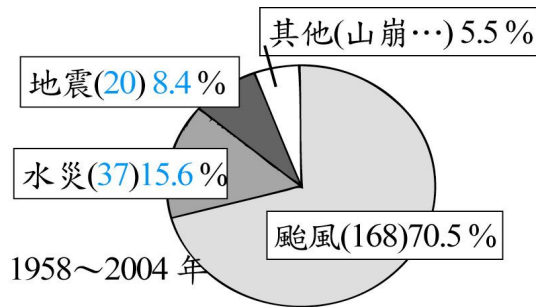


第六章 氣象災害

6-1 氣象災害

※臺灣的自然環境特殊，颱風、水災、地震及土石流等天然災害幾乎年年發生，其中尤以颱風最常見。



一、颱風

(一) 颱風形成的原因是什麼？

熱帶 海洋 面上，空氣潮濕、高溫、不穩定

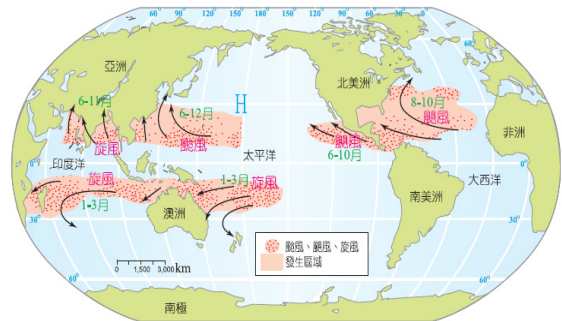
發展形成強烈熱帶性 低 氣壓，氣流呈 逆 時鐘方向旋轉，高度受 對流 層頂限制

(二) 颱風的分級

風速公尺/秒	台 灣	風 級	國 際
17.2~32.6	輕度颱風	8~11 級	熱帶風暴
32.7~50.9	中度颱風	12~15 級	小颱風
51.0~66.9	強烈颱風	16~17 級	中颱風
67 以上	超級強烈	17 級以上	大颱風

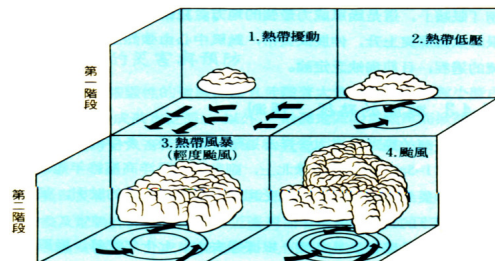
(三) 各大洋颱風的名稱

名稱	位置
颱風	北太平洋西側
颶風	大西洋與北太平洋東側
旋風	印度洋與南半球的澳洲附近



(四) 颱風形成的四個階段

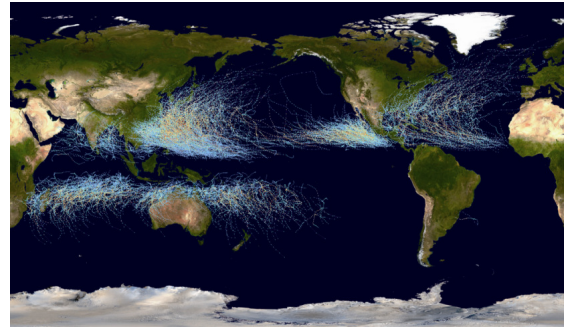
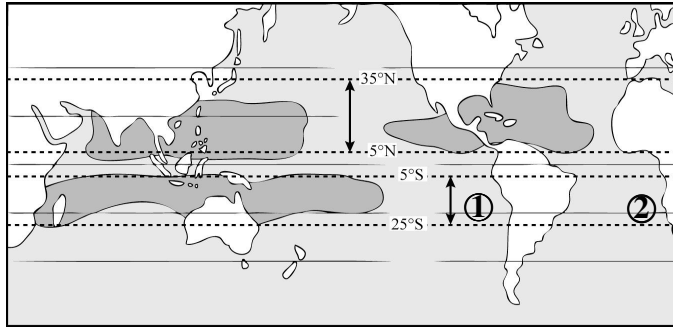
1. 熱帶擾動
2. 熱帶低壓
3. 熱帶風暴 (輕度颱風)
4. 颱風



(五) 颱風生成的條件

1. 熱帶低壓擾動
2. 海水溫度要 > 26.5 °C 以上
(颱風能量來自於水氣凝結時釋放的潛熱)
3. 生成在緯度 5 度外至南、北回歸線間
(緯度 5 度以內科氏力太小)無法導引熱帶氣旋發展)
4. 風速在垂直方向變化 小 (有利水氣凝結而釋出的熱量聚集)

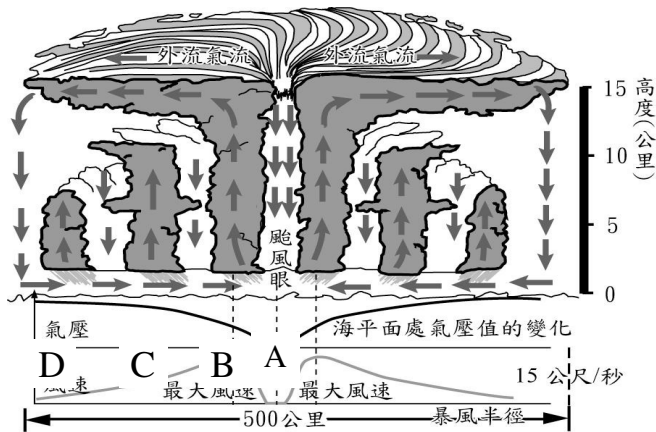
(六) 颱風生成的源地



- ① 湧昇流區→全年海水表面溫度太低（水溫全年 $<26.5^{\circ}\text{C}$ ）：無颱風形成
- ② 南大西洋風速在垂直方向變化太大：無颱風形成

(七) 颱風的結構

1. 颱風眼：氣壓最低有輕微下沉氣流、增溫、無雲、風力微弱
2. 眼牆：是颱風內上升運動、風速及降水量最強的區域
3. 暴風半徑：颱風中心向外一直到平均風速 14 m/s（相當於 7 級風）的距離
4. 暴風圈：暴風半徑以內的範圍



溫度由高到低：A > B > C > D

氣壓由高到低：D > C > B > A

風速由大到小：B > C > D > A

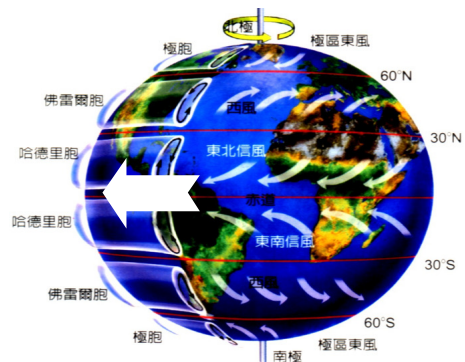
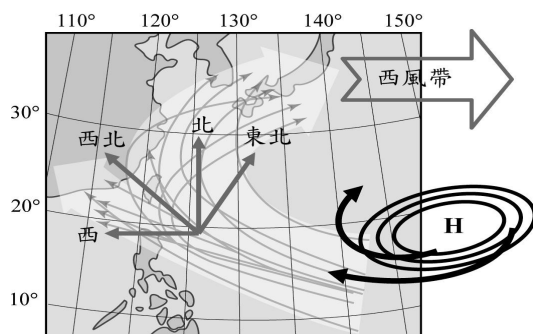
雨勢由大到小：B > C > D > A

(八) 颱風的消散的原因為何？

1. 登陸（水氣、熱能來源消失）
2. 陸地上摩擦力加大
3. 遭受地形破壞
4. 轉向進入較高緯度的西風帶，有利颱風發展的條件已不存在
颱風的強度將迅速減弱為熱帶性低氣壓，隨即消散

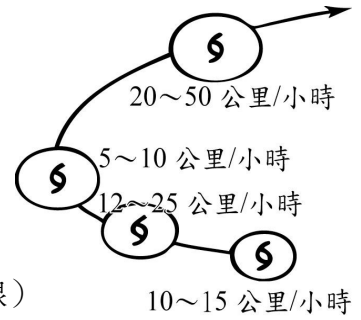
(九) 颱風的路徑

1. 颱風發生在熱帶海洋上東北信風的南緣：發生後的方向大都向西
2. 到達台灣與菲律賓附近時受，副熱帶太平洋高氣壓系統影響
路徑就有顯著的變化繼續向西或轉向西北、北、東北進入西風帶



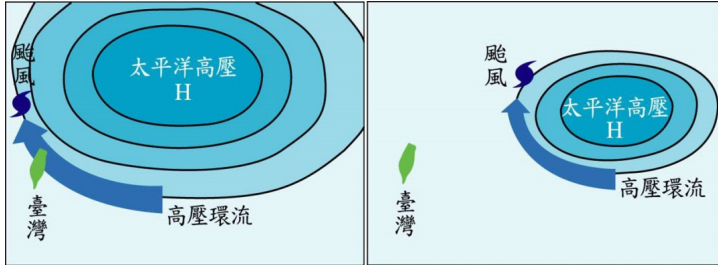
(十) 颱風移動的速度

1. 颱風剛形成時移動速度較 慢，之後會逐漸 加速。
2. 轉向或增強時會 減慢，轉向後速度又會 增快。



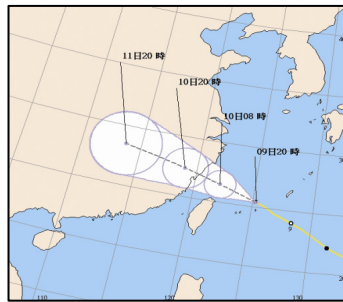
(十一) 侵台颱風

1. 太平洋高壓 強，颱風可能經過臺灣：向西、西北
2. 太平洋高壓 弱，颱風不會經過臺灣：向北、東北（拋物線）

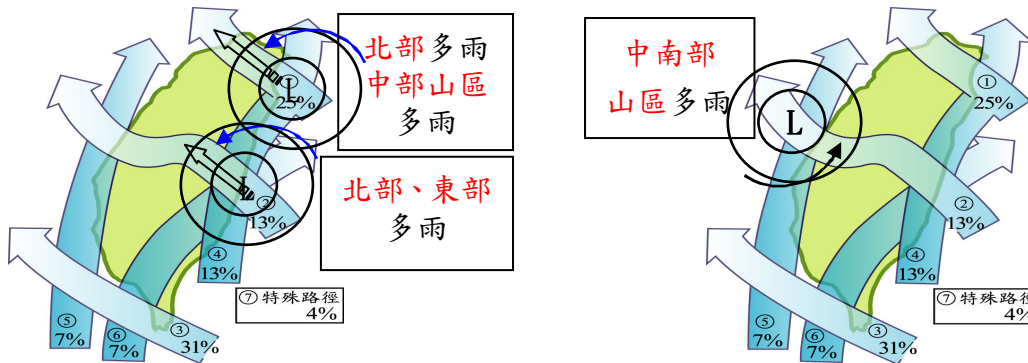


3. 颱風路徑潛勢預測圖

未來颱風中心有 70% 的機會將會在圓圈的區域內



4. 侵臺路徑：可概略歸納為由 東 往 西（約占三分之二）及由 南 往 北 兩大類。



(十二) 影響颱風侵襲時風力及降雨大小的因素

1. 颱風的強度和結構
2. 颱風的路徑及經過地區之地形

(1) 颱風在花蓮以北登陸

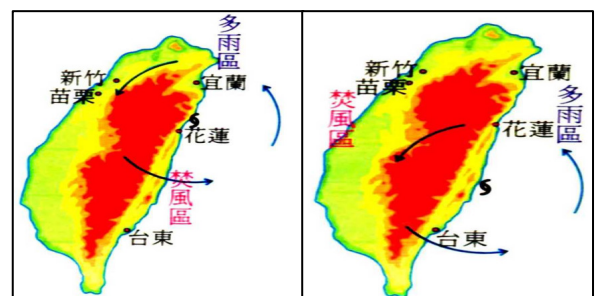
迎風面的 宜蘭 地區，將富於雲雨。

而背風面的 臺東 地區常產生 焚風。

(2) 颱風在花蓮以南登陸

迎風面的 花蓮、宜蘭 地區，將富於雲雨。

而背風面的 苗栗、新竹 地區常產生焚風。

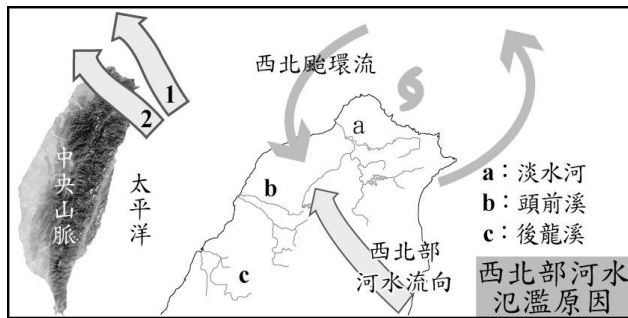


(十三) 西北颱

路徑 1 為西北颱的標準路徑：未登陸臺灣

路徑 2 避開中央山脈威力仍能很大：登陸臺灣

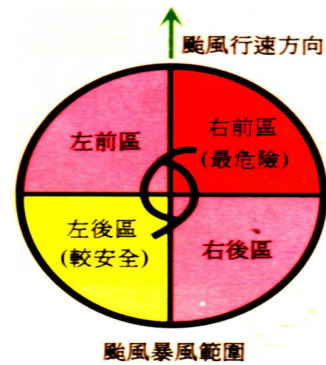
風向與河口垂直，易造成溪水不易宣洩，配合漲潮及暴潮，低窪地區很容易淹水



(十四) 颱風前進方向與安全性的關係

最危險：第 I 象限

最安全：第 III 象限



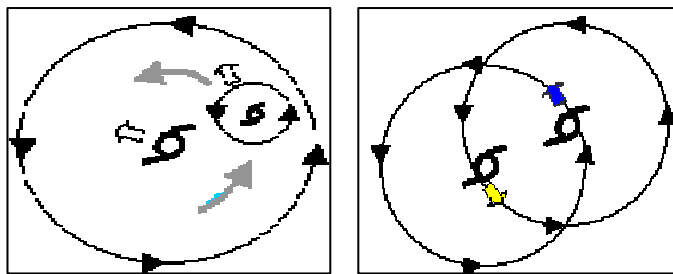
(十五) 藤原效應 (藤原櫻平)

兩颱風中心相距小於 1000km，氣流互相牽引

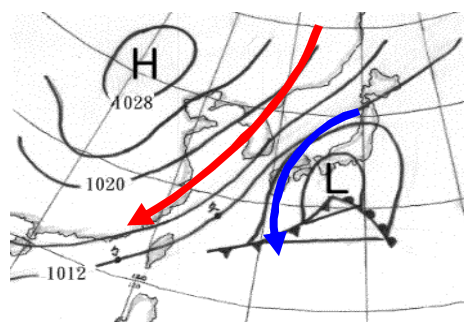
兩颱風中心會呈逆時針旋轉的狀態

最後的情形有可能 遠離 或互相 合併

合併後不一定產生一個強度較大的颱風 也有可能減弱



(十六) 共伴效應：通常發生於 秋季 生成的颱風，颱風風向與東北季風方向互相增強，容易造成北部山區降雨



二、洪水

(一) 洪水的定義：

河流、湖泊或海洋的水位突然暴漲，導致大水在陸地四處漫流的現象

(二) 洪水的成因：

1.主要原因：暴雨驟降，降水量 > 河川容納量。

2.其它原因：高山融雪、水庫潰堤、颱風造成暴潮與地震引發海嘯等。

3.自然因素造成台灣洪水的成因：

(1) 臺灣洪水發生多半導源於 颱風、梅雨或雷雨

(2) 河川 坡陡水急，支流少，流域面積不大，驟下暴雨容易引起山洪暴發

4.人爲因素造成台灣洪水的成因：

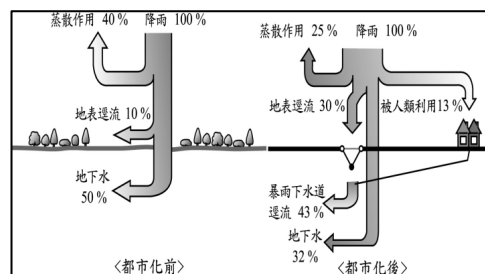
(1) 山坡地大規模的開發，水土嚴重流失，泥沙淤積在下游河道，影響了河道排洪的能力

(2) 行水區及洪氾平原被開墾利用，貯水的窪地、溼地被填平

(3) 都市化，降水無法滲入地下而形成 地表逕流

地表逕流與下水道的水快速進入河道

都市化造成蒸散與滲透至地下的水減少，逕流量增加

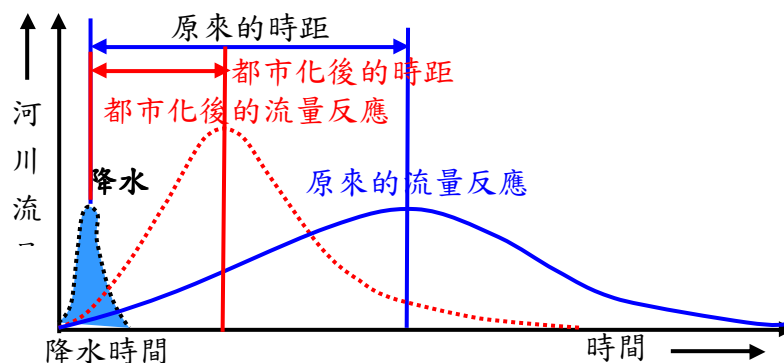


(三) 洪峰

1.河流因降水使流量增大，每次降水帶來的最大流量即為 洪峰 流量

2.洪峰流量 晚於 一般最大雨量出現時間，
這是由於地面流水匯集和流入河道都需要一段時間

3.都市化使得洪峰流量 增加
最大雨量和洪峰流量發生的時距 縮短



(四) 植被的防洪作用

1.植物的 根部，有鞏固土壤的作用

2.植物的根部吸收水分，降低洪水量，延遲 洪峰 出現的時間，降低對河岸的水力衝擊

3.植物 葉片，可減緩雨水落下的速度，降低對土壤的冲刷

(五) 人爲防洪治水

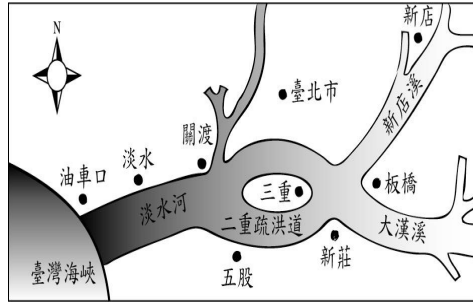
1.短期：興建 堤防，一旦洪水超過堤防設計時的考量，將引發更嚴重後果

2.長期：因地制宜，做好國土規劃，森林 保育及 水土保持。

適度設置水庫、蓄洪池、抽水站、水門、分洪道或疏洪道及疏濬和拓寬河道。

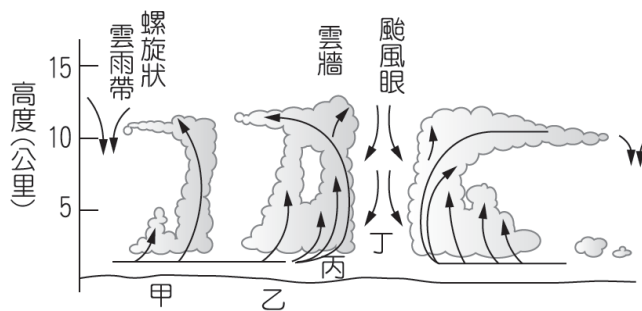
3.防範洪水的思維

時間點	思維方向	方法
洪水發生前	避免洪水發生	河川上游與集水區的保育，使大自然具有水土保持的功能。
洪水出現時	引導洪水宣洩	平時疏浚河川和疏通城市的排水設施，必要時建設分洪道或疏洪道。
造成災害後	面對和處理災害	建立洪水預警系統，幫助受災戶儘速恢復生活，減少對社會和經濟的衝擊。



範例練習

※下圖為颱風的剖面圖，請回答 1.~4.題：



(D) 1.氣壓最低處為 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

解題要訣：颱風為低壓中心，故中心丁處氣壓最低。

(C) 2.降雨強度最大的地方在 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

解題要訣：眼牆為風雨最強之處。

(C) 3.風速最大的地方在 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

解題要訣：眼牆為風雨最強之處。

(D) 4.風速最小的地方在 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

解題要訣：颱風眼為微弱下沉氣流，無雲且風速最小。

(B) 5.北太平洋西側颱風形成後，其移動路徑主要受何種因素的影響？ (A)科氏力 (B)太平洋高壓環流 (C)海陸分布 (D)鋒面走向。

解題要訣：颱風主要受太平洋副熱帶高壓外圍環流導引，沿其邊緣移動。

(B) 6.以長期的眼光來看，防洪治水的做法，下列哪一項最不好？ (A)拓寬河道 (B)興建堤防 (C)水土保持 (D)截彎取直。

解題要訣：(B)興建堤防屬於短期的做法，一旦洪水超過堤防設計時的考量，將引發更嚴重的後果，且興建堤防將使河床逐漸墊高，最終仍會氾濫。(D)河道彎曲，路徑較長，可降低坡度，若截彎取直，坡度會增加，河道流速增快，使洪水得以宣洩。

【單元練習】

- (D) 1. 下列哪一選項不是有利颱風生成的條件？ (A)熱帶低壓擾動 (B)洋面溫度 27°C (C)風速在垂直方向變化小 (D)在赤道南北緯 5 度以內的區域。
【解析】(D)需距赤道南北緯 5 度以上才有足夠的科氏力。
- (C) 2. 「每年 7~9 月常有颱風侵襲臺灣，颱風的路徑主要受(甲)環流導引，並可依據颱風的(乙)做強度的分類。」以上敘述(甲)、(乙)各為什麼？ (A)甲：蒙古大陸高壓；乙：暴風半徑 (B)甲：熱帶低壓；乙：降雨強度 (C)甲：太平洋高壓；乙：中心最大風速 (D)甲：溫帶氣旋；乙：受災狀況。
【解析】侵臺颱風路徑主要受太平洋副熱帶高壓環流導引。颱風的強度分級是依其近中心最大風速。
- (D) 3. 南美洲西側外海不易形成颱風的原因為何？ (A)位於南半球 (B)科氏效應太小 (C)赤道無風帶 (D)湧升流區。
【解析】南美洲西側外海為湧升流區，全年海水表面溫度太低。
- (C) 4. 在臺灣，洪水發生的最主要原因為 (A)地震頻繁 (B)高山融雪 (C)暴雨驟降 (D)水庫潰堤。
【解析】在臺灣，洪水發生多半導源於颱風、梅雨或雷雨時驟降的暴雨。
- (ABCD) 5. 下列有關颱風生成源地的特徵，哪些是正確的？（應選四項） (A)蒸發旺盛 (B)洋面溫度高 (C)水氣充足 (D)日照強烈 (E)低層水平風速強。

6-2 地質災害

一、地震

(一) 發生原因：90%以上的有感地震，都是因斷層活動所引起
其他因素有火山活動、隕石撞擊、地下核爆等。

(二) 地震預報要項

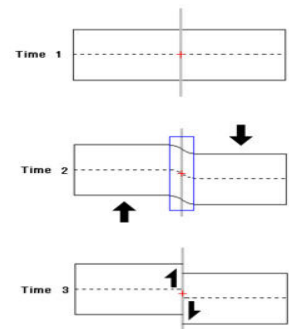
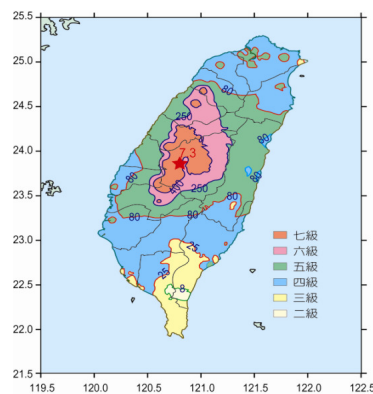
1. 發震時間

2. 震央位置： $\Delta t = d \left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right)$

3. 震源深度

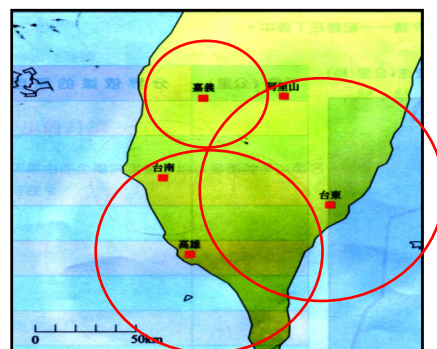
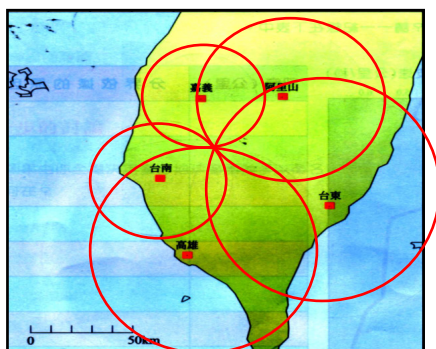
4. 地震規模：

5. 地震強度：



(三) 震央位置

知道震央與測站的距離，仍然需要幾個測站才能找震央的位置？至少要3個測站



(四) 地震強度

1.地震強度（簡稱震度）共分 8 級

為地面物體的搖晃或破壞程度

2.分級方法：最大地動 加速度 值大小

3.通常離震央愈遠，震度會愈 小，但是各地的地質地形條件也會影響震度大小，所以等震度圖並非同心圓狀

0	1	2	3	4	5	6	7
無感	微	輕	弱	中	強	烈	劇

震 度		地動加速度 (cm/sec ²)	說 明
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，電燈等懸掛物有小搖晃。
3	弱震	8~25	房屋震動，門窗發出聲音，懸掛物搖擺。
4	中震	25~80	步行中的人也感到搖晃，房屋搖動甚烈，較重傢俱移動。
5	強震	80~250	部分牆壁產生裂痕，重傢俱可能翻倒，有些牌坊煙囪傾倒。
6	烈震	250~400	站立困難，部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形。
7	劇震	400以上	搖晃劇烈以致無法依意志行動，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。

(五) 地震規模

1.震源釋放 能量 多寡來衡量

2.M 代表芮氏地震規模，無 單位，以一位小數的實數表示

M < 1	1 ≤ M < 3	3 ≤ M < 5	5 ≤ M < 7	7 ≤ M
極微小	微小	小	中	大

芮氏規模：震央 < 600Km、表面波規模：震央 > 600Km、體波規模：遠地地震

3.芮氏地震規模：地震波曲線的最大 振幅 計算而得

規模每增加 1，能量差則約為 31.6 倍

※ logE = 11.8 + 1.5M

(六) 地震災害

1.建物損毀

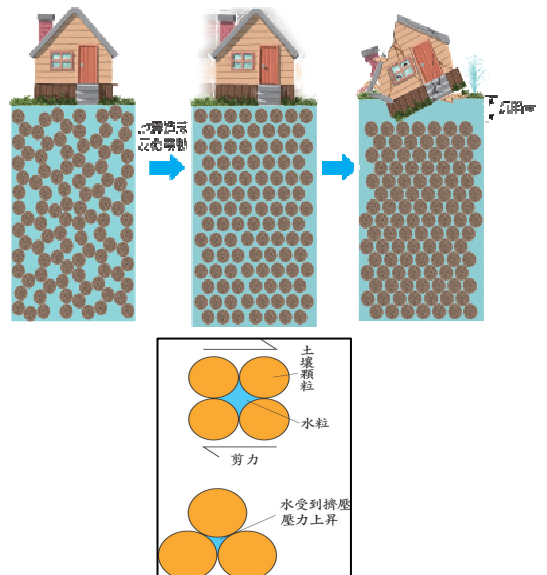
2. 土壤液化

- (1) 液化前砂粒呈鬆散狀態
- (2) 液化瞬間砂粒呈懸浮狀態，漂浮在地下水中
- (3) 建築物的重力持續下壓，砂粒重新緊密排列

地下水受壓噴出地表

3.山崩

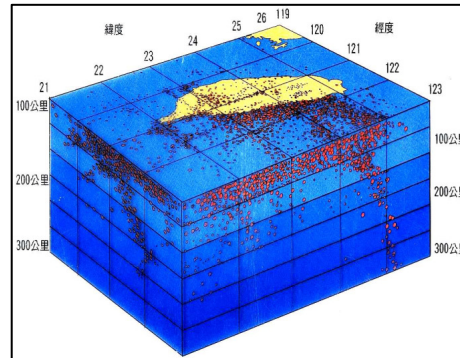
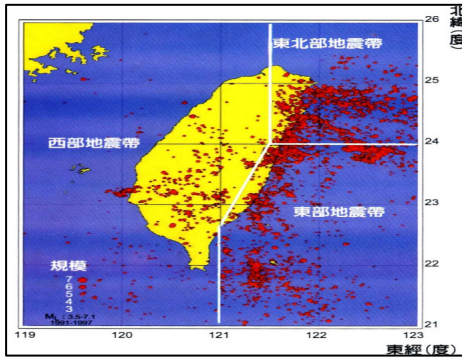
4.海嘯



(七) 台灣的地震分布

臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊交界處
發生地震的原因主要是斷層所引起

	原因	寬度	震源	頻率	災情
西部地震帶	逆斷層	最窄	淺	低	嚴重
東部地震帶	馬尼拉海溝	次之	淺~中	中	較小
東北部地震帶	琉球海溝	最寬	淺~深	高	較小



(八) 活斷層的分類

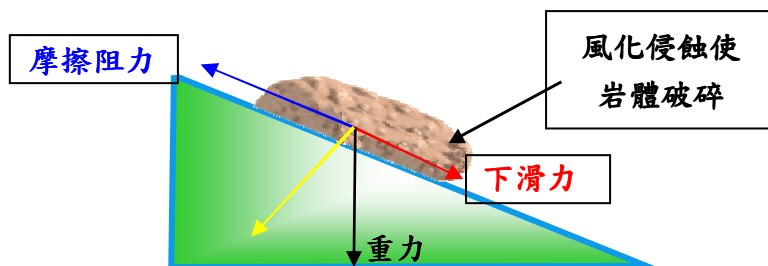
1. 第一類活斷層：全新世活動斷層，一萬年來曾經發生錯移
2. 第二類活斷層：晚更新世活動斷層，過去 12 萬 5 千年內曾發生
3. 第三類活斷層：存疑性活動斷層，其存在未受到明顯認定

二、山崩與土石流

臺灣山多、平地少，地層鬆軟且破碎，氣候多雨與山坡地的過度開發，使地表的土石易發生鬆動，引發山崩或土石流。

(一) 山崩

1. 定義：風化侵蝕作用形成的岩石碎屑、土壤，受 重力 作用產生向下滑動或崩落的現象。



下滑 力 > 摩擦 力 → 岩石、土體快速崩落

2. 類型：依移動的型式可分為墜落與地滑

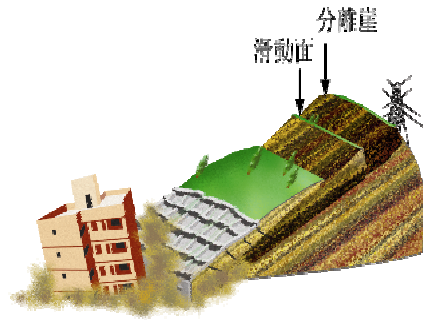
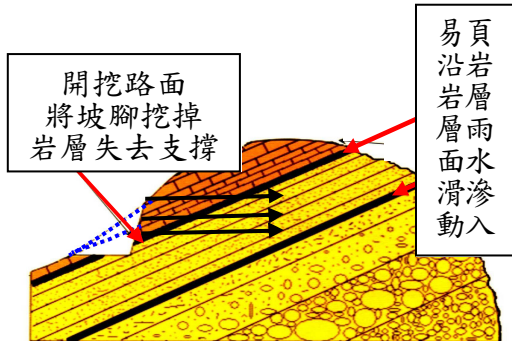
(1) 墜落：

岩體或岩屑從高處呈 自由落體，快速向下掉落的現象多發生於 節理、斷層 發達且坡度陡峭的山坡上。當地震或豪雨後，發生的可能性會提高



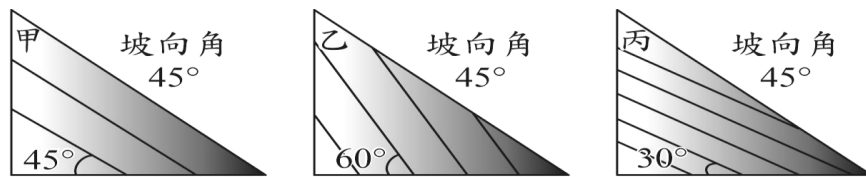
(2) 地滑：地層順著地形的傾斜面，向下坡發生平面滑動或圓弧滑動。

a. 平面滑動：常見於 順向坡 地區，當傾斜角度 太大 或 坡腳移除 時易發生滑動。



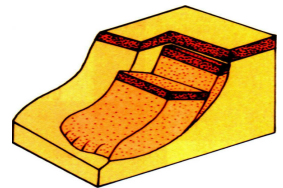
1997 年新北市汐止區林肯大郡順向坡滑動

※順向坡：岩層傾斜方向與坡向平行



- ① 岩層傾 角 > 坡向 角 → 墜落機率大
- ② 岩層傾角：乙 60° > 甲 45° > 丙 30°
坡向角：甲 = 乙 = 丙 = 45°
- ③ 岩層墜落機率：乙 > 甲 > 丙

※2010 年 4 月國道 3 號係指路段因順向坡地型造成地層滑動



b. 圓弧滑動：均質的厚層鬆軟土壤，因其上建築物的重量會使得厚層土壤沿弧形面滑動產生山崩

※2009 年莫拉克颱風造成嘉義梅山鄉太和村近 45 公尺的山坡滑動

(二) 土石流

1. 土石流屬於流動形式的山崩，是指大量的鬆散 土石 與 水 的混合體，在 重力 作用下沿著自然坡面或溝渠，往下快速流動的現象。

2. 土石流形成的基本條件：

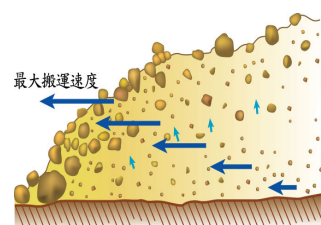
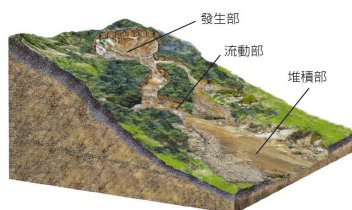
- (1) 豐富的鬆散土石
- (2) 陡峻的坡度
- (3) 充分的水分

大量 降雨 是造成土石流的直接因素。

3. 土石流發生的分區

隨坡度變化可分為：發生 區、流動 區、堆積 區

土石流由上游向下游快速移動時，強大衝擊作用造成的損毀力量巨不可擋。



4.臺灣常發生土石流的原因

自然 因素：

- (1) 位於板塊交界，地質破碎、地形陡峭、節理斷層發達。
- (2) 海島型氣候，風化侵蝕強烈。
- (3) 地震頻繁，常有大量岩層鬆動、崩落。
- (4) 梅雨、颱風等帶來豪大雨。

人爲 因素：

- (5) 不當的土地資源利用，開路、墾植、採礦等開發動作，破壞了自然的平衡。

5.如何降低土石流災害

臺灣年年有山崩及土石流發生

- (1) 學習如何做好環境的維護。
- (2) 監控土石流或坡地滑動的機制
- (3) 設置土石流預警系統。
- (4) 進行防災教育與防災演練的工作。

◎才可確保生命財產的安全及後代子孫在臺灣的 永續經營。

範例練習

(A) 1. 「芮氏地震規模」的數值所代表的意義是 (A)震源釋放出的能量大小 (B)地震對當地破壞的程度 (C)地震波最大振幅的大小 (D)地震波傳遞的波速快慢。

解題要訣：芮氏地震規模是用一個沒有單位的數值來表示震源釋放能量的大小。

(C) 2. 西部地區地震較可能造成災情的原因為何？ (A)淺、中、深源地震都有 (B)地震發生次數太過頻繁 (C)人口集中 (D)震央通常在外海。

解題要訣：西部地區人口稠密，且地震主要為淺源地震，因此大地震時常會造成較嚴重的災情。

(B) 3. 引起山崩的主要作用力是 (A)風力 (B)重力 (C)壓力 (D)張力。

解題要訣：山崩是岩石碎屑、土壤，受重力作用產生向下滑動或崩落的現象。

【單元練習】

(D) 1. 下列何者並非造成山崩的原因？ (A)發生 7 級的劇震 (B)地殼擠壓，導致地層破碎疏鬆 (C)颱風帶來大量的豪雨 (D)大量超抽地下水。

【解析】超抽地下水會造成地層下陷。

(C) 2. 當一地震發生時，一般而言，距震央愈近者，感受之 (A)規模愈大 (B)規模愈小 (C)震度愈大 (D)震度愈小。

【解析】一般而言，距震央愈近者，震度愈大，但規模不變。

(B) 3. 每次發生地震後，地震報導常說：本次地震的規模是多少，震央在某處，某地的震度是多少……。下列敘述何者正確？ (A)震央是指地震波在地下的發源處 (B)以某處地面搖晃或破壞的程度來分級者，稱為該處之地震強度 (C)地震強度越大即表示地震規模也越大 (D)地震規模的大小隨地點不同而改變。

【解析】(A)地震波在地下的發源處是震源。(C)地震規模為震源釋放出能量的大小，與地震強度為某處地面搖晃加速度不同，兩者無直接關係。(D)會隨地點不同而改變的是地震強度的大小。

- (C) 4. 中橫公路、蘇花公路在豪大雨過後，常會造成山崩的最主要原因為何？ (A)岩石性質相當脆弱 (B)岩石易溶於水 (C)水滲入泥土或顆粒間導致摩擦力減小 (D)豪大雨打碎岩層造成崩落。

【解析】水會增加岩層的重量、減低摩擦力，很容易造成山崩。

- (AC) 5. 下列哪些是形成土石流的條件？（應選二項） (A)岩石鬆散 (B)強風 (C)暴雨 (D)非常陡峭的山坡地 (E)火山爆發。

【解析】形成土石流的條件主要有三：(1)鬆散的土石。(2)充足的水分。(3)適當的坡度（土石流發生之溪谷坡度通常在 15~30 度之間，而超過 30 度之坡度，一般土體即處於不穩定狀態，反而容易以崩塌方式破壞，以至於在未形成土石流之前，即因崩塌潰散，失去原陡急之坡度，是以在坡度大於 30 度之溪谷，反而發生土石流之可能性較低）。

【綜合評量】

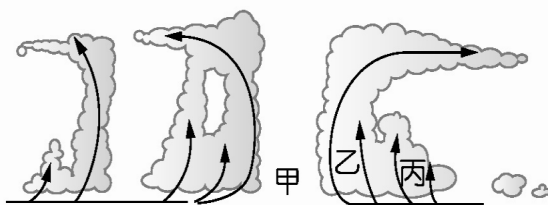
※右圖為颱風的垂直剖面圖，回答 1.~2.題：

- (B) 1. 風速最大的地方位於 (A)甲 (B)乙 (C)丙。

【解析】颱風的眼牆是颱風風速與雨量最大的區域，即圖中乙位置。

- (C) 2. 甲、乙、丙三位置的氣壓值大小關係應為 (A)甲>乙>丙 (B)乙>甲>丙 (C)丙>乙>甲 (D)甲>丙>乙。

【解析】颱風是一低壓系統，越靠近中心，氣壓值越低，故颱風中心為氣壓值最低處。



※右圖為一天氣系統通過臺灣某觀測站所觀測到的資料，回答 3.~4.題：

- (C) 3. 請問此圖所表示的天氣系統應為 (A)滯留鋒 (B)寒潮 (C)颱風 (D)乾旱。

【解析】由圖中風速及壓力的變化，可知此系統為颱風。

- (B) 4. 請問該系統中心何時通過觀測站？ (A)13 時 (B)15 時 (C)17 時 (D)19 時。

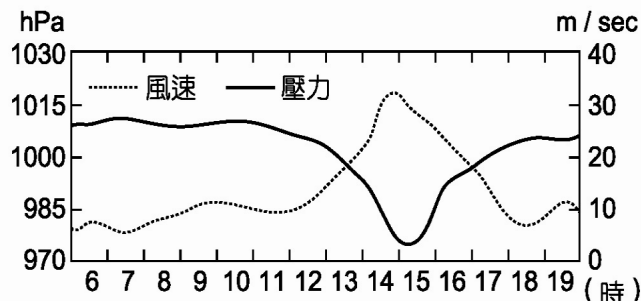
【解析】颱風中心為氣壓值最低處，所以圖中氣壓值最低是在 15 時，可知當時颱風中心通過該測站。

- (C) 5. 民國 98 年 8 月 7 日，中度颱風莫拉克登陸臺灣，8 月 8 日起，臺灣中南部及東南部地區陸續出現嚴重水患及土石流。下列哪一選項是導致八八水災的主要原因？ (A)氣象局雨量預報不準 (B)聖嬰年西太平洋水氣太過充沛 (C)颱風環流及引進西南氣流造成豪大雨 (D)東北季風與颱風環流的共伴效應。

【解析】莫拉克颱風的環流及其引進西南氣流等天氣系統是帶來災害的主因。

- (D) 6. 淳淳、祐祐和雅婷三人一起研究地震。淳淳說：震源指的是地下岩層最早發生斷裂的位置；祐祐說：當地震發生時，各地測得的規模應相同；雅婷說：地震搖晃的時間愈久，震度愈大。關於以上三人所說的內容，下列敘述何者正確？ (A)只有淳淳說的對 (B)只有祐祐說的對 (C)只有雅婷說的對 (D)淳淳、祐祐說的都對 (E)淳淳、雅婷說的都對 (F)祐祐、雅婷說的都對 (G)三人所說的都對。

【解析】震源指的是地震發生時，地下岩層最早發生斷裂的位置。規模指的是震源所釋放出能量的多少，所以各地測得的規模都應相同。震度是指最大地動加速度值的大小。



- (B) 7. 若震波 P 波、S 波之波速分別為 $V_p = 6\text{km/s}$ ， $V_s = 3\text{km/s}$ ，某次地震發生後，臺南測站測得 P 波與 S 波到達測站的時間差 $t = 8$ 秒，請問震源距離臺南測站多少公里？
(A)32 (B)48 (C)100 (D)260 公里。

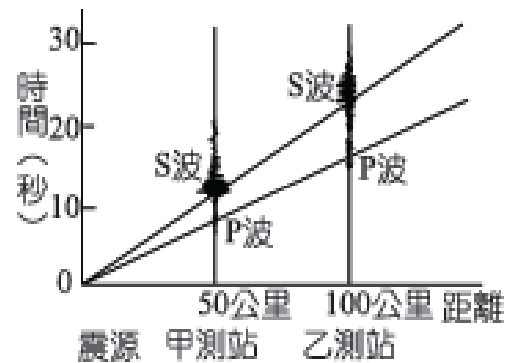
【解析】假設震源距離臺南測站 d 公里，由 P 波與 S 波到達測站的時間差： $t = \frac{d}{V_s} - \frac{d}{V_p} \Rightarrow 8 = \frac{d}{3} - \frac{d}{6} \Rightarrow d = 48\text{km}$ 。

- (C) 8. 芮氏規模 8.0 的地震，其地表震動幅度約是地震規模 6.0 的幾倍？（規模 $M = \log A$ ， A 為振幅） (A)20 (B)50 (C)100 (D)1000 倍。

【解析】芮氏地震規模每增加 1，地表震動幅度約差 10 倍，規模 8 和 6 差 2，震動幅度相差 10^2 倍。

※右圖為某地區發生地震時，甲、乙兩測站的地震波紀錄，回答 9.~10.題：

- (D) 9. 藉由地震傳抵甲、乙兩測站的地震波紀錄，可繪出地震 P 波與 S 波的走時曲線圖。下列敘述何者正確？ (A)S 波速度大於 P 波速度 (B)乙測站較甲測站接近震央 (C)甲、乙兩測站都是 S 波先抵達 (D)愈近震央的測站，其 P 波與 S 波抵達的時間差距愈小。



【解析】(A)P 波速度大於 S 波速度。(B)甲測站較接近震央。
(C)P 波先抵達。

- (B) 10. P 波從震源傳到乙測站所需的時間約為幾秒？

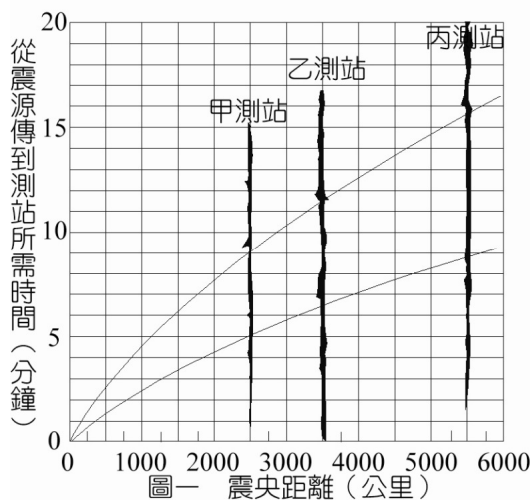
(A)10 (B)15 (C)21 (D)30。【解析】由圖可知約 P 波到達乙測站約 15 秒。

- (C) 11. 某日在宜蘭的測站收到地震資料，11：47：25s 收到 P 波，11：47：55s 收到 S 波，已知 P 波波速為 6 公里 / 秒，S 波波速為 3 公里 / 秒，兩者皆以等速率行進，請問地震發生的時間為 (A)11：45：55s (B)11：46：10s (C)11：46：55s (D)11：47：10s。

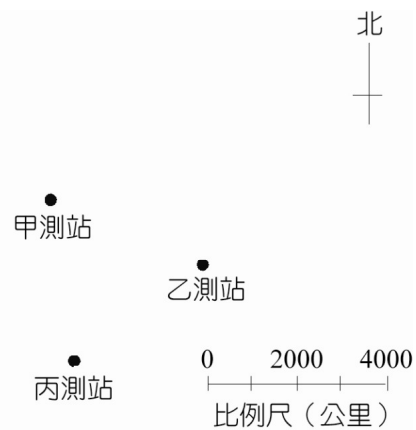
【解析】 $t = \frac{d}{V_s} - \frac{d}{V_p} \Rightarrow 30 = \frac{d}{3} - \frac{d}{6} \Rightarrow d = 180\text{km}$ （測站與震央距離），P 波需走 30 秒才會到達測站，所以地震

發生時間為 P 波到達時間減掉 30 秒，為 11：46：55s。

※下圖為某地區發生地震時，地震波的走時曲線圖。圖二為甲、乙和丙三測站的相對位置，假設震源在地表。回答 12.~13.題：



圖一 震央距離(公里)



圖二

- (C) 12. 某測站所收到的 P 波與 S 波時間差為 6 分鐘，則此測站與震源的距離約為多少公里？
 (A)3500 (B)4000 (C)4500 (D)5500 以上。

【解析】由圖一中 P 波與 S 波的時間間隔查得時間差為 6 分鐘時，測站距離震源 4500 公里。

- (A) 13. 震央應位於圖二中甲測站的哪一方位？ (A)東北方 (B)西北方 (C)東南方 (D)西南方。

【解析】分別以甲測站與震源相距 2500km、乙測站與震源相距 3500km、丙測站與震源相距 5500km 作圓，三圓相交於一點，即為震央。

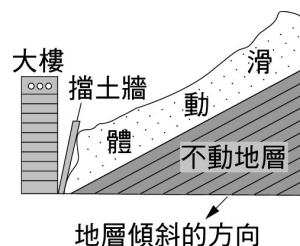
- (B) 14. 以下有關地震引發土壤液化的敘述，何者錯誤？ (A)地下含水飽和的鬆軟泥砂受振動而排列趨於較緊密 (B)造成沉積物顆粒間的孔隙水壓降低 (C)地上的建築有如瞬間浮在液體上，受搖動而傾倒或沉陷 (D)若地下水沿著裂縫將砂土帶出地表面，即為噴砂。

【解析】(B)使沉積物顆粒間的孔隙水壓增高。

- (C) 15. 1999 年 9 月 21 日臺灣發生大地震，造成非常嚴重的損失，此地震是車籠埔斷層引起，其斷層型式為(甲)，震源深度 8 公里，屬於(乙)，震央位於南投，就臺灣三大地震帶的分區而言是為(丙)地震帶。請從下列選項中依序選出甲、乙、丙三空格的正確組合 (A)正斷層，淺源地震，中部 (B)正斷層，中源地震，東部 (C)逆斷層，淺源地震，西部 (D)逆斷層，中源地震，東部。

【解析】臺灣在歐亞板塊與菲律賓海板塊相互擠壓下，潛藏許多活動斷層，所以臺灣地區的斷層為逆斷層；震源深度 8km，屬於淺源地震；南投地區位於西部地震帶。

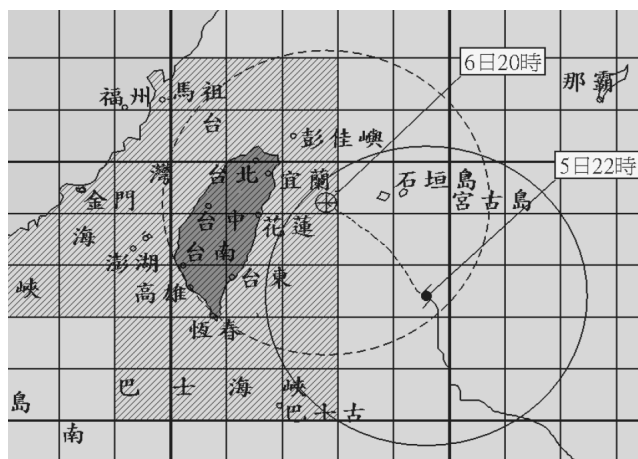
- (B) 16. 民國 86 年溫妮颱風襲臺，汐止的林肯大郡社區發生災變。右圖為其崩塌前的岩層示意圖，災變時整個滑動體沿著潛在滑動面下滑。下列何者不是災變發生的原因？ (A)水的影響 (B)坡頂負載過重 (C)人為挖去坡腳 (D)順向坡。



【解析】災變發生原因為人為開發挖去坡腳，且為順向坡，大雨增加地層含水量，使下滑力加大，同時水也降低了岩層間的摩擦阻力。

※下圖為中央氣象局於 2007 年 10 月 5 日發布的柯羅莎颱風路徑圖與其警報單的一部分資料。請參考其資料回答 17.~19.題：

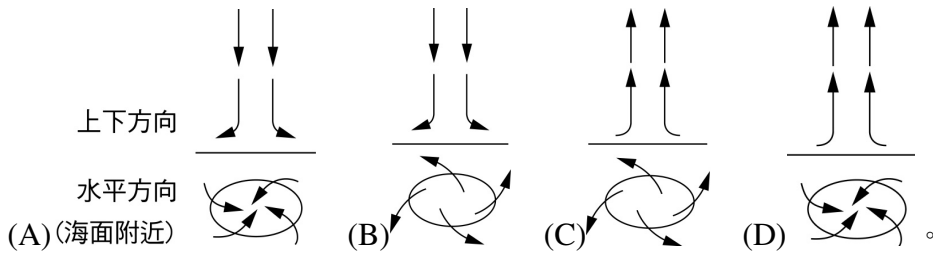
颱風強度及編號：強烈颱風，編號第 15 號（國際命名：KROSA，中文譯名：柯羅莎）
 中心氣壓：925 百帕。
 暴風半徑：7 級風暴風半徑 300 公里，10 級風暴風半徑 120 公里。
 近中心最大風速：每秒 51 公尺，相當於 16 級風。



- (A) 17. 由圖請判斷 6 日 20 時，受此颱風影響下列何地位於背風坡？
 (A)臺東 (B)臺南 (C)高雄 (D)臺中。

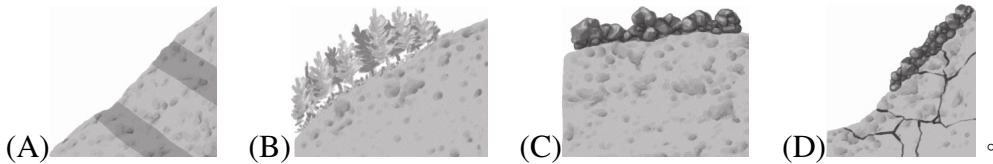
【解析】颱風為低壓中心，依其逆時針旋轉的氣流判斷，臺中、臺南、高雄皆位於迎風面，臺東則位於背風面。

(D) 18.柯羅莎颱風附近空氣的垂直方向及水平方向運動，下列何者正確？



【解析】颱風為低壓中心，水平氣流為逆時針旋轉，垂直方向為上升氣流。

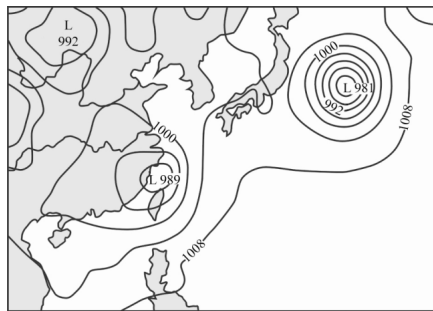
(D) 19.若颱風帶來大雨時，下列哪一種邊坡較容易形成土石流？



【解析】形成土石流的條件主要有三：(1)鬆散的土石。(2)充足的水分。(3)適當的坡度。

※下圖為 2004 年大學入學考試中心指定科目考試期間，敏督利颱風中心通過臺灣轉弱成低壓後，在七月三日凌晨 2 點的地面等壓線分布圖（等壓線的單位為百帕，hPa）。試依據下圖回答 20.~21.題：

【94 學測】

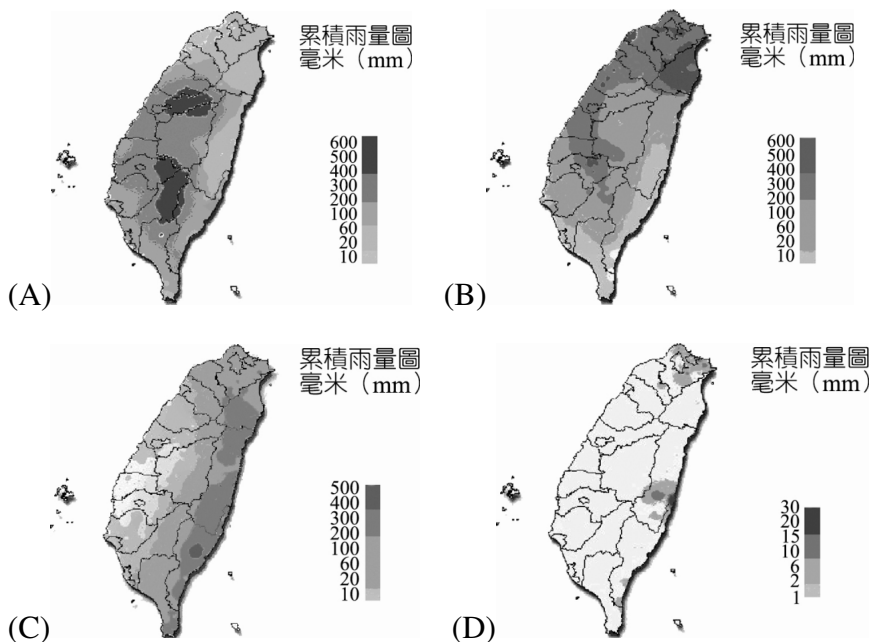


(B) 20.臺灣大部分地區在七月三日凌晨 2 點，接近地面處的最主要風向為何？

(A)西北風 (B)西南風 (C)東北風 (D)東南風。

【解析】北半球低壓近地面環流為逆時針方向旋入低壓中心，故臺灣地區主要風向應為西南風。

(A) 21.七月三日該低壓繼續往北前進，試依據低壓附近環流與水氣分布的特性，判斷下列何者最可能是七月三日全天累積總雨量分布圖？



【解析】低壓繼續北移，造成降雨的主因為西南風會引進西南氣流，但是因中央山脈地形之故，迎風面的西部、西南部地區的雨量(山區特別大)會比東部、東北部大。

(A) 22.2006 年 12 月 26 日晚上，不到 30 分鐘之內，恆春地震站西南方 22.8 公里的海域，發生數次地震，其資料如下：

	發生時間	震央位置	地震深度	芮氏地震規模
地震 1	晚上 8 點 26 分	北緯 21.89 度、東經 120.56 度	21.9 公里	6.7
地震 2	晚上 8 點 34 分	北緯 22.40 度、東經 120.51 度	21.3 公里	6.4
地震 3	晚上 8 點 40 分	北緯 22.40 度、東經 120.51 度	21.3 公里	5.2

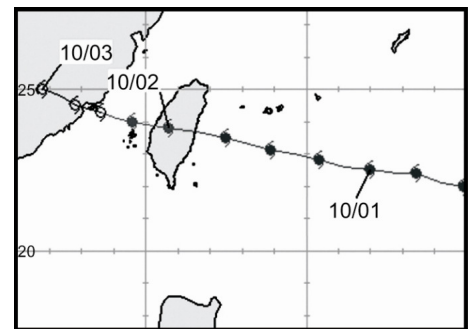
這些地震發生後，各縣市遭遇最大震度，分別如下：

縣市	屏東恆春	臺東大武	花蓮市	臺中市	臺北市	宜蘭市	新竹竹北
最大震度	5 級	4 級	3 級	3 級	2 級	2 級	1 級

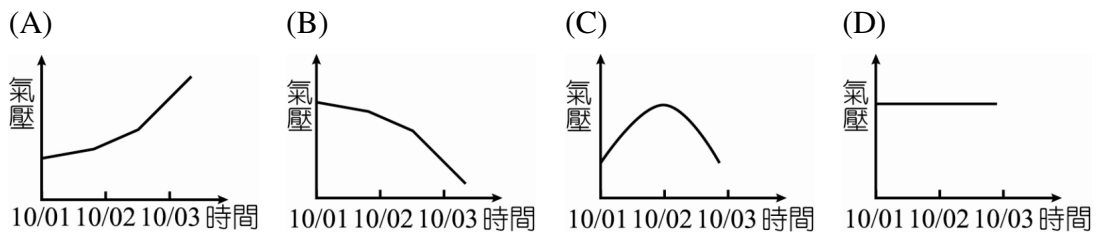
關於此晚之地震，釋放總能量與搖晃程度的等級各為何？ (A)總能量最大為 6.7，各地搖晃程度最大為 5 (B)總能量最大為 6.7，各地搖晃程度最大為 1 (C)總能量最大為 5.2，各地搖晃程度最大為 5 (D)總能量最大為 5.2，各地搖晃程度最大為 1 (E)總能量最大為 1，各地搖晃程度最大為 6.7 (F)總能量最大為 1，各地搖晃程度最大為 5.2。【96 學測】

【解析】芮氏地震規模是指地震釋放出的能量大小，而地震搖晃的程度要看震度。釋放能量最大的地震為 1，規模 6.7；而各地搖晃程度最大者為屏東恆春，最大震度為 5 級。

※右圖是 2005 年龍王颱風自 9 月 30 日 12：00 到 10 月 3 日 0：00 的颱風路徑圖，圖上所標示的時間為臺灣地區時間（月／日），每個標示點間隔為 6 小時。根據右圖的資料，回答 23.~24.題：【96 學測】



(A) 23.下列哪一圖最能代表颱風中心氣壓自 10 月 1 日到 10 月 3 日的變化？



【解析】從圖中可以看出，龍王颱風從 10 月 1 日至 3 日會逐漸減弱，故中心氣壓值變化應該是愈來愈高，故選(A)。

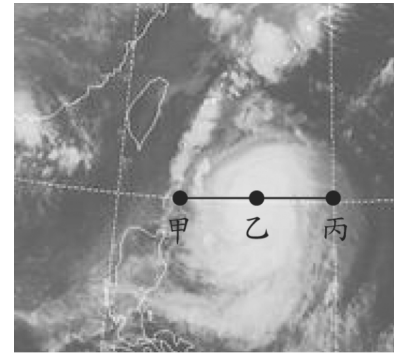
(D) 24.有關龍王颱風的敘述，下列哪一項正確？ (A)生成於花蓮東方 100 公里的海面上 (B)發生在 9 月、10 月，容易引進西南季風 (C)朝東北轉向後減弱 (D)容易造成臺灣東北部地區發生豪雨。

【解析】(A)從圖中經度判斷，颱風在花蓮東方海面 100 公里處早已生成。(B)颱風引進的為西南氣流。(C)颱風行進路徑朝向西北方前進。(D)當颱風行進接近臺灣時，因颱風是逆時針方向旋入的環流，在臺灣東北部位於迎風面，容易發生豪雨。

※右圖為一颱風侵襲臺灣前的衛星雲圖，甲、乙、丙三處的連線大約與緯度線平行，其中乙處為颱風眼。回答 25.~26.題：【97 學測】

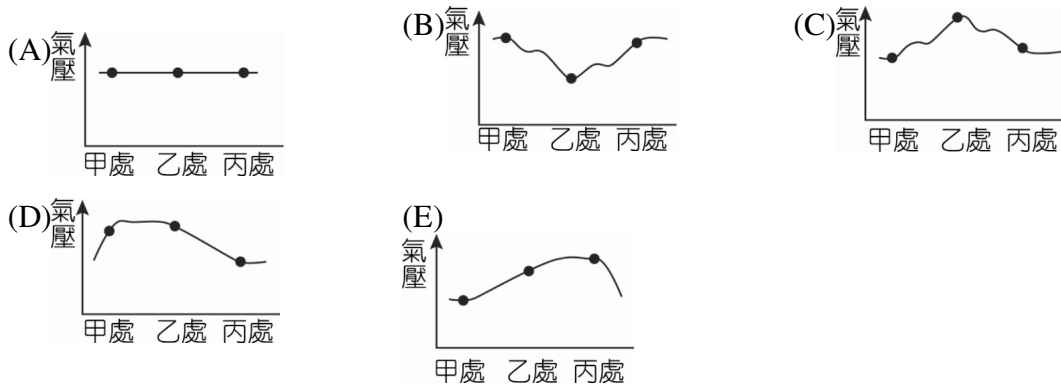
(B) 25. 在甲處、乙處、丙處的風向分別為何？

	甲 處	乙 處	丙 處
(A)	大致為東風	大致為西風	大致為西風
(B)	大致為北風	大致無風	大致為南風
(C)	大致為西風	大致無風	大致為東風
(D)	大致為北風	大致為南風	大致為南風
(E)	大致為南風	大致無風	大致為北風



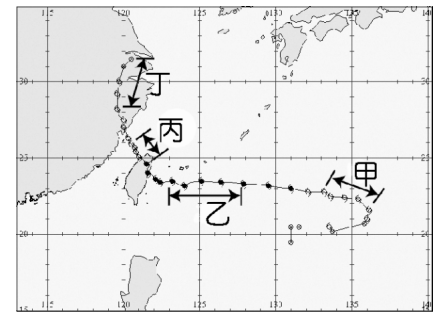
【解析】颱風為低氣壓，其環流為逆時鐘方向旋入，而且颱風眼處大致為無風，因此甲處大致吹北風，丙處大致吹南風。

(B) 26. 下列哪一選項最符合「圖中通過甲、乙、丙三處連線的氣壓變化」示意圖？



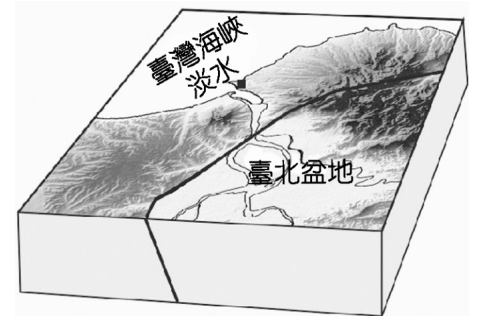
【解析】由颱風結構得知，颱風眼是氣壓最低處，向兩側氣壓增大。因此(B)選項正確。

(C) 27. 2009 年 8 月莫拉克颱風侵臺，造成八八水災。使得臺灣地區重大的人員傷亡，重挫臺灣地區的經濟和農業。右圖為莫拉克颱風路徑圖，路徑圖中標示為甲、乙、丙、丁的哪一段時間，最可能為臺灣地區帶來豪雨？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。【99 學測】



【解析】四個颱風路徑中，以丙路徑颱風行進的速度最慢，且對臺灣的影響也最大，因為累積的降雨量會最多且該路徑容易引進西南氣流在迎風面的西南部山區帶來大量的降雨。

(AE) 28. 右圖為臺北盆地的地形示意圖，臺北盆地主要由鬆散的沉積物所組成，圖中黑線顯示西緣有一條山腳斷層通過，且山腳斷層是正斷層。若未來山腳斷層活動，而在臺北盆地淺部發生芮氏地震規模 7 的大地震，則伴隨此地震的災害可能為何？(應選 2 項) (A)山腳斷層東側低溼地區淹水 (B)山腳斷層西側下陷，造成海水倒灌 (C)臺北盆地因地層抬升使建築物傾倒 (D)臺灣海峽產生海嘯，淡水漁人碼頭和臺北盆地被摧毀 (E)臺北盆地部分地區建築物因土壤液化而傾倒。【99 學測】



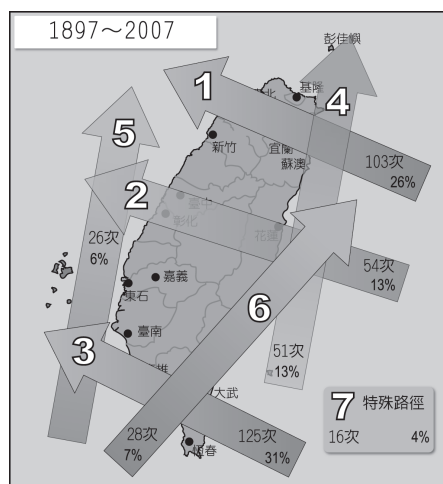
【解析】山腳斷層的東側為上盤且正斷層的上盤會相對向下移動，即東側會下陷容易造成淹水，(A) (B) (C) 中(A)為正確。(D)陸地上的斷層活動不會引發海嘯。(E)臺北盆地為鬆散的沉積物所組成，大地震可能會引發土壤液化。

第六章 天然災害

牛刀小試

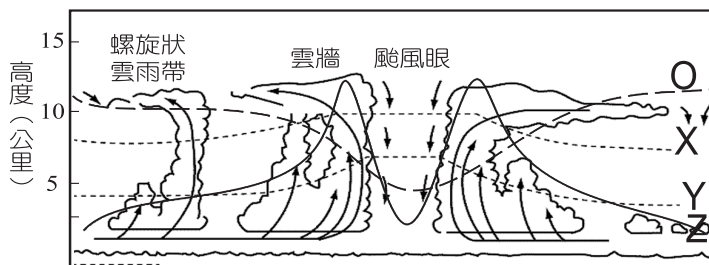
C 6-1

- (C) 1. 北太平洋西側海域颱風形成後，往往向西偏北移動，影響其行進路徑的因素主要是下列哪一項？ (A)地表摩擦力 (B)科氏力 (C)副熱帶高壓環流 (D)西南季風。【解析】太平洋西側形成的颱風常受太平洋高壓（即副熱帶高壓）周圍環流影響而呈順時鐘方向移動。
- (C) 2. 下圖是西元 1897 至 2007 年各類颱風侵襲臺灣的颱風路徑統計分析，圖中可看出比例最高的是哪一路徑？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 7。



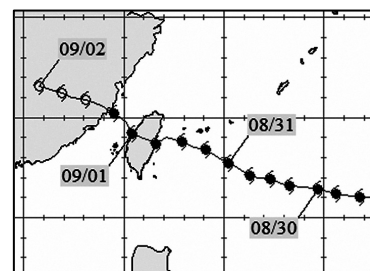
【解析】圖中的統計颱風數字最多為路徑 3。

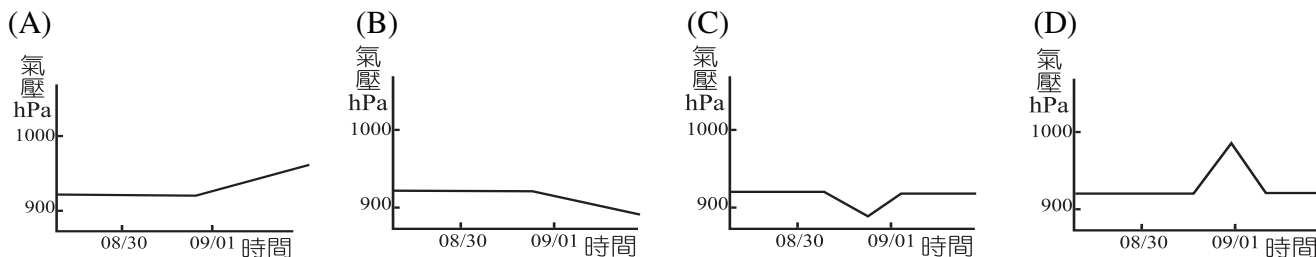
- (B) 3. 下圖是颱風結構剖面，O、X、Y、Z 分別代表不同的等值線，判斷以下對這些等值線的敘述哪一項正確？ (A) O 代表風速變化 (B) X、Y 代表氣溫變化，Y>X (C) X、Y 代表氣壓變化，X>Y (D) Z 代表氣溫變化。



【解析】O 為氣壓變化，Z 為風速變化，X、Y 為氣溫變化，因颱風中心空氣下沉而增溫，故較低處氣溫較高。

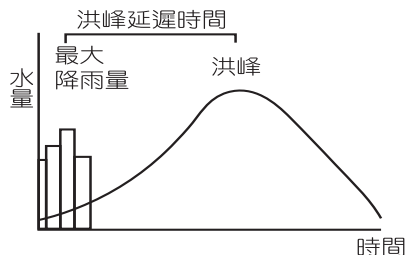
- (A) 4. 右圖是 94 年泰利颱風路徑圖，以下何者是颱風中心可能的氣壓變化值？





【解析】颱風登陸後氣壓增高，威力減弱。

- (D) 5. 下圖是降雨量與洪峰關係圖，當大量開發河流上游的集水區時，對下游最可能的影響為何？ (A) 洪峰延遲時間不變 (B) 洪峰延遲時間變長 (C) 洪峰的水量變少 (D) 洪峰的水量變大。

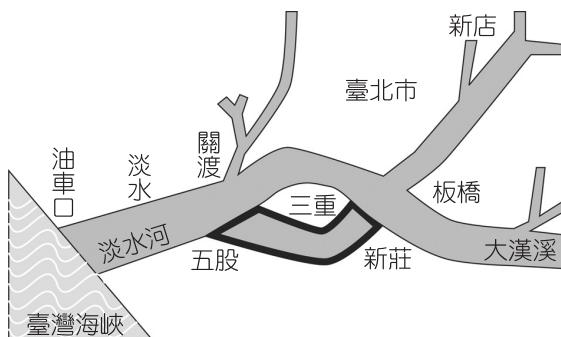


【解析】開發集水區會讓洪峰水量增加，延遲時間減少。

- (C) 6. 臺灣南部的林邊、佳冬等地區為地層下陷區域，每逢颱風大雨過後，低窪處往往久泡積水，居民苦不堪言，必須採取適當措施，請問下列措施何者無效？ (A) 沿海興建堤防 (B) 遷移至地勢較高處 (C) 規劃開發集水區 (D) 禁止超抽地下水。

【解析】開發集水區會讓洪水更嚴重。

- (D) 7. 淡水河進入臺北盆地後，河道曲折，每當颱風豪雨來襲，在地勢低窪地區往往引發嚴重的洪災，故政府著手加以整治，圖中圈出的部分，其整治方法是採用哪一種？ (A) 闢建蓄洪池 (B) 生態工法 (C) 河流截彎取直 (D) 建立疏洪道。



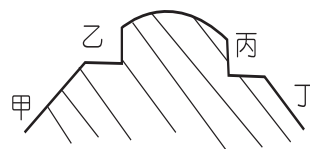
【解析】圖為二重疏洪道。

C* 6-2

- (D) 8. 下列有關「地震災害」的敘述，何者正確？ (A) 海嘯是臺灣最常見的地震災害 (B) 土壤液化的主因是地表破裂所造成 (C) 地震時往往引發土石流 (D) 震度超過建築物的抗震設計時常造成建築物倒塌。

【解析】(A) 臺灣少見海嘯。(B) 土壤液化的主因是地震時砂土顆粒排列趨於緊密而擠壓原來孔隙中的水，使得土壤失去承載能力所造成。(C) 地震非土石流的主因。

- (C) 9. 如右圖所示，斜直線代表地層的層理，位於順向坡且最容易發生山崩的危險地區為下列哪一地區？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。



【解析】丙處為順向坡且開挖，故易山崩。

- (D) 10. 從土石流發生的條件判斷，以下哪一個地點發生土石流的機率最大？

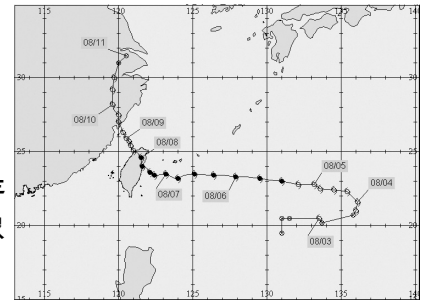
地點	坡度	降雨強度 (mm/h)	累積有效雨量 (mm)	地質材料	土壤堆積厚度 (m)
(A)	2°	5~10	90	風化土壤	1.2~2.5
(B)	20°	35~40	70	茂密植被之砂頁岩互層	0.8~2.8
(C)	50°	40~50	250	花岡岩	0
(D)	25°	20~30	350	風化的礫岩層	1.8~6.5

【解析】(D)處降雨量大，坡度適宜，堆積厚層沉積物，故發生土石流的機會最高。

活學活用

☆ 6-2

※民國 98 年 8 月，莫拉克颱風來襲，對臺灣造成極大的災害，圖一是莫拉克颱風的路徑圖，每一點的時間間隔為 6 小時；圖二是中央氣象局於 8 月 6 日發布的颱風警報單，回答 1~3 題：



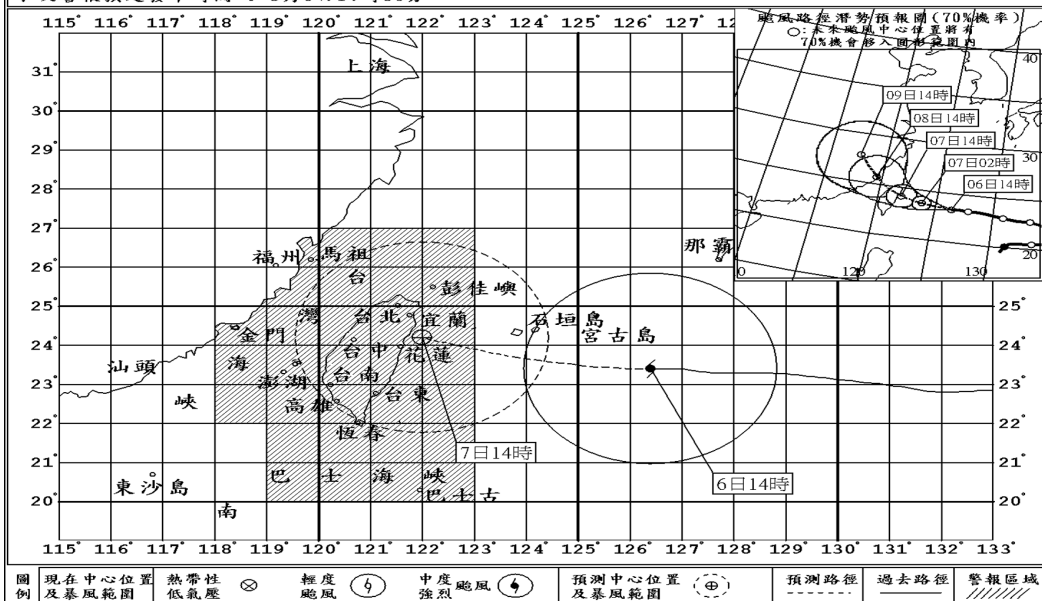
圖一

海上陸上颱風警報

中央氣象局 民國 98 年編號第 8 號颱風警報 第 7 報 8 月 6 日 14 時 30 分發布

颱風強度及命名：中度颱風，國際命名：MORAKOT，中文譯名：莫拉克。
 中心氣壓：960 百帕。
 中心位置：6 日 14 時的中心位置在北緯 23.4 度，東經 126.4 度，即在宜蘭的東南東方約 490 公里之海面上。
 暴風半徑：7 級風暴風半徑 250 公里，10 級風暴風半徑 100 公里。
 預測速度及方向：以每小時 22 轉 16 公里速度，向西轉西北西進行。
 近中心最大風速：每秒 38 公尺(約每小時 137 公里)，相當於 13 級風。
 瞬間之最大陣風：每秒 48 公尺(約每小時 173 公里)，相當於 15 級風。
 預測位置：7 日 14 時的中心位置在北緯 24.2 度，東經 122.0 度，即在宜蘭的南南東方約 70 公里之海面上。
 颱風動態：根據最新氣象資料顯示，第 8 號颱風目前其中心在宜蘭東南東方海面，繼續向西移動，其暴風圈正逐漸進入台灣東部海面，對台灣各地將構成威脅。預計此颱風強度仍有增強的趨勢。
 警戒區域及事項：陸上：台灣各地(含綠島、蘭嶼及澎湖)均應嚴加戒備，並防強風豪雨。
 海上：台灣附近各海面航行及作業船隻應嚴加戒備。
 * 豪雨特報：今(6)日台灣北部及東北部地區將有局部性豪雨或大豪雨發生，中南部地區亦有局部性大雨或豪雨發生的機率。明(7)日北部、東北部、東部及中南部地區將有豪雨或大豪雨，尤其山區有超大豪雨發生的機率，東南部地區亦有局部性豪雨發生。
 * 明(7)日起各地風雨將明顯增強，民眾應避免進入山區及河川活動，山坡地區應嚴防坍方、落石、土石流及山洪爆發，沿海低窪地區應防淹水。
 * 台灣東半部濱海地區將有長浪出現，請避免前往海邊活動。

下次警報預定發布時間：8 月 6 日 17 時 30 分。

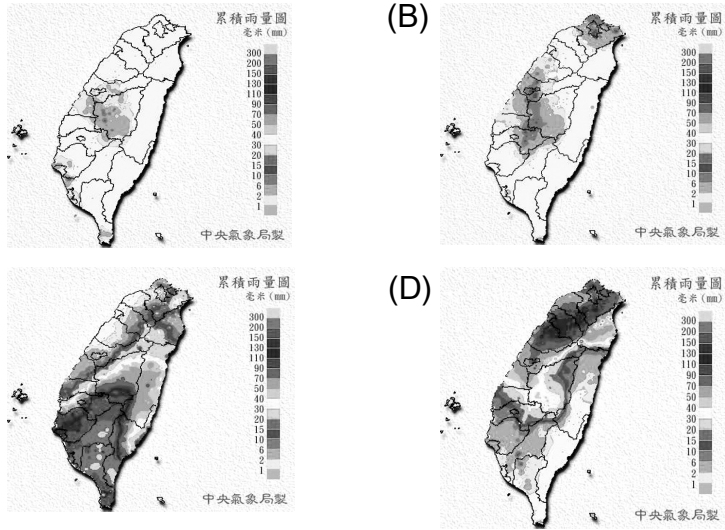


圖二

- (D) 1. 對於莫拉克颱風的敘述，下列哪一項正確？ (A)生成於花蓮東方 200 公里的海面上 (B)發生在 8 月，容易引進西南季風 (C)在臺灣登陸後朝東北方向移動減弱 (D)在臺灣登陸後停留時間長造成大量降雨。

【解析】(A)生成位置花蓮東方超過 200 公里。(B)引進西南氣流。(C)登陸後朝西北方向移動減弱。

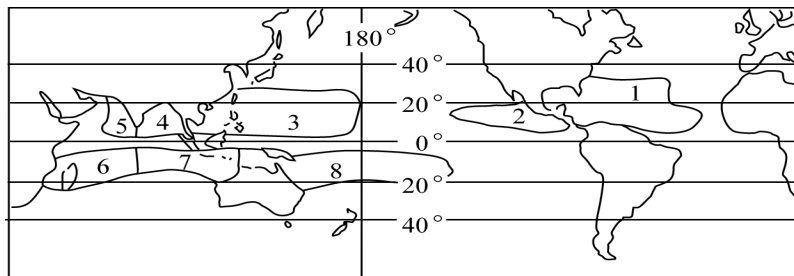
- (C) 2. 試依據低壓附近環流與水氣分布的特性，判斷下列何者最可能是 8 月 8 日累積雨量的分布圖？ (A)



【解析】8 月 8 日臺灣西南部處於迎風面，雨量最大。

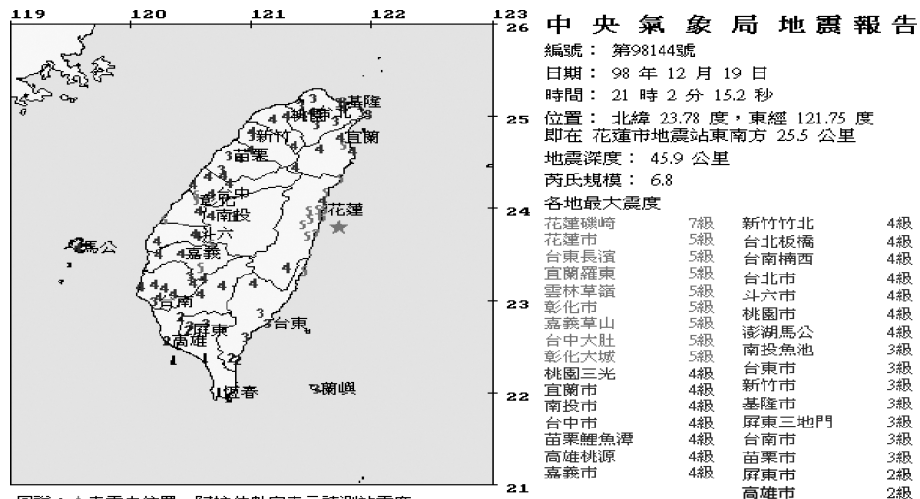
- (D) 3. 根據圖二 8 月 6 日的颱風警報單，判斷下列哪一項是錯誤的？ (A)山區有超大豪雨，故應提防山洪爆發 (B)海邊可能有瘋狗浪 (C)166、167 是氣象專線 (D)7 日東南部雨勢比其他地區大。【解析】(D)東南部為局部豪雨，雨量較其他地區小。

※下圖為全球颱風形成區域圖，依圖回答 4~5 題：



- (B) 4. 哪一區域形成的颱風數量最多？(A) 1 (B) 3 (C) 5 (D) 7。【解析】西太平洋是颱風最多的區域。
- (A) 5. 祕魯外海沒有颱風形成，其原因是 (A)湧升流在此出現 (B)科氏力太小 (C)地表摩擦力過大 (D)緯度太過接近赤道。【解析】祕魯外海的湧升流使海水溫度較低，颱風不易形成。

※下圖是 98 年 12 月某次地震報告，回答 6~9 題：



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

本報告係中央氣象局地震圖說即時地震資料地震報告之結果。

(D) 6. 以下哪一地點地面搖晃程度最嚴重？ (A)臺北市 (B)臺南市 (C)屏東市 (D)臺中大肚。

【解析】臺中震度為 5 級，為此四個地點中震度最大。

(A) 7. 此次地震可能是哪一個原因所引起？ (A)菲律賓海板塊和歐亞板塊的擠壓 (B)太平洋板塊和歐亞板塊的擠壓 (C)海底火山的噴發 (D)西部逆斷層的活動。

【解析】臺灣東部為歐亞板塊和菲律賓海板塊擠壓，此為東部地震的主因。

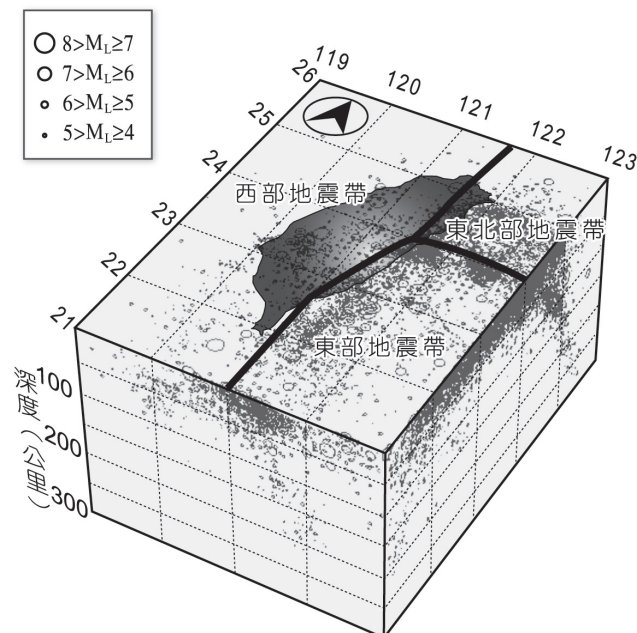
(A) 8. 參考此地震報告，判斷下列有關地震的敘述，何者正確？ (A)理論上，此次地震發生時在世界各地測得的地震規模皆應相同 (B)地震規模的大小是依地面建築物所遭受的搖晃或破壞程度來區分 (C)地震報告中之「位置」指的是中央氣象局地震觀測站的位置 (D)此次地震全省各地所測到的最大震度為 6.8。

【解析】(B)依地面建築物所遭受的搖晃或破壞程度來區分的是地震震度。(C)指的是地震震央的位置。

(D)所測到的規模為 6.8，最大震度為 7 級。

(D) 9. 地震時，要注意哪些事情，以減少災害？ (A)地震時，趕快搭乘電梯下樓 (B)在電影院看電影時，儘快往門口離開 (C)趕快關好門窗，增加牆壁支撐的力量 (D)關閉火源，避免火災。【解析】(A)地震時，避免搭乘電梯。(B)容易因踩踏而受傷。(C)應將門窗打開，避免門窗變形時無法開啟。

※下圖為臺灣地震帶分布圖，不同大小的圓圈代表不同的地震規模，請依圖所示回答 6~9 題：



(C) 10. 對此三個地震帶形成的原因，哪一項敘述是正確的？ (A) 東北部地震帶是菲律賓海板塊向南隱沒造成 (B) 東部地震帶是菲律賓海板塊向西隱沒所造成 (C) 西部地震帶主要是地表斷層活動所造成。

【解析】(A)東北部地震帶是菲律賓海板塊向北隱沒所造成。(B)東部地震帶是歐亞板塊向東隱沒所造成。

(A) 11. 哪一地區的地震次數較少？ (A)西部地震帶 (B) 東部地震帶 (C) 東北部地震帶 (D)皆相同。

【解析】圖中可看到西部地震次數較少。

(C) 12. 哪一地區發生的主要是淺源地震而經常造成重大災害？ (A)東北部地震帶 (B)東部地震帶 (C)西部地震帶 (D)皆相同。【解析】西部地震震源較淺，且人口密集，地震往往造成重大損害。



筆記欄

A large, rounded rectangular area containing ten horizontal dotted lines, intended for writing notes.

