

瀕臨絕種台灣招潮蟹之研究

陳鴻烈⁽¹⁾ 李郁賢⁽²⁾

摘要

台灣招潮蟹為台灣特有種，在生物學上應該是令人關注的生物族群之一。但因相對於其他種招潮蟹而言，台灣招潮蟹數量少且無經濟價值，故長期以來針對此種生物的研究非常少。本研究是以彰化伸港海濱灘地為樣區，研究台灣招潮蟹的數量，並以敘述統計學方法進行時間與空間分析。同時，我們也利用統計學均值比較之各種方法對歷史記載中台灣招潮蟹的數量狀況進行研究，得知伸港地區台灣招潮蟹的數量正迅速銳減，約十年就減少一半，加上其他棲地因子的破壞與環境壓力，台灣招潮蟹的滅絕將在幾年內發生。因此，建議有關單位能重視此一物種滅絕的危機，儘速將其公告成瀕臨滅絕生物，由法律層面保護，並積極進行台灣招潮蟹棲地復育之研究。

(**關鍵詞**：台灣招潮蟹、敘述統計學、均值比較，棲地復育)

Being Extinguished *Uca Formosensis* Study

Paris Honglay Chen⁽¹⁾, *Daniel Y.-H. Lee*⁽²⁾

Professor⁽¹⁾, Graduate Student⁽²⁾, Department of Soil and Water Conservation,
National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402, R.O.C.

ABSTRACT

Uca formosensis is the special species of Taiwan. They should be cared in biotic associations. But related researches are very narrow because of small quantities and economic values compared with other fiddler crabs. Our sampling area was Sheng-Kong beach in Changhua. We studied the quantities of *Uca formosensis*, and proceeded time and space analysis by descriptive statistic method. At the same time, we also used compare means of statistics to discuss the quantitative variation of *Uca formosensis* recorded in history. The results showed that *Uca formosensis* disappeared sharply in Sheng-Kong beach, and the quantities were decreased to one-half for about ten years. All factors including habitat destroyed and environmental pressures, etc., will force *Uca formosensis* moving towards extermination in a few years. Consequently, we hope related organizations can proclaim rapidly *Uca formosensis* as the near extermination of animals to protect them by law. Additionally,

⁽¹⁾ 國立中興大學水土保持學系教授

⁽²⁾ 國立中興大學水土保持學系研究生

the habitat restoration works of *Uca formosensis* must be studied energetically.

(**Keywords** : *Uca Formosensis*, Descriptive Statistics, Compare Means, Habitat Restoration)

前言

招潮蟹為河口海邊常見的生物之一，歷史上多有記載，其名稱包括「蟛蜞」、「擁劍」、「桀步」、「合捕」、「望潮」等歷史名詞。而台灣俗語中也有「大拱仙」、「大螯先」、「夯白扇」等稱呼(施, 1994)，可見招潮蟹自古以來即為民眾所熟知。

全世界的招潮蟹約有八十種左右，可分為九個亞屬 (Crane, 1975)。在河口、紅樹林等濕地潮間帶中，招潮蟹是最易被觀察到且數量最多的螃蟹。由於招潮蟹的進食方式為濾食底層基質的有機物，因此在生態食物鏈中屬於初級消費者。另外，因招潮蟹多為定居性或移動力低的族群，受到環境中物理與化學的制約最大，故最適宜作為河口環境的污染指標生物。加上它仍有許多尚未解開的謎樣行為與生態現象，使得招潮蟹雖不具食用經濟價值，但卻有著令人著迷的研究特性。

台灣招潮蟹 (*Uca Formosensis*) 為台灣稀有的海洋蟹類之一，也是唯一的特有種招潮蟹。正由於台灣招潮蟹的稀少性，相關的研究亦相當稀少，以致於我們對其行為生態的瞭解仍相當匱乏。目前環境壓力日益嚴重，許多原來記載存在的台灣招潮蟹棲地，經由追蹤調查發現其數量與棲地面積均大幅減少，甚至面臨滅絕的危機。

儘管招潮蟹的研究在台灣是如此稀少，但許多生態學者與保育團體也漸漸注意到河口環境正招受到環境的破壞與壓力，因此不

斷呼籲應設置保護區，希望藉由保護區的劃設，來達到保護河口生物的目的。然事與願違，如台中高美濕地應在劃定保護區的範圍中極易發現台灣招潮蟹的蹤跡，但經過幾次調查均未發現。因此，保護區的劃設是否就能阻止台灣招潮蟹的滅絕？值得觀察。另外，台灣招潮蟹是否真正面臨了滅絕的危機？其數量衰減的趨勢是否因保護區的劃設而獲得減緩？這些問題均應藉由科學方法來證明。

本研究除了整理與分析台灣招潮蟹的相關研究外，主要在比對歷年來伸港地區(大肚溪口候鳥保護區)台灣招潮蟹數量的變遷情形，並以統計學方法顯示出台灣招潮蟹數量變遷的方向。當然，最大的期待是希望台灣招潮蟹能如同櫻花溝吻鮭般受到國人的重視，而成為重要的指標復育物種。

因此，本研究主要目的就是要透過科學的分析比對，來研究台灣招潮蟹的族群分佈問題。此一問題包括(一)台灣招潮蟹分佈的一般性描述，(二)生命史的探討，以及(三)族群數量增減的歷史性比較。

研究方法與材料

一、研究方法

本研究採用統計學方法來對採集台灣招潮蟹樣本數量進行各種分析，包括基本敘述統計分析、空間分佈型態的檢驗、時間分佈的檢驗，以及歷史上數量增減的討論等，詳細研究流程如圖 1 所示。

(一) 基本統計量的描述

選用敘述統計中平均數、中位數、眾數、標準差、變異數、標準誤、峰度、偏態、範圍、最小值、最大值、總和、個數等 13 個統計量來分析台灣招潮蟹採樣的統計量，以了解其數量分佈概況。

圍、最小值、最大值、總和、個數等 13 個統計量來分析台灣招潮蟹採樣的統計量，以了解其數量分佈概況。

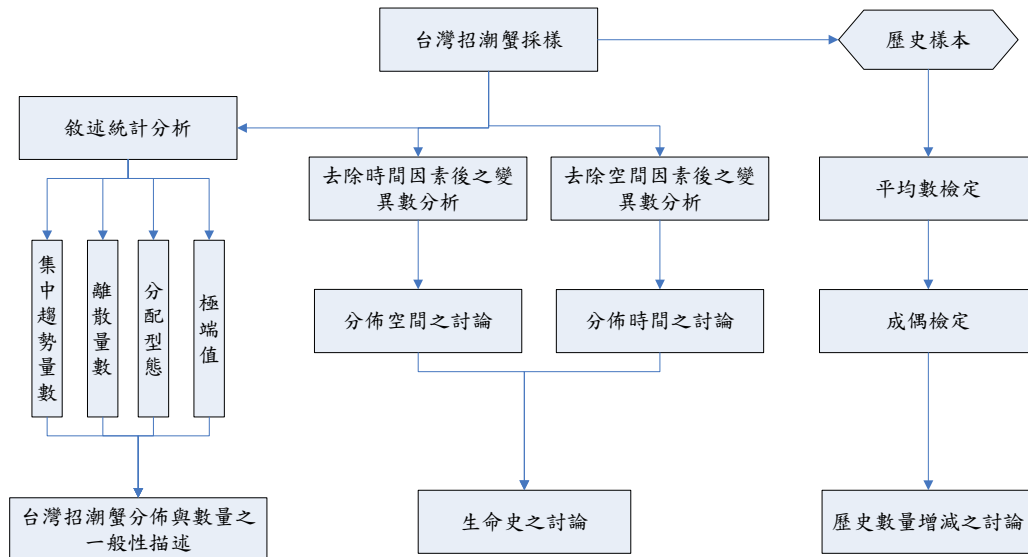


圖 1. 研究流程圖

Figure 1. Overview of the research.

在 13 個統計量中，平均數、中位數、眾數為集中趨勢量數；標準差、變異數、標準誤為離散量數；峰度、偏態、範圍為分配型態；最小值、最大值、總和、個數則為極端值的分析。

此一檢驗是在探討台灣招潮蟹在時間分佈上是否符合生命史的推論。是利用敘述統計中離散量數（標準差、變異數）為觀察值，先以月份為敘述統計之主體，得到各月份之離散量數（此時已去除空間因素），再由各月份變異數之敘述統計表來分析台灣招潮蟹在時間上的分佈狀況。

(二) 空間分佈型態的檢驗

此一檢驗是為探討台灣招潮蟹在空間分佈上是否為均值分佈。利用敘述統計中之離散量數（標準差、變異數）為觀察值，並先以樣區為敘述統計之主體，得到各樣區離散量數（此時已去除時間因素），再由各樣區變異數之敘述統計表來分析台灣招潮蟹在空間上的分佈狀況。

(四) 數量增減的檢驗

數量上的檢驗，是將歷史背景資料與本研究採樣資料作比對，並進行兩母體樣本平均數是否相等的檢定。其檢定方法為 1-Way ANOVA 之統計模式，檢定之虛無假設則為各組均值完全相等。如果拒絕接受虛無假設，表示二者均數不同，則繼續進行成偶檢

(三) 時間分佈型態的檢驗

定。

本研究參照沈明來 (1999) 採用之檢定法有：最小顯著差異法 (LSD)、鄧氏法 (Duncan's test)、紐曼-柯爾法 (Newman-Keul test)、特奇法 (HSD)、丹內特法 (Dunnet's test)、達安法 (Dunn's test)、雪菲法 (Scheffe's test)、貴博法 (Gabriel's test)、哈氏 GT2 法、K-ratio 法、班佛尼氏法 (Bonferroni test) 等。成偶檢定的目的是在證明二者均數是否具有顯著差異，並依據其檢定量，計算其信賴區間，說明二次數量監測上的差距。

1. 最小顯著差異法 (LSD)

為 Fisher 所倡導，是以最小顯著差異值 t 作為檢定比較對象，若大於 LSD 值，則表示均值間具有顯著差異。

$$LSD_{\alpha} = t_{\alpha, v} \sqrt{MSE(1/n_i + 1/n_j)}$$

LSD_{α} ：最小顯著差異值

$t_{\alpha, v}$ ：顯著水準 α 、誤差自由度 v 之 t 值

MSE：機差均方

n_i ：第 i 處理之重複次數

n_j ：第 j 處理之重複次數

2. 鄧氏法 (Duncan's test)

亦稱為鄧氏新多變異測驗法，為 Duncan 於 1955 年所提出。Duncan 認為處理數多時，按處理均值大小排列後，兩處理均值距離較遠者理應有較大的均值差異顯著值才合理。因此他創造保護水準表 (protection level table)，來處理均值差異顯著值，並以 D 表示。

$$D = Q_{r, \alpha, v} \times \sqrt{MSE/n}$$

$Q_{r, \alpha, v}$ ：鄧氏依處理數 r 、顯著水準 α 、機差自由度 v 所定的顯著變域值

MSE：機差均方

n ：各處理的重複次數

3. 紐曼-柯爾法 (Newman-Keul test)

為 Newman 於 1939 年倡導，後經 Keul 修正而成。本法與鄧氏法類似，只是在處理差異臨界值時有所不同。亦即本法是將鄧氏法中的 Q_r, α, v 修正為學生化變異值 (studented range)。

$$Q = \frac{\bar{X}_{\max} - \bar{X}_{\min}}{\sqrt{MSE/n}}$$

Q ：學生化變域值

\bar{X}_{\max} ：參試處理中最大均值

\bar{X}_{\min} ：參試處理中最小均值

MSE：機差均方

n ：各處理的重複次數

4. 特奇法 (HSD)

Turky 於 1953 年倡導，此法也以學生化多變域為基礎，而和紐曼-柯爾法之差異則在於不限參試處理數之多寡。其計算式為

$$T_{\alpha} = Q_{\alpha, a, v} \times S_{\bar{x}}$$

$Q_{\alpha, a, v}$ ：顯著水準 α 、全部參試處理數 a 、機差自由度 v 之學生化多變域值

$S_{\bar{x}}$ ：各處理均值之標準偏差

5. 丹內特法 (Dunnet's test)

Dunnet 於 1964 年提出各參試處理與對照處理之多變域測驗法。在 m 個處理中，有一個為對照值，與 $m-1$ 個處理各均值之差異顯著值之計算式為

$$d' = t'_{\alpha/2, m, v} \times \sqrt{2MSE/n}$$

$t'_{\alpha/2, m, v}$ ：丹內特測驗值

α ：顯著水準

m ：全部參試處理數

v ：機差自由度

MSE：機差均方

n：各處理重複次數

$$d_{\alpha} = t''_{\alpha/2, c, v} \sqrt{MSE \left(\frac{c_i^2}{n_i} + \frac{c_j^2}{n_j} + \frac{c_k^2}{n_k} \right)}$$

6. 達安法 (Dunn's test)

Dunn 於 1961 年倡導一種不受正交比較規則之限制，也不受變方分析之限制的方法。其基本原理亦類似學生化 t 值法，處理間差異顯著值之計算公式為

t''：達安複合比較測驗值

α：顯著水準

c：欲比較的次數

v：機差自由度

MSE：機差均方

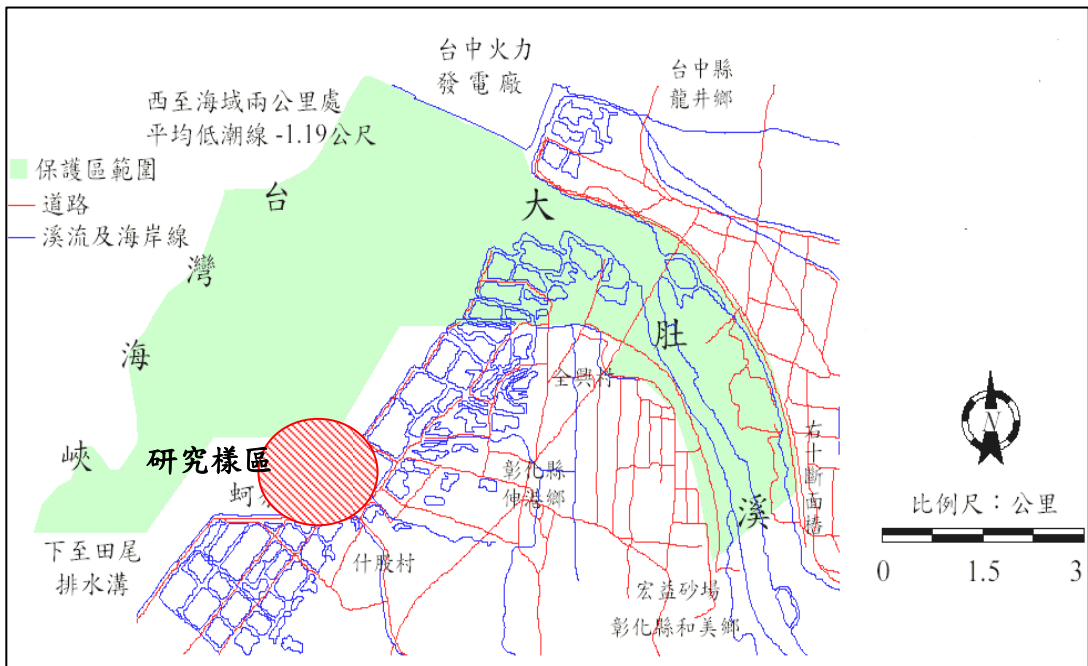


Figure 2 . Research zone.

c_i 、 c_j 、 c_k ：第 i、j、k 處理之比較係數

n_i 、 n_j 、 n_k ：第 i、j、k 處理之重複次數

F_{α, v_1, v_2} ：顯著水準 α 、處理自由度 v_1 、機差自由度 v_2 之 F 值

MSE：機差均方

c_i ：第 i 處理的比較係數

n_i ：第 i 處理的重複次數

7. 雪菲法 (Scheffe's test)

當變方分析結果 F 值達顯著水準時，Scheffe 提出處理均值間所有可能差異之比較測驗法。其計算式為

$$S_{\alpha} = \sqrt{(m-1)F_{\alpha, v_1, v_2}} \times \sqrt{MSE \left(\sum_{i=1}^m c_i^2 / n_i \right)}$$

二、研究材料

(一) 研究地點

設於彰化縣伸港鄉什股村海邊，距烏溪口南約六公里處。該處有寬闊的泥灘型潮間

帶，於潮水漲退間可達四至五公里，為目前文獻中台灣招潮蟹出現最多的區域，其位置如圖 2 所示。

(二) 測站與採樣方法

距離堤岸十公尺處設置九個測站，每個測站為五公尺見方之採樣區，且每個測站成棋盤分佈，而測站與測站間則相距 35 公尺。

捕捉方法是以阻隔法為主，亦即在洞口設置光滑塑膠罩，讓招潮蟹爬出洞口後即不易回到洞內，利用此一特性來計算每個測站所測得之隻數，而每一次計算都是以三次記錄之平均數作為該測站記錄。測站編號是以靠近岸邊第一排為測站一、二、三，中排為四、五、六，最外排則為七、八、九。

(三) 歷史比對資料

李曉易 (1991) 與吳祐仁 (1994) 曾經在本研究區做過台灣招潮蟹的研究，其中，吳之採樣區與大小並無明確的界定，且其數量記載多為平均值，因此缺乏比較基礎。李之研究以五公尺見方的採樣區為基準，雖取樣點與本研究不同，但範圍相同，因此具有比較上的意義，故本研究以其數據作為數量上比對之基礎。

結果與討論

一、台灣招潮蟹數量調查

表 1 為本研究自 2004 年 8 月至 2005 年 7 月一整年期間的數量密度調查結果，並與李 (1991) 的調查數量進行比較。

本研究採樣區有九個，李曉易則有十二個，二者採樣區位一致，每個樣區大小相同，但採樣位置不同。此外，本研究之研究

時間長達一年，而李 (1991) 僅有四個月，因此在比較上會有樣本不足之憾。

採取比較單位二者均採用單位密度，因此可以直接比較。從初步的觀察中可以得知二者在數量密度上就有明顯差異。

二、敘述統計分析

表 2 為本研究採樣之敘述統計分析結果，一共記述十五項敘述統計量。

(一) 集中趨勢分析

由圖 3 集中趨勢量數 (平均數、中間數、眾數) 可發現採樣區分為三個族群，分別為樣區一~三、樣區四~六，與樣區七~九，表示台灣招潮蟹的分佈在空間上有所差異。吳祐仁 (1994) 研究論文認為台灣招潮蟹分佈於高潮線靠近岸邊的區域，而從本研究圖 3 趨勢量數分析亦可發現，伸港地區的台灣招潮蟹也符合此一原則。

(二) 離散程度分析

若將集中程度 (圖 3) 與離散程度 (圖 4) 相比較，可發現集中程度越高者，變異程度越大；亦即平均數越高者，標準差與變異數越高。此外，由標準誤觀察可知，標準誤越大者，信賴區間越大。

從採樣結果來看，可大致分為三群 (樣區一~三、四~六、七~九)。第一群集中趨勢高，變異程度大；第三群集中趨勢小，變異程度亦小。此一現象的原因，去除採樣時間誤差的原因外，另一可解釋的因素為台灣招潮蟹因密度不同而具有行為上的差異。

(三) 分配型態分析

在曲線分布方面，峰度代表著資料向中央集中的程度。峰度係數等於 3，為正常狀態；峰度係數小於 3，為平闊峰，表示資料分配較平均分散於兩端；至於峰度係數大於 3，

表 1. 台灣招潮蟹採樣數量表
Table 1 . Sampling quantities of *Uca formosensis*.

註：「-」表示沒有數據。

日期	樣區一	樣區二	樣區三	樣區四	樣區五	樣區六	樣區七	樣區八	樣區九	平均	李 (1991) 平均數
2004/08/11	0.56	0.57	0.53	0.33	0.36	0.40	0.17	0.13	0.21	0.36	-
2004/09/12	0.41	0.29	0.33	0.20	0.12	0.20	0.13	0.12	0.09	0.21	-
2004/10/11	0.49	0.45	0.40	0.25	0.21	0.21	0.13	0.16	0.12	0.27	-
2004/11/10	0.53	0.33	0.36	0.36	0.29	0.25	0.13	0.04	0.04	0.26	-
2004/12/09	0.40	0.36	0.21	0.29	0.17	0.25	0.08	0.09	0.09	0.22	-
2005/01/10	0.13	0.09	0.04	0.04	0.09	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	-
2005/02/10	0.04	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	-
2005/03/09	0.21	0.17	0.21	0.21	0.16	0.12	0.16	0.09	0.05	0.15	0.476
2005/04/13	0.25	0.37	0.17	0.13	0.16	0.16	0.20	0.12	0.12	0.19	0.34
2005/05/11	0.45	0.29	0.25	0.24	0.20	0.25	0.21	0.20	0.16	0.25	0.796
2005/06/13	0.60	0.53	0.65	0.41	0.29	0.37	0.21	0.24	0.24	0.39	0.784
2005/07/14	0.57	0.60	0.36	0.44	0.40	0.49	0.17	0.04	0.09	0.35	-
平均密度	0.39	0.35	0.30	0.24	0.21	0.23	0.13	0.11	0.10	0.23	0.599

表 2. 敘述統計分析表
Table 2 . Analysis results of descriptive statistic.

統計量	樣區一	樣區二	樣區三	樣區四	樣區五	樣區六	樣區七	樣區八	樣區九
平均數	0.37	0.32	0.29	0.22	0.19	0.20	0.13	0.11	0.10
標準誤	0.06	0.05	0.06	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02
中間值	0.41	0.33	0.25	0.24	0.17	0.21	0.13	0.12	0.09
眾數	#N/A	0.29	0.21	#N/A	0.29	0.25	0.13	0.12	0.09
標準差	0.19	0.16	0.18	0.13	0.10	0.13	0.08	0.07	0.08
變異數	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
峰度	-0.90	-0.76	-0.06	-0.43	0.10	-0.32	-0.27	-0.28	-0.63
偏態	-0.59	-0.08	0.59	-0.46	-0.04	-0.23	-0.85	0.23	0.39
範圍	0.56	0.49	0.61	0.41	0.36	0.40	0.21	0.24	0.24
最小值	0.04	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大值	0.60	0.57	0.65	0.41	0.36	0.40	0.21	0.24	0.24
總和	4.08	3.55	3.24	2.47	2.06	2.22	1.43	1.24	1.13
個數	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
第 K 個最大值 (1)	0.60	0.57	0.65	0.41	0.36	0.40	0.21	0.24	0.24
第 K 個最小值 (1)	0.04	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
信賴度 (95.0%)	0.12	0.11	0.12	0.09	0.07	0.09	0.05	0.05	0.05

註：「#N/A」表示不存在或無法計算。

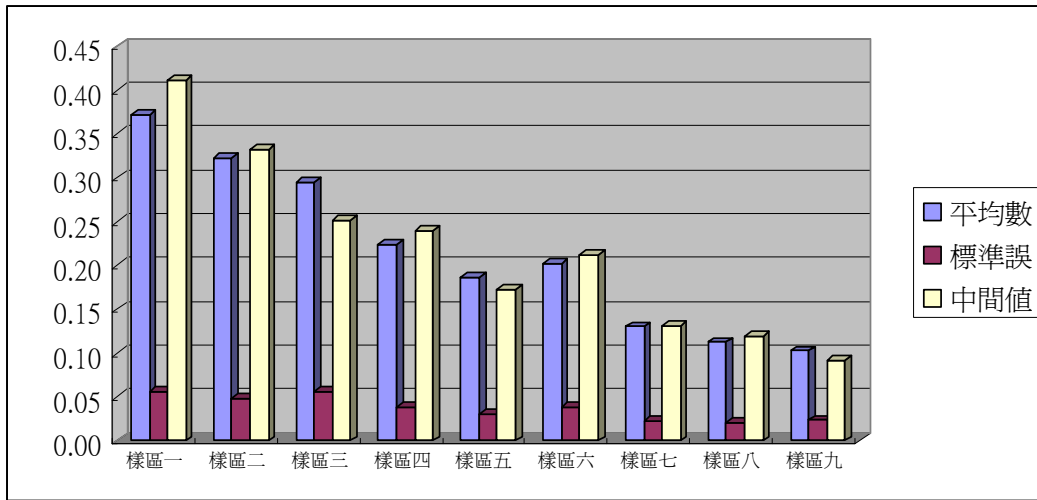


圖 3. 集中趨勢分析圖
Figure 3. Analysis of central tendency.

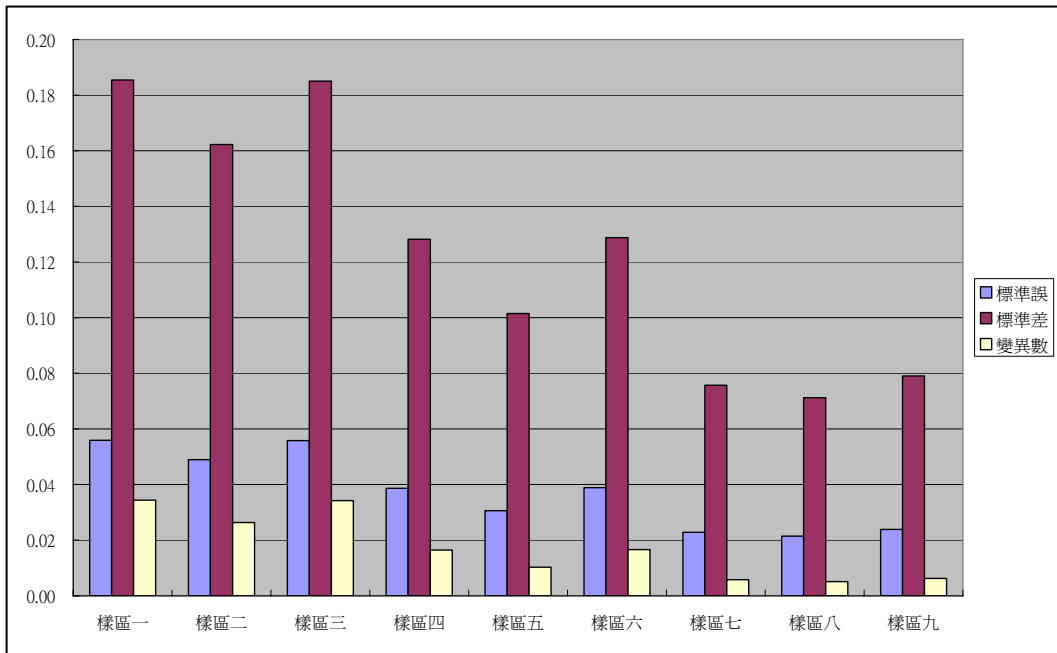


圖 4. 變異趨勢分析圖
Figure 4. Trend of variance analysis.

則為高狹峰，表示資料分配集中於平均數或眾數附近。由表 2 可知，本研究所有樣區之峰度係數均小於 3，屬於平闊峰，代表台灣招潮蟹在空間分佈上，並不集中於平均數附近。

偏態代表資料分佈偏離中間值的情形，

一般以皮爾森係數表示。皮爾森係數小於 0，為左偏分配；等於 0，為對稱分配；大於 0，則為右偏分配。由表 2 可知，樣區一、二、四、五、六、七的皮爾森係數均小於 0，為左偏分配；而樣區三、八、九的皮爾森係數大

於 0，則為右偏分配。

三、空間分佈型態的檢驗

表 3 為去除時間因素的樣區變異數分析，由表中發現各樣區之間變異數頗大，總體變異

更高達 55.08，代表著台灣招潮蟹的分佈並非均值，而具有空間上的差異。另外，由表 1 得知樣區一、二、三具有較大的族群數量，而在空間分佈上，樣區一、二、三較接近於堤岸。

表 3. 空間分佈變異數分析表
Table 3 . Analysis of variance in space distribution.

平均數	標準誤	中間值	眾數	標準差	變異數	峰度	偏態	範圍
11.5671	2.473906	11.75333	#N/A	7.421717	55.08188	-1.79594	0.105435	18.48826

註：「#N/A」表示不存在或無法計算。

一般而言，台灣招潮蟹對環境的要求比其他蟹類嚴格許多。其中，空曠、平坦、潔淨無污染、無紅樹林、腹地廣大的黏土質灘地都是他們生存的要件。而且牠們喜歡棲息在接近高潮線的地方，每年三到十月間的炎熱季節，潮水漸低，不再淹沒棲地，此時台灣招潮蟹就會在泥灘棲地上突起高聳的煙囪，讓人易於觀察到它的存在（施習德，1999）。

從文獻中比對台灣招潮蟹對棲地的需求，可以確立牠們對海水淹沒的現象較為排斥，亦即台灣招潮蟹的棲地需要位於高潮線的位置。此點對比於台灣招潮蟹的封洞行爲（潮水來即會封洞）似有關聯。雖然多數的招潮蟹均有封洞行爲，但每種招潮蟹封洞行爲的確切原因不明。而由台灣招潮蟹的洞口型態觀察，發現較一般招潮蟹高聳，加上其封洞的行爲，因此，台灣招潮蟹偏愛高潮線的推論，是可以被接受的。

另外，由黃元熙（2002）研究指出，台灣招潮蟹是利用 c4 植物的碎屑進行覓食。c4 植物是指植物行光合作用時，二氧化碳固定的

初期產物為四碳化合物。而本區之 c4 植物為雲林莞草，該植物生長於廣大的砂質灘地上，故台灣招潮蟹為覓食方便，仍有部分族群靠近低潮線區域。

另一個影響分佈的因子為弧邊招潮蟹的競爭關係。弧邊招潮蟹是一種侵略性較強的招潮蟹，和台灣招潮蟹的棲地條件類似，但是適應性更高（葉春良，1996）。因此，二者間的競爭關係，亦影響著台灣招潮蟹的分佈。

四、時間分佈型態的檢驗

表 4 為各個月份的敘述統計表，由表中可發現各月份出現的數量差異很大。此外，該表顯示冬季時台灣招潮蟹的數量銳減，而隨季節開始炎熱，牠們的數量亦逐漸增加，至夏末初秋時達到數量的巔峰。

關於時間分佈的討論，必須先瞭解台灣招潮蟹的生命史。但由於專門討論台灣招潮蟹生命史的資料甚少，因此僅能透過對一般海洋蟹生活史的剖析來窺探台灣招潮蟹。

海洋是海洋蟹的育嬰場所，剛孵化的幼苗在變態成小螃蟹之前，是行浮游生活的幼體，必須經過蚤狀幼體與大眼幼體（圖 5）這

兩個階段。幼體隨海水漂流一段時期，並從海水中獲得成長所需的餌料生物，同時也藉著海流的漂送而分佈至其他地方。這類以海洋為後代搖籃的螃蟹，親代照顧後代的責任只到幼苗孵化的那一刻為止，而絕大多數的幼苗在漂浮階段，根本還來不及長大，就已成爲其他海洋生物的食物（施習德，1994）。

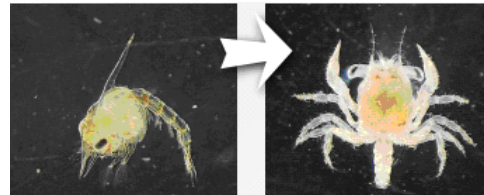
爲了分散幼苗隨波逐流、自生自滅的風險，海洋蟹每次都產很多的卵，抱卵時都「大腹便便」。而隨種類個體大小之不同，產卵數目從數千個至數十萬個都有，且卵的直徑一般小於 0.05 公分。由此可知，海洋蟹是採取「卵海戰術」的繁殖策略，只要有少數的下一代能順利成長，就可完成延續族群香火的任務（施習德，1994）。

由上述海洋蟹的生活史可推論台灣招潮蟹由於冬季出海產卵，故造成數量的減少。但因台灣氣溫高，因此出海產卵的時間較一般描述月份要來的晚些。春季開始後，台灣招潮蟹回到棲地生長，並於氣溫回暖之 3 月份後開始有顯著的增加，而至高溫的夏季與秋季時，其數量達到顛峰，此點與一般認知的秋天蟹肥之印象相符合。12 月份以後，台灣招潮蟹的數量則逐漸減少，開始進入另一個生命的循環。由該月數量進行推估，台灣招潮蟹的壽命應該在一到二年間，是一種壽命週期很短的蟹種。

另外，由表 4 可知，夏季時變異數增大，此點與空間分析有類似的狀況；亦即當族群密度變大時，就會產生較大的變異數。此一現象也印證了族群密度的增減會影響招潮蟹的行爲。

五、數量的檢驗與比對

將李曉易（1991）得到的四個月份平均值與本研究相對月份平均值作平均數檢定，其結果如表 5 所示。



資料來源：施習德，1994。

圖 5. 蚤狀幼體與大眼幼體

Figure 5. Zoea and mega lopa.

由表 5 可知，檢定結果拒絕 H_0 的假設，意謂著二者間具有顯著差異性。此外，均差值均爲 0.354，表示每二十五平方公尺減少 8.85 隻。由此可知，本區台灣招潮蟹之數量在十年間的削減速度已超過 50%。

如僅以相同月份的採樣數據與李曉易研究進行比較，由表 6 可知，台灣招潮蟹目前存活數量的信賴區間，經由 t 分配的計算，我們有 95% 的信心認爲，台灣招潮蟹在 25m² 的平均隻數介於 2.491 與 9.858 之間。相較於李曉易的調查，更可看出台灣招潮蟹數量減少的趨勢。

根據李曉易（1991）研究中曾提到與 Takahasi (1935) 之報告進行比對，而 1991 年台灣招潮蟹的數量已降至原來數量的 20%。圖 6 爲 1935 至 2004 年台灣招潮蟹數量減少趨勢圖，由圖中可明顯看出台灣招潮蟹正以極快的速度消失中。因此，對於此一物種的保護，實已到了刻不容緩的地步。

表 4. 各月份數量之敘述統計分析表

Table 4 . Descriptive statistic analysis of each month's quantities.

統計量	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
平均數	1.21	0.56	3.87	4.69	6.28	9.87	8.79	9.09	5.28	6.76	6.50	5.42
標準誤	0.40	0.29	0.47	0.67	0.70	1.38	1.72	1.40	0.93	1.18	1.36	0.99
中間值	1.00	0.00	4.00	4.00	6.00	9.30	10.00	9.00	5.00	5.30	7.30	5.30
眾數	1.00	0.00	5.30	4.00	6.30	6.00	#N/A	#N/A	5.00	5.30	9.00	2.30
標準差	1.19	0.88	1.42	2.02	2.11	4.14	5.15	4.20	2.78	3.54	4.08	2.97
變異數	1.41	0.78	2.02	4.09	4.47	17.17	26.49	17.66	7.72	12.50	16.68	8.82
峰度	-0.75	-0.45	-0.47	3.12	4.42	-1.42	-1.30	-1.57	-0.60	-1.33	-0.56	-1.32
偏態	0.61	1.19	-0.70	1.74	1.88	0.48	-0.46	-0.05	0.78	0.64	-0.03	0.29
範圍	3.30	2.00	4.00	6.30	7.30	11.00	14.00	11.00	8.00	9.30	12.30	8.00
最小值	0.00	0.00	1.30	3.00	4.00	5.30	1.00	3.30	2.30	3.00	1.00	2.00
最大值	3.30	2.00	5.30	9.30	11.30	16.30	15.00	14.30	10.30	12.30	13.30	10.00
總和	10.90	5.00	34.80	42.20	56.50	88.80	79.10	81.80	47.50	60.80	58.50	48.80
個數	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
第 K 個最大值(1)	3.30	2.00	5.30	9.30	11.30	16.30	15.00	14.30	10.30	12.30	13.30	10.00
第 K 個最小值(1)	0.00	0.00	1.30	3.00	4.00	5.30	1.00	3.30	2.30	3.00	1.00	2.00
信賴度 (95.0%)	0.91	0.68	1.09	1.55	1.63	3.19	3.96	3.23	2.14	2.72	3.14	2.28

註：「#N/A」表示不存在或無法計算。

表 5. 均值檢定表

Table 5 . Test of mean values.

項目	LSD	Duncan	Dunnnett	Newman-Keuls	Scheffe	Tukey
比較特徵值	0.3066	0.3066	0.3066	0.3065516	0.3066	0.3066
均值差	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354
比較結果	有顯著差異	有顯著差異	有顯著差異	有顯著差異	有顯著差異	有顯著差異

表 6. 均數差異信賴區間表

Table 6 . Confidence zone of mean differences.

項目	本研究	李曉易
平均數	6.175	14.975
變異數	7.058632	32.3425
觀察值個數	4	4
假設的均數差	0	
自由度	4	
t 統計	-2.80387	
P (T ≤ t) 單尾	0.02431	
臨界值：單尾	2.131847	
P (T ≤ t) 雙尾	0.048619	
臨界值：雙尾	2.776445	

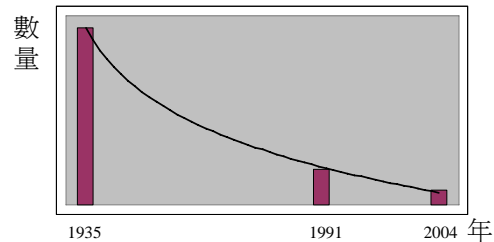


圖 6. 台灣招潮蟹數量減少趨勢圖

Figure 6 . Decreasing trend of *Uca formosensis*.

從空間分佈而言，根據文獻及相關研究記載，曾經發現台灣招潮蟹的地點以圖 7 中標示「★」位置為族群較大之處。依據該圖可發現，在台灣重要的河口地帶，如果存在

著大片開闊的泥灘地，就不難發現台灣招潮蟹的蹤跡 (施習德，1999)。而根據本研究調查發現，台灣招潮蟹目前還留有較大族群的地點有新竹海山厝、彰化伸港以及台南七股等三處，其它地點的族群都比較小，數量不穩定，有些地方甚至已經絕跡。至於最早發現台灣招潮蟹的淡水、高雄永安、台南安平、彰化鹿港、宜蘭蘭溪溪口等地，均已幾乎看不到牠們的足跡。

結論與建議

台灣招潮蟹的滅絕，長期以來僅有直觀上的呼籲。本研究經過統計計算得出，台灣

招潮蟹在十年間已減少一半的數量。若以此減少速度繼續下去，可以預期台灣招潮蟹即將面臨滅絕的危機。

從單一棲地顯示台灣招潮蟹數量的減少與空間分佈的縮減，都可發現台灣招潮蟹正面臨滅絕的危機 (陳章波等，2003)。有鑑於此，呼籲政府應重視台灣招潮蟹的復育工作，並將其列為瀕臨絕種生物，以法令保護，免於人為開發對其棲地造成更大的破壞。

另外，有關台灣招潮蟹滅絕的主因——如食物鏈的改變、棲地破壞因素等之分析，將有待進一步研究，期望能對台灣招潮蟹的復育工作有所貢獻。

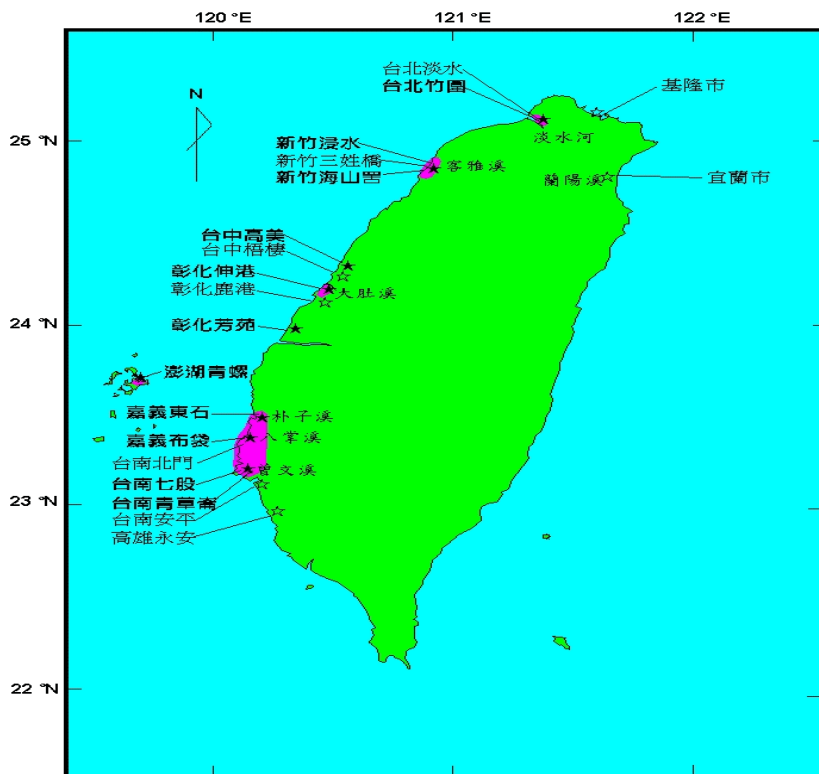


圖 7. 台灣招潮蟹分佈圖
Figure 7 . Distribution of *Uca formosensis*.

參考文獻

1. 沈明來 (1999) 「試驗設計學」，第二版，九州圖書文物有限公司發行，台北市。
2. 吳祐仁 (1994) 「大肚溪口潮間帶灘地基質變異與螃蟹相的比較」，碩士論文，東海大學。
3. 李曉易 (1991) 「台灣招潮蟹的生態與行為研究」，碩士論文，中山大學。
4. 施習德 (1994) 「招潮蟹」，國立海洋生物博物館發行。
5. 施習德 (1999) 「以型態、遺傳及生態研究台灣特有種台灣招潮蟹之分類系統」，博士論文，中山大學。
6. 陳章波等 (2003) 「彰化縣烏溪流域污染調查及生態復育規劃計畫」，彰化縣政府委託研究計畫。
7. 黃元熙 (2002) 「海岸底棲食碎屑蟹類對有機物質來源的選擇性利用：穩定碳、氮同位素分析應用」，碩士論文，台灣大學。
8. 葉春良 (1996) 「弧邊招潮蟹的洞口構造功能與領域行為觀察」，碩士論文，輔仁大學。
9. Crane, J. (1975) *Fiddler Crabs of the World*, Princeton University Press.

97 年 01 月 30 日 收稿

97 年 02 月 28 日 修改

97 年 03 月 14 日 接受