

計畫名稱：湖山水庫預定地土壤特性和植被類型的關係

(英文名稱)：Soil characteristics and vegetation types in Hu-Shan Reservoir

計畫編號：110-9

全程計畫期間：96 年 5 月 1 日至 97 年 12 月 31 日

本年計畫期間：96 年 5 月 1 日至 96 年 12 月 31 日

計畫主持人：薛美莉

一、摘要

在不同代表性植被下共挖取 6 個土壤剖面，主要沿南勢坑溪與往幽情谷道路沿線進行，各剖面代號分別為 HS1、HS2、HS3、HS4、HS5 與 HS6。本研究所調查之土壤總體密度有偏高的現象。由於高的陽離子置換容量 (CEC) 值，致使所有土壤之交換性鹽基含量偏高，其中以鈣最多，而鈉最少。從 pH 值測定發現，檳榔與柑桔利用之土壤 pH 值較低，而淹沒區之土壤有機質含量均偏低，但土壤性質是否會影響水庫水質之溶解性有機碳 (DOC)、生化需氧量 (BOD)、濁度與電導度 (EC, electrical conductivity) 等，則需整合下一年度之調查結果或未來長期監測 (如水庫集水區之地文與水文變化等) 才能有客觀的結論。

Abstract

In this study, 6 soil pedons were selected along Nan-Se-Ken Stream and the road to Yo-Chin Valley within the proposed Hu-shan Reservoir to characterize soil properties related to water quality in the reservoir. The dominant vegetation includes bamboo, plum, orange and citrus fruit, and secondary board-leaves forest. The soil pedon codes are HS1, HS2, HS3, HS4, HS5, and HS6 for field morphology description and physio-chemical analysis, respectively. The experimental results indicate all the soil thickness is shallow and mainly gray colored. The soil pH is nearly neutral and organic matter content is low (< 2.0%). However, the evaluation of water quality influenced by soil properties is needed to study more in next year and long-term monitoring for detailed conclusions.

關鍵詞：土壤特性、植被類型

二、計畫目的

本研究係以現有之植被型為主，調查湖山水庫地區不同植被型與土壤類型之

關係，為其他相關研究建立棲地（植被）分類及分布的基礎，以供未來植物復育時土壤環境調控之參考及森林生態系復育之依據。

本計畫土壤調查之目的除建立湖山地區植被型與土壤型之分類，以成為生態復育之重要參考基礎外，亦可從土壤理化性質的分析結果，提供未來水庫水質變化之參考。

三、重要工作項目及實施方法

- (一) 資料蒐集：環境資料包括地質、地形、植被與氣候等影響土壤化育之主要因子的分布概況，並以此做為野外土壤調查採樣點分佈的依據。
- (二) 野外調查：依據地質、地形、植被、氣候與前人研究，在不同環境條件下，進行以土鑽採樣（或以挖掘剖面）至 150 cm 深（若未及 150 cm 則以挖至母質層為原則），記錄其土壤剖面形態特徵及環境特性。
- (三) 土壤物理及化學性質分析：每一土壤化育層樣品之物理性質分析包括質地分析、容積比重；化學性質分析包括 pH、有機碳、陽離子交換容量、可交換性鉀、鈉、鈣、鎂、鹽基飽和度等。
- (四) 土壤分類：合併土壤野外形態特徵與理化性質分析的結果，依照美國土壤分類系統（Soil Taxonomy）（Soil Survey Staff 1999）的土壤分類原則，將所採得的土壤樣體逐一分類，並給予分類名稱。

四、結果與討論

(一) 結果

1. 土壤剖面形態特徵

在沿南勢坑溪的部分，HS1 之主要植被為麻竹，位於河谷內之舊河道上，土層厚度（A+B 層）僅 40 cm；HS2 植被為檳榔與柑桔，位於河階上之梯田中，土層厚度為 75 cm；HS3 植被為柑桔，位於河谷上之低窪梯田中，土層厚度為 30 cm。往幽情谷道路沿線部分，HS4 為次生闊葉林，位於山坡上，土層厚度為 80 cm；HS5 之植為檳榔，為山坡所闢成之梯田，礫石較多，土層厚度僅 10 cm；HS6 位在幽情谷中之麻竹林坡地上，土層厚度為 25 cm（圖 1；表 1）。

從野外形態特徵來看，土壤因母質主要由顏色灰暗之頁岩與泥岩所構成，地形較不穩定，且容易在雨季發生強烈的地表逕流與沖蝕現象，因此土壤化育程度並不高，土色除 HS1 之裡土層為黃棕色 (10YR 5/4) 外，其餘剖面均以淡黃色或灰色為主 (2.5Y)。6 個剖面之表育層均為淡色表育層 (ochric epipedon)，在構造方面除表層因含有機質較高的緣故而為團粒狀外，其餘 B 或 C 層均可能因粘粒含量較多而為角塊狀或鈍角塊 (表 2) 狀。土壤質地等級反應出構造的形態，意即土粒間能排列成角度較銳利的團塊的話，粘粒含量應會較高，同時也有某種程度以上的粘性與塑性，而這在所有土壤所觀察到的微粘性或微塑性之結持度中更可反應出來。在根系的分布方面，根的大小與多寡隨深度而遞減。

在亞表層之化育層種類中，除 HS5 剖面無 B 層外，其餘剖面均屬構造 B 層，也就是變育層 (Bw)。因此，在分類上極易判斷 HS5 屬新成土，其餘則為弱育土，至於更進一步的分類與化育過程之探討，將於稍後討論。

2. 土壤物理性質

在各個剖面中，總體密度有向下遞增的現象，其中以柑桔園中的 HS3 剖面之表土層 (0-15 cm) 最低。平均而言，其他化育層之總體密度約略在 1.3-1.6Mg/m³ 之間 (表 2)。在粒徑分布方面，粉粒均不到 1%，而主要都以砂粒與粘粒為主，同時除 HS5 剖面外，具有 B 層之其他剖面並無粘粒洗入聚積的現象，表示土壤的化育作用微弱。

湖山地區開發密度高，本研究所調查之土壤剖面幾乎都是位在有農業活動的土壤上，同時丘陵地的利用難免會進行整地而有客土或翻土等作業，致使本研究剖面之總體密度有偏高的現象。除此之外，母質顆粒較細是土壤粘粒含量較高的原因之一，而地形不穩定與農業活動的頻繁，則是粘粒垂直分布不均的主因。

3. 土壤化學性質

在 pH 值部分，除 HS1 之 3 個化育層屬弱鹼性 (pH 7.3 左右) 外，其餘均為酸性土壤，尤以 HS2 檳榔與柑桔園下表土已為強酸性 (pH < 4.5)。另外，所有剖面之 pH 值均有隨深度而遞增之現象，顯示強烈的淋洗作用促使鹽基性陽離子 (K, Na, Ca, Mg) 在表土較為欠缺，但確逐漸累積在裡土中。在有

機質含量部分，普遍均低 2.0%，與臺灣農田土壤（2.0%）比較的話亦是偏低的（陳及許 2002），同時隨深度而明顯遞減。

土壤 pH 值與有機質含量是影響將來水庫水質重要參數之一，目前之土壤 pH 值結果顯示雖然 6 個剖面 pH 值有其變異，一但浸水而使土壤變成水庫底質，初期則水的 pH 值亦相差不遠，長期以往仍需視土壤釋出鹽基性陽離子之能力始能了解水的 pH 值變化。另外，目前低的土壤有機質含量可能會使初期水庫之溶解性有機碳（dissolved organic carbon, DOC）偏低，當然其生化需氧量（biochemical oxygen demand, BOD）也不至於太高。

在陽離子置換容量（cation exchange capacity, CEC）方面，約略介於 6-15 cmol/kg 之間，並不亞於臺灣農田土壤之平均值，此可能與較高的粘粒含量有關。由於高的 CEC 值，致使所有土壤之交換性鹽基含量偏高，其中以鈣最多，而鈉最少，不過因為剖面間 pH 值等因子變化較大，所以鹽基飽和度在剖面間差異頗大，其中以 HS1 最高而 HS3 最低。

4. 土壤分類

美國的土壤分類系統有 6 個階層綱目，依序為土綱（Soil Order）、亞綱（Suborder）、大土類（Great Group）、亞類（Subgroup）、土族（Soil Family）和土系（Soil Series）等，其中有 12 個土綱，分別為淋溶土（Alfisols）、火山灰土（Andisols）、旱境土（Aridisols）、新成土（Entisols）、冰凍土（Gelisol）、有機質土（Histosols）、弱育土（Inceptisols）、黑沃土（Mollisols）、氧化物土（Oxisols）、灰化土（Spodosols）、極育土（Ultisols）和膨脹土（Vertisols）（Soil Survey Staff, 2006）。各土綱之下則分類成若干的亞綱，依序向下細分成其他綱目。

進行土壤分類時，須先判別土壤屬於礦質土壤（mineral soils）或是有機質土壤（organic soils），然後再區別屬於礦質土壤或是有機質土壤的診斷層和診斷特性，最後才是依據土綱、亞綱、大土類和亞類等各綱目的分類標準，進行分類。從土壤形態和性質判斷診斷表育層和化育層的類別，以及其他的診斷特性如土溫和水分境況。然後依據土壤的診斷層特徵和診斷特性，判別土壤屬於何種土綱。分別依據土綱下，亞綱、大土類和亞類對於土壤分類時，所擬定的分類標準，依序檢索土壤所屬各綱目的類別。最後同樣依據土族和

土系的標準，檢索出土壤的類別。將所檢索到的土壤類別，依序寫下，完成土壤分類。依上述說明，本研究 6 個剖面之分類結果如表 5 所示：

在所有剖面中，除 HS5 為新成土綱外，其餘均為弱育土綱。在土族綱目中，由於土壤質地較細，且無任何一種粘土礦物含量超過 50%，同時氣候炎熱，年平均溫度都大於 22°C，因此土族均為細質地混合礦物炎熱的。

(二) 討論

雲林縣湖山地區正處臺灣西部麓山帶之砂頁岩與粘板岩雜處之丘陵地帶，土壤分類概以新成土及弱育土為主。新成土 (Entisols) 乃由母質經由簡單之物理、化學風化作用生成之土壤，通常很淺，含石量超過 50% 以上，排水、通氣良好，唯土層淺肥力低，大都分佈於山坡地或森林地之陡峭區，地形不穩定，甚易崩塌，不宜農牧用途，只宜造林、保育。弱育土 (Inceptisols) 是由母質弱度化育生成的土壤，有明顯的土壤構造，而且與下方的 C 層比較的話，也有明顯的顏色轉變，因此稱為「構造 B 層」，是臺灣主要沖積平原 (宜蘭、彰化、嘉南和高屏) 的農耕土壤，或臺灣丘陵地上的主要土壤，是臺灣地區農業生產的主要地區

本研究係以現有之植被型為主，調查湖山地區不同植被之土壤型，目前已有初步成果。因八色鳥為湖山地區之重要復育物種，在 97 年將會配合當地之蚯蚓採樣進行土壤調查，並釐清當地農業行為 (如麻竹林耕作) 對於土壤及底棲無脊椎生物量的影響。

五、結論

本計畫可從土壤理化性質的分析結果，提供未來水庫水質變化之參考，並做為下一年度比對非淹沒區土壤區位之對比。本研究所調查之土壤總體密度有偏高的現象。由於高的 CEC 值，致使所有土壤之交換性鹽基含量偏高，其中以鈣最多，而鈉最少。從 pH 值測定發現，檳榔與柑桔利用之土壤 pH 值較低，而淹沒區之土壤有機質含量均偏低，但土壤性質是否會影響水庫水質之 DOC、BOD、濁度與電導度等，則需整合下一年度之調查結果或未來長期監測 (如水庫集水區之地文與水文變化等) 才能有客觀的結論。

六、參考文獻

- 陳尊賢、許正一。2002。臺灣的土壤。臺灣地理百科-12，遠足文化出版社，台北。175 頁。
- Blake, G. R. and K. H. Hartge. 1986. Bulk density, In A. Klut (ed.) Methods of soil analysis, Part 1. Physical and Mineralogical methods-Agronomy monograph No. 9, pp. 363-375.
- Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis, In A. Klut (ed.) Methods of soil analysis, Part 1. Physical and Mineralogical methods-Agronomy monograph No. 9, pp. 383-411.
- Mclean, E. O. (1982) "Soil pH and lime requirement, " In A. L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy monograph No. 9, pp. 199-224.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommer (1982) "Total carbon, organic carbon, and organic matter, " In A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy monograph No. 9, pp. 539-577.
- Rhoades, J. D. (1982) "Cation exchange capacity, " In A. L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy monograph No. 9, pp. 149-157.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed., USDA-NRCS. Washington, DC.



HS1



HS2



HS3



HS4



HS5



HS6

圖 1. 土壤剖面形態特徵。

表 1. 土壤剖面形態特徵

剖面	深度 (公分)	化育層	顏色	質地等級	構造	結持度	根系分佈	邊界
HS1	0-15	A	極暗灰色(10YR 3/1)	C	中度中尺寸團粒狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	清晰平滑
	15-30	BW	暗黃棕色(10YR 4/3)	SC	中度中尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸少量	模糊波狀
	30-40	C	黃棕色(10YR 5/4)	SC	中度中尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	>40	R						
HS2	0-20	BA	暗桿欖棕色(2.5Y 3/3)	SC	中度小尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	20-60	Bw1	極暗灰棕色(2.5Y 3/2)	SC	中度中尺寸角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	漸變波狀
	60-75	Bw2	暗灰棕色(2.5Y 4/2)	SC	中度中尺寸角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	75-100	C	極暗灰色(2.5Y 3/1)	SC	弱的中尺寸角塊狀	微粘性與無塑性	中尺寸中等量	
HS3	0-15	A	桿欖棕色(2.5Y 4/3)	C	中度中尺寸團粒狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	15-30	Bw	桿欖棕色(2.5Y 4/4)	C	中度中尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	>30	C	極暗灰棕色(2.5Y 3/2)	SC	中度中尺寸角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊平滑
HS4	0-20	A	極暗灰棕色(2.5Y 3/2)	SCL	中度小尺寸團粒狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	20-40	BA	暗桿欖棕色(2.5Y 3/3)	C	中度中尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	小尺寸中等量	模糊波狀
	40-60	Bw1	暗桿欖棕色(2.5Y 3/3)	SC	中度中尺寸盾角塊狀	粘性與塑性	小尺寸少量	模糊波狀
	60-80	Bw2	暗灰棕色(2.5Y 4/2)	SCL	中度中尺寸角塊狀	粘性與塑性	小尺寸少量	模糊波狀

(續)表 1. 土壤剖面形態特徵

剖面	深度 (公分)	化育層	顏色	質地等級	構造	結持度	根系分佈	邊界
HS4	>80	C	暗灰色(2.5Y 4/1)	SC	強度大尺寸角塊狀	微粘性與微塑性	小尺寸痕量	
HS5	0-10	A	暗桿欖棕色(2.5Y 3/3)	C	弱度小尺寸團粒狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	清晰波狀
	10-30	C1	桿欖棕色(2.5Y 4/3)	SC	中度小尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸中等量	模糊波狀
	30-50	C2	桿欖棕色(2.5Y 4/3)	SCL	中度小尺寸盾角塊狀	微粘性與微塑性	小尺寸痕量	
HS6	0-15	A	極暗灰棕色(2.5Y 3/2)	C	中度中尺寸團粒狀	粘性與塑性	中尺寸中等量	清晰波狀
	15-25	Bw	桿欖棕色(2.5Y 4/3)	SCL	中度中尺寸盾角塊狀	粘性與塑性	中尺寸少量	清晰波狀
	25-40	C	暗桿欖棕色(2.5Y 3/3)	SCL	中度大尺寸角塊狀	微粘性與微塑性	中尺寸少量	模糊波狀
	>40	R	-					

SCL=Sandy clay loam; SC=Sandy clay; C=Clay.

表 2. 土壤物理性質

Profile code	Horizon	Depth	Bd	Sand	Silt	Clay
		cm	Mg/m ³	-----%		-----
HS1	A	0-15	1.42	40.6	1.13	58.3
	Bw	15-30	1.64	55.5	1.14	43.4
	C	30-40	1.66	62.3	1.06	36.7
HS2	BA	0-20	1.58	61.1	1.16	37.8
	Bw1	20-60	1.52	51.6	0.83	47.5
	Bw2	60-75	1.72	61.8	1.06	37.2
	C	75-100	1.82	55.7	1.11	43.2
HS3	A	0-15	1.14	40.2	1.02	58.8
	Bw	15-30	1.61	43.7	0.97	55.3
	C	>30	1.57	46.3	0.96	52.8
HS4	A	0-20	1.24	59.5	0.99	39.5
	BA	20-40	1.60	38.7	0.95	60.3
	Bw1	40-60	1.49	51.8	0.95	47.3
	Bw2	60-80	1.53	64.2	1.24	34.6
	C	>80	1.66	56.6	1.11	42.2
HS5	A	0-10	1.36	31.0	0.62	68.4
	C1	10-30	1.38	62.8	0.95	36.2
	C2	30-50	1.40	64.8	1.18	34.0
HS6	A	0-15	1.30	32.1	0.86	67.1
	Bw	15-25	1.52	69.6	1.06	29.3
	C	25-40	1.50	70.0	1.90	28.1

表 3. 土壤化學性質

Profile code	Horizon	Depth	pH	OC	CEC	K	Na	Ca	Mg	BSP
				g/kg	-----	cmol/kg	-----			%
HS1	A	0-15	7.31	9.64	8.45	0.22	0.07	5.38	1.04	79.4
	Bw	15-30	7.39	3.86	11.5	0.17	0.19	4.84	1.48	58.3
	C	30-40	7.27	3.86	7.13	0.15	0.12	3.76	1.23	73.7
HS2	BA	0-20	4.44	10.8	10.6	0.28	0.09	3.43	0.71	42.7
	Bw1	20-60	4.84	7.33	6.28	0.16	0.06	2.45	0.65	52.8
	Bw2	60-75	5.60	4.63	6.24	0.15	0.07	2.68	0.63	56.4
	C	75-100	7.11	4.63	5.70	0.15	0.04	3.11	0.65	69.3
HS3	A	0-15	4.40	11.6	13.9	0.37	0.08	1.59	0.54	18.6
	Bw	15-30	4.35	7.72	14.6	0.26	0.12	1.10	0.56	14.0
	C	>30	4.42	5.01	11.5	0.25	0.06	1.00	0.52	15.9
HS4	A	0-20	4.98	15.4	7.77	0.19	0.14	3.40	1.21	63.6
	BA	20-40	5.38	6.56	7.65	0.12	0.09	2.50	0.79	45.9
	Bw1	40-60	5.55	6.17	8.31	0.13	0.09	3.19	0.92	52.1
	Bw2	60-80	5.88	3.86	9.76	0.09	0.08	2.65	0.65	35.5
	C	>80	6.64	5.40	6.27	0.12	0.09	3.65	1.10	79.1

(續)表 3. 土壤化學性質

Profile code	Horizon	Depth	pH	OC	CEC	K	Na	Ca	Mg	BSP
				g/kg	-----	cmol/kg	-----			%
HS5	A	0-10	4.79	14.3	6.75	0.21	0.09	1.53	0.58	35.7
	C1	10-30	4.90	13.9	6.05	0.23	0.07	1.61	1.04	48.9
	C2	30-50	4.89	13.5	6.20	0.26	0.08	1.60	0.56	40.4
HS6	A	0-15	5.56	15.8	8.10	0.17	0.08	3.39	1.00	57.3
	Bw	15-25	5.93	4.24	6.96	0.09	0.08	1.83	0.48	35.7
	C	25-40	6.01	4.01	6.83	0.10	0.07	1.94	0.56	39.1

表 4. 湖山地區 6 個土壤剖面之分類結果

Classification	
HS1	Fine, mixed, Hyperthermic, Lithic Eutrudepts (細質地混合礦物炎熱的淺層高鹽基濕潤弱育土)
HS2	Fine, mixed, Hyperthermic, Typic Eutrudepts (細質地混合礦物炎熱的典型高鹽基濕潤弱育土)
HS3	Fine, mixed, Hyperthermic, Lithic Dystrudepts (細質地混合礦物炎熱的淺層低鹽基濕潤弱育土)
HS4	Fine, mixed, Hyperthermic, Typic Eutrudepts (細質地混合礦物炎熱的典型高鹽基濕潤弱育土)
HS5	Fine, mixed, Hyperthermic, Lithic Udorthents (細質地混合礦物炎熱的淺層濕潤正常新成土)
HS6	Fine, mixed, Hyperthermic, Lithic Eutrudepts (細質地混合礦物炎熱的淺層高鹽基濕潤弱育土)