

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 98-07-5-01

蘇鐵白輪盾介殼蟲捕食性天敵雙色出尾蟲  
之食性範圍、種間競爭、大量繁殖及防治評估  
Host range, interspecies interaction, mass production and  
release assess of *Cybocephalus nipponicus* and *C.*  
*flavocaputus* on the cycad scale *Aulacaspis yasumatsui*



計畫主持人：黃紹毅

研究人員：宋欣穎、蘇士宏、曾玉慧、丁湘儼

委託機關：林務局臺東林區管理處

執行機關：國立中興大學昆蟲學系

執行期限：98年5月7日至99年5月6日止

## 摘要

本研究計畫之主要目的是在利用過去幾年累積的經驗，改良蘇鐵白輪盾介殼蟲(*Aulacaspis yasumatsui* Takagi)之天敵-雙色出尾蟲(*Cybocephalus* spp.)之培育及大量繁殖技術。同時，針對蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲族群進行監測，以及評估利用雙色出尾蟲防治蘇鐵白輪盾介殼蟲之效果。最後，本計畫亦包含開始大量飼育本土之雙色出尾蟲，作為評估釋放防治之用。本研究於計畫執行期間，已提供林務局臺東林區管理處 96,439 隻泰國雙色出尾蟲(*Cybocephalus nipponicus*)及 5,982 隻本土雙色出尾蟲(*Cybocephalus flavocapitis*)，供野外釋放及進行蘇鐵白輪盾介殼蟲之生物防治所用。至於在監測臺東縣延平事業區第 19 與 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及其天敵雙色出尾蟲族群消長方面，結果發現固定施放株及逢機調查株之族群消長情形大致相同。監測結果也顯示，每年在 4~6 月間因氣溫轉為夏季高溫氣候，蘇鐵白輪盾介殼蟲的族群密度有明顯上升趨勢。在白輪盾介殼蟲齡期結構方面亦有相似之趨勢，即卵及一齡游走幼蟲與固著一齡幼蟲及雌成蟲都在六月到達高峰。在食性範圍測試方面，以實驗室飼養之本土種與泰國引進之雙色出尾蟲，以及採集野外已立足之泰國雙色出尾蟲測試 6 科 18 種之介殼蟲，結果顯示上述二種出尾蟲族群皆對鏈介科及盾介科介殼蟲有取食行為，飼養之泰國雙色出尾蟲亦會取食絲粉介殼蟲及咖啡硬介殼蟲，野外泰國雙色出尾蟲則會取食黃綠介殼蟲。在本土種與泰國雙色出尾蟲產卵性測試結果顯示，兩種雙色出尾蟲皆只在盾介科介殼蟲上產卵，顯示雙色出尾蟲可能會在寄主不充足的情形下會找尋取食其他介殼蟲以暫時維持生。於雙色出尾蟲生活史及取食量試驗結果顯示，取食量以泰國雙色出尾蟲顯著較多。生活史方面顯示，泰國種以飼養於淡薄圓盾介殼蟲之生活史顯著較長，而本土雙色出尾

蟲則以飼養於蘇鐵白輪盾介殼蟲之生活史顯著較長。研究結果顯示泰國雙色出尾蟲用於防治蘇鐵白輪盾介殼蟲上，雖生活史天數較本土種短，但有取食量較大之優點，而本土種則有壽命較長之優勢，在適當之族群釋放及操控之下，族群數量應可建立及提升，並會有助於蘇鐵白輪盾介殼蟲之防治。在種內競爭部分，本土雙色出尾蟲密度較低之情況下，成蟲平均產出量顯著較高，泰國雙色出尾蟲則相反，高密度之成蟲平均產出量反而顯著高於低密度。種間競爭測試亦有類似之結果。泰國種及本土雙色出尾蟲之不同性別成蟲平均產出量方面，以雌成蟲平均產出量顯著較高。種間競爭之情況下，比較不同性別成蟲平均產出量，顯示泰國雙色出尾蟲雄成蟲平均產出量顯著較高。

關鍵字：臺東蘇鐵、蘇鐵白輪盾介殼蟲、雙色出尾蟲、生物防治、食性範圍、生活史、種間競爭

## Abstract

The purpose of this research project is to improve the technology of culture and mass production of Scale Picnic Beetle (SPB (*Cybocephalus nipponicus* Endrody-Younga and *C. flavocapitis* T. R. Smith) to control the Cycad Aulacaspis Scale (CAS (*Aulacaspis Yasumatsui* Takagi)), to monitor the population dynamic of SPB and CAS, and to evaluate the effect of control. This project already provided 96,439 *C. nipponicus* and 5,982 *C. flavocapitis* insects to the Taitung Forestry Bureau to release in Yanping working circle 19 and 23 compartment for biological control since February 2009. The monitoring on population dynamic of CAS and its natural enemy SPB, growth and decline on marked and random sampling plant presented the similar results. The result shows that during late spring (April to June) the raised ambient temperature causes the population density of CAS to grow. The rising trend is also shown on CAS instar structure curve, eggs and crawlers achieved their peaks in June. On diet range test, the experiment scales (six family 18 species) and testing *C. flavocapitis* (from lab rearing) and *C. nipponicus* (from lab rearing and field collection) were propagated. The result shows both *C. flavocapitis* and *C. nipponicus* prey both family Asterolecaniidae and Diaspididae, lab rearing *C. nipponicus* prey *Ferrisia virgata* and *Saissetia coffeae*. *Cybocephalus nipponicus* collected from field prey *Chloropulvinaria psidii*. Oviposition experiment of SPB shows both species oviposit only in family Diaspididae, it means SPB will prey non-target scales for living during adversity. The food consumption rate of *C. nipponicus* is higher than *Cybocephalus*

*flavocapitis*. The life cycle on preying scale, *Cybocephalus nipponicus* in *Aspidiotus destructor* is longer; *Cybocephalus flavocapitis* in *Aulacaspis Yasumatsui* is longer than other scales. Though life cycle of *C. nipponicus* is shorter, but the food consumption rate is larger. *Cybocephalus flavocapitis* has the long life cycle benefit, proper rear and control could increase and establish the population to control CAS. Intraspecific competition of SPB, the average hatch rate on low density of *C. flavocapitis* is high. The has opposite result, high density average hatch rate is higher than low density; interspecific competition has the similar result. On sexual hatching rate of *C. flavocapitis* and *C. nipponicus*, the female is higher than male in both species. During interspecific competition, the male of *C. nipponicus* average hatch rate is higher.

Keyword: *Cycas taitungensis*; *Aulacaspis Yasumatsui*; Biological control; Diet range; Life cycle; Interspecific competition; *Cybocephalus flavocapitis*; *Cybocephalus nipponicus*

## 計劃進度匯整

重要工作項目	計畫預定進度 ( 次數 )	實際執行進度 ( 次數 )	達成率
大量繁殖兩種雙色出尾蟲	生產泰國雙色出尾蟲 60,000 隻及本土雙色出尾蟲 6,000 隻	生產泰國雙色出尾蟲 96,439 隻及本土雙色出尾蟲 5,982 隻	100%
進行釋放前後防治效果 監測及天敵消長評估	6	13	100%
蘇鐵保留區現場指導	12	13	100%
雙色出尾蟲繁殖技術及 採樣監測方式諮詢	12	13	100%
本土與泰國的雙色出尾 蟲之食性範圍測試	4	4	100%
本土與泰國這兩種雙色 出尾蟲間之種間關係測 試	6	6	100%

---

累計總進度

100%



## 目錄

壹、前言	14
貳、材料與方法	15
一、蘇鐵白輪盾介殼蟲飼育	15
二、雙色出尾蟲之繁殖	15
三、臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 19 及 23 林班雙色出尾蟲野放	15
四、蘇鐵白輪盾介殼蟲田間族群動態監測	15
五、雙色出尾蟲田間族群密度調查	16
六、植株感染程度調查	16
七、套網實驗	16
八、採集樣本統計方法	17
九、供試蟲源之建立	17
十、雙色出尾蟲食性及產卵行為測試	17
十一、雙色出尾蟲取食量測試	17
十二、雙色出尾蟲各齡期特徵及生活史之測試	18
十三、雙色出尾蟲種內與種間競爭	18
十四、數據統計分析	19
參、結果	
一、雙色出尾蟲產出	19
二、蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測	19
三、套網實驗方面	22
四、雙色出尾蟲食性範圍及產卵行為測試	23
五、雙色出尾蟲取食量測試	23
六、雙色出尾蟲各齡期特徵及生活史之測試	24
七、雙色出尾蟲種內與種間競爭	25
肆、討論	25

伍、誌謝	28
陸、參考文獻	29
柒、表	30
捌、圖	45

## 圖表目錄

表 1、 2006~2009 年臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區雙色出尾蟲釋放數量(隻)	30
表 2、 2009~2010 年臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 19 林班雙色出尾蟲釋放數量(隻)	30
表 3、 2009~2010 年臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 23 林班雙色出尾蟲釋放數量(隻)	31
表 4、 2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(固定樣株)	31
表 5、 2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(逢機樣株)	32
表 6、 2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(固定樣株)	32
表 7、 2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(逢機樣株)	33
表 8、 2009~2010 延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株)	33
表 9、 2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株續)	33
表 10、 2009~2010 延平事業區第 23 林班年蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株)	34
表 11、 2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株續)	34

表 12、2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株)	34
表 13、2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株 續)	35
表 14、2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株)	35
表 15、2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株 續)	35
表 16、延平事業區第 19 林班臺東蘇鐵平均感染率	36
表 17、延平事業區第 23 林班臺東蘇鐵平均感染率	36
表 18、延平事業區第 19 林班臺東蘇鐵平均株高	36
表 19、延平事業區第 23 林班臺東蘇鐵平均株高	37
表 20、套網實驗蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲(天敵)族群變化	37
表 21、套網實驗雙色出尾蟲與蘇鐵白輪盾介殼蟲族群變化	37
表 22、取食性測試之供試介殼蟲種類	38
表 23、雙色出尾蟲食性範圍測試	39
表 24、雙色出尾蟲產卵行為測試	40
表 25、雙色出尾蟲各齡期取食蘇鐵白輪盾介殼蟲卵粒數量測試	40
表 26、本土雙色出尾蟲於 $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 之生活史 (天)	41
表 27、泰國雙色出尾蟲於 $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 之生活史 (天)	41
表 28、不同密度下之本土雙色出尾蟲每日平均孵化率	42

表 29、不同比例下之泰國雙色出尾蟲每日平均孵化率	42
表 30、不同比例下泰國出尾蟲之每日平均孵化率性比	42
表 31、不同比例下本土出尾蟲之每日平均孵化率性比	42
表 32、不同比例下之泰國雙色出尾蟲與本土雙色出尾蟲混養之每日平均孵化率	43
表 33、泰國雙色出尾蟲與本土雙色出尾蟲混養之每日平均孵化率比較	43
表 34、泰國雙色出尾蟲與本土雙色出尾蟲混養之每日平均孵化率性比	43
表 35、中央氣象局臺東測候站平均雨量(資料來源: 中央氣象局)	44
表 36、中央氣象局臺東測候站平均溫度(資料來源: 中央氣象局)	44
圖 1、將蟲卵收集後接在植物上 ( a ), 介殼蟲大量飼養情形 ( b )。	45
圖 2、將鑑定過之雙色出尾蟲放入已長滿蘇鐵白輪盾介殼蟲之蘇鐵養蟲箱中小 量繁殖 ( a ), 再擴增設備進行大量繁殖 ( b )。	45
圖 3、臺東縣延平事業區第 19 林班監測樣區衛星示意圖	46
圖 4、臺東縣延平事業區第 23 林班監測樣區衛星示意圖	46
圖 5、樣株以全球衛星定位系統標定	46
圖 6、釋放前蘇鐵白輪盾介殼蟲之田間族群數量調查流程	47
圖 7、蘇鐵白輪盾介殼蟲於 25°C/ RH 60% 之生活史	47
圖 8、將蘇鐵白輪盾介殼蟲天敵雙色出尾蟲野放於蘇鐵心部蘇鐵植株遭蘇鐵白輪 盾介殼蟲感染分級	48
圖 9、固定樣株每兩個月釋放 400 隻泰國雙色出尾蟲	48
圖 10、蘇鐵植株遭蘇鐵白輪盾介殼蟲感染分級圖	49
圖 11、套網實驗, 選定樣株, 將細網套上	49

圖 12、隔兩月至樣區 將套網取下 採蘇鐵小葉及計算雙色出尾蟲數目	49
圖13、野外採集不同種類介殼蟲	50
圖14、鑑定後將介殼蟲飼養於所嗜好之寄主植物上，並以白色小飼養帳隔離	50
圖15、寄主植物長滿介殼蟲，取下葉片或枝條作為食性測試之來源	50
圖16、剪下長滿介殼蟲葉片或枝條放入90 × 15 mm培養皿	50
圖17、將20對經飢餓處理1天之雙色出尾蟲放入培養皿中，置於30±1℃的恆溫箱 中	50
圖18、觀察介殼蟲是否有被取食之行為	51
圖19、挑取雙色出尾蟲雌、雄各20對，放入備有供試介殼蟲90 × 15 mm培養 皿	51
圖 20、置於 30±1℃的恆溫箱	51
圖 21、取食量試驗之卵片	51
圖 22、24小時後取出葉片，於解剖顯微鏡下觀察	51
圖 23、挑起含有出尾蟲卵之介殼，放入 55 × 15 mm的培養皿	51
圖 24、種間競爭實驗以小套網分隔	52
圖 25、種間競爭實驗置於養蟲帳	52
圖 26、延平事業區蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲族群歷年消長圖	52
圖 27、2009 年 2 月至 2010 年 1 月延平事業區 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色 出尾蟲族群消長圖 ( 固定樣株 )	52
圖 28、2009 年 2 月至 2010 年 1 月延平事業區 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色 出尾蟲族群消長圖 ( 逢機樣株 )	53

圖 29、2009 年 5 月至 2010 年 3 月延平事業區 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色 出尾蟲族群消長圖 ( 固定樣株 )	53
圖 30、2009 年 5 月至 2010 年 3 月延平事業區 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色 出尾蟲族群消長圖 ( 固定樣株 )	53
圖 31、延平事業區 19 林班固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構	54
圖 32、延平事業區 19 林班逢機樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構	54
圖 33、延平事業區 23 林班固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構	55
圖 34、延平事業區 23 林班逢機樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構	55
圖 35、延平事業區 19 林班臺東蘇鐵平均感染率	56
圖 36、延平事業區 23 林班臺東蘇鐵平均感染率	56
圖 37、延平事業區 19 林班臺東蘇鐵平均株高	56
圖 38、延平事業區 23 林班臺東蘇鐵平均株高	57
圖 39、套網實驗結果	57
圖 40、本土雙色出尾蟲取食竹尖鏢介殼蟲	58
圖 41、本土雙色出尾蟲取食淡薄圓盾介殼蟲	58
圖 42、本土雙色出尾蟲取食月橘白輪盾介殼蟲	58
圖 43、本土雙色出尾蟲取食椽果輪盾介殼蟲	58
圖 44、本土雙色出尾蟲取食樟輪盾介殼蟲	58
圖 45、本土雙色出尾蟲取食褐圓盾介殼蟲	58

圖 46、本土雙色出尾蟲取食蘇鐵白輪盾介殼蟲	58
圖 47、本土雙色出尾蟲取食青剛圍盾介殼蟲	58
圖 48、本土雙色出尾蟲取食變葉木片盾介殼蟲	59
圖 49、本土雙色出尾蟲取食線竹盾介殼蟲	59
圖 50、泰國雙色出尾蟲取食絲粉介殼蟲	59
圖 51、泰國雙色出尾蟲取食竹尖鐮介殼蟲	59
圖 52、泰國雙色出尾蟲取食咖啡硬介殼蟲	59
圖 53、泰國雙色出尾蟲取食淡薄圓盾介殼蟲	59
圖 54、泰國雙色出尾蟲取食月橘輪盾介殼蟲	59
圖 55、泰國雙色出尾蟲取食檸檬輪盾介殼蟲	59
圖 56、泰國雙色出尾蟲取食樟輪盾介殼蟲	60
圖 57、泰國雙色出尾蟲取食褐圓盾介殼蟲	60
圖 58、泰國雙色出尾蟲取食青剛圍介殼蟲	60
圖 59、泰國雙色出尾蟲取食變葉木片盾介殼蟲	60
圖 60、泰國雙色出尾蟲取食線竹盾介殼蟲	60
圖 61、(野外)泰國雙色出尾蟲取食竹尖鐮介殼蟲	60
圖 62、(野外)泰國雙色出尾蟲取食黃綠介殼蟲	60
圖 63、(野外)泰國雙色出尾蟲取食咖啡硬介殼蟲	60
圖 64、(野外)泰國雙色出尾蟲取食月橘白輪盾介殼蟲	61
圖 65、(野外)泰國雙色出尾蟲取食檸檬輪盾介殼蟲	61
圖 66、(野外)泰國雙色出尾蟲取食樟輪盾介殼蟲	61
圖 67、(野外)泰國雙色出尾蟲取食褐圓盾介殼蟲	61



圖 68、(野外)泰國雙色出尾蟲取食青剛圍盾介殼蟲	61
圖 69、(野外)泰國雙色出尾蟲取食葉木片盾介殼蟲	61
圖 70、(野外)泰國雙色出尾蟲取食線竹盾介殼蟲	61
圖 71、本土雙色出尾蟲卵	61
圖 72、初孵化之一齡幼蟲	62
圖 73、二齡幼蟲	62
圖 74、進食中的三齡幼蟲	62
圖 75、化蛹前期	62
圖 76、白色絲繭	62
圖 77、紫色的蛹體	62
圖 78、本土雙色出尾蟲雄成蟲頭部為黃色	62
圖 79、本土雙色出尾蟲之雌成蟲	62

## 壹、前言

近年來，在全國各地之蘇鐵 ( Cycad )，遭受白色盾狀介殼蟲為害，受害嚴重之蘇鐵整株滿佈蟲體所分泌之白色介殼，逐漸萎凋甚至枯死。此種介殼蟲，為近年來蘇鐵最重要的害蟲，危害使得蘇鐵面臨空前的滅絕危機(許迪川，2006)。此蟲經外部形態及分子生物技術的鑑定，確定為蘇鐵白輪盾介殼蟲(*Aulacaspis yasumatsui* Takagi)，並初步認定為是新入侵臺灣的新紀錄種(邱一中等，2001)。

根據研究，蘇鐵白輪盾介殼蟲能藉由人為攜帶及苗木販售搬運等長距離移動傳播，同時也可以藉由風及氣流將具有移動能力的初齡若蟲在鄰近植株間進行短距離的遷移。受害嚴重時，寄主植物滿佈蟲體，彷彿一層雪花覆蓋其上，許多蘇鐵

甚至受感染一年後即枯死(Howard et al., 1999)。蘇鐵白輪盾介殼蟲繁殖能力強，危害範圍遍及全株，尤其可深入植株基部，莖部鱗片深處，並且對藥劑之容忍力強，當環境不適合生長繁殖時，甚至會呈現滯育(diapause)狀態。近年來臺灣許多地區的蘇鐵已遭受此害蟲嚴重危害，導致植株全面枯竭，寄主包括琉球蘇鐵 (*Cycas revoluta* Thunb) 及臺灣特有之保育類植物臺東蘇鐵 (*Cycas taitungensis*)。

雖然蘇鐵白輪盾介殼蟲緣起於泰國(Takagi, 1990)，但該介殼蟲對當地的蘇鐵並未造成嚴重危害。原因可能是因為在當地之蘇鐵白輪盾介殼蟲族群受到該地天敵的控制，長期都維持於低密度之下(Takagi, 1977)。因此，為緊急防治此蟲，研究團隊於 2003 年 9 月自泰國引進蘇鐵白輪盾介殼蟲之捕食性天敵--雙色出尾蟲 (*Cybocephalu nipponicus*)，以便對該介殼蟲進行生物防治。期盼藉由該雙色出尾蟲之作用，能夠減緩蘇鐵白輪盾介殼蟲對臺灣蘇鐵類植物的危害，並減少大量施用農藥對環境所造成之衝擊。本研究團隊於過去幾年大量飼養及繁殖雙色出尾蟲，於 2005 年 10 月起陸續野放天敵，曾於臺東及其他地區野放，目前雙色出尾蟲已於各地之蘇鐵上立足且順利自行繁殖。

目前釋放之泰國雙色出尾蟲似乎已初步達成控制蘇鐵白輪盾介殼蟲之一些效果，但仍有許多問題待解決。第一是引進之泰國雙色出尾蟲之施放數量、施放區域之選定及調查取樣等方面仍有調整空間。應該仍需持續大量培育雙色出尾蟲，供防治之用。因此，為了大量飼養與施放，在培育與量產技術上皆有待加強。除此之外，本土雙色出尾蟲 (*C. flavocaputus* T. R. Smith) 也於 2005 年 3 月期間於臺東發現並鑑定。然而，對於本土雙色出尾蟲的研究資料非常少。尤其是其對蘇鐵白輪盾介殼蟲之防治效能部分，更需要一完整之評估。本計畫亦嘗試開始大量飼育本土雙色出尾蟲，作為釋放防治之參考依據。

本研究之目的主要為(1)建立本土種雙色出尾蟲飼養模式。(2)繁殖兩種雙色出尾蟲，並施放到臺東縣延平事業區第 19、23 林班(臺東蘇鐵自然保留區 )進行蘇鐵白輪盾介殼蟲生物防治。(3)雙色出尾蟲施放前後防治效果監測評估。(4)測試兩種雙色出尾蟲取食性、產卵行為及完成生活史與否。及(5)瞭解兩種雙色出尾蟲是否有相互競爭現象。

## 貳、材料與方法

### 一、蘇鐵白輪盾介殼蟲飼育

採集蘇鐵上之蘇鐵白輪盾介殼蟲卵粒，置於單株健康琉球蘇鐵葉片上，讓白輪盾介殼蟲孵化後固著於植株上(圖 1a)，待蘇鐵植株由介殼蟲覆蓋後，與健康植株相互接觸感染，或剪下受感染之蘇鐵葉片放置在健康植株心部，以此步驟繁殖大量白輪盾介殼蟲(圖 1b)。

### 二、雙色出尾蟲之繁殖

將佈滿白輪盾介殼蟲之蘇鐵移至養蟲帳內，並放入鑑定過之雙色出尾蟲，為供應足夠的食源，每兩星期換入受感染之蘇鐵，供雙色出尾蟲取食(圖 2a)；待雙色出尾成蟲數量足夠時收集成蟲，釋放至佈滿白輪盾介殼蟲的大型網室內，進行更大量的繁殖(圖 2b)，以維持固定的雙色出尾蟲產出；之後每月收集雙色出尾蟲並施放至野外。

### 三、臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 19 及 23 林班雙色出尾蟲野放

臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 19 及 23 林班位於臺東縣鹿野溪上游，沿溪岸臺東蘇鐵分布之地區設置監測樣區(圖 3、4)。於每樣區選定 20 棵危害程度較為嚴重之臺東蘇鐵為固定施放天敵之生物防治標定株(圖 5)，

於釋放天敵前先行採樣調查。另外，隨機選定 30 棵受蘇鐵白輪盾介殼蟲侵害之臺東蘇鐵，每一株蘇鐵調查時分別紀錄株高、天敵數量、受感染之程度、光度、溫溼度之微氣候資料。

#### 四、蘇鐵白輪盾介殼蟲田間族群動態監測

自 2009 年 2 月起開始執行介殼蟲族群動態監測，調查時每株蘇鐵逢機選取靠近心部 5 片小針葉，取中段  $50 \times 5$  mm 部位，置於解剖顯微鏡下觀察並計算蘇鐵白輪盾介殼蟲各齡期蟲（卵、一齡若蟲、二齡若蟲，雌成蟲、雄若蟲）數量（圖 6、7）。

#### 五、雙色出尾蟲田間族群密度調查

於臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 19 及 23 林班內釋放泰國雙色出尾蟲時，每樣區標定 20 株受白輪盾介殼蟲危害之臺東蘇鐵植株，在樹冠中心部位（圖 8）釋放天敵，標定株每兩個月釋放 400 隻（圖 9），約 200 對雙色出尾蟲，之後每兩個月調查雙色出尾蟲族群密度，由於當地亦有發現本土雙色出尾蟲蹤跡，並且發現其對白輪盾介殼蟲有取食之能力，因此在調查雙色出尾蟲數量時，同時將兩種雙色出尾蟲列入計錄範圍。

#### 六、植株感染程度調查

在植株感染程度方面，依感染情形將調查之植株分成五個等級-第一級為無感染（經仔細檢查植株，未能發現任何白輪盾介殼蟲）（圖 10 a）第二級為輕微感染（從外表不易看出有感染，經仔細檢查發現有少數白輪盾介殼蟲）（圖 10 b）第三級為中度感染（植株外表，葉片處可以很容易看出有感染情形）（圖 10 c）第四級為重度感染（植株外表，特別是葉柄部，有明顯之白輪盾介殼蟲感染情形）（圖 10 d）及第五級之嚴重感染（植株外表，特

別是葉柄部，已經為蘇鐵白輪盾介殼蟲危害呈白色狀)(圖 10 e)。

## 七、套網實驗

為瞭解白輪盾介殼蟲的自然生長情形，與觀察有天敵存在下白輪盾介殼蟲之族群變化，本實驗使用細目的網袋來隔絕天敵(圖 11、12)。使用的方式是在一棵感染之蘇鐵上，同時使用六種的處理方式來探討。第一個處理是將一個枝條上所有的雙色出尾蟲全部人工移到其他枝條，將該枝條套上細目網，兩端封緊，使雙色出尾蟲無法進入，而白輪盾介殼蟲可以在網內生長繁殖，將此套網枝條當成觀察無天敵存在下，白輪盾介殼蟲之變化情形，此處理一共有三組。第二個處理為一個枝條上所有的雙色出尾蟲全部人工移到其他枝條，將該枝條套上細目網，兩端封緊並施放天敵，調查其上白輪盾介殼蟲族群，代表有雙色出尾蟲在封閉控制下的情形，此處理一共有三組。第三個處理處理為一個枝條上所有的雙色出尾蟲全部人工移到其他枝條，將該枝條套上細目網，兩端開啟並施放天敵，調查其上白輪盾介殼蟲族群，代表有雙色出尾蟲在有套網並開放控制下的情形，此處理一共有三組。第四個處理處理為一個枝條上所有的雙色出尾蟲全部人工移到其他枝條，將該枝條套上細目網，兩端開啟，調查其上白輪盾介殼蟲族群，此處理一共有三組。第五個處理處理為一個枝條上所有的雙色出尾蟲全部人工移到其他枝條，但不套細目網，兩端開啟，施放天敵，調查其上白輪盾介殼蟲族群，此處理一共有三組。第六組為對照組，不做任何處理。

## 八、採集樣本處理及統計方法

田間採回的蘇鐵葉片，利用解剖顯微鏡檢視計算  $50 \times 5 \text{ mm}$  葉片葉表葉背內各齡期之蘇鐵白輪盾介殼蟲記錄並以 Microsoft Excel 分析。鏡檢數據及

每株蘇鐵所目測之雙色出尾蟲數量，資料彙整後製成表格及曲線圖，用以分析蘇鐵白輪盾介殼蟲生物防治之成效。

#### 九、供試介殼蟲蟲源之建立

為測試雙色出尾蟲之食性範圍，需先於實驗室建立不同介殼蟲之族群。建立的方式是先從野外採集不同種類介殼蟲(圖 13)，經農試所鑑定後將介殼蟲飼養於所嗜好之寄主植物上，並以白色小飼養帳隔離(圖 14)，待寄主植物長滿該介殼蟲，取下葉片或枝條作為食性測試之來源(圖 15)。

#### 十、雙色出尾蟲取食性及產卵行為測試

剪取長滿供試介殼蟲之葉片或枝條放入  $90 \times 15$  mm 培養皿中(圖 16)，再將 20 對經飢餓處理 1 天之本土雙色出尾蟲(*Cybocephalu flavocapitis*)、飼養與野外採集(屏東地區)之泰國雙色出尾蟲(*Cybocephalu nipponicus*)放入培養皿中，置於  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  的恆溫箱中(圖 17)，每 30 分鐘進行 1 次鏡檢連續 5 次，觀察介殼蟲是否有被取食(圖 18)，24 小時後，再觀察雙色出尾蟲有無產卵行為。

#### 十一、雙色出尾蟲取食量測試

##### (一)樣品備製

抓取本土及飼養之泰國雙色出尾蟲各 20 對，置於  $90 \times 15$  mm 培養皿(圖 19)中，再將長滿蘇鐵白輪盾介殼蟲之葉片或枝條放入，置於  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  的恆溫箱(圖 20)24 小時後，挑取雙色出尾蟲有產卵之介殼，置於  $55 \times 15$  mm 培養皿內，並放置濕棉花保濕，待其孵化。

##### (二)卵片備製

挑取蘇鐵白輪盾介殼蟲之蟲卵於  $55 \times 15$  mm 培養皿備用。製作長 27mm

寬 5mm 之卵片(圖 21)，於前端 5mm 區域再劃分長 5mm 寬 1mm 小格，共 5 格。將膠水塗抹於第 2 及第 4 小格，再將介殼蟲卵撒於前端 5mm 區域，去除未黏著之卵粒後放入 55 × 15 mm 培養皿內備用。培養皿內需放置濕棉花保濕。

### (三)測試方法

將剛孵化之雙色出尾蟲幼蟲置於卵片上，每天記錄取食卵粒數，直至蟲體完成生活史。

## 十二、雙色出尾蟲各齡期特徵及生活史之測試

選取雙色出尾蟲有產卵行為之介殼蟲進行測試。挑取雙色出尾蟲雌、雄各 20 對，放入備有供試介殼蟲之 90 × 15 mm 培養皿，並置於 30±1℃ 的恆溫箱，經 24 小時後取出葉片，於解剖顯微鏡下觀察(圖 22)，用濕毛筆挑起含有出尾蟲卵之介殼，放入 55 × 15 mm 的培養皿中(圖 23)。培養皿中置入溼棉花保持供試介殼蟲葉片的新鮮度，再用石蠟膜封住培養皿，防止水分揮發，記錄出尾蟲由卵至成蟲自然死亡各齡期特徵及天數。

## 十三、雙色出尾蟲種內及種間競爭

### (一)蘇鐵白輪盾介殼蟲及本土雙色出尾蟲之飼養

於國立屏東科技大學校園採集受蘇鐵白輪盾介殼蟲感染之蘇鐵葉片，並挑取介殼蟲卵粒，將其接種於蘇鐵植株上，再分別將植株置於蟲帳後，移至室外網室栽培。植株每星期澆水兩次，蟲害發展程度每天觀察一次。待介殼蟲佈滿約半棵植株後，自野外抓取泰國及本土雙色出尾蟲各 10 對，並釋放於蟲帳內，約一個月後，即可開始產出新成蟲。

### (二)種內及種間競爭

### 1. 種內競爭

抓取泰國及本土雙色出尾蟲各 5 對、10 對、25 對及 50 對備用。選取受蘇鐵白輪盾介殼蟲嚴重感染之蘇鐵葉片，並套上網套後，將不同密度之雙色出尾蟲分別置於網套內，一個月後，計算兩種雙色出尾蟲之成蟲及雌雄蟲個體數量。每處理 3 重複。(圖 24、25)

### 2. 種間競爭

分別抓取泰國及本土雙色出尾蟲成蟲各 1 對、2 對、3 對、4 對及 5 對，將兩種雙色出尾蟲成蟲分成泰國種：本土種 1：1、2：2、3：3、4：4 及 5：5，再將不同比例之雙色出尾蟲分別置於受蘇鐵白輪盾介殼蟲嚴重感染之蘇鐵葉片上，並套上網套，一個月後，計算兩種雙色出尾蟲之成蟲及雌雄蟲個體數量。每處理 3 重複。種別鑑定依據成蟲型態及交尾與否作為判別標準。

## 十四、數據統計分析

本計畫數據除種間及種內競爭使用 SAS 9.1 統計分析軟體進行 Student-Newman-Keuls Test 分析外，其餘皆以 SPSS (Statistical Package for Social Science) 軟體進行變異分析(ANOVA)，採鄧肯氏多變域測定(Duncan's Multiple Range Test)分析數據間之差異性

## 參、結果

### 一、雙色出尾蟲產出

2006~2008 年共提供 235,348 隻泰國雙色出尾蟲野放至臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 23 林班(表 1)。2009 年除提供泰國雙色出尾蟲及本土種雙色出尾蟲至臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 23 林班施放外，同時亦將臺東蘇鐵自然



保留區內延平事業區 19 林班列入生物防治點並施放泰國雙色出尾蟲及本土種雙色出尾蟲，其施放時間改為每 2 個月施放一次，2009 年 1 月至 2010 年 2 月止已提供 96,436 隻泰國雙色出尾蟲及 5,982 隻本土種雙色出尾蟲(表 1)；延平事業區第 19 林班 60,513 及 4,338 隻(表 2)，延平事業區第 23 林班 35,923 及 1,644 隻(表 3)。

## 二、蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測

### (一) 延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測

田間族群動態監測結果 (圖 26)，2009 年以臺東縣延平事業區第 19、23 林班為監測樣區每 2 個月進行蘇鐵白輪盾介殼蟲及天敵之族群密度調查延平事業區第 19 林班監測結果固定樣株，由去年 2 月開始執行監測計劃 (圖 27) (表 4)，至去年 8 月，蘇鐵白輪盾介殼蟲族群密度每 50mm 小葉維持在 30~40 隻之間，去年 4~6 月蘇鐵白輪盾介殼蟲族群密度較高  $64.0 \pm 84.2$  隻/50mm 小葉，去年 6 月至 8 月蘇鐵白輪盾介殼蟲族群密度開始下降  $39.30 \pm 37.46$  隻/50mm 小葉，去年 8 月至 10 月下降至  $19.60 \pm 20.77$  隻/50mm 小葉，去年 10 月至 12 月微幅上升至  $25.30 \pm 37.38$  隻/50mm 小葉，隨後又下降至  $13.20 \pm 11.79$  隻/50mm 小葉。天敵數量去年 4 月最低  $2.5 \pm 3.86$  隻/株，去年 6 月最高  $23.0 \pm 14.39$  隻/株，去年 8 月下降至  $9.30 \pm 10.49$  隻/株，去年 10 月開始上升至  $17.00 \pm 28.00$  隻/株，去年 12 月持續上升至  $26.43 \pm 22.12$  隻/株，1 月下降至  $7.50 \pm 4.70$  隻/株；逢機取樣調查株(表 5) (圖 28)，無施放天敵，去年 2~6 月間蘇鐵白輪盾介殼蟲族群密度由  $3.9 \pm 6.33$  隻/50mm 小葉上升至  $42.35 \pm 70.15$  隻/50mm 小葉，去年 8 月調查其介殼蟲族群密度有稍微降低  $33.4 \pm 29.46$  隻/50mm 小葉，去年 10 月持續下降至  $17.80 \pm$

14.74 隻/50mm 小葉，去年 12 月及 1 月大致持平，分別為  $17.70 \pm 25.31$  隻/50mm 小葉及  $17.90 \pm 27.01$  隻/50mm 小葉；天敵族群密度去年 4 月最低  $2.90 \pm 4.85$  隻/株，去年 6 月及 8 月持平，分別為  $13.4 \pm 18.12$  隻/株及  $12.00 \pm 12.76$  隻/株，去年 10 月微幅上升至  $15.85 \pm 9.37$  隻/株，去年 12 月下降至  $8.00 \pm 4.06$  隻/株，1 月份又微幅上升至  $12.00 \pm 4.27$  隻/株。

## (二) 延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測

延平事業區第 23 林班調查資料由去年 5 月開始建立，5~9 月的監測中，固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲(表 6)(圖 29)族群密度由  $30.5 \pm 36.05$  隻/50mm 小葉上升至  $56.0 \pm 64.76$  隻/50mm 小葉，去年 11 月下降至  $17.80 \pm 14.74$  隻/50mm 小葉，3 月持續降至  $9.80 \pm 19.65$  隻/50mm 小葉。天敵族群密度去年 5 月單株平均  $31.5 \pm 19.39$  隻/株下降至  $16.7 \pm 13.46$  隻/株，去年 11 月持續降到  $10.30 \pm 10.69$ ，2010 年 3 月降至  $7.13 \pm 7.48$ 。逢機調查株調查結果與標定樣株類似(表 7)(圖 30)，蘇鐵白輪盾介殼蟲族群密度由  $36.7 \pm 41.16$  隻/50mm 小葉上升至  $45.1 \pm 43.80$  隻/50mm 小葉，呈上升曲線，去年 11 月下降至  $25.2 \pm 32.90$ ，3 月更下降至  $15.20 \pm 35.27$ ，天敵族群密度則由去年 5 月調查  $22.2 \pm 23.41$  隻/株，下降至去年 11 月之  $4.50 \pm 2.22$  隻/株，3 月調查時又微幅上揚至  $8.67 \pm 3.64$ 。

## (三) 延平事業區第 19 林班固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲各齡期結構

族群動態之各齡期結構方面，延平事業區 19 林班固定樣株之蘇鐵白輪盾介殼蟲(表 8 至表 9)(圖 31)之卵及一齡遊走幼蟲於去年 2 月為  $89.50 \pm 73.41$  隻/50mm 小葉，去年 6 月達到高峰  $187 \pm 299.04$  隻/50mm 小葉，隨後持續降低至今年 1 月之  $44.95 \pm 45.64$  隻/50mm 小葉。固著一齡幼蟲在去年 2 月為  $41.21 \pm 32.86$  隻/50mm 小葉，去年 6 月達到高峰  $77.35 \pm 93.04$  隻/50mm 小葉，1 月下降至  $6.6 \pm$

14.19 隻/50mm 小葉。二齡雌幼蟲由去年 2 月之  $16.79 \pm 15.12$  隻/50mm 小葉，逐月下降至 1 月之  $0.9 \pm 1.37$  隻/50mm 小葉。處女成蟲由去年 2 月由  $2.21 \pm 1.61$  隻/50mm 小葉上升至去年 4 月之  $3.55 \pm 3.99$  隻/50mm 小葉，隨後下降至 1 月 0 隻/50mm 小葉。產卵雌成蟲方面由去年二月  $2.64 \pm 2.87$  隻/50mm 小葉升至 6 月之最高峰  $7.9 \pm 13.59$  隻/50mm 小葉，一直緩慢降至 1 月之  $0.95 \pm 1.40$  隻/50mm 小葉。雄若蟲由去年 2 月之  $31.43 \pm 31.55$  隻/50mm 小葉降至今年 1 月之  $3.9 \pm 4.32$  隻/50mm 小葉。不同種生物皆有其生殖策略，以使其族群能在群落內存活和保留。對於生殖策略區分方面，主要為  $r$ - $K$  梯度(gradient)。目前根據所掌握的資料顯示，從蘇鐵白輪盾介殼蟲的族群變動來看，應該是屬於較為行使  $r$  策略的害蟲。因為其在蘇鐵上族群會隨季節而明顯改變，尤其是春夏季為其喜好之生長季時，族群（卵和遊走幼蟲）迅速增加。而雙色出尾蟲較屬於  $K$  策略，族群之增長速率較穩定。

#### (四) 延平事業區第 19 林班逢機樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲各齡期結構

延平事業區 19 林班逢機取樣樣株(表 10 至表 11) (圖 32) 之蘇鐵白輪盾介殼蟲之卵及一齡遊走幼蟲於去年二月為  $9.5 \pm 21.24$  隻/50mm 小葉, 去年 6 月上升至  $133.97 \pm 232.52$  隻/50mm 小葉，去年 10 月降至  $7.8 \pm 19.35$  隻/50mm 小葉，1 月上升至  $64.23 \pm 96.68$  隻/50mm 小葉。固著一齡幼蟲在去年 2 月為  $8.33 \pm 10.11$  隻/50mm 小葉，去年 8 月升至  $72.37 \pm 60.25$  隻/50mm 小葉，去年 10 月降至  $6.77 \pm 10.78$  隻/50mm 小葉，今年 1 月又略升至  $13.33 \pm 21.96$  隻/50mm 小葉。二齡雌幼蟲於去年 2 月為  $0.5 \pm 0.76$  隻/50mm 小葉，去年 6 月升至  $8.13 \pm 22.87$ ，1 月降至  $2.77 \pm 3.84$ 。處女成蟲由去年 2 月由  $0.17 \pm 0.37$  隻/50mm 小葉上升至去年 6 月之  $3.67 \pm 6.41$ ，隨後下降至 1 月  $0.30 \pm 1.04$ 。產卵雌成蟲方面由去年 2 月  $0.67 \pm$

1.49 隻/50mm 小葉升至去年 6 月份之  $5.1 \pm 8.92$  隻/50mm 小葉，去年 10 月下降至  $0.27 \pm 0.81$  隻/50mm 小葉，1 月份微幅上升至  $1.77 \pm 3.07$  隻/50mm 小葉。雄若蟲由去年 2 月之  $0.33 \pm 0.75$  隻/50mm 小葉升至去年 8 月之  $23.47 \pm 33.52$  隻/50mm 小葉，1 月份降至  $7.1 \pm 12.58$  隻/50mm 小葉。

#### (五) 延平事業區第 23 林班固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲各齡期結構

為延平事業區 23 林班固定樣株之蘇鐵白輪盾介殼蟲(表 12 至表 13)(圖 33) 之卵及一齡遊走幼蟲於去年五月為  $79.00 \pm 105.86$  隻/50mm 小葉，去年 7 月達到高峰  $103.15 \pm 135.82$  隻/50mm 小葉，隨後持續降低至 3 月之  $7.4 \pm 19.35$  隻/50mm 小葉。固著一齡幼蟲在去年 5 月為  $46.70 \pm 56.32$  隻/50mm 小葉，去年 7 月達到高峰  $91.65 \pm 67.32$  隻/50mm 小葉，3 月下降至  $6.6 \pm 14.19$  隻/50mm 小葉。二齡雌幼蟲由去年 5 月之  $7.65 \pm 14.47$  隻/50mm 小葉，逐月上升至去年 7 月之  $10.40 \pm 17.72$  隻/50mm 小葉，3 月下降至  $0.9 \pm 1.37$  隻/50mm 小葉。處女成蟲由去年 5 月由  $4.15 \pm 4.22$  隻/50mm 小葉上升至去年 9 月之  $3.7 \pm 8.35$  隻/50mm 小葉，隨後下降至 3 月之 0 隻/50mm 小葉。產卵雌成蟲方面由去年 5 月  $3.65 \pm 4.36$  隻/50mm 小葉升至去年 9 月之最高峰  $4.0 \pm 8.89$  隻/50mm 小葉，一直緩慢降至 3 月之  $0.2 \pm 0.4$  隻/50mm 小葉。雄若蟲由去年 5 月之  $11.6 \pm 19.73$  隻/50mm 小葉，上升至  $25.30 \pm 21.63$  降至 3 月之  $0.6 \pm 0.92$  隻/50mm 小葉。

#### (六) 延平事業區第 23 林班逢機樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲各齡期結構

延平事業區 23 林班逢機樣株之蘇鐵白輪盾介殼蟲(表 14 至表 15)(圖 34) 之卵及一齡遊走幼蟲於去年 5 月為  $85.67 \pm 100.09$  隻/50mm 小葉，去年 9 月達到高峰  $95.23 \pm 89.80$  隻/50mm 小葉，隨後持續降低至 3 月之  $3.43 \pm 9.30$  隻/50mm 小葉。固著一齡幼蟲在去年 5 月為  $60.86 \pm 97.10$  隻/50mm 小葉，去年 9 月達到高

峰  $115.93 \pm 169.30$  隻/50mm 小葉，3 月下降至  $4.5 \pm 9.72$  隻/50mm 小葉。二齡雌幼蟲由去年 5 月之  $10.5 \pm 15.68$  隻/50mm 小葉，逐月下降至 3 月之  $0.93 \pm 1.24$  隻/50mm 小葉。處女成蟲由去年 5 月由  $5.3 \pm 6.09$  隻/50mm 小葉逐月下降至 3 月之  $0.67 \pm 1.19$  隻/50mm 小葉。產卵雌成蟲方面由去年 5 月  $3.83 \pm 4.51$  隻/50mm 小葉升至去年 7 月之最高峰  $4.37 \pm 6.10$  隻/50mm 小葉，再降至 3 月之  $0.47 \pm 1.02$  隻/50mm 小葉。雄若蟲由去年 5 月之  $17.37 \pm 25.21$  隻/50mm 小葉，降至今年 3 月之  $0.27 \pm 0.68$  隻/50mm 小葉。

#### (七) 延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲平均感染程度

另延平事業區第 19 林班植株感染蘇鐵白輪盾介殼蟲監測結果如下(表 16)(圖 35)，去年 2 月份之平均感染率為第三級，去年 4 月份至 6 月份第二級，去年 8 月份第三級，去年 10 月份至 12 月份降至第二級，1 月份降至第一級。

#### (八) 延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲平均感染程度

延平事業區第 23 林班植株感染蘇鐵白輪盾介殼蟲監測結果如下(表 17) (圖 36)，去年 5 月至 9 月平均感染率為第三級，去年 11 月份降至第二級，3 月份降至第一級。蘇鐵白輪盾介殼蟲之齡期分布方面，去年 6 月到達最高峰，固定取樣調查株為  $187.2 \pm 299.04$ ，去年 7 月下降至去年 11 月，去年 12 月又略微上升隨即於 1 月下降。延平事業區第 19、23 林班之固定與逢機樣株高度平均為 1.98 公尺。(表 18、表 19)(圖 37-38)

### 三、套網實驗方面

第一組為對照組(圖 39a)(表 20、表 21)，第二組處理為套細網，兩邊封緊，未施放天敵(圖 39b)。蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群數目(表 20 與表 21)由  $42.47 \pm$

43.39 隻/50mm 小葉上升至  $69.20 \pm 31.59$  隻/50mm 小葉。第三組處理為套細網，兩端封緊，並施放天敵 200 隻(圖 39 c)，蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群數目由  $144.40 \pm 44.01$  隻/50mm 小葉上升至  $161.33 \pm 73.42$  隻/50mm 小葉。第四組處理為套細網，兩端開放，並施放天敵 200 隻(圖 39 d)，蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群數目由  $32.33 \pm 4.40$  隻/50mm 小葉下降至  $27.53 \pm 6.44$  隻/50mm 小葉。第五種處理套細網，兩邊開放，未施放天敵(圖 39 e)，蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群數目由  $12.20 \pm 7.38$  隻/50mm 小葉上升至  $23.67 \pm 9.61$  隻/50mm 小葉。第六組處理無套細網，並施放天敵 200 隻(圖 39 f)，蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群數目由  $67.87 \pm 47.45$  隻/50mm 小葉下降至  $66.67 \pm 19.82$  隻/50mm 小葉。

#### 四、雙色出尾蟲食性範圍及產卵行為測試

##### (一) 食性範圍測試

雙色出尾蟲食性範圍試驗共測試三個族群，分別為本土雙色出尾蟲、飼養之泰國雙色出尾蟲與野外泰國雙色出尾蟲。供試之介殼蟲共有 6 科 18 種(表 22)。試驗結果顯示，三個族群之雙色出尾蟲皆會取食竹尖鐮介殼蟲(*Bambusaspis pseudomiliaris* (Green))及盾介科所有供試種類之介殼蟲，對碩介科及膠介科之供試介殼蟲則不取食。此外，飼養及野外兩族群之泰國雙色出尾蟲亦發現會取食咖啡硬介殼蟲(*Saissetia coffeae*)，粉介殼蟲(*Ferrisia virgata*)亦有被飼養之泰國雙色出尾蟲取食之現象，野外族群則會取食黃綠介殼蟲(*Coccus viridis*(Green))(圖 40 至圖 70)(表 23)。野外泰國雙色出尾蟲因淡薄圓盾介殼蟲(*Aspidiotus destructor* (Signoret))來源短缺，故未進行測試。

##### (二) 產卵行為測試

以 6 科 18 種之介殼蟲進行本土及飼養之泰國雙色出尾蟲產卵測試(表 24)。結果顯示，兩種雙色出尾蟲僅對 6 種介殼蟲有產卵行為，分別為淡薄圓盾介殼蟲(*Aspidiotus destructor* ( Signoret ) )、月橘白輪盾介殼蟲(*Aulacaspis murrayae* ( Takahashi ) )、椽果輪盾介殼蟲(*Aulacaspis tubercularis* ( Newstead ) )、樟白輪盾介殼蟲(*Aulacaspis yabunikkei* ( Kuwana ) )、蘇鐵白輪盾介殼蟲(*Aulacaspis yasumatsui* (Takagi))以及褐圓盾介殼蟲(*Chrysomphalus aonidum* ( Linnaeus ) )等，皆屬盾介科(表 24)。

## 五、雙色出尾蟲取食量測試

以本土及飼養之泰國雙色出尾蟲為試驗對象。結果顯示，泰國雙色出尾蟲取食量較本土種大，於 1 齡期及 2 齡期差異最為顯著明顯(表 25)。

## 六、雙色出尾蟲各齡期特徵及生活史之測試

本試驗以實驗室本土雙色出尾蟲與飼養之泰國雙色出尾蟲進行生活史試驗。

### (一)雙色出尾蟲各齡期型態特徵

齡期可分為卵期、幼蟲期(一至三個齡期)、蛹期及成蟲，各時期外部形態特徵如下(以本土種，飼養於蘇鐵白輪盾介殼蟲為觀察對象)：

卵期：

顏色呈透明或淡紫色(圖 71)，出尾蟲之雌成蟲用口器將雌介殼蟲外殼咬破一小孔，再將產卵管伸入孔內產下卵粒，亦有部分雌成蟲會將卵粒產於雄介殼內。

幼蟲期：

一齡幼蟲體色呈淡紫白色(圖 72)，且爬行速度慢；二齡幼蟲體色呈淡

紫粉紅(圖 73)較一齡幼蟲善於爬行，移動速度較快，三齡幼蟲前期取食量大體色呈粉紅或淡橘紅(圖 74)，移動性偏高。

蛹期：

三齡幼蟲進入前蛹期後(圖 75)，會找尋較陰暗的地方或葉片，分泌白色絲繭將蟲體周圍包住，在絲繭內蛻皮化蛹進入蛹期，蛹體呈紫色(圖 76 至圖 77)。

成蟲期：

雄成蟲：頭部為黃色，是與雌成蟲最大的差別，前胸背板到翅鞘皆為黑色(圖 78)。

雌成蟲：從頭部到翅鞘全為黑色(圖 79)。

## (二)雙色出尾蟲生活史之測試

選取雙色出尾蟲有產卵行為之介殼蟲，進行生活史測試，本土雙色出尾蟲測試 6 種，飼養之泰國雙色出尾蟲測試樟輪盾介殼蟲、月橘白輪盾介殼蟲、淡薄圓盾介殼蟲等 3 種。結果顯示，兩種雙色出尾蟲皆以飼養於月橘白輪盾介殼蟲之蟲體生活史皆明顯較短，且有顯著差異，全齡期平均分別為  $69.20 \pm 8.28$  天(本土種)及  $33.70 \pm 9.78$  天(泰國種)(表 26 至表 27)。本土雙色出尾蟲以飼養於樟輪盾介殼蟲、檬果輪盾介殼蟲及蘇鐵白輪盾介殼蟲之蟲體生活史顯著較長，其中以飼養於蘇鐵白輪盾介殼蟲之蟲體生活史最長，全齡期平均為  $133.50 \pm 30.84$  天。飼養於褐圓盾介殼蟲之蟲體生活史因尚未結束，故暫不列入比較。飼養之泰國雙色出尾蟲則以淡薄圓盾介殼蟲之蟲體生活史顯著較長，全齡期平均  $111.30 \pm 23.07$  天。

## 七、雙色出尾蟲種內及種間競爭



### (一) 種內競爭

試驗結果顯示，本土雙色出尾蟲不同密度之成蟲產出量，以密度 50 對之產出量顯著較高，平均產出 39 隻，密度 10 對及 25 對成蟲平均產出量則顯著較低(表 28)。泰國雙色出尾蟲種內競爭結果則顯示，不同密度間皆有顯著差異(表 29)，以密度 25 對之成蟲產出量顯著較高，平均可產出 78.50 隻，密度 5 對之成蟲產出量則顯著較低，平均產出量僅 25.40 隻。進一步計算兩種雙色出尾蟲不同性別之成蟲平均產出量，結果顯示，兩種雙色出尾蟲雌成蟲產平均出量皆顯著高於雄成蟲(表 30 至表 31)。

### (二) 種間競爭

試驗結果顯示，不同密度間成蟲產出量之比較，以兩種雙色出尾蟲各釋放兩對顯著較高，平均產出量為 7.50 隻(表 32)。計算兩種雙色出尾蟲之個別平均成蟲產出量，結果顯示泰國雙色出尾蟲平均產出量顯著高於本土種，平均每月可產出 8.88 隻(表 33)。比較兩種雙色出尾蟲不同性別之成蟲平均產出量則顯示，泰國雙色出尾蟲雄成蟲平均產出量明顯較高，與雌成蟲及本土種雌雄兩成蟲之產出量比較皆有顯著差異(表 34)。

## 肆、討論

### 一、野外監測評估

延平事業區第 19 與 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲及其天敵雙色出尾蟲族群消長依監測結果發現，固定施放株及逢機調查株之平均株高為 1.98 公尺，大約為 20 至 25 年樹齡之蘇鐵(通常 1 公尺/ 10 年)，其消長曲線大致相同，推測該天敵在施放後，會擴散至蘇鐵白輪盾介殼蟲族群密度較高的植株上，使該地區施放株

與非施放株之害蟲及天敵族群密度差異不大。4~6 月間因氣溫轉為夏季高溫氣候，蘇鐵白輪盾介殼蟲的族群密度有明顯上升趨勢，但在 8 月調查時害蟲的族群密度已下降，雖於十二月族群密度微幅上升，但隨即於一月份降低。齡期結構方面亦同，卵及一齡游走幼蟲與固著一齡幼蟲及雌成蟲都在六月到達高峰。因此，若能於三、四月間開始進行防治，便能將族群數壓制下來。搭配氣象方面資訊(表 35、表 36)，以中央氣象局臺東測候站之 30 年平均降雨以及去年之各月份平均降雨來做比較，除 7 月至 9 月之雨量大於歷年平均值外，其餘月份皆少於歷年平均降雨量。根據這些資料是不是可以推測雨量對蘇鐵白輪盾介殼蟲之生長有重要影響。因為在乾季(十月至隔年三月)蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群量較低，以及雨季(四月至十月)蘇鐵白輪盾介殼蟲之族群量較高。當然詳細之原因還有待更多資料的支持，未來將於樣區內裝置微氣象紀錄器，以便得到更精確之資料以供分析。綜觀白輪盾介殼蟲及天敵之消長曲線，發現族群變化仍然相當劇烈，推測天敵與害蟲之間的消長似乎仍未達到穩定狀態，仍然需要持續性的進行族群動態監測。

套網實驗方面，由上述之結果可以看出套網對於蘇鐵白輪盾介殼蟲之防治有相當之成效，對照組(無套網、未施放天敵)之 50mm 小葉介殼蟲族群上升幅度明顯大於其他組之介殼蟲族群上升幅度。套網兩邊開放之蘇鐵白輪盾介殼蟲族群上升幅度較套網兩端封緊之上升幅度低，推測應該是套網兩邊開放使得天敵能進入套網內捕食蘇鐵白輪盾介殼蟲而抑制白輪盾介殼蟲族群上升幅度。

另外施放株與逢機調查株害蟲族群密度不同，在於標定樣株本身危害程度較為嚴重，逢機調查株害蟲族群密度較不平均。調查中亦發現，雖然每個月皆釋放 8,000 隻左右之泰國雙色出尾蟲，但隔月調查時皆未見泰國雙色出尾蟲，只見到本土之雙色出尾蟲，此種現象十分耐人尋味。因為在延平事業區第 23 林班所進

行之套網實驗中所用之天敵為泰國雙色出尾蟲，隔月至現場檢視時仍可發現存活，表示不受日夜溫差變化之影響。有關於此現象需要進一步進行相關實驗與調查方可了解其原因。

## 二、雙色出尾蟲食性範圍及產卵行為

於野外採集到 6 科 17 種介殼蟲，加上自行繁殖之蘇鐵白輪盾介殼蟲共 6 科 18 種，分別測試本土種雙色出尾蟲、長期飼養之泰國雙色出尾蟲及野外施放並已建立族群之泰國雙色出尾蟲之食性範圍及產卵行為。結果顯示，三族群之出尾蟲其食性範圍並沒有太大的差異性。就目前所測試的介殼蟲種類而言，三族群出尾蟲皆對鏈介科及盾介科介殼蟲有取食行為，飼養之泰國雙色出尾蟲會取食絲粉介殼蟲(*F. virgata*)及咖啡硬介殼蟲(*S. coffeae*)，野外泰國雙色出尾蟲另外會取食黃綠介殼蟲(*C. viridis*)，這是本土種及飼養之泰國雙色出尾蟲所沒有的取食行為。此結果顯示泰國雙色出尾蟲野外施放並成功建立族群後，其取食行為可能會因環境及氣候的不同而產生改變；在三種雙色出尾蟲的取食行為方面，以本土種雙色出尾蟲取食的種類較少，可能由於目前提供測試之介殼蟲種類中，尚未包含具有本土雙色出尾蟲偏好取食之介殼蟲種類。

本土種及泰國引進之雙色出尾蟲目前皆只在盾介科之部份介殼蟲上產卵，顯然比食性範圍測試中能取食之介殼蟲種類還少。其結果說明，雙色出尾蟲在食源種類限制的情況下會取食其他不同種類之介殼蟲，但是卻可能不會進行繁殖。換言之，雙色出尾蟲可能會在寄主不充足的情形下找尋取食其他介殼蟲以暫時維持生存，待環境適宜即寄主食源充足的環境，才會進行交配產生下一代。

## 三、雙色出尾蟲取食量及生活史

試驗結果顯示，取食量以泰國雙色出尾蟲顯著較多，其生活史以飼養於淡薄圓盾介殼蟲之生活史顯著較長，而本土雙色出尾蟲則以飼養於蘇鐵白輪盾介殼蟲之生活史顯著較長。貝洛非(2006)指出，29°C下泰國雙色出尾蟲飼養於蘇鐵白輪盾介殼蟲上，其生活史約 105 天。與本試驗結果比較發現，生活史天數較本土種短，亦稍短於泰國種飼養於淡薄圓盾介殼蟲之生活史天數，但仍比飼養於樟輪盾介殼蟲及月橘白輪盾介殼蟲之生活史長，顯示泰國雙色出尾蟲於防治蘇鐵白輪盾介殼蟲上，雖生活史天數較本土種短，但有取食量較大的優點，而本土種則有壽命較長之優勢。若能於適當之族群釋放及操控之下，應可提升與建立族群數量，此舉有助於蘇鐵白輪盾介殼蟲之防治。

#### 四、雙色出尾蟲種內及種間競爭

本土雙色出尾蟲種內競爭測試結果顯示，密度較高之情況下，成蟲平均產出量顯著較高，泰國雙色出尾蟲則相反，中密度(25 對)之成蟲平均產出量反而顯著高於低密度亦高於最高密度。種間競爭測試結果則顯示，各密度間雙色出尾蟲成蟲平均產出量皆無顯著性差異，進一步比較兩種雙色出尾蟲之成蟲平均產出量，則以泰國雙色出尾蟲平均產出量顯著高於本土種。顯示本土雙色出尾蟲平均產出量會隨著蟲體密度增加而減少，泰國雙色出尾蟲平均產出量則未顯示出有明顯受密度高低影響之情形。

泰國種及本土雙色出尾蟲混養孵化率，結果皆以泰國種出尾蟲平均產出量顯著較高。於種間競爭之情況下，比較兩種雙色出尾蟲之不同性別成蟲平均產出量，顯示泰國雙色出尾蟲雌成蟲平均產出量顯著較高。此結果顯示，兩種雙色出尾蟲於空間及食物來源不足之逆境下，雌成蟲生存能力會優於雄成蟲，然兩種雙

色出尾蟲生活於同一生態棲位，且受空間及食物來源不足之逆境影響下，泰國種之雄成蟲生存能力則會優於其他成蟲。

總結本研究之結果顯示，泰國雙色出尾蟲似乎無法在保留區內生存，本土雙色出尾蟲卻為保留區內主要天敵，造成此現象之原因還不是很瞭解。後續研究應該就保留區內微氣候及其他生物因子進行探討，以便瞭解天敵在保留區內之適存問題。另外，雖然本土與泰國雙色出尾蟲之食性範圍及其他習性相似，但本土雙色出尾蟲對於蘇鐵白輪盾介殼蟲於田間的控制效能如何，則有待進一步評估。最後，目前之資料雖然顯示兩種雙色出尾蟲皆能取食蘇鐵白輪盾介殼蟲，但如果僅依靠雙色出尾蟲要達到完全控制之目的，可能性恐怕不高。主要是因為兩者之生殖策略不同，雙色出尾蟲僅能達到部分控制之效果。要能更有效控制蘇鐵白輪盾介殼蟲，應該還需作全盤考量。如對於其他天敵（如寄生蜂等）之控制效能及應用方面等，在未來之防治策略上亦需一併考量。

## 伍、誌謝

本研究承農委會林務局臺東林區管理處九十八年度委託研究計畫經費補助，試驗期間承蒙農委會農業試驗所應用動物系陳淑佩博士及翁振宇先生等協助介殼蟲之鑑定，及田野調查期間關山工作站同仁相助，謹此一併致謝。

## 陸、參考文獻

1. 貝洛非。2006。雙色出尾蟲 *Cybocephalus nipponicus* Endrody-Younga (鞘翅目：方頭出尾蟲科) 捕食蘇鐵白輪盾介殼蟲 *Aulacaspis yasumatsui* Takagi (半翅目：盾介殼蟲科) 之生活史及生態。國立屏東科技大學熱帶農業暨國際

- 合作系碩士論文。117 頁。
2. 邱一中、吳文哲、石正人。2001。利用 PCR-RFLP 技術鑑定三種白輪盾介殼蟲 (*Aulacaspis* spp. )(同翅目：盾介殼蟲科)及其在檢疫上之應用。臺灣昆蟲 21: 365-375。
  3. 許迪川。2006。利用雙色出尾蟲防治蘇鐵白輪盾介殼蟲之研究。國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作系碩士論文。83 頁。
  4. Howard, F. W., Hamon, A., McLaughlin, M., Weissling, T., and Yang, S. L. 1999. *Aulacaspis yasumatsui* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Diaspididae), a scale insect pest of cycads recently introduced into Florida. Flo. Entomol. 82: 14-27.
  5. Takagi, S. 1977. A new species of *Aulacaspis* associated with a cycad in Thailand (Homoptera: Coccoidea). pp.68-72. In: S. I. Nakao, S. Takagi, T. Tachikawa, and T. Wongsiri (eds). Scale insects collected on citrus and other plants and their hymenopterous parasites in Thailand. Insecta Matsumurana New Series 11: 61-72.
  6. Takagi, S. 1990. The adult female. pp. 5-28. In: D. Rosen(ed), Armored Scale Insects: Their Biology, Natural Enemies And Control. Volume A. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands. 384 pp.

## 柒、表

表 1、2006~2009 年臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區雙色出尾蟲釋放數量(隻)

施放日期	每月產量	累計產量	施放地點
2006 年	18,472	18,472	延平事業區第 23 林班
2007 年	83,889	102,361	延平事業區第 23 林班
2008 年	132,887	235,248	延平事業區第 23 林班
2009 年	5,982(本) 96,436(泰)	5,982(本) 331,684(泰)	延平事業區 19 及 23 林班

表 2、2009~2010 年臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 19 林班雙色出尾蟲釋放數量(隻)

施放日期	本土種出尾蟲		泰國引進之出尾蟲		施放地點
	每月產量	累計產量	每月產量	累計產量	
2009 / 02 / 18	0	0	7,497	7,497	延平事業區第 19 林班
2009 / 04 / 13	802	802	8,112	15,609	延平事業區第 19 林班
2009 / 06 / 15	800	1,602	8,625	24,234	延平事業區第 19 林班
2009 / 08 / 03	500	2,102	4,191	28,425	延平事業區第 19 林班
2009 / 10 / 14	460	2,562	8,028	36,453	延平事業區第 19 林班
2009 / 12 / 08	488	3,050	8,008	44,461	延平事業區第 19 林班
2010 / 01 / 21	788	3,838	8,018	52,479	延平事業區第 19 林班
2010 / 02 / 01	500	4,338	8,037	60,513	延平事業區第 19 林班

表 3 2009 年臺東蘇鐵自然保留區內延平事業區 23 林班雙色出尾蟲釋放數量(隻)

施放日期	本土種出尾蟲		泰國引進之出尾蟲		施放地點
	每 月 產 量	累 計 產 量	每 月 產 量	累 計 產 量	
2009 / 01 / 10	0	0	5,429	5,429	延平事業區第 23 林班
2009 / 05 / 19	0	0	8,261	13,690	延平事業區第 23 林班
2009 / 07 / 01	635	635	8,561	22,251	延平事業區第 23 林班
2009 / 09 / 07	576	1,211	3,683	25,934	延平事業區第 23 林班
2009 / 11 / 06	433	1,644	9,989	35,923	延平事業區第 23 林班

表 4 2009~2010 年蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(固定樣株)

監測月份	蘇鐵白輪盾介殼蟲	雙色出尾蟲	地點
2009 年 02 月	36.76±28.06	9.40±12.93	延平事業區第 19 林班
2009 年 04 月	33.40±43.77	2.53±3.86	延平事業區第 19 林班
2009 年 06 月	63.99±84.82	23.00±14.39	延平事業區第 19 林班
2009 年 08 月	39.26±37.46	9.30±10.47	延平事業區第 19 林班
2009 年 10 月	19.60±20.77	17.00±28	延平事業區第 19 林班
2009 年 12 月	25.30±37.38	26.43±22.12	延平事業區第 19 林班
2010 年 01 月	13.20±11.79	7.50±4.07	延平事業區第 19 林班



表 5、2009~2010 年蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(逢機樣株)

監測月份	蘇鐵白輪盾介殼蟲	雙色出尾蟲	地點
2009 年 02 月	3.9±6.33	7.20±5.64	延平事業區第 19 林班
2009 年 04 月	16.37±28.03	2.86±4.85	延平事業區第 19 林班
2009 年 06 月	42.31±70.15	13.44±18.12	延平事業區第 19 林班
2009 年 08 月	33.43±29.46	12.00±12.76	延平事業區第 19 林班
2009 年 10 月	17.8±14.74	15.85±9.37	延平事業區第 19 林班
2009 年 12 月	17.7±25.31	8.00±4.06	延平事業區第 19 林班
2010 年 01 月	17.9±27.01	12.00±4.27	延平事業區第 19 林班

表 6、2009~2010 年蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(固定樣株)

監測月份	蘇鐵白輪盾介殼蟲	雙色出尾蟲	地點
2009 年 05 月	30.55±36.05	31.38±19.39	延平事業區第 23 林班
2009 年 07 月	47.29±44.52	28.50±25.03	延平事業區第 23 林班
2009 年 09 月	56.04±64.76	16.75±13.46	延平事業區第 23 林班
2009 年 11 月	4.30±8.07	4.15±4.99	延平事業區第 23 林班
2010 年 03 月	9.80±19.65	4.50±2.22	延平事業區第 23 林班

表 7 2009~2010 年蘇鐵白輪盾介殼蟲及雙色出尾蟲田間族群動態監測(逢機樣株)

監測月份	蘇鐵白輪盾介殼蟲	雙色出尾蟲	地點
2009 年 05 月	36.70±41.16	22.22±23.41	延平事業區第 23 林班
2009 年 07 月	37.58±39.70	18.18±19.49	延平事業區第 23 林班
2009 年 09 月	45.07±43.8	8.00±8.91	延平事業區第 23 林班
2009 年 11 月	25.20±32.9	14.27±8.83	延平事業區第 23 林班
2010 年 03 月	15.20±35.27	8.67±3.64	延平事業區第 23 林班

表 8、2009~2010 延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株)

固定	卵&遊走一齡	固著一齡	二齡 ♀
2009 年 02 月	89.5±73.41	41.21±32.86	16.79±15.12
2009 年 04 月	79.1±117.14	61.75±93.99	5.55±7.07
2009 年 06 月	187.2±299.04	77.35±93.04	2.25±3.10
2009 年 08 月	86.9±120.52	70±66.31	1.6±1.83
2009 年 10 月	55.9±64.81	20.85±27.30	4.9±8.76
2009 年 12 月	76.95±124.53	22.1±41.76	5.95±8.26
2010 年 01 月	44.95±45.64	10.65±7.97	3.65±3.02

表 9、2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株  
續)

固定	處女三齡 ♀	產卵三齡 ♀	雄若蟲
2009 年 02 月	2.21±1.61	2.64±2.87	31.43±31.55
2009 年 04 月	3.55±3.99	2.45±3.89	6.25±6.11
2009 年 06 月	2.95±3.49	7.9±13.59	10.3±13.15
2009 年 08 月	1.85±2.08	3.7±4.74	12.6±14.92
2009 年 10 月	1.05±1.96	0.55±1.02	5.1±9.3
2009 年 12 月	1.55±3.80	2.1±3.85	11.5±12.28

2010年01月	0	0.95±1.40	3.9±4.32
----------	---	-----------	----------

表 10 2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株)

固定	卵&遊走一齡	固著一齡	二齡 ♀
2009年02月	9.5±21.24	8.33±10.11	0.5±0.76
2009年04月	43.07±87.93	24.87±47.38	2.3±5.42
2009年06月	133.97±232.52	45.53±77.67	8.13±22.87
2009年08月	63.57±75.56	72.37±60.25	4.1±6.97
2009年10月	7.8±19.35	6.77±10.78	1.1±2.26
2009年12月	56.73±91.13	17.97±21.42	4.57±7.93
2010年01月	64.23±96.68	13.33±21.96	2.77±3.84

表 11、2009~2010 年延平事業區第 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株  
續)

固定	處女三齡 ♀	產卵三齡 ♀	雄若蟲
2009年02月	0.17±0.37	0.67±1.49	0.33±0.75
2009年04月	1.07±1.75	2.03±4.99	5.8±17.02
2009年06月	3.67±6.41	5.1±8.92	15.12±25.08
2009年08月	1±1.26	2.63±3.84	23.47±33.52
2009年10月	0.3±0.78	0.27±0.81	5.37±9.73
2009年12月	1.27±1.77	1.97±3.30	6±8.12
2010年01月	0.3±1.04	1.77±3.07	7.1±12.58

表 12 2009~2010 延平事業區第 23 林班年蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株)

固定	卵&遊走一齡	固著一齡	二齡 ♀
2009年05月	79±105.86	46.7±56.32	7.65±14.47
2009年07月	103.15±135.82	91.65±67.32	10.4±17.72
2009年09月	90.45±198.36	34.55±50.93	0.85±1.39

2009年11月	45.35±51.5	14.85±17.89	1.4±1.66
2010年03月	7.4±19.35	6.6±14.19	0.9±1.37

表 13、2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(固定樣株  
續)

固定	處女三齡 ♀	產卵三齡 ♀	雄若蟲
2009年05月	4.15±4.22	3.65±4.36	11.6±19.73
2009年07月	2.7±3.20	3.25±4.84	25.3±21.63
2009年09月	3.7±8.35	4±8.89	6.55±11.53
2009年11月	1.8±2.36	2.25±2.32	7±10.09
2010年03月	0	0.2±0.40	0.6±0.92

表 14、2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株)

固定	卵&遊走一齡	固著一齡	二齡 ♀
2009年05月	85.67±100.09	60.86±97.10	10.5±15.68
2009年07月	88.9±121.83	71.3±58.42	4.83±11.59
2009年09月	95.23±89.80	115.93±169.30	1.9±2.15
2009年11月	90.67±138.24	23.87±19.67	2.2±2.51
2010年03月	3.43±9.30	4.5±9.72	0.93±1.24

表 15、2009~2010 年延平事業區第 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲齡期結構(逢機樣株  
續)

固定	處女三齡 ♀	產卵三齡 ♀	雄若蟲
2009年05月	5.3±6.09	3.83±4.51	17.37±25.21

2009 年 07 月	2.63±3.30	4.37±6.10	15.87±14.
2009 年 09 月	2.83±3.17	4.33±4.32	5.13±5.71
2009 年 11 月	3.07±4.46	3.37±3.78	11.8±11.75
2010 年 03 月	0.67±1.19	0.47±1.02	0.27±0.68

表 16、延平事業區第 19 林班臺東蘇鐵平均感染率

	程度 4 以上植株	平均程度
2009 年 02 月	10	3
2009 年 04 月	5	2
2009 年 06 月	9	2
2009 年 08 月	12	3
2009 年 10 月	1	2
2009 年 12 月	0	2
2010 年 01 月	0	1

表 17、延平事業區第 23 林班臺東蘇鐵平均感染率

	程度 4 以上植株	平均程度
2009 年 05 月	7	3
2009 年 07 月	11	3
2009 年 09 月	5	2
2009 年 11 月	3	2
2010 年 03 月	0	1

表 18、延平事業區第 19 林班臺東蘇鐵平均株高

月份	公尺
2009 年 02 月	1.94

2009 年 04 月	2.19
2009 年 06 月	1.76
2009 年 08 月	2.13
2009 年 10 月	1.86
2009 年 12 月	1.94
2010 年 01 月	2.06
平均	1.98

表 19、延平事業區第 23 林班臺東蘇鐵平均株高

月份	公尺
2009 年 05 月	1.86
2009 年 07 月	2.09
2009 年 09 月	1.91
2009 年 11 月	2.04
平均	1.98

表 20、套網實驗蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲(天敵)族群變化

蘇鐵白輪盾介殼蟲	2009/9	2009/11	斜率
對照組	77.20	111.40	0.57
有套網有封口無施放天敵	42.47±43.39	69.2±31.59	0.45
有套網有封口有施放天敵	144.4±44.01	161.33±73.42	0.28
有套網無封口有施放天敵	32.33±4.40	27.53±6.44	-0.08
有套網無封口無施放天敵	12.2±7.38	23.67±9.61	0.19
無套網無束口有施放天敵	67.87±47.45	66.67±19.82	-0.02

表 21、套網實驗雙色出尾蟲與蘇鐵白輪盾介殼蟲族群變化

雙色出尾蟲	2009/9	2009/11	斜率
對照組	5	5	0
有套網有封口無施放天敵	0	0	0
有套網有封口有施放天敵	197.3±2.49	16.92±20.54	-3.01
有套網無封口有施放天敵	198.3±1.25	0.33±1.11	-3.31
有套網無封口無施放天敵	0	0	0
無套網無束口有施放天敵	201.67±1.25	2.50±3.69	-3.36

表 22、取食性測試之供試介殼蟲種類

科(別)	中文名	學名
碩介科	埃及吹綿介殼蟲	<i>Icerya aegyptiaca</i> ( Douglas )
粉介科	絲粉介殼蟲	<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell)
	桑粉介殼蟲	<i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green)
	柑桔粉介殼蟲	<i>Planococcus citri</i> (Risso)
	長尾粉介殼蟲	<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targ.)
鏈介科	竹尖繭介殼蟲	<i>Bambusaspis pseudomiliaris</i> ( Green )
軟介科	黃綠介殼蟲	<i>Coccus viridis</i> ( Green )
	咖啡硬介殼蟲	<i>Saissetia coffeae</i> ( Walker )
盾介科	淡薄圓盾介殼蟲	<i>Aspidiotus destructor</i> ( Signoret )
	月橘白輪盾介殼蟲	<i>Aulacaspis murrayae</i> ( Takahashi )
	檬果輪盾介殼蟲	<i>Aulacaspis tubercularis</i> ( Newstead )
	樟白輪盾介殼蟲	<i>Aulacaspis yabunikkei</i> ( Kuwana )
	蘇鐵白輪盾介殼蟲	<i>Aulacaspis yasumatsui</i> (Takagi)
	褐圓盾介殼蟲	<i>Chrysomphalus aonidum</i> ( Linnaeus )
	青剛圍盾介殼蟲	<i>Fiorinia taiwana</i> (Takahashi)
	變葉木片盾介殼蟲	<i>Parlatoria crotonis</i> (Douglas)
	線竹盾介殼蟲	<i>Kuwanaspis neolinearis</i> (Takahashi)
膠介科	紫膠介殼蟲	<i>Laccifer lacca</i> (Kerr)

表 23、雙色出尾蟲食性範圍測試

科(別)	中文名	本土種	泰國種	野外泰國種
碩介科	埃及吹綿介殼蟲	- <sup>z</sup>	-	-
粉介科	絲粉介殼蟲	-	V <sup>y</sup>	-
	桑粉介殼蟲	-	-	-
	柑桔粉介殼蟲	-	-	-
	長尾粉介殼蟲	-	-	-
	鏈介科	竹尖鐮介殼蟲	V	V
軟介科	黃綠介殼蟲	-	-	V
	咖啡硬介殼蟲	-	V	V
盾介科	淡薄圓盾介殼蟲	V	V	X <sup>x</sup>
	月橘白輪盾介殼蟲	V	V	V
	檬果輪盾介殼蟲	V	V	V
	樟白輪盾介殼蟲	V	V	V
	蘇鐵白輪盾介殼蟲	V	V	V
	褐圓盾介殼蟲	V	V	V
	青剛圍盾介殼蟲	V	V	V
	變葉木片盾介殼蟲	V	V	V
	線竹盾介殼蟲	V	V	V
膠介科	紫膠介殼蟲	-	-	-



<sup>z</sup>不取食 <sup>y</sup>取食 <sup>x</sup>未測試

表 24、雙色出尾蟲產卵行為測試

科(別)	中文名	本土	泰國
碩介科	埃及吹綿介殼蟲	— <sup>z</sup>	—
粉介科	絲粉介殼蟲	—	—
	桑粉介殼蟲	—	—
	柑桔粉介殼蟲	—	—
	長尾粉介殼蟲	—	—
鏈介科	竹尖鐮介殼蟲	—	—
軟介科	黃綠介殼蟲	—	—
	咖啡硬介殼蟲	—	—
盾介科	淡薄圓盾介殼蟲	V <sup>y</sup>	V
	月橘白輪盾介殼蟲	V	V
	檬果輪盾介殼蟲	V	V
	樟白輪盾介殼蟲	V	V
	蘇鐵白輪盾介殼蟲	V	V
	褐圓盾介殼蟲	V	V
	青剛圍盾介殼蟲	—	—
	變葉木片盾介殼蟲	—	—
	線竹盾介殼蟲	—	—
膠介科	紫膠介殼蟲	—	—

<sup>z</sup>不產卵 <sup>y</sup>產卵。

表 25、雙色出尾蟲各齡期取食蘇鐵白輪盾介殼蟲卵粒數量測試

種(別)	1 齡	2 齡	3 齡	成蟲
泰國種	22.01±10.16a <sup>z</sup>	53.59±12.61a	86.30±10.84	78.57±6.61
本土種	12.43±4.16b	33.57±16.64b	80.88±25.61	72.11±13.78

<sup>z</sup>Means followed by different letters in the same column are significantly at the 0.05 level by Duncan's Multiple Range Test.

表 26、本土雙色出尾蟲於  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  之生活史 (天)

介殼蟲種類	卵	1 齡	2 齡	3 齡	蛹	成蟲	全齡期
樟輪盾介殼蟲	4.50±0.53	3.30±0.48	2.90±0.32	3.20±0.79ab <sup>z</sup>	10.70±1.06c	104.70±14.47a	129.30±14.70a
月橘白輪盾介殼蟲	4.60±0.70	3.20±0.42	3.00±0.00	2.70±0.48b	11.60±1.43bc	44.10±8.48c	69.20±8.28c
檸檬輪盾介殼蟲	4.40±0.52	3.30±0.95	3.30±0.95	2.90±0.32b	11.00±1.15c	101.30±12.83a	126.20±13.71a
蘇鐵白輪盾介殼蟲	4.70±0.48	3.50±0.97	3.30±0.95	3.00±0.47b	12.20±0.92ab	106.80±30.96a	133.50±30.84a
褐圓盾介殼蟲	4.44±0.73	3.67±1.00	3.11±0.93	3.30±1.49ab	12.75±0.96a	X <sup>y</sup>	X
淡薄圓盾介殼蟲	4.67±0.82	3.67±1.21	3.17±0.41	3.83±0.41a	11.17±0.75c	72.50±13.44b	99.01±18.71b

<sup>z</sup>Means followed by different letters in the same column are significantly at the 0.05 level by Duncan's Multiple Range Test.

<sup>y</sup>成蟲壽命尚未結束。

表 27、泰國雙色出尾蟲於  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  之生活史 (天)

介殼蟲種類	卵	1 齡	2 齡	3 齡	蛹	成蟲	全齡期
樟輪盾介殼蟲	4.30±0.48	2.80±0.79	2.80±0.42	2.70±0.67	11.90±0.88a <sup>z</sup>	63.10±31.38b	87.60±32.03b
月橘白輪盾介殼蟲	4.40±0.52	2.80±0.42	2.50±0.53	2.50±0.71	10.60±1.07b	10.90±8.96c	33.70±9.78c
淡薄圓盾介殼蟲	4.30±0.48	3.20±0.42	2.70±0.48	3.10±0.74	9.80±1.99b	88.20±21.98a	111.30±23.07a

<sup>z</sup>Means followed by different letters in the same column are significantly at the 0.05 level by Duncan's Multiple Range Test.

表 28、不同密度下之本土雙色出尾蟲孵出量

Main Factor	N	Mean	F-value	P-value
Density			28.42	0.0001
5	4	23.75b		
10	4	15.50c		
25	3	12.667c		
50	3	39.33a		

Means followed by different letters in the same column are significant at the 0.05 level by Student-Newman-Keuls Test

表 29、不同比例下之泰國雙色出尾蟲孵出量

Main Factor	N	Mean	F-value	P-value
Density			27.34	<.0001
5	4	25.4d		
10	5	55.8b		
25	4	78.5a		
50	3	44.00c		

Means followed by different letters in the same column are significant at the 0.05 level by Student-Newman-Keuls Test

表 30、不同比例下泰國出尾蟲之孵出量性比

Main Factor	N	Mean	F- value	P-value
Sex			4.74	< .0001
Females	16	30.29a		
Males	16	19.71b		

Means followed by different letters in the same column are significant at the 0.05 level by Student-Newman-Keuls Test

表 31、不同比例下本土出尾蟲之孵出量性比

Main Factor	N	Mean	F- value	P-value
Sex			4.35	.0045
Females	14	10.43a		
Males	14	6.86b		

Means followed by different letters in the same column are significant at the 0.05 level by Student-Newman-Keuls Test

表 32、不同比例下之泰國雙色出尾蟲與本土雙色出尾蟲混養之平均孵出量

Main Factor	N	Mean	F-value	P-value
Density			4.74	0.0015
1 pair	8	4.25		
2 pairs	6	7.50		
3 pairs	6	5.17		
4 pairs	6	8.67		
5 pairs	6	5.33		

表 33、泰國雙色出尾蟲與本土雙色出尾蟲混養之平均孵出量比較

Main Factor	N	Mean	F- value	P-value
Specie			4.74	0.0015
<i>C. nipponicus</i>	16	8.875a		
<i>C. flavocapitis</i>	16	3.25b		

Means followed by different letters in the same column are significant at the 0.05 level by Student-Newman-Keuls Test

表 34、泰國雙色出尾蟲與本土雙色出尾蟲混養之平均孵出量性比

Main Factor	N	Mean	F- value	P-value
Specie			3.04	0.0050
<i>C. nipponicus</i>				
Female	14	3.07b		
Male	14	4.86a		
<i>C. flavocapitis</i>				
Female	14	2.5b		
Male	14	0.51c		

Means followed by different letters in the same column are significant at the 0.05

level by Student-Newman-Keuls Test

表 35、中央氣象局臺東測候站平均雨量(資料來源: 中央氣象局)

雨量	歷史	2009 年	2010 年
一月	43.2	13.2	25.2
二月	47.5	65.8	12.6
三月	43.1	47.3	37.8
四月	73.8	60.2	
五月	156.9	78.4	
六月	247.8	99.8	
七月	280.5	412.1	
八月	308.2	184	
九月	299.4	210.7	
十月	236	155.2	
十一月	78	44	
十二月	41.7	10.2	

表 36、中央氣象局臺東測候站平均溫度(資料來源: 中央氣象局)

溫度	歷史	2009 年	2010 年
一月	19.2	18.9	19.9
二月	19.6	22.5	21.9
三月	21.7	22.2	22.4
四月	24	22.7	
五月	26	25.7	
六月	27.7	28.1	
七月	28.7	28.9	
八月	28.4	29.1	
九月	27.3	28.5	
十月	25.6	26.1	
十一月	23	23.6	
十二月	20.4	19.7	

## 捌、圖



( a )



( b )

圖 1、將蟲卵收集後接在植物上 ( a )，介殼蟲大量飼養情形 ( b )。



( a )



( b )

圖 2、將鑑定過之雙色出尾蟲放入已長滿蘇鐵白輪盾介殼蟲之蘇鐵養蟲箱中小量繁殖 ( a )，再擴增設備進行大量繁殖 ( b )。

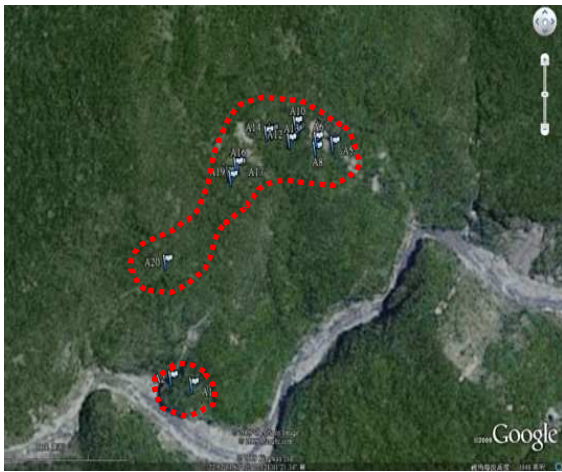


圖 3、臺東縣延平事業區第 19 林班

點測樣區衛星定位圖



圖 4、臺東縣延平事業區第 23 林班

點測樣區衛星定位圖



圖 5、樣株以全球衛星定位  
系統標定





延平事業區第19、23林班每一平臺標定20株，逢機選取30棵臺東蘇鐵



逢機葉柄基部取5片小針葉



解剖顯微鏡下觀察並計算蘇鐵白輪盾介殼蟲各齡期蟲(卵、一齡若蟲、二齡若蟲，雌成蟲、雄成蟲)之數量



將一完整的小針葉取中央 50\*5 mm 的部分進行介殼蟲數的計算

圖6、釋放前蘇鐵白輪盾介殼蟲之田間族群數量調查流程。



卵



一齡若蟲約8~19天



二齡若蟲約6~7天



雌成蟲約7~8天



產卵雌成蟲約14天

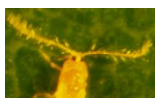


圖 7、蘇鐵白輪盾介殼蟲於 25°C / RH 60% 之生活史



圖 8、將蘇鐵白輪盾介殼蟲天敵雙色出尾蟲野放於蘇鐵心部



圖 9、標定樣株每兩個月釋放 400 隻雙色出尾蟲



第一級感染(a)



第二級感染(b)



第三級感染(c)



第四級感染(d)



第五級感染(e)

圖 10、蘇鐵植株遭蘇鐵白輪盾介殼蟲感染分級



圖 11、套網實驗，選定樣株，將網網套上



圖 12、隔兩月至樣區 將套網取下 採蘇鐵小葉及計算雙色出尾

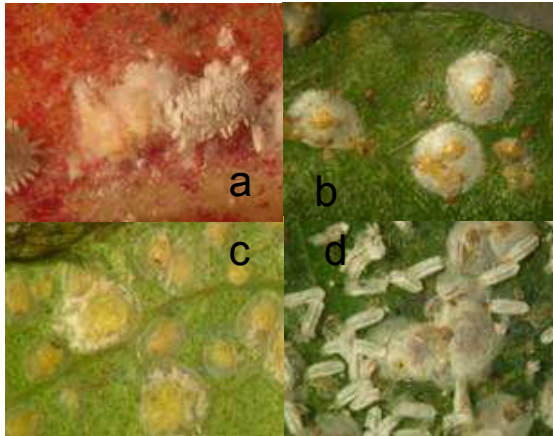


圖13、野外採集不同種類介殼蟲

a : 柑桔粉介殼蟲

b : 月桔白輪盾介殼蟲

c : 檳白輪盾介殼蟲



圖14、鑑定後將介殼蟲飼養於所嗜好之寄主植物上，並以白色小飼養帳隔離



圖15、寄主植物長滿介殼蟲，取下葉片或枝條作為食性測試之來源



圖16、剪下長滿介殼蟲葉片或枝條放入90 × 15 mm培養皿



圖17、將20對經飢餓處理1天之雙色出尾蟲放入培養皿中，置於30±1°C的恆溫箱中



圖18、觀察介殼蟲是否有被取食之行為



圖19、挑取雙色出尾蟲雌、雄各20對，放入備有供試介殼蟲90 × 15 mm培養皿



圖20、置於 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 的恆溫箱

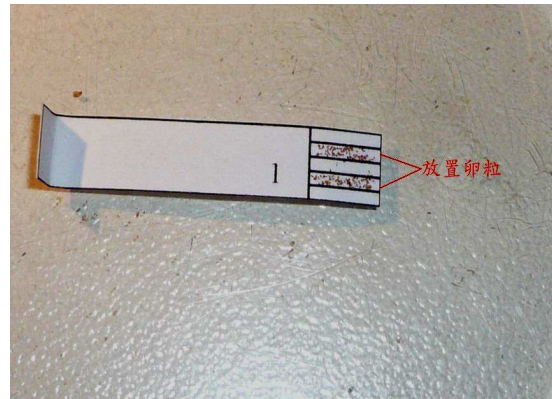


圖 21、取食量試驗之卵片



圖22、24小時後取出葉片，於解剖顯微鏡下觀察



圖23、挑起含有出尾蟲卵之介殼，放入 55 × 15 mm的培養皿



圖 24、種間競爭實驗以小套網分隔



圖 25、種間競爭實驗置於養蟲帳

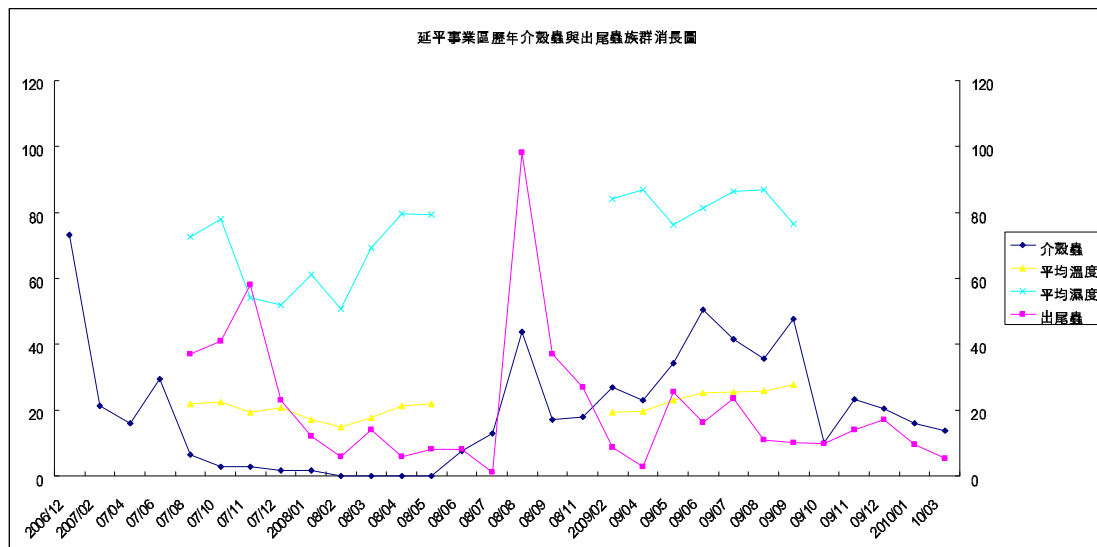


圖 26、延平事業區蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲族群歷年消長圖

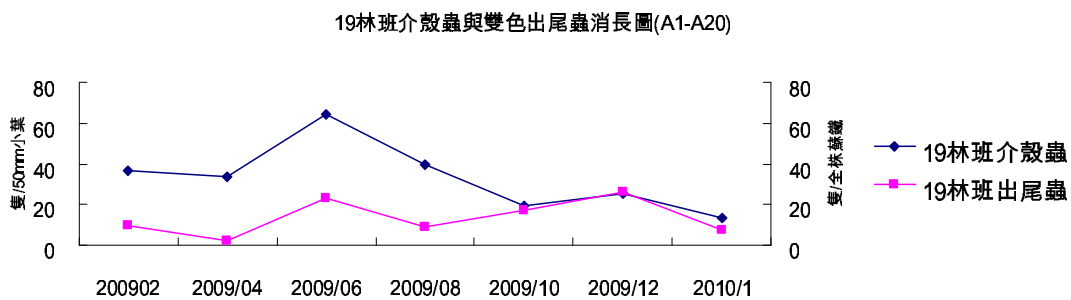


圖 27、2009 年 2 月至 2010 年 1 月延平事業區 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲族群消長圖 ( 固定樣株 )

19林班介殼蟲與雙色出尾蟲消長圖(A21-A50)

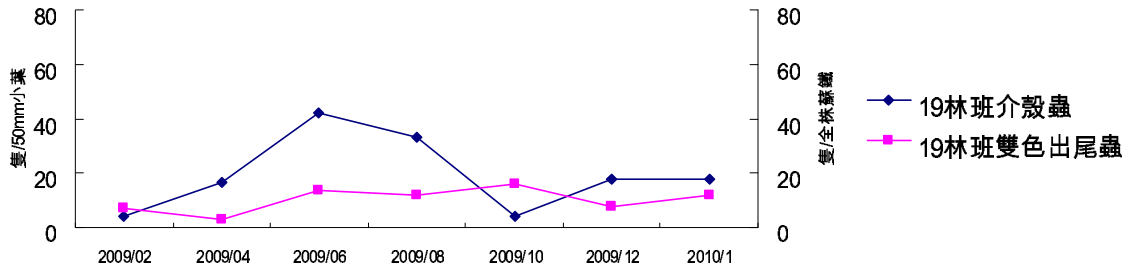


圖 28、2009 年 2 月至 2010 年 1 月延平事業區 19 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲族群消長圖 ( 逢機樣株 )

23林班介殼蟲與雙色出尾蟲消長圖(B1-B20)

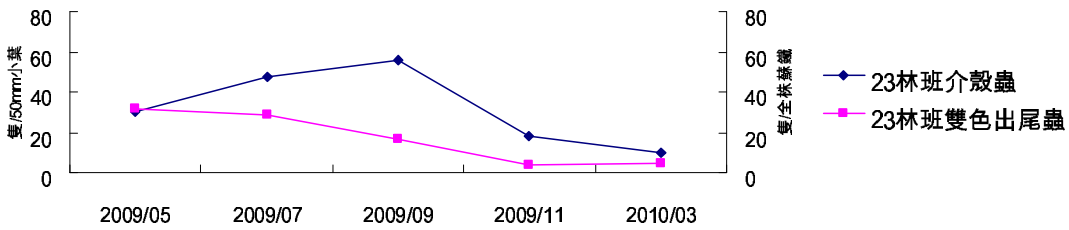


圖 29、2009 年 5 月至 2010 年 3 月延平事業區 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲族群消長圖 ( 固定樣株 )

23林班介殼蟲與雙色出尾蟲消長圖(B21-B50)



圖 30、2009 年 5 月至 2010 年 3 月延平事業區 23 林班蘇鐵白輪盾介殼蟲與雙色出尾蟲族群消長圖 ( 逢機樣株 )

19林班介殼蟲各齡期總數(A1-A20)

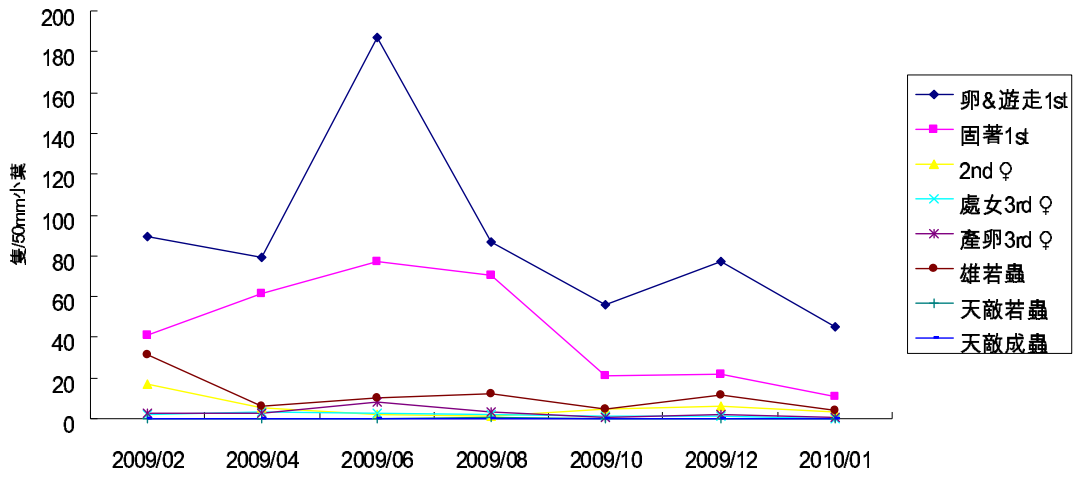


圖 31、延平事業區 19 林班固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構

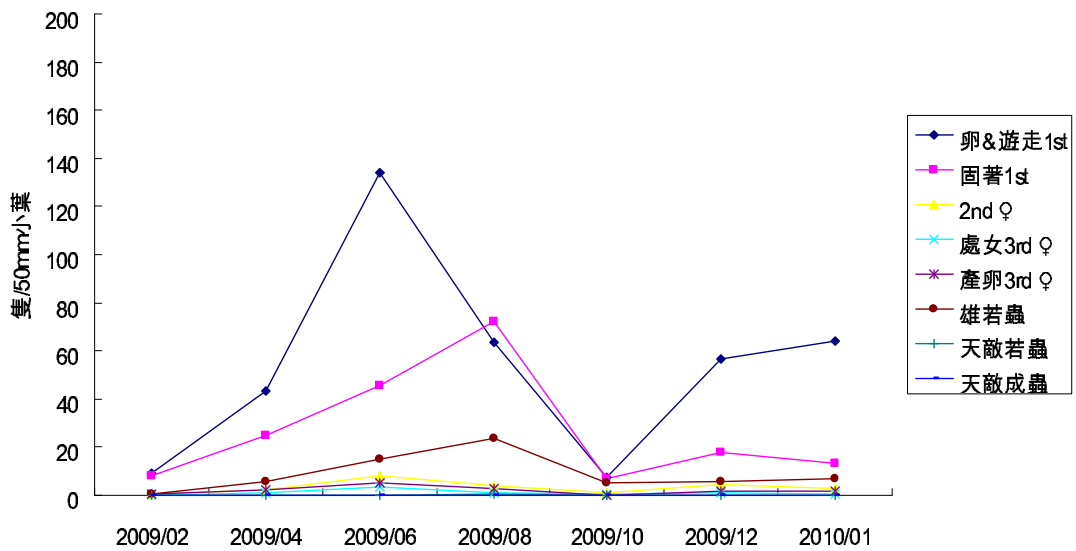


圖 32、延平事業區 19 林班逢機樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構



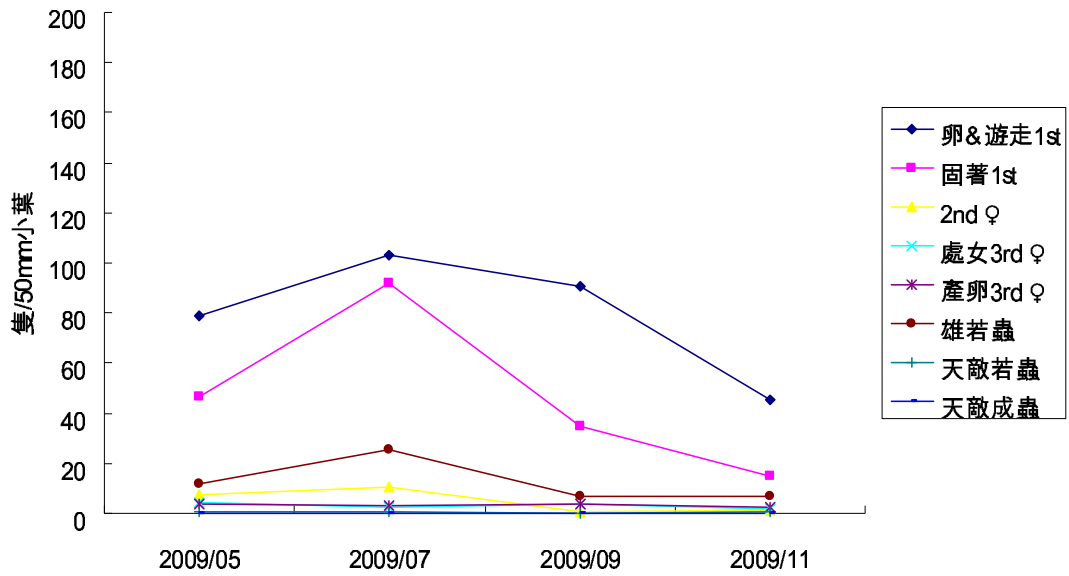


圖 33、延平事業區 23 林班固定樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構

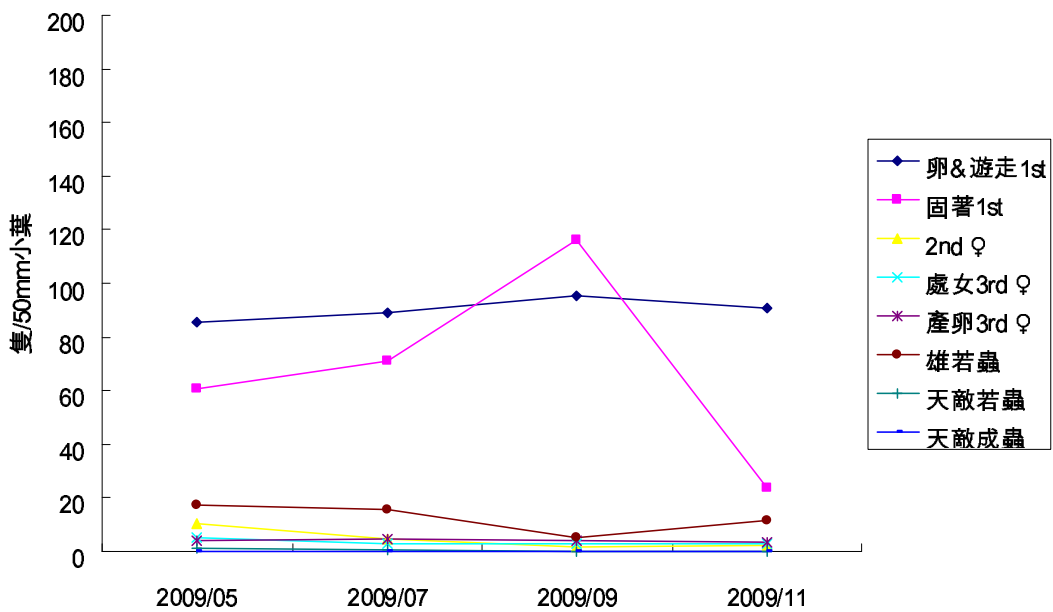


圖 34、延平事業區 23 林班逢機樣株蘇鐵白輪盾介殼蟲族群動態之各齡期結構

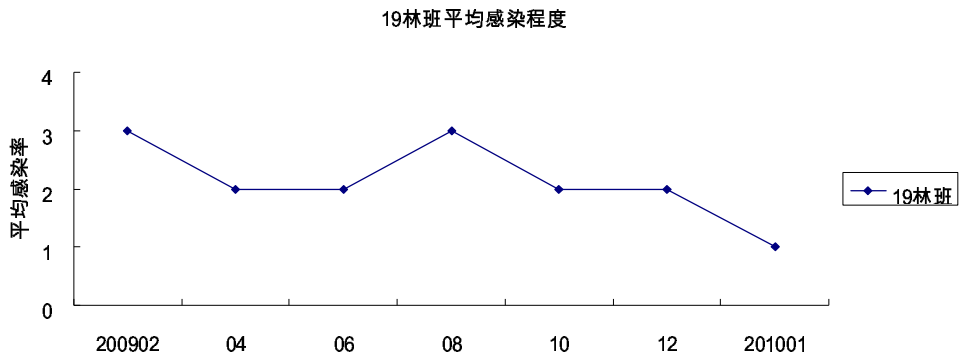


圖 35、延平事業區 19 林班臺東蘇鐵平均感染率

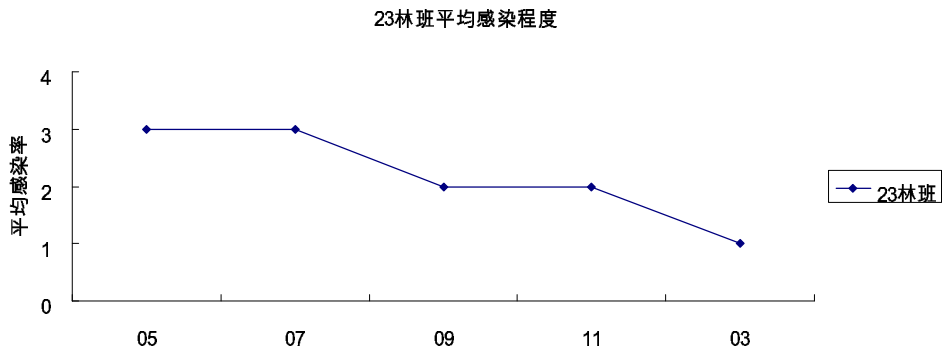


圖 36、延平事業區 23 林班臺東蘇鐵平均感染率

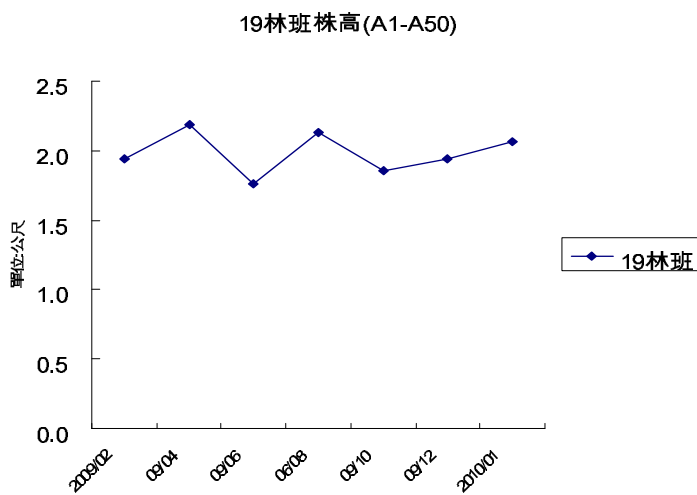


圖 37、延平事業區 19 林班臺東蘇鐵平均株高

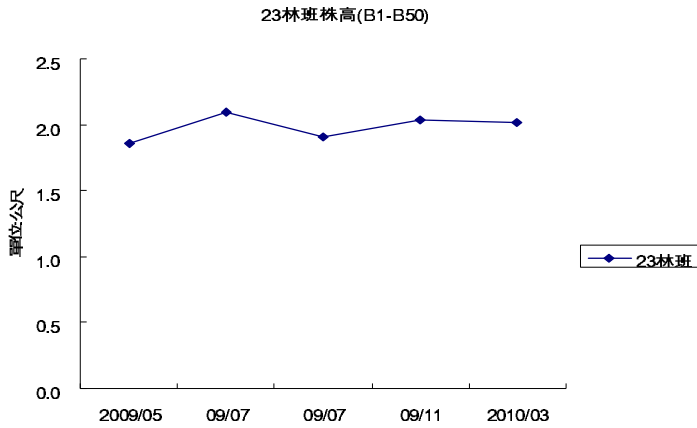


圖 38、延平事業區 23 林班臺東蘇鐵平均株高

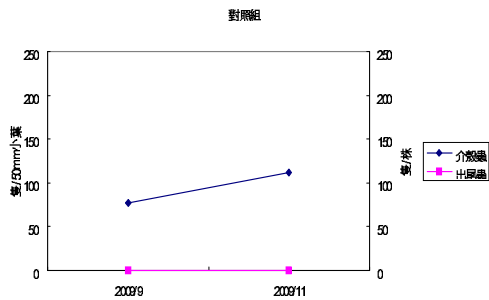


圖 39 ( a )

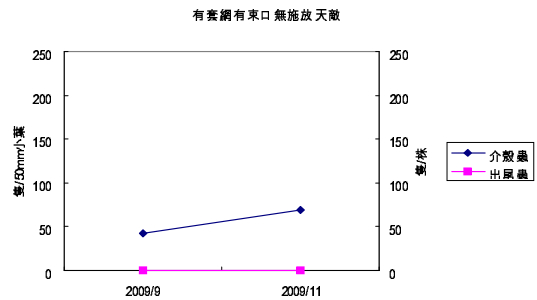


圖 39 ( b )

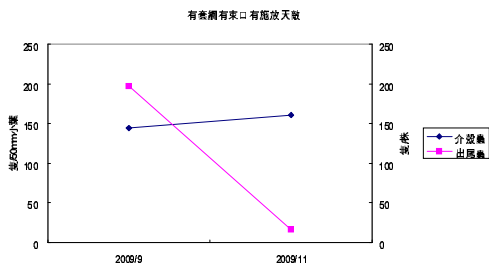


圖 39 ( c )

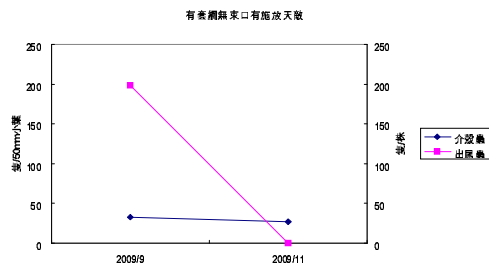


圖 39 ( d )

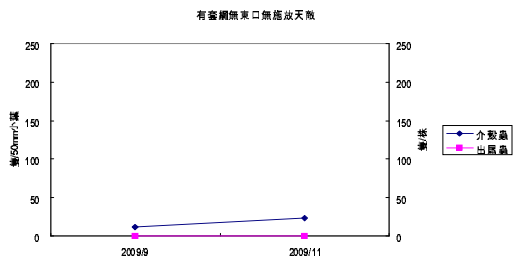


圖 39 ( e )

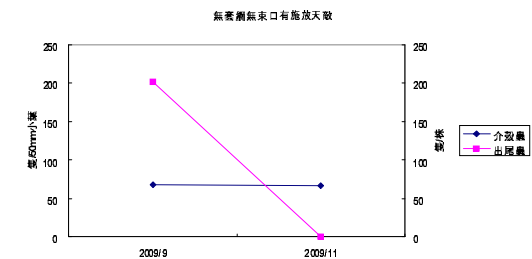


圖 39 ( f )

圖 39、套網實驗結果 ( a ) 對照組 ( b ) 套細網，兩邊封緊，未施放天敵 ( c ) 套細網，兩端封緊，並施放天敵 200 隻 ( d ) 套細網，兩端開放，並施放天敵 200 隻 ( e ) 套細網，兩邊開放，未施放天敵 ( f ) 無套細網，並施放天敵



圖 40、本土雙色出尾蟲取食竹尖  
鏢介殼蟲



圖 41、本土雙色出尾蟲取食淡薄  
圓盾介殼蟲



圖 42、本土雙色出尾蟲取食月橘  
白輪盾介殼蟲



圖 43、本土雙色出尾蟲取食檸檬  
輪盾介殼蟲



圖 44、本土雙色出尾蟲取食樟輪  
盾介殼蟲



圖 45、本土雙色出尾蟲取食褐圓  
盾介殼蟲



圖 46、本土雙色出尾蟲取食蘇鐵  
白輪盾介殼蟲



58 圖 47、本土雙色出尾蟲取食青剛  
圍盾介殼蟲



圖 48、本土雙色出尾蟲取食變葉木片盾介殼蟲



圖 49、本土雙色出尾蟲取食線竹盾介殼蟲



圖 50、泰國雙色出尾蟲取食絲粉介殼蟲



圖 51、泰國雙色出尾蟲取食竹尖鏢介殼蟲



圖 52、泰國雙色出尾蟲取食咖啡硬介殼蟲



圖 53、泰國雙色出尾蟲取食淡薄圓盾介殼蟲



圖 54、泰國雙色出尾蟲取食月橘輪盾介殼蟲



圖 55、泰國雙色出尾蟲取食檸檬輪盾介殼蟲



圖 56、泰國雙色出尾蟲取食樟輪盾殼介殼蟲



圖 57、泰國雙色出尾蟲取食褐圓盾介殼蟲



圖 58、泰國雙色出尾蟲取食青剛圍介殼蟲



圖 59、泰國雙色出尾蟲取食變葉木片盾介殼蟲



圖 60、泰國雙色出尾蟲取食線竹盾介殼蟲



圖 61、(野外)泰國雙色出尾蟲取食竹小盾介殼蟲



圖 62、(野外)泰國雙色出尾蟲取食黃綠介殼蟲



圖 63、(野外)泰國雙色出尾蟲取食咖啡硬介殼蟲



圖 64、(野外)泰國雙色出尾蟲取食日橘白輪盾介殼蟲



圖 65、(野外)泰國雙色出尾蟲取食椶櫚於盾介殼蟲



圖 66、(野外)泰國雙色出尾蟲取食樟輪盾介殼蟲



圖 67、(野外)泰國雙色出尾蟲取食褐圓盾介殼蟲



圖 68、(野外)泰國雙色出尾蟲取食青剛圍盾介殼蟲



圖 69(野外)泰國雙色出尾蟲取食莖木片盾介殼蟲



圖 70、(野外)泰國雙色出尾蟲取食總竹盾介殼蟲



圖 71、本土雙色出尾蟲卵



圖 72、初孵化之一齡幼蟲



圖 73、二齡幼蟲



圖 74、進食中的三齡幼蟲



圖 75、化蛹前期



圖 76、白色絲繭



圖 77、紫色的蛹體



圖 78、本土雙色出尾蟲雄成蟲頭部為黃色



圖 79、本土雙色出尾蟲之雌成蟲



