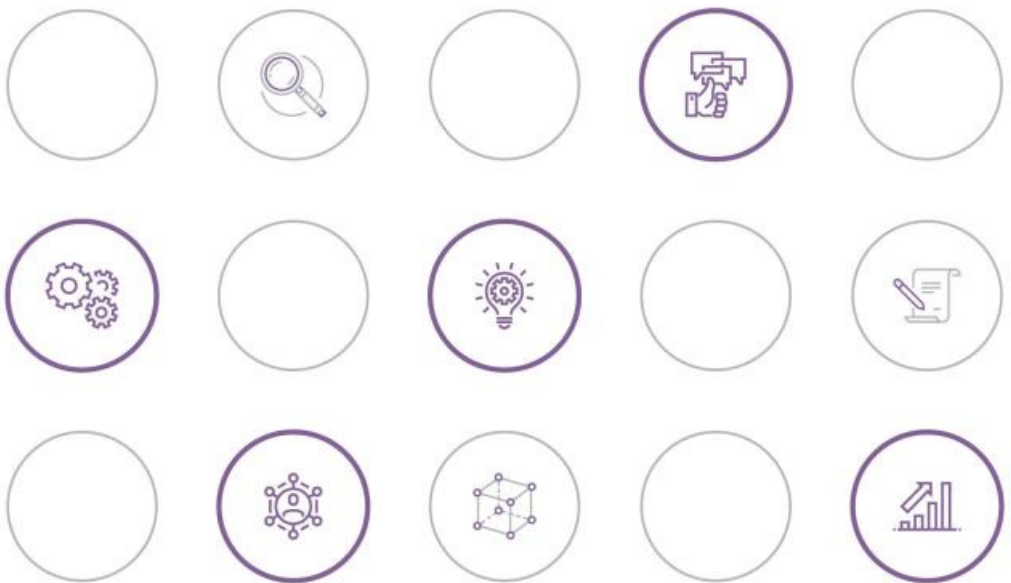


기후변화 대응을 위한 고양시 유출지하수 활용 방안 연구

A Study on the Utilization of Runoff Ground-water for Climate Change Mitigation and Adaptation in Goyang City

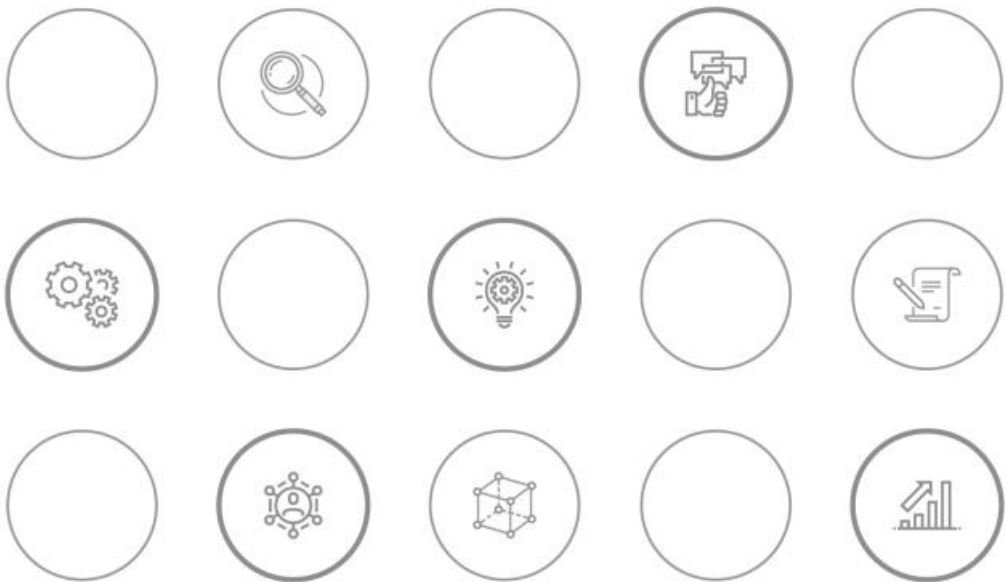
• 임지열, 이동현



기후변화 대응을 위한 고양시 유출지하수 활용 방안 연구

A Study on the Utilization of Runoff Ground-water for Climate Change Mitigation and Adaptation in Goyang City

• 임지열, 이동현



기후변화 대응을 위한 고양시 유출지하수 활용 방안 연구

A Study on the Utilization of Runoff Ground-water for Climate Change Mitigation and Adaptation in Goyang City

연구책임자

임지열 고양연구원 도시환경연구실, 연구위원

연구진

이동현 고양연구원 도시환경연구실, 연구원

요 약

1. 연구 개요

□ 연구 배경 및 목적

- 2020년 환경부 발표 기준, 국내 유출지하수 총 발생량은 약 38만톤/일로 연간 약 1.4억 톤/년(신고된 유출지하수만 고려) 수준으로 조사
 - 이는 팔당댐 저수량(2.4억톤)의 약 60%에 해당하는 수준이지만, 전체 발생량의 11%만 재이용되는 등 적극적인 활용 방안 마련이 시급
- 유출지하수는 수자원 확보 방안 마련의 필요성, 지하수 고갈 문제 발생, 기후 변화 대응·적응 시스템 도입 필요성 등이 강조되어 잠재적 가치가 지속적으로 향상
- 도시개발 과정 중 불투수면적이 증가함에 따라 지하수의 공급량이 감소하고 있으나, 추가적인 지하수 소비량이 증가하게 되면, 결국 지하수 고갈을 야기
 - 유출지하수의 발생은 지하수위 저하에 따른 지하수 고갈과 이로 인한 하천 유량 감소 및 건천화, 식생의 고사 등 다양한 문제를 야기할 수 있으며, 물순환 체계의 악순환, 생태계 파괴라는 결과를 불러올 수 있음
 - 또한 지반침하 현상으로 인한 도로함몰, 건물 붕괴 등 물리적인 위험 요인으로 작용할 수 있음
- 고양시는 창릉 3기 신도시, GTX-A, 킨텍스 3전시장 및 장항 공공주택지구 등 다수의 대규모 사업이 지하공간 개발과 함께 진행 중
- 특히, GTX-A와 같은 깊은 심도의 굴착(약 50m 이상), 대규모 건물 신축 등 이루어지는 경우 유출지하수 발생은 필연적으로, 고양시에서도 유출지하수에 대한 적극적 활용 방안 모색이 필요한 시점임

□ 연구 내용 및 방법

- 유출지하수 관련 법 검토
 - 「지하수법」, 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 및 「하수도법」등 유출지하수와 관련 법 검토 (법 내 유출지하수 관련 내용 조사)

- 유출지하수 관련 정책 조사

- 환경부, 국토부 등 중앙정부 중심의 유출지하수 관련 정책 분석

- 주요 자치단체 유출지하수 관련 조례 분석

- 특별시, 광역시·도, 특별시 및 주요 기초자치단체 유출지하수 관련 활용과 관련된 조례 분석

- 유출지하수 관련 주요 활용 사례 분석

- 국외 활용 사례 (중국, 일본, 유럽 등)
- 국내 활용 사례 (특별시, 광역시·도, 특별시 및 주요 기초자치단체 등)

- 고양시 유출지하수 관련 현황, 조례 및 활용사례

- 고양시 유출지하수 현황
- 고양시 유출지하수 관련 조례 조사
- 고양시 유출지하수 활용 사례 조사
- 고양시 유출지하수 활용 방안

2. 유출지하수 관련 법 및 조례 분석

□ 유출지하수 관련 정책 추이 _ 「지하수법」

- 「지하수법」은 1993년 12월, 지하수의 적절한 개발·이용과 효율적인 보전·관리에 대한 관한 사항을 제정
- 2001년 지하굴착으로 발생하는 유출지하수의 이용대책 수립 및 의무화를 위해 개정
- 2022년 이후 유출지하수 현황, 계획 등에 관하여 개선하고 향후 효율적인 관리와 법적인 근거를 마련 중

□ 유출지하수 관련 정책 추이 _ 지하수관리계획

- 지하수관리기본계획은 「지하수법」에 따라 10년마다 수립(5년마다 변경) 중이며, 과거 이용·계획을 중심 내용에서 국가물관리기본계획을 반영하여 건강·안전 지하수를 기조로 수립
- 지하수법에 따라 기준 이상의 유출지하수 발생 시 ‘감소대책’ 수립·신고를 규정하고 있으며, 준공 후 기준 이상의 유출지하수가 지속 발생 시 ‘이용계획’ 수립·신고- 유출 감소대책 또는 이용계획을 시행하지 않는 경우 개선명령 등의 행정사항을 적용 중

□ 주요 지방자치단체 조례 제정 현황

- 조례 내 ‘유출지하수’를 정확하게 언급하는 지자체는 총 10개로 지자체로 조사
- 특·광역시 중 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 광주광역시에서 유출지하수 관련 조례를 제정하였으며, 이외 제주특별자치도, 고양시 등에서 관련 조례를 제정
- 국내 지자체 대상 유출지하수 관련 조례 및 사용료 부과현황 조사 결과, 광역지자체 중 서울특별시, 제주특별자치도에서 ‘유출지하수’를 명시한 조례를 제정한 것을 알 수 있음

3. 지하수 및 유출지하수 관련 정책 검토

□ 유출지하수 업무 가이드라인 (환경부, 2022)

- 2022년 「지하수법」 개정에 따라 유출지하수의 효율적 관리 및 활용 활성화를 위해 가이드라인 배포
- 유출지하수 발생현황 신고, 이용계획 수립 및 신고, 현황 보고, 시스템 활용방법 등 수록

□ 주요 지방자치단체 정책 현황

- 광주광역시, 인천광역시, 세종특별자치시 등 지자체의 지하수·유출지하수 관련 정책 현황 조사
- 공통적으로 지하수자원의 지속가능한 활용 및 가치 증진, 깨끗한 수자원 환경 조성, 기후변화 대응 등의 목적을 기조로 정책 운영 중

4. 유출지하수 활용 사례 분석

□ 국내 활용사례

- 국내의 경우 유출지하수 활용 확대를 위한 종합 대책을 마련 (버려지던 유출지하수, 탄소중립 핵심 수자원으로 활용, 2022)
 - 유출지하수의 적극적인 활용을 위한 제도 보완, 비즈니스 모델 구축 등 다분야의 활용체계 구축
 - 정책 부문의 경우 유출지하수의 관리 강화가 주요 목적이며, 지하철 및 터널 등 유출지하수 발생이 빈번한 장소를 중심으로 관리대상시설로 지정하여 유출지하수의 관리, 수위 변동 등을 모니터링, 인공 함양 근거로 마련

-
- 민간시장에서의 유출지하수 활용 활성화를 위해 냉난방, 미세먼지 저감 등을 위한 활용사례를 구축하고, 고도화된 활용 및 기술 확보를 위한 R&D 등을 추진

□ 국외 활용사례

- 국외 유출지하수 활용은 주로 빗물 모니터링, 냉·난방시스템 등으로 활용 중이며, 하천유지·도로청소 등 인프라 유지 등을 위해 활용 중임
- 일본의 경우 지반 침하 등 재해 예방을 위해 지하수의 사용 제한과 재충전 관련 연구, 정책 수행 중

□ 사례분석 결과 종합

- 모든 활용 사례 대상 유형 구분 결과, 국내의 경우 비즈니스 모델 구축, 관리대상시설 지정 등 정부 주도의 이용방향을 제시하고 있었으며, 지자체에 따라 하천유지·도로청소·급수·청소 등의 용도로 활용 중인 것으로 파악
- 국외 사례의 경우 수질관리를 비롯하여 지하수 재충전(미국), 모니터링(일본) 등과 지속가능한 물 관리·환경보전 등을 위한 교육을 수행 중 (싱가포르, 스웨덴 등)

5. 고양시 유출지하수 활용 현황 분석

□ 고양시 유출지하수 활용 현황

- 고양시는 유출지하수 활용의 중요성을 선제적으로 인식, 2020년을 기점으로 관련 시범사업, 연구를 통해 고양시 내 유출지하수의 적극 활용을 도모
- 지하철 3호선 화정역에서 배출되는 하루 356톤의 유출 지하수를 활용하여 도로 살수시설인 ‘쿨링&클린 시스템’, 가로수 구간 생태공간 및 물순환시설인 ‘고양이 웅달 샘’ 등을 운영
- 이외 백석동 근처 건물에서 발생하는 유출지하수를 활용하여 실개천을 조성하고 주변에 식물 식재 및 편의시설을 설치하여 시민 휴식 공간으로 운영 중

6. 고양시 유출지하수 활용 방안

□ 조례 정비

- 현재 고양시에서는 유출지하수와 관련되어 현재 고양시에는 「지하수법」에 의거한 유출지하수 신고에 관한 조례만 제정되어 있음
- 유출지하수의 적극적인 활용과 관련해서는 단순 유출지하수 발생 신고 관련 조례로는 한계가 있으며, 추가적인 조례 제정이 필요
- 조례 제정이 필요한 내용은 다음과 같이 정리할 수 있음
 - 「고양시 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 조례」 내 물의 재이용 대상 범위를 유출지하수까지 확대하여 반영 (현재: 빗물, 오수, 하수처리수, 폐수처리수, 발전소 온배수 시설)
 - 유출지하수 발생량 측정의 강제화
 - 유출지하수 신고·관리에 대한 조례 [면제 대상 언급 (60 m³/월 미만)]
 - 유출지하수 적극적 활용에 대한 조례
 - 유출지하수 하수도 사용료 부과와 관련된 조례
 - 유출지하수 활용 요금 감면과 관련된 조례
 - 유출지하수 활용 시 인센티브(재정 및 행정)와 관련된 조례

□ 유출지하수 활용계획 수립

- 유출지하수와 관련되어 활용할 수 있는 다음과 같은 세부적 계획 필요
 - 유출지하수 이용 시설 별 비용/편익 (BC) 분석을 통해 편익이 높은 시설 항목 도출
 - 유출지하수 발생원 및 주변 환경을 고려한 활용 계획(안) 분석 필요
 - 유출지하수 질적 안전성 확보를 위한 전처리(수처리) 공정 분석
 - 유출지하수 양적 안정적 확보를 위한 방안 연구(지하 저류조, 소규모 저류조, 복합 저류조)

□ 담당조직 및 인력 확보

- 유출지하수 활용과 관련된 담당 인력 확보가 필요함
- 환경부(중앙정부)에서는 유출지하수 활용과 관련하여 지속적인 확장을 검토하고 있으며, 일부 특·광역시자치단체에서는 유출지하수와 관련된 담당 인력을 확보하여 운영하고 있음. 단, 유출지하수 활용에 관한 인력이 아니라 유출지하수 신고와 연계하여 업무 담당
- 상대적으로 기초자치단체에서는 유출지하수 활용과 연계하여 담당하는 인력은 거의 전무하고, 단순 신고 업무만을 담당
- 유출지하수의 적극적인 활용을 위해서는 유출지하수 신고·활용을 연계하여 담당 할 수 있는 인력이 필요함.
- 제안한 유출지하수 신고·활용 담당 인력 배치가 적절한 부서는 환경정책과, 생태하천과 및 하수행정과 등임

□ 유출지하수 사용료 부과 방안 검토

- 유출지하수는 인위적인 개발행위에 의해 발생하는 결과물이며, 최종적으로는 도시 내 인공적 물순환시스템(하수도시스템)을 통해 배제 및 처리가 이루어짐
- 이 과정에서 하수처리장 유입량 증대, 하수처리장 유입 부하 감소, 미량오염물질(중금속 등)의 하수처리장 유입 가능성 및 우수시스템 통수능 저감 등의 영향을 미칠 수 있음
- 따라서, 유출지하수 발생원인자에 대한 적절한 비용 부과가 필요하며, 확보된 재정을 통해 유출지하수 활용을 위한 재정으로 재투입할 수 있어야 할 것임
- 또한 유출지하수의 활용 확대를 위해 유출지하수 적극 활용에 따른 요금 감면 및 인센티브 방안에 대해 검토가 이루어져야 함



제1장 연구개요	1
제1절 연구 배경 및 목적	3
제2절 연구 내용 및 방법	7
제2장 유출지하수 관련 법 및 조례 분석	9
제1절 유출지하수 관련 법령	11
제2절 유출지하수 관련 조례	13
제3장 지하수 및 유출지하수 관련 정책 검토	17
제1절 중앙정부 정책	19
제2절 주요 지방자치단체 정책	25
제4장 유출지하수 활용 사례 분석	49
제1절 국내 활용사례	51
제2절 국외 활용사례	52
제5장 고양시 유출지하수 활용 현황 분석	57
제1절 고양시 유출지하수 현황	59
제2절 유출지하수 관련 특허	61
제4절 대화동 GTX-A 인근 사업장	62

제6장 고양시 유출지하수 활용 방안	69
제1절 조례 정비	71
제2절 활용계획 수립	71
제3절 담당 조직 등 추진체계 정비	71
제4절 활용 방안 접목	71
제5절 기타사항	71
 참고문헌	 75
Abstract	77

표 목차

표 1-1 주교 강우관측소 월 강우특성 분석 결과 (2010 ~ 2019)	5
표 1-2 연구의 내용 및 방법	7
표 2-1 「지하수법」 내 주요내용	12
표 2-2 지방자치단체별 유출지하수 정책 여부 조사 결과	13
표 2-3 국내 주요 지자체 유출지하수 관련 사항	15
표 3-2 지하수의 수질기준	23
표 3-2 지하수법 제6조의 2(지역지하수관리계획의 수립·시행)	34
표 3-3 광주광역시 지하수관리 세부계획 내 주요내용	35
표 3-4 지하수정보관리 시스템 구성(안)	35
표 3-5 지하수정보관리 시스템 주요내용	36
표 3-6 간접 인공함양법(주입법, 회수법)	38
표 3-7 간접 인공함양법(강변여과, 지하구조물)	39
표 3-8 광주광역시 자치구별 지하수 관리조직	41
표 3-9 수원특례시 지하수 정보화 시스템의 구성(안)	43
표 3-10 유출지하수 활용 세부용도별 주요사항	46
표 3-11 수원특례시 지하수 전담조직 업무분장(안)	48
표 4-1 국내·외 유출지하수 활용사례	56

그림 목차

그림 1-1 관내 지하수 문제로 인한 사고 발생 현장	4
그림 1-2 2010 ~ 2019년 고양시 주교 강우관측소 강우량	5
그림 2-1 「지하수법」제정 및 유출지하수 관련 제도 변천	11
그림 3-1 유출지하수 업무 처리 절차	20
그림 3-2 유출지하수 발생량 측정 방법	21
그림 3-3 유출지하수 관련 업무 흐름도	24
그림 3-4 세종특별자치시 지하수관리계획의 기본방향 및 목표	25
그림 3-5 세종특별자치시 지하수관리시스템 체계	26
그림 3-6 세종특별자치시 지하수관리시스템 적용 업무현황	28
그림 3-7 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(관정검색)	28
그림 3-8 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(인허가 검토)	29
그림 3-9 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(지하수 현황)	29
그림 3-10 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(수질정보)	30
그림 3-11 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(기초조사)	30
그림 3-12 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(관측망관리)	31
그림 3-13 세종특별자치시 유출지하수 활용계획 수립	33
그림 3-14 세종특별자치시 지하수관련 조직 현황	33
그림 3-15 지하매관법을 이용한 인공함양	39
그림 3-16 수원특례시 지하수관리계획 비전 및 목표	42
그림 3-17 수원특례시 지하수정보화 시스템(안)	44
그림 3-18 유출지하수의 활용 계획의 수립 과정	45
그림 4-1 국내 주요 사례	51
그림 4-2 국외 주요 유출지하수 이용 사례(일본)	52
그림 4-3 유출지하수 이용 흐름	53
그림 4-4 이치노하시 공원 내 분수	53
그림 4-5 런던 밀레니엄 단지 배치도	54
그림 4-6 국내·외 유출지하수 주요 활용 사례	55
그림 5-1 화정역 유출지하수 활용 사례	59
그림 5-2 백석동 유출지하수 활용 실개천	60

그림 5-3 유출지하수 관련 특허	61
그림 5-4 고양시 미래로-중앙로 교차지점 침수 발생	62
그림 5-5 사업대상지 유출지하수 발생현황	63
그림 5-6 사업대상지 주변 현황	63
그림 5-7 유출지하수 활용방안	64
그림 5-8 사업대상지 유출지하수 현황 및 수량	65
그림 5-9 사업대상지 유출지하수 수질 검사 결과	66
그림 5-10 고양시 화정역 인근 유출지하수 활용 효과 (주변 온도 저감)	67
그림 6-1 유출지하수 비용 부과를 위한 환경법 기본 원칙 주요 내용	73
그림 6-2 유출지하수 비용 부과 당위성	73

제1장 연구개요

제1절 연구 배경 및 목적

제2절 연구 내용 및 방법

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구의 배경

□ 유출지하수 활용 필요성 증대

- 2020년 환경부 발표 기준, 국내 유출지하수 총 발생량은 약 38만톤/일로 연간 약 1.4억 톤/년(신고된 유출지하수만 고려) 수준임
- 이는 서울 및 경기권의 수원으로 사용되는 팔당댐 저수량(2.4억톤)의 약 60%에 해당하는 수준의 방대한 양이지만, 전체 발생량의 11%만 재이용되고 이외는 하수관로나 인근 하천으로 방류되고 있음
- 서울연구원에 따르면, 서울시는 2016년 기준 17.8만톤/일의 대규모로 유출지하수가 발생하고 있으며, 시설물 중에서는 약 11.8만톤/일로 지하철에서 가장 많이 발생
- 유출지하수는 수자원 확보 방안 마련의 필요성, 도심 집중 개발 및 과도한 지하수 사용으로 인한 지하수 고갈 문제 발생, 도시의 기후 변화 대응·적응 시스템 도입 필요성 등이 강조되며 높은 잠재적 가치를 지님

□ 유출지하수 관련 도시문제 발생

- 발생한 유출지하수는 별도의 배수라인을 통해 배제되어 인위적 도심 하수시스템으로 유입되며, 이는 자연적 조건 지하수 소비의 개념으로 볼 수 있음
- 도시개발 과정에서 불투수면적이 증가함에 따라 지하수로의 공급량이 감소한 조건에서 추가적인 지하수 소비량이 증가하게 되면, 결국 지하수 고갈을 야기
- 따라서, 유출지하수의 발생은 지하수위 저하에 따른 지하수 고갈과 이로 인한 하천 유량 감소 및 건천화, 식생의 고사 등 다양한 문제를 야기할 수 있으며, 물순환 체계의 악순환, 생태계 파괴라는 결과를 불러올 수 있음

- 또한 지반침하 현상으로 인한 도로함몰, 건물 붕괴 등 물리적인 위험요인으로 작용할 수 있음

그림 1-1 | 관내 지하수 문제로 인한 사고 발생 현장



〈그림출처〉 : 고양신문(<http://www.mygoyang.com>)

2. 연구의 필요성

□ 수자원 확보 방안 마련의 필요성

- 1990년대 국제인구행동연구소(PAI, Population Action International)에서 전 세계 국가를 대상으로 분석하여 우리나라를 물 부족 국가로 분류
 - PAI의 평가 기준은 강수량과 인구밀도만을 기반으로 분석한 것으로 평가 기준의 적정성에 대한 문제제기가 이루어졌으며, UN(United Nations) 및 FAO (국제 식량 농업 기구, Food and Agriculture Organization of the United Nations) 등에서는 이와 상반된 연구 결과들이 지속적으로 보고
- 특히, 2006년 세계물포럼에서 발표된 ‘물 빈곤지수 (Water Poverty Index)’에서는 우리나라가 전 세계 147개국 가운데 43위로 물 자원에 대한 위험도가 높지 않은 것으로 보고
 - 이러한 평가에는 기상, 토양, 지형 및 기후 등 자연 환경 요인과 수도 공급 시설 용량, 공급 시스템 및 운영 가능한 재정 등 인위적인 요인이 복합적으로 반영된 분석으로 PAI의 평가보다 정확한 결과로 평가
 - 그러나 대한민국의 경우 계절적 편차가 큰 강우 특성을 지니고 있어 수자원 관련 문제를 지속적으로 검토해야 함
- 고양시 주교 강우측정소의 2010 ~ 2019년간 강우 현황을 분석한 결과, 6월 ~ 9월에 대부분의 강우가 집중되어 (6월 ~ 9월) 발생
- 특히, 7월과 8월은 강우량 비중이 각 각 31.3%와 22.4%이며, 전체 강우량의 약 53.7%가 해당 기간에 발생한 것으로 분석

- 우리나라의 집중적 강우특성을 고려하였을 때 강우량이 감소하였을 시기 안정적인 수자원 확보를 위한 대응 방안 수립이 필수적이다.

그림 1-2 | 2010 ~ 2019년 고양시 주교 강우관측소 강우량



표 1-1 | 주교 강우관측소 월 강우특성 분석 결과 (2010 ~ 2019)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
월 강우량 (mm)	76	220	229	685	599	1,195	3,702	2,658	1,256	493	515	209
강우일수 (일)	27	27	47	80	59	67	134	123	66	44	77	52
최대강우량 (mm)	18	44	19	58	92	142	236	236	127	44	46	21
강우량 비중	0.60	1.90	1.90	5.80	5.10	10.10	31.30	22.40	10.60	4.20	4.40	1.80

□ 고양시 유출지하수 활용방안 모색 필요성

- 고양시는 창릉 3기 신도시, GTX-A, 킨텍스 3전시장 및 장항 공공주택지구 등 다수의 대규모 사업이 지하공간 개발과 함께 진행 중
- 특히, GTX-A와 같은 깊은 심도의 굴착(약 50m 이상), 대규모 건물 신축 등 이루어지는 경우 유출지하수 발생은 필연적으로, 고양시에서도 유출지하수에 대한 적극적 활용 방안 모색이 필요

3. 연구의 목적

- 국내·외 유출지하수 사용료 부과 현황 조사분석
 - 유출지하수 사례조사 및 유형 분류
 - 유출지하수 사용료 부과금액, 단가 및 기준 등 현황조사 및 지방자치단체별 비교분석
 - 지방자치단체별 조례 등 유출지하수 사용료 부과기준* 조사 및 문제점 분석
- 유출지하수 신고 및 사용료 부과에 대한 주요 현안사항 검토
 - 지방자치단체와 사업시행자 간 유출지하수 사용료 부과와 관련한 쟁점사항 조사검토
 - 협의회 기관을 포함한 대표성 있는 지방자치단체 20개 내·외로 선정 및 대면인터뷰
- 유출지하수 사용료 산정·부과기준 및 가이드라인 제시
 - 신고(계측)량에 따른 사용료 산정·부과기준 및 가이드라인* 마련
 - 유출지하수 이용 시 하수도사용료 감면 또는 면제 등 인센티브 규정 마련을 통해 요금 부과 제도 활성화 방안 제시

4. 연구의 기대효과

- 사례 분석 기반의 고양시 유출지하수 활용 방안 모색 가능
 - 국내·외 유출지하수 활용 사례 조사 후 고양시 현안 파악 가능
 - 고양시 유출지하수 활용 시 기본 자료 제공 가능
 - 고양시 유출지하수 활용 모델 제안 가능

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구의 내용

- 유출지하수 관련 법 검토
 - 「지하수법」, 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 및 「하수도법」등 유출지하수와 관련 법 검토 (법 내 유출지하수 관련 내용 조사)
- 유출지하수 관련 정책 조사
 - 환경부, 국토부 등 중앙정부 중심의 유출지하수 관련 정책 분석
- 주요 자치단체 유출지하수 관련 조례 분석
 - 특별시, 광역시·도, 특별시 및 주요 기초자치단체 유출지하수 관련 활용과 관련된 조례 분석
- 유출지하수 관련 주요 활용 사례 분석
 - 국외 활용 사례 (중국, 일본, 유럽 등)
 - 국내 활용 사례 (특별시, 광역시·도, 특별시 및 주요 기초자치단체 등)
- 고양시 유출지하수 관련 현황, 조례 및 활용사례
 - 고양시 유출지하수 현황
 - 고양시 유출지하수 관련 조례 조사
 - 고양시 유출지하수 활용 사례 조사
- 고양시 유출지하수 활용 방안

2. 연구의 방법

표 1-2 | 연구의 내용 및 방법

연구내용	연구방법
유출지하수 관련 법 검토	· 문헌조사 · 데이터(자료) 분석 (전문가 자문 포함)
유출지하수 관련 정책 조사	· 문헌조사 · 데이터(자료) 분석 (전문가 자문 포함)

연구내용	연구방법
주요 자치단체 유출지하수 관련 조례 분석	· 문헌조사 · 데이터(자료) 분석 (전문가 자문 포함)
유출지하수 관련 주요 활용 사례 분석	· 문헌조사 · 데이터(자료) 분석 (전문가 자문 포함)
고양시 유출지하수 관련 현황, 조례 및 활용 사례	· 문헌조사 · 데이터(자료) 분석 (전문가 자문 포함)
고양시 유출지하수 활용 방안	· 문헌조사 · 데이터(자료) 분석 (전문가 자문 포함)

제2장 유출지하수 관련 법령 및 조례 분석

제1절 유출지하수 관련 법령

제2절 유출지하수 관련 조례

제1절 유출지하수 관련 법령

1. 「지하수법」 유출지하수 관련 정책 추이 (법령 및 지하수관리기본계획)

- 「지하수법」은 1993년에 지하수의 적절한 개발·이용과 효율적인 보전·관리에 대한 관한 사항을 규정
- 최초 2001년 「지하수법」에서 지하굴착으로 발생하는 유출지하수의 이용대책 수립 및 의무화를 위해 개정됨
- 2022년 이후 유출지하수 현황, 계획 등에 관하여 개선하고 향후 효율적인 관리와 법적인 근거를 마련 중임
- 지하수관리기본계획은 「지하수법」에 따라 10년마다 수립(5년마다 변경) 중이며, 과거 이용·계획을 중심 내용에서 국가물관리기본계획을 반영하여 건강·안전 지하수를 기조로 수립 중임

그림 2-1 | 「지하수법」 제정 및 유출지하수 관련 제도 변천



- 지하수법에 따라 기준 이상의 유출지하수 발생 시 '감소대책' 수립·신고를 규정하고 있으며, 준공 후 기준 이상의 유출지하수가 지속 발생 시 '이용계획' 수립·신고- 유출감소 대책 또는 이용계획을 시행하지 않는 경우 개선명령 등의 행정사항을 적용 중임

표 2-1 | 「지하수법」 내 주요내용

환경부(토양지하수과) [시행 2023. 7. 4.]

제2조 (정의)

이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2020. 5. 26., 2023. 1. 3.>

1. “지하수”란 지하의 지층(地層)이나 암석 사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물을 말한다.
- 1의2. “유출지하수”란 지하시설물 또는 건축물의 공사 등 인위적인 행위로 인하여 자연히 흘러나오는 지하수를 말한다.
2. “지하수영향조사”란 지하수의 개발·이용이 주변지역에 미치는 영향을 분석·예측하는 조사를 말한다.
3. “지하수보전구역”이란 지하수의 수량(水量)이나 수질을 보전하기 위하여 필요한 구역으로서 제12조에 따라 지정된 구역을 말한다.
4. “지하수개발·이용사업”이란 지하수개발·이용을 위한 시설(이하 “지하수개발·이용시설”이라 한다)을 시공하는 사업을 말한다.
- 4의2. “유출지하수 이용시설”이란 유출지하수를 이용할 수 있도록 처리하는 시설을 말한다.
5. “지하수정화업”이란 지하수에 들어있는 오염물질을 제거·분해 또는 희석하여 지하수의 수질을 개선하는 사업을 말한다.
6. “원상복구”란 원상복구 대상인 시설 또는 토지에 오염물질의 유입을 막고 사람의 보건 및 안전에 위험을 주지 아니하도록 해당 시설을 해체하거나 해당 토지를 적절하게 되메우는 것을 말한다.

제9조의2 (유출지하수의 이용 등)

：유출지하수 감소대책 수립·시행·신고, 이용계획 수립·신고 규정

- ① 다음 각 호의 시설물 또는 건축물을 설치하려는 자는 환경부령으로 정하는 기준 이상으로 유출지하수가 발생하는 경우 환경부령으로 정하는 바에 따라 시장·군수·구청장에게 그 발생현황을 신고하여야 한다. <개정 2021. 1. 5., 2023. 1. 3.>
 1. 지하철·터널 등 지하시설물
 2. 환경부령으로 정하는 규모 이상의 건축물이나 그 밖의 시설물
 3. 그 밖에 유출지하수 관리를 위하여 시(특별자치시를 포함한다)·군 또는 자치구의 조례로 정한 시설물
- ② 제1항 각 호에 해당하는 시설물 또는 건축물 등의 지하층 공사를 완료한 후 환경부령으로 정하는 기준 이상으로 유출지하수가 발생하는 경우에는 환경부령으로 정하는 바에 따라 이를 대통령령으로 정하는 용도로 이용할 수 있도록 유출지하수 이용시설의 설치·운영에 관한 사항을 포함한 이용계획을 수립하여 시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다. <개정 2013. 3. 23., 2013. 5. 22., 2018. 6. 8., 2021. 1. 5., 2023. 1. 3.>
- ③ 시장·군수·구청장은 제1항 또는 제2항에 따른 신고를 받은 경우 그 내용을 검토하여 이 법에 적합하면 신고를 수리하여야 한다. <신설 2021. 1. 5.>
- ④ 시장·군수·구청장은 제2항에 따른 유출지하수의 이용계획을 시행하지 아니하거나 이용률이 현저히 낮다고 인정되는 자 또는 제6항에 따라 환경부령으로 정하는 유출지하수 이용시설의 시설·관리기준을 준수하지 아니한 자에게는 환경부령으로 정하는 바에 따라 기간을 정하여 그 개선을 명하여야 한다. <개정 2013. 3. 23., 2018. 6. 8., 2021. 1. 5., 2023. 1. 3.>
- ⑤ 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 발생현황 및 제2항에 따른 이용계획을 매년 환경부령에 따라 시·도지사에게, 시·도지사는 환경부장관에게 보고하여야 한다. 다만, 특별자치시장은 환경부장관에게만 보고하여야 한다. <신설 2021. 1. 5.>
- ⑥ 제2항에 따른 지하층 공사의 완료 기준과 유출지하수 이용시설의 시설·관리기준 및 그 밖에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다. <신설 2021. 1. 5., 2023. 1. 3.>
- ⑦ 환경부장관은 유출지하수 이용 촉진 등을 위하여 필요한 경우 지방자치단체의 장에게 행정적·기술적·재정적 지원을 하거나 제2항에 따른 유출지하수 이용시설의 설치·운영자에게 기술적 지원을 할 수 있다. <신설 2023. 1. 3.>
- ⑧ 지방자치단체의 장은 제2항에 따른 유출지하수 이용시설의 설치·운영자에게 필요한 행정적·기술적·재정적 지원을 할 수 있다. <신설 2023. 1. 3.>
- ⑨ 지방자치단체는 유출지하수 이용시설을 설치·운영하는 시설물의 소유자 또는 관리자에 대하여 조례로 정하는 바에 따라 하수도사용료를 감감할 수 있다. <신설 2023. 1. 3.>
- ⑩ 환경부장관 또는 지방자치단체의 장은 제2항에 따른 유출지하수 이용으로 인하여 주변지역에 제6조의2제2항에 따른 지하수 장해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우에는 환경부령으로 정하는 바에 따라 관측정 설치 등 유출지하수 이용시설 설치·운영자에게 필요한 조치를 명할 수 있다. <신설 2024. 1. 23.> [시행 2025. 1. 24.]

[전문개정 2011. 5. 30.]

제2절 유출지하수 관련 조례

1. 주요 지방자치단체 조례 제정 현황

- 일반적인 지하수가 아닌 ‘유출지하수’를 정확하게 언급하는 지자체를 대상으로 조사 결과, 총 10개 지자체에서 관련 조례를 제정 중인 것을 확인
- 특·광역시 중 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 광주광역시에서 유출지하수 관련 조례를 제정하였으며, 이외 제주특별자치도, 고양시 등에서 관련 조례를 제정
- 국내 지자체 대상 유출지하수 관련 조례 및 사용료 부과현황 조사 결과, 광역지자체 중 서울특별시, 제주특별자치도에서 ‘유출지하수’를 명시한 조례를 제정한 것을 알 수 있음
- 국내·외 사례분석 결과, 현행 유출지하수 이용행태는 하천유지, 농업용수, 지하수 재충전 등으로 사용 중인 것으로 조사되었으며, 일부 국가에서는 지속가능한 물 관리·탄소중립 등을 목적으로 관련 정책 전개 중인 것으로 조사
 - 국내의 경우 2022년 이후 비즈니스 모델 발굴, 지하수정보시스템 구축 등 정책·사업을 추진 중임
 - 기초지자체에서는 유출지하수 활용 기조를 반영한 적극적 활용 방안 수립이 필요할 것으로 판단
- 유출지하수 활용 활성화 및 이에 따른 하수도 요금 부과를 위해 지역 특성을 고려한 조례 수립이 필요

표 2-2 | 지방자치단체별 유출지하수 정책 여부 조사 결과

지역	조례 제정	요금조례	활용 계획 수립 및 시행	활용 시 사용료 감면	비고
서울특별시	○	○	○	○ (50%)	
부산광역시		○		○	
대구광역시		○		○	
광주광역시		○		○	
제주특별자치도	○				이용 용도 및 발생 현황 신고 규정

지역	조례 제정	요금조례	활용 계획 수립 및 시행	활용 시 사용료 감면	비고
고양특례시	○		○		
오산시	○		○		
파주시		○		○ (30%)	
시흥시	○		○		
안양시		○			하수도 사용료 기준 규정
아산시	○		○		
거창군	○				이용 용도 및 발생 현황 신고 규정
의성군	○		○		

- 국내 주요 지자체의 유출지하수 요금 관련 조례 분석 결과, 서울특별시¹⁾는 ㎡당 400원의 요금을 징수 중이나, 월 60㎡ 미만의 유출지하수에 한하여 적용 중이며, 유출지하수를 활용하는 경우 사용료의 50%를 감면 중임
- 조사 시점을 기준으로 부산광역시²⁾는 1㎡당 490원의 요금을 적용 중이며, 단계적 인상 예정이며, 조건에 따라 사용료 감면 조항이 존재

표 2-3 | 국내 주요 지자체 유출지하수 관련 사항

구분		유출지하수요금 관련 기준				비고																												
서울특별시	하수도 사용료 단가	400원/㎥ 징수				월 60㎥ 미만 유출지하수미적용																												
	하수도 사용료 감면	사용료 50% 감면																																
부산광역시	수도요금 감면	공공용 고정식 도로 살수장치 시스템의 총 사용요금				유출지하수사용이 불가한 경우																												
	하수도 사용료 단가	<table><tr><th rowspan="2">업종</th><th rowspan="2">사용구분(㎡/월)</th><th colspan="3">적용요금(원)</th></tr><tr><th>2024년</th><th>2025년</th><th>2026년부터</th></tr><tr><td>유출지하수(2중구분 없음)</td><td>1㎡당</td><td>400</td><td>530</td><td>580</td></tr></table>	업종	사용구분(㎡/월)	적용요금(원)			2024년	2025년	2026년부터	유출지하수(2중구분 없음)	1㎡당	400	530	580	유출지하수요금 인상계획																		
	업종	사용구분(㎡/월)			적용요금(원)																													
2024년			2025년	2026년부터																														
유출지하수(2중구분 없음)	1㎡당	400	530	580																														
하수도 사용료 감면	사용료 50% 감면																																	
대구광역시	하수도 사용료 감면	사용료 감면 가능 (기준 미기재)				유출지하수를 「지하수법 시행령」 제14조의2에 따른 용도로 이용 후 배출 시																												
광주광역시	하수도 사용료 단가	<table><tr><th rowspan="2">업종</th><th colspan="3">사 용 요 율</th></tr><tr><th>2019년 ㎡당 단가 (원)</th><th>2020년 ㎡당 단가 (원)</th><th>2021년 ㎡당 단가 (원)</th></tr><tr><td>가정용 (유출지하수)</td><td>330</td><td>360</td><td>390</td></tr></table>	업종	사 용 요 율			2019년 ㎡당 단가 (원)	2020년 ㎡당 단가 (원)	2021년 ㎡당 단가 (원)	가정용 (유출지하수)	330	360	390																					
	업종	사 용 요 율																																
2019년 ㎡당 단가 (원)		2020년 ㎡당 단가 (원)	2021년 ㎡당 단가 (원)																															
가정용 (유출지하수)	330	360	390																															
하수도 사용료 감면	사용료 감면 가능 (기준 미기재)																																	
파주시	하수도 사용료 감면	사용료 감면 가능 (기준 미기재)																																
안양시	공공 하수도 사용료 단가	<table><tr><th rowspan="2">업종</th><th rowspan="2">사용량 (㎡)</th><th colspan="8">연도별 단가(원/㎡)</th></tr><tr><th colspan="2">2024년</th><th colspan="2">2025년</th><th colspan="2">2026년</th><th colspan="2">2027년</th></tr><tr><td>유출지하수 사용요금(유출지하수 및 연중구분 없음)</td><td></td><td>400</td><td>420</td><td>440</td><td>470</td><td>500</td><td>530</td><td>600</td><td>680</td></tr></table>				업종	사용량 (㎡)	연도별 단가(원/㎡)								2024년		2025년		2026년		2027년		유출지하수 사용요금(유출지하수 및 연중구분 없음)		400	420	440	470	500	530	600	680	유출지하수요금 인상계획
업종	사용량 (㎡)	연도별 단가(원/㎡)																																
		2024년		2025년		2026년		2027년																										
유출지하수 사용요금(유출지하수 및 연중구분 없음)		400	420	440	470	500	530	600	680																									

제3장 지하수 및 유출지하수 관련 정책 검토

제1절 중앙정부 정책

제2절 주요 지방자치단체 정책

제1절 중앙정부 정책

1. 유출지하수 업무 가이드라인 (환경부, 2022)

1) 공사중 유출지하수 운영관리 현황

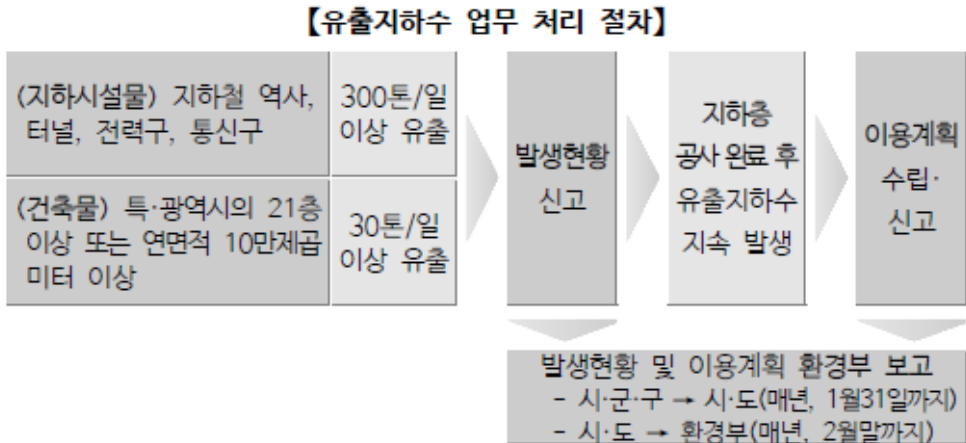
□ 유출지하수 신고의무 대상시설 종류 및 적용범위

- 지하철·터널 등 지하시설물 및 건축물에서 기준 수량 이상으로 유출지하수가 발생할 경우 사업시행자는 시장·군수·구청장에게 발생현황 신고 및 이용계획수립·신고를 해야 함

□ 관리대상시설 및 기준 수량

- 지하철 역사(驛舍), 터널, 전력구(電力溝) 및 통신구(通信溝)로서 각 1개소당 1일 300톤 이상 지하수가 유출되는 경우
- 특·광역시에 건설하는 층수가 21층 이상이거나 연면적이 10만제곱미터 이상인 건축물로서 1동당 1일 30톤 이상 지하수가 유출되는 경우
- 그 밖에 유출지하수 관리를 위하여 시·군 또는 자치구의 조례로 정한 시설물

그림 3-1 | 유출지하수 업무 처리 절차



2) 유출지하수 발생현황 신고

□ 발생현황 신고 및 신고증 발급

- 「지하수법」제9조2에 따라 지하철·터널 등 지하시설물 및 건축물 설치 중기준 이상으로 지하수가 유출될 때 사업시행자는 그 발생현황을 신고해야 함
 - 지하철 역사(驛舍) 1개소 : 1일 300톤
- 터널, 전력구(電力溝) 및 통신구(通信溝) 각 1개소 : 1일 300톤
- 제1항에 따른 건축물 1동 : 1일 30톤
- 발생현황 신고는 기준 수량 이상으로 지하수가 유출되는 사실을 안 날로부터 1개월 이내에 신고서(별지 제15호서식)에 유량측정자료와 시설물의 위치 및 유출지하수 발생 위치를 표시한 도면(공사평면도, 터널노선도)을 첨부하여 시장·군수·구청장에게 제출
- 신고를 받은 시장·군수·구청장은 그 내용을 검토하여 지하수법에 적합한 경우 신고인에게 신고증(별지 제16호서식)을 발급

□ 업무처리요령

- 유출지하수 발생현황 신고 대상 시설물은 지하철 역사(驛舍), 터널, 전력구(電力溝), 통신구(通信溝)의 경우 「1.3. 용어정의」에서 개별법에 따라 규정한시설로서 전국을 대상으로 하며, 건축물의 경우는 「건축법」제2조제1항제2호에따른 건축물로서 특·광역시의 21층 이상이거나 연면적 10만제곱미터 이상인 것을 대상으로 함
- 발생현황 신고 시 유출지하수 발생량 측정은 유출되는 지하수를 시설물 외부로 배출시키

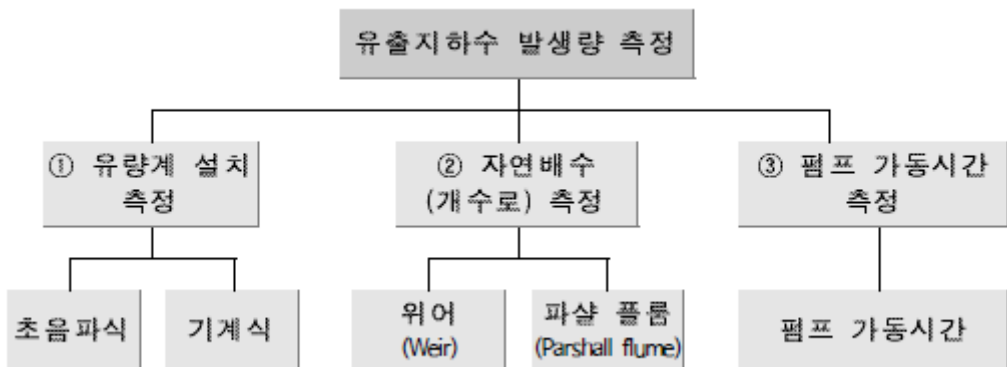
는 날부터 시설물 준공 및 운영 시까지 연속되게 측정

- 이때 유출되는 지하수량을 정확하게 측정하기 위해서는 공사현장 여건, 지하수위 등을 고려해 적절한 유출량 측정장치를 설치
- 사업시행자는 시공 전/중/후 유출지하수 발생량과 지하수위를 지속적으로 모니터링을 해야 하며, 이를 통해 주변 지하수 순환계 및 주변 시설물에 미치는 영향 여부를 파악하는데 활용
- 특히, 인근에 유출지하수 발생에 영향을 미칠 수 있는 저수지 또는 하천 등의 지표수체가 있거나 지반 침하의 우려가 있는 지역 등은 필요한 경우 관측정을 설치하여 지하수위 변동 등 주변 영향에 대한 지속적인 모니터링이 필요
- 지하수 유출량의 규모는 지하시설물 및 건축물에서 직접 측정한 실제 발생량을 의미한다. 이때 집수정으로 모이기 전 이용목적 등에 따라 분리된 유출지하수량은 모두 합산하고, 반대로 외부공급 작업수가 혼입될 경우 측정 총량에서 이를 제외해야 한다. 집수정이 다수인 경우 각 집수정별로 측정하여 합산

3) 유출지하수 발생량 측정방법

- 유출지하수 발생량을 측정하는 방법은 ① 유량계 설치 측정, ② 자연배수 (개수로) 측정, ③ 펌프 가동시간 측정 등으로 구분

그림 3-2 | 유출지하수 발생량 측정 방법



□ 유량계 설치 측정

- 굴착공사 중 발생하는 유출지하수는 토사와 이물질 등을 제거하기 위한 침사조를 거쳐 집수정에 집수한 후 오수·우수맨홀로 배출시키기 때문에, 이때 유량계를 설치하여 유출지하

수량을 측정할 수 있음

- 오수맨홀로 배출시킬 경우 유량계를 통해서 공공하수도 사용료를 징수하므로 유량계 조작이 불가능하도록 동선으로 봉인처리가 필요하며, 유량계 설치가 지연되지 않도록 함
- 유량계는 초음파식과 기계식이 있으며, 초음파식 유량계는 비파괴식으로 배관 절단이 불필요하여 설치가 쉽고 일별 유출량 데이터 저장기능이 있어 유출지하수량 계측이 편리
- 기계식 유량계는 배관 절단이 필요하며, 유량 측정 범위가 넓고 정밀도가 높으나 배출되는 지하수에 토사 등이 섞일 경우 유량계 오작동 또는 파손위험이 있어 이물질 유입방지를 위한 필터 설치가 필요

4) 유출지하수 용도 및 수질기준

- 유출지하수의 용도는 「지하수법」시행령 제14조의2에 따라 다음과 같다.
 - 생활용수 중 소방용, 청소용, 조경용, 공사용, 화장실용, 공원용 또는 냉난방용 그 밖에 시장·군수·구청장이 필요하다고 인정하는 용도
- 유출지하수의 수질기준
 - 유출지하수 이용계획 신고 시 수질기준은 「지하수법」에 따른 지하수의 용도별수질기준을 준용할 것을 권고
- 유출지하수의 수질기준이 적합하지 않을 경우, 중수처리시설, 정수장치 등을 이용하여 정수처리 후 활용해야하나, 불가피한 사유*로 정수처리 할 수 없으며 지자체장이 인정하는 경우에는 하천에 방류하더라도 이용계획으로 인정 가능 (불가피한 사유* : 정수장치 등으로 오염·유해물질 정수 불가 등)

표 3-1 | 지하수의 수질기준

1. 지하수를 음용수로 이용하는 경우 「먹는물관리법」 제5조에 따른 먹는물 수질기준 적용
2. 지하수를 생활용수, 농·어업용수, 공업용수로 이용하는 경우 (단위 : mg/L)

항 목	이용목적별	생활용수	농 · 어업용수	공업용수
일반 오염물질 (4개)	수소이온농도 (pH)	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0
	총대장균군	5,000 이하 (균수/100mL)	-	-
	질산성질소	20 이하	20 이하	40 이하
	염소이온	250 이하	250 이하	500 이하
특정 유해물질 (16개)	카 드 뭉	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	비 소	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	시 안	0.01 이하	0.01 이하	0.2 이하
	수 은	0.001 이하	0.001 이하	0.001 이하
	다이아지논	0.02 이하	0.02 이하	0.02 이하
	파라티온	0.06 이하	0.06 이하	0.06 이하
	페 놀	0.005 이하	0.005 이하	0.01 이하
	납	0.1 이하	0.1 이하	0.2 이하
	크 롬	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	트리클로로에틸렌	0.03 이하	0.03 이하	0.06 이하
	테트라클로로에틸렌	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	1,1,1-트리클로로에탄	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하
	벤 젠	0.015 이하	-	-
	톨 루 엔	1 이하	-	-
	에틸벤젠	0.45 이하	-	-
	크 실 렌	0.75 이하	-	-

비고 1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 염소이온기준을 적용하지 아니할 수 있다.
가. 어업용수
나. 지하수의 이용 목적상 염소이온의 농도가 인체에 해가 되지 아니하는 경우
다. 해수침입 등으로 인하여 일시적으로 염소이온 농도가 증가한 경우
2. 농·어업용수/공업용수가 생활용수의 목적으로 이용되는 경우 생활용수 수질기준을 적용한다.

- 유출지하수를 냉난방에너지원으로 활용하는 시설을 설치하는 경우 「지하수법」 시행규칙 별표5에 따라 다음과 같은 기준을 따라야 함
 - 냉난방에너지원으로 활용하는 경우 필요한 적정 수량을 상시 확보할 것
 - 열교환기 내에 물리적, 화학적 침전물로 인한 성능 저하를 방지하기 위하여 수질이 양호한 유출지하수를 활용하거나 정수설비 또는 침전물 제거를위한 별도 장치를 설치할 것
 - 집수정에서 열교환기로 유출지하수를 공급하는 펌프는 비상시를 대비해 예비용 펌프를 갖출 것

5) 발생현황 · 이용계획현황 보고 및 벌칙 · 과태료

□ 발생현황 및 이용계획현황 보고

- 시장·군수·구청장은 「지하수법」 제9조2의제5항의 규정에 의하여 별지 제19호 서식의 유출지하수 발생현황 및 이용계획현황을 매년 1월 31일까지 시·도지사에게 보고해야 함
- 시·도지사는 시장·군수·구청장이 보고한 유출지하수 발생현황 및 이용계획현황을 종합하여 별지 제19호서식의 유출지하수 발생현황 및 이용계획현황을 2월 말 일까지 환경부장관에게 제출해야 한다. 다만, 특별자치시장은 2월 말일까지 환경부장관에게만 보고

그림 3-3 | 유출지하수 관련 업무 흐름도

【업무흐름도】

시행 주체	시장·군수·구청장	시·도지사, 특별자치시장
시행 사항	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전년도 발생현황 및 이용계획 현황을 1월 31일까지 시·도지사에게 보고 ○ 별지 제19호서식 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시·군·구청장이 보고한 발생현황 및 이용계획현황을 종합하여 2월 말일까지 환경부장관에게 보고 ○ 별지 제19호서식

□ 유출지하수 발생 및 이용계획현황 신고서

- 전년도 한 해 동안 사업시행자가 신고한 유출지하수 발생현황에 대해 각 시설물 종류별로 유출지하수 발생 개소수 및 유출량 기재
- 전년도 한 해 동안 사업시행자가 신고한 유출지하수 이용계획현황에 대해 각 시설물 종류별로 유출지하수 발생 개소수 및 유출량을 기재하고, 전년도까지의 누계 현황에 대해서도 똑같이 기재

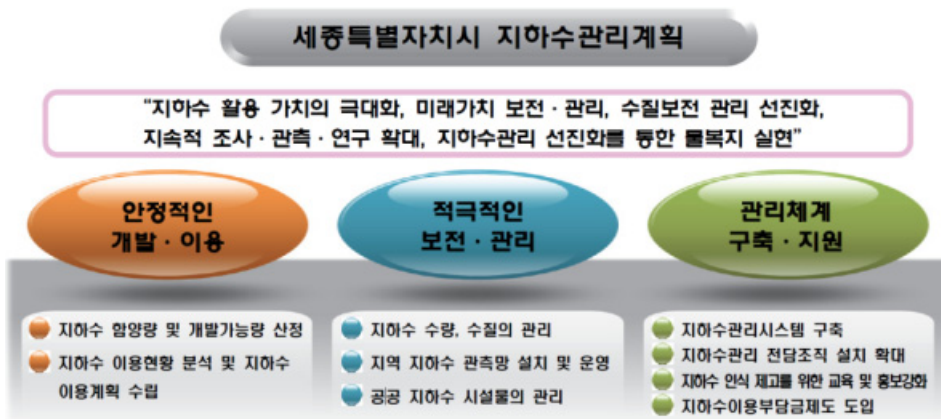
제2절 주요 지방자치단체 정책

1. 세종특별자치시

1) 기본방향 및 목표

- 세종특별자치시 지하수관리계획의 기본방향은 지하수 관리제도 변화에 따라 공공 지하수 관리강화, 지하수시설물 사후관리, 지하수이용부담금 부과, 지하수 관리체계 구축 등 국가의 지하수정책 내용을 반영하고, 세종특별자치시의 지하수정책을 수립하였다.
- 지하수관리계획의 기본목표를 “지하수 활용 가치의 극대화, 미래가치 보전·관리, 수질 보전 관리 선진화, 지속적 조사·관측·연구 확대, 지하수관리 선진화를 통한 물복지 실현”으로 설정하고 기본목표 실현을 위한 세부 추진과제로 안정적인 개발·이용, 적극적인 보전·관리, 관리체계 구축·지원 부문으로 나누어 계획을 수립하였다.
 - (안정적인 개발·이용) 지하수 부존특성 및 개발가능량 등 이용현황 분석을 통한 지하수 이용계획 수립
 - (적극적인 보전·관리) 지하수 수량 및 수질현황 분석을 통한 관리 필요지역 관리방안, 지역지하수관측망 설치·운영방안, 공공 지하수시설 관리방안 제시
 - (관리체계 구축·지원) 지하수 정책이 효율적으로 시행될 수 있도록 지하수 관리시스템 구축, 지하수 관리 전담조직 설치 및 확대
 - (지하수 인식 제고를 위한 교육 및 홍보강화) 지하수 관리재원 마련을 위한 지하수이용부담금 제도 도입 방안 등 제시

그림 3-4 | 세종특별자치시 지하수관리계획의 기본방향 및 목표



2) 지하수관리시스템의 활용

□ 배경 및 목적

- 국가의 정책 방향이 개발위주에서 관리위주로 전환되고, 지하수 시설물에 대한 수량관리, 수질관리, 시설관리 등의 필요성이 증대되고 있음
- 지하수 인허가, 수질관측망 관리, 지역지하수관측망 관리, 공공 지하수 총괄관리 등 세종특별자치시의 현행 지하수 업무 및 향후 예측되는 업무를 반영하고, 새울행정시스템과 연계하여 종합적인 관리체계를 구축함

그림 3-5 | 세종특별자치시 지하수관리시스템 체계



- 지하수정보체계 구축을 위해 필요한 사항은 지하수법 제5조의2(지하수보전·관리의 정보화)에 해당하며, 지하수관리시스템을 구축하고 운영하는데 필요한 지하수법시행령 제6조의2(지하수 정보체계의 구축·운영 등)에 해당함

【지하수법】 제5조의2(지하수보전·관리의 정보화)

- ① 국토교통부장관, 시·도지사 및 시장·군수·구청장은 제5조에 따른 지하수 조사자료와 그 밖에 지하수 보전·관리에 필요한 자료를 효율적으로 활용하기 위하여 지하수정보체계를 구축·운영할 수 있다. <개정 2013.3.23., 2013.5.22.>
- ② 국토교통부장관은 제1항에 따라 지하수정보체계를 구축하려면 미리 환경부장관과 협의하여야 한다. <개정 2013.3.23.>
- ③ 시·도지사 및 시장·군수·구청장이 지하수정보체계를 구축하려면 미리 국토교통부장관 및 환경부장관과 협의하여야 한다. <신설 2013.5.22.>
- ④ 제1항에 따른 지하수정보체계의 구축 범위, 운영절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. <개정 2013.5.22.>
- ⑤ 국토교통부장관, 시·도지사 및 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 지하수정보체계의 구축·운영에 관한 업무를 지하수조사전문기관이 대행하게 할 수 있다. <개정 2013.3.23., 2013.5.22.>

【지하수법】시행령 제6조의2(지하수정보체계의 구축·운영 등)

- ① 법 제5조의2제1항에 따른 지하수정보체계(이하 "지하수정보체계"라 한다)에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.
 1. 법 제5조에 따른 지하수 조사자료
 2. 법 제17조에 따른 지하수의 관측 및 조사 자료
 3. 그 밖에 지하수의 이용·관리에 관련된 자료
- ② 국토교통부장관은 지하수정보체계의 구축·운영을 위하여 필요한 경우에는 관계 기관 및 단체와 협의하여 제1항 각 호에 해당하는 자료의 생산·관리 및 유통에 관한 표준화를 추진할 수 있다. <개정 2013.3.23.>
- ③ 국토교통부장관, 시·도지사 및 시장·군수·구청장은 지하수정보체계의 내용 중 지하수의 조사·이용실태에 관련된 사항을 관계 기관·단체 및 일반인이 이용할 수 있도록 하여야 한다. <개정 2013.3.23., 2013.10.30.>

□ 지하수관리시스템의 활용

- 세종특별자치시의 지하수 조사, 개발·이용, 수질관리, 관측자료 및 도형정보 등에 대한 종합적 전산관리가 가능하도록 구성함
- 지형도, 지질도, 수문지질도, 연속지적도, 토양도, 식생도 등의 도면자료를 전산관리하고 도면과 연계한 GIS 분석을 통해서 해당지역내의 인허가 처리 및 체계적인 지하수 관리 가능
- 지하수 개발가능량 및 부존성 분석과 기존 인허가 시설에 대한 정보를 이용한 지하수 개발과 관리계획 업무에 활용 가능
- 지하수관리시스템을 활용하여 지하수 인허가 업무, 이용실태 업무, 지역지하수관측망 관리, 기타업무 등 세종특별자치시의 지하수 업무현황을 파악 및 분석하여 업무처리의 효율성을 높일 수 있음

○ 세종특별자치시의 지하수관리시스템을 활용한 지하수 업무현황은 다음과 같음

그림 3-6 | 세종특별자치시 지하수관리시스템 적용 업무현황

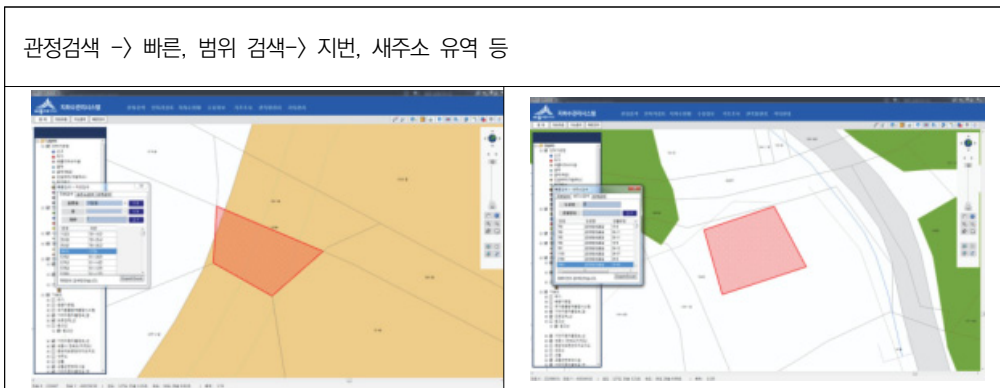


□ 지하수관리시스템의 주요기능

○ 관정검색

- 지번검색, 새주소검색, 유역검색 기능을 활용하여 지하수관정을 검색하고 기준지점(기준 시설) 검색, 임의지점(신규개발) 검색, 레이어 주변 버퍼 검색 등이 가능함

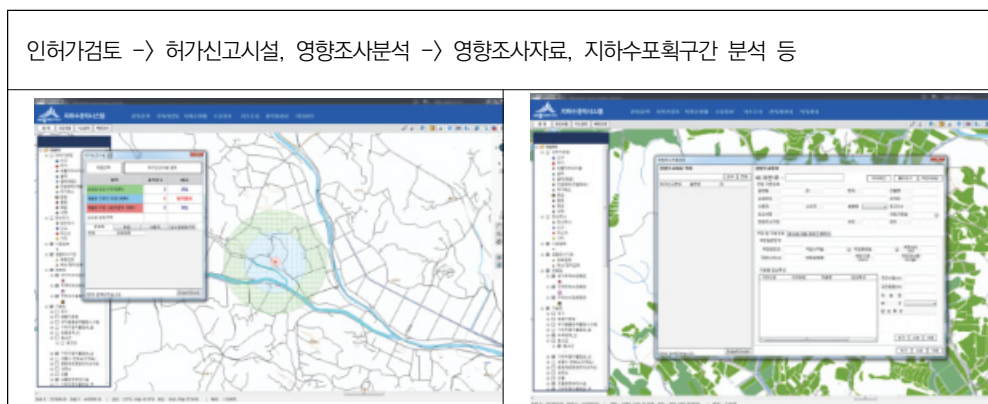
그림 3-7 | 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(관정검색)



○ 인허가 검토

- 허가·신고시설, 신규 개발공 주변의 문화재, 하천, 상수원보호구역 여부를 검토하는 기능과 지하수 영향조사 보고서에 대한 자료관리 및 WHPA를 활용한 영향조사 보고서 검토기능을 제공한다. 또한 유역을 직접 도면에 그려 유역 내 개발 가능량을 산출할 수 있음

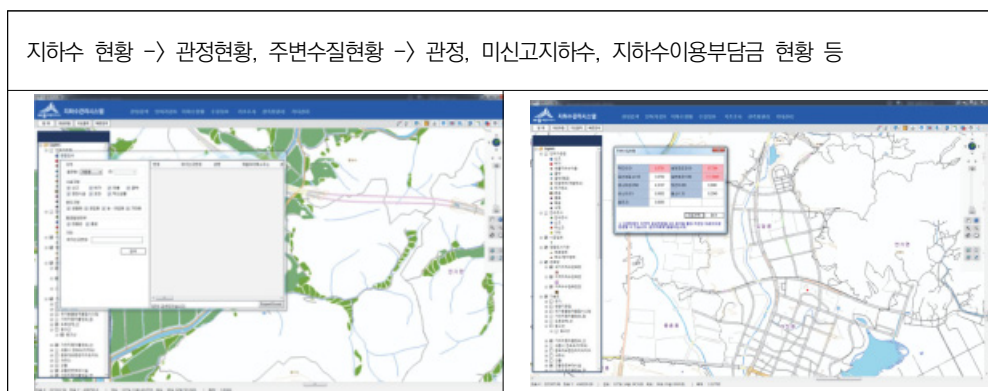
그림 3-8 | 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(인허가 검토)



○ 지하수 현황

- 허가·신고시설 및 전수조사, 미신고 지하수시설 관정에 대한 자료 관리가 가능하고, 신규 지하수개발 위치의 주변의 지하수 수질예측이 가능하여, 인허가 시 할 수 있음

그림 3-9 | 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(지하수 현황)



○ 수질정보

- 지하수 수질검사결과 자료의 검색 및 잠재오염원 현황, 가축매몰지에 대한 정보를 조회 가능

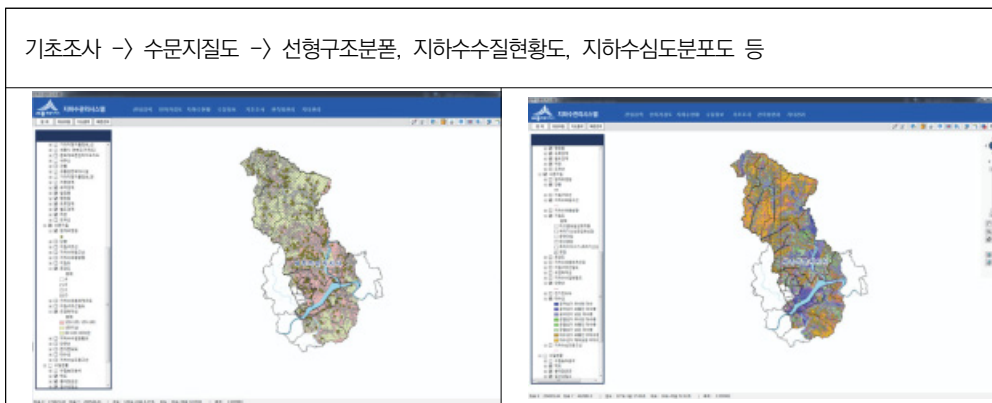
그림 3-10 | 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(수질정보)



○ 기초조사

- 지하수 기초조사 성과물인 지하수지도에 대한 자료를 조회할 수 있음

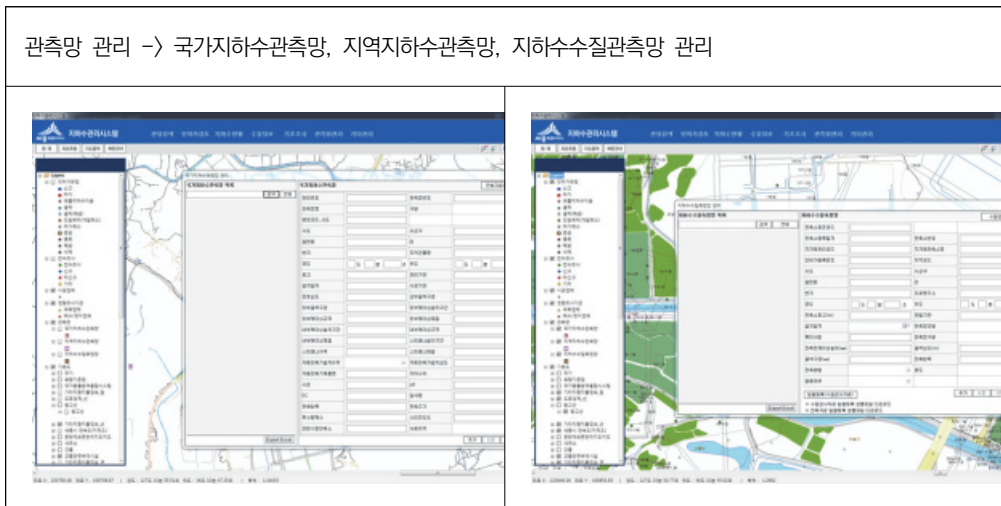
그림 3-11 | 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(기초조사)



○ 관측망 관리

- 국가지하수관측망, 지하수수질측정망, 지역지하수관측망에 대한 관측자료 및 시설현황 관리

그림 3-12 | 세종특별자치시 지하수관리시스템의 세부기능(관측망관리)



3) 유출지하수 활용계획

- 유출지하수는 지하철, 터널 및 대형 건축물 등 지하공간의 구조물 건설 시 지하수위 이하로 시공하거나 건설 이후 지하수위가 높아져 유출되는 지하수를 말하는 것으로, 대부분의 유출지하수가 그대로 버려지고 있는 실정임
- 국가에서는 2001년 지하수법 개정을 통해 지하철·터널 등의 지하시설물이나 대형 건축물에서 일정 규모 이상의 지하수가 유출될 경우, 이의 이용을 의무화하는 규정을 신설함
- 지하수법에서는 지하철·터널 등의 지하시설물 건설 또는 대형 건축물의 터파기 공사 등 지하굴착으로 인한 지하수의 대량 유출로 인해 지하수 수원 고갈, 지반침하 등의 문제를 발생시킬 우려가 있어 이를 방지하기 위하여 지하수 유출을 최소화할 수 있는 방지 대책을 수립, 시행하도록 하고 있음

【지하수법】제9조의2(유출지하수의 이용 등)

- ① 지하철·터널 등의 지하시설물을 설치하려는 자 또는 국토교통부령으로 정하는 규모 이상의 건축물이나 그 밖의 시설물을 설치하려는 자는 이로 인하여 국토교통부령으로 정하는 기준 이상으로 지하수가 유출되는 경우 이를 감소시킬 수 있는 대책을 수립하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시장·군수·구청장에게 신고하고, 그 대책을 시행하여야 한다. <개정 2013.3.23., 2013.5.22>
- ② 제1항에 따른 대책에도 불구하고 해당 시설 또는 건축물 등의 준공 후 국토교통부령으로 정하는 기준 이상으로 지하수가 유출되는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 이를 대통령령으로 정하는 용도로 이용할 수 있도록 이용계획을 수립하여 시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다. <개정 2013.3.23., 2013.5.22>
- ③ 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 지하수의 유출감소대책을 시행하지 아니하는 자 또는 제2항에 따른 유출지하수의 이용계획을 시행하지 아니하거나 이용률이 현저히 낮다고 인정되는 자에게는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 기간을 정하여 그 개선을 명하여야 한다. <개정 2013.3.23.>

유출지하수의 적용범위

- 지하철 역사 1개소 : 1일 300㎥ 이상
 - 터널, 전력구 및 통신구 각 1개소 : 1일 300㎥ 이상
 - 국토교통부령으로 정하는 규모 이상의 건축물 : 1일 30㎥ 이상
- * 단, 특별시 또는 광역시에 건설하는 건축물로서 그 층수 21층 이상이거나 연면적 10만㎡ 이상인 건축물에 한함

- 저감대책에도 불구하고 유출지하수 적용범위 이상의 지하수가 유출되는 경우에는 유출지하수 이용계획을 수립, 관할 시장·군수·구청장에게 신고하고 이용하도록 함으로써 귀중한수자원인 지하수 활용의 극대화를 도모함
- 유출지하수 활용계획은 해당 시설물에서 지하수 유출이 발생될 경우, 현지 조사를 통해 확인한 후, 활용할 수 있을 정도의 충분한 양의 유출지하수가 발생하면 활용 목적, 활용의 공간적 범위를 결정하고 이러한 활용 목적의 결정이 선행되어야 계획 수립에 있어 필요수량 산정, 수처리 수행여부, 적정 수처리 시스템 선정 등의 과정을 수행할 수 있음
- 유출지하수 활용계획 수립과정은 유출지하수 발생량 조사, 이용가능성 조사 및 이용 용도의 사전 검토 등 기초조사를 실시하고 결과를 토대로 이용가능 목적의 선정, 현황조사, 필요수량 산정, 수처리 수행여부의 결정, 설계 및 시공의 일련의 과정을 수행함

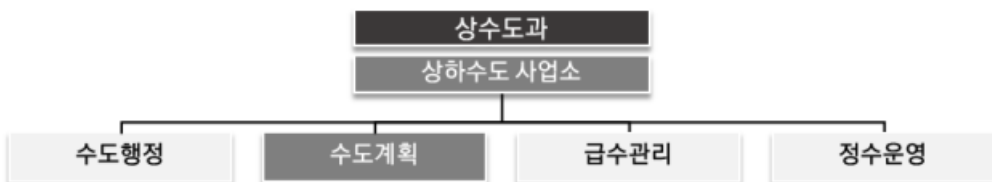
그림 3-13 | 세종특별자치시 유출지하수 활용계획 수립

기초조사 실시	<ul style="list-style-type: none"> 유출지하수 발생량 조사 유출지하수 이용가능성 조사 및 이용의 강제성여부 확인 이용용도의 사전 검토
이용가능 목적의 선정	<ul style="list-style-type: none"> 단일목적, 다목적 활용 여부 확인 활용용도의 선정
세부현황 조사 실시	<ul style="list-style-type: none"> 수질특성조사, 인근지역 현황조사(자연, 사회, 문화적 특성조사)
필요 수량 산정	<ul style="list-style-type: none"> 이용 용도별 전체 용수의 세부 필요수량 산정 유출지하수 활용수량, 우수와 연계활용 및 중수도 이용가능량 저류조, 용수 저장조의 용량 결정
수처리 수행 여부의 결정	<ul style="list-style-type: none"> 수질특성 분석 및 평가: 직접 활용 가능, 처리후 활용 가능, 하수처리장 방류 결정 이용 목적별 목표수질 적정여부 목표수질을 만족하는 수처리 방안의 도출
수처리 방법 선정 및 설계	<ul style="list-style-type: none"> 수처리 흐름도 결정 수처리 장치의 처리능력 설정 및 수처리 장치의 선정, 설계
계장, 배관, 급수설비 계획 설계	<ul style="list-style-type: none"> 계장설비, 배관설비(관경, 배관경로)의 계획 및 설계 급수계 설비의 계획 및 설계
시공방법 및 유지관리 방안 수립	<ul style="list-style-type: none"> 시공방법(시공기준) 산정 수처리 시설의 운전, 유지관리 방안 수립

4) 유출지하수 관리조직 및 인력

- 세종특별자치시에서는 지하수 업무를 상하수도사업소 상수도과 수도계획팀에서 수행하고 있고, 지하수 개발·이용 허가, 신고 등 전반적인 지하수 업무, 수질업무, 민방위시설관리 업무 및 온천업무로 세분되어 있다. 세종특별자치시의 지하수관련 조직현황은 다음과 같다

그림 3-14 | 세종특별자치시 지하수관련 조직 현황



2. 광주광역시

1) 기본방향 및 목표

□ 지하수 관리정책의 기초

- 지역특성에 적합한 광주광역시 지하수관리계획 재수립
- 지하수자원의 지속가능한 활용가치 증대
- 미래의 수자원으로서 개발과 보전의 상호 균형
- 건강하고 깨끗한 지하수환경 조성
- 지하수 관측망 설치 및 통합관리체계 구축
- 미래 기후변화 대응 다변화 및 가뭄 대응 방안 마련

표 3-2 | 지하수법 제6조의 2(지역지하수관리계획의 수립·시행)

지하수법 제6조의 2(지역지하수관리계획의 수립·시행)
<p>① 시·도지사는 기본계획에 따라 관할구역의 지역지하수관리계획(이하 “지역관리계획”이라 한다)을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아야 한다. 수립한 지역관리계획을 변경하려는 경우에도 또한 같다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하려는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.></p> <p>② 시장·군수·구청장은 관할구역에서 지하수의 수위저하(水位低下), 수질오염 등 대통령령으로 정하는 지하수 장애가 발생하는 경우 시·도지사와 협의한 후 지역관리계획을 수립하여 환경부장관에게 승인을 요청할 수 있다. <개정 2013. 3. 23., 2018. 6. 8.></p> <p>③ 삭제 <2018. 6. 8.></p> <p>④ 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 제1항 또는 제2항에 따라 지역관리계획의 승인을 받았을 때에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 지체 없이 이를 공고하고 시·도지사는 관계 행정기관의 장 및 시장·군수·구청장에게, 시장·군수·구청장은 시·도지사에게 이를 통보하여야 한다. 수립된 지역관리계획을 변경(제1항 단서에 따른 경미한 사항의 변경은 제외한다)하는 경우에도 또한 같다.</p> <p>⑤ 지역관리계획에는 제6조제1항 각 호의 사항과 관할지역 지하수의 수량관리를 위한 사항이 포함되어야 한다.</p> <p>⑥ 지역관리계획의 수립절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p> <p>⑦ 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 지역관리계획의 수립에 관한 업무를 지하수조사전문기관이 대행하게 할 수 있다.</p>

2) 지하수관리시스템 운영 현황

□ 광주광역시 지하수관리 목표

○ 목적 및 목표기간(2019 ~ 2028년)

- 지하수자원의 활용가치 증대 및 체계적인 지하수 보전·관리 대책을 수립하여 시민들에게 쾌적한 지하수 환경 제공하기 위하여 수립함

표 3-3 | 광주광역시 지하수관리 세부계획 내 주요내용

광주광역시 지하수관리 세부계획	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역특성에 적합한 광주광역시 지하수관리계획 재수립 <ul style="list-style-type: none"> - 도심지, 농경지 복합 특성고려 - 산단지역 지하수 오염관리 - 군 공항 이전 및 도시철도 2호선 신설 등 장기 도시계획 반영 - 물 순환관리 기본계획 연계 ○ 지하수자원의 활용가치 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 대용량 지하수원 개발·이용 - 지하수 인공함양·총량제 이용 - 하천수질개선 유지용수 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수의 미래가치 확보를 위한 보전관리 <ul style="list-style-type: none"> - 각 자치구 지하수 조례 수립 및 지하수 이용부담금 도입 - 공공 지하수시설 및 방치공 관리 - 보조관측망 확대 운영 및 수질관리체계 구축 ○ 지하수관리기본계획 수정계획 반영 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화에 대응한 지하수 활용, 가뭄극복 방안 마련 - 지하수 관리기반 고도화 : 관리시스템 구축

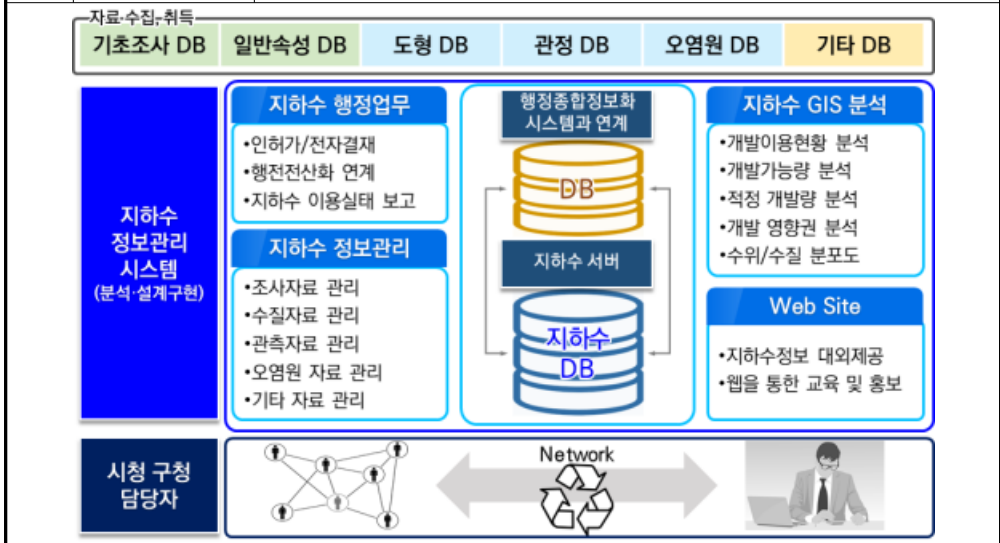
□ 지하수관리시스템의 활용

표 3-4 | 지하수정보관리 시스템 구성(안)

시스템 구성	주요 기능	개발환경	비고
지하수정보관리 시스템	지하수 Data 관리 보조지하수관측망 관리 지하수관련 정보 통합관리	Oracle Arcinfo C/S	
지하수 GIS분석 시스템	지하수 GIS분석	C/S GIS 분석 Tool 모델링 접목	
지하수 행정업무 시스템	지역관리 프로그램 기능 수행 지연관리 프로그램과의 데이터 호환	C/S	행자부 행정전산화 프로그램과 연계
지하수 Web site	지하수 정보의 대외 제공	Internet	광주광역시 홈페이지와 연계

표 3-5 | 지하수정보관리 시스템 주요내용

구분		DB 내용 및 기능
지하수 정보 관리	지하수조사 자료	- 지하수기초조사 자료 DB 구축
	지하수 수질관리	- 지하수 관련 수질 기준별 DB 구축 - 지역별 및 유역별 수질변화 추이 및 통계 - 온천수 및 먹는샘물 수집자료 통합관리
	지하수관측 자료	- 보조지하수관측망 자료 DB 구축 - 관측자료의 변화 추이 그래프 조회 및 회귀분석
	오염원 관리	- 지역별 및 유역별 오염원 현황 및 통계 - 오염원 현황의 기간별 변화 현황 조회
	환경보전구역 관리	- 환경보전구역 현황 자료 조회 - 환경보전구역 내 각종 시설 현황 검색/조회
	기타 현황관리	- 각종 인문사회 현황 - 상수원 현황 및 용수이용현황, 유역 및 하천 현황 등
지하수 행정 업무	지하수관정 관리 행정업무 처리	- 지하수 허가/신고 등 인허가 업무 처리기능 및 DB 구축 - 도면에서의 관정 현황 및 신규 시설 등의 검색 및 출력 - 지하수 법령에 규정된 각종 문서 관리 및 업무처리
지하수 분석	도면관리 GIS 분석	- 지형도, 행정구역도, 지적도 또는 지번도, 지질도, 수문지질도, 수맥도, 토양도 및 보전구역 현황 등 - 각종 도형정보의 검색, 출력, 수정 및 통계 등 - 각종 비도형 정보와의 연계 관리
Web site	홈페이지 구축	- 광주광역시 홈페이지와 연계하여 각종 지하수 정보의 대외 제공



3) 유출지하수 활용계획

□ 유출지하수 관리방안

- 유출지하수 현황조사 및 발생량 검침
- 유출지하수 대상시설 신고준수 점검
- 유출지하수 저감대책, 이용계획 신고, 활용실태 관리
 - 유출지하수 신고대상시설(지하수법 제 9조의2): 21층, 연면적 10만㎡ 이상인 건축물로 유출량이 30㎡/일 이상, 유출량이 300㎡/일 이상인 지하철 역사 및 터널

□ 유출지하수 활용방안

- 유출지하수 발생지역(도심 대형건물, 지하철 역사, 굴착공사장 지역 등)과 활용지역을 연계한 맞춤형 활용계획
 - 도심지 물순환 LID 함양시설 주입하여 도심지하수 고갈, 지반침하 방지
 - 고려지역: 도심 대형건물 밀집지역 및 지하수이용 과다지역으로 금남로, 대인동, 양동, 누문동 등
- 광주천 상류부 수질개선 하천유지용수 활용
 - 도심 유출지하수 주요 발생지역에서 위치별로 집단화하여 관로를 연결하고 중간 합류저수조 수집 후 광주천에 공급
- 도심지 도로살수용으로 활용하여 열섬현상 및 미세먼지 저감 도모
 - 고려지역: 교통량이 많은 도심지 주요 간선도로
 - 금남로: 유동 사거리-문화전당역 구간, 1.8km
 - 상무중앙로: 광주광역시청-상무역 구간, 1.5km
 - 상무대로: 광주공항역-도산역 구간, 2.8km

□ 유출지하수 관리 강화 방안

- 신도시와 서울시 유출지하수의 인공함양 기준 : 지하철, 대형 건축물, 터 널, 지하공동구 등 유출지하수를 발생시키는 시설물에서 발생된 유출지하 수를 유역 내 물순환을 건전화하고 수자원의 장기적 이용가능성을 강화하기 위해 재 함양할 수 있음
- 기준은 지하수 유출량이 개발가능량의 80% 이상일 때, 지하수 유출량이 개발가능량의 80% 이내일지라도, 지하수 유출이 인접지역의 지하수 수위와 수질에 미치는 영향이 국부적으로 큰 경우와 특히 유출 지하수를 발생시키는 시설물이 지하수 보전구역 내 위치할 경우 반드시 재함양을 시행함. 재함양 시에도 재함양수를 유역 내에 배출

- 인공함양 시 인공함양지, 함양수로, 함양트랜치 등 천층 중력 함양 방법을 따를 경우 함양수의 수질은 유출수 기준으로 최소 수질기준 2급수 이상, 심정 주입의 경우 음용수 수질기준을 만족하여야 함
- 도심지에서의 인공함양은 토지의 이용에 어려움이 있기 때문에, 공공부지를 활용
- 지하철에서 유출되는 지하수는 상시 유출수로, 지속적인 함양이 필요. 지속적인 함양법으로는 지하철 인근의 공원이나 운동장에 인공호수를 만들어 유출지하수를 계속 공급하여 지하철 주변으로 지하수를 함양
- 유출지하수를 지하철에서 인공호수로 보낼 때 도수로에 유공관을 만들면, 넓은 지역에서 지하수 함양이 이루어질 수 있고, 도로변의 가로수나 조경 시설, 도로 포장 시 투수성 아스팔트 등을 적극 사용할 수 있음
- 인공함양 방법: 함양지의 수리학적, 지질학적, 지형적, 사회적 및 경제적 특성을 고려하여 인공함양 방식 결정. 직접적인 인공함양 방법에는 도심지에서 효과적으로 활용할 수 있는 주입법과 확수법의 함양지법 및 지하 매관법이 있음(환경부, 2009, 유출지하수 관리 요령)
- 간접방식은 유출지하수가 과도하게 유출된 터널 지역에 대한 함양이라기 보다는 터널지역을 포함한 유역개념의 인공함양 방식
- 간접방식은 유역 전 지역의 지하수위를 상승시키면서, 부수적으로 터널지역의 지하수위도 상승시키는 광역적인 인공함양방법

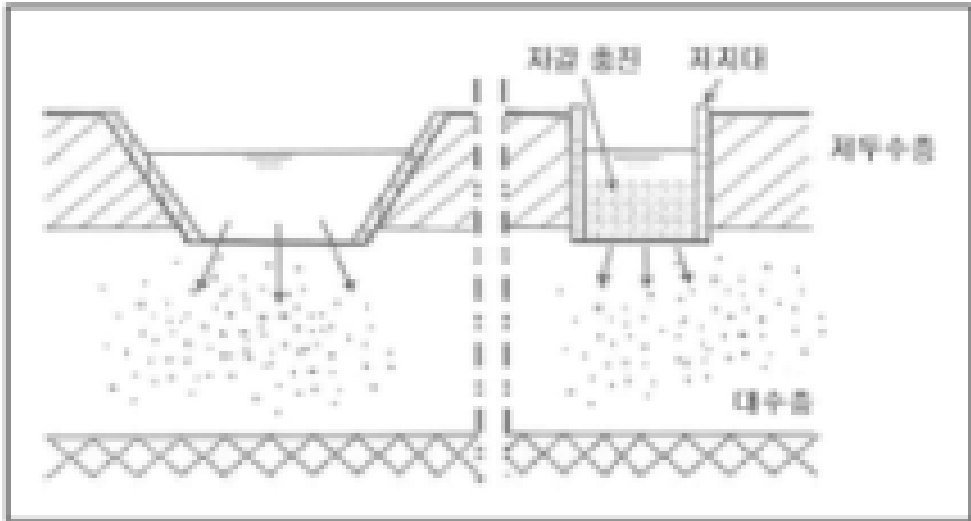
표 3-6 | 간접 인공함양법(주입법, 회수법)

구분	세부유형	주요내용
주입법	습식형	- 지하수면까지 확정하여 대수층으로 직접 주입
	건식형	- 불포화대에 작성하여 주입
확수법	함양지법	- 인공적으로 연못을 조성하여 함양
	하천-수로법	- 하상, 고수부지에 다수의 수로를 만들어 함양
	도랑 및 밭고랑법	- 배수구나 도랑으로 물을 흘려보내 함양
	홍수법	- 홍수시 대량의 하천수를 범람원으로 흘려보내 침투시킴
	지해매관법	- 지하에 매관을 부설하여 물을 흘려보내어 함양

표 3-7 | 간접 인공함양법(강변여과, 지하구조물)

구분	주요내용
강변여과 방식	<ul style="list-style-type: none"> - 유도함양 방식, 강북에 평행하게 30 - 100m 간격의 정호군 - 지하수 집수공(gallery) 설치, 오염물질과 세균 제거에 효과적
지하구조물 방식 (지하수 댐)	<ul style="list-style-type: none"> - 증발에 의한 손실 없음, 수물면적이 없음, 공사비 저렴 - 수온의 변화가 적음, 정확한 지하수저장량 평가는 어려움

그림 3-15 | 지하매관법을 이용한 인공함양



○ 지하시설물 설치에 대한 지하수 사전영향평가 실시 및 지하수 관측

- 지하철, 터널, 대형건축물 등 유출지하수를 발생 시킬 수 있는 지하시설 물을 설치할 경우 유출지하수 발생에 의한 주변 지하수계 영향을 평가 하는 지하수 사전영향평가를 실시
- 일정규모 이상의 유출지하수를 발생시키는 시설물을 설계할 경우 유출지 하수 감소 및 재활용방안을 반드시 수립하고, 이와 관련한 기본 저류시 설 및 배송관로를 확보하여야 함
- 공사 시행전 지하철, 터널의 경우 시설물의 종방향에 대해 최소 1km 간 격으로 관측공을 설치하며, 대형 건축물의 경우 지하수 흐름방향에 대 해 건축물 신축사업 경계로부터 20m이내 상, 하류 지역 2개 관측정을 설치, 50~100m 이내에 2개 관측정을 추가로 설치
- 관측정을 통하여 관측하여야 하는 항목으로는 지하수위, 전기전도도, 온 도 등의 항목이

며, 측정간격은 최소 1일 1회 이상

○ 유출지하수의 관측

- 관측정에서 지하수위, 지반변위를 계측하도록 하고 관정에는 반드시 적산유량계를 설치하여야 하며, 시설물 사용자는 매월 유출지하수의 유량을 측정
- 유출지하수의 수질, 펌프의 규모, 배출환경, 전력사용량, 재활용 실적 등 을 서류로 기록 하여 년 2회 시설물 담당 관청에 서류로 보고

○ 유출지하수 재활용 장려책

- 유출지하수의 재활용을 적극적으로 장려하기 위하여 유출지하수를 재활 용 또는 재 함양 할 경우 사용정도에 따라 지하수 이용부담금을 경감
- 시설물이 위치하고 있는 지자체가 유출지하수를 하천유지용수나 재 함양 할 경우 재활용 에 대한 인센티브로 지하수이용부담금 감면을 누진하여 시행

지하수 조례 제정시 지하수이용부담금 감면계획(예시)

- 유출지하수를 재활용할 경우 재활용량만큼 하수세 감면
- 유출지하수 활용을 장려하기 위한 시설비 지원, 하수세 감면 등 인센티브 제공

4) 유출지하수 관리조직 및 인력

□ 광주광역시

○ 환경생태국 생태수질과

- 하수도 특별회계 예산편성 및 경영평가
- 하수도 정비 기본계획수립, 하수도분야 기술검토
- 지하수 관리계획 수립, 하수도 원인자 부담금
- 하수관로 재정사업 및 정비사업 총괄
- 수질오염 총량관리 기본계획 및 시행계획
- 영산강 상류 수질개선 특별대책
- 가축분뇨관리, 비점오염원 관리, 오염총량 관리
- 물순환 선도도시 조성사업
- 하수처리시설 유지관리 및 점검

□ 자치구

- 지하수 개발이용 허가·신고 등의 일반 지하수 관련 업무는 각 자치구 건설과에서 총괄
- 농업용 시설에 관한 유지관리는 광산구 생명농업과, 그 외 자치구는 경제과에서 담당

표 3-8 | 광주광역시 자치구별 지하수 관리조직

구분	건설과	환경과	안전총괄(관리)과	기타
동구	- 지하수 개발/이용허가 관련 - 시설직 2명	- 먹는물 공동시설 관리 - 수질측정망 관리	민방위 급수시설 관리	-
서구	- 지하수 관련 인허가 - 지하수 개발 및 수질 검사에 관한 사항 - 시설직 1명	- 먹는물 공동시설 관리 - 수질측정망 관리	민방위 급수시설 관리	경제과 - 농업용지하수시설물 유지관리(수질검사, 수리) 시설직 1명
남구	- 지하수 개발/이용허가 관련 - 시설직 1명	- 먹는물 공동시설 관리 - 수질측정망 관리	민방위 급수시설 관리	지역경제순환과 - 농업용지하수시설물 유지관리(수질검사, 수리) 시설직 1명
북구	- 지하수 개발/이용 허가 관련 - 시설직 2명	- 먹는물 공동시설 관리 - 수질측정망 관리	민방위 급수시설 관리	민생경제과 - 농업용지하수시설물 유지관리(수질검사, 수리) 시설직 1명
광 산 구	- 지하수 관련 인허가 - 폐공조사 및 원상복구 - 개발실태 조사 등 - 보조관측망 관리 - 시설직 1명	- 먹는물 공동시설 관리 - 수질측정망 관리	민방위 급수시설 관리	생명농업과 - 농업용지하수시설물 유지관리(수질검사, 수리) 시설직 1명

3. 수원특례시

1) 기본방향 및 목표

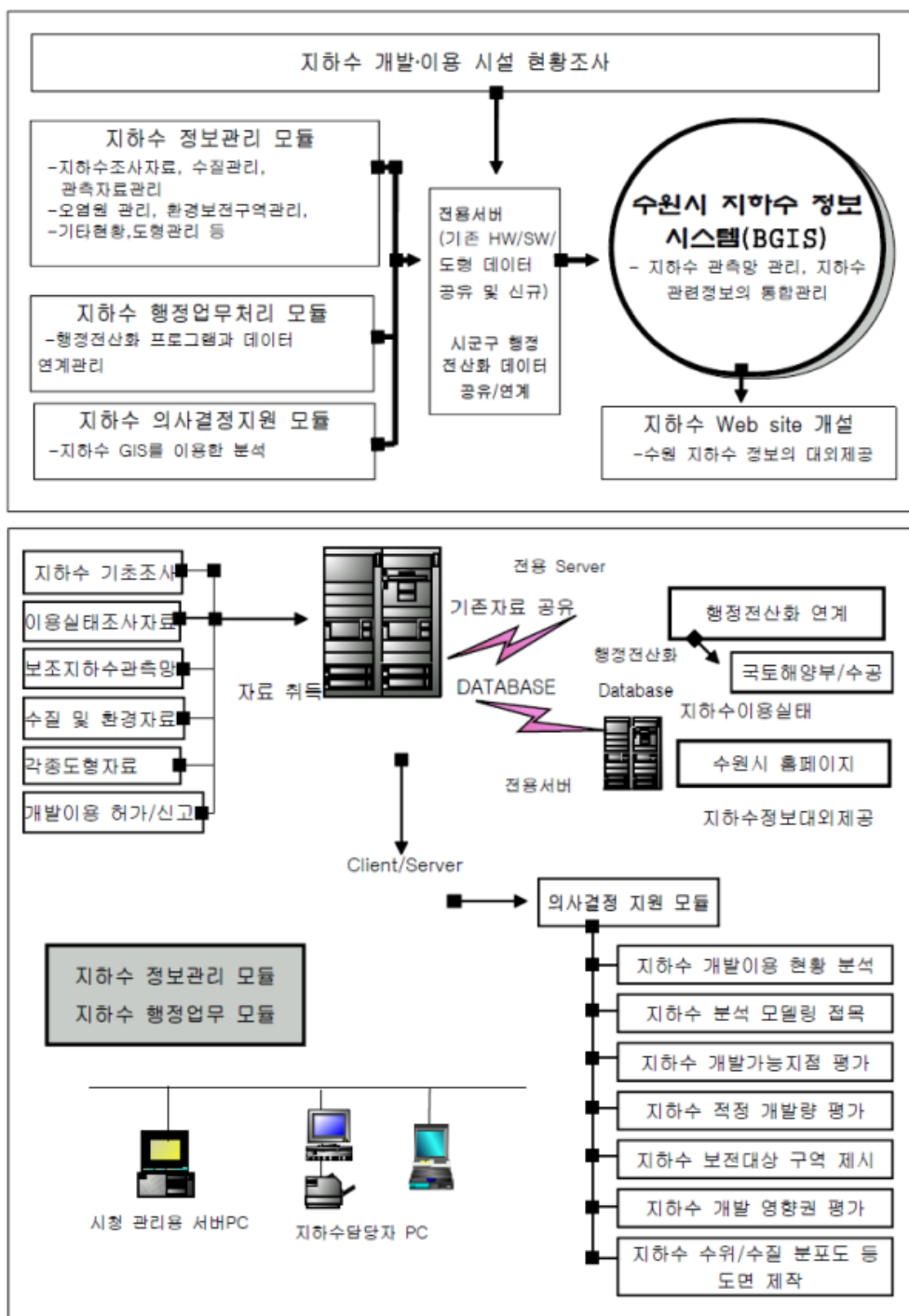
- 21세기 물 문제에 능동적으로 대처 할 수 있도록 수량, 수질측면에서 안정적이고 계획적인 지하수의 개발·이용과 친환경적인 지하수 보전관리를 위한 기반 조성

표 3-9 | 수원특례시 지하수 정보화 시스템의 구성(안)

Module명	주요기능	개발환경	비고
1. 지하수 정보관리	지하수 Data 관리 지하수관측망 관리 기타지하수 관련 정보 통합관리	Oracle, Arcinfo C/S	
2. 지하수 의사결정 지원	지하수 GIS 분석	C/S 각종 GIS 분석 Tool 모델링 접목	
3. 지하수 행정업무 처리	지하수이용부담금 관리	C/S	행정안전부 행정전산화 프로그램과 데이터 연계
4. 지하수 Web site	각종 지하수 정보의 대외 제공	Internet	수원시 홈페이지와 연계

- 수원시 지하수정보관리시스템 구축은 “국가지하수정보지도(IGIS)”사업을 토대로 추진 가능할 것으로 판단됨

그림 3-17 | 수원특례시 지하수정보화 시스템(안)



3) 유출지하수 활용계획

□ 기본 원칙

- 지하수 이용량과 지하수 유출량의 합인 지하수 배출량이 적정 지하수 개발가능량의 80% 이내이거나 인근에 미치는 영향이 크지 않을 때에는 지하수법에 따라 명시된 용도로 이용함
- 지하수 배출량이 과도하거나 인근에 미치는 영향이 매우 큰 경우에는 물순환전전성을 제고하기 위하여 인공함양을 실시한다. 이 때, 수리지질학적, 사회적 및 경제적 여건 고려하여 인공함양 방식을 결정함
- 신규 시설물이나 기존 시설물에서도 유출지하수의 하수관거 직접 방류는 최대한 억제한다.
- 유출지하수의 수질을 분석하고 각종 용수기준(음용수, 생활용수, 농업용수, 공업용 수)의 수질에 대하여 평가하여야 하며, 수질이 불량한 경우에는 수처리한 후에 이용토록 함

그림 3-18 | 유출지하수의 활용 계획의 수립 과정

공통	유출지하수 발생	<ul style="list-style-type: none"> 지하철 및 터널, 대형 건축물 건설시 또는 건설 후 고려
	기초조사	<ul style="list-style-type: none"> 유출지하수 발생량 조사 유출지하수 이용가능성 조사 및 이용의 경제성여부 확인 이용용도의 사전 검토
대상지별	이용가능 목적의 선정	<ul style="list-style-type: none"> 단일목적, 다목적 활용 여부 확인 활용용도의 선정(내부/외부 활용)
	세부현황 조사 실시	<ul style="list-style-type: none"> 수질특성조사, 인근지역 현황조사(자연, 사회, 문화적 특성조사)
	필요 수량 산정	<ul style="list-style-type: none"> 이용 용도별 전체 용수의 세부 필요수량 산정 유출지하수 활용수량, 우수와 연계활용 및 중수도 이용가능량 저류조, 용수 저장조의 용량 결정
	수처리 수행 여부의 결정	<ul style="list-style-type: none"> 수질특성 분석 및 평가: 직접 활용 가능, 처리후 활용 가능, 하수처리장 방류 결정 이용 목적별 목표수질 적정여부 목표수질을 만족하는 수처리 방안의 도출
	수처리 방법 선정 및 설계	<ul style="list-style-type: none"> 수처리 효율도 결정 수처리 장치의 처리능력 설정 및 수처리 장치의 선정, 설계
	계장, 배관, 급수설비 계획 설계	<ul style="list-style-type: none"> 계장설비, 배관설비(관경, 배관경로)의 계획 및 설계 급수계 설비의 계획 및 설계
	시공방법 및 유지관리 방안 수립	<ul style="list-style-type: none"> 시공방법(시공기준) 산정 수처리 시설의 운전, 유지관리 방안 수립

표 3-10 | 유출지하수 활용 세부용도별 주요사항

구분	세부용도	주요사항
내부 활용	화장실 세정용수	피부 접촉가능성이 적음 내부공간 활용용수 중 가장 활용도가 높음
	청소용수	외관, 탁도, 냄새 등 심미적 요소에 대한 간단한 처리만으로 활용가능
	목욕용수	목욕용수, 세면용수, 수영장 용수 등으로 이용시 피부에 직접적으로 접촉하므로 음용수 수질기준에 적합하도록 수처리 요망
	친수용수	내부의 수족관, 관목 살수용수 등으로 활용
외부 활용	하천 유지용수	친수기능, 생태기능, 경관기능, 자연기능의 유지를 위한 최소 용수확보
	살수용수	화장실 세정용수와 유사한 수질기준 대장균이 검출되지 않을 것, 잔류염소농도 0.2mg/l 이상일 것
	조경용수	중수도 수질기준 중 가장 기준이 완화되어 있음 피부 접촉가능성이 비교적 적음
	농업용수	관개용수, 축산용수, 수산양식용수 등 이용목적별로 세분화하여 적합한 수질의 지하수를 보급할 것 작물 생육기간에 안정적으로 용수 공급이 가능할 것
	공업용수	공단, 공장, 생산업체 등에서 사용되는 물로 얼음 제조용, 음료수 생산용, 식료품 제조용, 냉각수용, 광산용, 전력생산용 등을 포함 안정적이고 충분한 용수 공급이 필수적
	소방용수	소방대상물과의 거리가 공업지역, 상업지역 및 주거지역은 100m이내, 그 밖의 지역은 140m이내가 되도록 설치 저수조는 상수도와 연결되거나 언제나 충수되어 있는 구조일 것 소화수조 및 저수조의 저수량은 도시계획법에 의한 상업지역 및 공업지역에 있어서는 100㎡ 이상, 그 밖의 지역에 있어서는 40㎡ 이상일 것
	친수용수	물의 연출에 필요한 유효수량을 결정하고 가동시와 정지시의 수위변동에 대처할 것 수경시설의 설치목적, 수경시설의 종류와 주변환경, 공급원수의 수질과 수량에 대한 사전검토를 통해 목표수질 결정 수경시설의 종료, 분수의 노출경, 주변오염물질 유무에 따라 처리항목, 처리정도, 규모 등을 명확히 할 것 물의 이용체계는 순환법을 원칙으로 하되, 수원의 수량과 수질을 고려하여 적절한 방법을 사용할 것
	비상용수	전시나 가뭄시에 필요한 물 부족분을 충당하기 위한 용수

4) 유출지하수 관리조직 및 인력

□ 지하수관리팀 업무 내용

- 지하수 개발·이용 신고 및 허가
 - 허가/신고서 접수 및 허가/신고증 발급, 준공검사 및 준공확인필증 발급
 - 지하수 영향조사서 심사 및 관련부서 협의
 - 이행보증금 예치/재예치
- 지하수에 영향을 미치는 각종 굴착행위 및 유출지하수 등 관리
- 지하수 이용종료 및 불용공 관리(방치공 조사 및 원상복구 시행)
- 수질검사 관리
 - 수질검사 시료 채취 입회, 수질검사 자료 관리 및 불합격 시설에 대한 조치명령, 이행여부 확인 등
- 지하수 관련 업체 관리(지하수 영향조사기관, 시공업체, 지하수 정화업체 등)
- 지하수 개발·이용 위법자에 대한 행정조치
- 지하수 개발·이용실태 조사 및 홍보
- 보조지하수관측망 및 지하수 수질측정망 운영, 관리
- 지하수 정보관리 시스템 유지, 관리
- 지하수 보전을 위한 보전구역 지정 조사 및 지정·관리
- 지하수 개발·이용시설의 사후관리
- 지하수관리특별회계의 설치, 관리
- 지하수이용부담금의 부과·징수

표 3-11 | 수원특례시 지하수 전담조직 업무분장(안)

주요 업무내용			소요인력
지하수 조례 개정 및 운영 지하수 보전구역 지정 관리	지하수관리위원회 운영 지하수 관련 민원 처리	지하수 관련 평가 업무 기타 지하수 업무 총괄	총괄담당 1인
지하수 허가 업무 지하수관리계획 수립 시행	지하수이용부담금 부과징수 지하수특별회계 운영	지하수 오염지역 관리	기술직 1인
지하수신고 업무 지하수행정시스템 운영	원인불명 폐공조사 원상복구 시공업인허가 및 사후관리		기술직 1인
이용실태조사 수질측정망관리 운영	지하수 검침 및 고지서 전달 지하수 체납관리	지하수 방치공 확인	기능직 2인

제4장 유출지하수 활용 사례 분석

제1절 국내 활용사례

제2절 국외 활용사례

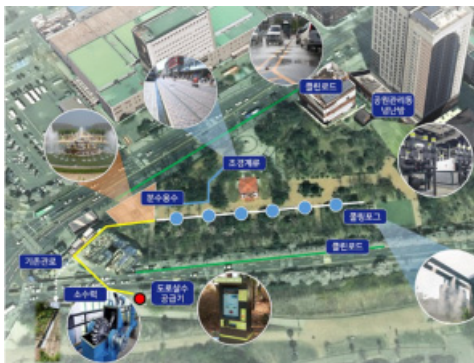
제3절 고양시 유출지하수 활용 현황

유출지하수 활용 사례 분석

제1절 국내 활용사례

- 국내의 경우 유출지하수 활용 확대를 위한 종합 대책을 마련(버려지던 유출지하수, 탄소중립 핵심 수자원으로 활용, 2022)
 - 유출지하수의 적극적인 활용을 위한 제도 보완, 비즈니스 모델 구축 등 다분야에 걸친 활용체계를 구축
 - 정책 부문의 경우 유출지하수의 관리 강화가 주요 목적이며, 지하철 및 터널 등 유출지하수 발생이 빈번한 장소를 중심으로 관리대상시설로 지정하여 유출지하수의 관리, 수위 변동 등을 모니터링, 인공 함양 근거를 마련
 - 민간시장에서의 유출지하수 활용 활성화를 위해 냉난방, 미세먼지 저감 등을 위한 활용 사례를 구축하고, 고도화된 활용 및 기술 확보를 위한 R&D 등을 추진

그림 4-1 | 국내 주요 사례



소수력발전, 조각분수 등(서울시 영등포구)



난방에너지원 활용(부산시)

제2절 국외 활용사례

1) 유출지하수 활용 시범사업(1·2차)

- 국외 유출지하수 활용은 주로 빗물 모니터링, 냉·난방시스템 등으로 활용 중이며, 하천유지·도로청소 등 인프라 유지 등을 위해 활용 중임
 - 일본의 경우 지반 침하 등 재해 예방을 위해 지하수의 사용 제한과 재충전 관련 연구, 정책 수행 중
- 이외 유출지하수 활용 효율 고도화를 위해 스웨덴, 스위스 등 유럽 일부 국가에서는 교육 활동을 수행 중임

그림 4-2 | 국외 주요 유출지하수 이용 사례(일본)



〈자료〉 일본 국토교통성 하천국 하천환경과(2006), 서울연구원(2019). 서울시 유출지하수의 이용실태와 활용방안

□ 일본의 이치노하시 공원 수변공간 조성 이용사례

- 위치: 히가시 아자부 3초메의 아자부주방역 인근
- 특징: 도영 오에도선, 도쿄메트로 남북선이 교차, 지하케이블 터널 등 지하시설물이 밀집하고 있는 지역
- 이용: 후루천 수로로 방류, 고가도로 하부 지상공간에 공원조성

□ 세부내용

- 사업명/위치 : 이치노하시공원 개조공사/도쿄도 미나토구 히가시아자부 3-9-1
- 비목적 : 하천의 정화, 경관의 향상
- 수원 : 지하케이블 터널 유출지하수
- 관리자 : 도쿄도 미나타구

○ 시설제원 : 연장 50m, 분수폭 500cm, 유량 350톤/일, 수질 BOD 3mg/L

○ 사업비 : 3.1억엔

그림 4-3 | 유출지하수 이용 흐름

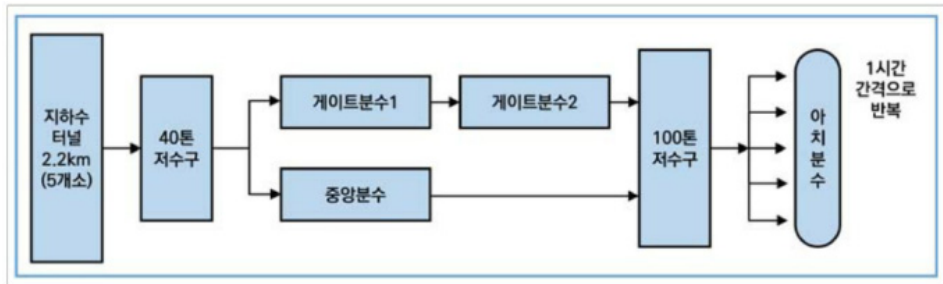


그림 4-4 | 이치노하시 공원 내 분수



□ 기타큐슈시의 시냇고 시냇물 사업

○ 사업명/명칭 : 시야가타니 수변재생사업/시냇고 시냇물

○ 정비목적 : 친수기능의 확보, 경관의 향상

○ 수원 : 신칸센 터널 내 침출수

○ 관리자 : 기타큐슈시

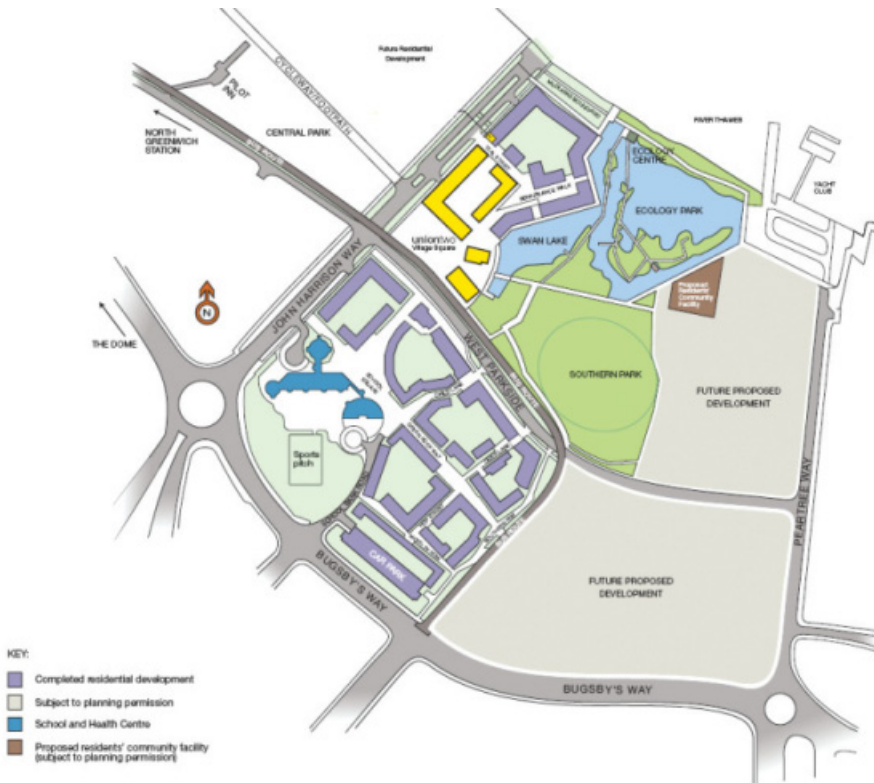
○ 시설제원 : 연장 131.5m, 수로폭 150cm, 수로심 20cm

○ 사업비 1.86억엔(국비 1/3, 시 2/3)

□ 런던 밀레니엄 단지

- LID 기술을 적용하여 녹지축을 중앙으로 이동시켜 대규모 생태공원과 인공 호수를 계획하여 연결함. 이를 중심으로 작은 중정을 둘러쌓아 주거단지를 주변에 배치함
- 에너지, 자원, 물 사용의 지속성을 제고하기 위하여 80% 초기 에너지 절감, 50% 단지 내 쓰레기 절감, CO2 배출제로, 80% 중수도 시스템, 30% 물수요 절감과 같은 환경목표를 적용함

그림 4-5 | 런던 밀레니엄 단지 배치도



3) 국내·외 사례 종합

- 사례분석 결과, 유출지하수의 재이용을 위한 다양한 유형의 사업 및 정책을 추진 중인 것으로 파악
- 모든 활용 사례를 대상으로 정책 및 교육, 사업으로 구분한 결과, 국내의 경우 비즈니스 모델 구축, 관리대상시설 지정 등 정부 주도의 이용방향을 제시하고 있었으며, 지자체에 따라 하천유지·도로청소·급수·청소 등의 용도로 활용 중인 것으로 파악

- 국외 사례의 경우 수질관리를 비롯하여 지하수 재충전(미국), 모니터링(일본) 등과 지속가능한 물 관리·환경보전 등을 위한 교육을 수행 중 (싱가포르, 스웨덴 등)

그림 4-6 | 국내·외 유출지하수 주요 활용 사례



표 4-1 | 국내·외 유출지하수 활용사례

구분	국가명	주요 활용 사례
정책 및 교육	한국	유출지하수 활용 비즈니스 모델 구축, 지하철·터널 등을 관리대상시설로 지정, 지상건축물 범위 확대 등
	미국	차세대 수질관리 시스템, 지하수 재충전 및 재사용, 도시 농업 및 조경 규제
	싱가포르	환경 보호 및 복원 프로젝트, 지속 가능한 물 관리 교육
	스웨덴	환경 교육 및 연구, 지속 가능한 물 관리 교육
	홍콩	환경 복원 및 재생, 재난 관리
	일본	지하수 모니터링 및 관리, 응급 상황 및 재난관리
사업	한국	하천유지, 도로청소, 공원유지, 화장실 급수, 건물 청소 등, 지열 냉난방 시스템, 지하수정보시스템 구축
	싱가포르	지하수 관리 및 모니터링, 물 재활용 및 재사용
	스웨덴	물 재활용 및 처리, 빗물 모니터링
	홍콩	지하수 재충전, 농업용수
	일본	지하수 재충전, 도시 공원 및 녹지 관리
	중국	지하수 재충전, 건축 및 도시 개발, 지하수 모니터링 및 관리

제5장 고양시 유출지하수 활용 현황 분석

제1절 고양시 화정역 유출지하수

제2절 고양시 백석역 유출지하수

제3절 고양시 유출지하수 관련 특허

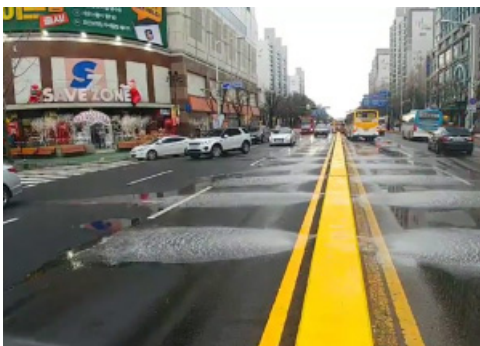
제3절 대화동 GTX-A 인근 사업장

제1절 고양시 유출지하수 현황

1) 고양시 유출지하수 활용 현황

- 고양시는 유출지하수 활용의 중요성을 선제적으로 인식하여 2020년을 기점으로 관련 시범사업, 연구를 통해 고양시 내 유출지하수의 활용을 증대 중임
- 지하철 3호선 화정역에서 배출되는 하루 356톤의 유출 지하수를 활용하여 도로 살수시설인 '쿨링&클린 시스템', 가로수 구간 생태공간 및 물순환시설인 '고양이 웅달샘' 등을 운영하고 있음
- 또한 백석동 근처 건물에서 발생하는 유출지하수를 활용하여 실개천을 조성하고 주변에 식물 식재 및 편의시설을 설치하여 시민 힐링공간으로 사용하고 있음

그림 5-1 | 화정역 유출지하수 활용 사례



[화정역 쿨링&클린로드]



[고양이 웅달샘]

그림 5-2 | 백석동 유출지하수 활용 실개천



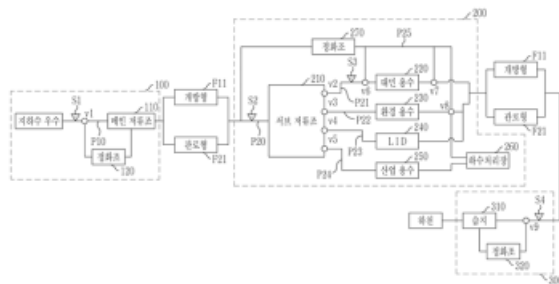
- 또한 2022년에는 도심 발생 유출지하수와 강우 유출수를 이용해 지표면에 자연적 물의 흐름을 형성하는 시스템 구축 기술을 개발하고 해당 시스템의 특허 등록을 완료하였음
 - 특허 기술명은 ‘지하수 및 우수를 활용한 도심 생태축 구축 시스템(등록번호: 제 10-2368531호)’으로, 시가 전락수립부터 기술개발, 시범사업을 실시하여 추진모델을 구축하고 모니터링 통합시스템을 적용한 물 순환 시스템으로 녹지대의 지속적인 연장을 도모
 - 이를 통해 도심 생태축 구축이 가능하며, 물의 수질 등급에 따라 각종 설비로 맞춤형 용수를 공급하여 시민들에게 쾌적한 환경을 조성할 수 있고, 물의 낭비를 방지할 수 있으며, 하천의 수질 개선 및 하천 생태계 보호가 가능하고, 하천의 건천화를 방지할 수 있는 지하수 및 우수를 활용한 도심 생태축 구축 시스템임

제2절 유출지하수 관련 특허

□ 유출지하수 활용 특허 출원으로 적극 활용 도모

- 2022년 도심 발생 유출지하수와 강우유출수를 활용한 지표면에 자연적 물의 흐름을 형성하는 시스템 구축 기술을 개발(등록번호 : 제10-2638531호)
- 이는 고양시 주도적인 기술개발, 활용 전략 수립 및 추진모델 구축에 직접 기여하게 되었으며, 녹지대의 연장을 통한 도심 생태축 구축, 설비 맞춤형 용수 공급 등 쾌적한 도시환경 조성, 수자원 낭비 방지 등의 긍정적 영향을 불러옴
- 위 사례 외 GTX-A 연선과 창릉 3기 신도시, 킨텍스 3전시장 및 장항 공공주택지구 등 다수의 대규모 지하공간 개발사업 추진 시 발생하는 유출지하수를 기후위기 대응을 추진 중임
- 이를 통해 도시 물순환체계에 기여하는 핵심수자원으로 재탄생시키고자 함

그림 5-3 | 유출지하수 관련 특허



제3절 대화동 GTX-A 인근 사업장

1. 사업대상지역 유출지하수 발생현황 및 필요성

- GTX-A 노선 킨텍스역 인근 4번 환기구에서만 유출지하수(3,000톤/일)가 발생하고 있으며, 발생한 유출지하수는 대부분 도로 내 우수관로로 버려지고 있음
- 2024년 7~8월, 고양시 미래로와 중앙로 교차지점 하부 통로박스 내 침수가 지속적으로 발생함을 인지하였으며, 이는 농어촌공사에서 관리하는 토사 측구 배수로에 GTX-A노선의 유출지하수가 연결되어 있어 발생하는 것으로 판단됨

그림 5-4 | 고양시 미래로-중앙로 교차지점 침수 발생



- 이에 따라, GTX-A 2공구 사업시행자 측에 유출지하수 수로 연결 문제를 전달하고, 해당 수로를 인근 대화천으로 변경하는 방안을 지속적으로 협의하였으며, 유출지하수 배출 전용 관로를 매설하여 대화천에 방류하는 방안으로 문제를 해결하고자 하였음

- 유출지하수로 인한 인근 지역 침수 문제를 해결하고, 버려지고 있는 수자원인 유출지하수를 적극 활용하여 인근 체육시설 관리용수, 쾌적한 도로환경 개선 용수, 하천 수질 개선 등에 활용하는 한편, 지반침하를 방지하기 위해 지하수위 유지에 활용이 필요함

그림 5-5 | 사업대상지 유출지하수 발생현황



□ 사업대상지역 주변 현황 (연계 가능 시설)

- 사업대상지는 GTX A노선 킨텍스역과 운정역 사이(대화동 381-4번지)에 위치하고, 인근에 체육시설(고양종합운동장, 고양체육관, 성저파크골프장, 야구장)과 관공서(일산서구청, 일산서부경찰서, 대화119안전센터), 킨텍스 등이 위치하고 있음

그림 5-6 | 사업대상지 주변 현황



(2) 유출지하수 활용 계획

□ 활용 계획

- 체육시설 조경/청소용수, 도로 쿨링&클린로드 시스템, 친수공간(분수대 및 실개천, 쿨링포그 등), 하천(대화천) 수질 개선 등

그림 5-7 | 유출지하수 활용방안



[분수대]



[도심 실개천]



[도로 살수차량 용수]



[도로 쿨링&클린 로드]



[지붕 살수]

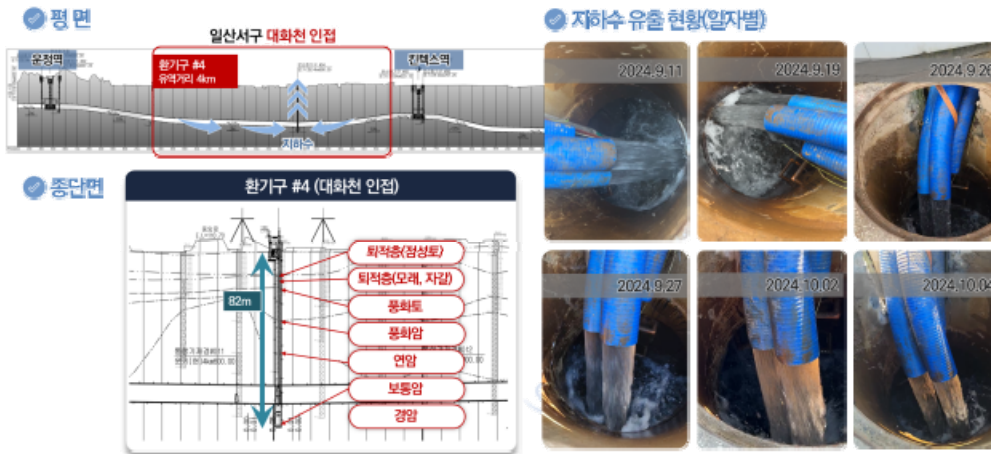


[쿨링포그]

□ 유출지하수 수량·수질 검토

- (수량) GTX-A노선 4번 환기구 지하 82m에서 올라오는 유출지하수로 최소 일 3,000톤 이상 확보 예상

그림 5-8 | 사업대상지 유출지하수 현황 및 수량



- (수질) 수질검사 결과 생활용수 적합, 음용수 부적합(대장균 검출) 결과가 나왔으나, 수처리시설(막여과 등)을 통해 개선 가능

※ 매월초 수질검사 실시를 통한 수질 모니터링 실시 예정

- 유출지하수 발생현장 인근 대화119안전센터에 안정적인 소방용수 공급

그림 5-10 | 고양시 화정역 인근 유출지하수 활용 효과 (주변 온도 저감)



제6장 고양시 유출지하수 활용 방안

제1절 조례

제2절 활용계획 수립

제3절 담당 조직 등 추진체계 정비

제4절 활용 방안 접목

제5절 기타사항

1. 조례 정비

- 현재 고양시에서는 유출지하수와 관련되어 현재 고양시에는 「지하수법」에 의거한 유출지하수 신고에 관한 조례만 제정되어 있음
- 유출지하수의 적극적인 활용과 관련해서는 단순 유출지하수 발생 신고 관련 조례로는 한계가 있으며, 추가적인 조례 제정이 필요
- 조례 제정이 필요한 내용은 다음과 같이 정리할 수 있음
 - 「고양시 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 조례」 내 물의 재이용 대상 범위를 유출지하수까지 확대하여 반영 (현재: 빗물, 오수, 하수처리수, 폐수처리수, 발전소 온배수 시설)
 - 유출지하수 발생량 측정의 강제화
 - 유출지하수 신고·관리에 대한 조례 [면제 대상 언급 (60 m³/월 미만)]
 - 유출지하수 적극적 활용에 대한 조례
 - 유출지하수 하수도 사용료 부과와 관련된 조례
 - 유출지하수 활용 요금 감면과 관련된 조례
 - 유출지하수 활용 시 인센티브(재정 및 행정)와 관련된 조례

2. 유출지하수 활용계획 수립

- 유출지하수와 관련되어 활용할 수 있는 다음과 같은 세부적 계획 필요
 - 유출지하수 이용 시설 별 비용/편익 (BC) 분석을 통해 편익이 높은 시설 항목 도출
 - 유출지하수 발생원 및 주변 환경을 고려한 활용 계획(안) 분석 필요
 - 유출지하수 질적 안전성 확보를 위한 전처리(수처리) 공정 분석
 - 유출지하수 양적 안정적 확보를 위한 방안 연구(지하 저류조, 소규모 저류조, 복합 저류조)

3. 담당조직 및 인력 확보

- 유출지하수 활용과 관련된 담당 인력 확보가 필요함
- 환경부(중앙정부)에서는 유출지하수 활용과 관련하여 지속적인 확장을 검토하고 있으며, 일부 특·광역시단체에서는 유출지하수와 관련된 담당 인력을 확보하여 운영하고 있음. 단, 유출지하수 활용에 관한 인력이 아니라 유출지하수 신고와 연계하여 업무 담당
- 상대적으로 기초자치단체에서는 유출지하수 활용과 연계하여 담당하는 인력은 거의 전무하고, 단순 신고 업무만을 담당
- 유출지하수의 적극적인 활용을 위해서는 유출지하수 신고·활용을 연계하여 담당 할 수 있는 인력이 필요함.
- 제한한 유출지하수 신고·활용 담당 인력 배치가 적절한 부서는 환경정책과, 생태하천과 및 하수행정과 등임

4. 유출지하수 사용료 부과 방안 검토

- 유출지하수는 인위적인 개발행위에 의해 발생하는 결과물이며, 최종적으로는 도시 내 인공적 물순환시스템(하수도시스템)을 통해 배제 및 처리가 이루어짐
- 이 과정에서 하수처리장 유입량 증대, 하수처리장 유입 부하 감소, 미량오염물질(중금속 등)의 하수처리장 유입 가능성 및 우수시스템 통수능 저감 등의 영향을 미칠 수 있음
- 따라서, 유출지하수 발생원인자에 대한 적절한 비용 부과가 필요하며, 확보된 재정을 통해 유출지하수 활용을 위한 재정으로 재투입할 수 있어야 할 것임
- 또한 유출지하수의 활용 확대를 위해 유출지하수 적극 활용에 따른 요금 감면 및 인센티브 방안에 대해 검토가 이루어져야 함

그림 6-1 | 유출지하수 비용 부과를 위한 환경법 기본 원칙 주요 내용



그림 6-2 | 유출지하수 비용 부과 당위성



참고문헌

[국내문헌]

한국철도시설공단(2012). 신안산선 복선전철 노반 기본 및 실시설계 지하수영향평가 보고서
국토해양부(2012). 제3차 지하수 관리 기본계획(2012~2021),
국토해양부(2009). 유출지하수 관리 요령.
인천연구원(2009). 인천광역시 지하철 유출지하수 활용방안,
한국환경정책·평가연구원(2006). 터널로 인한 지하수 영향 저감방안 연구, 이정호
서울특별시(2005). 지하철 유출지하수의 이용과 관리(서울시), 지하수 정보협력 포럼

서울시, 유출지하수 현황 자료, 서울시 물관리정책과, 2013
인천시, 유출지하수 현황 자료, 인천교통공사, 2012
대전시, 유출지하수 현황 자료, 대전도시철도공사, 2013
서울시, 서울시 하수도사용조례, 2013년 기준
안산시, 안산시 하수도사용조례, 2013년 기준

[관련기사]

서울신문(2024.8.29.). 정원도시 영등포구에 지하수 찰랑이는 물길 정원 문 열었다 <https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20240829500203>
아시아투데이(2023.8.28.). GH, 전국 최초 지하수활용 탄소중립 도시 만든다. <https://www.asiatoday.co.kr/kn/view.php?key=20230825010013248>
내일신문(2023.4.25.). 부산시 유출지하수 '먹는 물'로 활용한다. <https://www.naeil.com/news/read/458794>
한국일보(2022.7.5.). 버려지던 유출지하수, 냉난방·소수력발전에 활용한다. <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2022070514160003631>

Abstract

Fostering Plan of Goyang Flower Industry (2024~2027)

A Study on the Utilization of Runoff Ground-water for Climate Change Mitigation and Adaptation in Goyang City

Ji Yeol Im¹⁾, Dong Hyun Lee²⁾

Based on the announcement by the Ministry of Environment in 2020, the total amount of leaked groundwater generated in Korea was about 380,000 tons/day, which was about 140 million tons/year (only considering the reported outflow groundwater). This is equivalent to about 60% of the Paldang Dam storage volume (240 million tons), but it is urgent to prepare active utilization plans, such as only 11% of the total generation being reused.

The potential value of runoff groundwater continues to improve due to the need to prepare measures to secure water resources, the occurrence of groundwater depletion problems, and the need to introduce a climate change response and adaptation system.

The supply of groundwater is decreasing due to the increase in impermeable area during the urban development process, but if the consumption of additional groundwater increases, it can eventually lead to groundwater depletion. The occurrence of runoff groundwater can cause various problems such as groundwater depletion due to the decrease in groundwater levels, reduction in river flow, drying up, and vegetation loss, resulting in a vicious cycle of water circulation systems,

1) Research Fellow, Goyang Research Institute, Korea

2) Assistant Researcher, Goyang Research Institute, Korea

destruction of ecosystems, and physical risk factors such as road sinking and building collapse caused by ground subsidence

In Goyang City, a number of large-scale projects, including the 3rd new town of Changneung, GTX-A, KINTEX 3 Exhibition Hall, and Janghang Public Housing District, are underway along with the development of underground spaces. In particular, in the case of deep excavation (about 50m or more) such as GTX-A and large-scale building construction, the generation of leaked groundwater is inevitable, and it is time for Goyang City to actively seek ways to utilize the leaked groundwater.

Therefore, in this study, law review related to runoff groundwater and policies for each local government were investigated. In addition, various cases using runoff groundwater were analyzed to suggest the direction of Goyang City.

Matters related to leaked groundwater are stipulated in the Groundwater Act. After the first enactment of the Groundwater Act in 1993, contents related to leaked groundwater were added in 2001.

Based on the Groundwater Act, a groundwater management plan has been established and operated to utilize the effluent. This plan stipulates the generation and use of the effluent.

In addition, the Ministry of Environment disclosed guidelines for projects, policies, and tasks related to runoff groundwater. This guideline contains matters for the efficient use of runoff groundwater.

As a result of the use case analysis, it was found that in Korea, government-led use directions such as business model construction are suggested, but in foreign countries, use of monitoring and environmental education are carried out.

Goyang City has been actively utilizing the effluent groundwater since 2020. The main applications include cooling, clean roads, and water circulation facilities between

street trees.

Based on this survey, a plan to utilize effluent groundwater in Goyang City was proposed. In the ordinance sector, improvements such as utilization and user fees will be needed. In addition, an analysis method is needed that can operate facilities with high benefits and consider harmony with the surrounding environment.

For these projects, it is also necessary to consider securing the department in charge and manpower related to the use of leaked groundwater.

현안 24-05

기후변화 대응을 위한 고양시 유출지하수 활용 방안 연구

발행일	2024년 11월 30일
저자	임지열, 이동현
발행인	김현호
발행처	고양연구원
주소	10393 경기도 고양시 일산동구 태극로 60 빛마루방송지원센터 11층
전화	031-8073-8341
홈페이지	www.goyang.re.kr
S N S	https://www.facebook.com/goyangre/
I S B N	979-11-92971-65-0

이 보고서의 내용은 연구진의 개인적인 견해로서, 고양연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.
해당 보고서는 KoPubWorld서체를 사용하여 제작되었습니다.

기후변화 대응을 위한 고양시 유출지하수 활용 방안 연구

A Study on the Utilization of Spill Groundwater for Response to Climate Change in Goyang City