

彰化縣 113 學年度國民中小學學生獨立研究作品甄選
作品說明書

作品編號：

組別：
☐國小組
☒國中組
☐數學類
☒自然、科技類
☐人文社會類

作品名稱：綠色守護者－

探討樹木的固碳量與再創循環經濟奇蹟

壹、研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

(一)、本校獨立研究課程目標：

1. 早自修時間及周六早上時段，培訓科目為數學、英文自然科學、創意語文。
2. 輔導室統籌規劃結合熱心且具備相關指導經驗的教師組成各科教學團隊。
3. 學生依照自己興趣選擇數理或語文兩大領域，教師導學生從課本延伸，找尋研究題材，進行主題探究。
4. 在硬體方面提供生物、理化、地科實驗研究器材、電腦設備的使用及資訊編輯軟體。
5. 提供歷年彰化縣獨立研究之成果資料供學生參閱。

(二)、本校獨立研究課程目標：

1. 提供學生適性學習，發揮潛能。
2. 培養學生探索的精神和思維之能力。
3. 培養學生解決問題、研究問題的能力。
4. 學習科學態度和科學道德，掌握科學研究的方法。
5. 培養學生社會責任感和互助合作的精神。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

(一)、**資優資源班的學生**:藉由獨立研究課程來訓練學生的研究能力，及情意課程來培養學生的表達與溝通能力。

(二)、**非資優資源班的學生**:將有興趣的學生，引導適當的指導老師，指導老師利用課餘時間，團體討論尋求研究的主題及分工來進行研究課程，並指導學生撰寫研究內容與格式，學校會提供場地與相關的設備。

結語:學校希望藉由這個過程讓學生了解生活中的問題，透過創意的想法、科學的方法、嚴謹的過程來將問題解決，或者改善生活。

貳、獨立研究階段

一、研究動機

在氣候變遷的環境下，「淨零排放」已是全球共識。最近的新聞都有提到碳權，而碳權就是所擁有的碳匯，不經想起老師跟我們說植物行光合作用可儲存二氧化碳，那這些樹木又能儲存多少二氧化碳呢？走在路上看著高大雄偉的樹木，思考它們固了多少炭？又要如何將植物所固下來的碳，進行循環經濟，於是我們就開始搜尋相關資料進行討論與研究。

二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

(一)、擬定正式計畫

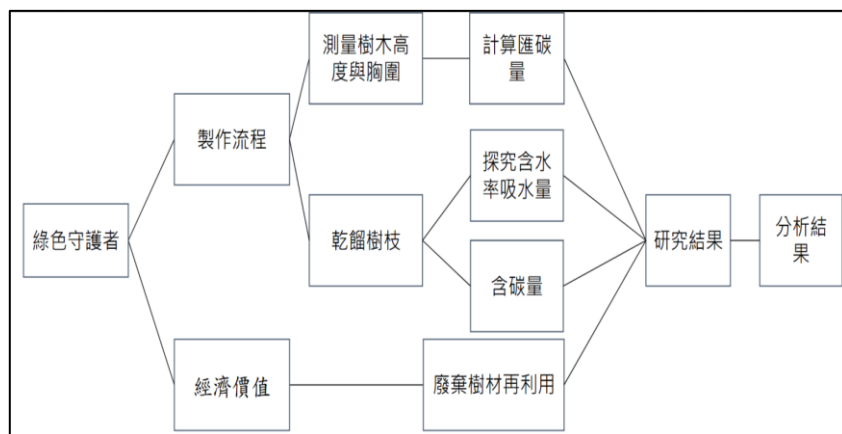


圖 2-1-1 正式計畫

(二)、研究問題

1. 了解校園樹木的種類
2. 探討樹木匯炭的測量方式
3. 了解校園樹木碳匯量
4. 探討相同樹木固碳量之差異
5. 研究植物的含水率與含碳量
6. 廢棄樹材再利用

(三)、工作進度表

表 2-3-1 工作進度表

時間 工作	9/ 5 ~ 9/ 10	9/ 11 ~ 9/ 12	9/ 13 ~ 9/ 15	9/ 16 ~ 9/ 22	9/ 23 ~ 9/ 29	9/ 30 ~ 10/ 6	10/ 7 ~ 10/ 13	10 / 14 ~ 10 / 20	10 / 21 ~ 10 / 27	10 / 28 ~ 11 / 3	11 / 4 ~ 11 / 10	11 / 11 ~ 11 / 17	11/ 18 ~ 12/ 17
擬定 研究題目													
資料收集/ 討論													
擬定工作 計畫表/正 式計畫													
準備材料/ 討論													
設計 實驗內容													
正式實驗													
數據分析													
結果與 討論													
撰寫報告													

三、彙整文獻

(一)碳權

簡而言之就是「排碳的權利」，通常以一公噸的碳排放量來作計算單位。根據碳權所產生的方式不同，又分為以下兩種：

1. 總量管制與交易（Cap and Trade）所產生的碳權

此種碳權來自於強制性的管制措施，在此機制下，政府會為排放總量訂定上限，並根據不同產業別，核配給不同的企業碳排放的額度，假如企業的排放超過了額度，就需要在碳交易市場中購買碳權，彌補超額的排放。假如企業減碳相當成功，排放量低於核配額度，多出的額度就會轉換成碳權，可讓企業在碳交易市場中拍賣，獲得利潤。

2. 自願性的碳市場所產生的碳權

第二種碳權來自自願性碳市場，當企業主動透過不同的減碳、再生能源或碳捕捉、造林等專案，向境內或是國際的機構申請認證，即可獲得碳權。

(二)自然碳匯：

1. 定義：指能夠無限期儲存二氧化碳的倉庫，分為天然和人工，天然多半是森林、土壤、海洋等。

2. 方法：植物行光合作用吸收二氧化碳，並將碳固化儲存於根、莖、葉和果實裡。

3. 碳匯公式

(1)針葉樹、闊葉樹

$$V = (DBH \div 2)^2 \times \pi \times H \times FF$$

$$CO_2e = V \times \rho \times BEF \times (1 + R) \times CF \times (44/12) \text{ (公式)}$$

V：單株材積

DBH：胸高直徑

H：樹高

CO₂e：二氧化碳當量

(2) 棕櫚科植物

$$\ln(C) = -3.64 + 1.84 \ln(\text{DBH}) + 0.88 \ln(H)$$

$$\text{CO}_2\text{e} = C \times (44/12)$$

C：全株碳含量

DBH：胸高直徑

H：樹高

CO₂e：二氧化碳當量



圖 3-2-1 自動化碳匯轉換計算工具（來源：校園樹木資訊平台）

(三) 測量方式與工具



圖 3-3-1 測量工具

工具有：

- 捲尺 / 皮尺

測量寬度或距離使用，單位為公分，需要換算周長成直徑。

- 量角器或三角板

測量角度使用，以皮尺輔助確定距離後，瞄準樹木底端與頂端，記錄角度再透過公式換算高度數值。

- 直徑捲尺

測量寬度使用，單位為 π 公分，直接讀取標示數值。

- 測高桿

以皮尺輔助確定距離後，直接拉伸桿體測量高度。測高桿全長約 12 或 15 公尺，有時高度不敷使用。

- Haga 測高儀

以皮尺輔助確定距離後，瞄準樹木底端與頂端（代表角度），直接讀取儀器換算之高度數值。

- 雷射測距儀

測量距離與高度使用，直接操作儀器讀取數值。

(五)乾餾

1. 定義：指固體或有機物在隔絕空氣下加熱的過程

2. 方法：將樹枝以鋁箔紙包住隔絕空氣，並以瓦斯爐加熱

(六)樹木與二氧化碳的關係

在植物學中指一種多年生植物，通常具有高大的莖，是陸地生態系統中重要的一部份。

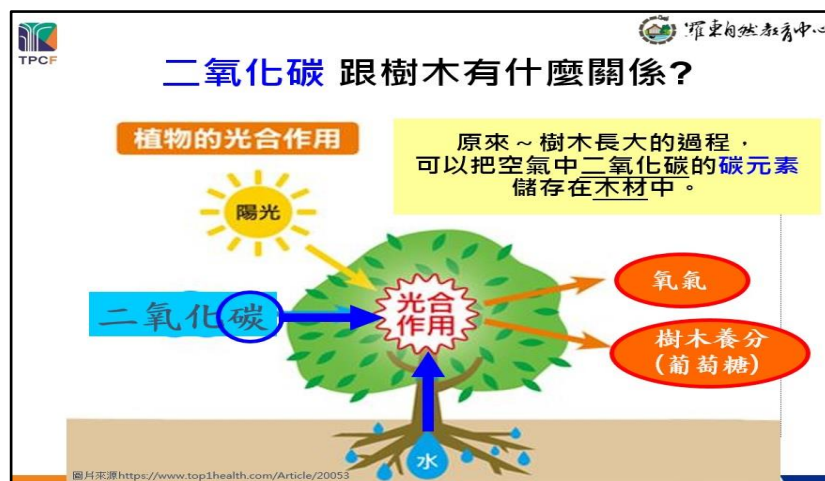


圖 3-6-1 樹木與二氧化碳的關係

(七)酸鹼值

1. 定義:指氫離子濃度指數，是衡量酸鹼值的普遍標準。
2. 方法:用 pH 檢測器測量 pH 值



圖 3-7-1 酸鹼值表

(八)木材的含水率

木材含水率是指一塊木材當中，水分含量與木材乾燥重量的百分比，其計算方式是以木材含水的重量扣除木材乾燥的重量，並計算該重量佔據乾燥重量的比例，以測量含水的比重。

(九)二氧化碳當量

1. 定義:是一個用來衡量不同溫室氣體對氣候變化影響的統一單位。它是將各種溫室氣體的影響（包括甲烷、氮氧化物等）轉換為相當於相同數量的二氧化碳所造成的影響，從而便於比較和計算。
2. 舉例:1kg 甲烷 = 25kgCO₂e
3. 每 1 度電會產生 0.554 公斤的二氧化碳

(十)生態材料能源

在相同的能源效率之下，木材的二氧化碳排放量明顯地少於石化原料所排放；在等量熱值比較時，木材與燃料油燃燒之二氧化碳釋放量，燃料油 229 公斤（1 噸木材相當於 229 公斤燃料油）全部的二氧化碳排放量為 1,023 公斤，木材僅為 66.4 公斤（陳載永、莊純合，1999）。

各種材料在製造時所消耗的能源及碳的釋出量，木質系材料則為其他金屬材料的數十分之一至數百分一，如製造天然乾燥製材之能源消耗為 1.5MJ/kg，製造時碳的釋出量為 30kg/t，製造鋼材之能源消耗為 35MJ/kg，製造時碳的釋出量為 700kg/t，製造鋁之能源消耗為 435MJ/kg，製造時碳的釋出量為 8700kg/t（王松永，1998）。

因此，木質材料經常被稱為生態材料，其對環境改善的貢獻除了木質材料外，生態能源的利用亦為目前許多先進國家所重視。

（十一）含碳率

指的是某物質中碳元素的質量占該物質總質量的比例，通常以百分比表示。例如，如果某個物質的含碳率為 20%，意味著該物質的質量中有 20% 是碳元素。

含碳率=(木材總質量/碳的質量)×100%

四、資料分析

（一）校園樹木的種類

本組由校園樹木資訊平台及實際校園觀察，得知學校有 69 種喬木樹種，喬木分布、樹種、數量及占比如下：

1. 校園樹木分布圖



圖 4-1-1 校園樹木分布圖（資料來源：校園樹木資訊平台）

2. 校園樹木數量前五名

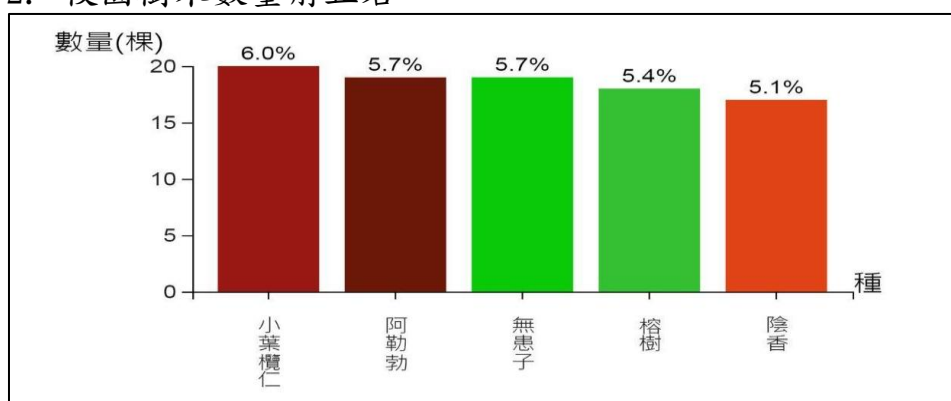


圖 4-1-2 校園樹木數量前五名

3. 校園樹木明細

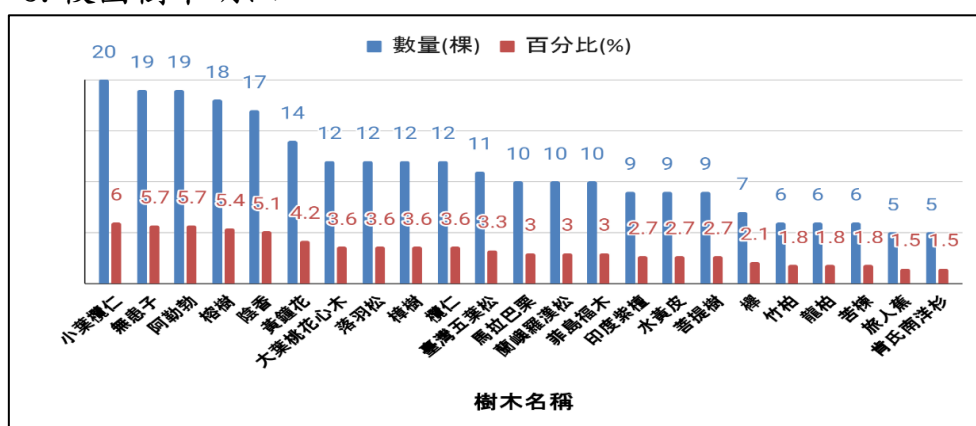


圖 4-1-3 校園樹木數量與佔比(1)

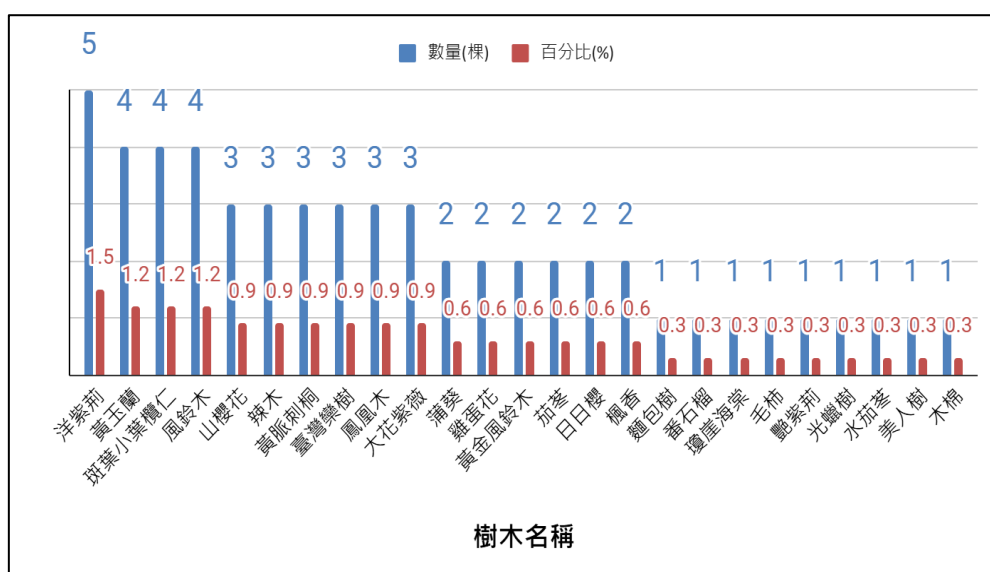


圖 4-1-3 校園樹木數量與佔比(2)

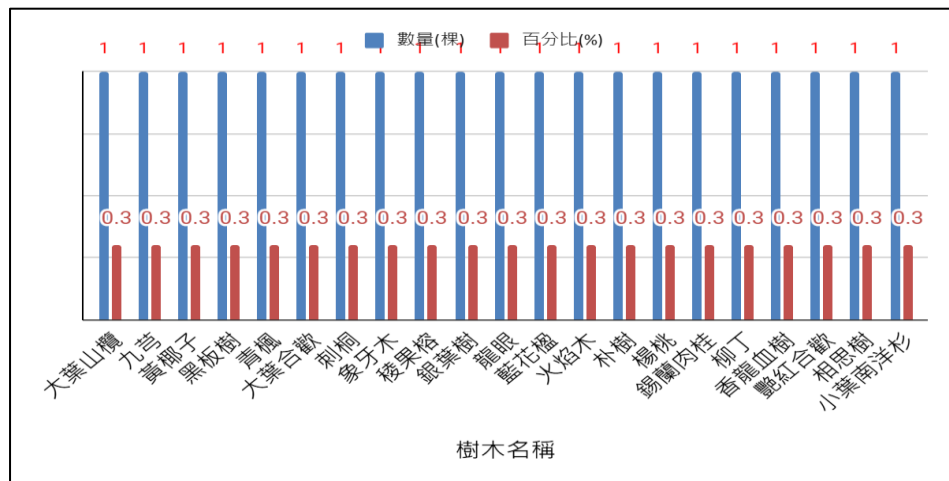


圖 4-1-3 校園樹木數量與佔比(3)

結果分析：

本組校園實際調查後，發現與校園樹木資訊平台的樹木稍微有點差異，校園會修剪樹木，另外樹木資訊平台只記錄喬木。綜合結果：樹木數量最多的是小葉欖仁、阿勃勒、無患子、榕樹等。

(二). 樹木的測量方式與工具

文獻中的測量工具雷射測距儀、Haga 測高儀，價錢貴，測高桿是最準的，但若遇到極高的樹木也無法測量，以上三種工具本組無法取得，因此決定使用捲尺、量角器、影像比例法來測量。

本組採用影像比例法和量角器測量法，使用上非常方便，只要有手機與已知高度當比例尺，拍照後再去換算比例，當然要扣除眼睛到頭頂的距離，即可完成測量，但缺點就是：測量樹木若被障礙物擋住 或空間不足時，就會有誤差。

由圖 4-1-4 測量方式的比較準確度探討，量角器測量法(B 圖)：260cm，影像比例法(C 圖)：246cm，影像比例法(D 圖)：256cm，實際測量 261cm；由此可知：量角器測量法測量更精準，影像比例法需拉長測量距離，提高準確性。

 A 圖 用捲尺實際測量樹高	 B 圖 量角器測量法	 C 圖 影像比例法 (拍攝者的距離 290cm)	 D 圖 影像比例法 (拍攝者的距離 580cm)
圖 4-1-4 測量方式的比較準確度			

(三). 校園樹木碳匯量



1. 已測量之校園樹木固碳量圖

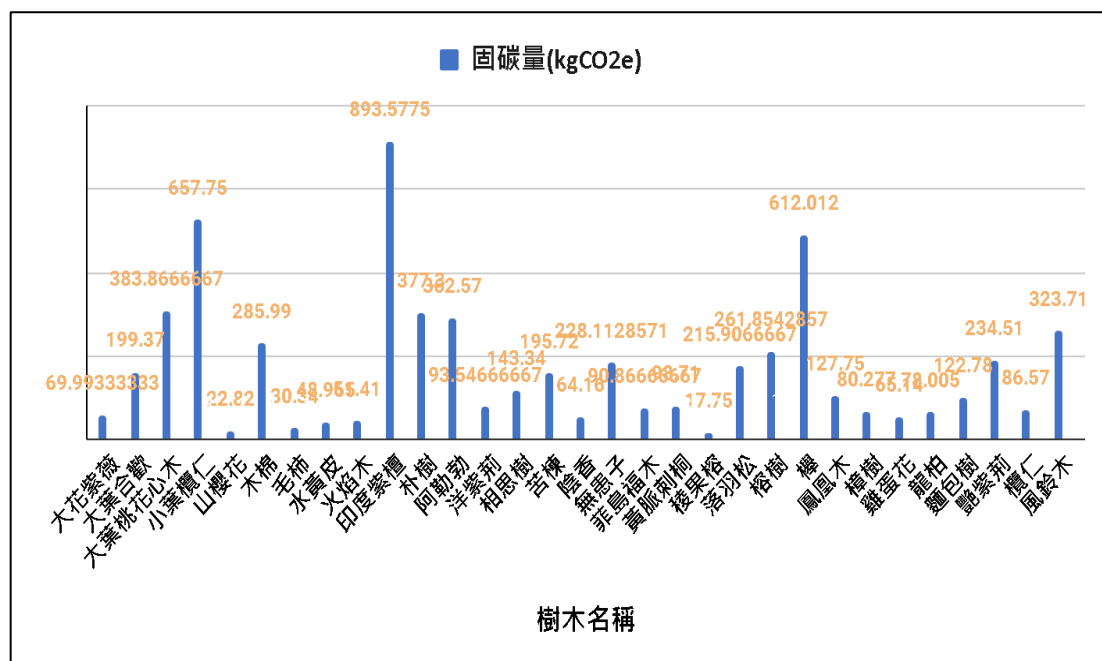


圖 4-3-2 已測量之校園樹木固碳量圖

結果分析

由上圖可得知:目前固碳量最多的前五名分別是:印度紫檀、樟木、小葉欖仁、大葉桃花心木、朴樹，其中以印度紫檀最多，其平均固碳量為 893.5775kgCO2e。

本組隨機取樣校園樹木，並測量樹木高度與胸圍，於校園樹木資訊平台，套用其校園樹木碳匯量計算方式，目前校園樹木之測量，完成校園資訊平台，校園樹木比率約:1/3，統計測量的樹木之目前固炭量:27936.5kgCO2e

若以每 1 度電會產生 0.554 公斤的二氧化碳，那麼本組目前測得的固碳量則約為 50426.895 度的電。

(四)相同樹木固碳量之差異

本組於校園植物觀察中，發現有兩棵肯氏南洋杉，其高度差異懸殊，如照片中左邊樹較矮，右邊那較高，測量後得知目前的固碳量為：左邊是 195 kgC02e，右邊是 1457.53 kgC02e，為何會有此差異呢？經訪談資深老師與主任後，得知是同時間種下，且左邊樹接近化糞池，推測因為水與養分較優之故，由光合作用反應可得知，水對植物生長在減碳、產氧上是有很大貢獻。



圖 4-4-1 不同生長狀況的肯氏南洋杉

(五). 樹木的含水率與含碳量及炭吸水力和碳水酸鹼值

1. 步驟

- (1)分別將取樣的樹材秤重並進行乾餾
- (2)乾餾後秤重並計算樹材含水率
- (3)將乾餾後的樹材分別用 50 ml 的水浸泡並觀察其吸水情形
- (4)以 PH 計測量其酸鹼度。

本組將樹材秤重，進行乾餾，將乾餾前的重量減去乾餾後的重量除以乾餾後重量，表示為該樹材的含水率，而樹材乾餾後的重量，為樹材的含碳量

 圖 4-5-1	 圖 4-5-2	 圖 4-5-3
1. 將不同樹木進行取樣與秤重，並曬 3 天	2. 將樹木放進鐵罐，並利用鋁箔紙包起來，置於卡式爐上，進行乾餾 20 分鐘	3. 將乾餾後的樹木取出冷卻後，進行重量測量

2. 植物含水率

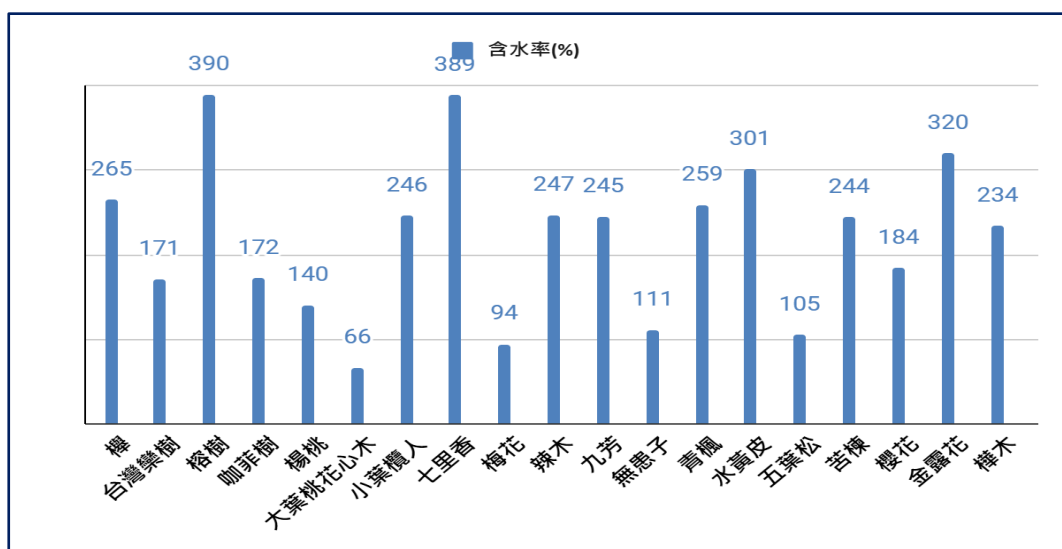


圖 4-5-4 不同樹木含水率

結果分析：如圖 4-5-4 所示個樹材含水率為：

榕樹>七里香>金露花>水黃皮>樺>青楓>辣木>小葉欖仁
>九芳>苦楝>樟木>櫻花>咖啡樹>台灣欒樹>楊桃>無患子>五
葉松>梅花>大葉桃花心木

本組發現含水率最高的為榕樹，最低的為大葉桃花心木。

3. 含碳率

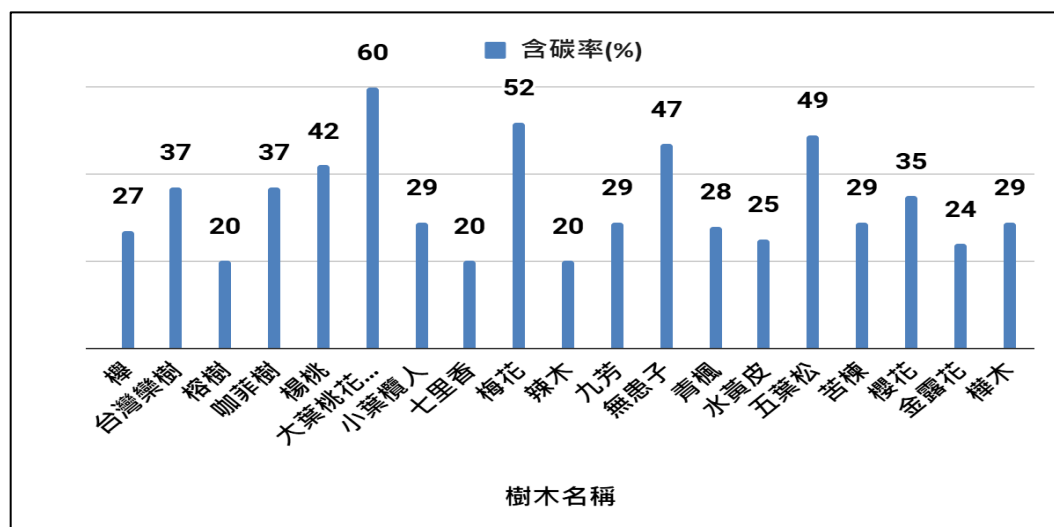


圖 4-5-5 樹木含碳率圖

結果分析：如圖 4-5-5 所示

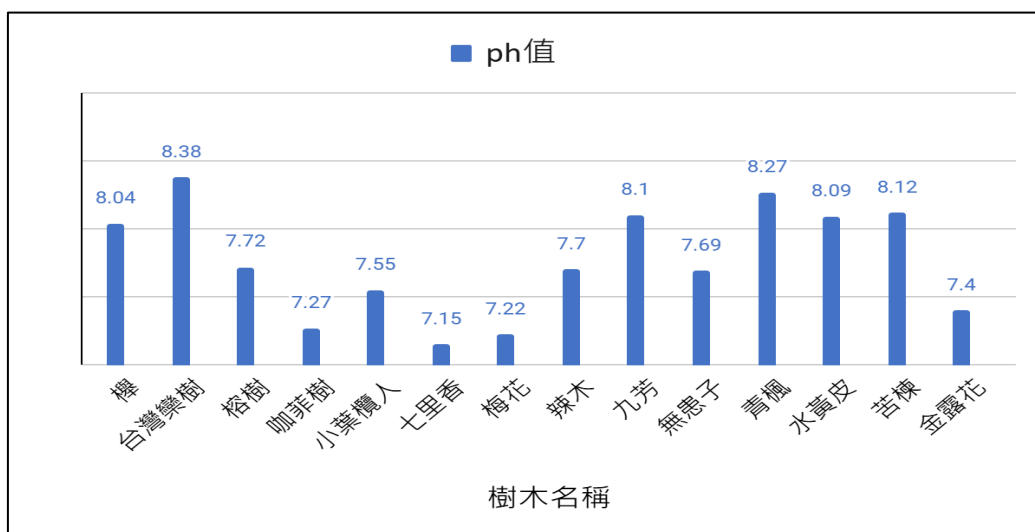
含碳率在 40%以上的有:大葉桃花心木、梅花、五葉松、無患子、楊桃，以大葉桃花心木之含碳率為 60%最高；最少的為 20%的榕樹、七里香、辣木。

4. 炭吸水力和碳水酸鹼值

本組將乾餾後的樹材用 50ml 的水浸泡 4 天，並測量其吸水量，用以表示樹材孔隙大小，同時利用 PH 計測量其酸鹼度。

 圖 4-5-6	 圖 4-5-7	 圖 4-5-8
1. 將乾餾後的樹材泡水，放置 4 天	2. 將泡過水的樹材測量其重量	3. 將乾餾後的樹木取出冷卻後，進行酸鹼值測量

(1)不同樹材之碳溶液酸鹼值圖

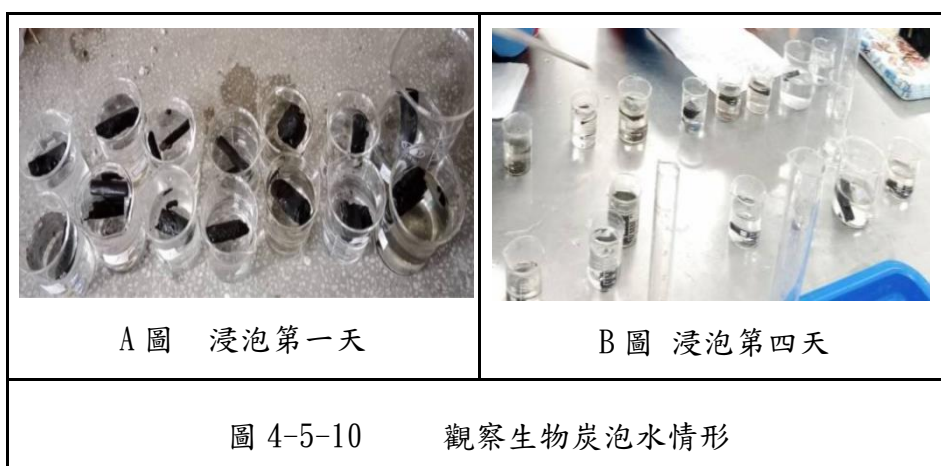


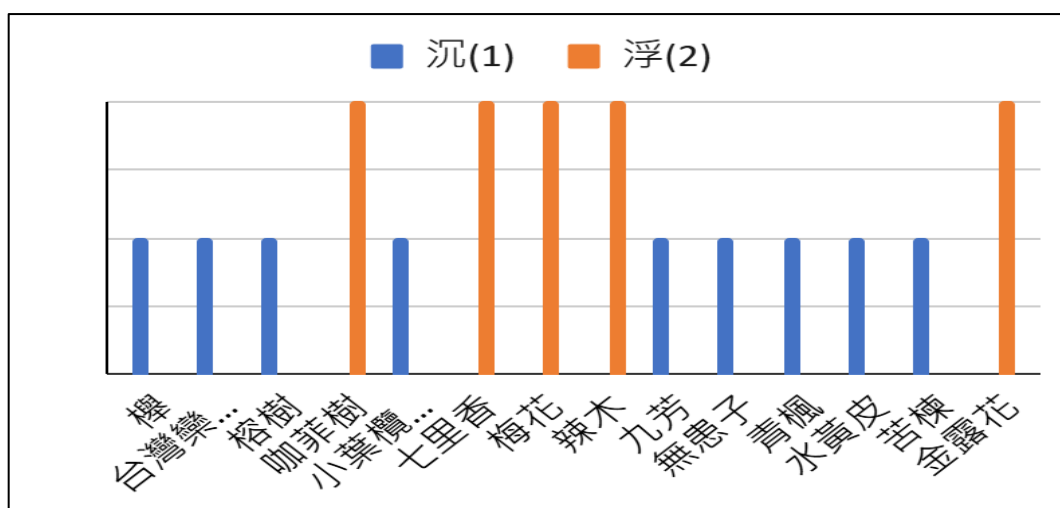
4-5-9 不同樹材之碳溶液酸鹼值

結果分析：由結果(圖 4-5-9)得知

本組實驗的樹木炭水的酸鹼值大多呈現中性或弱鹼性，其中以台灣欒樹酸鹼值最高，其PH 值為 8.38，呈弱鹼性。酸鹼值最低的是則是七里香，其PH 值為 7.15 呈中性。

(2)不同木炭之沉浮情形





4-5-11 生物炭泡水紀錄:沉底漂浮紀錄

結果分析：由 4-5-11 可知

除了咖啡樹、七里香、梅花、辣木以及金露花在泡水四天後浮在水裡其餘樹材皆是沉在水面。

(2)不同樹材碳化吸水後之重量

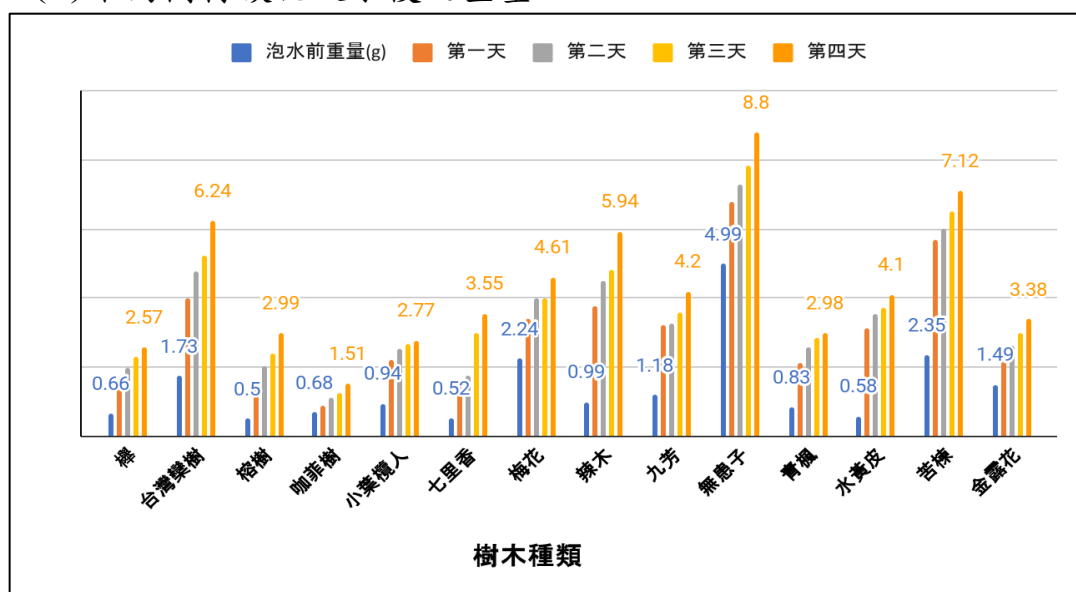


圖 4-5-12 生物炭泡水紀錄:每日增加的重量

結果分析：

樹枝乾餾後的重量最重的是臺灣欒樹，重量最輕的是七里香，泡水前與第一天的重量有明顯差距，因乾燥且有孔隙多或粗，快速吸水，滲透快。

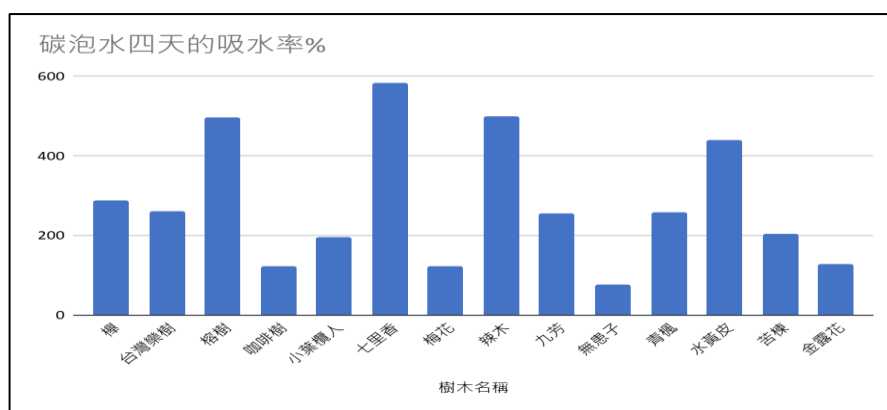


圖 4-5-13 生物炭吸水率

結果分析

木炭吸水率最好的是七里香，其次是榕樹、辣木，吸水性最差的是無患子，其次是咖啡樹、梅花，吸水率的多寡與孔隙粗細響滲水性好壞有關，因此推測七里香的孔隙較粗或多。

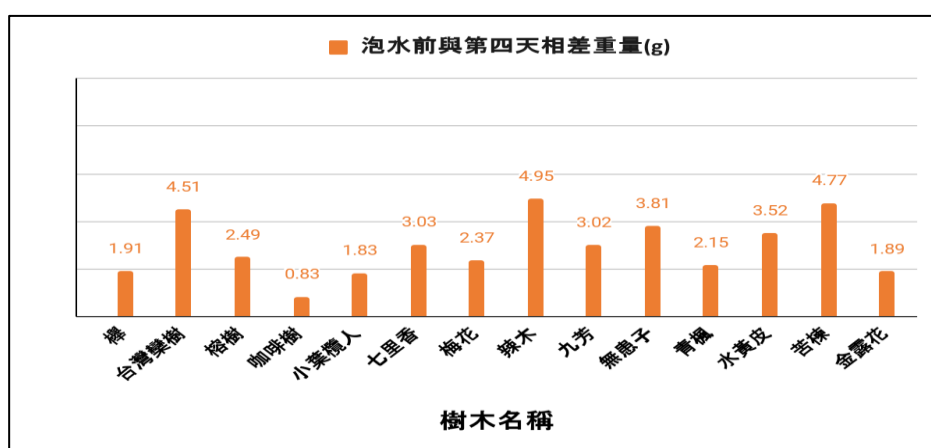


圖 4-5-14 生物炭泡水紀錄:泡水四天樹材吸水量

結果分析

由圖 4-5-14 所示，本組發現，泡水四天吸水量：

辣木>苦楝>台灣欒樹>無患子>水黃皮>七里香>九芳>榕樹>梅花>青楓>檳木>金露花>小葉欖仁>咖啡樹

本組認為樹材若是孔隙大，則乾餾後其吸水性佳吸的水越多，此外若是樹材空隙越大則其密度越小，因此由本次實驗我們發現辣木吸水量最多，空隙最大，密度最小；咖啡樹吸水量最少孔隙最小，密度最大。

(六)廢棄樹材再利用，與生活結合

本組將校園鋸下之廢棄樹材，曬乾後製成可攜帶式車擋（如圖 4-6-1），外出方便，亦可掛在牆上種植植物，美化環境，另外也做成樂器：木琴、槌子（如圖 4-6-2），以達到減碳、固碳與循環經濟之效益及目標。



圖 4-6-1

當車擋或種植物掛在牆壁



圖 4-6-2

木琴與槌子

五、研究結果與討論

(一). 校園樹木的種類

政府政策推動綠碳，藉由樹木之光合作用將碳固在樹木中，但目前校園的資料只針對喬木，其實影響樹木成長快慢減碳固碳因素很多 且成長過程光合作用能力較佳 因此本組認為 林木從根、莖、枝及葉均有固定碳素之功能，修剪樹木與種植生長快速的任何植物樹木都有幫助，木材若能再利用，與生活結合 並經濟循環 這樣是雙贏 甚至是多贏。

(二). 樹木匯碳的測量方式

測量樹高方式很多元，當然專業儀器較無準確，要販售碳權就須精算，本組是套用校園樹木資訊平台之計算公式，其是經過專家計算的公式，套用下只能概算，因此固碳當量是參考。在無專業儀器下，校園樹木高很難直接量高度，本組採量角器及比例影像法與直接測量方式，量角器測量誤差小，影像比例法只要與樹木距離大，誤差也小。

(三). 校園樹木碳匯量

樹木具有光合作用的生理特性，吸收大氣中的二氧化碳並排出氧氣，但氧氣其實主要來自水分中的氧，另外樹木因呼吸作用也會排出二氧化碳，但是光合作用可將碳元素於樹木體內轉化為有機形式加以固定貯存，時間累積下形成木材組織，所以，樹木具有吸存二氧化碳與固定碳素的貢獻，在全球減緩溫室氣體的現今策略中，乃為國際間確認的事實。

本組測量學校 1/3 的樹木，匯碳量是 27936.5 kgCO₂e，對於一所學校來說，27936.5 kgCO₂e 的匯碳量相對於其碳排放來說，可以視為一個積極的減碳成果，尤其是在樹木種植或其他綠化行動方面。如果學校還在進行更多的減碳計劃，這樣的匯碳量有助於支持學校達成可持續發展和環保的目標。

此外本組發現，固炭量高的植物如印度紫檀、大葉桃花心木以及欖木等等這些植物的共同點就是在校園內這些樹木的胸徑或樹高都比一般喬木還大或高，體積越大樹木代表其固碳量越多。如圖 所示，左圖為榕樹右圖為大葉桃花心木，大葉桃花心木其樹高高於榕樹，其固碳量也高於榕樹。



圖 5-3-1

(右) 大葉桃花心木 (左) 與榕樹

(四). 相同樹木固碳量之差異

種樹減碳固炭之效果是受很多素因影響，如氣候、陽光的日照情形、水分的吸收、地質土壤等，還有樹木本身內在能力效率的高低，也會因為樹種差別、樹木年齡而有所不同。

(五). 植物的含水率與含碳率及吸水性和炭水 PH 值

1. 由研究中得知，含水率較高的木材，吸收較多的水，本組推測其孔隙多或者大，滲水性好，反之含水率較低的木材，吸收較少的水，因此推測孔隙小或少，滲水性差。

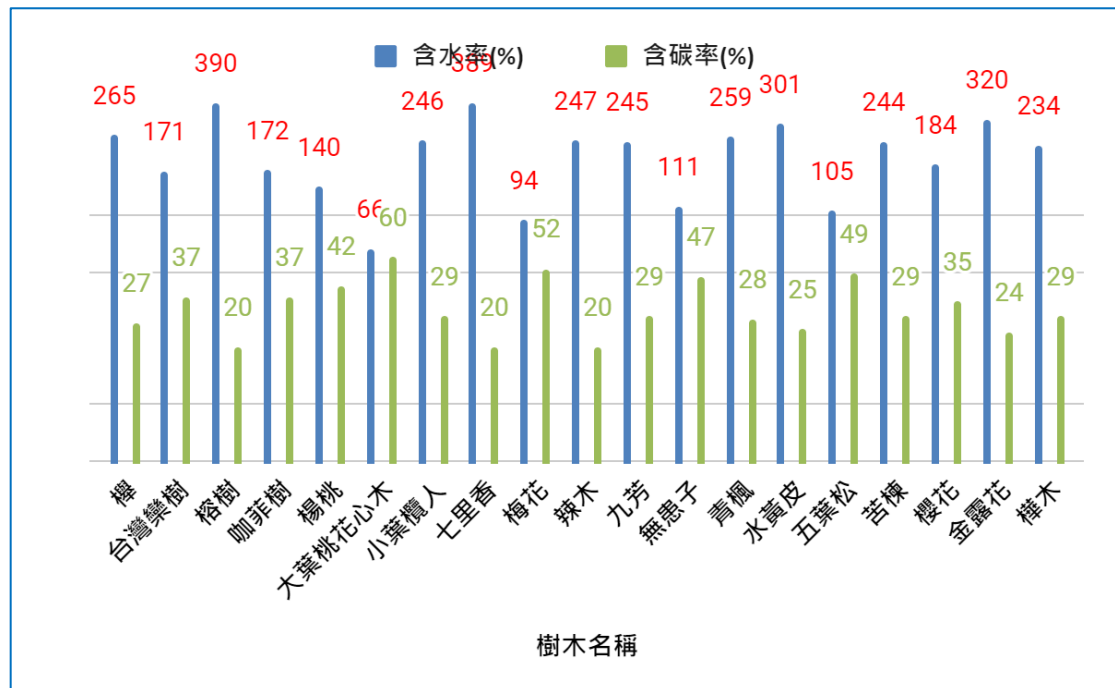


圖 5-5-1 樣品的含碳率與含水率

2. 含炭率較高的木材，本組認為其材質較堅硬，硬度通常會較大，反之含炭率較低的木材，吸收較少的碳，硬度通常會較小。
3. 當生物碳吸的水越多代表孔隙越大、滲水性愈好、可儲存較多的水，因此由研究中得知，不同植物其碳化後由吸水率可推知植物的孔隙粗細或多寡。

4. 木材碳化後，隨著浸泡時間愈久，重量因吸水而增加，體積不變，重量增加，密度也跟著增加，所以會發現有些生物炭會沉於水底，有的會浮在水面，本組研究中密度大於一的會沉下水，最先沉的是櫟木，經過 3 天的觀察，有櫟木、台灣欒樹、榕樹、小葉欖仁等炭沉於水底，有咖啡樹、梅花、七里香等是浮的。
5. 本組發現不同植物其炭水溶液酸鹼值不同，隨機樣品中 PH 值介於 7.1~8.4 之間，推測溫度不夠高，PH 值偏中性~弱鹼性，的原因是碳化溫度不夠高所致。

(六). 廢棄樹材再利用

台灣森林面積占全島面積的約 59%，因此對吸存大氣二氧化碳具有相當大的貢獻，因此森林資源減緩大氣二氧化碳的方法，可「開源」與「節流」，「開源」來增加森林對二氧化碳的吸存，是將森林合理經營管理及擴大造林面積，「節流」來減少所固定二氧化碳的釋放，可以減少林地破壞衝擊、增加林木收穫與林產品使用效率及林產品替代性經營來達成。

木材是唯一可再生和被循環再用，在全球氣候變遷下，回收再利用是值得被關注的環保與循環經濟發展。本組將木材製成木琴，攜帶式車擋，與生活結合，減碳固炭又節能，創造經濟循環。

(七). 實驗結果是否符合題目

本組研究樹木之碳含量與固碳後的木材去處，使木材得以在創循環經濟，減碳護地球，有符合題目。

六、評鑑與檢討

(一)、對擬定正式計畫及研究問題的新發現

1. 在研究過程發現：

- ①同一種植物，生長在一樣地方，會有不同的生長狀況。
- ②在樹枝碳化的過程中，觀察到乾餾後的鋁箔紙上有焦油與木酢液，不同植物其含量也不同。
- ③在進行木材泡水觀測實驗中，本組發現不同木材的生物炭泡水之酸鹼值有不同。
- ④校園樹木資訊平台裡的小葉欖仁(圖 6-1-1A)與實際觀察的小葉欖仁(圖 6-1-1B)是同一棵，卻有巨大的差別，原來是校園樹木會進行修剪所造成的差異。



- ⑤在校園樹木資訊平台裡顯示只有一棵大葉山欖(圖 6-1-2A)，但本組經過實際調查後，發現 A 圖的大葉山欖不見了，卻發現了另外一棵大葉山欖(圖 6-1-2B)，奇怪的是，圖 B 的大葉山欖在校園樹木資訊平台裡顯示為欖仁，由此可知校園樹木可能會被移除與標錯樹的名稱。

本組經過對比及詢問總務主任與指導老師，最終確認兩棵都是欖仁。

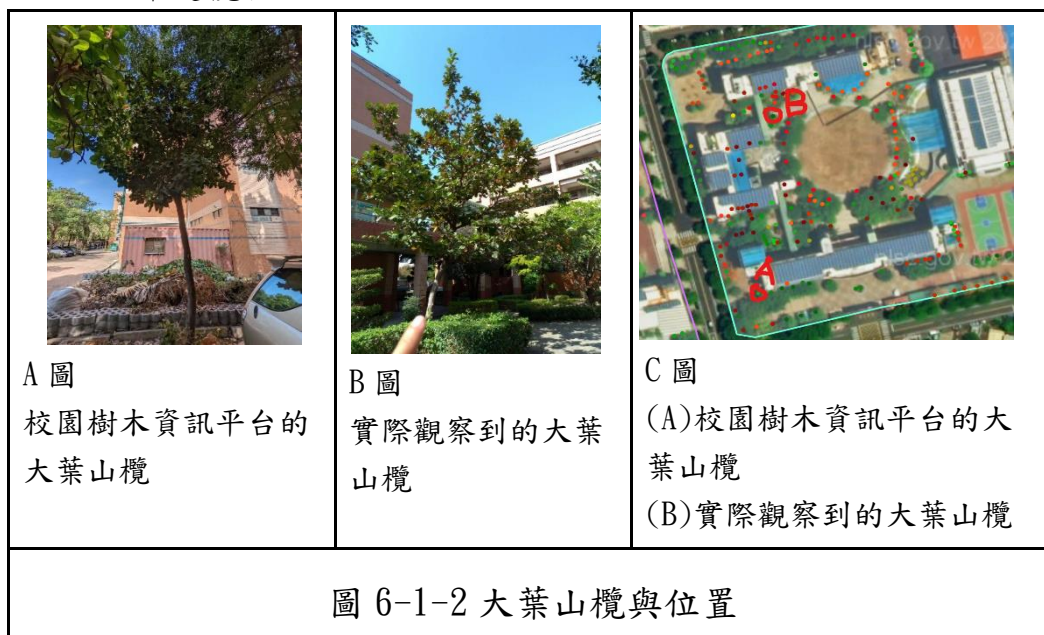


圖 6-1-3:

A 圖欖仁

B 圖確認為欖仁

- ⑥本組詢問總務主任後，得知校園樹木資訊平台所測量的時間為民國 111 年，距離現在已經過了 2 年了，所以資料可能會有誤差，或許以後本組能自己做出更精準的資料。
2. 校園修剪樹木：大量的廢棄樹幹枝，丟棄實在可惜，因此成為本組發想題目的題材，想了解其特性，然後進一步的針對不同木材給予善加運用，以達固碳減垃創循環經濟之奇蹟。
3. 本組發現時間的規畫與研究過程的紀錄很重要，沒掌握好就得付出更多時間才能完成研究。

(二)、研究困難與突破

1. 測量困難

本組在測量時，有許多高大樹木是無法直接測量的，造成測量不便，最後我們用影像比例法來解決。

2. 乾餾困難

本組在乾餾時，原本使用鋁箔紙包住樹枝並用酒精燈乾餾，不過因為太浪費鋁箔紙、不易編號和浪費時間，最後改用將樹枝放入鐵罐，頂部用鋁箔紙包住並留一個小孔使氣體與水分跑出來，使用瓦斯爐乾餾。

3. 研究時間不足

本組從開學九月開始研究，想在十二月參加獨立研究比賽時間可說相當不足，因此除早修、午休外，還用第八節課與假日，進行探討。謝謝爸爸媽媽與老師的支持，指導老師的陪伴與指導及主任的鼓勵，本組才能如期完成研究與報告書寫。

4. 辨識植物困難

在測量植物樹高與胸徑時，本組常常測到不知名字的樹種，本組的突破方法為記錄此植物的特徵，像是葉片的形狀、花朵的顏色等，再到網路上進行搜尋。

5. 面對打報告的困難

由於本組是第一次做獨立研究，所以在打報告上的速度偏慢，因為我們的實驗記錄有些許缺漏，幸好在交報告之前，利用假日補做完成。

七、參考資料

(一) 碳匯- 維基百科，自由的百科全書

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%B3%E5%8C%AF>

(二) 乾餹- 維基百科，自由的百科全書

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B9%B2%E9%A6%8F>

(三) 乾餹- 翰林雲端學院

<https://www.ehanlin.com.tw/app/keyword/%E5%9C%8B%E4%B8%AD/%E7%90%86%E5%8C%96/%E4%B9%BE%E9%A4%BE.html>

(四) 校園樹木資訊平臺

<https://edutreemap.moe.edu.tw/trees/#/>

(五) 含水率- 維基百科，自由的百科全書

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%90%AB%E6%B0%B4%E9%87%8F>

(六) 木材含水率是什麼？標準又該怎麼看？- 找師傅

<https://www.945.com.tw/articles/detail/608>