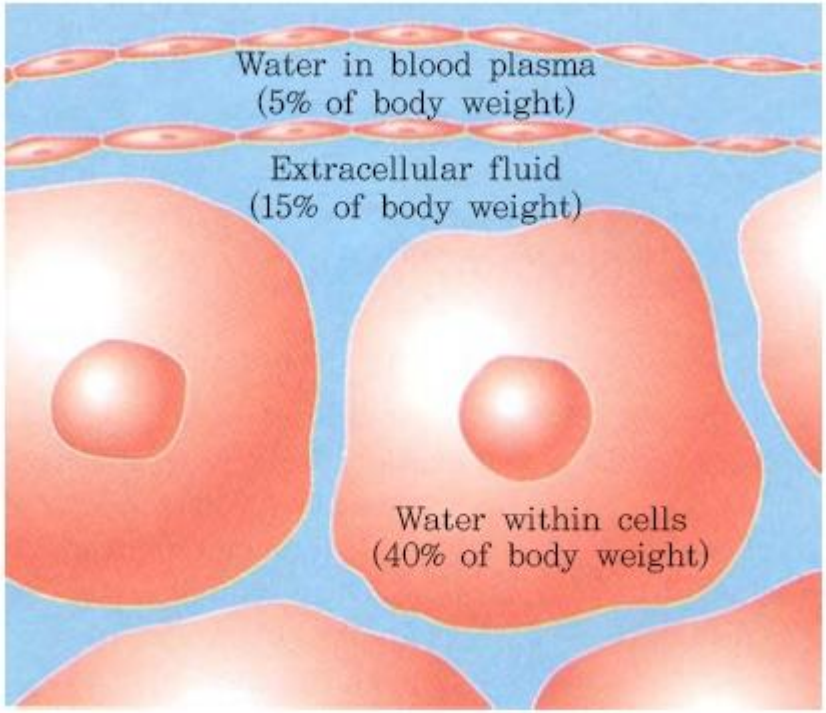
제15장 수질화학

15.1 물의 일반적 특성
15.2 수원의 종류와 특성
15.3 수질오염의 요인과 발생원
15.4 수질오염의 지표
15.5 수질오염의 영향
15.6 중금속으로 인한 영향
15.7 토양오염

15.1 물의 일반적 특성

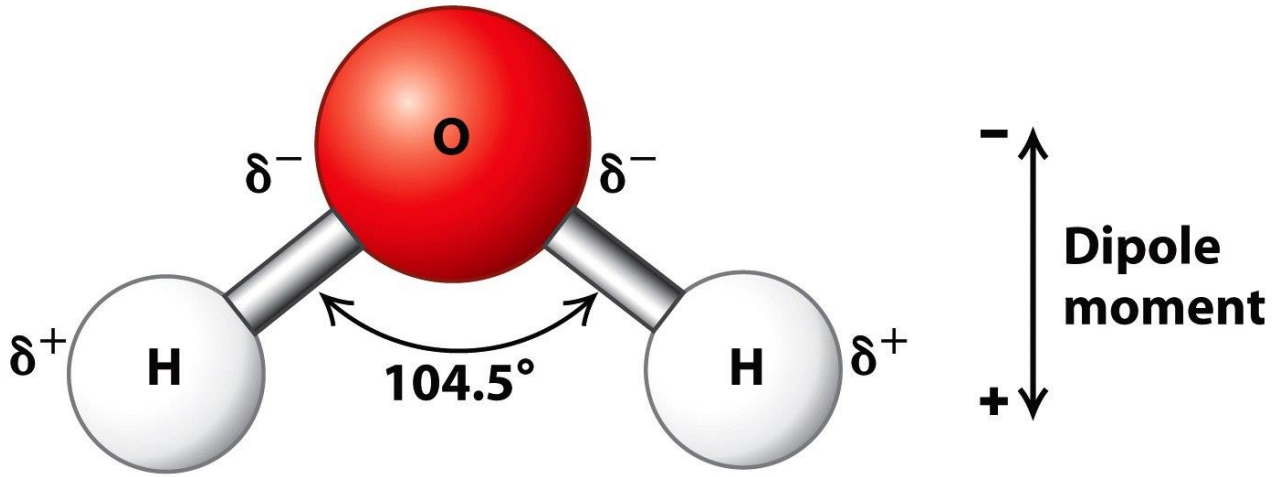
물의 기능

- 영양분과 산소를 운반하고 배설물 운반
- 소화작용을 돕고 세포와 조직의 윤활역할
- 체온조절
- 산, 염기 균형 조절
- 전체 체중의 60%-70% 차지



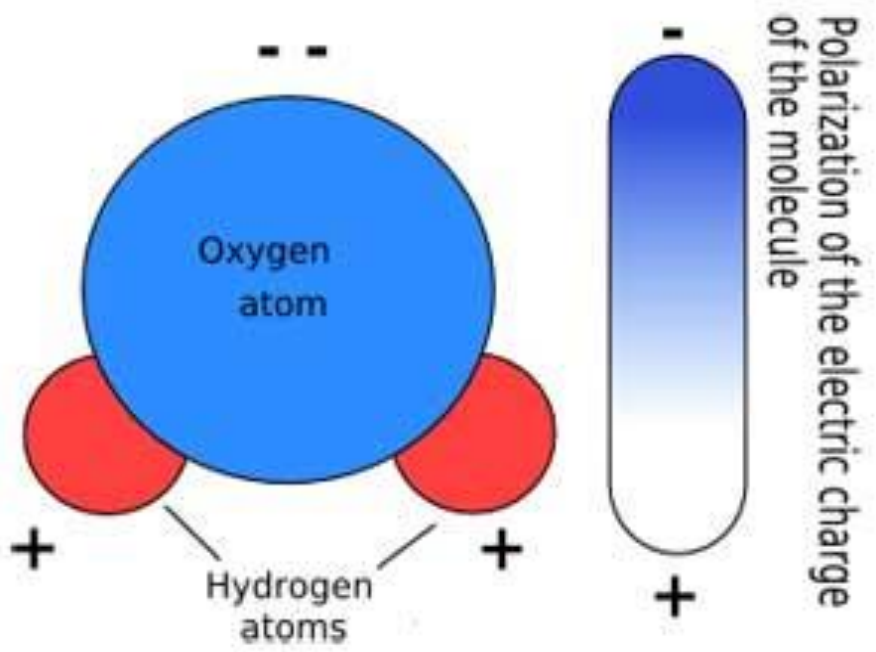
중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY

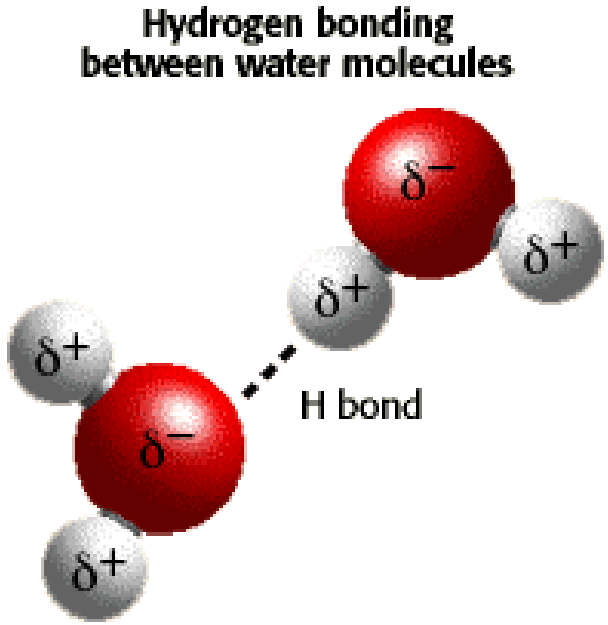
물의 특성



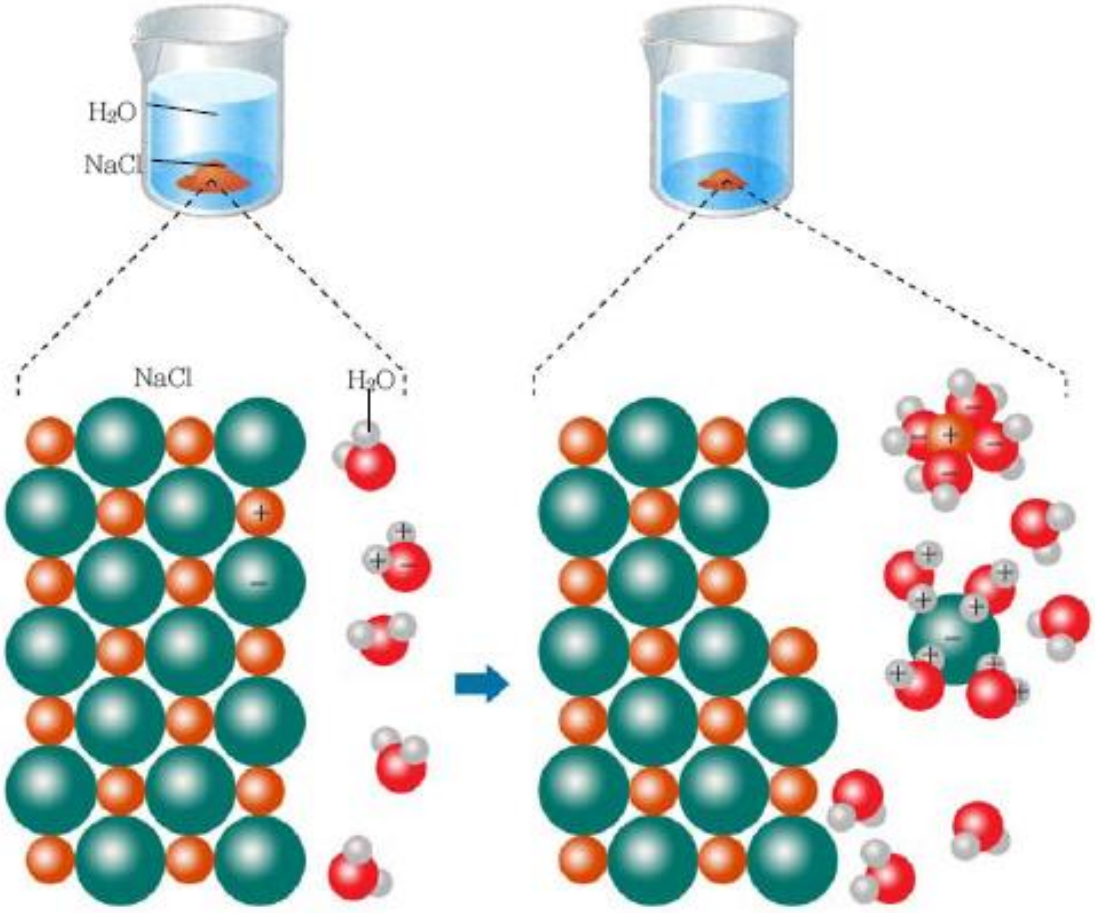
1. 용매의 특성
   - 극성을 가짐
   - 수소결합을 가능하게 함
   - 일반적 용매라고 함
   - 이온화합물과 극성을 띤 분자화합물을 용해시킴

중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY





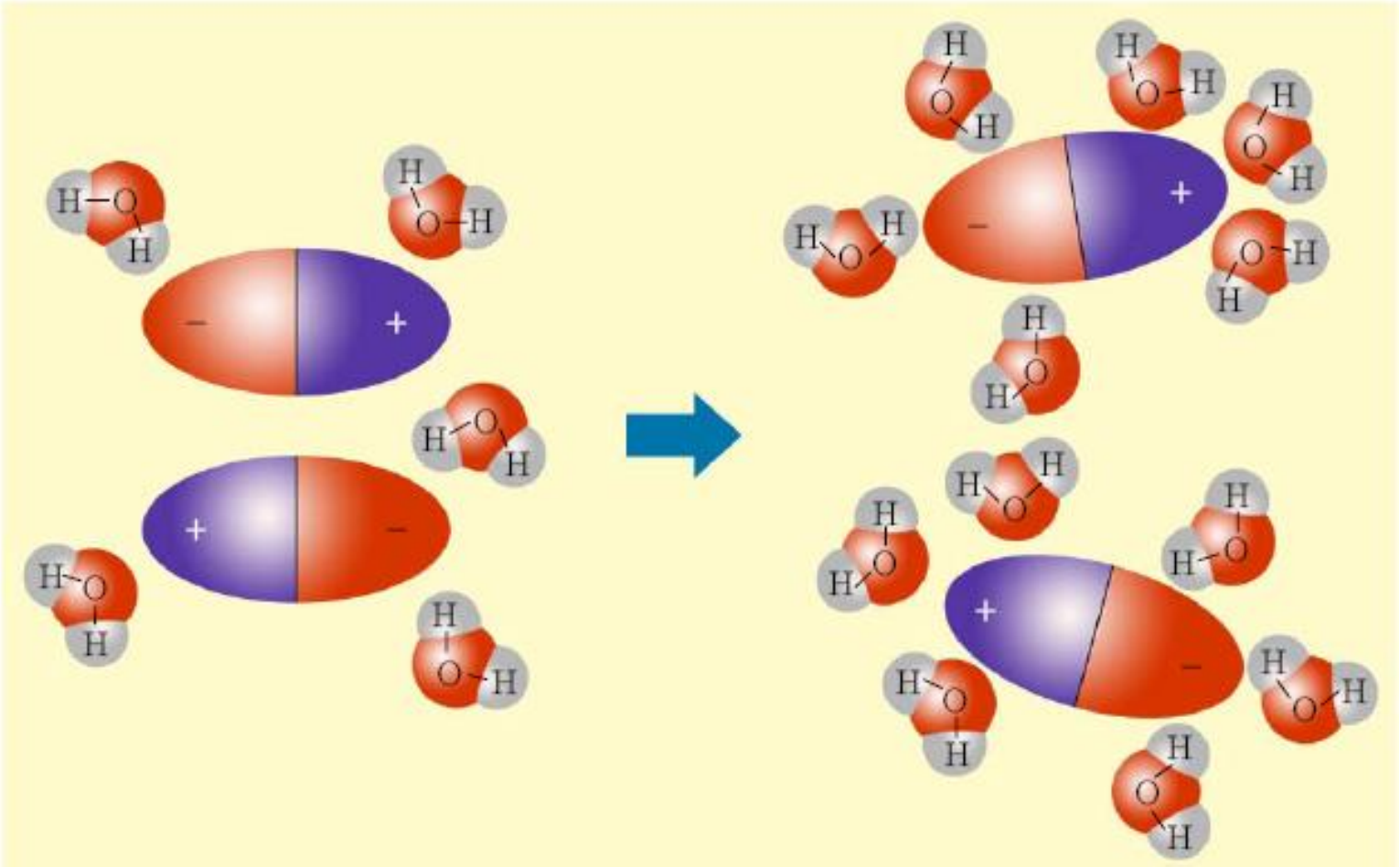
중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY



극성을 띤 물분자 → 소금 결정의 표면과 충돌 → 반대 전하를 띠는 이온을 끌어 당겨 분해함

→ 물분자가 이온을 둘러싸 다시 결합하는 것을 막음 (수화, hydration)

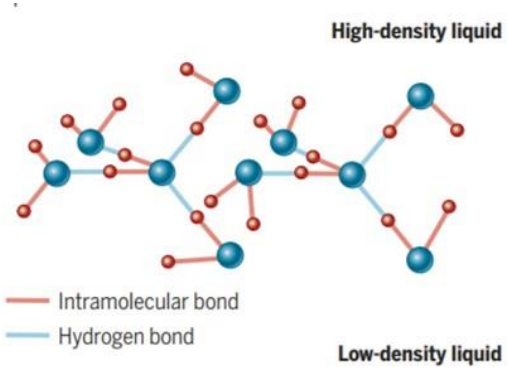
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY



중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY

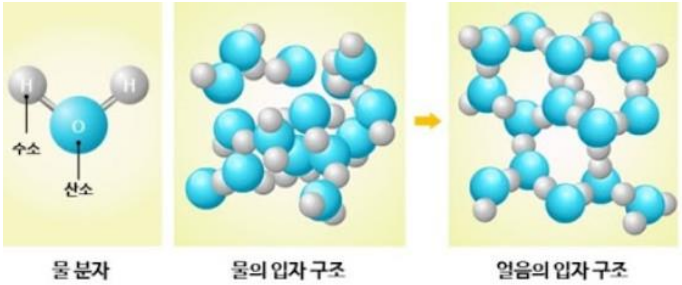
2. 높은 녹는점과 끓는점 (high melting and boiling points)

- 비슷한 분자량을 가진 다른 분자에 비해 높은 녹는점과 끓는점
- 물 분자량: 18 끓는점: 1기압하에서 100℃
- 암모니아 분자량: 17 끓는점: −33℃
- 메탄 분자량: 16 끓는점: −164℃
- 이유; 수소결합 때문



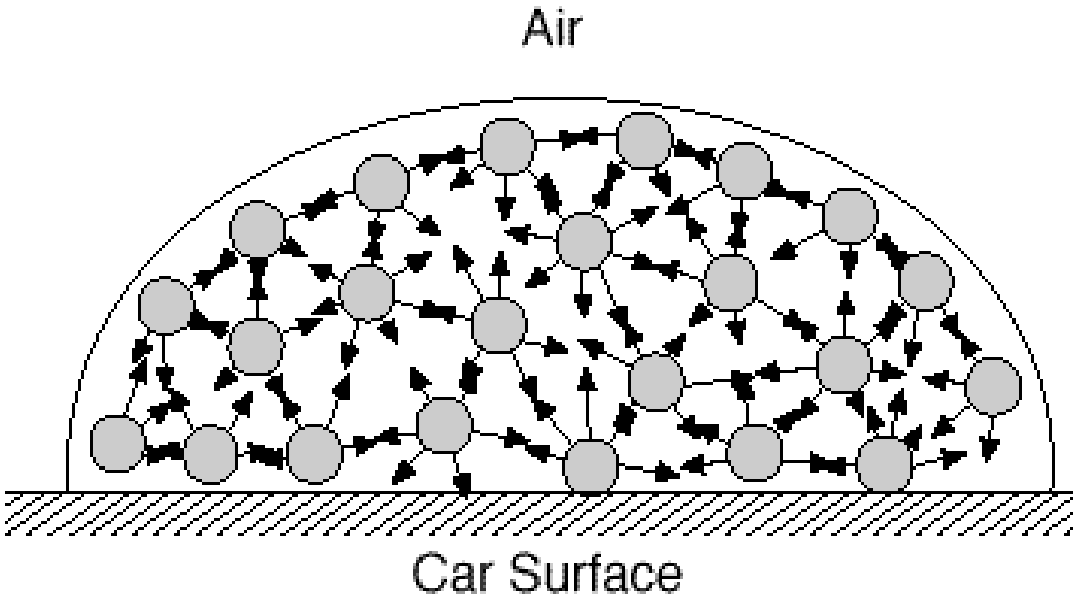
3. 얼음의 밀도 (density of ice)

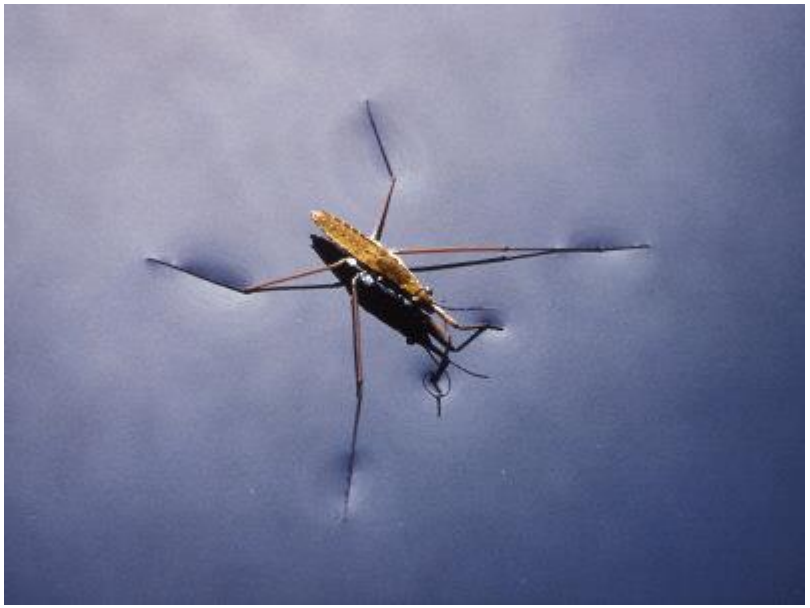
- 열 가하면 대부분 물질의 부피는 팽창
- 물질의 질량은 일정하므로 밀도는 열을 가할수록 감소함 (밀도: 단위부피당 질량)
- 반대로 온도를 내리면 부피가 감소하므로 밀도는 증가
- 물은 3.98℃ 까지는 계속 수축. 냉각시켜 0℃ 에 이르면 9%까지 팽창
- 물분자가 다른 4개의 물분자와 수소결합한 얼음의 격자구조 때문임
- 호수표면의 얼음: 물보다 밀도가 낮으므로 물 위에 뜸



4. 표면장력 (surface tension)

- 물분자는 표면 바로 아래에서 수소결합을 통한 모든 방향으로 다른 물분자를 강하게 끌어당김
- 표면적이 증가하는 것에 대한 액체의 저항 (구는 표면적대 부피의 비를 최소화 함)
- 분자들 사이의 인력이 큰 물질일수록 표면장력이 큼





15.2 수원의 종류와 특성

- 수원(water resources): 우리가 사용하는 모든 물, 용수의 근원
  - 빗물(rain water)
  - 지표수(surface water)
  - 지하수(ground water)
  - 해수(sea water)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(1) 빗물 (rain water)

- 천수(또는 우수): 대기 중의 수증기가 비나 눈으로 낙하하는 물
- 연수(soft water): 산이나 염분이 포함되지 않은 물. 대기가 오염되지 않은 청정한 지역에서의 빗물 (세척 및 공업용수로 유용하게 이용)

(2) 지표수 (surface water)

- 일반적으로 유기물질의 함량이 높은 물
- 하천수(river water), 저수지수(reservior water), 호수(lake water)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 지표수 (surface water)

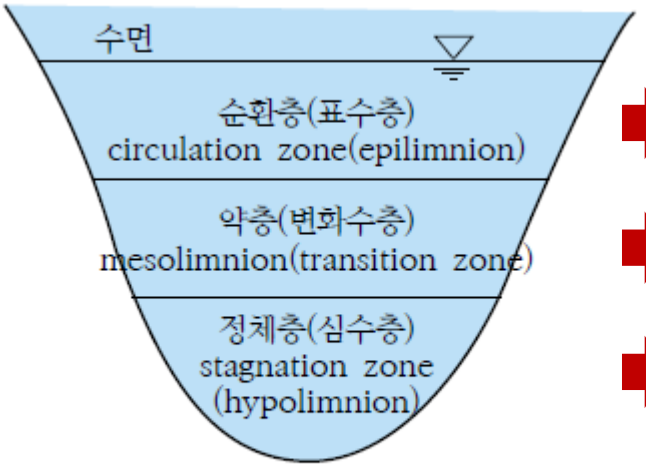
- 하천수(river water): 도시하수가 유입
  - 생물화학적 산소요구량(BOD, biological oxygen demand)이 높음
  - BOD: 유기물질에 의한 하천이나 해역의 오염도를 나타낼 때 측정
  - BOD는 호기성 미생물에 의해 수중의 유기물질이 일정기간 동안 산화, 분해될 때 소비되는 산소량(농도)을 의미
  - 오염정도가 심할수록 BOD가 높게 나옴

  - 화학적 산소요구량(COD, chemical oxygen demand)이 높음
  - COD: 유기물의 일부 또는 전부와 오염원이 되는 물질을 산화, 분해하는데 필요한 산소량
  - 산소량 단위가 클수록 유기물이 많고 수질오염 정도가 심하다는 것을 나타냄

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 지표수 (surface water)

- 호수(lake water) 또는 저수지(reservior water)
  - 하천수에 비하여 침전에 의한 자정작용이 큼
  - 오염물질이 멀리 운반되지 않으며, 수질의 변화가 심하지 않음
  - 미생물의 번식이 용이하고 순환기(봄 또는 가을)에 수질이 악화됨



수온이 일정하고 바람이 없을 때에는 물의 유동이 없으나, 바람의 영향을 받으면 순환류를 형성

수심 1 m 당 0.9 °C 또는 그 이상의 온도변화가 있음

수온이 거의 일정하고, 물의 움직임이 거의 없음

그림 15.3 호수의 성층현상과 순환 (Stratification)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(3) 지하수 (ground water)

- 지하수: 빗물이나 지하수가 일부 땅 속으로 흘러들어가 고인물
- 지하수 수질의 특성

– 지표수는 모든 유하지점에서 오염받기 쉬우며, 자정작용 등과 관련되어 다양한 수질형태를 나타내지만, 지하수는 대수층(aquifer)의 지질과 지표로부터의 오염을 국부적으로 받음

– 지표수는 대기 중의 각종 가스가 분압에 비례하여 용해되어 들어가지만, 지하수는 대기와 차단되어 있어 유기물의 분해에 의해 용존산소가 소비되어도 그것은 보충되지 않고 발생된 탄산가스는 대기보다도 고압의 지하수 중에 더 많이 녹아 들어감

– 지하수는 일광을 받지 않으므로 유기물 분해는 광화학작용을 받지 않고, 미생물에 의한 생물화학적인 작용이 대부분임

– 지표수에 비하여 지하수는 무기염류의 농도가 높고 알카리도 및 경도가 높음

*대수층: 지하수가 있는 지층. 물이 포화 상태에 있음

(4) 해수 (sea water)

- 해수: 유출수가 최종적으로 모이는 물
- 해수의 성분은 조류와 육지로부터의 담수(육수)와 기타의 유입물의 영향에 의해 변화함
- 해수는 염분농도가 높아 먹는 물, 가정용수, 관개수(작물재배) 및 공업용수로 적합하지 않으므로 탈염화공정을 거쳐 담수화하여 이용되어짐

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

15.3 수질오염의 요인과 발생원

- **수질오염(water pollution):** 자연적 혹은 인위적 요인에 의하여 물이 자정능력을 초과하여 지장을 주는 것

(1) 수질오염의 요인

① 자연적 요인: 기후적 변화에 의한 기상조건의 불규칙적 변화

② 사회적 요인: 인구의 증가, 도시와 산업의 집중화, 대규모화

(2) 수질오염의 발생원

① 가정하수: 주거지역과 상업용 및 공공시설에서 배출되는 생활폐수

② 산업폐수: 각종 산업공정에서 발생하는 공장폐수

③ 농•축산폐수: 농업활동 과정에서 배출되는 농업폐수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

15.4 수질오염의 지표

(1) 냄새

(2) 탁도(turbidity)

(3) 수소이온 농도(pH)

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - (-\log[OH^-])$$

$$pH = 14 + \log[OH^-]$$

- 25 °C, $[H^+][OH^-] = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14} = K_w$
  (물의 이온곱 ion product 또는 물의 이온화상수 ionization constant)
- $pH = -\log[H^+]$ 또는 $pH = \log \frac{1}{[H^+]}$
- pH의 눈금은 보통 0에서 14까지로 나타냄 (pH 7이 중성)
- 생물의 성장, 번식을 위해서는 중성유지

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(4) 산도 (acidity)

– 산도: 어떤 물이 강염기를 중화시킬 수 있는 능력의 척도

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 \rightleftarrows HCO_3^- + H^+$$

(1) MO산도(mg/ℓ as $CaCO_3$) $= \dfrac{A \times N \times 1000}{\text{시료량(ml)}} \times 50$

메틸오렌지 (적색 – yellow orange)

(2) 총산도(phenolphthalein 산도)(mg/ℓ as $CaCO_3$) $= \dfrac{B \times N \times 1000}{\text{시료량(ml)}} \times 50$

(무색 – 분홍색)

종말점

A : pH 4.5까지의 NaOH 주입량(ml)

B : pH 8.3까지의 NaOH 주입량(ml)

C : NaOH의 규정농도(0.02 N)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(5) 알카리도 (alkalinity)

– 알카리도: 산을 중화시킬 수 있는 능력의 척도

(1) P/P알칼리도(mg/ℓ as $CaCO_3$) = $\frac{A \times N \times 1000}{\text{시료량(ml)}} \times 50$

(2) 총알칼리도(MO 알칼리도)(mg/ℓ as $CaCO_3$) = $\frac{B \times N \times 1000}{\text{시료량(ml)}} \times 50$

A : pH 8.3까지의 황산 주입량(ml)

B : pH 4.5까지의 산 주입량(ml)

C : 황산의 규정농도(0.02 N)

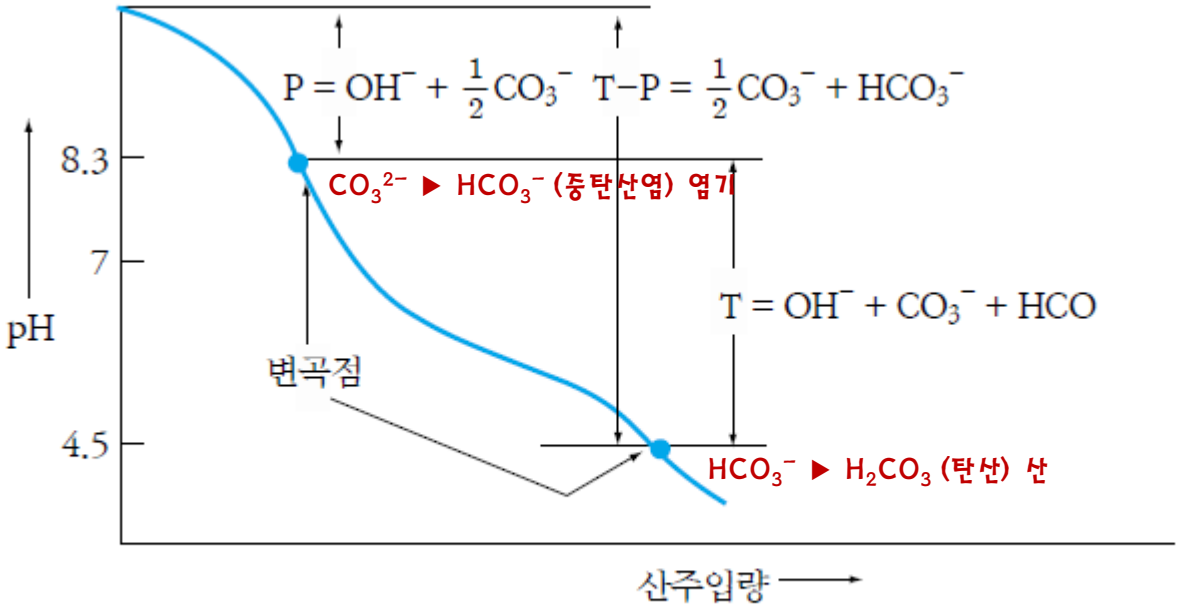


그림 15.4 pH와 알카리도

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(6) 경도 (hardness)

– 경도: 물의 세기를 나타내는 것

표 15.1 경도를 유발하는 주요 양·음이온

양이온	음이온
Ca^{2+}	HCO_3^-
Mg^{2+}	SO_4^{2-}
Sr^{2+}	Cl^-
Fe^{2+}	NO_3^-
Mn^{2+}	SiO_3^{2-}

$$\text{경도}(mg/\ell \text{ as } CaCO_3) = (M^{2+},\ mg/\ell) \times \frac{50}{(M^{2+} \text{ 당량})}$$

(M^{2+} 2가 양이온)

0~75 mg/ℓ : 연수(soft water)

75~150 mg/ℓ : 경수(hard water)

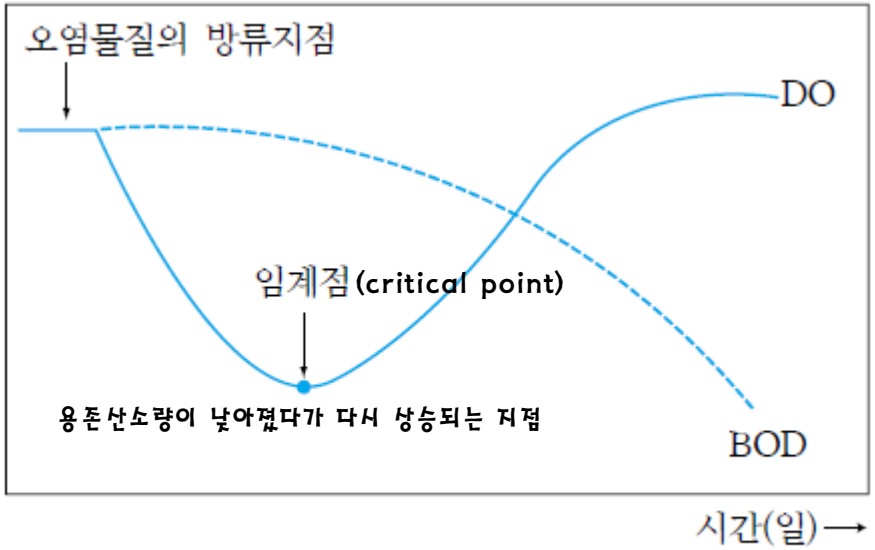
150~300 mg/ℓ : 강한 경수

300 mg/ℓ 이상 : 매우 강한 경수(very hard water)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(7) 용존산소 (DO, dissolved oxygen)

- 용존산소: 물속에 용해되어 있는 산소 (mg/ℓ, ppm)



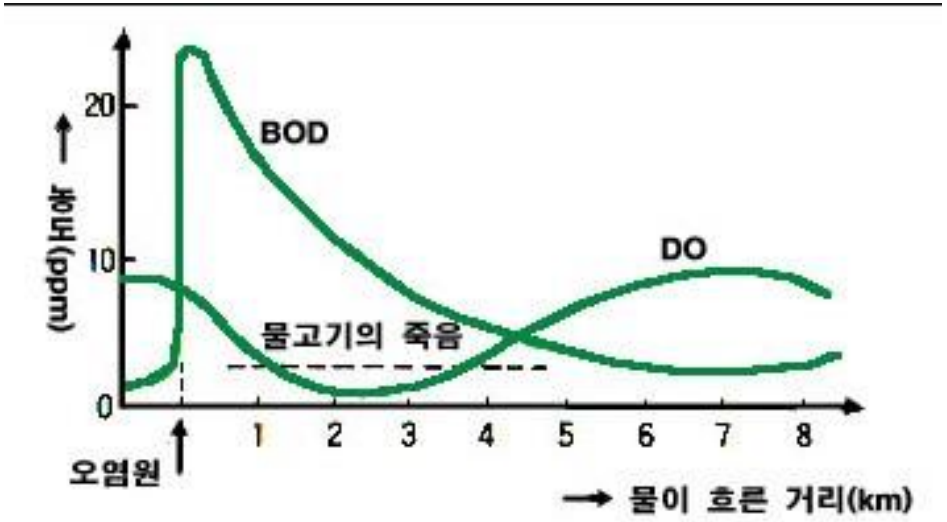


그림 15.5 DO와 BOD곡선의 관계

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(8) 생화학적 산소요구량 (BOD, biochemical oxygen demand)

- 물 속에 들어있는 유기오염물질을 미생물이 분해하기 위해서 필요로 하는 산소의 양
- 일정시간 내에 미생물이 물 속의 유기물을 분해하여 정화하는데 소비되는 산소의 양을 ppm으로 나타낸 것

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{아질산균}} 2NO_2^- + 2H^+ + 2H_2O$$

$$2NO_2^- + O_2 + 2H^+ \xrightarrow{\text{질산균}} 2NO_3^- + 2H^+$$

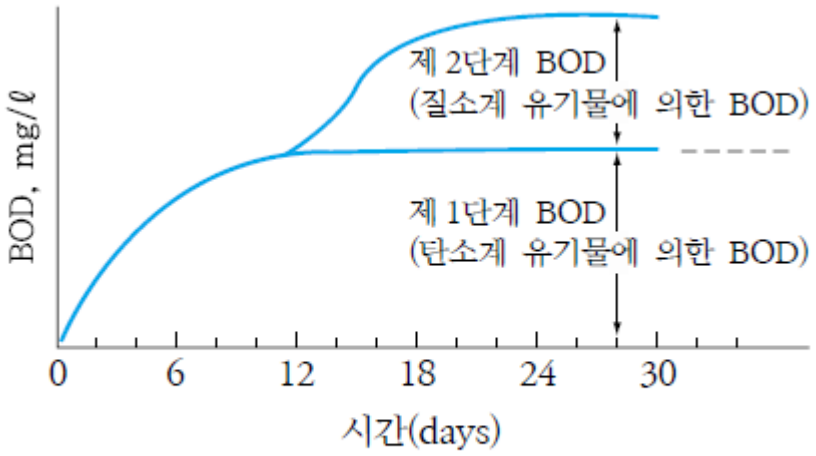


그림 15.6 BOD의 시간적 변화

➡ 질소화합물이 산화분해될 때 소비되는 산소량

➡ 탄소화합물 분해 시 소모되는 산소량

- BOD가 10 ppm 이상이 되면 악취가 발생, 용존산소량은 2.0 ppm 이하가 되며, 먹는 물로서는 1 ppm 이하여야 함

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(9) 화학적 산소요구량 (COD, chemical oxygen demand)

- 수 중에 있는 유기물질을 간접적으로 측정하는 방법
- 유기물질을 강력한 산화제($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$)로 산화시킬 때 소모되는 산화제의 양에 상당하는 산소의 양
- 해양이나 호수에 흘러 들어온 유해물질을 함유한 공장폐수의 오염도를 알고자 할 때 COD를 이용

표 15.2 COD_{Mn}법과 COD_{Cr}의 비교

구 분	COD_{Mn}법	COD_{Cr}법
측정시간	30분~1시간	2~3시간
가열방법	수욕조(water bath)	가열판(hot plate)
산화제	$KMnO_4$	$K_2Cr_2O_7$
산화력	50~60%	80~100%
기타	오염물이 없다.	폐액이 유독하다(Cr^{6+}, Hg)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(10) 부유물질 (SS, suspended solid)

- 유기성물질은 BOD 증가의 원인이 되며 부패를 일으켜 폐수혼탁의 원인이 됨

- 부유물질은 비중이 큰 대부분의 유기성 입자로 플랑크톤 및 세균 등의 미생물이 다량 흡착된 생물덩어리이며 서서히 분해되어 물 속의 DO를 소비시켜 하천을 오염시키는 환경의 원인이 됨

- 부유물질의 크기는 직경이 0.1 μm 이상이며 0.1~0.001 μm를 콜로이드 상태물질이라 하고, 0.001 μm 이하를 용존물질이라 함

(11) 질소화합물 (nitrogen compounds)

– 암모니아성질소(NH_3–N), 아질산성질소(NO_2–N), 질산성질소(NO_3–N)를 총칭하여 질소화합물이라 함

– 수질오염의 지표뿐만 아니라 먹는 물의 위생학적 안전성을 확인하는데 중요한 지표로 이용

암모니아성질소(NH_3–N): 동물의 배설물 등의 유기성 질소화합물이 분해하여 생긴 첫 단계의 물질로 최근에 오염되었음을 알 수 있는 지표

아질산성질소(NO_2–N): 암모니아성 질소의 산화에 의해 생긴 것으로 음료수로서의 부적합함을 판단할 수 있는 오염의 지표

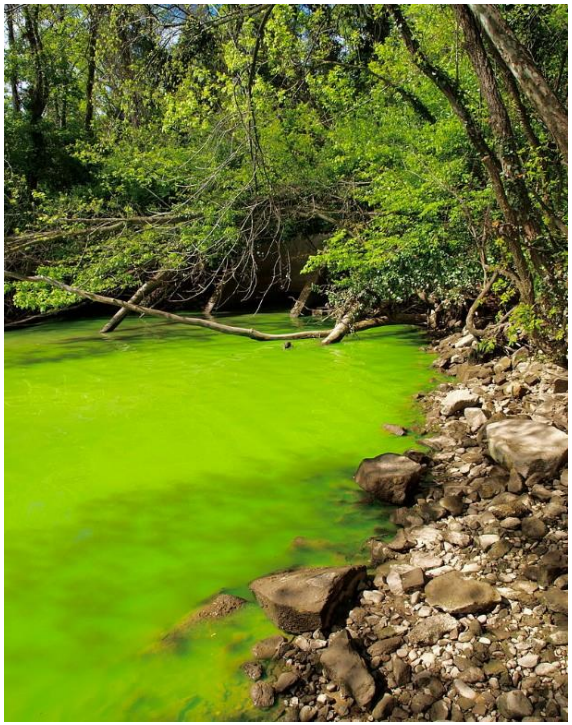
질산성질소(NO_3–N): 질소화합물이 산화된 최종 분해 산물로서 과거에 오염된 것임을 알 수 있음

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

15.5 수질오염의 영향

(1) 부영양화 (eutrophication)

– 수중 생물의 성장에 필요한 영양분이 수중에 과다하게 공급되어 빈영양에서 부영양으로 변하는 현상



방지대책

- 유기오염물질을 비료로 사용하지 않음
- 합성세제의 인 성분을 제거함
- 폐수의 3차처리(고도처리) 실시로 질소나 인 성분의 유입을 막음
- 조류번식 때 $CuCO_4$(황산동), 활성탄소를 뿌림으로써 제거함

Wikipedia

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 적조현상 (red tide)

– 바닷물의 색깔이 변색될 정도로 식물성 플랑크톤이 과다하게 번식하는 현상

– 식물성 플랑크톤의 종류에 따라 갈색, 녹갈색, 황갈색 등으로 다양한 색깔을 보여줌

– 물 속의 산소가 고갈되어 물고기가 집단 폐사하기도 하며 유독 플랑크톤까지 번식하여 이것을 먹은 물고기가 사람에게까지 피해를 입힐 수 있음



Wikipedia

15.6 중금속으로 인한 영향

표 15.3 중금속의 발생원과 영향

금속류	발생원	영 향
수은(Hg)	제지, 농약, 염화바이닐, 온도계 및 압력계 제조 공장	신경계통, 언어 및 지각장애, 수족 및 호흡마비
납(Pb)	공장폐수, 제련소, 화장품, 납 축전지, 도자기, 인쇄, 페인트	신경장애, 빈혈, 복통, 두통, 시력장애, 망상증
카드뮴(Cd)	도자기, 사진재료, 건전지제조, 비금속의 정련, 광석의 분쇄, 합금제조	요통, 관절통, 빈혈증, 만성호흡기질환, 식욕부진, 위장장애
크롬(Cr)	염색, 피혁, 석탄, 인쇄공업, 도금공장, 석유정제	피부염, 기침, 구토, 호흡곤란, 폐암유발
비소(As)	농약제조, 유리공업, 안료 및 염료공업, 광산제련	지각장애, 수족마비, 빈혈, 피부염, 색소침착
구리(Cu)	도금 및 동제련공업, 전기용품제조, 농약	만성중독시 간경변, 위장장애

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY


WHAT CAN
BE DONE
RIGHT NOW?

제16장 대기화학

16.1 대기오염물질
16.2 입자상의 대기오염물질
16.3 가스상의 대기오염물질
16.4 광화학 산화물
16.5 대기오염으로 인한 지구환경문제
16.6 황사현상

Engineer's Joint Council (미국기술자총연합회)

"대기오염은 인간과 동•식물의 생명 그리고 재산에 피해를 주거나 혹은 안락한 생활과 재산에 방해가 될 만큼의 양과 특성을 지닌 먼지•훈연(fume), 가스, 박무(mist), 냄새(odor), 매연(smoke), 증기(vapor)와 같은 한 종류 또는 그 이상의 오염물질들이 일정한 기간 동안 외기(outdoor)에 존재하는 것을 뜻함"

16.1 대기오염물질

- 대기오염물질은 성상에 따라 가스상태의 오염물과 입자상태의 오염물로 분류함

  – 가스상물질: 물질의 연소•합성•분해 시 또는 물리적 성질에 의해서 발생하는 물질 (황산화물, 질소산화물, 산소화합물, 할로젠화합물, 유기화합물 및 일산화탄소 등)

  – 입자상물질: 고체상이나 액체상의 미세한 물질 (연무질(aerosol), 먼지, 재, 안개(수증기), 훈연, 연무, 매연, 검댕(그을음) 등)

- 대기오염물질의 입자나 먼지의 크기는 보통 μ(micron)으로 표시, 기체상태의 오염물질농도는 ppm(part per million), 10^{-4}%
- 대기오염 물질의 농도는 μg/m^3로도 표현

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 16.1 대기오염물질의 발생원과 대상물질

구 분	발생공정	발생원	비 고
자연적 발생	–	먼지, 매연, 유황가스, 산불, 波浪(파랑) = 파도	–
인위적 발생	연소공정	매연, 먼지 및 세사(잔모래)	SO_2, CO, HCl, NO_2
	(불쬐배)배(焙)와 가열공정	먼지, 흄(fume)	SO_2, H_2S, HF
	채광 및 채석	선별, 분쇄에서의 먼지	–
	조리공정(식품가공)	냄새	불쾌한 취기
	화학반응 공정	분말 흄, 유해가스	Be, Pb, As, HCl, SO_2, NO_3, NO_2, HF, H_2S
	원자력이용	방사성의 먼지 및 가스	–

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

16.2 입자상의 대기오염물질

(1) 에어러솔(aerosol)

- 가스 내에 미세한 고체 또는 액체 입자가 분산된 물질
- 매연(smoke), 안개(fog, 가시거리 1km 미만), 박무(mist, 가시거리 1km 이상 10km 미만) 등

(2) 먼지(dust)

- 일반적으로 고체입자를 말함
- colloid 입자(1~100 μm)보다는 크고 공기나 가스 내에서 부유할 수 있는 물질
- 확산되지 않으며 중력의 영향으로 내려앉게 됨

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(3) 비산재(fly ash)

- 연료의 연소로부터 생기는 굴뚝 연기 내의 미세한 재 입자



(4) 안개(fog)

- 미세한 물방울이 공기 중에 많이 떠 있는 현상
- 시정 수평거리(horizontal visibility)가 1 km 미만
- 습도는 100% 또는 연기에 가까운 경우로 눈에 보이는 입자상 물질

(5) 훈연(fume)

- 물질의 연소에 따른 물리•화학반응. 기체상태로부터 응축된 고체입자를 말함
- 용융된 물질이 증발되어 생긴 것
- 이때 생긴 고체입자는 1 μm 이하며 활발한 Brown 운동을 함



(6) 박무(mist)

- 기상학으로 말할 때 낙하될 수 있는 물방울이 분산되어 있는 상태

(7) 연무(haze)

- 아주 작고 건조한 입자가 수많은 공기 중에 부유함으로써 공기를 탁하게 하여 유백색으로 보이며 밤에는 청색을 띠지만 밝을 때는 황색 또는 오렌지색으로 보임

(8) 매연(smoke)

– 보통 연기라고 하며 연료가 불완전 연소에 의해 생기며 0.01~1 μm 범위의 크기를 가진 입자

(9) 검댕(soot)

– 탄소화합물의 불완전연소로 형성된 tar가 함유된 탄소입자가 뭉쳐진 것



16.3 가스상의 대기오염물질

(1) 황산화물(sulfur oxides, SO_x)

- 주로 화석연료를 태울 때 방출
- 대기오염과 밀접한 관계가 있고 문제가 되는 것은 SO_2(아황산가스)와 SO_3(삼산화황)

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

$$SO_2 + O \rightarrow SO_3$$

$$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 질소산화물(nitrogen oxides, NO_x)

– 질소산화물은 연료의 연소과정에서 배출되는 주요한 대기오염물질 중 하나

– 일산화질소(NO)와 이산화질소(NO_2)는 대기 중에 많은 양이 존재하며 질소산화물이라 하는 것은 일반적으로 NO와 NO_2를 뜻하며 NO_x라고 표기

– NO는 무색이고 악취는 없으며 독성이 있는 기체, NO_2는 갈색이고 독성이 강한 질식성 기체

$$N_2 + O \rightleftarrows NO + N$$

$$N + O_2 \rightleftarrows NO + O$$

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

$$2NO + O_2 \rightleftarrows 2NO_2$$

$$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$$

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

$$2NO_2 + O_3 \rightarrow N_2O_5 + O_2$$

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$$

(3) 일산화탄소(carbon monoxide, CO)

– 주로 연소의 불완전연소에 의해 발생

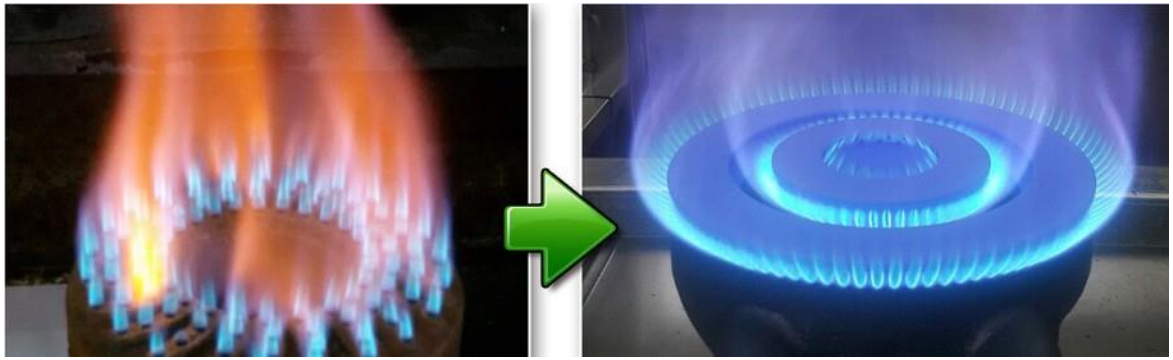
완전연소: CO_2

불완전연소: C, CO

C: 그을림

CO: 일산화탄소 (연탄가스중독)





(4) 황화수소(hydrogen sulfide, H_2S)

- 달걀 썩는 냄새를 내며 연소되면 SO_2로 바뀌므로 연소과정에서는 거의 배출되지 않음

- 특수지역에서 오염되는 가스상의 물질로 비스코스 공장, 석유 정유 공장, 피혁•의약품 및 가스공장, 코크스제조 및 타르증류 과정에서 배출

(5) 탄화수소(hydrogen carbon, HC)

- 자동차의 배기가스, 고체 폐기물 소각, 공장 등의 매연, 정유 공장 등에서 주로 배출

(6) 염화수소(hydrogen chloride, HCl), 불화수소(hydrogen fluoride, HF)

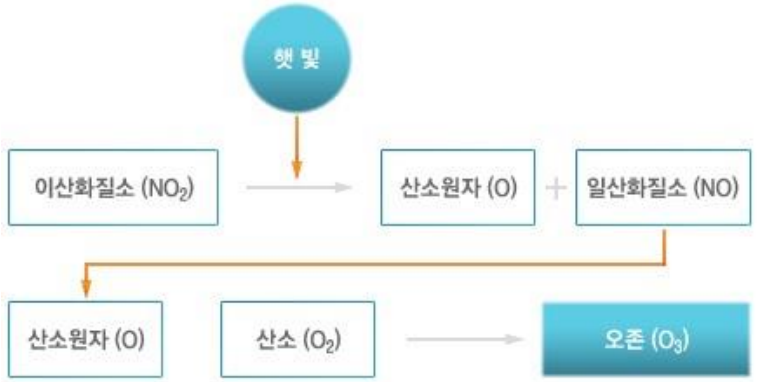
- 염화수소: 무색으로서 자극성 냄새가 있으며, 대기중에서 접촉하여 산성인 백색의 연무를 발생. 식물에 피해를 주며 강한 자극성으로 후두 및 흉부자극과 호흡곤란 유발

- 불화수소: 알루미늄과 철의 제련소로부터 발생. 공장주변의 산림 또는 농작물의 피해

(7) 암모니아(ammonia, NH_3)

- 비료공장, 냉동공장, 표백 또는 색소제조공장 등에서 발생
- 질소를 함유한 유기화합물이 토양에 유입될 때 토양의 박테리아에 의하여 NO, NO_2와 같이 배출
- 무색의 기체로서 불쾌한 자극성 냄새를 가지며 눈, 호흡기의 자극을 일으키며 농도가 높으면 호흡곤란 및 의식불명을 일으킴

(8) 오존(ozone, O_3)



- 3개의 산소원자로 구성된 단순분자
- 주로 광화학반응에 의해 발생
- 일조량이 많은 여름철에, 직사광선이 내리쬐는 오후 2시를 전후해 많이 발생
- 맑고 바람이 없는 날에 오존발생량이 많아짐
- 호흡기자극, 기침, 눈물 등의 증상이 나타남
- 심하면 폐기종, 기관지염 등을 일으킴
- 비타민C나 E 섭취가 도움

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

16.4 광화학 산화물 (photochemical oxidants)





광화학스모그

종 류	런던형 스모그	LA형 스모그
색	짙은회색	연한갈색
시정	100m 이하	1 km 이하
오염물질	먼지 및 SOx	NOx, 탄화수소
주요배출원	가정과 공장의 연소, 난방시설	자동차 배기가스
기상조건	겨울, 새벽, 안개, 높은습도	여름, 한낮, 맑은하늘, 낮은습도
피해	호흡기질환, 심장질환, 만성기관지염	눈, 코, 기도점막자극, 고무노화, 시정악화

나무위키, ECO&HAPPY

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

16.5 대기오염으로 인한 지구환경 문제

(1) 산성비(acid rain)

– 일반적으로 빗물의 pH가 5.6 이하의 산도를 가질 때

– 원인: 자동차에서 배출되는 **질소산화물**, 공장이나 발전소, 가정에서 사용하는 석탄, 석유 등의 연료가 연소되면서 나오는 **황산화물**

– 토양 산성화: 토양이 산성화 되면 딱딱하게 굳고 식물성장에 필요한 토양 속 금속성분을 제거함

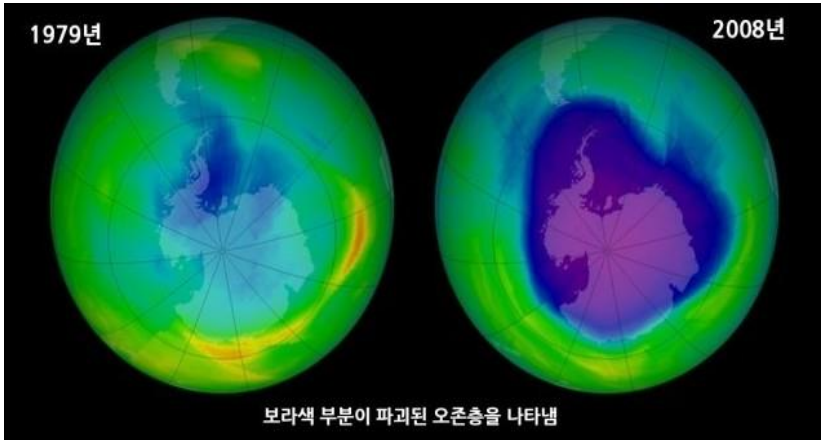


(2) 구멍이 뚫리는 오존층


오존층의 분포
오존(O_3)은 산소 분자(O_2)에 산소 원자(O) 하나가 결합한 무색의 기체
성층권 : 오존 90%
대류권 : 오존 10%


해로운 자외선을 막아주는 착한 오존
성층권의 오존은 해로운 자외선을 막아주는 역할을 하기 때문에
'착한 오존'이라고 불러요!
성층권
오존층
해로운 자외선 흡수
무해한
태양 복사 에너지


사람과 식물에 해로운 나쁜 오존
대류권에서 소독제, 악취제로 사용되기도 하지만
사람과 식물에 해로워요


1979년
2008년
보라색 부분이 파괴된 오존층을 나타냄

(3) 지구의 온난화 현상

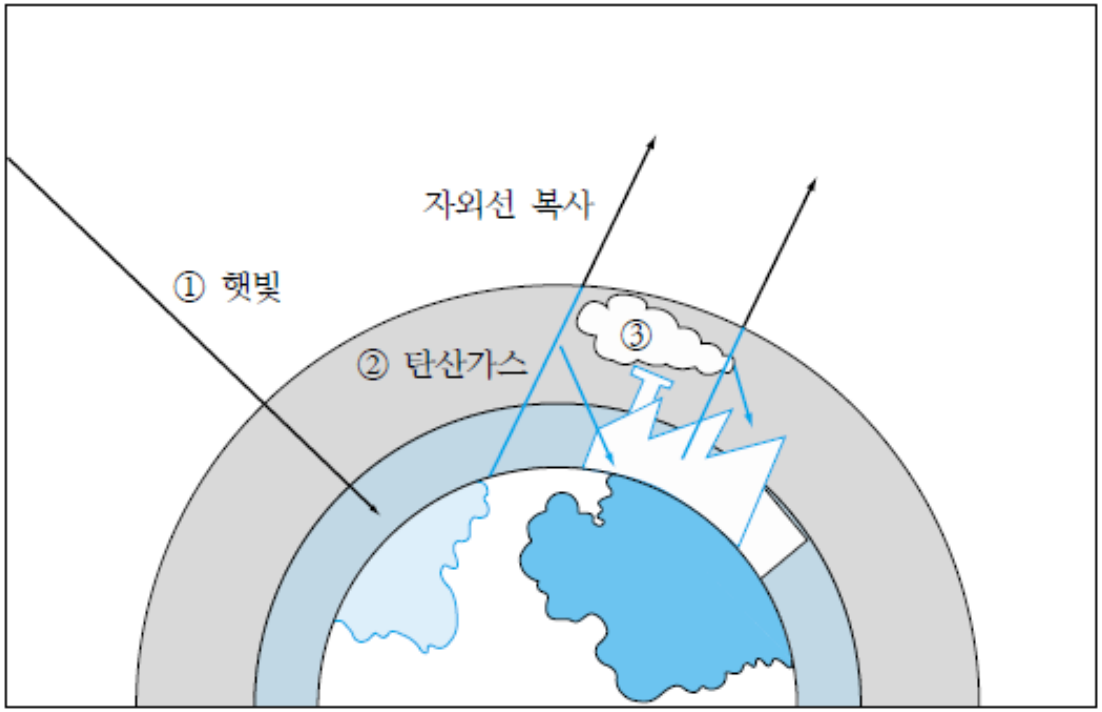




그림 16.2 지구의 온난화 현상

① 햇빛이 지표에 닿으면 적외선열 방출
② 대기 중 탄산가스가 열의 일부를 가두어 지구기온 유지
③ 탄산가스와 화석연료의 분출가스가 늘어나 열을 더 가두어 기온 상승

(4) 에너지 보존과 대체에너지

① 원자력에너지

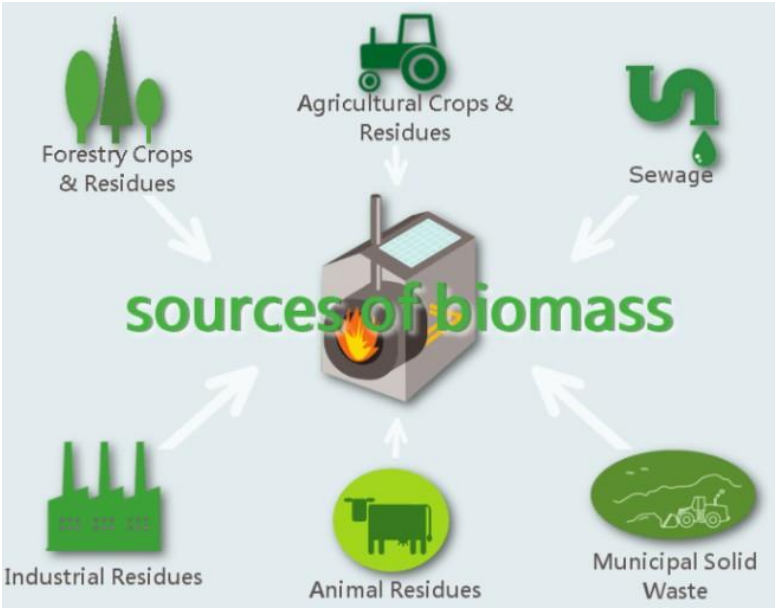
② 태양에너지

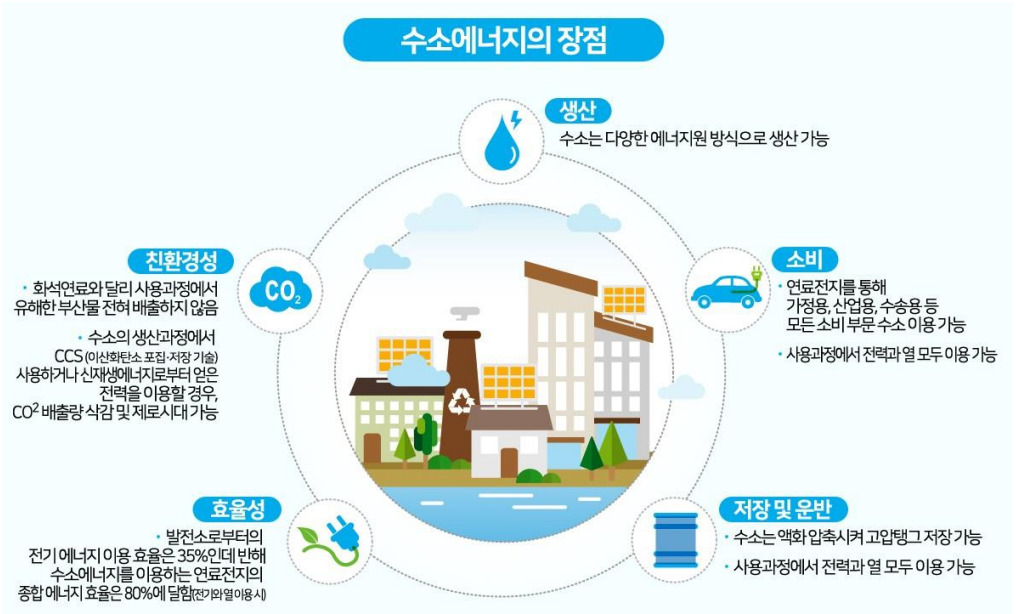
③ 풍력과 조력

④ 지열

⑤ 바이오 매스

⑥ 수소 에너지





중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

16.6 황사현상



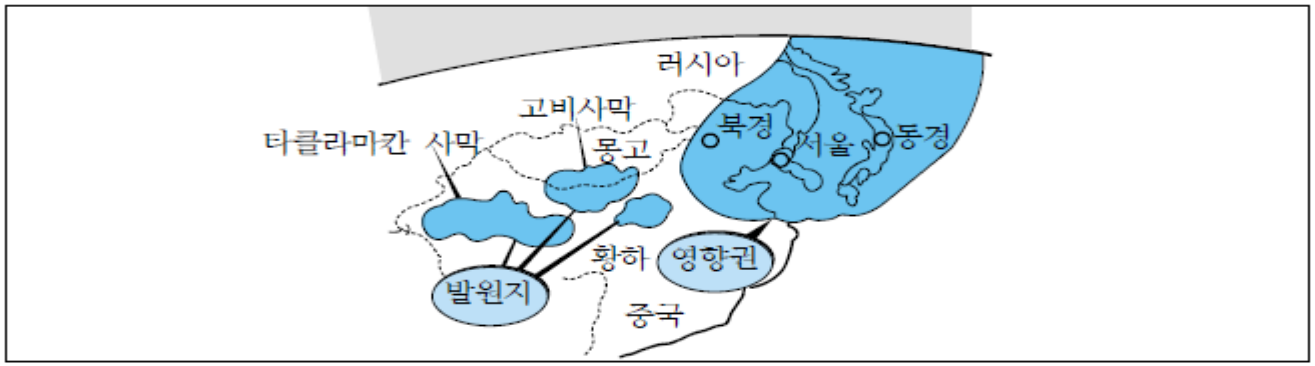


그림 16.3 황사의 발원지 및 영향권

네이버이미지

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY