

台灣生物多樣性研究

第 24 卷第三期
Vol.24 ,No.3

Taiwan Journal of Biodiversity

中華民國 111 年 6 月
Jun 2022



● 目 錄

1. 臺灣旱招潮族群消長、分布變遷及棲息環境特徵分析
劉靜榆¹、林惠真²、洪昆璿³
77. 台灣產蘆屬（莎草科）植物功能形質與土壤濕度梯度之間的關係：以鴛鴦湖為例
劉冠廷^{1 2*}、陳子英²
96. 葉綠素螢光在植物生態生理學研究之應用
王經文¹ 黃盟元² 陳忠偉³ 陳忠義⁴
翁韶良^{1*} 翁仁憲^{2*}

contents ●

1. Succession, distribution, and habitat characteristics of *Xeruca formosensis* in Taiwan
Ching-Yu Liou¹, Hui-Chen Lin², Kun-Chin Hung³
77. The relationship between functional traits of *Carex* (Cyperaceae) species and soil moisture gradient: a case study of Yuanyang Lake
Guan-Ting Liu^{1 2*}, Tze-Ying Chen²
96. Applications of Chlorophyll Fluorescence in Plant Eco-physiological Research
Ching-Wen Wang¹, Meng-Yuan Huang², Chung-Wei Chen³, Chung-I Chen⁴, Shau-Lian Wong^{1*}, Jen-Hsien Weng^{2*}

台灣生物多樣性研究

(原為《特有生物研究》半年刊，
2010年元月起更名，並以季刊發行)

發行人 / 楊嘉棟

總編輯 / 薛美莉

執行編輯 / (依姓氏筆劃序)

王經文、朱汶偵、李麗華、呂明倫
林春富、柯智仁、陳志輝、黃書彥
楊正雄、詹芳澤、鄭錫奇、蔡奇立

編輯諮詢委員 / (依姓氏筆劃序)

于宏燦、方力行、王 穎、王震哲
王 鑫、呂光洋、呂福原、李玲玲
汪靜明、周昌弘、吳忠宏、吳錫圭
吳繼光、邵廣昭、林幸助、林曜松
郭城孟、陳章波、陳明義、許建昌
張清風、黃 生、游祥平、楊平世
楊政川、廖一久、裴家騏、趙榮台
劉小如、蔡住發、鄭蕙燕、歐辰雄
蔣鎮宇

英文編輯 / 金恆鏞

出版編輯 / 王經文

美 編 / 黃淑芬

出版 / 農委會特有生物研究保育中心
住址 / 南投縣集集鎮 55244 民生東路 1 號
電話 / 049-2761331 轉 616

網址 / <http://www.tesri.gov.tw>

出版日期 / 中華民國 111 年 6 月

創刊日期 / 中華民國 88 年元月

出版登記 / 局版台誌第 10207 號

Taiwan Journal of Biodiversity

(Continuation of former journal of
"Endemic Species Research", 1999-2009)

Publisher/Jia-Dong Yang

Editor-in-chief/Mei-Li Hsueh

Executive Editors/

Ching-Wen Wang

Li-Hua Lee,

Chun-Fu Lin,

Chih-Hui Chen,

Cheng-Hsiung Yang,

Hsi-Chi Cheng,

Wen-Chen Chu

Ming-Lun Lu,

Chie-Jen Ko,

Shu-Yen Huang

Fang-Tse Chan,

Chi-Li Tsai,

Editorial Board/

Hon-Tsen Yu,

Ying Wang,

Shin Wang,

Fu-Yuan Lue,

Ching-Ming Wang,

Homer C. Wu,

Chi-Guang Wu,

Hsing-Juh Lin,

Chen-Meng Kuo,

Chang-Po Chen,

Ching-Fong Chang,

Hsiang-Ping Yu,

Jeng-Chuan Yang,

Kurtis Jai-Chyi

Lucia Liu Severinghaus,

Huei-Yann Joann Jeng,

Tzen-Yuh Chiang

Lee-Shing Fang,

Jenn-Che Wang,

Kuang-Yang Lue,

Ling-Ling Lee,

Chang-Hung Chou,

Shi-Kuei Wu,

Kwang-Tsao Shao,

Yao-Sung Lin,

Ming-Yih Chen,

Chien-Chang Hsu,

Shong Huang,

Ping-Shish Yang,

I-Chiu Liao,

Jung-Tai Chao,

Chu-Fa Tsai,

Chern-Hsiung Ou,

English Editors/Hen-Biau King,

Publishing Editors/Ching Wen Wang

Published by Endemic Species Research Institute

1 Min-Sheng E. Road, Jiji, Nantou 55244,

Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-49-2761331 ext. 616

<http://tesri.tesri.gov.tw>

Published Date: June 2022

GPN: 2009900002

ISSN: 2076-6971

臺灣旱招潮族群消長、分布變遷及棲息 環境特徵分析

Succession, distribution, and habitat characteristics of *Xeruca formosensis* in Taiwan

劉靜榆¹、林惠真²、洪昆璿³

Ching-Yu Liou, Hui-Chen Lin, Kun-Chin Hung

¹ 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路 1 號

² 東海大學 台中市西屯區台灣大道四段 1727 號

³ 東海大學 台中市西屯區台灣大道四段 1727 號

Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

Email : lcy@tesri.gov.tw

Tunghai University, No.1727, Sec.4, Taiwan Boulevard, Xitun District, Taichung City
407224, Taiwan R.O.C.

Email : hclin@thu.edu.tw

Tunghai University, No.1727, Sec.4, Taiwan Boulevard, Xitun District, Taichung City
407224, Taiwan R.O.C.

Email : x12127802@hotmail.com

摘要

臺灣早招潮是招潮蟹的特有屬中的特有種。由於它主要分布在高潮位以上的泥灘海岸帶，數十年前曾經因人為開發，導致族群嚴重萎縮，有滅絕之憂。本研究自 2019 年至 2021 年，盤點臺灣 6 處臺灣早招潮族群，將其棲地依河口和地理位置，劃分為香山濕地、高美濕地、大肚溪口、濁水溪口、八掌溪口、曾文溪口等，共規劃 23 個採樣站、185 個 4 m² 的樣區、124 個土壤質地樣區及測量 79 個水質樣點。此外，本研究並回溯 1992-2018 年之調查資料，分析臺灣早招潮的族群消長及棲地特性。臺灣早招潮主要分布在壤質砂土、砂質壤土、砂質黏壤土的高潮線位置，沿著河岸上溯遠達 3-6 公里地區，而香山及高美濕地沿著海岸分布的族群，因周邊長年有淡水排入。香農多樣性指數相對較高的為出現在高美濕地和大肚溪口的樣區內，濁水溪口的族群呈現大面積單一優勢；降趨對應分析 14 種蟹類在 185 個樣區之分布序列，顯示濁水溪口的蟹種組成與其他地理位置分區不同。各種人為開發以及栽植紅樹林或海岸侵蝕，皆會導致棲地流失，進而威脅族群。臺灣早招潮蟹最大的危機是其族群主要分布區大多僅列入重要濕地，卻不在野生動物保護區的範圍，雲林濁水溪口兩岸及臺西海園是目前完全沒有任何法規保護，棲地隨時會被開發利用。

關鍵字：臺灣早招潮、香山濕地、高美濕地、大肚溪口、濁水溪口、八掌溪口、曾文溪口、土壤質地

Abstract

Xeruca formosensis is an endemic genus and species in Taiwan. Distributed mainly in the supratidal zone of the mudflat coast, *Xeruca formosensis* has suffered from habitat destruction for decades, heading towards serious population decline and almost a threatened extinction. This study focuses on six stable populations of *Xeruca formosensis* in the tidal zones of Taiwan from 2019 to 2021. Our study was conducted in Siangshan Wetland, Gaomei Wetland, Dadu estuary, Choshui estuary, Pachang estuary, and Tsengwen estuary. A total of 14 crab species from 185 sampling plots (4 m² per plot) were recorded. In addition, we have included 124 sampling plots for soil texture, and 79 sampling points for hydrology and water quality. Previous data collected from 1992 to 2018 were analyzed to understand the growth and decline of *Xeruca formosensis*, and to explore habitat characteristics and changes in different habitats in Taiwan. *Xeruca formosensis* was mainly distributed in loamy sand, sandy loam, and sandy clay loam in the high tide area along the riverbank, reaching upstream to as far as 3-6 kilometers from the sea shore in the Dadu estuary, Choshui estuary, Pachang estuary, and Tsengwen estuary. By contrast, distribution of *Xeruca formosensis* along the coasts in Siangshan Wetland and Gaomei Wetland was probably due to the long-term fresh water discharge from the surrounding area. Analysis show that the Shannon's index was higher in both Gaomei Wetland and Dadu estuary than in the other four sites, and the largest population occurred in the Choshui estuary among all sites. In the detrended correspondence analysis of 14 crab species in 185 sampling plots, we found that the composition of crab species in the Choshui estuary was different from those in other geographic regions. Artificial developments, artificial planting of mangroves or coastal erosion are a threat to the habitats of *Xeruca formosensis* in Taiwan. Currently, the most populated areas of *Xeruca*

formosensis are only listed in Taiwan's Wetlands of Importance, but not included in the wildlife sanctuary. The Choshui estuary and Taixi Sea Park are currently not protected by any laws, and these habitats can be developed and used at any time.

Keywords: *Xeruca formosensis*, Siangshan Wetland, Gaomei Wetland, Dadu estuary, Choshui estuary, Pachang estuary, Tsengwen estuary, soil texture

前言

1975 年出版的 *Fiddler Crabs of the World* (Crane 1975) 提到 “台灣招潮蟹 (*Uca formosensis*) 於 1921 年發表為新種，其模式標本於 1919 年在彰化縣鹿港採集 (Rathbun 1921; Crane 1975)。本種在 2015 年被獨立為早招潮亞屬 *Xeruca*，為臺灣特有屬，即更名為臺灣早招潮 (*Xeruca formosensis*) (Shih 2015, Shih *et al.* 2016)。全球約有 100 種招潮，臺灣早招潮是臺灣 15 種招潮中唯一的特有種，同時也是唯一用福爾摩莎 (臺灣) 來命名的招潮蟹，是目前頗受關注的明星物種。

盤點 1992 年臺灣幾個數量較大的臺灣早招潮族群，分別在曾文溪口、大肚溪口及香山濕地 (劉等 1993，劉

等 1994，劉 1994a，劉 1994b，劉及李 1994，劉 1997，施 1997)。全臺最早針對臺灣早招潮生態與行為進行完整研究的族群位於大肚溪口的南岸 (李 1991)，當時是呈單一優勢分布。1996 年彰化縣濱海地區海埔地垃圾壓縮填海及土地再生利用計畫完成發包，第一期先行開發 26 公頃 (ha)，然因民眾抗爭，導致無法施作而停工，1998 年底復工，居民再抗爭，又停工。大肚溪口垃圾掩埋場動工就是在潮間帶最外圍築一道堤，並沒有在臺灣早招潮主要棲地上施工，卻造成這裡的族群巨幅下降，整個棲地原本有數百萬臺灣早招潮族群，1998 年大肚溪口臺灣早招潮族群就已是寥寥可數 (劉 1998，劉 1999，劉等 2000，

劉 2001，劉 2002，Shih *et al.* 1999)。2005 年彰化縣政府又在該棲地設立『台灣招潮蟹的故鄉』相關設施，卻將該處變成以弧邊管招潮與乳白南方招潮為優勢之棲地，大肚溪口臺灣旱招潮的族群，因不當施工造成的棲地改變，1991 年記錄的數十萬族群一度消失，之後仍持續有相關研究在此進行 (Shih *et al.* 2005，陳及李 2008，陳 2008，劉 2010，劉 2012)。

臺南曾文溪口的棲地自 1992 年開始進行生態調查，研究結果顯示曾文溪口之臺灣旱招潮總族群量應為當時全臺最大量 (劉等 1993，劉 1994，劉 1994a，劉 1994b，劉 1997，劉等 1999，劉和陳 2005，劉 2008，劉 2009，劉等 2010，湯及劉 2011，劉 2011)，2012 年針對 1992-1994 年及 2008-2010 年調查結果進行曾文溪口地區底棲蟹類群聚分析，探討臺灣旱招潮分布範圍、棲地特性及曾文溪口地區環境變遷等 (劉 2012)。

新竹客雅溪口與大庄里海岸曾經有龐大的臺灣旱招潮族群 (施 1997，

劉和陳 2006，劉 2008，劉 2010b，湯和劉 2011)，2005 年有 11.6 ha 臺灣旱招潮棲地成為水資源回收中心。為此，新竹市政府有執行自然生態調查及教育推廣工作計畫 (尤和張 2009)，在施工前中後期間補助相關學者進行一系列臺灣旱招潮的監測、復育研究 (陳和謝 2003，陳 2005，謝和陳 2005，謝和陳 2006，謝和陳 2007，楊 2007，楊 2008，朱等 2008，施 2008，黃 2008，曾 2009，楊 2011，楊等 2011，楊 2012，楊 2013)，以及棲地改善計畫 (朱等 2008，陳等 2009，楊 2010)。近十多年新竹市政府為了挽救臺灣旱招潮族群，花費了高額的經費移除紅樹林，以營造臺灣旱招潮的棲地 (林 2005，林等 2006，汪等 2007，Liao *et al.* 2008，施 2008，黃 2012，張 2012，張 2014，張 2014，楊和張 2014，劉 2015，楊 2017，楊 2019)。根據新竹市政府委託之台灣旱招潮蟹族群監測計畫結果顯示，香山濕地台灣旱招潮蟹棲息分佈已經擴張至紅樹林清除之後的高灘地，族群數量總數達 43 萬，證實移除

紅樹林有助台灣早招潮族群數量的增長與維持 (楊 2021)。

1999 年施習德整理文獻記載及現有的分布紀錄，包括宜蘭、基隆、淡水、竹圍、關渡、新竹浸水、三姓橋、海山罟、臺中高美、梧棲、麗水、彰化伸港、鹿港、芳苑、大城、雲林麥寮、澎湖菜園、青螺、嘉義東石、布袋、北門、臺南七股、青草崙、安平及高雄永安 (Shih *et al.* 1999, Shih 2015)。同時確認模式標本採集地 - 鹿港，因為工業開發成為彰濱工業區，棲地已消失，另宜蘭、基隆、澎湖等地族群確認滅絕。此外，高屏溪口曾經有記錄 (邱等 2004)，但後來也確認族群消失。

依據曾文溪口臺灣早招潮棲地特性研究 (劉 2015) 顯示，臺灣早招潮棲地位於高潮線際，起伏的地形將會限制潮水漫流，而平坦且坡度 5° 以下之緩坡有利潮水上溯，因此臺灣早招潮對棲地選擇要有夠寬廣的潮間帶才足以滿足其對棲地之需求，此外淡水的注入對臺灣早招潮也很重要，因為

位於高潮帶之棲地會成為鹽漬地，需要淡水週期性淹沒。

由於臺灣早招潮分布地點多在高潮位，因此洞穴深度多為 1 m 以上，交配期會築高塔，多數會在洞內交配，罕見洞外交配 (劉 2015)，抱卵母蟹釋幼後，幼生在河口區成功變態，完成整個生活史。幼生在河口區上溯，單靠著沿岸流，散播的機制受阻，又因為分布在最高潮位，故多人為開發之處，成為工業區、垃圾掩埋場、污水處理廠或開挖魚塭等。

本研究透過全臺各個臺灣早招潮分布區的調查，於 2019-2021 年設置樣區，並以無人載具空拍地形環境，記錄臺灣早招潮全臺的棲地特性，探討棲地變遷對其族群分布消長之影響。為了解臺灣早招潮分布地環境，本研究在進行底棲動物群聚調查時，亦針對周邊的水域進行基礎水質、土壤質地等檢測工作。臺灣的臺灣早招潮分布現況、分布消長及棲地變遷研究採用資料分別來自 1992-2021 年不同的研究計畫，包括臺灣西南沿海生

物資源調查 (劉等 1993, 劉等 1994)、野生動物保護區環境監測模式建立之研究 (劉等 1999, 劉等 2000)、沿海濕地棲地劣化之現況評估與保育策略之探討 (劉等 2005, 劉等 2006)、新竹市濱海野生動物保護區臺灣早招潮蟹族群監測及經營管理之研究 (劉 2015)、曾文溪河岸臺灣早招潮蟹族群分布及棲地維護 (劉和陳 2020)、臺中海岸濕地重金屬監測及蟹類生物群聚研究 (劉 2020) 等, 雖然年度不同, 但調查人員及環境因子檢測操作方式相同, 本研究依據歷史資料、本次調查之樣區、環境因子的資料等, 分析探討不同棲地的族群消長及棲地特性與變遷。

材料與方法

一、全臺海岸潮間帶臺灣早招潮可能分布區普查與採樣站設置

本研究自 2016 年 8 月起針對臺灣早招潮的棲地進行普查, 包括: 宜蘭、基隆、淡水、竹圍、關渡、桃園新屋溪口、新竹新豐濕地、新竹之香山濕地 (包括客雅溪口、三姓溪口、

大庄濕地、朝山、海山罟濕地、鹽港溪口)、苗栗之中港溪口、後龍溪口、臺中之大安溪口、大甲溪口、高美濕地、彰化之大肚溪口、大城濕地、雲林之濁水溪口、臺西海園、嘉義之鰲鼓濕地、朴子溪口、好美寮濕地、臺南之八掌溪口、急水溪口、曾文溪口、高雄之高屏溪口、林園濕地、屏東之大鵬灣、林邊溪口及北勢溪等。普查後確認臺灣早招潮穩定族群分布在客雅溪口以南至鹽港溪口以北之海岸、大甲溪口以南至清水大排以北之海岸, 大肚溪口、濁水溪口分布海岸及溪流兩岸, 另八掌溪口和曾文溪口則以溪流兩岸為主要分布區, 圖 1 將臺灣海岸潮間帶穩定臺灣早招潮族群分布之採樣地點標示於 ArcGIS 圖層中。

二、臺灣早招潮樣區調查方法

全臺海岸潮間帶穩定臺灣早招潮族群分布之採樣調查, 先依據地理位置分區 (geographical region), 新竹客雅溪南側至鹽港溪之香山濕地 (三姓溪口、大庄溪口、朝山濕地、海山罟濕地、鹽港溪口臺 61 線東側)、臺中大

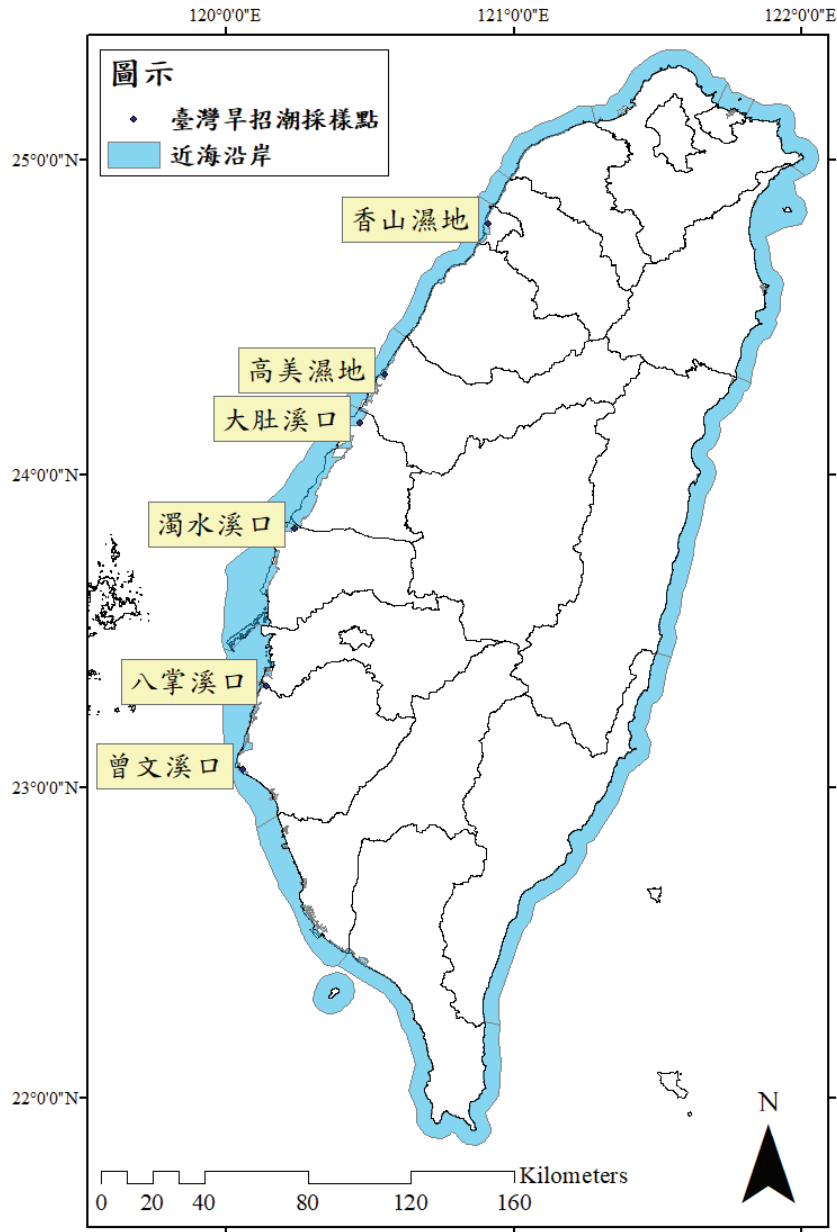


圖 1. 臺灣海岸潮間帶依河口和地理位置劃分之臺灣早招潮採樣站 (香山濕地、高美濕地、大肚溪口、濁水溪口、八掌溪口、曾文溪口)。

Fig.1. *Xeruca formosensis* sampling stations in the tidal zones of Taiwan according to estuary and geographical location (Siangshan Wetland, Gaomei Wetland, Dadu estuary, Choshui estuary, Pachang estuary, Tsengwen estuary).

甲溪口南側(高美濕地)、臺中大肚溪口北岸(麗水濕地、龍井濕地)、彰化大肚溪口南岸(伸港濕地)、彰化濁水溪口北岸(大城濕地)、雲林濁水溪口南岸(麥寮濕地)、雲林臺西海園、臺南八掌溪北岸、八掌溪南岸及臺南曾文溪北岸、曾文溪南岸。再依微棲地狀況細分採樣站(sampling stations)，規劃採樣站，各採樣站內依據蟹類地表活動數量，選擇設置 4 m² 的樣區(sampling plots) 進行調查。

1. 數位影像法：針對臺灣旱招潮族群分布區，沿水分梯度在均質(homogeneous) 棲地設置樣區。由於臺灣旱招潮洞外活動範圍平均超過 1 m，因此設置 4 個緊鄰 1 m² 的樣區(plot)。調查時先以廣角鏡頭拍攝大範圍蟹類地表活動數量，再局部採用攝影連續畫面，現場進行臺灣旱招潮地表活動族群數量計算，無法辨識者，立即以挖掘法確認。
2. 挖掘法：於未出洞活動的季節，採用挖掘法，每個樣區由 4 個 50 cm×50 cm 分散於一均質棲地之小區

(subplot) 組成，即每樣區面積合計 1 m²，每小區以大鏟子從四方迅速挖掘，深 50 cm，同時檢視小區內是否還有更深的洞穴，針對洞穴的方向繼續挖掘，再將四個小區資料合併為一樣區資料。

3. 採用相當潮汐調查，即大潮過後兩小時到最低潮間的取樣時間，並結合數位影像法及挖掘法的資料，以期獲得最正確的族群數量。

三、臺灣旱招潮分布棲地之底棲蟹類群集分析

本研究將記錄不同棲地樣區之間物種組成和變化，但因為是針對臺灣旱招潮單一物種挑選棲地，因此本研究中將使用各物種對重要值(relative important value) 來進行物種群聚分析與降趨分析(DCA)。而各物種的重要值是藉由 4 m² 樣區內每蟹類之相對密度(density, 隻數)、相對頻度(frequency, 小區數目) 及相對優勢度(dominance, 生物量) 三項值之總和 300%，再換算為 100% 表示其相對重要值。其中，蟹種隻數(crab individual

numbers) 與樣區蟹類總隻數之比值為相對密度；每個樣區有 4 個小區，以每蟹種出現小區的數目計算相對頻度；而優勢度以生物量 (biomass) 概念估算，由於物種間體型上差異頗大，因此計算生物量時會以隻數予以權重調整，頭胸甲寬 2-6 cm 權重為 1，頭胸甲寬 1-2 cm 之權重減為 1/2、頭胸甲寬小於 1 cm 之權重減為 1/4，頭胸甲寬超過 6 cm 之權重增為 2。

四、微棲地之土壤質地及水質測定

採樣作業均以行政院環境保護署環境檢驗所公告之採樣法作業。

1. 土壤質地：選擇代表性的樣區 (sampling plot)，採取蟹類樣區範圍內上下兩層土樣，上層樣區為表層土，下層樣區是往下挖 30 cm 的位置所採取的土樣。土壤粒徑分析 (particle size distribution analysis) 以比重計法 (hydrometer method) 分析土壤粒徑計算砂粒 (sand, 2-0.05 mm)、粉粒 (silt, 0.05-0.002 mm) 與粘粒 (clay, < 0.002 mm) 之含量百分比 (Eshel *et al.* 2004)，可由質地三角圖 (textural triangle chart) 劃分質地等級 (textural class)。
2. 水質測定：選擇代表性的樣點的地表水 (sampling point) 於現場測量，以德國 WTW 196T 水質測定儀測定水溫 (water temperature)、導電度 (electrical conductivity)、鹽度 (salinity)、溶氧量 (dissolved oxygen)、氫離子濃度指數 (hydrogen ion concentration, pH)。
3. 土壤質地及水質資料採用 R studio 執行 pairwise Pre-MANOVA test，以便觀察各採樣點之間的差異，也以 R studio 軟體執行分布序列法 (ordination) 之主成分分析 (principal component analysis, PCA) (Jolliffe 1986) 計算各軸之特徵值 (eigen value)、變數負荷量 (variable loading)，繪出分布序列圖，探討各採樣點之間土壤質地及水質資料與臺灣早招潮及其共棲物種之關連性。
4. 地形變化：利用無人載具空拍，依據地面調查資料，透過 Google earth 的年度差異和歷史檔案去追溯。

五、臺灣旱招潮採樣站設置

依據本研究普查後確認臺灣旱招潮穩定族群分布區在客雅溪口至曾文溪口之間，針對臺灣旱招潮的族群數及棲地土壤質地、水質進行採樣。本研究從 6 處地理位置分區規劃 23 個採樣站，共計取得 185 個樣區 (表 1)，調查工作自 2019 年 8 月起至 2021 年 10 月間。

- (一) 新竹香山濕地之三姓溪、大庄、朝山、海山厝各取得 3 個樣區、美山取得 5 個樣區、鹽港濕地(鹽港溪口北岸之臺 61 線東側)取得 13 個樣區，共計 30 個樣區；
- (二) 臺中高美濕地之大甲溪口南側及番仔寮濕地(油管路)各取得 4 個樣區、頂海口圳取得 15 個樣區、下海口圳取得 24 個樣區，共計 47 個樣區；
- (三) 大肚溪口北岸臺中麗水濕地取得 8 個樣區、臺中福田濕地取得 4 個樣區、大肚溪口南岸彰化伸港濕地取得 15 個樣區，共計 27 個

樣區；

- (四) 水溪口南岸雲林麥寮濕地取得 15 個樣區、臺西海埔地有才寮排水南岸之臺西海園取得 3 個樣區，共計 26 個樣區；
- (五) 臺南八掌溪口北岸取得 2 個樣區及八掌溪口南岸取得 3 個樣區，共計 5 個樣區；
- (六) 臺南曾文溪口北岸沙洲取得個 4 樣區，曾文溪北岸海埔堤防水門取得個 18 樣區，曾文溪南岸河岸旁高灘地取得 10 個樣區，曾文溪南岸青草崙魚塢間排水溝取得 6 個樣區，曾文溪南岸青草崙堤防旁濕地取得 12 個樣區，共計 50 個樣區。

結果與討論

若依照地理分區，以濁水溪口地區的分佈面積最大，曾文溪口次之，最小的是八掌溪(圖 2)。細分各採樣站，仍然是濁水溪的南北兩岸分佈面積最大，曾文溪北岸海埔堤防週邊濕

表 1. 臺灣海岸潮間帶臺灣早招潮棲地之 6 處地理位置分區及 23 採樣站

Table 1. Twenty-three sampling stations in six geographical regions of *Xeruca formosensis* habitats in the tidal zones of Taiwan.

行政區	行政分區	地理位置名稱	面積合計 ha	地理位置分區	取樣範圍 ha	採樣站	編號	座標	樣區數
新竹	浸水 大庄 美山 朝山 海山 鹽水	香山濕地	47.10	浸水垃圾掩埋場南側	4.37	三姓公溪口	香1	24°48'02.9"N 120°54'52.1"E	3
				客雅水資源回收中心南側	5.41	大庄溪口	香2	24°47'42.1"N 120°54'59.1"E	3
				美山魚塭外濕地	19.40	美山濕地	香3	24°47'38.6"N 120°54'51.8"E	5
				海山漁港北側	4.91	朝山濕地	香4	24°45'57.8"N 120°54'36.3"E	3
				海山漁港南側	10.80	海山岩濕地	香5	24°45'23.9"N 120°54'16.3"E	3
				鹽港溪口北岸	2.21	鹽港濕地(2.2=1.39+0.82)	香6	24°44'46.9"N 120°54'09.2"E	13
台中	高北 高西	高美濕地	12.44	大甲溪口南岸	1.00	大甲溪口南岸	高1	24°19'32.3"N 120°33'10.5"E	4
				番仔寮海堤油管路	1.10	油管路番仔寮濕地	高2	24°19'23.9"N 120°33'07.2"E	4
	高美濕地木棧道北側			3.96	頂海口圳	高3	24°18'55.8"N 120°33'01.1"E	15	
	高美濕地木棧道南側			6.38	下海口圳	高4	24°18'37.2"N 120°32'58.5"E	24	
彰化	麗水 福田	大肚溪口	23.58	大肚溪口北岸台中電廠東側	1.15	麗水濕地	大1	24°12'39.9"N 120°29'37.0"E	8
				大肚溪口北岸台17線東側	3.73	福田濕地	大2	24°11'24.7"N 120°30'51.7"E	4
雲林	伸港 大城 麥寮 台西	濁水溪口	298.27	大肚溪口南岸	18.70	伸港濕地	大3	24°09'53.7"N 120°27'54.0"E	15
				濁水溪口北岸	196.00	大城濕地	濁1	23°50'54.0"N 120°16'14.5"E	8
				濁水溪口南岸	102.00	麥寮濕地	濁2	23°49'45.0"N 120°14'11.5"E	15
有才寮排水南岸	0.27	台西海園	濁3	23°44'07.7"N 120°10'34.7"E	3				
台南	雙春	八掌溪口	6.44	八掌溪口北側河岸	1.44	八掌溪口北岸	八1	23°19'33.5"N 120°08'18.9"E	2
				八掌溪口南側河岸	5.00	八掌溪口南岸	八2	23°19'11.8"N 120°08'42.4"E	3
	七股 青草	曾文溪口	70.25	曾文溪口北側河岸	6.00	曾文溪口北岸沙洲	曾1	23°03'52.1"N 120°04'42.1"E	4
				曾文溪口北岸海埔堤	50.50	海埔堤防水門	曾2	23°05'04.7"N 120°05'26.3"E	18
				曾文溪口南側河岸	10.30	曾文溪口南岸	曾3	23°04'36.8"N 120°05'34.9"E	10
曾文溪口南岸排水溝	1.00	青草崙魚塭間排水溝	曾4	23°04'38.5"N 120°05'55.7"E	6				
曾文溪口南岸青草崙堤	2.45	青草崙堤防旁濕地	曾5	23°04'21.0"N 120°05'47.4"E	12				
樣區數合計 185									

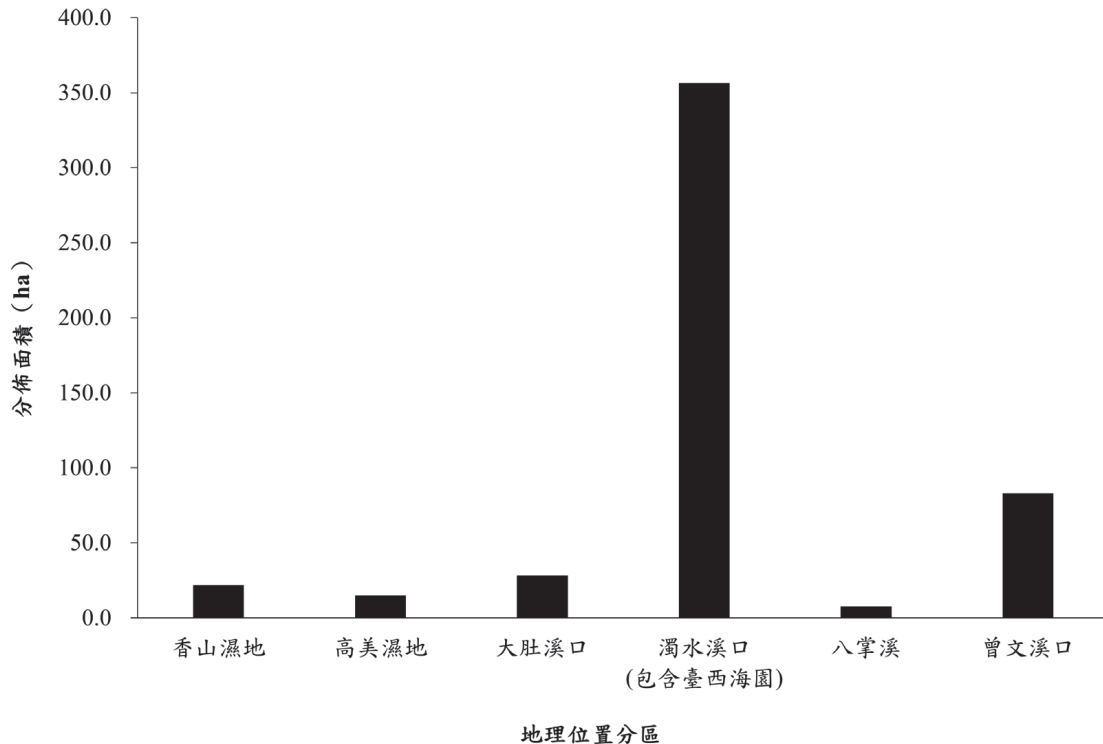


圖 2. 臺灣海岸潮間帶 6 處地理位置分區之臺灣早招潮棲地面積柱狀圖。

Figure 2. Histogram of *Xeruca formosensis* habitat area size in six geographical regions in the tidal zones of Taiwan.

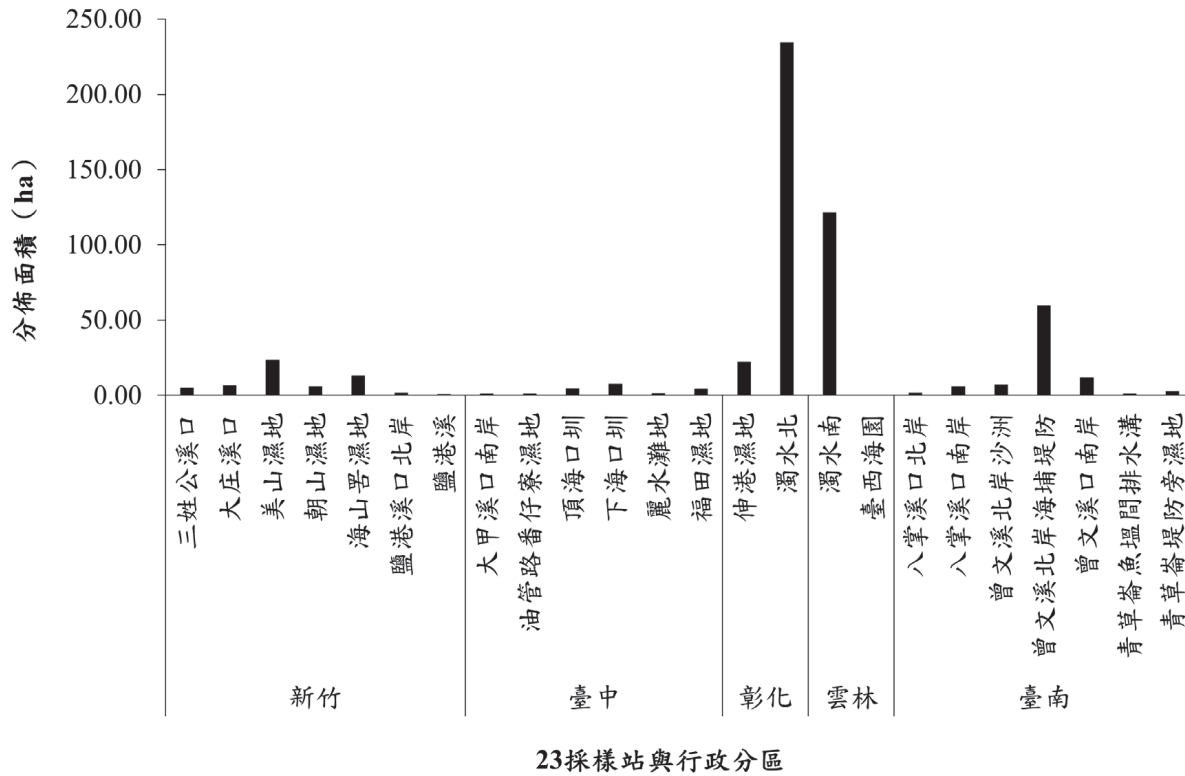


圖 3. 臺灣海岸潮間帶 23 採樣站之臺灣早招潮族群棲地面積柱狀圖。

Fig.3. Histogram of *Xeruca formosensis* habitat area size in 23 sampling stations in the tidal zones of Taiwan.

地次之，其他地區的面積，受限於周邊的植群分布和人工利用等因素，都在 20 ha 以下 (圖 2)。

一、臺灣早招潮樣區調查結果

數位影像法對於洞穴很深的螃蟹，可以較為精準的計算數量，繁殖期也可以藉由計算高塔的數量，配合挖掘法，估計族群數，但若洞口無高塔，又逢非出洞活動時期，則族群數將嚴重低估，因此必須要多次重複於同一個樣區，長時間觀察，以準確的估算螃蟹活動高峰時間。

根據經驗，若當日潮水會淹到臺灣早招潮棲地，在滿潮前兩個小時臺灣早招潮就已陸續完成封洞，如果不會淹到，則臺灣早招潮會持續洞穴外活動，即使刮強風或下大雨也不進洞。

由於臺灣早招潮的洞穴總是很深，大多數超過 1 m，採樣深度 50 cm 仍不足以挖掘到臺灣早招潮，可以挖到臺灣早招潮常因該個體在緊急狀況進入其他蟹洞穴，而無法繼續往下逃竄，或是因為當時的地下水位很高。此外，雌招潮及小型螃蟹比較不易觀

察，若望遠鏡看不清楚或無法鑑識，就須採用挖掘輔助。

臺灣早招潮的洞穴深度與該棲地的地下水位高度有關，位於最高潮線的族群洞穴深度常常超過 1 m，因挖掘時有些成蟹會由分支通道逃離，本研究採樣深度雖然有 50 cm，仍難以挖掘到臺灣早招潮，挖掘樣區之資料易低估，本研究挖掘的 30 個樣區中有 16 個樣區先以望遠鏡確認為臺灣早招潮的洞穴，卻沒有採集到臺灣早招潮的個體，因此挖掘樣區的資料僅作為確認洞穴內交配狀況及不同潮位、季節洞穴內是否為雌雄成對之輔助參考。

數位影像樣區可記錄較高的單位面積族群數量，但調查時受到棲地狀況、不同潮位及季節影響，又受到臺灣早招潮洞穴內交配進度、是否出洞、出來活動之目的為揮舞、覓食、建築洞口等因素影響，需要長時間的記錄，才可以判斷正確之族群數，同一地點重複取樣只有最大值進入分析。

本研究因為是針對臺灣早招潮取樣，所以有出現臺灣早招潮的樣區才

列入分析，退潮時蟹類沒有出洞活動，即使樣區內有高塔，挖掘樣區有採集臺灣早招潮個體，也不列入分析。在 185 個臺灣早招潮樣區中，弧邊管招潮 (*Tubuca arcuata*) 出現樣區 152 個、乳白南方招潮 (*Austruca lactea*) 出現樣區 145 個、北方丑招潮 (*Gelasimus borealis*) 出現樣區 8 個、淡水泥蟹 (*Ilyoplax tansuiensis*) 出現樣區 6 個、萬歲大眼蟹 (*Macrophthalmus banzai*) 出現樣區 8 個、角眼切腹蟹 (*Tmethypocoelis ceratophora*) 出現樣區 8 個、德氏仿厚蟹 (*Helicana doerjesi*) 出現樣區 69 個、臺灣厚蟹 (*Helice formosensis*) 出現樣區 89 個、秀麗長方蟹 (*Metaplax elegans*) 出現樣區 6 個、近親擬相手蟹 (*Parasesarma affine*) 出現樣區 22 個、雙齒擬相手蟹 (*Parasesarma bidens*) 出現樣區 17 個、鋸緣青蟳 (*Scylla serrata*) 及兇狠圓軸蟹 (*Cardisoma carnifex*) 都只出現 1 個樣區 (表 2)。

根據觀察，退潮初期，洞外活動的族群數較多，以雌蟹為主，即將漲潮時，雄蟹在外活動比例較高。樣區內個體數合計在 185 個 4 m² 樣區中記

錄臺灣早招潮 10,107 隻次、弧邊管招潮 3,402 隻次、乳白南方招潮 8,196 隻次、北方丑招潮 105 隻次、淡水泥蟹 42 隻次、萬歲大眼蟹 111 隻次、角眼切腹蟹 111 隻次、德氏仿厚蟹 759 隻次、臺灣厚蟹 966 隻次、秀麗長方蟹 54 隻次、近親擬相手蟹 123 隻次、雙齒擬相手蟹 99 隻次、鋸緣青蟳及兇狠圓軸蟹都只出現 1 隻 (表 2)，共計 24077 隻次。

臺灣早招潮在 185 個樣區中出現數量最多的是在濁水溪口，單一個 4 m² 樣區有 186 隻，出現數量最少的是在八掌溪口，單一樣區有 36 隻 (表 3)。相對重要值也是在濁水溪口最高，有 2 個樣區達到 100% (表 4)，也就是 4 m² 的範圍內只有記錄到臺灣早招潮，然大多數的樣區都有混棲的物種，最常混棲的物種有乳白南方招潮、弧邊管招潮、臺灣厚蟹、德氏仿厚蟹，依據棲地類型、潮位變化、溫度等差異，記錄到的混棲蟹類的物種及數量會有不同。臺灣早招潮在樣區間的族群數差異很大，出現單一優勢的範圍以濁水溪口為最大，其餘地區皆小於

表 2. 臺灣早招潮棲地 185 個樣區 14 蟹種出現樣區數及個體數統計表

Table 2. Number of plots and individual numbers of 14 crab species in 185 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats, in the tidal zones of Taiwan.

中文名	學名	出現 樣區 數	4m ² 樣區 內個體 數合計	平均1m ² 樣區出現 個體數	標準差 STDEV.S
臺灣早招潮	<i>Xeruca formosensis</i>	185	10107	13.66	43.12
弧邊管招潮	<i>Tubuca arcuata</i>	152	3402	5.60	18.31
乳白南方招潮	<i>Austruca lactea</i>	145	8196	14.13	46.23
北方丑招潮	<i>Gelasimus borealis</i>	8	105	3.28	3.27
淡水泥蟹	<i>Ilyoplax tansuiensis</i>	6	42	1.75	1.38
角眼切腹蟹	<i>Tmethypocoelis ceratophora</i>	8	111	3.47	3.06
萬歲大眼蟹	<i>Macrophthalmus banzai</i>	8	111	3.47	4.00
德氏仿厚蟹	<i>Helicana doerjesi</i>	70	756	2.70	6.73
臺灣厚蟹	<i>Helice formosensis</i>	91	966	2.65	7.33
秀麗長方蟹	<i>Metaplax elegans</i>	6	54	2.25	1.66
近親擬相手蟹	<i>Parasesarma affine</i>	22	123	1.40	2.00
雙齒擬相手蟹	<i>Perisesarma bidens</i>	17	99	1.46	1.89
鋸緣青蟬	<i>Scylla serrata</i>	1	1	0.25	0.07
兇狠圓軸蟹	<i>Cardisoma carnifex</i>	1	1	0.25	0.07

表 3. 臺灣早招潮蟹 6 處地理位置分區內各種蟹類棲息密度取樣統計列表

Table 3. Statistics of crab individuals in *Xeruca formosensis* habitats in six geographical regions, in the tidal zones of Taiwan.

Number of sampling plots	Individuals in 4m ²	臺灣早 招潮	弧邊管 招潮	乳白南 方招潮	北方丑 招潮	淡水泥 蟹	角眼切 腹蟹	萬歲大 眼蟹	德氏仿 厚蟹	臺灣厚 蟹	秀麗長 方蟹	近親擬 相手蟹	雙齒擬 相手蟹	鋸緣青 蟬	兇狠圓 軸蟹
香山濕地 30	MAX	144.00	87.00	246.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	9.00	0.00	9.00	6.00	0.00	1.00
	AVERAGE	68.00	25.50	94.80	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	1.10	0.00	0.90	0.40	0.00	0.03
	STDEVA	33.97	25.60	51.65	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10	2.43	0.00	2.25	1.52	0.00	0.18
高美濕地 47	MAX	117.00	57.00	144.00	18.00	0.00	18.00	18.00	21.00	39.00	0.00	9.00	12.00	0.00	0.00
	AVERAGE	46.02	15.83	60.19	0.57	0.00	1.28	1.15	5.62	5.04	0.00	0.77	0.96	0.00	0.00
	STDEVA	26.15	13.63	37.24	2.91	0.00	3.99	3.62	6.46	10.11	0.00	2.12	2.59	0.00	0.00
大肚溪口 27	MAX	78.00	57.00	159.00	0.00	12.00	24.00	6.00	27.00	21.00	12.00	9.00	12.00	0.00	0.00
	AVERAGE	30.56	19.00	28.00	0.00	1.33	1.89	0.33	8.89	6.56	2.00	1.67	1.11	0.00	0.00
	STDEVA	17.37	15.45	40.29	0.00	3.36	5.83	1.27	7.78	6.86	3.99	2.92	2.78	0.00	0.00
濁水溪口 26	MAX	186.00	36.00	138.00	0.00	0.00	0.00	48.00	3.00	27.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	AVERAGE	119.77	5.65	8.19	0.00	0.00	0.00	1.85	0.35	6.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	STDEVA	50.60	8.33	27.71	0.00	0.00	0.00	9.41	0.98	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
八掌溪口 5	MAX	36.00	75.00	135.00	9.00	3.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	AVERAGE	18.00	36.60	49.80	1.80	1.20	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	STDEVA	11.42	22.69	49.23	4.02	1.64	0.00	0.00	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
曾文溪口 50	MAX	111.00	78.00	126.00	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00	9.00	6.00	1.00	0.00
	AVERAGE	37.50	21.00	26.10	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	6.72	0.00	0.30	0.24	0.02	0.00
	STDEVA	31.49	18.13	26.64	5.43	0.00	0.00	0.00	0.00	6.11	0.00	1.52	1.02	0.14	0.00

表 4. 臺灣早招潮蟹 6 處地理位置分區內各種蟹類相對重要性值列表

Table 4. Relative importance value of *Xeruca formosensis* habitats in six geographical regions, in the tidal zones of Taiwan.

Number of sampling plots			臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	北方丑招潮	淡水泥蟹	角眼切腹蟹	萬歲大眼蟹	德氏仿厚蟹	臺灣厚蟹	秀麗長方蟹	近親擬相手蟹	雙齒擬相手蟹	鋸緣青螞蟧	兇狠圓軸蟹
香山濕地	30	MAX	85.71	37.93	75.93	0.00	0.00	0.00	0.00	17.78	9.23	0.00	5.48	3.28	0.00	0.82
		AVERAGE	44.33	15.91	32.61	0.00	0.00	0.00	0.00	5.17	1.10	0.00	0.65	0.21	0.00	0.03
		STDEVA	17.83	12.58	19.13	0.00	0.00	0.00	0.00	4.94	2.25	0.00	1.61	0.79	0.00	0.15
高美濕地	47	MAX	86.70	57.10	90.20	26.10	0.00	5.90	16.70	20.30	23.10	0.00	20.00	17.40	0.00	0.15
		AVERAGE	41.59	15.77	29.02	0.74	0.00	0.37	1.32	4.81	3.83	0.00	1.18	1.37	0.00	0.00
		STDEVA	20.24	14.52	18.54	3.99	0.00	1.18	3.97	5.48	7.01	0.00	3.74	3.74	0.00	0.00
大肚溪口	27	MAX	92.30	58.10	72.60	0.00	12.80	10.00	6.90	26.90	23.30	14.30	12.50	14.30	0.00	0.00
		AVERAGE	39.33	21.64	14.00	0.00	1.41	0.59	0.38	9.37	7.66	2.06	2.06	1.53	0.00	0.00
		STDEVA	23.97	15.00	17.09	0.00	3.55	2.06	1.45	7.30	8.18	4.22	3.63	3.54	0.00	0.00
濁水溪口	26	MAX	100.00	34.50	76.70	0.00	0.00	0.00	25.80	2.20	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	82.16	5.81	5.63	0.00	0.00	0.00	0.99	0.21	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	23.30	9.08	17.04	0.00	0.00	0.00	5.06	0.59	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
八掌溪口	5	MAX	41.40	82.00	69.20	11.80	3.40	0.00	0.00	6.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	22.18	43.86	28.88	2.36	1.34	0.00	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	14.08	24.03	24.50	5.28	1.84	0.00	0.00	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
曾文溪口	50	MAX	97.20	76.50	72.40	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.80	0.00	11.50	8.20	3.10	0.00
		AVERAGE	42.77	25.56	19.33	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	9.12	0.00	0.44	0.34	0.06	0.00
		STDEVA	25.01	20.14	20.37	8.21	0.00	0.00	0.00	0.00	8.34	0.00	2.18	1.44	0.44	0.00

4 m²。

二、臺灣早招潮分布棲地之底棲蟹類 群聚分析

(一) 樣區物種多樣性

本研究將 2019-2021 年臺灣早招潮族群分布棲息地所採集之 185 個樣區，計算樣區物種多樣性，表 5 列出每樣區之物種數、香農多樣性指數 (Shannon's diversity index) 及均勻度 (Evenness)。

由於臺灣早招潮分布的區域多位於高潮線，每個月會有相當的日數沒有被潮水淹沒，而形成完全乾涸的狀

態，能與其共棲的物種比較少，樣區中出現物種數最多 7 種，這些樣區多位於潮溝週邊的泥灘地，物種多的樣區，臺灣早招潮的數量也會比較低，香農多樣性指數相對較高的分別出現在高美濕地 (1.75) 和大肚溪口 (1.80) 的樣區內，潮水淹沒時間長的樣區物種多樣性指數較高，每個採樣站都有低潮位或是高潮位樣區，因此每一個採樣站的樣區間多樣性的數值有很大的差異。

濁水溪口的臺灣早招潮族群呈現單一優勢，特別在大城濕地有很大的範圍只有臺灣早招潮，因此取得的樣

區中有 2 樣區只有記錄到單一物種，多樣性等於 0，在此採樣站的其他樣區也常形成完全乾涸的狀態，因此多樣性偏低，所以濁水溪口是個特殊的棲息環境，其他的蟹種在這裡難以存活，族群數量相對偏低，但臺灣早招潮族群數可超過 40 隻/m²，遠遠高於其他採樣站。

(二) 蟹類群聚組成結構分析

本研究藉由多變數統計分析蟹類群聚現象，部分樣區的乳白南方招潮

出現數量多，但物種間體型上差異頗大，因此計算生物量時以權重調整。群集分析結果(圖 4)顯示，分析在不同棲地樣區之間物種組成和數量的變化，但因為針對臺灣早招潮單一物種，所以樣區之間的棲地類型差異較小，但還是有部分棲地差異，因此也可以從群集的結果看出主要的共棲物種和次要的共棲物種。在底棲蟹類的群集分析結果，臺灣早招潮、弧邊管招潮、乳白南方招潮、德氏仿厚蟹、臺灣厚

表 5. 臺灣早招潮棲地 185 個樣區蟹類群聚香農多樣性指數表

Table 5. Shannon's diversity index in 185 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in the tidal zones of Taiwan.

Sample	Index	Evenness	Num.Spec.	Sample	Index	Evenness	Num.Spec.	Sample	Index	Evenness	Num.Spec.	Sample	Index	Evenness	Num.Spec.	Sample	Index	Evenness	Num.Spec.
香1-1	0.54	0.77	2	高2-4	1.25	0.77	5	高4-22	0.86	0.62	4	濁1-8	0.00	0.00	1	曾2-10	1.29	0.80	5
香1-2	0.78	0.71	3	高3-1	0.91	0.83	3	高4-23	1.36	0.85	5	濁2-1	0.24	0.35	2	曾2-11	1.42	0.88	5
香1-3	0.65	0.94	2	高3-2	1.49	0.93	5	高4-24	1.50	0.94	5	濁2-2	0.38	0.55	2	曾2-12	1.16	0.83	4
香2-1	0.98	0.71	4	高3-3	1.55	0.96	5	大1-1	1.35	0.84	5	濁2-3	0.60	0.55	3	曾2-13	0.87	0.79	3
香2-2	0.98	0.90	3	高3-4	1.56	0.97	5	大1-2	1.49	0.92	5	濁2-4	1.00	0.72	4	曾2-14	0.79	0.72	3
香2-3	0.82	0.75	3	高3-5	1.47	0.92	5	大1-3	1.80	0.93	7	濁2-5	1.00	0.72	4	曾2-15	1.00	0.91	3
香3-1	1.05	0.96	3	高3-6	1.21	0.87	4	大1-4	1.68	0.86	7	濁2-6	0.45	0.41	3	曾2-16	1.37	0.99	4
香3-2	0.69	0.99	2	高3-7	1.01	0.92	3	大1-5	1.41	0.79	6	濁2-7	0.34	0.31	3	曾2-17	1.06	0.96	3
香3-3	0.84	0.60	4	高3-8	1.04	0.94	3	大1-6	1.58	0.88	6	濁2-8	0.45	0.41	3	曾2-18	1.17	0.85	4
香3-4	0.41	0.59	2	高3-9	1.09	1.00	3	大1-7	1.43	0.89	5	濁2-9	0.36	0.32	3	曾3-1	1.25	0.90	4
香3-1	0.72	0.65	3	高3-10	1.15	0.83	4	大1-8	1.67	0.93	6	濁2-10	0.17	0.24	2	曾3-2	0.69	1.00	2
香4-2	1.49	0.93	5	高3-11	1.33	0.96	4	大2-1	0.27	0.39	2	濁2-11	0.83	0.76	3	曾3-3	0.83	0.75	3
香4-3	1.36	0.85	5	高3-12	1.32	0.95	4	大2-2	0.66	0.48	4	濁2-12	0.65	0.59	3	曾3-4	1.36	0.98	4
香4-4	1.37	0.85	5	高3-13	1.56	0.97	5	大2-3	0.79	0.72	3	濁2-13	0.08	0.12	2	曾3-5	1.26	0.91	4
香5-1	1.20	0.86	4	高3-14	1.34	0.83	5	大2-4	0.89	0.81	3	濁2-14	0.24	0.22	3	曾3-6	1.31	0.95	4
香5-2	1.12	0.81	4	高3-15	0.54	0.39	4	大3-1	1.54	0.96	5	濁2-15	0.37	0.33	3	曾3-7	1.01	0.92	3
香5-3	1.39	0.86	5	高4-1	0.86	0.79	3	大3-2	0.76	0.69	3	濁3-1	0.64	0.58	3	曾3-8	0.55	0.79	2
香6-1	0.88	0.55	5	高4-2	1.06	0.77	4	大3-3	1.42	0.80	6	濁3-2	1.05	0.96	3	曾3-9	0.82	0.75	3
香6-2	1.27	0.92	4	高4-3	0.97	0.70	4	大3-4	1.51	0.94	5	濁3-3	0.66	0.60	3	曾3-10	1.12	0.81	4
香6-3	1.34	0.83	5	高4-4	1.75	0.90	7	大3-5	1.55	0.87	6	八1-1	1.08	0.99	3	曾4-1	1.28	0.93	4
香6-4	1.27	0.92	4	高4-5	1.74	0.90	7	大3-6	1.74	0.90	7	八1-2	1.27	0.91	4	曾4-2	1.20	0.87	4
香6-5	1.19	0.86	4	高4-6	1.43	0.89	5	大3-7	1.49	0.83	6	八2-1	0.66	0.48	4	曾4-3	1.21	0.87	4
香6-6	1.25	0.78	5	高4-7	1.40	0.87	5	大3-8	1.11	0.80	4	八2-2	0.83	0.76	3	曾4-4	1.18	0.85	4
香6-7	1.27	0.92	4	高4-8	0.92	0.83	3	大3-9	0.90	0.65	4	八2-3	1.27	0.79	5	曾4-5	1.18	0.85	4
香6-8	1.21	0.87	4	高4-9	0.91	0.83	3	大3-10	0.49	0.44	3	曾1-1	1.17	0.84	4	曾4-6	1.02	0.93	3
香6-9	1.44	0.89	5	高4-10	1.09	0.68	5	大3-11	1.32	0.82	5	曾1-2	0.74	0.68	3	曾5-1	0.97	0.70	4
香6-10	1.51	0.84	6	高4-11	1.12	0.70	5	大3-12	1.46	0.81	6	曾1-3	0.43	0.61	2	曾5-2	0.91	0.83	3
香6-11	1.31	0.81	5	高4-12	0.39	0.35	3	大3-13	1.26	0.78	5	曾1-4	1.36	0.85	5	曾5-3	0.67	0.61	3
香6-12	0.60	0.55	3	高4-13	0.99	0.62	5	大3-14	1.56	0.87	6	曾2-1	0.98	0.90	3	曾5-4	0.86	0.78	3
香6-13	0.63	0.45	4	高4-14	0.94	0.68	4	大3-15	1.78	0.92	7	曾2-2	0.92	0.84	3	曾5-5	0.82	0.75	3
高1-1	1.02	0.74	4	高4-15	0.98	0.71	4	濁1-1	0.09	0.13	2	曾2-3	0.94	0.68	4	曾5-6	1.22	0.88	4
高1-2	0.89	0.81	3	高4-16	1.00	0.62	5	濁1-2	0.09	0.12	2	曾2-4	1.27	0.79	5	曾5-7	0.86	0.79	3
高1-3	0.99	0.72	4	高4-17	0.47	0.68	2	濁1-3	0.00	0.00	1	曾2-5	1.10	0.79	4	曾5-8	0.46	0.42	3
高1-4	1.01	0.73	4	高4-18	1.10	0.68	5	濁1-4	0.45	0.41	3	曾2-6	1.40	0.87	5	曾5-9	0.40	0.36	3
高2-1	0.94	0.68	4	高4-19	1.15	0.83	4	濁1-5	0.38	0.34	3	曾2-7	1.16	0.84	4	曾5-10	0.17	0.24	2
高2-2	1.03	0.94	3	高4-20	1.30	0.81	5	濁1-6	0.26	0.23	3	曾2-8	1.04	0.75	4	曾5-11	0.13	0.18	2
高2-3	1.19	0.86	4	高4-21	0.87	0.79	3	濁1-7	0.09	0.13	2	曾2-9	1.16	0.84	4	曾5-12	0.85	0.61	4

蟹是最常混合棲息優先連結，鋸緣青蟬和兇狠圓軸蟹因是偶爾出現，則最後連結 (圖 4)。

圖 5 顯示投影分佈圖以臺灣早招潮為中心，弧邊管招潮、乳白南方招潮、德氏仿厚蟹、臺灣厚蟹最靠近，左上端是萬歲大眼蟹和北方丑招潮，右下端是秀麗長方蟹和淡水泥蟹 (圖 5)。萬歲大眼蟹與北方丑招潮被劃分到第一軸的左側，是因為有調查到濁水溪口南岸的麥寮 (濁 2-12) 臺灣早招潮和大量的萬歲大眼蟹混棲現象，這兩種物種其他地區大範圍也會同時出

現，但在微棲地分布上有差異，取樣時不太會同時記錄到，有明確的分界線。同樣在第一軸最左側的北方丑招潮亦甚少和臺灣早招潮混棲，但卻在曾文溪口南岸數個樣區有記錄共域現象。更少和臺灣早招潮混棲的秀麗長方蟹分布在第一軸的右側與第二軸的下側，因為僅在大肚溪口南岸的伸港有較多紀錄，故可能較無法解釋與臺灣早招潮的共域關係。

而降趨對應分析的 185 個樣區中，分析結果顯示濁水溪的樣區除了臺西 (濁 3) 以外多為臺灣早招潮單一優勢，

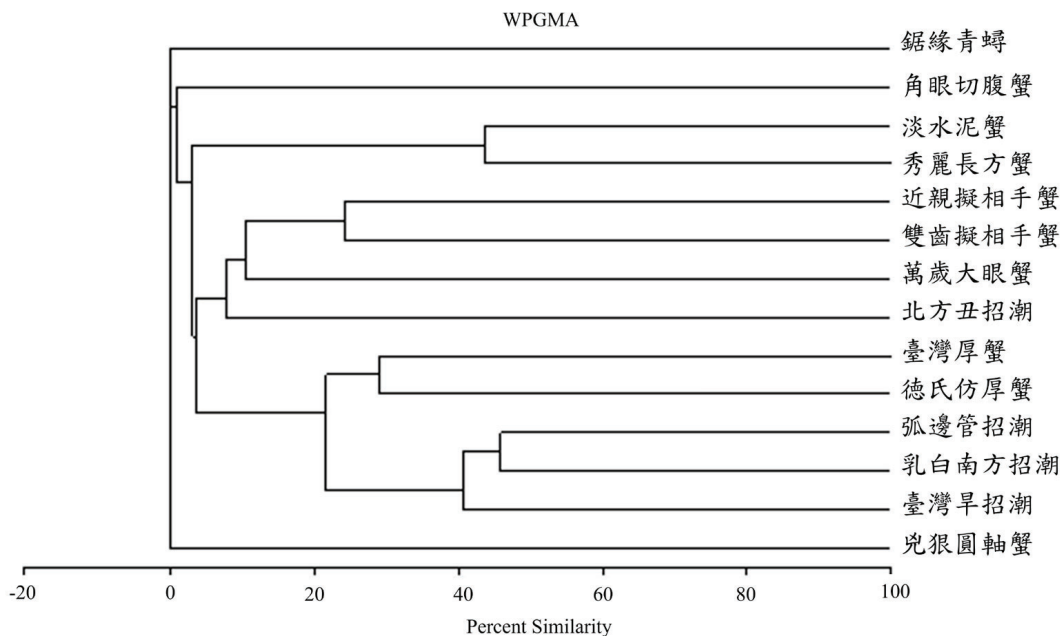


圖 4. 臺灣早招潮蟹棲地樣區 (N=185) 內 14 種蟹類共域關聯度群集分析樹狀圖。
Fig.4. A dendrogram showing similarity in 14 crab species in 185 sampling plots by cluster analysis.

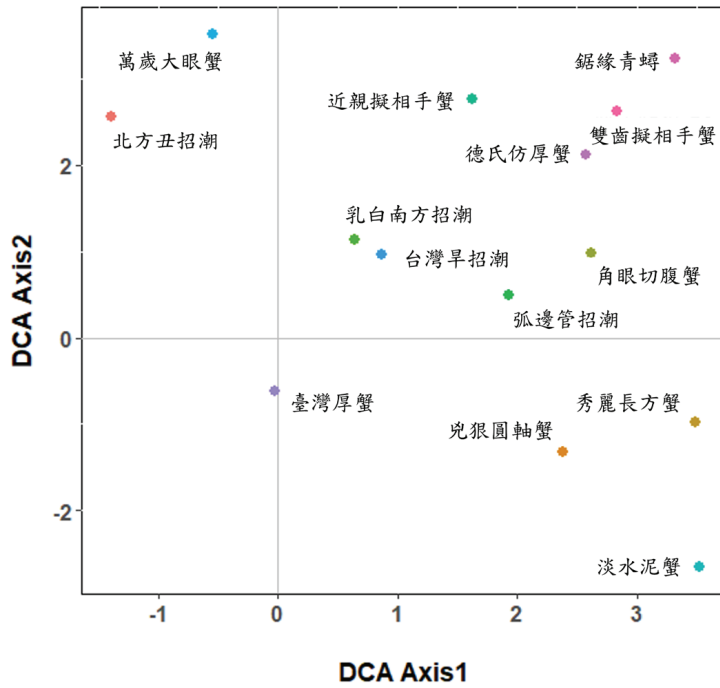


圖 5. 臺灣早招潮蟹棲地樣區 (N=185) 內 14 種共域蟹類分佈特徵 (物種相對重要值) 在 1、2 軸降趨平面之投影分佈圖。

Fig.5. Ordination of 14 crab species along the first two DCA axes by detrended correspondence analysis.

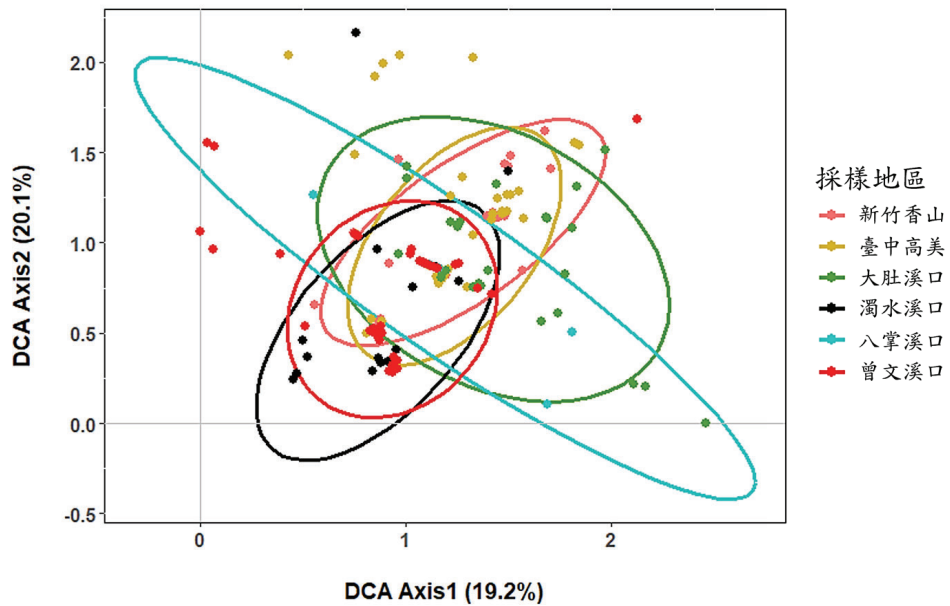


圖 6. 臺灣早招潮蟹 6 處地理位置分區個別樣區 (N=185) 個樣區在 1、2 軸降趨平面之投影分佈圖。

Fig. 6. Ordination of 185 sampling plots in six geographical regions along the first two DCA axes by detrended correspondence analysis.

所以全部都集中在中間（黑色圓圈範圍），與曾文溪口物種較為接近（圖 6）。大肚溪的棲地類型較偏泥灘地，所以有多種屬於泥灘地的螃蟹分布，台灣旱招潮則會呈現與泥灘地類型的螃蟹種類混棲。香山濕地目前有分布台灣旱招潮的樣區，棲地類型較偏砂質灘地，與其他溪口類型棲地較為不同，但是跟高美濕地略為接近。而八掌溪除了跟香山一樣偏砂質以外，棲地也相對較小，因此台灣旱招潮與不同物種共域性較高，也就是棲地類型多樣性較高（圖 6）。

三、微棲地土壤質地及水質測定

為了解台灣旱招潮分布地環境，本研究在進行底棲動物群聚調查時，針對各個台灣旱招潮分布的土壤質地進行採樣，周邊的水域亦進行基礎的水質檢測工作，調查工作自 2019 年 8 月起至 2021 年 10 月間。

土壤質地依據本研究所規劃之地理位置分區及採樣站（表 1）進行採樣，每蟹類樣區範圍內採集上下兩層的土樣，上層樣區為表層土，下層樣區為

同地點 30 cm 採取的土樣。土壤質地樣區因曾文溪口北岸沙洲採樣站（曾 1）缺資料，共計 22 個採樣站，少部分缺下層樣區資料，取得 124 個樣區進入分析。

水質檢測工作依據本研究所規劃之地理位置分區及採樣站（表 1）於現場測量，進行時受限於當時潮位及地形，有時候因為退潮的因素，棲地上沒有水可以測量，或是數個樣區只有一條水道的水源進入，但也有些採樣站會有兩條以上的水流，這些因素讓水質地數據無法和採樣的樣區做對應分析。週邊水質的調查因曾文溪口北岸沙洲採樣站（曾 1）缺資料，共計 22 個採樣站，測得 79 個樣點。

（一）台灣旱招潮棲地樣區之土壤質地

1. 各地理分區土壤質地敘述統計

本研究進行全臺各個台灣旱招潮分布的土壤質地調查，分析 124 個樣區有 89.8% 的土壤類型為壤質砂土或砂質壤土，6.5% 為砂質黏壤土，僅 4% 為砂土。土壤質地砂粒最大值 93%、最小值 51%、平均值 70.6(SD=11.1)；

砂粒最大值 32%、最小值 3%、平均值 17.6(SD=7.7)；粘粒最大值 25%、最小值 4%、平均值 11.7(SD=4.9)。

若將土壤質地依照地理分區(圖 7)，香山濕地分析 34 個樣區土壤質地，砂粒平均值 76.91(SD=9.32)，與八掌溪口的 77.88(SD=10.40)，都是偏砂質。高美濕地分析 16 個樣區，土壤質地砂粒平均值 23.38(SD=6.89)，較多砂質壤土，濁水溪口分析 16 個樣區，砂粒平均值 21.81(SD=7.63)，除砂質壤土外，有部分為砂質黏壤土。曾文溪口分析 24 個樣區，土壤質地粘粒平均值 13.71(SD=4.15)，大肚溪口分析 26 個樣區，土壤質地粘粒平均值 12.77 (SD=5.13)，部分樣區屬於偏壤土或黏壤土。

2. 各樣區土壤粒徑分析

本研究將採樣的土壤粒徑經由 One way-PERMANOVA 分析，結果顯示 2021 年的香山區粒徑組成與高美、濁水溪、曾文溪等地理分區之採樣站差異顯著較大，而八掌溪因為和香山區粒徑都是偏粗，大肚溪口因為採樣站間差異較大，所以與香山區粒徑差

異不顯著。其他區域之間的臺灣早招潮棲地的粒徑組成沒有太大的差異，顯示臺灣早招潮對土壤質地的選擇，偏好濁水溪、曾文溪等地，砂粒比例較高的砂質壤土。特別值得注意的是，海山港漁的北側的朝山濕地和鹽港溪口北岸之臺灣早招潮蟹棲息地都緊鄰著沙丘，大庄溪口南側的美山濕地，在紅樹林完全移除後，土壤粒徑迅速增大，特別在美山濕地北端，部分地區已經成為沙土，這些紅樹林移除後，週邊的粗顆粒沙覆蓋在表層，造成上下兩層的粒徑很大差異的地方，可以看到不同種招潮蟹族群優勢度的轉變。而 2020-2021 年的香山區粒徑組成與 2012 年香山區的粒徑組成有顯著差異 ($F_{6, 166} = 6.89, P < 0.05$)，意味著 2012 年的香山底質組成粒徑較小(表 6)。意味著 2012 年的香山底質組成粒徑較小，而現在的香山區粒徑則有變大的趨勢(圖 7)。

部分樣區土壤上層下層有差異，普遍來說上層的含沙量較高，粘粒的比例較低，朝山臺灣早招潮棲地上層的含沙量顯著較高，美山則是較 2012

表 6. 土壤粒徑在 7 處地理位置分區之 one way-PERMANOVA 差異顯著性

Table 6. Significance of the pseudo-F-statistic described of the soil particle size between seven geographical regions by one way-PERMANOVA

採樣地點	2021 香山濕地	高美濕地	大肚溪口	濁水溪	八掌溪
2021 香山濕地	-	0.02 *	0.48	0.02 *	1
高美濕地	R ² =0.19	-	1	0.34	0.4
大肚溪口	R ² =0.09	R ² =0.08	-	0.97	1
濁水溪	R ² =0.28	R ² =0.17	R ² =0.08	-	0.19
八掌溪	R ² =0.01	R ² =0.22	R ² =0.08	R ² =0.29	-
曾文溪	R ² =0.25	R ² =0.16	R ² =0.03	R ² =0.03	R ² =0.26
2012 香山濕地	R ² =0.19	R ² =0.19	R ² =0.24	R ² =0.29	R ² =0.09

年的含沙量較高。較特別的為曾文溪南岸青草崙堤防旁的廢棄魚塭的沙含量上層和其他的大致相同，但是下層的含沙量竟然高達 93%，屬於砂質土，顯然是有大型的擾動，讓較為細顆粒的土壤覆蓋在砂質土地上面。同樣的高美油管路番仔寮濕地也有下層含沙量高的現象。

檢視 2019-2021 年臺灣旱招潮棲地 6 處地理位置分區與 2012 年香山濕地之分布序列圖 (圖 8)，香山目前臺灣旱招潮棲地，於 2012 年時，因為有紅樹林，紅樹林內的顆粒很小，但外圍是沙灘甚至沙丘，其顆粒很大，所以以主成分分析結果，2012 年香山濕地分散於序列圖左下方。相對的，濁水溪口粉粒、粘粒比例較高，分散於

序列圖右上方。在對應臺灣旱招潮棲地 6 處地理位置分區及 2012 年香山濕地之土壤粒徑盒形圖 (圖 7)，香山濕地與八掌溪口仍是偏沙，濁水溪口粘粒顯著較香山濕地、高美濕地及八掌溪口高，粉粒顯著較香山濕地及八掌溪口高。圖 9 顯示 2020-2021 年 124 樣區在 22 採樣站之盒形圖，濁水溪口北岸砂粒顯著較其他採樣站低，粉粒與高美濕地相當，顯著較其他採樣站高。

根據本研究調查，在 2017 年高美濕地的下海口圳 (高 4 採樣站)，開始出現臺灣旱招潮族群，平均土壤粒徑大小的變化上則是由 2015 年的 0.06 mm 到 2017 年的 0.108 mm，土壤粒徑大小有變大的趨勢 (圖 10)。而伸港

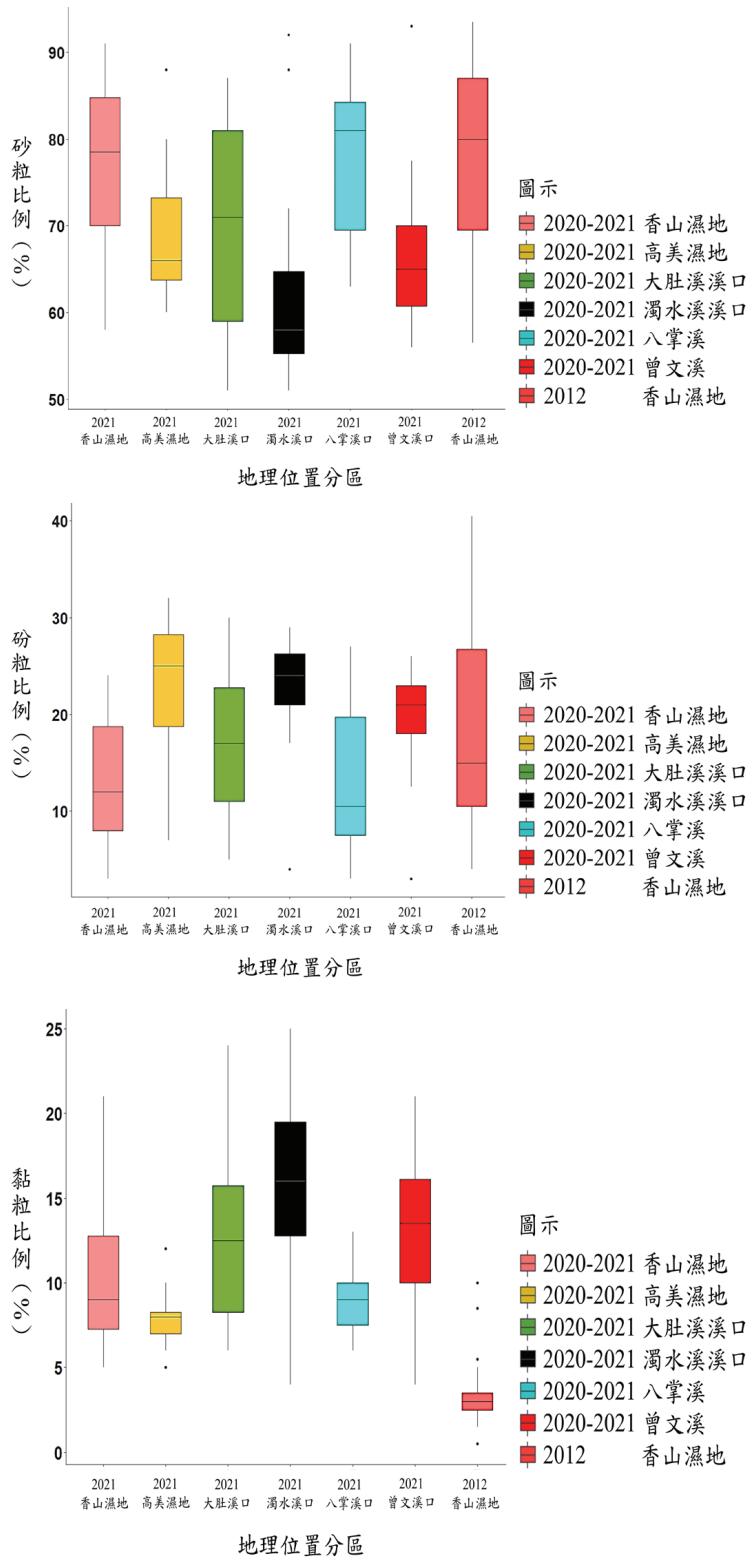


圖 7. 臺灣旱招潮棲地 6 處地理位置分區之土壤粒徑 (砂粒、粉粒、黏粒) 盒形圖。

Fig.7. Boxplot of soil particle size (sand, silt, clay) of six geographical regions in *Xeruca formosensis* habitats in Taiwan.

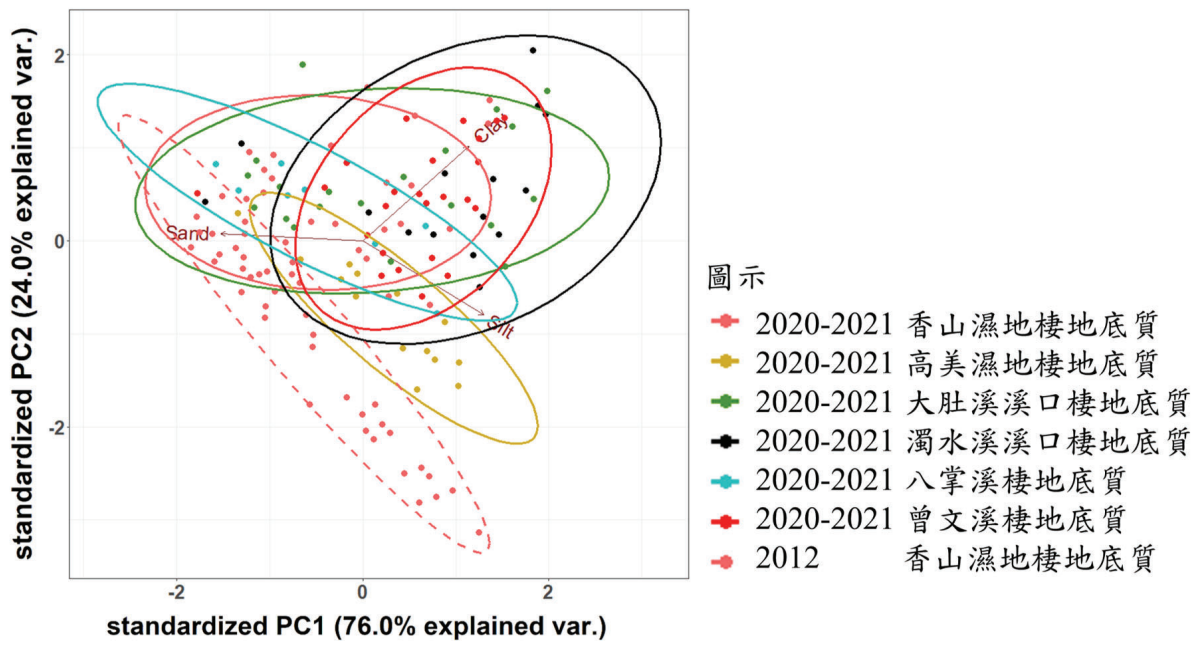


圖 8. 主成分分析臺灣旱招潮棲地 6 處地理位置分區 124 樣區之土壤粒徑分布序列圖。

Fig.8. Ordination of soil particle size (sand, silt, clay) in 124 sampling plots in six geographical regions of *Xeruca formosensis* habitats along the first two PCA axes in Taiwan.

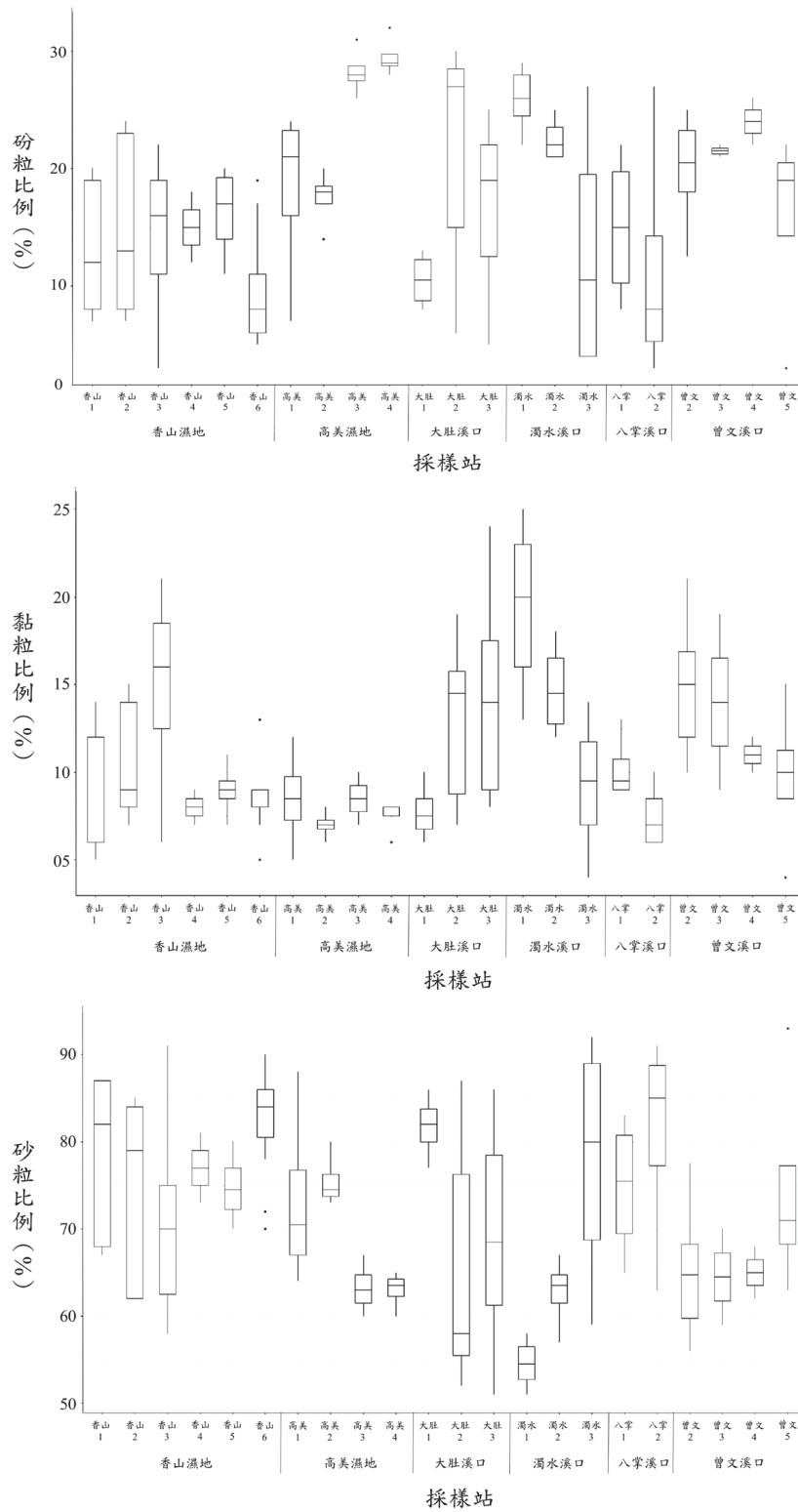


圖 9. 臺灣早招潮棲地 22 採樣站之土壤粒徑 (砂粒、粉粒、黏粒) 盒形圖。

Fig. 9. Boxplot of soil particle size (sand, silt, clay) in 22 sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in Taiwan.

濕地(大3採樣站)在2008年調查中,推估族群密度少於0.1隻/m²(2008,陳),而在2015年營建署的大肚溪口招潮蟹棲地改善計畫評估作業成果報告書中指出,伸港濕地約有0.051隻/m²左右。而在平均粒徑調查部分,2008年調查到的平均粒徑約為0.03mm左右(2008,陳),而在2014年調查到的平均粒徑則是大約為0.105mm左右(彰化縣102年大肚溪口招潮蟹棲地改善評估作業成果報告書),與

2017高美出現臺灣早招潮時的平均粒徑相近(圖10)。

(二)臺灣早招潮分布區周邊水質之樣點分析

本研究共進行79個周邊的水域進行基礎的水質樣點檢測分析工作,表7顯示臺灣早招潮的棲地周邊的水域在6處地理位置分區調查結果,再經由One way - PERMANOVA分析6處地理位置分區水質差異(F5, 78 =3.355, P < 0.05),結果顯示高美

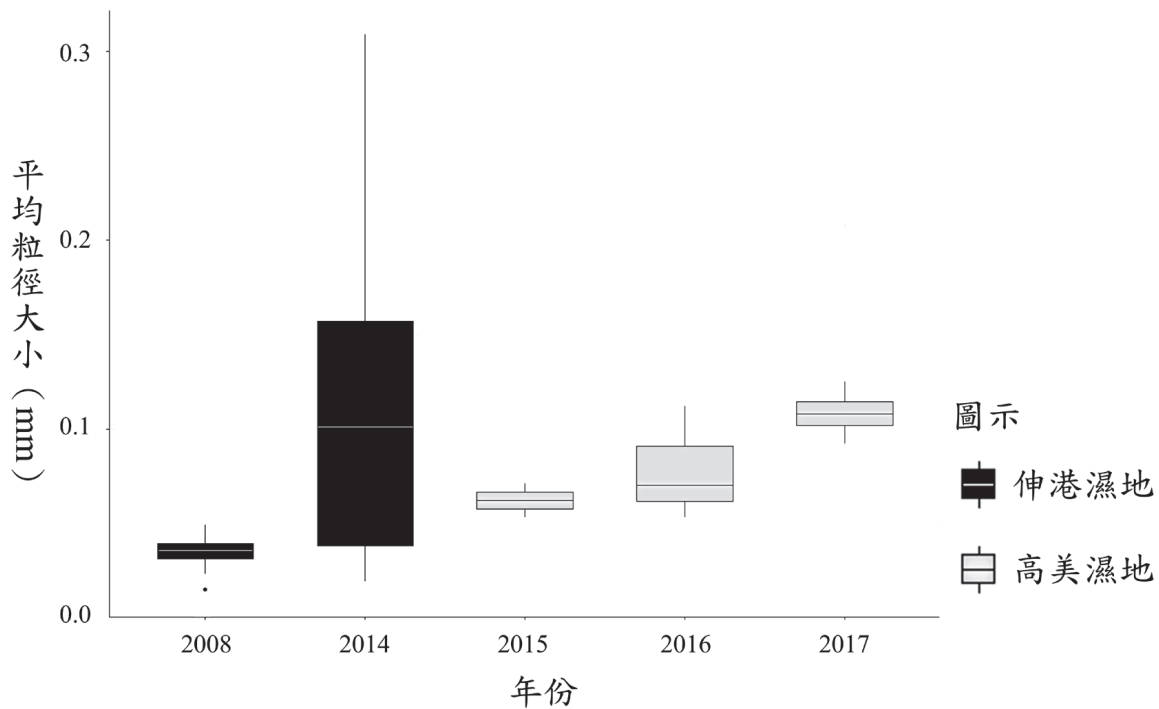


圖 10. 高美濕地與伸港濕地的臺灣早招潮棲地平均土壤粒徑大小在年度間的差異。
 Fig.10. Average soil particle size of *Xeruca formosensis* habitats in Gaomei and Shengang wetlands between years.

表 7. 臺灣早招潮棲地 79 樣點周邊水質之樣點資料在 6 處地理位置分區敘述統計表

Table 7. Descriptive statistics from 79 sampling points of hydrology and water quality in six geographical regions in *Xeruca formosensis* habitats in Taiwan.

地理位置 分區	樣 點 數		水溫 °C	pH	鹽度 ‰	導電度 ms/cm	溶氧百 分比 %	溶氧量 mg/L
全部樣點	79	MAX	40.10	9.08	41.00	61.00	185.20	11.57
		MIN	18.70	7.12	0.10	0.47	8.70	0.57
		AVERAGE	30.80	8.06	18.93	30.06	94.92	6.26
		STDEVA	3.47	0.35	10.62	15.96	27.33	1.64
香山濕地	23	MAX	40.10	9.08	41.00	61.00	185.20	10.80
		MIN	22.10	7.48	0.60	1.30	8.70	0.57
		AVERAGE	30.48	8.26	22.03	33.67	95.75	6.13
		STDEVA	3.510	0.38	13.23	19.42	39.01	2.12
高美濕地	11	MAX	31.70	8.96	33.00	50.00	115.20	8.50
		MIN	27.70	7.12	0.10	0.47	46.20	3.53
		AVERAGE	29.62	7.77	9.70	15.27	84.55	6.06
		STDEVA	1.33	0.43	11.47	17.29	19.96	1.35
大肚溪口	13	MAX	36.70	8.65	32.70	49.80	137.00	9.24
		MIN	26.30	7.20	1.80	3.41	38.00	2.65
		AVERAGE	30.29	7.87	17.75	27.93	73.26	4.94
		STDEVA	2.65	0.36	8.71	13.21	29.90	1.91
濁水溪口	8	MAX	38.90	8.74	38.60	57.10	139.90	8.53
		MIN	33.10	7.69	12.50	20.50	62.40	3.84
		AVERAGE	36.41	8.23	26.26	40.59	109.50	6.51
		STDEVA	1.88	0.26	4.32	6.02	15.00	0.91
八掌溪口	8	MAX	32.70	8.61	24.00	48.10	175.93	11.57
		MIN	23.20	7.51	3.62	7.31	64.10	4.75
		AVERAGE	28.51	7.88	13.86	27.92	108.68	7.59
		STDEVA	3.04	0.26	7.26	14.41	20.32	1.30
曾文溪口	16	MAX	39.60	8.33	29.90	46.00	130.70	8.32
		MIN	18.70	7.89	3.90	6.80	83.80	5.50
		AVERAGE	30.84	8.14	20.66	32.58	104.31	6.88
		STDEVA	4.38	0.08	5.94	8.80	11.50	0.79

表 8. 臺灣旱招潮棲地 79 樣點在 6 處地理位置分區水質在不同地理位置分區之 One way-PERMANOVA 差異比較

Table 8. Significance of the pseudo F-statistic described of hydrology and water quality between six geographical regions by one way-PERMANOVA.

採樣地點	香山濕地	高美濕地	大肚溪口	濁水溪口	八掌溪	曾文溪口
香山濕地	-	0.54	1	1	1	1
高美濕地	R ² =0.10	-	0.84	0.03 *	1	0.02 *
大肚溪口	R ² =0.05	R ² =0.12	-	0.35	0.86	0.02 *
濁水溪口	R ² =0.06	R ² =0.35	R ² =0.20	-	0.08	1
八掌溪	R ² =0.05	R ² =0.13	R ² =0.13	R ² =0.30	-	0.47
曾文溪口	R ² =0.05	R ² =0.30	R ² =0.20	R ² =0.09	R ² =0.13	-

表格右上為 *p* 值 (* : < 0.05) ; 表格左下為 *F* 值與判定係數 (R²) 。

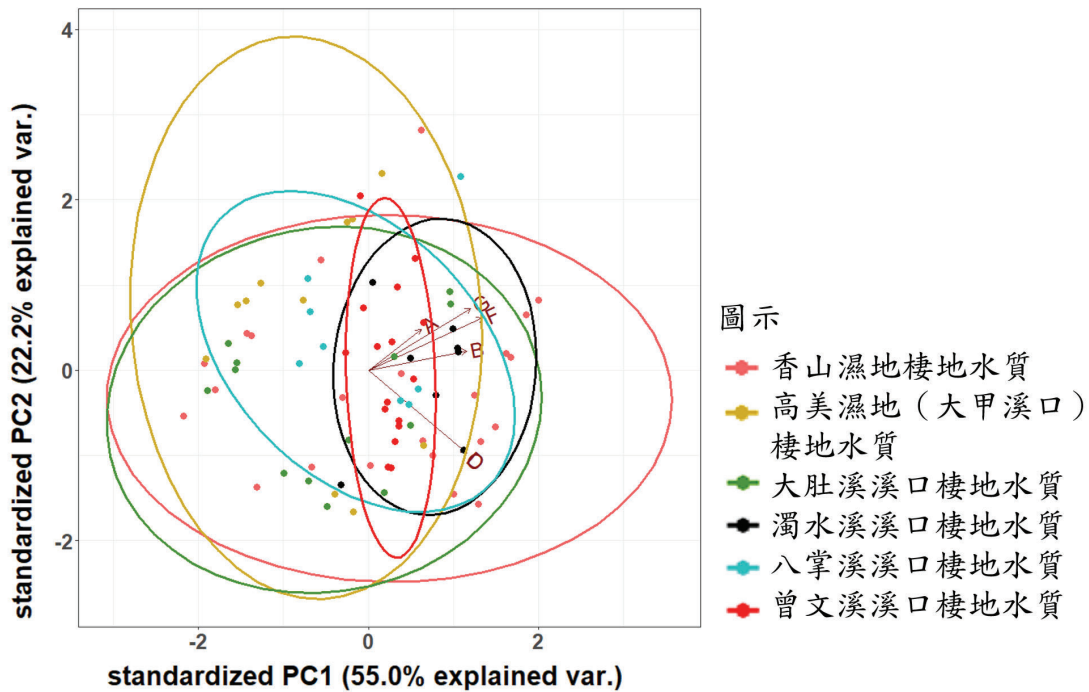


圖 11. 主成分分析 6 處地理位置分區 79 樣點周邊水質樣點資料之分布序列圖 (A : 水溫、B : pH 值、C : 鹽度、D : 導電度、F : 溶氧量) 。

Fig.11. Ordination of hydrology and water quality in 79 sampling plots, in six geographical regions, along the first two PCA axes in Taiwan (A: Water temperature, B: pH value, C: salinity, D: conductivity, F: dissolved oxygen).

濕地分別與濁水溪口和曾文溪口有顯著差異，且大肚溪口與曾文溪口也有顯著差異(表 8)另以主成分分析周邊水質樣點資料，分布序列圖呈現 6 處地理位置分區 79 樣點之水溫、pH 值、鹽度、導電度、溶氧量(圖 11)。圖 12 及圖 13 分別呈現在 6 處地理位置分區及 22 採樣站的溶氧量、鹽度、pH 值之盒形圖。

檢視表 7，平均水溫 30.8°C，最低為冬季調查時在曾文溪口北岸之海埔堤防水門測得的 18.7°C，最高是新竹的鹽港濕地 40.10°C，為淺水環境。鹽度的變化非常劇烈，平均鹽度為 18.3‰，顯示臺灣早招潮可以忍受鹽度變化從 0.10‰ 到 38.6‰，算是耐受性非常高的蟹種。因為調查的時間多是退潮，所以多數樣點測得的鹽度比平均海水鹽度 33‰ 低，高於 33‰ 是因為水份蒸發，鹽度最高的是在濁水溪口大城濕地，新竹的美山濕地、鹽港濕地也偏高。最低的是大甲溪口南岸，三姓溪口、大庄溪口、大甲溪口南岸、頂海口圳及下海口圳，都是屬於趨近於淡水的環境。

臺灣早招潮的棲地周邊水域的 pH 變化幅度算是非常的大，pH 值平均為 8.08，約略低於海水的平均 pH 值，最低的值出現在高美濕地下海口圳為 7.12，三姓溪口、大庄溪口、大甲溪口南岸、頂海口圳及下海口圳，pH 值也相當低。pH 值與鹽度的相關性高，通常鹽度低的環境 pH 值會趨近於 7，朝山濕地測得 8.79，鹽度為 37.90‰。但部分地區的 pH 數值偏高，最高的為鹽港溪口達到 9.08、大甲溪口南岸測得 8.96、麥寮濕地測得 8.74、伸港濕地也測得 8.65 的高值，與鹽度無顯著的相關性，卻與溶氧量有顯著的相關性，可能與藻類繁生有關。

水域中的溶氧量平均為 6.26 mg/L，最大值 11.57 mg/L，出現在八掌溪河口，本棲地溶氧量 4.75 – 11.57 mg/L，而香山濕地、濁水溪北岸的大城濕地也出現較高溶氧量值，是相對較穩定臺灣早招潮族群分布之棲地。最小值 0.57 mg/L 則是在新竹的美山濕地，臺灣早招潮族群分布初期，只有小型的亞成蟹。大庄溪口溶氧量 1 mg/L

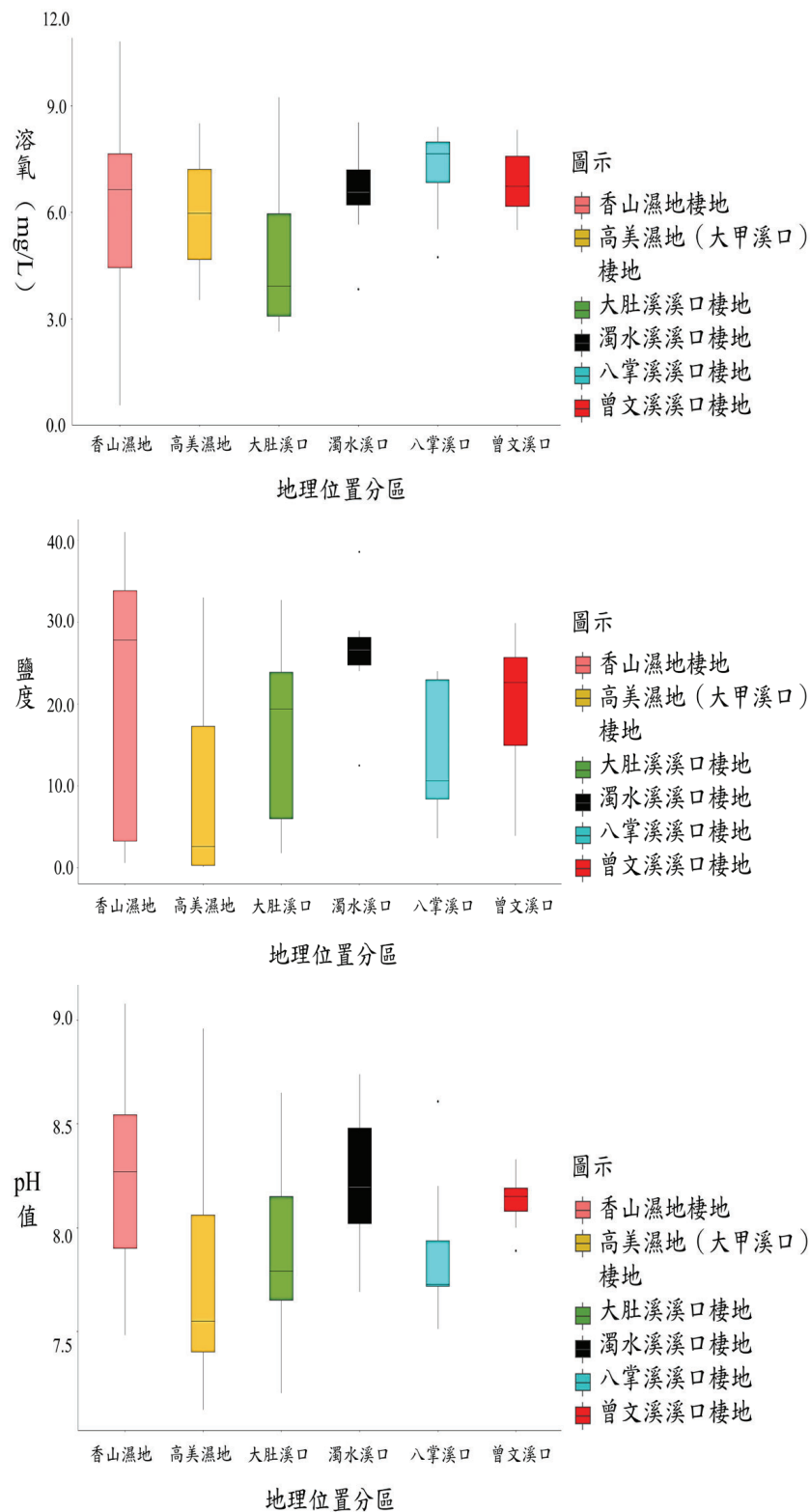


圖 12. 臺灣早招潮棲地 6 處地理位置分區周邊水質樣點資料之盒形圖。

Fig.12. Boxplot of hydrology and water quality in 23 sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in Taiwan.

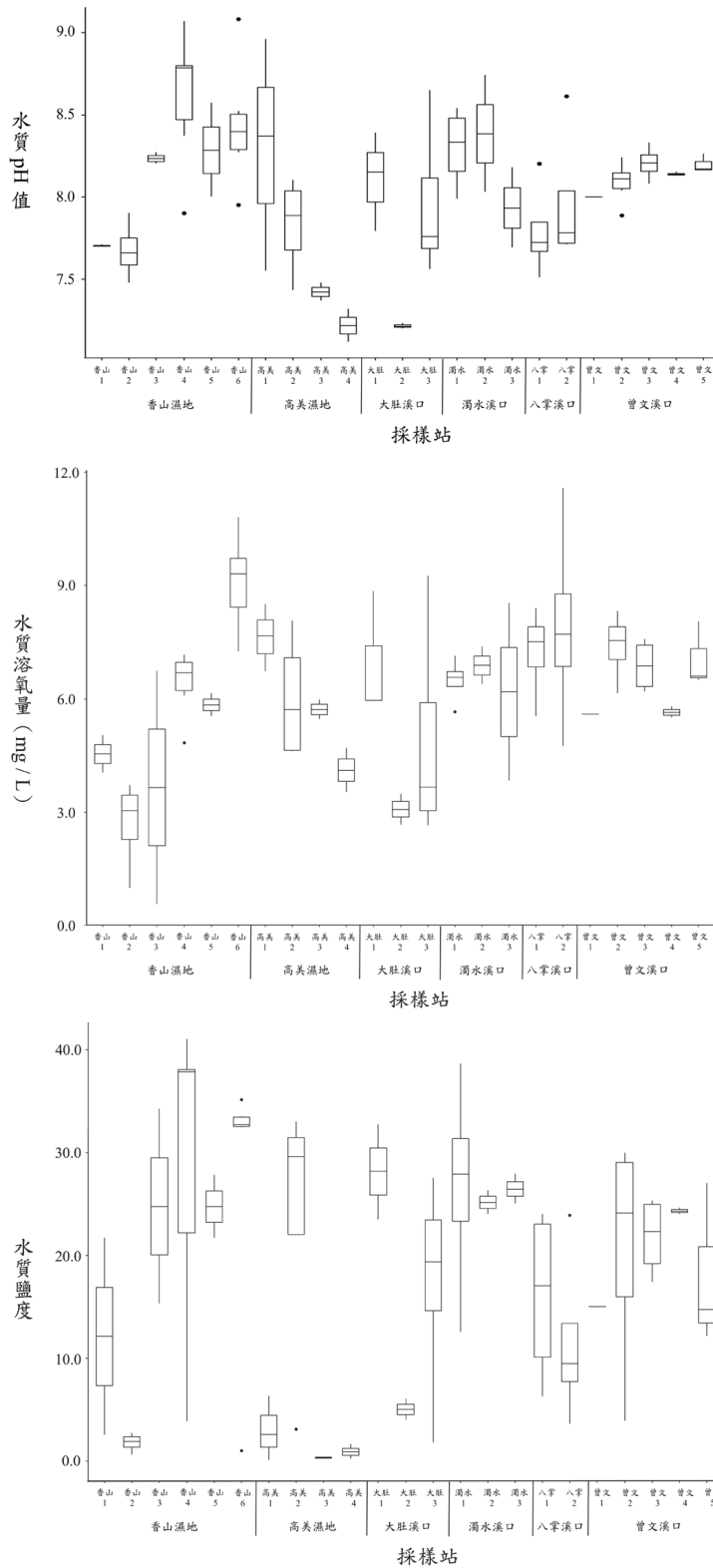


圖 13. 臺灣早招潮棲地 23 採樣站周邊水質樣點資料之盒形圖。
 Fig.13. Boxplot of hydrology and water quality in 22 sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in Taiwan.

L，臺灣早招潮族群數低，伸港濕地溶氧量變化幅度則是落在 2.65 – 9.24 mg/L 之間，有些溶氧量低的樣點，也是只有小型的亞成蟹。

五、臺灣早招潮分布變遷歷史、共棲物種及微環境描述

本研究將 2019-2021 年臺灣早招潮族群分布棲息地所採集之 185 個樣區，經由多變數分析，並整理 1992-2018 年間之調查資料，比對後進行臺灣早招潮分布變遷歷史描述。本研究所設置之臺灣早招潮採樣站，其水質除了受潮汐漲退影響外，每個棲地周邊有主要淡水來源，這些水源也影響植群、土壤質地及共域之底棲物種，因此大至大型人工建物造成的海岸侵淤，小至水流對微環境改變等，都對臺灣早招潮族群數量及分布範圍有影響，以下分地理位置及採樣站敘述之。

(一) 香山濕地：客雅溪口以南至鹽港溪口以北之海岸 (新竹)

香山濕地位於客雅溪口至鹽港溪口以北，1990-1995 年因建置浸水垃

圾掩埋場，於客雅溪至三姓溪間的河口濕地施工，2006-2008 年建置客雅水資源回收中心，於三姓溪至大庄溪口間之河口濕地施工。浸水垃圾掩埋場，曾經有臺灣早招潮族群 (施 1997)，當年已知是臺灣西北部最主要的臺灣早招潮棲地。客雅水資源回收中心開發過程中因圍堤改變棲地的淹水時間及食物的補充，基地填土則改變棲地泥砂含量比例，終導致該棲地臺灣早招潮的全部死亡 (汪等 2012)。依據內政部營建署城鄉發展分署官網的資料，臺灣早招潮族群量銳減 75% (15,000 隻)，剩餘約 25% (5,000 隻) 的族群量，上述兩個開發案造成的棲地破壞，屬於不可恢復。

香山濕地原本為大片的沙泥灘地，早在 1959 年於海山厝及 1989 年於客雅溪，即有人為栽植水筆仔 (*Kandelia obovata*)，1996 年再栽植海茄苳 (*Avicenia marina*) 及紅海欖 (*Rhizophora stylosa*)，1997 年由新竹市政府委託行政院退除役官兵輔導委員會大規模種植水筆仔後，紅樹林快速蔓

延，潮水漲退變緩，增加土壤黏粒及重金屬含量，改變此海岸生態環境及物種組成(吳 1992，張和劉 2009，劉 2010a，楊 2012，張 2012，劉 2012，劉 2015)。為重新營造適合臺灣早招潮等原生物種之族群生存，新竹市政府自 2007 年到 2014 年花費 1700 多萬以人工砍除的方式，逐年進行，累計清除 65.6 ha 的紅樹林(張和劉 2009，楊 2013，張 2012，張 2014)。2015 年後開始以機械方式進行清除，完成 348 ha 的清除工作，至 2019 年累積花費 3721 多萬，目前除鹽港溪北側濕地留存，大致上已經全面清除。歷經十多年移除紅樹林營造臺灣早招潮棲地，讓香山濕地的臺灣早招潮數量比 2008 年施工後已有增加，證實紅樹林與臺灣早招潮之消長關係。

香山濕地北段臺灣早招潮族群密度較高的區域(圖 14)分別有三姓溪口(香 1)臺灣早招潮棲地面積約 4.37 ha，設置 3 樣區，大庄溪口(香 2)臺灣早招潮面積約 5.41 ha，設置 3 樣區，美山濕地(香 3)棲地面積約 19.4 ha，

近幾年移除紅樹林的強度較大，棲地的類型明顯改變，因此設置 5 樣區，這 3 區沿著海岸受到同樣的潮水，但因為各有不同的排水道排入，所以匡列範圍時區隔開來。

香山濕地中段為海山漁港南北兩側，海山漁港北側之朝山海岸面積約 4.91 ha(香 4)，海山漁港南側之海山厝面積約 10.8 ha(香 5)，族群密度較高的區域沿臺 61 線西側塊狀分布，分別設置 3 樣區。

香山濕地南段之鹽港溪口，族群密度較高的區域分別在鹽港溪口北側及臺 61 線東側，這 2 區被臺 61 線隔開，面積約 2.2 ha(香 6)，取得 13 個樣區。

本研究 2019-2021 年於香山濕地臺灣早招潮棲地取樣範圍合計 47.10 ha，共計 30 個樣區(表 1)，各樣區蟹類相對重要值統計表(表 9)。

1. 三姓溪口 24°48'02.9"N 120°54'52.1"E

本棲地位於浸水垃圾掩埋場南側及客雅水資源回收中心北側，三姓溪



圖 14. 香山濕地臺灣早招潮棲地採樣站範圍。

Fi.14. Range of sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in Siangshan Wetland, Taiwan.

表 9. 香山濕地臺灣早招潮棲地之 30 個樣區蟹類相對重要值統計表

Table 9. Percentage of crabs relative importance value in 30 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in Siangshan Wetland.

採樣站	樣區數		臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	德氏仿厚蟹	臺灣厚蟹	近親擬相手蟹	雙齒擬相手蟹	兇狠圓軸蟹
香1	3	MAX	35.14	5.00	75.93	2.50	1.85	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	28.29	1.67	68.60	0.83	0.62	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	6.49	2.89	6.35	1.44	1.07	0.00	0.00	0.00
香2	3	MAX	52.17	13.19	63.83	4.35	2.20	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	39.04	7.97	50.80	1.45	0.73	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	11.69	4.63	12.41	2.51	1.27	0.00	0.00	0.00
香3	5	MAX	85.71	20.00	45.26	1.43	2.86	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	62.68	4.79	31.67	0.29	0.57	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	16.71	8.67	12.20	0.64	1.28	0.00	0.00	0.00
香4	3	MAX	46.67	25.46	23.64	12.31	9.23	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	41.20	23.36	20.19	8.75	6.51	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	4.98	2.94	3.36	3.10	2.80	0.00	0.00	0.00
香5	3	MAX	54.55	35.56	24.44	9.84	4.44	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	45.30	25.23	20.98	7.02	1.48	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	14.25	8.95	3.24	2.66	2.57	0.00	0.00	0.00
香6	13	MAX	82.11	37.93	75.34	17.78	2.11	5.48	3.28	0.82
		AVERAGE	42.69	21.44	26.01	7.65	0.16	1.51	0.48	0.06
		STDEVA	19.75	12.30	16.50	5.08	0.58	2.21	1.17	0.23

口採樣站(香1)臺灣早招潮棲地面積約4.37 ha，進行3個樣區的採樣(表1)。

本棲地紅樹林2009-2011年人工移除3 ha，並於移除作業後持續維護，避免幼苗再次繁生(張和劉2009，楊2013)。移除紅樹林後成為以鹽地鼠尾粟(*Sporobolus virginicus*)為優勢及小範圍海馬齒(*Sesuvium portulacastrum*)的乾土環境。本棲地臺灣早招潮相關的調查研究計畫很多，自2007年即有長期追蹤資料(汪等2007，朱等2008，黃2008，張和劉2009)，原本為香山濕地臺灣早招潮密集區(楊2011，楊等2011，楊2012，楊2013，楊和張2014)，但目前族群數不多，南方乳白招潮優勢。

本棲地土壤類型為壤質砂土及砂質壤土，砂粒64-87%、粉粒7-20%、粘粒5-14%，上下層的差異不大。三姓溪口沿著本棲地的北邊，浸水垃圾掩埋場南堤，匯流出海，與客雅水資源回收中心的外圍堤防之間形成一片高灘地，越往西側，臺灣早招潮密度越低。三姓溪測得鹽度2.5‰的淡水，

降低高灘地的鹽度。本棲地曾於2012年調查，2020-2021再次設置樣區，南方乳白招潮為主要優勢，平均重要值達68.60%。本棲地目前於東南角臺灣早招潮密度較高區，土壤類型為砂質壤土。比較2012年調查，臺灣早招潮、弧邊管招潮族群數量略為下降，臺灣早招潮之平均重要值僅28.29%(表9)。三姓溪口西南側低潮線，部分為砂土，部分為砂質黏壤土，罕見臺灣早招潮。

2. 大庄溪口 24°47'42.1"N 120°54'59.1"E

本棲地位於客雅水資源回收中心南側，大庄溪口採樣站(香2)臺灣早招潮棲地面積約5.14 ha，進行3個樣區的採樣。

本棲地為原本臺灣早招潮分布棲地，自2008年進行臺灣早招潮復育，有長期追蹤資料，本棲地紅樹林高大且以海茄苳為主，2008年人工移除2 ha，大型機械清除1 ha。本棲地曾於2012年設置樣區，2020-2021年已經出現鹽地鼠尾粟的乾土環境，發現約0.02 ha小面積高密度臺灣早招潮單一

優勢族群。劉 (2015) 研究顯示移除紅樹林後，再持續清除幼苗的維護區域，可有效減緩重金屬的累積速度，達到近乎臺灣早招潮適生棲地之重金屬含量的容許值 (劉 2012, 2015)。兩次調查比較，臺灣早招潮之族群數有大幅增加，但南方乳白招潮仍為優勢，平均重要值 52.17%，臺灣早招潮之平均重要值 39.04%，弧邊管招潮 7.97%，德氏仿厚蟹的比例為 1.45% (表 9)。

大庄溪水主要流向西北，沿客雅水資源回收中心外圍堤防，臺灣早招潮小面積密集分布。大庄溪測得鹽度 0.6-2.2‰ 的淡水，降低高灘地的鹽度。本棲地土壤類型為壤質砂土及砂質壤土，砂粒 62-85%、粉粒 7-24%、粘粒 7-15%，下層的砂粒略高。

3. 美山濕地 24°47'38.6"N 120°54'51.8"E

本棲地位於大庄溪口以南，美山濕地採樣站 (香 3) 臺灣早招潮棲地面積約 19.40 ha，進行 5 個樣區的採樣。

本棲地原本紅樹林茂密，自 2010-2012 年以人工移除，2013 年 9-10 月

進行機械清除長 900 m、寬 45 m、面積 4 ha 之紅樹林，並將水筆仔等植株以怪手埋入原泥灘中，2015-2016 年再以機械方式利用怪手挖除紅樹林 62 ha。本棲地曾於 2012 設置樣區，2020-2021 再次設置樣區，兩次調查比較，原本 2012 年只有弧邊管招潮及乳白南方招潮，2020 年的取樣美山濕地北段，臺灣早招潮已經成為優勢，可發現約 0.05 ha 小面積高密度臺灣早招潮單一優勢族群。2021 年約有 5 ha 高密度臺灣早招潮族群，且大量出現 1-2 公分左右的臺灣早招潮亞成蟹，數量高於乳白南方招潮。臺灣早招潮之平均重要值 62.68%，乳白南方招潮 31.67% (表 9)，弧邊管招潮則集中在水域旁邊，帶狀分布，平均重要值 4.79%。

美山濕地的近岸處的海釣場和養殖魚塭區，長年排放淡水，降低本棲地的鹽度，移除紅樹林後有雲林莞草 (*Bolboschoenus planiculmis*) 在此生長。本棲地土壤質地砂粒 58-91%、粉粒 3-22%、粘粒 6-21%，美山濕地的北段土壤類型為砂土、壤質砂土或砂質

壤土，南段為砂質壤土或砂質黏壤土。美山濕地的北段臺灣旱招潮數量多，越往南越少，至惠民宮前灘地仍可發現少數臺灣旱招潮。

4. 朝山濕地 24°45'57.8"N 120°54'36.3"E

本棲地位於海山漁港北側，靠近臺61線的泥灘地，朝山濕地採樣站(香4)臺灣旱招潮棲地面積約 21.5 ha，進行 3 個樣區的採樣。

本棲地曾於 2009 年人工清除面積 5 ha 紅樹林，2015 年再以機械方式利用怪手挖除紅樹林 5.8 ha。本棲地東南角是臺灣旱招潮的主要分布區域，原本紅樹林清除後的樹根部分還留存在原地，土壤仍然是屬於比較多泥的狀況，2020 年之後根部完全清除，2021 年臺灣旱招潮族群大增，出現大量 1-2 公分左右的臺灣旱招潮亞成蟹，臺灣旱招潮之平均重要值達 41.20%，弧邊管招潮 23.36%，乳白南方招潮 20.19% (表 9)。朝山濕地北端為壤質沙土，是雲林莞草生育地和鴨嘴海豆芽 (*Lingula anatina*) 棲地，最特別處

為朝山濕地南端，與主要臺灣旱招潮分布地區鄰近數 m 的距離有沙丘，規模不大。

本棲地有洪水港溪支流流經，淡水量少，棲地的鹽度偏高，最高達 41‰。本棲地外圍是沙質灘地，土壤類型壤質砂土，土壤質地砂粒 81-73%、粉粒 12-18%、粘粒 7-9%，本棲地 2012 至 2021 年間粒徑變化明顯，2021 年上下層間砂粒含量的差異大，上層砂粒含量較高。

5. 海山罟濕地 24°45'23.9"N 120°54'16.3"E

本棲地位於海山漁港南側，海山罟濕地採樣站(香5)臺灣旱招潮棲地面積約 10.8 ha，進行 3 個樣區的採樣(表 1)。

臺灣旱招潮主要分布區域鄰近臺61線泥灘地，依據 Google Earth 衛星影像圖顯示，2002 年海山罟僅有塩水(24°45'12.3"N 120°54'18.7"E)有紅樹林分布(0.4 ha)，至 2010 年有 26 ha 紅樹林生長，其中 2005 年有進行一次嘗試性的清除工作，2007 年進行海山

漁港南側 1 ha 的人工清除，2010 年進行 6 ha 的人工清除，2012 年進行 4 ha 的人工清除工作，利用鍊鋸鋸斷大植株，以掘仔連根剷除中小植株，並將海茄苳及水筆仔等枝幹從原灘地中移除。移除最外圍約 10 ha，留下內側 21 ha 紅樹林，2015 年再以機械移除 5.9 ha。

海山罟濕地為原本已知的臺灣早招潮分布棲地，本棲地有長期追蹤資料，筆者於 2012 年在本棲地進行調查時，正值進行紅樹林移除，因此調查時進行移除前後之土壤重金屬濃度分析，結果顯示，紅樹林清除後可降低土壤中重金屬濃度，海山罟以人力進行紅樹林移除，在移除初時，鋅是顯著增加，隔一年後多項元素的數值都有下降的趨勢(劉 2015)。硫在紅樹林清除前後有極明顯變化，在移除作業完成初期驟降，密林有顯著的減低，變化量高達 69.2% (劉 2015)。2017-2018 及 2020-2021 年有再次進行土壤重金屬含量分析，長期監測濃度變化。

移除紅樹林後臺灣早招潮族群數量較移除前略為增，平均重要值

45.30% (表 9)，弧邊管招潮 25.23%，乳白南方招潮 20.98%，德氏仿厚蟹為 7.02%。

本棲地有洪水港溪流經，土壤質地砂粒 73-80%、粉粒 11-20%、粘粒 7-11%，土壤類型為砂質壤土或壤質砂土。

6. 鹽港濕地 (鹽港溪口北岸外灘及鹽港溪臺 61 線東側) 24°44'46.9"N 120°54'09.2"E

鹽港濕地採樣站 (香 6) 分兩區，分別在鹽港溪口北岸外灘臺灣早招潮棲地面積約 1.39 ha(香 6-1) 及鹽港溪北側臺 61 線東側臺灣早招潮棲地面積約 0.82 ha(香 6-2)，小計約 2.21 ha。鹽港溪口北岸 2 區來源水皆為鹽港溪，但棲地被臺 61 大型人工建物阻隔，臺 61 線東側棲地海水交換受限，有時漲滿潮也無潮水流入，然而卻出現密集的臺灣早招潮高塔。本棲地無長期追蹤資料，因此進行了 13 個樣區的採樣(表 1)。

鹽港溪口北岸外灘 (香 6-1) 因為緊鄰著臺 61 公路，為海岸防護之用，

歷年紅樹林清除計畫皆留存此區沒有清除。目前茂密紅樹林區與外圍沙丘間的灘地出現穩定臺灣早招潮族群，是全臺灣之臺灣早招潮穩定分布區鄰近沙丘距離最近的族群。

鹽港溪口北側臺 61 線東側濕地 (香 6-2)，目前僅能利用臺 61 線下方之涵洞或部分破口進行漲退潮，最大潮時才有鹽港溪水流入，每年秋季淹水最深約 20 cm。本棲地面積雖小，棲地類型變化大，積水處可分為南北兩處，北區有一淺水泥灘，退潮時有時仍保持有水的狀態，南區只有漲潮時會進水，積水侷限於極小區域，積水處土壤氧化還原電位值很低，土壤硫化嚴重，水質也有優氧化的情形，但主要積水處蟹類密度很高，蟹種組成均勻度亦高，2021 年臺 61 線下方之涵洞由公路局進行疏通，漲退潮的水量增大。本棲地緊鄰防風林，樣區中曾經出現一抱卵的兇狠圓軸蟹，與臺灣早招潮共棲。臺灣早招潮棲地周邊有記錄麗彩擬瘦招潮 (*Paraleptuca splendida*) 族群，但未與臺灣早招潮共棲。

本棲地鹽港溪口測得鹽度 1‰ 的淡水，滲流入本棲地，降低高灘地的鹽度。本棲地為全臺灣之臺灣早招潮穩定分布區土壤質地最粗的，上下層的差異不大，砂粒 70-90%、粉粒 5-19%、粘粒 5-13%，土壤類型為壤質砂土或砂質壤土。

(二) 高美濕地：大甲溪口以南至清水大排以北之海岸 (臺中)

臺中自大甲溪口南岸至臺中港北側，45 年前曾是一片沙灘，當時還規劃為高美海水浴場，1976 臺中港興建完成，北防沙堤的突堤效應造成泥沙日漸淤積，海水浴場變成了沼澤地，逐漸成為全臺最大的雲林莞草草澤。高美濕地原本並無臺灣早招潮分布，這數十年來淤積陸化明顯，直到 2017 年在頂海口圳與下海口圳出現少許族群後往北擴散，2020 年在大甲溪口南岸及番仔寮濕地局部區域出現大量的幼蟹。

高美近期逐漸發現的臺灣早招潮族群密度較高的區域 (圖 15) 分別在大甲溪口南岸 (高 1) 臺灣早招潮棲地



圖 15. 高美濕地臺灣早招潮棲地之採樣站範圍。

Fig.15. Range of sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in Gaomei Wetland, Taiwan.

表 10. 高美濕地臺灣早招潮棲地之 47 個樣區蟹類相對重要值統計表

Table 10. Percentage of crabs relative importance value of 47 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in Gaomei Wetland.

採樣站	樣區數		臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	北方丑招潮	角眼切腹蟹	萬歲大眼蟹	德氏仿厚蟹	臺灣厚蟹	近親擬相手蟹	雙齒擬相手蟹
高1	4	MAX	65.39	14.29	51.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	7.69
		AVERAGE	57.70	11.60	27.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	2.92
		STDEVA	13.72	2.35	16.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	3.70
高2	4	MAX	18.18	57.14	65.63	0.00	0.00	14.29	9.38	0.00	14.29	4.76
		AVERAGE	10.27	43.41	33.07	0.00	0.00	6.14	2.34	0.00	3.57	1.19
		STDEVA	6.17	15.12	26.79	0.00	0.00	7.27	4.69	0.00	7.14	2.38
高3	15	MAX	86.67	50.00	57.14	26.09	0.00	0.00	20.34	23.08	20.00	17.39
		AVERAGE	36.26	20.81	25.01	1.74	0.00	0.00	6.02	6.49	1.62	2.05
		STDEVA	17.35	13.50	15.46	6.74	0.00	0.00	6.98	8.68	5.21	5.46
高4	24	MAX	81.97	29.91	90.20	8.70	5.88	16.67	13.64	20.80	7.48	9.76
		AVERAGE	47.46	8.71	31.20	0.36	0.72	1.55	5.27	3.45	0.57	0.72
		STDEVA	18.33	8.69	19.87	1.78	1.58	4.35	4.62	6.53	1.71	2.46

面積約 1 ha，取得 4 個樣區、油管路番仔寮濕地 (高 2) 臺灣早招潮棲地面積約 1.1 ha，取得 4 個樣區、高美濕地北區頂海口圳 (高 3) 臺灣早招潮棲地面積約 3.96 ha，取得 15 個樣區；高美濕地南區下海口圳支線 (高 4) 臺灣早招潮棲地面積約 6.38 ha，取得 24 個樣區。高美濕地合計 12.44 ha，共計 47 個樣區 (表 1)，各樣區蟹類相對重要值統計表 (表 10)。這 4 區在高灘地有鹽地鼠尾粟，臺灣早招潮就分布在這些植物群落間的空地上，延伸至低潮線有雲林莞草草澤，沿著海岸受到同樣的潮水，但因為各有不同的排水道排入，因此匡列範圍時區隔開來。土壤多屬於壤質砂土或砂質壤土，比較歷年資料，平均粒徑大小有逐年上升的趨勢。

1. 大甲溪口南側 24°19'32.3"N
120°33'10.5"E

本棲地位於大甲溪口南側沿番仔寮海堤外側小潮溝，主要水系為大甲溪，大甲溪口南側採樣站 (高 1) 臺灣早招潮棲地面積約 1 ha，進行 4 個樣區的採樣 (表 1)，大甲溪口南岸退

潮時鹽度 30.9‰，臺灣早招潮體型極小，甲殼寬 1 cm 以下的數量約 50%，2020 年調查時，臺灣早招潮甲殼寬 1-2 cm 的數量約 50%，甲殼寬 2 cm 以上 10%，確定為新棲地，2021 年亞成蟹的比例仍維持相當高。河岸周邊水域有鑲嵌塊狀的草澤，蘆葦 (*Phragmites communis*)、鹽地鼠尾粟和少數水筆仔。

沿番仔寮海堤段外側，大甲溪南岸水道退潮時測得鹽度 0.1‰ 的淡水，流入本棲地，降低高灘地的鹽度。上下層有顯著差異，棲地上層砂粒 64-68%，粉粒 23-24%，下層砂粒 73-88%，粉粒 7-19%，下層的土壤粒徑較粗。

2. 油管路番仔寮濕地 24°19'23.9"N
120°33'07.2"E

本棲地位於大甲溪口南側沿番仔寮海堤外側之油管路往西，主要水系為護岸路內側之農田排水，番仔寮濕地採樣站 (高 2) 面積約 1.1 ha，進行了 4 個樣區的採樣 (表 1)。臺灣早招潮分布週邊積水區會看到大指泥蝦

(*Laomedia astacina*) 群落，棲地多樣性高，底棲動物群落形成鑲嵌狀。延伸至低潮線有雲林莞草草澤，以乳白南方招潮及北方丑招潮為主要優勢，較高潮位處有鹽地鼠尾粟，臺灣旱招潮就分布在這些植物群落間的空地上，但極罕見臺灣旱招潮佔優勢的群落。本棲地弧邊管招潮、乳白南方招潮主要優勢，萬歲大眼蟹、德氏仿厚蟹也很多，採樣站在油管路的南邊，少數的臺灣旱招潮，平均重要值僅 10.27% (表 10)，主要是弧邊管招潮 43.41%、乳白南方招潮 33.07%、萬歲大眼蟹 6.14%、德氏仿厚蟹 2.34%，挖掘樣區弧邊管招潮 9 隻 /m²。

本棲地退潮時鹽度 3.1‰，上下層略有差異，上層砂粒 73-74%，矽粒 18-20%，下層砂粒 75-80%，矽粒 14-18%，下層的土壤粒徑較粗。棲地的外圍是沙質土，為雲林莞草生育地，極罕見臺灣旱招潮，以乳白南方招潮及北方招潮為優勢，再往西側為沙丘地形，無臺灣旱招潮分布。

3. 高美濕地北區 24°18'55.8"N
120°33'01.1"E

本棲地位於高美濕地木棧道北側，主要水系為頂海口圳支線，其出海口兩側的高灘地，高美濕地北區採樣站(高3)臺灣旱招潮棲地面積約 3.96 ha，進行了 15 個樣區的採樣 (表 1)。

本棲地原無臺灣旱招潮分布，經數十年淤積陸化，海堤外高灘地長滿了各種高莖植物，包括外來種互花米草 (*Spartina alterniflora*)，目前有關單位正積極以小型怪手將互花米草進行移除。約 2017 年開始在頂海口圳高灘地發現臺灣旱招潮，數量逐漸增多，並有築高塔現象，顯示有交配行為，屬於穩定族群。臺灣旱招潮地表活動最高為 29 隻 /m²，臺灣旱招潮體型甲殼寬 1 cm 以下的數量約 10%，甲殼寬 1-2 cm 的數量約 25%，甲殼寬 2 cm 以上 65%。臺灣旱招潮的重要值最高為 86.67%，平均 36.26% (sd=17.35) (表 10)，乳白南方招潮最高為 57.14%，平均 25.01% (sd=15.46)，弧邊管招潮最高為 50.00%，平均 20.81% (sd=13.50)，德氏仿厚蟹最高為 20.34%，平均 6.02% (sd=6.98)。

頂海口圳支線測得鹽度 0.2-0.4‰

的淡水，流經本棲地，降低高灘地的鹽度。土壤類型為砂質壤土，上下層的差異不大，砂粒 60-67%，粉粒 26-31%，黏粒 7-10%。本棲地緊鄰高美海堤，往西側為雲林莞草生育地，以乳白南方招潮及北方招潮為優勢，即罕見臺灣早招潮。頂海口圳支線南北兩側高灘地臺灣早招潮族群的擴散，受限於高莖植物分布及鹽地鼠尾粟密生程度。

4. 高美濕地南區 24°18'37.2"N 120°32'58.5"E

本棲地位於高美濕地木棧道南側，主要水系為下海口圳支線，高美濕地南區採樣站(高4)臺灣早招潮棲地面積約 6.38 ha，進行 24 個樣區的採樣(表 1)，臺灣早招潮棲地面積約 5 ha，高美濕地南區的高程較低，加上清水大排帶來的水源，漲潮時幾乎可以完全淹沒，這種棲地臺灣早招潮很難大面積形成單一優勢，因此樣區中的物種均勻度指數高。本棲地樣區間略有差異，鄰近下海口圳支線兩側，角眼切腹蟹及乳白南方招潮為優勢，

高灘地有鹽地鼠尾粟，臺灣早招潮分布在高美海堤與這些植物群落間的空地上，大約海堤向外延伸 100m，2020 年開始可以發現以臺灣早招潮為優勢的族群，2021 年木棧道的兩側也有分布，偶可見與北方丑招潮共棲。延伸至低潮線之雲林莞草草澤，即極罕見臺灣早招潮。

臺灣早招潮的重要值最高為 81.97%，平均 47.46% (sd=18.33) (表 10)，乳白南方招潮最高為 90.20%，平均 31.20% (sd=19.87)，弧邊管招潮最高為 29.91%，平均 8.71% (sd=8.69)，德氏仿厚蟹最高為 13.64%，平均 5.27% (sd=4.62)，角眼切腹蟹最高為 5.88%，平均 0.72% (sd=1.58)。

下海口圳支線測得 0.2-1.6‰ 的淡水，流入本棲地，降低高灘地的鹽度。土壤類型為砂質壤土，上下層的差異不大，砂粒 60-65%、粉粒 28-32%、粘粒 6-10%。海口圳支線兩側高灘地臺灣早招潮族群，往北已經擴散到木棧道，往南因有清水大排，積水時間長，以乳白南方招潮為優勢。

(三) 大肚溪口兩岸(臺中、彰化)

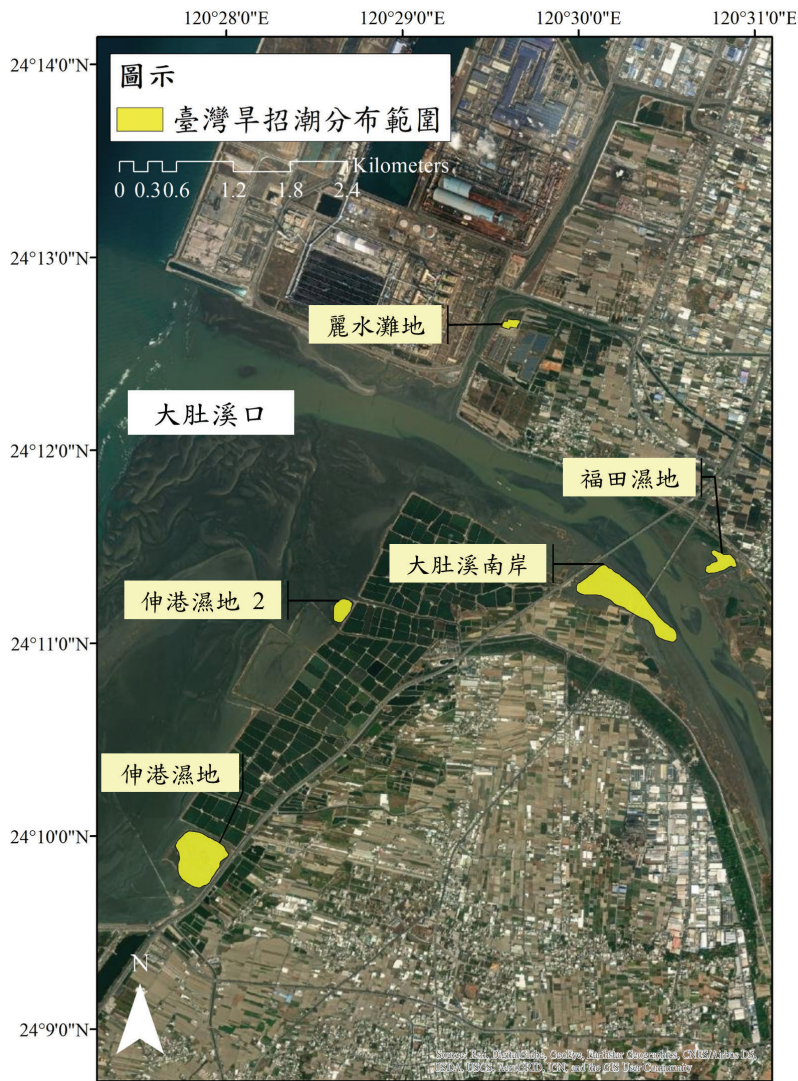


圖 16. 大肚溪口臺灣早招潮棲地之採樣站範圍。

Fig.16. Range of sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in the Dadu estuary, Taiwan.

表 11. 大肚溪口臺灣早招潮棲地之 27 個樣區蟹類相對重要值統計表

Table 11. Percentage of crabs relative importance value of 27 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in the Dadu estuary.

採樣站	樣區數		臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	淡水泥蟹	角眼切腹蟹	萬歲大眼蟹	德氏仿厚蟹	臺灣厚蟹	秀麗長方蟹	近親擬相手蟹	雙齒擬相手蟹
大1	8	MAX	51.60	31.00	26.70	0.00	0.00	6.90	13.30	23.30	0.00	12.50	0.00
		AVERAGE	34.33	17.75	16.45	0.00	0.00	1.28	8.53	16.23	0.00	5.41	0.00
		STDEVA	13.69	11.53	6.64	0.00	0.00	2.55	4.07	5.31	0.00	4.52	0.00
大2	4	MAX	92.30	33.30	72.60	0.00	0.00	0.00	11.10	16.70	0.00	7.70	8.30
		AVERAGE	41.44	21.70	22.33	0.00	0.00	0.00	2.78	4.18	0.00	1.93	2.08
		STDEVA	27.22	10.31	34.43	0.00	0.00	0.00	5.55	8.35	0.00	3.85	4.15
大3	15	MAX	86.70	58.10	72.60	12.80	10.00	0.00	26.90	21.40	14.30	4.50	14.30
		AVERAGE	32.35	24.83	16.43	2.53	1.05	0.00	11.93	5.13	3.70	0.30	1.80
		STDEVA	22.00	17.05	21.33	4.50	2.71	0.00	7.97	6.68	5.15	1.16	4.11

大肚溪出海口主要由廣闊潮間帶與草澤溼地所組成，雖 1994 年公告設立大肚溪口野生動物保護區，但 2005 年因不當施工造成大肚溪口南岸彰化伸港濕地棲地改變，臺灣早招潮的族群降為不足百隻。臺中龍井原本 2007 年後被認為已經在麗水消失的臺灣早招潮族群，再度找到殘存的棲地。

大肚溪口兩岸臺灣早招潮族群密度較高的區域(圖 16)分別有大肚溪北岸麗水濕地，臺灣早招潮棲地面積約 1.15ha，取得 8 個樣區，大肚溪北岸福田濕地，臺灣早招潮棲地面積約 1.61 ha，取得 4 個樣區，大肚溪口南岸彰化伸港濕地，臺灣早招潮棲地面積約 16 ha，取得 15 個樣區，三區各自獨立，來源水及棲地類型也不同。大肚溪口兩岸共計面積約 18.76 ha，取得 27 個樣區(表 1)，各樣區蟹類相對重要值統計表(表 11)。此外，近年在大肚溪口北岸之火力發電廠南側，及大肚溪口南岸之中彰大橋旁、西部濱海快速道路旁和伸港濕地 2 偶有發現臺灣早招潮的族群，但是規模並不大且零散，目前未列入採樣站範圍，

將持續監測族群變化。

1. 大肚溪北岸麗水濕地 24°12'39.9"N 120°29'37.0"E(臺中)

本棲地位於龍井區麗水里，濕地位於龍井大排、臺中電廠東側、廢棄電塔基座下方，主要水系為龍井大排水，麗水採樣站(大 1)臺灣早招潮棲地面積約 1.15ha，進行了 8 個樣區的採樣(表 1)。龍井大排水出海口西側灘地也有零星臺灣早招潮分布，未取樣。

主要優勢臺灣早招潮，積水處萬歲大眼蟹、臺灣厚蟹，潮溝旁弧邊管招潮老熟成蟹，南方乳白管招潮體型也較大，臺灣早招潮也都是成熟個體，同一灘地上，萬歲大眼蟹和臺灣早招潮壁壘分明，高潮位為臺灣厚蟹優勢。

本棲地距海 3.5km，小潮溝退潮時鹽度為 23.5-32.7‰，溶氧量 5.95-8.85mg/l。本棲地早期已種植紅海欖及欖李(*Lumnitzera racemosa*)，但並沒有大幅擴散。砂粒 77-87%，粉粒 6-13%，黏粒 6-10%，屬於壤質砂土，樣區間及上下層差異不大。

2. 大肚溪北岸福田濕地 24°11'24.7"N
120°30'51.7"E(臺中)

本棲地位於龍井區福田里，大肚溪北岸臺 17 線東側之壘球場外側泥灘地，主要水系為大肚溪，福田濕地採樣站(大2)臺灣早招潮棲地面積約 1.61 ha，進行了 4 個樣區的採樣(表 1)。

本棲地距離大肚溪出海口交會處遠達 6 km，是所有臺灣早招潮在臺灣各地穩定族群的棲地距離海岸最遠的區域。早期曾有臺灣早招潮分布紀錄，2020 年地表活動的主要優勢種有弧邊管招潮 16 隻 /m²，週邊高灘地壤土厚蟹 6 隻 /m²、相手蟹 8 隻 /m²，極少量的南方乳白管招潮，2021 年變成臺灣早招潮優勢。

本棲地位於大肚溪岸距海 6 km，鹽度為 4-6 ‰，幾近淡水，流入本棲地，降低高灘地的鹽度。砂粒 52-82%，粉粒 6-30%，黏粒 7-19%，是採樣中土壤粒度最細的，樣區間之差異大於上下層差異。

3. 大肚溪口南岸伸港濕地
24°09'53.7"N 120°27'54.0"E(彰化)

本棲地位於大肚溪口南岸，主要水系為寮地溝水圳及魚塭排水，彰化伸港濕地採樣站(大3)臺灣早招潮棲地面積約 18.7 ha，取得 15 個樣區(表 1)。此外，沿大肚溪出海口往南之伸港鄉魚塭區西側沿岸也有零星的臺灣早招潮分布，只是本次未設置樣區。

臺灣進行臺灣早招潮完整生態研究最早的地方就是在彰化伸港，包括領域行為、活動概況、封洞行為、洞穴型式、交配行為、揮舞方式、攝食行為、雌雄比等(李 1991)，伸港為當時臺灣早招潮最大的棲地之一。但當 1996 年彰化縣濱海地區海埔地垃圾壓縮填海及土地再生利用計畫完成發包，在潮間帶外圍築一道堤後，族群數量就大幅減少。

1998-2000 年筆者曾於大肚溪口設置 9 個採樣站，分四季採樣，以挖掘法取得 36 個樣區資料(劉 2002)，其中有 4 個樣區在伸港採集到臺灣早招潮，每個樣區分為 4 個小區，採獲最多的是在 5 月，4 個小區全部都有採集到，2 月有兩個小區採獲，最少的是 9 月和 11 月，只有 1 個小區有採集

到。最重的是 21.4g 的雄蟹，捕獲的雌雄比大約 3：7，會造成差異是因為雌雄活動特性及採樣因素。當時在沿著大肚溪南岸也有零星的臺灣早招潮分布，只是當時樣區中沒有採得，目前仍有少數臺灣早招潮族群。

2000 年伸港樣區採獲臺灣早招潮主要是集中在本棲地近岸處，但是 2005 年彰化縣政府為增設「臺灣早招潮蟹的故鄉」，在高灘處設立步道堤防，潮水僅能透過堤防下大型涵洞進退，因改變潮流速度、淹水時間、土壤顆粒大小，造成大肚溪口南岸族群由數百萬隻減為低於十隻，幾乎滅絕，之後改名為「招潮蟹的故鄉」。近期，彰化縣政府近期積極協調拆除部分防波堤，有助於潮水進退，雖然原來規劃範圍內族群數量仍然偏低，但是範圍外之西側，即 2005 年施作的步道堤防和 1996 年所圍成的潮間帶，族群有逐漸增加，證實堤防與臺灣早招潮之消長關係。2020 年調查時，臺灣早招潮甲殼寬 1-2 cm 的數量約 50%，2021 年調查時甲殼寬 1-2 cm 約 80%，顯示棲地改善，族群正逐漸復原。

臺灣早招潮的重要值最高為 86.7%，平均 32.35% (sd=22) (表 11)，乳白南方招潮的重要值最高 72.6%，平均 16.43% (sd=21.33)，弧邊管招潮的重要值最高為 58.1%，平均 24.83% (sd=17.05)，德氏仿厚蟹的重要值最高為 26.9%，平均 11.93% (sd=7.97)，樣區間的差異性大，有些為弧邊管招潮優勢，有些為臺灣早招潮優勢。

本棲地土壤類型大多為砂質壤土及砂質黏壤土，砂粒 51-86%，粉粒 5-25%，黏粒 8-24%，部分樣區土壤粒度偏細，為砂質黏壤土，此類棲地以弧邊管招潮優勢。伸港濕地樣區間之差異大於上下層差異，部分新增的臺灣早招潮分布區，其棲地下層土壤粒度顯著大於上層，顯示當棲地由砂質土轉變為壤質土，臺灣早招潮對應乳白南方招潮的優勢度也逐漸增加。

另外，調查發現在線西工業區的潮間帶浮筒太陽能板案場北側近岸處 (24°07'30.9"N 120°25'59.7"E) 也有台灣早招潮的棲地，王功漁港外 (23°58'05.6"N 120°19'25.5"E) 也有族群存在。但是因為族群相對較小且都

鄰近人為開發區域，有待後續持續觀測與追蹤。

(四) 濁水溪口兩岸(彰化、雲林)

濁水溪口是近十年來新的臺灣旱招潮棲地，2008 年之前都還是經營的魚塢，2019-2021 年發現臺灣旱招潮分布更廣，族群數量增加，估計有數十萬隻。濁水溪口棲地無長期追蹤資料，濁水溪口兩岸臺灣旱招潮族群密度較高的區域有濁水溪口北岸彰化大城濕地(圖 17)，臺灣旱招潮棲地面積約 196 ha，取得 8 個樣區，濁水溪口南岸雲林麥寮濕地，臺灣旱招潮棲地面積約 102 ha，取得 15 個樣區，雲林臺西海園臺，灣旱招潮棲地面積約 0.27 ha，取得 3 個樣區，濁水溪口兩岸及臺西海園共計 298.27 ha，取得 26 個樣區(表 1)，各樣區蟹類相對重要值統計表(表 12)。

1. 濁水溪口北岸大城濕地 23°50'54.0"N 120°16'14.5"E(彰化)

本棲地位於濁水溪出海口北岸高灘處，主要水系為下海墘排水，彰化大城濕地採樣站(濁 1)臺灣旱招潮棲

地面積約 196 ha，進行了 8 個樣區的採樣(表 1)。

大城濕地臺灣旱招潮密集分布於棲地的東半部，常看見大面積單一優勢，廢棄魚塢區為臺灣旱招潮的主要棲地，越往西半部，因部分區域之土壤為粒徑偏大的砂土，所以臺灣旱招潮呈群落式鑲嵌分布。

本棲地位於大城鄉臺西村，舊名「下海墘厝」，原本並無臺灣旱招潮分布，根據資料顯示，濁水溪北岸的魚塢開發最主要是集中在 2000 年開始，到 2002 年已經頗具規模(圖 18)。2009 年的大水讓濁水溪北岸已開闢魚塢破損嚴重，導致無法修復，部分魚塢區已經完全恢復成河口灘地，成為近十年來新出現的臺灣旱招潮棲地。造就臺灣最大的臺灣旱招潮族群，而且是單一優勢族群，類似於臺南曾文溪口 30 年前尚未有魚塢時的景象。

本棲地土壤類型為砂質黏壤土、壤土及砂質壤土，砂粒 51-58%，矽粒 22-29%，黏粒 13-25%，大城濕地樣區間及上下層之粒徑差異皆不大，8 個土壤樣本的平均砂粒 54.63%，平均



圖 17. 濁水溪口臺灣早招潮棲地之採樣站範圍。

Fig.17. Range of sampling stations in *Xeruca formosensis* habitats in the Choshui estuary, Taiwan.

採樣站	樣區數		臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	萬歲大眼蟹	德氏仿厚蟹	臺灣厚蟹
濁1	8	MAX	100.00	5.10	0.00	0.00	0.00	6.80
		AVERAGE	95.94	1.81	0.00	0.00	0.00	2.25
		STDEVA	4.49	2.13	0.00	0.00	0.00	2.63
濁2	15	MAX	98.40	25.50	8.30	25.80	2.20	20.00
		AVERAGE	84.45	4.35	1.66	1.72	0.36	7.45
		STDEVA	11.39	7.22	3.28	6.66	0.76	5.66
濁3	3	MAX	77.80	34.50	76.70	0.00	0.00	5.60
		AVERAGE	33.93	23.73	40.50	0.00	0.00	1.87
		STDEVA	38.97	9.47	38.53	0.00	0.00	3.23

表 12. 濁水溪口臺灣早招潮棲地之 26 個樣區蟹類相對重要值統計表

Table 12. Percentage of crabs relative importance value of 26 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in the Choshui estuary.

份粒 25.88%，平均黏粒 19.5%。本棲地無論是廢棄魚塭區內，或是河岸邊，每個月都會有數日極端的乾燥期，海鹽完全在土壤表層結晶。本研究調查 4 月至 9 月有新築高塔的現象，塔高度約 10 至 20 公分。本棲地臺灣早招潮的密度、優勢度都很高，在各樣區內比例至少有 65.3%，甚至有好幾次取樣，在 4 m² 內的紀錄 100% 全部都是臺灣早招潮，地表活動的臺灣早招潮高達 44 隻 / m²，臺灣早招潮的重要值最高為 100%，平均 95.94% (sd=4.49) (表 12)，共域的蟹類最常見的是臺灣厚蟹，重要值在樣區內最高為 6.8%，平均 2.25% (sd=2.63)，濁水溪口北岸物種與全臺灣各棲地比最為單純。

2. 濁水溪口南岸麥寮濕地 23°49'45.0"N 120°14'11.5"E (雲林)

本棲地位於濁水溪口南岸，主要水系為濁水溪，雲林麥寮濕地 (濁 2) 採樣站臺灣早招潮棲地面積約 102 ha，進行了 15 個樣區的採樣。臺灣早招潮主要分布在三盛村許厝寮和麥寮海埔新生地之間，是約 10 年前新形成

的濁水溪水道，兩區海埔新生地之間的溪床，在退潮時可以步行通過。

根據 1984 年之衛星圖，濁水溪南岸即已開闢大面積的魚塭，1989 年六輕的圍堤施工開始在海岸線進行，到 1996 年防波堤的範圍大致上已達現今的規模，1997 年濁水溪口洪水氾濫，溪水改道，將大部分的魚塭沖毀，2002 年有部分修復，2009 年又一次氾濫，造成魚塭圍堤破損，加上近年來養殖不利，殘留魚塭保持現今的規模。棄養的魚塭區有部分成為臺灣早招潮的棲地，部分魚塭區甚至已經完全恢復成河口灘地，與濁水溪口北岸 -- 彰化大城濕地，隔約 2 km 的濁水溪，併列為臺灣最大的臺灣早招潮族群分布區。

濁水溪南岸大部分範圍為蘆葦等高莖植物，無植物覆蓋處多數時間呈現乾涸狀態。本棲地土壤類型為砂質壤土，砂粒 57-67%，份粒 21-25%，黏粒 12-18%，樣區間及上下層之粒徑差異皆不大。麥寮濕地臺灣早招潮的密度、優勢度都很高，2020 年調查期間，4 月有高密度的高塔，10 月仍可

發現殘存的高塔，顯示潮水強度低，可長時間維持塔型。2021 年調查時，甲殼寬 1-2 cm 的臺灣早招潮數量大幅增加，約佔族群數的 50%，地表活動的臺灣早招潮高達 47 隻 / m²，臺灣早招潮的重要值最高為 98.40%，平均 84.45% (sd=11.39) (表 12)，共域的蟹類有萬歲大眼蟹，通常這兩種蟹類會沿著水份梯度有明顯的分界，但在麥寮濕地其中 1 樣區中是完全共域，因此萬歲大眼蟹重要值最高達 25.8%，但平均僅 1.72% (sd=6.66)，顯示萬歲大眼蟹甚少和臺灣早招潮共域。常共域的臺灣厚蟹，在這裡也很常見，重要值最高為 20.0%，平均 7.45% (sd=2.63)。濁水溪口南岸物種相對單純，乳白南方招潮、弧邊管招潮的數量與全臺灣各棲地比明顯偏低。

3. 有才寮排水南岸臺西海園 (雲林)

23°44'07.7"N 120°10'34.7"E

本棲地位於有才寮排水至馬公厝排水間，1989 年開闢為臺西觀光海園，主要水系為有才寮排水，臺西海園採樣站 (濁 3) 面積約 0.27ha，進行

了 3 個樣區的採樣 (表 12)。

雲林海岸早期規劃臺西區海埔新生地，面積 777 ha，主要利用為養殖魚貝類。臺西海園在佔地 53 ha，最著名地標建物為海螺圓環，但才剛完工，臺西海園就被改編為工業用地而荒廢。因為人工建物堤岸多已破損，潮水自然漲退，逐漸帶入各種底棲生物，棲地有高低灘地、石縫、潮池等。臺西海園自 2005 年起即調查到穩定的臺灣早招潮族群，沿著水道兩旁長帶狀分布，範圍約有 1.5 ha，因地下水位高故無臺灣早招潮的高塔，共域的蟹類最特別的是北方丑招潮。2010 年因雲林縣永續藍帶空間營造計畫，著手修復臺西海園。2020-2021 年調查時，臺灣早招潮族群分布被壓縮到僅剩下臺西海園的東北角 (圖 18)，臺灣早招潮與乳白南方招潮、弧邊管招潮共域。臺西海園原本水道兩旁長帶狀分布的臺灣早招潮密度極低，相較於 2005 年到 2010 年間調查到的族群數量大幅的減少，大約只剩下 1%，這也是不當施工造成的棲地改變。

臺西海園的東北角土壤類型為



圖 18、濁水溪口北岸大城濕地 2002 及 2012 之地形差異。

Fig.18. Topographical difference between 2002 and 2012 in Dacheng Wetland of Choshui estuary.

砂質壤土，砂粒 59-72%，粉粒 17-27%，黏粒 11-14%，臺灣旱招潮與弧邊管招潮共同優勢，水道兩旁長帶狀為壤質砂土，其棲地下層土壤屬於砂土，粒度大於上層，此類棲地以乳白

南方招潮為主要優勢。

(五) 八掌溪口兩岸 (臺南)

八掌溪原本臺灣旱招潮的分布點位於出海口位置，目前上溯到距離海岸較遠的河岸，這些是新分布點皆是

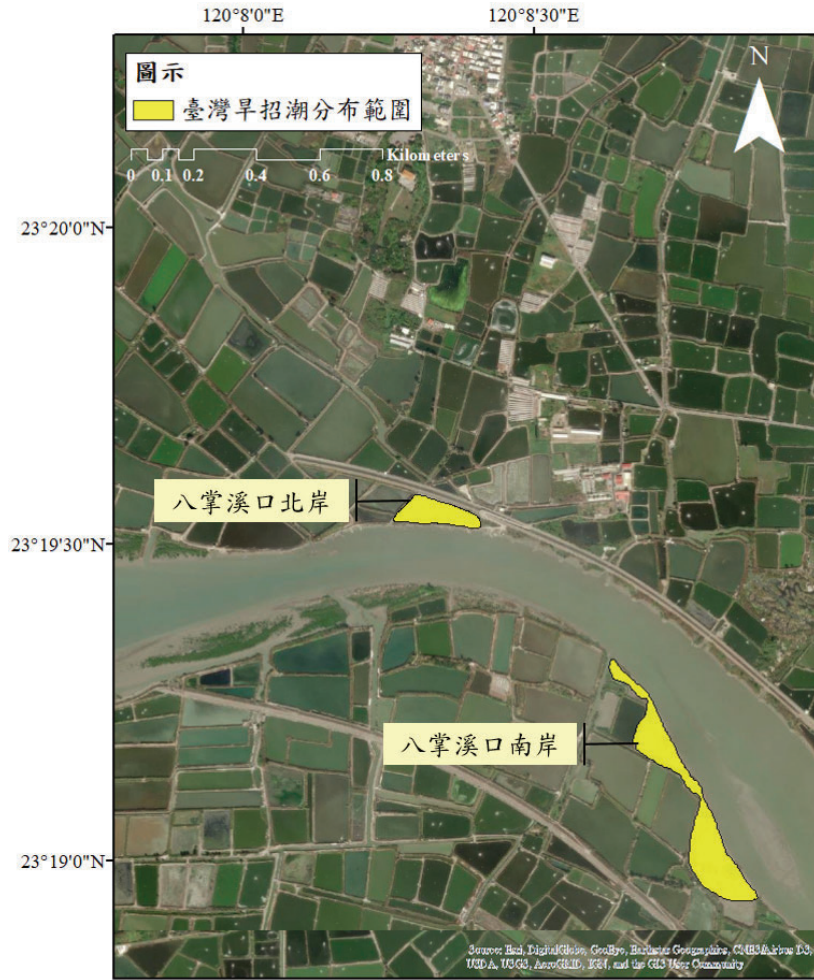


圖 19. 八掌溪口臺灣早招潮棲地之採樣站範圍。

Fig.19. Range of *Xeruca formosensis* sampling stations in Pachang estuary, Taiwan.

採樣站	樣區數		臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	北方丑招潮	淡水泥蟹	德氏仿厚蟹
八1&2	5	MAX	41.38	81.97	69.23	11.77	3.45	6.90
		AVERAGE	22.17	43.87	28.89	2.35	1.35	1.38
		STDEVA	14.09	24.02	24.51	5.26	1.84	3.08

表 13. 八掌溪口兩岸臺灣早招潮棲地之 5 個樣區蟹類相對重要值統計表

Table 13. Percentage of crabs relative importance value of five sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in the Pachang estuary.

因為原有魚塭受到洪水沖毀後棄養所留下的濕地(圖 19)。臺灣早招潮族群密度較高處在八掌溪口北岸，臺灣早招潮棲地面積約 2.32 ha，取得 2 個樣區及八掌溪口南岸，臺灣早招潮棲地面積約 5 ha，取得 3 個樣區，八掌溪口兩岸計 7.32 ha，共取 5 個樣區(表 1)，各樣區蟹類相對重要值統計表(表 13)。

1. 八掌溪口北岸 23°19'33.5"N 120°08'18.9"E

八掌溪口北岸採樣站(八 1)臺灣早招潮棲地面積約 2.32ha，主要水系為八掌溪，進行了 2 個樣區的採樣。早期八掌溪的族群因為魚塭開發及洪水的關係，已經消失殆盡。本研究調查發現之新棲地，族群低於千隻，為全臺灣各地穩定族群中較低的，距離河口海岸線(八掌溪口北岸沙洲外圍)直線距離大約 2.6 km。本棲地距離八掌溪堤防只有 60 m，因為侵蝕的關係原本的魚塭破損不堪使用，且侵蝕仍然持續，因此沿著河岸還有放置消波塊減緩侵蝕作用。本棲地為海茄冬外

圍的灘地，土壤類型有壤質砂土、砂質壤土及壤土，距離八掌溪河岸 3-5 m，面臨海岸侵蝕危機，以乳白南方招潮優勢，臺灣早招潮只有小面積群聚，因地下水位較高，沒有築高塔現象。本棲地進行 2 個樣區的採樣，併入八掌溪口南岸分析(表 13)。

2. 八掌溪口南岸 23°19'11.8"N 120°08'42.4"E

本棲地位於八掌溪口南岸採樣站(八 2)臺灣早招潮棲地面積約 5 ha，進行了 3 個樣區的採樣。本調查發現之新棲地，主要水系為八掌溪，族群低於千隻，距離八掌溪口北岸採樣站往上游上溯約 1 km，與河口雙春海岸線直線距離大約 3 km。八掌溪口南岸原本是緊鄰河岸的魚塭，分別於 2008 年、2018 年、2018 年因洪水，河岸退縮約 130 m，魚塭暫時無法修復，成為臺灣早招潮新棲地，目前侵蝕危機已較緩和。

本研究在八掌溪口南北兩岸共進行了 5 個樣區的採樣，臺灣早招潮的重要值最高為 41.38%，平均

22.17% (sd=14.09)，弧邊管招潮最高為 81.97%，平均 43.87% (sd=24.02)，乳白南方招潮 69.23%，平均 28.89% (sd=24.51) (表 13)，偶見北方丑招潮、德氏仿厚蟹和淡水泥蟹。

八掌溪口南岸臺灣旱招潮分布面積較八掌溪口北岸大，雖無強烈侵蝕危機，但卻面臨新魚塭開闢壓力。八掌溪口南北兩岸土壤類型大多為砂質壤土及砂質黏壤土，砂粒 63-91%，矽粒 3-27%，黏粒 6-13%，部分樣區土壤粒度偏粗，偏砂土，此類棲地以乳白南方招潮優勢。

(六) 曾文溪口兩岸 (臺南)

曾文溪口北岸有設置樣區的調查自 1992-1994 年開始設置樣區，之後每年皆有進行現場複查，2008-2010 年再次設置樣區，2019-2020 年再次進行調查，雖有長期調查資料，但早期設置的樣區大多已經因為侵蝕而消失，目前族群密度較高的區域 (圖 20) 分別在曾文溪北岸沙洲，臺灣旱招潮棲地面積約 6 ha，取得個 4 樣區，曾文溪北岸海埔堤防水門，臺灣旱招潮

棲地面積約 50.5 ha，取得個 18 樣區，曾文溪南岸河岸旁高灘地，臺灣旱招潮棲地面積約 10.3 ha，取得 10 個樣區，曾文溪南岸魚塭間排水溝，臺灣旱招潮棲地面積約 1 ha，取得 6 個樣區，曾文溪南岸青草崙堤防旁濕地，臺灣旱招潮棲地面積約 2.45 ha，取得 12 個樣區，共計 50 個樣區 (表 1)，各樣區蟹類相對重要值統計表 (表 14)。

自 1992-2010 年曾文溪口臺灣旱招潮的調查都針對北岸，當時的棲地可以分成 3 區，其中一區因新浮崙沙洲南端流失而不復見，另在曾文溪北岸河海堤內黑面琵鷺保護區的範圍，七股河海堤圍起來的範圍為 827ha，西半部之浮覆地面積約 280 ha，原本是臺灣旱招潮棲地，1992 年曾經記錄高密度的族群，大面積分布且單一優勢。1994 年之後浮覆地南側逐漸被魚塭佔滿，族群急速萎縮。280 ha 之浮覆地於 2002 年劃設為臺南曾文溪口北岸黑面琵鷺野生動物保護區，2008 年調查時臺灣旱招潮族群分布範圍為 40 ha，棲地寬度有 420 m，長度 960 m，

與海岸線距離 600-800 m，與曾文溪河岸距離 2400m(劉 2011)。該棲地目前由於難以進入，本研究沒有重新調查，依據 2008 年調查，以乳白南方招潮為優勢，優勢度 50-90%，臺灣早招潮洞外活動族群數量約 1-6 隻 / m²，低潮位處(平均低潮線以下)可見與萬歲大眼蟹或北方丑招潮共棲，但數量很少，優勢度 10% 以下。

本研究 2019-2020 年再次進行曾文溪口北岸調查有 2 區，曾文溪之北河岸沙洲(曾 1)採樣站，距離海岸大約 3 km 處；曾文溪海埔堤防兩側(曾 2)採樣站，距離海岸大約 5 km 處，因為大部分都已經是魚塭，臺灣早招潮族群主要分布在廢棄魚塭和魚塭間之排水溝，極小部分地區呈現單一優勢。曾文溪南岸臺灣早招潮的分布非常破碎，大概可以分成 3 區(曾 3、曾 4、曾 5)採樣站，距離海岸大約 4-5 km，因為臺灣早招潮的棲地之間受到魚塭明顯的區隔，距離遠，分布非常的零散，各區有不同水道，暫時列為獨立的族群，分別取樣分析。

1. 曾文溪口北岸沙洲 23°03'52.1"N

120°04'42.1"E

本棲地位於曾文溪口北岸採樣站(曾 1)臺灣早招潮棲地面積約 6 ha，進行了 4 個樣區的採樣(表 14)。

根據曾文溪口北岸 1994 年之調查(劉等 1993, 劉等 1994)，新浮崙沙洲南端與曾文溪北岸交會處的沙灘，原有大面積的臺灣早招潮單一優勢，1995 年之後全部佔滿了魚塭，但仍然有殘存的臺灣早招潮在廢棄的魚塭存活，但曾文溪口北岸及新浮崙沙洲南端嚴重內縮，2009 年後原分布此處之臺灣早招潮，已因侵蝕而消失殆盡。2008 年至 2010 年發現曾文溪岸沙洲中間有一大群單一優勢臺灣早招潮(劉 2012)，沙洲與河口海岸線(七股河海堤交會處)直線距離大約 3km，歷經 3 年調查，臺灣早招潮的族群數穩定，雖然 2009 莫拉克颱風有造成影響，於 2009 年 8-11 月，有 4 個月的砂粒含量略高，且有一處臺灣早招潮棲息的河岸被沖蝕而消失，水災後約 6 個月族群大致復原。追蹤 2007 年以來曾文溪北岸河岸沙洲的衛星圖，發現沙洲面積原本約有 27ha，2012 年減少一半



圖 20. 曾文溪口臺灣早招潮棲地之採樣站範圍。

Fig.20. Range of *Xeruca formosensis* sampling stations in the Tsengwen estuary, Taiwan.

表 14. 曾文溪口臺灣早招潮棲地之 50 個樣區蟹類相對重要值統計表

Table 14. Percentage of crabs relative importance value of 50 sampling plots in *Xeruca formosensis* habitats in the Tsengwen estuary.

採樣站	樣區數		臺灣早招潮	弧邊管招潮	乳白南方招潮	北方丑招潮	臺灣厚蟹	近親擬相手蟹	雙齒擬相手蟹	鋸緣青蟳
曾1	4	MAX	84.80	38.70	72.40	35.50	10.30	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	31.38	22.10	32.65	8.88	5.00	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	35.97	13.96	35.08	17.75	5.78	0.00	0.00	0.00
曾2	18	MAX	69.20	57.90	24.00	0.00	20.40	11.50	8.20	3.10
		AVERAGE	43.79	34.60	9.61	0.00	9.66	1.22	0.95	0.17
		STDEVA	16.85	12.82	8.09	0.00	6.37	3.56	2.31	0.73
曾3	10	MAX	52.90	76.50	70.00	40.00	21.40	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	25.53	19.57	37.09	8.32	9.48	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	13.73	27.96	23.72	13.45	8.60	0.00	0.00	0.00
曾4	6	MAX	43.50	53.30	18.80	0.00	30.80	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	22.03	47.27	9.32	0.00	21.38	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	11.54	7.29	6.17	0.00	6.91	0.00	0.00	0.00
曾5	12	MAX	97.20	25.60	57.60	0.00	15.10	0.00	0.00	0.00
		AVERAGE	69.75	7.30	19.69	0.00	3.24	0.00	0.00	0.00
		STDEVA	20.77	6.68	19.31	0.00	5.42	0.00	0.00	0.00

年，剩 13.5 ha，之後年年減少，河岸再退縮，目前河道寬度已增加 150m。2019 年沙洲中心仍可發現小群單一優勢臺灣旱招潮，但大多數是和乳白南方招潮、弧邊管招潮共棲。

曾文溪北岸沙洲土壤類型為壤質砂土，臺灣旱招潮的重要值最高為 84.8%，平均 31.38% (sd=35.97)，乳白南方招潮最高為 72.40%，平均 32.65% (sd=35.08)，弧邊管招潮最高為 38.7%，平均 22.1% (sd=13.96)，北方丑招潮最高為 35.50%，平均 8.88% (sd=17.75) (表 14)。

2. 曾文溪北岸海埔堤防水門兩側 23°05'04.7"N 120°05'26.3"E

本棲地位於曾文溪北岸海埔堤防水門兩側採樣站 (曾 2) 臺灣旱招潮棲地面積約 50.5ha，共進行了 18 個樣區的採樣 (表 14)。

海埔堤防採樣站距離曾文溪海口交會處遠達 5 km，是臺灣旱招潮在臺灣各地穩定族群中的棲地，距離海次遠的區域。隔七股河堤有部分廢棄之魚塭，有約數千隻族群。追蹤 2007

年之衛星圖，曾文溪北岸明顯侵蝕已經後退 150 m (圖 21)。本棲地所有的潮水都是由大排水溝的涵洞進入，主要的潮水來自於與曾文溪相通的大排水，另有極小部分則是從海埔堤旁的排水溝，整塊棲地目前被土提大略分為三區，最靠近大排水的區域是臺灣旱招潮的數量最多，主要的共棲物種是弧邊管招潮和臺灣厚蟹。本小區常呈現極度乾燥的情形，許多區塊在大退潮時有海鹽結晶，4 月到 6 月間有許多新築的高塔。中間一區的高程較低，經常處於淹水的狀態，以弧邊管招潮為主要優勢，與大彈塗魚共棲，罕見臺灣旱招潮。最西邊的區域，植生繁茂，高灘地有少數海茄苳生長，臺灣旱招潮主要出現在植群間的空地，4 月到 10 月間有許多高塔，在大退潮時有海鹽結晶，土壤明顯龜裂。

臺灣旱招潮的重要值最高為 69.2%，平均 43.79% (sd=16.85)，常見弧邊管招潮最高為 57.90%，平均 34.60% (sd=12.82)，乳白南方招潮最高為 24.00%，平均 9.61% (sd=8.09)，臺灣厚蟹最高為 20.40%，平均 9.66%

(sd=6.73) (表 14)。本棲地最特別的就是有大量的鋸緣青蟬出沒，也吸引捕抓紅蟬的居民，經常在低潮位的泥灘地上搜捕，留下密集的腳印，紅蟬偶爾也會跑到較為乾燥的高灘地，和臺灣旱招潮共同出現。同一地點歷經多次採樣發現，以臺灣旱招潮為主要優勢的位置，有時也會變成弧邊管招潮優勢。

本棲地土壤質地砂粒 56-77%，矽粒 12.5-25%，黏粒 10-21%，土壤類型大多為砂質壤土，少數樣區土壤粒度偏細，為砂質黏壤土，此類棲地以弧邊管招潮優勢。

3. 曾文溪南岸河岸旁高灘地

23°04'36.8"N 120°05'34.9"E

本棲地位於曾文溪南岸灘地距離河海交會口 4-5 km，為狹長型的棲地，曾文溪南岸旁高灘地採樣站 (曾 3) 臺灣旱招潮棲地面積約 10.3 ha，進行了 10 個樣區的採樣 (表 14)。

本棲地土壤質地砂粒 59-70%，矽粒 21-22%，黏粒 9-19%，土壤類型為砂質壤土。曾文溪南岸高灘地部分

區域有海茄冬，臺灣旱招潮主要分布於海茄冬之間的空地，有些廢棄魚塢因為土堤崩垮，潮水可以直接進退，形成臺灣旱招潮的新棲地，曾文溪南岸灘地族群約數千隻。臺灣旱招潮的重要值最高為 52.90%，平均 25.53% (sd=27.96)，乳白南方招潮最高為 70.00%，平均 37.09% (sd=23.72)，弧邊管招潮最高為 76.50%，平均 19.57% (sd=27.96)，北方丑招潮最高 40.00%，平均 8.32% (sd=13.45) (表 14)，和北方丑招潮混棲的臺灣旱招潮皆為亞成蟹，集中於較低潮線處。

4. 曾文溪南岸魚塢區排水溝

23°04'38.5"N 120°05'55.7"E

本棲地位於曾文溪南岸東側魚塢區之主要水道，大退潮時會退乾至完全無水，2019 年之前無調查資料，曾文溪南岸魚塢區排水溝採樣站 (曾 4) 臺灣旱招潮棲地面積約 1 ha，進行 6 個樣區的採樣 (表 14)。

臺灣旱招潮族群很少會棲息在排水溝，因為排水溝的坡度通常較陡，泥灘地的面積比較狹窄，不符合臺灣

旱招潮的基本需求。本棲地是臺灣各地穩定族群中，少數分布於魚塢區排水溝的族群，且有高塔的現象，很特別，曾文溪南岸排水溝族群約千隻。

本棲地土壤質地砂粒 62-68%，矽粒 22-26%，黏粒 10-12%，土壤類型為砂質壤土。臺灣旱招潮的重要值最高為 43.5%，平均 22.03% (sd=11.54)，乳白南方招潮最高為 18.80%，平均 9.32% (sd=6.17)，弧邊管招潮最高為 53.30%，平均 47.27% (sd=7.29)，厚蟹最高為 30.80%，平均 21.38% (sd=6.91) (表 14)。

5. 曾文溪南岸青草崙堤防

23°04'21.0"N 120°05'47.4"E

本棲地為緊鄰青草崙堤防旁之廢棄魚塢，2019 年之前無調查資料，曾文溪南岸青草崙堤防採樣站 (曾 5) 臺灣旱招潮棲地面積約 2.45 ha，進行了 12 個樣區的採樣 (表 14)。

本棲地距離河岸與海岸較遠，主要的潮水應來自於與曾文溪相通的排水溝，原本 2008 年之前已開闢成為魚塢，2012 年之後沿著青草崙堤防之魚塢逐漸荒廢至今，但 2019 年有部分廢棄之魚塢又重新開闢 (圖 21)。本棲地被一條小路區隔為東西兩塊，兩區各有一條水道大部分的泥灘地有明顯的乾燥期，主要臺灣旱招潮單一優勢範圍，常呈現極度乾燥的情形，許多區塊在大退潮時有海鹽結晶，東西區 4



圖 21. 曾文溪口 2007 及 2019 之地形差異。

Fig.21. Topographical difference between 2007 and 2019 in the Tsengwen estuary.

月到6月間有許多新築的高塔。樣區間的差異大，西區臺灣早招潮單一優勢範圍，有時候是乳白南方招潮優勢，排水道旁經常處於淹水的範圍，以弧邊管招潮為主要優勢，有時又是臺灣早招潮，時間的差異也很大。

曾文溪南岸青草崙堤防旁臺灣早招潮有小面積單一優勢，族群估計數千隻，重要值最高為97.20%，平均69.75% (sd=20.77)，乳白南方招潮最高為57.60%，平均19.69% (sd=19.31)，弧邊管招潮最高為25.60%，平均7.30% (sd=6.68)，臺灣厚蟹最高為15.10%，平均3.24% (sd=5.42) (表14)。

本棲地土壤質地砂粒63-93%，粉粒3-22%，黏粒4-15%，土壤粒徑差異大，類型大多為砂質壤土，其中1樣區的下層取得砂粒93%的砂粒，該樣區上層僅70%的砂粒，顯示部分地區曾有劇烈擾動。

六、臺灣早招潮棲地環境因子綜合效應與分布範圍

臺灣早招潮為臺灣特有種，只分布在臺灣。本研究藉由全臺灣的臺灣

早招潮棲地調查，掌握臺灣早招潮的分布，對應歷史族群變化，推論臺灣早招潮對於棲地需求。臺灣早招潮的調查因挖掘干擾有些成蟹會由分支通道逃離，臺灣早招潮的洞穴極深，比對早期的挖掘樣區資料，族群常會被低估。後續使用影像觀察法，可以較為精準的計算數量，但需有豐富的調查經驗，由於這種螃蟹不出洞的時候，會把洞口完全封起來，因洞口被封閉的地方完全看不出來有螃蟹棲息，因此數量估算不易，調查時又受到潮位影響。本研究新作樣區調查及早期挖掘樣區的資料，後續比對等皆為筆者親自進行，以減少人為誤差。累積近30年的經驗及資料，確認臺灣早招潮穩定族群分布範圍雖是動態，但對於棲地需求有相當環境綜合效應。

(一) 環境因子綜合效應

水溫受到季節變化的影響，鹽度受到漲退潮的影響，溶氧量的受到生物作用的影響，監測水質的鹽度pH值和溶氧量客提供基本的來源水狀況，通常鹽度在平均海水33‰時，pH

值約為 8.1。檢測棲地週邊水域，鹽度的變化非常的大，幾乎是從淡水到超過平均海水鹽度 33%，而且棲地在小潮之全乾早期，還會形成棲地表面土壤海鹽的結晶。

土壤質地受到地形、水流速度、淹水時間等因素的影響，因低潮線的位置淹水時間長，每個月有 10 天可以完全淹沒，高潮線的位置淹水時間短，每個月有 10 天不會淹水，再加上地形影響，坡度陡流速比較快，土壤的粒徑較大，坡度平緩或是地形有下凹，潮水進退緩慢，粒徑較小，就組合出各種不同的棲地類型。

臺灣早招潮主要分布的土壤質地可分為壤質砂土、砂質壤土、砂質黏壤土三種，對應影響淹水時間的低、中、高潮線位置，可歸納出與臺灣早招潮共棲物種之差異。

1. 高潮線之砂土及壤質砂土以乳白南方招潮優勢，臺灣早招潮少量；高潮線之砂質壤土為臺灣早招潮優勢、乳白南方招潮共棲；高潮線之砂質黏壤土為臺灣早招潮單一優勢，共棲物種臺灣厚蟹，極少量。

地形或堤防等人工構造物影響導致積水，使淹水時間變長，雖位於高潮線的位置，共棲物種會有差異，例如高美堤防前方，因為堤腳沖刷導致地勢較低，雖位於高潮線的位置，但卻是中潮線的淹水時間。

2. 中潮線之砂土及壤質砂土為臺灣早招潮、乳白南方招潮共同優勢；中潮線之砂質壤土臺灣早招潮、乳白南方招潮、弧邊管招潮共同優勢；中潮線之砂質黏壤土臺灣早招潮、弧邊管招潮共同優勢，德氏仿厚蟹、臺灣厚蟹少量共棲。
3. 低潮線之砂土及壤質砂土為乳白南方招潮、北方丑招潮共同優勢，臺灣早招潮少量；低潮線之砂質壤土弧邊管招潮優勢，臺灣早招潮極少量；低潮線之砂質黏壤土以萬歲大眼蟹優勢，臺灣早招潮極少量。

(二) 未有臺灣早招潮紀錄之海岸

1. 臺灣自淡水河以北，整個北海岸，往東，整個東北角海岸，整個東海岸，往南，整個恆春半島，由恆春半島往北，至高屏溪口，從未有臺

灣旱招潮的紀錄。除澎湖外之所有離島，亦從未有臺灣旱招潮的紀錄。

2. 臺灣西海岸之桃園、苗栗、臺中市的大甲溪口以北，從未有臺灣旱招潮的紀錄。
3. 曾有臺灣旱招潮紀錄，目前已經消失的棲地，包括蘭陽溪、淡水河口、彰化芳苑、鹿港、臺南安平、高雄永安、高屏溪口、澎湖青螺地區。嘉義縣東石朴子溪口曾有紀錄，但目前並未發現，持續探尋中。

(三) 臺灣旱招潮成蟹之棲地特徵

臺中海岸從大甲溪北岸到苗栗都沒有臺灣旱招潮的分布，原本高美濕地也沒有，後來逐漸在高美開始出現，目前延伸往北到大甲溪南岸，而且可以明確的觀察到該棲地的族群才剛建立，都是幼小的亞成蟹，向南延伸到清水大排，在高美的族群已經穩定繁殖，高塔的類型是屬於高瘦型。大肚溪南岸的臺灣旱招潮族群也在逐漸恢復中，

臺灣旱招潮的分布有些沿著海

岸，有些沿著河岸上溯，甚至遠達 5 km 以上，然並非沿著海岸的鹽度就會比較高，臺中海岸最主要的棲地特性為湧泉發達，因此測得的鹽度較其他的海岸為低，特別是許多已經位於潮間帶，仍然可以測到接近淡水的鹽度。因此有海岸湧泉的高美濕地鹽度偏低，而新竹美山濕地亦因海釣場和養殖魚塭區長年排放淡水，降低棲地的鹽度，所以雖沿著海岸，在環境的綜合效應下，也有類似大肚溪口、濁水溪口、八掌溪口、曾文溪等河岸離海遠達 3-6 km 地區的條件。

2021 年 3 月至 5 月之間降雨量較往年偏低，發現海岸的潮水上漲的高度較往年為低，發現多處臺灣旱招潮蟹族群，族群數略有增加，亦有新分布的範圍，但分布區互有消長。降雨量及洪水都會造成棲地的變化，改變臺灣旱招潮族群分布的位置，甚至影響繁殖期是建築高塔的高峰期，高美濕地在 4-5 月份調查時，並無明顯高塔，但 7-8 月就發現許多高塔，而且高美濕地的族群都是非常幼小的個體，佔了八成以上，即使是成熟個體，

也是交配次數較為少的年輕螃蟹。香山濕地、濁水溪及曾文溪口 4-5 月份調查時就發現許多高塔，通常 6 月之後就罕見新築的高塔，2021 年 6 月的洪水造成濁水溪北岸 9 月仍在築新塔。

七、臺灣早招潮族群分布區法規保護現況及開發威脅

臺灣早招潮分布在香山濕地、高美濕地、大肚溪口、濁水溪口、八掌溪口和曾文溪口，其中列入國家重要濕地的有香山濕地、高美濕地、大肚溪口、八掌溪口和曾文溪口，但是臺灣早招潮蟹族群主要的分布區大多不在野生動物保護區的範圍，例如：三姓溪口、大庄溪口、美山濕地、朝山濕地、鹽港溪口臺 61 線東側、大肚溪口北岸麗水、八掌溪口等處皆在野生動物保護區的範圍之外。曾文溪口同時受到野動法、濕地法和國家公園法的保護，但是主要密集分布的區域也都沒有在保護的範圍內。雲林濁水溪口兩岸及臺西海園是目前完全沒有任何法規保護的棲地。

(一) 香山濕地：客雅溪口以南至鹽港

溪口以北之海岸(新竹)

浸水垃圾掩埋場及客雅水資源回收中心的用地，位在香山濕地的北區，當時的紀錄，臺灣早招潮蟹常出現單一優勢，且數量龐大，後來浸水垃圾掩埋場及客雅溪污水處理廠陸續興建。2001 年公告 1,600 ha 之新竹市濱海野生動物保護區，當時紅樹林的分布仍非常零星，但迅速蔓延，10 年間就占滿高灘地，紅樹林逐漸成林，適合臺灣早招潮蟹的棲地大幅減少。再來，香山濕地因紅樹林移除，臺灣早招潮族群逐漸增加，部分地區已經成為優勢蟹種。因為位於高灘地，經確認是國家重要濕地範圍，但目前三姓溪口(香 1 採樣站)、大庄溪口(香 2 採樣站)、美山濕地(香 3 採樣站)等 3 處範圍，全部未列入新竹市濱海野生動物保護區，朝山濕地(香 4 採樣站)大部分範圍亦未列入新竹市濱海野生動物保護區，僅海山罟濕地(香 5 採樣站)及香山 6 採樣站鹽港溪口北岸(香 6-1 採樣站)有納入香山濕地野生動物保護區的緩衝區。但臺 61 線東側鹽港濕地(香 6-2 採樣站)並非保

護區也不是國家重要濕地，目前沒有任何法源保護。

鹽港濕地漲退潮原本藉由大型涵洞，因農民刻意阻塞公路下方多處涵洞水流，目前涵洞口堆疊磚頭，即使是大潮漲滿，大型涵洞也無潮水流入，導致臺灣早招潮蟹棲地劣化、族群萎縮，有滅絕之慮。經與公路局第一工程處會勘後，確認需進行涵洞整治，卻遭居民強烈反對，經溝通後需協助改善週邊農地遭受潮水影響。新竹市政府根據香山濕地外緩衝區經營管理辦法，執行土堤施作等措施，原為爭取居民認同，期能有效阻止臺灣早招潮在此棲地滅絕，但 2020 年初步執行土堤施作措施不當，2021 年族群數已大幅減少，僅存約 2020 年調查數量的 1/10，甚為可惜。有幸公路局已移除涵洞的阻塞物，潮水漲退量增大，棲地有復原機會，特別的是鹽港濕地是唯一有記錄到麗彩擬瘦招潮族群的棲地，有別於其他棲地，值得優先保育。

(二) 高美濕地：大甲溪口以南至清水大排以北之海岸(臺中)

2004 年依據野生動物保育法公告為臺中縣高美野生動物重要棲息環境，並劃設為臺中縣高美野生動物保護區，並由內政部重要濕地審議小組所指定之國家級濕地。

大甲溪南岸兩處新的臺灣早招潮棲息地，有時會出現大量的幼蟹，族群尚未穩定，高美海堤外高灘地臺灣早招潮，有交配行為，屬於穩定族群，整體族群的擴散，受限於紅樹林、高莖植物分布及鹽地鼠尾粟密生程度，需要人為介入經營管理。

(三) 大肚溪口北岸臺中麗水濕地(臺中、彰化)

彰化縣政府與臺中縣政府於 1994 年會銜公告設立之大肚溪口野生動物保護區，也是內政部重要濕地審議小組所指定之國家級濕地，但麗水及伸港濕地 2 採樣站皆非保護區的範圍內。麗水濕地臺灣早招潮棲地周圍目前有光電工程進行，2020 年基地的南邊正在填土，未來光電工程持續擴建，可能威脅臺灣早招潮族群。

(四) 濁水溪口兩岸(彰化、雲林)

濁水溪口為近 10 年新的臺灣早招潮分布，濁水溪口北岸的廢棄魚塭區中有非常大面積的臺灣早招潮蟹單一優勢，目前並非保護區，也不是國家重要濕地，所以沒有任何法源保護，棲地隨時會被開發利用。

麥寮地區面臨最大的問題就是冬季在河口地區形成的嚴重漂砂，讓在地居民強烈要求進行河川整治，2019 年河川局的整治工程卻掩埋了一大片臺灣早招潮分布範圍。目前濁水溪南岸高密度臺灣早招潮族群面臨的威脅是濁水溪出海口生態保育創生園區計畫，已獲得第四河川局支持，基地在臺 61 線以西共計 1400 ha，將打造全臺最大河口生態園區。

(五) 八掌溪口兩岸 (臺南)

僅有內政部重要濕地審議小組所指定之國家級濕地，但八掌溪北岸臺灣早招潮分布區原為魚塭，並沒有列入國家重要濕地範圍，目前還面臨海岸侵蝕危機。八掌溪口南岸棲地原也是魚塭，雖列入國家重要濕地範圍，但仍隨時會被開發利用為魚塭。

(六) 曾文溪口兩岸 (臺南)

2002 年劃設為臺南曾文溪口北岸黑面琵鷺野生動物保護區，及「臺南縣曾文溪口野生動物重要棲息環境」，也是內政部重要濕地審議小組所指定之國家級濕地，2009 年 12 月 28 日成立臺江國家公園。

原本臺灣早招潮在曾文溪口高密度單一優勢的分布範圍廣闊 (劉等 1993, 劉等 1994, 劉 2012)，但目前曾文溪口兩岸族群累計僅存約數萬隻，肇因為曾文溪口北岸侵蝕日益嚴重，估計曾文溪口北岸沙洲 (曾 1 採樣站) 數年內應會流失。其次魚塭的開闢佔據臺灣早招潮最適棲地，若無法控管魚塭的擴展，則臺灣早招潮的族群量難以復原 (劉 2012)。2021 年交通部公路總局西部濱海公路南區臨時工程處著手進行連接十分交流道與臺江大道的「西濱快速公路曾文溪橋段新建工程」，曾文溪口兩岸之曾 2-5 採樣站，包括曾文溪北岸海埔堤防水門兩側、曾文溪南岸河岸旁高灘地、魚塭區排水溝及青草崙堤防旁之廢棄魚塭，都距離曾文溪橋的施工地點很

近，有些就位於橋墩施作會影響的區域，受到人為施工干擾，有滅絕之憂。

結論與建議

一、結論

鹽港溪臺 61 線東側的鹽港濕地和大肚溪北岸的麗水，這兩個棲地的臺灣旱招潮個體都非常的成熟，從大螯的外型可以確認交配次數很多，是一個老熟的族群，且經過 2 年密集調查，亦確認族群的年齡結構分布平均，然而棲地面積過小，既不在保護區內，也不是公有土地，所以若受到人為干擾，將有滅絕之憂。

高美海堤外高灘地，有紅樹林、高莖植物及鹽地鼠尾粟繁生，限縮臺灣旱招潮存活空間。

雖然濁水溪口現在的臺灣旱招潮棲地面積相當的大，但是目前正進行的濁水溪漂砂整治，已經掩埋一大片臺灣旱招潮蟹單一優勢的棲地，後續規劃大面積的濁水溪出海口生態保育創生園區計畫，勢必嚴重影響這族群

的永續。

八掌溪口及曾文溪口因海岸侵蝕，導致 1992-2008 年原有調查之臺灣旱招潮棲地已流失，無恢復機會。

八掌溪口兩岸臺灣旱招潮分布區，2016 年前還是魚塢，目前北岸面臨海岸侵蝕危機，南岸面臨新魚塢開闢壓力。

曾文溪橋段新建工程橋墩施作會影響臺灣旱招潮分布的區域，大量族群減損，幾無可避免。

二、建議

臺灣旱招潮是臺灣特有屬及特種，數十年前曾經因人為開發等因素，導致族群嚴重萎縮，本研究盤點臺灣幾個數量較大的臺灣旱招潮族群，根據目前共域種、優勢種、蟹類組合及微棲地特徵，並回溯 1992-2018 年之調查資料，進行不同棲地臺灣旱招潮的族群消長與分布變遷探討分析，基於棲地特性及上述可能危機，提出以下數點具體建議：

- (一) 香山濕地野生動物保護區的範圍應調整涵蓋高灘地，並將臺 61 線東側鹽港濕地納入保護，需要人為介入經營管理。
- (二) 高美濕地高灘地需要人為介入處理迅速擴張的外來種高莖植物。
- (三) 麗水及伸港臺灣旱招潮分布區應納入大肚溪口野生動物保護區。
- (四) 濁水溪口臺灣旱招潮分布區應劃設野生動物保護區，並檢討濁水溪口漂砂整治工程，追蹤保育創生園區計畫，避免發生不可逆的棲地破壞。
- (五) 八掌溪北岸臺灣旱招潮分布區建議列入國家重要濕地範圍。
- (六) 追蹤曾文溪橋段新建工程橋墩規劃及施作過程，盡量迴避現有臺灣旱招潮分布區，以減低衝擊。

參考文獻

Crane, J. 1975 Fiddler Crabs of the world: Ocypodidae: Genus Uca. Princeton, NJ: Princeton University

Press.

Gauch, H. G. Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, New York.

Hill, M. O., and H. G. Gauch, Jr. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42:47-58.

Kovach, W. L. 1999. MVSP Multi-Variate Statistical Package for Windows, ver.3.1 Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.

Liao, S. W., W. L. Chang, and S. W. Lin. 2008. Status and habitat preferences for endemic inhabitants of fiddler crab *Uca formosensis* in Hsiang-Shan wetland, Taiwan. *Environmental Monitoring and Assessment* 143:203-214.

Rathbun, M. J. 1921. New species of crabs from Formosa. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 34, 155-156.

Shih, H.T., H. K. Mok, H. W. Chang, and S. C. Lee. 1999. Morphology

- of *Uca formosensis* Rathbun, 1921 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae), an endemic fiddler crab from Taiwan, with notes on its ecology. *Zoological Studies* 38(2):164-177.
- Shih, H. T., H. K. Mok, and H. W. Chang. 2005. Chimney building by male *Uca formosensis* Rathbun, 1921 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) after Pairing: a new hypothesis for chimney function. *Zoological Studies* 44(2): 242-251.
- Shih, H. T. 2015. *Uca* (*Xeruca*), a new subgenus for the Taiwanese fiddler crab *Uca formosensis* Rathbun, 1921 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae), based on morphological and molecular evidence. *Zootaxa* 3974: 151–169.
- Shih, H. T., K. L. N. Peter, J. F. D. Peter, D. S. Christoph, T. Michael, N. Reza, J. Diana, and M. Y. Liu. 2016. Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, sensu lato and its subgenera. *Raffles Bulletin of Zoology* 64: 139–175.
- 尤少彬、張文亮。2009。新竹市客雅水資源回收中心自然生態教育推廣計畫。國立中興大學執行。新竹市政府委託，173 頁。
- 汪淑慧、郭一羽、朱達仁、苗華涓、陳柏成。2007。新竹市客雅水資源回收中心建置對臺灣招潮蟹之影響研究。29 屆海洋工程研討會論文集 p.493-498。國立成功大學。
- 朱達仁、何平台、汪淑慧、張小娟。2008。新竹市客雅水資源回收中心生態復育區棲地改善計畫—台灣招潮蟹及其棲地研究。新竹市政府委託計畫。
- 李曉易。1991。台灣招潮蟹的生態與行為研究。中山大學海洋生物研究所論文。
- 林世偉。2005。以判別分析探討香山溼地臺灣招潮蟹棲地特性。國立臺灣大學生物環境系統工程學研

- 究所碩士論文，指導教授：張文亮，44 頁。
- 林世偉、廖少威、張文亮，2006。香山溼地臺灣招潮蟹棲地類型底質特性研究。農業工程學報 52: 1-14。
- 林惠真。2015。高美野生動物保護區資源監測計畫。臺中市政府農業局補助辦理計畫成果報告。
- 邱永昌、陳俊強、呂宗明，2004。高屏溪口蟹類資源。高雄縣中芸國小，高雄，50 頁。
- 洪昆璿。2015。臺灣西部沿海台灣招潮蟹族群的遺傳與形態變異。東海大學生命科學研究所碩士論文，指導教授：林惠真。
- 施習德。1997。屬於福爾摩莎的「台灣招潮」，何去何從？—記臺灣特有種招潮的現況。臺灣博物 54: 68-80。
- 施習德。1999。以形態、遺傳及生態研究臺灣特有種台灣招潮蟹之分類系統。國立中山大學海洋生物研究所博士論文，指導教授：莫顯蕎、張學文、李信徹。
- 施習德。2008。新竹市客雅水資源回收中心生態復育區棲地改善計畫—台灣招潮及其棲地研究。新竹市政府委託計畫。
- 彰化縣政府、臺中縣政府。1994。大肚溪口鳥類保護區保育計畫書。
- 彰化縣政府。2013。102 年度大肚溪口招潮蟹棲地改善評估作業成果報告書。
- 陳有祺、周文杰、張登凱、陳賜賢。2009。新竹市客雅水資源回收中心生態復育區棲地改善計畫—復育區棲地研究改善。新竹市政府委託計畫。
- 陳章波。2005。客雅水資源回收中心預定地台灣招潮蟹及其他物種遷移與後續監測。中央研究院生物多樣性研究中心執行，新竹市政府委託，79 頁。
- 陳章波、謝蕙蓮。2003。新竹市濱海野生動物保護區生態保育對策及紅樹林調查研究成果報告。中央研究院生物多樣性研究中心執行，新竹市政府委託，71 頁。
- 陳曉怡。2008。台灣招潮蟹棲地保育之底質特徵探討：以麥寮為例。

- 臺灣大學漁業科學研究所碩士論文，指導教授：陳章波。
- 張登凱、劉月梅。2009。三姓溪口西區紅樹林清除計畫成果報告。社團法人中華民國荒野保護協會新竹分會執行。98年度新竹市政府委託計畫，60頁。
- 張登凱。2012。新竹市濱海野生動物保護區復育與維護計畫。社團法人中華民國荒野保護協會新竹分會執行。101年度新竹市政府委託計畫，35頁。
- 張登凱。2014。新竹市濱海野生動物保護區復育計畫。社團法人中華民國荒野保護協會新竹分會執行。103年度新竹市政府委託計畫，53頁。
- 曾晴賢。2009。新竹市野生動物保護區環境生物監測計畫成果報告。國立清華大學執行。新竹市政府委託計畫，59頁。
- 黃宏正。2008。海埔地開發工程預定地台灣招潮蟹及其他物種後續監測計畫。社團法人新竹市野鳥學會執行，新竹市政府委託。
- 黃淑琴。2012。新竹市濱海野生動物保護區復育計畫實施成效之研究。中華大學景觀建築學系碩士論文，指導教授：陳有祺，88頁。
- 楊樹森。2007。新竹市濱海野生動物保護區人類活動影響分析及管理策略研究成果報告。國立新竹教育大學執行。96年度新竹市政府委託計畫，27頁。
- 楊樹森。2008。大庄紅樹林及海山罟對照區底棲蟹類食性及覓食微棲地之研究成果報告。國立新竹教育大學執行。新竹市政府委託計畫，140頁。
- 楊樹森。2010。國家重要濕地生態環境調查及復育計畫 - 香山濕地紅樹林清除及效益評估計畫成果報告。國立新竹教育大學執行。102年新竹市政府委託計畫，32頁。
- 楊樹森。2011。新竹市濱海野生動物保護區及其保育計畫書的檢討與修正成果報告。國立新竹教育大學執行。新竹市政府委託計畫。
- 楊樹森。2012。香山濕地棲地復育生態調查計畫成果報告。國立新竹

- 教育大學執行。101 年新竹市政府委託計畫，195 頁。
- 楊樹森。2013。香山濕地棲地復育生態調查計畫成果報告。國立新竹教育大學執行。102 年新竹市政府委託計畫，116 頁。
- 楊樹森。2017。香山重要濕地(國家級)基礎調查計畫成果報告。國立新竹教育大學執行。105-106 年新竹市政府委託計畫，235 頁。
- 楊樹森。2019。香山重要濕地生態及水質監測計畫成果報告。國立新竹教育大學執行。107-108 年新竹市政府委託計畫，204 頁。
- 楊樹森。2021。新竹市香山重要濕地(國家級)台灣早招潮蟹族群、經濟性採集底棲無脊椎動物生態暨濕地水質監測調查計畫成果報告。國立新竹教育大學執行。109-110 年度新竹市政府委託計畫，148 頁。
- 楊樹森、李清福，江慧真。2011。新竹市客雅水資源回收中心完工後生態監測與維護管理計畫。國立新竹教育大學執行。新竹市政府委託計畫，53 頁。
- 楊樹森，張筱筠。2014。新竹市濱海野生動物保護區紅樹林清除與台灣招潮蟹。2014 年動物行為暨生態學研討會。東海大學主辦。
- 湯曉虞、劉靜榆。2010。走訪嘉南海岸生態(上)-談黑面琵鷺與臺灣招潮蟹保護史。大自然 110:4-11。
- 湯曉虞、劉靜榆。2011。走訪嘉南海岸生態(下)-談黑面琵鷺與臺灣招潮蟹保護史。大自然 111:16-27。
- 劉建伸。2010。新竹香山紅樹林疏伐與台灣招潮蟹棲地復育關係之評估。中華大學碩士論文，指導教授：陳有祺。
- 劉烘昌、李家維。1994。新竹香山潮間帶的螃蟹海岸濕地生態及保育研討會論文集，103-113 頁。
- 劉靜榆。1994a。曾文溪口生物資源調查。生物資源調查研討會。臺灣省特有生物研究保育中心，355-402 頁。
- 劉靜榆。1994b。曾文溪口生物世界探

- 索。臺灣省特有生物研究保育中心，72 頁。
- 劉靜榆。1997。觀潮 - 黑面琵鷺棲息地導覽。臺南縣政府、臺灣省特有生物研究保育中心，136 頁。
- 劉靜榆。1998。大肚溪口野生動物保護區生態導覽。特有生物研究保育中心及彰化縣政府出版。160 頁。
- 劉靜榆。1999。大肚溪口野生動物保護區生態導覽。彰化縣政府、特有生物研究保育中心，160 頁。
- 劉靜榆。2001。大肚溪口地區環境監測研究。國立臺灣博物館年刊 43:1-25。
- 劉靜榆。2002。大肚溪口潮間帶地區大型底棲動物群聚現象與相關重金屬含量分析。特有生物研究 4(2):9-29。
- 劉靜榆。2008。臺灣產招潮蟹。綠野 21:52-55。
- 劉靜榆。2009。臺南縣河口域台灣招潮群聚與棲地特性之研究。2009 沿海濕地與水鳥保育國際研討會，341-346 頁。
- 劉靜榆。2010。走訪臺灣西海岸(II) - 中彰雲段沿海生態介紹。自然保育季刊 71:65-77。
- 劉靜榆。2011。曾文溪口台灣招潮棲地特性與行為研究。2011 年黑面琵鷺與沿海濕地保育國際研討會論文集。特有生物研究保育中心、臺江國家公園主辦，共 205 頁。
- 劉靜榆。2011。臺南海岸環境變遷與底棲性蟹類群聚現象之研究。2011 生物多樣性研討會論文摘要集。特有生物研究保育中心主辦。
- 劉靜榆。2012a。曾文溪口台灣招潮棲地特性研究，特有生物研究 14(1-2):1-25。
- 劉靜榆。2012b。走過工業開發夢魘的臺南曾文溪口海岸 - 談黑面琵鷺與台灣招潮保護史。「共話特生保育情」20 週年紀念專冊 182-194 頁。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 劉靜榆。2015。新竹市濱海野生動物保護區土壤重金屬含量分析。特有生物研究 17(3):153-189。
- 劉靜榆。2018。從臺灣早招潮族群雪

崩式下降，談桃園大潭棲地不可取代性。2018 年動物行為與生態研討會 147-150 頁，國立清華大學主辦，共 329 頁。

劉靜榆。2020。臺中海岸濕地重金屬監測及蟹類生物群聚研究。特有生物研究保育中心 109 年度試驗研究計畫執行成果。

劉靜榆、賴國祥、曾彥學、林旭宏、侯安璟。1993 臺灣西南沿海生物資源調查 I·曾文溪口生物資源調查。臺灣省特有生物研究保育中心 82 年度試驗研究計畫執行成果，71-121 頁。

劉靜榆、顏仁德、賴國祥、曾彥學、林旭宏、侯安璟。1994。臺灣西南沿海生物資源調查 II·臺南縣市沿海生物資源調查。臺灣省特有生物研究保育中心 83 年度試驗研究計畫執行成果，101-151 頁。

劉靜榆、李訓煌、曾彥學、沈慧萍。1998。野生動物保護區環境監測模式建立之研究。臺灣省特有生物研究保育中心 87 年度試驗研究計畫執行成果。18-27 頁。

劉靜榆、李訓煌、曾彥學、沈慧萍。

1999。野生動物保護區環境監測模式建立之研究—以大肚溪口及四草野生動物保護區為例。臺灣省特有生物研究保育中心 88 年度試驗研究計畫執行成果。1-13 頁。

劉靜榆、曾彥學、吳萃慧、李訓煌。1999。臺灣西南沿海生物資源調查。特有生物保育研討會論文集，16-47 頁。

劉靜榆、李訓煌、曾彥學、陳添水、沈慧萍。2000。野生動物保護區環境監測模式建立之研究—以四草及大肚溪口為例。特有生物研究保育中心 89 年度試驗研究計畫執行成果，145-153 頁。

劉靜榆、陳添水。2005。沿海濕地棲地劣化之現況評估與保育策略之探討。特有生物研究保育中心 94 年度試驗研究計畫執行成果，683-700 頁。

劉靜榆、陳添水。2006。沿海濕地棲地劣化之現況評估與保育策略之探討。特有生物研究保育中心 95 年度試驗研究計畫執行成果，17

頁。

劉靜榆、陳添水、顏江河、林子超、曾彥學、薛攀文。2010。臺南地區野生動物保護區生物監測及經營管理之研究。特有生物研究保育中心 99 年度試驗研究計畫執行成果，1-29 頁。

劉靜榆、陳昭倫 2020。曾文溪河岸臺灣早招潮蟹族群分布及棲地維護計畫。通部公路總局西部濱海公路南區臨時工程處委託計畫，147 頁。

謝蕙蓮、陳章波。2005。沿海濕地復育研究－以新竹香山台灣招潮蟹棲地復育為例，中央研究院生物多樣性研究中心執行。行政院農業委員會委託，36 頁。

謝蕙蓮、陳章波。2006。沿海濕地復育研究－以新竹香山台灣招潮蟹棲地復育為例 (II)，中央研究院生物多樣性研究中心執行。行政院農業委員會委託，64 頁。

謝蕙蓮、陳章波。2007。新竹市客雅水資源回收中心生態復育計畫－台灣招潮蟹 (*Uca formosensis*) 幼

苗、放苗及監測計畫。中央研究院生物多樣性研究中心執行。新竹市政府委託，77 頁。