

臺灣二〇〇七年國際科學展覽會

科 別：地球與太空科學

作 品 名 稱：牛魔王的故鄉—台東利吉惡地之探討

得 獎 獎 項：佳作

學校 / 作者：國立台東女子高級中學
國立台東女子高級中學

高方淇
陳欣怡

作者簡介及照片



姓名：高方淇

我從小就生活在人人口中擁有好山好水的「後山」—台東，正因有如此自然純樸的環境，造就了我喜歡大自然的個性，這也是我做這次科展的主要原因，從實驗開始的實地勘查，一直到使用一些機密儀器來分析數據，用科學的手法把平日喜歡的戶外活動，做更深入的研究探討，過程中曾遇到挫折，興起放棄的念頭，但因為有搭檔和老師的支持，我們還是把這份作品完成了。

作者簡介及照片



我是陳欣怡，我從出生到現在，生活在空氣清晰、風景如畫的台東，擁有壯麗風景和特殊地形是我們的熟悉生活環境，少了城市的擁擠，我們多了貼近大自然的個性，每次的室外課程都是我最期待的日子，如同這次的科展，不再只有隨意瀏覽，多了精密器材的輔助，分析每筆數據，推測一個區域的形成演化，我們做出了一份更深入、更專業的地形研究。

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 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。

Abridgement

TOPIC: The hometown of the Devil - Liji badland in Taitung

Our research discusses with the contents of water in mudstone, the organic content, pH, the specific weight, the contents of dissoluble cation, dankness and the category of plants in Ligiligi Badland. Dissecting its slope, the abrasion of water, the density of mountain ridge and the formation of scuff mark.

Outcome of our research :

1. Solum of mudstone is the dampest. Intermediate of mudstone has more organic content than others. Every bed of mudstone's PH is 8.1. Having plants area is indifferent and having more Ca^{2+} .
2. We found nineteen categories of plants. For example *Leucaena glauca* and Taiwan acacia.
3. The more augmentation of gradient, the more increase of the abrasion of water and the breadth of the density and the abrasion of water too.

目錄

中文摘要.....	1
英文摘要.....	2
目錄.....	3
壹、研究動機.....	4
貳、研究目的.....	5
參、研究設備及器材.....	5
肆、研究過程與方法.....	6
伍、研究結果.....	9
一、泥岩含水量.....	9
二、泥岩有機質含量.....	10
三、泥岩 pH 值.....	11
四、泥岩比重分析.....	12
五、泥岩可溶性陽離子含量.....	13
六、土壤滲水性質.....	13
七、利吉惡地區域之植物種類及屬性分析.....	14
八、坡度對利吉泥岩沖蝕率之影響.....	14
九、水的強度對利吉泥岩沖蝕量之影響.....	15
十、水量對溝痕形成之影響.....	15
十一、山脊密度統計.....	16
陸、討論.....	17
柒、結論.....	19
捌、參考文獻.....	21

壹、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

貳、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。

參、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 (SHIN KWANG)	
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)

肆、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。

$$\text{泥岩含水量}(Wd) = (W1 - W2) / (W2 - Wc)$$

W1：泥岩樣本+坩堝；送入烘箱前重(g)

W2：泥岩樣本+坩堝；烘乾後之恆重(g)

Wc：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。

$$\text{泥岩有機質含量}(Wo) = (W2 - W3) / (W2 - Wc)$$

W2：泥岩樣本+坩堝；105°C 烘乾後之恆重(g)

W3：泥岩樣本+坩堝；400°C 加熱後之恆重(g)

Wc：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。

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

L₁：濾紙重；過濾、烘乾後之恆重(g)

L：濾紙重(g)

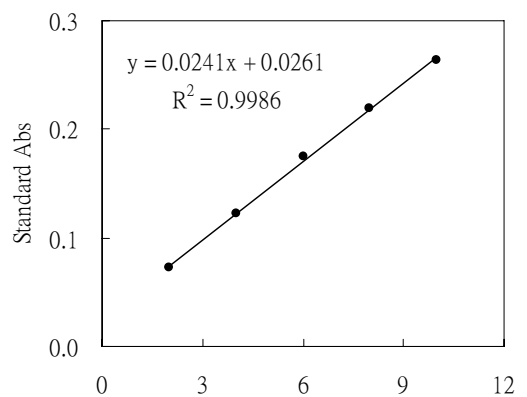
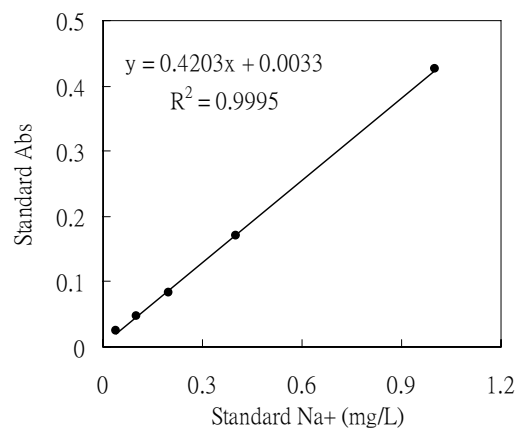
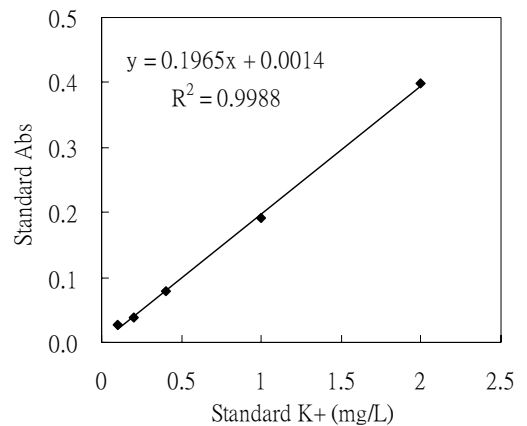
W：泥岩樣本重(g)

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。



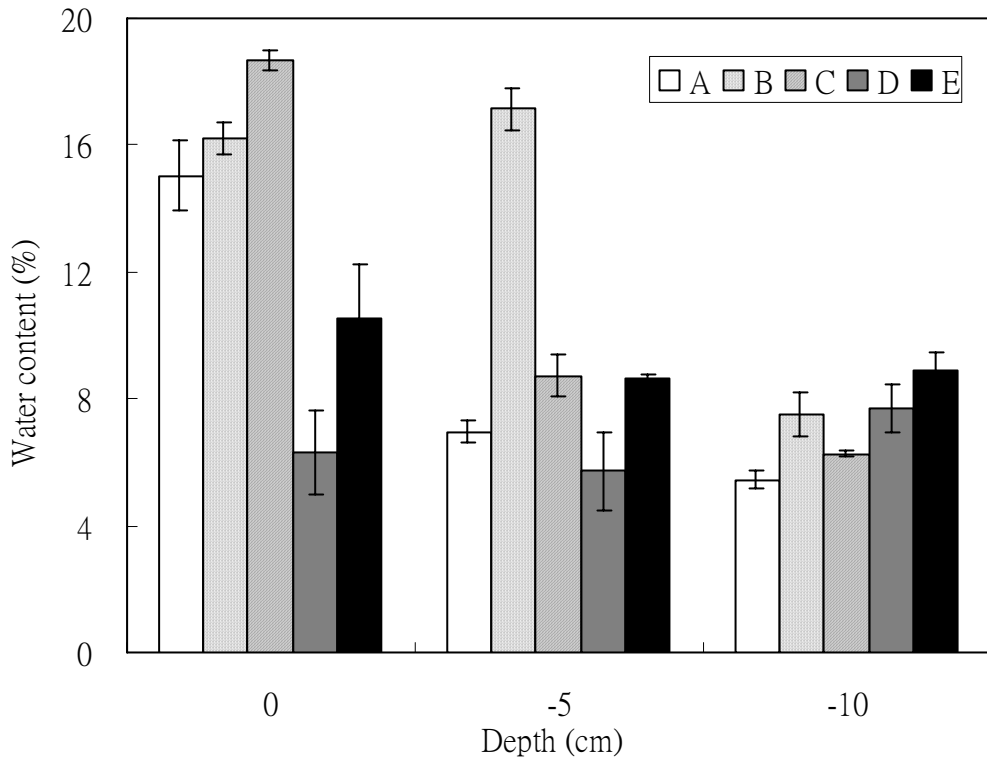
圖十二 研究範圍(第一區)之山脊

伍、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)。

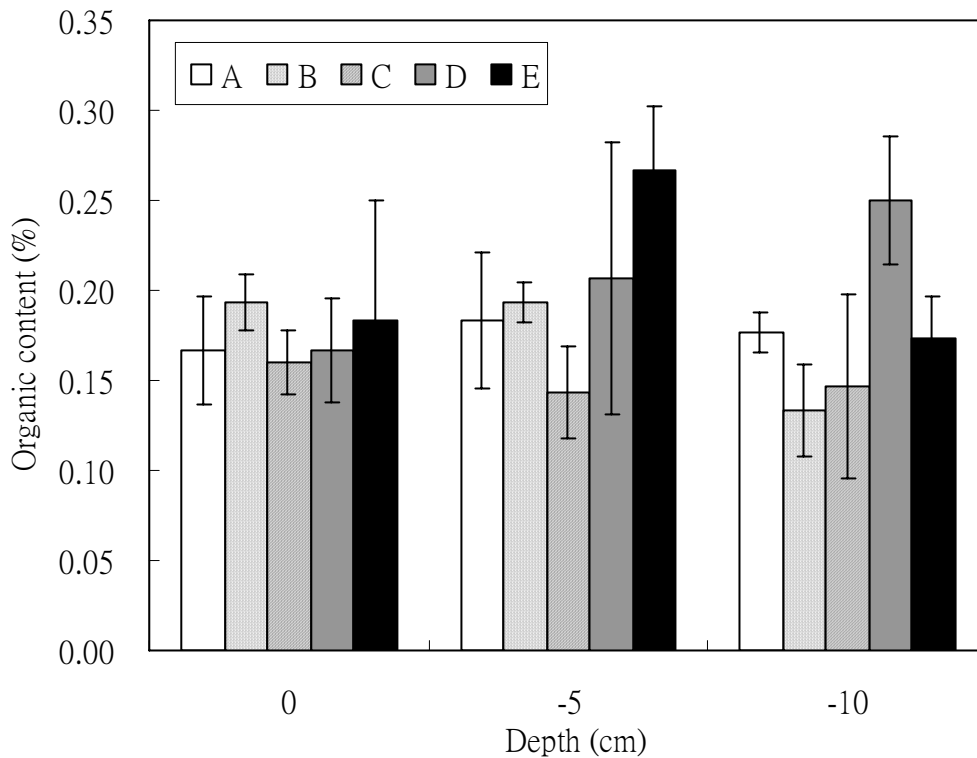


圖十三 各採樣點不同深度之泥岩含水量

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)。

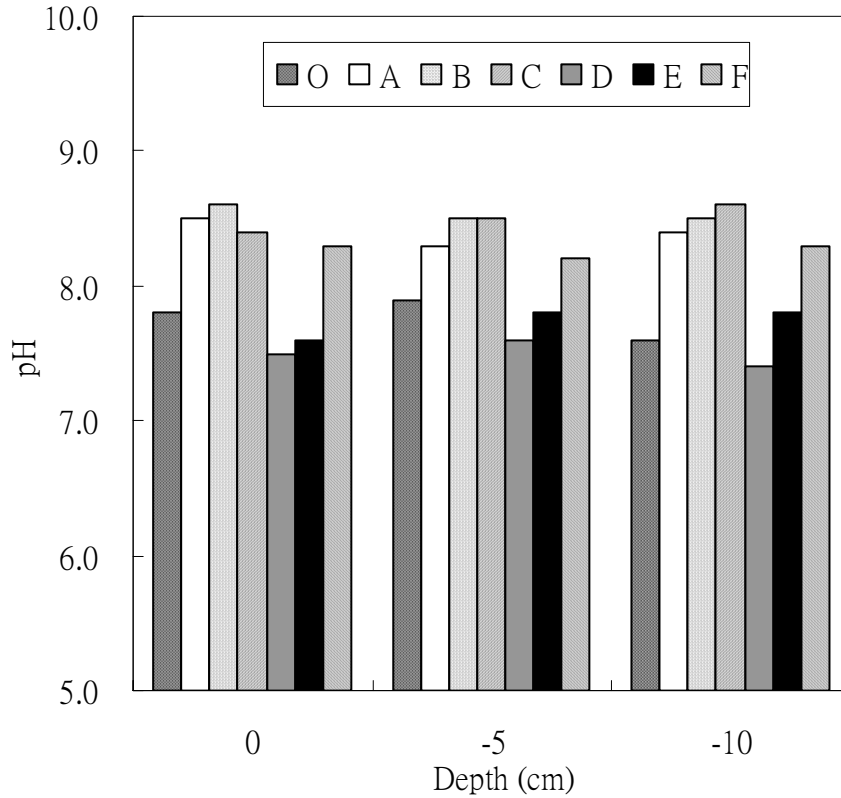
就不同深度泥岩比較，發現以中層泥岩之平均有機質含量較高($0.27\pm 0.04\%$)，而表層與深層泥岩(5~10 公分)之平均有機質含量較低($0.18\pm 0.07\%$ 、 $0.17\pm 0.02\%$)；就不同採樣點比較，發現採樣點 D、E 其平均有機質含量($0.21\pm 0.04\%$)高於採樣點 A、B、C，推測應與採樣點 D、E 之植被生長累積有關。



圖十四 各採樣點不同深度之泥岩有機質含量

三、泥岩 pH 值

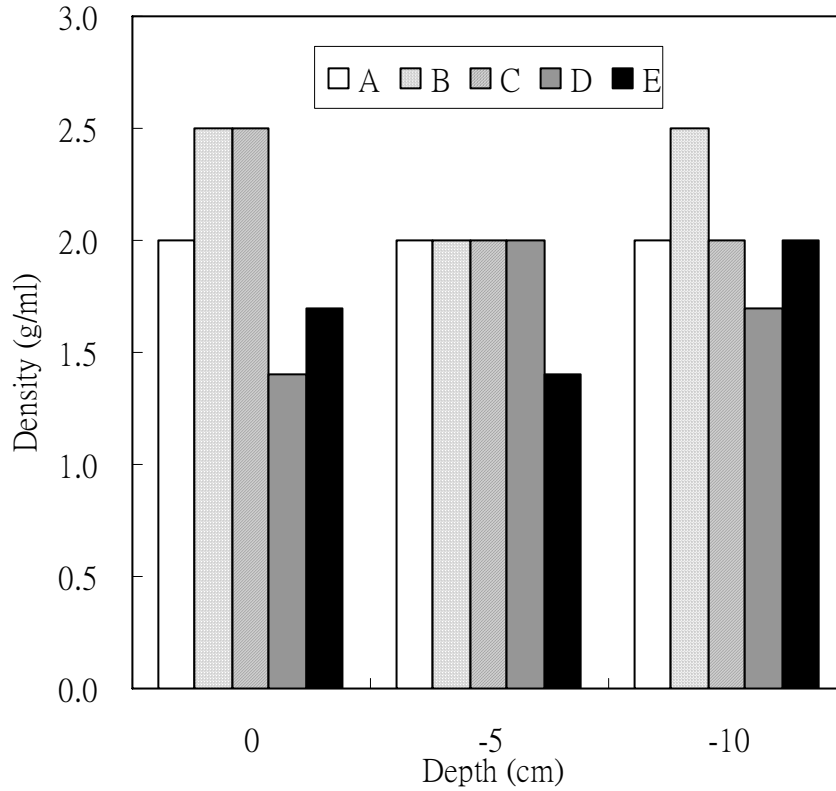
研究結果顯示(圖十五)：就不同深度泥岩比較，發現各層泥岩之 pH 值類似(約 8.1)；就不同採樣點比較，發現無植被之採樣點 A、B、C、F 之 pH 值較高($8.3\pm 0.1\sim 8.5\pm 0.1$)，而有植被之採樣點 O(低位土)、D、E(高位土)其 pH 值偏中性($7.5\pm 0.1\sim 7.8\pm 0.2$)，推測應是採樣點 O、D、E 之植被生長累積酸性腐植質所造成。



圖十五 各採樣點不同深度之泥岩 pH 值

四、泥岩比重分析

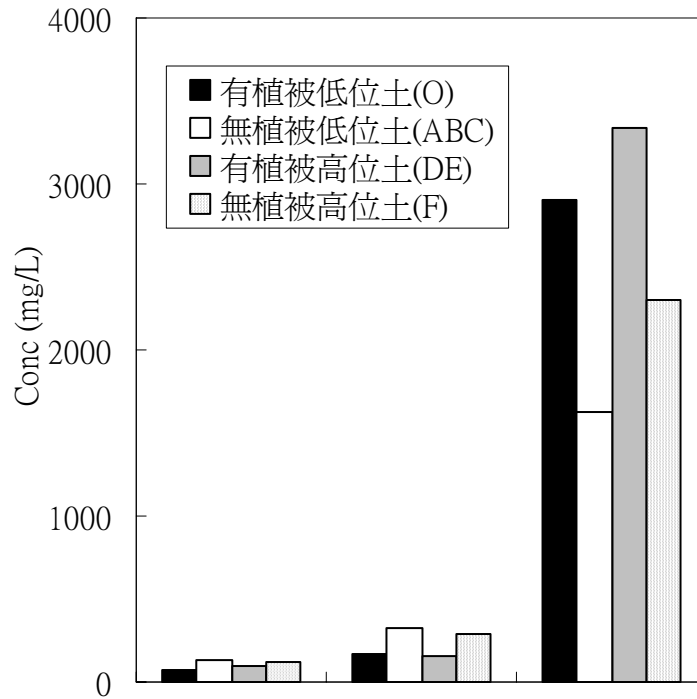
就不同深度泥岩比較(圖十六)，發現各層泥岩之比重沒有明顯差異，但是採集過程中發現表層泥岩粒徑分布偏向於小顆粒，而深層泥岩則偏向大顆粒。就不同採樣點比較，發現採樣點 D、E(有植被高位土)其泥岩比重較小(1.7 ± 0.3)，而採樣點 A、B、C(無植被低位土)之泥岩比重較大($2.0\pm 0.0\sim 2.3\pm 0.3$)。



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

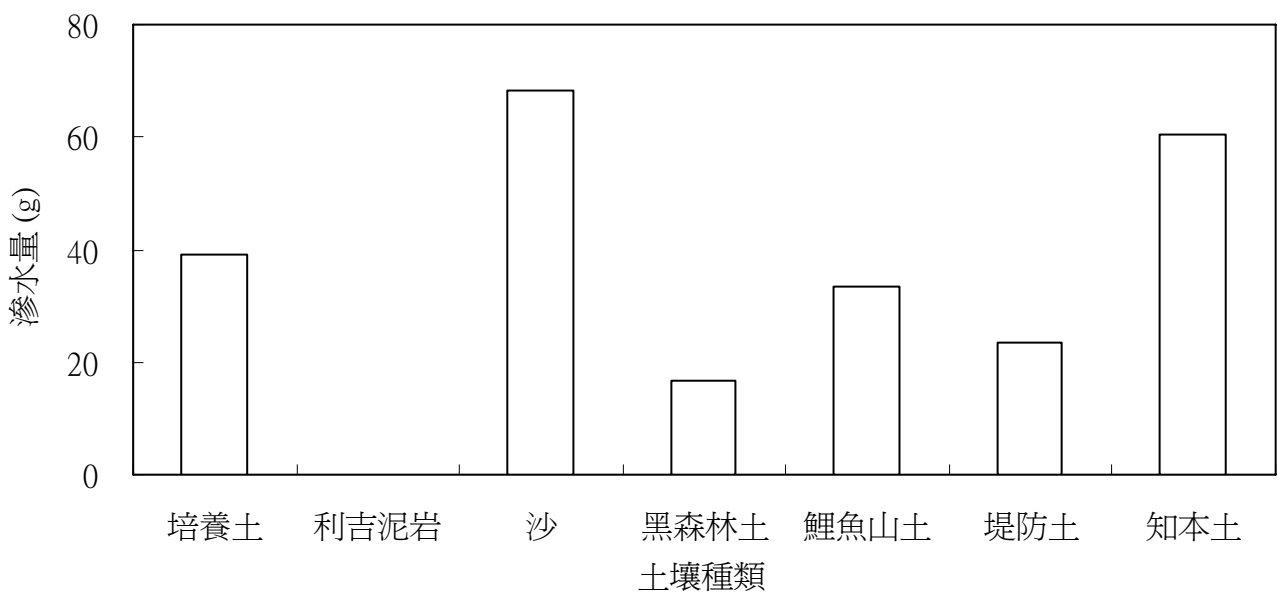
就不同陽離子比較(圖十七)，發現 Ca^{2+} 在利吉泥岩中含量最高($2544.8 \pm 742.5 \text{ mg/L}$)，而 K^+ 含量最低($106.4 \pm 29.9 \text{ mg/L}$)；就不同採樣點比較，發現有植被之採樣點 O、D、E，其 Ca^{2+} 含量高於無植被之採樣點 A、B、C、F，而 K^+ 、 Na^+ 含量均低於無植被之採樣點。



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

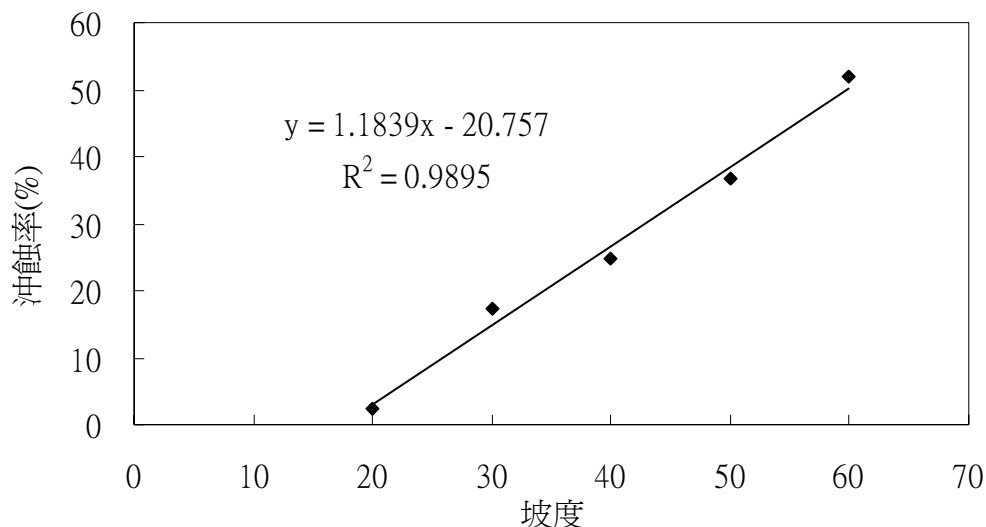


圖二十 利吉惡地上之五節芒

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。

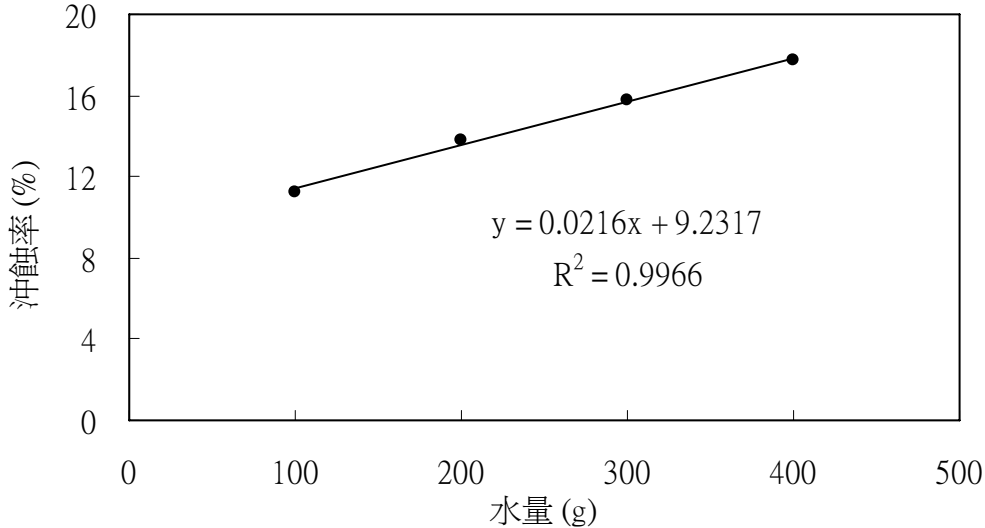


圖二十一 坡度對利吉泥岩沖蝕率之影響(水量 300g)

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。

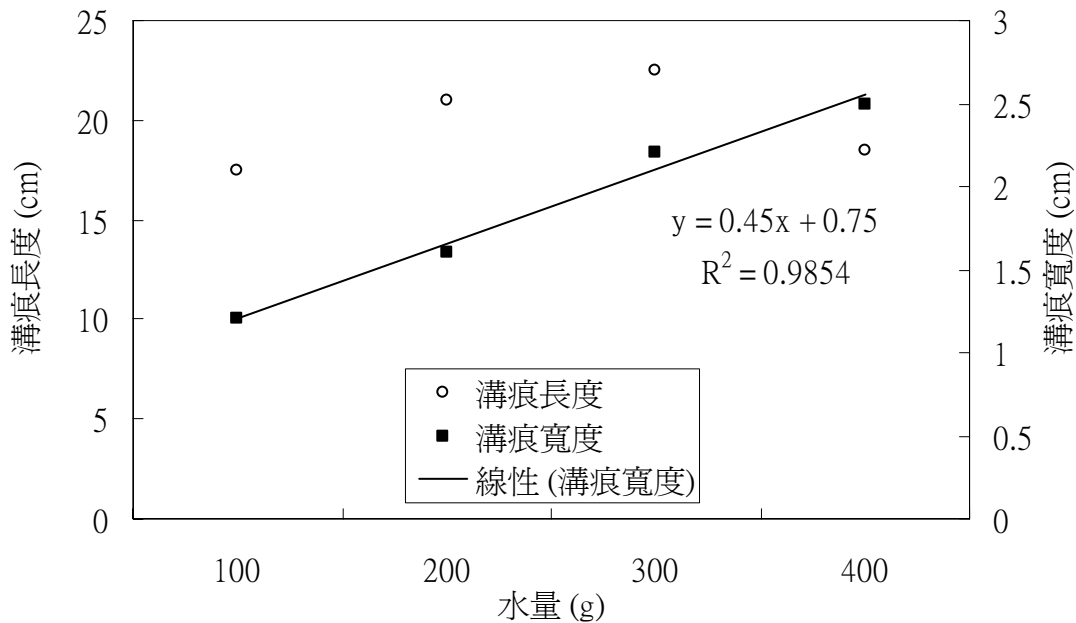
降水與沖蝕有密切關係，當水滴落下時，其位能轉變成動能，成為衝擊地面之能量，對土壤作功，使土壤破碎、分離、飛濺和流失等現象稱為雨蝕(raindrop erosion)；另一方面，當雨水降落地表後，沿地面漫流之水稱為地面逕流(surface runoff)，由地面逕流所造成的土壤破壞、流失過程則稱為逕流沖蝕(runoff erosion)。



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

陸、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±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、崩場地或泥岩地區山壁，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環境。

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±0.1~7.8±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環境，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 θ 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，成爲地下水；但當降雨量大於滲入量時，多餘的水漫遊於地表，成爲逕流，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、 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，但多爲暴雨，降雨強度大，更造成土壤流失嚴重。

柒、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 ± 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、 Ca^{2+} 在利吉泥岩中含量最高($2544.8 \pm 742.5 \text{ mg/L}$)，而 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 Ca^{2+} 含量高於無植被之採樣點 A、B、C、F，而 K^{+} 、 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° 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。
- 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。

捌、參考文獻

- 一、行政院環保署 (1994) 環境檢驗方法彙編。行政院環保署。
- 二、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。
- 三、林少雯 (1994) 西南部泥岩惡地面面觀。台灣省水土保持局。
- 四、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。
- 五、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。
- 六、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。
- 七、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。
- 八、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。
- 九、Hammitt, W. E. and D. N. Cole (1998) Wildland recreation : Ecology and management. John Wiley & Sons, Inc.N.Y.

評語

本作品探討利吉惡地泥岩之含水量、比重、可溶性、陽離子含量，並探討降水量與沖刷率之關係，及地形坡度與沖刷率之關係上尚有科教意義。