

墾丁國家公園陸蟹 - 毛足圓盤蟹繁殖季行爲及生活史

鍾奕霆¹、郭耀綸^{2,3}

¹ 墾丁國家公園管理處; ² 國立屏東科技大學森林系; ³ 通訊作者 (ylkuo@mail.npust.edu.tw)

[摘要] 毛足圓盤蟹爲地蟹科的陸蟹，爲熱帶印度-太平洋區廣泛分布種，在台灣其族群多分布於恆春半島的海岸林。本研究於2003年2月至2004年2月間，在墾丁國家公園香蕉灣地區調查毛足圓盤蟹生活史及棲地，尤其注重繁殖期抱卵雌蟹的活動。毛足圓盤蟹之生活史可分爲卵發育期、浮游幼生期、淡水域活動稚蟹期、陸域活動稚蟹期及成蟹期等階段。大多數雌蟹一年只繁殖一次，但極少數的雌蟹(0.9%)一年有2~3次的重複抱卵現象。觀察到最小抱卵雌蟹之頭胸甲寬度爲44 mm，最大爲76 mm，一隻雌蟹釋放幼生數平均爲25萬隻。月圓當天及月圓前後一日的日落後，抱卵雌蟹會往海邊釋放幼生，日落後1小時至1.5小時期間內爲活動最頻繁的時段，約佔總抱卵雌蟹個體數的38%。然而有10.4%的抱卵雌蟹在橫越公路時遭車輛輾斃。本研究發現頭胸甲寬度小於10 mm的稚蟹，會在近出海口處淡水域的泥灘地出現，此現象在文獻中未曾提及。

關鍵詞：棲息地、墾丁國家公園、陸蟹、生活史、抱卵雌蟹

Breeding Season Behaviors and Life History of the Land Crab *Discoplax hirtipes* in Kenting National Park

Yi-Ting Chung¹, Yau-Lun Kuo^{2,3}

¹ Kenting National Park Headquarters, ² Department of Forestry, National Pingtung University of Science and Technology, ³ Corresponding author (ylkuo@mail.npust.edu.tw)

ABSTRACT: *Discoplax hirtipes*, a gecarcinid land crab, is distributed widely throughout the Indo-Pacific region. In Taiwan, most of its populations are found in the coastal forests of southern Hengchung peninsula. This study is an investigation of the life history and habitat of *D. hirtipes* in Banana Bay of Kenting National Park. It was conducted from February 2003 to February 2004, and emphasized the activities of ovigerous female crabs in the reproductive season. The life history of *D. hirtipes* could be described in stages of egg, zoea, freshwater juvenile, land juvenile, and adult. Although most female crabs reproduce only once a year, a few (0.9%) showed iteroparous phenomena twice or three times a year. The carapace width of the smallest and the largest ovigerous females were 44 mm and 76 mm, respectively. The number of zoea held by ovigerous female averaged 250,000. After sunset on the day of as well as the day before and after full moon, ovigerous female would move to the seashore to release its youngsters. The most active time was around 1 to 1.5 hour after sunset when about 38% of the total ovigerous females were active during this period. However, 10.4% of them were killed by cars while crossing the road to go to the beach. Juveniles of carapace with a width of less than 10 mm were found inhabiting in freshwater mud near creek outlets. This finding had not been mentioned in any other literature and is hereby first reported.

Key words : Habitat, Kenting National Park, land crabs, life history, ovigerous female.

前言

陸蟹(land crab)在形態、生理及行為上已有特殊的改變，能適應陸地生活。這些改變包括頭胸甲隆起、鰓與鰓瓣數目的減少、脫殼前舊殼鈣的回收、鰓室內壁具有氣體交換的功能、雌蟹在硬殼狀態下可交配等(Hartnoll 1988, Wolcott 1988)。地蟹科(Gecarcinidae)蟹類，可長時間不依賴淡水源生活，但在繁殖季節必須移動至海邊釋放幼生，即蚤狀幼體(zoea)，是典型的陸蟹種類。現今全球已發現的地蟹科蟹類共有 20 種(Ng *et al.* 2001)，台灣有 4 屬 6 種，分別為紫地蟹(*Gecarcoidea lalandii*)、兇狠圓軸蟹(*Cardisoma carnifex*)、毛足圓盤蟹(*Discoplax hirtipes*)、圓形圓盤蟹(*Discoplax rotundum*)、橙螯隱蟹(*Epiqrapsus notatus*)和 *Epiqrapsus politus* (Ng and Guinot 2001, Ng *et al.* 2001)。許多大型地蟹科物種是熱帶地區居民重要的蛋白質及經濟來源(Wolcott 1988)，在某些熱帶島嶼具有龐大的族群(Hicks 1985)。

毛足圓盤蟹(*D. hirtipes* (Dana))，為熱帶印度-太平洋區的廣泛分布種(Koba 1936, Minei 1966, Hartnoll 1988)，穴居在礁岩或沼澤地帶。在台灣其族群大多分布於墾丁國家公園香蕉灣附近的海岸林中(許 2002, 2003)。本物種雖然在 1851 年即已命名，但至今仍缺乏相關的生態學研究，其生活史僅在日本琉球群島、澳洲西北部聖誕島等地有部份的研究(Minei 1966, Shokita 1971, Goshima *et al.* 1978, Hicks *et al.* 1990, Shokita and Shikatani 1990)。過去的研究顯示，毛足圓盤蟹成蟹生活在灌木叢、草地等海邊環境，最遠可在離海岸 5 km 遠的內陸出現(Minei 1966)。在琉球群島，繁殖季抱卵雌蟹於陰曆每月的 13 至 16 日夜間，自陸地前往海邊，多在 20:00~23:30 釋放幼生(Shokita 1971)。Goshima *et al.* (1978)在琉球群島，利用無線電發報器追蹤本物種非繁殖季節的活動習性，發現其主要活動時間為夜間，每天平均在洞穴外活動時間 2.2 小時，最活躍的時段為凌晨的 2:00~4:00。Hicks *et al.* (1990)發現澳洲聖誕島的毛足圓盤蟹浮游性幼生，在海洋發育期為 22~30 天，大眼幼生期(megalopae)的個體開始移動到陸域淡水中活

動，稚蟹期前 1~2 年則棲息在灌木叢與倒木底層，但之後會生活在成蟹洞穴附近或自己挖掘洞穴。本物種在實驗室飼育的浮游性幼生經過 13 天共 5 次脫殼進入大眼幼生期(Shokita and Shikatani 1990)。至於在台灣毛足圓盤蟹不同生活史階段的個體在何種環境棲息、活動狀況如何、繁殖期抱卵雌蟹降海釋放幼生的時機及行為如何，過去尚無相關研究。

本研究目的在了解毛足圓盤蟹在恆春半島不同生活史階段的棲息環境及活動習性，尤其注重繁殖期抱卵雌蟹的活動。墾丁地區自然環境多已遭人類擾動，我們需要對毛足圓盤蟹的生活史及繁殖行為有更多科學的了解，以期在研訂本物種的保育方案時有所依據。

研究方法

一、調查區域概況

於墾丁國家公園墾丁南方之香蕉灣至砂島之間，台 26 號公路 37 km 至 39.4 km 之間的 2.4 km 範圍(圖 1)，調查毛足圓盤蟹的生活史及棲地環境。該公路呈西北-東南走向，東側為內陸、西側向海，靠海的海岸林寬度在 1~80 m 範圍。調查區域由北向南有香蕉灣社區、番子寮社區及砂島社區，除了公路 37.6~38.2 km 一帶為墾丁國家公園熱帶海岸林保護區，棲息地較少人為干擾外，其餘路段散佈民居、農地或休閒活動場所。公路 37.4 km 東側內陸約 150 m 處有數個水池，面積約 50~100 m²，湧泉之水灌注其中，溢流淡水沿溝渠經社區及香蕉灣漁港入海。公路約 38.4 km 處有一長度約 50 m 有流水的排水溝渠，38.5 km 處地下水位接近地表，有一水源自內陸流經公路下方涵管入海。公路 39.4 km 鄰近砂島生態保護區，公路兩側植群型以開闊草地及林投灌叢為主。

二、毛足圓盤蟹生活史調查

本研究於 2003 年 2 月至 2004 年 2 月之間，每個月於陰曆月初及月中兩個時期各進行 3 至 4 日的調查。調查內容包括抱卵雌蟹與雄成蟹的行為、抱卵雌蟹將幼生釋放地點選擇，

稚蟹的生活狀況，以及該蟹生活史各階段出現時間、分布環境與地區特色等。每個調查日於 17:30 至 21:00，針對公路上的個體予以標記，並記錄體型大小。標記方法為藉油漆筆在毛足圓盤蟹頭胸甲書寫捕捉的樣區代號及個體編號，並在步足上噴上紅漆增加辨識度；於 22:00 之後監測棲息於靠近海岸的雌蟹，以及較內陸環境雄蟹的活動，並對可能出現稚蟹的棲地進行調查。上述調查在 13 個月內共計調查 77 日。

另於公路 37.5 km(穿越線 I)及 38.5 km(穿越線 II 兩處各設置一條與公路垂直的穿越線，以不定期的方式進行樣線之觀察。2 條調查線附近均有湧泉自內陸流出，地下水位也較接近地面，因該蟹繁殖週期之遷徙途徑與棲息地點選擇，極可能與溪流出現與否有關，因此設於上述 2 處。每條穿越線由海邊(西)至內陸(東)經過的各種環境及其長度分別為礁岩(40 m)-林地(穿越線：40 m 長，穿越線 II：15 m 長)-草地(5 m)-公路(12 m)-草地(2 m)-排水溝(1 m)-林地(30 m)，因此穿越線 I 及 II 的長度分別為 130 m 及 105 m。

每次調查時觀察穿越線左右兩邊各約 5 m 寬範圍內出現的毛足圓盤蟹，比較該蟹不同體型個體的棲息環境是否有所差異，並觀察穿越線上繁殖遷徙行爲的發生情形，以補充公路調查內容之不足。

試驗期間曾分別將 5 隻抱卵雌蟹置於盛裝海水的容器內，令其釋放幼生後，再將部分幼生取出置於淡水中一小時，觀察幼生是否可在淡水存活。此外，另將 3 隻抱卵雌蟹分別置於裝有 6 L 海水的容器，待幼生釋放後，將海水攪拌均勻，立即取出 0.06 L 海水計算其中的幼生數，由此估算 3 隻雌蟹釋放的幼生數量。

研究期間曾訪談 5 位長期居住在船帆石、香蕉灣及砂島社區的民眾，瞭解毛足圓盤蟹在調查期之前的族群數量概況，以及當地居民是否有利用該蟹之情形。

結果

一、生活史不同階段毛足圓盤蟹的行爲及棲息環境

在香蕉灣熱帶海岸林透過 2 條穿越線調查本物種的族群生態，發現其生活史可分為卵發育期、浮游性幼生期、淡水域生活稚蟹期、陸地生活稚蟹期以及成蟹期等階段。在各階段個體棲息的环境及行爲各有不同(表 1)。

本物種生活史第一個階段為卵發育期。雌蟹在靠近內陸的洞穴內交配後，會在洞穴內或隱蔽處停留，在 2003 年 6 月的月圓前後開始往海洋移動，抱卵雌蟹腹部卵塊轉為黑褐色，顯示卵已成熟。在此階段的卵粒透過釋放實驗，發現無論卵粒接觸到海水或淡水都會造成卵殼破裂，幼生即破殼離開母體，進入生活史第二個階段浮游性幼生期。然而，唯有在海水中釋放的幼生才能存活，在淡水中釋放的幼生於 1 小時內會全部死亡。抱卵雌蟹在海邊釋放幼生後，此浮游性幼生隨潮汐移向大海；若以燈光照射近岸海水，剛入海的幼生會往燈光聚集，顯示此浮游性幼生具有趨光性。此期的幼生在海水中生活，本研究並未能觀察到其生活史細節。

毛足圓盤蟹生活史第三階段為稚蟹期，已由浮游性幼生最後一階段的大眼幼生轉變為正常蟹類形態，並移動到臨海的陸域活動。頭胸甲寬度小於 20 mm 的稚蟹是在陸地的淡水域活動，而體型在 20~40 mm 的稚蟹則棲息到更內陸的排水溝兩側的草生地，因此稚蟹期由棲息環境可分為淡水域生活及陸地生活兩階段(表 1)。

淡水域生活的稚蟹，體型小於 10 mm 者，出現在溪流出海口附近的泥灘地，該棲地為淡水淹沒，有落葉及石頭等物體，可掩蔽體色尚未發育，多呈半透明狀的小稚蟹，因此它們不易被發現。頭胸甲寬在 10~20 mm 的稚蟹則移居公路底下的排水箱涵生活，在有淡水的箱涵兩側縫隙及堆積的淤泥環境棲息，部分個體會挖掘直徑約 1 cm 的洞穴棲息。此期的稚蟹大螯已經出現黃色的色澤，口器兩旁略呈梯形的頰區亦明顯可見絨毛。有些稚蟹可出現在公路旁 1 m 寬大排水溝仍有水覆蓋的區域。此現象說明稚蟹可由溪流出海口沿著淡水通路，經地下箱涵移動到公路東側靠內陸的排水溝。在 2003 年 10 月觀察到稚蟹沿著排水箱涵大量往內陸移動，觀察到 55 隻次的個體數。

表 1. 毛足圓盤蟹生活史各階段

生活史階段	經歷時間	出現月份	活動區域	棲息地狀況
卵發育期	約半個月 ¹	6-10 月	陸地	洞穴(雌蟹腹部)
浮游期	約 1 個月 ¹	不明	海洋 ³	海洋
稚蟹期(頭胸甲寬 < 20mm)	可能需 1-2 年 ²	3-11 月	陸域淡水區	淡水溪流(箱涵、排水溝渠或泥灘地)
稚蟹期(頭胸甲寬 20-40mm)	不明	2-6 月	陸地	海岸林、草地(洞穴)
成蟹期	不明	4-11 月	陸地	珊瑚礁岩區灌叢(洞穴)

¹資料來源：Shokita and Shikatani (1990), ²資料來源：Hicks *et al.* (1990), ³大眼幼生遷移至淡水環境(Hicks *et al.* 1990)。

至於體型較大(20~40 mm)的稚蟹，已離開淡水水域，棲息在排水溝附近的珊瑚礁岩區，或海岸林內的倒木下。此階段稚蟹雌雄性別已可分辨，且部分個體已有能力掘洞棲息，洞穴直徑約 4~6 cm，洞口外堆積潮濕的泥土，顯示此期的稚蟹已可將洞穴挖掘到地下水層獲得淡水。

毛足圓盤蟹成蟹期的雌成蟹，頭胸甲平均寬度為 56.5 ± 5.7 mm ($n=452$)，抱卵個體最小者其頭胸甲寬度為 44 mm，最大者可達 76 mm (圖 4)。毛足圓盤蟹成蟹期的雄蟹，頭胸甲平均寬度為 71.0 ± 13.6 mm ($n=61$)，最小者為 46 mm，最大者可達 103 mm (圖五)。但在調查樣區外曾發現頭胸甲達 117 mm 寬的雄蟹。雄蟹在生活過程會更換洞穴，其洞口周圍較為乾淨，生長在洞口附近的葉片多有被啃食的痕跡。在調查區域，成蟹喜好棲息在以血桐 (*Macaranga tanarius*)、黃槿 (*Hibiscus tiliaceus*)、稜果榕 (*Ficus septica*) 及林投 (*Pandanus odoratissimus*) 為主要樹種的次生林，並曾發現成蟹食用黃槿、血桐及青莧 (*Amaranthus patulus*) 的葉片，並食用稜果榕與林投的果實。在人為干擾較少的海岸林及珊瑚礁區，成蟹白天會離穴活動，但在人為活動較多的環境，如公路旁綠帶，白天甚少觀察到成蟹的活動。曾在聯勤招待所旁約 50 m 一處鐘乳石洞穴中，發現一隻頭胸甲寬 80 mm 的雄蟹，該洞穴距海岸甚遠，直線距離達 750 m。

二、繁殖期抱卵雌蟹的活動

本物種在 2003 年抱卵雌蟹以 6 月至 10 月為主要活動期，繁殖期與雨季的始末一致(圖二)。在 2003 年的繁殖期以 9 月月圓當日(陰曆 8 月 15 日)抱卵雌蟹出現的個體數最多(164 隻)，月圓後第 2 天(陰曆 8 月 17 日)觀察到的抱卵雌蟹數量大約是月圓當日的 25%。在同一晚的不同時段，抱卵雌蟹通過公路前往海邊釋放幼生的活動頻度，以日落後 1.0~1.5 小時的 30 分鐘內最頻繁，達總樣本數的 38%，而日落後 0.5~2.0 小時的 90 分鐘內，通過公路降海釋放幼生的抱卵雌蟹個體數累積達總樣本數的 82.6% (圖 3)。本物種抱卵雌蟹在移動到海邊的過程，會選擇乾燥的陸地行進，避免通過水溝、水灘及水池等淡水水體，只有在遭受干擾(例如調查人員接近或受到貓、狗攻擊)突然移動時，才會接觸上述水域。墾丁地區每月陰曆 15 日前後的夜晚為大潮漲潮期，在海邊潮池及受海水拍打的礁石上，於 20:00 之後即可觀察到抱卵雌蟹在該區出現。在半夜至天亮前，已釋放幼生的雌蟹(腹部仍殘留卵殼及黑色附屬物)會回到公路鄰海側的海岸林底層，白天在該處暫時棲息，入夜後再通過公路回到較內陸的棲地。本研究曾觀察到 14 隻有標記日期，已釋放幼生的雌蟹，在第二或第三夜才返回內陸棲地。

調查期間發現本物種雌蟹在一個繁殖期內多數只能抱卵一回，但有極少數的個體有多

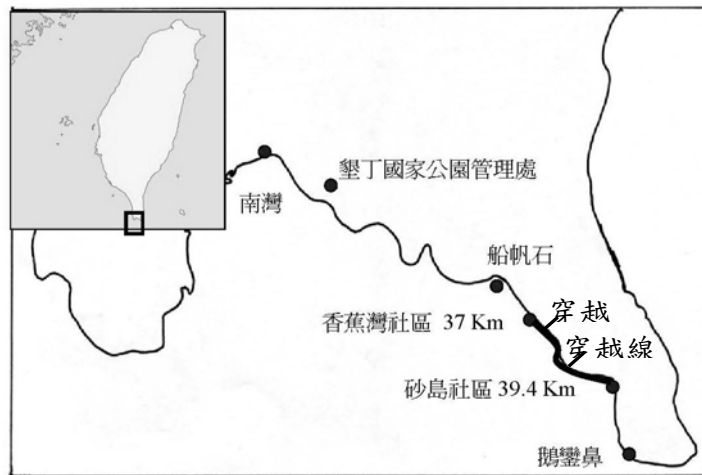


圖 1. 研究區域及穿越線位置。調查範圍在台 26 號公路香蕉灣社區至砂島社區間。

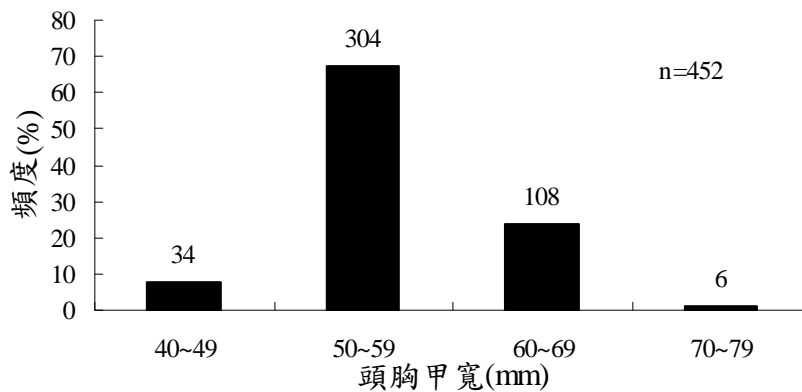


圖 2. 雌性成蟹不同頭胸甲寬度級個體數之分布頻度。調查時間為 2003 年 6 月至 10 月。柱狀圖上方數字為該級之個體數(抱卵雌蟹 409 隻，未抱卵雌蟹 43 隻)。

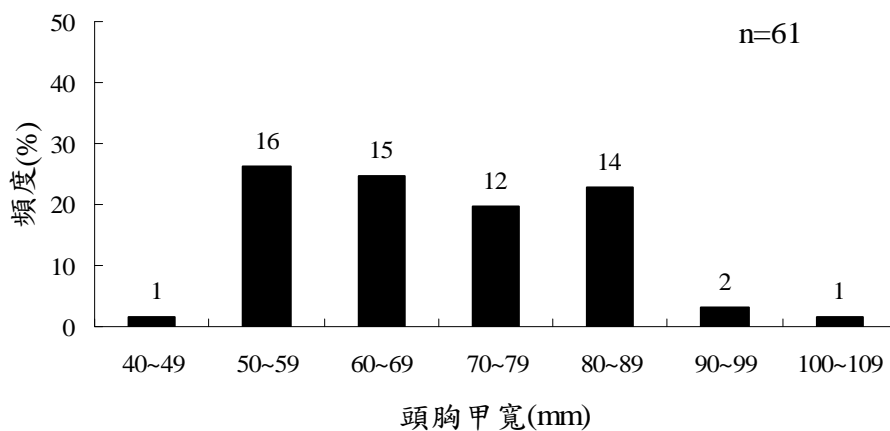


圖 3. 雄性成蟹不同頭胸甲寬度級個體數之分布頻度。調查時間為 2003 年 6 月至 10 月。柱狀圖上方數字為該級之個體數。

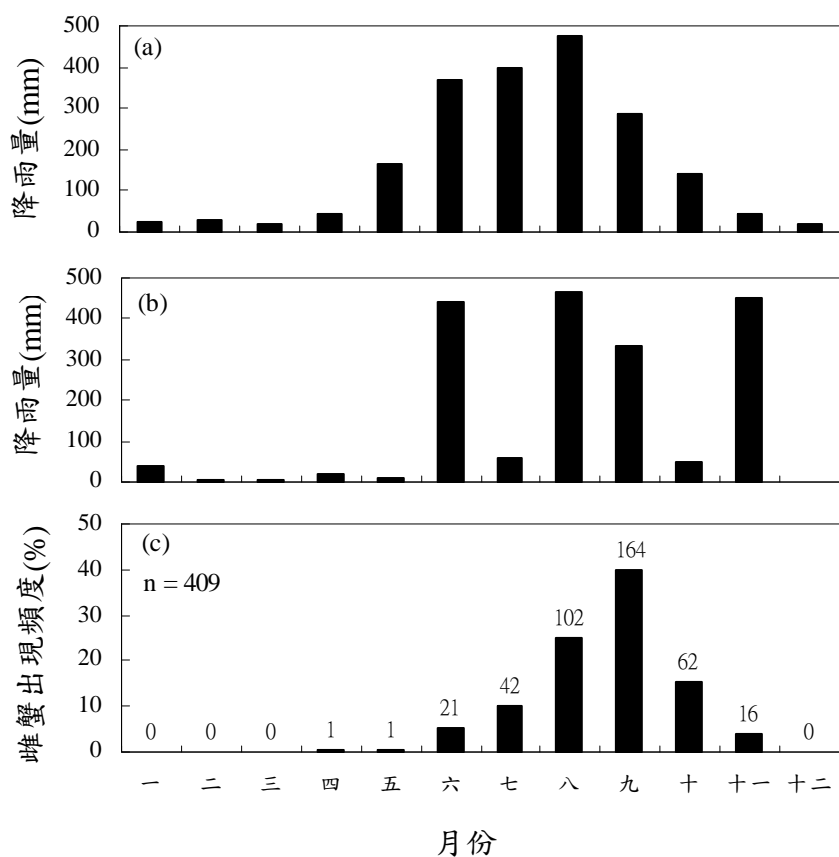


圖 4. 恆春測候站 1971~2000 年(a) 2003 年(b)各月降雨量及 2003 年不同月份毛足圓盤蟹抱卵雌蟹出現頻度(c)之比較。柱狀圖上方數字為該月之個體數。

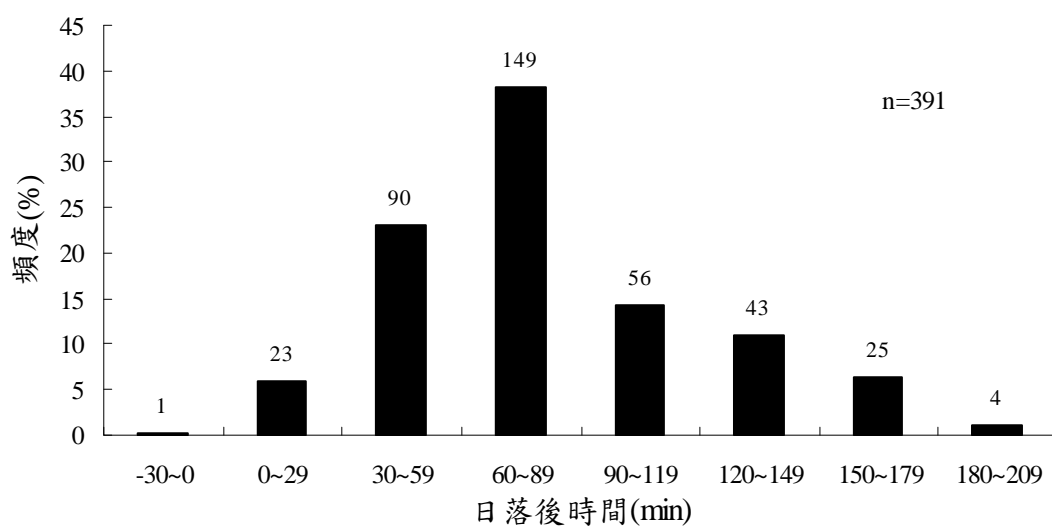


圖 5. 日落后抱卵雌蟹每隔半小時出現之頻度。調查時間為 2003 年 6 月至 10 月。調查區域為長度 2.4 公里之台 26 號公路。柱狀圖上方數字為該半小時出現之個體數。橫座標負值表示日落前。

次繁殖現象：在 2003 年 10 月觀察到有 5 個雌蟹在背甲上出現之前月份已標記的號碼，其中 8 月及 9 月標碼的個體分別有 1 隻，另 2 隻有殘缺號碼但無法確定是何月份標記，此 4 隻為繁殖季節抱卵兩次；另一隻個體有 8 月及 9 月兩個月標記的號碼，顯示此個體在當年有 3 次的抱卵行爲。2003 年 10 月之後沒有記錄到多次產卵的個體。由上述觀察，可判斷本物種在南台灣地區的個體在一年內可以有一次以上的繁殖能力，但僅佔全體繁殖族群比例的 0.9%。調查期間曾估算 3 隻不同體型抱卵雌蟹釋放的幼生數，發現分別為 182,900、247,800 及 323,800 隻，3 隻平均釋出幼生數為 $251,500 \pm 40,716$ 隻。

在調查區域長度 2.4 km 的公路上，於 2003 年 6 月至 11 月共計 41 個調查夜晚，記錄到 163 隻抱卵雌蟹個體在橫越公路時被車輛輾壓而死亡，死亡個體數佔全部抱卵雌蟹 483 隻的 10.4%。遭受輾壓數量較多的地點在台 26 線 37.5 K 及 38.5 K 兩處，此兩處即為本研究設置穿越線的地點，兩處均有溪流自內陸流出。該兩處遭碾斃的隻數佔全部死亡隻數的 90%。

討論

一、生活史

陸蟹的抱卵雌蟹在繁殖季遷徙和釋放幼生時會表現出一些行爲，以降低雌蟹和卵的風險。例如美洲的紅陸蟹(*Gecarcinus lateralis*)的抱卵雌蟹，會直接向海洋移動以節省時間，雌蟹會在卵成熟前移動到海邊，並在卵成熟後積極釋放，有同步釋放幼生的行爲 (Wolcott and Wolcott 1982)。對於蟹類同步釋放幼生時機的選擇，Morgan and Christy (1994, 1997)認為魚類捕食浮游性幼生的壓力，使蟹類發展出同步生殖的行爲。Saigusa (1981)認為紅螯螳臂蟹(*Chiromantes haematocheir*)以及中型仿相手蟹(*Sesarmops intermedium*)在滿月與新月的大潮期間釋放幼生，使幼生可迅速被退潮時的潮水帶入海中，減少其面臨的生理壓力。墾丁地區陰曆 15 日前後的夜晚為大潮漲潮期，在潮池

及海水拍打的礁石上，有眾多同步釋放幼生的毛足圓盤蟹雌蟹，時間大多在 20 時之後，此釋放幼生的時段與 Shokita (1971)在琉球群島對本物種釋放幼生時間的觀察相近。

陸蟹幼生在海洋中行浮游性生活的長短，受到幼生種類、溫度、海水鹽度及食物的豐富度等因子的影響。Hicks *et al.* (1990)發現澳洲聖誕島的毛足圓盤蟹浮游性幼生在海洋發育期為 22~30 天，而聖誕地蟹(*Gecarcoidea natalis*)的幼生在 27 天的浮游期後可返回陸地 (Hicks 1985)；關氏圓軸蟹(*Cardisoma guanhumi*)需經過 30~40 天其大眼幼生才能由海洋進入陸域淡水(Costlow and Bookhout 1968)。

本研究發現體型超過 30 mm 的稚蟹，主要棲息於靠內陸排水溝附近的珊瑚礁塊中以及樹林倒木中，然而部分個體已開始掘洞棲息。這些直徑約 4~6 cm 的洞穴外側，已經堆積有潮濕的泥土，泥土中的水份為淡水，顯示此時期稚蟹已有能力挖掘至地下水層以獲得淡水。兇狠圓軸蟹頭胸甲寬約 30 mm 的稚蟹是在成蟹挖掘的洞穴中挖掘分支的小型洞穴，並在其中停留約 3 年，此行爲顯示兇狠圓軸蟹稚蟹挖掘洞穴的能力較弱，因此需要藉助大型個體挖好的洞穴，助其挖掘至地下水位 (Vannini *et al.* 2003)。毛足圓盤蟹成蟹的洞穴長約 1 至 1.5 m，深度約 1 m (Goshima *et al.* 1978)，其分佈會受限於地下水位的高低，多只能分佈在較潮濕的地方(Hicks *et al.* 1990)。根據 Burggren *et al.* (1985)研究關氏圓軸蟹的體型大小對水依賴程度的關係，發現愈大型的個體對水份的需求愈小。本研究也觀察到毛足圓盤蟹較大體型的成蟹個體，可生活在水源較缺的內陸，對水的依賴度較低。

根據 Burggren and McMahon (1988)的研究，陸蟹會在潮池、水中或洞穴底部含有水源處脫殼，並利用水的力量將新殼迅速撐大，完成脫殼機制，並在換完殼後吃掉舊殼，補充身體的鈣質。然而本研究在調查期間從未發現成蟹脫殼行爲，推測可能是在有淡水的洞穴底部完成。生活於陸地之 20-40 mm 稚蟹及成蟹，因為無法長時間標記及持續追蹤，故各階段之生活史特性如存活年數、平均壽命、存活曲線

樣式等資訊仍不明瞭，有待後續研究完成。

二、繁殖期活動

毛足圓盤蟹的繁殖期開始、結束及持續月數的時序，與當年雨季的時序息息相關。墾丁地區 2001 年雨季開始於 5 月初，當月月圓日(5 月 7 日)即出現繁殖個體(許 2002)。2002 年 6 月初雨季才開始，本物種繁殖季在 6 月份的月圓前才開始。毛足圓盤蟹繁殖季節結束月份亦非固定，2002 年的雨季至 12 月初才結束，該年至 12 月的月圓日(12 月 18 日)前後仍有繁殖個體(許 2003)。

本研究 2003 年的雨季在 6~11 月間發生，11 月 2 日降下 430.5 mm 大雨後雨季即結束，當月抱卵雌蟹個體數即顯著減少(圖 2)；2007 年雨季延遲出現，遲至 8 月上旬兩個颱風帶來大量雨水前，恆春半島氣候為降雨稀少且高溫的狀態，本陸蟹的繁殖期間因此縮短(何 2007)。

繁殖季節在較乾燥的時日，毛足圓盤蟹抱卵雌蟹穿越空曠無遮蔽的環境時，即有因乾燥缺水而死亡的可能。常在暴露的水溝、草生地，或廢棄的漁網、烏網纏繞處發現缺水死亡的抱卵雌蟹個體。在較乾燥的時日，降海釋放幼生的其它小型陸蟹死亡情況更嚴重，例如體型較小的奧氏後相手蟹(*Metasesarma aubryi*)，在砂島生態保護區附近的水溝，曾發現數以百計乾死的抱卵雌蟹。

研究期間發現抱卵雌蟹極少於日落前在公路上出現(圖 3)，然此現象在過去並非如此。當地居民提及十數年前滿月前後的日子，在天黑前公路上即可出現數以百計的抱卵雌蟹，穿越公路的行為持續整個上半夜。當地居民過去在日落前用過晚餐後，有外出在公路上捕捉螃蟹的習慣，尤其是在月圓的黃昏時段。推測可能因居民的長期捕捉，導致抱卵雌蟹行為改變，在日落後才降海釋放幼生。

三、毛足圓盤蟹族群豐量下降之可能原因

大型地蟹科種類遭人類捕食的情形在世界各地都屬常見(Wolcott 1988)。經詢問當地民眾，得知本研究區附近居民過去有食用毛足圓盤蟹的習慣，尤其在中秋節前後，常將該蟹燒

烤食用。訪談時並得知 1999 年前後，台灣中部海釣場為餌料之需，業者南下找當地人捕捉毛足圓盤蟹，除了繁殖季在公路上捕捉，甚至直接到棲息地獵捕。此種人為捕捉行為可能是此處毛足圓盤蟹族群量下降的重要原因之一。

由於陸蟹的生長速度緩慢，例如關氏圓軸蟹生長到頭胸甲寬 98 mm，估計至少需要 13 年(Henning 1975)，因此體型與關氏圓軸蟹相當的毛足圓盤蟹，若遭長期大量的捕捉，大體型的個體數量會明顯減少。2004~2007 年調查毛足圓盤蟹族群數量時，發現大體型的個體數已明顯減少，頭胸甲寬度超過 90 mm 大型雄蟹僅有 2 次的目擊記錄(未發表資料)。

近年來香蕉灣附近地區開發了多處休閒活動設施，如賽車場及露營區等，並為了墾植活動水源的需求，截去許多淡水或地下水資源。毛足圓盤蟹棲息地範圍在 2003 年只有 1 間小型賽車場與 1 處露營區，至 2006 年增加 3 間小型賽車場、1 間大腳車賽車場及 1 處露營區，而為興建遊憩場所每一處至少有 400 m² 的林地被整地或水泥化。

根據何(2007)的調查，在 2007 年 7 及 8 月於與本研究相同的公路範圍調查到的毛足圓盤蟹為 132 隻，而 2003 年相同月份調查到的有 180 隻，2007 年總數減少了 27%。於 2003 年原本棲息大量稚蟹的淡水泥灘地，在 2004 年之後每年只觀察到少於 10 隻的稚蟹，至 2007 年已完全沒有稚蟹的活動(未發表資料)。2004 年後研究區毛足圓盤蟹個體數量降低的現象，應與人為捕捉及棲息環境遭受破壞等因素有關。

四、保育建議

1. 應立即施行的保育工作

毛足圓盤蟹降海繁殖個體數量最多的台 26 線 37.5 k 與 38.5 k 兩個區段，在公路靠內陸側現有寬 1 m 的排水溝，嚴重阻礙抱卵雌蟹的通行，應在排水溝渠上方增加水溝蓋，以降低其移動時所花費的能量與時間，減少穿越公路時的風險。另一方面，可透過現有陸蟹生活史資訊，辦理現地護蟹與環境教育相關的活動，喚起社會大眾及當地居民重視該蟹所面臨的問題。此外，陸蟹繁殖季節應對台 26 線 37.5

k 與 38.5 k 兩個路段進行交通管制，並要求國家公園警察嚴格取締擅自捕捉陸蟹者。

2. 近程保育

主管機關與當地民眾或承租私有地業者，應就環境保護、減少土地開發、有效處理人為污染等方面，進行溝通協調。香蕉灣社區附近的耕地，應清除農地圍網或改良農地周遭之圍籬排列方式，而公路沿途的紐澤西護欄長度應縮短，或使用底部每隔 1 m 即有間隔可供生物穿越的改良式護欄。台 26 線公路 37.5 k 與 38.5 k 附近私有農地應避免火耕及水泥化地表，並減少大型機具施工破壞地被覆蓋。過多遊客進入製造的有機污染與垃圾問題應有效處理。

3. 遠程保育

毛足圓盤蟹棲息環境的復舊是一項長遠的工作，尤其在船帆石以南至砂島連續的海岸林，應確實保護陸蟹生育的棲息地，禁止對當地環境開發利用，減少對當地的干擾。可透過各領域專家對當地動、植物生態與棲地環境的調查、監測、規劃、管理，恢復香蕉灣海岸林應有之生物相及微環境，避免外來入侵動植物入侵，恢復海岸林植物族群原貌。唯有兼顧環境保護與積極從事海岸林生態復育，才能成就完善的保育方案，得以永續維護此國家公園的自然生態。

結論

本研究調查墾丁國家公園香蕉灣海岸林毛足圓盤蟹的生活史特性及其棲息環境，發現本物種生活史可分為卵發育期、浮游幼生期、淡水域活動稚蟹期、陸域活動稚蟹期及成蟹期等五個階段。其中第三個階段為該物種稚蟹生活棲地首次的報導。本物種繁殖季在 6 月至 10 月，與雨季同步。抱卵雌蟹在每個月的月圓日及前後一日，於日落後越過公路降海釋放幼生，在日落後 2 小時內約有 83% 的抱卵雌蟹已穿越公路。大多數繁殖雌蟹在一年只繁殖一次，極少數的雌蟹(0.9%)有 2~3 次的重複抱卵

國家公園學報第十八卷第一期

現象。抱卵雌蟹在降海釋放幼生過程，約有 10.4% 的個體在穿越公路時會遭車輛輾死，比例相當高。為保育毛足圓盤蟹，建議應立即在雌蟹穿越最頻繁處，將公路邊的排水溝渠加蓋，降低其移動所花費的時間及風險；近程保育工作應減少該區土地開發，避免地表水泥化及水源污染；遠程保育工作應進行海岸林生態復育，恢復香蕉灣海岸林應有之生物相及微環境。

致謝

本文承蒙 墾丁國家公園管理處 2001~2003 年陸蟹研究計畫經費補助，並感謝許海龍老師、戴永禎老師、劉烘昌博士指導研究方法及協助修改論文。

引用文獻

- 何平合，2007。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(七)，第九節，環境教育示範區的建立及其推動-以珊瑚礁有毒蟹類毒性時空變動之研究為例，墾丁國家公園管理處委託研究報告，193-205 頁。
- 許海龍，2002。墾丁國家公園陸蟹產卵生態構法及保育技術探討，墾丁國家公園保育研究報告第 119 號，共 25 頁。
- 許海龍，2003。墾丁國家公園陸蟹產卵生態廊道與生態解說站設立之規劃設計研究，墾丁國家公園委託報告，共 55 頁。
- Burggren, W., A. Pinder, B. McMahon, M. Wheatly, and M. Doyle. 1985. Ventilation, circulation and their infractions in the land crab, *Cardisoma guanhumi*. *J. Exp. Bio.* 117:133-154.
- Burggren, W., and B. R. McMahon. 1988. *Biology of the land crabs*. Cambridge University Press. 446 pp.
- Costlow, J. D., and C. G. Bookhout. 1968. The effect of environmental factors on development of the land-crab *Cardisoma guanhumi* Latreille. *Am. Zool.* 8:399-410.
- Goshima, S., Y. Ono, and Y. Nakasone. 1978.

- Daily activity and movement of the land crab, *Cardisoma hirtipes* Dana, by radio-telemetry during non-breeding season. *Publ. Amakusa Mar.* 4:175-187.
- Hartnoll, R. 1988. Evolution, systematics and geographical distribution, *In: Biology of the land crabs*, Cambridge University Press, UK. p 6-54.
- Henning, H. G. 1975. Aggressive, reproductive and molting behavior-growth and maturation of *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea: Brachyura). *Forma Functio.* 8:463-510.
- Hicks, J. W. 1985. The breeding behaviour and migrations of the terrestrial crab *Gecarcoidea natalis* (Decapoda: Brachyura). *Austr. J. Zool.* 33:127-142.
- Hicks, J., H. Rumpff, and H. Yorkston. 1990. *Christmas crabs*. Christmas island natural history Association. 81 pp.
- Koba, K. 1936. Occurrence of the land crab *Cardisoma hirtipes* Dana in the Ryukyu (LooChoo) Island. *Jap. Bull. Biogeogr. Soc.* 6(15):159-164.
- Morgan, S. G., and J. H. Christy. 1994. Plasticity, constraint, and optimality in reproductive timing. *Ecology* 75:2185-2203.
- Morgan, S. G., and J. H. Christy. 1997. Planktivorous fishes as selective agents for reproductive synchrony. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 209:89-101.
- Minei, H. 1966. Studies on the land crabs (family Gecaroidae) in the Ryukyu Islands. *Biol. Mag. Okinawa.* 3:8-10.
- Ng, P. K. L., and D. Guinot. 2001. On the land crabs of the genus *Discoplax* A. Milne Edwards, 1867 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae), with description of a new cavernicolous species from the Philippines. *Raffles Bull. Zool.* 49(2):311-338.
- Ng, P. K. L., C. H. Wang, P. H. Ho, and H. T. Shih. 2001. An annotated checklist of brachyuran crabs from Taiwan (Crustacea: Decapoda). *J. Taiwan Mus.* 11:1-86.
- Saigusa, M. 1981. Adaptive significance of a semilunar rhythm in the terrestrial crab *Sesarma*. *Biol. Bull.* 160:311-321.
- Shokita, S. 1971. On the spawning habits of the land crab *Cardisoma hirtipes* Dana from Ishigaki Island, in the Ryukyu Island. *Biol. Mag. Okinawa.* 7:27-32.
- Shokita, S., and N. Shikatani. 1990. Complete larval development of the land crab, *Cardisoma hirtipes* Dana (Brachyura: Gecarcinidae) reared in the laboratory. *Res. Crust.* 18:1-14.
- Vannini, M., S. Cannicci, R. Berti, and G. Innocenti. 2003. *Cardisoma carnifex* (Brachyura): where have all the babies gone? *J. Crust. Biol.* 23(1):55-59.
- Wolcott, T. G., and D. L. Wolcott. 1982. Larval loss and spawning behavior in the land crab *Gecarcinus lateralis* (Fremenville). *J. Crust. Biol.* 2:477-485.
- Wolcott, T. G. 1988. Ecology. *In: Biology of land crabs*. Cambridge University Press. P 55-96.