



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

【Research report】

家蠶 (*Bombyx mori* L.) 之兩性生命表 【研究報告】

齊心

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1989/03/27 Available online: 1989/09/01

Abstract

摘要

為同時考慮雌雄兩性與個體間發育速率之變異性，採用年齡齡期兩性生命表分家蠶(*Bombyx mori* L.)的生活史資料。在26°C下，家蠶族群的內在增殖率為0.0923/天，平均世代時間為48.31天，淨增殖率為82.04。此外，並計算穩定年齡齡期分佈、期望壽命與繁殖值。

Key words:

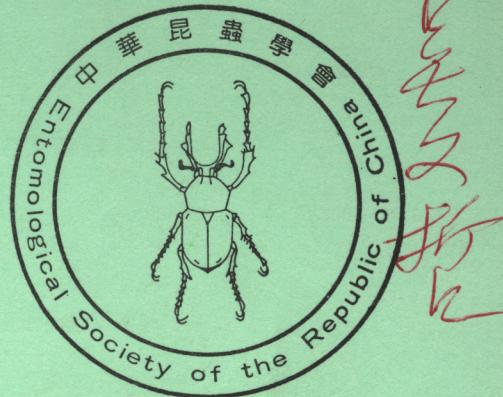
關鍵詞:

Full Text: [PDF \(31.12 MB\)](#)

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

中華昆蟲

CHINESE JOURNAL OF ENTOMOLOGY
(Zhōnghuá Kūnchóng)



第九卷 第二期

中華民國七十八年九月

國際期刊標準編號

ISSN 0258-462X

目 錄

家蠶 (<i>Bombyx mori</i> L.) 之兩性生命表.....	齊 心.....	141
溫度影響棕櫚盾介殼蟲之族羣介量.....	王秋敏 蘇宗宏.....	151
華盛頓州中部蘋果園中歐洲葉蟻之空間分布及分散度		
Chi-Tung Chen, Lynell K. Tanigoshi and Garrell E. Long.....		157
實驗生態系多樣性與穩定性關係的研究		
I. 樓羣的持續性.....	賴宗賢 吉田敏治.....	169
利用昆蟲病毒防治十字花科蔬菜的三種鱗翅目害蟲.....	蘇智勇.....	189
不同採蜜法對蜜蜂白堊病發病及蜂蜜產量之影響		
.....朱亮光 劉帽恩 何鎧光.....		197
神澤葉蟻為害桑葉對家蠶繭產量影響之評估		
.....何琦琛 黃勝泉 王世華.....		203
荒川庫蠓實驗室繼代飼養.....	連日清 彭玄桂.....	211
小琉球東方果實蠅滅絕處理後再發生為害原因之探討		
.....朱耀沂 邱輝宗.....		217
以天然與人工飼料飼育斜紋夜蛾 (<i>Spodoptera litura</i> (F.)) 成蟲壽命、交尾能力及飛翔能力之比較.....	朱耀沂 歐陽盛芝.....	231
甜菜夜蛾 (<i>Spodoptera exigua</i>) 的生物學和生殖形態學之研究		
.....堯慕德 許迺基.....		239
南黃薊馬之生殖機制 I. 雌蟲之產卵.....	王清玲 朱耀沂 羅幹成.....	251
中國產彈尾目(昆蟲綱)之系統研究		
I. 臺灣產四新種與三新記錄種.....	李炳勛 朴慶華.....	263
<u>科學短訊</u>		
臺灣主要農業有害動物學名的訂正.....	朱耀沂 吳文哲.....	283
臺灣昆蟲目錄——天牛科 (III): 天牛亞科		
.....檳原 寬 齊藤明子 朱耀沂 林 匡夫 中村慎吾.....		289
中華昆蟲學會七十八年年會論文宣讀摘要.....		301

中華昆蟲學會編印

中華民國 臺北市

CHINESE JOURNAL OF ENTOMOLOGY

(Zhōnghuá Kūnchóng)

CONTENTS

- Two-sex Life Table of the Silkworm, *Bombyx mori* L.....Hsin Chi.....141
The Effect of Temperature on Population Parameters of the Latania
Scale, *Hemiberlesia lataniae* Signoret
.....Chiou-Miin Wang and Tsong-Hong Su.....151
Spatial Distribution and Dispersion Indices for *Panonychus ulmi*
(Koch) (Acari: Tetranychidae) on Apple in Central Washington
.....Chi-Tung Chen, Lynell K. Tanigoshi and Garrell E. Long.....157
Experimental Study on the Diversity and Stability in the Laboratory
Ecosystem I. Persistency of Community
.....Chung-Hsien Lai and Toshiharu Yoshida.....169
The Evaluation of Granulosis and Nuclear Polyhedrosis Virus for
Control of Three Lepidopterous Insect Pests on Cruciferous
VegetablesChich-Yeong Su.....189
The Effect of Honey Harvesting Methods to the Outbreak of
Chalkbrood and Yield of Honey
.....Liang-Kuang Chu, Thomas Mei-En Liu and Kai-Kuang Ho.....197
Effect of the Infestation of *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari:
Tetranychidae) on the Silk Production of the Silkworm, *Bombyx*
mori (Lepidoptera: Bombycidae)
.....Chyi-Chen Ho, Sheng-Chyuang Hwang and Shyh-Hwa Wang.....203
Laboratory Colonization of *Culicoides arakawae*
.....Jih-Ching Lien and Hsuan-Kuei Peng.....211
The Re-establishment of *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Trypetidae)
after the Eradication on Lambay Island
.....Yau-I Chu and Huei-Tzong Chiu.....217
The Adult Longevity, Mating and Flying Abilities of Tobacco
Cutworm (*Spodoptera litura* (F.)) Reared with Natural and
Artificial Diets.....Yau-I Chu and Sheng-Chih Ou-Yang.....231
The Biology and the Reproductive Morphology of Beet Army Worm,
Spodoptera exigua (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)
.....G. Amaldoss and Nai-Che Hsue.....239
The Reproductive Mechanism of *Thrips palmi* Karny I. The Female
Ovipositional Behavior
.....Chin-Ling Wang, Yau-I Chu and Kang-Chen Lo.....251
Systematic Studies on Chinese Collembola (Insecta), I. Four New
Species and Three New Records of Entomobryidae from Taiwan
.....Byung-Hoon Lee and Kyung-Hwa Park.....263
Short Notes:
The Changes of Scientific Name of Some Important Pest Animals in
Taiwan.....Yau-I Chu and Wen-Jer Wu.....283
Catalogue of Insects in Taiwan--Cerambycidae (III): Cerambicinae
Hiroshi Makihara, Akiko Saito, Yau-I Chu, Masuo Hayashi and
Shingo Nakamura289
Abstract of Papers Presented at the Annual Meeting of the
Entomological Society of the Republic of China, September
22-24, 1989 at National Pingtung Institute of Agriculture.....301

家蠶 (*Bombyx mori* L.) 之兩性生命表

齊 心

國立中興大學昆蟲系
臺灣省，臺中市 40227

(接受日期：1989年3月27日)

摘要

為同時考慮雌雄兩性與個體間發育速率之變異性，採用年齡齡期兩性生命表分析家蠶 (*Bombyx mori* L.) 的生活史資料。在 26°C 下，家蠶族羣的內在增殖率為 0.0923/天，平均世代時間為 48.31 天，淨增殖率為 82.04。此外，並計算穩定年齡齡期分佈、期望壽命與繁殖值。

緒論

家蠶 (*Bombyx mori* L.) 為臺灣主要養殖昆蟲之一，近年來有關的研究大多着重於病理學與生理學（陳及劉，1978；Chen and Hou, 1980；趙及侯，1980；陳及侯，1980；廖及蘇，1981；Liu and Hou, 1985；Hou and Chiu, 1986；蘇等，1987），生態學方面的研究不多。然而，生態學方面的資料不但是改良飼育方法的主要依據，在建立經濟有效的大量養殖模式時，更是不可缺少的資料。家蠶生態學方面的研究，以生命表較能提供整體性的數據，這些數據也可以進一步用於分析、設計大量飼育模式。自 1978 年以來，有關臺灣主要害蟲生命表的研究報告頗多（施等，1978；施及李，1978；施及謝，1978；施及謝，1979；何及羅，1979；羅及何，1979；施及徐，1980；Lee and Shih, 1982；黃及謝，1983；Chen and Hsiao, 1984；李，1985；劉等，1985；Liu et al., 1985, 1987；劉及洪，1988），這些報告中都採用 Birch (1948) 的計算方法。由於 Birch (1948) 的方法僅考慮雌性族羣，並且忽略了個體間發育速率的變異性；因此，是否適於應用在具有雌雄兩性或個體間發育速率有明顯的變異性的昆蟲族羣上，值得懷疑。Chi and Liu (1985) 與 Chi (1988a) 先後發表了年齡齡期兩性生命表之理論與計算方法，並應用在分析小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) (Chi and Liu, 1985) 與馬鈴薯塊莖蛀蛾 (*Phthorimaea operculella* (Zeller)) (Chi 1988a) 的生命表上。由於年齡齡期兩性生命表同時包含了雌雄兩性與個體間發育速率之變異性，較 Birch (1948) 的方法更符合兩性生物的實際情形，本文即利用年齡齡期兩性生命表分析家蠶的族羣生活史記錄，做為進一步研究大量飼育模式的基本資料。

材料與方法

本試驗所用之家蠶為臺灣省蠶蜂業改良場提供之「國・富×農・豐」種蠶，在試驗期間，家蠶自卵

期起便個別飼育於 26C 之定溫箱中，共 50 個重複。每天自桑樹 (*Morus alba* var. *atropurpurea*) 上摘取最大光葉下之 4~10 葉片餵食幼蟲，並記錄發育情形。羽化後即單隻配對，每對分別置於直徑 13cm 之培養皿中，每天記錄產卵量。生活史記錄的分析依照 Chi (1988a) 的方法。

結果與討論

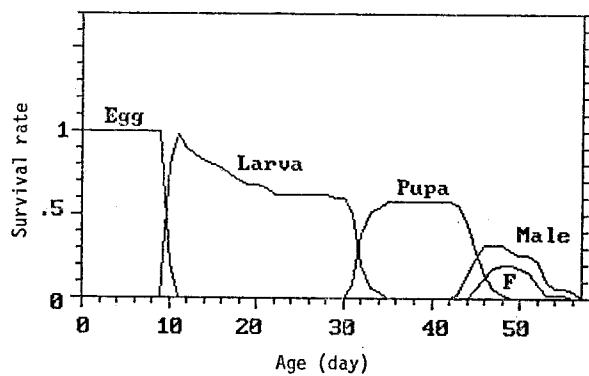
家蠶在 26C 下，生活史各期發育時間如表一所示，各發育期的曲線則可見於圖一。表一中顯示家蠶累積發育期的標準偏差由卵期起逐漸加大，這一點可以在圖一中見到，生活史的後期中，發育期

表一 *Bombyx mori* L. 在 26C 下，生活史資料的基本統計表
Table 1. Basic statistics of life history data of *Bombyx mori* L. at 26C

Stage Duration	Sex	Sample size	Mean	SEM
Egg	All	50	9.20 days	0.06
	F	13	9.08	0.08
	M	16	9.00	0.00
Larva	All	29	22.34	0.17
	F	13	22.77	0.28
	M	16	22.00*	0.18
Pupa	All	29	13.21	0.15
	F	13	13.77	0.28
	M	16	12.75*	0.15
Adult	All	29	6.69	0.51
	F	13	4.77	0.69
	M	16	8.25**	0.47
Egg-Larva	All	29	31.38	0.19
	F	13	31.85	0.32
	M	16	31.00*	0.18
Egg-Pupa	All	29	44.59	0.27
	F	13	45.62	0.35
	M	16	43.75*	0.23
Egg-Adult	All	29	51.28	0.46
	F	13	50.38	0.67
	M	16	52.00*	0.60
Fecundity	F	13	315.54 eggs	64.18

* The developmental duration for male is significantly shorter than that for female using *t*-test at one-tailed 5% significance level.

** The longevity of male adult is significantly longer than that of female adult using *t*-test at one-tailed 5% significance level.



圖一 年齡齡期存活率曲線。

Fig. 1. The curves of age-stage specific survival rate (F: female).

Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male	Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male
1	50	-	-	-	-	1	1.00	-	-	-	-
2	50	-	-	-	-	2	1.00	-	-	-	-
3	50	-	-	-	-	3	1.00	-	-	-	-
4	50	-	-	-	-	4	1.00	-	-	-	-
5	50	-	-	-	-	5	1.00	-	-	-	-
6	50	-	-	-	-	6	1.00	-	-	-	-
7	50	-	-	-	-	7	1.00	-	-	-	-
8	50	-	-	-	-	8	1.00	-	-	-	-
9	50	-	-	-	-	9	0.20	-	-	-	-
10	10	40	-	-	-	10	0	0.97	-	-	-
11	-	49	-	-	-	11	-	0.92	-	-	-
12	-	45	-	-	-	12	-	0.96	-	-	-
13	-	43	-	-	-	13	-	0.95	-	-	-
14	-	41	-	-	-	14	-	0.98	-	-	-
15	-	40	-	-	-	15	-	0.97	-	-	-
16	-	39	-	-	-	16	-	0.95	-	-	-
17	-	37	-	-	-	17	-	0.95	-	-	-
18	-	35	-	-	-	18	-	0.97	-	-	-
19	-	34	-	-	-	19	-	1.00	-	-	-
20	-	34	-	-	-	20	-	0.97	-	-	-
21	-	33	-	-	-	21	-	0.94	-	-	-
22	-	31	-	-	-	22	-	1.00	-	-	-
23	-	31	-	-	-	23	-	1.00	-	-	-
24	-	31	-	-	-	24	-	1.00	-	-	-
25	-	31	-	-	-	25	-	1.00	-	-	-
26	-	31	-	-	-	26	-	1.00	-	-	-
27	-	31	-	-	-	27	-	1.00	-	-	-
28	-	31	-	-	-	28	-	0.97	-	-	-
29	-	30	-	-	-	29	-	1.00	-	-	-
30	-	30	-	-	-	30	-	0.83	-	-	-
31	-	25	4	-	-	31	-	0.40	1.00	-	-
32	-	10	19	-	-	32	-	0.30	1.00	-	-
33	-	3	26	-	-	33	-	0.67	1.00	-	-
34	-	2	27	-	-	34	-	0	1.00	-	-
35	-	-	29	-	-	35	-	-	1.00	-	-
36	-	-	29	-	-	36	-	-	1.00	-	-
37	-	-	29	-	-	37	-	-	1.00	-	-
38	-	-	29	-	-	38	-	-	1.00	-	-
39	-	-	29	-	-	39	-	-	1.00	-	-
40	-	-	29	-	-	40	-	-	1.00	-	-
41	-	-	29	-	-	41	-	-	1.00	-	-
42	-	-	29	-	-	42	-	-	0.97	-	-
43	-	-	28	-	-	43	-	-	0.79	-	1.00
44	-	-	22	-	-	44	-	-	0.64	-	1.00
45	-	-	14	-	12	45	-	-	0.50	1.00	1.00
46	-	-	7	3	16	46	-	-	0.43	0.83	1.00
47	-	-	3	10	16	47	-	-	0.33	0.89	1.00
48	-	-	1	9	14	48	-	-	0	0.90	0.88
49	-	-	-	8	13	49	-	-	-	0.90	0.93
50	-	-	-	4	11	50	-	-	-	0.89	1.00
51	-	-	-	1	5	51	-	-	-	0.50	0.85
52	-	-	-	-	3	52	-	-	-	0.25	0.45
53	-	-	-	-	1	53	-	-	-	1.00	0.60
54	-	-	-	-	1	54	-	-	-	0	0.67
55	-	-	-	-	1	55	-	-	-	-	0
56	-	-	-	-	2	56	-	-	-	-	-

圖二 矩陣 N：生活史中各齡期數目之變化。

Fig. 2. Matrix N: Change of number in each stage during the life history.

圖三 矩陣 G：各年齡齡期組之生長率。

Fig. 3. Matrix G: Age-stage specific growth rate.

重疊較明顯；幼蟲期與蛹期重疊達四天，蛹期與成蟲期重疊 6 天。這些現象的實際的數目變化情形，可以由此家蠶族羣之年齡齡期存活數矩陣 (N) (圖二) 觀察到。在此 56×5 的矩陣中，將家蠶生活史以天為單位，分成 56 個年齡組，6 個發育期。矩陣中的數目便是生活史中存活到各年齡齡期組的實際數目。此矩陣反映整個生活史實際的發育與存活過程，是較為詳細的原始資料，所提供的資訊也比表一的平均值為多，更重要的是表達了生活史資料的連貫性，而不是將其以人為的方式用平均值分成數段。

昆蟲生活史中包含了生長、發育、存活與繁殖各種現象，每經過一個時間單位後，一個存活的個體可能年齡增加一個時間單位但仍在同一發育期中；也可能年齡增長一個單位，同時發育到下一個發育期中；但是，在齡別生命表中，只考慮各年齡的存活率，因此無法詳細區分這兩種情形。根據 Chi (1988a) 的報告，這兩種情形可以用生長率矩陣與發育率矩陣分別描述，也唯有藉這些生長率與發育率之變化，才能詳盡地了解生活史的詳細過程；然而，要計算這些機率，必須有每一個體的生活史記錄（本試驗之原始資料可向作者函索）。將原始生活史資料，依照 Chi (1988a) 的方法，計算出家蠶族羣的生長率矩陣 (G) (圖三)，發育率矩陣 (D) (圖四) 與繁殖率矩陣 (F) (圖五)。由發育率矩陣可以看出雄性發育比雌性快。這一點在表一中也可以看出來，雄性家蠶由卵期到蛹期的平均累積發育時間比雌性家蠶短二天。由生長率矩陣與發育率矩陣計算出存活率矩陣 (S) (圖六)，

Age	$E \rightarrow L$	$L \rightarrow P$	$P \rightarrow F$	$P \rightarrow M$	Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male
1	0	-	-	-	1	0	-	-	-	-
2	0.00	-	-	-	2	0	-	-	-	-
3	0.00	-	-	-	3	0	-	-	-	-
4	0.00	-	-	-	4	0	-	-	-	-
5	0.00	-	-	-	5	0	-	-	-	-
6	0.00	-	-	-	6	0	-	-	-	-
7	0.00	-	-	-	7	0	-	-	-	-
8	0.00	-	-	-	8	0	-	-	-	-
9	0.80	-	-	-	9	0	-	-	-	-
10	1.00	0	-	-	10	0	-	-	-	-
11	-	0	-	-	11	-	0	-	-	-
12	-	0	-	-	12	-	0	-	-	-
13	-	0	-	-	13	-	0	-	-	-
14	-	0	-	-	14	-	0	-	-	-
15	-	0	-	-	15	-	0	-	-	-
16	-	0	-	-	16	-	0	-	-	-
17	-	0	-	-	17	-	0	-	-	-
18	-	0	-	-	18	-	0	-	-	-
19	-	0	-	-	19	-	0	-	-	-
20	-	0	-	-	20	-	0	-	-	-
21	-	0	-	-	21	-	0	-	-	-
22	-	0	-	-	22	-	0	-	-	-
23	-	0	-	-	23	-	0	-	-	-
24	-	0	-	-	24	-	0	-	-	-
25	-	0	-	-	25	-	0	-	-	-
26	-	0	-	-	26	-	0	-	-	-
27	-	0	-	-	27	-	0	-	-	-
28	-	0	-	-	28	-	0	-	-	-
29	-	0	-	-	29	-	0	-	-	-
30	-	0	-	-	30	-	0	-	-	-
31	0.13	0	-	-	31	-	0	-	-	-
32	0.60	0	-	-	32	-	0	-	-	-
33	0.70	0	-	-	33	-	0	-	-	-
34	0.33	0	-	-	34	-	0	-	-	-
35	1.00	0	-	-	35	-	0	-	-	-
36	-	0	-	-	36	-	0	-	-	-
37	-	0	-	-	37	-	0	-	-	-
38	-	0	-	-	38	-	0	-	-	-
39	-	0	-	-	39	-	0	-	-	-
40	-	0	-	-	40	-	0	-	-	-
41	-	0	-	-	41	-	0	-	-	-
42	-	0	0.03	-	42	-	0	-	-	-
43	-	0	0.21	-	43	-	0	-	-	-
44	-	0.14	0.23	-	44	-	0	-	7.33	-
45	-	0.21	0.29	-	45	-	0	-	91.83	-
46	-	0.57	0	-	46	-	0	-	72.67	-
47	-	0.67	0	-	47	-	0	-	101.00	-
48	-	1.00	0	-	48	-	0	-	90.70	-
49	-	-	-	-	49	-	0	-	41.33	-
50	-	-	-	-	50	-	0	-	35.25	-
51	-	-	-	-	51	-	0	-	70.25	-
52	-	-	-	-	52	-	0	-	23.00	-
53	-	-	-	-	53	-	0	-	0	-
54	-	-	-	-	54	-	0	-	0	-
55	-	-	-	-	55	-	0	-	0	-
56	-	-	-	-	56	-	0	-	0	-

圖四 矩陣 D：各年齡齡期組之發育率。

Fig. 4. Matrix D: Age-stage specific development rate.

圖五 矩陣 F：各年齡齡期組之繁殖率。

Fig. 5. Matrix F: Age-stage specific fecundity.

Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male	Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male
1	1.00	-	-	-	-	1	9.82	-	-	-	-
2	1.00	-	-	-	-	2	8.97	-	-	-	-
3	1.00	-	-	-	-	3	8.19	-	-	-	-
4	1.00	-	-	-	-	4	7.17	-	-	-	-
5	1.00	-	-	-	-	5	6.32	-	-	-	-
6	1.00	-	-	-	-	6	6.23	-	-	-	-
7	1.00	-	-	-	-	7	5.68	-	-	-	-
8	1.00	-	-	-	-	8	5.19	-	-	-	-
9	1.00	-	-	-	-	9	4.74	-	-	-	-
10	0.20	0.80	-	-	-	10	0.86	3.46	-	-	-
11	-	0.98	-	-	-	11	-	3.87	-	-	-
12	-	0.90	-	-	-	12	-	3.24	-	-	-
13	-	0.86	-	-	-	13	-	2.83	-	-	-
14	-	0.82	-	-	-	14	-	2.46	-	-	-
15	-	0.80	-	-	-	15	-	2.19	-	-	-
16	-	0.78	-	-	-	16	-	1.95	-	-	-
17	-	0.74	-	-	-	17	-	1.69	-	-	-
18	-	0.70	-	-	-	18	-	1.46	-	-	-
19	-	0.68	-	-	-	19	-	1.29	-	-	-
20	-	0.68	-	-	-	20	-	1.18	-	-	-
21	-	0.66	-	-	-	21	-	1.05	-	-	-
22	-	0.62	-	-	-	22	-	0.90	-	-	-
23	-	0.62	-	-	-	23	-	0.82	-	-	-
24	-	0.62	-	-	-	24	-	0.75	-	-	-
25	-	0.62	-	-	-	25	-	0.60	-	-	-
26	-	0.62	-	-	-	26	-	0.62	-	-	-
27	-	0.62	-	-	-	27	-	0.57	-	-	-
28	-	0.62	-	-	-	28	-	0.52	-	-	-
29	-	0.60	-	-	-	29	-	0.46	-	-	-
30	-	0.60	-	-	-	30	-	0.42	-	-	-
31	-	0.50	0.08	-	-	31	-	0.32	0.05	-	-
32	-	0.20	0.38	-	-	32	-	0.12	0.22	-	-
33	-	0.06	0.52	-	-	33	-	0.03	0.23	-	-
34	-	0.04	0.54	-	-	34	-	0.02	0.26	-	-
35	-	-	0.58	-	-	35	-	-	0.26	-	-
36	-	-	0.58	-	-	36	-	-	0.23	-	-
37	-	-	0.58	-	-	37	-	-	0.21	-	-
38	-	-	0.58	-	-	38	-	-	0.20	-	-
39	-	-	0.58	-	-	39	-	-	0.18	-	-
40	-	-	0.58	-	-	40	-	-	0.16	-	-
41	-	-	0.58	-	-	41	-	-	0.15	-	-
42	-	-	0.58	-	-	42	-	-	0.14	-	-
43	-	-	0.56	0.02	-	43	-	-	0.12	-	0.03
44	-	-	0.44	-	0.14	44	-	-	0.09	-	0.03
45	-	-	0.28	0.06	0.24	45	-	-	0.05	0.01	0.04
46	-	-	0.14	0.12	0.32	46	-	-	0.02	0.02	0.05
47	-	-	0.06	0.18	0.32	47	-	-	0.01	0.03	0.05
48	-	-	0.02	0.20	0.32	48	-	-	0	0.02	0.03
49	-	-	-	0.20	0.28	49	-	-	-	0.02	0.03
50	-	-	-	0.18	0.26	50	-	-	-	0.02	0.03
51	-	-	-	0.16	0.26	51	-	-	-	0.02	0.03
52	-	-	-	0.08	0.22	52	-	-	-	0.01	0.02
53	-	-	-	0.02	0.10	53	-	-	-	0	0.01
54	-	-	-	0.02	0.06	54	-	-	-	0	0
55	-	-	-	0.02	0.06	55	-	-	-	0	0
56	-	-	-	-	0.04	56	-	-	-	-	0

圖六 矩陣 S：各年齡齡期組之存活率。

Fig. 6. Matrix S: Age-stage specific survival rate.

圖七 穩定年齡齡期分佈矩陣。

Fig. 7. Stable age-stage distribution matrix.

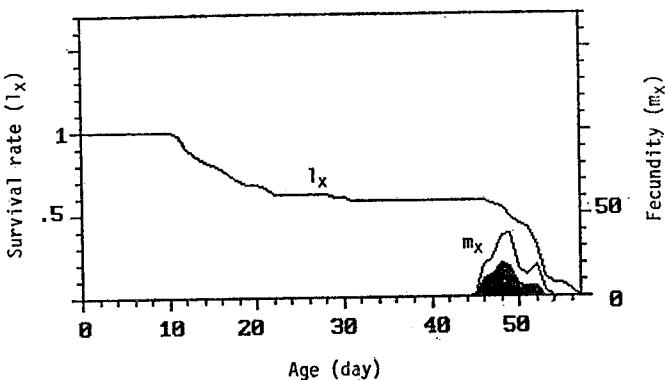
此存活率矩陣實際上便是構成圖一之數據。再根據存活率矩陣與繁殖率矩陣，依照 Chi and Liu (1985) 的方法，計算家蠶族羣之內在增殖率 (r)，淨增殖率 (R_o) 與平均世代時間 (T)，各數值列於表二之中。表二中各平均值與 SEM (standard error of the mean) 是採用 Jackknife 方法 (Sokal and Rohlf, 1981) 計算而得。圖七為家蠶族羣之穩定年齡齡期分佈矩陣；此時，卵期約佔全部族羣之 64%，幼蟲期約佔 32.9%，蛹期約佔 2.6%而成蟲期（雌蟲與雄蟲）僅佔約 0.5%。

由年齡齡期存活率也可以求出齡別存活率與齡別繁殖率（圖八）(Chi and Liu, 1985)。雖然此

表二 家蠶之族羣介量

Table 2. Population parameters of the silkworm

Parameter	Mean	SEM
Intrinsic rate (r) (day $^{-1}$)	0.0923	0.0069
Net reproduction rate (R_o) (offsprings per individual)	82.04	25.56
Mean generation time (T) (day)	48.31	0.61



圖八 齡別存活率 (l_x) 與繁殖率 (m_x) 曲線，黑色面積等於淨增殖率 R_0

Fig. 8. The curves of age-specific survival rate and fecundity. The shaded area is equal to the net reproductive rate, R_0 .

齡別存活率比用發育期之平均值計算而得到的要正確，但是便看不出發育期的重疊情形。由齡別存活率、繁殖率與內在增值率可以進一步計算齡別期望壽命 (E_x) 與繁殖值 (R_x) (Fisher, 1930) (圖九)。但是這兩條曲線所顯示的是 E_x 與 R_x 隨着年齡的變化，並不能顯示齡期間的差異。根據 Chi (1988b) 的方法，由存活率矩陣 (S)，可以計算各年齡齡期組之期望壽命 (矩陣 E) (圖十) 與繁殖值 (矩陣 R) (圖十一)。關於期望壽命與繁殖值的生態學理論與意義，可以參閱生態學教科書 (例：Charlesworth, 1980; Pianka, 1983)。

Chi and Liu (1985) 與 Chi (1988a) 討論了很多年齡齡期兩性生命表與傳統雌性齡別生命表之差異，並且指出，由於傳統雌性齡別生命表忽略了雄性與個體間發育速率之變異性，不適合應用於兩性生物族羣，也不適用於用在個體間發育速率有顯著差異的孤雌生殖族羣。實際上，在分析結果的圖表中時常很容易發現傳統生命表的一些缺點。例如：在傳統的雌性齡別生命表中，若用成蟲前期之平均值做為成蟲年齡起點而構成生命表時，由於平均值一般不為一整數，因此所構成的生命表中，年齡欄 (x) 常有奇特之數字，如 8.19, 9.19 等 (例：施及謝，1978)，這一點也與 Birch (1948) 原著中所主張的 pivotal age 不一致。其次在計算內在增殖率方面，Chi (1988a) 指出由於研究人員常採用發育時間之平均值，而無意之中將每一隻雌蟲的繁殖率曲線移向成蟲前期之平均值之處，以致所構成之 m_x 曲線與事實不符，雖然前後移動的互補作用有時可以減小在計算內在增殖率上的誤差，但是這種作法根本上是不正確的。綜合而言，採用 Birch (1948) 分析方法的報告中，一般較常見的矛盾之處為：1. 齡期分佈曲線圖與齡別繁殖率曲線 (m_x) 及存活率曲線 (l_x) 圖不一致， m_x 曲線之起點早於雌蟲出現之年齡；也就是說，在雌蟲尚未出現時便有繁殖現象；而成蟲曲線也與 l_x 曲線不一致。2. 平均雌性繁殖率與淨增殖率之差異不合理；平均雌性繁殖率是根據雌性每天產卵之記錄計算而得，淨增殖率則除了產卵記錄以外另外又受存活率與性比率之影響，但是在許多例子中，扣除存活率與性比率之影響後，平均雌性繁殖率與淨增殖率之間仍有無法解釋的極大之差異。詳細的比較可參考 Chi (1988a) 之報告。

由於生命表理論上而言，最後從生命表繁雜的資料所計算出的族羣介量 (r, R_0, T) 是描述當族羣達到穩定年齡齡期分佈狀態時的情形，然而，這種穩定狀態在自然條件下或在人為控制的固定環境中，一般都不可能達到。已知的一個例外情形是在人為控制的大量飼育條件下，定時定量自族羣中移去 (收穫) 一部份，使族羣之總數不變，內在增值率等於零，淨增殖率等於一，同時維持一穩定年齡齡期分佈，這些正是將生命表實際應用於大量飼育之理論基礎 (Carey and Vargas, 1985; Chi and Getz, 1988)。但是，在大量飼育中，收穫率仍須由實際描述族羣的生長、發育與繁殖的矩陣 G , D , F 計算而得。所以，在實際應用上，不宜過分強調由生命表計算而得到的內在增殖率、淨增殖

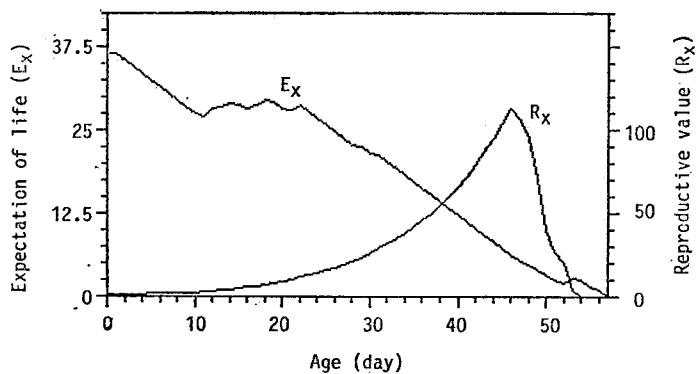
圖九 齡別期望壽命 (E_x) 與繁殖值 (R_x) 曲線。

Fig. 9. The curves of age-specific expectation of life and reproductive value.

Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male	Age	Egg	Larva	Pupa	Female	Male
1	36.49	-	-	-	-	1	1.10	-	-	-	-
2	35.49	-	-	-	-	2	1.20	-	-	-	-
3	34.48	-	-	-	-	3	1.31	-	-	-	-
4	33.48	-	-	-	-	4	1.44	-	-	-	-
5	32.48	-	-	-	-	5	1.58	-	-	-	-
6	31.48	-	-	-	-	6	1.73	-	-	-	-
7	30.48	-	-	-	-	7	1.89	-	-	-	-
8	29.48	-	-	-	-	8	2.07	-	-	-	-
9	28.48	-	-	-	-	9	2.27	-	-	-	-
10	28.02	27.34	-	-	-	10	2.54	2.48	-	-	-
11	-	27.02	-	-	-	11	-	2.78	-	-	-
12	-	28.33	-	-	-	12	-	3.32	-	-	-
13	-	28.60	-	-	-	13	-	3.80	-	-	-
14	-	28.95	-	-	-	14	-	4.37	-	-	-
15	-	28.65	-	-	-	15	-	5.91	-	-	-
16	-	28.36	-	-	-	16	-	5.51	-	-	-
17	-	28.84	-	-	-	17	-	6.37	-	-	-
18	-	29.43	-	-	-	18	-	7.37	-	-	-
19	-	29.26	-	-	-	19	-	8.32	-	-	-
20	-	28.26	-	-	-	20	-	9.11	-	-	-
21	-	28.09	-	-	-	21	-	10.28	-	-	-
22	-	28.84	-	-	-	22	-	11.99	-	-	-
23	-	27.84	-	-	-	23	-	13.13	-	-	-
24	-	26.84	-	-	-	24	-	14.39	-	-	-
25	-	25.84	-	-	-	25	-	15.76	-	-	-
26	-	24.84	-	-	-	26	-	17.27	-	-	-
27	-	23.84	-	-	-	27	-	18.91	-	-	-
28	-	22.84	-	-	-	28	-	20.72	-	-	-
29	-	22.57	-	-	-	29	-	23.45	-	-	-
30	-	21.57	-	-	-	30	-	25.69	-	-	-
31	-	21.29	21.28	-	-	31	-	29.12	29.12	-	-
32	-	20.29	20.28	-	-	32	-	31.90	31.90	-	-
33	-	19.28	19.28	-	-	33	-	34.94	34.94	-	-
34	-	18.28	18.28	-	-	34	-	38.28	38.28	-	-
35	-	-	17.28	-	-	35	-	41.93	41.93	-	-
36	-	-	16.28	-	-	36	-	45.94	45.94	-	-
37	-	-	15.28	-	-	37	-	50.32	50.32	-	-
38	-	-	14.28	-	-	38	-	55.13	55.13	-	-
39	-	-	13.28	-	-	39	-	60.39	60.39	-	-
40	-	-	12.28	-	-	40	-	66.15	66.15	-	-
41	-	-	11.28	-	-	41	-	72.47	72.47	-	-
42	-	-	10.28	-	-	42	-	79.39	79.39	-	-
43	-	-	9.25	-	10.00	43	-	90.07	90.07	-	-
44	-	-	8.05	-	-	44	-	125.58	125.58	-	-
45	-	-	6.96	5.84	9.00	45	-	277.75	277.75	-	-
46	-	-	5.85	4.84	7.00	46	-	296.24	296.24	-	-
47	-	-	5.17	4.61	6.00	47	-	296.70	296.70	-	-
48	-	-	4.40	4.06	5.00	48	-	194.56	194.56	-	-
49	-	-	-	3.40	4.57	49	-	241.59	241.59	-	-
50	-	-	-	2.67	3.85	50	-	171.13	171.13	-	-
51	-	-	-	1.88	2.85	51	-	97.90	97.90	-	-
52	-	-	-	1.75	2.18	52	-	69.71	69.71	-	-
53	-	-	-	3.00	2.60	53	-	75.50	75.50	-	-
54	-	-	-	2.00	2.67	54	-	23.00	23.00	-	-
55	-	-	-	-	1.00	55	-	0	0	-	-
56	-	-	-	-	1.00	56	-	0	0	-	-

圖十 矩陣 E：各年齡齡期組之期望壽命。

Fig. 10. Matrix E: Age-stage specific expectation of life.

圖十一 矩陣 R：各年齡齡期組之繁殖值。

Fig. 11. Matrix R: Age-stage specific reproductive value.

率與平均世代時間等族羣介量之意義，而必須着重於根本的生命表數據分析。因此，唯有切實研究、收集在各種主要條件下的生命表數據，才能為發展經濟、有效、可靠的大量飼育模式或蟲害管理策略建立穩固的基礎。

誌謝

感謝黃月芳小姐協助試驗工作與蠶蜂業改良場蘇新元先生提供種蠶。本試驗經費部分由N SC77-0409-B005-41 計畫補助。

參 考 文 獻

- 李學進 1985 垃圾場家蠶棲羣之研究 興大昆蟲學報 18:65-74。
- 何琦琛、羅幹成 1979 溫度對二點葉螭 *Tetranychus urticae* 生活史及繁殖力之影響 中華農業研究 28(4): 261-271。
- 施劍鑒、李學進 1978 臺灣桑木虱 (*Paurocephala psylloptera* Crawford) 之生物特性、棲羣生態及其防除策略檢討之棲羣模式 興大昆蟲學報 13(1): 73-81。
- 施劍鑒、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 臺灣蘆筍研究 69:53-59。
- 施劍鑒、黃淑明、謝忠能 1978 神澤氏葉螭 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 之生物特性、生命表及棲羣內在增殖率 植保會刊 20(3): 181-190。
- 施劍鑒、謝忠能 1978 兩點植物葉螭 (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) 之生物特性、生命表及棲羣內在增殖率 植保會刊 20(4): 321-329。
- 施劍鑒、謝忠能 1979 長毛捕植螭 (*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。
- 陳秋男、劉永正 1978 昆蟲生長調節劑 Altosid 對家蠶及蠶絲質量之影響 植保會刊 20(3): 191-196。
- 陳瑞山、侯豐男 1980 本省家蠶核多角體病組織病理學之研究 科學發展月刊 8:329-337。
- 黃振聲、謝國豐 1983 桃蚜 [*Myzus persicae* (Sulzer)] 之發育生物學及其棲羣增長 植保會刊 25(2): 77-86。
- 趙裕展、侯豐男 1980 單向免疫擴散法檢定家蠶核多角體病毒感染之研究 科學發展月刊 8: 1046-1054。
- 廖光正、蘇新元 1981 家蠶細胞質多角體病的觀察 植保會刊 23(2): 95-101。
- 廖光正、吳美雲、朱耀沂 1988 桑樹枝條粉在養蠶用人工飼料中之利用價值 中華昆蟲 8(2): 113-117。
- 劉玉章、齊心、陳雪惠 1985 溫度與食物對東方果實蠶族羣介量之影響 中華昆蟲 5(1): 1-10。
- 劉玉章、洪希奕 1988 柑桔葉螭之族羣介量及其族羣變動 植保會刊 30(2): 175-201。
- 羅幹成、何琦琛 1979 溫度對長毛捕植螭 (*Amblyseius longispinosus*) 生活史繁殖力及捕食能力之影響 植保會刊 28(4): 237-250。
- 蘇新元、廖光正、謝豐國 1987 家蠶品系間細胞質多角體病抵抗性之差異 昆蟲學會會報 20: 1-6。

- Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- 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.
- Charlesworth, B. 1980. Evolution in age-structured populations. Cambridge University Press, Cambridge.
- 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, R. S. and R. F. Hou. 1980. Factors affecting nuclear polyhedrosis virus infection in the silkworm, *Bombyx mori* L., I. Pathogenicity and temperature. *Bull. Soc. Entomol.* 15: 271-284.
- Chi, H. 1988a. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ. Entomol.* 17(1): 26-34.
- Chi, H. 1988b. Expectation of life in an age-stage two-sex life table. Abstracts of 73rd Annual ESA meeting, University of California, Davis, California. August 14-19, 1988. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 69(2): 98.
- 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(1): 18-25.
- Chi, H. and H. Liu. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 24(2): 225-240.
- Fisher, R.A. 1930. The genetical theory of natural selection. Clarendon Press. Oxford.
- Hou, R.F. and C.S. Chiu. 1986. Antiviral proteins in midgut of the silkworm, *Bombyx mori*, fed on different food sources. *Entomologia exp. appl.* 42: 3-8.
- Lee, S. J. and C. I. T. Shih. 1982. Biology, predation, and field-cage release of *Chrysopa boninensis* Okamoto on *Paurocephala psylloptera* Crawford and *Corcyra cephalonica* Stainton. *J. Agri. and Forest.* 33(1): 129-144.
- 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.
- Liu, H. S. and R. F. Hou. 1985. Studies on inhibition of infection with nuclear polyhedrosis virus by ecdysterone-containing agent in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Chinese J. Entomol.* 5: 23-30.
- Pianka, E. R. 1983. Evolutionary ecology, 3rd ed. Harper & Row, New York.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1981. Biometry. Second edition. W.H. Freeman, San Francisco, California, USA.

TWO-SEX LIFE TABLE OF THE SILKWORM, *BOMBYX MORI* L.

Hsin Chi

*Department of Entomology, National Chung-Hsing University
Taichung 40227, Taiwan*

In order to take both sexes and variable development rates among individuals into account, life history data of the silkworm (*Bombyx mori* L.) were analyzed in the context of an age-stage two-sex life table. At 26C, the intrinsic rate of increase of the silkworm is 0.0912/day, the mean generation time, 48.33 days, and the net reproduction rate, 82.04. The stable age-stage distribution, expectation of life and reproductive values were also calculated.