



지하수 환경영향평가

1차시

1. 지하수환경이란?

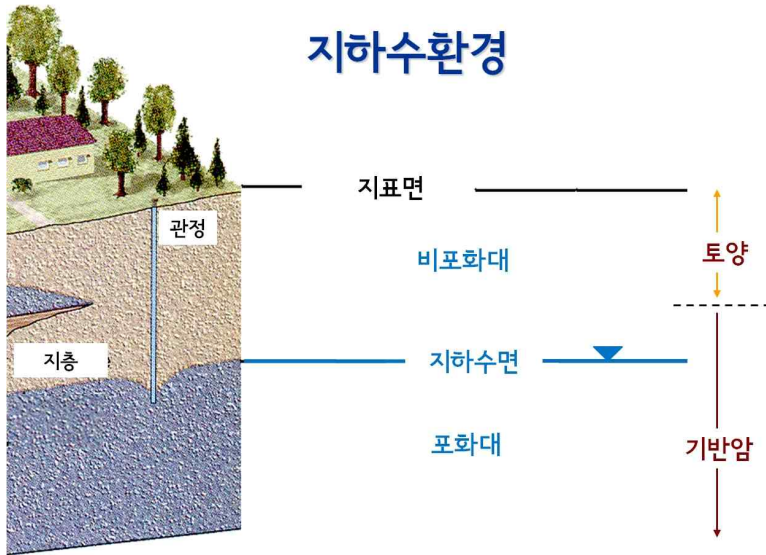
1.1. 지하수환경의 정의

1) 광의의 지하수환경

- ① 지표면 아래에 존재하는 물, 즉 지하수를 함유하고 있는 토양 및 암석 등의 지질학적 지층
(‘지하환경’ 또는 ‘지반환경’라고도 부름)
- ② 지질매체(토양 또는 암석), 공극, 물(지하수), 공기 등으로 구성
 - ※ 공극: 지표 아래 모든 지층에 있는 입자 사이의 간극 또는 절리 등의 빈 공간
- ③ 물의 포화여부에 따라 포화대와 불포화대로 구분
 - 포화대: 공극이 물로 포화된 영역으로 지하수면 하부에 존재
불포화대: 공극이 물과 공기로 채워져 있는 영역으로서 지하수면 상부에 존재
 - ※ 모세관대: 지하수면과 인접한 불포화대에는 표면장력에 의해 물기둥이 올라와 포화대가 형성되는데 이를 ‘모세관대’라고 함. 물로 포화되어있으나 불포화대의 일부로 봄
 - ※ 지하수면: 수압과 기압이 동일한 면으로 포화대와 불포화대를 나누는 기준위치

2) 협의의 지하수환경

- ① 지층의 포화 여부에 따라 불포화대의 물을 ‘토양수’, 포화대의 물을 ‘지하수’로 구분하고, 협의의 지하수환경은 물로 포화된 포화대만을 지칭함
- ② 지하수 관정 개발 또는 지반굴착, 지하 내 시설물 설치 등으로 인한 지하수 유동의 변화는 물에 의한 포화여부에 상관없이 지하의 모든 환경에 영향을 미치게 되므로 환경영향을 분석, 평가할 경우에는 ‘광의의 지하수환경’ 정의를 사용하는 것이 바람직함



〈그림 1〉 지하수환경의 정의

2.1. 지하수환경의 특성

- 지하수환경의 대표적인 특성은 투수성과 저유성이다. 투수성은 지층이 지하수를 투과시키는 능력을 말하고, 저유성은 지층이 지하수를 함유하는 능력을 말한다.
- 지하수환경은 특성에 따라 대수층(aquifer)과 가압층으로 분류된다. 대수층과 가압층의 정의와 특성, 이에 해당되는 대표적인 지질학적 지층의 종류는 다음과 같다.

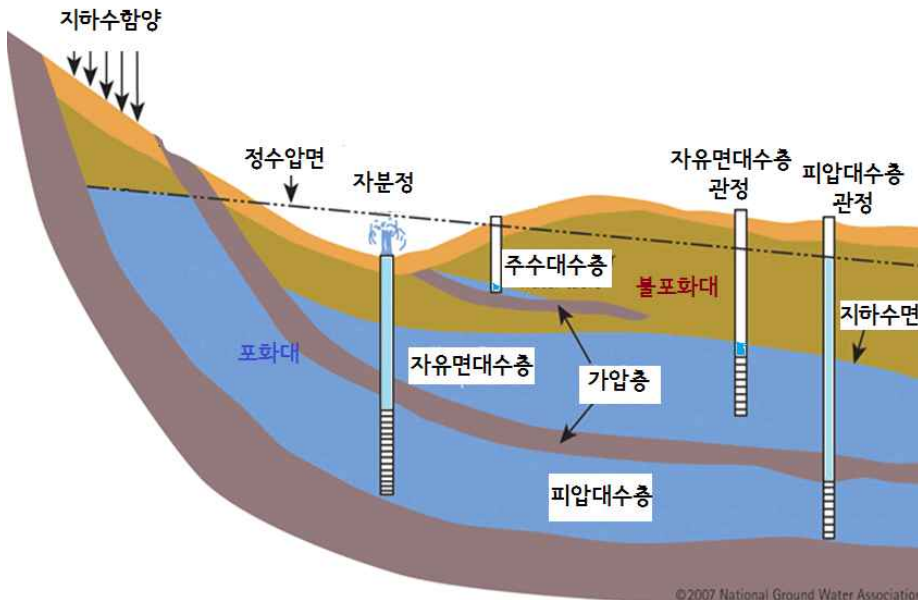
1) 대수층(Aquifer)

- ① 대수층이란 라틴어로 ‘물 운반자’라는 뜻으로 일반적인 수두구배 하에서 상당량의 물을 투과(이동)시킬 수 있는 투수성이 좋은 포화된 지질학적 지층을 가리킨다(from Groundwater, 1979)
- ② 경제학적 의미를 부여하여 우물이나 샘(spring)에서 경제적인 취수가 가능할 만큼 충분한 양의 물을 저장하거나 투과시킬 수 있는 포화된 지층(암석 또는 퇴적물)으로 정의하기도 한다(from Applied Hydrogeology, 2000).

- ③ 자갈, 모래 등의 미고결 퇴적물로 구성된 충적층, 역암, 사암 등의 퇴적암, 석회암, 절리가 발달된 화강암 또는 변성암(fractured rocks), 화산암, 풍화된 화강암 또는 편마암, 쇠설성 퇴적암 등에 대수층이 잘 발달된다.

2) 가압층(Confining layer)

- ① 대수층과는 달리 물의 투수성이 매우 낮은 지층을 가압층이라고 한다.
- ② 가압층은 난대수층(aquiclude), 준대수층(aquitard), 비대수층(또는 불투수층)(aquifuge)으로 분류한다.
 - 난대수층: 점토질의 지층으로 많은 양의 물을 저장하고 있으나 투수성이 좋지 않아 우물이나 샘에서 경제적인 산출이 불가능한 저투수성 지층
 - 준대수층: 투수성이 매우 낮은 지층으로 느리지만 수직적인 흐름으로 상부에서 하부대수층으로 물을 통과시키는 지층
 - 비대수층: 투수성이 전혀 없는 지층으로 자연상태에서는 거의 찾아보기 힘들
- ③ 점토나 셰일, 절리가 없는 결정질암 등이 가압층에 해당된다.



〈지하수환경 특성에 따른 분류〉

출처: http://www.ngwa.org/Fundamentals/use/PublishingImages/aquifer_types.gif

2. 지하수환경의 가치

지하수환경의 가치는 이를 구성하고 있는 주요 요소인 지하수(물)와 지질매체(토양 또는 암석)가 지니고 있는 자원적, 환경생태적, 관광문화적 관점에서 설명할 수 있다.

2.1. 자원적 가치

1) 물 이용

- ① 지하수는 지구상의 담수의 약 98%를 차지함
- ② 지하수는 지표수에 비해 수질이 양호하여 낮은 처리비용으로 음용이 가능한 질적 가치가 높은 수자원임 (예: 우물, 먹는샘물 등)
- ③ 지하수는 지표수에 비해 기후변화에 대한 민감도가 작고 재난/재해 대비 안전성이 큰 편임. 환경변화에 대응력이 강한 수자원으로서 물안보의 관점에서 높은 가치가 있음

2) 에너지 이용

- ① 지하수는 일정 깊이 아래로 내려가면 연중 내내 약 13~15도 정도의 거의 일정한 온도를 가짐
- ② 일정한 온도인 지하수의 지열에너지를 이용한 개방형 지열난방 시스템은 여름과 겨울철에 소요되는 에너지를 절약할 수 있으므로 간접적인 에너지자원으로 활용가치가 있음

2.2. 환경·생태적 가치

1) 지반안정성 유지

- ① 지하수는 땅 속의 공극을 차지하고 있으면서 지하 암석의 응력과 함께 지상에서 가해지는 외부 압력에 대해 평형을 이루면서 지반의 안전성을 확보하고 있음

- ② 따라서, 무분별한 지하수이용 또는 지하개발은 지하수위 강하와 함께 싱크홀 등의 지반침하가 일어날 가능성을 높임
- ③ 지하수는 이용하지 않더라도 지하에 적정한 양의 지하수 부존상태만으로도 지반의 항상성을 유지시켜주는 환경적 가치가 있음

2) 하천환경 보존

- ① 하천의 구조, 규모, 기상조건 등에 따라 정도의 차이는 있으나, 하천유량의 30~40%는 지하수의 기저유출에 의해 기인함. 갈수기의 하천유량은 거의 100%가 지하수의 기저유출임
- ② 지하수의 하천 기저유출은 강 또는 하천, 호소의 건천화를 방지하고 수생태계 유지에 필요한 유량을 공급함으로써 하천환경과 생태계를 유지, 보존함 (예: 샘 등)

3) 생태계 보존 및 생물다양성

- ① 하천이나 호소 등의 수변지역이나 하상에는 지하수의 기저유출로 인한 지표수-지하수 혼합대가 형성되는데, 이 곳은 수량 및 수질, 수온 조절 외에도 활발한 물질순환이 일어나는 생태학적 추이대(ecotone)임 (현윤정 외, 2013b)
- ② 이렇게 형성된 생태학적 추이대는 생물다양성 등에 중요한 역할을 함 (예: 습지 등)

2.3. 문화관광적 가치

- ① 온천개발, 폭포나 해안지역에서의 용출수를 이용한 레저시설 등 지하수를 관광자원으로 활용하기도 함. 예를 들어, 우리나라 제주도의 천지연 폭포, 천제연 폭포, 정방 폭포, 문수물, 논짓물 등



자료: 현윤정 외(2014)

〈제주도 문화관광자원으로서의 지하수환경〉

3. 지하수환경영향평가란?

3.1. 지하수환경영향평가

- 환경영향평가법에 따른 환경영향평가에서 개발사업이 지하수환경에 미치는 영향을 분석, 평가하는 것을 통상적으로 ‘지하수환경영향평가’라고 지칭
- 지하수환경영향평가의 목적은 개발사업으로 인한 지하수환경영향을 미리 예측, 평가하고 영향을 최소화할 수 있는 저감대책 등의 환경보전방안을 수립하도록 하여 개발사업이 지하수환경의 가치를 크게 저하시키지 않고 보존할 수 있도록 하는 것임

3.2. 지하수환경영향평가의 평가대상사업 분류

- 환경영향평가법 제22조 환경영향평가 대상 중 지하수환경영향평가와 관련 있는 사업을 모두 열거하면 다음과 같고, 이는 크게 지하수개발 관련 사업과 지반굴착을 수반하는 사업, 두 가지로 분류할 수 있다.

도로와 철도(도시철도 포함)의 건설사업 중 터널 굴착이 계획되어 있는 경우
 산업입지 및 산업단지의 조성사업
 하천의 이용 및 개발사업
 관광단지 개발 사업 및 체육시설의 설치사업 (예, 온천, 골프장)
 폐기물 처리시설의 설치사업 (예, 폐기물 매립지)
 에너지개발사업 (예, 지열냉난방 설비)
 국방군사시설의 설치사업
 토석·모래·자갈·광물 등의 채취사업

- ※ 주의: 먹는샘물 개발사업은 지하수 환경에 영향을 주는 사업이기는 하나, 먹는물 관리법에 따라 먹는샘물환경 영향조사의 대상이고 환경영향평가의 대상이 아님

1) 지하수개발 관련 개발사업

- ① 온천 개발을 수반하는 관광단지 개발사업 등의 지하수 개발이용을 필요로 하는 사업의 경우 그 규모가 30만㎡ 이상인 경우에는 지하수 개발이 지하수환경에 초래할 영향을 조사, 평가하는 지하수영향조사를 실시하고, 사업시행이 지하수환경에 미치는 영향을 예측, 평가하여야 한다.
- ※ 지하수영향조사: 지하수법 제7조에 따르면 지하수를 개발·이용하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 미리 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 하는데, 이 때 허가를 신청하려는 자는 지하수영향조사기관에 의뢰하여 지하수영향조사를 받도록 되어 있다.

2) 지반굴착을 수반하는 개발사업

- ① 터널 공사 등의 지반굴착을 수반하는 개발사업 중 지반굴착으로 인해 발생하는 지하수 유출로 인해 사업부지 주변의 거주지역이나 생태계에 영향을 주는 사업의 경우, 지하수위 저하로 인한 지하수 용수공급이나 생태계에 미치는 영향, 지하수오염 확산 가능성에 대해 예측, 평가하여야 한다.

3.2. 지하수환경영향평가 주요내용

1) 지하수환경 현황조사 계획 수립

- ① 사업예정지구와 주변지역의 지하수환경 관련 기존자료 수집, 검토를 통해 지하수환경영향평가에 필요한 자료 습득 및 분석 계획 수립

2) 지하수환경 현황조사

- ① 지하수 수질현황, 잠재 지하수오염원 분포 현황 조사
- ② 지하수 정천현황, 지하수위 분포 현황 조사, 지하수보존구역, 상수원보호구역 존재 여부 조사
- ③ 지표지질조사, 시추조사, 지하수환경조사 (현장수리시험, 추적자 시험)
- ④ 강수량, 주변 하천, 저수지 현황 등 조사

3) 개발사업에 따른 지하수환경영향 분석 및 평가

- ① 지하수 함양량 분석
- ② 공사시 및 운영시 지하수 오염 예측 및 저감방안 평가
- ③ 공사시 및 운영시 인근 지역 지하수 수위, 수량변화 예측 및 저감방안 평가
- ④ 용수공급계획안 평가(필요 시)

4) 저감대책 수립

- ① 지하수환경영향 예측, 평가 결과를 바탕으로 기술적 저감방안 제시
- ② 사업지구 내 기존 지하수 관정의 폐공처리 및 지하수오염방지를 위한 저감방안 수립
- ③ 유출지하수량이 300톤/일 이상인 경우 유출지하수 재이용계획 수립 (지하수법 제9조의 2)

5) 사후환경영향조사 계획 수립

- ① 지하수모니터링 관정 설치 및 주기적 지하수위와 수질 측정
- ② 유출지하수량 모니터링
- ③ 문제 발생 시 복원 대책 마련