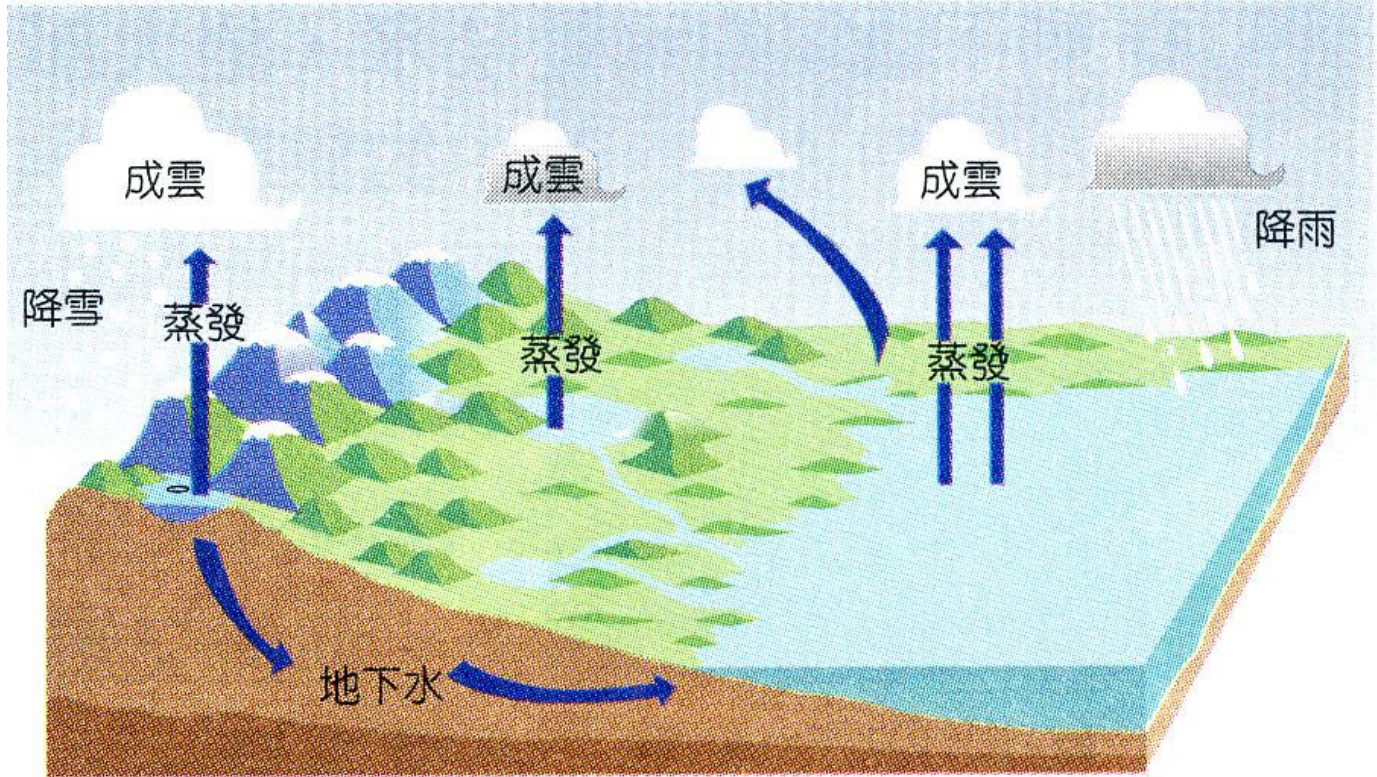


# § 5-1 地球上的水

## 「水循環」三大步驟

蒸發 → 凝結 (成雲) → 降水 (雨、雪、冰雹)

李白的詩詞「將進酒」中第一句「君不見黃河之水天上來，奔流到海不復回」，根據水循環步驟，「奔流到海不復回」是錯誤的。





## 補充參考

---

一個水分子平均要花一千年才能完成一次水循環，其中只有一個星期的時間停留在陸地上

# 海洋佔地球總表面積約70%以上

水體	百分比 (%)	備註
海水	約97	最大的水體
冰川、冰帽 及永久雪	約2.06	冰川是最大的淡水體
地下水	約0.9	人類最主要水資源
河、湖水	約0.01	
其他	約0.03	人類次要水資源
		雲霧、水氣

# 冰川的分類

1. **大陸冰川**  
南極大陸、格陵蘭
2. **山嶽冰川**  
高山上累積的冰雪因重力慢慢往山下滑動

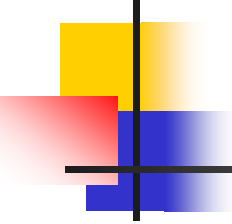






# 地球上最大淡水體：冰

- 大陸冰川、山嶽冰川的冰皆來自降雪，故屬於淡水冰。
- 冰山：為大陸冰川蔓延擴展至海上形成「冰棚」，最後因無陸地支撐而斷裂漂離，形成「冰山」，故冰山亦屬淡水冰。
- 海水結冰也幾近淡水冰，因為水溫下降時，水的溶解度也會降低，海水中的鹽分會被迫析出。



# 海水的成分和鹽度

- 海水的主要成分：氯化鈉（使海水有鹹味）
- 海水的次要成分：氯化鎂（使海水有苦味）
- 全世界海水鹽份平均濃度約為3.5%
- 鹽度表示法採千分濃度(千分比)： $\text{‰}$   
亦即海水平均濃度應表示為35  $\text{‰}$
- 全世界最鹹的海水是以色列的鹹水湖：  
死海，鹽度350  $\text{‰}$ ，是一般海水的十倍



# 海水的鹽度

- 海水的鹽度受降水量、蒸發量與河水注入量的影響。
- 副熱帶：蒸發量  $>$  降水量  $\rightarrow$  鹽度高。
- 赤道：降水量  $>$  蒸發量  $\rightarrow$  鹽度低。
- 台灣過去在臺南、嘉義沿海一帶曾以鹽田晒鹽的方式產鹽，由於南部降雨期在夏季，大量產鹽的時期反而在乾旱的冬季。



# 淡水湖和鹹水湖 **【本頁為補充教材】**

---

- 淡水湖  
多在潮溼多雨地區，湖泊與河川相通
- 鹹水湖  
多在乾燥少雨地區，湖泊為內陸河的終點



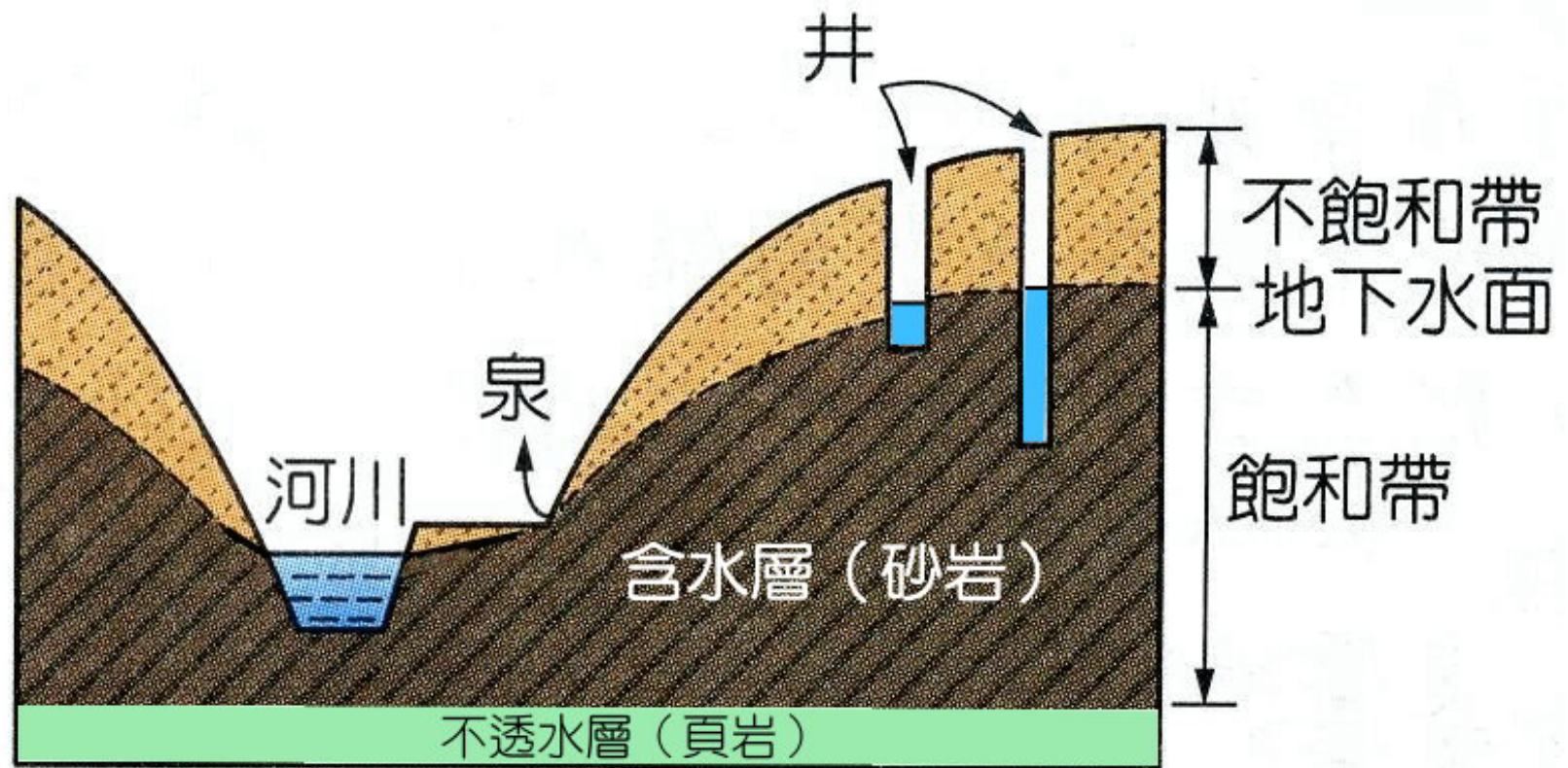


# 影響地下水多寡和滲入快慢的因素

---

- 地面坡度（緩和較好）
- 植物被覆（越多越好）都市化增加  
不透水面
- 土壤鬆密（適中較好）
- 降雨多寡（雨季較多）

# 自由地下水

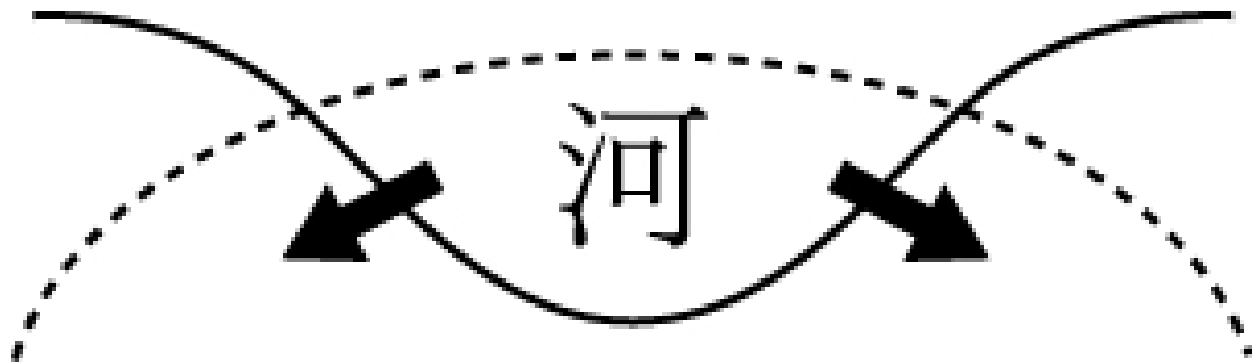


# 湖、河水與周圍地下水互補

旱季

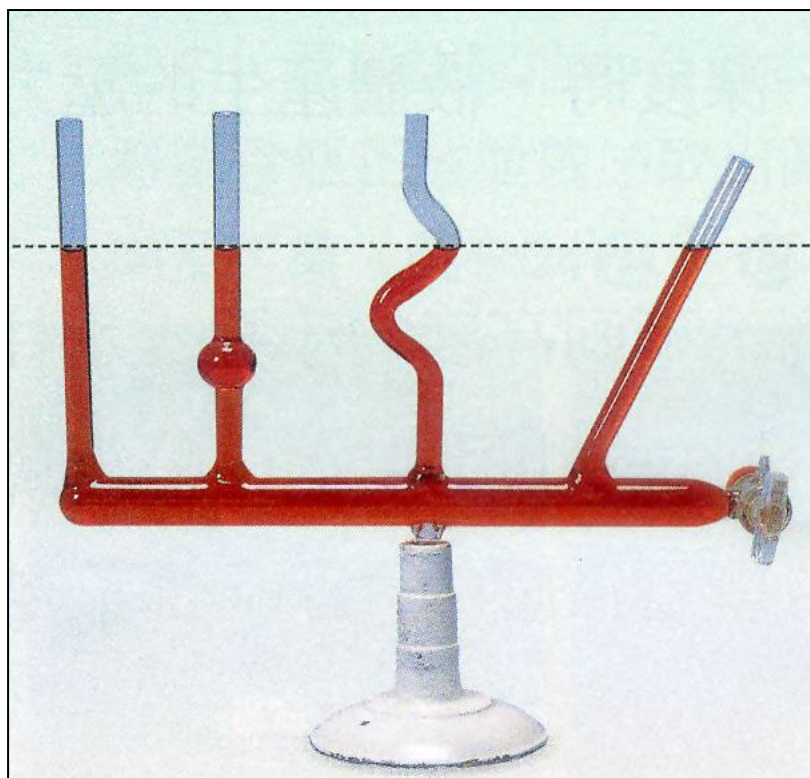


雨季



# 連通管原理 ( $P=h \times d$ )

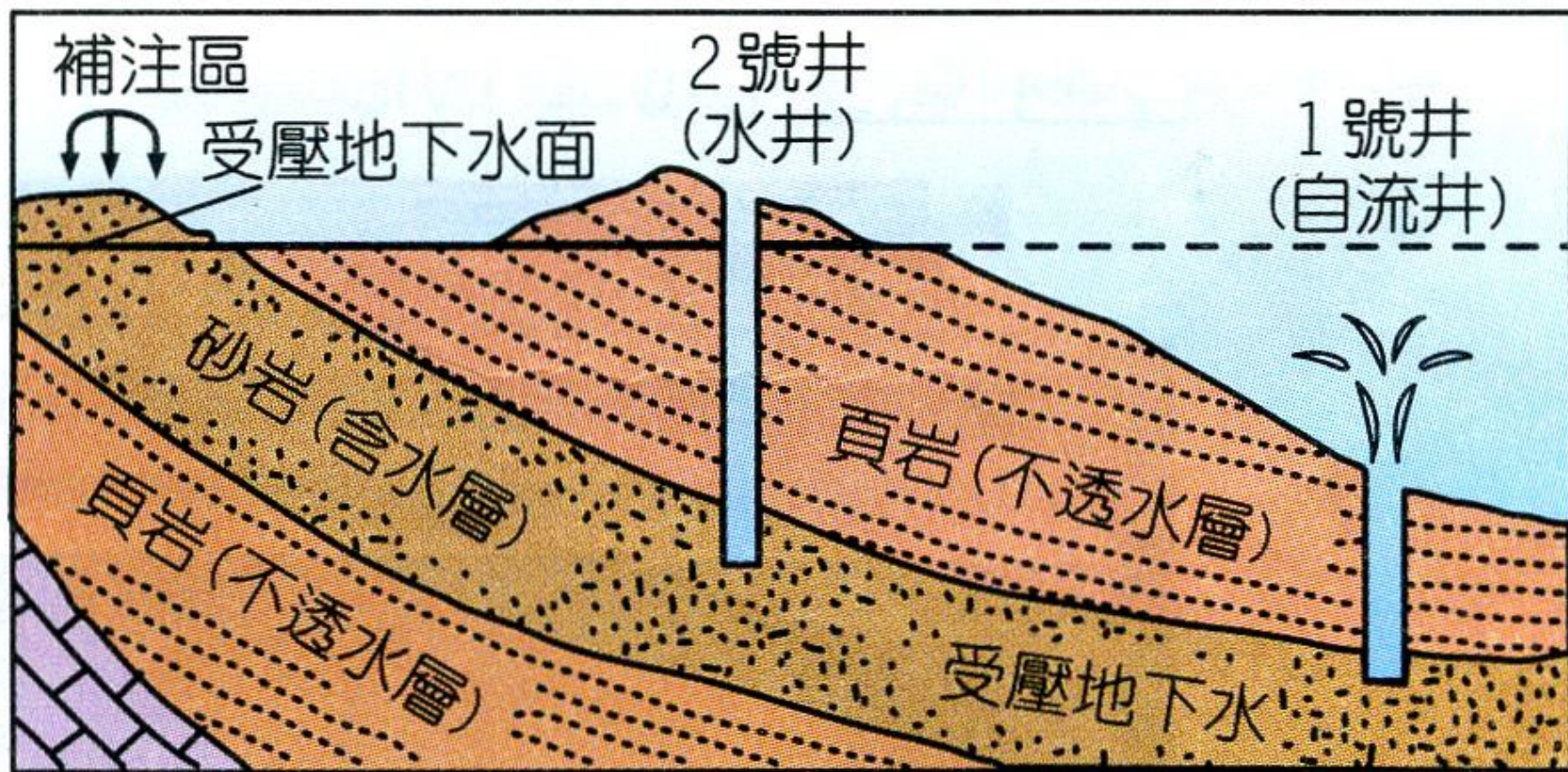
【本頁為補充教材】





# 受壓地下水

【本頁為補充教材】





# 超抽地下水的後果

---

- 地層下陷
- 海水倒灌
- 影響防洪功能
- 地下水鹼化



## § 5-2 地貌的改變與平衡

地質作用：改變地球地形地貌的作用

地質營力：參與地質作用的大自然力量（營：營造）

分為

內部營力：岩漿活動、造山運動  
(使地表隆起)

外部營力：風、流水、冰川、重力  
(使地表平坦)

兩者互  
相抗衡

※地球歷經46億年的歲月，如今地表仍然起伏不已

# 四大外部地質作用： 風化→侵蝕→搬運→沉積

風化：岩石經空氣、水、生物等長時間作用之下，由**堅硬變疏鬆**的過程→**靜態**

侵蝕：藉由外部侵蝕營力，將岩石或其風化的**碎屑搬移**的作用→**動態**

搬運：外部侵蝕營力未解除前運送的過程

沉積：外部侵蝕營力解除後將岩石碎屑放下的現象

不需外力

需外力

# 風化作用 分為

**【理解即可不需背誦】**

## 物理風化 (崩解作用)

1. 冰凍作用(主要在0°C上下變化地區)  
(破壞力最大、最快)
2. 植物根部長大撐破岩石
3. 熱脹冷縮(也是月球上僅有的風化)

岩石變碎塊  
但成分不變

## 化學風化 (分解作用)

1. 溶蝕作用(岩石部份成分被溶解)
2. 酸蝕作用(岩石部份成分被酸腐蝕)
3. 氧化作用(含鐵岩石氧化成紅褐色土壤)
4. 水合作用(組成礦物與水結合成結晶水)
5. 球狀風化(洋蔥狀剝落)
- .....等等

岩石變土壤  
成分改變

※物理風化多為物理變化造成，化學風化多為化學變化造成

※各地皆有兩種風化作用，但通常寒冷乾燥的地區以物理風化為主；溫暖潮濕的地區以化學風化為主

# 洋蔥狀風化



# 侵蝕營力 = 外部營力 = 風、流水、冰川、重力

風 → 主要是靠其夾帶之砂塵拍打岩石造成侵蝕作用

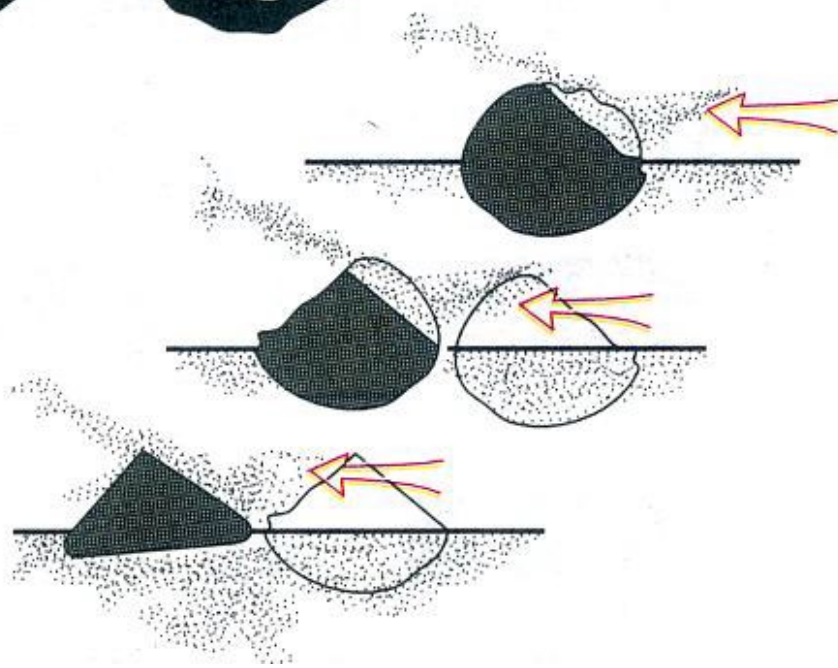
**風磨石（風稜石）：**

在有季風變化的地區，岩石受某固定方向的風沙拍打而磨出平面者，稱為「風磨石」或「風稜石」。磨出兩個面叫「二稜石」，三個面叫「三稜石」，依此類推。例如北海岸的「富貴角」就有許多風磨石。

**風成沉積物：**沙漠（沙丘）、黃土高原



# 風磨石





# 流水→包含河流、雨水、海水 (是最普遍、最廣泛的主要侵蝕力)

河流的侵蝕

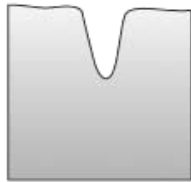
1. 向下侵蝕(上游)  $\xrightarrow{\text{河谷}}$  加深

2. 側向侵蝕(下游)  $\xrightarrow{\text{河岸}}$  加寬

3. 向源侵蝕(源頭)  $\xrightarrow{\text{河道}}$  加長(向源頭加長)

V型峽谷  
如太魯閣峽谷

【補充】



甲



乙



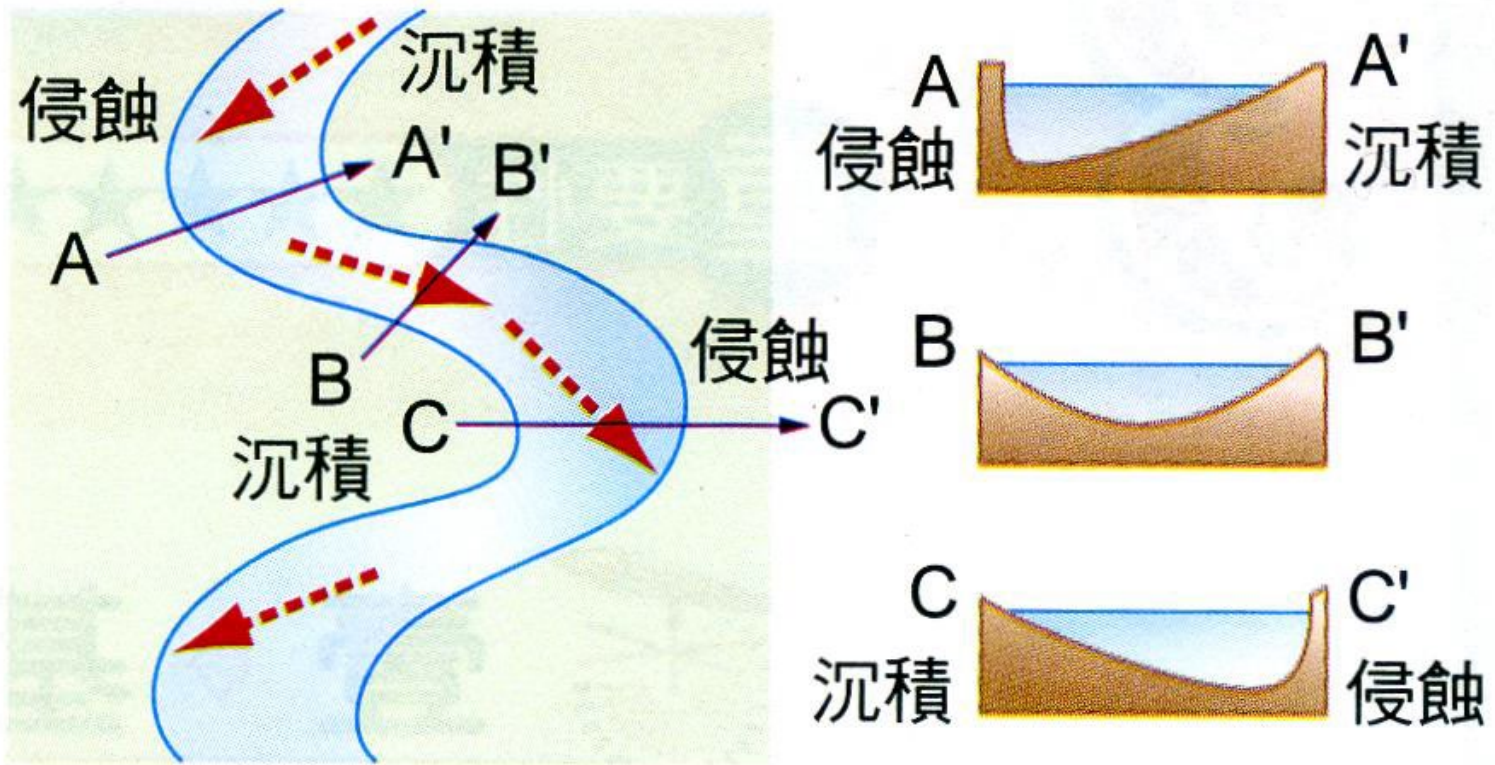
丙



丁

# 曲流

【本頁為補充教材】

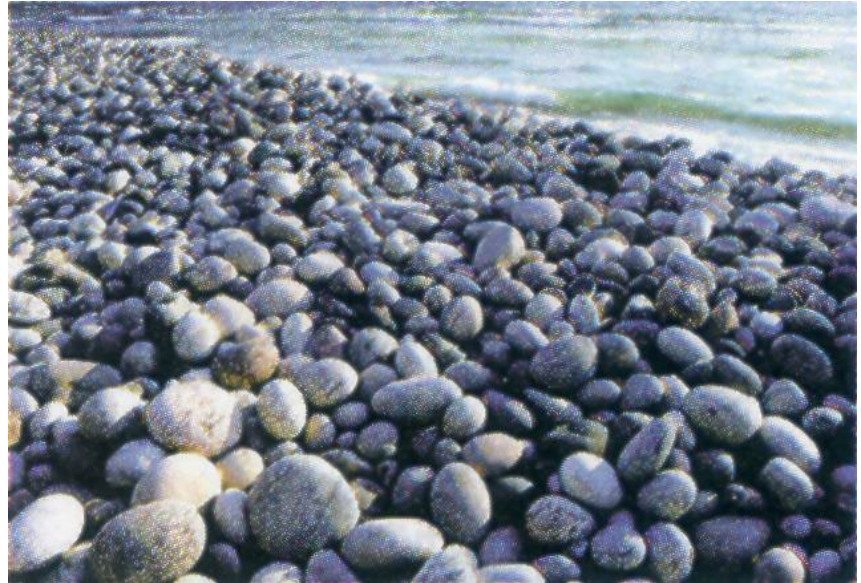


**曲流：幼年期河流較筆直，老年期容易成曲流。河流轉彎的外側河岸易被侵蝕，而內側河岸則易產生沉積**

# 河流的搬運作用

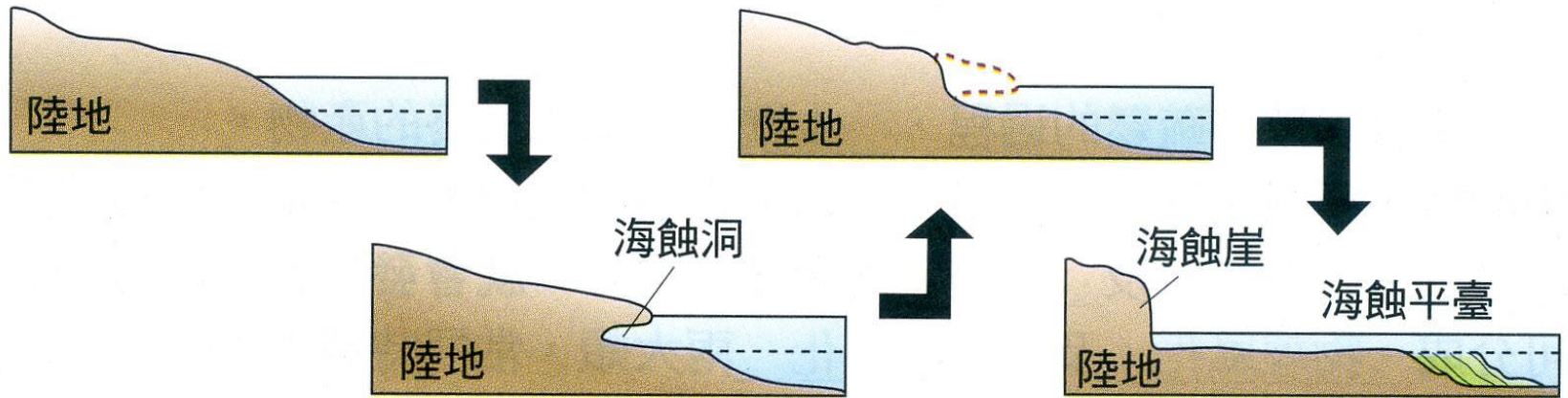
【補充】

- 滾動
- 懸浮
- 溶解

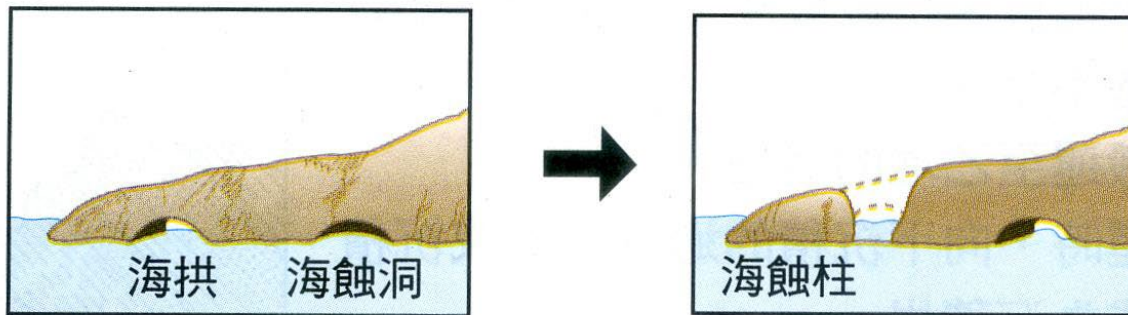


鵝卵石

# 海水(浪)：海蝕洞、海蝕崖、海蝕平台 海拱、海蝕柱

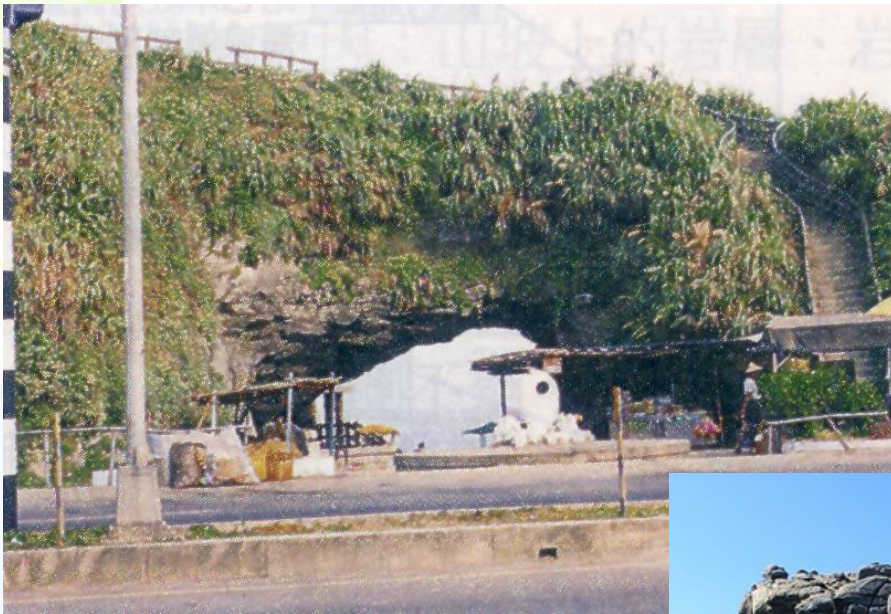


b. 海蝕洞→海拱→海蝕柱





# 海拱



北海岸石門鄉



澎湖西嶼「鯨魚洞」

# 跳石海岸(礫灘)



【本頁為補充教材】

金山至石門間

(安山岩→由大屯火山群滾落海邊)



## 【本頁為補充教材】

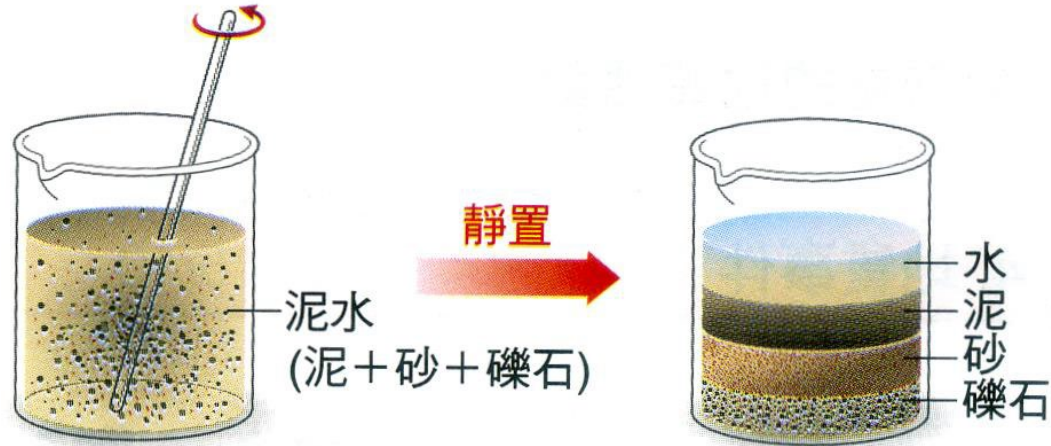
# 礫灘 & 礫石三角洲

- 礫灘 (如東北角的跳石海岸) → 海浪侵蝕造成
- 礫石三角洲 (蘇花公路的和平溪、立霧溪出海口) → 河流沉積作用造成

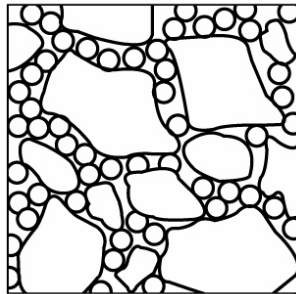
# 淘選作用：使顆粒均勻化

好壞以「淘選度」表示

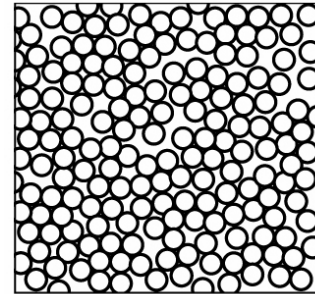
淘選度：風 > 海水 > 河流 > 冰川



例如

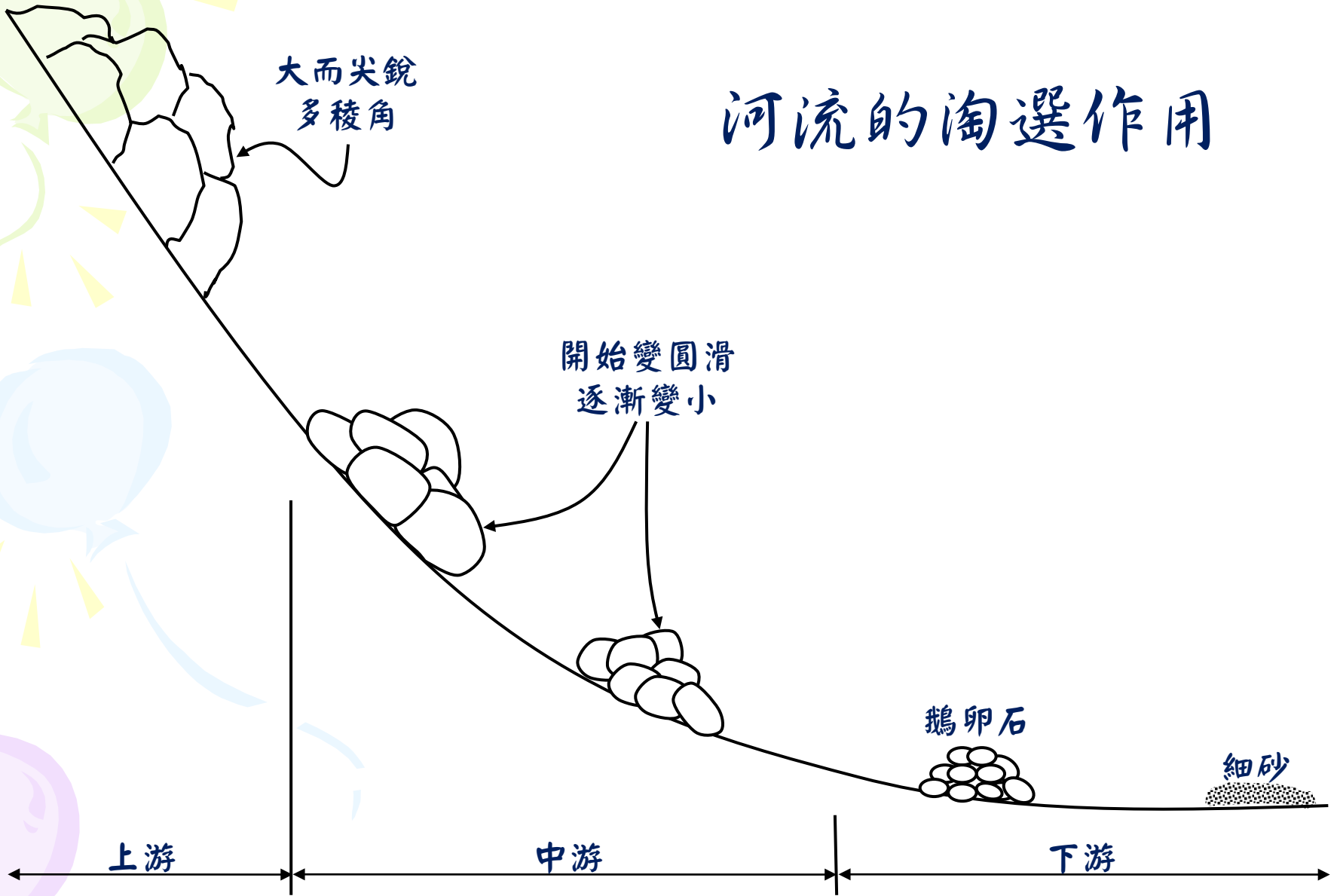


淘選度差  
(冰川)



淘選度佳  
(風)

# 河流的淘選作用



# 「冰川」為力量最大的侵蝕作用力

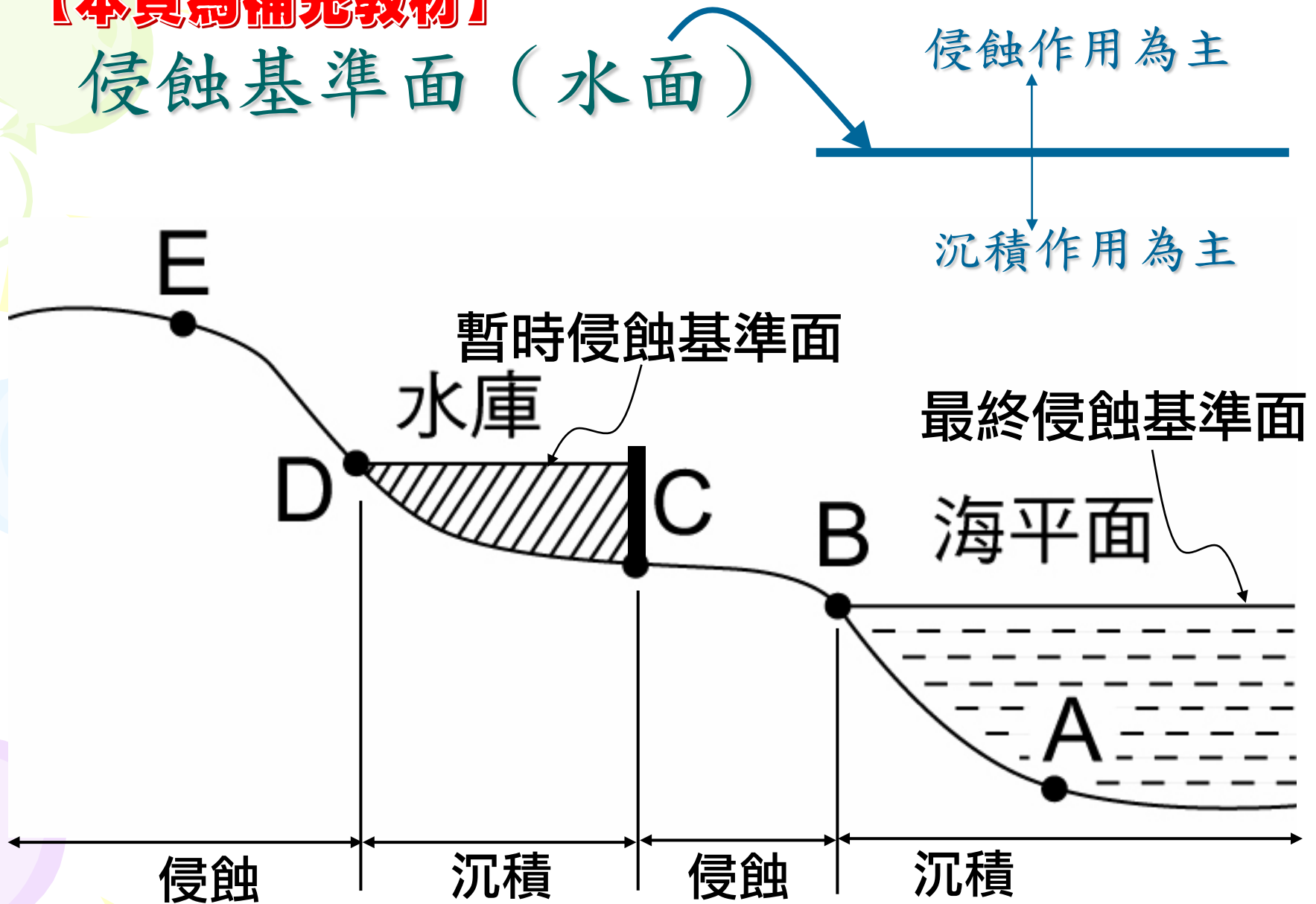
美國國家公園—優勝美地



- ※所經之地，地面會留下刮痕，易形成U型河谷。
- ※冰川的淘選度最差，其沉積物顆粒參差不齊，稱為「冰磧石」。

**【本頁為補充教材】**

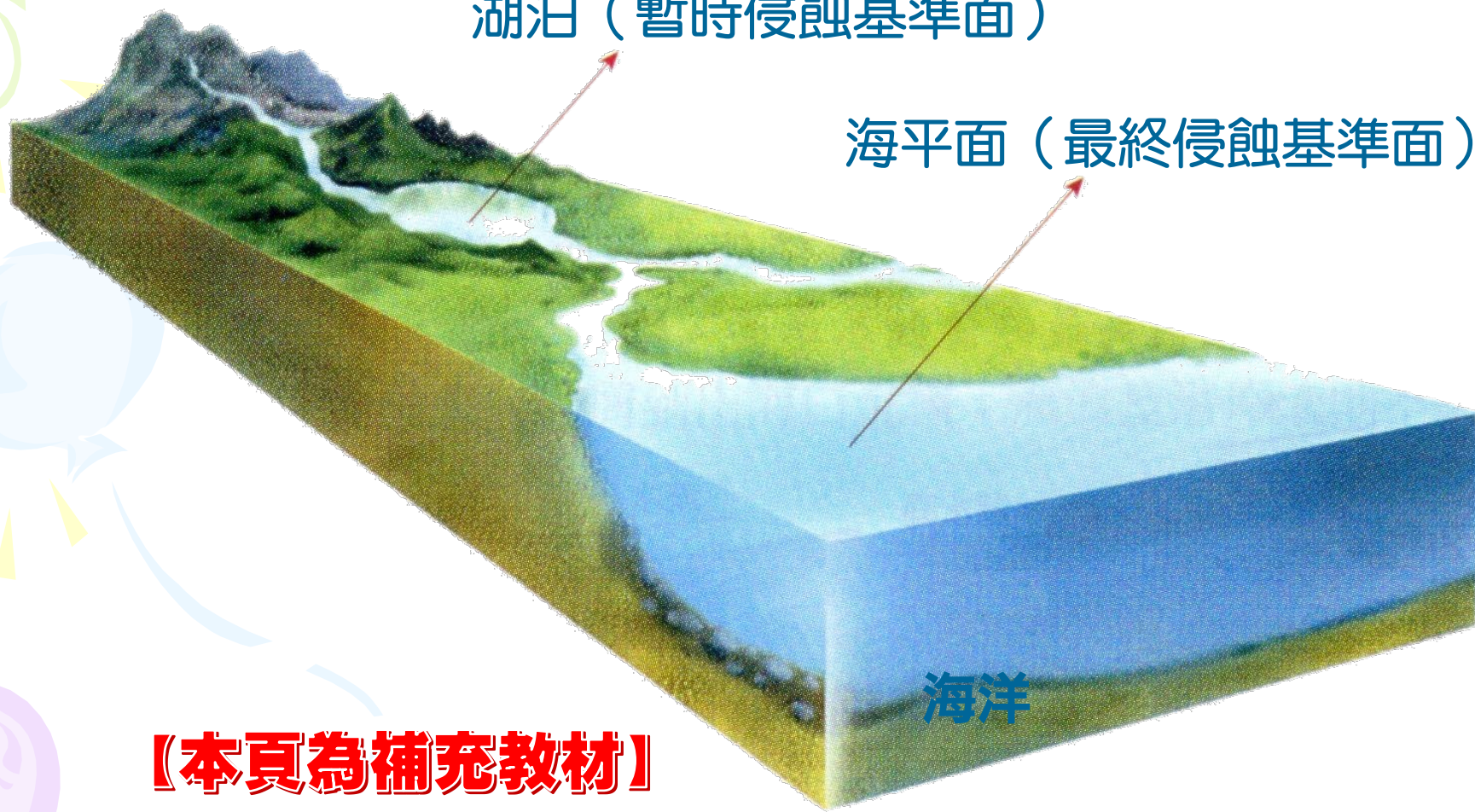
# 侵蝕基準面（水面）





湖泊（暫時侵蝕基準面）

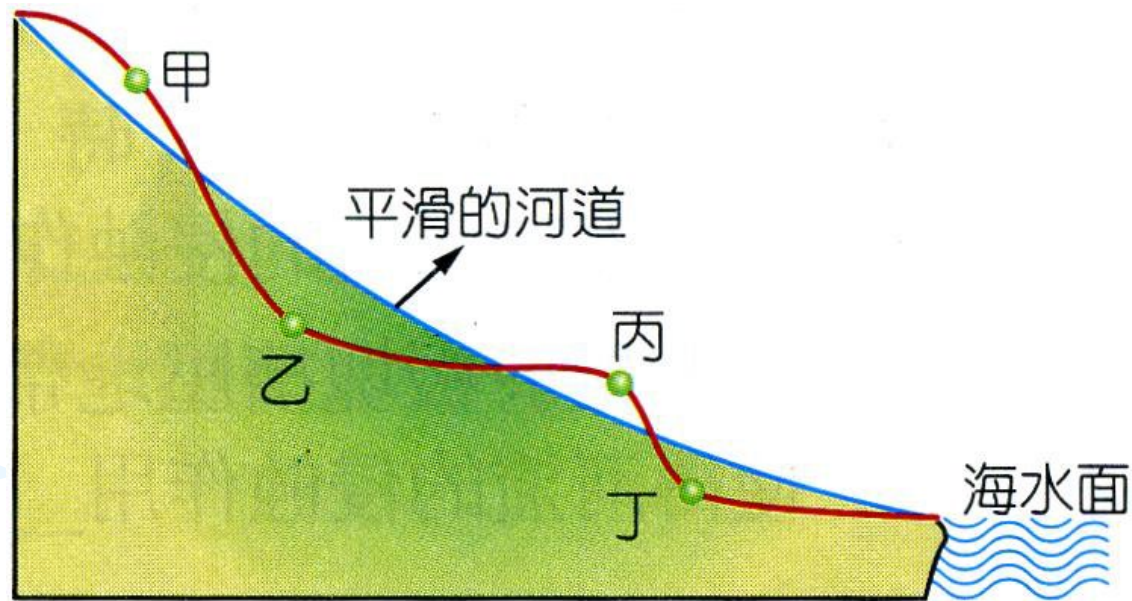
海平面（最終侵蝕基準面）



**【本頁為補充教材】**

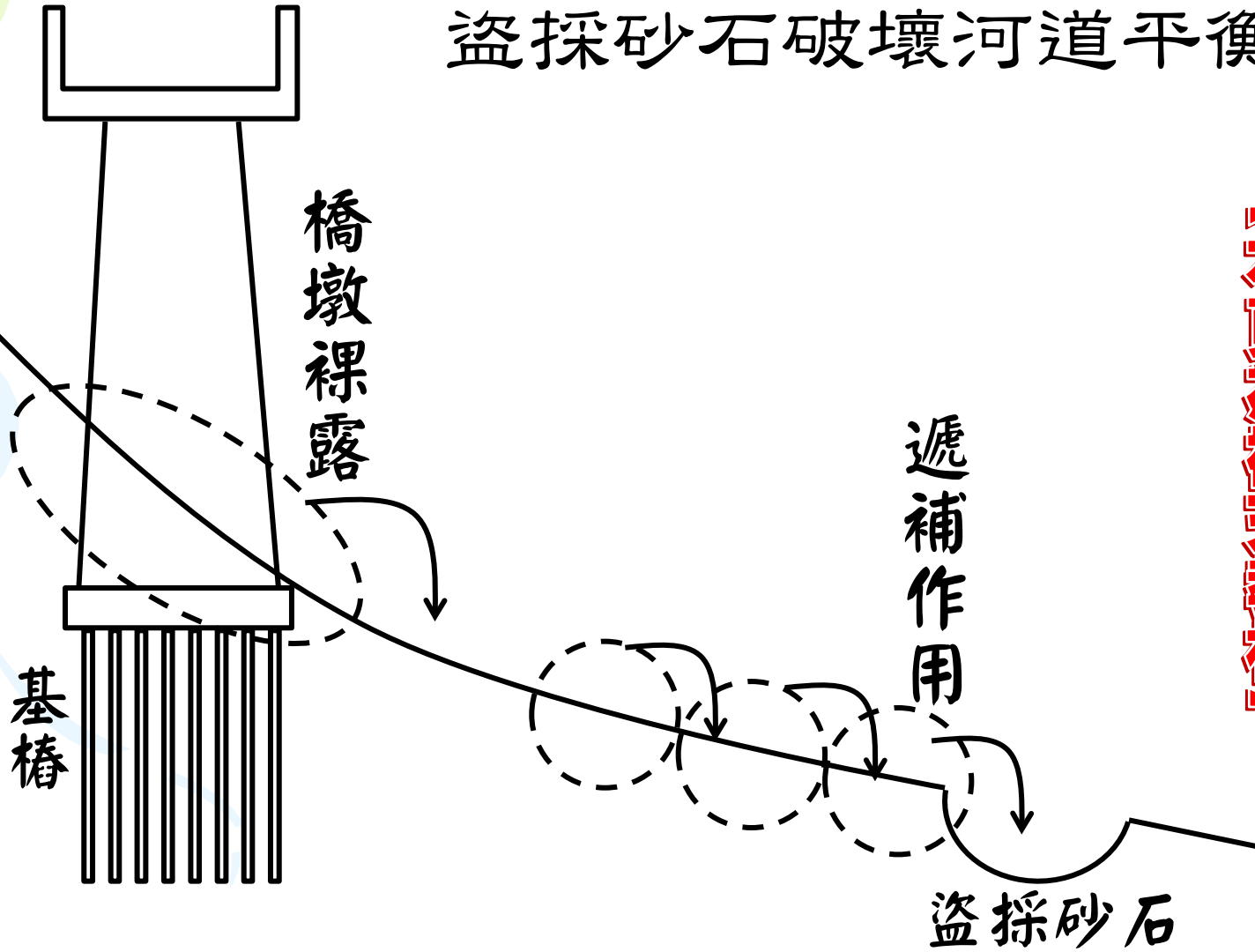


# 河道平衡：河道漸趨平滑



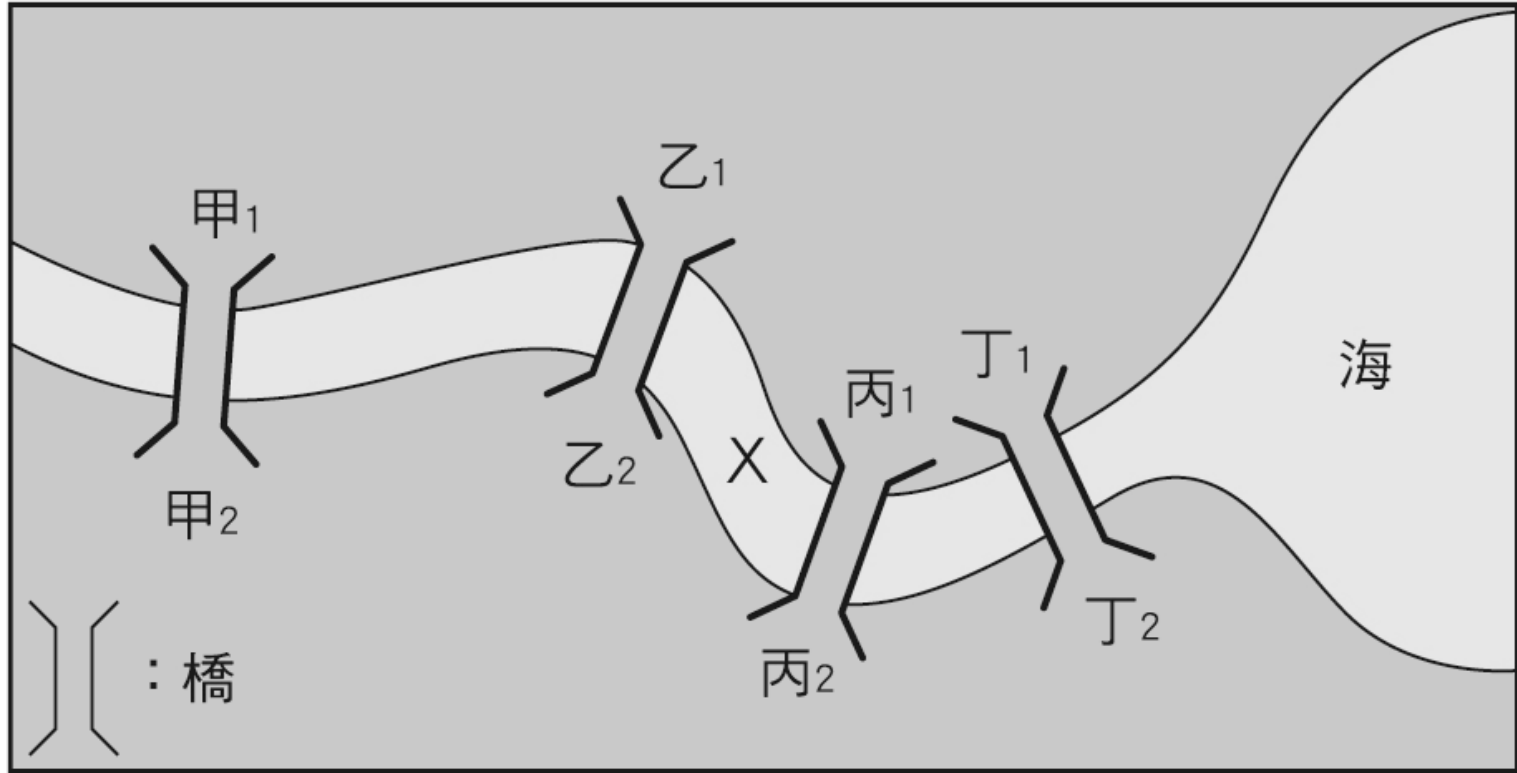
【本頁為補充教材】

# 盜採砂石破壞河道平衡



【本頁為補充教材】

**【本頁為補充教材】**

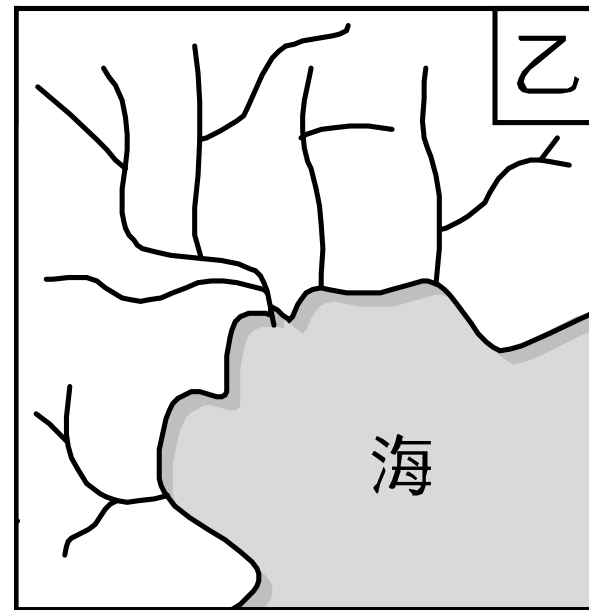
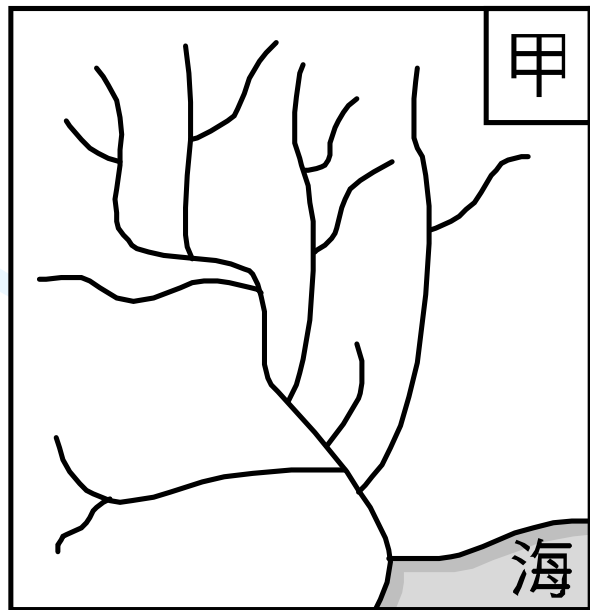


# 海岸線平衡

- 海浪侵蝕的速度  $>$  河流帶來沉積的速度  
→ 海岸線向陸地內縮 (陸地面積縮小)
- 海浪侵蝕的速度 = 河流帶來沉積的速度  
→ 海岸線平衡 (海岸線不變, 陸地面積不變)
- 海浪侵蝕的速度  $<$  河流帶來沉積的速度  
→ 海岸線向海上擴大 (陸地面積增加)

※ 雲嘉外海的「外傘頂洲」面積正在縮小

- (D) 下圖是某地區海岸線變化示意圖，甲圖的地形經過數千萬年後變成乙圖的地形。由圖中推論，導致該海岸地形變化的因素，不包括下列哪一項？
- (A)可能海平面上升 (B)可能上游蓋了水庫或攔砂壩 (C)可能陸地下沉 (D)可能上游濫墾濫伐、水土保持不佳。





# § 5-3 岩石與礦物

## 岩石

**岩石的定義：**天然產出，由一種或多種礦物  
(天然的混合物)組成，包括已固結或仍然疏鬆  
的組成地殼之物質。

▲ 岩石依成因（形成過程）分為三大類：  
火成岩、沉積岩、變質岩

岩石命名：○○岩；礦物命名：○○石、○玉

# 火成岩分類

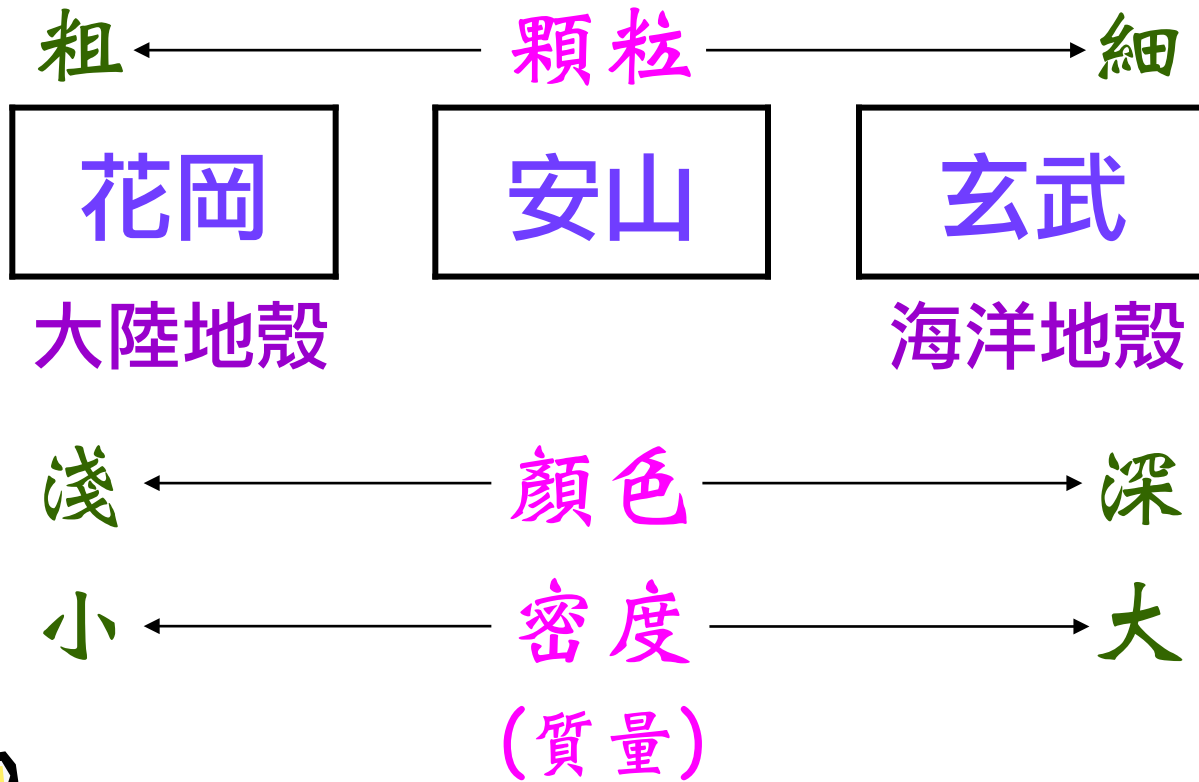
深成岩：岩漿未噴出地表，在地底下慢慢冷卻，組成礦物有時間結晶，顆粒較粗，如花岡岩。

火山岩：岩漿噴出地表，迅速冷卻，礦物無充足時間結晶，顆粒細，如玄武岩、安山岩。

●火成岩為地殼中最多的岩石●



# 火成岩比較



# 台灣地區火成岩分布



**安山岩**：北部大屯火山群、基隆火山群、龜山島、海岸山脈、蘭嶼、綠島等等（西太平洋火山島鏈，北從日本、琉球，南到菲律賓、印尼的火山皆是）

岩漿黏稠  
流速慢  
錐狀火山

**玄武岩**：澎湖群島（國外：夏威夷群島、冰島）  
(熔岩台地)

柱狀節理  
岩漿流速快  
盾狀火山

**花岡岩**：金門、馬祖

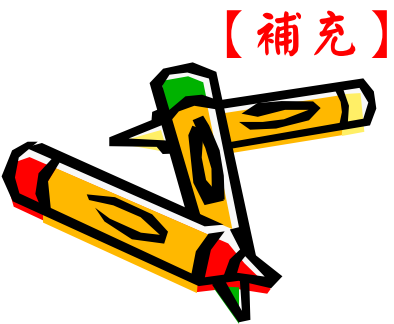
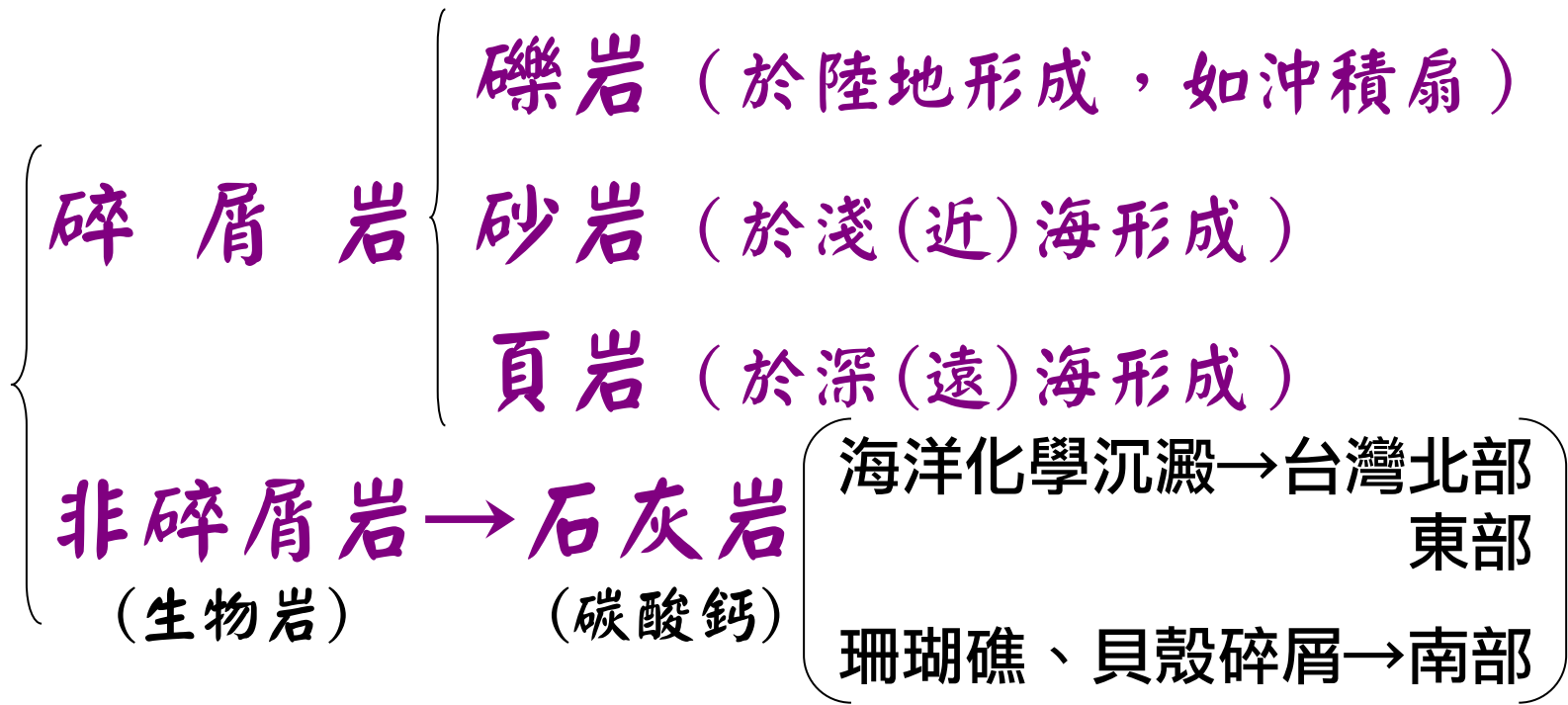


柱狀節理





# 沉積岩分類 (特徵：層狀構造)



【補充】

砂、頁岩互層，為河流流速變化造成搬運能力改變





## 沉積岩比較

- 顆粒大小比較：礫 > 砂 > 頁
- 抗風化侵蝕能力：砂 > 頁  
(造成差異侵蝕) (礫岩不一定)

## 沉積岩的重要性：

- 為最常見(砂岩、頁岩為最)，卻是地球上最少的岩石，因為只分布在地表一、二公里厚。
- 是唯一能保存化石和化石燃料(煤、石油、天然氣)的岩石；可用來研究各地過去的沉積環境和地質史。



# 變質岩

▲變質作用：岩石在高溫或高壓下，未達熔化的程度時，發生了成分或結構上的改變。

【補充】

高溫變質：岩漿流經時，被岩漿接觸到的岩石，容易發生成份上的改變，又稱「接觸變質」。

高壓變質：聚合性板塊交界帶，板塊擠壓造成岩石內的礦物結晶被壓成片狀、扁平狀，致岩石結構改變，較之前緊實堅硬。

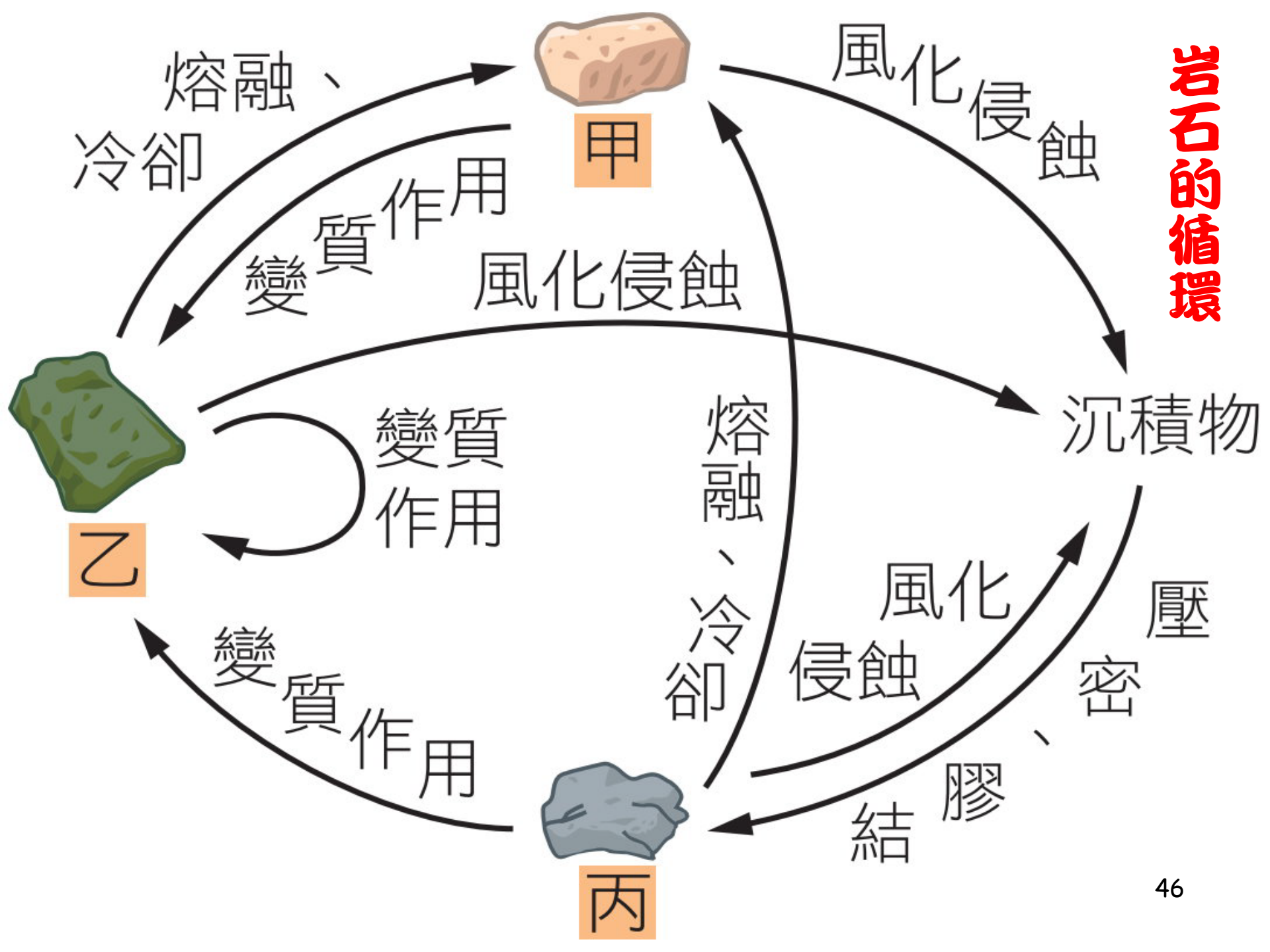


# 重要變質岩

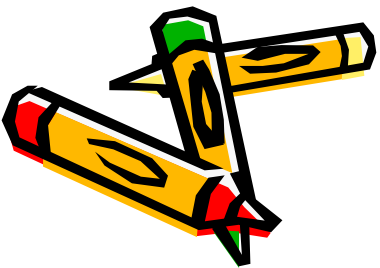
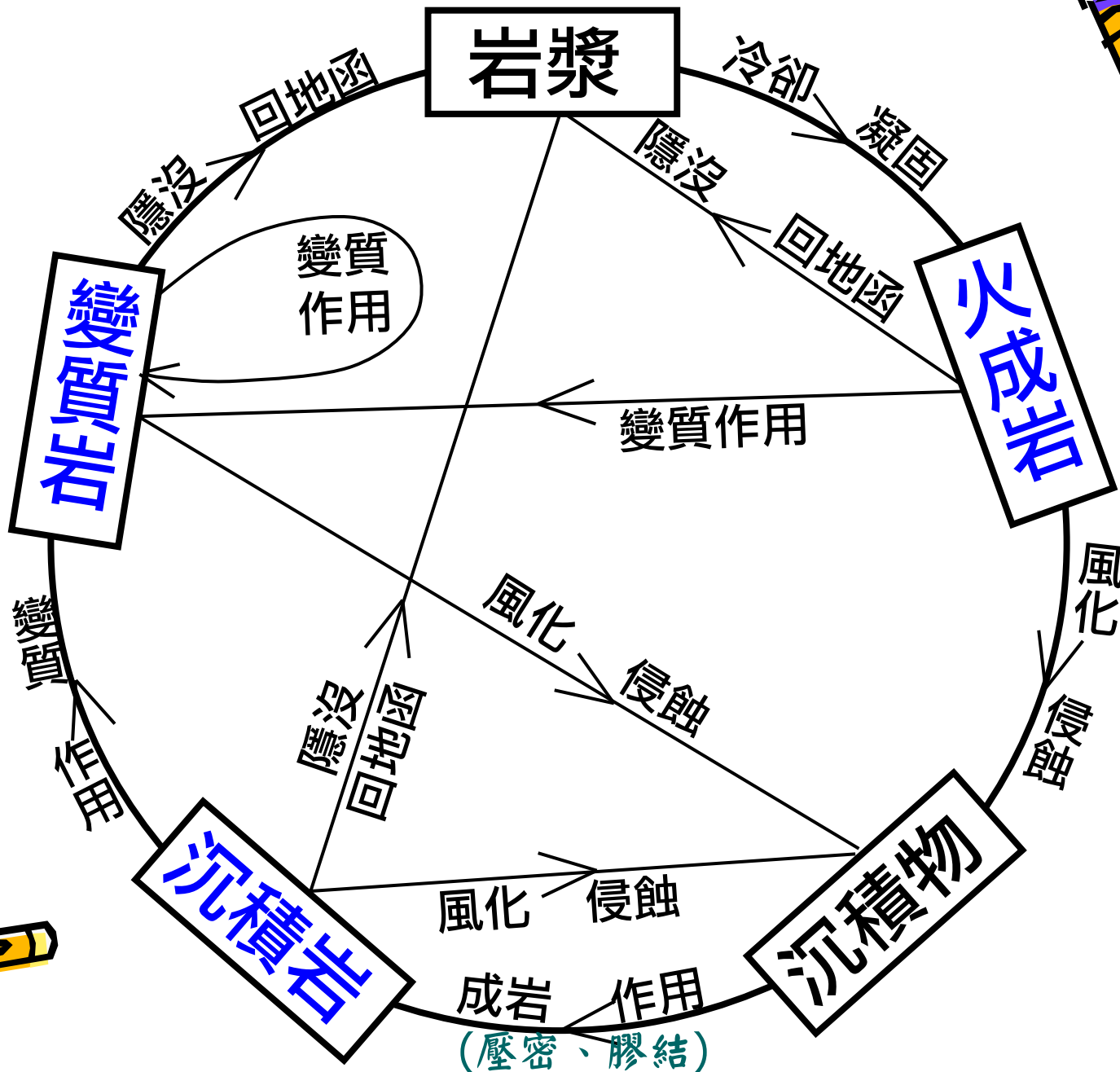
- 石灰岩  $\xrightarrow{\text{變質成}}$  大理岩  
(屬結構變質，成份未變，皆為碳酸鈣)
- 頁岩  $\xrightarrow{\text{變質成}}$  板岩、片岩  
(原住民用板岩建石板屋、做石棺)
- 玉：為輝石、角閃石在變質環境中形成，亦即「玉」產於變質岩中。



# 岩石的循環



# 岩石的循環 (完整版)





# 礦物



**礦物的定義：**天然產出、均勻、無機的固態物質，絕大部分為晶質，具有一定的化學成分和物理性質。

(天然的純物質)

元素  
化合物

例：煤礦→主要成分為碳，仍含有機雜質→非礦物

琥珀→樹木分泌的樹脂(有機物質)→非礦物

珍珠、珊瑚→生命製造→非礦物

天然室溫下的”汞”→液態→非礦物

人為製造的冰→非礦物；天然的冰→礦物



# 鑑別礦物的五大物理性質



課本只提到



1. 顏色（外觀的顏色）
2. 條痕（礦物粉末的顏色）
3. 硬度（礦物抵抗磨損的能力）
4. 晶形（結晶的形狀）
5. 解理（結構脆弱的斷面）



# 硬度



## 莫氏硬度表

10. 金剛石 (鑽石)	5. 磷灰石
9. 剛玉 (紅、藍寶石)	4. 螢石
8. 黃玉 (拓帕石)	3. 方解石 (碳酸鈣)
7. 石英 (水晶、瑪瑙、玉髓、碧玉)	2. 石膏
6. 正長石	1. 滑石

※各級硬度間再劃分1/2，即1.5 2.5 3.5 4.5...依此類推。



- 隨身物品硬度：

指甲 2.5

銅幣 3.5~4.0

鋼刀(瑞士刀) 5.5

玻璃 5.5~6.0

- 寶石礦物：硬度 $\geq 8$ ，因為自然界的灰塵風沙中有許多石英砂顆粒(硬度=7)，如果寶石硬度不夠高，很容易磨損受傷。
- 半寶石礦物：硬度 $< 8$





【本頁至最後一頁皆為補充教材】

## 玉

1. 硬玉：硬度 $6.5\sim 7$ ，又稱「輝玉」，屬輝石類，如：翡翠，主要產地在緬甸北部。因產量少而珍貴。
2. 軟玉：硬度 $6\sim 6.5$ ，又稱「閃玉」，屬角閃石類，如：台灣玉。

P. S. 「翡翠」事實上是紅色的「翡玉」和綠色的「翠玉」兩種玉，但因翠玉較受歡迎，後來人們指的翡翠就是翠玉



# 顏色

即礦物外觀反射光線的顏色。顏色只能作為初步的辨認，並不可靠，因為不同的礦物常有相同的顏色；反之，同一種礦物卻常因含雜質不同，而呈現不同的顏色，例如：水晶（結晶良好的石英）

紫水晶：亞鐵離子

黃水晶：鐵離子

粉(紅)晶：錳or鈦離子

煙 晶：碳

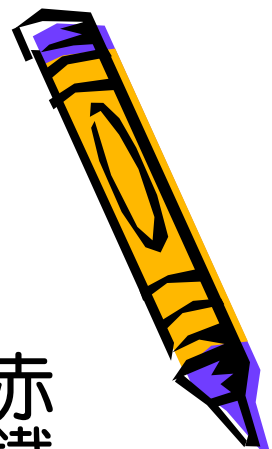
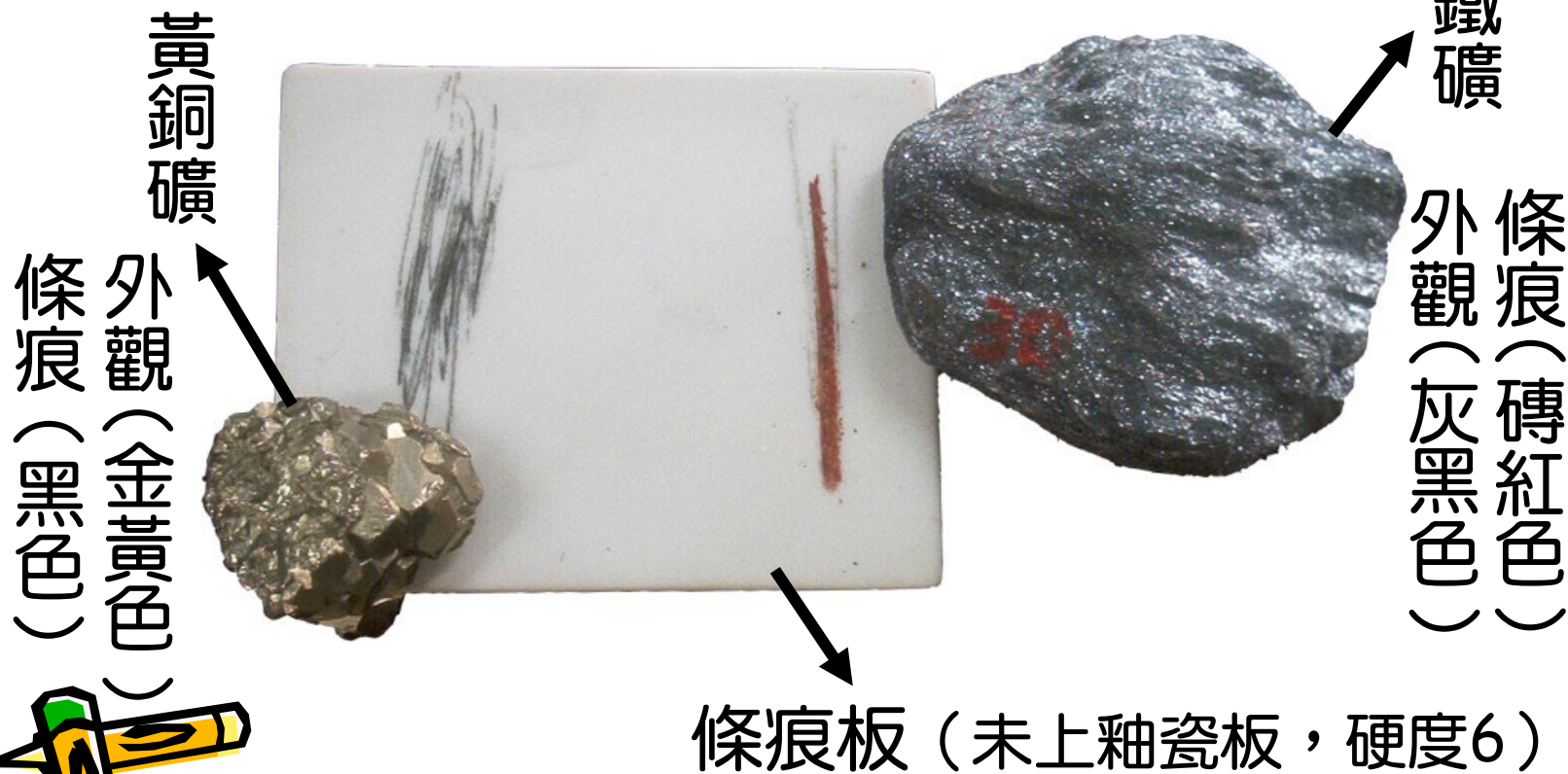
髮 晶：金紅石or電氣石

P. S. 礦物亦可經由放射線照射、浸泡化學藥劑等人為的技術改變礦物的顏色。



# 條痕

## 【礦物粉末的顏色】



# 條痕

- 外觀呈現不同顏色的同種礦物，所畫出來的條痕顏色會相同；換言之，條痕是鑑別是否為同種礦物的重要性質之一，就像親人驗DNA一般。例如：赤鐵礦有**灰黑色**和**磚紅色**兩種，但它們的條痕都是**磚紅色**的。
- 要畫出條痕，必須配合硬度。硬度不同的礦物間互相刻畫，必定得到硬度小的礦物條痕。相同硬度礦物互相刻畫，用尖端刻畫平面，則能得平面端的條痕。



# 晶形

分為六大晶系 { 等軸、正方、六方 } 晶系  
{ 斜方、單斜、三斜 }

## 解理

當礦物受外力敲擊時，沿著特定面破裂，出現平行而光滑的破裂面

白雲母



一組發達的解理

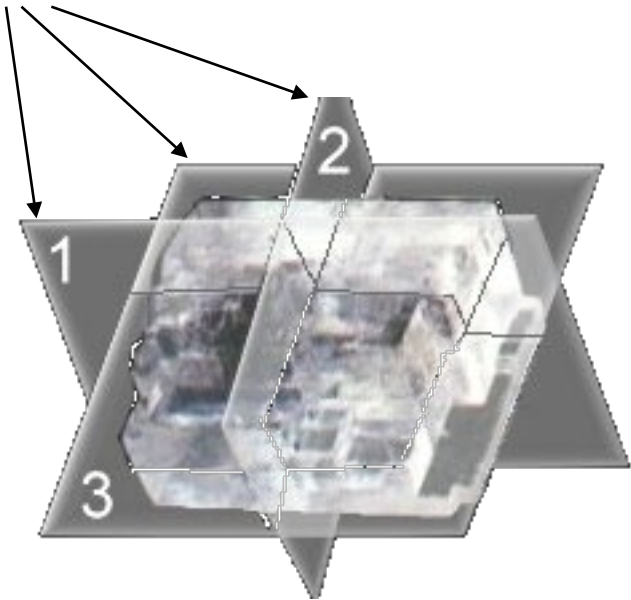
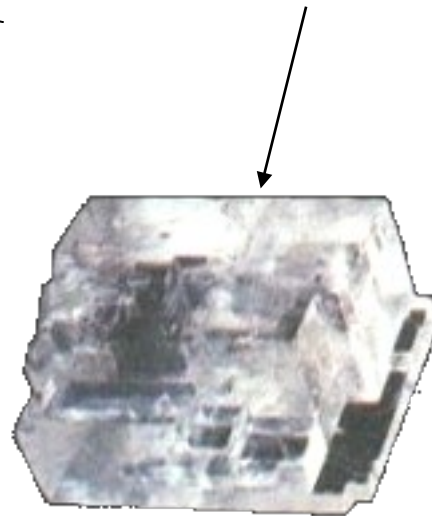




# 解理數

單位  
組 or 方向

- 無：石英（斷裂處稱斷口）
- 一：雲母（非常發達，即很脆弱）
- 二：長石、輝石、角閃石
- 三：方解石（數量多）





# 含量整理

地殼中含量佔第一位的礦物：長石

地殼中含量佔第二位的礦物：石英

地殼中含量佔前四名的元素：

氧 > 矽 > 鋁 > 鐵（5~8名：鈣鈉鉀鎂）

地殼中最常見的礦物種類：矽酸鹽類

## 矽酸鹽類

以矽氧四面體為基本單位組合而成各種礦物，如石英、長石、雲母、輝石等等。



# 造岩礦物

- 礦物有數千種但是常見的只有十多種，大約構成地殼物質96%以上，稱為**造岩礦物**。
- **造岩礦物**可以分成**碳酸鹽**、**矽酸鹽**兩大類。
- **碳酸鹽類**：主要為**方解石**。



# 造岩礦物



- 矽酸鹽類：又可分為

矽鋁質矽酸鹽→含矽鋁成份多→顏色較淺、比重較小→在地球淺層岩石中含量較多→如長石、石英、白雲母

鐵鎂質矽酸鹽→含鐵鎂成份多→顏色較深、比重較大→在地球深層岩石中含量較多→如輝石、角閃石、黑雲母、橄欖石



【本章結束】