

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081501

運用蓮花效應的人造水黽載重研究

學校名稱：臺北市文山區萬興國民小學

作者：	指導老師：
小六 朱語萱	王瓊敏
小六 闕詩媛	
小六 王奕涵	

關鍵詞：水黽 蓮花效應 浮力

壹、摘要

我們常看到水滴落在蓮花的葉片表面時，水會形成露珠而不會散開，因為蓮花的葉片表面有很多不沾水的細毛，使水靠表面張力形成水珠，這就是『蓮花效應』，我們要運用『蓮花效應』之原理，來研究如何增加人造水黽在水面上的浮力。



圖 1-1 蓮花表面的奈米結構造成之“蓮花效應”

資料來源: <http://210.240.77.137/nano/nano2.htm>

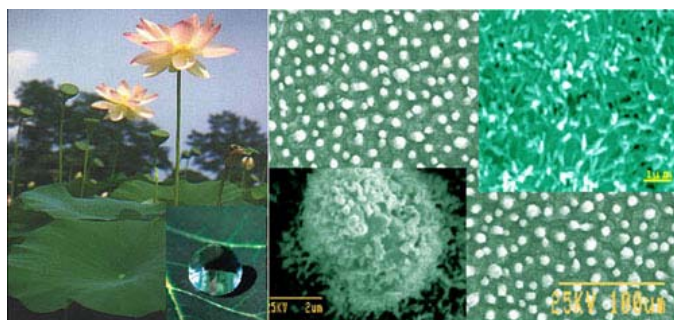


圖 1-2 蓮花表面的微觀結構之放大照片

資料來源: <http://www.icas.ac.cn/html/2005-11-1/2005111164217.htm>

在研究一和研究二的實驗中，我們發現有蓮花效應的葉片可以增加人造水黽載重量；研究三我們證明了浮力大小和面積及周長皆有相關，當面積相等時周長愈長，表面張力形成的浮力也愈大；研究四證明運用蓮花效應及增加周長比可以增加人造水黽的載重量。

如果同時利用『蓮花效應』及『增加周長』的原理，可以讓物體在水上有更好的浮力，將此原理應用於船底的面，可節約船航行時所消耗的能源，或作成游泳衣、救生衣等來增加浮力，將會是人類科學上的一大進步。

貳、研究動機

有一天，我們在溪邊看到了一隻水蜘蛛(水黽)，心想：為什麼水蜘蛛可以在水面上滑行呢？後來，我們一查，才知道：原來水蜘蛛的腳上有許多不沾水的細毛，水沒辦法進去，所以和腳接觸的那部份，水面會下凹，但他的足間不會衝破表面張力，才會浮在水面上。



圖 1-3(水黽腿的掃描電鏡 SEM 照片)



圖 1-4 水黽腿的無數細長微剛毛

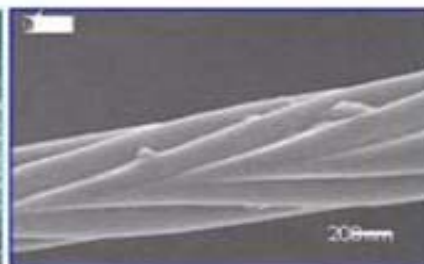


圖 1-5 單根剛毛上的精細螺旋狀的納米凹槽結構)

資料來源: http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/st/2004-11/26/content_2264135.htm

我們也常看到水滴落在蓮花的葉片表面時，水會形成露珠而不會散開，這種情形是否和水黽腳部浮在水面上的原因一樣？所以我們想試試看，用蓮花的葉子反過來當腳做成人造水黽，看看能不能像水黽一樣浮在水面上，於是決定了這次的科展的主題。

叁、研究目的

我們想試驗看看，用有蓮花效應的葉子當作像水黽一樣的腳，能否像水黽一樣，有助於浮在水面上，以及其形狀對浮力的影響。我們的研究流程如下：

研究目的	研究項目	研究方法
研究一： 找尋具有蓮花效應與沒有蓮花效應的材料，並看它們是否能藉由表面張力浮在水面上。	看看不同的材料是否都可以藉由表面張力浮在水面上	(一) 把水滴到不同材料表面，看是否能形成水滴。(有蓮花效應的材料) (二) 用相同形狀及大小的圓形材料，看是否可浮在水面上。



研究二： 實驗看看可以在表面形成水珠的葉子，是不是比用一般的葉子有更大的浮水能力(表面張力)。	用具有蓮花效應的葉子當腳，和不具有蓮花效應的葉子當腳，比較承載能力，看有蓮花效應的是不是有比較大的浮力。	(一)用不同材料的葉子當腳。在水面上撐起蛋糕盤子。 (二)以黃豆當砝碼，比較具蓮花效應葉子是否可以承載較多的黃豆。 (三)加肥皂水到水裡，看盤子還能不能浮起來。
--	--	--



研究三： 研究蓮花效應所造成的浮力，與葉片形狀、面積和周長是不是有關係。	用具有蓮花效應的山芋葉當腳，看不同形狀的腳，其面積、周長與承載力的關係。	(一)用相同面積的圓形、正方形、正三角形、邊長比 1:2 長方形及 1:4 長方形的腳，比較其承載力。 (二)以相同周長的各種形狀的腳，比較其承載力。
---	--------------------------------------	--



研究四： 研究不具蓮花效應的葉子，在同面積不同周長、及等周長不同面積之情況下，是否有和研究三相同的結果。	用不具有蓮花效應的姑婆芋葉當腳，看不同形狀的腳，其面積、周長與承載力的關係。	(一)用與研究三相同面積或等周長的圓形、正方形、正三角形、邊長比 1:2 長方形及 1:4 長方形的腳，比較其承載力與面積及周長之關係，與研究三作比較。
---	--	--

肆、研究一

一、研究目的

找尋具有蓮花效應與沒有蓮花效應的材料，並看它們是不是可以像水黽的腳一樣藉由表面張力浮在水面上。

二、研究器材及設備

山芋葉數片、水芙蓉一顆、美人蕉葉數片、姑婆芋葉數片、砂紙一張、噴蠟一罐、打洞機一個、鑷子三個、數位相機一台、水盆三個。

三、研究過程與方法

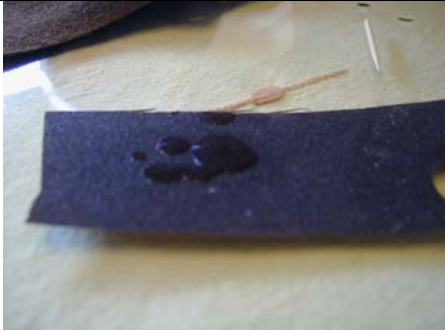
- (一)、將水滴到不同葉子和砂紙上，試驗看看能不能形成水珠，找出有蓮花效應跟沒有蓮花效應的材料。
- (二)、我們將葉子及砂紙用打洞機打成一樣大小的圓形，再將葉子正面朝下，看看他們可不可以浮在水面上，並用鑷子把葉子往下壓，看能不能藉由表面張力浮在水面上。

四、研究結果

- (一)、有蓮花效應的：水芙蓉、山芋葉、美人蕉。
- (二)、沒有蓮花效應的：姑婆芋、砂紙。

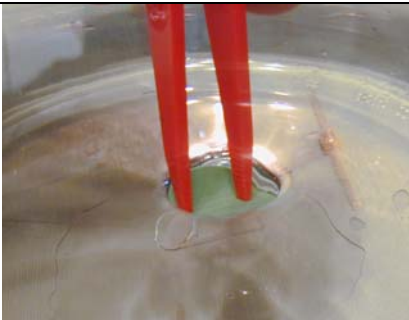
圖 3-1 各種材料是否具有蓮花效應實驗照片

A. 水 芙 蓉	 將水滴到水芙蓉的葉子上，形成漂亮的水珠(有蓮花效應)。	B. 美 人 蕉	 將水滴在美人蕉上，形成一滴滴的小水珠(有蓮花效應)。
C. 山 芋 葉	 將水滴到山芋葉上，形成水珠(有蓮花效應)。	D. 姑 婆 芋	 將水滴到姑婆芋的葉子上，無法形成水珠(沒有蓮花效應)。

E. 砂紙	 將水滴到砂紙上，無法形成水珠 (沒有蓮花效應)。		
----------	---	--	--

(三)、前面的材料打成圓形，都可以藉由表面張力浮在水面上。

圖 3-2 各種材料表面張力實驗照片

一、山芋葉	二、砂紙
 成功! 將葉子往下壓低過水面，但還是可以浮在水面上，所以證明是藉由表面張力浮在水上的。	 成功! 將砂紙往下壓低過水面，但還是可以浮在水面上，所以證明是藉由表面張力浮在水上的。

五、結論

- (一)、這次的實驗，我們發現跟我們之前假設的一樣：**葉片可以像水黽的腳一樣，藉表面張力浮在水面上。**
- (二)、**不論是不是有蓮花效應的材料，都可以藉由表面張力，浮在水面上。**

伍、研究二

一、研究目的

- (一)研究一證明砂紙及各種葉子都可以藉由表面張力浮在水面上，我們想進一步實驗看看是不是可以模仿水黽的腳，利用表面張力把盤子撐在水面上。
- (二)實驗看看具有蓮花效應的葉子，是不是比沒有蓮花效應的葉子有更大的浮水能力(表面張力)。

二、研究器材及設備

美工刀四把、保麗龍盤數個、牙籤一包、芋頭葉數片、水芙蓉一顆、美人蕉葉數片、姑婆芋葉數片、砂紙一張、噴蠟一罐、打洞機一個、鑷子三個、數位相機一台、白紙數張、水盆三個、黃豆一包、少許肥皂粉。

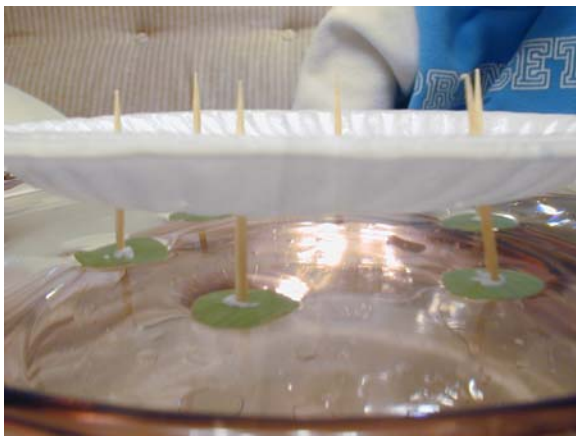
三、研究過程與方法

- (一)、看可不可以靠葉子的表面張力讓盤子浮起來，並比較其浮力。
 - 1.我們爲了減少誤差，所以把每個實驗都做了兩次。
 - 2.我們用葉子當腳，但爲了平均的控制葉子的大小，所以用打洞機打成一樣大小的圓形。我們在砂紙上噴蠟，避免砂紙吸水，影響實驗結果。
 - 3.我們將牙籤剪成一半，以減輕重量。我們將一張紙剪成圓形的，再分成 6 等分，用六個剪成一半的牙籤平均戳在保麗龍盤上，把盤子撐起來，再把葉子表面朝下黏在牙籤底下當腳，放入清水中，看能不能浮起來。
 - 4.再用鑷子將黃豆平均的輕放在盤子上，比較各種不同的腳作成的載具，能承載幾顆黃豆，並加以照相及記錄。
 - 5.最後再用肥皂水做實驗。因爲肥皂會破壞表面張力，但不會影響浮力，再來看看它是否還能撐在水面上。如果沈下去，就表示它真的是靠表面張力浮起來的。

四、研究結果

- (一)以牙籤立在葉子上，確實可以撐起盤子浮在水面上。→成功。

圖 4-1 山芋葉靠表面張力撐起盤子實驗照片



(二).用各種不同材料的腳，比較承載黃豆的結果：

圖 4-2 各種材料載重實驗

A. 水芙蓉	 可載重 27 顆及 26 顆黃豆。	B. 美人蕉	 分別可載重 28 及 27 顆黃豆。
C. 山芋葉	 分別可載重 30 及 29 顆黃豆。	D. 姑婆芋	 可載重 14 及 15 顆黃豆。
E. 砂紙無蠟	 可載重 10 顆黃豆。	F. 砂紙有蠟	 可載重 14 及 15 顆黃豆。

(三).在水中加入肥皂粉，試驗是否可以浮起來。

結果通通都不能撐起來，腳都沈下去了。只靠著盤子本身的浮力浮在水面上。

圖 4-3 加了肥皂水後的表面張力實驗照片

A. 水芙蓉	 無法撐在水面上。	B. 美人蕉	 無法撐在水面上。
C. 山芋葉	 無法撐在水面上。	D. 姑婆芋	 無法撐在水面上。
E. 砂紙有蠟	 無法撐在水面上。		

五、結論

- (一) 不論有沒有蓮花效應的葉子或砂紙，都可以利用表面張力把盤子撐起來。
- (二) 最後一次的實驗，我們用肥皂水試試看，因為肥皂水會讓表面張力消失，實驗的結果證明各種葉子及砂紙都沒辦法浮起來，所以**證明這些葉子和砂紙是利用表面張力浮在水面上的!!**
- (三) **具有蓮花效應的葉子比不具蓮花效應的葉子有較大的浮力**：水芙蓉、山芋和美人蕉的葉子具有蓮花效應，都能承載將近 30 顆左右的黃豆；砂紙和姑婆芋葉沒有蓮花效應，只能承載將近 15 顆左右的黃豆。有蓮花效應的材料比沒有蓮花效應的材料平均多載了約 15 顆的黃豆。**我們認為有蓮花效應的材料表面，對於靠表面張力提高浮力是有幫助的，這種原理和水黽腳上疏水性的細毛提高浮力的原理很接近。**

陸、研究三

一、研究目的

- (一)我們觀察到沿著葉子邊緣可以明顯看出水因表面張力形成的弧度，聯想到水黽的腳很細長，所以推想這種表面張力造成的浮力是否會和腳的周長有關。

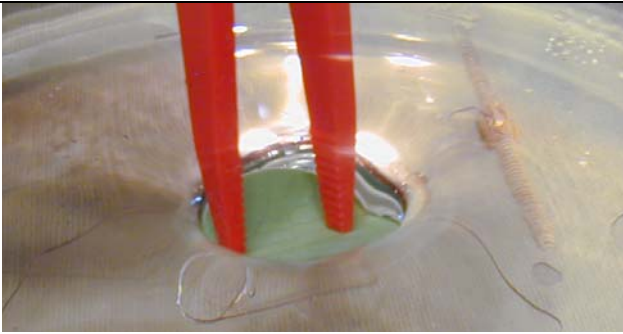


圖 5-1 山芋葉表面張力實驗照片



圖 5-2 水黽照片 資料來源:
http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/st/2004-11/26/content_2264135.htm

- (二)六年級有學到正方形、長方形、三角形及圓形等形狀面積和周長的計算方法，發現在面積相同形狀不同時，周長也會不一樣。周長相同，形狀不同時，面積也會不一樣。
- (三) 所以想進一步實驗蓮花效應所造成的浮力，和各個葉片形狀、面積和周長會不會有關係。

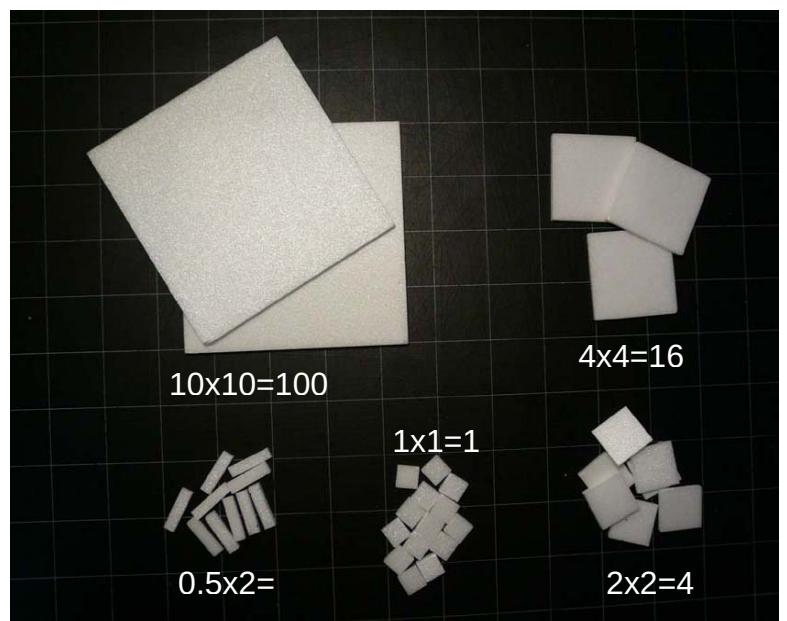
二、研究器材及設備

打洞機、珍珠板、美工刀、山芋葉、保麗龍膠、照相機、尺、水盆。



三、研究過程與方法

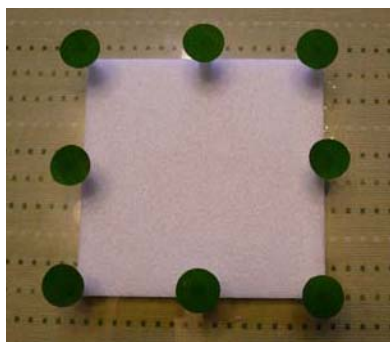
- (一) 我們檢討研究二的研究方法，覺得葉子承載之總重量包括牙籤、保麗龍盤子和黃豆，但只用黃豆的數量來比較其承載力，難以作較精確的比較，所以我們此次**改用珍珠板為材料，載具、支撐腳及砝碼都用珍珠板製作，以便於計算其總重量。**
- (二) 我們分別製做成 1、4、16、100 等不同重量單位之珍珠板當砝碼。10x10 的珍珠板除了當砝碼外，同樣也作為實驗載具的底板，0.5x2 的珍珠板則作為實驗載具的支腳，**全部都可以加上砝碼重來計入總載重。**
- (三) 我們計算打洞機打出來的圓形面積大約是 2.01 平方公分，再切出同樣面積的正方形、三角形、1:2 的長方形及 1:4 的長方形之山芋葉作腳，分別比較其承載力，以研究腳的面積相同時，不同



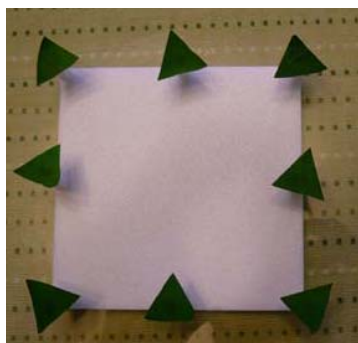
形狀（總周長不同）的山芋葉對其承載力是否有影響。

- (四) 切周長是 6 公分的正方形、三角形、1:2 的長方形和 1:4 的長方形之山芋葉作腳，**比較相同周長不同形狀(面積不同)山芋葉承載力的大小。**
- (五) 我們用葉子當腳，平均將葉子正面朝下黏在珍珠板做的支架，支架再黏在 100 平方公分的珍珠板上，放入清水中，看是否能浮起來，再把珍珠板做成的砝碼輕放在珍珠板上，計算共能承載多少單位重量的珍珠板。
- (六) 當長方形的比例是 1:2 或 1:4 時，如果仍為中央單一支點，會因葉子的中央陷入水中而影響結果，所以在每片葉片兩端均設支撐(八隻腳共十六個支撐)來維持平衡，最後再把增加支撐的重量一併列入計算。圓形、正方形、三角形用一根支撐腳、1:2 的長方形和 1:4 的長方形用二根支撐腳。
- (七) 我們先做等面積的實驗。然後再做等周長的實驗。**每個實驗作三次，取最大值。**
- (八) 過程中將實驗結果拍照及記錄，最後再統計結果。

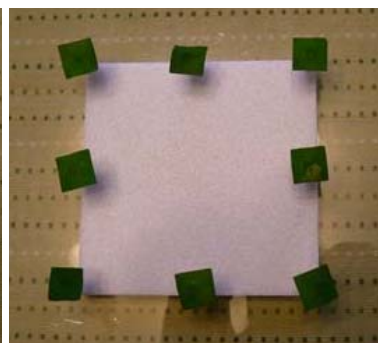
圖 5-3 不同形狀山芋葉作腳的載具照片



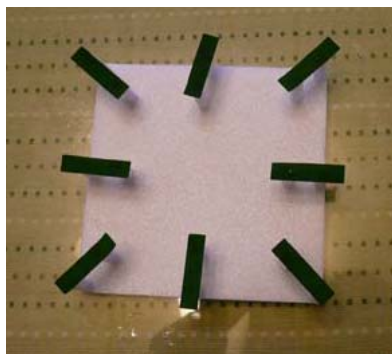
A.圓形葉子 八隻腳



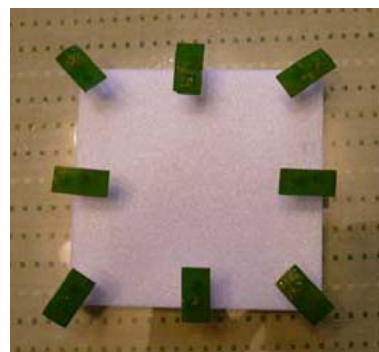
B.三角型葉子 八隻腳



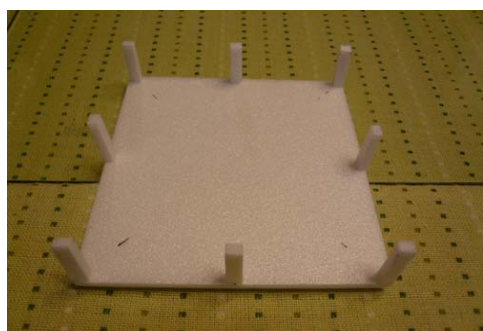
C.正方形葉子 八隻腳



D.1:4長方形葉子 八隻腳 16個支撐



E.1:2長方形葉子 八隻腳 16個支撐

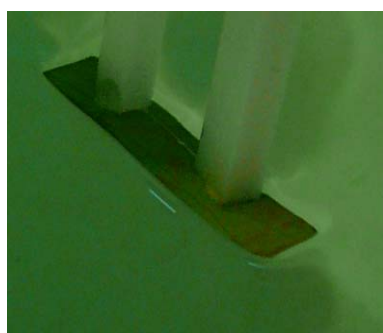


F.八隻腳，每隻腳1個支撐



G.八隻腳 每隻腳2個支撐

圖 5-4 葉片浮在水面上的放大照片



A. 支腳撐在葉片兩端



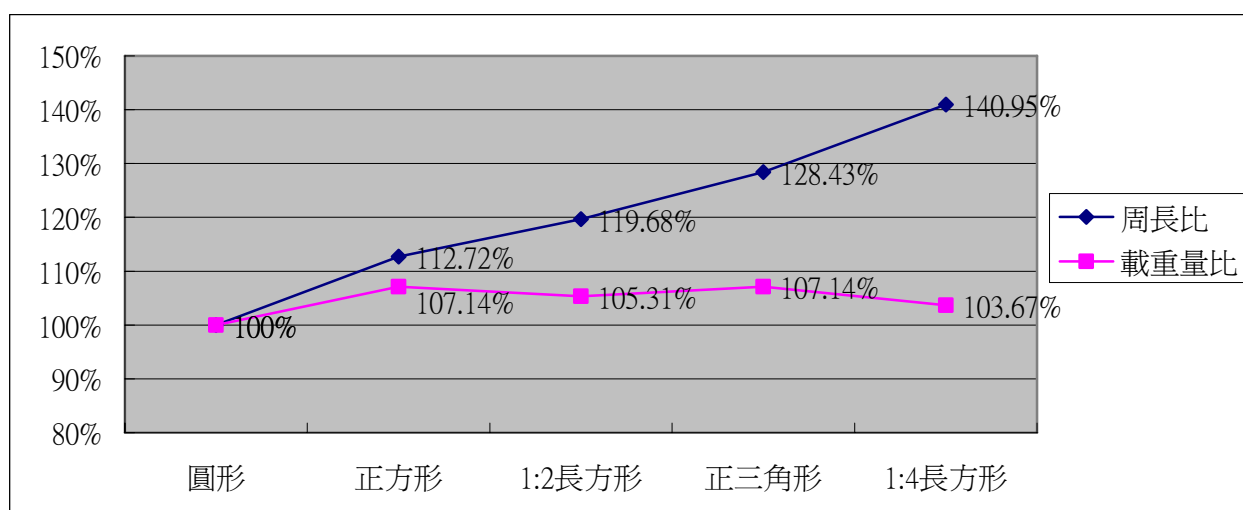
B. 支腳撐在葉片中央

四、研究結果

(一) 以相同面積，用圓形、正方形、正三角形、長方形(長寬比 1:2 及 1:4)等幾種不同形狀的腳所作的實驗，將周長比跟載重量比作比較後得到的結果計算如下：

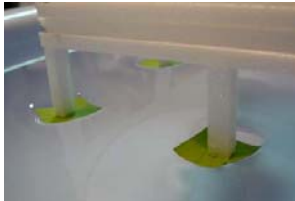
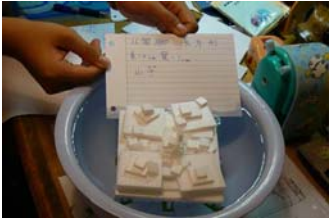
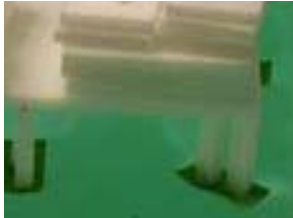
表5-1 研究三等面積試驗(八隻腳，每隻腳面積 2.01cm^2)					
形狀	圓形	正方形	1:2長方形	正三角形	1:4長方形
周長	5.03	5.67	6.02	6.46	7.09
周長比	100%	112.72%	119.68%	128.43%	140.95%
載重量(最大)	490	525	516	525	508
載重量比	100.00%	107.14%	105.31%	107.14%	103.67%

圖 5-5 研究三等面積實驗結果



(二) 我們原先在想，會不會周長愈大，載重量也愈大呢?但結果發現，載重量的比例並未隨著周長的增加有明顯的差別(差異的比例都在 7%以內)。

圖 5-6 研究三等面積 (2.01c m²)、八隻腳、不同周長實驗結果圖表

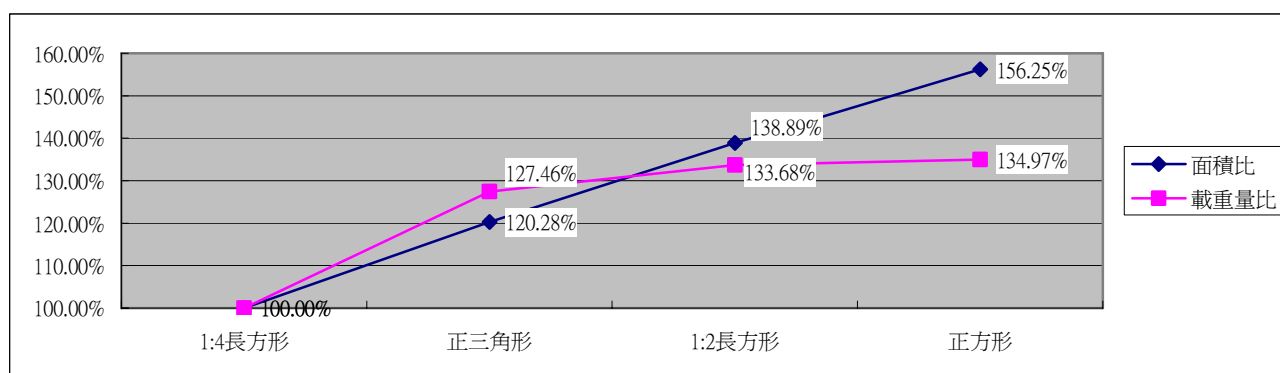
	葉片形狀	說明
正三角形		三角形底：2.155cm 高：1.866cm 周長：6.46cm 最大載重： 525單位 
圓形		圓形半徑：0.8cm 周長：5.03cm 最大載重： 490單位 
正方形		正方形邊長：1.42cm 周長：5.67cm 最大載重： 525單位 
矩形 1:2		矩形長：2.01cm 寬：1cm 周長：6.02cm 最大載重： 512單位 
矩形 1:4		矩形長：2.8cm 寬：0.71cm 周長：7.09cm 最大載重： 508單位 

(三)以相同周長，不同形狀的腳所作的實驗結果，將面積比與載重量比作比較後，所得到的結果如下：

表5-2 研究三等周長試驗(八隻腳，每隻腳周長6cm)

形狀	1:4長方形	正三角形	1:2長方形	正方形
面積	1.44	1.732	2	2.25
面積比	100.00%	120.28%	138.89%	156.25%
載重量(最大)	386	492	516	521
載重量比	100.00%	127.46%	133.68%	134.97%

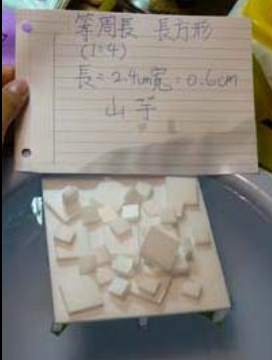
圖 5-7 研究三 等周長(6cm)葉片載重實驗結果圖



(四) 這個實驗的目的在了解相同周長，不同形狀的葉片，是不是面積愈大，載重量也愈大，**經實驗結果發現：不同面積的葉面的確會隨著面積的增大，而增加其載重量。**

(五) 我們進一步比較載重量與面積增加幅度的關係，發現正方形載重量雖然最大，但增加的幅度和卻不如面積增加的幅度，我們多做了幾次正方形的實驗，差異仍不大。

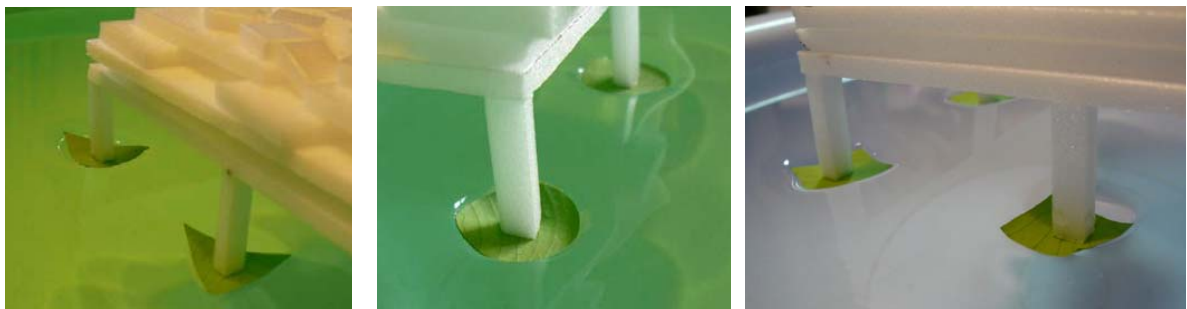
圖 5-8 研究三等周長（6cm），不同面積結果圖

正三角形		邊長：2cm 面積：1.732cm ² 最大載重： 492 單位	矩形 1:2		長：1cm 寬：2cm 面積：2cm ² 最大載重： 516 單位
正方形		邊長：1.5cm 面積：2.25cm ² 最大載重： 521 單位	矩形 1:4		長：2.4cm 寬：0.6cm 面積：1.44cm ² 最大載重： 386 單位

五、結論與檢討

- (一) 經由實驗的結果，在同樣面積的條件下，不同形狀的葉片，當周長增加時，並沒有明顯的增加載重能力。
- (二) 同樣周長的情況下，不同形狀的葉片，當面積增加時，載重能力也增加。但是正方形的載重能力增加幅度比較小。
- (三) 實驗的結果顯示：**浮力的大小與面積的關聯性較大，而與周長的關係卻不明顯。與我們原先認為周長愈長時，浮力愈大的假設不相符合。**
- (四) 我們推測可能有下列的原因：
 - 1. 實驗的誤差：包括切割葉片的誤差、增加砝碼時放置的力量等，都可能影響實驗的結果。
 - 2. **葉片中央凹陷的影響**：因為葉子比較軟，只有中央支撐時，葉片凹陷會造成浮力不平均，所以結果會受到影響。

圖 5-9 葉片凹陷情形照片



- (三) 我們決定再進一步實驗，減少因葉片中央凹陷所產生的影響，及割葉片誤差所造成的影響。

柒、研究三之一

一、研究目的

經由研究三的實驗結果，我們決定調整葉片的大小及支撐方式，來減低因葉片中央凹陷所產生的影響，及改進割葉片的方法，來減少葉片大小誤差。再來檢驗面積和周長對於承載力的影響。

二、研究器材及設備

增加塑膠片、割圓器、其餘同研究三。

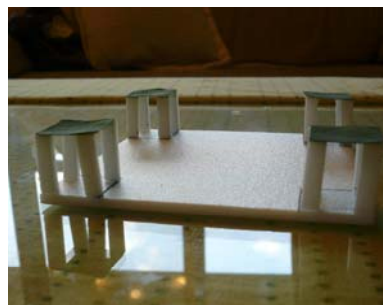
三、研究過程與方法

- (一) 我們將原來八隻腳，變為四隻腳，但將作腳的山芋葉片面積加倍，並增加每隻腳的支撐數量，使腳浮在水面時受力較平均，減少因凹陷造成的影響。
- (二) 為了使每片葉片大小一致，我們先割出各種大小之塑膠片，再以塑膠片作模子放在山芋葉上割出葉片，以使每片葉子大小及形狀一致。
- (三) 切出面積同樣是 4 平方公分的圓形、正方形、三角形、1:2 及 1:4 的長方形的山芋葉作腳，比較它們的承載力。
- (四) 切出周長是 9 公分的正方形、三角形、1:2 及 1:4 的長方形和圓形之山芋葉作腳，比較它們的承載力。
- (五) 其餘過程及方法同研究三。

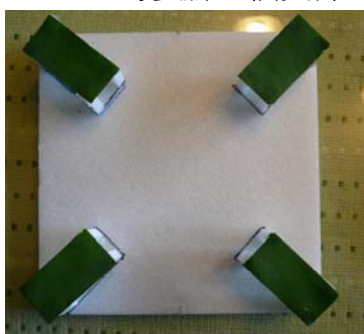
圖 6-1 研究三-1 照片圖



A. 正三角形葉子 四隻腳
每隻腳四個支撐



B. 正方形葉子 四隻腳
每隻腳四個支撐



C. 1:2 長方形葉子 四隻腳
每隻腳四個支撐



D. 1:4 長方形葉子 四隻腳
每隻腳六個支撐



E. 圓形葉子 四隻腳
每隻腳五到九支腳

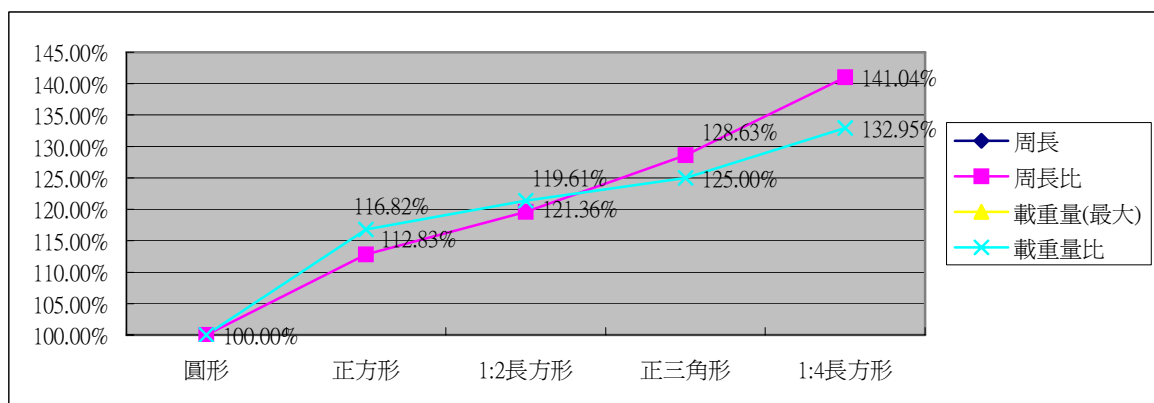
四、研究結果(四隻腳，每隻腳 4-6 個支撐)

(一) 以相同面積，用圓形、正方形、正三角形、長方形(長寬比 1:2 及 1:4)等不同形狀山芋葉的腳所作的實驗，將它們的周長比與載重量比做比較後得到的結果計算如下：

表 6-1 研究三-1 山芋葉等面積 4 cm² 試驗 4 腳

形狀	圓形	正方形	1:2 長方形	正三角形	1:4 長方形
周長	7.09	8	8.48	9.12	10
周長比	100.00%	112.83%	119.61%	128.63%	141.04%
載重量(最大)	440	514	534	550	585
載重量比	100%	116.82%	121.36%	125.00%	132.95%

圖 6-2 研究三-1 等面積 4cm² 山芋葉周長與載重量關係比較圖



(二)這個實驗的目的是爲了了解相同面積，不同形狀的葉片，會不會周長愈大，載重量也愈大呢?經由實驗的結果發現，在相同面積的條件下，載重量的確會隨著周長的增加而增加，符合我們原先提出的假設。

(三) 以相同周長，用正方形、正三角形、長方形(長寬比 1:2 及 1:4)及圓形等幾種不同形狀的腳所作的實驗，將其面積比與載重量比作一比較後得出的結果計算如下：

表6-3 研究三-1 山芋等周長(9cm)試驗(四支腳,每腳增加支撐)

形狀	1:4長方形	正三角形	1:2長方形	正方形	圓形
面積	3.24	3.897	4.5	5.0625	6.45
面積比	100.00%	120.28%	138.89%	156.25%	199.07%
載重量(最大)	468	521	630	691	890
載重量比	100.00%	111.32%	134.62%	147.65%	190.17%

圖 6-3 研究三-1 山芋葉面積與承載力關係圖

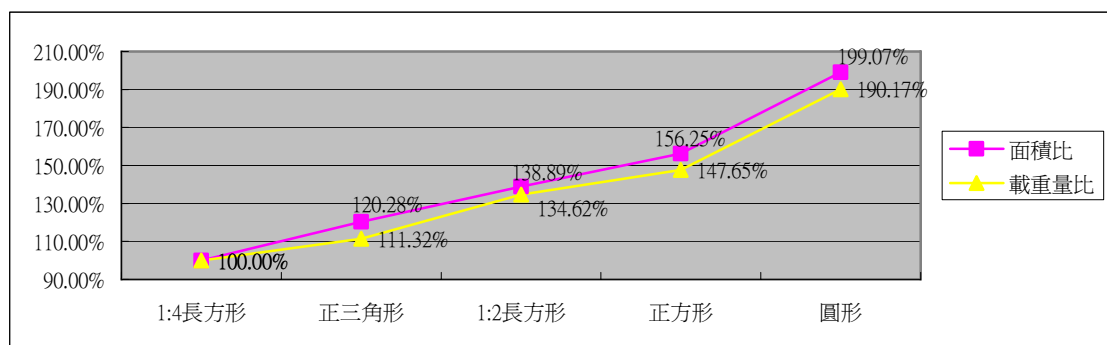


圖 6-4 研究三-1 山芋葉等面積 (4cm^2)，四隻腳、每隻腳 4-6 個支撐實驗結果

正方形	 正方形邊長：2cm、周長：8cm 最大載重：514單位	正三角形	 三角形底：3.04cm、高：2.63 cm、 周長：9.12cm、最大載重：550單位
1:2長方形	 矩形長：2.83cm、寬：1.41cm、 周長：8.48cm、最大載重：534單位	1:4長方形	 矩形長：4cm、寬：1cm 周長：10cm、最大載重：585單位
圓形	 圓形 半徑1.128cm、 周長：7.09cm、最大載重：440單位		
山芋葉 等周長 (9cm)，四隻腳、每隻 4-6 個支撐、不同面積實驗結果			
1:4矩形	 1:4矩型、長邊：3.6cm、短邊:0.9cm 面積 3.24cm^2、最大載重：468單位	三角形	 三角型、邊長：3cm、面積 3.90cm^2、 最大載重：521單位

矩形 1:2	 1:2長方型、長邊：3cm、短邊:1.5cm 面積 4.5cm^2、最大載重：630單位	正方形	 正方型邊長：2.25cm、 面積 :5.06cm^2、最大載重：691單位
圓	 圓形：半徑1.432 面積 6.45cm^2、 最大載重：890單位		

(四)在這次等周長的實驗中，發現相同周長時，不同形狀的山芋葉面，面積愈大，載重量也愈大，而且載重量增大的比例和面積增大的比例很接近。經實驗結果發現：**不同形狀的山芋葉的確會隨著面積的增大，而增加其載重量。**

五、結論與檢討

- (一) 經由實驗的結果，在同樣面積的條件下，**不同形狀的山芋葉片，當周長增加時，載重能力也增加。**
- (二) **同樣周長的情況下，不同形狀的山芋葉片，當面積增加時，載重能力也增加。**
- (三) 這次實驗我們改善了研究三實驗中的一些小缺點，實驗結果符合我們原先的預期，證明**浮力大小不但和面積相關，和周長也相關。周長愈長，表面張力形成的浮力也愈大。**
- (四) 因為我們這次只有採用山芋葉作實驗；我們想：如果用沒有蓮花效應的葉子作同樣的實驗，是不是會有類似的結果呢?我們決定再作一種沒有蓮花效應葉子的實驗來對照看看。

捌、研究四

一、研究目的

- (一) 經由研究三及研究三-1 的實驗結果，我們認為在相同面積條件下，周長愈大的葉子，邊緣比較長，在葉子邊緣因為蓮花效應產生的表面張力也愈大，所以載重量也會增加。
- (二) 我們決定再用不具蓮花效應的姑婆芋，來實驗在等面積、不同周長，及等周長、不同面積的各種形狀下，載重量的情形，來與有蓮花效應的山芋葉作比較。

二、研究器材及設備

姑婆芋葉，其餘同前。

三、研究過程與方法

同研究三-一。

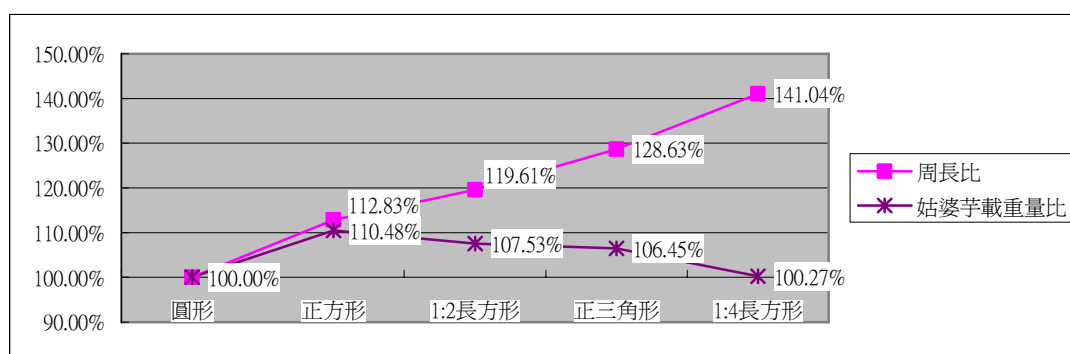
四、研究結果

- (一) 以相同面積，幾種不同形狀的姑婆芋葉腳所作的實驗結果，將其周長比與載重量比作一比較後得出之結果計算如下：

表7-1 研究四 姑婆芋葉等面積 4cm^2 第一次試驗 4腳

形狀	圓形	正方形	1:2長方形	正三角形	1:4長方形
周長	7.09	8	8.48	9.12	10
周長比	100.00%	112.83%	119.61%	128.63%	141.04%
載重量(最大)	372	411	400	396	373
載重量比	100.00%	110.48%	107.53%	106.45%	100.27%

圖 7-1 研究四 等面積姑婆芋葉周長與載重量比關係圖



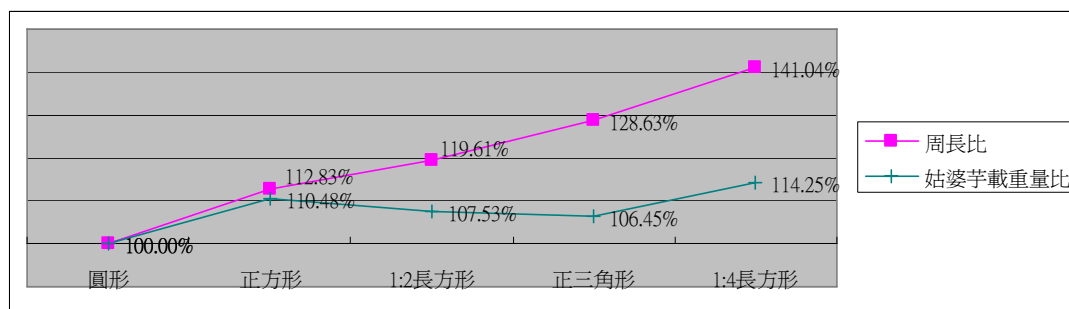
- (二) 我們原先推想：姑婆芋不具有蓮花效應，所以周長的增加對於表面張力所產生的浮力，影響應該比山芋葉要小，但應該還是會增加。但由實驗結果得知：周長最大的1:4長方形，載重反而低於周長較小的1:2長方形及正三角形。我們認為應該是1:4長方形太細長，支撐只有六個不夠平均的關係，所以再把每支腳的支撐加到8個，再重新實驗。
- (三) 8個支撐的1:4長方形最大承載力達到425，比之前高了52個。證明之前真的可能是因為葉片支撐不夠，比較容易變形的關係。我們將新的實驗結果重新比較，發現沒有

蓮花效應的姑婆芋葉，周長愈長時，載重量也會增加。周長最長的 1:4 長方形與周長最短的圓形，周長增加了 41%，而承載力增加了 14%。

表7-2 研究四 姑婆芋葉、山芋葉等面積(4cm²)第二次試驗 4腳

形狀	圓形	正方形	1:2長方形	正三角形	1:4長方形
周長	7.09	8	8.48	9.12	10
周長比	100.00%	112.83%	119.61%	128.63%	141.04%
姑婆芋載重量(最大)	372	411	400	396	425
姑婆芋載重量比	100.00%	110.48%	107.53%	106.45%	114.25%

圖 7-2 研究四 等面積姑婆芋葉周長與載重量比關係圖



(四) 我們將以研究三-1 中 4cm² 山芋葉實驗結果，和這次以姑婆芋的相同實驗所得出的載重相比較：山芋葉與姑婆芋葉載重量比，高達 118%~138%。差異十分顯著。和我們在研究一中所作的結論相同：有蓮花效應的葉子比沒有蓮花效應的葉子表面張力大，所以藉由表面張力形成的浮力也比較大，可以具有更大的載重量。

表7-3 研究四 姑婆芋葉與山芋葉等面積(4cm²)試驗結果比較表 4腳

形狀	圓形	正方形	1:2長方形	正三角形	1:4長方形
周長	7.09	8	8.48	9.12	10
周長比	100%	100.00%	106.00%	114.00%	125.00%
山芋葉載重量(最大)	440	514	534	550	585
姑婆芋葉載重量(最大)	372	411	400	396	425
載重量比	118.28%	125.06%	133.50%	138.89%	137.65%

圖 7-3 山芋葉與姑婆芋葉等面積實驗結果比較圖

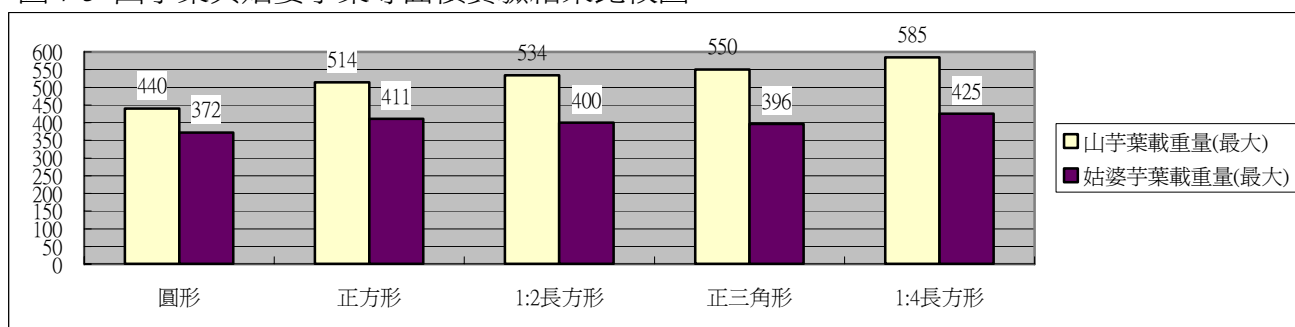


圖 7-4 研究四 等面積(4 cm²)、各種材料周長與承載力關係比較圖

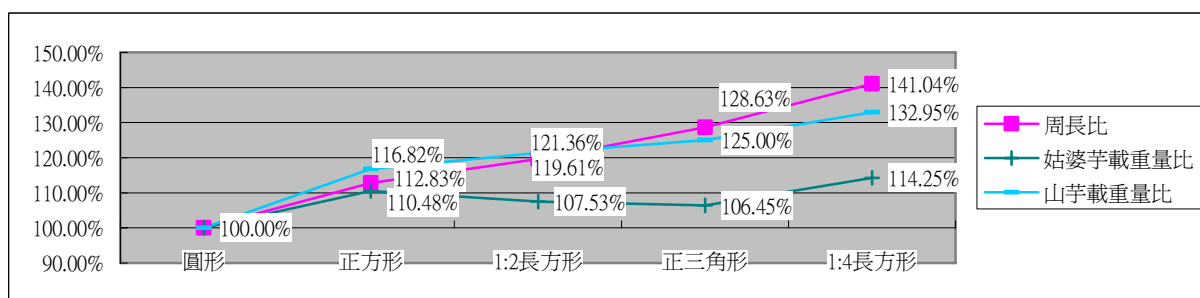
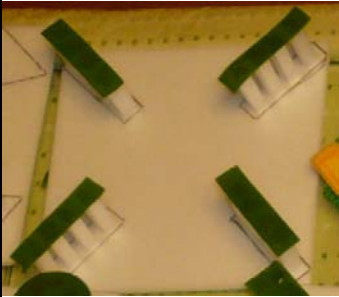


表 7-3 研究四：等面積姑婆芋葉 (4cm²)，四隻腳、每隻增加支撐、不同周長實驗結果

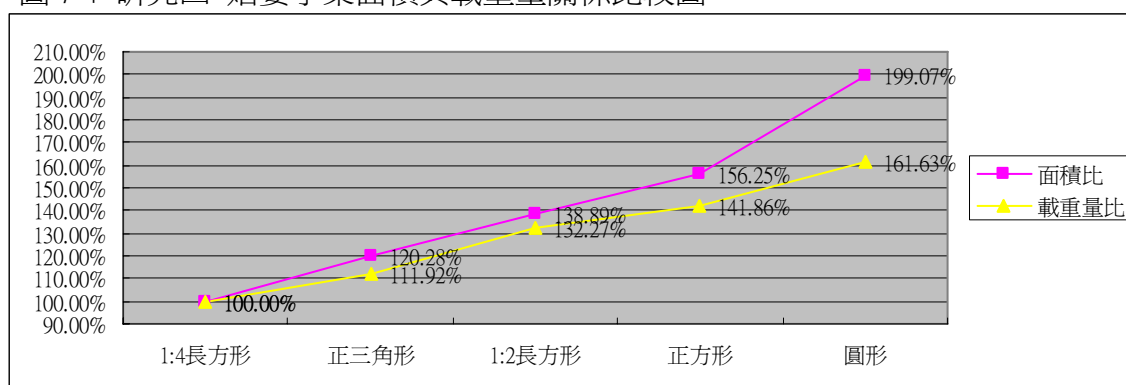
正方形(姑婆芋)	 正方形邊長：2cm、周長：8cm 最大載重：411單位	正三角形(姑婆芋)	 三角形底：3.04cm、高：2.63 cm、 周長：9.12cm、最大載重：396單位
1:2長方形(姑婆芋)	 矩形長：2.83cm、寬：1.41cm、 周長：8.48cm、最大載重：400單位	1:4長方形(姑婆芋)6支撐	 矩形長：4cm、寬：1cm 周長：10cm、最大載重：373單位
1:4長方形(姑婆芋)8支撐	 矩形長：4cm、寬：1cm 周長：10cm、最大載重：425單位	圓形姑婆芋	 圓形半徑：1.128cm 周長：7.09cm、最大載重：372單位

(五) 以相同周長(9cm)，不同形狀的姑婆芋葉腳所作的實驗結果，將其周長比與載重量比作一比較後發現：當面積增加時，承载力也增加。

表7-4 研究四 姑婆芋 等周長(9cm)試驗(四支腳,每腳增加支撐)

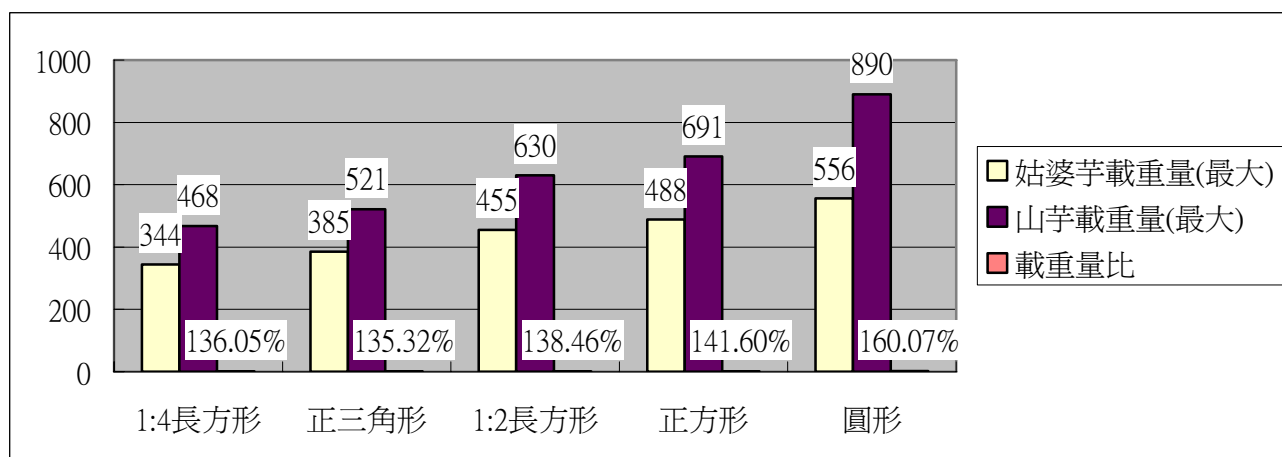
形狀	1:4長方形	正三角形	1:2長方形	正方形	圓形
面積	3.24	3.897	4.5	5.0625	6.45
面積比	100.00%	120.28%	138.89%	156.25%	199.07%
載重量(最大)	344	385	455	488	556
載重量比	100.00%	111.92%	132.27%	141.86%	161.63%

圖 7-4 研究四 姑婆芋葉面積與載重量關係比較圖



(六) 和研究三-1(表 6-3)等周長山芋葉實驗結果相比，同樣的實驗，**山芋葉的載重量比姑婆芋葉的載重量高 35%~60%，再度證明了蓮花效應的威力。**

圖 7-5 研究四 等周長(9cm)姑婆芋與山芋葉載重量比較圖



(七) 以圖 7-4 和研究三-1 的圖 6-3:相比，當周長相同時，**山芋葉因面積增大而承載力增加的幅度較姑婆芋葉更明顯。**

表7-5 研究四 姑婆芋與山芋 等周長試驗比較(四支腳,每腳增加支撐)

形狀	1:4長方形	正三角形	1:2長方形	正方形	圓形
面積	3.24	3.897	4.5	5.0625	6.45
面積比	100.00%	120.28%	138.89%	156.25%	199.07%
姑婆芋載重量(最大)	344	385	455	488	556
姑婆芋載重量比	100.00%	111.92%	132.27%	141.86%	161.63%
山芋載重量(最大)	468	521	630	691	890
山芋芋載重量比	100.00%	111.32%	134.62%	147.65%	190.17%

圖 7-6 研究四 等周長(9cm)姑婆芋與山芋葉面積與載重關係比較圖

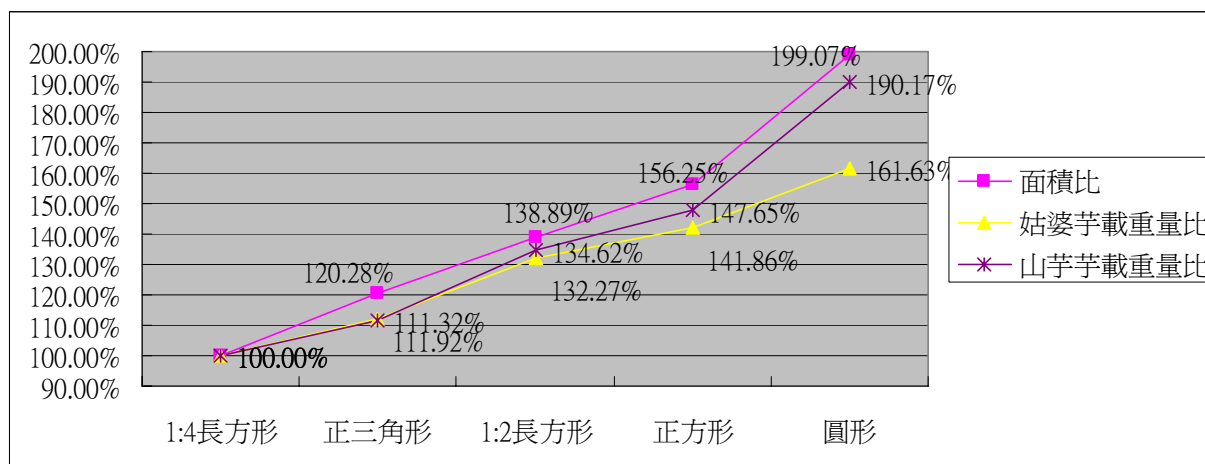
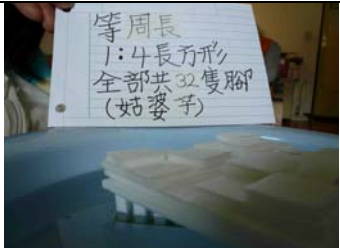


圖 8-5 研究四 等周長姑婆芋葉 實驗照片

		姑婆芋葉 圓形	 等周長 9cm,面積 6.45cm ² , 最大載重 556	姑婆芋葉 正方形	 等周長 9cm,面積 5.06cm ² , 最大載重 488
姑婆芋葉 1:2長方形	 等周長 9cm, 面積 4.5cm ² , 最大載重 455	姑婆芋葉 正三角形	 等周長 9cm,面積 6.45cm ² , 最大載重 385	姑婆芋葉 1:4長方形	 等周長 9cm,面積 3.24cm ² , 最大載重 344

五、結論與檢討

- (一) 跟研究三作比較，發現有蓮花效應的山芋葉，比沒有蓮花效應的姑婆芋葉，承載力高很多，再度證明蓮花效應對於浮力很有幫助。
- (二) 不論有沒有蓮花效應的山芋葉和姑婆芋葉，都會因為周長增加或面積的增加，而有更大的承載力。但是有蓮花效應的山芋葉，當周長增加或面積增加時，它承載力增加的幅度都比沒有蓮花效應的姑婆芋要大，證明蓮花效應對承載力增加的效果。
- (三) 周長增加時，它的承載力也增加。證明了表面張力和周長的確相關，所以水黽的腳很細長，雖然面積小，但是周長很長，所以表面張力很好，可以讓水黽在水上輕快的游動。

玖、總結與討論

- (一) 我們利用表面張力，將各種葉子和砂紙，模仿水黽的腳，成功的像水黽一樣，利用表面張力撐起重量，站立在水面上。
- (二) 不論有沒有蓮花效應的葉子和砂紙，當水中加了肥皂水，表面張力被破壞後，支腳都沈入水中，只有盤子能靠浮力浮在水面上，證實我們實驗中的各種葉子，都是靠表面張力將載具撐起來的。
- (三) 不論有沒有蓮花效應，支腳的面積愈大，它靠表面張力所撐起來的承載力也愈大。
- (四) 有蓮花效應的葉子，比起沒有蓮花效應的葉子，有更大的表面張力，可以撐起更多的砝碼(有較大的承載力)。
- (五) 不論有沒有蓮花效應的山芋葉、姑婆芋葉，在面積相同而形狀不同時，都會因為周長增加而增加它的承載力，不過有蓮花效應的山芋葉承載力增加的幅度比沒有蓮花效應的姑婆芋葉明顯。所以水黽的腳細細長長的，卻可以輕鬆的浮在水面上。
- (七) 我們認為蓮花效應的效果，和水黽浮在水面上的原理是一樣的。水黽的腳上因為有許多不沾水的細毛，水沒辦法進去，所以和腳接觸的那部份，水面會下凹，但他的足間不會衝破表面張力。和有蓮花效應的葉子藉由表面的細毛，形成表面張力，使水形成水珠的原理很相近。
- (八) 我們檢討整個實驗的過程，覺得切割葉片的精準度，和腳的支撐是不是很平均，都有可能影響實驗結果。所以建議可以再改進實驗的工具和方法，並且多用幾種材料來實驗，看看會不會有不一樣的結果。
- (九) 我們還是很好奇除了面積和周長以外，葉子的形狀、有幾個角，角的角度等等會不會也跟表面張力有關係，希望以後有人能找出方法來作更進一步的研究。
- (十) 也許可以利用這樣子的原理，用有蓮花效應的材料作成船的表面，將有助於船的浮力。或可以用有蓮花效應的腳把船撐起來，或者作成游泳衣或救生衣，來增加浮力。將會是人類科學上的一大進步。

拾、參考資料

一、自然界中的奈米現象

<http://210.240.77.137/nano/nano2.htm>

二、水黽輕功：人類水上行走成爲可能

http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/st/2004-11/26/content_2264135.htm

三、向自然學習—化學所研究人員在仿生特殊浸潤性界面材料領域取得系列成果

<http://www.iccas.ac.cn/html/2005-11-17/20051117170812.htm#>

【評 語】 081501 運用蓮花效應的人造水黽載重研究

- 1.很有趣的研究，同時能進行許多的變因測試，是很不錯的。
- 2.兒童的表達可以再加強些。
- 3.對於葉子的支撐方式建議改成全支撐以減少實驗的誤差。
- 4.蓮花效應與浮力間是否有直接關係無法從實驗結果明顯看出。