

台灣二〇〇五年國際科學展覽會

科 別：植物學

作品名稱：聞音起舞 — 聲音對跳舞草小葉擺動之影響

得獎獎項：大會獎佳作

學 校：臺北市立麗山高級中學

作 者：陳稚勳、林映君

評語與建議事項：

跳舞草顧名思義就是能隨"音樂"(或聲音)起舞--葉片運動。本計畫設計優良，數據收集齊全，可惜少了反應機制的探討。作者已有效推測"運動"相關機制的可能性，有待下一步的證明。

作者簡介

姓名	陳稚勳	性別	男	學校	台北市麗山高中	班級	二年九班
聯絡地址	台北市德行東路 222 號 6 樓			電子信箱	nerv7779@yahoo.com.tw		
聯絡電話	(02)28351777			手機號碼	0916163498		
興趣特長	<p>我的興趣相當廣泛，如閱讀、欣賞音樂、打籃球等等。平日課餘時間喜歡邊欣賞音樂，一邊閱讀散文、小說類的作品當作休閒活動；或是閱讀一些較特殊的書籍，像是「時間簡史」、「胡桃裡的宇宙」、「死亡的臉」之類的書籍都令我感到特別興趣，而其中未知的奧妙便是我渴望得知的。在高一下時因為對生物奧妙產生興趣，因此加入生物專題進行研究，在研究的過程中發揮平時較擅長的資料處理能力及問題解決能力，帶動整個小組前進。</p>						
課業表現	<p>課業成績上，由於對生物、物理、化學興趣濃厚，因此其成績也較為優異。其餘各科平均發展。</p>						
課外活動表現	<p>在高一下進行生物專題研究。在多次與老師討論後，以「跳舞草」的擺動現象來進行研究。在實驗的過程中，逐漸學習如何發現問題，設計解決方法，及報告的製作，圖表的繪製，簡報的呈現等方法。而在高二參加「師大生物營」，學習到許多課外的生命知識，也見識到了生物的內部構造情形。</p>						
未來學業及生涯之展望	<p>在學習的過程中，發現自己對生命感到越來越有興趣。在經歷過本次專題後，發現植物領域的知識並沒有動物領域的多，希望未來能夠朝相關方面進行研究。除了植物領域之外，人體也是我相當喜歡的一門領域。由於此領域所探討的便是和自己息息相關的知識，更是令我覺得有趣，希望以後能從事有關醫學領域方面的工作。預計未來一年內先了解大學內部科系相關資訊，選擇較有興趣之領域，並開始朝此方向做相關準備。如有機會，也希望能夠出國深造，不僅學習更深一層之知識，也能同時了解國際情勢。</p>						

姓名	林映君	性別	女	學校	台北市麗山高中	班級	二年九班
聯絡地址	北市內湖環山路 3 段 30 巷 2 弄 2 號 3 樓			電子信箱	Wonderfuljenny8@yahoo.com.tw		
聯絡電話	02-26574388			手機號碼	0968533282		
興趣特長	<p>我的興趣廣泛，包括旅遊、彈鋼琴、唱歌，其中以剪貼為主要的興趣，喜歡剪貼報章雜誌上的好文章，涉獵的書籍如「瀕危的地球」、「鳥類奇觀」、「台灣賞樹情報」等。除此之外，還喜歡閱讀散文、哲學、小說，如「哈利波特」、「白色巨塔」等，另外，我喜歡看國家地理頻道，對自然界中許許多多的生物充滿好奇。</p>						
課業表現	<p>在高中學業成績上，以英文、生物、化學表現較佳，其中對於生物最感興趣。</p>						
課外活動表現	<p>在暑假時參加「師大生命科學營」，平時喜歡種花和植物，和觀察生活週遭的花花草草。在高一下開始從事生物專題研究，從中學到許多研究方法且更了解生物領域，並研究「聲音對跳舞草小葉擺動之影響」，從專題課程中學到許多實驗設計、撰寫報告、口語表達等方面的技巧，對於將來從事研究方面很有幫助。</p>						
未來學業及生涯之展望	<p>由於從事生物專題研究，對生物領域有濃厚的興趣，希望將來能從事有關醫學領域方面的工作，但也希望能更進一步進修，如進入研究所或出國讀書深造等。因此我計畫高中畢業後出國留學，在大一大二多方嘗試，大三時在讀書之餘，參與社會上之工作，汲取經驗，提早具備職場能力。於大四時，確立自己的發展方向，以應付將來畢業後職場的需求。</p>						



左邊：陳稚勳

右邊：林映君

目錄

中文摘要	P.03
英文摘要	P.04
一、前言	
(一) 研究動機	P.05
(二) 文獻探討	P.06
(三) 研究目的	P.07
二、研究方法或過程	
(一) 研究設備與器材	P.08
(二) 研究方法	P.09
三、研究結果與討論	
(一) 研究結果	P.10
(二) 討論	P.12
四、結論與應用	P.14
五、參考文獻	P.15
表一、不同頻率對所有跳舞草小葉擺動週期之值	P.16
表二、不同頻率對跳舞草小葉擺動週期與振幅之平均值	P.17
圖一、音頻 2KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖	P.18
圖二、音頻 2KHz 刺激跳舞草小葉擺動之平均角度變化圖	P.19
圖三、音頻 4KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖	P.20
圖四、音頻 4KHz 刺激跳舞草小葉擺動之平均角度變化圖	P.21
圖五、音頻 6KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖	P.22
圖六、音頻 6KHz 刺激跳舞草小葉擺動之平均角度變化圖	P.23
圖七、音頻 8KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖	P.24
圖八、音頻 8KHz 刺激跳舞草小葉擺動之平均角度變化圖	P.25
圖九、音頻 10KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖	P.26
圖十、音頻 10KHz 刺激跳舞草小葉擺動之平均角度變化圖	P.27
圖十一、不同頻率對跳舞草小葉擺動周期之影響	P.28
圖十二、不同頻率對跳舞草小葉最大擺動角度之影響	P.29
附錄一、音頻 2KHz 刺激第一株跳舞草小葉擺動角度之數據	P.30
附錄二、音頻 2KHz 刺激第二株跳舞草小葉擺動角度之數據	P.31
附錄三、音頻 2KHz 刺激第三株跳舞草小葉擺動角度之數據	P.32
附錄四、音頻 2KHz 刺激三株跳舞草小葉擺動角度之平均數據	P.33
附錄五、音頻 4KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據	P.34
附錄六、音頻 6KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據	P.35
附錄七、音頻 8KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據	P.36
附錄八、音頻 10KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據	P.37
附圖一、推測跳舞草轉動之構造	P.38
附圖二、小葉往下擺動	P.38
附圖三、小葉往上擺動	P.38
附圖四、計算週期與振幅之方法	P.39
彩圖一至六	P.40

中文摘要

跳舞草(*Desmodium gyrans*) 屬多年生木本豆科植物，其特殊之處在於小葉會對外界的聲音有所感應。本實驗以訊號產生器固定聲音強度，發出 2、4、6、8、10 KHz 不同聲頻之聲波刺激跳舞草，並以每 5 秒為單位紀錄小葉擺動角度之變化，分析其擺動週期、擺動幅度等不同的變化。實驗結果為跳舞草小葉之擺動週期與擺動振幅是隨著聲音頻率的增加而呈現 sin 函數變化之圖形。

Abstract

Desmodium gyrans (Leguminosae) is a perennial woody plant. Acoustic waves can stimulate stipules and cause to oscillation. This experiment used the coroma to immobilize strength, emitted the frequency of 2, 4, 6, 8, 10 KHz acoustic wave to stimulate stipules and recorded the changes of oscillation angle every five seconds. We calculated the oscillation cycle · oscillation span, and analyzed experiment data. The most importance result is that the experiment graphs of oscillation angle and oscillation span with different frequency of acoustic waves display sin function metamorphic diagram.

壹、前言

一、研究動機

在一次偶然的機會下看到報紙新聞有提到，跳舞草(*Desmodium gyrans*)屬多年生木本豆科植物，小葉灌木，喜陽光，生於海拔 200 至 1500 公尺的丘陵山坡或山溝灌叢中。當植株長到 15 公分以上，葉柄上長出三片葉時，氣溫達到 24 度以上時，對聲音敏感並會產生反應，產生葉片旋轉、擺動等行爲。這使我們想到在高二生命科學課程中有提到，植物會對環境刺激產生反應，例如含羞草葉片受到外力刺激時，會引起葉枕細胞失水，失去膨壓，使得葉片下垂。相同地跳舞草的葉片也會對環境刺激產生反應，但不同之處是對「聲音」產生反應，這引起我們的好奇，聲音的刺激是怎麼樣引起跳舞草小葉跳動呢？另外，「刺激」可分爲不同強度與頻率聲音兩種因子，這種差異又對小葉擺動有何影響？

因此我們設計一個實驗，利用不同頻率的聲音去刺激跳舞草，來瞭解小葉擺動的狀況，並且試著思考可否利用此實驗成果來輔助課本中的實驗，讓我們更容易學習植物的「傾性」行爲。

二、文獻探討

1.報章雜誌

(1)跳舞草因為具有活性因子，受到聲音的影響，會產生膨脹收縮，才會出現跳舞現象。

在 25 到 60 分貝的聲響震動下，就會產生膨脹收縮現象，看起來就像在跳舞，有時還可以做 360 度的旋轉，這植物是目前世界上被發現唯一會自行運動的植物。

(2003-09-25 民視新聞報導)

(2)跳舞草雖具有隨音樂起舞的特性，但是遇到下雨或是天黑，它受到聲波感應的感官就會消失，天黑後，跳舞草的大葉片全部下垂(彩圖二)。跳舞草在台灣也可以看的到，

是從熱帶地區引進台灣，要度過台灣的冬天相當有挑戰性，冬天要將跳舞草移到溫室或室內，讓它不要接觸寒冷的空氣，如此順利過冬後，可以繼續存活數年。(2002-05-31 中國時報)

2.網路資料

(1)跳舞草學名 *Hedysarum gyrans*，英文名 *YoYo Magic*，屬多年生木本豆科植物，花

莢紅，莢果。其葉片長年不斷左右擺動，上下彈跳，又叫情人草或多情草。株高 60 厘米，當苗高達 25 厘米以上，葉柄上長出三片葉時，就可以開始觀賞。氣溫達到 24 度 C 以上且無風雨時，其葉片變自行交叉轉動。當氣溫達到 28 至 34 度 C 之間，\ 尤其上午 8-11 點和下午 3-6 點，特別是雨過天晴、陰天擺動更具戲劇性。(資料來源：http://www.168tfg.com.tw/flower/news/2003_10/dance.htm)

(2)跳舞草喜陽光，其體內某些部位(例如葉柄細胞)細胞內壓強弱不一致，因此在跳舞草旁邊唱歌或撥放音樂時，聲波震動空氣傳遞到跳舞草葉柄，引起葉柄細胞壓變化，葉片就會上下擺動；含羞科的含羞草同樣是這個原因，只要你用手或其它物體碰觸它們的枝葉，它們伸展的羽狀複葉的小葉片在瞬間就會合攏。(資料來源：

<http://www.yn.xinhuanet.com/green/tree/twc.htm> - 10k)

(3)跳舞草的各小葉片因陽光、溫度和聲音的影響，而有各種不同的舞蹈律動，運動時有快有慢，時而上下來回擺動，時而前後左右旋轉(資料來源：

<http://www.kjchina.com/xxzy01.htm>)。

(4)跳舞草對外界環境變化的反應能力很強，對一定頻率(節奏、節律)、強度的聲波極有感應性。(資料來源：<http://www.flowers.net.cn/flowers/hhpj/tiaowc1.htm>)

(5)跳舞草是在雲南西雙版納的原始森林中發現的，是一種世界上頻臨絕跡的珍稀植物。跳舞草產於福建、江西、廣東、廣西、四川、貴州、雲南及台灣等省區，生於海拔 200-1500 米的丘陵或山溝灌叢中。印度、尼泊爾、不丹、斯里蘭卡、泰國、緬甸、印尼、馬來

西亞等也有分布（資料來源：<http://159.226.2.5>：

89/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/lives/banna/banyanblossom/blo01.html）。

(6)葉片向日是爲了捕捉陽光，行光合作用，現代研究更深入發現，主要由葉柄的構造及生理變化在控制葉片的面向。日光中的短波，特別是藍光，會刺激葉柄基部特化膨大的葉枕構造內的細胞膨壓改變，也就能輕易操控著葉面朝向的方位，因此植物的葉片日出而作、迎光而舞的道理就淺而易懂了。（資料來源：<http://e-info.org.tw/topic/fspecies/2002/fs02031901.htm>）

三、研究目的

1.核心問題

不同頻率聲音刺激，對跳舞草小葉擺動反應影響爲何？

2.研究目的

(1)瞭解聲頻訊號刺激對跳舞草小葉擺動之影響。

(2)計算不同頻率刺激下，小葉擺動之週期與振幅。

貳、研究方法或過程

一、實驗物種與器材

1. 實驗生物介紹

跳舞草 (*Desmodium gyrans*)

- (1)分類：多年生豆科舞草，屬於木本植物，英名 **yo yo magical**，又稱情人草、無風自動草、多情草、風流草、求偶草、舞草。
- (2)分佈：跳舞草的分佈範圍，包括福建、江西、廣東、廣西、四川、貴州、雲南及台灣等地區，生於海拔 200—1500 公尺的丘陵山坡或山溝灌叢中。原產地為雲南西雙版納中的原始森林，是一種世界上瀕臨絕跡的珍稀植物。於民國 92 年 9 月於南投山區發現了屬於台灣原生種的跳舞草。
- (3)特徵：跳舞草外形呈蝶形，為直立小灌木，高約 60 厘米左右，各枝葉柄上長有 3 枚葉片，頂生一大葉，側生一對小葉。
- (4)行爲：跳舞草的葉片兩側生有大量的線形小葉，且對聲波非常敏感，在氣溫不低於 22°C 時，特別是在陽光下，受到聲波刺激時會隨之連續不斷地上下擺動，猶如飛行中輕舞雙翅的蝴蝶，又似舞台上輕舒玉臂的少女，因此而得名。

2. 實驗器材：

器材	用途	數量
花盆（半徑 8 公分）	種植用	30 個
肥料	植物營養用	1 包
泥土	種植用	1 包
噴霧器	澆水用	1 個
頻率產生器	發出頻率的儀器	1 臺
喇叭（彩圖三）	音源輸出	1 個
DV 攝影機(V8)（彩圖三）	記錄用	1 臺

二、實驗方法

1. 實驗植物取得

自彰化縣植物種植場（康家田莊）取得七株高約 45 公分之植株，以進行實驗。

2. 實驗流程

- (1) 將信號產生器之音頻設定在需要測量之頻率(彩圖四)
- (2) 記錄跳舞草小葉之長度
- (3) 將跳舞草設置在距離音箱 10 公分之處(彩圖五)
- (4) 開啓音箱之電源，開始刺激跳舞草之小葉
- (5) 以 DV 攝影機記錄跳舞草之反應情形(彩圖六)
- (6) 以每五秒為一間距，利用電腦軟體 E-roller 進行角度測量
- (7) 將數據記錄在 Excel 中，進行統計分析
- (8) 計算週期和頻率的方法(附錄十)

A. 週期

取 \sin 函數上兩波之間近兩相近之點 A，B。兩波之間之時間差即為週期

B. 振幅

定位出 \sin 函數之水平軸，則最高點或最低點距離水平軸之距離即為振幅

3. 測量內容

- (1) 葉片擺動週期 (單位：秒/次)
- (2) 葉片擺動振幅 (單位：度/次)

4. 紀錄跳舞草之反應行為與程度：

- (1) 使用 DV 錄影機錄製整個反應過程
- (2) 將一葉片做上標記，測量葉片擺動時間與角度的關係。
- (3) 由葉片擺動時間與角度關係的數據中，測量反應中的葉片擺動週期與擺動振幅，以不同頻率之數據相比較。

5. 資料整理

實驗之原始資料記錄於自製表格，並以 Microsoft Excel 建檔，對葉片擺動週期、葉片擺動幅度之實驗結果進行統計分析，再利用 Sigma Plot (9.0 版) 繪圖軟體繪製成實驗圖形。

參、研究結果與討論

一、研究結果

1. 聲音刺激下跳舞草小葉擺動角度與時間的關係

由初步實驗（音頻為 2KHz）後，將數據由 Excel 畫出角度與時間關係圖(圖一)發現，跳舞草的擺動角度與時間呈現 sin 函數曲線圖，如此可推算出其擺動週期和振幅。

2. 不同頻率刺激下跳舞草小葉擺動的週期變化

由實驗數據得知：

(1) 頻率 2KHz 刺激跳舞草(表一、圖一)

第一株跳舞草週期為 93 秒/次(表一)；第二株跳舞草週期為 112 秒/次(表一)；第三株跳舞草週期為 97 秒/次(表一)，由三株週期可得當頻率為 2KHz 時，週期平均為 100.67 ± 10.02 秒/次(表二、圖二)。

(2) 頻率 4KHz 刺激跳舞草(表一、圖三)

第五株跳舞草週期為 95 秒/次(表一)，第六株跳舞草週期為 170 秒/次(表一)，第七株跳舞草週期為 145 秒/次(表一)，由此三株週期可得當頻率為 4KHz 時，週期平均為 136.67 ± 38.19 秒/次(表二、圖四)。

(3) 頻率 6KHz 刺激跳舞草(表一、圖五)

第一株跳舞草週期為 85 秒/次(表一)，第五株跳舞草週期為 115 秒/次(表一)，第六株跳舞草週期為 155 秒/次(表一)，第七株跳舞草週期為 130 秒/次(表一)，由此四株週期得當頻率為 6KHz 時，週期平均為 121.25 ± 29.26 秒/次(表二、圖六)。

(4) 頻率 8KHz 刺激跳舞草(表一、圖七)

第一株跳舞草週期為 60 秒/次(表一)，第五株跳舞草週期為 90 秒/次(表一)，第六株跳舞草週期為 110 秒/次(表一)，第七株跳舞草週期為 110 秒/次(表一)，由此四株週期可得當頻率為 8KHz 時，週期平均為 92.50 ± 23.63 秒/次(表二、圖八)。

(5) 頻率 10KHz 刺激跳舞草(表一、圖九)

第一株跳舞草週期為 115 秒/次(表一)，第五株跳舞草週期為 120 秒/次(表一)，第六株跳舞草週期為 145 秒/次(表一)，第七株跳舞草週期為 125 秒/次(表一)，由此四株週期可得當 10KHz 時，週期平均為 126.25 ± 13.15 秒/次(表二、圖十)。

(6) 由跳舞草受不同頻率刺激下的週期圖(圖十一)可知，以 2KHz、4KHz、6KHz、8KHz、10KHz 刺激跳舞草，跳舞草的週期在頻率為 4KHz 時有最大值，而跳舞草的週期圖為 sin 函數具波形。

3.不同頻率影響下跳舞草的振幅變化(表二)

由實驗數據得知，當頻率為 2KHz 時，跳舞草的振幅為 37.41 ± 0.08 度；當頻率為 4KHz 時，跳舞草振幅 40.18 ± 6.03 度；當頻率為 6KHz 時，跳舞草振幅 45.23 ± 7.26 度；當頻率為 8KHz 時，跳舞草振幅 39.59 ± 3.59 度；當頻率為 10KHz，跳舞草振幅 41.60 ± 5.06 度。

由跳舞草受不同頻率刺激下的振幅圖(圖十二)可知，以 2KHz、4KHz、6KHz、8KHz、10KHz 刺激跳舞草，跳舞草的振幅在頻率為 6KHz 時有最大值，而跳舞草的週期圖為 sin 函數具波形。

二、討論

1. 實驗誤差原因探討：

- (1) 實驗過程中跳舞草小葉擺動狀況有時不甚理想，可能因為天氣因素，因文獻曾提到在陰天時跳舞草小葉擺動會不明顯或影響到跳舞草的正常擺動。所以實驗時的天氣必須控制在相同的光照環境中，以去除日照的影響因素。
- (2) 實驗是非完全靜音的實驗室中，有可能會受到其他低頻或高頻聲音的干擾，而使實驗出現誤差。
- (3) 實驗本身每一株的小葉在選定時，是隨機抽取三片小葉，這三片小葉有可能本身細胞環境的差異，造成刺激時表現不同的擺動狀況，因此要減低此誤差，必須多選取小葉，求平均來消除誤差。
- (4) 跳舞草小葉擺動不完全是平面擺動，有些小葉擺動是三度空間擺動，形成轉動現象，所以當我們用攝影機錄製後，輸入電腦分析時，由於只考慮二度平面的移動，所以會產生誤差，故往後要再詳細分析時，必須將這現象的誤差考慮進去。

2. 小葉反應現象

(1) 端點滯留區

以不同音頻刺激跳舞草之小葉，觀察擺動的過程之中，發現當小葉擺動至最高點時會有一小段的停滯期，依據不同程度音頻刺激，滯留時間分別呈現不同的秒數；並且，在最低點時並不會有滯留反應。以圖六為樣本觀察後發現，以音頻 6KHz 去刺激跳舞草小葉時，在最高點 73 度時停留了大約 25 秒的時間，而在最低點-7.29 度時並沒有明顯的滯留現象。也就是說跳舞草本身是以 最高點滯留→往下擺動→最低點→往上擺動→最高點滯留 這樣的行為模式來進行擺動反應。在先前的參考資料中有提到「日光中的短波，特別是藍光，會刺激葉柄基步特化膨大的葉枕構造內的細胞膨壓改變，也就能輕易操控著葉面朝向的方位」因此，我們推測，在小葉的上方(上細胞)與下方(下細胞)各有一個細胞以進行擺動行為(附圖一)。首先，上細胞填充鉀離子，直到臨界濃度時，水份開始進入，上細胞膨脹。當上細胞對小葉之壓力大於下細胞對小葉之壓力時(附圖二)，便將小葉往下壓迫，型成「往下擺動」的動作。往下擺動至最低點後，上細胞中的鉀離子釋出，水分隨之流出，膨壓變小，細胞逐漸萎縮；此時下細胞對小葉之壓力大於上細胞對小葉之壓力(附圖三)，因此小葉便藉由下細胞之壓力逐漸往上擺動。當抵達最高點時，小葉停止擺動。所謂的「滯留時間」便是指自小葉停止擺動直到小葉再度開始擺動之經歷時間。一開始，鉀離子進入細胞內，當到達臨界濃度時，水份開始進入，細胞膨脹，直到其壓力大於下細胞時，才會開始轉動。

※端點:小葉擺動的最高點

※滯留區: 小葉擺動至最高點後，會有一小段時間停止擺動

3.週期

如圖十一所示，測量頻率以 2000 赫茲為間距，在 2KHz~10KHz 的範圍之中，其週期成 sin 函數波形，在 4KHz 與 10KHz 時有較大之週期，而在 2KHz 與 8KHz 時有較小之週期，全部的週期變化以 sin 函數的方式成波形變化，就波形演變趨勢來看，預計在 0KHz 時週期應接近 4KHz 週期與 10KHz 週期之值。由於本次實驗並無測量音頻在 0KHz 時對跳舞草小葉之刺激反應，無法得知真正之情況。

肆、結論與應用

一、結論

跳舞草在音頻範圍 2KHz 到 10KHz 刺激下：

- 1.小葉擺動週期為音頻 4KHz 刺激時有最大值，且擺動週期與頻率的關係圖形呈現 sin 函數變化。
- 2.小葉擺動振幅為音頻 6KHz 刺激時有最大值，且擺動振幅與頻率的關係圖形呈現 sin 函數變化。

二、應用

本實驗利用隨手可購買的跳舞草及簡單的儀器設備，進行聲音對跳舞草小葉擺動影響之研究，其所得到的研究結果可以讓我們更加瞭解植物不只對接觸的刺激產生「傾性」行為，對於非接觸的刺激如聲音的刺激也有相同的反應產生，故可以將本實驗加以改良，變成一個簡單的科學趣味實驗，讓學生或一般大眾學習植物有趣的另外一面。

伍、參考文獻

王萱、邱邵文、鄭如、盧韻如，2002，樂乎舞雩-音樂與舞草。中華民國第四十二屆中小學科學展覽會高中組生物科。

鄭湧涇、楊榮祥、林金盾、曾哲明、李麗敏、許美蓮、廖達珊、薛如娟，2003，生命科學 上冊。康熙書局，p.72-73。

2003-09-25 民視新聞報導

2002-05-31 中國時報

http://www.168tfg.com.tw/flower/news/2003_10/dance.htm

<http://www.yn.xinhuanet.com/green/tree/twc.htm>

<http://www.flowers.net.cn/flowers/hhpj/tiaowc1.htm>

<http://159.226.2.589/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/lives/banna/banyanblossom/blo01.html>

<http://e-info.org.tw/topic/fspecies/2002/fs02031901.htm>

表一、不同頻率對所有跳舞草小葉擺動週期之值。

	2KHz	4KHz	6KHz	8KHz	10KHz
第一株	93		85	60	115
第二株	112				
第三株	97				
第四株					
第五株		95	115	90	120
第六株		170	155	110	145
第七株		145	130	110	125

※週期為葉片完整擺動一圈之秒數

※振幅為 sin 函數之振幅

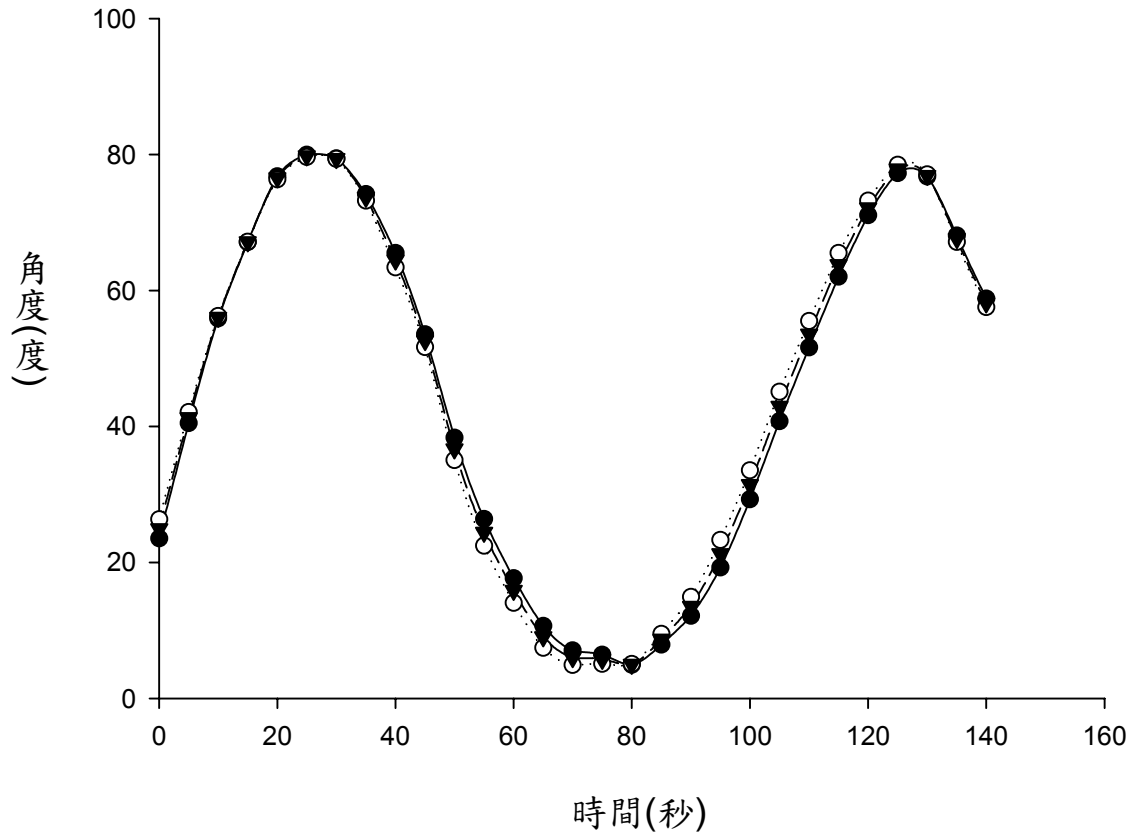
※空白處為未進行實驗者

※單位為 秒/次

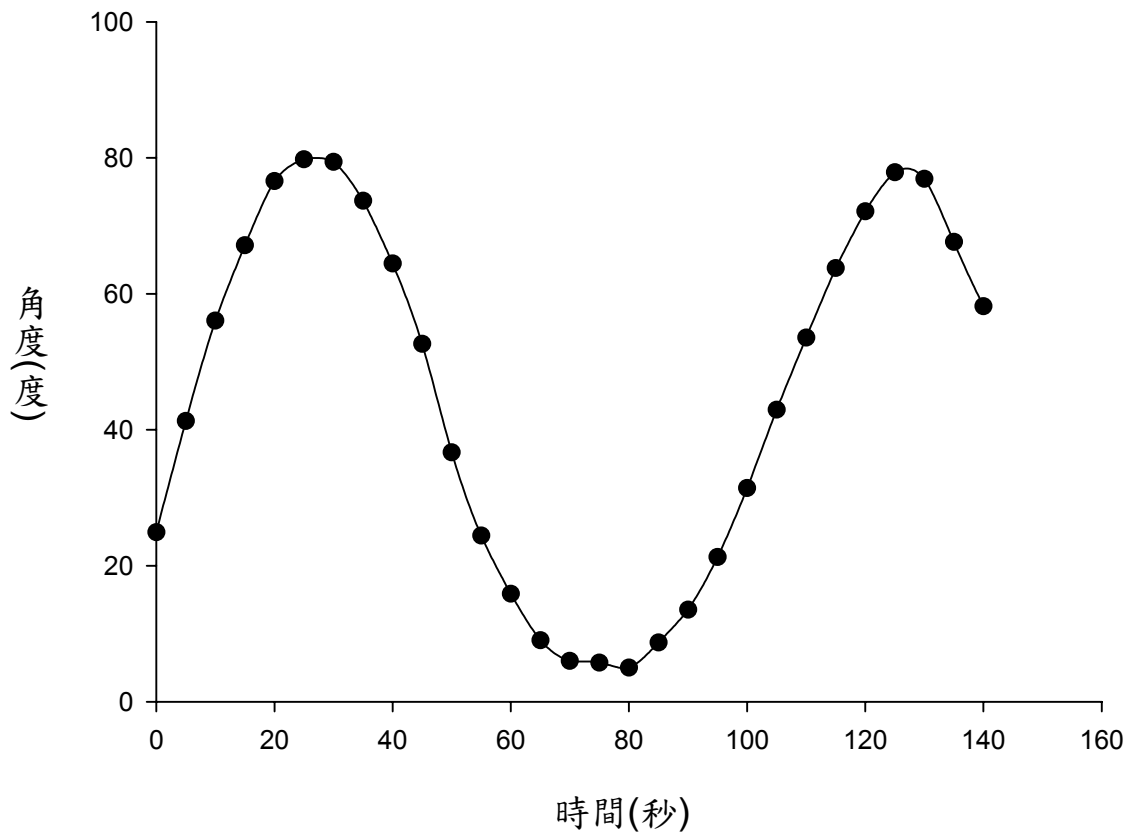
表二、不同頻率對跳舞草小葉擺動週期與振幅之平均值。

頻率	2 KHz	4 KHz	6 KHz	8 KHz	10 KHz
擺動週期 (秒)	100.67±10.02	136.67±38.19	121.25±29.26	92.50±23.63	126.25±13.15
擺動振幅 (度)	37.41±0.08	40.18±6.03	45.23±7.26	39.59±3.59	41.60±5.06

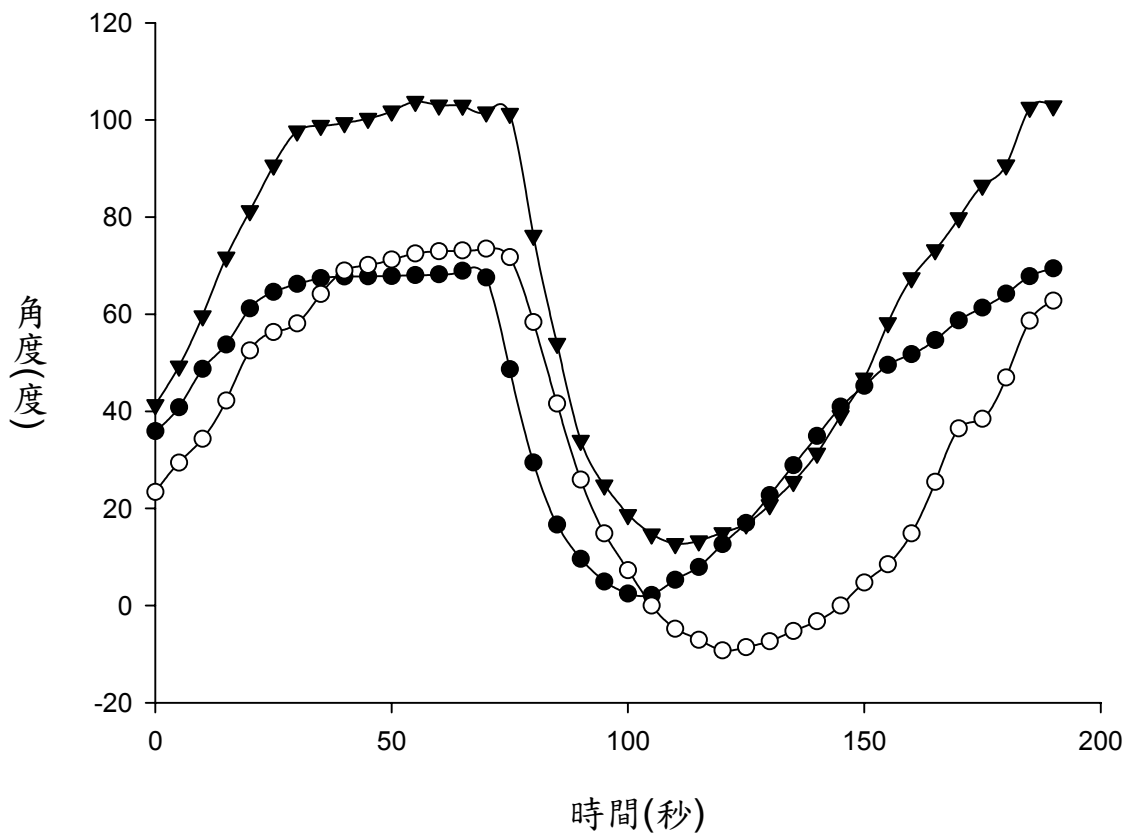
- ※週期為葉片完整擺動一圈之秒數
- ※振幅為 sin 函數之振幅
- ※數據均為平均值±標準差



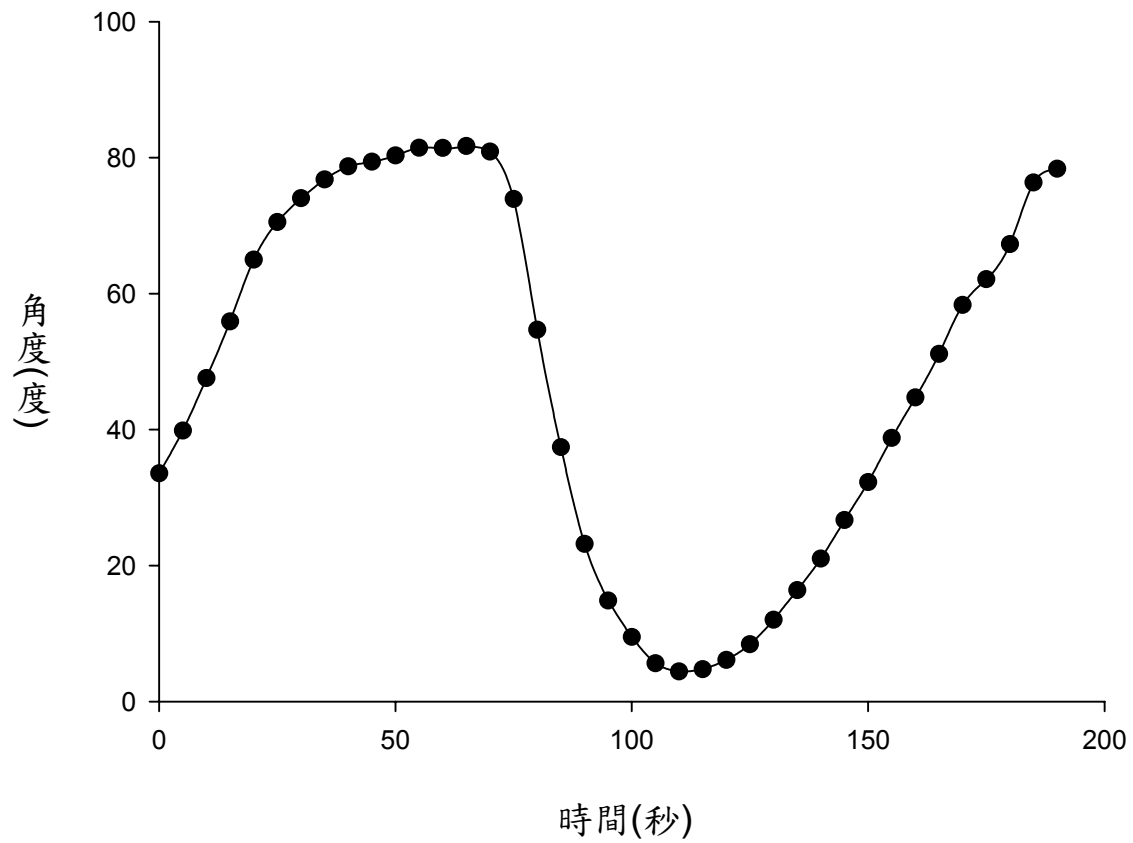
圖一、音頻 2KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此三個曲線為同一株跳舞草不同三小葉實驗之測量值。(此三曲線幾乎疊合)



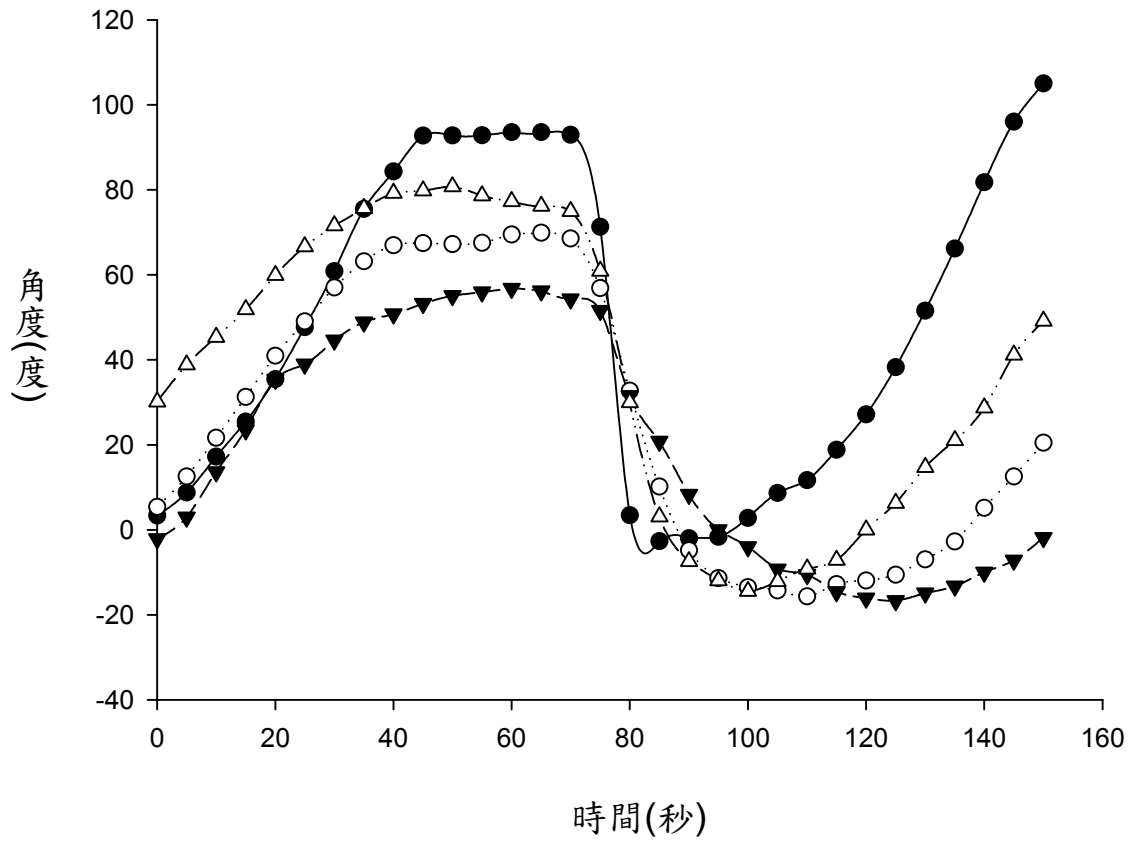
圖二、音頻 2KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此曲線為三株跳舞草實驗之測量平均值。



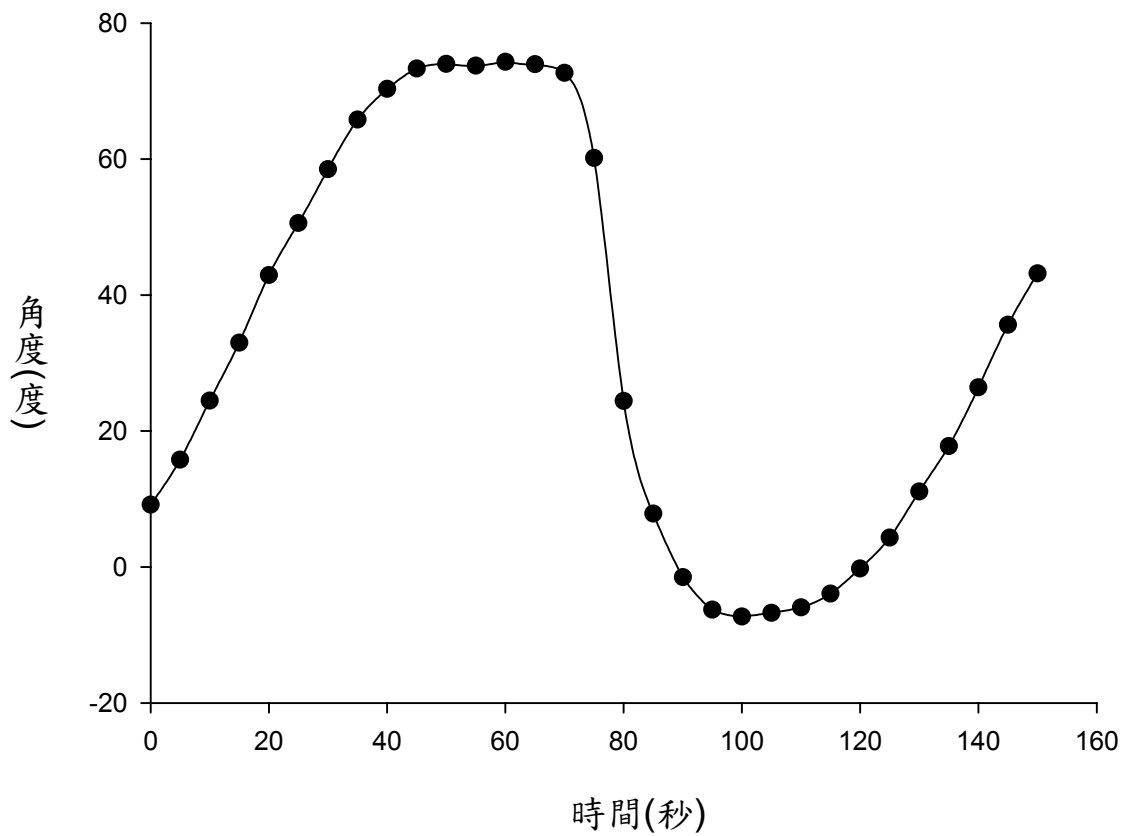
圖三、音頻 4KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此三個曲線為第五株 A 小葉(實心三角點)，第六株 A 小葉(空心圓點)與第七株 A 小葉(實心圓點)實驗之測量值。



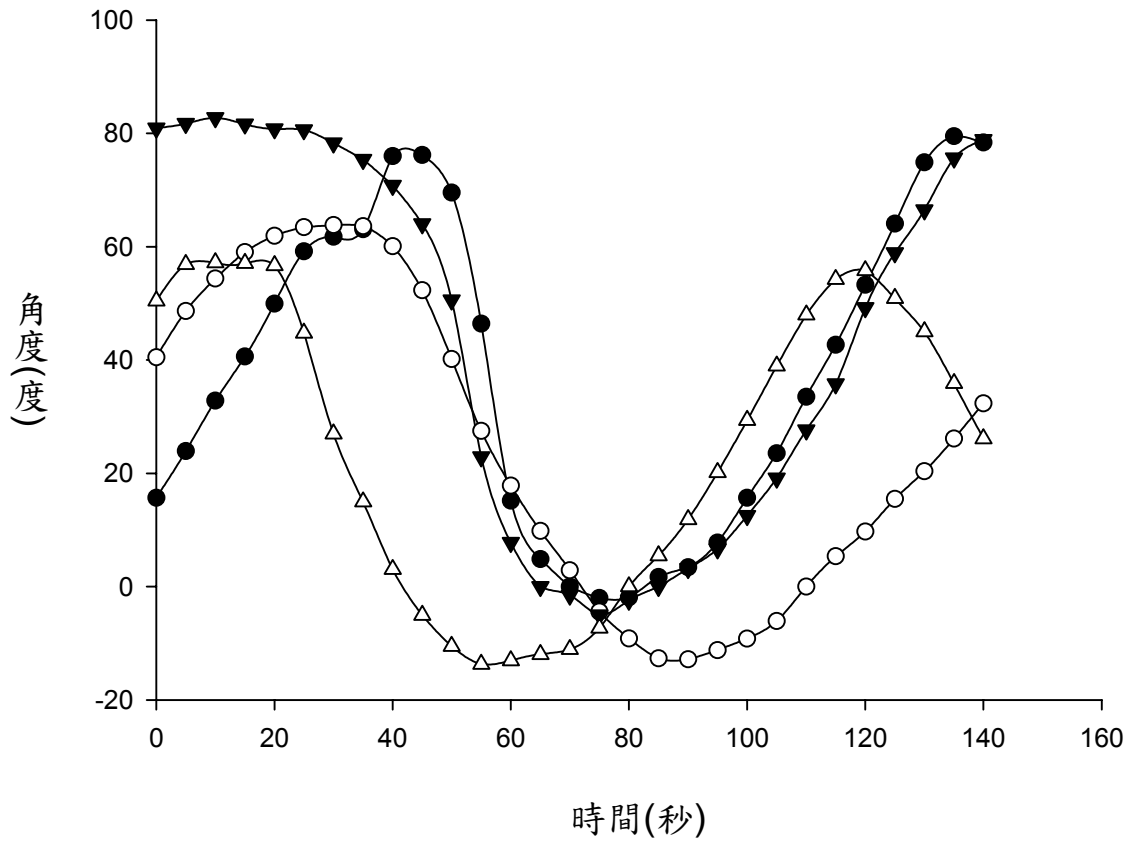
圖四、音頻 4KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此曲線為第五株 A 小葉，第六株 A 小葉與第七株 A 小葉實驗之測量平均值。



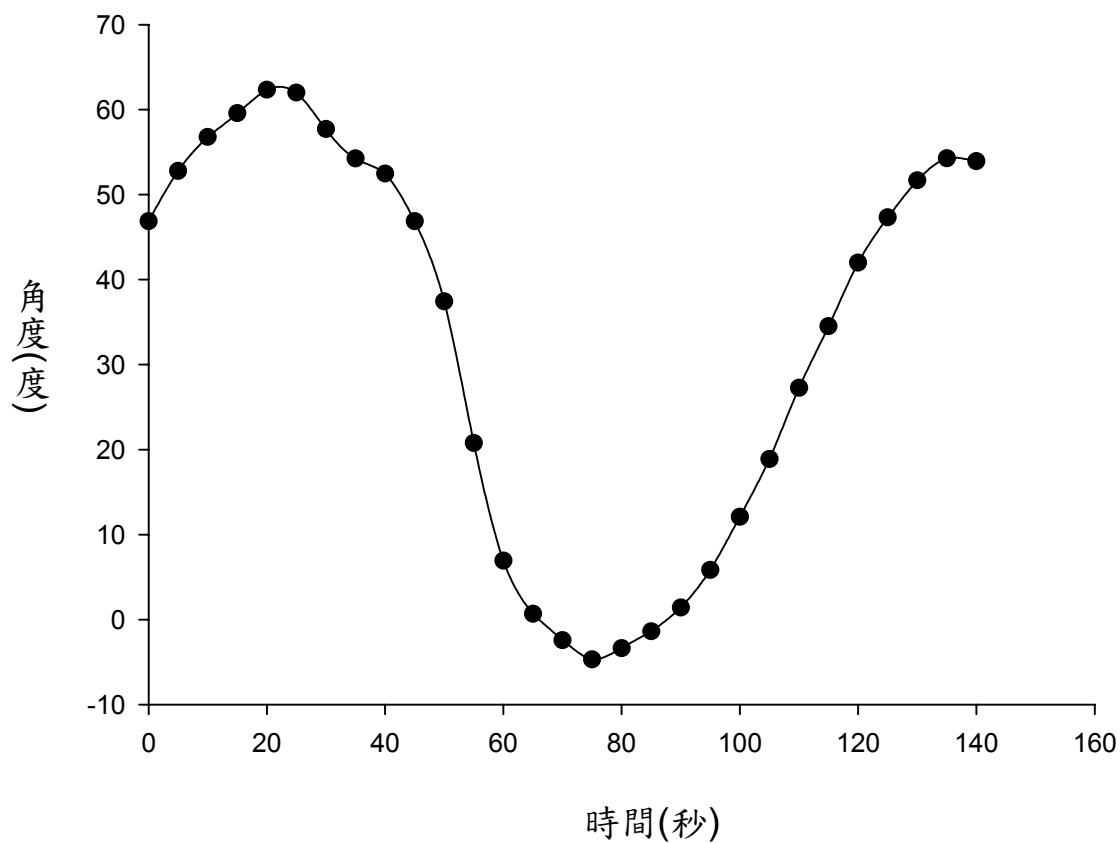
圖五、音頻 6KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此四個曲線為第一株 C 小葉(實心圓點)，第五株 A 小葉(空心圓點)，第六株 A 小葉(實心三角點)與第七株 A 小葉(空心三角點)實驗之測量值。



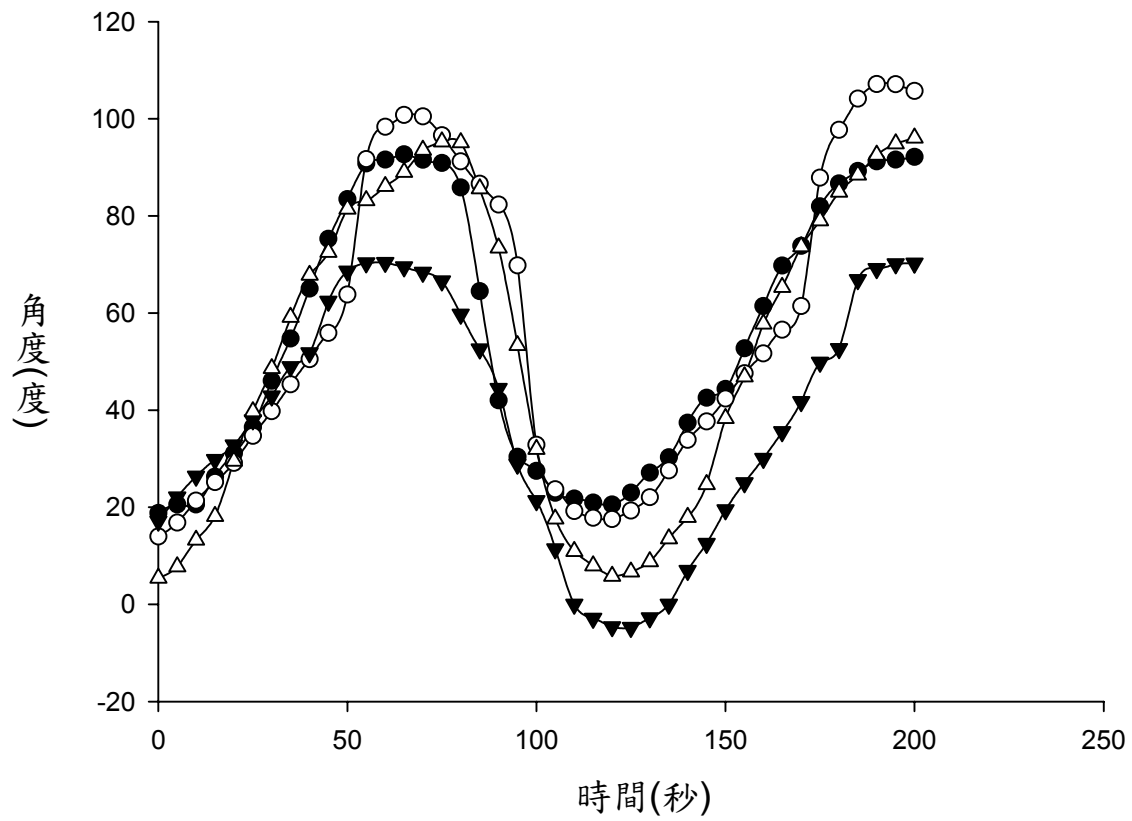
圖六、音頻 6KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此曲線為第一株 C 小葉，第五株 A 小葉，第六株 A 小葉與第七株 A 小葉實驗數據之平均值。(此平均值顯示有部份誤差)



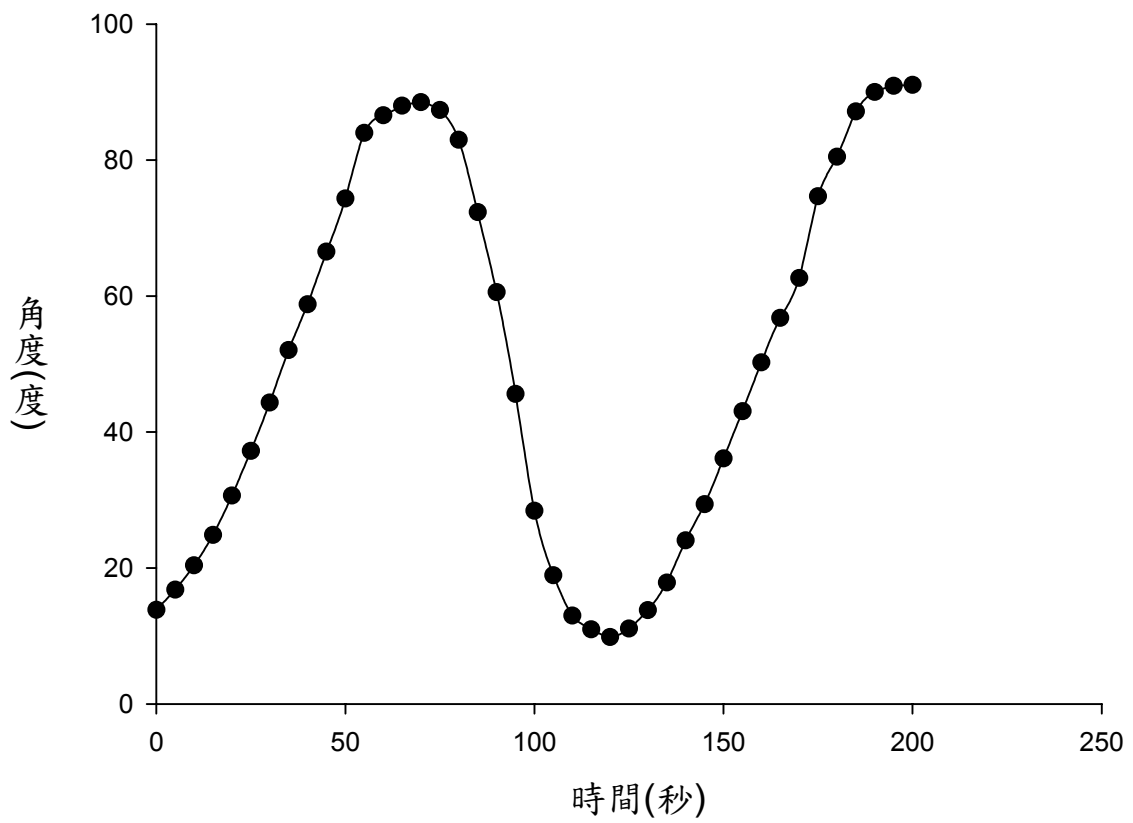
圖七、音頻 8KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此四個曲線為第一株 C 小葉(實心圓點)，第五株 A 小葉(空心圓點)，第六株 A 小葉(實心三角點)與第七株 A 小葉(空心三角點)實驗之測量值。



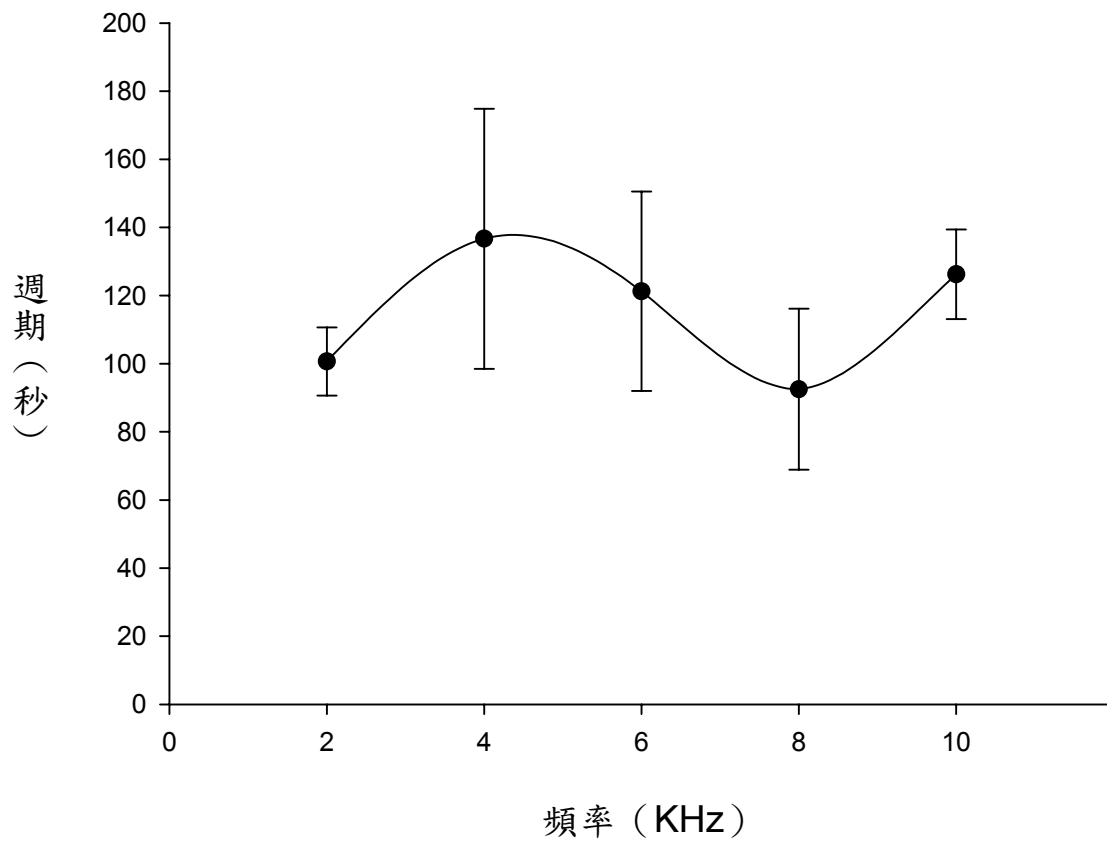
圖八、音頻 8KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此曲線為第一株 C 小葉，第五株 A 小葉，第六株 A 小葉與第七株 A 小葉實驗數據之平均值。



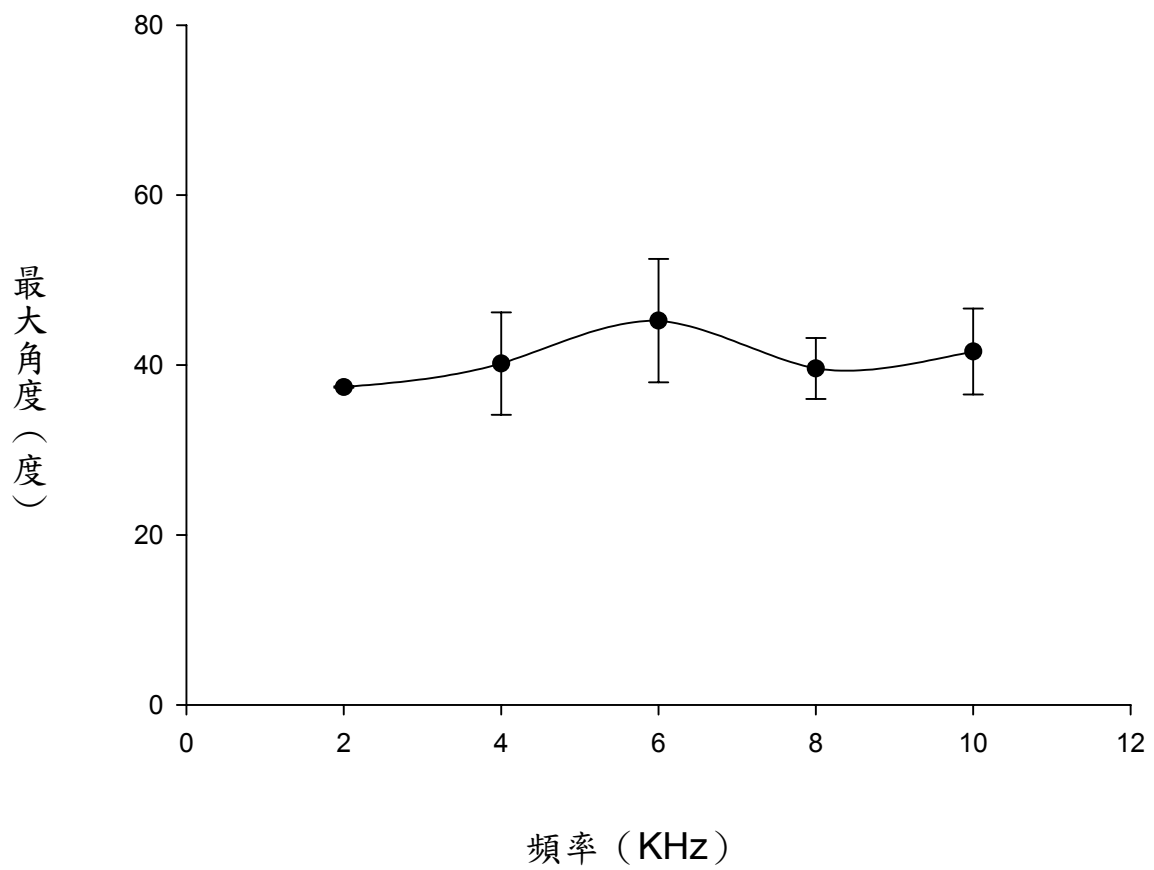
圖九、音頻 10KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此四個曲線為第一株 C 小葉(實心圓點)，第五株 A 小葉(空心圓點)，第六株 A 小葉(實心三角點)與第七株 A 小葉(空心三角點)實驗之測量值。



圖十、音頻 10KHz 刺激跳舞草小葉擺動之角度變化圖。此曲線為第一株 C 小葉，第五株 A 小葉，第六株 A 小葉與第七株 A 小葉實驗數據之平均值。



圖十一、不同頻率對跳舞草小葉擺動周期之影響。



圖十二、不同頻率對跳舞草小葉最大擺動角度之影響。擺動角度計算方法為自水平到最大幅度或最小幅度之值

附錄一、音頻 2KHz 刺激第一株跳舞草小葉擺動角度之數據。

時間 (秒)	第一株小葉 A	第一株小葉 B	第一株小葉 C	第一株平均值
0.00	34.99	35.13	69.55	46.56
5.00	43.32	43.14	77.43	54.63
10.00	51.07	51.89	85.53	62.83
15.00	56.89	60.74	91.32	69.65
20.00	61.49	61.79	90.00	71.09
25.00	61.96	63.01	90.00	71.66
30.00	62.24	62.31	90.00	71.52
35.00	62.85	62.12	90.00	71.66
40.00	60.70	61.70	90.00	70.80
45.00	27.75	60.47	90.00	59.41
50.00	10.48	46.42	73.42	43.44
55.00	-4.69	22.56	59.23	25.70
60.00	-9.11	10.20	51.27	17.45
65.00	-9.42	4.59	46.10	13.76
70.00	-9.51	4.11	43.32	12.64
75.00	-5.03	4.83	43.59	14.46
80.00	-3.25	6.60	42.36	15.24
85.00	5.44	10.28	43.81	19.84
90.00	10.95	15.23	48.58	24.92
95.00	20.37	20.64	55.20	32.07
100.00	29.39	27.02	62.18	39.53
105.00	39.84	36.11	70.75	48.90
110.00	48.79	44.23	77.39	56.80
115.00	55.34	53.83	83.75	64.31
120.00	60.92	61.48	89.59	70.66
125.00	65.09	63.29	94.21	74.20
130.00	66.80	63.30	96.91	75.67
135.00	69.00	62.99	98.00	76.66
140.00	68.64	62.23	97.00	75.96

※此表單位為「角度」。

附錄二、音頻 2KHz 刺激第二株跳舞草小葉擺動角度之數據。

時間 (秒)	第二株小葉 A	第二株小葉 B	第二株小葉 C	第二株小葉平均值
0.00	-15.45	-06.78	07.70	-04.84
5.00	-12.67	00.00	11.84	-00.28
10.00	-09.98	08.97	14.93	04.64
15.00	-07.24	17.47	20.83	10.35
20.00	-02.86	28.66	28.33	18.04
25.00	04.05	37.89	37.32	26.42
30.00	08.28	51.15	48.60	36.01
35.00	14.42	57.99	59.83	44.08
40.00	20.12	61.44	70.08	50.55
45.00	20.62	66.04	78.31	54.99
50.00	20.92	67.43	87.26	58.54
55.00	25.28	66.53	89.21	60.34
60.00	29.74	62.21	89.09	60.35
65.00	26.76	50.62	88.45	55.28
70.00	18.01	31.37	88.00	45.79
75.00	09.61	15.64	85.21	36.82
80.00	02.58	04.24	73.89	26.90
85.00	-04.95	-03.74	45.46	12.26
90.00	-08.51	-07.74	20.60	01.45
95.00	-13.60	-11.73	14.36	-03.66
100.00	-17.86	-11.82	08.55	-07.04
105.00	-21.89	-12.53	08.48	-08.65
110.00	-24.78	-10.40	09.90	-08.43
115.00	-24.52	-06.25	12.84	-05.98
120.00	-24.29	-05.19	17.20	-04.09
125.00	-23.20	00.00	21.67	-00.51
130.00	-20.56	03.75	28.38	03.86
135.00	-16.19	10.55	37.27	10.54
140.00	-12.67	17.70	47.75	17.59

※此表單位為「角度」。

附錄三、音頻 2KHz 刺激第三株跳舞草小葉擺動角度之數據。

時間 (秒)	第三株小葉 A	第三株小葉 B	第三株小葉 C	第三株平均值
0.00	32.47	37.19	17.88	29.18
5.00	44.17	49.61	37.28	43.69
10.00	54.61	60.10	55.12	56.61
15.00	64.98	69.73	66.99	67.23
20.00	75.52	74.49	77.69	75.90
25.00	80.95	76.39	80.58	79.31
30.00	81.98	76.39	79.52	79.30
35.00	81.29	59.34	76.09	72.24
40.00	81.03	33.13	69.70	61.29
45.00	73.97	18.01	57.34	49.77
50.00	44.17	05.94	45.00	31.70
55.00	25.14	-03.96	34.29	18.49
60.00	12.46	-06.29	25.00	10.39
65.00	02.53	-06.95	17.07	04.22
70.00	02.11	-05.01	11.31	02.80
75.00	02.11	00.00	09.11	03.74
80.00	02.11	08.66	04.72	05.16
85.00	12.17	16.41	04.72	11.10
90.00	19.97	26.44	06.63	17.68
95.00	33.20	37.61	11.18	27.33
100.00	43.34	49.37	20.76	37.82
105.00	55.67	60.47	32.12	49.42
110.00	66.10	68.31	43.83	59.41
115.00	78.57	73.13	55.13	68.94
120.00	86.15	73.13	66.77	75.35
125.00	92.49	72.00	74.74	79.74
130.00	92.49	63.43	76.16	77.36
135.00	92.49	36.08	69.97	66.18
140.00	92.49	14.89	61.36	56.25

※此表單位為「角度」。

附錄四、音頻 2KHz 刺激三株跳舞草小葉擺動角度之平均數據。

時間 (秒)	第一株平均值	第二株平均值	第三株平均值	2KHz 總平均
0.00	23.53	26.36	24.94	24.94
5.00	40.48	42.09	41.28	41.28
10.00	55.87	56.24	56.05	56.05
15.00	67.11	67.17	67.14	67.14
20.00	76.80	76.35	76.57	76.57
25.00	79.94	79.63	79.78	79.78
30.00	79.41	79.35	79.38	79.38
35.00	74.17	73.20	73.68	73.68
40.00	65.49	63.39	64.44	64.44
45.00	53.56	51.67	52.61	52.61
50.00	38.35	35.03	36.69	36.69
55.00	26.39	22.44	24.42	24.42
60.00	17.70	14.04	15.87	15.87
65.00	10.64	07.43	09.04	09.04
70.00	07.06	04.93	05.99	05.99
75.00	06.43	05.08	05.75	05.75
80.00	04.94	05.05	05.00	05.00
85.00	07.91	09.51	08.71	08.71
90.00	12.16	14.92	13.54	13.54
95.00	19.26	23.29	21.27	21.27
100.00	29.29	33.56	31.42	31.42
105.00	40.77	45.10	42.93	42.93
110.00	51.62	55.52	53.57	53.57
115.00	62.04	65.49	63.76	63.76
120.00	71.06	73.21	72.13	72.13
125.00	77.24	78.49	77.87	77.87
130.00	76.76	77.06	76.91	76.91
135.00	68.08	67.13	67.60	67.60
140.00	58.80	57.53	58.16	58.16

※此表單位為「角度」。

附錄五、音頻 4KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據。

時間 (秒)	第五株小葉 A	第五株小葉 B	第五株小葉 C	4KHz 總平均
0.00	35.94	23.39	41.35	33.56
5.00	40.83	29.43	49.28	39.85
10.00	48.72	34.35	59.66	47.58
15.00	53.75	42.23	71.73	55.90
20.00	61.19	52.51	81.28	64.99
25.00	64.60	56.31	90.67	70.53
30.00	66.25	58.12	97.70	74.02
35.00	67.41	64.13	98.83	76.79
40.00	67.75	68.96	99.39	78.70
45.00	67.78	70.10	100.30	79.39
50.00	67.88	71.26	101.79	80.31
55.00	68.05	72.50	103.79	81.45
60.00	68.20	72.97	103.04	81.40
65.00	68.93	73.13	102.99	81.68
70.00	67.56	73.48	101.61	80.88
75.00	48.64	71.73	101.31	73.89
80.00	29.45	58.39	76.18	54.67
85.00	16.70	41.58	53.97	37.42
90.00	09.62	25.94	34.00	23.19
95.00	04.95	14.89	24.78	14.87
100.00	02.47	07.29	18.72	09.49
105.00	02.17	00.00	14.71	05.63
110.00	05.31	-04.76	12.74	04.43
115.00	07.96	-07.04	13.31	04.74
120.00	12.64	-09.25	14.98	06.12
125.00	17.01	-08.58	16.82	08.42
130.00	22.73	-07.35	20.76	12.05
135.00	28.89	-05.25	25.53	16.39
140.00	34.94	-03.22	31.35	21.02
145.00	40.94	00.00	39.08	26.67
150.00	45.26	04.76	46.78	32.27
155.00	49.55	08.50	58.22	38.76
160.00	51.77	14.89	67.47	44.71
165.00	54.66	25.45	73.24	51.12
170.00	58.72	36.48	79.82	58.34
175.00	61.35	38.47	86.53	62.12
180.00	64.23	46.94	90.69	67.29
185.00	67.82	58.67	102.54	76.34
190.00	69.45	62.75	102.89	78.36

※此表單位為「角度」。

附錄六、音頻 6KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據。

時間 (秒)	第一株 C 小葉	第五株 A 小葉	第六株 A 小葉	第七株 A 小葉	6KHz 總平均
0.00	03.33	05.38	-02.12	30.11	09.18
5.00	08.75	12.53	02.98	38.81	15.77
10.00	17.20	21.67	13.64	45.34	24.46
15.00	25.44	31.26	23.48	51.84	33.01
20.00	35.46	40.95	35.41	59.89	42.93
25.00	47.68	49.05	38.97	66.64	50.59
30.00	60.88	57.02	44.61	71.57	58.52
35.00	75.49	63.18	48.87	75.65	65.80
40.00	84.29	66.94	50.78	79.18	70.30
45.00	92.76	67.46	53.23	79.79	73.31
50.00	92.79	67.25	55.09	80.72	73.96
55.00	92.83	67.49	55.93	78.60	73.71
60.00	93.58	69.50	56.75	77.26	74.27
65.00	93.58	69.88	56.16	76.17	73.95
70.00	92.94	68.55	54.25	74.93	72.67
75.00	71.30	56.84	51.55	60.87	60.14
80.00	03.42	32.74	31.57	29.93	24.42
85.00	-02.67	10.15	20.79	03.07	07.84
90.00	-02.00	-04.85	08.29	-07.47	-01.51
95.00	-01.67	-11.40	00.00	-11.98	-06.26
100.00	02.81	-13.50	-04.04	-14.44	-07.29
105.00	08.65	-14.30	-09.25	-12.14	-06.76
110.00	11.67	-15.70	-10.58	-09.23	-05.96
115.00	18.82	-12.80	-14.62	-07.13	-03.93
120.00	27.11	-11.92	-16.10	00.00	-00.23
125.00	38.25	-10.59	-16.70	06.27	04.31
130.00	51.57	-06.95	-14.93	14.69	11.10
135.00	66.16	-02.76	-13.31	21.04	17.78
140.00	81.75	05.14	-09.97	28.71	26.41
145.00	96.05	12.53	-07.20	41.13	35.63
150.00	105.01	20.48	-01.85	49.13	43.19

※此表單位為「角度」。

附錄七、音頻 8KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據。

時間 (秒)	第一株 C 小葉	第五株 A 小葉	第六株 A 小葉	第七株 A 小葉	8KHz 總平均
00.00	15.69	40.46	80.92	50.42	46.87
05.00	23.90	48.63	81.72	56.86	52.78
10.00	32.81	54.37	82.75	57.16	56.77
15.00	40.60	59.04	81.61	57.08	59.58
20.00	49.93	61.93	80.79	56.66	62.33
25.00	59.16	63.43	80.62	44.73	61.99
30.00	61.75	63.82	78.28	26.95	57.70
35.00	63.08	63.62	75.36	14.96	54.26
40.00	75.96	60.08	70.79	03.06	52.47
45.00	76.17	52.31	64.03	-05.03	46.87
50.00	69.55	40.16	50.57	-10.55	37.43
55.00	46.40	27.46	22.91	-13.69	20.77
60.00	15.19	17.82	07.78	-13.06	06.93
65.00	04.83	09.82	00.00	-11.95	00.68
70.00	00.00	02.89	-01.54	-11.09	-02.44
75.00	-02.00	-04.40	-05.02	-07.32	-04.69
80.00	-01.91	-09.14	-02.41	00.00	-03.37
85.00	01.68	-12.68	00.00	05.44	-01.39
90.00	03.41	-12.83	03.18	11.87	01.41
95.00	07.77	-11.21	06.63	20.16	05.84
100.00	15.69	-09.18	12.53	29.36	12.10
105.00	23.55	-06.07	19.13	38.96	18.89
110.00	33.50	00.00	27.63	47.95	27.27
115.00	42.67	05.34	35.78	54.23	34.51
120.00	53.27	09.73	49.20	55.77	41.99
125.00	64.04	15.47	58.91	50.88	47.33
130.00	74.88	20.34	66.49	45.00	51.68
135.00	79.48	26.13	75.62	35.88	54.28
140.00	78.37	32.36	78.89	26.11	53.93

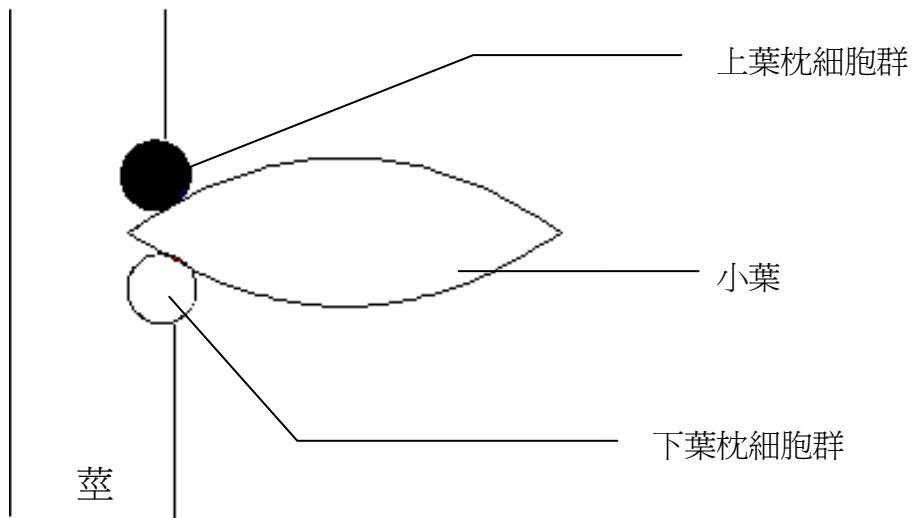
※此表單位為「角度」。

附錄八、音頻 10KHz 刺激跳舞草小葉擺動角度之數據。

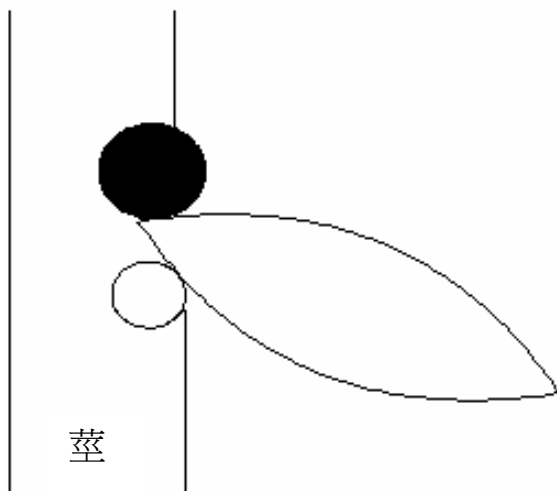
時間 (秒)	第一株 C 小葉	第五株 A 小葉	第六株 A 小葉	第七株 A 小葉	10KHz 總平均
00.00	18.84	13.95	17.13	05.44	13.84
05.00	20.56	16.83	22.11	07.77	16.81
10.00	20.56	21.34	26.38	13.24	20.38
15.00	26.29	25.18	29.79	18.15	24.85
20.00	31.07	29.13	32.81	29.49	30.62
25.00	36.47	34.70	37.99	39.69	37.21
30.00	46.05	39.75	42.88	48.58	44.31
35.00	54.76	45.30	48.92	59.11	52.02
40.00	65.02	50.49	51.78	67.80	58.77
45.00	75.26	55.89	62.40	72.51	66.51
50.00	83.43	63.81	68.61	81.42	74.31
55.00	90.76	91.70	70.32	83.14	83.98
60.00	91.56	98.31	70.37	86.08	86.58
65.00	92.68	100.77	69.48	88.99	87.98
70.00	91.54	100.45	68.39	93.56	88.48
75.00	90.90	96.59	66.58	95.25	87.33
80.00	85.83	91.23	59.72	95.07	82.96
85.00	64.52	86.59	52.56	85.60	72.31
90.00	42.03	82.34	44.42	73.41	60.55
95.00	30.42	69.81	28.84	53.31	45.59
100.00	27.46	32.87	21.37	31.93	28.40
105.00	22.97	23.68	11.45	17.61	18.92
110.00	21.80	19.21	00.00	10.93	12.98
115.00	20.97	17.83	-02.88	07.95	10.96
120.00	20.56	17.54	-04.61	05.84	9.83
125.00	23.00	19.31	-04.76	06.71	11.06
130.00	27.12	22.06	-02.80	08.81	13.79
135.00	30.28	27.60	00.00	13.54	17.85
140.00	37.41	33.88	06.98	17.94	24.05
145.00	42.53	37.68	12.53	24.70	29.36
150.00	44.36	42.37	19.44	38.31	36.12
155.00	52.71	47.59	25.04	46.89	43.05
160.00	61.43	51.67	30.05	57.75	50.22
165.00	69.74	56.54	35.54	65.28	56.77
170.00	73.82	61.42	41.73	73.65	62.65
175.00	81.98	87.84	49.86	79.01	74.67
180.00	86.67	97.70	52.65	84.88	80.47
185.00	89.23	104.12	66.84	88.42	87.15
190.00	91.23	107.13	69.12	92.53	90.00
195.00	91.56	107.08	70.13	94.84	90.90
200.00	92.14	105.70	70.25	96.05	91.00

※此表單位為「角度」。

附圖一、推測細胞轉動之構造

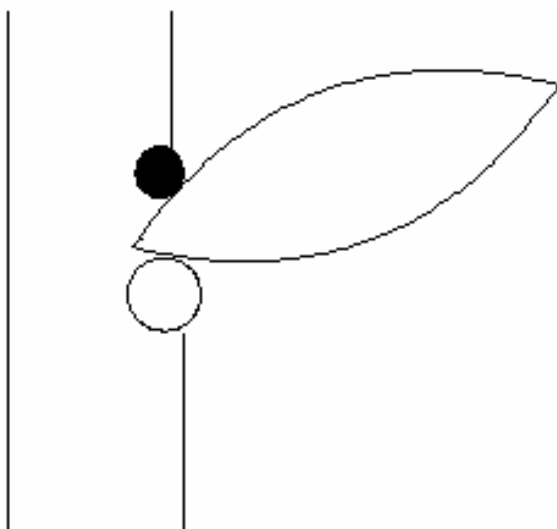


附圖二、小葉往下擺動



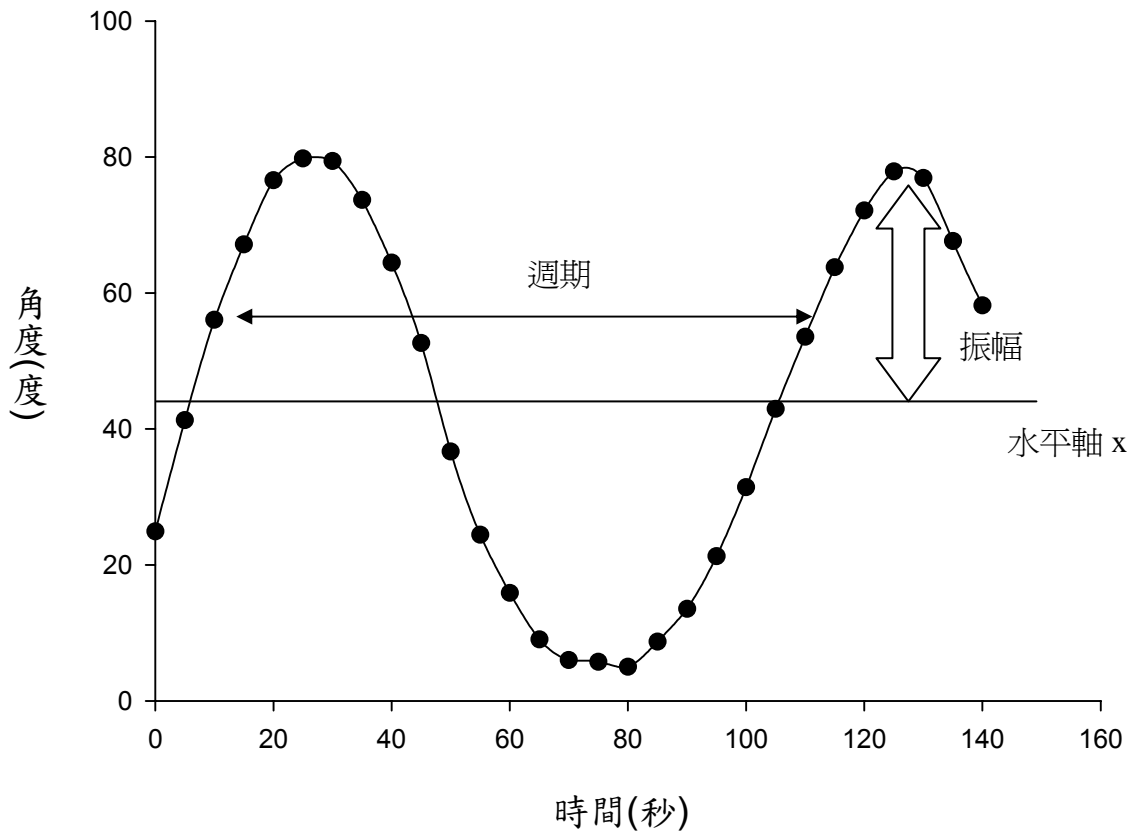
上方葉枕細胞吸水膨脹大，上細胞對小葉之壓力大於下細胞對小葉之壓力，壓迫小葉向下擺動。

附圖三、小葉往上擺動



上方葉枕細胞水分流出，下細胞對小葉之壓力大於上細胞對小葉之壓力，小葉向上擺動。

附錄九、計算週期與振幅之方法



附錄十、彩圖



彩圖一、跳舞草



彩圖二、跳舞草小葉閉合時



彩圖三、訊號產生器連接喇叭



彩圖四、設置訊號產生器



彩圖五、距離 10 公分處



彩圖六、以 DV 攝影機記錄