

# 斷尾求生—大花咸豐草的生存密技

名次：國中組數理類第一名

學校名稱：建興國中

作者：卜德玥、卜德璇、黃芷謙

指導教師：楊志鴻



## 摘要

暑期幫阿公果園除草時發現，大花咸豐草在拔除時非常容易斷裂，使我們無法連根除去，之後便快速生長回來甚至擴散蔓延，查了資料發現，當年為了增加蜜源引進的大花咸豐草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)，已經在臺灣平地大肆入侵，我們懷疑大花咸草這種斷枝模式很類似動物的斷尾求生，因此展開找尋大花咸豐草斷枝機制的獨立研究。

本研究觀察大花咸豐草莖的外形、測試拉斷力、觀察莖縱剖面與橫剖面、觀察莖部不定根，並進行不定根與出芽實驗，並利用另兩種強勢雜草假刺莧與龍葵做為比較樣本。研究結果發現，大花咸豐草的方形莖在莖節處非常容易斷裂，莖節處的厚壁組織不均勻且不連續、縱向木質化纖維不連續、莖節處有橫向木質化纖維使之硬而脆，這都是要成大花咸豐草容易斷裂的機制。另外大花咸豐草生長勢強的不定根及快速出芽的速度，都造成大花咸豐草斷枝後又快速再生。

因此這種以退為進，類似動物斷尾求生的容易斷枝方式，為大花咸豐草生存且大量繁殖的密技。

## 壹、研究動機

暑假幫阿公果園除草，發現果園長滿了大花咸豐草。查了資料，才知道大花咸豐草是當年蜂農為了增加蜜源，而引進的外來種，想不到到了今日，已經成了惡名昭彰的入侵物種。

我們在果園幫忙除草時，大花咸豐草容易折斷，本以為很快就完成了除草任務，兩週後又去果園，整園的大花咸豐草竟然神奇的恢復了，好像兩週前沒有除過草一樣！仔細觀察，發現快速

生長的新葉是從折斷的傷口長出，而丟在一旁的斷枝也長出了不定根，甚至還長了新芽。難道容易折斷的大花咸豐草採取了以退為進、斷尾求生的策略嗎？容易折斷是為了快速重生？植物界也演化出了動物界蜥蜴特有的斷尾求生？在國中生物一下第一單元，我們雖然了解了植物繁殖，但網路上查不到相關資料，而蜥蜴斷尾機制最近剛發表在國家地理雜誌，我們也決定展開大花咸豐草斷尾求生的獨立研究，來找找大花咸豐草的斷枝機制。



圖片來源 [http://axinteacher.blogspot.tw/2011/03/blog-post\\_22.html](http://axinteacher.blogspot.tw/2011/03/blog-post_22.html)

## 貳、研究目的

- 一、透過田間觀察及相關報導了解大花咸豐草的強勢繁殖現況
- 二、從莖部外形觀察與拉力計算，研究大花咸豐草斷枝的生存方式
- 三、從莖部橫切面切片，觀察大花咸豐草斷枝機制
- 四、從莖部外皮縱切面，觀察大花咸豐草斷枝機制
- 五、從不定根及新芽的生長觀察與實驗，研究大花咸豐草斷枝生存的特殊方式

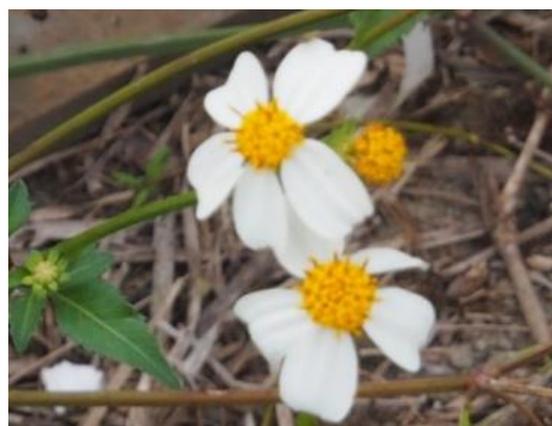
## 參、文獻探討

### 一、大花咸豐草

大花咸豐草(*Bidens pilosa* var. *radiata*) 是菊科鬼針草屬的一或二年生草本植物，原產於南美洲或太平洋諸島，目前分布在美洲、北非、南亞，是極常見的雜草（洪銘成）。是近年來臺灣地區平地至中低海拔 1000 公尺以下區域範圍內極為常見的外來入侵植物。根據報導當初因為臺灣地區每到冬天，開花的蜜源植物稀少，為了尋找一種 365 天全年開花的蜜源植物，蜂農自日本琉球地區引進了大花咸豐草，後來果真增加採蜜的數量，於是便大量種植。到今日它們已經蔓延至全臺灣，從低海拔的海邊到海拔 1000 公尺以下區域都可以看見它們。



大花咸豐草



大花咸豐草筒狀花黃色，舌狀花大而長

大花咸豐草，莖四方形，高度約為 70 公分。葉對生，三出複葉或五葉，小葉卵形或卵橢圓形。頭狀花序呈繖形狀排列，頂生或腋生，具長梗，總苞綠色，基部有細毛，舌狀花白色 4—8 枚，管狀花兩性，黃色五裂。雄蕊五枚，雌蕊一枚，柱頭兩分歧。果實黑褐色，細長，上端有具逆刺的萼片，以附著人畜，散佈果實。

鬼針屬的成員「咸豐草-小白花」、「大花咸豐草-大白花」、「鬼針草-無白花」經常會被混淆誤認。大花咸豐草有強勢的有性繁殖能力，如種子發芽率、種子散播能力等，再加上莖部具有不定根，可以進行無性繁殖。所以它們能快速散播到全臺各地野地、農田、空地等環境。但在大花咸豐草強勢生長之下，咸豐草及鬼針草已經不太容易在田野見到。

### 二、龍葵、假刺莧

除了大花咸豐草之外，臺灣地區野田、雜木林常見的強勢外來種，尚有龍葵及假刺莧等，因此本研究便以龍葵及假刺莧做為大花咸豐草的比較樣本。

#### (一) 龍葵

龍葵（通稱），烏甜仔菜，茄科一年生草本植物，原產於東亞西亞熱帶至溫帶地區，現在臺灣中低海拔的平地丘陵都可見到他的蹤跡。一年生草本，高 20

至 60 公分，莖直立，多分枝，基部有時木質化，有縱直稜線，沿稜被細毛；根圓錐形，淡黃色，多分枝，主根常木化。葉互生，具柄；葉片卵形或近菱形，先端漸尖或鈍尖，基部寬楔形，下延至葉柄，全緣或有疏波狀齒，無毛或被疏毛。四季皆可開花，傘形聚繖花序頂生，有 4 至 10 朵花，花梗下垂；花冠白色，鐘形，5 裂；雄蕊 5 枚，花藥頂端 2 孔開裂；子房 2 室，花柱長，基部有絨毛。漿果球形，徑約 0.7 公分，垂生，熟時紫黑色，基部有宿萼。種子近卵形。生鮮植物體及未成熟果實。



## (二) 假刺莧

莧科一年生草本植物，原本產於熱帶美洲，但已本土化，而成為全島平野及低山地區最常見野草之一。一年生草本，直立或斜生，雌雄同株，高 50-80 公分。莖部堅硬，具稜脊，直徑 5-7 公厘，具分枝，下部光滑，上部被毛。葉互生，菱形至卵形，長 8-12 公分，寬 7-9 公分，基部楔形，先端鈍形，頂端具凹口，凹口中有一微小的刺狀突起，光滑；葉柄長 16 公分。花序穗狀或圓錐狀，腋生或頂生，長至 25 公分。苞片卵形至三角形，具芒。花被 5 枚，卵形至長橢圓形。假刺莧與刺莧最大的差異就在葉腋間是否具銳刺。



## 四、植物莖部構造

### (一) 植物莖部細胞種類

依植物細胞壁的厚度和成分，可分為薄壁細胞、厚角細胞、厚壁細胞，此三大類的特性說明如下表。

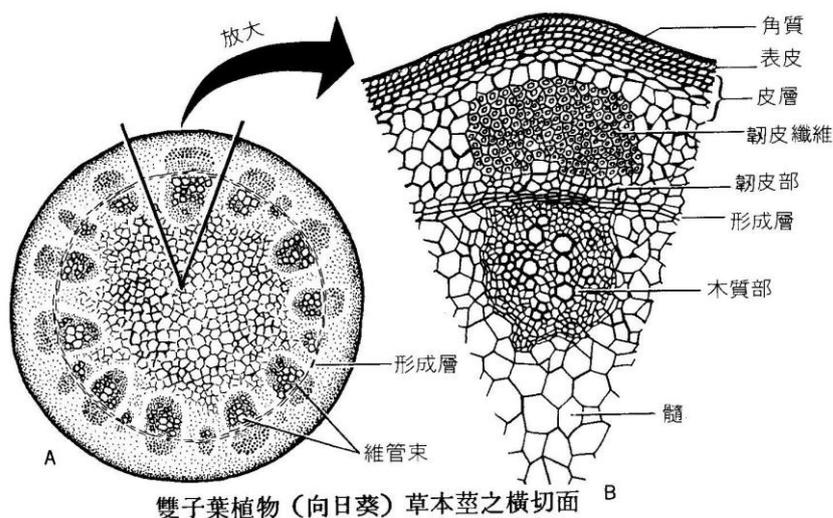
植物細胞分類說明表

說明	薄壁細胞	厚角細胞	厚壁細胞
分布位置	存在植物體的活組織中，構成植物體的柔軟組織	以束狀或筒狀排列在莖或葉柄表皮內側	存在於植物的纖維細胞及石細胞，如導管、皮層、木栓層、纖維等
細胞壁成分	纖維素、蛋白質、果膠質	纖維素、蛋白質、大量果膠質	纖維素、木質素、木栓質
特性	初生細胞壁薄	具有彈性的支持組織	具有次生細胞壁，使細胞壁更厚，支撐力強勁
分類及功能	1. 構成植物柔軟部分 2. 分為可以行光合作用、可以儲存物質、可以分泌物質、具分裂能力、具調節功能、保衛功能、運輸功能之細胞	1. 存在嫩莖及葉柄表皮正下方皮層組織 2. 初生細胞壁角隅處增厚，增厚物質為纖維素和果膠質	3. 兼具運輸(木質部)及支持 4. 特化支持細胞，包括纖維細胞、雙子葉植物的皮層、木質部及韌皮部的纖維、及石細胞
細胞活性	活細胞，具分裂能力	活細胞，可生長而不分裂	成熟分化後不再生長，甚至死亡

(整理自蔡淑華 (2005))

## (二)植物莖部構造

本研究屬於一、二年生草本植物，故對於草本莖部的剖面構造說明如下。



雙子葉植物 (向日葵) 草本莖之橫切面

資料來源：<http://210.60.246.140/bio/PDF/grade3/3-2.pdf>

莖部構造說明表

構造	特性		細胞種類
表皮	細胞排列緊密，外覆有角質層，具保護和防止水分散失的功能。		表皮細胞、保衛細胞
皮層	1.皮層外側具有厚角細胞，具支持功能。 2.皮層主要由薄壁細胞構成，含澱粉粒、結晶，可儲存水分養分、保護維管束。 3.部分皮層細胞含葉綠體，能行光合作用。		厚角細胞、薄壁細胞、厚壁細胞
維管束	木質部	輸送水分、無機鹽、支持	薄壁細胞、纖維厚壁細胞
	韌皮部	輸送光合作用產物、支持	
髓	位於莖的中心，由薄壁細胞構成，主要作用是儲存養分		薄壁細胞

資料來源：<http://210.60.246.140/bio/PDF/grade3/3-2.pdf>

由文獻可以得知，莖的厚角和厚壁細胞是支持植物的重要構造，這些構造在皮層、維管束都可以見到，本研究將針對這些細胞進行觀察。

## 肆、研究架構

研究動機

研究目的

文獻探討

研究過程及方法

大花咸豐草斷枝機制觀察與測量，並比較假刺莧、龍葵等強勢野草

莖部外形觀察  
與拉斷力實驗

1. 莖部外形觀察
2. 莖部直徑計算  
與拉斷力量測試

莖部橫切面  
切片觀察

1. 節上橫切面
2. 節間橫切面
3. 分岔點橫切面
4. 木質化切面

莖部外皮  
縱切面切片  
觀察

1. 莖節處外皮
2. 莖節處纖維化  
觀察

不定根觀察及  
再生能力實驗

1. 不定根觀察
3. 不定根與新芽  
再生能力實驗

研究結果及討論

大花咸豐草斷枝機制觀察與測量，並比較假刺莧、龍葵之結果

莖部外形觀察  
與拉斷力實驗  
結果與討論

莖部橫切面  
切片觀察  
結果與討論

莖部外皮  
縱切面切片  
觀察結果與討論

不定根觀察及  
再生能力實驗  
結果與討論

結論

## 伍、研究過程及方法

大花咸豐草除了跟其他菊科植物一樣，有高發芽率的種子可以進行有性繁殖，但本研究發現的這種斷枝快速繁殖的特性，更能助長擴散速度，因此本研究便針對莖部的各種觀察及實驗，來了解大花咸豐草斷枝機制。另外除了大花咸豐草之外，臺灣地區野田、雜木林常見的強勢外來種，尚有龍葵及假刺莧等。這些強勢雜草它們的有性繁殖能力極強，這三種植物在莖基部木質化的地方都會形成不定根，因此本研究便以龍葵及假刺莧作為和大花咸豐草的比較樣本。

### 一、莖部外形觀察與拉斷力實驗

#### (一) 莖部外形觀察

本研究選擇較大株十節左右的大花咸豐草、假刺莧、龍葵進行莖部的外表觀察，內容及工具如下表。

莖部外形觀察表

莖的外部觀察內容	使用工具
莖的形狀	筆記型電腦、相機、記錄板
橫剖後形狀	解剖刀、解剖顯微鏡



肉眼觀察記錄莖的外形



切下剖片



於解剖顯微鏡觀察

#### (二) 莖部直徑計算與拉斷力量測試

我們先進行莖基部直徑測量，再利用拉力計來測量將三種雜草的莖部拉斷時的斷裂位置及瞬間力量，藉以驗證我們研究的假設，使用工具是拉力計。



將一端固定，另一端以麻繩綁  
拉力計用力拉斷



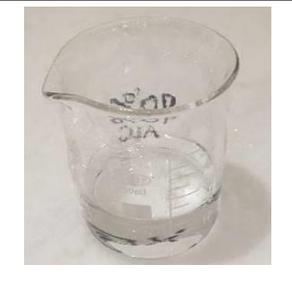
拉力計

## 二、莖部橫切面切片觀察

由以上對植物的莖部的文獻探討，我們了解在成熟雙子葉植物的草本莖中，主要以厚壁細胞做為支持，並使莖部強健，厚壁細胞多數分布在植物莖部位外圍，而內部柔軟的薄壁組織則是含分裂能力、儲存、行光合作用的細胞。本研究為了解大花咸豐草容易斷枝的機制，便針對莖分枝分岔處、從上往下第五至第六節節間、第七節節上、基部木質化部分四個位置，進行橫切面切片，並利用染色劑染出薄壁細胞和厚壁細胞來進行觀察。

### (一) 使用工具

莖部橫切面切片觀察實驗使用工具表

			
剪定鉗	棉布手套	解剖刀	實驗乳膠手套
			
轉漬膜(PVDF)	滴管	培養皿	電子秤
			
番紅粉末	速綠粉末	75 度酒精	95 度酒精
			
50ml 燒杯	小夾子	解剖顯微鏡	顯微鏡攝影機

註 1 轉漬膜(PVDF)：對蛋白質具有極佳的結合力，可以利用此膜加上各種藥劑進行其他細胞物質的測定，本研究用來觀察植物莖部拓印漬的強度。

註 2 番紅粉末：能染維管束植物木質化、木栓化和角質化的組織，本實驗用來觀察厚壁細胞的分布。

註 3 速綠粉末：染含有漿質的纖維素細胞組織的染色劑，本實驗用來觀察薄壁細胞分布。

## (二) 莖部橫切面切片過程及方式

### 1. 取得植物莖部

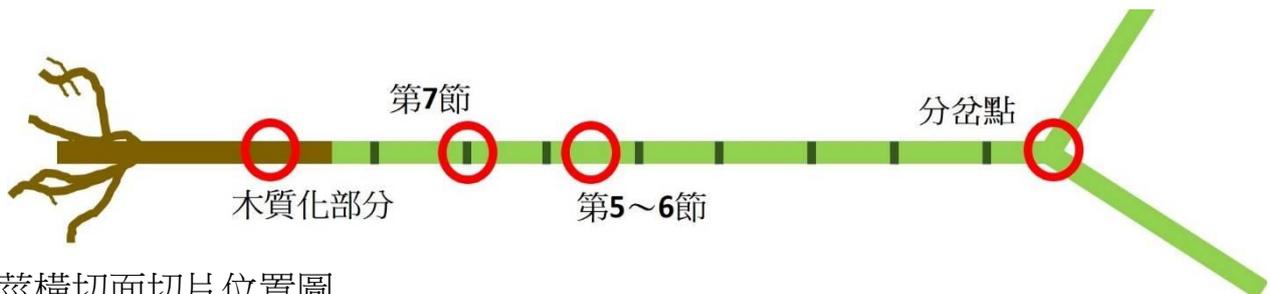
校園及公園中，剪取大花咸豐草、龍葵、假刺莧超過 10 節，較高成熟度的植株莖部。

觀察植物表



### 2. 選取切片部位進行切片

從我們觀察中得知，大咸豐草的莖有綠色部分及木質化部分，而節的位置最容易斷裂，因此我們選擇底部長出不定根木質化部位、從上往下第七節節位、五至六節節間、側枝生長分岔點進行切片。



### 3. 切片

以解剖刀將選定位置切下，切口處進行轉漬膜拓印，再將切口左右各以 0.1 公分的寬度切出染色樣本，左右各一組，每種植物三株，切下的樣本暫至蒸餾水保存，而由於樣本數量不少，所以進行編號，編號索引如下表。



莖橫切面切片方式



以解剖刀垂直切下



暫置蒸餾水中保存

橫切面切片標號索引表

植物	木質化位置		第七節位置		第五、六節間位置		分枝岔點位置		
	位置索引	編號	位置索引	編號	位置索引	編號	位置索引	編號	
大花咸豐草	A株	大 A 木拓左	1	大 A 節拓左	13	大 A 間拓左	25	大 A 岔拓左	37
		大 A 木切左	2	大 A 節切左	14	大 A 間切左	26	大 A 岔切左	38
		大 A 木拓右	3	大 A 節拓右	15	大 A 間拓右	27	大 A 岔拓右	39
		大 A 木切右	4	大 A 節切右	16	大 A 間切右	28	大 A 岔切右	40
	B株	大 B 木拓左	5	大 B 節拓左	17	大 B 間拓左	29	大 B 岔拓左	41
		大 B 木切左	6	大 B 節切左	18	大 B 間切左	30	大 B 岔切左	42
		大 B 木拓右	7	大 B 節拓右	19	大 B 間拓右	31	大 B 岔拓右	43
		大 B 木切右	8	大 B 節切右	20	大 B 間切右	32	大 B 岔切右	44
	C株	大 C 木拓左	9	大 C 節拓左	21	大 C 間拓左	33	大 C 岔拓左	45
		大 C 木切左	10	大 C 節切左	22	大 C 間切左	34	大 C 岔切左	46
		大 C 木拓右	11	大 C 節拓右	23	大 C 間拓右	35	大 C 岔拓右	47
		大 C 木切右	12	大 C 節切右	24	大 C 間切右	36	大 C 岔切右	48
假刺莧	A株	刺 A 木拓左	49	刺 A 節拓左	61	刺 A 間拓左	73	刺 A 岔拓左	85
		刺 A 木切左	50	刺 A 節切左	62	刺 A 間切左	74	刺 A 岔切左	86
		刺 A 木拓右	51	刺 A 節拓右	63	刺 A 間拓右	75	刺 A 岔拓右	87
		刺 A 木切右	52	刺 A 節切右	64	刺 A 間切右	76	刺 A 岔切右	88
	B株	刺 B 木拓左	53	刺 B 節拓左	65	刺 B 間拓左	77	刺 B 岔拓左	89
		刺 B 木切左	54	刺 B 節切左	66	刺 B 間切左	78	刺 B 岔切左	90
		刺 B 木拓右	55	刺 B 節拓右	67	刺 B 間拓右	79	刺 B 岔拓右	91
		刺 B 木切右	56	刺 B 節切右	68	刺 B 間切右	80	刺 B 岔切右	92
	C株	刺 C 木拓左	57	刺 C 節拓左	69	刺 C 間拓左	81	刺 C 岔拓左	93
		刺 C 木切左	58	刺 C 節切左	70	刺 C 間切左	82	刺 C 岔切左	94
		刺 C 木拓右	59	刺 C 節拓右	71	刺 C 間拓右	83	刺 C 岔拓右	95
		刺 C 木切右	60	刺 C 節切右	72	刺 C 間切右	84	刺 C 岔切右	96
龍葵	A株	龍 A 木拓左	97	龍 A 節拓左	109	龍 A 間拓左	121	龍 A 岔拓左	133
		龍 A 木切左	98	龍 A 節切左	110	龍 A 間切左	122	龍 A 岔切左	134
		龍 A 木拓右	99	龍 A 節拓右	111	龍 A 間拓右	123	龍 A 岔拓右	135
		龍 A 木切右	100	龍 A 節切右	112	龍 A 間切右	124	龍 A 岔切右	136
	B株	龍 B 木拓左	101	龍 B 節拓左	113	龍 B 間拓左	125	龍 B 岔拓左	137
		龍 B 木切左	102	龍 B 節切左	114	龍 B 間切左	125	龍 B 岔切左	138
		龍 B 木拓右	103	龍 B 節拓右	115	龍 B 間拓右	127	龍 B 岔拓右	139
		龍 B 木切右	104	龍 B 節切右	116	龍 B 間切右	128	龍 B 岔切右	140
	C株	龍 C 木拓左	105	龍 C 節拓左	117	龍 C 間拓左	128	龍 C 岔拓左	141
		龍 C 木切左	106	龍 C 節切左	118	龍 C 間切左	130	龍 C 岔切左	142
		龍 C 木拓右	107	龍 C 節拓右	119	龍 C 間拓右	131	龍 C 岔拓右	143
		龍 C 木切右	108	龍 C 節切右	120	龍 C 間切右	132	龍 C 岔切右	144

#### 4. 拓印

本研究利用(PVDF)轉漬膜來拓印大花咸豐草、假刺莧、龍葵三种植物的橫切面，這種拓印膜可以對蛋白質具有極佳的結合力，可以利用此膜加上各種藥劑進行其他細胞物質的測定，本研究利用此膜來測試植物切斷後切面的強度，透過顯微鏡觀察植物橫切面細胞的狀況。



轉漬膜



用力壓拓至轉漬膜上



以解剖顯微鏡觀察

## 5. 染色

由於本研究想要了解大花咸豐草的莖部為何容易斷裂，而厚壁細胞可以使莖強韌，支持度佳，因此決定以切片染色方式觀察薄壁細胞及厚壁細胞在莖的分布狀況，並以另外兩種強勢闊葉野草假刺莧、龍葵做比較。而染色方式以番紅藥劑觀察厚壁細胞，以速綠藥劑觀察薄壁細胞，染色步驟如下圖。

### 配置染劑

1. 75 度酒精及 RO 逆滲透純水  
→50 度酒精
2. 95 度酒精及 RO 逆滲透純水  
→70 度酒精。
3. 75 度酒精及 95 度酒精  
→85 度酒精。
4. 電子秤測出 0.25 克的番紅粉末  
溶於 50 度的酒精
5. 電子秤測出 0.05 克的速綠粉末溶於 95 度的酒精



浸泡番紅 2 小時

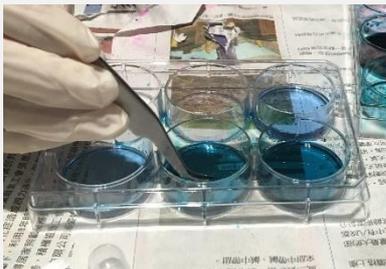


50 %的酒精清洗 3 次



浸泡  
70%酒精  
10 分鐘

95 %酒精清洗 3 次，浸泡 10 分鐘



浸泡速綠 10 秒



浸泡  
85%酒精  
10 分鐘

莖部橫切面切片染色步驟圖

## 6. 觀察

我們利用解剖顯微鏡進行觀察，解剖顯微鏡又稱為實體顯微鏡，主要是用來觀察不透明的物體或生物標本外部形態，利用燈泡做為光源，影像具有立體感，觀察上以接上 CCD 鏡頭，透過筆記型電腦放大觀察並拍照紀錄。



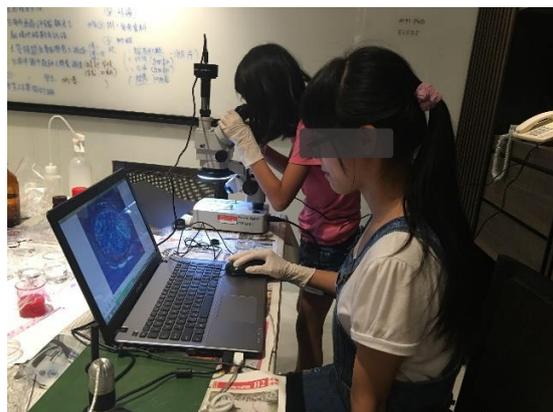
將解剖顯微鏡、CCD 鏡頭架設



將染色後切片放置觀察臺上



調整倍率及位置



連接筆記型電腦觀察並拍照記錄

## 三、莖部外皮縱切面切片觀察

由於大花咸豐草的莖部容易完全折斷，不似假刺莧及龍葵還會有外皮纖維與原株相連，尤其在節處更明顯，因此我們決定選擇節及側枝生長分岔點的位置，以解剖刀撕下外皮，利用解剖顯微鏡觀察縱剖面構造。



使用解剖刀切出外皮



以解剖顯微鏡觀察

#### 四、不定根觀察及再生能力實驗

由於大花咸豐草基部不定根數量相當多，而且斷枝也會長出不定根變成新株，本研究認為不定根對於大花咸豐草的繁殖應該相當重要，故進行不定根的觀察及生長實驗，並以假刺莧和龍葵做為比較樣本。不定根觀察內容如下。

##### (一) 不定根的現況觀察

觀察有無不定根、不定根位置、數量與型態



觀察不定根生長狀況

##### (二) 不定根與新芽再生能力實驗

選取未木質化的部分，亦即莖尚未完全變成褐色的一段，將其剪下放入清水中，觀察一週後不定根生長的狀況。



大花咸豐草



假刺莧



龍葵

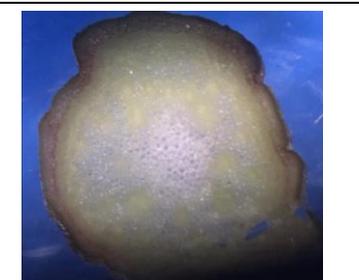
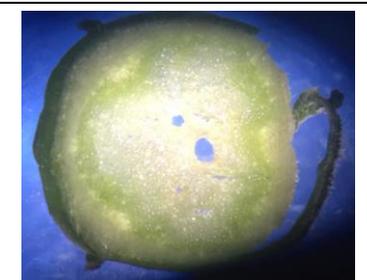
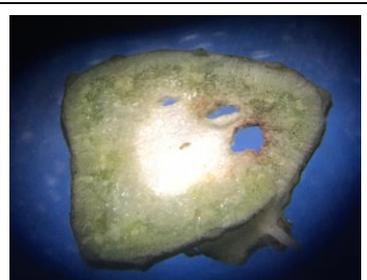
## 陸、研究結果及討論

### 一、莖部外形觀察與拉斷力實驗結果與討論

#### (一) 莖部外形觀察

從莖部的外形及橫切面的觀察結果，均可以知道大花咸豐草的為方形莖，甚至有些部分以方形再內凹更多多角形，而另外兩種則是一般圓型構造。非圓形構造似乎在莖的伸長的支持也相當穩固，但可能卻容易折斷，詳細原因於其他實驗在結論中探討。

莖部外形觀察結果表

內容		大花咸豐草	假刺莧	龍葵
莖的形狀				
橫切面形狀	莖頂部			
	莖基部			
結果及討論		從外形及橫切面，都可看出大花咸豐草莖為四方多角形，直到成熟木質化後，四個角落的稜線才略轉圓滑，但仍可看出四方形的外形。	莖部在成熟後多半呈紅褐色，從外形及橫切面，都可看出假刺莧莖為圓形，初生莖則有縱條紋，顯示初生時非呈圓形成熟後漸呈圓形。	從外形及橫切面，都可看出龍葵的莖為圓形。

#### (二) 莖基部直徑測量與拉斷力測試

在莖部直徑測量與拉力測試方面，我們選定直徑相差不大的三種雜草的莖作拉力測試，其結果如下：

三種雜草莖部直徑測量與拉力測試表

內容	大花咸豐草	假刺莧	龍葵
莖部直徑	0.9cm	0.8cm	0.6cm
拉斷力道	0.72kg	9.8kg	11kg
拉斷情形	自節處斷裂，一分為二	斷裂處不一定是節但靠基部，外皮仍相連	斷裂處不一定是節，位置常在基部
莖部拉斷圖片			

本研究發現大花咸豐草的斷裂方式是自節處斷裂，一分為二，拉斷時的瞬間力道 (kg) 為 0.72 公斤，遠小於假刺莧和龍葵。

由此可以發現大花咸豐草的莖較易斷裂，只需要一點力道即會讓它在節的地方斷裂，而其他二種則是需要較大的力道才會斷裂，而且表皮還會相連，不容易全斷。

## 二、莖部橫切面切片觀察結果

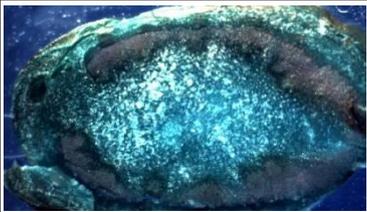
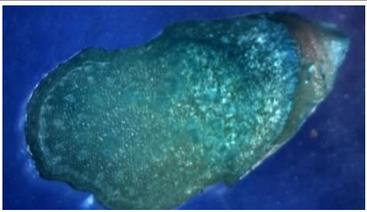
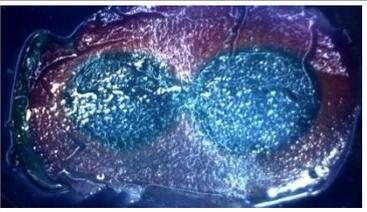
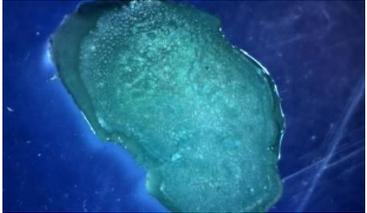
### (一)橫切面切片染色結果

番紅及速綠進行莖部橫切面切片染色，染出紅色部分代表厚壁細胞，染出綠色部分屬於薄壁細胞，由於樣本數多便挑選染色成功具代表性組織說明：

#### 1. 側枝生長之分岔點位置

分岔點的位置會長出側枝，從染色結果發現，大花咸豐草、龍葵外面一圈紅色厚壁細胞相當明顯，而假刺莧較不清楚，反而薄壁細胞幾乎充斥了整個莖部，但是大花咸豐草的厚壁細胞有斷裂不連續成圈、不均勻的狀況，也可以說是某些地方的似乎比較多而厚，有些比較薄，依照維管束位置分布。

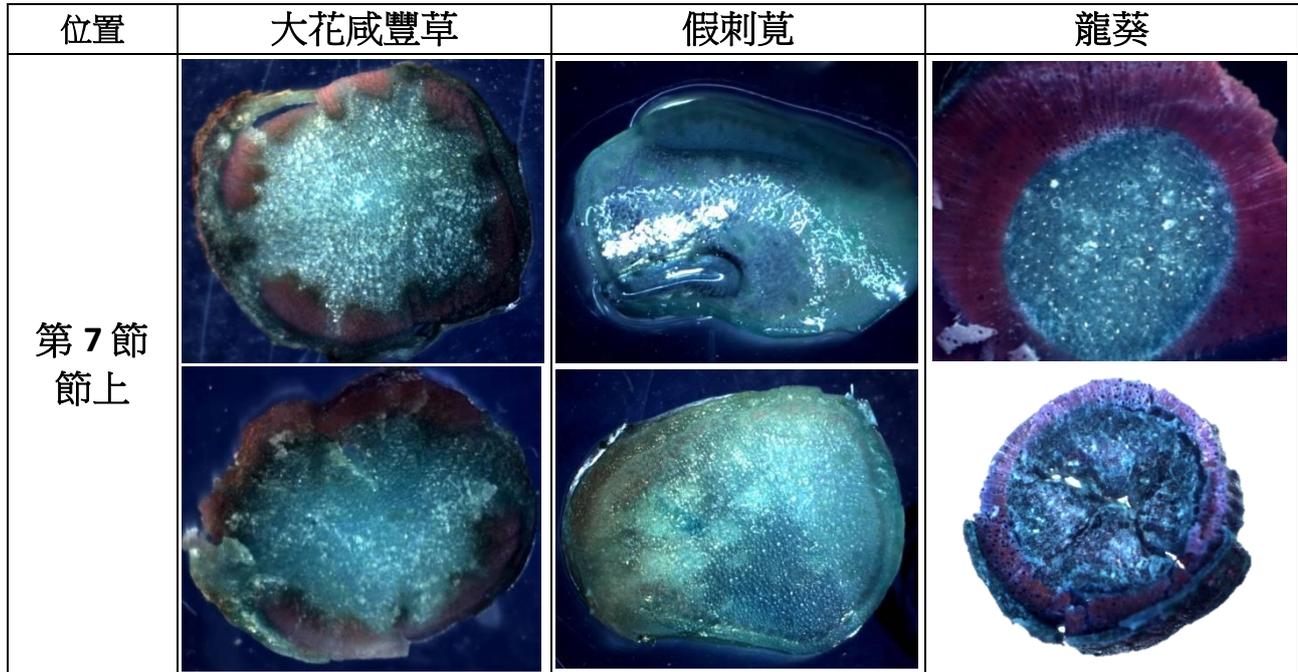
側枝生長分岔點處染色切片圖表

位置	大花咸豐草	假刺莧	龍葵
側枝生長分岔點位置			
			

## 2. 第七節節上位置

實驗發現大花咸豐草通常最容易斷裂在節上，本研究從節上橫切片發現，大花咸豐草、龍葵外面一圈紅色厚壁細胞相當明顯，而假刺莧較不清楚。但大花咸豐草的厚壁細胞斷裂不連續、不均勻，似乎依照維管束位置分布。

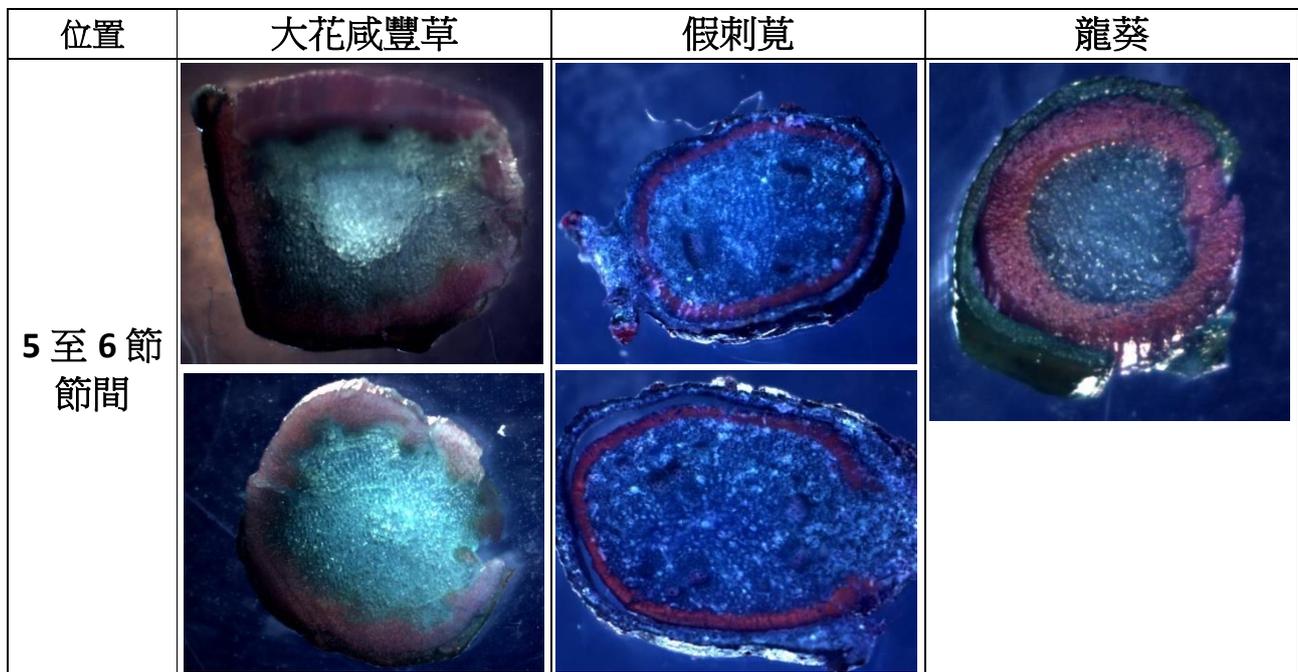
各植物第七節節上染色切片圖



## 3. 第五至六節節間位置

大花咸豐草、龍葵外面一圈紅色厚壁細胞相當明顯且範圍較廣，而假刺莧雖然也清楚但範圍較窄，但大花咸豐草有外圈不均勻，且有的地方增厚，但節間比較連續，難怪會斷裂在莖節處，另外亦可明顯看出莖部呈四角形。

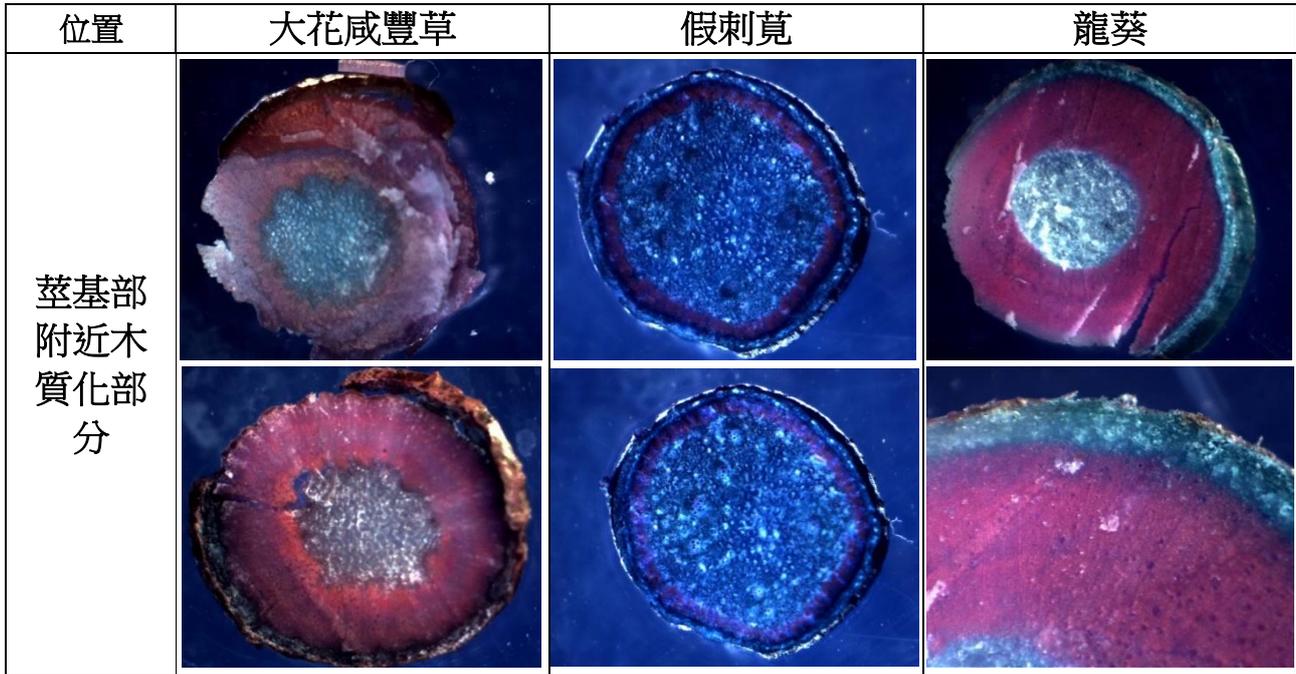
各植物第五至六節，節間內染色切片圖



## 6. 莖基部附近木質化位置

大花咸豐草、龍葵外面一圈紅色厚壁細胞相當明顯且範圍較廣，而假刺莧雖然也清楚但範圍較窄，此部分大花咸豐草的紅圈較不規則，也就是說厚壁細胞雖然也是增厚了許多，但是有些地方多，有些的地方少。

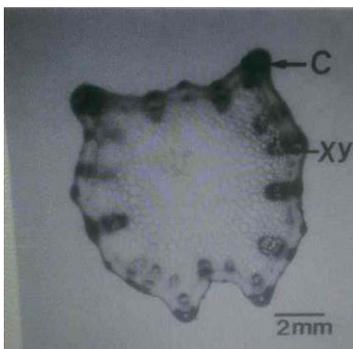
各植物根部附近木質化部份染色切片圖



由以上莖部橫切面切片觀察結果可以發現，愈成熟的莖部其厚壁細胞愈多愈厚，薄壁細胞愈少，而大花咸豐草厚壁細胞增厚的程度很不均勻，有的地方多有的地方少，也明顯可以看出其莖部呈四角形，到近根部處才漸漸變成圓形。

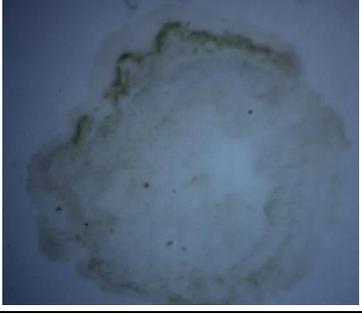
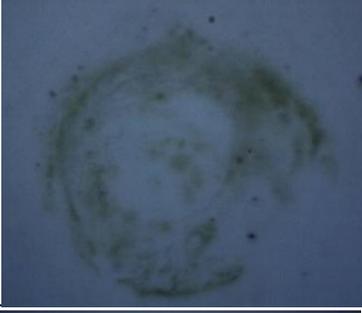
### (三) 莖部橫切面切片拓印結果

從切片拓印得知，大花咸豐草的拓印印痕遠清楚於假刺莧和龍葵，甚至連木質部、方形莖構造也一清二楚，由此可得知，大花咸豐草的莖部組織較強硬，尤其是外圈的厚壁組織再與龍葵比較，雖然範圍大小差異不大，但組織的強健度卻較高。另外，Joseph E., V. and R. Taylor (1989)研究顯示大花咸豐草的莖幹具有一些厚角組織(圖 13 箭頭處)，在莖的四周呈不連續的分布，再對照本研究第5-6節處莖的橫切面圖，可以發現即是兩位學者發現厚角組織的位置，更証明了本研究切片表現出來大花咸豐草的莖部組織較強硬是來自於厚壁組織的厚度與厚角組織的不連續分布所造成。而強硬的組織遇到強大的外力，自然容易斷裂。



Joseph E., V. and R. Taylor (1989)研究顯示大花咸豐草莖幹具有厚角組織(左圖箭頭處)，以及本研究第5-6節處的橫切面圖(右)比較圖

各植物切片拓印圖表

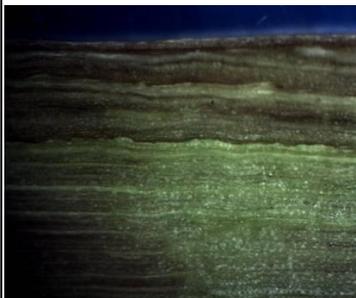
位置	大花咸豐草	假刺莧	龍葵
側枝生長分岔點處			
第7節節上			
5至6節節間			
根部附近木質化部分			

### 三、 莖部外皮縱切面切片觀察結果與討論

大花咸豐草很明顯在莖節處有褐色的顏色，表示該處木質纖維化的情形較明顯，這種情形可能讓節的地方變得比較硬，當外力夠大時也更容易斷裂，而且一分為二，龍葵和假刺莧的莖節處不明顯，也都是青綠色尚未纖維化，因此較不夠硬，外力可能造成軟化彎曲，但不見得能折斷。

從外皮縱切面，我們有發現大花咸豐草木質化的纖維組織，到了節附近，我們可以看到纖維有中斷、移位的現象，而在分岔節處，環枝組織相當明顯，我們推測環枝組織為使分枝處更強健，但大花咸豐草卻是方形，因此縱向的纖維便會斷裂後再排列，這就像大樓的鋼筋若中斷了，雖然支持力道夠，但遭遇外力時卻容易完全折斷。而假刺莧及龍葵便沒有這種現象，纖維就算在節處仍是上下連結，以致斷裂時外皮仍附著其上，不容易完全折斷，也因為如此維護管理拔除時，假刺莧及龍葵容易將力量傳至根部而連根拔起，但大花咸豐草則會完全斷裂，以保護根部，並使殘存枝條快速長出新葉。

皮的縱剖面切片結果表

位置	大花咸豐草	假刺莧	龍葵
節附近表皮			
側枝生長分岔點位置附近表皮			
			

#### 四、不定根觀察及再生能力實驗

##### (一) 不定根現有狀況(有無、位置、數量與型態)

由觀察分析得知，大花咸豐草的不定根生長相當強勢，不僅數量最多，植株在倒伏或斷枝後，只要水分足夠，不定根便會快速生長成新的植株，這應該是大花咸豐草得以如此大量增加的重要因素。

不定根現有狀況比較表

植物	不定根	位置與數量	型態及特性
大花咸豐草		大花咸豐草則在它的莖基木質化處長出大量長而分岔的不定根（約 31 支）。	碰觸到地面的根除了能形成支持根協助植株支撐之外，亦能愈長愈粗，植株若倒伏則能很快取代原來的根形成主要根系。而未碰觸到地面的根亦呈褐化但不致於乾枯而死，即使環境乾旱，它們仍能繼續緩慢生長
假刺莧		在木質化莖幹的皮孔處長出單一不分岔的白色根（約 77 支）。	莖部在成熟後多半呈紅褐色。但是它們未碰觸到地面的根大部分均乾枯而死掉，碰觸到地面的根則能長成支持根協助植株支撐。
龍葵		龍葵亦在莖基部木質化處長出少許不定根（約 26 支）。	碰觸到地面的根則能長成支持根協助植株支撐，未碰觸到地面的根則呈褐化且停止生長的狀況，不致於乾枯而死掉。

##### (二) 不定根與新芽再生能力實驗

原先三種植物綠色莖的部分只有大花咸豐草有長出不定根約 11 支，其餘二種均沒有不定根。但是在一週後發現大花咸豐草只有新生不定根 1 支約 1 公分長，其餘原有的不定根一週後沒有太大變化。但是假刺莧在一週後竟快速地長

出 11 支不定根，平均長度 1 公分，顯示其分生組織頗旺盛，而一週後的龍葵則仍未見不定根，而且表皮已有點腐爛潰瘍。

至於在莖節處的芽體則是大花咸豐草的分化最佳，從節處長出一對芽，並各長出 3 片小葉子。而假刺莧則不僅未長芽體，甚至已經萎縮！龍葵的莖亦仍未見芽體。到了第二週，沒有長出芽體的假刺莧及龍葵的莖部都已經靡爛發臭，只有大花咸豐草的莖部長根、長芽，愈來愈健壯，如下表。

三種野田雜草莖部扦插不定根及芽體生長情況表

部位	大花咸豐草	假刺莧	龍葵
不定根生長			
	一週後新生不定根 1 支約 1 公分長	一週後長出 11 支不定根	一週後仍未見不定根
芽體生長			
	一週後新生一對芽體，各有 3 片葉子	一週後仍未見芽體	一週後未見芽體且已萎縮

綜合以上將結果整理如下

#### ◆ 斷裂狀況

大花咸豐草莖的斷裂方式是自節處斷裂，一分為二，拉斷時的瞬間力道為0.72 公斤，比假刺莧(9.8kg)和龍葵(11kg)容易斷。且此二者斷裂處不一定是節，常斷在靠近基部的位罝，有些外皮仍相連，顯示它們的表皮具有相當的韌性。

#### ◆ 縱橫剖面結構組織分析

1. 三種雜草莖部形態，假刺莧與龍葵的莖部大致呈圓形，大花咸豐草則是呈四角形。
2. 橫切面觀察方面，大花咸豐草與龍葵的莖部外圈厚壁組織較厚，特別是根部附近木質化的地方。而假刺莧反而薄壁組織幾乎充斥了整個莖部。但是大花咸豐草的厚壁組織有斷裂不連續成圈的狀況，從基部到頂端都一樣。
3. 由大花咸豐草的莖部拓印印痕得知莖部組織遠較假刺莧和龍葵較硬而脆。
4. 大花咸豐草在莖節處表皮纖維化明顯，讓節的地方變得比較硬，當外力夠大時也更容易一分為二，而且表皮的部分纖維不連續，更容易斷裂。

#### ◆ 無性繁殖部分

1. 大花咸豐草的莖基木質化處長出大量長而分岔的不定根，碰觸到地面能形成支持根，植株若倒伏則能很快取代原來的根形成主根。而未碰觸到地面的根亦不致於枯死，環境乾旱仍能繼續緩慢生長。
2. 以不定根生長的情形、扦插生根長芽的狀況、莖部斷裂再生的能力等方向來看，大花咸豐草都比其他二者還要好。
3. 本研究研判，大花咸豐草莖部中心的薄壁細胞，因為快速增生分生組織，所以撐開厚壁組織至方型結構中，使厚壁組織呈現不連續，也使不定根與新芽能快速增長，使大花咸豐草能斷枝保護根部而快速增生。

#### ◆ 省思與檢討

1. 為了增加蜜源而引入的外來種所衝擊的生態代價值得我們深思。
2. 現行的空地的除草方式都是以背式或推式割草機來除草，這種方式反而讓大花咸豐草更能發揮它無性繁殖的長處，拓展它們的領域。因此若將農耕方式改為使用中耕機打田，將雜草連根挖起，相信是比較好的除草方式。

## 柒、結論

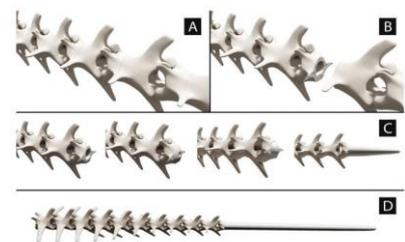
### 一、大花咸豐草和動物界的蜥蜴類似，斷尾求生是大花咸豐草以退為進、快速繁殖的生存密技

除了藉由動物皮毛散播高發芽率的種子，大花咸豐草利用容易斷枝的特質在臺灣大肆繁殖。尤其人工維護管理的校園及公園，因為人為割草，反而使大花咸豐草以此種以退為進的斷枝模式保護根部，再藉由旺盛的根、芽再生能力，讓大花咸豐草成了強勢雜草，可說是植物界演化出類似蜥蜴令人吃驚的生存秘招。

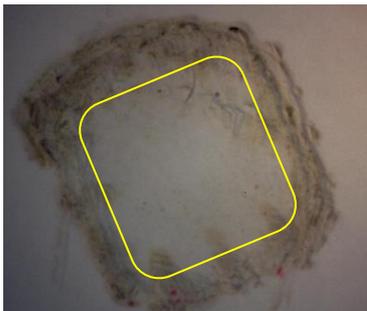


### 二、第一大花咸豐草方型莖內厚而不連續不均勻的厚壁組織、第二不連續縱向木質化纖維、第三橫向木質化纖維使莖節處硬而脆、此三點為本研究發現造成大花咸豐草容易在莖節處完全斷裂的機制

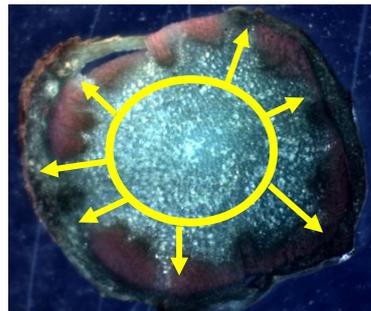
大花咸豐草方型的莖中，厚壁組織範圍不小，且拓印明顯，因此有強健的莖構造可以支撐植株，但本研究發現這圍成一圈但不連續的厚壁組織，似乎只能支撐縱向壓力，當橫向外力來時，此種特質反而使之容易被折斷。另外外皮的木質纖維在節的位置也縱向不連續，就像中斷的鋼筋，並在節處有橫向纖維，使之成了硬而脆的特質，如此遇到外力時會完全折斷。



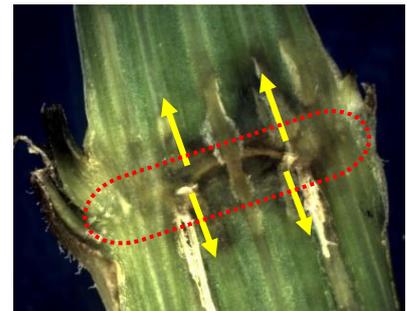
蜥蜴斷尾的骨骼機制  
資料來源：國家地理雜誌



硬而脆的方型結構



分生組織快速增生使  
外圍厚壁組織不連續



不連續縱向木質化纖維、橫  
向木質纖維，使之遇外力完  
全斷裂

## 參考文獻

1. Joseph E., Varner and Rosannah Taylor, (1989) ,New Ways to Look at the Architecture of Plant Cell Walls - Localization of Polygalacturonate Blocks in Plant Tissues,Plant Physiol.: 91, 31-33.
2. 中央研究院生物多樣性中心 (2016)臺灣物種名錄  
<http://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>
3. 中央研究院生物多樣性研究中心 龍葵  
<http://biodiv.sinica.edu.tw/>
4. 洪銘成(2010) , 【臺灣外來種】 野草惡勢力 大花咸豐草 , 經典雜誌 149 期  
<http://www.rhythmsmonthly.com/?p=10410>
5. 國家地理雜誌  
[http://www.natgeomedia.com/column/external/47349?utm\\_campaign=shareaholic&utm\\_medium=facebook&utm\\_source=socialnetwork](http://www.natgeomedia.com/column/external/47349?utm_campaign=shareaholic&utm_medium=facebook&utm_source=socialnetwork)
6. 莊溪 (2016) , 認識植物  
<http://kplant.biodiv.tw/index.htm>
7. 莖部構造  
<http://210.60.246.140/bio/PDF/grade3/3-2.pdf>
8. 陳民峰(2009) , 大花咸豐草外來種影響程度與趨勢文獻探討 , 國立台北教育大學自然科學教育系 , 台北市
9. 實驗室常用染料性能介紹及常用藥品試劑和培養基的配製  
<http://www.twword.com/wiki/%E5%B8%B8%E7%94%A8%E6%9F%93%E8%89%B2%E5%8A%91>
10. 蔡淑華(2005) , 植物解剖學 , 國立編譯館 , 台北市
11. 轉漬膜介紹 Polyvinylidene Fluoride (PVDF)  
<http://www.finetech-filter.com/product-detail-729679.html>
12. 顯微鏡之構造、原理及使用  
<http://web.nchu.edu.tw/~rootdis/plant%20pathology/97Session/002-970926/ch4microscope.pdf>