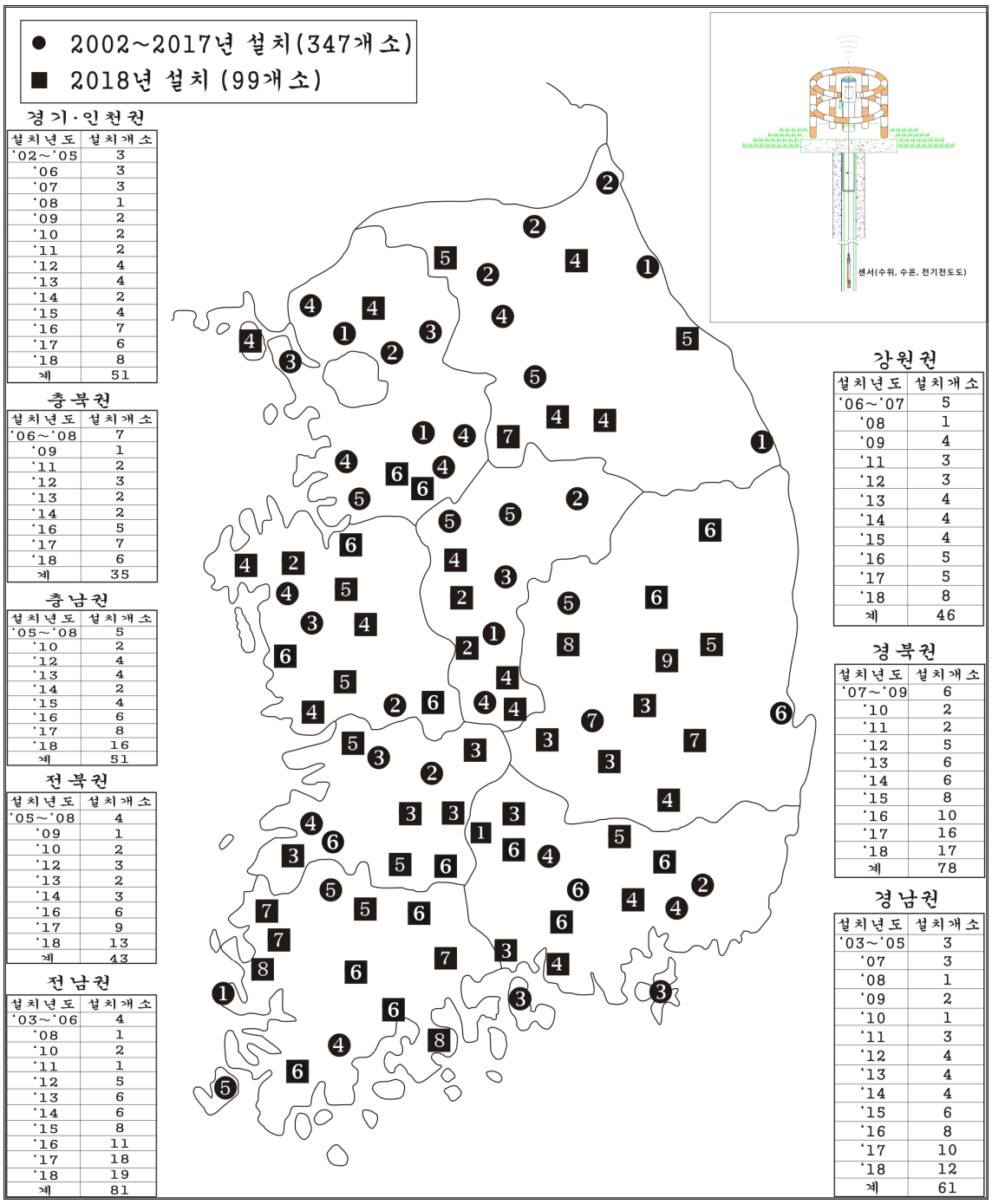
○ 설치 현황 및 계획

· 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		

- 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	**105(446)**	
인천	1(4)	강화(4)
경기	13(47)	화성(4), 평택(5), 이천(4), 광주(1), 김포(3), 여주(4), 파주(4), 용인(6), 가평(3), 안성(6), 남양주(2), 포천(4), 양주(1)
강원	13(46)	원주(7), 춘천(4), 횡성(4), 평창(4), 홍천(5), 양구(2), 화천(2), 고성(2), 인제(4), 강릉(5), 양양(1), 삼척(1), 철원(5)
충북	11(35)	음성(5), 제천(2), 진천(4), 괴산(3), 증평(2), 옥천(4), 영동(4), 보은(4), 청원(1), 충주(4) 청주(2)
충남	12(51)	아산(6), 공주(4), 금산(6), 논산(2), 부여(5), 서천(4), 보령(6), 청양(3), 홍성(4), 예산(5) 태안(4), 서산(2)
전북	11(43)	부안(4), 정읍(6), 순창(5), 장수(3), 고창(3), 진안(2), 무주(3), 남원(6), 익산(5), 완주(3), 임실(3)
전남	14(81)	무안(8), 보성(6), 장성(5), 화순(6), 장흥(4), 영광(7), 함평(7), 신안(1), 진도(5), 곡성(6), 순천(7), 고흥(8), 해남(6), 담양(5)
경북	15(78)	영천(7), 상주(8), 안동(6), 청송(5), 문경(5), 봉화(6), 군위(3), 포항(6), 구미(7), 경주(5), 김천(3), 칠곡(3), 의성(9), 예천(1), 청도(4)
경남	15(61)	김해(4), 진주(6), 사천(4), 하동(4), 합천(4), 밀양(6), 거창(3), 거제(3), 창녕(5), 산청(5), 양산(2), 남해(4), 의령(6), 함안(4), 함양(1)



경기·인천권

설치년도	설치개소
'02~'05	3
'06	3
'07	3
'08	1
'09	2
'10	2
'11	2
'12	4
'13	4
'14	2
'15	4
'16	7
'17	6
'18	8
계	51

충북권

설치년도	설치개소
'06~'08	7
'09	1
'11	2
'12	3
'13	2
'14	2
'16	5
'17	7
'18	6
계	35

충남권

설치년도	설치개소
'05~'08	5
'10	2
'12	4
'13	4
'14	2
'15	4
'16	6
'17	8
'18	16
계	51

전북권

설치년도	설치개소
'05~'08	4
'09	1
'10	2
'12	3
'13	2
'14	3
'16	6
'17	9
'18	13
계	43

전남권

설치년도	설치개소
'03~'06	4
'08	1
'10	2
'11	1
'12	5
'13	6
'14	6
'15	8
'16	11
'17	18
'18	19
계	81

강원권

설치년도	설치개소
'06~'07	5
'08	1
'09	4
'11	3
'12	3
'13	4
'14	4
'15	4
'16	5
'17	5
'18	8
계	46

경북권

설치년도	설치개소
'07~'09	6
'10	2
'11	2
'12	5
'13	6
'14	6
'15	8
'16	10
'17	16
'18	17
계	78

경남권

설치년도	설치개소
'03~'05	3
'07	3
'08	1
'09	2
'10	1
'11	3
'12	4
'13	4
'14	4
'15	6
'16	8
'17	10
'18	12
계	61

<그림 1-1> 농촌지하수관리 관측망 현황

제2장 농촌지하수관리 관측망 시설

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

○ 2018년 현재 전국 105시·군·구 446개소에 농촌지하수관리 관측망이 설치되어 일괄 관리 중

○ 농촌지하수관리 관측망은 관측공, 관측센서, RTU, 전원공급장치, 보호시설 등으로 구성

○ 관측 자료는 서버로 실시간 전송되며, 농어촌지하수넷을 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 관측시설을 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 농어촌용수구역마다 1개 이상씩 설치된 실시간 지하수위·수질 원격 감시 관측공으로 구성된다.

○ 개별 관측공에는 농촌지하수관리 관측망이 설치되어 있다. 농촌지하수관리망은 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(℃) 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 농어촌지하수넷(https://www.groundwater.or.kr)을 통해 제공된다.

(a) 관측공 굴착, 기초, 보호시설 설치

(b) 센서, RTU, 전원공급장치, 케이블 준비

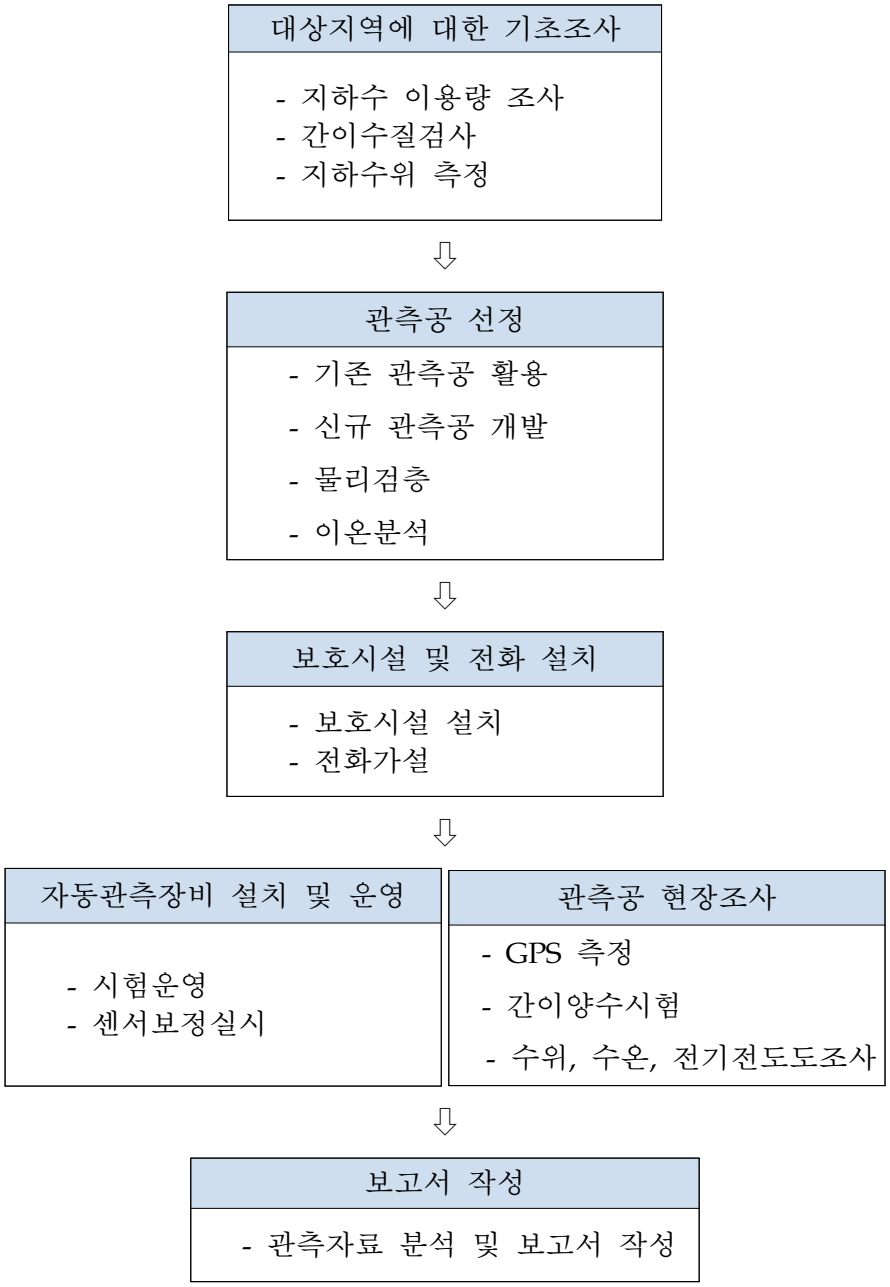
(c) 관정내장형 관측장비 설치

(d) 관측망 설치 완료

<그림 2-1> 2018년 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 설치심도는 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 : 355개소
- 센서유형 : 다중심도센서(RTU 일체형)

- 농촌지하수관리 사업조사용 관측공 -

◎ 지 구 명 : ○○지구
◎ 관정심도 : m
◎ 설치년도 : 2018년

본 시설물은 농촌지하수관리 사업조사용으로 지하수 장해현상을 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 안내판

<표 2-1> 관측망 유형과 센서의 변천

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

<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	355		355		
계		446				

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 체제를 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 지구물리학적 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 수십년 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 보전관리 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 수위변화를 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 구조파악, 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 볼 때 보전구역 상, 하류부에 필요한 수만큼 설치한다.

마. 하천, 수로, 저수지 등 대수층 경계부로부터의 영향 파악을 위해서 경

계부에서 최단거리에 설치하여 경계부의 영향을 관측한다.

바. 수문지질 특성 분석이 가능토록 지하수 분수령 내의 지하수 함양지역과 배출지역에 설치한다.

사. 잠재오염원 감시를 위한 관측망의 경우는 지하수 유동방향을 기준으로 최소 오염원 주변에 설치한다.

- 오염물질의 유입과 배출을 파악할 수 있는 지점에 설치
- 오염물질의 직접적인 이동은 지하수의 주 흐름방향과 일치
- 지하수 주 유동방향의 수직방향에서 배경수질이 파악될 수 있는 상류부 1개소와 확산·분산의 영향을 고려하여 주 오염원(중심), 하류부 및 좌, 우로 설치

아. 암반 대수층일 경우는 해당지역의 주 구조선 방향을 고려하고 주변관정에서 확인되는 파쇄대 구간이 모두 관통되도록 관측공 위치를 선정하고, 양수시험으로 주변 암반관정에서 수위강하 영향을 받는지 여부를 확인하여 관측자료가 암반대수층의 지하수위 변화를 대변할 수 있는 위치에 설치한다.

2.3.2. 관측망 설치 규모

○ 관측공의 수는 대수층의 특성을 정확하게 파악하기 위하여 많이 설치하는 것이 바람직하지만, 목적에 따라 가장 경제적인 설계로 배치하여 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻을 수 있도록 해야 한다. 따라서 관측공의 숫자는 관측공 설치 목적 및 예산 범위에 따라 각 대상 지역의 위치 및 지질조건에 따라 결정된다. 이러한 배경에 의하여 다음과 같이 관측망을 설치할 수 있다.

가. 단일 관측공 : 대수층 구조가 단순한 경우 대수층 전체에 관측공 한 개만을 개발하는 경우이며, 이 경우는 대수층을 대표할 수 있도록 대수층

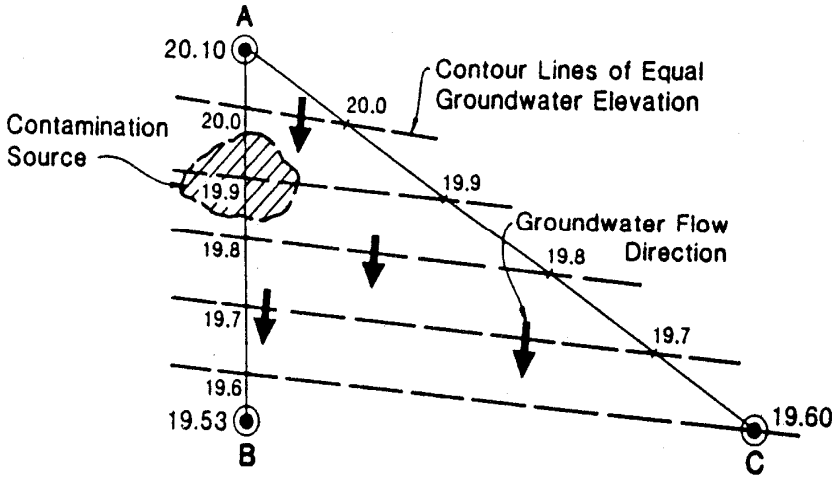
의 분포와 두께, 지하수 흐름방향을 고려하여 대수층 중류부에서 하류부 사이에 대수층 전체를 관통하여 유동방향 중앙부에 설치한다.

나. 2 ~ 3층 구조 단일 관측망 : 대수층이 심도별로 충적대수층, 암반대수층 등으로 2 ~ 3개 대수층이 중복된 경우에는 단일 관정을 개발하고, 대수층 구간 사이에 패커(packer)를 설치하여 대수층별로 별도의 관측시설을 한 개 관정에 설치한다.

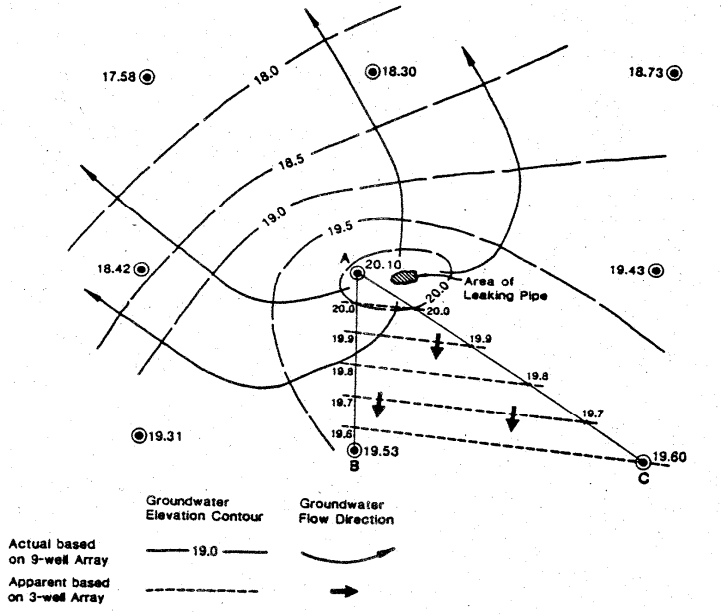
다. 관측망 구조 : 한 개 대수층지역에 수개 ~ 수십 개 관측망을 격자구조, 방사상구조 또는 십자구조로 지하수 유동방향에 평행한 방향과 수직되는 방향으로 배열하며, 특정 오염원 감시를 위한 경우는 오염원 위치를 고려하고 지하수 유동방향을 고려하여 십자형이나 격자구조로 설치한다.

○ 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 2018년 신규 설치 농촌지하수관리 관측망

■ 신규 99개소 농촌지하수관리 관측망 설치

○ 설치 위치 : 인천 1개소, 경기 7개소, 강원 8개소, 충북 6개소, 충남 16개소, 전북 13개소, 전남 19개소, 경북 17개소, 경남 12개소

○ 관정 내 주 대수층 구간인 암반 균열 위치에 3항목(수위, 수온, 전기전도도) 동시 측정 관측센서 설치

■ 신규 농촌지하수관리 관측망 현장측정 항목

○ 수온 : 11.8 ~ 18.4 ℃ 범위(※일반적인 암반지하수 수온 범위)

○ 전기전도도

· 80개 관측공(81%)에서 60~628 μS/cm 범위로 농어업용수로 사용 가능

· 19개 관측공(19%)에서 해수침투 내지 지표오염물질의 유입으로 전기전도도가 증가하여 농경지 지하수 공급 불가

■ 신규 농촌지하수관리 관측망 수리·수질 특성

○ 수리특성

· 양수량 30~1,000 m^3/day, 수리전도도 1.75×10^{-6} ~ 2.62×10^{-3} cm/sec : 지역별로 다양

○ 수질유형

· 99개소 관측공 중 Ca-HCO_3 유형 55개소(56%), (Na+K)-HCO_3 유형 14개소(14%), (Na+K, Ca)-HCO_3 유형 7개소(7%), Na-Cl 유형 10개소(10%), Ca-Cl 유형 6개소(6%), 기타 뚜렷한 음양이온이 나타나지 않는 유형 7개소(7%)

· 대부분 담수에 속하지만 일부 관측공에서 지표오염물질이 유입된 특성

3.1 2018년 신규 농촌지하수관리 관측망

3.1.1. 신규 관측공 설치

○ 농촌지하수관리 관측망은 2002년 경기도 화성시를 시범으로 설치하였으며, 2003년부터는 농촌지하수관리 사업 완료지구를 대상으로 지하수 수질 및 수량관리가 필요한 지역에 자동관측시스템을 구축·운영하고 있다.

○ 2017년까지 관측공 347개소를 설치·운영하였으며, 2018년에는 신규 99개소의

관측공에 자동관측시스템을 설치 완료하였다.

○ 광역시·도별로 살펴보면, 2018년에는 인천 1개소, 경기 7개소, 강원 8개소, 충북 6개소, 충남 16개소, 전북 13개소, 전남 19개소, 경북 17개소, 경남 12개소 등 총 99개소에 관측공이 설치되었다.

3.1.2. 관측공 내역

○ 2018년 신규 관측공 99개소에 대한 내역은 (표 3-1)과 같다.

○ 2018년 신규 관측공의 심도는 33 ~ 200 m 범위(평균 약 106 m)이다.

○ 2018년 신규 관측공의 케이싱 심도는 3 ~ 56 m 범위(평균 약 15 m)이며, 충적층이 발달한 철원5(56 m), 하동4(39 m), 철원4(36 m), 태안3(35 m), 태안4(33 m), 익산5(33 m), 보성6(32 m), 안성6(31 m) 관측공의 케이싱 심도가 깊다.

<표 3-1> 2018년도 신규 농촌지하수관리 관측망 내역

도별	관정 개소수	시・군	면・리	관측공명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
계	99					
인천	1	강화군	길상면 초지리 1519	강화4	110	12
경기	7	안성시	공도면 진사리 238-13	안성5	103	6
			양성면 추곡리 207	안성6	103	31
		용인시	수지구 동천동 53-1	용인4	120	6
			포곡면 영문리 516	용인5	82	8
			모현면 매산리 694	용인6	112	7
		포천시	영중면 성동리 1088	포천3	115	17
			신북면 기지리 712-1	포천4	112	6
강원	8	철원군	서면 와수리 1959-42	철원4	100	35
			김화읍 청양리 3190	철원5	62	56
		횡성군	안흥면 소사리 594	횡성4	130	12
		원주시	지정면 간현리 1255-1	원주7	100	5
		평창군	봉평면 창동리 533-9	평창4	100	6
		강릉시	강동면 언별리 1432-4	강릉5	100	21
		인제군	북면 한계리 1265-2	인제3	100	7
			북면 원통리 1731	인제4	100	8

<표 3-1> 계속

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공 명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
충북	6	청주시	오송읍 서평리 583-35	청주1	100	22
			북이면 내둔리 661	청주2	100	30
		영동군	심천면 장동리 367	영동4	100	13
		진천군	문백면 사양리 산47-2	진천4	135	17
		보은군	마로면 소여리 829-1	보은3	100	8
			탄부면 사직리 산1-2	보은4	33	6
충남	16	서천군	서촌읍 두왕리 16-9	서천3	100	21
			기산면 막동리 177-1	서천4	100	30
		보령시	청소면 성연리 719	보령4	100	18
			주산면 유곡리 514	보령5	100	24
			남포면 양항리 735-1	보령6	60	12
		서산시	고북면 사기리 380-5	서산1	100	15
			부석면 지산리 1684-1	서산2	100	30
		아산시	탕정면 매곡리 975-26	아산6	100	21
		금산군	제원면 제원리 532	금산4	100	9
			진산면 지방리 601-2	금산5	100	12
			남일면 신정리 195-2	금산6	100	22
		태안군	소원면 모항리 110-271	태안3	100	35
			소원면 파도리 1374	태안4	100	33
		예산군	삽교읍 신가리 651-33	예산5	100	15
		공주시	우성면 대성리 709-2	공주4	100	6
		부여군	양화면 임포리 227-1	부여5	152	30
전북	13	남원시	이백면 척문리 1060	남원4	100	10
			주천면 장안리 653	남원5	100	9
			보절면 성시리 1265	남원6	100	6
		순창군	복흥면 화양리 381	순창4	100	3
			유등면 무수리 1720	순창5	100	24

<표 3-1> 계속

도별	관정 개소수	시·군	면·리	관측공명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
전북	13	고창군	성내면 산림리 1227	고창3	100	15
		익산시	삼기면 간촌리 1000-1	익산4	100	18
			용안면 덕용리 1031	익산5	72	33
		장수군	장수읍 대성리 1579	장수2	100	12
			장계면 월강리 746	장수3	100	9
		무주군	무풍면 증산리 1126	무주3	100	9
		임실군	오수면 오산리 914	임실2	100	11
			청웅면 구고리 1315	임실3	100	9
전남	19	담양군	수북면 오정리 567-1	담양1	100	23
			고서면 분항리 112-1	담양2	100	7
			봉산면 양지리 251-2	담양3	100	15
			월산면 월계리 899	담양4	100	14
			금성면 대성리 1190	담양5	100	25
		순천시	별량면 우산리 54-56	순천6	52	23
			주암면 행정리 1084	순천7	100	9
		해남군	마산면 상등리 1092-3	해남3	100	5
			삼산면 신흥리 901-18	해남4	100	6
			현산면 백포리 1441	해남5	100	19
			송지면 우근리 615	해남6	100	5
		화순군	청풍면 어리 44	화순6	120	6
		영광군	묘량면 덕흥리 462	영광6	100	27
			묘량면 운당리 886-18	영광7	80	12
		고흥군	풍양면 당두리 1017	고흥8	100	8
		보성군	벌교읍 지동리 854-5	보성6	100	32
		함평군	함평읍 장년리 986-1	함평7	100	20
		무안군	현경면 평산리 1242-1	무안8	100	10
		곡성군	석곡면 당월리 752-2	곡성6	100	13

<표 3-1> 계속

도별	관정 개소수	시・군	면・리	관측공명	관정 심도(m)	케이싱 심도(m)
경북	17	김천시	아포읍 지리 6-1	김천3	185	16
		안동시	녹전면 매정리 394	안동6	200	6
		의성군	가음면 양지리 61-2	의성6	120	6
			옥산면 신계리 562-1	의성7	100	6
			안평면 삼촌리 59	의성8	100	6
			사곡면 공정리 1767	의성9	108	9
		청송군	부남면 화장리 362	청송5	100	6
		칠곡군	가산면 송학리 729-5	칠곡3	100	8
		청도군	이서면 수야리 898-2	청도1	100	11
			이서면 칠엽리 723	청도2	100	7
			금천면 김전리 1318	청도3	100	14
			금천면 박곡리 780-1	청도4	100	11
		영천시	임고면 사리 1245-5	영천7	150	6
		군위군	효령면 매곡리 68	군위3	120	9
		상주시	내서면 노류리 536-2	상주7	160	6
		상주시	모서면 가막리 682-3	상주8	180	15
		봉화군	재산면 남면리 732	봉화6	80	22
경남	12	함안군	칠서면 이룡리 530	함안1	120	24
			칠북면 덕남리 112-9	함안2	100	12
			가야면 산서리 700-233	함안3	120	8
			군북면 월촌리 36-2	함안4	100	16
		함양군	지곡면 보산리 661-1	함양1	100	12
		거창군	웅양면 죽림리 930	거창3	100	14
		창녕군	이방면 거남리 355-1	창녕4	100	22.5
			길곡면 마천리 803	창녕5	150	26
		진주시	집현면 봉강리 295	진주6	102	10
		하동군	옥종면 청룔리 산1-11	하동4	105	39
		밀양시	삼량진읍 삼랑리 678-12	밀양6	150	10
		사천시	사남면 초전리 935-15	사천4	100	9

3.2 2018년 신규 관측공 설치지구

3.2.1. 인천광역시

○ 강화4 관측공

· 2016년 지하수자원관리사업 강선지구로 조사된 용수구역 중 길상면 초지리 일대는 수질관리(질산성질소) 필요지역으로 농경지가 발달된 지역이다. 축사시설과 시설영농지가 많이 있으며 장흥저수지를 통한 급수기 이외의 기간에는 지하수를 이용한 시설영농이 이루어지고 있다. 경지정리 이전에는 지하수에 염수가 존재하던 지역이나 현재는 담수가 존재하고 있다. 수질관리 필요지역 및 집중적인 지하수의 이용 경향이 있어 관측망 부지로 선정하였다.

3.2.2. 경기도

○ 용인4 관측공

· 2011년 지하수자원관리사업 용기지구로 조사된 용수구역은 평야부의 대부분은 도시화가 진행되어 있는 편이다. 용수구역 내 상류부에 위치하는 점을 고려하였으며, 낙생저수지 주변으로 농경지가 이루어져 있고, 동천동 일대가 관정밀도가 18.2 공/㎢로 지구 내에서 높은 편으로 관측망 부지로 선정하였다. 국가지하수관측망 성남사송이 7.4 ㎞ 이격되어 있어 연계가 가능하다.

○ 용인5 관측공

· 2007년 지하수자원관리사업 광포지구로 조사된 용수구역 중 포곡읍 영문리 일대는 수량관리 필요지역으로 농경지 위주로 이용되고 있는 지역이다. 경지정리가 되지 않은 지형고도에 따라 표고를 달리하는 수지상의 계단식 농경지로서 주로 답작으로 진행되고 있다. 농업용수의 급수가 취약한 편으로 지하수의존도가 높은 편으로 관측망 부지로 선정하였다. 국가지하수관측망 용인마평이 4.0 ㎞ 이격되어 있어 연계가 가능하다.

○ 용인6 관측공

· 2007년 지하수자원관리사업 광포지구로 조사된 용수구역 중 모현읍 매산리 일대는 수량관리(행정규제) 필요지역으로 답작위주의 농경지가 분포하는 지역이다. 경지정리가 되지 않으며 농업용수의 급수가 취약한 편으로 지하수의존도가 높은 편으로 관측망 부지로 선정하였다. 국가지하수관측망 용인마평이 4.0 ㎞ 이격되어 있어 연계가 가능하다.

○ 포천3 관측공

· 2017년 지하수자원관리사업 포신지구로 조사된 용수구역 중 영중면 성동리 및 양문리 일대는 수질관리(오염취약성, 질산성질소) 필요지역으로 시설영농과 전, 답이 혼합되어있는 농경지가 분포하는 지역이다. 상류부에 가축 축사가 밀집하여 있고 지형경사가 약 10% 정도로 수계의 흐름이 짧아 오염의 취약성이 높은 편으로 관측망 부지로 선정하였다. 기설된 국가지하수관측망 포천영북이 4.7 ㎞ 이격되어 있고, 농촌지하수관측망 포천1이 20 ㎞ 이격되어 있어 연계가 가능하다.

○ 포천4 관측공

· 2017년 지하수자원관리사업 포신지구로 조사된 용수구역 중 신북면 기지리 일대는 수질관리(질산성질소) 필요지역 및 수량관리(행정지원) 필요지역으로 인삼재배 등 시설영농과 전, 답이 혼합되어있는 농경지가 분포하는 지역이다. 상류부에는 가축 축사 및 공업시설, 주거, 석재공장이 있어 관측이 필요하다고 판단하였다. 기설된 국가지하수관측망 포천영북이 6.2 ㎞ 이격되어 있고, 농촌지하수관측망 포천1이 9.3 ㎞ 이격되어 있어 연계가 가능하다.

○ 안성5 관측공

· 2012년 지하수자원관리사업 안고지구로 조사된 용수구역 중 공도읍 진사리 일대는 수량관리(행정규제) 필요지역으로 축산시설과 전, 답이 혼합되어있는 농경지가 분포하는 지역이다. 축산시설이 증가하고 있으며 구거를

따라 축산폐수에 대한 의심민원이 있는 편이다. 농업용 소형 및 대형관정이 다수 있는 편이고 충적층이 20~60 m 층후로 발달되어 관측이 필요하다고 판단하였다. 기설된 국가지하수관측망 평택통복이 10.4 ㎞ 이격되어 있고, 안성신모산이 9.6 ㎞ 이격되어 있어 연계가 가능하다.

○ 안성6 관측공

· 2012년 지하수자원관리사업 안고지구로 조사된 용수구역 중 양성면 추곡리 일대는 수질관리(오염취약성) 필요지역으로 축산시설과 공업시설이 있는 대부분 농경지로 이루어진 지역이다. 지하수 의존도가 높은 편으로 농업용 소형 및 대형관정이 다수 있는 편으로 관측이 필요하다고 판단하였다.

3.2.3. 강원도

○ 인제3 관측공

· 한계리는 인제군 북동평에 위치하고 있으며 넓은 농경지 분포에 비해 수혜면적이 적고 관정 및 수리 시설이 부족하여 지하수 개발 필요지역으로 판단된다. 이용량/적정개발가능량은 1% 미만으로 수량 부족 가능성은 낮지만 잠재오염원 시설이 50개소 이상으로 수질관리 필요지역으로 부류된다. 수질오염이 우려되기 때문에 관측공 설치를 통해 수질 모니터링을 실시하고 지하수 개발 및 이용 관리를 도모하고자 한다.

○ 인제4 관측공

· 원통리는 인제군 북동편에 위치하고 있으며 넓은 농경지 분포에 비해 수혜면적이 적으며 관정밀도는 8.75 공/㎢으로 읍면별 비교 시 2순위이나 이용량/개발가능량이 1.21%로 수량 부족 가능성은 낮다. 잠재오염원 시설이 50개소 이상으로 수질관리 필요지역으로 분류되며 수질오염이 우려되기 때문에 관측공 설치를 통해 수질 모니터링을 실시하고 지하수 개발 및 이용 관리를 도모하고자 한다.

○ 철원4 관측공

· 와수리는 철원군 남서편에 위치하고 있으며 농경지 분포가 넓으나 수혜면적이 상대적으로 작고 한발빈도가 높다. 이용량/적정개발 가능량은 45.5%로 관심 수준이며 단위면적당 이용량 및 관정밀도는 다소 높아 주의 수준이다. 수질조사 결과, 오염원 분포밀도 및 단위면적당 오염부하량이 심각 수준으로 수량 및 수질 관리 필요지역으로 분류되어 관측공 설치를 통해 수량·수질 모니터링을 실시하고 지하수 이용 관리를 도모하고자 한다.

○ 철원5 관측공

· 청양리는 철원군 북서편에 위치하고 있으며 농경지 분포가 넓고 김화읍내 지하수이용량이 가장 높지만 이용량/적정개발 가능량은 32.9%로 수량부족 우려가 낮은 것으로 확인된다. 반면, 수질조사 결과 질산성 질소, 오염원 분포밀도, 단위면적당 오염 부하량에서 모두 경계~심각단계로 수질관리 필요지역으로 분류되어 관측공 설치를 통해 수질 모니터링을 실시하고 지하수 개발 및 이용 관리를 도모하고자 한다.

○ 강릉5 관측공

· 언별리는 강릉 중부에 위치하고 있으며 이용량/개발가능량이 1.5%로 필요가구 수 대비 관정 및 수리시설이 현저하게 부족하다. 향후 전작용 지하수 개발이 필요하고 마을상수도 및 생활용 공공관정 개발이 필요한 것으로 판단된다. 농촌지하수관리 관측공 설치를 통해 수량 모니터링을 실시하고 지하수 개발 및 이용 관리를 도모하고자 한다.

○ 횡성4 관측공

· 소사리는 횡성군 안흥면에 위치하며, 잠재오염원 개소수와 단위면적당 오염부하량이 높아 수질관리 필요지역으로 선정되었다. 오수 배출시설 및 축사가 집중 분포되어 있으며 질산성질소 평균 4.5 mg/L로 안흥면에서 가장 높은 평균 수치를 보인다. 따라서 관측공 설치를 통해 수질 모니터링을 실시하여 지하수를 관리하고자 한다.

○ 평창4 관측공

· 봉평면 창동리는 평용지구 내에서 질산성질소 평균값이 10.2 mg/L로 먹는 물 수질기준을 초과한 수치로 조사되었다. 또한 면적 대비 오염원 분포밀도가 36.4 개소/km^2, 단위면적당 오염부하량이 49.7 kg/일/km^2로 나타나 수질관리 필요지역으로 선정되었다. 관측공 운영을 통하여 수질 모니터링을 실시하여 창동리의 수질특성을 파악하여 안정적인 지하수 이용을 도모하고자 한다.

○ 원주7 관측공

· 지정면 간현리는 원주시 북서부에 위치하며, 질산성질소 평균값과 DRASTIC 지수가 지정면에서 가장 높다. 잠재오염원은 오수처리시설, 축사 등으로 구성되어 원지지구 내 안정적인 지하수 이용을 위하여 관측공 설치를 통해 수질 모니터링이 필요하다.

3.2.4. 충청북도

○ 청주1 관측공

· 오송읍 서평리는 세종특별자치시와 청주시 경계지역으로, 하천(미호천)을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있는 지역이다. 이 지역은 2017년 청북지구 조사 시 전체면적 대비 농경지 면적이 넓고 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당이용량, 관정밀도가 가장 높게 나타난 지역이여서, 과도한 지하수 사용으로 인한 지하수 고갈이 우려된다. 또한 축사가 다수 분포하고 있어 가축에 의한 오염부하량이 우세한 지역으로 지하수 오염이 우려되어 관측공을 설치하였다.

○ 청주2 관측공

· 북이면 내둔리는 내수읍 신안리와 인접한 곳에 위치하며, 하천(미호천)을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있는 지역이다. 이 지역은 2017년 청북지구 조사 시 개발가능량 대비 이용량이 높아 지하수 고갈이 우려되며, 질산성질소 평균농도가 높아 지하수 오염이 우려되어 관측공을 설치하였다.

○ 영동4 관측공

· 심천면 장동리는 구릉성 산 사이로 금강을 따라 농경지가 분포하고 있는 지역이다. 이 지역은 2010년 영산지구 조사 시 개발가능량 대비 이용량, 단위면적당이용량, 관정밀도가 가장 높게 나타난 지역이여서, 과도한 지하수 사용으로 인한 지하수 고갈이 우려된다. 또한 질산성질소 평균농도가 높아 지하수 오염이 우려되어 관측공을 설치하였다.

○ 진천4 관측공

· 문백면 사양리는 진천읍 신정리 인근에 존재하며 남서쪽에 존재하는 산자락으로 농경지가 분포하고 있는 지역이다. 이 지역은 2006년 진백2지구 조사 시 개발가능량 대비 이용량과 단위면적당 이용량이 가장 높은 신정리 인근에 위치하며, 질산성질소 평균농도가 높아 지하수 오염이 우려되어 관측공을 설치하였다.

○ 보은3 관측공

· 마로면 소여리는 경북 상주시와 보은군 경계지역에 위치하며 주변을 둘러싼 산자락에 농경지가 분포하고 있는 지역이다. 이 지역은 2011년 보마지구 조사 시 개발가능량 대비 이용량이 비교적 높게 나타난 지역으로 지하수 고갈이 우려되어 관측공을 설치하였다.

○ 보은4 관측공

· 탄부면 사직리는 탄부면 매화리 인근에 존재하며 하천(보청천)을 따라 농경지가 넓게 분포하고 있는 지역이다. 이 지역은 2012년 보내지구 조사 시 질산성질소 평균농도 및 단위면적당 오염부하량이 매우 높아 지하수 오염이 우려되어 관측공을 설치하였다

3.2.5. 충청남도

○ 서천3 관측공

· 서천읍 두왕리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 서천군 농촌지하

수관리보고서에서 두왕리는 질산성질소 농도가 높은 지역이다. 이에 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 서천4 관측공

· 기산면 막동리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 막동리는 서천군 농촌지하수관리보고서에서 단위면적당 오염부하량이 높은 지역인 신산리, 질산성질소 농도가 높은 산정리, 단위면적당 오염부하량과 질산성질소 농도 모두 높은 월기리 가운데에 위치한 지역이다. 이에 오염 유입 등 지하수 수질에 대한 관측이 필요하여 관측공을 설치하였다.

○ 보령4 관측공

· 청수면 성연리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 성연리는 보청지구 농촌지하수관리보고서에서 관정밀도가 높은 정전리의 상류부 지역이다. 이에 하류부에서의 지하수 이용량이 상류부의 지하수 수량에 미치는 영향에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 보령5 관측공

· 주산면 유곡리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 보외지구 농촌지하수관리보고서에서 유곡리는 주산면에서 DRASTIC 지수가 가장 높은 지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 보령6 관측공

· 남포면 양항리는 주변에 농경지가 분포하고 있으며, 남포지구 농촌지하수관리보고서에서 양항리는 남포면에서 단위면적당 오염부하량이 가장 높은 지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 서산1 관측공

· 고북면 사기리는 주변에 농경지가 분포하고 있으며, 서해지구 농촌지하수관리보고서에서 사기리는 질산성질소 농도가 높은 지역이다. 이에 지하수

수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 서산2 관측공

· 부석면 지산리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 서해지구 농촌지하수관리보고서에서 지산리는 질산성질소 농도가 높고 부석면에서 상대적으로 DRASTIC 지수가 높은 편이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 아산6 관측공

· 탕정리 매곡리 주변에 농경지가 분포하고 있으며, 아산시 농촌지하수관리보고에서 매곡리는 탕정면에서 단위면적당 오염부하량이 가장 높은 지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 금산4 관측공

· 영인면 백석포리 주변에 넓게 농경지가 분포하고 있으며, 금산군 농촌지하수관리보고서에서 제원리는 지하수 수량관리 필요지역으로 선정되었다. 이에 지하수 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 금산5 관측공

· 진산면 지방리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 금산군 농촌지하수관리보고서에서 지방리는 DRASTIC 지수가 높은 지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 금산6 관측공

· 남일면 신정리는 주변에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 금산군 농촌지하수관리보고서에서 신정리는 DRASTIC 지수가 높은 지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 태안3 관측공

· 소원면 모항리는 주변에 농경지가 분포하고 있으며, 태이지구 농촌지하수관리보고서에서 모항리는 수량관리 필요지역으로 선정되었고 소원면에서 오염원 분포밀도가 가장 높은 지역이다. 이에 지하수 수량 및 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 태안4 관측공

· 소원면 파도리는 주변에 넓게 농경지가 분포하고 있으며, 태이지구 농촌지하수관리보고서에서 모항리는 수량관리 필요지역으로 선정되었다. 이에 지하수 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 예산5 관측공

· 삽교읍 신가리는 주변에 넓게 농경지가 분포하고 있으며, 예오지구 농촌지하수관리보고서에서 신가리는 개발가능량 대비 이용량이 심각수준으로 높고 관정밀도가 삽교읍 평균보다 높은 지역이다. 이에 지하수 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 공주4 관측공

· 우성면 대성리는 주변에 넓게 농경지가 분포하고 있으며, 공주시 농촌지하수관리보고서에서 대성리는 수량관리 필요지역으로 선정되었다. 이에 지하수 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 부여5 관측공

· 양화면 입포리는 하류부에 금강이 흐르고 일대에 농경지가 분포한다. 입침리는 부여군 농촌지하수관리보고서에서 단위면적당 오염부하량이 매우 높은 오량리의 하류지역이고 잠재오염원 분포밀도가 양화면에서 가장 높은 지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 관측공을 설치하였다.

3.2.6. 전라북도

○ 남원4 관측공

· 이백면의 평균 개발가능량 대비 이용량은 37.8%로 남이지구 평균인 36.7%보다 높고, 척문리의 경우 개발가능량 대비 이용량은 143.2%이고, 단위면적당 이용량은 165.1천 ㎥/년/㎢이며 관정밀도는 274.6 공/㎢로 이백면에서 가장 높은 이용률과 이용량을 보인다. 또한 생활용수 수질검사 결과 척문리에서 총대장균군이 확인되어, 지하수 수량 수질관리 필요지역으로 선정된 바 있어 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 남원5 관측공

· 주천면 장안리는 개발가능량 대비 이용량은 164.2%, 단위면적당 이용량은 183천 ㎥/년/㎢이며 관정밀도는 215.3 공/㎢으로 주천면에서 가장 높은 개발가능량 대비 이용량을 보이고 있다. 또한, 장안리의 질산성질소량은 주천면 평균인 3.3 mg/L보다 높은 6.0 mg/L를 나타내고 있으며, DRASTIC 지수도 주천면 평균인 122보다 높은 144를 나타내고 있어 지하수 수량 수질관리 필요지역으로 선정된 바 있어 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 남원6 관측공

· 보절면 성시리 지역은 산계가 우세한 위치에 있으며, 공사관리 저수지인 원당저수지 인근에 위치해 있다. 기 조사된 남보지구 농촌지하수관리사업 보고서에 수질검사 기준초과관정 1공, 질산성질소(41.6 mg/l)이 존재하여 지하수 수질관리 필요지역으로 선정된바 있어 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 순창4 관측공

· 복흥면 화양리 지역은 산계가 우세한 지역이며, 관측공 부지인근에 축사시설이 다수 분포해 있다. 복흥면은 전반적으로 지하수 수질환경이 양호 한

것으로 나타났지만, 복흥면 화양리의 DRASTIC 지수는 121로써 복흥면 평균인 107보다 다소 높게 나타났다. DRASTIC 지수가 가장 높은 화양리의 지하수 수질을 지속적으로 모니터링한다면 해당지역 지하수 오염에 사전 대책을 세울 수 있을 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 순창5 관측공

· 유등면 무수리 지역은 논농사 중심의 농촌지역이다. 유등면 무수리 지역은 안성면 죽천리 지역은 단위면적당 오염부하량이 유등면 평균인 309.0 kg/일/㎢보다 2배 이상 높은 754.2 kg/일㎢으로 나타났다. 또한 DRASTIC 지수가 121로 유등면 내 가장 높은 수치를 나타내고 있다. 조사 당시 지하수 수질관리 필요지역으로 선정되진 않았으나, 장기적인 수질 모니터링을 통해 해당 지역의 지하수 수질관리가 필요하다고 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 고창3 관측공

· 성내면 산림리 일원은 논농사 중심의 농촌지역이다. 성내면 산림리의 개발가능량 대비 이용량은 95.7%로, 성내면의 평균인 70.3%에 비해 높은 수치를 나타내고 있다. 또한 산림리의 단위면적당 이용량은 성내면의 평균 이용량인 101.3천 ㎥/년/㎢ 보다 높은 138.0천 ㎥/년/㎢으로 나타나 지하수 수량관리 필요지역으로 선정된 바 있어 지속적인 수량 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 익산4 관측공

· 삼기면 간촌리 일원은 논농사 중심의 농촌지역이다. 삼기면 간촌리의 개발가능량 대비 이용량은 81.4%로 100% 미만이지만 삼기면 평균 23.9%에 비교하여 높은 편이며, 단위면적당 이용량은 123천 ㎥/년/㎢이며 관정밀도는 90.61 공/㎢으로 삼기면에서 가장 높은 이용률과 이용량을 보이고 있어 지하수 수량관리 필요지역으로 선정된 바 있어 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 익산5 관측공

· 용안면 덕용리 일원은 논농사 중심의 농촌지역이다. 덕용리는 질산성질소량이 15.5 mg/L로 용안면 평균인 12.4 mg/L보다 높은 수치를 나타내며, DRASTIC 지수가 140으로 다소 높게 나타나 지하수 수량관리 필요지역으로 조사 당시 선정되었다. 해당 지역에 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 장수2 관측공

· 장수읍 대성리 지역은 산계가 우세한 위치에 있으며, 기 조사된 장번지구 농촌지하수관리사업 보고서에 잠재오염원(축사25개소, 오수배출시설3개소)이 존재하여 오염원 분포밀도(3.28 개소/$km^{2)}$가 높으며 단위면적당 오염부하량(1,640 kg/일/km^2)이 높아 지하수 수질관리 필요지역으로 선정된 바 있어 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 장수3 관측공

· 장계면 월강리 지역은 인근에 장계농공단지가 위치하고 있으며, 동쪽으로는 산계가 우세한 지역이다. 기 조사된 장계지구 농촌지하수관리사업 보고서에 단위면적당이용량(37.2천 m^3/년/km^2), 단위면적당 관정밀도(22.6 공/km^2)이 높아 지하수 수량관리 필요지역으로 선정된 바 있어 지속적인 수량 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 무주3 관측공

· 무풍면 증산리 지역은 산계가 우세한 지역으로 공사관리 저수지인 무풍저수지 인근에 위치해 있다. 기 조사된 무설지구 농촌지하수관리사업 보고서에 DRASTIC 지수(130)가 높은 단계로 지하수 수질관리 필요지역으로 선정된바 있어 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 임실2 관측공

· 오수면 오산리 지역은 오수농공단지 인근에 위치해 있으며, 동쪽으로는 둔남천이 흐르고 있다. 기 조사된 임삼지구 농촌지하수관리사업 보고서에 이용량/개발가능량(140.5%), 단위면적당 이용량(233천 m^3/년), 관정밀도(72.9 공/km^2)로 지하수 수량관리 필요지역으로 선정된바 있어 지속적인 수량 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 임실3 관측공

· 청웅면 구고리 지역은 공사관리 저수지인 청웅저수지 인근에 위치해있다. 기 조사된 순강지구 농촌지하수관리사업 보고서에 이용량/개발가능량(187.9%), 단위면적당 이용량(207천 m^3/년), 관정밀도(73.2 공/km^2)로 지하수 수량관리 필요지역으로 선정된바 있어 지속적인 수량 모니터링이 필요할 것으로 사료되어 관측공 부지로 선정하였다.

3.2.7. 전라남도

○ 고흥8 관측공

· 고흥군 풍양면 당두리는 군 서쪽에 위치하고 득량만과 인접해 있으며, 순천시 낙안읍과 인접해 있으며, 고흥만방조제를 따라 형성되 대단위 간척지대이다. 이 지역은 2016년 고도지구 지하수자원관리 조사 시 질산성질소 기준치 초과 및 관정밀도가 높아 지하수 수질오염, 수량부족이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 곡성6 관측공

· 곡성군 석곡면 당월리는 군 남쪽에 위치하고, 석곡천이 남-북으로 흐르면서 천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2018년 석곡지구 지하수자원관리 조사 시 대규모 축사시설 및 대단위 농경지의 영향으로 단위면적당 오염부하량이 높게 나타났으며, 해당 리는 호남고속도록, 석곡농공단지 등과 인접하여 주변시설물 유출수에 의해 지하수 수질오염이 크게 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 담양1 관측공

· 담양군 수북면 오정리는 면소재지와 인접하여 있고, 삼인산(△570 m) 계곡부에 형성된 소지류를 따라 농경지가 분포하고 있다. 이 지역은 2017년 담수지구 지하수자원관리 조사 시 산악지형적 특성으로 농업용수를 공급하는 농업기반시설이 미비하여 용수확보를 위한 지하수 의존도가 높아 이용량/적정개발가능량이 높게 나타나 수량부족이 우려됨에 따라 장기적인 수량변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 담양4 관측공

· 담양군 월산면 월계리는 면소재지와 바로 인접해 있고 월산천, 중월천, 용천이 발달하여 천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 담용지구 지하수자원관리 조사 시 지역적 수문지질 특성에 따른 DRASTIC 지수(오염취약성)가 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려되며, 또한 지하수에 의존해 농업용수를 이용하는 딸기 등 각종 채소를 재배하는 하우스단지가 산재하고 있어 수량부족이 우려됨에 따라 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 담양5 관측공

· 담양군 금성면 대성리는 면소재지와 인접해 있고, 북에서 남으로 흐르는 영산강을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 담용지구 지하수자원관리 조사 시 지하수를 이용하는 시설재배단지가 넓게 분포하고 있어 이용량/적정개발가능량이 높아 지하수 수량부족이 우려되고, 지역적 수문지질 특성에 따른 DRASTIC 지수(오염취약성)가 높아 지하수 오염에 따른 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수량·수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 담양3 관측공

· 담양군 봉산면 양지리는 고서면과 인접하고, 남동에서 북서방향으로 흐르는 영산강을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 담고

지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당이용량, 관정밀도, 오염원밀도 등이 높게 조사되어 지하수 수량부족 및 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수량 · 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 담양2 관측공

· 담양군 고서면 분향리는 광주호 하부에 위치하고, 증암천이 남-북으로 흐르면서 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 담고지구 지하수자원관리 조사 시 지역적 수문지질 특성에 따른 DRASTIC 지수(오염취약성)가 높아 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 무안8 관측공

· 무안군 현경면 평산리는 서해와 인접하고 무안광주고속도로가 가로질러 가고 있다. 이 지역은 2005년 무현지구 지하수자원관리 조사 시 대규모 축사시설 및 대단위 농경지의 영향으로 단위면적당 오염부하량, DRASTIC 지수, 잠재오염원 밀도, 질산성질소 등이 높게 나타나 지하수 수질오염이 크게 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 보성6 관측공

· 보성군 벌교읍 지동리는 보성군 동남쪽에 위치하고 순천시 낙안읍과 인접해 있으며, 낙안천이 북-남으로 흐르면서 천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2012년 보벌지구 지하수자원관리 조사 시 질산성질소 기준치 초과, 축사 등 잠재오염원 다량 분포, 지역적 수문지질 특성에 따른 DRASTIC 지수(오염취약성)가 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 순천6 관측공

· 순천시 별량면 우산리는 시 남쪽에 위치하고, 순천만과 인접해 있다. 또한 대단위 간척지역으로 넓은 농경지가 자리하고 있다. 이 지역은 2013년 승

상지구 지하수자원관리 조사 시 DRASTIC 지수, 단위면적당 오염부하량이 높게 조사되어 지하수 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 순천7 관측공

· 순천시 주암면 행정리는 시 북서쪽에 위치하고, 호남고속도로가 지나고 있으며 △시루산(650 m), △오성산(600 m)에 둘러싸여 있다. 이 지역은 2014년 승외지구 지하수자원관리 조사 시 DRASTIC 지수, 단위면적당 오염부하량, 관정밀도 등이 높게 조사된 창촌리와 인접하여 있으며, 리 상류에 순천CC, 파인힐스CC가 자리하고 있어 지하수 수질오염이 크게 우려됨에 따라 장기적인 수량 · 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 영광6 관측공

· 영광군 묘량면 덕흥리는 영광읍 소재지와 바로 인접한 곳에 위치하며 서해안 고속도로가 해당리를 지나고 있다. 또한 묘량천이 남동-북서로 흐르면서 천을 따라 넓은 농경가지 형성되어 있다. 이 지역은 2010년 영갑(영대)지구 지하수자원관리 조사 시 대규모 축사시설의 영향으로 단위면적당 오염부하량이 높게 나타났으며, 질산성질소 평균치가 가장 높게 나타나 지하수 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 영광7 관측공

· 영광군 묘량면 운당리는 장성군 삼서면과 인접해 있고 서해안 고속도로가 해당리를 지나고 있다. 또한 장암산(△480 m)과 우리봉(△190 m)에서 발달한 소지류가 묘량천에 합류하여 흐르고, 천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2010년 영갑(영대)지구 지하수자원관리 조사 시 이용량/적정개발가능량, 단위면적당 이용량, 관정밀도가 높게 나타나 지하수 수량부족이 우려됨에 따라 장기적인 수량변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 함평7 관측공

· 함평군 함평읍 장년리는 군 북서쪽에 위치하고, 서해가 인접하여 있으며 서해안고속도로가 가로질러 가고 있다. 이 지역은 2010년 함손지구 지하수자원관리 조사결과에 따르면 수량관리 지역인 손불면 죽일리, 수질관리 지역인 함평읍 옥산리, 석성리에 둘러싸인 곳으로 향후 지하수 수량 및 수질에 문제가 있을 것으로 보이며, 특히 상부에 함평농공단지가 신축되어 운영됨에 따라 각종 침출수에 따른 지하수 수질오염이 우려되어 장기적인 수량 · 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남3 관측공

· 해남군 마산면 상등리는 황산면, 해남읍 경계지역에 위치하고, 해남천이 북동-남서로 흐르면서 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2016년 해산지구 지하수자원관리 조사 시 한우를 사육하는 대규모 축사시설 및 대단위 농경지의 영향으로 오염원 분포밀도, 단위면적당 오염부하량 등이 높게 나타나 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남4 관측공

· 해남군 삼산면 신흥리는 면소재지 외곽에 위치하고, 동-서로 흐르는 삼산천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 해삼지구 지하수자원관리 조사 시 오염원 분포밀도, 이용량/개발가능량, 단위면적당 이용량이 높아 지하수 수질 및 수량에 대한 우려가 있는 것으로 조사됨에 따라 장기적인 수량 · 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남5 관측공

· 해남군 현산면 백포리는 해남군 남서쪽에 위치하고, 북동에서 남서로 흐르는 현산천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 해현지구 지하수자원관리 조사 시 대단위 농경지에 시비되는 각종 비료, 농약 등의 영향으로 질산성질소가 높게 나타났고, 지역적 수문지질 특성에 따

른 DRASTIC 지수(오염취약성)가 높아 지하수 오염에 따른 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 해남6 관측공

· 해남군 송지면 우근리는 해남 땅 끝에 위치하고 남해와 바로 접해있다. 또한 산정천이 동-서로 흐르면서 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2017년 해현지구 지하수자원관리 조사 시 넓은 농경지에 비료 및 농약 시비로 인한 질산성질소 농도와 수문지질 특성에 따른 DRASTIC 지수가 높게 나타났다. 또한 남해와 인접해 해당 지구까지 해수가 유입되어 염소이온 등이 높게 나타나 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

○ 화순6 관측공

· 화순군 청풍면 어리는 군 남쪽에 위치하고, 지석천이 남-북으로 흐르면서 천을 따라 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이 지역은 2008년 화춘지구 지하수자원관리 조사 시 대규모 축사시설 및 대단위 농경지의 영향으로 단위면적당 오염부하량이 높게 나타났으며, 2010년 조류인플루엔자(AI) 감염으로 폐사된 가금류 매몰지가 관측공 주변에 산재되어 있어 침출수에 의한 지하수 수질오염이 우려됨에 따라 장기적인 수질변화 관측을 위한 관측공이 필요하다.

3.2.8. 경상북도

○ 김천3 관측공

· 김천3 관측공의 북쪽으로는 감천이 흐르고 있으며, 하천을 따라 논 경작지가 넓게 분포하고 있다. 지리 일대는 2009년도 조사 시 축사시설 등 오염원 시설에 대한 관리가 필요한 지역으로 분류되었으며. 경작지의 계절별 경작에 따른 지하수의 변동과 축사시설을 비롯해 경작지에서 사용하는 비료, 농약 등으로 인한 지하수 수질오염의 우려가 있으므로 지하수 수량 및 수질 관측을 위하여 관측공 설치 지역으로 선정하였다.

○ 안동6 관측공

· 안동6 관측공은 저수지 상류 일대로 과수원이 분포하고 있으며, 2010년 조사 시 신규 지하수개발 시 적정개발량을 준수하여야 하는 지구로 분류되었다. 이에 따라 일대 지하수 사용에 따른 지하수 수량의 변화를 관찰하기 위하여 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

○ 영천7 관측공

· 영천7 관측공 일대는 넓은 범위에 걸쳐 경작이 이루어지며 같은 수계 내에 골프장과 휴게소 등이 위치하여 인근에 지하수오염원이 다수 존재한다. 이에 따라 지하수의 오염여부를 확인하고 관리하기에 적합한 지역으로 지하수 수질 관측이 필요하여 관측공을 설치하였다.

○ 의성6 관측공

· 의성6 관측공은 남쪽으로 쌍계천이 흐르고 있으며 넓은 범위에 걸쳐 논경작이 이루어지고 있다. 또한, 인근에 면소재지가 위치하여 지하수오염원이 다수 존재한다. 이에 따라 경작과 인근 잠재오염원으로 인한 지하수의 수량 및 수질 변화를 관측할 필요성이 있으므로 대상지로 선정하였다.

○ 의성7 관측공

· 의성7 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.

○ 의성8 관측공

· 의성8 관측공은 상류부에 지하수 수량 및 수질에 영향을 끼칠만한 잠재원이 거의 존재하지 않으며, 높은 지대에 위치하여 상류부에서 함양되는 지하수의 수량 및 수질에 대한 변화를 관측할 수 있다. 주변 지역의 오염원으로 인한 지하수의 오염여부를 비교할 수 있는 배경수질을 파악할 수 있

으므로 관측공 설치 지역으로 선정하였다.

○ 의성9 관측공

· 의성9 관측공의 남쪽으로는 남대천이 흐르고 있으며, 세천을 따라 밭 경작지가 넓게 분포하고 있다. 지역일대 넓게 분포한 경작지의 계절별 경작에 따른 지하수의 변동과 경작지에서 사용하는 비료, 농약 등으로 인한 지하수 수질오염의 우려가 있으므로 지하수 수량 및 수질 관측을 위해 설치하였다.

○ 청도1 관측공

· 이서면 수야리 일대는 논 경작지가 넓게 분포하고 있으며, 같은 수계 내 골프장, 면소재지 등이 위치하여 다수의 지하수오염원이 존재한다. 계절별 경작에 따른 수량변화 및 잠재오염원으로 인한 지하수 수질의 변화 확인하기 위해 설치 대상지로 선정하였다.

○ 청도2 관측공

· 청도2 관측공 일대는 넓은 논 경작지와 골프장을 비롯한 다수의 지하수오염원이 존재하여 장기적인 지하수 수량과 수질에 대한 모니터링이 필요할 것으로 판단되며, 청도1 관측공과 인접한 지역으로 지하수 수량 및 수질을 비교·분석할 수 있는 위치이므로 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

○ 청도3 관측공

· 금천면 김전리는 2017년 청운지구 지하수자원관리조사 시 수질관리 필요지역으로 분류된 갈지리와 인접한 지역이며, 갈지리와 김전리 경계부에 골프장이 위치하고 일부 주민들의 생활 주거지 존재하므로 생활용수 및 농업용수 사용에 따른 지하수 수량 관측이 필요하며 골프장 및 생활 주거지에서 유래된 생활오수 등으로 인한 수질오염의 우려가 있어 지하수 수질 관측을 위하여 설치하였다.

○ 청도4 관측공

· 금천면 박곡리는 2017년 청운지구 지하수자원관리조사 시 수량 및 수질관리지역 으로 분류된 신지리와 접해있는 지역으로 관정밀도가 높은 신지리의 영향으로 인접 지역 지하수의 사용에 따른 박곡리 내 지하수의 수량과 수질에 대한 모니터링이 필요할 것으로 판단되어 관측공 부지로 선정하였다.

○ 청송5 관측공

· 청송5 관측공은 노부천과 접하여 있으며 세천을 따라 밭 경작지가 넓게 분포하고, 상류부에 캠핑장과 주거지가 존재하고 있어, 경작지의 계절별 경작에 따른 지하수의 수위 및 수질 변동과 캠핑장 및 주거지에서 발생되는 지하수오염원으로 인한 지하수 수질오염의 우려가 있어 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

○ 칠곡3 관측공

· 칠곡3 관측공은 2016년 선장지구 지하수자원관리조사 시 수질관리지역으로 분류되었으며 지하수오염원에 대한 관리가 필요한 지역으로 장기적인 지하수이용에 따른 지하수 수질오염을 모니터링 하기위하여 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

○ 군위3 관측공

· 효령면 매곡리는 주민들의 생활 주거지가 다수 존재하고, 소규모의 저수지와 세천이 존재하고 있어 넓은 지역에 걸쳐 논 경작지가 분포하고 있다. 생활용수 및 농업용수 사용에 따른 지하수수량 관측이 필요하며 생활 주거지에서 유래된 생활오수 등과 경작지에서 사용하는 비료, 농약 등으로 인한 수질오염의 우려가 있어 지하수 수량 및 수질 관측을 위하여 설치하였다.

○ 상주7 관측공

· 상주7 관측공은 북천과 접해있으며 경작지와 주거지가 혼재하는 지역으로

인근 리에 비하여 좁은 면적에 다수의 관정이 존재하고 있다. 이에 따라 생활용수와 농업용수 사용에 따른 지하수 수량 및 수질 관측을 위하여 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

○ 상주8 관측공

· 모서면 가막리 일대는 넓은 경작지가 분포하는 지역으로, 농업용 지하수관정은 다수 존재하지만 대부분의 관정 취수계획량이 10~20 m^3/day 정도인 것으로 보아 지하수보다는 지표수를 이용하여 경작을 하는 것으로 판단된다. 이에 따라 계절별 경작 시기에 따른 지하수의 수위 변동을 통해 지표수와 지하수의 상관관계에 대한 비교 분석이 가능할 것으로 판단되어 대상지로 선정하였다.

○ 봉화6 관측공

· 재산면 남면리 지역은 2012년 봉법지구 지하수자원관리조사 시 지하수오염취약성이 상대적으로 높은 지역으로 분류되어 수질관리가 필요한 지역으로 분류되었다. 이에 따라 지하수 수질에 대한 모니터링이 필요하여 관측공 설치 대상지로 선정하였다.

3.2.9. 경상남도

○ 함안1 관측공

· 칠서면 이룡리는 주변에 농경지가 분포하고 있으며, 함칠지구 농촌지하수관리보고서에서 이룡리는 지하수 수질관리 필요지역임. 이에 수량에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 함안2 관측공

· 칠북면 덕남리는 주변에 농경지가 분포하고 있으며, 함칠지구는 지자체 및 인근 지하수이용자들의 청문조사 결과 수량 및 수질관리 필요지역이다. 이에 수량 및 수질에 대한 관측이 필요한 지역으로 판단되어 선정하였다.

○ 함안3 관측공

· 가야읍 산서리는 주변에 농경지가 발달되어 있는 지역이다. 함법지구 농촌지하수관리보고서에서 지하수 수질 관리지역으로 농촌지역의 수질관리를 위하여 관측공을 설치하였다.

○ 함안4 관측공

· 군북면 월촌리는 주변에 농경지가 발달되어 있는 지역이다. 인근의 농경지와 함께 공업단지가 조성되어 있어 수량 및 수질관리가 필요한 지역으로 선장하여 관측공을 설치하였다.

○ 진주6 관측공

· 집현면 봉강리 일대에 농경지가 넓게 분포하고 있으며, 진주시 농촌지하수관리보고서의 지하수 수질환경 분석 결과, 봉강리에서 EC 값이 높고, 오염원의 개수가 많으며, DRASTIC 지수가 높아 수질 관리를 위한 관측공을 설치하였다.

○ 창녕4 관측공

· 이방면 일대에 농경지 및 축산폐수시설 밀집지역과 농경지가 분포함. 창리지구 농촌지하수관리보고서의 수질관리지역으로 지속적인 관측이 필요하다고 판단되어 관측공을 설치하였다.

○ 창녕5 관측공

· 길곡면 마천리는 인근에 농경지가 분포하고 있으며, 지하수 수질환경 분석 결과 DRASTIC 지수가 높은 지역으로 특히 수질관리가 필요한 지역이다. 이에 따라 지속적인 관측을 위한 관측공을 설치하였다.

○ 거창3 관측공

· 웅양면 죽림리 일대에 농경지와 시설재배단지가 넓게 분포하고 있고, 거고지구 농촌지하수관리보고서에서 지하수 수질관리 필요지역이다. 이에 지하수 수질에 대한 관측이 필요하여 관측공을 설치하였다.

○ 함양1 관측공

· 지곡면 보산리 일대에 농경지가 넓게 분포하고 있어 지하수의 이용량이 많고 함수지구 농촌지하수 관리보고서에서 지곡면 전체적으로 수량관리가 필요하다고 판단되어 이에 지하수 수량에 대한 관측이 관측공을 설치하였다.

○ 밀양6 관측공

· 삼랑진읍 삼랑리 일대에 농경지가 분포하고 있으며, 지자체 및 인근주민들의 사용상 지하수 수량측면에서의 지속적인 관리가 필요한 지역이다. 이에 따라 지속적인 지하수의 수량관리를 위한 관측공을 설치하였다.

○ 사천4 관측공

· 사남면 초전리 일대에 농경지와 넓게 분포하고 있고, 사용지구 농촌지하수 관리보고서에서 지하수 수질환경분석 결과, DRASTIC 지수가 높은 지역으로 지하수 수질에 대한 관측이 필요하여 관측공을 설치하였다.

○ 하동4 관측공

· 옥종면 청룡리 일대에 농경지역이 많이 분포하고 있으며, 특히 옥종면 청룡리 지역은 오염원 개수가 상대적으로 많이 분포하고 있는 지역으로 수질의 지속적인 관리가 필요한 지역으로 판단된다. 이에 따라 관측공을 설치하였다.

3.3 2018년 신규 농촌지하수관리 관측망 조사 결과

3.3.1. 대수성 시험 결과

○ 2018년 신규로 설치한 99개소의 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 30 ~ 1,000 ㎥/day이었고, 수리전도도는 1.75×10^{-6} ~ 2.62×10^{-3} cm/sec이었다.

<표 3-2> 2018년도 농촌지하수관리 관측망 현장조사 결과

시도	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (㎥/day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
인천	강화	강화4	31,60,90 ~93	60	250	1.74×10^{-5}	0.0	6.5
경기	안성	안성5	30,36,80 ~83	30	30	2.41×10^{-5}	2.4	41.3
		안성6	31,54,75	50	50	2.74×10^{-6}	2.6	55.1
	용인	용인4	64	50	30	6.13×10^{-5}	4.0	43.0
		용인5	15,60	30	100	6.48×10^{-5}	3.1	5.0
		용인6	28	30	30	1.27×10^{-5}	3.3	68.3
	포천	포천3	48	55	40	5.64×10^{-6}	2.8	65.9
		포천4	33,48,93	30	85	1.27×10^{-5}	2.6	38.2

<표 3-2> 계속

시도	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (㎥/day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
강원	철원	철원4	70-80	50	80	7.79×10^{-6}	5.74	52.76
		철원5	55~60	58	130	3.67×10^{-4}	1.35	2.36
	횡성	횡성4	80-90	30	50	3.99×10^{-6}	4.84	45.08
	원주	원주7	60-70	30	50	4.23×10^{-6}	4.63	56.23
	평창	평창4	60-70	30	80	3.68×10^{-5}	6.77	13.45
	강릉	강릉5	23~25	25	80	1.54×10^{-5}	8.70	25.30
	인제	인제3	14~15, 56~57	55	80(60,20)	1.06×10^{-5}	4.62	5.39
		인제4	25~30	30	50	2.58×10^{-6}	8.42	53.28
충북	청주	청주1	25, 54, 70~80	55	100	3.792×10^{-5}	9.86	32.10
		청주2	35~45	40	55	2.141×10^{-5}	2.26	35.63
	영동	영동4	30~75	55	300	1.737×10^{-4}	4.92	15.66
	진천	진천4	70~100	30	55	1.536×10^{-5}	6.63	24.17
	보은	보은3	32~37,64~67	35	120	3.159×10^{-5}	2.04	30.23
		보은4	18~27	25	330	8.001×10^{-4}	4.75	14.23
충남	서천	서천3	45, 65, 80	25	160	7.02×10^{-5}	1.42	9.12
		서천4	40, 75	40	50	3.76×10^{-5}	0.35	7.43
	보령	보령4	24, 40	50	200	2.58×10^{-4}	3.67	10.00
		보령5	25, 40	50	150	1.00×10^{-4}	3.38	12.16
		보령6	15, 25, 30, 45	30	145	3.65×10^{-4}	1.53	6.42
	서산	서산1	15-40	45	260	1.79×10^{-3}	0.18	2.30
		서산2	40, 50	40	130	2.60×10^{-5}	2.05	23.40
	아산	아산6	24, 30, 70	30	190	7.12×10^{-4}	4.69	6.86

<표 3-2> 계속

시도	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (㎥/day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
충남	금산	금산4	60	60	70	1.49×10^{-5}	3.22	16.26
		금산5	30, 55	30	65	2.23×10^{-5}	5.08	15.25
		금산6	70, 90	55	65	8.85×10^{-6}	5.20	33.87
	태안	태안3	50, 85	50	50	3.10×10^{-5}	19.94	28.24
		태안4	68, 90	55	100	4.44×10^{-5}	9.91	22.16
	예산	예산5	36,52,75	45	180	7.89×10^{-5}	3.90	14.36
	공주	공주4	18, 112	20	50	1.65×10^{-5}	4.55	14.73
	부여	부여5	30, 81, 140	30	50	7.54×10^{-6}	1.82	18.45
전북	남원	남원4	55, 85	35	50	1.77×10^{-5}	2.30	36.58
		남원5	12,25,40	40	250	1.47×10^{-4}	4.50	16.01
		남원6	15~21,35	35	50	2.23×10^{-5}	3.16	26.82
	순창	순창4	85	45	65	9.86×10^{-6}	4.60	47.29
		순창5	24~39	40	200	1.31×10^{-4}	8.90	23.39
	고창	고창3	15~21, 40~42	40	100	4.22×10^{-5}	2.40	24.03
	익산	익산4	19~34, 52, 82	35	300	6.79×10^{-4}	2.00	5.96
		익산5	24~42, 42~59	50	300	3.09×10^{-4}	1.20	15.40
	장수	장수2	12~15, 19~20	20	300	3.67×10^{-4}	1.00	6.97
		장수3	24, 35	35	80	7.00×10^{-4}	2.00	4.41
	무주	무주3	9~21, 54~57	55	300	2.11×10^{-4}	0.50	9.30
	임실	임실2	40	40	50	3.84×10^{-5}	2.38	16.23
		임실3	30,40	40	80	1.23×10^{-4}	2.55	9.05

<표 3-2> 계속

시도	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (㎥/day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
전남	담양	담양1	23, 33	35	50	2.36×10^{-5}	4.35	12.41
		담양2	21	20	50	2.42×10^{-5}	5.2	14.8
		담양3	15, 87	30	80	1.91×10^{-5}	1.44	13.79
		담양4	63	30	50	2.43×10^{-5}	4.4	18.89
		담양5	25	30	50	1.52×10^{-5}	4.54	16.48
	순천	순천6	33, 40	33	250	3.15×10^{-4}	1.55	3.68
		순천7	21-25	25	60	6.66×10^{-6}	4.05	28.26
	해남	해남3	5	30	50	1.04×10^{-3}	2.35	3.12
		해남4	7	30	50	6.37×10^{-5}	3.15	5.82
		해남5	19	30	50	4.56×10^{-6}	2.35	33.37
		해남6	64, 76	60	70	6.86×10^{-6}	1.20	25.77
	화순	화순6	15	47	50	5.41×10^{-6}	2.80	23.09
	영광	영광6	29	30	200	1.22×10^{-3}	4.45	7.14
		영광7	30	30	50	5.11×10^{-6}	9.95	38.61
	고흥	고흥8	47	65	50	3.21×10^{-5}	3.35	12.67
	보성	보성6	60	60	1000	2.62×10^{-3}	4.53	7.11
	함평	함평7	23	40	100	5.85×10^{-5}	0.64	9.67
	무안	무안8	20	25	50	6.66×10^{-6}	1.82	10.24
	곡성	곡성6	20-24	25	200	2.91×10^{-4}	4.63	9.03
경북	김천	김천3	21,54,171	30	110	1.09×10^{-4}	5.2	10.7
	안동	안동6	20	20	50	8.03×10^{-6}	2.1	20.0
	의성	의성6	105,108	30	120	4.71×10^{-5}	6.6	22.1
		의성7	18,48,78, 81	50	50	3.95×10^{-5}	4.2	13.3
		의성8	20,36	35	250	1.46×10^{-4}	4.0	14.1
		의성9	40,57,74, 78,104	60	60	3.97×10^{-5}	4.5	15.5

<표 3-2> 계속

시도	시군	관측공명	균열 (m)	센서설치 (m)	양수량 (㎥/day)	수리전도도 (cm/sec)	초기심도 (depth, m)	안정심도 (depth, m)
경북	청송	청송5	70,72	30	300	7.48×10^{-5}	5.1	44.9
	칠곡	칠곡3	28,85	30	50	6.82×10^{-6}	4.0	79.9
	청도	청도1	45,66,80	45	100	1.18×10^{-4}	0.3	10.3
		청도2	42,60,76	40	250	6.37×10^{-5}	7.0	28.3
		청도3	45,60,88	45	250	5.90×10^{-5}	2.0	31.2
		청도4	44,74,90	45	250	3.09×10^{-4}	0.2	8.8
	영천	영천7	41,67,78, 140	40	100	1.91×10^{-5}	3.5	21.9
	군위	군위3	33,54,88	30	50	1.31×10^{-5}	9.2	30.1
	상주	상주7	81	40	50	8.41×10^{-6}	1.7	35.3
		상주8	40~50	45	50	3.59×10^{-6}	6.2	53.0
	봉화	봉화6	23	25	150	7.37×10^{-5}	17.5	37.0
경남	함안	함안1	93,106, 120	40	120	1.87×10^{-5}	4.08	29.39
		함안2	21,33-34, 61-62, 81-82	34	50	3.88×10^{-6}	1.34	75.58
		함안3	30,42, 90, 108	65	50	4.46×10^{-6}	3.96	79.84
		함안4	24, 30, 42, 96	45	120	1.87×10^{-4}	2.64	10.90
	함양	함양1	55	55	55	5.86×10^{-6}	0.12	70.40
	거창	거창3	40, 80	40	50	1.78×10^{-4}	3.18	9.17
	창녕	창녕4	27, 54, 75	54	50	4.66×10^{-6}	3.98	74.12
		창녕5	37, 100	45	120	4.10×10^{-5}	4.00	15.23
	진주	진주6	65	65	50	6.62×10^{-6}	3.20	57.02
	하동	하동4	65	65	120	1.45×10^{-5}	4.53	29.61
	밀양	밀양6	100, 150	50	50	1.75×10^{-6}	16.00	30.15
	사천	사천4	40, 60	45	70	1.94×10^{-5}	6.00	29.60

3.3.2. 수온 및 전기전도도 관측 결과

○ 2018년 신규 관측공의 지하수 수온을 관측한 결과, 11.9 ~ 18.4 ℃ 범위로, 암반지하수의 일반적인 수온 범위로 나타났다(표 3-3).

○ 2018년 신규 관측공에 대한 전기전도도 검층 결과 19개소를 제외하고는, 60~628 μS/cm 범위를 나타내어 일반적인 농경지 주변의 지하수 수질로 나타났다(표 3-3).

○ 15개 관측공(서천3, 서천4, 보령6, 서산1, 서산2, 태안4, 익산5, 순천6, 해남3, 해남5, 해남6, 고흥8, 함평7, 의성9, 함안1, 함안2, 함안3, 창녕4, 사천4)에서는 높은 전기전도도(~59,959 μS/cm)가 관측되는데, 이는 관측공의 위치가 해안에 인접함에 따라 대수층을 통한 해수 유입이 발생하거나 외부오염물질의 유입에 의한 지하수 내 용존이온 과다에 의한 영향으로 판단된다.

○ 서천3, 보령6, 서산2, 익산5, 순천6, 해남3, 해남5, 고흥8, 함평7, 사천4 관측공 주변 지하수 대수층은 해수로 포화되었거나 해수 영향권에 있으므로, 농업용수로 활용이 부적합한 것으로 판단된다.

○ 서산1, 태안4, 해남6, 함안1, 창녕4 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.

○ 서천4(885 μS/cm), 의성9(731 μS/cm), 함안2(790 μS/cm), 함안3((804 μS/cm) 관측공에서는 일반적인 농촌지역 지하수의 전기전도도보다 높게 나타남에 따라, 지속적인 수질 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

<표 3-3> 2018년도 신규 농촌지하수관리 관측공 검층 결과

시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도 (μS/cm)	시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도 (μS/cm)
강화	강화4	15.07	434.94	보령	보령6	15.67	59,959.00
안성	안성5	14.73	337.26	서산	서산1	16.11	1299.23
안성	안성6	14.55	247.57	서산	서산2	15.92	28,663.80
용인	용인4	15.00	506.26	아산	아산6	15.74	250.64
용인	용인5	14.42	425.16	금산	금산4	14.65	181.00
용인	용인6	14.86	142.89	금산	금산5	14.11	236.61
포천	포천3	15.43	366.47	금산	금산6	14.80	154.01
포천	포천4	14.05	325.23	태안	태안3	14.98	534.51
철원	철원4	14.28	504.90	태안	태안4	14.99	1,601.00
철원	철원5	16.29	261.94	예산	예산5	14.70	141.77
횡성	횡성4	12.86	200.04	공주	공주4	14.76	317.28
원주	원주7	14.44	274.58	부여	부여5	15.97	459.45
평창	평창4	11.87	406.04	남원	남원4	15.23	280.95
강릉	강릉5	13.11	148.29	남원	남원5	14.67	236.28
인제	인제3	14.51	488.60	남원	남원6	14.81	390.47
인제	인제4	14.12	328.61	순창	순창4	14.04	178.76
청주	청주1	15.14	429.17	순창	순창5	15.09	176.37
청주	청주2	15.08	150.66	고창	고창3	15.43	442.58
영동	영동4	17.01	242.32	익산	익산4	15.29	198.22
진천	진천4	13.64	60.21	익산	익산5	15.44	5,943.88
보은	보은3	14.37	464.47	장수	장수2	13.88	364.94
보은	보은4	14.40	174.74	장수	장수3	14.53	304.16
서천	서천3	15.63	13,813.34	무주	무주3	13.83	241.17
서천	서천4	15.77	885.10	임실	임실2	15.12	328.46
보령	보령4	15.66	177.38	임실	임실3	14.84	108.47
보령	보령5	15.70	452.03	담양	담양1	16.35	249.01

<표 3-3> 계속

시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도(μS/cm)	시군	관측공명	수온(℃)	전기전도도(μS/cm)
담양	담양2	16.55	222.11	청송	청송5	14.23	210.77
담양	담양3	16.91	327.24	칠곡	칠곡3	13.89	339.11
담양	담양4	15.84	393.66	청도	청도1	15.03	328.27
담양	담양5	17.00	201.86	청도	청도2	14.20	297.57
순천	순천6	18.44	30,444.56	청도	청도3	14.40	228.26
순천	순천7	15.91	148.48	청도	청도4	14.95	265.13
해남	해남3	16.52	8,553.56	영천	영천7	16.17	482.81
해남	해남4	16.80	436.60	군위	군위3	13.94	327.29
해남	해남5	16.72	47,446.52	상주	상주7	14.06	272.15
해남	해남6	16.96	1,103.18	상주	상주8	13.21	136.61
화순	화순6	16.82	627.56	봉화	봉화6	13.10	248.42
영광	영광6	15.93	311.80	함안	함안1	17.32	1,162.35
영광	영광7	15.91	174.86	함안	함안2	17.74	789.67
고흥	고흥8	16.59	23,229.98	함안	함안3	17.43	804.34
보성	보성6	17.06	241.13	함안	함안4	16.88	458.94
함평	함평7	16.14	26,381.89	함양	함양1	16.56	196.18
무안	무안8	16.41	352.10	거창	거창3	16.45	186.01
곡성	곡성6	15.94	108.51	창녕	창녕4	17.86	2,287.66
김천	김천3	15.65	223.42	창녕	창녕5	17.40	389.36
안동	안동6	13.85	377.60	진주	진주6	17.43	543.58
의성	의성6	14.27	324.73	하동	하동4	16.17	127.26
의성	의성7	14.13	436.85	밀양	밀양6	17.06	570.69
의성	의성8	13.43	554.52	사천	사천4	17.30	38,233.64
의성	의성9	14.91	731.01				

3.3.3. 수질(이온)분석 결과

가. 파이퍼 다이어그램

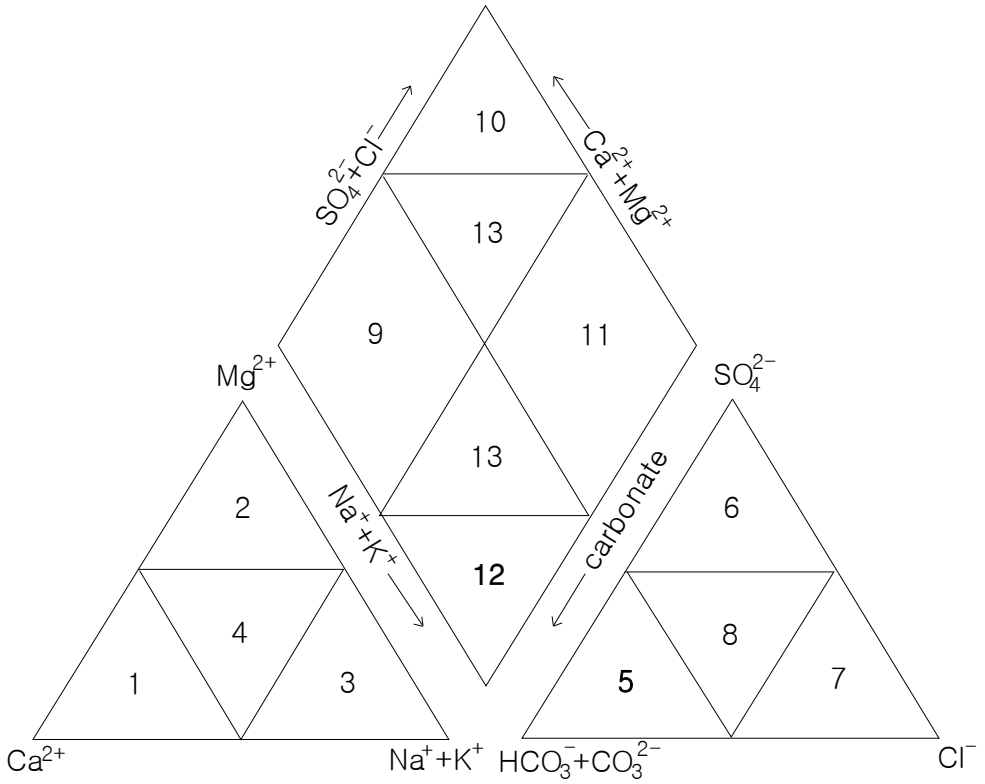
○ 파이퍼 다이어그램은 지하수 내 주양이온인 Ca-Mg-(Na+K)과 주음이온인 (CO_3+HCO_3)-SO_4-Cl 간의 당량비를 백분율로 계산하여 지하수의 수질을 도시한 것이다(Piper, 1944; 그림 3-1).

○ 일반적으로 육지부의 오염되지 않은 담수의 경우 9번 영역(Ca-HCO_3 유형)에 도시된다.

○ 채석, 광산 내지 터널 등 굴착활동이 활발한 지역의 경우에는, 황철석의 산화에 따라 주로 10번 영역(Ca-SO_4 유형)에 도시된다.

○ 비료성분이 과다하게 유입되는 농경지에서는 13번 영역(Na,K)-HCO_3 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 99개소 관측공 중 Ca-HCO_3 유형 55개소(56%), (Na+K)-HCO_3 유형 14개소(14%), (Na+K, Ca)-HCO_3 유형 7개소(7%), Na-Cl 유형 10개소(10%), Ca-Cl 유형 6개소(6%), 기타 뚜렷한 음양이온이 나타나지 않는 유형 7개소(7%)로 분석되었다(표 3-4).

○ 10개 관측공(보은4, 보령6, 서산2, 익산5, 순천6, 해남3, 해남5, 고흥8, 함평7, 사천4) 관측공은 (Na+K, Ca)-Cl, (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.

○ 14개 관측공(철원5, 횡성4, 원주7, 진천4, 보은4, 서천4, 보령4, 금산6, 태안4, 부여5, 무안8, 의성6, 상주7, 창녕4, 밀양6) 관측공은 Na,K)-HCO_3 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> 2018년도 신규 농촌지하수관리 관측공 지하수 수질 유형

시군	관측공명	수질 유형	시군	관측공명	수질 유형
강화	강화4	(Na+K, Ca)-HCO_3	보령	보령6	Na-Cl
안성	안성5	(Ca, Mg)-HCO_3	서산	서산1	Ca-Cl
안성	안성6	(Na+K, Ca)-HCO_3	서산	서산2	Na-Cl
용인	용인4	Ca-HCO_3	아산	아산6	Ca-HCO_3
용인	용인5	Ca-HCO_3	금산	금산4	Ca-HCO_3
용인	용인6	Ca-HCO_3	금산	금산5	Ca-HCO_3
포천	포천3	Ca-HCO_3	금산	금산6	Na-HCO_3
포천	포천4	Ca-HCO_3	태안	태안3	Ca-Cl
철원	철원4	Ca-HCO_3	태안	태안4	Na-HCO_3
철원	철원5	Na-HCO_3	예산	예산5	Ca-HCO_3
횡성	횡성4	Na-HCO_3	공주	공주4	Ca-Cl
원주	원주7	Na-HCO_3	부여	부여5	Na-HCO_3
평창	평창4	Ca-HCO_3	남원	남원4	Ca-HCO_3
강릉	강릉5	Ca-HCO_3	남원	남원5	Ca-HCO_3
인제	인제3	Ca-HCO_3	남원	남원6	Ca-HCO_3
인제	인제4	Ca-HCO_3	순창	순창4	Ca-HCO_3
청주	청주1	Ca-HCO_3	순창	순창5	Ca-HCO_3
청주	청주2	Ca-HCO_3	고창	고창3	Ca-Cl
영동	영동4	Ca-HCO_3	익산	익산4	Ca-HCO_3
진천	진천4	Na-HCO_3	익산	익산5	(Na+K)-Cl
보은	보은3	Ca-HCO_3	장수	장수2	Ca-HCO_3
보은	보은4	Na-HCO_3	장수	장수3	Ca-HCO_3
서천	서천3	Na-Cl	무주	무주3	Ca-HCO_3
서천	서천4	Na-HCO_3	임실	임실2	Ca-HCO_3
보령	보령4	Na-HCO_3	임실	임실3	Ca-HCO_3
보령	보령5	Ca-HCO_3	담양	담양1	Ca-HCO_3

<표 3-4> 계속

시군	관측공명	수질 유형	시군	관측공명	수질 유형
담양	담양2	Ca-HCO_3	청송	청송5	Ca-HCO_3
담양	담양3	Ca-HCO_3	칠곡	칠곡3	Ca-HCO_3
담양	담양4	Ca-HCO_3	청도	청도1	Ca-HCO_3
담양	담양5	Ca-HCO_3	청도	청도2	Ca-HCO_3
순천	순천6	(Na+K)-Cl	청도	청도3	(Ca+Na)-HCO_3
순천	순천7	Ca-HCO_3	청도	청도4	Ca-HCO_3
해남	해남3	Na-Cl	영천	영천7	Ca-HCO_3
해남	해남4	Ca-Cl	군위	군위3	Ca-(HCO_3, SO_4)
해남	해남5	Na-Cl	상주	상주7	Na-HCO_3
해남	해남6	Ca-Cl	상주	상주8	Ca-HCO_3
화순	화순6	Ca-HCO_3	봉화	봉화6	Ca-HCO_3
영광	영광6	Ca-HCO_3	함안	함안1	(Na,Ca)-(SO_4,HCO_3)
영광	영광7	Ca-HCO_3	함안	함안2	Ca-HCO_3
고흥	고흥8	Na-Cl	함안	함안3	(Na,Ca)-(SO_4,HCO_3)
보성	보성6	Mg-HCO_3	함안	함안4	Ca-(HCO_3,, Cl)
함평	함평7	Na-Cl	함양	함양1	Ca-HCO_3
무안	무안8	Na-HCO_3	거창	거창3	Ca-HCO_3
곡성	곡성6	(Ca+Na)-HCO_3	창녕	창녕4	(Ca+Na)-HCO_3
김천	김천3	Ca-HCO_3	창녕	창녕5	(Na,Ca)-(SO_4,HCO_3)
안동	안동6	Ca-HCO_3	진주	진주6	Na-HCO_3
의성	의성6	Na-HCO_3	하동	하동4	Ca-HCO_3
의성	의성7	Ca-HCO_3	밀양	밀양6	(Ca+Na)-HCO_3
의성	의성8	(Ca+Na)-HCO_3	사천	사천4	Na-Cl
의성	의성9	Ca-HCO_3			

제4장 2018년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

■ 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 관측 결과

○ 기설 전국 347개소 관측공의 지하수위 변동폭을 분석한 결과, 0 ~ 2 m 186개소(54%), 2 ~ 4 m 96개소(28%), 4 m 이상 수위변동 65개소(19%)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 446개소), 토양구조에 위해가 없는 '낮음(700 μS/cm 이하)' 358개소, 답작에는 활용이 가능하지만 저염식생에는 활용 불가능한 '낮음(700 μS/cm 이상)' 32개소, 토양구조에 위해를 줄 수 있으며 관개용수로서 지하수 이용을 지양할 필요가 있는 '중간' 12개소, 관개용수로서 지하수 이용을 금지해야 하는 '높음' 7개소 및 '매우 높음' 37개소로 나타남

■ 농촌지하수관리 관측망의 추세분석 결과

○ 총 446개소 관정 중 132개소 관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관측됨. 광역시도별로는 경기 19개소, 강원 13개소, 충북 13개소, 충남 12개소, 전북 10개소, 전남 23개소, 경북 20개소, 경남 22개소로 분류됨.

■ 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 총 446개 기설 관측공 중 185개(41%) 관측공에서 관심 109개소, 주의 23개소, 경계 11개소 및 심각 42개소로 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 2018년 농촌지하수관리 관측망 운영 결과

○ 농어촌용수구역별 지하수의 최적 개발·이용·보전을 도모하기 위해 2018년 12월 31일 현재 전국 8개 광역시·도(제주특별자치도 제외)에 농촌지하수관리 관측망 446개소를 설치하여 연중 상시 운영 중이다.

○ 농촌지하수관리 관측망은 농어촌지역 지하수위에 대한 상시 관측을 통해 수량변화를 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 2018년 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동 결과를 정리(2018년 신규 관측공 제외)한 결과로, 총 분석대상 개소수는 347개소이다.

○ 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 186개소(54%)

· 2 ~ 4 m 변동 : 96개소(28%)

· 4 m 이상 변동 : 65개소(19%)

○ 농촌지하수관리 관측망과 국가지하수 관측망의 수위 변동을 비율로 비교해 본 결과는 아래와 같다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(54%) > 국가지하수 관측망(38%)

· 2 ~ 4 m 변동 : 농촌지하수관리 관측망(28%) < 국가지하수 관측망(38%)

· 4 m 이상 변동 : 농촌지하수관리 관측망(19%) < 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 2018년 전국 농촌지하수관리 관측망 446공의 수질분석 결과를 나트륨 흡착율(SAR, Sodium adsorption ratio) 대비 전기전도도를 정리한 결과이다.

○ 농어촌 지하수를 관개용수로 사용했을 때 농작물 및 토양구조에 위해가 없는 '낮음(700 μS/cm 이하)' 358개소, 답작에는 활용이 가능하지만 시설원예 등 저염식생에는 활용 불가능한 '낮음(700 μS/cm 이상)' 32개소, 그리고 토양구조에 위해를 줄 수 있으며 관개용수로서 지하수 이용을 지양할 필요 '중간' 12개소, 관개용수로서 지하수 이용을 금지해야 하는 '높음' 7개소 및 '매우높음' 37개소를 보여준다.

○ 농경을 비롯 가뭄 발생 시에도 활용이 불가능하고, 주변지역에 신규개발도 지양해야 하는 '높음' 및 '매우 높음'은 전남이 21개소로 가장 많았으며, 충남 8개소, 경남 6개소, 전북 4개소, 경북 및 강원이 각 2개소, 경기 1개소, 충북 및 인천에는 없는 것으로 나타났다. 이는 농촌지하수관리 관측망 설치 지역

과 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 2018년 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 132개소 관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 광역시도별로는 경기 19개소, 강원 13개소, 충북 13개소, 충남 12개소, 전북 10개소, 전남 23개소, 경북 20개소, 경남 22개소로 분류된다.

○ 지하수위 저하 추세만 관측되는 103개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 17개소, 지하수위 저하 추세와 전기전도도 증가 추세가 동시에 관측되는 12개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 103개소(23%)
· 전기전도도 증가 : 17개소(4%)
· 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 12개소(3%)

<표 4-1> 2018년 농촌지하수관리 관측망 지하수위 변동폭 (2018.01 ~ 10: 10개월)

지하수위 변동폭(m)	개소수	광역시·도별		관측공
0~2	186	인천	1	강화2
		경기	23	화성1, 화성2, 화성3, 화성4, 평택2, 이천2, 이천3, 이천4, 광주1, 김포1, 김포2, 김포3, 여주1, 여주2, 여주3, 용인2, 용인3, 가평2, 가평3, 안성2, 안성4, 남양주1, 남양주2
		강원	25	원주1, 원주3, 원주5, 춘천2, 춘천3, 횡성1, 횡성2, 횡성3, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 홍천5, 평창1, 평창2, 양구1, 양구2, 화천1, 화천2, 고성1, 고성2, 인제1, 강릉2, 삼척1, 철원3
		충북	22	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 괴산1, 괴산3, 진천1, 진천2, 진천3, 증평1, 증평2, 옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4, 영동1, 영동2, 청원1, 충주1, 충주2
		충남	23	아산2, 아산4, 아산5, 금산1, 공주3, 부여2, 부여3, 논산2, 서천1, 보령1, 보령2, 보령3, 청양1, 청양2, 홍성1, 홍성3, 홍성4, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 태안1, 태안2
		전북	16	부안3, 부안4, 정읍1, 정읍2, 정읍4, 정읍5, 정읍6, 순창3, 장수1, 고창1, 고창2, 진안1, 무주1, 익산2, 완주1, 완주2
		전남	40	무안1, 무안2, 무안5, 무안7, 보성1, 보성3, 보성5, 장성1, 장성2, 장성3, 장성4, 장성5, 화순1, 화순3, 화순5, 장흥1, 장흥3, 장흥4, 영광1, 영광3, 영광5, 함평2, 함평3, 함평4, 신안1, 진도1, 진도2, 진도3, 진도4, 진도5, 순천1, 순천5, 곡성1, 곡성2, 곡성5, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 해남1, 해남2
		경북	24	안동1, 안동2, 안동3, 안동5, 문경2, 문경4, 문경5, 봉화1, 봉화2, 봉화5, 포항1, 구미3, 구미4, 구미6, 구미7, 상주2, 상주4, 상주5, 상주6, 경주2, 김천1, 의성1, 의성4, 의성5
		경남	12	김해4, 사천3, 하동3, 합천2, 밀양1, 밀양2, 거창1, 거제3, 산청2, 양산1, 남해2, 의령3

<표 4-1> 계속

지하수위 변동폭(m)	개소수	광역시·도별 관측공		
2~4	96	인천	2	강화1, 강화3
		경기	16	평택1, 평택3, 평택4, 평택5, 이천1, 여주4, 파주1, 파주2, 파주3, 용인1, 가평1, 안성1, 안성3, 포천1, 포천2, 양주1
		강원	8	원주2, 춘천4, 평창3, 인제2, 강릉1, 강릉3, 강릉4, 철원1
		충북	6	괴산2, 영동3, 보은1, 보은2, 충주3, 충주4
		충남	10	아산1, 금산2, 금산3, 공주1, 공주2, 부여1, 부여4, 논산1, 청양3, 홍성2
		전북	9	부안1, 순창1, 순창2, 무주2, 남원1, 남원2, 익산1, 완주3, 임실1
		전남	14	무안4, 무안6, 보성2, 화순2, 영광4, 함평1, 함평6, 순천2, 순천3, 순천4, 곡성4, 고흥2, 고흥3, 고흥4
		경북	17	영천5, 영천6, 안동4, 문경1, 문경3, 봉화3, 봉화4, 포항3, 포항4, 포항5, 구미1, 구미2, 구미5, 김천2, 칠곡1, 칠곡2, 의성2
		경남	14	김해1, 김해2, 사천2, 하동2, 합천1, 거창2, 거제1, 창녕1, 창녕2, 창녕3, 산청1, 양산2, 남해3, 남해4
4 이상	65	경기	1	파주4
		강원	5	원주4, 원주6, 춘천1, 양양1, 철원2
		충북	1	제천2
		충남	2	아산3, 서천2
		전북	5	부안2, 정읍3, 진안2, 남원3, 익산3
		전남	8	무안3, 보성4, 화순4, 장흥2, 영광2, 함평5, 곡성3, 고흥1
		경북	20	영천1, 영천2, 영천3, 영천4, 청송1, 청송2, 청송3, 청송4, 군위1, 군위2, 포항2, 포항6, 상주1, 상주3, 경주1, 경주3, 경주4, 경주5, 의성3, 예천1
		경남	23	김해3, 진주1, 진주2, 진주3, 진주4, 진주5, 사천1, 하동1, 합천3, 합천4, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 거제2, 산청3, 산청4, 산청5, 남해1, 의령1, 의령2, 의령4, 의령5, 의령6

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

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음		중간	높음	매우높음
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
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, 양주1	평택1, 파주3			화성2
강원	원주1, 원주2, 원주3, 원주4, 원주5, 원주6, 원주7, 춘천1, 춘천2, 춘천3, 춘천4, 횡성1, 횡성2, 횡성4, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 평창1, 평창2, 평창3, 평창4, 양구1, 양구2, 화천1, 화천2, 고성1, 고성2, 인제2, 인제3, 인제4, 강릉1, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 양양1, 철원1, 철원2, 철원3, 철원4, 철원5	홍천5, 인제1	횡성3	삼척1	강릉2
충북	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 제천2, 괴산1, 괴산3, 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	괴산2			
충남	아산2, 아산3, 아산4, 아산5, 아산6, 금산1, 금산2, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6, 공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 부여1, 부여3, 부여4, 부여5, 논산2, 서천4, 보령2, 보령4, 보령5, 청양1, 청양2, 청양3, 홍성1, 홍성2, 홍성3, 홍성4, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5, 태안1, 태안2, 태안3	서산1	아산1, 논산1, 태안4	서천1	부여2, 서천2, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 서산2
전북	부안2, 정읍1, 정읍3, 정읍5, 정읍6, 순창1, 순창2, 순창3, 순창4, 순창5, 장수1, 장수2, 장수3, 고창1, 고창2, 고창3, 진안1, 진안2, 무주1, 무주2, 무주3, 남원1, 남원2, 남원3, 남원4, 남원5, 남원6, 익산1, 익산2, 익산4, 완주1, 완주2, 완주3, 임실1, 임실2, 임실3	부안1, 정읍2	익산3	정읍4	부안3, 부안4, 익산5
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

<표 4-2> (계속)

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음		중간	높음	매우높음
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
전남	무안3, 무안6, 무안8, 보성2, 보성3, 보성4, 보성5, 보성6, 장성1, 장성3, 장성4, 화순1, 화순2, 화순3, 화순4, 화순5, 장흥2, 장흥3, 장흥4, 영광2, 영광3, 영광5, 영광6, 영광7, 함평1, 함평3, 함평4, 함평6, 진도5, 순천2, 순천3, 순천5, 순천7, 곡성1, 곡성2, 곡성3, 곡성4, 곡성5, 곡성6, 고흥4, 해남1, 해남4, 해남6, 담양1, 담양2, 담양3, 담양4, 담양5	무안1, 무안2, 무안4, 장성2, 장성5, 화순6, 영광4, 진도2, 진도3,	보성1, 함평2, 진도1	무안5, 고흥2	무안7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 신도4, 순천1, 순천4, 순천6, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남2, 해남3, 해남5
경북	영천1, 영천2, 영천7, 상주1, 상주2, 상주4, 상주5, 상주6, 상주7, 상주8, 안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 안동6, 청송1, 청송2, 청송4, 청송5, 문경1, 문경2, 문경3, 문경4, 문경5, 봉화2, 봉화3, 봉화4, 봉화5, 봉화6, 군위1, 군위2, 군위3, 포항1, 포항2, 포항3, 포항4, 포항5, 포항6, 구미1, 구미2, 구미3, 구미4, 구미5, 구미7, 경주4, 경주5, 김천1, 김천2, 김천3, 칠곡2, 칠곡3, 의성1, 의성2, 의성3, 의성4, 의성5, 의성6, 의성7, 의성8, 의성9, 예천1, 청도1, 청도2, 청도3, 청도4	영천3, 영천4, 영천5, 청송3, 봉화1, 칠곡1	영천6, 상주3, 구미6, 경주2	경주3	경주1
경남	김해1, 김해2, 김해3, 진주1, 진주2, 진주3, 진주5, 진주6, 사천1, 사천2, 사천3, 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	진주4, 창녕1, 창녕4, 의령3, 의령4, 의령5, 함안1, 함안2, 함안3		창녕2	김해4, 사천4, 하동1, 하동3, 양산1
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

<표 4-3> 장기관측 자료의 추세변화가 발견되는 관측공

시도(개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
계	132개소	< -0.1	-0.1~-0.2	-0.2~-0.3	-0.3 <	< 30	30~50	50~70	70 <
경기(19)	김포1		○						
	김포3	○							
	남양주2	○							
	안성1	○							
	양주1		○						
	여주1	○							
	여주2	○							
	여주3	○							
	여주4	○							
	용인2	○							
	이천1	○							
	이천2	○							
	파주3					○			
	평택2		○						
	평택3	○							
	포천1	○							
	포천2	○							
	화성1	○							
	화성2	○				○			
강원(13)	강릉2					○			
	강릉3	○							
	강릉4	○							
	원주4	○							
	춘천1	○							
	춘천2	○							
	평창1	○							
	홍천2	○							
	홍천4					○			
	홍천5						○		
	화천1	○							
	횡성2	○							
	횡성3				○				

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
		< -0.1	-0.1~-0.2	-0.2~-0.3	-0.3 <	< 30	30~50	50~70	70 <
충북 (13)	보은1	○							
	보은2	○							
	영동1	○							
	영동3	○							
	옥천1	○							
	옥천2	○							
	옥천4	○							
	음성1	○							
	음성2	○							
	음성3		○						
	진천1	○							
	진천2	○							
	충주1	○							
충남 (12)	공주1	○							
	공주3	○							
	금산1	○							
	논산1	○							
	보령1								○
	보령3	○							
	서천2	○							
	아산2	○							
	아산3			○					
	청양1	○							
	청양2	○							
	청양3					○			

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
		< -0.1	-0.1~-0.2	-0.2~-0.3	-0.3 <	< 30	30~50	50~70	70 <
전북 (10)	고창2	○							
	남원3	○							
	부안1	○							
	부안2			○					
	완주1	○							
	완주2	○							
	익산2	○							
	장수1	○							
	정읍1	○							
	정읍3	○				○			
전남 (23)	고흥1			○					
	고흥2					○			
	무안2					○			
	무안3	○							
	무안4							○	
	무안5	○							
	무안6	○							
	보성2	○							
	순천1	○				○			
	신안1	○				○			
	영광1	○							
	영광2		○						
	영광4					○			
	장성1	○							
	장성2							○	
	장흥1	○							
	장흥2		○						
	장흥3	○							
	진도1	○							
	함평2	○							○
	함평3					○			
	함평5	○							
	화순2	○							

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
		< -0.1	-0.1~-0.2	-0.2~-0.3	-0.3 <	< 30	30~50	50~70	70 <
경북 (20)	경주2								○
	경주5	○							
	군위2					○			
	문경1					○			
	봉화1					○			
	봉화5	○							
	상주1	○							
	상주2	○							
	상주3	○							
	안동1	○							
	안동2	○							
	안동3	○							
	안동4	○							
	영천2	○							
	영천3		○						
	청송1	○				○			
	청송2		○						
	칠곡1		○						
	칠곡2	○							
	포항1	○							

<표 4-3> (계속)

시도 (개소)	관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
		< -0.1	-0.1~-0.2	-0.2~-0.3	-0.3 <	< 30	30~50	50~70	70 <
경남 (22)	거제1	○							
	거창1	○							
	김해1	○							
	김해3	○							
	남해3	○							
	밀양1	○							
	사천1			○			○		
	사천2	○				○			
	산청1	○							
	산청2	○							
	산청3	○				○			
	산청5		○						
	양산1	○				○			
	진주1	○				○			
	진주2		○						
	진주4					○			
	창녕1					○			
	창녕2	○							○
	창녕3	○							
	하동1	○				○			
	하동2	○							
	합천3		○						

4.1.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입하여, 관측공 주변 지하수를 구분한 결과, 총 185개 기설 관측공에서 관심 109개소(24%), 주의 23개소(5%), 경계 11개소(2%) 및 심각 42개소(9%)로 나타났다(표 4-4).

○ 지역별로는 전남이 40개소로 가장 많으며, 경남 32개소, 경북 27개소, 경기, 충남 각 20개소, 강원, 전북 각 16개소, 충북 14개소 순으로 구분된다.

· 경기(20) : 관심 16개소, 주의 3개소, 경계 0개소, 심각 1개소
· 강원(16) : 관심 12개소, 주의 1개소, 경계 1개소, 심각 2개소
· 충북(14) : 관심 13개소, 주의 1개소, 경계 0개소, 심각 0개소
· 충남(20) : 관심 8개소, 주의 3개소, 경계 2개소, 심각 7개소
· 전북(16) : 관심 10개소, 주의 1개소, 경계 2개소, 심각 3개소
· 전남(40) : 관심 10개소, 주의 5개소, 경계 4개소, 심각 21개소
· 경북(27) : 관심 18개소, 주의 6개소, 경계 1개소, 심각 2개소
· 경남(32) : 관심 22개소, 주의 3개소, 경계 1개소, 심각 6개소

○ '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 전기전도도가 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	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(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
계	185개소					
경기 (20)	화성1	수위감소				관심
	화성2	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	평택1	나트륨				관심
	평택2		수위감소			주의
	평택3	수위감소				관심
	이천1	수위감소				관심
	이천2	수위감소				관심
	김포1		수위감소			주의
	김포3	수위감소				관심
	여주1	수위감소				관심
	여주2	수위감소				관심
	여주3	수위감소				관심
	여주4	수위감소				관심
	파주3	나트륨 전도도증가				관심
	용인2	수위감소				관심
	안성1	수위감소				관심
	남양주2	수위감소				관심
	포천1	수위감소				관심
	포천2	수위감소				관심
	양주1		수위감소			주의
강원 (17)	원주4	수위감소				관심
	춘천1	수위감소				관심
	춘천2	수위감소				관심
	횡성2	수위감소				관심
	횡성3		나트륨		수위감소	심각
	홍천2	수위감소				관심
	홍천4	전도도증가				관심
	홍천5	나트륨	전도도증가			주의
	평창1	수위감소				관심
	화천1	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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
강원 (17)	인제1	나트륨				관심
	강릉1	전도도증가				관심
	강릉2				나트륨	심각
	강릉3	수위감소				관심
	강릉4	수위감소				관심
	삼척1			나트륨		경계
충북 (14)	음성1	수위감소				관심
	음성2	수위감소				관심
	음성3		수위감소			주의
	괴산2	나트륨				관심
	진천1	수위감소				관심
	진천2	수위감소				관심
	옥천1	수위감소				관심
	옥천2	수위감소				관심
	옥천4	수위감소				관심
	영동1	수위감소				관심
	영동3	수위감소				관심
	보은1	수위감소				관심
	보은2	수위감소				관심
	충주1	수위감소				관심
충남 (20)	아산1		나트륨			주의
	아산2	수위감소				관심
	아산3			수위감소		경계
	금산1	수위감소				관심
	공주1	수위감소				관심
	공주3	수위감소				관심
	부여2				나트륨	심각
	논산1	수위감소	나트륨			주의

<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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
충남 (20)	서천1			나트륨		경계
	서천2	수위감소			나트륨	심각
	서천3				나트륨	심각
	보령1				나트륨 전도도증가	심각
	보령3	수위감소			나트륨	심각
	보령6				나트륨	심각
	청양1	수위감소				관심
	청양2	수위감소				관심
	청양3	전도도증가				관심
	태안4		나트륨			주의
	서산1	나트륨				관심
	서산2				나트륨	심각
전북 (16)	부안1	나트륨 수위감소				관심
	부안2(신)			수위감소		경계
	부안3				나트륨	심각
	부안4				나트륨	심각
	정읍1	수위감소				관심
	정읍2	나트륨				관심
	정읍3	수위감소 전도도증가				관심
	정읍4			나트륨		경계
	장수1	수위감소				관심
	고창2	수위감소				관심
	남원3	수위감소				관심
	익산2	수위감소				관심
	익산3		나트륨			주의

<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(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전북 (16)	익산5				나트륨	심각
	완주1	수위감소				관심
	완주2	수위감소				관심
전남 (40)	무안1	나트륨				관심
	무안2	나트륨 전도도증가				관심
	무안3	수위감소				관심
	무안4	나트륨		전도도증가		경계
	무안5	수위감소		나트륨		경계
	무안6	수위감소				관심
	무안7				나트륨	심각
	보성1		나트륨			주의
	보성2	수위감소				관심
	장성1	수위감소				관심
	장성2		나트륨	전도도증가		경계
	장성5		나트륨			주의
	화순2	수위감소				관심
	화순6	나트륨				관심
	장흥1	수위감소			나트륨	심각
	장흥2		수위감소			주의
	장흥3	수위감소				관심
	영광1	수위감소			나트륨	심각
	영광2		수위감소			주의
	영광4	나트륨			수위감소	심각
	함평2	수위감소	나트륨		전도도증가	심각
	함평3	전도도증가				관심
	함평5	수위감소			나트륨	심각
	함평7				나트륨	심각
	신안1	수위감소 전도도증가			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(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
전남 (40)	진도1	수위감소	나트륨			주의
	진도4				나트륨	심각
	순천1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	순천4				나트륨	심각
	순천6				나트륨	심각
	고흥1			수위감소	나트륨	심각
	고흥2	전도도증가		나트륨		경계
	고흥3				나트륨	심각
	고흥5				나트륨	심각
	고흥6				나트륨	심각
	고흥7				나트륨	심각
	고흥8				나트륨	심각
	해남2				나트륨	심각
	해남3				나트륨	심각
	해남5				나트륨	심각
경북 (27)	영천2	수위감소				관심
	영천3	나트륨	수위감소			주의
	영천4	나트륨				관심
	영천5	나트륨				관심
	영천6		나트륨			주의
	안동1	수위감소				관심
	안동2	수위감소				관심
	안동3	수위감소				관심
	안동4	수위감소				관심
	청송1	수위감소 전도도증가				관심
	청송2		수위감소			주의
	청송3	나트륨				관심
	문경1	전도도증가				관심

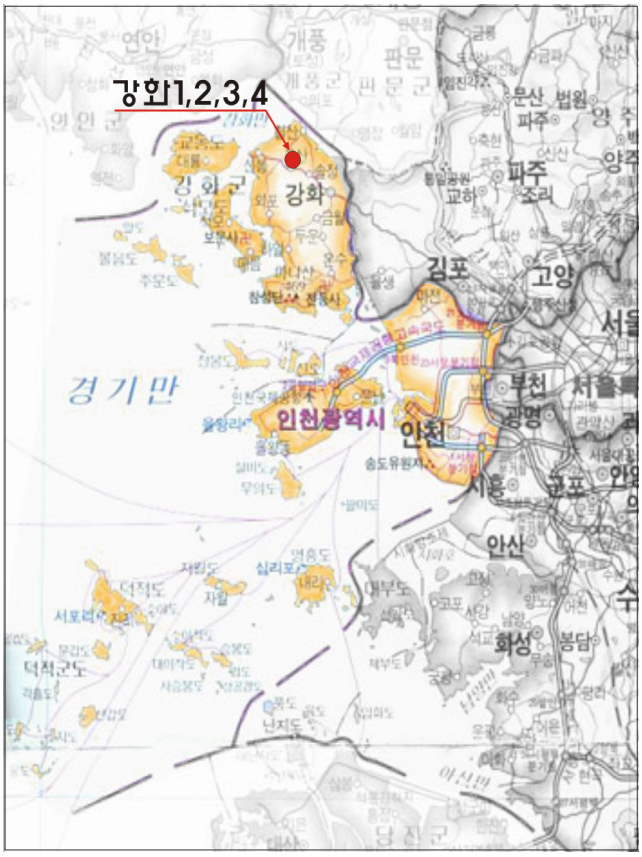
<표 4-4> (계속)

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(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경북 (27)	봉화1	나트륨 전도도증가				관심
	봉화5	수위감소				관심
	군위2	전도도증가				관심
	포항1	수위감소				관심
	구미6		나트륨			주의
	상주2	수위감소				관심
	상주3	수위감소	나트륨			주의
	상주4	수위감소				관심
	경주1				나트륨	심각
	경주2		나트륨		전도도증가	심각
	경주3			나트륨		경계
	경주5	수위감소				관심
	칠곡1	나트륨	수위감소			주의
	칠곡2	수위감소				관심
경남 (32)	김해1	수위감소				관심
	김해3	수위감소				관심
	김해4				나트륨	심각
	진주1	수위감소 전도도증가				관심
	진주2(신)		수위감소			주의
	진주4	나트륨 전도도증가				관심
	사천1		전도도증가	수위감소		경계
	사천2	수위감소 전도도증가				관심
	사천4				나트륨	심각
	하동1	수위감소			나트륨	심각
	하동2	수위감소				관심
	하동3				나트륨	심각
	합천3		수위감소			주의

<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(㎲/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
경남 (32)	밀양1	수위감소				관심
	거창1	수위감소				관심
	거제1	수위감소				관심
	창녕1	나트륨 전도도증가				관심
	창녕2	수위감소		나트륨	전도도증가	심각
	창녕3	수위감소				관심
	창녕4	나트륨				관심
	산청1	수위감소				관심
	산청2	수위감소				관심
	산청3	수위감소 전도도증가				관심
	산청5		수위감소			주의
	양산1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
	남해3	수위감소				관심
	의령3	나트륨				관심
	의령4	나트륨				관심
	의령5	나트륨				관심
	함안1	나트륨				관심
	함안2	나트륨				관심
	함안3	나트륨				관심

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 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 인천광역시 농촌지하수관리 관측망(3개소)의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 1개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 2개소

· 4 m 이상 변동 : -개소

<표 4-5> 인천광역시 관측공 지하수위 변동폭

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

나. 지하수 수질 적합성

○ 인천광역시 관측공 지하수 수질의 농어업용수로의 적합성을 살펴보고자 전기전도도와 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

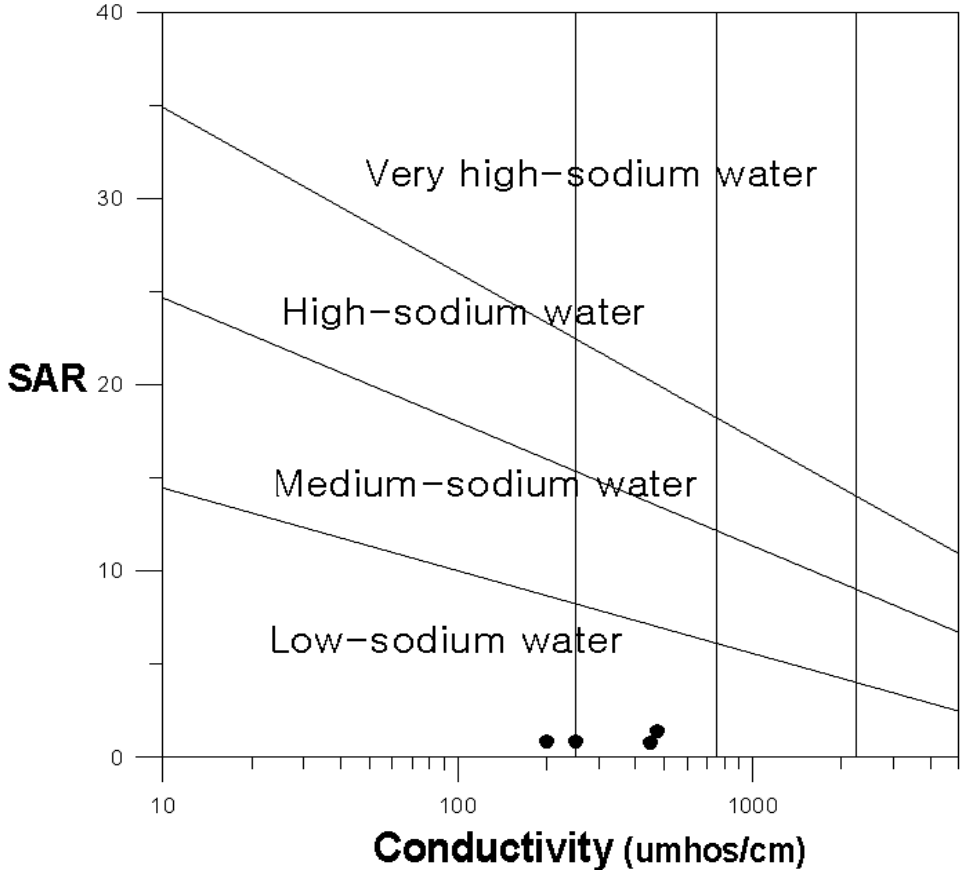
· 중간 나트륨 용수(Medium-sodium water) : 중간 정도

· 높은 나트륨 용수(High-sodium water) : 높음

· 매우 높은 나트륨 용수(Very higy-sodium water) : 매우 높음

○ 인척광역시 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 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
관측공	강화1, 강화2, 강화3, 강화4				
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

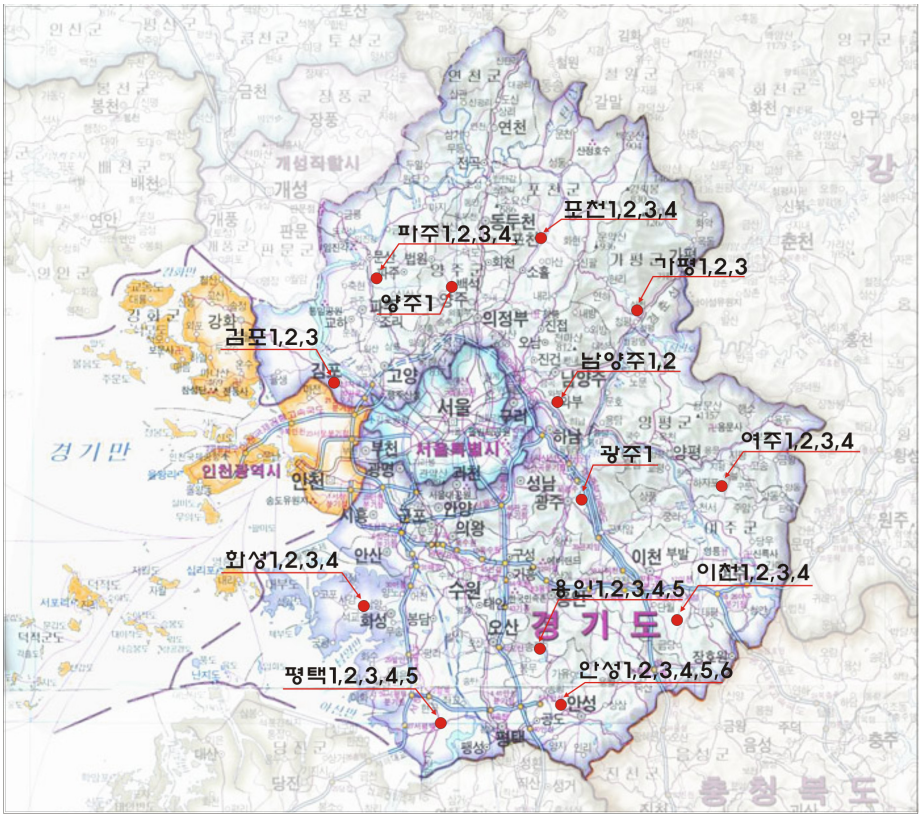
○ 경기도 지하수 관측공 장기관측 자료의 추세를 분석하여 지하수위 저하, 전기전도도 상승 변화를 나타낸 관정을 기록하였다.

○ 총 3개소 기설관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되지 않았다.

4.2.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 4개 기설 관측공에서 특이사항이 나타나지 않았다.

4.3 경기도



<그림 4-3> 경기도 농촌지하수관리 관측망

4.3.1. 설치운영 현황 : 13시군 47개소 관측공 설치 운영

4.3.2. 시·군 별 관측공 수

개소	화성	평택	이천	포천	양주	남양주
47	화성1, 화성2 화성3, 화성4	평택1, 평택2 평택3, 평택4 평택5	이천1, 이천2 이천3, 이천4	포천1, 포천2, 포천3, 포천4	양주1	남양주1, 남양주2
	광주	**김포**	**여주**	**파주**	**용인**	**가평**	**안성**
	광주1	김포1 김포2 김포3	여주1, 여주2, 여주3, 여주4	파주1, 파주2 파주3, 파주4	용인1, 용인2, 용인3, 용인4, 용인5, 용인6	가평1 가평2 가평3	안성1, 안성2, 안성3, 안성4 안성5, 안성6

4.3.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 경기도 내 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 변동폭은 대부분 2 m 미만(총 40개소 중 23개소)이다.

○ 경기도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 23개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 16개소

· 4 m 이상 변동 : 1개소

<표 4-7> 경기도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	23	화성1, 화성2, 화성3, 화성4, 평택2, 이천2, 이천3, 이천4, 광주1, 김포1, 김포2, 김포3, 여주1, 여주2, 여주3, 용인2, 용인3, 가평2, 가평3, 안성2, 안성4, 남양주1, 남양주2
2 ~ 4	16	평택1, 평택3, 평택4, 평택5, 이천1, 여주4, 파주1, 파주2, 파주3, 용인1, 가평1, 안성1, 안성3, 포천1, 포천2, 양주1
4 이상	1	파주4

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

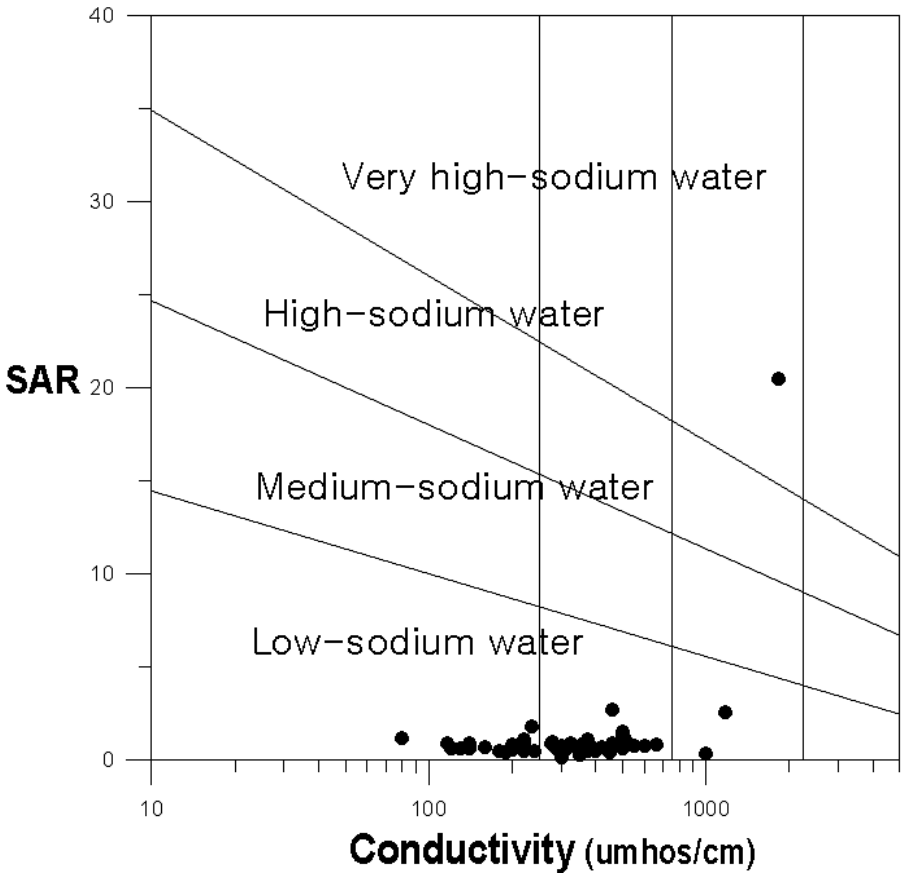
· 높은 나트륨 용수(High-sodium water) : 높음

· 매우 높은 나트륨 용수(Very higy-sodium water) : 매우 높음

○ 경기도 농촌지하수관리 관측망(47개소)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 4-8> 경기도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/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, 포천1, 포천2, 포천3, 포천4, 양주1	평택1, 파주3			화성2
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 경기도 지하수 관측공 장기관측 자료의 추세를 분석하여 지하수위 저하, 전기전도도 상승 변화를 나타낸 관정을 기록하였다.

○ 총 19개소 기설관정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하 추세만 관측되는 17개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 1개소, 그리고 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 1개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 17개소

· 전기전도도 증가 : 1개소

· 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 1개소

<표 4-9> 경기도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
19개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
김포1		○						
김포3	○							
남양주2	○							
안성1	○							
양주1		○						
여주1	○							
여주2	○							
여주3	○							
여주4	○							
용인2	○							
이천1	○							
이천2	○							
파주3					○			
평택2		○						
평택3	○							
포천1	○							
포천2	○							
화성1	○							
화성2	○				○			

4.3.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 20개 관측공에서 관심 16개소, 주의 3개소, 심각 1개소로 나타났다.

○ '주의' 지역인 평택2, 김포1, 양주1 관측공 주변 지하수는 지속적으로 수위가 감

소하는 지역으로 이용 시, 관정별 과잉양수를 자제하고, 타 수자원을 공동으로 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

○ ‘심각’으로 나타난 화성2 관측공 주변 지하수는 높은 나트륨 흡착율로 인해 용수이용을 자재하고, 타 수자원을 공동으로 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-10> 경기도 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% <	
47개소					
화성1	수위감소				관심
화성2	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
화성3					
화성4					
평택1	나트륨				관심
평택2		수위감소			주의
평택3	수위감소				관심
평택4					
평택5					
이천1	수위감소				관심
이천2	수위감소				관심
이천3					
이천4					
광주1					
김포1		수위감소			주의
김포2					
김포3	수위감소				관심
여주1	수위감소				관심
여주2	수위감소				관심
여주3	수위감소				관심
여주4	수위감소				관심
파주1					
파주2					
파주3	나트륨 전도도증가				심각
파주4					

<표 4-10> 계속

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% <	
47 개소					
용인1					
용인2	수위감소				관심
용인3					
용인4					
용인5					
용인6					
가평1					
가평2					
가평3					
안성1	수위감소				관심
안성2					
안성3					
안성4					
안성5					
안성6					
남양주1					
남양주2	수위감소				관심
포천1	수위감소				관심
포천2	수위감소				관심
포천3					
포천4					
양주1	수위감소				주의

4.4 강원도

<그림 4-5> 강원도 농촌지하수관리 관측망

4.4.1. 설치운영 현황 : 13시군 46개소 관측공 설치 운영

4.4.2. 시·군 별 관측공 수

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

4.4.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 강원도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 변동폭은 대부분 2 m 미만(총 38개소 중 25개소)이다.

○ 강원도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 25개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 8개소

· 4 m 이상 변동 : 5개소

<표 4-11> 강원도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	25	원주1, 원주3, 원주5, 춘천2, 춘천3, 횡성1, 횡성2, 횡성3, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 홍천5, 평창1, 평창2, 양구1, 양구2, 화천1, 화천2, 고성1, 고성2, 인제1, 강릉2, 삼척1, 철원3
2 ~ 4	8	원주2, 춘천4, 평창3, 인제2, 강릉1, 강릉3, 강릉4, 철원1
4 이상	5	원주4, 원주6, 춘천1, 양양1, 철원2

나. 지하수 수질 적합성

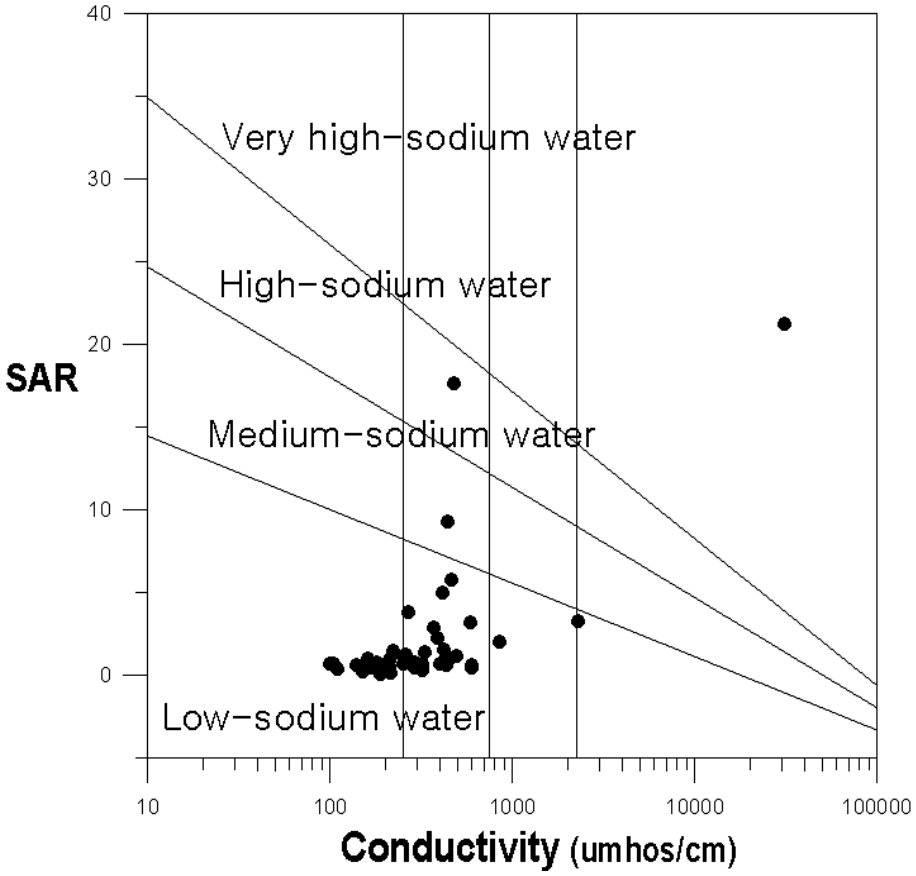
○ 강원도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 대부분의 관측공 주변 지하수는 낮은 염도와 낮은 나트륨 흡착율 영역에 도시되었다.

○ 횡성3, 삼척1 관측공 주변 지하수의 경우 나트륨 흡착율이 높아 답작에 있어 각각 ‘주의’ 및 ‘경계’를 요하였으며, 시설원예농업 등 고품질 수질을 요구하는 농업에 활용이 불가능하였다.

○ 강릉2 관측공의 경우, 해수와 유사한 전기전도도와 매우 높은 나트륨 흡착율

을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 '심각' 단계에 위치하였다.

○ 강원도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 횡성3, 강릉2, 삼척1 관측공 주변 지하수를 제외하면 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 적은 것으로 나타났다.



<그림 4-6> 강원도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-12> 강원도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)						중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 µS/cm 이하					전기전도도 700 µS/cm 이상			
관측공	원주1, 원주2, 원주3, 원주4, 원주5, 원주6, 원주7, 춘천1, 춘천2, 춘천3, 춘천4, 횡성1, 횡성2, 횡성4, 홍천1, 홍천2, 홍천3, 홍천4, 평창1, 평창2, 평창3, 평창4, 양구1, 양구2, 화천1, 화천2, 고성1, 고성2, 인제2, 인제3, 인제4, 강릉1, 강릉3, 강릉4, 강릉5, 양양1, 철원1, 철원2, 철원3, 철원4, 철원5					홍천5, 인제1	횡성3	삼척1	강릉2
가뭄시 지하수활용	활용가능					주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 강원도 총 13개소 관측공에서 전기전도도 증가 및 수위 변화가 관찰되었다. 지하수위 저하만 관측되는 10개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 3개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 10개소

· 전기전도도 증가 : 3개소

<표 4-13> 강원도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
13개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
강릉2					○			
강릉3	○							
강릉4	○							
원주4	○							
춘천1	○							
춘천2	○							
평창1	○							
홍천2	○							
홍천4					○			
홍천5						○		
화천1	○							
횡성2	○							
횡성3				○				

4.4.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 17개 관측공에서 관심 13개소, 주의 1개소, 경계 1개소, 심각 2개소로 나타났다.

○ '주의' 지역인 홍천5 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 있어 주의가 요구된다.

○ '심각'으로 나타난 횡성3 관측공은 지하수위 감소 현상이 지속적으로 나타나고 있으므로 지속적인 수자원 관리가 필요하며, 강릉2 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다.

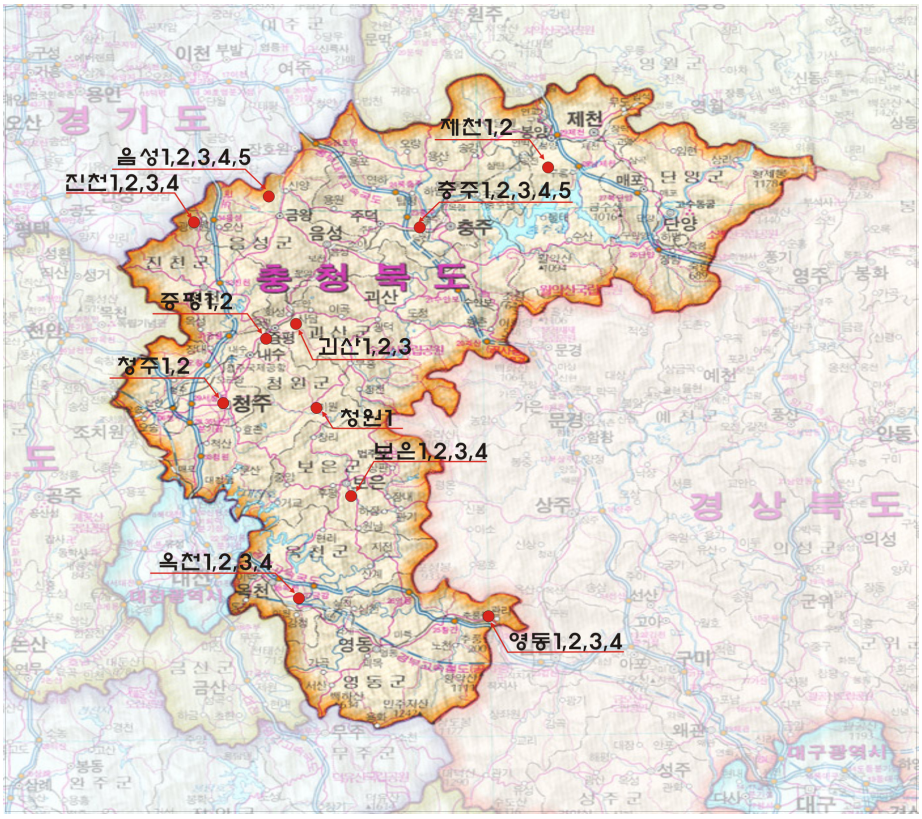
<표 4-14> 강원도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

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% <	
46개소					
원주1(신)					
원주2					
원주3					
원주4	수위감소				관심
원주5					
원주6					
원주7					
춘천1	수위감소				관심
춘천2	수위감소				관심
춘천3					
춘천4					
횡성1					
횡성2	수위감소				관심
횡성3		나트륨		수위감소	심각
횡성4					
홍천1					
홍천2	수위감소				관심
홍천3					
홍천4	전도도증가				관심
홍천5	나트륨	전도도증가			주의
평창1	수위감소				관심
평창2					
평창3					

<표 4-14> 계속

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% <	
46개소					
평창4					
양구1					
양구2					
화천1	수위감소				관심
화천2					
고성1					
고성2					
인제1	나트륨				관심
인제2					
인제3					
인제4					
강릉1	전도도증가				관심
강릉2				나트륨	심각
강릉3	수위감소				관심
강릉4	수위감소				관심
강릉5					
양양1					
삼척1			나트륨		경계
철원1					
철원2					
철원3					
철원4					
철원5					

4.5 충청북도



<그림 4-7> 충청북도 농촌지하수관리 관측망

4.5.1. 설치운영 현황 : 16시군 35개소 관측공 설치 운영

4.5.2. 시·군 별 관측공 수

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

4.5.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 충청북도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동폭은 대부분 2 m 미만(총 35개소 중 22개소)이다.

○ 충청북도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 22개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 6개소

· 4 m 이상 변동 : 1개소

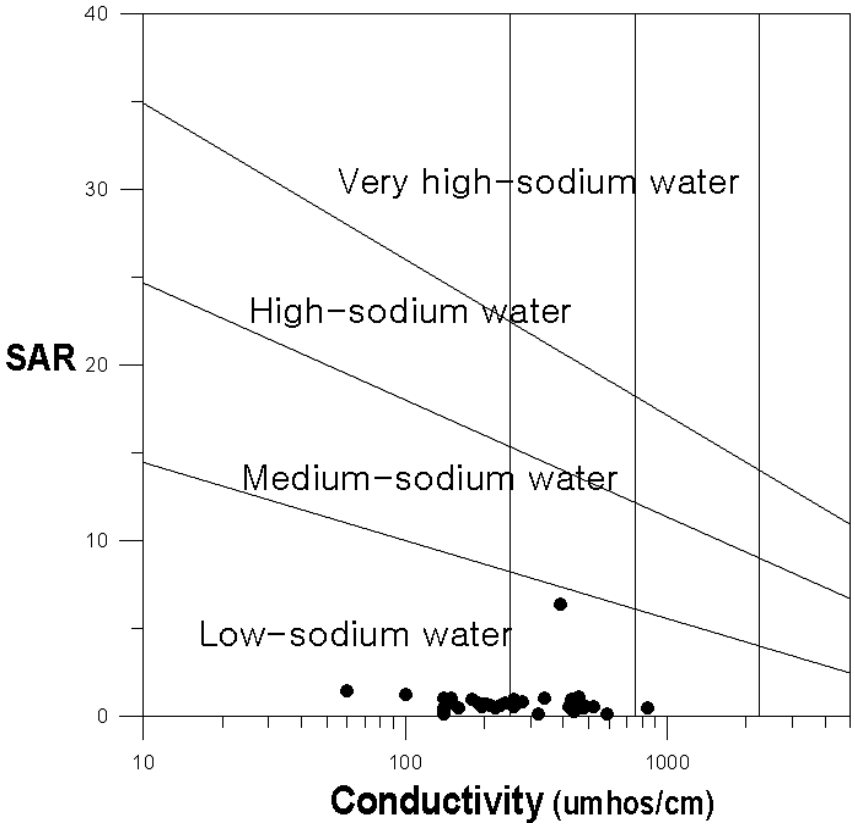
<표 4-15> 충청북도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	22	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 괴산1, 괴산3, 진천1, 진천2, 진천3, 증평1, 증평2, 옥천1, 옥천2, 옥천3, 옥천4, 영동1, 영동2, 청원1, 충주1, 충주2
2 ~ 4	6	괴산2, 영동3, 보은1, 보은2, 충주3, 충주4
4 이상	1	제천2

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 4-16> 충청북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
관측공	음성1, 음성2, 음성3, 음성4, 음성5, 제천1, 제천2, 괴산1, 괴산3, 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	괴산2			
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 충청북도 총 13개소 기설과정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하 추세만 관측되는 13개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 13개소

<표 4-17> 충청북도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
13개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
보은1	○							
보은2	○							
영동1	○							
영동3	○							
옥천1	○							
옥천2	○							
옥천4	○							
음성1	○							
음성2	○							
음성3		○						
진천1	○							
진천2	○							
충주1	○							

4.5.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 13개 관측공에서 관심 12개소, 주의 1개소로 나타났다.

○ ‘주의’ 지역인 음성3 관측공 주변 지하수는 지하수위 감소 현상이 지속적으로 나타나고 있으므로 지속적인 수자원 관리가 필요하다.

<표 4-18> 충청북도 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% <	
35개소					
음성1	수위감소				관심
음성2	수위감소				관심
음성3		수위감소			주의
음성4					
음성5					
제천1					
제천2					
괴산1					
괴산2	나트륨				관심
괴산3					
진천1	수위감소				관심
진천2	수위감소				관심
진천3					
진천4					
증평1					
증평2					

<표 4-18> 계속

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% <	
22 개소					
옥천1	수위감소				관심
옥천2	수위감소				관심
옥천3					
옥천4	수위감소				관심
영동1	수위감소				관심
영동2					
영동3	수위감소				관심
영동4					
보은1	수위감소				관심
보은2	수위감소				관심
보은3					
보은4					
청원1					
충주1	수위감소				관심
충주2					
충주3					
충주4					
청주1					
청주2					

4.6 충청남도

<그림 4-9> 충청남도 농촌지하수관리 관측망

4.6.1. 설치운영 현황 : 12시군 51개소 관측공 설치 운영

4.6.2. 시·군 별 관측공 수

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

4.6.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 충청남도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 최소, 최대값의 변동폭은 대부분 2 m 미만(총 35개소 중 23개소)이다.

○ 충청남도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 23개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 10개소

· 4 m 이상 변동 : 2개소

<표 4-19> 충청남도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	23	아산2, 아산4, 아산5, 금산1, 공주3, 부여2, 부여3, 논산2, 서천1, 보령1, 보령2, 보령3, 청양1, 청양2, 홍성1, 홍성3, 홍성4, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 태안1, 태안2
2 ~ 4	10	아산1, 금산2, 금산3, 공주1, 공주2, 부여1, 부여4, 논산1, 청양3, 홍성2
4 이상	2	아산3, 서천2

나. 지하수 수질 적합성

○ 충청남도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 논산1 및 태안4 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율에 속하여 관개용수로 이용 시 '주의' 를 요하였고, 서천1 관측공의 경우 '경계' 를 요하였다.

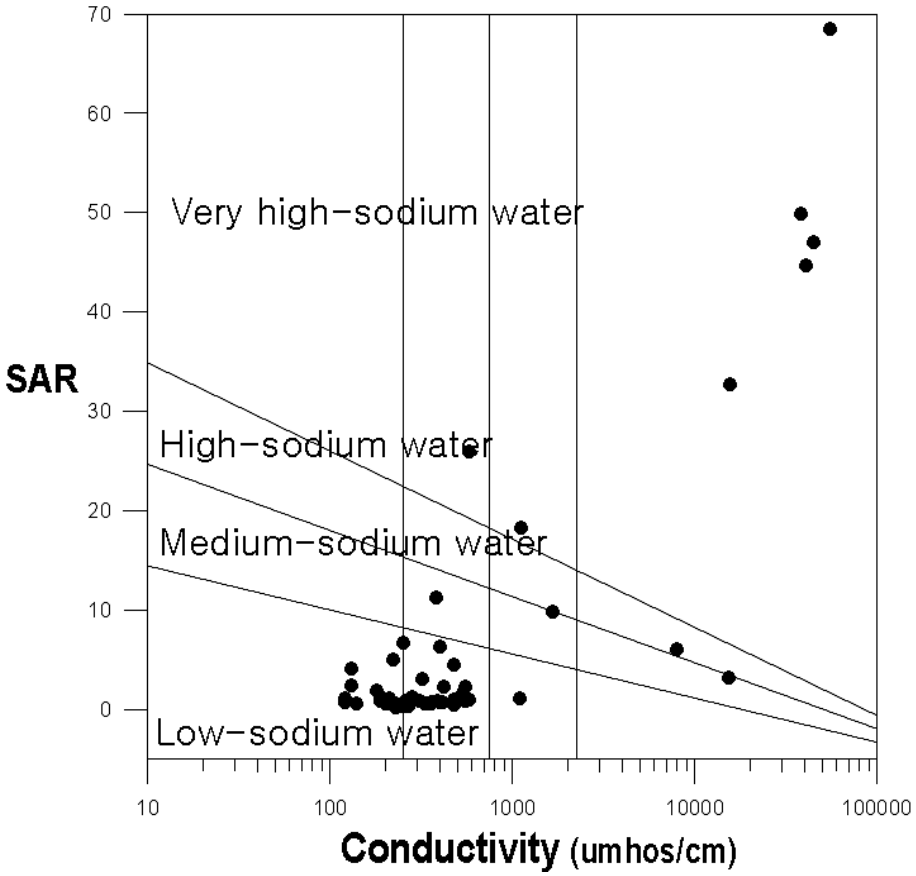
○ 아산1 관측공 주변 지하수의 경우, 염수가 유입되어 농업에 활용 불가능한 전기전도도를 보이며, 중간염도의 나트륨 흡착율에 속하여 '주의' 단계에

있다.

○ 또한, 부여2, 서천2 관측공의 경우, 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 '심각' 단계에 위치하였다.

○ 또한, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6 및 서산2 관측공의 경우, 해수와 유사한 전기전도도와 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 '심각' 단계에 위치하였다.

○ 충청남도 농촌지하수관리 관측망 주변의 11개소(아산1, 논산1, 태안4, 서천1, 부여2, 서천2, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6 및 서산2) 관측공 주변 지하수를 제외하면, 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-10> 충청남도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-20> 충청남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
관측공	아산2, 아산3, 아산4, 아산5, 아산6, 금산1, 금산2, 금산3, 금산4, 금산5, 금산6, 공주1, 공주2, 공주3, 공주4, 부여1, 부여3, 부여4, 부여5, 논산2, 서천4, 보령2, 보령4, 보령5, 청양1, 청양2, 청양3, 홍성1, 홍성2, 홍성3, 홍성4, 예산1, 예산2, 예산3, 예산4, 예산5, 태안1, 태안2, 태안3	서산1	아산1, 논산1, 태안4	서천1	부여2, 서천2, 서천3, 보령1, 보령3, 보령6, 서산2
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 충청남도 총 12개소 기설과정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하가 관측되는 10개소, 전기전도도 증가가 관측되는 2개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 10개소

· 전기전도도 증가 : 2개소

<표 4-21> 충청남도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
12개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
공주1	○							
공주3	○							
금산1	○							
논산1	○							
보령1								○
보령3	○							
서천2	○							
아산2	○							
아산3			○					
청양1	○							
청양2	○							
청양3					○			

4.6.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각' 을 도입한 결과, 총 20개 관측공에서 관심 8개소, 주의 3개소, 경계 2개소, 심각 7개소로 나타났다.

○ '주의' 지역인 아산1, 논산1, 태안4 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다.

○ '경계' 로 나타난 아산3 관측공은 지하수위 감소 현상이 지속적으로 나타나고 있으므로 지속적인 수자원 관리가 필요하며, 서천1 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다.

○ '심각'으로 나타난 부여2, 서천2, 서천3, 보령3, 보령6, 서산2 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.

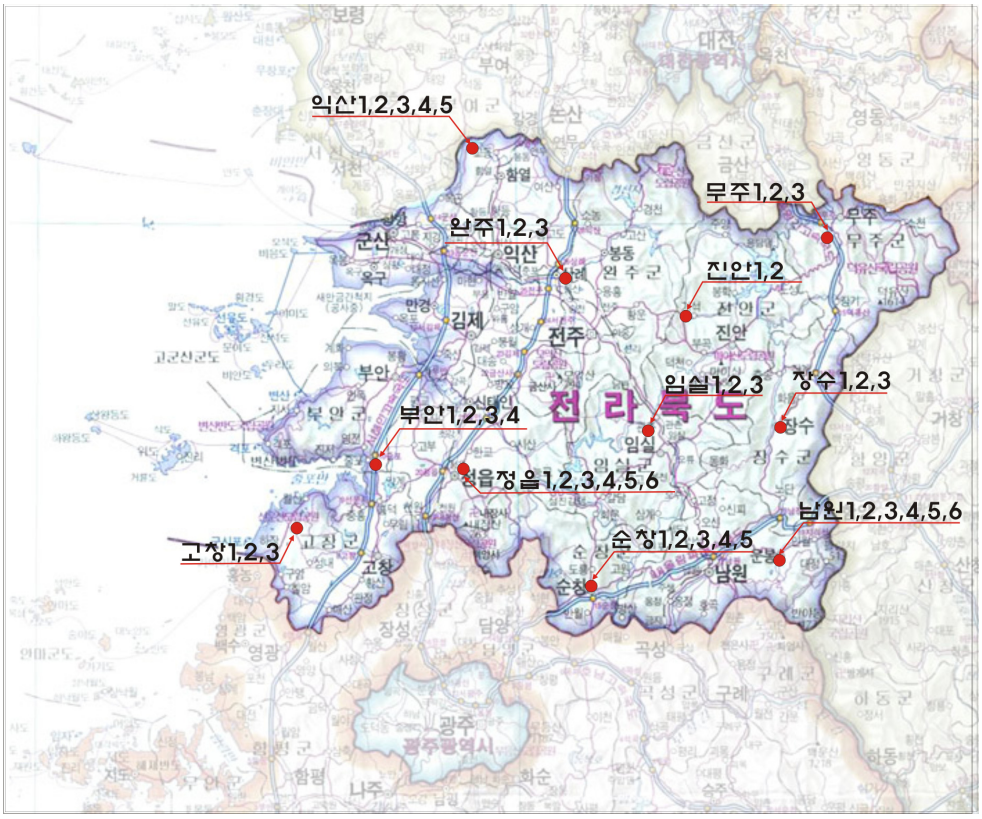
<표 4-22> 충청남도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

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% <	
51 개소					
아산1		나트륨			주의
아산2	수위감소				관심
아산3			수위감소		경계
아산4					
아산5					
아산6					
금산1	수위감소				관심
금산2					
금산3					
금산4					
금산5					
금산6					
공주1	수위감소				관심
공주2					
공주3	수위감소				관심
공주4					
부여1					
부여2				나트륨	심각
부여3					
부여4					
부여5					
논산1	수위감소	나트륨			주의
논산2					경계
서천1			나트륨		
서천2	수위감소			나트륨	심각

<표 4-22> 계속

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% <	
51 개소					
서천3				나트륨	심각
서천4					
보령1				나트륨 전도도증가	심각
보령2					
보령3	수위감소			나트륨	심각
보령4					
보령5					
보령6				나트륨	심각
청양1	수위감소				관심
청양2	수위감소				관심
청양3	전도도증가				관심
홍성1					
홍성2					
홍성3					
홍성4					
예산1					
예산2					
예산3					
예산4					
예산5					
태안1					
태안2					
태안3					
태안4		나트륨			주의
서산1	나트륨				관심
서산2				나트륨	심각

4.7 전라북도



<그림 4-11> 전라북도 농촌지하수관리 관측망

4.7.1. 설치운영 현황 : 11지구 43개소 관측공 설치 운영

4.7.2. 시·군 별 관측공 수

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

4.7.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 전라북도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 최소, 최대값의 변동폭은 대부분 2 m 이하(30개소 중 16개소)이다.

○ 전라북도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 16개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 9개소

· 4 m 이상 변동 : 5개소

<표 4-23> 전라북도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	16	부안3, 부안4, 정읍1, 정읍2, 정읍4, 정읍5, 정읍6, 순창3, 장수1, 고창1, 고창2, 진안1, 무주1, 익산2, 완주1, 완주2
2 ~ 4	9	부안1, 순창1, 순창2, 무주2, 남원1, 남원2, 익산1, 완주3, 임실1
4 이상	5	부안2, 정읍3, 진안2, 남원3, 익산3

나. 지하수 수질 적합성

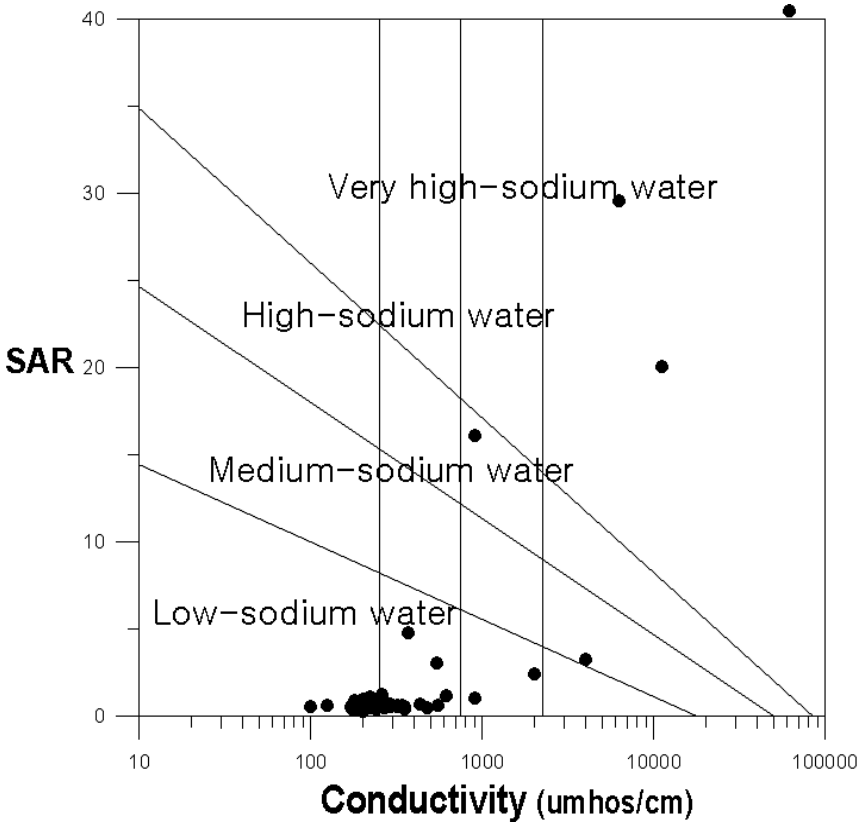
○ 전라북도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 익산3 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율에 속하여 관개용수로 이용 시 '주의'를 요하였고, 정읍4 관측공의 경우 '경계'를 요하였다.

○ 부안1, 정읍2 관측공에는 염수가 유입되어 농업에 활용 불가능한 전기전도도를 보여 '주의' 단계에 있다.

○ 또한, 부안3, 부안4, 익산5 관측공의 경우, 해수와 유사한 전기전도도와 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 '심각' 단계에

위치하였다.

○ 전라북도 농촌지하수관리 관측망 주변의 5개소(익산3, 정읍4, 부안3, 부안4, 익산5) 관측공 주변 지하수를 제외하면, 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-12> 전라북도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-24> 전라북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 µS/cm 이하	전기전도도 700 µS/cm 이상			
관측공	부안2, 정읍1, 정읍3, 정읍5, 정읍6, 순창1, 순창2, 순창3, 순창4, 순창5, 장수1, 장수2, 장수3, 고창1, 고창2, 고창3, 진안1, 진안2, 무주1, 무주2, 무주3, 남원1, 남원2, 남원3, 남원4, 남원5, 남원6, 익산1, 익산2, 익산4, 완주1, 완주2, 완주3, 임실1, 임실2, 임실3	부안1, 정읍2	익산3	정읍4	부안3, 부안4, 익산5
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 전라북도 총 10개소 관측공에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하만 관측되는 9개소, 전기전도도 증가 및 지하수위 저하가 동시에 관측되는 1개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 9개소

· 전기전도도 증가 및 지하수위 저하 : 1개소

<표 4-25> 전라북도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
10개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
고창2	○							
남원3	○							
부안1	○							
부안2			○					
완주1	○							
완주2	○							
익산2	○							
장수1	○							
정읍1	○							
정읍3	○				○			

4.7.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계 '관심-주의-경계-심각' 을 도입한 결과, 총 16개 기설 관측공에서 관심 10개소, 주의 1개소, 경계 2개소, 심각 3개소로 나타났다.

○ '주의' 및 '경계'지역인 익산3, 정읍4 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 답작에 있어 주의가 요구된다. '경계'지역인 부안2 관측공 주변 지하수는 지하수위 감소 현상이 지속적으로 나타나고 있으므로 지속적인 수자원 관리가 필요하다.

○ '심각'으로 나타난 부안3, 부안4, 익산5 관측공은 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율을 보여 주변 지하수 이용을 자제하고 타 수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

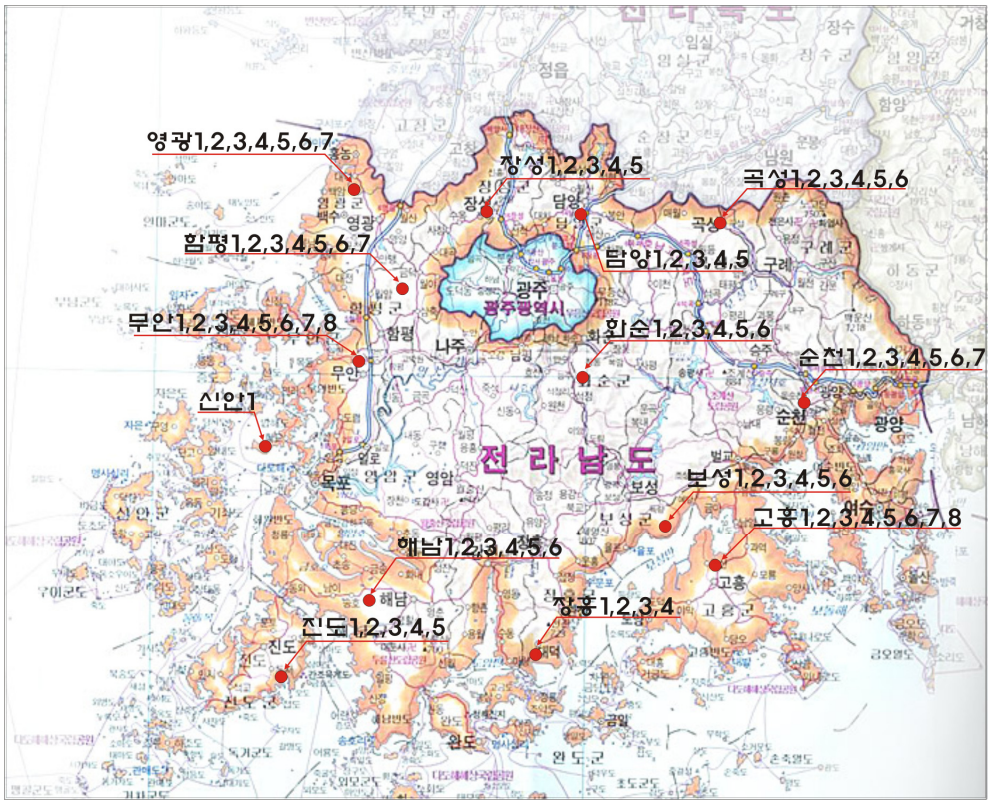
<표 4-26> 전라북도 농촌지하수관리 관측망 농촌지하수관리 단계 기준 적용 결과

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% <	
43 개소					
부안1	나트륨 수위감소				관심
부안2(신)			수위감소		경계
부안3				나트륨	심각
부안4				나트륨	심각
정읍1	수위감소				관심
정읍2	나트륨				관심
정읍3	수위감소 전도도증가				관심
정읍4			나트륨		경계
정읍5					
정읍6					
순창1					
순창2					
순창3					
순창4					
순창5					
장수1	수위감소				관심
장수2					
장수3					

<표 4-26> 계속

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% <	
243 개소					
고창1					
고창2	수위감소				관심
고창3					
진안1					
진안2					
무주1					
무주2					
무주3					
남원1					
남원2					
남원3	수위감소				관심
남원4					
남원5					
남원6					
익산1					
익산2	수위감소				관심
익산3		나트륨			주의
익산4					
익산5				나트륨	심각
완주1	수위감소				관심
완주2	수위감소				관심
완주3					
임실1					
임실2					
임실3					

4.8 전라남도



<그림 4-13> 전라남도 농촌지하수관리 관측망

4.8.1. 설치운영 현황 : 14지구 81개소 관측공 설치 운영

4.8.2. 시·군 별 관측공 수

개소	무안	보성	장성	화순	장흥	해남	영광
81	무안1, 무안2, 무안3, 무안4, 무안5, 무안6, 무안7, 무안8	보성1, 보성2, 보성3, 보성4, 보성5, 보성6	장성1, 장성2, 장성3, 장성4, 장성5	화순1, 화순2, 화순3, 화순4, 화순5, 화순6	장흥1, 장흥2, 장흥3, 장흥4	해남1, 해남2, 해남3, 해남4, 해남5, 해남6	영광1, 영광2, 영광3, 영광4, 영광5, 영광6, 영광7
	함평	**신안**	**진도**	**곡성**	**순천**	**고흥**	**담양**
	함평1, 함평2, 함평3, 함평4, 함평5, 함평6, 함평7	신안1	진도1, 진도2, 진도3, 진도4, 진도5	곡성1, 곡성2, 곡성3, 곡성4, 곡성5, 곡성6	순천1, 순천2, 순천3, 순천4, 순천5, 순천6, 순천7	고흥1, 고흥2, 고흥3, 고흥4, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8	담양1, 담양2, 담양3, 담양4, 담양5

4.8.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 전라남도 지하수위의 연간 최소, 최대값의 변동폭은 대부분 2 m 미만(62개소 중 40개소)이다.

○ 전라남도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 40개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 14개소

· 4 m 이상 변동 : 8개소

<표 4-27> 전라남도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	40	무안1, 무안2, 무안5, 무안7, 보성1, 보성3, 보성5, 장성1, 장성2, 장성3, 장성4, 장성5, 화순1, 화순3, 화순5, 장흥1, 장흥3, 장흥4, 영광1, 영광3, 영광5, 함평2, 함평3, 함평4, 신안1, 진도1, 진도2, 진도3, 진도4, 진도5, 순천1, 순천5, 곡성1, 곡성2, 곡성5, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 해남1, 해남2
2 ~ 4	14	무안4, 무안6, 보성2, 화순2, 영광4, 함평1, 함평6, 순천2, 순천3, 순천4, 곡성4, 고흥2, 고흥3, 고흥4
4 이상	8	무안3, 보성4, 화순4, 장흥2, 영광2, 함평5, 곡성3, 고흥1

나. 지하수 수질 적합성

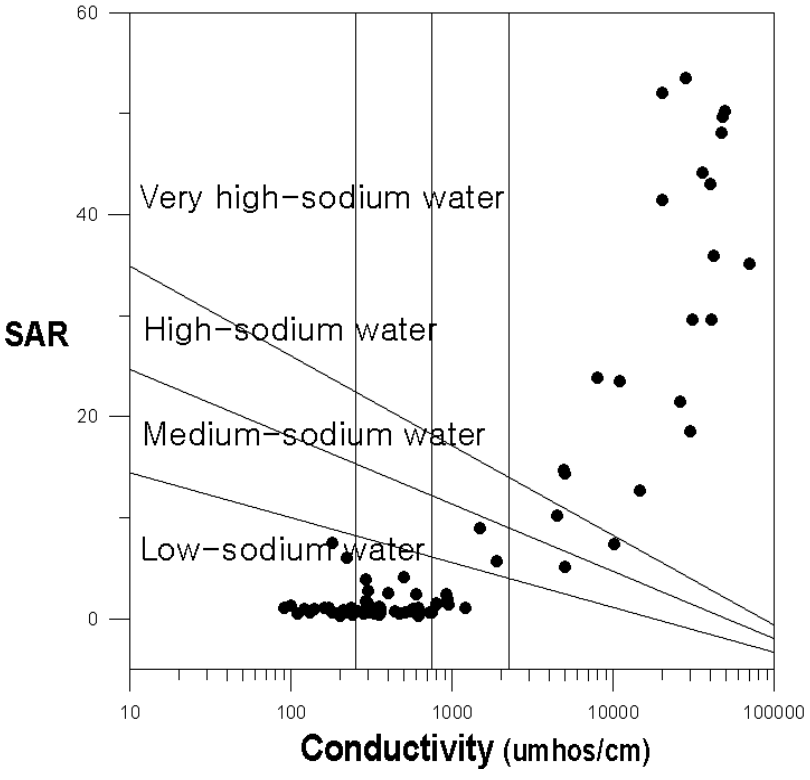
○ 전라남도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 보성1, 함평2, 진도1 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율과 일반적인 농업지역 지하수보다 상대적으로 높은 전기전도도를 보여 답작 활용에 '주의'를 요하였고, 시설원예 등 고품질의 수질을 요하는 농어업에는

활용이 불가능하였다.

○ 무안5, 고흥2 관측공 주변 지하수는 높은 전기전도도를 보임, 높은 나트륨 흡착율을 나타내어 관개용수로 이용 시 '경계'를 요하였다.

○ 무안7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천4, 순천6, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남2, 해남3, 해남5 관측공의 경우, 해수의 직접유입으로 매우 높은 나트륨 흡착율과 전기전도도를 보여 관개용수로서 활용이 불가능한 '심각' 단계에 있었다.

○ 전라남도 농촌지하수관리 관측망 주변의 24개소(보성1, 함평2, 진도1, 무안5, 고흥2, 무안7, 장흥1, 영광1, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천4, 순천6, 고흥1, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남2, 해남3, 해남5) 관측공 주변 지하수를 제외하면, 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다. 그러나 무안1 관측공 주변에서는 허가 양수량 내에서 지하수를 답작에만 적정하게 이용할 필요가 있다.



<그림 4-14> 전라남도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-28> 전라남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

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

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 전라남도 총 23개소 관측공에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하만 관측되는 15개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 5개소, 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 3개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 15개소

· 전기전도도 증가 : 5개소

· 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 3개소

<표 4-29> 전라남도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
23개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
고흥1			○					
고흥2					○			
무안2					○			
무안3	○							
무안4							○	
무안5	○							
무안6	○							

<표 4-29> 계속

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
23개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
보성2	○							
순천1	○				○			
신안1	○				○			
영광1	○							
영광2		○						
영광4					○			
장성1	○							
장성2							○	
장흥1	○							
장흥2		○						
장흥3	○							
진도1	○							
함평2	○							○
함평3					○			
함평5	○							
화순2	○							

4.8.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 40개 관측공에서 관심 10개소, 주의 5개소, 경계 4개소, 심각 21개소로 나타났다.

○ '주의' 지역인 보성1, 장성5, 진도1 관측공 주변 지하수는 토양의 나트륨 흡착율이 높게 나타났으므로, 지하수 대수층 보전을 실시해야 한며, 장흥2, 영광2 관측공 주변 지하수위 감소가 나타나므로 지속적인 관측이 필요하다.

○ '경계' 및 '심각'으로 나타난 무안4, 무안5, 무안7, 장성2, 장흥1, 영광1, 영광4, 함평2, 함평5, 함평7, 신안1, 진도4, 순천1, 순천4, 순천6, 고흥1, 고흥2, 고흥3, 고흥5, 고흥6, 고흥7, 고흥8, 해남2, 해남3, 해남5 주변 지하수는 나트륨 흡착율이 높거나, 전기전도도가 높고, 지하수위 저하가 발생하여 지하수 고갈우려가 있으므로, 가급적 지하수 이용을 자제하고 타수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-30> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
81 개소					
무안1	나트륨				관심
무안2	나트륨 전도도증가				관심
무안3	수위감소				관심
무안4	나트륨		전도도증가		경계
무안5	수위감소		나트륨		경계
무안6	수위감소				관심
무안7				나트륨	심각
무안8					
보성1		나트륨			주의
보성2	수위감소				관심
보성3					
보성4					
보성5					
보성6					
장성1	수위감소				관심
장성2		나트륨	전도도증가		경계
장성3					
장성4					
장성5		나트륨			주의
화순1					
화순2	수위감소				관심
화순3					
화순4					
화순5					
화순6	나트륨				관심

<표 4-30> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
81 개소					
장흥1	수위감소			나트륨	심각
장흥2		수위감소			주의
장흥3	수위감소				관심
장흥4					
영광1	수위감소			나트륨	심각
영광2		수위감소			주의
영광3					
영광4	나트륨			수위감소	심각
영광5					
영광6					
영광7					
함평1					
함평2	수위감소	나트륨		전도도증가	심각
함평3	전도도증가				관심
함평4					
함평5	수위감소			나트륨	심각
함평6					
함평7				나트륨	심각
신안1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
진도1	수위감소	나트륨			주의
진도2					
진도3					
진도4				나트륨	심각
진도5					

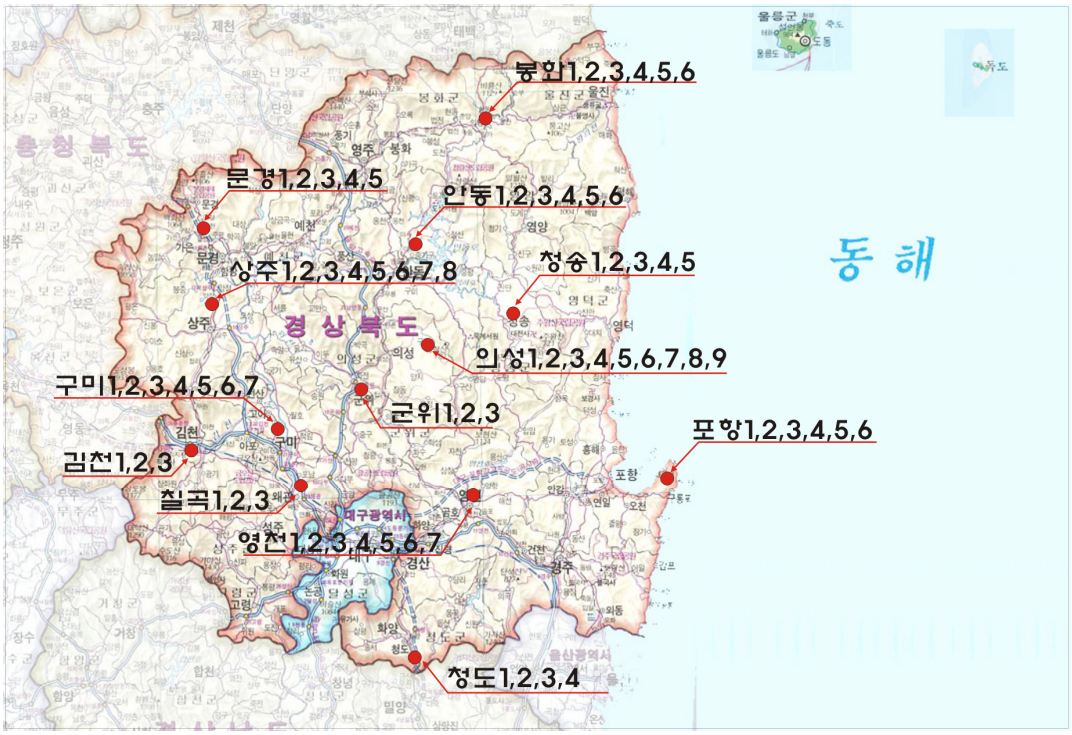
<표 4-30> 계속

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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
81 개소					
순천1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
순천2					
순천3					
순천4				나트륨	심각
순천5					
순천6				나트륨	심각
순천7					
곡성1					
곡성2					
곡성3					
곡성4					
곡성5					
곡성6					
고흥1			수위감소	나트륨	심각
고흥2	전도도증가		나트륨		경계
고흥3				나트륨	심각
고흥4					
고흥5				나트륨	심각
고흥6				나트륨	심각
고흥7				나트륨	심각
고흥8				나트륨	심각
해남1					
해남2				나트륨	심각
해남3				나트륨	심각
해남4					

<표 4-30> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
81 개소					
해남5				나트륨	심각
해남6					
담양1					
담양2					
담양3					
담양4					
담양5					

4.9 경상북도



<그림 4-15> 경상북도 농촌지하수관리 관측망

4.9.1. 설치운영 현황 : 15시군 78개소 관측공 설치 운영

4.9.2. 시·군 별 관측공 수

개소	영천	상주	안동	청송	문경	김천	칠곡
	영천1, 영천2, 영천3, 영천4, 영천5, 영천6, 영천7	상주1, 상주2, 상주3, 상주4, 상주5, 상주6, 상주7, 상주8	안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 안동6	청송1, 청송2, 청송3, 청송4, 청송5	문경1, 문경2, 문경3, 문경4, 문경5	김천1, 김천2, 김천3	칠곡1, 칠곡2, 칠곡3
78	**봉화**	**군위**	**포항**	**구미**	**경주**	**의성**	**예천** **청도**
	봉화1, 봉화2, 봉화3, 봉화4, 봉화5, 봉화6	군위1, 군위2, 군위3	포항1, 포항2, 포항3, 포항3, 포항5, 포항6	구미1, 구미2, 구미3, 구미4, 구미5, 구미6, 구미7	경주1, 경주2, 경주3, 경주4, 경주5	의성1, 의성2, 의성3, 의성4, 의성5, 의성6, 의성7, 의성8, 의성9	예천1 청도1, 청도2, 청도3, 청도4

4.9.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 경상북도 농촌지하수관리 관측망의 연간 지하수위 최소, 최대값의 변동폭은 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 24개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 17개소

· 4 m 이상 변동 : 20개소

<표 4-31> 경상북도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	24	안동1, 안동2, 안동3, 안동5, 문경2, 문경4, 문경5, 봉화1, 봉화2, 봉화5, 포항1, 구미3, 구미4, 구미6, 구미7, 상주2, 상주4, 상주5, 상주6, 경주2, 김천1, 의성1, 의성4, 의성5
2 ~ 4	17	영천5, 영천6, 안동4, 문경1, 문경3, 봉화3, 봉화4, 포항3, 포항4, 포항5, 구미1, 구미2, 구미5, 김천2, 칠곡1, 칠곡2, 의성2
4 이상	20	영천1, 영천2, 영천3, 영천4, 청송1, 청송2, 청송3, 청송4, 군위1, 군위2, 포항2, 포항6, 상주1, 상주3, 경주1, 경주3, 경주4, 경주5, 의성3, 예천1

나. 지하수 수질 적합성

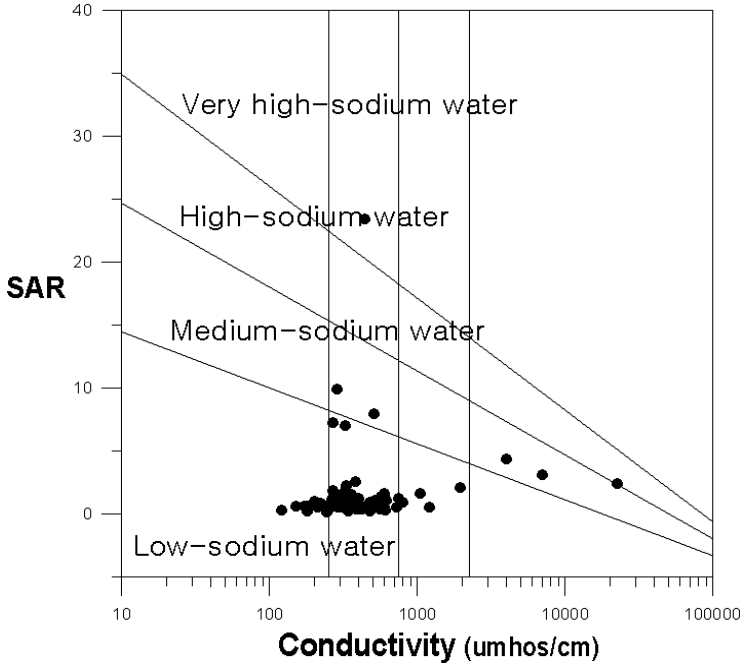
○ 경상북도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 영천6, 상주3, 구미6 관측공 주변 지하수는 중간염도의 나트륨 흡착율에 속하여 관개용수로 이용 시 '주의' 를 요하였다.

○ 그러나, 경주2, 경주3 관측공 주변 지하수는 일반적인 지하수의 전기전도도값보다 높게 나타났으며, 높은 나트륨 흡착율로 사용에 각각 '주의'와 '경계'를 요하였다.

○ 경주1 관측공 주변 지하수는 일반적인 지하수의 전기전도도 값을 나타내지만, 매우 높은 나트륨 흡착율을 나타내 답작에 '심각'을 요하였다.

○ 경상북도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 6개소 (영천6, 상주3, 구미6,

경주2, 경주3, 경주1)를 제외하면 대부분 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 없는 것으로 나타났다.



<그림 4-16> 경상북도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-32> 경상북도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
관측공	영천1, 영천2, 영천7, 상주1, 상주2, 상주4, 상주5, 상주6, 상주7, 상주8, 안동1, 안동2, 안동3, 안동4, 안동5, 안동6, 청송1, 청송2, 청송4, 청송5, 문경1, 문경2, 문경3, 문경4, 문경5, 봉화2, 봉화3, 봉화4, 봉화5, 봉화6, 군위1, 군위2, 군위3, 포항1, 포항2, 포항3, 포항4, 포항5, 포항6, 구미1, 구미2, 구미3, 구미4, 구미5, 구미7, 경주4, 경주5, 김천1, 김천2, 김천3, 칠곡2, 칠곡3, 의성1, 의성2, 의성3, 의성4, 의성5, 의성6, 의성7, 의성8, 의성9, 예천1, 청도1, 청도2, 청도3, 청도4	영천3, 영천4, 영천5, 청송3, 봉화1, 칠곡1	영천6, 상주3, 구미6, 경주2	경주3	경주1
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 경상북도 총 20개소 관측공에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하 추세만 관측되는 15개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 4개소, 지하수위 저하 추세와 전기전도도 증가 추세가 동시에 관측되는 1개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 15개소

· 전기전도도 증가 : 4개소

· 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 1개소

<표 4-33> 경상북도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
20개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
경주2								○
경주5	○							
군위2					○			
문경1					○			
봉화1					○			
봉화5	○							
상주1	○							
상주2	○							
상주3	○							
안동1	○							
안동2	○							
안동3	○							
안동4	○							
영천2	○							
영천3		○						
청송1	○				○			
청송2		○						
칠곡1		○						
칠곡2	○							
포항1	○							

4.9.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 27개 기설 관측공에서 관심 18개소, 주의 6개소, 경계 1개소, 심각 2개소로 나타났다.

○ '주의' 및 '경계' 지역인 영천6, 구미6, 상주3, 경주3 관측공 지역은 높은 나트륨 흡착율로 인해 답작에 있어 주의가 요구된다. 영천3, 청송2, 칠곡1 주변 관측공 지역은 지하수위 감소현상이 나타나므로 지하수 관정별 허가신고량을 준수하고, 지표오염물질 관리에 유의하여야 한다.

○ '심각' 지역인 경주1, 경주2 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 4-34> 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% <	
78 개소					
영천1					
영천2	수위감소				관심
영천3	나트륨	수위감소			주의
영천4	나트륨				관심
영천5	나트륨				관심
영천6		나트륨			주의
영천7					
안동1	수위감소				관심
안동2	수위감소				관심
안동3	수위감소				관심
안동4	수위감소				관심
안동5					
안동6					

<표 4-34> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
78 개소					
청송1	수위감소 전도도증가				관심
청송2	수위감소				주의
청송3	나트륨				관심
청송4					
청송5					
문경1	전도도증가				관심
문경2					
문경3					
문경4					
문경5					
봉화1	나트륨 전도도증가				관심
봉화2					
봉화3					
봉화4					
봉화5	수위감소				관심
봉화6					
군위1					
군위2	전도도증가				관심
군위3					
포항1	수위감소				관심
포항2					
포항3					
포항4					

<표 4-34> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
45 개소					
포항5					
포항6					
구미1					
구미2					
구미3					
구미4					
구미5					
구미6		나트륨			주의
구미7					
상주1					
상주2	수위감소				관심
상주3	수위감소	나트륨			주의
상주4	수위감소				관심
상주5					
상주6					
상주7					
상주8					
경주1				나트륨	심각
경주2		나트륨		전도도증가	심각
경주3			나트륨		경계
경주4					
경주5	수위감소				관심
김천1					
김천2					

<표 4-34> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
45 개소					
김천3					
칠곡1	나트륨	수위감소			주의
칠곡2	수위감소				관심
칠곡3					
의성1					
의성2					
의성3					
의성4					
의성5					
의성6					
의성7					
의성8					
의성9					
예천1					
청도1					
청도2					
청도3					
청도4					

4.10 경상남도

<그림 4-17> 경상남도 농촌지하수관리 관측망

4.10.1. 설치운영 현황 : 15시군 61개소 관측공 설치 운영

4.10.2. 시·군 별 관측공 수

개소	김해	진주	사천	하동	합천	의령	함양
61	김해1, 김해2, 김해3, 김해4	진주1, 진주2, 진주3, 진주4, 진주5, 진주6	사천1, 사천2, 사천3, 사천4	하동1, 하동2, 하동3, 하동4	합천1, 합천2, 합천3, 합천4	의령1, 의령2, 의령3, 의령4, 의령5, 의령6	함양1
	밀양	**거창**	**거제**	**창녕**	**산청**	**양산**	**남해**	**함안**
	밀양1, 밀양2, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 밀양6	거창1, 거창2, 거창3	거제1, 거제2, 거제3	창녕1, 창녕2, 창녕3, 창녕4, 창녕5	산청1, 산청2, 산청3, 산청4, 산청5	양산1, 양산2	남해1, 남해2, 남해3, 남해4	함안1, 함안2, 함안3, 함안4

4.10.3. 관측결과

가. 지하수위 변동 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 경상남도 농촌지하수관리 관측망의 지하수위 변동을 분석한 결과, 아래와 같은 결과를 보였다.

· 0 ~ 2 m 변동 : 12개소

· 2 ~ 4 m 변동 : 14개소

· 4 m 이상 변동 : 23개소

<표 4-35> 경상남도 관측공 지하수위 변동폭

지하수위 변동폭(m)	관측공 개소수	관측공 명
0 ~ 2	12	김해4, 사천3, 하동3, 합천2, 밀양1, 밀양2, 거창1, 거제3, 산청2, 양산1, 남해2, 의령3
2 ~ 4	14	김해1, 김해2, 사천2, 하동2, 합천1, 거창2, 거제1, 창녕1, 창녕2, 창녕3, 산청1, 양산2, 남해3, 남해4
4 이상	23	김해3, 진주1, 진주2, 진주3, 진주4, 진주5, 사천1, 하동1, 합천3, 합천4, 밀양3, 밀양4, 밀양5, 거제2, 산청3, 산청4, 산청5, 남해1, 의령1, 의령2, 의령4, 의령5, 의령6

나. 지하수 수질 적합성

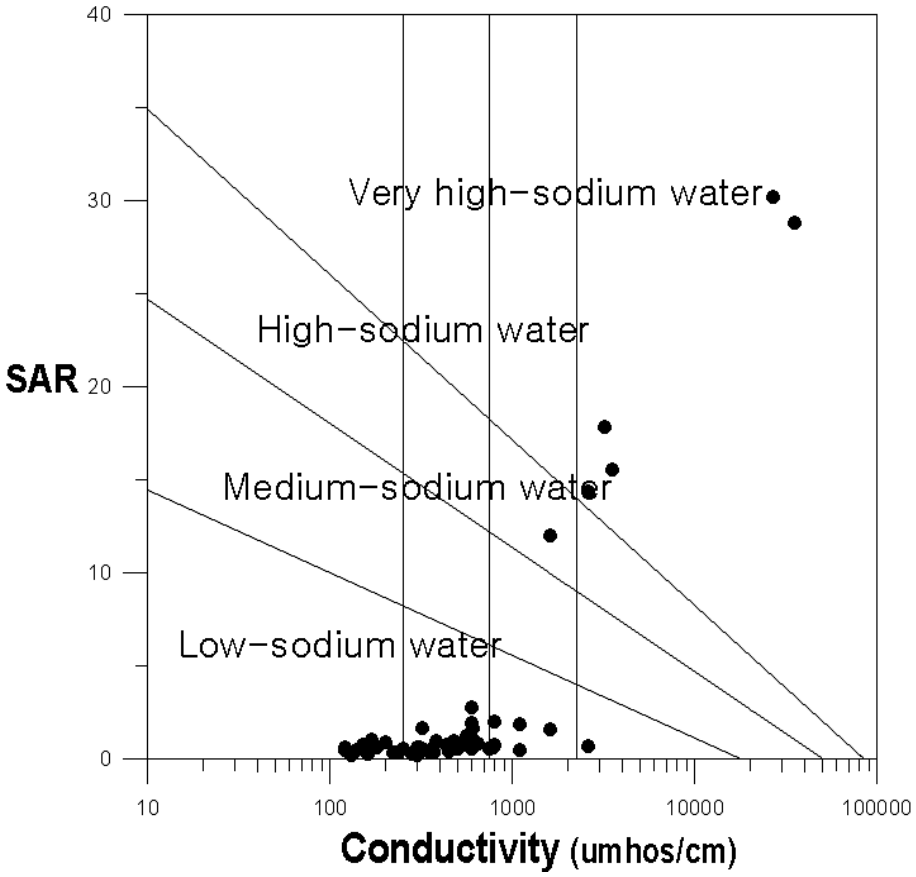
○ 경상남도 농촌지하수관리 관측망의 전기전도도와 나트륨 흡착율 분석을 실시한 결과, 대부분의 관측공 주변의 지하수는 낮은 염도와 낮은 나트륨 흡착율 영역에 도시되었다.

○ 그러나, 창녕2 관측공 주변 지하수는 높은 나트륨 흡착율에 속하여 관개용수로 이용 시 '경계'를 요하였다.

○ 또한 하동1, 하동3, 양산1 관측공 주변 지하수는 매우 높은 나트륨 흡착율, 김

해4, 사천4 관측공은 높은 나트륨 흡착율과 높은 전기전도도를 보여 관개용수로 이용 시 '심각'을 요하였다.

○ 경상남도 농촌지하수관리 관측망 주변의 지하수는 6개소(창녕2, 하동1, 하동3, 양산1, 김해4, 사천4) 관측공 주변 지하수를 제외하면 농업용 관개용수로 사용할 때 토양에 알칼리도와 염도 위해가 적은 것으로 나타났다.



<그림 4-18> 경상남도 지하수 수질 적합성 평가

<표 4-36> 경상남도 관측공 나트륨 흡착율과 전기전도도와의 상관관계

나트륨 흡착율 -전기전도도	낮음 (정상)		중간 (주의)	높음 (경계)	매우높음 (심각)
	전기전도도 700 μS/cm 이하	전기전도도 700 μS/cm 이상			
관측공	김해1, 김해2, 김해3, 진주1, 진주2, 진주3, 진주5, 진주6, 사천1, 사천2, 사천3, 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	진주4, 창녕1, 창녕4, 의령3, 의령4, 의령5, 함안1, 함안2, 함안3		창녕2	김해4, 사천4, 하동1, 하동3, 양산1
가뭄시 지하수활용	활용가능	주의요함		불가능 (신규개발도 규제)	

다. 추세 분석 결과 (※2018년 신규관측공 분석 제외)

○ 경상남도 총 22개소 기설과정에서 지하수위 저하, 전기전도도 증가가 관찰되었다. 지하수위 저하만 관측되는 14개소, 전기전도도 증가 추세만 관측되는 2개소, 지하수위 저하와 전기전도도 증가가 동시에 관측되는 6개소로 구분된다.

· 지하수위 저하 : 14개소

· 전기전도도 증가 : 2개소

· 지하수위 저하 및 전기전도도 증가 : 6개소

<표 4-37> 경상남도 관측자료 추세변화

관측공	지하수위 저하(m)				전기전도도 증가(μS/cm)			
22개소	< 1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0 <	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <
거제1	○							
거창1	○							
김해1	○							
김해3	○							
남해3	○							
밀양1	○							
사천1			○			○		
사천2	○				○			
산청1	○							
산청2	○							
산청3	○				○			
산청5		○						
양산1	○				○			
진주1	○				○			
진주2		○						
진주4					○			
창녕1					○			
창녕2	○							○
창녕3	○							
하동1	○				○			
하동2	○							
합천3		○						

4.10.4. 농촌지하수관리 단계 도입 결과

○ 농촌지하수관리 단계인 '관심-주의-경계-심각'을 도입한 결과, 총 32개 관측공에서 관심 22개소, 주의 3개소, 경계 1개소, 심각 6개소로 나타났다.

○ '주의' 및 '경계'로 나타난 진주2, 사천1, 합천3, 산청5 관측공 주변 지하수는 지하수 허가신고량 이내로 이용을 준수하고 외부오염원의 대수층 유입을 주의해야 한다.

○ '심각'으로 나타난 김해4, 사천4, 하동1, 하동3, 창녕2, 양산1 관측공 주변 지하수의 경우, 나트륨 흡착율 및 전기전도도가 높아 이용을 자제하고 타수자원을 이용하는 방안을 수립할 필요가 있다.

<표 4-38> 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% <	
61 개소					
김해1	수위감소				관심
김해2					
김해3	수위감소				관심
김해4				나트륨	심각
진주1	수위감소 전도도증가				관심
진주2(신)		수위감소			주의
진주3					
진주4	나트륨 전도도증가				관심
진주5					
진주6					
사천1		전도도증가 수위감소			경계

<표 4-38> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
61 개소					
사천2	수위감소 전도도증가				관심
사천3					
사천4				나트륨	심각
하동1	수위감소			나트륨	심각
하동2	수위감소				관심
하동3				나트륨	심각
하동4					
합천1(신)					
합천2					
합천3		수위감소			주의
합천4					
밀양1	수위감소				관심
밀양2					
밀양3					
밀양4					
밀양5					
밀양6					
거창1	수위감소				관심
거창2					
거창3					
거제1	수위감소				관심
거제2					
거제3					
창녕1	나트륨 전도도증가				관심
창녕2	수위감소		나트륨	전도도증가	심각

<표 4-38> 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(μS/cm)	< 10%	10~17.5%	17.5~25%	25% <	
61 개소					
창녕3	수위감소				관심
창녕4	나트륨				관심
창녕5					
산청1	수위감소				관심
산청2	수위감소				관심
산청3	수위감소 전도도증가				관심
산청4					
산청5		수위감소			주의
양산1	수위감소 전도도증가			나트륨	심각
양산2					
남해1					
남해2					
남해3	수위감소				관심
남해4					
의령1					
의령2					
의령3	나트륨				관심
의령4	나트륨				관심
의령5	나트륨				관심
의령6					
함안1	나트륨				관심
함안2	나트륨				관심
함안3	나트륨				관심
함안4					
함양1					

제5장 농촌지하수관리 관측망 자료를 활용한 지하수위 변화 분석

■ 전국 강수량 변화 분석

○ 기상청 전국 69개 관측소(제주도 4개소 제외)의 30년 평년 강수량은 각 도별로 1,148.2 ~ 1,502.7 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,327.1 ㎜의 값을 나타냄

○ 2017년 강수량은 광역시·도별로 851.0 ~ 1,136.3 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 974.6 ㎜의 값을 나타내 30년 평년값 대비 73.4%로 나타남.

○ 2018년 10월까지 전국 평균 강수량은 1,331.1 ㎜로 나타났으며, 도별 강수량 중 경기가 가장 낮은 1,127.7 ㎜로 나타났으며, 경남이 가장 많은 1,589.3 ㎜를 나타냄.

■ 전국 지하수위 변화 분석

○ 2017년까지 기설치된 관측공 374개소 중 2012년까지 설치된 110개 관측공에 대한 예년 대비 2018년 1월 ~ 2018년 10월까지 지하수위 변화 분석

○ 예년 대비 2018년 10월까지 지하수위는 광역시·도별로 -0.28(경북) ~ 0.67(전남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 -0.02 m의 값을 나타냄.

○ 2018년 10월까지 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 충남 8월의 -2.04 m이며, 최고는 경남 5월의 1.39 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 도서지역 4개소(백령도, 흑산도, 울릉도, 독도) 제외)

○ 우리나라 연평균 강수량은 1,277.4 ㎜(1978 ~ 2007년)(국토교통부, 2012)이나, 87개소의 30년 평균 강수량(1981 ~ 2010년)은 각 광역시·도별로 1,148.2 ~ 1,502.7 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,327.1 ㎜의 값을 나타냄

○ 광역시·도별 강수량은 경북이 가장 낮은 1,148.2 ㎜, 경남이 가장 많은 1,502.7

㎜로 나타남. 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 강원(1,390.0 ㎜), 전남(1,364.7 ㎜) 및 경남(1,502.7 ㎜)이며, 전국 평균 강수량보다 적은 도는 경기(1,310.2 ㎜), 충북(1,264.8 ㎜), 충남(1,310.2 ㎜), 전북(1,325.6 ㎜) 및 경북(1,148.2 ㎜)임

○ 특히 경북의 강수량이 전국 평균값에 대비하여 178.9 ㎜가 적고, 최대인 경남보다는 354.5 ㎜가 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 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,161.1 ㎜의 값을 나타내 30년 평년값 대비 87.5%로 나타남

○ 광역시·도별 강수량 중 경기가 가장 낮은 732.1 ㎜로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,571.2 ㎜를 나타냄. 2014년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전북(1,281.7 ㎜), 전남(1,381.7 ㎜), 및 경남(1,571.2 ㎜)이며, 전국 평균 강수량보다 적은 광역시·도는 경기(732.1 ㎜), 강원(1,007.7 ㎜), 충북(990.3 ㎜), 충남(1,068.0 ㎜) 및 경북(1,148.6 ㎜) 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 ㎜이고, 최고는 전남으로 +124.4 ㎜이며, 전국 평균은 -166.0 ㎜임

○ 전국 5개 광역시·도(경기(-578.1 ㎜). 강원(-382.4 ㎜), 충북(-274.4 ㎜), 충남(-242.3 ㎜) 및 전북(-43.9 ㎜))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 30년 평년값보다 많은 광역시·도는 3개 광역시·도(전남(124.4 ㎜), 경북(0.4 ㎜), 경남(68.5 ㎜))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 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 931.7 ㎜의 값을 나타내 30년 평년값 대비 70.2%로 나타나서 2014년에 비해 가뭄이 더욱 심한 경향을 나타냄

○ 광역시·도별 강수량 중 경기가 가장 낮은 753.3 ㎜로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,233.3 ㎜를 나타냄. 2015년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전남(1,233.2 ㎜) 및 경남(1,233.3 ㎜)의 2개 광역시·도에 불과하며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(753.3 ㎜), 강원(876.8 ㎜), 충북(786.7 ㎜), 충남(811.7 ㎜), 전북(931.6 ㎜) 및 경북(827.4 ㎜)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 ㎜이고, 최고는 전남으로 -131.6 ㎜이며, 전국 평균은 -395.3 ㎜임

○ 전국 8개 광역시·도에서 전부 30년 평년값보다 작은 강수량 값(경기(-556.9 ㎜). 강원(-513.3 ㎜), 충북(-478.1 ㎜), 충남(-498.5 ㎜), 전북(-394.1 ㎜), 전남(-131.6 ㎜), 경북(-320.8 ㎜), 경남(-269.4 ㎜))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 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,243.0 ㎜의 값을 나타내 30년 평년값 대비 93.7%로 나타남

○ 광역시·도별 강수량 중 경기가 가장 낮은 967.4 ㎜로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,730.8 ㎜를 나타냄. 2016년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 전북(1,253.7 ㎜), 전남(1,496.5 ㎜) 및 경남(1,730.8 ㎜)의 3개 광역시·도에 불과하며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(967.4 ㎜), 강원(1,127.5 ㎜), 충북(1,080.3 ㎜), 충남(1,067.2 ㎜), 및 경북(1,220.6 ㎜)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 ㎜이고, 최고는 경남으로 228.0 ㎜이며, 전국 평균은 -84.1 ㎜로 지역적인 편차가 심하게 나타남

○ 4개 광역시·도(경기(-342.8 ㎜). 강원(-262.5 ㎜), 충북(-184.4 ㎜), 충남(-243.1 ㎜) 및 전북(-71.9 ㎜))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 3개 광역시·도(전남(131.7 ㎜), 경북(72.4 ㎜), 경남(228.0 ㎜))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 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 974.6 ㎜의 값을 나타내 30년 평년값 대비 73.4%로 나타남

○ 광역시·도별 강수량 중 경북이 가장 낮은 851.0 ㎜로 나타나며, 충북이 가장 많은 1136.3 ㎜를 나타냄. 2017년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 경기(985.7 ㎜), 강원(1,098.8 ㎜), 충북(1,136.3 ㎜), 충남(1,032.5 mm)의 4개 광역시·도이며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 전북(949.0 ㎜), 전남(870.7 ㎜), 경북(851.0 ㎜), 경남(872.7 ㎜)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 ㎜이고, 최고는 충북으로 -128.5 ㎜이며, 전국 평균은 -352.5 ㎜로 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 광역시도는 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 10월까지 기상청 전국 90개 관측소(제주도 4개소 제외)의 강수량 분석

○ 2018년 10월까지 강수량은 광역시·도별로 1,127.7 ~ 1,589.3 ㎜의 값을 나타내며, 전국 평균은 1,331.1 ㎜의 값을 나타내 30년 평년값 대비 100.3%로 나타남

○ 광역시·도별 강수량 중 경기가 가장 낮은 1,127.7 ㎜로 나타나며, 경남이 가장 많은 1,589.3 ㎜를 나타냄. 2018년에 전국 평균 강수량보다 많은 광역시·도는 강원(1,378.2 mm), 전북(1,359.0 mm), 전남(1,391.8 mm) 및 경남(1,589.3 mm)의 4개 광역시·도이며, 전국 평균 강수량보다 낮은 지역은 경기(1,127.7 ㎜), 충북(1,291.5 ㎜), 충남(1,269.8 ㎜) 및 경북(1,241.5 mm)의 4개 광역시·도임

<표 5-10> 2018년 10월까지 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
계	1,127.7	1,378.2	1,291.5	1,269.8	1,359	1,391.8	1,241.5	1,589.3
전국 평균	1,331.1							

나. 2018년 전국 강수량 대비 평년 강수량 변화 분석

○ 2018년 10월까지 강수량 대비 30년 평년값의 차이를 분석해 본 결과, 최저는 경북으로 -93.3 ㎜이고, 최고는 경기로 182.5 ㎜이며, 전국 평균은 -4.1 ㎜로 지역적인 편차가 심하게 나타남

○ 1개 광역시·도(경기(-120.1 ㎜))에서 30년 평년값보다 적은 강수량 값이 나타났으며, 7개 광역시·도(강원(67.5 ㎜), 충북(95.0 ㎜), 충남(38.6 ㎜), 전북(117.0 mm), 전남(99.4 mm), 경북(164.6 mm), 경남(150.9 mm))에서는 30년 평년값보다 많게 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 10월까지 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
계	-120.1	67.5	95	38.6	117	99.4	164.6	150.9
전국 평균	76.6							

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 5-12> 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 5-13> 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 1 ~ 6월 지하수위 변화를 분석하였음

○ 예년 대비 2016년 지하수위는 광역시·도별로 -0.31(충북) ~ 1.36(경남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 0.11 m의 값을 나타냄

○ 전국 5개 광역시·도(경기(-0.16 m), 강원(-0.13 m), 충북(-0.31 m), 충남(-0.18 m), 경북(-0.16 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 3개 광역시·도(전북(0.22 m), 전남(0.27 m)경남(1.36 m))에서는 지하수위가 상승하는 것으로 나타남

○ 각 광역시·도에서 월별 지하수위 변화를 비교해보면, 최저 지하수위 하강은 충남 6월의 -0.77 m이며, 최고는 경남 4월의 1.62 m 상승으로 나타남

<표 5-14> 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 5-15> 2017년 10월까지 농촌지하수관리 관측망 전국 지하수위 변화 분석

2018년	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 10월까지 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 1 ~ 10월 지하수위 변화를 분석하였음

○ 예년 대비 2018년 10월까지 지하수위는 광역시·도별로 –0.28(경북) ~ 0.67(전남) m의 값을 나타내며, 전국 평균은 –0.02 m의 값을 나타냄

○ 전국 5개 광역시·도(충북(-0.25 m), 충남(-0.25 m), 전북(-0.05 m), 전남(-0.08 m), 경북(-0.28 m))에서 예년과 대비하여 지하수위가 하강하였으며, 3개 광역시·도(경기(0.06 m), 강원(0.04 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 5-16> 2018년 10월까지 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
평균	0.06	0.04	-0.25	-0.25	-0.05	-0.08	-0.28	0.67	-0.02
전국 평균	-0.02								

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, 이용불가**로 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, 이용불가**로 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 평

가에 이용되고, 내륙의 밭 관개용수로 사용 시 지표로도 활용되므로 농촌지하수관리 사업에서 참고자료로 제시

○ 수온변화는 대수층 환경변화를 지시하지만, 대부분 변화가 거의 없으므로 참고자료로만 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 (μS/㎝)	< 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 (μS/㎝)	< 10%	10%~-17.5%	17.5%~25%	> 25%

○ 지하수위 변화

- 설치이후 전년도까지 지하수위 평균을 계산하여, 당해연도 평균수위이 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, 2018, 지하수 통계연보 2017
3. 농어촌지하수넷, https://www.groundwater.or.kr
4. 농어촌진흥공사, 1998, 지하수 장기관측망 유지관리방안
5. 한국농어촌공사, 2018, 포천시 포동지구 농촌지하수관리 보고서
6. 한국농어촌공사, 2018, 영월군 영주지구 농촌지하수관리 보고서
7. 한국농어촌공사, 2018, 청주시 청남지구 농촌지하수관리 보고서
8. 한국농어촌공사, 2018, 서산시 서지지구 농촌지하수관리 보고서
9. 한국농어촌공사, 2018, 당진군 당고지구 농촌지하수관리 보고서
10. 한국농어촌공사, 2018, 당진군 당송지구 농촌지하수관리 보고서
11. 한국농어촌공사, 2018, 남원시 남이지구 농촌지하수관리 보고서
12. 한국농어촌공사, 2018, 영암군 영도지구 농촌지하수관리 보고서
13. 한국농어촌공사, 2018, 영암군 영학지구 농촌지하수관리 보고서
14. 한국농어촌공사, 2018, 해남군 해계지구 농촌지하수관리 보고서
15. 한국농어촌공사, 2018, 해남군 해북지구 농촌지하수관리 보고서
16. 한국농어촌공사, 2018, 해남군 해황지구 농촌지하수관리 보고서
17. 한국농어촌공사, 2018, 영양군 영영지구 농촌지하수관리 보고서
18. 한국농어촌공사, 2018, 영양군 영석지구 농촌지하수관리 보고서
19. 한국농어촌공사, 2018, 울진군 울북지구 농촌지하수관리 보고서
20. 한국농어촌공사, 2018, 울진군 울기지구 농촌지하수관리 보고서
21. 한국농어촌공사, 2018, 울진군 울원지구 농촌지하수관리 보고서
22. 한국농어촌공사, 2018, 고성군 고영지구 농촌지하수관리 보고서
23. 한국농어촌공사, 2018, 함양군 함함지구 농촌지하수관리 보고서
24. 한국농어촌공사, 2018, 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

과 업 참 여 자

○ **총괄책임자**

송성호 (농어촌연구원, 수석연구원, 이학박사, 지질 및 지반기술사)

○ **과업참여자**

이규상 (농어촌연구원, 책임연구원, 공학박사, 토양환경기사)

류준상 (농어촌연구원, 주임연구원, 공학석사, 응용지질기사)

이병선 (농어촌연구원, 주임연구원, 공학박사, 지질 및 지반기술사)

임성근 (농어촌연구원, 주임연구원, 공학박사, 토양환경기사)

명우호 (농어촌연구원, 주임연구원, 이학석사, 응용지질기사)

박종환 (농어촌연구원, 연구원, 토목기사, 건설재료시험기사)