

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☐國中組 ☒普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：不對稱之美～以數據分析銀葉樹果實傳播模式

一、摘要

銀葉樹果實由纖維質構成且充滿孔洞，底部中空含種子，外層具防水角質層，適合藉水漂流傳播。果實中間有隆脊但隆脊兩側形狀不對稱，在果實掉落時會導致受力不均，致使隆脊翻轉向上。而向上的隆脊也因二側不對稱，在受風吹拂時會造成隆脊二側力矩不平衡，旋轉成面積大的一面面向風，藉此可承受比較大的風力御風而行。本實驗收集 30 顆銀葉樹果實，以大數據分析的模式，找出造成果實掉落翻轉，與風吹旋轉的原因，實驗結果顯示果實掉落翻轉與種子重心和不對稱有關，風吹旋轉則與果實不對稱較相關。

二、探究題目與動機

國中上生物課上到果實種子的傳播，老師帶許多果實種子進來教室，其中一種果實的表面有隆起，它的外觀很像不對稱的鹹蛋超人(如右照片)，好奇心一問之下，我們知道那是銀葉樹的果實。經老師的介紹銀葉樹果實是藉由水漂的方式傳播。我們在觀察銀葉樹果實時發現隆脊這個構造很像船 V 字形的底部(尖底船)，因此我們認為隆脊應該在水下，可協助果實的傳播。根據查船舶相關資料，平底船吃水淺，但有較大的乘載面積(體積)，底部不容易撞到礁石。尖底船吃水深，重心低，在風浪航行下較為穩定，但在淺水處容易觸底或撞礁石。

另查資料水漂果實種子具有下列特徵：

- (一)種子或果皮有孔隙；
- (二)結構輕盈者；
- (三)子葉密度小；
- (四)具有纖維或木栓質外層及可防水的角質層。

銀葉樹果實經我們剖開後(如下照片)，發現果實本身為纖維質所構成且有孔洞，果實底部中空內含種子，外層光滑且具角質層可防水，符合水漂種子的特徵。但果實外觀的「凸起」(隆脊)到底有何作用，激發我們強烈探究的心情。

三、探究目的與假設

本實驗嘗試用銀葉樹果實的基本結構數據分析，找出影響果實掉落翻轉，及風吹旋轉的結構因子，希望建構出一套模式：「利用大數據分析探討生物結構與果實傳播的關係」

為了瞭解「銀葉樹果實上方凸起(隆脊)的存在意義，探討其對銀葉樹果實漂流的影響」。因此我設計以下的實驗：

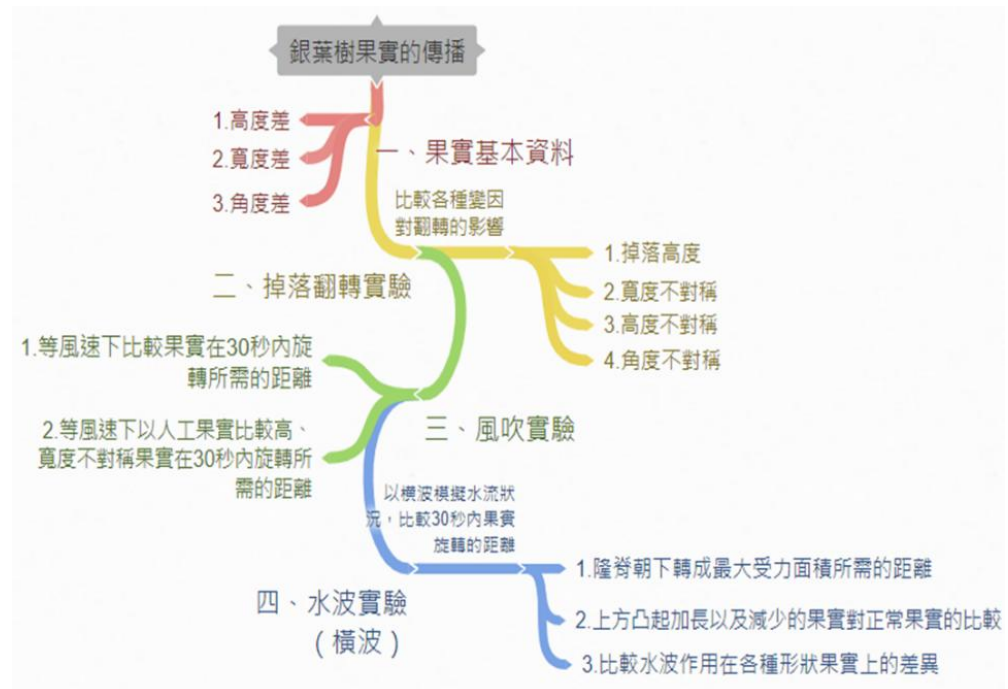
- (一)觀察果實構造，測量果實寬度不對稱、高度不對稱、角度不對稱相關數據。
- (二)觀察果實落入水中是否會翻轉，數據分析找出影響果實翻轉的變因。
- (三)將果實置於水盆內，藉由風洞產生固定風向，找出影響果實旋轉的變因。

(四)以輕黏土製作人造果實，進一步驗證果實二種不對稱對果實旋轉的影響。

(五)在水盆中用直尺製造橫波撞擊果實，探討銀葉樹果實不對稱對漂流的影響。

四、探究方法與驗證步驟

實驗流程如右：



一、果實基本資料測量：

(一) 測量高度差。

1.在果實上畫三條線，分別是前 1/4、1/2、後 1/4 的位置。(見圖一)

2.利用游標尺測量 50 顆果實前 1/4 隆脊兩側的高度。

3.計算高度差。(見圖二)



圖一：果實上的分隔線

(二) 測量寬度差。

1.在果實上畫三條線，分別是前 1/4、1/2、後 1/4 的位置。

2.利用游標尺測量 50 顆果實前 1/4 與後 1/4 隆脊兩側寬度

3.計算寬度差。(見圖三)



圖二：高度測量

(三) 測量角度差。

1.在果實上畫出 1/2 的位置。

2.在量角器中心戳洞，穿入一條線。

3.用此量角器測量 50 顆果實隆脊兩側 1/2 位置的角度。

4.計算角度差。(見圖四、五)



圖三：寬度測量



圖四：穿洞量角器



圖五：角度測量示意圖

二、果實掉落水中翻轉原因探討：

因果實隆脊的構造很像船的底部，都是 V 字型的，以前我們猜測隆脊的功能等同於尖底船底，用於破水，但經前人研究發現果實落入水中時隆脊會翻轉朝上，我們想以數據分析重新驗證翻轉的變因。

(一) 天然果實

1. 將銀葉樹果實分別從 40cm、30cm、20cm、10cm 的高度丟入水中，觀察果實是否會翻轉（如圖六）。

2. 每顆果實各個高度各丟三次取其平均值。

3. 將果實掉落翻轉的高度分成四群：0~10、10~20、20~30、30~40（單位：公分），計算每群果實之高度差、寬度差、角度差平均，找出影響果實掉落翻轉的相關變因。



圖六：翻轉實驗圖

三、風吹銀葉樹果實在水中傳播距離探討：

根據上一個實驗的結果，我們發現果實後會轉成隆脊朝上的樣子，與我們一開始的假設相悖，故我們猜測隆脊並非是船底，而是船帆，也因此我們設計了以下實驗，探討隆脊與風的關係。

實驗步驟如下：

(一) 天然果實

1. 將水盆裝入八分滿的水，利用吸管製作風洞。

2. 將風洞置於水盆風扇與水盆之間，並用風速計測風速實驗時將風速控制在 9.6 km/hr。（如圖七）

3. 利用紅墨水觀測水流走向，以決定果實放置位置，保證果實不會受反彈的水波及水流影響而調轉方向。（如圖八～圖十四）



圖七：風吹實驗器材



圖八



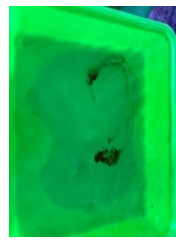
圖九



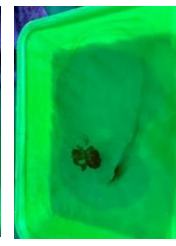
圖十



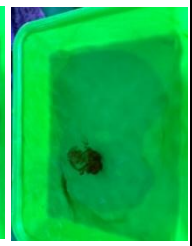
圖十一



圖十二



圖十三



圖十四

- 4.在等風速下，計時 30 秒，紀錄果實被風吹旋轉成 90 度所前進的距離。
- 5.每顆果實測量三次，取平均後製作成表格並分析其高度差、寬度差等變因與果實旋轉關係。
- 6.將果實風吹旋轉的距離分成四群：0~10、10~20、20~30 (單位：公分)，計算每群平均旋轉距離，及每群果實之高度差、寬度差、角度差平均，找出影響果實風吹旋轉的相關變因。

(二) 人造果實

- 1.使用輕黏土製作方形人工果實，先測量果實中線，在中線二側以 0.4 公分的距離畫線，用塑膠片插在果實中央製作二側寬度對稱果實，再以每隔 0.4 公分的距離移動塑膠片位置，製作二側寬度不對稱果實(如圖十五)。
- 2.將人工果實的一側依序削去 0.2 公分高度，製作高度不對稱果實(如圖十六)。
- 3.將果實放入以裝水八分滿的水盆中，並固定風吹起始位置。
- 4.同風洞實驗，測量果實在固定風速中漂行的距離(單位：公分)。
- 5.每顆果實測量三次，將各個高度的人造果實取平均做成表格並比較。



圖十五：寬度不對稱人造果實



圖十六：高度不對稱人造果實

四、水波對銀葉樹果實傳播的影響：

根據風吹實驗，我們確定風吹是讓果實前進的主要因素，但我們還是想知道隆脊到底有沒有辦法幫助果實在水中前進(極少數果實會以隆脊在下的方式落入水中)，而果實自然掉落後通常會受橫波的撞擊前進，因此我們又設計了這個實驗。(見圖十七)

(一) 測量在橫波撞擊下造成果實旋轉 90 度前進距離：

- 1.將水盆的水裝至八分滿。
- 2.利用直尺在水面上製造橫波，同時，將果實以隆脊朝下的方式直直放入。
- 3.以 0 公分為基準，測量果實轉成受力面積最大(90 度)的最短距離。
- 4.比較果實不同寬度差、高度差、角度差與果實旋轉成 90 度的的平均距離，並作圖分析。



圖十七：水波實驗器材



圖十八：橫波實驗過

(實驗裝置見圖十八) ，找出影響果實旋轉變因。

(二) 測量在橫波撞擊下隆脊朝下的前進距離：

- 1.將水盆的水裝至八分滿。
- 2.利用直尺在水面上製造橫波，同時，將果實以隆脊朝下的方式放入。
- 3.以 0 公分為基準，測量果實 30 秒漂流的公分數各三次並取平均。

(三) 測量在橫波撞擊下隆脊朝上的前進距離：

- 1.將水盆的水裝至八分滿。
- 2.利用直尺在水面上製造橫波，同時，將果實以隆脊朝上的方式放入。
- 3.以 0 公分為基準，測量果實 30 秒漂流的公分數各三次並取平均。
- 4.並與隆脊朝下進行距離比較

(四) 測量在橫波撞擊下隆脊磨去的前進距離：

- 1.將果實的隆脊磨去。(見圖十九)
- 2.將水盆的水裝至八分滿。
- 3.利用直尺在水面上製造橫波，同時，將果實以隆脊朝下的方式放入。
- 4.以 0 公分為基準，測量果實 30 秒漂流的公分數各三次並取平均。
- 5.並與隆脊朝下和隆脊朝上進行距離比較。



圖十九：磨去隆脊材

五、結論與生活應用

一、天然果實掉落翻轉實驗

- (一) 果實不對稱會影響果實掉落時翻轉成隆脊向上，經數據分析其中以「隆脊兩側高度不對稱對果實掉落翻轉的影響最大」。
- (二) 果實的不對稱性及重心在底部位置，都是造成果實翻轉成隆脊向上的原因，而前人實驗 (陳 2022) 也發現種子在底部(重心在底部)，也可以使翻轉後更穩定維持隆脊朝上。

二、風吹實驗

- (一)50 顆天然果實風吹數據分析顯示，「隆脊兩側寬度差是受風旋轉的主要因子」。
- (二)人工果實實驗亦證明果實受風吹後旋轉，主要是受隆脊兩側寬度差的影響。

三、水波實驗

- (一)水波撞擊銀葉樹果實，果實也會旋轉成受波面積大的一方面向水波行進的方向，但經由數據分析，果實的寬度差、高度差和角度差與果實在水中的旋轉沒有明顯相關。
- (二)人工果實實驗：經由前人實驗 (范 2023)，我們得知正方形、三角形、圓形、和橢圓形這四種形狀比較時，與果實最相近的橢圓形果實在固定時間內能漂流的最遠。

四、銀葉樹果實的傳播，同時受風力及水力的影響。

五、大數據分析可以協助建立一個模式探究銀葉樹果實形狀對果實傳播的影響。

六、應用：若救生艇能建造成二側不對稱，且重心在底部，則救生艇在高空拋落至水面時，必能翻轉成正面朝上(不會底朝天)。

參考資料

一、伍淑惠 (2015)。灘梳-談臺灣海漂種實。林業研究專訊 Vol. 22 No. 6。

二、謝佳穎、林蓁華、洪千茹 (2015)。來自熱帶的銀籽-銀葉樹種子萌芽研究。彰化縣第 56 屆國民中小學科學展覽。

三、早期船舶特徵/南福北沙。國立海洋科技博物館「船舶與港口終身學習網路教材」。
(網址：<http://ship.nmmst.gov.tw/ship/content/153/634>)

四、黃麗錦(2012)。野果遊樂園 P130-131。遠見天下文化。

五、張蕙芬(2015)。都會種樹 P168-171。遠見天下文化。

六、施添福主編(1999)。碎浪。高中地理第一冊，台北，龍騰文化出版社。

<http://biogeo.ntnugeog.org/static/website/html/social/lesson9/KEYWORD9/%E7%A2%8E%E6%B5%AA.htm>。

七、陳芊諾、陳子淇、莊妤柔(2022)。鹹蛋超人奇幻漂流記~銀葉樹果實種子傳播探討。
台中市 110 學年度國民中小學科學展覽。

八、范丞豐、黃功旻、陳奕丞(2023)。不對稱之美-銀葉樹果實傳播探討。
台中市 111 學年度國民中小學科學展覽。

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 未使用本競賽官網提供「成果報告表單」格式投稿，**將不予審查**。
4. 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖