

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 地球科學科

040503

牛魔王的故鄉--台東利吉惡地之探討

學校名稱： 國立台東女子高級中學

作者： 高二 陳盈瑾 高二 黃歆雅 高二 戴好潔 高二 黃郁惠	指導老師： 謝建智
---	--------------

關鍵詞：惡地、沖蝕量、溝痕

## 摘要

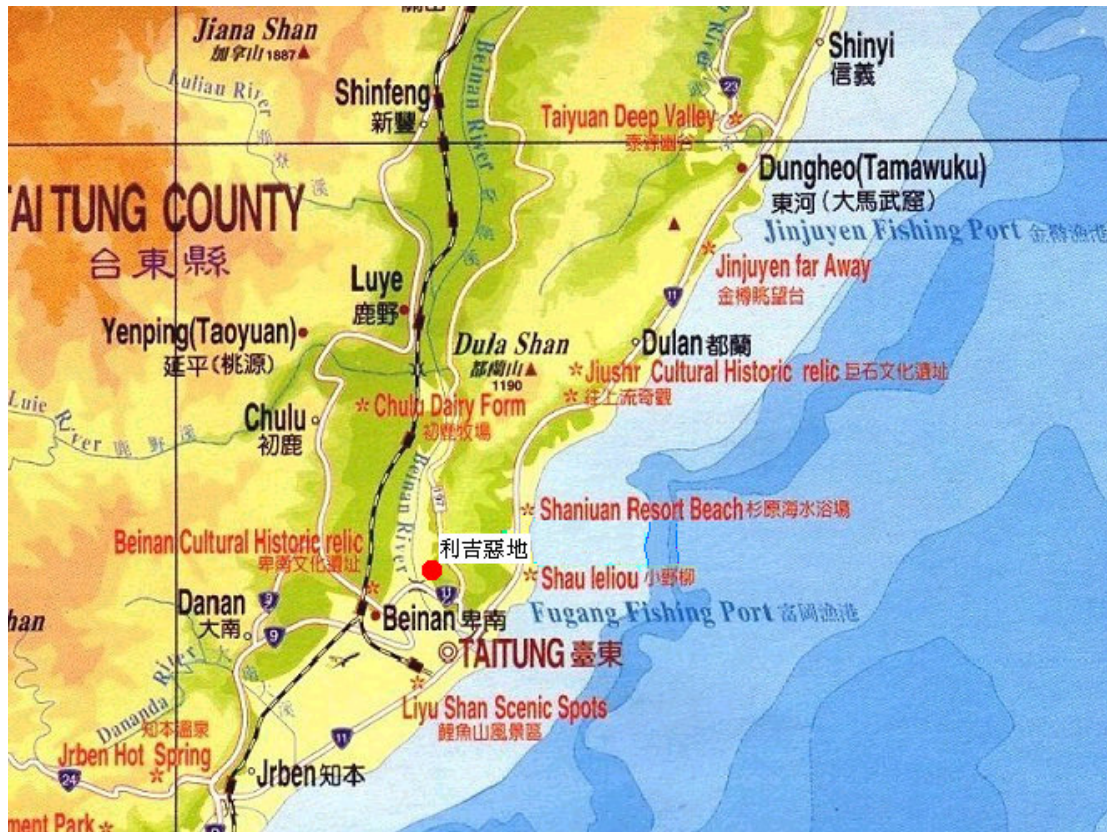
本研究針對利吉惡地進行探討，研究此區之泥岩含水量、有機質含量、pH 值、比重、可溶性陽離子含量、滲水特性和該區之植物種類，並探討坡度、水量對沖蝕率、山脊密度和溝痕形成之影響。

研究結果發現：(一)表層泥岩之含水率較高，深層泥岩最低。中層泥岩之有機質含量較高，表層與深層泥岩較低。各層泥岩 pH 值約 8.1；無植被採樣點之 pH 較高，有植被採樣點偏中性。有植被採樣點，其  $\text{Ca}^{2+}$  含量較高。(二)此區共發現十九種植物，其中銀合歡、相思樹屬優勢種。(三)坡度增加時，沖蝕率亦增加；水量增加時，沖蝕率、溝痕寬度也隨之增加，兩者呈高度正相關。第一區坡度較緩，山脊密度較大，第二區坡度較陡，山脊密度小，表面較平坦，溝痕較淺。

## 一、研究動機

台東這個有青山綠水、鬱鬱蔥蔥，有著「後山」之稱的好地方，各個風景勝地一片綠意盎然。突兀的是，在台東市岩灣里的對面(圖一)，臨著卑南溪卻出乎意料的迸出一片寬2公里、深約1公里的土層裸露山嶺—利吉惡地(Liji badland)(圖二、三)。同樣是台東土地，怎麼創造出來的地質卻是如此不同？這在我們心底產生一連串的疑惑。於是，我們決定攜手共啓利吉惡地的奧秘之門。

教材相關性：高一基礎地球科學 2-4 台灣地區之板塊構造  
高二物質科學地科篇 10-2 台灣的地層與化石



圖一 利吉惡地位置圖



圖二 利吉惡地地形



圖三 利吉惡地之侵蝕地形

## 二、研究目的

- (一)探討利吉惡地之泥岩含水量、有機質含量、pH 值、比重、可溶性陽離子含量。
- (二)比較利吉泥岩與各種土壤之滲水特性。
- (三)調查利吉惡地區域之植物種類、分布及特徵。
- (四)探討坡度、水量對利吉泥岩沖蝕率之影響。
- (五)以山脊密度建立沖蝕之量化指標。
- (六)探討利吉泥岩溝痕形成的原因。

## 三、研究設備及器材

儀器設備	數量	儀器設備	數量
利吉土、黑森林土、培養土、砂		地質傾斜儀(CASEAR TG-1113)	1 台
地質鐵鎚、封口袋、標籤、紙筆、塑膠桶		離心機、塑膠瓶、震盪器(SHINKWANG)	
逆滲透水、培養皿、坩堝、蒸發皿、濾紙、棉花、研鉢、杵、寶特瓶、滴定架、燒杯、量筒		火焰式原子吸收光譜分析儀(Perkin Elmer AAnalyst 300 )	1 台
大型量角器、壓克力箱、灑水器		數位照相機(FUJIFILM FP 6900)	1 台
烘箱、電子天平、秤量紙、酸鹼度計		MS Word、MS Excel、SPSS 10.0	



圖四 地質傾斜儀(CASEAR TG-1113)



圖五 原子吸收光譜分析儀  
(Perkin Elmer AAnalyst 300 )

## 四、研究過程與分法

### (一)泥岩含水量

1.採集第一區各採樣點(A~E)(表一)深度 0 公分、0~5 公分、5~10 公分之泥岩樣本各三份，泥岩樣本以 105°C 烘乾 24 小時後，移入乾燥器內冷卻秤重，再以 105°C 烘乾 2 小時，移入乾燥器內冷卻秤重，重複乾燥步驟，直到前後兩次重量差小於 5mg 為止(環境檢驗方法彙編，1994)。

2.利用下列公式計算泥岩含水量，數據以平均值±標準偏差(Mean±SD)表示。

$$\text{泥岩含水量}(W_d) = (W_1 - W_2) / (W_2 - W_c)$$

W<sub>1</sub>：泥岩樣本+坩堝；送入烘箱前重(g)

W<sub>2</sub>：泥岩樣本+坩堝；烘乾後之恆重(g)

W<sub>c</sub>：坩堝重(g)



圖六 泥岩含水量分析

### (二)泥岩有機質含量

1.含水量測定後之泥岩樣本，再以高溫加熱(550°C)泥岩樣本 20 分鐘。

2.利用下列公式計算泥岩有機質含量，數據以平均值±標準偏差(Mean±SD)表示。

$$\text{泥岩有機質含量}(W_o) = (W_2 - W_3) / (W_2 - W_c)$$

W<sub>2</sub>：泥岩樣本+坩堝；105°C 烘乾後之恆重(g)

W<sub>3</sub>：泥岩樣本+坩堝；400°C 加熱後之恆重(g)

W<sub>c</sub>：坩堝重(g)

### (三)泥岩 pH 值

1.採集第一區各採樣點(O、A~F)深度 0 公分、0~5 公分、5~10 公分之泥岩樣本各三份，將泥岩樣本以研鉢研細後倒入燒杯中，加入逆滲透水(土比水為 1:1(W/W))激烈震盪混合後靜置，每 1 小時攪拌一次，連續 8 小時，而後靜置 24 小時，使其沉澱(圖七)。

2.以 pH meter 測量懸浮液，待其數據穩定並加以記錄。



圖七 泥岩 pH 值分析

表一 研究範圍(第一區)各採樣點地形特徵及位置

採樣點 F	無植被高位土
採樣點 D、E	有植被高位土
採樣點 A、B、C	無植被低位土
採樣點 O	有植被低位土

#### (四)泥岩比重分析

- 1.將量筒裝滿 10ml 的水，靜置一旁備用。
- 2.將不同採樣點(A~E)深度 0 公分、0~5 公分、5~10 公分之泥岩樣本以烘箱烘乾後，每一採樣點分別秤取 10 克樣本，將樣本倒入量筒中，觀察水位上升量(ml)。利用公式 ( $D = M/V$ ) 求出各採樣點之泥岩比重。

#### (五)泥岩無機鹽含量

- 1.秤取泥岩樣本 40 克，研細後倒入燒杯中，加逆滲透水至 250ml 攪勻，每 1 小時攪拌一次，連續 8 小時，而後靜置 24 小時，使其沉澱。
- 2.將懸浮液以濾紙抽氣過濾，濾紙烘乾、秤重，利用下列公式計算泥岩無機鹽含量。

$$\text{泥岩無機鹽含量}(W_s) = (L_1 - L) / W$$

L<sub>1</sub>：濾紙重；過濾、烘乾後之恆重(g)

L：濾紙重(g)

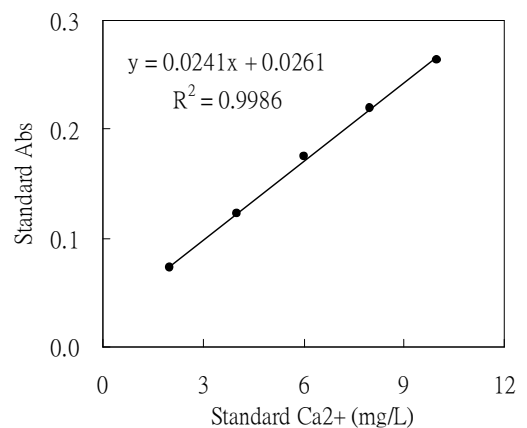
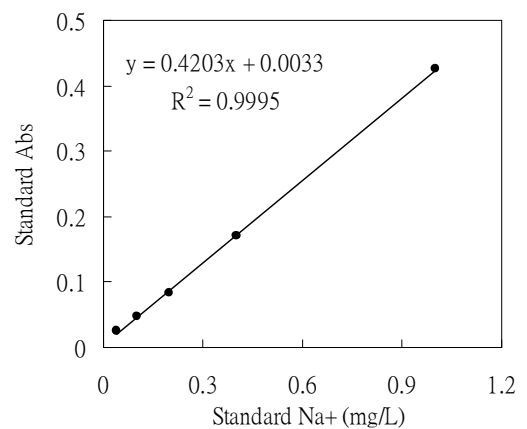
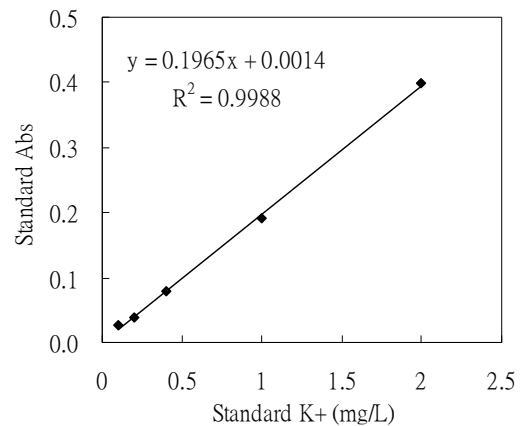
W：泥岩樣本重(g)

#### (六)泥岩可溶性陽離子含量(本實驗於台東大學自教系化學實驗室進行)

- 1.配製 5 種濃度之標準溶液，使用火焰式原子吸收光譜分析儀測定各種濃度之標準溶液，以製備檢量線( $R^2 \geq 0.995$ )(圖八)。
- 2.採集不同採樣點(O、A~F)之表土各三份，將泥岩樣本以研鉢研細後，稱取 10 克倒入塑膠瓶中，加入 1M 硝酸 100ml，均勻混合後置於震盪器上震盪一小時(圖九)。
- 3.將塑膠瓶內之液體以濾紙抽氣過濾後，秤取 50ml 之濾液，以火焰式原子吸收光譜分析儀量測濾液中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$  之最大吸光度，經由檢量線求得  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$  之濃度 (mg/L)。



圖九 泥岩樣本於震盪器上震盪



圖八 標準溶液之檢量線

### (七)土壤滲水性質

- 1.將寶特瓶放於鐵架上，取四種不同土壤(利吉泥岩、沙、黑森林土、培養土)各 100g 放置於寶特瓶內。
- 2.將 100g 之水倒入寶特瓶中，觀察滲出水量(圖十)。



圖十 土壤滲水性質分析

### (八)利吉惡地區域之植物組成調查

在利吉惡地調查區內，紀錄植物種類、分布。

### (九)坡度對利吉泥岩沖蝕率之影響

- 1.採集第一區之泥岩樣本，研細後倒入燒杯中。將研細之泥岩樣本 600g 放入壓克力箱一側，並將樣本壓實(圖十一)。
- 2.調整泥岩坡度至 20°，將 300ml 的水裝入灑水器後，從土坡頂端灑入，待水不再下流(停止沖蝕)，將抹布取出、烘乾後，計算其前後重量及沖蝕率。
- 3.依序測試坡度 30°、40°、50°、60°，計算其前後重量及沖蝕率。



圖十一 坡度對沖蝕率之影響

### (十)水量對利吉泥岩沖蝕率及溝痕形成之影響

- 1.採集第一區之泥岩樣本，研細後倒入燒杯中。將研細之泥岩樣本 600g 放入壓克力箱一側，並將樣本壓實。
- 2.調整泥岩坡度至 40°，分別將 100、200、300、400ml 的水裝入灑水器後，從土坡頂端灑入，待水不再下流(停止沖蝕)，將抹布取出、烘乾後，計算其前後重量及沖蝕率，並測量土坡上溝痕長度與寬度。

### (十一)山脊密度統計

- 1.以 15 公尺的視野面寬，調查研究範圍各分區(第一區、第二區)的相對高度、坡度、坡之走向、穩定角及山脊數量。主山脊為 4 分，主山脊延伸之次山脊為 3 分，以此類推 2 分、1 分，計算法如圖十二所示，其總和為山脊指數總分。
- 2.利用公式(山脊密度 = 山脊指數總分 / 15m)，求出分區之山脊密度。



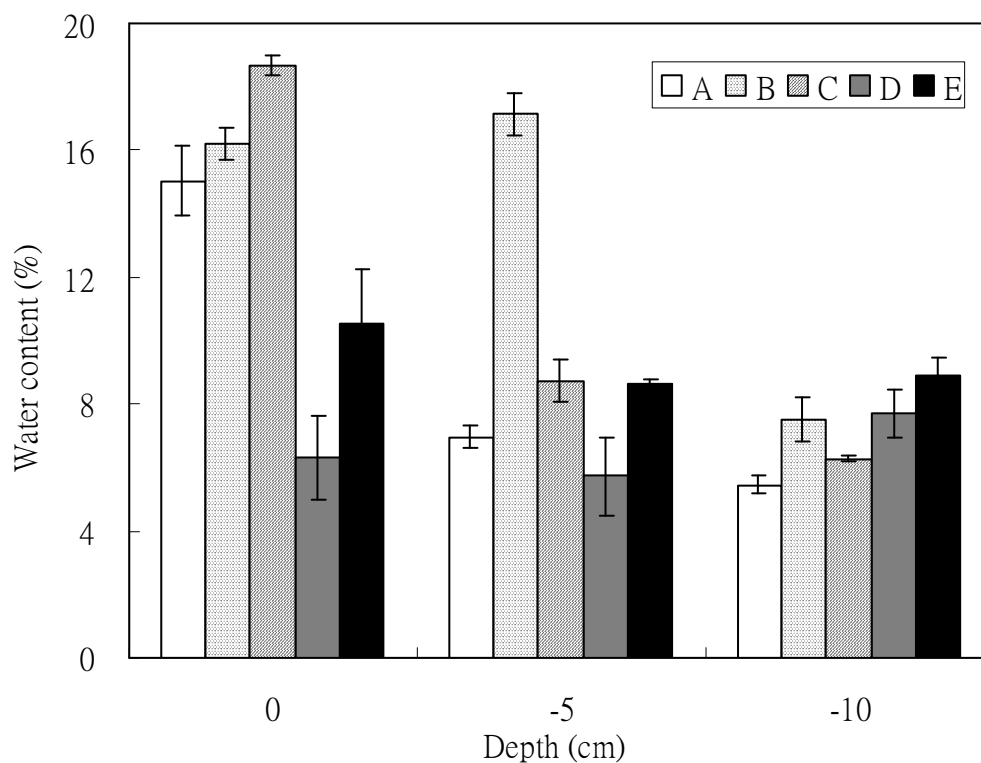
圖十二 研究範圍(第一區)之山脊

## 五、研究結果

### (一)泥岩含水量

就不同深度泥岩比較，發現以表層泥岩之平均含水率較高( $13.36 \pm 4.92\%$ )，中層泥岩(0~5 公分)次之( $9.43 \pm 4.49\%$ )，而深層泥岩(5~10 公分)之平均含水率最低( $7.16 \pm 1.33\%$ )，顯示深層泥岩較少受外界影響，本結果也顯示泥岩的滲透性非常差。

就不同採樣點比較，發現相對高度較低之採樣點 A、B、C(無植被低位土)其表層泥岩含水率明顯高於採樣點 D、E(有植被高位土)(圖十三)。



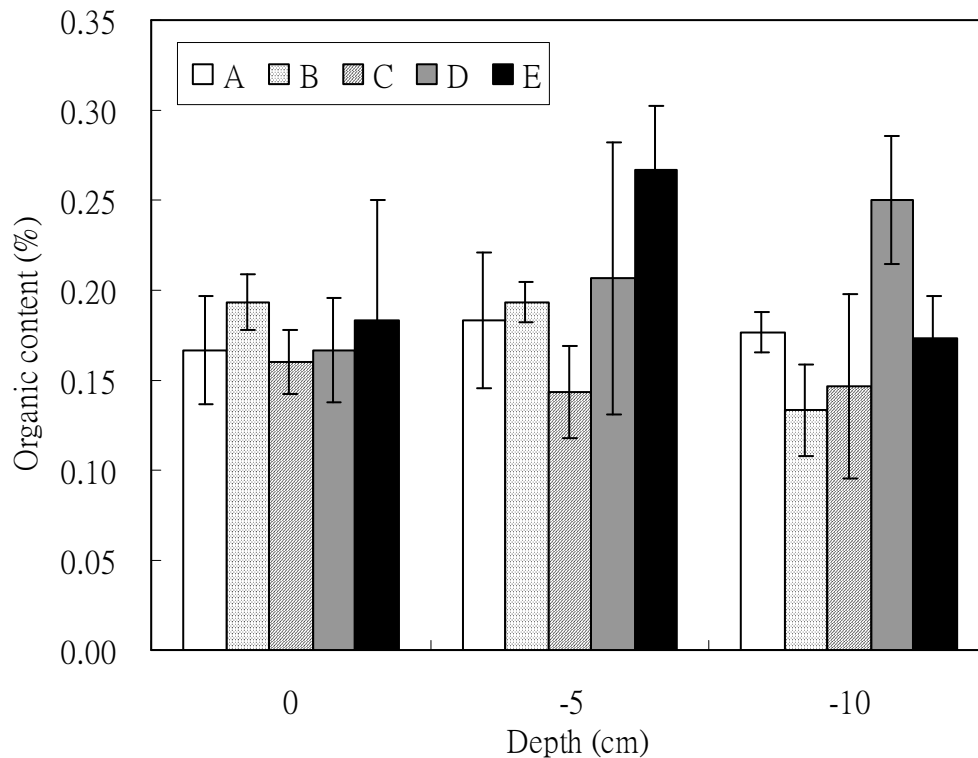
圖十三 各採樣點不同深度之泥岩含水量



## (二)泥岩有機質含量

採樣點 A、B、C(無植被低位土)其表層與中層泥岩(0~5 公分)之平均有機質含量較高( $0.17\pm 0.01\%$ )，而採樣點 D、E(有植被高位土)其中層泥岩(0~5 公分)之平均有機質含量較高( $0.24\pm 0.04\%$ ) (圖十四)。

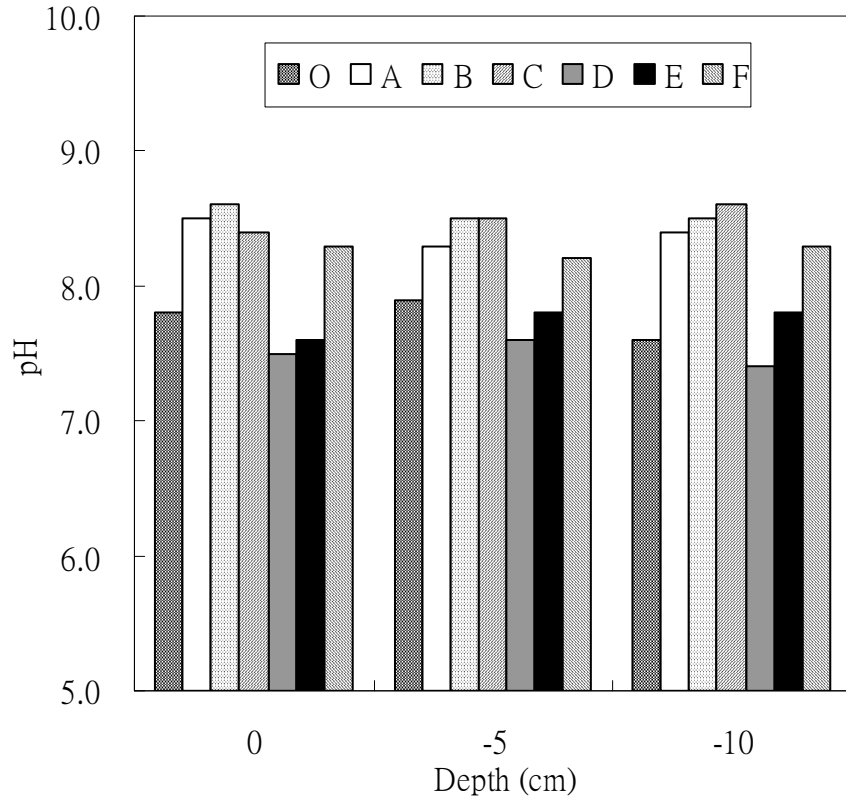
就不同深度泥岩比較，發現以中層泥岩之平均有機質含量較高( $0.27\pm 0.04\%$ )，而表層與深層泥岩(5~10 公分)之平均有機質含量較低( $0.18\pm 0.07\%$ 、 $0.17\pm 0.02\%$ )；就不同採樣點比較，發現採樣點 D、E 其平均有機質含量( $0.21\pm 0.04\%$ )高於採樣點 A、B、C，推測應與採樣點 D、E 之植被生長累積有關。



圖十四 各採樣點不同深度之泥岩有機質含量

### (三)泥岩 pH 值

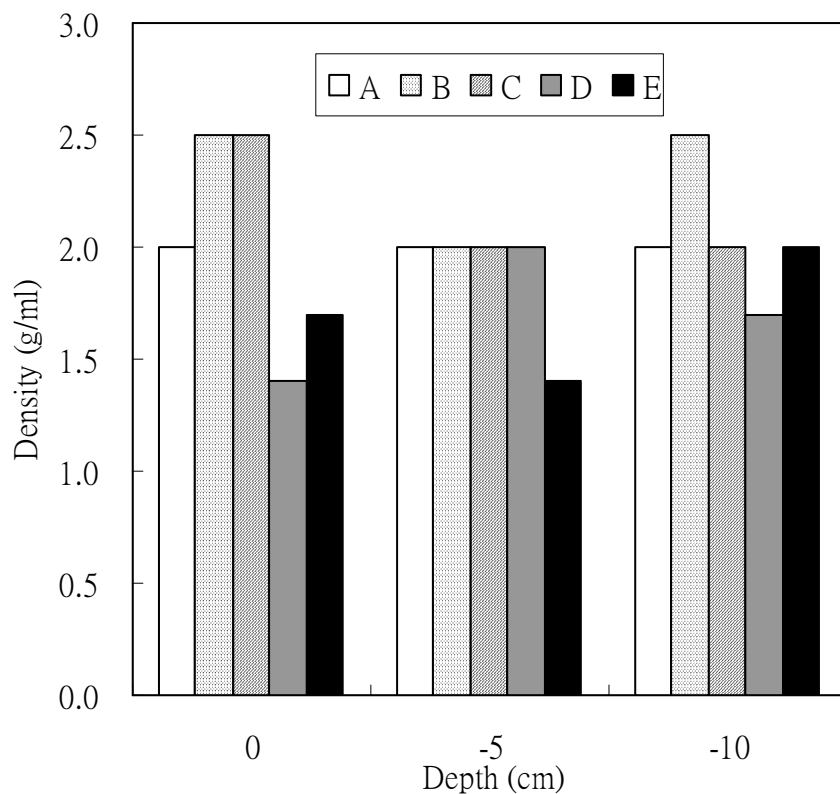
研究結果顯示(圖十五)：就不同深度泥岩比較，發現各層泥岩之 pH 值類似(約 8.1)；就不同採樣點比較，發現無植被之採樣點 A、B、C、F 之 pH 值較高( $8.3\pm 0.1\sim 8.5\pm 0.1$ )，而有植被之採樣點 O(低位土)、D、E(高位土)其 pH 值偏中性( $7.5\pm 0.1\sim 7.8\pm 0.2$ )，推測應是採樣點 O、D、E 之植被生長累積酸性腐植質所造成。



圖十五 各採樣點不同深度之泥岩 pH 值

#### (四)泥岩比重分析

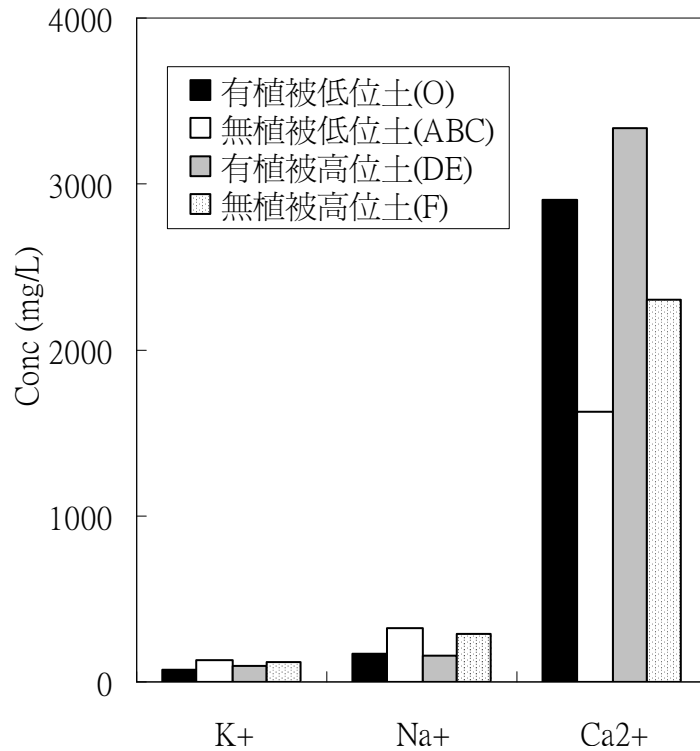
就不同深度泥岩比較(圖十六)，發現各層泥岩之比重沒有明顯差異，但是採集過程中發現表層泥岩粒徑分布偏向於小顆粒，而深層泥岩則偏向大顆粒。就不同採樣點比較，發現採樣點 D、E(有植被高位土)其泥岩比重較小( $1.7\pm 0.3$ )，而採樣點 A、B、C(無植被低位土)之泥岩比重較大( $2.0\pm 0.0\sim 2.3\pm 0.3$ )。



圖十六 各採樣點不同深度之泥岩比重

(五)泥岩可溶性陽離子含量

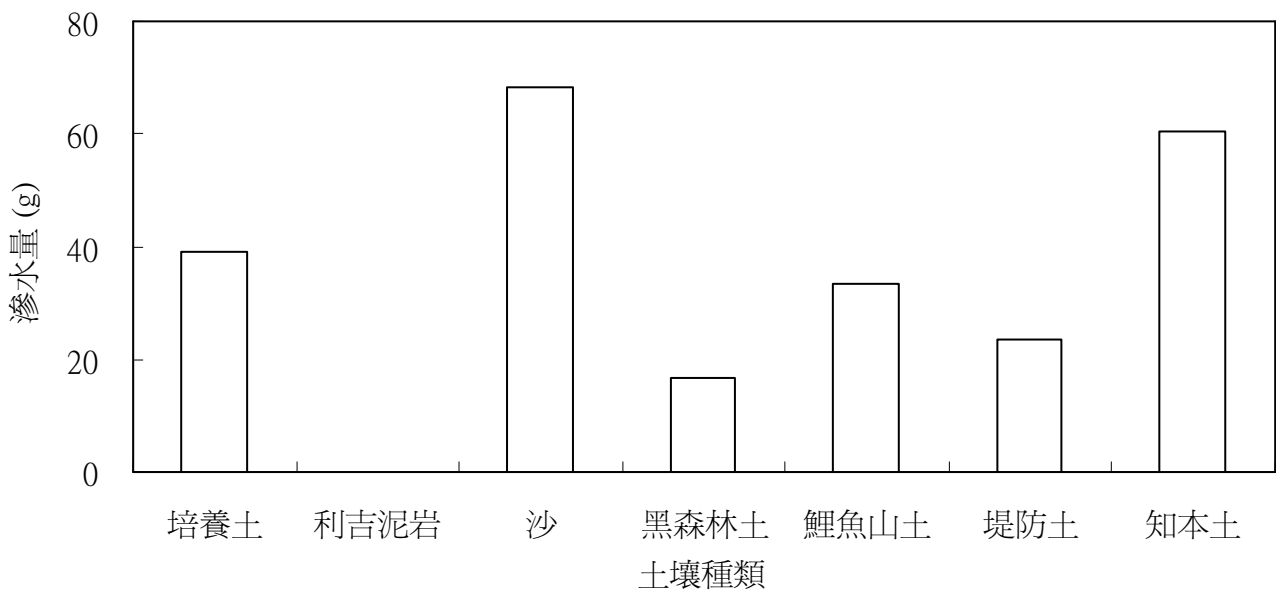
就不同陽離子比較(圖十七)，發現  $\text{Ca}^{2+}$  在利吉泥岩中含量最高( $2544.8 \pm 742.5$  mg/L)，而  $\text{K}^+$  含量最低( $106.4 \pm 29.9$  mg/L)；就不同採樣點比較，發現有植被之採樣點 O、D、E，其  $\text{Ca}^{2+}$  含量高於無植被之採樣點 A、B、C、F，而  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$  含量均低於無植被之採樣點。



圖十七 各採樣點之陽離子濃度

(六)土壤滲水性質

將 100 克水倒入 100 克的各種土壤樣本，比較不同土壤之滲水特性，發現(圖十八)利吉泥岩之滲水性最差(滲水量 0)，而沙之滲水性最佳(滲水量 68.2 克)，顯示利吉泥岩之孔隙極小，造成滲水性及透氣性甚差，並使利吉惡地區域的植生貧乏。



圖十八 各種土壤滲水特性

### (七)利吉惡地區域之植物種類及屬性分析

於利吉惡地區域內共發現十九種植物，雙子葉植物有銀合歡(含羞草科)、相思樹(豆科)、車桑子(無患子科)、魯花樹(大風子科)、黃連木(漆樹科)、血桐(大戟科)、茄苳(大戟科)、刺桐(蝶形花科)、苦楝(楝科)、白榕(桑科)、構樹(桑科)、長穗木(馬鞭草科)、毛西番蓮(西番蓮科)及紫背草(菊科)十四種；及單子葉植物的五節芒(禾本科)、台灣蘆竹(禾本科)、牛筋草(禾本科)、鋪地黍(禾本科)與孟仁草(禾本科)共五種(圖十九、二十)。

其中銀合歡、相思樹、車桑子屬於較優勢植物，由植物種類(台灣蘆竹、車桑子)可知利吉惡地土壤較乾燥，推知本地處於早期乾生演替的狀態。



圖十九 利吉惡地上之銀合歡

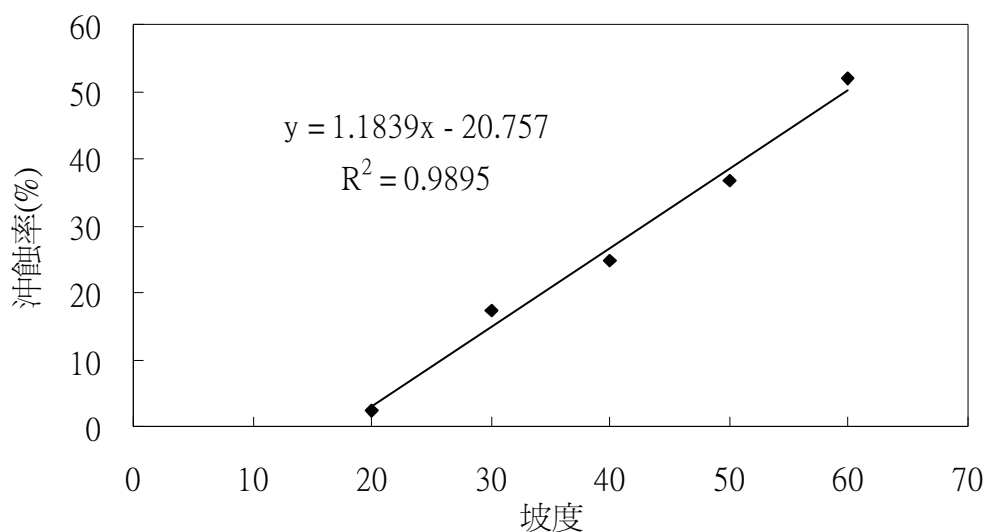


圖二十 利吉惡地上之五節芒

### (八)坡度對利吉泥岩沖蝕率之影響

由結果(圖二十一)顯示，當坡度增加時，沖蝕率也隨之增加，兩者呈高度正相關( $R^2=0.9895$ )，這可能是因為坡度陡，水流速度較快，會造成較大的沖蝕力。

一般來說，沖蝕的潛力會隨著坡度增加而變大，其他研究(Hammitt & Cole,1998)指出，坡度在 0~9 度時，不會發生沖蝕，介於 9~18 度時會有沖蝕的問題出現，一旦坡度大於 18 度時，大部分則會有沖蝕現象發生。根據本研究結果之線性迴歸( $y=1.1839x-20.757$ )推測，當坡度大於 17.5°時，即開始會有沖蝕的現象發生；另外，利吉惡地之平均坡度約 60°，因此推測此區會產生約 51.8% 之沖蝕率。

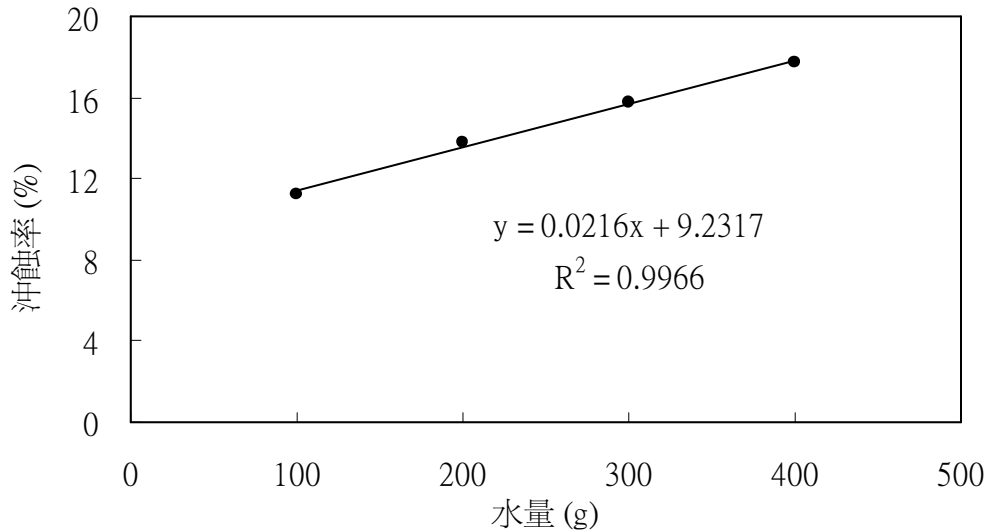


圖二十一 坡度對利吉泥岩沖蝕率之影響(水量 300g)

(九)水量對利吉泥岩沖蝕量之影響

由結果(圖二十二)顯示，當水量增加時，沖蝕率也隨之增加，兩者呈高度正相關( $R^2=0.9966$ )，這可能是因為產生雨蝕及逕流沖蝕，所以造成較大的沖蝕量。

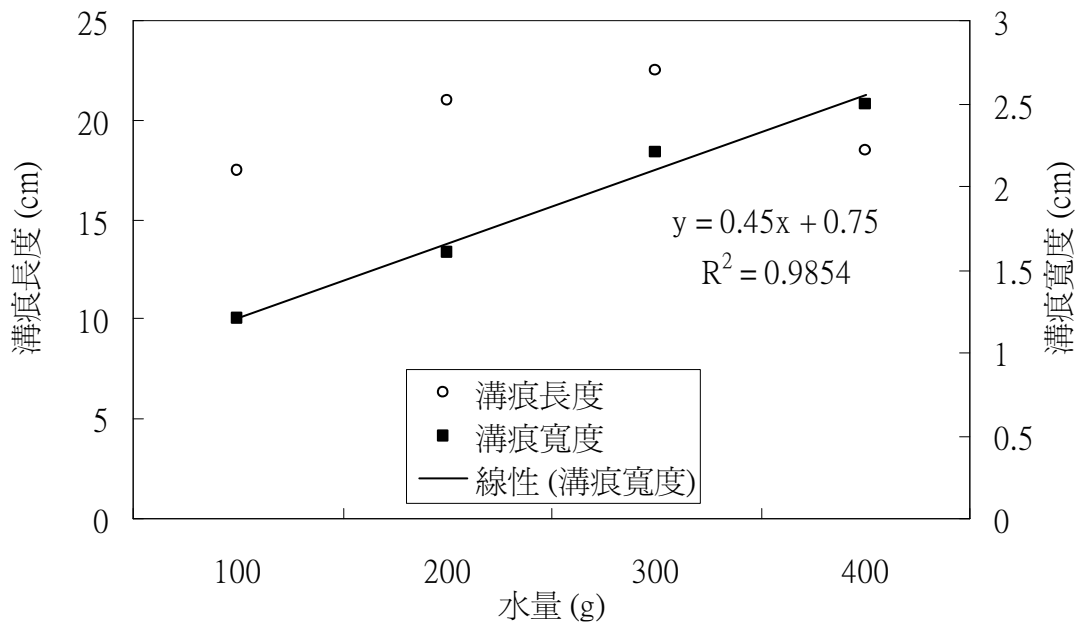
降水與沖蝕有密切關係，當水滴落下時，其位能轉變成動能，成為衝擊地面之能量，對土壤作功，使土壤破碎、分離、飛濺和流失等現象稱為雨蝕(raindrop erosion)；另一方面，當雨水降落地表後，沿地面漫流之水稱為地面逕流(surface runoff)，由地面逕流所造成的土壤破壞、流失過程則稱為逕流沖蝕(runoff erosion)。



圖二十二 水量對利吉泥岩沖蝕率之影響(坡度 40°)

(十)水量對溝痕形成之影響

由結果(圖二十三)顯示，當水量增加時，溝痕寬度也隨之增加，當水量 400g 時，溝痕寬度增加為 2.5cm，兩者呈高度正相關( $R^2=0.9854$ )；而水量對溝痕長度之影響則不顯著。



圖二十三 水量對溝痕寬度、長度之影響(坡度 40°)

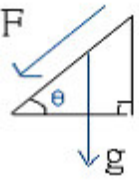
(十一)山脊密度統計

山脊密度愈大，代表水流對地形之沖蝕能力越強；第一區坡度較緩，但山脊密度較大(5.23)，第二區的坡度較陡，但山脊密度卻較小(4.41)(表二)，表面看起來較平坦，由野外觀察，其溝痕亦較淺，因此推測第一區之水流量應較多，即水量為影響本區山脊密度之主要因素。

表二 研究範圍分區的地形概況及山脊密度

分區	相對高度(m)	測量範圍(m)	坡度	坡之走向	穩定角	山脊密度
第一區	11.4	21.8	54°	S45°E	25°	5.23
第二區	9	15.2	58°	W10°S	32°	4.41

## 六、討論

- (一)利吉惡地地勢不高，年平均溫約 20~22°C，再加上本區氣溫高、氣候炎熱，屬熱帶季風氣候，年平均蒸發量可達 1200mm 左右，又由於台東縣境內降雨量隨地形下降而遞減，較低平的地區及沿海地帶年雨量最低，加上東北季風受海岸山脈阻擋，使降雨量及降雨日數均較少。利吉惡地表層泥岩的平均含水率約  $13.36\pm 4.92\%$ ，並由滲水實驗可知，利吉泥岩之滲水性差，在利吉泥岩上淋上水，經 20 分鐘後仍積留在表面和上層，造成深層泥岩較少受外界影響。
- (二)植生的分布常受限於地形、高度、土壤分布，利吉惡地之植被分布也受到地形與坡降的影響。在坡度、起伏大之區域，屬於正在復原中或早期演替階段的植物社會，其主要組成以銀合歡為主。實地觀察可知，銀合歡、相思樹、車桑子為當地的優勢種，另外，台灣蘆竹適合生長於陡坡、崩塌地或泥岩地區山壁，五節芒則可在山坡地、道路邊萌芽，車桑子則有耐強風耐旱等特性，而主要的優勢種-銀合歡，也有以風力傳播其乾燥莢果藉以繁殖後代的能力，綜合以上數點可知，利吉惡地可形成適合這些植物生長的环境。
- (三)利吉惡地之泥岩屬鹼性(pH7.5~8.5)，經查閱之資料得知，大多的植物適合生長於 pH4~8 的土壤。有植被之採樣點 O(低位土)、D、E(高位土)其 pH 值偏中性( $7.5\pm 0.1\sim 7.8\pm 0.2$ )，推測應是採樣點 O、D、E 之植被生長累積酸性腐植質所造成，即早期演替時，植物於小面積處尋找可生長處萌芽，死亡後又營造出適合植物生長的环境，也因此導致本區植物的分布多呈點狀、帶狀。
- (四)當坡度增加時，沖蝕率也隨之增加，兩者呈高度正相關( $R^2=0.8429$ )，由物理公式得知斜面上重力的分力( $g\sin\theta$ )為加速度，又  $F=ma$ ， $\sin\theta$  隨著  $\theta$  值變大而變大， $g\sin\theta$  也增大，所以 F 值也增加，故水的侵蝕力就加大，由此可推之，坡度愈陡，水流速度愈快，便能帶動較多的土流動，造成較大的沖蝕力，所以沖蝕量就比較多。由本研究結果之線性迴歸( $y=1.1839x-20.757$ )推測，當坡度大於 17.5°時，即開始會有沖蝕的現象發生，利吉惡地之平均地表坡度約 60°，因此推測此區會產生較大之沖蝕率(51.8%)。
- 
- (五)經由數據可發現，當水量增加時，溝痕寬度也隨之增加，主要是因為隨著水量的增加，沖蝕的土量也隨著增加，和水量對利吉泥岩沖蝕量的實驗相同，將其沖刷強度控制在一定的力，改變其時間，在水可接觸的三面，會因接觸時間的增加，接觸面積也隨之增加(因沖刷後會產生新的接觸面，沖刷時間拉長，所產生的新接觸面也會增加。)而在一定範圍水量中，所產生的溝痕長度會逐漸拉長，但過量的水(例如此實驗中的 400g 的水)會使頂端的土跟著流失，所以溝痕長度會比前 3 個來的短。
- (六)利吉惡地地形主要是由顆粒極細的泥岩組成，泥岩也就是俗稱的「青灰岩」，其顆粒細小，而且顆粒間膠結性疏鬆，透水性又低，遇濕則變得軟滑、黏稠狀，遇雨就順坡



而下，形成雨溝和蝕溝，故雨水及逕流侵蝕是惡地地形發育的重要營力。下雨時，最初會先滲入地下，成為地下水；但當降雨量大於滲入量時，多餘的水漫遊於地表，成為逕流，水沿坡面下蝕，不僅帶走表面的泥質，也會刻畫出明顯細密的溝紋，沿著雨溝流動造成線性侵蝕，形成惡地景觀。

(七)利吉惡地有許多不適合植物生長的原因，例如降雨量少、有機質含量少、孔隙率小，滲水性差、 $\text{Na}^+$ 含量太高、嚴重的沖蝕，造成此區植生貧乏，所以植被無法提供保護土壤的功用，而本區降雨日少，但多為暴雨，降雨強度大，更造成土壤流失嚴重。

## 七、結論

- (一)利吉惡地表層泥岩之平均含水率較高( $13.36\pm 4.92\%$ )，中層泥岩(0~5 公分)次之( $9.43\pm 4.49\%$ )，而深層泥岩(5~10 公分)之平均含水率最低( $7.16\pm 1.33\%$ )，顯示深層泥岩較少受外界影響。就不同採樣點比較，發現相對高度較低之採樣點 A、B、C(無植被低位土)其表層泥岩含水率明顯高於採樣點 D、E(有植被高位土)。
- (二)採樣點 A、B、C(無植被低位土)其表層與中層泥岩(0~5 公分)之平均有機質含量較高( $0.17\pm 0.01\%$ )，而採樣點 D、E(有植被高位土)其中層泥岩(0~5 公分)之平均有機質含量較高( $0.24\pm 0.04\%$ )。就不同深度泥岩比較，發現以中層泥岩之平均有機質含量較高( $0.27\pm 0.04\%$ )，而表層與深層泥岩(5~10 公分)之平均有機質含量較低( $0.18\pm 0.07\%$ 、 $0.17\pm 0.02\%$ )；就不同採樣點比較，發現採樣點 D、E 其平均有機質含量( $0.21\pm 0.04\%$ )高於採樣點 A、B、C，推測應與採樣點 D、E 之植被生長累積有關。
- (三)利吉惡地之泥岩屬鹼性，各層泥岩之 pH 值類似(約 8.1)；就不同採樣點比較，發現無植被之採樣點 A、B、C、F 之 pH 值較高( $8.3\pm 0.1\sim 8.5\pm 0.1$ )，而有植被之採樣點 O(低位土)、D、E(高位土)其 pH 值偏中性( $7.5\pm 0.1\sim 7.8\pm 0.2$ )，推測應是採樣點 O、D、E 之植被生長累積酸性腐植質所造成。
- (四)各層泥岩之比重沒有明顯差異，但是採集過程中發現表層泥岩粒徑分布偏向於小顆粒，而深層泥岩則偏向大顆粒。就不同採樣點比較，發現相對高度較高且長有植被之 D、E 採樣點其泥岩比重較小( $1.7\pm 0.3$ )，而採樣點 A、B、C 之泥岩比重較大( $2.0\pm 0.0\sim 2.3\pm 0.3$ )。
- (五) $\text{Ca}^{2+}$ 在利吉泥岩中含量最高( $2544.8\pm 742.5\text{ mg/L}$ )，而  $\text{K}^{+}$ 含量最低( $106.4\pm 29.9\text{ mg/L}$ )；就不同採樣點比較，發現有植被之採樣點 O、D、E，其  $\text{Ca}^{2+}$ 含量高於無植被之採樣點 A、B、C、F，而  $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 含量均低於無植被之採樣點。
- (六)利吉泥岩之滲水性最差(滲水量 0)，而沙之滲水性最佳(滲水量 68.2 克)，顯示利吉泥岩之孔隙極小，造成滲水性及透氣性甚差，並使利吉惡地區域的植生貧乏。
- (七)於利吉惡地區域內共發現十九種植物，雙子葉植物有銀合歡(含羞草科)、相思樹(豆科)、車桑子(無患子科)、魯花樹(大風子科)、黃連木(漆樹科)、血桐(大戟科)、茄苳(大戟科)、刺桐(蝶形花科)、苦楝(楝科)、白榕(桑科)、構樹(桑科)、長穗木(馬鞭草科)、毛西番蓮(西番蓮科)及紫背草(菊科)十四種；及單子葉植物的五節芒(禾本科)、台灣蘆竹(禾本科)、牛筋草(禾本科)、鋪地黍(禾本科)與孟仁草(禾本科)共五種。其中銀合歡、相思樹、車桑子屬於較優勢植物，由植物種類(台灣蘆竹、車桑子)可知利吉惡地土壤較乾燥，推知本地處於早期乾生演替的狀態。
- (八)當坡度增加時，沖蝕率也隨之增加，兩者呈高度正相關( $R^2=0.9895$ )，這可能是因為坡度陡，水流速度較快，會造成較大的沖蝕力。由線性迴歸( $y=1.1839x-20.757$ )推測，當坡度大於  $17.5^\circ$ 時，即開始會有沖蝕的現象發生；另外，利吉惡地之平均坡度約  $60^\circ$ ，因此推測此區會產生約 51.8% 之沖蝕率。
- (九)當水量增加時，沖蝕率也隨之增加，兩者呈高度正相關( $R^2=0.9966$ )，這可能是因為產生雨蝕及逕流沖蝕，所以造成較大的沖蝕量。水量增加時，溝痕寬度也隨之增加，當水量 400g 時，溝痕寬度增加為 2.5cm，兩者呈高度正相關( $R^2=0.9854$ )；而水量對溝痕長度之影響則不顯著。

(十)山脊密度愈大，代表水流對地形之沖蝕能力越強；第一區坡度較緩，但山脊密度較大(5.23)，第二區的坡度較陡，但山脊密度卻較小(4.41)，表面看起來較平坦，由野外觀察，其溝痕亦較淺，因此推測第一區之水流量應較多，即水量為影響本區山脊密度之主要因素。

## 八、參考文獻

- 1.行政院環保署 (1994) 環境檢驗方法彙編。行政院環保署。
- 2.王鑫 (1996) 泥岩惡地地景保留區之研究。行政院農委員，台大地理系。
- 3.林少雯 (1994) 西南部泥岩惡地面面觀。台灣省水土保持局。
- 4.張治國 (1981) 從月世界與火炎山談台灣的惡地。科學月刊，12(8)，64~71。
- 5.李筱娟 (2000) 台東縣卑南山礫岩分佈地區地景特質評估之研究。台大地理所碩士論文。
- 6.廖秀芬 (1985) 泥岩地區植物生態。省立花蓮師專學生論文集，3，193~203。
- 7.蔡光榮 (1994) 西南部泥岩地區之災害特性與植生保育。台灣省水土保持局。
- 8.蘇禹銘 (1988) 泥岩地區河道邊坡發育控制因素之研究。教育部中小學教師研究著作。
- 9.Hammit, W. E. and D. N. Cole (1998) Wildland recreation : Ecology and management. John Wiley & Sons, Inc.N.Y.

## 評 語

040503 牛魔王的故鄉—台東利吉惡地之探討

1. 能以鄉土地景特色為題研究值得肯定。
2. 有關山春密度的定義與沖蝕率的用法，有繼續加油的空間。
3. 題目宜多斟酌，力求對象明確。