

研究報告

台灣產海茄苳開花物候與授粉生態之研究

詹煥榮 呂福原

【摘要】海茄苳具有早熟的種子與早熟的幼苗，果實內胚軸發育 3 週後即可發芽生長，但是種子則於 6~7 週後才自然掉落，所以稱之為「隱藏性胎生」。幼苗發育 8~9 個月即可開花，抽芽展葉全年都在進行，北台灣冬季較寒冷，抽芽展葉較少，南台灣於早春大量抽芽展葉。開花期於南台灣（北緯 23° 27' 44.2" ~ 22° 27' 39.5"）幾乎同步於 5 月中旬至 7 月中旬，果實成熟期於 8 月至 9 月，果落期為 8 月至 9 月中旬；北台灣（北緯 24° 54' 45.7" ~ 24° 54' 33.0"）則約晚 2 週，北台灣之開花結實率遠低於南台灣。海茄苳的花具有香味及花蜜，屬於蟲媒花，授粉過程都在白天進行，且以清晨最多，授粉昆蟲包括：棋紋虎天牛、紅螢、蜜蜂、蒼蠅（家蠅上科）等。

【關鍵字】海茄苳、紅樹林、鹽濕地、胚軸、隱藏性胎生

Research paper

The Study on Blooming Climate and Pollination Ecology of Taiwan *Avicennia*

Huan-Jung Tsan Fu-Yuan Lu

【Abstract】 *Avicennia marina* is the most widely distributed mangrove species in Taiwan. It has early mature seeds and seedlings. The hypocotyles can germinate and grow in 3 weeks after the fruit growth, yet the seed dispersal occurs 6 - 7 weeks after the fruit growth. So it is called "cryptic vivipary". The processes of budding and leafing take place all year round, but the shoots and leaves extend better in southern Taiwan than those in northern Taiwan. The blooming seasons of the species are about synchronous, from mid-May to mid-July, in southern Taiwan (N 23° 27' 44.2" - 22° 27' 39.5"). The fruits ripen from August to September and disperse from August to mid-September. In the northern Taiwan (N 24° 54' 45.7" - 24° 54' 33.0"), the chronological timing of the species will be delayed for two weeks. The rate of blooming and fruiting in northern Taiwan is rather low compared to that in southern Taiwan. The flowers of *A. marina* have both fragrance and nectar. This species is an insect pollinated, with pollination occurring only in the day time, especially in the early morning. The pollination vectors of the

1. 國立嘉義大學林業研究所碩士

Master, Graduate Institute of Forestry, NCIU.

2. 國立嘉義大學林業研究所教授（通訊作者）

Professor, Graduate Institute of Forestry, NCIU. (Corresponding Author)

species included, *Xylotrechus* sp. *Lycus* sp. *Apis* sp. and common fly (Muscoidea).

【Key words】 *Avicennia marina*, mangroves, salty wetland, hypocotyle, cryptic vivipary.

一、前言

海茄苳 (*Avicennia marina*) 為全球分佈最廣的紅樹林植物，其地理分佈以緯度而言，北半球最北分佈到北緯 27° 的琉球群島，南半球分佈的南限則到達南緯 40° 的紐西蘭北島 (周、黃, 1982)。而台灣過去則以高雄縣境內分佈最廣，有茄苳鄉之烏樹林 (現今茄苳鄉) 之稱，因擁有大面積之海茄苳而得名。今日該地區因興達遠洋漁港與興達發電廠之關建，地方隨之繁榮，人口密集，土地被開發利用，原有海茄苳遭到被鏟除的命運所剩無幾。目前於台灣之主要分佈範圍，中南部地區為嘉義縣東石鄉以南至屏東縣大鵬灣的各河口、潟湖、魚塢旁的排水溝畔等，佔全省族群量之 90%，北部地區僅有新竹縣新豐鄉之紅毛港有大面積之分佈。總面積約 173 ha，若不遭到人為的破壞，還有繼續擴大族群的趨勢。

海茄苳；別稱茄苳樹、白茄苳，中國大陸稱為白骨壤、海欖雌，別名；咸水矮壤木 (廣東)、海豆 (海南)，日本稱為「ヒルギダマツ」為紅樹林植群組成之主要樹種之一，隸屬於馬鞭草科，海茄苳屬。馬鞭草科的植物共約有 98 屬，種數在 2,600 種以上。但適合生長在含鹽份之潮間帶者，僅海茄苳 1 屬。依照赫欽森氏被子植物的分類系統，雙子葉植物的木本區起始於最原始的木蘭部，而終止於馬鞭草部的馬鞭草科 (劉等, 1994)，可見它的一些特徵是屬於特殊進化的。亦有另置一科為海茄苳科 (*Avicenniaceae*) 者 (Tomlinson, 1986)。本種為多年生之木本植物，常綠喬木或灌木，台灣地區所產者樹高可達 10 m 以上、胸高直徑亦可達 40 cm 以上。

物候學的研究不外乎葉候、花候、果候的

觀察 (何, 1968; 呂, 1990; 紀, 1995; Pomeroy and Servics, 1986; Dafni, 1992)。係研究自然界中之植物、動物和環境條件週期變化之間相互關係的科學。其目的則是認識自然季節現象變化的規律，瞭解它對動植物的影響，以服務於農業生產與科學研究。「植物之物候」係指植物的生活週期，也就是指某一種植物，在它的一個生長循環期間內，植物體在遺傳與生理上之週期變化，亦可反應植物在不同生育地之外在環境差異與氣候等，所造成植物生長、發育上的變異。由於物候現象主要受到遺傳及環境因子之影響，因此不同樹種的物候現象不同，同一樹種生長在不同的環境，其物候現象亦不同，甚至不同年度之單株也呈現不同的物候現象 (章, 1950; 何, 1968; 呂, 1990; Seghieri *et al.*, 1995)。

台灣自從保育意識抬頭之後，林業從過去的以木材生產為主，到生物多樣性，乃至於目前的森林生態系經營，建造由原生樹種組成的複層混合林，已成為一種趨勢。近年來國人更逐漸體認到，因過度追求經濟的成長，而犧牲了沿海生態系的完整，不僅使自然資源日益匱乏，亦是珍貴生態環境的破壞，更嚴重影響到漁業資源、國土保安等各層面。於是相關單位積極呼籲保護紅樹林，更相繼進行紅樹林之復育工作，因此對紅樹林之生長習性更須詳加瞭解。本研究係針對台灣產海茄苳開花物候與授粉生態之探討，作為日後採種、育苗及復育上之參考。

二、材料與方法

在台灣西部海岸海茄苳集中分佈之地區，以縣市為單位共選定六個樣區 (包括新竹縣紅

毛港、嘉義縣朴子溪口、台南縣急水溪口、台南市四鯤鯓、高雄縣茄苳鄉永漚、屏東縣大鵬灣)，每個樣區選擇 8~12 株之樣株，每一樣株之間隔 50 m 以上，並在樣株枝條繫上小塑膠牌，自 2001 年 12 月至 2003 年 2 月底止定期（每隔 12~15 天）至現場觀察，其植物的物候現象區分為 8 個時期，分別加以記錄，並進行分析。

(一) 葉候之調查

1. 抽芽期：芽苞中的芽伸出、新生成的苞片已伸長，裸芽明顯可看出時。
2. 展葉盛期：樣株有半數以上枝條的小葉或葉完全平展成翠綠色時。
3. 葉成熟期：有半數以上枝條之葉由翠綠色變成深綠或暗綠色時。

(二) 花候之調查

1. 花蕾期：從花蕾出現至有一顆花蕾開裂花瓣伸出為止。
2. 開花期：(1)始花期：由花蕾或花序開始有一朵或數朵花開放時。(2)花盛期：當枝條之花蕾半數以上開放時。(3)花末期：全株樹上只剩下少許花或花萼宿存時。

(三) 果候之調查

1. 著果期：花冠筒脫落，子房開始膨大，幼果成型時。
2. 果熟期：果皮由綠色變成黃綠色時。
3. 果落期：果實開始掉落至全部掉落時。

(四) 授粉生態調查

1. 開花過程之觀察：觀察海茄苳開花與授粉之過程及所需之時間。
2. 授粉昆蟲之調查：調查授粉昆蟲之種類與授粉方式。

三、結果

(一) 新竹紅毛港海茄苳之物候

此區為本研究最北之試驗區，也是海茄苳在台灣分佈緯度最高的族群，自 2001 年 12 月開始調查時因時值冬季，氣溫較南部地區

為低，又靠近出海口，東北季風大，此時海茄苳普遍生長停滯，罕見抽芽展葉之情形，僅極少數靠內側、背風面且日照充足之低矮枝條進行抽芽展葉，直到 2002 年 3 月中旬氣候回暖時才開始全面抽芽展葉。4 月下旬出現花蕾，至 5 月下旬為花蕾期，花蕾數量明顯比南部地區少，約僅佔枝條之 50~60%，5 月底花朵出現進入始花期，6 月中旬至 7 月下旬為花盛期，開花率 50%。授粉昆蟲最常見者是蜜蜂及蒼蠅，7 月下旬至 8 月下旬為花末期，6 月下旬至 8 月上旬為結果期，結果率約 30%，8 月中旬至 9 月中旬為果熟期，熟果於 8 月下旬開始掉落，至 9 月下旬為止。

(二) 嘉義朴子溪口海茄苳之物候

自 2001 年 12 月開始均維持抽芽展葉之情形，大量出現於 2 月初至 4 月中旬，因開花結實不豐所以均有 10% 以上之枝條維持抽芽展葉，4 月初開始出現花芽形成花蕾至 5 月初為花蕾期，本區之花蕾出現度並不均勻，東石大橋以北之植株花蕾數較多且分佈較均勻，大橋以南之植株則落差較大，有些多有些少。這是否與棲息很多鷺鳥於林梢有關則有待進一步研究。5 月中至下旬為始花期，花盛期於 6 月初開始至 7 月中旬，開花率約 70%。授粉昆蟲以蜜蜂與蒼蠅居多，7 月中下旬為花末期，6 月中旬至 7 月底為結果期，結果率約 50%。8 月初果實開始成熟至 9 月初此期為果熟期，8 月下旬至 9 月中旬為果實飄落期。本區最大之特色是東石大橋南段之海茄苳樹梢，終年棲息的夜鷺與白鷺非常多，據觀察：對海茄苳之開花結實似乎有影響，但是觀其樹冠生長卻依然茂盛，也可謂為另一種難得的景觀。

(三) 台南縣急水溪口海茄苳之物候

自 2001 年 12 月開始即持續抽芽展葉，唯大量抽芽係集中在 2002 年 2~3 月份，氣候回暖時至花芽出現前，及 8 月中旬至 10 月份氣候炎熱又逢雨季，尤其在下雨過後，未

結實之枝條正蓬勃的抽芽展葉，台灣海茄苳一般抽芽後同時進行展葉，但在冬季氣候寒冷季節，偶有至一週始展葉者，甚至寒流來襲或下霜時，新芽不堪寒凍而枯萎者有之。開花期自 2002 年 4 月初開始花芽出現形成小圓粒的花蕾，花蕾之數量約佔枝條的 50~60%，花蕾期約 40 天，至 5 月中旬進入始花期，花盛期在 6 月初至 7 月中旬，開花率 50%。此期可發現大量的媒介昆蟲前往授粉，7 月中旬至下旬為花末期，6 月中旬至 7 月底為結果期，結果率 30%，8 月上旬開始成熟，但於 2002 年 8 月 6~7 日受卡莫里颱風外圍環流之影響，並帶來豪雨，造成大量落果，其掉落包括未成熟之果實。

(四) 台南市四鯤鯓海茄苳之物候

自 2001 年 12 月即開始抽芽展葉，唯大量仍集中在 2002 年 2~3 月氣候回暖時，4 月初開始出現花芽形成花蕾，花蕾數量約佔枝條之 90% 以上，因此未結花蕾之枝條（10% 以下）仍維持抽芽展葉。至 9 月中旬以後因果實飄落多數枝條又開始抽芽展葉，所以台灣海茄苳除了開花與結果之枝條以外，全年均持續進行抽芽展葉，尤其在水份、日照充足之地更明顯。4 月初至 5 月初為花蕾期，5 月中旬開始出現花朵，6 月初至 7 月上旬為花盛期，開花率 90%。此期有許多媒介昆蟲前來拜訪。7 月中旬至 7 月底花朵數減少，進入花末期。結果期則集中在 6 月中旬至 7 月底，結實率約佔枝條之 70%，8 月初至 9 月初果皮轉為淡黃綠色為果熟期。但是於 8 月 6~7 日台灣地區受到卡莫里颱風外圍環流之影響，帶來數天之大豪雨，造成嚴重落果，其掉落之果實包括一些尚未成熟的，但是據觀察掉落的果實在水份充足之地多數均能生根發芽。果實掉落期進行至 9 月中旬為止。

(五) 高雄縣茄苳竹滬海茄苳之物候

自 2001 年 12 月即開始有抽芽展葉之情形，但數量上不如大鵬灣及台南市四鯤鯓

多，究其原因可能是較靠近海邊，東北季風較強之關係。大量抽芽展葉仍集中在 2002 年 2~3 月份，4 月初至 5 月上旬為花蕾期，花蕾數約佔枝條的 70~80%，5 月中旬進入始花期，6 月初至 7 月中旬為花盛期，開花率 70%。本區因距興達漁港較近之關係，授粉昆蟲以蒼蠅居多。7 月中下旬開花數減少為花末期。6 月中旬至 7 月底為結果期，結實量亦比鄰近地區少，僅佔枝條的 50%，其原因可能是原本開花率就不高，花盛期又受下雨的影響所致。因結實不多又逢接連下雨，於是一些未結果的枝條開始蓬勃的抽芽展葉，一片翠綠。果實成熟於 8 月初至 9 月初，此地因結實原本就不豐，所以受颱風及下雨之影響，造成落果之情形也較不嚴重，果實正常掉落於 2002 年 8 月中旬至 9 月中旬。

(六) 屏東大鵬灣海茄苳之物候

自 2001 年 12 月開始即大量的抽芽展葉，至 2002 年 3 月下旬抽芽數明顯減少，維持 10% 以下之枝條抽芽。4 月初開始花芽出現，形成小圓粒的花蕾進入花蕊期，至 5 月中旬花蕾數的最高峰，約佔枝條的 90% 以上，其餘未結花蕾的枝條仍然在抽芽展葉，此時花朵出現進入始花期，6 月初至 7 月上旬為花盛期，開花率 90%。林內傳出陣陣花香味，引來許多媒介昆蟲採食花蜜及為海茄苳授粉。7 月中旬至 7 月底花朵數減少為花末期，花冠筒普遍掉落幼果成型，所以 6 月中旬至 7 月底為結果期，結實率約佔枝條之 70%，8 月上旬果實開始成熟，所以果熟期為 8 月上旬至 9 月上旬。但是於 8 月 6~7 日台灣地區受到卡莫里颱風外圍環流之影響，連續數天降下豪雨，海茄苳的果實亦因此而大量掉落，其掉落者包括尚未完全成熟之果實，但這些果實在水份充足之地方也都能生根發芽。其果實之掉落期則維持至 9 月中旬為止。

對台灣西部沿海，海茄苳密集分佈之地

點共選定六個樣區，定期作開花物候之觀察，彙整如下（表1），除了新竹紅毛港之物候稍有差異外，嘉義以南至屏東大鵬灣幾乎屬於同步性，因此將其歸納為兩部份作一比較。

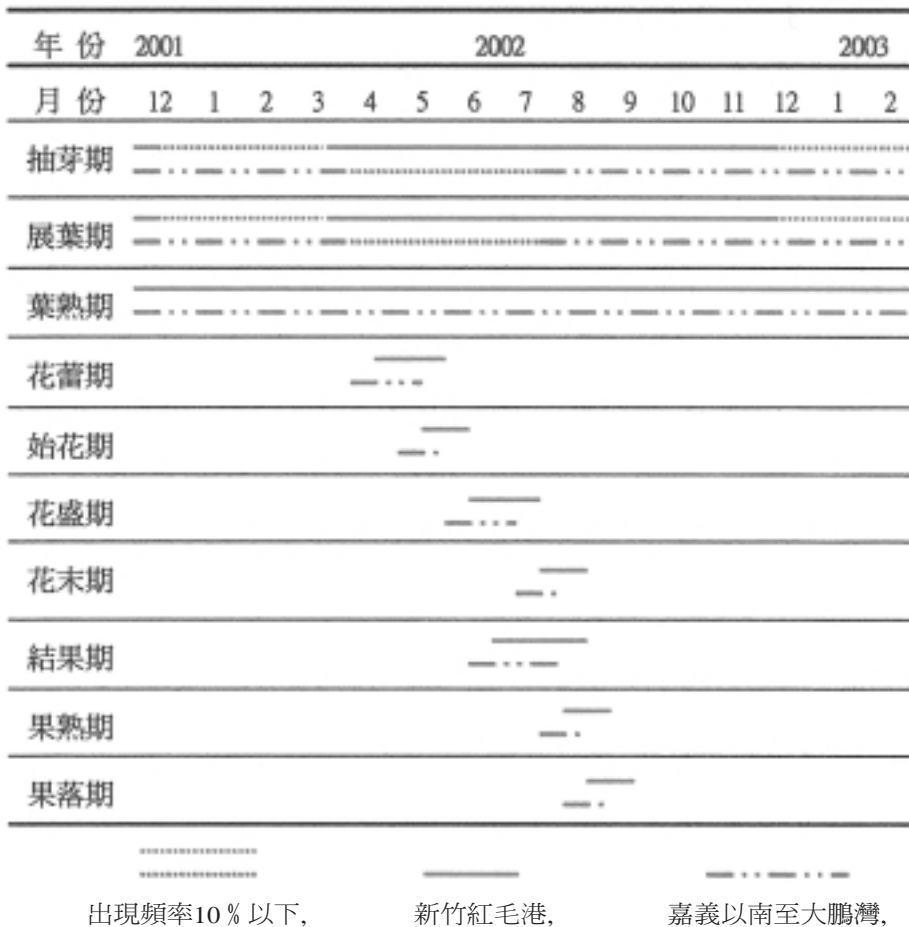
（七）海茄苳之葉候

海茄苳在台灣之葉生長是屬於連續性的，其抽芽與展葉一年四季均在進行，惟大量集中在冬末春初氣候回暖時，南部地區 1~3 月，北部地區則在 3~4 月，幼齡木較老齡木早抽芽，陽光充足之背風面比日照少之迎風面的枝

條早抽芽，內陸之樹株較海口沼澤地之樹株早抽芽，尤其在氣候回暖之下雨過後，抽芽展葉蓬勃生長。於開花季節未開花之枝條亦繼續抽芽展葉。海茄苳之幼芽為淡茶色，開展後呈淡黃綠色（翠綠色），成熟葉為深綠色。一般新芽出現之後同時進行展葉，但是在冬季氣溫酷寒時生長停滯，最長有至 1 週始展葉者，甚至寒流來襲或下霜季節，中北部地區有少數幼芽不堪寒凍而枯萎者。以上種種顯示台灣海茄苳性喜高溫多濕之氣候，並且屬於不耐寒之樹

表 1. 海茄苳 2001 年 12 月至 2003 年 2 月南北之物候期

Table 1. The bio-climates in both southern & northern Taiwan of Avicennia from Dec. 2001 to Feb. 2003.



種。

(八) 海茄苳之花候

海茄苳於台灣開花時，其花蕾期南部地區於 2002 年 4 月初至 5 月初，北部紅毛港則自 2002 年 4 月中旬至 5 月中旬，南北相差半個月。花芽自枝條對生葉之葉腋上方長出稱為腋生，及枝條的頂端發生稱為頂生，一般都在枝條頂端往回算 1~5 節的葉腋抽花芽，但 1~3 節者居多。花芽初呈小圓粒，通常均為對生，每節有 2~4 支花序梗（頂端為 3~5 支），花蕾簇生於花序梗的先端，每支花序梗有 2~12 粒花蕾，以 4~8 粒居多，十字對生。然後花序梗慢慢增長，靠近枝條內側的較長（約 4 cm），外側的較短（約 0.5 cm），形成一扁平如扇形之兩歧聚繖花序，整枝枝條排列成圓錐狀的聚繖花序。花蕾成形後經 35~40 天（日照充足之枝條較早）位於外側對稱之兩粒花蕾先轉為淡黃色，再經 2~3 天花瓣四裂，開展（通常於清晨 6~7 時開展），明顯可看到雄蕊 4 枚，淡黃白色，著生於花冠的喉部而與花冠裂片互生直立，成正方形排列，花絲極短，花藥長約 0.5 mm、兩室，內向縱裂，裂口內開仍有黏著花粉，子房上位，頂端密生絨毛，一室、瓶狀，中軸

胎座，胚珠 4 個，從中軸下垂，頂端之種臍突向花柱溝的基部。經 48~72 小時花瓣反捲呈深黃色，尾部成黃褐色，此時雄蕊呈黑褐色（雄蕊凋萎）。在此同時位於花朵中央之柱頭（雌蕊）明顯伸出，柱頭裂片開展，開始接受授粉，是明顯的雄蕊先熟型，可見到一些媒介昆蟲前來拜訪。24~48 小時後授粉完成花冠筒掉落，花柱伸出，子房膨大，發育成圓錐體之幼果（直徑 3 mm~3.5 mm，長 4 mm~4.5 mm）。

(九) 海茄苳之果候

海茄苳之果實自花冠筒掉落幼果成型（圓錐形、綠色）至果實成熟（扁平、果皮淡黃綠色）約經 40~50 天，果實成熟後若無外力影響，需經 2~3 週才自然落果。但是 2002 年 8 月 6~7 日因受卡莫尼颱風外圍之影響帶來豪雨，造成南部地區之海茄苳大量落果，落下之果實並未完全成熟，經觀察；落果在水份充足之地，普遍均能發芽生長。經進一步觀察，採自母株上之未成熟果實剝開發現，幼果發育約 20 天、略呈扁平狀之果實，子葉內的胚莖與胚芽即已開始生長，已具有生殖能力。因此可以證明台灣海茄苳的果實，在自然落果前早已成熟，只是賴在母株

表 2. 海茄苳開花結實所需之時間

Table 2. The durations from blooming to fruiting of *Avicennia* in Taiwan.

項目	各階段所需之時間	
花蕾期	花蕾成型~花蕾轉黃 35~45天	花蕾轉黃~花瓣開展 48小時
開花期	花瓣開展~雄蕊成熟、轉黑、 柱頭同時開裂。48小時	柱頭開裂~花冠筒掉落 48小時
結果期	花冠筒掉落~果實成熟 (20) 40~50天	果實成熟~果實掉落 10~20天

* (20) 表示海茄苳之幼果成型後在母株上發育 20 天，其子葉內之胚軸即已開始發芽，將其採下播種亦能發芽生長

的枝條上不掉離而已。如此果實成熟時，並未立即掉落，而繼續在母株枝條上發育，自然掉落時，通常子葉與胚莖均於果實內成長成熟，所以將其歸類為隱藏性胎生（cryptic vivipary）植物。

蒴果革質，腎臟形、扁平，幼果為深綠色，成熟時呈淡黃綠色，果實上方留有極短的花柱小喙；種子無胚乳，由果皮與種皮包住（果皮與種皮粘在一起，外表為果皮，裡面的為種皮），一個果實僅含一粒種子。種子由兩片肥厚多肉的子葉摺疊形成，在內部的稱為內子葉，顏色較淡呈淡黃綠色。在外的稱為外子葉，顏色較深呈深綠色。胚莖由內子葉之胚軸處向上長出，頂端具有白色的短絨毛，胚莖從內子葉之摺疊凹槽內部穿過到背部與包在外部之外子葉之腹部相連在一起，並向下長出胚芽，所以胚莖是長在內子葉上方之凹槽與外子葉腹部相連處，而胚芽則在內子葉之背部與外子葉之腹部間由胚莖向下生長，胚芽淡紅白色。基於以上之特徵，所以將其歸類為隱藏性胎生植物。

(十) 授粉生態調查

經觀察海茄萼係屬蟲媒花，當花粉粒形成後須依賴外來的因素到達雌蕊的柱頭，完成授粉於此形成花粉管，它所含的細胞核與胚珠內胚囊的細胞核結合發育成為種子，此外來因素之一便是昆蟲的攜帶。授粉過程都在白天進行，夜晚則未發現，尤其於清晨旭日東昇時特別蓬勃。海茄萼的花為黃色、具有香味尤其在清晨香氣特別重，所以此時授粉昆蟲特別多，並且能分泌花蜜具有甜味，亦能引誘傳粉昆蟲趨往。一般顯花植物的花與昆蟲之間的關係，係花為昆蟲提供食物（花粉與花蜜），而昆蟲在不知不覺中替植物傳播花粉，彼此相得益彰，對兩者均為有利，最後並形成相互依賴的關係，這種關係反映出自然界中，自然選擇和協調進化所形成的一種適應現象。就昆蟲來講，它們最早是為了尋找食物而來，後來新的

類群出現和漫長歲月的自然演化，造成某些種類在形態構造、生理機能和行為習性上更適於取食花粉、花蜜和傳播花粉的特徵，這種現象是經長期的演化過程而來。目前所發現的傳粉昆蟲如下：

1. 鞘翅目

天牛科（Cerambycidae）的棋紋虎天牛（*Xylotrechus* sp.），此種授粉昆蟲僅在台南縣的七股地區發現，屬於甲蟲類，是最原始的傳粉昆蟲，它們被花所散發較強的氣味所吸引，因此在清晨較容易被發現，在形態上的特徵是前胸與頸部較長，頭部向上翻挺致口器前突，這樣容易吸食花基部的蜜汁，所以應該是靠著它的腳部或前胸攜帶花粉至另一朵花上完成授粉。它的活動力較小，有時在一朵花上停留的時間達數分鐘之久，所以其傳播花粉的效率可能不及其它昆蟲。另外有螢火蟲科（Lycidae）的紅螢（*Lycus* sp.），僅在台南縣被發現，都出現在清晨。

2. 雙翅目

水虻科（Stratiomyiidae）的大蚊、家蠅上科（Muscoidea）的紅頭蒼蠅與綠頭蒼蠅及家蠅等。大蚊在台南縣市被發現。而紅頭蒼蠅、綠頭蒼蠅、家蠅等則較普遍，幾乎每個樣區都有被發現，尤其在漁港、漁塢及住家附近特別多，可能是魚腥味而使它們長期存在所致。這些蠅類與大蚊具有極長的口器，可吸食筒形花底部的蜜汁，它們體表具有毛刺，有助於攜帶花粉的功能，並且對花的顏色具有選擇能力的色視覺，腳部對甜的液汁敏感，口器能分泌唾液來稀釋漿狀的花蜜以便吸食。此類昆蟲活動於花叢之間非常頻繁，其停留時間約2~3秒鐘即離開至另一朵花，可見它傳粉的工作效率是滿高的。

3. 膜翅目

膜翅目（Hymenoptera）蜜蜂科（Apidae）的蜜蜂（*Apis* sp.），是植物最重要的傳粉昆蟲，也是被發現最普遍且數量最多的一種，它

的口器較長，適宜取食花粉和花蜜，並在其它構造及行為上是屬於最特殊的傳粉昆蟲，例如蜜蜂的視覺機能發達，對花香也特別敏感，蜜蜂還能貯存花粉和花蜜以餵食幼蟲，人們採食之蜂蜜即是，所以蜜蜂與花在種類上產生恒定性的組合。當蜜蜂停歇在花上時，頭部鑽進花冠筒吸食花蜜，身體在外尾部彎曲，這種動作與交尾時之雄蜂完全相同，所以可以推測傳粉的蜜蜂是為雄蜂。因為海茄苳的花冠筒內側有四枚雄蕊直立，此時雄蕊已成熟，花藥開裂，當蜜蜂的頭鑽進時，它的頭部與前胸均有可能接觸到雄蕊的花粉，在吸食花蜜停留 3~5 秒鐘後離開到另一朵花，同時也將花粉帶到另一朵花上作同樣的動作，此時它頭部與前胸所攜帶的花粉可能掉落在花冠筒的底部（開裂的柱頭），如此循環，因而達到異花授粉之目的。蜜蜂的採蜜活動是從花序的下方向上進行，因為下方的花開得早，含蜜量也比頂上的多。並且對採食的地區和植物有一定的記憶能力，一般它們不會再回到已採食過的花朵上去，但它們習慣在同種植物上採食和傳粉，對傳粉的植物顯示出恒定性。

其它被發現的還有少數的蟻科 (Formicidae) 之蟻類 (螞蟻)，它們通常在較矮植株的花間活動，可能是在取食花蜜，至於是否有傳授花粉的作用，目前尚不充份瞭解，有待進一步的觀察與研究。

(十一) 自交試驗

本研究在本省西部海岸各海茄苳集中分佈之地點分成三個區：1. 北部地區：新竹縣紅毛港。2. 嘉南地區：嘉義縣朴子溪口、台南縣急水溪口、台南縣七股鄉、台南市四鯤鯓。3. 高屏地區：高雄縣茄苳鄉、屏東縣大鵬灣等。於每個地區各做4個重複（套四袋），分別逢機選取樣株之枝條，於花蕾期（該枝條均尚未開花僅出現花蕾時）清除枝條內肉眼可見之各種動物，取1,000 mesh的絹網袋

(30 cm×35 cm) 套上並束緊封口於枝條，每試驗枝條之花蕾數分別為：1~1 (60 粒)、1~2 (80 粒)、1~3 (80 粒)、1~4 (60 粒)、2~1 (80 粒)、2~2 (80 粒)、2~3 (100 粒)、2~4 (100 粒)、3~1 (100 粒)、3~2 (80 粒)、3~3 (80 粒)、3~4 (100 粒) 共1,000 粒花蕾，至花期結束後解開絹網袋，觀察其結實情形。結果：僅嘉南地區 2~3：台南縣七股鄉之一株樣枝結實三顆，及 3、高屏地區 3~2：高雄縣茄苳鄉之一株樣枝結實四顆，其餘地區之樣株則均未結實，結實率為 0.7%。由此可以證明：台灣海茄苳可以行自花授粉，但並不普遍，大部份都靠媒介昆蟲行異花授粉結實。至於自交之後代是否會帶來族群或個體活力的衰退 (depression) 現象，則有待進一步的研究。

四、結論

(一) 台灣產海茄苳之物候情形

台灣海茄苳之物候情形尚稱有規律性，除了北部之紅毛港因氣溫較低之關係，早春抽芽較少及花期也較南部地區約晚 2 週之外，其餘之情況大致相同，而嘉義以南至大鵬灣幾乎是屬同步性，而得綜合的結論如下：

1. 生長在漁塭旁排水溝畔呈帶狀分佈之海茄苳，較生長在出海口沼澤地帶呈塊狀分佈的開花結實率高。
2. 成熟木（壯齡木 5~6 年生以上）開花結實最旺盛，幼齡木次之，老齡木（50~60 年生以上）開花結實最少。
3. 氣候溫暖、日照、水份充足之植株，抽芽展葉及開花結實較蓬勃。

(二) 台灣產海茄苳係屬於早熟的樹種

1. 種子早熟

海茄苳不僅生命力強、生長強勢，一般幼果成型至果熟期約須 40~50 天，但是幼果發育 3 週、略呈扁平狀時，剝開種子在其子葉

內明顯可見胚莖與胚芽已開始生長，並已具有生長能力，由此可以證明：海茄苳之果實在自然落地前早已成熟，只是常依附在母株的枝條上繼續成長不掉離而已。

2. 小苗早熟

一般林木從播種至開花階段須經一段較長的時日，亦稱為成熟期，成熟木值營養分生組織急速改變其分裂式樣，才產生花器官致花的形成。但是台灣海茄苳最早開花之小苗為種子苗 8~9 個月（2001 年 9 月成熟之種子，於 2002 年 5 月出現花蕊、6 月開花並結實），這種小苗是否已達真正的所謂成熟期則尚不瞭解，有待進一步之研究。

(三) 授粉生態之研究

海茄苳的花係屬雄蕊先熟型之蟲媒花，行異花授粉後結實繁衍後代，也有自交之能力，但比率不高，僅佔 0.7%。在台灣之授粉昆蟲包括天牛科的棋紋虎天牛，螢火蟲科的紅螢，水虻科的大蚊，蠅科的紅頭蒼蠅、綠頭蒼蠅、家蠅，蜜蜂總科的蜜蜂等。海茄苳為昆蟲提供花蜜和花粉為食物，也靠昆蟲的媒介藉以達到異花授粉的目的，這對海茄苳族群繁榮的延續與較強的活力，以及促使其演化與發展都極為重要。

五、引用文獻

呂理昌（1990）玉山國家公園植物開花週期之

研究（塔塔加—玉山主峰）。內政部營建署玉山國家公園管理處。1~88頁。

何豐吉（1968）恆春墾丁公園植物之開花結果時期以及花、果色彩之調查。台灣省立博物館年刊 11：84-107。

周昌弘、黃元勳（1982）紅樹林之生態。中華林學季刊 15（3）：27-43。

紀美燕 1995 植物物候觀測與其在自然教育之應用研究—以溪頭森林遊樂區為例。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。

章樂民（1950）林業試驗所植物園樹木生活週期之觀察。台灣省林業試驗所通訊 53：389-392。

劉業經、呂福原、歐辰雄（1994）台灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會。

Dafni, A. (1992) *Pollination Ecology*, Oxford University Press pp. 8- 21.

Pomeroy, D, and M. W. Service. (1986) *Tropical Ecology*. Longman Group UK. pp 86- 87.

Seghier, J, C. Floret, and R. Pontanier. (1995) *Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon*. *J. Trop. Ecol.* 11; 237- 254.

Tomlinson P.B. (1986) *The Botany of Mangrove* p. 186- 206.

