



The Reproductive Strategy of *Ischnura senegalensis* (Rambur) (Odonata: Coenagrionidae) 【Scientific note】

青紋細蟴 *Ischnura senegalensis* (蜻蛉目：細蟴科) 交配行為初步研究【科學短訊】

Chang-Chun Li and Wen-Feng Hsiao*
李長春、蕭文鳳*

*通訊作者E-mail: wfhsiao@mail.ncyu.edu.tw

Received: 2007/09/27 Accepted: 2008/04/03 Available online: 2008/03/01

Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship of polychromatism in adult *Ischnura senegalensis* and their reproductive strategy. Male adults were marked to investigate the relationship among male density, tandem and coupling duration. Male density did not affect the copulation duration. ANOVA was used to test copulation duration among different classes. The result did not detect a significant difference ($F_{5, 114} = 1.318, P > 0.05$). Four female color patterns exerted different reproductive strategy. The Female-Orange type had the largest population (61.06%), and only 0.5171 of them had the chance to copulate. However, those individuals that did copulate have a medium number of times (5.36). The Female-Green and Male-Green type were the second highest population (18.25 and 18.59%). They had the highest ratio of copulating (0.654 and 0.660), but their numbers of copulating times were the lowest (4.676 and 4.086). The Male-Blue type had the lowest abundance (2.10%) and the lowest copulation ratio (0.375), but their numbers of copulating times were the highest (7.333).

摘要

本試驗擬探討青紋細蟴雌雄成蟲體色多樣化與交配行為之相關性。以標記雄成蟲方法探討雄成蟲密度與連結交尾時間之相關性。利用ANOVA檢定。結果顯示不同雄蟲密度之交尾時間並無差異 ($F_{5,114} = 1.318, P > 0.05$)。雌成蟲各色型繁殖策略中。雌橘型個體以最多的數量出現 (61.06%)。但是只有0.5171比率的個體可以獲得交尾機會。而獲得交尾的個體其交尾次數中等 (5.36次)；雌綠型和雄綠型的策略則是以18.25及18.59% 比例出現。但是獲得交尾比例為最高 (0.654及0.660)。而可交尾個體平均交尾次數卻又最低 (4.676及4.086次)；雄藍型的策略則是出現數量比例最低 (2.10%)。而獲得交尾的個體比例也最低 (0.375)。卻是有著最多的交尾次數 (7.333次)。

Key words: *Ischnura senegalensis*, mating behavior, polymorphism

關鍵詞: 青紋細蟴、交配行為、體色多態型。

Full Text: [PDF \(0.53 MB\)](#)

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

青紋細蟥 *Ischnura senegalensis* (蜻蛉目：細蟥科) 交配行為初步研究

李長春、蕭文鳳*

國立嘉義大學生物資源所 嘉義市學府路 300 號

摘要

本試驗擬探討青紋細蟥雌雄成蟲體色多樣化與交配行為之相關性。以標記雄成蟲方法探討雄成蟲密度與連結交尾時間之相關性，利用 ANOVA 檢定，結果顯示不同雄成蟲密度之交尾時間並無差異 ($F_{5,114} = 1.318, P > 0.05$)。雌成蟲各色型繁殖策略中，雌橘型個體以最多的數量出現 (61.06%)，但是只有 0.5171 比率的個體可以獲得交尾機會，而獲得交尾的個體其交尾次數中等 (5.36 次)；雌綠型和雄綠型的策略則是以 18.25 及 18.59% 比例出現，但是獲得交尾比例為最高 (0.654 及 0.660)，而可交尾個體平均交尾次數卻又最低 (4.676 及 4.086 次)；雄藍型的策略則是出現數量比例最低 (2.10%)，而獲得交尾的個體比例也最低 (0.375)，卻是有著最多的交尾次數 (7.333 次)。

關鍵詞：青紋細蟥、交配行為、體色多態型。

前言

蜻蛉目物種有多樣化的繁殖行為，如求偶行為、交尾時間長短、產卵行為、護雌行為等，曾吸引許多學者進行研究 (Robey, 1975; Switzer, 1997; McMillan, 2000; Rivera1 and Andrés, 2002)。其中，強迫交尾行為仍存有爭論，因為交尾需要雌成蟲配合，由雌成蟲舉起下腹部接觸雄蟲生殖器，故有些學者主張蜻蛉目並無強迫交尾的現象 (Fincke,

1997)；但仍有學者認為雌成蟲反抗雄成蟲會比接受對方需花費更多的能量，因此，會有不願交尾但仍接受的情形發生 (Rivera1 and Andrés, 2002)。可惜受限於許多環境、氣候和天敵等因素之影響，常僅能就行為的觀察做陳述，無法進行有系統的測試來分析物種的行為模式。

本試驗的青紋細蟥 (*Ischnura senegalensis* (Rambur, 1842)) 係採集自雲林縣口湖鄉成龍村的成龍溼地(草澤型溼地)，

*論文聯繫人
e-mail: wfhsiao@mail.ncyu.edu.tw

青紋細蟪稚蟲生存環境為靜水水域，其雄成蟲並無領域性，雄成蟲初羽化時體色有綠色型和藍色型兩種，隨後會轉變為淡藍色；雌成蟲初羽化時有四型，分別為雌橘型 (female-orange)、雌綠型 (female-green)、雄綠型 (male-green) 和雄藍型 (male-blue) (Li and Hsiao, unpublished data)。因此，本實驗希望藉由利用人工模擬生態系進行觀察不同體色的成蟲個體間的繁殖行為，期能了解青紋細蟪繁殖習性及成蟲配偶的選擇及策略，以期未來於溼地設置保育區時，能提供相關參考資料。

材料與方法

一、供試蟲源

本實驗自成龍溼地選取有莎草科及開闊水域處，逢機採回青紋細蟪 10 對成蟲，放入 $100 \times 60 \times 120 \text{ cm}^3$ 的模擬生態箱中飼養一代後，取子代的成蟲期作為後續觀察之蟲源。

二、模擬生態箱之設置

模擬生態箱下半部是由 5 片 5 mm 厚之透明壓克力板組成一個 $100 \times 60 \times 60 \text{ cm}^3$ 空間；爾後在四各角落以鐵棒架高 60 cm 且同時覆蓋網目 1 mm 的白色紗網，使之容積成為 $100 \times 60 \times 120 \text{ cm}^3$ 的長方體，成為一個上半部為紗網，下半部為透明壓克力板之模擬生態箱，並於高度 1 cm 及 20 cm 處各鑽一小洞，供更換水及調節水量用。模擬生態箱內堆置取自溼地的土壤，堆成約 10 cm 高之土灘，土灘右側種植取自濕地之扁穗莎草 (*Cyperus compressus* L.)，箱之左側則留下約 $50 \times 50 \text{ cm}^2$ 的開闊地，之後注入 10 cm 深的自來水，置於室外連續曝氣 7 天。爾後將模擬生態箱後方及兩側透明部份以白色壁報紙遮蔽，僅留正

面供觀察用。成蟲以香蕉飼養之果蠅或自成龍溼地附近捕捉的葉蟬或蚊科成蟲作為食料。

三、交配行為之探討

為探討青紋細蟪成蟲的交配行為，採用標記初羽化之成蟲，再進行交尾行為之觀察。

1. 標記方式

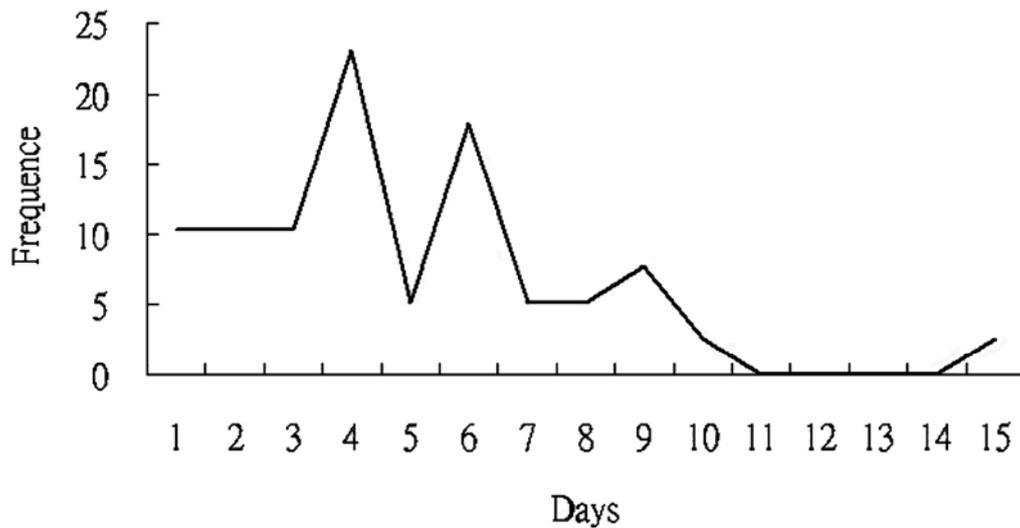
因青紋細蟪翅面積較小，且成熟後翅前緣易破裂，故將蟲源所羽化之成蟲作為樣本，以油性簽字筆在右前翅畫上標記，標記時係以翅痣的方向為基準，連接翅痣處之翅脈標上 \、\\、\\\、\\、\\、\\、\\、\\ 分別代表 1、2、3、4、5，而遠離翅痣的方向標上 /、//、///、\\、\\、\\ 以代表 6、7、8、9、10，並以黑、紅、綠、藍、金五個顏色依序循環，分別標記雄成蟲和雌成蟲。

2. 繁殖期之觀察

青紋細蟪繁殖過程之觀察係採全程錄影方式 (SONY DCR-DVD203)，從雄成蟲主動捉住雌成蟲、連結至雌成蟲產下卵的完整過程，並記錄其交尾時間。於 2006 年 5 月至 11 月記錄雌成蟲交尾前期 (n = 58)、成熟前期 (n = 51)、產卵前期 (n = 40) 所需之天數，以確定三者之間的相關性，成蟲羽化後，立即標記並紀錄羽化日期，待第一次交尾時記錄日期，以計算交尾前期，於體色產生變化時紀錄當天日期，以計算成熟前期，並於第一次產卵時記錄日期，以計算產卵前期，因各雌成蟲於羽化後，未必能順利存活至完成交尾、成熟、產卵，故記錄隻數不一。同時將第一批產下之卵，放入 25°C (12L:12D) 恆溫生長箱內觀察其孵化率。

3. 配偶選擇策略

自 2006 年五月起至 2006 年 12 月間，於模擬生態箱內每天記錄不同體色個體間的配偶選擇情形，選定自然死亡並且交尾五次以上



圖一 雄蟲交尾前期

Fig. 1. The frequency of *Ischnura senegalensis* male tandem date after emergence.

的雌、雄成蟲，並進行配偶選擇數據分析，個別就雌雄成蟲每天配偶數作觀察，以明瞭是否一夫一妻制之固定配偶 (monogamy) 或是一夫多妻制 (polygamy) 及一妻多夫制 (polygamy)，甚而無固定配偶。接著針對雌成蟲各色型雌橘型 (female-orange)、雌綠型 (female-green)、雄綠型 (male-green) 和雄藍型 (male-blue)，分析其配偶選擇策略。

4. 雄性密度和連結交尾時間之相關性

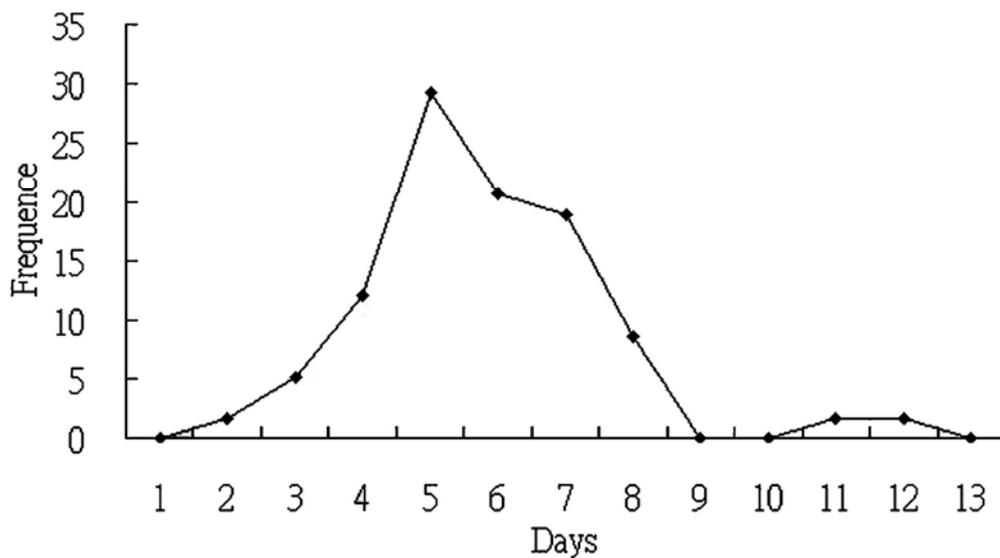
在野外，因青紋細蟴雄成蟲並無固定領域及活動範圍，標記後無法就單一個體觀察所標記之個體其連結情形，故選在模擬生態箱內進行觀察。首先設置容積為 $50 \times 50 \times 100 \text{ cm}^3$ 的模擬生態箱，上半部為紗網，下半部為透明壓克力板。因 2006 年 8 月於野外前試驗中所捕捉之雌、雄成蟲個體性比約為 2:3 ($n = 536$)，參考野外觀察所得到之比例後，進行下列之實驗，雌雄密度以 1 雌 1 雄、1 雌 2 雄、1 雌 3 雄、1 雌 4 雄、1 雌 5 雄、1 雌 10 雄等不同性比共六組處理，記錄每組連結時間及交

尾對象，以測試在不同雄成蟲密度下對連結交尾時間的影響，每處理有 20 重複。並以單因子變異數分析 (One-way ANOVA) 其相關性。

結果與討論

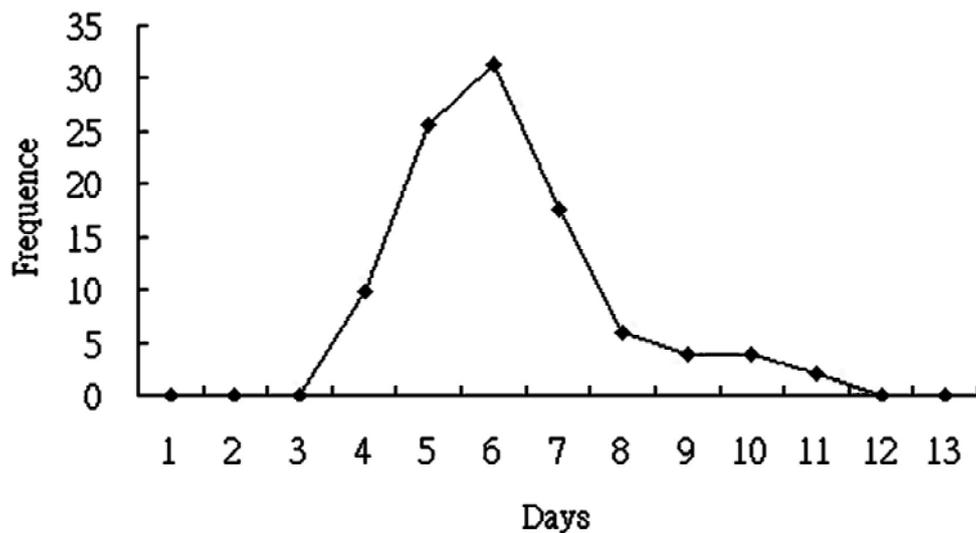
一、繁殖前期之觀察

雄成蟲其交尾前期 1~10 天，平均 5.0 ± 3.0 天 (mean \pm S.D., $n = 39$)，再將隻數轉換百分比後 (圖一)，顯示雄成蟲羽化後，最快隔天就可以進行交尾，60% 以上的雄成蟲會在五天內進行交尾。雌成蟲交尾前期 2~12 天，平均為 5.8 ± 1.8 天 (mean \pm S.D., $n = 58$) (圖二)，成熟前期 4~11 天，平均為 6.2 ± 1.6 天 (mean \pm S.D., $n = 51$)，產卵前期 5~17 天，平均為 8.8 ± 2.5 (mean \pm S.D., $n = 42$) (圖四)。有些雌成蟲個體在體色未達成熟前即會進行交尾，但不會立即產卵，約在第二、三次交尾時才會產下第一批卵，而第一批卵於常溫下



圖二 雌蟲交尾前期

Fig. 2. The frequency of *Ischnura senegalensis* female tandem date after emergence.



圖三 雌蟲成熟前期

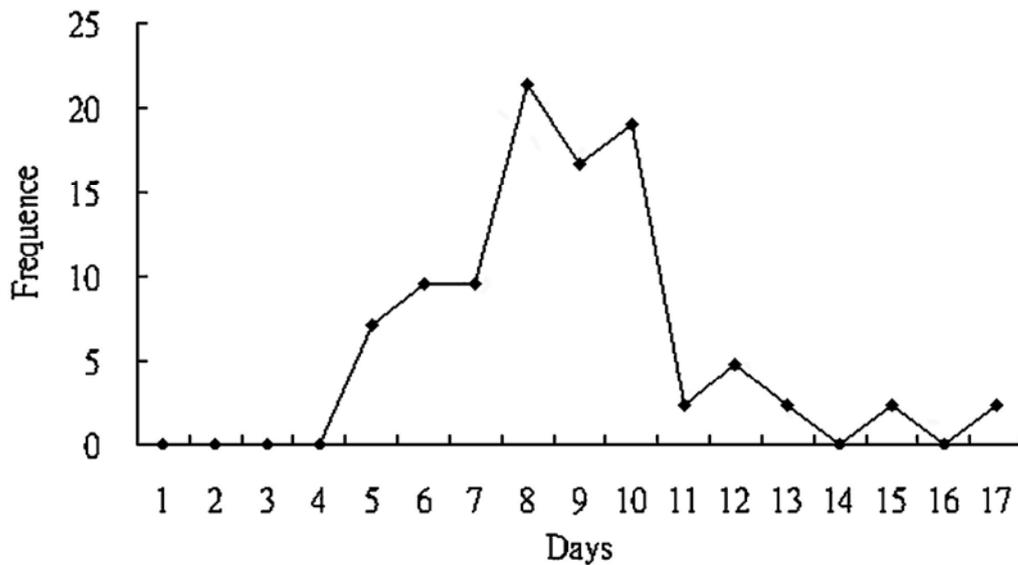
Fig. 3. The frequency of *Ischnura senegalensis* female mature date after emergence.

孵化率為 58.75% (n = 437)。

二、配偶選擇策略

1. 配偶數之觀察

於所選定的 64 隻交尾 5 次以上的雄成蟲中，其配偶數 3~14 隻，平均為 8.4 ± 3.4 隻，以 4~10 隻佔較高比率，結果顯示雄成蟲配偶選擇 採一夫多妻制；此外，同樣選定 71 隻交



圖四 雌蟲產卵前期

Fig. 4. The frequency of *Ischnura senegalensis* female pre-oviposition period.

表一 以 ANOVA 檢定不同雌雄比率的六組連結時間

Table 1. The tandem duration of *Ischnura senegalensis* adult at six different sex ratios analyzed by ANOVA

組別 Group	雌/雄比率 Female / male ratio	對數 Pairs (n)	連結時間(分鐘) Tandem time (min)	
			Range	mean \pm SD
A	1 : 1	20	361~458	414.0 \pm 27.1 a ¹⁾
B	1 : 2	20	340~436	406.4 \pm 21.8 a
C	1 : 3	20	375~440	409.8 \pm 15.2 a
D	1 : 4	20	398~450	419.9 \pm 13.5 a
E	1 : 5	20	369~448	414.1 \pm 17.6 a
F	1 : 10	20	392~445	410.7 \pm 11.1 a

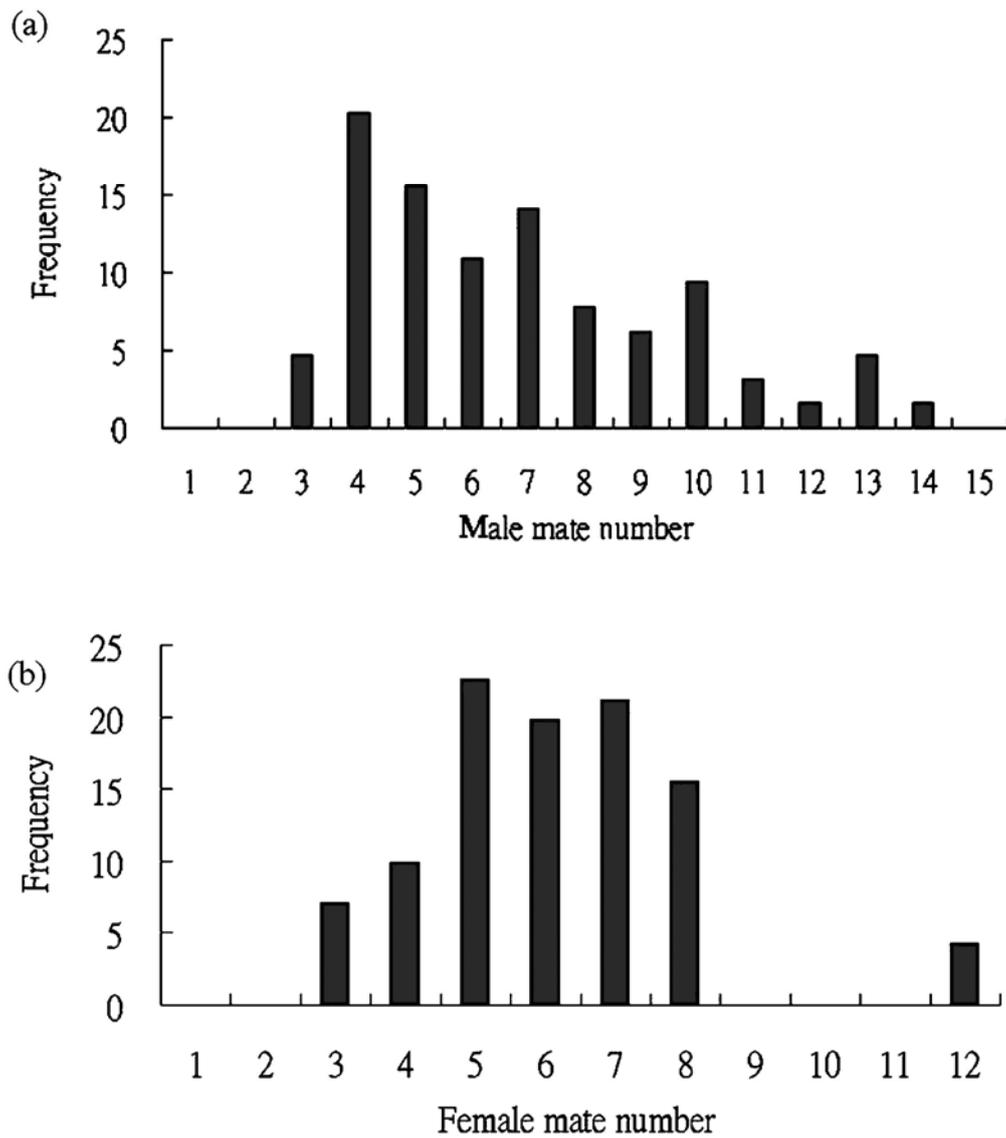
¹⁾ Means in a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by ANOVA test.
 $F_{5, 114} = 1.318, P > 0.05$.

尾 5 次以上的雌成蟲進行配偶選擇 分析，其配偶數為 3~12 隻，以 5~8 隻佔較高比率，平均 7.4 ± 2.7 (mean \pm S.D.) 隻，可得知雌成蟲配偶選擇為一妻多夫制 (圖五)。上述結果指出青紋細蟴並無固定配偶，並每日更換不同配偶。但可確定任何一隻雌雄個體在一天中只進行一次交尾，而雌成蟲若已過了產卵前期，則

在當日交尾後便進行產卵，若未達產卵前期則當日不會立刻產卵，如此看來，僅能算是一天當中的一夫一妻，因為隔日雌雄個體便又各自與不同的配偶交尾。

2. 雌成蟲各色型繁殖策略比較

雌成蟲羽化後，依體色可分作四型，雌橘型數量最多 (n = 172)、其次為雌綠型 (n = 52)



圖五 配偶選擇策略 (a) 雄蟲配偶數; (b) 雌蟲配偶數

Fig. 5. The strategy of choosing spouses. (a) Male spouse numbers; (b) Female spouse numbers.

和雄綠型 ($n = 53$)，最少的是雄藍型 ($n = 8$)。而同一體色中，可獲得交尾機會的雌成蟲比例，又以雄綠型 (0.660) 和雌綠型 (0.654) 最高，其次為雌橘型 (0.517)，雄藍型 (0.375) 最低。但是，有交尾的個體其平均交尾次數又以雄藍型最高 (7.333)，其次為雌橘型

(5.360)，最低的是雌綠型 (4.676) 和雄綠型 (4.086) (表二)。顯示出四種不同體色的雌成蟲，有著三種不同的交尾類型，其中，雌橘型個體以最多的數量出現，但是只有約一半的個體可以獲得交尾，而獲得交尾的個體其交尾次數中等比率；雌綠型和雄綠型的策略則是以中

表二 雌蟲各型態交尾比例、次數表

Table 2. Copulation ratio and mating times in four female color pattern

型態 Patterns	個體數(百分率) No. (%)	交尾個體 No. mating	交尾比例 Mating Ratio	交尾總次數 Mating times	平均交尾次數 Ave. mating times
FO	172 (61.06)	89	0.517	477	5.360
FG	52 (18.25)	34	0.654	159	4.676
MG	53 (18.59)	35	0.660	143	4.086
MB	8 (2.10)	3	0.375	22	7.333

FO: Female-Orange; FG: Female-Green; MG: Male-Green; MB: Male-Blue.

等比率的出現比例，但是卻有最高的比率可獲得交尾，而可交尾個體平均交尾次數卻又最低；雄藍型的策略則是出現數量比例最低，而獲得交尾的個體比例也最低，卻是有著最多的交尾次數。

三、雄性密度和交尾時間之相關性

表一顯示於不同性比的六組連結時間，連結時間為 340~458 分鐘，平均 412.5 ± 4.6 分鐘，雄成蟲密度與交尾時間關係表中，以 D 組(雌雄比 1:4) 的交尾時間最長，398~450 分鐘，平均為 419.9 ± 13.5 (mean \pm S.D.) 分鐘，而 B 組(雌雄比 1:2) 的交尾時間最短，為 340~436 分鐘，平均 406.4 ± 21.8 (mean \pm S.D.) 分鐘。以單因子變異數 ANOVA 檢測六組交尾時間，結果顯示 $F_{5, 114} = 1.318$ ， $P > 0.05$ ，並無顯著差異，故雄成蟲密度並不會影響交尾時間。推測因為成蟲每日只進行一次交尾，所以交尾時間不會因族群中雄性密度多寡而改變。

Rivera and Perez. (1998) 曾指出當雄蟲密度增加時，似雄型雌蟲比例也會增加，為探討是否雄成蟲密度高時雌成蟲會出現較多似雄型個體，於野外進行比例調查時，發現在四月成蟲剛開始出現時，雖然整體族群數量很少，但仍有少數似雄型雌成蟲出現，於 2006 年 5 月~11 月飼育後發現，體色在成蟲羽化時

就已經決定了，且經過四種型態的卡方符合性檢定亦顯示，雌橘型：雌綠型：雄綠型：雄藍型之間比例分別為 9:3:3:1，推測雌蟲體色變化可能是由基因所決定，而非經所處族群雄蟲密度決定，但為何會產生不同的色型，其詳細機制仍需更進一步的剖析。此外，實際觀察到有些要交尾兩三次才產卵，是否是雌蟲假交尾，將精子貯存起來，但仍需進一步探討。

引用文獻

- Rivera, A. C., and F. J. E. Perez. 1998. Mating frequency, population density and female polychromatism in the damselfly *Ischnura graellsii*: an analysis of four natural populations. *Etología* 6: 61-67.
- Fincke, O. M. 1997. Conflict resolution in the Odonata: implications for understanding female mating patterns and female choice. *Biol. J. Linn. Soc.* 60: 201-220.
- McMillan, V. E. 2000. Aggregating behavior during oviposition in the dragonfly *Sympetrum vicinum* (Hagen) (Odonata: Libellulidae). *Am. Midl. Nat.* 144: 11-18.

Rivera1, A. C., and J. A. Andrés. 2002. Male coercion and convenience polyandry in a calopterygid damselfly. *J. Insect Sci.* 2: 14-20.

Robey, C. W. 1975. Observation on breeding behavior of *Pachydiplax longipennis* (Odonata: Libellulidae). *Psyche* 38: 89-96.

Switzer, P. V. 1997. Past reproductive success affects future habitat selection. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 40: 307-312.

收件日期：2007年9月27日

接受日期：2008年4月3日

The Reproductive Strategy of *Ischnura senegalensis* (Rambur) (Odonata: Coenagrionidae)

Chang-Chun Li and Wen-Feng Hsiao*

Department of Bioresources, National Chiayi University, Chiayi

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the relationship of polychromatism in adult *Ischnura senegalensis* and their reproductive strategy. Male adults were marked to investigate the relationship among male density, tandem and coupling duration. Male density did not affect the copulation duration. ANOVA was used to test copulation duration among different classes. The result did not detect a significant difference ($F_{5, 114} = 1.318$, $P > 0.05$). Four female color patterns exerted different reproductive strategy. The Female-Orange type had the largest population (61.06%), and only 0.5171 of them had the chance to copulate. However, those individuals that did copulate have a medium number of times (5.36). The Female-Green and Male-Green type were the second highest population (18.25 and 18.59%). They had the highest ratio of copulating (0.654 and 0.660), but their numbers of copulating times were the lowest (4.676 and 4.086). The Male-Blue type had the lowest abundance (2.10%) and the lowest copulation ratio (0.375), but their numbers of copulating times were the highest (7.333).

Key words: *Ischnura senegalensis*, mating behavior, polymorphism

*Correspondence address
e-mail: wfhsiao@mail.ncyu.edu.tw