



# Formosan Entomologist

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

## 【Research report】

### 擬尺蠖(*Trichoplusia ni* Hübner) 之生命表與取食量【研究報告】

唐丁水、齊心

\*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1991/10/16 Available online: 1991/12/01

## Abstract

### 摘要

為了考慮個體間發育速率的變異性，將20°C之擬尺蠖(*Trichoplusia ni* Hübner)族群生活史資料以年齡齡期兩性生命表作族群統計分析。族群之內在增殖率為0.1247 day<sup>-1</sup>。並計算了族群之穩定年齡齡期分布、繁殖值、期望壽命以及年齡齡期取食量矩陣。

### Key words:

關鍵詞: 擬尺蠖、兩性生命表、族群統計、取食量。

Full Text:  [PDF\( 10.97 MB\)](#)

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

# 擬尺蠖(*Trichoplusia ni* Hübner)之生命表與取食量

唐丁水 國立中興大學昆蟲學系 臺中市國光路250號

齊心 國立中興大學昆蟲學系 臺中市國光路250號

## 摘要

為了考慮個體間發育速率的變異性，將 $20^{\circ}\text{C}$ 之擬尺蠖(*Trichoplusia ni* Hübner)族群生活史資料以年齡齡期兩性生命表作族群統計分析。族群之內在增殖率為 $0.1247\text{ day}^{-1}$ 。並計算了族群之穩定年齡齡期分布、繁殖值、期望壽命以及年齡齡期取食量矩陣。

關鍵詞：擬尺蠖、兩性生命表、族群統計、取食量。

# Life Table and Consumption of the Cabbage Looper, *Trichoplusia ni* Hübner

Ding-Shui Tang Department of Entomology, National Chung Hsing University, 250 Kuokuang Road, Taichung, Taiwan, R.O.C.  
Hsin Chi Department of Entomology, National Chung Hsing University, 250 Kuokuang Road, Taichung, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

In order to take the variable development rate among individuals into consideration, demographic data of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* Hübner, at 20°C is analyzed based on the age-stage, two-sex life table theory. The intrinsic rate of increase is 0.1247 day<sup>-1</sup>. Stable age-stage distribution, reproductive value, expectation of life, and age-stage specific food consumption rate matrix are calculated as well.

**Key words:** *Trichoplusia ni*, two-sex life table, demography, food consumption.

## 前　　言

族群統計學(Demography)是族群生態學的基礎，在理論上，可藉其資料計算族群介量，如內在增殖率、淨生殖率等，以了解族群之增長潛能；在應用上，則可作為大量飼育和蟲害防治的基礎。年齡別生命表分為連續性模式(Lotka, 1907)和不連續性模式(Leeslie, 1945, 1948; Lewis, 1942)。往昔學者多採用連續性年齡別生命表來計算族群介量。(李, 1985；何及羅, 1979；施及李, 1978；施及徐, 1980；施及謝, 1978, 1979；施等, 1978；黃及謝, 1983；劉及洪, 1988, 劉等, 1985；羅及何, 1979；Andrewartha and Birch, 1954; Birch, 1948; Carey, 1983, Carey and Vargas, 1985, 1988; Chen and Hsiao, 1984; Liu et al., 1985, 1987)。但是為了考慮族群中雌雄兩性和齡期分化現象，以及個體間生長發育的變異性，Chi and Liu (1985)和Chi (1988a)提出年齡齡期兩性生命表，並已被許多學者採用(方及齊, 1990；王及蘇, 1989；陸, 1989；齊, 1989；楊及黃, 1989；蒲, 1990；劉及黃, 1990；蔡等, 1989; Chi, 1990; Chi and Getz, 1988; Getz

and Haight, 1989; Rutz et al., 1990)。生命表是以族群本身的數目為研究對象，但是若要研究族群對寄主植物的消耗量，則必須由取食量著手；咀嚼式口器之食葉昆蟲的取食量常根據其各齡期取食的葉面積來計算(Chen and Su, 1982; East et al., 1989)。由於傳統生命表未考慮齡期，因此無法與取食量結合做有系統的研究。本文根據Chi and Liu (1985)及Chi (1988a)之兩性生命表理論，研究擬尺護(*Trichoplusia ni* Hübner)之生命表與取食量，將取食量依照兩性生命表理論分析年齡齡期取食量。

## 材料與方法

自台中縣大里鄉採回之擬尺蠖，在20°C的定溫箱中(光週期L:D=12:12，相對溼度約80%)飼養一代後，再採同日產下的100個卵進行生命表與取食量研究。將包裹溼棉花之甘藍葉片，置於直徑9cm、高5.5cm之養蟲盒中作單隻飼育。每日記錄其存活發育狀況及取食面積，並更換新葉片。羽化後之成蟲以一雌一雄配對，供予蜜水，每日記錄其存活與產卵個數，至死亡為止。每日取食面積

係以Li-Cor-3100面積儀測量。

試驗所得之生長、發育、存活與繁殖等資料，根據Chi and Liu(1985)及Chi(1988a)之兩性生命表理論，分析計算生長、發育、繁殖矩陣與穩定年齡分布、期望壽命等，再進一步算出內在增殖率、淨生殖率、終極增殖率及平均世代時間等族群介量。為了解族群之變異性，利用Jackknife方法(Sokal and Rohlf, 1981)計算各族群介量之平均值與標準機差。取食量資料也依據兩性生命表理論計算其年齡齡期取食量矩陣。

## 結果與討論

### 一、族群統計分析

#### (一)族群之特性與變異

族群統計學是族群特性的定量分析，包括族群的生長、存活與其變動。為了考慮個體間生長、發育的變異性，以兼具年齡齡期結構及雌、雄兩性族群的年齡齡期兩性生命表(Chi and Liu, 1985)來表示在20°C下擬尺蠖族群的特性。

依據Chi(1988a)的分析方法，自生活史之原始資料算出各年齡齡期組之生長率(圖一)、發育率(圖二)和繁殖率(圖三)。從各齡期發育率曲線底部之寬窄，可以顯示族群之變異性大小。底部愈寬者，其變異範圍愈大，由圖二可知，擬尺蠖族群各齡期的發育率有相當的變異。

個體在每個年齡齡期時存活到下一天的機率(圖四)，乃個體生長率和發育率之和。由於個體非生即死，其死亡率(圖五)即為1減去存活率的結果，故二者的圖形恰好呈上下顛倒。

個體從出生到存活至各個年齡齡期之年齡齡期別存活率(圖六)和死亡率分布(圖七)，則顯示整個族群的存活與齡期變化情

形。圖七顯示約有一半個體在卵期死亡。

由年齡齡期別存活率(圖六)可看出個體在生長和發育過程中的變異情形，其顯現的數值即是實驗過程中各時期的各年齡齡期實際存在的蟲數百分比。由兩性生命表求出之年齡齡期別存活率和繁殖率可計算傳統的年齡別生命表的年齡別存活率( $l_x$ )、年齡別繁殖率( $m_x$ )和淨生殖率( $R_x$ )(圖八)(Chi and Liu, 1985)。在此傳統生命表的曲線中則無法看到發育速率的變異性。

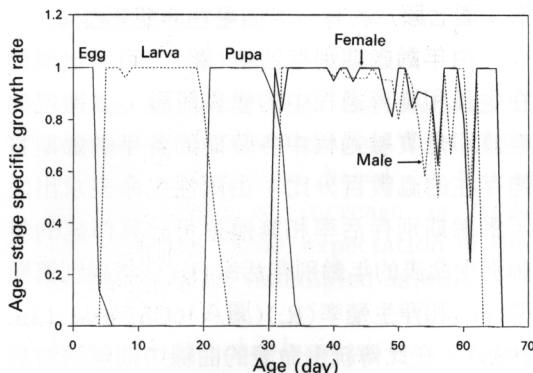
由於相同年齡的擬尺蠖可能屬於不同的齡期，而有不同的生物特性。例如：在族群中，年齡為22天大的個體，若為幼蟲，則會取食為害甘藍，若為蛹，則不為害；年齡為36天大的個體，若為雌蟲，則會產卵繁殖，若為雄蟲或蛹則不會產卵。因此，若只根據年齡別生命表來估計族群的生長或為害，很容易導致錯誤的結果。

#### (二)族群介量

根據擬尺蠖生長率、發育率和繁殖率矩陣，計算得各族群介量之平均值±標準機差(mean±SE)為：內在增殖率( $r$ )為 $0.1247 \pm 0.0055 \text{ day}^{-1}$ 、淨生殖率( $R_x$ )為 $185.82 \pm 40.5 \text{ offsprings/individual}$ 、終極增殖率( $\lambda$ )為 $1.1328 \pm 0.0062 \text{ day}^{-1}$ 和平均世代時間( $T$ )為 $41.91 \pm 0.37 \text{ day}$ 。藉由Jackknife方法所算出各介量的標準機差，可顯示族群本身的變異。

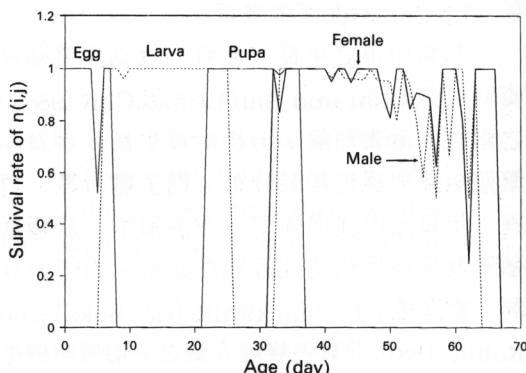
Meyer et al. (1986)也曾採用Jackknife方法估算水蚤族群之內在增殖率，認為Jackknife為較有效之方法。

若將發育過程中死亡的個體與雄性都當作是不產卵的雌性，則用傳統生命表的方式所算出的淨生殖率與兩性生命表方式所算結果相同，由此可證明兩性生命表的正確性。而一般報告中常假設族群的性比為1:1，此與實際狀況不符，故只採用雌性個體的算法是錯誤的，這些問題在Chi (1988a)的報告中



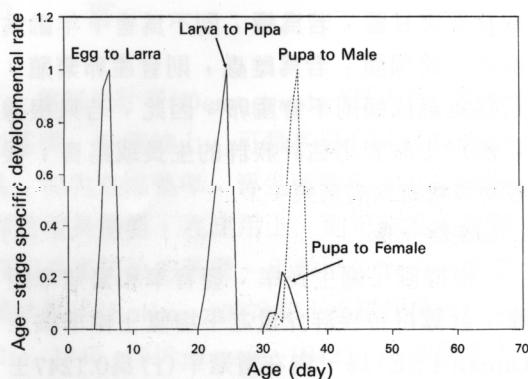
圖一 20°C擬尺蠖之年齡齡期別生長率。

Fig. 1. The age-stage specific growth rate of *T. ni* at 20°C.



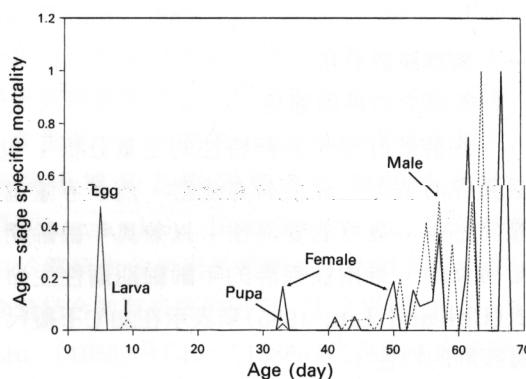
圖四 20°C擬尺蠖各年齡齡期組  $n(i,j)$  的存活率。

Fig. 4. The survival rate of  $n(i,j)$  of *T. ni* at 20°C.



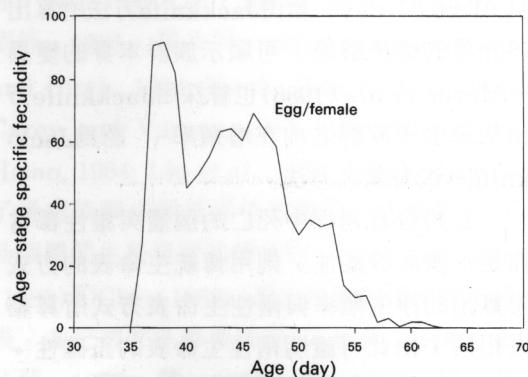
圖二 20°C擬尺蠖之年齡齡期別發育率。

Fig. 2. The age-stage specific developmental rate of *T. ni* at 20°C.



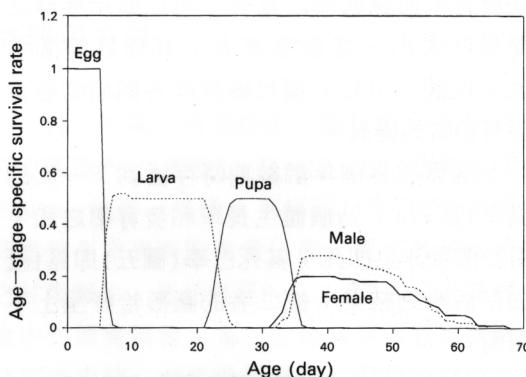
圖五 20°C擬尺蠖之年齡齡期別死亡率。

Fig. 5. The age-stage specific mortality of *T. ni* at 20°C.



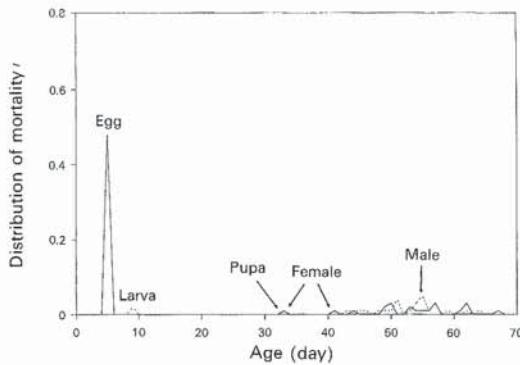
圖三 20°C擬尺蠖之年齡齡期別繁殖率。

Fig. 3. The age-stage specific fecundity of *T. ni* at 20°C.



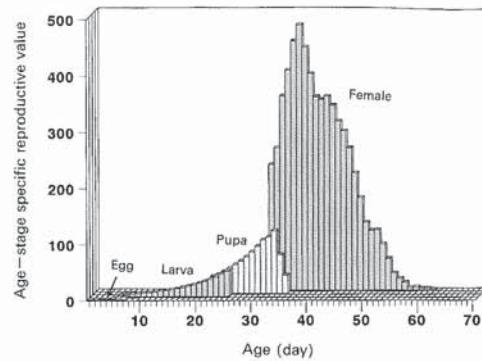
圖六 20°C擬尺蠖之年齡齡期別存活率。

Fig. 6. The age-stage specific survival rate of *T. ni* at 20°C.



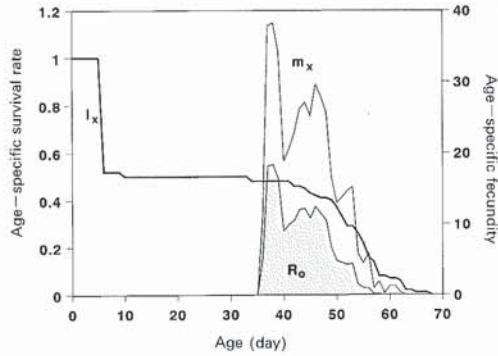
圖七 20°C擬尺蠖之死亡率分布。

Fig. 7. The distribution of mortality of *T. ni* at 20°C.



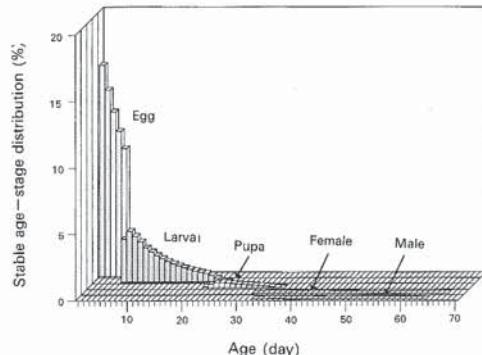
圖十 20°C擬尺蠖之年齡齡期別繁殖值。

Fig. 10. The age-stage specific reproductive value of *T. ni* at 20°C.



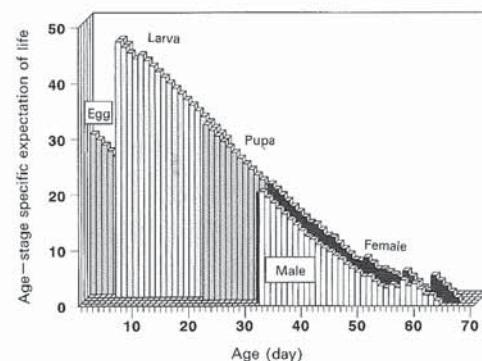
圖八 20°C擬尺蠖之年齡別存活率( $I_x$ )、繁殖率( $m_x$ )和淨生殖率( $R_0$ )。

Fig. 8. The age-specific survival rate, fecundity and net reproductive rate of *T. ni* at 20°C.



圖九 20°C擬尺蠖之穩定年齡齡期分布。

Fig. 9. The stable age-stage distribution of *T. ni* at 20°C.



圖十一 20°C擬尺蠖之年齡齡期別期望壽命。

Fig. 11. The age-stage specific expectation of life of *T. ni* at 20°C.

已有詳細的討論。

### (三) 穩定族群分布、繁殖值與期望壽命

當時間趨近無限大時，族群的增長率達到一個固定常數，即終極增長率( $\lambda$ )，族群也呈現穩定的年齡齡期分布(圖九)。由年齡齡期分布圖中可看出相同年齡而不屬於同一齡期的比例。將同年齡所佔比例相加即得到穩定年齡分布，將同齡期所佔比例相加即得到穩定齡期分布。從分布圖中可看出擬尺蠖的族群結構，以年輕的個體(卵)在族群中所佔的比例最高(64%)，成蟲的比例極低(1%)

，此乃增長中族群特有的金字塔狀結構。另外，亦可從穩定齡期分布中得知在穩定的年齡齡期分布下族群之性比。

本文中所求得之年齡齡期別繁殖值(圖十)是根據 Fisher (1958)與兩性生命表理論發展之適合兩性生命之計算方法(齊心，未發表資料)所計算之結果，繁殖值是綜合各年齡齡期的存活率、繁殖率和時間作用的結果，表示在穩定年齡齡期分布的族群中，各年齡齡期對未來族群的貢獻。在同年齡、不同齡期的個體有不同繁殖值。例如：族群在年齡為35天時，蛹的繁殖值是32.7，雌蟲的繁殖值是392.8。其原因是蛹仍需時間繼續生長，而且在發育到雌蟲的過程中可能死亡，也可能發育為不產卵的雄蟲，故其繁殖值較低。在各個齡期中，卵由於需要較長的發育時間，成長過程中又有死亡率，故其繁殖值最低；雌蟲則最高。雄蟲之繁殖值為零，乃因生態學上雖肯定雄蟲對族群有貢獻，但根據目前的理論仍無適當方法表示。

期望壽命如圖十一所示，是指各年齡齡期的個體仍可能存活的天數。期望壽命為存活率與時間作用的結果，因此相同年齡、不同齡期的個體之期望壽命不同。例如：族群在年齡為35天時，蛹的期望壽命為18.7天，雌蟲為20.5天，雄蟲為18.6天。由於期望壽命與繁殖值同樣受存活率的影響，因此在沒有個體死亡時，期望壽命為逐日遞減一天；若在X年齡時之死亡率高，而其後之死亡率降低時，則年齡較大的個體期望壽命反而較高。年齡齡期別期望壽命的計算方法是根據兩性生命表發展而成(Chi, 1988b)。

## 二、取食量

一般生態學研究中，生命表與取食量的分析方法完全不同，因此取食量不能配合生命表應用於族群增長之模擬工作中。本研究仿照 Chi and Liu (1985)的方法，以二維矩

陣來表示有年齡、齡期結構的族群之取食速率矩陣(C)(圖十二)。由於擬尺蠖僅幼蟲期取食甘藍葉片，故矩陣中唯有該齡期有取食量。若運用在其他漸進變態之昆蟲(如蝗蟲)或將幼蟲期細分為不同幼蟲齡期，則取食量矩陣的各行都可能有不同的資料。取食時間的長短視其幼蟲期的長短而定。在幼蟲期的最後兩天時(第24與25天)準備化蛹而不取食，使取食量為0。個體在蛻皮當天因完成蛻皮需要時間，使取食量亦減少，因此取食量並非絕對的逐日增加。擬尺蠖一生的總取食量平均約為117平方公分。

Matrix C

Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male
1	0	—	—	—	—
5	0	—	—	—	—
6	0	0.02	—	—	—
7	—	0.05	—	—	—
8	—	0.08	—	—	—
9	—	0.07	—	—	—
10	—	0.21	—	—	—
11	—	0.32	—	—	—
12	—	0.73	—	—	—
13	—	1.38	—	—	—
14	—	1.68	—	—	—
15	—	5.59	—	—	—
16	—	3.13	—	—	—
17	—	8.10	—	—	—
18	—	22.05	—	—	—
19	—	31.55	—	—	—
20	—	29.55	—	—	—
21	—	8.99	—	—	—
22	—	1.98	0	—	—
23	—	1.11	0	—	—
24	—	0	0	—	—
67	—	—	—	0	—

圖十二 20°C擬尺蠖之年齡齡期別取食量( $\text{cm}^2 / \text{day}$ ) (矩陣C)。

Fig. 12. The age-stage specific consumption rate ( $\text{cm}^2 / \text{day}$ ) (matrix C) of *Trichoplusia ni* at 20°C.

## 結論

由生命表所作的族群統計分析結果，可以了解擬尺蠖族群的生物特性及其變異性。

利用兩性生命表為基礎求出之族群取食量的矩陣可以做為研究擬尺蠖幼蟲在不同年齡齡期時對作物損害程度之基礎。

## 誌 謝

本文修改期間承二位審查委員提供寶貴意見，謹此致謝。本研究經費由NSC79-0409-B005-20與NSC80-0409-B005-14計畫補助。

## 參考文獻

- 方建曉、齊心。1990。家蠅之兩性生命表。興大昆蟲學報 23: 1-11。
- 王秋敏、蘇宗宏。1989。溫度影響棕櫚盾介殼蟲之族群介量。中華昆蟲 9(2): 151-156。
- 李學進。1985。垃圾場家蠅棲群之研究。興大昆蟲學報 18: 65-74。
- 何琦琛、羅幹成。1979。溫度對二點葉蟻 *Tetranychus urticae* 生活史及繁殖力之影響。中華農業研究 28(4): 261-271。
- 施劍鑾、李學進。1978。臺灣桑木蝨 (*Paurocephala psylloptera* Crawford) 之生物特性、棲群生態及其防除策略檢討之棲群模式。興大昆蟲學報 13(1): 73-81。
- 施劍鑾、徐碧華。1980。斜紋夜盜 (*Spodoptera litura* (F.)) 之生物特性、生命表及內在增殖率。臺灣蘆荀研究 69: 53-59。
- 施劍鑾、謝忠能。1978。兩點植物葉蟻 *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) 之生物特性、生命表及棲群內在增殖率。植保會刊 20(4): 321-329。
- 施劍鑾、謝忠能。1979。長毛捕植蟻 (*Amblyseius longispinosus* (Evans)) 之生物特性、生命表、捕食潛能及內在增殖率。植保會刊 21(2): 175-183。
- 施劍鑾、黃淑明、謝忠能。1978。神澤氏葉蟻 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 之生物特性、生命表及棲群內在增殖率。植保會刊 20(3): 181-190。
- 黃振聲、謝豐國。1983。桃蚜 (*Myzus persicae* (Sulzer)) 之發育生物學及其棲群增長。植保會刊 25(2): 77-86。
- 陸元丁。1989。柑桔紅圓蚧實驗種群生命表及寄生天敵對其自然種群的控制作用研究。柑桔害蟲綜合治理論文集。學術書刊出版社 207-217頁。
- 齊心。1989。家蠶 (*Bombyx mori* L.) 之兩性生命表。中華昆蟲 9(2): 141-150。
- 楊余兵、黃明度。1989。柑桔木虱種群生命系統模型的研究。柑桔害蟲綜合治理論文集。學術書刊出版社 114-125頁。
- 蒲蟄龍(主編)。1990。農作物害蟲管理數學模型與應用。廣東科技出版社 504頁。
- 劉玉章、洪希奕。1988。柑桔葉蟻之族群介量及族群變動。植保會刊 30(2): 175-201。
- 劉玉章、黃莉欣。1990。食物因子作用下之東方果實蠅族群統計學介量。中華昆蟲 10(3): 279-299。
- 劉玉章、齊心、陳雪惠。1985。溫度與食物對東方果實蠅族群介量之影響。中華昆蟲 5(1): 1-10。
- 蔡忻畋、貢穀紳、施劍鑾。1989。溫度對茶樹神澤葉蟻 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 生活史及族群介量之影響。植保會刊 31(2): 119-130。
- 羅幹成、何琦琛。1979。溫度對長毛捕植蟻 (*Amblyseius longispinosus*) 生活史繁殖力及捕食能力之影響。植保會刊 28(4): 237-250。
- Andrewartha, H. G., and L. C. Birch. 1954. The distribution and abundance

- nce of animals. University of Chicago Press, Chicago. 782pp.
- Birch, L. C.** 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- Carey, J. R.** 1983. Practical application of the stable age distribution: Analysis of a tetranychid mite (Acari: Tetranychidae) population outbreak. *Environ. Entomol.* 12: 10-18.
- Carey, J. R., and R. I. Vargas.** 1985. Demographic analysis of insect mass rearing: A case study of three tephritids. *J. Econ. Entomol.* 78: 523-527.
- Carey, J. R., and R. I. Vargas.** 1988. Demographic analysis of insect reproductive levels, patterns and heterogeneity: A case study of laboratory strains of three Hawaiian tephritids. *Entomol. Exp. Appl.* 46: 85-91.
- Chen, C. N., and W. F. Hsiao.** 1984. Influence of food and temperature on life history traits and population parameters of *Spodoptera litura* (Fabricius). *Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.)* 26: 219-229.
- Chen, C. N., and W. Y. Su.** 1982. Influence of temperature on development and leaf consumption of three caterpillars on cauliflower. *Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.)* 24: 131-141.
- Chi, H.** 1988a. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ. Entomol.* 17: 26-34.
- Chi, H.** 1988b. Expectation of life in an age-stage two-sex life table. *Supple-*
- ment to *Bulletin of the Ecological Society of America* 69: 98.
- Chi, H.** 1990. Timing of control based on the stage structure of pest populations: A simulation approach. *J. Econ. Entomol.* 83: 1143-1150.
- Chi, H., and W. M. Getz.** 1988. Mass rearing and harvesting based on an age-stage, two-sex life table: A potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) case study. *Environ. Entomol.* 17: 18-25.
- Chi, H., and H. Liu.** 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 24: 225-240.
- East, D. A., J. V. Edelson, and B. Cartwright.** 1989. Relative cabbage consumption by the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae), beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), and diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.* 82: 1367-1369.
- Fisher, R. A.** 1958. *The genetical theory of natural selection*. Dover, New York.
- Getz, W.M., and R. G. Haight.** 1989. *Population harvesting: Demographic models of fish, forest, and animal resources*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 391pp.
- Leslie, P. H.** 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33: 183-212.
- Leslie, P. H.** 1948. Some further notes on the use of matrices in population

- mathematics. Biometrika 35: 213-245.
- Lewis, E. G.** 1942. On the generation and growth of a population. Sankhya 6: 93-96.
- Liu, H., H. Chi, C. N. Chen, and K. S. Kung.** 1985. The population parameters of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), on common kale. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 27: 145-153.
- Liu, H., H. Chi, C. N. Chen, and K. S. Kung.** 1987. Population parameters of the diamondback moth in relation to its susceptibility to insecticides. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 29: 283-291.
- Lotka, A. I.** 1907. Relation between birth rates and death rates. Science 26: 21-22.
- Meyer, J. S., C. G. Ingersoll, L. L. McDonald, and M. S. Boyce.** 1986. Estimating uncertainty in po-
- pulation growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. Ecology 67: 1156-1166.
- Price, P. W.** 1984. Insect ecology, 2nd ed. John Wiley & Son, New York. 603pp.
- Rutz, C. H., U. Hugentobler, H. Chi, J. U. Baumgärtner, and J. J. Oerli.** 1990. Energy flow in an apple plant-aphid (*Aphis pomi* De Geer) (Homoptera: Aphididae) ecosystem with respect to nitrogen fertilization. I. Life table analysis. pp. 625-631 in M. L. van Beusichem, ed. Plant nutrition - physiology and applications. Kluwer, Amsterdam.
- Sokal, R. R., and F. J. Rohlf.** 1981. Biometry. Second edition. W. H. Freeman, San Francisco, California, USA.

收件日期：1991年9月18日

接受日期：1991年10月16日