DOI:10.6662/TESFE.2015008 台灣昆蟲Formosan Entomol. 35: 117-133 (2015) 研究報告 Research report

Formosan Entomologist
Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Spatial Distribution, Estimates of Optimal Sample Size and Population Dynamics for Oligonychus litchii Lo et Ho (Acari: Tetranychidae) on Wax Apple【Research report】

荔枝葉蟎 (Oligonychus litchii Lo et Ho) (蟎蜱亞綱：葉蟎 科) 在蓮霧上之空間分布、最適取樣數估算及其田間族群動態【研究報告】

Chao-Yu Li, Wen-Hua Chen*
李朝裕、陳文華*

*通訊作者E-mail : whchen@mail.npust.edu.tw

Received: 2015/09/14 Accepted: 2015/10/31 Available online: 2015/12/01

Abstract

In recent years the litchi spider mite, Oligonychus litchii Lo et Ho (Acariformes: Tetranychidae) has become an important pest in Taiwan on fruit crops such as wax apple, litchi, longan, guava and loquat. We carried out field surveys in a wax apple orchard in Pingtung County from February 2008 to February 2009 to study the spatial distribution and population dynamics of O. litchii. The indices of dispersion (ID), Green’s indices (Cx), the mean crowding of Lloyd, the patchiness index of Lloyd, the b value of Taylor’s power law (log S2= log a + b logm), and the β value of Iwao’s patchiness regression (m* = α + βm) all indicated a clumped dispersion of O. litchii on wax apple. Analysis of the stage structure of the population in the field showed that the proportions of eggs, larvae, nymphs, male and female adults were 83, 3, 8, 1 and 5%, respectively. The distribution patterns of O. litchii within the various regions and height of a plant were all similar. It was noted that O. litchii preferred to aggregate on mature leaves. The population occurred year round, reaching its peak in April and May, and then declined in June due to prolonged rainfalls and the start of the typhoon season. Climatic factors tend to affect the population density of O. litchii.

摘要

荔枝葉蟎 (Oligonychus litchii) 屬於真蟎目 (Acariformes) 、葉蟎科(Tetranychidae)，為近年來台灣農作物上重要害蟎之一。本研究自2008 年5 月9 日至6 月27 日止於屏東縣麟洛鄉的蓮霧園內進行荔枝葉蟎之田間分布類型研究，分別以Index of dispersion (ID)、Green’s coefficient of dispersion (Cx)、Lloyd’s mean crowding index (m*) 、Lloyd’s patchiness index (m*/m) 、Iwao’s patchiness regression 及Taylor’s power law 等統計分析結果均呈聚集型分布，而荔枝葉蟎之田間年齡結構中以卵佔83% 為最高，其次依序為若蟎、雌成蟎、幼蟎及雄成蟎，分別為8、5、3 及1%，顯示其年齡結構上以卵為最大量。調查荔枝葉蟎在蓮霧植株之株內分布情形，其中於植株垂直高度、周緣深度間差異並不顯著；對葉片成熟度之偏好，荔枝葉蟎於成熟葉上平均個體數明顯多於未成熟葉，且喜好聚集於成熟葉之葉面中肋上取食及產卵。自2008 年2 月至2009 年2 月於屏東縣麟洛鄉蓮霧園進行田間周年族群動態調查，結果顯示4 月為其發生高峰期，6 月以後因連續降雨及颱風影響致使葉蟎族群密度開始下降，顯示氣候因子為其田間密度之重要影響因子。

Key words: Oligonychus litchii, spatial distribution, population dynamics

關鍵詞: 荔枝葉蟎、空間分布、族群動態

Full Text: PDF(1.46 MB)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: http://entsocjournal.yabee.com.tw

台灣昆蟲 35: 117-133 (2015)
Formosan Entomol. 35: 117-133 (2015)

荔枝葉蟎 (*Oligonychus litchii* Lo et Ho) (蟎蜱亞綱：葉蟎科) 在蓮霧上之空間分布、最適取樣數估算及其田間族群動態

李朝裕、陳文華*

國立屏東科技大學植物醫學系　91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號

摘　　要

荔枝葉蟎 (*Oligonychus litchii*) 屬於真蟎目 (Acariformes)、葉蟎科 (Tetranychidae)，為近年來台灣農作物上重要害蟎之一。本研究自 2008 年 5 月 9 日至 6 月 27 日止於屏東縣麟洛鄉的蓮霧園內進行荔枝葉蟎之田間分布類型研究，分別以 Index of dispersion (ID)、Green's coefficient of dispersion (Cx)、Lloyd's mean crowding index (m^*)、Lloyd's patchiness index (m^*/m)、Iwao's patchiness regression 及 Taylor's power law 等統計分析結果均呈聚集型分布，而荔枝葉蟎之田間年齡結構中以卵佔 83% 為最高，其次依序為若蟎、雌成蟎、幼蟎及雄成蟎，分別為 8、5、3 及 1%，顯示其年齡結構上以卵為最大量。調查荔枝葉蟎在蓮霧植株之株內分布情形，其中於植株垂直高度、周緣深度間差異並不顯著；對葉片成熟度之偏好，荔枝葉蟎於成熟葉上平均個體數明顯多於未成熟葉，且喜好聚集於成熟葉之葉面中肋上取食及產卵。自 2008 年 2 月至 2009 年 2 月於屏東縣麟洛鄉蓮霧園進行田間周年族群動態調查，結果顯示 4 月為其發生高峰期，6 月以後因連續降雨及颱風影響致使葉蟎族群密度開始下降，顯示氣候因子為其田間密度之重要影響因子。

關鍵詞：荔枝葉蟎、空間分布、族群動態。

前　　言

蓮霧 (*Syzygium samarangense* Merr. & Perry) 屬於桃金孃科 (Myrtacea) 赤楠屬 (*Syzygium*) 之多年生常綠果樹，英名 wax apple，原產於馬來半島，約於 17 世紀由荷蘭人自爪哇一帶引入台灣 (Huang and Wang, 2006; Shu *et al*., 2007)。根據 2014 年度台灣農業統計年報顯示，台灣蓮霧種植面積約有 4,714 公頃，年產量達 82,390 公噸，主要栽種於屏東縣、高雄市和宜蘭縣等地，其中以屏東縣種植面積 3,523 公頃為最多，佔全台總栽培

*論文聯繫人
Corresponding email: whchen@mail.npust.edu.tw

面積 74% 以上。蓮霧之有害生物種類繁多，已記錄者超過 50 種以上 (Chiu, 1988, 1989; Chen *et al*., 2005; Lin, 2006)，唯葉蟎之為害目前僅有台灣農家全書植物保護專輯記載其可為害蓮霧葉片正面，但文中未述明該葉蟎之種類 (Chiu, 1989)，而蟎類在蓮霧上之為害相關研究報告甚少，應加以補強。

人工合成之廣效性殺蟲劑普遍被使用後，許多作物之主要害蟲雖有效被抑制，但次要害蟲也因而獗起，其中葉蟎之為害更是日趨嚴重而普受重視 (Ho *et al*., 1995; Ho *et al*., 1997)。經證實廣效性殺蟲劑，不但對葉蟎天敵有劇烈毒性 (Ho, 1999)，也會因藥劑施用而改變植物體內營養成份，使醣類、還原糖及蛋白質氮增加，增加葉蟎的營養，進而促進葉蟎之生育，使其繁殖力增強 (McMurtry *et al*., 1970; Xin, 1988)，且長期使用同一種藥劑也會導致葉蟎產生抗藥性問題 (Jeppson *et al*., 1975; Helle and Sabelis, 1985a, b; Lo, 1989; Ho, 1999)。台灣目前有記錄之葉蟎種類約有 74 種，且陸續增加中 (Tseng, 1982, 1990; Ho, 2000, 2004; Lo, 2006)，荔枝葉蟎 (*Oligonychus litchii*) 英名為 litchi spider mite，屬於較晚才被發現之種類，由 Lo and Ho (1989) 首次發表，文中並對其外部形態作有描述；之後對於荔枝葉蟎的研究甚少，直到 2004 年荔枝葉蟎已在台灣成為重要農業害蟎才逐漸受到重視 (Ho, 2004)，但文中亦僅對其生活習性、寄主植物及地理分布有所介紹。荔枝葉蟎為害之葉片會呈現白色或灰褐色之小斑點，導致植物光合作用減低，進而影響蓮霧之產量及品質 (Lo, 1989; Ho, 2004; Ho and Wu, 2004; Lo, 2006; Ho *et al*., 2013)，當葉蟎族群密度增加其為害亦更加嚴重 (Yeh *et al*., 2008)。荔枝葉蟎之寄主植物包括觀賞植物及經濟果樹等約有 17 科 34 種 (Ho, 2004；Ho and Wu, 2004; Lo, 2006)；目前僅發現分布於台灣地區 (Bolland *et al*., 1998; Ho, 2004; Ho and Wu, 2004; Lo, 2006; Ho *et al*., 2013)，至於其生物學及田間生態等方面研究及資訊目前仍較為缺乏。為發展荔枝害蟲之綜合管理技術，需先進行害蟲田間族群調查，並據以採行最適防治措施，因此本文擬先調查荔枝葉蟎在蓮霧上之空間分布，依此決定採樣部位，進而推估其取樣數，同時調查其族群周年消長，以供田間管理之參考依據。

材料與方法

一、空間分布

於屏東縣麟洛鄉的蓮霧園內進行採樣調查，園內種植 16 年生以上的南洋種蓮霧共 54 株，植株行距 7 公尺，株距 6 公尺。調查期間自 2008 年 5 月 9 日至 6 月 27 日止；每週採樣一次，連續 8 次，調查時逢機選取 20 株蓮霧，每株逢機選取 12 片成熟葉片，分別置入夾鏈袋攜回實驗室計數葉蟎之數量，及記錄荔枝葉蟎各蟲期之數量。

二、空間分布之分析

推斷生物族群之分布類型，常藉助各種統計分析之指數 (index) 加以判斷。最常利用為樣品變方 (S^2) 與平均值 (m) 比值關係之 Index of dispersion (ID)。Green (1966) 提出 Green's coefficient of dispersion (Cx) 其計算公式為 $Cx = [(Var./m)-1)] / (\Sigma x_i-1)$，因 Cx 具有不受族群密度影響之優點；而 Lloyd (1967) 提出平均擁擠度指數 mean crowding index (m^*)，其計算公式為 $m^* = m + ((Var./m)-1)$，且再提出平均擁擠數與平均數之比值為 Lloyd's patchiness index (m^*/m)。這些指數各有優缺點，因此我們分別計算用以觀察荔

枝葉蟎之分布類型是否適用。另外 Iwao's patchiness regression ($m^* = \alpha + \beta m$) 的 β 值及 Taylor's power law ($S^2 = am^b$) 的 b 值等也常被用來觀察分散類型，因而也一併加以計算 (Iwao, 1968, 1977; Taylor, 1961, 1984)，來推估該取樣之分布類型是屬均勻型 (regular)、逢機型 (random) 或聚集型 (contagious) 分布 (Patil and Stiteler, 1974)。

三、株內分布

(一) 植株垂直高度與荔枝葉蟎分布之關係

將蓮霧植株自地面往上算起 0~100 cm 設為下層，100~200 cm 設為中層及 200 cm 以上定為上層等三個區域。逢機選取 20 株，每株依不同高度區域分別逢機選取 4 片葉片，置入夾鏈袋，攜回實驗室計算荔枝葉蟎各蟲期之數量並分別記錄之，以瞭解荔枝葉蟎於植株垂直高度之分布情形。調查期間自 2008 年 5 月 9 日至 2008 年 6 月 27 日止，每週取樣一次，連續 8 次。

(二) 植株周緣深度與荔枝葉蟎分布之關係

將蓮霧植株分為內緣和外緣兩個區域，其內緣和外緣之定義是從蓮霧植株主幹由內往外算起 0~60 cm 處設為內緣，60 cm 至最外緣定為外緣。取樣時，逢機選取 20 株，每區逢機摘取 6 片成熟葉片，計算荔枝葉蟎各蟲期之數量分別記錄之，以瞭解荔枝葉蟎在植株周緣深度的分布情形。調查期間同前。

(三) 葉片成熟度與荔枝葉蟎分布之關係

將蓮霧葉片分為成熟葉及未成熟葉，成熟葉和未成熟葉之定義為成熟葉葉片顏色呈深綠色 (依據 Munsell 顏色圖表 5GY 植物組織色卡在 4/4-4/6)，未成熟葉為自心葉展開至完全成長，但葉片呈黃綠色 (依 Munsell 顏色圖表 5GY 植物組織色卡在 6/10-7/10)。逢機選取 20 株蓮霧，每株摘取成熟葉及未成熟葉各 6 葉，計算荔枝葉蟎各蟲期之數量，以瞭解荔枝葉蟎對葉片成熟度之偏好性。調查期間同前。

四、分析方法

植株垂直高度之分布情形，以 SPSS 程式軟體進行 Tukey's 檢定法比較三層間之差異顯著性 ($\alpha = 0.05$)；而植株周緣深度及葉片成熟度與荔枝葉蟎分布之關係，以 *t*-test 統計分析比較是否具有顯著的差異性 ($p \leq 0.05$)。

五、荔枝葉蟎最適取樣數之估測

取樣之目的乃藉由適量代表性之樣本來估算田間正確的族群密度 (Chen, 1984; Ho, 1993; Huang, 2006)。一般而言，在田間取樣調查蟲數常遇到樣本數是否足夠之問題，取樣數愈大會越接近母族群，精確度越準確，但所花費之人力、財力及時間亦相對增加，若減少樣本數雖然可能節省勞力、金錢及時間，但是精確度降低則無法真正代表整個母族群。因此，最適取樣數之樣本大小估算方式參照 Price (1997)、Chen (1984)及 Ho (1993) 之取樣數公式

一般式 $$n = \left(\frac{t \times s}{D \times \overline{X}} \right)^2 \quad (1)$$

經由 Taylor's 的均方 (S^2) 與平均 (m) 之關係式 $S^2 = am^b$ 代入公式(1)得

$$n = \left(\frac{t}{D}\right)^2 \cdot am^{b-2} \quad (2)$$

經由 Iwao's 的平均擁擠度 (m^*) 和平均密度 (m) 之直線迴歸式 $m^* = \alpha + \beta m$ 代入公式 (1) 可求得

$$n = \left(\frac{t}{D}\right)^2 \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{x}} + \beta - 1\right) \quad (3)$$

上述 (1)、(2) 及 (3) 之公式中 n 為取樣數，t 為學生氏 t 值，查 t 值表可得知，s 為樣品之標準偏差，$\bar{x}$ 為樣品之平均密度，D 為精密度，而 a，b 與 α，β 為各關係式的常數或統計值。

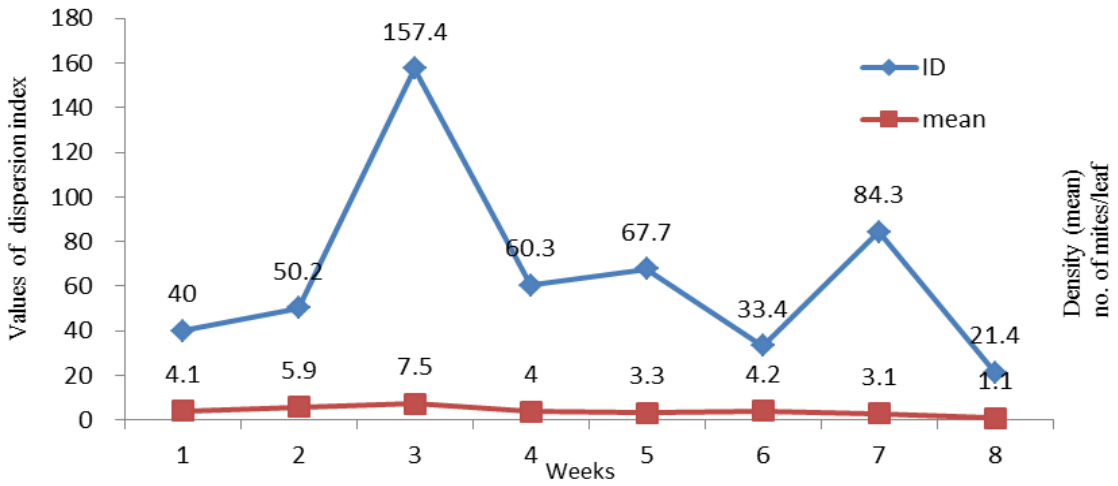
六、田間族群動態

自 2008 年 2 月至 2009 年 2 月，於屏東縣麟洛鄉蓮霧園進行調查。每週取樣一次，隨機選取 30 株，每株摘取 4 片葉，置入夾鏈袋攜回實驗室，分別計算荔枝葉蟎之數量，以瞭解荔枝葉蟎族群在田間之變動情形。氣象資料採用行政院農業委員會高雄區農業改良場設於屏東縣長治鄉之氣象觀測站之記錄。

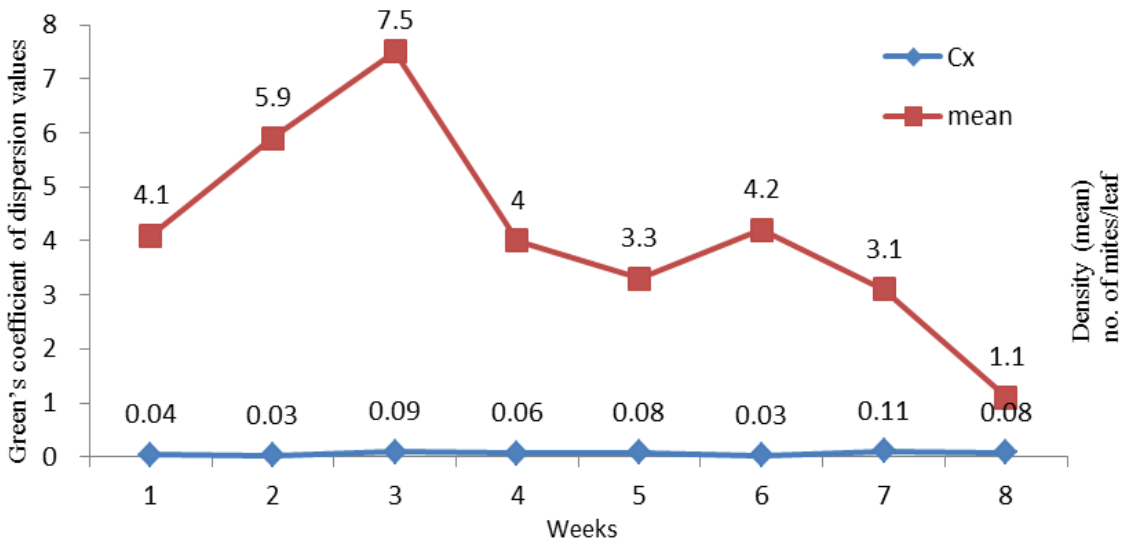
結　　果

一、空間分布

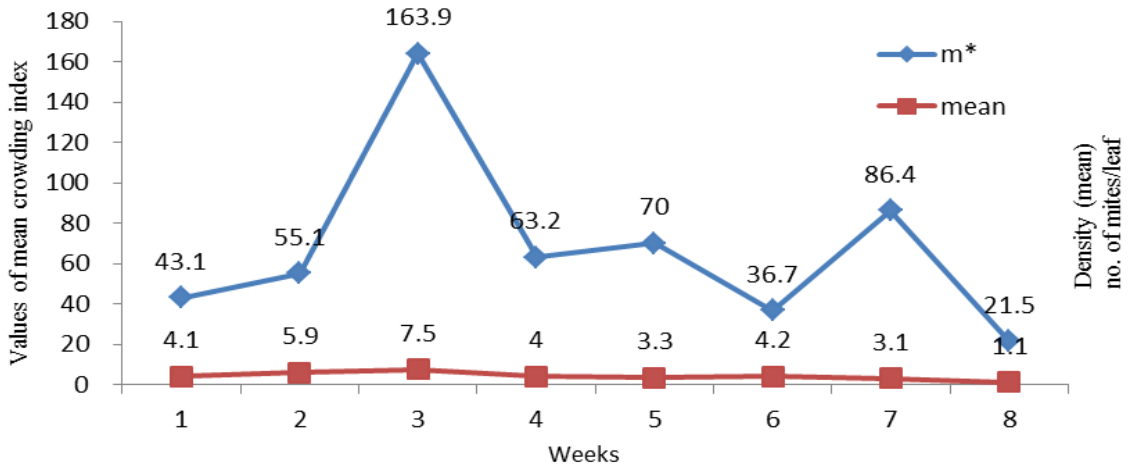
將田間調查 8 次資料彙整，初步以變方與平均值間之比值關係，以分散係數 ID 值判斷，所求得之 ID 值均大於 1，顯示荔枝葉蟎族群呈現聚集性分布，且密度越高聚集程度越強 (圖一)。Green's 指數 (Cx) 在 8 次取樣所求得之 Cx 值均大於 0 小於 1，族群呈現聚集性分布 (圖二)。由 8 次平均擁擠度指數所得到 m^* 值均大於平均值，表示荔枝葉蟎族群在 Lloyd's mean crowding index 呈現聚集性分布 (圖三)。而 Lloyd's patchiness index 所求得之值亦是大於 1，顯示荔枝葉蟎族群仍傾向聚集分布 (圖四)。根據 Shih and Wang (1996) 推論空間分布可能會隨不同時間、棲群之大小而呈現不同之分布類型，故要檢測總體族群之分布須以 Taylor's power law 及 Iwao's patchiness regression 兩種分析進行討論。荔枝葉蟎經 Taylor's power law 分析所求得線性迴歸方程式 $\text{Log } S^2 = 1.3237 + 1.729 \log m$，其 $R^2 = 0.8294$ 截距 (log a) 及斜率 (b) 均大於 1，表示族群為聚集性分布 (圖五)；而 Iwao's patchiness regression 之線性迴歸方程式求得 $m^* = -0.8661 + 16.513\ m$，其 $R^2 = 0.5083$，所得到之 α 值小於零，表示族群內個體及個體間會有互相排斥現象，而 β 值大於 1 代表族群呈現小聚落之聚集性分布 (圖六)。經



圖一　荔枝葉蟎於蓮霧園中之分散係數值 (ID) 與族群密度 (mean)。
Fig. 1.　Index of dispersion values and population densities of *Oligonychus litchii* in a wax apple orchard.

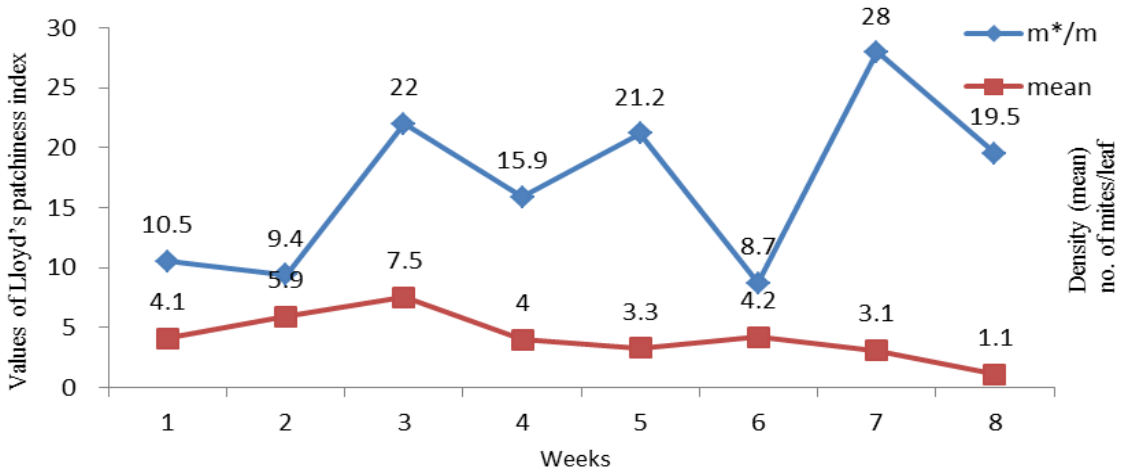


圖二　荔枝葉蟎於蓮霧園中之 Green's 指數值 (Cx) 與族群密度 (mean)。
Fig. 2.　Green's coefficient of dispersion values and population densities of *Oligonychus litchii* in a wax apple orchard.



圖三　荔枝葉蟎於蓮霧園中之平均擁擠度指數值 (m*) 與族群密度 (mean)。
Fig. 3.　Values of Lloyd's mean crowding index and population densities of *Oligonychus litchii* in a wax apple orchard.

8 次採樣之數據，藉由分散係數、Green's 指數、平均擁擠度指數及 Lloyd's patchiness、Taylor's power law 及 Iwao's patchiness regression 等分析結果，均顯示荔枝葉蟎在田間族群之分布呈現聚集型分布，且密度愈高時聚集強度愈明顯。於 5 月 23 日第 3 次所採得之每葉平均葉蟎密度 7.5 隻為最高，其聚集程度也最強，而於 6 月 27 日第八次採樣時每葉



圖四　荔枝葉蟎於蓮霧園中之 Lloyd's patchiness 指數值 (m*/m) 與族群密度 (mean)。
Fig. 4.　Values of Lloyd's patchiness index and population densities of *Oligonychus litchii* in a wax apple orchard.

平均葉蟎密度只有 1.1 隻，但仍呈現聚集性分布。

荔枝葉蟎在田間之年齡結構如圖七所示，8 次採樣中均以卵所佔百分比最多，綜合 8 次採樣平均荔枝葉蟎之卵、幼蟎、若蟎、雄蟎及雌蟎於蓮霧葉片上所佔的百分比分別為 83：3：8：1：5。顯示荔枝葉蟎於田間之年齡結構均以卵佔大多數，其次為若蟎，而以雄成蟎所佔之比例為最低，且幼蟎、若蟎及成蟎數量並不受前週採樣時卵量增加而改變年齡結構。荔枝葉蟎之卵期佔大多數推測其原因有二，一方面顯示其族群呈現增長的現象，另一方面也可能因荔枝葉蟎主要棲習活動於葉片表面，故各活動期易受雨水等氣候因素影響而減少，相對其卵期較長且附著力高，有利於族群之增長，故調查期間以卵期所佔之比例為最高。

二、株內分布

(一) 植株垂直高度與荔枝葉蟎分布之關係

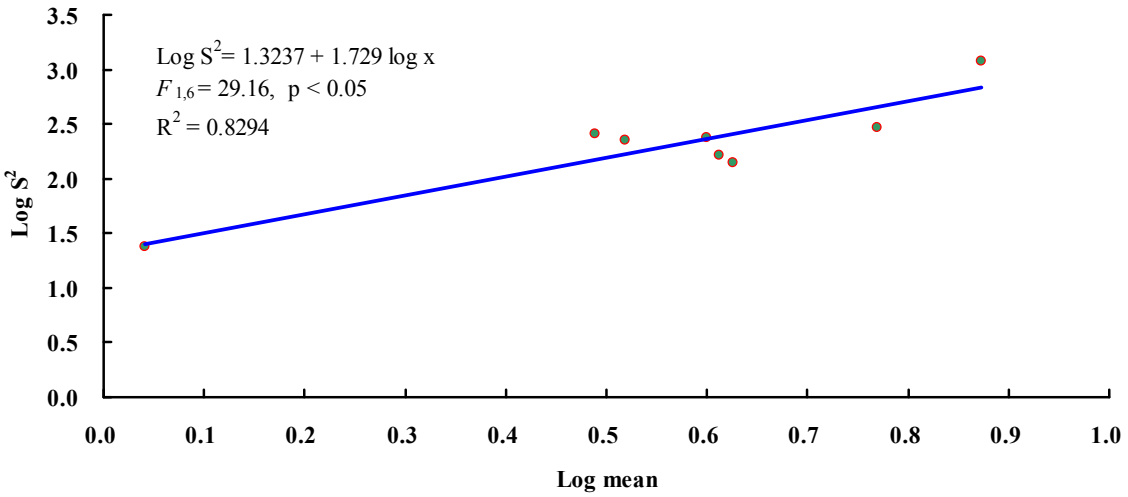
荔枝葉蟎在蓮霧植株高度之分布如表一，由 8 次採樣中得知，卵於 5 月 23 日時所採得之數量最高，尤以中層每葉平均高達 10.54 粒，其次是下層之 7.60 粒，上層最少幾乎趨近於 0，而其餘 7 次採樣卵數在上層、中層及下層則均無顯著性差異。除於 5 月 16 日採樣之未成熟期之幼若蟎數量中層高於上層有顯著性差異外，其餘均無顯著性差異。成蟎數量在 5 月 16 日中層及下層高於上層、及 6 月 6 日上層數量多於中、下層經統計分析具差異顯著性（Tukey's，$\alpha = 0.05$）外，其餘 5 次採樣上層、中層及下層之葉蟎數均無顯著性差異。

(二) 植株周緣深度與荔枝葉蟎分布之關係

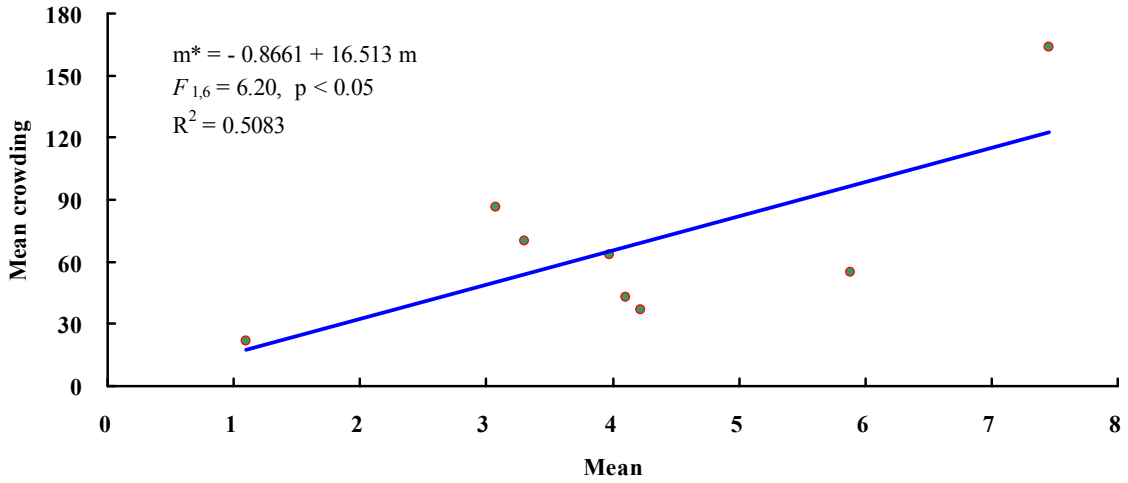
荔枝葉蟎在蓮霧於植株內緣及外緣連續 8 次採樣，各齡期採樣所得之數量間，經統計分析（*t*-test，$p \leq 0.05$）均無顯著性差異（表二）。

(三) 葉片成熟度與荔枝葉蟎分布之關係

荔枝葉蟎於不同成熟度蓮霧葉片上之分布如表三，一般在老葉上之數量明顯高於新葉，且經統計分析（*t*-test，$p \leq 0.05$）結果均



圖五　荔枝葉蟎族群在蓮霧上之 Taylor's power law 迴歸。
Fig. 5.　Taylor's power law regressions of *Oligonychus litchii* in a wax apple orchard.

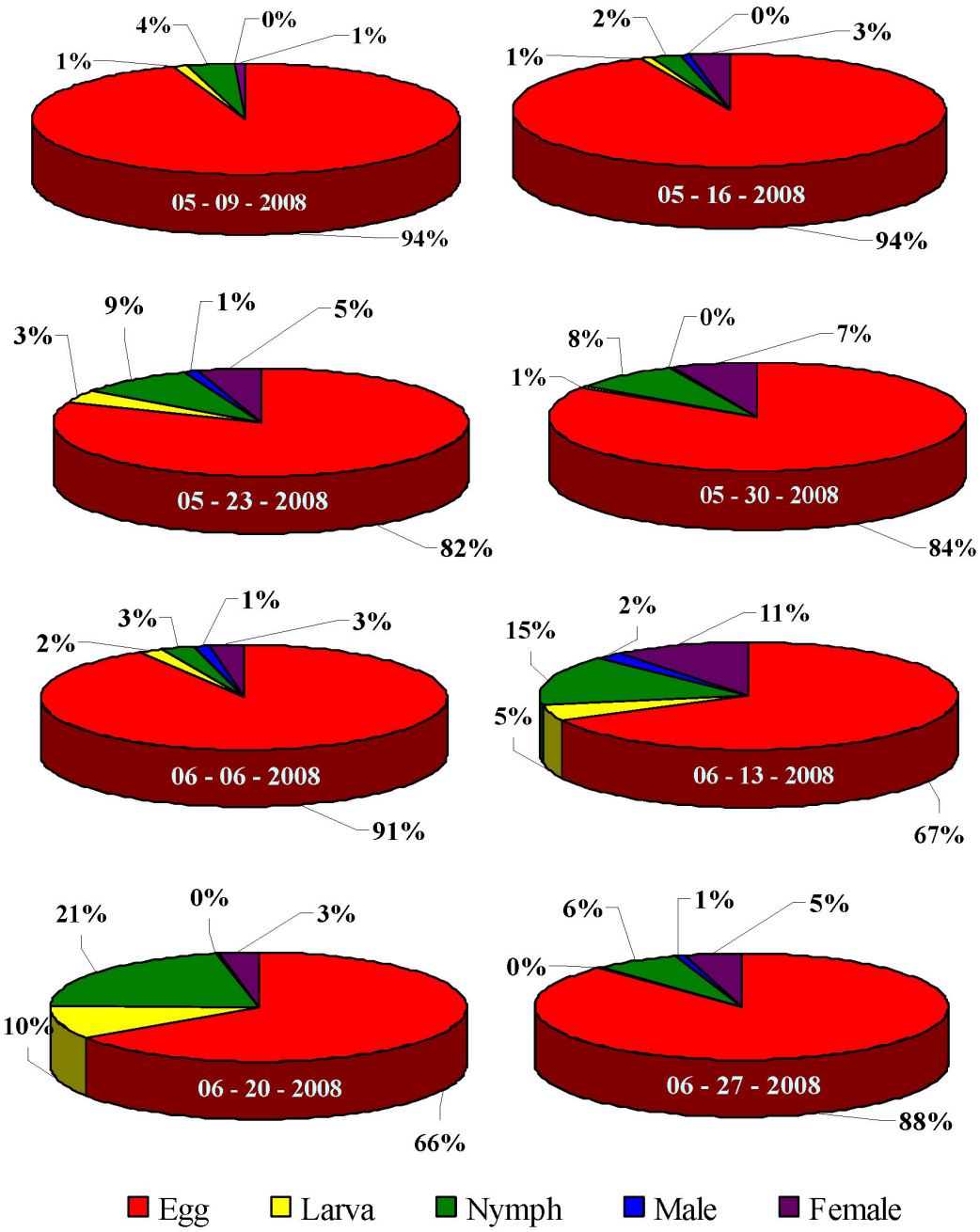


圖六　荔枝葉蟎族群在蓮霧上之 Iwao's patchiness 迴歸。
Fig. 6.　Iwao's patchiness regression between the mean of *Oligonychus litchii* and mean crowding in a wax apple orchard.

具有顯著性差異。

三、荔枝葉蟎最適取樣數之估測

由Taylor's power law及Iwao's patchiness regression 計算而得之荔枝葉蟎最適取樣數列於表四及表五，以一般田間調查將精密度設定為 0.2 時，當葉蟎平均密度在 20 隻，所需取樣數分別為 56.5 葉（R^2 = 0.8294）及 1490.5 葉（R^2 = 0.5083）。由此得知 Taylor's power law 所需之採樣數較 Iwao's patchiness



圖七　荔枝葉蟎於蓮霧上之年齡結構。
Fig. 7.　Proportion of females, males, nymphs, larvae and eggs of *Oligonychus litchii* on wax apple.

表一　蓮霧植株之垂直高度對荔枝葉蟎之分布影響

Table 1.　The vertical effect of the wax apple tree on the distribution of *Oligonychus litchii* (mean ± SD)

Date	Egg			Larva and nymph			Adult		
	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
05-09-2008	5.04 ± 18.39[a*]	3.95 ± 8.63[a]	2.63 ± 4.87[a]	0.16 ± 0.72[a]	0.40 ± 1.61[a]	0.04 ± 0.25[a]	0.09 ± 0.43[a]	0.01 ± 0.11[a]	0.00 ± 0.00[a]
05-16-2008	7.93 ± 22.49[a]	5.10 ± 12.72[a]	3.46 ± 12.65[a]	0.00 ± 0.00[b]	0.29 ± 0.87[a]	0.24 ± 0.92[ab]	0.01 ± 0.11[b]	0.34 ± 0.87[a]	0.92 ± 0.77[a]
05-23-2008	0.04 ± 1.19[b]	10.54 ± 41.46[a]	7.60 ± 23.36[ab]	0.10 ± 0.70[a]	2.39 ± 11.54[a]	0.36 ± 0.89[a]	0.09 ± 0.43[a]	0.68 ± 2.24[a]	0.60 ± 2.19[a]
05-30-2008	4.16 ± 14.53[a]	3.85 ± 16.09[a]	1.99 ± 4.81[a]	0.33 ± 1.13[a]	0.33 ± 2.04[a]	0.44 ± 2.12[a]	0.08 ± 0.38[a]	0.61 ± 3.71[a]	0.15 ± 0.78[a]
06-06-2008	5.11 ± 16.79[a]	0.93 ± 3.95[a]	3.01 ± 17.47[a]	0.20 ± 1.28[a]	0.14 ± 1.03[a]	0.15 ± 1.03[a]	0.34 ± 1.08[a]	0.04 ± 0.25[b]	0.00 ± 0.00[b]
06-13-2008	2.31 ± 7.28[a]	3.60 ± 8.34[a]	2.63 ± 7.47[a]	0.71 ± 3.21[a]	1.11 ± 4.00[a]	0.69 ± 3.78[a]	0.20 ± 0.92[a]	0.38 ± 1.15[a]	1.03 ± 3.86[a]
06-20-2008	1.30 ± 3.86[a]	4.13 ± 19.12[a]	0.65 ± 2.31[a]	1.25 ± 4.79[a]	1.30 ± 7.54[a]	0.31 ± 1.35[a]	0.15 ± 0.60[a]	0.14 ± 0.84[a]	0.03 ± 0.22[a]
06-27-2008	0.31 ± 1.44[a]	1.41 ± 6.44[a]	1.18 ± 4.09[a]	0.05 ± 0.27[a]	0.09 ± 0.51[a]	0.09 ± 0.56[a]	0.03 ± 0.22[a]	0.03 ± 0.22[a]	0.13 ± 0.70[a]

* Means in a different stage with the same letter in the same row are not significantly different at the 5% significance according to Tukey's studentized range tests

N=80.

表二　蓮霧植株之周緣深度對荔枝葉蟎之分布影響

Table 2.　The effect of depth of canopy of the wax apple tree on the distribution of *Oligonychus litchii* (mean ± SD)

Date	Egg		Larva and nymph		Adult	
	Outer	Inner	Outer	Inner	Outer	Inner
05-09-2008	4.60 ± 15.58[a*]	3.14 ± 6.92[a]	0.13 ± 1.10[a]	0.27 ± 0.97[a]	0.03 ± 0.22[a]	0.03 ± 0.29[a]
05-16-2008	6.37 ± 19.43[a]	4.63 ± 13.32[a]	0.11 ± 0.58[a]	0.24 ± 0.87[a]	0.28 ± 0.78[a]	0.15 ± 0.57[a]
05-23-2008	10.63 ± 38.59[a]	1.48 ± 3.44[a]	1.48 ± 9.44[a]	0.42 ± 1.31[a]	0.63 ± 2.02[a]	0.28 ± 1.62[a]
05-30-2008	3.18 ± 13.09[a]	3.48 ± 12.56[a]	0.58 ± 2.49[a]	0.14 ± 0.54[a]	0.43 ± 3.09[a]	0.13 ± 0.42[a]
06-06-2008	4.85 ± 19.02[a]	1.18 ± 6.12[a]	0.26 ± 1.53[a]	0.07 ± 0.36[a]	0.11 ± 0.71[a]	0.14 ± 0.60[a]
06-13-2008	3.70 ± 9.64[a]	1.99 ± 4.96[a]	1.19 ± 4.32[a]	0.48 ± 2.85[a]	0.82 ± 3.24[a]	0.25 ± 0.98[a]
06-20-2008	2.62 ± 15.49[a]	1.43 ± 4.46[a]	1.35 ± 6.85[a]	0.56 ± 2.70[a]	0.09 ± 0.48[a]	0.12 ± 0.71[a]
06-27-2008	0.96 ± 3.711[a]	0.98 ± 5.17[a]	0.07 ± 0.46[a]	0.08 ± 0.46[a]	0.12 ± 0.62[a]	0.00 ± 0.00[b]

* Means in a different stage with the same letter in the same row are not significantly different at the 5% significance according to the t-test testing

N=120.

regression 所得之採樣數為少，以 IPM 系統而言，取得準確之樣品又兼顧省錢省工之目的，應考慮採用 Taylor's power law 所估算之最適採樣數為依據。

四、荔枝葉蟎在田間之族群動態

自 2008 年 2 月至 2009 年 2 月連續一年，於屏東縣麟洛鄉蓮霧園進行荔枝葉蟎之族群變動調查，每週取樣一次，共調查 52 次，計數每次取樣所得之每葉荔枝葉蟎數及捕植蟎數結果如圖八，並配合溫度與降雨量等氣象資料以分析其族群密度變動情形。由結果顯示荔枝葉蟎在 3 月至 7 月族群量最多，而捕植蟎之數量亦隨葉蟎密度增加而增高，但在時間上較緩於葉蟎密度 1-2 週。由氣象資料得知在 5 月份梅雨季節來臨前為台灣南部地區之乾旱期，此時降雨量最低平均趨近於 0 mm，氣溫平均約在 24℃左右，葉蟎之族群達到最高；

表三　荔枝葉蟎對蓮霧葉片成熟度之偏好性

Table 3.　The preference of leaf age of *Oligonychus litchii* on wax apple (mean ± SD)

Date	Egg		Larva and nymph		Adult	
	Mature	Immature	Mature	Immature	Mature	Immature
05-09-2008	7.05 ± 16.32[a*]	0.69 ± 2.20[b]	0.38 ± 1.43[a]	0.03 ± 0.20[b]	0.07 ± 0.36[a]	0.00 ± 0.00[b]
05-16-2008	10.62 ± 22.35[a]	0.38 ± 2.03[b]	0.33 ± 1.01[a]	0.03 ± 0.16[b]	0.35 ± 0.81[a]	0.08 ± 0.50[b]
05-23-2008	11.85 ± 38.37[a]	0.27 ± 1.78[b]	1.86 ± 9.46[a]	0.04 ± 0.30[b]	0.90 ± 2.52[a]	0.01 ± 0.09[b]
05-30-2008	5.69 ± 14.28[a]	0.98 ± 10.68[b]	0.73 ± 2.52[a]	0.00 ± 0.00[b]	0.53 ± 3.10[a]	0.03 ± 0.22[a]
06-06-2008	5.92 ± 19.69[a]	0.12 ± 1.10[b]	0.30 ± 1.55[a]	0.03 ± 0.20[a]	0.24 ± 0.91[a]	0.01 ± 0.09[b]
06-13-2008	5.63 ± 10.16[a]	0.06 ± 0.42[b]	1.66 ± 5.06[a]	0.02 ± 0.18[b]	1.07 ± 3.32[a]	0.00 ± 0.00[b]
06-20-2008	3.92 ± 15.90[a]	0.13 ± 0.87[b]	1.87 ± 7.26[a]	0.04 ± 0.46[b]	0.19 ± 0.84[a]	0.02 ± 0.13[b]
06-27-2008	1.88 ± 6.21[a]	0.05 ± 0.46[b]	0.13 ± 0.63[a]	0.02 ± 0.13[b]	0.12 ± 0.62[a]	0.00 ± 0.00[b]

* Means in a different stage with the same letter in the same row are not significantly different at the 5% significance according to the t-test testing

N=120.

表四　經由 Taylor's power law 計算而得之最適取樣數

Table 4.　Optimal sample size (the number of mites per leaf) for sampling *Oligonychus litchii* in wax apple orchard

mean	d (95% error margin /mean) [1)]						
	0.05	0.1	0.2	0.25	0.4	0.6	0.8
0.1	3797.2	949.3	237.3	151.9	59.3	26.4	14.8
0.5	2454.9	613.7	153.4	98.2	38.4	17.0	9.6
1	2034.5	508.6	127.2	81.4	31.8	14.1	7.9
2	1686.1	421.5	105.4	67.4	26.3	11.7	6.6
5	1315.3	328.8	82.2	52.6	20.6	9.1	5.1
10	1090.1	272.5	68.1	43.6	17.0	7.6	4.3
20	903.4	225.9	56.5	36.1	14.1	6.3	3.5

[1)] Estimates based on the assumption of Taylor's power law

d: precision.

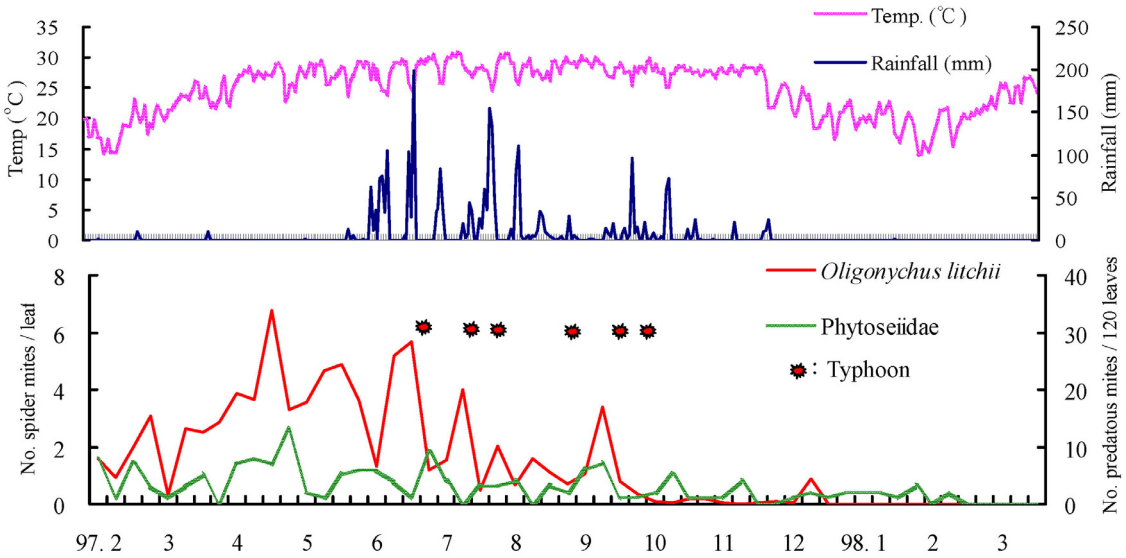
表五　經由 Iwao's patchiness regression 計算而得之最適取樣數

Table 5.　Optimal sample size (the number of mites per leaf) for sampling *Oligonychus litchii* in wax apple orchard

mean	d (95% error margin /mean) [1)]						
	0.05	0.1	0.2	0.25	0.4	0.6	0.8
0.1	25897.0	6474.2	1618.6	1035.9	404.6	179.8	101.2
0.5	24249.7	6062.4	1515.6	970.0	378.9	168.4	94.7
1	24043.8	6011.0	1502.7	961.8	375.7	167.0	93.9
2	23940.9	5985.2	1496.3	957.6	374.1	166.3	93.5
5	23879.1	5969.8	1492.4	955.2	373.1	165.8	93.3
10	23858.5	5964.6	1491.2	954.3	372.8	165.7	93.2
20	23848.2	5962.0	1490.5	953.9	372.6	165.6	93.2

[1)] Estimates based on the assumption of Iwao's patchiness regression

d: precision.



圖八　荔枝葉蟎於蓮霧園中之周年族群動態（屏東縣麟洛鄉）。
Fig. 8.　The population dynamic of *Oligonychus litchii* at wax apple orchard in Linluo township, Pingtung.

之後梅雨季所帶來的豪雨，日降雨量最高可達 198 mm，葉蟎族群量開始遞減，又逢 7、8 及 9 月連續颱風（卡玫基、鳳凰、如麗、辛樂克、哈格比及薔蜜）夾帶大量雨水，以及夏季之高溫氣溫最高可達 30.6℃，致使葉蟎族群快速下降，至 11 月時每葉平均葉蟎數未及 1 隻，此時發現族群結構以卵期居多而少見活動個體，12 月 6 日以後調查已再無荔枝葉蟎發現。

討　　論

本試驗於蓮霧園取樣調查結果，藉由分散係數、Green's 指數、平均擁擠度指數及 Lloyd's patchiness、Taylor's power law 及 Iwao's patchiness regression 等統計分析，均顯示荔枝葉蟎在田間族群之分布呈現聚集型分布，且密度愈高時聚集強度愈明顯。而 Shih and Wang (1996) 調查楊桃園中二點葉蟎之空間分布情形，分別使用 Index of dispersion, Green's coefficient of dispersion, Lloyd's mean crowding index, Lloyd's patchiness index, Morisita's coefficient of dispersion, Taylor's power law 及 Iwao's patchiness regression 等 7 種方法所測得之分布情形皆為聚集分布，密度愈高聚集強度愈強，而均勻及逢機分布僅於低密度時才會出現。本試驗結果與之相類似，顯示不同葉蟎於田間之主要分布型仍呈聚集型分布為主，但亦會受族群密度、栽培管理及季節等因子所影響而改變其分布型態。

Childs *et al.* (1983) 研究美國佛羅里達州之日本冬青上之 *O. ilicis* (McGregor) 之株內分布，結果以植株內緣之葉蟎較外緣為多，而荔枝葉蟎在蓮霧周緣分布上則差異不顯著，推測其原因可能日本冬青為綠籬作物植株矮小且葉片較小，內緣受到較多之遮蔽保護，此一環境較適合葉表生存之小爪蟎習性有關。Chen and Tanigoshi (1989) 於美國華盛

頓州探討歐洲葉蟎 (*Panonychus ulmi* (Koch)) 在蘋果樹之水平周緣之分布，以離樹幹 1.3 m 以內之深度有較高之族群棲息。

荔枝葉蟎於不同成熟度蓮霧葉片上之分布，在老葉上之數量明顯高於新葉，此結果與 Liu and Hong (1988) 調查柑桔葉蟎在柳橙之葉片不同成熟度之分布，亦以新葉上蟎數較少，而老葉面積在 25~35 cm^2 有較多之柑桔葉蟎 (*P. citri* (McGregor)) 族群棲息結果相類似。由觀察計算蓮霧上荔枝葉蟎喜於成熟之老葉上取食及產卵，推測可能是蓮霧葉片面積頗大，而葉蟎個體小，當葉蟎逢機落在葉片後即在其上生存繁殖，呈群聚性分布，並未快速分散至新生葉片上，所以觀察時似乎荔枝葉蟎較多分布於中老葉。

荔枝葉蟎於蓮霧上之分布呈聚集型，田間調查之精密度設定為 0.2 時經由 Taylor's power law 估算荔枝葉蟎最適取樣數，當葉蟎平均密度在 2 隻時所需取樣數 105 葉，若以 Iwao's patchiness regression 估算最適取樣數達 1496 葉；此情況也出現在 Ho (1993) 研究神澤氏葉蟎在桑樹上之最適取樣數，以 Taylor's power law 計算而得之最適取樣數，精密度設在 0.2 時，平均密度在 2 隻，所需取樣數為 423 葉 (R^2 = 0.912)，若以 Iwao's patchiness regression 計算之最適取樣數則需採取 544 葉 (R^2 = 0.938)。又 Ho and Chen (1993a) 調查赤葉蟎在茄園之分布，以 Taylor's power law 計算而得之最適取樣數，精密度設在 0.2 時，平均密度在 10、20 及 50 隻時，分別需採取 282、212 及 145 個樣品，R^2 為 0.966，若以相同精密度及平均密度在 Iwao's patchiness regression 計算之最適取樣數則需採取 290、257 及 237 個樣品 (R^2 = 0.728)。Ho and Chen (1993b) 調查南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 在茄園之分布，以 Taylor's power law 計算而得之最適取樣數，精密度設在 0.2 時，平均密度在 10、20 及 50 隻時，分別需採 159、119 及 81 個樣品 (R^2 = 0.959)，若以相同精密度及平均密度在 Iwao's patchiness regression 計算之最適取樣數則需採取 165、151 及 143 個樣品 (R^2 = 0.909)。Li (2010) 調查印度棗上小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 最適取樣數以 Taylor's power law 計算而得之最適取樣數，精密度設在 0.2 時，平均密度在 0.1、0.5 及 1 隻時，分別需採取 204、47 及 25 個樣品，若以相同精密度及平均密度在 Iwao's patchiness regression 計算之最適取樣數則需採取 3,372、3,064 及 3,026 個樣品。由上述結果可知無論神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida)、赤葉蟎 (*T. cinnabarinus* Boisduval)、南黃薊馬及小黃薊馬，其最適取樣數以 Taylor's power law 所需樣品數較少，而本研究荔枝葉蟎於蓮霧上之最適取樣數也得到相同結果。

由於害蟲綜合管理體系必需定期取樣監控害蟲之族群，當害蟲密度達到會造成作物經濟損失時，即需採取適當防治措施，當葉蟎密度相同且精準度一樣時，基於 Taylor's power law 估算所得之最適取樣數較基於 Iwao's patchiness regression 估算所得為少，為達省時、省工，且田間實際可行之目標，採用 Taylor's power law 估算所得之最適取樣數應屬可行。荔枝葉蟎族群在屏東縣蓮霧園發生之高峰期分別出現在 2 月底至 3 月初、4 月下旬、5 月中旬、6 月中旬、7 月初及 9 月初，而在 10 月以後幾乎看不到荔枝葉蟎，此結果與 Yeh *et al*. (2008) 於彰化縣二水鄉調查番石榴上荔枝葉蟎之週年消長，高峰期出現在 1~3 月、7~8 月及 9~11 月有些許差異，且其於高峰期所採得每葉平均蟎數約 20 隻，遠較本研究最

多採得之每葉平均葉蟎 6.8 隻數為多，推測可能原因包括寄主植物不同其葉片結構亦異，荔枝葉蟎喜好在蓮霧葉面為害，但在番石榴上則喜棲息於葉背及果實上，其棲所受雨水沖刷較小，故密度較高；其次 Yeh *et al*. (2008) 指出在番石榴園調查期間未施用任何殺蟎劑進行防治，而蓮霧園調查期間農事操作與管理仍依農民慣例正常進行。而調查之時間、地區及氣候條件不同也是可能之影響因素，番石榴園於 2007 年在彰化縣二水鄉調查，年平均溫為 23.45℃，總降雨量為 1,830.5 mm，入侵之颱風有 6 個分別為米塔、柯羅莎、韋帕、聖帕、梧提及帕布；蓮霧園於 2008 年 2 月至 2009 年 2 月在屏東縣麟洛鄉進行調查，年平均溫為 24.70℃，總降雨量 2,418.2 mm，入侵之颱風有 6 個分別為卡玫基、鳳凰、如麗、辛樂克、哈格比及薔蜜。綜合以上顯示荔枝葉蟎族群會受寄主植物、農民施藥習慣、地理區域以及氣候因子、氣溫、降雨量及颱風侵襲等所影響，而呈現不同之族群密度與變動。

綜合以上結果可知，以變方與平均植的比值初步判斷荔枝葉蟎於蓮霧園中老葉上呈聚集型分布，但通常不可僅以此指數來判斷其分布型，而同時以 Green's coefficient of dispersion, Lloyd's mean crowding index, Lloyd's patchiness index, Taylor's power law 及 Iwao's patchiness regression 等方法所測得之分布情形皆為聚集分布，且密度愈高聚集強度愈強，顯示蓮霧園中荔枝葉蟎族群擴散緩慢。以 Taylor's power law 及 Iwao's patchiness regression 計算之最適取樣數而言，前者之線性關係較佳，其所估算之取樣數較少，若未來實際應用於田間族群監測取樣時，不失為一好的選擇，證諸本研究之空間分布調查時平均葉蟎數在 1.1~7.5 隻，族群變動實際採取 120 葉，皆高於 Taylor's 指數法所求得之理論值 (68~105 葉)，所以採樣數是適宜可行的；荔枝葉蟎主要活動棲息於中老葉之葉面，族群密度易受降雨及颱風影響，每年 4~7 月及冬季少雨季節為荔枝葉蟎管理之關鍵點。

致　　謝

本研究蒙行政院農業委員會農糧署 98 研培-13.1-糧-01(D2) 計畫補助經費。

引用文獻

Bolland HR, Gutierrez J, Flechtmann CHW. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Koninklijke Brill NV. Leiden. 392 pp.

Chen CN. 1984. Sampling for population estimation of major cruciferiou insect pests. 31-36. Proceeding of the symposium on the insect control of vegetable in Taiwan. Taiwan. (in Chinese)

Chen CT, Tanigoshi LK. 1989. Spatial distribution and dispersion indices for *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) on apple in central Washington. Chinese J Entomol 9: 157-168.

Chen ZC, Liang WC, Chen CH, Lin CC, Tasi SF. 2005. Atlas of major diseases and pests of wax apple (*Syzygium samarangense* Merr. et Perry). Natl Pingtung Univ Sci Technol, Pingtung, Taiwan, 102 pp. (in Chinese)

Childs GH, Habeck DH, Ashley TR, Poe SL. 1983. Spatial distribution of

southern red mite on field grown *Ilex crenata*. Proc Fla State Hort Soc 96: 151-153.

Chiu HT. 1988. Ecology and control of insect pests on wax apple in Taiwan. Chinese J Entomol Special Publ 2: 97-106. (in Chinese)

Chiu HT. 1989. Insect pests of wax apple. pp 207-208. In: Chiu RJ, Chen CN (eds). Taiwan agriculture encyclopedia. (Plant protection edition) COA, Taipei. (in Chinese)

Green RH. 1966. Measurement of nonrandomness in spatial distribution. Res Popul Ecol 8: 1-7.

Helle W, Sabelis MW. 1985a. Spider mites, Their biology, natural enemies and control, Vol. 1A. Elsevier, Amsterdam. 405 pp.

Helle W, Sabelis MW. 1985b. Spider mites, Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam. 458 pp.

Ho CC. 1993. Dispersion statistics and sample size estimates for *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) on mulberry. Environ Entomol 22: 21-25.

Ho CC. 1999. Agricultural mite problems in Taiwan requiring additional studies. Proceeding of the 2nd Symp of Acarology. Chinese J Entomol Spec Publ No. 12: 121-135. (in Chinese)

Ho CC. 2000. Spider-mite problems and control in Taiwan. Exp Appl Acarol 24: 453-462.

Ho CC. 2004. *Oligonychus litchii* is an important agricultural pest in Taiwan (Acar: Tetranychidae). Plant Prot Bull 46: 299-302. (in Chinese)

Ho CC, Chen WH. 1993a. Distribution and estimates of the optimal sample size of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) on eggplant. Chinese J Entomol 13: 125-140. (in Chinese)

Ho CC, Chen WH. 1993b. Distribution and estimates of the optimal sample size of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplant. Chinese J Entomol 13: 293-303. (in Chinese)

Ho CC, Wu WJ. 2004. Illustrated guide to the agricultural insects and mites of Kimen and Matsu islands. 199 pp. Taipei. (in Chinese)

Ho CC, Lin MY, Liang SH, Wang SC. 2013. New members of the spider mite fauna in mango and pear orchards. Formosan Entomol 33: 57-66. (in Chinese)

Ho CC. Lo KC, Chen WH. 1995. Spider mites injurious to economic plants in Taiwan and the toxicity of twelve acaricides to two major species (Tetranychidae: Acari). J Agric Res China 44: 157-165. (in Chinese)

Ho CC. Lo KC, Chen WH. 1997. Spider mite (Acari: Tetranychidae) on various crops in Taiwan. J Agric Res China 46: 333-346. (in Chinese)

Huang LH. 2006. A community approach to the eggplant integrated pest management in central Taiwan. Natl Taiwan Univ Doctoral Dissertation 194 pp. (in

Chinese)

Huang CC, Wang DN. 2006. Progress review on the cultivation and physiology in 'Pink' wax apple, pp 56-70. In: Yen CR, Ke LS (eds.). Proceeding of the Symposium of Wax Apple Industry Development Taiwan. Natl Pingtung Univ Sci Technol, Pingtung, Taiwan. (in Chinese)

Iwao S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res Popul Ecol 7: 1-20.

Iwao S. 1977. Analysis of spatial association between two species based on the interspecies mean crowding. Res Popul Ecol 18: 243-260.

Jeppson LR, Keifer HH, Baker WW. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press. London. 614 pp.

Li YZ. 2010. The population dynamic, life history and insecticide screening of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae). Natl Pingtung Univ Sci Technol Master Thesis 76 pp. (in Chinese)

Lin CC. 2006. Disease and Insect pests and its control on wax apple. pp 122-133. In: Yen CR, Ke LS (eds.). Proceeding of the Symposium of Wax Apple Industry Development Taiwan. Natl Pingtung Univ Sci Technol, Pingtung, Taiwan. (in Chinese)

Liu YC, Horng SY. 1988. The population parameters and population fluctuation of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) Plant Prot Bull 30: 175-201. (in Chinese)

Lloyd M. 1967. Mean crowding. J An Ecol 36: 1-30.

Lo KC. 1989. Biology and ecology of tetranychid mites and their control. Proceeding of the 1st Symposium of Acarology. Chinese J Entomol Spec Publ 3: 79-91. (in Chinese)

Lo KC. 2006. Illustration of mite pests on agricultural crops in Taiwan. Taiwan Agric Res Inst Spec Publ 116: 216 pp. (in Chinese)

Lo KC, Ho CC. 1989. The spider mite family Tetranychidae in Taiwan I. The genus *Oligonychus*. J Taiwan Mus 42: 59-76.

McMurtry JA, Huffaker CB, ven de Vrie M. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. Hilgardia 40: 343-432.

Patil GP, Stiteler WM. 1974. Concepts of aggregation and their quantification: a critical review with some new results and applications. Res Popul Ecol 15: 238-254.

Price PW. 1997. Insect Ecology. 3rd ed. New York. John Wiley & Sons Inc. 874 pp.

Shih, CI, Wang CJ. 1996. Spatial distribution of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) with special inferences from its behavior of

collective egg deposition, life type, and dispersal activities. Chinese J. Entomol. 16: 287-302.

Shu ZH, Lin TS, Lai JM, Huang CC, Wang DN, Pan HH. 2007. The industry and progress review on the cultivation and physiology of wax-apple with special reference to pink variety. Asian Australasian J Plant Sci Biotechnol 1: 48-53.

Taylor LR. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature 189: 732-735.

Taylor LR. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect population. Annu Rev Entomol 29: 321-357.

Tseng YH. 1982. A catalogue and bibliography of Acari of Taiwan. Tainan Branch Office, Bureau of Commodity Inspection and Quarantine Ministry of Economic Affairs. Tainan. 164 pp.

Tseng YH. 1990. A monograph of the mite family Tertanychidae (Acarina: Trombidiformes) from Taiwan. pp 234. Taiwan Mus Spec Publ Ser. 9.

Xin JL. 1988. Agricultural Acarology. Agriculture Press. Beijing. 466 pp.

Yeh ST, Chang LR, Liao CT. 2008. The occurrence and control of litchi spider mite (*Oligonychus Litchii*) and rust mite (*Phyllocoptruta* sp.) on guava and their effects on fruit quality. Bull Taichung District Agricultural Improvement Station. 101: 57-66. (in Chinese)

收件日期：2015 年 9 月 14 日
接受日期：2015 年 10 月 31 日

Spatial Distribution, Estimates of Optimal Sample Size and Population Dynamics for *Oligonychus litchii* Lo et Ho (Acari: Tetranychidae) on Wax Apple

Chao-Yu Li, Wen-Hua Chen*

Department of plant medicine, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

ABSTRACT

In recent years the litchi spider mite, *Oligonychus litchii* Lo et Ho (Acariformes: Tetranychidae) has become an important pest in Taiwan on fruit crops such as wax apple, litchi, longan, guava and loquat. We carried out field surveys in a wax apple orchard in Pingtung County from February 2008 to February 2009 to study the spatial distribution and population dynamics of *O. litchii*. The indices of dispersion (ID), Green's indices (Cx), the mean crowding of Lloyd, the patchiness index of Lloyd, the b value of Taylor's power law (log S^2= log a + b logm), and the β value of Iwao's patchiness regression ($m^* = \alpha + \beta m$) all indicated a clumped dispersion of *O. litchii* on wax apple. Analysis of the stage structure of the population in the field showed that the proportions of eggs, larvae, nymphs, male and female adults were 83, 3, 8, 1 and 5%, respectively. The distribution patterns of *O. litchii* within the various regions and height of a plant were all similar. It was noted that *O. litchii* preferred to aggregate on mature leaves. The population occurred year round, reaching its peak in April and May, and then declined in June due to prolonged rainfalls and the start of the typhoon season. Climatic factors tend to affect the population density of *O. litchii*.

Key words: *Oligonychus litchii*, spatial distribution, population dynamics

* Corresponding email: whchen@mail.npust.edu.tw