



# Formosan Entomologist

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

## Investigation of Foam Nests (Rhacophoridae) Infested by Frogflies (Diptera) in Taiwan **【Research report】**

### 臺灣地區樹蛙卵泡寄生蠅之調查 **【研究報告】**

Kuang-Yang Lue and Shiann-Sheng Lin\*  
呂光洋、林獻升\*

\*通訊作者E-mail: [frogfly@kimo.com.tw](mailto:frogfly@kimo.com.tw)

Received: 2000/06/12 Accepted: 2000/09/04 Available online: 2000/12/01

#### Abstract

From October 1996 through September 1999, totals of 803 foam nests of *Rhacophorus prasinatus*, 50 of *R. moltrechti*, 3 of *R. aurantiventris*, 101 of *R. taipeianus*, 3 of *R. arvalis*, and 185 of *Polypedates megacephalus* were collected and inspected from various localities in Taiwan. One species of dipterous fly belonging to the Calliphoridae was discovered in these foam nests. The calliphorid was identified as *Caiusa coomani*. Larvae of *C. coomani* extensively infested foam nests all over the island of Taiwan. The percentages of infestation were for 38% *R. prasinatus*, 24% *R. moltrechti*, 33% *R. aurantiventris*, and 55% *P. megacephalus*. No infestation was found in foam nests of *R. taipeianus* or *R. arvalis*. It took about 1 d for eggs of *C. coomani* to hatch, and 3-5 d for larvae to pupate, and 5-11 d for adult flies to emerge. Maggots consumed developing frog embryos, and caused extensive death. In the laboratory, phorids oviposited in decayed foam nests infested by *C. coomani*. The detail distributions of frogflies are discussed in the paper.

#### 摘要

自1996年10月至1999年9月，於全島18個地點採集樹蛙卵泡(foam nest)，以瞭解台灣地區蛙蠅(frogfly)種類與分布情形。調查期間共觀察到803個翡翠樹蛙(*Rhacophorus prasinatus*)卵泡、50個莫氏樹蛙(*R. moltrechti*)卵泡、3個橙腹樹蛙(*R. aurantiventris*)卵泡、101個台北樹蛙(*R. taipeianus*)卵泡、3個諸羅樹蛙(*R. arvalis*)卵泡及185個白領樹蛙(*Polypedates megacephalus*)卵泡。結果在全省各地的採集地中發現麗蠅科(Calliphoridae)越北絳蠅(*Caiusa coomani*)幼蟲普遍寄生樹蛙卵泡上。另外在實驗室內觀察到一未知種蚤蠅(phorid)產卵於已遭越北絳蠅寄生而腐敗的卵泡上。6種樹蛙卵泡遭越北絳蠅寄生之寄生率分別為：翡翠樹蛙38%、莫氏樹蛙24%、橙腹樹蛙33%、白領樹蛙55%、諸羅樹蛙與台北樹蛙卵泡未曾發現遭寄生。常溫下，絳蠅卵孵化約需1天，一齡蛆孵化後至化蛹約需3-5天，化蛹後至蠅羽化約需5-11天。

**Key words:** frogfly, Rhacophoridae, treefrog, foam nest, Taiwan.

**關鍵詞:** 蛙蠅、樹蛙科、樹蛙、卵泡、台灣

Full Text: [PDF\(0.13 MB\)](#)

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

# 臺灣地區樹蛙卵泡寄生蠅之調查

呂光洋 林獻升\* 國立台灣師範大學生物學系 台北市汀州路四段 88 號

## 摘 要

自 1996 年 10 月至 1999 年 9 月，於全島 18 個地點採集樹蛙卵泡 (foam nest)，以瞭解台灣地區蛙蠅 (frogfly) 種類與分布情形。調查期間共觀察到 803 個翡翠樹蛙 (*Rhacophorus prasinatus*) 卵泡、50 個莫氏樹蛙 (*R. moltrechti*) 卵泡、3 個橙腹樹蛙 (*R. aurantiventris*) 卵泡、101 個台北樹蛙 (*R. taipeianus*) 卵泡、3 個諸羅樹蛙 (*R. arvalis*) 卵泡及 185 個白領樹蛙 (*Polypedates megacephalus*) 卵泡。結果在全省各地的採集地中發現麗蠅科 (Calliphoridae) 越北絳蠅 (*Caiusa coomani*) 幼蟲普遍寄生於樹蛙卵泡上。另外在實驗室內觀察到一未知種蚤蠅 (phorid) 產卵於已遭越北絳蠅寄生而腐敗的卵泡上。6 種樹蛙卵泡遭越北絳蠅寄生之寄生率分別為：翡翠樹蛙 38%，莫氏樹蛙 24%，橙腹樹蛙 33%，白領樹蛙 55%，諸羅樹蛙與台北樹蛙卵泡未曾發現遭寄生。常溫下，絳蠅卵孵化約需 1 天，一齡蛆孵化後至化蛹約需 3-5 天，化蛹後至蠅羽化約需 5-11 天。

關鍵字：蛙蠅、樹蛙科、樹蛙、卵泡、台灣。

## 前 言

兩生綱無尾類 (anuran) 的生殖模式依產卵形式、場所及蝌蚪發育情形分為 29 種，其中在世界各地最普遍、最廣泛的形式 (21 個科中的 15 個科) 是親體直接將卵產於水域中 (Duellman and Trueb, 1994)。卵產於水域中很容易受到魚類、水蛭、水棲昆蟲如龍蝨，或石蠅幼蟲等捕食者攻擊 (Herreid and Kinney, 1966; Licht, 1969; Dalrymple, 1970; Anderson *et al.*, 1971; Bell and Lawton, 1975; Miaud, 1993; Duellman and

Trueb, 1994)，造成胚胎或蝌蚪極高的死亡率。在這強烈的天擇壓力下，許多無尾兩棲類逐漸演化出在陸地上產卵的生殖方式 (Crump, 1974; McDiarmid, 1978; Magnusson and Hero, 1991)，如有些蛙類各自獨立演化出在較乾燥的棲地上產泡沫狀卵塊 (foam nest) 的生殖方式，可避免胚胎被水中捕食者所捕食 (Villa *et al.*, 1982)。因產於陸地上的卵雖然可以避開水中捕食者攻擊，但由於卵泡內含高蛋白質的蛙卵，以及黏多醣類的膠質泡泡 (gelatinous mucopolysaccharide) (Villa, 1978)，有許多動物以卵泡作為食物，

\*論文聯繫人  
e-mail: frogfly@kimo.com.tw

如蜘蛛、龍蝨、黃蜂及蠅類等(Bokermann, 1957; McDiarmid, 1978; Villa *et al.*, 1982; Yorke, 1983; Downie *et al.*, 1995)。大部份的捕食者為廣食性之機會攝食者，並沒有演化出專一利用此資源，但有一類蠅類如果蠅科 (Drosophilidae) *Zygothricha* sp. 與蚤蠅科 (Phoridae) *Megaelia nidanurae* Disney、*Megaselia scalaris* 曾被報導會專一攝食兩棲類胚胎，並造成胚胎大量死亡 (Villa, 1977; Villa and Townsend, 1983; Downie *et al.*, 1995)，此蠅類稱為蛙蠅 (frogfly)。Villa (1977) 定義「蛙蠅」為將卵產於蛙卵上，並且其生活史中的卵、蛆及蛹之部份階段或是全程在蛙卵塊上發育的雙翅目昆蟲。

國內有關蛙蠅產卵寄生於蛙卵上的研究相當欠缺，只有 Chang (1989)、Chen (1992)、Chen and Lue (1994) 等人研究樹蛙生殖行為時，曾記錄過蠅類幼蟲寄生於卵泡上，不過並沒有詳細描述蛙蠅種類、形態及其在台灣的分布情形。本研究即至台灣各地採集寄生於 6 種樹蛙卵泡上的雙翅目蠅類，以瞭解蛙蠅分類、形態、生活史以及 6 種樹蛙卵泡寄生情形等基本的生態資料，提供日後進一步研究的參考。

## 材料與方法

### 一、研究物種

分布於台灣地區的兩棲類，以樹蛙科 (Rhacophoridae) 中的翡翠樹蛙 (*Rhacophorus prasinatus* Mou, Risch, and Lue)、莫氏樹蛙 (*R. moltrechti* Boulenger)、台北樹蛙 (*R. taipeianus* Laing and Wang)、諸羅樹蛙 (*R. arvalis* Lue, Lai, and Chen)、橙腹樹蛙 (*R. aurantiventris* Lue,

Lai, and Chen) 及白領樹蛙 (*Polypedates megacephalus* Hallowell)，具有產泡沫狀卵塊(卵泡)的生殖方式 (Liang and Wang, 1978; Mou *et al.*, 1983; Lue and Lai, 1990; Lue *et al.*, 1994; Lue *et al.*, 1995)，其中翡翠樹蛙、莫氏樹蛙、台北樹蛙、橙腹樹蛙及諸羅樹蛙為台灣特有之綠色樹蛙。翡翠樹蛙主要分布於北部南北勢溪及宜蘭低海拔山區，全年繁殖；台北樹蛙主要分布於南投以北之低海拔山區，生殖季為 10 月至 4 月；莫氏樹蛙廣泛分布於全省 2500 m 以下的山區，較高海拔山區全年皆可繁殖，低海拔山區偏冬季繁殖；橙腹樹蛙零星分布於全省中低海拔山區，包括宜蘭福山植物園、高雄扇平及台東知本及利佳，生殖季在夏季；諸羅樹蛙侷限分布於嘉義、雲林一帶的開墾平地，生殖季為 4 月至 10 月；白領樹蛙廣泛分布於全省 1000 m 以下山區，3 月至 8 月為繁殖季(Lue and Lai, 1990; Chou and Lin, 1997)。

### 二、卵泡採集與資料統計分析

於每一種樹蛙繁殖期時至台灣各地採集卵泡，採集時記錄項目包括：(1)採集地點及海拔高度；(2)採集日期；(3)卵泡種類及出現之微環境；(4)蛙胚胎發育狀況及是否遭蠅類寄生。將遭寄生的卵泡(內有蠅卵或蛆)帶回實驗室觀察。

將野外帶回的卵泡放至於塑膠水盆內 ( $25 \times 17 \times 10 \text{ cm}^3$ )，由原來已遭寄生的卵泡來培養蠅卵及蛆，培養時連續記錄蠅卵孵化、一齡蛆生長至化蛹及化蛹後至蠅羽化所需之時間(培養時溫度為  $25 \pm 1$  )，並用解剖顯微鏡觀察與記錄蠅卵、蛆、蛹及羽化成蠅之形態特徵。之後用 85% 酒精保存，以鑑定蠅種類。

將各地採集資料整理及統計，計算每一

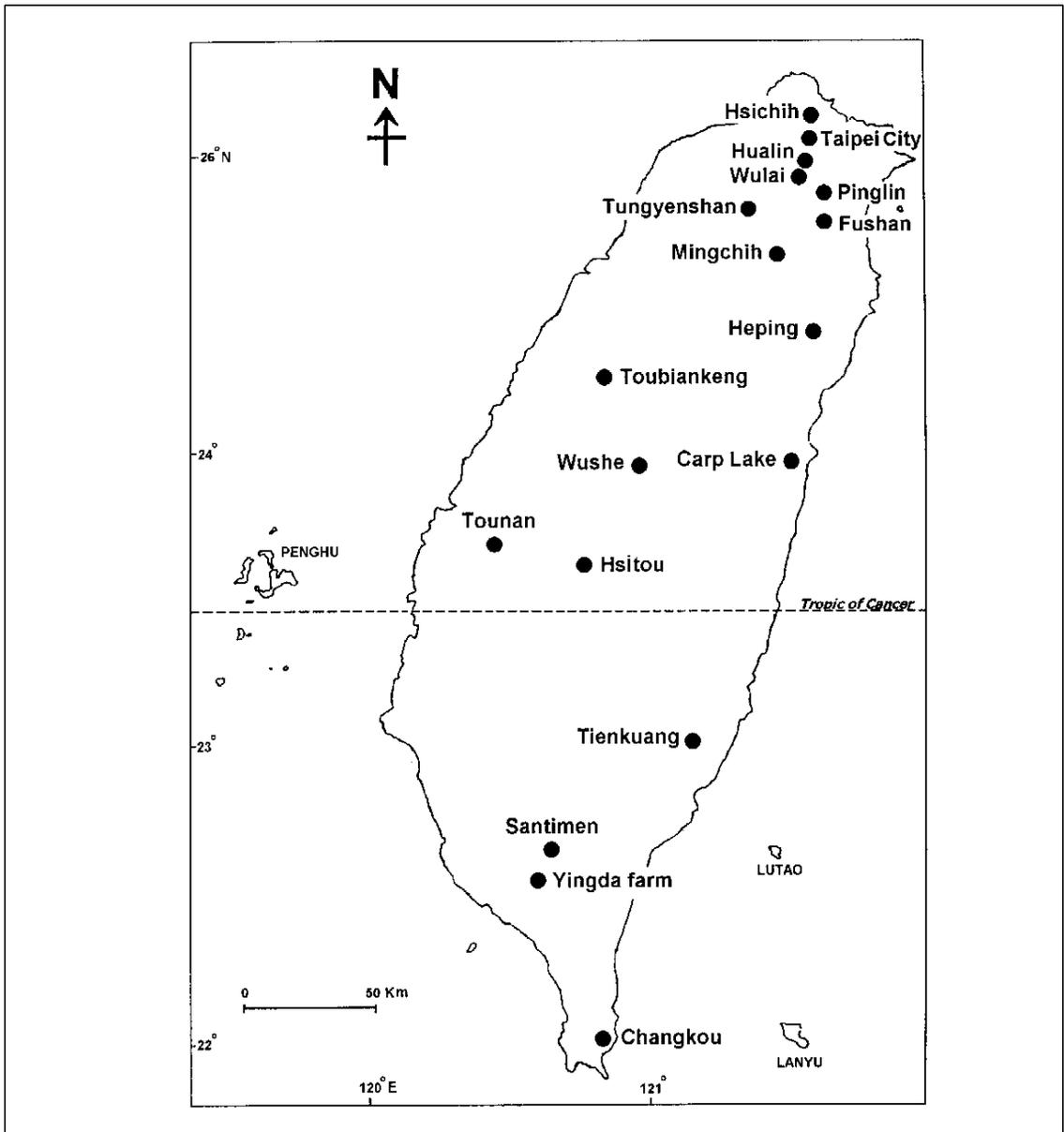
個採集地及 6 種樹蛙卵寄生率(%), 寄生率  
計算公式: 寄生率(%) = (遭寄生卵數 / 總卵  
數) × 100%。

## 結 果

### 一、台灣地區蛙蠅

#### 1. 蛙蠅種類

自 1996 年 10 月至 1999 年 9 月於台灣  
各地 (圖一) 採集 6 種樹蛙卵, 結果在全省  
採集地中, 有 1 種雙翅目蠅類幼蟲普遍寄生



圖一 台灣各地卵寄生點分布圖 (自 1996 年 10 月至 1999 年 9 月)

Fig. 1. Localities of foam nests of various tree frogs species collected from October 1996 through September 1999 in Taiwan.

於翡翠樹蛙、莫氏樹蛙、橙腹樹蛙及白額樹蛙卵泡上 (表一)，攝食卵泡內發育中的蛙胚胎，此蠅類為麗蠅科 (Calliphoridae) 越北絳蠅 (*Caiusa coomani* Seguy)。此外，有一未知種蚤蠅科 (Phoridae) 蠅類於實驗室內產卵於已遭越北絳蠅寄生而腐敗的翡翠樹蛙、莫氏樹蛙與白額樹蛙卵泡上 (表一)，攝食卵泡內已死亡腐敗的蛙卵。這兩種蠅類幼蟲階段均在蛙卵塊上發育，為 Villa (1977) 所定義之「蛙蠅」。

## 2 蠅類分布

於全島 18 個地點採集樹蛙卵泡，為汐止、台北市、華林、烏來、坪林、東眼山森林遊樂區、明池森林遊樂區、福山植物園、和平林道、頭汴坑、鯉魚潭、霧社、斗南、溪頭、電光、山地門、穎達農場、港口 (圖一)，結果越北絳蠅於台灣北、中、南及東部的採集地點中均有發現，屬於泛島性分布，其垂直分布範圍從平地至海拔約 2000 m 的山區 (表二)。蚤蠅在實驗室內 (位於台北市) 有發

現，產卵於已遭越北絳蠅寄生而腐敗的卵泡上，於野外採集過程中未發現有蚤蠅蛆寄生現象 (表一)。

## 二、蛙蠅與樹蛙卵泡之關係

### 1. 越北絳蠅

雌蠅將卵產於新鮮的卵泡上，蠅卵孵化後幼蟲吃食發育中的蛙胚胎，造成胚胎死亡及卵泡腐敗與提早瓦解。蛙卵吃盡後，三齡蛆爬出瓦解的卵泡外化蛹，蛹及成蠅並不依賴卵泡及蛙卵存活。雌蠅產卵及幼蟲寄生於卵泡內，行為類似擬寄生者，卵泡為寄主，與卵泡的關係屬於擬寄生 (parasitoid)；幼蟲寄生於卵泡內(不是寄生在蛙卵內)，在卵泡的膠質內尋找蛙胚胎，吃食發育中的胚胎，為捕食者，蛙卵與蛙卵的關係屬於捕食 (predatory)，而卵泡是由蛙卵所組成，因此越北絳蠅與卵泡的關係有二種，擬寄生與捕食。此外，越北絳蠅廣泛寄生於翡翠樹蛙、莫氏樹蛙、橙腹樹蛙及白額樹蛙產的卵泡上

表一 台灣地區樹蛙卵泡上蛙蠅種類、寄主卵泡種類、採集地點，及蛙蠅與卵泡之關係

Table 1. Frogflies, foam nests of rhacophorids hosts, and localities of flies sampled in Taiwan

Frogfly species (Family)	Amphibian species	Localities of flies sampled	Frog eggs being consumed	Types of association
<i>Caiusa coomani</i> (Calliphoridae)	<i>R. prasinatus</i>	Taipei, Hualin	yes, mostly live ones	parasitoid/predatory
	<i>R. moltrechti</i>	Wulai, Pinglin		
	<i>R. aurantiventris</i>	Tungyenshan		
	<i>P. megacephalus</i>	Fushan, Mingchih		
unidentified (Phoridae)	<i>R. prasinatus</i>	Heping, Wushe	yes, mostly dead ones	facultative saprovorous
	<i>R. moltrechti</i>	Carp Lake		
	<i>P. megacephalus</i>	Hsitou, Tienkuang, Santimen		
		laboratory (Taipei)		

表二 台灣各地卵泡採集地點、採集數量及遭越北絳蠅寄生之寄生率 (自 1996 年 10 月至 1999 年 9 月)  
 Table 2. Collecting sites of foam nests, and percentages of infestation from October 1996 through September 1999.  
 Foam nests were infested by the frogfly, *Caiusa coomani*

Species with foam nests	Collecting sites	Elevation of sites (m)	No. of foam nests sampled	Percent infested
<i>R. prasinatus</i>	Hualin	380	797	38
	Pinglin	400	4	50
	Total		803	38
<i>R. moltrechti</i>	Wulai	400	34	3
	Tungyenshan	800	2	100
	Mingchih	1200	2	100
	Heping	2000	2	50
	Wushe	1100	4	100
	Hsitou	1100	6	17
	Total		50	24
<i>R. aurantiventris</i>	Fushan	600	3	33
<i>R. taipeianus</i>	Wulai	400	93	0
	Hsichih	50	8	0
	Total		101	0
<i>R. arvalis</i>	Tounan	20	3	0
<i>P. megacephalus</i>	Taipei City	50	8	88
	Hualin	380	154	58
	Pinglin	400	1	100
	Toubiankeng	200	3	0
	Carp Lake	100	6	33
	Tienkuang	400	1	100
	Yingda farm	100	4	0
	Santimen	500	4	25
	Changkou	20	4	0
	Total		185	55

(表一、表二)，屬於「非專一性寄生者」(non-species-specific parasite)。

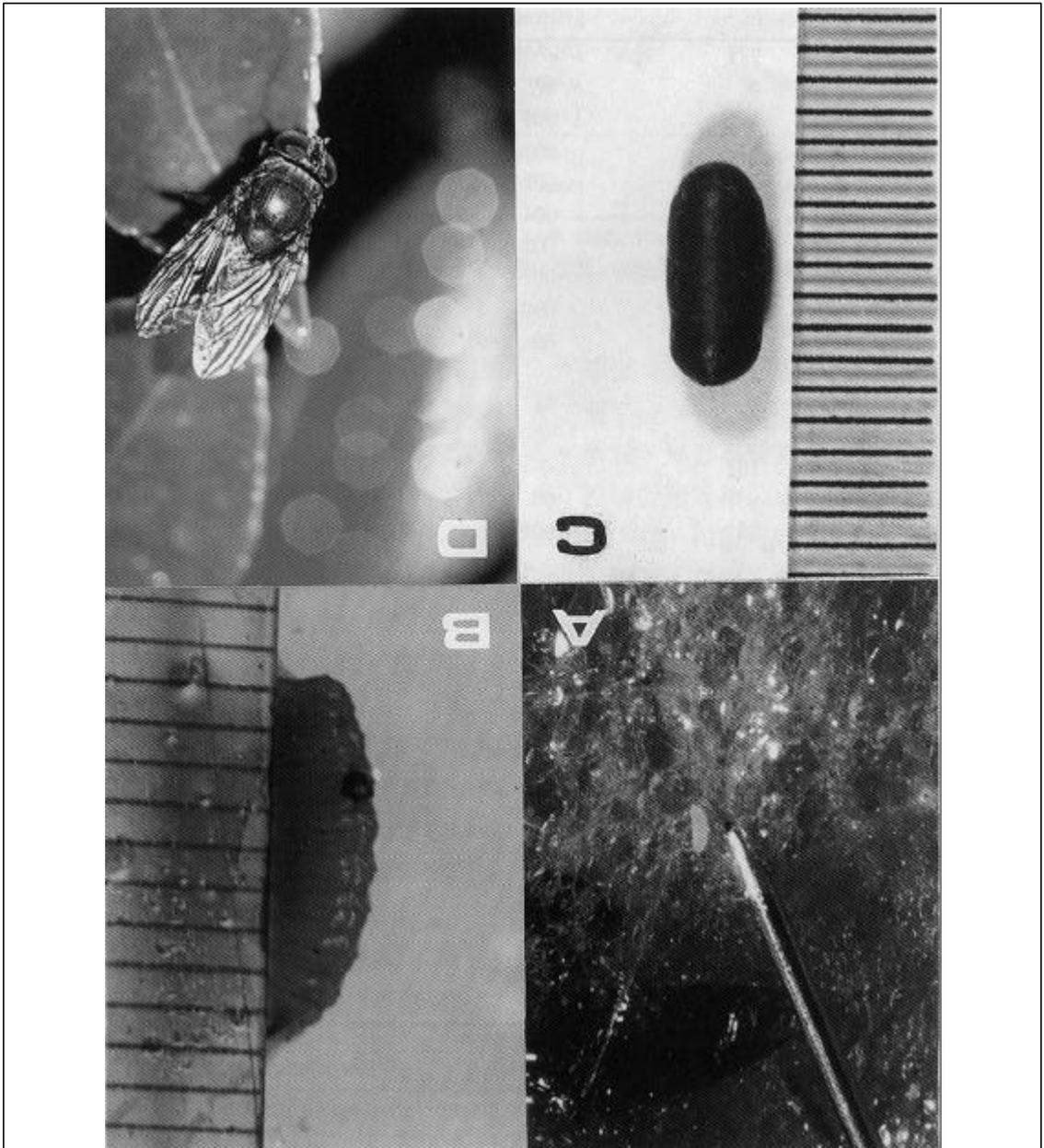
## 2. 蚤蠅

未知種蚤蠅產卵於從野外帶回已遭越北絳蠅寄生而腐敗的卵泡上，對於實驗室內新鮮、未腐敗的卵泡則不會寄生。蚤蠅幼蟲並不吃食發育中的胚胎。在實驗室內，也曾在

垃圾桶裡腐敗的食物上看過此蠅正在產卵，之後蛆寄生其中，由此習性推測此蠅蛆為腐生性 (saprophagous)，與卵泡的關係應是機會性腐生 (facultative saprovorous)。

## 三、樹蛙卵泡上越北絳蠅之寄生率

實驗期間共採集到 803 個翡翠樹蛙卵



圖二 越北絳蠅 (*Caiusa coomani*) 卵、幼蟲、蛹及成蟲之外觀形態照片。A. 卵 (照片中指針為大頭針), B. 三齡蛆 (尺最小刻度為 1 mm), C. 蛹, (尺最小刻度為 1 mm), D. 雌蠅。

Fig. 2. The egg, maggot, pupa, and adult of *Caiusa coomani*. A. egg (The needle is a pin), B. last instar (The smallest unit of the ruler is 1 mm), C. pupa (The smallest unit of the ruler is 1 mm), D. female fly.

泡，其中有 305 個遭寄生，寄生率為 38%；50 個莫氏樹蛙卵泡，12 個遭寄生，寄生率為 24%；3 個橙腹樹蛙卵泡，1 個遭寄生，寄生

率為 33%；185 個白領樹蛙卵泡，102 個遭寄生，寄生率為 55%；101 個台北樹蛙卵泡及 3 個諸羅樹蛙卵泡，均未發現有寄生，寄生率

為 0% (表二)。各地寄生率方面，因各地採集次數及採集到的卵泡數量有極大的差異，寄生率從 0% 至 100% (表二)。

#### 四、越北絳蠅形態與生活史

越北絳蠅成蟲 (圖二 D) 眼為鮮紅色，體長約 6.0-8.5 mm。雌雄蠅間額黃色，側額和側顏狹長，側顏幾乎無毛，顏面無毛或有時在口片上的上方有一對微小的鬚毛。觸角在觸角基部間有一極不發達的顏脊，觸角第三節為第二節的 3 至 4 倍長，觸角芒長成羽毛狀，小毛達到芒端。觸角及下顎鬚為橙色，前後氣門均為黃色。胸背板包括小盾片在內大部份為黃褐色，僅盾片在溝前部份的正中位置常有一灰褐色縱斑，腹部前半黃褐色。第三背板沿後緣常有狹窄的暗色緣帶和一正中暗色縱斑。第四背板大部分與第五背板全部成黑色具青銅色光澤，腹板黃色具黑色毛。中鬚 1 (或 2) + 2 (或 3) (小盾板前的一對中鬚粗大)，背中鬚 2 + 4 (越位於前方的背中鬚越短小)，翅內鬚 1 + 3，溝前鬚粗大，翅上鬚 4 (或 3)。足全部為黃色，跗節稍暗，中足脛節有一個長的亞中位腹鬚，後足脛節有 2 個後背鬚；腋辦裸露，為淡棕黃色。腋辦上肋後剛毛簇缺如，下側背片具有直立纖毛，亞前緣骨片無直立纖毛，前緣刺不發達。翅之  $r$  脈裸露， $r_{4+5}$  脈第一段基部一半的長度內有剛毛，翅後披有毛。平衡棒為黃色。體型與綠

蠅屬 (*Lucilia*) 很像，但體色為黃褐色。蠅卵乳白色 (圖二 A)，長橢圓形，長度為  $1.05 \pm 0.02$  mm (Mean  $\pm$  SD, N=10)。一齡蛆及二齡蛆由於鑽入不透明卵泡內，無法測量外觀形態與測量生活史資料，只能等到三齡末齡蛆將卵泡攝食瓦解後，才能測量蛆的外觀形質。三齡末齡蛆 (圖二 B) 為黃白色之蠕蟲狀，圓柱形，口部前端尖細，往後端慢慢膨大。無足 (prolegs)，每一體節交接處膨大，具有 2-3 排微小的黑色剛毛，口端具有兩個黑色口鉤 (mouthhook)，用以刮食蛙卵，末端有兩個明顯的黑色尾呼吸孔 (caudal spiracle)，長度為  $8.57 \pm 0.32$  mm (N=10)，重量平均為  $0.038 \pm 0.010$  g (N = 42)。蛹 (圖二 C) 為褐色的回蛹 (coarctate)，平均長度為  $6.81 \pm 0.30$  mm (N=19)。越北絳蠅蛹與未知種蚤蠅蛹，大小上有明顯的差異，蚤蠅蛹較小，長度約為 3.0-3.5 mm，且有兩根呼吸角 (spiracular horn)。

越北絳蠅生活史結果如表三所示。雌蠅產下卵後，蠅卵孵化大約需經 1 天 (N=8)，一齡蛆孵化後隨即鑽入卵泡內吃食蛙卵與膠質部份，大約經過 24-36 小時長成至三齡蛆。一齡蛆孵化後至化蛹大約需經 3-5 天，平均為 3.5 天 (N=11)。蠅蛆吃食活動會導致卵泡逐漸瓦解液化。蛆化蛹前會爬出瓦解液化的卵泡，至卵泡附近陰暗處化蛹。於野外觀察中曾發現，三齡蛆甚至爬入旁邊新鮮卵泡與

表三 越北絳蠅之生活史記錄，記錄蠅卵孵化、一齡蛆至化蛹及化蛹後至蠅羽化所需之時間 (卵、蛆及蛹均在實驗室內培養，溫度為  $25 \pm 1$  )

Table 3. Mean developmental (d)  $\pm$  SD required for different stages of the life cycle of *Caiusa coomani* (All data were recorded at  $25 \pm 1$  in the laboratory)

Stage	Mean $\pm$ SD	Range	N
egg	1 $\pm$ 0.0	0	8
larva	3.5 $\pm$ 0.7	2 (3-5)	11
pupa	7 $\pm$ 1.9	6 (5-11)	11

水桶壁之縫隙內化蛹。蛹期有較大的變異，有些只有 5 天，有些則有 11 天，平均為 7 天 (N=11)。成蠅羽化後用果蠅培養基培養則可存活約 20-30 天 (N=5)，是否為成蠅的自然壽命需進一步實驗，若沒有用培養基培養，約 2 天後死亡 (N=10)。

## 討 論

### 一、蛙蠅

產於陸地上的卵雖然不再遭受水中捕食者攻擊，卻遭遇陸地上新的捕食者，其中絕大部份是節肢動物 (Villa, 1980; Villa *et al.*, 1982)。節肢動物捕食者中最值得注意的是蠅類幼蟲，蠅類幼蟲利用產於陸域上的兩棲類卵塊當作發育棲所的有麗蠅科 (Calliphoridae)、搖蚊科 (Chironomidae)、果蠅科 (Drosophilidae)、渚蠅科 (Ephydriidae)、家蠅科 (Muscidae)、蚤蠅科 (Phoridae)、蛾蚋科 (Psychodidae)、食蚜蠅科 (Syrphidae)、寄生蠅科 (Tachinidae) (Costa-Lima, 1946; Bokermann, 1957; Wirth, 1958; Tyler, 1962; Synder, 1971; Silverstone, 1973; Villa, 1977; Villa, 1978; Villa, 1980; Lacey, 1980; Villa *et al.*, 1982; Villa and Townsend, 1983; Yorke, 1983; Chang, 1989; Chen and Lue, 1994; Downie *et al.*, 1995) 之蠅類。兩棲類遭蛙蠅產卵寄生的則有無肺螈科 (Plethodontidae)、薄趾蟾科 (Centrolenidae)、叢蛙科 (Dendrobatidae)、樹蟾科 (Hyllidae)、非洲樹蛙科 (Hyperoliidae) (Vonesh, unpublished data)、瞻星蟾科 (Leptodactylidae)、及樹蛙科 (Rhacophoridae)。其中樹蛙、澳洲薄趾蟾、非洲樹蛙及樹蟾產卵方式為產下泡沫狀的卵泡 (Porter, 1972; Duellman and

Trueb, 1994)，因此只剩澳洲薄趾蟾 (myobatrachid) 未有文獻報導其卵泡遭蛙蠅寄生。

蛙蠅與蛙卵的關係一直困擾著許多研究蛙蠅的學者，Villa (1980) 認為蛙蠅與蛙卵的關係可分為機會性腐生 (facultative saprovorous)、腐生 (saprovorous)、捕食 (predatory)、專一性擬寄生與捕食 (obligate parasitoid / predatory)、互利共生 (commensal) 等不同的層次關係 Villa (1980) 曾記錄蛾蚋科蠅類 *Psychoda savaiiensis* 有時會出現在樹蟾科麗紅眼蛙 (*Agalychnis callidryas* Cope) 及瞻星蟾科弗葉小趾蛙 (*Centrolenella fleischmanni* Boettger) 卵塊上，吃食已死亡而腐敗的蛙卵，並不會傷害健康的胚胎。由此習性來看似乎牠與蛙卵存在著片利共生 (commensal) 或者互利共生 (mutualistic) 的關係 (死亡的胚胎可能會有真菌或其他微生物生長，此有害的真菌或微生物可能會擴及其他健康的胚胎，造成整批卵塊死亡)。但是片利共生或互利共生是在某些情況下達成的，有時蛆若是數量過多或是食物量不夠時，也會傷害到健康的胚胎，此時可能會轉變成為捕食者或寄生者 (Villa, 1980)。越北絳蠅產卵於卵泡上，子代寄生卵泡內，此行為類似擬寄生，而蛆攝食卵泡內的蛙胚胎，此為捕食，故越北絳蠅與卵泡的關係為「擬寄生者與捕食」。此外，越北絳蠅蛆對於蛙卵似乎只存在捕食的關係，因蛆吃食的是發育中的胚胎，沒有片利或互利共生的關係存在。

Chang (1989) 於台灣北部面天山區研究白領樹蛙生殖行為時，觀察到卵泡有家蠅科蠅類產卵寄生；同樣 Yang (unpublished data) 於面天山區進行台北樹蛙長期生態研究時，也觀察到卵泡有蠅類寄生；Chen (1992) 於

台北縣華林地區研究翡翠樹蛙生殖行為時，發現卵泡也有寄生蠅科蠅類寄生。我們經過兩年多的調查未觀察到家蠅科、寄生蠅科蠅類產卵於卵泡上，反而只發現越北絳蠅蛆寄生於卵泡上，因此他們所發現的蠅類極可能是越北絳蠅。

越北絳蠅分布從中南半島的越南（模式產地）至中國大陸浙江省、海南島等地 (Fan, 1992)，屬於東亞廣泛分布種，在之前文獻記錄中台灣未有此蠅分布。我們於台灣各地採集過程中均發現卵泡遭越北絳蠅寄生，有些種類寄生率超過 50%（白額樹蛙），且此蠅的垂直分布範圍更是從平地至約 2000 m，適應力極強，從亞熱帶至溫帶氣候均能適應，因此越北絳蠅可說是台灣地區樹蛙卵泡最主要的天敵。

另外一種絳蠅，黃褐絳蠅 (*Caiusa testacea* Senior-White) 也會將卵產於蛙卵塊上 (Senior-White *et al.*, 1940)。其外型與越北絳蠅十分相似，主要差異在於黃褐絳蠅的腹部全黃色，而越北絳蠅腹部第四及第五背板為黑色，且具有青銅色光澤。牠也屬於東亞廣泛分布種，從印度（南部），分布至馬來西亞 斯里蘭卡（模式產地）與新加坡 (Fan, 1992)，但較偏向赤道熱帶地區，黃褐絳蠅在台灣南部的恆春曾有採集記錄 (Fan, 1992)。我們於全省各地採集過程中均未發現黃褐絳蠅，若黃褐絳蠅也屬於廣泛分布種，在台灣有採集記錄，為何在 2 年多的採集中均未發現呢？推測或許台灣無黃褐絳蠅的分布，或者雖然有但其分布、活動週期極為侷限，十分不易採集到。東亞地區絳蠅屬有黃褐絳蠅與越北絳蠅兩種絳蠅，且均寄生於蛙卵上 (Fan, 1992)，故絳蠅與樹蛙科樹蛙屬 (*Rhacophorus*) 及泛樹蛙屬 (*Polypedates*) 產卵泡蛙類可能有長期演化上的關係，且不

是機會性寄生，具有專一性。

Downie 等人 (1995) 曾發現一種微小未知種蚤蠅產卵於已遭另一種蚤蠅 (*Megaselia nidanurae*) 寄生的卵泡上，Villa (1980) 更發現一種蚤蠅 (*Megaselia scalaris*) 產卵於已遭真菌寄生而腐敗的蛙卵上。蚤蠅的生活史是多樣化的，從有翅自由活動至無翅個體寄生於螞蟻、白蟻、蝸牛、腐敗的植物體或動物屍體等，且許多蚤蠅是屬於廣食性的機會腐生者 (Askew, 1971)，我們所發現的這一種蚤蠅除了將卵產於已遭寄生的卵泡上，也將卵產於腐敗的有機物上，推測此蠅是腐生性蠅類，牠出現於卵泡上只是因為腐敗的卵泡剛好提供一個食物來源。不過為何野外遭絳蠅寄生而腐敗的卵泡沒有遭蚤蠅寄生呢？值得再深入研究。

## 二、6 種樹蛙卵泡寄生情形

6 種產卵泡的樹蛙之寄生率以白額樹蛙最高，莫氏樹蛙最低，而台北樹蛙與諸羅樹蛙未發現被寄生現象。6 種樹蛙卵泡採集數量及次數不一，有些地點（如東眼山、明池、霧社、坪林及電光）只去一次，採集數量少，寄生率高達 100%，此寄生率只能說明這地區有越北絳蠅分布，並不能表示此地區寄生情形有多嚴重，拿來比較各地區寄生率可能會有誤差。有些地區（頭汴坑、穎達農場及港口）並未採到寄生的卵泡，此地區是否有蛙蠅分布還需進一步採集。

翡翠樹蛙全年皆可生殖 (Chen and Lue, 1994)，於華林地區幾乎每個月都有卵泡發現，是瞭解寄生情形整年變化的絕佳物種。我們於華林地區共發現 797 個卵泡，寄生率為 38%，與 Chen (1992) 研究所得到的寄生率結果 (53.9%) 有些差異，其原因可能是研究時間與觀察數量有差異所致。

莫氏樹蛙為泛島性分布，低海拔地區偏冬天繁殖，高海拔地區則為終年繁殖 (Lue and Lai, 1990)。烏來山區，莫氏樹蛙繁殖期為 12 月至 3 月，本研究共採集到 34 個卵泡，只有一個卵泡遭受越北絳蠅寄生，寄生率為 3%，低寄生率可能是此時氣溫低，不利於蠅類活動。較高海拔地區如溪頭 (表二)，夏天均有寄生發生，到了冬天即無寄生。因此全島莫氏樹蛙的寄生情形可能是低海拔地區不易遭受寄生，而較高海拔地區於夏天繁殖產下卵泡則會遭受寄生，此還待收集更多資料才能證實。

在福山植物園廢棄的塑膠水桶內採集到 3 個橙腹樹蛙卵泡，其中有一個卵泡遭寄生，由於橙腹樹蛙族群數量稀少，極少能發現成蛙與卵泡。此卵泡遭到寄生的原因可能是越北絳蠅會在樹蛙經常產卵的地點尋找卵泡，等待母蛙產下卵泡即產卵寄生，而同一個鐵桶內經常有翡翠樹蛙卵泡遭寄生，因此於同一個地點產卵的橙腹樹蛙，卵泡也遭到寄生。

台北樹蛙是典型冬天繁殖的樹蛙，母蛙會將卵泡產於雄蛙所挖掘的泥洞中 (Reproductive mode 21)，並用泥土或雜草覆蓋 (Yang, 1987)。Yang (unpublished data) 曾在 3 月時發現台北樹蛙的卵泡遭雨水沖出泥洞外，而遭越北絳蠅寄生。我們於 12 月至 3 月至烏來山區採集台北樹蛙卵泡，共發現 52 個卵泡，均未有寄生發生。台北樹蛙極少遭到越北絳蠅寄生的原因，一是因於冬天繁殖，此時溫度低，不利於蠅類活動；另一是母蛙將卵泡產在泥洞中，且有泥土覆蓋，保護較好。Chen (1992) 也記錄與翡翠樹蛙同一個水池生殖的台北樹蛙卵泡遭蛙蠅寄生，但由於台北樹蛙卵泡覆蓋良好，寄生情形較少。Downie 等人 (1995) 曾記錄一新種蚤蠅科蠅類 (*Megaselia nidanurae*) 專一產卵寄生於

薄趾蟾科棕細趾蟾 (*Leptodactylus fuscus* Schneider) 卵泡上，*L. fuscus* 產卵方式類似台北樹蛙，將卵泡產於泥洞中，並利用泥土覆蓋，這樣的覆蓋隱藏是乎提供良好的保護，可防止寄生，但是 *M. nidanurae* 仍然可以找到泥洞中的卵泡，因此 Downie 等人均認為此蠅與 *L. fuscus* 這類薄趾蟾有長期演化上的關係。在溪頭所發現的莫氏樹蛙卵泡也埋藏於泥土或雜草堆中，類似台北樹蛙卵泡，但依然遭到越北絳蠅寄生，由此推測越北絳蠅可能是靠著卵泡上特殊的味道或化學物質指引，尋找到卵泡寄生。

諸羅樹蛙是最近才發現的新種樹蛙，春夏繁殖，棲息環境與其他 5 種產卵泡的樹蛙有很大的差異，主要分布於平地竹林、稻田等農作物園內，將卵泡產於落葉堆下或臨時的積水處 (Lue *et al.*, 1995)。於斗南地區所採得的 3 個諸羅樹蛙卵泡並未發現有寄生現象，其原因可能是採集數量少，另一個可能是蛙胚胎與蠅蛆的發育速度一致。諸羅樹蛙胚胎發育所需的時間很短，大約 2-3 天蝌蚪即孵化 (個人觀察)，而蠅卵從產下後至孵化需經 1 天，一齡蛆發育至三齡蛆大約也需要 1-2 天，兩者的發育速度相當。Villa 與 Townsend (1983)、Vonesh (unpublished data) 等人均認為蠅蛆的生長速度需較蛙胚胎發育速度快，才能得到最大的食物量，若是蛙胚胎發育較蛙蠅蛆生長快速，則快孵化的蝌蚪能利用肌肉扭動以避開蠅蛆的攻擊。由此推測，若周圍環境有其他種樹蛙卵泡可供選擇時，絳蠅可能會避開諸羅樹蛙的卵泡，選擇發育較慢的其他蛙種卵泡。但此看法還需要將蠅卵接種至諸羅樹蛙卵泡上，看蠅蛆有無機會及能力攻擊諸羅樹蛙胚胎才能證實。越北絳蠅無法寄生另一個可能是，諸羅樹蛙卵泡含有某些特殊成份的化學物質，足

以殺死蠅卵或其他昆蟲的卵，此物質可能是母蛙分泌，用來保護卵泡以避免被昆蟲寄生。

白額樹蛙繁殖季節為 3 月至 8 月，5 月為生殖高 (Chang, 1989)，本研究中白額樹蛙寄生率是 6 種樹蛙中最高的 (55%)。夏天於華林地區，普遍可以看到白額樹蛙卵泡遭越北絳蠅寄生。Chang (1989) 進行白額樹蛙生殖行為研究時，發現於實驗池出現的卵泡有 45% 遭到蠅類寄生。兩研究結果顯示有接近一半的卵泡遭寄生死亡，越北絳蠅對白額樹蛙卵泡的危害相當嚴重，可能是影響蛙胚胎存活的最主要因素。因此越北絳蠅寄生行為對於蝌蚪與成體族群的影響是未來研究的重點。

## 誌 謝

我們非常感謝台師大生物系徐堉峰教授及國立海洋科技博物館陳添喜先生對於此研究與論文撰寫提供寶貴的意見，預防醫學研究所鐘兆麟先生在蠅種類鑑定上的幫忙，台師大生物學系郭瓊華小姐、黃堅庭先生、吳世揚先生、高善先生、向高世先生、林思明先生、顧文欣小姐、張凱雄先生、盧建名先生及仁愛高農卓瓊玫老師在採集上的幫忙，在此一併致以最大的謝忱。

## 引用文獻

- Anderson, J. D., D. D. Hassinger, and G. H. Dalrymple.** 1971. Natural mortality of eggs and larvae of *Ambystoma t. tigrinum*. *Ecology* 52: 1107-1112.
- Askew, R. R.** 1971. *Parasitic Insects*. American Elsevier Publ., New York.
- Bell, G., and J. H. Lawton.** 1975. The ecology of the eggs and larvae of the smooth newts, *Triturus vulgaris* (Linn.). *J. Anim. Ecol.* 44: 393-424.
- Bokermann, W. C. A.** 1957. Frog eggs parasitized by dipterous larvae. *Herpetologica* 13: 231-232.
- Chang, S. M.** 1989. The reproductive behavior of *Polypedates megacephalus*. Master's thesis, National Taiwan University (in Chinese).
- Chen, S. L.** 1992. The reproductive behavior of emerald green tree frog (*Rh. samaraginus*). Master's thesis, National Taiwan Normal University (in Chinese).
- Chen, S. L., and K. Y. Lue.** 1994. The reproductive behavior of emerald green tree frog (*Rh. samaraginus*). *Biol. Bull. NTNU*. 29: 89-106 (in Chinese).
- Chou, W. H., and J. Y. Lin.** 1997. Tadpoles of Taiwan. Special Publication No. 7, National Museum of Natural Science, Taichung, Taiwan.
- Corata-Lima, A.** 1946. Nova especie do genero *Rhysops* Williston (Diptera: Syrphidae). *Bol. Soc. News* 25: 241-250.
- Crump, M. L.** 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 61: 1-68.
- Dalrymple, G. H.** 1970. Caddis fly larvae feeding upon eggs of *Ambystoma t. tigrinum*. *Herpetologica* 26: 128-129.
- Downie, J. R., R. H. L. Disney, L. Collins,**

- and **E. G. Hancock**. 1995. A new species of *Megaselia* (Diptera, Phoridae) whose larvae prey upon the eggs of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *J. Nat. Hist.* 29: 993-1003.
- Duellman, W. E., and L. Trueb**. 1994. *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD.
- Fan, T. T.** 1992. *The Key to Common Diptera of China*. Scientific Publication, Beijing (in Chinese).
- Herreid, C. F., and S. Kinney**. 1966. Survival of Alaskan woodfrog (*Rana sylvatica*) larvae. *Ecology* 47: 1039-1041.
- Lacey, L. A.** 1980. Predaco en girinos por uma vespa e outras associacoes de insectos com minhos de duas especies de vas de Amazonia. *Acta Amazonica* 9: 755-762.
- Liang, Y. S., and C. S. Wang**. 1978. A new tree frog *Rhacophorus taipeianus* (Anura: Rhacophoridae) from Taiwan (Formosa). *J. Taiwan Mus.* 31: 185-220.
- Licht, L. E.** 1969. Palatability of *Rana* and *Hyla* eggs. *Am. Midl. Nat.* 82: 296-298.
- Lue, K. Y., and J. S. Lai**. 1990. *The Amphibians of Taiwan*. Taiwan Provincial Department, Taichung, Taiwan.
- Lue, K. Y., J. S. Lai, and S. L. Chen**. 1994. A new species of *Rhacophorus* (Anura: Rhacophoridae) from Taiwan. *Herpetologica* 50: 303-308.
- Lue, K. Y., J. S. Lai, and Y. S. Chen**. 1995. A new species of *Rhacophorus* (Anura: Rhacophoridae) from Taiwan. *J. Herpetol.* 29: 338-345.
- Magnusson, W. E., and J. M. Hero**. 1991. Predation and the evolution of complex oviposition behaviour in Amazon rainforest frogs. *Oecologia* 86: 310-318.
- McDiarmid, R. W.** 1978. Evolution of parental care in frogs. pp. 127-147. *In*: M. Beckoff, and G. Burghardt, eds. *The Development of Behavior*, Garland Publishing, New York.
- Miaud, C.** 1993. Predation on newt eggs (*Triturus alpestris* and *T. belveticus*): identification of predators and protective role of oviposition behaviour. *J. Zool. (London)* 231: 575-582.
- Mou, Y. P., J. P. Risch, and K. Y. Lue**. 1983. *Rhacophorus prasinatus*, a new tree frog from Taiwan, China (Amphibia, Anura, Rhacophoridae). *Alytes* 2: 154-162.
- Porter, K. R.** 1972. *Herpetology*. W. B. Saunders, Philadelphia, PA.
- Seguy, E.** 1948. Trois Dipteres nouveaux d'Asie Orientale. 3. Un nouveau Calliphoride du genre "*Caiusa*" et synopsis des especes de ce genre. *Notes d'Ent. Chin.* 12: 146-147.
- Senoir-White, R., D. Aubertin, and J. Smart**. 1940. Calliphoridae. *Fauna Brit. Ind. Dipt.* 6: 288.
- Silverstone, P. A.** 1973. Observations on

the behavior and ecology of a Colombian poison-arrow frog, the Kojoe-pa (*Dendrobates histrionicus* Berthold). *Herpetologica* 29: 295-301.

**Synder, D. H.** 1971. The function of breeding behavior in the plethodontid salamander, *Aneides aeneus*: a field study. Unpubl. Ph.D. thesis. Univ. Notre Dame, City, ST. 140 pp.

**Tyler, M. J.** 1962. A record of the parasitism of New Guinea frogs' eggs by Dipterous larvae. *W. Austral. Nat.* 8: 102-103.

**Villa, J.** 1977. A symbiotic relationship between frog (Amphibia, Anura, Centrolenidae) and fly larvae (Drosophilidae). *J. Herpetol.* 11: 317-322.

**Villa, J.** 1978. Symbiotic relationship of the developing amphibian embryo, with special reference to fly larvae. Unpubl. Ph.D. Thesis, Cornell Univ., Ithica, NY.

**Villa, J.** 1980. 'Frogflies' from Central and South America with notes on other

organisms of the amphibian egg microhabitat. *Brenesia* 17: 49-68.

**Villa, J., and D. S. Townsend.** 1983. Viable frog eggs eaten by phorid fly larvae. *J. Herpetol.* 17: 278-281.

**Villa, J., R. W. McDiarmid, and J. M. Gallardo.** 1982. Arthropod predators of leptodactylid frog foam nests. *Brenesia* 19/20: 577-589.

**Wirth, W. W.** 1958. A review of the genus *Gastrops* Williston, with descriptions of two new species (Diptera, Ephydriidae). *Proc. Entomol. Soc. Washington*, 60: 247-250.

**Yang, Y. R.** 1987. The reproductive behavior of *Rhacophorus taipeianus*. Master's thesis, National Taiwan University (in Chinese).

**Yorke, C. D.** 1983. Survival of embryos and larvae of the frog *Polypedates leucomystax* in Malaysia. *J. Herpetol.* 18: 235-241.

收件日期 : 2000 年 6 月 12 日

接受日期 : 2000 年 9 月 4 日

# Investigation of Foam Nests (Rhacophoridae) Infested by Frogflies (Diptera) in Taiwan

Kuang-Yang Lue and Shiann-Sheng Lin\* Department of Biology, National Taiwan Normal University, No. 88, Dingchou Road, Sec. 4, Taipei 117, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

From October 1996 through September 1999, totals of 803 foam nests of *Rhacophorus prasinatus*, 50 of *R. moltrechti*, 3 of *R. aurantiventris*, 101 of *R. taipeianus*, 3 of *R. arvalis*, and 185 of *Polypedates megacephalus* were collected and inspected from various localities in Taiwan. One species of dipterous fly belonging to the Calliphoridae was discovered in these foam nests. The calliphorid was identified as *Caiusa coomani*. Larvae of *C. coomani* extensively infested foam nests all over the island of Taiwan. The percentages of infestation were for 38% *R. prasinatus*, 24% *R. moltrechti*, 33% *R. aurantiventris*, and 55% *P. megacephalus*. No infestation was found in foam nests of *R. taipeianus* or *R. arvalis*. It took about 1 d for eggs of *C. coomani* to hatch, and 3-5 d for larvae to pupate, and 5-11 d for adult flies to emerge. Maggots consumed developing frog embryos, and caused extensive death. In the laboratory, phorids oviposited in decayed foam nests infested by *C. coomani*. The detail distributions of frogflies are discussed in the paper.

Key words: frogfly, Rhacophoridae, treefrog, foam nest, Taiwan.