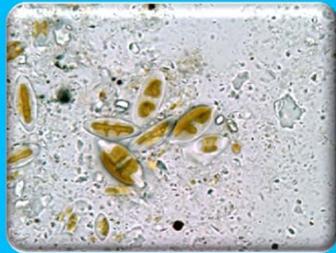


교과목명: 생물해양학 및 실험 2013년도 1학기

담당교수: 김 종성

# 해양생물학



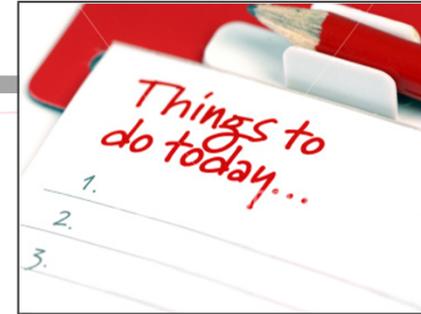
1장



Laboratory of Marine Benthic Ecology

서울대학교 해양저서생태학연구실

# 1장



## 해수의 성질, 해류, 조석?

1. 해수의 성질
2. 해류와 조석

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.0. 물과 생명, & 환경: 도대체 물이 뭐길래?



- 지구의 가장 큰 특징은 지구 표면에 분포하는 방대한 양의 물임
- 물은 생명체가 존재하기 위한 필수조건임
- 외계의 행성 탐사 시 물의 존재 여부가 첫 번째 관심사항임
- 물로 인해 지표면의 기후가 온난하게 유지됨
- 지표면 물질순환의 대부분은 물을 매개로 하여 이루어짐
- 세계 식량생산의 가장 큰 제한요인은 물 부족임
- 인간을 포함한 생물은 물을 마시지 않고 생존할 수 없음

→ 도대체 물이 뭐길래? 물의 어떠한 특성이 지구의 생태계와 환경에 있어 유일하고 다른 무엇으로도 대체할 수 없는 물질이 되게 하는가?

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.1. 해수의 양과 분포: 바다물의 양과 대양의 물

- **바다물의 양**

- 지구표면의 70% 이상이 물로 덮여 있음
- 그 물의 대부분(약 97%)이 바다에 있음, 전지구적 규모로 보면 극히 일부분
- 지구반지름 6,371 km, 바다 평균 깊이 3.7 km, 가장 깊은 곳 11 km에 불과
- 이 물은 생물이 살기에 충분한 양임, 물이 존재함으로써 생명체가 살아감

- **대양의 물**

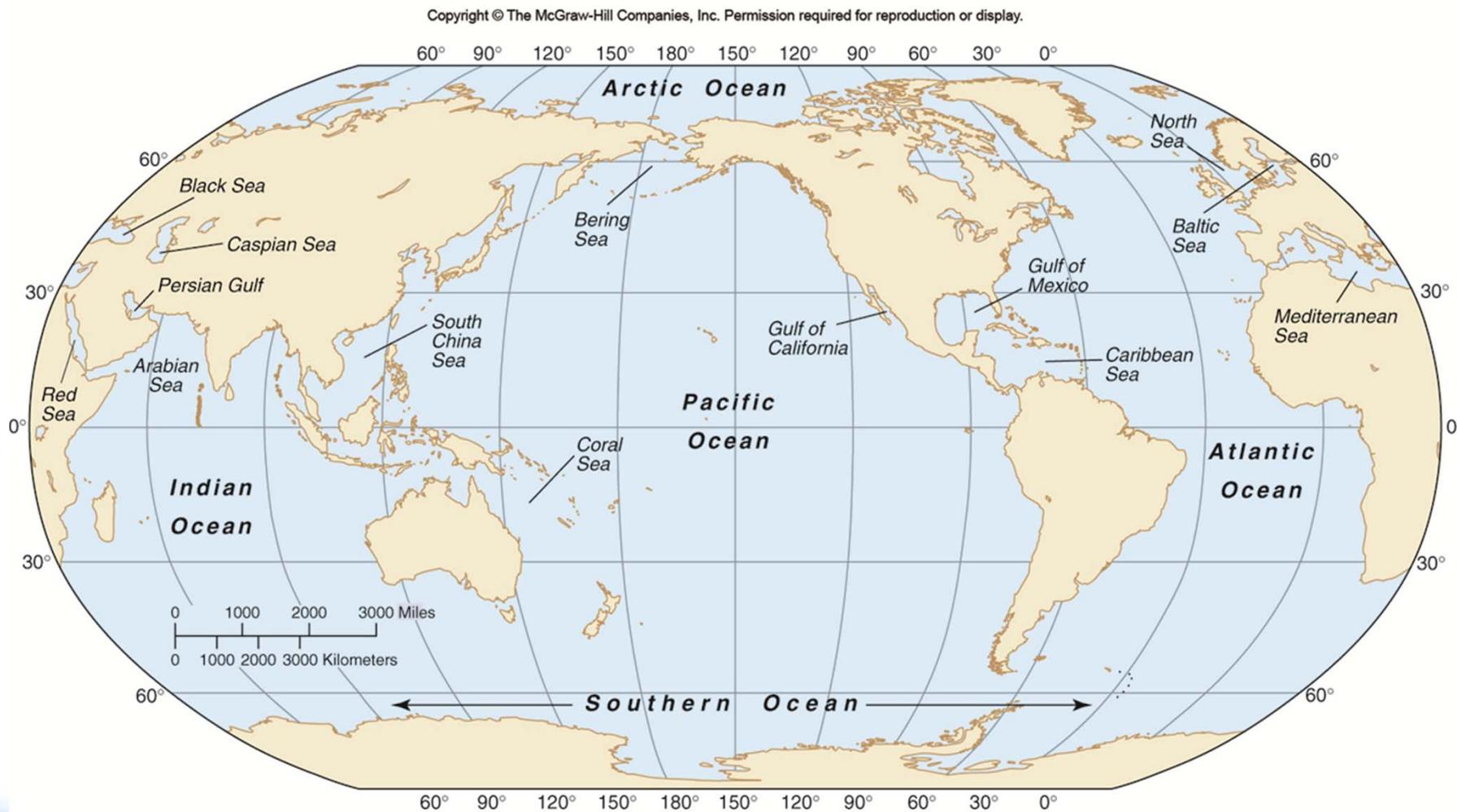
- 대양의 물은 규모로 볼 때, 태평양>대서양>인도양>>북극해 순으로 많음
- **태평양**: 지구에 존재하는 물의 약 반 이상(52%)을 담고 있음
- **대서양**: 태평양과 달리 주변부에 대륙붕이 잘 발달, 담수 유입이 많음
- **인도양**: 대서양보다 면적은 작으나 평균 수심(3,840 m)이 깊음
- **북극해**: 대륙붕의 비율이 높고, 상당한 부분이 얼음(약 2%)으로 덮여 있음

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.1. 해수의 양과 분포: Major 대양의 분포

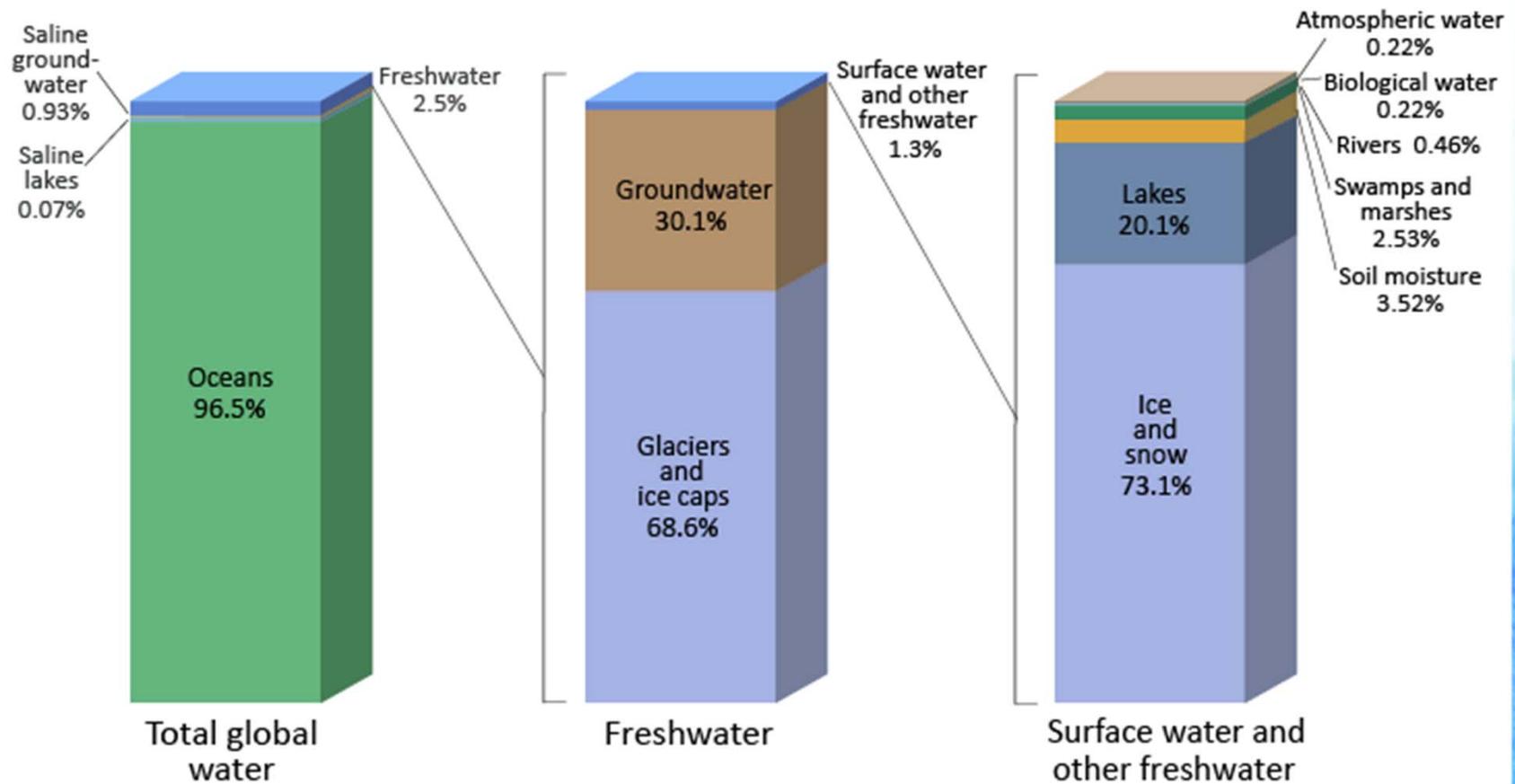


# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.1. 해수의 양과 분포: 지구의 물의 분포



Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*.

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.1. 해수의 양과 분포: 주요 대양의 규모

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Table 2.1** Average Depths and Total Areas of the Four Major Ocean Basins

Ocean	AREA		AVERAGE DEPTH		Deepest Place
	Millions of km <sup>2</sup>	Millions of mi <sup>2</sup>	Meters	Feet	
Pacific	166.2	64.2	4,188	13,741	Mariana Trench, 11,022 m (36,163 ft)
Atlantic	86.5	33.4	3,736	12,258	Puerto Rico Trench, 8,605 m (28,233 ft)
Indian	73.4	28.3	3,872	12,704	Java Trench, 7,725 m (25,344 ft)
Arctic	9.5	3.7	1,330	4,364	Molloy Deep, 5,608 m (18,400 ft)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Table 2.2**  
Comparison of Continental and Oceanic Crusts

Oceanic Crust (Basalt)	Continental Crust (Granite)
Density about 3.0 g/cm <sup>3</sup>	Density about 2.7 g/cm <sup>3</sup>
Only about 5 km (3 mi) thick	20 to 50 km (12 to 30 mi) thick
Geologically young	Can be very old
Dark in color	Light in color
Rich in iron and magnesium	Rich in sodium, potassium, calcium, and aluminum

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질

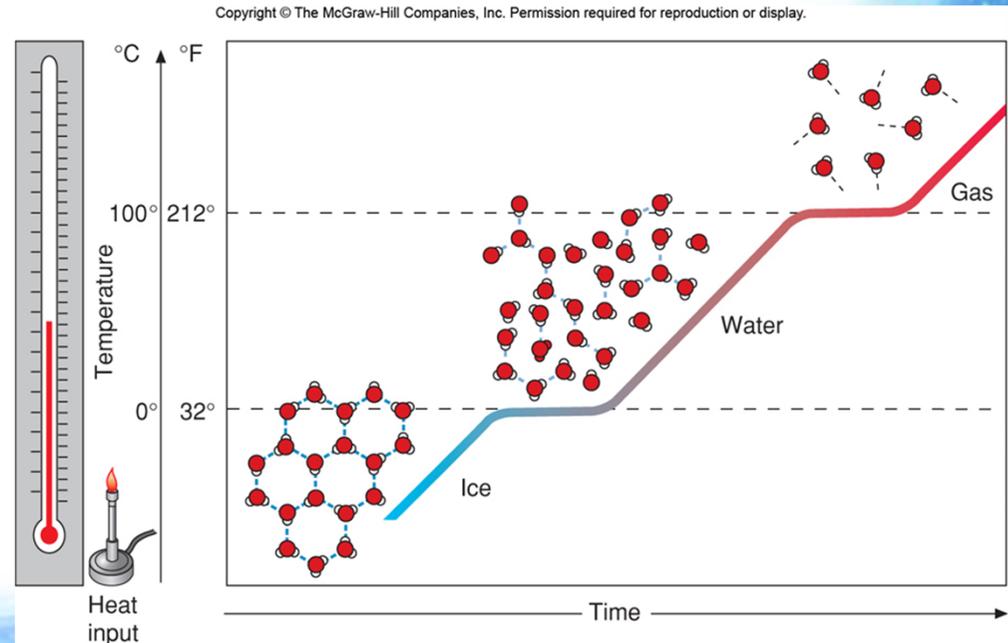
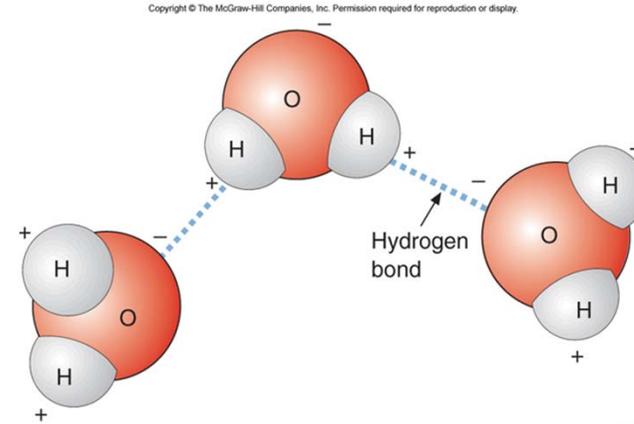


### 1.2. 해수의 물리적 성질: 물 분자의 결합형태

- 물 분자의 결합형태

- O-H 공유결합을 이룸
- 비대칭 구조(105°)
- 전기적 극성임
- 분자간 강한 수소결합을 이룸
- 얼 때 육각형 구조(밀도감소)
- 등이 중요함

→ 물의 다양한 특성을 결정함



# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.2. 해수의 물리적 성질: 물의 특성에 기인한 장점

- 물은 가장 많은 물질을 녹이는 보편적 용매 → 극성/무극성 모두 결합
- 밀도(density): 4°C 최대, 얼 때 부피 팽창 → 호수와 바다가 얼어붙는 것을 방지
- 융점(melting)/비등(boiling)점: 비정상적으로 높음 → 지표에서 물이 액체
- 열용량(thermal capacity): 액체 중 암모니아 다음 → 열 저장고; 지표면 온도 조절
- 점도(viscosity): 액체 중 비교적 낮음 → 물 속에서 생물체의 움직임 용이
- 기화열(heat of vaporization): 물질 중 가장 높음 → 열 전달 수단; 지표면 온도 조절
- 표면장력(surface tension): 액체 중 최대 → 모세관 현상으로 생물체내의 물질이동
- 빛의 흡수: 적외선/자외선이 크고 가시광선 적음 → 해양생물의 광합성 조절
- 용해력(solubility): 액체 중 최대 → 지표 물 순환계/생물계의 물질이동/순환에 중요

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.2. 해수의 물리적 성질: 담수 vs. 해수

**Table 5.3** Comparison of selected properties of pure water and seawater

<b>Property</b>	<b>Pure water</b>	<b>35‰ seawater</b>
Color (light transmission)		
• Small quantities of water	Clear (high transparency)	Same as for pure water
• Large quantities of water	Blue-green because water molecules scatter blue and green wavelengths best	Same as for pure water
Odor	Odorless	Distinctly marine
Taste	Tasteless	Distinctly salty
pH	7.0 (neutral)	8.1 (slightly alkaline)
Density at 4°C (39°F)	1.000 g/cm <sup>3</sup>	1.028 g/cm <sup>3</sup>
Freezing point	0°C (32°F)	-1.9°C (28.6°F)
Boiling point	100°C (212°F)	100.6°C (213°F)

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.2. 해수의 물리적 성질: 밀도, 수온, 염분 등

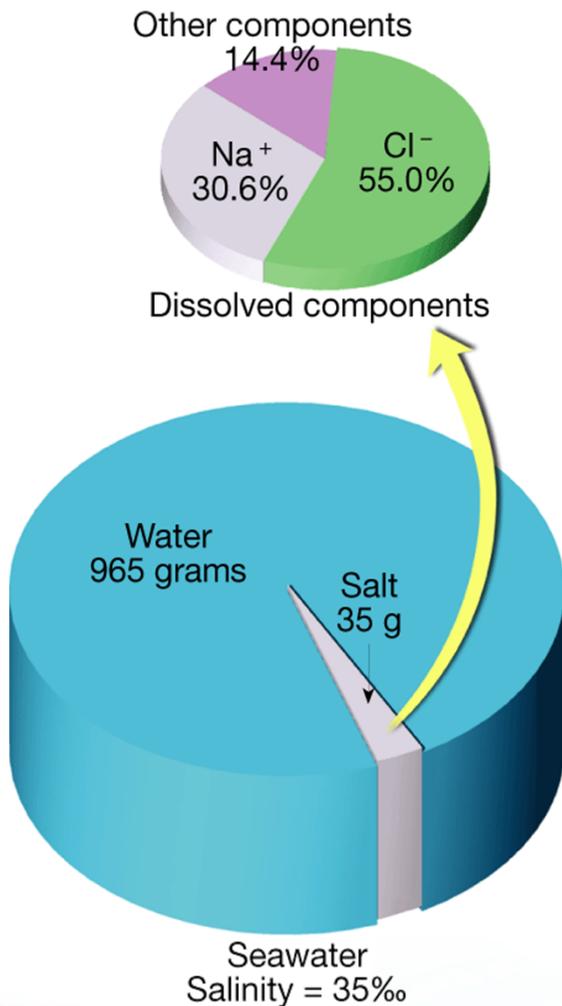
- **해수의 밀도:** 해수의 밀도<sub>(1.025)</sub>가 공기<sub>(0.0012)</sub>에 비해 큼  
→ 해양생물들은 몸체를 지지할 무거운 골격을 가질 필요가 없음
- **해수의 수온:** 수온의 변화가 크지 않음  
→ 체온을 일정하게 유지할 필요가 적음; 냉혈동물이 대부분
- **해수의 염분:** 생물체액의 염분농도가 주변해수와 같음  
→ 특별히 생물 체내에 수분 보호장치가 없음
- **해수의 투명도:** 포식자로부터 스스로 보호하기 위한 적응이 필요  
→ 몸체의 투명함, 작은 몸체와 빠른 번식속도, 군집의 형성, 주야 수직운동 등
- **해양의 3차원 공간:** 가라앉지 않고 떠 있을 수 있는 적응 필요  
→ 작은 몸체와 돌기물 보유, 체내지방 축적, 어류의 부레 등

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.3. 해수의 성분: 해수의 주성분, 부성분, & 미량성분



- **주성분** (100 ppm 이상)
  - Chloride (Cl<sup>-</sup>); 전체 염분의 55.0%
  - Sodium (Na<sup>+</sup>); 30.6%
  - Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>); 7.68%
  - Magnesium (Mg<sup>2+</sup>); 3.68%
  - Calcium (Ca<sup>2+</sup>); 1.18%
  - Potassium (K<sup>+</sup>); 1.11%
- **부성분** (1-100 ppm)
  - Br, C, Sr, B, Si, F
- **미량성분** (1 ppm 이하)
  - N, P, I, Fe, Li, Rb, Zn, Mo 등

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



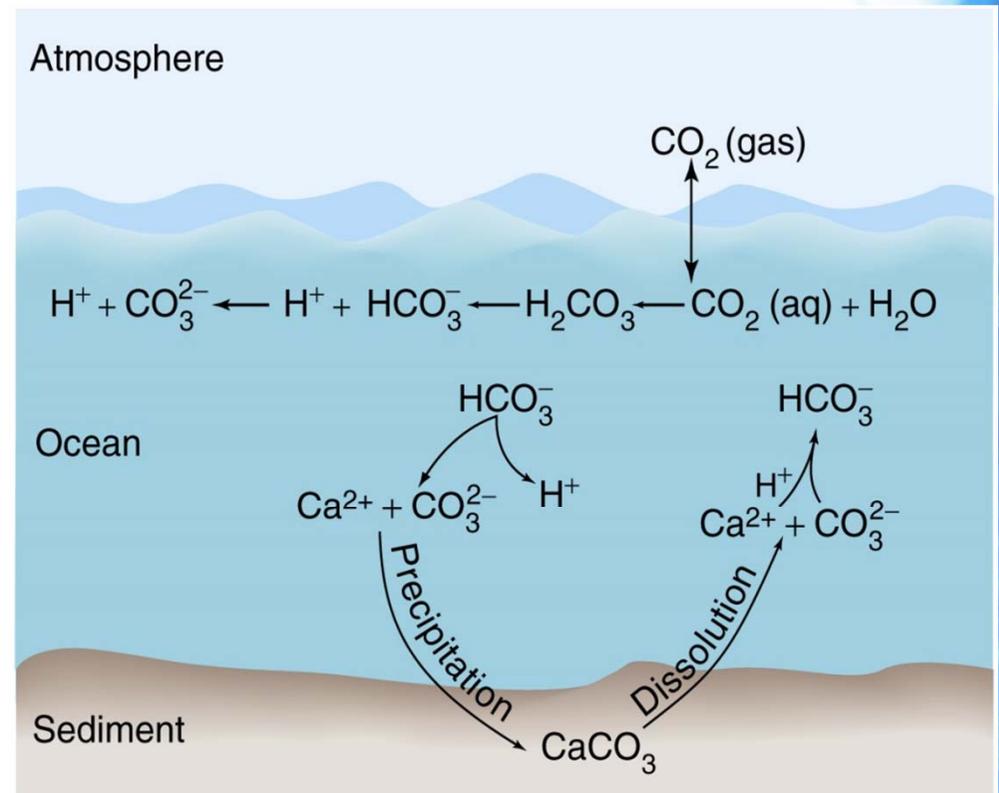
### 1.3. 해수의 성분: 해수의 여러 성분 중 CO<sub>2</sub>의 거동

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Table 3.1**  
The Composition of Seawater of 35‰ Salinity

Although the concentration varies slightly from place to place in the ocean, the percentage of total salinity of each ion remains constant.

Ion	Concentration ‰	Percentage of Total Salinity
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	19.345	55.03
Sodium (Na <sup>+</sup> )	10.752	30.59
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	2.701	7.68
Magnesium (Mg <sup>+2</sup> )	1.295	3.68
Calcium (Ca <sup>+2</sup> )	0.416	1.18
Potassium (K <sup>+</sup> )	0.390	1.11
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.145	0.41
Bromide (Br <sup>-</sup> )	0.066	0.19
Borate (H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.027	0.08
Strontium (Sr <sup>+2</sup> )	0.013	0.04
Fluoride (F <sup>-</sup> )	0.001	0.003
Other dissolved material	<0.001	<0.001



Seawater too basic: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> pH drops

Seawater too acidic: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pH rises

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

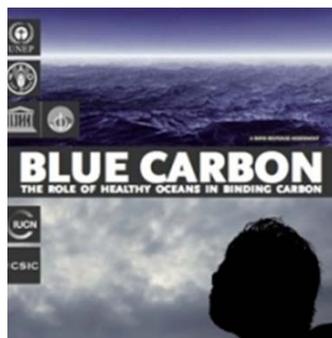
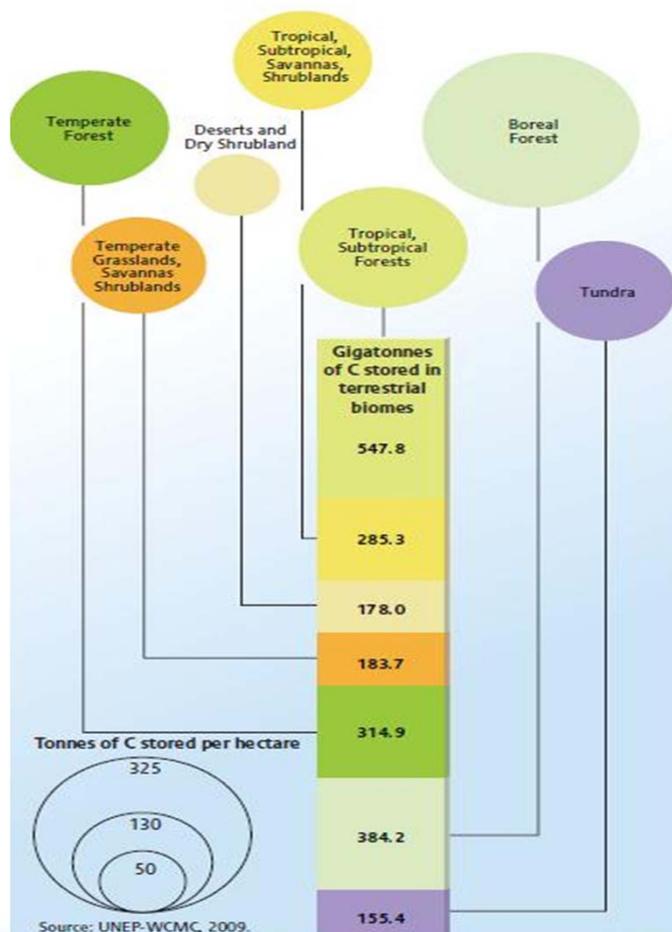
# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 1. 해수의 성질



### 1.3. 해수의 성분: Blue Carbon-바다의 CO<sub>2</sub> 흡수 능력

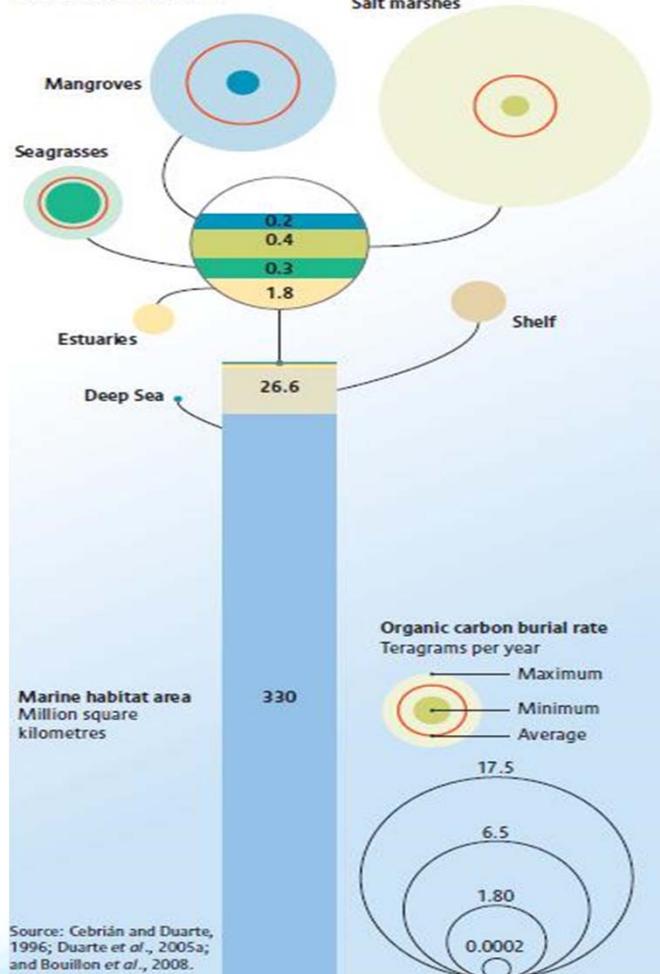
Green Carbon



• 이산화탄소  
흡수능력 비교

육상 < 바다  
45% < 55%

Blue carbon sink



# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.1. 해류: 해수의 움직임은 왜 생기는가?

- 외부에서 가해지는 힘

- 바람의 마찰력:            취송류(wind-drift currents), 파랑(waves)
- 천체의 인력:             조석(tides)
- 해저지진, 화산:         지진해파(tsunami)

- 지구의 중력

- 수면의 차이:             지형류(geostrophic currents)
- 밀도의 차이:             열염분순환(thermohaline circulations)

- 지구 자전에 의한 전향력

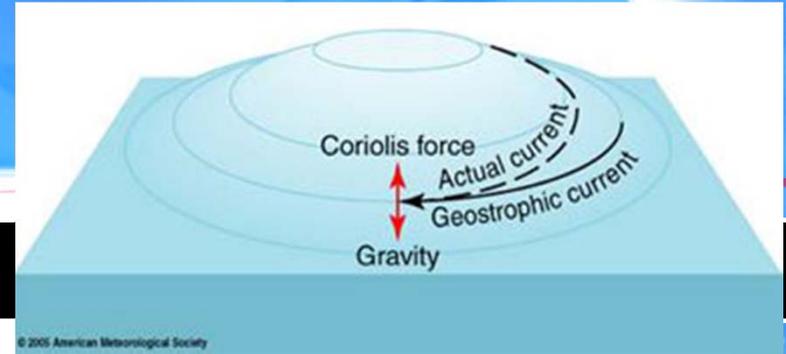
- 코리올리(Coriolis) 힘:   움직이는 물체에 좌(남반구)나 우(북반구)로 작용

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

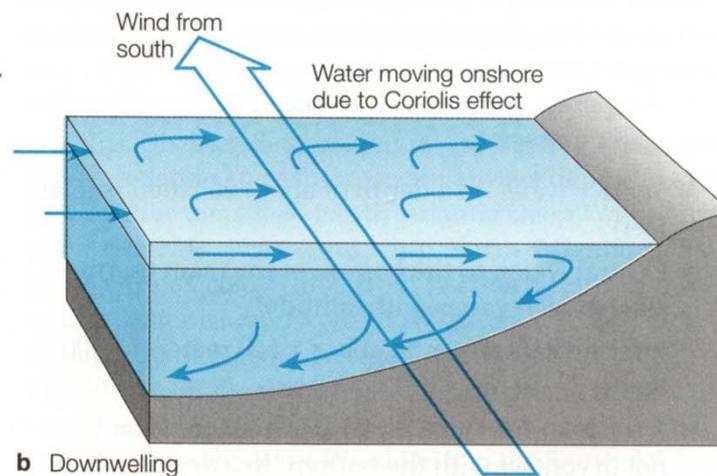
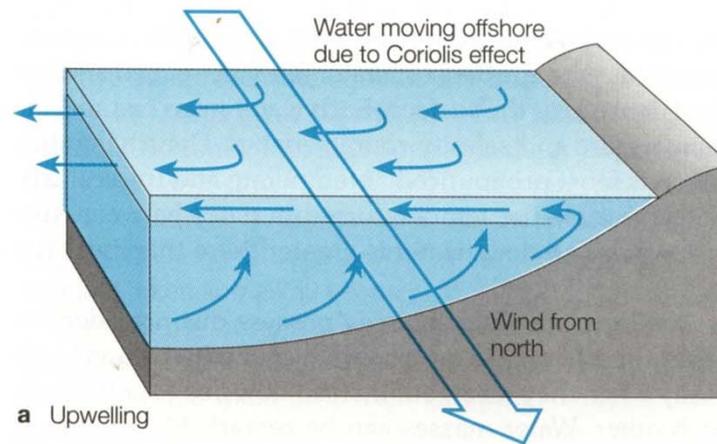
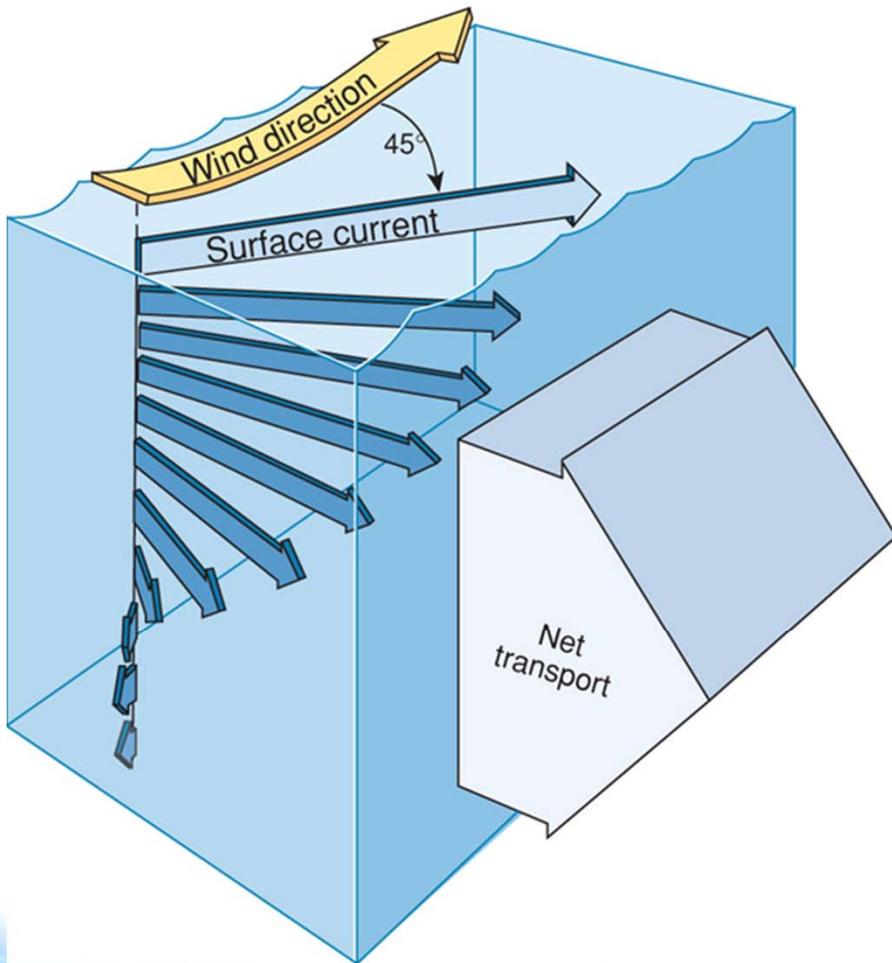
## 2. 해류와 조석



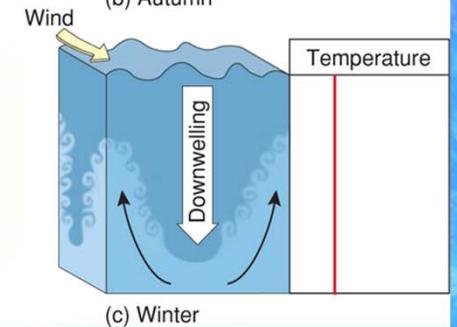
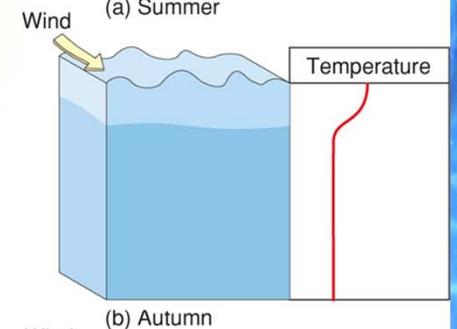
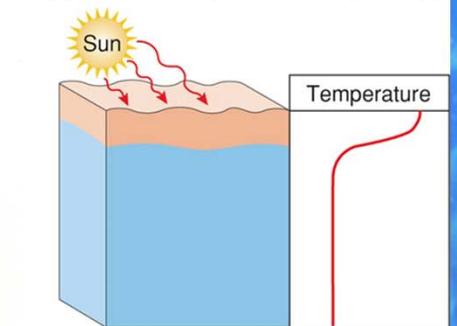
### 2.1. 해류: 여러 가지 해수 운동



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



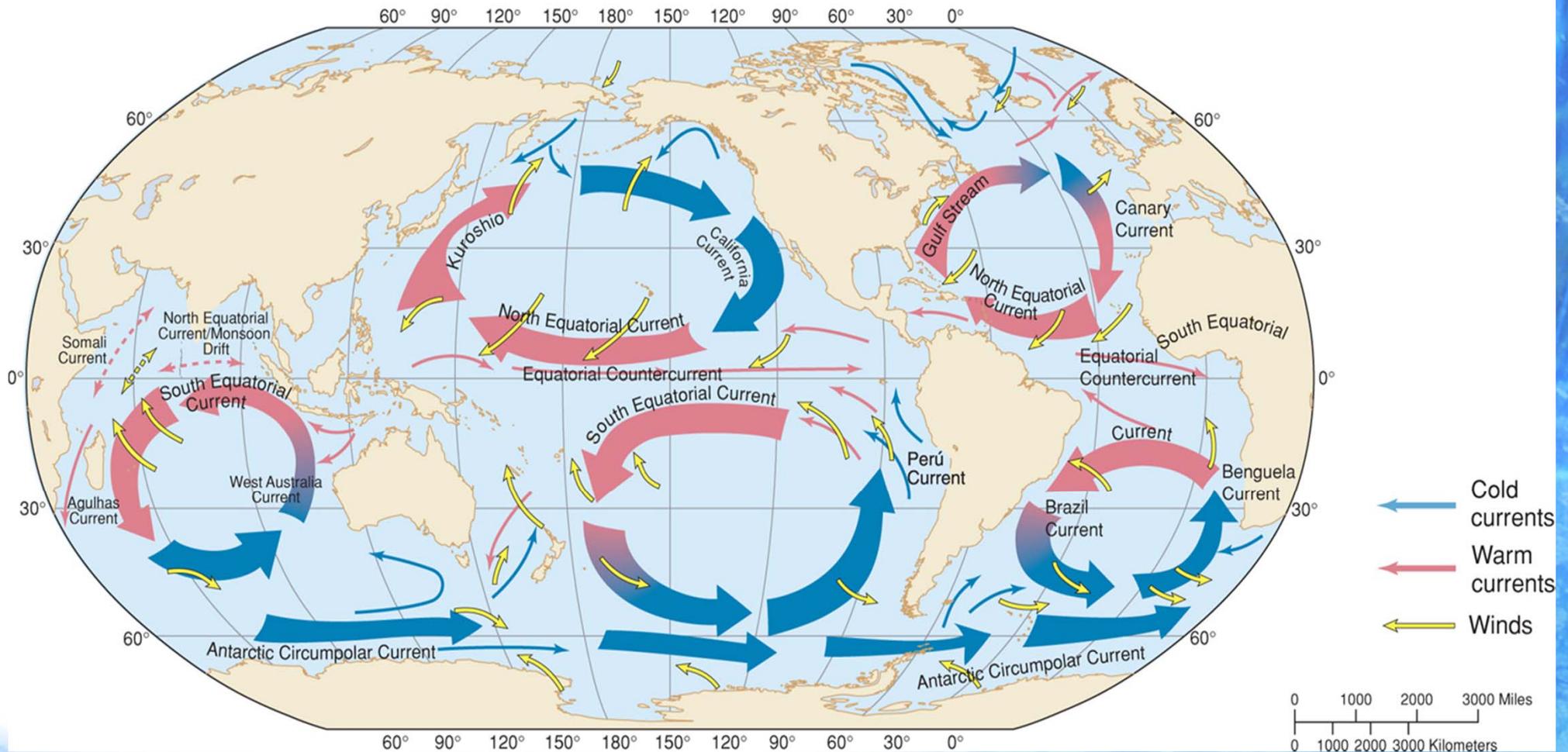
# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.1. 해류: 대양의 표층 해수의 운동은 바람의 영향이 큼

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



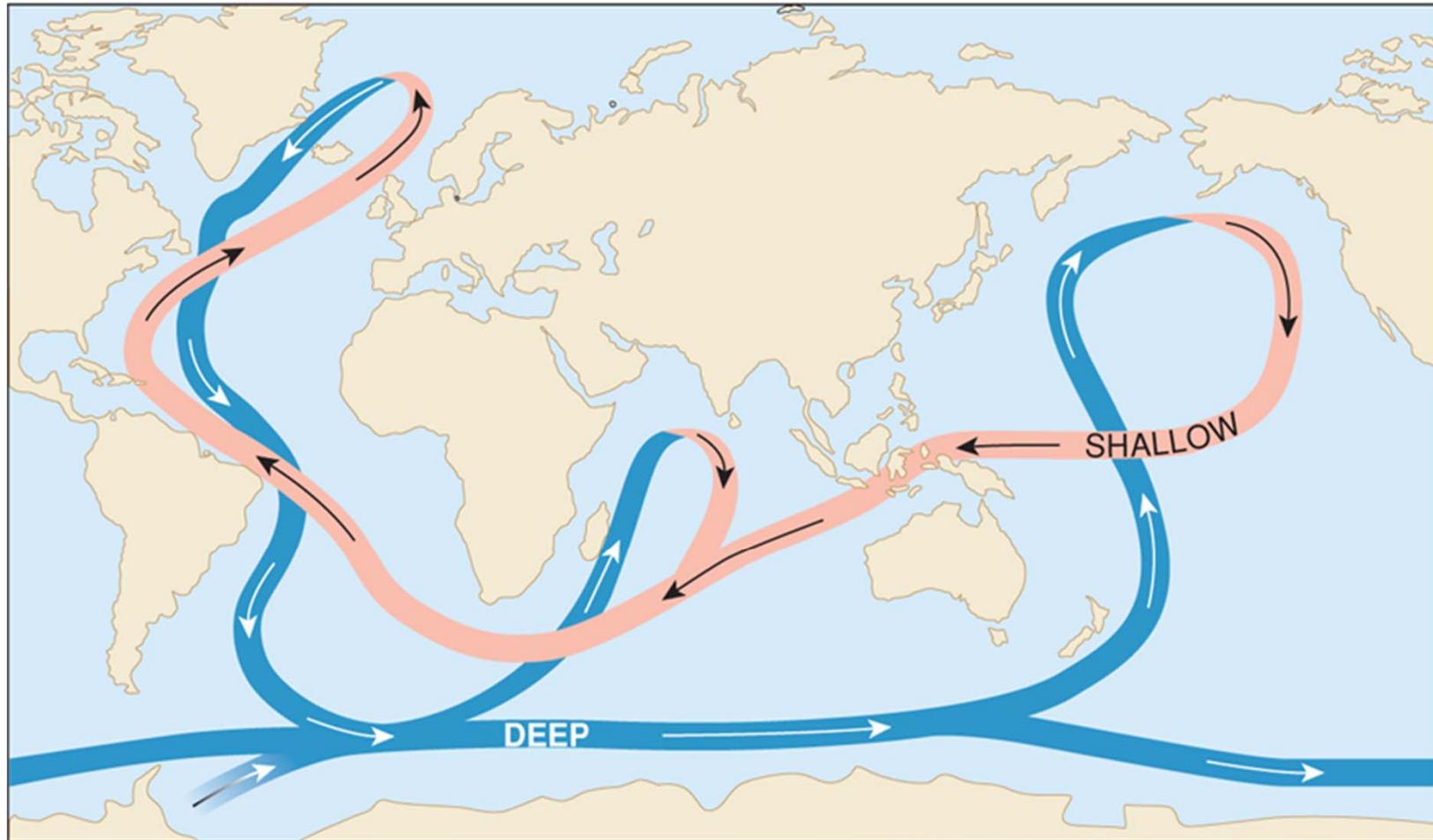
# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.1. 해류: 해류의 전지구적 순화-1,600년?

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

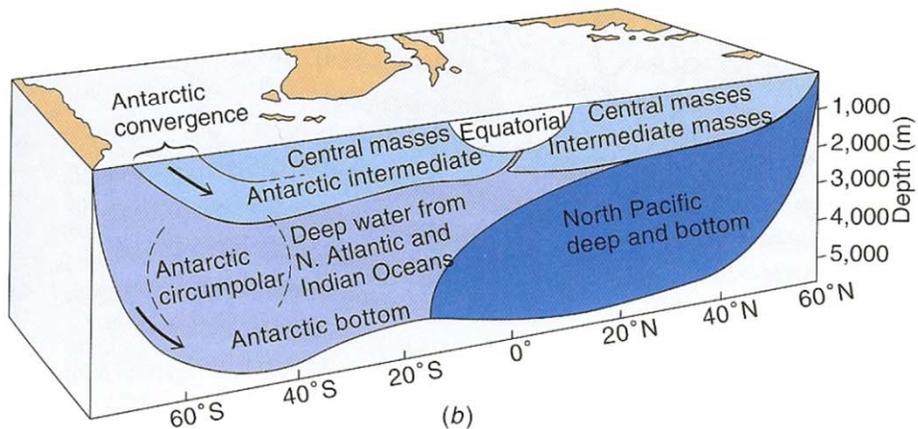
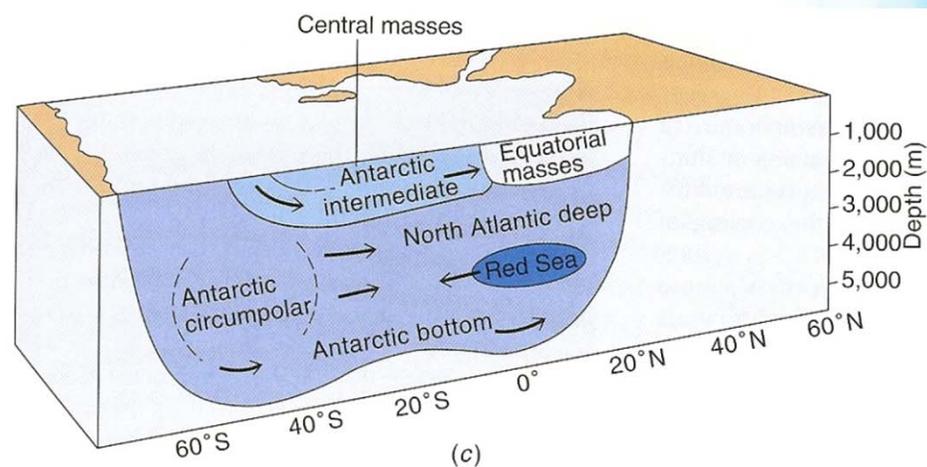
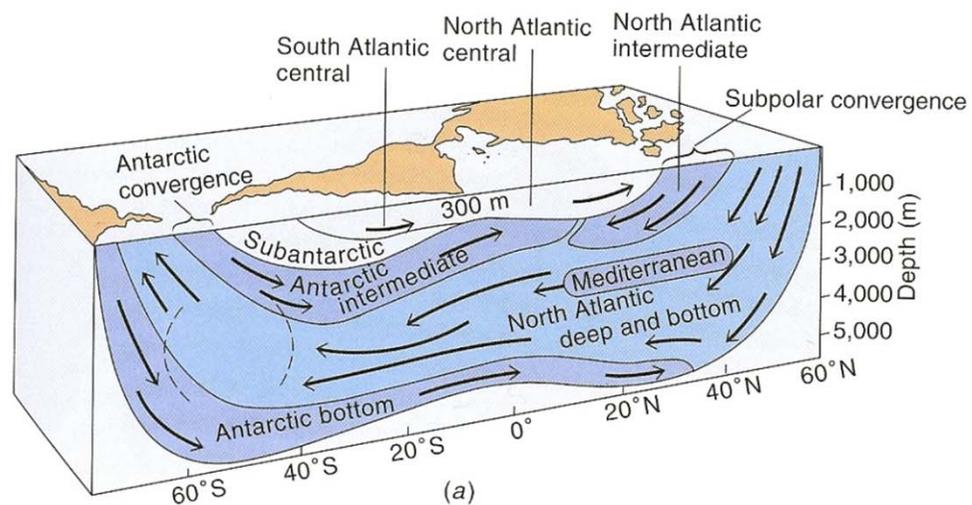


# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.1. 해류: 주요 대양 해류의 순환-수직 분포



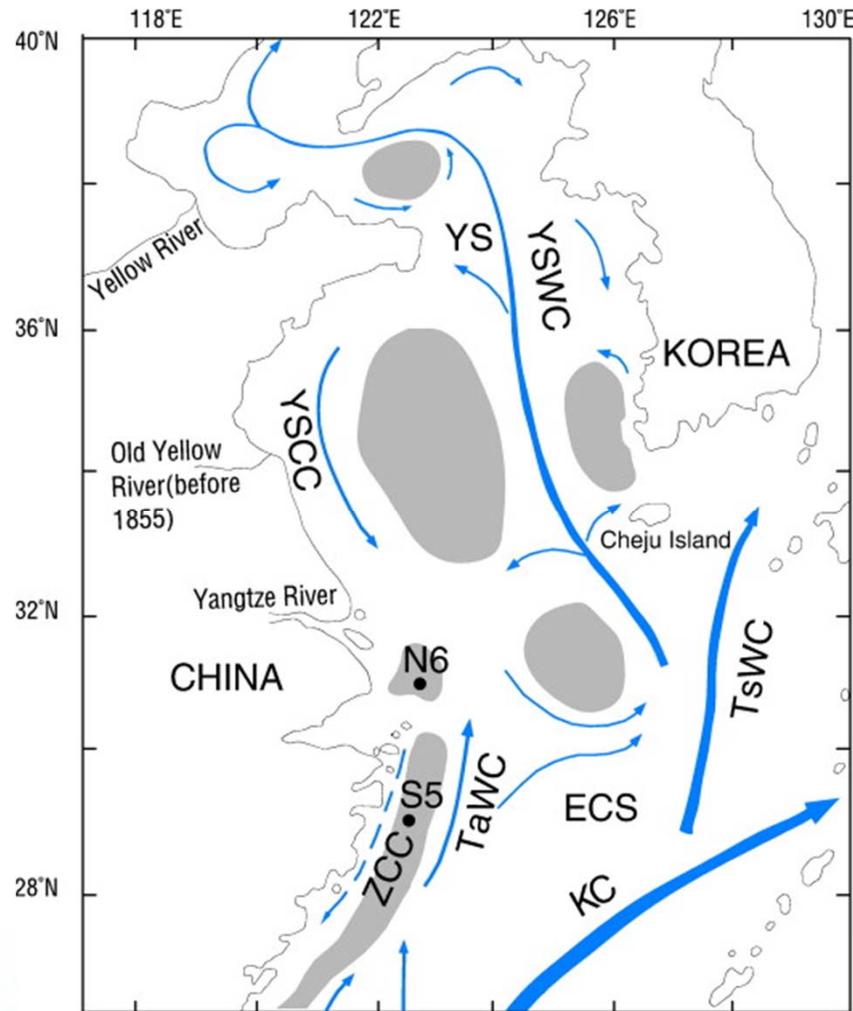
**FIGURE 1.15** Subsurface water masses and circulation patterns in the three major oceans. (a) Atlantic Ocean. (b) Pacific Ocean. (c) Indian Ocean. (Modified from *Oceanography: An Introduction*, D. E. Ingmanson & W.J. Wallace, © 1973. Reprinted with permission of Brooks/Cole, a division of Thomson Learning: [www.thomsonrights.com](http://www.thomsonrights.com). Fax 800-730-2215.)

# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.1. 해류: 황해(Yellow Sea)의 표층 해류의 분포-순환



# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.2. 조석: 발생원리, 종류, & 조류란?

- 조석의 발생 원리

- 천체(달과 태양)의 인력에 의해 생겨나는 장파(long wave)

- 조석의 종류

- 수면에 따라大潮(spring tide)와 소조(neap tide)로 구분

- 형태에 따라 일주조, 반일주조(일조부등), 혼합조 등으로 구분

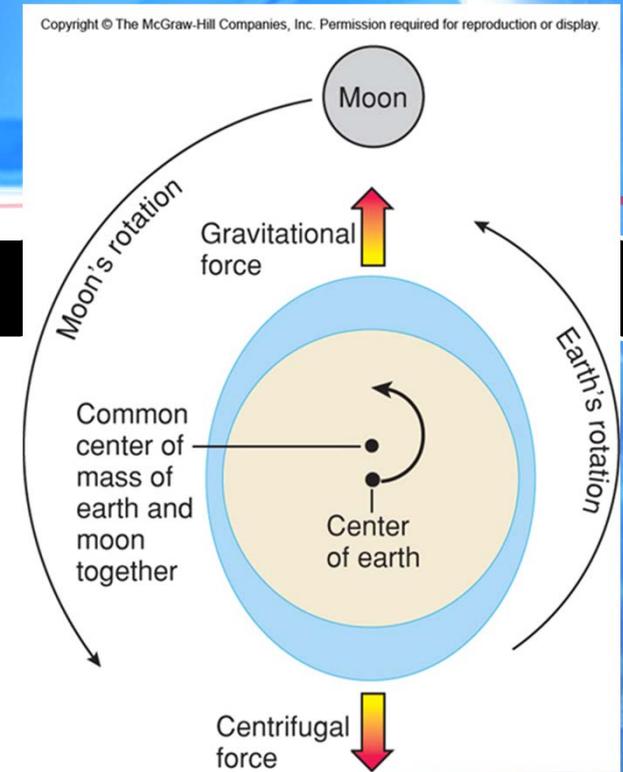
- 조석에 따른 공간(환경) 구분

- 위치에 따라 상조대(supretidal), 조간대(intertidal), 조하대(subtidal)로 구분

- 조류

- 조석에 따른 주기적 해수면의 수직 변동은 수평적인 흐름(조류)을 수반함

- 방향에 따라 밀물(flood), 썰물(ebb)로 구분



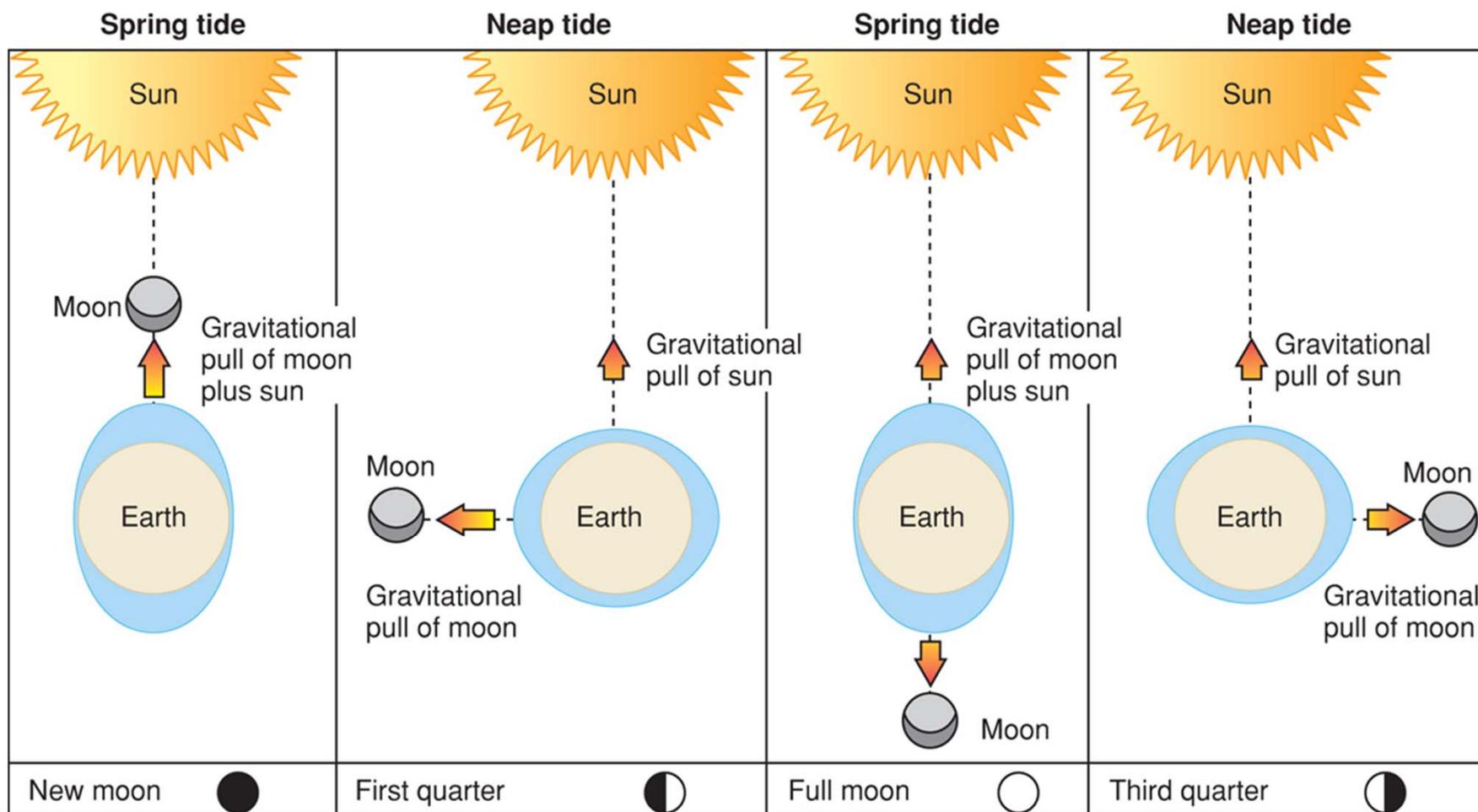
# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.2. 조석: 사리(Spring)와 조금(Neap)의 이해

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



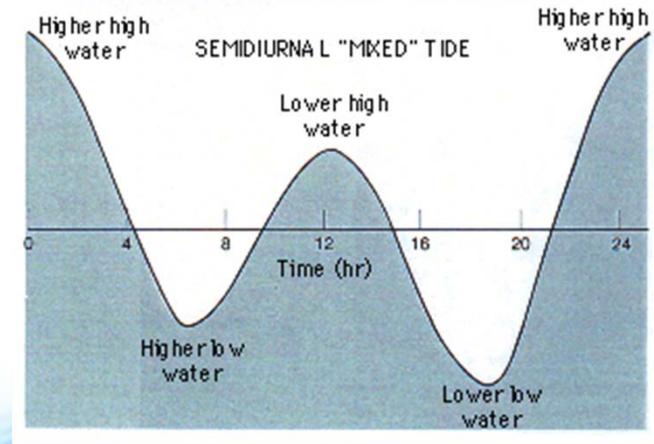
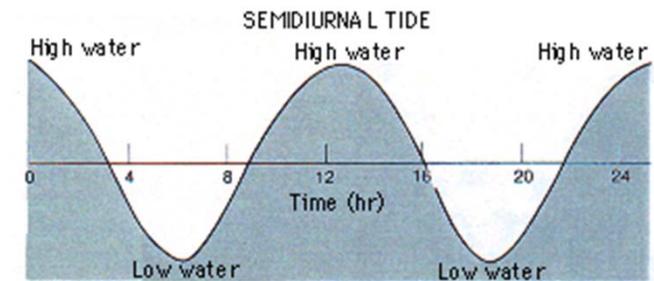
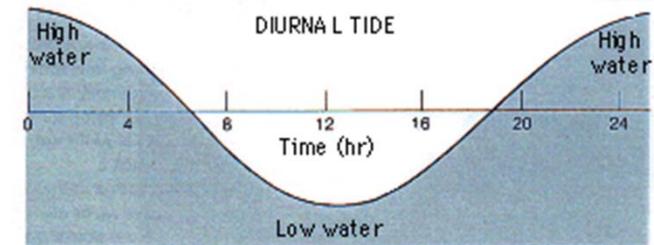
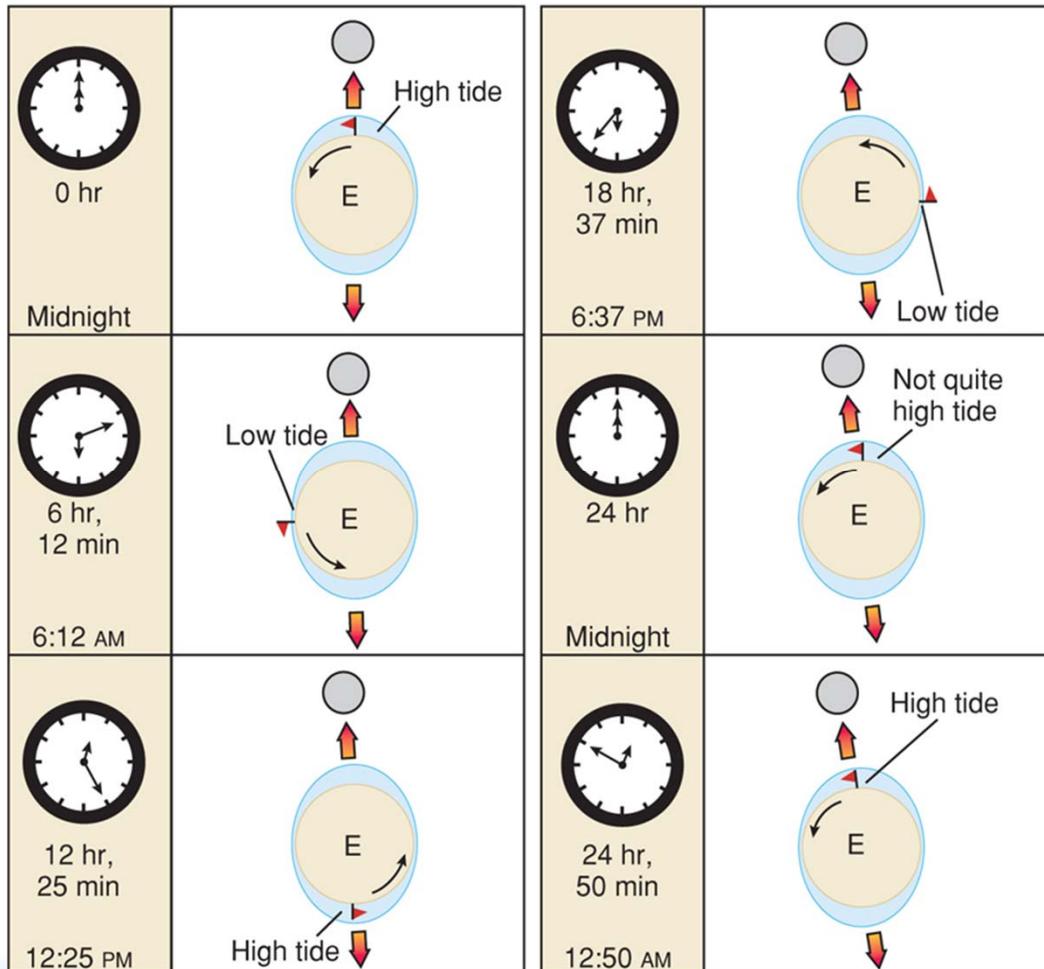
# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.2. 조석: 만조/간조 & 일주조/반일주조/혼합조 등의 이해

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

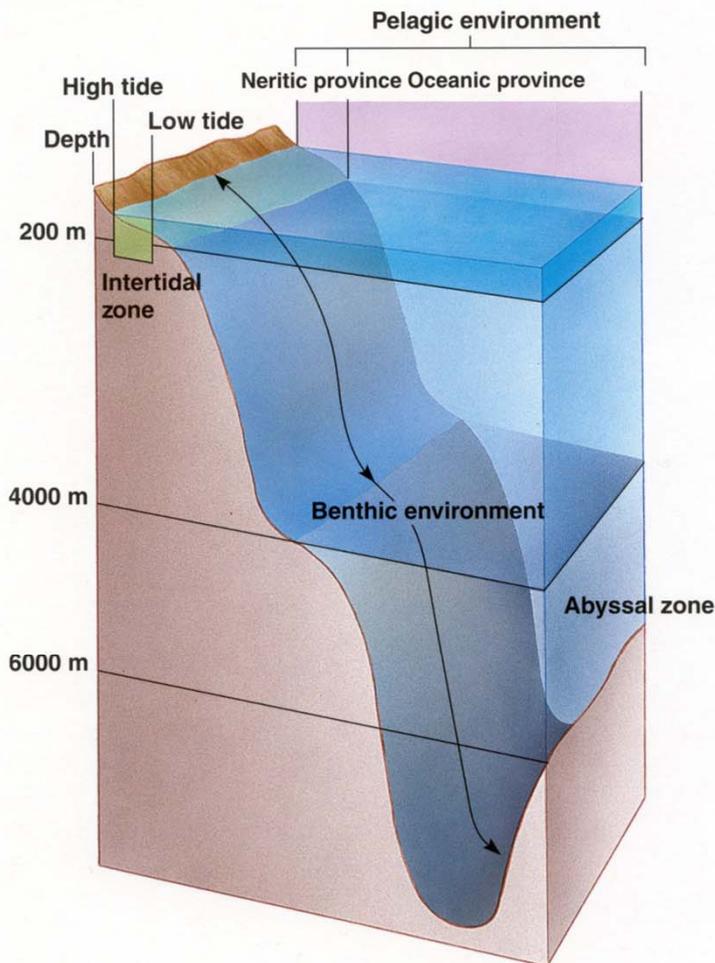


# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 2. 해류와 조석



### 2.2. 조석: 해양의 여러 가지 공간적 구분-생물의 서식지 결정?



#### Supralittoral (supratidal zone)

Spray zone

Highest high tide

High tide zone

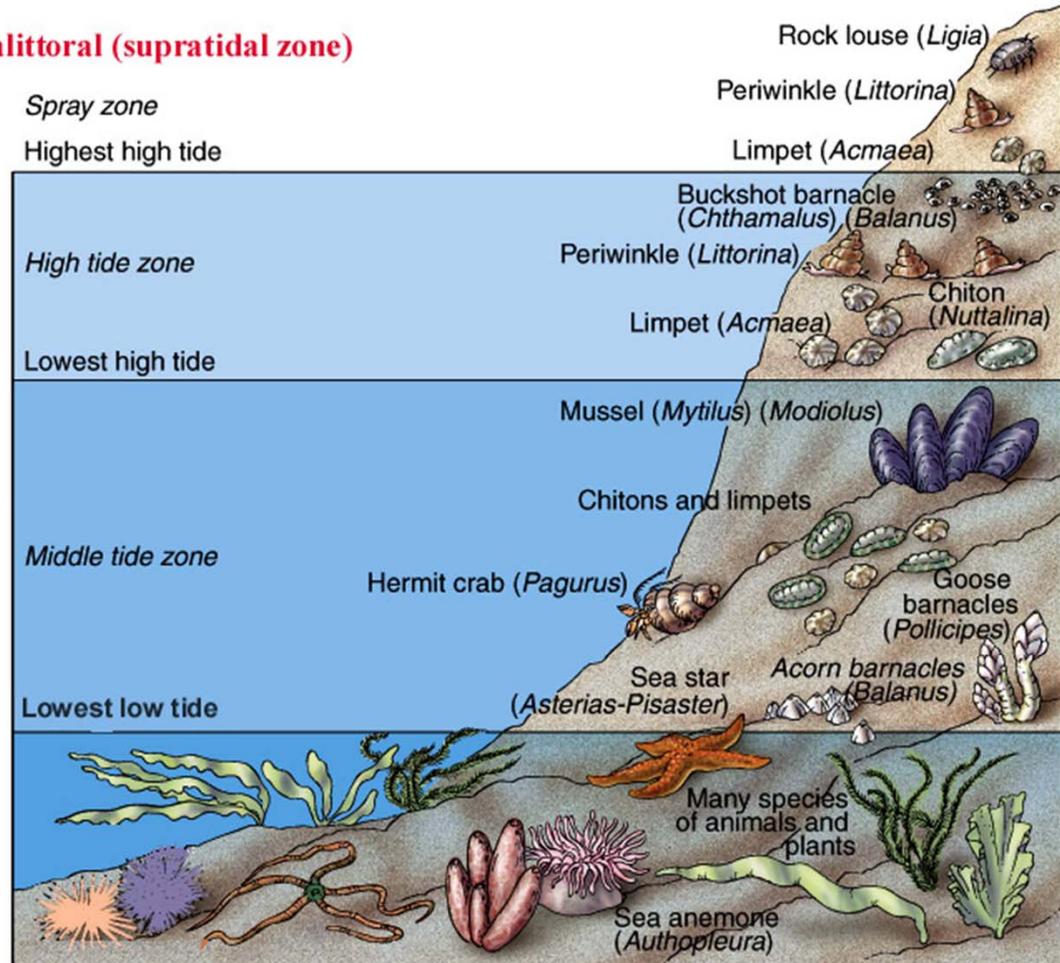
Lowest high tide

Middle tide zone

Lowest low tide

Sublittoral (subtidal zone)

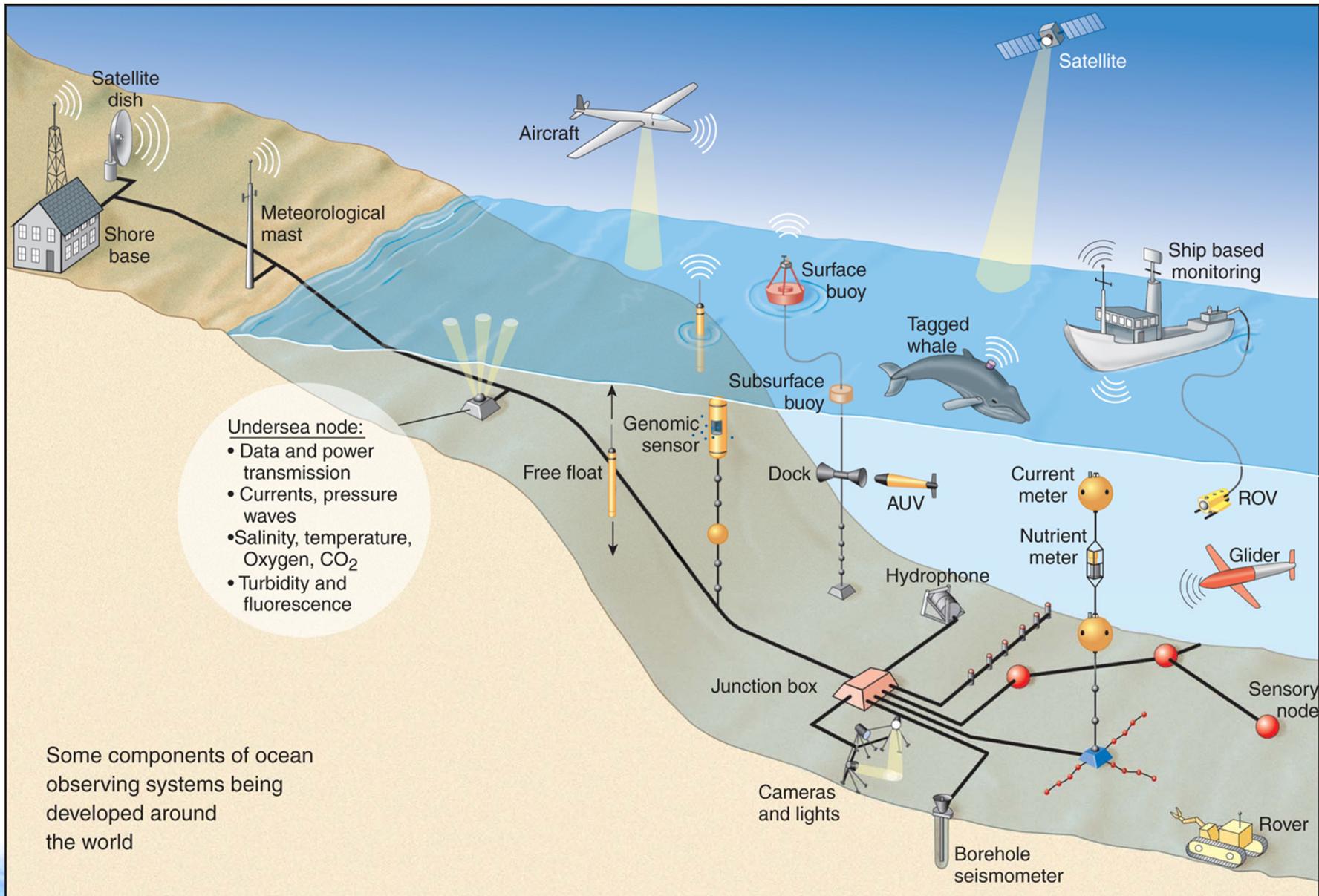
Littoral (intertidal zone)



# 1장 해수의 성질, 해류, 조석

## 3. 바다 연구를 위해 필요한 관측장비...

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



## 요약



### 해수의 성질, 해류, 조석?

1. 지구상의 물은 대부분 바다에 있다.
2. 물의 물리화학적 특성은 여러 가지 장점이 있다.
3. 해류는 다양한 규모에서 일어나는 해수의 운동이다.
4. 지구의 자전운동과 바람이 해류에 영향을 미친다.
5. 조석은 조간대라는 독특한 생태환경을 만든다.
6. 조석, 조류는 생물이 살아가는 환경에 다양한 영향을 준다.

숙제

HOMEWORK  
SUCKS

## 용어정리 & 그림작성 (with >5 terms)

1. 슬라이드(그림 포함)에 제시된 용어 30개 이상을 정리
2. 선택한 용어 중 5개 이상을 이용하여 창의적인 그림 작성

## 2장

SEE YOU

Next Week!

# 해양환경과 생물의 적응

1. 빛, 수온, 염분 조건
2. 생물의 적응
3. 육상생태계와의 비교