

물, 물은 어디에나 있지만  
마실 물 한방울은 없다

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

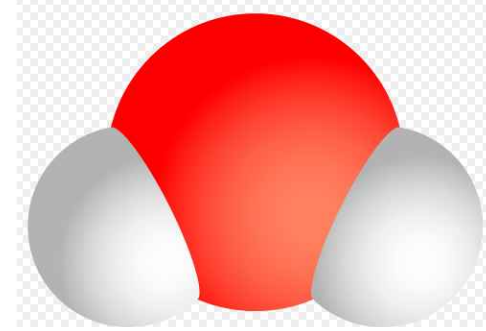
제 3 장



## 물 H<sub>2</sub>O

: 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<br>(H <sub>2</sub> O) | 암모니아<br>(NH <sub>3</sub> ) | 메테인<br>(CH <sub>4</sub> ) | 질소<br>(N <sub>2</sub> ) | 산소<br>(O <sub>2</sub> ) | 이산화탄소<br>(CO <sub>2</sub> ) |
|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 분자량<br>(g/mol) | 18                      | 17                         | 16                        | 28                      | 32                      | 44                          |
| 실온에서의<br>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)

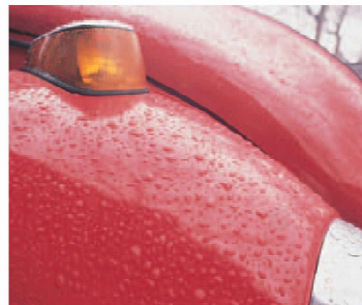
7. 물은 세상에서 가장 보편적이며 탁월한 용매이다.



(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.



: $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ 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.

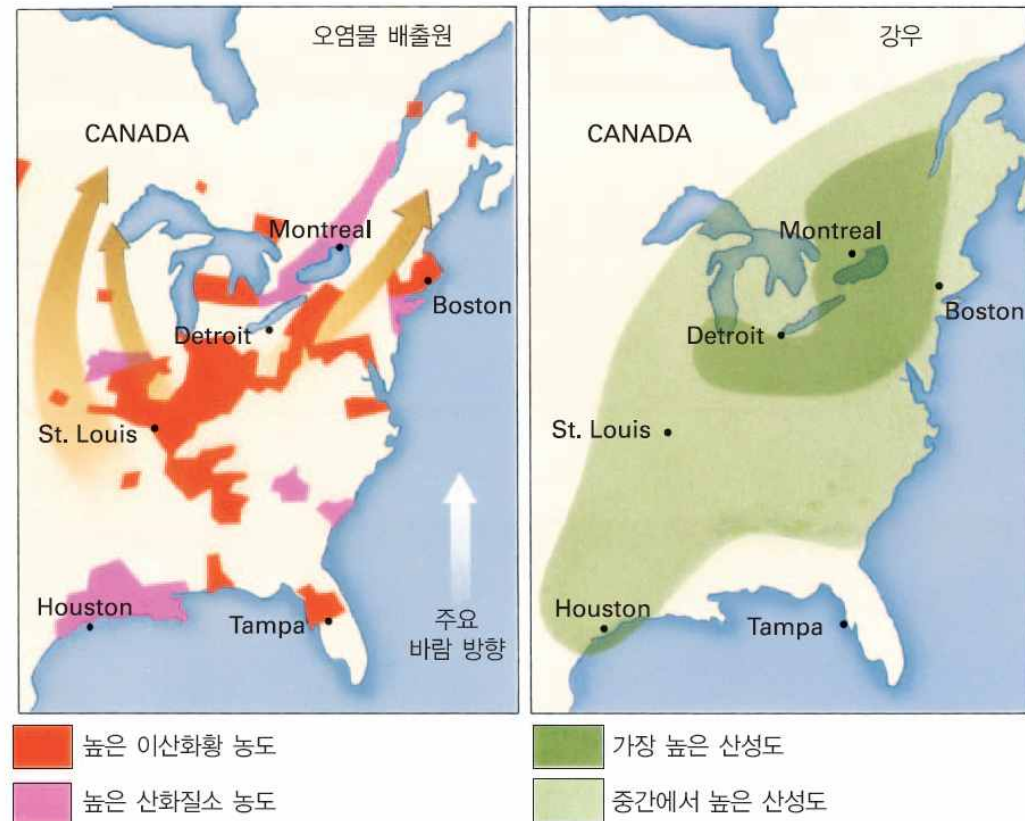
**그림 3.2** 대기오염은 오염물이 생성된 곳에서 멀리 떨어진 곳까지도 산성비가 내릴수 있게 한다.



**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.



## 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  $\text{Al}^{3+}$ 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

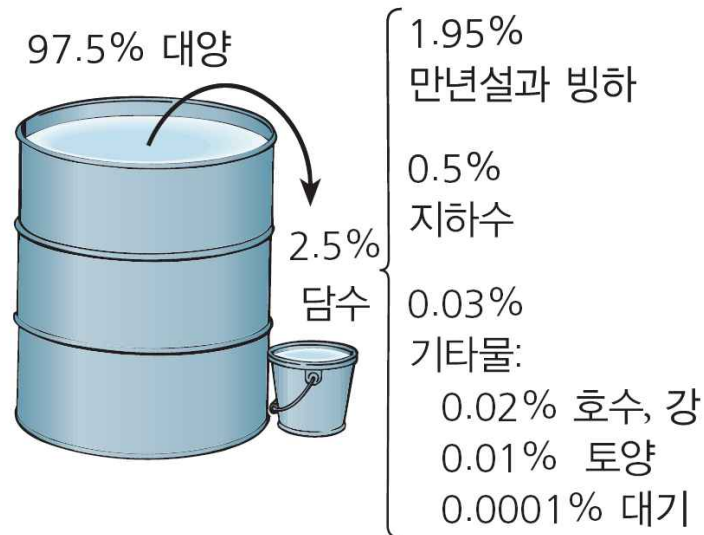


표 3.2 물 함유량

|             | %  |
|-------------|----|
| 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

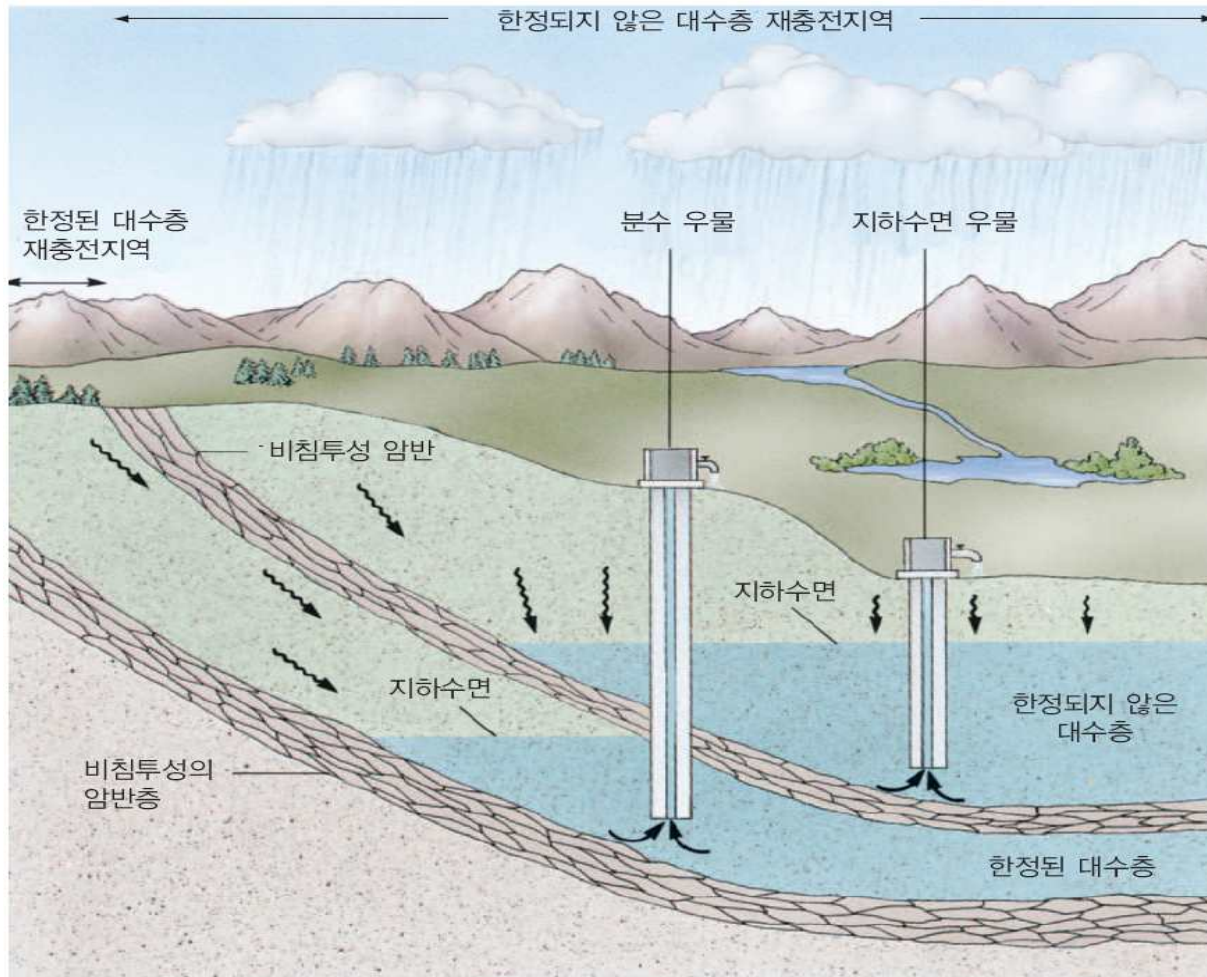


그림 3.5 플로리다의 윈터공원에 있는 패인땅. 대수층이 붕괴되면서 지반침하가 일어났다.