

# 우리나라 지하수 자원의 이해

함영주 대리  
대림산업 기술개발원

## 1. 서론

지열 냉난방 시스템은 지중의 일정한 온도(보통 15℃)를 활용하여 냉난방시스템의 에너지원으로 사용하는 기술로서 유지관리 비용을 줄이면서 경제성을 높인 친환경적인 냉난방시스템이다. 지중의 에너지를 이용하는 방법으로 지중열교환기를 사용하는데, 이미 잘 알고 있는 바와 같이 지중의 전도 에너지(Conduction)를 이용하는 밀폐형 방식과 지하수의 대류 에너지(Convection)를 이용하는 개방형 공법으로 크게 구분할 수 있다.

이 중에서 개방형 공법은 지하수를 이용함으로써 지하수 분야의 기술자나 일반인들에게 있어서도 지하수 고갈, 오염 등의 문제를 많이 떠올리게 된다.

지하수란 땅 위에 내린 빗물이나 눈의 일부가 땅

속으로 침투되어 모래·자갈 등으로 이루어진 지층이나 암석의 간극(間隙)을 메우고 있는 물로 정의되며, 현재 물부족 국가로 분류되어 있는 우리나라의 현실로써는 당연히 보호되어야 하고, 합리적으로 이용되어야 할 소중한 자원이다.

본 고에서는 우리나라 지하수 자원의 현황 함께 지하수의 생성, 분포, 개발 및 이용 가능량 등에 대해서 살펴보고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 지구상의 물 분포와 지하수

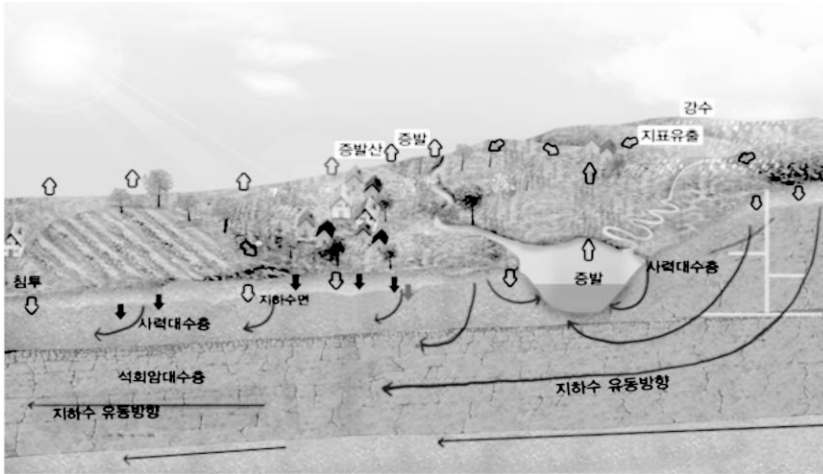
지구상에 존재하는 물의 총량은 약 14억 km<sup>3</sup>로 지구 전체를 2.7 km 깊이로 덮을 수 있는 양이다. 전체물의 0.76%에 불과한 지하수는 지구 전체를 약 21 m 깊이로 덮을 수 있는 양에 해당한다.

### 2.2 지구상 물의 순환과 지하수의 생성

비나 눈이 오면 지층의 빈 틈으로 물이 스며들거나 하천으로 흘러간다. 지층의 빈 틈으로 스며든 물은 땅속으로 내려가 지하수가 된다. 지구에 바다가 생긴 이래 수십억 년 동안 바다는 비를 만들고 비는 계속해서 지하수를 만들었다. 따라서 지층의 거의 모든 빈 틈은 지하수로 채워져 있다. 지

<표 1> 지구의 물 부족량

구분	부피(백만 km <sup>3</sup> )	비율(%)
염수	1,351	97.47
담수	35	2.53
빙설(빙하, 만년설)	24	1.76
<b>지하수</b>	<b>11</b>	<b>0.76</b>
호수, 하천	0.1	0.01
총량	1,386	100



[그림 1] 지구상 물의 순환과 지하수의 생성

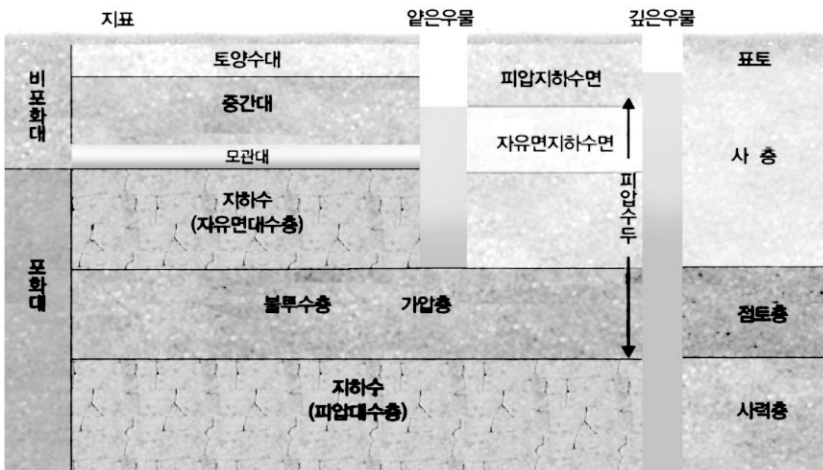
하수는 하천, 바다와 같이 더 낮은 곳으로 흘러가거나 식물 등 의하여 증발산 되어 빠져 나가고, 사람이 강제로 뽑아 쓰기도 한다. 지하수가 빠져 나가면 비가 다시 채우는 물 순환 과정이 끊임없이 반복된다.

물의 순환에 의해 수십억 년 동안 빗물이 땅 속 빈틈으로 스며들어 대부분의 지층에는 지하수가 가득 채워져 있다.

### 2.3 지하수의 분포에 따른 분류

지하수를 수직으로 구분하면 비포화대 (Zone of unsaturation)와 포화대 (Zone of saturation)로 나뉜다. 비포화대는 공기와 물로 채워져 있으며, 포화대는 완전히 지하수로 채워진 것을 말한다. 따라서, 비포화대와 포화대의 경계면에는 지하수면 (Water Table)이 존재한다.

물이 토양 속을 쉽게 통과할 수 있고, 모든 공극



[그림 2] 지하수의 분포에 따른 분류

이 지하수로 채워져 있어 많은 양의 물을 배출할 수 있는 지층을 대수층(Aquifer)이라고 한다.

지표에서 가장 가까운 불투수층과 지표 사이에 있는 대수층을 자유면 대수층(Unconfined Aquifer)이라고 하며, 암반 또는 점토질 불투수층으로 둘러 싸인 지하수 층을 피압대수층(Confined Aquifer)이라고 한다.

### 2.4 이용 가능한 지하수

지층에 지하수가 많다고 모두 이용할 수 있는 것은 아니다. 점토층은 지하수는 많지만 잘 흐르지 못하기 때문에 이용가치가 적다.

반면에 모래, 자갈과 같이 물이 많이 저장되고 잘 흐르는 지층의 지하수는 이용가치가 크다. 이러한 지층을 충적대수층이라고 한다. 우리나라에

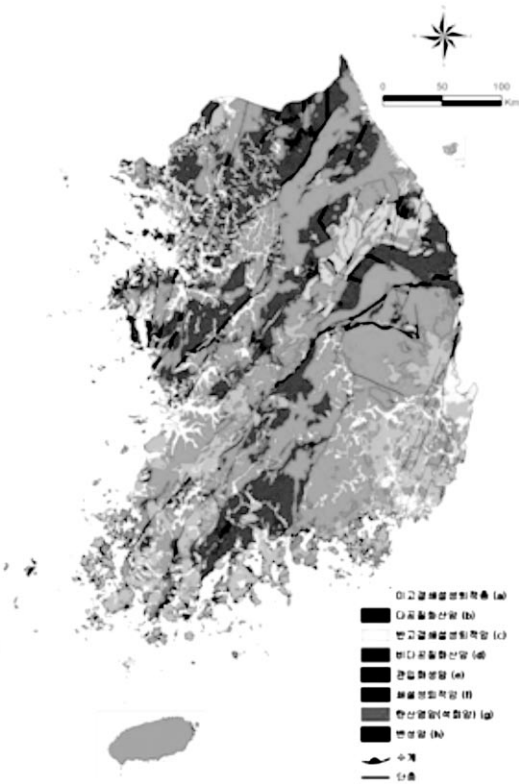
충적대수층은 한강, 낙동강 등을 비롯한 대규모 하천 연안에 넓게 분포하며, 분포면적은 전 국토 면적의 약 27%인 27,390 km<sup>2</sup>이며, 대수층 두께는 2 ~ 30m, 산출량은 공당 30~800 m<sup>3</sup>/일 정도로 알려져 있다. (출처 : 국가 지하수 정보센터)

암석층의 경우는 단층, 파쇄대가 발달해서 빈 틈의 연결성이 좋은 지층은 지하수를 이용할 수 있고, 빈 틈의 연결성이 나쁘면 지하수를 이용하기 힘들다. 단층, 파쇄대가 발달한 암석층으로 지하수를 많이 저장하고 있는 지층을 암반대수층이라고 한다. 암반대수층은 암석 형성 당시에 생성된 1차공극과 그 후 지각변동에 의해 형성된 절리, 단층, 파쇄대 등으로 이루어진 2차공극의 발달 정도에 따라 지하수 산출성이 결정된다.

### 2.5 우리나라의 지하수 산출특성

우리나라는 동고서저의 지형 특성으로 하천이 대부분 서향으로 흐르고 있다. 따라서 동부 고지대에서는 지하수의 함양이, 서부 저지대에서는 지하수의 배출이 우세한 경향을 보인다.

우리나라의 지질구조를 구성 암석의 성인과 암상, 공극형태 및 지형 등에 따라 8개의 수문지질 단위로 분류하면 그림 3과 같으며, 대략적인 지역별 지하수 산출특성은 표 1과 같다.



[그림 3] 우리나라의 수문지질도

<표 1> 지역별 지질구조와 지하수 산출특성

지역	지질구조	지하수 산출특성
영남	퇴적암	타 지역에 비하여 지하수의 산출성이 양호
경기, 충청, 호남	결절질암 (변성암, 화강암)	쥬라기 화강암의 하부 풍화대에서의 지하수 산출이 비교적 풍부
남한강 상류 동해, 삼척	석회암층	지하수의 산출 상태가 양호 (지하수 용출)
제주도	다공질 현무암	지하수의 부존과 산출 매우 양호 (수원 100% 지하수)

<표 2> 지역별 지하수 개발가능량

행정구역	지하수함양량 (백만 m <sup>3</sup> /년)	지하수개발가능량 (백만 m <sup>3</sup> /년)	개발가능량/함양량비 (%)
전국	18,842.3	12,891.4	68.4
서울특별시	81.2	59.7	73.6
부산광역시	144.2	110.6	76.7
대구광역시	97.5	78.2	80.2
인천광역시	126.3	95.8	75.9
광주광역시	88.7	67.8	76.5
대전광역시	104.5	72.9	69.7
울산광역시	193.9	138.0	71.2
경기도	1,803.8	1,282.6	71.1
강원도	3,076.2	2,227.5	72.4
충청북도	1,229.3	871.8	70.9
충청남도	1,439.1	1,035.3	71.9
전라북도	1,490.7	1,066.2	71.5
전라남도	2,405.9	1,663.3	69.1
경상북도	2,991.6	2,085.3	69.7
경상남도	1,893.4	1,306.0	69.0
제주도	1,676.0	730.4	43.0

\*지하수 개발가능량 : 지하수의 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 개발/이용 가능한 지하수 함양량

### 2.6 우리나라의 지하수 개발가능량

우리나라의 연간 지하수 함양량은 130 ~ 140 억 m<sup>3</sup> 정도로 추정되나 대부분 갈수기에 하천유량으로 공급되고 대수층의 발달이 빈약하여 대규모의 지하수 개발에는 불리한 환경을 가지고 있다. 하지만 지역 특성에 따라 중·소규모 지하수 개발 등 잠재적인 수자원으로서는 충분한 가치가 있다. (출처 : 2009년 국토계획 및 이용에 관한 연차보고서)

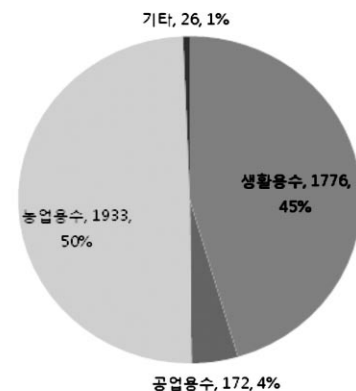
우리나라의 지역별 지하수 개발가능량은 표 2와 같다.

### 2.7 우리나라의 지하수 이용현황

우리나라의 연간 지하수 이용량은 2011년말 현

재 전국 145여만 개소에서 39.1억 m<sup>3</sup> 으로 총용수이용량의 약 11%를 차지하고 있다.

지하수의 용도별 이용분포는 그림 4와 같다. (출



[그림 4] 지하수의 용도별 이용분포 (백만m<sup>3</sup>/년, 총 이용량 3,907백만 m<sup>3</sup>/년)

<표 3> 지하수 활용사례

구 분	활용사례
생활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 상수도 취수원 활용 (제주도 광역상수도, 마을단위 간이상수도 등) → 정수처리 과정이 지표수에 비해 간단함</li> <li>✓ 수질/비용에서 유리한 경우 이용 (세차장, 분수대, 물청소 등)</li> <li>✓ 기능성 물산업의 수원 (생수, 음료수, 온천, 화장품 등 원료)</li> <li>✓ 재난대비 민방위용 비상급수시설</li> </ul>
공업용	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 일정한 수온과 수질을 보장 → 보일러용수, 원료용수, 세정용수, 냉각용수 등</li> <li>→ 다량의 지하수원 확보는 공장의 입지조건에 영향을 미침</li> </ul>
농업용	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 논, 밭, 원예작물, 특수작물 재배</li> <li>✓ 가뭄으로 지표수가 부족할 때 긴급 지하수 개발 가능</li> <li>✓ 민물양식 등 어업용</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 지열발전/냉난방에 이용</li> <li>✓ 친수공간 조성 (자연생태공원 조성을 통한 도시미관 관리)</li> <li>✓ 지하철, 대형시설물의 지하수 유출량을 이용한 하천건천화 방지</li> </ul>

처 : 2012 지하수 조사연보, 한국수자원공사)

지역별로는 경기도(5.5억 m<sup>3</sup>/년), 전라남도(5.5억 m<sup>3</sup>/년), 충청남도(5.4억 m<sup>3</sup>/년) 순으로 지하수를 많이 이용하고 있으며, 서울 등 7대 특/광역시에서는 전국 지하수 이용량의 6.4%인 2.4억 m<sup>3</sup>/년의 지하수를 이용하고 있다. (출처 : 2012 지하수 조사연보, 한국수자원공사)

### 2.8 지하수 활용사례

지하수의 용도는 더욱 다양해 지고 있다. 상수도 목욕탕, 온천 등 생활용으로부터, 공업용, 농업용에 이르기까지 물이 필요한 곳에 모두 지하수가 활용되고 있다. 지하수의 활용사례를 생활용, 공업용, 농업용, 기타로 구분해 보면 표 3과 같다.



[그림 5] 지하수의 활용사례 (먹는샘물, 지열에너지)

### 3. 맺음말

2011년말 현재 우리나라 지하수 이용량은 전국 145여만 개소에서 39.1억 m<sup>3</sup>로 총용수 이용량의 약 11 %를 차지하고 있다. 현재 이 지하 자원을 이용하기 위한 다양한 방안들이 연구되고 있으며, 물 사용량 증가에 따른 물 부족이 심화 될수록 지하수의 활용도는 더욱 늘어날 것으로 판단된다. 그러나 이 지하수를 무분별하게 사용 할 경우 심각한 부작용이 나타날 수 있는 사례가 국내에서도 있었다. 1980년대 지하수 함양량이 연간 약 130만톤인 부곡 온천 지역에서 약 30여개의 온천에서 134만톤의 지하수를 과다 채취하여 약 7년 사이에 145 m의 수위강하가 일어났다. 또한, 생수 시판과 함께 초정약수 소재지인 충북 청원군 초정리 일원에 약 140여개소의 암반관정이 광천수 먹는샘물(생수)업체들에 의하여 무분별하게 개발되어 지하수가 채취됨에 따라 인근 지역의 기존 우물들이 마르는 현상이 발생하고 있다. 이러한 문제는 주로 무분별한 지하수 사용에서 나온 결과로 예외적인 경우에 속한다.

더욱이 지하수를 지열시스템의 열원으로 사용할

경우에는 지하수의 열에너지를 채취한 후 다시 재주입하기 때문에 정해진 블리딩량을 준수한다면 앞에서 언급한 일을 발생할 가능성은 거의 없다. 다만 개방형 지열시스템이 설치된 주변으로 상기와 같은 극히 드문 사례가 발생한다면 개방형 지열시스템을 가동하지 못하는 경우가 발생할 수도 있으나, 이는 개방형 지열 자체의 문제는 아니다. 따라서 다양한 목적과 방법으로 이용할 수 있는 이 지하수를 우리의 소중한 자원으로 인식하고, 이를 경제적이고 합리적이며 상호 상생하여 이용하기 위한 공동의 노력과 연구가 필요하다.

### 참고문헌

1. 국가지하수정보센터 (www.gims.go.kr)
2. e-나라지표 (www.index.go.kr)
3. 2009년 국토의 계획 및 이용에 관한 연차보고서(안)
4. 농어촌 지하수넷 (www.groundwater.or.kr)
5. 먹는샘물 시장 현황과 전망 (한국수자원공사, 2005) 