

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

佳作

031707

三分五裂~光照對構樹葉形變化的影響

學校名稱：彰化縣立員林國民中學

作者：	指導老師：
國二 郭千慈	許文鴻
國二 楊舒媚	
國二 江鈞翰	
國二 黃昱源	

關 鍵 詞：構樹、葉形、光照

三分五裂—光照對構樹葉形變化的影響

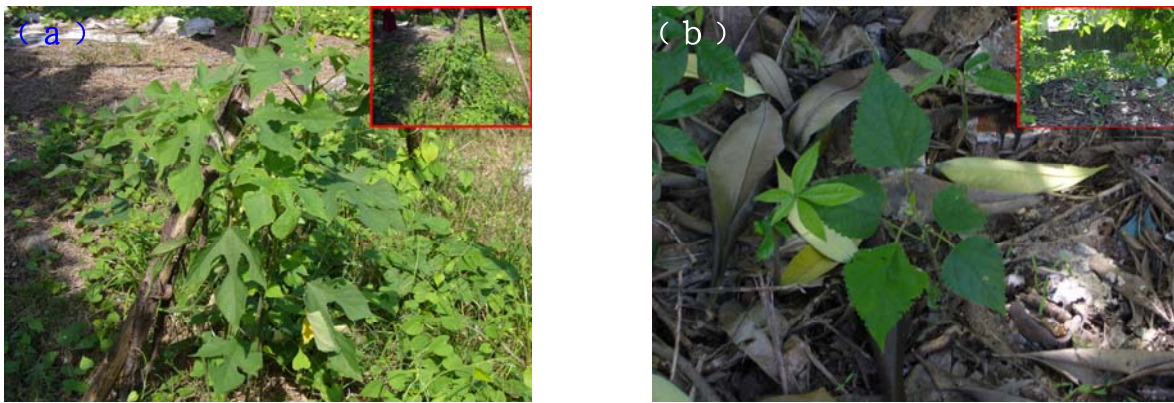
摘要

構樹的葉子形狀可稱得上千變萬化，常見的葉形有三種，分別是心形葉、缺刻狀葉和深裂葉（三裂、五裂）。不同的環境下植株葉片的形狀有很大的差異，在陰暗處以心形葉居多，陽光充足之處則以缺刻狀葉和深裂葉為主。依照實驗觀察發現構樹的葉形轉變有著規律性，由心形葉→缺刻狀葉→深裂葉，原先為五深裂葉的葉片並沒有改變，陰暗處生長的心形葉，葉上表皮表面積和葉長比值為 2.455，爲了要爭奪更多的陽光，便朝接收陽光面積較大的缺刻葉（比值 2.766）以及深裂葉（比值 3.660）的方向轉變，而在陽光充足地方生長的構樹，由於深裂葉已能有效的吸收陽光，便不再改變其葉片的形狀。在陽光充足處生長的構樹，深裂葉的細毛數量比心形葉多且長，可反射多餘的陽光避免植株過熱，以免散失太多的水分，而心形葉則爲了要得到更多的陽光，避免長出太多及太長的細毛。利用增加光照時間來探討構樹葉形變化的實驗中發現：延長光照六小時組最早出現葉形的變化，也有最多的葉片由心形葉轉變成缺刻狀葉。但延長光照二小時和控制組（延長光照零小時），這二組在觀察期間，葉形都沒有發生變化。由實驗結果我們推論，適度的增加光照時間可加快葉片形狀的轉變。

關鍵字：構樹、葉形、光照。

壹、研究動機

每次要到音樂教室時，都會經過幾棵高大的黑板木，樹下有幾株植物，小巧可愛。仔細觀察，我們發現，同一棵植物上，竟有不同形狀的葉子，有心形的，有缺刻狀葉以及深裂葉，呈現許多的變化。後來我們又在司令台後面看到許多相同種類的植物，發現它們的葉子也有許多不同的形狀。更有趣的發現是，某幾棵植株，在陽光充足的地方，葉子全部是深裂葉（如圖一 a），而在陰影處的植株，葉子卻全部皆爲心形（如圖一 b）。我們問老師那是什麼植物，老師告訴我們那是「構樹」。對於這些很吸引人的觀察，我們很想了解構樹葉片形狀的改變究竟有沒有規律性（葉片形狀的分類以中央研究院植物研究所的分類爲依據，如附錄一所示），缺刻狀葉、深裂葉和心形葉會不會互相轉變，如果葉形的轉變會朝某個特定的方向進行，那在不同的光照強度下是否會影響其特定方向的改變，於是我們設計了以下的實驗來做研究，並以南一版自然與生活科技第二冊 2-1「植物的營養器官及其功能」及 2-2「植物怎樣製造養分」的課本知識，輔助分析。



圖一：(a) 陽光充足處的構樹，整株皆為深裂葉。(b) 陰暗處的構樹，整株皆為心形葉。

貳、研究目的

- 一、 探討構樹葉片從幼嫩時期至成熟時期形狀的變化
- 二、 研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮表面積和葉子長度的比值
- 三、 研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮細毛的數量
- 四、 探討不同的光照對構樹葉形變化的影響

參、研究設備及器材

構樹	數位相機	筆
紙	尺	方眼紙
照相顯微鏡	蓋玻片	載玻片
單面刀	燒杯	電腦
水桶	鐵鏟	鐵鎚
培養土	花盆	紙箱
定時器	檯燈	滴管

肆、研究過程及方法

- 一、 探討構樹葉片從幼嫩時期至成熟時期形狀的變化

本實驗分為兩部分：

- (一) 將校園內 19 棵構樹編號為 A~S，並在葉片上做標示觀察。
- (二) 隨時觀察葉片的形狀有無改變以及葉片深裂的數目，並以數位相機拍照記錄。
- (三) 找出幼嫩葉和成熟葉的葉形轉變有無規律性。

- 二、 研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮表面積和葉子長度的比值

摘取心形葉、缺刻狀葉和深裂葉各十片，以直尺和方眼紙測量它們的葉長與葉上表皮表面積，算出兩者的比值之後做比較。

- 三、 研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮細毛的數量

摘取心形葉、缺刻狀葉和深裂葉若干片，利用單面刀刮除葉下表皮及葉肉組織，使

用照相顯微鏡觀察及拍攝記錄各種不同葉片上表皮細毛的數量及長短做比較。

四、探討光照對構樹葉形變化的影響

移植八棵皆為心形葉的構樹，每兩棵一組，共分四組。上午八點至下午五點，置於操場中央，接受自然光照。下午五點至隔天上午八點，置於室內，利用定時器（如圖二 c 所示）及檯燈分別延長照光零小時（控制組 control）、二小時、四小時、六小時（實驗裝置如圖二 a、b 所示）。假日時，則以檯燈模擬自然光照。透過此實驗，觀察葉子形狀的變化、缺刻狀葉缺刻的數目、深裂葉深裂的數目以及變化所需的時間，探討光照對葉形變化的影響，並以數位相機記錄結果。



圖二：延長光照實驗的室內裝置

（a）控制組（延長光照零小時）（b）延長光照組代表 （c）定時器

伍、研究結果

一、探討構樹葉片從幼嫩時期至成熟時期形狀的變化

（備註：A-1 表示一編號 A 構樹的編號 1 葉片。）

本次實驗分為兩組，分別為自然生長觀察組及人工移植觀察組。

在自然生長觀察組的實驗中，從 11 月 1 日到 2 月 28 日，實驗了十九組，共有七組發生了變化。從 11/1 到 11/8，經過了七天，編號 A-21 原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖三）；編號 B-21 原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖四）。從 11/18 到 11/21，經過了三天，編號 J-6 由原本的心形葉片，轉變為三深裂葉（如圖五）。從 12/2 到 12/28，經過了二十六天，編號 L-4 原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖六）；編號 L-8 的心形葉片，出現一個缺洞（如圖七）。從 12/5 到 12/26，經過了二十一天，編號 L-32 由原本的三深裂葉，轉變為五深裂葉（如圖八）。而原先為五深裂葉，在觀察期間，葉片形狀並沒有改變，仍為五深裂葉。

在人工移植觀察組的實驗中，從陰暗處移植後，置於室內三天（3/2~3/4），再移至室外光照（3/5 開始）。從 3/5 到 3/10，經過了五天，出現第一片葉形變化，原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖九 a、b 所示）。從 3/7 到 3/17，經過了十天，出現第二片葉形變化，原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖十 a）。3/21 長出一片新葉，但它一開始即為三深裂葉。（如圖十 b）3/23 又長出二片新葉，而它們也是一開始即為三深裂葉（如圖十一 a、b）。3/27 第一片的三深裂葉（如圖十 b），又出現兩個缺刻（如圖十二 a）。從 3/16 到 3/29，經過了十三天，又出現葉形變化，原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖十二-b）。從 3/5 到 4/3，經過了二十九天，原本的心形葉片出現了一個缺刻（如圖十三）。

四個月的觀察中，我們發現，構樹葉片形狀的變化，有下列的規律性：

葉片由心形轉變成缺刻狀葉，再變成深裂葉（三裂、五裂），而且缺刻會愈來愈深，至於五深裂葉就不再發生改變。

（一）自然生長觀察組



圖三：編號 A-21 原本的心形葉片出現了一個缺刻。

（ a ） 2005/11/01 A-21 原始形貌 → （ b ） 2005/11/08 A-21 葉形改變形貌



圖四：編號 B-21 原本的心形葉片出現了一個缺刻。

（ a ） 2005/11/01 B-21 原始形貌 → （ b ） 2005/11/08 B-21 葉形改變形貌



圖五：編號 J-6 由原本的心形葉片，轉變為三深裂葉。

（ a ） 2005/11/18 J-6 原始形貌 → （ b ） 2005/11/21 J-6 葉形改變形貌



圖六：編號 L-4 原本的心形葉片出現了一個缺刻。

(a) 2005/12/02 L-4 原始形貌 → (b) 2005/12/28 L-4 葉形改變形貌



圖七：編號 L-8 的心形葉片，出現一個缺洞。

(a) 2005/12/02 L-8 原始形貌 → (b) 2005/12/28 L-8 葉形改變形貌



圖八：編號 L-32 由原本的三深裂葉，轉變為五深裂葉。

(a) 2005/12/05 L-32 原始形貌 → (b) 2005/12/26 L-32 葉形改變形貌

(二) 人工移植觀察組

2006/03/05 原始形貌



2006/03/10

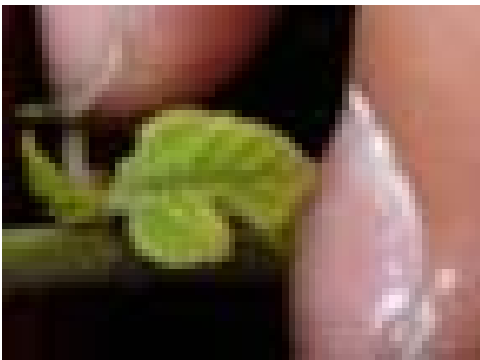


圖九：人工移植觀察組實驗前後葉片的變化。

(a) 此為最原始的構樹

(b) 出現第一片葉形變化，原本的心形葉片出現了一個缺刻。

2006/03/17



2006/03/21



圖十：人工移植觀察組，實驗中葉片變化的情形。

(a) 出現第二片葉形變化，原本的心形葉片出現了一個缺刻。

(b) 長出一片新葉，但它一開始即為三深裂葉。

2006/03/23



2006/03/23



圖十一：人工移植觀察組，實驗中葉片變化的情形。

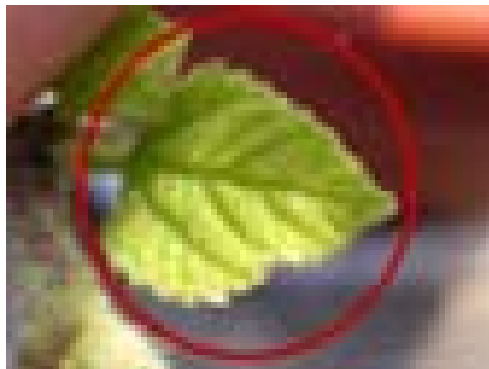
(a) 長出一片新葉，但它一開始即為三深裂

(b) 長出另一片新葉，但它一開始即為三深裂葉。

2006/03/27



2006/03/29



圖十二：人工移植觀察組，實驗中葉片變化的情形。

(a) 第一片一開始即為三深裂葉的葉片 (如 (b) 出現第三片葉形變化，原本的心形葉片圖十b)，又出現兩個缺刻。出現了一個缺刻。

2006/04/03

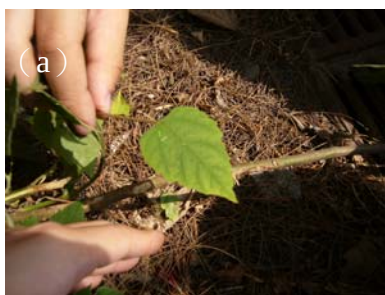


圖十三：人工移植觀察組，實驗中葉片變化之情形。

出現第四片葉形變化，原本的心形葉片出現了一個缺刻。

二、研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮表面積和葉子長度的比值

心形葉、缺刻狀葉，以及深裂葉（三裂或五裂）的葉子（如圖十四所示）。實驗中，欲探討三種葉片葉上表皮表面積和葉子長度的比值，進而了解三種葉形在同一葉長下，誰能夠吸收光線範圍比較大。實驗後發現，心形葉上表皮表面積與葉長比值的平均值為 2.455（如表一所示），缺刻狀葉上表皮表面積與葉長比值的平均值為 2.766（如表二所示），深裂葉上表皮表面積與長比值的平均值為 3.660（如表三所示）。深裂葉的上表皮表面積與葉長比值的平均值最大，缺刻狀上表皮表面積與葉長的比值平均值次之，心形葉上表皮表面積與葉長比值的平均值則最小。



(a) 心形葉



(b) 缺刻狀葉



(c) 深裂葉

圖十四：心形葉，缺刻狀葉及深裂葉的葉片形狀

(一) 表一：心形葉上表皮表面積與葉長的比值

	心形葉									
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
長 (cm)	6.0	5.3	5.2	4.6	5.4	6.1	5.4	5.5	6.6	5.2
上表皮表面積 (cm ²)	13.0	14.5	11.5	12.5	12.0	17.5	12.5	13.5	17.5	11.5
上表皮表面積與葉長的比值 (cm ² /cm)	2.17	2.74	2.21	2.72	2.22	2.87	2.31	2.45	2.65	2.21
平均 (上表皮表面積/長)										
2.455										

(二) 表二：缺刻狀葉上表皮表面積與葉長的比值

	缺刻狀葉									
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
長 (cm)	6.7	5.5	6.5	6.3	6.7	7.3	3.2	5.5	4.7	5.1
上表皮表面積 (cm ²)	21.0	14.5	20.5	18.0	18.5	22.5	7.0	14.5	11.5	14.0
上表皮表面積與葉長的比值 (cm ² /cm)	3.14	2.64	3.15	2.86	2.76	3.08	2.19	2.64	2.45	2.75
平均 (上表皮表面積/長)										
2.766										

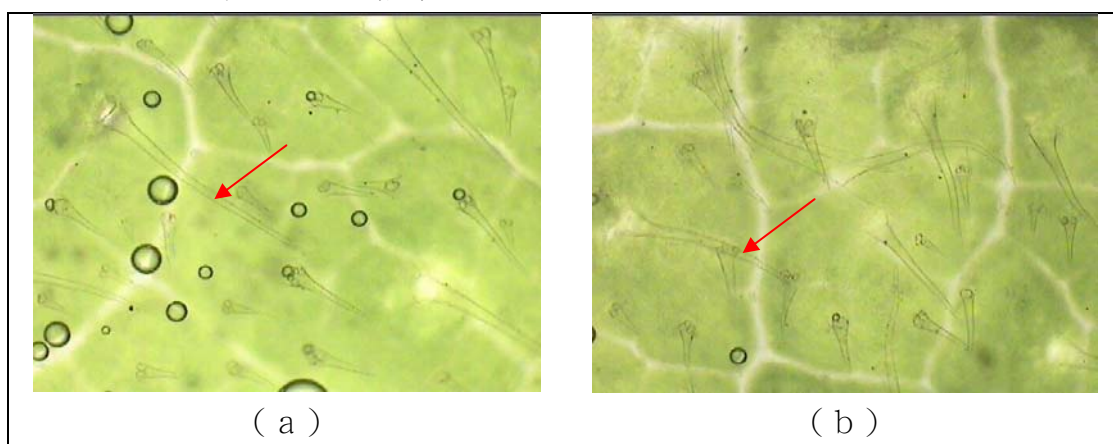
(三) 表三：深裂葉上表皮表面積與葉長的比值

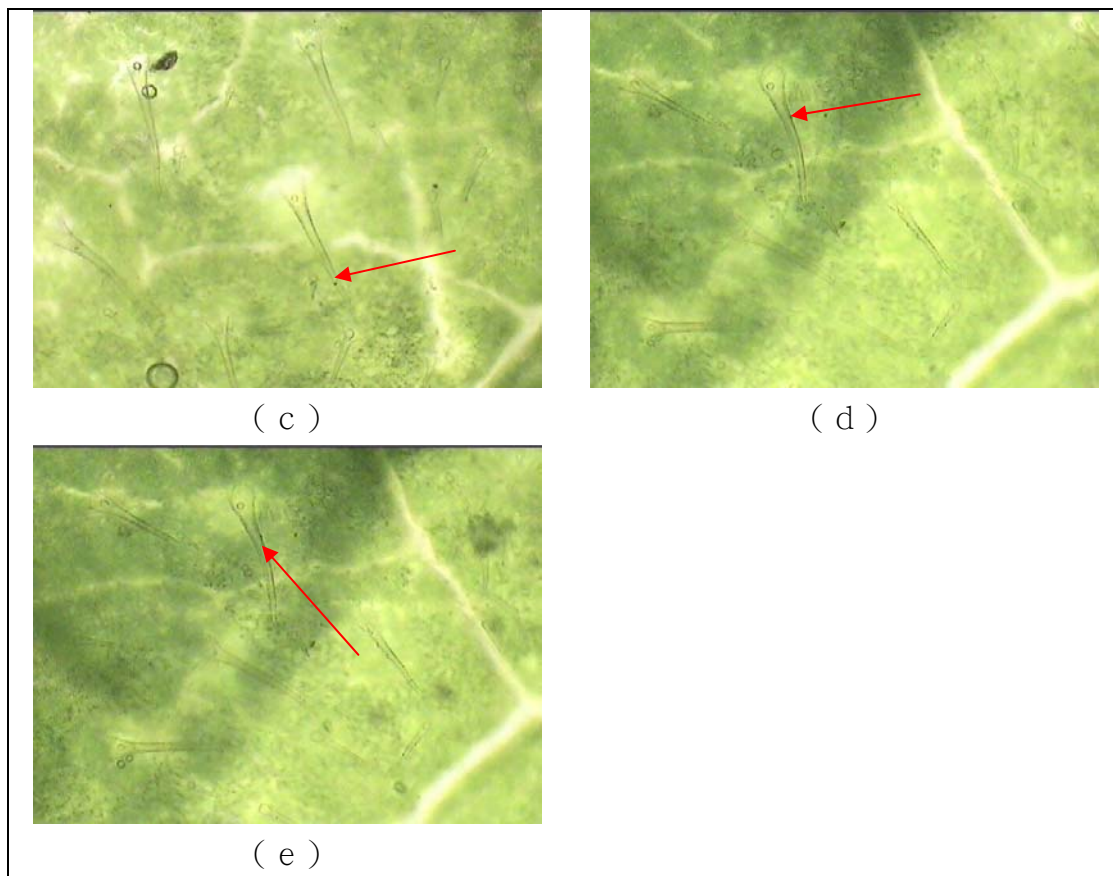
	深裂葉									
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
長 (cm)	11.1	9.5	6.3	8.8	8.9	8.7	12	10.5	9.5	6.5
上表皮表面積 (cm ²)	43.5	37.0	16.5	33.0	36.5	35.5	49.0	39.5	41.0	13.5
上表皮表面積 與葉長的比值 (cm ² /cm)	3.92	3.89	2.62	3.75	4.10	4.08	4.08	3.76	4.32	2.08
平均 (上表皮表面積/長)	3.660									

三、研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮細毛的數量

刮除大部分葉肉組織以及下表皮後利用照相顯微鏡拍攝心形葉 (如圖十五所示)、缺刻狀葉 (如圖十六)、深裂葉 (如圖十七)，葉上表皮細毛的數量及長短來做比較，實驗中觀察到在 100X 的視野下，五次實驗中，心形的葉上表皮細毛分別有 25、26、20、18 及 15，平均 20.8 根；五次實驗中，缺刻狀葉上表皮的細毛分別有 17、23、22、25 及 14 根，平均 20.2 根；五次實驗中，深裂葉上表皮的細毛分別有 41、31、44、38 及 32 根，平均 37.2 根。由以上結果可得知，深裂葉上表皮表面的細毛數量最多，而缺刻狀葉和心形葉差不多，由圖十五、圖十六、圖十七又可得知深裂葉上表皮的細毛最長，約為心形葉的 2 倍長，而缺刻狀葉細毛長度和心形葉相當。

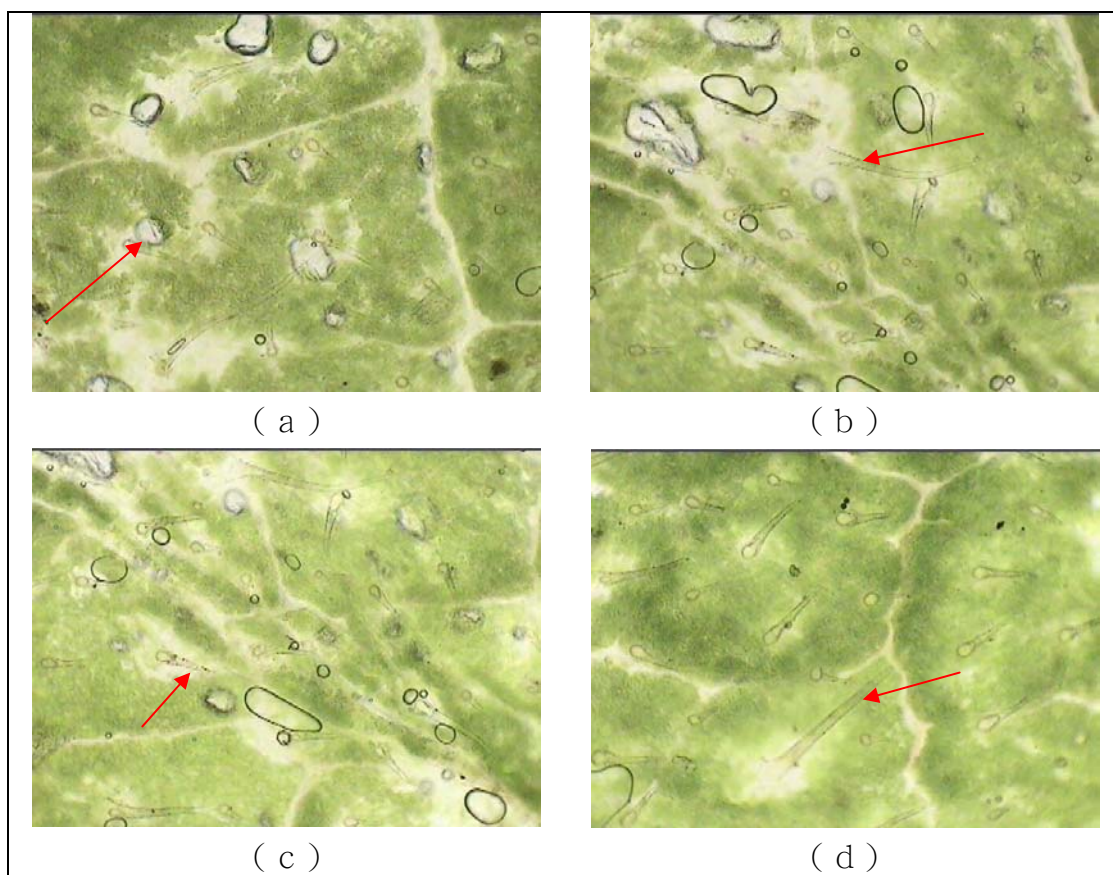
(一) 心形葉 (放大倍率：100X)

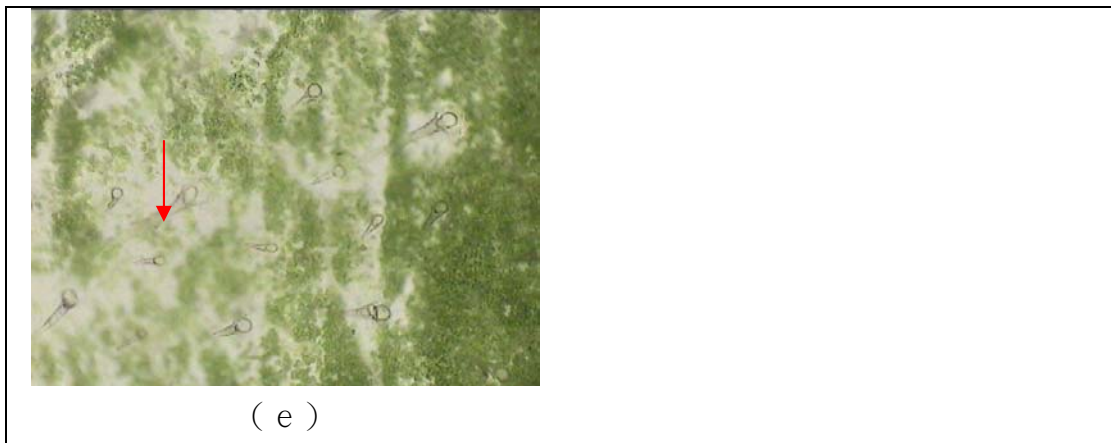




圖十五：心形葉上表皮的細毛觀察紀錄圖（100X）

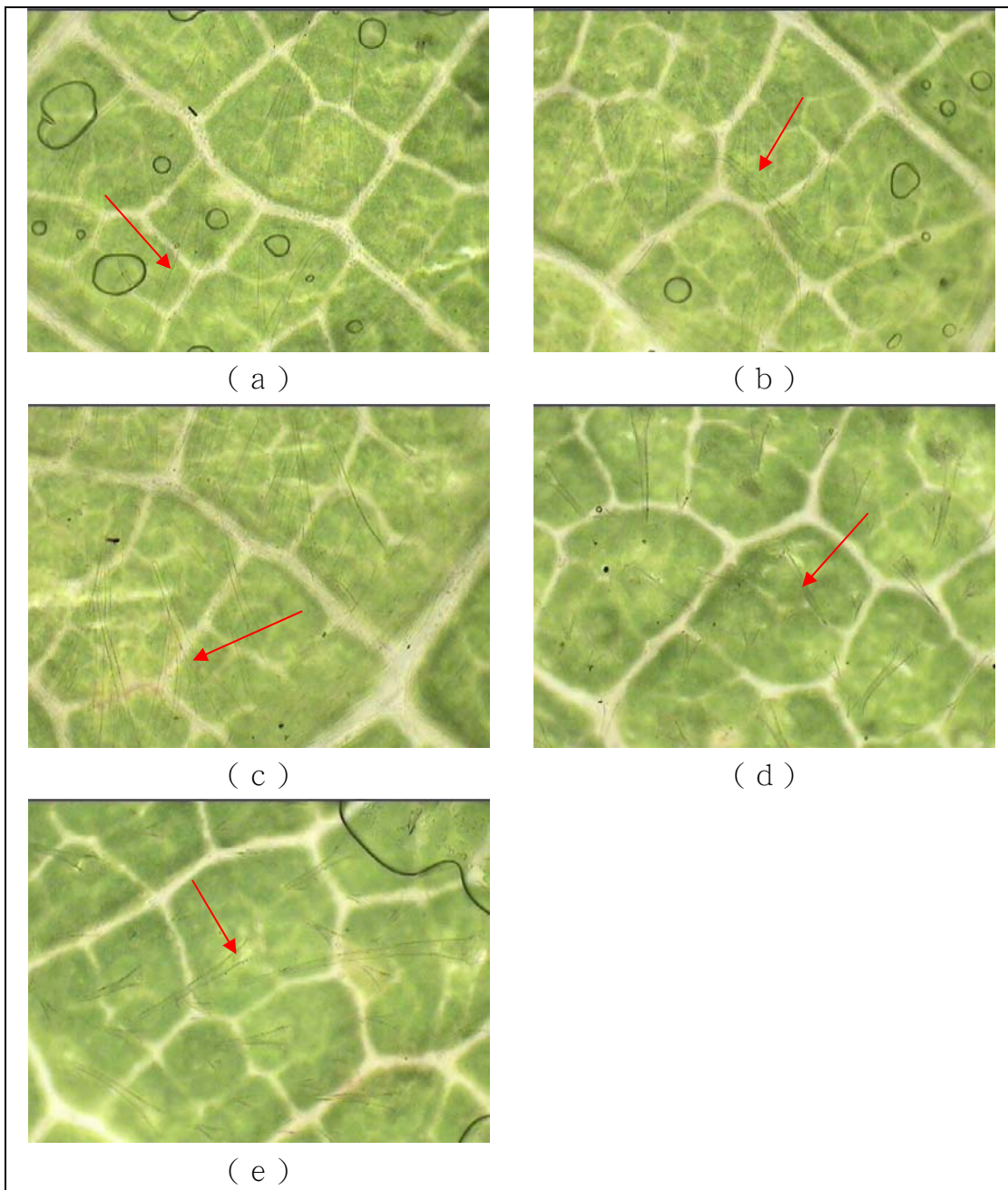
（二）缺刻狀葉（放大倍率：100X）





圖十六：缺刻狀葉上表皮的細毛觀察紀錄圖（100X）

（三）深裂葉（放大倍率：1 0 0 X）



圖十七：深裂葉上表皮的細毛觀察紀錄圖（100X）

四、探討光照對構樹葉形變化的影響

由第一個研究中發現，日照多寡似乎是構樹葉形變化的主要因素，所以我們設計了以下實驗來研究，日光是否會影響構樹葉形的變化？實驗中共有控制組，延長照光 2 小時、4 小時、6 小時，共四組。實驗於 3/3 開始，剛開始時，所有葉片都是心形的（如圖十八、十九、二十及二十一所示）。實驗過程中葉形出現變化的紀錄，如表四所示。從 3/3 到 3/8，經過了五天，延長照光六小時組的其中一片葉子出現一個缺刻，其餘的控制組、兩小時組、四小時組，皆無變化。從 3/3 到 3/17 經過了十四天，延長照光六小時組又有另一片葉子出現變化，原本的心形葉出現了一個缺刻；延長照光四小時組則在第 14 天後才有第一片葉子出現變化，原本的心形葉出現了兩個缺刻。從 3/3 到 3/29，經過了二十六天，延長照光六小時組又有兩片葉子出現變化，皆由原本的心形葉出現了一個缺刻。而控制組和延長照光兩小時組，在 3/3 至 3/29 觀察期間，葉片仍全為心形，並無改變（如表四所示）。

實驗結果發現，出現變化的組別順序為延長六小時組（經過了五天出現第一片變化）、延長四小時組（經過了十四天出現第一片變化），其餘兩組無變化。葉片變化的數量由多至少分別為延長六小時組（有四片出現變化），延長四小時組（有一片出現變化），其餘兩組無變化。

（一）實驗裝置與原始形貌

1. 室內裝置：如圖一所示。

2. 室外裝置：

實驗裝置		2006/03/03 開始實驗之葉片形貌	
			
(a) 控制組 A、B		(b)、(c) 控制組 A、B 代表葉片	
圖十八：控制組 A、B 的實驗裝置及代表葉片			
			
(a) 延長光照二小時 A、B		(b)、(c) 延長光照二小時 A、B 代表葉片	
圖十九：延長光照二小時的實驗裝置及代表葉片			



(a) 延長光照四小時 A、B



(b)、(c) 延長光照四小時 A、B 代表葉片

圖二十：延長光照四小時的實驗裝置及代表葉片



(a) 延長光照六小時 A、B



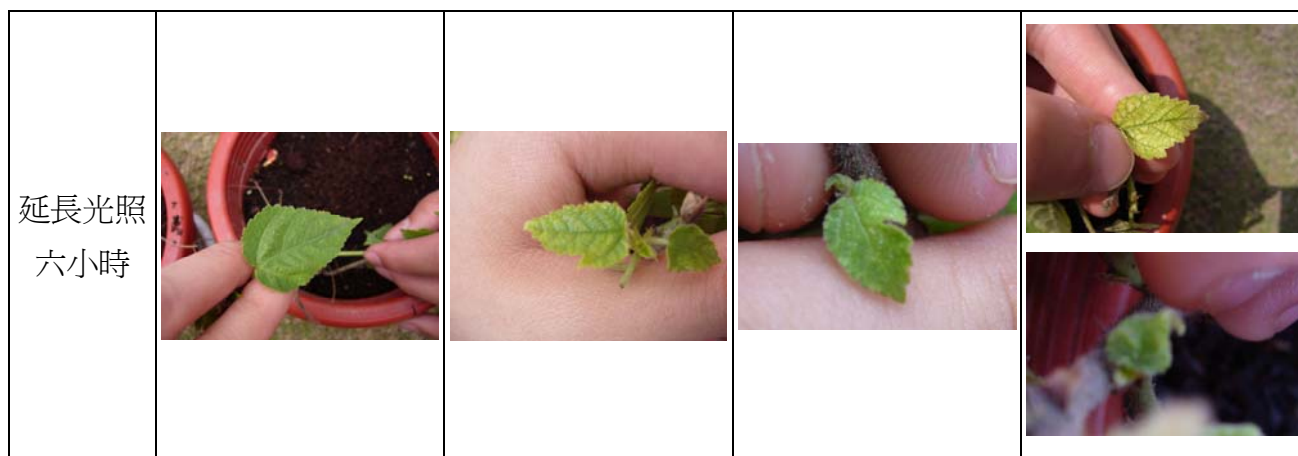
(b)、(c) 延長光照四小時 A、B 代表葉片

圖二十一：延長光照六小時的實驗裝置及代表葉片

(二) 實驗過程中葉形出現變化的紀錄

表四：不同光照長度對構樹葉形變化紀錄表

日期 組別	2006/03/03	2006/03/08	2006/03/17	2006/03/29
控制組		X	X	X
延長光照 二小時		X	X	X
延長光照 四小時		X		X



陸、討論

一、探討構樹葉片從幼嫩時期至成熟時期形狀的變化

本次的實驗中我們發現構樹的葉子形狀實在多變，同一植株中葉形也有許多的變化，但是在陰暗處的植株葉片多為心形，而在陽光充足之處，構樹的葉多呈缺刻狀葉或深裂葉，這和大部分的網站資料有許多的不同，而根據我們實驗的結果發現葉片最初為心形葉時通常會變成缺刻狀葉或是深裂葉，而缺刻狀葉通常會轉變成深裂葉，三深裂葉則會轉變成五深裂葉，原為五深裂葉者就不再發生任何的改變。網站及其他書籍上提到：「幼樹的葉呈深缺刻狀分裂，熟株的葉是心狀卵形葉，構樹的葉子在不同的成長期有不同的形狀，較幼嫩的葉子常有三至五個深裂，成熟後則呈平整的心型葉片。」此點與網路上的論述有所差異，尤其當構樹生長於陽光充足之處缺刻葉和深裂葉的數量，明顯比陰暗處的構樹多，而其新長出的葉通常為缺刻葉，再慢慢轉變成深裂葉，在陰暗處的構樹通常整株葉片都為心形葉，若接觸到的陽光變多，心形葉大部份會轉變成缺刻葉或深裂葉。可見心形葉、缺刻葉和深裂葉並無法作為植株幼嫩或成熟的指標，也無法當成葉片幼嫩或成熟葉片的辨別方式，但是我們可歸納出葉片由幼嫩至成熟葉的形狀變化有下列幾點的規律性：（1）心形葉轉變成缺刻葉再轉變成深裂葉（2）缺刻葉的缺刻數會隨著葉片的生長而增多（3）深裂葉會由三深裂轉變成五深裂（4）五深裂葉不會再發生改變。葉片的形狀和構樹植株生長所能接觸到的陽光多寡似乎有很大的關聯性。

二、研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮表面積和葉子長度的比值

在比較各種葉的葉上表皮表面積和葉子長度比值實驗中，發現深裂葉的比值最高，為 3.660，而缺刻葉次之，為 2.766，心形葉的比值最低，約 2.455，根據以上結果得知深裂葉在每單位面積中，可吸收的陽光最多，而心形葉可吸收的陽光面積是最少的，前人研究有提到：「影響植物生長最重要的因子便是光線，為了競爭光線，大葉的植物較佔優勢，故熱帶雨林中有許多大型葉片的植物。」我們推測在陰暗處生長的心形葉，為了要爭奪更多的陽光進行各項生理活動，便朝缺刻葉以及深裂葉的方向轉變，以便吸收更多的陽光，而在陽光充足的地方生長的構樹，深裂葉已有能有效的吸收陽光，便不再改變其葉片的形狀。

三、研究構樹心形葉、缺刻狀葉和深裂葉其上表皮細毛的數量

清華大學生命科學系網站上提出：「生長在沙漠區或半乾燥區的植物，要忍受高溫、高蒸散率、高輻射和低土壤溼度等多重逆境。植物可以減少葉片受陽光照射面積來避免葉片過熱，方法包括葉片捲曲、葉毛反光、蠟質表面反光等。」，根據他們的研究指出葉子表面的細毛可將多餘的陽光反射回去，避免植株過熱，我們在比較構樹葉片形狀吸收陽光的能力之後，再比較心形葉、缺刻葉以及深裂葉，三種葉片表面細毛的數量，探討三種葉片可反射陽光的能力，實驗數據發現深裂葉在 100 倍視野下的細毛數量約為 37.2 根，缺刻葉的細毛數目平均為 20.2 根，心形葉的平均為 20.8 根，深裂葉細毛長度約為心形葉的二倍長左右，而心形葉和缺刻葉的細毛長度則無太大的差異，根據實驗結果發現在陽光充足處生長的構樹，細毛的數量又多又長，可反射更多的陽光避免植株過熱，散失太多的水分，而心形葉則爲了要得到更多的陽光，避免長出太多及太長的細毛。文獻上指出植物表皮上的毛狀附屬物，對植物可起保護作用，並可防止植物水分喪失。這對於先驅植物的構樹而言是非常重要的，若不能保持植物體內的水分，將會影響其生存，而各種不同葉形的細毛長度及數量，則會依據其生長所接受的陽光多寡跟著改變。

四、探討不同的光照對構樹葉形變化的影響

台南區農業專訊第 21 期中提到：「綠色植物行光合作用產生碳水化合物，成爲能量來源。在光度的容許範圍內，光度越強，光合效率越高，生長也就越快，爲了因應光線的變化，植物會改變莖葉的形態、色澤、大小、生長方向等，當光線較弱時，爲了吸收更多的光線，葉的生長變薄、變小，顏色變淡，斑駁變小，莖葉徒長等現象出現。」由此可知，光線會影響植物葉片形狀的改變；屏東科技大學森林系在育林之意義及重要性一文中指出，因光線（光度與光質）對於葉綠素之生成、光合作用、葉之組織、葉形、氣孔運動、器官發育、林木生長等，均受其重要之影響。可見光線對植物葉片形狀的轉變有很大的影響。本實驗的先期實驗使用檯燈在夜晚時延長照光整晚，實驗結果發現全部的構樹都死亡，可見太多的光線對構樹也是傷害，所以實驗只延長照光零小時、兩小時、四小時及六小時，觀察增加光照時間是否會加快構樹葉片形狀的轉變。實驗結果發現延長照光六小時組，最早出現葉片形狀的轉變，在實驗的期間，延長照光六小時組也是出現最多葉片轉變的組別，而另一組葉片有轉變的組別爲延長光照四小時這一組，但是比延長照光六小時組晚了九天，而且有葉形變化的葉片數量也比較少，控制組（延長照光零小時）和延長照光兩小時這二組，在觀察的時間內全無心形葉轉變成缺刻葉或深裂葉的情形，根據本實驗的推論，適度的增加光照時間的確會加快葉片形狀的轉變。

透過這次的科展研究，我們學會獨立研究，增進實驗經驗及文書處理能力，成長了很多。我們對於影響葉形變化的因素仍有濃厚的興趣，希望以後有機會，能再繼續探討除光照之外的因素，例如水分、土壤及溫度等環境因子。

柒、結論

構樹的葉形常見的有三種，分別是心形葉、缺刻狀葉和深裂葉（三裂、五裂）。由實驗結

果發現，構樹葉形轉變的順序爲心形葉→缺刻狀葉→深裂葉。根據實驗結果發現在陰暗處生長的心形葉，爲了要爭奪更多的陽光，便朝接收陽光面積較大的缺刻葉以及深裂葉的方向轉變，而在陽光充足的地方生長的構樹，由於深裂葉能有效的吸收陽光，便不再改變其葉片的形狀。在陽光充足處生長的構樹，細毛的數量既多且長，可反射多餘的陽光避免植株過熱，避免散失太多的水分，而心形葉則爲了要得到更多的陽光，避免長出太多及太長的細毛。由我們的實驗結果得知：葉形的變化與光照的多寡有極大的關係，延長光照六小時，進行最快速，可見適當的增加光照時間的確會加快葉片形狀的改變。

捌、參考資料

一、構樹

<http://www.nmes.tp.edu.tw/eco/tree/tree25.htm>

二、柴山報馬仔，電子 44

http://eec.kta.org.tw/naturepark_html/e-paper/paper044.htm

三、生態教育中心，構樹

<http://eec.kta.org.tw/Database/centerA103.htm>

四、奇摩知識⁺ 麵包樹.構樹.葉形會隨著年齡而改變??

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1205081006723>

五、常見校園植物－構樹

<http://vod.ktps.tp.edu.tw/tree/t11.htm>

六、台灣地區濱海型工業區綠化實用圖鑑－構樹

<http://www.tfri.gov.tw/book/sp095/172.htm>

七、鳳西國中，雙子葉植物

<http://sjmm.loxa.edu.tw/02-03-09.htm>

八、Yahoo 奇摩知識⁺ 一棵樹會有兩種樹葉

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1205080604915>

九、921 地震教育園區 <http://www.921emt.edu.tw/unit12-2-1-17.asp>

十、國立屏東科技大學森林系 育林之意義及重要性

<http://140.127.11.121/%E7%B7%9A%E4%B8%8A%E6%95%99%E5%AD%B8/%E8%82%B2%E6%9E%97%E5%AD%B8/%E8%82%B2%E6%9E%97%E5%AD%B8.htm>

十一、高雄縣仁武鄉八卦國小 <http://www.bgp.ks.edu.tw/environ/natural2-1.htm>

十二、生態中心季刊第十二期 http://eec.kta.org.tw/magazine_html/park12-2.htm

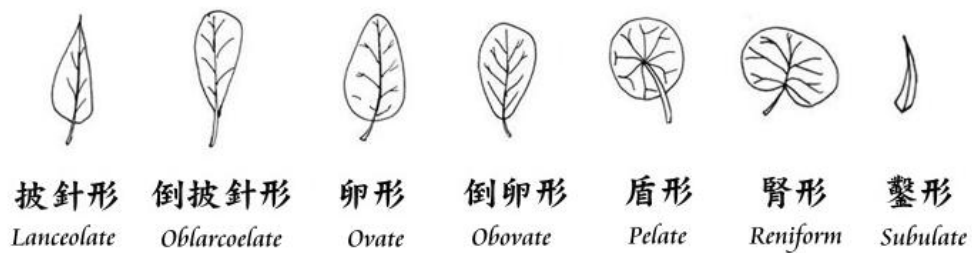
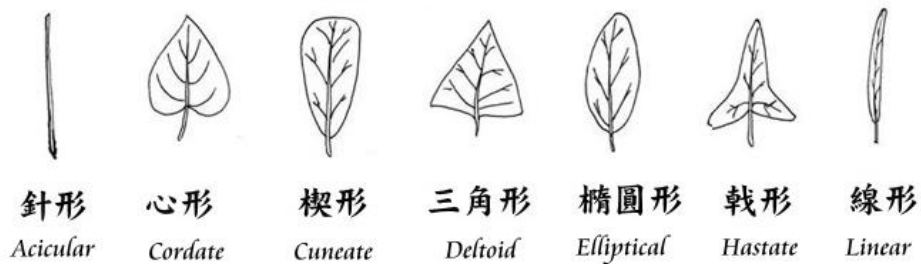
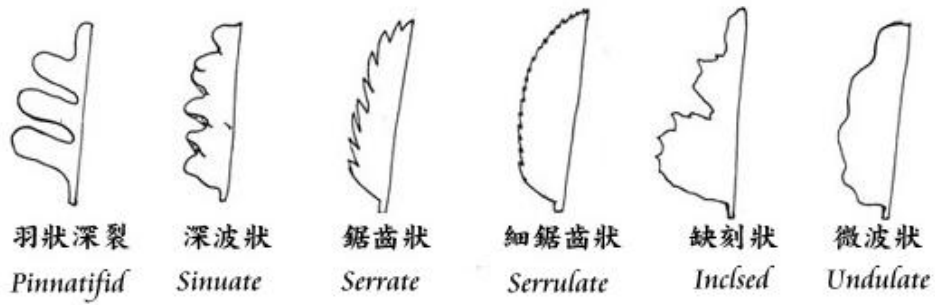
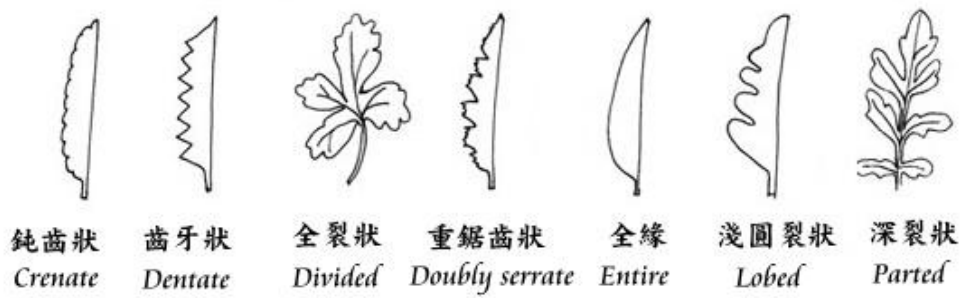
十三、清華大學生命科學系 <http://life.nthu.edu.tw/~lsly/phy/g1.html>

十四、中央研究院植物研究所標本館－植物大觀園

<http://www.sinica.edu.tw/~hastwww/glossary/image/lshape.JPG>

<http://www.sinica.edu.tw/~hastwww/glossary/image/margin.jpg>

附錄一：中央研究院植物大觀園網站——葉片形狀分類說明圖



評	語
---	---

031707 三分五裂~光照對構樹葉形變化的影響

以校園植物為實驗材料，頗具生活化，鄉土化意義。觀察深入並進行實驗驗證光照與葉發育之相關性，甚符合生態實驗原則。實驗設計為單向發展，未做反向驗證，略予改善即可有更好的証據。