

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

第三名

080501

尋找探討隘寮溪古河道的界線：以土壤性質差異
進行初步探討

學校名稱：屏東縣私立崇華國民小學

作者： 小六 陳韻婷 小六 張書容 小六 陳佳妤 小六 李芯瑜 小五 黃茂恩 小四 羅宥楷	指導老師： 阮惠琨 林胤彤
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：隘寮溪古河道、土壤性質

摘要

藉由瞭解隘寮溪古河道的土壤性質，進而以此尋找探討隘寮溪古河道的界線。本次研究結果如下

- 一、古河道土壤表土層粒徑分布，砂粒最多在中段區域，其次上段區域。黏粒以下段最多，中段區域最少。
- 二、土壤滲水和質地有關，土壤含砂量越高，水越容易往地底下滲透；土壤含黏粒越高，水較不容易往地底下滲透
- 三、土壤含有石灰物質只有麟洛鄉民族路表土層，其土壤 pH 值最高。
- 四、土壤酸鹼值大部分介於 5.2-6.9，屬微弱酸性土壤。
- 五、電導度只有竹田鄉文筆路超過 600 us/cm。表土層適合一般農作物的 EC 值(600~350 us/cm)，只有內埔鄉永田路。
- 六、內埔鄉87鄉道極可能為古河道中段之右岸界線；長治鄉復興路極可能為古河道中段之左岸界線。

壹、研究動機

隘寮溪古河道沿著現今各鄉鎮之界線，流經鹽埔鄉、內埔鄉、長治鄉、麟洛鄉、竹田鄉與萬丹鄉等鄉鎮，全長約24.5公里，為東北往西南流向之河道（蔡崇堯，民95）。古隘寮溪為不穩定河流，有時匯入古東港溪，有時匯入古高屏溪，經常氾濫成災（吳梅東等人，民93）。

日本政府於1922年擬定下淡水溪支流隘寮溪，建築鹽埔、里港堤防，將溪水引導至舊大路關（高樹鄉廣福村）的南方，迫使溪水集中往西北流，繞著鹽埔鄉、里港鄉匯入高屏溪，1938年6月完工，總共修築了80公里長的堤防，因此改變了隘寮溪的方向，土地適合開墾的約6,000甲（丁澈士等8人，民103）。

學校位在古隘寮溪河道上，我們想瞭解古河道的土壤性質，並藉此試著找尋古河道界線。

貳、研究目的

- 一、瞭解隘寮溪古河道現今土壤現況
- 二、比較隘寮溪古河道採樣土壤的滲水情形與粒徑分布
- 三、瞭解隘寮溪古河道採樣土壤的石灰物質反應性、酸鹼質與電導度
- 四、以土壤性質差異尋找隘寮溪古河道的界線

參、研究設備及器材

- 一、隘寮溪古河道土壤採集用具：
土壤蒐集塑膠罐、土鑽、鏟子、地圖、地圖坐標APP、筆記本、筆、標籤紙、奇異筆、皮尺、數位相機。
- 二、採樣土壤的滲水實驗用具：
土壤、電子秤、量杯、量筒、燒杯、玻璃棒、漏斗、支架、計時器、計算機、濾紙。
- 三、土壤石灰質檢測：

土壤、稀鹽酸溶液（濃度10%）

四、土壤酸鹼度：（於國立屏東科技大學水土保持系實驗室檢測）

採樣土壤、電子秤、量杯、量筒、燒杯、玻璃棒、漏斗、支架、計時器、計算機、濾紙。

五、土壤電導度：（於國立屏東科技大學水土保持系實驗室檢測）

採集土壤、電子秤、量杯、燒杯、玻璃棒、去離子水、漏斗、濾紙、抽風馬達、電導度計。

六、採樣土壤粒徑分析（委由國立屏東科技大學水土保持系實驗室協助分析）

肆、研究過程及方法

研究一：隘寮溪古河道現今土壤概述

（一）土壤取樣

1. 沿著從屏東縣三地門鄉與鹽埔鄉之間的堤防起，到萬丹鄉止，將古河道流經流鹽埔、內埔竹田、麟洛、萬丹等鄉，我們將整個流域分成三段，上段選2點，中段選七點（其中四點依地圖東西方向取樣），下段選二點，參考地圖及實際現況，取點（如圖4.1.2）可做為代表的地點，開挖研究其土壤。取樣點第一部分為表土（10-30cm），挖掘土壤並取樣裝罐，每30cm為一土層，直到到砂石或礫石層即無法用土鑽鑽取才停止，因土鑽只有120cm，因此最深取到90-120cm。

2. 並將所有的採樣點用手機APP軟體進衛星定位將位置固定。

後製作業如3.和4.

3. 將土壤以塑膠盤裝好陰乾（約一星期）

4. 將土壤逐一碾碎，用篩網（3mm）過濾（如圖4.1.1），去除石子和雜草、根等，再一一裝罐。



4.1.1 土壤用篩網（3mm）過篩

（二）土壤顏色及簡易質地

1. 顏色：以眼睛觀察土壤的色彩，比對色。

2. 簡易質地檢測：

①將一茶匙的土壤置於手掌心，用洗滌瓶

慢慢加水使土壤達最大的塑性，需搓揉土壤使其均勻濕潤並柔軟。土壤不能有多餘表面水。

②用食指和拇指擠壓使形成絲帶並注意：拇指磨過後，土壤表面的亮度及絲帶形成的長度和展延性。粘土可形成亮的長絲帶，粘壤土的絲帶短，而壤土無法形成絲帶狀。

③反覆壓揉土壤數次以感覺其砂性、滑性、粘性和塑性。

④揉成球團，砂土和壤質砂土無法揉成球團。砂質壤土雖可成團但易崩散。

（三）訪問土地主人：描述這塊地，並詢問有沒有日據時代相關他耕種的地訊息。

（四）觀察並記錄發現的現象。

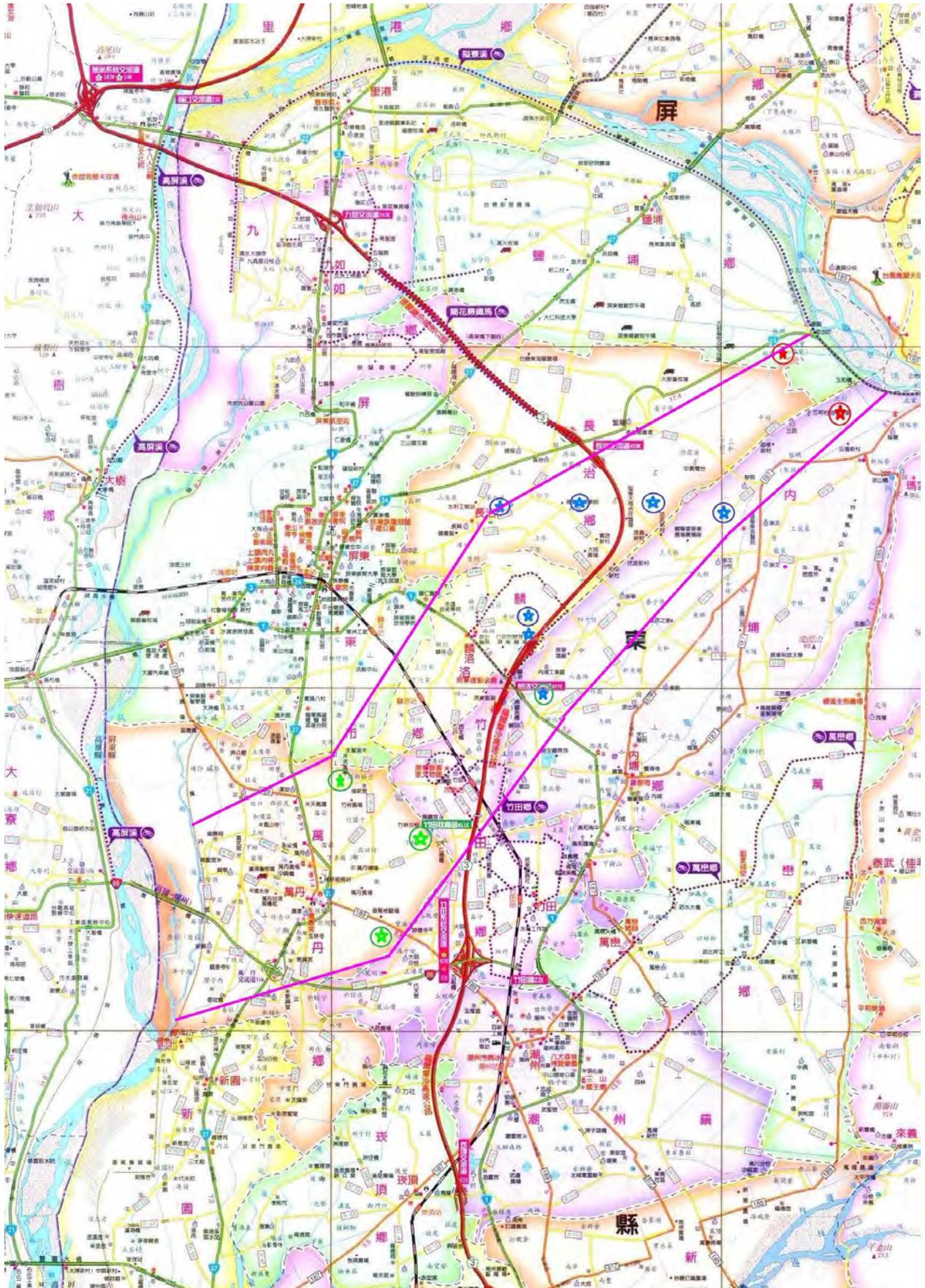


圖4.1.2 隘寮溪古河道採樣位置標示圖

說明：1. 採樣點用☆標記，☆表示上段、☆表示中段、☆表示下段
 2. 兩條//之間為隘寮溪古河道之初估流域界線。

研究二：比較隘寮溪古河道採樣土壤的滲水情形與粒徑分布

(一) 土壤的滲水實驗

1. 用直徑3cm高30cm玻璃圓柱筒3支，底部已打好孔隙，並放入慮紙。並以200ml燒杯收集滲出水。
2. 採樣點風乾之土壤50公克裝填入玻璃圓柱筒，每次3個樣本，放到固定支架。
3. 每次以50ml水緩緩倒入玻璃圓柱筒中。
4. 紀錄第一滴水滲出時間和30分鐘後滲出的水量。

(二) 隘寮溪古河道採樣土壤粒徑分析

委請國立屏東科技大學水土保持系實驗室研究助理張小姐協助。

研究三：瞭解隘寮溪古河道採樣土壤的石灰物質反應性、酸鹼值與電導度

(一) 石灰物質反應性

1. 採樣土壤各取5公克，分別放置於培養皿上。
2. 滴入適量濃度10%的稀鹽酸溶液。
3. 觀察紀錄土壤加入稀鹽酸溶液後是否有起泡的反應。

(二) 土壤酸鹼值檢測

(在國立屏東科技大學水土保持系實驗室進行實驗)

1. 取10g的土放入50ml的燒杯內，加入10ml的去離子水。
2. 放置1小時，放置期間用玻璃棒攪拌3-4次。
3. pH計測出酸鹼值。

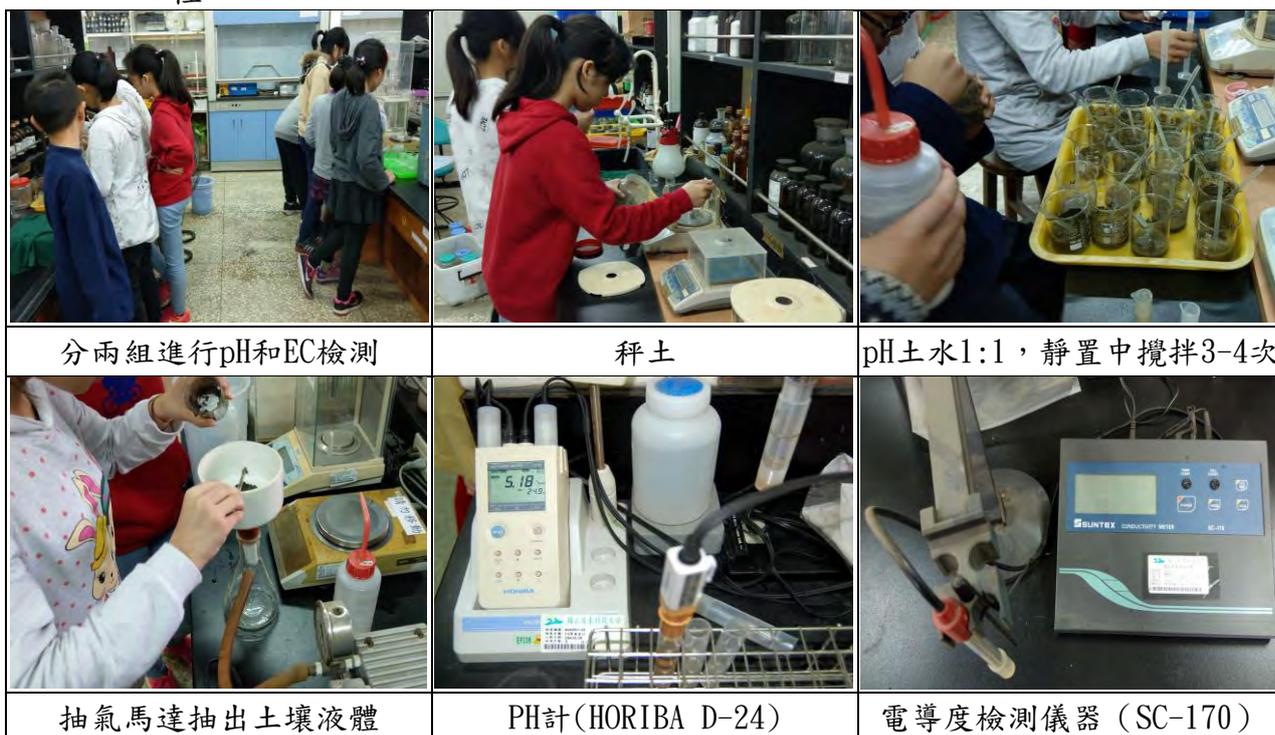
(三) 土壤電導度檢測

(在國立屏東科技大學水土保持系實驗室進行實驗)

1. 取適量土壤，加入去離子水到飽和狀態。
2. 以玻璃棒攪拌，靜置1小時後。
3. 抽出土壤液體，再用電導計 (SUMTEX conductivity meter SC-170) 抽出液的電導度。

研究四：以土壤性質差異尋找隘寮溪古河道的界線

以古河道中段的東西方向取樣的四點，將研究二、三的土壤性質之數據與結果，整理成表格化，並運用比較分析法，推測是否為古河道中段的界線可能性。



伍、研究結果

研究一：隘寮溪古河道現今土壤概述

表 5.1.1 隘寮溪古河道土壤採樣位置及現況初步描述綜合表

採樣編號	土壤採樣位置及現況初步描述	採樣現場照片
一 代碼 1-1-1	<p>1. 位置：鹽埔鄉振興村(古河道上段)</p> <p>2. 座標：N22°42'46 E120°36'52</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉 (1)10-30：淡灰棕色，一點點黏性</p> <p>4. 作物：芒果園</p> <p>5. 土地主人訪談：他已耕種芒果 30 年，此地石頭多土壤很少。</p> <p>觀察發現：</p> <p>1. 土壤深 19 cm 以下一點點褐色斑點</p> <p>2. 土壤不成土塊，扁形碎石很多</p> <p>3. 附近地有耕耘機在翻土，我們看到它翻出來的有好多很大的石頭</p>	
二 代碼 1-2-1	<p>1. 位置：內埔鄉(古河道上段)</p> <p>2. 座標：N22°42'12 E120°37'02</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉 (1)10-30：淡灰棕色，一點點黏性</p> <p>4. 作物：空地旁邊種紅藜</p> <p>5. 土地主人訪談：無</p> <p>觀察發現：</p> <p>1. 土壤不成土塊，扁形碎石很多</p> <p>2. 土壤加水有一點點黏性</p>	
三 代碼 2-1-1 2-1-2 2-1-3 2-1-4	<p>1. 位置：長治鄉復興路(古河道中段)</p> <p>2. 座標：N20°40'44 E120°32'09</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉 (1)10-30：暗灰色，有黏性 (2)30-60：灰棕色，有點黏性 (3)60-90：灰棕色，無黏性，沙砂 (4)90-110：灰棕色，無黏性，很砂</p> <p>4. 作物：椰子園</p> <p>5. 土地主人訪談：無</p> <p>觀察發現：</p> <p>1. 挖 10-30 cm 表土，切面有明顯光</p>	

	<p>滑面；60-90 cm用手摸沙沙的，有褐色斑點。</p> <p>2. 土壤深 90-110 cm明顯土壤不成塊，都是砂子。</p>	
四 代碼 2-2-1	<p>1. 位置：長治鄉新興路(古河道中段)</p> <p>2. 座標：N20°40'47 E120°32'51</p> <p>3. 土壤深度 (cm) 及顏色： (1)10-30：灰棕色，一點點黏性</p> <p>4. 作物：校園雜草</p> <p>5. 訪談警衛伯伯：向台糖承租土地，此處以前荒地，現在種樹，數的旁邊都是雜草，地表面都是碎石很多。</p> <p>觀察發現： 1. 用土鑽鑽不進土裡 2. 土壤不成土塊，扁形碎石很多</p>	
五 代碼 2-3-1	<p>1. 位置：長治鄉信義路(古河道中段)</p> <p>2. 座標：N20°40'35 E120°33'56</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉 (1)10-30：灰棕色，一點黏性</p> <p>4. 作物：鳳梨田</p> <p>5. 土地主人訪談：向台糖承租土地，中大石頭和沙子很多，土壤很少，都種鳳梨。</p> <p>觀察發現： 1. 土壤深 25 cm以下有褐色鏽斑 2. 土壤不成土塊，扁形碎石很多</p>	
六 代碼 2-4-1	<p>1. 位置：內埔鄉永田路(古河道中段)</p> <p>2. 座標：N22°38'98 E120°32'23</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉 (1)10-30：黃棕色，一點點黏性</p> <p>4. 作物：玉米田</p> <p>5. 土地主人訪談：主人說她種雜糧植物成長不好，隔壁田她先生堅持種芋頭，芋頭田草比芋頭高，一直灌水，水很快沒了，芋頭還長小小的，不會肥大。老師回答：這是古河道，都是石頭，芋頭當</p>	

	<p>然沒地方長大啊！</p> <p>觀察發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 用土鑽很難鑽進土裡，都是石頭。 2. 土壤不成土塊。 	
七	<p>1. 位置：麟洛鄉民族路(古河道中段)</p> <p>代碼 2. 座標：N22°39'51 E120°33'04</p> <p>2-5-1 3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉</p> <p>2-5-2 (1)10-30：淡棕色，有點黏性</p> <p>(2)30-60：灰棕色，一點黏性</p> <p>4. 作物：收割完稻田</p> <p>5. 土地主人訪談：無</p> <p>觀察發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 表土是乾的，而且很硬。 2. 土壤深 30-60 cm 扁形石子，有褐色鏽斑 	
八	<p>1. 位置：內埔鄉 87 鄉道(古河道中段東邊際)</p> <p>代碼 2. 座標：N22°40'42 E120°35'24</p> <p>2-6-1 3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉</p> <p>2-6-2 (1)10-30：淡黃棕色，有黏性</p> <p>(2)30-60：淡黃棕色，有黏性</p> <p>4. 作物：鳳梨田</p> <p>5. 土地主人訪談：無</p> <p>觀察發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 用圓鍬切土塊，有光滑亮面。 2. 在水搓揉滑滑黏黏的，很少砂粒 	
九	<p>1. 位置：麟洛鄉(古河道中段)</p> <p>2. 座標：N22°39'44 E120°33'05</p> <p>代碼 3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉</p> <p>2-7-1 (1)10-30：灰黑色，一點點黏性</p> <p>填土 4. 作物：香蕉園</p> <p>地 5. 土地主人訪談：她說灌溉水後，很快就乾了，希望知道為什麼？我們挖下深 20 公分時，碰到石頭很大挖不下去，老師問她這些土是不是從外地運來填的，婦人回答：是。。老師說：「這裡是以前河道，砂石多，灌溉水當然會很快滲入地下。」</p>	

	<p>觀察發現：填土是黑色坩砂，因為摸起來，感覺有很多小砂粒般。</p>	
<p>十</p> <p>代碼 3-1-1</p> <p>3-1-2</p>	<p>1. 位置：竹田鄉文筆路(古河道下段)</p> <p>2. 座標：N20°36'52 E120°30'54</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉</p> <p>(1)10-30：淡黃棕色，有點黏性</p> <p>(2)30-60：淡黃棕色，有點黏性</p> <p>4. 作物：收割完紅豆田</p> <p>5. 土地主人訪談：主人是 80 多歲阿公，告訴我們它的田是河川地，從他 10 幾歲種田起，每逢大雨必淹水，自從日本人做堤防後，再也沒淹水了。</p> <p>觀察發現：</p> <p>1. 表土鬆軟，加水有一點點黏性。</p> <p>2. 土壤深 30-60 cm 扁形石子，很難挖下去，有褐色斑點</p>	
<p>十一</p> <p>代碼 3-2-1</p> <p>3-2-2</p> <p>3-2-3</p> <p>3-2-4</p>	<p>1. 位置：萬丹鄉復興路(古河道下段)</p> <p>2. 座標：N22°37'06 E120°29'35</p> <p>3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉</p> <p>(1)10-30：淡黃棕色，有黏性</p> <p>(2)30-60：淡黃棕色，有點黏性</p> <p>(3)60-90：淡黃棕色，一點點黏性</p> <p>(4)90-110：黃棕色，一點點黏性</p> <p>4. 作物：蓮霧園空曠處</p> <p>5. 土地主人訪談：無</p> <p>觀察發現：</p> <p>1. 土壤深 60-120 cm 坩砂很多</p> <p>2. 土壤最底層(90-120 cm)有相當多的褐色斑點。</p>	

十二	1. 位置：萬丹鄉泉生路(古河道下段)	
代碼	2. 座標：N22°34'43 E120°30'06	
3-3-1	3. 土壤深度 (cm)、顏色、加水搓揉	
3-3-2	(1)10-30：灰棕色，有黏性	
3-3-3	(2)30-60：灰棕色，有黏性	
3-3-4	(3)60-90：灰色，無黏性，砂砂的 (4)90-110：灰棕色，無黏性，砂砂的。	
	4. 作物：收割完成稻田	
	5. 土地主人訪談：無	
	觀察發現：	
	1. 土壤深 60-120 cm 細砂很多	
	2. 土壤最底層(90-120 cm)幾乎是砂，土壤不能結塊。	

我們的疑問：

在鹽埔鄉(古河道上段，代碼 1-1-1)表土層有褐色斑點，長治鄉(古河道中段西邊，代碼 2-1-3)第三層土壤有褐色斑點，竹田鄉(古河道下段，代碼 3-1-2)第二層有褐色斑點，萬丹鄉(古河道下段，代碼 3-2-4)最底層土壤有相當多的的褐色斑點(如圖 5-1-1)。這些斑點是什麼？



圖 5.1.1 萬丹鄉(代碼 3-2-4)最底層土壤有相當多的的褐色斑點

為了瞭解更多的土壤物理性質或化學性質，我們到國立屏東科技大學水土保持系的實驗室，進行土壤酸鹼值及電導度檢測，並請實驗室研究助理協助採樣土壤的粒徑分析。

研究二、比較隘寮溪古河道採樣土壤的滲水情形與粒徑分布

(一) 土壤的滲水情形

表5.2.1 隘寮溪古河道採樣土壤滲水實驗紀錄表

土壤代碼	1-1-1	1-2-1	2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-2-1	2-3-1
第一滴水時間	1分10秒	1分2秒	*	1分20秒	22秒	18秒	58秒	42秒
30分後滲水量(cc)	22	23	0	21	31	32	22	34
土壤代碼	2-4-1	2-5-1	2-5-2	2-6-1	2-6-2	2-7-1	3-1-1	3-1-2
第一滴水時間	38秒	16分15秒	4分36秒	1分15秒	4分28秒	3分38秒	30秒	28秒
30分後滲水量(cc)	30	8	18	20	2	2	29	29
土壤代碼	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
第一滴水時間	24分11秒	*	18分16秒	15分12秒	*	*	35秒	16秒
30分後滲水量(cc)	2	0	6	5	0	0	26	32

說明：「*」代表完全沒滲出水，第一滴水時間以此標記。

我們的發現：

1. 採樣土壤滲水最快前三名，為萬丹鄉泉生路第四層(代碼3-3-4)、長治鄉復興路第四層(代碼2-1-4)及第三層(代碼2-1-3)。
2. 採樣土壤完全滲不出水，有長治鄉復興路第一層(代碼2-1-1)、萬丹鄉廣興路第二層(代碼3-2-2)、萬丹鄉泉生路第一層(代碼3-3-1)及第二層(代碼3-3-2)



圖5.2.1 滲水實驗計時



圖5.2.2 滲水實驗倒入50cc水進入試管中

(二) 隘寮溪古河道採樣土壤粒徑分析

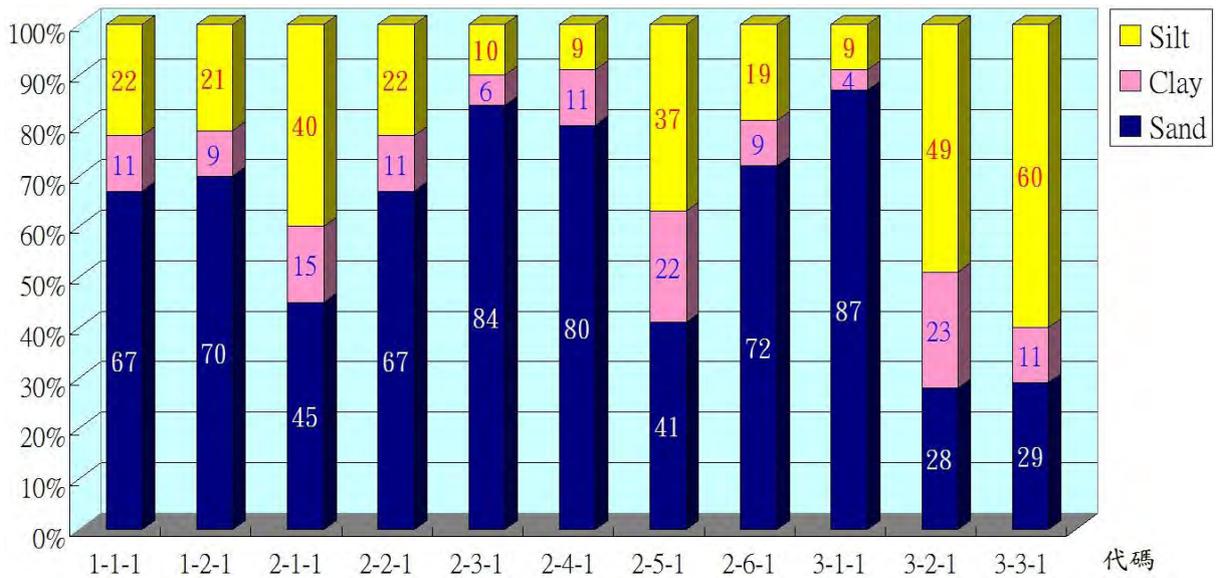


圖 5.2.3 採樣土壤「表土層」粒徑分析百分比圖

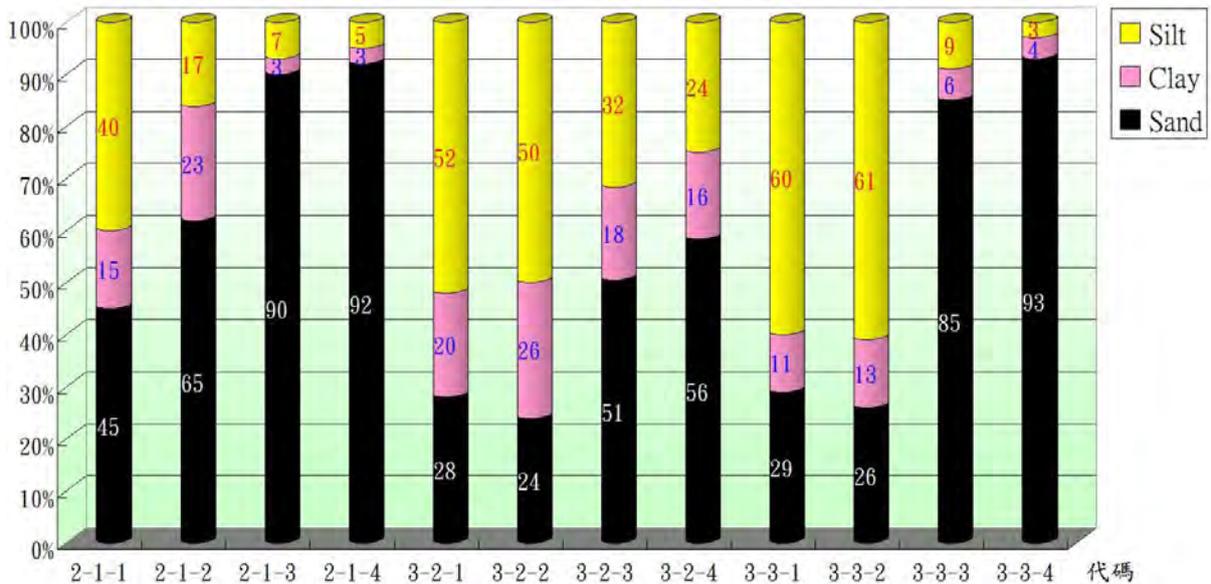


圖 5.2.4 採樣點土層最深（共 4 層）粒徑分析百分比圖

我們的發現：

1. 採樣土壤表土層12處，砂粒超過50% 有8處，粘粒超過37% 有4處。
2. 採樣點土層最深（共4層），其中長治鄉復興路(代碼2-1-1至2-1-4)砂粒和黏粒往下遞增；萬丹鄉廣興路(代碼3-2-1至3-2-4)和泉生路(代碼3-3-1至3-3-4)砂粒上二層比下二層低，黏粒上二層比下二層高。

我們的疑問：土壤滲水快慢與土壤的質地有關係嗎？

研究三、瞭解隘寮溪古河道採樣土壤的石灰物質反應性、酸鹼值與電導度

(一) 土壤含石灰物質的檢測

表5.3.1 採樣土壤檢驗石灰物質結果表

土壤代碼	1-1-1	1-2-1	2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-2-1	2-3-1
加稀鹽酸的反應	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡
含石灰物質	無	無	無	無	無	無	無	無
土壤代碼	2-4-1	2-5-1	2-5-2	2-6-1	2-6-2	2-7-1	3-1-1	3-1-2
加稀鹽酸的反應	沒起泡	一點點 泡泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡
含石灰物質	無	有	無	無	無	無	無	無
土壤代碼	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
加稀鹽酸的反應	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡
含石灰物質	無	無	無	無	無	無	無	無

我們的發現：只有麟洛鄉民族路土壤表土層(代碼2-5-1)有石灰物質，其餘的採樣土壤皆無含石灰物質。



圖 5.3.1 採樣土壤稀鹽酸的反應

(二)土壤酸鹼度檢測

表5.3.2 採樣土壤酸鹼值一覽表

土壤代碼	1-1-1	1-2-1	2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-2-1	2-3-1
pH值	6.83	6.20	6.47	6.62	6.55	6.45	6.11	6.02
土壤代碼	2-4-1	2-5-1	2-5-2	2-6-1	2-6-2	2-7-1	3-1-1	3-1-2
pH值	6.64	7.22	6.94	4.41	4.60	6.74	5.90	6.47
土壤代碼	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
pH值	6.90	6.79	6.84	6.71	5.20	6.47	5.70	6.56

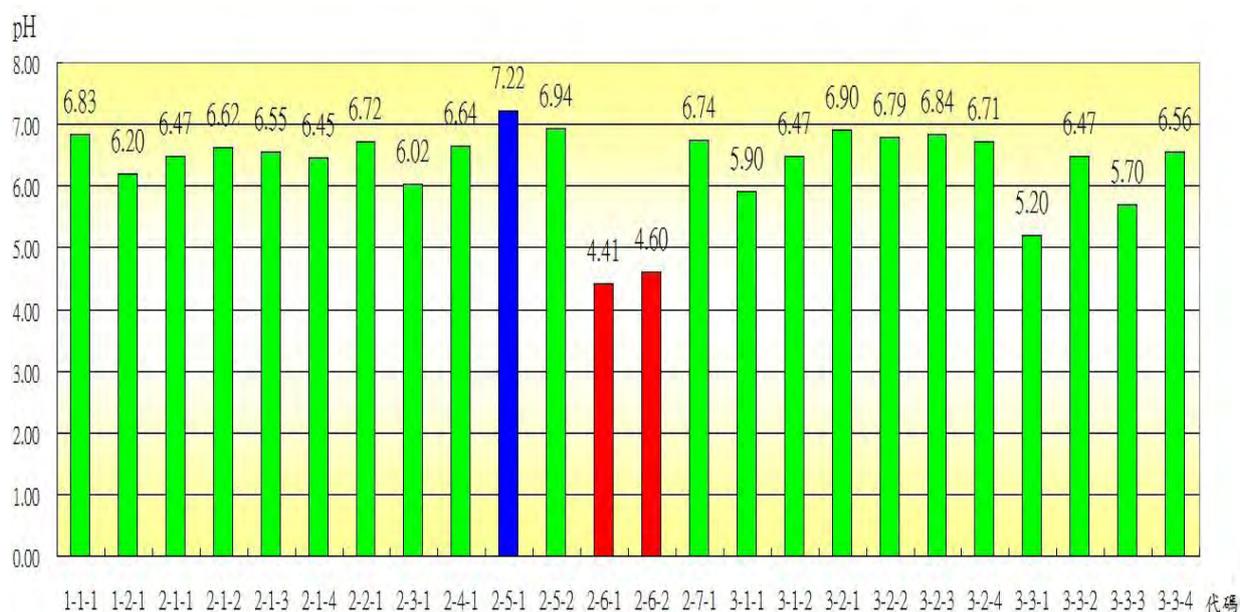


圖 5.3.2 採樣土壤酸鹼度長條圖

我們的發現：

1. 採樣土壤酸鹼度，最高是麟洛鄉民族路表土層(代碼2-5-1)屬微鹼性土壤，最低是內埔鄉87鄉道附近表土層(代碼2-6-1)及第二層(代碼2-6-2)酸性土壤。
2. 採樣土壤酸鹼度扣除最高和最低外，其餘的介於5.2~6.9，屬微酸性土壤。

我們的疑問：為什麼內埔鄉87鄉道二層土壤酸鹼度皆低於其他處？

(三)土壤電導度檢測

表5.3.3 採樣土壤酸鹼度表

土壤代碼	1-1-1	1-2-1	2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-2-1	2-3-1
電導度 (us/cm)	315.0	158.6	323.0	419.0	389.0	430.3	155.5	127.6
土壤代碼	2-4-1	2-5-1	2-5-2	2-6-1	2-6-2	2-7-1	3-1-1	3-1-2
電導度 (us/cm)	484.0	100.5	334.0	324.0	131.4	191.0	743.0	827.0
土壤代碼	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
電導度 (us/cm)	162.4	146.9	152.4	454.0	481.0	88.3	106.1	129.1

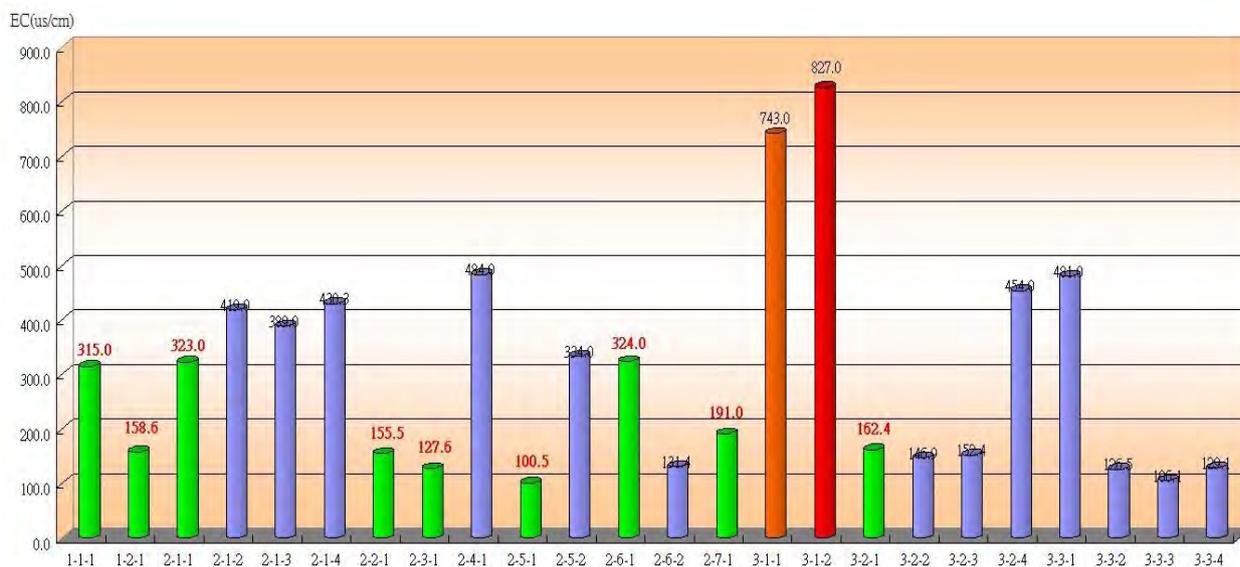


圖 5.3.3 採樣土壤電導度長條圖

說明：電導度代表了土壤中水溶性鹽類的濃度。電導度越高代表土壤中的養分越多，但如果電導度太高，反而造成「鹽害」，對植物的生長不利，一般作物適合的 EC 值為 600~350 us/cm。(資料來源：食在很重要網站 <http://www.kskk.org.tw/food/node/56>)

我們的發現：

1. 採樣土壤電導度，超過600us/cm只有一處，竹田鄉文筆路旁表土層(代碼3-1-1)和第二層(代碼3-1-2)。
2. 採樣土壤電導度，低於350us/cm有16個土層。
3. 用表土層適合一般農作物的電導島度 (EC) 值 (600~350 us/cm) 來看，12處有9個 (上段二處皆不合格，中段採樣7處有6處不合格，後段3處有2處不合格)。

我們的疑問：如何改良土壤電導度過高或偏低，讓土壤適合一般農作物生長？

研究四、以土壤性質差異探討隘寮溪古河道的界線

(一) 物理性質分析

1. 土壤顏色

表5.4.1 中段河道土壤顏色表

物理性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1)	長治鄉新興路 (代碼 2-2)	長治鄉信義路 (代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道 (代碼 2-6)
土壤顏色	表土層暗灰色 第 2-4 層灰棕色	灰棕色	灰棕色	黃棕色

分析：

- (1) 內埔鄉87鄉道土壤顏色為黃棕色，明顯不同於其它三處。
- (2) 長治鄉復興路表土層不同於地下土層及其它三處。

推測：長治鄉復興路及內埔鄉87鄉道有可能是河道界線。

2. 土壤深度

表5.4.2 中段河道土壤深度表

物理性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1)	長治鄉新興路 (代碼 2-2)	長治鄉信義路 (代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道 (代碼 2-6)
土層深度	4 層	1 層	1 層	2 層

備註：30公分為1層

分析：

- (1) 河川上中下游，因流水作用的搬運，在石頭分布，由上游到下游呈現大到小。
- (2) 流水作用的搬運與堆積，土壤含量越下游越多，比對5.1.1採樣土壤深度(土層多寡)
- (3) 流水對河道的侵襲與堆積作用，河道邊界兩側土壤含量比河道主流區多。

推測：長治鄉復興路(代碼2-1)有可能是河道界線，理由是河道界線堆積時間久，土壤深度(厚度)越深。

3. 土壤粒徑分析

表5.4.3 中段河道表土層之土壤粒徑分析百分比表

物理性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1)	長治鄉新興路 (代碼 2-2)	長治鄉信義路 (代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道 (代碼 2-6)
土壤 粒徑分布	砂粒 45% 粉粒 15% 黏粒 40%	砂粒 67% 粉粒 11% 黏粒 22%	砂粒 84% 粉粒 6% 黏粒 10%	砂粒 72% 粉粒 9% 黏粒 19%

表5.4.4 中段河道長治鄉復興四層土壤粒徑分析百分比表

物理性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1-1)	長治鄉復興路 (代碼 2-1-2)	長治鄉復興路 (代碼 2-1-3)	長治鄉復興路 (代碼 2-1-4)
土壤 粒徑分布	砂粒 45% 粉粒 15% 黏粒 40%	砂粒 65% 粉粒 23% 黏粒 17%	砂粒 90% 粉粒 3% 黏粒 7%	砂粒 92% 粉粒 3% 黏粒 5%

分析：

- (1) 由表5.4.3得知長治鄉復興路砂粒比其他3處少，黏粒卻是比其他三處多。
- (2) 由分析表5.4.4數據，長治鄉復興路砂粒越往底層越多；黏粒越往底層越少。

推測：長治鄉復興路有可能是河道界線，理由是土壤堆積時間長，土壤化育生成越久，土壤顆粒大小由上往下越大，即最上層土壤黏粒會變多，因不在河道上，才停留該地點持續化育。

(二) 化學性質分析

1. 含石灰物質檢測

表5.4.5 中段河道土壤含石灰物質檢測結果表

化學性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1)	長治鄉新興路 (代碼 2-2)	長治鄉信義路 (代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道 (代碼 2-6)
含石灰物質 檢測	無	無	無	無

分析：

- (1) 隘寮溪上游經霧台鄉，山上有黏板岩，黏板岩含有石灰物質，隨河流作用，沖積到隘寮溪古河道，但石灰物質容易隨著水流作用。比較這四處皆無含石灰物質檢出。
- (2) 從表5.3.1發現只有一處（麟洛鄉民族路）的表層土壤含石灰物質，此處取樣時為農地（稻田），因此可能是農夫施肥造成的，施了含有石灰物質的肥料。

推測：中段河道無法用土壤含有石灰物質來尋找河道的界線。

2. 土壤酸鹼值

表5.4.6 中段河道土壤酸鹼值一覽表

化學性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1)	長治鄉新興路 (代碼 2-2)	長治鄉信義路 (代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道 (代碼 2-6)
土壤 酸鹼值	第一層土壤 6.47 第二層土壤 6.62 第三層土壤 6.55 第四層土壤 6.45	第一層土壤 6.11	第一層土壤 6.02	第一層土壤 4.41 第二層土壤 4.60

分析：由表5.4.5得知內埔鄉87鄉道土壤酸鹼值比其它3處個土層低，再比對整個採樣區域土壤酸鹼值（圖5.3.2），其二層土壤酸鹼值為最低二點。

推測：內埔鄉87鄉道有可能是河道的界線限或界線外，理由是土壤酸鹼度低於其他研究區域。

3. 土壤電導度

表5.4.7 中段河道土壤電導度一覽表

化學性質	長治鄉復興路 (代碼 2-1)	長治鄉新興路 (代碼 2-2)	長治鄉信義路 (代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道 (代碼 2-6)
土壤電導度	第一層土壤 323.0 第二層土壤 419.0 第三層土壤 389.0 第四層土壤 430.3	第一層土壤 155.5	第一層土壤 127.6	第一層土壤 324.0 第二層土壤 131.4

分析：

- (1) 由表5.4.7發現這四處的第一層土壤，以最西側的長治鄉復興路和最東側內埔鄉87鄉道的電導度相近，但高於二處之間的二個採樣點。
- (2) 將這四處比較整個研究區域的土壤電導度（如圖5.3.3），無法得到明顯的差異處。

推測：本研究區域無法用土壤電導度來尋找河道的界線。

綜合以土壤性質差異的分析，我們初步認為採樣地點長治鄉復興路極可能為古河道中段左岸界線或界線外，而內埔鄉87鄉道極可能為古河道中段右岸界線或界線外。

陸、討 論

為了瞭解隘寮溪古河道土壤性質及找出河道的界線，我們實際依河道流域，進行鑽取土壤樣本，做一連串的實驗。研究團隊們和老師及外聘土壤專家老師一起討論，來強化我們的研究論述，以下是共同討論問題與結果：

一、為什麼古河道挖取土壤時會有褐色斑點

1. 地表水流經含鐵質的岩層，增強氧化作用的進行，在頁岩層中常氧化作用而有褐鐵礦（黃褐色）結核或鐵盤的生成，其反應簡式過程如下（林長興，民80）：



2. 土壤的氧化鐵類礦物：氧化鐵（ Fe_2O_3 ）亦即赤鐵礦，為不結晶之塊狀物，此類礦物含多種顏色，於水化後含結晶水而增大體積，變為褐鐵礦（ $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ），褐鐵礦依水化後含水化的程度分為下列數種（郭周武，民92）：

赤鐵礦	Fe_2O_3	紅色
紅褐鐵礦	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	紅至紅棕色
針鐵礦	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	黃色、棕色、棕黑色

褐鐵礦	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	黃色、棕色
黃褐鐵礦	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	金黃棕色

褐鐵礦所呈各種顏色構成土壤色素之主要來源。

3. 鋼棉生鏽：自然與生活科技課堂上過鋼棉生鏽的實驗，其鐵生鏽的顏色是黃褐色。

由上述資料可以說明在鑽取土壤時，土壤有如鐵生鏽般的褐色斑點，應為褐鐵礦。



6.1.1 土壤中的褐鐵礦

二、土壤滲水快慢與質地的關係

- (一) 從表 5.2.1 隘寮溪古河道採樣土壤滲水實驗紀錄表中，完全滲不出水來的土壤，比對它們的粒徑分布百分比（圖 5.2.3 和圖 5.2.4），可以發現它們的黏粒含量高於砂粒和粉粒很多。
- (二) 圖 5.2.3 採樣土壤「表土層」粒徑分析百分比圖，在隘寮溪古河道中、上段皆在 1 分 15 秒內滲出水來，其砂粒皆在 67% 以上，屬高含砂的土壤
- (三) 有三處土壤深度達第四層(90-120 cm)，其第三、四層含砂量皆佔 85% 以上，都在 35 秒內滲水出來。

由上述資料可以說明在土壤滲水和質地有關，土壤含砂量越高，水越容易往地底下滲透；土壤含黏粒越高，水較不容易往地底下滲透。

三、如何改良土壤電導度過高或偏低

我們找尋相關資料可以改善方式如下：

1. 高電導度的土壤改善：土壤鹽分累積與農民施肥有顯著的相關。若施肥不當則在栽培一年以上時，其土壤電導度值就達 970 us/cm，直接影響不耐鹽作物發芽及生長。解決設施內土壤鹽分累積的對策中，採用去除鹽分累積土層或浸水 20 天時，分別可以降低土壤電導度 82.2 及 64.9~78.6%，維持作物正常生長（陳鴻堂，民 89）。
2. 低電導度的土壤改善：增加有機肥料及做好排水管理。



岩石經過長時間得風化，逐漸形成黏土、砂石、礫石，從上到下分布。
C 為土壤母質

6.4.1 成熟土壤剖面圖
(修改自宋勝榮，民 91)

四、古隘寮溪土壤屬哪種土壤分類

(一) 土壤生成

土壤的生成相當複雜，生成因子有時間、母質、氣候、植生與地形（如圖 6.4.1、6.4.2），在台灣地區土壤之生成化育作用中，影響最大的是母質、氣候與地形。

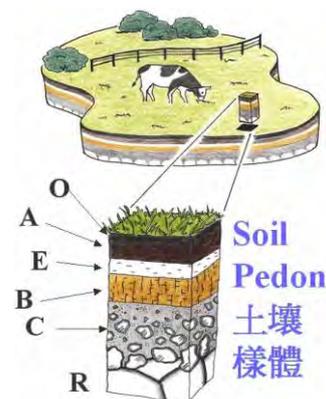


圖 6.4.2 土壤剖面圖
(陳尊賢、許正一，民 91)

(二) 古隘寮溪古河道土壤可能的土類

經查對「台灣南部土壤調查圖(如圖 6.4.3)」和我們採樣地點可能的土類如下。

1. 新成土(Entisols)：由母質化育生成之最年輕土壤，大都分佈於高山陡峭地、河流沖積三角洲河口、新沖積平原等地，通常土層很淺或整層無變化。
2. 弱育土(Inceptisols)：此種土壤為由母質弱度化育生成之土壤，有明顯之土壤構造與顏色轉變，因此稱為"構造B層"，為臺灣西部主要農耕沖積平原之土壤，或台灣丘陵地上之主要土壤。
3. 極育土(Ultisols)：在高溫多雨情況下生成的土壤，在 B 層中有一粘粒洗入聚積的層次(黏聚層)，因此特別粘，由於強烈淋洗，故肥力低。臺灣地區之丘陵臺地上之紅色土壤大都屬此種土綱。

(資料來源：國立臺灣大學農業化學系土壤調查與整治研究室網址：
http://lab.ac.ntu.edu.tw/soilsc/sc/sc_box_taiwan.html)

(三) 經比對土壤調查圖(圖 6.4.3)及經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統(如圖 6.4.4)及，將採樣點之土類認定如下：

弱育土：長治鄉復興路(代碼2-1-1和2-1-4)、萬丹鄉廣興路(代碼3-2-1和3-2-4)及萬丹鄉泉生路(代碼3-3-1和3-3-4)。

極育土：內埔鄉87鄉道(古河道中段右側)(代碼2-6-1和2-6-2)，從圖 6.4.3 可查得屬黃橙色區域(極育土、弱育土、或淋溶土)，從圖 5.3.2 的土壤酸鹼值為 2-6-1 為 pH=4.41，2-6-2 為 pH=4.60 屬極強酸性土壤。

新成土：12 個採樣點扣除 1 個極育土和 3 個弱育土，剩下 8 處都是新成土。

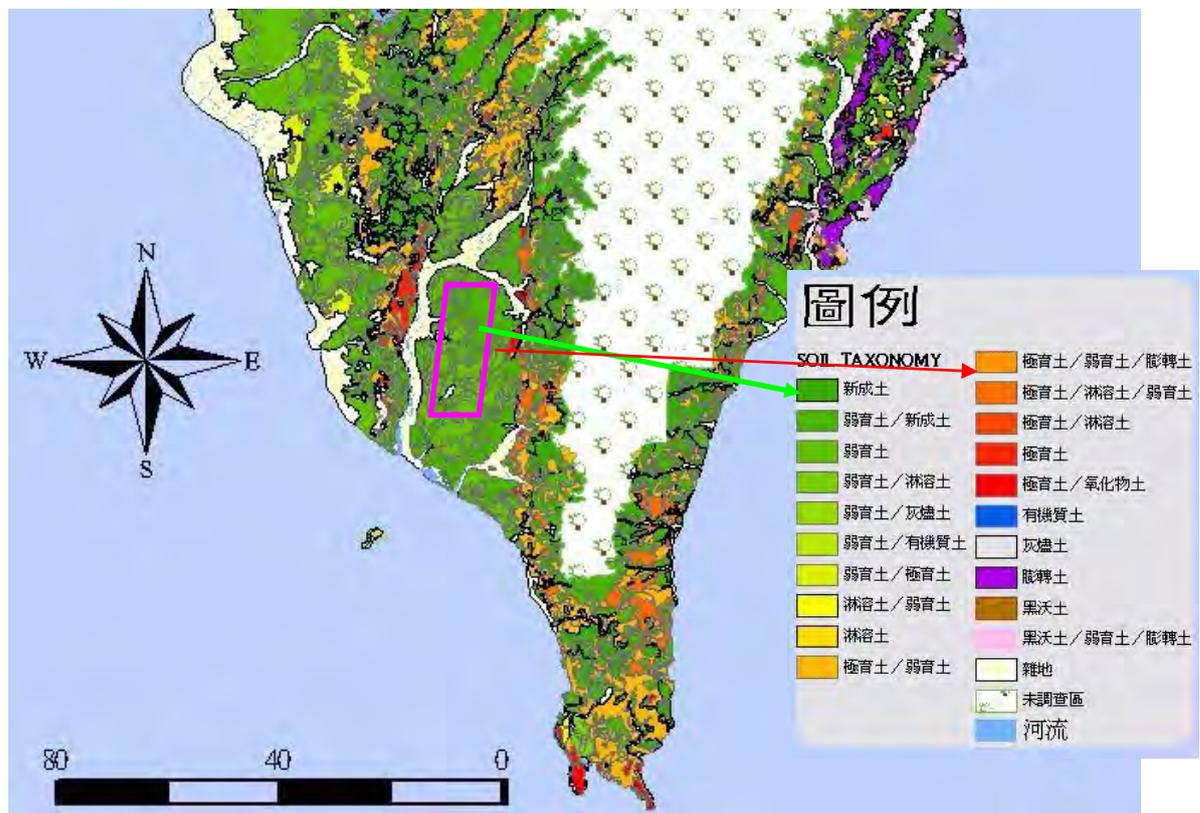


圖 6.4.3 台灣南部土壤調查圖 (陳尊賢, 民 93)

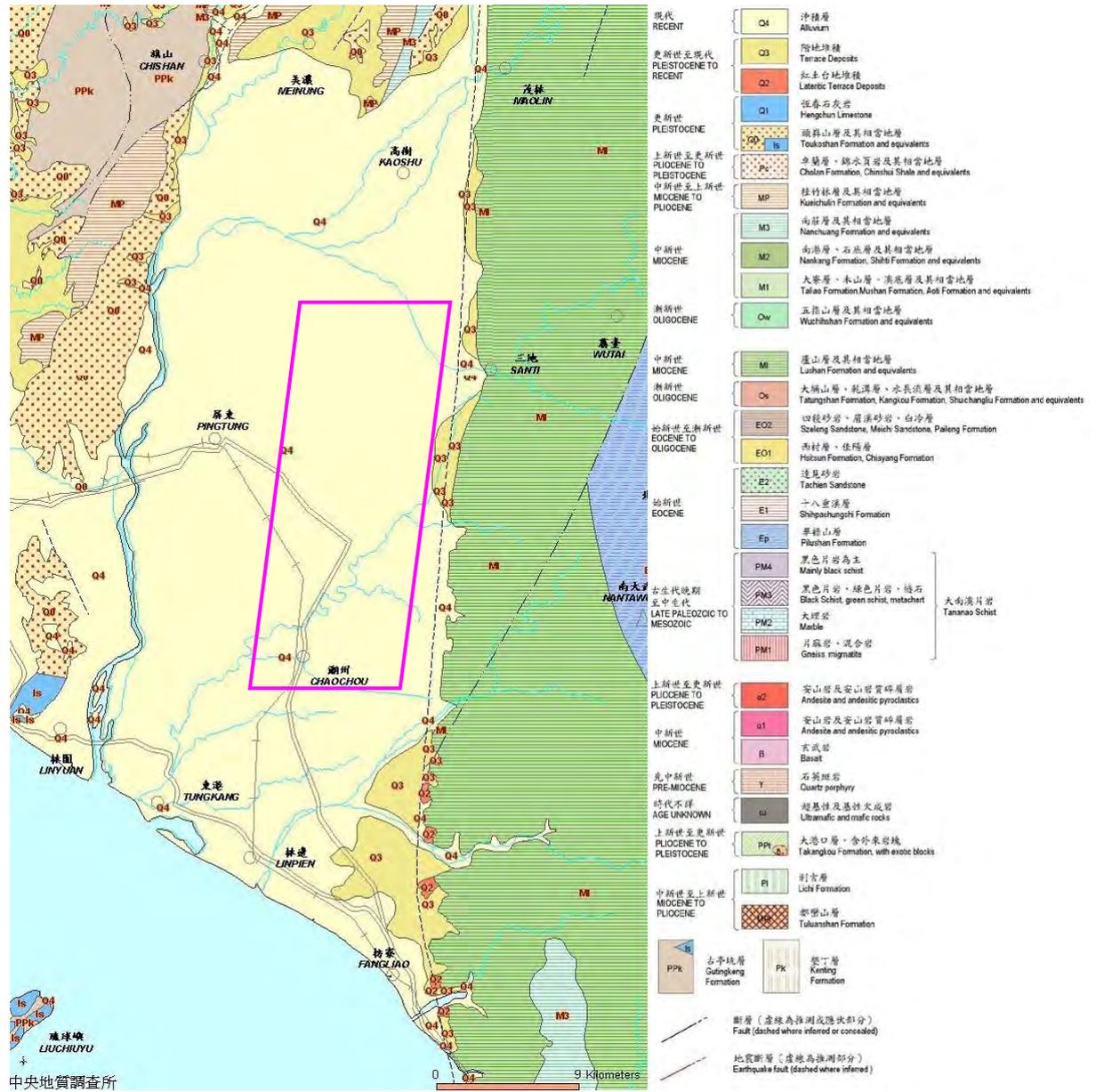


圖 6.4.4 經濟部中央地質調查所 地質資料整合查詢系統
(網址：<http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm>)

五、隘寮溪古河道中段界線再確認

(一) 內埔鄉87鄉道(古河道中段東側)(代碼2-6-1和2-6-2)於討論四確認土類為極育土，其土壤來自於內埔鄉坪頂臺地崩落的土壤。在古河道所採樣土壤，土壤顏色只有該處為黃棕色，其餘為灰黑或灰棕色；該處土壤酸鹼值4.4—4.6屬酸性土壤，明顯低於其它採樣點很多。

(二) 長治鄉復興路(古河道中段西側)(代碼2-1-1至2-1-4)，比對其他6處中段土壤，只有它的土層深達120cm，表土層黏粒所佔之百分比，明顯高於其它6處中段土壤表土層，而最底層幾乎是砂粒，因此推測是比古河道改道後，再沒有河道之流水侵蝕搬運，因此一直風化形成土壤有120cm深。

綜上分析及研究四之推論，內埔鄉87鄉道不屬於隘寮溪古河道土壤，極可能為古河道中段之右岸界線；長治鄉復興路不屬於隘寮溪古河道，極可能為古河道中段之左岸界線。因此修正原先預估古河道流域如圖6.5.1。

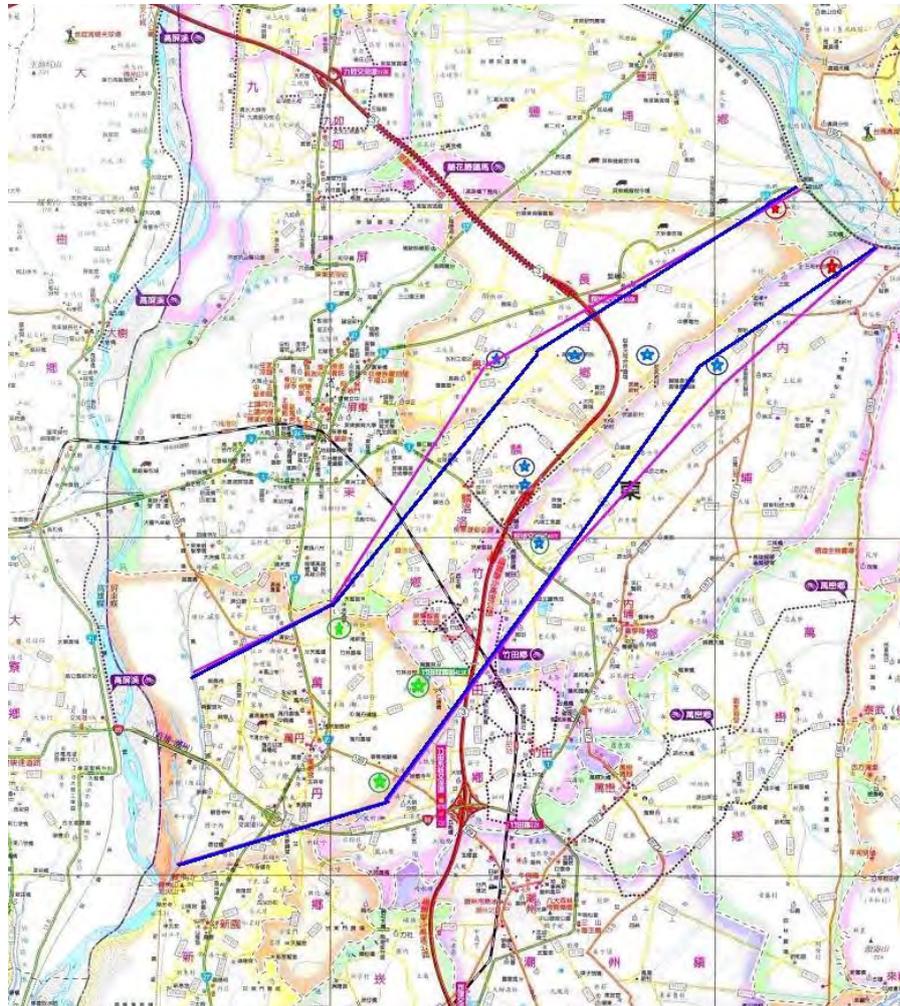


圖6.5.1 隘寮溪古河道流域圖(兩條//之間)

經過這次的研究討討後，使我們更近一步知道要如何尋找隘寮溪古河之界線，於是我們把這一次的研究結果下結論。

柒、結 論

- 一、古河道土壤表土層粒徑分布，砂粒最多在中段，其次上段，皆超過 67% 以上，而下段最少，低於 30%。黏粒以下段最多，超過 50%，中段最少，低於 20%。
- 二、土壤滲水和質地有關，土壤含砂量越高，水越容易往地底下滲透；土壤含黏粒越高，水較不容易往地底下滲透
- 三、土壤含有石灰物質只有麟洛鄉民族路表土層，其土壤 pH 值最高。
- 四、土壤酸鹼值大部分介於 5.2-6.9，屬微弱酸性土壤。
- 五、電導度只有竹田鄉文筆路超過 600 us/cm。表土層適合一般農作物的 EC 值 (600~350 us/cm)，只有內埔鄉永田路。
- 六、內埔鄉87鄉道極可能為古河道中段之右岸界線；長治鄉復興路極可能為古河道中段之左岸界線。

捌、未來研究

- 一、研究現今隘寮溪古河道土壤與農作物生長之關係
- 二、如何改良隘寮溪古河道土壤肥力之研究

玖、參考資料

- 丁澈士等8人(民103)。屏東縣志—生態與環境變遷。屏東縣：屏東縣政府。55、56頁。
- 郭周武(民92)。土壤肥料。高雄市：復文書局。57、61頁。
- 陳尊賢(民93)。台灣土壤之分類及代表性土壤之教育推廣。土壤知識教育及推廣研討會論文集，1-35。台中縣：行政院農業委員會農業試驗所。
- 陳尊賢、許正一(民91)。台灣的土壤。台北縣：遠足文化。21、54-55頁
- 蔡崇堯(民95)，隘寮溪古河道影響屏東沖積平原地下水流場之研究，國立成功大學地球科學研究所，碩士論文。

【評語】 080501

1. 由上、中、下段土壤粒徑研究土壤的特質尋找古河道，主題明確，鄉土性佳。
2. 研究野外採樣，將樣本取回後再實驗是以察言觀色看土壤，搓揉壓以觀質地(黏性)，以濾紙了解土壤透水情況，以稀鹽酸檢測石灰質，並檢測酸鹼度、導電度與粒徑。
3. 結果顯示砂粒以中段最多，其次為上段，黏粒下段最多。黏粒越高水越不容易滲透，實驗與解釋合理。
4. 從訪問當地居民瞭解當地的地理環境與土地利用的歷史，可作為現地調查的參考。
5. 方法上可考慮如何確保其他溪流不影響此研究區域；
6. 可考慮是否用不同肥料會影響分析結果，如土壤酸鹼度檢測。

壹、研究動機

隘寮溪古河道全長約24.5公里，為東北往西南流向之河道，是一條極不穩定河流，有時匯入古東港溪，有時匯入古高屏溪，經常氾濫成災（蔡崇堯，民95）。日本政府於1922年擬定淡水溪支流隘寮溪整治，共修築了80公里長的堤防，將溪水集中往西北流，繞著鹽埔鄉、里港鄉匯入高屏溪，費時16年完工，從此再也沒有水氾，因此產生土地適合開墾的約6,000甲（丁澈士等8人，民103）。學校位在古隘寮溪河道上，我們想瞭解古河道的土壤性質，並藉此試著找尋古河道界線。

貳、研究目的

- 一、瞭解隘寮溪古河道現今土壤現況
- 二、比較隘寮溪古河道採樣土壤的滲水情形與粒徑分布
- 三、瞭解隘寮溪古河道採樣土壤的石灰物質反應性、酸鹼值與電導度
- 四、以土壤性質差異尋找隘寮溪古河道的界線

參、研究設備及器材

- 一、隘寮溪古河道土壤採集用具：土壤蒐集塑膠罐、土鑽、鏟子、地圖、地圖坐標APP、筆記本、皮尺、數位相機。
- 二、滲水實驗用具：土壤、電子秤、量杯、量筒、燒杯、玻璃棒、漏斗、支架、計時器、計算機、濾紙。
- 三、土壤石灰質檢測：土壤、稀鹽酸溶液（濃度10%）
- 四、土壤酸鹼值、電導度檢測、採樣土壤粒徑分析：（於國立屏東科技大學水土保持系實驗室檢測）土壤、電子秤、量杯、量筒、燒杯、玻璃棒、漏斗、支架、計時器、濾紙、抽風馬達、電導度計及pH計。

肆、研究過程及方法

研究一：隘寮溪古河道現今土壤概述

（一）土壤取樣

- 沿著從屏東縣三地門鄉與鹽埔鄉之間的堤防起，到萬丹鄉止，將古河道流經流鹽埔、內埔、竹田、麟洛、萬丹等鄉，我們將整個流域分成三段，上段選二點，中段選七點（其中四點依地圖東西方向取樣），下段選二點，參考地圖及實際現況，取點（如圖4.1.2）可做為代表的地點，開挖研究其土壤。取樣點第一層為表土（10-30cm），挖掘土壤並取樣裝罐，每30cm為一土層，直到到砂石或礫石層即無法用土鑽鑽取才停止，因土鑽只有120cm，因此最深取到90-120cm。
- 並將所有的採樣點用手機APP軟體進衛星定位將位置固定。
- 將土壤以塑膠盤裝好陰乾（約一星期）
- 將土壤逐一碾碎，用篩網（3mm）過濾（如圖4.1.1），去除石子和雜草、根。

（二）土壤顏色及簡易質地

- 顏色：以眼睛觀察土壤的色彩，比對色。
- 簡易質地檢測：
 - 將一茶匙的土壤置於手掌心，用洗滌瓶慢慢加水使土壤達最大的塑性，需揉揉土壤使其均勻濕潤並柔軟。土壤不能有多餘表面水。
 - 用食指和拇指擠壓使形成絲帶，拇指磨過後，土壤表面的亮度及絲帶形成的長度和展延性。粘土可形成亮的長絲帶，粘壤土的絲帶短，而壤土無法形成絲帶狀。
 - 反覆揉揉土壤數次以感覺其砂性、滑性、粘性和塑性。
 - 揉成球團，砂土和壤質砂土無法揉成球團。砂質壤土雖可成團但易崩散。

（三）訪問土地主人：描述這塊地，並詢問有沒有日據時代相關他耕種的地訊息。

（四）觀察並記錄發現的現象。

研究二：比較隘寮溪古河道採樣土壤的滲水情形與粒徑分布

（一）土壤的滲水實驗

- 用直徑3cm高30cm玻璃圓柱筒3支，底部已打好孔隙，並放入濾紙。並以200ml燒杯收集滲出水。
- 採樣點風乾之土壤50公克裝填入玻璃圓柱筒，每次3個樣本，放到固定支架。
- 每次以50ml水緩緩倒入玻璃圓柱筒中。
- 紀錄第一滴水滲出時間和30分鐘後滲出的水量。

（二）隘寮溪古河道採樣土壤粒徑分析(委請國立屏東科技大學水土保持系實驗室研究助理張小姐協助。)

研究三：瞭解隘寮溪古河道採樣土壤的石灰物質反應性、酸鹼值與電導度

（一）石灰物質反應性

- 採樣土壤各取5公克，分別放置於培養皿上。
- 滴入適量濃度10%的稀鹽酸溶液。
- 觀察紀錄土壤加入稀鹽酸溶液後是否有起泡的反應。

（二）土壤酸鹼值檢測（在國立屏東科技大學水土保持系實驗室進行實驗）

- 取10g的土放入50ml的燒杯內，加入10ml的去離子水。
- 放置1小時，放置期間用玻璃棒攪拌3-4次。
- pH計測出酸鹼值。

（三）土壤電導度檢測（在國立屏東科技大學水土保持系實驗室進行實驗）

- 取適量土壤，加入去離子水到飽和狀態。
- 以玻璃棒攪拌，靜置1小時後。
- 抽出土壤液體，再用電導計（SUMTEX conductivity meter SC-170）抽出液的電導度。

研究四：以土壤性質差異尋找隘寮溪古河道的界線

以古河道中段的東西方向取樣的四點，將研究二、三的土壤性質之數據與結果，整理成表格化，並運用比較分析法，推測是否為古河道中段的界線可能性。

伍、研究結果

研究一：隘寮溪古河道現今土壤概述

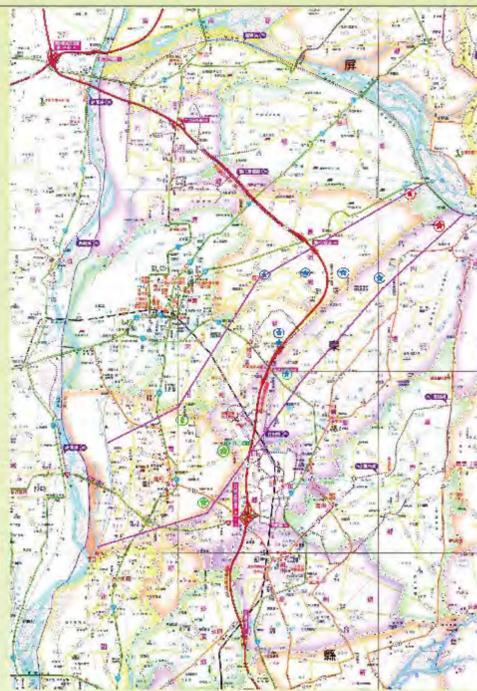
表5.1.1 隘寮溪古河道土壤採樣位置及現況初步描述綜合表

採樣編號	土壤採樣位置及現況初步描述	採樣現場照片	採樣編號	土壤採樣位置及現況初步描述	採樣現場照片	採樣編號	土壤採樣位置及現況初步描述	採樣現場照片
一、代碼 1-1-1	1.位置：鹽埔鄉振興村(古河道上段) 2.座標：N22°42'46" E120°36'52" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡灰棕色，一點點黏性 4.作物：芒果園 5.土地主人訪談：他已耕種芒果30年，此地石頭多土壤很少。 觀察發現： 1.土壤深19cm以下一點褐色斑點 2.土壤不成塊，扇形碎石很多 3.附近地有耕種者在翻土，我們看到它翻出來的有好多很大的石頭		五、代碼 2-3-1	1.位置：長治鄉(古河道中段) 2.座標：N20°40'35" E120°33'56" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡黃棕色，一點點黏性 4.作物：鳳梨田 5.土地主人訪談：向台糖承租土地，中大石頭和沙子很多，土壤很少，那種鳳梨。 觀察發現： 1.土壤深25cm以下有褐色斑點 2.土壤不成塊，扇形碎石很多		九、代碼 2-7-1	1.位置：麟洛鄉(古河道中段) 2.座標：N22°39'44" E120°33'05" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：灰無色，一點點黏性 4.作物：香蕉園 5.土地主人訪談：她說灌溉水後，很快乾了，希望知道為什麼？我們挖下深20公分時，碰到石頭很大挖不下去，老師問她這些土是不是從外地運來填的，她人回答：是，老師說：「這種是以河灘，砂石多，灌溉水會很快地入地下去。」 觀察發現：填土是黑色粉砂，因為填土，感覺有很多小砂粒般。	
二、代碼 1-2-1	1.位置：內埔鄉(古河道上段) 2.座標：N22°42'12" E120°37'02" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡灰棕色，一點點黏性 4.作物：空地旁邊種紅薯 5.土地主人訪談：無 觀察發現： 1.土壤不成塊，扇形碎石很多 2.土壤加水有一點黏性		六、代碼 2-4-1	1.位置：內埔鄉永田路(古河道中段) 2.座標：N22°38'98" E120°32'23" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡黃棕色，一點點黏性 4.作物：玉米田 5.土地主人訪談：主人說他種雜糧植物成長不好，隔壁田地先生堅持種芋頭，芋頭田比芋頭高，一直灌水，水很快沒了，芋頭長小小的，不會肥大。老師回答：這是古河道，都是石頭，芋頭當然沒地方長大啊！ 觀察發現： 1.土壤很鬆進道土，都是石頭。 2.土壤不成塊。		十、代碼 3-1-1 3-1-2	1.位置：竹田鄉文華路(古河道下段) 2.座標：N20°36'52" E120°30'54" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡黃棕色，有點黏性 (2)30-60：淡黃棕色，有點黏性 4.作物：收割完紅豆田 5.土地主人訪談：主人是80多歲公公，告訴我們它的田是河川地，從他10歲種田起，每逢大雨必灌水，自從日本人做堤防後，再也沒灌水了。 觀察發現： 1.表土鬆軟，加水有一點黏性。 2.土壤深30-60cm扇形石子，很難挖下去，有褐色斑點	
三、代碼 2-1-1 2-1-2 2-1-3 2-1-4	1.位置：長治鄉(古河道中段西邊) 2.座標：N20°40'44" E120°32'09" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：暗灰色，有黏性 (2)30-60：灰棕色，有黏性 (3)60-90：灰棕色，無黏性，沙沙 (4)90-110：灰棕色，無黏性，很砂 4.作物：椰子園 5.土地主人訪談：無 觀察發現： 1.挖10-30cm表土，切面有明顯光滑面； 60-90cm用手摸沙沙的，有褐色斑點。 2.土壤深90-110cm明顯土壤不成塊，都是砂子。		七、代碼 2-5-1 2-5-2	1.位置：麟洛鄉民族路(古河道中段) 2.座標：N22°39'51" E120°33'04" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡棕色，有黏性 (2)30-60：淡黃棕色，有黏性 4.作物：收割完稻田 5.土地主人訪談：無 觀察發現： 1.表土是乾的，而且很硬。 2.土壤深30-60cm扇形石子，有褐色斑點		十一、代碼 3-2-1 3-2-2 3-2-3 3-2-4	1.位置：萬丹鄉復興路(古河道下段) 2.座標：N22°37'06" E120°29'35" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡黃棕色，有黏性 (2)30-60：淡黃棕色，有黏性 (3)60-90：淡黃棕色，一點點黏性 (4)90-110：黃棕色，一點點黏性 4.作物：蓮霧園空曠處 5.土地主人訪談：無 觀察發現： 1.土壤深60-120cm扇形石子很多 2.土壤深處(90-120cm)有相當多的褐色斑點。	
四、代碼 2-2-1	1.位置：長治鄉(古河道中段) 2.座標：N20°40'47" E120°32'51" 3.土壤深度 (cm) 及顏色： (1)10-30：灰棕色，一點點黏性 4.作物：校園雜草 5.訪談鹽埔伯伯：向台糖承租土地，此處以前荒地，現在種樹，數的旁邊都是雜草，地表面都是碎石很多。 觀察發現： 1.用土鑽鑽不進土裡 2.土壤不成塊，扇形碎石很多		八、代碼 2-6-1 2-6-2	1.位置：內埔鄉87鄉道(古河道中段東邊) 2.座標：N22°40'42" E120°35'24" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：淡黃棕色，有黏性 (2)30-60：淡黃棕色，有黏性 4.作物：鳳梨田 5.土地主人訪談：無 觀察發現： 1.用圓鋸切土壤，有光滑表面。 2.在水裡攪拌滑滑黏黏的，很少砂粒		十二、代碼 3-3-1 3-3-2 3-3-3 3-3-4	1.位置：萬丹鄉復興路(古河道下段) 2.座標：N22°34'43" E120°30'06" 3.土壤深度 (cm)、顏色、加水攪拌 (1)10-30：灰棕色，有黏性 (2)30-60：灰棕色，無黏性，沙沙的 (4)90-110：灰棕色，無黏性，沙沙的。 4.作物：收割完稻田 5.土地主人訪談：無 觀察發現： 1.土壤深60-120cm細砂很多 2.土壤深處(90-120cm)幾乎是砂，土壤不能結塊。	

我們的疑問：在鹽埔鄉振興村(古河道上段)表土層有褐色斑點，長治鄉復興路(古河道中段西邊)第三層土壤有褐色斑點，竹田鄉(古河道下段)第二層有褐色斑點，萬丹鄉復興路(古河道下段)最底層土壤有相當多的褐色斑點（如圖5.1.1），這些斑點是什麼？



圖5-1-1 萬丹鄉(代碼3-2-4)最底層土壤有相當多的褐色斑點



說明：
1. 採樣點用☆標記，
☆表示上段、☆表示中段、☆表示下段
2. 兩條//之間粗估為隘寮溪古河道之流域。

圖4.1.2 隘寮溪古河道採樣位置標示圖



4.1.1 土壤用篩網(3mm)過濾



研究二、比較隘寮溪古河道採樣土壤的滲水情形

(一) 土壤的滲水情形

表5.2.1 隘寮溪古河道採樣土壤滲水實驗紀錄表

土壤代碼	1-1-1	1-2-1	2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-2-1	2-3-1
第一滴水時間	1分10秒	1分2秒	*	1分20秒	22秒	18秒	58秒	42秒
30分後滲水量(cc)	22	23	0	21	31	32	22	34
土壤代碼	2-4-1	2-5-1	2-5-2	2-6-1	2-6-2	2-7-1	3-1-1	3-1-2
第一滴水時間	38秒	16分15秒	4分36秒	1分15秒	4分28秒	3分38秒	30秒	28秒
30分後滲水量(cc)	30	8	18	20	2	2	29	29
土壤代碼	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
第一滴水時間	24分11秒	*	18分16秒	15分12秒	*	*	35秒	16秒
30分後滲水量(cc)	2	0	6	5	0	0	26	32

說明：「*」代表完全沒滲出水，第一滴水時間以此標記。



圖5.2.1 滲水實驗計時



圖5.2.2 滲水實驗倒入50cc水進入試管中

我們的發現：

- 採樣土壤滲水最快前三名，為萬丹鄉泉生路第四層(代碼3-3-4)、長治鄉復興路第四層(代碼2-1-4)及第三層(代碼2-1-3)。
- 採樣土壤完全滲不出水，有長治鄉復興路第一層(代碼2-1-1)、萬丹鄉廣興路第二層(代碼3-2-2)、萬丹鄉泉生路第一層(代碼3-3-1)及第二層(代碼3-3-2)。

(二) 隘寮溪古河道採樣土壤粒徑分析

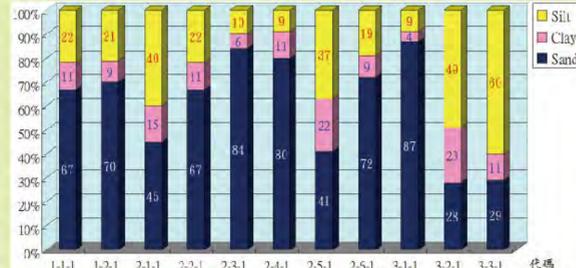


圖5.2.3 採樣土壤「表土層」粒徑分析百分比圖

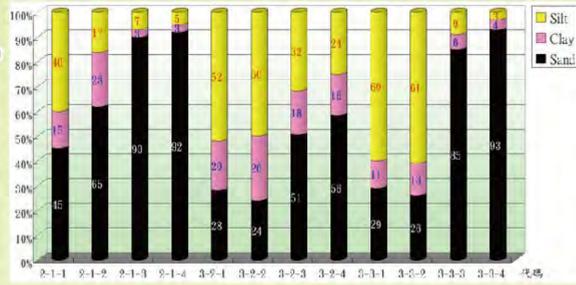


圖5.2.4 採樣黏土層最深(共4層)粒徑分析百分比圖

我們的發現：

- 樣土壤表土層12處，有8處砂粒超過50%，有4處粘粒超過37%。
- 土層最深(有4層)，其中的長治鄉復興路砂粒和黏粒往下遞增；萬丹鄉廣興路和泉生路砂粒上二層比下二層低，黏粒上二層比下二層高。

我們的疑問：土壤滲水快慢與土壤的質地有關係嗎？

研究三、瞭解隘寮溪古河道採樣土壤的石灰物質反應性、酸鹼值與電導度

(一) 土壤含石灰物質的檢測

表5.3.1 採樣土壤檢驗石灰物質結果表

土壤代碼	1-1-1	1-2-1	2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-2-1	2-3-1
加稀鹽酸的反應	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡
含石灰物質	無	無	無	無	無	無	無	無
土壤代碼	2-4-1	2-5-1	2-5-2	2-6-1	2-6-2	2-7-1	3-1-1	3-1-2
加稀鹽酸的反應	沒起泡	一點點起泡泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡
含石灰物質	無	有	無	無	無	無	無	無
土壤代碼	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
加稀鹽酸的反應	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡	沒起泡
含石灰物質	無	無	無	無	無	無	無	無



圖5.3.1 採樣土壤稀鹽酸的反應

我們的發現：只有麟洛鄉民族路土壤表層(代碼2-5-1)有石灰物質，其餘的採樣土壤皆無含石灰物質。

(二) 土壤酸鹼值檢測

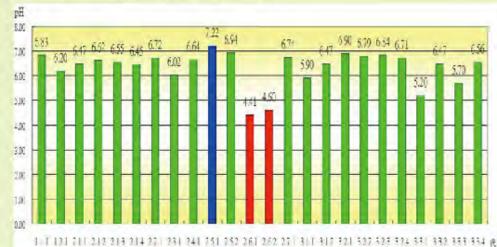


圖5.3.2 採樣土壤酸鹼度長條圖

我們的發現：

- 土壤酸鹼值，最高是麟洛鄉民族路表土層屬微鹼性土壤，最低是內埔鄉87鄉道附近表土層及第二層酸性土壤。
- 土壤酸鹼值扣除最高和最低外，其餘的介於5.2~6.9，屬微酸性土壤。

我們的疑問：為什麼內埔鄉87鄉道二層土壤酸鹼值皆低於其他處？

(三) 土壤電導度檢測

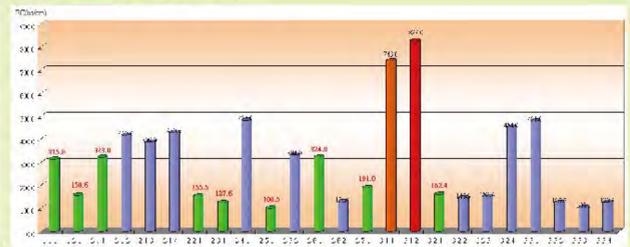


圖5.3.3 採樣土壤電導度長條圖

說明：電導度代表了土壤中水溶性鹽類的濃度。電導度越高代表土壤中的養分越多，但如果電導度太高，反而造成「鹽害」，對植物的生長不利，一般作物適合的EC值為600~350 us/cm。(資料來源：食在很網站 <http://www.kskk.org.tw/food/node/56>)

我們的發現：

- 採樣土壤電導度，超過600us/cm只有一處，竹田鄉文筆路旁表土層和第二層。
- 採樣土壤電導度，低於350us/cm有16個土層。
- 用表土層適合一般農作物的EC值(600~350 us/cm)來看，在12處有9個不合格(上段二處皆不合格，中段採樣7處有6處不合格，後段3處有2處)。

我們的疑問：如何改良土壤電導度過高或偏低，讓土壤適合一般農作物生長？

研究四、以土壤性質差異探討隘寮溪古河道的界線

(一) 物理性質分析

1. 土壤顏色

表5.4.1 中段河道土壤顏色表

物理性質	長治鄉復興路(代碼 2-1)	長治鄉新興路(代碼 2-2)	長治鄉信義路(代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道(代碼 2-6)
土壤顏色	表土層暗灰色 第2-4層灰棕色	灰棕色	灰棕色	黃棕色

分析：(1) 內埔鄉87鄉道土壤顏色為黃棕色，明顯不同於其它三處。

(2) 長治鄉復興路表土層不同於地下土層及其它三處。

推測：長治鄉復興路及內埔鄉87鄉道有可能是河道界線。

2. 土壤深度

表5.4.2 中段河道土壤深度表

物理性質	長治鄉復興路(代碼 2-1)	長治鄉新興路(代碼 2-2)	長治鄉信義路(代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道(代碼 2-6)
土壤深度	4層	1層	1層	2層

備註：30公分為1層

分析：

- 因流水作用的搬運，在石頭分布，由上游到下游呈現大到小。
- 流水的搬運與堆積，土壤含量越下游越多，但中段的長治鄉復興路卻有4層土深(120cm)。
- 因流水的侵襲與堆積作用，河道邊界土壤量(深度)會比主流區多。

推測：長治鄉復興路及內埔鄉87鄉道有可能是河道界線。

(二) 化學性質分析

1. 含石灰物質檢測

表5.4.5 中段河道土壤含石灰物質檢測結果表

化學性質	長治鄉復興路(代碼 2-1)	長治鄉新興路(代碼 2-2)	長治鄉信義路(代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道(代碼 2-6)
含石灰物質檢測	無	無	無	無

分析：

- 隘寮溪上游經霧台鄉，山上有黏板岩，黏板岩含有石灰物質，隨河流沖積到隘寮溪古河道，但石灰物質容易隨著水流流走。這四處皆無含石灰物質檢出。
- 從表5.3.1發現只有一處(麟洛鄉民族路)的表層土壤含石灰物質，此處取樣時為農地(稻田)，石灰物質極可能是農夫施肥造成的。

推測：中段河道無法用土壤含有石灰物質來尋找河道的界線。

2. 土壤酸鹼值

表5.4.6 中段河道土壤酸鹼值一覽表

化學性質	長治鄉復興路(代碼 2-1)	長治鄉新興路(代碼 2-2)	長治鄉信義路(代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道(代碼 2-6)
土壤酸鹼值	第一層土壤 6.47 第二層土壤 6.62 第三層土壤 6.55 第四層土壤 6.45	第一層土壤 6.11	第一層土壤 6.02	第一層土壤 4.41 第二層土壤 4.60

分析：由表5.4.6得知內埔鄉87鄉道土壤酸鹼值比其它3處個土層低，再比對整個採樣區域土壤酸鹼值(圖5.3.2)，其二層土壤酸鹼值為最低二點。

推測：內埔鄉87鄉道有可能是河道的界線限或界線外，理由是土壤酸鹼度低於其他研究區域。

3. 土壤粒徑分析

表5.4.3 中段河道表土層之土壤粒徑分析百分比表

物理性質	長治鄉復興路(代碼 2-1)	長治鄉新興路(代碼 2-2)	長治鄉信義路(代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道(代碼 2-6)
土壤粒徑分布	砂粒 45% 粉粒 15% 黏粒 40%	砂粒 67% 粉粒 11% 黏粒 22%	砂粒 84% 粉粒 6% 黏粒 10%	砂粒 72% 粉粒 9% 黏粒 19%

表5.4.4 中段河道長治鄉復興四層土壤粒徑分析百分比表

物理性質	長治鄉復興路(代碼 2-1-1)	長治鄉復興路(代碼 2-1-2)	長治鄉復興路(代碼 2-1-3)	長治鄉復興路(代碼 2-1-4)
土壤粒徑分布	砂粒 45% 粉粒 15% 黏粒 40%	砂粒 65% 粉粒 23% 黏粒 17%	砂粒 90% 粉粒 3% 黏粒 7%	砂粒 92% 粉粒 3% 黏粒 5%

分析：

- 由表5.4.3得知長治鄉復興路砂粒比其他3處少，黏粒卻是比其他三處多。
- 由分析表5.4.4數據，長治鄉復興路砂粒越往底層越多；黏粒越往底層越少。

推測：長治鄉復興路有可能是河道界線，理由是因不在河道上，於該處土壤化育生成越久，因此土壤顆粒大小由上往下越大，即最上層土壤黏粒會變多。

3. 土壤電導度

表5.4.7 中段河道土壤電導度一覽表

化學性質	長治鄉復興路(代碼 2-1)	長治鄉新興路(代碼 2-2)	長治鄉信義路(代碼 2-3)	內埔鄉 87 鄉道(代碼 2-6)
土壤電導度	第一層土壤 323.0 第二層土壤 419.0 第三層土壤 389.0 第四層土壤 430.3	第一層土壤 155.5	第一層土壤 127.6	第一層土壤 324.0 第二層土壤 131.4

分析：

- 由表5.4.7發現這四處的第一層土壤，以最西側的長治鄉復興路和東側內埔鄉87鄉道的電導度相近，但高於二處之間的二個採樣點。
- 將這四處比較整個研究區域的土壤電導度(如圖5.3.3)，無法得到明顯的差異處。

推測：本研究區域無法用土壤電導度來尋找河道的界線。

綜合以土壤性質差異的分析，我們初步認為採樣地點長治鄉復興路極可能為古河道中段左岸界線或界線外，而內埔鄉87鄉道極可能為古河道中段右岸界線或界線外。

陸、討論

一、為什麼古河道挖取土壤時會有褐色斑點

1. 地表水流經含鐵質的岩層，增強氧化作用的進行，在頁岩層中常氧化作用而有褐鐵礦（黃褐色）結核或鐵盤的生成，其反應簡式過程如下（林長興，民80）：

2. 土壤的氧化鐵類礦物：氧化鐵（ Fe_2O_3 ）亦即赤鐵礦，為不結晶之塊狀物，此類礦物含多種顏色，於水化後含結晶水而增大體積，變為褐鐵礦（ $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ），褐鐵礦依水化後含水的程度分為下列數種（郭周武，民92）：

赤鐵礦	Fe_2O_3	紅色
紅褐鐵礦	$2Fe_2O_3 \cdot H_2O$	紅至紅棕色
針鐵礦	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	黃色、棕色、棕黑色
褐鐵礦	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	黃色、棕色
黃褐鐵礦	$Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$	金黃棕色

褐鐵礦所呈各種顏色構成土壤色素之主要來源。

3. 鋼棉生鏽：自然與生活科技課堂上過鋼棉生鏽的實驗，其鐵生鏽的顏色是黃褐色。由上述資料可以說明在鑽取土壤時，土壤有如鐵生鏽般的褐色斑點，應為褐鐵礦。

二、土壤滲水快慢與質地關係

(一) 從表5.2.1隘寮溪古河道採樣土壤滲水實驗紀錄表中，完全滲不出水來的土壤，比對它們的粒徑分布百分比（圖5.2.3和圖5.2.4），可以發現它們的黏粒含量高於砂粒和粉粒很多。

(二) 圖5.2.3採樣土壤「表土層」粒徑分析百分比圖，在隘寮溪古河道中、上段皆在1分15秒內滲出水來，其砂粒皆在67%以上，屬高含砂的土壤

(三) 有三處土壤深度達第四層(90-120cm)，其第三、四層含砂量佔85%以上，都在35秒內滲水出來。

由上述資料可以說明在土壤滲水和質地有關，土壤含砂量越高，水越容易往地底下滲透；土壤含黏粒越高，水較不容易往地底下滲透。

三、如何改良土壤電導度過高或偏低

我們找尋相關資料可以改善方式如下：

1. 高電導度的土壤改善：土壤鹽分累積與農民施肥有顯著的相關。若施肥不當則在栽培一年以上時，其土壤電導度值就達970us/cm，直接影響不耐鹽作物發芽及生長。解決設施內土壤鹽分累積的對策中，採用去除鹽分累積土層或浸水20天時，分別可以降低土壤電導度 82.2 及 64.9~78.6%，維持作物正常生長（陳鴻堂，民89）。

2. 低電導度的土壤改善：增加有機肥料及做好排水管理。

四、古隘寮溪土壤屬哪種土壤分類

(一) 土壤生成：土壤的生成相當複雜，生成因子有時間、母質、氣候、植生與地形（如圖6.4.1、6.5.2），在台灣地區土壤之生成化育作用中，影響最大的是母質、氣候與地形。

(二) 古隘寮溪古河道土壤可能的土類

經查對「台灣南部土壤調查圖（如圖6.4.3）」和我們採樣地點可能的土類如下。

1. 新成土(Entisols)：由母質化育生成之最年輕土壤，大都分佈於高山陡峭地、河流沖積三角洲河口、新沖積平原等地，通常土層很淺或整層無變化。

2. 弱育土(Inceptisols)：此種土壤為由母質弱度化育生成之土壤，有明顯之土壤構造與顏色轉變，因此稱為「構造B層」，為臺灣西部主要農耕沖積平原之土壤，或台灣丘陵地上之主要土壤。

3. 極育土(Ultisols)：在高溫多雨情況下生成的土壤，在 B層中有一粘粒洗入聚積的層次(黏聚層)，因此特別粘，由於強烈淋洗，故肥力低。臺灣地區之丘陵臺地上之紅色土壤大都屬此種土綱。（資料來源：國立臺灣大學農業化學系土壤調查與整治研究室網址：http://lab.ac.ntu.edu.tw/soilsc/sc/sc_box_taiwan.html）

(三) 採樣土壤比對土壤調查圖及圖經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統

弱育土：長治鄉復興路（代碼2-1-1和2-1-4）、萬丹鄉廣興路（代碼3-2-1和3-2-4）及萬丹鄉泉生路（代碼3-3-1和3-3-4）。

極育土：內埔鄉(古河道中段東邊際)（代碼2-6-1和2-6-2），從圖6.5.3可查得屬黃橙色區域（極育土、弱育土、或淋溶土），從圖5.4.1的土壤酸鹼度得知2-6-1為pH = 4.41，2-6-2為pH = 4.60屬極強酸性土壤。

新成土：12個採樣點扣除1個極育土和3個弱育土，剩下8處都是新成土。

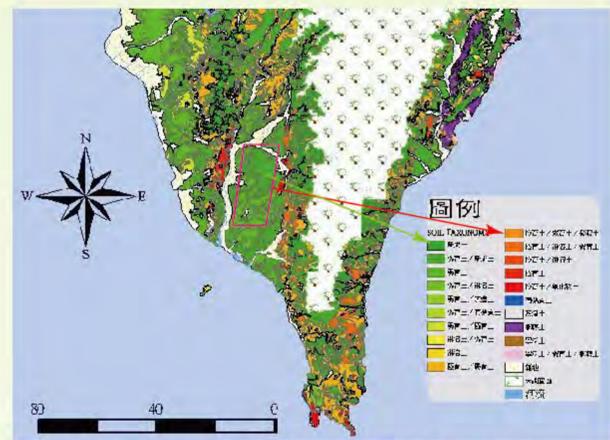


圖6.4.3 台灣南部土壤調查圖（陳尊賢，民93）



圖6.4.4 經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統

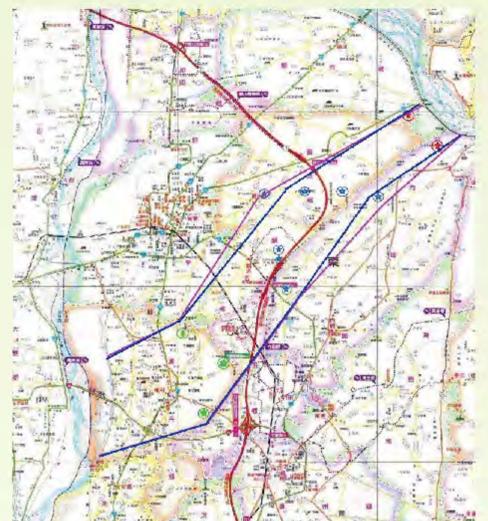


圖6.5.1 隘寮溪古河道流域圖（兩條//之間）

五、隘寮溪古河道中段界線再確認

(一) 內埔鄉87鄉道(古河道中段東側)於討論四確認土類為極育土，其土壤來自於內埔鄉坪頂臺地崩落的土壤。在古河道所採樣土壤，土壤顏色只有該處為黃棕色，其餘為灰黑或灰棕色；該處土壤酸鹼值4.4-4.6屬酸性土壤，明顯低於其它採樣點很多。

(二) 長治鄉復興路(古河道中段西側)，比對其他6處中段土壤，只有它的土層深達120cm，表土層黏粒所佔之百分比，明顯高於其它6處中段土壤表土層，而最底層幾乎是砂粒，因此推測是比古河道改道後，再沒有河道之流水侵蝕搬運，因此一直風化形成土壤有120cm深。

綜上分析及研究四之推論，內埔鄉87鄉道不屬於隘寮溪古河道土壤，極可能為古河道中段之右岸界線；長治鄉復興路不屬於隘寮溪古河道，極可能為古河道中段之左岸界線。因此修正原先預估古河道流域如圖6.5.1。

柒、結論

一、古河道土壤表土層粒徑分布，砂粒最多在中段，其次上段，皆超過67%，而下段低於30%。黏粒則以下段最多超過50%，中段最少低於20%。

二、土壤滲水和質地有關，土壤含砂量越高，水越容易往地底下滲透；土壤含黏粒越高，水較不容易往地下滲透

三、土壤含有石灰物質只有麟洛鄉民族路表土層，其土壤pH值最高。

四、土壤酸鹼值大部分介於5.2-6.9，屬微弱酸性土壤。

五、電導度只有竹田鄉文筆路超過600 us/cm。表土層適合一般農作物的EC值（600~350 us/cm），只有內埔鄉永田路。

六、內埔鄉87鄉道極可能為古河道中段之右岸界線；長治鄉復興路極可能為古河道中段之左岸界線。

捌、未來研究

一、隘寮溪古河道土壤與農作物生長之關係研究
二、如何改良隘寮溪古河道土壤肥力研究

玖、參考資料

丁澈士等8人(民103)。屏東縣志—生態與環境變遷。屏東縣：屏東縣政府。55、56頁。
郭周武(民92)。土壤肥料。高雄市：復文書局。57、61頁。
陳尊賢(民93)。台灣土壤之分類及代表性土壤之教育推廣。土壤知識教育及推廣研討會論文集。1-35。台中縣：行政院農業委員會農業試驗所。
陳尊賢、許正一(民91)。台灣的土壤。台北縣：遠流文化。21、54-55頁。
蔡崇堯(民95)。隘寮溪古河道影響屏東沖積平原地下水流域之研究。國立成功大學地球科學研究所。碩士論文。

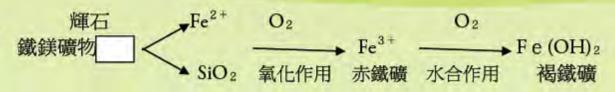


圖6.1.1 土壤中的褐鐵礦



6.4.1 成熟土壤剖面圖（修改自宋勝榮，民91）

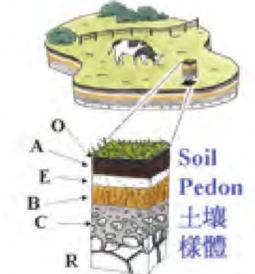


圖6.4.2 土壤剖面圖（陳尊賢、許正一，民91）