



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## Spatial Distribution and Sample Size Estimation of the Spiralling Whitefly (*Aleurodicus dispersus* Russell) on Guava 【Research report】

### 螺旋粉蟲在番石榴植株上之空間分布及取樣數目之決定【研究報告】

Hung-Chich Wen, Tung-Ching Hsu, Chiou-Nan Chen  
溫宏治、許洞慶、陳秋男

\*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1994/08/06 Available online: 1994/12/01

#### Abstract

There was a definite vertical distribution of spiralling whitefly on the guava plant for immatures occurring on the surface of the guava leaves. Eggs and young nymphs occurred on the uppermost and youngest leaves while aged nymphs and pupae were found on older and lower leaves. According to these relationships, sample position for each stage on different sequence leaves was determined. An analysis of the pattern of spatial distribution of spiralling whitefly on the sampled leaves revealed that egg circles were of the aggregative type. While nymphs or pupae a random distribution. The optimal sampling size for each developmental stage of the whitefly was estimated by m-m analysis. At the egg circle density of 0.5 circles/leaf, sample size of 122 and 20 leaves were required to fulfill a precision level of 0.1 and 0.25, respectively. Whereas, 408 and 65 leaves were required for the 2nd instar ; 397 and 63 leaves for the 3rd instar and pupa.

#### 摘要

螺旋粉蟲 (*Aleurodicus dispersus* Russell) 自卵至蛹各蟲期於番石榴植株之幼至老之葉片上呈垂直分布，即卵及幼齡若蟲分布於上位幼葉上，老齡若蟲及蛹則分布於下位老葉上。調查時作適當部位取樣，可減少誤差。分析取樣葉片間之空間分布，由  $10g \ s^2 \text{-log } m$  關係式，得知卵圈、若蟲及蛹之斜率(b)分別為1.7524、1.0452及1.2456；由m-m關係式得知其斜率( $\beta$ )為1.1291、1.0048及1.0313，判定其卵圈為聚集型，若蟲及蛹傾向於隨機型。田間取樣數的估計，卵圈之密度設定為0.5圈/葉，精密度為0.1及0.25時，取樣數各為122及20葉片；若蟲與蛹之密度為0.5隻/葉，所需樣品數則二齡若蟲為408及65葉，三齡若蟲與蛹為397及63葉。

**Key words:** *Aleurodicus dispersus*, spiralling whitefly, spatial distribution, sampling size.

**關鍵詞:** 螺旋粉蟲、空間分布、取樣數。

Full Text:  [PDF\( 1.37 MB\)](#)

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

# 螺旋粉蝨在番石榴植株上之空間分布及取樣數目之決定

溫宏治 鳳山熱帶園藝試驗分所 高雄縣鳳山市郵政第 16 號信箱

許洞慶 國立台灣大學植物病蟲害學系 台北市羅斯福路四段 1 號

陳秋男 行政院農業委員會 台北市南海路 37 號

## 摘要

螺旋粉蝨(*Aleurodicus dispersus* Russell)自卵至蛹各蟲期於番石榴植株之幼至老之葉片上呈垂直分布,即卵及幼齡若蟲分布於上位幼葉上,老齡若蟲及蛹則分布於下位老葉上。調查時作適當部位取樣,可減少誤差。分析取樣葉片間之空間分布,由  $\log s^2 - \log m$  關係式,得知卵圈、若蟲及蛹之斜率(b)分別為 1.7524、1.0452 及 1.2456;由  $\hat{m}^* - m$  關係式得知其斜率( $\hat{\beta}$ )為 1.1291、1.0048 及 1.0313,判定其卵圈為聚集型,若蟲及蛹傾向於逢機型。田間取樣數的估計,卵圈之密度設定為 0.5 圈/葉,精密度為 0.1 及 0.25 時,取樣數各為 122 及 20 葉片;若蟲與蛹之密度為 0.5 隻/葉,所需樣品數則二齡若蟲為 408 及 65 葉,三齡若蟲與蛹為 397 及 63 葉。

關鍵詞:螺旋粉蝨、空間分布、取樣數。

## Spatial Distribution and Sample Size Estimation of the Spiralling Whitefly (*Aleurodicus dispersus* Russell) on Guava

**Hung-Chich Wen** Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, P.O. Box. 16, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

**Tung-Ching Hsu** Dept. of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec. VI., Taipei, Taiwan, R.O.C.

**Chiou-Nan Chen** Council of Agriculture, Executive Yuan, 37 Nan Hai Road, Taipei, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

There was a definite vertical distribution of spiralling whitefly on the guava plant for immatures occurring on the surface of the guava leaves. Eggs and young nymphs occurred on the uppermost and youngest leaves while aged nymphs and pupae were found on older and lower leaves. According to these relationships, sample position for each stage on different sequence leaves was determined.

An analysis of the pattern of spatial distribution of spiralling whitefly on the sampled leaves revealed that egg circles were of the aggregative type. While nymphs or pupae a random distribution.

The optimal sampling size for each developmental stage of the whitefly was estimated by  $m^* - m$  analysis. At the egg circle density of 0.5 circles / leaf, sample size of 122 and 20 leaves were required to fulfill a precision level of 0.1 and 0.25, respectively. Whereas, 408 and 65 leaves were required for the 2nd instar; 397 and 63 leaves for the 3rd instar and pupa.

**Key words:** *Aleurodicus dispersus*, spiralling whitefly, spatial distribution, sampling size.

## 前 言

螺旋粉蝨原產地為中、南美之新熱帶區，1960年迅速向西蔓延，由中南美，經太平洋諸小島，而於1981年侵入亞洲。主要分布於熱帶與亞熱帶地區，包括西印度群島、中南美洲、太平洋群島及東南亞等地(Russell, 1965; Anonymous, 1986; Martin, 1989; Waterhouse and Norris, 1989)。1988年於台灣南部被發現，據1990年Kumashiro私人信函提及夏威夷之寄主多達177種，而於

台灣南部調查其寄主有64科144種(Wen *et al.*, 1994)，顯見其食性甚雜。由於一般粉蝨類均有產卵於幼葉之習性，且其幼期均在同一葉片完成發育，是故各蟲期分布於植株上有差異，取樣方法也因之而改變，諸如煙草粉蝨由卵至蛹在寄主上呈垂直分布，取樣部位不適，誤差甚大(Butler *et al.*, 1986; Barbara and Rumei, 1990; Byrne, 1991)。本文研究螺旋粉蝨於番石榴植株上之空間分布及取樣技術，期對本蟲之生態能得更具體瞭解與認識，俾作研究與防治本蟲之參考。

## 材料與方法

### 一、空間分布與取樣數決定

#### 1. 取樣部位之選定

1990年7月至1992年6月於鳳山市一處番石榴園進行試驗，面積約1.5公頃，鄰近印度棗及蓮霧園。試區番石榴行株距為 $2 \times 3$ 公尺，共96株，採用一般農民之栽培管理方式，定期施肥、灌溉、除草，試驗期間不使用殺蟲劑，讓螺旋粉蝨於田間自然發生，然後每半個月調查一次，每次調查40株每株分上、中、下部及東、西、南、北面各調查一枝條，每次共計調查480枝條，每一枝條由第1葉至25葉，計算各蟲期之蟲數作為族群分析資料，進而將之以1~3、4~6、7~9及10~12月分開分析各蟲期分布於不同葉次之頻度，計算不同蟲期蟲量於不同葉次與總葉上之相關關係，供為取樣部位之參考。

#### 2. 空間分布

就前述二年調查之植株取樣葉片間，各部位之各蟲期分布蟲數進行空間分布型之分析。將各次調查之均值(Mean,  $m$ )及變方(Variance,  $s^2$ )以對數轉換求得迴歸式之斜率值 $b$ ，即將 $s^2 = am^b$ 轉換為 $\log s^2 = \log a + b \log m$ ，式中 $b$ 即為聚集指數(Taylor, 1961; 1984)。又根據平均擁擠度( $\bar{m}^*$ )與族群平均密度( $m$ )關係，求出直線迴歸式 $m = \hat{\alpha} + \hat{\beta}m$ ， $\hat{\beta}$ 即為族群分散指數(Lloyd, 1967; Iwao and Kuno, 1968)。由 $b$ 及 $\hat{\beta}$ 判斷族群分布之型態。

#### 3. 取樣數之決定

就取樣部位之葉片空間分布分析所得迴歸式之 $m^* = \hat{\alpha} + \hat{\beta}m$ ，將式中之 $\hat{\alpha}$ 及 $\hat{\beta}$ 值代入 $N = t^2 / D^2 (\hat{\alpha} + 1 / m + \hat{\beta} - 1)$ 式中，由此算出取樣數所需樣品數(Iwao and Kuno, 1968)， $t$ 為信賴係數， $D$ 為精密度， $m$ 為樣品平均密

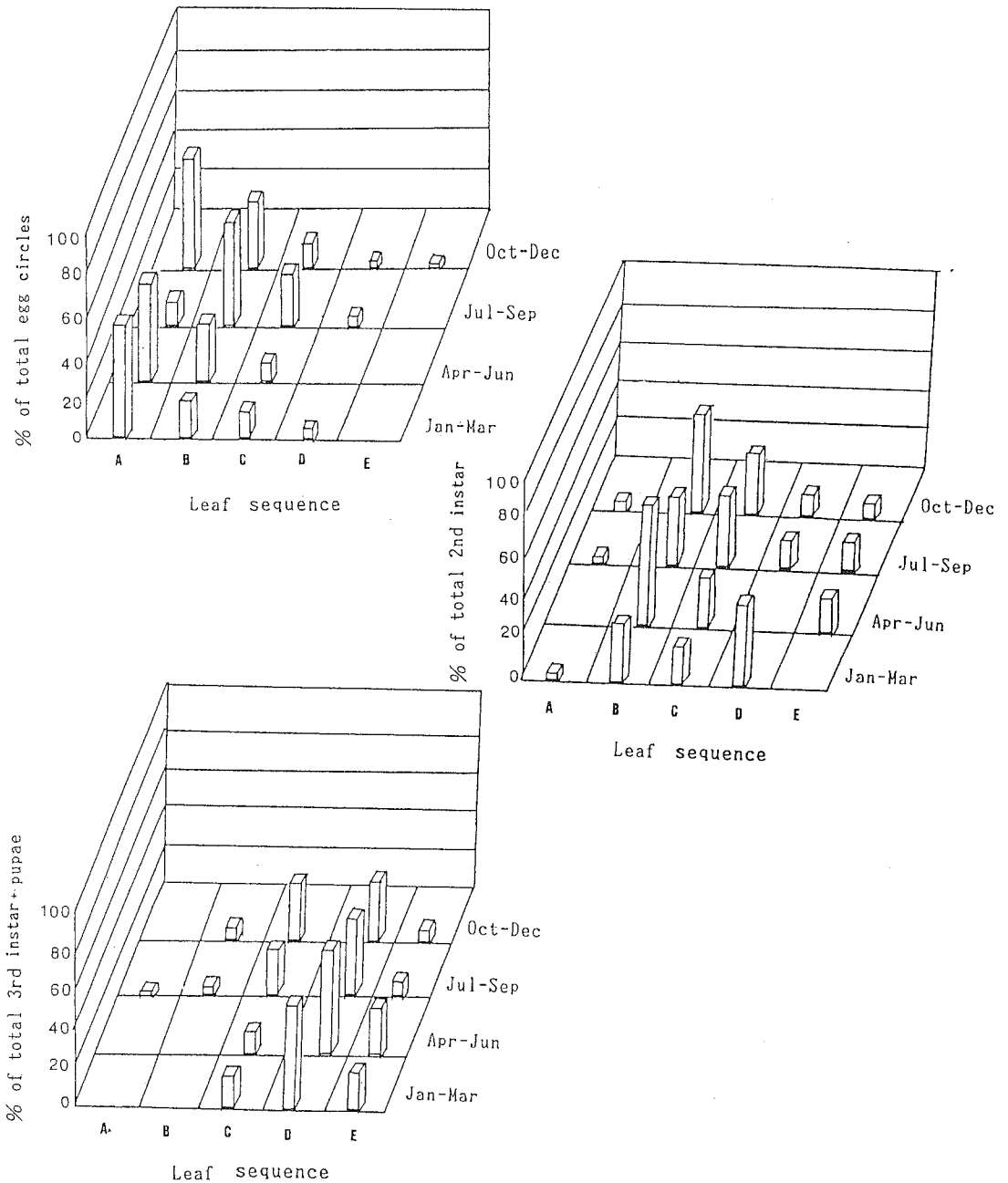
度。試驗資料分析時，將精密度 $D$ 設定為0.1及0.25， $t$ 值設為2.0。

## 結果與討論

### 一、空間分布與取樣數之決定

#### 1. 取樣部位之選定

螺旋粉蝨除成蟲及初齡若蟲會行動外，其他各齡期均行固著生活，且各蟲期在植株上的分布，會受成蟲之產卵習性、植物生長及環境變化等影響而有所改變，如果取樣部位不適，勢必產生誤差。經過調查結果，各蟲期於各月份分布於番石榴上之頻度不相同，如圖一所示，卵圈於1~6月及10~12月均以1~5葉次分布最高，7~9月則以6~10葉次分布最高；二齡若蟲於4~6月及10~11月則以6~10葉次分布最高，7~9月以11~15葉次分布最高，1~3月則以16~20葉次分布最高；三齡若蟲及蛹全年度均以16~20葉次分布最高。又分析全年各蟲期分布於各葉次之比例結果如表一，其中卵圈分布於1~5及6~10葉次之比例最高，二齡若蟲以分布於6~10葉次之比例最高；三齡若蟲及蛹則分布於16~20葉次之比例最高。進一步分析各蟲期分布於不同葉次與總枝葉上蟲數之相關關係，於第1~10葉次之卵圈數與總葉數之卵圈數，經直線迴歸分析，呈顯著正相關(上、中、下各枝條之第1~5及6~10葉次與總葉次卵圈數之相關係數( $r$ )分別為0.9513、0.9582、0.9901、0.9814、0.9543、0.9346，機率均為 $p < 0.01$ 顯著)，二齡及三齡若蟲與蛹則分別於第6~15及11~20葉次與總枝葉蟲數成正相關(上、中、下各枝條第6~15及11~20葉次與總葉次二齡若蟲數之相關係數( $r$ )分別為0.9547、0.9723、0.9597、0.9548、0.9112、0.9052，機率均為 $p < 0.01$ 顯著；上、中、下各枝條第11~15葉次及16



圖一 螺旋粉蟲各蟲期於番石榴各葉次(由上而下)之分布百分比。

Fig. 1. Percentage of each stage of *Aleurodicus dispersus* on grouping of sequence leaves of guava. (grouping of sequence leaves on the top of branch as A:1-5; B:6-10; C:11-15; D:16-20; E:20-25).

~20 葉次與總葉次之三齡若蟲數與蛹之相關係數 (r) 分別為 0.9427、0.9743、0.9046、

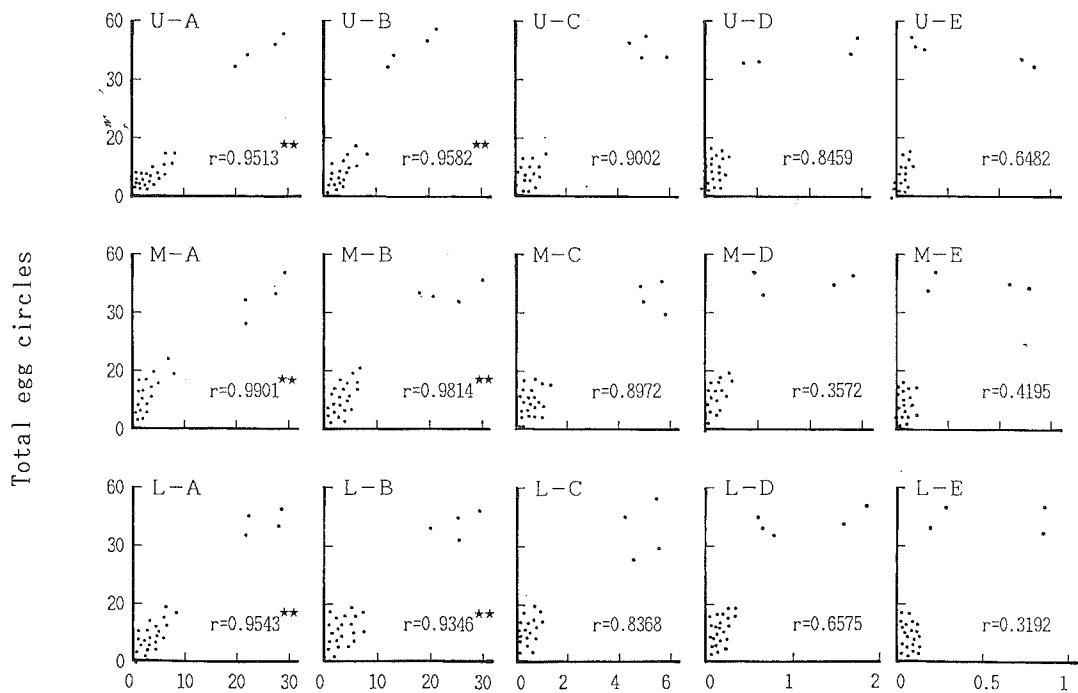
0.9745、0.9129、0.9742，機率均為  $p < 0.01$  顯著，根據以上調查結果與分析(圖二、三及

表一 番石榴螺旋粉蝨全年各蟲期分布於各葉次之比例

Table 1. Proportion of each stage of *Aleurodicus dispersus* on grouping of sequence leaves of guava for whole year

Leaf sequence <sup>1)</sup>	Proportion on leaf		
	Egg circles	2nd instar	3rd instar + pupa
1-5	0.44	0.04	0.01
6-10	0.34	0.40	0.04
11-15	0.17	0.29	0.24
16-20	0.04	0.17	0.54
21-25	0.01	0.10	0.17

1) Grouping of sequences leaves on the top of branch.



Egg circles on different groupings of leaf sequence

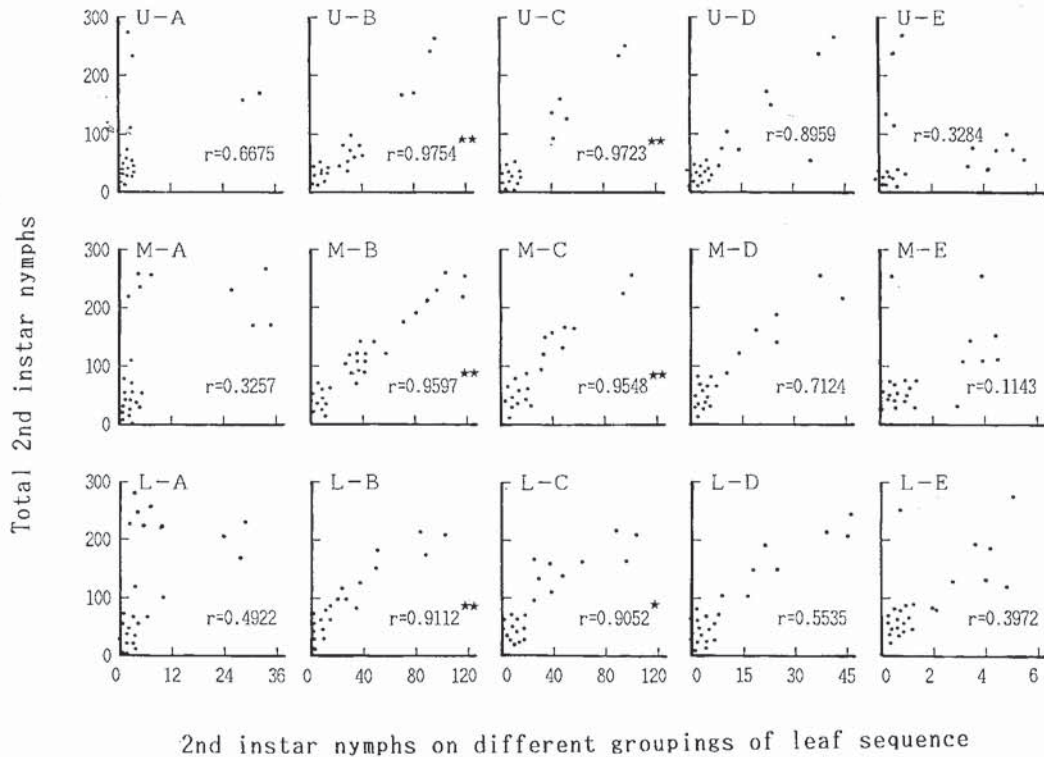
圖二 螺旋粉蝨卵圈分布於番石榴各部位枝條不同葉次與總葉上之相關關係。

Fig. 2. Relationship between the total and the number of egg circles of *Aleurodicus dispersus* distributed on different groupings of leaf sequence on the branch of guava (Part of branch on guava as U:Upper; M:Middle; L:Lower, and grouping of sequence leaves on the top of branch as A:1-5; B:6-10; C:11-15; D:16-20; E:21-25).

四), 田間調查採樣部位, 卵圈、二齡若蟲及三齡若蟲與蛹宜分別選擇第 1~10、6~15

及 11~20 葉次為取樣部位。





圖三 螺旋粉蝨二齡若蟲分布於番石榴各部位枝條不同葉次與總葉上之相關關係。

Fig. 3. Relationship between the total and the number of 2nd instar of *Aleurodicus dispersus* distributed on different groupings of leaf sequence on the branch of guava (Notes same as Fig.2).

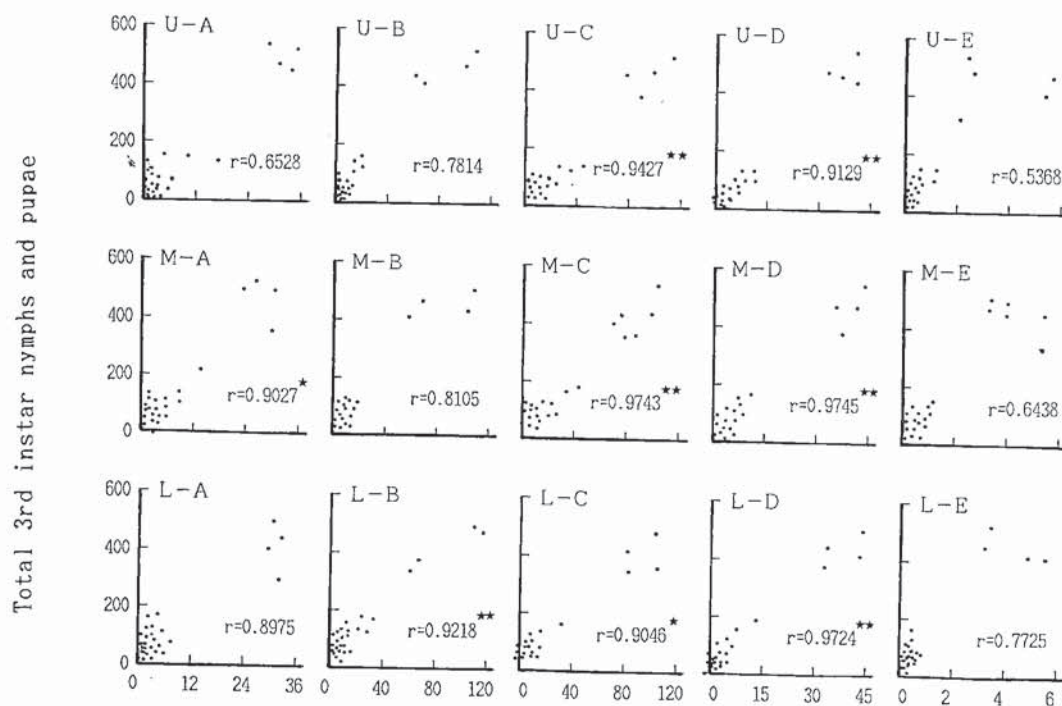
## 2. 空間分布

就不同季節於番石榴園取樣葉片部位作聚集度分析，結果各蟲期聚集程度如表二所示不盡相同，可能是受氣候變化、植物生長、蟲體移動及其他因子所影響。利用兩種分析方法所得結果大致於春、秋二季其密度較高，各蟲期呈聚集分布，冬、夏二季其密度較低而呈隨機分布。將全年調查資料進行分析，分別求得  $\log s^2 - \log m$  及  $\hat{m} - m$  之迴歸方程式。在  $\log s^2 - \log m$  之關係式，於取樣部位卵圈、第二齡若蟲及第三齡若蟲與蛹分別求得方程式，分別為  $\log s^2 = -0.6872 + 1.7524 \log m$  ( $r^2 = 0.9633^{**}$ );  $\log s^2 =$

$-0.3626 + 1.0452 \log m$  ( $r^2 = 0.8660$ );  $\log s^2 = -0.3316 + 1.2457 \log m$  ( $r^2 = 0.9228^{**}$ ) (圖五)。  $\hat{m} - m$  之關係式，於卵圈、第二齡若蟲及第三齡若蟲與蛹上分別為  $\hat{m} = 0.9116 + 1.1291 m$  ( $r^2 = 0.9900^{**}$ );  $\hat{m} = -0.5051 + 1.0048 m$  ( $r^2 = 0.9948^{**}$ );  $\hat{m} = -0.5046 + 1.0313 m$  ( $r^2 = 0.9993^{**}$ ) (圖六)。由  $\log s^2 - \log m$  關係式，可知各蟲期之  $b$  值依序為 1.7524、1.0452 及 1.2457，而  $\hat{m} - m$  關係式中為  $\hat{\beta}$  值各蟲期依序為 1.1291、1.0048 及 1.0312，由  $\hat{\beta}$  大小即可判定其在取樣葉片各蟲期中卵圈較傾向於聚集型，若蟲與蛹較傾向於隨機型，此現象可能與成蟲產卵之習性有關，另外利用

表二 四季中在番石榴園取樣葉片上螺旋粉蝨之卵圈、若蟲及蛹之Taylor及Iwao's聚集指數  
 Table 2. The aggregated index of Taylor's power law(b) and Iwao's  $\hat{m} - m$  regression( $\hat{\beta}$ ) of *Aleurodicus dispersus* on sampling leaves of guava plant in different seasons

Stage	Cropping season	Iwao's $\hat{\beta}$	Taylor's b
Egg circle	Autumn	2.7342	1.2141
	Winter	1.0410	1.1066
	Spring	1.2566	1.3855
	Summer	1.0843	0.9497
2nd instar	Autumn	1.6386	1.3543
	Winter	1.0212	0.9724
	Spring	1.1953	1.1143
	Summer	1.0592	0.8003
3rd instar + pupa	Autumn	1.7642	1.8475
	Winter	1.0218	1.0311
	Spring	1.1394	1.1503
	Summer	1.0204	0.9862

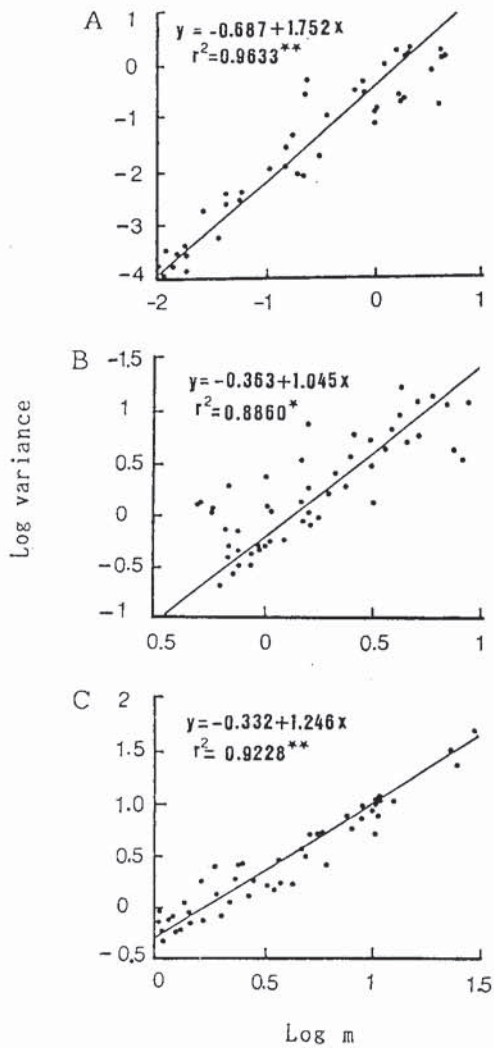


3rd instar nymphs and pupae on different groupings of leaf sequence

圖四 螺旋粉蝨三齡若蟲與蛹分布於番石榴各部位枝條不同葉次與總葉上之相關關係。

Fig. 4. Relationship between the total and the number of 3rd instar and pupa of *Aleurodicus dispersus* distributed on different groupings of leaf sequence on the branch of guava (Notes same as Fig.2).

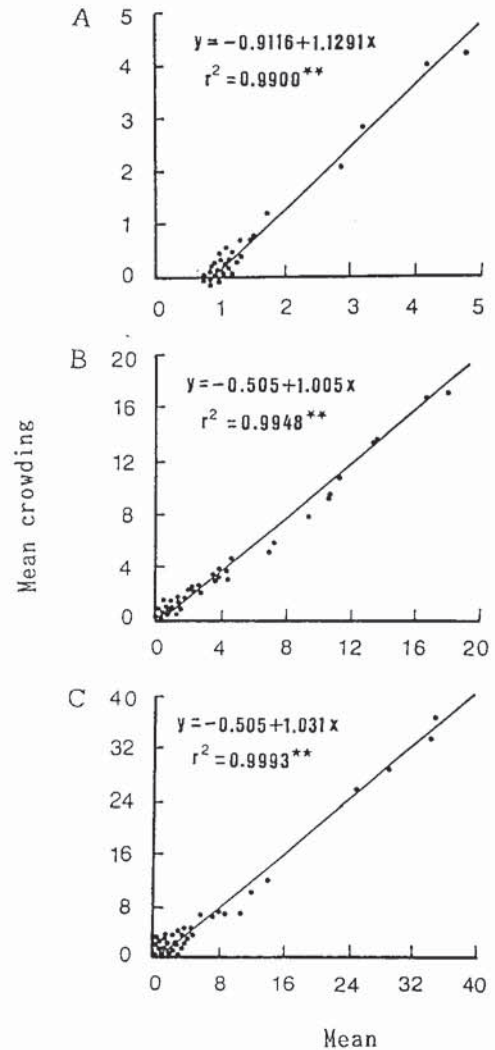




圖五 螺旋粉蝨於番石榴葉片上之平均數與均方之關係(經對數轉換) (A: Egg circles; B: 2nd instar; C: 3rd instar+pupa)。

Fig. 5. Regression equation of variance (in logarithm) and mean (in logarithm) for each stage of *Aleurodicus dispersus* on guava leaf (n=48).

聚集指標測定法(Arbous and Kerrich, 1951), 即用種群聚集均數( $\lambda$ )檢驗每次調查螺旋粉蝨卵圈在番石榴園之聚集原因, 由 $\lambda = m / 2k.r$ 公式測得 $\lambda$ 值均介於 2.4217 至 2.0148 之間,



圖六 螺旋粉蝨於番石榴葉片上之平均數與平均擁擠度之關係 (A: Egg circles; B: 2nd instar; C: 3rd instar+pupa)。

Fig. 6. Mean crowding ( $\bar{m}^*$ ) and mean regression for each stage of *Aleurodicus dispersus* on guava leaves (n=48).

在 $\lambda \geq 2$ 情況下, 說明其卵圈聚集現象乃成蟲本身產卵習性所致, 概成蟲用口針刺探幼葉判斷幼葉含氮量較高, 且幼葉表皮層薄, 易於穿刺, 且有利於幼蟲之存活, 因而產卵選定幼葉為主(溫等未發表資料)。概成蟲產卵於

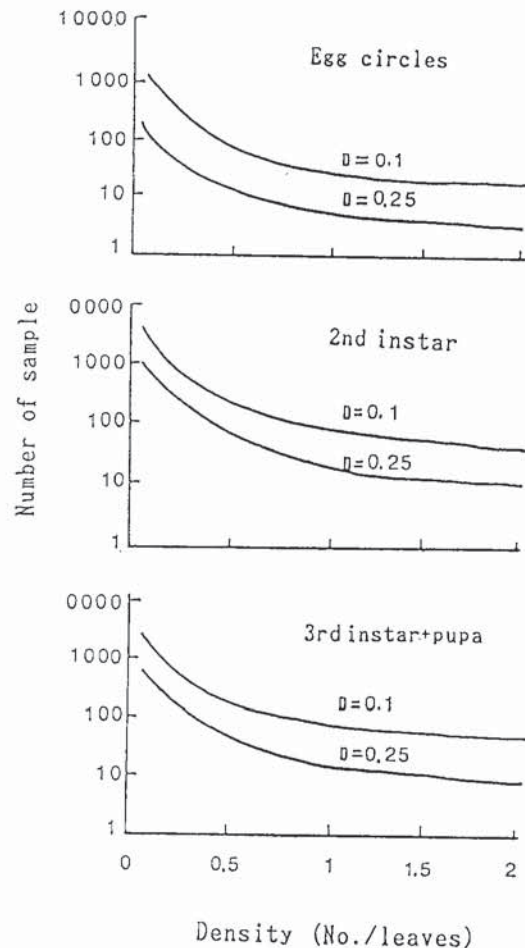
較嫩幼葉上，通常葉片上含卵圈數由數個至數十個，故有明顯之聚集現象。而卵圈之粒係呈螺旋之分散，卵孵化後若蟲移動、葉片長大、天敵捕食及其他環境氣候因子影響，致使後來蟲體有偏向逢機分布現象。

### 3. 取樣數之決定

將番石榴園中所得螺旋粉蝨不同蟲期的資料，以 Iwao and Kuno 公式(1968)，估計求得樣品平均密度與樣品數之相關曲線，即將  $\hat{m}^* = \hat{\alpha} + \hat{\beta}m$  中之  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$  值代入  $N = t^2 / D^2 (\hat{\alpha} + 1 / m + \hat{\beta} - 1)$ ，其中  $t=2.0$ ， $D$  為精密度，分別設定為 0.1 及 0.25，即取樣誤差值為 10% 及 25%，式中關係顯示所需樣品數與要求精密度成正相關，而與樣品平均密度成負相關，即要求精密度高或樣品平均密度低時，所需樣品數多，反之要求精密度低或樣品平均密度高時，所需樣品數少，所得之資料分析顯示如圖七，當番石榴上卵圈之密度為 0.5 圈 / 葉， $D=0.1$  及 0.25 時，估算之最適樣品數分別為 122 及 20，二齡若蟲之密度為 0.5 隻 / 葉，所需樣品數則分別為 408 及 65，三齡若蟲或蛹之密度為 0.5 隻 / 葉，所需樣品數為 397 及 63。

同種生物在不同情況下會呈現不同的分布型態(Strickland, 1961; Taylor, 1984)，而正確之取樣需依其分布型態做最適之取捨。螺旋粉蝨之卵圈，若蟲及蛹於番石榴植株幼葉至老葉呈垂直分布，故對各蟲期之取樣葉次應有區分，且因受季節影響其於取樣葉片之空間分布可受蟲口密度影響而有所差異，故昆蟲族群空間分布型態、取樣部位，為昆蟲取樣技術之重要基礎工作。

取樣技術在族群研究上之利用，首重於取樣數之取捨，田間取樣數愈多，評估可信度也愈高，但因費時、費工，不合試驗經濟原則，故需尋出適量兼具有共通性能代表族群特徵之樣品數。因此取樣數之多寡，將依



圖七 在不同精密度要求下番石榴上螺旋粉蝨平均密度與所需樣品數間之關係曲線。

Fig. 7. Relationship between population density and number of samples required at two precision levels for each stage of *Aleurodicus dispersus* on guava.

害蟲之族群密度、取樣目的及要求精密度而改變，且取樣時必須考慮於空間分布型之作用，在取樣之目的、單位、總數、時間及方法上作全盤性之考量，以決定取捨 (Southwood, 1978).

## 誌 謝

本文為第一作者將提出之國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文之一部份，本文承洪淑彬教授與吳文哲教授指正，柯俊成老師提供寶貴意見及文獻，李明哲、洪淑慧、洪瑞蘭及郭昭蓉協助試驗謹此致謝。本試驗由行政院農業委員會補助部份經費(82 科技-1.3-糧-23 (6))。

## 參考文獻

- Anonymous.** 1986. Distribution Maps of Pests CAB pp.476-477. International Insti. Entomol.
- Arbous, A. G., and J. E. Kerrich.** 1951. Accident statistics and the concept of accident-proneness. Part I: A critical evaluation. Part II: The mathematical background. *Biometrics*. 7: 340-432.
- Barbara, S. E., and X. Rumei.** 1990. Sampling and spatial patterns of whiteflies: their bionomics pest status and management. pp.111-113. Intercept Ltd, PO Box 716, Andover, Hants SP10 1YG, UK.
- Butler, G. D., T. J. Henneberry, and W. D. Hutchinson.** 1986. Biology, sampling and population dynamics of *Bemisia tabaci*. *Agric. Zool. Rev.* 1: 167-195.
- Byrne, D. N.** 1991. Whitefly biology. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 431-457.
- Iwao, S.** 1968. A new regression method for analysing the aggregation pattern of animal population. *Res. Pop. Ecol.* 10: 1-20.
- Iwao, S., and E. Kuno.** 1968. Use of the regression of mean crowding on mean density for estimating sampling size and the transformation of data for the analysis of variance. *Res. Pop. Ecol.* 10: 210-214.
- Lloyd, M.** 1967. Mean crowding. *J. Anim. Ecol.* 36: 1-30.
- Martin, J. H.** 1989. The whitefly pest species *Aleurodicus dispersus* and its rapid extension of range across the Pacific and South east Asia. British Museum Information Sheet 2pp.
- Russell, L. M.** 1965. A new species of *Aleurodicus* Douglas and two closed relatives (Homoptera: Aleyrodidae). *Fla. Entomol.* 48: 47-55.
- Southwood, T. R. E.** 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London 524 pp.
- Strickland, A. H.** 1961. Sampling crop pests and their hosts. *Annu. Rev. Entomol.* 6: 201-222.
- Taylor, L. R.** 1979. Convergence to the stable age distribution in population of insects. *Am. Nat.* 113: 511-530.
- Taylor, L. R.** 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature (London)* 189: 732-735.
- Taylor, L. R.** 1984. Assessment and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annu. Rev. Entomol.* 29: 321-357.
- Waterhouse, D. F., and K. R. Norris.** 1989. Biological control. Pacific

Prosp. Suppl. Aust. Centr. Inter. Agr.  
Res. Can. 1: 13-21.

**Wen, H. C., T. C. Hsu, and C. N. Chen.**  
1994. Supplementary description and  
host plants of the spiralling whitefly,

*Aleurodicus dispersus* Russell. Chinese  
J. Entomol. 14: 147-161.(In Chinese)

收件日期：1994年6月14日

接受日期：1994年8月6日