

# 牛山地層潛移之謎國中組 第一名

國中組 第一名

縣 市：花蓮縣

校 名：國風國中

作 者：林軒毓、楊敬亭

指導教師：溫開俊、陳貞芳



林軒毓就讀於花蓮縣國風國中三年級，現任班長，父母親皆任教職。小學就讀於國立花師實小。曾任班長及學校仁愛市市長等幹部，多次參加科展皆獲得佳績，其中與楊敬亭合作科展，獲得地科組縣賽第一名最為難忘，對於野外調查研究興趣濃厚。

楊敬亭現就讀國中二年級。父親是自然科老師，在耳濡目染之下，培養出對自然科的研究興趣。於國立花師實就讀小時，也曾任仁愛市市長，且多次參加科展皆有出色的表現。國中成績五育皆優，與林軒毓合作參加全國科展，是一個寶貴的經驗。

**關鍵詞：**地層潛移、塊體運動、土壤潛移、水璉自然生態保護區、牛山地層潛移、地景保育

## 一、研究動機

最近地牛翻身是最熱門的話題，老師說地牛除了會劇烈的翻轉外，還會悄悄的蠕動，例如牛山一奇——地層潛移。什麼是地層潛移呢？讓我們去一探究竟吧！

## 二、研究目的

(一)學習細心觀察野外地形的技巧。

(二)培養大膽假設，小心求證的科學素養。

(三)探索討論牛山地層潛移的成因。

(四)欣賞地景之美與宣導地景保育的觀念。

### 三、研究設備

照相機 羅盤 皮尺 標竿 地質鎚

### 四、研究過程

#### (一)資料蒐集

對研究地點「牛山」當地的交通狀況、地理位置、地形、氣候、地質、土壤、皆做詳細的文獻蒐集。（牛山地形圖及地質圖略）

#### (二)野外考察

##### 1. 考察範圍

考察範圍包含牛山灣及山嶺地帶，面積約4平方公里。詳查的地層潛移區位於296高地北坡海階，面積約佔0.5平方公里。

##### 2. 地層潛移區的地貌觀察

地層潛移區東西寬約600公尺，坡面長度約50~100公尺不等，若以天然雨蝕溝為界限，由東側海崖至內陸丘陵大致可分為六個區域，依序編為A、B、C、D、E、F（圖略）。我們先從遠處觀察，發現296高地，頂部為平台狀的丘陵地，北側臨海部分，被侵蝕成海階，坡腳被海水切斷成高約3~10公尺不等的海崖。地層潛移區的坡度用傾斜儀側量約在20度~5度之間。

##### 3. 潛移地形區潛移體的觀察

潛移地形乍看之下，簡直眼花瞭亂。為了方便分析與研究，我們選擇較具代表性的潛移體，參考專家的資料分析其構造。（牛山潛移體構造平面圖及牛山地層潛移各部構造俯視圖略）。

我們根據地層潛移構造圖，先選擇潛移區內具代表性的潛移體作細密觀察，再針對牛山地層潛移現象討論，加以歸納後發現它們具有以下特徵：

(1)每一潛移區都各有特色，在同一區的潛移體形狀和大小約略相當。潛移體深度約介於10公分至50公分之間（圖略）。

(2)潛移體最高點為冠部，在冠部兩側的上崩緣，外形看起來像帽緣又像馬鞍，造形極為秀美。如果只從單一潛移體的崩緣來看，可以分成兩種—崩緣雙凸型和崩緣單凸型（圖略）。如果從崩緣連續線條組織來看，可分成雁行狀、弓弦狀、不規則狀等三種。（圖略）

(3)主崩崖可分為兩種，第一種只是略為下陷，上面又長滿馬尼拉芝草，和冠部很難分辨。第二種則可以看到裸露的土壤破壞面，主崩崖看起來很清楚。

(4)次崩崖在六地形潛移區中，非常少見，可以說發育不良。

(5)潛移體足部在坡度較陡的A區、B區、D區，明顯的向下坡方向隆起，在坡度較緩的C區、E區、F區，三區的足部和趾部則較為破碎和零亂。

(6)隆起區呈弧形隆起，主要隆起部位為潛移體足部，足部隆起區的深度比潛移體深度稍大。（圖略）

#### 4.地層潛移植被現況

地層潛移區植被，以馬尼拉芝、狗咬根、馬櫻丹、林投、橫脈榕、九芎、濱藪等為主。其中A、B、C區，以匍匐狀或緊貼地面生長的植物如馬尼拉芝、狗咬根等為主，草地上間雜小灌木的九芎、馬櫻丹。橫脈榕、林投、九芎、楠木、苦藍盤、飛龍掌血等則著生於山邊溝及坡腳或塌陷地上。E、F區則遍佈九芎等矮灌木和馬尼拉芝草、兩耳草等。

#### 5.地層潛移區土壤調查

地層潛移區母岩以上的土體，在坡頂海崖上的厚度約30～60公分。在坡腳海崖的土體厚度也是30～60公分。

坡頂土體表層（最上層通稱A層）的淋溶帶為黑色厚約20公分。澱積帶（第二層通稱B層）則為紅色，厚約20公分。最底層（第三層，通稱C層）為局部分解的母岩，厚約30公分顏色為黃色。

在坡腳海蝕崖的土壤剖面，A層厚約20 公分，B層與C層均出現灰白色的澱積物及部分碳酸鈣沈積物而且有水分滲出現象。B、C層的厚度約50公分。在E、F區裸露的表土層夾雜未分解之安山岩石礫頗多。

在地層潛移D區下坡處，我們發現有一條沿著崩緣深陷的土溝，其土壤剖面高約90公分，A層厚度約20公分，顏色為灰黑色，B層的顏色為土黃色，厚約60 公分，C層的厚度不詳，外表均呈泥裂現象。（標本、照片略）

### 五、研究結果

(一)牛山地層潛移的證據如下：

- 1.潛移體具有連續性的崩動體地形。
- 2.潛移區坡緣附近出現一系列塌陷地形和小水池。
- 3.潛移體寬度和長度因坡度而異。
- 4.潛移區內發現和潛移方向相反生長的矮灌木。

(二)地層潛移崩緣及潛移體如古典音樂「複格曲」一般，具有規律反覆出現的節奏性。每一階外觀雷同，實際上又有點不同，每一階的外形既規律又充滿變化，具有地景的線形之美。

(三)地層潛移區的植被除了山邊溝著生九芎等灌木外，以馬尼拉芝草地型植被為主。

(四)地層潛移發育於同一面的山坡上，潛移體冠部和地層潛移體均呈現傾向下坡的弧形構造，崩緣雙凸型與崩緣下凸型交錯陳列，使得坡地上地表逕流可朝向三個方向分流。而且潛移體雁行狀排列，具有水土保持「跌水」構造的功能，可以有效減低地表逕流對



表土的冲刷力。(圖略)

(五)牛山296高地北坡的底切作用，除了提供增加土體下滑的剪應力外，裸露的岩石露頭及土壤剖面，可做為我們研究地層潛移成因驗證推理的參考。

(六)地層潛移的成因，可能和地形、坡度大小、土壤性質、母岩性質、氣候因素、植被因素、動物放牧、人為因素或地震瞬間災變等有關。

(七)牛山地區目前已規畫為「牛山自然態保護區」，但在管理和植被維護方面，未見成效，296高地北坡，地層潛移區隨處可見濫挖濱薊及盜採宜梧後留下的坑坑洞洞，其猖獗行徑已達不忍卒睹的程度。

## 六、討論

參考以上資料，再綜合我們野外考察所見，我們針對牛山296高地北坡地層潛移地形分析如下：

(一)牛山地層潛移只發生在表層土壤部分，也可視為土壤潛移 (Soil Creep)。

(二)其中形成原因可能和下列因素有關：

1.地層潛移地區土體厚度不及1公尺，薄處約20公分左右，土體薄能累積的含水量有限。

2.從坡腳海崖剖面可以看到含有碳酸鈣的地下水從母岩與土壤C層中滲出，並凝結成灰白色的泉華或鐘乳石等岩塊（相片略），可能是因為潛移地區之母岩為安山岩質之火成岩，土體含水飽和時，不易向下滲透有關。我們查資料後發現，這種母岩出水量確屬極低度，非含水層，依水文性質分類，是屬於不透水性。

3.地層潛移地區的植被，主要為匍匐性、耐鹽份的馬尼拉芝，其分佈與生長狀況極為密集，對表土的水土保持，功不可沒，使暴雨與強風不致於快速的侵蝕表土，地層潛移區上方至標高296的稜線附近則全為矮灌木和少數較高大的喬木，如楠木、土樟、榕樹等，對水土保持也有不可忽視的涵養功能，對地層潛移的發育具有促進作用。六個地層潛移區之間均有天然山邊溝，而山邊溝密生矮灌叢可以導引雨水向兩側分流，排除因大量的降雨向山坡直接沖擊所造成的洪水，使地層潛移區可以保留其潛移的特性。

4.A、B、D四個潛移區的坡度，介於20度至35度之間，地層潛移地形發育最好。C、E、F區坡度低於30度，潛移體崩緣顯得平直，規模也較小。可見30度至35度的坡度較適宜潛移體的發育。

5.潛移的小地形來看，潛移體足部呈現向上隆起的地貌，潛移體趾部則有向下延伸的傾向，可見其土體有緩慢向下運動的現象。

6.在D、E區可以看到的生長現象是樹幹略為上傾，剛好和土體下移方向相反的九芎。（與小樹枝受東北季風影響，形成風切面生長趨勢不同），可見本區土壤的確有下移的現象。

7.B、C、D、E區坡緣有明顯的「塌陷」小地形。可能是當母岩風化速度太快，表土土體失去支持；或下坡段土體含水過度飽和，則連同地表植被一併陷落，因而形成水池或塌陷地形，可見地層潛移和土壤含水及母岩風化有關。

8.六個潛移區均面向東北及北方，因為東北季風帶來的雨量及颱風帶來的豪雨，北坡首當其衝，有可能因瞬間降水驟增，使土體含水達到飽和。而且本區年雨量達2175公厘，

雨水滲入土體中後，土體孔隙中的空氣逸散，表面張力消失，水成爲潤滑劑，土體又因含水而增加重量，使磨擦係數降低，促成下坡運動（圖略）。換句話說，有可能雨季時，表土層移動較快，非雨季則緩慢或沒有移動。

9. 據當地居民說牛山以前是放牧水牛的天然牧場，地層潛移區現場可見散佈各處的牛糞。在潛移體冠部、塌陷及溼地都以看到牛隻踐踏的痕跡。山腰至稜線附近灌木叢中，牛隻竄越後留下無數的羊腸小道，牛隻數量之多不言可喻。因此牛群放牧可能造成地層荷負過重，使得土體下滑的剪應力增加。

10. 牛山296高地東方邊坡爲垂直近九十度之海崖，北坡地層潛移的坡腳也因海浪的侵蝕作用而形成高約2-10公尺與沙灘近乎垂直的小斷崖。由於北坡A區B區坡腳的底切作用，將土體的下部支持物移除，C區D區坡腳則殘存少數的植物（如林投等），可能因底切作用而造成A、B兩區下滑剪應力的增加，使得A、B兩區潛移體造形比C、D、E、F區更美更好看。

11. 地層潛移潛地形具有連續性，與石冰川表面因具有黏性流動特性的半圓形「石脊」極爲相似，可能和潛移區土壤由凝灰岩風化成黏土後黏稠度較高，含水後下移緩慢有關。

12. 牛山296高地北坡植被在古時候可能是海岸原生林，後來被人砍伐殆盡後，種植某種農作物，後來也許因爲海風含鹽份過高，坡度太陡等因素而廢耕，逐漸形成草地植被，時間久了，最後才形成地層潛移。

## 七、結論

(一) 牛山296高地，地層潛移地形外貌歸納如表一。

(二) 牛山地層潛移的成因分析結果如下：

1. 地層潛移坡度介於 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 之間，潛移地形較美的山坡均呈向兩側傾斜的弧形。

2. 牛山296高地地層潛移區位於向北迎風坡，加上本區年雨量充足，蒸發量也大，土體可以保持適宜蠕動的濕度和黏稠性。

3. 地表主要植被爲馬尼拉芝草，是一種節節生根的多年生草本植物，具有水土保持網的功能，能網住表土，使表土保持黏稠狀而能緩慢下移。

4. 弧形的山坡將地表逕流導向山邊溝，與等高線大致成水平排列的潛移體，和冠部階面都具有水土保持的功能。

5. 母岩爲透水性不良的安山岩質火成岩，土體含水後不易下滲，但因土體薄，含水量有限，即使含水飽和，增加下滑剪應力應該不大，不致於使土體過重而快速向下流動。

6. A、B、C、D四區北坡坡底切除，表土下滑剪應力增加，使得四區地層潛移的現象較明顯。因此坡腳完全切除的A、B區其潛移現象又比坡底邊緣仍殘存林投等植被的C、D區更爲顯著。

7. 潛移區表土爲凝灰岩質火成岩風化的黑色土，除黏度頗高外，受溫差變化影響後，可能因脹縮鬆動而增加土體下移的剪應力。

8. 坡度放牧水牛，水牛踐踏冠部和崩緣，可能使土體負荷過重而下移。

(三) 牛山地區具有豐富的海岸植被。應貫徹生態保育政策，例如本區的台灣海棗，營

藎、宜梧、濱藎等均具有鄉土特色，如今遭受盜採濫挖，已經嚴重破壞植被的水土保持功能，和植被唇齒相依的潛移地景也可能因此而消失無蹤，有關單位應加強區內的巡邏與保育。

(四)地層潛移形成原因頗為複雜，地景之美殊為難得，每一潛移區的潛移體發育各處於不同的階段，對於土壤潛移發展的歷程具有詮釋性的價值。因此除了應加強地景保護外，更應積極推廣地景保育觀念。

(五)牛山具有三種海岸地形——海崖、海階沙灘和開闊的丘陵地，可適度規畫，開發成觀光休憩場所。目前撿卵石及盜挖海砂的行為應積極加以取締。

(六)牛山灣具有海岸山脈三種常見的地層——上新世的都巒山層集塊岩、安山岩質凝灰岩露頭及八里灣層和水璉礫岩露頭。和地層潛移地形特殊景致，可配合民間力量，在牛山灣吳千來木雕工作室成立「地質教學戶外教室」的解說服務，提供中小學師生良好的地球科學學習場地。

(七)本區具有山邊溝和數種水土保持特徵的小地形，以及各種不同植被，可做為東海岸地區天然的水土保持戶外教室。

## 八、參考資料

王鑫 民77，地景，台東，東管處。

何春蓀 民87，普通地質學，台北，五南。

李思根、鄧國雄、劉瑩三 民88，台灣東部地區特殊地景分佈圖。

李思根、鄧國雄 民87台灣東部地區特殊地景調查登錄及教育導後續計劃行政院農委會87年專案計劃

李重毅、徐源桂 民73含水層名詞量化定名芻議 經濟部中央地質調查所特刊第三號，台北，中央地質調查所。

林木連 民83，土壤肥料學，台北，地景。

陳培源 民83，野外及礦業地質學，台北，正中。

郭奇隆、刑金池，台灣主要礦物與岩石，台北，台灣省礦物局。

楊景春 民79，地貌學教程，台北，明文。

潘富俊 民86，草木，台東，東管處。

劉鴻喜 民64，地形學綱要，台北，華夏文化出版社。

[回到目錄頁../Index.htm](#)