

第七屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA7-063

作品名稱：尋找 Panda Q ---

植物螺旋管狀細胞之初探討

姓名：謝幸均

關鍵字：導管、假導管、木質部

摘要

多數植物的維管束內含有狀似卷鬚的螺旋狀彈出物，研究者稱之為 Panda Q。Panda Q 在植物維管束裡大量、整齊存在，形態為螺旋彈簧狀，看似有增強支持的作用，因其位於木質部，亦可能有輸導作用。由多次切片的結果，和探討文獻得知 Panda Q 為螺紋管狀細胞，大量存在於植物的莖與葉，而根部較少，對植物體最主要的功能為支持。

壹、研究動機

生物課學到植物生理的部份時，學到了向性，其中向觸性普遍存在於部份植物的捲鬚。植物的捲鬚是個很有趣的部份，它們可能是莖或葉的變態。課本上說明，捲鬚的形成是因為植物體裡生長激素分布不均所造成，但部份文獻卻不這麼認為。於是針對許多校園裡的植物捲鬚進行切片觀察，企圖驗證其構造與向觸性是否具有相關性。令人意外的是，組員 Panda 進行切片時，發現了在教科書上沒有見過的奇特構造，它的形狀宛如莖或葉的捲鬚，從維管束一帶延伸出來，爾後我們也在草本植物人工切片裡陸續發現這特別的構造，不只單單只分佈在植物的捲鬚裡，植物的莖和葉裡皆可發現。因此本實驗欲了解此捲曲彈出物為何物，並探討其特性。

這是一場與 Panda Q 的奇妙邂逅.....

貳、研究目的

- 一、探討 Panda Q 的來源
- 二、探討 Panda Q 的性質
- 三、探討蕨類是否具有 Panda Q

參、研究設備及器材

校園常見植物及常見蔬菜（如附表一）

數位相機

滴管

載玻片

亞甲藍液

光學顯微鏡

刀片

Motic Images 影像軟體

蓋玻片

紅墨水

表一、校園常見植物及常見蔬菜

蕨類植物	海金沙(<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.)
	腎蕨(<i>Nephrolepis auriculata</i> (L.) Trimen)
	過溝蕨 (<i>Diplazium esculentum</i>)
	鳥巢蕨 (<i>Asplenium antiquum</i>)
裸子植物	羅漢松(<i>Podocarpus macrophyllus</i> (Thunb.) D. Don)
	小葉南洋杉 (<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco)
	肯氏南洋杉 (<i>Araucaria cunninghamii</i> D. Don)
	竹柏(<i>Podocarpus nagi</i> (Thunb.) Zoll. & Moritz.)
被子植物	草本
	紫花酢漿草(<i>Oxalis corymbosa</i>)
	大花咸豐草(<i>Bidens pilosa</i> var. <i>radiata</i>)
	黃金葛(<i>Rhaphidophora aurea</i> (Lind. ex Andre) Birdsey)
	野薑花(<i>Hedychium coronarium</i> Koenig)
	芹菜(<i>Apium graveolens</i> Linn. var. <i>dulce</i> DC.)
	小白菜(<i>Brassica chinensis</i> L.)
	芥菜(<i>Brassica juncea</i> (L.) Czerniak)
	地瓜(<i>Ficus ti-koua</i> Bureau)
	車前草(<i>Plantago asiatica</i>)
	龍葵(<i>Solanum nigrum</i> L.)
	蘿菜(<i>Ipomoea aquatica</i>)
	火鶴(<i>Anthurium andreaeanum</i>)
	花生(<i>Arachis hypogaea</i>)
	鼠麴草(<i>Gnaphalium affine</i> D. Don.)
	花椰菜(<i>Brassica botrytis</i> (L.) Mill)
	鴨跖草(<i>Commelina communis</i>)
	木本
	馬纓丹(<i>Lantana camara</i>)
	桂花 (<i>Osmanthus fragrans</i> Lour)
	月橘(<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.)
	榕樹(<i>Ficus microcarpa</i> L. f. var. <i>crassifolia</i> (Shieh) Liao)
	茉莉 (<i>Jasminum sambac</i> (L.) Ait.)
	鵝掌藤(<i>Schefflera odorata</i> (Blanco) Merr. & Rolfe)
	黃槐(<i>Cassia surattensis</i> Burm.f.)
	變葉木(<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Juss.)
	仙丹花(<i>Ixora chinensis</i> Lam.)
洋紫荊(<i>Bauhinia purpurea</i> L.)	
檳榔(<i>Arcea catechu</i>)	
藤本	
炮杖花(<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker-Gawl.) Miers)	
絲瓜(<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M. Roem.)	

表一、校園常見植物及常見蔬菜(續)

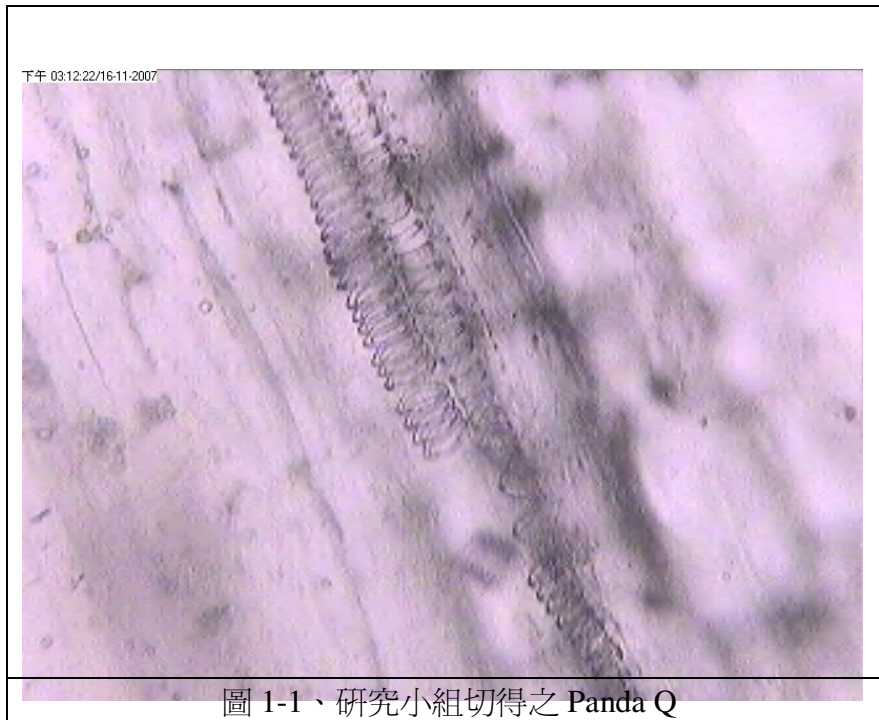
被子植物	藤本	三角葉西番蓮(<i>Passiflora suberosa</i>)
		常春藤(<i>Hedera japonica</i> Tobler)
	多肉	火龍果(<i>Hylocereus undatus</i> Britt. & Rose)
		石蓮(<i>Graptopetalum paraguayense</i>)
		仙人掌(<i>Opuntia dillenii</i>)

肆、研究過程及方法

一、Panda Q 的發現

2007 年 9 月 14 日對三角葉西番蓮(*Passiflora suberosa*)之變態捲鬚葉中人工切片(橫切)發現捲曲彈出物(Panda Q)(圖 2-1~2-3)，並進一步對具有捲鬚莖、捲鬚葉之藤本植物及一般非藤本植物進行切片，由所得結果發現 Panda Q 的存在並非限定於捲鬚，甚至一般草本植物及部分木本花卉也於其莖與葉中切得。

此所進行切片植物包括馬纓丹、月橘、桂花、茉莉、鵝掌藤、紫花酢漿草、大花咸豐草、黃金葛、黃槐、野薑花、變葉木、榕樹、火龍果、石蓮、炮杖花、絲瓜、芹菜、小白菜、芥菜、地瓜等物種。



二、探討 Panda Q 來源

本步驟在於確認 Panda Q 是否來自植物的維管束，並進一步驗證 Panda Q 來自維管束的木質部或韌皮部。

(一) 對蘚苔類植物進行切片

1. 方法

- (1) 對苔類植物土馬騮 (*Polytrichum commune* Hedw) 進行人工切片，並觀察其組織。
- (2) 觀察是否有 Panda Q，並攝影記錄之。

2. 結果：土馬騮內部未切得 Panda Q，即確定其構造存於維管束植物中。

(二) 對木質部進行染色

1. 方法

- (1) 將整株芹菜於日光下浸泡於紅墨水 30-40 分中。
- (2) 拿出已染色完畢之芹菜，對芹菜莖部進行人工切片，並觀察其 Panda Q。
- (3) 觀察 Panda Q 彈出部位，並攝影紀錄之。

2. 結果：Panda Q 周圍細胞組織皆染上色，確定其構造位於有運輸功能的維管束木質部。

三、蕨類的 Panda Q

本步驟主要在於蕨類是否具有 Panda Q。根據紅墨水實驗結果，Panda Q 來自木質部，由課本可得知木質部的細胞包括導管及假導管。切片實驗中，發現植物莖多數具有 Panda Q，遂針對蕨類植物進行切片，以探討蕨類是否具有 Panda Q。

1. 方法：

- (1) 予以烏巢蕨及過溝蕨進行人工切片，並觀察其維管束構造。
- (2) 觀察是否有 Panda Q，並攝影記錄之。

2. 結果：

於烏巢蕨及過溝蕨中皆切得 Panda Q。

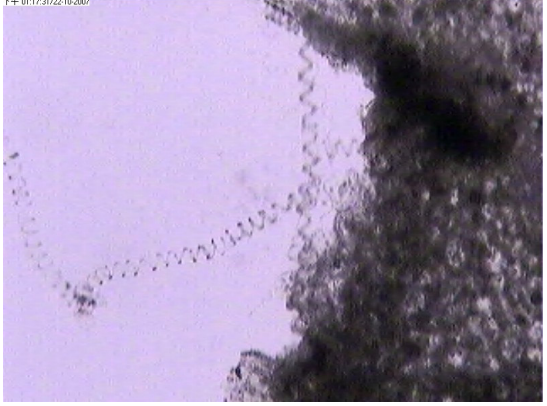

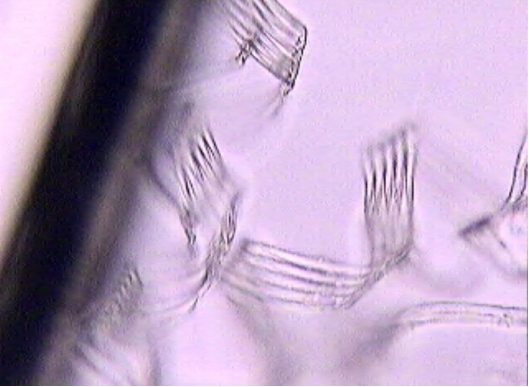
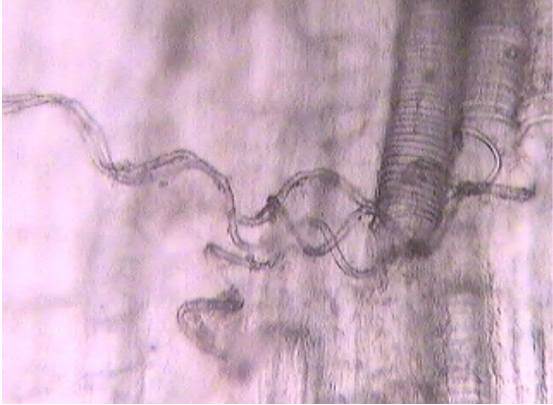
伍、研究結果

一、Panda Q 的存在

(一)第一次發現於三角葉西番蓮之變態捲鬚葉中切得 Panda Q。(圖 2-1~2-3)

(二)於黃金葛、黃槐、野薑花、變葉木、火龍果、石蓮、炮杖花、絲瓜、芹菜、小白菜、芥菜、地瓜葉中切得 Panda Q，整理如附表二。

		
<p>圖 2-1、三角葉西番蓮之變態捲鬚葉</p>	<p>圖 2-2、三角葉西番蓮之變態捲鬚葉放大</p>	<p>圖 2-3、Panda Q</p>

	
<p>圖 3-1、變葉木葉部的 Panda Q</p>	<p>圖 3-2、芹菜莖部的 Panda Q</p>
	
<p>圖 3-3、野薑花葉部的 Panda Q</p>	<p>圖 3-4、地瓜葉的 Panda Q</p>

附表二 有無切得 Panda Q 有：○ 無：× 未進行切片：△

草本	紫花酢漿草		大花咸豐草		地瓜		黃金葛		野薑花	
	根	×	根	×	根	△	根	△	根	△
	莖	○	莖	○	莖	○	莖	○	莖	△
	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○
	芹菜		小白菜		芥菜		鼠麴草		鴨跖草	
	根	×	根	×	根	△	根	×	根	○
	莖	○	莖	○	莖	○	莖	○	莖	×
	葉	○	葉	○	葉	△	葉	△	葉	×
	火鶴		車前草		龍葵		空心菜		花生	
	根	○	根	×	根	×	根	×	根	×
	莖	○	莖	○	莖	○	莖	○	莖	○
	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○
花椰菜		A 菜		蕃茄		莧菜		馬齒莧		
根	×	根	×	根	×	根	×	根	×	
莖	○	莖	○	莖	○	莖	○	莖	○	
葉	○	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○	
木本	馬纓丹		桂花		月橘		榕樹		茉莉	
	根	△	根	×	根	×	根	△	根	×
	莖	△	莖	○	莖	○	莖	△	莖	○
	葉	×	葉	○	葉	○	葉	×	葉	○
	鵝掌藤		黃槐		變葉木		檳榔		洋紫荊	
	根	×	根	×	根	○	根	○	根	×
	莖	○	莖	△	莖	○	莖	○	莖	○
	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○	葉	○
仙丹花		金露花		九重葛						
根	×	根	×	根	△	根		根		
莖	○	莖	○	莖	○	莖		莖		
葉	○	葉	○	葉	○	葉		葉		
藤本	炮仗花		絲瓜		三角葉西番蓮		常春藤			
	根	△	根	△	根	×	根	×	根	
	莖	○	莖	○	莖	○	莖	○	莖	
葉	○	葉	○	葉	○	葉	○	葉		
多肉	火龍果		石蓮		仙人掌					
	根	○	根	△	根	△	根		根	
	莖	○	莖	△	莖	○	莖		莖	
葉	△	葉	○	葉	△	葉		葉		

二、Panda Q 來源

- (一)對蘚苔植物進行切片後發現，在土馬駱內並未切得 Panda Q，因此確定其構造存在於維管束植物體內。(見圖 4-1)
- (二)於染色實驗的芹菜莖部切片中可明顯看出 Panda Q 出自於維管束(圖 5-1、5-2)。
- (三)Panda Q 周圍細胞組織皆染得紅色，由此確定 Panda Q 位於木質部。
- (四)於其他植物如野薑花的葉部及白菜的莖部切片中皆可得出與(三)相同實驗結果(圖 6-1、6-2)。

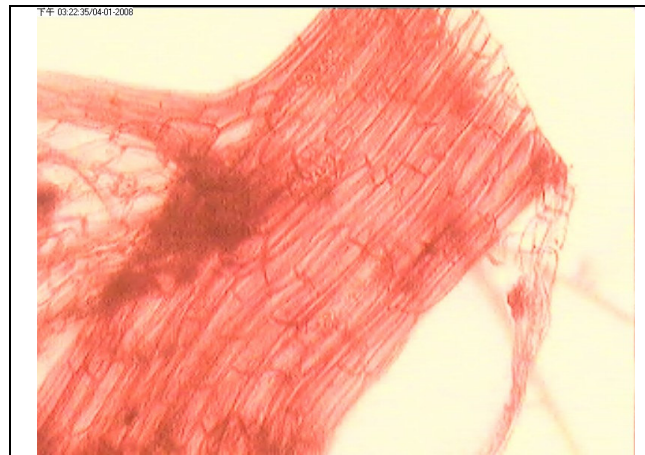


圖 4-1、土馬駱切片 (縱切)

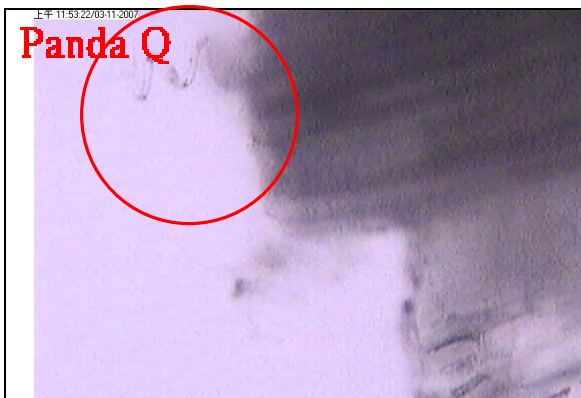
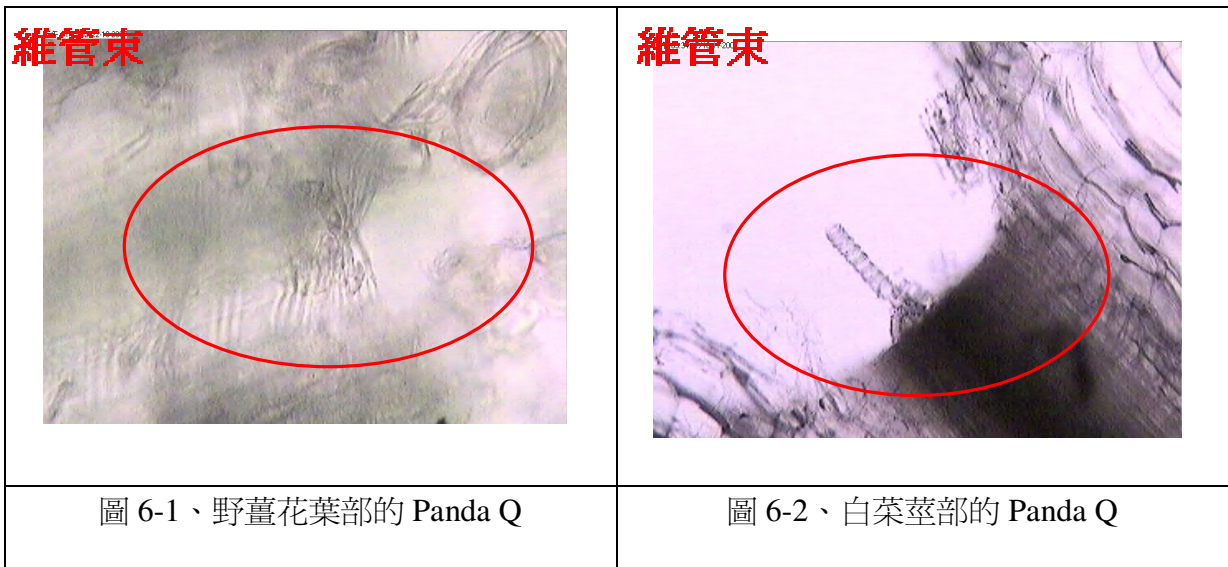


圖 5-1、芹菜莖部的 Panda Q

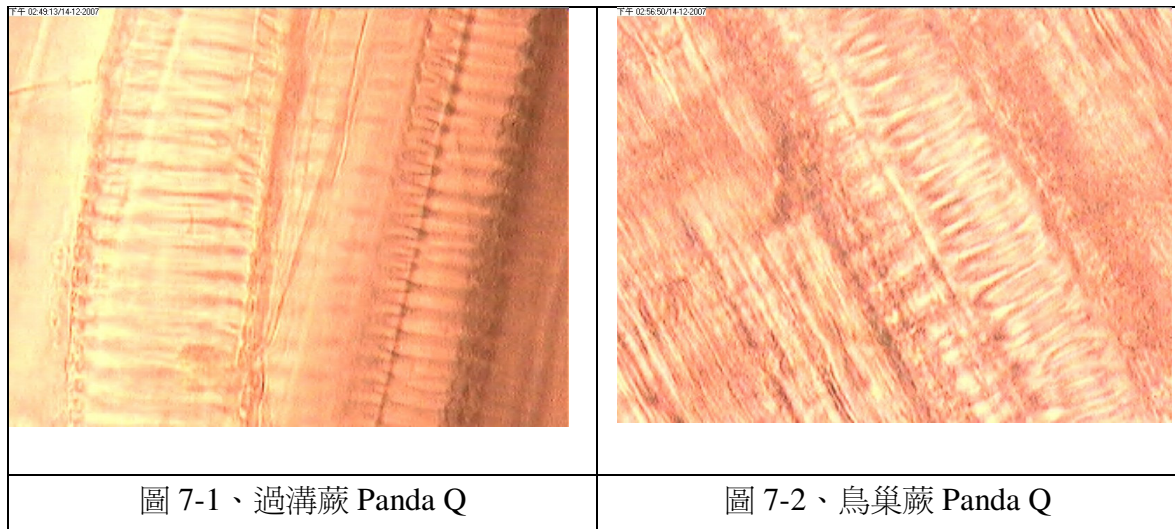


圖 5-2、芹菜莖部的 Panda Q



三、蕨類的 Panda Q

基於前兩步驟的結果發現，Panda Q 多存在於非木質化的莖與葉，故本實驗針對蕨類植物進行切片，發現在鳥巢蕨及過溝蕨中皆切得 Panda Q(圖 7-1~7-2)。



總結：於植物切片中普遍發現 Panda Q 的幾項特性，列舉如下：

- (一)Panda Q 形狀呈螺旋狀似彈簧，長條狀。(圖 8-1 至 8-4、圖 9-1 至 9-4)
- (二)於維管束內一起存在，量多、排列整齊。(圖 8-1 至 8-4、圖 9-3 至 9-4)
- (三)於芹菜莖部發現有大、小兩種尺寸的 Panda Q。(圖 9-5、9-6)
- (四)有的 Panda Q 周圍的管狀細胞壁消失。(圖 9-7、9-8)

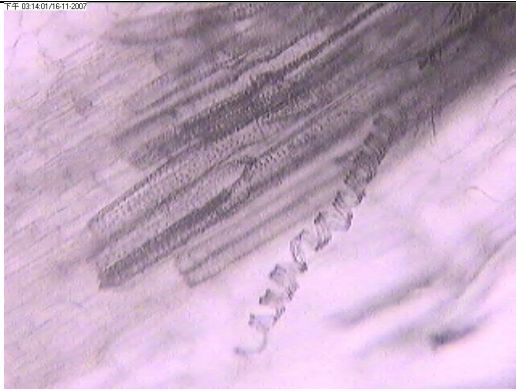


圖 8-1、小白菜莖部的 Panda Q



圖 8-2、小白菜莖部的 Panda Q

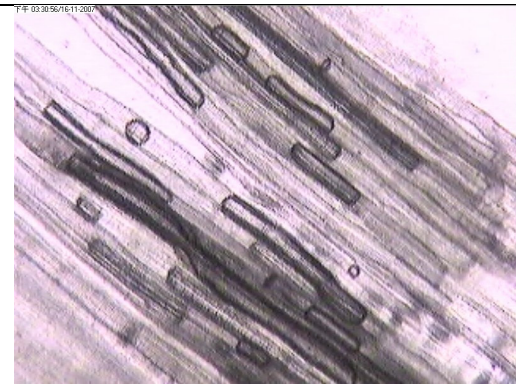


圖 8-3、小白菜莖部的 Panda Q



圖 8-4、小白菜莖部的 Panda Q 放大



圖 9-1、芹菜莖部 Panda Q 成彈簧狀



圖 9-2、芹菜莖部 Panda Q 長條狀

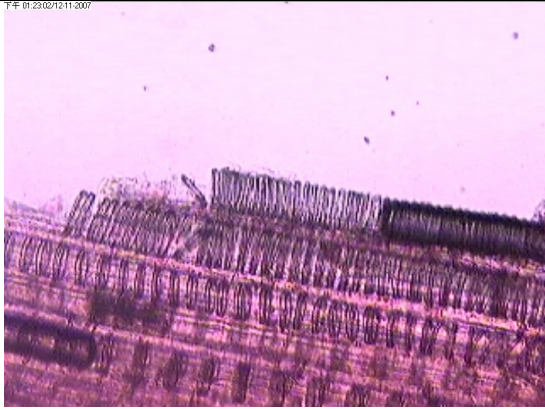


圖 9-3、芹菜莖部 Panda Q 量多、整齊

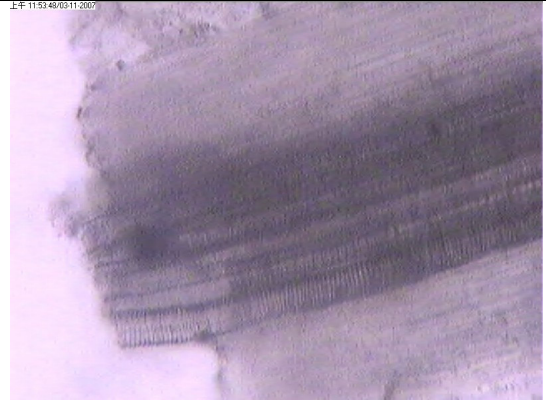


圖 9-4、芹菜莖部 Panda Q 量多、整齊



圖 9-5、芹菜莖部大小 Panda Q



圖 9-6、芹菜莖部大小 Panda Q 放大

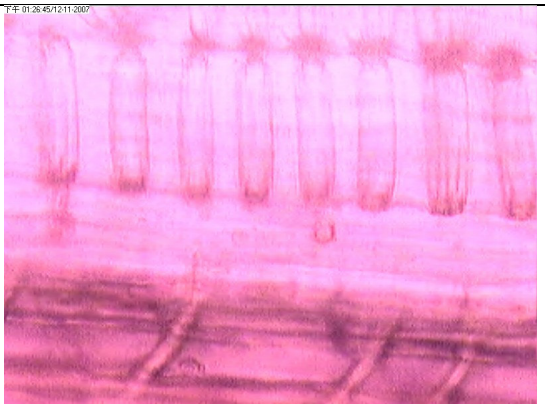


圖 9-7、芹菜莖部 Panda Q 細胞壁消失



圖 9-8、芹菜莖部 Panda Q 漸消失的管狀細胞壁(Panda Q 周圍部分)

陸、討論與建議

研究初始，於草本植物、木本植物及多肉植物中皆切得 Panda Q，為確定 Panda Q 的來源，研究小組進行了兩個實驗。首先對蘚苔類植物進行人工切片，結果並未發現 Panda Q，確定其構造存在於維管束植物中。再者，針對芹菜做紅墨水染色實驗，染色後進行切片發現 Panda Q 來自於維管束的部份，且周圍的細胞組織皆染上紅色，由此確定 Panda Q 位於有運輸功能的木質部。

進行植物切片的結果發現，Panda Q 確實普遍存在於多數植物個體內，然而偶爾發生切片中無法發現 Panda Q 的狀況，推測原因如下：

1. 植物體中不存在。
2. 因人工切片技術上缺失或角度問題而未切得。

確定 Panda Q 的來源後，研究小組針對校園中常見植物的根、莖、葉與花做大量切片觀察，記錄其型態與構造，並探討其性質與功能。

Panda Q 存在植物體內的分部狀況大致如下：

1. 根的部份：於植物(如番茄等)根的切片裡皆無發現 Panda Q 的存在。
2. 莖的部份：Panda Q 大量存在於植物維管束中且緊密排列整齊，如芹菜、小白菜。
3. 葉的部份：葉脈中也有 Panda Q 的存在。其構造型態同莖部所述，如野薑花、地瓜葉。

切片過程中發現，部份 Panda Q 的側邊細胞壁有消失的現象，在一本植物解剖學的書 (ANATOMY OF SEED PLANT) 中，記載著以下的資料：

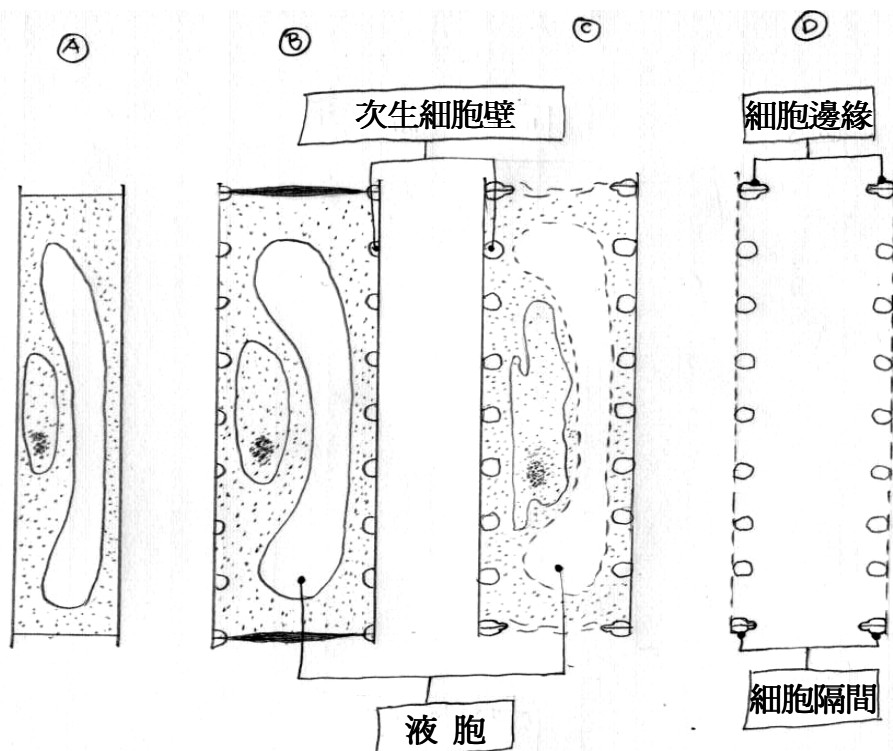


圖 10、植物螺旋管狀細胞的形成過程(引用自 ANATOMY OF SEED PLANT)

植物螺旋管狀細胞的形成過程如圖 10，一開始木質部中的細胞為單核、有隔間，有厚度均勻的單層初生細胞壁，型態如圖 10-A。接著，細胞增寬，細胞核逐漸增大，次生細胞壁開

始增生，且增生的方式並非均勻增生，而是在特定間格之處漸漸增厚，如圖 10-B。在次生細胞壁生長完畢的同時，液胞漸消失，細胞核開始萎縮變形，兩側隔間的細胞壁開始崩解，如圖 10-C。成熟的細胞已失去核內原生質，兩旁的細胞間格消失，未增厚處的初生細胞壁(增厚的後生細胞壁間)漸漸水解，如圖 10-D。因此細胞從顯微鏡下觀察成螺旋狀構造。若根據教科書中所定義的導管，應為兩側細胞壁消失，形成管狀的構造，則依此推論 Panda Q 應該為螺旋紋導管。但側邊部份細胞壁消失，是否仍完全保留運輸的功能？綜合以上的觀點，推測 Panda Q 在功能上，應該偏重於支持的功能，如此一來也可以說明埋在土壤下的根，對於支持力的需求相對於莖而言較低，因此不易發現 Panda Q 的存在；而地面上的莖，需要較高的支持力，因此需要 Panda Q 提供支持。

實驗過程中在過溝蕨與鳥巢蕨葉部切得 Panda Q，因此產生了兩個疑問：

「蕨類的 Panda Q 是否為導管？又為何可以在蕨類中發現 Panda Q？」

針對這兩個問題，有兩個假設：

假設 1：蕨類植物具有導管。

假設 2：蕨類的 Panda Q 為假導管，而非導管。

由 Campbell Reece 的 Biology 及教科書的定義，導管上下細胞壁消失，或是具有未完全消失的穿孔(Perforation)，而假導管兩端細胞壁消失，呈現尖細狀，不具有穿孔，由切片中可發現 PandaQ 的結構與導管的形式較接近。但許多植物解剖學的書籍，皆認定被子植物才具有導管，理論上不會在蕨類中切到 Panda Q，因此假設 1 成立的機會較低。相對來看假設 2，在一些植物解剖的書籍或網站對於這類螺旋狀的構造有不同的定義，有認定其為導管或是假導管都有。因此推論，蕨類的 Panda Q 應為假導管而非導管，同時也說明，假導管的形狀並非全然如同教科書說的「兩端尖細」，仍有部份假導管的形狀類似導管的形狀。

由上述的性質推論，蕨類的假導管與被子植物的導管構造相似，除了運輸的能力之外，也提供相當程度的支持能力。這也支持前述的推論，即 Panda Q 提供相當程度的支持力，因而普遍可於被子植物的莖內發現，而根卻少見。

本研究由於樣本數較小，使推論性大幅降低。期待日後透過大量的植物切片的證據來進行佐證，以協助解開 Panda Q 之謎。

柒、結論

多數植物的維管束裡有 Panda Q 的存在，包括莖、葉及花瓣中，其可能為植物的假導管，功能以支持為主。根部則少有 Panda Q 的分布。

捌、參考文獻及其他

- 一、張永仁（民 91）。**野花圖鑑---台灣四百多種野花生態圖鑑**。臺北市：遠流。
- 二、郭城孟（民 90）。**蕨類圖鑑---台灣三百多種蕨類生態圖鑑**。臺北市：遠流。
- 三、蔡淑華（民 83）。**植物解剖學（全一冊）**。載於國立編譯館大學用書編審委員會主編，第八章 木質部（86-98 頁）臺北市：國立編譯館。
- 四、Katherine, Esau (1977). *Anatomy of Seed Plants 2nd Edition* (pp. 114-116). Canada : Wiley & Sons, Inc.