

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

佳作

080315

葉子上癭了一水黃皮瘤節蟬的生命故事

學校名稱：桃園縣立永順國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳郁晴	王秋雯
小六 郭郁歆	周雅慧
小六 楊承翰	
小六 林映傑	
小六 許以臻	
小六 林伯勳	

關鍵詞：造癭節蟬、水黃皮、環境倫理

壹、摘要

首次見到如此奇特—葉子上長了一根棒棒糖，後來發現原來是蟬造成的植物癭，在自然科學研究領域迷霧重重，節蟬與植物演化故事做深入研究主題想必有趣。



首先由生態棲地植物調查開始，瞭解哪些植物有蟲癭，聚焦研究其是否會生長在其他植物上及其生長歷程，續觀察環境因素的影響，最後深入研究內、外在結構，並針對酸鹼性及蟲蟬特徵等做分析。具有蟲癭的木本植物比例高多生長於營養器官，陽光對蟲癭生長有利，生長周期分四期，數量多易觀察具寄主單一性，蟲癭與葉子具相似、相異結構，分析蟲癭與植物屬於何種共生生態機制。

最重要是學會在都市叢林觀察微宇宙生態奇蹟，尊重自然萬物，由以人為主的環境倫理價值觀轉化成以生態為主的環境倫理價值觀。

【關鍵字】 造癭節蟬、水黃皮、環境倫理



貳、研究動機

有一天假日我和同學到學校玩籃球，籃球場旁邊的植物葉子上居然有一根奇特的凸起物，看起來像是一根一根的棒棒糖，在好奇心驅使下切開一看，中間居然有個黑黑深溝，轉頭一看整棵水黃皮，哇！葉子上也太多棒棒糖了，有的葉子甚至密密麻麻的，長短不一，正反面都有，神秘的凸起物讓人匪夷所思，到處查詢資料後才發現原來這奇特的部位是葉子的變異組織~蟲癭，難道植物生病了嗎？於是，我們就決定展開一場蟲癭大搜密的奇幻旅行。

*相關單元：康軒版自然與生活科技五上第二單元~植物的身體

參、研究目的

- 一、普查學校校園生態棲地裡的蟲癭及其特性。
- 二、了解水黃皮蟲癭的組成結構與各項環境因素的關係。
- 三、深入研究水黃皮蟲癭的特殊構造與功能。

肆、研究器材

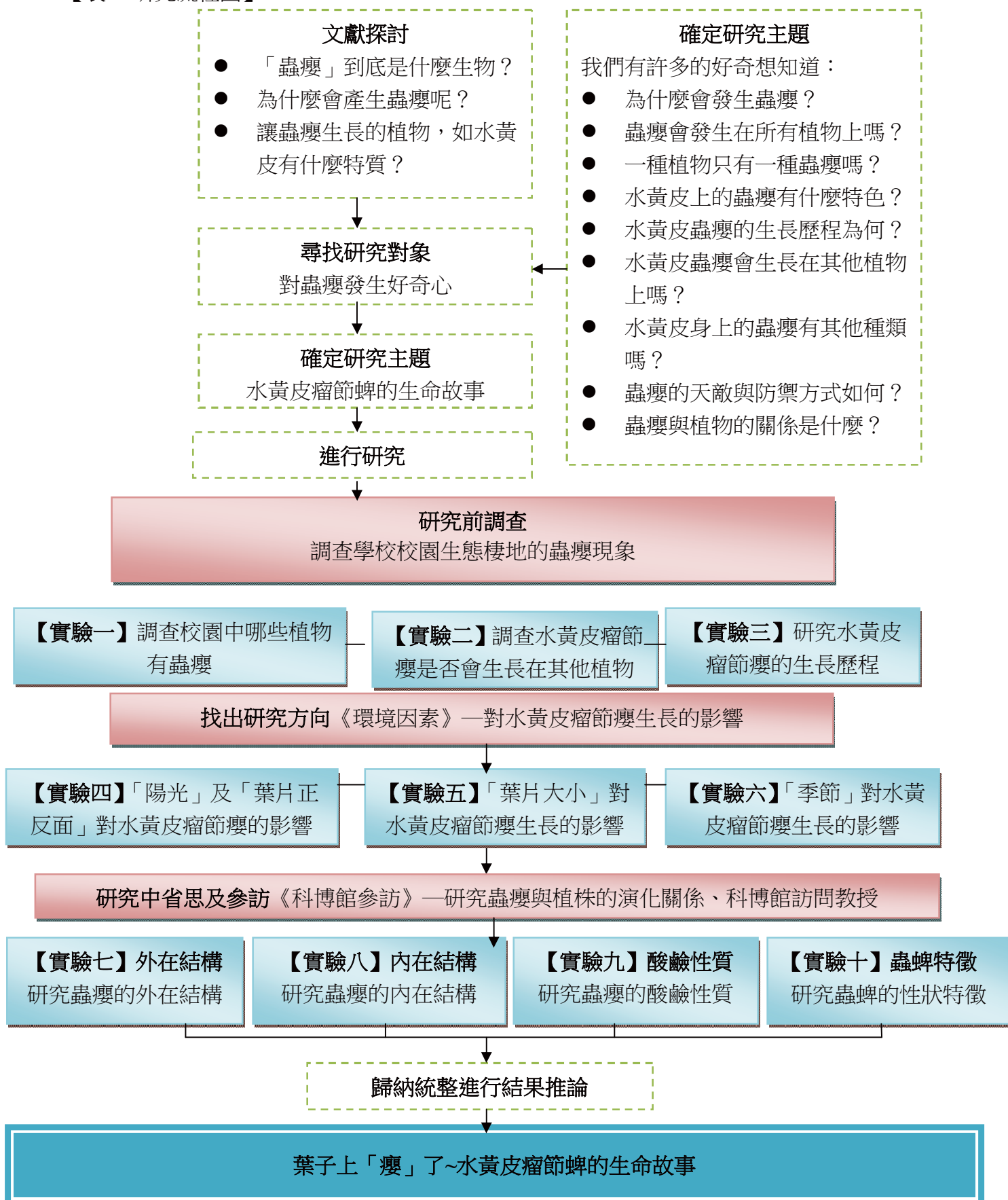
項 目		研 究 器 材	實 驗 藥 品 及 生 物
實驗 A	一	紀錄簿、校園植物圖鑑、筆、照相機、剪刀、藍.黃.紫.紅色的豆豆貼紙、美工刀、直尺、麥克筆、可查詢資料的電腦	校園生態棲地所有植物、有蟲癭的水黃皮葉子
	二		
	三		
實驗 B	四	奇異筆、尺、紙、塑膠夾板、豆豆貼紙、剪刀、250ML 燒杯*8	校園生態棲地的水黃皮植株
	五		
	六		
實驗 C	七	尖嘴鑷子、蓋玻片、載玻片、顯微鏡、解剖刀、相機、筆、白紙、美工刀、橡皮擦、夾鏈袋、滴管*8、燒杯*8	有蟲癭的水黃皮葉子(甲區、乙區)、沒有蟲癭的水黃皮葉子(甲區、乙區)
	八		
	九	石蕊試紙(紅色、藍色)、50ml 小燒杯、少許水、石頭 2 個、剪刀、夾鏈袋、圓形貼紙(大型紅色、黃色)、顯微鏡、蓋玻片、載玻片	有蟲癭的水黃皮葉子、水黃皮瘤節蟬
	十		

【表 1】 研究所需之器材、藥品及生物品項

伍、研究過程與方法

一、我們的研究過程與方法如下：

【表 2 研究流程圖】



二、調查工作

(一) 文獻探討：

1、造癭節蟬：

(1). 造癭節蟬的研究史

對於蟬癭的研究，在十八世紀時，以為節蟬引起的癭是真菌，並以真菌分類地位命名，至二十世紀初，顯微鏡的技術進步，瞭解有些癭是由節蟬引起。

(2). 造癭節蟬的定義與分類：

節蟬在分類地位上是屬於節肢動物門、蛛形綱、蟬亞綱、節蟬總科 (Superfamily Eriophyoidea)。節蟬是一種很微小生物，小到人眼看不到，其大小約 0.1~0.3mm，而一般的蟬類都是 4 對足，這是節蟬跟其他蟬最大的差異處，其次的差異在節蟬體表面具有假環節，及體上的剛毛明顯減少等特徵。

(3). 造癭節蟬的特徵與生殖方式：

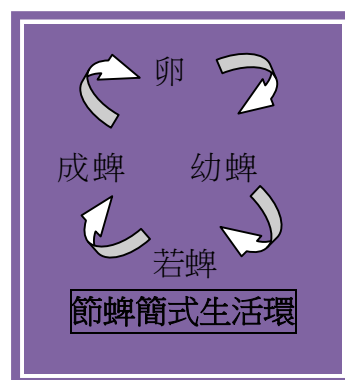
節蟬為雌雄異體卵生，它的生殖器移至位於體前端的足基部之後，生殖方式分為兩種，一種是直接生殖，另一種為間接生殖，雖然都行有性生殖，但並非都是兩性生殖，也有以雌性生下未受精卵的孤雌生殖，因為生下的後代性別不同，而分為雄性孤雌生殖及雌性孤雌生殖兩種。

(4). 造癭節蟬的生活史及食性：

造癭節蟬大多為自由生活植食性的蟬蟪，以其刺吸式的口器吸食植物汁液，以往調查通常以蟬蟪對植物的危害症狀作為研究重點。節蟬的生活史如右。

(5). 造癭節蟬的天敵及禦敵方式：

節蟬最重要的天敵是捕食性的捕食蟻，因為植物癭有絨毛的阻擋，所以捕食蟻無法入內也形成了保護節蟬的天然屏蔽。



2、水黃皮：

水黃皮為半落葉中喬木，花期每年春季及秋季共二次，淡紫或粉紅色，果

中華民國第 52 屆中小學科學展覽—葉子上「癭」了~水黃皮瘤節蟬的生命故事
為刀狀莢果，熟時呈褐色，落下可漂浮於水面上。葉子因揉搓後有臭味，又稱
「臭腥仔」，莢果撥開裡面炸出來的油可以治療皮膚病。

3、共生機制：癭對造癭節蟬及寄生植物的意義何在？

(1). 癭對節蟬的意義及癭對植物的意義：

癭是一個生物定義上封閉性的環境，也是一個營養細胞的集合體，可以提供食物、躲避天敵及尋找配偶等。癭對節蟬的最明顯利益就是提供避難所及食物來源。節蟬因體形微弱，容易受到氣候變化影響，癭則可提供一個安全的避難所，同時也可避免天敵的危害。

(2). 共生機制

共生可分為六種寄生、互利共生、競爭共生、片利共生、偏害共生及無關共生。

(二) 尋找研究對象：對植物體上的蟲癭發生好奇心

(三) 研究前調查：調查學校校園生態棲地中的蟲癭

(四) 研究中調查：《環境因素》—調查環境因素對水黃皮蟲癭生長的影響

(五) 確定研究主題：水黃皮瘤節蟬的生命故事

(六) 分析，進行結果推論：

【實驗一】 調查校園中有哪些植物上有蟲癭？

【實驗二】 調查水黃皮蟲癭是否會生長於其他植物？

【實驗三】 研究水黃皮蟲癭的生長歷程

【實驗四】 陽光及葉片正反面對水黃皮蟲癭成長的影響

【實驗五】 葉片大小對水黃皮蟲癭生長的影響

【實驗六】 季節對水黃皮蟲癭生長的影響

【實驗七】 研究水黃皮蟲癭的外在結構特色

【實驗八】 研究水黃皮蟲癭的內在結構特色

【實驗九】 研究水黃皮蟲癭的酸鹼性質

【實驗十】 研究水黃皮上各種疑似瘤節蟬生物與其他共生生物的性狀及特徵

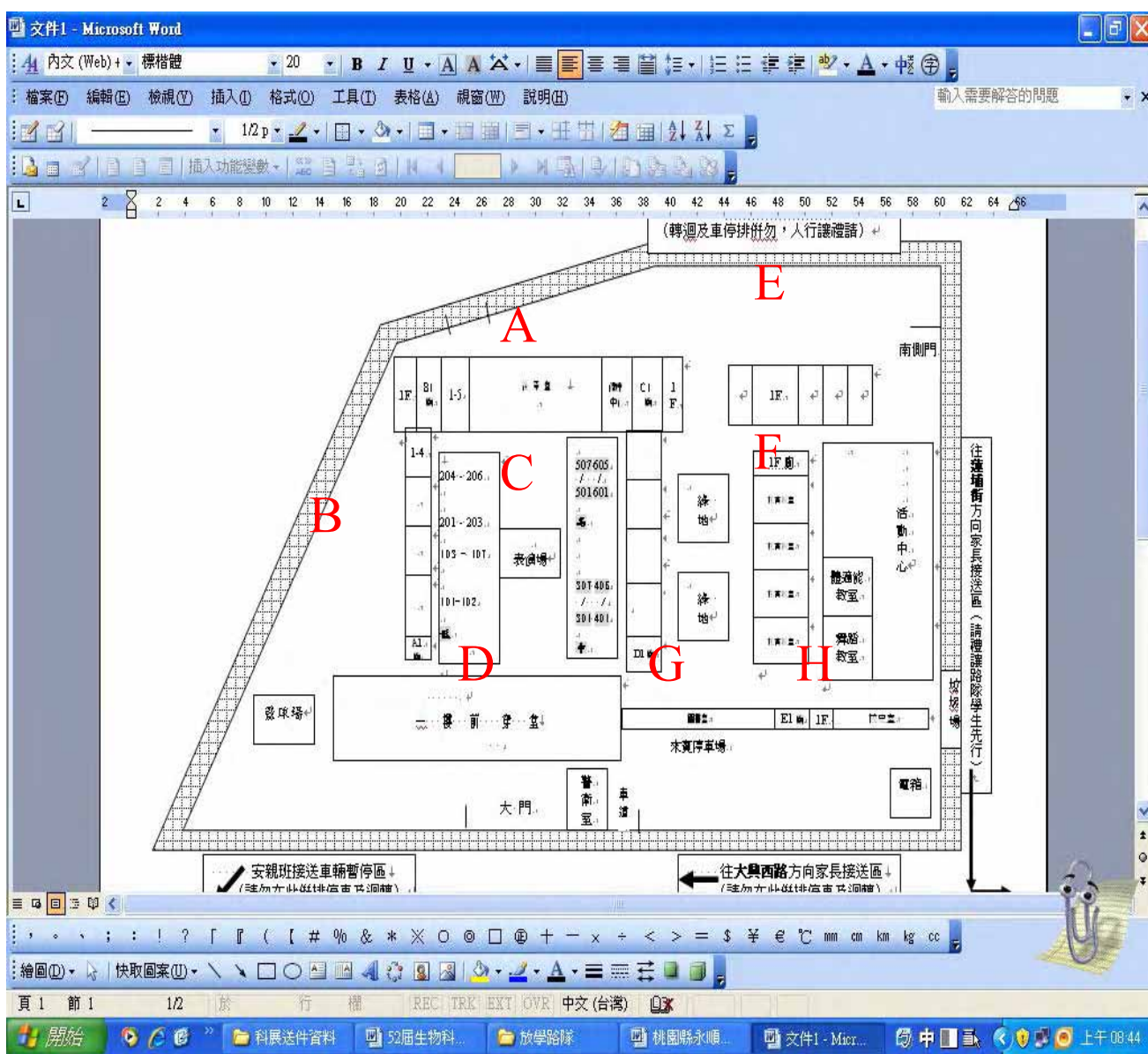
陸、研究結果與討論

【實驗一】調查校園中有哪些植物上有蟲癭？

〈一〉實驗方法：

1. 研究前對校園生態棲地進行環境踏查及植物普查。
2. 將校園分為八區(A~H)【圖 1】校園植物分區示意圖。
3. 將本次植物普查內容紀錄在：【表 3】校園生態棲地蟲癭普查表。

〈二〉實驗過程與結果：



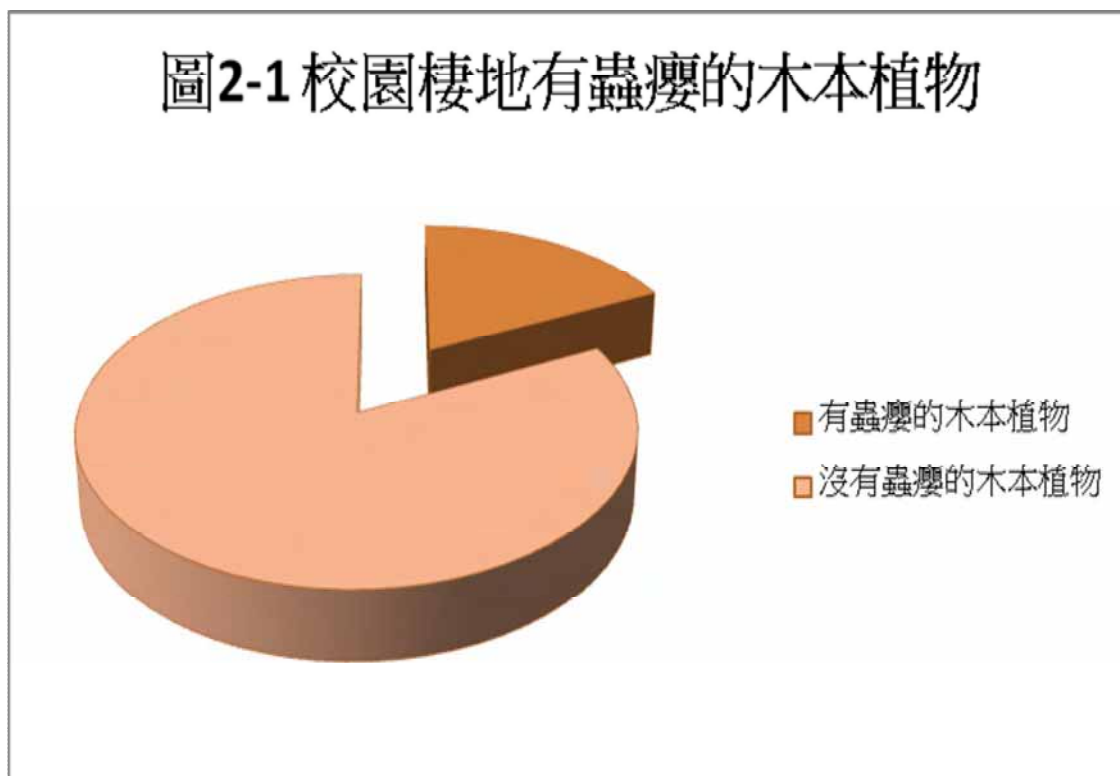
【圖 1】校園植物分區示意圖

【表 3】校園生態棲地蟲癭普查表

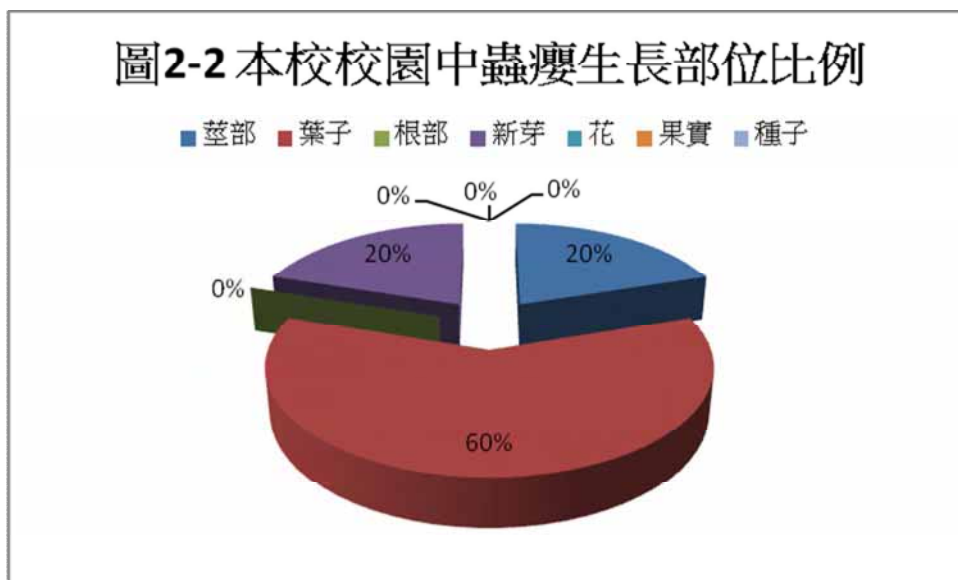
	編號 1	編號 2	編號 3	編號 4	編號 5	編號 6	編號 7	編號 8
A 區	黑板樹	麵包樹						
B 區	杜鵑 (葉)	欖仁	阿勃勒	緬梔	金露華	欒樹	山肉桂 (莖)	水黃皮 (葉)
C 區	羅漢松							
D 區	變葉木	玉蘭花	桂花	山芙蓉	大花紫 葳			
E 區	山櫻花	烏心石 (新芽)						
F 區	綠蘆荊	楓香	明日葉	樟樹 (葉)	大葉桃 花心木	香椿		
G 區	香蕉	百香果	木瓜	細葉雪 茄				

【標示紅字者為在校園中具有蟲癭的植物，並於後標出容易發生蟲癭的部位】

【圖 2-1】校園生態棲地具有蟲癭的木本植物比例(有蟲癭的木本植物佔 17.8%)



【圖 2-2】具有蟲癭的木本植物容易生長的部位比例(在我們校園中最容易生長的部位是葉片)



種	杜鵑	山肉桂	水黃皮	樟樹	烏心石
器官	葉片	莖	葉片	葉片	新芽
官	營養器官	營養器官	營養器官	營養器官	營養器官

三、實驗結果與討論

1. 調查本校校園 28 種木本植物後發現其中可能發生蟲癭的植物有五種，包括山肉桂、樟樹、烏心石、杜鵑及水黃皮，校園木本植物中具有植物癭的比例佔 17.8%，比例相當高，生活周遭處處有蟲癭的存在，學校校園生態棲地中以水黃皮蟲癭發生數量最龐大，發生在葉面最方便觀察。
2. 山肉桂蟲癭易發於莖，會產生不規則狀蟲癭；樟樹蟲癭由同翅目介殼蟲總科的生物引起，易發於葉，產生隆突狀蟲癭；烏心石蟲癭發生在新芽，由雙翅目癭蚋科昆蟲引起，產生圓錐狀蟲癭；杜鵑由真菌類生物引起，易發於葉，產生菌餅狀蟲癭；水黃皮蟲癭由水黃皮瘤節蟬引起，易產於葉子上，產生長條狀蟲癭。
3. 如將植物體分為根莖葉等營養器官及花果實種子等繁殖器官，其中本校校園中所有的蟲癭 100%都生長於營養器官，沒有生長在繁殖器官上的，可見得植物體會保護繁殖器官，不希望被蟲蟬當作營養來源，蟲蟬對植物本身可能弊多於利。
4. 生長在營養器官上的蟲癭以生長製造養分為主的葉子上最多，佔 60%，而新芽及莖各佔 20%，節蟬希望後代擁有更好的繁殖環境，而這些對於節蟬來說是非常好營養來源。

【實驗二】調查水黃皮蟲癭是否會生長於其他植物？

(一) 實驗方法與過程

1. 水黃皮蟲癭造癭生物為「水黃皮瘤節蟬」，搜尋水黃皮瘤節蟬是否生長其他植物？

(二) 實驗結果

【表 4】調查水黃皮瘤節蟬是否會讓其他植物長出蟲癭

編號	T	L	F	W	編號	T	L	F	W
A1	×	×	×	×	F1	×	×	×	×
A2	×	×	×	×	F2	×	×	×	×
B1	×	×	×	×	G1	×	×	×	×
B2	×	×	×	×	G2	×	×	×	×
B3	×	×	×	×	G3	×	×	×	×
B4	×	×	×	×	G4	×	×	×	×
B5	×	×	×	×	G5	×	×	×	×
B6	×	×	×	×	G6	×	×	×	×
B7	×	×	×	×	H1	×	×	×	×
B8	○	○	×	×	H2	×	×	×	×
C1	×	×	×	×	H3	×	×	×	×
D1	×	×	×	×	H4	×	×	×	×
D2	×	×	×	×					
D3	×	×	×	×					
D4	×	×	×	×					
D5	×	×	×	×					

【圖示說明】T：全株、L：葉子、F：花、W：樹幹 A~H 代表校園植物分區

○ 代表水黃皮瘤節蟬會在該植物的某些部位上大量產生蟲癭；×則代表不會產生蟲癭

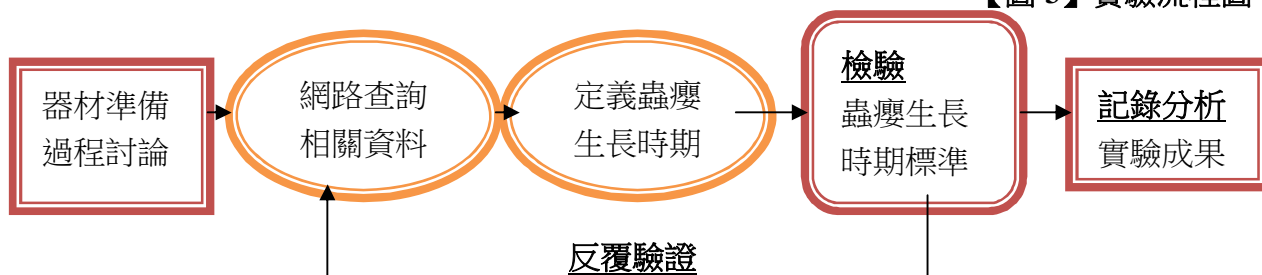
(三) 實驗討論

1. 水黃皮瘤節蟬在本校校園生態棲地只能生長在水黃皮植株上，顯示水黃皮瘤節蟬有寄主單一性。
2. 即使同是水黃皮植株也不會在其他部位生長，如樹幹、花或是芽點，只能生長在水黃皮葉上，葉片正反面均有蟲癭產生，反面較多。
3. 水黃皮蟲癭所生長出來的蟲癭型態相似，為長條形，成熟後尾端略微膨大，在尾端尚未膨大的時候較易找到成體。

【實驗三】研究水黃皮蟲癭的生長歷程

(一) 實驗方法

【圖 3】實驗流程圖



(二) 實驗過程

1. 先把葉子分成四種時期，每一種找 3 片葉子，貼上豆貼並寫數字。
2. 把葉子上的蟲癭剪開觀察好資料輸入。

(三) 實驗結果與發現

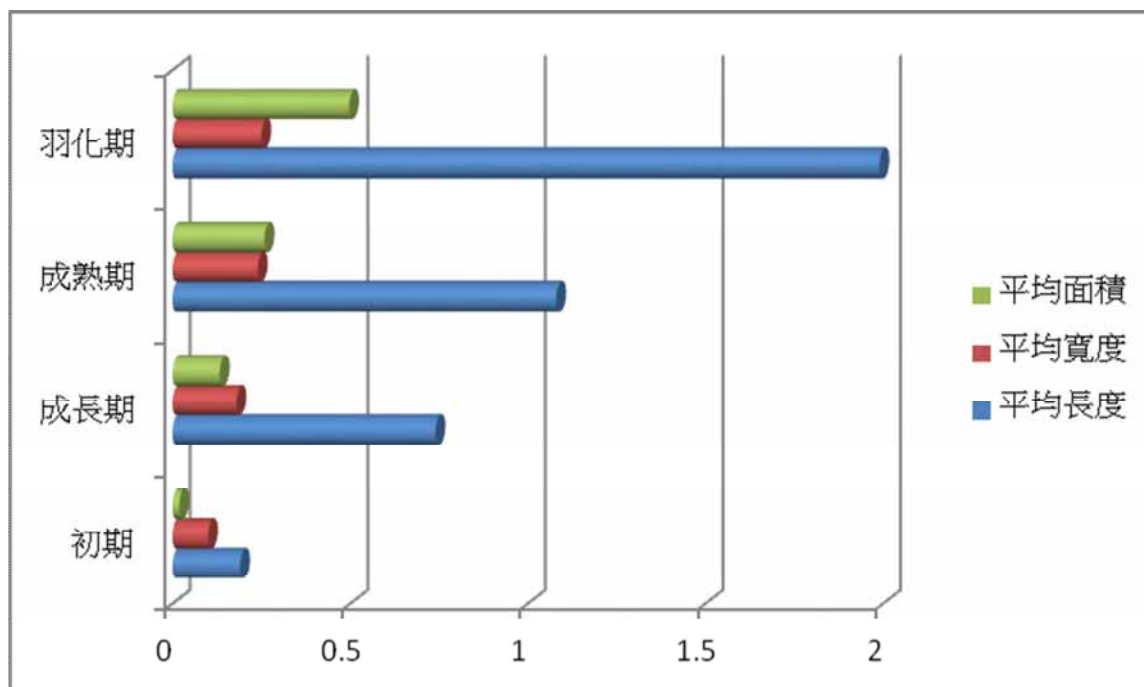
【表 5】蟲癭發展過程四階段一覽表

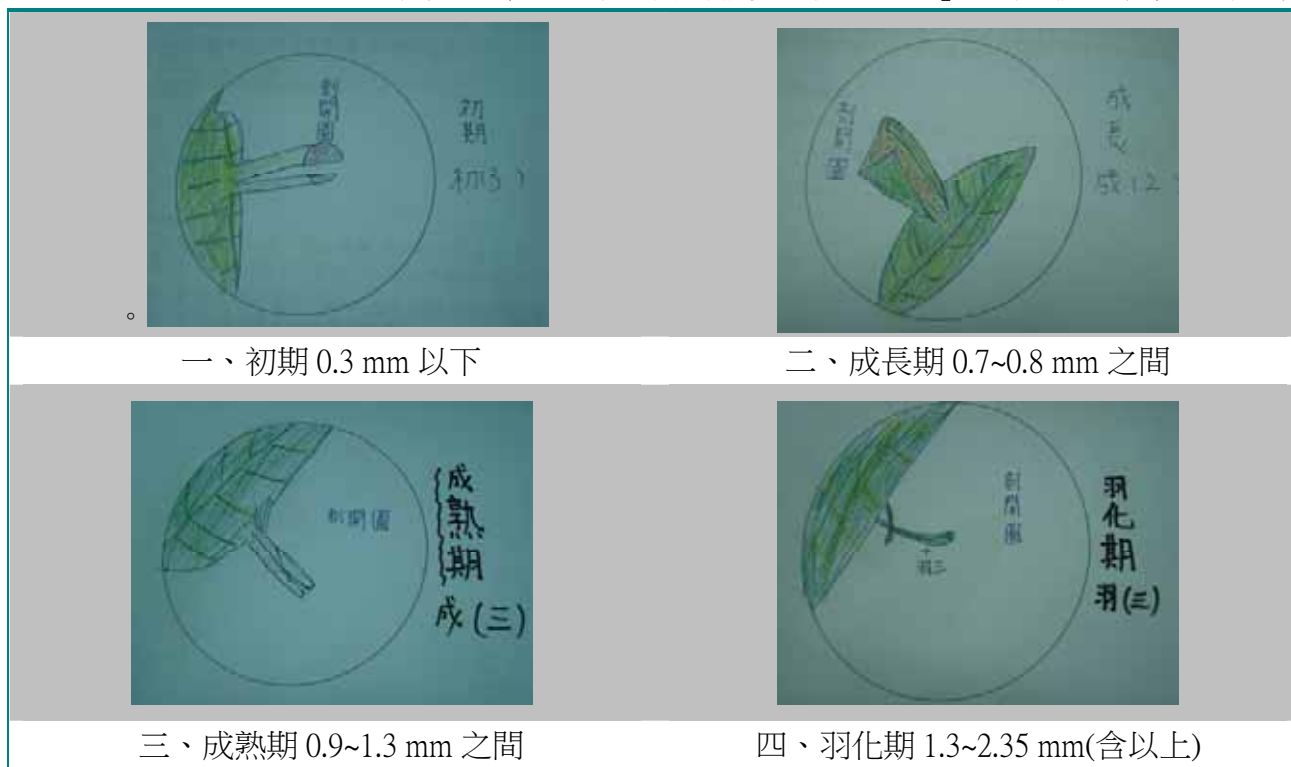
生長時期	簡稱編號	特徵敘述						
		蟲洞長度	平均長度	蟲洞寬度	平均寬度	平均面積	個別特色	共同特色
初期	初一	0.12	0.19	0.10	0.10	0.019	小小尖尖	都小小的，不超過 0.3 公分而且尖尖的
	初二	0.21		0.10			小小彎彎	
	初三	0.23		0.10			有點彎曲小小尖尖	
成長期	成一	0.71	0.74	0.20	0.18	0.133	又肥又胖	長度都在 0.7 mm~0.8 mm 中間比初期的還要胖
	成二	0.72		0.11			瘦瘦高高	
	成三	0.80		0.23			底部很瘦上方很肥	
成熟期	熟一	0.91	1.08	0.30	0.24	0.259	從上到下都很「肥」	長度在 0.9 mm 至 1.3 mm 之間 都細細長長的
	熟二	1.10		0.22			是 2 個癭，交叉在一起	
	熟三	1.22		0.20			細細長長	
羽化期	羽一	1.73	1.99	0.2	0.25	0.497	最上方捲曲狀	長度在 1.3 mm 至 2.35 mm 之間 比任何一個時期的蟲癭還長
	羽二	1.90		0.22			是彎曲狀蟲癭	
	羽三	2.35		0.32			底部螺旋狀	

實驗過程發現



【圖 4】不同階段蟲癭長度、寬度及面積比較圖





(四) 實驗結果與討論

1. 當剪開蟲癭時，有些蟲癭裡不一定有蟲，有可能是成熟羽化後飛走了，文獻上查到有些水黃皮蟲癭成熟後會飛走，還會趕走其他同種的蟲癭。
2. 葉片放久時蟲癭會腐爛還會發臭，味道不好聞，不知道是蟲癭產生的味道，還是俗稱「臭腥仔」的水黃皮的味道。
3. 蟲癭裡有咖啡色絨毛應是提供蟲癭生長空間，不知道能否提供養分水分？
4. 根據圖 4 可以發現不同時期蟲癭長度成正比，較寬度及面積更能區分不同時期蟲癭，蟲癭發展階段操作型定義為初期水黃皮蟲癭長度為 0.3 mm 以下；成長期水黃皮蟲癭長度為 0.7~0.8 mm 之間；成熟期水黃皮蟲癭為 0.9~1.3 mm 之間；羽化期水黃皮蟲癭為 1.3~2.35 mm 之間(甚至包括超過 2.35 mm 以上)，據此繼續進行實驗。
5. 蟲癭裡面有褐色絨毛，作為保護幼蟲的防禦工具，不同時期的絨毛數量也不一樣，羽化期的絨毛數量最多，不知絨毛除了防禦外是否也有提供養分水分的功能。

因為蟲癭開口絨毛並未閉合，水黃皮瘤節蟬應可在葉子表面自由活動。

【實驗四】陽光及葉片正反面對水黃皮蟲癭成長的影響

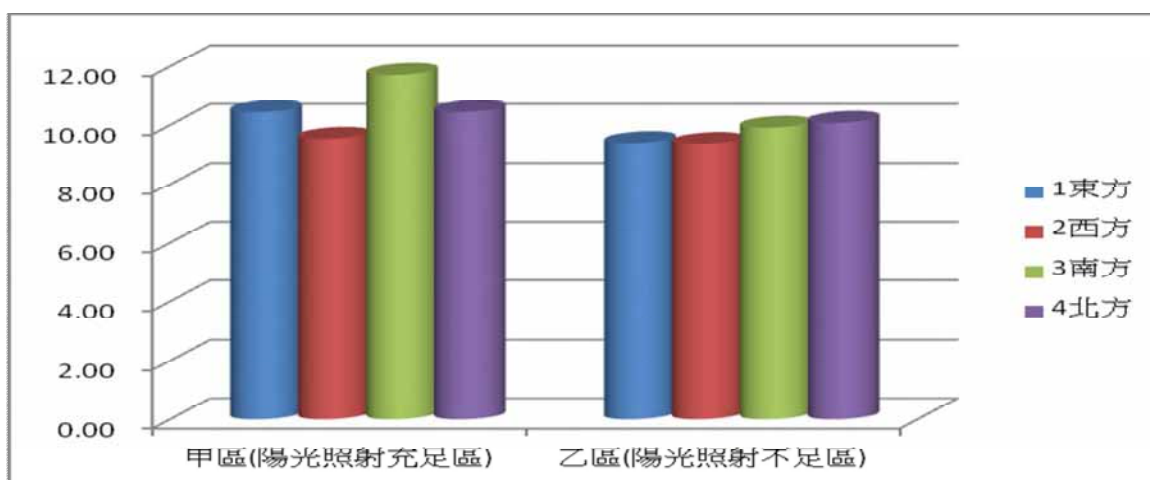
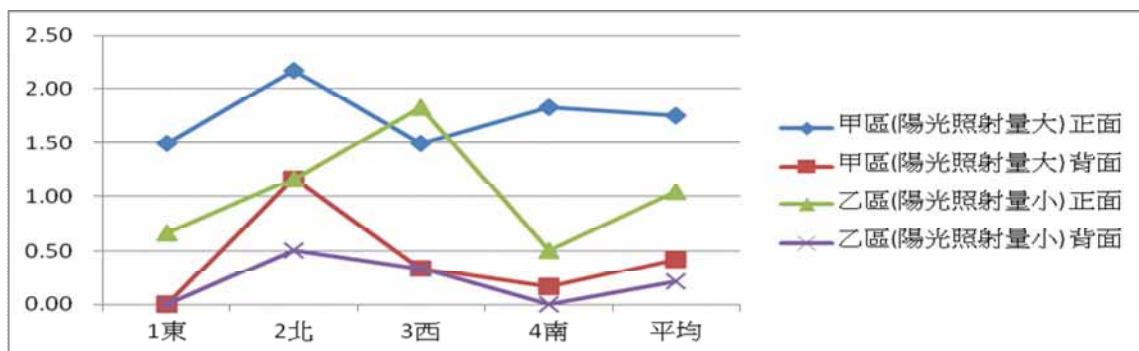
(一) 實驗方法與過程

1. 現場觀察水黃皮區共 7 棵，其中有 1 棵上面沒有蟲癭，根據陽光的照射量分為甲區陽光照射量較多，乙區陽光照射量較少。
2. 分別選擇四種不同方向(東西南北)的分枝共 4 枝，並以亂數在分枝上各選擇 12 片葉子，用人工點數的方式計算葉子上的蟲癭數量，將結果紀錄分析如下。

(二) 實驗結果

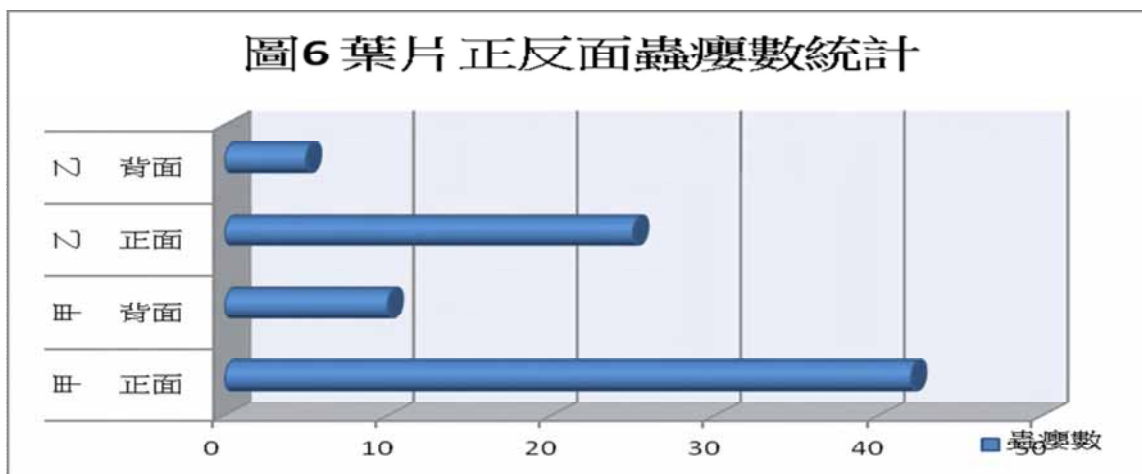
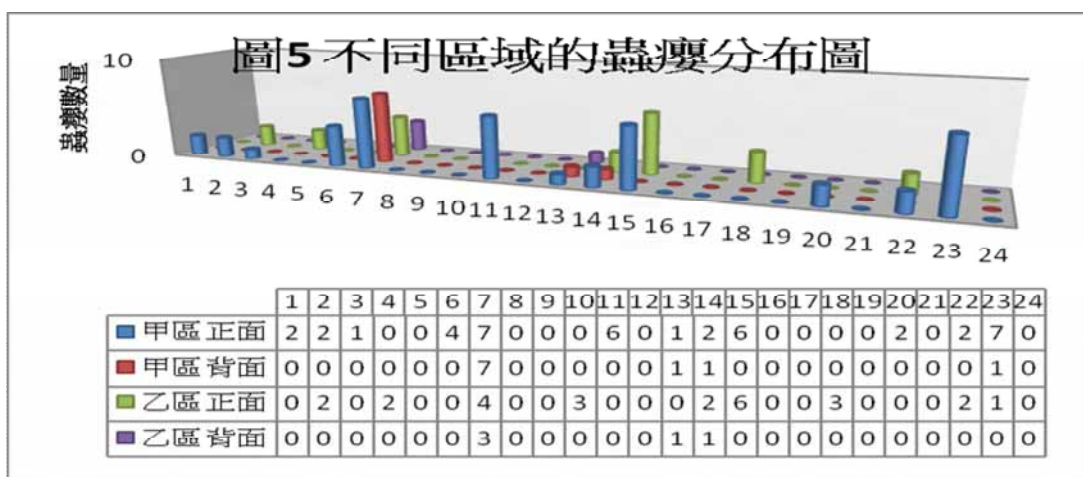
【表 6-1】 陽光及葉片正反面對蟲癭生長觀察紀錄表(平均)

	甲區(陽光照射量大)		乙區(陽光照射量小)	
	正面	背面	正面	背面
1 東	1.50	0.00	0.67	0.00
2 北	2.17	1.17	1.17	0.50
3 西	1.50	0.33	1.83	0.33
4 南	1.83	0.17	0.50	0.00
平均	1.75	0.42	1.04	0.21



【表 6-2】 陽光及葉片正反面對蟲癭生長觀察紀錄表(區間)

	甲區(陽光照射量大)				乙區(陽光照射量小)			
	正面		背面		正面		背面	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
1 東	0	4	0	0	0	2	0	0
2 北	0	7	0	7	0	4	0	3
3 西	0	6	0	1	0	6	0	1
4 南	0	7	0	1	0	2	0	0
平均	0	6	0	2.25	0	3.5	0	1



(三) 實驗討論

1. 根據上表可以知道陽光充沛的區較陽光相對不足乙生長數多，易照到陽光的葉片正面也較不易照到的反面蟲癭生長數多。
2. 陽光對於蟲癭的生長具正向的影響，陽光越大照射量越多也會造成蟲癭生長速度旺盛，所以校園生態棲地環境也會影響蟲癭生長速度。

【實驗五】葉片大小對水黃皮蟲癭成長的影響

(一) 實驗方法與過程

1. 因為上個實驗第五分枝被同學折斷，所以上次實驗用四區來計算平均。
2. 分別在兩區選擇相同方向的分枝共 5 枝，並以亂數在分枝上各選擇 12 片葉子，大片 6 片及小片 6 片(其中大小片分界為 10cm)。
3. 用人工點數的方式計算葉子上的蟲癭數量，將結果紀錄如下。

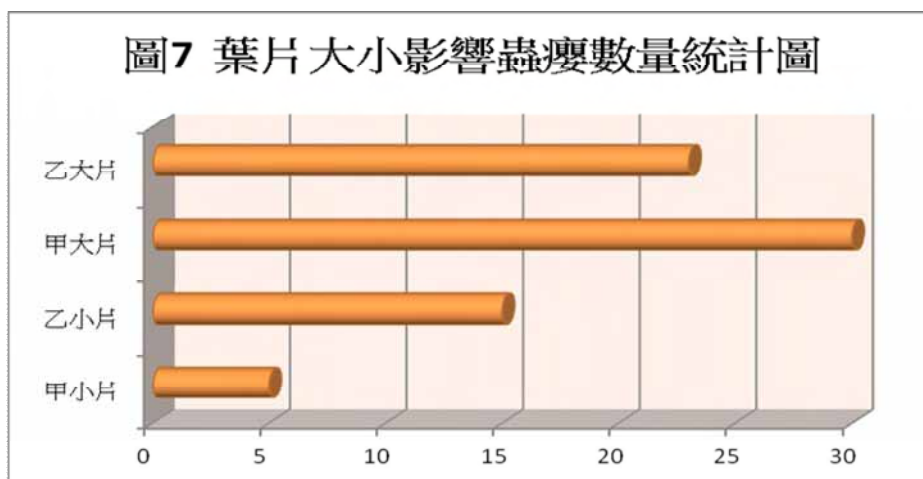
(二) 實驗結果

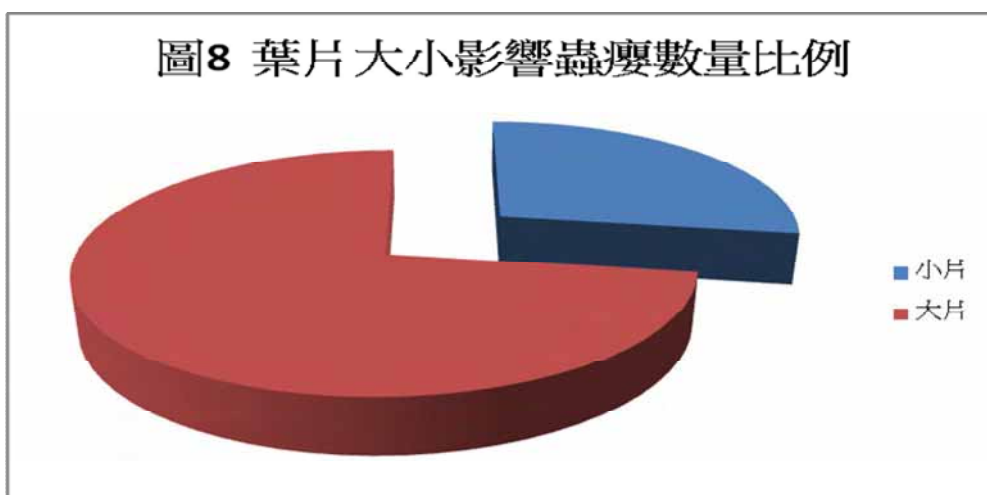
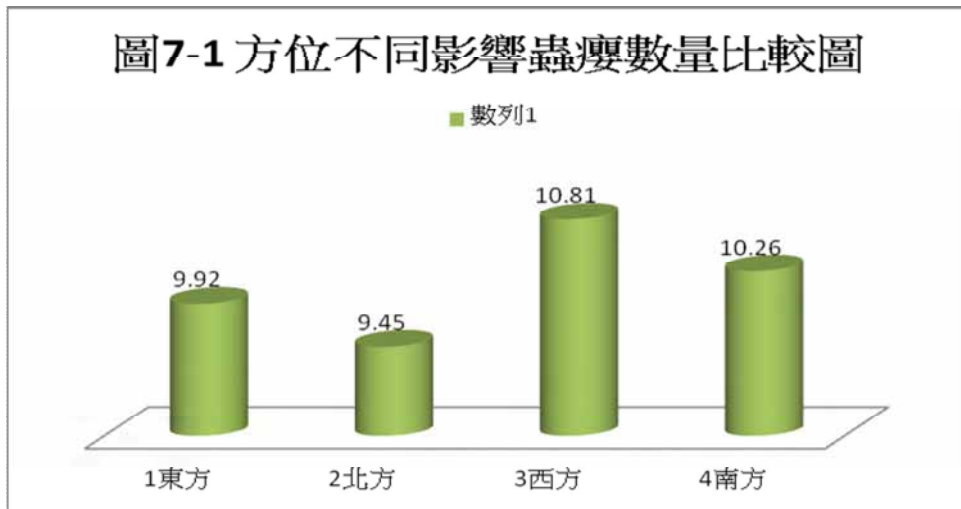
【表 7】 葉片大小對蟲癭生長的影響觀察紀錄表【定義】大片：葉片長度>10cm；小片：葉片長度<10cm

	甲 區(陽光照射充足區)				乙 區(陽光照射不足區)			
	小片	癭數	大片	癭數	小片	癭數	大片	癭數
1 東方	7.97	0.00	12.90	0.00	6.62	0.50	12.17	0.00
2 北方	7.23	0.00	11.85	0.00	6.58	0.00	12.15	0.17
3 西方	8.65	0.83	14.78	3.33	7.80	2.00	12.02	3.50
4 南方	7.80	0.00	13.08	1.17	8.00	0.00	12.15	0.17
平均	7.78	5	13.27	30	7.35	15	12.68	23

【表 7-1】 葉片大小對蟲癭生長的影響觀察紀錄表

	甲區(陽光照射充足區)	乙區(陽光照射不足區)
1 東方	10.44	9.40
2 北方	9.54	9.37
3 西方	11.72	9.91
4 南方	10.44	10.08
平均	10.53	10.02





(三) 實驗討論

1. 根據上表中實驗數據可以發現甲區大片葉片蟲癭數量為 30 個，乙區大片葉片蟲癭為 23 個，平均 26.5 個，均較甲區小片葉片蟲癭 5 個，乙區小片葉片蟲癭 15 個，平均 10，多 2.65 倍。
2. 根據實驗結果分析，我們可以知道大片葉子上的蟲癭數較小片葉子為多，蟲癭的數量跟葉子大小有正比的關係，葉片大小可以推論出葉子葉片面積越大，葉子的營養成分較多，也更能供應蟲癭的生長要件之結論。
3. 由上表中亦可分析出以東西南北四個方位作為比較，蟲癭生長的數量西方>南方>東方>北方，西方位的蟲癭數量明顯多於東、南方，而數量最少的是北方。
4. 但方位對於蟲癭數量的影響似乎並未非常明顯，因此暫時不予討論。

【實驗六】季節對水黃皮蟲癭生長的影響**(一) 實驗方法**

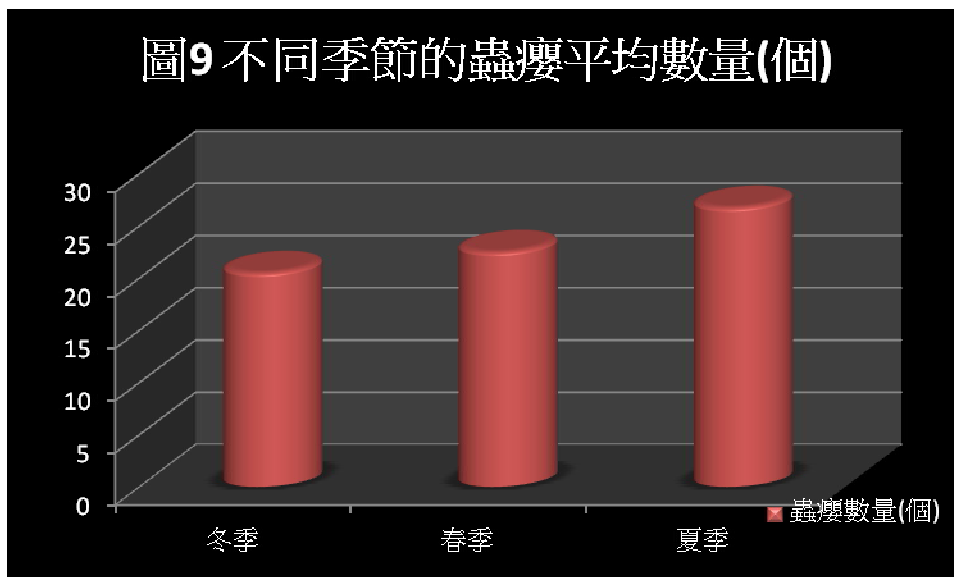
1. 選擇冬至、春季及春夏季分別統計同一棵水黃皮樹上的蟲癭數量，在選擇的過程中盡量選擇同一片葉子(除非葉子凋落)，分別計算紀錄蟲癭數量。

(二) 實驗結果**【表 8】 不同季節對蟲癭生長數量的影響觀察紀錄表**

季節		冬季				春季				春、夏季			
區域		甲(陽光多)		乙(陽光少)		甲(陽光多)		乙(陽光少)		甲(陽光多)		乙(陽光少)	
編號		正面	背面	正面	背面	正面	背面	正面	背面	正面	背面	正面	背面
1	1 東	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2		2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
3		1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
4		0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2 北	7	7	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0
8		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0
9		0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	13	0
10		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	12	0
11		6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
12		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2
13	3 西	1	1	0	1	4	0	7	0	4	1	0	0
14		2	1	2	1	2	2	2	1	2	0	0	0
15		6	0	6	0	5	0	7	1	6	0	0	0
16		0	0	0	0	3	0	7	5	2	1	0	0
17		0	0	0	0	2	1	4	0	3	0	0	0
18		0	0	3	0	1	0	2	0	1	0	0	0
19	4 南	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	6	0
20		2	0	0	0	10	1	1	1	0	0	11	0
21		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0
22		2	0	2	0	2	0	0	1	0	0	1	0
23		7	1	1	0	1	0	3	0	0	0	13	1
24		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0
總計		42	10	25	5	33	5	39	13	27	4	73	3

【表 8-2】 季節對蟲癭生長數量的影響觀察紀錄簡表

冬 季				春 季				春 夏 季			
甲區		乙區		甲區		乙區		甲區		乙區	
正面	背面	正面	背面	正面	背面	正面	背面	正面	背面	正面	背面
42	10	25	5	33	5	39	13	27	4	73	3



(三) 實驗討論

1. 由上表可以得知蟲癭數量夏季>春季>冬季，也發現春夏交接之季是最適合水黃皮瘤節蟬生長的季節，可見得環境棲地的溫度對蟲蟬生長有正相關影響。
2. 過了春夏交接之季後也比較難找到蟲體，也許因為繁殖季節過後，成蟲數量減少，但幼蟲數量增加，可能是因為幼蟲太過微小，所以我們並未找到幼蟲增加的證據。
3. 根據蟲蟬數量與葉子數量均增加的結果，間接證明葉子的生長與蟲癭生長正相關，推論也許因為葉子生長旺盛，蟲蟬的食物來源增加，所以數量也增加，配合葉子生命史。

(四) 實驗建議

1. 不同季節對於水黃皮瘤節蟬的生長的確有影響，希望研究者可以繼續完成秋季，俾便在比較不同季節的蟲癭數量後對這些神秘小生物生命歷程故事瞭解更多。

【研究中省思】研究水黃皮蟲癭與水黃皮植株的演化關係

(一) 研究中省思~蟲癭與植株的關係分析

癭對於植物而言是受病變所產生，表面看起來似乎對植物是無利的，植物應該會產生排斥機制來抵抗癭蟬的攻擊，但在共同演化的立場，這場節蟬與植物的戰爭，如何維持長期穩定。植物在這場你攻我再反擊長期抗戰中得到什麼好處？所以我們希望設計一個實驗證明蟲癭與葉子共生。

(二) 實驗方法

1. 將目前學校校園生態棲地中所有的水黃皮植株共 7 棵，分為三大層~樹冠層、樹中層及樹底層，每一層又分為三區。
2. 每一區抽取其中一個分枝計算其中有蟲癭及沒有蟲癭數量。

(三) 實驗結果

【表 8-3】水黃皮不同區域對蟲癭生長數量的影響觀察紀錄表

區域	樹冠層			樹中層			樹底層		
	冠 A	冠 B	冠 C	中 A	中 B	中 C	底 A	底 B	底 C
有蟲癭	195			95			65		
無蟲癭	153			45			55		
討論	<ul style="list-style-type: none"> ● 由上表可以發現原來在『樹冠層』的蟲癭數量最多。 ● 有蟲癭越多的植株則葉子比例也越多。 								

【校外教學】到科博館請教研究蟲癭很多年的黃坤瑋教授



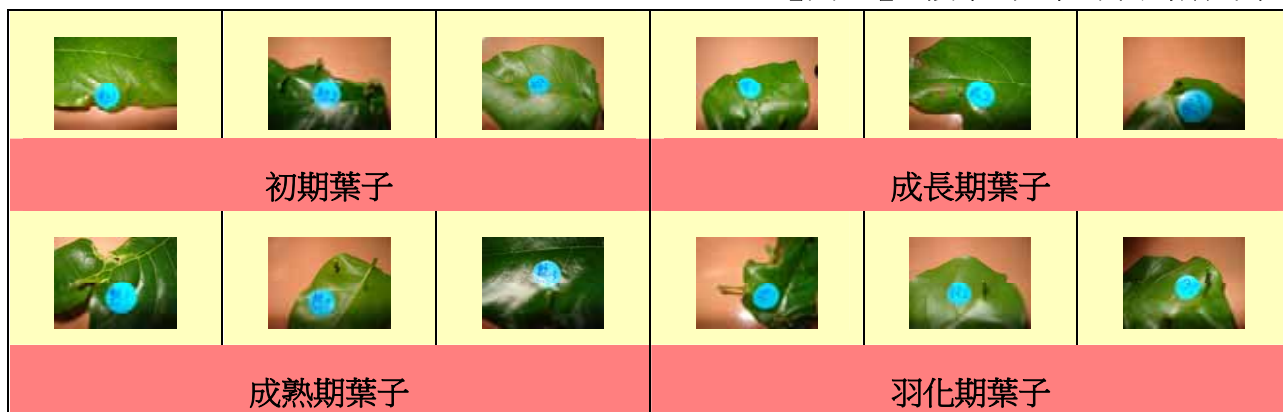
【實驗七】研究水黃皮蟲癭的外在結構特色

(一) 實驗過程：

1. 搜集四種不同時期的葉子(含有蟲癭)葉子各三片。
2. 其次將葉子及蟲癭用解剖刀垂直進行解剖分析。

(二) 實驗結果

【圖 10】 搜集到四種不同時期的葉子



【表 9】 分析不同向度的葉子與蟲癭的外在結構觀察內容描述說明

		葉 子	蟲 癭
分析向度			
相似	1. 葉子和蟲癭輸送水分的方式	葉子均以有系統的網狀葉脈來輸送水分。	蟲癭結構解剖後發現有類似網狀葉脈的結構，且大部分的蟲癭都生長在葉脈上，有點類似古代人都居住在河流沿岸一樣，非常有趣。
	2. 解剖後重新結合的形狀	 解剖後重新結合外型像水滴狀，葉脈	 解剖後重新結合外型也是像水滴狀，蟲癭中也有網狀脈用顯微鏡繼續仔細的觀察。

		具有網狀脈。	
	3. 葉子和蟲癭的味道	有臭腥味(乾燥後更臭)。	有臭腥味(乾燥後更臭)，可以證明葉子和蟲癭有相似的組織。
相異	1. 葉子和蟲癭解剖後的顏色	因為含有葉綠素所以為鮮綠色	有咖啡色絨毛及深褐色的蟲蟬排遺物，看起來不大乾淨。
	2. 葉子和蟲癭解剖後的觸感	摸起來光滑。	摸起來比較粗糙。
綜合討論	1.	葉子跟蟲癭相似的地方有輸送水分的方式，都藉由似葉脈的結構輸送水分，避免乾燥。	
	2.	蟲癭如以垂直解剖，可發現蟲癭會有與葉脈相似的網狀結構，將另一邊接合後發現解剖後形狀與葉子相似，而且也有網狀葉脈的結構。	
	3.	蟲癭與葉子都具有水黃皮的特色~味道有臭腥味非常難聞，可見蟲癭與原生植物基本成分仍然是由原來的植物組成有相似的味道。	
	4.	因為蟲癭具有為造癭節蟬構築一個家的功能，故蟲癭中會有防禦用絨毛且有水黃皮瘤節蟬遺留下來的排遺，這些都可以證明蟲癭的確保障了節蟬充足的生長條件，藉此證明水黃皮葉子對於水黃皮瘤節癭的確有助益。	
	5.	而植物因為蟲癭的生長產生了變異組織，造成了葉子為怕被水黃皮瘤節蟬啃食精光，反而生長越來越茂盛，亦可以證明水黃皮瘤節癭對於水黃皮植株具有幫助，而綜合討論 4 及討論 5 可以知道水黃皮與蟲癭是共生的生態機制。	
	6.	蟲癭原本是水黃皮的敵人，經過一番研究後反而發現水黃皮瘤節蟬似乎也讓水黃皮生長茂密，植物在逆境中產生的獨一無二生存策略。	

【實驗八】研究水黃皮蟲癭的內在結構特色

(一) 實驗前思考歷程及方法及實驗過程

1. 為什麼葉子需要產生變異組織，根據實驗七，蒐集三種不同形式的蟲癭葉子，我們想知道蟲癭內到底如何幫助節蟬不被捕食？
2. 分別製作新鮮及乾燥三天後、葉片上方及葉片下方、初期及羽化期的蟲癭水埋片。

(二) 實驗結果

【表 10】蟲癭的內在結構特色觀察

倍率	肉眼	顯微鏡 15*10	顯微鏡 15*40	
葉子 的新鮮 程度	新鮮 水黃皮蟲癭			
	乾燥 水黃皮蟲癭			
在葉子 上的	位於葉子上方的蟲癭數量較多，長度也較長	兩區蟲癭相似	兩區的蟲癭沒有不同。	
	位於葉子下方的蟲癭數量較少，長度也較短	兩區蟲癭相似	兩區的蟲癭沒有不同。	

位置	葉子下方蟲癭			
		蟲癭數量不多，但外型與上方的蟲癭沒有區別。	兩處的蟲癭相似，沒有太多不同。	位於葉子上方的蟲癭與在葉子下方的蟲癭相似。
不同時期的蟲癭	初期蟲癭			
		初期蟲癭長度較短，用肉眼觀察內部絨毛數量也不多。	可以看到不多且細小的絨毛在葉子中。	絨毛的數量較為稀疏，且中間還有類似氣泡存在。
	羽化期蟲癭			
	羽化期的蟲癭長度較長，內部的絨毛密密麻麻，感覺生長非常茂盛。	我們可以看到較多的絨毛在葉子中。	我們可以發現絨毛的數量較多，比較不容易觀測。	

(三) 實驗討論

1. 根據以上觀察表格可以發現新鮮的蟲癭較乾燥的蟲癭內部絨毛較為挺拔。
2. 葉子的位置對蟲癭的結構沒有太多差異，所以葉子上的蟲癭數量較多驗證實驗四的結果，是因為陽光充足或是因為葉子上方節蟬容易寄生。
3. 羽化期較初期蟲癭的絨毛數量多且顏色較深，絨毛交織密集所以能在蟲癭外面形成一種屏障，保護裡面的水黃皮瘤節蟬不要被捕食生物所獵食。

【實驗九】研究水黃皮蟲癭的酸鹼性質

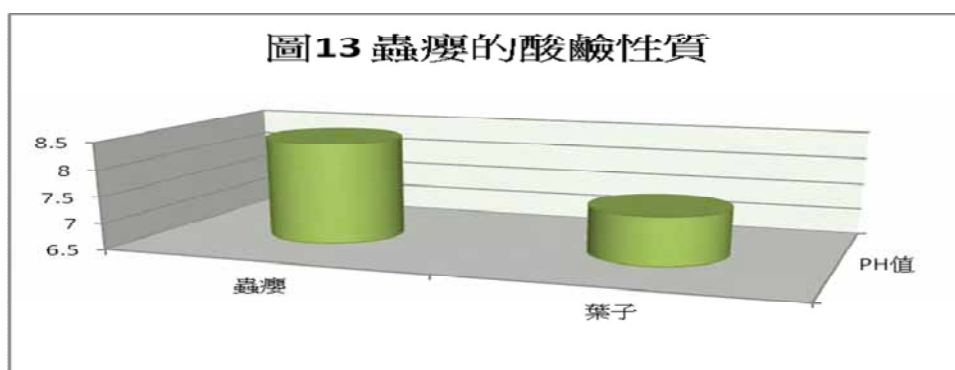
(一) 第一次實驗方法、過程及結果

1. 分別將四種時期蟲癭及葉子取 5g 搗碎後加上 20g 的水，攪拌均勻後調製重量百分濃度 20%的溶液共 8 杯。
2. 校正酸鹼指示器進行酸鹼數值測定。

(二) 實驗結果

類別	蟲癭調製之水溶液				葉子調製之水溶液			
	初期	成長期	成熟期	羽化期	初期	成長期	成熟期	羽化期
階段	初期	成長期	成熟期	羽化期	初期	成長期	成熟期	羽化期
編號	蟲 A	蟲 B	蟲 C	蟲 D	葉 A	葉 B	葉 C	葉 D
PH 值	7.9	8.5	8.3	8.9	7.5	6.9	7.4	7.8
酸鹼性	弱鹼性	弱鹼性	弱鹼性	弱鹼性	弱鹼性	弱酸性	弱鹼性	弱鹼性

【表 11】 蟲癭及葉子的酸鹼性質測定表



【圖 13】 蟲癭及葉子的酸鹼性質比較圖

(三) 實驗討論

1. 由上表中可以發現蟲癭及葉子均為鹼性，但蟲癭的 PH 平均值為 8.4，而葉子的 PH 平均值為 7.4，所以蟲癭比葉子偏鹼。
2. 開始思考為什麼蟲癭會比葉子還要鹼性呢？推測可能因為蟲癭是葉子想要讓蟲子主動離開的組織，所以讓蟲癭變得更具鹼性，希望蟲子因此而離開，而蟲子就借用這種特質保護自己避免被外來生物捕食。

【實驗中思考】水黃皮瘤節蟬在生態中的意義

(一) 實驗前的思考歷程~水黃皮瘤節蟬的生態地位

1. 我們如果可以增加水黃皮瘤節蟬的數量，或是將水黃皮瘤節蟬移到其他沒有水黃皮瘤節蟬的植物身體上，能否幫助水黃皮生長？

(二) 實驗方法、過程及結果

			
查詢相關資料並準備材料	先在實驗室做了一個模擬隔絕電磁波模型	實際做出隔絕電磁波的~地面	實際做出隔絕電磁波的~樹上
			
所以又想增加水量	寒假期間不間斷澆水	還是沒有成功	過程失敗卻思考

(三) 實驗結論與建議

1. 我們做了好幾種不同的實驗後才發現，我們介入植物及生物之間的互動結果成效不大，但是卻讓我們思考到自然界生態有一定的法則，人類不應該過度介入，而是要對生態萬物有尊重的態度。

【實驗十】研究水黃皮上各種疑似瘤節蟬生物與其他共生生物的性狀及特徵




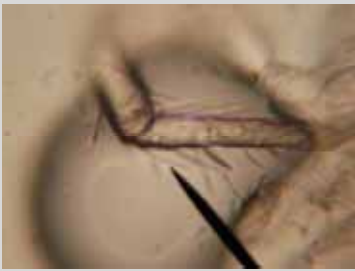


(一) 實驗方法及過程

1. 製作觀察到的水黃皮上各種疑似瘤節蟬的生物與共生生物之水埋玻片觀察記錄如下。

(二) 實驗結果

【表 12】疑似水黃皮瘤節蟬的性狀及特徵觀察記錄

觀察	觀察倍率	蟲體觀察照片	性狀觀察描述
疑似成蟬個體	顯微鏡 15*40		藉由顯微鏡高倍率的鏡頭可以發現疑似水黃皮瘤節蟬的蟲體分為 <u>頭胸部</u> 及 <u>腹部</u> ，並看到 <u>觸角</u> ，在這裡只看到蟲體有一對腳。經過解剖後發現它實際上有 <u>四對腳</u> 。
疑似成蟬個體	顯微鏡 15*4		在春夏交接之際，終於找到觀察另一隻疑似水黃皮瘤節，觀察它的腹部後發現，發現這隻與前一隻的腹部不同，這隻少了中間一條管狀物，我們猜測也許兩隻不同性別，所以腹部的生殖器官有所不同。
疑似成蟬頭部	顯微鏡		觀察頭部後發現有像 <u>觸角</u> 的器官，還有一對眼睛，連眼睛上也有剛毛。在顯微鏡下的蟲體顯得十分透明，肉眼並不容易看見，疑似水黃皮瘤節蟬的蟲體分為 <u>頭胸部</u> 及 <u>腹部</u> 共兩部分，並看到 <u>觸角</u> ，發現它有 <u>四對腳</u> ，
疑似成蟬腳部	顯微鏡		<u>腳分三節</u> ，上面還有剛毛，第一段看起來非常粗壯，想必非常有力，而第三段尾端分成三支趾頭，三支趾頭都不等長而且上面還有關節組織。蛛形綱的特徵之一。有 <u>剛毛</u> 配合環節弧度

疑似成蟬腹部
成蟬

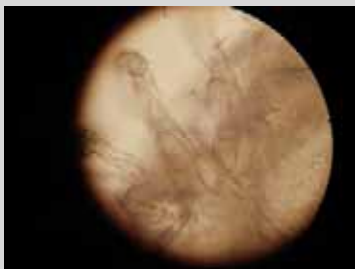
顯
微
鏡



生長。最後一節還有增加摩擦力突出物像螳螂腳。

尾端並不是如我們想像的是平整的，而是凹凸不平的。利用顯微鏡觀察後發現蟲體腳部有少許剛毛，腹部也有假環節，分節非常明確有一段一段的

顯
微
鏡



頭胸部有口器，而且左右除了觸角外各有兩個大顎。為了更了解這對大顎，我們用原來的顯微鏡並用攝影機放大後拍攝，發現大顎的形狀更清楚，左右各一個合起來有點像門的形狀，對於水黃皮植物體應具咬食能力。

顯
微
鏡



不知名的生物應屬昆蟲綱，有三對腳，身體分為頭、胸、腹三個部份，它的觸角很長，目前還找不到它，可以繼續研究它與水黃皮的關係。

實驗
討論

1. 發現疑似水黃皮瘤節蟬蟲體分為頭胸部及腹部兩個部分，身上有剛毛，尾端有假環節，頭部有觸角，有大顎一對以上的口器，身上共有四對腳，每一隻腳都分為三截，最後一截還有三個趾頭，上面都有增加摩擦力的剛毛，腳上有關節組織。

柒、結論與建議

一、實驗結論

1. 調查本校 28 種木本植物後發現，其中可能發生蟲癭五種，具植物癭比例佔 17.8%。
2. 山肉桂蟲癭容易發生於莖部樟樹蟲癭是由同翅目介殼蟲總科的生物引起，易發於葉，會產生隆突狀蟲癭；烏心石蟲癭易發新芽由雙翅目癭蚋科昆蟲引起，產生圓錐狀蟲癭；杜鵑由真菌類生物引起易發於葉，產生菌餅狀蟲癭；水黃皮蟲癭由水黃皮瘤節蟬引起易生在葉上為長條狀蟲癭。
3. 本校生態棲地蟲癭生長在營養器官，大膽推論植物希望抑制蟲蟬生長於繁殖器官，可推論植物體並不希望蟲癭生長，學校校園生態棲地中以水黃皮蟲癭發生數量最為龐大易觀察，只能生長在水黃皮樹上，有寄主單一性。
4. 當剪開蟲癭時，有些蟲癭裡不一定有蟲，有可能是成熟羽化後飛走了，有些水黃皮蟲癭成熟後會飛走，還會趕走其他同種的蟲癭，葉片放久時蟲癭會腐爛發臭。
5. 剪開蟲癭，裡頭有咖啡色的毛，推測應該是提供水黃皮蟲癭生長空間。
6. 陽光充沛的甲區較陽光相對不足的乙區數量較多，容易照射到陽光的葉片正面也較不容易照射到的反面蟲癭生長數量多。
7. 陽光充沛葉片蟲癭數量較陽光不足區多 2.65 倍。
8. 也發現夏季(夏季>春季>冬季)是最適合水黃皮瘤節蟬生長的季節，不同季節及環境棲地溫度對於水黃皮瘤節蟬生長數量的確會發生影響。
9. 水黃皮瘤節蟬分為頭胸部及腹部兩個部分，身上有剛毛，尾端有假環節，頭部有觸角，有大顎一對以上的口器，身上共有四對腳，每一隻腳都分為三截，最後一截還有三個趾頭，上面都有增加摩擦力的剛毛，腳上有關節組織，背上有翅膀及膜翅各一對。

二、實驗建議

- 1、原本我們認為水黃皮瘤節癭是一種植物的病蟲害，因為它傷害了植物，產生了變異組織，卻在實驗後發現水黃皮植株會因為有了節蟬的寄生而產生逆境生存策略，讓葉片生長越來越茂盛，植株生長狀況也較好，所以在水黃皮和節蟬間存在有「共生機制」，不管是寄生、片利共生、競爭共生都顛覆了我們原先的想像，人類的思考角度去觀察生物不是唯一選項。
- 2、原先我們認為水黃皮瘤節蟬的生長只會根據季節而有所消長，但研究後發現為了適應生活，居然也有過冬型的節蟬，而如果繼續研究，也許未來可將水黃皮瘤節蟬生長歷程畫成更完整生命歷程，讓水黃皮瘤節癭的觀察紀錄更加完整。
- 3、因為水黃皮通常會做為都市中的行道樹，所以在都市中容易觀察到水黃皮瘤節蟬所造成的蟲癭，如果細心，即使生長在都市中的我們也可以在都市叢林中進行生物觀察。
- 4、我們在實驗中曾經想要利用人為的力量(如增加光照、擋掉電磁波等)讓節蟬增加，以幫助水黃皮的成長，不過後來我們放棄了這個構想，因為自然界生長有一定的韻律，也許我們必須學習如何尊重大自然，不進行太多干預。
- 5、在造癭生物這個領域研究的人不多，我們可以找到的文獻資料也相當有限，研究過程中常常發生結果顛覆了我們原先的設想這樣的現象，好奇心不斷驅使著我們繼續求知，還有廣大的浩瀚知識在等著我們，這次的科展只是我們研究的開始，未來希望可以 and 這群夥伴繼續合作探索這個讓我們大開眼界的生命奇蹟~蟲癭的生命故事。

捌、參考文獻

1. 共存共榮~造癭節蟬與植物的故事，民 96，黃坤璋，國立自然科學博物館。
2. 造癭節蟬的種種，<http://web2.nmns.edu.tw/PubLib/NewsLetter/87/130/10.html>，下載日期 2011 年 9 月 24 日。
3. 節蟬—大自然的工程師，<http://www.nmns.edu.tw/public/exhibit/2005/Acari/6.html>，下載日期 2011 年 10 月 4 日。
4. 節蟬類，自然與人文數位博物館，
<http://digimuse.nmns.edu.tw/Default.aspx?Domin=z&tabid=81&Field=e0&ContentType=Study&FieldName=&ObjectId=&Subject=&Language=CHI>，下載日期 2012 年 1 月 10 日。
5. 由癭認識植物，<http://subject.forest.gov.tw/species/gall/html/page91.htm>，下載日期 2012 年 1 月 13 日。

【評語】 080315

1. 研究水黃皮蟲癭的生長歷程，觀察仔細，但剪開後觀察到的疑似節蟬的褐色蟲子有待證實。
2. 研究以定性描述為主，可再加強定量比較及控制變因。
3. 請慎用專有名詞，查詢清楚再使用。