

# **제 5 장**

## **지하수관측망 운영관리**

## 제 5 장 지하수관측망 운영관리

### 5.1. 개 요

#### 5.1.1. 관측망 운영목적

지하수 관측망은 지하수위 하강, 오염 등 지하수 장애로부터 지하수를 보전·관리하고 대책을 수립하기 위하여 지하수의 변동실태를 정기적으로 또한 장기적으로 관측·감시하는 관측시설이다. 지하수는 지하의 보이지 않는 지층구조에서 매우 천천히 유동하므로 수위하강 및 수질오염 발생을 늦게 인지할 경우 원상회복이 불가능할 수 있고, 지하수 장애를 인지한 이후의 대처 과정에서도 기존의 관측자료가 없거나 부족할 경우에는 원인분석과 대책수립이 지연되거나 불가능할 수 있으므로 지하수 관리에 있어 관측망의 구축은 가장 기본적이며 필수적인 요소라고 할 수 있다.

#### 5.1.2. 관련 용어

- 지하수관측망 : 동일한 목적으로 다수의 지역에 설치·운영하고 있는 지하수관측공(소)의 총칭, 예를 들어 국가관측망, 지하수 수질측정망 등
- 지하수관측공(정) : 지하수의 수위, 수질 등을 관측하기 위하여 지반을 굴착한 공(孔) 또는 우물
- 지하수관측소 : 지하수 관측을 위해 설치한 관측공, 관측 장비, 보호건축 등 제반 시설을 포함한 관측 시설 또는 장소
- 국가관측망(전국적인 지하수관측시설) : 지하수법 제17조에 따라 건설교통부장관이 전국을 대상으로 설치·운영하고 있는 지하수 관측망
- 보조관측망(지역지하수관측시설) : 지하수법 제17조에 따라 시장·군수가 관할지역 내에 설치·운영하고 있는 지하수 관측망
- 지하수 수질측정망 : 지하수법 제18조에 따라 환경부장관이 지하수의 수질 보전을 위하여 전국을 대상으로 설치·운영하고 있는 지하수 관측망
- 지하수 수위(지하수위) : 해수면으로부터 지하수 수면까지의 높이, 즉 해발고도

※ 지하수 심도(DTW ; depth to water) : 지표로부터 지하수 수면까지의 깊이,  
종종 지하수 수위라고 표현하기도 함

### 5.1.3. 지하수 관측시설의 일반적 분류

#### 가. 기본 지하수 관측망(Primary Groundwater Monitoring Network)

- 국가적, 광역적인 규모의 지하수 변동실태를 파악하며, 국가관측망, 수질측정망 등이 기본관측망에 해당됨

#### 나. 이차 지하수 관측망(Secondary Groundwater Monitoring Network)

- 이차 관측망은 독립된 지하수 분지나 특정 관심지역을 대상으로 특별한 관측목적에 맞는 자료를 취득하거나 특정 주기로 관측이 수행되며, 보조관측망, 해수침투조사관측망, 먹는샘물감시정 등이 해당됨
- 국지적인 지역을 대상으로 인공적인 활동의 감시를 목표로 계획되어지며, 인간활동에 의한 지하수의 수질이나 수량의 변화를 관측

#### 다. 일시 지하수 관측망(Temporary Groundwater Monitoring Network)

- 특정 목적의 조사, 연구 사업을 위하여 일시적으로 설치·운영하는 관측망
- 수리지질학적 조사, 다중 양수시험, 지하수 수치모델의 보정, 기타 특별한 연구 등 필요시 일시 운영되며, 사업이 완료되면 관측활동 중지

### 5.1.4. 국내 지하수 관측시설의 종류

- 국내의 지하수관측망은 운영 목적 및 운영 주체에 따라 국가관측망, 수질측정망, 보조관측망 등 3개 관측망으로 구분됨
  - 국가관측망(건교부) : 전국 지하수 변동실태 관측·감시, 기초관측시설
  - 수질측정망(환경부) : 전국 지하수 수질 현황 파악
  - 보조관측망(시·군) : 관할 시군 지하수 변동실태 관측·감시
- 기타 해안도서지역의 해수침투조사관측망, 먹는샘물 개발공을 감시하는 먹는샘물감시정, 농어촌정비기본법에 의한 농어촌용수구역내 관측망 등이 있으며, 기타 유사 관측시설로서 토양 오염을 측정하는 토양측정망 등이 있음

## 5.2. 국가지하수관측망 운영

### 5.2.1. 개 요

#### 가. 목 적

- 전국의 주요지점에 지하수관측소를 설치하여 정기적이고 지속적으로 관측을 실시함으로써 우리나라의 광역적인 지하수의 수위·수질 변동실태를 파악·분석

#### 나. 역할 및 기대효과

- 우리나라의 지하수 상황 및 변동실태를 광역적으로 파악하는 국가의 지하수 관련 가장 기초적인 관측 시설
- 전국토에 걸쳐 지하수 상황을 광역적으로 파악하는 Key Station 역할
- 지표수문과 지하수문의 상관관계, 지하수 부존특성 규명 등 수문학적 기초자료 축적, 제공
- 보조 지하수관측망, 지하수수질측정망 등 타 관측망 자료의 분석시 유역, 지형, 지질 특성 등 다양하고 누적된 지하수 정보 제공
- 지역별, 유역별 지하수 정책 수립의 기초자료 제공
- 건축, 토목 등의 기초 설계시 지하수 수위/수질현황 자료 제공
- 지열 등 에너지 이용분야에 기초자료 제공
- 지하수 장애에 대한 감시 기능
- 수원고갈, 오염, 지반침하, 염수침입 등 지하수 장애 감시
- 지하수 장애 발생시 원인분석 및 대책수립에 필요한 축적된 관측자료 제공

### 5.2.2. 시행 근거 및 사업계획

- 시행 근거 : 지하수법 제17조 및 동법시행령 제27조
- 건설교통부장관은 전국적인 지하수관측시설을 설치하여 대통령령이 정하는 바에 따라 지하수의 수위변동실태를 조사

- 건설교통부장관은 국가관측망을 전국의 지하수의 부존특성 및 지하수의 이용실태 등을 고려하여 전국에 300개 이상 설치
- 국가관측망별로 매일 1회 이상 지하수의 수위를 측정
- 지하수의 수위관측결과를 기초로 하여 수위변동추세 분석
- 사업 계획 : 지하수관리기본계획(1996, 2002, 건설교통부)

### 5.2.3. 국가지하수관측망 운영 관리

#### 가. 관측 내용

- 자동관측
  - 관측 항목 : 지하수 수위, 수온, 전기전도도(EC)
  - 관측 주기 : 1일 4회 이상(6시간 간격, 필요시 1시간 간격)
  - 관측 단위

항 목	단 위	소수점이하 자릿수	적용 사례
지하수 수위 <sup>주)</sup>	m	2	지하수 수위 : 28.33 m, 28.33 m (EL) 지하수 심도 : 6.25 m, 6.25 m (DTW)
수 온	℃	1	14.5 ℃
전기전도도	μS/cm	0	158 μS/cm

주) 관측공의 표고가 34.58 m (EL)이고 지표로부터 지하수 수면이 6.25m 일 경우

- 장비 규격
  - 신뢰도 : 지하수위( $\pm 0.5\%$  FS), 수온( $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ), 전기전도도( $\pm 5.0\%$  of reading)
  - 분해능 : 수위 1cm, 온도  $0.1^\circ\text{C}$ , 전기전도도  $1\mu\text{S}/\text{cm}$
- 지하수생활용 기준 수질 분석
  - 용수이용 측면에서 국내 지하수의 변동실태 추이에 관한 기초 자료
  - 검사항목 : 수소이온농도, 염소이온, 질산성질소, 시안, 비소, 카드뮴, 수은, 납, 6가크롬, 대장균군수, 페놀, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 유기인 등

- ※ 국가관측망은 사용 관정이 아닌 관측 전용시설로서 일반세균은 제외
- 검사횟수 : 연 2회 (상반기 3~6월, 하반기 9~12월)

○ 주요 이온 분석

- 국내 지하수의 배경수질의 변동실태 파악 및 지하수 유동특성 규명 등의 기초자료로 활용
- 분석항목 : 양이온(Ca, Mg, Na, K), 음이온(Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>) 등
- 분석주기 : 필요시

나. 관측망 점검정비 및 시설물 유지보수

○ 정기 점검정비

- 정기적으로 각 관측소를 순회하면서 점검정비 수행
- 전 관측소를 6개 권역으로 구분하고 권역별로 1개 점검팀(2인/팀) 구성
- 정기 점검정비 업무
  - 자동관측 장비 측정값과 휴대용 관측장비 측정값의 비교 검증 및 교정, 이상 장비 교체, 관측자료 취득 및 관측소 주변 정리정돈
  - 점검정비 기록지 “국가지하수관측망 관리시스템” 입력
- 수행 절차
  - 회차별 점검정비 계획 수립
  - 계획에 의거 대상관측소 점검정비 실시
  - 점검정비 업무 수행 중 발견된 주요 정비 사항에 대하여 신속히 긴급 조치 수행후 관리자에게 보고하고 필요시 작업의뢰에 의해 조치
  - 점검정비 업무 수행후 관측소에 비치된 기기이력대장 및 현장 점검 측정 기록부에 점검정비 결과 기록
  - 점검정비 후 “국가지하수관측망 관리시스템”의 현장점검표에 일상점검정비 사항 입력하고 회차별 결과는 회차별 업무 완료후 10일 이내에 보고서 제출

○ 긴급 점검정비

- 긴급한 점검정비 업무 발생시 각 관측소를 방문하여 점검정비 업무 수행
  - “중앙감시제어시스템”을 통하여 이상이 확인된 관측소
  - 홍수, 낙뢰 등 천재지변에 의한 시설물 피해 우려시
  - 관측소 훼손, 주변 공사 등에 의하여 민원인 신고시
  - 기타 감독원의 작업지시 등
- 긴급 점검정비팀 2개팀(2인/1조) 운영
- 평상시 긴급 점검정비팀은 정기 점검정비 업무를 수행하며, 긴급 점검정비 업무 발생시 긴급 투입(필요시 정기 점검팀도 긴급 점검정비 수행)
- 수행 절차
  - 관리자는 “지하수관측망 감시제어시스템”을 통하여 확인된 이상 관측소에 대하여 긴급점검정비원에게 유·무선 및 SMS 문자로 업무 지시
  - 긴급 점검정비원은 해당 관측소로 신속히 출동하여 해당 부분에 대한 점검정비를 실시하고 관리자에게 보고하며, 상황에 따라 작업의뢰 요청 및 지시
  - 현장 조치결과를 “국가지하수관측망관리시스템” 현장점검표에 입력

○ 작업의뢰에 의한 점검정비

- 정기 및 긴급 점검정비시 현장에서 조치 및 판단이 어렵고, 많은 비용이 소요되는 경우 점검정비팀의 보고를 토대로 관리자가 작업의뢰 요청
- 수행 절차
  - 관리자는 「국가지하수관측망관리시스템」을 통하여 작업의뢰서 시행
  - 점검정비원은 작업의뢰서 접수후 관리시스템으로 작업계획서 보고
  - 관리자는 작업계획서의 작업기간, 소요인원의 적정여부, 소요자재의 구입 및 사급 사용에 대한 검토 및 부적합시 재요청
  - 작업계획서가 승인되면 작업의뢰서 및 작업계획서에 의거 작업 수행
  - 작업의뢰 업무 완료후 7일 이내에 「국가지하수관측망 관리시스템」을 통하여 결과 보고

○ 시설물 세부 점검정비사항 및 유지관리 기준

- 국사부(보호건축물, 외장형 단자함) 및 울타리

점 검 기 준	판단여부	불량시 조치작업
관측소 외관 파손여부	양호, 불량	소보수 실시
관측소의 도색상태	양호, 불량	부분도색 실시
관측소 내부 파손여부	양호, 불량	소보수 실시
관측소 내부 도색 상태	양호, 불량	부분도색 실시
관측소 잠금장치	양호, 불량	교체작업 실시
관측소 외부 잡초 생장상태	양호, 불량	잡초제거 등 미화작업 실시
관측소 안내판, 홍보판상태	양호, 불량	먼지제거 등 미화작업 실시
울타리 외관 파손여부	양호, 불량	소보수 실시
울타리 잠금장치 상태	양호, 불량	교체작업 실시

☞ 관측소 도색작업

- 5년 경과 또는 훼손상태가 심하거나 기타 건축물 유지관리를 위해 필요시

- 관측공

점 검 기 준	판단여부	불량시 조치작업
관측공 부착물상태	양호, 불량	소보수 실시
관정 심도변화	양호, 불량	변화추이관찰 및 급격한 변화시 관리자에 보고
관정내부 상태변화(수위 등)	양호, 불량	변화추이관찰 및 급격한 변화시 주위 변화사항 탐문조사 후 관리자에 보고

☞ 관측공 공내청소(에어써징) 작업

- 관측공 심도가 1m 이상 차이가 발생할 시, 침수 등에 따라 외부 이물질 유입시
- 기타 관측공의 유지관리를 위해 필요시

☞ 관측공(또는 관측소) 폐쇄, 이전

- 국토개발, 도시계획, 하천정비 등에 관측소 부지가 포함되어 더 이상 관측업무를 수행할 수 없을 때



○ 관측기기

점 검 기 준		판단여부	불량시 조치작업
본 체 부	Cable 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	외부케이스 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	프로그램 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	LCD 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	노트북 PC와 통신상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	기록 데이터 수거	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
센 서 부	케이스 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	연결케이블 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	수위계 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	전기전도도계 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	온도계 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
태양 전지	태양전지 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	케이블 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	지지대 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
전원 분배 장치	태양전지 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	부하전압(V) 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	부하전류(A) 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
배터 리	외관 파손여부	양호, 불량	신품으로 교체
	전해액량(종류수) 확인	양호, 불량	전해액 보충
	연결부 부식여부	양호, 불량	부식 제거작업 및 재부식 방지작업 실시
	단자전압 적정(12.5V)여부	양호, 불량	배터리 충전작업 실시
상용 전원	인입 전원상태	양호, 불량	전원 조치후 관련기관(한전) 조치요청
	전원케이블상태	양호, 불량	케이블 교체
	케이블 절연상태	양호, 불량	케이블 교체
	기구류 상태	양호, 불량	소보수 실시
	접지상태	양호, 불량	접지분리 및 접지보완 작업
	각부 전원전압 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
자료 전송 장치	CPU 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	모뎀 동작상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 공장수리
	선로 및 통신상태	양호, 불량	현장상황에 따른 통신인프라업체 협의
	통신보안기 상태	양호, 불량	소보수 실시, 현장조치 불가시 교체
	접지저항 상태	양호, 불량	소보수 실시, 접지보강 등
	신호케이블 콘넥터 접속상태	양호, 불량	소보수 실시
	단자반 및 단자상태	양호, 불량	소보수 실시

☞ 지하수 자동관측 장비의 교체 및 예비품 확보

- 관측장비는 계측 주요부분이 항상 지하수내에 잠겨있어 타 계측기기 보다 기기수명이 단축되므로 노후화된(7~8년) 관측 장비 교체
- 침수, 낙뢰, 부품이상 등 결측에 대비, 관측장비 예비품 확보(15% 이상)

☞ 기타 관리자 요구사항 등 필요한 사항 조치 등

#### 다. 관측자료의 관리 및 분석 활용

- 국가지하수관측망 관리시스템(<http://www.gims.go.kr/monitor/>)
  - 전국에 산재되어 있는 국가지하수관측망의 체계적인 운영관리, 관측자료의 관리·분석 및 관측망 정보의 대국민 서비스 제공
  - 주요기능
    - 인터넷을 통한 실시간 관측자료 및 관측소 정보 대내외 제공
    - 점검정비 업무의 효율성 향상 및 운영관리 체계화
    - 관측자료 분석용 응용프로그램을 통한 오결측 최소화
    - 수위 변동 등이 장기간 발생하지 않거나 급격하게 변하는 관측소 정보 획득 및 긴급점검정비 실시
  - 구성항목
    - C/S 시스템 : proMOD(Program for Monitoring Data Analysis)  
Data Server에 저장된 지하수 관측자료를 PC에서 분석 후 Web에 등재하여 대외 서비스할 수 있도록 기능이 부여된 관리자용 시스템

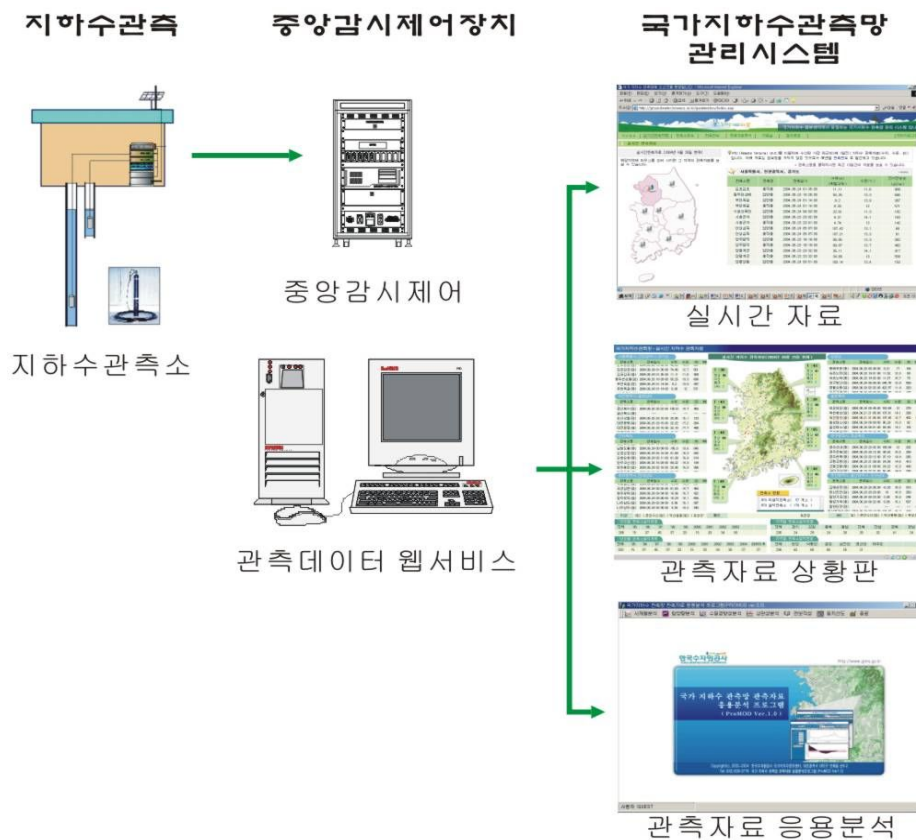


그림 5.1 국가지하수관측망 관리 체계

• Web 시스템

대분류	콘텐츠 명칭	기 능	비 고
일반인 서비스 화면	Home	관측망개요, 설치현황, 시설현황 등	
	실시간관측자료	실시간 관측 수신자료 제공	
	관측소정보	제원표, 시공단계조사자료(탐사 등)	
	관측연보	매년 발간되는 관측연보 자료 대외 제공	
	관측자료분석	정기적인 관측자료 분석결과 대외제공	
	자료실	관련 자료 제공	GIMS연계
	질의 응답	질의/응답 코너	GIMS연계
관리자 관리화면	일반정보	점검정비 일정표, 점검업무 관련 공지 사항 및 자유게시판 등	
	관측소 정보	제원표, 시공자료(탐사, 대수층 시험 수질 등)	
	관측소이력관리	건축물 인허가, 부지사용, 도난보험 등	수시 정보갱신
	점검정비	점검결과 입력, 정기수질검사 입력, 작업 지시서 및 결과 처리 등	수시 정보갱신
	자료전송	자료 수신현황 점검, 이상값 판단 등	수시 정보갱신
	상황판	관측자료 상황판, 점검현황 상황판	
	관측연보	매년 발간되는 관측연보 자료	
	관측자료분석	정기적인 관측자료 분석결과 등록	C/S시스템 분석결과등록
	사이트 운영	시스템 사용자의 권한 관리	

○ 지하수관측연보 발간

- '97년 지하수관측연보 최초 발간

- 관측연보 수록 내용

- 지하수 수위, 수온, 전기전도도의 연평균, 연최고, 연최저 및 변동폭
- 지하수 수위, 수온, 전기전도도의 일평균값
- 지하수 수위, 수온, 전기전도도의 일평균값의 연간 변동 그래프
- 관측공별 수질검사 결과

- 관측연보 발간·배포

- 발간연도를 기준으로 직전연도의 관측값에 대한 검·보정을 통하여 하반기에 발간
- 각 시·군·구 이상 자치단체, 중앙관계부처, 대학도서관, 지하수 전문 기관 및 영향조사기관 등에 배포·활용

○ 지하수 변동추세 분석

- 지하수의 단기 및 장기변화 추세를 주기적으로 분석

○ 지하수 장애우려지역 조사

- 목적 및 주요 기능

국가지하수관측망의 관측자료를 활용하여 지하수장애우려에 대한 판단 기준 및 조치요령 마련으로 합리적인 지하수보전·관리 도모

- 조치방안 흐름도

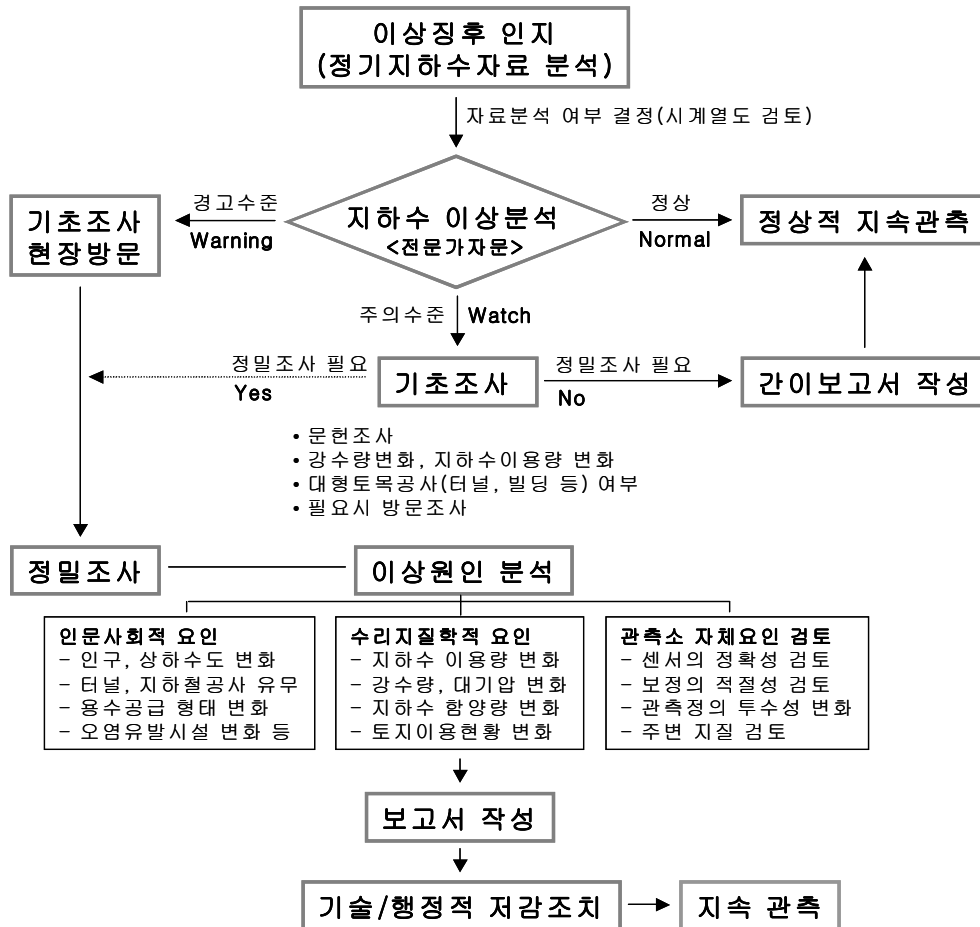


그림 5.2 이상값 발생시 조치방안 흐름도

- 정밀조사 결과에 따른 기술적·행정적 조치의 선택

- 전면적인 지하수위 저하(지하수고갈) 조사
- 지하수 사용 규제 및 지하수보전구역 지정
- 수원의 변경 및 지하수 인공함양
- 전면적인 지하수오염 조사
- 오염지하수 정화