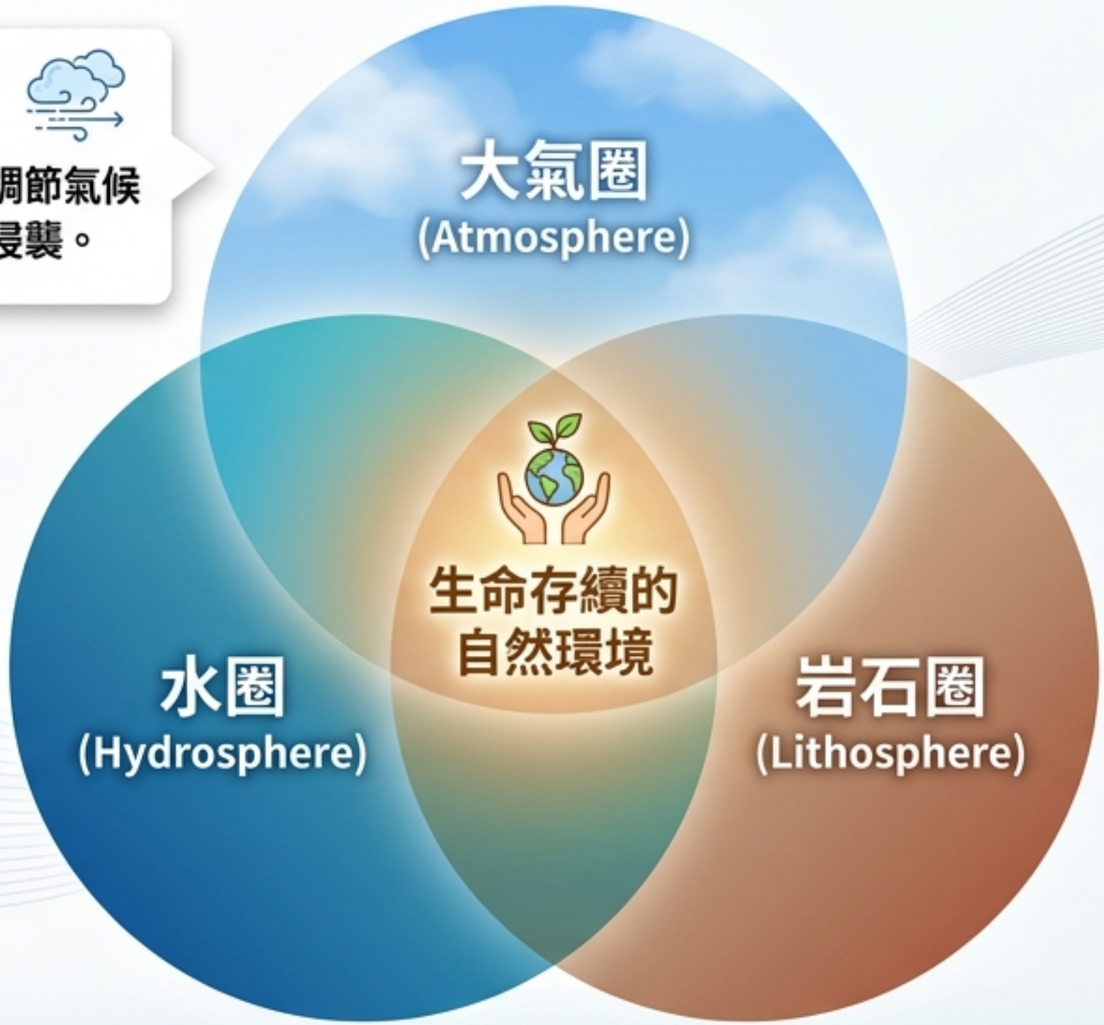

Chapter 5 / 巨觀視角 / 地球系統
地球的環境：
從流動的水圈到恆定的岩石
國中地科視覺化導覽｜圖解水循環、地貌雕刻與岩石礦物
Gemini Notebook

# 地球動態系統的交互作用

**Tag 1**

包覆地球的氣體層。調節氣候溫度、阻擋外來輻射侵襲。




**Tag 2**

涵蓋地表與地下的所有水體（海洋、冰川與地下水）。調節地球能量與形塑地貌的關鍵。

**Tag 3**

地球表層的固體岩石。構成我們居住的陸地並蘊藏豐富的天然資源。

**核心洞察：**

地球並非靜止不動，而是由這三大圈層不斷進行物質與能量交換的「動態平衡系統」。

Gemini Notebook

# 地球水資源分布

展示圖：
地球最大的水體。平均均鹽度 35‰，以氯化鈉 (NaCl) 為主，無法直接飲用或灌溉。

海洋 (97%)

淡水 (3%)

可利用淡水
(< 1%)



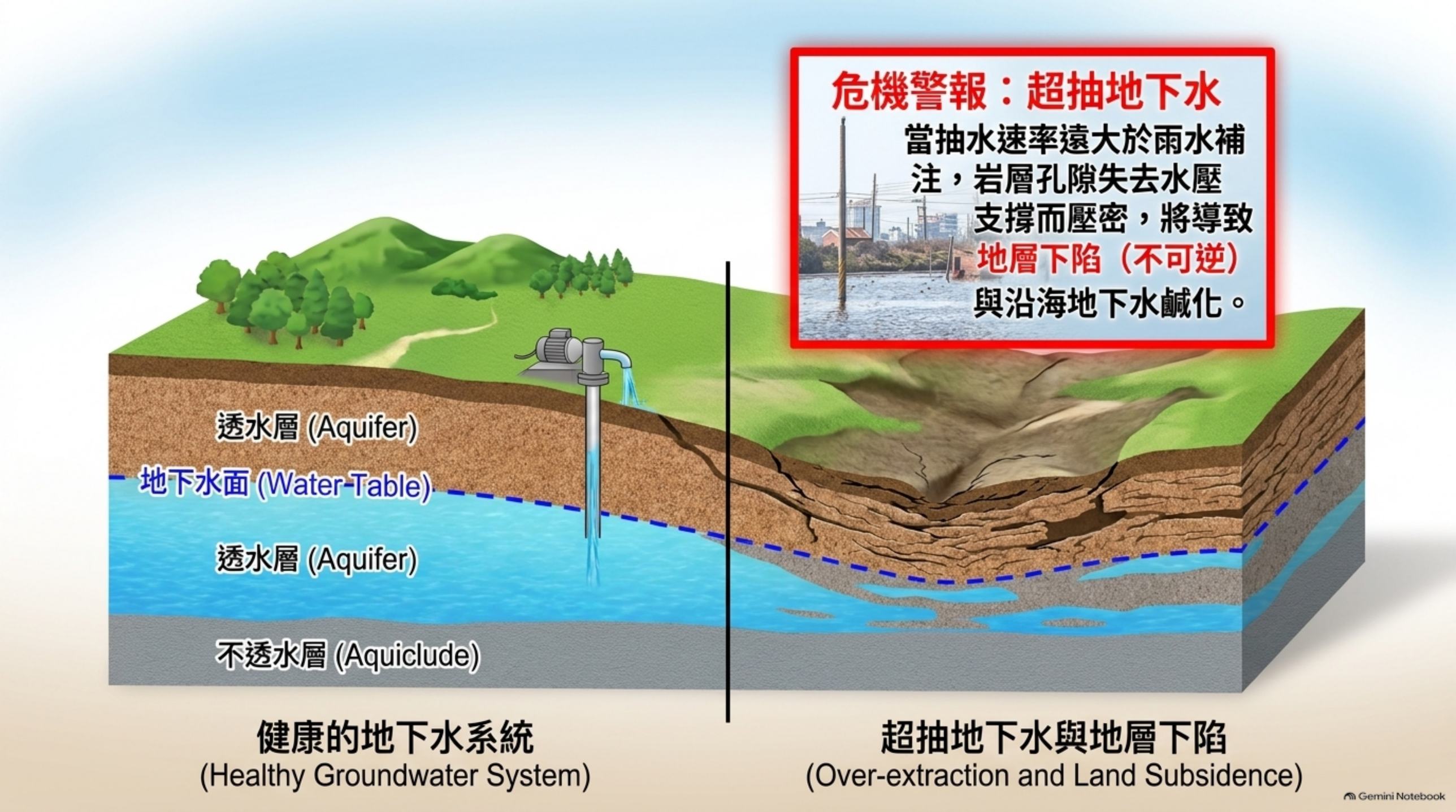

僅存在於地下水、河流與湖泊中，是人類生存的生命線。

冰川
(約 2%)



淡水的主體，分布於高山與極地。受暖化影響，冰雪消融正導致海平面上升。

Gemini Notebook




Gemini Notebook


凝結與降水 (Condensation & Precipitation)：
水氣升空冷卻凝結成雲，釋放「潛熱」（驅動劇烈天氣的動力），化為雨水降落。
蒸發 (Evaporation)：
引擎啟動。海洋吸收太陽熱能，液態水轉為氣態升空。
核心洞察：水循環不僅是三態變化，更是地球表面最大規模的能量轉移。
逕流與下滲 (Runoff & Infiltration):
水流回歸地表與地底，
化身為削平高山的刻刀。
Gemini Notebook


內營力 (Internal Forces)
• 定義：來自地球內部的能量。
• 作用：破壞平坦，使地表產生高低起伏（造山、造陸）。
外營力 (External Forces)
• 定義：來自太陽能與地球重力的驅動。
• 作用：像雕刻刀一樣，削平高地、填平低窪，使地表趨於平坦。
動態平衡：我們的山脈與峽谷，正是這兩股力量數百萬年來不斷拉扯、對抗所留下的傑作。
Gemini Notebook


1. 風化作用 (Weathering)
• 原處破壞。岩石因日晒雨淋或生物作用，發生碎裂或成分改變 （不專指風）。
2. 侵蝕作用 (Erosion)
• 原處剝離。外營力將風化後的碎屑帶離岩體表面。
3. 搬運作用 (Transportation)
• 路途打磨。碎屑在運送中不斷斷碰撞摩擦，變得光滑圓潤（如鵝卵石）。
4. 沉積作用 (Deposition)
• 靜止堆疊。流速減緩，碎屑依顆粒大小與重量依序沉下（淘選作用）。
Gemini Notebook

# 物理風化 (Physical Weathering)

## 特徵：岩石由大變小，但「成分不變」



冰裂作用（凍融）：水滲入岩縫，結冰體積膨脹，撐破岩石（常見高緯度/高山）。



熱脹冷縮：劇烈日夜温差使岩石表層如洋蔥般剝落。

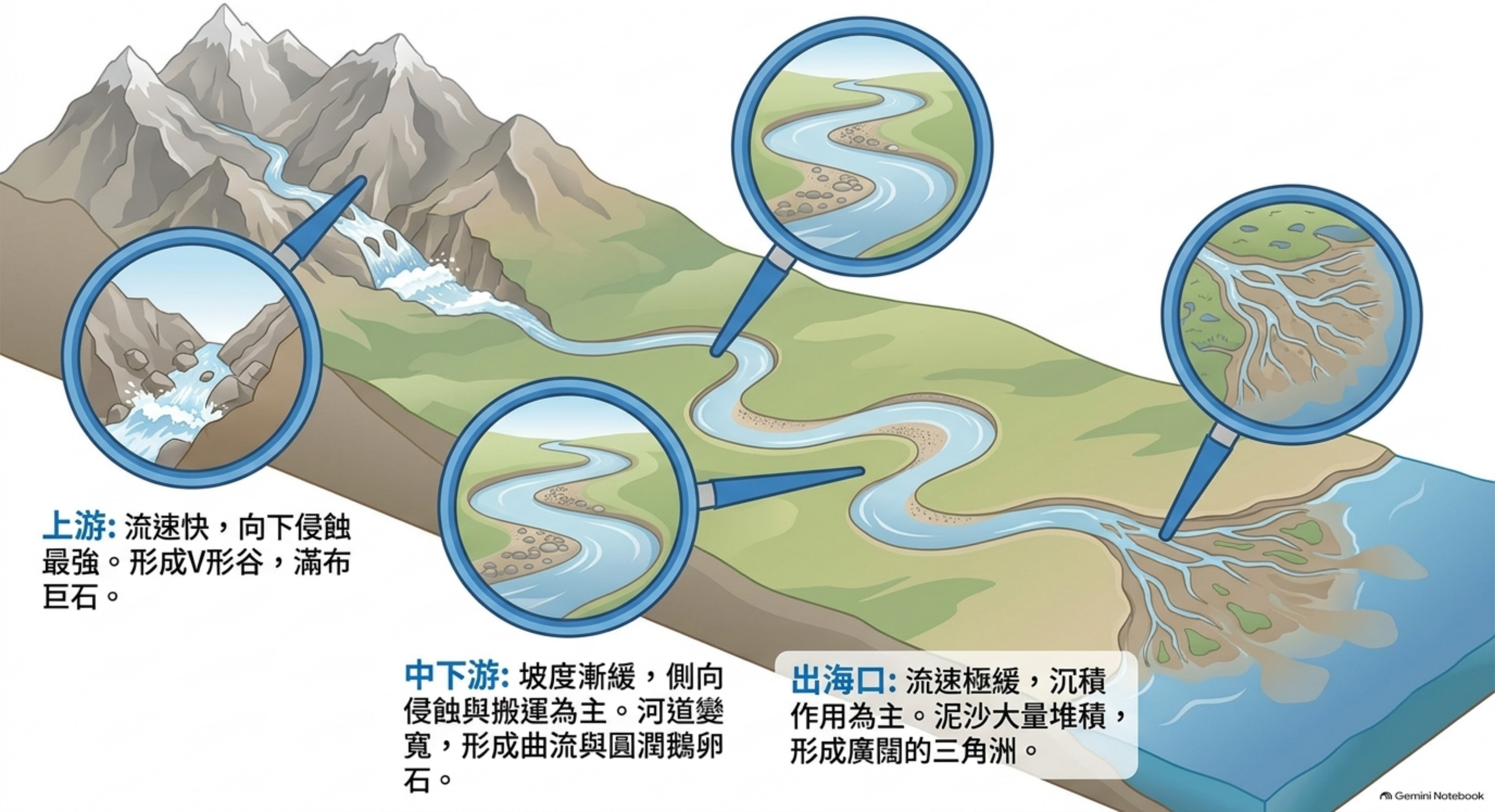
# 化學風化 (Chemical Weathering)

## 特徵：岩石發生化學反應，「成分改變」

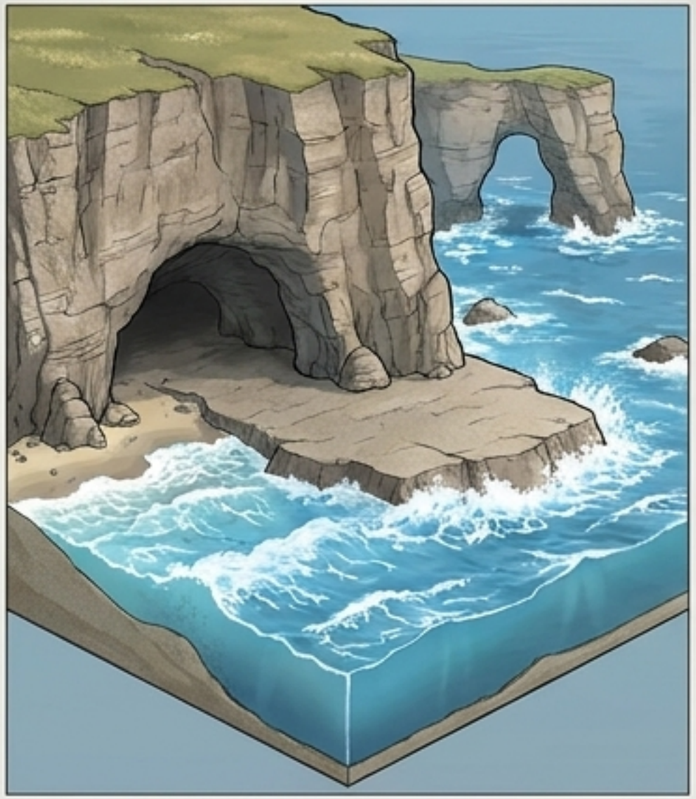


氧化作用：岩石中的鐵質與空氣中的氧和水反應，生成紅褐色的氧化鐵（生鏽）。例如：野柳的奇岩怪石。

Gemini Notebook


**上游:** 流速快，向下侵蝕最強。形成V形谷，滿布巨石。
**中下游:** 坡度漸緩，側向侵蝕與搬運為主。河道變寬，形成曲流與圓潤鵝卵石。
**出海口:** 流速極緩，沉積作用為主。泥沙大量堆積，形成廣闊的三角洲。
Gemini Notebook

## 大師一：海浪 (Waves)



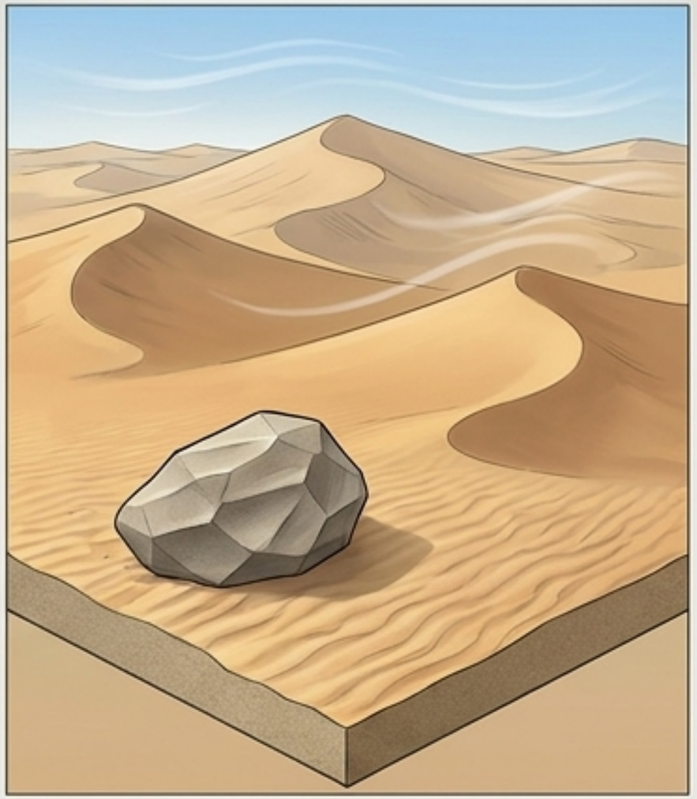
海岸線。拍打侵蝕雕刻出海蝕崖、海蝕洞、海蝕平臺；搬運沉積形成沙灘。

## 大師二：冰川 (Glaciers)



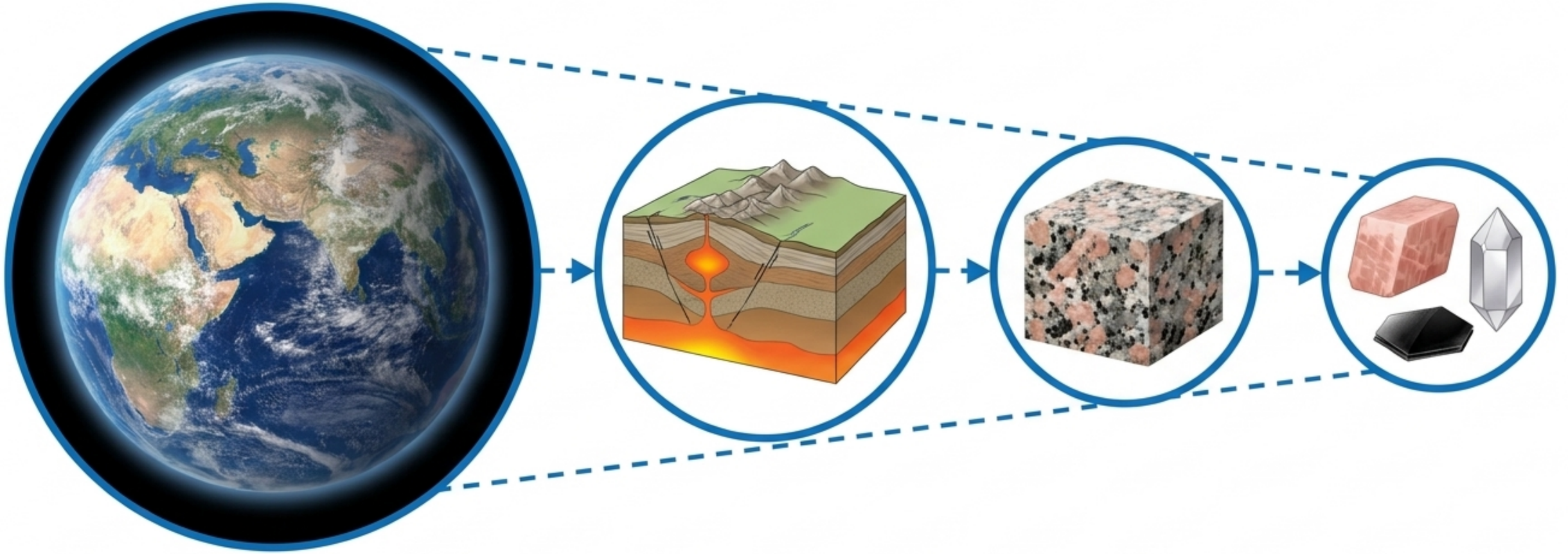
高山與極地。龐大冰體滑動產生強烈刮，切削出 U 型谷；前緣留下大小不一的混雜冰磧石。

## 大師三：風 (Wind)



乾燥無遮蔽處。挾帶沙粒磨蝕岩石形成風稜石；沙粒遇到障礙物堆積成動態的沙丘。

Gemini Notebook



概念釐清：

- 岩石（Rock）：由一種或多種礦物組成的集合體（混合物），無固定化學成分與物理性質。（例如：花岗岩）
- 礦物（Mineral）：天然產生、原子排列規則的固體無機物（純物質），具有特定化學成分與物理性質。（例如：石英 $SiO_2$）

Gemini Notebook

# 三大岩石家族比較 (Comparison of the Three Rock Families)

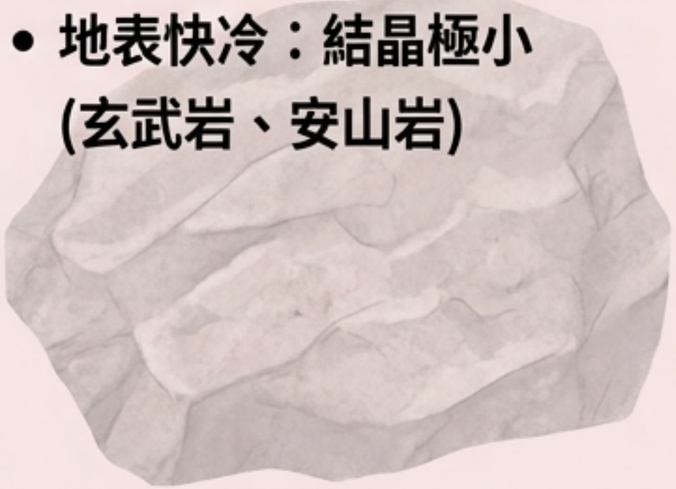


## 火成岩 (Igneous Rocks)

成因：岩漿冷卻凝固。

分類：

- 地下慢冷：結晶大 (花岡岩)
- 地表快冷：結晶極小 (玄武岩、安山岩)





## 沉積岩 (Sedimentary Rocks)

成因：碎屑經壓密、膠結層層堆疊。

特徵：具層理，可能含化石。

代表：

- 依顆粒：礫岩 > 砂岩 > 頁岩
- 化學沉積：石灰岩、鹽岩 (如圖)



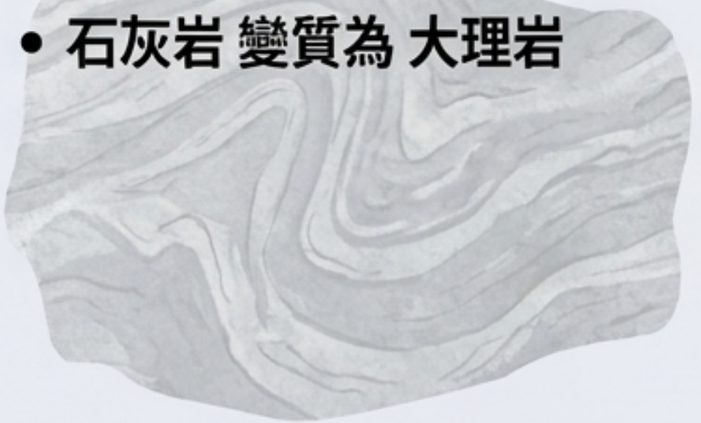


## 變質岩 (Metamorphic Rocks)

成因：岩石受高溫高壓，未熔融狀態下結構改變。

代表：

- 頁岩 變質為 板岩 (石板屋)
- 石灰岩 變質為 大理岩

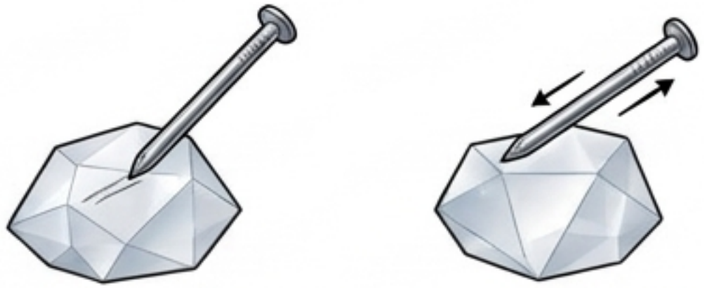


Gemini Notebook

# 礦物鑑定實驗室：誰是方解石？誰是石英？




## Test 1: 硬度測試 (Hardness)



使用鐵釘刻劃。石英硬度高，鐵釘無法刮傷；方解石硬度低，容易被留下刻痕。

結果：樣品 A = 方解石，樣品 B = 石英

## Test 2: 酸鹼反應 (Acid Test)




滴加稀鹽酸 (HCl)。石英 (二氧化矽) 無反應；方解石 (碳酸鈣) 會冒出二氧化碳氣泡。

結果：樣品 A = 方解石，樣品 B = 石英

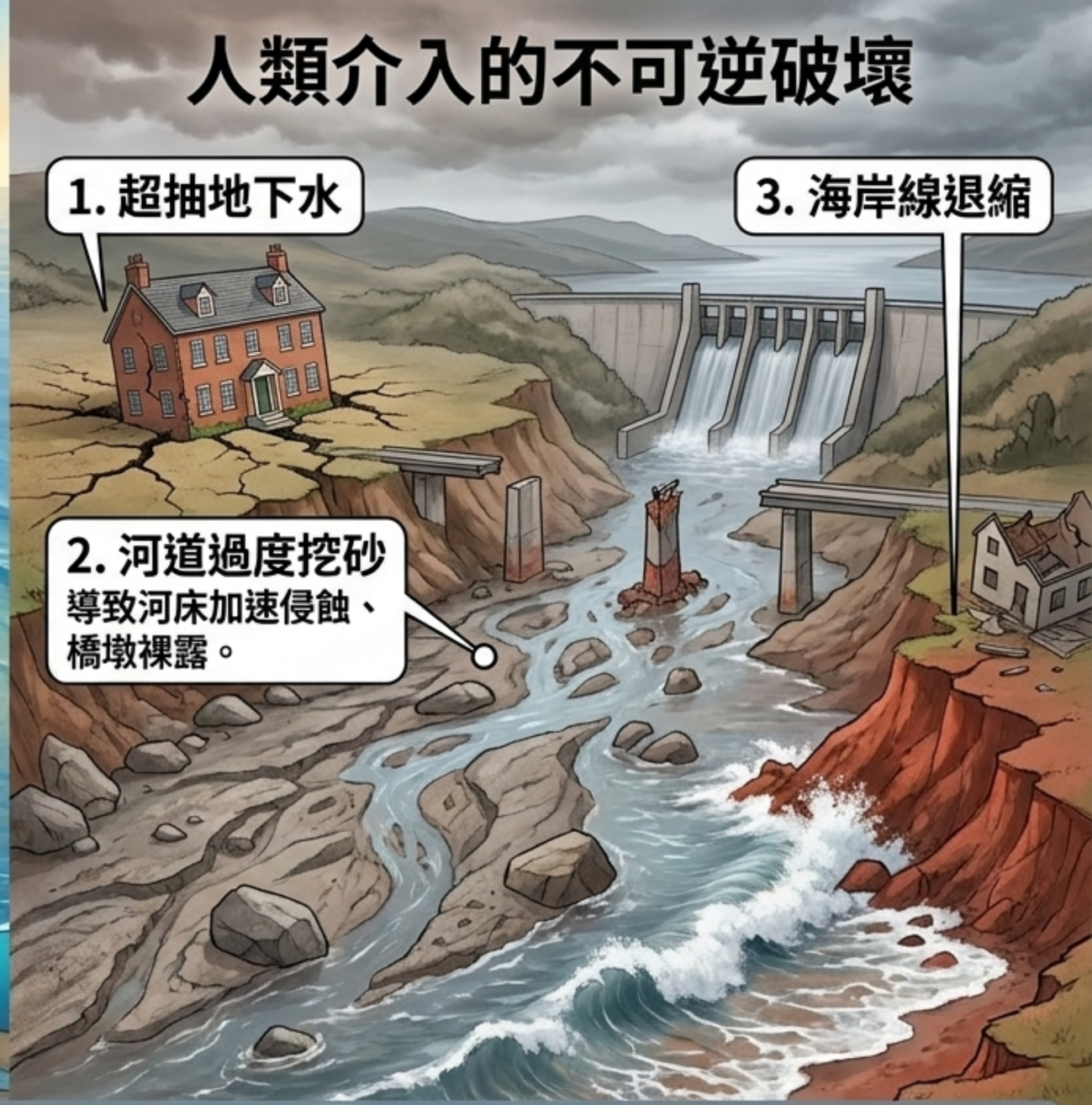
**引申應用：由於大理岩與石灰岩的主要成分皆為碳酸鈣，滴加稀鹽酸同樣會產生氣泡。**

Gemini Notebook

# 自然狀態的動態平衡



# 人類介入的不可逆破壞




結語：地球系統的環境是內外營力經過數百萬年達成的脆弱動態平衡。發展必須建立在保護環境的基礎上，避免不可逆的破壞。

Gemini Notebook