

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 地球科學科

最佳團隊合作獎

030511

會跳舞的泥土--調查研究頭社的活盆地

學校名稱：臺北市立北投國民中學

作者： 國二 劉昱姍 國二 黃莉棋 國二 鄭心瑤	指導老師： 許麗雲
---	------------------

關鍵詞：活盆地、水草泥炭土、容積比重

摘要

海拔約六百五十公尺的頭社盆地位於南投縣魚池鄉，四周群山環繞，頭社派出所一帶為低地，因此它擁有為全台面積最大的「活盆地」，盆地下的地層主要是泥炭土，極易吸附水分，站在地上用力一採，柔軟的地面即出現波浪般的震動，相當特殊。

推測「活盆地」泥炭層之成因，為上方的草倒下來後，土裡長出新草，之後又被上方倒下來草給覆蓋，如此周而復始歷經數千年沉積後而形成。以腐朽植物為主構成的泥炭層孕育豐富的動植物資源，而「紅木農莊」保留特殊的水草泥炭土溼地原貌，和每年都會再下陷的「無底洞」，讓我們非常的好奇，實地考察、取樣、檢測，且利用學校有限資源以及所學的知識，著手做了物理、化學與生物的實驗並探討其形成因素。

壹、研究動機

壓根沒聽過「活盆地」這個詞，更別說是見過了，因此當聽到要去體驗「活盆地」之行時，真是令我雀躍不已，而一行人就這樣浩浩蕩蕩的來到頭社社盆，由導覽地圖，找到隸屬私人土地的「紅木農莊」，體驗那被稱為「泥炭土活盆地」特殊地質的水床溼地。

實地考察之後發現在頭社盆地東邊就有一處「無底洞」，每年都會下陷，到底它的成分如何？為何有那種特殊效益？值得我們深入研究探討，泥炭土地質生成過程。因此，引起我們對頭社盆地土壤產生了濃厚的研究興趣，便著手擬定計畫，進行各項調查與研究，以期對當地的土壤，做進一步的了解。

貳、研究目的

- 一、實地考察頭社地區的泥炭土和「無底洞」之成因，以及目前盆地面臨之危機。
- 二、實地考察頭社地區「紅木農莊」，體驗泥炭土溼地樂趣和生態導覽。
- 三、探討頭社地區的草泥炭土、泥炭土和一般土壤等，樣土以物理性質測定。
- 四、探討頭社地區的草泥炭土、泥炭土和一般土壤等，樣土以化學性質測定。
- 五、探討頭社地區的草泥炭土、泥炭土和一般土壤等，樣土以生物性質測定。
- 六、針對以上實驗所得結果，對頭社地區土壤做詳細調查與研究，並進一步探討其利用情形，如何促進當地的觀光發展，提升經濟價值，改善生活環境品質。

參、研究設備及器材

一、調查、採集樣品用的器材：

- 1.頭社地圖
- 2.鏟
- 3.塑膠袋
- 4.標籤紙
- 5.小鋤頭

二、測定分析用的器材：

- 1.定溫箱
- 2.天平
- 3.pH 測定儀或廣用試紙
- 4.溫度計
- 5.研鉢及杵
- 6.蒸發皿
- 7.量筒
- 8.錐形瓶
- 9.乳頭滴管
- 10.數位相機
- 11.綠豆
- 12.氮和磷標準色卡

肆、研究過程及方法

一、實地考察「無底洞」：

(一)盆地介紹：南投縣魚池鄉頭社盆地的泥炭層是目前台灣最大、最深的，也是唯一的「活盆地」，頭社盆地全境位在魚池鄉境內，依偎頭社山，緊臨日月潭。因其為封閉性盆地，地下水無法排出，導致其含水量豐富，使人走在上面會有搖晃之感，固有其美名。當地居民為了造橋在打地基時曾鑽到60公尺以下，卻發現還有泥炭土，估計泥炭土約有60~70公尺深，為歷經數千年的水草生長與淤積交互作用形成。

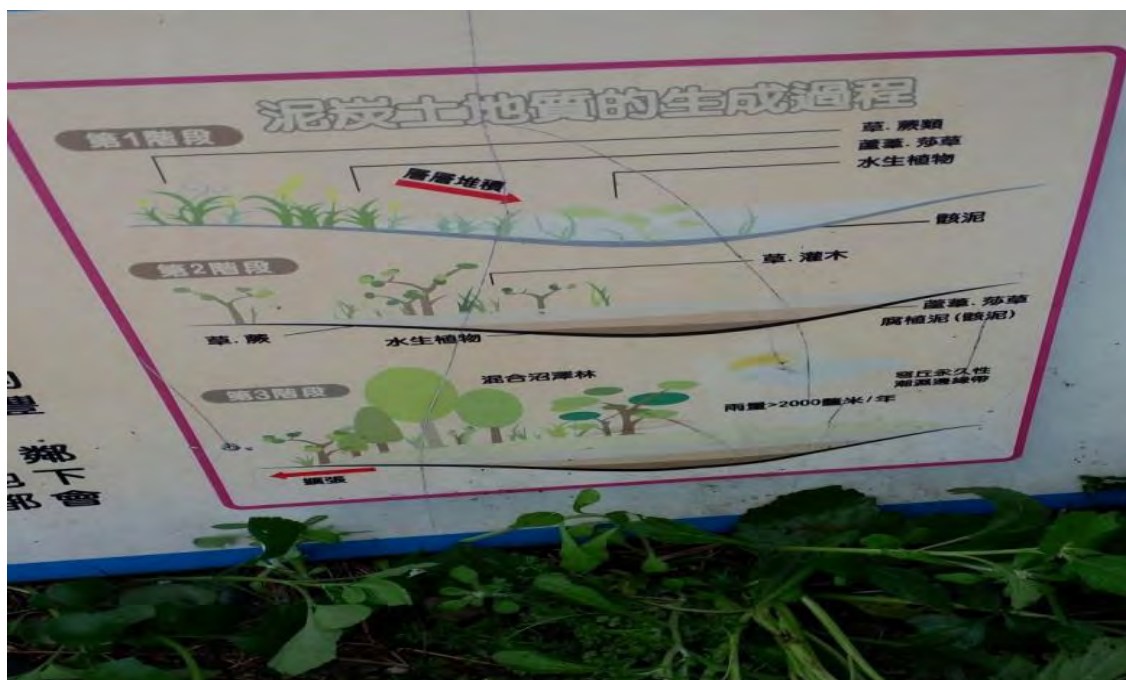


圖一：進入頭社地區的導覽地圖

(二) 頭社地區裡的「無底洞」，在「內凹」的第十鄰一帶(圖一)， 每年大約下陷30公分左右，此處的地下水源充足很容易就形成蓄水小池，村民每次都會填土以耕種，但每年都會再下陷，圖二表示之，圖三為泥炭土地質的生成過程，現在泥炭土則成為重要的自然生態資源。



圖二：無底洞的形成過程



圖三：泥炭土地質的生成過程

(三)目前盆地所面臨的危機：






盆地中心於日據時代是溼地，隨著原住民的墾拓形成水田。70年代，居民改植檳榔和夏季蔬菜，所有稻田逐漸消失、泥炭層下陷，盆地已低於出水口，因此每逢下大雨就變成水鄉澤國，防洪排水為緊急待解決的問題。

二、實地考察「紅木農莊」：

(一)體驗：我們就去「紅木農莊」，體驗「會跳舞的泥土」，去走走看看吧！

第一次聽到會動的泥土，「感覺起來像是水床一樣」這是最常見的評價，能想像明明站在土地上卻像站在水床上，那種搖搖晃晃的感覺嗎？一定會很有趣的！

體驗過程：讓外界認識國內罕見的水草泥炭地層。

先清楚一下規則	著好裝備“雨鞋”一定要穿	泥炭土溼地上要鋪設木板	行進中時為了安全起見盡量只踩木板	不小心腳是會陷進泥土裡的哦~
				

(二)生態導覽：盆地內流水清澈魚兒悠游，泥沙中蚬蚌眾多，石螺田貝處處可見，白鷺鷥翱翔天際。農莊佔地 1.6 公頃，包含林地、旱地、田、池及濕地等，景觀變化多，紅木農莊致力於生態教學，帶遊客認識這一塊較少見的草泥炭土之特殊地質特性，及如何以生態工法，將這塊因不當填土及錯誤排水而不斷下沉的土地恢復生機。

(三)經調查訪問當地農民，得知農友用草泥炭土來改良土質，效果良好，利於開發，極具經濟價值。

三、將頭社地區的樣土，以物理性質測定：

- (一)觀察樣土的外觀、性狀，用定溫箱 100°C 和 550°C 烘乾備用。
- (二)樣土水分含量之測定：將採樣後的樣土 70 克，置於定溫箱 100°C 中，烘乾 8 小時候秤重，計算其含水量。
- (三)樣土的容積比重測定：將 50 克樣土置入定溫箱中，烘乾 1 小時秤重量，取出樣土放入量筒測量其體積，計算容積比重。
- (四)樣土的孔隙比測定：將樣土放入量筒，測其體積約 50 ml (V1)，倒出研磨成粉狀，用力夯實測量其體積 (V2)，計算孔隙比。
- (五)樣土水份蒸發速率的測定：取 50 克樣土各加不同的水，在日光輻照 4、8、12 小時，測定水份蒸發量，計算蒸發速率。

四、將頭社地區的樣土，以化學性質測定：

- (一)樣土酸鹼性的測定：用 pH 儀或廣用試紙測定。
- (二)樣土有機質含量測定：樣土用 550°C 高溫烘烤，烘烤 8 小時後，計算其含灰量和有機質含量，藉由含灰量來計算比重。
- (三)樣土無機物含量測定：檢測樣土中磷和氮的含量。



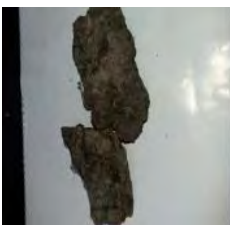









五、將頭社地區的樣土，以生物性質測定：

將綠豆 5 顆種子放入樣土中，每天灌水 10ml，並測量生長情形。

伍、研究結果

- 一、經實驗的結果，得知頭社的「活盆地」，泥炭層極易吸取水分，經水草腐化被土掩蓋再長出新草，經千年以上的沉積才形成，像海綿那樣軟軟的、易吸水、又會搖搖晃晃的，人站在上面，會有站在水床上的感覺，非常的特別。
- 二、實地考察「紅木農莊」附近多次，發現農民改種植檳榔樹和絲瓜等較高的經濟作物，由於檳榔屬於旱作，不需大量灌溉，導致了泥炭土逐漸乾縮而下陷，因下陷容易淹水，所以每年都會加以疏浚，但地層目前還在下降中，雖然村民每次都會填土以耕種，但是應針對水量下去做應變，而不是一味的疏浚。
- 三、物理性質測定結果

(一) 觀察樣土的外觀、性狀，用 100°C 和 550°C 烘乾備用。

土樣	紅木農莊的	無底洞的	紅木農莊的	一般土壤
狀態	草泥炭土	泥炭土	泥炭土	
採樣土的狀態				
將樣土以 100°C 烘乾				
將樣土以 550°C 烘乾				

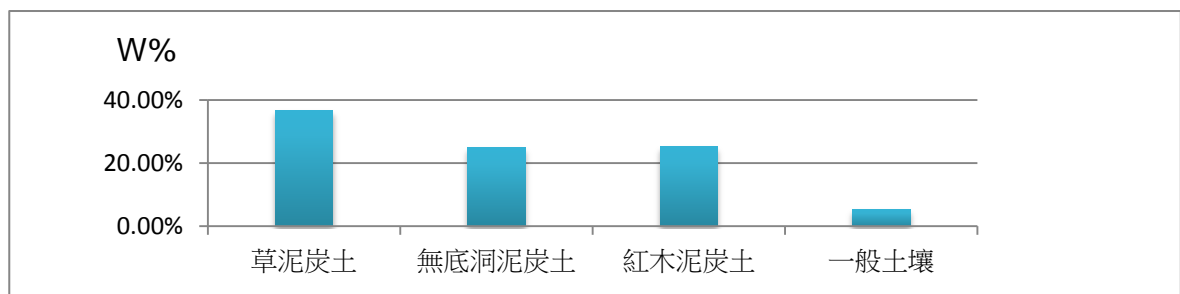
結果：樣土以 550°C 烘乾後，草泥炭土最輕，一般土壤最重且顏色較深。

(二) 樣土水分含量之測定：將採樣後的樣土 70 克→放入燒杯中→靜至於定溫箱→調節溫度至 100°C→烘乾 8 小時→取出秤重→重覆進行 3 次實驗取平均值。

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad W_w : \text{蒸發水重 (克)}$$

$W\%$: 含水的百分率 W_s : 樣土重 (克)

樣土	紅木農莊的草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
含水量的百分率 (W%)	36.76%	24.87%	25.28%	5.33%

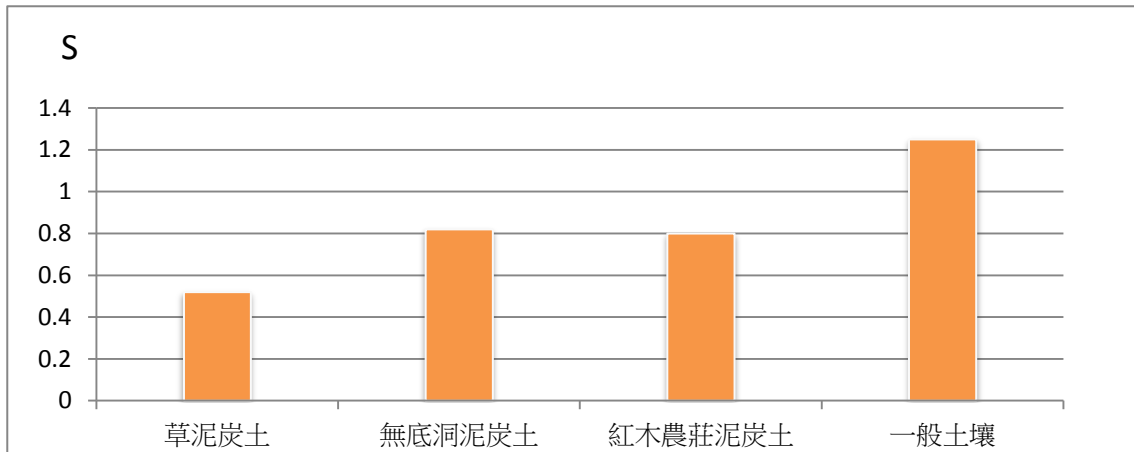


結果：含水量由大到小依序為：草泥炭土→無底洞的泥炭土→紅木農莊的泥炭土→一般土壤。

(三) 樣土的容積比重測定：將樣土 50 克置入定溫箱中→烘乾 1 小時→取出樣土放入量筒→測量其體積和重量。計算：

$$S(\text{容積比重}) = \frac{W_s(\text{樣土重量} \rightarrow \text{克})}{V(\text{樣土體積} \rightarrow \text{毫升})}$$

樣土	紅木農莊的草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
容積比重 (s)	0.52	0.82	0.80	1.25

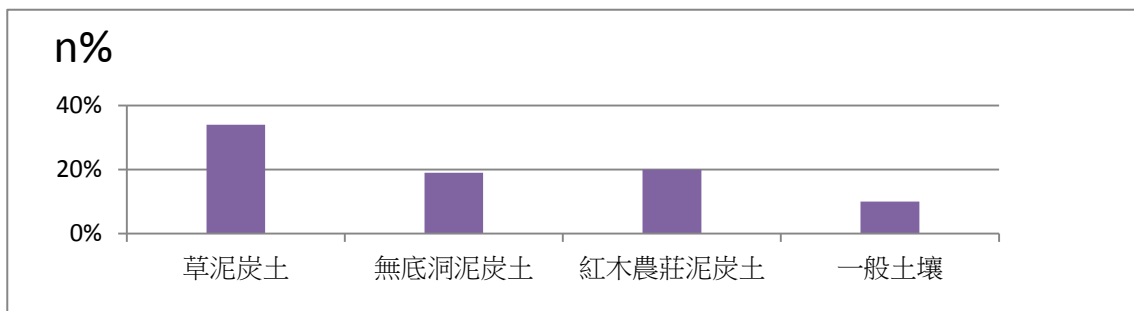


結果：容積比重由大到小依序為：一般土壤→紅木農莊的泥炭土→無底洞的泥炭土→草泥炭土。

(四) 樣土的孔隙比測定：將樣土放入量筒→測量體積約 50 毫升(V1) → 倒出研磨成粉狀→ 再倒入量筒測量→ 用力夯實→測量體積 (V2)。計算：

$$\text{孔隙比 (n\%)} = \frac{V1 - V2}{V1} \times 100\%$$

樣土	紅木農莊的草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
孔隙比 (n%)	34%	19%	20%	10%



結果：孔隙比由大到小依序為：草泥炭土→無底洞的泥炭土→紅木農莊的泥炭土→一般土壤。

(五) 樣土水份蒸發速率的測定：

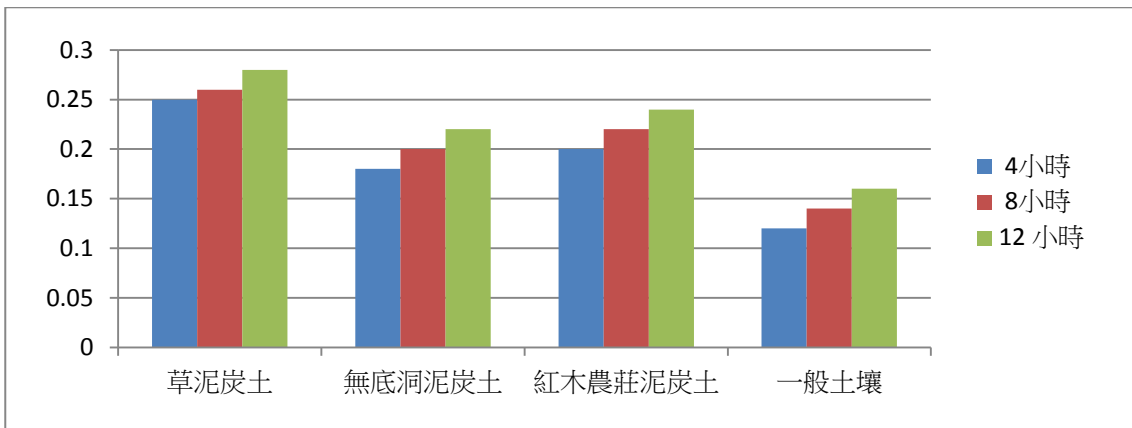
(1) 將烘乾的樣土各 50 克置於燒杯→ 各加水 5 克 →在日光照射 4 小時→測定水份蒸發量。

(2) 同 (1) 法改加水 10 克、15 克，分別於日光下照射 4 小時。

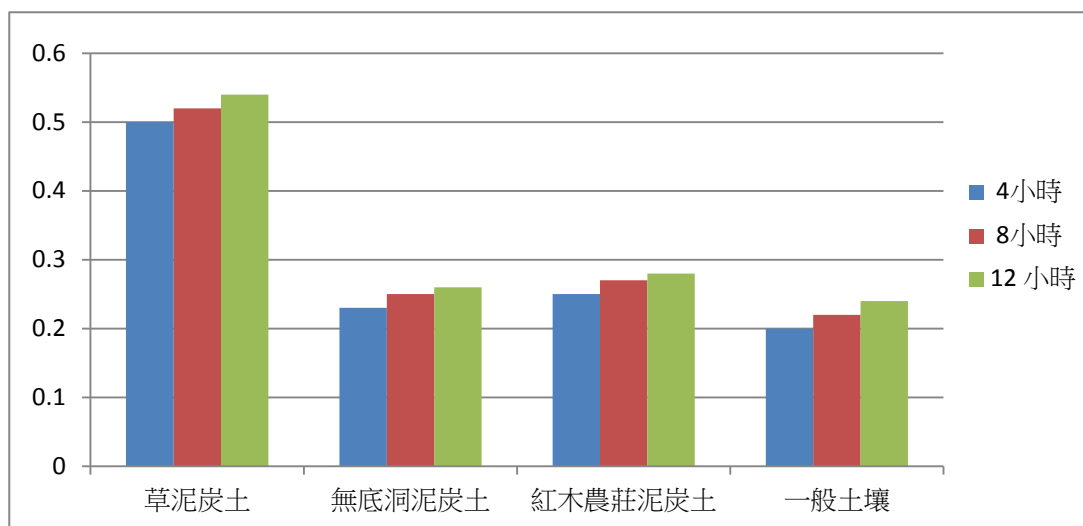
(3) 同 (2) (1) 法，分別於日光下照射 8 小時、12 小時，以作為參考比較之用。

$$\text{計算： 蒸發速率}(V_b) = \frac{W_w(\text{水分蒸發量} \rightarrow g)}{t(\text{時間} \rightarrow hr)}$$

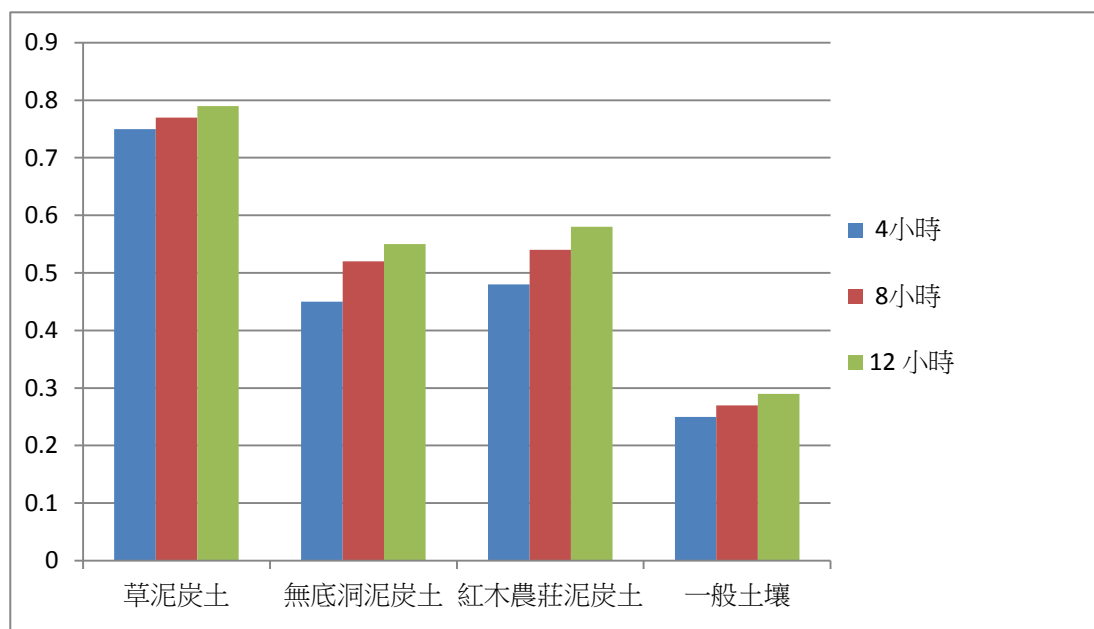
50g(樣土)+5g 水	草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
4 小時 (Vb)=	0.25	0.18	0.20	0.12
8 小時 (Vb)=	0.26	0.22	0.22	0.14
12 小時 (Vb)=	0.28	0.22	0.24	0.16



50g(樣土)+10g 水	草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
4 小時 (Vb)=	0.50	0.23	0.25	0.20
8 小時 (Vb)=	0.52	0.25	0.27	0.22
12 小時 (Vb)=	0.54	0.26	0.28	0.24



50g(樣土) +15g 水	草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
4 小時 (Vb)=	0.75	0.45	0.48	0.25
8 小時 (Vb)=	0.77	0.52	0.54	0.27
12 小時 (Vb)=	0.79	0.55	0.58	0.28



結果：蒸發速率由大到小依序為：草泥炭土→無底洞的泥炭土→紅木農莊的泥炭土
→ 一般土壤。

三、化學性質測定結果

(一)樣土酸鹼性的測定 :將樣土放入燒杯中→ 加適量的水→ 充分攪拌→靜置 1 小時
→使成飽和溶液→ 用 pH 計或廣用試劑紙 →測定樣土溶液 pH 值。

	紅木農莊的草 泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
pH	4.10	5.85	5.50	6.85

結果：因草泥炭土因腐植酸含量高，所以 pH 低，而一般土壤因孔隙比低其吸水和
吸氮能力差，pH 接近中性。

(二) 樣土有機質含量測定：

1. 準備耐高溫之陶杯 4 個，徹底擦拭清潔後，稱重。
2. 取 105°C 烘乾之土樣約 50 克，放入陶杯中，蓋上蓋子，再稱重。
3. 將陶杯放入高溫烘箱中，以 550°C 高溫，烘烤。
4. 烘烤時間至少 8 小時後，取出陶杯，放入乾燥櫃中冷卻。
5. 稱（陶杯+ 蓋 + 土樣）重，計算其含灰量。

$$Ac = \frac{W_{550} - W_c}{W_{105} - W_c} \times 100\%$$

其中：依國際泥炭土協會之定義：當含灰量低於 80% 之土壤稱為泥炭土。

Ac：含灰量

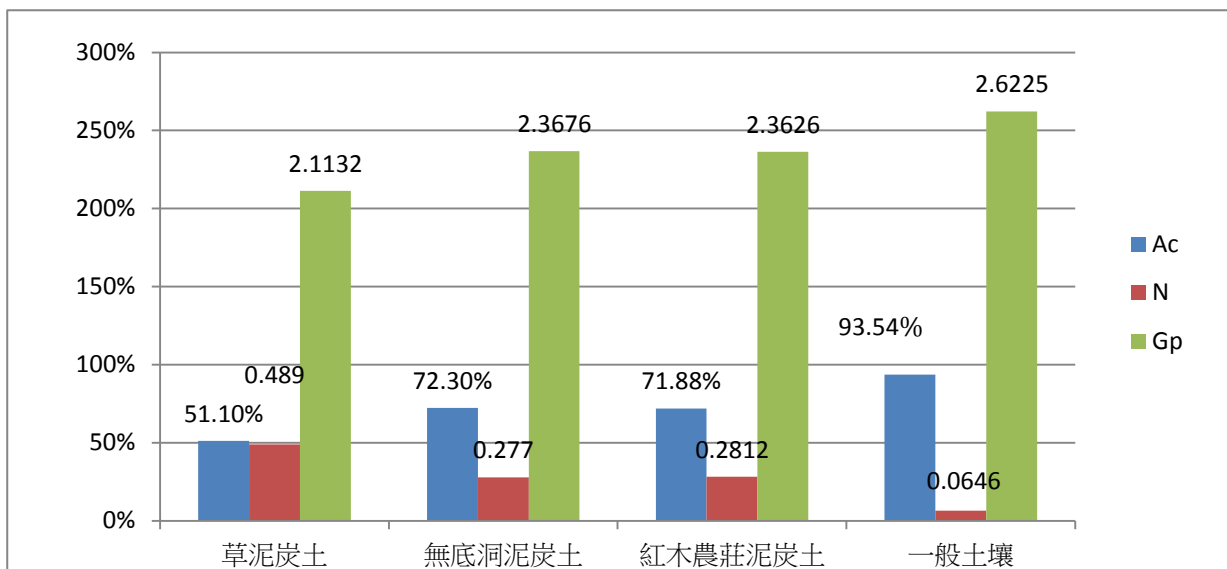
Wc：陶杯加蓋重

W_{550°C}：550°C 烘乾之土樣與陶杯加蓋重

W_{105°C}：105°C 烘乾 之土樣與陶杯加蓋重

6. 有機質含量(N) 定義為： $N = 1 - Ac / 100$
7. 藉由含灰量來估計樣土的比重 $G_p = (1 - Ac) \times 1.5 + 2.7 \times Ac$

樣土	紅木農莊的草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
Ac	$\frac{25.55}{50} \times 100$ = 51.10%	$\frac{36.15}{50} \times 100\%$ = 72.30%	$\frac{35.94}{50} \times 100\%$ = 71.88%	$\frac{46.77}{50} \times 100\%$ = 93.54%
N	$1 - 51.10/100$ = 0.4890	$1 - 72.30/100$ = 0.2770	$1 - 71.88/100$ = 0.2812	$1 - 93.54/100$ = 0.0646
Gp	$(1-0.5110) \times 1.5 + 2.7 \times 0.5110$ = 2.1132	$(1-0.7230) \times 1.5 + 2.7 \times 0.7230$ = 2.3676	$(1-0.7188) \times 1.5 + 2.7 \times 0.7188$ = 2.36256	$(1-0.9354) \times 1.5 + 2.7 \times 0.9354$ = 2.62248



結果：一般土壤含灰量(Ac)高於 80%，所以比重(Gp)最大，而泥炭土和草泥炭含灰量(Ac)低於 80%，因草泥炭土含灰量(Ac)最少，所以比重(Gp)最小，但是由實驗數據得知有機質(N)含量最高。

(三)樣土無機物含量測定：

1. 檢測樣土中磷的 mg/L(ppm)含量：稱土樣 10g → 研磨成粉狀 → 放入 50ml 水 →

溶解過濾 → 取濾液測量。實驗的步驟：

① →
將濾液放入容器中
滴 K-1 試藥 4 滴

② →
蓋上套子搖
2~3 次

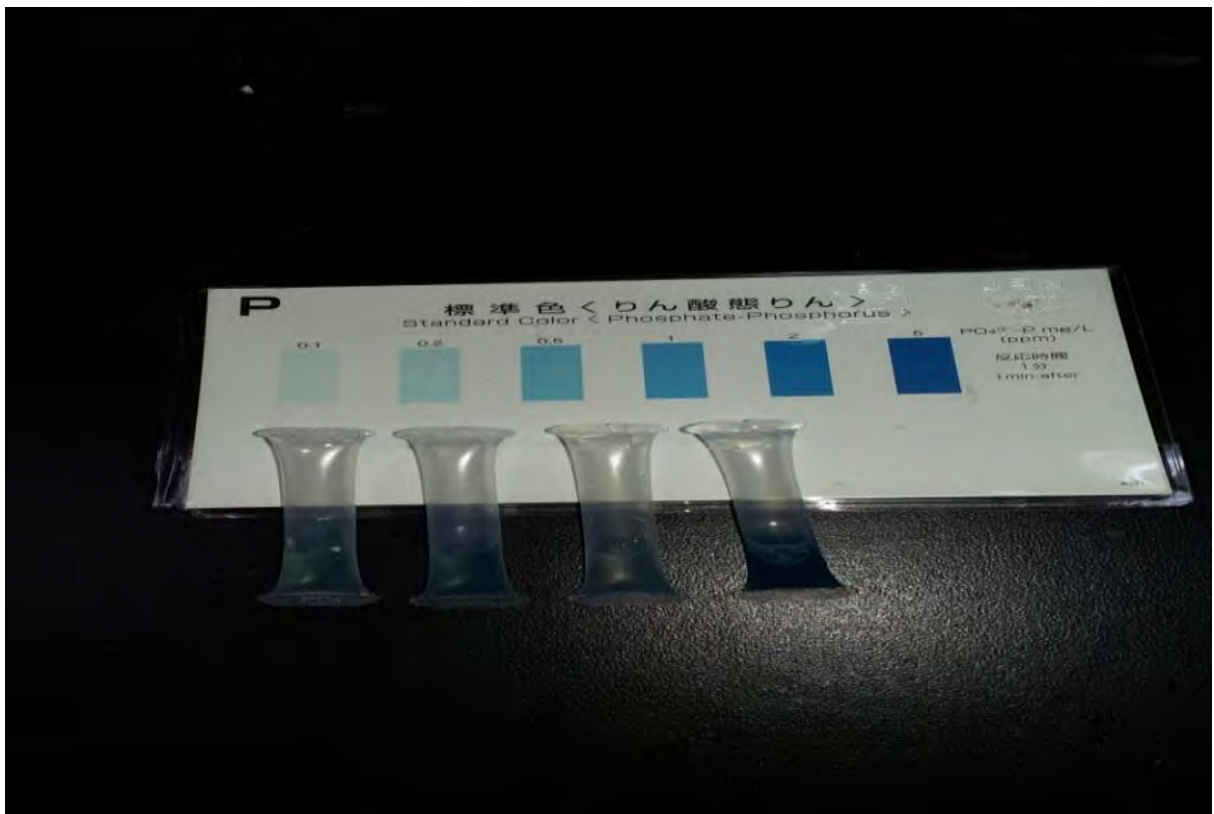
③ →
拔掉針頭
PO₄ 試藥

④ →
讓空氣進入
試藥中

⑤ →
將試藥插入
測試的水樣



⑥ 來回搖晃 5~6 次，反應時間 1 分鐘，放置磷的標準色卡，檢測樣土中磷的含量



2. 檢測樣土中氮 mg/L(ppm)含量：稱土樣 10 克→研磨成粉狀→ 放入 50ml 水→

溶解過濾 → 取濾液測量。實驗的步驟：

①→ 拔掉針頭



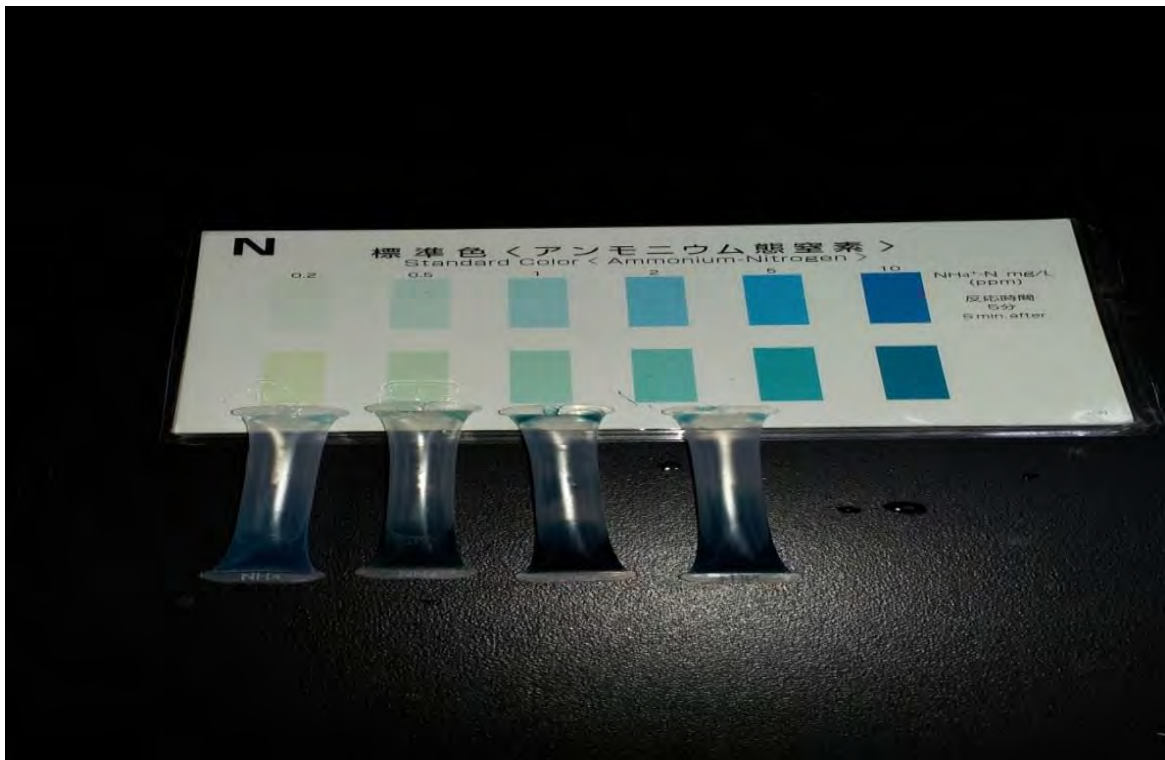
②→ 讓空氣進入試藥中



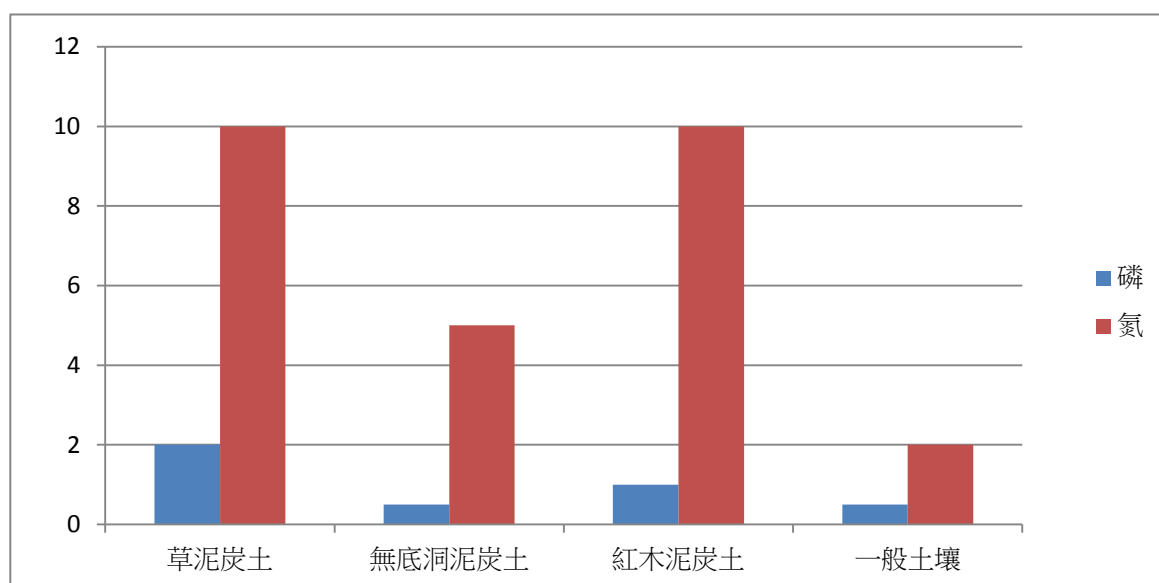
③→ 將試藥插入測試的水樣



④→ 來回搖晃5~6次，反應時間 5 分鐘，放置氮的標準色卡，檢測檢測樣土中氮的含量



樣土	樣土中磷 -P mg/L(ppm) 反應時間1分鐘	樣土中氮-N mg/L(ppm) 反應時間5分鐘
紅木農莊的 草泥炭土	2	10
無底洞的泥炭土	0.5	5
紅木農莊的 泥炭土	1	10
一般土壤	0.5	2



結果：因草泥炭土，腐植酸含量高，pH 低，因孔隙比高其吸水和吸氮能力強，所以磷和氮的含量較高。

四、生物性質測定結果： 將綠豆 5 顆種子放入樣土中， 當時溫度大約 23℃， 每天灌水 10 毫升， 觀察生長情形

樣土	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天
草泥炭土	1 顆發芽 	2 顆發芽 	3 顆發芽 	5 顆發芽 	生長最好 	生長最好 
無底洞	1 顆發芽 	2 顆發芽 	3 顆發芽 	4 顆發芽 	5 顆發芽 	生長良好 
紅木農莊	1 顆發芽 	2 顆發芽 	3 顆發芽 	4 顆發芽 	5 顆發芽 	生長良好 
一般土壤	不發芽 	不發芽 	1 顆發芽 	3 顆發芽 	4 顆發芽 	全部發芽 

結果：草泥炭土第5天，綠豆 5 顆全部發芽， 第 7 天生長良好，高度大約 2 公分，主要是腐植質含量高，較肥沃，綠豆生長最好。

泥炭土第6天，綠豆 5 顆全部發芽， 第 7 天生長良好，高度大約 1 公分，主要是有機質含量較少。

一般土壤第7天，綠豆 5 顆才全部發芽，主要是腐植質含量低，有機質含量非常少，土壤不肥沃，綠豆生長速度較慢。

陸、討論

一、物理性質測定，討論頭社地區的樣土

(一)樣土水分含量(W%)之測定：蒸發水重最多是草泥炭土，因土質鬆軟，易吸取水分，所以水分含量較高，一般土壤反之。

(二)樣土的容積比重(S)測定：固定 50 克樣土烘乾 1 小時，取出樣土放入量筒，測量其體積，一般土壤體積最小，測定後容積比重最大，可以沉入水中，而草泥炭土質疏鬆，體積較大，測定後容積比重最小，可以浮在水面上。

(三) 頭社地區的樣土各稱 30 克，放入塑膠袋移除空氣，再放入水盆中，觀測浮力，因一般土壤的容積比重大於水的密度 1，所以沉於水中，其它的樣土多浮於水面上。「紅木農莊」的草泥炭土因容積比重最小，浮力最好，所以有「活盆地」之稱。



(四)樣土的孔隙比 (n%) 的測定：一般土壤的孔隙較小，用力夯實後，體積壓縮量較小，計算出孔隙比最小，因草泥炭土質較疏鬆，用力夯實後，體積壓縮量大，計算出孔隙比最大。

(五) 樣土水份蒸發速率 (V_b) 的測定：草泥炭土因孔隙較大含水量高，水份蒸發速率較高，而一般土壤，因孔隙較小，蒸發速度較慢，但時間越久， V_b 越大。

二、化學性質測定，討論頭社地區的樣土

(一) 樣土酸鹼性的測定：草泥炭土因腐植酸含量高，也因孔隙比高，其吸水和吸氮能力強，所以磷和氮的含量高偏酸，而泥炭土因腐植酸較少，偏弱酸，其它一般土壤趨於中性。

(二) 樣土有機質含量 (N)測定：先求樣土含灰量(Ac)，一般土壤最高，因高溫燃燒，土質不易成灰，計算出有機質含量(N)很微小，主要是腐植質含量少，藉由含灰量(Ac)求比重 (Gp)最大，而草泥炭土反之，主要是水草沉積，腐植質含量多，含灰量 (Ac)最小，機質含量 (N)最大，比重 (Gp)最小。

(三) 樣土無機物含量測定：因草泥炭土，腐植酸含量高，吸水和吸氮能力強，所以磷和氮的含量高，一般土壤反之，無機物含量低。

三、生物性質測定，討論頭社地區的樣土

(一) 一般土壤主要是腐植質含量少，較不肥沃，綠豆長得較慢。

(二)草泥炭土腐植質多，較肥沃，綠豆長得最快。

柒、結論

一、頭社地區的樣土，以物理性質測定，由實驗數據得知，因草泥炭土孔隙比較大其含水量多，所以容積比重較小，就會像浮板一樣浮在水面上，形成特殊地貌，尤其是「紅木農莊」的水草泥炭土溼地，人行走在鋪設木板上，那種搖搖晃晃的感覺像在跳舞一樣，真的很有趣！

二、調查其頭社「活盆地」，水草泥炭土溼地之組成甚為複雜，根據實地考察和實驗結果，其特性各不同，歸納其功用如下：

- (一) 可改善土壤的保水性及通氣性
- (二) 能促進作物根系生長
- (三) 可長期維持土壤之肥力及生產力
- (四) 降低作物的罹病率及病蟲害

由以上得知，若將水草泥炭土溼地開發利用，致力觀光推展，是極具經濟價值。

三、活盆地在世界上只有三個，包含歐洲荷蘭羊角村、緬甸 Inlake，如此稀少的地質，台灣就有一個，我們應該好好的珍惜，特別是在實地考察過後，發現泥炭土原來要配合天時地利再經過千年的時間才能形成，但走訪頭社地區卻發現泥炭土一直在消失，多為人為因素，不論是種植、疏浚對泥炭土都是很嚴重的傷害。頭社地區的泥炭土約 60 公尺，但這樣的消耗之下，下一代的人還能看到活盆地嗎？新聞上說政府將花費億元在頭社的疏濬上，但泥炭土還算新穎的東西，我們對它並沒有完全的了解，貿然行事有可能使它消失。經過這次的初步了解將以科展延續，希望經由後續的研究與實驗，能讓我們能更了解它，並能解決現存的問題，進而保存它。

捌、參考資料及其他

- 一、王祖義撰（民91）。碩士論文－國立台灣大學土木工程學研究所(參考書目: 57-63)。
- 二、南投縣頭社村與武登村沿革篇。
- 三、紅木農莊的活盆地網站。http://wqp.epa.gov.tw/ecological/。
- 四、詹見町（民96）和溪流做朋友。新北市：人人出版。
- 五、歐陽嶠暉（民97）。台灣水資源及水回收再利用（30-31 頁）。第7003 期『教育部97年度環境教育執行方針研討會』研習資料。

【評語】 030511

作者量測南投縣魚池鄉社頭盆地之草泥炭土、泥炭土和一般土壤的物理性質（含水量、容積比、孔隙比及蒸發速率）、化學性質（pH 值、含灰量、磷及氮含量）及生物性質（綠豆生長），討論其利用情形，期能提升其經濟價值。

所有量測相對單純簡易，結果與討論均屬合理直白。可再詳細檢視綠豆生長情形與物理與化學性質（特別是磷及氮含量之相關性），亦可討論物理性質與化學性質是否具相關性，將量測數據充分利用。

摘要

台灣南投縣魚池鄉的頭社盆地擁有為全台面積最大、且最稀有的「活盆地」地質，「活盆地」泥炭層之成因，為上方的草倒下後，土裡長出新草，周而復始經千年沉積後而形成。

本研究針對四種不同地區的樣土分別進行了物理、化學與生物性質檢測分析，結果中顯示此泥炭土土質極易吸附水分的特性與其擁有低密度、高孔隙比的物理性質有關；且屬於偏酸性的土質、與較低的含灰量皆呈現其以腐朽植物為主要構成的化學特性。而在進行構成植物生長所必需的養分元素分析、以及生物營養的綠豆試驗中，也發現泥炭土在主要元素含量上較一般土壤擁有較高的含氮與含磷量，代表此土質相當肥沃。

壹、研究動機

「活盆地」在世界上只有三個：荷蘭羊角村、緬甸Inlake與台灣南投縣魚池鄉的頭社盆地。海拔約六百五十公尺的頭社盆地地下地層，主要是極易吸附水分的泥炭土，在地表用力使力即可使地面出現波浪般的震動。到底它的成分如何？為何有那種特殊效益呢？這讓我們非常好奇。故本研究一行人就這樣浩浩蕩蕩的來到頭社盆地，實地考察、取樣與體驗保留特殊水草泥炭土溼地原貌的「紅木農莊」、以及每年都在下陷的「無底洞」兩個地點，利用學校有限資源以及所學的知識，著手進行了四種樣土的物理、化學與生物性質實驗比較。

貳、研究目的

- 一、實地考察頭社地區的泥炭土和「無底洞」之成因，以及目前盆地面臨之危機。
- 二、實地考察頭社地區「紅木農莊」，體驗泥炭土溼地樂趣和生態導覽。
- 三、探討頭社地區的草泥炭土、泥炭土和一般土壤等，樣土以物理性質測定。
- 四、探討頭社地區的草泥炭土、泥炭土和一般土壤等，樣土以化學性質測定。
- 五、探討頭社地區的草泥炭土、泥炭土和一般土壤等，樣土以生物性質測定。
- 六、針對以上實驗所得結果，對頭社地區土壤做詳細調查與研究，並進一步探討其利用情形，如何促進當地的觀光發展，提升經濟價值，改善生活環境品質。

參、研究設備與器材

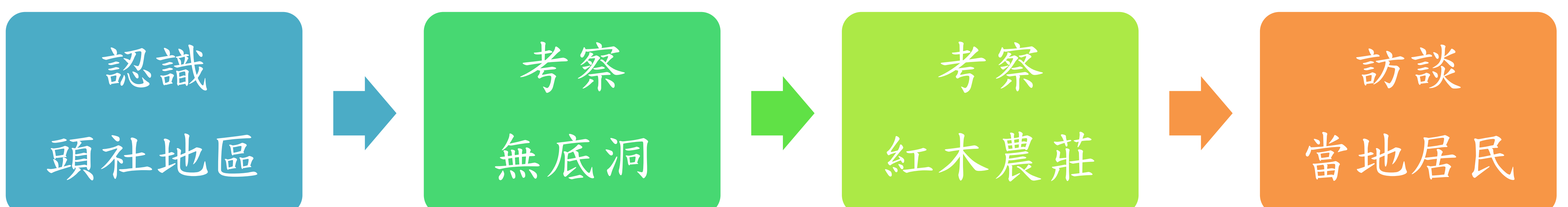
一、調查、採集樣品用的器材：

1. 頭社地圖
2. 鏟子
3. 塑膠袋
4. 標籤紙
5. 小鋤頭

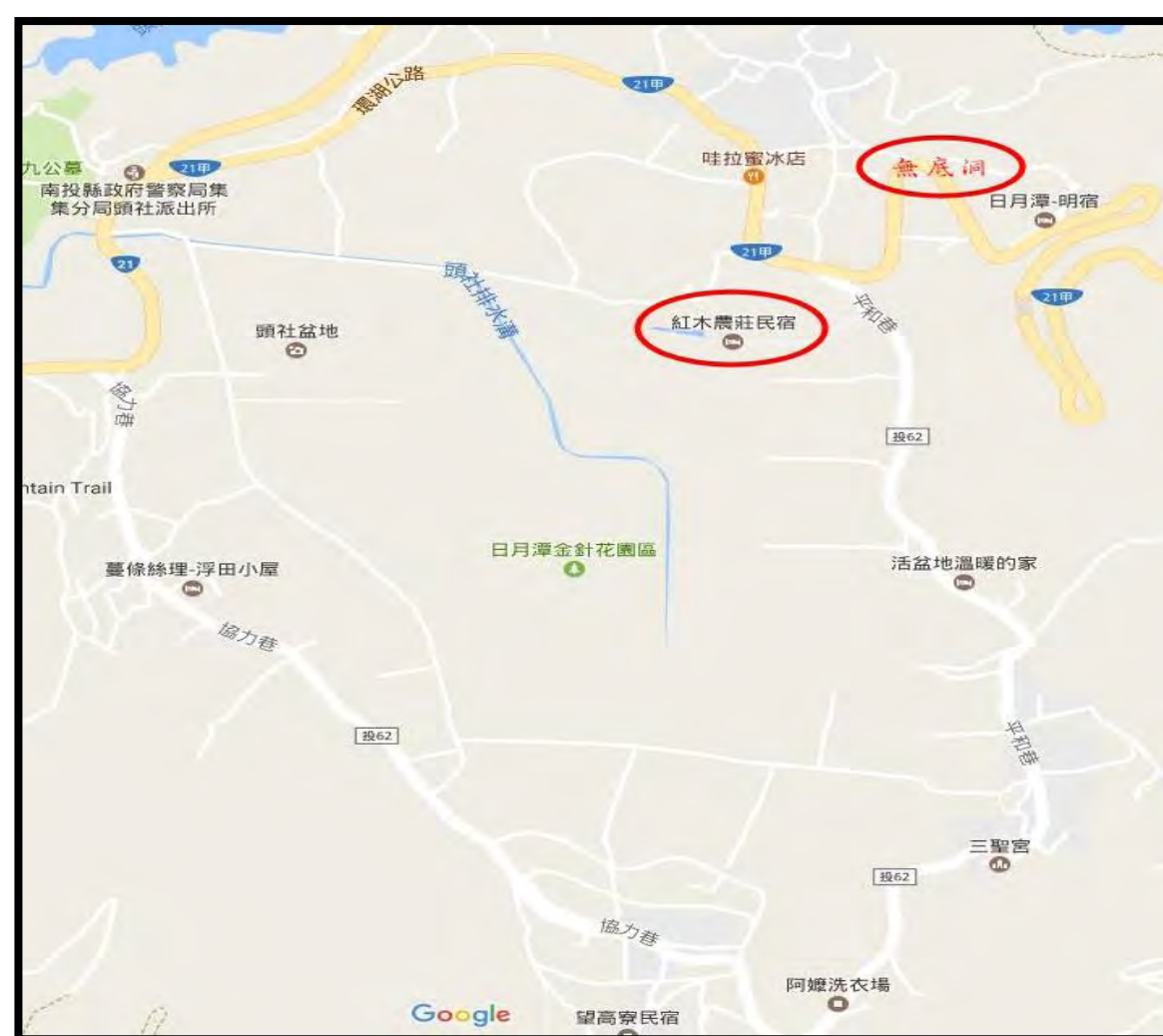
二、測定分析用的器材：

1. 定溫箱
2. 天秤
3. 廣用試紙
4. 溫度計
5. 研鉢及杵
6. 數位相機
7. 綠豆
8. 氮和磷標準色卡

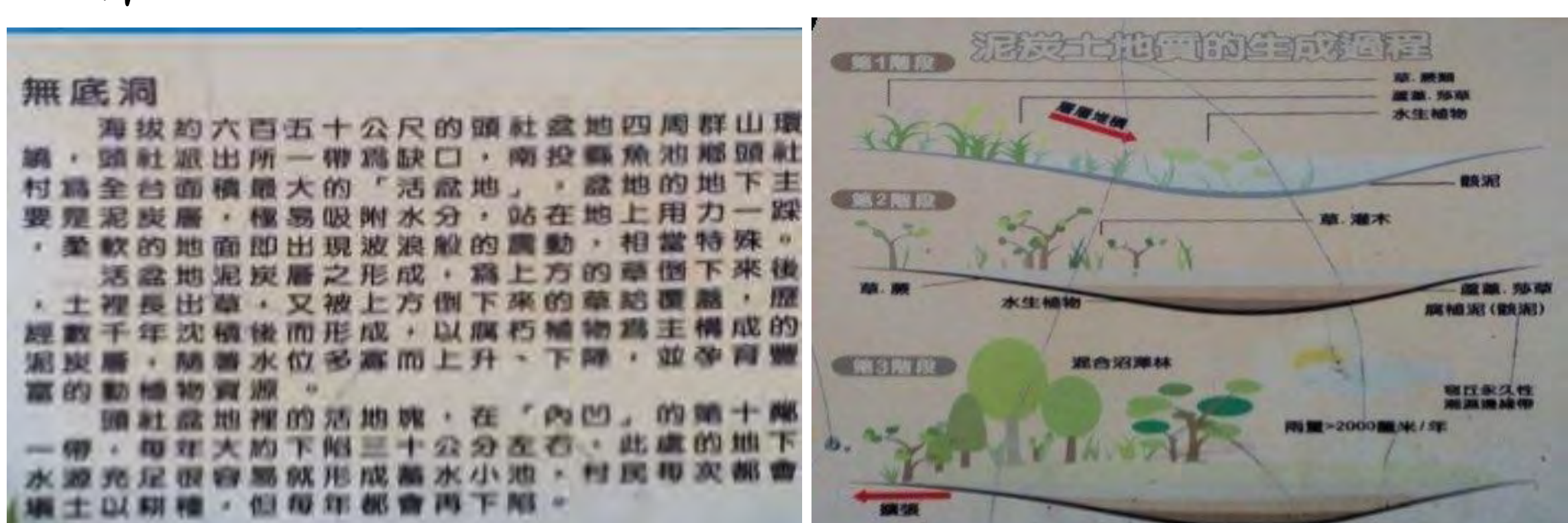
肆、研究過程與方法



(一)盆地介紹:南投縣魚池鄉頭社盆地的泥炭層是目前台灣最大、最深的，也是唯一的「活盆地」。經鑽探資料估計該地泥炭土約有60~70公尺深。



(二)頭社地區裡的「無底洞」:在「內凹」的第十鄰一帶，每年大約下陷30公分左右，此處的地下水源充足很容易就形成蓄水小池，村民每次都會填土以耕種，但每年都會再下陷，下右即分別為當地顯示地質生成過程的解說告示牌。



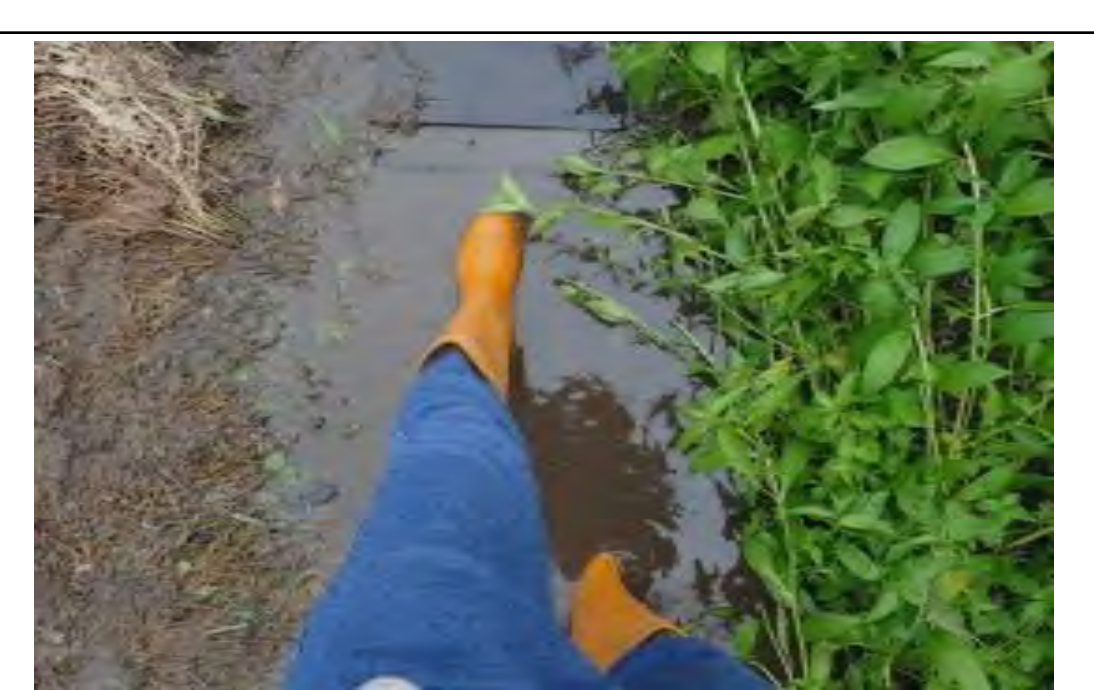
(三)實地考察「紅木農莊」

著好裝備，雨鞋一定要穿 泥炭土溼地上要鋪設木板



在木板上感受地面跳動感

不小心腳會陷進泥土裡哦~



(四)實地考察

1. 由於泥炭的鬆軟土質，促使過去採用挖掘其他地區土壤至此地填土耕作的農業模式。
2. 近年當地農民種植檳榔樹和絲瓜等較高的經濟作物，由於檳榔屬於旱作，不需大量灌溉，導致了泥炭土逐漸乾縮而下陷，因下陷容易淹水，所以每年都需加以疏浚。

伍、研究結果

一、物理性質測定結果

(一)觀察樣土外觀、性狀:用100°C和550°C烘乾。

樣土狀態	紅木農莊草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
採樣土的狀態				
將樣土以100°C烘乾				
將樣土以550°C烘乾				

(二)樣土水分含量之測定:樣土70克放入燒杯→置於定溫箱並調節溫度至100°C→烘乾8小時→取出秤重。

W_s :樣土重(克)
 W_w :蒸發水重(克)
 $W\%$:含水的百分率

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

樣土	紅木農莊草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
含水量(W%)	36.76%	24.87%	25.28%	5.33%

(三)樣土容積比重測定:樣土50克置入定溫箱烘乾1小時→取出樣土放入量筒→測量其體積和重量。

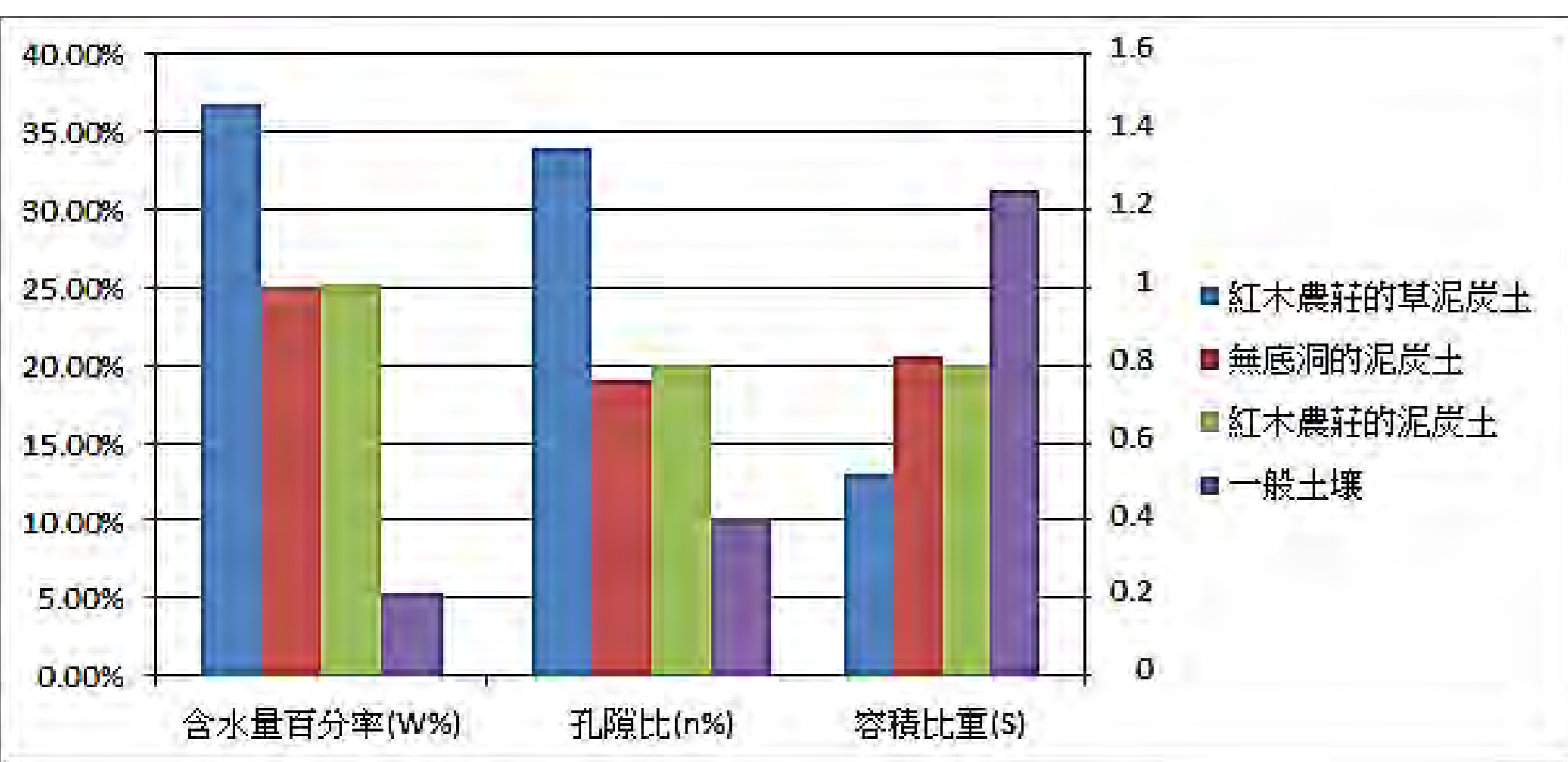
$$S(\text{容積比重}) = \frac{W_s(\text{樣土重量} \rightarrow \text{克})}{V(\text{樣土體積} \rightarrow \text{毫升})}$$

樣土	紅木農莊草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
容積比重(S)	0.52	0.82	0.80	1.25

(四)樣土孔隙比測定:樣土放入量筒測量體積(V1)→倒出研磨成粉狀→再倒入量筒測量並夯實→測量體積(V2)。

$$\text{孔隙比}(n\%) = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100\%$$

樣土	紅木農莊草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
孔隙比(n%)	34%	19%	20%	10%

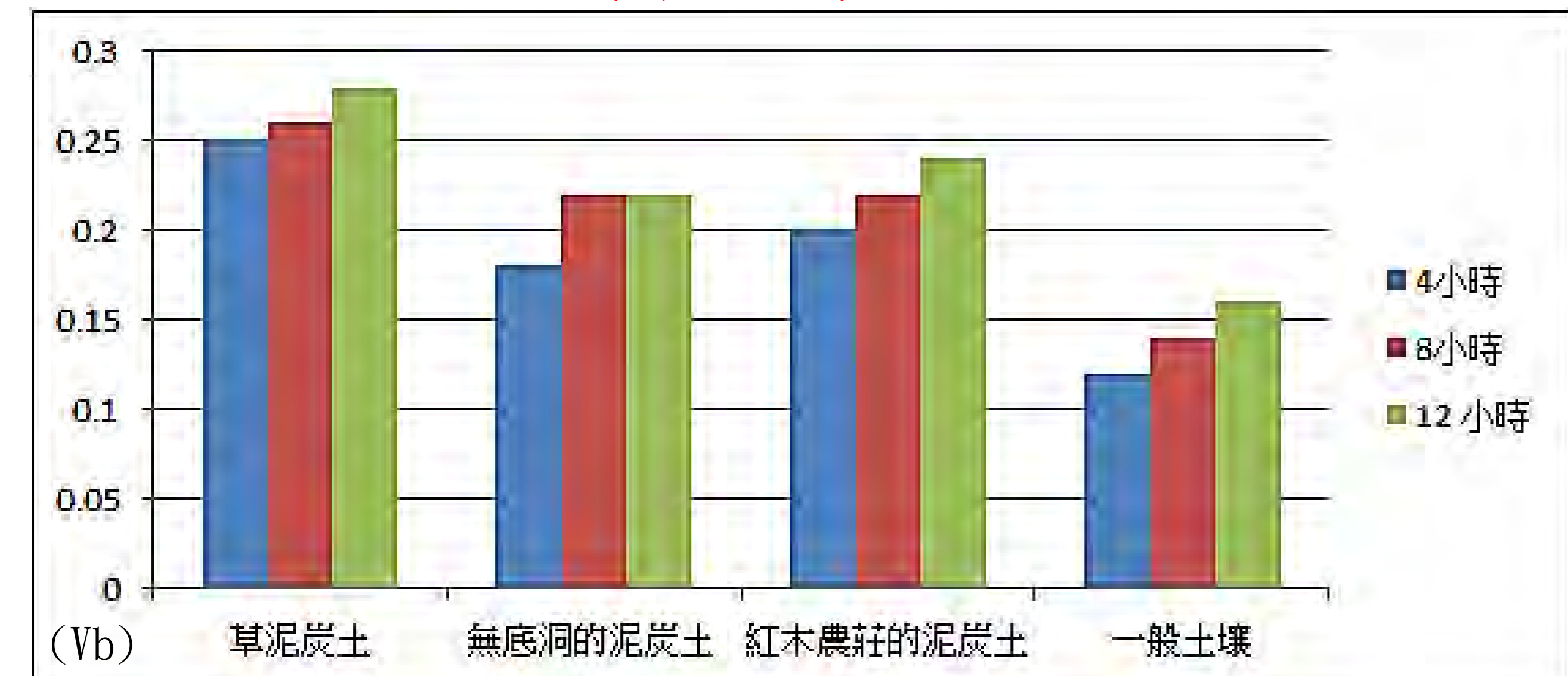


(五)樣土水份蒸發速率的測定:

(1)烘乾的樣土各50克置於燒杯→加水5克→日光照射4小時→測定水份蒸發量。

(2)改加水10與15克。(3)於日光下另照射8小時、12小時。

$$\text{蒸發速率}(V_b) = \frac{W_w(\text{水分蒸發量} \rightarrow g)}{t(\text{時間} \rightarrow hr)}$$



二、化學性質測定結果

(一)樣土酸鹼性的測定:將樣土放入燒杯中→加適量的水→充分攪拌並靜置1小時→使成飽和溶液→用廣用試紙測定樣土溶液pH值。

樣土	紅木農莊的草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
pH值	4.10	5.85	5.50	6.85

(二)樣土有機質含量測定:

- 準備耐高溫之陶杯,徹底擦拭清潔後稱重。
- 取105°C烘乾之土樣約50克,放入陶杯中,蓋上蓋子再稱重。
- 將陶杯放入高溫烘箱中,以550°C高溫烘烤。
- 烘烤時間至少8小時後,取出陶杯,放入乾燥櫃中冷卻。
- 稱(陶杯+蓋+土樣)重,計算其含灰量。依國際泥炭土協會之定義:當含灰量低於80%之土壤稱為泥炭土。

A_c :含灰量
 W_c :陶杯加蓋重
 W_{550} :550°C烘乾之土樣與陶杯加蓋重
 W_{105} :105°C烘乾之土樣與陶杯加蓋重

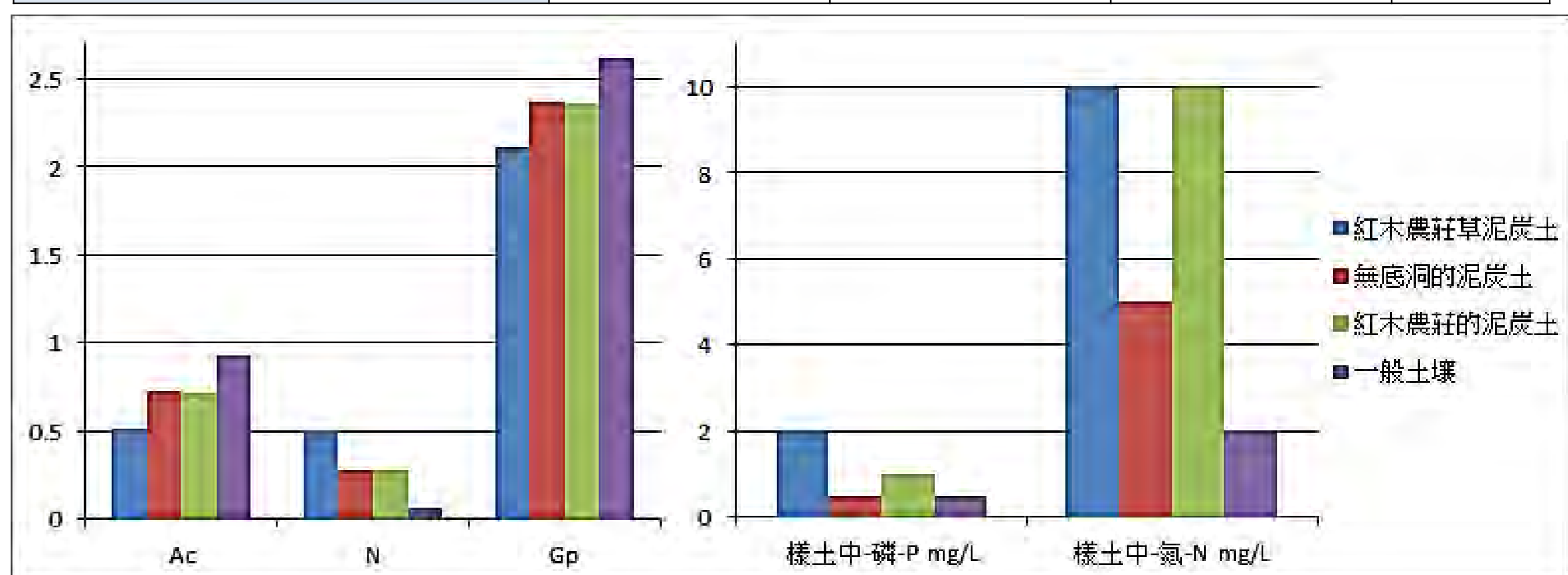
$$A_c = \frac{W_{550} - W_c}{W_{105} - W_c} \times 100\%$$

- 有機質含量(N)定義為: $N = 1 - A_c / 100$
- 藉由含灰量來估計樣土的比重: $G_p = (1 - A_c) \times 1.5 + 2.7 \times A_c$

樣土	紅木農莊草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
A_c	51.10%	72.30%	71.88%	93.54%
N	0.49	0.28	0.28	0.06
G_p	2.11	2.36	2.36	2.62

(三)樣土氮和磷含量測定:

樣土 (濃度ppm)	紅木農莊草泥炭土	無底洞的泥炭土	紅木農莊的泥炭土	一般土壤
樣土中磷-P mg/L	2	0.5	1	0.5
樣土中氮-N mg/L	10	5	10	2



圖三、四種土樣的化學性質測定比較。

三、生物營養測驗

將綠豆5顆種子放入樣土中,當週平均溫度大約23°C,每天灌水10毫升,觀察其生長情形。

	第2天	第3天	第4天	第5天	第6天	第7天
草泥炭土	1顆發芽 	2顆發芽 	3顆發芽 	5顆發芽 	生長最好 	生長最好
無底洞	1顆發芽 	2顆發芽 	3顆發芽 	4顆發芽 	5顆發芽 	生長良好
紅木農莊	1顆發芽 	2顆發芽 	3顆發芽 	4顆發芽 	5顆發芽 	生長良好
一般土壤	不發芽 	不發芽 	1顆發芽 	3顆發芽 	4顆發芽 	全部發芽

陸、討論

一、物理性質測定

- (一)樣土水分含量(W%)之測定:以定溫箱長時間烘烤,比較烘烤前後重量變化差異,結果顯示蒸發水重最多是草泥炭土。取自頭社盆地的樣土,其水分含量皆較一般土壤為高,含水量差異達五倍以上。顯示泥炭土極易吸取水分。
- (二)樣土的容積比重(S)測定:量測烘乾土樣的體積與重量,一般土壤體積最小,測定後容積比重最大;而草泥炭土質疏鬆,體積較大,測定後容積比重最小。將樣土各秤30克,放入塑膠袋移除空氣,再放入水盆中,觀測浮力現象可發現,因一般土壤的容積比重大於水的密度1,所以沉於水中,而取自頭社盆地的樣土多浮於水面上。「**紅木農莊**」的草泥炭土因容積比重最小,浮力最好。



- (三)樣土的孔隙比(n%)的測定:用力夯實後,一般土壤體積壓縮量較小,計算出孔隙比最小,代表一般土壤的孔隙較少;而草泥炭土質用力夯實後,體積壓縮量大,計算出孔隙比也最大,再次呈現草泥炭土結構疏鬆的物理特性。
- (四)樣土水份蒸發速率(Vb)的測定:草泥炭土因孔隙較大含水量高,造成水份蒸發速率較高;而一般土壤,因孔隙較少,致使蒸發速度較慢,但隨著時間越久,Vb越大。

二、化學性質測定

- (一)樣土酸鹼性的測定:草泥炭土因由倒塌的植物層層堆積而成,其腐植酸含量高,再加上因孔隙比也高,其吸水和吸氮能力較強,所以pH測量值偏低、偏酸;而泥炭土偏弱酸則顯示其腐植酸較少;其它一般土壤則趨於中性。
- (二)樣土有機質含量(N)測定:先求樣土含灰量(Ac),一般土壤最高,因高溫燃燒,土質不易成灰,故計算出有機質含量(N)很微小,代表腐植質含量少,藉由含灰量(Ac)求比重(Gp)則最大;而草泥炭土反之,主要是水草沉積,腐植質含量多,含灰量(Ac)最小,有機質含量(N)最大,比重(Gp)最小。
- (三)樣土氮和磷含量測定:因泥炭土腐植酸含量高,吸水和吸氮能力強,所以磷和氮的含量也因此較一般土壤偏高。

三、生物性質測定

- (一)一般土壤主要是腐植質含量少,較不肥沃,綠豆長得較慢。
- (二)草泥炭土腐植質多,氮磷等生物生長主要元素含量也較一般土壤高、較肥沃,綠豆生長幅度也因此最快。

柒、結論

- 一、在實地考察過後,發現泥炭土原來要配合天時地利再經過千年的時間才能形成,但走訪頭社地區卻發現此地泥炭土一直在消失,多為人為因素,不論是種植、疏浚對泥炭土都是很嚴重的傷害。
- 二、頭社地區的樣土,以物理性質測定,由實驗數據得知,因草泥炭土孔隙比較大其含水量較多,所以容積比重較小,致使土壤就好似浮板一樣浮在水面上,形成特殊地貌。如同「紅木農莊」的水草泥炭土溼地,人行走在鋪設的木板上,會有搖搖晃晃的感覺像在跳舞一樣,很有趣!
- 三、調查其頭社「活盆地」,水草泥炭土溼地之組成甚為複雜,根據實地考察和實驗結果,其特性各不同,歸納其功用如下:
 - (一)草泥炭土體積較大,土質鬆軟,容積比重最小,易吸取水分,可改善土壤的保水性及通氣性,能促進作物生長。
 - (二)草泥炭土其腐植酸含量也較高、氮磷等生物生長主要元素含量也較一般土壤高,可降低作物的罹病率及病蟲害,並長期維持土壤之肥沃度及生產率。由以上得知,若將水草泥炭土溼地開發利用,致力觀光推展,是極具經濟價值。

捌、參考資料及其他

- 一、王祖義(1991年),「泥炭土壓密行為之研究」,台灣大學土木工程學研究所碩士論文。
- 二、南投縣頭社村與武登村沿革篇。
- 三、紅木農莊的活盆地網站。<http://wqp.epa.gov.tw/ecological/>。
- 四、詹見竹、詹毓邦(2007):和溪流做朋友。新北市:人人出版。
- 五、歐陽嶠暉(2008)。台灣水資源及水回收再利用(30-31頁)。第7003期『教育部97年度環境教育執行方針研討會』研習資料。
- 六、南投縣政府魚池鄉公所(2016),魚池鄉頭社盆地暫定地方級濕地環境監測及教育推廣計畫。
- 七、謝志誠(2007)。纖維乙醇之技術與文獻探討,分享·跨越門檻與障礙(7頁)。第12版。
- 八、Graham Barnes(2016). Soil Mechanics: Principles and Practice (4th). New York: Palgrave Macmillan.