

# 基礎生態學

Elements of  
**ECOLOGY** <sup>7/e</sup>

## Chapter 03

### 水環境 (1)



原著 Smith and Smith

譯者 朱麗萍 江友中 洪國翔 孫元勳 翁國精 翁韶蓮

張焜標 陳子英 曾美珍 黃美秀 楊勝任 劉世華

劉和義 蔡文田 謝漢欽 蘇秀慧

PEARSON



高立圖書



# 第三章 水環境The Aquatic Environment

---

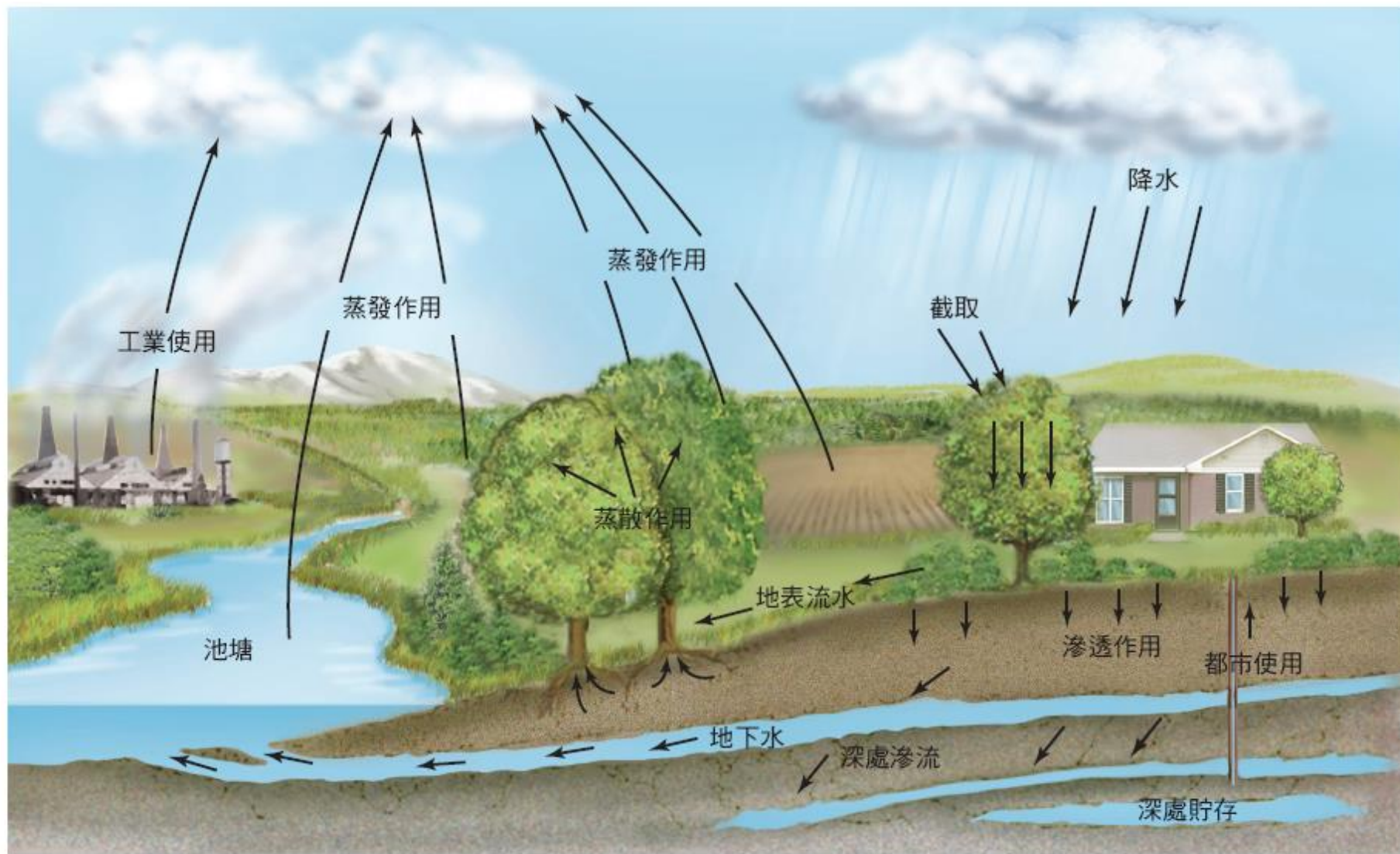
- ◎ 水是生命的必需物質
- ◎ 活細胞有75-95%的重量是水
- ◎ 水覆蓋地球75%表面積，也是地球主要的環境
  - 鹹水(海水)
  - 淡水

## 3.1 地表與大氣間的水循環

---

- ◎ **水循環**是水在地表經由空氣旅遊再回到大氣的過程
- ◎ 太陽輻射線是啟動水循環的動力，因為它提供水蒸發所需的能量





## 3.1 地表與大氣間的水循環

---

- ◎ 蒸發到大氣的水最終以**降水(凝結)**的形式降落到地表
- ◎ **攔截**發生在降水降落於植被、死的有機物質、都市結構或街道時，這些水會直接蒸發回到大氣

## 3.1 地表與大氣間的水循環

---

- ◎ 降落到土表的水以滲透作用(infiltration)進入地面
  - 土壤水達飽和時地表便形成表層流(surface runoff)
  - 向下滲透到不透水岩層的水便匯集成地下水

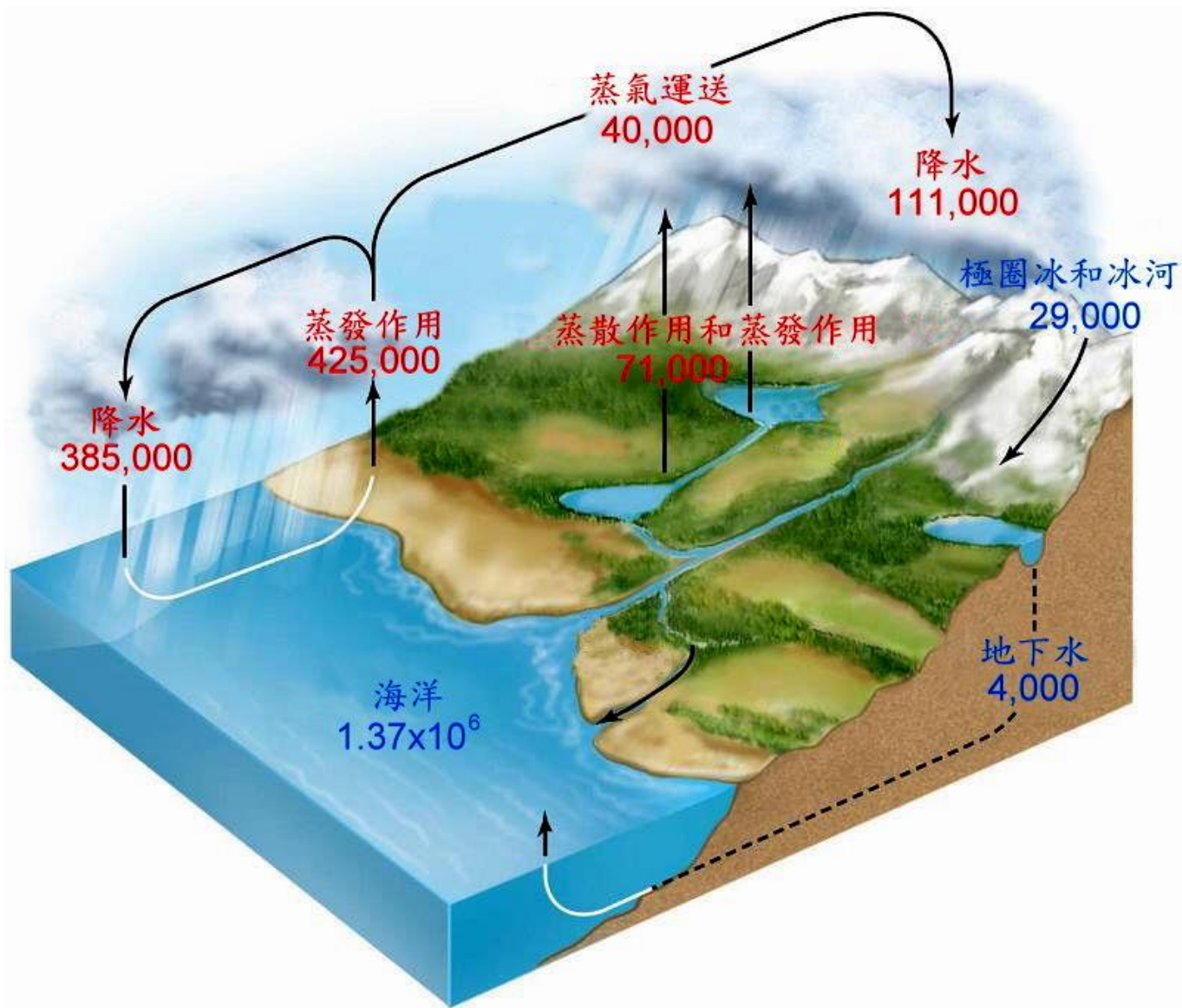
## 3.1 地表與大氣間的水循環

---

☉ 蒸發散作用(**evapotranspiration**)是全部蒸發的水總量

- 陸域和水環境的表層水因蒸發作用回到大氣
- 蒸散(**Transpiration**)是由植物體內蒸發掉的水





Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

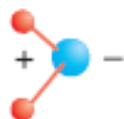
## 3.2 水具有重要的物理特性

---

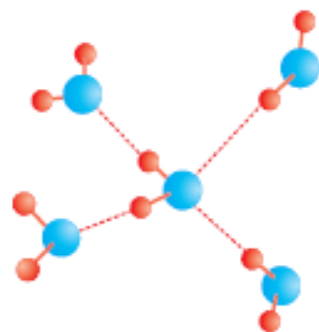
- ⊗ 在水分子中原子是不對稱地與另一原子鍵結
- ⊗ 氫原子透過**共價鍵(covalent bond)**與氧原子共享一個電子
  - 由於電子並非均等地由氧原子和氫原子分享而是偏向氧原子，水分子被認為是極性分子
- ⊗ 由於極性，水分子因**氫鍵**與另一分子鍵結



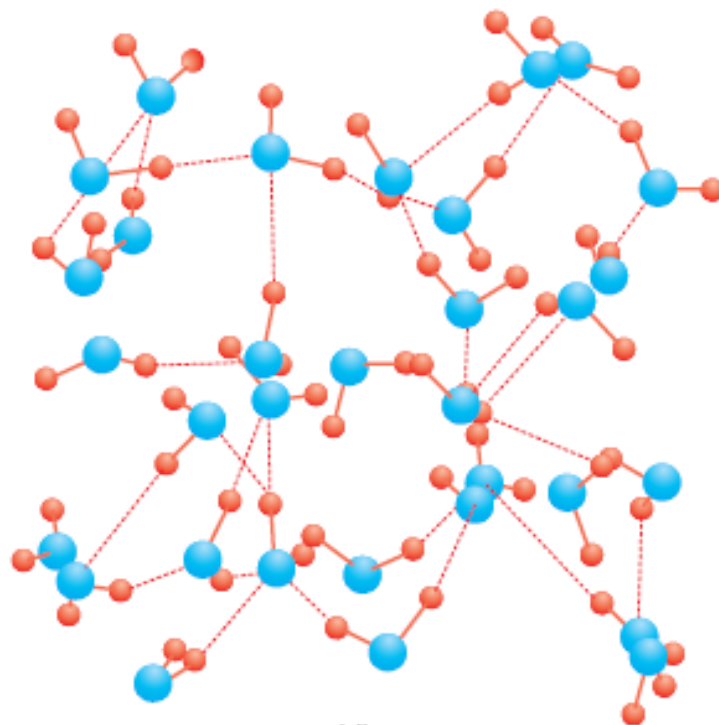
(a)



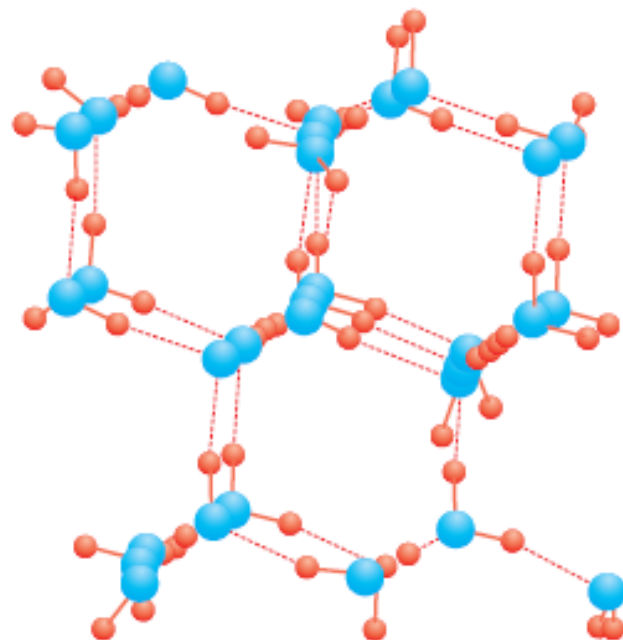
(b)



(c)



(d)



(e)

## 3.2 水具有重要的物理特性

---

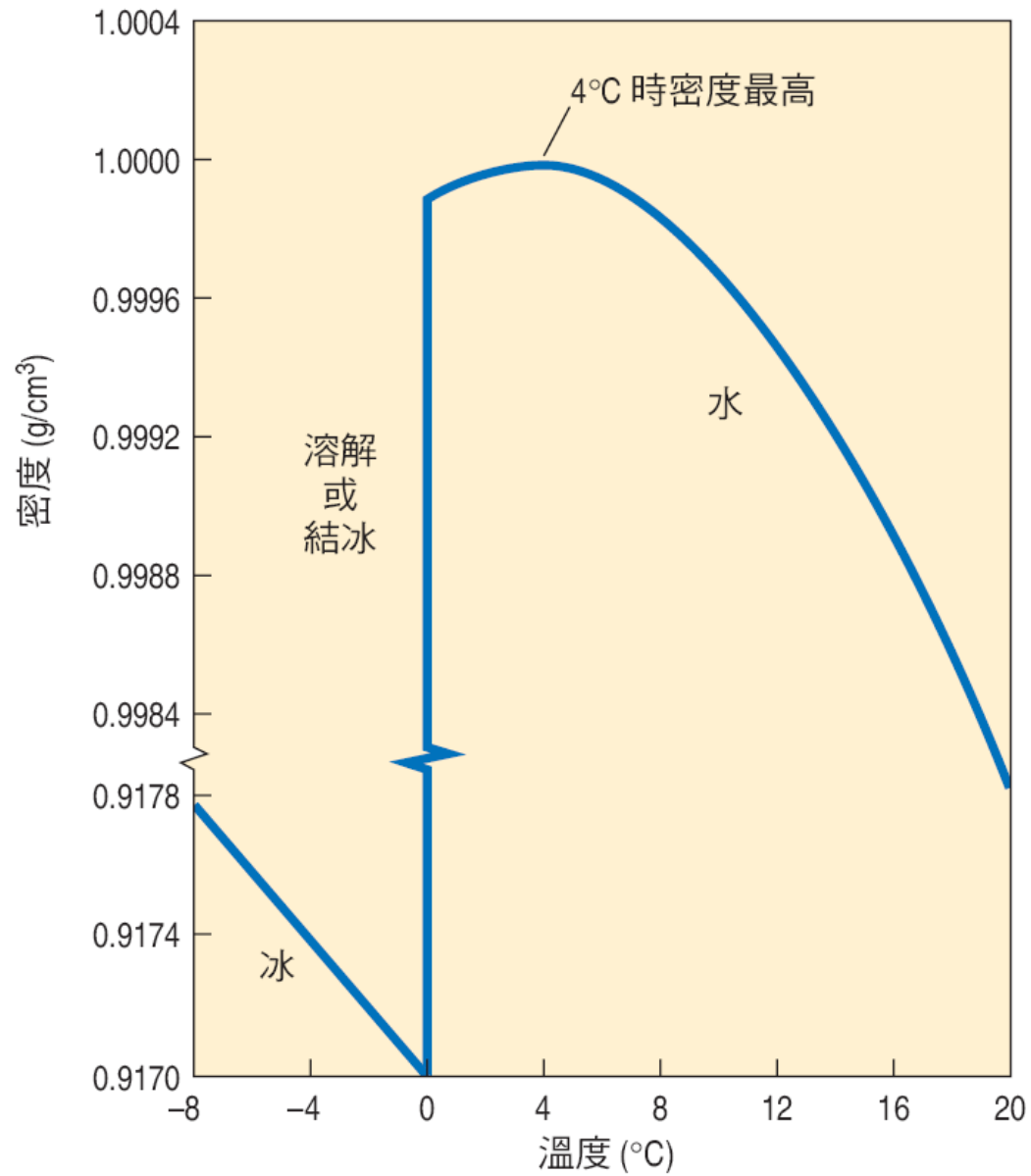
- ☉ 水的獨特特性在於分子間的氫鍵構造
- ☉ 水的比熱= 1
  - 比熱(Specific heat)為提升1g 的水 1°C 所需的能量(卡路里)
- ☉ 水需要吸收(或去除)大量的能量才能改變其溫度
  - 這對水域棲地有緩衝作用，也對生物內部溫度調節相當重要

## 3.2 水具有重要的物理特性

---

- ⊙ 固態的水分子(冰) 的分子間空隙比液態水分子大
- ⊙ 水由液態轉變成固態同時也變得較不緊密
  - 這使得水體絕緣不會凍結堅硬





## 3.2 水具有重要的物理特性

---

- ☉ 水分子間的氫鍵鍵結產生凝聚力
- ☉ 水的表面張力是水分子間引力和水與空氣間引力的差異所造成
  - 水表面足以承受小型生物



## 3.2 水具有重要的物理特性

---

- ㉔ 黏性(**Viscosity**)是將兩分子分開所需的力，對水而言 便是內聚力
- ㉔ 水生生物必須應付水的摩擦阻力和黏性
  - 水的摩擦阻力是空氣的**100倍大!**
- ㉔ 由於水的高密度(空氣的860倍)造成其高黏性
  - 水生生物在水中會感覺有浮性因水對較不緊密的物體產生向上的力



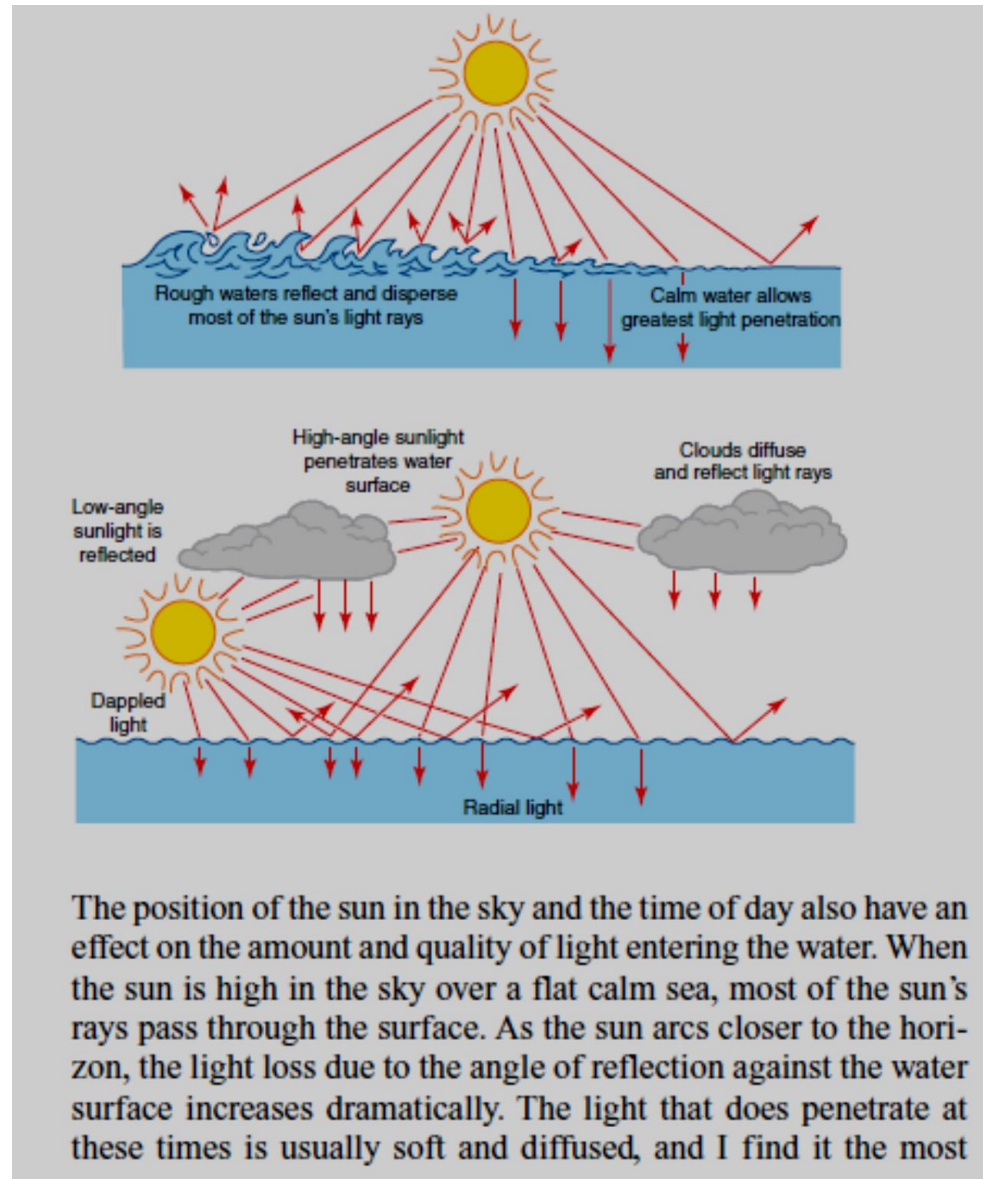


## 3.3 水環境中光線隨深度變動

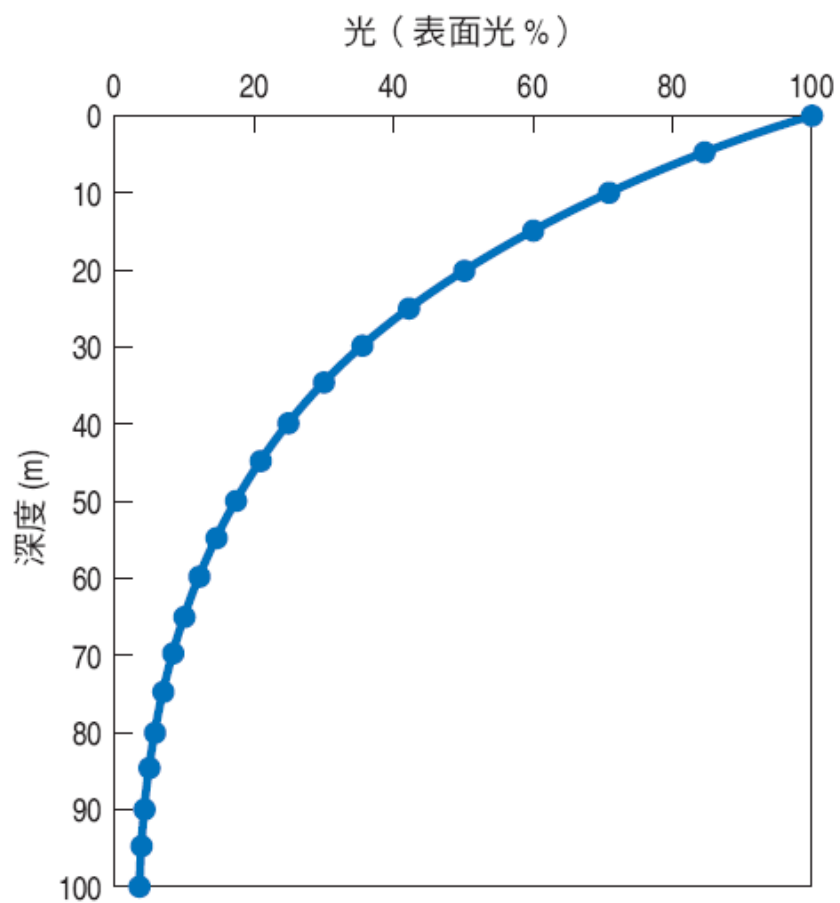
---

- ☉ 部份照射到水表面會反射，反射量取決於光線入射角度
- ☉ 光線進入水面後會被懸浮物質和水分子吸收或分散掉

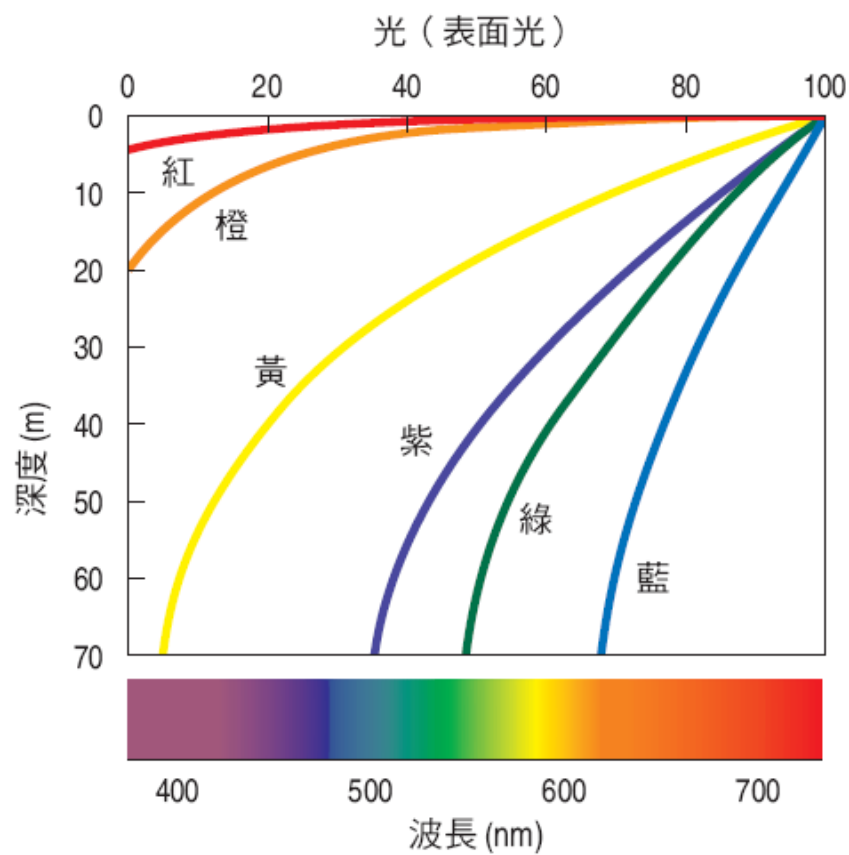
The behaviour of natural light underwater.



圖片來源:The Underwater Photographer

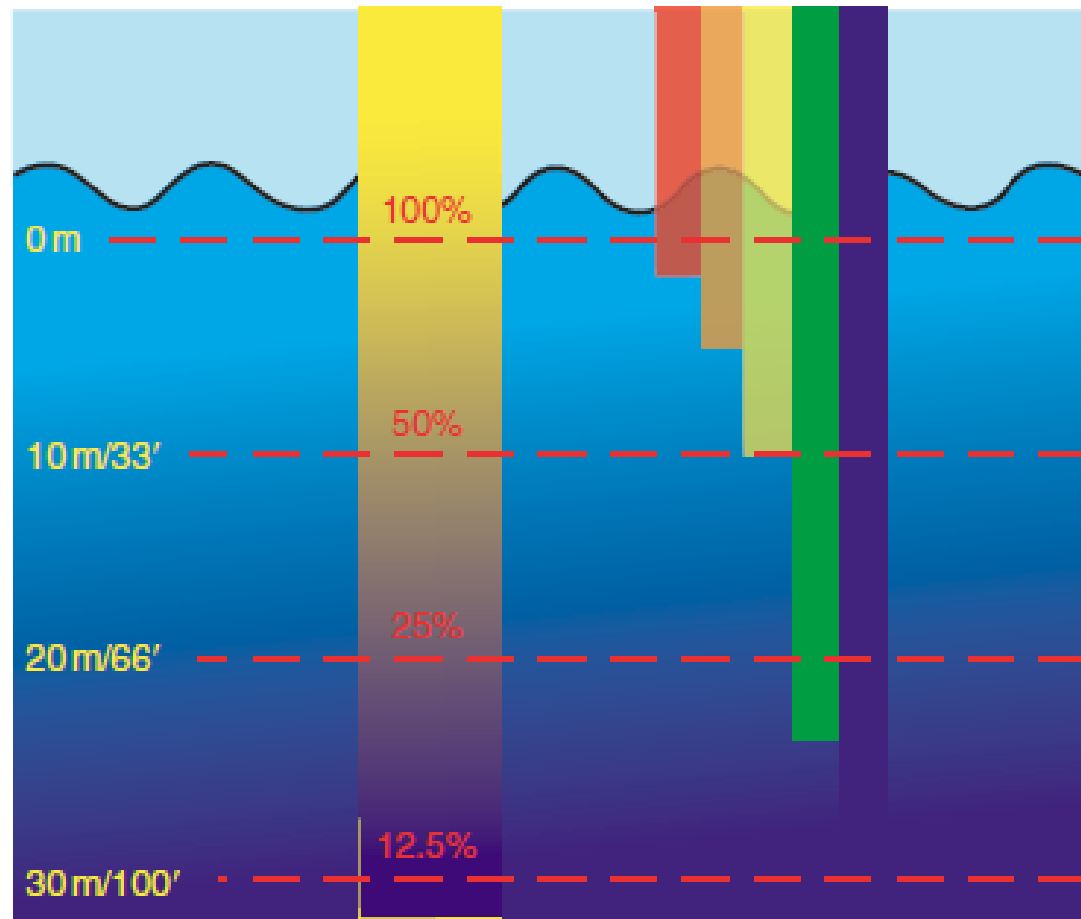


(a)

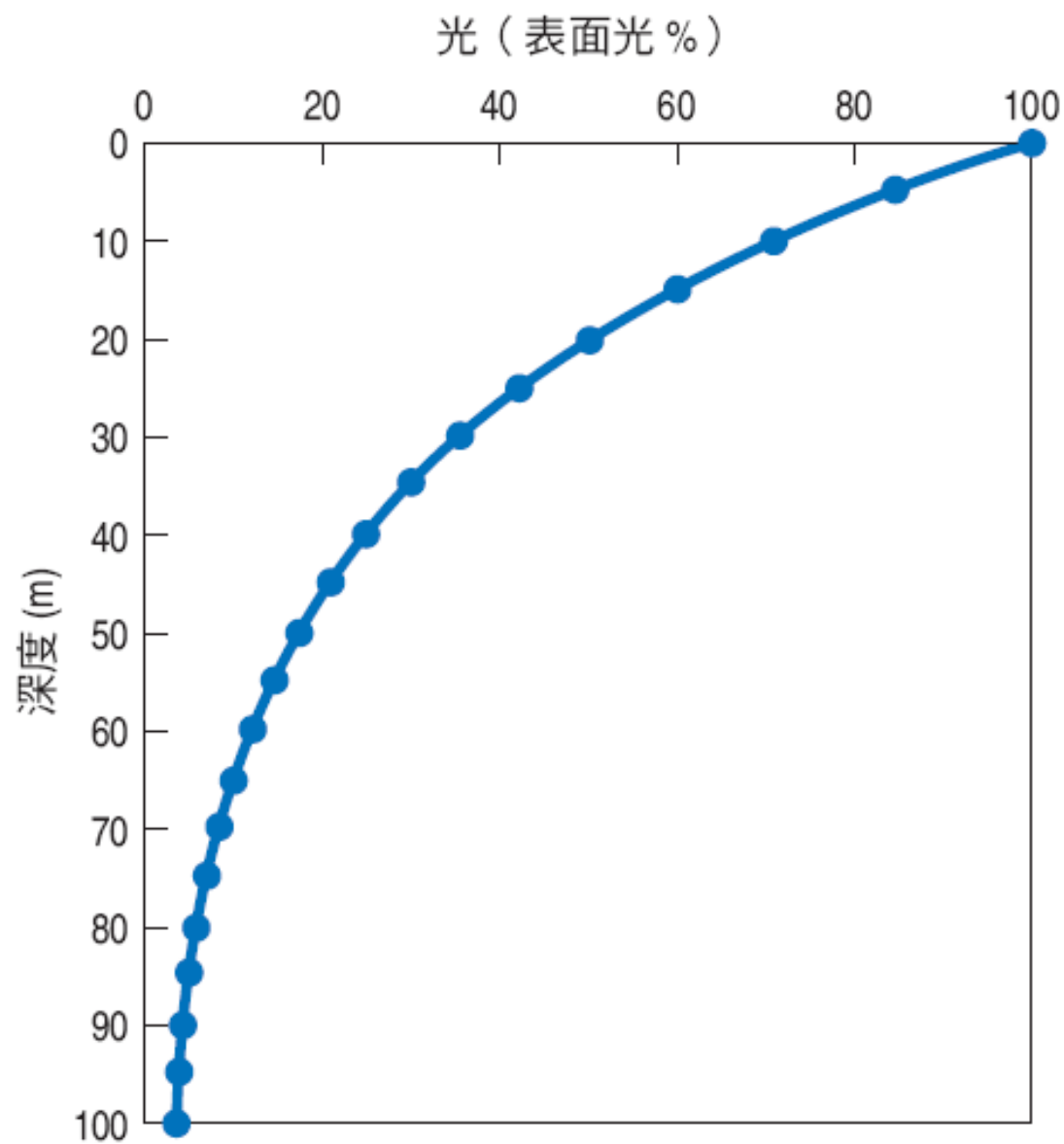


(b)

The filtration effects of colour  
according to depth.

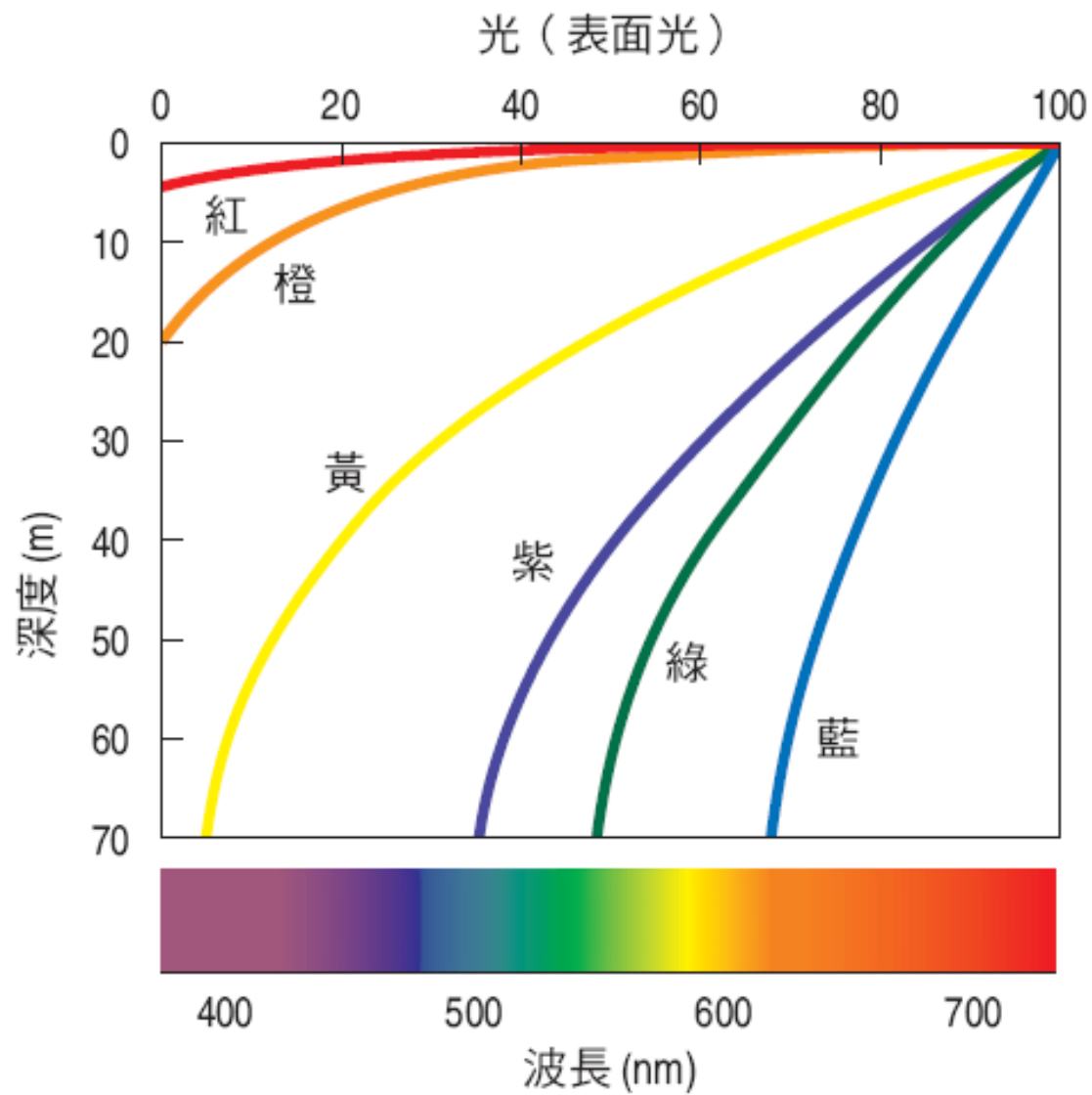


圖片來源: The Underwater Photographer



(a)





(b)

# 基礎生態學

Elements of  
**ECOLOGY** <sup>7/e</sup>

## Chapter 03

### 水環境 (2)



原著 Smith and Smith

譯者 朱麗萍 江友中 洪國翔 孫元勳 翁國精 翁韶蓮

張焜標 陳子英 曾美珍 黃美秀 楊勝任 劉世華

劉和義 蔡文田 謝漢欽 蘇秀慧

PEARSON



高立圖書

## 3.3 水環境中光線隨深度變動

---

- ☉ 水吸收某些可見光波長
- ☉ 長波長(紅光)最先被吸收，藍光可穿透到最深處
- ☉ 光線在水中的分布模式造成水棲生物衍生獨特的適應
  - 身體顏色類似或缺乏色素顆粒
  - 大眼
  - 生物發光

## 問題 (Q-News)

---

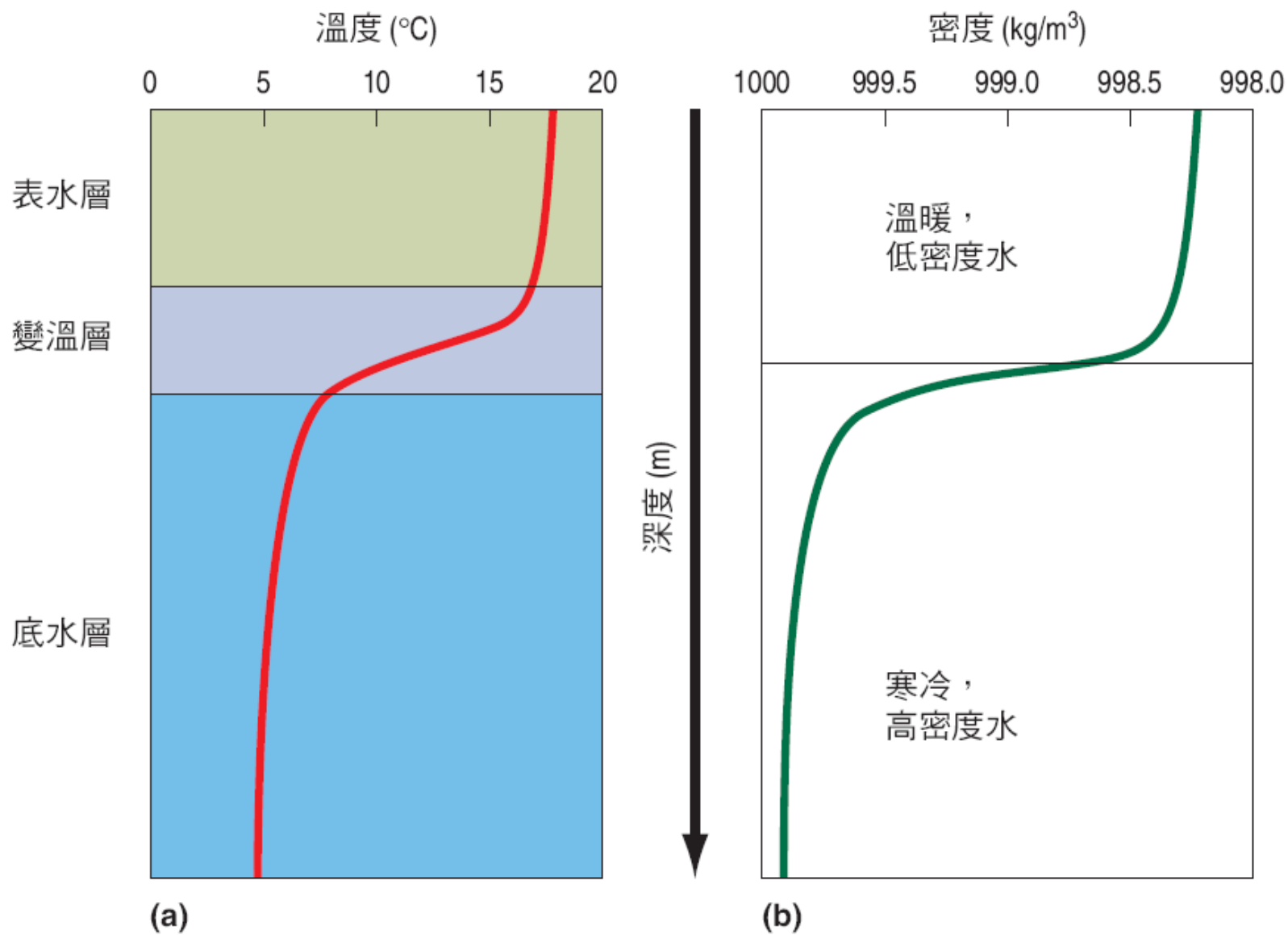
- ◎ 請蒐集2張水生生物照片(須註明出處)，其特性符合光線在水中的分布模式，並加以說明。
- ◎ 當我們要潛水至水深30公尺處以相機拍攝豆丁海馬的時候，何以需打開相機的閃光燈才能拍出生物本來所具備的顏色。
  - ① 亦請補充簡介說明豆丁海馬(向你的遊客說明，配合照片、文字，資料來源須註明出處)
  - ② 請在沒開燈的夜晚，在暗室，數人為一組，一人拍照，其餘人為被照相之目標物，分別開啟用閃光燈及不開啟，錄下你的拍照成果及分別說明當時感受。

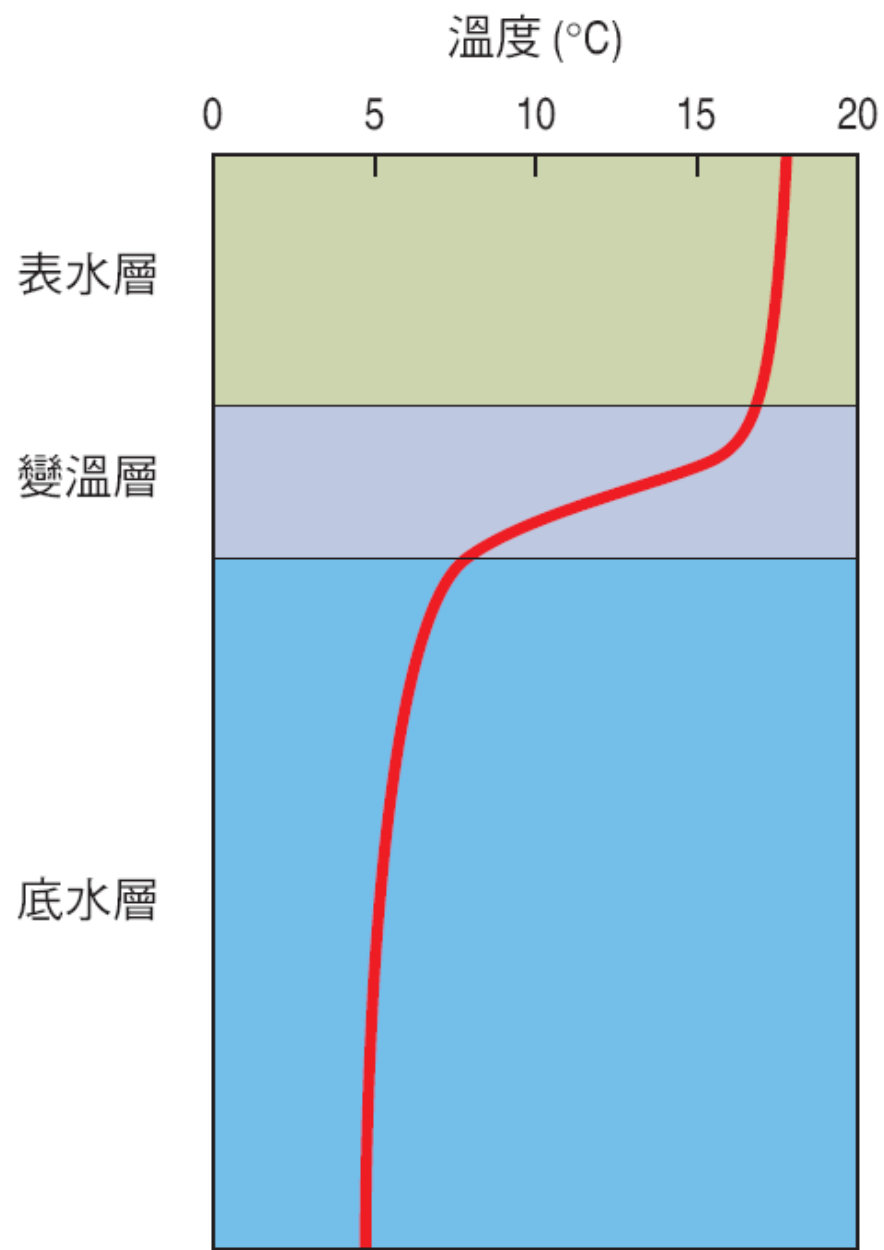
## 3.4 溫度隨水深變化

---

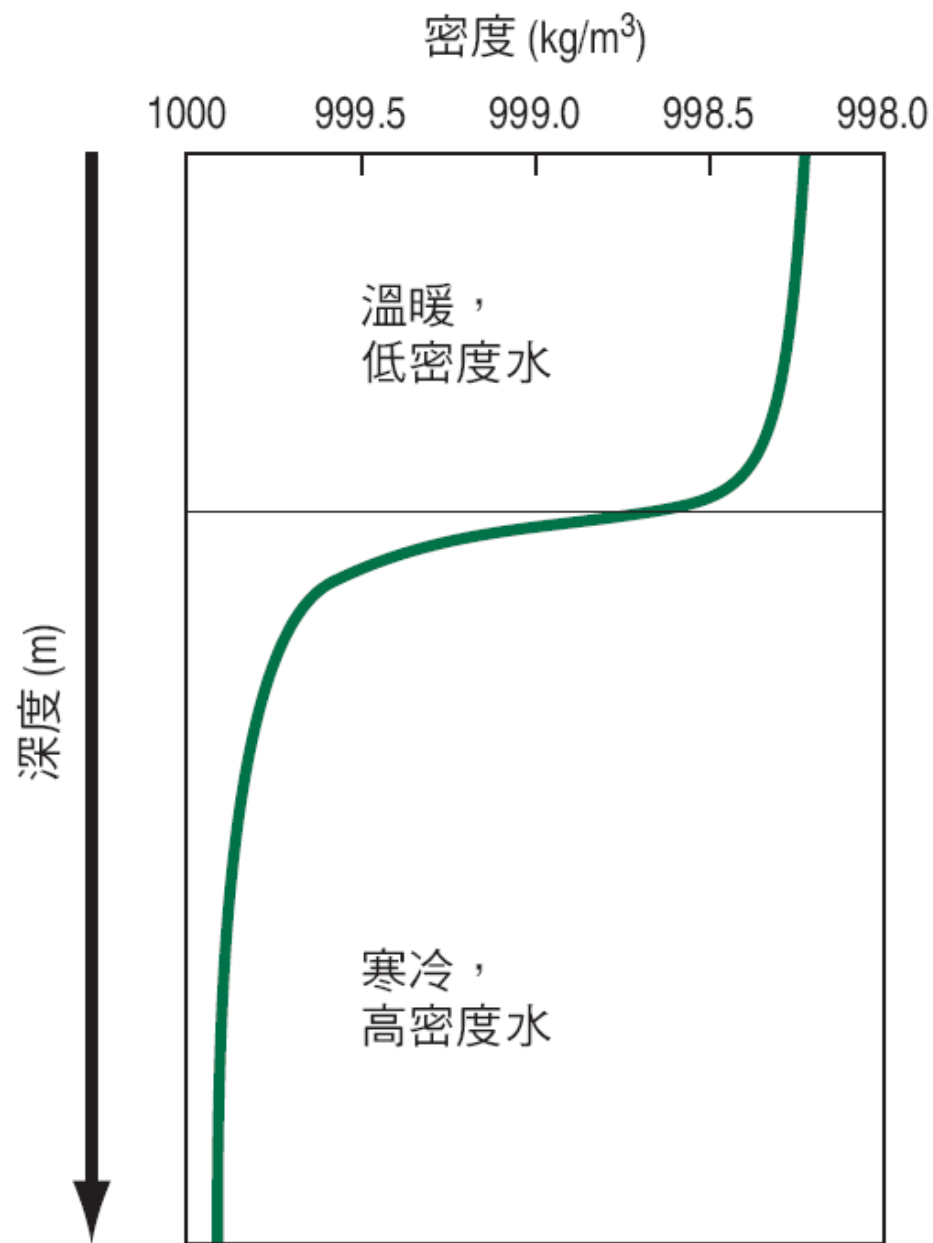
- ☉ 當陽光被表層水吸收的同時，也產生熱
- ☉ 熱會被風和表面波浪垂直混合
- ☉ 水溫的隨深度垂直下降趨勢不同於光的垂直分佈趨勢







(a)



(b)

## 3.4 溫度隨水深變化

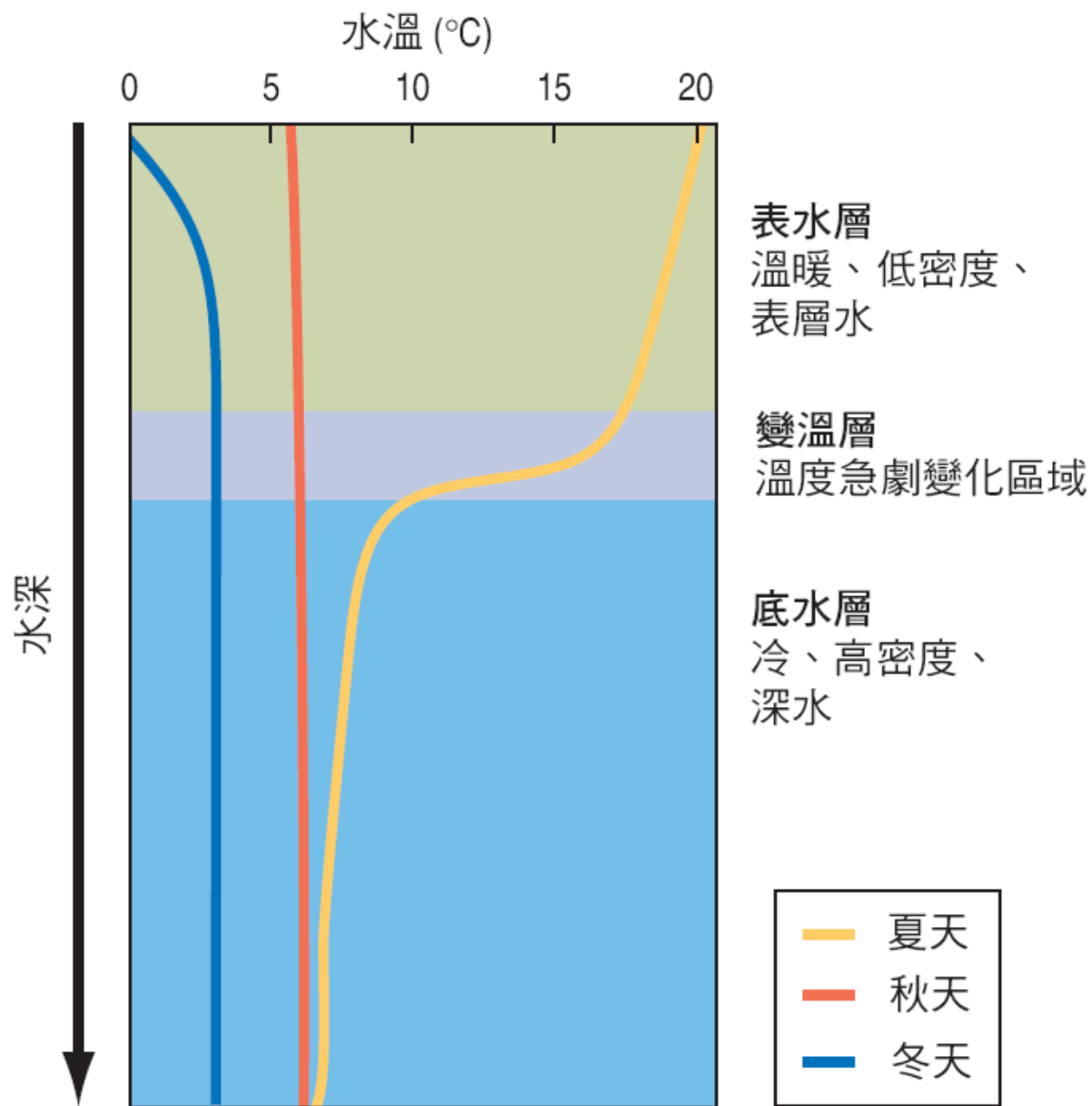
---

- ◎ **變溫層(thermocline)**是水團中水溫垂直分佈變化最劇烈的一區
  - 變溫層的深度取決於射入的太陽光線強度和混合的程度
- ◎ 變溫層位於**表水層**(較輕且溫暖的上層)和**底水層**(較冷而濃稠的下層)間

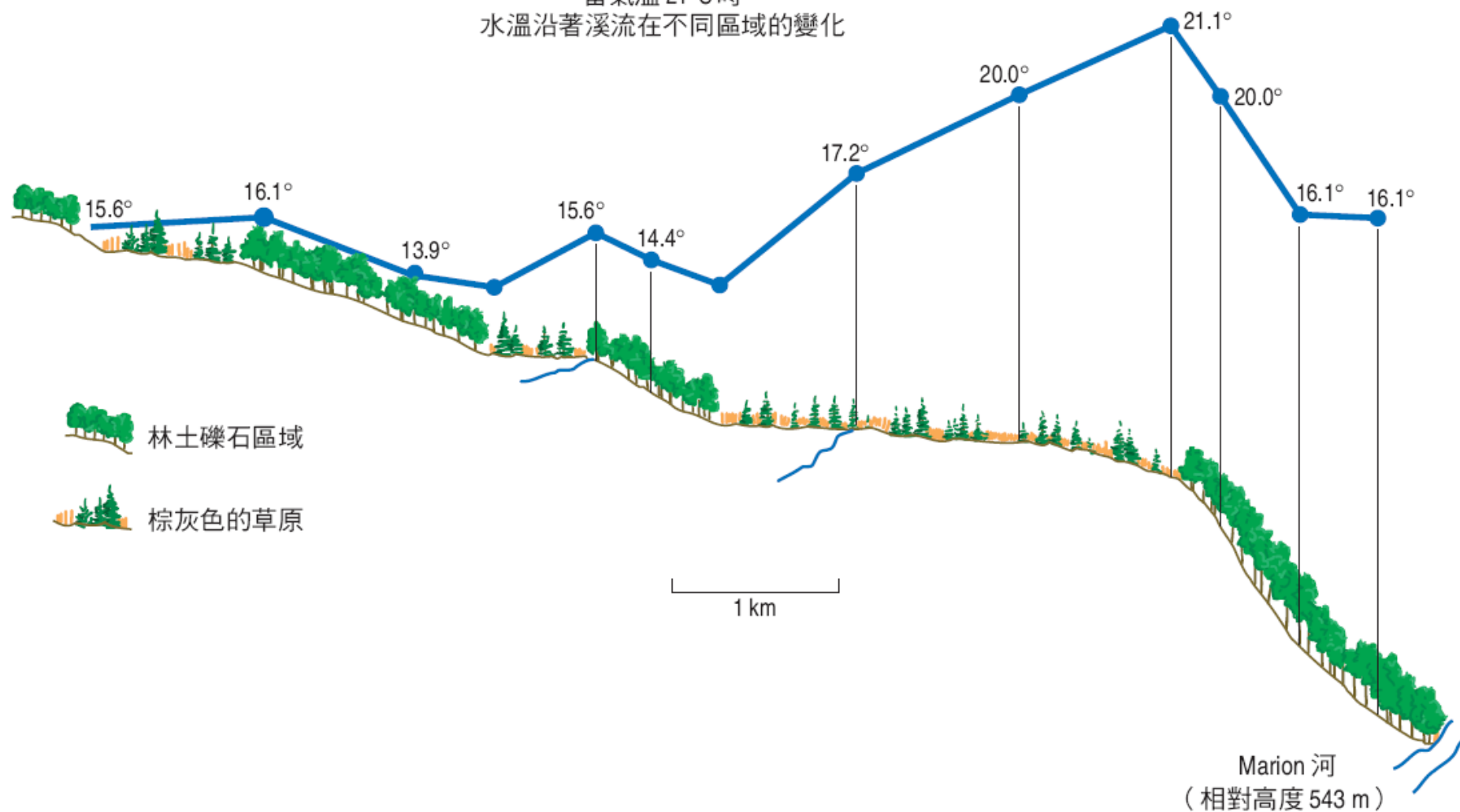
## 3.4 溫度隨水深變化

---

- ☉ 太陽光線照射的季節變化造成水溫垂直分佈的改變
- ☉ 在熱帶地區，變溫層的位置終年不變
- ☉ 溫帶地區，許多較大的水體在秋天和春天會經歷表水層與底水層的混合
- ☉ 流動的水體水溫垂直分佈圖則差異極大



當氣溫 21°C 時  
水溫沿著溪流在不同區域的變化





## 3.5 水具有溶劑的功能

---

- ☉ 溶液是兩種以上物質均勻混合的液體
- ☉ 溶劑是溶解劑而溶質是溶解其中的物質
  - 水溶液(aqueous solution)便是由水做為溶劑
- ☉ 水比起其他液體能溶解更多物質，這對生物代謝而言非常關鍵

## 3.5 水具有溶劑的功能

---

- ☉ 水因為其極性而具有溶解“力”
- ☉ 每一水分子都具有帶正電一端和帶負電的另一端，因此可以與其他分子(離子)帶相反電荷的原子互相吸引
- ☉ 大氣中近乎不存在(無溶解的離子)
- ☉ 當水凝結然後降落在地表間旅行，便可讓無數的溶質溶解其中

## 3.5 水具有溶劑的功能

---

- ◎ 淡水所含的溶質(離子)濃度遠低於海水
- ◎ 海洋會持續地接收淡水和新的溶質供給
- ◎ 當水分子由海洋蒸發溶質濃度變提高
- ◎ 水僅能溶解並保留一定量的溶質，當達到最大溶解度多餘的溶質便會從水中沉澱下來
  - 離子和溶質的溶解度因種而異

## 3.5 水具有溶劑的功能

---

- ◎ 海水中氯化鈉的溶解度相當高也是最多量的溶質(離子和鹽類)
- ◎ 鹽度由氯值決定(氯為海水中最多量的元素)
- ◎ 鹽度以實際鹽度單位(practical salinity units;psu)表示，單位為千分比
  - 淡水 = 0.065 ‰ to 0.30 ‰
  - 大洋 = 35 ‰

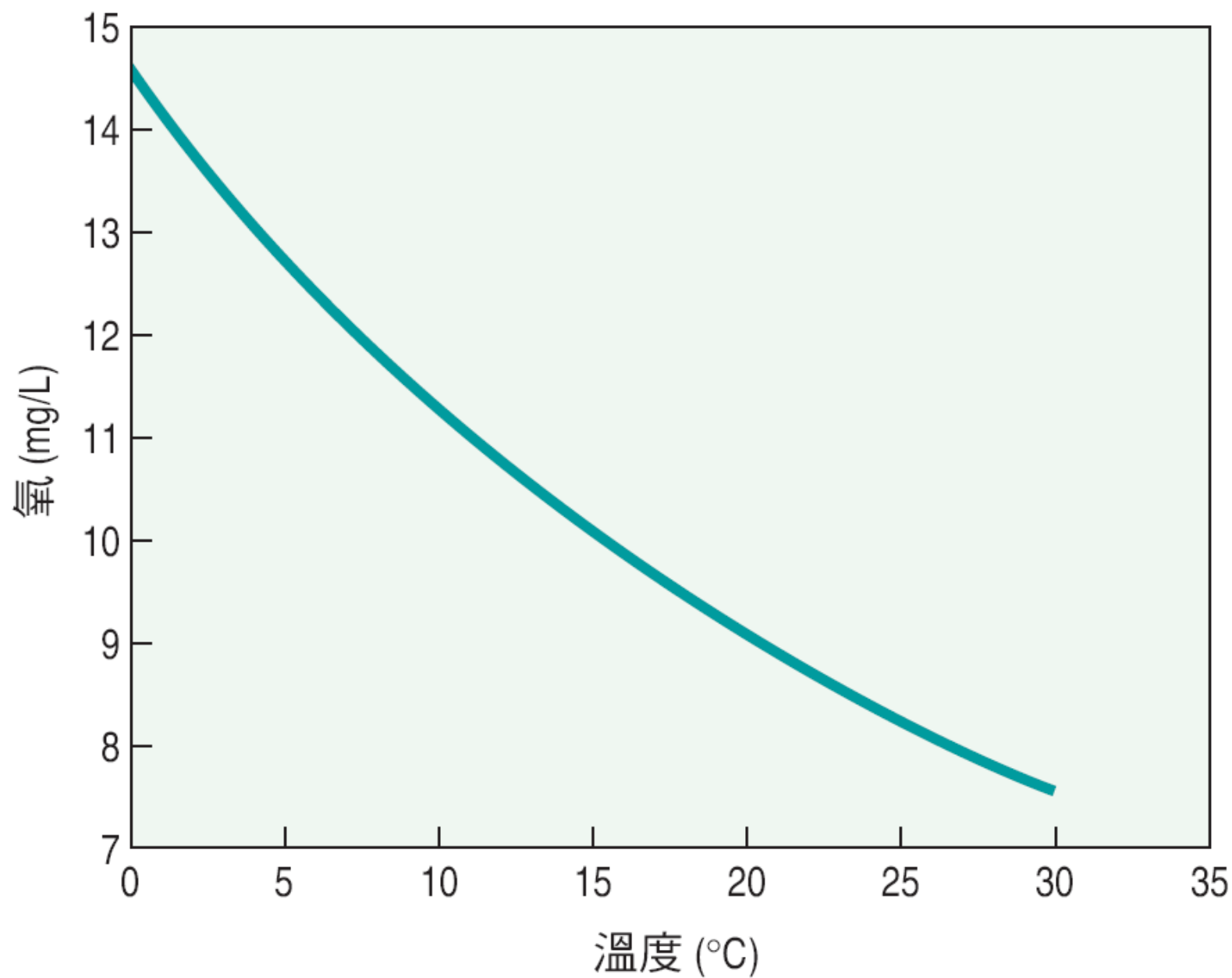
● **表 3.1** 海水實際鹽度單位 35(‰) 的組成

元素	g/kg	Milli- moles/kg	Milli- equivalents/kg
陽離子			
鈉	10.752	467.56	467.56
鉀	0.395	10.10	10.10
鎂	1.295	53.25	106.50
鈣	0.416	10.38	20.76
鋁	0.008	0.09	0.18
			605.10
陰離子			
氯	19.345	545.59	545.59
溴	0.066	0.83	0.83
氟	0.0013	0.07	0.07
硫酸	2.701	28.12	56.23
重碳酸鹽	0.145	2.38	—
硼酸	0.027	0.44	—
			602.72

## 3.6 氧由大氣擴散進入水表面

---

- ◎ 擴散通常是分子由高濃度往低濃度移動的方式
- ◎ 氧(和二氧化碳)靠擴散作用由大氣進入水域環境
  - 擴散速率取決於氧的溶解度(冷水中較高)和濃度梯度





# 問題 (Q-News)

---

㉔ 櫻花鉤吻鮭是台灣之國寶魚，生存在七家灣溪。

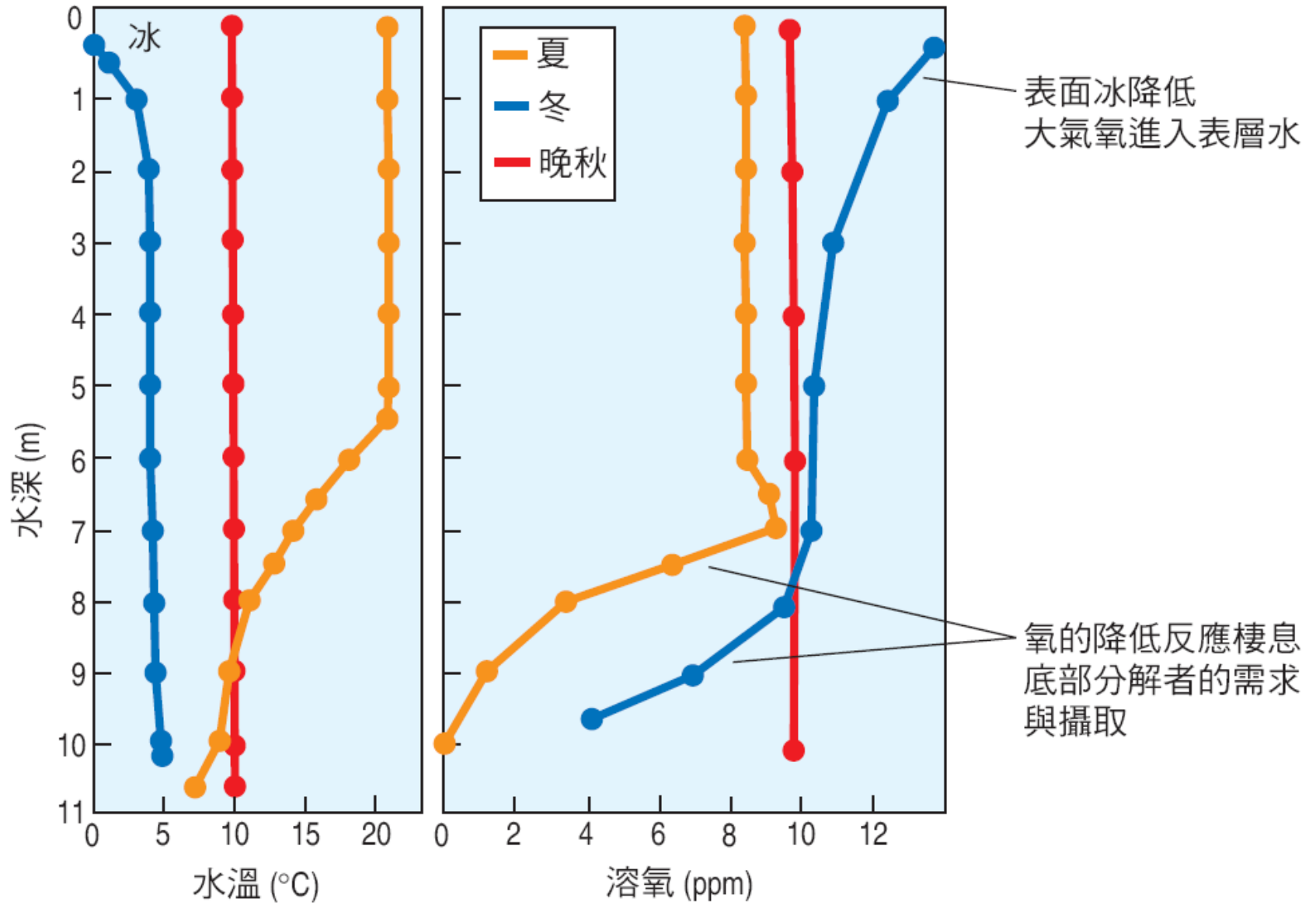
以下是你的遊客向你詢問的問題，請試著解答

- ① 七家灣溪是在台灣哪一個國家公園內(以圖片表示，並一併說明此一國家公園成立之緣由，以及台灣目前有哪幾座國家公園?)；
- ② 承前，棲地海拔高度通常在1600公尺之高山，若今海平面氣溫為 $25^{\circ}\text{C}$ ，試算其棲地氣溫(水溫)為若干
- ③ 承前，請以溶氧之觀點說明櫻花鉤吻鮭對水質的要求。
- ④ 若台北之淡水河經整治乾淨後，是否有機會將櫻花鉤吻鮭在淡水河內復育成功?請論證你的看法。

## 3.6 氧由大氣擴散進入水表面

---

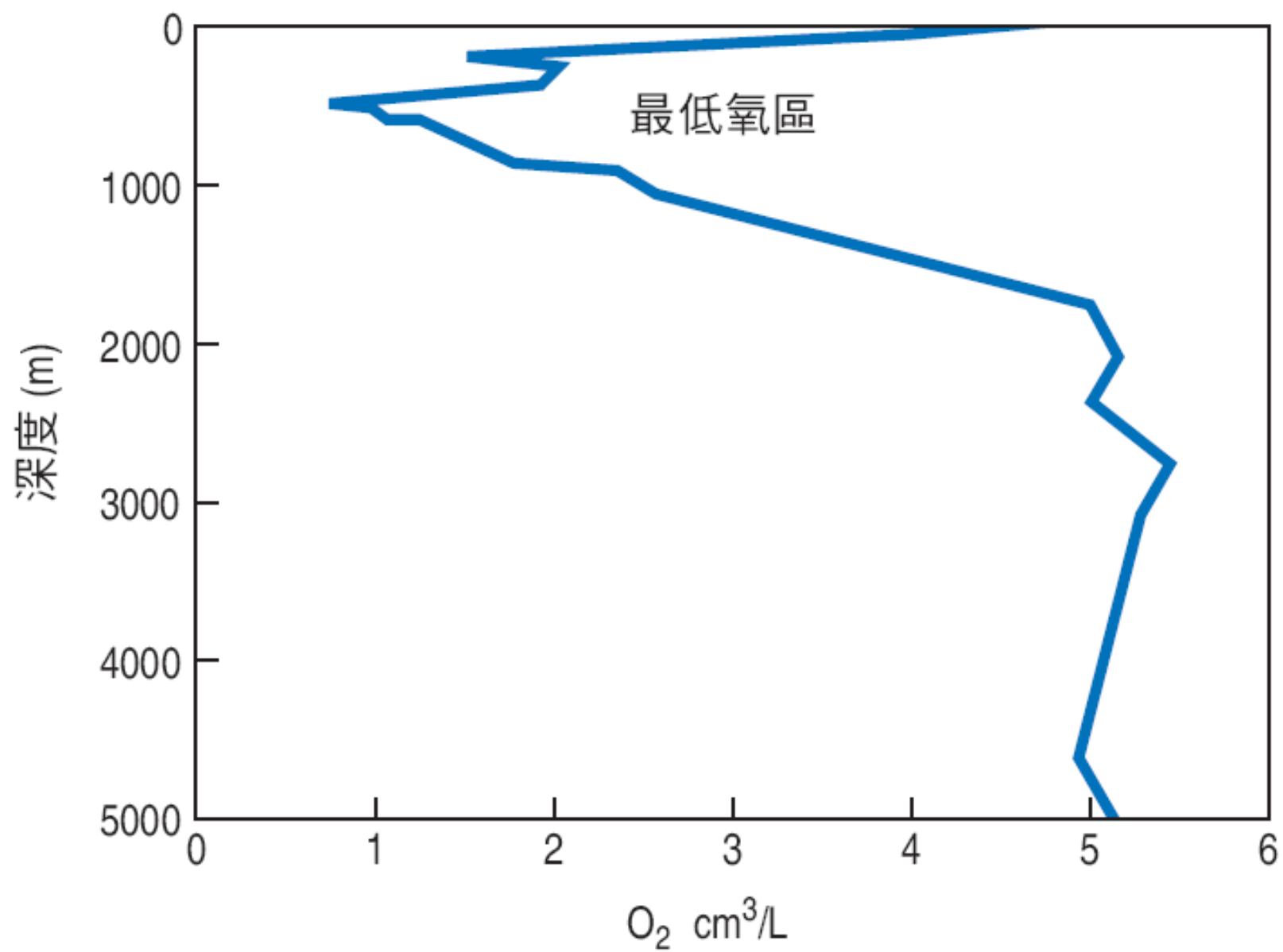
- ◎ 氧進入水中亦是靠擴散到達水面下層
- ◎ 在夏天時池塘和湖泊中氧可能達飽和狀態
  - 溫水溶存較少氧
  - 陸地和水生植物均是氧的供應者
  - 風可使高氧區與貧氧區產生混合
  - 生物對氧的需求隨水深減少



## 3.6 氧由大氣擴散進入水表面

---

- ◎ 海洋中氧的垂直分布並非一致的
  - 氧濃度最大值出現在水面上層10-20 m處



## 3.6 氧由大氣擴散進入水表面

---

- ㊦ 流水的溶氧高，因為水與空氣有較高的接觸
- ㊦ 水域環境即使達飽和程度溶氧供給跟空氣相比還是稀薄
- ㊦ 氧濃度對水棲生物而言是限制因子

## 3.7 酸對水環境有廣泛性影響

---

- ④ 水有可觀的能力吸收二氧化碳
  - $\text{CO}_2$  (二氧化碳) +  $\text{H}_2\text{O}$  (水)  $\longleftrightarrow$   $\text{H}_2\text{CO}_3$  (碳酸)
  - $\text{H}_2\text{CO}_3 \longleftrightarrow \text{HCO}_3^-$  (碳酸氫) +  $\text{H}^+$  (氫離子)
  - $\text{HCO}_3^- \longleftrightarrow + \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$  (碳酸離子)
- ④ 二氧化碳-碳酸-碳酸氫系統一般處於平衡狀態
- ④ 這些反應造成氫離子的產生和吸收



## 3.7 酸對水環境有廣泛性影響

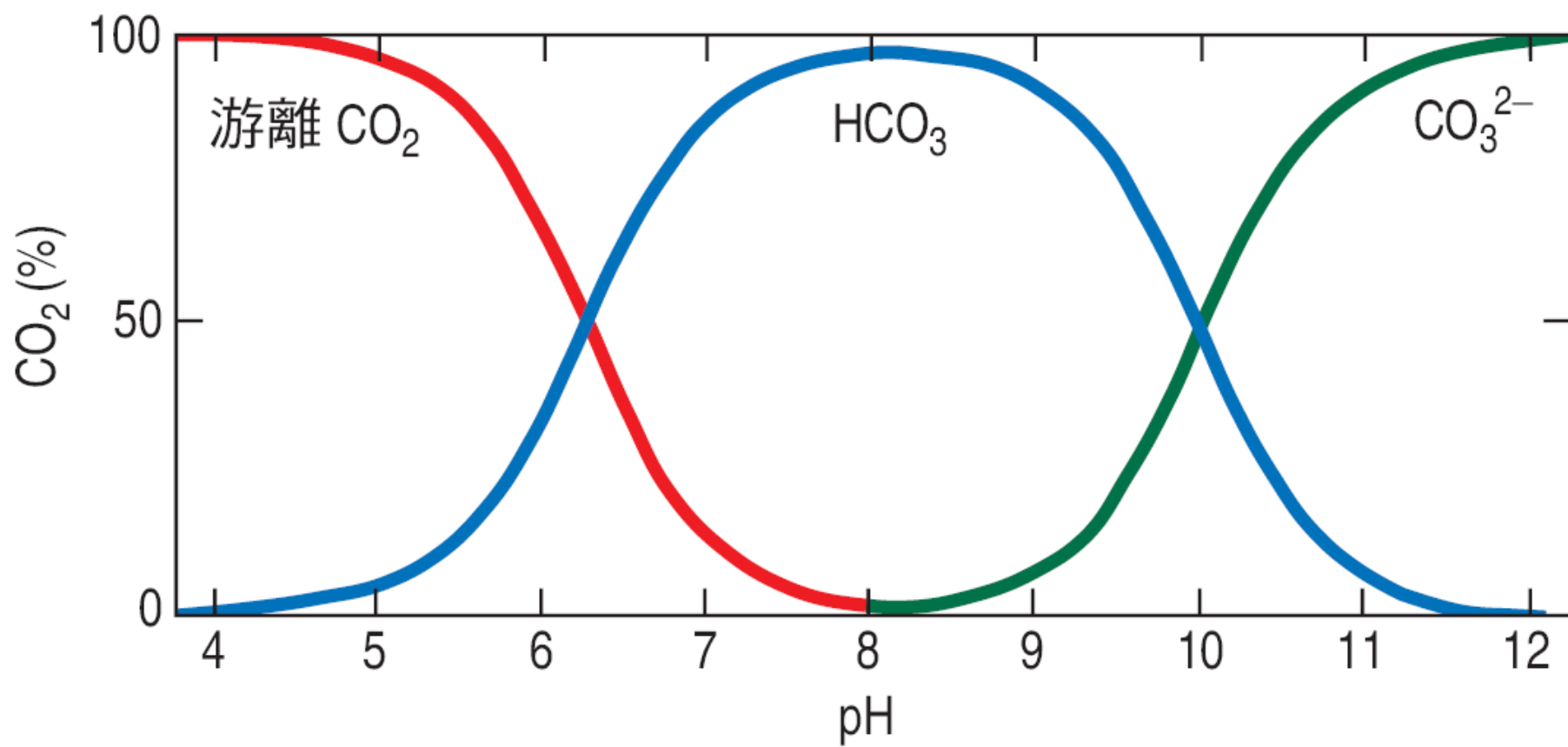
---

- ② 溶液中酸度便是氫離子豐度的測定
  - 氫離子數量越多溶液變越酸
- ② 鹼性溶液有較高濃度的氫氧離子( $\text{OH}^-$ )和較低的氫離子
- ②  $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$ 
  - pH值範圍由1(酸性)到14(鹼性)間
  - 當 $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  時pH值7為中性

## 3.7 酸對水環境有廣泛性影響

---

- ② 二氧化碳—碳酸—碳酸氫系統的動態直接影響水域生態系的pH值
  - 此系統通常造成pH在小範圍間變動並扮演緩衝易的角色
- ② 自然界中水pH值介於2到12之間
  - 石灰石( $\text{CO}_3^{2-}$ 的供給)含量較高的分水嶺pH會比較高



## 3.7 酸對水環境有廣泛性影響

---

- ◎ 水環境中的pH值會影響生物分佈與豐度
  - 生物代謝過程
  - 有毒金屬濃度
    - pH下降時鋁易溶解並在水域環境中累積

## 3.8 淡水與海水環境的水運動型態

---

- ㊦ 水流(潮流和波浪)決定水域環境的特性
- ㊦ 水流流速塑造溪流的結構與特性



**(a)**



**(b)**





**(a)**





**(b)**

## 3.8 淡水與海水環境的水運動型態

---

### ㊦ 表面的波浪源自於風

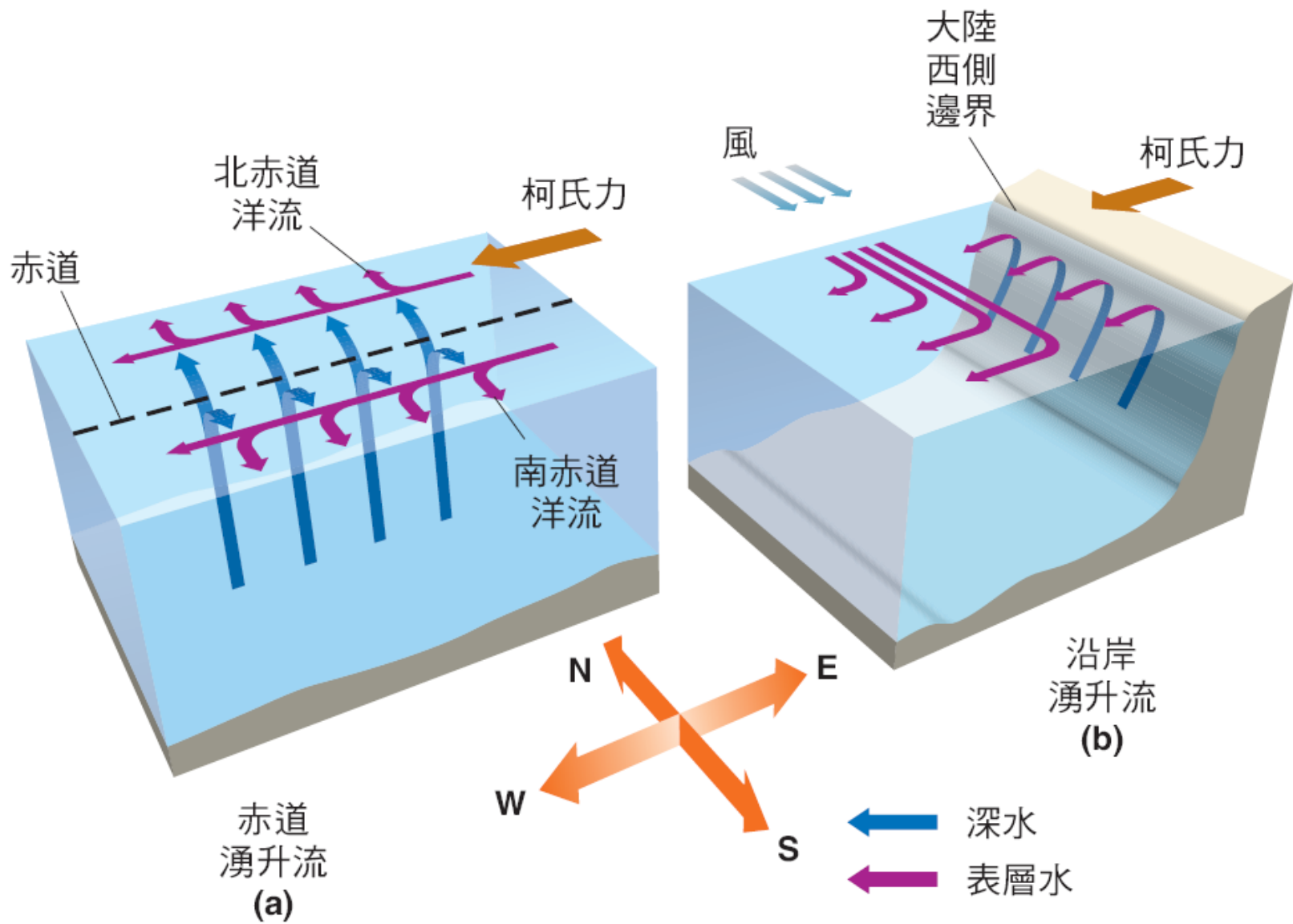
- 當波浪接近陸地到淺水區最終在岸上破碎
- 波浪的能量會移動物質(岩石和砂)和造成物質的沉澱

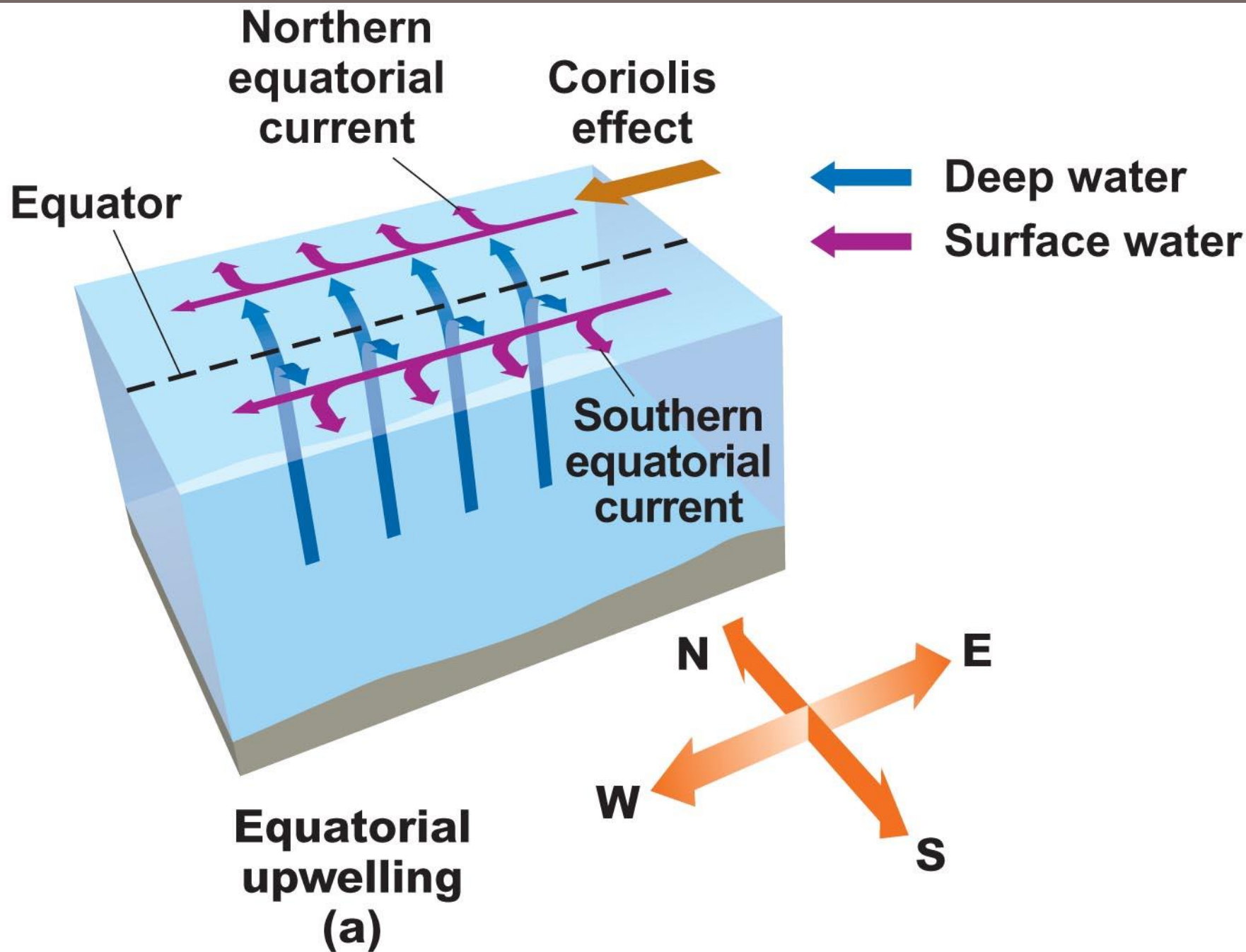
### ㊦ 深水水流源自於海水密度、水溫和鹽度的改變

- 湧升流(**Upwelling**)發生於深層海水往表層的流動

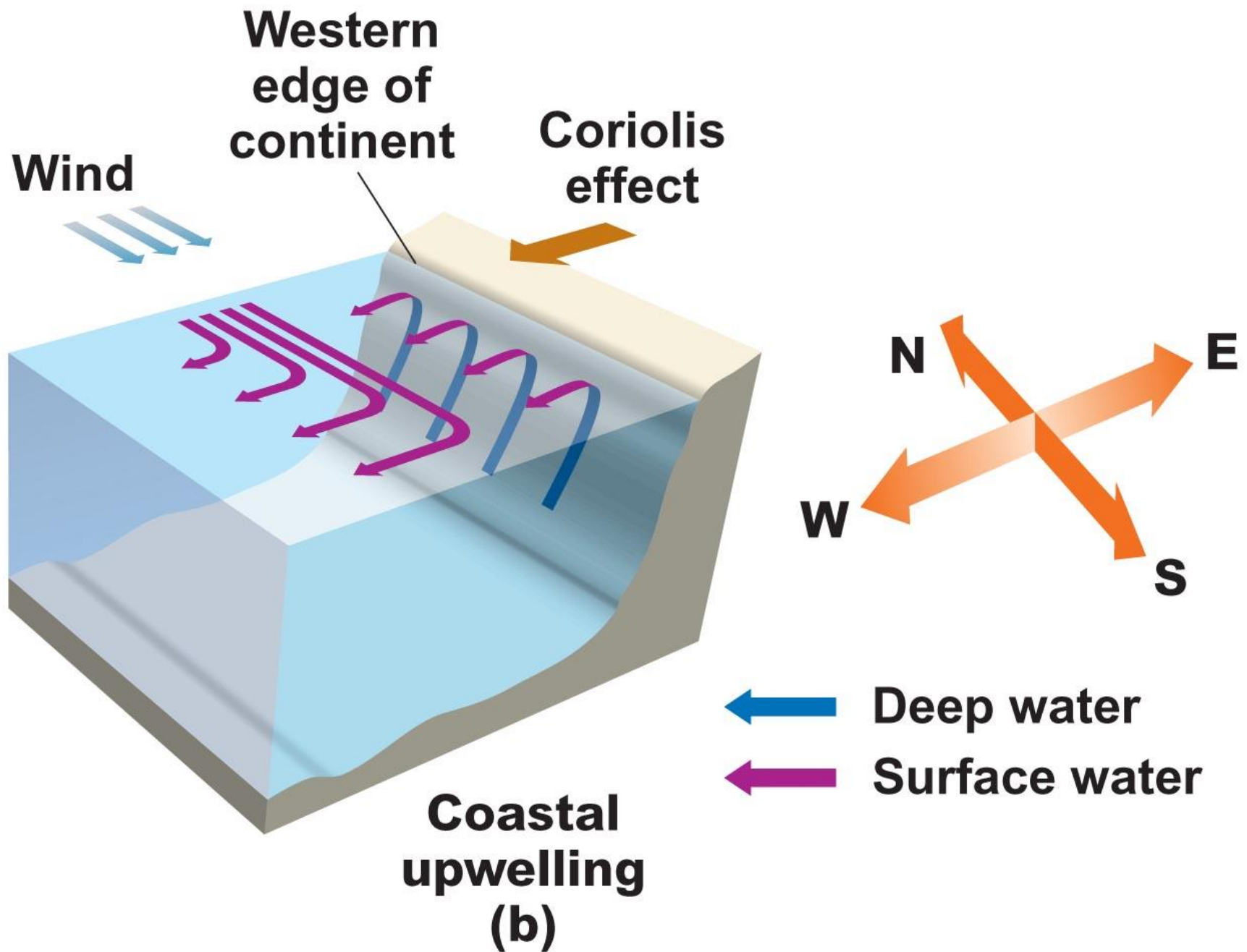








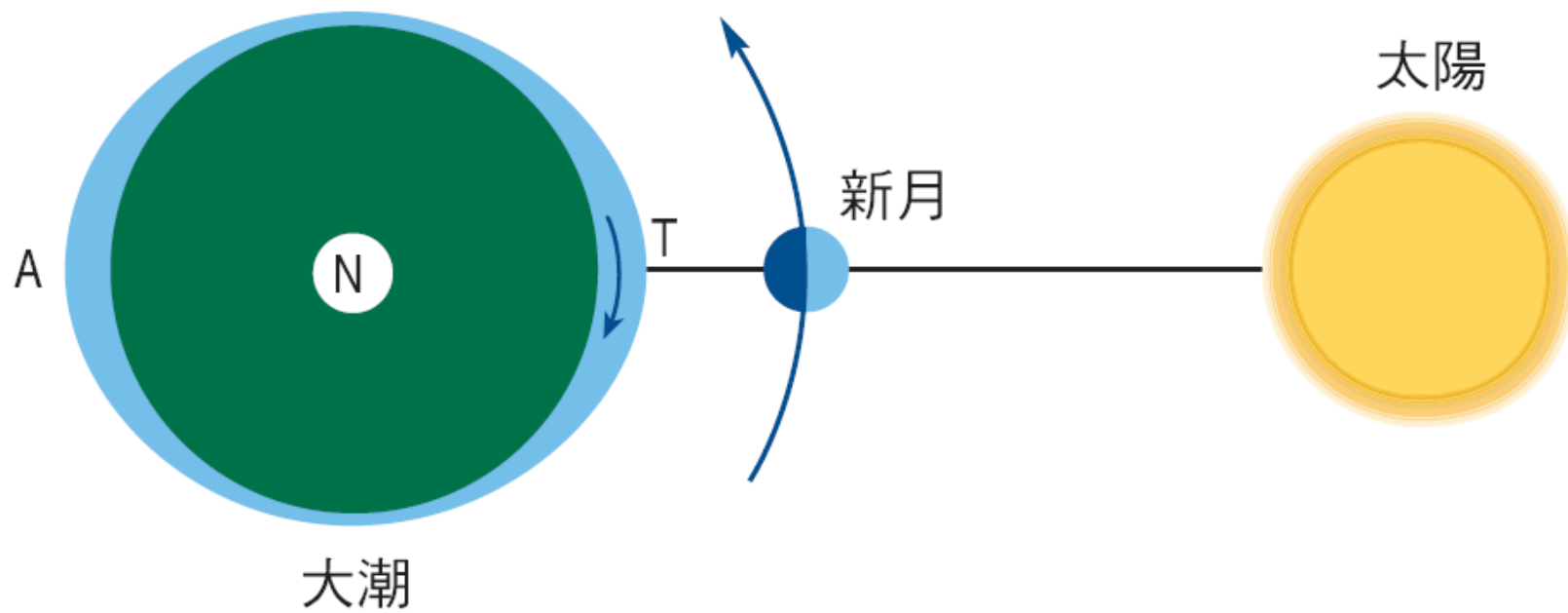




## 3.9 潮汐支配沿岸環境

---

- ◎ 潮汐由太陽和月球的重力牽引所造成，兩者對海洋都產生兩個潮汐





## 3.9 潮汐支配沿岸環境

---

- ☉ 太陽和月球兩者間重力交互牽引造成地球潮汐強度(高度)的差異
  - 大潮(Spring tides): 高低潮間的潮差大
  - 小潮(Neap tides): 高低潮間的潮差非常小
- ☉ 在地球的任一點每天的潮汐均不同

## 3.9 潮汐支配沿岸環境

---

- ◎ **潮間帶(intertidal zone)**位於高潮線和低潮線之間
  - 這一區每天經歷潮濕和乾燥的巨大變動(溫度、光線等條件亦是)
- ◎ 棲息於沙和泥中的生物不像棲息在礁岩上的生物需經歷寬廣的環境變動

## 3.10 淡海水間過渡區具獨特限制

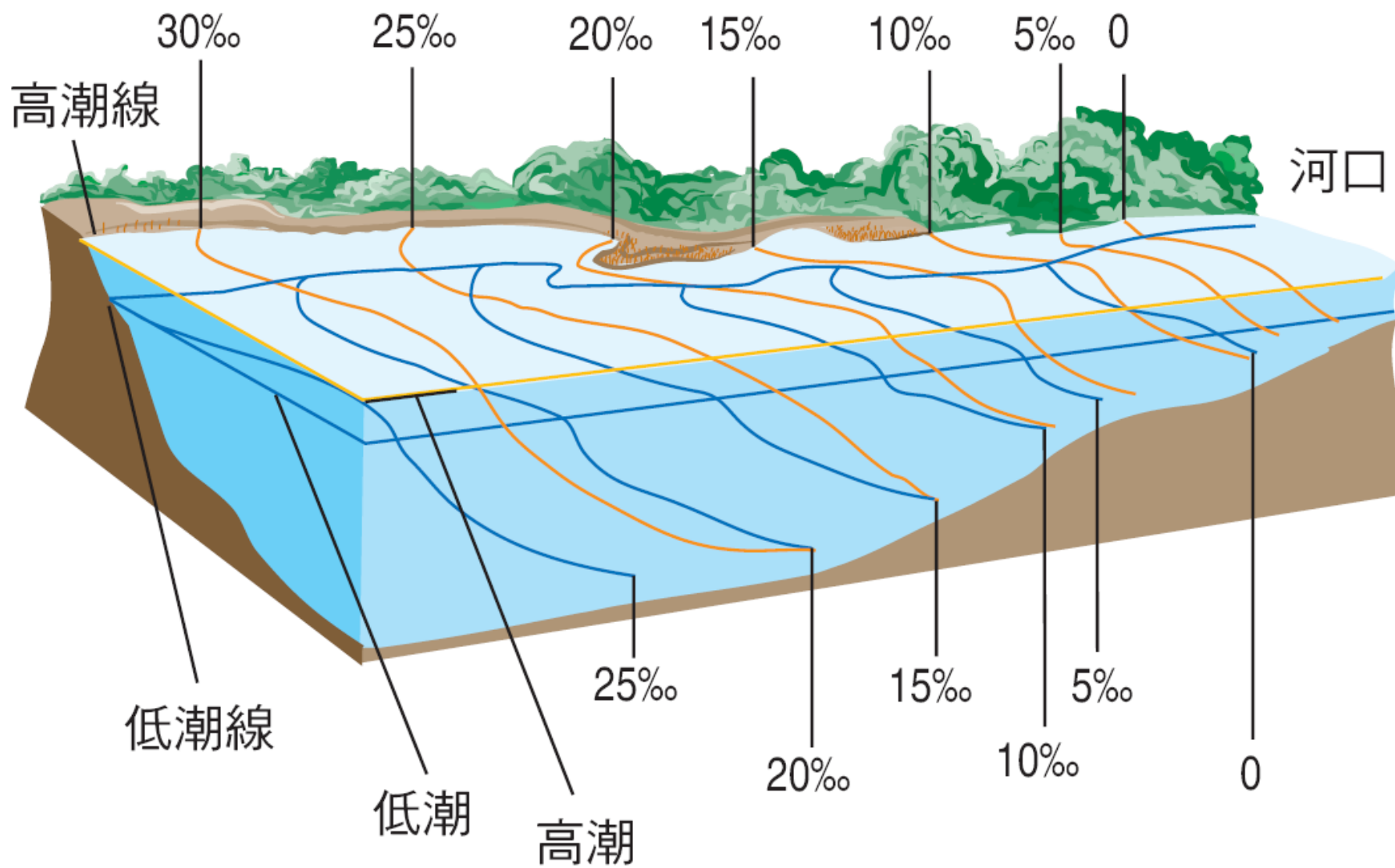
---

- ◎ 河口是淡水匯入海水產生混合的區域
- ◎ 河口區明顯地受潮汐影響因而溫度在潮水浸沒和退卻間跟隨變動
- ◎ 淡水和潮汐鹹水的注入影響河口區的鹽度
  - 河口鹽度垂直與水平均有差異

## 3.10 淡海水間過渡區具獨特限制

---

- ◎ 潮汐混合發生在當較重的海水下沉較輕的淡水上浮時
  - 混合為由上往下(表層往底層)的垂直方向
- ◎ 在水平方向往河口是鹹水最淡的區域



## 3.10 淡海水間過渡區具獨特限制

---

- ㊦ 棲息於河口的生物比需有特殊的適應力才可生存
- ㊦ 河口為低多樣性但高生產力的區域