



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

A Laboratory Colonization of *Anopheles sinensis* Wiedemann (Diptera: Culicidae) and Its Life History 【Research report】

中華瘧蚊(*Anopheles sinensis*)之累代飼育及其生活史【研究報告】

Hong-Song Sheu, Chin-Chang Yen*、Cheng-Hsung Wang
許弘嵩、葉金彰*、王正雄

*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1996/11/18 Available online: 1996/12/01

Abstract

In the laboratory, larvae of *Anopheles sinensis* kept below 15°C couldn't survive to become adults. At 20-35°C, the duration of larval and pupal stage decreased as the temperature increased. Within a moderate temperature range (25-30°C), an *An. sinensis* larva needed 8-11 d to pupate. In a rearing tray, the most appropriate density for an *An. sinensis* to grow was 200 larvae/450ml water; in other words, 1 cm² of the rearing tray bottom held 0.25 larvae of *An. sinensis*. When a larva was reared in a less dense tray, its pupal weight was heavier and the adult's wing longer. Male *An. sinensis* would swarm and mate if over 15 pairs were present under 1 lux of light after a dark period. The highest insemination rate appeared when 240 pairs were put together. If the cage space for them to swarm was smaller than 15×20×25cm³, then mating would usually fail. It was easiest to manipulate their mating in a 35×35×35cm³ cage. An adult started to mate on the 2nd day after emergence, and the insemination rate reached the peak on the 5th day. An inseminated female, 2 d post blood meal, began to oviposit until the 9th day, and had the highest egg production during 2-4 d post blood meal. The time a female laid its eggs was usually between 6-9 pm. If fed with human or cow blood, it would have a fully developed ovary and produce more eggs. The gonotrophic cycle shortened and the number of egg deposited decreased as reproduction parity increased. The most suitable temperature range for storage of deposited was 10-15°C, and the storage time could not exceed 22 days. The placement of eggs in stirred water increased hatchability and shortened the hatch time.

摘要

中華瘧蚊幼蟲在實驗室內飼育，15°C以下無法發育至成蟲；在20-35°C範圍內，幼蟲期與蛹期會隨溫度之上升而縮短。在常溫(25-30°C)下，幼蟲孵化後，發育至化蛹約需8-11日。飼有幼蟲之容積以200隻/450ml為最適密度，如換算成飼育盆底面積則為0.25隻/cm²；幼蟲飼育之密度越低，其蛹體越重，羽化之成蟲翅長亦有增加。雄蚊於入夜後在1 lux微光下有群舞交配的現象，但族群至少要15對以上，實驗室內以240對為佳。成蚊群舞的空間小於15×20×25cm³，交配常不成功，在實驗室內飼育成蟲以60×60×60cm³，之容器最為容易交配且受精率較高。成蚊於羽化後第2日即開始交尾，第5日雌蚊的受精率達最高峰。受精的雌蚊，於飽血後2日，即開始產卵，2-4日達產卵高峰，且可持續產卵至第9日；雌蚊產卵時間多在6-9pm；吸食人血、牛血能使雌蚊卵巢達到充分的發育，有較高之產卵量；各孵卵之生殖週期，隨生殖次數之增加而縮短，且產卵量及產卵率亦隨著產卵之孵次而遞減。產下之卵粒以10-15°C貯存最為適宜，貯存時間不宜超過22日。卵粒之孵化以水流處理，可提升孵化率及縮短孵化時間。

Key words: *Anopheles sinensis*, swarming, gonotrophic cycle, hatchability, insemination rate.

關鍵詞: 中華瘧蚊、群舞、生殖週期、孵化率、受精率。

Full Text:  [PDF \(0.65 MB\)](#)

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

中華瘧蚊 (*Anopheles sinensis*) 之累代飼育及其生活史

許弘嵩 葉金彰* 國立中興大學昆蟲學系

王正雄 行政院環境保護署

摘要

中華瘧蚊幼蟲在實驗室內飼育，15°C以下無法發育至成蟲；在20—35°C範圍內，幼蟲期與蛹期會隨溫度之上升而縮短。在常溫(25—30°C)下，幼蟲孵化後，發育至化蛹約需8—11日。飼育幼蟲之容積以200隻 / 450ml為最適密度，如換算成飼育盆底面積則為0.25隻 / cm²；幼蟲飼育之密度越低，其蛹體越重，羽化之成蟲翅長亦有增加。雄蚊於入夜後在1 lux微光下有群舞交配的現象，但族群至少要15對以上，實驗室內以240對為佳。成蚊群舞的空間小於15×20×25cm³，交配常不成功，在實驗室內飼育成蟲以60×60×60cm³之容器最為容易交配且受精率較高。成蚊於羽化後第2日即開始交尾，第5日雌蚊的受精率達最高峰。受精的雌蚊，於飽血後2日，即開始產卵，2—4日達產卵高峰，且可持續產卵至第9日；雌蚊產卵時間多在6—9pm；吸食人血、牛血能使雌蚊卵巢達到充分的發育，有較高之產卵量；各孵卵之生殖週期，隨生殖次數之增加而縮短，且產卵量及產卵率亦隨著產卵之孵次而遞減。產下之卵粒以10—15°C貯存最為適宜，貯存時間不宜超過22日。卵粒之孵化以水流處理，可提升孵化率及縮短孵化時間。

關鍵詞：中華瘧蚊、群舞、生殖週期、孵化率、受精率。

前言

1906—1911年期間，瘧疾位列台灣十大死因之首，據台灣撲瘧紀實(Health Department, 1993)之記載，當時人口只有3百萬人，而每年卻有1萬人死於瘧疾。據Morishita (1976)之報告，1938年日本政府統計台灣有1,883,710瘧疾病例。第二次世界大戰期間，瘧疾更是猖獗流行，台灣6百萬居民中，約有

300萬瘧疾病例發生(Chow, 1991)。台灣當年的瘧蚊種類有16種之多(Chow, 1949)，其中以矮小瘧蚊 (*Anopheles minimus*) 和中華瘧蚊 (*An. sinensis*) 分布最廣、數量最多。矮小瘧蚊雖被證實為台灣當年瘧疾流行之唯一病媒，但中國大陸華北、華中、華南平原之瘧疾，主要靠中華瘧蚊媒介傳播(Chow, 1991); Leu and Lu(1990)更指稱中華瘧蚊為中國大陸分布最廣的病媒蚊種，有70%之瘧疾病例

是以中華瘧蚊為病媒蚊。中華瘧蚊對瘧原蟲之感受性，以中華瘧蚊直接叮咬方式，吸取間日瘧患之血液感染，結果發現中華瘧蚊中腸壁上卵囊(oocyst)感染率達96%，孢子體陽性率亦達50.7%(Wang *et al.*, 1983)，足證瘧原蟲可在中華瘧蚊體內發育，所以其對傳染瘧疾之重要性不容忽視。

台灣瘧疾於1965年根除後，矮小瘧蚊已大為減少，僅侷部分散於中央山脈下五個縣的少數鄉鎮；而中華瘧蚊幼蟲卻仍廣布於全省之水稻田裡(Health Department, 1993)。

近年來，由於全球溫室效應的影響，許多次要病媒昆蟲，如白線斑蚊(*Aedes albopictus*)，多演變成爲主要病媒；是時，如有病原體之瘧原蟲在舊患者復發或有人自境外感染帶入，則中華瘧蚊有可能成爲台灣傳播瘧疾之病媒，則台灣的瘧疾將有可能捲土重來(Wang, 1996)。

有關中華瘧蚊之文獻有限，本文即在探討中華瘧蚊之生活史並建立最佳累代飼育方法，以爲進一步研究其生態習性與防治方法。

材料與方法

中華瘧蚊幼蟲採自台灣中部雲林縣林內鄉之水稻田，飼育於內面爲 $28 \times 22 \times 4 \text{ cm}^3$ 之塑膠水盆，盆中置450ml之逆滲透水，以酵母粉：豬肝粉=1：1之配方，供爲幼蟲之人工飼料。羽化之成蟲移置於 $15 \times 20 \times 25 \text{ cm}^3$ 之壓力飼育箱，餵以10%之糖水。待交配後，以人體供其吸血30分鐘(供血者可能引起過敏不適等影響，若要引用此方法請小心)；並置入產卵杯(內面刨粗之300ml塑膠冰淇淋杯)，以供雌蚊駐足產卵。飼育於溫度爲 $27 \pm 0.5^\circ \text{C}$ ，濕度爲 $80\% \pm 5\% \text{ RH}$ ，光週期爲D：L=12：12走入式生長箱中。

一、幼蟲期之發育：

1. 中華瘧蚊幼蟲於不同溫度下之生活史

將剛孵化的中華瘧蚊幼蟲置於飼育盆中每盆20隻，供以0.3g之人工飼料，將幼蟲飼育盆分別置於15、20、25、30及 35°C 的定溫箱中，每日上下午觀察幼蟲的蟲齡各1次，並分離已化蛹之蛹體。每處理20個重複。

2. 飼育密度對中華瘧蚊幼蟲發育之影響

將剛孵化的中華瘧蚊一齡幼蟲以50、100、200、400隻等4種不同密度處理。分置於450ml水之幼蟲飼育盆內，每日餵食飼料一次，並以1：1：1：2：6：6：8：6(每單位0.03g)之比例逐日遞增。在上述走入式生長箱中觀察幼蟲的生長、發育及化蛹情形；幼蟲化蛹及羽化後並隨機選取30隻測量蛹的重量(蛹體以棉紙吸乾體外水分，再以微量天秤稱之)及雌蟲右翅之長度(由翅基瓣之側裂口量至翅端鱗片處)，每個處理3重複。

二、成蟲之交配：

1. 飼育空間對中華瘧蚊受精率之影響

中華瘧蚊羽化後，即以每箱60對之蟲數置入1000ml之紙杯、 $15 \times 20 \times 25 \text{ cm}^3$ 、 $35 \times 35 \times 35 \text{ cm}^3$ 、 $60 \times 60 \times 60 \text{ cm}^3$ 之大小不同飼育空間，飼以糖水，第7日解剖雌蚊以光學顯微鏡(Nikon, Optiphot-2, 100X)觀察其受精囊中有無精子存在，計算其受精率，每處理4重複。

2. 光強度對中華瘧蚊受精率之影響

取剛羽化後之雌蚊及雄蚊各60隻，分別置入 $35 \times 35 \times 35 \text{ cm}^3$ 之飼育箱內，飼以10%糖水，再以可調式鎢絲燈泡置於飼育箱側等高處照射，使各蟲箱中心點，在光照黑暗期之光度分別爲0、1、10、100 lux四個處理，使蟲體在籠中自然交配。第7日解剖雌蚊受精囊計算受精率。每處理4重複。

3. 族群大小對交配率之影響

取羽化後之中華瘧蚊，分別以7、15、30、60、120及240對等六種族群（性比率為1:1）分別置於 $35 \times 35 \times 35 \text{cm}^3$ 之飼育箱內，供以10%糖水，在光照黑暗期，調整其微光強度為1 lux，使蟲體在箱中自然交配，而於第7日解剖雌蚊檢視受精囊計算其受精率，每處理4重複。

4. 成蚊之受精高峰期

取新羽化之成蚊配成每箱240對，置入 $35 \times 35 \times 35 \text{cm}^3$ 之飼育箱內，飼以10%糖水，以黑暗期調整其光度為1 lux，使蟲體在箱中自然交配，其後每日解剖15隻雌蚊，視其受精囊中精子之有無而計算其受精率，並取出15隻雄蚊，以保持性比例之恒定。共解剖12日，每處理4重複。

三、卵之孵育：

1. 中華瘧蚊之生殖週期(gonotrophic cycle)

將羽化後6日受過精之飽血雌蚊45隻，單隻飼育於產卵杯中，並餵以10%糖水，每日計算其產卵量至無卵為止，將產完卵後之雌蚊，依其生殖週期之次數分別再餵血，以使其進入下一個生殖週期，並記錄一次生殖週期之日數，直至雌蚊全數死亡為止。每處理3重複。

2. 不同血質對中華瘧蚊懷卵量之影響

取羽化後第5日之中華瘧蚊雌蟲60隻，並以清水取代10%糖水，使之饑餓1日，第6日分別置於成蟲吸血紙杯(300ml之紙杯，杯側裝 2cm^2 之橡皮膜，上有缺口以為吸蟲管之進出)中，杯面覆以紗網，直接供以人、牛、狗、鴿等不同血質30分鐘。飽血後移置飼育箱內，繼續供以10%糖水4日，解剖其卵巢，計算其懷卵量。每處理3重複。

3. 水流對中華瘧蚊卵孵化之影響

將同隻雌蚊所產之卵粒各30粒，分置於靜水及以打氣幫浦造成水流之不同冰淇淋盒

中，每隔4小時觀察一次，各別記錄並移走已孵化之幼蟲，直至無幼蟲孵化為止，無法孵化之卵則於解剖顯微鏡(Nikon, SMZ-10, 70X)下解剖，以觀察其胚胎是否發育。每處理3重複。

4. 低溫保存中華瘧蚊卵粒之孵化率

取雌蚊產下12-24小時之卵粒置於產卵杯之水中，移置於4、10及 15°C 之定溫箱中，每隔4日各取出100粒卵在走入式生長箱(27°C)中，置於打氣流水杯中進行孵化，72小時之後觀察其孵化率；未孵化的卵予以解剖，觀察其胚胎是否發育。每個處理4重複。

結 果

一、幼蟲期之發育：

1. 中華瘧蚊幼蟲於不同溫度下之生活史

幼蟲在15、20、25、30及 35°C 系列溫度下飼育結果如表一所示。在 15°C 下，幼蟲只能發育至2齡，2齡蛻皮為3齡時，悉數死亡。溫度升至 20°C 時，始可完成其生活史，幼蟲期需時 20.4 ± 5.1 日，蛹期 3.5 ± 0.7 日；而25至 35°C 時，幼蟲期遞減分別為 11.0 ± 1.1 日、 7.8 ± 1.1 日、 5.2 ± 0.3 日；蛹期分別為 1.9 ± 0.4 日、 1.3 ± 0.1 日、 1.2 ± 0.2 日；且均隨溫度之上升而顯著縮短，經LSD test分析幼期發育期在各溫度間有顯著差異。

2. 飼育密度對幼蟲發育之影響

幼蟲在含水450ml飼育盆內，以50、100、200及400隻等不同密度下在走入式生長箱(27°C)中飼育，結果如表二所示。在發育期方面，50、100及200隻/450ml等三種密度下飼育之50%化蛹時間(PT50)平均約為8日，其間差異不顯著；而400隻/450ml者平均約為11日，和前者有顯著之差異，亦即當飼育密度高達400隻/450ml時，幼蟲期會明顯延長。以化蛹率而言，50及100隻/450ml者分

表一 中華瘧蚊幼蟲期與蛹在不同溫度下飼育的發育時間

Table 1. Developmental duration of *Anopheles sinensis* at larval and pupal stages at different temperatures

Temperature (°C)	Development duration (d)					
	Stage					
	Larva				Total	Pupa
I	II	III	IV			
15	5.9±0.8a*	6.6±0.9a	ND**	ND	—	—
20	4.1±0.7b	3.4±0.5b	4.0±0.9a	8.5±3.5a	20.4±5.1a	3.5±0.7a
25	3.2±0.5c	1.7±0.4c	2.2±0.3b	3.4±1.0b	11.0±1.8b	1.9±0.4b
30	2.1±0.5d	1.2±0.3d	1.5±0.3c	2.5±0.6c	7.8±1.1c	1.3±0.1c
35	1.0±0 e	0.8±0.3e	1.2±0.2d	1.8±0.3d	5.2±0.3d	1.2±0.2d

*: Within a column, the same letter is not significantly different at 5 % level by LSD test.

** : Not developed.

表二 中華瘧蚊幼蟲期在不同密度下飼育的發育時間、化蛹率、蛹重及雌蟲翅長

Table 2. Effect of different larval density on larval development, pupation rate, pupal weight, and female wing length of *An. sinensis*

Density (Larvae / 450 ml water)	PT50 (d)*	No. pupated	Pupation rate (%)	Pupal weight (mg)	Wing length of females (mm)
50	8.2±0.9b**	33.3± 7.1	66.7±14.2ab	3.34±0.19a	3.71±0.07a
100	8.2±0.6b	50.0±16.5	50.0±16.5bc	2.77±0.50b	3.55±0.06a
200	8.2±0.5b	164.0± 6.0	82.0± 3.0a	2.35±0.10c	3.18±0.08b
400	10.8±2.0a	145.0±18.0	36.3± 4.5c	1.98±0.36d	3.04±0.17b

*: PT50=50 % pupation time.

** : Within a column, the same letter is not significantly different at 5 % level by LSD test.

別為66.7%±14.2%及50.0%±16.5%，無顯著差異，而200隻 / 450ml化蛹率82%最高，為400隻 / 450ml之36.3%±4.5%的2.3倍。而各密度下化蛹之蛹重分別為3.34±0.19、2.77±0.5、2.35±0.1及1.9±0.36mg，密度越低蛹體越重，且各密度間之蛹重差異顯著。羽化成蟲後之翅長亦受影響，其中以50及100隻 / 450ml者之雌蚊3.71±0.07與3.55±0.06mm較長，而200及400隻 / 450ml者，雌蚊翅長3.18±0.08及3.04±0.17mm顯著比低密度飼育者為短。

二、成蟲之交配：

1. 飼育空間對交配之影響

在1000cm³之飼育杯及15×20×25cm³飼育箱中雌蚊的受精率分別為12.5%±2.9%及18.5%±6.3%，兩者之間無顯著差異；但在35×35×35cm³飼育箱中的受精率為30.0%±9.5%，顯著高於前二處理，至於60×60×60cm³飼育箱中之受精率達42.5%±9.6%為四種處理之冠，且與前三者差異顯著(表三)。

2. 黑暗期光照對交配之影響

在0、10、100 lux光度下之受精率分別為30.0%±9.1%、34.2%±5.1%及30.0%

±7.1%，三者之間無顯著差異，只有在1 lux 夜間光度下受精率為48.8% ± 4.8%，為各處理之冠，且與前三者間有顯著差異(表四)。

3. 族群大小對交配之影響

每箱7對的族群，受精率為0，雌雄無交配現象；在每箱15對與30對的族群，雌蚊之受精率分別為19.0% ± 10.9% 及27.8% ± 15.4%，但兩者之間無顯著之差異。每箱增加到60對時，雌蚊的受精率提升為48.8% ± 4.8%，且與前三處理差異顯著。而在每箱120對與240對之族群，其受精率分別高達70.0% ± 13.5% 及74.0% ± 5.5%，兩者之間無顯著差異，但皆顯著高於前四者(表五)。

4. 成蚊之受精高峰期

中華瘧蚊於羽化後第2日即開始交尾，受精率隨日齡之增加而提升，在羽化後第5日達高峰，往後解剖之雌蟲受精率和第5日者皆無差異(圖一)。

三、卵之孵育：

1. 雌蚊之生殖週期

有89% (共135隻) 之雌蚊產下第一孵卵，平均產卵量185.0 ± 17.7粒。第1生殖週期平均為3.6 ± 2.8日。再飽血後2日有48.3% 之雌蚊產第2孵卵，其平均產卵量150.5 ± 15.1粒，與第1孵差異顯著，其第2生殖週期平均為2.0 ± 1.2日，亦與第2孵有顯著之差異。可是進入第3生殖週期與第4生殖週期的雌蟲分別只有24.7% 及7.9%，其產卵量分別降為128.7 ± 13.4及83.2 ± 14.0粒，第四孵卵量與二、三孵有顯著之差異。整個雌蚊生殖週期以第一孵所產卵量最多、第四孵最少，生殖週期則以第一孵最長(表六)。

2. 雌蚊之產卵期與產卵時間

雌蚊產卵期如圖二所示，飽血後的雌蚊於2日後便開始產卵，其產卵高峰在飽血後2-4日，4日後依然有少數雌蟲產卵，但至飽

表三 中華瘧蚊成蟲在不同空間內的受精率

Table 3. Insemination rate of *An. sinensis* in cages of different sizes*

Cage size (cm ³)	Insemination rate (%)
	mean ± SE**
1000	12.5 ± 2.9c
15 × 20 × 25	18.5 ± 6.3c
35 × 35 × 35	30.0 ± 9.1b
60 × 60 × 60	42.5 ± 9.6a

*: Tests run in light intensity of 0 lux.

** : Within a column, the same letter is not significantly different at 5 % level by LSD test.

表四 中華瘧蚊成蟲在不同光度下的受精率

Table 4. Insemination rate of *An. sinensis* under different light intensities*

Light intensity (lux)	Insemination rate (%)
	mean ± SE**
0	30.0 ± 9.1b
1	48.8 ± 4.8a
10	34.2 ± 5.1b
100	30.0 ± 7.1b

*: Tests run in 35 × 35 × 35cm³ cages.

** : Within a column, the same letter is not significantly different at 5 % level by LSD test.

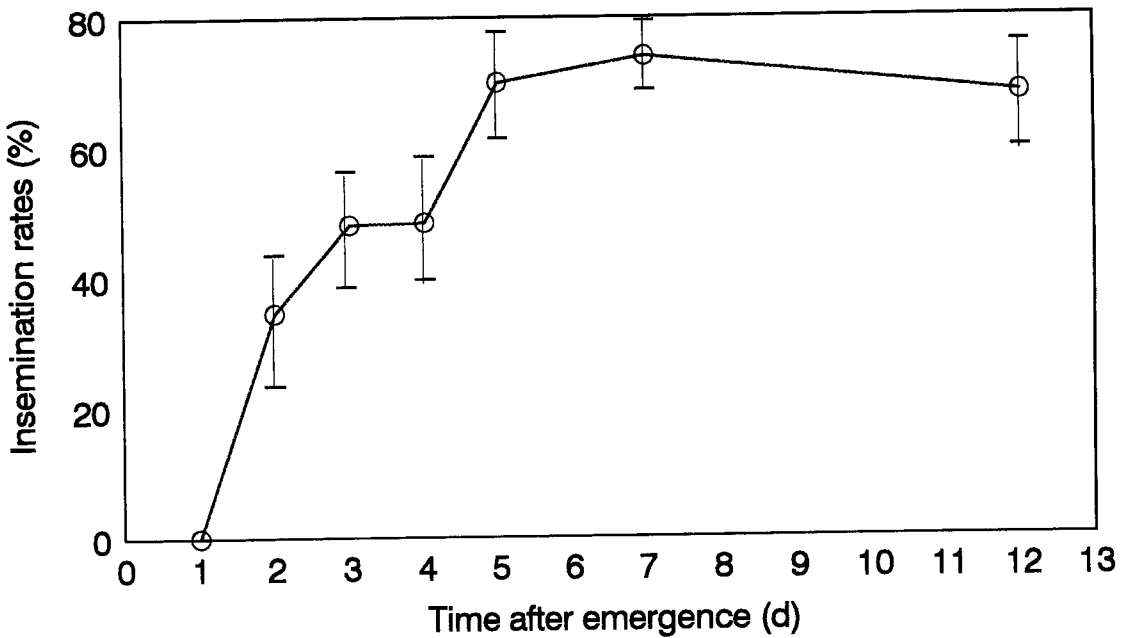
表五 中華瘧蚊成蟲在1 lux光度下不同密度之受精率

Table 5. Insemination rate of *An. sinensis* in different rearing densities under 1 lux light intensity*

Density		Insemination rate (%)
		mean ± SE**
Female + Male		
7	7	0
15	15	19.0 ± 10.9c
30	30	27.8 ± 15.4c
60	60	48.8 ± 4.8b
120	120	70.0 ± 13.5a
240	240	74.0 ± 5.5a

*: Tests run in 35 × 35 × 35cm³ cages.

** : Within a column, the same letter is not significantly different at 5 % level by LSD test.



圖一 中華瘧蚊羽化後每日之受精率

Fig. 1. Daily insemination rate of *An. sinensis* after emergence.

表六 中華瘧蚊各生殖週期之時間長度、產卵量及存活率

Table 6. Duration of gonotrophic cycles, number of egg deposited, and survival rates of *An.*

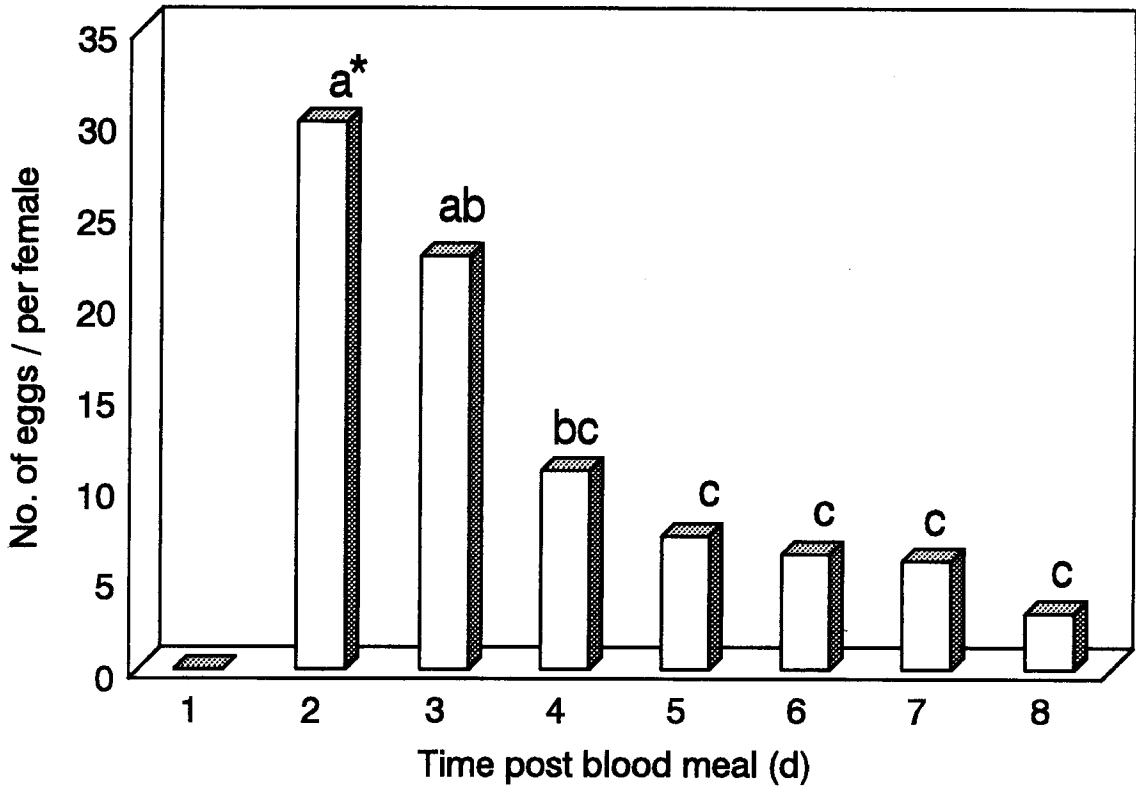
<i>sinensis</i>				
Gonotrophic cycle	No. females oviposited	Survival rate (%)	No. egg deposited (Mean ± SE)*	Gonotrophic duration (Days ± SE)
1st (1-parous)	89	48.3	185.0 ± 17.7a	3.6 ± 2.8a
2nd (2-parous)	43	24.7	150.5 ± 15.1b	2.0 ± 1.2b
3rd (3-parous)	22	7.9	128.9 ± 13.4b	1.8 ± 1.2b
4th (4-parous)	7	—	83.2 ± 14.0c	1.4 ± 1.3b

*. Within a column, the same letter is not significantly different at 5 % level by LSD test.

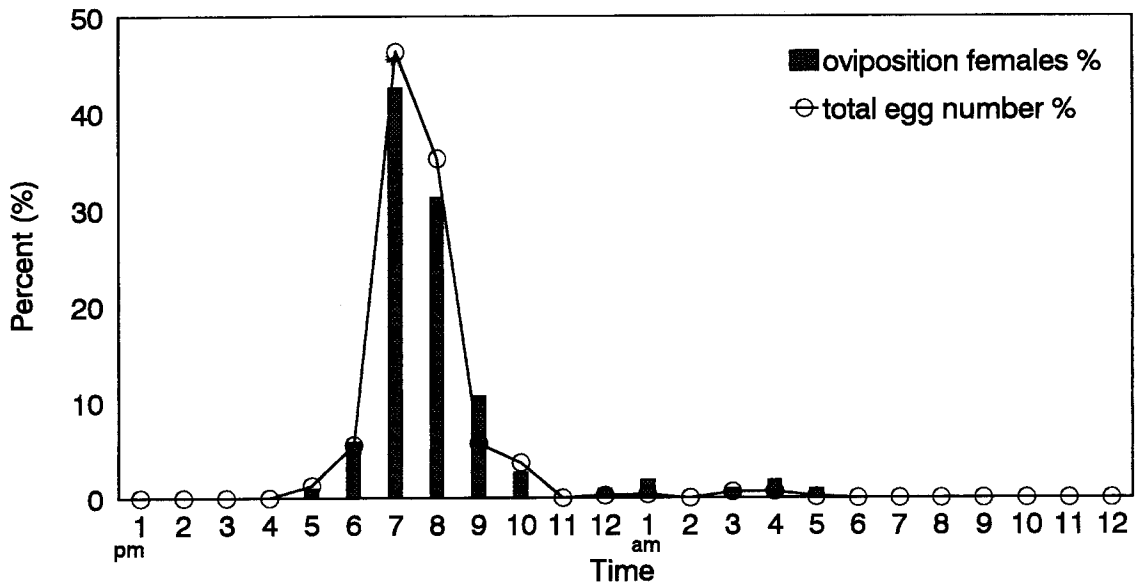
血後第10日產卵量則為0。至於雌蚊之產卵時間，如圖三所示，在各時段中，雌蟲產卵蟲數之高峰期在黑暗期之6—9pm之間，若以產卵量之百分比統計，其高峰時段仍為6—9pm，晚上九點以後雖有產卵，但為數甚少，且產卵均發生於黑暗期內。

3. 不同血質對雌蚊懷卵量之影響

吸食人血每雌懷卵量平均為 196.8 ± 10.4 粒，與吸食牛血之卵量 181.4 ± 2.5 粒無顯著差異，而與吸食狗血的 175.3 ± 7.5 粒，鴿血的 115.7 ± 13.5 粒差異顯著，且鴿血顯著低於前三者(表七)。



圖二 中華瘧蚊吸血後之每日產卵量
 Fig. 2. Daily oviposition amount of *An. sinensis* post blood meal.



圖三 中華瘧蚊的日產卵雌蟲及產卵量百分率
 Fig. 3. Percentages of female *An. sinensis* ovipositing and egg amounts through 24-h period.

表七 不同血質對中華瘧蚊卵量之影響

Table 7. Effect of different blood sources on egg production of *An. sinensis*

Blood source	No. females tested	Egg no. / per female (mean ± SE)*
Human	30	196.8 ± 10.4a
Cattle	30	181.4 ± 2.5ab
Canine	30	175.3 ± 7.5b
Pigeon	30	115.7 ± 13.5c

*: Within a column, the same letter is not significantly different at 5% level by LSD test.

4. 水流對卵孵化之影響

水流處理與對照組之HT₅₀ (50% 孵化時間) 分別為43.6 ± 2.0與58.8 ± 3.8小時, 差異顯著, 又其孵化率分別為100% 及64.4% ± 9.6%, 差異亦極為顯著(表八), 顯示卵在流水狀態下孵化時間較短且孵化率較高。

5. 低溫保存對孵化之影響

三種低溫下保存之孵化率會隨保存時間的增加而降低, 孵化率以4°C 下保存之效果最差, 保存4日的卵孵化率為75.9%, 保存14日的卵孵化率則降至5.9%, 保存20日的卵孵化率則降為0%。而10與15°C 之保存效果較佳, 保存14日的卵孵化率分別可達85.0% 與84.7%, 保存22日的卵孵化率亦分別高達60.5% 與50.8%, 保存30日的卵孵化率則分別為23.9% 與25.9%。所以以10—15°C 來保存卵最佳(圖四)。

討 論

中華瘧蚊幼蟲多孳生於水稻田、長水草之圳溝、溪流裡。因此, 影響孑孓生長發育的因子, 除了食物以外; 主要為溫度、飼育箱內幼蟲之密度、水質等, 中華瘧蚊之幼蟲在15°C 下無法發育至成蟲, 由此可見以幼蟲越冬之可能性不大, 這與Leu and Lu(1990) 所謂在中國大陸之溫帶或寒冷地區中華瘧蚊

以成蟲越冬之說法相符。溫度逐漸升高至35°C 範圍內, 幼蟲期與蛹期會隨溫度上升而縮短。在常溫(25—30°C) 之下, 幼蟲孵化後, 發育至化蛹約需8—11日, 和中國大陸Pan and Han(1979)之報告稱中華瘧蚊在28—30°C 室溫下, 由卵孵化至成蟲羽化需8—10日相吻合。

在一定容積450ml之飼育盆內, 幼蟲飼育密度超過400隻, 其幼蟲發育期有明顯延長的現象, 而化蛹率以200隻 / 450ml最高達82%; 且密度越低蛹體越重, 羽化後之成蟲翅長亦有增加現象。此可能與食物、空間之需求有關。實驗室中飼育中華瘧蚊幼蟲, 以200隻 / 450ml為最適密度, 如換算成飼育盆底面積則為0.25隻 / cm²。此與Bailey *et al.* (1979) 飼育 *An. albimanus* 之密度2.8隻 / cm²; Fritz *et al.* (1989) 以1—2.5隻 / cm² 之密度飼育 *An. freeborni* 有別; 而與Fujioka *et al.* (1990) 以0.21隻 / cm² 之密度飼育 *An. hermsi* 接近。

實驗室瘧蚊繼代飼育所面臨的最大問題為成蟲無法自然交配, 因此Ow Yang *et al.* (1963) 等建議採人工交配法。但人工交配法費時、費力, 不適於大量繁殖。據Charlwood *et al.* (1986) 調查 *An. farauti* 族群時, 報告稱有月光的時段, 採集的蟲數較多。另據Rowland(1989) 調查 *An. stephensi* 之飛行

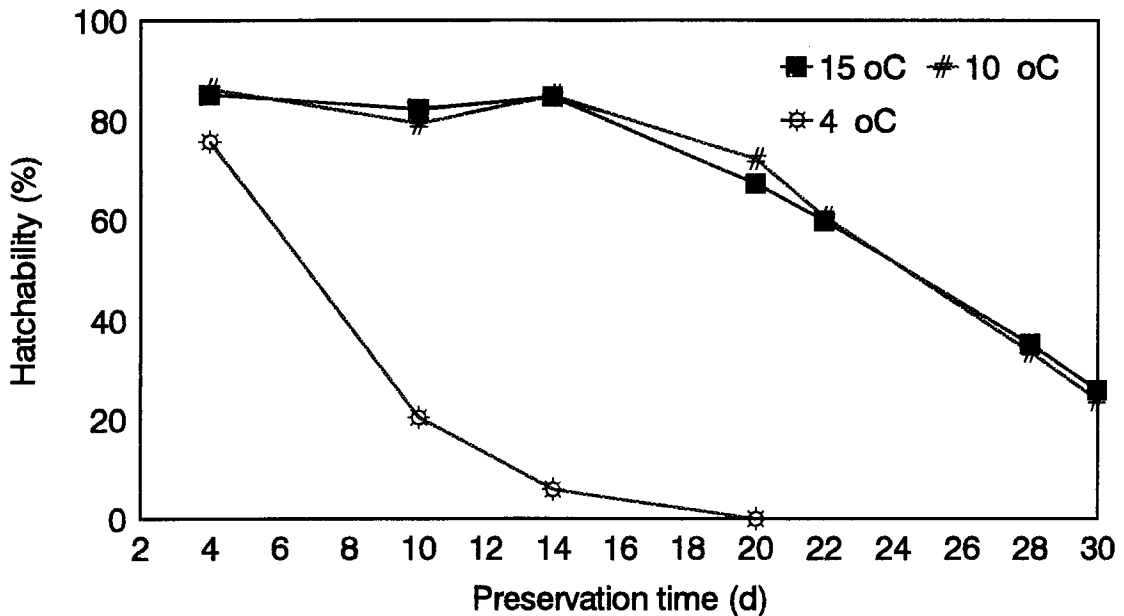
表八 水流對中華瘧蚊卵孵化的影響

Table 8. Effect of water currents on egg hatchability of *An. sinensis*

	Rep.	HT ₅₀ (h)*	Hatchability (%)
Still water	I	63.2	53.3
	II	56.6	70.0
	III	56.6	70.0
	mean ± SE	58.8 ± 3.8a**	64.4 ± 9.6a
Stirred water	I	42.0	100
	II	43.1	100
	III	45.8	100
	mean ± SE	43.6 ± 2.0b	100b

*: HT₅₀=50% hatch time, HT₉₅=95% hatch time.

** : Within a column, the same letter is not significantly different at 5% level by LSD test.



圖四 中華瘧蚊在低溫保存後之孵化率

Fig. 4. Hatchability of *An. sinensis* eggs after preservation at low temperatures.

活動與雌蚊受精之關係時，發現雄蚊與處女雌蚊於黃昏時活動率較高，若以0.3 lux的燈光模擬月光時，則會使雌蚊於午夜之活動率增高，Rodriguez-Perez *et al.* (1991)則報告 *An. pseudopunctipennis*成蟲於夜間有群舞

(swarming)的現象，且於午後6時達高峰，凌晨4點為次高峰。

中華瘧蚊成蟲於入夜後在微光(1 lux)之下，亦以群舞進行其交配，但如族群太小，難以形成群舞，雌雄則無交配現象，雌蟲之

受精率為0%；至少15對以上，雌蟲之受精率方為19%；族群大小如在240對，則其受精率可達74%，幾乎2/3雌蟲均可受精，這也是實驗室要維持累代飼育成功的要素。成蟲群舞之空間大小，不利中華瘧蚊之交配，飼育籠在 $35 \times 35 \times 35 \text{cm}^3$ 以下，雌蚊之受精率不及三分之一；至少應在 $60 \times 60 \times 60 \text{cm}^3$ 以上，其受精率始可達42.5%。適當的光照有助於中華瘧蚊族群之群舞，但光度太強反而有礙交配，其中以1 lux最為理想。成蚊於羽化後的第2日，即可開始交尾，但至第5日，雌蚊之受精率才會達最高峰。

據Chow(1970)在韓國所做之吸血選擇性試驗，報告稱中華瘧蚊嗜吸動物(牛)血(86%)，但在室內採集到的中華瘧蚊卻有極高的吸人血比率。Morishita and Katagai(1933)研究台灣瘧蚊吸血沉澱試驗中，報告野外捕獲的中華瘧蚊吸食人血比率達20.8%。本研究以不同血質餵食已受精之中華瘧蚊雌蚊，發現吸食人血之產卵量最高，但與吸食牛血者差異不顯著，足證人血與牛血均可使雌蚊之卵巢達到充分之發育，這和吸食老鼠血產比吸食天竺鼠、羊的紅血球及牛血都高的*An. stephensi*不同(Breaud and Tubergen, 1978)。受過精之雌蚊於飽血後2日，即開始產卵，而於2-4日達產卵高峰，4日後產卵甚少，但可持續產卵至第9日。據Kenaway(1991)之研究報告稱瘧蚊之生殖週期，會隨生殖次數增加而縮短。中華瘧蚊雌蚊各孵卵之生殖週期，亦隨產卵之孵次而縮短，且其產卵量及產卵率亦隨著產卵之孵次而遞減。至於雌蚊之產卵時間多在6-9pm，晚上9點以後甚少產卵。

中華瘧蚊的卵因具有浮囊，通常散生水面。而孵化杯之水面，常因蒸發或振動，致卵粒粘附於杯壁，進而乾燥死亡。於是採用打氣幫浦在盛卵的產卵杯中造成活動水流，

並以靜止水為對照，瘧蚊的卵粒必須接觸水面，始可孵化幼蟲，Pan and Han(1979)以白臘塗於孵化杯內壁防止卵粒懸附於杯壁，可提升卵孵化率達80%。本研究以水流處理，保持產卵杯之潮濕，並增加水中之溶氧量，卵孵化率不但可提高到95%以上，且可縮短1/3的孵化時間。

雌蚊產下的卵粒，以貯存於10-15°C下最為適宜，因保存14日之卵，其孵化率可維持85%，保存22日孵化率仍達60%，在實驗室中可調整卵孵化之時間，依試驗目的分批飼育。

誌 謝

感謝台灣省環境保護處部份經費援助，使本文得以完成，文成後承國立科學博物館林政行博士諸多建議特此一併致謝。

參考文獻

- Bailey, D. L., J. E. F. Fowler, and R. E. Lowe. 1979. Production efficiency and rate of increase of a massreared laboratory colony of *Anopheles albimanus* Wiedemann. Mosq. News 39: 640-644.
- Breaud, T. P., and T. A. Tubergen. 1978. A comparison of four blood sources for egg production in *Anopheles stephensi*. Mosq. News 38: 136-137.
- Charlwood, J. D., R. Paru, H. Dagoro, and M. Lagog. 1986. Influence of moon light and gonotrophic age on biting activity of *Anopheles farauti* (Diptera: Culicidae) from Papua New Guinea. J. Med. Entomol. 2: 132-135.

- Chow, C. Y.** 1949. The anopheline mosquitoes of Taiwan, China. *Quart. J. Taiwan Mus.* 2: 1-8.
- Chow, C. Y.** 1970. Bionomics of malaria vectors in the Western Pacific Region. *S. E. Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth.* 1: 40-57.
- Chow, C. Y.** 1991. Malaria vectors in China. Proceedings of the IVth National Vector Control Symposium. Taipei pp. 67-80.
- Fritz, G. N., D. L. Kline, and E. Daniels.** 1989. Improved techniques for rearing *Anopheles freeborni*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 5: 201-207.
- Fujioka, K. K., A. R. Barr, P. Guptavarnji, and D. M. Menchaca.** 1990. Colonization of *Anopheles occidentalis* and *Anopheles hermsi*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 6: 330.
- Health Department.** 1993. The eradication of malaria in Taiwan. Health Department, Executive Yuan, Taipei, Taiwan. pp. 259.
- Kenaway, N. A.** 1991. Development and survival of *Anopheles pharoensis* and *An. multicolor* from Faiyum, Egypt. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7: 551-555.
- Leu, C. I., and P. L. Lu.** 1990. Medical Entomology. Scientific Publish Co. Beijing, China pp. 514 (in Chinese).
- Morishita, K.** 1976. Records and studies in Taiwan during the Japanese Administration. *in: Epidemiology and prevention of malaria.* Kikuya Shobo, Tokyo, Japan. pp. 287 (in Japanese).
- Morishita, K., and T. Katagai.** 1993. Examination of the blood meals of Formosan anophelines by precipitin tests. *J. Zool. (Tokyo).* pp. 45 (in Japanese).
- Ow Yang, C. F., F. L. Sta. Marin, and R. H. Wharton.** 1963. Maintenance of a laboratory colony of *Anopheles maculatus* Theobald by artificial mating. *Mosq. News* 23: 34-35.
- Pan, C. F., and L. C. Han.** 1979. Study of rearing of *Anopheles sinensis* in the laboratory. *Acta Entomol. Sinica* 22: 41-44.
- Rodriguez-Perez, M. A., A. Gonzalez-Hernandez, and F. Reyes-Villanueva.** 1991. Observations on the flight and mating behavior of *Anopheles pseudopunctipennis* under insectary conditions. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7: 316-317.
- Rowland, M.** 1989. Changes in the circadian flight activity of the mosquito *Anopheles stephensi* associated with insemination, blood-feeding, oviposition and nocturnal light intensity. *Physiol. Entomol.* 14: 77-84.
- Wang, C. H.** 1996. The influence of greenhouse effect on the vector ecology in Taiwan. Workshop on the Assessment of the Climate Change Impact and the Adaptation Strategic, Taipei, Taiwan pp. 335-364.
- Wang, H. L., C. K. Chiang, S. W. Zhang, C. P. Chiang, and C. C. Huang.** 1983. Observation of the development of *Plasmodium vivax* inside malaria mosquito *Anopheles*

sinensis at Kaifeng, Henan, China.
Acta Zool. Sinica 29: 141-148.

收件日期：1996年9月21日
接受日期：1996年11月18日

A Laboratory Colonization of *Anopheles sinensis* Wiedemann (Diptera: Culicidae) and Its Life History

Hong-song Sheu, Chin-chang Yeh* Department of Entomology, National Chung Hsing University
Cheng-Hsung Wang Environmental Protection Administration

ABSTRACT

In the laboratory, larvae of *Anopheles sinensis* kept below 15°C couldn't survive to become adults. At 20-35 °C, the duration of larval and pupal stage decreased as the temperature increased. Within a moderate temperature range (25-30°C), an *An. sinensis* larva needed 8-11 d to pupate. In a rearing tray, the most appropriate density for an *An. sinensis* to grow was 200 larvae / 450 ml water; in other words, 1 cm² of the rearing tray bottom held 0.25 larvae of *An. sinensis*. When a larva was reared in a less dense tray, its pupal weight was heavier and the adult's wing longer. Male *An. sinensis* would swarm and mate if over 15 pairs were present under 1 lux of light after a dark period. The highest insemination rate appeared when 240 pairs were put together. If the cage space for them to swarm was smaller than 15×20×25cm³, then mating would usually fail. It was easiest to manipulate their mating in a 35×35×35cm³ cage. An adult started to mate on the 2nd day after emergence, and the insemination rate reached the peak on the 5th day. An inseminated female, 2 d post blood meal, began to oviposit until the 9th day, and had the highest egg production during 2-4 d post blood meal. The time a female laid its eggs was usually between 6-9 pm. If fed with human or cow blood, it would have a fully developed ovary and produce more eggs.

The gonotrophic cycle shortened and the number of egg deposited decreased as reproduction parity increased. The most suitable temperature range for storage of deposited was 10-15°C, and the storage time could not exceed 22 days. The placement of eggs in stirred water increased hatchability and shortened the hatch time.

Key words: *Anopheles sinensis*, swarming, gonotrophic cycle, hatchability, insemination rate.