



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Studies on Breeding Techniques of *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) *taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae) 【Research report】

臺灣缺蠓 (雙翅目：蠓科) 飼育技術之探討【研究報告】

Wen-Yung Liu¹, Shae-Jinn Lee^{1*}, and Wei-Lung Wang²

劉文勇¹、李學進^{1*}、王瑋龍²

*通訊作者E-mail: sjlee@dragon.nchu.edu.tw

Received: 2008/05/31 Accepted: 2008/10/17 Available online: 2008/12/01

Abstract

Different substrates were tested for their suitability to grow *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) *taiwana* (Shiraki) larvae. It was first found that an agar-based substrate was the most suitable for the biting midge. The developmental time for larvae reared on an agar-based substrate was only 9.4 days. The survival rate of larvae, larvae developing to adults and pupae was 96%, 93% and 97%, respectively. Experiments on the ovipositional preferences of female adults of *F. taiwana* showed that female adults deposited the largest number of eggs on the agar-based substrate, indicating that the agar-based substrate is an excellent material for breeding midge larvae. The developmental time for *F. taiwana* larvae feeding on five different algae was as follows: *Anabaena* sp., 10.0 days; *Scenedesmus* sp., 8.4 days; *Chlorella* sp., 8.9 days; *Fischerella* sp., 13.1 days; and *Oscillatoria* sp., 18.2 days, respectively. For those larvae that were fed *Fischerella* sp., and *Oscillatoria* sp., the pupal durations were the longest. The survival rate for larvae feeding on *Scenedesmus* sp. and *Anabaena* sp. was 94% and 91%, respectively, and the survival rate for the pupae was 78% and 89%, respectively. It was found that *F. taiwana* bred on any of these five different algae could all complete the larval and pupal development. Based on the developmental time and the survival rate for this biting midge, *Scenedesmus* sp. was the best one of the algae tested. However, in terms of the oviposition, the female midges laid the most eggs on *Anabaena* sp. and *Fischerella* sp. among five kinds of algae.

摘要

於不同之供試底質中，首度發現瓊脂材質的環境條件最適合臺灣缺蠓 (*Forcipomyia* (*Lasiohelea*) *taiwana*) 幼蟲之發育生長。以瓊脂為飼育底質之臺灣缺蠓幼蟲發育生長所需時間僅為9.4日，幼蟲期幼蟲存活率及幼蟲發育至成蟲存活率分別高達96%及93%，蛹之存活率亦高達97%。而在成蟲對不同底質之產卵偏好性試驗結果亦顯示，雌成蟲於瓊脂底質上之產卵數較多，可見以瓊脂為底質在飼育臺灣缺蠓方面是個非常好的材料。利用五種不同藻類飼育臺灣缺蠓幼蟲結果顯示：以魚腥藻 (*Anabaena* sp.) 為食之臺灣缺蠓幼蟲期為10.0日；以柵藻 (*Scenedesmus* sp.) 及小球藻 (*Chlorella* sp.) 為食者，其幼蟲期分別為8.4日及8.9日；而以側生藻 (*Fischerella* sp.) 及顫藻 (*Oscillatoria* sp.) 為食者，其幼蟲期則較長，依次為13.1日與18.2日，蛹期亦有顯著延長之現象。以柵藻及魚腥藻為食之幼蟲存活率分別達94%及91%，蛹之存活率則依次為78%及89%。由本試驗結果發現以供試五種藻類飼育臺灣缺蠓，皆可完成幼蟲及蛹之發育生長。若同時考量幼蟲及蛹發育生長所需時間及存活率時，則柵藻為供試藻類中之最佳者。而就雌成蟲對供試藻類之產卵偏好性而言，臺灣缺蠓較偏好於魚腥藻及側生藻上產卵。

Key words: *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) *taiwana*, biting midge, algae, substrate

關鍵詞: 臺灣缺蠓、小黑蚊、藻類、底質。

Full Text: [PDF \(0.45 MB\)](#)

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

臺灣鈹蠓 (雙翅目：蠓科) 飼育技術之探討

劉文勇¹、李學進^{1*}、王瑋龍²

¹ 國立中興大學昆蟲學系

² 國立彰化師範大學生物學系

摘要

於不同之供試底質中，首度發現瓊脂材質的環境條件最適合臺灣鈹蠓 (*Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana*) 幼蟲之發育生長。以瓊脂為飼育底質之臺灣鈹蠓幼蟲發育生長所需時間僅為 9.4 日，幼蟲期幼蟲存活率及幼蟲發育至成蟲存活率分別高達 96% 及 93%，蛹之存活率亦高達 97%。而在成蟲對不同底質之產卵偏好性試驗結果亦顯示，雌成蟲於瓊脂底質上之產卵數較多，可見以瓊脂為底質在飼育臺灣鈹蠓方面是個非常好的材料。利用五種不同藻類飼育臺灣鈹蠓幼蟲結果顯示：以魚腥藻 (*Anabaena* sp.) 為食之臺灣鈹蠓幼蟲期為 10.0 日；以柵藻 (*Scenedesmus* sp.) 及小球藻 (*Chlorella* sp.) 為食者，其幼蟲期分別為 8.4 日及 8.9 日；而以側生藻 (*Fischerella* sp.) 及顫藻 (*Oscillatoria* sp.) 為食者，其幼蟲期則較長，依次為 13.1 日與 18.2 日，蛹期亦有顯著延長之現象。以柵藻及魚腥藻為食之幼蟲存活率分別達 94% 及 91%，蛹之存活率則依次為 78% 及 89%。由本試驗結果發現以供試五種藻類飼育臺灣鈹蠓，皆可完成幼蟲及蛹之發育生長。若同時考量幼蟲及蛹發育生長所需時間及存活率時，則柵藻為供試藻類中之最佳者。而就雌成蟲對供試藻類之產卵偏好性而言，臺灣鈹蠓較偏好於魚腥藻及側生藻上產卵。

關鍵詞：臺灣鈹蠓、小黑蚊、藻類、底質。

前言

臺灣鈹蠓 (*Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki, 1913)) 俗稱小黑蚊，雌成蟲喜產卵於潮濕且長有藻類 (如魚腥藻

(*Anabaena* sp.)) 之土壤表層。孵化後之幼蟲以魚腥藻等有機物為食，常出現在潮濕隱蔽之場所，而排水不良之動物肥周圍之略濕地面及檳榔園、茶園及竹園等處所發生最多 (Liu *et al.*, 1964)，幼蟲老熟時，會爬到飼育容器壁、

*論文聯繫人
e-mail: sjlee@dragon.nchu.edu.tw

土表、偶而或在草莖部化蛹 (Qiu and Rong, 1979; Lee, 1996)，蛹常靜止不動，經過 3~5 天之發育即羽化為成蟲 (Sun, 1967)。

由此讓我們想探討兩個問題，(一) 魚腥藻 (藍綠藻) 是臺灣缺蠓幼蟲之最佳食物嗎？是否還有其他食物比魚腥藻更適合幼蟲之發育生長及存活？過去，學者認為臺灣缺蠓幼蟲是雜食性昆蟲 (Qiu and Rong, 1979)，而以血粉、豬肝粉、酵母粉、蛋黃粉、綠藻及魚腥藻餵食幼蟲 (Sun, 1967; Sun *et al.*, 1971; Qiu and Rong, 1979; Chen *et al.*, 1980; Yeh and Chuang, 1996)，皆能完成繼代，亦發現以藻類為食之臺灣缺蠓幼蟲，其發育生長期有縮短之現象。其中以綠藻為食者，於溫度 20~25.2°C 下，幼蟲發育期為 6~24 日 (Qiu and Rong, 1979)；以魚腥藻為食者，在 25°C 下之幼蟲期為 12 日，化蛹率達 71% (Yeh and Chuang, 1996)，所以是否還有其他藻類比目前兩種藻類對幼蟲生長發育及存活更好，值得去探討。(二) 四齡幼蟲為何會爬到容器壁、土表及草莖部化蛹，是否與環境底質 (substrate) 有關。過去飼育缺蠓幼蟲之底質，如土壤、土壤與酵母粉混合、濕棉花上覆以濾紙 (Qiu and Rong, 1979; Sun *et al.*, 1971; Yeh and Chuang, 1996) 等，而沒有同時以不同底質處理作比較，亦不瞭解底質之不同是否對蟲體存活有所影響，因此本研究室於 2003 年設計三種底質作為比較試驗，以瞭解不同底質是否影響幼蟲及蛹之發育生長及存活，以及雌成蟲在產卵時對不同底質是否具偏好性。

藻類對臺灣缺蠓幼蟲提供較高營養成分，幼蟲餵食綠藻其幼蟲期顯著縮短 (Qiu and Rong, 1979)，而餵食魚腥藻者，其幼蟲期較短且存活率較高 (Yeh and Chuang, 1996)，但藻類種類繁多，不同的藻類是否皆可作為臺灣缺蠓幼蟲之食物則少有文獻報

導。有鑑於此，本研究選擇八卦山地區臺灣缺蠓幼蟲孳生地周圍環境之藻類，進行分離純化及大量培養，並用之飼育臺灣缺蠓幼蟲，以瞭解藻類對幼蟲發育生長及存活之影響，同時探討雌成蟲對不同藻類之產卵偏好性。

材料與方法

一、供試蟲源

於台中縣太平市利用人體誘集法採集臺灣缺蠓雌成蟲，將雌成蟲移入飼育箱 (長 25 cm，寬 25 cm，高 25 cm)，以 10%糖水餵食，再攜回實驗室，以裸露手臂餵飽血餐，並將飽食之雌成蟲單隻移入以瓊脂 (agar) 為底質及其上含魚腥藻之檢體杯 (直徑 3.8 cm，高 6 cm 之透明塑膠瓶，瓊脂 10 ml) 中，並蓋上杯蓋；再移置於 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 10\%$ RH 及光週期 12L:12D 之定溫生長箱中飼育。至幼蟲化蛹後將檢體杯移入大型養蟲箱 (長 100 cm，寬 60 cm，高 60 cm) 中，待蛹羽化為成蟲，以作為試驗之蟲源。

二、不同底質對臺灣缺蠓幼蟲發育存活之影響試驗

於飼育杯 (高度 2.9 cm，直徑 3.5 cm) 內底鋪置不同底質，分別為棉花 (1 g 棉花 + 10 ml 逆滲透水)、棉花 (1 g 棉花 + 10 ml 逆滲透水) + 濾紙 (直徑 3.5 cm) (棉花上覆蓋濾紙) 及瓊脂 (瓊脂粉:水 = 1:50) 10 ml 等三處理，並於底質上面添加足量 (0.015 g) 魚腥藻泥；再由生長箱檢體杯中取剛孵化 12 時內之一齡幼蟲，以毛筆挑至飼育杯中。其後將飼育杯置於 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 10\%$ RH 及光週期 12L:12D 之定溫生長箱中，每 24 小時觀察乙次，並記錄幼蟲發育、存活、化蛹率及羽化率等。本試驗採幼蟲單隻飼育，共三處理，每

處理包含 3 組，每組 30 重複，以此計算不同底質處理之幼蟲及蛹之存活率；而各不同底質處理之幼蟲及蛹之發育生長所需時間，則以 3 組資料合併計算之。

藻類或藻泥在取用或餵食幼蟲前之處理方式，乃自藻類培養瓶中吸出藻類並注入燒杯中，將之靜置 1 分鐘，倒去上層液後，加入逆滲透水，再靜置 5 分鐘，倒去上層液，重複兩次後，杯中所剩者即為試驗用藻泥。

三、臺灣缺蠓雌成蟲對不同底質之產卵偏好試驗

以吸蟲管自大型養蟲箱中逢機吸出飽食血餐之臺灣缺蠓雌成蟲 20 隻，並移置於內底鋪置潮濕不織布 (20 cm × 10 cm) 之飼育箱內。三種供試底質分別為棉花 (1.2 g 棉花 + 12 ml 水)、棉花 (1.2 g 棉花 + 12 ml 水) + 濾紙、以及瓊脂 (12 ml)。另取六個培養皿 (直徑 3.5 cm × 高 1.8 cm)，同一種底質處理包含兩個培養皿，其中一個均勻添加 0.2 g 魚腥藻泥於培養皿底質上，另一個則不添加，其後再將此六個培養皿移入飼育箱內，以供成蟲產卵，最後將飼育箱移入 30 ± 1°C、70 ± 10% RH 及光週期 12L : 12D 之生長箱中進行試驗。每日觀察各培養皿中的產卵數並記錄之。本試驗共六處理，每處理 6 重複。

四、不同藻類對臺灣缺蠓幼蟲及蛹發育存活之影響試驗

取培育幼蟲之飼育杯，以瓊脂 10 ml 為底質，再分別添加足量魚腥藻、顫藻 (*Oscillatoria* sp.)、側生藻 (*Fischerella* sp.)、小球藻 (*Chlorella* sp.)、柵藻 (*Scenedesmus* sp.) 等五種藻類 (藻類或藻泥之處理方式同前)。再由生長箱中取出檢體杯，以毛筆將剛孵化 12 時內之一齡幼蟲，挑至藻類上，其後將飼育杯移入 30 ± 1°C、70 ± 10% RH 及光週期

12L : 12D 之定溫生長箱中。每 24 小時觀察乙次，並記錄幼蟲生長、存活情形、化蛹率及羽化率等。本試驗採幼蟲單隻飼育，共五處理，每處理包含 3 組，每組 30 重複，以此計算不同藻類處理之幼蟲及蛹之存活率；而各不同藻類處理之幼蟲及蛹之發育生長所需時間，則以 3 組資料合併計算之。

五、臺灣缺蠓雌成蟲對不同藻類之產卵偏好試驗

以吸蟲管自大型養蟲箱中逢機吸出飽食血餐之臺灣缺蠓雌成蟲 20 隻，並移置於內底鋪置潮濕不織布 (20 cm × 10 cm) 之飼育箱內。取 6 個含 12 ml 瓊脂底質之培養皿 (直徑 3.5 cm × 高 1.8 cm)，於其中 5 個培養皿之底質上分別均勻添加柵藻、小球藻、魚腥藻、側生藻及顫藻。對照組則僅含瓊脂底質。再將此 6 個培養皿移入飼育箱中，之後將飼育箱移置於 30 ± 1°C、70 ± 10% RH 及光週期 12L : 12D 之生長箱中進行試驗。每日觀察各培養皿中的產卵數，並記錄之。本試驗每處理含六重複。

將上述所得之資料，利用 SAS 統計軟體 (2002)，進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA)，並以 Tukey's studentized range test 進行檢定，比較不同底質及藻類對臺灣缺蠓幼蟲生長之影響，並比較雌成蟲對不同底質及藻類產卵偏好之差異性。

結 果

一、不同底質對臺灣缺蠓幼蟲發育存活之影響

於 30°C 環境下，臺灣缺蠓幼蟲餵食魚腥藻，於棉花 (cotton)、濾紙 + 棉花 (filter + cotton)、及瓊脂 (agar) 三種不同底質上，其結果顯示：以棉花為底質之處理，其幼蟲發育生長所需時間為 10.7 日，濾紙 + 棉花者為 9.8 日，以瓊脂為底質者，其幼蟲期 9.4 日 (表

表一 不同底質對以魚腥藻為食之臺灣缺蠓幼蟲及蛹之發育生長之影響

Table 1. Effects of different substrates on development of larvae and pupae of *Forcipomyia taiwana* fed on *Anabaena* sp.

Substrates	Developmental time (days)					
	Larva			Pupa		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
Cotton	86	10.67a [#]	0.71	36	2.94a	0.23
Cotton + Filter paper	89	9.78b	0.70	54	2.91a	0.68
Agar	87	9.38c	0.63	84	2.91a	0.36

[#] Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% significant level according to Tukey's studentized range test.

表二 不同底質對以魚腥藻為食之臺灣缺蠓幼蟲及蛹存活率之影響

Table 2. Survival rates of larvae and pupae of *Forcipomyia taiwana* fed on *Anabaena* sp. on different substrates

Substrates	Survival rate (%)					
	L → P ²		L → A ³		P → A ⁴	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Cotton	95.3a ¹	4.0	40.0a	8.9	41.6a	7.5
Cotton + Filter paper	97.7a	4.0	59.7b	5.8	58.3b	4.2
Agar	95.7a	2.3	93.3c	3.5	96.7c	3.5

¹ Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% significant level according to Tukey's studentized range test.

² L → P: Larva to pupa

³ L → A: Larva to adult

⁴ P → A: Pupa to adult

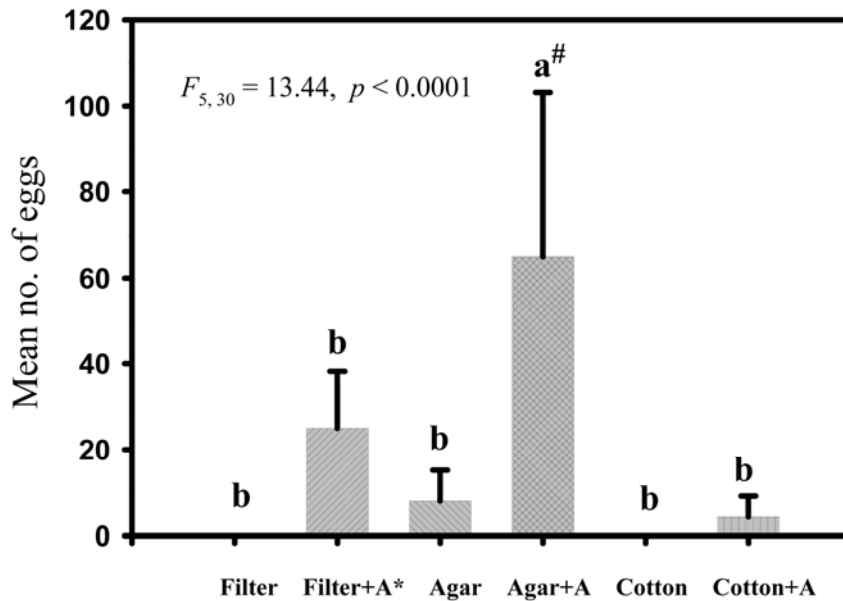
一)。各處理之幼蟲期間皆有顯著差異 ($F_{2, 259} = 81.69, p < 0.0001$)，而以在瓊脂上飼育之幼蟲期為最短，棉花底質處理者，其幼蟲期最長。在蛹期方面，以棉花為底質之處理為 2.9 日，濾紙 + 棉花者以及瓊脂底質處理者亦均為 2.9 日，各處理間皆無顯著差異 ($F_{2, 172} = 0.08, p = 0.9232$)，顯示幼蟲之發育受不同底質之影響較大。

就幼蟲存活率而言，各處理間以棉花為底質之處理組存活率為 95.3%，濾紙 + 棉花者為 97.7%，瓊脂者為 95.7% (表二)，各處理之幼蟲存活率間皆無顯著差異 ($F_{2, 6} = 0.38, p = 0.700$)。由幼蟲發育至成蟲之存活率方面，棉花處理存活率為 40.0%，濾紙 + 棉花之處理

為 59.7%，而瓊脂之處理則為 93.3%，且各處理之存活率間具有顯著之差異性 ($F_{2, 6} = 52.52, p < 0.0002$)。由此顯示環境底質對幼蟲發育至成蟲有顯著影響，以瓊脂底質處理者，其存活率最高，達 93%，棉花及濾紙 + 棉花兩種處理之底質，明顯較為不利幼蟲之存活。在蛹之存活率方面，以棉花為底質之處理者為 41.6%，濾紙 + 棉花之處理者為 58.3%，瓊脂處理者則高達 96.7%，各處理之存活率間具顯著差異 ($F_{2, 6} = 83.75, p < 0.0001$)。由此顯示不同環境底質對蛹的存活亦有顯著影響。

二、臺灣缺蠓雌成蟲對不同底質之產卵偏好

臺灣缺蠓雌成蟲於濾紙、濾紙 + 魚腥



圖一 臺灣缺蠅對不同底質之產卵偏好。

Fig. 1. Ovipositional preference of *Forcipomyia taiwana* to different substrates. (A^{*}: *Anabaena* sp. [#]: Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% significant level according to Tukey's studentized range test.)

藻、瓊脂、瓊脂 + 魚腥藻、棉花、棉花 + 魚腥藻六種底質上產卵數依次為 0、25、8、65、0 及 4.3 粒卵。其中瓊脂 + 魚腥藻之處理產卵數最多，且與其他各處理間皆有顯著差異 ($F_{5,30} = 13.44, p < 0.0001$)；然而，在其他五個處理之產卵數間皆差異不顯著。雌成蟲在含有魚腥藻之底質上皆有產卵，於濾紙及棉花兩種底質上則未見雌成蟲產卵之現象，而在不含魚腥藻之瓊脂底質上亦發現有卵存在（圖一）。

三、不同藻類對臺灣缺蠅幼蟲發育存活之影響

臺灣缺蠅幼蟲以柵藻、小球藻、魚腥藻、側生藻及顫藻等五種藻類餵食之試驗中，發現幼蟲以柵藻為食者，其幼蟲期為 8.4 日、以小球藻為食者為 8.9 日、以魚腥藻為食者為 10.0 日、以側生藻為食者為 13.1 日，而以顫藻為食者則延長為 18.2 日（表三）。餵食柵藻與小

球藻之幼蟲，其發育生長所需時間最短，且兩者間沒有顯著差異，而與其他處理之幼蟲期間則具顯著之差異性 ($F_{4,301} = 351.18, p < 0.0001$)。幼蟲餵食魚腥藻比餵食柵藻與小球藻之幼蟲期略長，並與其他處理皆有顯著差異。幼蟲餵食側生藻，其幼蟲期比餵食魚腥藻者明顯較長，且與其他處理間皆有顯著差異。而幼蟲餵食顫藻者，其幼蟲期最長，且與其他處理間亦皆有顯著差異。

餵食柵藻、小球藻、魚腥藻、側生藻及顫藻之幼蟲，其蛹期分別為 2.7 日、2.6 日、2.8 日、3.3 日及 3.3 日（表三），其中幼蟲餵食柵藻、小球藻及魚腥藻之蛹期均明顯較短，而此三處理之蛹期間沒有顯著差異，但與其他兩處理間則有顯著之差異性存在 ($F_{4,203} = 9.18, p < 0.0001$)。幼蟲餵食側生藻及顫藻之蛹期明顯較長，而此兩處理間則沒有顯著差異。

表三 不同藻類對臺灣缺蟻幼蟲及蛹發育之影響

Table 3. Effects of different algae on the development of *Forcipomyia taiwana* larvae and pupae

kind of food	Developmental time (days)					
	Larva			Pupa		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
<i>Scenedesmus</i> sp.	85	8.40a [#]	0.83	65	2.68a	0.59
<i>Chlorella</i> sp.	70	8.86a	0.52	27	2.63a	0.56
<i>Anabaena</i> sp.	82	9.99b	0.71	72	2.82a	0.54
<i>Fischerella</i> sp.	46	13.07c	2.27	32	3.28b	0.52
<i>Oscillatoria</i> sp.	23	18.22d	2.45	12	3.25b	0.45

[#] Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% significant level according to Tukey's studentized range test.

表四 不同藻類對臺灣缺蟻幼蟲及蛹存活之影響

Table 4. Effects of different algae on survival rate of larvae and pupae of *Forcipomyia taiwana*

kind of food	Survival rate (%)					
	L → P ²		L → A ³		P → A ⁴	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<i>Scenedesmus</i> sp.	94.3a ¹	2.3	72.3a	4.0	78.3ab	5.1
<i>Chlorella</i> sp.	77.7ab	4.0	30.0b	10.0	38.3c	11.5
<i>Anabaena</i> sp.	91.3a	12.5	81.0a	10.1	89.0a	2.6
<i>Fischerella</i> sp.	53.3bc	20.8	35.7b	16.3	65.0abc	8.2
<i>Oscillatoria</i> sp.	25.3c	4.0	13.3b	3.5	53.7bc	19.2

¹ Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% significant level according to Tukey's studentized range test.

² L → P: Larva to pupa

³ L → A: Larva to adult

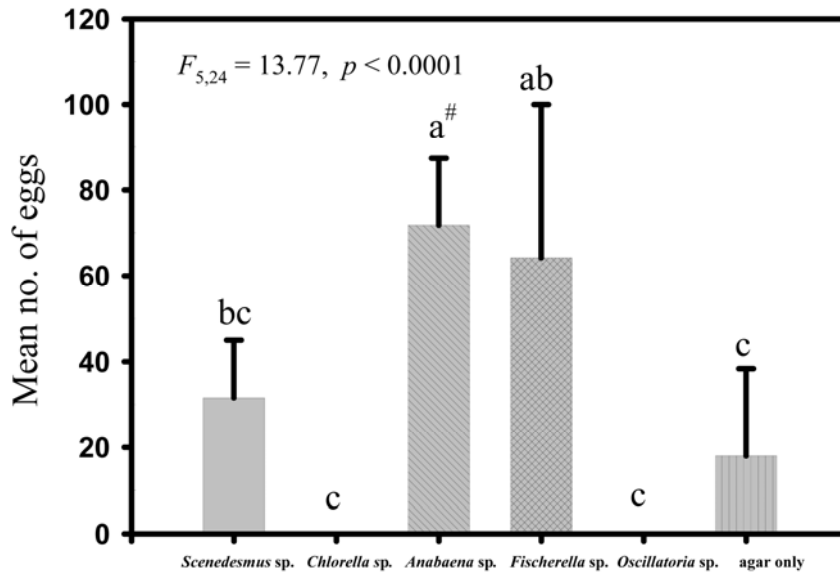
⁴ P → A: Pupa to adult

餵食柵藻、小球藻、魚腥藻、側生藻及顫藻之幼蟲，其發育至蛹之存活率以柵藻及魚腥藻之處理組為最高，分別為 94.3% 及 91.3%，且與側生藻及顫藻之處理 (53.3% 及 25.3%) 間具有顯著之差異性 ($F_{4, 10} = 20.11, p < 0.0001$)。以小球藻為食之幼蟲，其存活率 (77.7%) 雖與柵藻及魚腥藻之處理間差異不顯著，但顯著高於顫藻處理之 25.3%。而分別以側生藻及顫藻為食之幼蟲，其發育至蛹之存活率間則差異不顯著 (表四)。

餵食柵藻及魚腥藻之幼蟲，其發育至成蟲之存活率分別為 72.3% 及 81.0%，此兩者間沒

有顯著差異。而餵食小球藻、側生藻及顫藻者，其存活率偏低 (依次為 30.0%、35.7% 及 13.3%)，此三者間亦差異不顯著，但與柵藻及魚腥藻之處理間則具顯著差異 ($F_{4, 10} = 25.26, p < 0.0001$) (表四)。

在蛹存活率方面，幼蟲餵食柵藻及魚腥藻者依次為 78.3% 及 89.0%，兩者顯著高於以小球藻處理之存活率 (38.3%) ($F_{4, 10} = 9.61, p = 0.0019$)。餵食側生藻、顫藻及小球藻之處理，其蛹存活率依次為 65.0%、53.7% 及 38.3%，其間之差異不顯著 (表四)。



圖二 臺灣缺蠓雌成蟲對在瓊脂上不同藻類之產卵偏好。

Fig. 2. Ovipositional preference of *Forcipomyia taiwana* to different algae on the agar-based substrates. ([#]: Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% significant level according to Tukey's studentized range test.)

四、臺灣缺蠓雌成蟲對不同藻類之產卵偏好

臺灣缺蠓雌成蟲在柵藻、魚腥藻、側生藻及對照組（僅有瓊脂底質，不含任何藻類）處理之平均產卵數分別為 31.6 粒、71.8 粒、64.2 粒及 18.0 粒卵（圖二），其中以在魚腥藻及側生藻上之產卵數最多，而此兩者間沒有顯著差異；但魚腥藻處理與其他處理（側生藻除外）之產卵數間皆具顯著之差異性 ($F_{5, 24} = 13.77$, $p < 0.0001$)。於本試驗中，臺灣缺蠓在小球藻及顫藻上則未見產卵之現象。

討 論

在不同底質對臺灣缺蠓幼蟲發育存活之影響試驗中，不同處理之飼育杯裡幼蟲食物種類及含量皆相同，所不同者為底質之材質。本研究室 2003 年試驗之三種處理中，由結果顯

示不同底質對幼蟲發育生長所需時間具有顯著之影響，而對幼蟲發育至蛹之存活率及蛹期則沒有明顯影響（表一，表二）。其中，以棉花為底質之處理，其幼蟲期較長，而以瓊脂為底質者其幼蟲期則明顯縮短。Qiu and Rong (1979) 曾經提到幼蟲生活在潮濕含有水的環境亦能存活，但無法長時間存活在水中，幼蟲在水中無法取食，且間歇性淹水雖不會導致幼蟲死亡，但會影響幼蟲發育之快慢。由此可見潮濕度過高對幼蟲之發育速率具負面效果。本試驗棉花之處理也許是表面較為潮濕，而導致幼蟲期較長。但三個處理之表面具體潮濕度，則有待進一步的探討。臺灣缺蠓幼蟲孳生源調查中，發現幼蟲一般在房屋四周水溝旁邊、竹林、茶園、檳榔園及蔬菜園含有藻類的表土上 (Chuang *et al.*, 2000)，這些地方具有兩個共通點，一是非積水田園，二是富有幼蟲營養源

的藻類，因此很適合幼蟲生長。濾紙蓋棉花之底質處理比單獨棉花處理者，其表面潮濕度可能較低，因此在幼蟲發育所需時間上明顯較單獨棉花處理者有顯著縮短之現象。瓊脂底質為半透明膠狀，較具保濕效果，且其表面亦無積水現象，因此可能與自然界之幼蟲孳生源較為相似，此種底質處理之幼蟲期最短，且與單獨棉花處理及濾紙蓋棉花處理相較均具顯著差異。

不同環境底質對蛹之發育所需時間沒有顯著影響，但對蛹之存活則影響顯著。亦即老熟之四齡幼蟲會爬至容器壁、土表或草莖部化蛹 (Qiu and Rong, 1979)，且四齡幼蟲脫皮後，蛻會附著於蛹體末端，提供蛹支撐蟲體之附著處，使蛹體翹起 (直立或斜立)，以避免環境底質影響羽化。而棉花底質之蛹存活率較低，是否因其潮濕度較高所致，則有待進一步之探討。Qiu and Rong (1979) 曾提出蛹在水中可存活 2~10 天，但不能羽化。

於本試驗之三種供試條件下，瓊脂底質的環境條件最適合臺灣缺蠓幼蟲的發育生長，幼蟲在瓊脂底質上，以魚腥藻為食，其幼蟲期僅為 9.4 日，幼蟲發育至蛹及幼蟲發育至成蟲之存活率高達 95.7% 及 93.3%，蛹之存活率亦高達 96.7% (表二)，這與 Yeh and Chuang (1996) 在飼育幼蟲以棉花濾紙作為底質，其化蛹率 71% 及羽化率 80% 之結果相比，本試驗之飼育效果明顯提昇許多。

於臺灣缺蠓雌成蟲對不同底質之產卵偏好試驗中發現，各處理間含有魚腥藻之處理組皆有雌成蟲前來產卵，其中以瓊脂 + 魚腥藻處理之產卵數最多，可見雌成蟲優先選擇含有幼蟲食物之處產卵。此外，在不含魚腥藻之瓊脂底質上亦有產卵之現象，只是其產卵數明顯較瓊脂 + 魚腥藻之處理者少。由以上結果顯示，臺灣缺蠓雌成蟲較偏好於含幼蟲食物之瓊

脂底質上產卵。由上一試驗之結果得知，瓊脂底質表面較適合幼蟲之發育生長，而單獨瓊脂膠是否也可為幼蟲的食物而引來雌成蟲產卵，則有待再作研究。

臺灣缺蠓幼蟲是雜食性之昆蟲，以綠藻及魚腥藻為食者，其發育生長較快 (幼蟲期縮短) (Qiu and Rong, 1979; Yeh and Chuang, 1996)。本試驗結果顯示：餵食綠藻門之柵藻及小球藻之幼蟲發育生長最快，其次是餵食藍綠藻門之魚腥藻者，而餵食側生藻及顫藻之幼蟲則發育相對較慢，尤其顫藻處理之幼蟲期更長達 18 日之久。由供試 5 種藻類形態及大小來觀察，綠藻類之柵藻植物體常為 4 個細胞，但也有 8 個細胞或 16 個細胞組成之群體 (Smith, 1950)，而各個細胞呈長軸互相平行排列在一個平面上，有互相平齊也有互相交錯，以 4 個細胞 (*Scenedesmus acutiformis*) 為例，細胞長約 14~16 微米，寬約為 2.5~6 微米 (Sheu, 1999)。小球藻體為非常小的綠色細胞 (Smith, 1950)，直徑約為 5~10 微米 (Hu *et al.*, 1980)。藍綠藻門之魚腥藻絲為球型 (Smith, 1950)，藻體直或不規則地螺旋狀彎曲 (Hu *et al.*, 1980)。側生藻體呈主枝為直立絲體，側枝由主枝一側生出，老熟藻絲鞘厚，幼側枝鞘薄而緊貼藻絲 (Hu *et al.*, 1980)。顫藻體為藍綠色，藻體為圓筒狀之單條藻絲及具有顫動能力 (Smith, 1950)。本試驗結果與藻體大小觀察發現，幼蟲取食藻體較小之柵藻及小球藻，會使幼蟲期及蛹期顯著縮短。幼蟲取食不規則螺旋狀之魚腥藻、有密枝之側生藻及圓筒狀之顫藻，則幼蟲期會明顯延長，顯示藻類的形態及大小，可能影響幼蟲的取食難易度，而使幼蟲取食的食物量多寡不均，而間接影響到幼蟲期長短。另外由藻類所含營養成分視之，藍綠藻類的主要成分為藍藻顆粒體 (cyanophycin granules) 和肝醣 (glycogen)，而綠藻類則主

要是澱粉 (starch) (Graham and Wilcox, 2000)。本試驗發現以含有澱粉的柵藻及小球藻為食之幼蟲，其幼蟲期及蛹期較短；而以含藍藻顆粒體與肝糖的魚腥藻、側生藻及顫藻為食者，其幼蟲期則較長。由此顯示，比起含藍藻顆粒體和肝糖之藻類食物，幼蟲餵食含澱粉之藻類食物者，其發育生長明顯較快。

由藻類形態大小及營養成分兩者推測，較小之藻體有利於幼蟲取食，幼蟲以含澱粉之藻類為食，可縮短其發育生長所需時間。相對而言，較大之藻體，幼蟲取食不易，幼蟲以含藍藻顆粒體和肝糖成分之藻類為食，其幼蟲期則明顯延長。然而，藻類之營養成分及形態大小對臺灣鈇蠓幼蟲發育生長之具體影響，則有待再作深入探究。

在幼蟲發育至蛹之存活率方面，幼蟲餵食柵藻、小球藻及魚腥藻有較高存活率 (78~94%)，且幼蟲期及蛹期也明顯較短，而幼蟲餵食側生藻及顫藻者，其存活率則降至 54% 以下。幼蟲發育至成蟲之存活率方面，幼蟲餵食柵藻及魚腥藻有較高存活率，而餵食小球藻者差異最大，幼蟲至蛹之存活率高達 78%，而幼蟲至成蟲之存活率則降為 30%。Qiu and Rong (1979) 曾報導：以即將羽化的蛹浸泡水中，雖大多數的蛹可活 2 日，但均不能羽化。本試驗在蛹期階段因稠狀之小球藻黏附蛹體，可能因小球藻 (直徑約為 5~10 微米有如人體的紅血球大小) 較黏稠 (Hu *et al.*, 1980) 且過於潮濕，而導致羽化率顯著下降。

由本試驗結果顯示，供試五種藻類皆可成功飼育臺灣鈇蠓，由幼蟲至羽化為成蟲，此乃表示幼蟲對藻類取食並非單食性，但也發現對幼蟲及蛹之發育生長而言，並非所有的藻類皆比酵母粉、血粉及豬肝粉之效果好，所以綜合幼蟲發育生長及存活率來看，餵食柵藻者比過去用的魚腥藻為佳，而側生藻及顫藻之餵食效

果則較差，所以未來飼育臺灣鈇蠓幼蟲時，使用綠藻門之柵藻將是另一種較佳的食物選擇。

在臺灣鈇蠓雌成蟲對不同藻類 (幼蟲營養源) 之產卵偏好性試驗方面，相關之文獻非常稀少，但由幼蟲孳生地常伴有魚腥藻等藻類之存在，雌成蟲在產卵位置選擇上較偏好含有幼蟲營養源之處產卵。由不同藻類對臺灣鈇蠓幼蟲發育存活之影響試驗結果中得知，供試之五種藻類皆能讓幼蟲完成發育為成蟲，顯示只要有供試之任何一種藻類食物存在，臺灣鈇蠓皆能完成它的世代。而在雌成蟲產卵試驗中，探討雌成蟲是否產卵於供試之五種藻類上，由試驗結果顯示，臺灣鈇蠓雌成蟲於魚腥藻及側生藻上之產卵數最多，而於小球藻及顫藻上則未見雌成蟲產卵之現象。由藻體形狀來觀察，魚腥藻及側生藻分別為圓形細胞串成彎曲螺旋狀及匍匐狀多列絲體；而柵藻體常為 4 個細胞組成之平面，藻體寬約為 14~16 微米；小球藻細胞為圓形或橢圓形，直徑約為 5~10 微米；顫藻為圓筒狀之單條藻絲，寬約為 4~6 微米 (*Oscillatoria splendida*) (Hu *et al.*, 1980)，且會產生 2- 甲基 -2- 茨醇 (2-methylisoboreol) 之異味 (Schrader *et al.*, 1998)。由此推測，臺灣鈇蠓雌成蟲可能偏好於較大之藻體上產卵，對於藻體較小及細長 (小球藻及顫藻) 者，則較不具產卵偏好性，但這是否為臺灣鈇蠓對不同藻類產卵偏好之主因，則尚待未來研究之確認。

引用文獻

- Chen, C. S., J. C. Lien, and S. J. Hsu. 1980. Redescription and scanning electron microscopy of a bloodsucking midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae).

- Nat'l Chung Hsing Univ. Bull. Soc. Entomol. 15: 211-226. (in Chinese)
- Chuang, Y. Y., C. S. Lin, C. H. Wang, and C. C. Yeh.** 2000. Distribution and seasonal occurrence of *Forcipomyia taiwana* (Diptera, Ceratopogonidae) in the Nantou area in Taiwan. J. Med. Entomol. 37: 205-209.
- Graham, L. E., and L. W. Wilcox.** 2000. Algae. Prentice Hall, NJ, USA.
- Hu, H. G., Y. X. Wei, Y. Y. Li, H. Z. Zhu, J. Y. Chen, and Z. X. Shi.** 1980. Freshwater Algae of China. Sci. & Tech. Press, Shanghai. (in Chinese)
- Lee, S. J.** 1996. Ecology and integrated control of the biting midge, *Forcipomyia taiwana* (Shiraki). pp 15-23. In: Proceedings of the Eighth Seminar on the Control of Vectors and Pests. (in Chinese)
- Liu, C. W., E. C. Ting, L. L. Tsai, and Y. K. Liang.** 1964. Observation on the breeding habits of *Lasiohelea taiwana* Shiraki, 1913. Acta Entomol. Sinica 13: 757-760. (in Chinese)
- Qiu, M. H., and Y. L. Rong.** 1979. Studies on the life history of *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae). Acta Entomol. Sinica 22: 437-442. (in Chinese)
- SAS Institute.** 2002. SAS User's Guide: Statistics, version 8. SAS Institute, Cary, NC.
- Schrader, K. K., M. Q. De Regt, P. D. Tidwell, C. S. Tucker, and S. O. Duke.** 1998. Compounds with selective toxicity towards the off-flavor metabolite-producing cyanobacterium *Oscillatoria cf. chalybea*. Aquaculture. 163 (1/2): 85-99.
- Sheu, M. K.** 1999. The planktonic algae of freshwater in Taiwan (I) Introduction and chlorophyceae (1). National Taiwan museum. (in Chinese)
- Shiraki, T.** 1913. Investigation on general injurious insects. Taiwan Sotokufu Noji Shikenjo Tokubetsu Hokoku 8: 286-297.
- Smith, G. M.** 1950. The Fresh-water Algae of the United States. McGraw-Hill, New York.
- Sun, W. K. C.** 1967. Study of a biting midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae). I. Description of the complete life cycle of the midge reared in the laboratory. Tunghai University Biol. Bull. 29: 1-10. (in Chinese)
- Sun, W. K. C., H. M. Chang, and H. P. Chang.** 1971. Study of a biting midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae) II. The immature stages of the midge. Chinese Bioscience 1 (2): 36-40. (in Chinese)
- Yeh, C. C., and Y. Y. Chuang.** 1996. Colonization and bionomics of *Forcipomyia taiwana* (Diptera, Ceratopogonidae) in the laboratory. J. Med. Entomol. 33: 445-448.

收件日期：2008年5月31日

接受日期：2008年10月17日

Studies on Breeding Techniques of *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae)

Wen-Yung Liu¹, Shae-Jinn Lee^{1*}, and Wei-Lung Wang²

¹ Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

² Department of Biology, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan

ABSTRACT

Different substrates were tested for their suitability to grow *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) larvae. It was first found that an agar-based substrate was the most suitable for the biting midge. The developmental time for larvae reared on an agar-based substrate was only 9.4 days. The survival rate of larvae, larvae developing to adults and pupae was 96%, 93% and 97%, respectively. Experiments on the ovipositional preferences of female adults of *F. taiwana* showed that female adults deposited the largest number of eggs on the agar-based substrate, indicating that the agar-based substrate is an excellent material for breeding midge larvae. The developmental time for *F. taiwana* larvae feeding on five different algae was as follows: *Anabaena* sp., 10.0 days; *Scenedesmus* sp., 8.4 days; *Chlorella* sp., 8.9 days; *Fischerella* sp., 13.1 days; and *Oscillatoria* sp., 18.2 days, respectively. For those larvae that were fed *Fischerella* sp., and *Oscillatoria* sp., the pupal durations were the longest. The survival rate for larvae feeding on *Scenedesmus* sp. and *Anabaena* sp. was 94% and 91%, respectively, and the survival rate for the pupae was 78% and 89%, respectively. It was found that *F. taiwana* bred on any of these five different algae could all complete the larval and pupal development. Based on the developmental time and the survival rate for this biting midge, *Scenedesmus* sp. was the best one of the algae tested. However, in terms of the oviposition, the female midges laid the most eggs on *Anabaena* sp. and *Fischerella* sp. among five kinds of algae.

Key words: *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana*, biting midge, algae, substrate

*Correspondence address
e-mail: sjlee@dragon.nchu.edu.tw