



專題介紹
環境災害

授課教師
林晉緯

海山高中
進修學校

環境災害：今天的課程主題

1 地震：何謂地震？摺曲與斷層作用、板塊運動等

2 土石流：何謂土石流？構造、特徵、防治對策

3 地滑：何謂地滑？類型？國道三號走山事件介紹

主題一：地震 (earthquake)

什麼是地震？



• 定義

- **地殼釋放能量**時所產生的震動。

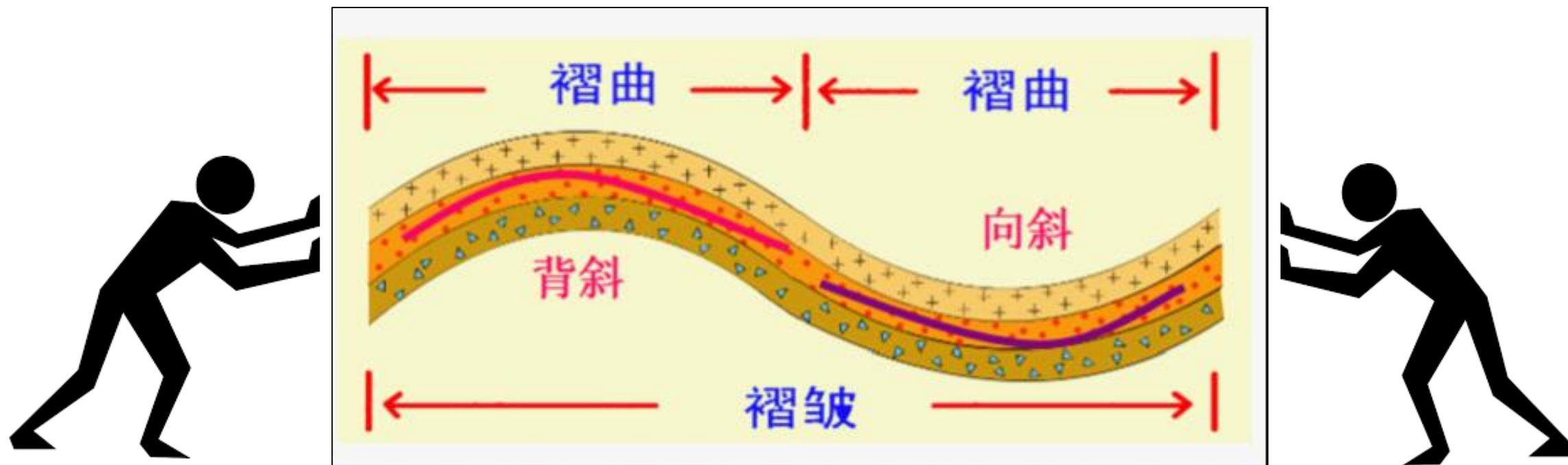
• 類型

- **構造地震**：板塊運動所造成。
- **火山地震**：因火山活動所產生的震動。
- **陷落地震**：因地層陷落（如石灰岩地形、採礦）而引發的地震。



地理小知識：摺曲作用與斷層作用

- **摺曲作用** (folding)：指原本水平的地層受到外力撓曲影響 (擠壓)，而形成波浪狀起伏的現象。



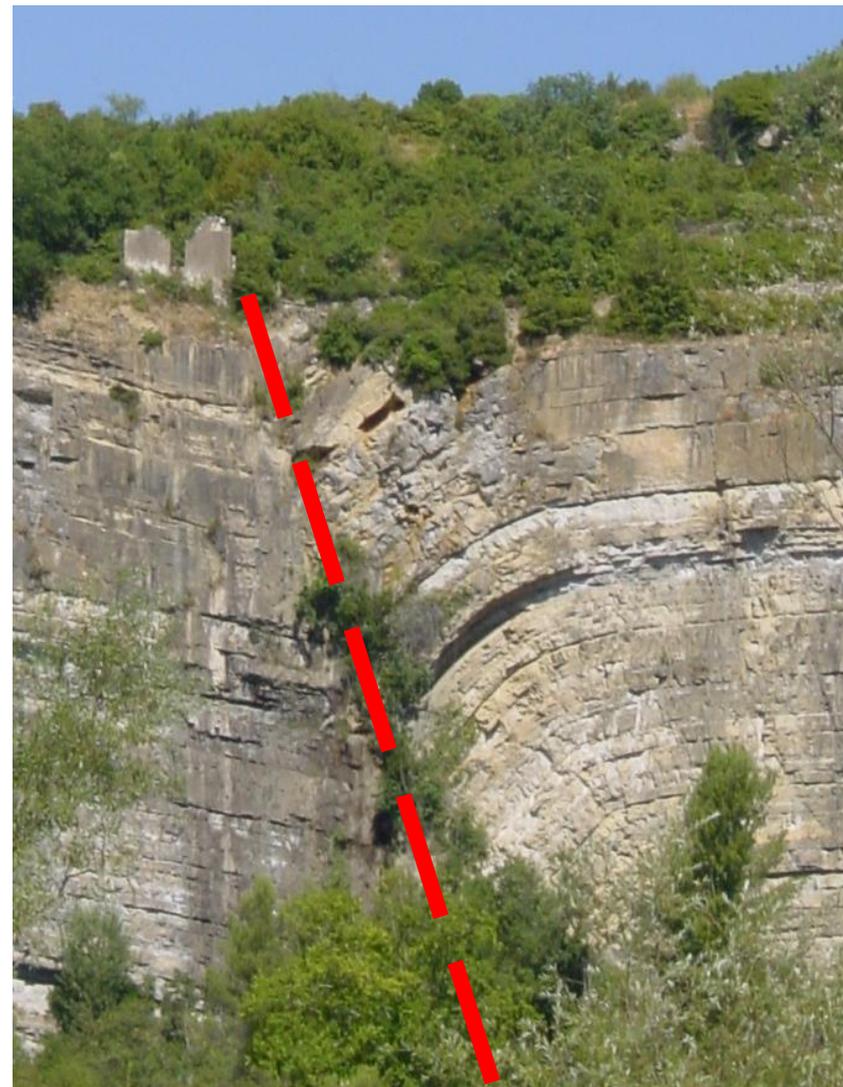
地理小知識：摺曲作用與斷層作用

- **斷層作用**（faulting）：指岩石破裂後，兩側岩石發生顯著的相對位移。

□ 正斷層

□ 逆斷層

□ 平移斷層

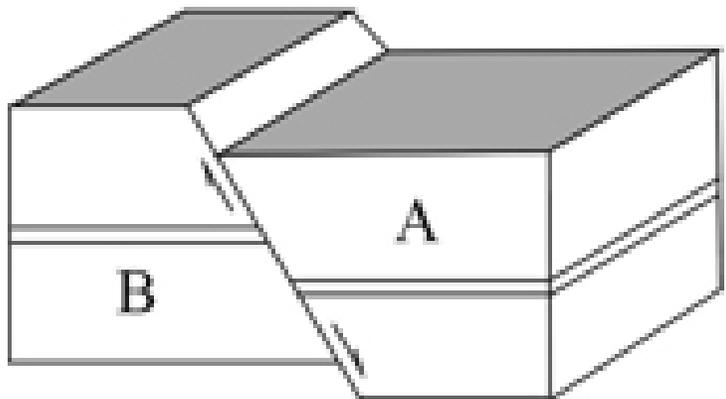


如：車籠埔斷層

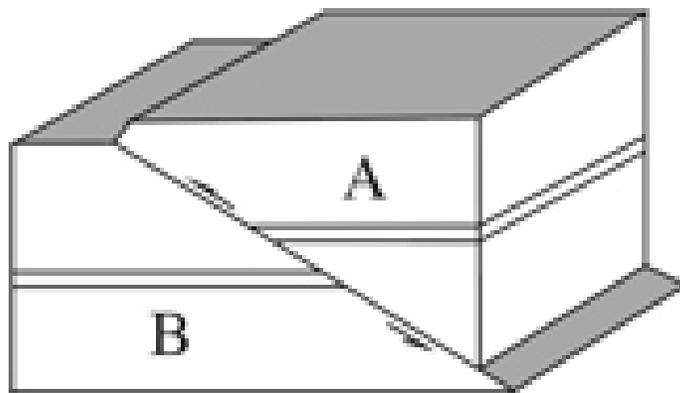
正斷層 張裂

逆斷層 擠壓

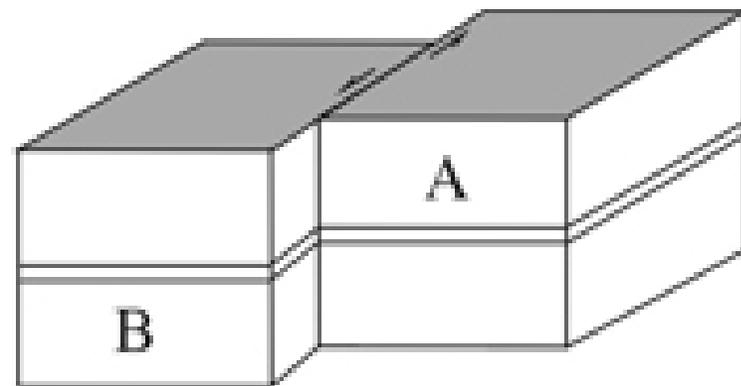
平移斷層



(a)



(b)



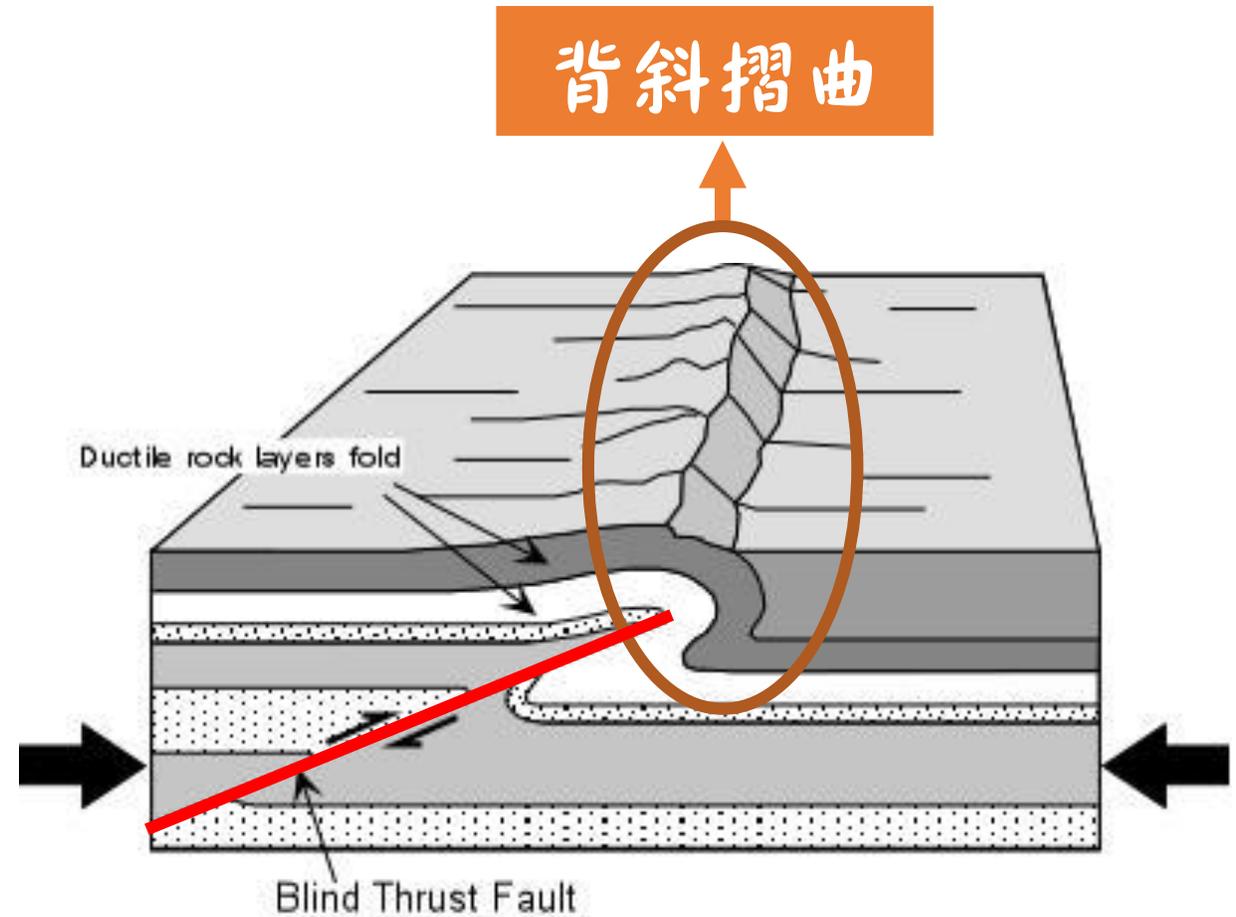
(c)

A：上磐
B：下磐

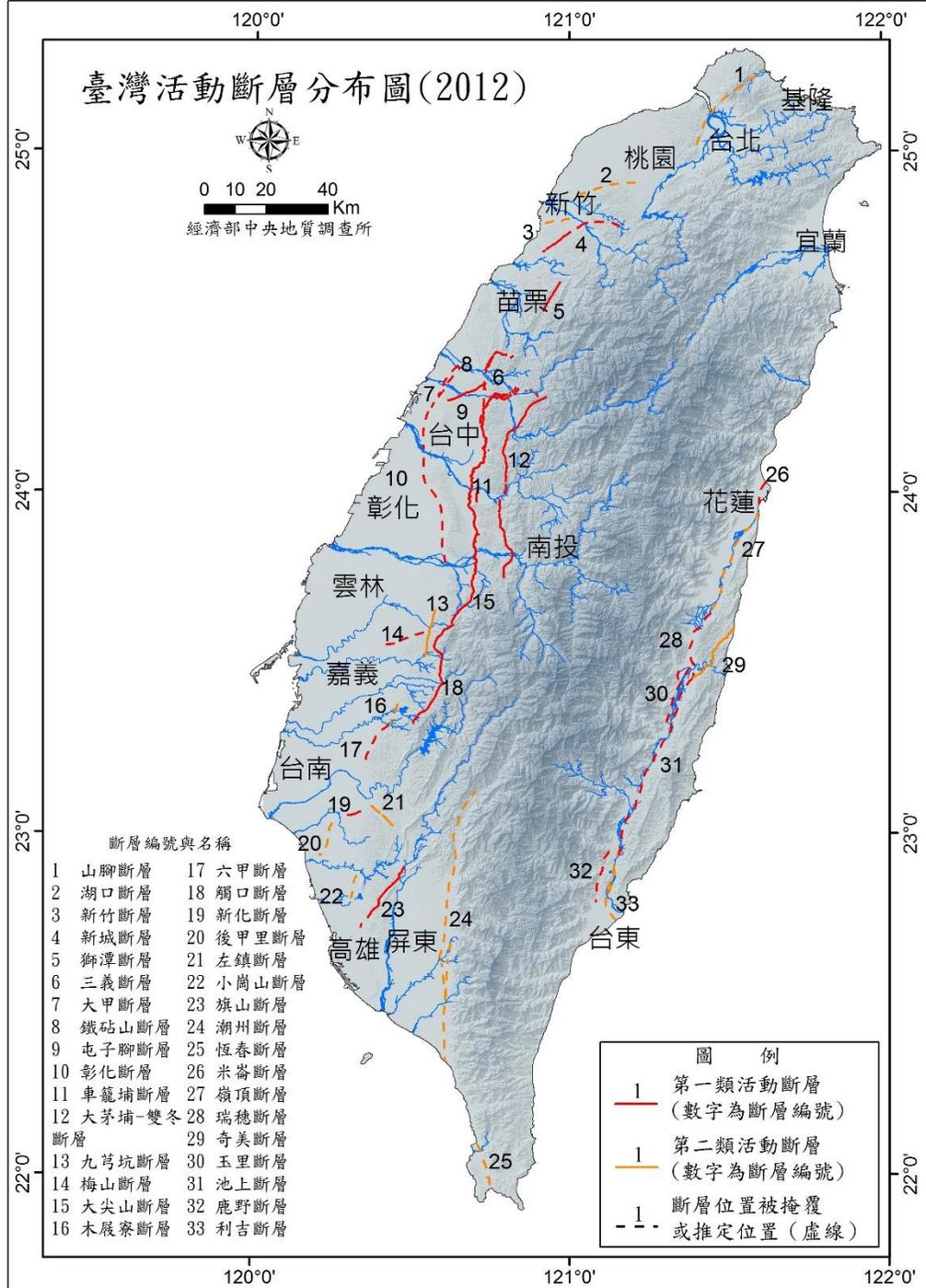
在斷層面以上的稱之為上磐。
在斷層面以下的稱之為下磐。

補充：隱形的威脅 盲斷層 (blind fault)

- 盲斷層 (blind fault) 是指地表下岩體受到大地應力擠壓產生斷層，但並未發展至地表上的斷層，無法從地表露頭觀察判斷，故稱盲斷層。
- 斷層錯動僅造成上部覆岩產生背斜摺曲 (folding)，未產生斷裂，故人們無法直接從地表上觀察到地底下是否有斷層存在。



斷層並未發展至地表！



補充：臺灣的斷層

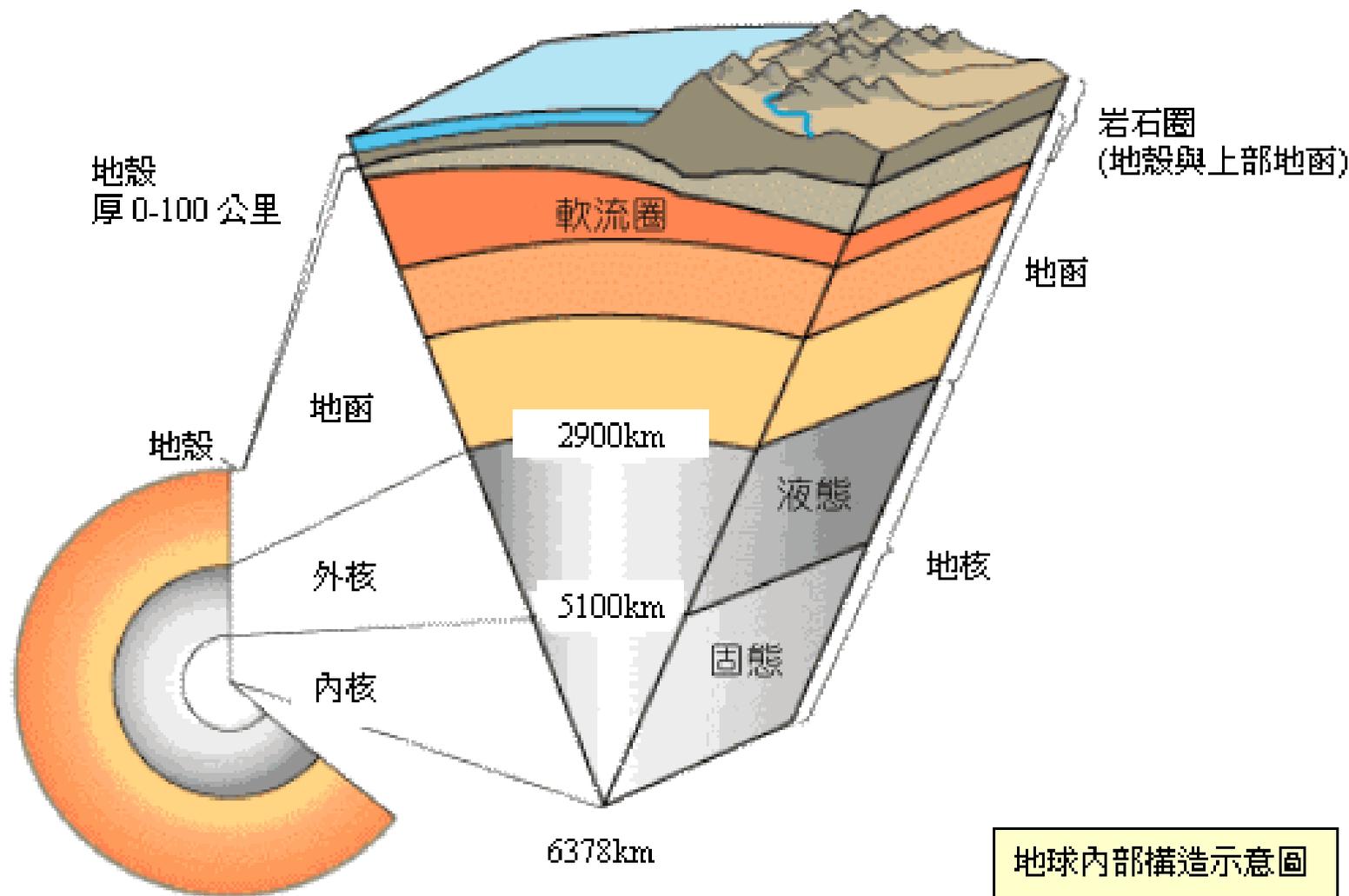
- **第一類斷層**：過去1萬年內曾活動者，為第一類活動斷層
- **第二類斷層**：過去10萬年至1萬年內曾經活動者，為第二類活動斷層
- **存疑性斷層**：有可能為活動斷層的斷層 → 如地形呈現活動斷層特徵，但是缺乏地質資料佐證

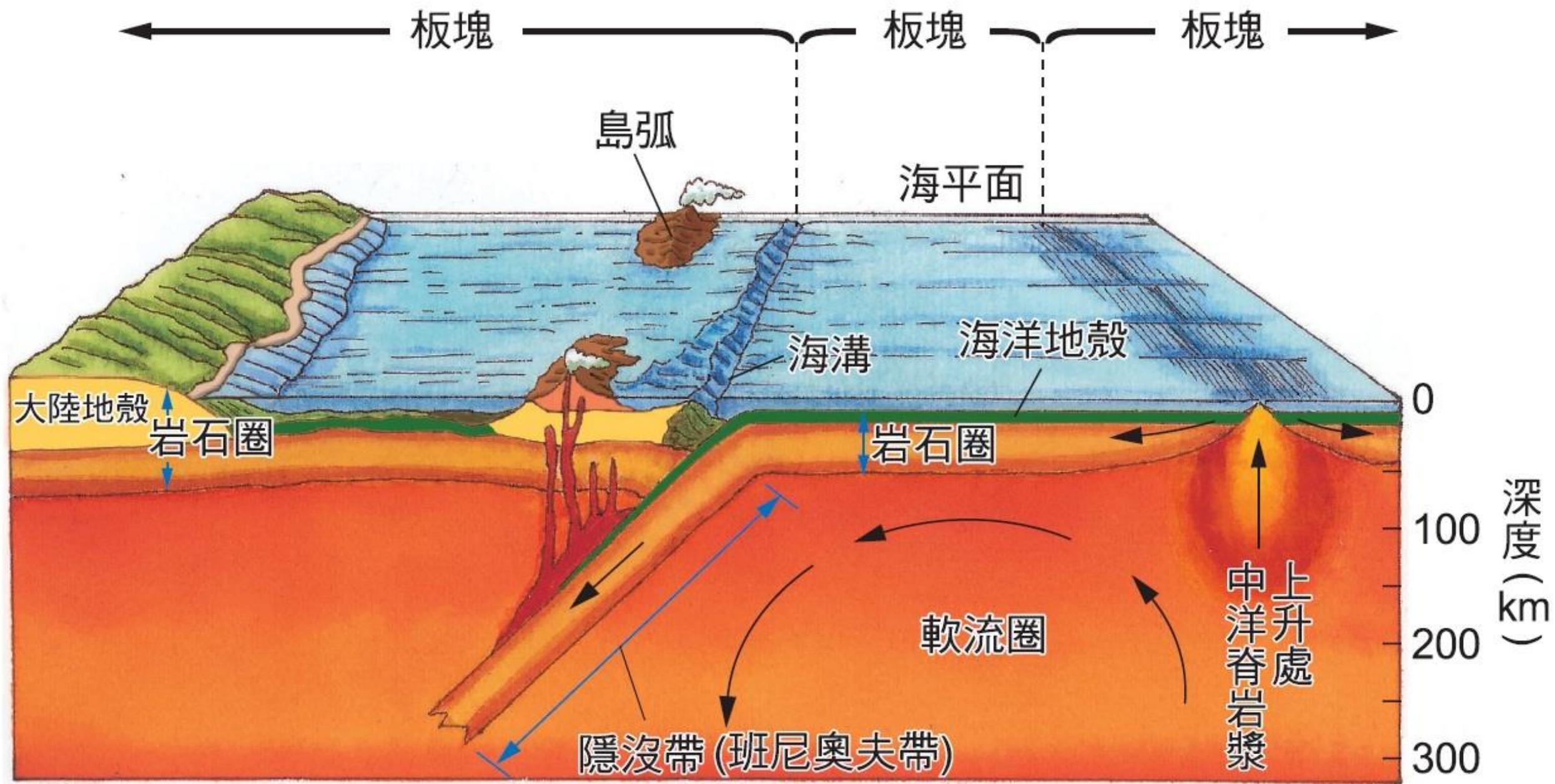
2010版公布的資料：臺灣北部8條，中部8條，西南部9條，南部4條，東部8條；其中屬於第一類20條，第二類13條，**共33條活動斷層**，另列出4條存疑性活動斷層。

地理小知識：板塊運動

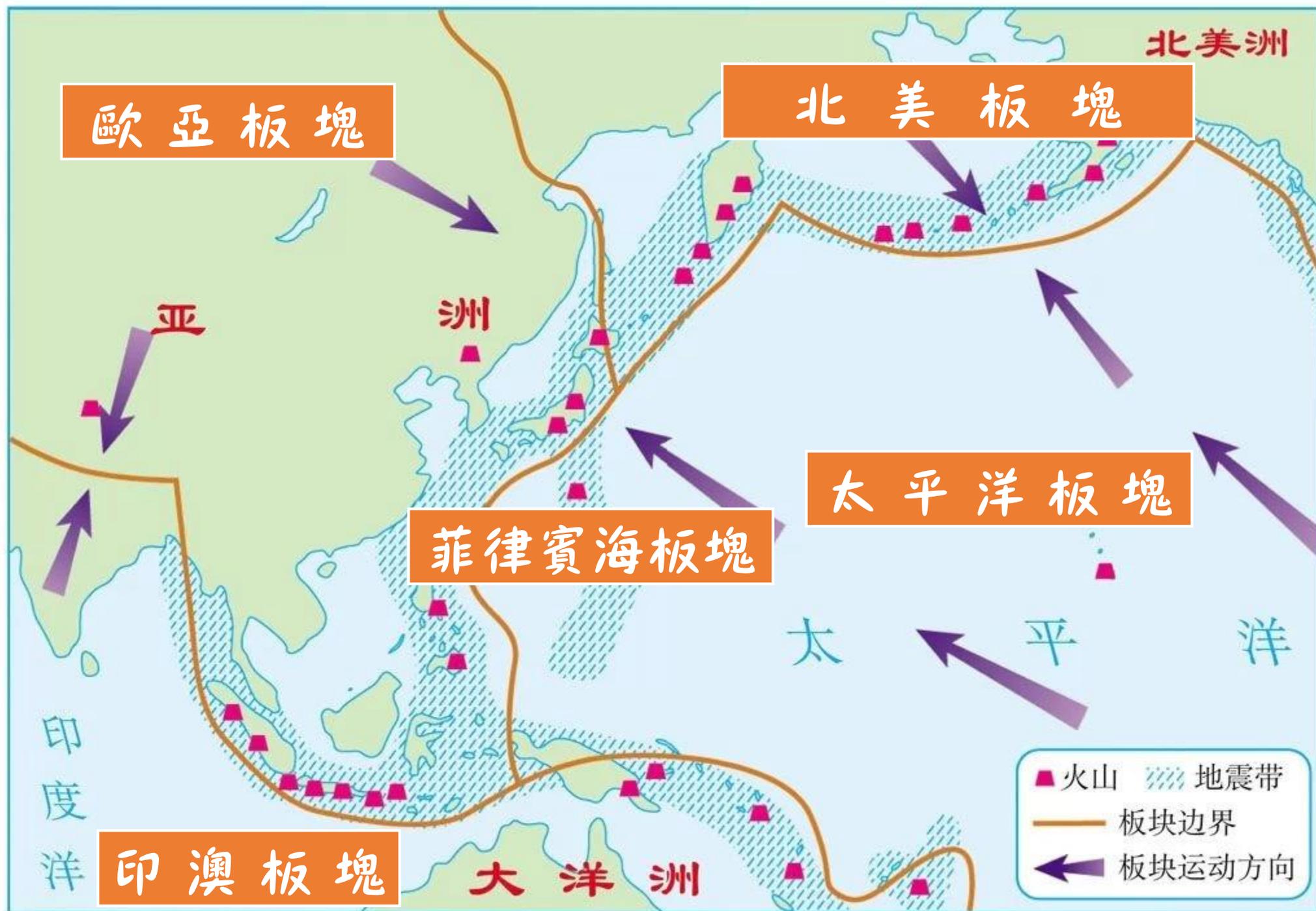
- 地殼(Crust)
- 地函(Mantle)
- 地核(Core)

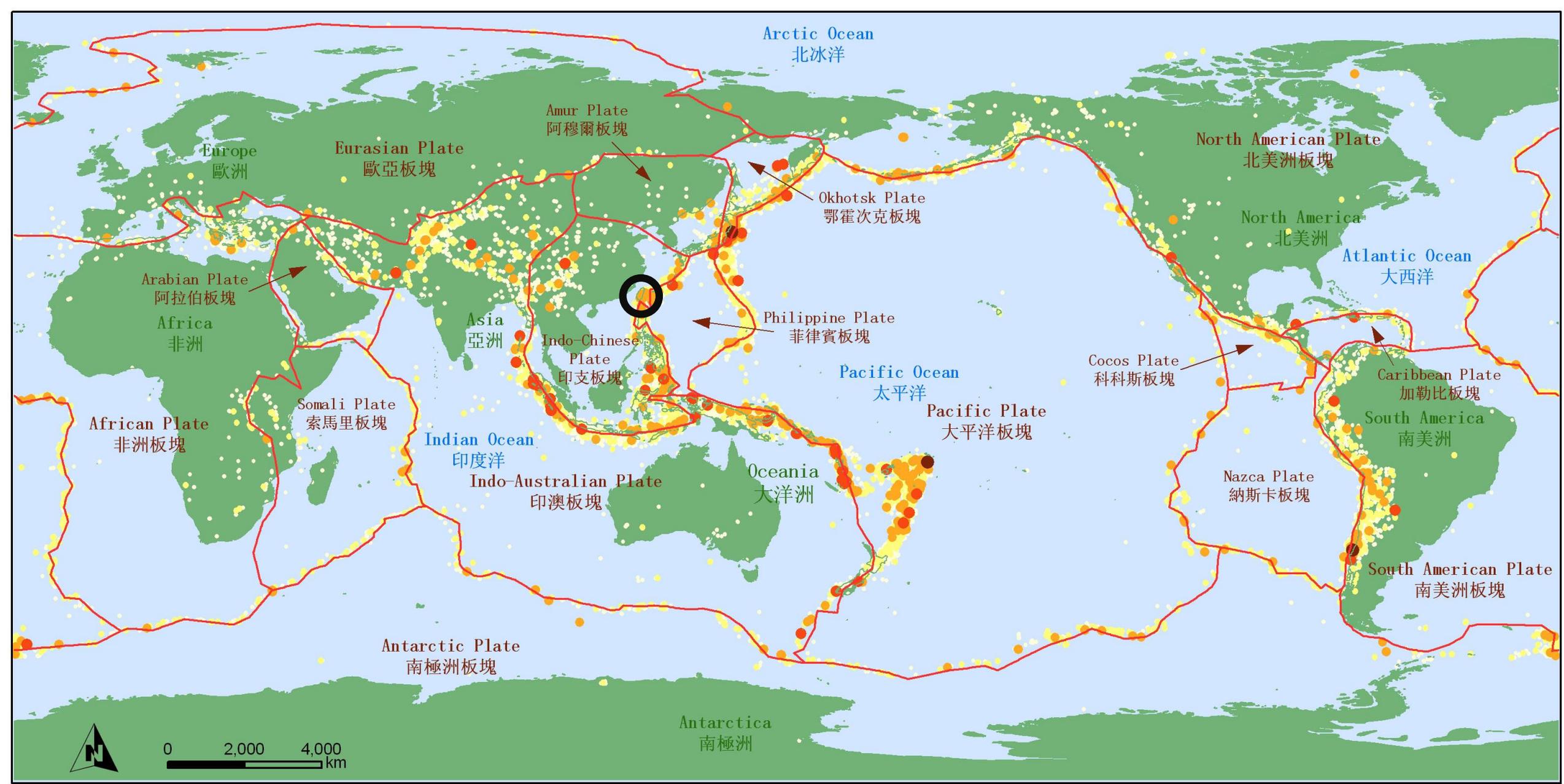
• 板塊運動學說：
板塊的新物質在中洋脊生成，然後向外擴張直到與另一板塊而遇後，較重的一方就向下衝而返回地函。





日本：四板交界





Legend
圖例

— Plate Boundary
板塊邊緣

Epicentre of earthquake in Richter magnitude between 2008 and March 2011
2008 年至 2011 年 3 月間按黎克特地震震級表示的震中位置

● 4.0 - 4.9 ● 5.0 - 5.9
● 6.0 - 6.9 ● 7.0 - 7.9 ● 8.0 +

地震的強度？

• 震度

□ 表示地震時地面上的人所感受到振動的激烈程度，或物體因受振動所遭受的破壞程度。

• 芮氏規模

□ 由美國學者Charles Francis Richter和Benno Gutenberg所提出（1935）

□ 請問芮氏規模6級的地震，比5級的地震強幾倍？

中央氣象局公布資料

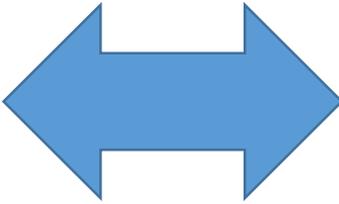
- 震度2：輕震
- 震度4：中震
- 震度5：強震
- 震度6：烈震
- 震度7：劇震

震度分級	地動加速度 (cm/s ² , gal)	人的感受	屋內情形	屋外情形
0  無感	0.8 以下	人無感覺		
1  微震	0.8~2.5	人靜止時可感覺微小搖晃		
2  輕震	2.5~8.0	大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人有部分會醒來	電燈等懸掛物有小搖晃	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短
3  弱震	8~25	幾乎所有的人都感覺搖晃，有的人會有恐懼感	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖擺	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃
4  中震	25~80	有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒	房屋搖動甚烈，底座不穩物品傾倒，較重傢俱移動，可能有輕微災害	汽車駕駛人略微有感，電線明顯搖晃，步行中的人也感到搖晃
5  強震	80~250	大多數人會感到驚嚇恐慌	部分牆壁產生裂痕，重傢俱可能翻倒	汽車駕駛人明顯感覺地震，有些牌坊煙囪傾倒
6  烈震	250~400	搖晃劇烈以致站立困難	部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形	汽車駕駛人開車困難，出現噴沙噴泥現象
7  劇震	400 以上	搖晃劇烈以致無法依意志行動	部分建築物受損嚴重或倒塌，幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面	山崩地裂，鐵軌彎曲，地下管線破壞

主題二：土石流 (mud flow)

什麼是土石流？

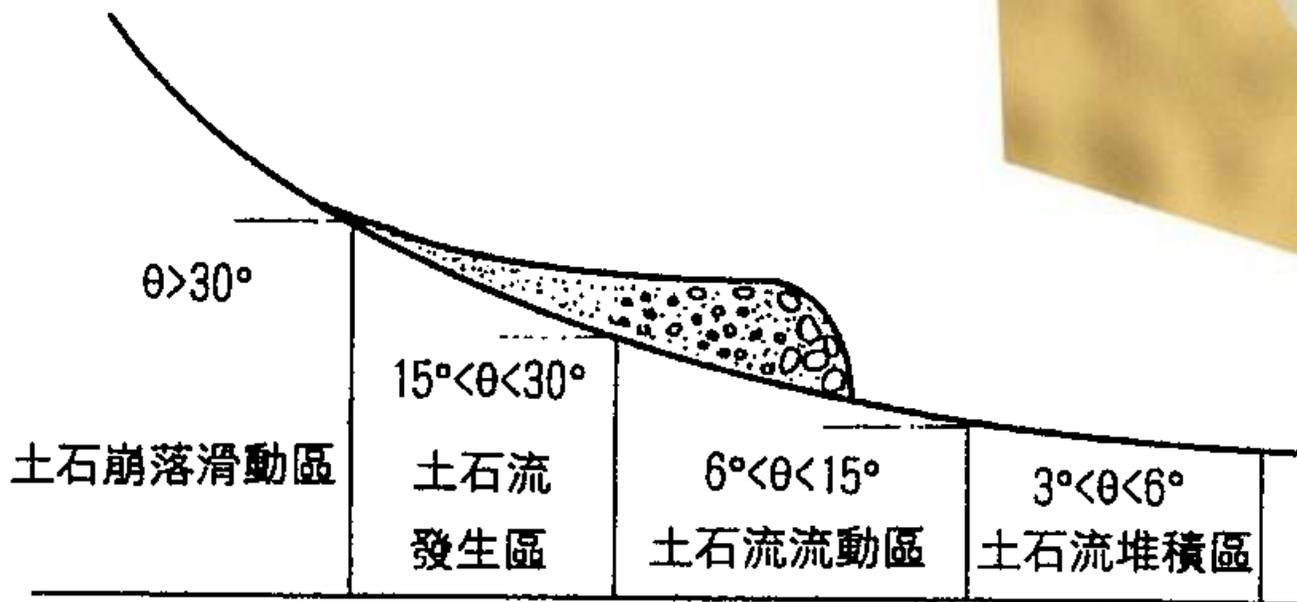
- 定義：泥、砂、礫及巨石等物質與水之混合物，受重力作用所產生之流動體，沿坡面或溝渠由高處往低處流動之自然現象。
- 必備條件
 1. 足夠坡度（重力作用）
 2. 豐富土石（地質不穩）
 3. 充足水分（強降雨）



台灣常發生
土石流！
為什麼？

土石流構造

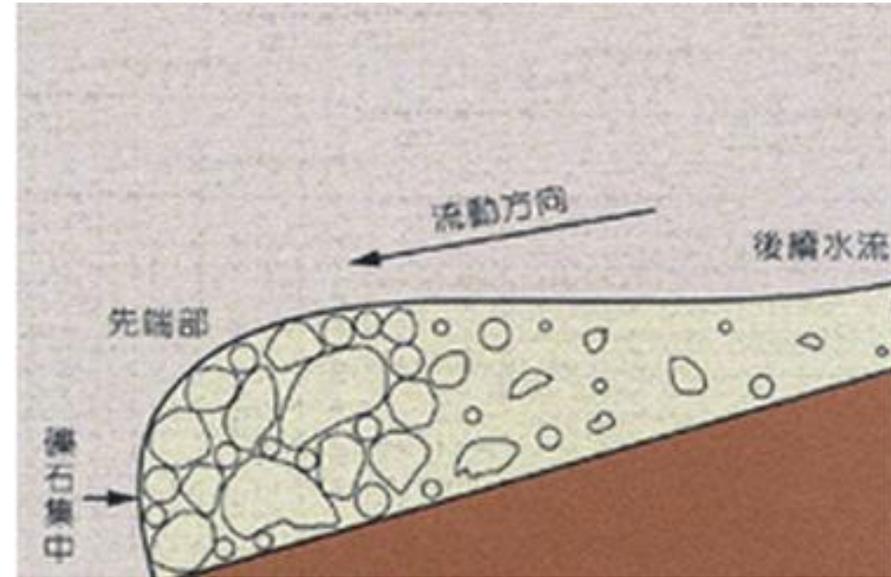
- 發生部：提供土石
- 流動部：輸送土石
- 堆積部：堆積土石



土石流絕對與坡度有關！

土石流特徵

- 流動速度快、泥砂濃度高、沖蝕力強、衝擊力大
- 土石流的前端隆起、流量大，多為集中的巨大石礫，後續的水流則多為泥流
- 由於溪谷出口的坡度緩且寬度大能有效降低土石流的流動速度，因此土石流常在此形成扇狀堆積



前端隆起且巨礫集中、
流量大、後續水流多
為泥流

土石流發生前徵兆

徵兆發生時間				徵兆	原因
●	●	●	●	1. 附近有山崩或土石流發生(視覺)	代表周邊坡面與地質已處於不穩定狀態
●	●	●	●	2. 野溪流量突然增加(視覺)	上游可能有豪雨
●	●	●	●	3. 有異常的山鳴(聽覺)	上游可能已發生崩塌或土石流
●	●	●	●	4. 溪水流量急遽減少 (視覺)	上游野溪可能已被崩塌土石阻塞
●	●	●	●	5. 溪水中帶有流木(視覺)	上游可能發生山崩或河岸沖蝕
	●	●	●	6. 溪水異常混濁(視覺)	上游可能發生山崩或河岸沖蝕
	●	●	●	7. 溪流中有石頭摩擦聲音(聽覺)	因溪流流量增大
	●	●	●	8. 有腐植土臭味 (嗅覺)	上游可能發生山崩樹倒，從樹木腐植層散發出的之臭土味
	●	●	●	9. 有樹木裂開之聲音(聽覺)	上游可能發生土石流，撞裂樹木之聲音
	●	●	●	10. 動物有異常行為(視覺)	動物的感官比人類敏銳，表示可能已發生人無法感受到的大自然異常現象
		●	●	11. 感覺地表震動 (觸覺)	土石流滾動時造成之震動
		●	●	12. 上游有「Go」聲音(聽覺)及火光或像雷光的閃電	土石流流動時，巨石撞擊造成的現象
幾小時前	一小時前	幾分鐘前	發生土石流	標示符號： 必定發生 ● 發生可能性高 ● 有發生可能 ●	

土石流防治策略

- 發生段治理（源頭治理）：排水、防止堆積物、危石移除、裂縫填補、打樁編柵
- 輸送段治理：降低土石流速、使土石流脫水（水、土砂分離工程）、植林（以樹木為緩衝區，阻擋土石）
- 堆積段治理：設置土石堆積場（處理淤積的土砂）

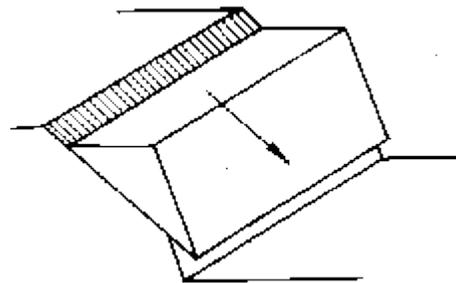
主題三：地滑 (slide)

什麼是地滑？

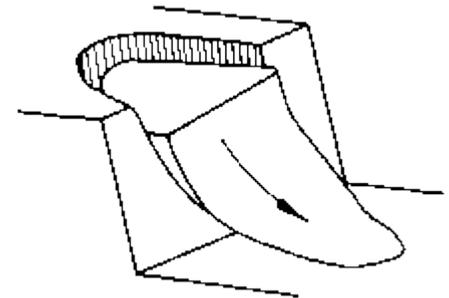
- 定義：俗稱走山，指岩石或土壤，沿著一明顯的破壞面，向下坡處或向外運動，與未滑動體間產生相對的剪切位。

- 類型

- 1. 平面地滑



- 2. 弧形地滑



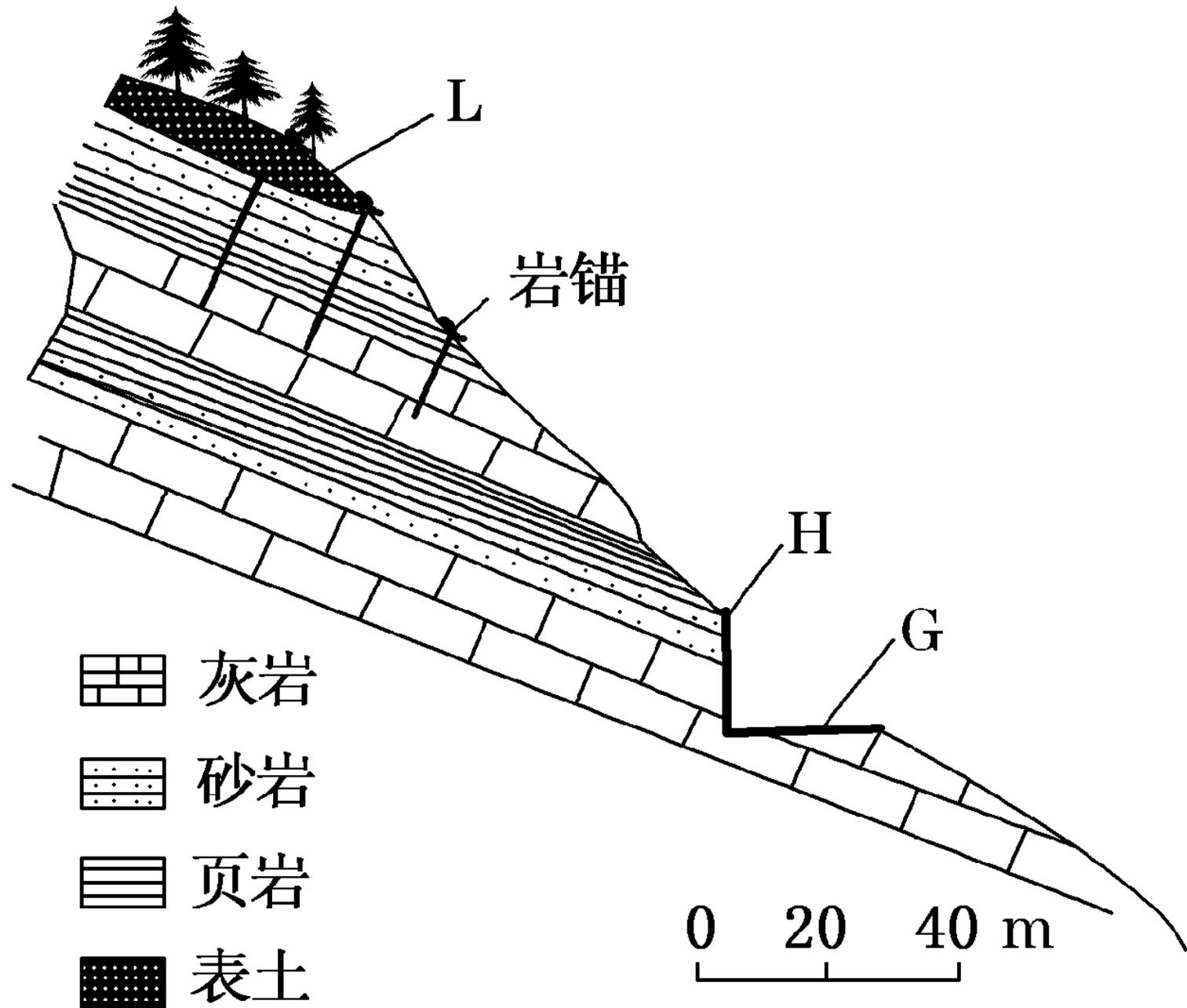
2010年，國道三號走山事件

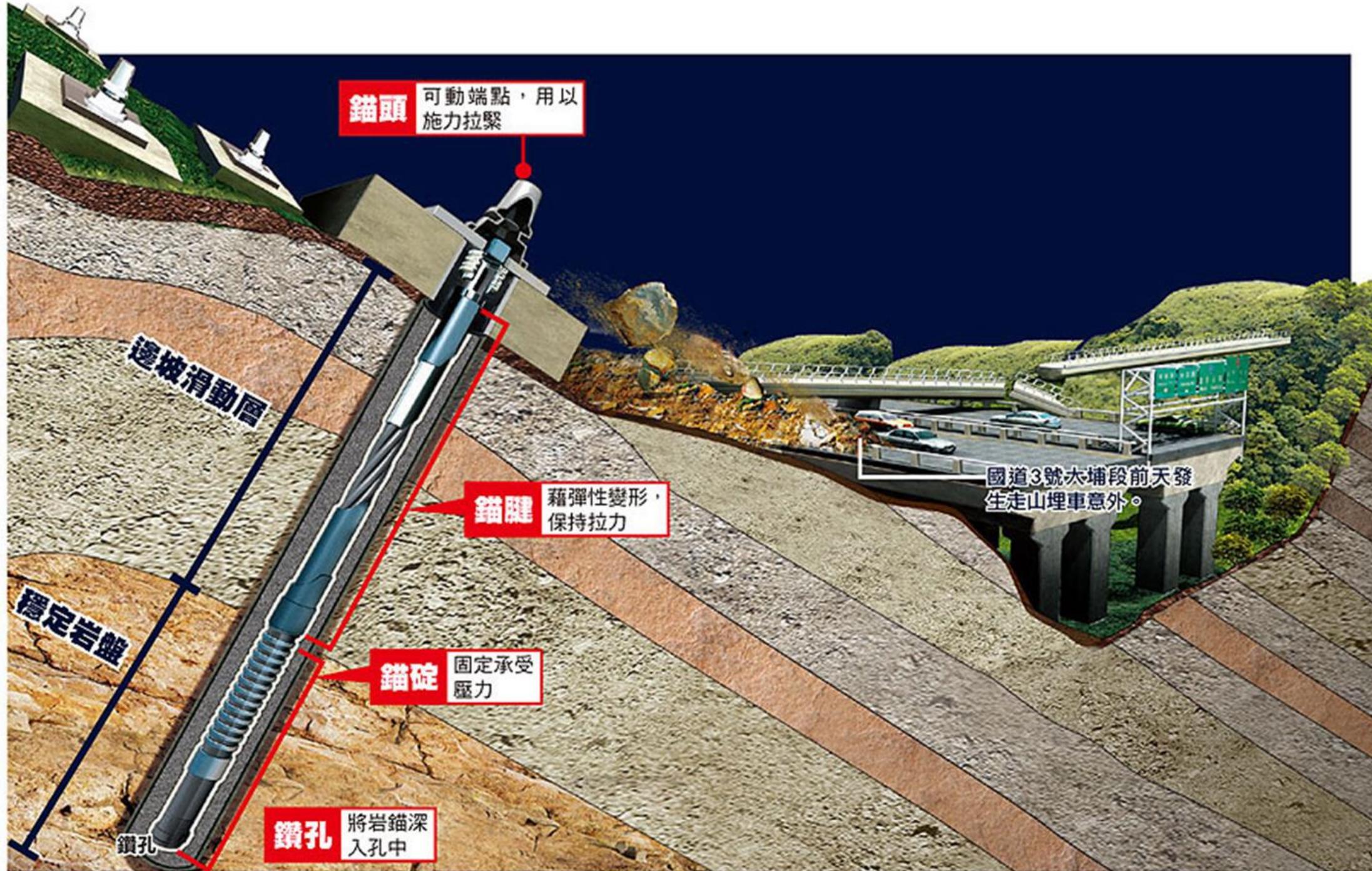
和下雨
地震
無關

- 地點：基隆汐止段附近
- 時間：2010年4月25日，約下午2點30分
- 災情：人員傷亡（罹難4人）、交通阻礙
- 發生原因：地滑（順向坡）

經濟部中央地質調查所所長林朝宗說，現場地質屬於**砂頁岩**，為**斜度約20度的順向坡**，當初是**切斷坡腳**施工，因此必須設置**岩錨**，防止邊坡滑動。他推測，岩錨可能受損，才會拉力不足，發生大規模走山。







鑽頭 可動端點，用以施力拉緊

邊坡滑動層

鑽尾 藉彈性變形，保持拉力

國道3號大埔段前天發生走山埋車意外。

穩定岩盤

鑽底 固定承受壓力

鑽孔 將岩鑽深入孔中

鑽孔

綜合討論

綜合討論：八八風災－小林村事件

- 到底為什麼會發生此次嚴重災情？
- 是土石流、山崩，還是地滑？！
- 如何用地理學的觀點解釋這起事件？

運用剛才上課所學知識，一起來深入探究
八八風災導致的小林村滅村之環境災害問題

小林村會滅村的主要原因，到底是……！？

• 連日豪大雨（八八風災）

- 過量水分成為土石の「潤滑劑」！
- 形成土石流，且在坡腳處形成堰塞湖！
- 堰塞湖崩潰，劇烈土石快速掩沒村莊！

• 獻肚山「走山」（地滑）：先天＋後天問題

- 地質不穩（砂頁岩互層、順向坡、斷層）
- 坡腳切斷：楠梓仙溪支流小竹溪暴漲、產業道路

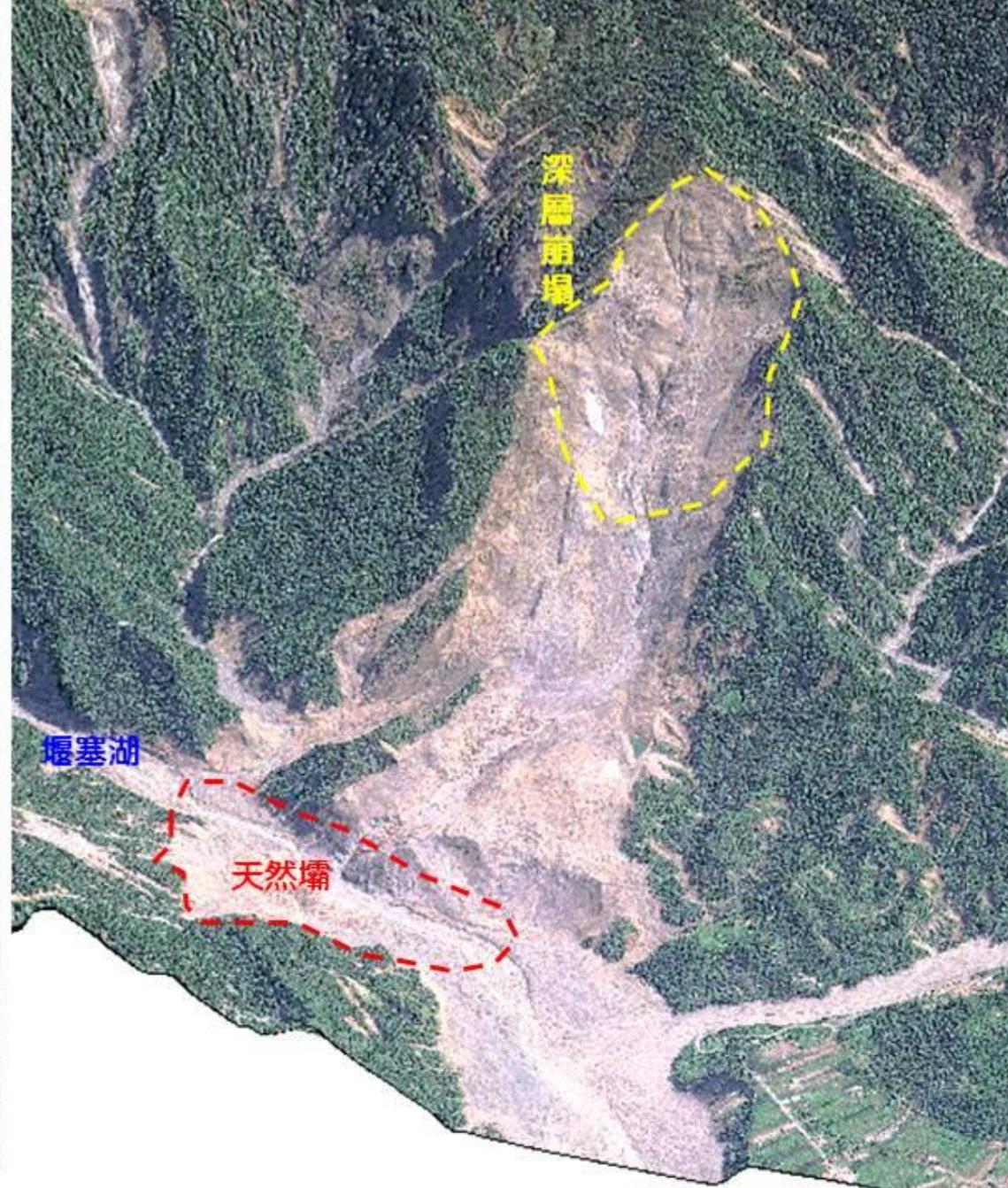
小林村被滅村之前後對照

Shiao Lin village, Taiwan, drastic changes after typhoon Morakot.





2008年福衛二號衛星影像(莫拉克颱風前)



2009年福衛二號衛星影像(莫拉克颱風後)

