

# 溫度對樂樹圓尾蚜 (*Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi)) (同翅目：毛蚜科) 多態型各型蚜族群介量之影響

郭美華\* 林怡君 劉玉章 國立中興大學昆蟲學系 台中市 402 國光路 250 號

## 摘 要

於 5、30、六個溫度下進行對樂樹圓尾蚜 (*Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi)) 孤雌胎生型、有性型、幹母及越夏型等各型蚜族群介量之影響。高溫 30 下此蚜無法存活，幹母及越夏型僅能分別存活於 15、20 及 20、25 兩個溫度下。各型蚜各齡期間具重疊現象，孤雌胎生型及有性型若蚜期所佔日齡範圍均較成蟲期為小，幹母以卵期所佔日齡範圍最大，越夏型則以一齡若蚜之日齡範圍最大。各型蚜齡別存活率 ( $l_x$ ) 於溫度愈低時其  $l_x$  曲線愈延長。齡別繁殖率 ( $m_x$ ) 於孤雌胎生型之高峰以 25 時每雌蟲每日產 6.28 隻子代為最高，有性型  $m_x$  之高峰以 15 時 1.1 隻(每日產子代/雌蟲) 為最高，幹母則以 20 時 6.67 隻(每日產子代/雌蟲) 為最高，而越夏型以 25 時之 6.20 隻(每日產子代/雌蟲) 為最高。日齡 - 齡期繁殖值 ( $R_{ij}$ ) 之高峰出現於成蟲初期，20 及 25 時孤雌胎生型雌蚜以第 15 及第 12 日齡可產 16.95 及 16.32 隻子代為高峰，有性型卵生雌蚜則以第 20 及第 14 日齡可產 2.44 及 1.32 隻子代為高峰，而以 15 時第 26 日齡可產 3.78 隻子代為最高。孤雌胎生型之齡別期望壽命 ( $E_x$ ) 以 5 時之 99 天為最長而 25 時之 29 天為最短；有性型則以 10 時之 59 天為最長而 25 時之 19 天為最短。5、25 下孤雌胎生型族群皆為正成長，起始繁殖日齡愈早，內在增殖率 ( $r$ ) 愈大，子代數愈多；有性型於 5、25 下僅 15 時之  $r$  值為正值，其他定溫下族群皆為負成長，幹母及越夏型在其存活溫度範圍內族群皆為正成長。各型蚜之平均世代時間 ( $T$ ) 均隨溫度升高而逐漸縮短，以幹母於 15 時之 85.20 天為最長；孤雌胎生型於 25 時之 14.85 天為最短，5、25 下之平均世代時間與內在增殖率呈負相關(相關係數為  $r = -0.97026$ ,  $P=0.0061$ )。

關鍵詞：樂樹圓尾蚜、多態型、族群介量、溫度。

\*論文聯繫人

e-mail: mhkuo@dragon.nchu.edu.tw

## 前 言

臺灣欒樹 (*Koelreuteria formosana* Hayata) 分布於臺灣中、北部低海拔山區，為臺灣原生特有樹種，原始用途為薪炭林。近年來則被用於都市行道樹或校園、庭院之造景上。Liu *et al.* (1999a) 首度發現欒樹圓尾蚜 (*Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi)) 在臺灣具有有性世代，屬不轉換寄主蚜蟲，可行完全生活環，生活史中具卵、幹母 (fundatrix)、越夏型 (aestivating form)、孤雌胎生雌蚜 (viviparous female)、卵生雌蚜 (oviparous female) 及雄蚜等多態型。其成蚜及若蚜終年吸食其單一寄主植物臺灣欒樹汁液後，分泌大量蜜露，導致植株葉片污黑黏膩，庭院造景美感盡失，如遇秋冬季乾旱，常使植株枯死，造成重大損害。

有關欒樹圓尾蚜多型態各型蚜之生活史、發育、壽命、繁殖率及溫度對正常型及越夏型蚜之影響等基本生態資料，Liu *et al.* (1999a; 1999b) 已有詳細報導，但對此蚜族群生態方面之研究資料尚有許多需要探討之處。族群介量可應用於環境因子對族群影響之評估 (Tsai and Liu, 1998)，而溫度為影響昆蟲族群介量重要因子之一 (Elliott *et al.*, 1988; Michels and Behle, 1989; Selhorst *et al.*, 1995; Vargas *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 1997)，因此本試驗乃著手探討溫度對欒樹圓尾蚜多態各型蚜族群介量之影響，以期建立較完整之完全生活環族群生態資料，進而探討其生活史特性及生殖策略。

## 材料與方法

### 一、供試蟲之飼育

試驗用之欒樹圓尾蚜採自台中大坑，於

光照 12L:12D、溫度 20、濕度 75–85% RH 之生長箱中以臺灣欒樹苗盆栽飼育產孤雌胎生之雌蚜；並以光照 10L:14D、溫度 15、濕度 75–85% RH 之生長箱中飼育產越夏型之雌蚜、產性成蟲 (sexupara)、卵生雌蚜及雄蚜等，將以上二蟲源所產生子代及卵等供作試驗之用。

### 二、供試寄主植物之選用

由臺中高農校園中之臺灣欒樹上摘取一年生枝條頂端第二、三片二回羽狀複葉，於清水中洗淨，剪取前端之六至八片羽狀複葉，吸乾葉表水份，平置於直徑 15 cm、高 1 cm 之圓形培養皿，葉柄以濕潤棉花包裹保濕，維持葉片新鮮，加蓋供作試驗用。

### 三、試驗方法

自供試蟲源中挑取各型蚜之母蚜，將所產之卵及初孵化之若蚜，放置於 5、10、15、20、25 及 30 六種不同定溫、光照 12L:12D 及、濕度 75–85%RH 之條件下，單隻飼育孤雌胎生型、越夏型、卵生雌蚜、雄蚜及幹母等各型蚜進行溫度試驗，每一處理作 30 重覆。較低溫度之 5、10 及 15 組每 24 小時觀察一次，其餘各溫度均每隔 12 小時觀察一次，記錄各型蚜各齡期發育所需日數、存活數及雌蚜產若蚜數，並每日移去新生若蚜，直至成蚜死亡為止，每週更換新鮮葉片，並隨時注意保濕。

### 四、族群介量之分析

將試驗所得各型蚜各蟲期之每日存活、繁殖及各齡期發育時間等資料，利用 Chi (1997) 之電腦程式計算其齡期頻度分布 (stage frequency distribution)、齡別存活率 (age-specific survivorship,  $l_x$ )、及齡別繁殖率 (age-specific fecundity,  $m_x$ )、日齡 - 齡期

繁殖值 (age-stage specific reproductive value,  $R_{ij}$ )、齡別期望壽命 (age-specific expectation of life,  $E_x$ )、內在增殖率 (intrinsic rate of increase,  $r$ )、淨增殖率 (net reproductive rate,  $R_0$ )、終極增殖率 (finite rate of increase,  $\lambda$ ) 及平均世代時間 (mean generation time,  $T$ ) 等族群介量。內在增殖率與平均世代時間之相關分析利用 SAS 之 Corr 程式分析 (SAS, 1982)。

## 結 果

### 一、不同定溫下各型蚜之齡期頻度分布、齡別存活率及齡別繁殖率

欒樹圓尾蚜各型蚜於高溫 30 時無法存活，故未列 30 之資料。孤雌胎生型之齡期頻度分布如圖一，各齡期間具重疊現象，隨溫度愈高重疊愈明顯，除低溫 5 外，於不同定溫下，一齡至四齡若蚜所佔之日齡範圍均較成蟲期為小。有性型之齡期頻度分布如圖二，於不同定溫下，其齡期頻度分布之變化與孤雌胎生型類似，其成蟲期之卵生雌蚜所佔之日齡範圍較雄蚜大。試驗發現，幹母及越夏型僅可分別存活於 15、20 及 20、25 之定溫下，由圖三可看出，幹母以卵期所佔之日齡範圍最大，越夏型則以越夏之第一齡若蚜期所佔之日齡範圍最大，各齡期間亦具重疊現象。

圖四為孤雌胎生型雌蚜之齡別存活率 ( $l_x$ ) 及齡別繁殖率 ( $m_x$ )。於溫度愈低時  $l_x$  曲線愈延長，以低溫 5 時最長可達 99 天，族群 50% 自然死亡時間為 53 天；隨溫度之升高，發育增快， $l_x$  曲線逐漸變短，以 25 時僅 30 天為最短，族群 50% 自然死亡時間僅 16 天為最短。由圖四中可看出其  $m_x$  高峰以 25 時之平均每天每一雌蚜產 6.28 隻子代

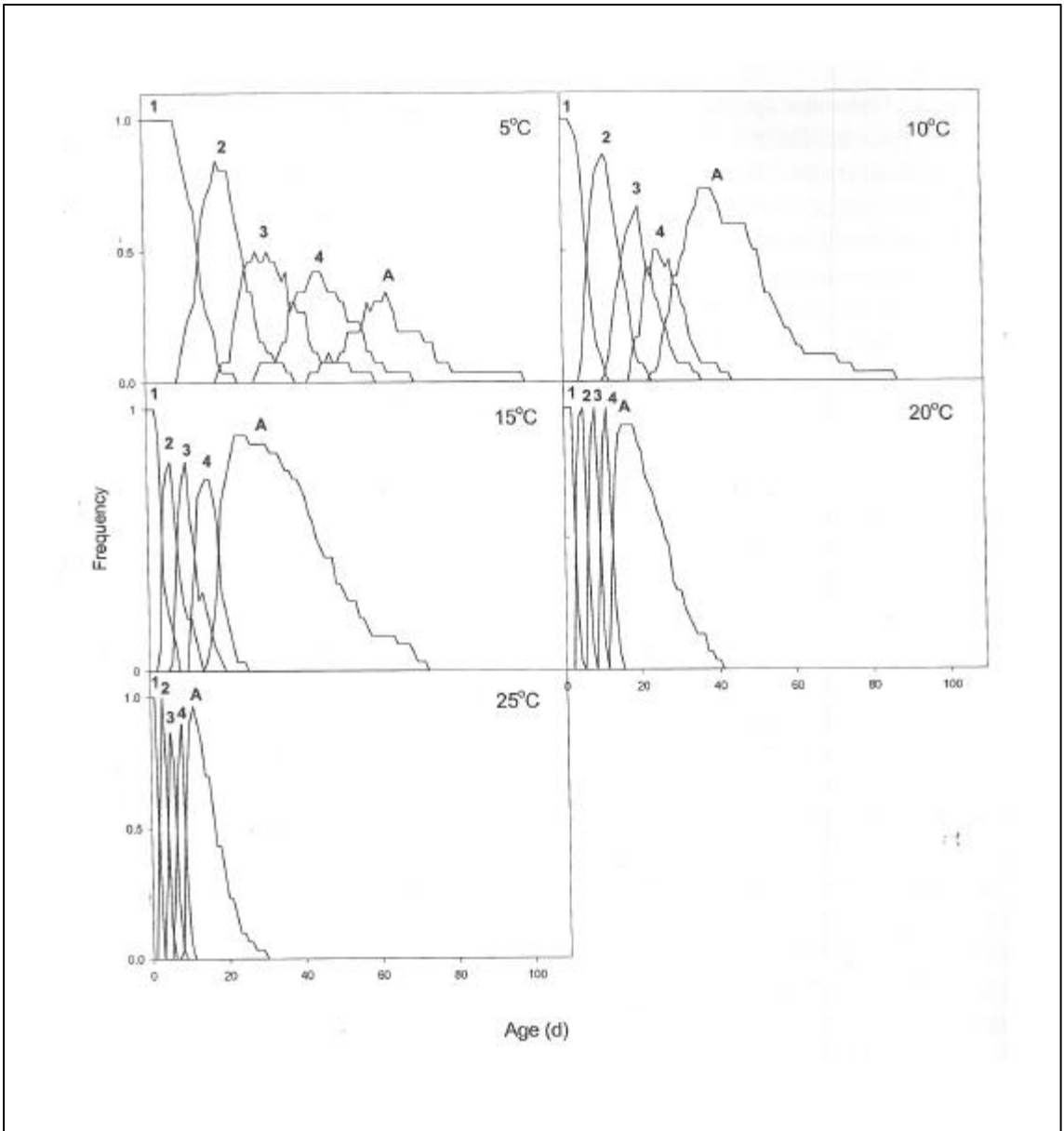
為最高；5 低溫時之平均每天每一雌蚜產 0.5 隻子代為最低。淨增殖率即  $v_x$  所涵蓋面積，於 5 低溫時淨增殖率最小，並有隨溫度升高而增加之趨勢。

有性型之  $l_x$  曲線如圖五所示，除 5 低溫時為 57 天較 10 之 59 天稍短外，隨溫度之增加，發育增快， $l_x$  曲線逐漸變短，以 25 時之 19 天及族群 50% 自然死亡時間為 11 天為最短。除 5 低溫無法繁殖外，在不同定溫下其  $m_x$  曲線發展均具相同趨勢，於開始產若蚜後皆隨壽命增長而產若蚜數增加，直至達高峰後逐漸下降。 $m_x$  高峰以 15 之平均每天每一雌蚜產 1.1 隻子代為最高，而以 10 25 時之平均每天每一雌蚜產 0.5 隻子代為最低。

圖六顯示幹母於 15 時  $l_x$  可達 112 天，族群 50% 自然死亡時間為 56 天；於 20 時  $l_x$  為 66 天，族群 50% 自然死亡時間為 45 天。越夏型於 20 時  $l_x$  可達 37 天，族群 50% 自然死亡時間為 18 天；於 25 時  $l_x$  為 33 天，族群 50% 自然死亡時間為 11 天。幹母  $m_x$  高峰，20 之平均每天每一雌蚜產 6.67 隻子代為最高，而越夏型以 25 時之平均每天每一雌蚜產 6.20 隻子代為最高。幹母之  $v_x$ ，以 15 時涵蓋之面積較 20 時者為小，越夏型以 20 時  $v_x$  較 25 者為小。

### 二、不同定溫下各型蚜之日齡 - 齡期繁殖值及齡別期望壽命

由圖七可知，5 25 五個不同定溫下孤雌胎生型雌蚜之起始繁殖日齡分別為第 43、23、15、12 及 8 日齡，起始繁殖日齡隨溫度升高而提早，日齡 - 齡期繁殖值 ( $R_{ij}$ ) 高峰皆發生於成蟲初期，分別為第 53、28、20、15 及 12 日齡，其中以 20 第 15 日齡及 25 第 12 日齡平均每一雌蚜可產 16.95

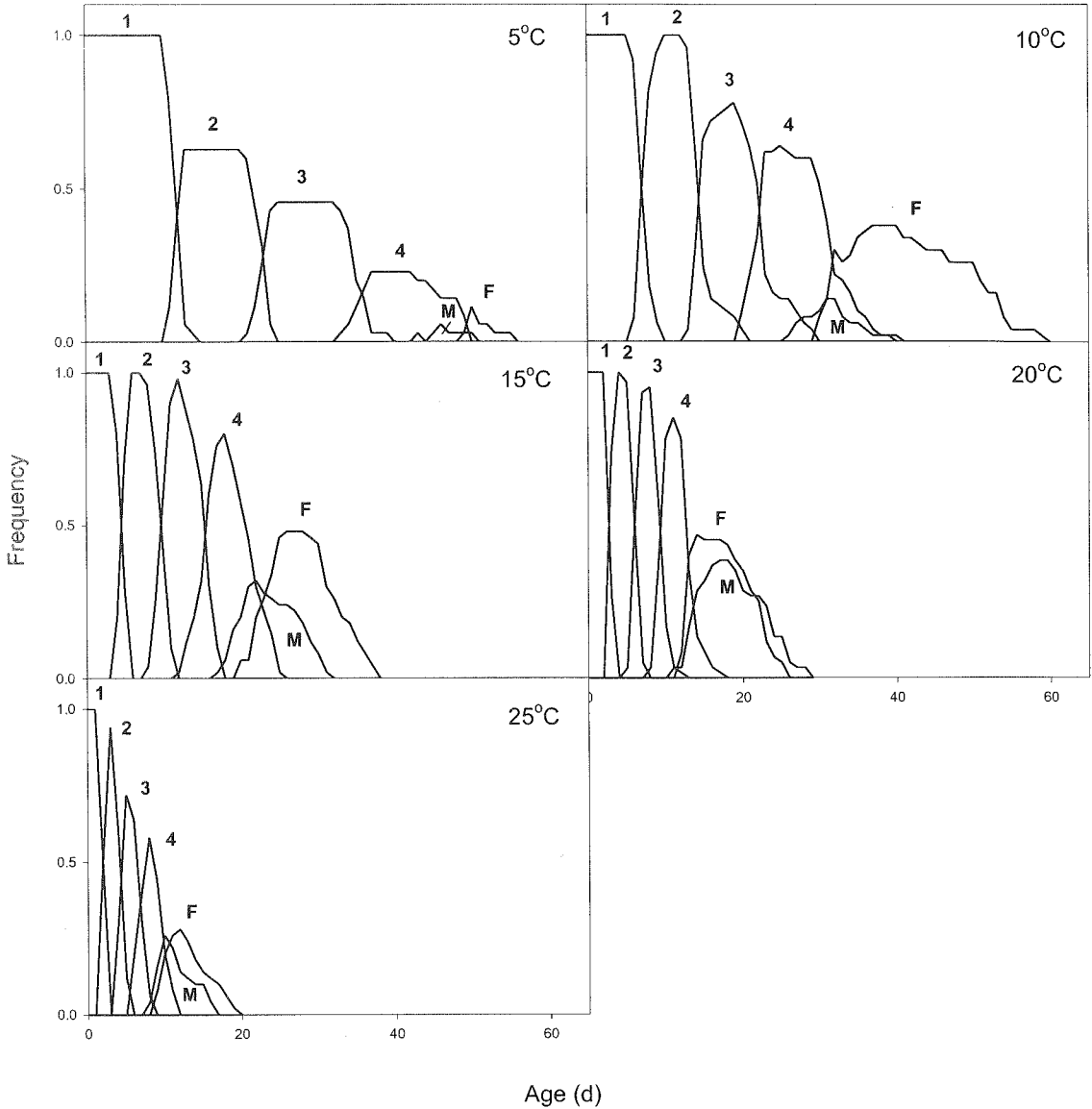


圖一 不同定溫下樂樹圓尾蚜孤雌胎生型之齡期頻度分布。

Fig. 1. Stage frequency distribution of the viviparous females of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures. (1-4, stage - ; A, adult)

隻及 16.32 子代為較高。有性型之卵生雌蚜  
起始繁殖日齡於 5 25 五個不同定溫下分  
別出現於第 49 30 20 11 及 9 日齡(圖八),  
起始繁殖日齡亦隨溫度升高而提早,  $R_{ij}$  高峰

亦發生於卵生雌蚜之成蟲初期, 分別為第  
53、41、26、20 及 14 日齡, 以 15 之第  
26 日齡平均每一雌蚜可產 3.78 隻子代為最  
高, 20 及 25 時  $R_{ij}$  高峰出現於第 20 及第

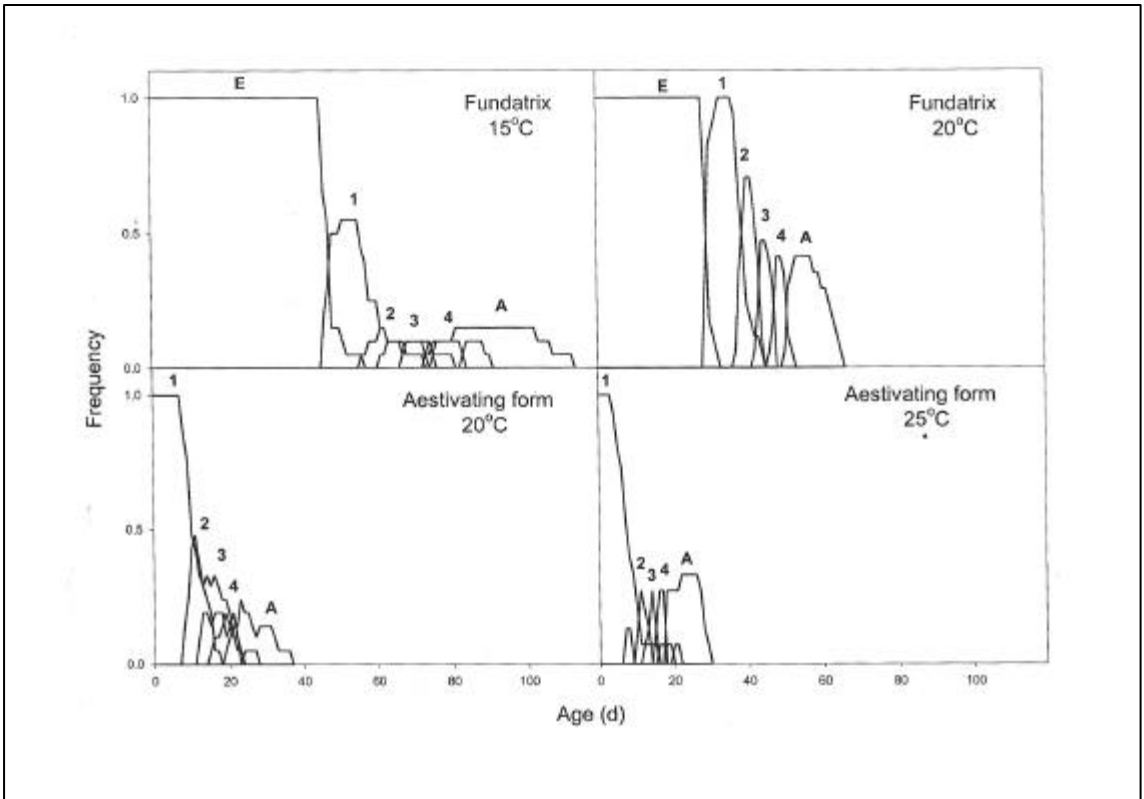


圖二 不同定溫下欒樹圓尾蚜有性型之齡期頻度分布。

Fig. 2. Stage frequency distribution of the sexual form of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures. (1-4, stage I -IV; F, oviparous female adult; M, male adult)

14日齡之雌蚜平均可產2.44隻及1.32子代皆較同溫下之孤雌胎生型雌蚜之發生高峰日齡延後且為低。孤雌胎生型或有性型，同溫下相同日齡時，繁殖值不同， $R_{ij}$ 亦不同。

期望能測知欒樹圓尾蚜活至某日齡時之個體未來仍能存活之時間，而求得之孤雌胎生型及有性型之齡別期望壽命 ( $E_x$ ) 如圖九、圖十。由圖九結果可知，於5~15°C時，



圖三 不同定溫下樂樹圓尾蚜幹母及越夏型之齡期頻度分布。

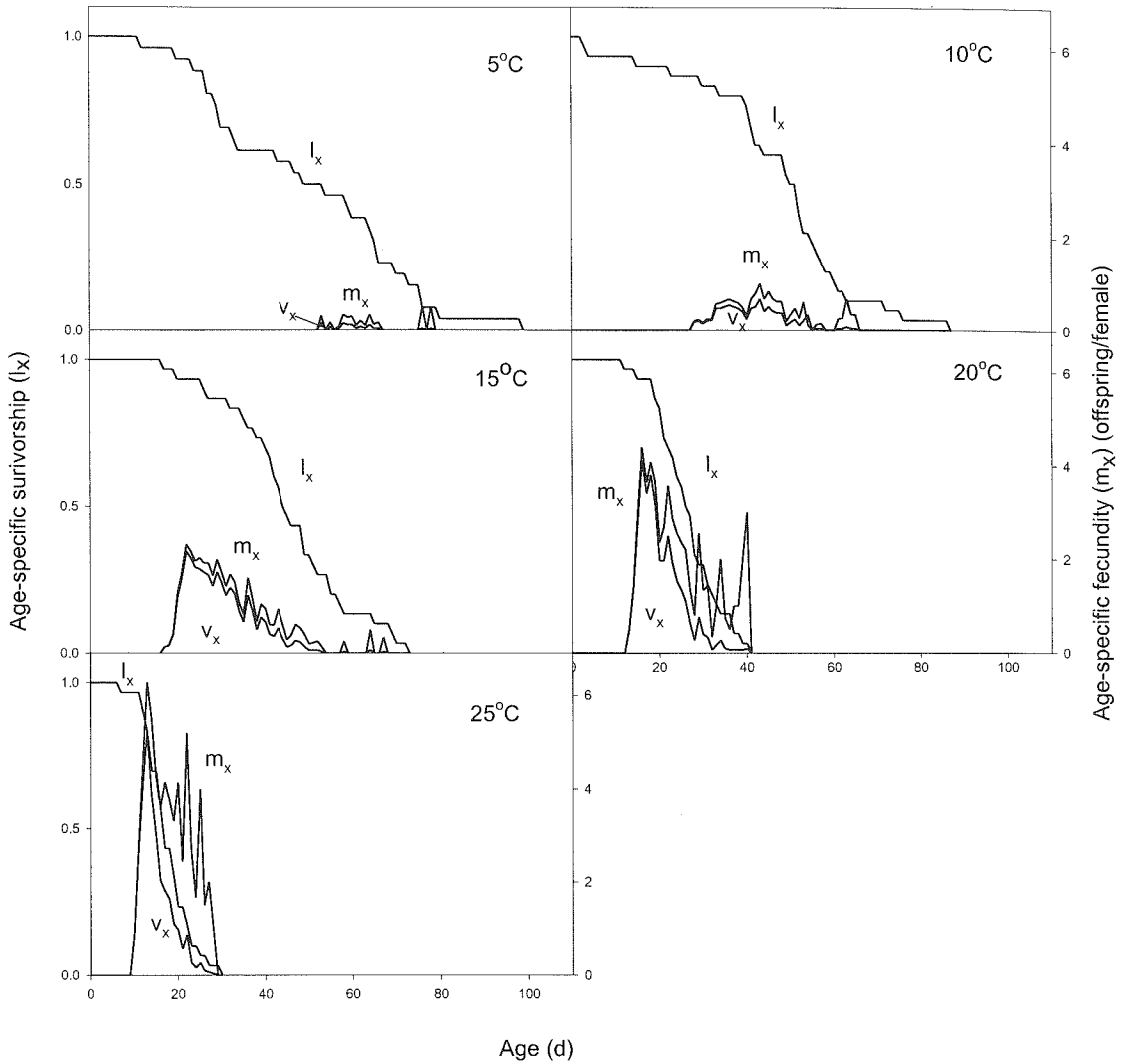
Fig. 3. Stage frequency distribution of the fundatrix and aestivating form of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures. (E, egg; 1-4, stage - ; A, adult)

隨日齡增加孤雌胎生型之  $E_x$  曲線由高而低並非逐漸下降，略呈梯型下降，愈低溫愈較明顯。孤雌胎生型之  $E_x$  以 5 時之 99 天為最長，且隨溫度升高而  $E_x$  值降低，以 25 時之 29 天為最短。有性型之  $E_x$  (圖十)，於低溫時略呈具齡期高峰之梯型下降，其他溫度下則呈逐漸下降，其中以 10 時之 59 天為最長，且隨溫度升高而  $E_x$  值降低，以 25 時之 19 天為最短。

### 三、不同定溫下各型蚜之族群介量

將以上所得之資料求出各定溫下各型蚜之族群介量 (population parameter)，結果顯示於圖十一，圖中可看出 5 25 下孤雌

胎生型之內在增殖率 ( $r$ ) 與終極增殖率 ( $R_0$ ) 之變化趨勢相同，而與平均世代時間 ( $T$ ) 負相關 (相關係數為  $r = -0.97026$ ,  $P = 0.0061$ )。孤雌胎生型之內在增殖率 ( $r$ )，以 5 時之 0.0012 (1/day) 為最小，而後隨溫度上升而增加，至 25 時之 0.2283 (1/day) 達最大值。淨增殖率 ( $R_0$ ) 均大於 1，以 20 時之 34.80 子代/ 為最高，5 時之 1.08 子代/ 為最低。平均世代時間 ( $T$ ) 隨溫度升高而逐漸變短，以 5 時之 61.45 天為最長，至 25 時縮減為 14.85 天為最短。終極增殖率 ( $R_0$ ) 各定溫下皆大於 1，且隨溫度上升而增大，其中以 5 時之 1.0005 (1/day) 為最小，25 時之 1.2550 (1/day) 為最大。

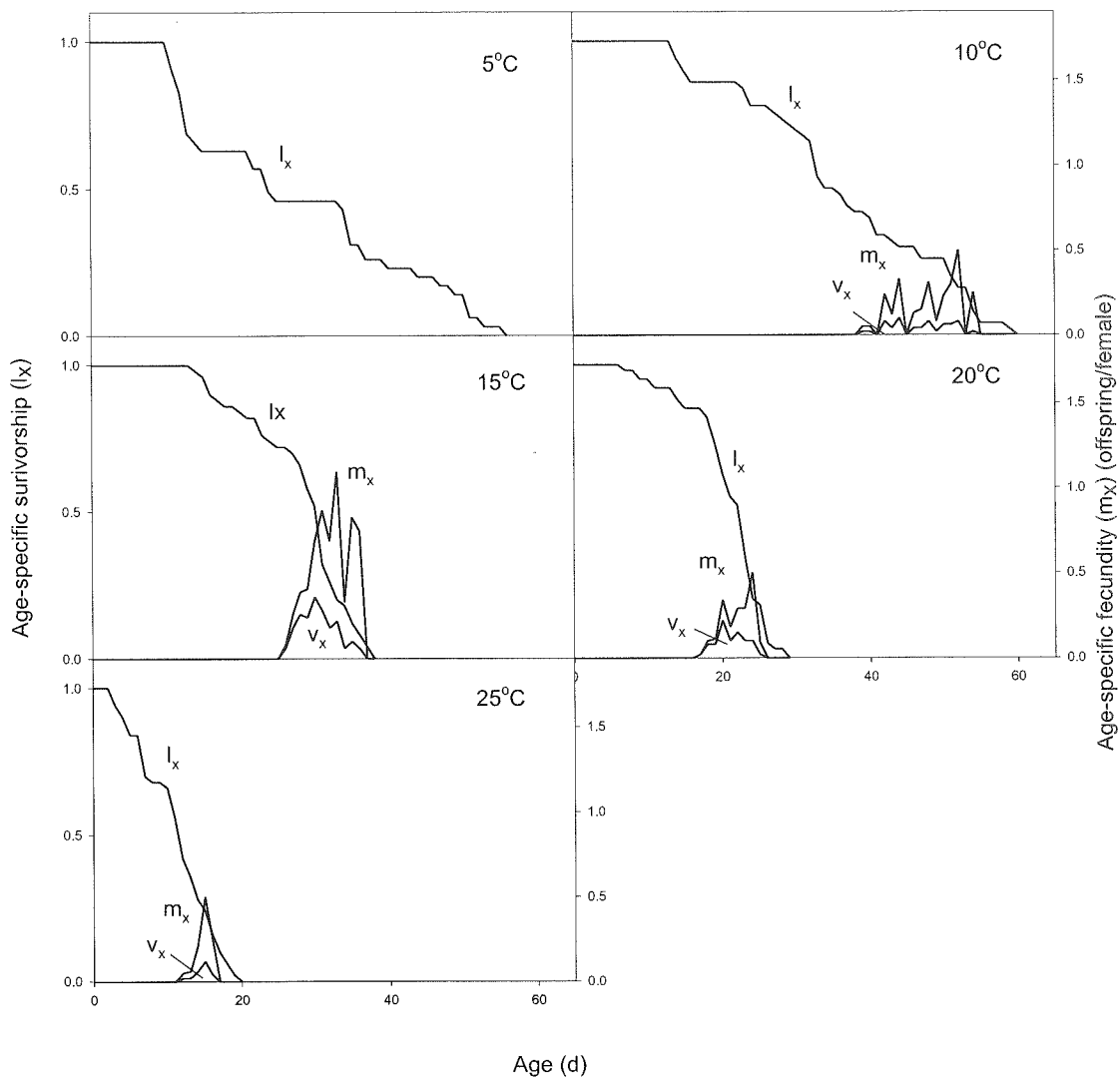


圖四 不同定溫下欖樹圓尾蚜孤雌胎生型之齡別存活率、齡別繁殖率及其繁殖淨值。

Fig. 4. Age-specific survivorship ( $l_x$ ), fecundity ( $m_x$ ), and net maternity value ( $v_x$ ) of viviparous females of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures.

圖十一顯示有性型之  $r$  值僅 15°C 時之 0.0221 (1/day) 為正值，其他定溫下之  $r$  值均小於 0； $R_0$  僅 15°C 時之 2.00 子代/♀ 大於 1 外，其他定溫下則介於 0.03~0.87 子代/♀

間， $T$  隨溫度升高而逐漸變短，以 5°C 時之 56.00 天為最長，至 25°C 時僅 15.59 天為最短； $\lambda$  僅於 15°C 時大於 1，其他各定溫下小於 1，介於 0.9122~0.9954 (1/day) 之間。

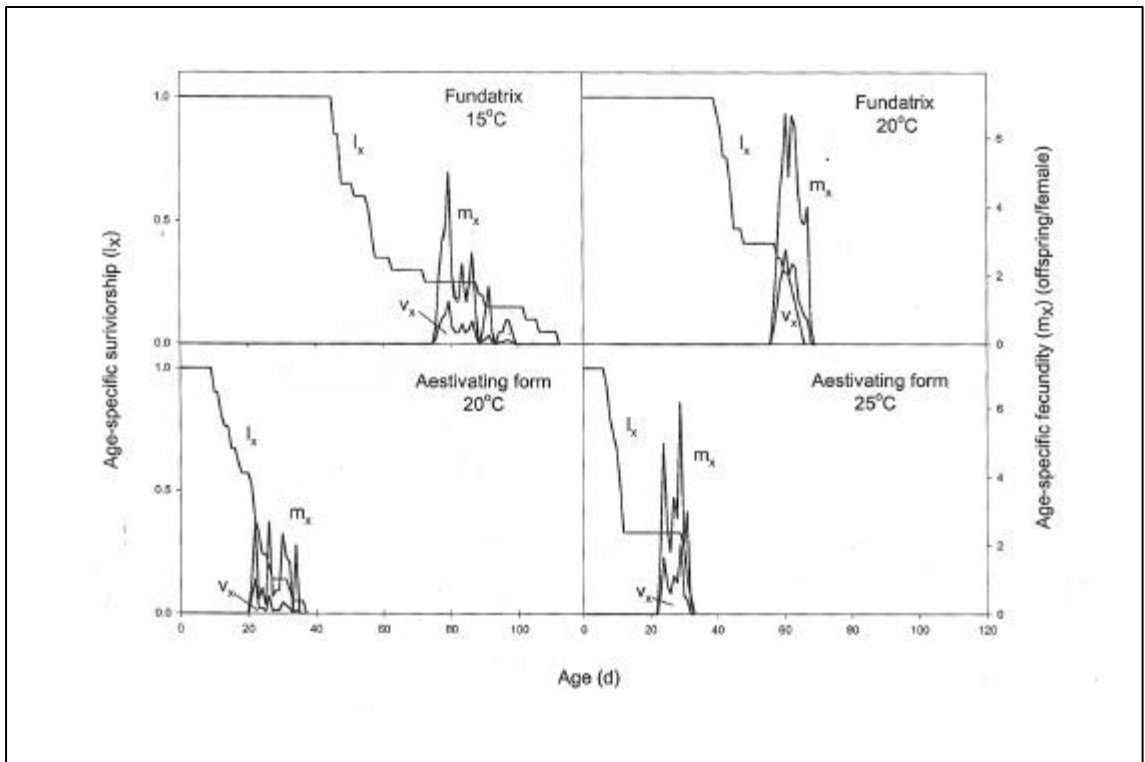


圖五 不同定溫下欒樹圓尾蚜有性型之齡別存活率、齡別繁殖率及其繁殖淨值。  
 Fig. 5. Age-specific survivorship ( $l_x$ ), fecundity ( $m_x$ ), and net maternity value ( $v_x$ ) of the sexual form of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures.

幹母及越夏型之族群介量於圖十一中顯示，在二者各存活範圍內之  $r$  值均大於 0。幹母之  $r$  值於 20°C 時為 0.0503 (1/day) 較 15°C 時之 0.0171 (1/day) 為大；越夏型之  $r$  值

於 25°C 時之 0.0856 (1/day) 較 20°C 時之 0.0292 (1/day) 為大。幹母及越夏型之  $R_0$  均大於 1，幹母以 20°C 時之 18.59 子代/♀ 較 15°C 時之 4.30 子代/♀ 為高；越夏型則以 25





圖六 不同定溫下樂樹圓尾蚜幹母及越夏型之齡別存活率、齡別繁殖率及其繁殖淨值。

Fig. 6. Age-specific survivorship ( $l_x$ ), fecundity ( $m_x$ ), and net maternity value ( $v_x$ ) of the fundatrix and the aestivating form of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures.

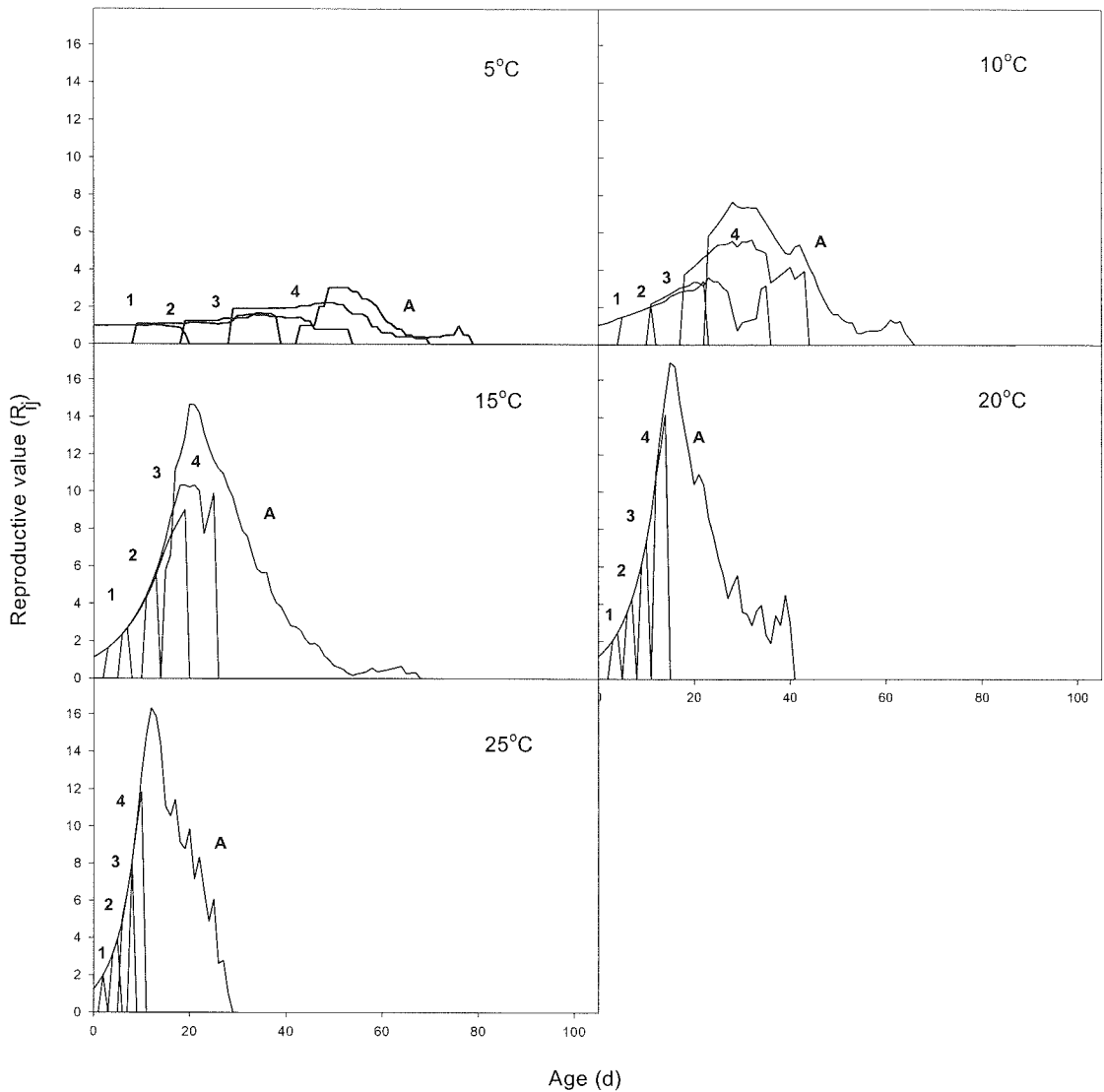
時之 8.33 子代/ 較 20 時之 2.24 子代/ 為高。平均世代時間幹母以 15 時之 85.20 天較 20 時之 58.10 天為長；越夏型以 20 時之 27.59 天較 25 時之 24.78 天為長。幹母及越夏型之終極增殖率皆大於 1，幹母之值以 20 時(1.0506)大於 15 (1.0172)，而越夏型之值以 25 時(1.0894)大於 20 (1.0296)。

## 討 論

### 一、不同定溫下各型蚜之齡期頻度分佈、齡別存活率及齡別繁殖率

生物個體間不論生長、發育均具個體差異性，造成齡期重疊現象。試驗結果可知，

樂樹圓尾蚜族群發育過程中各型態均有齡期重疊現象，隨溫度愈高重疊愈明顯，此結果亦發生於大多數不同種類蚜蟲例如桃蚜 (*Myzus persicae*)、夾竹桃蚜 (*Aphis nerii*) (Kuo, 1992; Kuo and Chiang, 1999)，且於各定溫下均以各型之若蚜發育期較短，成蚜之存活期較長，顯示其繁殖期大於生長發育期，而具繁殖能力之時期越長，不論其繁殖率如何，繁延下一代的機率也越高。多數學者報導滯育期所佔日齡範圍較大 (Lambers, 1966; Lees, 1966; Masaki, 1980)，本試驗亦是如此，如幹母以卵期，而越夏型則以第一齡若蚜期滯育，所佔之日齡範圍最大。

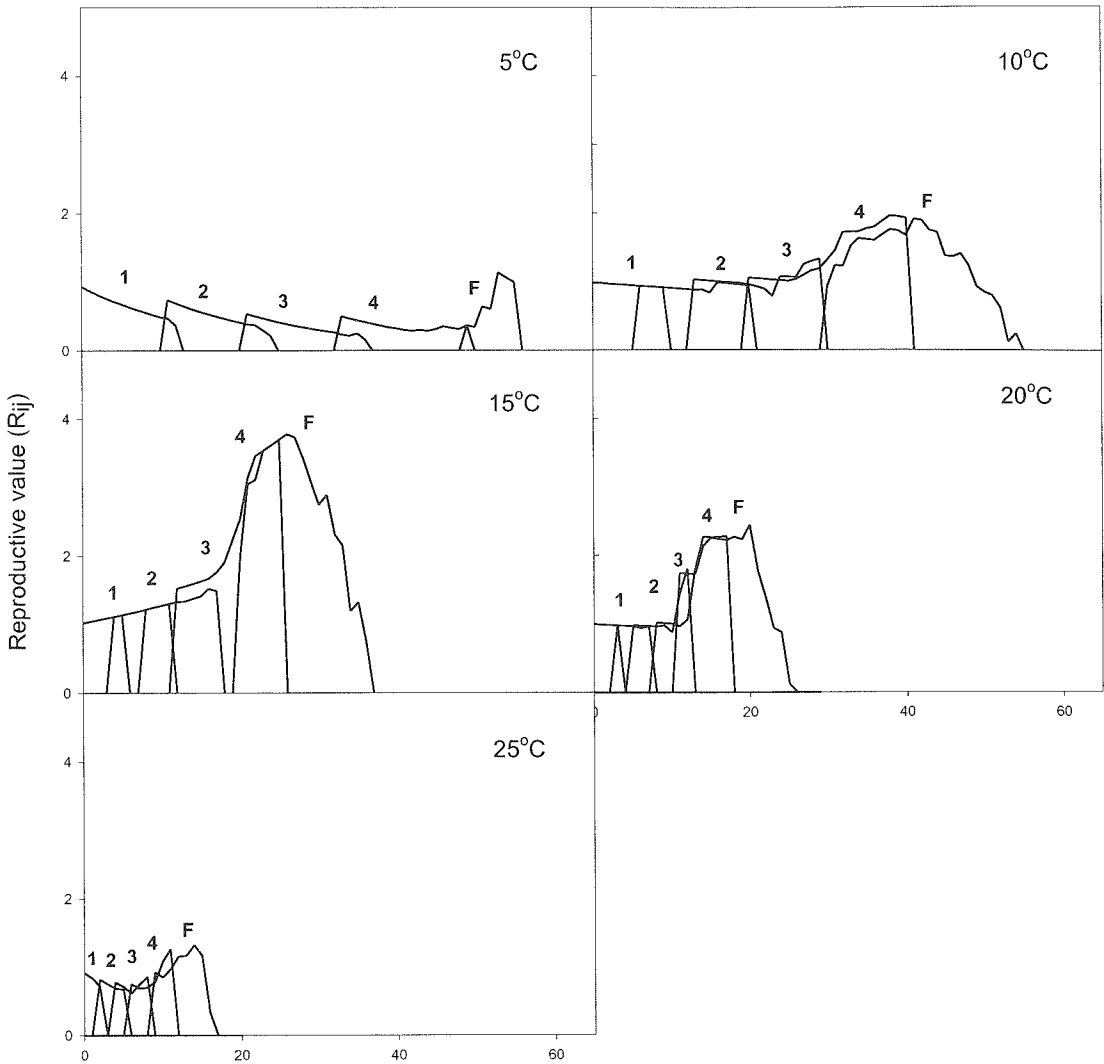


圖七 不同定溫下欒樹圓尾蚜孤雌胎生型之日齡-齡期別繁殖值分布。

Fig. 7. Distribution of age-stage specific reproductive value ( $R_{ij}$ ) of the viviparous females of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures. (1-4, stage I-IV; A, adult)

不同定溫下各型蚜之齡別繁殖率 ( $m_x$ ) 曲線發展型式均具相同趨勢，於開始產若蚜後皆隨壽命增長而產若蚜數增加，直至達生殖高峰後，則逐漸下降，其生殖高峰以孤雌

生殖世代之幹母、孤雌胎生型及越夏型母蚜平均每天每一雌蚜可產 6 隻子代以上，遠高於有性世代之卵生雌蚜每天每一雌蚜產 1.1 隻子代，顯示欒樹圓尾蚜其生活環雖為不轉

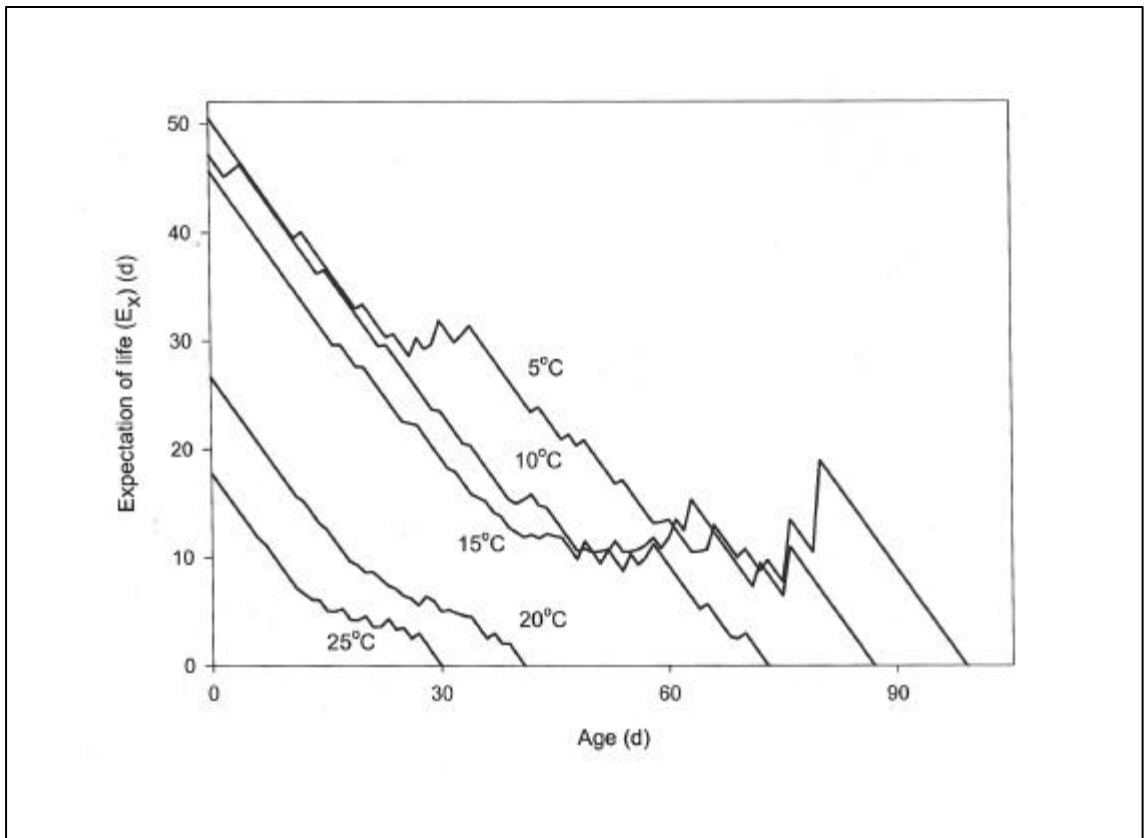


圖八 不同定溫下欒樹圓尾蚜有性型之日齡-齡期別繁殖值分布。

Fig. 8. Distribution of age-stage specific reproductive value ( $R_{ij}$ ) of the sexual form of *Periphyllus koelreuteriae* at various constant temperatures. (1-4, stage I -IV; F, oviparous female)

換寄主植物之完全生活環(holocycle)，即循環式孤雌生殖(cyclical parthenogenesis)，其中孤雌生殖仍為其短期內建立大量族群之生殖策略，此生殖策略與桃蚜(*Myzus*

*persicae*) (Blackman, 1971) 及稻麥蚜(*Rhopalosiphum padi*) (Simon *et al.*, 1991) 及大多數蚜蟲具相同結果。於 15°C ~ 25°C，欒樹圓尾蚜各型蚜生殖初期其生殖力



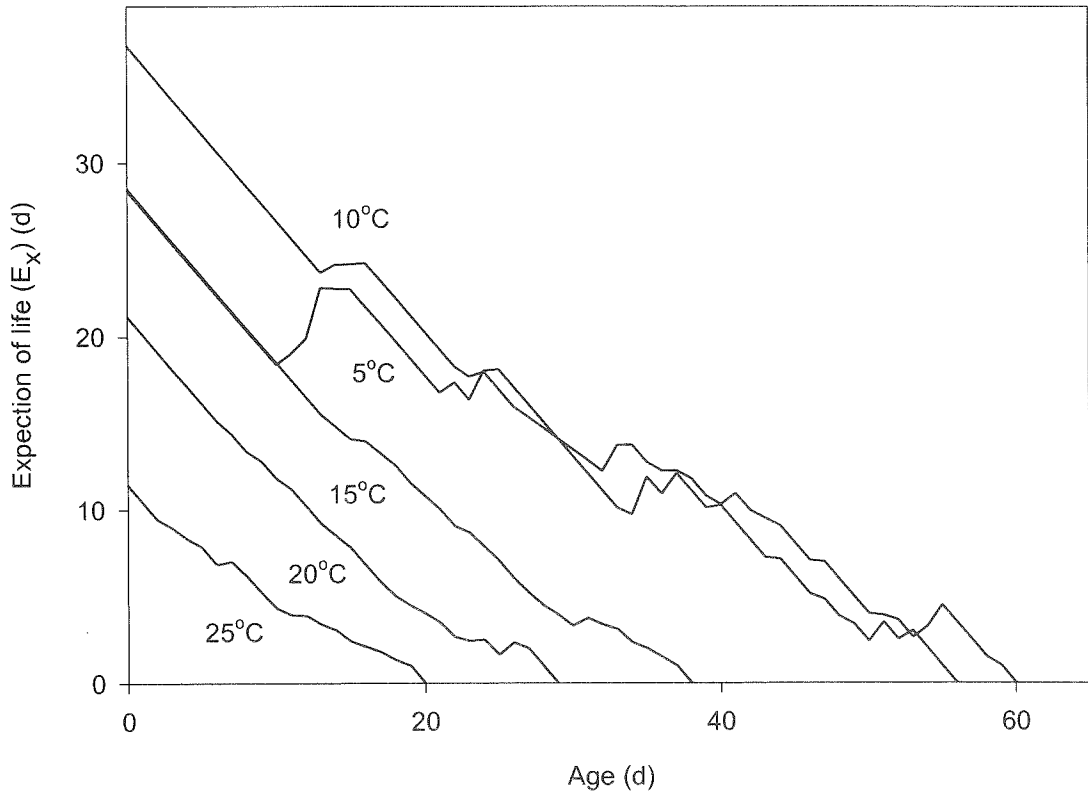
圖九 不同定溫下藥樹圓尾蚜孤雌胎生型之齡別期望壽命分布。

Fig. 9. Distribution of age specific expectation of life ( $E_x$ ) of the viviparous females of *Periphyllus koelreuteriae* at various temperatures.

較高，具快速且高度之生殖潛能，可在短期內迅速建立其龐大族群，而於低溫 5 10 時，生殖率雖低，但生殖期相對延長，亦為一種族群存活策略，此種現象亦見於其它種類不完全生活環(anholocycle)蚜蟲，即完全孤雌生殖 (fully parthenogenesis) (DeLoach, 1974; Summers *et al.*, 1984; Kuo, 1992; Selhorst *et al.*, 1995)。

生物族群在不同環境條件下，會有不同的生活史適應。就有限資源的分配上，當繁殖與存活之間出現衝突時，可能表現出繁殖率較低但壽命較長之特性(Campball *et al.*, 1999)。藥樹圓尾蚜各型蚜於低溫 10 時繁

殖率低，但能量分配於存活，故壽命長，定溫 20 時起始繁殖率高，但期望壽命較短。試驗中發現於不同定溫環境下，最後少數存活個體有將所有能量投注於最後的生殖，然後才死亡的現象，例如 20 及 25 時之孤雌生殖型(圖四)、15 時之有性型(圖五)、25 時之幹母(圖六)、20 及 25 時之越夏型(圖六)等，此稱為大爆炸 (big bang) 繁殖，Campball *et al.* (1999)認為此為生物對嚴酷不良環境之適應。顯見以浮葉飼育最後，於不同定溫之有限資源環境下之生活史適應，表現出繁殖與存活之能量分配，此現象亦發生在其它蚜蟲如桃蚜(*Myzus persicae*)



圖十 不同定溫下欖樹圓尾蚜有性型之齡別期望壽命分布。

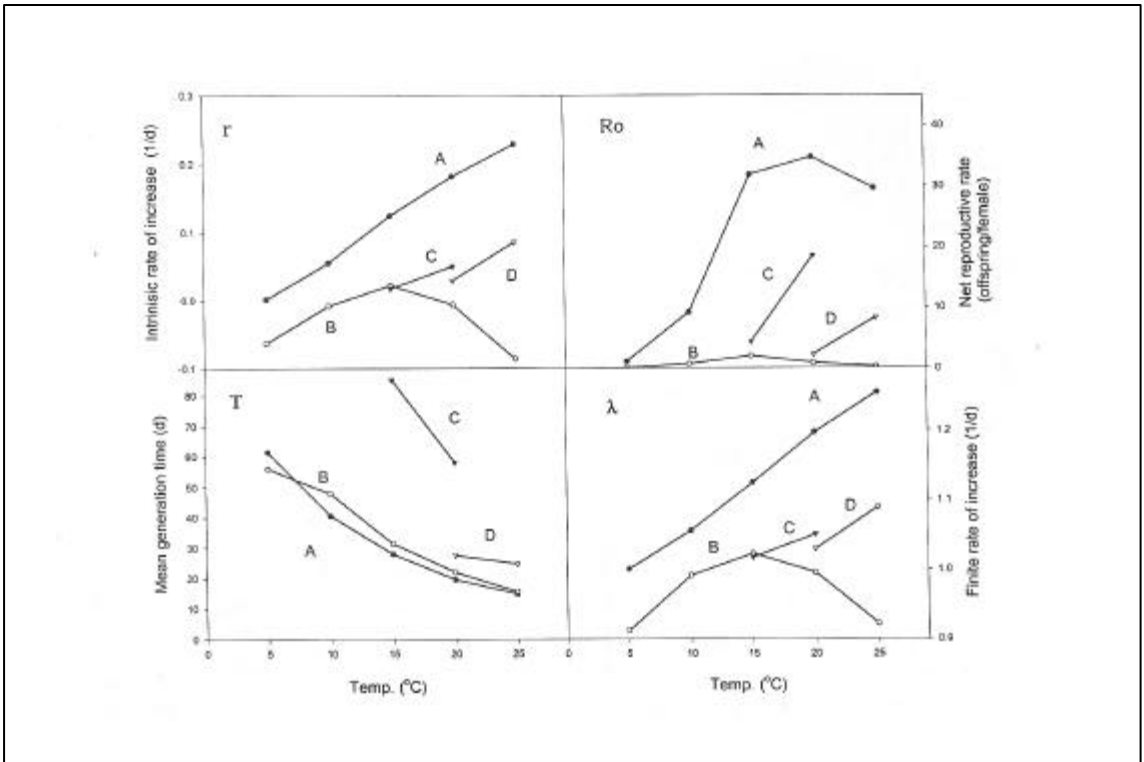
Fig. 10. Distribution of age specific expectation of life ( $E_x$ ) of the sexual form of *Periphyllus koelreuteriae* at various temperatures.

(Kuo, 1992)、夾竹桃蚜(*Aphis nerii*) (Kuo and Chiang, 1999)及棉蚜(*Aphis gossypii*) (Liu *et al.*, 2000)。

## 二、不同定溫下各型蚜之日齡齡期—繁殖值及齡別期望壽命

繁殖值為考慮各日齡層中存活者之繁殖潛能，於穩定日齡分布之族群中，各日齡對未來族群之貢獻。試驗結果可知，欖樹圓尾蚜孤雌生殖型及有性型之起始繁殖日齡均隨溫度升高而提早，且以生殖初期之雌蚜繁殖值最高，顯示其對未來族群之貢獻最大。Price (1997)及 Campbell *et al.* (1999)認

為起始繁殖日齡愈早，生物屬於 *r*-selection 的族群愈強，子代數愈多。比較 20 及 25°C 時孤雌胎生型雌蚜及卵生雌蚜起始繁殖日齡，分別為第 12 及 8 日齡與第 11 及 9 日齡相比，兩者起始繁殖日齡僅相差一日但  $R_{ij}$  高峰相比時發現，20°C 時孤雌胎生型雌蚜  $R_{ij}$  高峰較卵生雌蚜提早 5 日齡，且繁殖值高出近 7 倍；25°C 時孤雌胎生型雌蚜  $R_{ij}$  高峰較卵生雌蚜提早 2 日齡，繁殖值高出 12.2 倍之多。由此得知於 20~25°C，欖樹圓尾蚜以孤雌胎生型為 *r*-selection 的族群，可於生殖初期產較多子代數，短期內迅速建立其龐大族群。



圖十一 不同定溫下樂樹圓尾蚜之族群介量(A:孤雌胎生型, B:有性型, C:幹母, D:越夏型)。

Fig. 11. Population parameters of *Periphyllus koelreuteriae* at various temperatures. (A, viviparous female; B, sexual form; C, fundatrix; D, aestivating form)

隨日齡增加而期望壽命下降，此為一般生物之自然現象，於室內飼育更因沒有天敵及其他不利之環境因子作用，而為自然老化死亡。由齡別期望壽命 ( $E_x$ ) (圖九、十) 結果可知，孤雌胎生型及有性型每一齡期之  $E_x$  曲線並非由高而低逐漸下降，其間有各齡期高峰出現，此 Kuo and Chiang 於 1999 年報導夾竹桃蚜之情況相似，顯示於齡期轉換時，可能因蛻皮不完全及蛻皮初期體壁較軟等因素，會導致較高之死亡率，而能渡過每一齡初期即會有較高的存活率。

### 三、不同定溫下各型蚜之族群介量

Price (1997) 認為  $R_0$  雖然是每一世代之淨增殖率，但因世代時間的不同，在進行

種間比較時，不是一個很有用之統計量，可以用內在增殖率( $r$ )來比較不同種間之族群增長的速度，是一較佳之統計量。Dixon and Wratten (1971) 認為可以用  $r$  值比較同種內不同型態個體間之族群潛在增長率；Dean (1974) 及 DeLoach (1974) 認為  $r$  值也可用於同種同型態個體飼育於不同條件環境下之比較。Rispe *et al.* (1996) 更以  $r$  值評估稻麥蚜 *Rpopalosisiphum padi* 不同生活環之適存度 (fitness)，不同生活環間  $r$  值無顯著差異，但  $r$  值顯著受溫度影響。多位學者亦提出族群增長受環境因子之影響，尤以溫度為甚 (Kieckhefer *et al.*, 1989; Selhorst *et al.*, 1995; Xia *et al.*, 1999)。Tsai and Liu 於 1998 年試驗溫度對禾根蚜 (rice root aphid,

*Rhopalosiphum rufiabdominalis*) 之發育、存活及生殖時指出,  $r$  值是溫度對族群增長影響的良好指標。Price (1997) 認為內在增殖率( $r$ )受族群生活史中之起始繁殖日齡、繁殖高峰、所產子代數及子代存活率等影響, 與平均世代時間呈負相關。由試驗結果可知, 樂樹圓尾蚜孤雌胎生型及有性型之起始繁殖日齡均隨溫度升高而提早, 且同溫下孤雌胎生型皆較有性型提早, 繁殖高峰較高, 因此  $r$  值也較高, 孤雌胎生型 5 25 下之內在增殖率與平均世代時間亦呈負相關( $r = -0.97026, P = 0.0061$ ), 此結果支持 Price (1997)之論點。

Newton and Dixon (1988) 試驗指出在禾本科上之蚜蟲 *Sitobion avenae* 於有性與無性生殖分配上, 產雄蚜者之能量花費較產孤雌蚜者大, 且繁殖率減半。由圖十一一可知, 15 時之  $r$  值以孤雌胎生型(0.1240/day)大於有性型(0.0221/day)大於幹母(0.0171/day); 20 時之  $r$  值以孤雌胎生型(0.1813/day)大於幹母(0.0503/day)大於越夏型(0.0292/day)大於有性型(-0.0065/day); 25 時之  $r$  值以孤雌胎生型(0.2283/day)大於越夏型(0.0856/day)大於有性型(-0.0864/day), 上述結果顯示同溫下不同型態之個體其族群增長速度不同, 且皆以孤雌胎生型為  $r$ -selection 族群增長較其他各型蚜快速。不同定溫下之有性型  $r$  值及繁殖率(圖十一)皆較無性型者為低, 此結果支持 Newton and Dixon (1988) 之說法。

樂樹圓尾蚜孤雌胎生型於 5 25 時之族群均能達正成長, 其中 15 25 時之族群介量之表現可明顯與 5 10 區分, 由此推測其族群生長之適溫範圍為 15 25 , 符合臺灣年均溫 22 25 間之氣候條件, 終年存在。有性型僅於 15 時  $r$  值為正值, 值皆大於

1, 族群能正成長, 符合臺灣秋季之氣候條件, 有性型於秋季存在。幹母及越夏型於 15

25 其存活溫度範圍內  $r$  值均為正值, 值皆大於 1, 均能達正成長。幹母以 20 及越夏型以 25 時之族群介量表現較佳, 符合臺灣春夏季之氣候條件, 於春夏季秋季存在。上述結果顯示不同型態之族群對溫度的適應情形不同, 由此推論樂樹圓尾蚜採取混合多種型態來適應不同環境之策略。雖然以有性型產卵越冬策略渡過冬天, 但同時產生孤雌生殖之孤雌胎生型, 卵於春天孵化後, 幹母可於春季大量繁殖建立族群。除孤雌胎生型外, 春夏交接之際會產生越夏型若蚜, 延遲其生長以渡過夏天, 與 Liu *et al.* (1999a) 所作之野外調查結果相互對映。因此樂樹圓尾蚜與寄主樂樹間, 依季節不同及對環境因素之綜合作用, 而產生多種形態及不同生殖策略與之相對呼應, 此與 Dixon (1976) 認為蚜蟲於季節變化時是以寄主植物新芽出現及落葉作為其辨識季節開始與結束之標幟(mark), 而產生有性型個體及產下卵, 與寄主植物具緊密地同律發生趨勢雷同。Campbell *et al.* (1999)認為生活史的特性代表生物於有限時間、能量及資源間相互衝突的需求分配, 這些分配常包括現今及未來的生殖上。生物以不同方式在子代間分配資源, 顯然的樂樹圓尾蚜亦是如此。

## 致 謝

本研究承國科會 NSC89-2313-B-005-123 部分經費補助, 謹致謝忱。

## 引用文獻

Blackman, R. L. 1971. Variation in the

photoperiodic response within natural populations of *Myzus persicae* (Sulz.). Bull. Entomol. Res. 60: 533-546.

**Campbell, N. A., J. B. Reece, and L. G. Mitchell.** 1999. Biology. 5th ed. Addison Wesley Longman, Inc. 1175 pp.

**Chi, H.** 1997. The computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University. [Http://ftp.nchu.edu.tw/nchu/Ecology](http://ftp.nchu.edu.tw/nchu/Ecology). Taichung, Taiwan.

**Dean, G. J.** 1974. Effect of temperature on the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Macrosiphum avenae* (F.)(Hem., Aphididae). Bull. Entomol. Res. 63: 401-409.

**DeLoach, C. J.** 1974. Rate of increase of populations of cabbage, green peach, and turnip aphids at constant temperatures. Ann. Entomol. Soc. Am. 67: 332-340.

**Dixon, A. F. G.** 1976. Timing of egg hatch and viability of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoidis* (Schr.), at bud burst on sycamore *Acer pseudoplatanus* L. J. Anim. Ecol. 45: 593-603.

**Dixon, A. F. G., and S. D. Wratten.** 1971. Laboratory studies in aggregation, size and fecundity in the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. Bull. Entomol. Res. 61: 97-111.

**Elliott, N. C., R. W. Kieckhefer, and D. D. Walgenbach.** 1988. Effects of constant and fluctuating temperatures on developmental rates and

demographic statistic for the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae). J. Econ. Entomol. 81: 1383-1389.

**Kieckhefer, R. W., N. C. Elliott, and D. D. Walgenbach.** 1989. Effects of constant and fluctuating temperatures on developmental rates and demographic statistics of the English grain aphid (Homoptera: Aphididae). Ann. Entomol. Soc. Am. 82: 701-706.

**Kuo, M. H.** 1992. Population parameters of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), reared on radish and potato at various constant temperatures. Plant Prot. Bull. 34: 180-191 (in Chinese).

**Kuo, M. H., and T. Y. Chiang.** 1999. Population parameters of *Aphis nerii* and the effect of temperature on its development. Chinese J. Entomol. 19: 297-306 (in Chinese).

**Lambers, H. R. D.** 1966. Polymorphism in Aphididae. Annu. Rev. Entomol. 11: 47-78.

**Lees, A. D.** 1966. The control of polymorphism in aphids. Adv. Insect Physiol. 3: 207-277.

**Liu, Y. C., M. H. Kuo, and S. C. Yang.** 2000. The development, fecundity and life table of *Aphis gossypii* Glover on lily. Plant Prot. Bull. 42: 1-10 (in Chinese).

**Liu, Y. C., Y. C. Lin, and M. H. Kuo.** 1999a. The holocyclic life cycle and the morphological characters of *Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi) in Taiwan. Plant Prot. Bull. 41: 227-240 (in Chinese).



- Liu, Y. C., Y. C. Lin, and M. H. Kuo.** 1999b. Effect of temperature on development and reproduction by normal form and aestivating form of *Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi). *Plant Prot. Bull.* 41: 241-253 (in Chinese).
- Masaki, S.** 1980. Summer diapause. *Annu. Rev. Entomol.* 25: 1-25.
- Michels, G. J., and R. W. Behle.** 1989. Influence of temperature on reproduction, development, and intrinsic rate of increase of Russian wheat aphid, greenbug, and bird cherry-oat aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 82: 439-444.
- Newton, C., and A. F. G. Dixon.** 1988. The cost of switching from asexual to sexual reproduction in an aphid. *Entomol. Exp. Appl.* 47: 283-287.
- Price, P. W.** 1997. *Insect Ecology*. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc. 874 pp.
- Rispe, C., J.-C. Simon, and J.-S. Pierre.** 1996. Fitness comparison between clones differing in their ability to produce sexuals in the aphid *Rhopalosiphum padi*. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 469-474.
- SAS Institute.** 1982. *SAS user's guide: statistics*. SAS Institute, Cary, NC.
- Selhorst, T., B. Kleinhenz, and C. Sengonca.** 1995. Modelling the effect of temperature on the longevity of the grain aphid, *Sitobion avenae* (F.) (Hom., Aphididae). *Ecol. Model.* 80: 197-203.
- Simon, J.-C., R. L. Blackman, and J.-F. Le Gallic.** 1991. Local variability in the life cycle of the bird cherry-oat *Rhopalosiphum padi* (L.) in western France. *Bull. Entomol. Res.* 81: 315-322.
- Summers, C. G., R. L. Coviello, and A. P. Gutierrez.** 1984. Influence of constant temperature on the development and reproduction of *Acyrtosiphon kondoi* (Homoptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 13: 236-242.
- Tsai, J. H., and Y. H. Liu.** 1998. Effect of temperature on development, survivorship, and reproduction of rice root aphid (Homoptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 27: 662-666.
- Vargas, R. I., W. A. Walsh, D. Kanehisa, E. B. Jang, and J. W. Armstrong.** 1997. Demography of four Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 162-168.
- Wang, K., J. H. Tsai, and N. A. Harrison.** 1997. Influence of temperature on development, survivorship, and reproduction of buckthorn aphid (Homoptera: Aphididae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 62-68.
- Xia, J.Y., W. van der Werf, and R. Rabbinge.** 1999. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomol. Exp. Appl.* 90: 25-35.

收件日期：2001年8月10日

接受日期：2001年9月20日

# Effects of Temperatures on Population Parameters of Polymorphic Forms of *Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi) (Homoptera: Chaitophoridae)

Mei-Hwa Kuo\*, Yi-Chun Lin, and Yu-Chang Liu

Department of Entomology, National Chung-Hsing University, 250 Kuokung Rd, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

Effects of temperatures on population parameters of polymorphic forms of the goldenrain tree aphid, *Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi), were studied from 5 to 30 °C at 5 degree intervals. It was found that this species can not survive at 30 °C. The fundatrix and the aestivating form can survive only at 15 to 20 °C and 20 to 25 °C, respectively. The stage frequency distribution of all forms overlapped between stages, and the age frequency distribution of adults on the viviparous form and the sexual form was always wider than that of nymphs. The distribution of age frequency of the egg stage was the widest among all stages for the fundatrix, and that of the first nymphal stages was the widest for the aestivating form. Age-specific survivorship ( $l_x$ ) extended as temperature decreased for polymorphic forms of the aphid. The peak of fecundity line ( $m_x$ ) of the viviparous form was 6.28 offspring at 25 °C, 1.1 offspring at 15 °C of the sexual form, 6.67 offspring at 20 °C of the fundatrix, and 6.20 offspring at 25 °C of the aestivating form. Peaks of age-stage specific reproductive values ( $R_{ij}$ ) appeared at the beginning of the adult stage, with the highest daily reproduction of an average of 16.95 offspring/female for the viviparous form on the 15th day at 20 °C and 16.32 offspring/female on the 12th day at 25 °C. The sexual form peaks of  $R_{ij}$  were 2.44 and 1.32 offspring/female on the 20th and 14th days, respectively, and the peak was 3.78 offspring/female at 15 °C. The longest age-specific expectation of life ( $E_x$ ), of 99 days, was found at 5 °C for the viviparous form while the shortest was 29 days at 25 °C; and the longest  $E_x$  was 59 days for the sexual form at 10 °C, and the shortest was 19 days at 25 °C. The population of the viviparous form experienced positive growth from 5 °C to 25 °C; the earlier the reproductive period begin, the bigger was the intrinsic rate of increase ( $r$ ) and greater was the number of offspring. The population of the sexual form experienced positive growth only at 15 °C, with negative growth at other temperatures of from 5 to 25 °C. Both populations of the fundatrix and the aestivating form experienced positive growth in their survival range. The mean generation time ( $T$ ) of all forms was gradually reduced with increasing temperature, with the longest  $T$  of 85.20 days at 15 °C for the fundatrix and the shortest of 14.85 days for the viviparous form. The mean generation time ( $T$ ) and the intrinsic rate of increase ( $r$ ) were negatively correlated ( $r = -0.97026$ ,  $P = 0.0061$ ).

Key words: *Periphyllus koelreuteriae* (Takahashi), polymorphic forms, population parameters, temperature.