



取食荔枝椿象（半翅目：荔椿科）卵塊之螞蟻種類鑑定及取食效率初探

吳怡慧^{1,2}、曾喜育²、楊景程^{3*}

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 363 苗栗縣公館鄉館南村 261 號

² 國立中興大學森林學系 402 台中市南區興大路 145 號

³ 京都大學生存圈研究所 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄京都大學

* 通訊作者 email: ccyang@rish.kyoto-u.ac.jp

收件日期：2018 年 8 月 28 日

接受日期：2018 年 11 月 24 日

線上刊登日期：2018 年 12 月 14 日

摘 要

荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa* Drury) 為臺灣近年危害嚴重之農業及都市林外來入侵害蟲。近年來於苗栗地區田間觀察荔枝椿象產卵過程中，發現其卵殼常受螞蟻取食導致呈現不規則破裂狀或遭全數移除，顯示螞蟻可能具備荔枝椿象捕食性天敵之潛力。為建立荔枝椿象捕食性天敵之基礎資訊，本研究於苗栗縣西湖鄉龍眼樹吊掛荔枝椿象卵片，觀察並鑑定取食卵粒之螞蟻物種。結果顯示，試驗期間於卵片上發現懸巢舉尾蟻 (*Crematogaster rogenhoferi* Mayr) 及大頭家蟻 (*Pheidole* sp.) 共兩種螞蟻。進一步觀測取食效率及行為模式，發現螞蟻具備成為荔枝椿象捕食性天敵之潛力。本研究建議，未來可透過了解相關螞蟻物種之基礎生物學，設計與現行荔枝椿象防治架構相容之生物防治計畫，平衡不同功能群 (functional group) 生物防治天敵間之角色，達到防治效力之最大化。

關鍵詞：螞蟻、生物防治、荔枝椿象、捕食性天敵。

前 言

荔枝椿象 (*Tessaratoma papillosa* Drury) 為臺灣近年危害嚴重外來入侵害蟲，影響層面除農業損失外，也被認為是具騷擾性或公共衛生重要性之都市害蟲。荔枝椿象以刺吸方式直接危害植體的嫩芽、嫩梢、花穗和幼果等部位，導致落花、落果，嫩枝、幼果枯萎及果皮黑化等徵狀，造成荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 或龍眼 (*Dimocarpus longan* Lour.) 減產 20~30%，危害嚴重區域則高達 80% (Xian *et al.*, 2008)。荔枝椿象受擾動時會噴出具有腐蝕性臭液自衛，此類液體含有烯醛類、醇類等物質，

如觸及人體皮膚或眼睛，會引起刺痛感和過敏症狀 (Zhang *et al.*, 2009)，影響農民、農作和民眾居家健康安全。荔枝椿象不僅在臺灣欖樹 (*Koelreuteria henryi* Dummer)、無患子 (*Sapindus mukorossi* Gaertn.) 及龍眼等常見校園、公園栽種寄主植株上產卵，於居家紗窗、衣物棉被上也常發現其卵塊，致使民眾備受困擾。

目前荔枝椿象的防治方法有化學防治、物理防治及生物防治等 3 種方式，其中化學藥劑之使用雖較能達到滅除效果，但連續用藥易產生抗藥性及影響養蜂生態環境 (Zeng *et al.*, 2001)，需避開開花時期並確保正確用藥時間。物理防治以冬天修枝清園

減少隱蔽於葉背之成蟲，或於荔枝椿象產卵季節（3至6月）摘除卵塊等方式。生物防治方面，根據中國境內普查，荔枝椿象天敵可區分成捕食性與寄生性等兩類，捕食性如編織蟻 (*Oecophylla smaragdina* Fabricius)、其他蟻類及蜘蛛；寄生性天敵以卵寄生蜂為主，例如荔枝椿卵跳小蜂 (*Ooencyrtus corbetti* Ferriere)、平腹小蜂 (*Anastatus bifasciatus* Geoffroy)、馬來亞黃腹卵小蜂 (*Oo. Malayensis* Ferriere) (Liu, 1965) 等。

臺灣在荔枝椿象天敵的相關研究多集中於寄生性天敵 (Chang and Chen, 2018; Wu *et al.*, 2018)。近年來於苗栗地區田間觀察荔枝椿象產卵過程中，常可發現卵殼呈現不規則破裂狀或卵粒全數遭到移除 (圖一)；進一步檢視卵塊受破壞痕跡，並比對已發表文獻中捕食性天敵之食痕，發現以螞蟻為最可能之原因。後續觀察也目擊螞蟻啃食卵塊，甚至常透過大量增援 (recruitment) 將大批荔枝椿象卵塊取食並移除，所造成之食痕與先前所見相符。此現象不僅符合前人描述 (Liu, 1965)，也顯示螞蟻於臺灣防治荔枝椿象之應用價值。唯螞蟻捕食卵粒之行為也可能對寄生蜂天敵防治架構產生威脅，但相關研究仍舊相當缺乏，因此，本研究將苗栗縣西湖鄉取食荔枝椿象卵粒之螞蟻進行物種鑑定，並觀察田間螞蟻移除荔枝椿象卵之生物防治效率，建立臺灣荔枝椿象捕食性天敵資料，提供未來搭配不同防治手段之參考依據，以平衡不同功能群 (functional group) 生物防治天敵間之角色，達到防治效力之最大化。



圖一 荔枝椿象卵粒遭螞蟻啃食 (呈現不規則破裂咬痕) 或移除 (僅剩葉面上環狀痕跡)。

Fig. 1. Characteristics of ant feeding on litchi stink bug eggs; the eggshell is sometimes 50% or more destroyed, whereas other eggs are removed and transferred to the colony, leaving a conspicuous ring mark on the leaf surface.

材料與方法

試驗區域及方法

本試驗於苗栗縣西湖鄉 119 縣道 (24°33'18.1" N, 120°45'22.5"E) 沿路有荔枝椿象成蟲危害之龍眼路樹分為 4 樣區，每樣區距離 10 m，隨機取 2 棵龍眼樹，每棵樹選取於距離樹幹基部高度約 250~300 cm 之 5 個枝條，枝條間距離 80~100 cm，枝條長度為 150~200 cm，分別以釘書機將含有荔枝椿象新鮮綠色卵粒之卵片 (每一卵片皆有 14 個卵粒) 釘掛於各枝條上之其中一小葉片葉背，以模擬荔枝椿象於田間產卵實際情況，每 2 天更換一次卵片，此流程連續進行 3 次 (記錄時間分別為 2016 年 5 月 20 日、5 月 22 日及 5 月 24 日)。

一、螞蟻種類及取食率

舊卵片回收後，以取食痕跡 (圖一) 為判斷是否遭受螞蟻取食之基準，計算每卵片剩餘之荔枝椿象卵粒數，並統計卵粒被取食率 (受取食或移除卵粒/卵粒總數) $\times 100$ 。試驗期間，每日上午 10 至 12 時觀察於卵片上取食卵粒之螞蟻物種，以不驚擾其取食行為前提下拍照並用軟鑷採集單一工蟻進行物種鑑定。

二、氣象因子

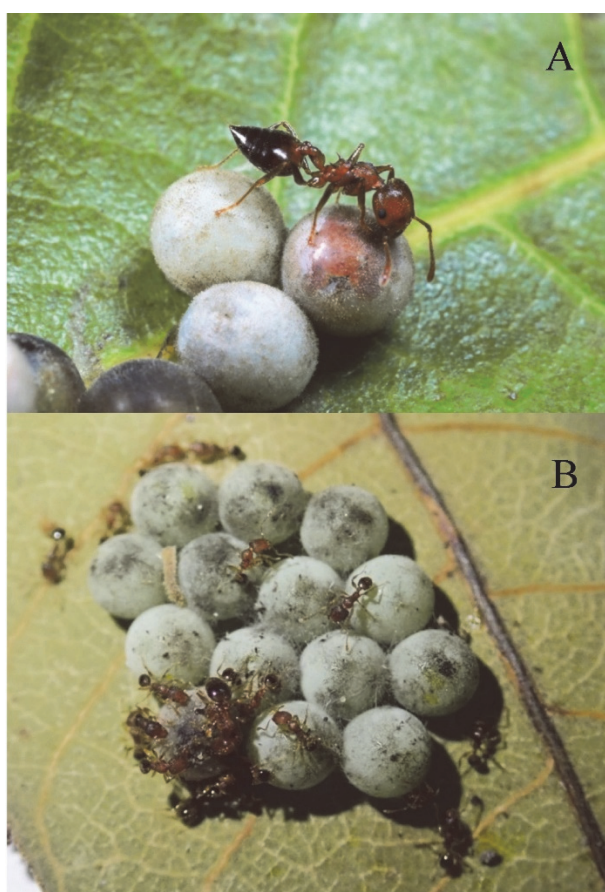
本次調查時間氣象資訊根據中央氣象局農業氣象觀測網旬於苗栗農改場 2016 年 5 月下旬測站資訊平均氣溫 27.6°C、總降雨量 43.0 mm、平均風速 1.7 m/s，屬輕風等級。

三、統計

因本試驗為調查觀測研究，非試驗設計，因此僅以不同樣區荔枝椿象卵粒被取食率以 SAS-EG 統計軟體計算取食率及標準誤 (SE)，並以 Sigmaplot 繪製長條圖。

結 果

本實驗觀察到 2 種取食荔枝椿象卵粒之螞蟻物種，包括樹棲型 (arboreal) 的懸巢舉尾蟻 (*Crematogaster rogenhoferi* Mayr) 和地棲型 (subterranean) 的大頭家蟻 (*Pheidole* sp.) (圖二)。根據中央氣象局農業氣象資料，於調查期間並無劇烈之氣象因子影響荔枝椿象卵粒之缺損。於無氣象因子影響之下，荔枝椿象卵粒以取食痕跡 (圖一) 判



圖二 本試驗樣區發現取食荔枝椿象卵粒之螞蟻物種 (A) 懸巢舉尾蟻 (B) 大頭家蟻。

Fig. 2. Two ant species, *Crematogaster rogenhoferi* (A) and *Pheidole* sp. (B), were commonly found feeding on litchi stink bug eggs.

斷是否遭受螞蟻取食，各樣區最高的取食率分別為 100、91.4、87.9 及 39%，除 D 樣區外，其他樣區中之卵粒受螞蟻取食比率皆超過 50%。在四個樣區釘掛第三次的取食率皆較第一次的取食率高，A 樣區中更於 5 月 20 至 22 日調查期間記錄到卵粒全數遭螞蟻取食 (圖三)；C 與 D 樣區則隨著時間取食率逐漸增加，最後取食率分別為 87.9% 和 39%。在四個樣區中 D 樣區卵粒被取食率偏低，推測可能該樣區的螞蟻密度偏少，蟻巢規模偏小導致覓食工蟻數量較少或其他因素影響。

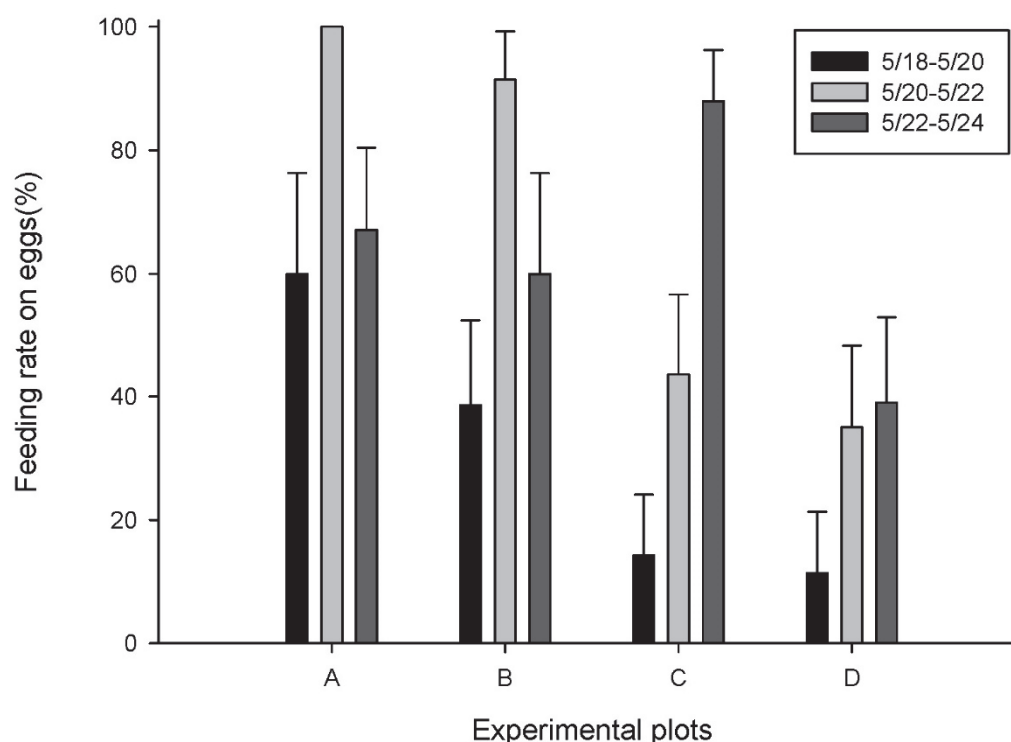
討 論

舉尾蟻屬螞蟻食物來源主要包括富含碳水化合物之半翅目 (Hemiptera) 昆蟲所產生之蜜露 (honeydew)，以及捕食其他節肢動物補充氮源食物 (Blüthgen *et al.*, 2003; Floren *et al.*, 2002)；因此，荔枝椿象卵粒可視為舉尾蟻容易取得並加以利用之

潛在氮源食物。過去許多研究也指出舉尾蟻屬可作為農業害蟲之生物防治天敵，例如於巴西之甘蔗 (*Saccharum* spp.) (De Oliveira *et al.*, 2012) 及西非之可可 (*Theobroma cacao* L.) (Bagny *et al.*, 2018)。於地中海區域，當地舉尾蟻物種 (*C. scutellaris*) 甚至可作為新興入侵種『褐茶翅椿』 (*Halyomorpha halys* Stal, brown marmorated stink bug) 之有效天敵，唯其捕食行為與本研究之懸巢舉尾蟻不同；該舉尾蟻僅捕食一齡及二齡褐茶翅椿若蟲，對褐茶翅椿之卵粒並無明顯取食偏好，舉尾蟻存在時卵粒仍有 98% 之孵化率 (Castracani *et al.*, 2017)。大頭家蟻雖是地棲型之螞蟻物種，但與其他地棲螞蟻 (例如，入侵紅火蟻 (*Solenopsis invicta* Buren)) 類似，覓食範圍也常可延伸至枝幹上，因此於過去文獻中也被認為具有果樹以及作物生物防治之潛力 (Fernandes *et al.*, 1994, 2012; De Oliveira *et al.*, 2012)。

觀察 2 種螞蟻於卵片上之取食行為，發現工蟻一旦偵測到荔枝椿象卵粒，增援螞蟻數量通常可高達數十隻 (圖二，圖中為大頭家蟻)，且卵片上所有卵粒約可在數小時內被取食殆盡 (本研究所觀察到最快移除所有卵粒時間約為 1 小時)。入侵紅火蟻於捕食其他椿象時也曾被記錄到類似之行為：一群工蟻利用大顎將卵粒破壞並將其帶回蟻巢中，此行為持續直至所有卵粒皆被移除後方才停止 (Tillman, 2008)。過去研究顯示，舉尾蟻對於食物資源之增援強度與食物量及品質呈顯著正相關 (Frizzi *et al.*, 2016)，本研究觀察到螞蟻的增援行為可能說明荔枝椿象之卵粒對於螞蟻之潛在營養價值，因此螞蟻能迅速針對這些卵粒做數量上之反應。這類行為對於後續設計以螞蟻作為生物防治資材上具有極為正面之助益。

然而，螞蟻亦可能因大量取食被寄生蜂寄生之卵塊而造成生物防治效力顯著降低 (Pereira *et al.*, 2004; Kergunteuil *et al.*, 2013; Migani *et al.*, 2017)。有鑑於此，Kergunteuil *et al.* (2013) 透過改良釋放容器降低螞蟻對卵粒之取食率並應用於田間釋放，研究效果相當顯著。目前苗栗區農業改良場提供農民及民眾以釋放平腹小蜂之成蜂 (盒裝羽化 5 至 7 日齡) 供防治荔枝椿象，唯田間目前龍眼廢園數量過多且面積廣大，加上廢園難以進入，有些甚至分佈於山坡陡峻而造成許多防治上之死角。因此，自 2018 年開始以無人飛機 (unmanned aerial vehicle, UAV) 釋放裝有將於 1 至 2 日內羽化之平腹小蜂之『釋放包』，以擴大釋放天敵之範圍。本研



圖三 不同樣區中荔枝椿象卵粒被取食率比較。

Fig. 3. Feeding rates on litchi stink bug eggs across experimental plots (mean \pm standard error).

究建議未來將可考慮螞蟻對平腹小蜂卵粒之影響而進行裝置改良，以達釋放效果最佳化。同時，因荔枝椿象危害不僅於農業作物上，還進一步影響到校園、公園及民眾生活之環境，如能考量不同之地點、作物採收及民眾活動等因子下，多方考量並透過因地制宜的防治手段發展更多樣之防治策略，將能有效逐年降低其危害。未來若要發展以螞蟻為主之生物防治策略，本研究建議針對不同螞蟻物種與荔枝椿象之物候、應用方式以及應用時機進一步探討其可能性。

引用文獻

- Bagny BL, Piou C, Tadu Z, Babin R.** 2018. Identifying ant-mirid spatial interactions to improve biological control in cacao-based agroforestry system. *Environ Entomol* 47: 551-558.
- Blüthgen N, Gebauer G, Fiedler K.** 2003. Disentangling a rainforest food web using stable isotopes: dietary diversity in a species-rich ant community. *Oecologia* 137:

426-435.

- Castracani C, Bulgarini G, Giannetti D, Spotti FA, Maistrello L, Mori A, Grasso DA.** 2017. Predatory ability of the ant *Crematogaster scutellaris* on the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys*. *J Pest Sci* 90: 1181-1190.
- Chang TY, and Chen WH.** 2018. Pest Management strategy in eco-friendly farming system- Application of *Anastatus japonicas* to biological control litchi stink bug. In: Shen YM, Pai KF, Lin HS. (eds). Proceedings of the symposium on organic and eco-friendly farming. Changhua. pp 125-139. (in Chinese)
- De Oliveira RDF, De Almeida LC, De Souza DR, Munhae CB, Bueno OC, De Castro Morini Ms.** 2012. Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) and predation by ants on the different stages of the sugarcane borer life cycle *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Eur J Entomol* 109: 381-387.

- Fernandes WD, Oliveira PS, Carvalho SL, Habib MEM.** 1994. *Pheidole* ants as potential biological control agents of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Col., Curculionidae), in Southeast Brazil. *J Appl Entomol* 118: 437-411.
- Fernandes WD, Sant'Ana MV, Raizer J, Lange D.** 2012. Predation of fruit fly larvae *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) by ants in Grove. *Psyche* 2012, Article ID 108389, 7 pages. (doi: 10.1155/2012/108389)
- Floren A, Biun A, Linsenmair KE.** 2002. Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. *Oecologia* 131: 137-144.
- Frizzi F, Rispoli A, Chelazzi G.** 2016. Effect of water and resource availability on ant feeding preferences: a field experiment on the Mediterranean ant *Crematogaster scutellaris*. *Insect Soc* 63: 565-574.
- Kergunteuil A, Basso C, Pintureau B.** 2013. Impact of two ant species on egg parasitoids released as part of a biological control program. *J Insect Sci* 13: 106. (doi: 10.1673/031.013.10601)
- Liu CC.** 1965. A preliminary study of the biology of lichee stink bug, *Tessarotoma papillosa* Drury, and its control. *J Plant Protection* 4: 329-340. (in Chinese)
- Migani V, Ekesi S, Merkel K, Hoffmeister T.** 2017. At lunch with a killer: the effect of weaver ants on host-parasitoid interactions on mango. *PLoS One* 12: e0170101. (doi: 10.1371/journal.pone.0170101)
- Pereira JA, Bento A, Cabanas JE, Torres LM, Herz A, Hassan SA.** 2004. Ants as predators of the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) applied for biological control of the olive moth, *Prays oleae* (Lepidoptera: Plutellidae) in Portugal. *Biocontrol Sci Techn* 14: 653-664.
- Tillman PG.** 2008. Populations of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) and their natural enemies in peanuts. *J Entomol Sci* 43: 191-207.
- Wu YH, Pan HJ, Wu DJ, Lu MJ.** 2018. Litchi stink bug (*Tessarotoma papillosa*) control the application of its natural enemy, *Anastatus* spp. In: Lin FC, Tsai XY, Chen PL, Huang JH, Hsieh TF, Chou HC (eds). *Proceedings of the symposium on achievements in plant protection and quarantine research 2018*. Taipei. pp. 27-35. (in Chinese)
- Xian JD, Uang GW, Chem JJ, Huang X.** 2008. Control efficacy of *Anastatus japonicus* on the natural population of *Tessarotoma papillosa*. *Journal of South China Agricultural University* 29: 47-50. (in Chinese)
- Zeng, XN, Deng D, Wang JM.** 2001. Chlorpyrifos and cypermethrin for the control of litchi stink bug (*Tessarotoma papillosa*). *Acta Hort (ISHS)* 558: 421-423.
- Zhang ZM, Wu WW, Li GK.** 2009. Study of the alarming volatile characteristics of *Tessarotoma papillosa* using SPME-GC-MS. *J Chromatogr Sci* 47: 291-296.

Ants as Egg Predators of the Invasive Litchi Stink Bug (*Tessaratoma papillosa*; Hemiptera: Tessaratomidae): Identification and Predation Efficiency

Yi-Hui Wu^{1,2}, Hsy-Yu Tzeng², and Chin-Cheng Scotty Yang^{3*}

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli 363, Taiwan

² Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

³ Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, 6110011 Japan

* Corresponding email: ccyang@rsh.kyoto-u.ac.jp

Received: 28 August 2018

Accepted: 24 November 2018

Available online: 14 December 2018

ABSTRACT

Field observations have indicated that ant predation of eggs of the litchi stink bug (*Tessaratoma papillosa*), a major emerging invasive species in agriculture and forestry in Taiwan, is fairly common. Eggs are either physically destroyed by individual ant foragers or removed by a group of recruited workers, possibly as a food source. To understand the species identity of ants involved in egg predation and the efficiency of such predation, multiple egg sheets, each containing 14 fresh litchi stink bug eggs on a leaf surface, were placed on two randomly-selected longan trees for two days in each of four experimental plots. We collected ants found processing these eggs for species identification and also estimated the egg feeding rate (number of consumed eggs/total number of eggs). Two egg-predating ant species were identified, namely, the acrobat ant (*Crematogaster rogenhoferi*) and the big-headed ant (*Pheidole* sp.). Although egg-feeding rates varied across the experimental plots, the results generally supported the feasibility of using ants as a predator of the invasive litchi stink bug in Taiwan. Future research should be devoted to optimizing this ant-based biological control strategy.

Key words: ants, biological control, natural enemy, predator, *Tessaratoma papillosa*