



## 築巢空間對赭黃原喙螺羸（膜翅目：胡蜂科）育幼室建造與子代表現影響

徐謙<sup>1\*</sup>、陸聲山<sup>2</sup>、蕭旭峰<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣大學昆蟲學系 106216 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號

<sup>2</sup> 農業部林業試驗所森林保護組 100051 臺北市中正區南海路 53 號

\* 通訊作者 email: [r06632008@ntu.edu.tw](mailto:r06632008@ntu.edu.tw)

收件日期：2024 年 7 月 30 日 接受日期：2024 年 12 月 2 日 線上刊登日期：2024 年 12 月 13 日

### 摘 要

赭黃原喙螺羸 (*Rhynchium brunneum* Fabricius, 1793) 為臺灣平地地區最常見之借坑性蜂類，然而過往於中國大陸及越南地區對該物種築巢行為的觀察結果則顯示出地域性差異，而有待對臺灣地區之族群進行研究。本研究透過以管道長度 150-430 mm、管徑 4-22 mm 之竹管誘引赭黃原喙螺羸雌蟲建造育幼室，分析築巢空間對育幼室建造影響。自 2017 年 9 月至 2020 年 8 月間共收取 72 根竹管，總計 259 個育幼室。結果顯示，赭黃原喙螺羸育幼室數量隨竹管長度增加而呈上升趨勢，數量最高可至八個，育幼室長度則不隨管長變化；管徑增加時，育幼室長度呈下降趨勢、容積則上升。在子代表現上，管徑上升時，雄蟲比例下降、雄蟲體型上升、雌蟲體型則無差異。

**關鍵詞：**築巢行為、借坑性、赭黃原喙螺羸、育幼室。

### 前 言

膜翅目、細腰亞目 (Apocrita)、有螫類 (Aculeata) 中，不具社會性之物種通稱為獨棲性蜂類 (solitary bees and wasps)，當中包含多數花蜂 (bees) 及狩獵蜂 (hunting wasps) (O'Neill, 2001; Triplehorn *et al.*, 2005)。多數獨棲性蜂類會建造育幼室 (brood cell, BC)、於其中產卵並存放幼蟲存糧後將其封口，幼蟲孵化後自行取食存糧而成長直至羽化 (Michener, 2007; O'Neill, 2001)。獨棲性蜂類具有多樣的育幼室型式、建造環境、以及建造材料，當中使用既有人為或天然的坑洞、管道，如鑽木鞘翅目 (wood-boring beetles) 在植物體鑽蛀所產生之管道或其他蜂類所遺棄之育幼空間者，本研究稱為借坑性築巢蜂類 (trap-nesting bees and wasp)

(Hisamatsu and Suzuki, 1988; Krombein, 1967; O'Neill, 2001)。

借坑性築巢蜂類建造育幼室時使用之巢材根據類群而有所不同，多數會收集泥砂製作泥團，以堆砌分隔巢室的隔牆 (mud partition, MP)，此外尚有部分類群以草本植物莖幹、剪切之葉片、或是樹脂團塊等不同材質製作隔牆 (Barthélémy, 2012; Krombein, 1967; O'Neill, 2001)，較特化的物種甚發展出於隔牆間填塞忌避性物質的行為以防禦天敵入侵 (Staab *et al.*, 2014)。借坑性蜂類巢室結構包含後端空間 (empty space, ES)、隔牆、育幼室、居間室 (intercalary cell, IC) 及前庭室 (vestibular cell, VC)，管道開口處則由較厚實的封口栓 (closing plug, CP) 將開口封閉 (Krombein, 1967; Polidori *et al.*, 2011)。

赭黃原喙螺羸 (*Rhynchium brunneum*) 為臺灣平地地區最常見之借坑性蜂類 (Lu *et al.*, 2016), 其築巢生物學最早由 Li *et al.* (1975) 於 1973 年至 1974 年間於中國大陸揚州地區進行田野觀察, 且觀察到捕捉螟蛾科、夜蛾科、舟蛾科之多種農業害蟲幼蟲作為子代存糧而認為具有生物防治上的應用價值, Dang and Nguyen (2019) 則於 2013 年至 2014 年間於越南地區 7 個樣點設置竹管及蘆葦誘引陷阱進行研究, 並分析獵物種類、築巢時間、子代生活史及性別數量及育幼室內之伴生生物; 然而兩者在所觀察到的育幼室建造數量上限及生活史長度上皆有落差。根據 Sears *et al.* (2001) 於 1998 年至 1999 年間於美國加利福尼亞州對兩棲息地內 *Symmorphus* 屬螺羸族群之築巢行為研究結果, 於兩地所建造之巢室除育幼室內所存放之獵物物種差異外, 尚有巢室結構上的不同, 顯示對借坑性螺羸築巢行為之研究結果可能因地域上的差異而有所不同。因此本研究針對臺灣地區之赭黃原喙螺羸族群進行研究, 探討築巢空間資源利用下, 育幼室的建造對赭黃原喙螺羸子代體型表現。

## 材料與方法

### 一、研究蟲源

本研究所使用之試驗蟲源為誘引自臺灣大學園藝分場及鄰近地區之赭黃原喙螺羸族群。誘集方式採用以網綁成束之竹管誘引雌蟲建造育幼室, 並於育幼室建造完成後收集巢室內之幼蟲加以飼養至羽化; 竹管來源為堆放於臺灣大學農業昆蟲館外, 經日曬等作用而黃化之傾倒竹段, 選用尺寸落於長度 150~430 mm、內徑 4~22 mm 區間之竹節, 以手斧去除側枝後, 自一側鋸斷竹管以形成單端開口, 並以手斧沿垂直方向劈開, 將內壁碎屑與纖維刷除後以鐵絲網綁固定。研究共使用 47 根竹管, 竹管排列堆放在於塑膠籃中並設置於農業昆蟲館網室區之半陰處以誘引雌蟲建造育幼室。

育幼室以是否觀察到封口栓作為建造完成的辨別基準; 已建造完畢之竹管帶回實驗室後, 將鐵絲解開並緩慢打開竹管, 以避免巢室內存糧物掉落或造成隔牆破裂; 將育幼室內幼蟲及存糧取出, 裝入管長 65 mm、管徑 20 mm, 鋪設有紙巾的玻璃管中, 並以棉球封住管口, 於玻璃管外標註育幼室收取時間及編號。飼養幼蟲之玻璃管放置於紙盒中並加蓋遮光, 置於步入式生長箱 (walk-in incubator) 中, 環境溫度設置為  $27 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , 飼養至個體羽化後進行

鑑定, 以剔除由黃緣前喙螺羸 (*Anterhynchium flavomarginatum formosicola*) 為主的其他借坑性蜂類所使用的竹管。

### 二、育幼室觀察

經鑑定確認為赭黃原喙螺羸育幼室的竹管將以游標尺對育幼室尺寸數據進行測量, 育幼室容積 (V) 計算方式如下列公式:

$$V = L \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$$

當中 L 為育幼室長度 (單位: mm), 測量方式為巢室兩側隔牆由中心點測量之相隔距離, D 則為育幼室所在竹管之管徑 (單位: mm)。

育幼室寄生率則以出現寄生者之育幼室數量除以管道育幼室總數進行計算。測量完畢之竹管則將內部殘餘物清除、清洗乾燥後重新以鐵絲綁回, 並放回至網室以再次誘引雌蟲建造育幼室。

### 三、子代表現觀察

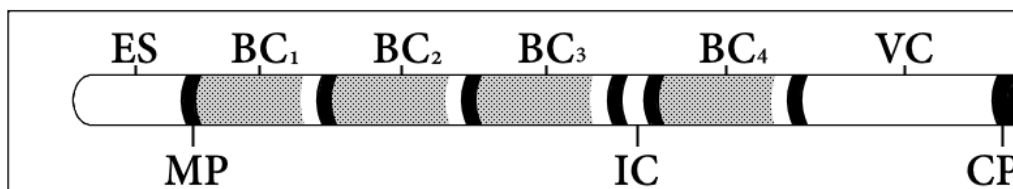
子代性別紀錄方式為待收取個體羽化後進行鑑定、記錄, 並以管內雄蟲隻數除以羽化個體總數作為雄蟲比例, 比較管徑對雄蟲比例的影響。

體型測量方式參考 Polidori *et al.* (2011) 之研究方法, 以成蟲頭寬代表體型; 測量方式為待飼育個體死亡、插針製成乾燥標本後, 以電腦連接式解剖顯微鏡 (LEICA Z16 APO; Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) 拍攝照片並使用 Helicon focus 程式 ([www.heliconsoft.com/heliconsoft-products/helicon-focus](http://www.heliconsoft.com/heliconsoft-products/helicon-focus)) 進行疊圖, 記錄頭部正面影像; 疊圖取得清晰影像後, 以 Image J (<https://imagej.nih.gov/ij/>) 程式進行測量, 以取得頭寬數據, 並與管徑及育幼室容積進行分析。

### 四、統計方法

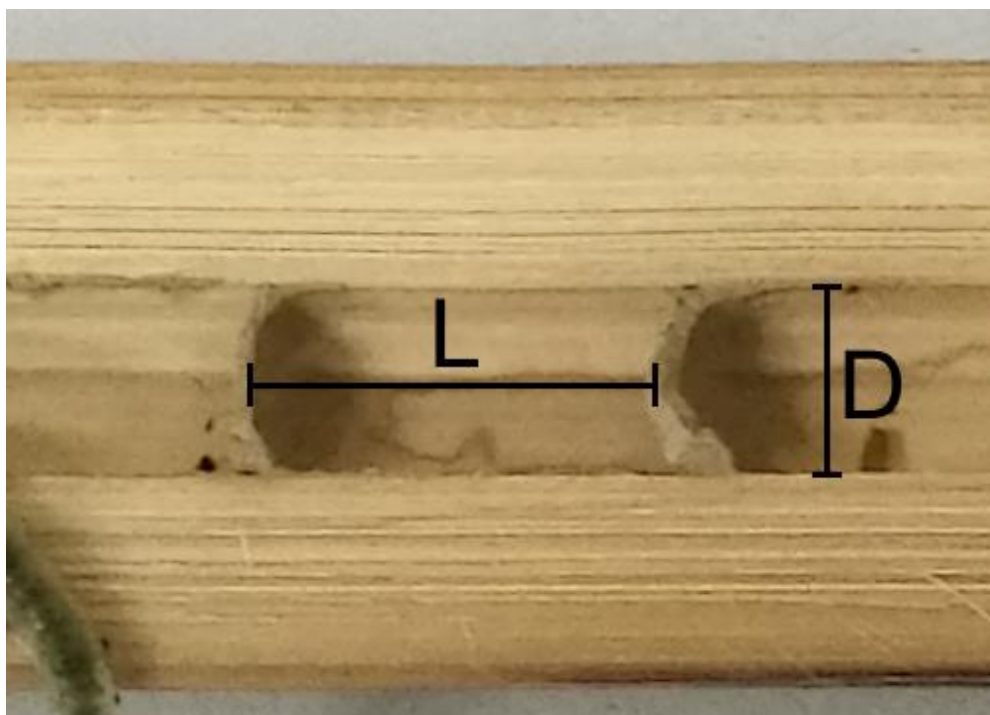
所取得之育幼室數據將於統計軟體 R (<https://www.r-project.org/>) 使用簡單線性迴歸分析 (Simple regression analysis), 以管長與管徑為因子, 對育幼室數量、長度、及容積進行分析, 若數據不符合常態分布時, 則參考 Dang and Nguyen (2019) 對野生竹管數據所使用之統計方法, 以肯德爾等級相關係數 (Kendall tau rank correlation coefficient) 對竹管及育幼室數據進行分析。

子代體型數據同樣使用簡單線性迴歸分析, 以管徑及育幼室容積為因子, 對不同性別之頭寬進行分析; 雄蟲比例則僅以管徑為因子進行分析。數據不



圖一 借坑性蜂類巢室結構圖。ES：後端空間；MP：隔牆；BC：具有存糧之育幼室；IC：居間室；VC：前庭室；CP：封口栓。修改自 Krombein (1967)。

Fig. 1. Structure of the nest of trap-nesting bees and wasps. ES: empty space; MP: mud partition; BC: provisioned brood cell; IC: intercalary cell; VC: vestibular cell; CP: closing plug. Modified from Krombein (1967).



圖二 管道與巢室尺寸測量方式。長度測量根據圖中黑色線段 L 所示；管徑測量根據圖中黑色線段 D 所示。

Fig. 2. Measurement methods of the tunnel and nest cell dimensions. Length is measured by the black line (L), and diameter is measured by the black line (D).

符合常態分布時，同樣改以肯德爾等級相關係數進行分析。

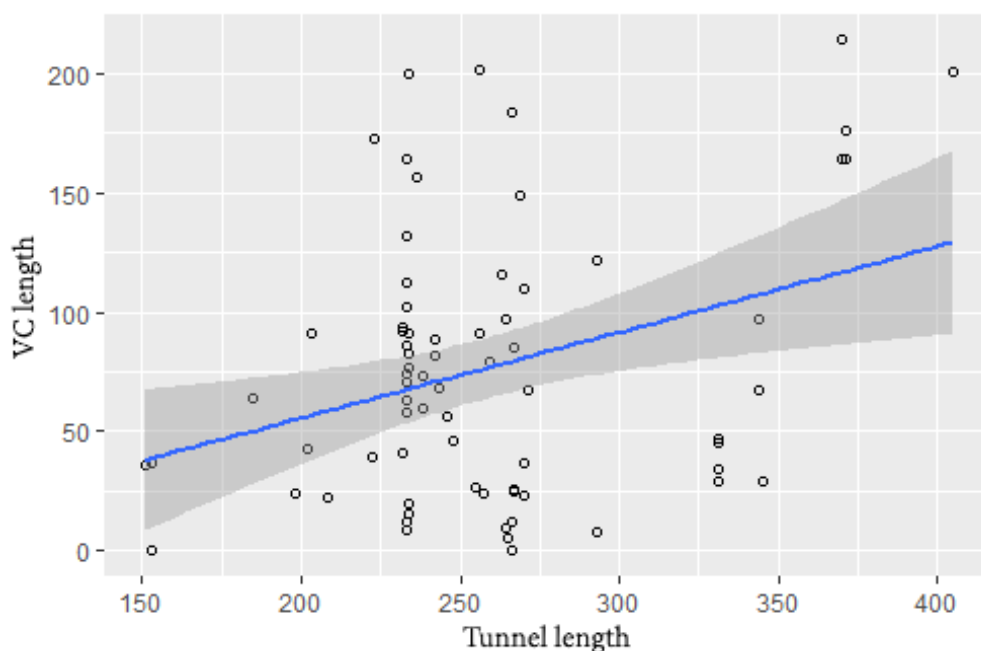
## 結 果

本研究自 2017 年 9 月起，直至 2020 年 8 月間共收取 92 根竹管，當中鑑定為由赭黃原喙蜾蠃所建造育幼室（圖一）者共 72 根，被使用的管道尺寸（圖二）區間為長度 151~405 mm、內徑 5~13 mm，並有 70 根具有前庭室，而單根竹管內育幼室數量最高為 8 個，總計收取 259 個育幼室；然而當中有 1 個育幼室長度為數倍於其他育幼室，高達 164 mm，推測為建造時因未知因素干擾而導致隔牆建造位置異常，因此在後續育幼室長度與容積相關的分析上

將其作為離群值剔除。

因竹管管長 (N= 72) (Shapiro-Wilk test:  $p= 1.848e-05$ )、竹管管徑 (N= 72) (Shapiro-Wilk test:  $p= 0.01409$ )、前庭室長度 (N= 72) (Shapiro-Wilk test:  $p= 0.003627$ )、育幼室數量 (N= 72) (Shapiro-Wilk test:  $p= 0.004234$ )、育幼室長度 (N= 258) (Shapiro-Wilk test:  $p= 1.492e-10$ ) 及育幼室容積 (N= 258) (Shapiro-Wilk test:  $p= 1.538e-11$ ) 皆不符合常態分布而無法使用簡單線性迴歸分析，因此改以肯德爾等級相關係數對各數據進行分析。

結果顯示，管長與前庭室長度 (N= 72) 無相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau= 0.1016$ ,  $p= 0.2156$ ) (圖三)；管長與育幼室數量 (N= 72) ( $\tau= 0.2677$ ,  $p= 0.002179$ ) 及育幼室容積 (N= 258) ( $\tau=$



圖三 竹管管長對前庭室長 (N= 72) 所做之散佈圖，根據肯德爾等級相關係數分析結果，兩者並無相關性 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1016$ ,  $p = 0.2156$ )。

Fig. 3. The correlation between the scatter plot of tunnel length and vestibular cell length (N= 72) was compared using the Kendall tau rank correlation coefficient. The result shows no correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1016$ ,  $p = 0.2156$ ).

0.1917,  $p = 7.337e-06$ ) 具相關性，與育幼室長度 (N= 258) ( $\tau = -0.0639$ ,  $p = 0.142$ ) 則無相關。因此，當管道長度增加時，育幼室數量呈上升趨勢 (圖四 A)，而育幼室長度不隨管長有趨勢變化 (圖四 B)，育幼室容積則呈較低的上升趨勢 (圖四 C)。

管徑則與育幼室數量 (N= 72) 無相關 ( $\tau = 0.1307$ ,  $p = 0.1566$ )，與育幼室長度 (N= 258) ( $\tau = -0.0952$ ,  $p = 0.03836$ ) 及育幼室容積 (N= 258) ( $\tau = 0.6725$ ,  $p < 2.2e-16$ ) 具相關性。而管徑增加時，育幼室數量不隨管徑有趨勢變化 (圖五 A)；育幼室長度呈現低度負相關 (圖五 B)，育幼室容積則呈上升趨勢 (圖五 C)。

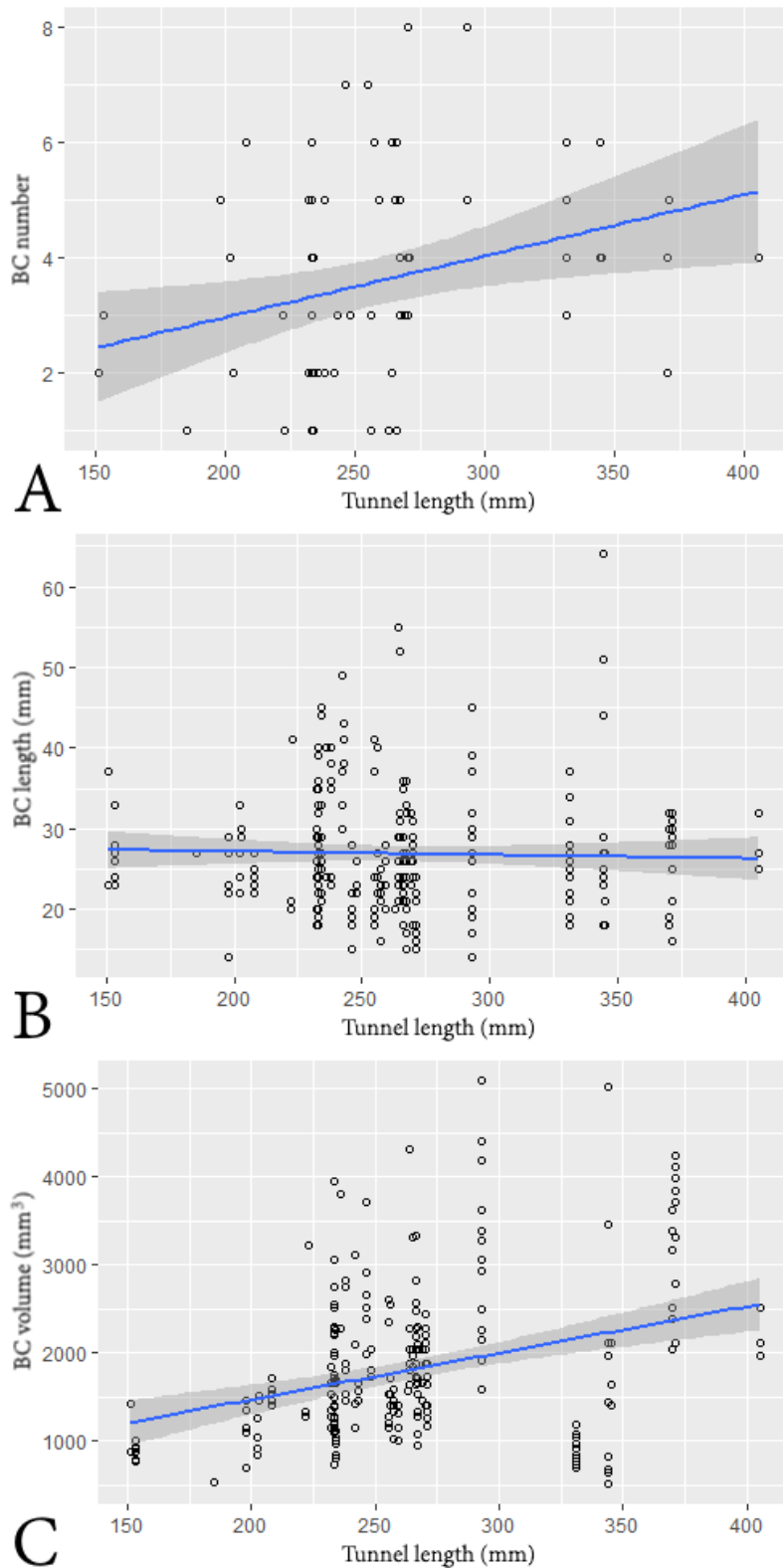
在子代表現上，259 個育幼室中共有 190 隻個體成功飼育至成蟲，包含 128 隻雄蟲及 62 隻雌蟲。管徑與雄蟲比例 (N= 72) 呈負相關 ( $\tau = -0.3572$ ,  $p = 0.0001736$ )，當管徑上升時，雄蟲比例呈下降趨勢 (圖六)。

然而於飼養過程中因容器傾倒導致 1 隻雄蟲逃逸故無法測量形質數據，因此後續分析中雄蟲樣本數將調整為 127 隻。兩性別體型 ( $N_{\sigma} = 127$ ,  $N_{\varphi} = 62$ ) (Shapiro-Wilk test:  $p_{\sigma} = 0.5100$ ,  $p_{\varphi} = 0.7328$ ) 皆呈常態分布，但因管道尺寸數據非呈常態分布，因此仍以肯德爾等級相關係數對各數據進行分析。

在管道尺寸對子代體型影響的分析上，管徑與雄蟲頭寬 (N= 127) ( $\tau = 0.1338$ ,  $p = 0.03916$ ) (圖七 A) 呈正相關、與雌蟲頭寬 (N= 62) ( $\tau = 0.1529$ ,  $p = 0.103$ ) (圖七 B) 無相關性。育幼室容積則與雄蟲 (N= 127) ( $\tau = 0.1786$ ,  $p = 0.003147$ ) (圖八 A)、雌蟲 (N= 62) ( $\tau = 0.1884$ ,  $p = 0.03101$ ) (圖八 B) 頭寬皆呈正相關。

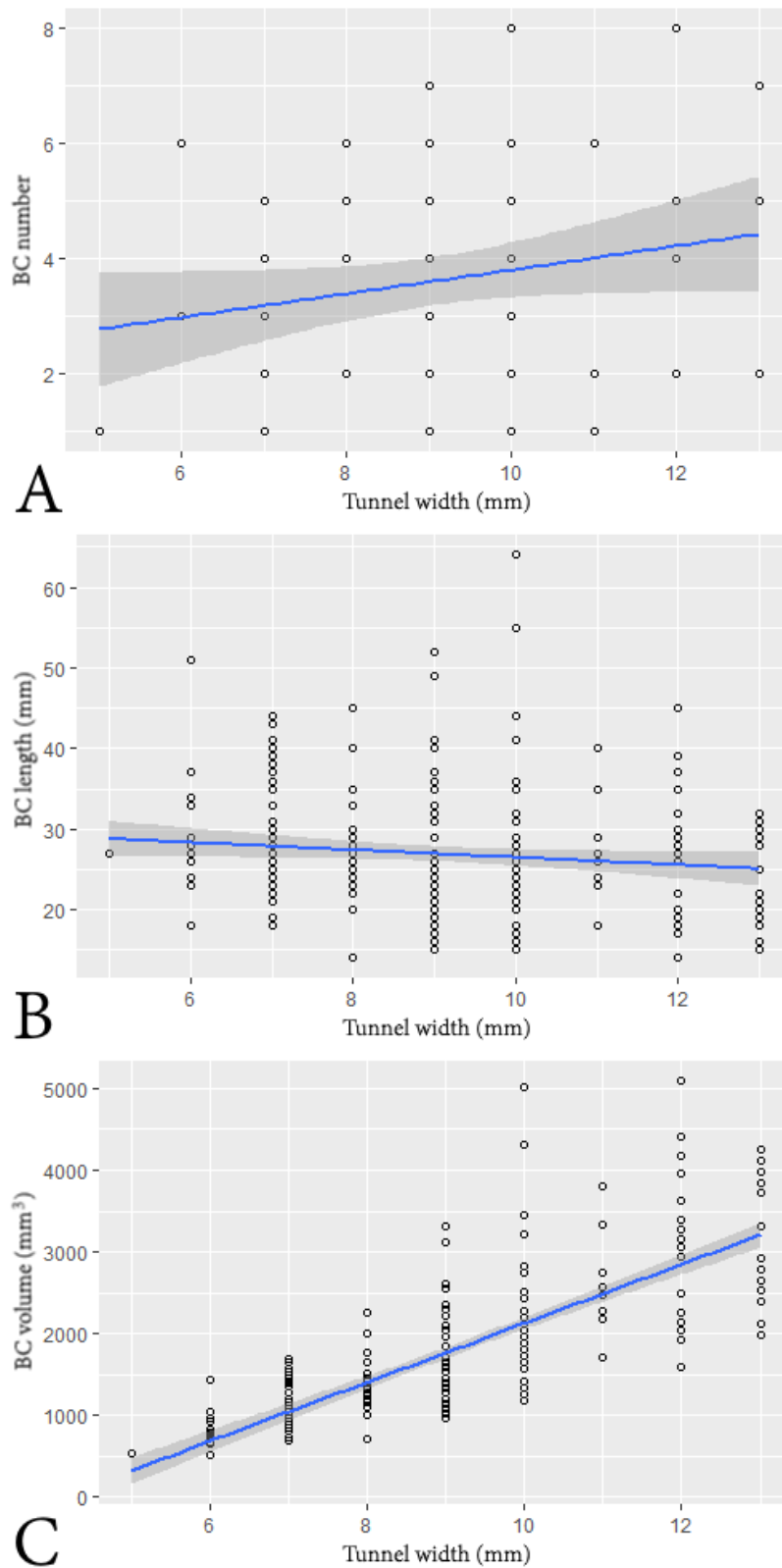
## 討 論

赭黃原喙螺羸於不同長度管道的築巢空間分配上，前庭室長度不受管道長度影響；育幼室長度不隨管道長度變化，僅有育幼室數量與管道長呈正相關，顯示於較長管道中，雌蟲傾向於建造更多的育幼室而非增加單個育幼室的長度。而於不同管徑的空間分配結果則顯示，育幼室數量與管徑無關，個別育幼室長度與管徑呈負相關，而育幼室容積則呈上升趨勢。此結果符合 Polidori *et al.* (2011) 對 *Euodynerus* 屬螺羸物種所進行之觀察記錄，但與 Dang and Nguyen (2019) 所發表對赭黃原喙螺羸的研究結果相比，在管長對育幼室長度及管徑對育幼室數量的結果上則有所差異。此外，在赭黃原喙螺羸育幼室數量上，Li *et al.* (1975) 所觀察到上限僅有 5 個，



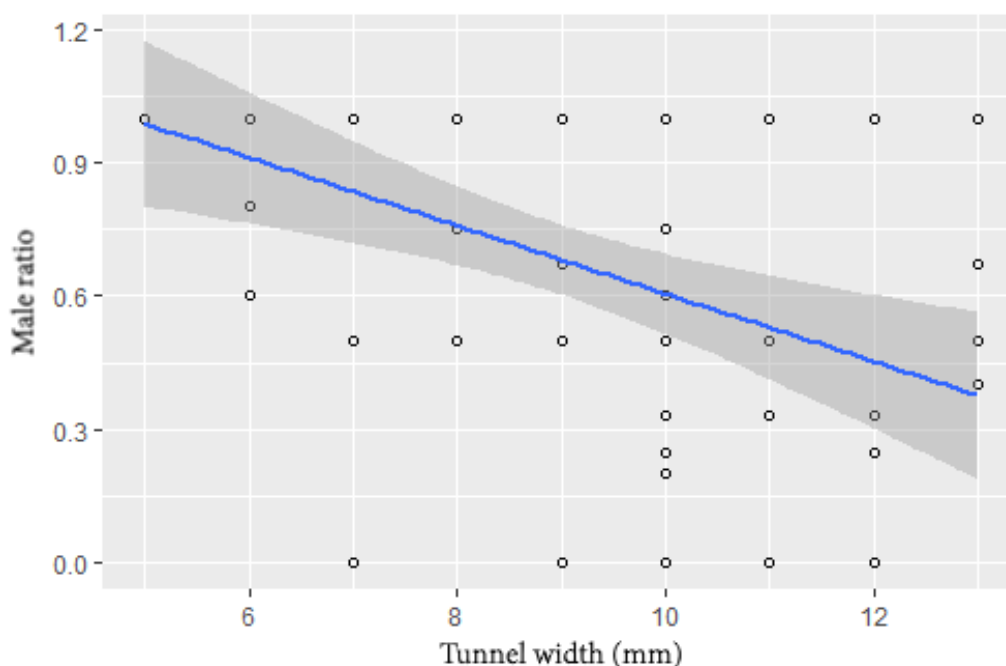
圖四 管長與育幼室數據之散佈圖，以肯德爾等級相關係數進行相關性檢定。A：管長 (N= 72) 與育幼室數量呈正相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.2677$ ,  $p = 0.002179$ )；B：管長與育幼室長度 (N= 258) 無相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = -0.0639$ ,  $p = 0.142$ )；C：管長與育幼室容積 (N= 258) 呈較低的正相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1917$ ,  $p = 7.337e-06$ )。

Fig. 4. The correlation between the scatter plot of tunnel length and brood cell data was compared using the Kendall tau rank correlation coefficient. A: tunnel length (N= 72) and brood cell number have positive correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.2677$ ,  $p = 0.002179$ ); B: tunnel length and brood cell length (N= 258) have no correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = -0.0639$ ,  $p = 0.142$ ); C: tunnel length and brood cell volume (N= 258) have lower positive correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1917$ ,  $p = 7.337e-06$ ).



圖五 管徑與育幼室數據之散佈圖，以肯德爾等級相關係數進行相關性檢定。A：管徑 (N= 72) 與育幼室數量無相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1307$ ,  $p = 0.1566$ )；B：管徑與育幼室長度 (N= 258) 呈偏低的負相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = -0.0952$ ,  $p = 0.03836$ )；C：管徑與育幼室容積 (N= 258) 呈正相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.6725$ ,  $p < 2.2e-16$ )。

Fig. 5. The correlation between the scatter plot of tunnel diameter and brood cell data was compared using the Kendall tau rank correlation coefficient. A: tunnel diameter (N= 72) and brood cell number have no correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1307$ ,  $p = 0.1566$ ); B: tunnel diameter and brood cell length (N= 258) have lower negative correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = -0.0952$ ,  $p = 0.03836$ ); C: tunnel diameter and brood cell volume (N=258) have positive correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.6725$ ,  $p < 2.2e-16$ ).



圖六 竹管管徑與雄蟲比例 (N= 72) 之散佈圖，根據肯德爾等級相關係數分析結果，兩者呈負相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = -0.3572$ ,  $p = 0.0001736$ )。

Fig. 6. The correlation was compared using the Kendall tau rank correlation coefficient in the scatter plot of tunnel diameter and male ratio (N= 72). The result shows a negative correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = -0.3572$ ,  $p = 0.0001736$ ).

Dang and Nguyen (2019) 所觀察之上限可達 11 個，而本研究所收取之竹管內育幼室最多則為 8 個。上述差異與 Sears *et al.* (2001) 所做之環境資源差異對借坑性蜾蠃巢室結構影響之結果相符合，顯示借坑性蜾蠃在管道空間資源利用策略上，即使為同一物種也容易因資源、氣候等因子而產生地域上的差異。

幼生期所獲取的營養為影響成蟲體型之因子 (Chown and Gaston, 2010)，存糧量或許為親代調控子代體型之重要機制，而赭黃原喙蜾蠃雄雌兩性別體型皆隨育幼室容積上升而增加，推測可能與育幼室的存糧容納量差異有關。然而本研究自竹管收取之育幼室存糧多已被部分取食而無法精確量化原始存糧量，未來若以人工飼養方式監測、量化存糧量，將可以檢驗子代體型與存糧量之相關性。

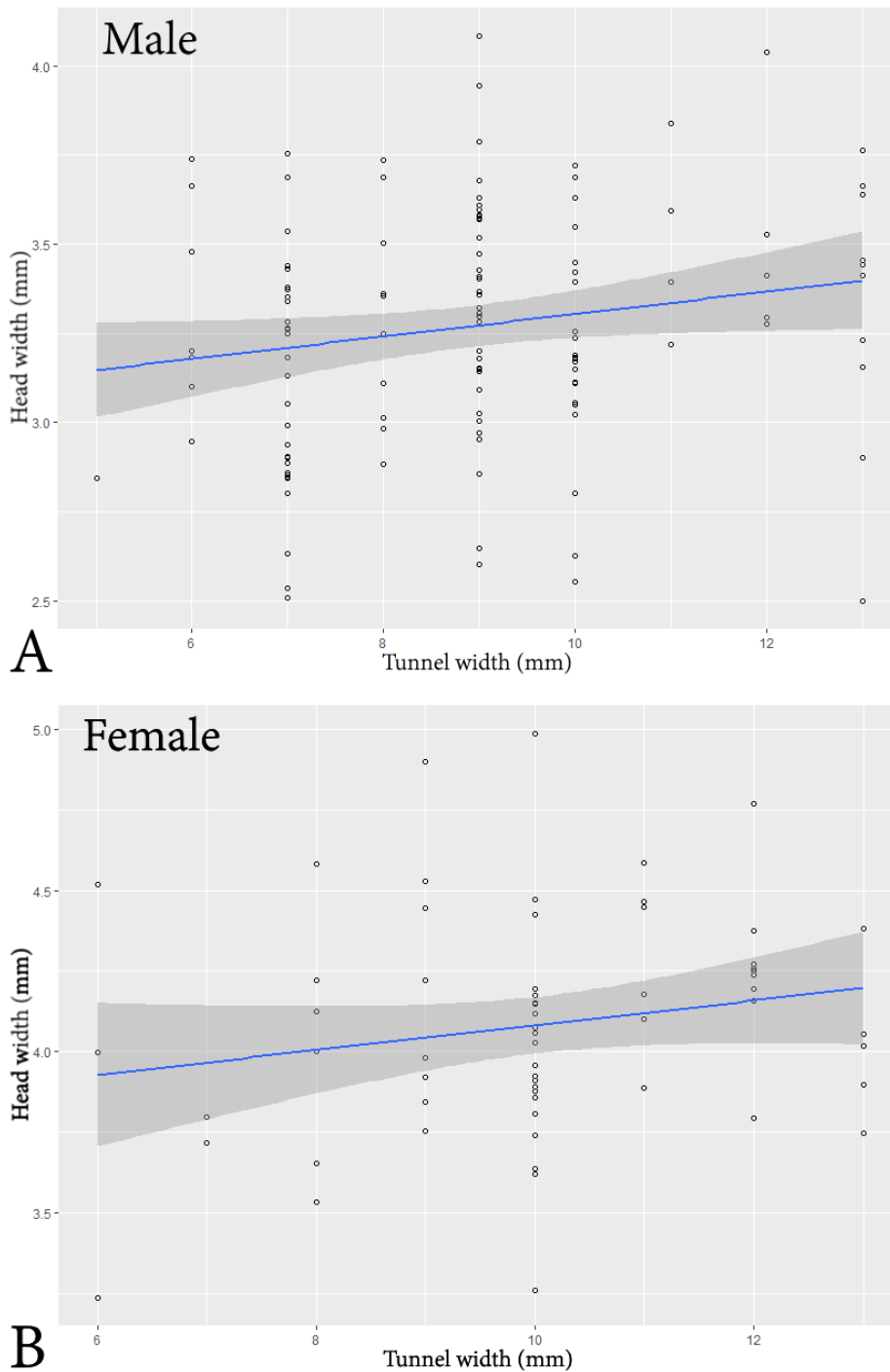
赭黃原喙蜾蠃兩性別皆具體型差異，顯示赭黃原喙蜾蠃具有體形上的可塑性。根據比較結果，赭黃原喙蜾蠃僅有雄蟲體型隨管徑上升而增加，與 Polidori *et al.* (2011) 對 *Euodynerus* 屬蜾蠃的觀察結果一致，顯示此空間利用策略可能為借坑性蜾蠃類群為有效利用不穩定的環境資源而演化出的行為，有待對其他借坑性蜾蠃物種進行觀察驗證。

## 誌 謝

本研究承原行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 (現已改名為農業部動植物防疫檢疫署) 計畫支援，謹此誌謝。(計畫編號：107-農科-8.4.3-檢-B8、108-救助調整-檢-03(Z)及 109 農科-8.4.3-檢-B2(2))。

## 引用文獻

- Barthélémy C.** 2012. Nest trapping, a simple method for gathering information on life histories of solitary bees and wasps. *Bionomics of 21 species of solitary aculeate in Hong Kong. Hong Kong Entomol Soc* 4: 3-37.
- Chown SL, Gaston KJ.** 2010. Body size variation in insects: a macroecological perspective. *Biol Rev* 85: 139-169. doi: 10.1111/j.1469-185X.2009.00097.x
- Dang HT, Nguyen LTP.** 2019. Nesting biology of the potter wasp *Rhynchium brunneum brunneum* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera:



圖七 管徑與子代形質數據之散佈圖，以肯德爾等級相關係數進行相關性檢定。A：管徑與雄性子代頭寬 (N= 127) 呈正相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1338$ ,  $p = 0.03916$ )。B：管徑與雌性子代頭寬 (N= 62) 無相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1529$ ,  $p = 0.103$ )。

Fig. 7. The correlation between the scatter plot of tunnel diameter and *R. brunneum* morphometric character data was compared using the Kendall tau rank correlation coefficient. A: tunnel diameter and head width of large-head type male (N= 127) have a positive correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1338$ ,  $p = 0.03916$ ); B: tunnel diameter and head width of female (N= 62) have no correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1529$ ,  $p = 0.103$ ).

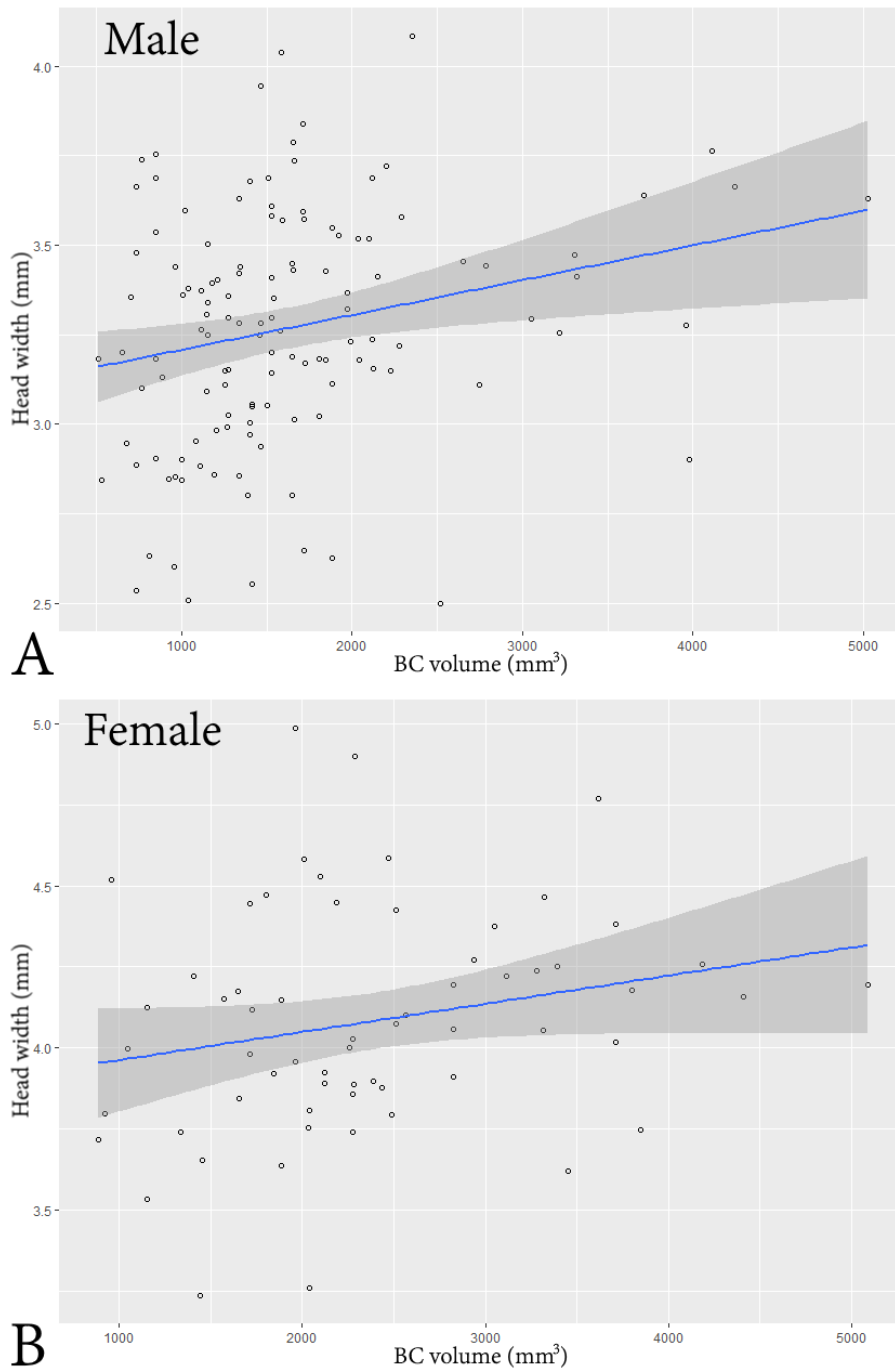
Vespidae: Eumeninae) in North Vietnam. J Asia Pac Entomol 22: 427-436. doi: 10.1016/j.aspen.2019.02.003.

Hisamatsu M, Suzuki K. 1988. Habits of some

Eumenid wasps. Bull Fac Edu Chiba Univ 36: 83-92.

Krombein KV. 1967. Trap-nesting Wasps and Bees: Life Histories, Nests, and Associates.





圖八 育幼室容積與子代形質數據之散佈圖，以肯德爾等級相關係數進行相關性檢定。A：育幼室容積與雄性子代頭寬 (N= 126) 呈正相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1786$ ,  $p = 0.003147$ )；B：育幼室容積與雌性子代頭寬 (N= 62) 呈正相關 (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1884$ ,  $p = 0.03101$ )。

Fig. 8. The correlation between the scatter plot of brood cell volume and *R. brunneum* morphometric character data was compared using the Kendall tau rank correlation coefficient. A: brood cell volume and head width of male (N= 126) have a positive correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1786$ ,  $p = 0.003147$ ); B: brood cell volume and head width of female (N= 62) have a positive correlation (Kendall rank correlation test:  $\tau = 0.1884$ ,  $p = 0.03101$ ).

Washington: Smithsonian Press. 594 pp.

**Li S, Wang T, Don S.** 1975. A preliminary study of the pot wasp *Rhynchium brunneum* and its utilization. *Acta Entomol Sinica* 18: 151-155. doi: 10.16380/j.kcxb.1975.02.004.

**Lu S-S, Yeh W-C, Sung I-H.** 2016. Phenology and community analyses of trap-nesting wasps and bees in the agricultural fields and forests of Yunlin and Chiayi counties, Taiwan. *Formosan Entomol* 36: 107-123. doi:

10.6662/TESFE.2016012.

**Michener CD.** 2007. *The Bees of the World*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press. 992 pp.

**O'Neill KM.** 2001. *Solitary Wasps: Behavior and Natural History*. Ithaca, United States: Cornell University Press. 406 pp.

**Polidori C, Boesi R, Borsato W.** 2011. Few, small, and male: multiple effects of reduced nest space on the offspring of the solitary wasp, *Euodynerus (Pareuodynerus) posticus* (Hymenoptera: Vespidae). *C R Biol* 334: 50-60. doi: 10.1016/j.crv.2010.11.003.

**Sears AL, Smiley JT, Hilker M, Müller F, Rank NE.** 2001. Nesting behavior and prey

use in two geographically separated populations of the specialist wasp *Symmorphus cristatus* (Vespidae: Eumeninae). *Am Midl Nat* 145: 233-246. doi: 10.1674/0003-0031(2001)145[0233:NBAPUI]2.0.CO;2

**Staab M, Ohl M, Zhu C-D, Klein A-M.** 2014. A unique nest-protection strategy in a new species of spider wasp. *Plos One* 9: e101592. doi: 10.1371/journal.pone.0101592.

**Triplehorn CA, Johnson NF, Borror DJ.** 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Australia: Thomson, Brooks/Cole. x, 864 pp.

# Effects of Nest-building Space on the Brood Cell and Offspring Performance of *Rhynchium brunneum* Fabricius (Hymenoptera: Vespidae)

Chien Hsu<sup>1\*</sup>, Sheng-Shan Lu<sup>2</sup>, Shiuh-Feng Shiao<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Entomology, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Da'an Dist., Taipei City 106216, Taiwan

<sup>2</sup> Forest Protection Division, Taiwan Forestry Research Institute, Ministry of Agriculture, No. 53, Nanhai Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City, 10066, Taiwan

\* Corresponding email: r06632008@ntu.edu.tw

Received: 30 July 2024

Accepted: 2 December 2024

Available online: 13 December 2024

## ABSTRACT

*Rhynchium brunneum* (Fabricius, 1793) is the most common tube-renting wasp species in Taiwan's plain region. Former studies of observations on the nesting behavior of this species in China and Vietnam have shown regional differences; however, the nesting behavior of Taiwan's group is still waiting to be clarified. This study uses bamboo cane with tunnel lengths of 150-430 mm and diameters of 4-22 mm to attract females of *R. brunneum* building brood cells, analyzing the influence of nesting space on brood cell construction. From September 2017 to August 2020, 72 total bamboo canes and 259 brood cells had been collected. Results show that the brood cell number of *R. brunneum* increases when tunnel length increases; the maximum number is 8. On the other hand, brood cell length does not change with tunnel length. When tunnel diameter increases, brood cell length decreases, and cell volume increases. In offspring performance, when tunnel diameter increases, male ratio decreases, male body size increases, and female body size has no difference.

**Key words:** nesting behavior, tube-renting, *Rhynchium brunneum*, brood cell