

물, 물은 어디에나 있지만
마실 물 한방울은 없다

Water, Water Everywhere, but not a Drop to Drink?

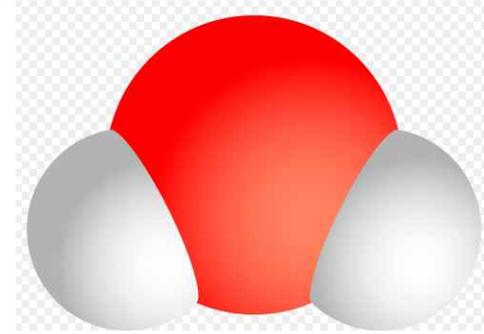
제 3 장



물 H₂O

: 산소1개 수소2개, 단 세 개의 원자로 구성.

: 지구 표면 중 70 % 이상이 물로 둘러 싸여 있다.



- 물이 가지고 있는 독특한 성질은 무엇인가?
- 물이 그렇게 많이 존재하는데 어떻게 물 부족 현상이 나타날 수 있는가?
- 산성비가 무엇이고 어떠한 영향을 끼치는가?
- 산성비와 다른 형태의 물 오염과의 차이점은 무엇인가?
- 어떻게 물을 재사용하는가?
- 오염된 물과 깨끗한 물의 차이점은 무엇인가?
- 물의 오염 정도는 어떻게 측정되는가?
- 물의 오염으로 인해 무슨 일이 일어나는가?
- 물을 어떻게 정화할 수 있을까?
- 충분한 양의 물이 남아있고 우리가 이용하기에 충분할 만큼 깨끗하다는 것을 어떻게 보증할 수 있을까?
- 물 요구량을 만족시키기 위해 많은 양의 바닷물을 사용할 수 있을까?

3.1 물의 독특한 성질

- ◆ 물의 산소원자와 수소 원자가 공유결합(전자를 공유하는 방법) 하고 있다.
- ◆ 물은 극성(산소에는 부분적 음전하, 수소에는 부분적 양전하)을 가진다.
- ◆ 물은 수소결합(전기음성도가 크며 비 공유 전자쌍을 가지는 원자와 수소가 결합)을 한다.
- ◆ 물은 세 가지 물리적 상태(고체, 액체, 기체)로 자연계에 존재한다.

표 3.1 일부 유사한 크기의 분자와 물과의 비교

화합물의 성질	물 (H ₂ O)	암모니아 (NH ₃)	메테인 (CH ₄)	질소 (N ₂)	산소 (O ₂)	이산화탄소 (CO ₂)
분자량 (g/mol)	18	17	16	28	32	44
실온에서의 상태	액체	기체	기체	기체	기체	기체
끓는점(°C)	100	-33.4	-161.5	-195.8	-183	승화
녹는점(°C)	0	-77	-182.5	-210	-218.8	-56.6(5.2 기압에서)

물의 성질들

1. 물은 인접한 물 분자들 사이에 수소결합의 직접적인 결과로 실온에서 액체이다.
2. 고체상태의 물(얼음)의 밀도는 액체상태의 밀도보다 작다. (물이 얼면 팽창한다)
3. 얼음의 융해열은 80 cal/g이다. (0°C에서 얼음 1g을 녹이는데 요구되는 열의 양)
4. 물은 상대적으로 높은 열용량을 가진다.(수소결합)
5. 물은 높은 증발열을 가진다.

(증발열: 액체에서 분자들을 결합시켜주는 분자간 인력의 척도)

6. 물은 높은 표면장력을 가진다.

(표면장력 : 액체의 표면이 스스로 수축하여 되도록 작은 면적을 취하려는 힘
액체 표면의 견고함을 극복하는데 필요한 에너지)

7. 물은 세상에서 가장 보편적이며 탁월한 용매이다.



(b)



(c)



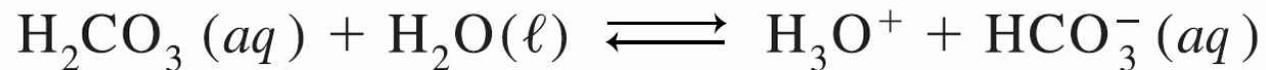
(d)

3.2 산성비

:영국의 화학자에 의해 1872년 처음 사용.

:중성의 물인 경우 $\text{pH} = 7$,

:빗물은 대기중에서 이산화 탄소가 녹아 들어감으로 자연적으로 산성화 된다.



: NO_2 , SO_2 , SO_3 는 대기 중의 수증기와 반응하여 산을 생성.

:pH가 5.6 이하인 빗물은 산성비로 간주.



유럽에서 가장 오염이 심한 곳 중의 한 곳에서 산성비가 숲에 끼친 효과. 이 재앙은 예전의 동독과 체코의 공장에서 뿜어져 나온 이산화황과 산화질소 화합물로 인한 것이다.

그림 3.2 대기오염은 오염물이 생성된 곳에서 멀리 떨어진 곳까지도 산성비가 내릴수 있게 한다.



**산성비는 국제적 문제
-눈이나 비는 국경선이 없다.**

**미국에서 생성된 산성비가
캐나다의 도시나 산림지역에
내림으로써 많은 캐나다
거주민들이 미국 정부에
항의 한다.**

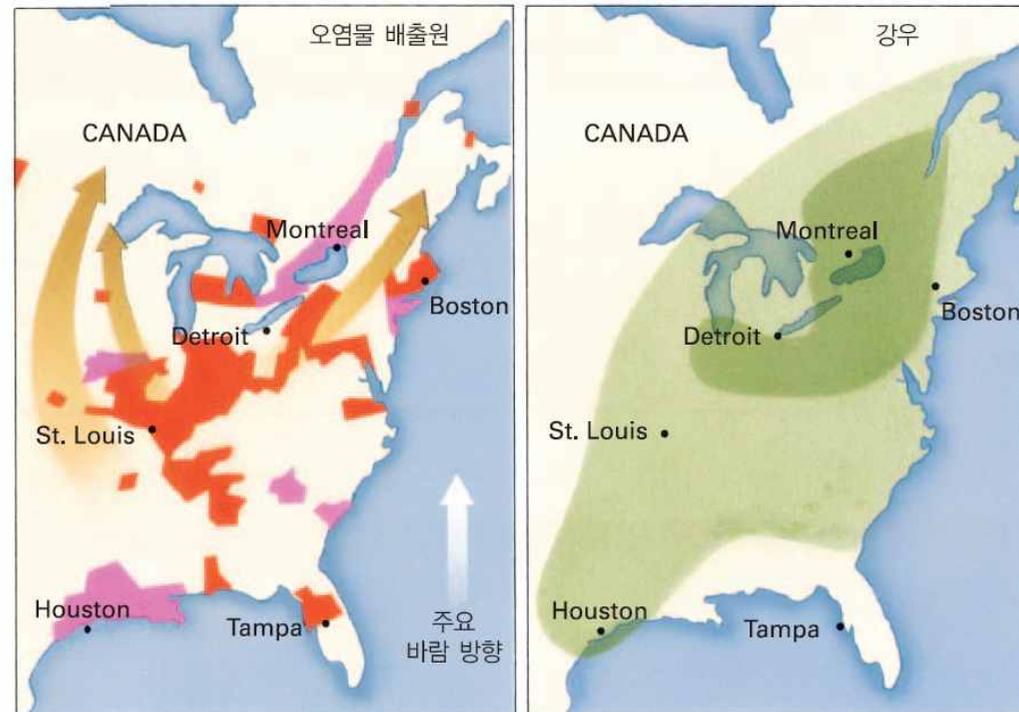


그림 3.3 이산화황, 질소산화물 그리고 산성비의 분포도. 강한 바람이 산성입자를 미북동부와 캐나다로 이동시킨다.

■ 높은 이산화황 농도
■ 높은 산화질소 농도

■ 가장 높은 산성도
■ 중간에서 높은 산성도

산성비의 문제점

● 죽음의 호수

- 송어, 황색 농어 (pH < 5.0), 홍합 (pH < 6.5) 약 산성에서 죽음

● 식물에 해

- 증산 작용을 증가시켜 식물에 수분 부족 현상 발생
- 뿌리로 부터 Al^{3+} 의 독성 흡수로 인해 해



● 구조물에 부식

- 산성비에 의한 문화 유적의 부식 현상



산성비가 1817년 조각된 영국의 한 묘비석에 끼친 효과.

3.3 물처럼 풍부한 물질이 어떻게 부족하게 되는가?

- 바다가 지구의 약 72% 차지
- 바다는 지구상에 있는 물(해수, saltwater)의 97.5%의 저장소
- 지구상의 물 중 2.5% 담수(fresh water)만을 인간이 사용가능
 - 2.5% 담수 중 1% 미만이 지하수나 지표수로 인간이 이용
- 성인의 물 함량은 70% 수준
 - 물은 인간에게 가장 필수적인 요소

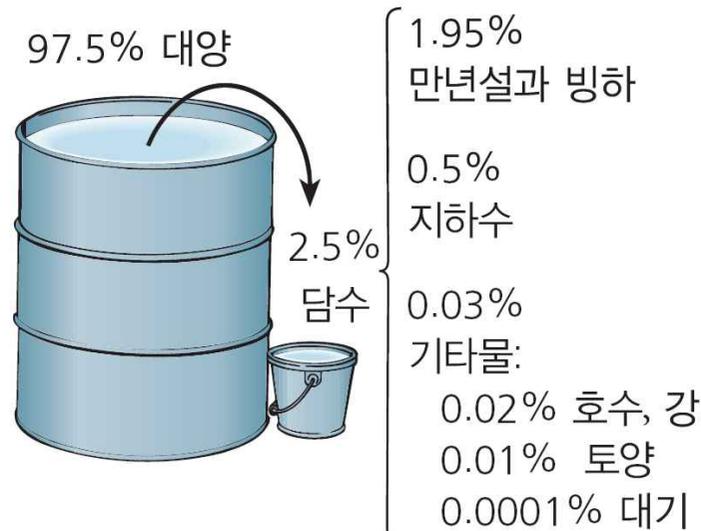


표 3.2 물 함유량

	%
바다의 무척추동물	97
사람의 태아(1개월)	93
성인	70
체액	95
신경조직	84
근육	77
피부	71
결합조직	60
채소	89
우유	88
생선	82
과일	80
살코기	76
감자	75
치즈	35

미국 (매일)

전체 비와 눈 : 평균 4조 3500억 갤런

증발과 증산 (대기 중) : 3조 1000억 갤런

바다와 지하에 저장 : 8000억 갤런

물의 사용량 : 400억 갤런 (1900년)

4500억 갤런 (2004년)

?

→ 인구증가 → 물 사용 증가 → 물부족, 물 재사용.

1 gal = 3.785 L

<http://www.bestfish.com/convert.html>

- 수자원 : 지표수 (Surface water) 와 지하수(Ground water) – 전체 중 900억 갤런
 - 대수층에 구멍을 뚫은 지하수
 - 대수층의 붕괴로 지반침하 발생

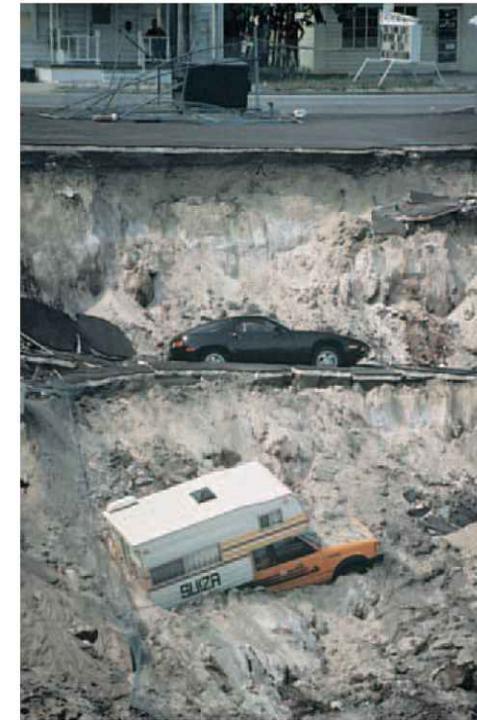
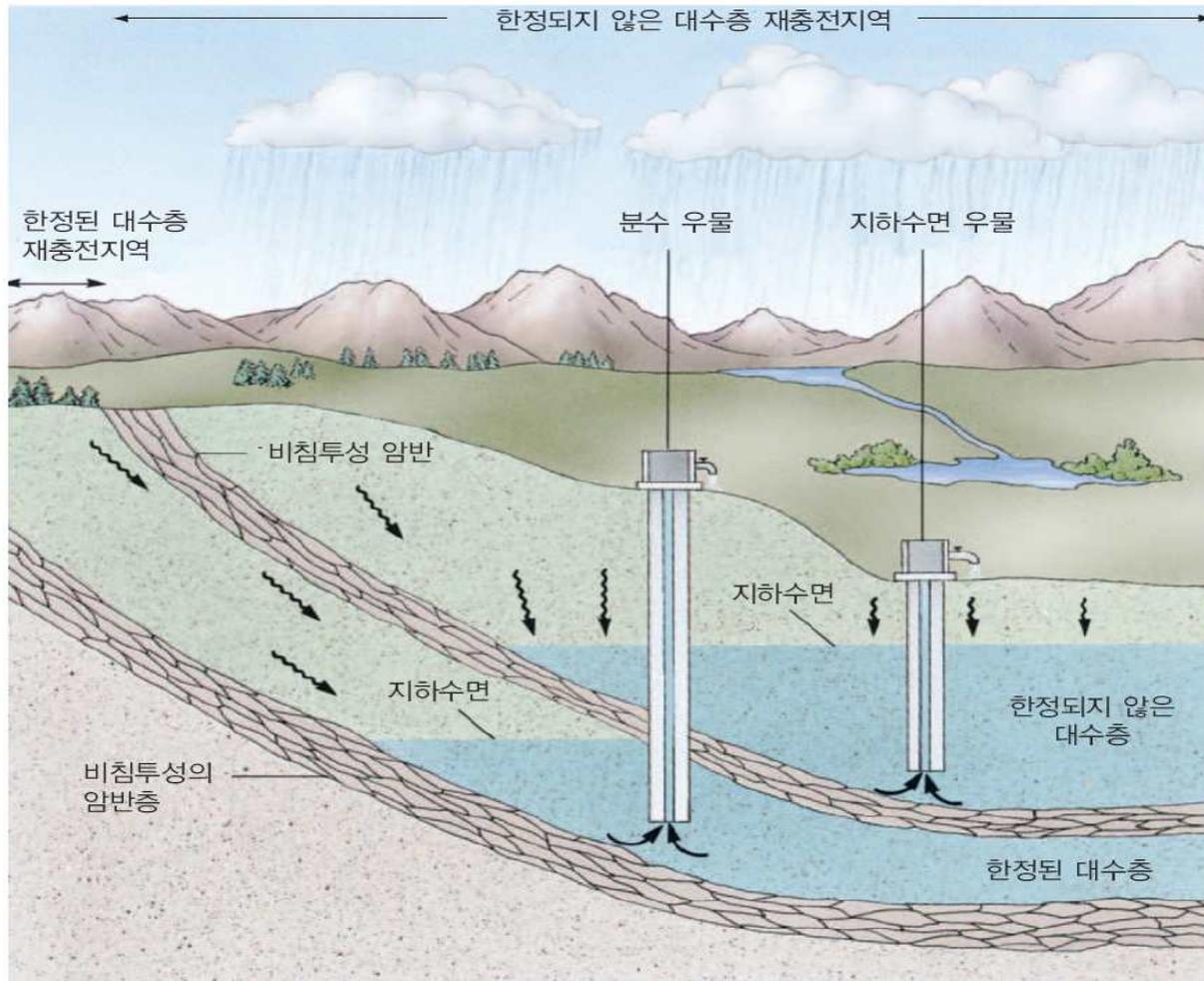


그림 3.5 플로리다의 윈터공원에 있는 패인땅. 대수층이 붕괴되면서 지반침하가 일어났다.