

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：土壤電池與土壤性質相關性研究～以屏東縣土壤為例

關 鍵 詞：土壤電池、土壤電導度、極育土（最多三個）

編號：A3034

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：自報名系統報名完取得作品編號後，先填寫回作品封面上，再存成 docx 及 pdf 檔後再上存。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

摘要

藉由探討土壤電池與土壤性質相關性，進一步瞭解電池的相關知識，希望以此研究精神，尋找更乾淨的能源，也培養愛鄉、愛家、愛土地之情操。本次研究結果如下：

- 一、定量容積同土重，電壓和電流會隨加入的水量增加而增大。
- 二、屏東極育土類之土壤電池，其電壓皆高於新成土和弱育土之土壤電池。
- 三、土壤高土壤電導度的土壤電池，其電流高於低電導之土壤電池。
- 四、屏東縣河流堆積土壤，在不同土壤粒徑大小之土壤電池，其電壓以土壤化育最久的極育土類【屏東科技大學(台地)】最高。而電流則以中粒徑(0.5mm~0.125mm)電流最大。
- 五、土壤電池串聯之電壓值會隨個數增加也增大。電流大小變化則不一定。



壹、研究動機

老師在自然與生活科技的「水溶液的性質」單元，帶我們檢驗水溶液的酸鹼性和導電性，並放映「伏打電池」的影片給我們看，我指著教室後面去年學長姐挖的土壤瓶，好奇的問：「可以用土壤做電池來發電嗎？」老師做實驗知道了啊！於是老師帶我們做一連串的實驗，共同探討「土壤電池」的奧妙。

貳、研究目的

- 一、瞭解同土壤重量在不同水量的土壤電池其電流和電壓的變化情形。
- 二、探究不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤酸鹼度關係性。
- 三、探究不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤電導度關係性。
- 四、瞭解土壤粒徑大小與土壤電池之電壓和電流的關係性。
- 五、比較土壤電池串聯之電壓與電流變化情形。

參、研究設備及器材

一、設備與器材

數位電子秤、數位式三用電表(YF-3502T)、抽氣馬達、土壤 pH 計(HORIBA D-24)、土壤 EC 計(SUMTEX conductivity meter SC-170)、篩網 3 個(孔洞分別為 2mm*2mm、0.5mm*0.5mm 及 0.125*0.125)

二、材料

屏東土壤：

新成土類 3 處土壤(里港溪堆積土壤、林邊鄉近海邊土壤、萬丹泥活山噴漿土壤)、

弱育土類 3 處土壤(里港溪堆積土壤 2 處、萬丹隘寮溪舊河道土壤)

極育土類 3 處土壤(老埤台地堆積土壤、墾丁西台地土壤、琉球海階土壤)

土壤分類圖如附錄，採樣位置及說明如附錄二

實驗材料

銅片(長度 5 公分)、鋅片(長度 5 公分)、鱷魚夾電線、9 格塑膠盤 4 個、砂紙、燒杯、塑膠湯匙、竹湯匙、試管、架試管、去離子水、玻璃棒、濾紙、洗滌瓶。

肆、研究過程及方法

文獻回顧

(一) 土壤

由岩石的風化的碎屑和生物遺體腐化分解的物質混合而成。

岩石風化後殘餘物質，

(二) 屏東土壤

屏東縣土壤分類以新城土、弱育土及極育土所占面積為最多前三名(如附錄一)，其土類特徵如下(蔡呈奇、陳尊賢，2015)：

新成土(Entisols) 由母質剛化育生成之土壤，土層通常 淺薄，含石量高，無任何診斷土層之存在，多分布於河流之新沖積平原上(如屏東平原、蘭陽平原等地區)。

弱育土(Inceptisols) 由母質輕微化育而來之土壤，土壤特色為具有一變育層(cambic, Bw)，屬較年輕之土壤，多含有原母質化育而來之鹽基離子，土壤肥力高，為臺灣地區西南部主要農業土壤。

極育土(Ultisols) 土壤性質與氧化物土相似，土壤特性為具有一層黏聚層(argillic horizon)，通常土壤肥力低，一般稱為紅壤或紅棕壤，多分布於丘陵或台地等地形上，如屏東老埤台地、恆春西部台地、臺中市大肚山台地等等。

(三) 土壤電池原理

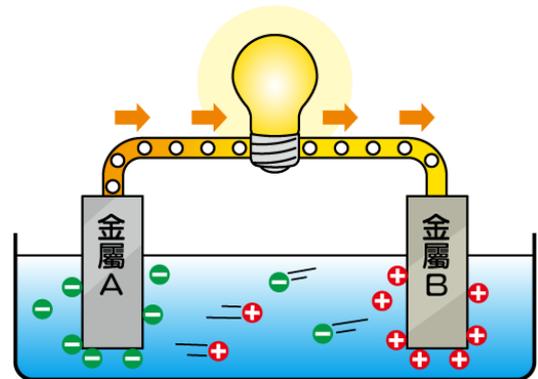
當把兩片浸在鹽水中的電極(不同的金屬片)連接電路，電子較活躍的一方便會放出電子。電子沿電線走向另一端電極，並為途經的裝置(例如馬達或燈泡)提供電力。當金屬片因放電而變成正電荷，帶負電荷的自由離子

(負離子)便會被它吸引而在電極上聚集，如此一來，電極的正電荷便被抵消了。同樣，另一邊因吸收電子而帶負電荷的電極會吸引正離子，把負電荷抵消。因此在電種離子的抵消作用下，兩邊電極便能保持中性，電子便可以繼續流動，提供穩定的電力。鹽水能導電，

因當中包含大量帶電荷的自由離子，例如由食鹽分解而來、帶負電荷的氯離子和帶正電荷的鈉離子。像鹽水這種以用自由離子來導電的物質，稱為「電解質」。

(資料來源：https://www.hkedcity.net/funpost/science Ahead/page_58329cb8903443121b000000)

土壤電池的發電原理同上述說明，加去離子水作為溶液，是不要溶液中自由離子影響實驗結果。用鋅、銅作為電池兩極材料，以「銅」作為「正」極，「鋅」作為「負」極，所產生電壓最大。固定電池的電極插入深度，電極距離越大，電流強度反而變小，但電壓值變化不大(屏東縣第47屆國民中小學科學展覽，2007)。



研究一：同土壤重量在不同水量的土壤電池其電壓和電流的變化情形。

- (一) 將屏東三種土類各取一處秤重40公克放入長方體容器。
- (二) 分別加入去離子水5ml，攪拌後靜置30分鐘。
- (三) 蓋上塑膠蓋，銅片、鋅片極距1公分，插入土壤碰觸到底部。
- (四) 用三用電表量出電壓和電流。
- (三) 每次再增加去離子水量5ml，如步驟(三)到(四)量出電壓和電流，水量增加到不得溢出容器外面為止(水量最大約28cc)。

研究二：探究不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤酸鹼度關係性。

PH 檢測步驟(檢測皆於國立屏東科技大學水土保持系實驗室進行)

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(HORIBA D-24)測出酸鹼值。
- (一) 屏東三種土類各取三處不同土壤40公克放入長方體容器中。
- (二) 分別加入去離子水20ml，攪拌後靜置30分鐘。
- (三) 同研究一步驟(三)到(四)
- (四) 比較不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤酸鹼度。

研究三：探究不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤電導度關係性。

EC 檢測步驟(檢測皆於國立屏東科技大學水土保持系實驗室進行)

1. 取土壤30g，加入去離子水18g。
2. 以玻璃棒攪拌，靜置30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。
- (一) 屏東三種土類各取三處不同土壤40公克放入長方體容器中。
- (二) 分別加入去離子水20ml，攪拌後靜置30分鐘。
- (三) 同研究一步驟(三)到(四)
- (四) 比較不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤電導度。

研究四：土壤粒徑大小與土壤電池之電壓和電流的關係性。

- (一) 屏東土壤三類各取1處，透過篩網篩出三種粒徑土壤，大土壤粒徑為小於0.2mm~0.5mm，中土壤粒徑為小於0.5mm~0.125mm，大土壤粒徑為小於0.125mm，共9個樣本，土壤皆為40公克。
- (二) 將同類3樣本土壤放置同一個九宮格塑膠盤前排，共3盤9樣本，分別加入去離子水20ml，攪拌後靜置30分鐘後量出電壓和電流。
- (三) 比較同類土類不同土壤粒徑大小之電壓和電流的差異。
- (四) 比較不同類土類同土壤粒徑大小之電壓和電流的差異。

研究五：比較土壤電池串聯之電壓與電流變化情形

- (一) 在研究二到五實驗中，取屏東土壤三類土壤九樣本，比較分析取電壓最高或電流最大的土壤3樣本，各做成8個土壤電池，每個土壤40公克。
- (二) 將同樣本8個分別裝入九宮格外側8格共3盤，分別加入去離子水20ml，攪拌後靜置30分鐘後量出電壓和電流。
- (三) 比較此3樣本土類電池串聯8個之電壓和電流的變化與差異。

伍、研究結果

研究一：同土壤重量在不同水量的土壤電池其電流和電壓的變化情形

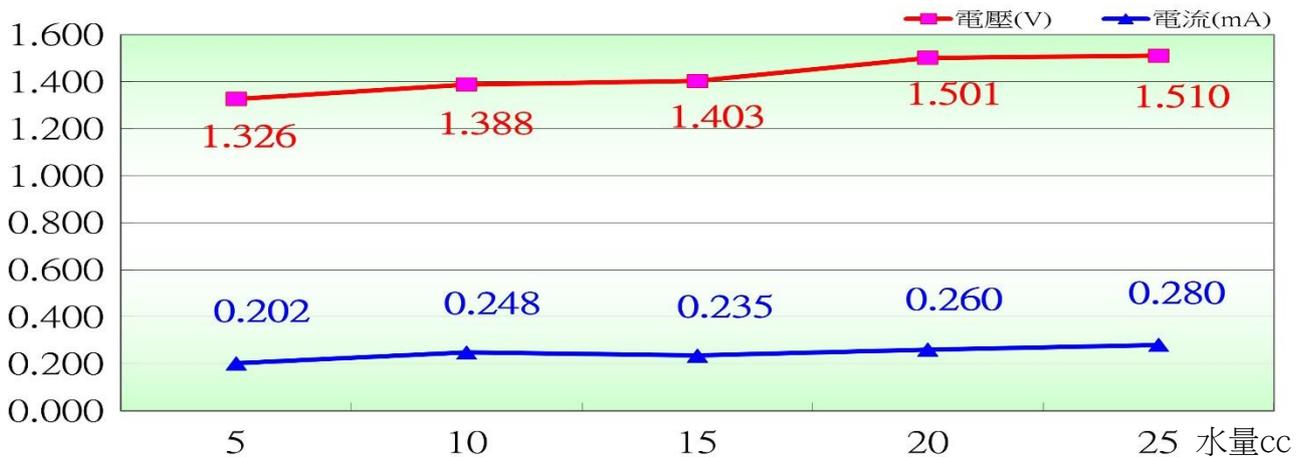


圖 5.1.1 新成土類同土重不同水量的土壤電池其電流和電壓的變化圖
(採樣點里港鄉載興村)

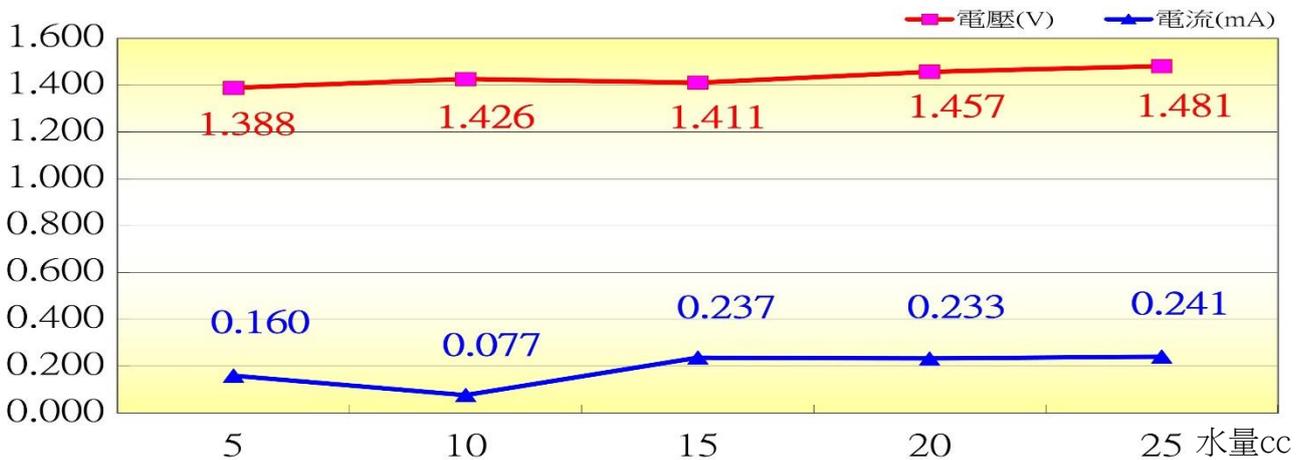


圖 5.1.2 弱育土類同土重不同水量的土壤電池其電流和電壓的變化圖
(採樣點里港鄉茄苳村)

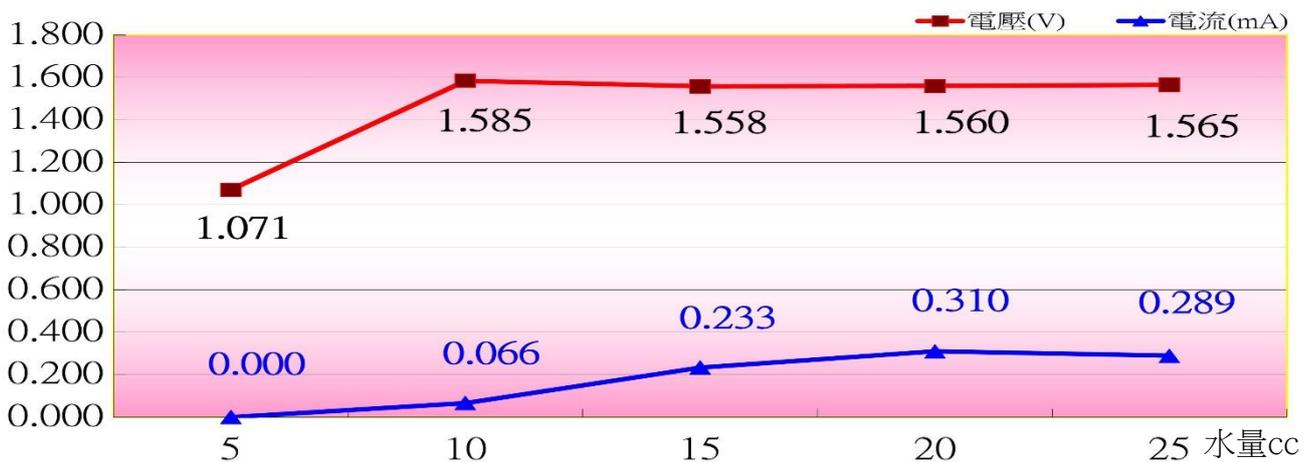


圖 5.1.3 極育土類同土重不同水量的土壤電池其電流和電壓的變化圖
(採樣點屏東科技大學)

我們發現：三種土類在土壤重量 40 公克下，加入去離子水，水量增加電壓也會增大；電流在水量 20cc 和 25cc 相差不大，皆比水量 5 至 15 cc 大。

從研究二起皆以土壤重量 40 公克、加入去離子水量 20cc 作為一顆土壤電池。
研究二、不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤酸鹼度關係性。

電壓(V)

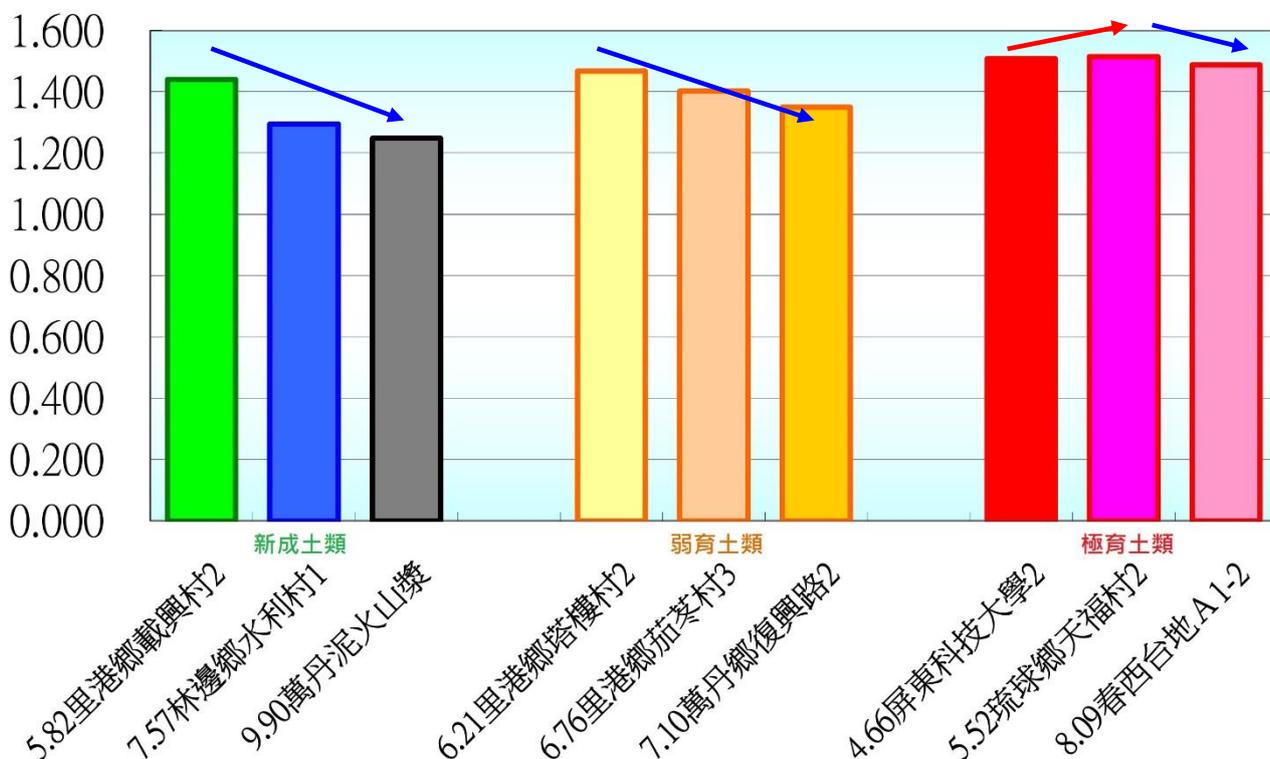


圖 5.2.1 不同土類之土壤電池其電壓和土壤酸鹼度(pH)比較圖

說明：「5.82 里港鄉載興村 2」前面數字 5.82 為 pH 值；後面數字 2 為土壤第 2 層，分層依據土壤質地；里港鄉載興村為採樣位置，詳如附錄二。

我們發現：

1. 不同土類之土壤電池我們按照 pH 由小而大排列，並比對發電的電壓，結果不是相同變化(由小變大)。
2. 極育土類土壤電池之電壓微高於其它二類土壤，最多高 0.3V。

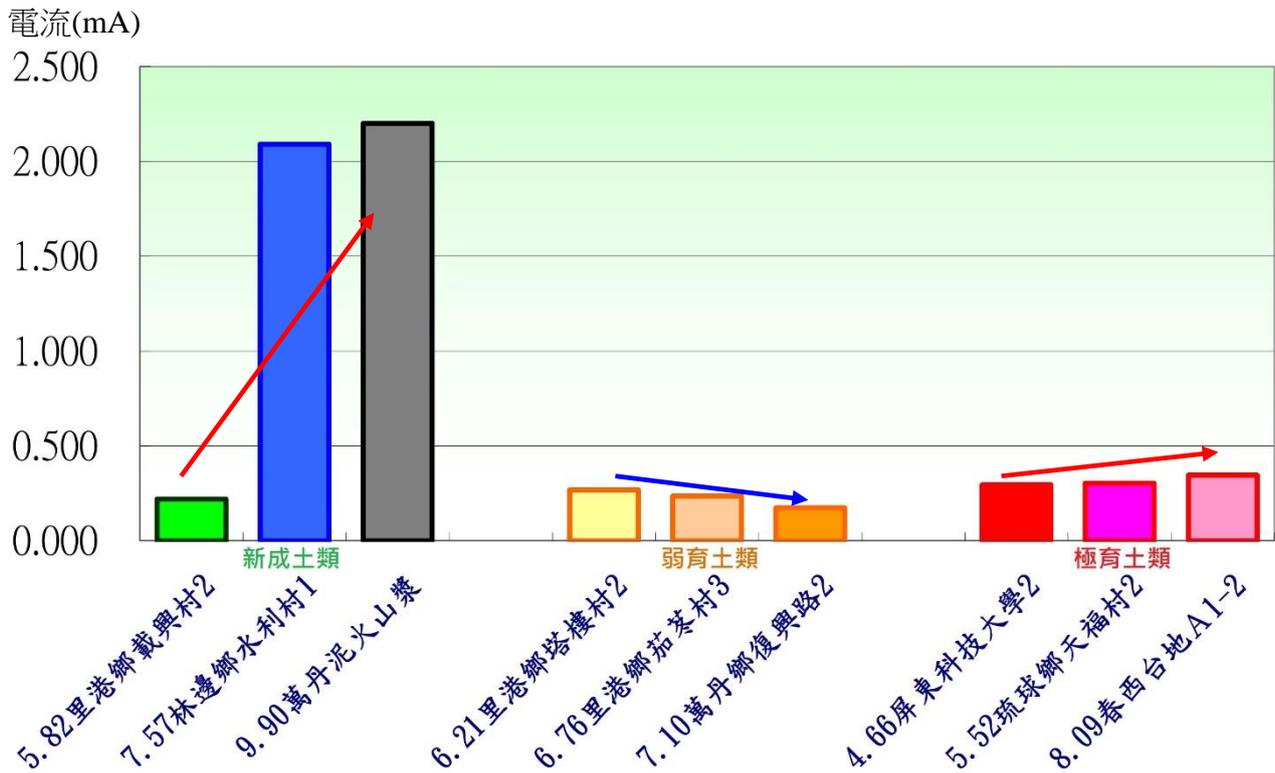


圖 5.2.2 不同土類之土壤電池其電流和土壤酸鹼度(pH)比較圖

我們發現：

1. 不同土類之土壤電池我們按照pH由小而大排列，並比對發電的電流大小，三種土類沒有共同的變化趨勢。
2. pH大於7.5的土壤電池之電壓明顯高於pH7.5以下的土壤電池。

我們疑問：為什麼從研究二結果找不到土壤電池電流與電壓和土壤酸鹼度的相關性？

研究三、不同土類之土壤電池其電壓和電流與土壤電導度關係性

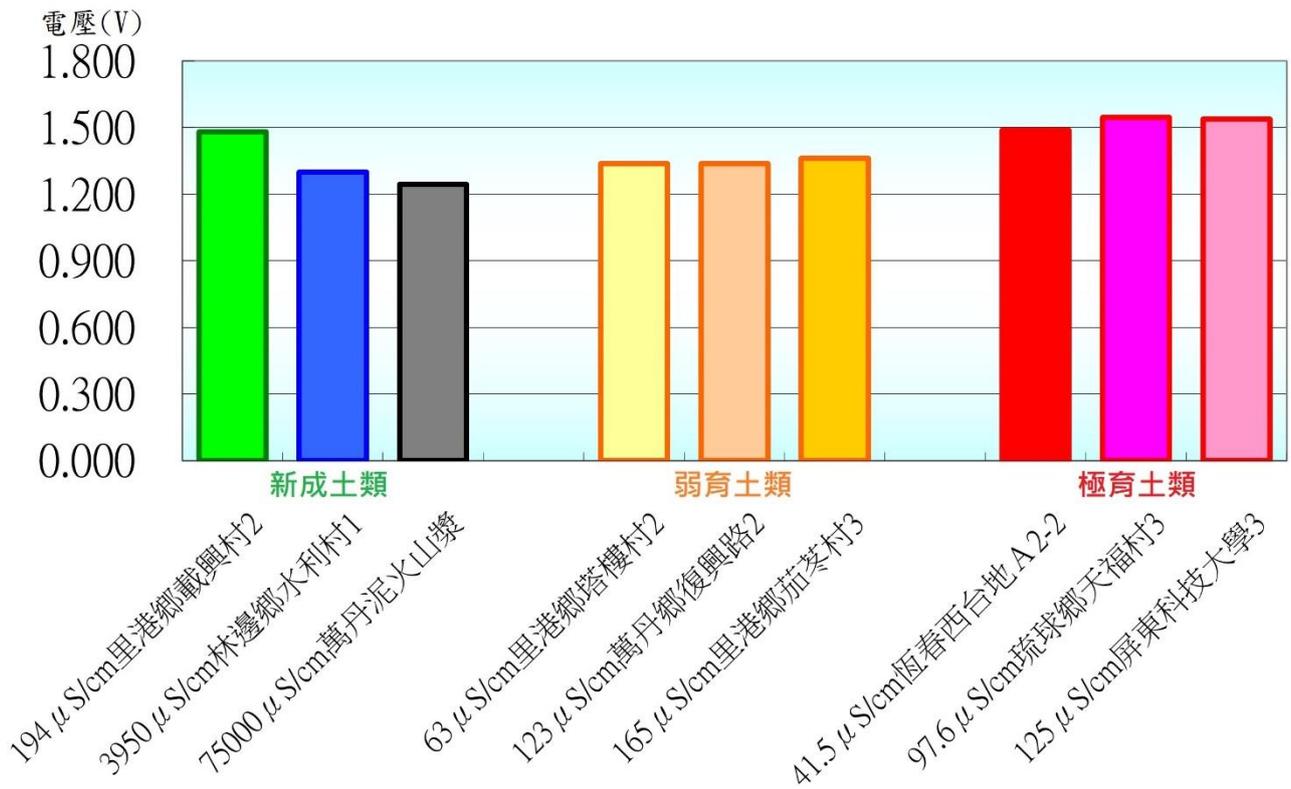


圖 5.3.1 不同土類之土壤電池其電壓和土壤電導度(EC)比較圖

我們發現：

1. 不同土類之土壤電池我們按照土壤EC值由小而大排列，並比對發電的電壓，結果三種土類土變化趨勢不一致。
2. 高土壤EC(林邊鄉水利村和萬丹泥火山噴漿土壤)的土壤電池其電壓卻是最低的。



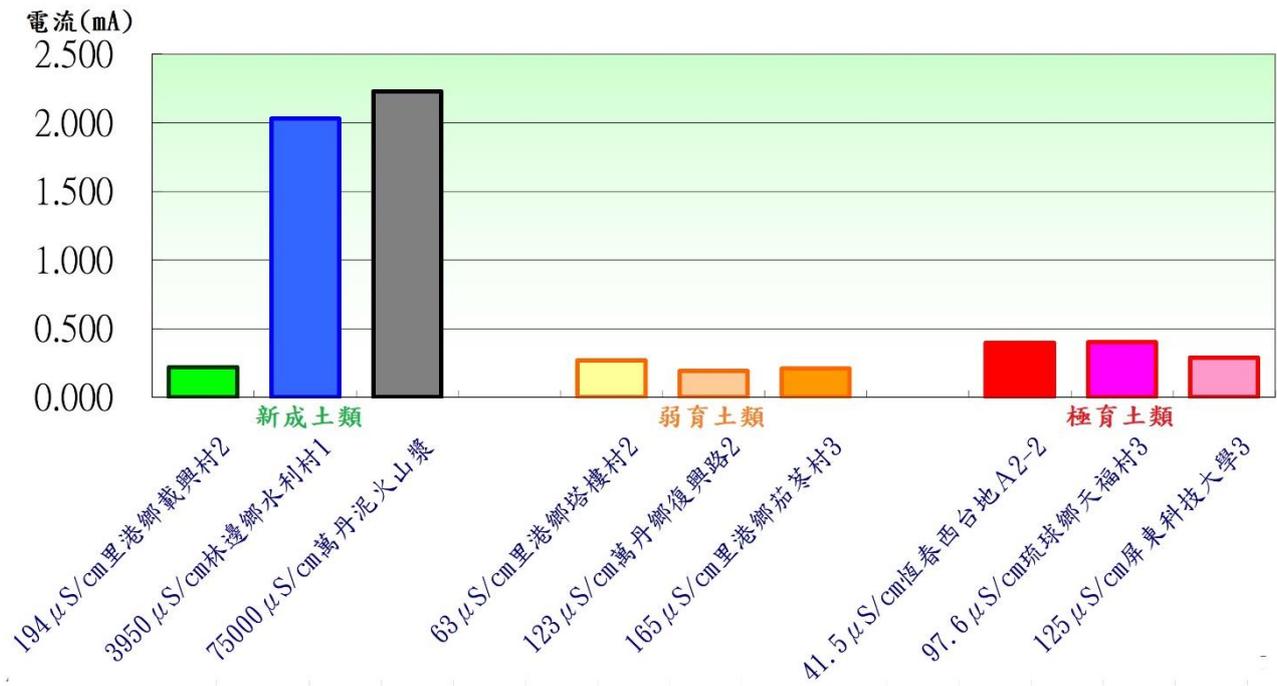


圖 5.3.2 不同土類之土壤電池其電流和土壤電導度(EC)比較圖

我們發現：

1. 不同土類之土壤電池我們按照土壤EC值由小而大排列，並比對發電的電流，結果三種土類土變化趨勢不一致。
2. 極高土壤EC(林邊鄉水利村和萬丹泥火山噴漿土壤)的土壤電池其電流卻是最大的。

我們疑問：高土壤EC(林邊鄉水利村和萬丹泥火山噴漿土壤)的土壤電池，為什麼電流超過其它土壤電池4倍以上？

從研究二和研究三的土壤電池電壓最高前三名，依次為琉球鄉天福村、恆春西台地A2、屏東科技大學，都是屬於極育土類，其特性高度土壤化育下，粘粒含量多於未化育的河流沖積新成土和弱育土，因此研究四以土壤顆粒大小作為土壤電池實驗。

從研究二和研究三的土壤電池電流最大前三名，依次為萬丹泥火山噴漿、林邊鄉水利村及琉球鄉天福村，因此研究五用最高電流的三種土壤，進行土壤電池串聯，並記錄在串聯幾顆土壤電池時，能讓LED燈泡發亮的實驗。

研究四、土壤粒徑大小與土壤電池之電壓和電流的關係性

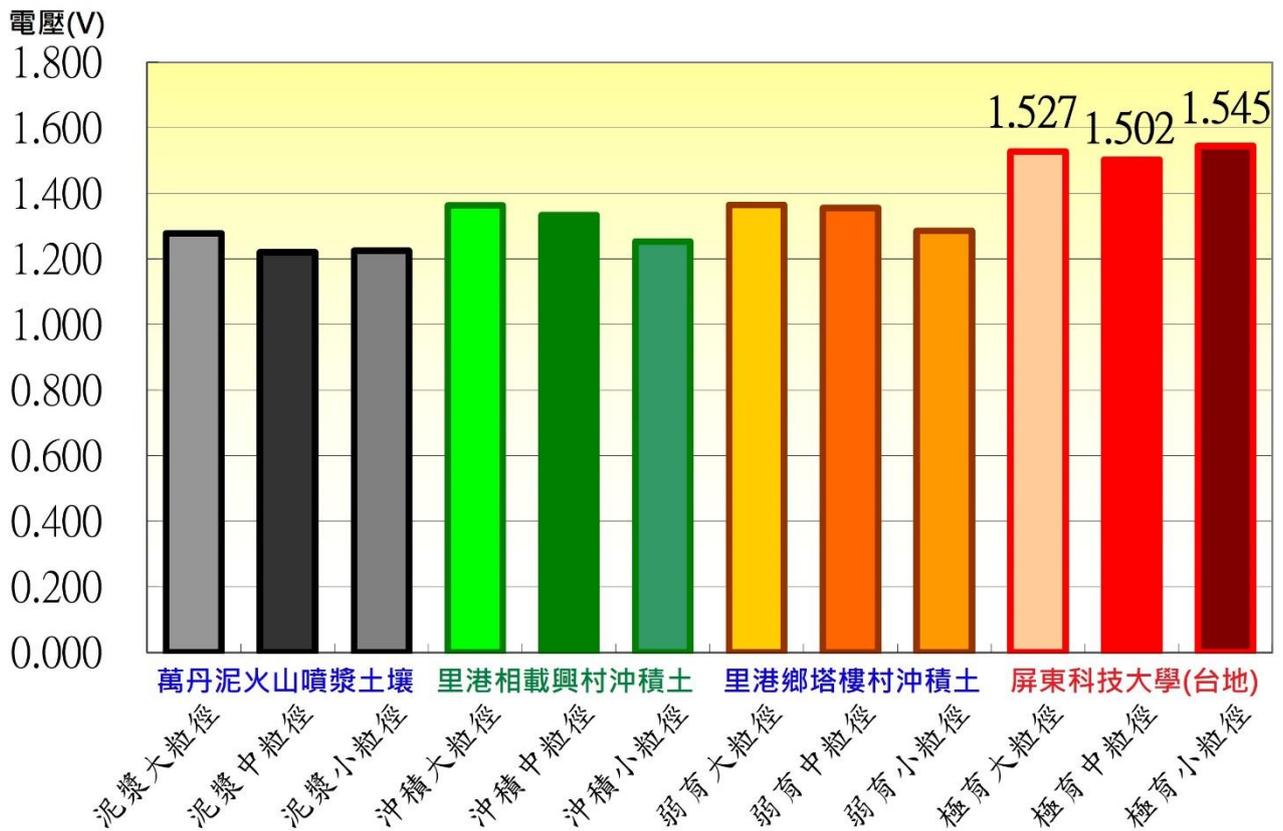


圖 5.4.1 不同土類之土壤粒徑大小與土壤電池之電壓長條圖

說明：大粒徑(2mm~0.5mm 以上)，中粒徑(0.5mm~0.125mm 以上)，小粒徑 0.125mm 以下)。

我們發現：

1. 三種不同土壤粒徑，四種土壤電池，電壓皆以極育土類【屏東科技大學（台地）】最高，但相差不超過0.5伏特。
2. 三種不同土壤粒徑，未經土壤化育的萬丹泥火山土壤電池，電壓皆低於其它屬沖積土壤的三類土壤。

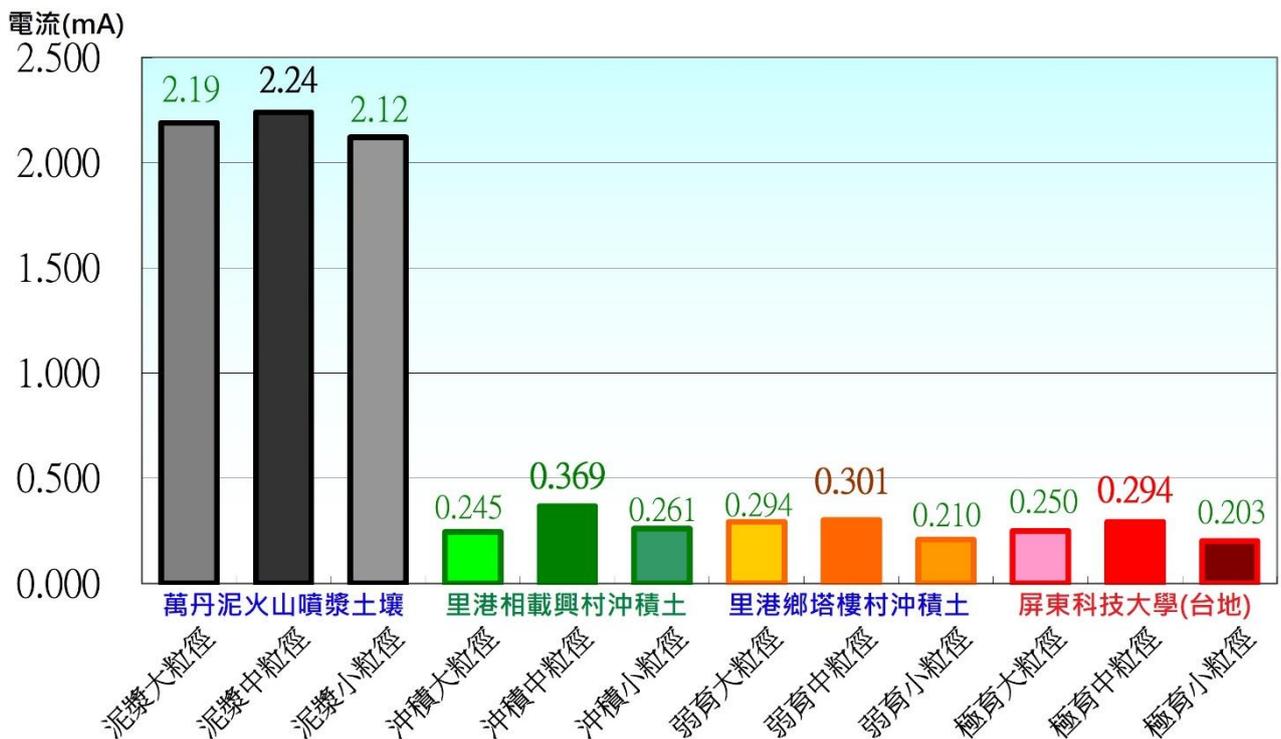


圖 5.4.2 不同土類之土壤粒徑大小與土壤電池之電流長條圖

我們發現：

1. 三種不同土壤粒徑，四種土壤電池，電流皆以萬丹泥火山最高，且高達7倍多。
2. 三種不同土壤粒徑，同屬沖積土壤不同土類中，其土壤電池以中粒徑(0.5mm~0.125mm)電流最大，但為高出0.15毫安培。

研究五、土壤電池串聯之電壓與電流變化情形

表 5.5.1 三種土壤電池串聯之電壓、電流及 LED 燈亮燈情形一覽表

林邊鄉 水利村	串聯個數	1	2	3	4	5	6	7	8
	電壓 (V)	1.32	2.43	3.86	4.88	5.92	7.12	8.45	9.23
	電流 (mA)	20.9	3.13	3.35	3.56	3.59	3.61	3.60	3.58
	LED 燈 ○或 X	X	X	○	○	○	○	○	○
萬丹鄉 泥火山噴漿	串聯個數	1	2	3	4	5	6	7	8
	電壓 (V)	1.26	2.32	3.65	4.57	5.89	6.95	8.25	8.95
	電流 (mA)	2.21	3.32	3.40	3.47	3.64	3.41	3.31	3.35
	LED 燈 ○或 X	X	○	○	○	○	○	○	○
琉球鄉 天福村	串聯個數	1	2	3	4	5	6	7	8
	電壓 (V)	1.50	2.50	3.34	4.82	6.26	7.98	9.32	10.51
	電流 (mA)	0.30	0.35	0.40	0.40	0.37	0.32	0.47	0.49
	LED 燈 ○或 X	X	X	X	X	X	X	X	X

說明：LED 燈○代表發亮，X代表不亮。



圖 5.5.1 林邊鄉水利村土壤電池不同串聯個數之電壓與電流變化圖

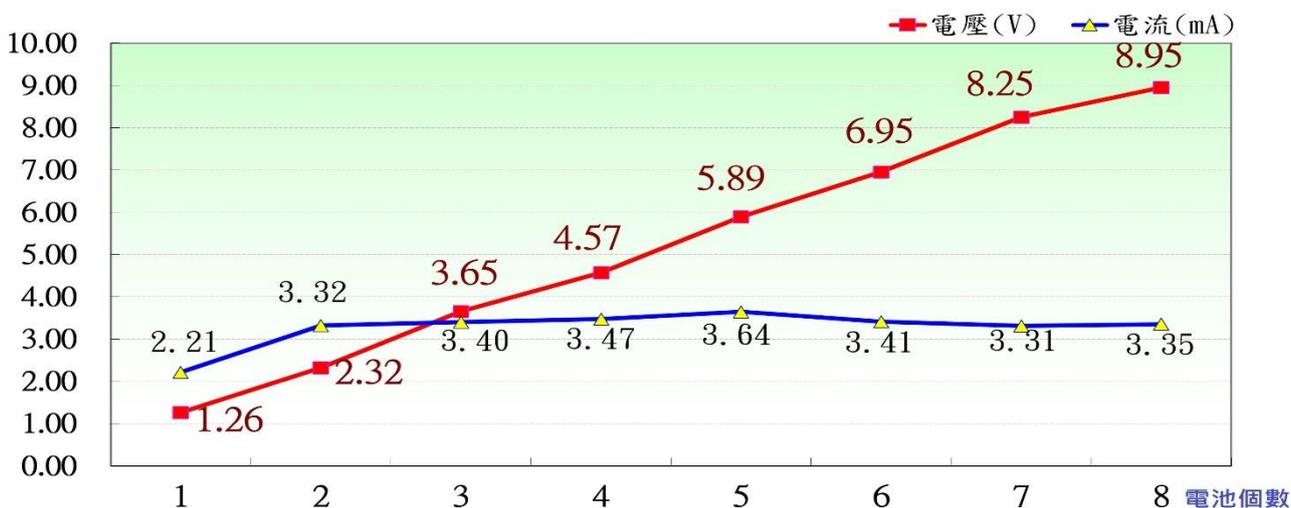


圖 5.5.2 萬丹鄉泥火山噴漿土壤電池不同串聯個數之電壓與電流變化圖

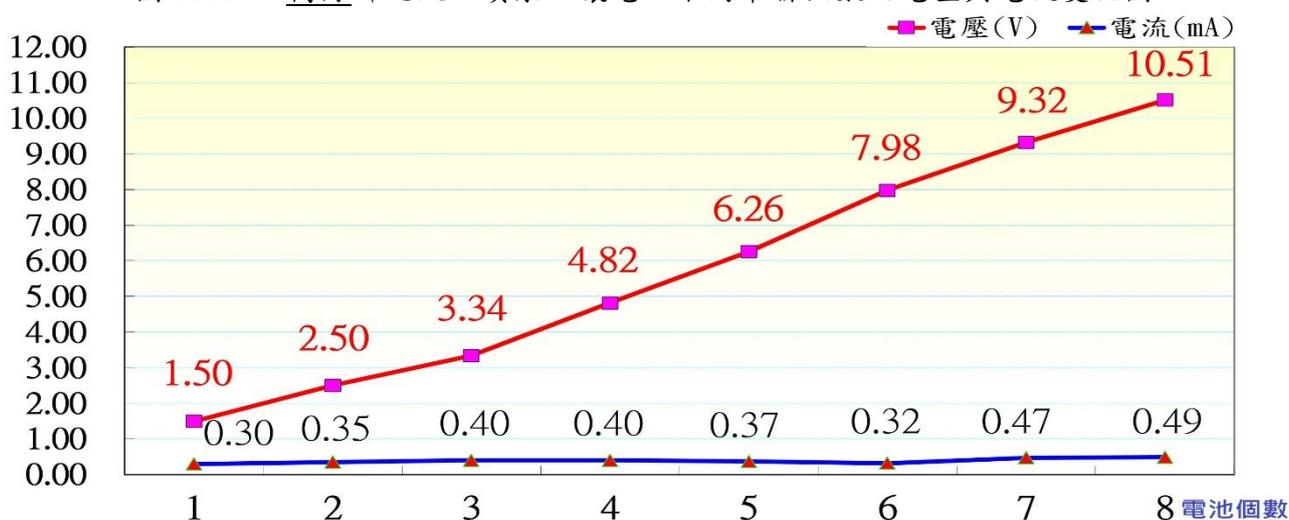


圖 5.5.3 琉球鄉天福村土壤電池不同串聯個數之電壓與電流變化圖

我們發現：

1. 三種不同土壤電池串聯，電壓值隨個數增加也增大，但增幅未成等比例增大。
2. 三種不同土壤電池，電流大小剛開始增加串聯個數會微量增大，持續增加個數，電流則大小變化不一樣。
3. 萬丹鄉泥火山噴漿土壤電池在串聯2個時，LED燈泡就亮了；串聯3個時林邊鄉水利村土壤電池LED燈泡也亮了；而琉球鄉天福村土壤電池串聯到8個，電壓已達10.5伏特，電流還是極微小，因此LED燈泡都沒亮。



圖 5.5.4 萬丹鄉泥火山噴漿土壤電池串聯 LED 燈泡不亮與亮之對照圖

伍、討論

一、為什麼土壤電池會隨加入去離子水的水量增加，電流和電壓也隨之增高？

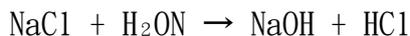
電解質是指在水溶液或熔融狀態可以產生自由離子而導電的化合物。電解質是指在水溶液或熔融狀態可以產生自由離子而導電的化合物。通常指在溶液中導電的物質，而固態可導電的物質不算電解質。這包括大多數可溶性鹽、酸和鹼。與此相對地，在溶液中可溶解但不導電的物質則被成為非電解質(資料來源：維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E8%A7%A3%E8%B4%A8>)。

土壤電池開始加去離子水，可溶性鹽、酸和鹼開始融入水量中，在電路通路下電流與電壓會隨水量增加，形成電解質，當水量加到容器最高量，土壤隨時間溶出更多電解質，此時電流和電壓最大。

二、為什麼從研究二結果找不到土壤電池電流與電壓和土壤酸鹼度的相關性？

土壤的酸鹼度小於 6.5 時，就具有酸性，若小於 5.5 時，就屬強酸性土壤，酸性土壤小於 5.5 時，溶解性的鐵、鋁及錳含量就增加(許正一，2002)。上述可以說明為什麼屏東科技大學採樣土壤(pH=4.66)和琉球鄉天福村(pH=5.52)電流微小。

鹽土一般皆含有多量可溶性鹽類，氯化鈉為最常見且最豐富之成分，水解情形如下：



因此鹽土之 pH 7.0 以上，8.5 以下(張仲民，2000)。可溶性鹽類多量的電解質，電流越大，因此可以說明林邊鄉水利村海邊附近土壤，作為土壤電池電流較其它河流堆積土壤大。

鹼土之 pH 值約在 8.5 至 10.0 之間，由於水解作用生成而生成之氫氧化鈉可溶解有機物，因此能使鹼土表面成為黑色(張仲民，2000)，又因高土壤電導度，所以作為土壤電池有較高的電流強度，因此可以說明萬丹鄉泥火山噴漿土壤，作為土壤電池電流較其它河流堆積土壤大。

綜上緣由，土壤電池之電流大小，不能依 pH 值大小成關係性，要以土壤性質來探究。

三、為什麼高土壤電導度(EC)的土壤電池有較大的電流？

土壤電導度(又稱土壤EC值)是指測量土壤水分傳遞電流的能力。陽離子(Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+)與陰離子(SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 HCO_3^-)是由土壤鹽類溶解後進入水中，並帶有電荷，能傳導電流。(資料來源：<https://www.gofarco.com.tw/plant/blog/20/23>)

因此可以再證明林邊鄉水利村海邊附近土壤和萬丹鄉泥火山噴漿土壤，高電導度的土壤電池，其電流較其它實驗樣本土壤電池大。

陸、結論

- 一、定量土壤電池容積，同土壤重量，電壓和電流會隨加入去離子水的水量增加而增大，直到土壤可溶入電解質之物質全部溶出時為最大電壓。
- 二、屏東土壤極育土類之土壤電池，其電壓皆高於新成土和弱育土之土壤電池。沖積土類中，極育土之土壤電池，其電流和電壓皆於高於新成土和弱育土。
- 三、土壤高土壤電導度(如林邊鄉水利村和萬丹泥火山噴漿土壤)的土壤電池，其電流相較高於低電導之土壤電池，其電流強度達 2 安培以上。
- 四、屏東縣河流堆積土壤，在不同土壤粒徑大小之土壤電池，其電壓以土壤化育最久的極育土類【屏東科技大學(台地)】最高。而電流則以中粒徑(0.5mm~0.125mm)電流最大。
- 五、土壤電池串聯之電壓值會隨個數增加也增大，但增幅未成等比例增大。電流大小剛開增加串聯個數會微量增大，持續增加個數，則電流大小變化不一定。

柒、參考資料：

屏東縣第 47 屆中小學科學展覽會國小組化學科(2007)。水果！水果！真來電～水果電池研究。屏東縣：仕絨容國民小學。

國歡企業家族：<https://www.gofarco.com.tw/plant/blog/20/23>

張仲民(2000)。普通土壤學。一版五印。台北市：國立編譯館。436、451、頁。

維基百科網頁：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E8%A7%A3%E8%B4%A8>

蔡呈奇、陳尊賢(2015)。科學研習第 54 卷第 6 期。台灣之土壤資源。台北市：國立臺灣科學教育館。14-19 頁。

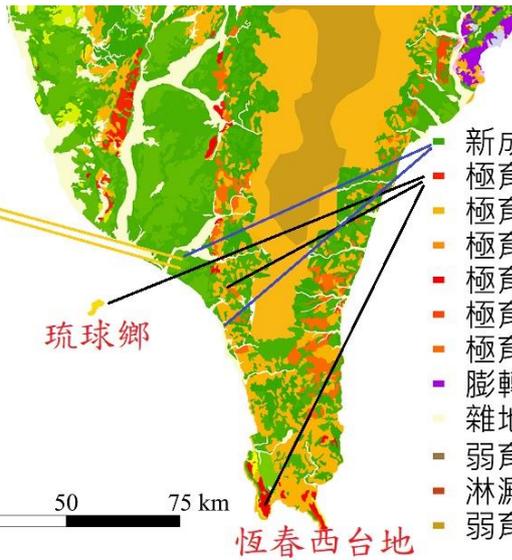
陳尊賢、許正一(2002)。台灣的土壤。初版。台北縣：遠足文化。83頁

玖、附 錄

一、屏東平原分類圖

全台土綱分類

- 有機質土
- 灰燼土
- 弱育土
- 弱育土 / 有機質土
- 弱育土 / 灰燼土
- 弱育土 / 淋溶土
- 弱育土 / 新成土
- 弱育土 / 極育土
- 淋溶土
- 淋溶土 / 弱育土
- 黑沃土
- 黑沃土 / 弱育土 / 膨轉土



- 新成土
- 極育土 屏東科技大學
- 極育土 / 弱育土
- 極育土 / 弱育土 / 膨轉土
- 極育土 / 氧化物土
- 極育土 / 淋溶土
- 極育土 / 淋溶土 / 弱育土
- 膨轉土
- 雜地
- 弱育土 / 新成土 / 極育土
- 淋澱土 / 弱育土 / 極育土
- 弱育土 / 淋溶土 / 新成土

25 0 25 50 75 km

圖9.1.1 台灣土壤土綱分類(蔡呈奇、陳尊賢, 2015) (作者擷取屏東縣標明位置)

二、本次實驗土壤採樣位置現場圖與說明



里港鄉載興村【新成土】
座標：N22°46'57 E120°32'5



林邊鄉水利村【新成土】
座標：N22°25'20 E120°29'56



萬丹鄉泥火山噴漿(皇源聖殿廟公提供 2019 年 7 月 8 日噴漿泥土)【新成土】
座標：N22°33'45 E120°27'27



里港鄉茄苳村【弱育土】
座標：N22°46'24 E120°30'28



里港鄉塔樓村【弱育土】
座標：N22°45'42 E120°29'12



萬丹鄉【弱育土】
座標：N22°37'06 E120°29'35



屏東科技大學【極育土】
座標：N22°38'37 E120°43'29



琉球鄉天福村【極育土】
座標：N22°20'36 E120°21'46



恆春西台地 A【極育土】
座標：N21°58'36 E120°43'29



恆春西台地 B【極育土】
座標：N21°57'12 E120°44'14

三、實驗數據與相片

研究一

新成土	里港鄉	載興村
去離子水量	電壓(V)	電流(mA)
5	1.326	0.202
10	1.388	0.248
15	1.403	0.235
20	1.501	0.260
25	1.510	0.280
弱育土	里港鄉	茄苳村
去離子水量	電壓(V)	電流(mA)
5	1.388	0.160
10	1.426	0.077
15	1.411	0.237
20	1.457	0.233
25	1.481	0.241
極育土	屏東	科技大學
去離子水量	電壓(V)	電流(mA)
5	1.071	0.000
10	1.585	0.066
15	1.558	0.233
20	1.560	0.310
25	1.565	0.289

研究二

PH	土壤位置	電壓(V)	電流(mA)
5.82	里港鄉載興村 2	1.440	0.202
7.57	林邊鄉水利村 1	1.295	0.248
9.90	萬丹泥火山漿	1.248	0.235
6.21	里港鄉塔樓村 2	1.467	0.269
6.76	里港鄉茄苳村 3	1.402	0.236
7.10	萬丹鄉復興路 2	1.350	0.175
4.66	屏東科技大學 2	1.508	0.295
5.52	琉球鄉天福村 2	1.515	0.302
8.09	春西台地 A 1-2	1.488	0.345

研究三

土壤位置	電壓(V)
194 μ S/cm 里港鄉載興村 2	1.481
3950 μ S/cm 林邊鄉水利村 1	1.300
75000 μ S/cm 萬丹泥火山漿	1.244
63 μ S/cm 里港鄉塔樓村 2	1.338
123 μ S/cm 萬丹鄉復興路 2	1.337
165 μ S/cm 里港鄉茄苳村 3	1.362
41.5 μ S/cm 恆春西台地 A 2-2	1.488
97.6 μ S/cm 琉球鄉天福村 3	1.546
125 μ S/cm 屏東科技大學 3	1.538
土壤位置	電流(mA)
194 μ S/cm 里港鄉載興村 2	0.220
3950 μ S/cm 林邊鄉水利村 1	2.030
75000 μ S/cm 萬丹泥火山漿	2.230
63 μ S/cm 里港鄉塔樓村 2	0.270
123 μ S/cm 萬丹鄉復興路 2	0.192
165 μ S/cm 里港鄉茄苳村 3	0.212
41.5 μ S/cm 恆春西台地 A 2-2	0.398
97.6 μ S/cm 琉球鄉天福村 3	0.401
125 μ S/cm 屏東科技大學 3	0.289

研究四數據

粒徑分析電壓	電壓(V)	電流(mA)
土類		
泥漿大粒徑	1.277	2.990
泥漿中粒徑	1.220	3.100
泥漿小粒徑	1.225	1.560
沖積大粒徑	1.363	0.245
沖積中粒徑	1.334	0.369
沖積小粒徑	1.253	0.261
弱育大粒徑	1.364	0.294
弱育中粒徑	1.356	0.301
弱育小粒徑	1.286	0.210
極育大粒徑	1.527	0.250
極育中粒徑	1.502	0.294
極育小粒徑	1.545	0.203

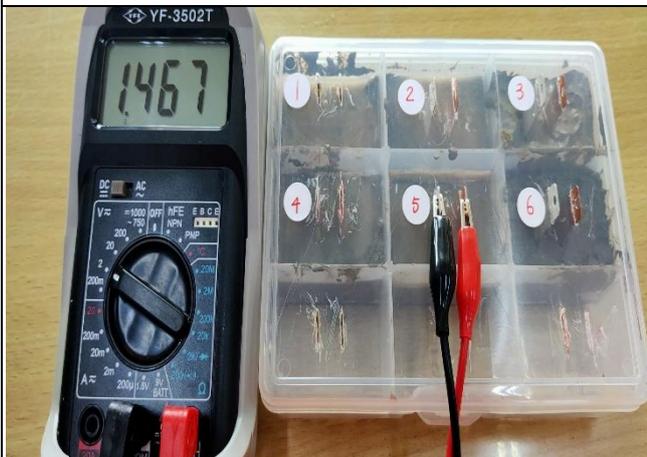
四、實驗相片



土壤過篩



稱土重



量電壓



量電流



量土壤 pH



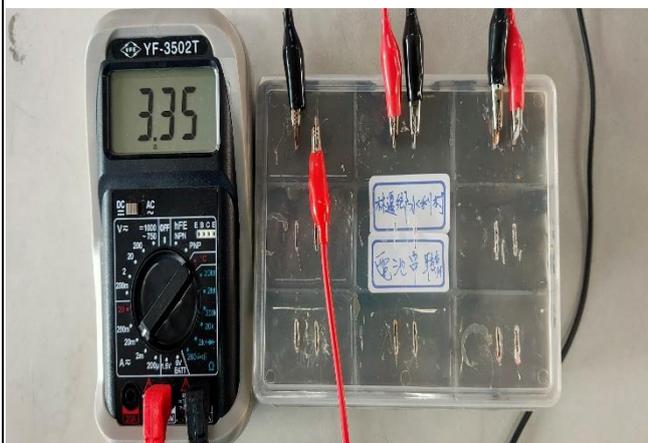
量土壤 EC



不同粒徑大小之極育土



量測中粒徑(0.5-0.125mm)極育土之電流



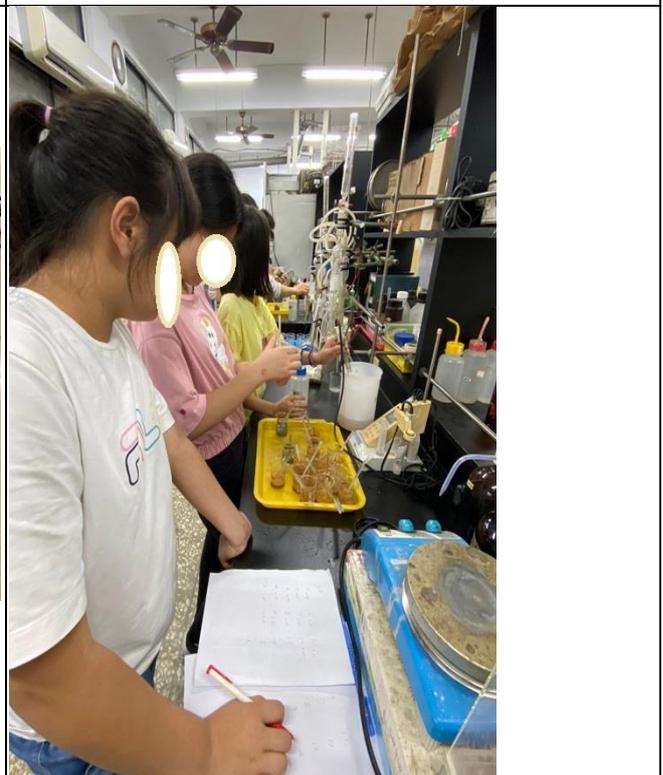
林邊鄉水利村土壤電池串聯 3 個的電壓



萬丹泥火山串聯 8 個 LED 燈泡發亮



LED 時鐘在極育土(琉球田福村)壤電池會計時



屏東科技大學水保系實驗室檢測