

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081558

構樹的秘密生活--構樹葉形變化的秘密

學校名稱：彰化縣員林鎮員林國民小學

作者： 小四 歐沛慈 小四 廖崇倫 小四 黃炳華 小四 黃冠樺 小四 胡雨勛	指導老師： 王文明 許雅玲
---	-------------------------

關鍵詞：構樹、葉形、光線競爭

構樹的秘密生活－構樹葉形變化的秘密

摘要

校園和野地常見的構樹，是一種雌雄異株的灌木，構樹葉形有許多變化，從卵心形、三裂到五裂鳥趾狀。根據研究結果發現，構樹多變的葉形和性別與生長的環境無關，但卻和構樹的年齡有關；年齡大的構樹，葉子多為卵心形，年齡小的構樹葉型則多為三裂到五裂鳥趾狀，因此我們推測葉形變化與構樹年齡有關；觀察構樹時，發現與構樹同屬於桑科的植物：桑樹，葉形變化也與構樹一致，小株桑樹葉形同為三裂到五裂鳥趾狀，大株桑樹葉形則轉為卵心形，此種現象反映這類植物小苗競爭光線所演化出的生存策略。構樹的雄株在二月底開始掉葉子，三月長出雄花序，三月底雄花序成熟後，構樹始長出新葉子，同時雌株的雌花序開始出現，到四月底時構樹果實開始成熟。

壹、研究動機

校園裡及校園周遭野地中的構樹，葉面長了非常多的絨毛，夏天時會結又甜又多汁的橘紅色果實，是鳥類很喜歡吃的食物；仔細觀察這些構樹，發現構樹的葉子形狀變化相當大，有的很像鳥趾，有的卻像三叉戟，從卵心形、三裂到五裂鳥趾狀都有，到底是什麼原因造成構樹的葉子有那麼大的變化？構樹是雌雄異株的灌木，其葉形的變化與雌雄是否有關連？還是葉形與生長環境有關？或是葉形的變化與構樹的年齡有關係？關於構樹葉形變化，前人也有做過研究，因此我們找到曾經指導學長姐們研究過構樹葉形變化的老師，進一步探索構樹葉形變化的秘密。

貳、研究目的

- 一、探討構樹的葉子型態與構樹性別的關係
- 二、探討構樹的葉子型態與構樹生長環境的關係
- 三、探討構樹的葉子型態與構樹年紀的關係
- 四、觀察構樹的生命史與構樹拓展族群方式

參、研究設備及器材

一、設備

皮尺、游標尺、照度計、電子溫度計、修枝剪、高枝剪、採集袋、紀錄紙、相機

二、材料

校園及附近構樹

肆、研究內容

一、葉子的形態研究

〈一〉研究方法

調查地點包括校園、校園附近的荒地及荒廢民宅庭院等，共十個地點（圖 4-1），總共調查 152 棵構樹，將構樹的葉子形狀大致分成四個類型：Type I、Type II、Type III、Type IV（圖 4-2），以這四種類型做標準進行調查，調查時估算每棵構樹上葉子四個類型的百分比，以固定觀察者目測，以此棵構樹超過 70% 的葉子型態代表此棵構樹的葉型；判斷每棵構樹的性別，並測量每棵構樹的胸高直徑 DBH（離地面 130 公分處樹幹直徑，用以代表構樹年齡），此外紀錄十個地點可能影響植物生長的環境因素，包括：陽光、溫度、土壤等因素，將所有資料詳細紀錄在紀錄紙上（表 4-1）。



圖 4-1：學校附近構樹調查地點 A~J 共十處地圖

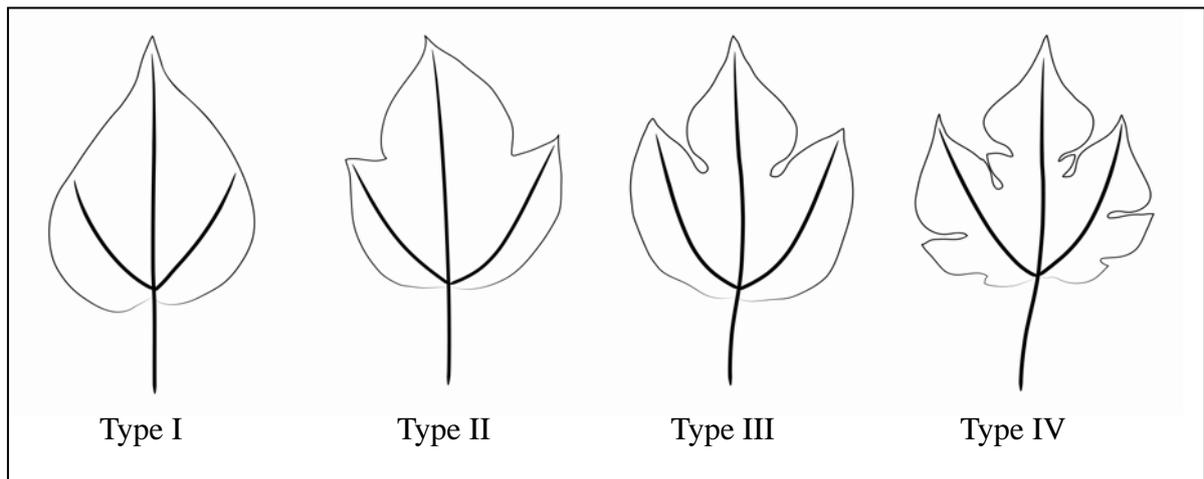


圖 4-2：構樹葉子的四種型態，Type I 葉型心形無裂，葉緣有細鋸齒，Type II 葉型三淺裂，葉緣有細鋸齒，Type III 葉型三深裂，裂處有隘縮，葉緣有細鋸齒，Type IV 葉型五深裂鳥趾狀，葉緣有細鋸齒

表 4-1：觀察紀錄表格式

日期			天氣			調查者	
編碼	胸圍	DBH	葉型	性別	溫度	光度	備註
A-1	23.55	7.50	II	F			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

〈二〉研究過程

【研究一】葉子型態與構樹性別的關係

1. 步驟：

- (1) 觀察校園及周圍十個地點，共 152 棵構樹。
- (2) 以雌花、雄花或宿存果實來判斷每棵構樹的性別，除去無法判定性別植株，選定 100 棵作為實驗材料。
- (3) 按照地點將構樹編號標記〈A-1、A-2…，B-1、B-2…~J100；第一碼為地點，第二碼為流水號〉。
- (4) 估計每棵構樹四種葉子型態的百分比〈以超過 70%的型態代表此棵構樹的葉型〉。
- (5) 紀錄每棵構樹的性別與代表葉型。

2. 結果：

將調查結果 100 棵構樹中性別與葉型的關係製成表 4-2，其中有 50 棵雄性、50 棵雌性；100 棵構樹中，Type I 葉型的構樹有 40 棵，佔全部的 40%，Type II 葉型的構樹有 10 棵，佔全部的 10%，Type III 葉型佔全部的 25%，Type IV 葉型佔全

部的 25%。

調查 100 棵構樹中，共有 50 棵雌株，其葉型為 Type I、Type II 者有 23 棵，佔所有雌株 46%，Type III、Type IV 者合計有 27 棵，佔所有雌株 54%；50 棵雄株中，葉型為 Type I、Type II 者合計有 27 棵，佔全部雄株的 54%，Type III、Type IV 者合計有 23 棵，佔所有雄株的 46%〈圖 4-3〉。

表 4-2：構樹葉子的形態與其性別之關係

葉型 \ 性別	雌株	雄株	總計
Type I	19	21	40
Type II	4	6	10
Type III	13	12	25
Type IV	14	11	25
總計	50	50	100

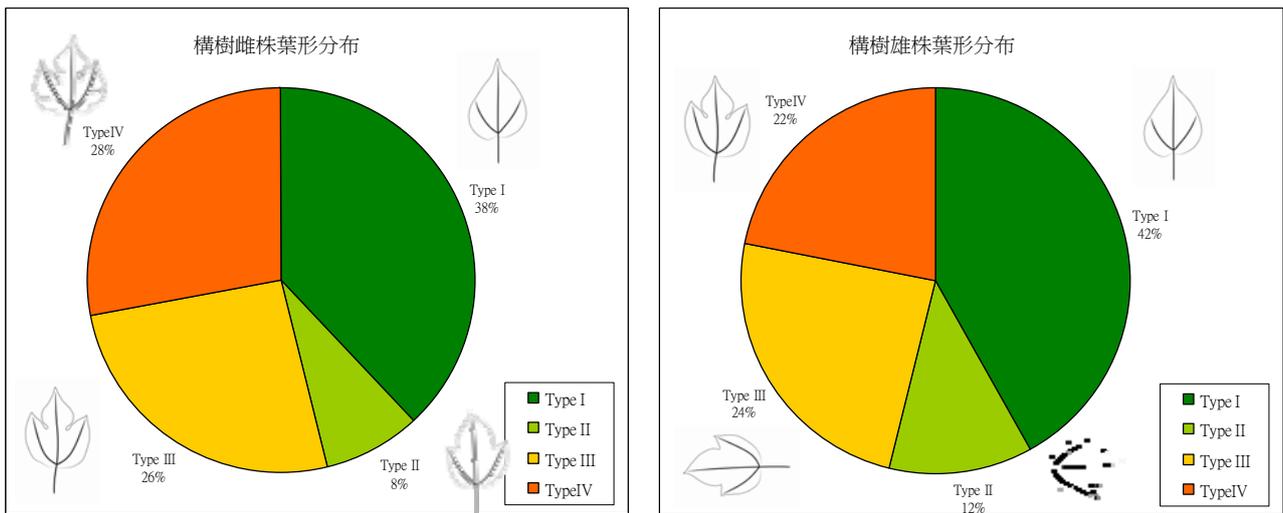


圖 4-3：構樹雌株與雄株的四種葉型〈I、II、III、IV〉所佔百分比圓餅圖

3. 我們的發現：

- (1) 調查的 100 棵構樹中，Type I 有 40 棵、Type II 有 10 棵、Type III 有 25 棵、Type IV 有 25 棵，Type I、Type II 常同時出現在同一棵構樹上，似乎可將 Type I、Type II 當作同一個類群，而 Type III、Type IV 也可以當作同一個類群。
- (2) 雌株 50 棵中，Type I、Type II 共佔有 46%，Type III、Type IV 佔有 54%；沒有明顯的區別，所以推測雌性構樹和葉型無明顯關係。
- (3) 雄株 50 棵中，Type I、Type II 共佔有 54%，Type III、Type IV 佔有 46%，沒有明顯的區別，所以推測雄性構樹和葉型無明顯關係。

【研究二】構樹的葉子型態與構樹生長環境的關係

1. 步驟

- (1) 觀察十個地點日照情形、白日溫度。
- (2) 紀錄十個地點各自株數與其代表葉型。

2. 結果

根據表 4-3 顯示，十個觀查地點共 100 棵構樹中，Type I 共 40 棵構樹分布對採集地點光照量並非隨著光照增加而增加或減少，顯示光照與葉形 Type I 無高相關性，Type II、III 結果顯示亦與光照量無關，唯有 Type IV 在 8500~9590lux 光照範圍中有隨光照增加而增加趨勢，但其結果不明顯。至於溫度與構樹葉形關係，結果顯示，調查地點測量白日溫度與葉形沒有明顯的相關性。

此外，調查點都是日照充足的荒廢地，像是馬路邊、荒廢民宅庭院等地的日照都相當充足。那些地點除了構樹以外，許多植物如大花咸豐草、血桐、野桐、桑樹等數量也相當的多。

表 4-3：五個構樹生長環境與葉子型態的關係表

光照(lux)	地點	溫度(°C)	葉型				總計
			I	II	III	IV	
4780	C	27.1	9	1	5		15
7390	A	28.2	3		5		8
8000	D	26.8	4		1		5
8200	E	25.5	5		1		6
8500	G	23.2		4	2	2	8
8700	H	24.2	2	1	2	8	13
8750	I	27.1	8	1		2	11
9590	J	27.9	2	1	2	12	17
11300	B	24.5		2	4	1	7
16850	F	29.9	7		3		10
總計			40	10	25	25	100

3. 我們的發現：

- (1) 根據十個地點的環境資料與當地生長的構樹葉型做比較發現，構樹四種葉型與當生長地的光照量無顯著關係，與調查的點白日溫度亦無顯著相關性。
- (2) 十處調查地點多為日照充足的荒廢地，像是馬路邊、荒廢民宅庭院等地，現是構樹為一陽性先驅植物，葉形變化與當地環境因子媒有顯著關係。

【研究三】葉子型態與構樹年紀的關係

1. 步驟：

- (1) 測量每棵構樹的胸高直徑。
- (2) 紀錄每棵構樹的胸高直徑與代表葉型。

2. 結果：

如同表 4-4，將 100 棵構樹，依照樹幹不同的粗細〈胸高直徑〉，每三公分當成一個徑級，切成 0-3、3-6、6-9、9-12、12-15、15-18、18-21、21-24、27-30、51-54 十個徑級，與構樹的葉型互相比較，Type III、Type IV 葉型的構樹共 50 棵，當中胸高直徑小於 12cm 的共有 46 棵，佔全部的 46%，而大於 12cm 的只有 4 棵，佔全部的 4%，可見小徑級的構樹葉型多為 Type III 及 Type IV；而 Type I、Type II 葉型的構樹共有 50 棵，其中大於 12cm 的共有 19 棵，佔全部的 19%，而小於 12cm 的有 31 棵，佔全部的 31%，大徑級的構樹葉型多為 Type I、Type II，且 Type III、Type IV 兩種葉型的構樹鮮少形成大徑級植株。

表 4-4：構樹的徑級大小〈年齡〉與其葉型的關係表

cm	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	27-30	51-54	總計
Type I	2	5	10	6	5	3	3	2	2	2	40
Type II	0	1	5	2	0	0	2	0	0	0	10
Type III	6	4	12	0	2	0	1	0	0	0	25
Type IV	18	5	1	0	0	1	0	0	0	0	25
總計	26	15	28	8	7	4	6	2	2	2	100

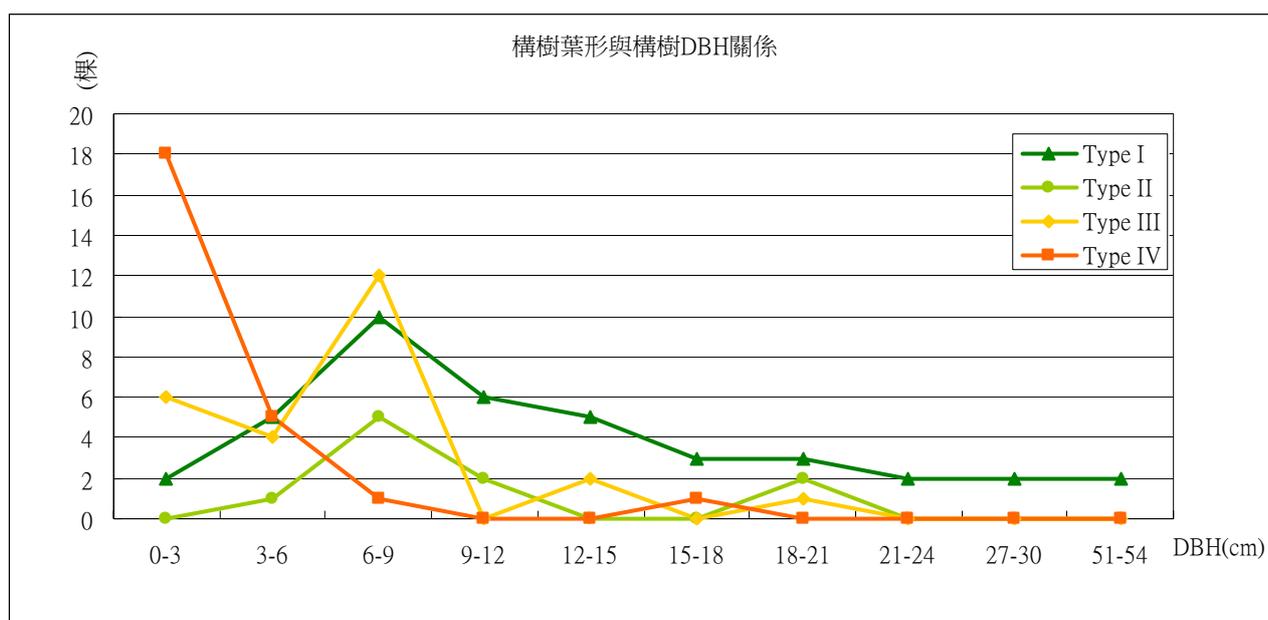


圖 4-4：構樹四種葉型〈I、II、III、IV〉的徑級分布圖，本圖每 5 公分切一徑級

以圖 4-4 結果所示，Type IV 葉形植株隨著構樹徑級的增加，株數不斷減少，顯示 Type IV 多出現在小徑級的構樹上，Type III 也多半是小徑級的構樹；而 Type I、II 在徑級 6cm 以下數量較少，多集中在 6-9cm 徑級中，9cm 以上徑級則因調查植株中數量本就較少，僅可看出大徑級構樹葉形以 Type I、II 較多，Type III、IV 則集中出現於小徑級構樹上。

3. 我們的發現：

- (1) 構樹的葉型顯然與樹幹直徑大小有關，而胸高直徑其實代表構樹的年齡大小，直徑越大的構樹年齡越大，所以構樹的四種葉型與構樹的年齡有關係。
- (2) 構樹的年齡越大，它的葉子形狀大部分是 Type I 接近卵心型。
- (3) 年輕的構樹葉子形狀變化較大，從卵心型到三裂、五裂形狀都有，但是卵心型的數量較少。

二、構樹的生態與生活史

〈一〉研究方法

每兩週一次，定期觀察十個地點的構樹生長情況，包括開花時間、傳粉媒介、傳播種子的方法以及其他擴展地盤的方式，並且調查構樹上生活的昆蟲與小動物，將每次觀察結果紀錄在紀錄表上，紀錄表格式如表 4-5。

表 4-5：構樹生態紀錄表格式

編號	日期	形態紀錄	生態紀錄	備註
A-1	94.3/5	葉片掉落，雄花序出現	發現鳥巢	
	94.3/19	雄花序盛開	有蜜蜂採蜜	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

〈二〉研究過程

【研究四】構樹的生命史

1. 步驟：

- (1) 每兩週觀察校園及周圍十個地點，共 100 棵構樹。
- (2) 紀錄每株構樹上的生物、開花時間、傳粉者與種子傳播者。
- (3) 以照相機紀錄生長狀態以及與之共同生活的生物。

2. 結果：

根據每個月兩次的觀察紀錄，構樹大約在二月底開始陸續出現雄花序，至三月底雄花序大量出現，至四月初逐漸成熟；雌花序自三月底開始陸續出現，四月初開始大量出現，直到四月底構樹開始出現成熟的果實。

3. 我們的發現：

- (1) 在二月底，構樹的雄株在長出花序前，葉片會先掉光，露出光禿禿的枝椏，然後才長出一串串的雄花序，三月底雄花序成熟露出花粉後，嫩葉才又重新長出來。
- (2) 構樹的雄株花序跟桑樹的花序很像，長長的一串，而且沒有花瓣；構樹雌株的雌花序出現時，葉子並沒有掉落，授粉前像是長著白色刺的海膽，授粉後花序的突起物凋萎，至四月底開始陸續成熟成為紅色的果實。
- (3) 在觀察時發現，雄花序成熟時，許多蜜蜂聚集在花序周圍替構樹傳粉。
- (4) 在紀錄構樹的生長情況時意外發現，構樹的根四處延展，許多小苗從延伸的根部長出來，有些地點的構樹因此一叢叢的生長。
- (5) 在構樹葉片落盡時，意外發現構樹樹枝上有許多鳥巢，以大小及形狀判斷那些是綠繡眼前一年離巢後遺留下來的。
- (6) 調查構樹時發現，構樹的樹皮呈現褐色、乳白色斑塊。

表 4-7：每月兩次紀錄十個地點構樹的生長情況紀錄表

地點		A、B	C、D、E	F	G	H、I、J
十一月	上旬	—	—	—	—	—
	下旬	—	—	—	—	—
十二月	上旬	—	—	—	—	—
	下旬	—	—	—	—	—
一月	上旬	—	發現有無性繁殖	—	—	—
	下旬	部分構樹葉片大量掉落	—	發現有些構樹有雌花序	—	—
二月	上旬	部分構樹葉片大量掉落	部分構樹葉片大量掉落	部分構樹葉片大量掉落	部分構樹葉片大量掉落	—
	下旬	葉片掉光的雄株出現花序	葉片掉光的雄株出現花序	葉片掉光的雄株出現花序	部分構樹葉片大量掉落	—
三月	上旬	雄株花序成熟，部分雌株花序出現	雄株花序成熟，發現鳥巢	雄株花序成熟，部分雌株花序出現	葉片掉光的雄株出現花序	葉片掉光的雄株出現花序
	下旬	雄株花序成熟，部分雌株花序出現	雄株花序成熟，部分雌株花序出現	雄株花序成熟，部分雌株花序出現	雄株花序成熟，部分雌株花序出現	雄株花序成熟，部分雌株花序出現
四月	上旬	雄株開始長出嫩葉	雄株開始長出嫩葉	雄株開始長出嫩葉	雄株開始長出嫩葉	雄株開始長出嫩葉
	下旬	部分雌花序開始成熟	部分雌花序開始成熟	部分雌花序開始成熟	部分雌花序開始成熟	部分雌花序開始成熟
五月	上旬	—	—	—	—	—
	下旬	—	—	—	—	—
六月	上旬	—	—	—	—	—
	下旬	—	—	—	—	—



照 4-1：掉光葉子的構樹雄株
照 4-3：構樹雄花序的特寫
照 4-5：構樹的雌花序
照 4-7：授粉後構樹的雌花序

照 4-2：雄構樹在掉光葉子後始長出雄花序
照 4-4：雄花序成熟後，新葉子再次長出來
照 4-6：構樹雌花序的特寫
照 4-8：成熟的構樹果實



照 4-9



照 4-10



照 4-11



照 4-12



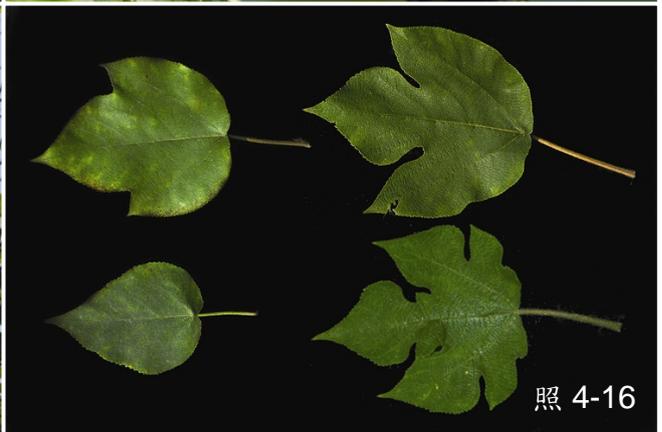
照 4-13



照 4-14



照 4-15



照 4-16

照 4-9：構樹的傳粉者「蜜蜂」

照 4-11：在構樹樹枝上的綠繡眼的棄巢

照 4-13：馬路邊的一棵構樹長成一大叢

照 4-15：構樹雌株開花期間，葉子仍然茂密

照 4-10：構樹地下根延伸後自地下長出小苗

照 4-12：構樹的樹皮呈現褐色、乳白色斑塊

照 4-14：校園水池畔的構樹

照 4-16：構樹四種形態葉子

伍、討論

- 一、構樹葉子的形狀被我們分成四種葉型，但事實上自然界的構樹葉片葉型不止這四種，區分為四種葉型式，是為了將構樹分群做調查研究。根據我們分的四種葉型，經過調查分析後發現 Type I、Type II 性質相近，似乎可以視為同一類群，Type III、Type IV 可以視為同一類群。
- 二、構樹的葉型與構樹的年齡有關係，年齡較大的構樹，它的葉子形狀大部分是 Type I 接近卵心型，沒有分叉；而年齡小的構樹葉子形狀變化較大，從卵心型到三裂、五裂都有，但是卵心型的數量較少。
- 三、構樹的葉形變化與植株大小年齡有關，其他植物是否也有這種現象呢？調查構樹時，在野外見到與構樹同屬於桑科的植物：「桑樹」，期葉形變化與構樹相似，小徑級桑樹葉形也為三裂到五裂鳥趾狀，大徑級桑樹葉形則轉為卵心形；桑科植物多分布在熱帶與亞熱帶地區，此種現象反應桑科植物小苗須競爭光線，為使光線應用效率提高，所發展出來的生存策略。
- 四、觀察構樹的生活使發現，雄構樹在長出花序前，葉片會先掉落，光禿禿的枝椏上長滿一串串的雄花序，吸引大量的蜜蜂來採蜜，這種現象可能是構樹為了增加傳粉者發現不明顯花序的機會，因而讓葉片掉落來。
- 五、構樹的雄花比雌花早出現，雄花與雌花同時出現的時機很短，到底是什麼機制讓他們錯開開花時間呢？這個問題值得再深入研究。
- 六、構樹的生長環境都是在路邊荒地或是荒廢的庭園中，到山上卻看不到構樹的蹤影，是什麼原因讓構樹生長侷限在路邊荒廢地呢？這個問題值得再深入研究。

陸、結論

- 一、構樹是一種雌雄異株的灌木，構樹的葉型有很多變化，從卵心形、三裂到五裂鳥趾狀。從我們的結果發現，構樹的葉型和性別無關，也和生長的環境無關，卻和構樹的年齡有關。即年齡大的構樹，葉子多為卵心形，年齡小的構樹葉型則較多樣化，多為三裂到五裂鳥趾狀。
- 二、構樹的生活史中，雄株在二月底開始掉葉子，三月長出雄花序，三月底雄花序成熟後，構樹開始長出新葉子。同時期雌株的雌花序開始出現，四月底時構樹果實開始成熟。

柒、參考資料

- 楊遠波、劉和義、呂勝由（民 89）。**台灣維管束植物簡誌—第二卷**。臺北市：行政院農業委員會
- 鍾詩文（民 93）。**台灣原生植物自然觀察圖鑑〈三〉台灣賞樹—秋日篇**（113-115 頁）。台北市：田野影像。
- 鄭漢文（民 90 年 2 月 2 日）。**塔山自然實驗室：民俗植物隨筆—構樹**。民 90 年 2 月 2 日，取自：<http://tnl.org.tw/article/column/hanwen/01022/01022.htm>

【評語】 081558

研究內容有意義，團隊合作的情形也很良好，可惜部分實驗的完整性有待加強，以致無法具體結論。