

3-1 地貌的變化

地質學之父：詹姆斯赫登

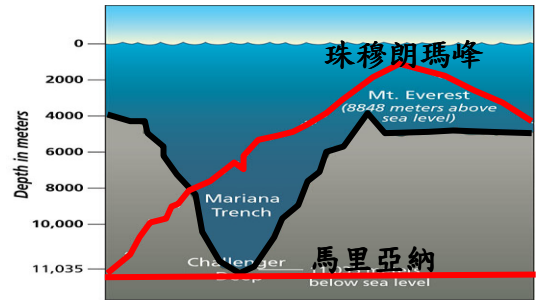
均變說：「現在是通往過去的一把鑰匙」

瞭解現在進行的地質作用之原理，便可推測地球的過去或未來的演變。

一、地球表面呈現明顯高低起伏

地表最深處 馬里亞納 海溝（最深處約 11 公里）

地表最高處 珠穆朗瑪峰（最高處約 9 公里）



二、造成地貌改變的原因

	營力類型	營力	作用與運動	地貌改變
交互作用	外營力	河水、海水 風、冰川	風化作用、侵蝕作用 搬運作用、沉積作用 <u>成岩</u> 作用	地表趨於平坦 (<u>均夷</u> 作用)
	內營力	地球內部 熱能、壓力	板塊運動、造山運動 火山活動、岩漿作用 變質作用	褶皺、節理 斷層、造山

(一) 緩慢的外營力作用：高聳的地貌夷平，凹陷的窪地填滿

(二) 快速的外營力作用：山崩 與 土石流 亦可於短時間內造成顯著的地形地貌變化

(三) 緩慢的內營力作用：喜馬拉雅山脈 海拔約 9000 公尺，歷經 4~5 千萬 年

夏威夷茂納開亞 (Mauna Kea) 火山 4170 公尺 (高出海床超過 9000 公尺)

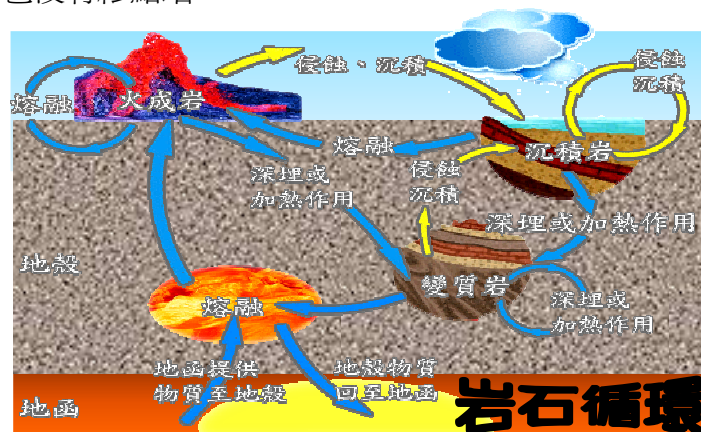
則是由持續約 一百萬 年火山活動產生的岩漿所堆積而成

(四) 快速的內營力作用：921 地震在瞬間造成地表上下位移達 8 公尺

三、岩石循環

(一) 火成岩、沉積岩、變質岩各在不同的環境下，經由不同的過程形成。

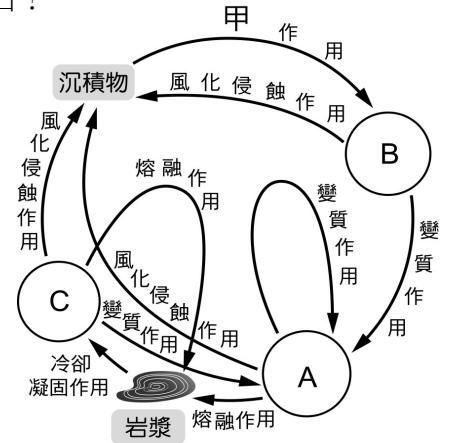
(二) 在地球上生生不息的 內營 力、外營 力作用下，地貌不斷的改變，岩石不停的轉變，沒有既定的路程，也沒有終點站。



【單元練習】

(A) 1.右圖為岩石循環的示意圖，其中 A、B、C 分別應為哪種岩石？

- (A)變質岩、沉積岩、火成岩
- (B)變質岩、火成岩、沉積岩
- (C)沉積岩、變質岩、火成岩
- (D)沉積岩、火成岩、變質岩



(B) 2. 承上題，則下列哪一項作用不會發生？

- (A)火成岩可經由熔融作用再形成火成岩
- (B)沉積岩可經由熔融作用形成火成岩
- (C)變質岩可經由侵蝕與沉積作用形成沉積岩
- (D)變質岩可經由熔融作用形成火成岩

【解析】沉積岩需進入地下深處才有機會熔融，所以需先經由深埋作用形成變質岩，才會再經熔融作用形成火成岩。

(B E) 3.以下哪些地質作用會使地表隆起，增加地表的起伏變化？（應選兩項）

- (A)侵蝕作用 (B)火山作用 (C)沉積作用 (D)風化作用 (E)造山運動

【解析】內營地質作用會增加地表的起伏

※.附圖為岩石循環的示意圖，A 至 F 的箭頭係顯示各岩類或相關物質間的地質作用方向。

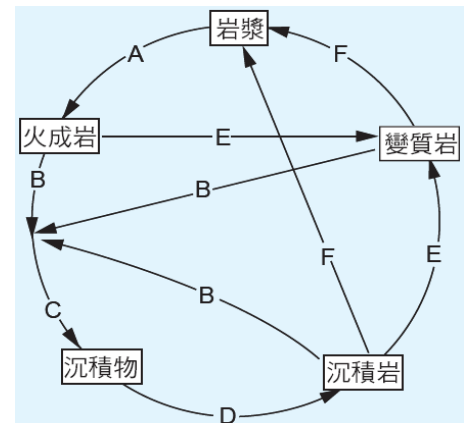
下列各個地質活動應對應到圖中 A 至 F 中的哪一作用？回答下列 4~11 題：

- (C) 4. 風化、侵蝕、搬運和堆積作用
- (A) 5. 火山活動或岩漿侵入等岩漿作用
- (E) 6. 因溫度、壓力增高而發生變質作用
- (F) 7. 在地底深處進行熔融作用
- (D) 8. 壓密、膠結等成岩作用
- (B) 9. 底岩層因造山運動而進行抬升作用
- 10. A 至 F 各個作用中，哪些是屬於外營力的地質作用？

C、D

11. 承上題，哪些又屬於內營力的地質作用？

A、B、E、F



【解析】圖中的 A、B、E、F 均為與板塊運動有關的地質作用，而板塊運動就是內營力的主要來源；

C、D 係以空氣和水為媒介而作用於地表，其營力的能量根源還是源自太陽，應屬於外營力的地質作用。

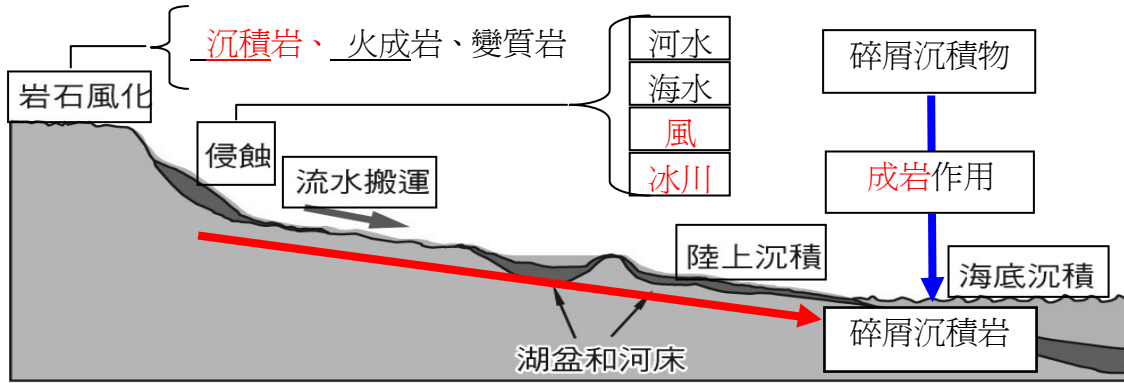
3-2 外營力的地質作用

定義：地表岩石與 水、空氣 及 生物 發生交互作用，形成了不同的地形地貌。

能量來源：來自地球表面的力量，以空氣和水為媒介使地表改變；能量主要來自 太陽 的熱能。

作用影響：使高聳的地貌夷平，凹陷的窪地填滿，造成 均夷 現象。


地表（外營）地質作用包含：風化 作用、侵蝕 作用、搬運 作用、沉積 作用。





一、風化作用

- 風化作用為岩石及礦物受外營力作用，其物理及化學性質發生變化，使岩石及礦物由 大 變 小 的崩解作用。
- 風化作用依分解破壞方式又分為 物理 風化、化學 風化和 生物 風化。

類別	物理風化	
作用	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 岩石受力作用，使其顆粒間結合力減弱而崩解成較小的殘塊、岩屑和更細粒的砂或粉砂 ➢ 岩石崩解前後無 <u>化學</u> 變化，也 <u>不</u> 生成新礦物 	
實例	<ol style="list-style-type: none"> <u>減壓</u>：上覆物受侵蝕或溶蝕（如冰層）被移走，使其壓力減小，體積 <u>膨脹</u> 而產生層層剝離，例如：<u>層</u> 狀剝離。 <u>凍裂</u> 或結晶 <ol style="list-style-type: none"> (1) 岩石裂隙中的 <u>水</u> 一旦結冰後，冰的體積增大，因而撐大岩石裂隙，經反覆作用後，使岩石崩解。 (2) 海岸附近的地層，也會因岩石裂隙含有 <u>鹽</u> 的結晶，產生類似的崩解作用。 劇烈的 <u>溫度</u> 變化：沙漠地區當岩石長期處於劇烈溫差變化中，使岩石熱脹冷縮，造成其礦物顆粒的膠結程度減弱，促使岩石崩解。 	

類別	化學風化	
作用	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 通常在高溫潮溼的地區，地表岩石受 <u>水</u> 與 <u>氣體</u> 的作用使岩石的成分改變，程度嚴重者可使原有組成礦物消失並生成 <u>新礦物</u> ➢ 使岩石 <u>物理</u> 性質隨之改變 ➢ 岩石經化學風化後，通常強度會變弱而較易崩解 	
實例	<p>(1) <u>氧化</u> 作用：岩石內含鐵質礦物接觸空氣和水時，產生新礦物 例如：黃鐵礦氧化後會生成 <u>赤</u> 鐵礦或 <u>褐</u> 鐵礦易剝落。</p> <p>(2) <u>溶解</u> 作用：岩石中的某些礦物會溶於液體被帶走，而使得岩石溶解。 例如：<u>石灰岩</u> 易溶於酸性的液體。</p> <p>(3) <u>水合</u> 作用：岩石中含易吸水的礦物，當這些礦物遇水後，使岩石變得鬆軟。 例如：硬石膏（CaSO₄）遇水後會變成 <u>石膏</u>（CaSO₄·H₂O）</p> <p>(4) <u>水解</u> 作用：有些礦物和水發生化學反應產生新礦物 例如：花崗岩中的 <u>正長石</u> 與水反應後，其所含之鈉與鉀會溶入水中，逐漸形成 <u>高嶺石</u>。</p>	   

類別	生物風化	
作用	生物在生長和活動的過程中，造成岩石的破壞。	
實例	<p>(1)當植物的 <u>根</u> 或 <u>種子</u> 深入岩石的裂隙中生長，會迫使裂隙不斷擴大，造成岩石崩解。 此為物理性破壞。</p> <p>(2)生物或其遺體析出 <u>有機酸</u> 或其他溶液腐蝕岩石使岩石變成鬆軟的物質。（例如青苔等植物） 此為 <u>化學</u> 分解作用。</p>	 

二、侵蝕作用

藉由河水、風、冰川與海水等介質將疏鬆、溶解或磨損的岩石物質搬離原地，故具較大的破壞力。

營力	河水	
作用	河水是改變地形地貌的最主要營力 河川因 <u>重力</u> 向低處流動為侵蝕主要力量來源	
實例	流速愈 <u>快</u> 、流量愈 <u>大</u> ，侵蝕力愈強。 向 <u>源</u> 侵蝕→造成河流加 <u>長</u> 向 <u>側</u> 侵蝕→造成河道加 <u>寬</u> 向 <u>下</u> 侵蝕→造成河道加 <u>深</u> (如 V 形谷)。	

營力	風	
作用	在 <u>乾燥</u> 氣候區作用最為旺盛，尤以沙漠區最為明顯。	
實例	(1)風藉由自身的力量帶走地表乾燥鬆散的細小物質，至他處堆積，稱為 <u>吹蝕</u> 作用。 (2)風以所挾帶的物質作為侵蝕工具，對沿途經過的岩石表面或裂隙進行磨擦破壞，稱為 <u>磨蝕</u> 作用。 例如： <u>風稜石</u>	

營力	冰川	
作用	常出現在終年積雪不消的高山和高緯度地區（如青藏高原和南極洲）	
實例	(1) 冰川因 <u>重力</u> 移動摩擦地表並帶走地表岩石碎塊使其呈現凹槽狀，造成 <u>挖蝕</u> 作用 (2) 隨冰川移動的砂礫使地表呈現出刮痕，造成 <u>刮蝕</u> 作用 常見的冰川地形：角峰、刃嶺、U 形谷等。	

營力	海水	
作用	海水的三種主要運動形式波浪、潮汐和海流，皆具侵蝕力，其中以 <u>波浪</u> 的侵蝕力最強	
實例	海水的沖刷力與其夾帶的砂礫，對岩石造成侵蝕作用 海水若進入岩石的裂隙中，也會因裂隙中的空氣被壓縮，造成壓力而使岩石碎裂。 例如：海蝕凹壁、海蝕崖、海蝕洞、海拱、海蝕柱、海蝕平臺、海蝕門等	

三、搬運作用

被侵蝕與風化作用下的產物隨自然營力移動改變地表外形。

營力	河水	
作用	最常見的搬運力。	
實例	<p>(1)可溶入水中：<u>溶解</u>方式。</p> <p>(2)無法溶解 細小的碎屑：<u>懸浮</u>方式。 較大的顆粒： <u>跳動</u>、<u>滑動</u>、<u>滾動</u>的方式。</p>	

營力	風	
作用	搬運形式可視搬運的顆粒大小而有所不同	
實例	<p>搬運顆粒大小和風速成正比 依其顆粒由小至大可分為三種搬運形式</p> <p>(1) <u>懸浮</u>：沙粒於空氣中飄浮移動。</p> <p>(2) <u>躍移</u>：沙粒被風揚起向前跳動。</p> <p>(3) <u>蠕移</u>：沙粒貼著地面向前移動。</p> <p>乾燥地區若遇強勁風吹，揚起的巨量沙塵 會遮天蓋地並影響空氣品質 稱為「<u>沙塵暴</u>」</p>	

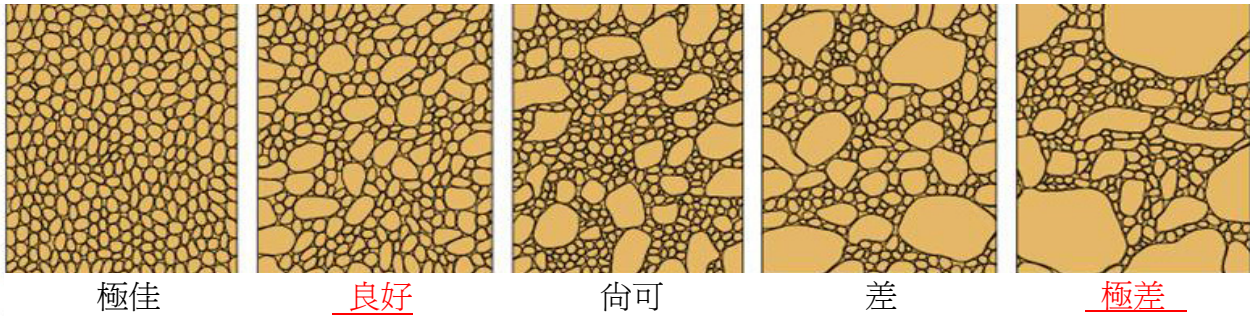
營力	冰川	
作用	具有很強的搬運能力	
實例	<p>冰川具有很強的搬運能力 大小顆粒均能被帶走</p> <p>冰川消融後，被搬運的顆粒開始 雜亂堆積成爲<u>冰磧</u>石。</p> <p>淘選度很<u>差</u>，堆積物也不具層理。</p>	

四、沉積作用

(一) 定義：搬運的營力減弱，或者溶解於搬運介質的物質因化學作用開始析出時的過程。

(二) 淘選度：堆積作用後，該區域沉積物組成顆粒的大小 均勻 程度。

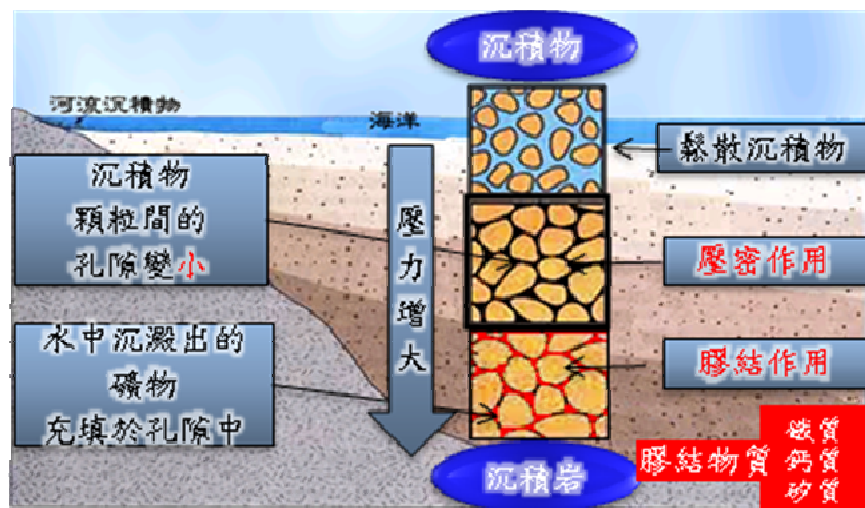
風和水流等營力的淘選度較 佳，重力或冰川等營力的淘選度則較 差。



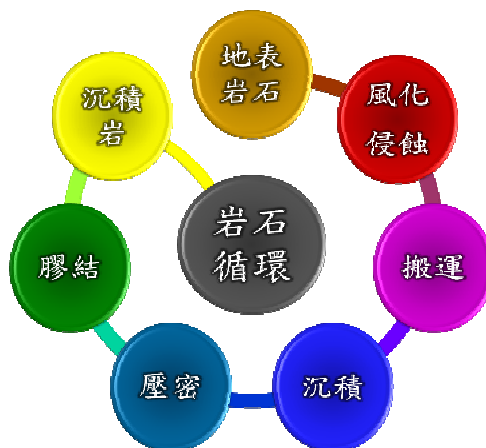
五、風化、侵蝕、搬運、沉積及成岩等循環過程

(一) 成岩作用：

1. 壓密 作用：當沉積物逐漸累積，底層沉積物因上覆物質增加而承受較大壓力，沉積物顆粒間的孔隙 減小。
2. 膠結 作用：從水中沉澱出的礦物充填於孔隙中，使周遭的顆粒物質更緊密結合。
膠結物質：鐵 質、鈣 質、矽 質



(二) 地底的岩石若經板塊運動擠壓，又會露出地表，重啓風化、侵蝕、搬運、沉積及成岩等循環過程



範例練習

- (D) 1. 下列有關沉積岩的敘述，何者正確？ (A)經由沉積作用變成沉積岩的岩石原先都是沉積岩 (B)沉積岩經過造山運動，再熔融後始成為沉積岩 (C)火成岩經過風化崩解後立即成為沉積岩 (D)沉積物經過壓密膠結作用才固結成沉積岩。

解題要訣：沉積岩是由沉積物經成岩作用（壓密、膠結）而成。沉積物的來源可以是各類岩石的碎屑或生物遺骸碎片。

- (A) 2. 下列何者不屬於地球外營力造成的地質作用？ (A)抬升作用 (B)風化作用 (C)侵蝕作用 (D)搬運作用。

解題要訣：抬升是地殼變動現象之一，屬於內營力。

- (B) 3. 上方岩石若移除，使下方深成岩呈減壓狀態下，會出現哪些狀況？甲、深成岩出現柱狀破裂；乙、深成岩抬升；丙、深成岩出現片狀破裂；丁、深成岩更容易溶解。上述哪些敘述是正確的？ (A)甲乙丙 (B)乙丙 (C)乙丁 (D)丙丁。

解題要訣：深成岩因釋壓後呈現片狀破裂，且因地殼均衡使岩層抬升。

- (A) 4. 下列關於風化作用和侵蝕作用的比較，何者正確？ (A)風化作用有助於侵蝕作用的進行 (B)風化作用必是無機作用 (C)岩石呈洋蔥狀的剝離是一種冰蝕的現象 (D)U型谷是河流侵蝕作用的結果。

解題要訣：(B)風化作用有生物（如植物的根）的影響。(C)洋蔥狀剝離的風化現象不同於高緯地區冰川磨蝕、括蝕的現象。(D)河流侵蝕形成的是V型谷。

- (B) 5. 所謂「滴水穿石」，是屬於下列哪種作用？ (A)風化作用 (B)侵蝕作用 (C)搬運作用 (D)沉積作用。

解題要訣：滴水穿石是岩石經雨水溶蝕，且原岩的物質被帶離。

- (D) 6. 有關冰川沉積物與河流沉積物的差異，下列敘述何者錯誤？ (A)前者沉積之顆粒多稜角 (B)前者沉積物顆粒較大 (C)後者沉積物圓度較佳 (D)前者淘選度較佳。

解題要訣：冰川搬運力很大，故沉積物大小不一，淘選度較差，且搬運過程少了碰撞磨擦的機會，顆粒形狀鮮少被磨圓成多角狀。

- (D) 7. 有關河流從山地進入平地時所發生之現象，下列何者不正確？ (A)河川坡度會減緩 (B)在山麓前緣地帶會形成沖積扇 (C)較大的顆粒會先沉積下來 (D)因流量增加使河水流速加快。

解題要訣：河流從山地進入平地時，會因坡度驟減而流速變慢，所搬運之顆粒會大量沉積。

【單元練習】

- (C) 1. 小明在野外找到「角礫岩」，他對此岩石的生成環境作了推論，下列敘述何者正確？ (A)曾經經歷大洪水將物質搬運了很長的路程 (B)是風力搬運下所沉積而成的 (C)和其他碎石碰撞摩擦的時間應該不長 (D)與其他火山噴出物一起形成。

【解析】(A)沒有很長的搬運過程，才能使岩屑仍保持多角狀。(B)風力無法搬運較大顆粒。(D)角礫岩不一定出現在火山活動區域。

- (B) 2. 下列何者不屬於化學風化？ (A)長石類礦物逐漸轉成黏土礦物 (B)岩石上覆冰層融化，減壓使岩石發生節理 (C)鐵鎂礦物經氧化形成褐鐵礦或赤鐵礦 (D)硬石膏加水變成石膏。

【解析】釋壓後，產生的破裂，沒有化學成分上的改變。

- (D) 3. 民國 89 年 8 月高屏大橋從中斷裂，造成重大災害。臺灣有諸多橋墩裸露的危橋，這往往是過度開採砂石後造成的何種現象？ (A)河流向源侵蝕能力增強 (B)河流流量增加 (C)河流堆積速度增快 (D)河流下切能力增強。

【解析】過度開採砂石後，造成河流侵蝕能力增大，加強了河流的下切能力。

- (A) 4. 黃土高原的沙塵是藉由何種營力而影響到臺灣地區的呢？ (A)風力 (B)親潮 (C)黑潮 (D)中國沿岸流。

【解析】沙塵靠風力搬運。

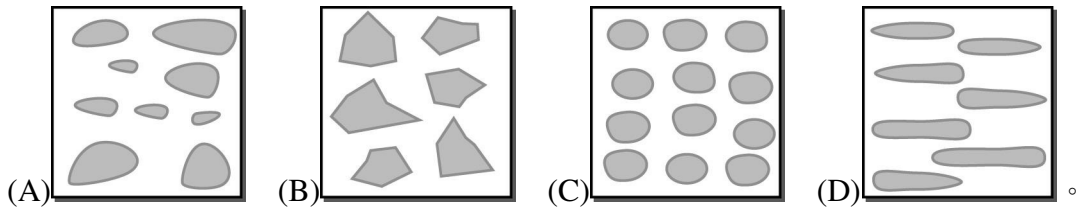
- (C) 5. 承上題，沙塵是以何種方式搬運？ (A)滾動 (B)跳動 (C)懸浮 (D)溶解。

【解析】風的搬運，較細粒的是以懸浮方式行進。

- (D) 6. 在下列何種情形可以發生沉積現象比侵蝕現象強？ (A)當河流被攜帶的岩石粒子較小時 (B)河流的坡度增加 (C)當流速變快時 (D)當流速變慢時。

【解析】當流速變慢，搬運能力降低，河流將以沉積作用為主。

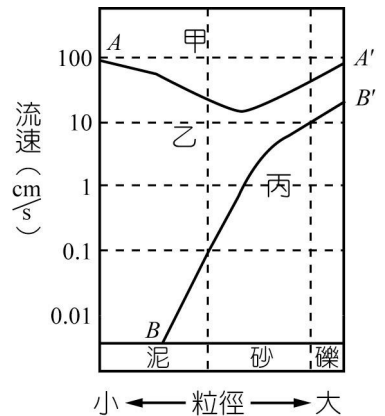
- (C) 7. 下列哪一堆沉積物搬運距離最遠？



【解析】搬運越遠，沉積物越磨圓。

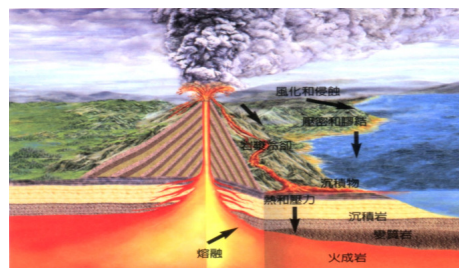
- (E) 8. 右圖為流速與沉積物粒徑的關係圖。曲線 AA'表示沉積的粒子開始運動的流速。曲線 BB'表示流速減慢時運動中的粒子開始沉積的流速。下列敘述何者不正確？ (A)甲是侵蝕 (B)乙是搬運 (C)丙是沉積 (D)河流流速減弱時，礫最先開始沉積 (E)最小流速可先搬動泥。

【解析】從 AA' 曲線看出搬動砂的流速最小，由 BB' 曲線可以看出當流速減弱時，礫的沉積物先沉積。



3-3 內營力的地質作用

- 內營力是板塊運動動力的重要來源，其作用與地形地貌的改變有極大關聯。
- 褶皺、節理與斷層為內營力作用最直接的證據。

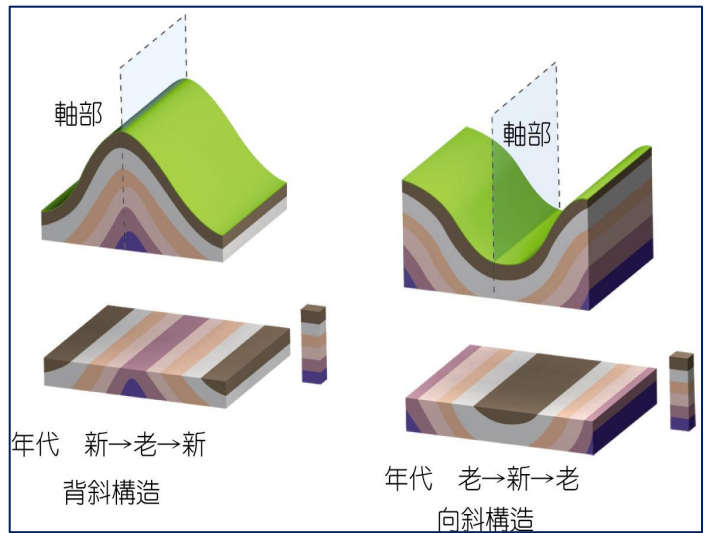
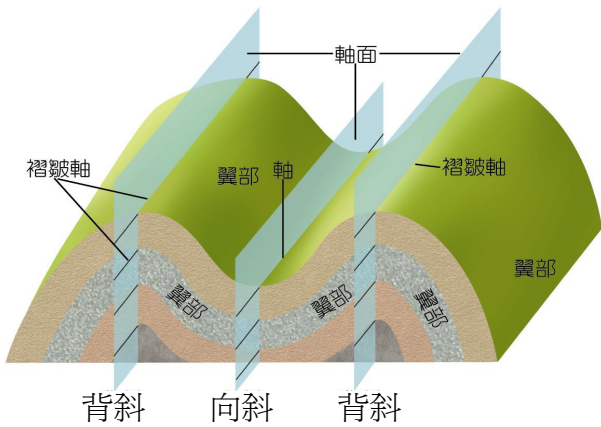


一、褶皺

- (一) 岩層受到擠壓力後，產生波浪彎曲狀的 塑性 變形，尺度可小至顯微鏡下才能被觀察，也可大至整座山脈的尺度。

(二) 各部分之名稱：

1. 岩層向上突起稱為 背斜 構造，向下凹陷稱為 向斜 構造。
2. 沿同一水平面，愈靠近向斜軸面的地層，其年代愈 年輕 ；愈靠近背斜軸面的地層，其年代愈 老 。



※其他形式的褶皺

對稱褶皺
軸線幾乎垂直，兩側的翼部和軸線傾斜的角度大約相等者
偃臥褶皺
也是倒轉褶皺，但軸面近乎水平使得兩翼幾乎平臥的褶皺

不對稱褶
擠壓力量不相等時，使得兩側翼部和軸線間的夾角不等的褶皺
等斜褶皺
兩翼幾乎互相平行的褶皺 軸面傾斜有平，有直甚至傾斜

倒轉褶皺
兩翼幾乎向同一方向傾斜，傾斜角度一翼大於九十度的褶皺
單斜褶皺
地層只發生局部的彎曲 地層呈局部傾斜，陡急的現象

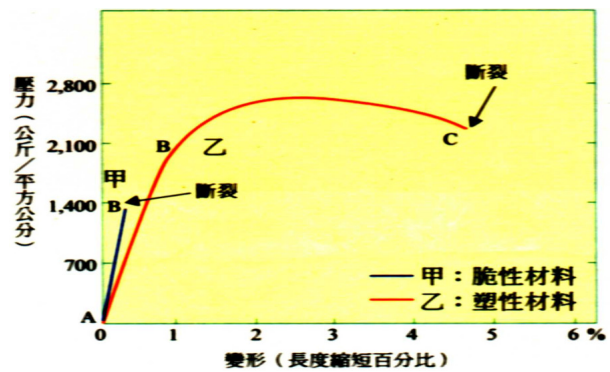
※岩石受外力後產生變形

a. 甲、乙兩種材料何者較脆？

甲、如：砂岩

b. 甲、乙兩種材料何者較具可塑性？

乙、如：頁岩

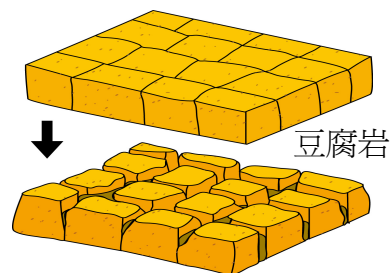


二、節理

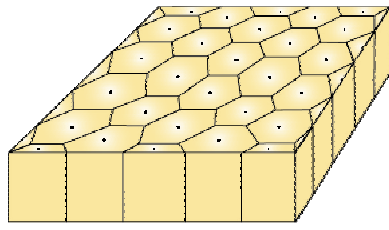
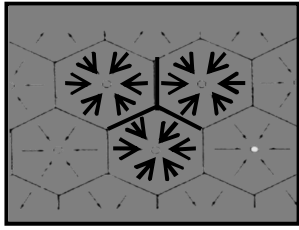
(一) 岩層受外力（壓力或張力）作用後可能會產生破裂，若破裂面兩側的岩層沒有明顯相對位移，此破裂面稱為 節理。

(二) 節理的形式

1. 同一岩層常有許多同方向的節理面，如豆腐岩便是 兩 組節理面。稱 正交 節理（海水延著節理方向快速侵蝕）



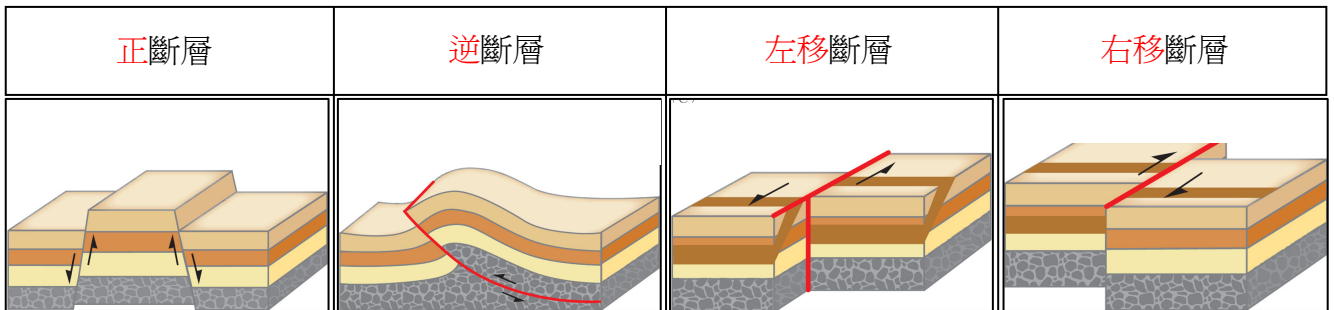
2. 上覆岩層移除，使向下作用力減少，對深部岩層形成 解壓 作用而形成 片狀 節理。
3. 岩漿冷卻收縮作用形成 柱 狀節理，常見於 玄武 岩和 安山 岩。



三、斷層

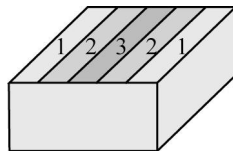
- (一) 岩層受外力作用後產生破裂，若於破裂面兩側的岩層有明顯相對位移，稱為斷層。
 (二) 斷層形式

種類	相對運動關係	受力狀況
逆斷層	上盤向 <u>上</u> ，下盤向 <u>下</u>	<u>壓力</u>
正斷層	上盤向 <u>下</u> ，下盤向 <u>上</u>	<u>張力</u>
平移斷層	破裂面，兩側岩層沿地面破裂處向左或向右移動	剪力



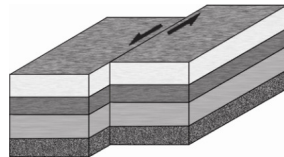
範例練習

- (B) 1. 如圖所示，1、2、3 代表三種不同岩性的岩層。在某地地表看到下圖的地層排列情形，若岩層年齡：1 最老、2 次之、3 最年輕，且地層未經過反轉，則此構造應為下列何者？ (A)正斷層 (B)向斜 (C)背斜 (D)節理 (E)逆斷層。



解題要訣：向斜構造越近軸部年齡越來越年輕（同一水平面）。

- (D) 2. 下圖為何種斷層？ (A)正斷層 (B)逆斷層 (C)右移斷層 (D)左移斷層。



解題要訣：對觀察者而言，對面地層若往觀察者左方水平移動，即為左移斷層。

- (B) 3. 節理和斷層最大的差異在 (A)前者不受外力，後者需受外力造成 (B)前者破裂後無位移，後者破裂後發生位移 (C)前者受張力形成，後者受壓力形成 (D)前者是礦物受力破裂，後者是岩石受力破裂。

解題要訣：兩者均為岩石受力破裂所形成的構造，沿破裂面發生相對位移者為斷層，無位移者為節理。

【單元練習】

- (D) 1. 下列哪些地質現象無法說明臺灣島曾經發生抬升的地殼變動作用？ (A)墾丁社頂公園的珊瑚礁石灰岩 (B)臺東八仙洞的海蝕洞 (C)阿里山公路邊岩層中的貝殼化石 (D)東北角海岸的海蝕平臺。

【解析】(A) (B) (C)三地點現在都已遠離海岸為陸地地形。

- (D) 2. 臺灣西海岸有許多沙灘及岸外沙洲，這些沙灘、沙洲之形成及大量泥砂之出現，下列哪一力量與該地地形形成無直接關係？ (A)河川的搬運、沉積作用 (B)海水的搬運、沉積作用 (C)河川的侵蝕作用 (D)臺灣島的抬升作用。

【解析】這些地貌主要受外營力地質作用所形成，除了沿岸流搬運、漂砂沉積作用外，砂石之來源主要為河水於較上游所進行的侵蝕作用。

※下圖為臺灣第一口油井鑽探地出磺坑附近地層的示意圖，已知東邊的地層向東傾斜，西邊的地層向西傾斜，依圖回答 3.~4.題：

- (B) 3. 請問出磺坑是何種地質構造？

(A)向斜 (B)背斜 (C)斷層 (D)節理。

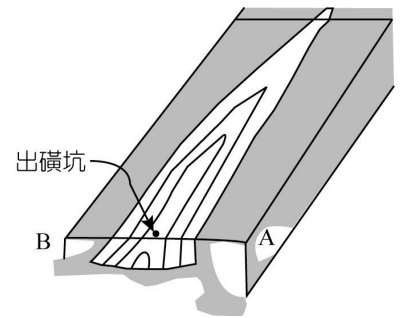
【解析】油氣多蘊藏於背斜構造。

- (B) 4. 此區岩層年代關係為

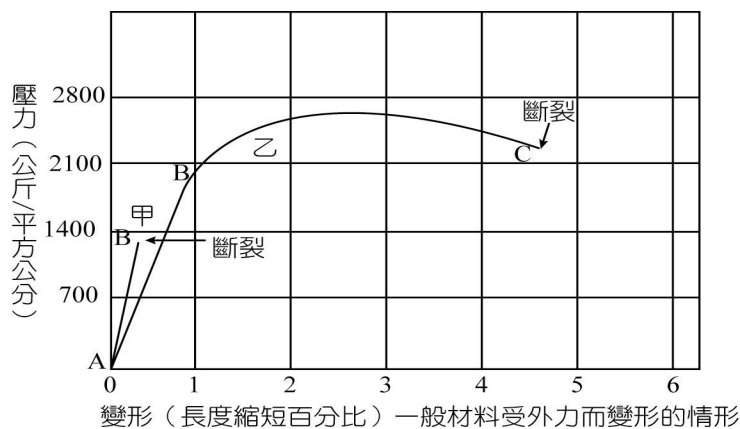
(A)由 A 至 B，老→新→老 (B)由 A 至 B，新→老→新

(C)由 A 至 B，老→新 (D)由 A 至 B，新→老。

【解析】背斜越向軸部岩層越來越老（同一水平面）。



※下圖為甲、乙兩種材料，在實驗室中受到外力作用和變形的關係圖，試根據此圖回答 5.~8.題：



- (B) 5. 甲材料大約在接受多大的壓力時，即可能發生斷裂現象？ (A)700 公斤／平方公分 (B)1400 公斤／平方公分 (C)2100 公斤／平方公分 (D)2800 公斤／平方公分。

【解析】從圖上讀出甲斷裂時的壓力數值（縱座標）。

- (B) 6. 甲材料發生斷裂的同時，是否有伴隨著變形？

(A)無變形 (B)有 0.3%的變形量 (C)有 1%的變形量 (D)有 4%的變形量。

【解析】從圖上看出甲斷裂時，變形程度為 0.3%（橫座標）。

- (D) 7. 以下關於乙材料施以外力作用的敘述，何者正確？（單位為：公斤／平方公分） (A)施力達 2800 時，乙材料發生變形，但仍可恢復原狀 (B)乙材料變形達 4%時，即發生斷裂的現象 (C)施力達 1400 時，乙材料發生變形，但無法恢復原狀 (D)乙材料變形達 2%時，即無法恢復原狀。

【解析】從圖上看出壓力在 2800 以下時乙就斷裂了。

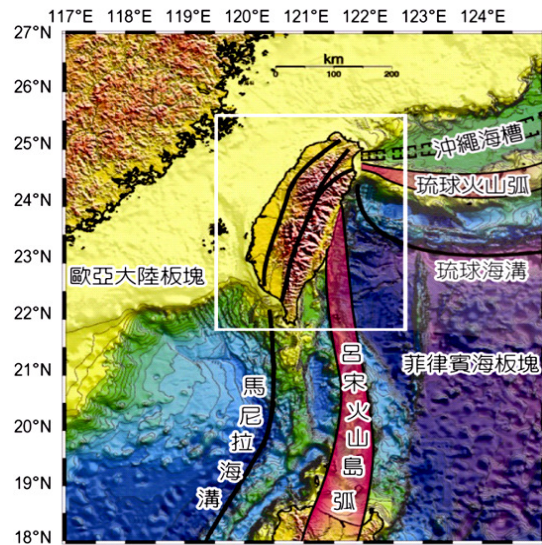
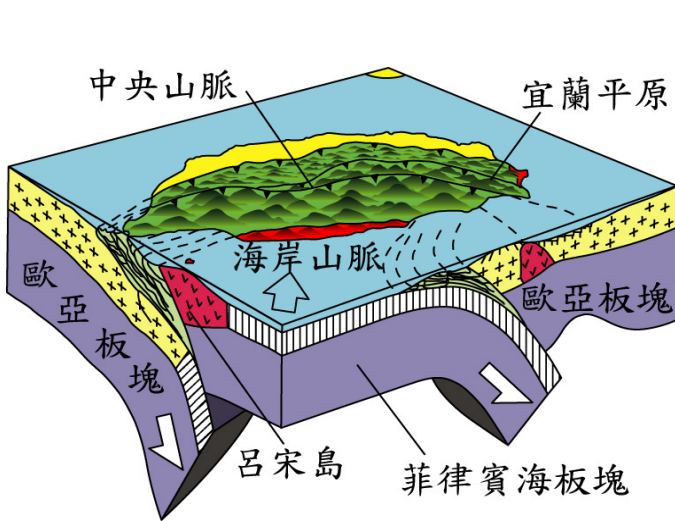
- (B) 8. 甲、乙材料的特性分別為下列何者？ (A)脆性材料，脆性材料 (B)脆性材料，塑性材料 (C)塑性材料，脆性材料 (D)塑性材料，塑性材料。【解析】甲易脆，很快就斷裂。

3-4 臺灣地區的特殊地質景觀

➤ 認識臺灣的景觀資源

一、臺灣的內、外營作用

- (一)臺灣地處板塊聚合帶，強烈的地體擠壓作用使高山隆起，地層多褶皺及斷層。
- (二)高抬升速率加速侵蝕作用，且高溫多雨的氣候使外營力作用格外強烈。



二、代表地形

- (一)太魯閣峽谷：高抬升速率與高侵蝕作用的結果。
- (二)野柳的女王頭、仙女鞋和燭臺石：差異侵蝕的代表。
- (三)臺東八仙洞的海蝕洞：受海水侵蝕形成，再經由地殼抬升遠離海面。
- (四)離島處的三仙臺：海蝕溝、壺穴、海蝕柱、海蝕凹壁等海蝕地形。
- (五)台灣西南外傘頂洲的離岸沙洲：沉積作用。

範例練習

- (A) 1. 野柳女王頭的形成與何者有關？ (A)不同岩石的抗侵蝕能力強弱不同 (B)位於海邊冬天東北季風較強，侵蝕現象顯著 (C)岩石顆粒小、孔隙小、含水分少，草木不易生長，形成惡地地形 (D)因其為火成岩，抗風化力較強。

解題要訣：女王頭頭部的岩層抗侵蝕能力較頸部岩層強。

- (C) 2. 臺灣地區地殼變動不斷抬升的成因為何？ (A)海浪侵蝕 (B)沿岸流漂砂現象 (C)板塊聚合運動 (D)冰期，海水面下降。

解題要訣：(A)(B)(D)均造成海岸環境的變化；板塊聚合擠壓，才有岩層抬升、變質、褶皺等地殼變動現象。

【綜合評量】

- (D) 1. 一顆大理岩礫石，在成為花蓮海邊礫石灘上的一份子前，其所經歷的地質作用依次為 (A)成岩作用→外營力地質作用→變質作用 (B)外營力地質作用→變質作用→成岩作用 (C)變質作用→熔岩作用→外營力地質作用 (D)成岩作用→變質作用→外營力地質作用。

【解析】經成岩作用後，形成石灰岩，再變質成大理岩，大理岩再抬升至地表經外營作用，成為礫石，搬運至海邊。

- (C) 2. 有關岩石循環的敘述，錯誤的是 (A)為地表地質作用與深部地質作用的交互作用 (B)影響範圍包括水圈、氣圈、岩石圈與生物圈 (C)物質轉換，必依循岩漿→火成岩→沉積岩→變質岩→岩漿之順序 (D)為開放的系統，物質可能移出或移入。

【解析】岩石循環沒有一定的順序過程。

- (D) 3. 在臺北縣野柳、臺東縣小野柳……的海邊，可以看見外觀類似豆腐方塊狀的岩石，一般稱為「豆腐岩」(如右圖)，這些把一整塊岩石「分割」成爲豆腐岩的界面稱爲「X」。下列有關「X」名稱及其形成原因之敘述，何者正確？ (A)稱爲層理，是岩層受到侵蝕產生的裂痕 (B)稱爲層理，是岩層受力產生的破裂面 (C)稱爲節理，是岩層受到侵蝕產生的裂痕 (D)稱爲節理，是岩層受力產生的破裂面。



【解析】豆腐岩具有兩組破裂面的構造，是岩層受力後形成的節理面。

- (B) 4. 阿姆斯壯留在月球表面的鞋印，顯示月球上有鬆散的岩屑，這些岩屑的來源是經由下列哪一種作用所形成？ (A)化學風化 (B)物理風化 (C)化學及物理風化 (D)侵蝕作用。

【解析】月球上無水、無空氣，不易有化學風化作用。

- (C) 5. 在進行風化作用時，岩石中礦物的變化如下： CaSO_4 (硬石膏) + $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (石膏)，可判斷此地所受風化作用之主要型式爲 (A)以水參與爲主的物理風化 (B)以氧氣參與爲主的物理風化 (C)以水參與爲主的化學風化 (D)以氧氣參與爲主的化學風化。

【解析】風化後，岩石中的化學成分已不同於風化前，故爲化學風化作用，且由式中可看出水的參與過程。

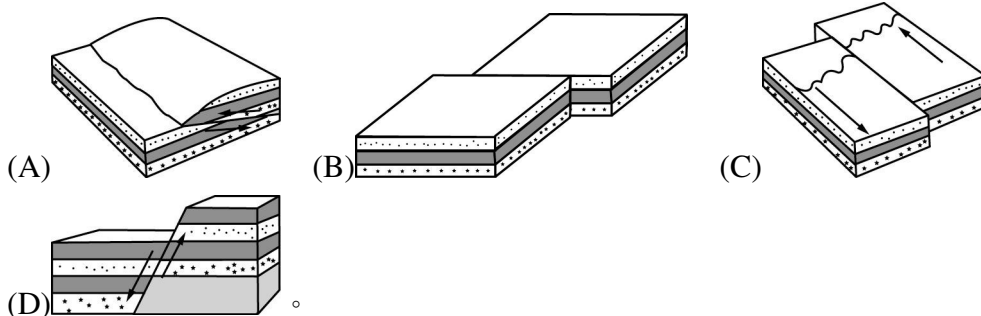
- (D) 6. 甲、沉積作用；乙、侵蝕作用；丙、搬運作用。當水流流速由大變小，其主要作用的變化情形爲 (A)甲→乙→丙 (B)甲→丙→乙 (C)丙→乙→甲 (D)乙→丙→甲。

【解析】流速大易發生侵蝕，流速小易發生沉積。

- (A) 7. 野外常觀察到砂岩易出現斷層，關鍵在於 (A)砂岩的可塑性較小 (B)岩層受應力作用的時間較長 (C)在極高的溫度下 (D)所受的應力超過彈性限度。

【解析】受力後非彎曲變形，而是斷裂成斷層，表示岩石可塑性小，易碎、不易變形。

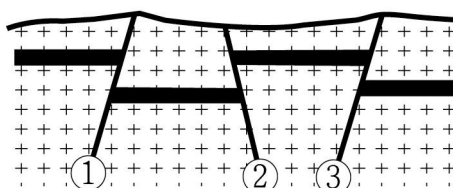
- (A) 8. 下列何圖可以顯示地殼變動造成老的地層位於新的地層之上？



【解析】逆斷層上盤向上，可能發生較老岩層上衝覆蓋了新地層。

- (D) 9. 下圖爲某地地層剖面，哪一構造爲正斷層？

(A)① (B)② (C)③ (D)均不是。



【解析】正斷層為上盤沿斷層面相對向下位移，三者全不是。

- (A) 10. 下列各種地質景觀與地質作用的配合，正確的有哪幾項？甲、風稜石—風(侵蝕)；乙、U型

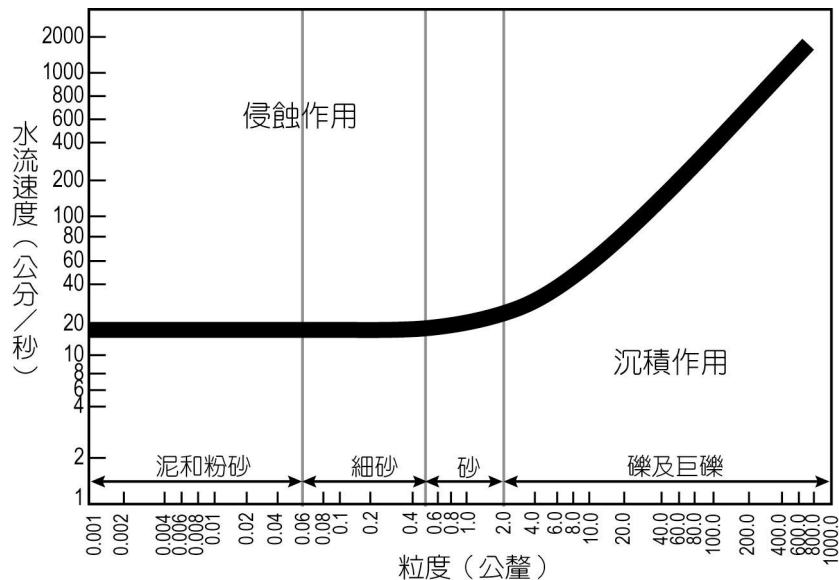
谷—冰川（侵蝕）；丙、V 型谷—河流（侵蝕）；丁、海蝕平臺—波浪（沉積）；戊、沖積扇—沿岸流（沉積） (A)甲、乙、丙 (B)甲、丙、丁 (C)甲、丙、戊 (D)乙、丁、戊。

【解析】丁、海蝕平臺—波浪（侵蝕）；戊、沖積扇—河流（沉積）。

- (D) 11. 下列哪一種現象可說明臺灣島有上升的現象？ (A)北部白沙灣一帶，原來在滿潮線以下的珊瑚礁，午後隆起露出水面 (B)臺東縱谷的寬度正逐漸擴大 (C)臺灣常常發生地震 (D)臺東八仙洞風景區的海蝕洞現在高出海面有十餘公尺。

【解析】(A)當落潮發生，海水面下降，潮間帶內的珊瑚礁露出。(B)為河流加寬，側蝕現象。(C)地震發生不代表地層會上升。

※下圖為流水流速與可搬動（侵蝕）顆粒大小關係圖，參考此圖回答 12.~13.題：



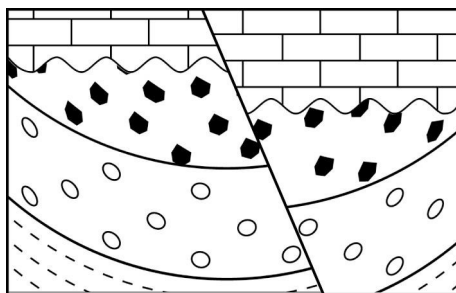
- (C) 12. 河流由上游至下游流速漸緩，若由河流的上游至下游，分別測得甲、乙、丙、丁四處河水流速分別為 100cm/sec、40cm/sec、20cm/sec、10cm/sec，則 (A)甲處無礫石 (B)乙處之後才開始有礫石沉積 (C)丙處的下流幾乎無礫石沉積 (D)丁處沉積的泥沙會被河水帶走。

【解析】(A)(B)甲處水流速大，但礫石已可堆積。(D)丁處水流速小，泥也無法搬運。

- (D) 13. 河水在下列哪一個流速（公分/秒）時，淘選度最差？ (A)2 (B)4 (C)15 (D)60。

【解析】流速越大，可搬運的物質顆粒大小差異越顯著，淘選度較差。

※下圖為某地的地層剖面（岩層未倒轉），參考此圖回答 14.~16.題：

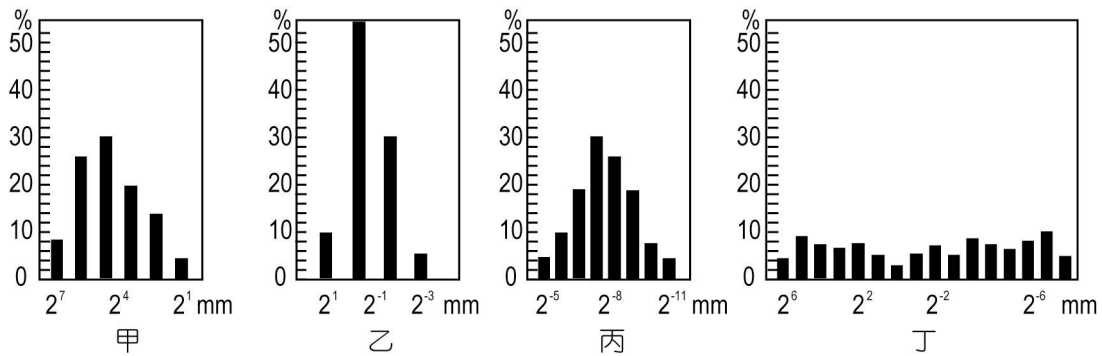


- (A) 14. 此地具有的地質構造包括 (A)正斷層和向斜 (B)正斷層和背斜 (C)逆斷層和向斜 (D)逆斷層和背斜。
 (C) 15. 由斷層與褶皺來判斷，此地層先後經過何種應力而形成？ (A)張力、張力 (B)壓力、張力 (C)張力、壓力 (D)壓力、壓力。

【解析】先發生的褶皺主要受壓力形成，正斷層主要受張力作用形成。

- (C) 16. (甲)斷層 (乙)褶皺 (丙)侵蝕面 發生的先後順序為何？ (A)甲乙丙 (B)甲丙乙 (C)乙丙甲 (D)乙甲丙。

※四種沉積物直徑重量百分比分布圖如下，參考此圖回答 17.~18.題：

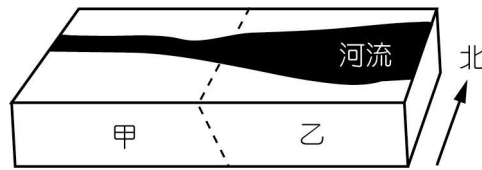


(A) 17.甲~丁四者中，何者可能是斷崖下顆粒的組成？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

(A) 18.承上題，其顆粒形狀為 (A)稜角狀 (B)圓滑狀 (C)顆粒太小無法肉眼辨識。

【解析】斷崖快速搬運，顆粒大，2mm 以上，且無磨蝕，顆粒成稜角狀。

※下圖為某河流之地層剖面圖，虛線為岩層受力後之破裂面，河流流向為西向東。依圖回答 19.~20.題：



(B) 19.若發生逆斷層，可能會產生 (A)瀑布 (B)湖泊 (C)曲流。

【解析】逆斷層發生，乙岩層向上，使河流流動中斷，形成湖泊。

(C) 20.若發生平移斷層，可能會產生 (A)瀑布 (B)湖泊 (C)曲流。

【解析】平移斷層發生，岩層水平移動，河道彎曲成曲流。

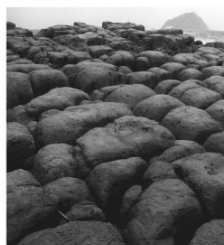
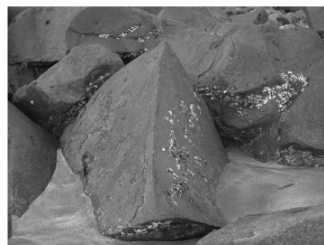
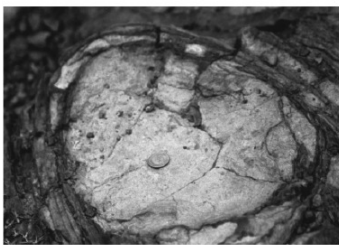
※下列甲至丁為野外所見到的四種地質景象。參考此圖回答 21.~23.題：

甲

乙

丙

丁



(A) 21.哪一景象主要為風化作用，而不是侵蝕作用所造成？

(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】岩石壓力減小，體積膨脹產生層層剝離

(B) 22.哪一景象是以風為營力的地質作用結果？

(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】風稜石因風蝕形成

(D) 23.哪一景象顯示該地有陸地上升的現象？

(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

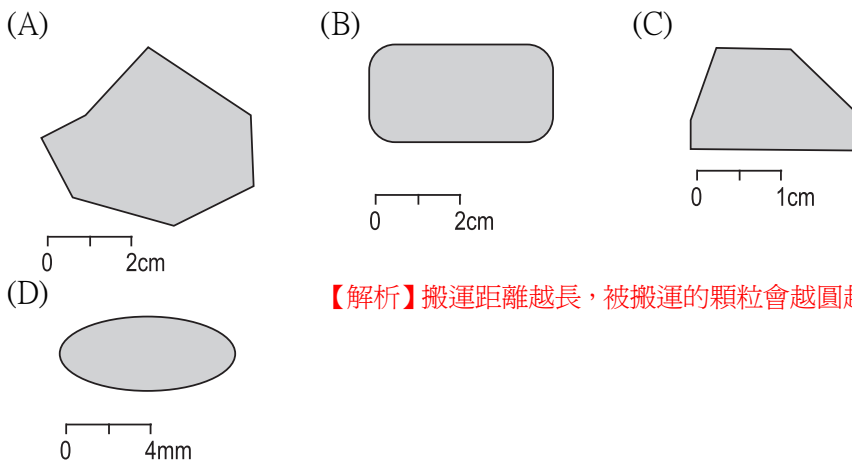
【解析】海蝕洞是岩石受海水侵蝕後，經由地殼抬升遠離海面

第三章 壯麗的山河

牛刀小試

★ 3-2

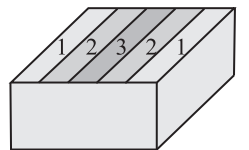
- (A) 1. 下列哪一項作用不是物理風化？ (A)氧化作用 (B)溫度變化使岩石熱脹冷縮 (C)壓力去除使岩石膨脹而剝離 (D)水的凍裂作用。【解析】(A)氧化作用產生氧化物，為化學風化。
- (C) 2. 下列哪一項作用不屬於化學風化？ (A)長石類逐漸轉變成黏土礦物 (B)黃鐵礦經氧化形成赤鐵礦 (C)地層上覆冰層融化，減壓使岩石發生破裂 (D)石灰岩被酸性液體溶解。【解析】(C)覆冰層融化，外力去除、壓力減少，此為物理作用。
- (A) 3. 以下哪一項作用是生物風化？ (A)植物的根深入岩縫使岩石崩解 (B)岩石裂縫中的水結冰使岩縫擴大 (C)壓力去除使岩石膨脹而剝離 (D)硬石膏遇水後會變成石膏。【解析】(A)植物根部造成，故為生物風化。
- (C) 4. 地表有許多外營力作用使地貌產生變化，以下哪一項是最主要的外營力？ (A)冰川 (B)風 (C)流水 (D)海浪。【解析】(C)流水是地表最主要侵蝕、搬運、沉積作用的媒介。
- (D) 5. 海水的運動會造成海岸的變化，以下哪一項是海水的沉積作用造成的？ (A)海蝕平臺 (B)海拱門 (C)海蝕洞 (D)海灘。【解析】(D)海灘為波浪或沿岸流搬運的沉積物堆積在海蝕平臺上所造成。
- (D) 6. 泰宇在河道上不同區域撿到一些石頭，但是忘了標記記號，請幫他判斷以下在河流的最下游撿到的應該是哪一塊？（左下角線段代表比例尺）



【解析】搬運距離越長，被搬運的顆粒會越圓越小。

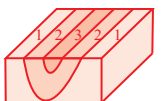
★ 3-3

- (C) 7. 泰宇到某一地區健行，發現地上出露的岩層如右圖所示，相同的編號代表相同的地層，地層年代由老到新的順序依序為1→2→3，請幫他判斷此地區是哪一種地質構造？ (A)正斷層 (B)逆斷層 (C)向斜 (D)背斜。



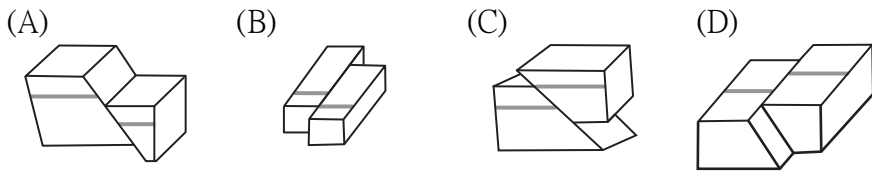
【解析】此為中間地層新，兩側地層老，故為向斜。

- (A) 8. 下列有關褶皺的敘述，何者錯誤？ (A)主要受張力作用而形成 (B)常在山脈中出現 (C)岩層在可塑性變形下產生的現象 (D)常出現在聚合性板塊邊界上。



【解析】(A)褶皺為壓力所造成。

(B) 9. 根據斷層面兩側地層的移動形式，可以將斷層區分為數種不同類型，以下各圖中，灰色部分代表原本相連的地層，哪一種是右移斷層？



【解析】(A)正斷層。(B)右移斷層。(C)逆斷層。(D)左移斷層。

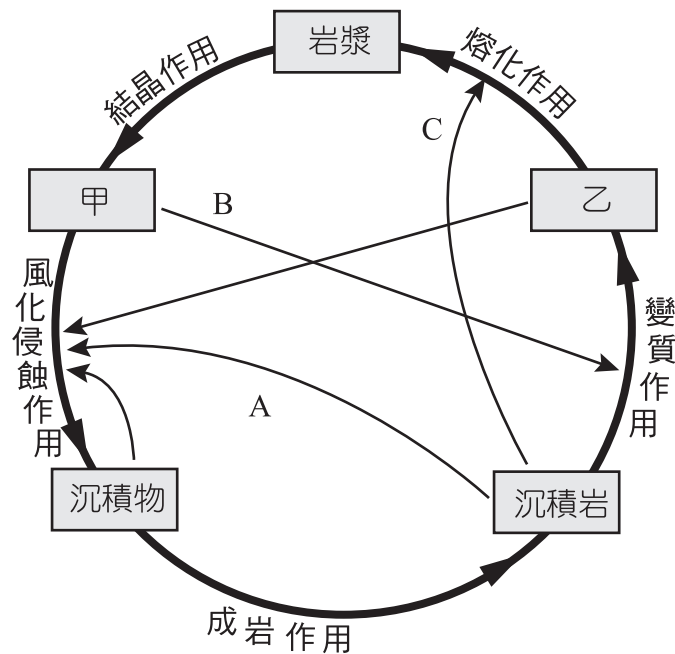
C 3-4

(B) 10. 高中二年一班舉辦班遊時到野柳一帶，看到海邊著名的豆腐岩景觀。造成一塊完整岩石分割成這些豆腐岩「界面」的名稱及形成原因應為以下何者？ (A)斷層，岩層受侵蝕產生的裂痕 (B)節理，岩層受力產生的破裂面 (C)節理，岩層受侵蝕產生的裂痕 (D)層理，岩層受外力產生的破裂面。【解析】可看出有兩組平行節理，為外力作用所造成。



活學活用

※下圖是三大類岩石循環的簡單示意圖，根據圖回答 1.~2.題：



(A) 1. 圖中甲和乙各該填入哪一種岩石？

選項	甲	乙
(A)	火成岩	變質岩
(B)	變質岩	火成岩
(C)	沉積岩	變質岩
(D)	沉積岩	火成岩

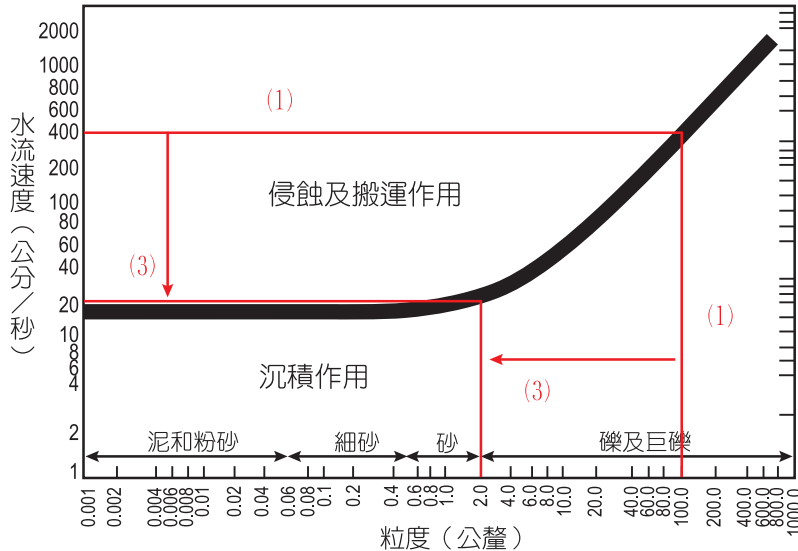
【解析】注意箭頭方向，甲為岩漿經結晶作用而成，故為火成岩。乙為變質作用而產生，故為變質岩。

(D) 2. 圖中的 A、B、C 這三種作用，可以分別歸屬於外營力或內營力的作用，分別歸類應為？

選項	A	B	C
(A)	外營力	外營力	外營力
(B)	內營力	內營力	內營力
(C)	內營力	外營力	外營力
(D)	外營力	內營力	內營力

【解析】A 為沉積岩受風化侵蝕作用，此為外營力作用。B 為變質作用，為較高的溫度壓力下進行，通常為內營力造成。C 為熔化作用，為高溫下進行，通常為內營力造成。

※下圖是流水流速與可搬運（侵蝕）顆粒大小關係圖，試由圖回答 3.~5.題：



(D) 3. 若要能搬運 100 公釐以上巨礫，則流水流速應達到多少才能辦到？ (A)20公分/秒 (B)40公分/秒 (C)100公分/秒 (D)400公分/秒。

【解析】100 公釐以上巨礫應該要在流速達 400 公分/秒才能搬運。

(A) 4. 流速最少要達到多少才能進行搬運及侵蝕作用？ (A)20公分/秒 (B)40公分/秒 (C)100公分/秒 (D)400公分/秒。

【解析】當流速在 20 公分/秒以下，此時礫、砂、泥皆為沉積作用。

(B) 5. 當河水流速從 400 公分/秒降到 25 公分/秒時，原本所搬運的顆粒將產生何種變化？ (A)繼續搬運原有的所有顆粒 (B)大部分礫石沉積，部分砂及泥仍可繼續搬運 (C)礫石及砂皆沉積，只少部分泥可搬運 (D)所有顆粒均已沉積。

【解析】當河水流速在 400 公分/秒時，可以搬運大到 100 公分的礫石以及更小的砂、泥等，當流速降到 25 公分/秒時，只能搬運砂和泥等物質，應選(B)。

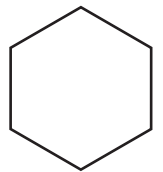
※右圖是在臺灣某地區可常見到的六角形岩石節理，根據圖回答 6.~8.題：

(C) 6. 此節理共有幾組？ (A)1 組 (B)2 組 (C)3 組 (D)6 組。

【解析】平行破裂面稱為一組，六個面分為三組。

(C) 7. 以下哪一種岩石最容易看到這種六角形節理？ (A)砂岩 (B)花崗岩 (C)玄武岩 (D)石灰岩。【解析】安山岩和玄武岩容易出現這種柱狀節理。

(A) 8. 這種岩石節理在以下哪一地區最常見到？ (A)澎湖 (B)中央山脈 (C)嘉南平原 (D)墾丁。【解析】澎湖的玄武岩常可見柱狀節理。



※野柳的海蝕平臺上有兩群外觀似磨菇，上部有一個粗大的球狀岩石，下方是較細的石柱佇立著，這種岩石稱為蕈狀岩。野柳最著名的蕈狀岩便是女王頭。

蕈狀岩形成過程分為三階段：岩層間有兩組破裂的節理，大致垂直於海平面，於是海水容易沿著節理

侵蝕，而形成一列列類似柱子的岩柱。

岩柱的上層是含鈣質的砂岩層，較下方的岩層堅硬，在同樣的海水波浪、季風及烈日等共同因素作用下，發生了差異侵蝕，上方鈣質的砂岩層較耐侵蝕，而下方的岩柱較容易被侵蝕，久而久之，形成上粗下細的蕈狀岩。

蕈狀岩受到持續的板塊擠壓作用，逐漸隆起而脫離海水面，一旦脫離海水面受到不斷進行的風蝕、雨蝕等大自然作用，便慢慢形成現在所見的蕈狀岩，而且會繼續接受大自然的雕塑。

依蕈狀岩頭部、頸部的差異狀況，可將他們分成三類：地勢較高的「細頸形」、中間的「粗頸形」以及地勢較低的「無頸形」。許多細頸形的蕈狀岩石因負荷上部大岩塊的支撐力較弱，若遇地震或是颱風暴浪，則有瀕臨倒塌的危險。

蕈狀岩受到風吹、日曬、雨淋之後，會慢慢被侵蝕成各種形狀。大致的過程便是由原來的鈣質砂岩中，形成無頸狀，繼而被侵蝕成粗頸狀。隨著時間過去，再被侵蝕成細頸狀、乃至於因無法支撐蕈狀岩頭部而成斷頭狀。如果在細頸型的頸部，無意中的觸摸膠結不良的沙粒，會使砂礫因而掉落，加速演育成斷頭狀。（上文引用自野柳地質公園全球資訊網）



- (D) 9. 女王頭的高度，最高不超過海拔 8 公尺，假設女王頭的高度並沒有受侵蝕影響而降低，以臺灣平均上升速率 2mm/年來判斷，女王頭從開始出露在地表接受侵蝕到現在，大約有多少歲了？
(A)1000 年 (B)2000 年 (C)3000 年 (D)4000 年。【解析】 $8\text{m}=8000\text{mm}$ ，臺灣每年上升 2mm， $8000\div 2=4000$ ，可以估計出約 4000 年。
- (C) 10. 從文章中歸納，要形成女王頭這樣的景象，必須具備哪些條件？甲、兩組破裂的節理；乙、上層為含鈣的砂岩層；丙、持續的隆起作用；丁、位於沙岸 (A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲乙丙 (D)甲乙丙丁。【解析】從文章中可知必須有一、兩組破裂的節理；二、上層為含鈣的砂岩層；三、持續的隆起作用等條件，而沙岸通常為海岸沉積環境，無法產生隆起作用。
- (A) 11. 下列哪一個不是造成女王頭外形及頸部越來越細的原因？ (A)河流侵蝕 (B)海水侵蝕 (C)風的侵蝕 (D)人為觸摸。

【解析】女王頭並未受到河流作用。