



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

【Research report】

臺灣閣魔蟋蟀*Teleogryllus taiwanemma* (Ohmacni et Matsuura) 的聲音分析【研究報告】

周延鑫、簡正一、蔡如秀、寇融

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: Available online: 1990/06/01

Abstract

摘要

臺灣閣魔蟋蟀*Teleogryllus taiwanemma* (Ohmacni et Matsuura) 的雄蟲可以應用翅內的彈器與弦器之振動發出五種不同型式的聲音，即第I、II、III型呼喚叫聲，求偶性及攻擊性叫聲。其聲音型式是由不同數目的脈動所構成之片語與唧聲來組成，其中第I與第II型呼喚性叫聲之片語時間遠較第III型與求偶性叫聲為短，攻擊性叫聲之片語時間則介於其間。雄蟲在遇到雌蟲則發出求偶性叫聲，若遇到雄蟲則發出攻擊性叫聲。

Key words:

關鍵詞: 臺灣閣魔蟋蟀、彈器、弦器、求偶、攻擊、聲音分析。

Full Text: [PDF\(5.17 MB\)](#)

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

臺灣閻魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 的聲音分析

周延鑫 簡正一 蔡如秀 寇融

中央研究院動物研究所

(接受日期：1989年11月2日)

摘要

臺灣閻魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 的雄蟲可以應用翅內的彈器與弦器之振動發出五種不同型式的聲音，即第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型呼喚叫聲，求偶性及攻擊性叫聲。其聲音型式是由不同數目的脈動所構成之片語與唧聲來組成，其中第Ⅰ與第Ⅱ型呼喚性叫聲之片語時間遠較第Ⅲ型與求偶性叫聲為短，攻擊性叫聲之片語時間則介於其間。雄蟲在遇到雌蟲則發出求偶性叫聲，若遇到雄蟲則發出攻擊性叫聲。

(關鍵詞：臺灣閻魔蟋蟀，彈器，弦器，求偶，攻擊，聲音分析)

前言

應用聲音的呼喚，可使昆蟲藉以完成交尾的行為，蟋蟀就是屬於其中一種。臺灣閻魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 也像其他種類的蟋蟀一樣，在求偶的時候可以發出聲音訊息，而達到交尾的目的。蟋蟀所發出的聲音具有專一性，換言之，不同種類的蟋蟀發出之聲音在構造及頻率上是可以區別的。由於聲音具有這種特性，於是在分類學上，便可用於鑑定不同種類的昆蟲，因此，聲音分析亦成為一非常有用的分類工具 (Bennet-Clark 1970)，例如 Popov 等人 (1974) 在蘇俄曾非常成功地將種 *Gryllotalpa vineae* Bennet-Clark 及種 *G. grellotalpa vineae* 分別出來。而 Ulagaraj (1975, 1976) 曾研究兩種佛羅里達的蟋蟀叫聲 *Scapteriscus acletus* Rehn & Hebard 及 *S. vicinus* Scudder。Walker (1962) 提出溫度是影響蟋蟀叫聲的其中一種因子，Block (1966) 則證明了唧叫聲的速率與溫度呈函數之關係。

關於蟋蟀發音的機制已有數篇報告作了詳細的描述，如 Baily 和 Broughter (1970), Bennet-Clark (1970) 等是，其原理是彈器 (Scraper) 與弦器 (Stridulatory file or File) 互相摩擦而發生振動。本文則據在此對臺灣的種類做近似的研究，針對臺灣閻魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 雄性求偶時的發音背景與聲音的結構作深入的研究，以資了解蟋蟀整個求偶行為的發生過程。

材料與方法

本實驗用之臺灣閻魔蟋蟀 *T. taiwanemma* 直接採集自南港中央研究院的草坪上，將採來的蟋

蟋飼養於高 35 公分，直徑 20 公分的玻璃罐中，底部覆蓋約 4~5 公分厚的泥土，餵以狗食，溫度控制於 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ，濕度是 $70 \pm 15\%$ 的室內。

實驗共分四部分：(1)觀察蟋蟀發音器的部位，採用兩種方式，先將翅取下，使彈器及弦器外露，利用普通光學顯微鏡照相，然後再利用掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察弦器及彈器或摩擦片，其方法如前 (Chow, et al., 1980)。(2)單獨一隻雄蟋蟀時，記錄其叫聲；(3)在雄蟲的玻璃罐內加入一雌蟲時，記錄其叫聲；(4)將兩隻雄蟲放入同一玻璃罐內時，記錄其叫聲。

錄音時，採用美製 Gould 公司的 Model 6500 型調頻磁帶錄音機，及 Shure 公司的 Model 578 型麥克風 (microphone)，將錄下的原音，直接送入 KAY 公司的數位式聲音分析儀 (Model 74800 加上 Model 7900 繪圖機) 作成聲圖，進行分析。

結 果

雄蟲發出求偶的聲音時，在室內並無一定的時刻，從白天至夜晚，皆可聽到它們發出呼喚的叫聲。而且，其呼喚的位置並不像種 *S. acletus* 的昆蟲限定在其隧道內進行，而是在出口處，以腹末部朝外的方式進行，或是棲身於落葉、枯葉及草葉的下面，摩擦其雙翅，以便呼喚雌蟲的到來。

發音器的構造 (The structure of Stridulatory organ): 臺灣閣魔蟋蟀的翅型如圖一所示，其長 14.1 mm、寬 7.0 mm。彈器的構造如圖二所示，弦器的構造如圖三 a, b, c 所示。臺灣閣魔蟋蟀弦器的散佈密度並不一致，而是近彈器的基部密度最高，然後依次遞減至尖端最少，如圖四所示。而弦器的寬度也是不一致，經觀察發現兩端的寬度較小，而中間部位最寬，如圖五所示。

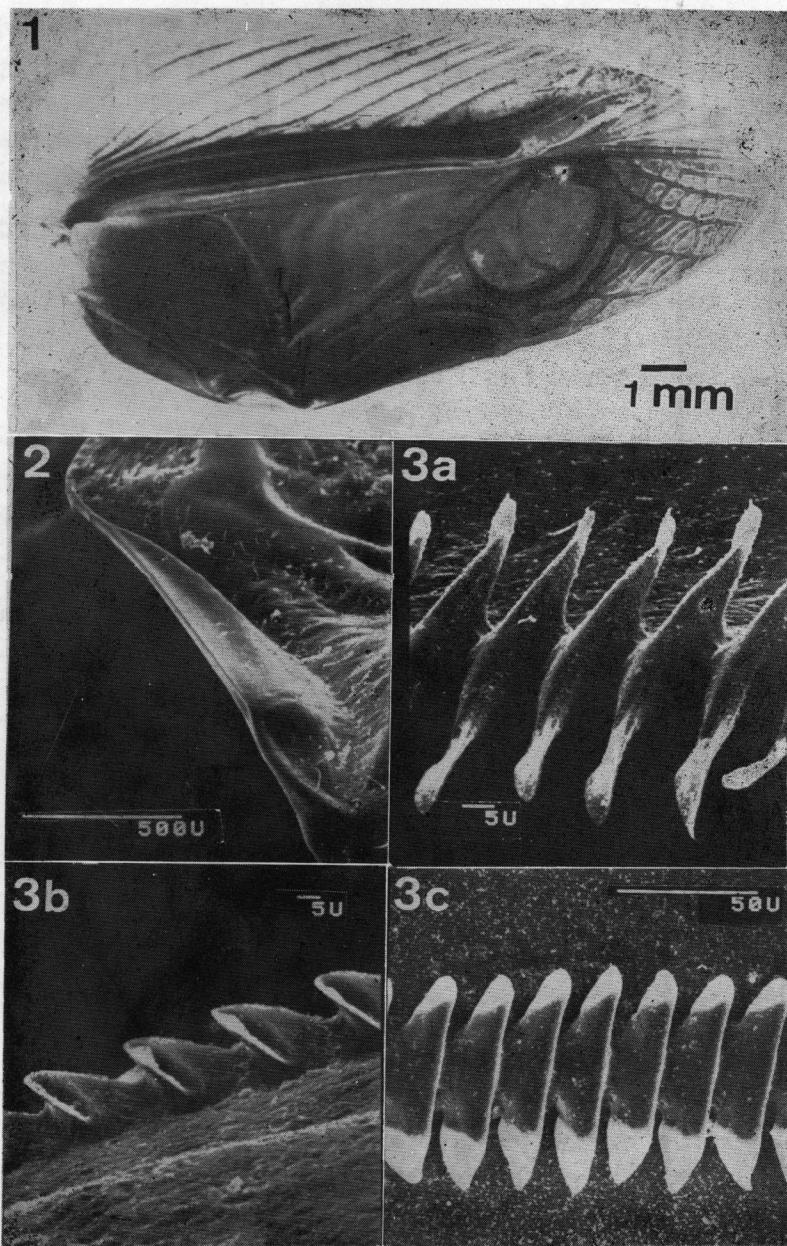
經分析雄性蟋蟀的發音記錄，共可歸納成三種不同型式的呼喚性叫聲，即第 I 型呼喚 (Type I calling song)，第 II 型呼喚性 (Type II calling song)，第 III 型呼喚性 (Type III calling song) 叫聲、求偶性叫聲 (Courtship song)，以及攻擊性叫聲 (Aggressive song)，茲分別描述如下：

(一) 第 I 型呼喚性叫聲，本類型的叫聲結構如圖六所示，每一片語 (Phrase)，可由 5~6 個脈動 (Pulse) 所構成，其間並無短促的唧聲 (Chirp) 出現。片語間的間隔 (inter-phrase) 為 2.592 ± 0.249 秒，本類型的叫聲為雄蟲單獨存在時所發出的叫聲，亦是雄蟲由靜止狀態開始發出呼喚的起始叫聲，其持續時間則視該蟲與環境接觸的狀況而定。如果未與雌蟲接觸則仍舊維持以本類型為主的叫聲；偶而會受其他雄蟲的干擾而改變其叫聲，但是只要干擾除去即恢復本類型的叫聲。

第 II 型呼喚性叫聲，此類型的結構是每一片段片語皆由兩個緊臨的唧叫聲構成，其間隔時間為 0.143 ± 0.008 秒。起始叫聲由 5~6 個脈動組成，緊接的唧叫聲則由 2~5 個脈動組成，如圖七所示。本型叫聲混雜在第 I 或第 III 型呼喚性叫聲中，很少以持續性的情況出現。

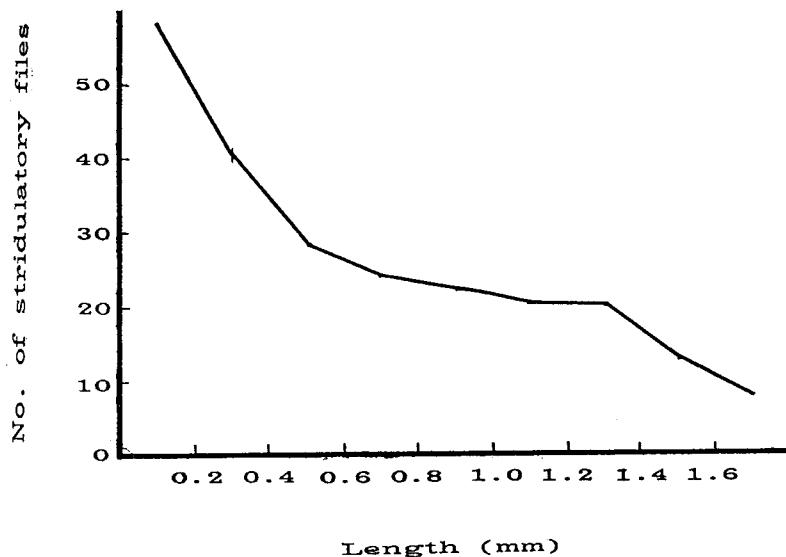
第 III 型呼喚性叫聲，此類型的叫聲如圖八所示，其結構是每一片語皆由至少 4 個以上的連續唧叫聲，多數則由 5 個整齊的唧叫聲所構成。起始叫聲由 5~6 個脈動所組成，其脈動數的出現是依不規則的秩序所組成。脈動時間 0.097 ± 0.002 秒，每一段片語 3.397 ± 0.743 秒，兩片語之間隔是 0.334 ± 0.034 秒。

求偶性叫聲，本類型聲音的結構圖，如圖九所示，每一段片語是由一起始的唧叫聲加上一段緊接在後面整齊而規律的顫動聲 (Trill) 構成。唧叫聲由 6~7 個脈動組成，顫動聲則至少由 29 個以上的脈動構成。每一段片語的時間是 2.447 ± 0.303 秒，片語間隔為 0.84 ± 0.242 秒。當雌蟲受到雄蟲呼喚性叫聲之吸引而前來後，雄蟲便發出此求偶性叫聲，以便雌蟲答應與雄蟲進行交尾；然而未經呼喚性叫聲的程序，而意外與雌蟲相遇時（例如人為方式將雌蟲置入雄蟲罐中），不論當時之雄蟲是在靜止或其他呼喚性叫聲下，皆會立刻發出求偶性叫聲，一直持續至交尾時；若在求偶性叫聲其間將雌蟲取出，則雄蟲立刻改以第 III 型呼喚性叫聲再進行呼喚雌蟲，若再將雌蟲置入，則立刻換上求偶性



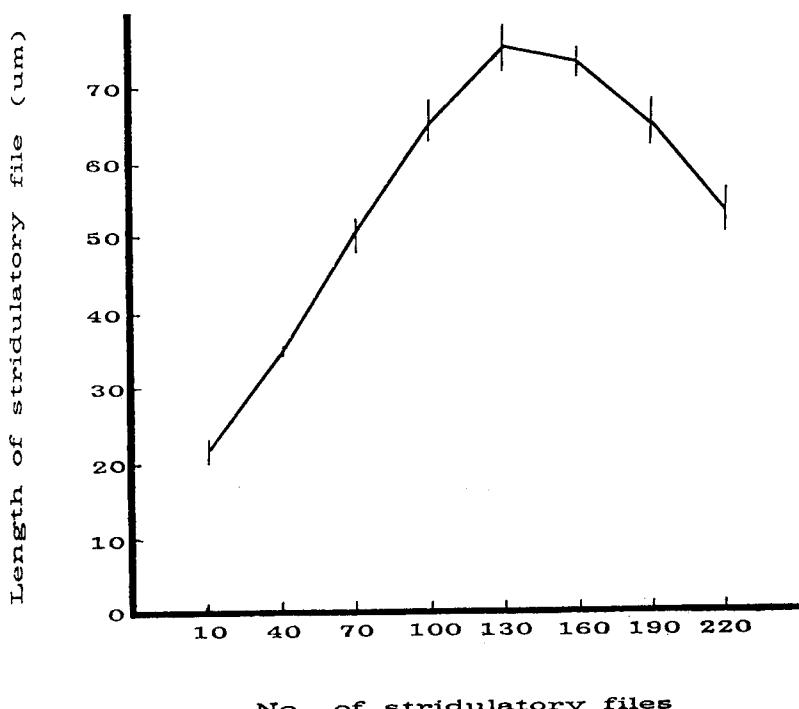
圖一 臺灣閣魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 的翅形外觀
圖二 臺灣閣魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 彈器的形狀
圖三 臺灣閣魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 弦器的形狀
(a)斜視圖，(b)側視圖，(c)正視圖。

- Fig. 1. The wing shape of *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura).
Fig. 2. The scraper of the *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura).
Fig. 3. The photographs of the stridulatory file of *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) (a) a dorso-lateral view, (b) a lateral view, (c) a dorsal view.



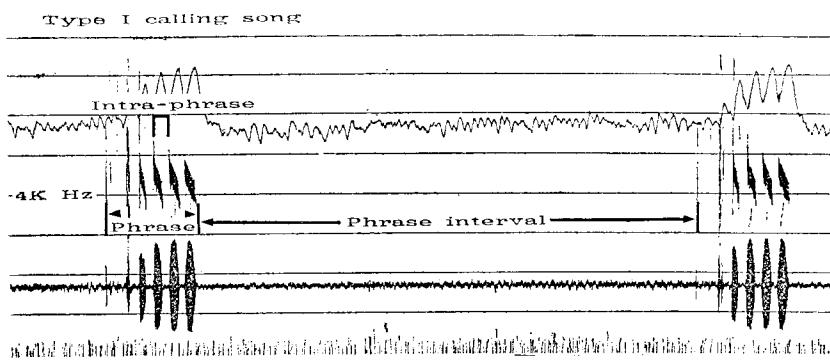
圖四 每 0.2 mm 長度內弦器分佈量（由近彈器端為起始點）

Fig. 4. The number of stridulatory file in every 0.2 mm from proximal end of the scraper.



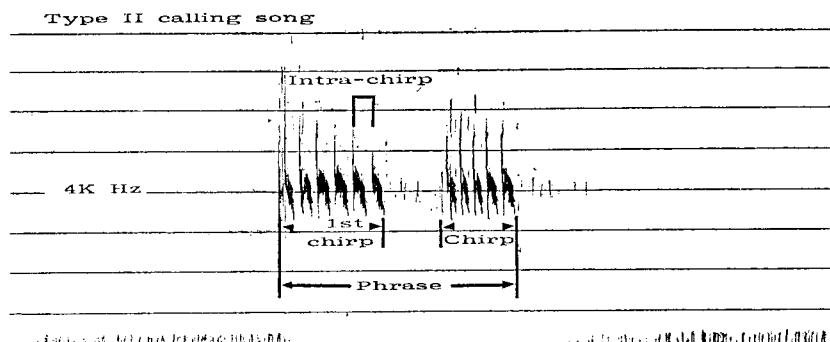
圖五 各個弦器長度的測量值

Fig. 5. The length of each stridulatory file.



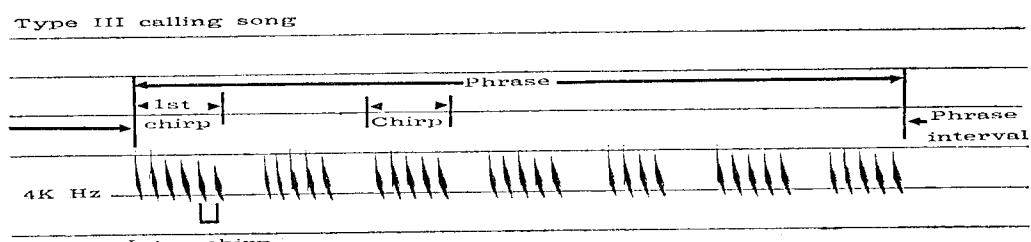
圖六 第I型呼喚性叫聲分析圖

Fig. 6. A sonagram of the type I calling song.



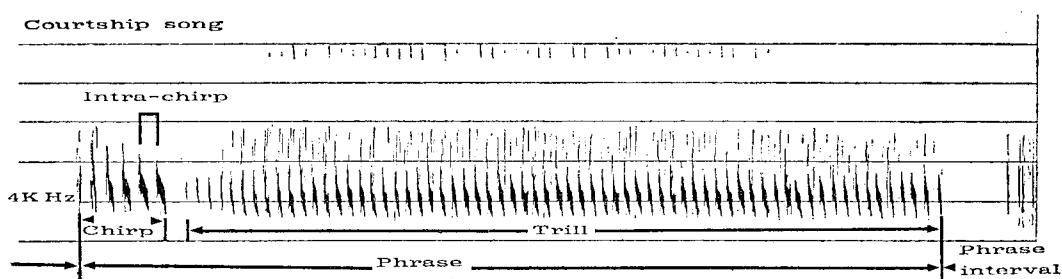
圖七 第II型呼喚性叫聲分析圖

Fig. 7. A sonagram of the type II calling song.



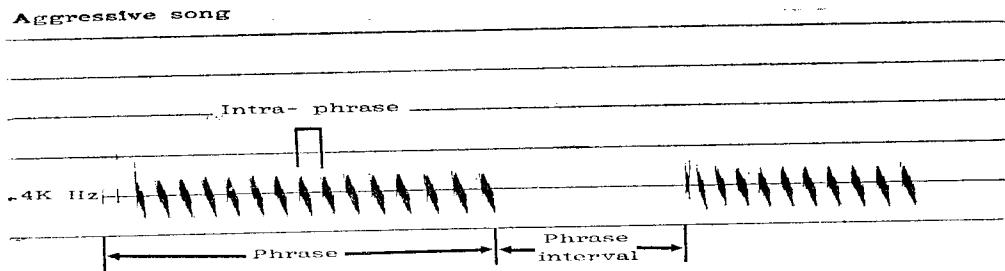
圖八 第III型呼喚性叫聲分析圖

Fig. 8. A sonagram of the type III calling song.



圖九 求偶性叫聲分析圖

Fig. 9. A sonagram of the courtship song.



圖十 攻擊性叫聲分析圖

Fig. 10. A sonagram of the aggressive song.

叫聲。

攻擊性叫聲，本類型的聲音圖如圖十所示，每一片語由 11—15 個脈動所構成，片語間隔 1.621 ± 0.526 秒。每段片語持續 0.837 ± 0.111 秒。因蟋蟀具有領域行為，故成蟲特別是雄蟲，遇到另一隻雄蟲時，便會發出此攻擊性叫聲，若此叫聲未能讓任何一方退却，則會進行攻擊行為，彼此以大顎相互咬打，輸的一隻才遠離；輸者若未離開，勝者仍以此攻擊性叫聲進行驅趕。今將各種聲音資料整理成表 1 與表 2，以供參考。

表一 臺灣閣魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 的聲音組成
Table 1. The structure of the different kind of calling songs of crickets

Sound	Phrase (sec)	Phrase interval (sec)	No. of pulse	Chirp time (sec)	Intra-chirp (sec)
Type I	$0.253 \pm 0.007(20)^*$	$2.592 \pm 0.249(39)$	5(60%) 6(40%)	0.253 ± 0.007	0.047 ± 0.001
Type II	$0.526 \pm 0.024(12)$	—	5(33%) 6(67%)	0.25 ± 0.004	0.049 ± 0.002
Type III	$3.397 \pm 0.743(30)$	$0.334 \pm 0.034(11)$	5(25%) 6(75%)	0.226 ± 0.021	0.042 ± 0.002
Courtship	$2.447 \pm 0.303(28)$	$0.84 \pm 0.242(28)$	6(83%) 7(17%)	0.278 ± 0.015	0.045 ± 0.002
Aggressive	$0.837 \pm 0.111(28)$	$1.621 \pm 0.526(32)$	10	0.837 ± 0.111	0.063 ± 0.002

* Number of songs collected.

表二 臺灣閣魔蟋蟀 *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) 各種叫聲的高低頻率
Table 2. The frequencies of different calling songs

	Low frequency (Hz)	High frequency (Hz)
Type I	3.811 ± 0.015	4.553 ± 0.034
Type II	3.775 ± 0.029	4.65 ± 0.096
Type III	3.833 ± 0.054	4.833 ± 0.012
Courtship	3.808 ± 0.043	4.875 ± 0.082
Aggressive	3.475 ± 0.044	4.411 ± 0.037

討 論

自從開始研究異性昆蟲的呼喚行為時，大家便認定異性的叫聲是由對方誘導所引起。例如在燈蛾 *Pyrrharctia isabella*，最近發現其雄蛾的性費洛蒙亦可引起雌蛾發出特別的聲音 (Krasnoff & Yager, 1988)；而在蟋蟀 *Leptophyes punctatissima*，雄性的叫聲完全由發情的雌性所引起 (Robinson *et al.*, 1986)。因此學者便注意不同性別昆蟲所扮演的角色。臺灣閣魔蟋蟀 *T. taiwanemma* 雄蟲具有五種不同型式的叫聲，而其叫聲的型式則因雌蟲的存在與否而轉變，故推測第 I 、 II 與 III 型呼喚性叫聲具有呼喚雌蟲前來的功能，亦可能具有向其他雄蟲宣告其領域範圍的作用；但詳細的情形則仍須進一步以所錄的聲音進行呼喚、求偶、與攻擊試驗後，方能確定。

誌 謝

本論文研究經費由中央研究院動物所供給，陳玉華小姐協助養蟲，著者等在此特別誌謝。

參 考 文 獻

- Bailey, W. J. and W. B. Broughton. 1970. The mechanics of stridulation in bush crickets (Tettigoniaisea, Orthoptera). II. Condition for resonance in the tegminal generator. *J. Exp. Biol.* 52: 507-517.
- Bennet-Clark, H. C. 1970. The mechanism and efficiency of sound production in male crickets. *J. Exp. Biol.* 52: 619-652.
- Chow, Y. S., S. S. Tzean, C. S. Chang and C. H. Wang. 1980. A morphological approach of the Tarsonemid mite *Sterestarsonemus spinki* Smiley (Tarsonimidae) as a rice plant pest. *Acta. Arachnol.* 29: 25-41.
- Forrest, T. G. 1983. Phonotaxis and calling in Puerto Rican male crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 76: 797-799.
- Krasnoff, S. B. and D. D. Yager. 1988. Acoustic response to a pheromonal cue in the arctiid moth *Pyrrharctia isabella*. *Physiol. Entomol.* 13: 433-440.
- Michelsen, A. and H. Nocke. 1974. Biophysical aspects of sound communication in insects. *Adv. Insect Physiol.* 10: 247-296.
- Nevo, E. and S. A. Blondheim. 1972. Acoustic isolation in the speciation of male crickets. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 65: 980-981.
- Nickerson, J. C., D. E. Snyder and C. C. Oliver. 1979. Acoustic burrows constructed by male crickets. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 72: 438-440.
- Popov, A. V., V. F. Shuvalov, A. N. Kntazev, N. A. Klar-Spasovskata. 1974. Calling song of crickets (Orthoptera, Gryllidae) of southwestern Tadzhikistan. *Entomol. Rev.* 53: 11-24.
- Robinson, D., J. Rheinlaender and J. C. Hartley. 1986. Temporal parameters of male-female sound communication in *Leptophyes punctatissima*. *Physiological Entomol.* 11: 317-323.
- Ulagaraj, S. M. 1974. Male crickets: Ecology, behavior, and dispersal flight (Ortho-

ptera: Gryllotalpidae: Scapteriscus). Environ. Entomol. 4: 265-273.
Ulagaraj, S. M. 1976. Sound production in male crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae: Scapteriscus). Ann. Entomol. Soc. Amer. 69: 299-306.

ACOUSTIC ANALYSIS IN TAIWAN CRICKET *TELEOGRYLLUS TAIWANEMMA* (OHMACHI ET MATSUURA) (ORTHOPTERA : GRYLLIDAE)

Yieng-Shing Chow, Cheng-I Chieng, Ru-Shiow Tsai
and Rong Kou

*Institute of Zoology, Academia Sinica, Nankang,
Taipei, Taiwan, R. O. C.*

Five different songs are emitted from the male cricket, *Teleogryllus taiwanemma* (Ohmachi et Matsuura) by the vibration between scraper and stridulatory file of the wing. They are courtship and aggressive songs, and three types of calling songs. The mode of songs is composed of phrases and chirps. Both of them are constructed by different number of pulses. The phrase time interval of type I and type II calling songs are shorter than those of type III and courtship songs, whereas that of the aggressive song is stood in the middle. When the male adult meets a female, a courtship song will be elicited. But if it meets another male, an aggressive song will be turned on.

(Key words: *Teleogryllus taiwanemma*, scaper, stridulatory file, courtship song, aggressive song, sonagraph)