

山之浪—鼻頭角潛移地形之研究

高中組地球科學科第一名

省立蘭陽女子高級中學

作者：鄭可萱、林芳瑜、歐怡秋、賴錦怡

指導教師：吳建興、蔡秀琴

一、研究動機

某日到鼻頭角觀察海蝕地形，發現在海蝕崖上有一片特殊的坡地，微微起伏就像身旁的海浪，突然看到旁邊寫著「小階地」的牌子，我頓時愣住了：什麼是「小階地」呢？請教老師之後，才知道「小階地」就是地理課本上所說「潛移」，在好奇心的驅使下，我們便開始著手一連串有關潛移地形的研究。

二、研究目的

- (一) 想了解土地發生「潛移」的原因和條件。
- (二) 找出坡度與水份影響「潛移」的關係。
- (三) 探討「潛移」對人類及環境的影響。
- (四) 找出預防「潛移」及解決之道。

三、研究設備、器材

野外記錄簿、筆、傾斜儀、捲尺、鏟子、照相機、燒杯、電熱砂盤、玻棒、土壤篩（一目）、電子秤、鐵鎚、木板、計時器、均質土壤，電腦。

四、研究過程和方法

問題一：如何測量「潛移」？

土壤「潛移」也稱為蠕動，係坡地表面物質在重力及一定水份參與的作用下，以不同形式、不同速度沿坡向下慢速運動，形成如階梯般的土壤型態，稱為小階地。其形成原因是因地表粒子受熱或變濕時膨脹垂直於斜坡方向上抬；在受凍或變乾時，又沿重力方向落下而引起的，是一種非經長時間不易查覺的崩壞。

(一) 鼻頭角小階地之測量方法：

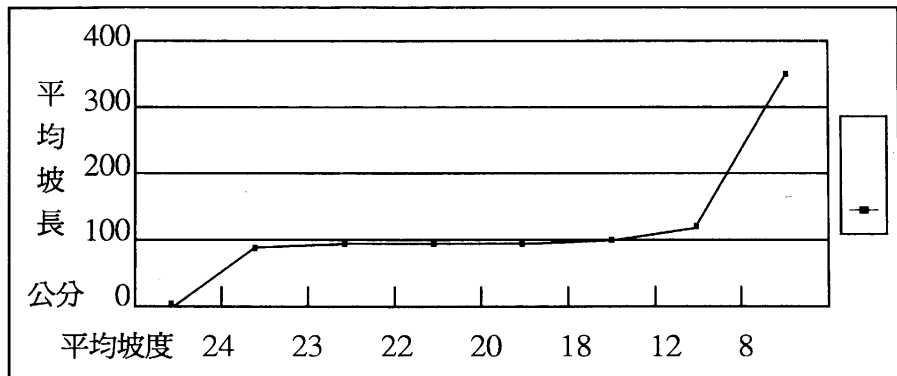
1. 先將坡地以斜度及地形關係分為七個區域。
2. 將這七區分別用傾斜儀測量出坡度。

- 3.利用捲尺量出兩波峰之距，即為坡長。
 - 4.在每區自然形成之土壤裂面中，觀察其土層厚度。
 - 5.用照相機拍下實地坡面之地形與地貌。
- 方法：我們將研究一～六綜合並加以整理，作成表一

區域	平均坡長 (單位：M)	平均坡度 (單位：°)
A	3.49	8
E	1.21	12
G	1.02	18
F	0.93	20
D	0.925	22
C	0.925	23
B	0.90	24

結果：由上表中可看出，若坡度增加則坡長隨之遞減，其坡度越陡，坡長越短；反之坡度越緩，則坡長越長，坡長與坡度之關係，可由圖一看出反比關係。

圖一：



(二) 坡度與含水量之實驗：

我們根據以上的結果，想更加深入的研究水份與坡度間影響潛移的關係，而做了以下的實驗，了解兩者間的關係。

- 1.實驗方法：(1)我們到正在開挖地基的工地，取較深層的均質土壤，使其礫度相同。
- (2)用電熱砂盤將其烘乾並用土壤篩篩選後，使土壤呈均質粉狀，以便於混合。
- (3)我們以不同比例的水土加以混合，根據其黏稠程度，最後決定以30%、35%、40%含水比例的土壤來做實驗。
- (4)取三塊表面光滑的木板（模仿底岩）控制傾斜角度分別為15°、20°、30°。
- (5)把土壤置於一長方體模形中，固定其質量，置於木板上，15分鐘後記錄其移動距離，而得以下的結果表二。

表二：

度數 比例	10°	20°	30°
30%	0 cm	2.3cm	3.3cm
35%	2 cm	9.1cm	11.8cm
40%	3.4cm	18.0cm	24.4cm

- 2.實驗結果：(1)由以上實驗可明顯看出坡度越大、土壤水份含量越多，土壤的下滑速度及移動距離越大。（即坡度、水份與下滑力成正比）
- (2)可由含水量30%的土塊看出：土壤在向下滑動時，因底部摩擦力大於上部，使土塊由上部先向下傾斜而近似於平行四邊形，其上的裂痕近似我們在鼻頭角小階地中所見由上層向下彎曲的裂痕。

3.實驗討論：

討論(1)：我們發現到土壤在移動了一段距離後就不會再向下滑動，在觀察與討論後，認為是土壤的密度比水大而逐漸沉積在下，造成底部摩擦力增大而無法再下滑。

討論(2)：本實驗雖有缺點，且實驗次數不多，所以無法取得關係式，但仍可獲得坡度、含水量與下滑力成正比的結果。

討論(3)：由表二發現，此二組實驗土壤的移動速度，遠遠超過實際潛移的

速度，可能是土壤中含水量較多之故，讓我們不禁聯想到前年「賀伯颱風」所造成的「土石流」，「賀伯」在當時為臺灣帶來了高強度的災害性降雨，大量的水份使土石快速崩移下滑，當然，形成土石流的原因很多，在此便不宜列入本實驗中討論。

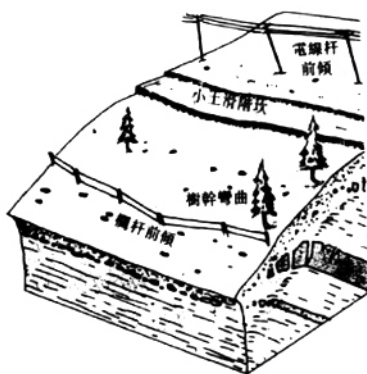
問題二：如何觀察及測量潛移面裂痕。

鼻頭角的海蝕崖上，坡度出現橫過山腰，呈水平方向的起伏，是為潛移地形的小階地，在其上方並無高大的木本植物，只有低矮的草本植物，而從剪移裂面及草本植物之根的方向，即可看出此土壤層曾經滑動。又因底層岩石為不透水層，故使下層土壤摩擦力大，使移動速率較上層土壤緩慢，而形成土層先由上層向下彎曲的裂痕。



問題三：「潛移」發生時，會有那些現象發生？

「潛移」是緩慢的順坡向下的移動，其過程不易察覺，但經長時間的移動，地表會出現明顯的標誌，如：坡面形成階梯狀小階地、樹木基部彎曲、電線桿傾斜及欄杆向下彎曲……等。



問題四：造成「潛移」地形的主因是什麼？

- (1)「潛移」主要為重力造成，但岩層之時乾、時濕、時結冰、時化水，植物之生長與腐爛，生物在土屑中之活動等，均可幫助潛移之運動。
- (2)適當時，因表面張力而有膠著作用，然而在水份過多時，地表水的作用也是促使「潛移」發生的重要原因，當水份膠著作用喪失，產生了潤滑作用，因土層和岩層因含水而增加重量，易於滑動。而岩石性質、結構、土壤、氣候、植被、人類活動等亦會造成「潛移」地形。

五、討論

討論一：從實驗中可看出，坡度與階地個數之間的關係並不十分明顯。但由文獻資料及實地地形看來，坡度和階地個數間仍有正比關係。

討論二：從資料及教科書上都可得之，在潛移地形的斜坡下，會形成土堆或石堆，但在實地卻找不到，在我們的觀察下，發現此崖為一海蝕崖，所以在坡下應有的土堆早已被海水沖刷掉了！

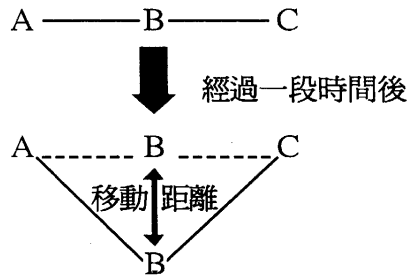
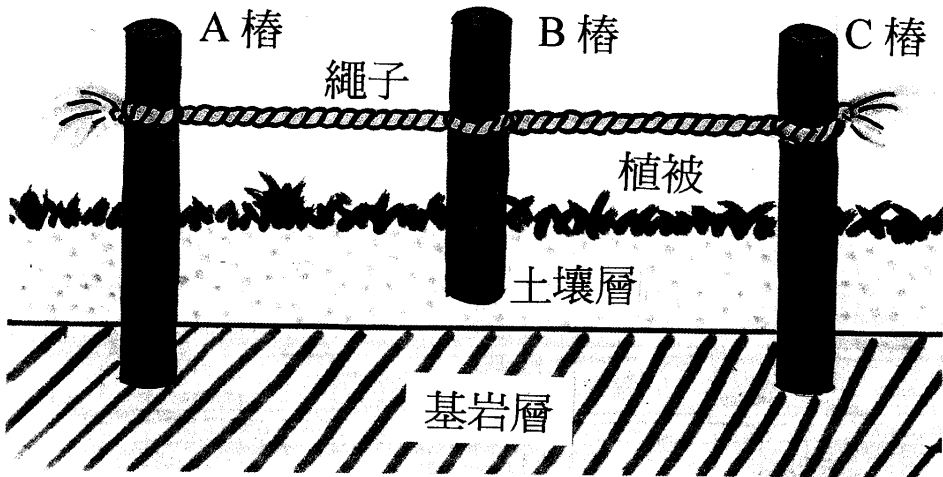


討論三：在潛移地形中，最明顯的情況如：樹木基部彎曲或電線桿傾斜等，在此地找不到，在測量討論後我們得知，在此潛移範圍之內，土壤平均厚度只有23公分，底層皆為岩石，僅能生長草本植物，而低矮的植物會隨著泥土向下滑動，不能看出有彎曲現象！

六、結論

(一) 潛移是一種緩慢的塊體運動，由資料可知其移動量每十年不到一呎，

可見其速度緩慢之程度，故儀器也難以做精準之測量。如果在地面上打樁，測量兩樁間的距離，在雨季或經過一段時間後，便可看出明顯之移動。（二樁固定於基岩上，另一樁固定於小階地的土壤層上，於三樁間綁上一條具彈性的繩子，如示意圖）



- (二) 潛移運動主要受重力（土壤厚薄及範圍）、水份、坡度、坡向及土壤結構等因素影響。
- (三) 本實驗注重於坡度之側量，由結果可得之：

$$(1) \text{坡度} \alpha \frac{1}{\text{坡長}}$$

但無法得知其精密之關係式

$$\text{坡度} \alpha \text{階地個數}$$

- (2) 潛移會因坡度減低而移動趨於緩慢，進而趨於停止或僅發生不易覺察到極少量潛移，這種現象對山坡的建築而言，更為可怕。

(四) 如果潛移速度十分緩慢，故其過程不易察覺，因而常被人們所忽略，但經長時間的累積，其對於地表破壞程度依舊是可觀的。

坡度減緩和塊體運動可使地表的結構物損壞，而形成潛移所遺留之明顯標誌如電線桿、樹木向下彎曲，坡面岩屑形成階梯狀的小階地，若潛移運動較為強烈，甚至可使電線桿傾倒、圍牆扭裂、地下水管破裂，在潛移範圍內的房屋，亦會遭受破壞。

發生潛移的山區，若因坡角被其他營力所掏蝕，失去支持；或因強震作用，颱風雨水大量沖刷等，即可轉化成崩塌、滑坡和泥石流等較快速的塊體崩解。「賀伯」造成的「土石流」經驗，便是一則活生生的例子。

(五) 由以上結果可知，潛移雖運動緩慢，但依舊有潛在的危險性，應予注意防範：在山坡上規畫有效之擋土牆、排水道，或是開挖安定坡，房屋之建築也應避免在危險之邊坡，或與坡腳保持安全距離。



七、參考資料

- (一) 中山自然科學大辭典第六冊
- (二) 大學叢書6地形學／1988／王鑫
- (三) 國中教師水土保持研習班—水土資源保育教材／78.10.2／張石角
- (四) 普通地質學第十章
- (五) 中國大百科全書／P270

(六) 牛頓現代科技大百科／P64

(七) 高中地理課本第一冊／P34～P35

(八) 地景保育通訊5／P6～P12／張伯宇

評語

依據實地觀察所見之自然現象及教師引導研擬研究目的、過程及方法。經實地觀察、測量及室內實驗步驟後，將所獲結果繪製成圖，並據以分析，解釋該現象。研究成果之討論及結論回歸研究目的，因此架構完整。