

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

佳作

080305

綠色小尖兵

學校名稱：新竹市香山區港南國民小學

作者： 小六 羅嘉璇 小六 方昶綺 小六 池耘萱	指導老師： 林靜純 張晴怡
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：紅樹林、水筆仔、胎生苗

# 綠色小尖兵

## 摘 要

海口溝水筆仔結圓錐果實，果實的種子會長出胎生苗，平均一星期長約 0.93~1.04 公分，七個月約 25~28.6 公分，成熟脫落插入軟泥中生根長葉，成功插入的機率滿潮前為 12%~24%，退潮後為 42%~70%，土質越軟插中角度為 90 度的比率為 57%~80%，插入深度平均為 1.2~2.6 公分。

筆狀胎生苗會有往上翹、彎曲生長的情形；也發現果實長出二根雙胞胎生苗，生長速度較慢，左右的長度不同。

海口溝的海水及地下水對水的比重接近 1，移植水筆仔種在花圃中及有機土中，澆地下水會存活，以種植在有機土裡生長得最好。

水筆仔以枯黃老葉排鹽，以三用電表、電池燈泡組測試枯黃老葉的水溶液會導電；以黑布沾溼水溶液，晒乾後有白色鹽漬殘留。

未完全成熟的胎生苗傾斜插入土中會生根長葉，最後會因向陽性會漸長成 90 度。

## 壹、研究動機

學校操場旁環繞著海口溝，這條海溝連接著出海口，每天海水的漲潮和退潮造就了泥地豐富的潮間帶生物。九十七年，學校本位課程老師帶我們觀察研究弧邊招潮蟹和彈塗魚時，泥地上到處都是小小株的水筆仔，大約才十多公分高，當時心中滿是疑惑，水筆仔為什麼沒有筆苗呢？經過四年的時間，如今放眼望去，小小株的水筆仔已長成一大片茂密的樹林了。我們驚訝的是，在春天會長出像小點狀的紅色花苞，這是之前所未注意的情景，紅紅的花苞呼應著枝條上一支支的筆苗，隨風搖擺，令人忍不住想多看一眼。

筆苗終於長出了，也印證了它們叫「水筆仔」。綠色的水筆仔樹林為什麼又叫紅樹林呢？紅樹林不是應該大紅大紫，怎麼是綠意盎然呢？筆狀的果實是什麼？生長情形如何？它用怎樣的方式繁衍下一代？植物也有胎生行為嗎？為什麼在淡海水交界處特別適合它們生長？水筆仔的耐受鹹度如何？可不可以把它種在花圃中？夏天開的是白色的花，為什麼在春天時莖節處長出像小點狀的小紅花苞？課程觀察時我們發現了許多問題，這些問題讓我們想進一步親近水筆仔，於是我們決定以「水筆仔」做為這次研究的主題，跟著老師一起來觀察研究。

## 貳、研究目的

一、觀察水筆仔的構造：

- (一) 觀察海口溝的紅樹林。
- (二) 觀察水筆仔的構造「根、葉、花、果」。
- (三) 觀察水筆仔為什麼有「紅樹林」之稱。

二、研究水筆仔的生長特性：

- (一) 研究適合水筆仔的生長條件。

- (二) 研究水筆仔葉片構造
- (三) 研究水筆仔排鹽的方式。

三、研究水筆仔的胎生苗：

- (一) 記錄成熟胎生苗的生長情形、生長週期、長度與重量。
- (二) 觀察胎生苗落在軟硬不同泥地中所插入的深度及角度。

四、研究未成熟胎生苗以不同角度種植的生長情況。

### 參、研究設備及器材

圖鑑、顯微鏡、數位相機、比重計、三用電表、果汁機、濾網、海鹽、大量角器、1 公斤重量秤、天秤、串聯電池組、直尺、小黑布、小容器、小花盆、燒杯、1 公升量筒

### 肆、研究過程與結果

一、觀察水筆仔的構造

(一) 觀察海口溝的紅樹林：

1、	位置	學校操場旁的海口溝是個淡鹹水交界的沼澤地，就像是護城河，河畔環繞著茂密的紅樹林，儼然就像一座長長的綠籬，守護著校園。
2、	別名	水筆仔屬紅樹科，俗名茄藤樹、秋茄、紅欖，往往有大的群落，稱之為「紅樹林」。
3、	高度	海口溝的水筆仔歷經五年的時間，大約長至二公尺高。

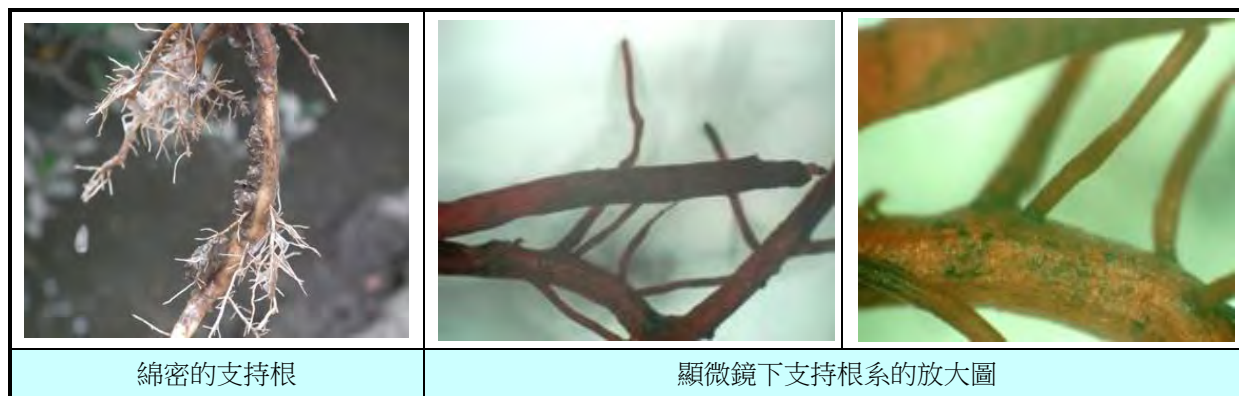


操場旁的紅樹林就像一座長長的綠籬

(二) 觀察水筆仔的構造「根、葉、花、果」。

1、根，可分為：

(1)	支持根	有較粗的主根，由側邊再長許多小小的鬚根，形狀彎曲，可有較大的抓地力，在潮溼的泥地中有固著的能力；支持根亦為營養根，吸收水分及養分運輸至植物本體的通道。
(2)	板根	學校附近的紅樹林公園，大約是十年以上的老樹，樹幹基部明顯膨大為板狀，以三角翼的型態延展成平板型，為了能在淺薄、潮溼的土壤中支持樹身穩定成長。



## 2、葉：

(1)	外觀	橢圓形，先端較鈍，葉子厚又富有光澤。
(2)	生長	呈對生。

## 3、花：

(1)	春天	在莖節的兩側會長出紅色點狀的小花苞。
(2)	夏天	小花苞漸長成白色花苞，花苞盛開成帶有清香的星狀小白花。
(3)	生長	多半四至八朵開在一起。

## 4、果：

(1)	外觀	呈筆狀。
(2)	生長	從圓錐形的果實長出。





(三) 觀察水筆仔為什麼有「紅樹林」之稱。

【問題一】海口溝放眼望去是一大片的綠樹林，為什麼綠色的水筆仔樹林又叫紅樹林？

【觀察】

1、	外觀	除了樹皮是灰褐色的，葉和果實是綠色的。
2、	發現	在颱風及居民整地過後，水筆仔的樹幹受傷或折到時，樹幹呈現紅色。
3、	名稱由來	紅樹林的名稱源自紅樹科植物紅茄苳，紅茄苳的樹幹、枝條、花朵都是紅色的，其中樹幹可以提煉紅色的染料，故有「紅樹」之稱；「紅樹林」就是泛指和紅茄苳生長環境類似，生長在海岸沼澤的耐受鹹度的常綠灌木或喬木樹林。



【問題二】裸露的樹幹呈紅色，可不可以利用樹幹的汁液來做布料或紙張的印染。

【討論】1、撿拾海口溝上被風吹斷的樹枝，撥開樹皮，發現並沒有汁液產生。

2、用刀片將樹幹及樹皮削成小碎片，浸泡清水中觀察浸泡汁液的變化。

【實驗】1、取三杯紙杯容器 A、B、C，分別放入樹幹、樹幹加樹皮及樹皮碎片各 20 克，每杯清水皆 100C.C，浸泡一天。

2、取三張大小一樣的宣紙，綁上棉線，分別浸泡在 A、B、C 紙杯容器中一小時。



【實驗結果】

1、	三種汁液浸泡一天後，A 杯汁液明顯變紅色；B 杯汁液變紅但顏色較 A 杯淺；C 杯汁液變紫色。
2、	宣紙拓印的結果： (1) A 紙張兩處綁棉線處未被染色，與周邊的顏色對照，明顯看出紙張被染成粉橘色。

	(2) B 紙張兩處綁棉線處未被染色，與周邊的顏色對照，可看出紙張被染成較淡的粉橘色。
	(3) C 紙張兩處綁棉線處未被染色，與周邊的顏色對照，可看出紙張被染成淡的紫色。
3、	實驗推論樹幹及樹皮皆可做為染料。

【實驗延伸】用浸泡的汁液做紙張的拓染，做成手工小書。

## 二、水筆仔的生長特性。

### (一) 研究適合水筆仔的生長條件。

#### 1、海口溝水筆仔花、圓錐果實、胎生苗的生長情形。

(1)	花 苞	① 101 年 1 月開始，水筆仔陸續長出紅色的小點狀的花苞。 ② 到夏天紅色花苞會漸成白色的花苞，開白色的花。
(2)	果 實	花謝後長出圓錐的果實，長約 1.5~2 公分。
(3)	胎生苗	花萼留存向上反曲，下胚軸胎生發芽，胚莖抽長成筆狀為胎生苗，一枝枝垂掛在枝條間。



#### 2、海口溝的水筆仔，生長在淡、海水交界處的沼澤地。

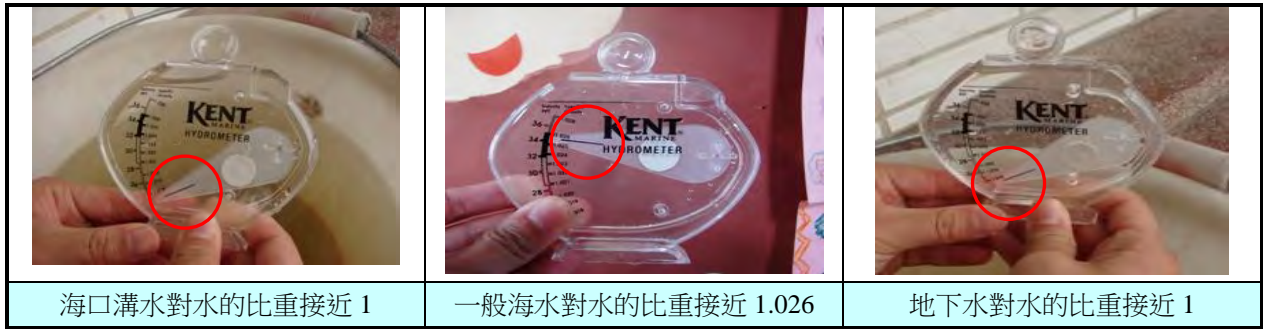
【觀察討論】實地觀察學校海口溝、附近紅樹林公園及新豐紅樹林。

1、	河海水交會處生長的是灌木或喬木，水的流速較海上的海水流速低，浪潮要小，泥沙才能夠沉積，水筆仔幼苗也才能夠著床生長。巨大海浪不但會帶走沙泥，也會沖刷幼苗，使紅樹林難以形成。
2、	退潮時在泥地上觀察，一不小心腳陷進泥中而無法自拔，顯見沼澤地土質黏稠。



【問題一】水筆仔，生長在淡、海水交界處，海口溝的水是否不同於一般的水？

【實驗】用比重計測量海口溝的水、地下水及海水對水的比重。



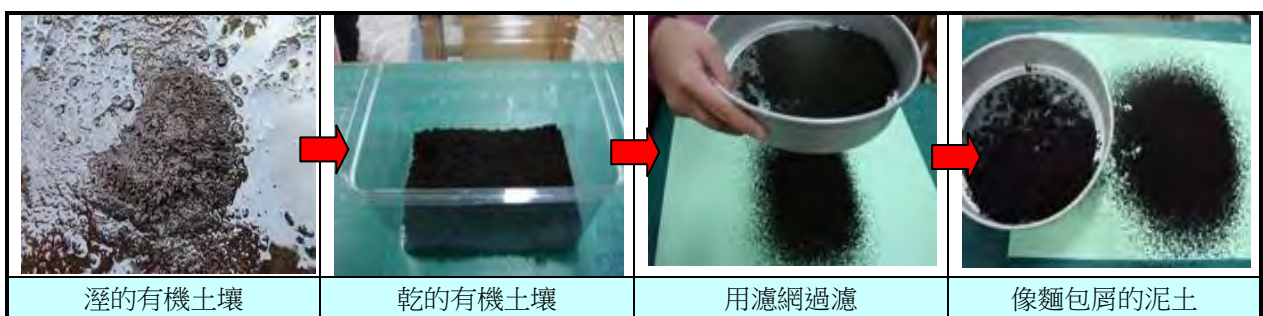
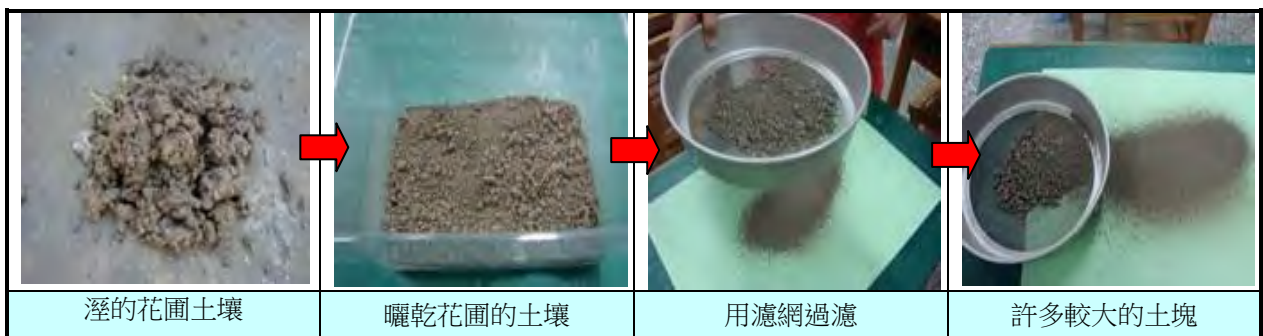
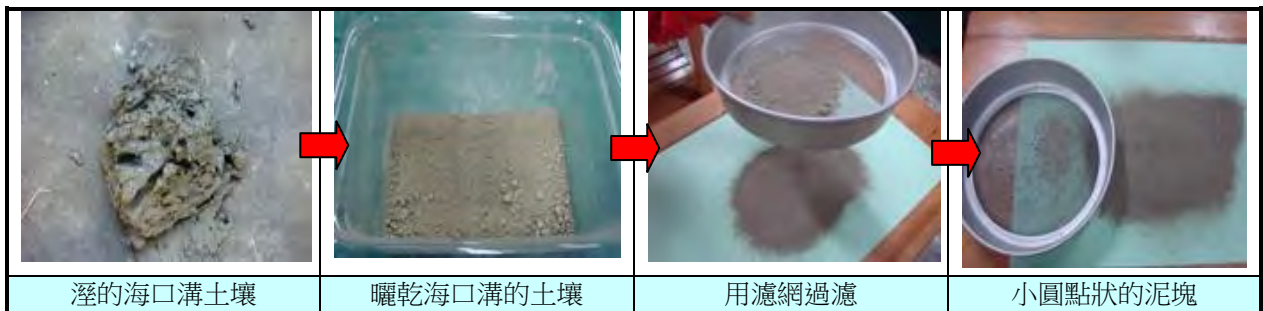
【實驗討論】在 20 度 C 時 海水的密度 1.024785g/cm<sup>3</sup>，純水的密度 0.9982g/cm<sup>3</sup>，所以比重是 1.026。

【實驗結果】用比重計測量的結果是海水對水的比重接近 1.026，淡海交界處海口溝的水對水的比重接近 1.000，地下水對水的比重也接近 1.000。

【問題二】海口溝的土壤為什麼適合水筆仔生長？

【觀察】海口溝的泥土溼的時候，土質黏密像黏土般。

【實驗】將海口溝的土壤、花圃的土壤和有機土的土壤曬乾，取三種土壤各 250 克，用濾網過濾過泥土，比較三種土壤的顆粒大小。



三種土壤過濾後土質顆粒比較表

	海口溝的土壤	花圃的土壤	有機土土壤
土質觸感	細密	較硬	鬆散
留在濾網上的土壤重量	6 克	22 克	17 克
留在濾網上的顆粒形狀	圓形的土球	橢圓形的土塊	麵包屑的土屑
留在濾網上的顆粒大小	約 0.1 公分	約 0.5 ~1 公分	0.2 公分

【觀察討論】海口溝的泥土、花圃的泥土及有機土三種泥土比較後發現：

1、	海口溝的泥土	土質黏度高、顆粒較細，尤其遇水後，土質更黏稠緊實。
2、	花圃的泥土	較硬，遇水後排水較佳。
3、	有機土	較鬆散，遇水後無法緊密在一起。

【觀察結果】海口溝的泥土黏稠緊實，能讓水筆仔穩定成長。

【問題三】因為水筆仔生長在海河交界，耐受鹹度如何？是否可在淡水或鹹水生長？

【觀察】取海口溝的水，以比重計測量海口溝的海水比重，發現比重計的指標停留在 1.000，得知海口溝的海水對水的比重接近 1，所以我們決定種植水筆仔時，以澆地下水及海口溝的水來測試水筆仔是否可以存活？

【實驗】100 年 11 月 17 日，從海口溝移植 15 株小水筆仔做種植觀察。

- 1、15 株水筆仔高度皆為 26 公分，每株皆有三對葉片。
- 2、種植泥土，分別為花圃土、有機土及海口溝。
- 3、每一種泥土各 5 盆，種植容器統一為直徑 13.5 公分，高度為 12 公分的圓形花盆，並放入約九分滿的土。
- 4、(實驗組) 1~5 號小水筆仔種植在花圃土中，澆地下水。  
6~10 號小水筆仔種植在有機土中，澆地下水。  
(對照組) 11~15 號小水筆仔種植在海口溝土中，澆海口溝的水。
- 5、15 盆水筆仔統一放置在教室旁的花園裡。
- 6、在種植的過程中，固定早上 7:00 及 19:00 澆水，水量為 1000C.C。

種植水筆仔生長變化觀察紀錄表

觀察 日期	水 筆 仔 葉 片 生 長 變 化														
	實驗組										對照組				
	花圃土、澆地下水					有機土、澆地下水					海口溝土、澆海口溝水				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11/17~11/26															
11/27~12/6		+1 對	◎1 對						+1 對			+1 對	+1 對		
12/7~12/16			-1 片								+1 對			+1 對	
12/17~12/26			-1 片					+1 對							
12/27~1/5			*3 對						+1 對						
1/6~1/15							+1 對					+1 對			
1/16~1/25						+1 對									
1/26~2/4			-1 對		+1 對									+1 對	
2/5~2/14	+1 對	+1 對											+1 對		
2/15~2/24									+1 對	+1 對			+1 對		



2/25~3/5				+1 對				-1 片	+1 對							
3/6~3/15		-1 片 -1 片					+1 對	-1 片				+1 對				
3/16~3/25						+1 對								-1 對		
3/26~4/4			-1 對												+1 對	
4/5~4/14	-1 對									+1 對		◎1 對				
4/15~4/24												-1 對	+1 對	-1 對		
4/25~5/4				-1 對				+1 對			+1 對					
5/5~5/14									+1 對						◎1 對	
5/15~5/24							+1 對			-1 對		+1 對			-1 對	
5/25~5/30		-1 對			◎1 對						-1 對					
葉片增加數量合計	0 對	0 對	-3 對	0 對	+1 對	+2 對	+3 對	+1 對	+3 對	+2 對	+2 對	+2 對	+2 對	+2 對	+1 對	+2 對
5/30	葉片總量	3 對	3 對	0 對	3 對	4 對	5 對	6 對	4 對	6 對	5 對	5 對	5 對	5 對	4 對	5 對
	高度	33m	30cm	28m	33cm	35cm	42cm	44cm	40cm	42cm	40cm	38cm	38cm	39cm	36cm	37m

備註說明：「+」表示長出新的葉片，「-」表示葉片凋落，「◎」表示葉片枯黃，「\*」表示葉子下垂

### 【實驗結果】

1、淡、海交界處的海水對水的比重幾乎等於清水的比重，所以種植時澆地下水，水筆仔依舊可以存活。水筆仔耐鹽度的範圍廣，可在淡水也可在鹹水中生長。

2、種植水筆仔生長變化表

種植方式 生長情形	花圃的泥土，澆地下水					有機土，澆地下水					海口溝土，澆海口溝水				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
增加葉片量	0 對	0 對	-3 對	0 對	1 對	2 對	3 對	1 對	3 對	2 對	2 對	2 對	2 對	1 對	2 對
平均增加量	-0.4 對					2.2 對					1.8 對				
增加高度	7cm	4cm	2cm	7cm	9cm	16cm	18cm	14cm	16cm	14cm	12cm	12cm	13cm	10cm	11cm
平均增加高度	5.8cm					15.6 cm					11.6 cm				

3、種植結果：

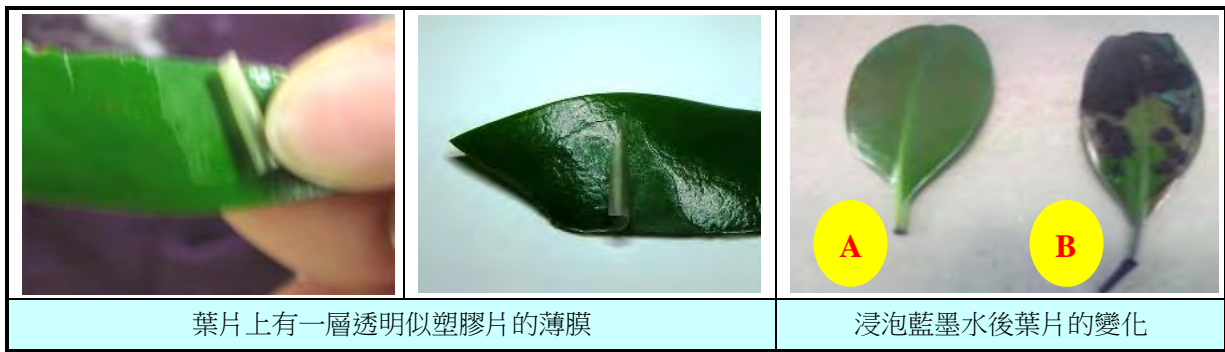
(1) 實驗組澆地下水，以花圃泥土種植，從 3/6 開始 1~5 號水筆仔已不再長出新葉片；以有機土種植，5~10 號水筆仔至 5/30 仍持續生長。
(2) 比較對照組和實驗組的有機土種植的水筆仔生長情形，有機土的水筆仔葉片增加數量及生長高度皆優於對照組的水筆仔。
(3) 推論有機土因為泥土中有足夠的養分所以水筆仔生長得最好；花圃泥土種植的水筆仔，泥土的養份不夠，生長速度最慢。
(4) 水筆仔種植在澆地下水的有機土中生長情形最好。

(二) 研究水筆仔的葉片構造。

【觀察】水筆仔葉子呈對生狀、長橢圓形、厚革質，看起來油油亮亮。

【問題一】水筆仔厚厚的葉片表皮，從葉片中間葉脈處撕開，發現葉片上有一層透明的薄膜。葉片上一層透明的薄膜作用為何？

【實驗一】把一片葉片 A 及另一片撕掉透明防水層的葉片 B，二片同時浸泡藍墨水五天。



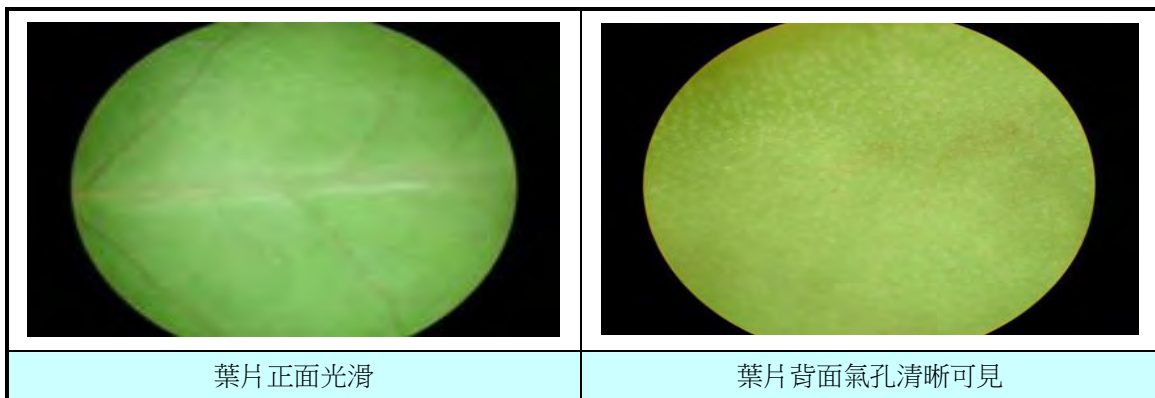
葉片上有一層透明似塑膠片的薄膜

浸泡藍墨水後葉片的變化

**【實驗結果】**

1、	葉片的表皮似透明塑膠片的薄膜，為表皮組織角質層，成份為蠟質。
2、	A 葉片經過五天藍墨水的浸泡後，只有葉梗的切口處染上藍墨水，葉片則完好如初；B 葉片則在撕掉蠟質處都染上藍墨水。
3、	從 A、B 二片的浸泡的變化可以明顯看出葉片上這一層蠟質有防水保護的作用，可防止海水進入，亦可以防止不必要的水分喪失。
4、	油亮亮的綠葉在陽光下閃閃發光，推論蠟質也有反射部份陽光的作用。

**【實驗二】** 將完整的葉片浸泡在紅墨水中五天，用顯微鏡觀察葉片正面和背面的構造。



葉片正面光滑

葉片背面氣孔清晰可見

**【實驗結果】**

1、	浸泡紅墨水的葉片，莖內維管束延伸至葉脈，雖然葉片正面光滑，可看見葉脈紋路。
2、	葉片的下表皮則可看見一個個的氣孔，氣孔是植物用來與外界交換氣體和水的器官，亦防止水份的喪失。

**(三) 研究水筆仔排鹽的方式**

水筆仔會將多餘的鹽份儲存在老葉中，在落葉時一併將鹽份排出體外，鹽生植物為了使體內不要累積高濃度的鹽，利用老葉的脫落，排除多餘的鹽份。



所有的鹽份集中在老葉，老葉脫落排鹽

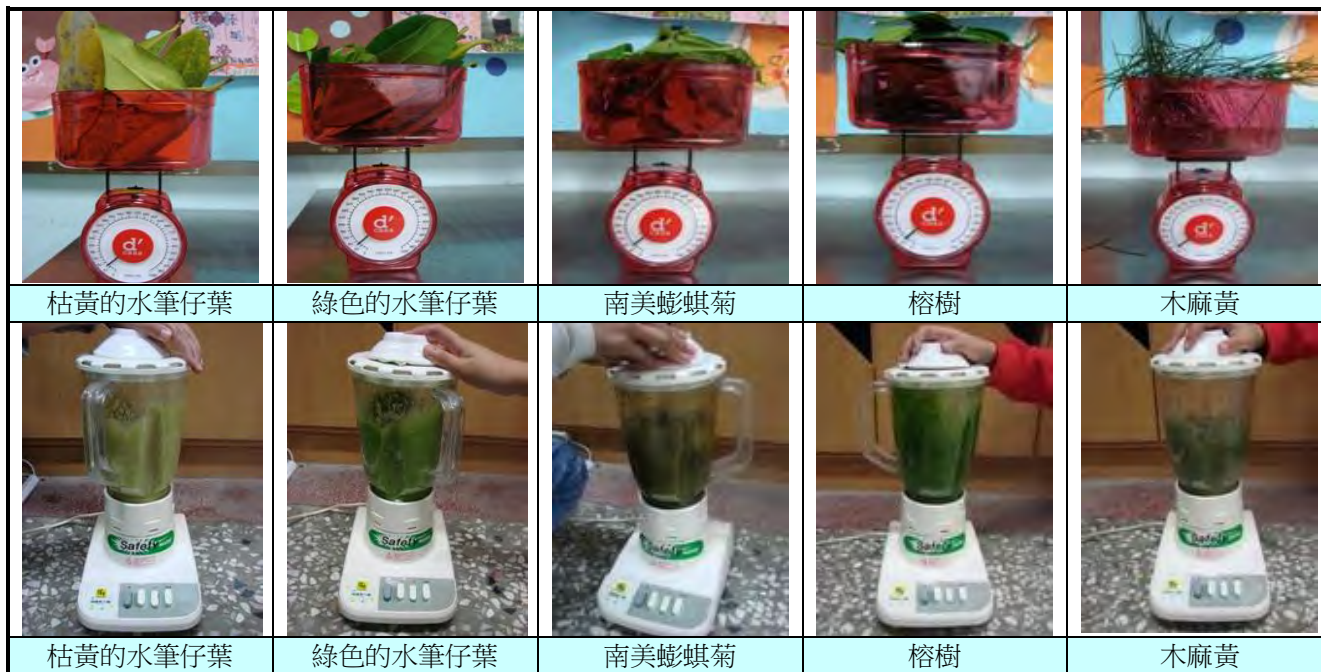
【問題一】水筆仔枯黃的老葉是否含鹽份？

【實驗討論】

1、	用嘴巴舔一舔枯黃的葉片，發現葉片隱約有一點點淡淡的鹹味。
2、	鹽的水溶液能導電。(依據南一版 五下 自然與生活科技 第二章水溶液的性質)。

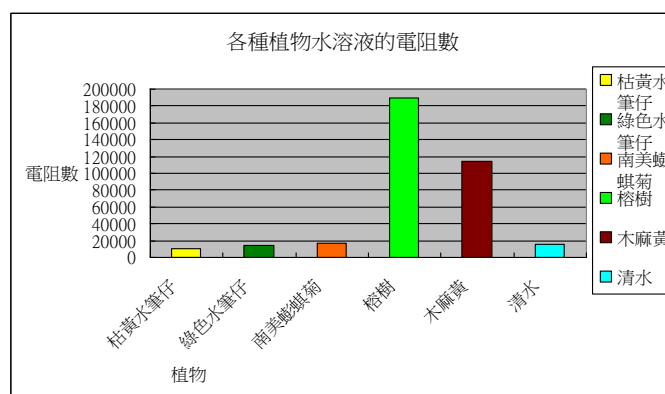
【實驗一】用三用電表測量水筆仔綠葉和枯葉及校園植物的葉片的電阻數。

1、摘取生長在海口溝旁或校園植物的葉片各 50 克和清水 350 公克混合，利用果汁機打成溶液 3 分鐘，用三用電表測量電阻數，電阻數越低代表導電性越佳。



	枯黃的水筆仔	綠色的水筆仔	南美蟛蜞菊	榕樹	木麻黃	清水
操作圖片						
電阻數	<b>10930 歐姆</b>	13890 歐姆	16690 歐姆	<b>189500 歐姆</b>	114000 歐姆	15750 歐姆

【實驗結果一】

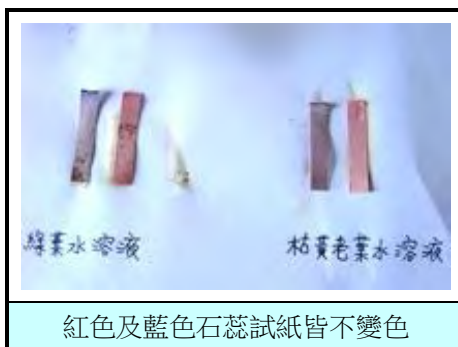


枯黃的水筆仔葉的水溶液在所有的的水溶液中的電阻數最小，且和綠色的水筆仔葉的水溶液比較，電阻數也比較小，導電性較佳。



【實驗二】以電池串聯，電池正負兩極末端連接銅線，在整個電線通路中裝置燈泡。在銅線末端包上鋁箔紙，二端插入枯黃水筆仔葉及綠色水筆仔葉的水溶液中，二片鋁箔紙靠近但不相碰，測試燈泡是否會發亮。

- 1、為了提高鹽水溶液的濃度，以 50 公克的葉片加上 150 公克的水，利用果汁機打成葉片汁液 3 分鐘，並以濾網過濾雜質。
- 2、以滴管吸取枯黃老葉及綠葉的水溶液，分別滴於藍色及紅色石蕊試紙上檢驗。



- 3、為了增加導電效果，以包了鋁箔的銅線插入枯黃老葉的水溶液中做實驗。

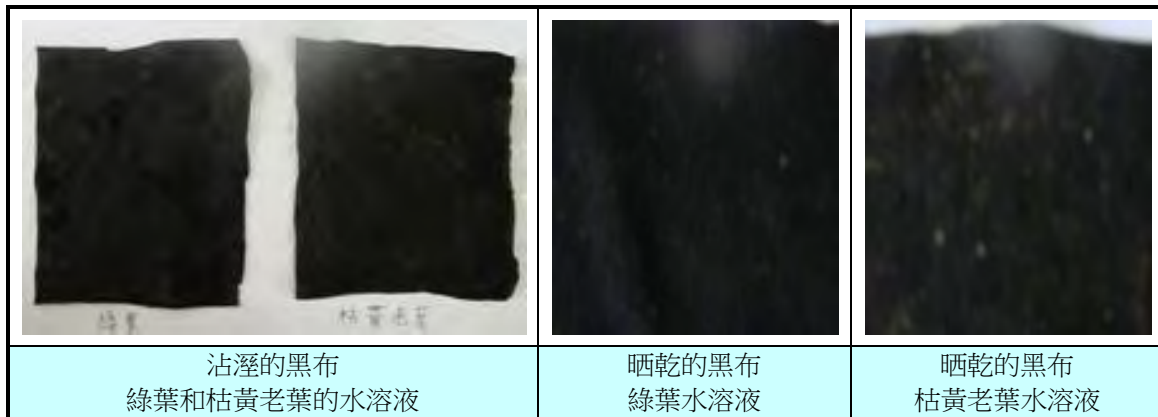


【實驗結果二】

1、	利用石蕊試紙檢驗，發現枯黃老葉、綠葉水溶液皆沒變色，所以確定二種水溶液都不為酸性溶液。
2、	電池通路實驗中，發現從負極接出來的銅線鋁箔即刻產生大量的小氣泡，另一端的正極銅線鋁箔一靠近，燈泡發出很微弱的亮光。
3、	比較枯黃老葉和綠葉的水溶液電池通路的實驗，推論枯黃老葉的水溶液含鹽會導電，所以燈泡會亮。
4、	實驗中發現枯黃的老葉水溶液含鹽量不多，使得導電時燈泡較暗。



【實驗三】以二塊小黑布浸溼枯黃老葉和綠葉的水溶液，晒乾後，觀察黑布上的變化。



【實驗結果三】晒乾的枯黃老葉水溶液的黑布有淡淡的白色鹽漬痕跡；綠色水溶液的黑布則沒有白色鹽漬痕跡出現。

【綜合以上實驗一~三結果】

1、	枯黃老葉的水溶液因為含有鹽份，所以電阻數越小代表內部鹽量越多，導電性較佳。
2、	枯黃老葉含有鹽，鹽溶解於水中，產生鹽的水溶液，當鹽的水溶液通電後，能讓燈泡發亮。
3、	沾溼枯黃老葉水溶液的黑布，晒乾後出現白色的鹽漬痕跡。
以上三個實驗得知水筆仔利用枯黃的老葉脫落，排除多餘的鹽份。	

### 三、研究水筆仔的胎生苗

(一) 記錄成熟胎生苗的生長情形、生長週期、長度與重量。

1、	花謝之後便長出圓錐的果實，果實成熟後，藏在內部的種子伸出果實體，再發育成帶有胚莖的「筆狀胎生苗」，漸漸長成幼苗。
2、	幼苗吸收母樹的養分，繼續成長，胚莖抽長成為筆狀，一枝枝垂掛在枝條間，吸收母株的養份，直到成熟，錐形果實無法承受其重量才脫落。



【問題一】胎生苗的生長速度為何？

【實驗】實地選了二十株高度一樣的水筆仔，取每一個果實剛長出的胎生苗，長度約為 0.5 公分大小，實地測量胎生苗的長度。

胎生苗的生長長度紀錄表

單位：公分

樣本 日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9/30	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10/7	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	1.6	風吹 掉落	1.6	1.4
10/14	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	---	2.4	2.3
10/21	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5	---	3.4	3.3
10/28	4.5	4.5	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	---	4.4	4.3
11/4	5.55	5.5	5.4	5.5	5.5	5.55	5.5	---	5.4	5.3
11/11	6.4	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4	6.5	---	6.4	6.4
11/18	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	---	7.4	7.3
11/25	8.45	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	---	8.4	8.3
12/2	9.5	9.3	9.3	9.3	9.3	9.5	9.3	---	9.4	9.3
12/9	10.5	10.4	10.2	10.4	10.4	10.5	10.4	---	10.5	10.3
12/16	11.4	11.5	11.3	11.5	11.5	11.4	11.5	---	11.45	11.3
12/23	12.4	12.5	12.3	12.5	12.5	12.4	12.5	---	12.4	12.3
12/30	13.3	13.4	13.3	13.4	13.4	13.3	13.4	---	13.4	13.3
1/6	14.4	風吹 掉落	14.3	14.4	14.4	14.4	14.4	---	14.4	14.3
1/13	15.3	---	15.3	15.4	15.4	15.3	15.4	---	15.4	15.3
1/20	16.6	---	16.3	16.4	16.4	16.6	16.4	---	16.4	16.3
1/27	17.6	---	17.2	17.5	17.5	17.6	17.5	---	17.5	17.35
2/3	18.6	---	18.3	18.4	18.4	18.6	18.4	---	18.4	18.3
2/10	19.6	---	19.2	19.4	19.4	19.6	19.4	---	19.4	19.3
2/17	20.5	---	20.3	20.4	20.4	20.5	20.4	---	20.4	20.3
2/24	21.5	---	21.4	21.4	21.4	21.5	21.4	---	21.4	21
3/2	22.5	---	22.3	22.4	22.4	22.5	22.4	---	22.4	21.8
3/9	23.5	---	23.3	23.5	23.5	23.5	23.5	---	23.5	22.6
3/16	24.4	---	24.3	24.5	24.5	24.4	24.5	---	24.5	23.4
3/23	25.4	---	25.2	25.6	25	25.4	25.5	---	25.5	24.2
3/30	26.5	---	26.4	26.6	成熟 掉落	26.5	26.5	---	26.6	25
4/7	27.5	---	27.4	成熟 掉落		27.5	成熟 掉落	---	成熟 掉落	25.5
4/10	成熟 掉落		成熟 掉落			28.6				成熟 掉落
4/13						成熟 掉落				
每星期 平均增加	1	---	1	1	0.98	1	1	---	1	0.93

樣本日期	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9/30	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10/7	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.3	1.5	0.7	1.5	1.5
10/14	2.5	風吹 掉落	2.45	2.6	2.4	2.4	2	枯萎	2.5	2.5
10/21	3.5	---	3.4	3.5	3.3	3.4	3	---	3.5	3.3
10/28	4.5	---	4.5	4.5	4.3	4.45	3.9	---	4.4	4.3
11/4	5.5	---	5.55	5.5	5.3	5.4	4.8	---	5.4	5.4
11/11	6.6	---	6.4	6.5	6.3	6.4	5.8	---	6.5	6.4
11/18	7.55	---	7.4	7.4	7.3	7.3	6.9	---	7.4	7.4
11/25	8.6	---	8.4	8.4	8.3	8.3	8	---	8.5	8.4
12/2	9.6	---	9.5	9.3	9.2	9.5	8.9	---	9.5	風吹 掉落
12/9	10.6	---	10.5	10.4	10.25	10.5	9.9	---	10.4	---
12/16	11.6	---	11.4	11.5	11.25	11.5	10.9	---	11.4	---
12/23	12.6	---	12.4	12.5	12.25	12.45	12	---	12.4	---
12/30	13.6	---	13.3	13.4	13.2	13.45	13	---	13.4	---
1/6	14.7	---	14.4	14.4	14.2	14.5	14	---	14.4	---
1/13	15.7	---	15.3	15.4	15.2	15.5	15	---	15.4	---
1/20	16.7	---	16.6	16.4	16.2	16.5	16.1	---	16.35	---
1/27	17.7	---	17.6	17.5	17.2	17.5	17.1	---	17.4	---
2/3	18.7	---	18.6	18.4	18.2	18.5	18.1	---	18.4	---
2/10	19.7	---	19.6	19.4	19.2	19.5	19.1	---	19.4	---
2/17	20.7	---	20.5	20.4	20.2	20.5	20.1	---	20.4	---
2/24	21.7	---	21.5	21.45	21.2	21.5	21.1	---	21.4	---
3/2	22.7	---	22.5	22.4	22.2	22.4	22.1	---	22.4	---
3/9	23.7	---	23.5	23.5	23.2	23.4	23.1	---	23.4	---
3/16	24.7	---	24.4	24.5	24.2	24.4	24	---	24.4	---
3/23	25.7	---	25.4	25.5	25.3	25.3	25.1	---	25.3	---
3/30	26.7	---	26.5	26.4	26.4	26.4	26.1	---	26.3	---
4/7	成熟 掉落	---	27.6	成熟 掉落	27.4	27.5	成熟 掉落	---	27.5	---
4/10		---	成熟 掉落		成熟 掉落	成熟 掉落		---	成熟 掉落	---
每星期 平均增加	1.05	---	1.04	1.04	1.04	1.04	1.02	---	1	---

### 【實驗結果】

1、	預估圓錐果實長出胎生苗至 0.5 公分長度約需四天的時間。
2、	觀察的過程發現有幾株未成熟的胎生苗會連同反曲的花萼和圓錐果實被風吹落。
3、	由記錄二十株胎生苗的生長長度來看，平均每一星期長 0.93~1.04 公分左右。
4、	每一株胎生苗從初芽至成熟掉落需長至 26~28 公分，需 25~28 週，約七個月左右。
5、	胎生苗即將成熟脫落前，下端漸漸變紅，約 7~8 天整株筆苗呈現紅色，便會脫落。
6、	成熟的胎生苗重量約 12~14 克。

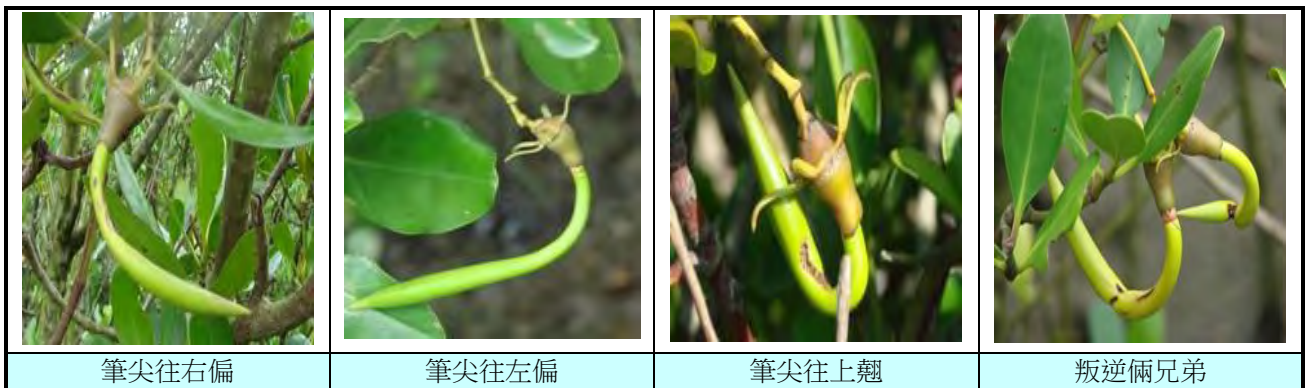


胎生苗由筆尖端開始微紅

胎生苗整株都變紅，成熟了

【問題二】胎生苗真的都是直直的往下長嗎？

【觀察】我們發現有趣的現象，每一支胎生苗都是直直的往下生長，但是有幾支胎生苗就像頑固的叛逆小子，偏偏要往不同方向生長。彎曲的地方，果實表皮有受傷的痕跡，但絲毫不影響它的生長。



筆尖往右偏

筆尖往左偏

筆尖往上翹

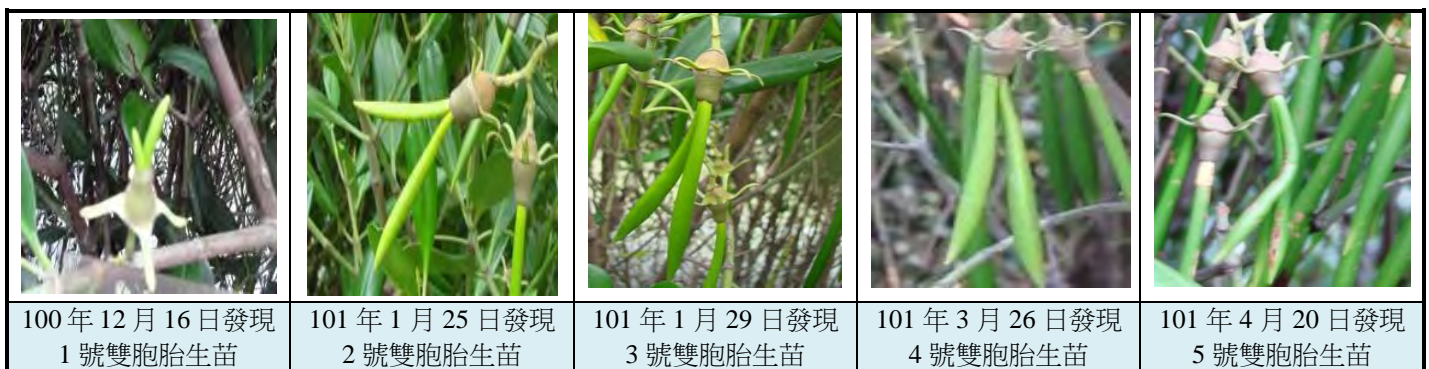
叛逆倆兄弟

【觀察結果】

1、	筆苗會彎曲生長的原因，觀察推論是筆苗在增長的過程，旁邊茂密的枝葉擋住其往下成長的機會，為了生長機制，而發展出彎曲生長的情形。
2、	彎曲的筆苗，成熟時應該無法藉重力作用插入土中，推論無繁衍下一代的能力。

【問題三】一個圓錐果實只會長出一根筆狀的胎生苗嗎？

【觀察】海口溝密密麻麻垂掛的胎生苗中，我們意外的發現五個圓錐果實長出雙胞胎生苗。



100年12月16日發現  
1號雙胞胎生苗

101年1月25日發現  
2號雙胞胎生苗

101年1月29日發現  
3號雙胞胎生苗

101年3月26日發現  
4號雙胞胎生苗

101年4月20日發現  
5號雙胞胎生苗



雙胞胎生苗生長紀錄表

單位：公分

雙胞胎	日期	長度 (cm)		日期	長度 (cm)		日期	長度 (cm)		日期	長度 (cm)		日期	長度 (cm)	
		左	右		左	右		左	右		左	右			
1 號	12/16	0.5	1	1/17	3.5	4	3/1	6	10	3/16	7	12	3/27	9	14
		差 0.5			差 0.5			差 4			差 5			差 5	
	4/10	10.5	16	4/20	12.5	18	4/30	15	20.5	5/10	17.5	23.5			
		差 5.5			差 5.5			5.5			6				
2 號	1/25	3	3.5	3/1	6.5	7.3	3/16	7.5	8.5	3/27	8.5	9.5	4/10	10	11.5
		差 0.5			差 0.8			差 1			差 1			差 1.5	
	4/20	11.5	13	4/30	13	15	5/10	14.5	17						
		差 1.5			2			2.5							
3 號	1/29	5	5	3/1	11.5	11.5	3/16	13	13	3/27	14	14.5	4/10	15	15.5
		差 0			差 0			差 0			差 0.5			差 0.5	
	4/20	16.5	17	4/30	18.5	19	5/10	20	21						
		差 0.5			0.5			1							
4 號	3/26	12	12.5	4/10	12.5	13	4/20	14	15	5/10	18	19.5			
		差 0.5			差 0.5			差 1			1.5				
5 號	4/20	9	8	4/30	11	10	5/10	13	12						
		差 1			1			1							

【觀察結果】

1、	雙胞胎生苗生長速度比一般的胎生苗慢，且毫無規律性。
2、	雙胞胎生苗左右二支筆苗，生長期間會演變成二支長度不一樣長，差距越來越大。
3、	5月13日發現漲潮時1號及3號雙胞胎生苗被海水冲落。
4、	5月15日發現2號雙胞胎生苗被風吹落

【觀察討論】五月份雙胞胎生苗紛紛掉落的原因：

1、	被吹落的2號雙胞胎生苗兩支胎生苗重15.5公克；一支成熟胎生苗約12~14公克。
2、	推論一個圓錐果實只能承受一支成熟胎生苗的重量，所以雙胞胎生苗因重量太重，而無法等到成熟時便會脫落。

【問題四】胎生苗是如何落地生根？

		
從圓錐果實頂端推出	剛好插入螃蟹的洞穴	連同圓錐果實一起掉落插入



【觀察結果】

1、	成熟的胎生苗從圓錐的果實頂端推出掉落地面。
2、	能借重力作用插入軟泥中，很快發展出側根，支根不斷的伸展，來擴大根莖，抓緊泥土，同時又可以幫助根部呼吸；胎生苗從圓錐果實脫落時，筆尖朝上的一端遺留托葉及葉芽，幾天後托葉會微微打開，再從微開的托葉中間往上長出綠葉。
3、	若無法插入土中，亦可隨海波漂流至適當的地點固著生長，同時拓殖其生育地。
4、	胎生苗在海水中漂流可以至二、三個月依然存活，泡在水中而不會腐爛。

【問題五】胎生苗落在不同土質上，插入的深度各是多少？

【實驗】蒐集掉落在泥地上的水筆仔胎生苗，共撿 30 支，手拿胎生苗系的尖端，自高約 100 公分處鬆手不施任何力放下，讓胎生苗分別落在海口溝的泥土、花圃的泥土以及有機土上，每種土質試驗 10 次，測量成功插入泥土的胎生苗深度以及角度。測試過的胎生苗不再重複使用。

胎生苗插入三種泥土深度紀錄表

單位：公分/度

土質	次數 單位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
海口溝	公分	1.5	×	1.8	×	2.2	1.9	2.1	1.8	×	1.6	1.84
	角度	90 度	---	60 度	---	75 度	65 度	85 度	90 度	---	70 度	76.4 度
花圃	公分	×	0.5	×	×	×	0.3	×	0.6	×	×	0.47
	角度	---	30 度	---	---	---	45 度	---	35 度	---	---	36.6 度
有機土	公分	×	1.6	1.7	×	×	1.9	1.4	×	1.8	1.5	1.65
	角度	---	10 度	15 度	---	---	20 度	10 度	---	15 度	15 度	14.2 度

【實驗討論】

1、	海口溝	胎生苗成功插入機率 70%，平均深度約 1.84 公分，插入角度平均 76.4 度。
2、	花圃	胎生苗成功插入機率 30%，平均深度約 0.46 公分，插入角度平均 36.6 度。
3、	有機土	胎生苗成功插入機率 60%，平均深度約 1.65 公分，插入角度平均 14.2 度。

【實驗結果】

1、	海口溝土質黏稠，能增強胎生苗落地後的固著力，使胎生苗不容易因外力而倒塌，所以最適合胎生苗生長。
2、	花圃的土排水性佳，因此土質較硬，使胎生苗不容易插入，所以最不適合胎生苗生長。
3、	有機土因為土質鬆散，所以胎生苗插入的角度最接近地面，如果遇到大雨會使胎生苗倒塌，導致無法生長，推論也不適合胎生苗生長。

(二) 觀察胎生苗落在軟硬不同泥地中所插入的深度及角度。

【問題一】海口溝滿是掉落未插入土中的胎生苗，胎生苗掉落插入泥土中，它的成功率為何？

【實驗】蒐集掉落在泥地上的水筆仔胎生苗，每一次撿 50 支，手拿胎生苗細的尖端，自高約 100 公分處鬆手不施任何力放下，讓胎生苗像自由落體般落下，試驗 50 次，測試它能成功插入土中的次數，及插入的深度。測試過的胎生苗不再重覆使用，測量時間為滿潮前一小時（土質最硬）及退潮後一小時（土質最軟）。



【時間】滿潮前一小時，土質最硬

日期 次數	3/13		3/18		3/23		3/28		4/2	
	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)
1										
2			○	1.5 cm 85 度						
3							○	1.5 cm 90 度		
4							○	1.2 cm 90 度	○	1.5 cm 90 度
5										
6			○	1.5 cm 90 度						
7									○	1.2 cm 80 度
8	○	1 cm 85 度								
9										
10			○	2 cm 90 度					○	2 cm 90 度
11										
12	○	1.2 cm 90 度			○	1 cm 45 度				
13										
14			○	1.5 cm 90 度						
15	○	1.8 cm 90 度	○	1.5 cm 75 度					○	1.5 cm 90 度
16										

17									
18									
19	○	1.1 cm 75 度			○	2 cm 90 度			
20									
21							○	1 cm 45 度	
22			○	2 cm 90 度					
23									
24					○	1.2 cm 80 度		○	1.3 cm 90 度
25			○	1.5 cm 75 度				○	1 cm 70 度
26									
27									
28									
29			○	1.5 cm 90 度			○	1 cm 45 度	
30									
31	○	1.5 cm 75 度							
32									
33					○	1 cm 45 度			
34									
35									
36							○	1.3 cm 60 度	
37	○	1 cm 90 度							
38					○	1.5 cm 90 度			
39									
40			○	1.8 cm 60 度				○	1 cm 45 度
41			○	1.5 cm 75 度			○	1 cm 60 度	
42									
43					○	1.2 cm 60 度			
44									
45	○	0.8 cm 60 度							
46									
47									
48	○	1.2 cm 75 度	○	1.5 cm 75 度					
49					○	1.2 cm 45 度			
50			○	1.5 cm 75 度				○	1.2 cm 90 度
次數合計	8		12		7		6		8
深度平均		1.2cm		1.6cm		1.3cm		1.2cm	1.3cm



【時間】退潮後一小時，土質最軟

日期 次數	3/13		3/18		3/23		3/28		4/2	
	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)	成敗	插入深度 (cm) 角度 (度)
1			○	2 cm 90 度	○	2.5 cm 90 度			○	2.5 cm 90 度
2	○	2.5 cm 90 度	○	3 cm 90 度	○	2 cm 90 度			○	2.5 cm 90 度
3	○	2 cm 90 度	○	2.5 cm 90 度	○	3 cm 90 度				
4			○	3 cm 90 度	○	2.5 cm 90 度	○	2.2 cm 90 度	○	1.5 cm 90 度
5	○	2.5 cm 90 度					○	2.5 cm 90 度	○	2 cm 90 度
6	○	2.5 cm 90 度	○	2.5 cm 60 度			○	2.5 cm 90 度		
7			○	3 cm 90 度	○	2 cm 45 度			○	1.5 cm 80 度
8	○	2.5 cm 85 度	○	3 cm 90 度			○	2.5 cm 90 度		
9					○	1 cm 30 度				
10			○	2 cm 90 度					○	1.5 cm 85 度
11					○	2.5 cm 90 度				
12	○	2.2 cm 80 度	○	1.5 cm 60 度			○	1.5 cm 60 度		
13			○	2.2 cm 90 度						
14	○	2cm 90 度	○	2.2 cm 90 度	○	1 cm 60 度	○	1.5 cm 45 度	○	2 cm 85 度
15	○	1.8 cm 75 度					○	2 cm 90 度		
16	○	1.5 cm 45 度	○	2 cm 30 度						
17	○	2.5 cm 90 度			○	2 cm 45 度	○	1 cm 90 度	○	1 cm 90 度
18			○	2.5 cm 45 度			○	1 cm 90 度		
19	○	1 cm 30 度	○	3cm 90 度			○	2.5 cm 90 度		
20			○	3 cm 90 度	○	3 cm 90 度	○	2 cm 90 度		
21	○	2 cm 90 度	○	3 cm 90 度	○	3 cm 90 度	○	1 cm 45 度	○	1.5cm 90 度
22	○	2cm 90 度	○	2.5 cm 90 度	○	2.5 cm 90 度				
23					○	2 cm 90 度				
24			○	3.5 cm 90 度			○	3 cm 90 度		

25					○	2 cm 90 度			○	1 cm 70 度
26			○	3.5 cm 90 度			○	3 cm 90 度		
27	○	1.5 cm 70 度	○	3 cm 90 度	○	2.5 cm 90 度				
28			○	2 cm 90 度					○	1 cm 90 度
29	○	2.5 cm 90 度					○	1 cm 45 度	○	2 cm 90 度
30	○	2.5 cm 90 度	○	2.2 cm 90 度	○	2 cm 90 度				
31	○	1.5 cm 75 度	○	2.5 cm 60 度						
32			○	2cm 80 度	○	3 cm 90 度			○	1.5 cm 70 度
33			○	3 cm 90 度	○	1 cm 45 度	○	1.5 cm 60 度		
34										
35										
36	○	2.5 cm 90 度	○	3 cm 90 度	○	2 cm 90 度	○	1.5 cm 90 度		
37	○	1 cm 45 度	○	4 cm 90 度						
38			○	2.5cm 90 度	○	1.5 cm 90 度	○	1.5 cm 80 度	○	1.5 cm 80 度
39	○	2.5 cm 60 度								
40			○	2.5 cm 60 度					○	1 cm 90 度
41	○	1.5 cm 90 度					○	2 cm 60 度		
42			○	2 cm 90 度						
43					○	1.2 cm 60 度				
44			○	2 cm 90 度			○	1 cm 45 度	○	1.5 cm 60 度
45	○	1 cm 45 度	○	2 cm 90 度	○	1.5 cm 90 度			○	2 cm 90 度
46	○	2 cm 90 度							○	1.5 cm 90 度
47					○	3 cm 90 度			○	1.5 cm 80 度
48			○	2 cm 90 度			○	1.5 cm 75 度	○	1.5 cm 80 度
49			○	3 cm 90 度						
50	○	2.5 cm 90 度	○	2 cm 90 度						1 cm 90 度
次數合計	24		35		23		21		21	
深度平均		2cm		2.6cm		2.1cm		1.8cm		1.6cm

【實驗結果】

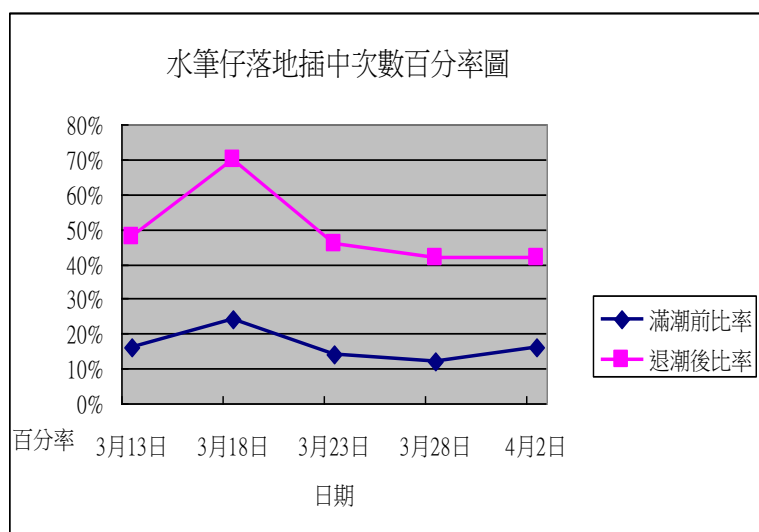
1、滿潮前及退潮後水筆仔插中次數及角度比率圖表

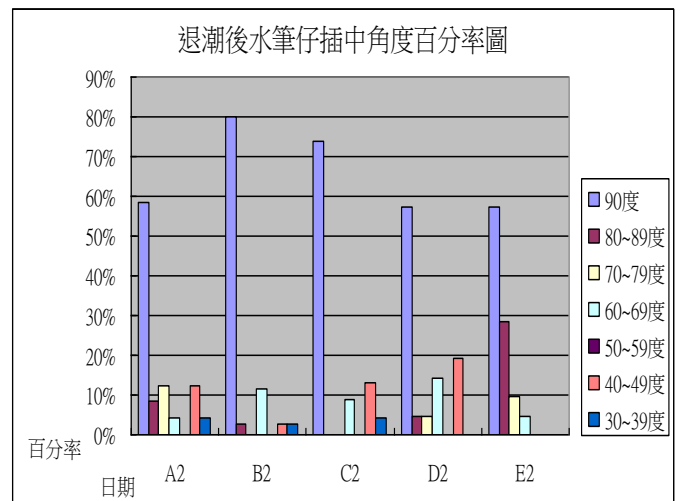
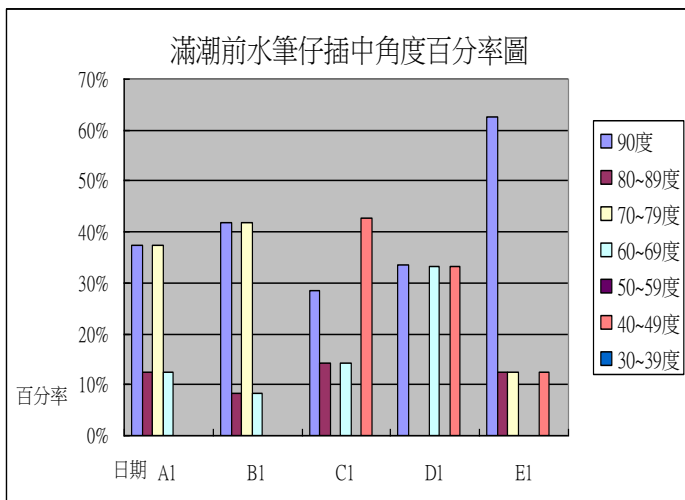
滿潮前水筆仔掉落泥地插中次數及角度比率表

日期		3/13 【A1】		3/18 【B1】		3/23 【C1】		3/28 【D1】		4/2 【E1】	
滿潮前插中次數/比率		8	16%	12	24%	7	14%	6	12%	8	16%
滿潮前 角度佔 插中 次數 比率	90 度	3	37.5%	5	41.7%	2	28.6%	2	33.4%	5	62.5%
	80~89 度	1	12.5%	1	8.3%	1	14.3%	--	---	1	12.5%
	70~79 度	3	37.5%	5	41.7%	--	---	--	---	1	12.5%
	60~69 度	1	12.5%	1	8.3%	1	14.3%	2	33.3%	--	---
	50~59 度	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---
	40~49 度	--	---	--	---	3	42.8%	2	33.3%	1	12.5%
	30~39 度	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

退潮後水筆仔掉落泥地插中次數及角度比率表

日期		3/13 【A2】		3/18 【B2】		3/23 【C2】		3/28 【D2】		4/2 【E2】	
退潮後插中次數/比率		24	48%	35	70%	23	46%	21	42%	21	42%
退潮後 角度佔 插中 次數 比率	90 度	14	58.3%	28	80%	17	74%	12	57.2%	12	57.2%
	80~89 度	2	8.3%	1	2.8%	--	---	1	4.7%	6	28.6%
	70~79 度	3	12.5%	--	---	--	---	1	4.7%	2	9.5%
	60~69 度	1	4.2%	4	11.6%	2	8.7%	3	14.3%	1	4.7%
	50~59 度	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---
	40~49 度	3	12.5%	1	2.8%	3	13%	4	19.1%	--	---
	30~39 度	1	4.2%	1	2.8%	1	4.3%	--	---	--	---





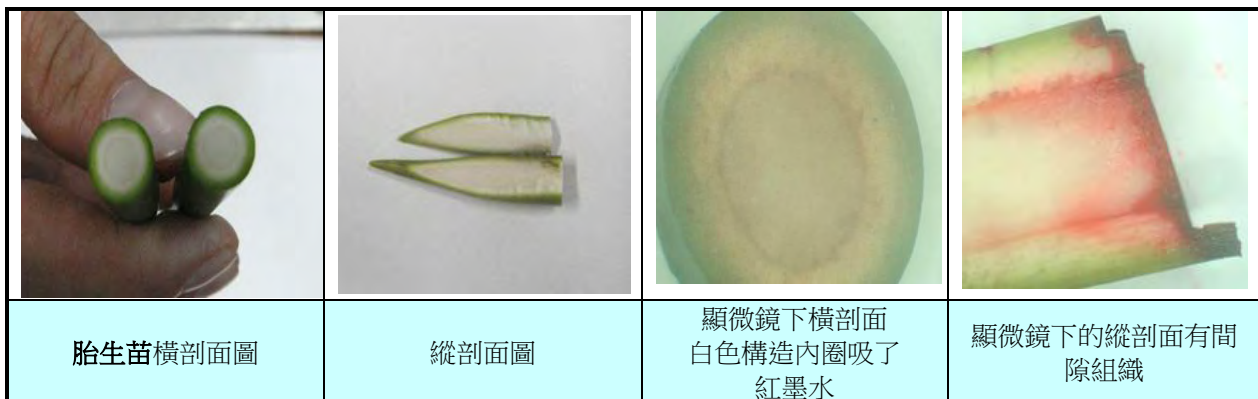
- 2、在實驗的過程中發現招潮蟹及厚蟹的洞幫了許多忙，有一些胎生苗正好插入洞穴中。
- 3、3月18日因為遇一連幾天的下雨，所以滿潮前插中的比率24%，比其他天的比率高；退潮後土質更鬆軟，插中的比率為70%，明顯增高。
- 4、成功插入的機率，滿潮前為12%~24%，退潮後為42%~70%，土質越軟，插中角度為90度的機率越高，比率為57%~80%。
- 5、插入平均深度，滿潮前為1.2~1.6公分；退潮後為1.6~2.6公分。

【問題二】水筆仔的胎生苗能夠長久的浸泡在海水中，為什麼不會腐敗？胎生苗落地生根後，筆苗生長為水筆仔的莖，莖的構造和胎生苗是否相同或類似？

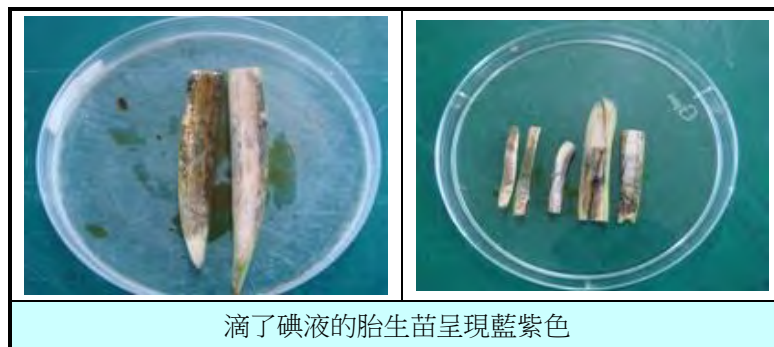
【問題討論】

1、	胎生苗含有單寧，單寧又苦又澀，鳥蟲不吃，在漂浮的過程中，是生長及領土擴充是很好的生機制。
2、	一棵母樹大約一年可以生700支胎生苗，除了插中泥地生根成長外，其餘一半漂流岸邊成長，另一半漂流大海死掉。（依據DVD紅樹林的生態樂園）

【實驗】用顯微鏡實地觀察胎生苗及水筆仔莖的構造。







### 【實驗結果】

1、	將胎生苗橫切面浸泡紅墨水五天後在顯微鏡下切片觀察： (1) 發現胎生苗橫剖面白色構造內圈被紅墨水浸透，綠色外皮與白色構造外圈並沒有紅墨水。 (2) 推論水筆仔的胎生苗表皮有隔離海水的作用，能夠長久浸泡在海水中而不易腐敗。 (3) 剖開胎生苗，發現內部不夠緊實，有間隙組織，推論間隙內含空氣，可以漂浮在水中。
2、	我們將整棵水筆仔連根浸泡在藍墨水中五天，觀察水筆仔莖的剖面圖。 (1) 藍墨水以滲透作用的方式進入根部維管束，並藉由木質部將藍墨水輸送至莖。 (2) 顯微鏡下水筆仔莖的橫剖面圖只有木質部吸了藍墨水，由顯微鏡看出胎生苗和莖的構造相似。
3、	滴了碘液的胎生苗呈現藍紫色，即含有澱粉。我們推論胎生苗在落地後生根發芽前，可以依賴胎生苗內部所儲存的養分生長，一直到根長出後再靠根部吸取泥土養分成長。

四、研究未成熟胎生苗以不同角度種植的生長情況。

【問題一】尚未完全成熟的胎生苗因風吹掉落而插入泥地，是否會生根發芽？

【觀察】海口溝自然掉落泥地未成熟的胎生苗 7 株

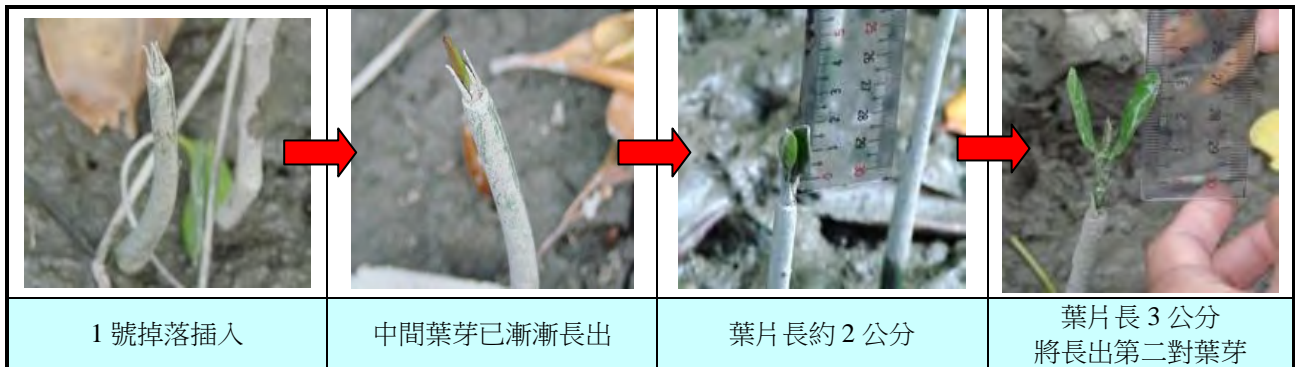
- 1、101 年 3 月 5 日海口溝未成熟的胎生苗 1 號掉落插入泥中。
- 2、101 年 4 月 3 日 1 號兩托葉已張開，中間已長出約 0.2 公分綠色似葉芽；未成熟的胎生苗 2 號掉落插入泥中。
- 3、101 年 4 月 6 日，1 號沾滿泥的胎生苗，仍可見中間綠色的葉芽即將打開的樣子。

4、101年4月10日，1號葉片打開了，葉片長約2公分。

5、101年4月17日，1號葉片長約3公分，已長出第二對葉芽；2號已長出三支根。

6、101年5月2日，3號及4號第一對葉子即將打開。

7、101年5月15日，5、6、7號落下插入，托葉已稍打葉，目前仍未長出葉子。



【實驗】種植未成熟胎生苗，長度約 15~17 公分，選用相同塑膠容器，放入海口溝土約 2/3 滿。

1、A 盆容器胎生苗 7 株，以 90 度種植

(1) 101年3月5日撿拾泥地上掉落未插入土中的胎生苗，泥土為海口溝的泥土。

(2) 101年3月8日的 A1 胎生苗頂端的二托葉已微微的張開。

(3) 101年3月15日經過一夜的大雨仍穩穩站於泥中，泥土看起來更黏稠了。

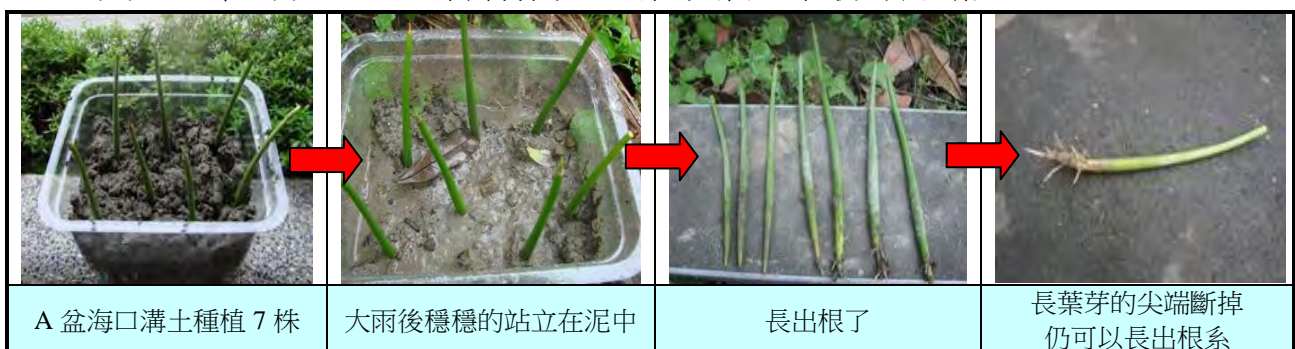
(4) 101年4月6日有 4 株胎生苗明顯長出主根及些微的鬚根，其餘 3 株有一點點從筆尖延伸長出淺黃色根，但不明顯。

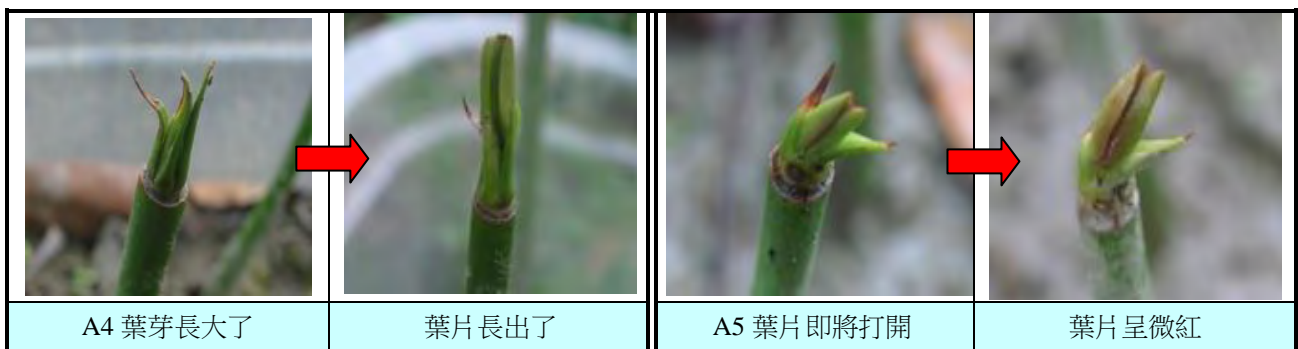
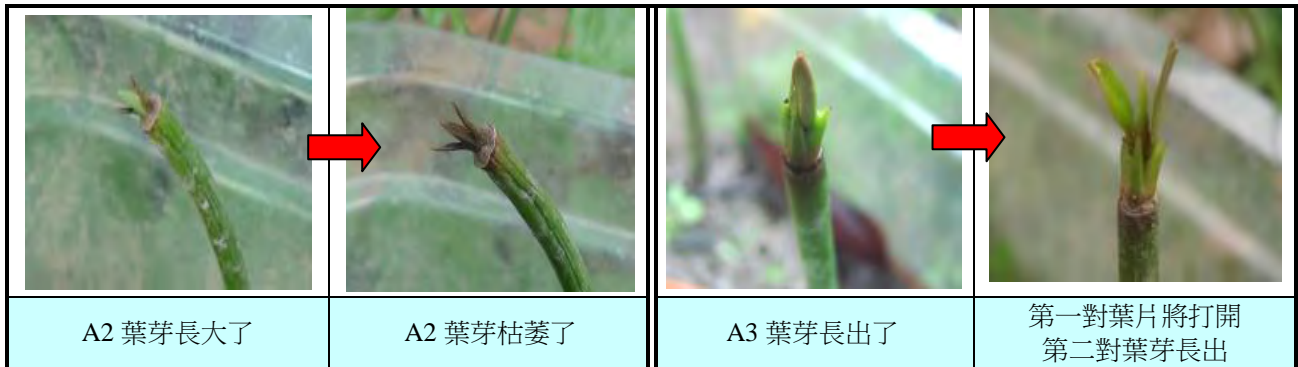
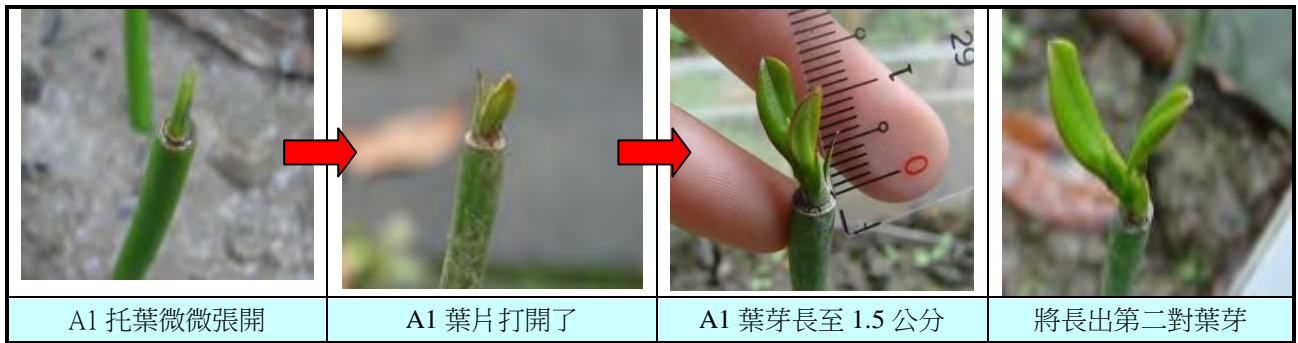
(5) 101年4月10日其中一株 A2 胎生苗葉芽即將打開；另一株 A1 胎生苗葉芽已打開。

(6) 101年4月13日 A3 胎生苗葉芽長出；A1 葉芽長至 1.5 公分；A2 葉芽枯萎了。

(7) 101年4月16日 A4、A5 胎生苗葉芽長出了，至 4 月 20 日 A3、A4、A5 葉片即將打開了；長葉芽的尖端斷掉插入土中，雖尖端枯黃，但仍可以存活，已長出根來。

(8) 101年4月20日 A6 葉片打開；A7 葉芽斷了，但仍可長出根。





## 2、B 盆容器胎生苗 7 株，以 45 度種植

- (1) 101 年 3 月 13 日又種了一盆胎生苗，泥土為有機土，放置在花園中，沒想到 3 月 15 日經過一夜的大雨後，一早發現所有的胎生苗都倒塌了。有機土遇水土質鬆散，推論胎生苗未長出根，無抓地力，所以全倒了。
- (2) 101 年 3 月 15 日將有機土換成海口溝的土，以 45 度重新種植。
- (3) 101 年 3 月 20 日發現胎生苗有 2 株因 45 度種植，穩定性不夠，微微傾斜成 30 度。
- (4) 101 年 4 月 3 日發現綠色的胎生苗已漸漸變成墨綠色帶點微紅。
- (5) 101 年 4 月 10 日發現每一株胎生苗頂端的二托葉都已打開。
- (6) 101 年 4 月 17 日發現 B1 和 B2 的托葉呈現微紅狀態。
- (7) 101 年 4 月 20 日發現七株都長出根系了。
- (8) 101 年 4 月 23 日 B1 及 B2 葉片即將打開。
- (9) 101 年 5 月 7 日發現每一株原本傾斜的胎生苗都往上生長，底部莖接近泥土地方呈現圓弧形，莖與地面呈現 90 度。

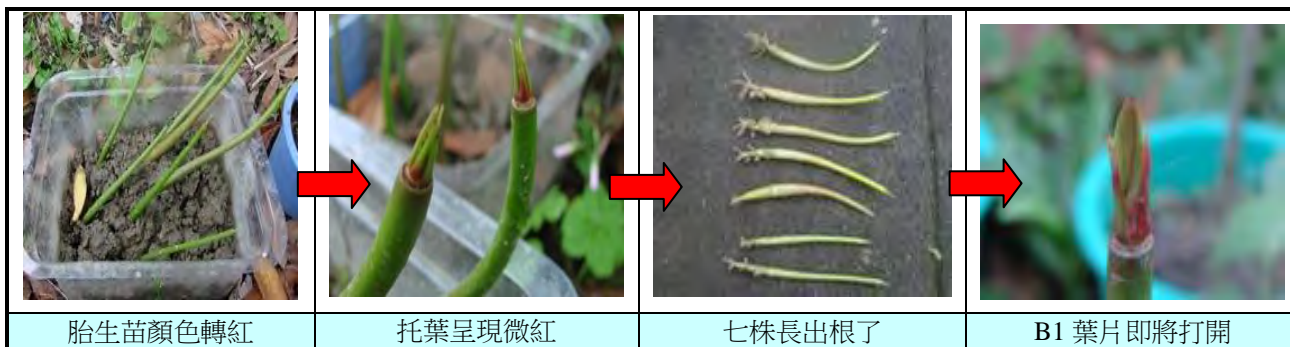




B 盆有機土種 7 株

大雨後全倒了

改以海口溝土 45 度種植



胎生苗顏色轉紅

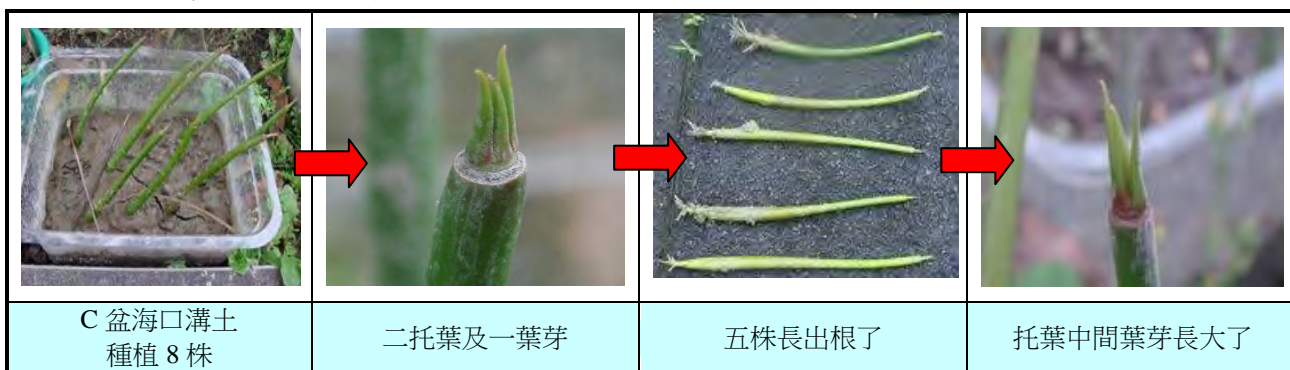
托葉呈現微紅

七株長出根了

B1 葉片即將打開

### 3、C 盆容器胎生苗 8 株，以 60 度種植

- (1) 101 年 3 月 31 日種植 8 株，以 60 度種植，泥土為海口溝的泥土。
- (2) 101 年 4 月 6 日二托葉已稍張開，明顯看出中間一葉芽。
- (3) 101 年 4 月 19 日發現有五株長出根系了。
- (4) 101 年 4 月 23 日發現葉芽長大了。
- (5) 101 年 5 月 15 日所有的胎生苗都漸漸朝上生長，莖與地面漸呈 90 度。



C 盆海口溝土  
種植 8 株

二托葉及一葉芽

五株長出根了

托葉中間葉芽長大了

### 【實驗結果】

1、	未熟的胎生苗插入海口溝的土中，大約一個月後長出一對葉芽。
2、	種植在容器中的胎生苗，大約三天後托葉會稍打開，在一個月內，會長出根，但長根的速度不一致，其中一株 A1 在一個月又五天時長出新葉，和種植在海口溝的 1 號胎生苗大約相差了四天。
3	胎生苗因為在未長根前無抓地力，只適合種植在緊密的海口溝泥土中，以防雨水或海潮來時，筆身無法在泥中支持而倒塌。
4、	以 90 度、45 度、60 度種植未成熟的胎生苗，發現大部份都會生根發芽。以傾斜角度種植的胎生苗，長葉芽的尖端因太靠近地面，胎生苗會因為向陽性，而日漸朝上生長。



5、	長葉芽的尖端斷掉，插入土中，尖端雖呈現枯萎狀態但仍長出根系，可見旺盛的生命力。
6、	5月30日A、B、C三盆，胎生苗的生長樣態。

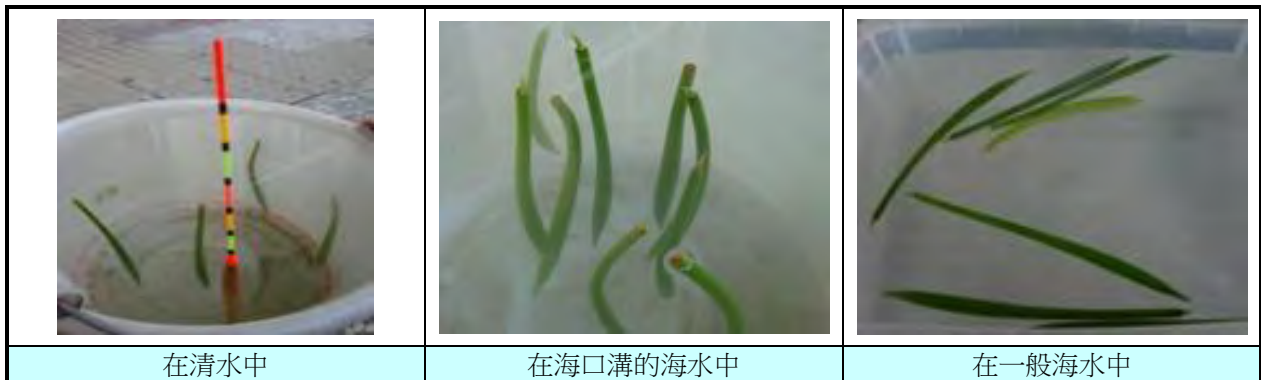


## 伍、討論

一、水筆仔的胎生苗若無法插入土中而掉落在泥地上，漲潮時它如何插入土中？  
若是胎生苗隨著海水漂流，它的漂流方式為何？

【假設一】胎生苗在水中漂流，待潮水退盡便能順利插入土中。

【實驗】胎生苗在清水中、在海口溝的海水中及一般海水中漂浮的方式。



【討論結果】

1、	胎生苗在清水中像釣魚的浮標全都站起來了；在海口溝的海水中也全都站起來；在一般海水中，可能因為鹽份較高，全部平躺飄浮在水面上。
2、	根據以上的實驗，胎生苗在淡海交界處的海水中飄浮方式，無海浪的衝擊，在靜水中為直立式；若漲潮時海浪的力量比較大可能會成45度或近似橫躺飄浮的方式漂流；但若遇退潮時，海水漸漸退去，海水力量轉弱，此時胎生苗亦又漸呈直立狀態，待潮水退去時正好插入土中。

【假設二】胎生苗被沖至泥地上，分散在泥地上，當下一波海潮來時，海浪的衝擊力，若正好施力在胎生苗的重心上，胎生苗便能瞬間站起來插入土中。

【討論結果】

1、找出水筆仔的重心：以棉線吊掛胎生苗，左右能平衡之處為平衡點，平衡點即為重心。重心約在每一支胎生苗靠近下端三分之一處。

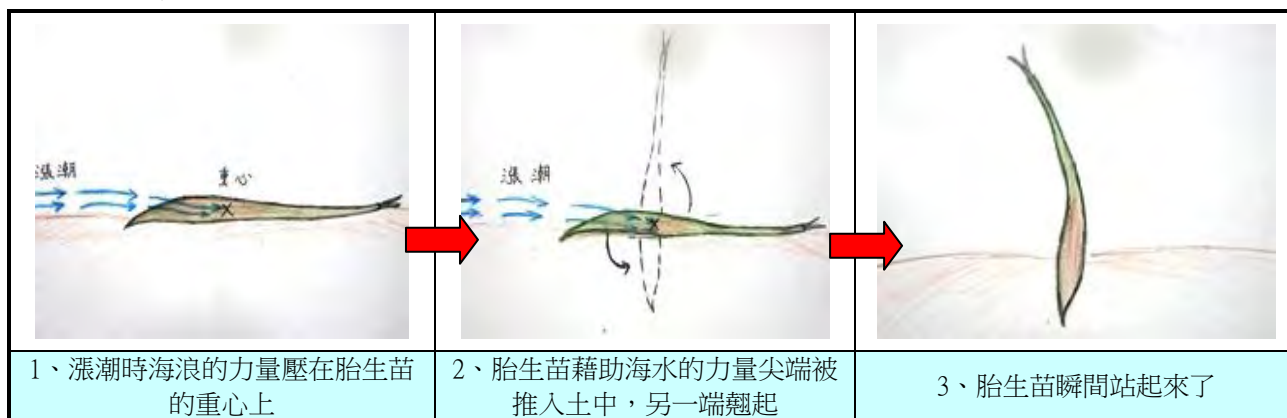
重心



2、胎生苗的筆尖端微微碰到泥地上，推測當漲潮時，海浪慢慢往前推進，海浪施力在重心點上，胎生苗的筆尖端藉助海水的力量被推入土中，胎生苗的另一端往上翹，瞬間就站起來了。退潮時亦是如此，藉著海水往後退的力量，海浪若正好施力於重心點上，胎生苗亦可插入土中找到生根發芽的機會。

3、就在漲潮或退潮時，海水一來一往的力量，許多分散在泥地上的胎生苗就瞬間插入土中，推論胎生的水筆仔因為有這樣的生長機制，所以適合生長在潮間帶。

4、【推論圖解說明】



二、海口溝的附近居民每隔幾年便會主張砍除海口溝的紅樹林，以防颱風來襲海水倒灌，河道淤積造成氾濫成災，究竟是應該要保育紅樹林，還是為了生命財產安全要砍除紅樹林？

【討論結果】

在這次的研究當中發現水筆仔的優點：

1、	保護岸堤	水筆仔為海洋動物提供良好的生長發育環境，構成了濕地生態系統，茂密高大的枝體宛如一道道綠色長城，能有效抵禦風浪襲擊保護岸堤，同時淨化海水和空氣的功能。
2、	經濟價值高	紅樹林交錯的根系能有效地滯留陸地來沙，減少近岸海域的含沙量；水筆仔樹幹中的單寧及樹皮對藥用、工業的經濟價值也很高。
3、	淤泥堆積指標	附近居民認為紅樹林有固土的作用，所以會產生河道淤積，不斷擴張，甚至會阻斷河道，所以主張砍林。砍伐了紅樹林，造成了生態環境及生物多樣性的破壞，附近居民對於紅樹林造成了災害，我們認為是錯誤的觀念，紅樹林的生長其實是河道淤泥堆積情形的指標，能提醒我們疏浚河道、防洪減災的時機點。
<p>綜合以上三點：河道淤泥堆積，泥中夾雜大量的有機質才造成水筆仔胎生苗的生長。根本的方法是定期清理河道的淤泥才是，紅樹林在沒有河口淤泥堆積的地方，就不會生長。所以我們認為需靠自然的方式來抑制紅樹林，而不是大量的人工砍伐，以維持生態平衡。</p>		

陸、結論

一、	海口溝的水筆仔歷經五年的時間，大約長至一~二公尺高。綿密的支持根在潮溼的泥地中有固著的能力；老樹的樹幹基部明顯膨大發展為板根，以支持樹身。
二、	水筆仔的樹幹汁液可做成天然染料，可延伸製作成手工小書。
三、	葉呈對生，表皮有一層蠟質，有保護防水及反射陽光的作用。春天時在莖節處

	長出紅色點狀的小花苞，小花苞發展成白色的花苞再開星狀的白色小花。
四、	海口溝的土質細、黏稠性高、遇水土質更緊實，適合水筆仔生長，尤其是胎生苗，在剛落地時因未長根而無抓地力時，在黏稠性高的土質中生長，遇漲退潮的海水能穩穩站立。
五、	海口溝的水及地下水對水的比重接近 1，以有機土及花圃的泥土來種植水筆仔並澆地下水不影響其生長，且有機土能讓小株的水筆仔生長得最好。
六、	水筆仔會將多餘的鹽份儲存在老葉中，在落葉時一併將鹽份排出體外，以三用電表、電池串聯燈泡組測試枯黃老葉的水溶液，實驗發現水溶液會導電；以黑布沾溼水溶液，曬乾後有明顯的白色鹽份殘留黑布上。
七、	一個圓錐果實長出一支筆狀的胎生苗，筆狀胎生苗為了生長機制會有往上翹，彎曲生長的有趣現象；也有五個圓錐果實同時長出二支雙胞胎生苗，雙胞胎生苗生長速度較一般胎生苗慢，毫無規律，生長期間會演變成二支長度不一樣長，差距越來越大
八、	胎生苗平均一星期長約 0.93~1.04 公分，七個月後約 25~28.6 公分成熟後脫落插入土中，插中的機率滿潮前為 12%~24%，退潮後為 42%~70%；土質越軟，插中角度為 90 度越高，比率為 57%~80%；插入的平均深度，滿潮前為 1.2~1.6 公分；退潮後為 1.6~2.6 公分。
九、	胎生苗即將成熟脫落前，下方尖端會漸漸變紅，約 7~8 天整株筆苗呈現紅色，便會脫落。成熟的胎生苗重量約 12~14 克。
十、	胎生苗從錐形果實處脫落，細端處會有二托葉一葉芽，未完全成熟的胎生苗掉落，以 90 度、60 度、45 度插入泥地，約三天後，托葉會微微張開，在一個月內漸漸長出根系，一個月後長出第一對葉片；胎生苗會因向陽性而日漸朝上生長。
十一、	胎生苗在海口溝的海水中是以站立的方式飄浮，待潮水退盡能直立插入土中的機率較大；若是被沖至泥地上，亦可藉海浪前進的力量，施力在重心點上，胎生苗的筆尖端藉助海水的力量被推入土中，胎生苗的另一端往上翹，瞬間就站起來了。胎生的水筆仔因為有這樣的生長機制，所以適合生長在潮間帶。
十二、	海口溝河道淤泥堆積，為了防止颱風海水倒灌氾濫成災，根本的方法是定期清理河道的淤泥，水筆仔在沒有淤泥堆積的地方就不會生長，為了生態平衡，應靠自然的方式來抑制。

## 柒、參考資料

- 一、林碧琪、吳苑菁、王凱文、鄭文白 小牛頓科學館河口沼澤生態 臺南市：柏聯文化
- 二、許慶文（民 87）竹塹的海濱植物 新竹市：市立文化中心
- 三、趙大衛（民 99）高中基礎生物 臺南市：翰林出版社
- 四、施 惠（民 99）自然與生活科技 臺南市 南一出版社
- 五、<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BA%A2%E6%A0%91%E6%9E%97> 維基百科 紅樹林
- 六、<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2005/c28093245/index1.htm> 海岸綠堤
- 七、<http://www.klm.ks.edu.tw/local.htm> 紅樹林生態教學園區
- 八、DVD 紅樹林的生態樂園 新動國際多媒體有限公司

## 【評語】 080305

雖然歷屆科展以水筆仔當題材研究已不少，但本件將成熟胚胎掉入河口爛泥在不同區域之比例，並提供數據估算存活率，這是其獨創之處，值得稱讚鼓勵。