

## 番石榴粉介殼蟲之生活史及溫度對 其族群增長介量之影響

黃振聲<sup>1</sup> 謝豐國<sup>2</sup> 洪巧珍<sup>1</sup> 朱耀沂<sup>3</sup>

1. 臺灣省農業藥物毒物試驗所，臺中縣，霧峯鄉；2. 臺灣省蠶業改良場，苗栗縣，公館鄉；3. 國立臺灣大學植物病蟲害學研究所，臺北市

(接受日期：77年3月28日)

### 摘 要

黃振聲、謝豐國、洪巧珍、朱耀沂 1988 番石榴粉介殼蟲之生活史及溫度對其族群增長介量之影響 植保會刊 30 : 157—174.

於室內以番石榴葉片累代飼育番石榴粉介殼蟲，觀察其周年生活史，發現該蟲在臺中地區一年可發生8~9世代，每世代發生所需時間隨氣溫而異，於夏季高溫，從卵至雌蟲產卵需時26.0日；冬季低溫，世代時間延長為55.1日。雌蟲產卵量為234.5~507.3粒，雌蟲產卵量與其體形大小成正相關，卵孵化率為94.4~100%，雌雄性比1比1。一年中各世代族群之內在增殖力( $\gamma$ )，以春季世代之 $\gamma$ 值較高，秋季者其次，冬、夏季者較小；而其族群加倍所需時間於春季約為4日，冬季則為8日，此與田間該蟲發生高峯期之族群大小有類似之趨勢。文中對番石榴粉介殼蟲為害習性及外形變態亦有簡要描述。溫度對番石榴粉介殼蟲之發育、繁殖及雌蟲體形具顯著之影響，各蟲期累積發育日數隨溫度升高有縮短情形，30°C時各蟲期累積發育日數最短，32°C時累積發育日數反而有延長之現象，於35°C高溫下，該蟲生長至1~2齡若蟲即陸續死亡，發育零點溫度及有效積溫分別為10.4°C及526.3日度。雌蟲體形大小及產卵量與溫度間呈拋物線之關係，以25°C時雌蟲體形最大，且產卵量最多為455.8粒。按生命表資料分析顯示，番石榴粉介殼蟲於15、20、25、30、32°C下之族群內在增殖力，依序為0.032、0.086、0.146、0.104、-0.048；依該蟲於不同恆溫中族群增長之內在增殖率，估算族群增長臨界低、高溫及最適溫度分別為14.4、32.1( $\gamma=0$ )及23.3°C( $\gamma=0.149$ )。

關鍵字：番石榴粉介殼蟲、生活史、發育零點溫度、有效積溫、生命表、內在增殖力。

### 緒 言

番石榴粉介殼蟲 (Guava mealybug, *Planococcus pacificus* Cox) 與柑桔粉介殼蟲 (Citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso))，同屬同翅目 (Homoptera)，粉介殼蟲科 (Pseudococcidae)，番石榴粉介殼蟲主要分佈於南太平洋及東南亞地區<sup>(12)</sup>，柑桔粉介殼蟲則為世界性分佈的重要害蟲之一<sup>(15)</sup>。此二

種粉介殼蟲均為雜食性昆蟲 (Polyphagous species)，國外報告柑桔粉介殼蟲為害植物至少有45種<sup>(13,14)</sup>，而在臺灣也有26科40種寄主植物之記錄<sup>(2)</sup>，其中包括柑桔、桑、番石榴、葡萄、釋迦、檸檬、梨等多種經濟果樹。目前番石榴粉介殼蟲成為本省番石榴樹之關鍵害蟲，每年於春、秋、冬三季猖獗為害，其若蟲及成蟲性喜棲居於果樹枝桠、葉背及果實等部位，吸食汁液，並分泌蜜露而誘生真菌性煤

汚病，導致植物生長勢衰弱，提早落葉落果、，或果味變酸，嚴重影響果產與品質。果農為確保果樹之生產品質及減少受害，因而施藥頻繁；惟粉介殼蟲因其體被粉狀或綿狀腊質物，並喜棲集於寄主縫隙部位，造成藥劑防治效果不彰。另外番石榴樹經年皆可結果，故於採果期間仍頻繁用藥，不僅增加防治費用，且常因劑量累積易發生藥害，對食用者之安全亦頗為可虞<sup>(3,5,7)</sup>。本省有關番石榴粉介殼蟲之基本資料缺乏，因此本文乃針對番石榴粉介殼蟲在番石榴上之為害習性、生物特性、族群生態等方面進行了解，期能有助於該粉介殼蟲防治技術之改進。

## 材料與方法

供試之番石榴粉介殼蟲（本蟲經大英博物館 Dr. M. Cox 鑑定後，已知為 *Planococcus pacificus* Cox，茲將中名稱為番石榴粉介殼蟲，作者等以往在本會刊發表有關 *P. citri* 之報告之供試蟲，於此亦修正為 *P. pacificus*），採自社頭鄉番石榴園，以盆栽番石榴（梨仔拔品種）養殖於溫度 20~30 °C 之網室內，作為本研究各項試驗之原始種群。

### 番石榴粉介殼蟲生物特性之觀察

自原始種群中，以細毛筆挑取約 20 隻產卵母蟲 10 組，將其在 12 小時內產下之卵約 300 粒，以單粒分置於直徑 9 公分的培養皿內，皿中置有新鮮番石榴葉片（取自第 3、4 對葉片），並在葉柄處以微濕棉球包裹，皿底另鋪置微濕濾紙，以保持相當濕度，編號後即置於室內，逐日觀察記錄卵之孵化及若蟲之生長、發育情形，並以附有微尺 (Micrometer) 之解剖顯微鏡，觀察、測量每齡期蟲體大小及外形變化；每隔 3~4 日遇葉片萎黃時，更換新葉。當若蟲發育為成蟲時，行雌雄配對，並自雌蟲產卵起至死亡為止，逐日挑除並記錄新生卵數，統計每一雌蟲之產卵量，另於半數雌蟲產卵時，採取卵粒，如前述方法繼續飼育、觀察及記錄，以累代飼育法測定粉介殼蟲之年生代數。

另以雌、雄蟲隔離飼育方法觀察生殖方式，即將雌性三齡若蟲，單隻飼育於內置番石榴

葉片的培養皿內，先以南亞保鮮塑膠膜緊密封皿口，再覆蓋培養皿蓋，以阻絕雌成蟲進入交尾。在室溫下，待若蟲變為成蟲並長成 31 日齡時（雌成蟲產卵前期約 7.3~19.8 日），分成每隻雌成蟲配對 5 隻雄成蟲及不配對雄成蟲二種處理進行，觀察雌蟲產卵數及卵之孵化情形，當雌蟲死亡後，則解剖鏡檢體內卵子形成狀況。

### 溫度對番石榴粉介殼蟲族群增長之影響

依前法挑取新生卵粒，移置於有番石榴葉片之培養皿內，並分置於將光週期均設定 L : D = 12 : 12 之 15、20、25、30、32 及 35 °C 定溫箱中，每日觀察並記錄粉介殼蟲之孵化、脫皮、存活及產卵數，每遇脫皮時則測量各蟲期體形大小。所得數據統計粉介殼蟲各蟲期發育時間，存活率，性比，產卵期，壽命，及繁殖力等資料，並參照 Birch 之方法組成生命表 (Life table)<sup>(9)</sup>，估算粉介殼蟲之族群增長介量 (Population growth parameters)。

各項計算方法簡述如下：
$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-\gamma x} l_x m_x = 1,$$

$$R_0 = \sum l_x m_x, T = \frac{1}{\gamma} \ln R_0, \lambda = e^{\gamma}, D = \frac{\ln 2}{\gamma}.$$

式中各項代表為 e：自然對數之底數， $\gamma$ ：內在增殖率 (Intrinsic rate of increase)，x：雌蟲在某時之日齡， $l_x$ ：雌蟲在日齡 x 時之存活率， $m_x$ ：雌蟲在日齡 x 與 x+1 間之生殖率， $R_0$ ：淨生殖率 (Net reproductive rate)，T：平均世代時間 (Mean generation time)， $\lambda$ ：極限增殖率 (Finite rate of increase)，D：族群加倍所需時間 (Population doubling time)。

## 結果與討論

### 番石榴粉介殼蟲之生物特性

#### (一) 全年發生代數

據全年累代飼育結果，發現番石榴粉介殼蟲在臺中地區以番石榴葉飼育，一年可發生 8~9 個世代，其全年生活環詳列於表一。於夏季高溫期間，完成一世代需時 26.0 日，冬季則需 55.1 日。陶氏於本省新竹地區觀察柑桔粉介殼蟲，一年可發生 7 代<sup>(2)</sup>，而國外報告粉

表一、在番石榴葉上番石榴粉介殼蟲之生活環、產卵量及孵化率

Table 1. The life cycle, fecundity and hatchability of *Planococcus pacificus*, reared on guava during 1982-1983<sup>1)</sup>

Date	from to	'82/Feb./10		Apr./28		July/ 5		Aug./12		Sep./22		Nov./ 3		'82/Dec./19		Feb./16		Apr./ 4	
		Apr./17		June/12		Aug./29		Oct./24		Nov./21		Jan./23		'83/Mar./20		Apr./30		May/22	
	min.	16.5		25.3		27.0		22.5		20.0		14.8		14.8		17.0		19.3	
Temp.	mean±S.D.	24.1±2.9		28.1±1.4		28.8±0.9		28.0±1.3		25.7±2.7		20.7±2.5		20.2±2.6		22.7±2.8		25.5±2.8	
	max.	28.5		31.5		31.3		30.5		30.3		24.8		25.8		26.8		29	
		N <sup>2)</sup>	D <sup>3)</sup>	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D
Egg		286	8.1	277	3.0	335	2.4	376	2.6	425	2.7	215	2.4	387	6.2	449	8.4	326	3.6
1st stadium		121	17.8	45	8.8	53	10.2	56	10.7	41	12.4	101	12.1	80	15.6	49	18.4	95	12.2
2nd stadium	♀	58	23.7	11	13.6	10	16.0	32	18.6	12	17.0	45	18.9	49	27.0	30	25.9	55	17.6
	♂	61	25.7	32	14.0	42	15.6	24	18.1	32	20.0	46	19.7	27	27.0	18	27.2	40	18.9
Prepupa		57	28.5	31	16.0	42	17.6	26	19.0	37	21.8	44	22.0	29	31.7	18	29.2	37	20.8
Pupa		54	31.1	31	19.6	41	21.3	27	22.4	37	25.0	44	26.3	22	38.5	18	33.0	33	24.1
3rd stadium		57	30.3	11	18.7	9	23.0	29	25.6	12	24.0	36	23.7	44	35.3	24	32.0	42	22.9
Preovipositing	♀	57	42.6	8	26.0	11	33.0	19	38.5	14	35.0	28	39.7	40	55.1	20	46.4	29	32.1
Ovipositing	♀	55	54.9	7	39.0	11	44.0	19	55.0	14	52.0	28	60.7	39	75.7	18	59.4	28	39.6
Postovipositive	♀	55	56.4	7	42.0	11	45.0	19	61.0	14	57.0	28	63.6	39	79.5	18	65.4	28	41.1
Fecundity	mean	55 <sup>2)</sup>	507.3	7	361.0	11	234.5	19	252.9	14	423.4	28	419.0	39	418.8	18	295.9	28	217.5
(No. eggs/♀)	±		±		±		±		±		±		±		±		±		±
	S.D.		208.0		156.9		104.4		88.8		274.0		217.2		184.2		178.8		144.8
Hatchability (%)		303 <sup>2)</sup>	94.4	280	98.9	337	99.4	203	98.5	427	99.5	216	99.5	391	99.0	449	100	326	100

1) Data of generations during '82/Mar./27-Apr./27 and '82/May/26-July/5 are insufficient, and omitted.

2) Number of insects examined.

3) Cumulative duration (days) show the number days of 50% individuals completed the development from eggs deposition to indicated stage.

介殼蟲年發生代數依地區氣候條件而定, 在乾、熱地區可年生 10 代以上, 在高緯度溫帶地區則年生 2 至 4 代不等<sup>(13, 15, 16)</sup>。

### (二) 各蟲期形性及生活史

番石榴粉介殼蟲全年生育情形參見表一。每一世代各蟲期之體形大小, 除雌性成蟲因隨世代之不同而有較大之變異外, 其餘均無明顯的差異, 故僅提列一代之資料如表二。僅就該蟲之形性及生活史概述如下:

1. 卵: 呈長圓形、淡黃色, 表面光滑, 大小為  $0.3 \times 0.15$  mm (表二)。卵粒多堆藏於母體下之白色綿狀卵囊內。卵期 2.4~8.4 日, 視氣溫而異 (表一)。

2. 若蟲: 剛孵化之初齡若蟲體呈扁橢圓形, 淡黃色, 體長及身體最寬處各為 0.31 及 0.15 mm (表二)。體赤裸, 不久分泌白色臘質物, 體節不明顯, 具觸角、眼各一對, 足三對及絲狀口器。初孵化若蟲暫居卵囊內並多群聚於母體附近, 部份則分散至靠接之枝條、葉片背面或果實上寄生。初齡若蟲期為 5.8~10 日 (表一)。雌性二、三齡若蟲體外形與初齡者相似, 惟體型較大, 分別為  $0.61 \times 0.31$  及  $0.95 \times 0.48$  mm。體表具較多白色臘粉, 體周圍則具短臘毛, 能分泌多量蜜露致誘生真菌性煤污病

, 並常招引螞蟻舐食。二、三齡若蟲期分別為 4.8~11.4 日 及 4.8~7.0 日。雌性二齡若蟲末期外形與雌性者不同, 體變長形, 體色轉為淡褐色, 不分泌粉狀臘質物及蜜露, 出現分泌白色絲狀臘質物營繭之現象。

3. 前蛹及蛹: 僅雄性蟲具之, 藏於白色棉狀之繭內, 繭呈橢圓形, 大小為  $1.46 \times 0.79$  mm。前蛹較長形, 約  $0.98 \times 0.49$  mm, 黃褐色, 頭胸腹不分明, 觸角及足鞘發達; 翅芽乳白色, 不明顯, 附於體之兩側。蛹細長約  $0.93 \times 0.34$  mm, 紅褐色, 眼點紅褐色, 明顯; 觸角、足及翅芽均較前蛹者為長, 腹端具尖形之外生殖器。前蛹及蛹有群居一處之習性。前蛹及蛹期為 4.2~11.5 日。

4. 成蟲: 雌性成蟲體長形, 大小為  $0.88 \times 0.23$  mm, 暗褐色, 具觸角、複眼各一對, 胸足 3 對, 中胸有翅一對, 白色透明, 翅脈僅有 2 支, 後翅變成平均棍, 腹部末端圓錐形, 具一外生殖器及一對白色長臘毛, 當雄蟲休止或爬行時, 雙翅疊置於腹部背面上。雄成蟲羽化後, 暫居繭內一、二日始爬行外出, 循雌性成蟲釋放之費洛蒙氣味, 以飛翔或爬行方式尋找雌蟲交尾<sup>(4)</sup>, 雄成蟲壽命約為 3~5 日。

雌性成蟲淡黃色, 長卵圓形, 體長 1.24~

表二、在  $16.5 \sim 28.5^\circ\text{C}$  下以番石榴葉飼育番石榴粉介殼蟲之各蟲期體形大小

Table 2. Body size of each developmental stage of *Planococcus pacificus* reared on guava at  $16.5 \sim 28.5^\circ\text{C}$  ( $24 \pm 2.9^\circ\text{C}$ )

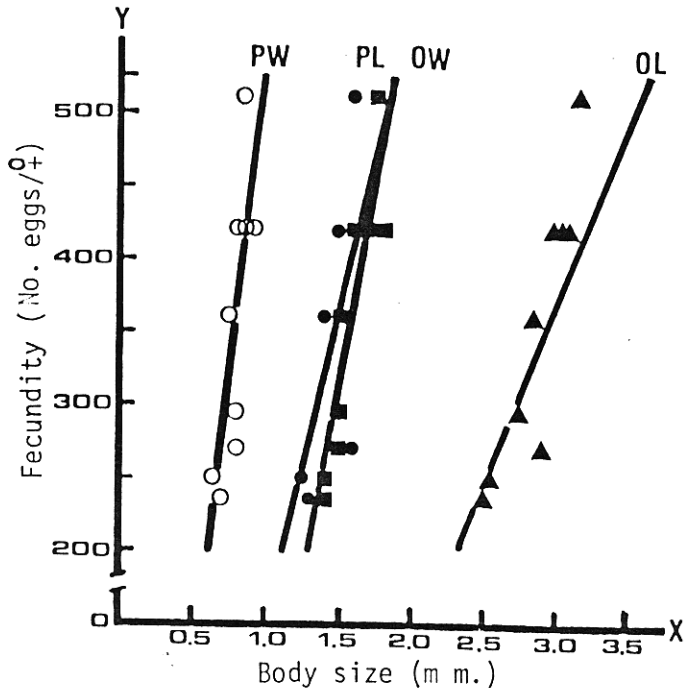
Stage	No. insects examined	Length of body (mm, $\bar{X} \pm \text{S.D.}$ )	Width of body (mm, $\bar{X} \pm \text{S.D.}$ )
Egg	30	$0.30 \pm 0.009$	$0.15 \pm 0.005$
1st stadium	30	$0.31 \pm 0.023$	$0.15 \pm 0.001$
2nd stadium ♂	61	$0.61 \pm 0.045$	$0.31 \pm 0.025$
♀	57	$0.61 \pm 0.042$	$0.31 \pm 0.029$
Prepupa	58	$0.98 \pm 0.059$	$0.49 \pm 0.043$
Pupa	30	$0.93 \pm 0.091$	$0.34 \pm 0.032$
Cocoon	26	$1.46 \pm 0.220$	$0.79 \pm 0.101$
3rd stadium	58	$0.95 \pm 0.086$	$0.48 \pm 0.050$
Male adult	20	$0.88 \pm 0.026$	$0.23 \pm 0.026$
Preovipositing female	52	$1.59 \pm 0.159$	$0.84 \pm 0.100$
Ovipositing female	55	$3.13 \pm 0.404$	$1.75 \pm 0.245$

3.38 mm，最寬處 0.66~1.8 mm，體節明顯，體被白色粉狀脂質物，體側具 17 對短腊毛，體末端之一對腊毛最長。雌成蟲無翅，複眼、觸角、胸足均發達可見；口器亦發達，呈長絲針狀，位於前胸足之間。雌性粉介殼蟲於最後一次脫皮為成蟲後，數小時內即可與雄成蟲交尾。雌成蟲產卵前期為 7.3~19.8 日，產卵期為 7.5~21 日，產卵後期 1~6 日。通常雌成蟲開始產卵前先於腹部尾端分泌少許棉絮狀脂質物，再產卵其內，隨產卵量增多而形成卵囊，雌蟲一生可產 234~507 粒卵，卵孵化率可達 94.4~100%，性比（♀/♀+♂）約為 0.5（表一）。

### (三) 粉介殼蟲生殖方式

粉介殼蟲生殖方式觀察，第一次試驗自 1985 年 4 月 19 日至 6 月 18 日止，雌性 3 齡若蟲以單隻行隔離飼育，自脫皮為成蟲後，持續存

活  $36.2 \pm 11.4$  日 ( $n=32$ )，全部無產卵而死亡，雌成蟲死後經解剖鏡檢，其體內亦無卵子存在。第二次試驗自 1985 年 5 月 8 日至 7 月 1 日止，經隔離飼育的 3 齡若蟲脫皮為成蟲後，44 隻雌成蟲不接交，雄成蟲與之交尾者，存活  $33.2 \pm 10.9$  日，全部無產卵而死亡，雌成蟲死後解剖，體內亦無卵子存在。另 24 隻雌成蟲於 31 日齡時與雄成蟲配對，其中 14 隻雌成蟲於  $34.6 \pm 0.9$  日齡產出棉絮，於  $37.2 \pm 2.8$  日齡產卵，於  $41.2 \pm 4.2$  日齡死亡，每隻雌成蟲產卵量  $52.1 \pm 49.3$  粒，而孵化的雌雄若蟲性比約為 1:1；雌成蟲死亡後解剖，8 隻體內有卵子  $12.1 \pm 29.0$  粒，另 6 隻則無卵子存在。曾與雄成蟲配對但無產卵的雌成蟲有 10 隻，其中 4 隻體內有卵子  $23.8 \pm 25.1$  粒，另 6 隻則無卵子存在。由此證實粉介殼蟲生殖方式應屬兩性生殖 (Bisexual reproduction)，



圖一、各世代番石榴粉介殼蟲雌性成蟲及產卵雌蟲之體長、體寬與產卵量之關係

Fig 1. Fecundity of *Planococcus pacificus* in relation to body length and width of preovipositing female (PL, PW) and ovipositing female (OL, OW). (reared on guava during 1982-1983)

$$PL: Y = -320.03 + 452.47X \quad (\gamma = 0.7014^*)$$

$$PW: Y = -390.46 + 941.91X \quad (\gamma = 0.7073^*)$$

$$OL: Y = -402.12 + 258.04X \quad (\gamma = 0.8240^{**})$$

$$OW: Y = -532.61 + 561.71X \quad (\gamma = 0.8930^{**})$$

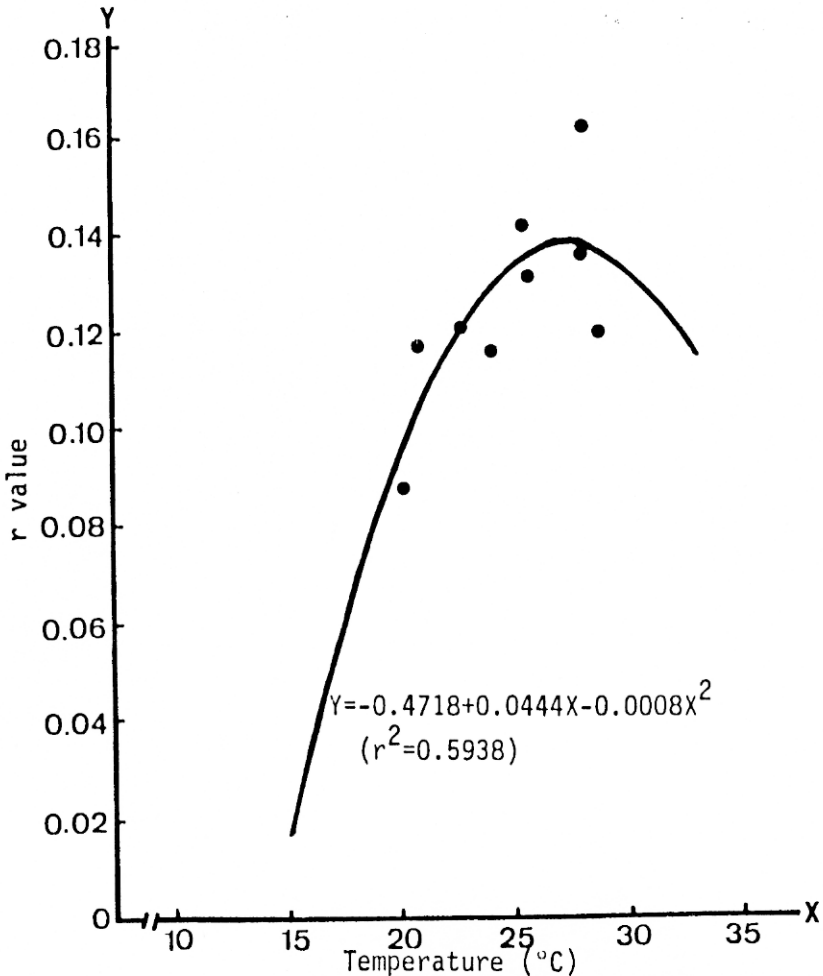
而雌成蟲終生不與雄成蟲交尾則無法產卵，如雌成蟲延遲與雄蟲交尾，其產卵量將遠較正常交尾之雌成蟲為少。Meyers<sup>(17)</sup>曾報導柑桔粉介殼蟲可行孤雌生殖 (Parthenogenetic reproduction)，但 Gray<sup>(14)</sup>則觀察該粉介殼蟲雌性成蟲需經與雄成蟲交尾後始可產下卵囊，此與本試驗結果吻合。

各世代番石榴粉介殼蟲雌性成蟲體形大小與其產卵量成正相關，尤其以產卵期雌蟲之體長( $X_1$ )、體寬( $X_2$ )與產卵量( $Y$ )之相關性最為顯著，其迴歸方程式分別為  $Y = -402.12 + 258.04X_1$ ,  $r = 0.8240^{**}$ ；及  $Y = -532.61 + 561.71X_2$ ,  $r = 0.8930^{**}$  (圖一)。通常，於秋季至翌年春季溫度較低時飼育之雌成蟲，

其體形較大且產卵量較多，在夏季飼育者，體形較小而產卵量亦較少。

#### 四 不同世代族群增殖力之變化

番石榴粉介殼蟲周年各世代之族群增殖力估算結果如表三。即發生於 4~6 月間該蟲族群之內在增殖力( $\gamma$ )較高，發生於 8~11 月間族群的  $\gamma$  值其次，12~3 及 7~8 月間者  $\gamma$  值較小，此與田間發生高峯期之族群大小有類似之趨勢<sup>(5,7)</sup>。由表三中亦知平均世代時間( $T$ )對  $\gamma$  值之影響較淨生殖率( $R_0$ )為大。由族群加倍所需時間推測，通常番石榴粉介殼蟲族群每經 4 (春季)~8 (冬季)日可增殖一倍。又以該蟲每世代發育期間之平均溫度( $X$ )與其內在增殖力( $Y$ )，分析得兩者間具拋物線之關係，



圖二、自 1982~83 間在番石榴葉上番石榴粉介殼蟲內在增殖率與平均溫度之關係

Fig. 2.  $\gamma$ -Value of *Planococcus pacificus* in relation to average temperature (reared on guava during 1982-1983).

表三、在番石榴葉上各世代番石榴粉介殼蟲族群增長之介量

Table 3. Population parameters of *Planococcus pacificus* reared on guava during 1982-1983

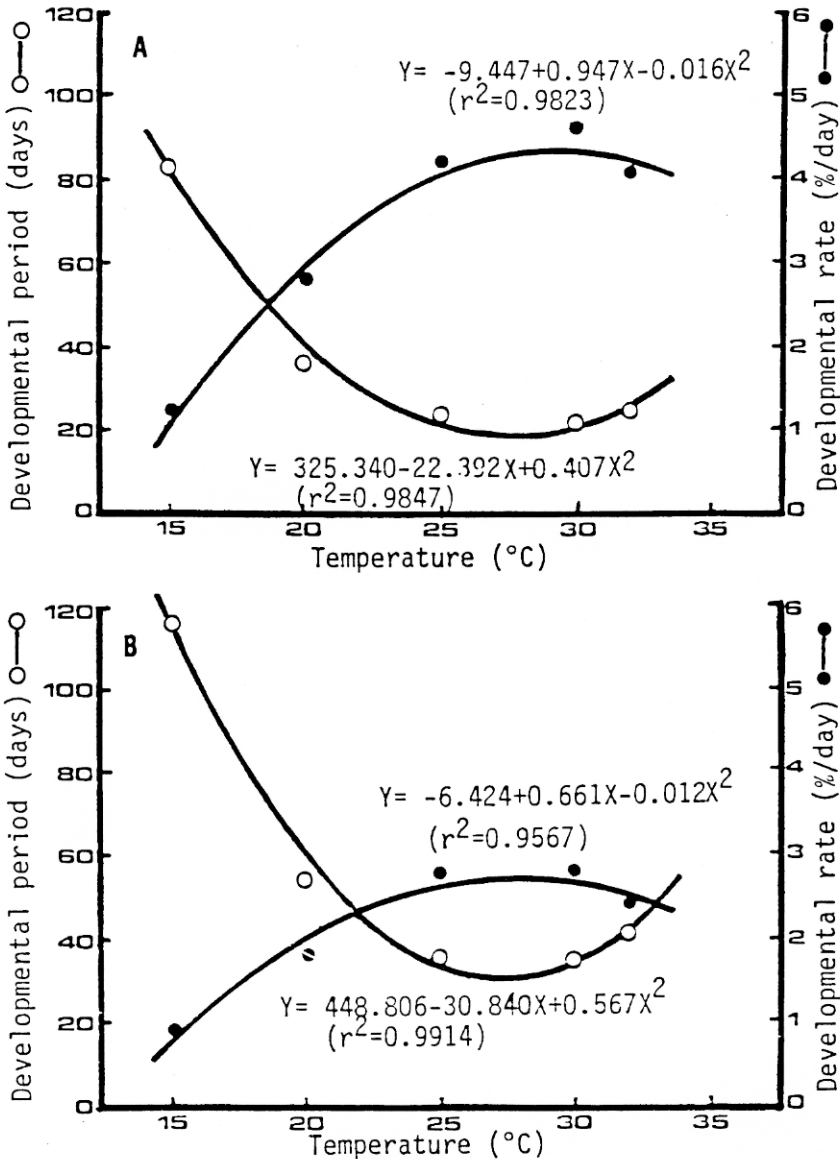
Date		Temp. (°C)	Net reproductive rate ( $R_0$ ) (♀ offsprings/♀)	Mean generation time (T) (days)	Intrinsic rate of increase ( $\gamma$ ) (day <sup>-1</sup> )	Finite rate of increase ( $\lambda$ ) (day <sup>-1</sup> )	Days for population to double
from	to	mean ± S.D.					
'82/Feb./10-	Apr./17	24.1±2.9	205.32	46.17	0.1153	1.1222	6.01
Apr./28-	Jun./12	28.1±1.3	158.74	31.33	0.1617	1.1755	4.29
Jul./ 5-	Aug./29	28.8±0.9	83.55	37.16	0.1191	1.1265	5.82
Aug./12-	Oct./24	28.0±1.3	103.88	34.38	0.1351	1.1446	5.13
Sep./22-	Nov./21	25.7±2.7	154.73	38.58	0.1307	1.1396	5.30
Nov./ 3-	Jan./23	20.9±2.5	168.27	43.95	0.1166	1.1237	5.94
'82/Dec./19-	'83/Mar./20	20.2±2.6	195.19	60.64	0.0870	1.0909	7.97
Feb./16-	Apr./30	22.7±2.8	105.31	38.74	0.1202	1.1277	5.77
Apr./ 4-	Mar./22	25.5±2.8	115.40	33.69	0.1410	1.1514	4.92

其二次迴歸方程式為  $Y = -0.4718 + 0.0444X - 0.0008X^2$ ,  $r^2 = 0.5938$  (圖二)。若設定內在增殖力( $\gamma$ )為零時之溫度有兩值, 為 14.39 及 40.47°C, 此即該蟲族群增長之理論臨界低溫及高溫。至於估算最適族群增長之理論溫度為 27.75°C, 此時  $\gamma$  值最高為 0.144。

溫度對番石榴粉介殼蟲族群增長之影響

(一) 不同恆溫下之發育、繁殖及生長零點溫度  
在 15~35°C 六種恆溫下, 以番石榴葉飼

育番石榴粉介殼蟲, 其各蟲期累積發育時間, 雌蟲產卵量, 及卵孵化率等資料列於表四。該蟲之卵期於 15、20、25、30、32 及 35°C 時, 分別為 16.4、6.5、3.9、3.5、3.1 及 2.5 日, 隨溫度升高, 卵發育日數有縮短現象。其他各蟲期累積發育日數, 自 15°C 起隨溫度升高亦有縮短現象, 即溫度上升可促進其發育速率; 至 30°C 時各蟲期累積發育日數最短, 即表示最快的發育速率; 然溫度升高至 32°C 時



圖三、溫度對番石榴粉介殼蟲發育期及發育速率之影響

Fig. 3. Development temperature relationships of *Planococcus pacificus* expressed as development time (days) and rate of development ( $\text{day}^{-1}$ ). A: from egg to adult, B: from egg to preovipositing adult.

表四、於不同溫度中在番石榴葉上番石榴粉介殼蟲各蟲期之累積發育期、雌蟲產卵量及孵化率

Table 4. The cumulative duration, fecundity and hatchability of *Planococcus pacificus* reared on guava at various temperatures

Stage	Temperature (°C)											
	15		20		25		30		32		35	
	N <sup>1)</sup>	day <sup>2)</sup>	N	day	N	day	N	day	N	day	N	day
Egg	202	16.4±3.0	204	6.5±1.7	205	3.9±1.4	58	3.5±0.9	174	3.1±0.9	220	2.5±1.5
1st stadium	89	45.4±9.1	130	18.6±2.7	189	11.9±2.7	56	10.5±2.0	158	9.5±1.6	6	9.0±2.4
2nd stadium ♀	33	60.9±15.1	47	26.9±3.9	93	17.5±2.8	37	15.2±2.4	11	17.2±2.6	—	—
♂	21	67.0±13.6	20	28.5±3.4	54	19.5±2.5	13	16.8±1.6	35	18.3±3.1	—	—
Prepupa	21	74.8±14.0	18	33.4±3.6	52	21.9±2.9	16	19.1±1.8	96	20.5±1.9	—	—
Pupa	20	86.7±14.8	16	40.0±4.5	50	25.7±2.9	16	21.0±1.2	77	23.2±2.3	—	—
3rd stadium	28	82.9±17.8	41	35.9±4.4	86	23.6±3.1	39	21.7±2.9	6	24.2±2.6	—	—
Male adult	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preovipositing ♀	22	115.5±19.2	37	54.3±4.4	65	35.7±5.6	27	35.2±4.3	3	41.0±5.6	—	—
Ovipositing ♀	22	142.0±21.7	37	74.0±6.9	65	48.6±6.9	27	46.8±4.1	3	45.3±10.1	—	—
Postovipositive ♀	22	146.0±21.8	37	76.6±7.2	81	51.6±7.0	31	49.2±4.9	3	47.0±10.4	—	—
Fecundity (No. eggs/ ♀)	25 <sup>1)</sup>	138.7±133.4 <sup>2)</sup>	37	350.8±176.9	82	455.8±314.1	31	99.6±52.2	4	19.8±22.5	—	—
Hatchability (%)	204 <sup>1)</sup>	100	216	100	204	99.5	216	100	200	87.5	288	76.4

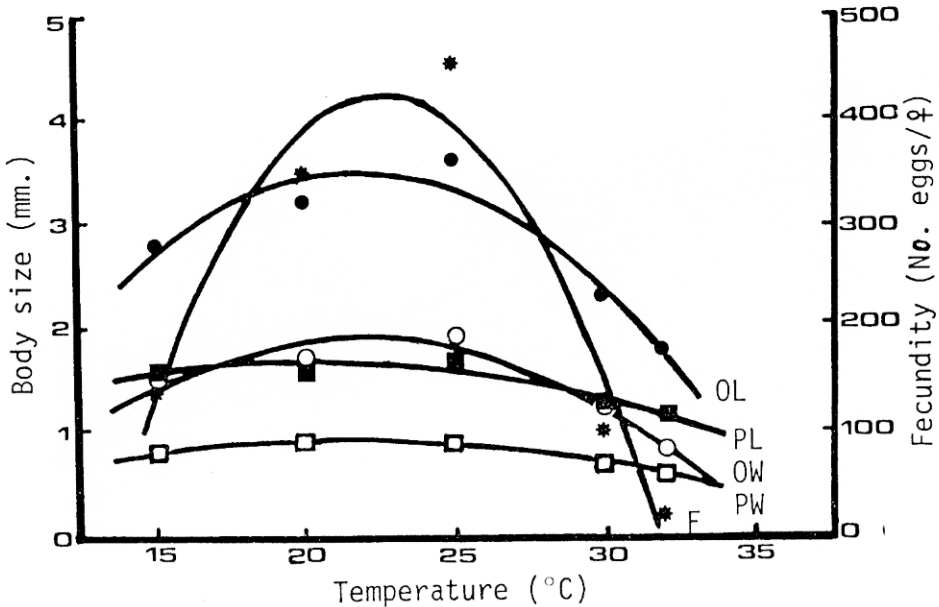
1) Number of insects examined.

2) Mean±S.D.

，發育期則有延長之現象，亦即出現高溫延遲生長之效應；在 35°C 高溫下，該蟲生長至 1~2 齡若蟲即陸續死亡（圖三及表四）。於 15、20、25、30、32 °C 時，粉介殼蟲從卵發育為成蟲分別需時 82.9、35.9、23.6、21.7 及 24.2 日；自卵至成蟲產卵分別需時 115.5、54.3、35.7、35.2 及 41.0 日；自卵至母蟲停止產卵則分別為 142.0、74.0、48.6、46.8 及 45.3 日（表四）。

至於自卵至成蟲、或至成蟲產卵之發育日數 (Y) 與溫度 (X) 之關係，可以曲線迴歸方程式表示，分別為  $Y = -9.447 + 0.947X - 0.016X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9823$ )， $Y = -6.424 + 0.661X - 0.012X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9567$ )。而發育速率與溫度之關係則分別為  $Y = 325.340 - 22.392X + 0.407X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9847$ )， $Y = 448.806 - 30.840X + 0.567X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9914$ )（圖三）。

粉介殼蟲體形大小及產卵量與溫度間呈拋物線之關係（圖四），即自 15 °C 起，隨溫度升高雌性成蟲與產卵期雌蟲之體形及產卵量有增加之趨勢，於 25 °C 時達最高峯，以後隨溫度升高雌蟲之體形及產卵量有降低之現象（圖四及表四）。Cox<sup>(12)</sup> 亦曾報導粉介殼蟲在 17~32 °C 不同溫度下，蟲體大小會有差異，以高溫時蟲體較小，此種現象於鑑定標本時宜注意。而粉介殼蟲雌性成蟲或產卵期雌蟲之體形大小與產卵量間，則具正相關關係（圖五），即粉介殼蟲體形較大者，其產卵量較多，尤其以產卵期雌蟲之體長 (X) 與產卵量 (Y) 之相關性極為顯著，其直線迴歸方程式為  $Y = -459.88 + 245.65X$ ， $\gamma = 0.9581^{**}$ 。卵之孵化率於 15~30 °C 時多高達 100%，惟於 32 °C 及 35 °C 時顯著降低為 87.5 及 76.4%（表四）。



圖四、溫度對番石榴粉介殼蟲體形大小及產卵量之影響

Fig. 4. Relationship of fecundity and body size of female adult of *Planococcus pacificus* to temperature. F represent fecundity, and PL, PW, OL, OW, represent body length and width of preovipositing female, body length and width of ovipositing female, respectively.

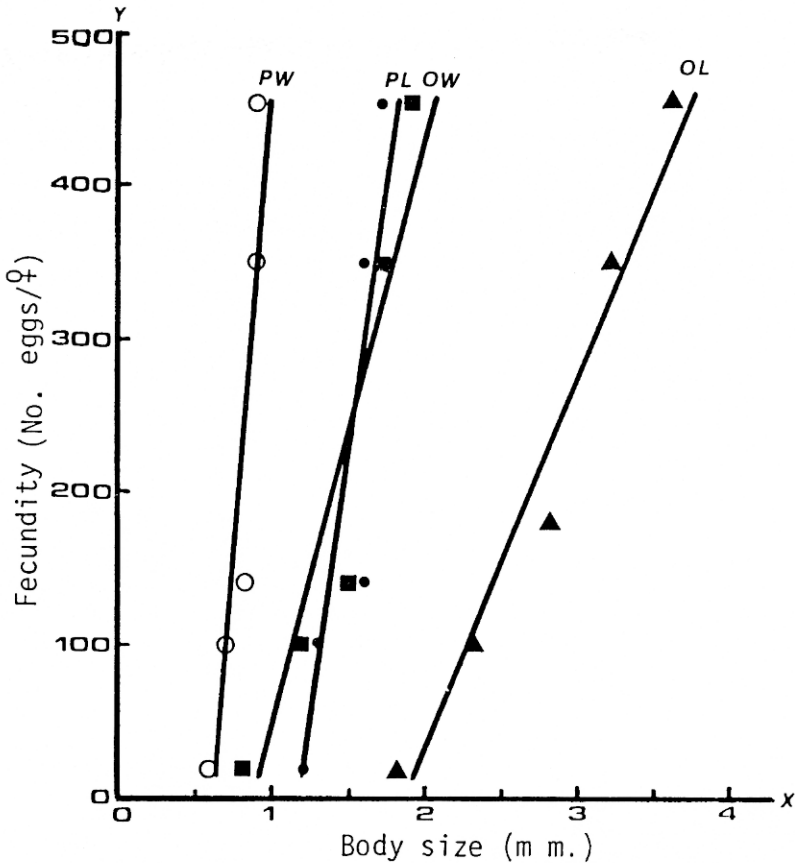
F:  $Y = -2153.852 + 227.293X - 5.008X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9325$ )

PL:  $Y = 0.120 + 0.153X - 0.004X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9020$ )

PW:  $Y = -0.439 + 0.126X - 0.003X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9923$ )

OL:  $Y = -4.498 + 0.732X - 0.017X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9287$ )

OW:  $Y = -2.707 + 0.424X - 0.010X^2$  ( $\gamma^2 = 0.9410$ )



圖五、番石榴粉介殼蟲雌性成蟲及產卵雌蟲之體長、體寬與產卵量之關係

Fig. 5. Fecundity of *Planococcus pacificus* in relation to body length and width of preovipositing female (PL, PW) and ovipositing female (OL, OW). (reared on guava at various constant temperatures)

$$PL: Y = -853.66 + 720.85X \quad (\gamma = 0.8552)$$

$$PW: Y = -796.44 + 1294.41X \quad (\gamma = 0.9235^*)$$

$$OL: Y = -459.88 + 245.65X \quad (\gamma = 0.9581^{**})$$

$$OW: Y = -344.70 + 392.89X \quad (\gamma = 0.9297^*)$$

由溫度與發育速率關係資料中(圖三), 依 Campbell 使用直線迴歸之方法<sup>(11)</sup>, 估算粉介殼蟲雌成蟲完成發育(自卵至成蟲)及完成一世代(自卵至成蟲產卵)之生育零點溫度或發育臨界低溫(The lower threshold temperature of development), 而各別得 10.9 及 10.4 °C, 其有效積溫(Thermal constant or total effective temperature), 則分別為 333.3 及 526.3 日度(Day-degree, D°)。改依 Bodenheimer 之公式  $K = (V - C)t$  (式中 K: 有效積溫, 單位為日度, V: 發育期間之平均溫度, C: 生育零點溫度, t: 發育期間

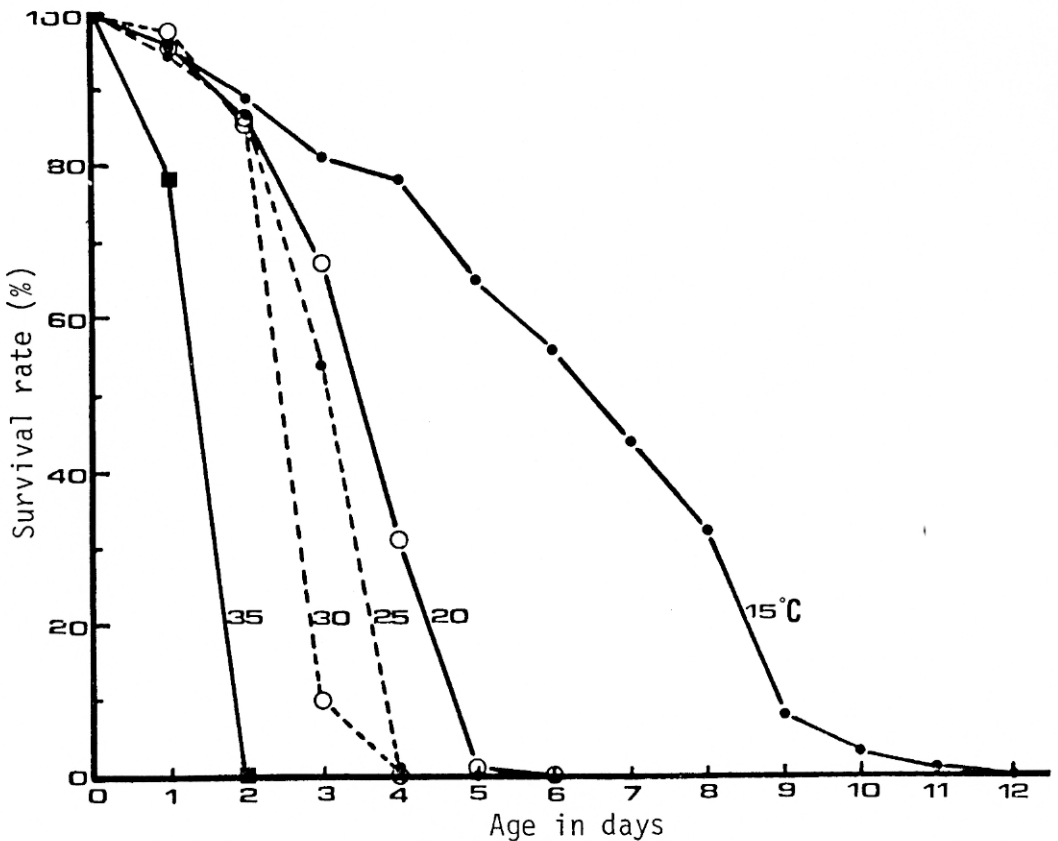
所需日數)<sup>(10)</sup>, 以最小自乘方法估算粉介殼蟲自卵至成蟲及自卵至成蟲產卵之生育零點溫度分別為 10.9 及 10.5 °C, 其有效積溫則分別為 329.9 及 517.4 日度。由 Campbell 及 Bodenheimer 之方法計算所得粉介殼蟲生育零點溫度及有效積溫之估值極為相近, 顯示二者方法應用之可信度均高。惟鄭氏<sup>(9)</sup>曾報告柑桔粉介殼蟲於中國大陸之生育零點溫度為 8.4 °C, 與本試驗者相差甚大。此可能原因是不同地理種群, 因地域生活條件, 會造成各分佈地種群發育零點溫度及完成一代所需有效積溫之差異, 如三化螟卵的生育零點溫度在大陸南京為 16

°C、廣州 14.2°C，日本則為 13°C<sup>(6)</sup>；此種差異代表著種群地理分布的特點，此亦說明某一地區所得資料難以推斷作為其他地區的依據之道理。再以臺中地區歷年年平均溫度為 22.4°C<sup>(1)</sup>，估算番石榴粉介殼蟲於一年中可繁殖 8.3 代，此與室內累代飼育結果（8~9 代）相吻合。

(二) 不同恒溫度下之齡別存活率，生殖率及族群增長

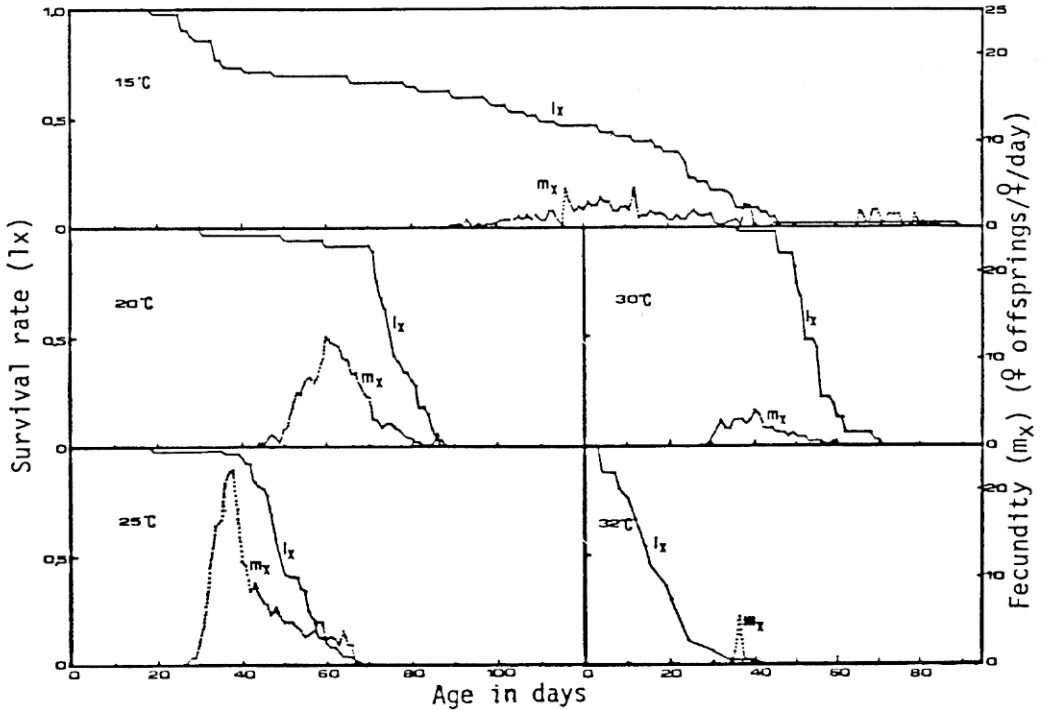
番石榴粉介殼蟲雄性成蟲於不同供試溫度下之齡別存活率如圖六。以 15°C 時雄成蟲存活日數最長，50% 死亡時間為 6.5 日，在 20~30°C 時，雄成蟲 50% 死亡時間約為 2.5~3.5 日之間，35°C 高溫時，雄成蟲僅能存活 1~2 日。介殼蟲類雄性成蟲一般不具口器，壽命短促，交尾後即死亡<sup>(8,13,18)</sup>。加州圓介殼蟲

(California red scale, *Aonidiella aurantii*) 雄成蟲通常於午後時間羽化，經 14 小時在翌日清晨即全部死亡，半數死亡時間為 6~7 小時<sup>(20)</sup>；黃圓介殼蟲 (Yellow scale, *A. citrina*) 雄成蟲壽命最長可達 18 小時<sup>(19)</sup>；柑桔粉介殼蟲雄成蟲壽命則較長為 4~7 日<sup>(14)</sup>，或平均為 51 小時<sup>(21)</sup>。雌性蟲於不同溫度下之齡別存活率 (Age-specific survival rate,  $l_x$ ) 及齡別生殖率 (Age-specific fecundity rate,  $m_x$ ) 則如圖七。在低溫時粉介殼蟲之齡別存活率隨日齡增加而緩慢降低，此種趨勢在溫度愈高時愈為顯著。50% 族群自然死亡時間，於 15°C 時最長為 109 日，隨溫度升高而縮短，至 32°C 時最短僅為 15 日。而每日產卵量之高峯，亦因溫度不同而異，一般而言，隨溫度升高，生殖高峯有提前出現之現象。



圖六、於不同溫度中番石榴粉介殼蟲雄成蟲之齡別存活率

Fig. 6. Age-specific survival rate of male adults of *Planococcus pacificus* at various temperature (The number of observed insects were 974-1001).



圖七、於不同溫度中雌性番石榴粉介殼蟲之齡別存活率及生殖率

Fig. 7. Age-specific survival rate ( $l_x$ ) and fecundity ( $m_x$ ) of *Planococcus pacificus* reared on guava at various temperatures.

根據上述番石榴粉介殼蟲齡別生命表(Age-specific life table)，估算粉介殼蟲於不同恆溫下之自然內在增殖力( $\gamma$ 值)及其他有關族群增長之各項介量，結果詳列於表五，此等資料可用於比較粉介殼蟲在不同環境下之繁殖潛能(Reproductive potential)。粉介殼蟲之平均世代時間(Mean generation time,  $T$ )，於 $15^\circ\text{C}$ 時最長為118.5日，隨著溫度升高而縮短，至 $32^\circ\text{C}$ 時 $T$ 值最短為36.1日。淨生殖率(Net reproductive rate,  $R_0$ )自 $15^\circ\text{C}$ 起，隨著溫度升高而增加，至 $25^\circ\text{C}$ 時達最高為228.02倍，超過 $25^\circ\text{C}$ 後， $R_0$ 值反行降低。內在增殖力(Intrinsic rate of increase,  $\gamma$ )及極限增殖率(Finite rate of increase,  $\lambda$ )自 $15^\circ\text{C}$ 起，亦因溫度升高而增加，至 $25^\circ\text{C}$ 時，均達最高值，是時， $\gamma$ 值是0.146隻子代， $\lambda$ 值為1.157倍。而族群加倍所需時間(Population doubling time)於 $15^\circ\text{C}$ 時為最長21.66日， $25^\circ\text{C}$ 時為最短4.75日(表五)。

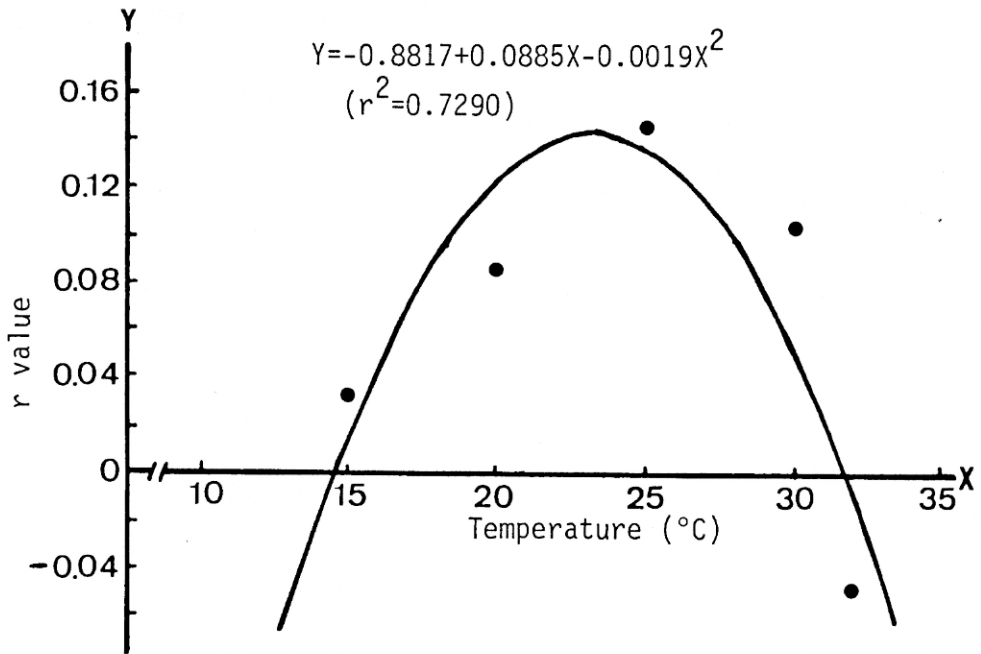
番石榴粉介殼蟲族群的 $\gamma$ 值與溫度之關係可以 $Y = -0.8818 + 0.0885X - 0.0019X^2$ ， $\gamma^2 = 0.7290$ (圖八)表示。依此關係式估算該粉介殼蟲族群增長臨界低溫及高溫，分別得 $14.44$ 及 $32.13^\circ\text{C}$ ( $\gamma=0$ )，而族群增長最適溫度為 $23.29^\circ\text{C}$ ( $\gamma=0.149$ )。在恆溫下估算所得族群增長臨界低溫，與前述變溫下(表三，圖二)估算所得值( $14.39^\circ\text{C}$ )極為近似。惟恆溫時族群增長最適溫之估值，與變溫時者( $27.75^\circ\text{C}$ )差異頗大，推測溫度在 $23\sim 27^\circ\text{C}$ 範圍內，最適族群增長。而恆溫時族群增長臨界高溫之估值，與變溫時者( $40.47^\circ\text{C}$ )差異亦大，在 $32^\circ\text{C}$ 恆溫時，實測 $\gamma$ 值已為負數(表五)，已超過族群增長臨界高溫，此時族群增長將逐漸降低；因此，理論 $\gamma$ 值為零之臨界高溫，推測在 $32^\circ\text{C}$ 左右。

本省每年夏季6至9月間，每旬最高溫常達 $32\sim 35^\circ\text{C}$ 之間<sup>(1)</sup>，由溫度超過 $32^\circ\text{C}$ 時之 $\gamma$ 值為負數來推測，上述期間之氣溫將限制番

表五、於不同溫度中在番石榴葉上番石榴粉介殼蟲族群增長之介量

Table 5. Population parameters of *Planococcus pacificus* reared on guava at various temperatures

Temp. (°C)	No. insects observed	Net reproductive rate ( $R_0$ ) (♀ offsprings/♀)	Mean generation time (T) (days)	Intrinsic rate of increase ( $\gamma$ ) (day <sup>-1</sup> )	Finite rate of increase ( $\lambda$ ) (day <sup>-1</sup> )	Days for population to double
15	43	44.16	118.50	0.032	1.033	21.66
20	38	174.81	59.65	0.086	1.090	8.06
25	82	228.02	37.14	0.146	1.157	4.75
30	31	49.30	37.55	0.104	1.110	6.80
32	100	0.18	36.10	-0.048	0.953	—
35	100	( All mealybugs died at 1st-2nd stadium. )				



圖八、番石榴葉上番石榴粉介殼蟲內在增殖率與溫度之關係

Fig. 8.  $\gamma$ -Values of *Planococcus pacificus* in relation to various constant temperatures.

石榴粉介殼蟲族群之增長；其餘月份最高溫度介於 21~32°C 之間，均適合該粉介殼蟲族群之增長，是該蟲猖獗為害期。此種推測與番石榴粉介殼蟲在田間周年族群消長之調查結果頗為一致<sup>(5,7)</sup>。

### 謝 辭

本研究承行政院農委會補助部份經費（計畫編號：72 農建—4.1—產—111 及 73 農建—4.1—產—78），文中供試之粉介殼蟲承蒙國立臺灣大學植物病蟲害學系吳文哲博士及大英博物館 Dr. J. M. Cox 鑑定蟲種，並得林瑞婷小姐協助觀察試驗，在此一併致謝。

### 引 用 文 獻

1. 中央氣象局農業氣象科。1984~1985。農業氣象旬報第 31-82 卷。
2. 陶家駒。1963。為害柑桔枝葉及果實之粉介殼蟲類。植保會刊 5:304-311。
3. 黃振聲、謝豐國、吳英綉。1986。藥劑樹柑桔粉介殼蟲及其天敵蒙氏瓢蟲各生長期之毒性。植保會刊 28:155-161。
4. 黃振聲、朱耀沂。1987。柑桔粉介殼蟲 (*Planococcus citri* (Risso)) 性費洛蒙之生物檢定法。植保會刊 29:307-319。
5. 黃振聲。1987。柑桔粉介殼蟲在番石榴上之族群生態及其性費洛蒙誘捕系統之開發。國立臺灣大學植物病蟲害學研究所博士論文 137 頁。
6. 鄭鍾琳。1980。昆蟲生態學。上海科學技術出版社出版。新華書店上海發行所發行 424 頁。
7. 劉達修、張德前。1984。番石榴粉介殼蟲棲群消長及其防治。中華昆蟲 4:87-95。
8. Beardsley, J. W. and Gonzalez, R. H. 1975. The biology and ecology of armored scales. Ann. Rev. Entomol. 20:47-73.
9. Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17:15-26.
10. Bodenheimer, F. S. 1938. Problems of

- Animal Ecology. 1-80. Oxford Univ. Press, Oxford.
11. Campbell, A., Frazer, B. D., Gilbert, N., Gutierrez, A. P., and Mackauer, M. 1974. Temperature requirement of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11:431-438.
  12. Cox, J. M. 1981. Identification of *Planococcus citri* and the description of a new species. *Systematic Entomol.* 6:47-53.
  13. Ebeling, W. 1959. Subtropical Fruit Pests. Univ. of California Press, California. 436pp.
  14. Gray, H. E. 1954. The development of the citrus mealybug. *J. Econ. Entomol.* 47:174-176.
  15. Hill, D. 1975. Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control. Cambridge Univ. Press, Cambridge London. 516pp.
  16. Krantz, J., Schmutterer, H., and Koch, W. 1977. Disease, Pest and Weeds in Tropical Crops. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg, 666pp.
  17. Meyers, L. E. 1932. Two economic greenhouse mealybug of Mississippi. *J. Econ. Entomol.* 25:891-896.
  18. Miller, D. R., and Kosztarab, M. 1979. Recent advance in the study of scale insects. *Ann. Rev. Entomol.* 24:1-27.
  19. Moreno, D. S., Carman, G. E., Fargelund, J., and Shaw, J. G. 1974. Flight and dispersal of the adult male yellow scale. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 67:15-20.
  20. Tashiro, H., and Beavers, J. B. 1968. Growth and development of the California red scale, *Aonidiella aurantii*. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 61:1009-1014.
  21. Tauber, D., Sternlicht, H., and Hefetz, A. 1985. Preliminary observation on the behavior of male *Planococcus citri* exposed to the synthetic sex pheromone, with reference to its applicability for population monitoring. *Phytoparasitica* 13:148.

## Life History and the Effect of Temperature on Population Growth Parameters of *Planococcus pacificus* on Guava

Jenn-Sheng Hwang<sup>1</sup>, Feng-Kao Hsieh<sup>2</sup>,  
Chau-Chin Hung<sup>1</sup> and Yau-I Chu<sup>3</sup>

1. Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung; 2. Taiwan Sericultural Improvement Station, Gong-Goan, Miau-Lih; 3. Department of Plant Pathology and Entomology National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

(Accepted for publication: March 28, 1988)

### ABSTRACT

Hwang, J. S., Hsieh, F. K., Hung, C. C., and Chu, Y. I. 1988. Life history and the effect of temperature on population growth parameters of *Planococcus pacificus* on guava. Plant Prot. Bull. 30 : 157-174.

The life history and population growth parameters of the guava mealybug, *Planococcus pacificus* on the guava leaves were studied under the room temperature conditions. The mealybug completed 8 to 9 generations in a year. Duration of each generation varied from 26.0 to 55.1 days. Generally, a female could produce 234.5 to 507.3 eggs. The hatchability of eggs was 94.4 to 100%. The sex ratio ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$ ) was about 0.5, and the reproduction was conformed to be bisexual. The fecundity were found to be positively correlated with body size of the female. The intrinsic rate of increase ( $\gamma$  value) of the mealybug during spring and autumn generations were greater than that of the winter generations. The population doubling time was about 4 days for spring generations and 8 days for winter generations. Certain morphological features and life history were also briefly described. The effects of temperature on the population growth of the mealybug were also examined under five constant temperatures. The cumulative duration of each developmental stage decreased with an increase in temperature and reached the shortest at 30°C. All the 1st-2nd instar nymphs died at 35°C. The body size of female adult and the fecundity both reached a maximum at 25°C. The lower threshold temperature of development and the total effective temperature to complete one generation (from eggs to oviposition) were estimated to be 10.4°C and 526 D°, respectively. Life tables of the mealybug were constructed to estimate the parameters of the population growth. The optimum temperature for population growth was

23.3°C ( $\gamma=0.149$ ), and the lower and higher temperature threshold for population growth were 14.4 and 32.1°C ( $\gamma=0$ ), respectively.

Key words: guava mealybug, *Planococcus pacificus*, life cycle, the lower threshold temperature of development, the total effective temperature, life table, the intrinsic rate of population increase, population growth parameters