

臺北市第47屆中小學科學展覽會  
作品說明書封面

科別：生物科

組別：國小組

作品名稱：水芙蓉的平衡探討

關鍵詞：水芙蓉、平衡

編號：

# 水芙蓉的平衡探討

## 摘要

常見的漂浮性水生植物—水芙蓉，即使翻覆在風雨中，也能迅速翻正。經過觀察後，我們發現水芙蓉有沈水和浮水這兩大結構。沈水部份多如根狀，有的又細又短，有的則是由多條細根糾纏成粗大的根群。浮水部份多是明顯的葉狀結構，向光面不會吸附水分，且能夠長時間接觸陽光，進行光合作用。但不論根和葉的形態如何，它們都能穩穩的漂浮在水面上。

我們拿水芙蓉來做翻正實驗，在其他條件不變的狀況，改變根的長短、粗細、輕重，葉的疏密及水溫的高低，測試每種情況下，水芙蓉的翻正時間。根據實驗結果，我們發現，只要根和葉這兩大結構沒有被完全破壞，根重是水芙蓉平衡功能最重要的因素。而根和葉中任何一項被破壞，水芙蓉的平衡功能也就完全喪失了。

## 壹、研究動機

在四年級上學期自然第二單元水生植物，我們認識了水生植物的種類和特性。我們發現在社區的生態公園裡，有許多漂亮的水生植物，這些水中綠精靈不但可以製造氧氣，供水生動物呼吸，而且水生植物也是生態淨化的功臣與環境指標。我們很好奇，為什麼在生態池裡的漂浮性水生植物—水芙蓉，總是能穩穩的浮在水上，即使在颶風下雨的惡劣天氣，也不會一倒不起？如此高超的平衡本事，值得我們更深入的去了解。

## 貳、研究目的

- 一、觀察漂浮性水生植物—水芙蓉特殊的構造
- 二、水芙蓉根的重量相同但長度不同時，對水芙蓉翻正時間的影響
- 三、水芙蓉根的長度相同但重量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響
- 四、水芙蓉根的長度和重量同時減少時，對水芙蓉翻正時間的影響
- 五、水芙蓉的葉片數量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響
- 六、在室溫下，當水溫高低不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

## 參、研究設備及器材

水芙蓉、水盆、放大鏡、數位相機、培養皿、鑷子、滴管、水缸、電子磅秤、30公分直尺、剪刀、碼錶、餐巾紙。

## 肆、研究過程或方法

### 一、資料收集: 漂浮性水生植物—水芙蓉

#### (一) 水芙蓉

- 1.植物名: 大萍
- 2.科別: 天南星科
- 3.別名: 水芙蓉、水蒿苳、水蓮、芙蓉蓮
- 4.原產地: 熱帶美洲
- 5.用途:(1)常被當作觀賞植物栽培。  
(2)大萍的嫩葉可供食用。  
(3)有祛風解毒、發汗消腫、利尿除濕、涼血、活血、通經、止膚癢之效。  
(4)耐污能力很強，也會吸收許多重金屬元素，因此可以用於廢水處理上。
- 6.形態特徵:

多年生草本，是漂浮性的水生植物。繁殖迅速，在靜水域中常形成大片群落。葉灰綠色，葉片匙形，先端平圓，基部楔形，灰綠色，如絨布質感。葉長 5~15cm，最寬處可長至約 8cm。葉基的短莖著生鬚根，漂浮水中。成株開綠色花，冬季呈休眠狀態。佛焰花序，上端白色，下端黃綠色。單一雌花在下，雄花 5 枚輪生於上部。葉面長有許多白色絨毛不會沾水，植株由葉片簇生成花朵狀，漂浮於水面上，當水滴滴在它身上會形成一顆顆晶亮的水珠。根部相當發達，長的像鬚鬚一般，可以從水中吸取大量的養分。而它的莖並不明顯，有時會從葉子的底部長出「走莖」，由走莖的末端生出小芽，長出第二朵水芙蓉，繼續反覆這樣的生長，不久水池就長滿水芙蓉。

水芙蓉形狀如下圖:



### 二、實驗設計：

#### 實驗一：觀察水芙蓉特殊的構造

1. 目的：我們用水芙蓉來觀察漂浮性水生植物有哪些特殊構造，來幫助植物增加浮力及自動翻正。

2. 實驗步驟：

- (1)平衡現象：取一株水芙蓉，壓入水中後放手，觀察水芙蓉的翻正狀況。
- (2)不沾水效應：取1株水芙蓉，用滴管在葉片上滴水，再用放大鏡觀察是否形成水珠，並讓葉面稍微傾斜，觀察水珠是否立刻脫離葉面。



圖3 水芙蓉的平衡現象



圖4 水芙蓉的不沾水效應

**實驗二：根的重量相同但長度不同時，對水芙蓉翻正時間的影響**

1. 目的：在重量不變的狀況下，根的長度對水芙蓉翻正時間的影響。
2. 實驗步驟：
  - (1)取 1 株水芙蓉，用橡皮筋把根部綁緊，並測量根重。
  - (2)將水芙蓉倒放於水面上，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (3)將水芙蓉的根折一半，並用橡皮筋綁緊，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (4)將水芙蓉的根再折一半，並用橡皮筋綁緊，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (5)將水芙蓉的根再對折，並用橡皮筋綁緊，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (6)以葉片完全浮出水面作為翻正的標準。不能翻正就以「X」作記錄。若能翻正，則記錄翻正所需的時間。



圖5 用橡皮筋把根部綁緊



圖6 水芙蓉的根折一半，並用橡皮筋綁緊



圖7將水芙蓉的根再折一半，並用橡皮筋綁緊

圖8 將水芙蓉的根再對折，並用橡皮筋綁緊

### 實驗三：根的長度相同但重量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

1. 目的：在根長度不變的狀況下，根的重量對水芙蓉翻正時間的影響。

2. 實驗步驟：

(1)將 1 株水芙蓉倒放於水面上，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(2)將水芙蓉的根剪去最外圍的部分，保留中間，使根的重量減少，但根長不變，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(3)將水芙蓉的根再剪去剩下的外圍部分，保留中間，使根的重量減少，但根長不變，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(4)將水芙蓉的根剪到只剩最中間一根，使根的重量減少，但根長不變，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(5)以葉片完全浮出水面作為翻正的標準。不翻正就以「X」作記錄。若能翻正，則記錄翻正所需的時間。



圖9 取1 株水芙蓉，測量翻正所需的時間



圖10-A 將水芙蓉的根剪去最外圍



圖10-B 根的重量減少，但根長不變



圖11-A 根再剪去剩下的外圍部分



圖11-B 根的重量減少，但根長不變



圖12-A 根剪到只剩最中間一根，

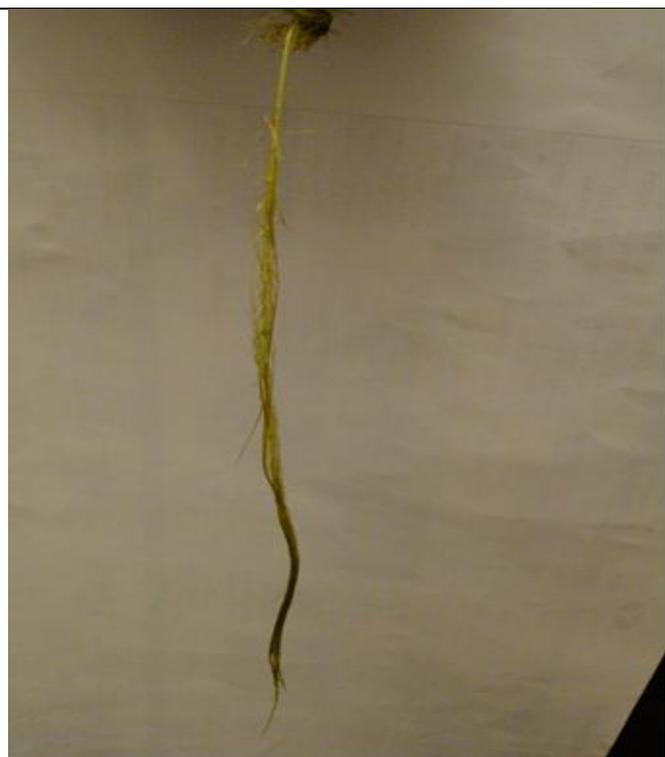


圖12-B 根的重量減少，但根長不變

#### 實驗四：根的長度和重量同時減少時，對水芙蓉翻正時間的影響

1. 目的：在長度和重量同時減少的狀況下，對水芙蓉翻正時間的影響。
2. 實驗步驟：
  - (1)取 1 株水芙蓉，測量根長和根重。
  - (2)將芙蓉倒放於水面上，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (3)將水芙蓉的根剪去約 5 公分，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (4)將水芙蓉的根再剪去約 5 公分，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (5)將水芙蓉的根剪到剩下一小撮，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (6)以葉片完全浮出水面作為翻正的標準。不翻正就以「X」作為紀錄。若能翻正，則記錄翻正所需時間。



圖13-C 取1 株水芙蓉



圖13-D 量根長和根重



圖14-C 取出水芙蓉



圖14-D 剪去約 5 公分



圖15-C 再取出水芙蓉



圖15-D 再剪去約 5 公分



圖16-C 再取出水芙蓉



圖16-D 水芙蓉的根剪到剩下一小撮

### 實驗五：葉片數量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

1. 目的：在根長和根重不變的情況下，改變葉片的數量，對水芙蓉翻正時間的影響。
2. 實驗步驟：
  - (1)將 1 株水芙蓉倒放於水面上，測量翻正所需的時間測試 6 次。
  - (2)將葉片摘除對稱的 3 片，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (3)將葉片再摘除對稱的 3 片，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (4)將葉片再摘除對稱的 2 片，測量翻正所需的時間，測試 6 次。
  - (5)以葉片完全浮出水面作為翻正的標準。不翻正就以「X」作記錄。若能翻正，則記錄翻正所需的時間。



圖17 取1 株水芙蓉



圖18 將葉片摘除對稱的 3 片



**實驗六：在室溫下，當水溫高低不同時，對水芙蓉翻正時間的影響**

1. 目的：我們想觀察，當水溫高低不同時，對水芙蓉翻正時間的影響。

2. 實驗步驟：

(1)將 1 株水芙蓉倒放於水面上，測量翻正所需的時間測試 6 次。

(2)在水中加入冰塊，將水溫降低到20度，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(3)持續在水中加入冰塊，將水溫降到更低17 度時，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(4)再繼續加入冰塊，將水溫降到只剩 15 度時，測量翻正所需的時間，測試 6 次。

(5)以葉片完全浮出水面作為翻正的標準。不翻正就以「X」作記錄。若能翻正，則記錄翻正所需的時間。

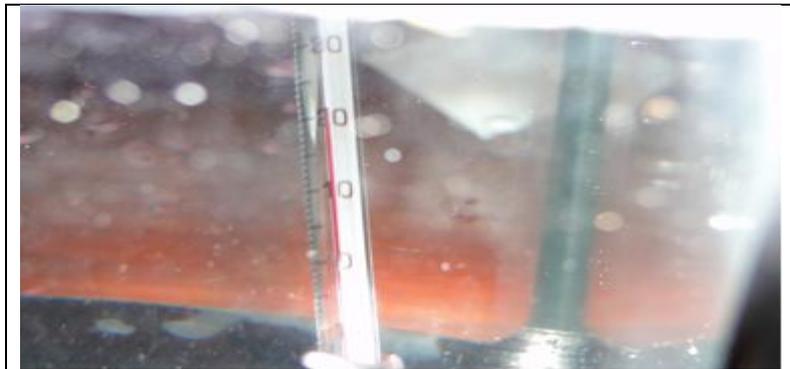


圖20 將水溫降到剩 20度



圖21 將水溫降到剩 17 度

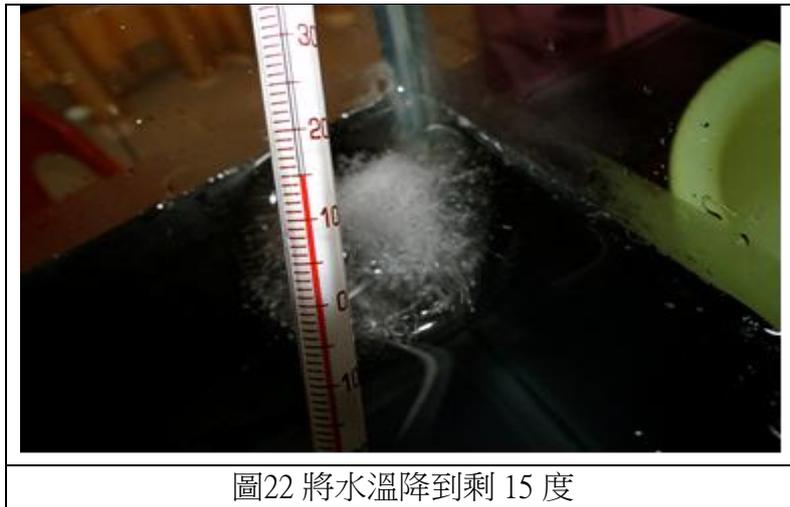


圖22 將水溫降到剩 15 度

## 伍、研究結果

### 實驗一：觀察水芙蓉特殊的構造

水芙蓉是一種漂浮在水面的多年生草本植物，根不會生長到水底的泥土中，植物體呈蓮座狀，好像水中盛開的一朵芙蓉，因此又有"水芙蓉"的名稱。屬於天南星科，所開的花具有佛焰苞，由於顏色和葉片接近，而且並不大，因此常被認為是不會開花的植物。水芙蓉的佛焰苞分成兩大部分，雄花位於上半部，雌花位於下半部。花生長在葉腋，果實在水中成熟，成熟後種皮會在水中腐爛，並將種子散出，種子數量約 15 顆左右。葉片匙形，先端平圓，基部楔形，灰綠色，如絨布質感。雖然會藉由種子繁殖，但主要還是以走莖行營養繁殖，能快速生長出許多新的植株。

表 1 水芙蓉的特性

水生植物	尺寸		特徵	顏色	平衡性 (實驗結果)
	浮水	沈水			
水芙蓉	3cm x12	13.5~ 22cm	葉片數量在 12 片左右，根又長又多。在葉片上滴水會形成水珠，容易滑落。	深綠	佳(1.8 秒)



圖 23 在水缸裡的水芙蓉

## 實驗二：根的重量相同但長度不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

表 2 水芙蓉根的重量相同但長度不同

翻轉回正 所需秒數	重量相同，長度不同（全重 5.3 g）			
	沈水部份長 22.5cm	沈水部份長 9cm	沈水部份長 5cm	沈水部份長 2cm
第一次	2.2	0.94	1.01	0.61
第二次	1.88	0.86	1.02	0.75
第三次	1.14	1.29	1.21	1.08
第四次	1.87	1.75	1.20	1.11
第五次	1.07	0.72	1.65	0.74
第六次	1.55	1.95	1.05	0.62
<b>平均值</b>	<b>1.62</b>	<b>1.25</b>	<b>1.19</b>	<b>0.82</b>

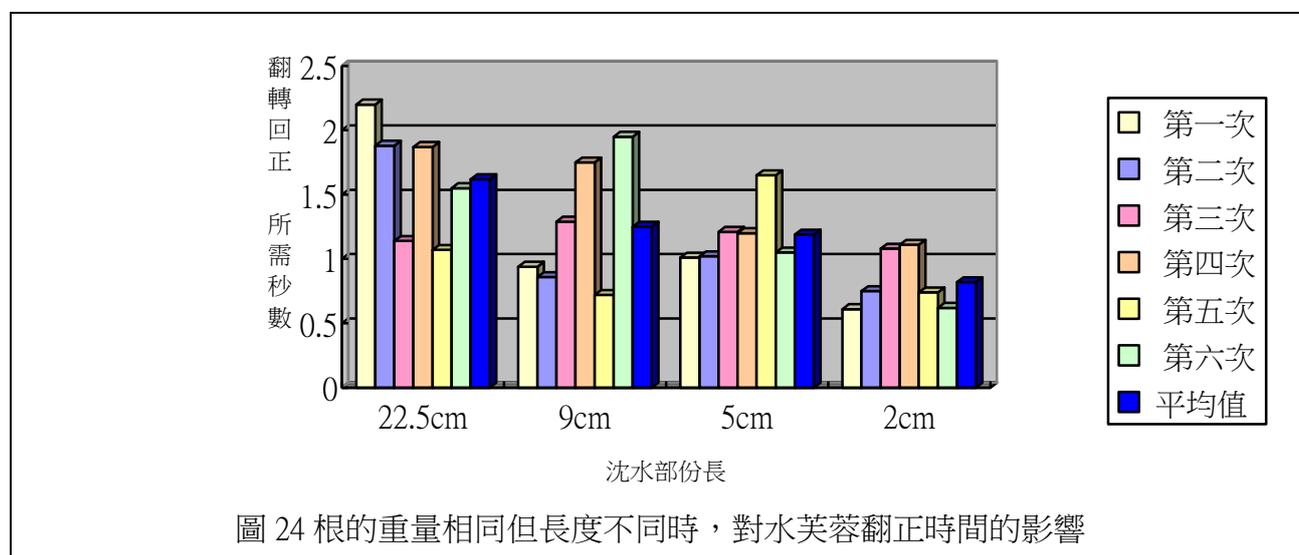


圖 24 根的重量相同但長度不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

※實驗結果: 水芙蓉根的重量相同但長度不同時，沈水部分越集中，翻正時間越短。

## 實驗三：根的長度相同但重量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

表 3 水芙蓉 A 根的長度相同但重量不同

翻轉回正 所需秒數	長度相同，重量不同之一（水芙蓉 A:全重 3.3 g，浮水部份重 1.9 g）			
	沈水部份重量 1.4 g	沈水部份重量 0.8 g	沈水部份重量 0.2 g	沈水部份重量 0.1 g
第一次	1.39	1.76	1.77	不會翻正
第二次	1.05	1.67	1.94	不會翻正
第三次	1.98	1.88	2.11	不會翻正
第四次	1.09	1.59	1.55	不會翻正
第五次	0.76	1.14	1.84	不會翻正
第六次	1.28	1.56	1.83	不會翻正
<b>平均值</b>	<b>1.26</b>	<b>1.60</b>	<b>1.84</b>	$\infty$

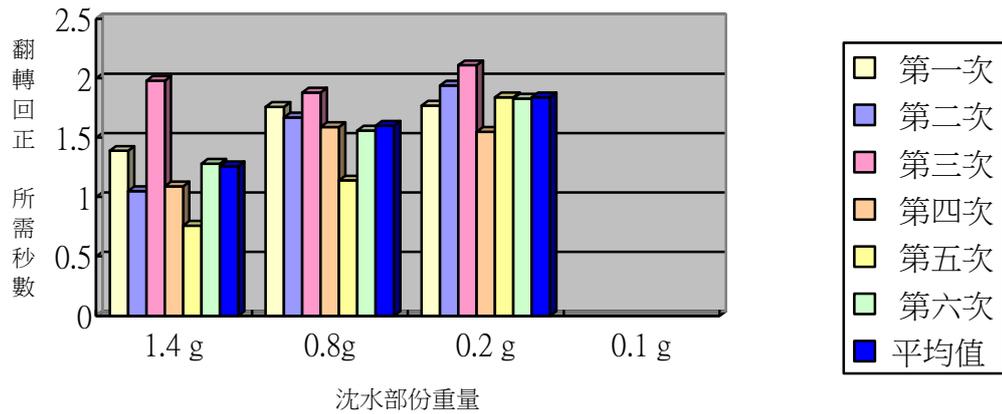


圖 25 長度相同，重量不同之一（水芙蓉 A:全重 3.3 g，浮水部份重 1.9 g）

表 4 水芙蓉 B 根的長度相同但重量不同

翻轉回正 所需秒數	長度相同，重量不同之二（水芙蓉 B:全重 2.1 g，浮水部份重 1 g）			
	沈水部份重量 1.1 g	沈水部份重量 0.6 g	沈水部份重量 0.4 g	沈水部份重量 0.1 g
第一次	0.73	0.97	0.74	0.72
第二次	0.88	0.82	0.88	1.33
第三次	1.08	0.73	0.99	0.99
第四次	0.72	0.79	2.10	2.37
第五次	0.82	1.14	1.43	2.09
第六次	0.87	0.78	1.33	2.75
<b>平均值</b>	<b>0.85</b>	<b>0.87</b>	<b>1.25</b>	<b>1.71</b>

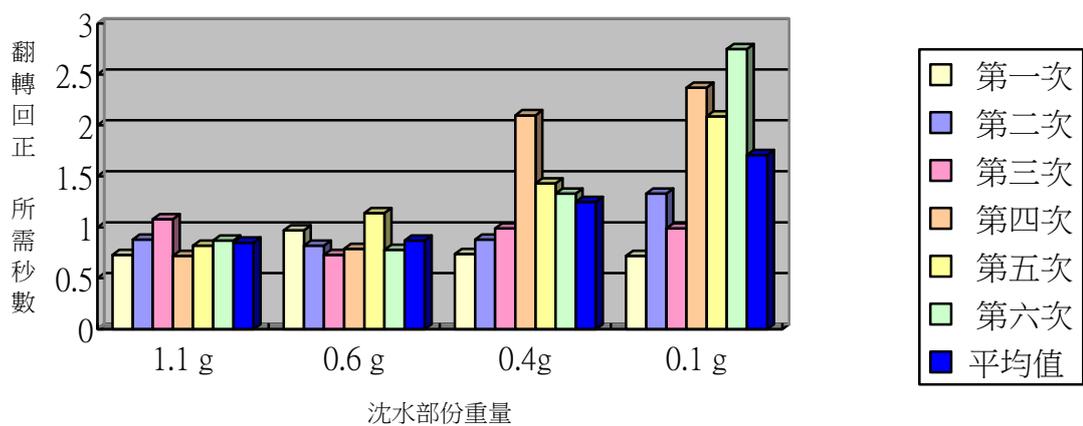


圖 26 長度相同，重量不同之二（水芙蓉 B:全重 2.1 g，浮水部份重 1 g）

※實驗結果: 水芙蓉根的長度相同但重量不同時，沈水部分越輕，翻正所需的時間越長。

實驗四：根的長度和重量同時減少時，對水芙蓉翻正時間的影響

表 5 水芙蓉 C 根的長度和重量同時減少

翻轉回正 所需秒數	長度重量同時減少之一（水芙蓉 C:全重 4.9 g，浮水部份重 3.5 g）							
	長	重	長	重	長	重	長	重
	21cm	1.4g	14.5cm	0.3g	7cm	0.2g	0cm	0g
第一次	2.34		1.96		2.21		不會翻正	
第二次	1.61		1.27		0.85		不會翻正	
第三次	2.11		0.85		1.23		不會翻正	
第四次	1.28		0.83		1.02		不會翻正	
第五次	1.11		0.64		0.75		不會翻正	
第六次	1.01		1.77		0.67		不會翻正	
<b>平均值</b>	<b>1.58</b>		<b>1.22</b>		<b>1.12</b>		$\infty$	

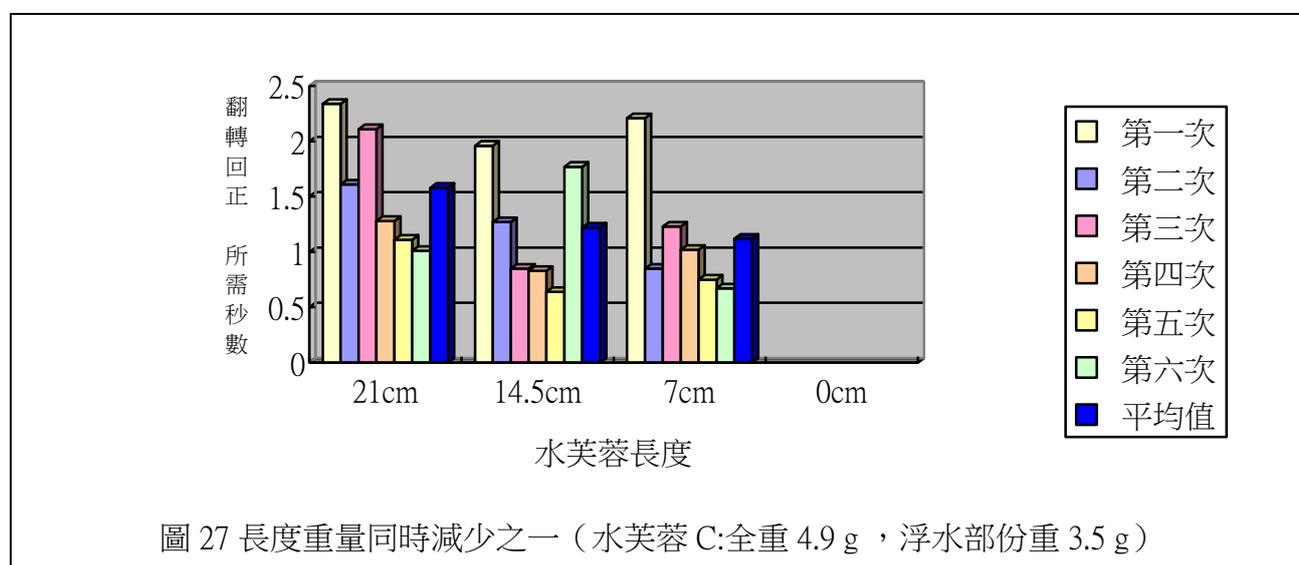


表 6 水芙蓉 D 根的長度和重量同時減少

翻轉回正 所需秒數	長度重量同時減少之二（水芙蓉 D:全重 2.5 g，浮水部份重 1 g）							
	長	重	長	重	長	重	長	重
	15.5cm	0.5g	10cm	0.4g	4.5cm	0.2g	2cm	0.1g
第一次	0.55		0.76		0.72		0.67	
第二次	0.56		0.94		0.83		0.38	
第三次	0.74		0.84		0.81		1.05	
第四次	0.82		0.73		0.76		0.60	
第五次	1.00		0.67		0.67		0.80	
第六次	0.98		1.04		0.75		0.64	
<b>平均值</b>	<b>0.78</b>		<b>0.83</b>		<b>0.76</b>		<b>0.69</b>	

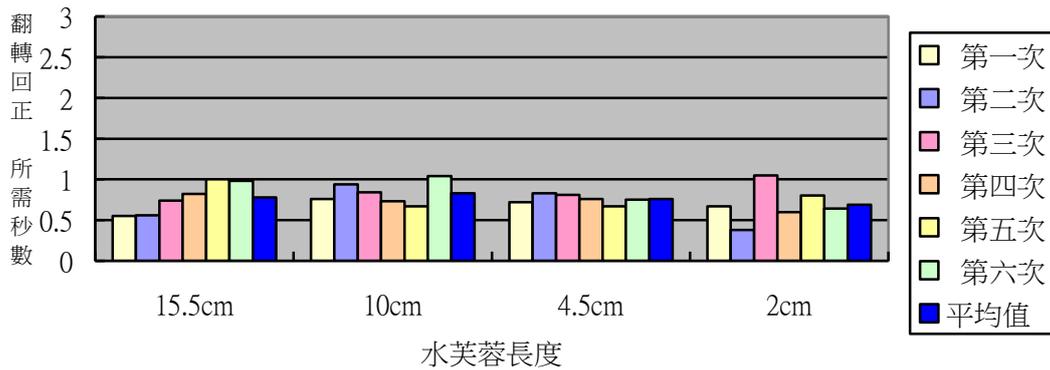


圖 28 長度重量同時減少之二 (水芙蓉 D:全重 2.5 g，浮水部份重 1 g)

※實驗結果: 水芙蓉根的長度和重量同時減少時，只要結構維持完整，對翻正時間的影響並沒有一定的規律。只要水芙蓉的浮水和沈水部份結構不變，即使根部再短再輕，也不會影響它的平衡功能。反之，如果結構破壞了（沒有根或沒有葉），就會失去平衡功能。

#### 實驗五：葉片數量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

表 7 水芙蓉的葉片數量不同

翻轉回正 所需秒數	葉片的數量不同			
	10 片	7 片	4 片	2 片
第一次	1.06	1.57	1.45	不會翻正
第二次	1.26	1.16	1.91	不會翻正
第三次	1.17	0.97	1.63	不會翻正
第四次	0.92	1.21	1.88	不會翻正
第五次	0.43	1.39	1.29	不會翻正
第六次	0.93	1.06	1.68	不會翻正
平均值	0.96	1.23	1.64	∞

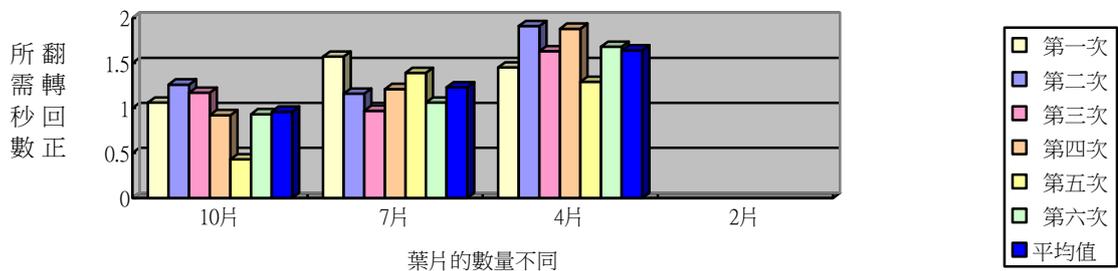


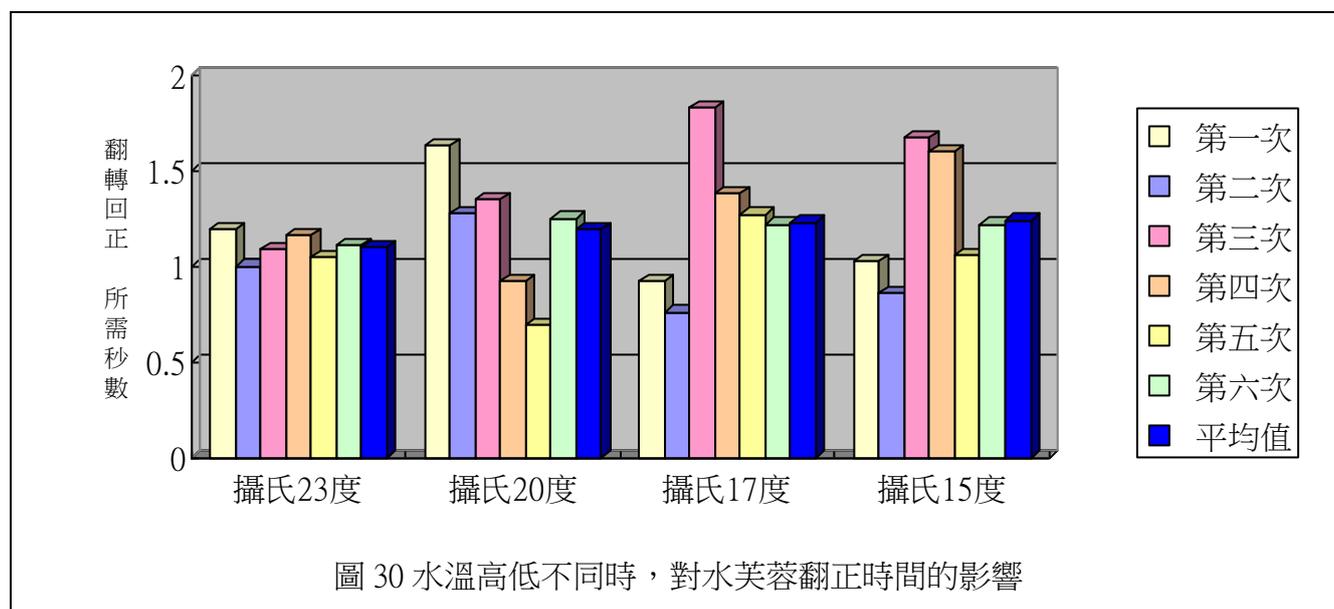
圖 29 葉片數量不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

※實驗結果: 水芙蓉的葉片數量不同時，對翻正時間的影響，有一個臨界點，當葉片對稱的數量少於 3 片時，水芙蓉則無法翻正。當葉片對稱之數量在 3 片以上，對於翻正的時間並沒有明顯的差異。

## 實驗六：在室溫下，當水溫高低不同時，對水芙蓉翻正時間的影響

表 8 水溫高低不同

翻轉回正 所需秒數	水溫的高低不同			
	攝氏 23度	攝氏 20度	攝氏 17度	攝氏 15度
第一次	1.19	1.63	0.92	1.03
第二次	1.00	1.28	0.76	0.86
第三次	1.09	1.35	1.83	1.67
第四次	1.16	0.92	1.38	1.60
第五次	1.05	0.69	1.27	1.06
第六次	1.11	1.25	1.22	1.22
平均值	1.10	1.19	1.23	1.24



※實驗結果: 在室溫下，當水溫不同時，對水芙蓉翻正時間的影響並沒有一定的規律。

## 陸、討論

### 一、為何要選水芙蓉做翻正實驗：

我們發現漂浮性水生植物中，最適合做翻正實驗的是水芙蓉。滿江紅不適合拿來做實驗，是因為它的根太短、太小，葉子也只剩一片。槐葉蘋不適合拿來做實驗，是因為它連成太長一串，很難從頭到尾同時翻正，所以不容易測量翻正時間。布袋蓮不適合拿來做實驗，是因為整株植物比容器還要大，根本放不進容器裡。水芙蓉最適合拿來做實驗，是因為它的大小適中，且有明顯的根和葉，關於根的長短、輕重，葉的疏密等，都可以作為實驗的操作變因。

### 二、有那些因素影響水芙蓉翻正的速度：

我們拿水芙蓉來做翻正實驗，在其他條件不變的狀況下，改變根的長短、粗細、輕重，葉的疏密及水溫的高低，測試每種情況下，水芙蓉的翻正時間。

### 三、測量根重的限制：

從以上結果得知，根的重量對水芙蓉的翻正是最重要的。在實驗中，我們測量根重的方法，是先記錄包含葉片的重量，等實驗做完後再測量葉重，並在原本記錄的重量裡減去葉重。但我們在實驗結果中所寫的根本重，均包含著吸附在根部的水重。根越密，吸附的水分就越多，根越疏，吸附的水分就越少，且水分的多少，與根分布條數的多少，並不成正比。舉例說，當我們把根剪到只剩一條時，秤到的根重幾乎不帶水分，但如果我們不把根部修剪，秤到的根重就含有大量水分。不過，每個實驗中的翻正時間，都是含了水重的結果。

### 四、結構變化對翻正時間的影響：

觀察長度和重量同時減少時，對水芙蓉翻正時間的影響。這個實驗我們做了兩次。第一次實驗中，我們把根剪到 0 公分為止，根重當然也是 0 公克，這時，水芙蓉已經失去了平衡功能，不會翻轉。第二次，我們把根剪到剩下 2 公分，根重 0.1 公克，水芙蓉的平衡功能非但沒有變差，翻正時間反而更快。由此可見，只要水芙蓉的浮水和沈水部份結構不變，即使根部再短再輕，也不會影響它的平衡功能。反之，如果結構破壞了（沒有根或沒有葉），就會失去平衡功能。

### 五、造成破壞的機會：

實驗中，我們每每會把水芙蓉從水中撈出來拍照、秤重和測長，這些動作會對它造成少許的破壞。所以，同一株水芙蓉在實驗中，越接近實驗的最後階段，破壞程度越大。因此，在破壞進度正常的實驗結果中，越靠近記錄表的右側，翻正時間會越差，但如果結果是越來越好，就表示平衡功能真的更好了。

## 柒、結論

### 一、觀察水芙蓉特殊的構造：

水芙蓉是多年生水生草本，植物體呈蓮座狀，好像水中盛開的一朵芙蓉。屬於天南星科，所開的花具有佛燄苞，它的繁殖迅速，在靜水域常形成大片群落。植株由葉片簇生成花朵狀，漂浮於水面上，常生走莖，藉以繁衍，根懸垂於水中；葉片匙形，先端平圓，基部楔形，灰綠色，如絨布質感。

二、水芙蓉根的重量相同但長度不同時，沈水部分越集中，翻正時間越短。

三、水芙蓉根的長度相同但重量不同時，沈水部分越輕，翻正所需的時間越長。

四、水芙蓉根的長度和重量同時減少時，只要結構維持完整，對翻正時間的影響並沒有一定的規律。只要水芙蓉的浮水和沈水部份結構不變，即使根部再短再輕，也不會影響它的平衡功能。如果結構破壞了（沒有根或沒有葉），就會失去平衡功能。

五、水芙蓉的葉片數量不同時，對翻正時間的影響，有一個臨界點，當葉片對稱的數量少於3片時，水芙蓉則無法翻正。當葉片對稱之數量在3片以上，對於翻正的時間並沒有明顯的差異。

六、在室溫下，當水溫高低不同時，對水芙蓉翻正時間的影響並沒有一定的規律。

七、推論最關鍵的自我平衡因素及發揮平衡功能的條件：

根據實驗結果，我們發現只要根和葉這兩大結構沒有被完全破壞，根重是平衡功能最重要的因素。而根和葉若有任何一項被破壞，平衡功能也就完全喪失了。

## 捌、參考資料及其他

一、李松柏 (2007)。台灣水生植物圖鑑，台中市：晨星出版社。

二、李松柏等 (2004)。和水生植物做朋友，新北市：人人出版社。

三、林春吉 (2005)。台灣的水生與濕地植物，宜蘭縣：綠世界出版社。

四、林佑凌、陳思翰 (2010)。池塘裡的不倒翁。中華民國第五十屆中小學科學展覽：國小組

五、大萍(無日期)。2014年2月18日，取自：

<http://www.ptwrca.org.tw/?p=1878>

六、大萍(無日期)。2014年2月18日，取自：

[http://lrc.tnc.edu.tw/modules/tadbook2/view.php?book\\_sn=3&bdsn=427](http://lrc.tnc.edu.tw/modules/tadbook2/view.php?book_sn=3&bdsn=427)