



# Formosan Entomologist

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

## 【Research report】

### 溫度、水質及酸鹼度對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之影響【研究報告】

吳懷慧、張念台

\*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1992/12/31 Available online: 1993/03/01

## Abstract

### 摘要

本文探討不同溫度、水質及PH值等環境物理因子對埃及斑蚊 (*Aedes aegypti* (L.)) 與白線斑蚊 (*Aedes albopictus* (Skuse)) 幼蟲取食及發育之影響。試驗發現二斑蚊幼蟲食物取代速率在32°C時最快，且於16°C與32°C間，此二斑蚊蟲取食率與溫度呈正相關；而24°C與28°C間的溫度則較適宜其幼蟲之發育生長，但低溫下白線斑蚊則較埃及斑蚊更為適存。不同PH值測試中，埃及斑蚊幼蟲於PH5.5及7.0的水中食物取代率最高，白線斑蚊則於PH5.5下取食最快。另由幼蟲低死亡率及較大的蛹重可判別出埃及、白線二斑蚊幼蟲較偏好中-酸性 (PH值6.0左右) 的環境。兩種斑蚊在七種藥生水源中 (蒸餾水、雨水、地下水、花瓶水、自來水、輪胎水、稻田水) 之取食發育測試結因，除受藥劑污染之輪胎水與稻田水需進一步加以探討外，其它水源均適宜二者之生長，尤其埃及斑蚊於雨水或花器水中之適宜指數最高。至於各種水源中之溶氧量、導電率、濁度等物理因子與二斑蚊發育適宜指數間並無明顯的相關。

### Key words:

**關鍵詞:** 埃及斑蚊、白線斑蚊、食物取代率、水質。

Full Text:  [PDF\( 0.47 MB\)](#)

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

# 溫度、水質及酸鹼度對埃及斑蚊與白線斑蚊 幼蟲取食及發育之影響

吳懷慧 私立大仁藥專 屏東縣鹽埔鄉新二村維新路 20 號

張念台 國立屏東技術學院植保系 屏東縣內埔鄉學府路 1 號

## 摘 要

本文探討不同溫度、水質及 pH 值等環境物理因子對埃及斑蚊(*Aedes aegypti* (L.))與白線斑蚊(*Aedes albopictus* (Skuse))幼蟲取食及發育之影響,試驗發現二斑蚊幼蟲食物取代速率在 32°C 時最快,且於 16°C 與 32°C 間,此二斑蚊幼蟲取食率與溫度呈正相關;而 24°C 與 28°C 間的溫度則較適宜其幼蟲之發育生長,但低溫下白線斑蚊則較埃及斑蚊更為適存。不同 pH 值測試中,埃及斑蚊幼蟲於 pH5.5 及 7.0 的水中食物取代率最高,白線斑蚊則於 pH5.5 下取食最快。另由幼蟲低死亡率及較大的蛹重可判別出埃及、白線二斑蚊幼蟲較偏好中一酸性(pH 值 6.0 左右)的環境。兩種斑蚊在七種孳生水資源中(蒸餾水、雨水、地下水、花瓶水、自來水、輪胎水、稻田水)之取食發育測試結果,除受藥劑污染之輪胎水與稻田水需進一步加以探討外,其它水源均適宜二者之生長,尤其埃及斑蚊於雨水或花器水中之適宜指數最高。至於各種水源中之溶氧量、導電率、濁度等物理因子與二斑蚊發育適宜指數間並無明顯的相關。

**關鍵詞:** 埃及斑蚊、白線斑蚊、食物取代率、水質。

## Influence of Temperature, Water Quality and pH Value on Ingestion and Development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Larvae

## ABSTRACT

The effects of temperature and various water qualities on food ingestion and development of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) were studied. The greatest rate of food displacement of both *Aedes* larvae was found at 32°C and the larval ingestion rate was significantly correlated with temperature from 16°C to 32°C. Suitable temperatures for larval development were from 24°C to 28°C, whereas *Ae. albopictus* had a greater rate of survival than that of *Ae. aegypti* in water with a lower temperature. The greatest rate of food displacement was found in water with pH 5.5 and 7.0 for *Ae. aegypti* and pH 5.5 for *Ae. albopictus* larvae. Basing on the shorter developmental period and greater pupal weight, these two *Aedes* mosquitoes were proved to prefer weakly acidic or nearly neutral (ca. pH 6.0) water. Other water in discarded tires and paddy fields, which was polluted by pesticides, distilled water, rain water, running water, ground water and water for flower arrangement were all suitable for larval development, the most suitable index was obtained when *Ae. aegypti* was reared in rain water and water for flower arrangement. There was no significant correlation between any parameter of water quality (e.g. dissolved oxygen, conductivity, turbidity) and index of insect suitability.

**Key words:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, food displacement rate, water quality.

## 前 言

蚊類幼蟲取食生態方面的探討，近年因生物防治(如蘇力菌)之應用而漸多(Aly, 1983; Aly *et al.*, 1988; Ramoska and Hopkins, 1980; Rashed and Mulla, 1989)，但本省此方面之報告卻甚少。有關本省登革熱兩種病媒蚊—埃及斑蚊(*Aedes aegypti* (L.))與白線斑蚊(*Aedes albopictus* (Skuse))幼蟲取食率之比較及生物因子對此二斑蚊幼蟲取食率之影響研究指出，埃及斑蚊幼蟲取食速

率較白線斑蚊幼蟲為快；而當飼育於密度較高環境下，雖然白線斑蚊幼蟲較能適應，但二者均有幼蟲死亡率增加、蛹重明顯減輕之現象；又當幼蟲齡期愈大及取食時間愈長時，二種斑蚊幼蟲食物取代率則有愈低之趨勢；另外，饑餓時間愈久，二種斑蚊幼蟲取食率也有愈低的現象(吳懷慧、張念台, 1990; 1992)。至於物理因子對此二斑蚊發育的影響則僅陳錦生、黃正中(1988)於製作登革熱兩種病媒蚊生命表中論及溫度對其發育之影響。

本報告延續上述所得，進一步探討此兩種斑蚊幼蟲飼育時，溫度、水質及 pH 質等不同環境物理因子，對該幼蟲食物取食速率及發育生理之影響，期能建立適合本省斑蚊幼蟲之飼育、生長環境條件，提供生物防治之基本資料。

## 材料與方法

試驗用幼蟲、成蟲之飼養及採卵，與吳懷慧、張念台(1990)之方法同。

### 一、溫度對兩種斑蚊幼蟲取食與發育之影響

#### A. 溫度對幼蟲取食率影響之測試

兩種斑蚊依Dadd (1968)之法將腸道處理後，放入含酵母粉之水中(1 g / 500ml D.W.)，分別置於 16°C、20°C、24°C、28°C、32°C 及 36°C 六種溫度之定溫箱中取食 30 分鐘，測定不同溫度對兩種斑蚊幼蟲取食速率之影響，定溫箱中試驗水之溫度為其所在定溫箱溫度之  $\pm 1^\circ\text{C}$ ，測試後鏡檢及記錄幼蟲腸道被食物取代腸節數。計 16°C-36°C 共六處理，每處理三重覆，每重覆 10 隻四齡斑蚊幼蟲，共測試埃及斑蚊及白線斑蚊幼蟲各 180 隻。資料以線性迴歸分析溫度與幼蟲取食率間之關係。

#### B. 溫度對幼蟲發育影響之測試

以初孵化一齡幼蟲分別置於上述六種測試溫度之恆溫箱中飼育，光照每日 12 小時，逐日記錄其發育及存活數。各溫度下測試埃及斑蚊蟲數 87-141 隻，白線斑蚊 91-179 隻不等。

### 二、pH 值對兩種斑蚊幼蟲取食及發育之影響

依照 Dawson *et al.* (1986) 之法，以磷酸鹽緩衝液(Stock A:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ; Stock B:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 加入試驗水(1 g 酵母粉 / 3000 ml 蒸餾水)中，調配不同之 pH 值供試水液，pH 值由 5.0、5.5、6.0、7.0、7.5 至

8.0，另以蒸餾水內加入酵母粉做為對照組，共計八處理。試驗期間每隔一日，以 Jenway 3010 型 pH Meter 測試試驗水之酸鹼度，並用磷酸鹽緩衝液滴定校正，以維持原 pH 值。

#### A. pH 質對幼蟲取食率影響之測試

兩種斑蚊四齡幼蟲經墨汁處理腸道後，分別放入上述加有酵母粉之試驗水溶液中取食 30 分鐘，再鏡檢並記錄其幼蟲腸道被食物取代腸節數。每處理五重覆，每重覆使用 9-12 隻受測幼蟲，計共測試埃及斑蚊四齡幼蟲 404 隻，白線斑蚊 421 隻。

#### B. pH 質對幼蟲發育影響之測試

以剛孵化之一齡幼蟲，吸入盛有 500 ml 含酵母粉飼料之不同 pH 值水溶液的燒杯中，並移入 28°C 之定溫箱中飼育。各種 pH 液均重複三次，每重複使用 50 隻一齡幼蟲。每日觀察幼蟲發育並記錄化蛹時間、死亡數目及稱取化蛹後一日之蛹重。這同對照組共計測試埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲各 1200 隻。所得資料以適宜指數(蛹重 / 發育期)  $\times$  存活率)來判別各種 pH 質對此二斑蚊適宜之程度。

### 三、水質對兩種斑蚊幼蟲取食及發育之影響

斑蚊幼蟲可於室內外不同孳生源內孳生，為探討不同孳生容器中水質對其取食與發育之影響，自室外取得之試驗用水，計有雨水、稻田水、與廢輪胎內之積水三種；而白室內取得者有蒸餾水、自來水、國立屏東技術學院之地下水、及室內育有黃金葛之花瓶水四種，共計有七種供試驗用水。各種試驗用水先以 Horiha 之 U-7 掘場水質測定儀分析，測其 pH 值、水溫含氧量、導電率、與混濁度，而後進行以下測試。

#### A. 水質對幼蟲取食影響之測試

兩種斑蚊之四齡幼蟲經墨汁處理腸道後，在室溫 27°C-28°C 下，分別置於加有酵母粉之試驗水液中取食 30 分鐘，再鏡檢並記錄其幼蟲腸道中被食物取代之腸節數。每處理

四次重複，每重複 9-12 隻受測幼蟲，計共測試埃及斑蚊四齡幼蟲 289 隻，白線斑蚊 279 隻。

### B. 水質對幼蟲發育影響之測試

將即孵化之一齡幼蟲，分別吸入盛有不同水質與酵母粉水液的 500 ml 燒杯中飼育，七水質處理各三重複，每重複 50 隻一齡幼蟲，試驗燒杯置於 28°C 之定溫箱中，每日觀察幼蟲發育情況並記錄化蛹時間、死亡數及化蛹後一日之蛹重。計測試埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲各 1050 隻。所得資料亦以適宜指數來判別各種水質對此二斑蚊之適宜程度。另外，以水質分析儀測得之各種水源中的 pH 值、溫度、含氧量、導電率、混濁度等變數均屬非常態分布變數，故以 Spearman (1904) 順序相關係數 ( $r_s$ ) 檢驗不同水質對斑蚊取食及發育之相關程度，計算公式為：

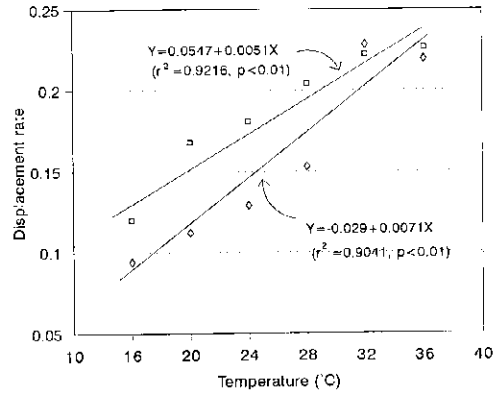
$$r_s = 1 - \left[ \frac{6\sum d^2}{n^3 - n} \right]$$

其中  $n$  為取樣數， $d$  為各等級差，而 6 為常數。

## 結果與討論

### 一、溫度對兩種斑蚊幼蟲取食與發育之影響

埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲在不同溫度下之食物取代率示如圖一。幼蟲在 16°C、20°C、24°C、28°C、32°C 及 36°C 等溫度下取 30 分鐘，將食物充滿幼蟲腸節換算為食物取代率 (Dadd, 1986) 後，發現二種斑蚊幼蟲在 36°C 下，取食速率均有減緩趨勢；在 32°C 時，二斑蚊取食速率最快，而白線斑蚊幼蟲食物取代率 (0.228) 又較埃及斑蚊者 (0.222) 略快，但埃及斑蚊在其它受測溫度下，取食速率均比白線斑蚊為快。此試驗與吳懷慧、張念台 (1990) 在室溫下，測試此兩種斑蚊取食率之結果相同。Rashed & Mulla



圖一 埃及斑蚊與白線斑蚊四齡幼蟲食物取代率與溫度之關係。

Fig. 1. Correlation between rate of feeding displacement (Y) of the 4th instar *Aedes aegypti* ( $\square$ ), *Aedes albopictus* ( $\diamond$ ) larvae and water temperature (X).

(1989) 在 18°C、24°C 與 31°C 下測試環跗家蚊 (*Cx. tarsalis*)、埃及斑蚊 (*Ae. aegypti*) 及白跗糖蚊 (*An. albimanus*) 三種蚊子之取食率，也發現因溫度增高幼蟲食物取代率有增加的現象。而 1987 年 Guzman and Axtell 報告中指出，熱帶家蚊 *Cx. quinquefasciatus* 幼蟲於 16°C、22°C、28°C 下取食真菌 (*Lagenidium giganteum*) 而受感染之感染率分別為 53.0%、70.2% 和 66.5%，此顯示隨溫度增高其幼蟲取食率增加故增高感染率。

本試驗食物取代率經與溫度直線迴歸後，得到埃及斑蚊與白線斑蚊食物取代率 (Y)，與溫度 (X) 之關係分別為  $Y = 0.0547 + 0.0051X$  ( $r^2 = 0.9216$ ,  $P < 0.01$ ) 及  $Y = -0.029 + 0.0071X$  ( $r^2 = 0.9041$ ,  $P < 0.01$ )，此顯示在 16°C 與 32°C 間，二種斑蚊幼蟲取食率確與溫度呈正相關。

不同溫度下斑蚊幼蟲發育期列表一，

表一 不同溫度對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲發育之影響

Table 1. Effect of temperature on the larval development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*<sup>1,2</sup>

Temp. (°C)	Larval development period (day)									
	<i>Ae. aegypti</i>					<i>Ae. albopictus</i>				
	I	II	III	IV	Total	I	II	III	IV	Total
16	5.1 a (87)	3.9 a (86)	5.4 a (83)	13.8 ab (9)	28.2 (M=89.7%) <sup>3</sup>	4.9 a (96)	3.5 a (90)	4.2 a (87)	9.5 ab (35)	22.1 (M=63.5%)
20	2.8 b (140)	2.3 b (138)	3.6 b (135)	16.0 a (104)	24.7 (M=25.7%)	3.5 b (179)	2.4 b (179)	3.6 a (175)	12.0 a (143)	21.5 (M=20.1%)
24	1.0 c (139)	1.1 c (139)	1.5 cd (139)	10.7 b (123)	14.3 (M=11.5%)	2.0 c (131)	1.5 c (130)	1.9 b (127)	4.6 c (125)	10.0 (M=4.6%)
28	1.1 c (141)	1.0 c (140)	1.0 de (139)	3.8 c (85)	6.9 (M=39.7%)	1.6 d (122)	1.1 d (121)	1.4 b (114)	3.6 c (97)	7.7 (M=20.5%)
32	1.1 c (103)	1.0 c (103)	1.7 c (103)	4.9 c (88)	8.7 (M=14.6%)	1.4 d (91)	1.2 d (89)	2.0 b (84)	8.0 b (55)	12.6 (M=39.6%)
36	1.0 c (99)	1.0 c (96)	0.7 e (88)	5.4 c (37)	8.1 (M=62.6%)	1.5 d (98)	1.1 d (91)	1.9 b (53)	4.1 c (10)	8.6 (M=89.8%)

1. Means within a column followed by the same lower case letter, are not significantly different at  $p=0.05$ , by Duncan's multiple range test.

2. Number in parentheses = No. of surviving larvae.

3. M = Mortality.

雖然在測試溫度範圍內，二斑蚊幼蟲各齡發育日數如同其它報告般有隨溫度增高而減短之勢，但於高(36°C)低(16°C)溫下幼蟲死亡率均甚高；而在低溫下(16°C與20°C)白線斑蚊幼蟲無論死亡率或發育期均較埃及斑蚊幼蟲為低，此結果與陳錦生、黃正中(1988)試驗所得相似，即白線斑蚊較埃及斑蚊更能適應低溫環境。另就幼蟲四齡總發育期而言，埃及與白線斑蚊均以飼育於28°C下之6.9與7.7日為最短，而就死亡率而言，二者於24°C下之死亡率(分別為11.5%與4.6%)為最低，因此24°C與28°C間的溫度最為適宜此二種斑蚊幼蟲之發育生長。

1958年Bar-Zeev研究溫度對埃及斑蚊發育影響，結果發現溫度與幼蟲發育速率呈正相關。Mori *et al.* (1988)於日本，以尖音家蚊 *Cx. pipiens complex* 幼蟲，研究飼育水溫對幼蟲發育期之影響，其飼育水溫為14、18、23及29°C，而所得結果顯示，29°C有最

短發育期平均5.4天，至於水溫為14°C之發育期則平均為20.1天，高低溫的發育速率相差近四倍。陳錦生、黃正中(1988)曾以20°C與36°C間5種溫度測試本省埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲之發育狀況，亦發現除36°C外，二斑蚊幼蟲半數化蛹時間隨溫度升高而減短，且埃及斑蚊比白線斑蚊幼蟲發育為快。

雖然溫度愈高，幼蟲取食率愈快且發育期愈短，但以上述六種溫度下測得之幼蟲食物取代率與發育期進行相關分析，僅發現埃及斑蚊幼蟲取食率與發育速率呈正相關( $r^2=0.8552$ ,  $p<0.05$ )，而白線斑蚊幼蟲則無此現象( $r^2=0.5555$ ,  $p>0.05$ )，因此除取食速率外，幼蟲對攝取食物的同化效率、代謝速率等也是探討兩種斑蚊幼蟲發育速率隨溫度增高而加快應考慮的原因。Ho等(1992)在最近的報告中就證實，雖然初齡埃及斑蚊幼蟲上唇刷(labral brush)移動速率與取食速率較白線斑蚊幼蟲為快，但後者三、四齡幼蟲腸

內胰凝乳蛋白酶 (chymotrypsin) 活性卻高於前者 28 倍之多。

## 二、pH 值對兩種斑蚊幼蟲取食與發育之影響

不同 pH 值 (5.0-8.0) 下兩種斑蚊四齡幼蟲之取食速率列如表二，埃及斑蚊食物取代率以在 pH5.5 及 7.0 之水中的 0.19 (食物取代腸節為 5.7) 顯著最快 ( $P < 0.05$ )；白線斑蚊食物取代率則以 pH5.5 之 0.13 (食物取代腸節為 3.8) 顯著最快 ( $P < 0.05$ )。綜而言之，各受測 pH 值下二種斑蚊幼蟲之取食速率差異並不大，此顯示此二種病媒斑蚊對水之酸鹼度

適應範圍甚廣。另外，比較兩種斑蚊在相同 pH 下的食物取代率，以 t-test 檢定結果發現每一測試之 pH 質水中，埃及斑蚊幼蟲取食率皆顯著比白線斑蚊為快 ( $P < 0.01$ )，此再度顯示埃及斑蚊幼蟲之取食速率要比白線斑蚊為快。

兩種斑蚊幼蟲飼育於不同酸鹼度環境下，二者發育所需日數列於表三，埃及斑蚊以水質為 pH 6.0、6.5 及 7.0 三處理，其幼蟲期皆為 5.6 日顯著短於其它處理 ( $P < 0.05$ )。白線斑蚊幼蟲之發育期則以 pH 6.0 之處理

表二 埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲在不同 pH 水質中取食率之比較

Table 2. Effect of water pH on ingestion rates of the 4th instar larvae of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*<sup>1</sup>

pH	Ingestion rate				t-value <sup>3</sup>
	<i>Aedes aegypti</i>		<i>Aedes albopictus</i>		
	No. of filled gut segments / larva ± SE	Displacement rate <sup>2</sup>	No. of filled gut segments / larva ± SE	Displacement rate	
D.W. (6.1)	4.9 ± 0.3 a	0.16	3.4 ± 0.3 bc	0.11	4.1773***
5.0	5.3 ± 0.2 ab	0.18	3.2 ± 0.3 ab	0.11	5.5911***
5.5	5.7 ± 0.1 b	0.19	3.8 ± 0.2 c	0.13	9.1626***
6.0	4.9 ± 0.3 a	0.16	3.5 ± 0.1 bc	0.12	4.5957***
6.5	5.5 ± 0.2 ab	0.18	3.4 ± 0.1 bc	0.11	9.0203***
7.0	5.7 ± 0.1 b	0.19	3.0 ± 0.2 ab	0.10	16.7375***
7.5	5.2 ± 0.3 ab	0.17	2.7 ± 0.2 a	0.09	7.5887***
8.0	5.1 ± 0.2 ab	0.17	3.1 ± 0.1 ab	0.10	8.4123***

1. Means within a column followed by the same lower-case letter are not significantly different ( $p > 0.05$ ), using Duncan's multiple range test.

2. Displacement rate = No. of food-filled gut segments / larva / min

3.\*\*\*, significant at 99% fiducial level.

表三 不同 pH 水質對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲發育期之影響

Table 3. Effect of water pH on the larval period of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*<sup>1</sup>

Species	Larval development period (day) of insects rearing in water with pH							
	C.K. <sup>3</sup> (5.6)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
<i>Aedes aegypti</i>	5.9 ± 0.0 bc	6.0 ± 0.1 b	6.4 ± 0.1 b	5.6 ± 0.1 c	5.6 ± 0.1 c	5.6 ± 0.1 c	6.2 ± 0.2 b	7.7 ± 0.4 b
<i>Aedes albopictus</i>	6.1 ± 0.1 c	7.7 ± 0.3 a	7.3 ± 0.1 a	5.2 ± 0.1 d	6.2 ± 0.1 c	7.0 ± 0.1 b	7.4 ± 0.1 a	7.1 ± 0.1 bc
t-value <sup>2</sup>	1.69 ns	7.40***	3.65***	3.65***	2.89***	11.14***	6.91***	1.71 ns

1. Means within a horizontal line followed by the lower-case letter are not significantly different at  $p = 0.05$ , by Duncan's multiple range test.

2. NS, not significant at 90%; \*, \*\*, \*\*\*, significant at 90%, 95% and 99% fiducial level, respectively.

3. C.K. = Distilled water.

組，其化蛹平均所需發育期 5.2 天，為最短，而其它處理之發育期皆需 6 天以上。至於兩種斑蚊間之比較，除了對照組(蒸餾水)與 pH 8.0 間無顯著差異外，其它處理間埃及斑蚊幼蟲之發育期，都顯著比同處理的白線斑蚊為短( $P < 0.01$ )。

兩種斑蚊幼期飼育於七種不同 pH 質(5.0-8.0)之環境下，所得蛹重與幼蟲死亡率顯示於表四中。埃及斑蚊幼蟲在 pH 5.5 的水質中，有 34% 化蛹，其平均蛹重為 31.4 mg；於 pH 6.0 的水中有 91.3% 化蛹，平均蛹重 31.0 mg；而在 pH 7.0 的水中有 86.7% 化蛹，平均蛹重為 31.8 mg。這三處理之蛹重皆顯著高於其他 pH 值飼育之蛹重( $P < 0.05$ )；幼蟲低死亡率及較大的蛹重可看出埃及斑蚊幼蟲較偏好中—酸性(pH 值 6.0 左右)的水質。至於白線斑蚊幼蟲蛹重仍以水質為 pH 6.0 的處理最重，此組有 62.0% 存活率而平均重量為 30.5 mg，此蛹重為所有處理中最大者；再就其化蛹率來看，則以 pH 5.5 的水中，有 95.3% 化蛹為最高，因此白線斑蚊幼蟲亦較適

於微酸性(pH 5.5-6.0)之環境下發育。雖然有些蚊種，如 *An. quadrimaculatus* Say 幼蟲以 pH 6.9-7.5 為生長適度範圍(Huffaker, 1944)，但本試驗結果符合 Lambrecht (1971) 之報告，其利用測酸鹼試紙(B.D.H. 5570)測試幼蟲棲所之 pH 值，共測 5 種 *Aedes* spp.(包括 *Ae. aegypti*)、5 種 *Culex* spp. 及 3 種 *Uranotaenia* spp.，得到棲所水質均在 pH 5.5-7.0 之間，可見蚊類幼蟲多喜生長於中性及略偏酸性之環境。

以吳懷慧、張念台(1992)提出之適存指數估算不同 pH 值測試後，兩種斑蚊幼蟲之適存程度(圖二)顯示，埃及斑蚊之適存指數要比白線斑蚊的高，尤其埃及斑蚊在酸鹼值 6.0-7.0 間的環境最為適宜。綜合幼蟲取食率、化蛹後一日蛹重、與幼蟲發育期，可得知埃及斑蚊以中酸性水質(pH 6.0-7.0)，白線斑蚊以 pH 5.5-6.0 的水質最為適宜生存與發育。

### 三、水質對兩種斑蚊幼蟲取食率及發育之影響

來自七種不同孳生源之水質對二種斑蚊

表四 不同pH水質對埃及斑蚊與白線斑蚊蛹重之影響

Table 4. Effect of water pH on the pupal weight of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*<sup>1</sup>

Species	Pupal weight(mg) of insects reared in water at pH							
	C.K. <sup>2</sup> (5.6)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
<i>Aedes aegypti</i>	28.2±0.7 b	28.5±0.8 b	31.4±1.4 c	31.0±0.7 b	28.0±0.8 b	31.8±0.7 c	26.6±1.0 b	22.4±0.8 a
Mortality	16.7%	11.3%	66.0%	8.7%	18.7%	13.3%	45.3%	46%
<i>Aedes albopictus</i>	28.2±0.8 b	28.3±1.5 bc	27.3±0.7 b	30.5±1.0 c	24.6±1.0 a	28.1±1.0 b	25.8±0.9 a	27.7±0.7 b
Mortality	44.7%	76.7%	4.7%	38%	46.7%	36%	22.7%	20%
t-value <sup>2</sup> of pupal weight	0.10 ns	0.09 ns	3.21***	2.08***	2.80***	3.18***	0.62 ns	4.64***

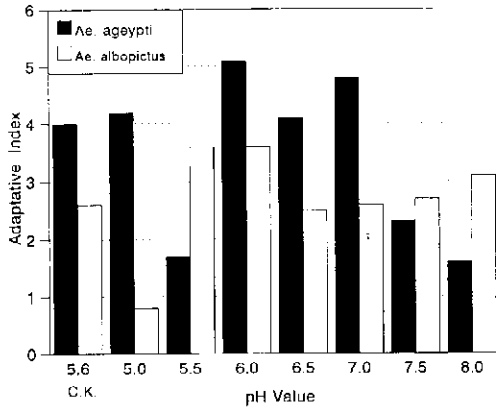
1. Means within a horizontal line followed by the same lower-case letter are not significantly different at  $p=0.05$ , by Duncan's multiple range test.

2. NS, not significant at 90%; \*, \*\*, \*\*\*, significant at 90%, 95% and 99% fiducial level, respectively.

3. C.K. = Distilled water.



四齡幼蟲取食率的影響測試結果列於表五。埃及斑蚊幼蟲在七種水質取食 30 分鐘後，以



圖二 埃及斑蚊與白線斑蚊不同pH值下之適存指數。  
Fig. 2. Adaptive index of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae reared in water with varied pH value. (Adaptive index = (pupal weight / development period) × % survival)

表五 埃及斑蚊與白線斑蚊在不同水質中取食率之比較

Table 5. Comparison of rates of food ingestion between 4th instar larvae of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in various sources of water<sup>1</sup>

Materials	Ingestion rate				t-Value <sup>3</sup>
	<i>Aedes aegypti</i>		<i>Aedes albopictus</i>		
	No. filled gut segments/ larva ± SE	Displacement rate <sup>2</sup>	No. filled gut segments/ larva ± SE	Displacement rate	
Distilled water	3.9 ± 0.5 d	0.13	3.1 ± 0.4 c	0.10	1.1649 ns
Rain water	2.0 ± 0.2 ab	0.07	1.9 ± 0.2 ab	0.06	1.8157 ns
Running water	3.3 ± 0.3 cd	0.11	2.5 ± 0.3 bc	0.08	1.8537 ns
Ground water	2.7 ± 0.3 bc	0.09	3.1 ± 0.5 c	0.10	0.6963 ns
Water for flower arrangement	2.6 ± 0.4 bc	0.09	2.9 ± 0.3 c	0.10	0.6952 ns
Water in discarded tire	1.0 ± 0.0 a	0.03	1.0 ± 0.0 a	0.03	1.7014 ns
Paddy water	1.2 ± 0.1a	0.04	1.5 ± 0.2 a	0.05	1.0735 ns

1. Means within a column followed by the same lower-case letter are not significantly different at  $p=0.05$ , by Duncan's multiple range test.

2. displacement rate = No. food-filled gut segments/larva/min.

3. ns, not significant at 90%.

於蒸餾水之食物取代腸節 3.9(食物取代率為 0.13)顯著大於其它水質之取食率( $P < 0.05$ )；而於廢輪胎與稻田水中之食物取代率分別為 0.03 及 0.04 最低。白線斑蚊幼蟲也於此兩種水質中的取食率最低。經詢問調查此與該二水源受藥劑污染有關。其它測試用水中，白線斑蚊則於蒸餾水、地下水與花器水中之食物取代率較高(取代率為 0.1)。至於兩種斑蚊之食物取食速率比較，經 t-test 檢驗顯示(表五)各種試驗用水中，二者皆無顯著差異，但於適宜水質中，埃及斑蚊之食物取代率仍比白線斑蚊略快。

兩種斑蚊幼蟲自孵化起飼育於上述各水質中，所得幼蟲生長期示於表六，除廢輪胎及水稻田水外，埃及斑蚊在雨水與自來中之發育期顯著( $P < 0.05$ )小於其它水質飼育所得，白線斑蚊幼蟲則以自來水及地下水飼育者的化蛹期最短，且此二水質中白線斑蚊的發育期顯著比埃及斑蚊的為短(表六)。

另就蛹重與幼蟲死亡率而言，以蒸餾水為對照組之五種水質中，埃及斑蚊幼蟲自來水中飼育所得平均蛹重(37.2 mg)最重，但其化蛹百分率卻僅 6.7% 最低，相對的花瓶水中之埃及斑蚊平均蛹重雖只 25.8 mg，但化蛹率為 96.0% 則最高。白線斑蚊之測試則以雨水

中飼育所得之平均蛹重 37.9 mg 最重，但同樣的其死亡率亦相當高(73%)，而死亡率最低之蒸餾水飼育之蛹平均僅 23.5 mg。此幼蟲死亡率低但蛹重輕的現象應與環境中的幼蟲密度有關，吳懷慧、張念台(1992)曾報告過幼蟲飼育密度愈擁擠，其發育期愈長，而蛹重

表六 不同水質對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲發育期之影響

Table 6. Effect of various sources of water on the larval period of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*<sup>1</sup>

Species	Larval development period day( $\bar{x} \pm SE$ ) of insects reared				
	Distilled water	Rain water	Running water	Ground water	Water for flower arrangement
<i>Aedes aegypti</i>	7.0±0.4 b	5.2±0.1 a	6.3±0.3 a	7.1±0.3 b	6.7±0.1 b
<i>Aedes albopictus</i>	6.7±0.2 b	6.1±0.1 b	5.5±0.1 a	5.4±0.2 a	6.0±0.6 a
t-value <sup>2</sup>	0.66 ns	1.27 ns	2.44**	4.54***	1.77 ns

1. Means within a horizontal line followed by the same lower-case letter are not significantly different at  $p=0.05$ , by Duncan's multiple range test.
2. ns, not significant at 90%; \*, \*\*, \*\*\*, significant at 90%, 95% and 99% fiducial level, respectively.

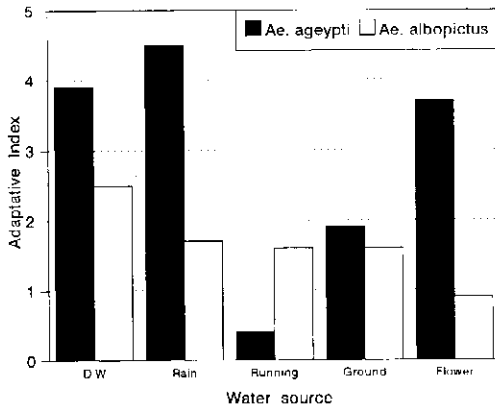
表七 不同水質對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲蛹重之影響

Table 7. Effect of various sources of water on the pupal weight of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*<sup>1,2</sup>

Species	Pupal weight mg( $\bar{x} \pm SE$ ) of insects reared				
	Distilled water	Rain water	Running water	Ground water	Water for flower arrangement
<i>Aedes aegypti</i>	32.4±0.8 bc	30.7±1.0 b	37.2±3.8 c	29.6±1.3 b	25.8±0.6 a
Mortality	16.7%	23.3%	93.3%	54.7%	4%
<i>Aedes albopictus</i>	23.5±0.8 a	37.9±1.4 c	30.6±1.4 b	26.6±1.5 a	26.6±1.6 a
Mortality	28%	73%	70.7%	67.3%	79.3%
t-value <sup>3</sup> of pupal weight	7.99 ***	4.01 ***	1.9 *	1.52 ns	0.29 ns

1. Number in parentheses represents No. of survival / No. of tested insects.
2. Means within a horizontal line followed by the same lower-case letter are not significantly different at  $p=0.05$ , by Duncan's multiple range test.
3. ns, not significant at 90%; \*, \*\*, \*\*\*, significant at 90%; \*, \*\*, \*\*\*, significant at 90%, 95% and 99% fiducial level, respectively.

也愈輕。因此探討各環境因子對幼蚊之影響時，確應同時將蟲子各表現(performance)，如發育期、死亡率、及蛹重等一併考量。至於稻田水中所飼育之兩種斑蚊幼蟲無一存活，應與稻田水中之施用農藥有關，而取自廢輪胎堆積之水，則因防治登革熱全面撒佈藥劑，故飼育之幼蟲亦無法存活，有關此二水質對埃及與白線斑蚊幼蟲之取食發育影響，則將另行取樣測試。



圖三 埃及斑蚊與白線斑蚊不同水質下之適存指數。  
Fig. 3. Adaptive index of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae reared in various sources of water. (Adaptive index = (pupal weight / development period) × % survival)

兩種斑蚊幼蟲於各水質飼育後之適存指數則示如圖三，除了自來水外，其它水質皆是埃及斑蚊比白線斑蚊發育適宜之孳生水源，尤其是埃及斑蚊在蒸餾水、雨水、及花器水中，白線斑蚊幼蟲於蒸餾水中之適宜度甚高。Mogi and Okazawa 在 1990 年研究都市生活廢水，對 *Culex pipiens pallens* 幼蟲生存及發育之影響，發現水污染程度最小者，幼蟲於其中發育期縮短且蛹重增大，此與本試驗結果相似。

以水質測定儀測得各水源之水質狀況列於表八，其中蒸餾水之 pH 值及導電度最低，雨水之溫度最高但濁度(添加飼料後)最低，而自來水及地下水之濁度較高，花器水中之溶氧量則最高。將各項水質與兩種斑蚊之發育適宜指數間求取相關係數(表八)，發現除水溫與埃及斑蚊幼蟲之發育適宜指數略有相關( $P < 0.1$ )外，無法看出其它測試之物理因子與二斑蚊之適存間之關係。事實上，孳生水源是否適宜斑蚊幼蟲發育應是所有水中因子的綜合作用結果，除了測試之五項因子外，其它諸如水中有機質、微量元素等似均應予考量；另外，測試所用之水基本上均可飼育斑蚊幼蟲，故其內各別因子對幼蚊發育適宜指數的相關，自然不甚顯著。

表八 各種孳生水源之物理因子測定值與埃及、白線斑蚊發育適宜指數間的相關

Table 8. Mean value of physical factors of each water source and Spearman rank correlation coefficient between those values and the suitability index of both *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*

Distilled water	Rain water	Running water	Ground water	Water for flower arrangement	Tested water quality	$r_s$ value of suitability index and each factor:	
						<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>
5.7	8.9	7.9	7.1	7.5	pH	0.10 ns <sup>1</sup>	-0.10 ns
26.4	27.2	22.6	26.2	25.3	Temp. °C	0.90 *	0.60 ns
5.9	6.0	6.6	5.7	6.7	D.O. ppm	-0.1 ns	-0.4 ns
0.2	0.5	0.6	0.6	0.4	Cond. mS/cm	-0.625 ns	-0.325 ns
34	24	39	39	32	Turb. ppm	-0.825 ns	-0.125 ns

1. ns and \* denote not significant and significant at 90% fiducial level, respectively.

## 謝 誌

本報告承蒙行政院環保署計畫(ERA-81-G3J1-09-03)部分經費支援, 研究期間梁龍文、陳弘穎先生、黃雅鈴與黃秀惠小姐協助飼育供試用蟲與試驗, 特此一併申謝。

## 參考文獻

- 吳懷慧、張念台。1990。埃及斑蚊與白線斑蚊取食率之比較。中華昆蟲 10: 433-442。
- 吳懷慧、張念台。1992。生物因子對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之比較。中華昆蟲 12: 41-48。
- 陳錦生、黃正中。1988。登革熱病媒蚊之生態學研究I、發育零點與生命表之比較。玉山生態學報 5(3): 1-15。
- Aly, C. 1983. Feeding behavior of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) and its influence on the effectiveness of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Bull. Soc. Vector Ecol. 8: 94-100.
- Aly, C., M. S. Mulla, B. Z. Xu, and W. Schentter. 1988. Rates of ingestion by mosquito larvae (Diptera: Culicidae) as a factor in the effectiveness of a bacterial stomach toxin. J. Med. Entomol. 25: 91-196.
- Bar-Zeev, M. 1958. The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of *Aedes aegypti* (L.). Bull. Entomol. Res. 49: 157-163.
- Dadd, R. H. 1968. A method for comparing feeding rates in mosquito larvae. Mosq. News. 28: 226-230.
- Dawson, R. M. C., D. C. Elliott, W. H. Elliot, and K. M. Jones. 1986. 18. PH buffers and physiological media. pp 417-448 In Data for biochemical research. 3rd ed. Oxford University Press.
- Guzman, D. R., and R. C. Axtell. 1987. Temperature and water quality effects in simulated woodland pools on the infection of *Culex* mosquito larvae by *Lagenidium giganteum* (Oomycetes: Lagenidiales) in North Carolina. J. Amer. Mosq. Control Asso. 3: 211-218.
- Ho, B. C., H. G. N. Khoo, L. M. Chew, K. P. Wong, and A. Ewert. 1992. Food ingestion and digestive enzymes in larval *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 29: 960-964.
- Huffaker, C. B. 1944. The temperature relations of the immature stages of the malarial mosquito, *Anopheles quadrimaculatus* Say, with a comparison of the developmental power of constant and variable temperatures in insect metabolism. Entomol. Soc. Amer. 37: 1-27.
- Lambrecht, F. L. 1971. Notes on the ecology of Seychelles mosquitoes. Bull. ent. Res. 60: 513-532.
- Mogi, M., and T. Okazawa. 1990. Factors influencing development and survival of *Culex pipiens pallens* larvae (Diptera: Culicidae) in polluted urban creeks. Res. Popul. Ecol. 32(1): 135-149.
- Mori, A., T. Oda, M. Zaitzu, M. Ueda,

- and K. Kurokawa. 1988. Studies on the developing period of larval stage of the *Culex pipiens* complex in Japan. Trop. Med. 30: 155-161.
- Ramoska, W. A., and T. L. Hopkins. 1981. Effects of mosquito larval feeding behavior on *Bacillus sphaericus* efficacy. J. Invertebr. Pathol. 37: 269-272.
- Rashed, S. S., and M. Mulla. 1989. Factors influencing ingestion of particulate materials by mosquito larvae (Diptera: Culicidae) J. Med. Entomol. 26: 210-216.
- Spearman, C. 1904. General intelligence objectively determined and measured. Amer. J. Psych. 15: 201-293.

收件日期：1992年11月19日

接受日期：1992年12月31日