

臺灣二〇〇八年國際科學展覽會

科 別：植物學

作品名稱：姑婆芋的傳粉生物學

得獎獎項：佳作

學校 / 作者：臺北市立麗山高級中學
臺北市立麗山高級中學

陳亮榮
黃盟峰

作者介紹

姓名	陳亮榮	性別	男	學校	台北市立麗山高級中學	班級	二年七班
聯絡地址	台北市明水路 397 巷 19 弄 24 號 8 樓			電子信箱	david9988552211@yahoo.com.tw		
聯絡電話	(02)25323669			收機號碼	0953627737		
興趣特長	我的興趣廣泛，課餘時間，喜歡和同學們打籃球，或著是聽聽音樂、閱讀書籍，尤其是跟科學有關的，如「科學人雜誌」、「直覺」等。從小就對生物極為有興趣，為了瞭解生物奧妙，以及對知識的渴望，於是參加了生物專題，並進一步的開始做了有關生物的科展，在研究的過程中從老師那邊學習到很多處理問題的方式。						
課業表現	課業成績上，各科發展平均，由於對物理、生物、化學興趣濃厚，因此成及野較優異。						
課外活動表現	因為英文是世界的語言，為了讓自己能夠搭上世界的潮流，提升英文程度，所以暑假時代表學校去夏威夷參加「Pan Pacific Program」，去當地了解不同國家的文化，並與不同國家的學生交流，讓自己的世界觀擴展。						
未來學業及生涯展望	由於參加了生物專題，對生物知識的渴望更為強烈，希望未來能夠涉及到有關醫學的領域，也希望未來能夠出國留學，更進一步追求知識，並讓自己的國際觀展拓。						

我的名字叫林彥廷，目前就讀於麗山高中數理資優班二年級。上了高中逐漸發覺自己對生物的濃厚興趣，喜歡探討自然現象背後的原因，我因此踏上了這班「實驗」列車。剛開始因為不熟悉，遇到了一些問題與挫折。但與同伴、指導老師及教授討論後，那些難題都一一克服了。話說「靜海造不出好水手」，如果道路太平，哪來的進步呢？做科展其實就是解決問題而已，那些問題並不是阻力，而是使我們更上層樓的能量。再進行研究的這段期間裡，我體會到了科展的意義及其精髓，使我更進一步的提升自己。



陳亮榮



林彥廷

目錄

中文摘要.....	p. 2
英文摘要.....	p. 3
一、前言	
(一) 研究動機.....	p. 4
(二) 研究目的.....	p. 5
二、研究方法或過程	
(一) 研究設備與器材.....	p. 6
(二) 研究方法.....	p. 7
三、研究結果與討論	
(一) 研究結果.....	p. 9
(二) 討論.....	p. 12
四、結論.....	p. 15
五、參考文獻.....	p. 16
表.....	p. 17
圖.....	p. 18
彩圖一至十七.....	p. 19

中文摘要

我們在校園內設置兩樣區，從 2007 年 4 月至 2007 年 6 月，共調查 9 株姑婆芋，93 朵佛焰花，以瞭解姑婆芋生活史、傳粉昆蟲生活史及兩者之間的互動關係。

姑婆芋在 11 月至 7 月花期時會不斷產生佛焰花苞，剛冒出的花苞經過 1 到 3 天後，雌蕊漸成熟，佛焰苞會漸漸展開，開始產熱及一些特殊氣味，吸引果蠅科未知種的蠅類傳粉。當胚株受粉後，佛焰苞頸部會閉合，迫使傳粉昆蟲會往上爬到雄蕊部位攜帶花粉，飛至另一株姑婆芋雌蕊上傳粉，因此姑婆芋與傳粉昆蟲之間具有互利共生的關係。佛焰花序主要產生氣味的部位是在附屬物及雄部，而佛焰苞則可以幫助吸引更多傳粉昆蟲。佛焰花序的附屬物及雄部相對溫度較高，可能具有產熱以吸引傳粉昆蟲的功能。

Abstract

Our study started from April, 2007 to June, 2007. We observed a total of 9 *Alocasia odora* and 93 spathes to help understand the life cycle of these understory clonal herbs, its pollinators, and the relationship between them.

Alocasia odora produces spathes continuously during inflorescence. In the female phase, the pistillate part of the inflorescence ripens and an opening appears at the spathe, heat and a special odor is produced to attract pollinators of *Drosophilidae*. When the ovule is pollinated, the male phase begins and the opening encloses, which forces the pollinators upwards to the staminate part to carry its pollens, and then fly to an other *Alocasia odora*, Heat and the special odor are produced by the appendix and the staminate part of the inflorescence, and the spathe can increase the number of pollinators attracted. The relationship of mutualism between these two species contribute to the study of coevolution.

一、前言

(一) 研究動機

有一次生物老師利用課餘時間帶我們到學校後山——金面山做野外探勘，路上我們看到很多生物，如青蛙、蜘蛛、蝴蝶……，正當我們在休息時，突然聽到慘叫聲，回頭一看，原來有人碰到姑婆芋的汁液，我走過去看看那株姑婆芋，發現他的佛焰苞裡竟然有無數隻的昆蟲！為什麼這麼多昆蟲會聚集在佛焰苞內，又有何功用呢？兩者又有無共生關係呢？為了解決這些問題，踏上了這趟研究之旅！

植物在經過經年累月的演化，發展出很多不同的傳粉方法：(一) 昆蟲：很多昆蟲被列為傳粉昆蟲，例如甲蟲，甚至蚊子也為果園授粉(吳，2004)。昆蟲的嗜花性可能伴隨著對花有利的本質，如取食花蜜時也幫助了花的授粉。(二) 風：大部分的森林植物，如樺樹、橡樹、刺楊都是利用風來傳粉。它們的花藥很多，產生大量鬆散、乾燥，通常是圓形而且光滑的花粉粒，以利於傳播。(三) 水：水生植物之一的美國苦草 (*Vallisneria americana*)，船狀的雄蕊花在莖部折斷，含有花粉的花藥在水面上漂浮，並向四周擴散。最終，花藥與接觸的柱頭碰撞，花粉被傳送而發生受精。(四) 鳥：有 2/3 的鳥類是依靠花朵作為大部分或全部的食物。鳥類定為花朵是靠它們優秀的視覺，而鳥類訪花通常具有豐富的花蜜補賞。(五) 熱：有一些植物甚至演化出非比尋常的傳粉方式。如天南星科 (*Araceae*) 的臭菘 (*Symplocarpus foetidus*)、海芋 (*Zantedeschia aethiopica*)，還有石菖蒲 (*Acorus gramineus*)。它們利用呼吸作用產生的熱可以吸引一些對熱較敏感的食腐蠅類，使其爬進佛焰苞裏，把雄花的花粉傳給雌花，促進植物的繁衍(楊與管，2005)。

天南星科植物共計約有 105 屬，1400 餘種，分佈於熱帶、亞熱帶及溫帶。除了栽培之外，尚有 14 屬 28 種原產於臺灣。如芋屬的臺灣青芋 (*Colocasia formosana*)、魔芋屬的東亞魔芋 (*Amorphophallus kiusianus*)，及姑婆芋屬的姑婆芋 (*Alocasia odora*)。它們都能夠產熱吸引昆蟲，但並非只有天南星科的植物能夠產熱，研究指出亞馬孫水百合 (Amazon Water Lily)、番荔枝的花 (*Annona squamosa*)、幾種棕櫚的花序，以及幾種蘇鐵科植物的雄球花也會產熱。

如果有人跟我說在植物的大家族中，有一類的植物竟然會為繁殖發熱，我一定不會相信。它們在寒冷的環境下開花時，為了吸引昆蟲，佛焰花序會產生強烈的發熱現象，這真是一個奇妙的發現！為了揭開它神秘的面紗，也為了提供學術界作為參考，我們以學校後山所擁有的眾多姑婆芋作為實驗物種，開始進行這一連串的研究。

(二) 研究目的

1. 核心問題

姑婆芋與傳粉昆蟲之互動關係？

2. 研究目的

- (1) 了解姑婆芋的開花週期與過程、佛焰花序的形態與構造。
- (2) 了解傳粉昆蟲的種類、形態、生活史。
- (3) 了解姑婆芋與傳粉昆蟲生活史之間的互動關係。

二、 研究設方法或過程

(一) 研究設備及器材

1. 實驗植物

◎姑婆芋(*Alocasia odora*) (彩圖一)

(1)分類：天南星科(Araceae)、姑婆芋屬(*Alocasia*)

(2)分布：生長在山谷疏林下的陰濕地，分布於中低山區

(3)特徵：多年生直立性草本；根莖粗短，肉質；莖高 30-80 公分，具環形葉痕。葉片半盾狀生或廣卵狀心形，先端銳尖，全緣，長可達 1 公尺。花序中雌花在下，雄花在上，中央為中性花。

2. 實驗器材

器材	數量
指針溫度計	1 個
塑膠手套	4 副
相機	1 台
電子游標尺	1 支
剪刀	1 把
封口袋	1 盒
複式顯微鏡	1 台
解剖顯微鏡	1 台
酒精	1 瓶
乙醚	1 瓶

(二) 研究方法

1. 物種採集：

(1) 姑婆芋研究

A. 實驗樣區(彩圖二)

我們以學校後山——金面山作為我們的實驗樣區，分為A樣區及B樣區。A樣區有5株姑婆芋(A1、A2、A3、A4、A5)，B樣區有4株姑婆芋(B1、B2、B3、B4)，共9株。我們同時還做了佛焰花苞的編號，如A1-1、A1-2 … …共93個。

B. 採集方法

確定採集地點後，因為姑婆芋的汁液有毒，所以我們帶上塑膠手套剪下姑婆芋的佛焰花苞帶回實驗室進行解剖測量。

(2) 傳粉昆蟲研究

A. 採集地點

因學校後山樣區內有著眾多的姑婆芋生長，我們定期至樣區內採集佛焰花苞內的傳粉昆蟲，以瞭解昆蟲種類、形態、生活史等。

B. 採集方法

根據我們所觀察到的現象，傳粉昆蟲會被姑婆芋的佛焰苞吸引，所以我們便以姑婆芋為媒介，於吸引到傳粉昆蟲後，利用塑膠袋將其捕捉，並以乙醚麻醉，進行觀察。

2. 姑婆芋生活史之觀察：

(1) 生活史觀察

為了了解姑婆芋整個的生活史，我們在2007年4月至2007年6月，每天下午放學都至我們的研究樣區——學校後面的金面山，做觀察、紀錄與拍照以了解出姑婆芋開花週期、各時期的存在比例、以及各時期占總生活史的比例。

(2) 溫度量測

我們將姑婆芋的花分為五個部位，以攝氏 $^{\circ}\text{C}$ 為單位，並以指針溫度計測量五個部位的溫度。此五個部位分別為：

A. 附屬物 appendix

B. 雄花 staminate part

C. 不孕花 sterile part

D. 雌花 pistillate part

E. 佛焰苞 spathe

(3) 佛焰花序各部位功能之探討

為了解佛焰花序各部位所扮演的功能，我們分別切除了

A. 佛焰苞

B. 附屬物

C. 附屬物及雄部

接下來連續幾天觀察是否有傳粉昆蟲被吸引，以了解何處是吸引昆蟲的重要部位。

三、研究結果與討論

(一) 研究結果

本研究於 2007 年 4 月份展開，至 2007 年 6 月底為止，我們將研究地點分為 A 樣區以及 B 樣區，共有 9 株姑婆芋、93 朵佛焰花苞。

1. 姑婆芋之生活史研究

(1) 姑婆芋開花過程(彩圖三)、(彩圖四)、(彩圖五)、(彩圖六)

為了方便研究，我們將姑婆芋的生活史分為五期。

- A. 第 I 期：佛焰花苞剛冒出綠色的花苞來，雌部與雄部皆未成熟，佛焰花苞無任何開口。內部花序堅硬，附屬物、雄部及不孕花序皆為黃白色，雌部為綠色。
- B. 第 II 期：因為第 II 期包含了兩部分，所以我們又將第二期分為兩個小期
 - II-1：這個時期為雌部成熟的階段，佛焰苞慢慢開始打開，柱頭變大，且為黃白色，附屬物、雄部及不孕花序也皆為黃白色，雌部為綠色。
 - II-2：這個時期為雄部成熟的階段，連接不孕花序以下的花苞閉闔，上端的花苞完全打開。雄花表面有凹凸的痕跡，並且有黃色的花粉產生，而雌部的柱頭變成淺褐色，不孕花序則變成淡橘色。
- C. 第 III 期：上端的雄花由黃白色變為淡褐色，凹凸的痕跡更為明顯。佛焰花苞開始枯萎，顏色由綠色轉為黃褐色。子房慢慢開始膨大，下端的不孕花序由淡橘色變為深橘色，且開始有汁液的產生。
- D. 第 IV 期：上端枯萎的雄部及花苞掉落，雌部的子房也較第 III 期大，柱頭由淺褐色轉為黑色。內部的不孕花序由深橘色變為暗紅色，且產生更多汁液。
- E. 第 V 期：成熟的果實外皮爆裂。先從頂端裂一個洞，接下來外皮向內反捲，露出紅色的果實。

(2) 姑婆芋開花週期

根據長期觀察發現，同一株姑婆芋不會同時具有 II-1 (雌熟) 及 II-2 (雄熟) 時期的花，因此我們做了進一步的調查。我們以 5 月 31 日、6 月 7 日、以及 6 月 14 日的調查結果為參考，在 147 個紀錄裡，只有 5 個正值第 I 時期，比例大約為 3%，此外，我們還發現同一株姑婆芋大約要到有一朵正值第 II-2 期的花轉變為第 III 期時 (也就是說沒有花粉時)，才会有另外一朵第 I 期的花開。以 A1 株為例，5 月 29 日正值 A1-4 第 III 時期的最後一天，到了 5 月 30 日冒出另一個新的花苞—A1-8。到了 6 月 9 日，A1-8 變為第 III 時期 (花苞枯萎)，6 月 10 日又出現另一個新的花苞—A1-9。(圖一)

2. 傳粉昆蟲之生活史研究

(1) 傳粉昆蟲的生長過程

姑婆芋的傳粉昆蟲屬於果蠅科 (*Drosophilidae*)，但還不確定牠的種類。我們將生活史分為四個時期：，卵、蛆、蛹以及成蟲 (Okada, 1980)，以下為各時期外觀形態：(彩圖七)

- A. 卵：長度大約 0.12 公分，顏色淡褐色，半透明，可清楚看見蛆在卵裡蠕動。卵的一端半圓形，另一端有突起。
- B. 蛆：體長大約 0.48 ± 0.14 公分，透明乳白，身上有黑色剛毛，口部有齒，尾部有呼吸管。
- C. 成蟲：體長大約 0.33 ± 0.04 公分，眼睛紅色，全身黑色且身體上有絨毛，翅膀透明，翅脈為黃色。

3. 佛焰花與傳粉昆蟲之共生研究

(1) 佛焰花與傳粉昆蟲的互動關係

A. 佛焰花與傳粉昆蟲的互動關係

剛冒出的新花苞 (第 I 時期) 經過大約 1 到 3 天後，佛焰苞會漸漸的鬆開，形成一個開口，此時雌部已經成熟 (第 II-1 時期)，並開始產生一種特殊的氣味吸引傳粉昆蟲授粉。胚珠授粉完畢後，中間的開口會漸漸的密合，迫使傳粉昆蟲往上移動，等到開口完全的密合後，雄部便開始成熟，並產生花粉 (第 II-2 時期)。這時，傳粉昆蟲會在花序上覓食、交配 (彩圖八)、產卵，同時也會在身上沾上不少花粉。當花序漸漸枯萎時 (第 III 時期)，傳粉昆蟲就會帶著身上的花粉飛向另一株姑婆芋的 II-1 時期。而之前那個佛焰苞則是慢慢進入第 IV 時期，在經過大約 11 天後，果皮上端會出現洞口，並開始往外反捲、爆裂，露出紅色果實 (第 V 時期)。

B. 花期與昆蟲分布之關係

不同時期的蟲也分布在不同時期的花，卵分部於第 II-1 與 II-2 時期，蛆分布於 II-1 到 IV 時期，而成蟲則分布於 II-1 與 II-2 時期 (彩圖九)、(彩圖十)、(彩圖十一)。

C. 姑婆芋避免自花授粉

姑婆芋的花在 II-1 期的時候雌部成熟，開始吸引傳粉昆蟲。胚珠授粉後，中間開口逐漸密合，雄部這時成熟並有花粉產生，進入 II-2 期。由於中間開口已經密合，因此自己雄花的花粉無法掉入下部的雌花，而避免了自花授粉。

(2) 佛焰花序各部位溫度之差異

利用指針溫度計測量佛焰苞 5 個不同部位的溫度 (彩圖十二), 發現附屬物、雄部與雌部的溫度有偏高的現象, 大約高於佛焰苞與不孕花 $1-2^{\circ}\text{C}$ (彩圖十三)。

(3) 佛焰花序各部位功能之探討

A. 去除佛焰花苞

在這個實驗裡, 我們將正值第 I 期的佛焰花苞去除, 經過 1 天後, 觀察到雌部與不孕花有被咬食過的痕跡, 再過大約 2 天後, 有部分的傳粉昆蟲被吸引過去, 但數量極少 (彩圖十四)。

B. 切除附屬物

我們利用剪刀將正值第 II-1 期佛焰花序附屬物切除, 經過 1 天後, 觀察到被吸引的傳粉昆蟲數量並無明顯變少 (彩圖十五)。

C. 切除附屬物與雄部

我們利用剪刀將正值第 II-1 期佛焰花序的雄部切除, 經過 1 天後, 觀察到幾乎沒有傳粉昆蟲被吸引過去 (彩圖十六)。

(二) 討論

1. 姑婆芋的開花週期

花的授粉主要有分自花授粉與異花授粉，但因為自花授粉會降低植物基因的差異性，因此大多數植物都是異花授粉，不但可以繁衍下一代也可以保持基因的多樣性。在 1989 年，有一位學者 (Yafuso) 做了一個套袋實驗，她選了 39 朵有套袋子的佛焰花苞和 39 朵沒套袋子的佛焰花苞，目的是為了要觀察自花授粉與異花授粉的授粉率。結果顯示被套袋子的只有 7 朵成功的自花授粉，而沒套袋子的有 33 朵。這就是姑婆芋要避免自花授粉的原因之一 (彩圖十七)。而我們發現姑婆芋的開花過程及週期剛好可以避免自花授粉的發生。

(1) 姑婆芋的開花過程

剛冒出的花苞 (第 I 時期) 經過大約 1 到 3 天後，佛焰苞中間會逐漸的鬆開，產生一個開口，此時雌部成熟 (II-1)，並開始產生一種特殊氣味，而這些特殊氣味可以吸引位在別株 II-2 時期的昆蟲前來傳粉。授粉完畢後，佛焰苞中間的開口會逐漸的密合，迫使傳粉昆蟲往上移動到雄部，並在那裡交配、產卵以及攝食。而雄部這時才成熟，並開始產生花粉，進入 II-2 期。雌部較雄部早成熟的現象稱為雌先熟，就因為這樣而使得姑婆芋得以避免自花授粉。經過大約 3 到 4 天後進入第 III 期，花序停止產生氣味，佛焰花苞會漸漸的由綠色轉為黃色，雄花也會漸漸的枯萎，由黃色轉為褐色。此時傳粉昆蟲便會攜帶著身上沾滿的花粉飛到別株姑婆芋的 II-1 期。在這個時期裡，下端的不孕花也會開始腐爛，顏色由淡橘色變為深橘色，並且有汁液的產生。我們解剖花苞時發現有很多的蛆利用口部的齒攝食不孕花序，推測不孕花序可能是他們的食物來源。第 IV 期時，果實慢慢膨大、成熟，顏色逐漸由綠色轉為紅色。最後由果皮上端開始爆裂，往外反捲，露出鮮紅色果實。

(2) 姑婆芋避免自花授粉的方式

我們另外觀察發現，姑婆芋還會避免同一株眾多花苞之間的授粉。以 A1 株為例，5 月 29 日正值 A1-4 第 III 時期的最後一天，到了 5 月 30 日冒出另一個新的花苞—A1-8。到了 6 月 9 日，A1-8 已變為第 III 時期 (花苞枯萎)，6 月 10 日又出現另一個新的花苞—A1-9。這個現象顯示，姑婆芋會避免同時開花。藉由一次只開一朵佛焰花苞，姑婆芋 A1 可以確定它自己的花粉一定是傳到其他株姑婆芋的花苞，而 A1 自己所接受的花粉也一定是從其他株姑婆芋所傳來的。

2. 各部位功能之探討

為了探討姑婆芋吸引傳粉昆蟲的部位，我們將姑婆芋第 I 期的花苞以及第 II-1 期的雄部和附屬物分別切除，過了幾天發現切除花苞的花序有傳粉昆蟲被吸引，但數量非常少（彩圖十四）。切除附屬物的花序吸引的昆蟲數量則沒有明顯變少（彩圖十五），而切除雄部和附屬物的花序吸引的昆蟲數量則明顯變少，甚至沒有傳粉昆蟲被吸引（彩圖十六）。

有兩位學者 Miyakec 及 Yafuso 曾做過類似的實驗 (Miyakec, Yafuso, 2003)，他們將附屬物、雄部以及雌部分別切除，並把切下來的部位放入自製的實驗器材中，發現附屬物吸引的昆蟲數量最多，而雌部最少。所以我們推測雄部及附屬物是吸引傳粉昆蟲的主要部位，它們可能可以產生吸引傳粉昆蟲的特殊氣味，而且還能利用產熱來使那些特殊氣味傳送出去，所以我們就利用指針溫度計來測量花序各個部位的溫度（彩圖十二）。測量發現，不孕花序的溫度最低，而附屬物及雄部的溫度相對較高（彩圖十三）。Yafuso 也有測量附屬物、雄部及雌部與室溫的差異，同樣發現附屬物及雄部的溫度大部分都比室溫來的高 (Yafuso, 1993)。

我們推測附屬物及雄部是主要吸引傳粉昆蟲的部位，它們可以產熱以及一種特殊氣味，而佛焰苞則可以聚集這些氣體，幫助吸引更多傳粉昆蟲。由於我們的溫度測量沒有連續性，而且沒有與室溫比較，所以我們以後會利用連續溫度記錄儀器來測量姑婆芋佛焰花序各個部位。

3. 昆蟲生活史與花期的關係

我們在野外觀察姑婆芋的時候發現了很多的成蟲在 II-1 及 II-2 期，解剖的時候也在第 III 期發現了卵，而蛆的發現比例最多，從第 II-1 期到第 IV 期都有，但是始終沒有發現蛹。我們推測可能是因為蛹期太短，解剖時剛好沒有看到。這是未來我們將研究的問題。

我們在解剖第 IV 期時發現了蛆，因此我們推測蛹應該也在第 IV 期。而這些蛹在第 V 期前羽化，之後利用果皮爆裂時所產生的開口飛出。所以我們做了一個套袋實驗，將塑膠袋套住第 IV 期的花苞，過幾天後，觀察第 V 期果皮爆裂時是否有成蟲飛出。但是最後實驗失敗，推測可能是因為塑膠袋沒有透氣性使得花苞爛掉，而沒有發現成蟲。等花期開始時，我們會改用透氣性的袋子在做一次實驗。

姑婆芋的花期是從 11 月開始直到隔年的 7 月多。我們發現到了 7 月初，花苞的數量明顯變少，但昆蟲數量卻沒有相對明顯的變化，因此每一個花苞裡的傳粉昆蟲數量突然

暴增（彩圖十一 B, C）。但是等到花期完全結束後，那些傳粉昆蟲也跟著消失。我們推測這些蟲可能是飛到附近其他天南星科植物，但是還不確定，因此這將是我們接下來要研究的問題。

到目前為止我們只知道這些傳粉昆蟲是屬於果蠅科 (*Drosophilidae*)，Okada 在世田谷區曾經做過研究，在他的一篇研究裡有說到，*Colocasiomyia alocasiae* 與 *Colocasiomyia xenalocasiae* 為姑婆芋的傳粉昆蟲 (Okada, 1975)，我們也曾經寫信給 Okada 問有關於如何鑑定這些傳粉昆蟲的資料，但尚未收到回信。因此目前還不確定我們樣區內的傳粉昆蟲是否跟那裡一樣。這也是我們將來要確認的問題。

四、結論與應用

(一) 結論

1. 姑婆芋會藉由開花週期與佛焰花序的構造來避免自花授粉與同株授粉。
2. 姑婆芋吸引傳粉昆蟲的主要部位是附屬物及雄部，而佛焰苞則可以聚集氣味，幫助吸引更多傳粉昆蟲。
3. 附屬物及雄部的溫度相對來講比不孕花序高。
4. 姑婆芋的佛焰花序可以提供傳粉昆蟲攝食、交配以及產卵，而這些昆蟲則可以替姑婆芋傳粉來繁衍下一代，兩者具有互利共生的關係。
5. 不同時期的蟲也分布在不同時期的花，卵分部於第 II-1 與 II-2 時期，蛆分布於 II-1 到 IV 時期，而成蟲則分布於 II-1 與 II-2 時期。

(二) 應用

本研究主要探討姑婆芋與傳粉昆蟲之間的互利共生，可提供教科書引用。此外，因為國內很少相關的研究，因此也可以提供未來學術界作為參考以作進一步的探討。最後，藉由姑婆芋與其傳粉昆蟲的交互關係，我們可以了解不同生物在生態系裡所扮演的不同角色以及其重要性，藉此使人們更加重視生態的保育。

五、參考文獻

- 吳杰。2004。授粉昆蟲與授粉增產技術。中國農業出版社：204。
- 楊政澤、管力慶。花花世界~顯花植物嗜花者與昆蟲。農業世界雜誌 259：72-100。
- Miyake T. and Yafuso M., 2003. Floral scents affect reproductive success in fly-pollinated *Alocasia oddra* (Araceae). *American Journal Botany* 90(3):370-376.
- Okada T., 1975. The Oriental Drosophilids Breeding in Flowers. *Kontyu*, Tokyo, 43(3): 356-363.
- Okada T., 1980. Synhospitolic Evolution of the Genus *Drosophilella* DUDA (Diptera: Drosophilidae), with Description of a New Species from Okinawa and Taiwan. *Kontyu*, Tokyo, 48(2): 218-225.
- Yafuso M., 1993. Thermogenesis of *Alocasia oddra* (Araceae) and Role of *Colocasiomyia* Flies (Diptera: Drosophilidae) as Cross-Pollinators. *Environ. Entomol.* 22(3): 601-606
- Yafuso M., 1994. Life history traits related to resource partitioning between synhospitolic species of *Colocasiomyia* (Diptera: Drosophilidae) breeding in inflorescences of *Alocasia oddra* (Araceae). *Ecological Entomology*. 19: 65-73.

表一、佛焰苞之生活史(單位：天)

花期	I	II-1	II-2	III	IV	V	VI
測量數量	93	93	93	93	93	93	93
平均	2.3	1.9	3.4	2.6	9.3	11.3	5.1
標準差	0.71	0.35	0.52	0.74	1.83	2.19	1.73

A1 株

日期	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13
A1-4	III																
A1-8			I		II-1			II-2			III						
A1-9													I		II-1		

A2 株

日期	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15
A2-1	II-2		III																
A2-8			I	II-1		II-2			III										
A2-9													I	II-1		II-2			

A4 株

日期	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14		
A4-8	III																			
A4-10	I	II-1			II-2			III												
A4-11													II-2							
A4-12																		I		

B2 株

日期	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14	
B2-8	II-2			III															
B2-14			I	II-1			II-2			III									
B2-15											I	II-1							
B2-16															I				

B3 株

日期	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9		
B3-8	II-2	III													
B3-11	III														
B3-15					I		II-1			II-2			III		

圖一、姑婆芋佛焰花序各時期發育所需的時間(單位：天)



A. 整體外觀



B. 佛焰苞



C. 果實

彩圖一、姑婆芋的外觀



A樣區



B樣區



彩圖二、樣區圖

外觀形態



I a

II-1 a

II-2 a

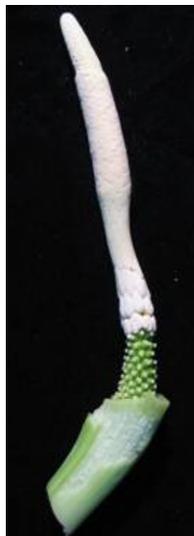
III 初 a

III 末 a

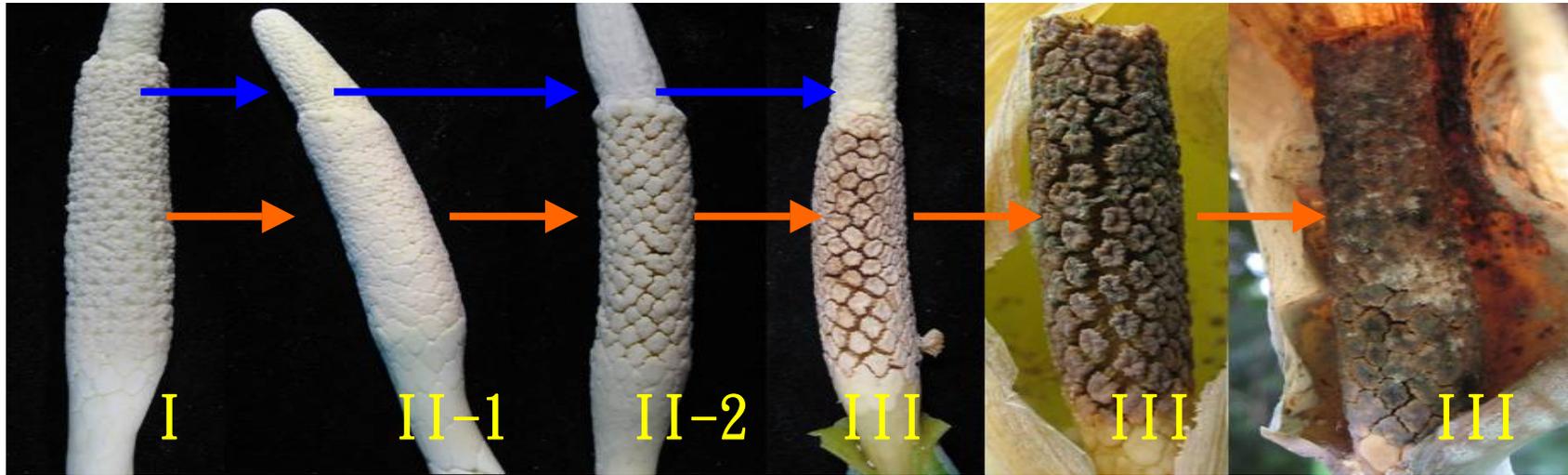
IV a

V a

內部構造



彩圖三、姑婆芋佛焰花序各時期外觀形態及內部構造之連續變化



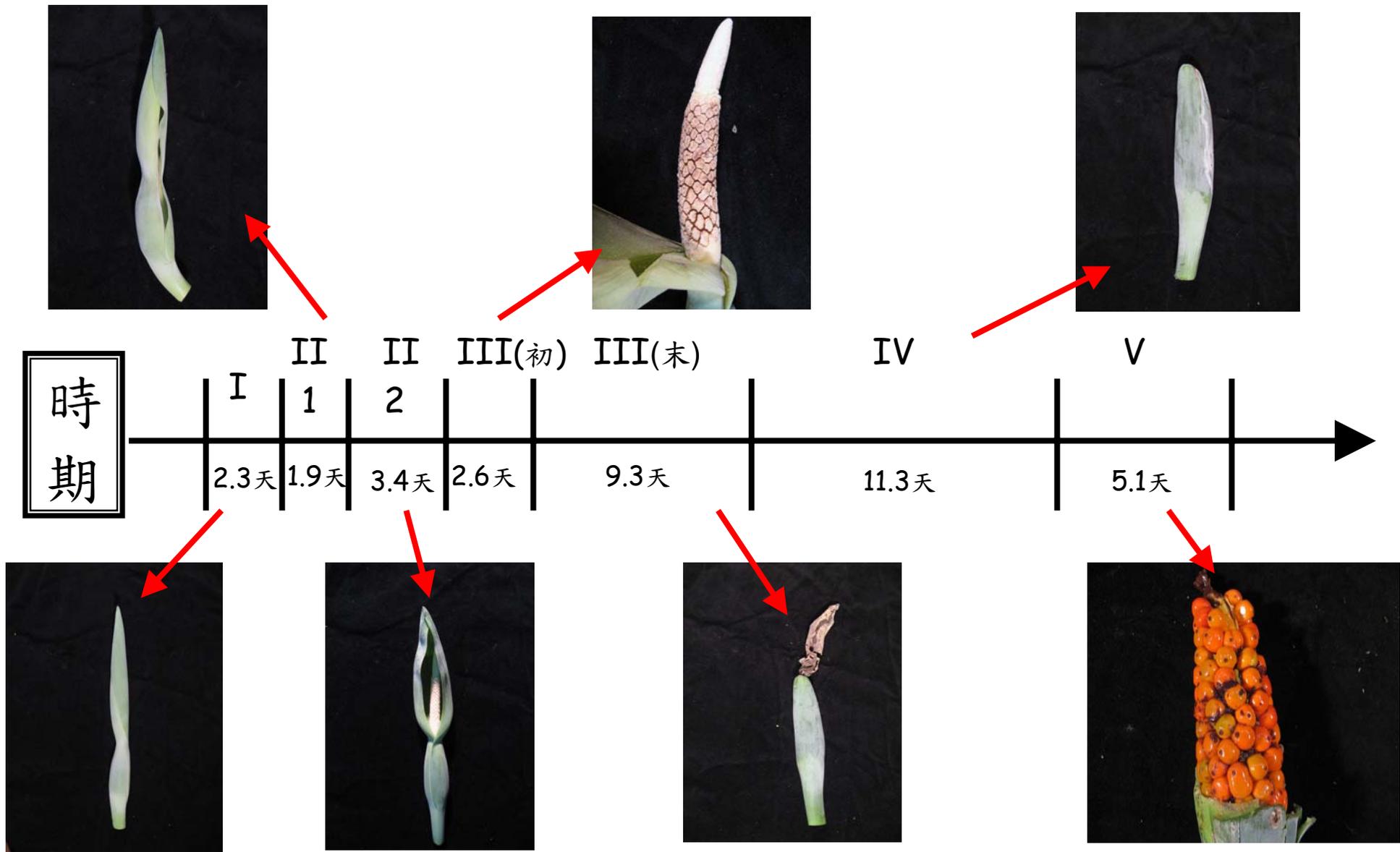
彩圖四、附屬物與雄部各時期的變化

→ 附屬物 → 雄部



彩圖五、不孕花與雌部各時期的變化

→ 不孕花 → 雌部



彩圖六、姑婆芋各時期所佔之比例



卵



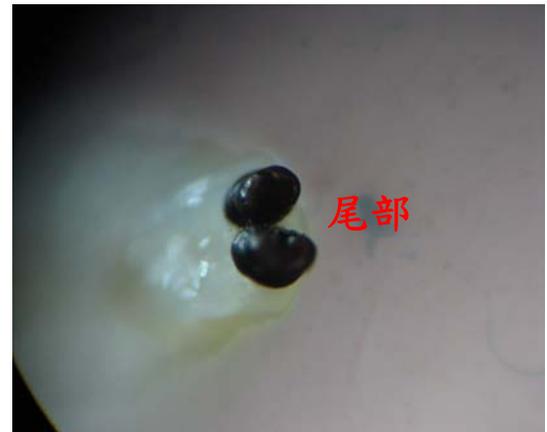
蛆



剛毛



口部



尾部



成蟲



彩圖七、姑婆芋傳粉昆蟲的各個時期及外觀形態



彩圖八、傳粉昆蟲攜帶花粉及交配行為



I



II-1



II-2



III



IV



V

成蟲



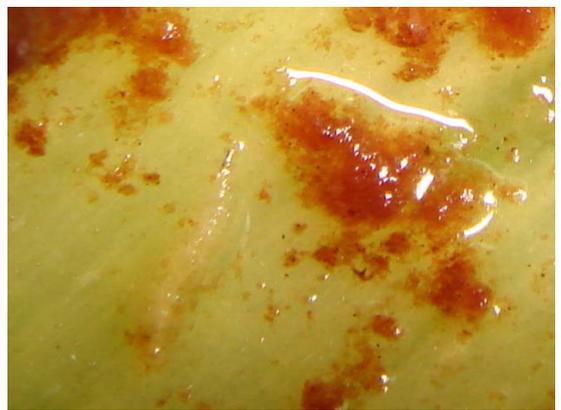
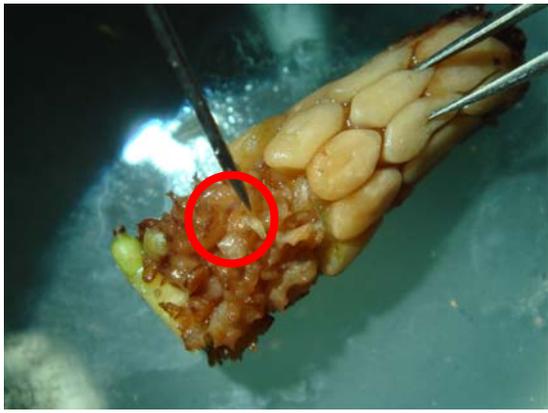
卵



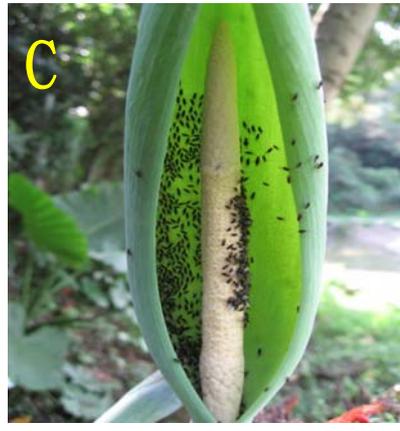
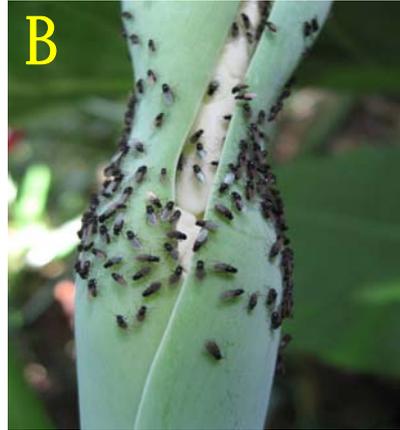
蛆



彩圖九、佛焰花序之花期與傳粉昆蟲生活史之關係



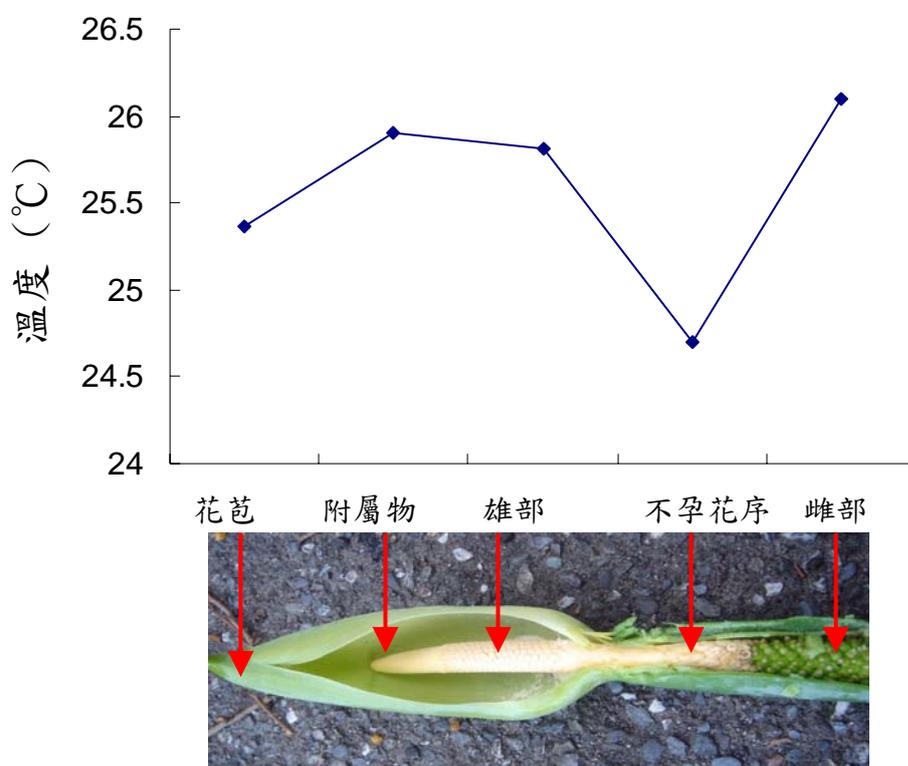
彩圖十、蛆在姑婆芋各時期的發現



彩圖十一、成蟲出現在佛焰花序各時期數量上的差異



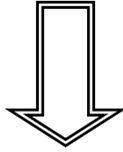
彩圖十二、佛焰花序各部位之溫度測量



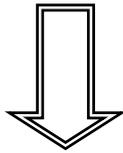
彩圖十三、姑婆芋佛焰花序各部位溫度之差異



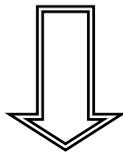
第
零
天



第
一
天



第
二
天



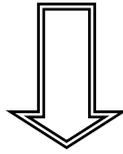
第
三
天



彩圖十四、去除佛焰花苞後，傳粉昆蟲數量變化



第零天



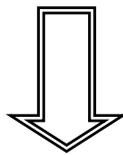
第一天



彩圖十五、去除附屬物傳粉昆蟲數量變化



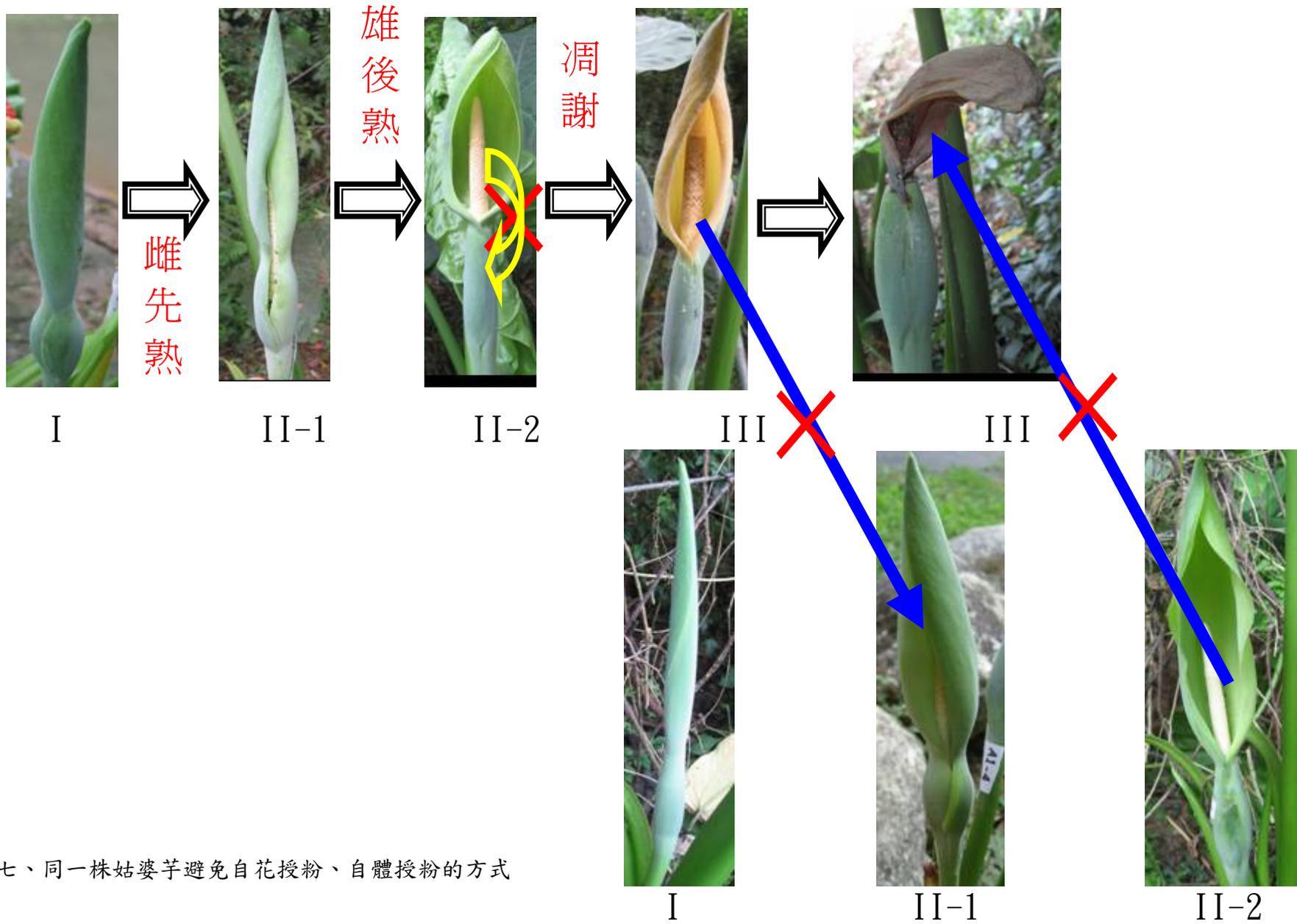
第零天



第一天



彩圖十六、去除附屬物及雄部後，傳粉昆蟲數量變化



彩圖十七、同一株姑婆芋避免自花授粉、自體授粉的方式

評語

- 1) 實驗之觀察仔細，處理亦甚恰當。
- 2) 所得之結果數據宜重統計分析。
- 3) 可進行較深數之研究及使用較恰當之儀器測量以得更具說服力之證據。
- 4) 本植物之傳粉媒介是否為專一性仍需進一步探討，如確為果蠅，其食性究竟為何值得探討。
- 5) 進一步研究後是能得到很好的結果，希望下一屆再參加後續之研究。