

국내 지하수 통합관리 선진화 전략

강성구¹ · 김지옥^{2*} · 최용준¹ · 박민영¹ · 박현진² · 이진관³

¹환경부 토양지하수과

²한국수자원공사 물순환지하수처

³한국환경공단 토양지하수처

The Strategy for the Advancement of Groundwater Management in Korea

Kang Sungoo¹ · Kim Jiwook^{2*} · Choi Yongjun¹ · Park Minyoung¹ · Park Hyunjin² · Lee Jinkwan³

¹Soil and Groundwater Division, Ministry of Environment, Sejong 30103, Korea

²Department of Groundwater and Water Cycle Management, K-water, Daejeon 34350, Korea

³Department of Soil and Groundwater, Korea Environment Corporation, Incheon 22689, Korea

ABSTRACT

To respond to rapidly changing water circumstances such as climate change, drought, etc., the Korean government (MOE) established four advanced strategies for integrated groundwater management. The first strategy is watershed-based management of groundwater. The second strategy is total quantity management of groundwater including improvement of groundwater preservation area policy and procedure of investigation for groundwater influence area, additional construction of groundwater dam, installation of large-scale public wells, extension of spilled groundwater use. The third strategy is prevention of groundwater contamination including expansion of monitoring wells, introducing declaration of groundwater contamination. The last strategy is advancement of groundwater information management including integrated management of data, setting up a big-data based open platform. The above-mentioned four strategies will be reflected in the 4th National Groundwater Management Plan to secure implementation power, and it is expected to lay the foundation for advanced and rational groundwater management system.

Key words : Groundwater, Management strategy, Water basin, Conservation

1. 서 론

우리나라는 약 168만개 지하수 시설에서 연평균 약 29억 m³의 지하수를 이용하고 있으며(MOE, 2021), 이는 국가 지하수관리기본계획에서 제시하고 있는 연간 지하수 개발가능량인 129.9억 m³과 비교해 볼 때 평균적으로 개발가능량의 22.3% 수준이다(MOE, 2017). 그러나, 지역별로 개발가능량 대비 이용량을 살펴보면 담양군(114.4%),

고창군(85.2%), 광명시(82.6%), 고양시(77.2%) 등 일부 시·군에서는 지하수 이용량이 개발가능량의 70%를 초과하고 있어 지역에 따라서는 지하수 이용 장애가 발생할 우려가 있다. 또한, 전국에 설치된 517개 국가 지하수측정망의 5년 이상 장기 지하수위 측정자료를 살펴보면 약 70.6%의 측정망에서 지하수위가 하강하는 추세를 보이며, 이 중 약 34.5%의 측정망에서는 지하수위가 0.5 m 이상 하강하는 것으로 나타났다(www.gims.go.kr). 특히, 최근들어 수막채배 방식을 사용하는 시설영농단지와 같이 대규모로 지하수를 이용하는 지역에서는 지하수 취수장애 사례가 보고되고 있으며, 먹는샘물 수원지, 온천지구 등에서도 수위 하강의 우려가 커지고 있는 실정이다. 한편, 도시 지역의 경우 지하공간의 활용이 확대됨에 따라 ‘20년 기준으로 하루에 약 38만 m³의 유출지하수가 발생하고 있어 장기적으로 지하수위 하강의 요인으로 작용할 우려가 있다.

주저자: 강성구, 환경부 토양지하수과, 과장

공저자: 최용준, 환경부 토양지하수과, 사무관; 박민영, 환경부 토양지하수과, 사무관; 박현진, 한국수자원공사 물순환지하수처, 차장; 이진관, 한국환경공단 토양지하수처, 과장

교신저자: 김지옥, 한국수자원공사 물순환지하수처, 차장

*Email: ddochi@kwater.or.kr

Received : 2022. 02. 22 Reviewed : 2022. 03. 16

Accepted : 2022. 04. 13 Discussion until : 2022. 06. 30

정부에서는 물관리 일원화 실현을 위해 2018년 6월 물관리기본법을 제정하고, 2021년 6월 국가물관리기본계획을 수립하였으며, 지하수 분야도 2021년 1월 지하수법 개정을 통해 수량·수질 통합관리의 기반을 마련하였다. 이에 4차 산업혁명의 신기술을 활용한 스마트 물관리 기술의 확산과 기후변화로 인한 가뭄 등 급변하는 물 환경에 대응하기 위해 정부의 통합 물관리 정책에 부합하는 지하수 통합관리 선진화전략 수립이 필요한 시점이다.

2. 본 론

지하수 통합관리 선진화 전략은 국민의 삶과 함께하는 풍요롭고 깨끗한 지하수를 비전으로 하고 있다. 이를 위해 물관리기본법의 핵심주제와 상통하는 지속가능한 지하수 보전관리 및 공공성 강화에 목표를 두고 유역(집수구역)단위 관리, 지하수 고갈 예방을 위한 총량관리, 지하수 오염관리 강화, 4차산업 신기술을 적용한 지하수 정보관리 고도화 등 4가지 전략을 수립하여 추진하고자 한다.

2.1. [전략 1] 선진적인 지하수 관리체계로 전환

2018년 물관리 일원화 이후에도 우리나라의 지하수 관리는 수량, 수질이 분리되어 시행되어 왔으며, 시군별로 관정(管井) 위주의 점 단위로 관리되고 있다. 이에 따라 수량고갈, 수질오염 등 실제 지하수 장애가 발생하는 지

역과 국가 및 지자체가 설정한 대상 지역이 일치하지 않고, 지하수위가 지속적으로 하강하는 지역이 나타나고 있다. 또한, 전체 지하수 관정의 90%가 지하수법 상 신고 대상 관정인 관계로 실제적인 취수량 관리가 어려울 뿐만 아니라 질산성질소 농도의 증가와 같은 수질오염이 확대되는 등 지하수관리의 한계에 부딪히게 되었다. 이에, 한정된 지하수 개발가능량 범위내에서 지하수를 효율적으로 보전하고 합리적으로 이용하기 위해 기존의 관정 중심의 점 단위 관리에서 유역(집수구역)을 기준으로 하는 면 단위 관리로 지하수 관리체계를 획기적으로 전환하고자 한다(Fig. 1).

유역단위 지하수관리의 기반을 마련하기 위해 우선 2022년 수립되는 제4차 국가 지하수관리 기본계획에 유역단위 지하수관리 로드맵을 마련하여 제반사항을 규정할 예정이다. 더불어, 관리 단위 설정, 기저유출 조사, 집수구역 설정 연구 등 유역단위 관리를 위한 기본적인 조사와 평가를 추진한다. 특히, 지하수 데이터의 신뢰도를 높이기 위해 부존량(개발가능량)과 이용량 산정방안을 개선하고자 한다. 이를 위해 지질특성을 반영한 개발가능량 산정 기법을 개발하며, 기초 데이터 확보를 위해 지하수 측정망을 통합하고 운영을 확대한다. 지하수 이용량은 2024년까지 1만개의 모니터링 시설을 설치하여 실측체계를 구축하고, 빅데이터와 인공지능을 활용한 통계분석을 고도화한다. 또한, 디지털트윈 기법을 활용한 물수지 분석을 통



Fig. 1. Groundwater integrated management system overview based on watershed units.

해 개발가능량 범위내에서 적절한 이용관리를 도모한다. 이와 같은 관리체계는 우선적으로 소규모 유역에 시범적 용하여 효과를 검증한 후 전국으로 확대 시행할 계획이다.

다음은 지하수의 공공성 강화를 위한 정책기반을 마련할 계획이다. 집수구역 설정, 취약지역 관리방안 등을 지침으로 제도화하는 한편, 인허가 제도를 개선하여 지하수 고갈 우려지역은 지하수 보전구역 제도 개선과 연계하여 신고 요건을 강화하는 등 점진적으로 허가제에 준하는 관리 체계를 전환할 계획이다. 특히, 지하수 보전구역 제도는 현행 보전구역을 예방관리 지역, 중점관리 지역, 보전관리 지역 등 유형별로 세분화하고, 각 유형별로 실정에 맞게 규제를 완화하고, 보전구역 지정에 따른 인센티브를 제공하는 등 제도의 활성화를 위한 기반을 마련한다(세부적인 사항은 2.2. [전략 2]에서 설명). 특히, 중점관리 지역과 보전관리 지역은 온천법, 먹는물관리법 등 다른 법률에 우선하여 지하수법을 적용토록 개선한다.

마지막으로 지하수 활용을 확대하고 유역단위 지하수관리 체계를 정착하도록 한다. 지표수와 연계한 지하수 공급을 위해 지하수 저류지 설치를 확대하고, 중대형 공공관정은 시범사업을 통해 보급을 확대하는 한편, 지하수 함양을 저영향개발 기법(LID)과 연계하고 유출지하수 등을 활용한 인공함양 기법을 개발하여 적용을 확대한다. 유역

단위 지하수 관리의 유형별로 시범유역 3개소를 선정하여 지하수 통합관리 시범사업을 시행한 후 전국에 본격적으로 적용한다.

2.2. [전략 2] 지하수 고갈 우려 해소 등 총량 관리

최근 스마트 팜, 먹는 샘물, 수막 재배 등 일부 업종을 둘러싸고 지하수 고갈을 우려하는 갈등이 일어나고 있으나, 지하수 장해에 대비한 보전구역 지정 및 영향조사제도 등의 실효성에는 한계가 있다. 지하수는 이러한 장해를 일으키지 않고 지속적으로 양수할 수 있는 개발가능량 범위내에서 사용하여야 하며, 이를 위해서는 지하수 이용과 개발을 일정 부분 조정하고 관리할 필요가 있다. 이것이 총량 관리의 기본개념이며, 앞서 제시한 보전구역 관리체계를 3단계로 세분화하여 집중관리 하고자 한다(Fig. 2).

우선 1단계 예방관리 단계에서는 먹는샘물, 온천, 수막 재배, 골프장 등 대용량의 지하수를 이용하는 지역을 대상으로 측정망 등 지하수 모니터링 자료와 전문가 및 지자체 의견을 검토하여 매년 예방관리 지역을 선정한다. 이 지역은 장해측정망을 설치하여 지하수위 저하 등에 대한 모니터링을 실시하고, 지하수영향조사 평가를 강화한다.

1단계 모니터링 결과, 수위가 지속적으로 하강하고 있다고 판단되는 경우에는 2단계로 중점관리지역으로 지정

Item	1st step : Preventive management 1단계(예방관리)	2nd step : Intensive management 2단계(중점관리)	3rd step : Preservative management 3단계(보전관리)
Duration 관리기간	About 5 years 5년 내 외	About 5 years 5년 내 외	-
Area 관리지역명	Hazard area 장해우려지역	Management area 관리지역	Preservation area 보전지역
Approval 인허가	Permission+Declaration 허가+신고 현행 유지	Permission+Enhanced declaration 허가+강화된 신고 병행	Permission+Para-per mission 허가+준허가 병행
Countermeasure 관리대책	Intake control(passive), Natural recharge 취수량 관리(소극), 자연함양	Intake control(passive), Artificial recharge 취수량 관리(소극), 인공함양	Intake control(active), Artificial recharge 취수량 관리(적극), 인공함양
Monitoring 모니터링	Adding monitoring well 장해측정망 추가	Expanding monitoring network 장해측정망 확충	Expanding monitoring network 장해측정망 확충
Checking impact assessment 영향조사 점검	Interim check, Introducing professional research institute 영향조사 중간점검, 전문조사기관 도입	Interim check, Organizing governance 영향조사 중간점검, 거버넌스 구성·운영	Intensive management 영향조사 집중관리

Fig. 2. Groundwater depletion management system overview.

하고, 해당 지역의 신규 지하수 관정의 신고 조건을 강화할 계획이다. 더불어 인공함양(강수, 지하수 등을 관정, 지하수저류지, 빗물 침투시설 등을 통해 대수층에 함양시켜 대수층의 정화능력을 이용한 지하수자원 확보 기술) 등 수위 향상을 위한 사업을 추진한다.

2단계 관리에도 불구하고 수위가 지속적으로 하강하는 경우에는 지하수 보전지역으로 지정하고 신고 조건을 허가에 준하도록 하여 취수량을 엄격히 관리하고, 인공함양을 지속적으로 추진하는 한편, 기존 지하수시설에 대해 취수량을 제한한다. 또한, 지역의 공감대 형성을 위해 거버넌스를 운영하여 사회적 합의를 도출하고, 지하수 상태가 원상회복될 경우에는 단계별로 지정을 해제한다.

지하수 영향평가 책임성 강화를 위해서 지하수 영향조사제도 개선이 필요하다. 기존 지하수 허가자료 공유가 가능하도록 정보시스템을 구축하고, 허가연장시 기존자료 검토를 의무화 한다. 영향조사서를 평가할 때에는 전문가 자문결과를 반영하고, 전문기관에서 중간점검을 실시하도록 한다. 또한, 조사기간은 갈수기를 포함하여 2개월 이상으로 확대하고, 지자체 공무원을 대상으로 상시 교육 프로그램을 개설하여 평가자 역량을 강화한다.

이 밖에도 이용가능한 지하수 확보를 위하여 다각적인 수량 관리 인프라를 구축할 계획이다. 유출지하수 활용 종합계획 수립 후 지하철 역사 등 유출 지하수가 대량으로 발생하는 지역을 대상으로 활용사업을 추진하고, 물공급 취약지역을 대상으로 중대형 공공관정을 보급하며, 현재 도서지역(대이작도, 안마도, 보길도)에서 추진 중인 지하수저류지 설치사업도 내륙지역으로 점차 확대토록 한다.

2.3. [전략 3] 지표수와 연계한 지하수 오염 관리

대규모 산업단지 등에서 발생하는 유해물질은 토양과 지하수, 하천까지 동시에 오염시키지만 오염 발견시 신고 의무가 없어 즉각적인 대응에 어려움이 있었다. 따라서, 지하수 오염 유발시설 관리를 개선하고 산업, 농축산 등 경제활동으로 발생하는 잠재적 오염물질에 대한 체계적인 감시와 관리가 필요한 실정이다.

이를 위해 오염경고 체계를 통합 운영할 계획이다. 산업단지 등 오염우려지역 측정망을 현재 145개에서 2030년까지 270개소로 확충하고, 지표수 및 토양·지하수 측정망을 연계하여 통합 분석함으로써 오염 우려지역을 적극적으로 발굴하고 정밀조사를 거쳐 오염방지 및 정화명령을 할 예정이다.

또한, ‘누구든지’ 지하수오염을 발견한 때에는 반드시 신고토록 의무화하고, 지하수 잠재 오염물질에 대한 모니

터링체계 확립을 위해 지하수 감시항목 지정을 법제화하며, 오염실태 조사와 정밀조사 시행 근거를 지하수법에 마련할 계획이다. 한편, 정보시스템을 활용하여 지하수 수질 초과 지역 등 오염부지에 대하여 오염현황 파악 및 책임 규명, 후속조치 등 이력관리를 강화하도록 한다.

지하수 오염유발시설 대상을 확대하고 관리를 강화토록 한다. 대규모 산업단지, 제련소, 제철소 등을 오염유발 시설로 추가하고, 지자체별로 지하수 측정망 구축을 통한 모니터링을 의무화한다. 오염유발시설에 대해서는 이력관리 목록화 및 지속적인 모니터링을 실시하고, 측정의무 미이행시 해당시설에 대한 점검관리 강화를 위한 출입조사 등의 내용을 포함한 지하수법 개정을 추진할 예정이다.

2.4. [전략 4] 지하수 정보관리 고도화

전술한 유역단위 관리, 지하수 고갈 및 오염원 관리를 위해서는 데이터 통합관리와 분석기술의 고도화가 필수적이다. 그동안 지하수 데이터는 단순히 생산·축적·관리에 머물러 있었으나, 앞으로는 ICT, IoT, 빅데이터, 인공지능, 디지털 트윈 등 4차산업 신기술을 지하수 관리에 도입하는 패러다임 전환이 필요하다.

이를 위해서 ‘국가지하수정보센터’(지하수법 제5조의3에 따라 설치·운영)를 중심으로 데이터 통합·확대·검증을 추진할 계획이다. 행안부, 국방부 등 지하수 관련 부처가 포함된 정보협의체를 운영하여 부처별 칸막이를 낮추고, 국가 지하수 측정망도 2030년까지 1,060개(현재 813개)로 단계별로 확대하며, 측정망 검증위원회를 구성하여 이상 자료에 대한 검증체계를 도입한다.

지자체 지하수 시설관리 정보를 현행화하고 공공관정 및 신규 신고·허가 관정에 QR코드를 발급하여 부착함으로써 스마트한 시설관리를 도모한다. 빅데이터에 기반한 지하수 오픈 플랫폼을 개발하는 등 제4차 산업혁명 시대에 적합한 신기술 적용을 선도할 계획이다. 한편, 정보시스템에서 관리하고 있는 수량과 수질자료 등을 정기적으로 평가·분석하여 지하수 장해가 우려되는 지역을 사전에 발굴하여 지하수 개발 인·허가에 활용함으로써 지속가능한 지하수 이용과 보전을 도모할 계획이다.

3. 결 론

기후변화에 따른 물부족에 대비하여 지하수자원의 효율적 활용과 공공 개발, 공급 확대에 유역 내 물 자급률을 제고하고, 미래 물관리의 불확실성을 불식시키기 위해 지하수 통합관리 선진화 전략을 수립하여 추진하고자 한다.

위에서 언급한 4가지 지하수 통합관리 선진화 전략은 현재 수립 중인 제4차 국가 지하수관리 기본계획에 반영하여 실행력을 확보할 계획이며, 이를 통해 국내 지하수 특성에 맞는 새롭고 합리적인 관리체계 구축을 통해 국가정책 방향과 부합하는 유역 단위 지하수 통합관리 실현을 기대한다.

References

- MOE (Ministry of Environment), 2021, 2021 Groundwater annual report.
- MOE (Ministry of Environment), 2017, National groundwater plan (2017-2026).
- NGIC (National Groundwater Information Center), www.gims.go.kr