

澎湖岐頭灣的海筆數量與分布研究

Population and Distribution of Sea Pen (*Virgularia juncea*) in Chitou Bay, Penghu

城振誠* 林佳樺 蔡萬生

Chen-Cheng Cheng*, Chia-Hwa Lin and Wann-Sheng Tsai

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心 澎湖縣馬公市

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute, COA Magong, Penghu, Taiwan

*通訊作者：chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw

*Corresponding author: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw

摘 要

爲了明瞭海筆(*Virgularia juncea*)在岐頭灣的狀況，本研究利用 GPS，並配合潮汐、地形及海筆的生物習性，調查潮間帶及亞潮帶的海筆分布及數量。結果顯示，岐頭灣的海筆集中分布在岐頭灣的中央以北，分布範圍 23°38.530'-38.740' N, 119°36.280'-36.560' E。可測量的海筆分布面積約 6.1ha，該區域的海筆數量介於 0-27 m⁻²，平均密度爲 2.9 m⁻²。分布的位置約在低潮線附近。海筆會棲息在底質粒度中間值介於極粗砂至小礫之間，且篩選度介於尙佳與不佳之間。當底土粒度中間值爲細礫且篩選度不佳時，會有較高的海筆密度。

Abstract

To understand the condition of sea pen (*Virgularia juncea*) in Chitou Bay, Global Positioning System (GPS) was used to investigate the population and distribution of sea pen in the intertidal and subtidal zones. Tides, terrain, and biological behavior of sea pens were also taken into consideration. Results show that sea pens were distributed in the center of Chitou Bay which ranged between 23°38.530'-38.740' N, 119°36.280'-36.560' E. The measurable area of sea pen was about 6.1ha, in which

the population was between 0 to 27 m⁻², and the mean density was 2.9 m⁻². Sea pens were distributed around the low-tide line at spring tides. Sediment particles in sea pen habitats ranged from “very coarse sand” to “pebble,” and the sorting coefficient was between “moderately sorted” and “poorly sorted.” Higher density of sea pens were found out in poorly sorted pebble habitats.

關鍵詞：海筆、分布、潮間帶

Keywords : sea pen, distribution, intertidal zone

收件日期：2013 年 08 月 13 日

接受日期：2013 年 11 月 08 日

Received: August 13, 2013

Accepted: November 08, 2013

前 言

香燭海筆 *Virgularia juncea* (Pallas, 1766)，屬於動物界(Kingdom Animalia)刺細胞動物門(Phylum Cnidaria)、珊瑚蟲綱(Class Anthozoa)、八放珊瑚亞綱(Subclass Octocorallia)、海筆目(Order Pennatulacea)、海筆科(Family Virgulariidae)。海筆的構造由一根中軸柱支撐，包覆著由水螅體所組成的肉質部分，平時大部分的體幹埋在泥沙下，只露出羽狀水螅體部分(Kükenthal 1915)，由於外形和中世紀所使用的鵝毛筆相似，故而得名。海筆雖然是由無數的珊瑚蟲組成，卻有著高度的協調行為(Bayer 1973)，同時會受到潮汐及光照的影響會進行垂直運動(伸展或收縮)(Hoare and Wilson 1977; Imahara and Ogawa 2006)；受到騷擾時，則整株海筆會縮入泥沙中(Soong 2005)。如果退潮時沒有太大的風浪或太高的氣溫，海筆會保持原狀，其頂端就會露出水面，像是一株秧苗，為數眾多的海筆同時露出水面時，就會像一畝剛插秧的水稻田(圖 1)，是岐頭灣的特色

生物(洪 2000)。這一特殊景象在當地人眼中習以為常，又因本身無經濟價值且不礙事所以就一直被忽略。直到 Chang *et al.* (1981) 在進行岐頭灣的對蝦類稚蝦調查時，才粗略的標示出該海域的海筆分布位置。



圖 1. 岐頭灣的海筆。

Fig. 1. Sea pen *Virgularia juncea* in Chitou Bay.

岐頭灣海域的海筆分布範圍及數量初步調查開始於2001年，以GPS進行分布範圍的記錄，最初的結果顯示岐頭灣的海筆族群分布在岐頭灣的中央，分布的範圍最北為

23°38.70'N、最南為23°38.53'N、最西為119°36.29'E、最東為119°36.56'E。同時為了調查數量，遂在範圍內由東至西設置5條100m測線，測線每間隔10m以1m²的標示框計算海筆的數量。但測線設置時的拉扯會導致海筆受到外力的影響而縮入棲地，同時部分處於潮間帶的海筆也會隨著潮水的退去而隱沒，這樣的方式並無法明確顯示海筆的數量(作者觀察)。GPS的技術成熟且普及後，遂利用GPS作為標示框測點的依據。在南北23°38.530'-38.720'N間每隔0.022'設1測點及東西119°36.290'-36.560'E間每隔0.026'設1測點，共有121個測點進行海筆數量的測量。雖然少了測線設置時對海筆的干擾，且測點的數量增加，但每個測點的距離仍然過大，仍無法明確顯示海筆的分布數量(未發表)。

為了想明確的知道海筆在岐頭灣的分布數量，本研究將建立一種新的調查方法，利用大、小潮低潮時的潮位差異，配合潮間帶的地形及海筆的生物習性，調查潮間帶及亞潮帶海筆分布及數量。

材料與方法

一、岐頭灣的潮位線調查

澎湖最大的潮差>3m，為了避免潮間帶的海筆在調查時因退潮導致棲地裸露而縮入，遂利用潮位與岐頭灣地形的關係，讓被調查的地點能維持在有水覆蓋的狀態。依據交通部中央氣象局出版的中華民國99(2010年11月出版)及100年(2011年12月出版)潮汐表，分別在低潮潮位(中等潮位為基準)為-80±10、-110±10及-140±10 cm時，利用GPS(GPSmap60CSx GARMIN/台灣)記錄岐頭灣的潮位線，並以Garmin Taiwan Top V5.20軟體描繪，作為海筆調查時機的依據。

二、海筆的分布及數量密度調查

海筆調查範圍(23°38.505'-38.745'N, 119°36.275'-36.575'E；東西距離為510m、南北距離為445m)以經度及緯度各0.010分為單位，全部共720個區域進行海筆的記錄(每個區域的面積為314.5m²：東西長約17.0m×南北長約18.5m)(圖2)。記錄的方式以GPS為定位工具，標定每個區域的中心地點，先站在標定點觀察樣區四周記錄有無海筆，再以1m²標示框計算海筆數目(Langton 1990)。每個樣區除了以GPS標定的測量點外，並在樣區內，隨機取2個測量點(隨機測點的方法為：1.繩子長約1.5m，一端繫住鉛錘，另一端綁住浮子。2.隨機拋丟後以鉛錘為基點，鉛錘與浮子所形成的直線便成為標示框的對角線)(圖3)，同樣用1m²標示框計算海筆數量。調查時間從2010年6月到2011年10月，並選擇海水能覆蓋樣區時進行，每個樣區進行2次調查。

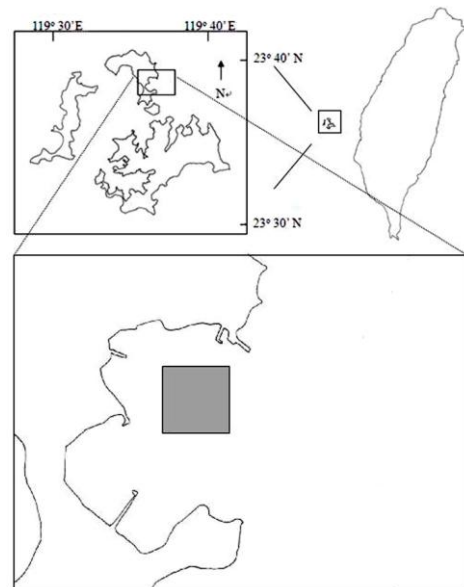


圖 2. 海筆在岐頭灣的調查範圍(灰色區塊)。

Fig. 2. The sampling area (marked gray) of sea pen in Chitou Bay of Penghu, Taiwan.



圖 3. 海筆標示框。

Fig. 3. Sea pen sampling frame.

(一) 底土採樣

底質環境因子包括有機物含量、底土物性之粒度大小、篩選度及粉泥/黏土含量。底土採樣工具使用管徑約 3cm、長約 30cm 的塑膠管，採樣時將塑膠管垂直插入底土取得深>10 cm 的底土，樣品保持低溫帶回實驗室。採樣地點：在海筆的樣區內採樣 9 個點，樣區周圍採樣 16 個點，並特別在海筆密度 $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$ 的地點採樣(圖 4)，比較海筆對棲地底質的喜好。

三、海筆棲地底質環境因子

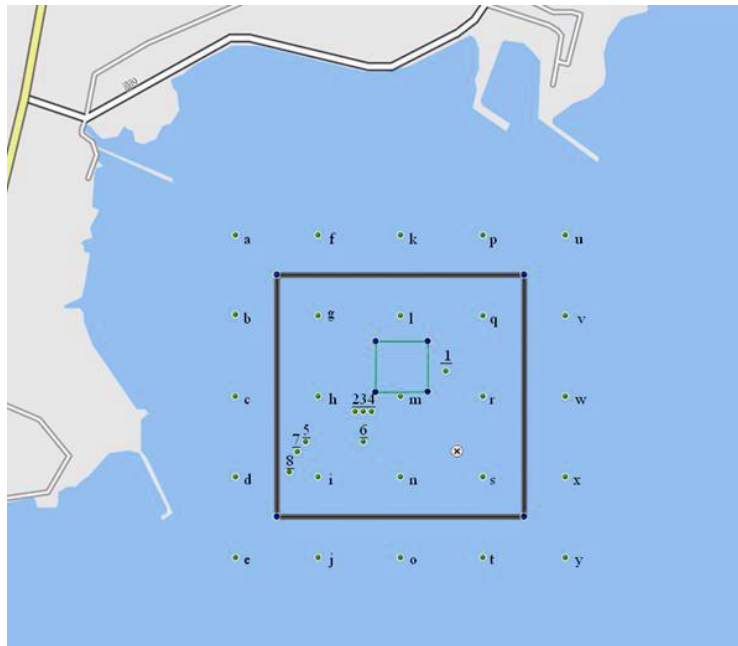


圖 4. 本研究各種調查的範圍及地點。黑色框：海筆調查範圍；1-8 及 a-y:底土分析採樣地點(1-8：海筆密度 $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$ ；g-i、l-n、q-s：海筆樣區；a-f、j、k、o、p、t-y：海筆樣區周圍)；藍色樣框：水質濁度採樣地點；⊗：水溫監測地點。

Fig. 4. Sampling area and sampling points. Black frame: sampling area of sea pen; 1-8 and a-y: sampling point of subsoil (1-8: sea pen $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$; g-l, l-n, q-s: sampling area of sea pen; a-f, j, k, o, p, t-y: around the sampling area of sea pen); blue frame: sampling area of turbidity; ⊗: sampling point of water temperature.

(二) 有機物含量測定

以灰化法(Crisp 1971)的方式進行有機物含量分析，處理的過程如下：將樣品放入坩鍋內置於60℃，烘乾至恆重，記錄此時重(W60)。再將此樣品置於500℃之下，烘四個小時，記錄此時重量(W500)。裝載樣品的坩鍋重量為W_p，因此計算有機物含量(所占百分比含量)C_o，如下公式：

$$C_o = (W_{60} - W_{500}) \times 100\% / (W_{60} - W_p)$$

(三) 粒度分析

將灰化處理之底土樣本以乾篩法並依修正過之潮間帶底棲生態調查法分析(謝等, 1993)。將樣本依序用1.00、0.50、0.25、0.125 及 0.0625 mm 之Wentworth系列鋼網過篩，小於0.0625 mm 的粉泥與黏土(silt/clay) 部分，進行3階段粒徑沉降實驗。得到各粒徑層及的重量W_{1.00}、W_{0.50}、W_{0.25}、W_{0.125}、W_{0.0625}、TW3、TW2、TW1。換算出以下各種表示粒徑分析結果之參數：

1. 粒徑中間值(Median, mm) 對照粒度分類表(Folk 1966)，得到底土的粒度類別。

將1.00 至0.0012 mm 粒徑大小，換算成Phi(φ)值尺度。

$$\phi = -\log_2(\text{粒徑, mm})$$

依此Phi (φ)值對照各粒徑層級所佔樣品之重量(乾重)累積百分比，畫出曲線圖。由圖中讀取95%、84%、50%、16%、5%之φ值，記錄為φ₉₅、φ₈₄、φ₅₀、φ₁₆、φ₅。中間度(Mdφ)之計算如下式：

$$Md\phi = (\phi_{84} + \phi_{50} + \phi_{16}) / 3$$

$$\text{粒徑中間值(直徑)} = -2^{(Md\phi)} (\text{mm})$$

2. 篩選係數(Sorting coefficient)

$$\text{Sorting coefficient} = (\phi_{84} - \phi_{16}) / 4 + (\phi_{95} - \phi_5) / 6.6$$

將此中間值對照篩選分級表(Folk 1966)，得到底質的篩選度，篩選度與篩選係數成反比，係數越高篩選度越不佳，表示底土粒度分布不均。

四、海筆棲地的水溫監測

利用溫度監測儀器(Water Temp Pro v2 Part #U22-001及pendant temp#UA-001-64 HOBO/美國)從2010/4-2011/8置於(23°38.571'N, 119°36.493'E) (圖4)，記錄時間從2010/4/1-2011/8/11，每4小時記錄1次，並用讀取器(Optic USB Base Station Part No.BASE-U-4 HOBO/美國)讀取資料。

五、海筆棲地的水質濁度監測

利用濁度計(Lamotte 2020 Turbidity Meter Hach/美國)從2011年4-12月，退潮時在岐頭灣的海筆樣區內(23°38.629'-38.679'N, 119°36.395'-36.458'E) (圖4)，每月最少進行1次水質濁度監測，每次採樣3重複。

結 果

一、岐頭灣的潮位線

退潮時潮高為-84 cm 以上的潮位，海水幾乎可覆蓋整個調查範圍。潮高為-105 cm 以上的潮位時有 3/4 以上的調查範圍被海水覆蓋，而潮高為-143cm 以上則有 2/3 以上的調查範圍被海水覆蓋。結果顯示岐頭灣的沿岸較淺中央較深，而調查範圍內有港子航道由西北向東南延伸到中央(圖5)。

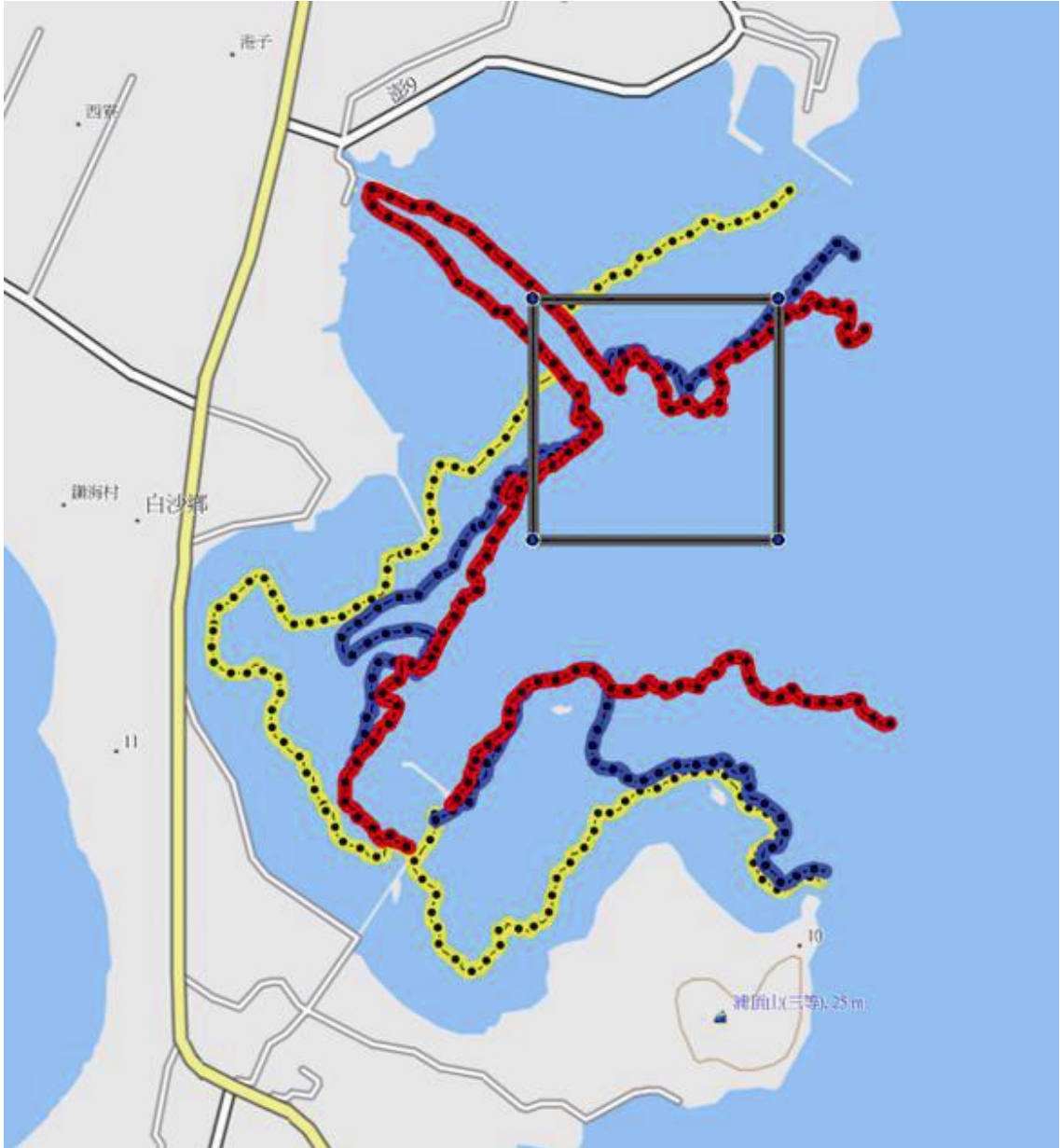


圖 5. 黑色框：海筆調查範圍；黃線：低潮-84cm 的潮位線；藍線：低潮-105cm 的潮位線；紅線：低潮-143 cm 的潮位線(潮高以當年當地中等潮位為基準)。

Fig. 5. Black frame: Sampling area of sea pen; yellow line: low tide -84 cm; blue line: low tide -105 cm; red line: low tide -143 cm (height is relative to local annual mean water level).

二、海筆的分布及數量密度調查

在 720 個樣區中可觀察到海筆的樣區有 262 個(其中 29 個分布在退潮潮位-105cm 以淺的海域)，其分布範圍為 23°38.530'-38.740'N, 119°36.280'-36.560'E 海筆的分布從樣區的東北往西南方向呈帶狀延伸，累計每個區域的面積約 8.3ha(圖 6)。其中平均海筆密度 $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$ 的樣區有 8 個； $5 \text{ m}^{-2} \leq$ 平均海筆密度 $< 7.5 \text{ m}^{-2}$ 的樣區有 29 個； $2.5 \text{ m}^{-2} \leq$ 平均海筆密度 $< 5 \text{ m}^{-2}$

的樣區有 62 個； $0 \text{ m}^{-2} <$ 平均海筆密度 $< 2.5 \text{ m}^{-2}$ 的區域有 96 個；有海筆存在但無法計算的樣區有 67 個。記錄到最大海筆密度為 27 m^{-2} 的地點在(23°38.610' N, 119°36.390' E)。平均海筆的密度 $> 0 \text{ m}^{-2}$ 的 195 個樣區中，平均密度為 2.9 m^{-2} ，最大海筆平均密度為 9.8 m^{-2} ，範圍在 23°38.540'-38.700'N, 119°36.290'-36.560' E。累計 195 個樣區的面積約 6.1ha，並可發現海筆的分布被明顯的分開(圖 7)。

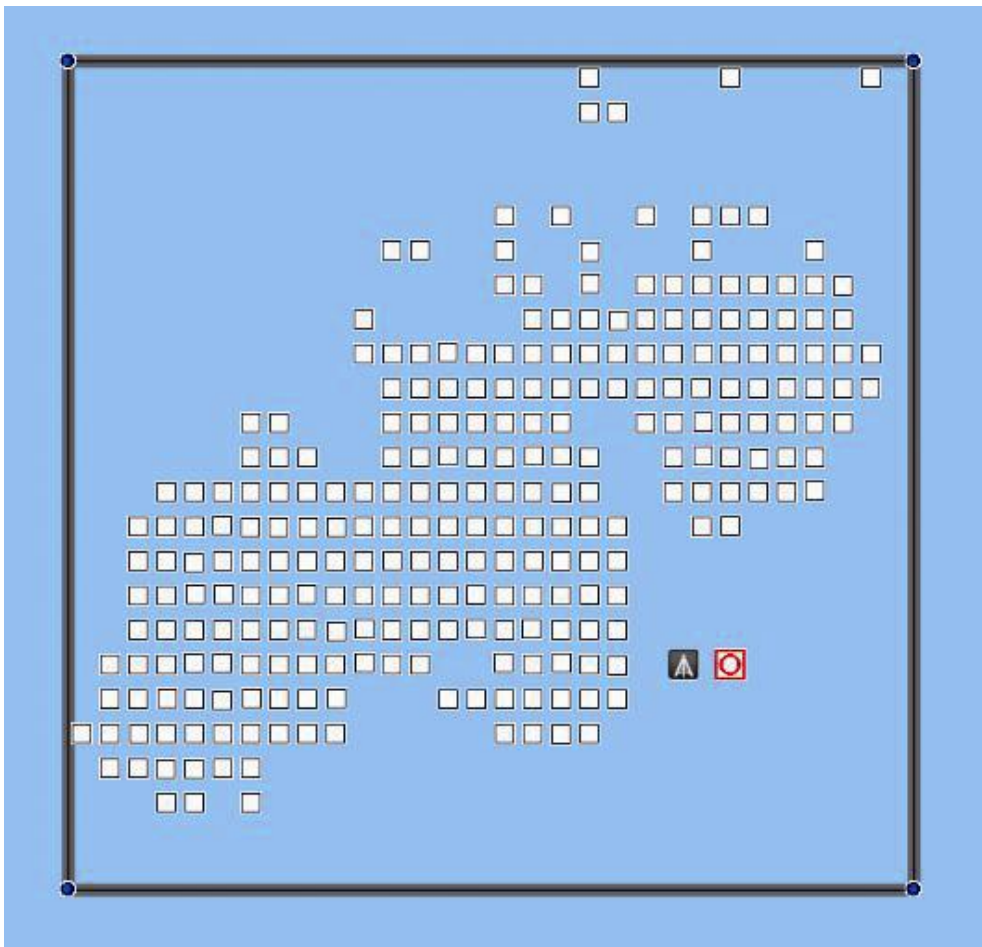






圖 6. 海筆在調查範圍內的分布。黑色框：海筆調查範圍；：水族館取水口；：燈塔。

Fig. 6. Distribution of sea pen in sampling area. Black frame: sampling area of sea pen; : water intake of aquarium; : beacon.

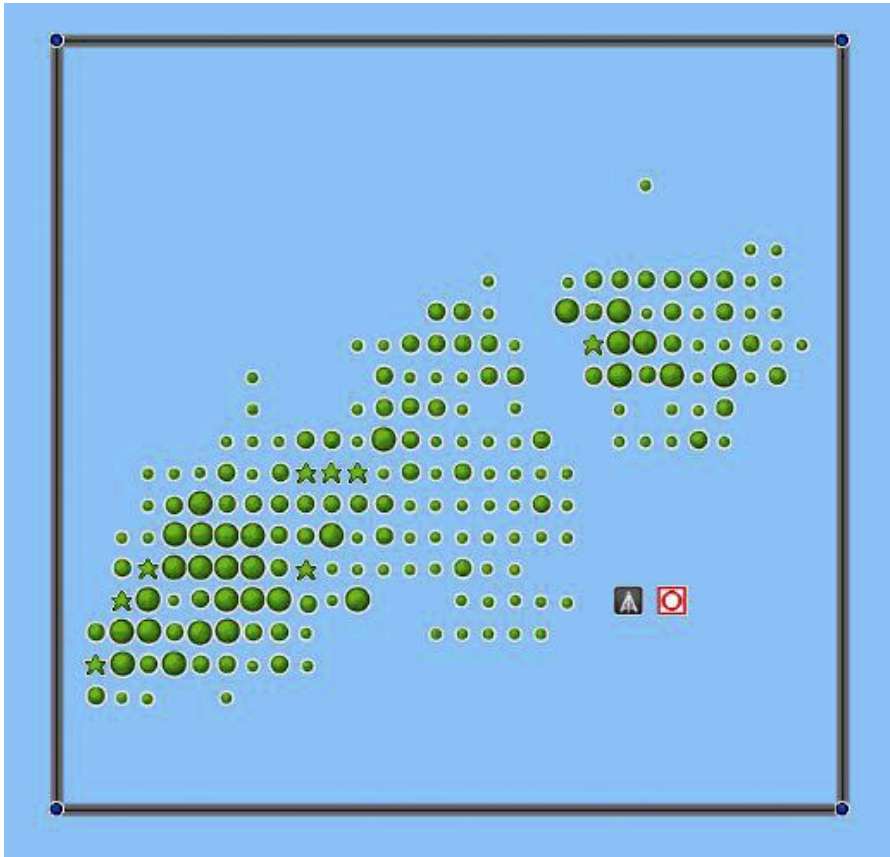














圖 7. 海筆在調查範圍內的數量及分布。黑色框：海筆調查範圍；：水族館取水口；：燈塔；
：海筆密度 >0 、 $<2.5\text{m}^{-2}$ ；：海筆 ≥ 2.5 、 $<5\text{m}^{-2}$ ；：海筆 ≥ 5 、 $<7.5\text{m}^{-2}$ ；：海筆 $\geq 7.5\text{m}^{-2}$ 。
Fig. 7. Population and distribution of sea pen in sampling area. Black frame: sampling area of sea pen;
: water intake of aquarium; : beacon; sea pen density  : >0 、 $<2.5\text{m}^{-2}$;  : ≥ 2.5 、 $<5\text{m}^{-2}$;  : ≥ 5 、 $<7.5\text{m}^{-2}$;  : $\geq 7.5\text{m}^{-2}$.

三、海筆棲地底質環境因子

岐頭灣底質的有機物含量從 4.82-6.58%；而海筆樣區內的有機物含量從 4.82-6.09%；海筆密度 $\geq 7.5\text{m}^{-2}$ 的有機物含量則從 4.82-5.46%。岐頭灣底質的粒度中間值從 0.33- >256 (mm)，就是從中等粗砂(medium sand)到巨礫(boulder)；而海筆樣區內的粒度中間值從 1.44-4.43(mm)，就是從極粗砂(very coarse sand)到小礫(pebble)；海筆密度 $>7.5\text{m}^{-2}$ 的粒

度中間值從 2.50-3.89(mm)，則全為小礫。岐頭灣的底質粒徑篩選度從 <0.35 - >4 ，就是從極佳(very well sorted)到極度不佳(extremely poorly sorted)；海筆樣區內的底質粒徑篩選度從 0.78-1.70，就是從尚佳(moderately sorted)到不佳(poorly sorted)，而海筆密度 $\geq 7.5\text{m}^{-2}$ 的底質粒徑篩選度從 0.78-1.37，同樣是從尚佳到不佳，並以不佳居多，採樣點 o 因底質為礁岩所以無法取得樣品(表 1)。

表 1. 岐頭灣底土的有機物含量、顆粒中間值、篩選係數及粉泥/黏土含量 *：為礁岩底質，無法進行採樣

Table 1. Organic content, median, sorting coefficient and slit/clay content of subsoil in Chitou Bay *: rock substrate, no sampling

Sample	Location	Organic content	Median		Sorting coefficient		Slit/Clay content
			Md (mm)	Level	Coefficient	Level	
A	23°38.785N 119°36.225E	5.94%	0.71	coarse sand	3.27	very poorly sorted	2.11%
B	23°38.705N 119°36.225E	5.77%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	1.15%
C	23°38.625N 119°36.225E	5.28%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	1.51%
D	23°38.545N 119°36.225E	5.04%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	0.38%
E	23°38.465N 119°36.225E	5.43%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	1.03%
F	23°38.785N 119°36.325E	6.46%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	1.85%
G	23°38.705N 119°36.325E	6.09%	3.36	granule	1.70	poorly sorted	4.89%
H	23°38.625N 119°36.325E	4.98%	2.74	granule	1.09	poorly sorted	1.61%
I	23°38.545N 119°36.325E	5.46%	2.32	granule	1.13	poorly sorted	2.15%
J	23°38.465N 119°36.325E	5.92%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	0.68%
K	23°38.785N 119°36.425E	5.50%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	0.81%
L	23°38.705N 119°36.425E	5.07%	3.59	granule	1.44	poorly sorted	3.47%
M	23°38.625N 119°36.425E	5.33%	4.43	pebble	1.22	poorly sorted	3.03%
N	23°38.545N 119°36.425E	5.23%	1.44	very coarse sand	1.58	poorly sorted	0.86%
O*	23°38.465N 119°36.425E	-	-	-	-	-	-
P	23°38.785N 119°36.525E	5.57%	2.45	granule	0.87	moderately sorted	0.69%
Q	23°38.705N 119°36.525E	4.82%	2.63	granule	0.85	moderately sorted	0.78%
R	23°38.625N 119°36.525 E	4.94%	2.84	granule	0.93	moderately sorted	1.63%
S	23°38.545N 119°36.525E	5.55%	1.92	very coarse sand	0.88	moderately sorted	1.84%
T	23°38.465N 119°36.525E	6.55%	3.25	granule	<0.35	very well sorted	1.84%
U	23°38.785N 119°36.625E	5.70%	0.33	medium sand	>4	extremely poorly sorted	2.47%
V	23°38.705N 119°36.625E	5.78%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	0.89%

W	23°38.625N 119°36.625E	6.11%	13.35	pebble	<0.35	very well sorted	0.62%
X	23°38.545N 119°36.625E	6.05%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	0.33%
Y	23°38.465N 119°36.625E	6.58%	>256	boulder	<0.35	very well sorted	1.06%
1	23°38.650N 119°36.480E	4.83%	3.89	granule	0.78	moderately sorted	1.33%
2	23°38.610N 119°36.370E	5.29%	3.05	granule	1.23	poorly sorted	2.34%
3	23°38.610N 119°36.380E	5.07%	2.69	granule	1.20	poorly sorted	2.06%
4	23°38.610N 119°36.390E	5.30%	2.96	granule	1.18	poorly sorted	1.43%
5	23°38.580N 119°36.310E	5.10%	2.62	granule	1.15	poorly sorted	2.25%
6	23°38.580N 119°36.380E	5.36%	2.73	granule	1.22	poorly sorted	2.47%
7	23°38.570N 119°36.300E	5.29%	2.50	granule	1.10	poorly sorted	2.42%
8	23°38.550N 119°36.290E	5.23%	2.62	granule	1.31	poorly sorted	2.68%

四、海筆棲地的水溫監測

在研究進行期間岐頭灣的年平均水溫為 $23.22 \pm 4.48^\circ\text{C}$ (2010/7/1-2011/6/30)，8 月份的月平均水溫最高為 $28.84 \pm 1.62^\circ\text{C}$ ，而最高溫

為 2010/8/17 16:00 所記錄的 34.27°C 。1 月份的月平均水溫最低，平均為 $15.94 \pm 1.78^\circ\text{C}$ (圖 8)，而最低溫為 2011/1/30 04:00 所記錄的 11.44°C 。

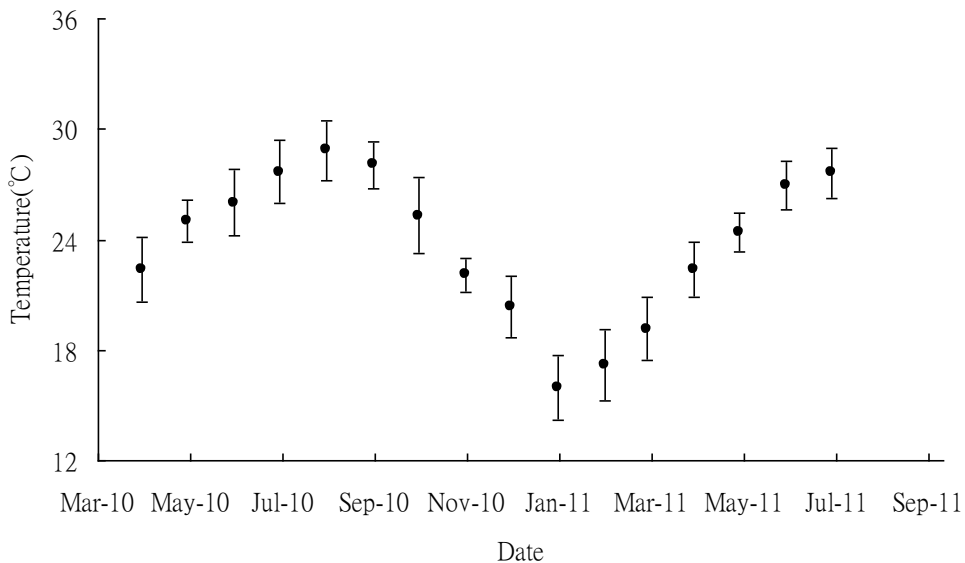


圖 8. 海筆調查範圍的水溫記錄(2010-2011)。

Fig. 8. Water temperature of sea pen sampling area during 2010-2011.

五、海筆棲地的水質濁度監測

在研究進行期間岐頭灣海筆棲地的水質濁度監測，最低為 2011/6/1 所測到的 1.22 ± 0.01

NTU，最高為 2011/10/25 的 10.99 ± 1.50 NTU。冬季的濁度有偏高的趨勢(圖 9)。

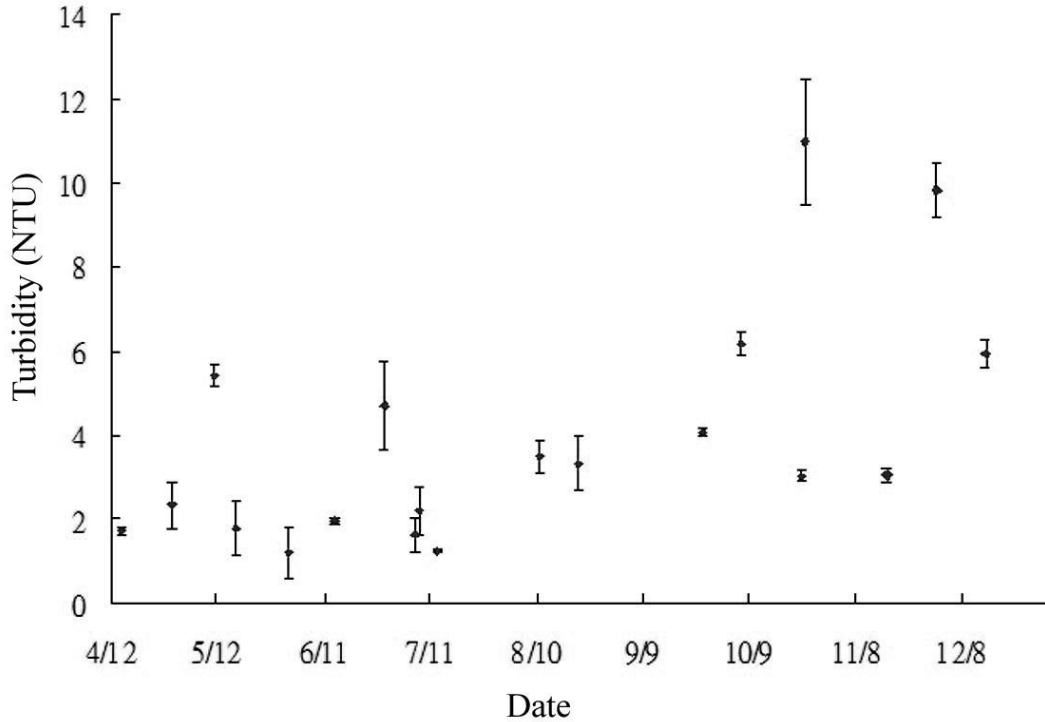


圖 9. 2011 年間海筆調查範圍的濁度記錄。

Fig. 9. Turbidity of sea pen sampling area in 2011.

討 論

岐頭灣的地勢平緩，退潮時水域面積會縮減 2/3，露出廣闊的潮間帶。調查結果顯示僅有零星的海筆會出現在潮位 -105cm 以淺的區域，大部分的海筆(約 88.9%)都分布在潮位線 -105 cm 以深的地方，且全部的海筆都分布在潮位線 -84 cm 以深的地方(2010 及 2011 年最大的退潮潮位分別為中等潮位為基準的 -170 及 -166 cm)。不同潮位的潮位線，影響不同深度的棲地可能裸露在空氣中時間的長短，也代表

海筆能忍受棲地沒有海水覆蓋時間的長短。雖然海筆可以暫時縮入還保有水分的棲地，但岐頭灣的潮間帶大多為中等粗砂以上的底質，若棲地的地勢較高離低潮的水位差距過大，則棲地所保有的水位高度降低，推測可能會造成對海筆生存的限制因子。

底質也可能是海筆分布的一個限制因子。岐頭灣的底土(有機物含量、顆粒中間值及粉泥/黏土含量)與海筆分布(海筆密度 $\geq 7.5m^{-2}$ 樣點、海筆樣區及海筆樣區周圍)的分析顯示，海筆樣區周圍的底土與海筆樣區及海筆密度

$\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$ 樣點的底土有顯著差異($p < 0.05$) (表 2)。調查顯示海筆分布的區域的底質粒度中間值大部分為細礫(*granule*)，粒徑篩選度大多為不佳，這樣的表層底質可能較適合新生海筆的棲息。另一方面，海筆的形態像一枝長柄的鞭子，有中軸骨支撐的部分約占全長的 2/3

(Soong 2005)，通常露出地表的高度約佔中軸骨的一半，其餘的部分則埋在沙層裡。當海筆受到外在影響時，露出地表的部分會全部縮入沙層裡。雖然在本研究並無量測各測點的砂層厚度，但推測適合海筆的棲地一定要有大於海筆長度的砂層厚度，才能讓海筆完全縮入。

表 2. 岐頭灣的底土(有機物含量、顆粒中間值及粉泥/黏土含量)與海筆分布(海筆密度 $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$ 樣點、海筆樣區及海筆樣區周圍)的關係(*表示差異顯著， $p < 0.05$)

Table 2. Relationship between subsoil (organic content, median and slit/clay content) and sea pen distribution (sea pen $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$, sampling area of sea pen, around the sampling area of sea pen) in Chitou Bay (* indicate the significant difference at 5% level)

Area	Organic content (%)	Medium diameter (mm)	Slit/clay content (%)
Sea pen $\geq 7.5 \text{ m}^{-2}$	5.18 \pm 0.18	2.88 \pm 0.45	2.12 \pm 0.49*
Sampling area of sea pen	5.27 \pm 0.39	2.81 \pm 0.90	2.25 \pm 1.33*
Around the sampling area of sea pen	5.85 \pm 0.46*	172.01 \pm 122.99*	1.16 \pm 0.65

海筆在岐頭灣只棲息在北邊的潮間帶與亞潮帶交接的位置，調查範圍的南邊並無發現海筆的蹤跡。除了底質與潮汐外的因素外，濁度也可能影響海筆的分布。調查發現冬季水質的濁度較高，可能是因為東北季風的吹襲，產生波浪擾動潮間帶的底質所致。若濁度過高或棲息在較深的地方，再加上冬季的光照較弱，光線可能無法提供海筆身上共生藻的光合作用的能力，導致共生藻無法提供營養供給海筆，或是使共生藻離開海筆，終使海筆失去營養而無法存活。這或許可以解釋岐頭灣的海筆為何會只棲息在北邊的潮間帶與亞潮帶交接

的位置。另外，人為的因素可能最直接的影響海筆的分布。在數量分布圖可明顯的看出海筆的範圍被分成 2 區，這可能因為進行取水管鋪設的工程所致。雖然從 2001 年開始進行初步調查時就發現(作者觀察)，10 年後(2011 年)依然如此，這顯示遭破壞的棲地要回復原來的樣貌是不容易的。

底質的性狀影響海筆底棲固著的成敗，潮位的變化影響海筆忍受乾旱的程度，濁度則影響海筆營養的問題，而人為的因素(疏濬)可能最直接也最快就會影響岐頭灣海筆的分布與數量。此外，砂質地形容容易受到自然天候的影

響(如颱風)或因海岸地貌(築堤、造港)的改變，促使海流變化而導致歧頭灣內的地形變化，這也可能會影響未來海筆的棲息範圍和數量。本研究建立歧頭灣海筆數量及分布的基礎資料，未來將持續監測海筆的分布及數量，同時也記錄潮位線的變化做為歧頭灣海筆變化的依據，並調查其它底棲生物對海筆的影響，做為海筆保育的參考。

謝 誌

本研究承澎湖縣政府 99-離島基金-澎湖-3 計畫補助，及中興大學(2010、2011 年)及海洋大學(2011 年)暑期實習生協助調查工作，方便本研究得以順利完成，謹此一併致謝。

參考文獻

- 洪國雄。2000。澎湖海邊常見生物。澎湖縣政府文化局。
- 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波。1993。潮間帶底棲生態調查法。生物科學 36 (2) : 71-80。
- Bayer, F. M. 1973. Colonial organization in octocorals. *In*: Boardman R.S., Cheetham A.H., Oliver W.A. (eds.). *Animal colonies: development and function through time*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pa., pp. 69-93.
- Chang, K. H., C. P. Chen, H. L. Hsieh, W. C. Su, S. H. Hu and S. C. Lee (1981) Occurrence of juvenile penaeid shrimps in the intertidal area of Chitou Bay. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 20(2) : 1-9.
- Crisp, D. J. 1971. Energy flow measurements. *In*: *Methods for the study of marine benthos, International Biological Program Handbook no. 16*, pp. 197-279, Ed. by N. A. Holme and A. D. McIntyre. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications.
- Folk, R. L. 1966. A review of grain-size parameters. *Sedimentology* 6:73-93.
- Hoare, R. and E. H. Wilson. 1977. Observations on the ecology of the pennatulid *Virgularia mirabilis* in Holyhead Harbour. *In*: Keegan, B. F., Ceidligh, P. O., Boaden, P. J. S. (eds.). *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, Oxford, pp. 329-337.
- Imahara, Y. and K. Ogawa. 2006. Rediscovery of *Virgularia juncea* (Octocorallia, Pennatulacea) from a tidal marsh in Okinawa, with a short note on its peculiar behavior. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*, pp. 9-13.
- Kükenthal, W. G. 1915. Pennatularia. *Das Tierreich* 43. Friedländer, Berlin
- Langton, R. W. 1990 Distribution, behavior and abundance of sea pens, *Pennatula aculeata*, in the Gulf of Maine. *Marine Biology* 107: 463-469.
- Soong, K. 2005. Reproduction and colony integration of the sea pen *Virgularia juncea*. *Marine Biology* 146: 1103-1109.

