

研究報告

入侵害蟲荔枝椿象 (*Tessaratomia papillosa*, Hemiptera: Tessaratomidae) 之越冬棲地偏好研究

吳怡慧^{1,2} 易俞均² 李世仰¹ 鍾權承¹ 徐孟豪³ 莊益源⁴ 曾喜育^{2*}

【摘要】荔枝椿象是臺灣近年嚴重危害果樹與都市林的外來入侵害蟲，本研究於2019至2020年進行荔枝椿象冬季棲息環境偏好之田間調查。研究結果顯示，荔枝椿象成蟲於越冬期有群聚現象，在龍眼和荔枝的混植園中偏好棲息於龍眼植株。單株層級檢視荔枝椿象於樹冠棲息位置發現，棲息於龍眼樹冠上層處之平均蟲數顯著高於樹冠下層。荔枝椿象成蟲枝條位置分布顯示，以枝條頂端0-30 cm部位之成蟲棲息數量最多，與棲息於30-60 cm及>60 cm的成蟲數呈現顯著差異。整體調查結果顯示，越冬期的荔枝椿象於田間的雌蟲與雄蟲數量差異不顯著，雌、雄蟲在樹冠上層或下層的棲息數量分布亦無顯著差異。荔枝椿象越冬期與交尾期成蟲繁殖器官發育比較發現，越冬期雌、雄成蟲的繁殖器官發育遲緩而尚未成熟。田間調查分析結果顯示，荔枝椿象成蟲具有樹種與樹冠、枝條位置的空間分布之越冬棲息環境偏好，本研究成果有助於提升荔枝椿象冬季防治的成效。

【關鍵字】荔枝椿象、入侵害蟲、越冬、棲地偏好、性比。

Research paper

Habitat preference of the invasive pest *Tessaratomia papillosa* (Hemiptera: Tessaratomidae) during overwintering

Yi-Hui Wu^{1,2} Yu-Chun Yi² Shih-Yang Lee¹ Chuan-Cheng Chung¹ Meng-Hao Hsu³
Yi-Yuan Chuang⁴ Hsy-Yu Tzeng^{2*}

【Abstract】The litchi stink bug, *Tessaratomia papillosa* (Hemiptera: Tessaratomidae), is an invasive pest in agricultural and urban forest areas of Taiwan. In this study, the habitat preference of the univoltine

1. 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

2. 國立中興大學森林學系

Department of Forestry, National Chung Hsing University

3. 行政院農業委員會林業試驗所

Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan

4. 國立中興大學昆蟲學系

Department of Entomology, National Chung Hsing University

Corresponding author. 145 Xingda Rd., South Dist., Taichung City 40227, Taiwan

Email: erecta@nchu.edu.tw

pest was investigated in the winter seasons of 2019 and 2020. Our results showed that overwintering adult litchi stink bugs exhibited a tendency to aggregate. We recorded a significantly greater abundance of adult litchi stink bugs on *Dimocarpus longan* (longan) trees than that on *Litchi chinensis* (litchi) trees in mixed planting orchards during winter. In terms of vertical distribution within the tree, significantly more overwintering adult bugs were collected from the upper layer than from the lower layer of the longan tree crown. The results also showed that the number of adult bugs in the 0–30 cm of the branch tip was significantly more abundance than 30–60 cm and >60 cm. There were no significant differences between the abundances of males and females overwintering adult bugs in the whole tree, as well as upper and lower layers of the crown. Compare to the mating period, the reproductive organs of female and male adults in the overwintering period developed slowly and were immature. In conclusion, *T. papillosa* exhibited a habitat preference for host plant species, and spatial distribution within branch and crown during overwintering. The results of this study provide great strategic value for better control of this pest, especially during winter.

【Key words】 *Tessaratoma papillosa*; invasive pest; overwintering; habitat preference; sex ratio.

一、前言

荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa* (Drury)), 原分佈於中國南部至東南亞地區, 如中國的廣東、廣西、福建及印度、泰國、越南等國家 (Boopathi et al. 2011; Li et al. 2014; Pham 2016), 臺灣本島在2009年於高雄市首次發現 (張萃嫻&陳文華 2018)。荔枝椿象在臺灣的寄主植物除了果樹類的荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 和龍眼 (*Dimocarpus longan* Lour.) 外, 還包括常作為行道樹、校園與公園綠地等都市林的景觀樹, 以及造林樹種的臺灣原生樹種臺灣欒樹 (*Koelreuteria henryi* Dümmer) 和無患子 (*Sapindus mukorossi* Gaertn.)。除了荔枝、龍眼等果園外, 臺灣中南部國有林地栽植大面積無患子、臺灣欒樹、龍眼等無患子科植物, 若無進行蟲害管理也容易成為荔枝椿象的孳生源。荔枝椿象以刺吸汁液方式危害林木的新梢、嫩芽、花穗、幼果等部位, 密集吸食會導致枝芽枯萎、落花落果及生長不良等現象。根據鄭重祿 (2014) 整理中國地區研究報告指出, 荔枝椿象危害嚴重時可導致荔枝產量減少達 80–90%。此外, 因荔枝椿象受擾動時會噴出具腐蝕性臭液, 如觸及人體皮膚或眼睛, 會引

起刺痛感和過敏症狀 (Zhang et al. 2009b), 因此影響層面除農業損失外, 也會影響農民及民眾安全, 為近年來嚴重入侵害蟲。

荔枝椿象一年一世代, 其生活史包含卵、若蟲及成蟲等3個階段。Wu et al. (2020) 於臺灣田間觀察荔枝椿象的發生與活動習性, 2月開始進入交尾產卵時期, 3月為交尾高峰, 3至4月為產卵盛期, 當年度產下的卵孵化之若蟲完成發育後, 蛻變為新一代成蟲, 新成蟲暫不交尾, 需至隔年2月才會有交尾及產卵行為。荔枝椿象成蟲於越冬前取食現象較少, 與產卵期有明顯差異, 可能因越冬期成蟲活動並不活躍, 生殖系統的發育速度緩慢, 對食物的要求不大有關 (劉雨芳&古德祥 2000)。解剖越冬時期荔枝椿象成蟲的研究發現, 如體內的體液飽滿、有稠密的脂肪體及濃烈臭味等, 可判斷其營養狀況良好, 可能對抵禦低溫環境的能力相對較好, 可降低其越冬期間的死亡率, 相關訊息可提供作為次年荔枝椿象可能危害情況之判斷參考 (佘春仁&潘蓉英 1993)。

劉志誠 (1965) 在中國廣東田間觀察與記錄荔枝椿象的生活週期, 顯示其產卵盛期於3月下旬至5月中旬, 以成蟲方式越冬,

多集中於龍眼樹，其他鄰近園區的樹種如鴨腳木 (*Shefflera octophylla* (Lour.) Harms)、陰香 (*Cinnamomum burmanni* (C. G. & T. Nees) Blume.)、芒果 (*Mangifera incisa* L.) 等亦有零星1-3隻個體。荔枝椿象在中國福建地區成蟲會棲息於樹上鬱密枝葉和屋瓦下隱蔽場所越冬 (陳慶其 2008)。其他研究報告也指出當年度的新羽化成蟲於秋末冬初會飛到鄰近的荔枝、龍眼、橄欖 (*Canarium album* (Lour.) Rausch.) 等樹冠茂密、避風向陽的枝葉層，或屋瓦下隱蔽處，至隔年2-3月再回到果樹上取食及繁衍 (余春仁 1986；余春仁&潘蓉英 1993)。另外，劉志誠 (1965) 在12月至翌年1月調查樹冠的上、中、下3層荔枝椿象越冬成蟲分布發現，樹冠下層佔比最高，達50.2-66.8%。

目前臺灣尚無荔枝椿象越冬偏好選擇的相關研究，本研究探討荔枝椿象成蟲於冬季在荔枝和龍眼樹的棲息偏好、不同龍眼園數量差異、樹冠層與枝條空間位置的棲息偏好調查，提供荔枝椿象更完整的生態學資訊，讓我們了解荔枝椿象在臺灣越冬時的棲息行為特性，提供農民在荔枝椿象越冬期的防治建議。

二、材料與方法

本研究田間觀察發現，越冬期的荔枝椿象活動力低，即使受到輕微擾動亦不會輕易飛離，因此考量避免因躲藏於葉片夾層中所造成的視覺遮蔽，而且因視角對於樹冠高度及內外層在樹下觀察可能會有所落差，本研究針對植株採用剪取枝條採集成蟲個體的調查方式，期望獲得更為精確的數據。

(一) 龍眼及荔枝混植園荔枝椿象越冬棲息樹種及枝條區段棲息偏好調查

本研究分別於2019年及2020年的1月，進行2次荔枝椿象數量調查，試驗地點位於南投縣草屯鎮 (23° 57'4"N, 120° 40'13"E)，為龍眼及荔枝 (黑葉品系) 混植園，面積約1,626 m²，海拔約83 m。依據調查位置所鄰近的中央氣象局南投觀測站氣象資料，2018年及2019年的10月

至翌年2月氣象資料如表1。逢機於果園內選取5株荔枝 (平均樹高3.34 m、冠幅6.23 m) 及5株龍眼 (平均樹高3.4 m、冠幅6.0 m) 作為試驗調查取樣植株，每棵植株逢機取3個直徑約5 cm寬的側枝 (lateral branch) 並以手工鋸取下，將取下的側枝條自頂梢向內劃分0-30 cm、30-60 cm及>60 cm等3個區段 (圖1)，分別代表樹冠外層、中層及內層，計數棲息於不同枝條區段葉背之荔枝椿象數量，再經統計分析荔枝椿象越冬棲息樹種及枝條區段位置之棲息偏好。

(二) 荔枝椿象越冬期於不同龍眼園數量調查

本研究分別於2019年12月及2020年1月進行2次荔枝椿象數量調查，逢機選擇高雄市田寮區之3處龍眼園，以代號 I、II、III 表示 (圖2)，樣區位置及面積資料分別為：樣區 I (22° 50'54"N, 120° 22'05"E)，面積3,522 m²，84棵龍眼樹；樣區 II (22° 50'46"N, 120° 21'21"E)，面積3,210 m²，65棵龍眼樹；樣區 III (22° 51'04"N, 120° 21'25"E)，面積4,493 m²，85棵龍眼樹，每樣區逢機選取10棵取樣植株，每棵植株逢機選擇4個枝條，以目視法調查其由枝條端向內60 cm的荔枝椿象數量。田寮區試驗地海拔約82.3 m，因該區無設置氣象站，將參考鄰近試驗區之中央氣象局阿蓮觀測站氣象資料 (表1)。

(三) 荔枝椿象越冬期於龍眼樹冠垂直分布之棲息偏好

越冬期於樹冠垂直分布之棲息偏好研究調查的地點，選擇上述荔枝椿象數量最多之田寮樣區 III，分別於2019年1月及2020年1月進行荔枝椿象越冬成蟲於龍眼植株之樹冠垂直分布調查。本調查方法於樣區內逢機選取10棵取樣植株 (平均樹高4.2 m，冠幅8.5 m)，以樹冠1/2位置作為上下分層之依據，高於樹冠高度1/2 為上層，低於1/2為下層，調查以高枝剪 (日製ARS伸縮式高枝剪) 逢機剪取長度約30 cm、直徑約2 cm寬的10個枝條末梢，計數剪下的枝條上棲息於葉背之荔枝椿象數量與辨別雌雄，經統計分析其棲息偏好。

表1. 本研究位於南投縣草屯鎮與高雄市田寮區試驗地2018–2020年期間10月至翌年2月之氣溫及降雨量。
Table 1. Temperature and rainfall of surveying sites of Caotun Township, Nantou County and Tianliao District, Kaohsiung City from October 2018 to February 2019, and the same period from 2019 to 2020.

Caotun Township, Nantou County									
Time	Max Temp. (°C)	Min Temp. (°C)	Mean Temp. (°C)	Rainfall (mm)	Time	Max Temp. (°C)	Min Temp. (°C)	Mean Temp. (°C)	Rainfall (mm)
Oct/2018	29.9	20.9	24.7	3.0	Oct/2019	30.9	22.4	25.8	13.0
Nov/2018	28.0	19.7	23.2	17.5	Nov/2019	28.5	18.8	22.8	0.0
Dec/2018	26.2	16.9	20.6	0.0	Dec/2019	24.2	15.2	19.1	118.5
Jan/2019	24.5	15.6	19.2	8.0	Jan/2020	23.9	14.1	18.0	19.5
Feb/2019	26.4	16.9	20.7	5.5	Feb/2020	25.1	14.2	18.9	0.5
mean	27.0	18.0	21.7	6.8	mean	26.5	16.9	20.9	30.3
Tianliao District, Kaohsiung City*									
Time	Max Temp. (°C)	Min Temp. (°C)	Mean Temp. (°C)	Rainfall (mm)	Time	Max Temp. (°C)	Min Temp. (°C)	Mean Temp. (°C)	Rainfall (mm)
Oct/2018	30.8	21.7	25.6	2.0	Oct/2019	31.2	22.6	26.3	0.5
Nov/2018	29.0	19.9	23.9	1.0	Nov/2019	28.7	18.8	23.0	0.0
Dec/2018	27.5	17.6	21.7	0.0	Dec/2019	24.7	15.7	19.4	44.0
Jan/2019	25.4	15.7	19.7	2.0	Jan/2020	24.6	14.3	18.6	25.0
Feb/2019	28.0	18.1	21.8	1.0	Feb/2020	25.8	14.6	19.6	5.5
mean	28.1	18.6	22.5	1.2	mean	27.0	17.2	21.4	15.0

* Meteorological data of Tianliao site was from Alian Station, Central Meteorological Administration

(四) 荔枝椿象越冬期與交尾期成蟲繁殖器官發育形態比較

本研究除觀察荔枝椿象成蟲棲息行為外，並將2019年1月(越冬期內)與3月(交尾期內)採集之荔枝椿象雌蟲和雄蟲進行解剖，於解剖顯微鏡(Leica S8APO, 新加坡)分別取出卵巢與精巢進行觀察，以Leica Application Suite (LAS, 德國)進行拍照記錄，比較荔枝椿象生殖系統於越冬與交尾期繁殖器官的發育形態差異。

(五) 統計與分析

本研究調查數據包含：荔枝椿象越冬成蟲於龍眼及荔枝樹上棲息數量；荔枝椿象在龍眼與荔枝樹上3個不同枝條區段(0–30 cm、30–60 cm、>60 cm)之蟲數；高雄市田寮區3個不同龍眼園(代號I、II、III)每棵樹上蟲數；以及於樣區III內龍眼樹冠上、下層蟲數差異及

荔枝椿象雌、雄蟲數量。以上所述皆以卡方檢定(Chi-square test) SPSS 20 軟體進行分析，在0.05及0.01的顯著水準下分析荔枝椿象在不同樹種、樹冠層位置與枝條位置之空間分布的數量是否具差異，以此判定棲息偏好行為。

三、結果

(一) 龍眼及荔枝混植園荔枝椿象越冬棲息樹種及枝條區段棲息偏好調查

本試驗於南投縣龍眼與荔枝混植園調查2019年1月的龍眼每棵平均蟲數 25.2 ± 15.8 隻，荔枝平均蟲數 4.8 ± 2.9 隻，分析結果兩樹種間具有顯著差異，龍眼的荔枝椿象成蟲數量明顯比荔枝樹多。2020年1月於相同混植園進行調查，每棵龍眼平均蟲數 3.8 ± 4.1 隻，荔枝平均蟲數 0.40 ± 0.5 隻，荔枝椿象成蟲於龍眼樹上雖

表2. 南投縣草屯鎮荔枝椿象於2019及2020年1月龍眼及荔枝混植園平均每棵樹上成蟲數量 (Mean±SD)。

Table 2. Comparison of the numbers of *Tessaratoma papillosa* adults per tree (Mean±SD) between *Dimocarpus longan* (longan) and *Litchi chinensis* (litchi) in a mixed planting orchard in January 2019 and January 2020, in Caotun Township, Nantou County.

Time	No. of <i>Tessaratoma papillosa</i>		Prob (χ^2)
	Longan	Litchi	
Jan/2019	25.2±15.8	4.8±2.9	<0.01**
Jan/2020	3.8±4.1	0.4±0.5	0.10

χ^2 critical value equal 3.84 and 6.63 at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

** : Means difference at 0.01 significance level, respectively.

比荔枝多，但分析結果未達顯著差異 (表2)。

依0–30 cm、30–60 cm及>60 cm等3個不同枝條區段調查荔枝椿象棲息偏好 (表3)，2019年調查結果，龍眼枝條頂端0–30 cm處平均數量14.8±10.4隻，30–60 cm處為平均5.6±5.7隻，>60 cm有1.0±1.7隻，於枝條頂端0–30 cm處與其他2個區段有顯著差異。荔枝樹因荔枝椿象數量少，3個不同區段由0–30 cm、30–60 cm及>60 cm處數量依序為2.2±2.2隻、1.4±1.7隻及0.4±0.5隻，以枝條頂端靠近樹冠外層數量

最多，>60 cm較靠近樹冠內層的荔枝椿象棲息數量最少，3者間並無顯著差異。2020年同樣於該混植園區進行調查，龍眼樹3個不同區段0–30 cm、30–60 cm及>60 cm處數量依序為2.8±3.7隻、0.6±1.3隻、0.4±0.9隻，荔枝樹為0.4±0.5隻、0.0隻、0.0隻，因荔枝椿象整體調查數量少，不論於龍眼或荔枝的3個枝條區段數量皆無顯著差異，但仍以枝條0–30 cm位置，即靠近樹冠外層枝條的荔枝椿象數量最多。

(二) 荔枝椿象越冬期於不同龍眼園數量調查

表3. 南投縣草屯鎮荔枝椿象於2019及2020年1月龍眼及荔枝混植園枝條3個不同區段平均成蟲數量 (Mean±SD)。

Table 3. Comparison of the numbers of *Tessaratoma papillosa* adults among three segmentations (Mean±SD) of *Dimocarpus longan* (longan) and *Litchi chinensis* (litchi) in a mixed planting orchard in January 2019 and January 2020 in Caotun Township, Nantou County.

Segmentations by the distance from the branch tip to the trunk (cm)	2019		2020	
	No. of <i>Tessaratoma papillosa</i>			
	Longan	Litchi	Longan	Litchi
0–30	14.8±10.4	2.2±2.2	2.8±3.7	0.4±0.5
30–60	5.6±5.7	1.4±1.7	0.6±1.3	0.0
>60	1.0±1.7	0.4±0.5	0.4±0.9	0.0
Chi-square test	Prob (χ^2)		Prob (χ^2)	
0–30 vs. 30–60	0.04*	0.67	0.23	0.53
0–30 vs. >60	<0.01**	0.26	0.18	0.53
30–60 vs. >60	0.07	0.46	0.84	-

χ^2 critical value equal 3.84 and 6.63 at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

* , ** : Means difference at 0.05 and 0.01 significance level, respectively.

於2019年12月調查樣區 I、II、III 平均每棵樹的荔枝椿象數量為 0.8 ± 2.2 隻、 1.9 ± 2.5 隻、 9.2 ± 4.9 隻；於2020年1月依序為 1.2 ± 2.2

隻、 2.0 ± 2.9 隻、 7.7 ± 4.4 隻，2個月的調查皆以 III 樣區荔枝椿象數量最多，與其他樣區有顯著性差異 (表4)。

表4. 高雄市田寮區荔枝椿象於2019年12月及2020年1月不同樣區平均每棵龍眼成蟲數量 (Mean \pm SD)。

Table 4. Comparison of the numbers of *Tessaratoma papillosa* adults per longan tree (*Dimocarpus longan*) (Mean \pm SD) among three sample plots during the period from December 2019 to January 2020 in Tianliao District, Kaohsiung City.

Sample plot	Dec/2019	Jan/2020
	No. of <i>Tessaratoma papillosa</i>	
I	0.8 ± 2.2	1.2 ± 2.2
II	1.9 ± 2.5	2.0 ± 2.9
III	9.2 ± 4.9	7.7 ± 4.4
Chi-square test	Prob (χ^2)	Prob (χ^2)
I vs. II	0.50	0.66
I vs. III	<0.01**	0.03*
II vs. III	0.03*	0.07

χ^2 critical value equal 3.84 and 6.63 at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

*, **: Means difference at 0.05 and 0.01 significance level, respectively.

(三) 荔枝椿象越冬期於龍眼樹冠垂直分布之棲息偏好

本研究以田間調查結果荔枝椿象最多之 III 區，進行樹冠上下層棲息環境偏好差異調查，以高枝剪將樹冠上層的枝條剪下，觀察到荔枝椿象成蟲喜聚集棲息於葉背，調查結果2019年1月每棵取樣植株10個樣枝於樹冠上層荔枝椿象平均數量有 85.2 ± 104.6 隻；樹冠下層有 6.4 ± 6.9 隻，兩者間有顯著差異。在2020年1月區於樹冠上層荔枝椿象平均數量有 22.8 ± 18.4 隻，在樹冠下層有 4.0 ± 5.4 隻，兩者間也有顯著差異 (表5)。荔枝椿象於冬季顯著偏好棲息於龍眼的樹冠上層。

為了解本研究調查之荔枝椿象雌、雄蟲間於樹冠垂直上層或下層是否存在差異 (表6)，於2019年上層的雌蟲有430隻，雄蟲有422隻；下層雌蟲有32隻，雄蟲32隻；雌蟲總數有462隻，雄蟲總數有454隻，不論是上層、下層與

總數，雌雄蟲數量皆無顯著差異。2020年上層的雌蟲有107隻，雄蟲有96隻；下層雌蟲有18隻，雄蟲22隻；雌蟲總數有125隻，雄蟲總數有118隻，不論是上層、下層與總數，雌雄蟲數量皆無顯著差異。2年調查的資料顯示，荔枝椿象的雌蟲與雄蟲數量於田間約呈現1:1。

(四) 荔枝椿象越冬期與交尾期成蟲繁殖器官發育形態比較

依據本研究觀察，荔枝椿象於秋冬季會棲息於葉背處，與春夏季棲息在嫩梢、花穗上刺吸寄主植物之行爲不同 (圖3)。本研究捕捉2019年1月與3月的荔枝椿象雌、雄蟲進行生殖系統解剖，結果顯示1月雌雄成蟲的精卵巢體積小於3月成蟲的精卵巢 (圖4)，大小差異在雌蟲非常明顯，據以推測1月所採樣本為越冬期成蟲，其繁殖器官可能發育遲緩而尚未成熟；相反地，3月所採樣本則為交尾期成蟲，其繁殖器官顯然較為成熟。此外，卵巢在形狀亦呈

現明顯的差異；1月所採雌蟲的微卵管頂端和末端粗細無明顯差異，而3月所採雌蟲因為單一微卵管內的卵在卵黃累積量上有差異，將要

被生產的卵會最靠近輸卵管，卵黃的量越多卵也越大顆，使微卵管和卵巢都呈現近似圓錐狀(圖4)。

表5. 高雄市田寮區荔枝椿象於2019及2020年1月棲息於龍眼樹冠上層及下層之平均數量 (Mean \pm SD)。

Table 5. Comparison of the numbers of *Tessaratoma papillosa* adult (Mean \pm SD) between the upper and lower layers of the crown of the longan tree (*Dimocarpus longan*) in January of 2019 and January of 2020, in Tianliao District, Kaohsiung City.

Time	No. of <i>Tessaratoma papillosa</i>		
	Upper	Lower	Prob (χ^2)
Jan/2019	85.2 \pm 104.6	6.4 \pm 6.9	<0.01**
Jan/2020	22.8 \pm 18.4	4.0 \pm 5.4	<0.01**

χ^2 critical value equal 3.84 and 6.63 at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

** : Means difference at 0.01 significance level, respectively.

表6. 高雄市田寮區荔枝椿象雌蟲與雄蟲於龍眼樹冠垂直上下層分布。

Table 6. Comparison of distributions of male and female *Tessaratoma papillosa* adults in the upper and lower layers of the longan tree (*Dimocarpus longan*) crown, in Tianliao District, Kaohsiung City.

Time	Position in crown	No. of <i>Tessaratoma papillosa</i>		
		Female	Male	Prob (χ^2)
Jan/2019	Upper	430	422	0.78
	Lower	32	32	1.0
	Total	462	454	0.80
Jan/2020	Upper	107	96	0.44
	Lower	18	22	0.53
	Total	125	118	0.65

χ^2 critical value equal 3.84 and 6.63 at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

四、討論

昆蟲為變溫動物，其調節體溫的能力相當有限，因此必須藉由一系列策略來對抗逆境，包含透過遷徙或行為改變來適應低溫環境 (Bale & Hayward 2010)。椿象類害蟲越冬時期有改變棲地的現象 (Jones 1981; James 1990a; Douglas 2012; Lee & Leskey 2015)，不同椿象種類越冬時期的棲息偏好皆不同；Jones (1981) 調查發現，*Euschistus servus* (Say) 喜歡越冬

棲息於開闊地，*E. tristigmus* (Say) 和 *Podisus maculiventris* (Say) 選擇落葉樹，稻綠椿 (*Nezara viridula* (L.)) 則偏好棲息於地上。近年來入侵北美及歐洲等地而源自亞洲的茶翅椿象 (*Halyomorpha halys* (Stål))，因寄主種類廣泛而嚴重危害當地蔬果產業，除了對作物造成經濟損害，其於冬季喜歡趨向民眾住宅聚集的棲息特性，並從牆壁裂縫、閣樓等入口進入屋中 (Douglas 2012; Inkley 2012)，在自然的環境中



圖3. 荔枝椿象成蟲於在不同季節的行為差異。(a) 秋冬季：大多數成蟲不活躍地棲息於葉背處；然而，(b) 春夏季：聚集於嫩梢、花穗上取食或交配。

Figure 3. Comparison between the behaviors of *Tessaratomia papillosa* adults in the autumn-winter and spring-summer seasons. (a) Most *Tessaratomia papillosa* adults stay inactive behind leaves during the autumn-winter season; (b) *Tessaratomia papillosa* adults gather, feed, and mate on shoots or flower spikes during the spring-summer season.

選擇枯木或偏好在櫟屬 (*Quercus* sp.) 和刺槐屬 (*Robinia* sp.) 等落葉樹上 (Lee et al. 2014)。

荔枝椿象在臺灣危害的植物有無患子科的龍眼、荔枝、臺灣欒樹及無患子，根據目前田間觀察雖然偶爾發現一些棲息於其他寄主植物的情形，並無出現明顯聚集危害其他作物及臺灣原生樹種的狀況；雖然荔枝椿象交尾期會取食於臺灣欒樹及無患子，但此2樹種屬於落葉性植物，秋冬季會歷經落葉期而無遮蔽處，該時期在此2種樹上越冬的成蟲數量極少，於近年來田間調查也未發現移至鄰近住家內、落葉堆或地底下棲息，這和入侵美國蘋果園的茶翅椿象不同。本研究田間冬季調查結果顯示，龍眼和荔枝於調查期間的物候表現皆無花穗、果實及嫩枝芽，雖然荔枝的花期較龍眼早，但荔枝椿象越冬期成蟲在龍眼棲息的蟲數明顯較荔枝多 (表2)。以外觀形態觀察發現，龍眼葉生長較荔枝葉為密集，葉片間易交疊，且龍眼的小葉葉緣常形成反捲，就枝葉結構對荔枝椿象可能形成較為隱蔽的空間，推測這些特徵可能促使越冬時期荔枝椿象偏好選擇龍眼樹的原因。此結果與Pham (2016) 於越南進行的荔枝

椿象研究結果相符，顯示荔枝椿象於冬季會棲息在葉片濃密的樹上；張萃嫻&陳文華 (2018) 亦指出臺灣11月下旬至翌年1月中旬，野外環境氣溫降低，成蟲會找尋無風、向陽及較稠密之樹冠葉叢中或植物葉片重疊縫隙處躲藏並越冬相似。James (1990a) 於澳洲調查危害柑橘類 (*Citrus* spp.) 的大刺橘椿象 (*Biprorulus bibax* (Breddin)) 發現，大刺橘椿象在不同寄主植物上越冬會影響其蟲體重量及脂肪。

2019年12月與2020年1月調查於高雄市田寮區3個龍眼園的荔枝椿象越冬成蟲族群發現，樣區III是荔枝椿象越冬成蟲數量最多之樣區 (表4)，是荔枝椿象較明顯的聚集點，而Wu et al. (2020) 於高雄阿蓮區調查荔枝椿象於越冬期荔枝椿象數量也有明顯群聚現象。椿象的聚集現象亦是半翅目 (Hemiptera) 昆蟲的共同特徵之一 (Blatt et al. 1998)。Zhao et al. (2012) 認為荔枝椿象的聚集現象是因分泌聚集性費洛蒙 (aggregation pheromone) 的氣味。此群聚現象與 James (1990a) 於柑橘類害蟲大刺橘椿象成蟲越冬時大量群聚現象相似，其於單株樣樹發現多達50叢密集的蟲群 (clusters)，群



圖4. 荔枝椿象越冬期 (1月) 與交尾期 (3月) 卵巢與精巢體積變化。越冬期 (a) 雌蟲卵巢 (b) 雄蟲精巢；交尾期 (c) 雌蟲卵巢 (d) 雄蟲精巢。

Figure 4. Comparison of the developments of ovaries (a, c) and testes (b, d) of *Tessaratoma papillosa* adults between January (a, b) and March (c, d).

聚下的大刺橘椿象於重量及脂肪皆比單隻高，且群聚能提高他們對天敵的防禦。在臺灣，雖然在春夏季可發現樹鵲 (*Dendrocitta formosae formosae* Swinhoe)、臺灣夜鶯 (*Caprimulgus affinis stictomus* Horsfield) 等天敵捕食荔枝椿象成蟲 (徐孟豪等 2018)，但從未發現捕食性天敵取食聚集的越冬成蟲。

荔枝椿象於龍眼樹冠棲息位置可發現 (表 5)，於 2019 年單棵龍眼樹冠上層樣枝的平均蟲數明顯高於樹冠下層，顯示 9 成以上的荔枝椿象棲息於樹冠上層，具有明顯的冠層數量分布趨勢；2020 年雖然荔枝椿象數量變少，但分布趨勢相同，8 成以上的成蟲棲息於樹冠上層，

荔枝椿象越冬成蟲明顯偏好棲息於樹冠上層處。在枝條棲息位置調查荔枝椿象的數量分布發現，2019 年調查結果龍眼樹枝條頂端 0–30 cm 數量顯著高於 30–60 cm 及 >60 cm (表 3)，2020 年因荔枝椿象成蟲數過少，枝條不同區段間的蟲數差異不顯著；荔枝椿象在荔枝枝條位置分布在 2 年度的調查皆沒有差異，可能受整體蟲數過低影響，但分布趨勢仍與龍眼樹相同，樹冠枝條頂端數量最多，向內則遞減。荔枝椿象在臺灣中南部地區有偏好棲息於樹冠上層與枝條頂端的分布行為現象，可能顯示著在亞熱帶區的臺灣，枝條頂端接受太陽輻射較充足，有助於變溫動物的荔枝椿象在冬季時獲得

較充足的熱量；此現象與黎榮欣 (2013) 年於中國海南島海南大學荔枝園冬季調查結果相近，其認為新成蟲偏好聚集在樹枝高處，一般位於樹冠上層，距離地面2 m以上的高度。但劉志誠 (1965) 於1962年12月調查中國廣州荔枝園的荔枝椿象數量棲息樹冠位置分布狀態發現，荔枝椿象在樹冠頂部的數量最少，中部次之，而低處最多，與本研究及在臺灣其他地區的田間冬季觀察相反；荔枝椿象可能因廣州冬季 (12月–翌年2月) 的平均溫度 (約14°C) 較高雄 (約20°C) 冷，而樹冠下層較樹冠頂部受到天氣變化的影響較小，有助於荔枝椿象抵抗低溫等逆境，因而荔枝椿象在兩地在樹冠層的空間分布有所不同。

高雄地區荔枝椿象族群調查發現，2年度的雌、雄成蟲數量比皆接近1:1，而且不論在樹冠上層或下層，2年度的雌、雄成蟲數量皆差異不顯著；此可能顯示著荔枝椿象的雌、雄成蟲於越冬期的空間分布環境大致相同，並沒有呈現性別的空間分布差異。荔枝椿象雌、雄蟲於越冬期的卵巢及精巢形態構造相較於進入交尾期3月呈現明顯差異，顯示發育程度不同，後者繁殖器官明顯較為成熟。James (1990b) 認為在越冬時期因為低溫所以發育困難，所以進入生殖休眠 (reproductive dormancy) 是適當的策略。荔枝椿象成蟲數量在兩年度間的調查有所不同，一方面可能為荔枝椿象持續進行的防治工作造成年度間族群數量的差異；另一方面，亦可能受到年度間氣候環境差異性使然，比較2019與2020年的11月至翌年2月的氣溫與降雨發現，2020年的冬季氣溫較2019年低且雨量較多。此外，由於荔枝椿象具有一定的遷徙與定殖能力，不同地區與年度間的族群數量受到相當多的因素影響而會有變動 (Wu et al. 2020)；因此，為達良好的防治效果，荔枝椿象的長期監測有其必要性。

擴散 (dispersal) 方式是害蟲族群動態中的重要一環 (Stinner et al. 1983; Kennedy & Storer 2000)，了解有害生物的傳播途徑有助於訂定

和加強監測與管理策略 (Hughes & Dorn 2002; Zhang et al. 2009a)。荔枝椿象的防治方法有物理防治、化學防治和生物防治等3種 (黃明度等 1974; 古德祥等 2000; 吳怡慧等 2019; 陳盈丞等 2019)，因應荔枝椿象不同生活史階段的行為特性，可以使用最佳的防治方式。本研究調查結果顯示，荔枝椿象於秋冬季明顯偏好於龍眼樹，且於高度分布上於樹冠上層，枝條頂端0–30 cm的葉背處；因龍眼樹葉濃密，使荔枝椿象棲息於葉背時不易發現；因此，建議農民或轄區有種植龍眼的政府管理單位如於冬天進行物理防治或化學防治作業，以樹冠上層為防治重點可得較佳結果，以降低來年春季時大量荔枝椿象族群交尾危害的現象。

五、致謝

本研究承蒙行政院農委會動植物防疫檢疫局「全國荔枝椿象區域整合防治計畫」與高雄市政府農業局「高雄市荔枝椿象天敵平腹小蜂釋放之評估計畫」經費補助、高雄市農業局黃琇屏、李燕姿小姐協助田間調查、苗栗區農業改良場呂秀英場長協助試驗統計，在此一併致謝。

六、引用文獻

- Bale JS, Hayward SAL (2010) Insect overwintering in a changing climate. *Journal of Experimental Biology* 213: 980-994.
- Blatt SD, Borden JH, Pierce HD, Gries R, Gries S (1998) Alarm pheromone system of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*. *Journal of Chemical Ecology* 24(6): 1013-1031.
- Boopathi T, Pathak KA, Ramakrishna Y, Verma AK (2011) Effect of weather factors on the population dynamics of litchi stink bug, *Tessaritoma papillosa* (Drury). *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 17(2): 69-74.

- Douglas BI (2012) Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science* 47(2): 125-130.
- Hughes J, Dorn S (2002) Sexual differences in the flight performance of the oriental fruit moth, *Cydia molesta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 103: 171-182.
- Inkley DB (2012) Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science* 47: 125-130.
- James DG (1990a) Energy reserves, reproductive status and population biology of overwintering *Biprorulus bibax* (Hemiptera: Pentatomidae) in Southern New South Wales citrus groves. *Australian Journal of Zoology* 38: 415-422.
- James DG (1990b) Development and survivorship of *Biprorulus bibax* (Hemiptera: Pentatomidae) under a range of constant temperatures. *Environmental Entomology* 19(4): 874-877.
- Jones WA (1981) Overwintering habitats, spring emergence patterns, and winter mortality of some South Carolina Hemiptera. *Environmental Entomology* 10: 409-414.
- Kennedy GG, Storer NP (2000) Life systems of polyphagous arthropod pests in temporally unstable cropping systems. *Annual Review of Entomology* 45: 467-493.
- Lee DH, Leskey TC (2015) Flight behavior of foraging and overwintering brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Bulletin of Entomological Research* 105: 566-573.
- Lee DH, Cullum JP, Anderson JL, Daugherty JL, Beckett LM, Leskey TC (2014) Characterization of overwintering sites of the invasive brown marmorated stink bug in natural landscapes using human surveyors and detector canines. *PLoS ONE* 9: e91575. doi:10.1371/journal.pone.0091575.
- Li DS, Liao CY, Zhang B X, Song ZW (2014) Biological control of insect pests in litchi orchards in China. *Biological Control* 68: 23-36.
- Pham MQ (2016) Estimation of a longan stink bug, *Tessaratoma papillosa* in Son La Province, Vietnam. *Journal of Vietnamese Environment* 8: 129-134.
- Stinner RE, Barfield CS, Stimac JL, Dohse L (1983) Dispersal and movement of insect pests. *Annual Review of Entomology* 28: 319-335.
- Wu YH, Kamiyama MT, Chung CC, Tzeng H Y, Hsieh CH, Yang CCS (2020) Population monitoring, egg parasitoids, and genetic structure of the invasive litchi stink bug, *Tessaratoma papillosa* in Taiwan. *Insects* 11: 690.
- Zhang Y, Wu K, Wyckhuys KAG, Heimpel, GE (2009a) Effect of parasitism on flight behavior of the soybean aphid, *Aphis glycines*. *Biological Control* 51: 475-479.
- Zhang ZM, Wu WW, Li GK (2009b) Study of the alarming volatile characteristics of *Tessaratoma papillosa* using SPME-GC-MS. *Journal of Chromatographic Science* 47: 291-296.
- Zhao D, Gao J, Wang Y, Jiang J, Li R (2012) Morphology and volatile compounds of metathoracic scent gland in *Tessaratoma papillosa* (Drury) (Hemiptera: Tessaratomidae). *Neotropical Entomology* 41: 278-282.

- 古德祥、張古忍、張潤杰、龐義 (2000) 中國南方害蟲生物防治50周年回顧。昆蟲學報 43(3) : 327-335。
- 佘春仁 (1986) 談荔枝蟪的越冬期防治。福建農業 3 : 31-32。
- 佘春仁、潘榮英 (1993) 荔枝蟪的系統解剖及其在測報上的應用。福建農學院學報 22(1) : 59-63。
- 吳怡慧、潘宣任、吳登楨、詹甘伊、盧美君 (2019) 平腹小蜂應用於荔枝椿象防治之效益及未來願景。丁昭玲、張素貞、呂秀英。有益昆蟲在友善農耕之應用研討會論專輯，25-31頁。
- 徐孟豪、汪澤宏、吳孟玲、劉則言、吳怡慧 (2018) 非農業區裡的荔枝椿象-臺灣欒樹篇。 https://www.tfri.gov.tw/main/news_in.aspx?siteid=&ver=&usid=&mnuid=5380&modid=533&mode=&cid=&nid=16423&cattyp e=n&noframe=
- 張萃嫻、陳文華 (2018) 友善耕作體系之害蟲防治策略-以應用平腹小蜂防治荔枝椿象為例。沈原民、白桂芳、林學詩。有機及友善環境耕作研討會論文集，125-139頁。
- 陳盈丞、黃慈閔、張淳淳 (2019) 荔枝椿象藥劑防治研究。臺南區農業改良場研究彙報 74 : 72-82。
- 陳慶其 (2008) 龍眼荔枝蟪發生規律與防治技術。福建農業科技 2 : 61。
- 黃明度、麥秀慧、吳偉南、蒲蟄龍 (1974) 荔枝椿象卵寄生蜂—平腹小蜂 *Anastatus* sp. 的生物學及其應用的研究。昆蟲學報 17 : 362-375。
- 劉志誠 (1965) 荔枝生物學特性及期防治初步研究。植物保護學報 4(4) : 329-340。
- 劉雨芳、古德祥 (2000) 荔枝蟪取食行爲的研究。昆蟲學報 43(2) : 152-158。
- 鄭重祿 (2014) 荔枝蟪生物學生態學特性研究概述。中國南方果樹 43(4) : 25-33。
- 黎榮欣 (2013) 荔枝蟪聚集行爲機理的初步研究。海南大學碩士學位論文。

