

台江國家公園海域底棲蝦種組成與空間分布

陳煦森^{1,2}，陳國書³，陳志遠⁴，陳孟仙^{1,5,6}

¹國立中山大學海洋科學系；²國立中山大學海洋科學學院新海研3號貴重儀器使用中心；

³國家海洋研究院海洋生態及保育研究中心；⁴國立高雄科技大學海洋環境工程系；

⁵國立中山大學海洋生態與保育研究所；⁶通訊作者 E-mail: mhchen@mail.nsysu.edu.tw

[摘要] 為了解台江國家公園海域中的蝦類相及群聚組成空間分布的情形，本研究利用海研三號研究船於海管一及海管二海域進行調查。研究期間共計捕獲底棲蝦類 15 科 48 種，海管二海域為蝦種最豐富的海域，共紀錄了 12 科 34 種，較海管一的蝦種 (8 科 24 種) 來得豐富。全區的前 5 種優勢蝦種依序為中華仿對蝦 (*Parapenaeopsis sinica*)、長角仿對蝦 (*P. hardwickii*)、彎角鷹爪對蝦 (*Trachysalambria curvirostris*)、戴氏赤對蝦 (*Metapenaeopsis dalei*) 及菲律賓赤對蝦 (*M. philippii*)。多維尺度分析的結果顯示，本海域的蝦類群聚組成具有明顯的空間差異，沿水深由淺而深可分成三群：(1) 以婆羅門赤對蝦 (*M. palmensis*)、中華仿對蝦、彎角鷹爪對蝦及角突仿對蝦為優勢種的沿岸群 (水深 < 50 m)，(2) 以鬚赤對蝦 (*M. barbata*)、戴氏赤對蝦、菲律賓赤對蝦、和長角赤對蝦為主的深海群 (水深 > 100 m)，以及 (3) 優勢蝦種為長角仿對蝦與鬚赤蝦的過渡帶群 (水深 50-100 m)。此分群現象反應出不同優勢蝦種對海域的水文條件的要求及底質環境特性的偏好。因此，促使具有特殊的地理位置及複雜底質環境的台江國家公園海域蘊涵豐富多樣的蝦類。

關鍵字：水深、七股、黑水溝、赤對蝦、仿對蝦

The Composition and Spatial Distribution of Benthic Shrimp Assemblages in Taijiang National Park

Hsu-Sen Chen^{1,2}, Kuo-Shu Chen³, Chiee-Young Chen⁴ and Meng-Hsien Chen^{1,5,6}

¹Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University; ²NOR3 Marine Instrument Center, National Sun Yat-sen University; ³Marine Ecology and Conservation Research Center, National Academy of Marine Research; ⁴Department of Marine Environmental Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology; ⁵Institute of Marine Ecology and Conservation, National Sun Yat-sen University; ⁶Corresponding author E-mail: mhchen@mail.nsysu.edu.tw

ABSTRACT The aim of this study is to understand the species composition of shrimp and their spatial distribution in Taijiang National Park. The R/V *Ocean Researcher III* was used to conduct the survey in two Marine Existing Use Areas (MEUA1 and MEUA2) during 2016-2019. In total, 48 species of shrimp belonging to 15 families were recorded. The number of species was higher in MEUA2 (34 species, 12 families) than in MEUA1 (24 species, eight families). Five notably dominant species in descending order were, *Parapenaeopsis sinica*, *P. hardwickii*, *Trachysalambria curvirostris*, *Metapenaeopsis*

dalei, and *M. philippii*. The nMDS, based on bathymetry, showed three major groups: the coastal, transitional, and deep-water groups. The coastal group was characterized by shallow-water species, i.e. *M. palmensis*, *P. sinica*, *T. curvirostris*, and *P. cornuta*, distributed at a water depth <50 m. The deep-water group contained mostly deep-sea species, including *M. barbata*, *M. dalei*, *M. philippii*, and *M. provocatoria*, inhabiting a water depth >100 m. The transitional group was dominated by *M. barbata* and *P. hardwickii*, and showed a wider bathymetric distribution (50-100 m). The distinct bathymetric grouping reflected the species adaptation to different water depths and substrate types. The high variety of topographical environments creates a diversified habitat for the benthic shrimp to inhabit, thus resulting in a high diversity of shrimp in Taijiang National Park.

Keywords: water depth, Chiku, Penghu Channel, *Metapenaeopsis* spp., *Parapenaeopsis* spp.

前言

台江國家公園海域範圍涵蓋兩個一般海域管制區，一個為國家公園陸域外緣至等深線 20 m 以淺區域的一般海域管制區一（海管一），以及水深較深，位於澎湖東吉島至鹽水溪口間的黑水溝航道海域（一般海域管制區二，海管二）。海管一海域是臺灣傳統蝦拖網漁場之一，蝦類資源豐富，過去僅 Chou *et al.* (1999) 在進行西部海域底棲甲殼類的調查時，在七股沿海紀錄蝦類 5 科 14 種（含 2 種未鑑定種）以及 Chen and Chow (2001) 對西南海域蝦拖網漁獲組成進行調查，於七股周邊海域紀錄蝦類 4 科 15 種。台江國家公園成立後，所出版的《蝦蟹寶貝—台江蝦蟹螺貝圖鑑》介紹了海域蝦類共 3 科 10 種（含 3 種河口種）（李榮祥等 2013）。至於黑水溝航道的蝦類調查，由於此處為黑潮支流自南海往北進入臺灣海峽的重要廊道（Jan *et al.* 2002）。當海流進入黑水溝航道後，因為水道寬度變窄，加上海底深度驟減，導致此處形成一股終年向北的強勁海流（平均流速 80-100 cm/s (= 2.8-3.6 km/hr)）（吳姿孟 2003）。由於此海域深度動輒 100 公尺，海流速度快且海象多變，採樣困難，因此過去僅林仁杰 (2014) 在黑水溝南端的陸棚邊緣進行底棲無脊椎動物的研究，紀錄底棲蝦類 12 科 41 種（含 9 種未鑑定種）。過去也未曾有研究針對黑水溝航道兩側蝦類群聚進行調查。因此，台江

國家公園海域無論是海管一或海管二都相當缺乏底棲蝦類的調查研究。

本研究在 2016 年至 2019 年間，利用 4 年的時間，首次針對海管一及海管二海域底棲蝦種組成進行全面的調查，以期了解國家公園海域中的蝦種組成狀況。再者，海管一與海管二的海域環境具有明顯的水深差異，因此，本研究得以了解在不同海區間，蝦種組成是否會有空間分布的差異及其與環境因子間之關係。

材料與方法

一、調查海域及環境概況

本研究調查海域及測站位置與陳國書等 (2020) 相同，在海管一的測站包括七股沿海北側的 C1、C2 及南側的 C3 測站，另外於海管二海域由東至西分別設立了東側的 T1、中間的 T2、T3 以及西側的 T4 共 4 個測站，採樣測站位置如圖 1 所示。海上作業受限於天候及海象狀況，以及 T3、T4 測站屬於礁砂混合底質環境容易造成網具破損的影響，因此在 C3 及海管二（T1-T4）海域只成功進行 2-6 次的採樣。所有測站中僅在地形較為平緩且海象穩定的 C1-C2 測站能順利完成每季採樣，兩測站合計完成 31 網次。

二、研究船調查作業及樣品採樣

本調查利用海研三號研究船，以每季一次

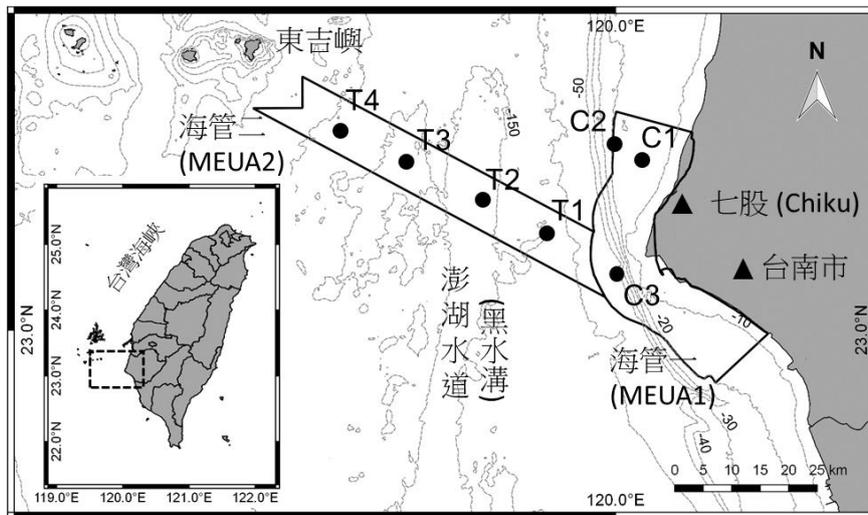


圖 1. 台江國家公園海域範圍及本研究進行拖網的測點位置圖，C1-C3 為海管一測站，T1-T4 為海管二測站。MEUA：Marine Existing Use Areas

的頻率，利用桁桿式蝦拖網 (shrimp beam trawl) 進行採樣，網具規格如下：桁桿長 6 m、網長 8 m、網身網目 20 mm、網尾網目 15 mm。在每個測站以船速 2 節沿等深線進行 30 分鐘的拖網作業，估計掃海面積為 11,112 m²。捕獲的蝦類樣本冰存於船上的 -20°C 冷凍庫中，所採得的底棲蝦類樣品攜回實驗室進行計數，並利用相關文獻 (e.g. 游祥平、陳天任 1986, 劉瑞玉、鍾振如 1986, Dore and Fridodt, 1987, 陳天任、游祥平 1993, Pérez Farfante and Kensley, 1997, Chan 1998a, b, Crosnier *et al.* 2007) 進行蝦種鑑定，所有蝦種均鑑定至最低的分類位階。目前標本存放於國立中山大學海洋科學系陳孟仙教授實驗室。在進行拖網作業之前，我們先分別利用溫鹽深儀 (Conductivity, Temperature, Depth) (Sea-Bird Electronics, inc. (U.S.A), SBE 911plus CTD) 及採泥器 (Smith-McIntyre grab) 收集溫度、鹽度、深度及底質等環境因子的資料及樣品。底質樣品攜回實驗室後，經日曬將樣品乾燥去除水分，然後利用 1mm 的篩網將乾燥底質樣品中的碎片、顆粒及礫石移除，處理過的底質樣品則使用雷射粒徑分析儀 (Beckman Coulter LS13320) 進行底質粒徑分析。

三、資料處理與分析

將各測站樣品處理後所獲得原始數據 (尾/網) 除以實際拖網掃海面積，換算成豐度 (尾 / 10⁴ m²)，即每單位面積的個體數量。為了獲得與實際掃海面積相近的豐度資料，本研究所使用的單位面積為 10000 m² (=1 公頃)。由所得的豐度資料，得以分析各測站間季節之差異及物種組成變化的情形。我們將海域中數量百分比大於 1% 的蝦種進行多維尺度分析 (non-metric multidimensional scaling, nMDS)，以了解此海域蝦類組成空間分布的情形。進行分析前將底棲蝦類豐度進行平方根 (square root) 轉換以減低優勢物種的影響，並計算各測站間的 Bray-Curtis similarity。分群之後以相似度分析 (analysis of similarity, ANOSIM) 檢驗分群結果是否有顯著差異，並以 (similarity percentage analysis, SIMPER) 分析各分群中的相似度及主要代表的蝦種。上述多變量分析以 PEIMER 6.0 軟體 (PRIMER-E: Plymouth, UK) 進行。

結果

一、海域環境概況

作業海域的溫鹽及底床特性因海域而異，

海管一的測站位於沿岸海域，作業水深介於 12-76 m 之間，水體間的溫鹽特性相近，平均底層水溫均在 26°C 以上，平均底層鹽度皆在 34.0 psu 左右。海管一海域底質的平均粒徑介於 203.1±92.5-253.8±37.0 μm 之間，都是以細砂及中砂為主的砂質海床。海管二的測站位於黑水溝航道中，水深均較海管一為深，介於 93-173 m 之間，平均底層水溫依深度而異介於 18.8-22.8°C 之間，當中以位於水道最深處的 T2 測站水溫最低 (18.8 ±0.7°C)。底層鹽度亦較海管一為高，皆在 34.4 psu 以上。海管二東西側的底質類型不同，東側靠近臺灣本島的底質粒徑最細 (T1 測站)，平均粒徑大小為 115.8 ±52.6 μm，呈現泥質底床；西側臨近澎湖東吉嶼的粒徑最粗 (T4 測站)，平均粒徑大小為 340.1 μm，在拖網同時亦會夾雜底層的礁岩，屬於礁砂混合的底床類型 (表 1)。

二、種類組成

台江國家公園海域具有高的蝦類多樣性。自 2016 年迄今，在海管一及海管二海域分別完成 36 網次及 16 網次的採樣，作業深度介於 12-173 m 之間。於兩海域累積紀錄到底棲蝦種 15 科 48 種，整體的物種累積曲線於後期開始趨於穩定 (圖 2)。沿岸海域 (海管一) 物種累積曲線於後期趨於穩定，5 個網次僅新增一種蝦類 (圖 2)。共計累積紀錄底棲蝦類 8 科 24 種，其中以對蝦科最多 (13 種)，其次為長臂蝦科 (3 種)。另外有 14 種蝦類僅在海管一海域被紀錄到 (表 2)。黑水溝海域 (海管二) 的蝦種數於調查初期便快速增加，前 11 個網次已記錄達 28 種，超越海管一的累積蝦種數，直到後期仍有增加的情形 (圖 2)。研究期間累積紀錄底棲蝦類 12 科 34 種，蝦種數同樣以對蝦科最多 (12 種)，其次為管鞭蝦科 (5 種) 及長額蝦科 (4 種)，另外有 24 種蝦類僅在海管二海域被紀錄 (表 2)。在種類數上則呈現 C3 及 T1 測站的蝦種最多 (>15 種)，然後隨之往兩側遞減的現象 (圖 3)。顯示黑水溝海域為園區中蝦種數最高的海域，且具有東西側海域不

同的蝦類種類組成。

三、優勢種組成與空間分布

台江海域蝦類優勢種組成有明顯的海域上的差異，海管一海域豐度最高的前三優勢種，依序為中華仿對蝦 (*Parapenaeopsis sinica*) (33.2±72.8 尾/10⁴m²，55.7%)、長角仿對蝦 (*P. hardwickii*) (11.7±16.2 尾/10⁴m²，19.5%)、和彎角鷹爪對蝦 (*Trachysalambria curvirostris*) (7.8±18.7 尾/10⁴m²，13.1%)，三者累計佔海管一蝦類總捕獲數量的 92.1% (表 2)。海管二海域豐度最高的前三優勢種與海管一不同，依序分別為長角仿對蝦 (19.4±41.6 尾/10⁴m²，47.3%)、戴氏赤對蝦 (*Metapenaeopsis dalei*) (11.3±40.3 尾/10⁴m²，27.6%)、菲律賓赤對蝦 (*M. philippii*) (2.0±5.9 尾/10⁴m²，4.8%)，三者共佔海管二蝦類總捕獲數量的 79.7% (表 2)。台江國家公園海域優勢蝦種的空間分布呈現黑水溝東西兩側的差異，中華仿對蝦以黑水溝東側沿岸的 C1 及 C2 測站最為豐富，於西側並無紀錄。長角仿對蝦則分布在 C1 測站至 T3 測站之間，並以 C3 及 T1 測站的豐度最高，此兩種蝦類及彎角鷹爪對蝦在西側均無紀錄。菲律賓赤對蝦及戴氏赤對蝦在 T2 測站開始出現，兩者分別為 T3 及 T4 測站的優勢種，主要分布於西側海域 (圖 3)。

四、空間分布

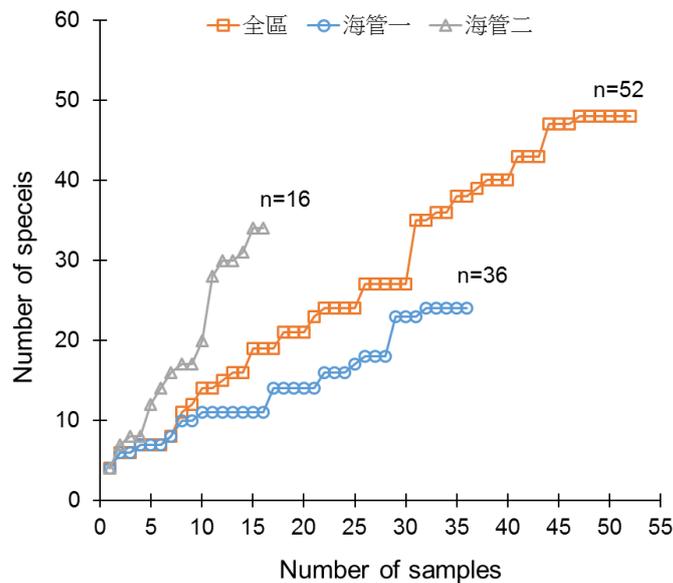
台江國家公園海域的蝦類組成隨著測站水深不同，呈現由淺至深的空間差異 (圖 4)。經過相似度分析 (analysis of similarities, ANOSIM) 顯示此分群有顯著差異 (Global R=0.76, 顯著水準=0.1%)。此空間差異反應出不同的優勢蝦種組成，A 群及 B 群是以婆羅門赤對蝦及中華仿對蝦為主的沿岸淺水域群聚型態。B 群為分群中最大的一群，當中可再細分出包含多數七股北側沿海測站 (C1、C2) 的 B1 群，以及包含七股北側沿海測站與部份 C3 與 T1 測站的 B2 群。B1 群中的測站多位於沿岸海域，以中華仿對蝦、長角仿對蝦及彎角鷹

表 1. 台江國家公園海域之水文及底質環境資料

	海管一 (MEUA1)			海管二 (MEUA2)			
	C1	C2	C3	T1	T2	T3	T4
成功網次 (網)	15	16	5	6	6	2	2
平均水深 (m)	18.7 ±4.5	25.8 ±4.0	52.4 ±13.4	119.3 ±22.1	156.2 ±19.7	156.5 ±2.1	95.0 ±2.8
水深範圍 (m)	12–29	16–34	45–76	93–160	125–173	155–158	93–97
底層水溫 (°C)	27.1 ±1.9	26.9 ±2.3	26.6 ±1.1	22.8 ±1.6	18.8 ±0.7	19.7 ±0.4	19.5 ±0.2
底層鹽度 (psu)	34.0 ±0.5	34.0 ±0.5	34.1 ±0.3	34.4 ±0.4	34.7 ±0.1	34.7 ±0.0	34.6 ±0.1
底質粒徑 (μm) *	253.8 ±37.0	224.8 ±37.2	203.1 ±92.5	115.8 ±52.6	234 ±195.8	268.3	340.1

*為底質粒徑分布之中位數

MEUA : Marine Existing Use Areas

圖 2. 本研究在 2016 至 2019 年間，於台江國家公園海管一及海管二海域底棲蝦類相調查之物種累積折線圖， n 代表累積作業網次數

爪對蝦為優勢。B2 群則顯示出 C3 至 T1 測站為沿岸海域及深水海域蝦類群聚的過渡帶，優勢蝦種為長角仿對蝦及鬚赤對蝦。C 群至 E 群則是以位於黑水溝海域的 T1 至 T4 測站為主，呈現離岸深水環境 (圖 4)，其蝦種組成亦與沿岸海域不同，以長角鬥士赤蝦及菲律賓赤蝦為代表 (表 3)。

五、優勢種與棲息環境

台江國家公園海域中前 5 優勢蝦種偏好不同的棲息環境，除底質粒徑無顯著差異外，所偏好的水溫、鹽度及深度皆具有顯著差異 (圖 5)。前 3 優勢種棲息環境的平均水溫在 25°C 以上，當中僅長角仿對蝦可出現於水溫

20°C 以下的環境中；戴氏赤蝦與菲律賓赤蝦的棲息環境溫度較低，平均水溫分別為 21.7°C 及 19.0°C (圖 5A)。在鹽度上，這 5 種蝦類多出現在鹽度高於 33.5psu 以上的環境中，當中菲律賓赤蝦可棲息於鹽度達 34.6psu 的環境中 (圖 5B)。中華仿對蝦、彎角鷹爪對蝦及長角仿對蝦平均棲息在水深 50 m 以淺的海域，戴氏赤對蝦與菲律賓赤對蝦則棲息在水深 50 m 以深的海域，兩者平均棲息深度分別為 103 m 及 161 m (圖 5C)。在底質的偏好上，中華仿對蝦、彎角鷹爪對蝦、長角仿對蝦及戴氏赤對蝦主要棲息在粒徑範圍介於 125-250 μm 的細砂底質上；菲律賓赤蝦則可棲息在底質粒徑達 524 μm 的粗砂 (500-1000 μm) 底質環境中 (圖 5D)。

表 2. 台江國家公園海管一及海管二海域蝦種組成、豐度(尾/10⁴ m²)及相對豐度表 (Relative abundance, RA)

Species	中文名	海管一(36 網次)				海管二(16 網次)			
		Total	Mean	SD	RA%	Total	Mean	SD	RA%
<i>Parapenaeopsis sinica</i>	中華仿對蝦	1195.2	33.2	72.8	55.7	3.6	0.2	0.9	0.6
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	長角仿對蝦	419.4	11.7	16.2	19.5	309.6	19.4	41.6	47.3
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	彎角鷹爪對蝦	281.7	7.8	18.7	13.1	22.5	1.4	5.6	3.4
<i>Metapenaeopsis palmensis</i>	婆羅門赤對蝦	80.1	2.2	9	3.7	4.5	0.3	1.1	0.7
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	鬚赤對蝦	57.6	1.6	8.1	2.7	25.2	1.6	2.7	3.9
<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	角突仿對蝦	26.1	0.7	2.6	1.2	1.8	0.1	0.3	0.3
<i>Megokris pescadorensis</i>	澎湖大突蝦	18.9	0.5	3	0.9	0	0	0	0
<i>Leptochela gracilis</i>	細螯蝦	15.3	0.4	1.1	0.7	0	0	0	0
<i>Philocheras parvirostris</i>	小額南褐蝦	11.7	0.3	1	0.6	0	0	0	0
<i>Nikoides sibogae</i>	東方擬異指蝦	9.0	0.3	1.5	0.4	0.9	0.1	0.2	0.1
<i>Metapenaeus ensis</i>	劍角新對蝦	7.2	0.2	0.7	0.3	1.8	0.1	0.5	0.3
<i>Trachypenaeopsis richtersii</i>		6.3	0.2	0.8	0.3	0	0	0	0
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	戴氏赤對蝦	5.4	0.2	0.7	0.3	180.9	11.3	40.3	27.6
<i>Urocaridella urocaridella</i>	纖尾瘦蝦	2.7	0.08	0.3	0.1	0	0	0	0
<i>Latreutes</i> sp.		1.8	0.05	0.3	0.1	0	0	0	0
<i>Metapenaeopsis provocatoria</i>	長角赤對蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	20.7	1.3	4.5	3.2
<i>Metapenaeus moyebi</i>	滑殼新對蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Sicyonia lancifer</i>	披針單肢蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Solenocera crassicornis</i>	中華管鞭蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Exhippolysmata ensirostris</i>	長額鞭腕蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Palaemon tenuidactylus</i>	細指長臂蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Metapenaeus intermedius</i>	中型新對蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Nematopalaemon tenuipes</i>	線足長臂蝦	0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Nikoides</i> sp.		0.9	0.03	0.2	0.04	0	0	0	0
<i>Metapenaeopsis philippii</i>	菲律賓赤對蝦	0	0	0	0	31.5	2.0	5.9	4.8
<i>Penaeus japonicus</i>	日本對蝦	0	0	0	0	9.0	0.6	1.1	1.4
<i>Philocheras fujinoi</i>	藤野南褐蝦	0	0	0	0	7.2	0.5	0.9	1.1
<i>Plesionika izumiae</i>	東海紅蝦	0	0	0	0	4.5	0.3	0.8	0.7
<i>Plesionika lophotes</i>	冠頂紅蝦	0	0	0	0	3.6	0.2	0.7	0.6
<i>Alpheus</i> sp.2		0	0	0	0	3.6	0.2	0.9	0.6
<i>Solenocera comata</i>	短足管鞭蝦	0	0	0	0	3.6	0.2	0.9	0.6
<i>Scyllarus martensii</i>	小蟬蝦	0	0	0	0	2.7	0.2	0.5	0.4
<i>Plesionika</i> sp.		0	0	0	0	2.7	0.2	0.7	0.4
<i>Solenocera pectinata</i>	櫛管鞭蝦	0	0	0	0	1.8	0.1	0.5	0.3
<i>Plesionika ortmanni</i>	敖氏紅蝦	0	0	0	0	1.8	0.1	0.3	0.3
<i>Synalpheus neomeris</i>		0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Solenocera koelbeli</i>	凹陷管鞭蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Metapenaeus tenuipes</i>	細足新對蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Palinustus waguensis</i>	日本鈍龍蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Rhynchocinetes conspicuocellus</i>		0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Solenocera alticarinata</i>	隆脊管鞭蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Alpheus</i> sp.1		0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Stenopus hispidus</i>	多棘獨蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Scyllarus</i> sp.		0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Solenocera barunajaya</i>	多脊管鞭蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Tozeuma tomentosum</i>	密毛船型蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Sicyonia curvirostris</i>	彎角單肢蝦	0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
<i>Alpheus</i> sp.4		0	0	0	0	0.9	0.06	0.2	0.1
Sum	總計	2146.5				655.2			
Number of species	種類數	24				34			

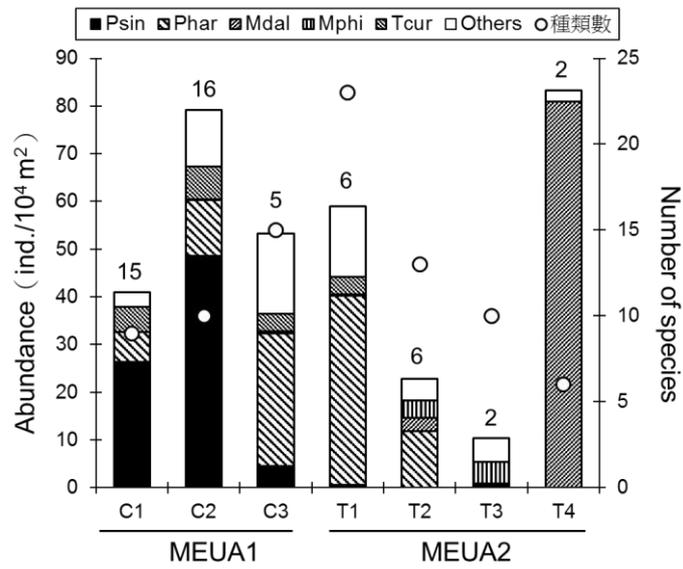


圖 3. 台江國家公園海管一(Marine Existing Use Areas one, MEUA 1)及海管二(MEUA 2)海域各測站種類數與優勢底棲蝦種之堆疊圖。柱狀圖上方數字為成功採樣網次。Psin：中華仿對蝦；Phar：長角仿對蝦；Mdal：戴氏赤蝦；Mphi：菲律賓赤蝦；Tcur：彎角鷹爪對蝦

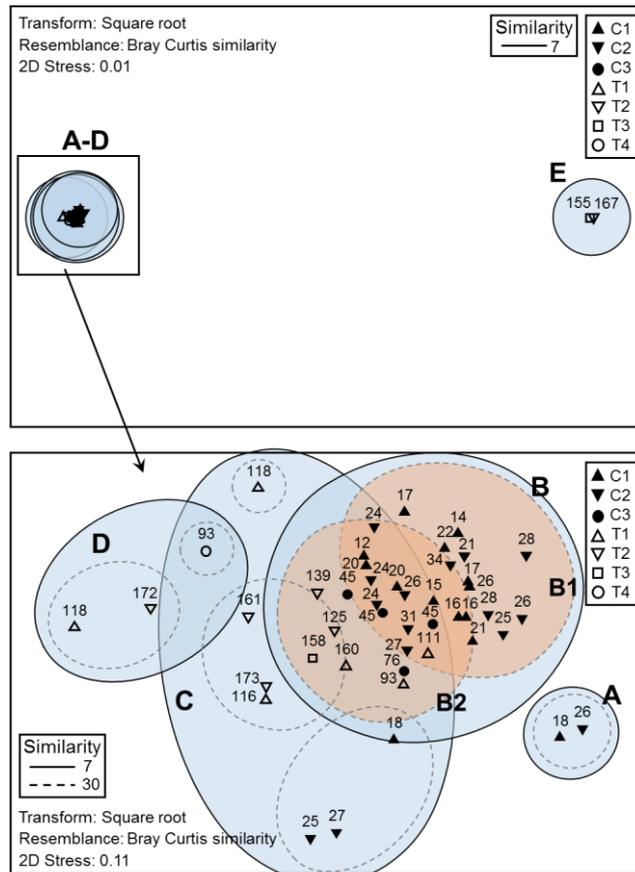


圖 4. 台江國家公園海域底棲蝦類群聚空間變化之多維尺度分析(nMDS)圖。樣點上方數字為作業深度(公尺)，實心與空心標誌分別代表海管一及海管二海域

表 3. 台江國家公園海域底棲蝦類群聚各分群之主要物種組成(物種貢獻累積下限至 90%)

	平均豐度	平均相似度	貢獻度(%)	累積貢獻度(%)
Group A ($n=2$, Average similarity: 75.54)				
婆羅門赤蝦	5.75	75.54	100	100
Group B1 ($n=16$, Average similarity: 49.12)				
中華仿對蝦	6.89	32.66	66.49	66.49
長角仿對蝦	2.14	11	22.38	88.87
彎角鷹爪對蝦	2.47	5	10.18	99.06
Group B2 ($n=17$, Average similarity: 47.10)				
長角仿對蝦	5.26	41.47	88.03	88.03
鬚赤蝦	1.18	3.05	6.47	94.5
Group C ($n=8$, Average similarity: 23.05)				
鬚赤蝦	0.69	9.33	40.46	40.46
角突仿對蝦	1.21	8.85	38.39	78.85
戴氏赤蝦	0.62	2.68	11.62	90.47
Group D ($n=3$, Average similarity: 31.06)				
藤野南褐蝦	0.95	27.33	87.96	87.96
長角鬥士赤蝦	0.76	3.74	12.04	100
Group E ($n=2$, Average similarity: 77.49)				
菲律賓赤蝦	3.87	77.49	100	100

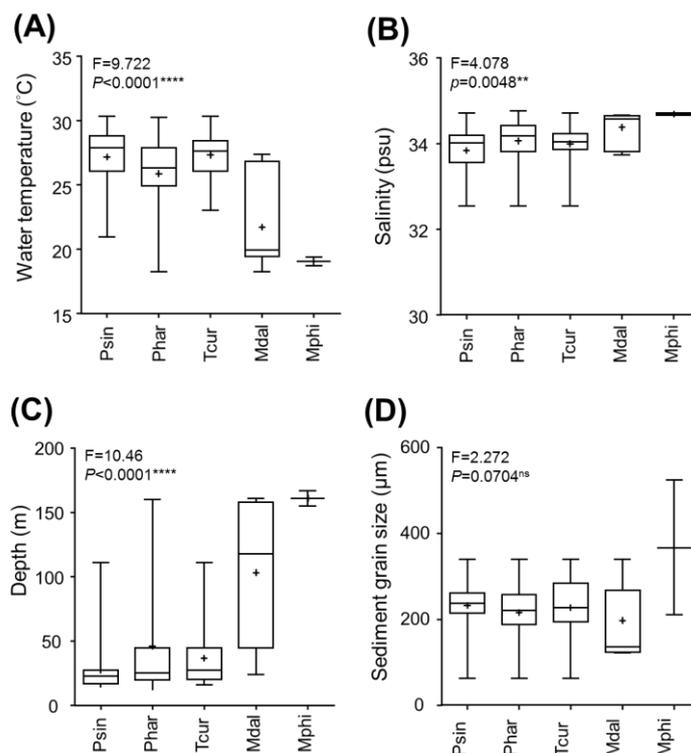


圖 5. 台江國家公園海域前 5 優勢蝦種出現海域之(A)水溫、(B)鹽度、(C)深度及(D)粒徑。圖中方盒由下而上依序代表樣本的第一四分位數(Q1)、中位數(Q2)及第三四分位數(Q3)，十字為平均值。兩側向外延伸線分別為最小值及最大值。Psin：中華仿對蝦；Tcur：彎角鷹爪對蝦；Phar：長角仿對蝦；Mdal：戴氏赤蝦；Mphi：菲律賓赤蝦

表 4. 台江國家公園海域底棲蝦種組成比較表

		本次調查 2020	林仁杰 2014	邱郁文等 2013	Chen and Chow 2001 ¹	Chou <i>et al.</i> 1999 ²
Sampling depth	採樣深度	12-173 m	7-136 m	-	-	10-20 m
Scientific name	中文名	數量				數量
Penaeoidea 對蝦總科						
Penaenidae 對蝦科						
<i>Megokris pescadoreensis</i>	澎湖大突蝦	21				
<i>Metapenaeopsis andamanensis</i>	安達曼赤蝦 ³		+			
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	鬚赤蝦	92	+		+	43
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	戴氏赤對蝦	207	+			
<i>Metapenaeopsis mogiensis</i>	門司赤對蝦					8
<i>Metapenaeopsis palmensis</i>	婆羅門赤對蝦	94	+			
<i>Metapenaeopsis philippii</i>	菲律賓赤對蝦	35				
<i>Metapenaeopsis provocatoria</i>	長角赤對蝦	24				
<i>Metapenaeopsis</i> sp.			+			
<i>Metapenaeus affinis</i>	近緣新對蝦					2
<i>Metapenaeus ensis</i>	劍角新對蝦	10	+	+	+	1
<i>Metapenaeus intermedius</i>	中型新對蝦	1				
<i>Metapenaeus joyneri</i>	周氏新對蝦		+		+	
<i>Metapenaeus moyebi</i>	滑殼新對蝦	1				
<i>Metapenaeus tenuipes</i>	細巧新對蝦	1				
<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	角突仿對蝦	31	+	+	+	677
<i>Parapenaeopsis cultrirostris</i>	刀額仿對蝦 ⁴				+	
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	長角仿對蝦	810	+		+	380
<i>Parapenaeopsis sculptilis</i>	雕刻仿對蝦		+			
<i>Parapenaeopsis sinica</i>	中華仿對蝦	1332				
<i>Parapenaeus fissurus</i>	長縫擬對蝦		+			
<i>Penaeus canaliculatus</i>	溝甲對蝦				+	
<i>Penaeus japonicus</i>	日本對蝦	10	+	+	+	2
<i>Penaeus semisulcatus</i>	短溝對蝦		+		+	
<i>Penaeus monodon</i>	草對蝦			+	+	1
<i>Penaeus penicillatus</i>	多毛對蝦		+	+	+	7
<i>Penaeus vannamei</i>	南美白蝦			+		
<i>Trachypenaeopsis richtersii</i>		7				
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	彎角鷹爪對蝦	338	+		+	22
Sicyoniidae 單肢蝦科						
<i>Sicyonia cristata</i>	冠額單肢蝦		+			
<i>Sicyonia lancifer</i>	披針單肢蝦	1				
<i>Sicyonia curvirostris</i>	彎角單肢蝦	1				
<i>Sicyonia japonica</i>	日本單肢蝦		+			
<i>Sicyonia</i> sp.			+			
Solenoceridae 管鞭蝦科						
<i>Solenocera alticarinata</i>	高脊管鞭蝦	1				
<i>Solenocera barunajaya</i>	多脊管鞭蝦	1				
<i>Solenocera choprai</i>	隆脊管鞭蝦		+		+	
<i>Solenocera comata</i>	短足管鞭蝦	4				
<i>Solenocera crassicornis</i>	中華管鞭蝦	1	+			
<i>Solenocera koelbeli</i>	凹陷管鞭蝦	1	+			
<i>Solenocera melantho</i>	大管鞭蝦		+			
<i>Solenocera pectinata</i>	梳齒管鞭蝦	2	+			
Stenopodidea 蛄蝦下目						

(續)表 4. 台江國家公園海域底棲蝦種組成比較表

		本次調查 2020	林仁杰 2014	邱郁文等 2013	Chen and Chow 2001 ¹	Chou <i>et al.</i> 1999 ²
Sampling depth	採樣深度	12-173 m	7-136 m	-	-	10-20 m
Scientific name	中文名	數量				數量
Stenopodidae 蛄蝦科						
<i>Stenopus hispidus</i>	多棘蛄蝦	1	+			
Caridea 真蝦下目						
Alpheidae 槍蝦科						
<i>Alpheus brevicristatus</i>						7
<i>Alpheus edwardsii</i>					+	
<i>Alpheus</i> sp. 1		1	+			
<i>Alpheus</i> sp. 2		4				
<i>Alpheus</i> sp. 4		1				
<i>Alpheus strenus</i>	敏捷槍蝦			+		
<i>Synalpheus neomeris</i>		1				
Hippolytidae 藻蝦科						
<i>Exhippolysmata ensirostris</i>	脊額外鞭腕蝦	1				
<i>Exopalaemon orientalis</i>	東方白蝦			+		1
<i>Hippolysmata</i> sp.						4
<i>Latreutes</i> sp.		2				
<i>Tozeuma tomentosum</i>	密毛船型蝦	1				
Pasiphaeidae 玻璃蝦科						
<i>Leptochela gracilis</i>	細螯蝦	17				
<i>Leptochela</i> sp.			+			23
Palaemonidae 長臂蝦科						
<i>Marcobranchium equidens</i>	等齒沼蝦			+		
<i>Nematopalaemon tenuipes</i>	線足長臂蝦	1				
<i>Palaemon concinnus</i>	潔白長臂蝦			+		
<i>Palaemon tenuidactylus</i>	細指長臂蝦	1				
<i>Urocaridella urocaridella</i>	纖尾瘦蝦	3				
Processidae 異指蝦科						
<i>Nikoides sibogae</i>	東方擬異指蝦	11				
<i>Nikoides</i> sp.		1				
Crangidae 褐蝦科						
<i>Glyphocrangon</i> sp.			+			
<i>Philocheras fujinoi</i>	藤野南褐蝦	8				
<i>Philocheras parvirostris</i>	小額南褐蝦	13				
<i>Pontocaris</i> sp.			+			
<i>Sclerocrangon</i> sp.			+			
Pandalidae 長額蝦科						
<i>Plesionika izumiae</i>	東海紅蝦	5	+			
<i>Plesionika kensleyi</i>	肯氏紅蝦		+			
<i>Plesionika lophotes</i>	冠頂紅蝦	4	+			
<i>Plesionika ortmanni</i>	敖氏紅蝦	2	+			
<i>Plesionika sindoi</i>	全齒紅蝦		+			
<i>Plesionika</i> sp.		3	+			
<i>Plesionika taiwanica</i>	臺灣紅蝦		+			
Rhynchocinetidae 活額蝦科						
<i>Rhynchocinetes conspicicellus</i>	眼斑活額蝦	1				
Achelata 無螯下目						

(續)表 4. 台江國家公園海域底棲蝦種組成比較表

		本次調查 2020	林仁杰 2014	邱郁文等 2013	Chen and Chow 2001 ¹	Chou <i>et al.</i> 1999 ²
Sampling depth	採樣深度	12-173 m	7-136 m	-	-	10-20 m
Scientific name	中文名	數量		數量		
Scyllaridae 蟬蝦科						
<i>Scyllarus brevicornis</i>	短角蟬蝦		+			
<i>Scyllarus cultrifer</i>	刀指蟬蝦		+			
<i>Scyllarus martensii</i>	小蟬蝦	3	+			
<i>Scyllarus rugosus</i>	皺褶蟬蝦		+			
<i>Scyllarus</i> sp.		1				
<i>Ibacus novemdentatus</i>	九齒扇蝦		+			
Palinuridae 龍蝦科						
<i>Palinustus waguensis</i>	日本鈍龍蝦	1				
<i>Panulirus homarus</i>	波紋龍蝦				+	
Number of species	種類數	48	41	10	15	14

¹ 僅使用 Area A 和 Area B 之物種資料² 僅使用 Sand Bank Tainan, SBT 之物種資料³ 過去的 *Metapenaeopsis andamanensis* 為 *Metapenaeopsis provocatoria longirotris* (Crosnier, 1987) 的誤鑑定⁴ 過去使用的 *Parapenaeopsis cultrirostri* 為 *Parapenaeopsis hardwickii* 的同物異名

討論

本研究首次在台江國家公園的沿岸海域與黑水溝海域進行 4 年的底棲蝦類相調查，迄今共紀錄到底棲蝦類 15 科 48 種，由於調查時間長且作業水深跨距大，所紀錄的蝦種數較以往沿岸海域的調查結果來的豐富 (Chou *et al.* 1999, Chen and Chow 2001)，而與黑水溝航道南側陸棚邊緣的蝦種數 (41 種) 相近 (林仁杰 2014)，但整體紀錄的蝦種數仍較以往多且詳細 (表 4)。台江國家公園海域的蝦種組成具有空間上的差異。海管一海域的種類組成以沿岸種類為主，海管二則較多深海域之蝦種，且黑水溝東西側的蝦種明顯不同，東側以泥沙性的蝦種為主的組成，西側海域的可以捕獲到岩礁性及礁沙混和型的蝦種，如：日本鈍龍蝦 (*Palinustus waguensis*)、彎角單肢蝦 (*Sicyonia curvirostris*) 及密毛船型蝦 (*Tozeuma tomentosum*)。台江海域的蝦種數以黑水溝航道東側較西側豐富，由於此海域位於沿岸海域及深水海域兩生態區的過渡帶，因此可以在此海域同時紀錄到沿岸及深海性的蝦種，使得此區域紀錄到最多蝦種數，再往西側便以典型深海

蝦類群聚的蝦種組成為主，如戴氏赤對蝦、長角鬥士赤對蝦 (*M. provocatoria*)、菲律賓赤對蝦及長額蝦科 (Pandalidae) 的蝦種。黑水溝航道地處黑潮支流與南海表層水自南海往北進入臺灣海峽的重要廊道 (Jan *et al.* 2002)。水道西側鄰近澎湖群島，底質類型逐漸由單純的泥沙質環境 (近臺灣側) 轉變為礁沙混合的環境 (近東吉島側)，使得棲地的異質性較沿岸海域來的高。棲地多樣性 (habitat diversity) 的增加，提供更多的微棲地，使得棲息其中的生物的種類數亦隨之增加 (Putman 1994, Nucci *et al.* 2001)，進而提高該海域物種的豐富度，如岩岸環境甲殼類物種數一般均較裸露的沙岸環境為多 (Abele 1976, Pallas *et al.* 2003)，使得黑水溝航道東、西兩側呈現截然不同的群聚類型。因此，黑水溝海域其特殊的地理位置及複雜的底質環境，增加了棲地的異質性 (heterogeneity)，這有助於環境中的物種多樣性增加，進而使得海管二海域成為台江國家公園海域的蝦類多樣性熱點。

本研究中發現國家公園西側沿岸海域的優勢種以中華仿對蝦、彎角鷹爪對蝦及長角仿對蝦最為豐富。此三種蝦類亦屬於過去嘉義至

台南海域間，蝦拖網漁獲組成中的主要漁獲對象 (Chen and Chow 2001)。與過去近 20 年來，此海域優勢蝦種組成相似，但我們亦發現，過去漁獲對象之一的角突仿對蝦 (*P. cornuta*)，其豐度近年來大量減少，並被中華仿對蝦所取代。這些赤對蝦 (*Metapenaeopsis* spp.)、仿對蝦 (*Parapenaeopsis* spp.) 及鷹爪對蝦屬 (*Trachysalambria* spp.) 的種類都具有成長速度快、生活史短以及較多子代數量等特性 (阪地英男等 1992, 李明雲等 2000, Cha *et al.* 2004; Chen *et al.* 2014)。由於作業海域以往是蝦拖網漁業的重要漁場，此特性有助於底棲生物在長年受到漁業行為干擾的環境中，可以快速的回復其族群數量 (Engle and Kvitek 1998)，使得這些短生活史週期的蝦種成為沿岸海域棲息的優勢種。

研究期間於台江國家公園海域紀錄到的大型經濟性種類有日本對蝦與劍角新對蝦 (*Metapenaeus ensis*)。多數對蝦屬 (*Penaeus* spp.) 及新對蝦屬 (*Metapenaeus* spp.) 的種類，其幼蝦好棲息於河口或類似河口的環境中，待成熟後再外游至開放海域產卵 (Dall *et al.* 1990)。這些蝦種在臺灣多利用於紅樹林或潟湖作為育幼場域 (nursery ground)，成熟後才外由至外海棲息 (Su and Liao 1989)。臺灣西南海域中，草蝦 (*Penaeus monodon*) 與短溝對蝦 (*Penaeus semisulcatus*) 於大鵬灣曾有類似的洄游行為被報導 (蘇茂森、廖一久 1987a, b)。由於本研究採樣地區鄰近七股潟湖。根據我們過去的資料顯示，七股潟湖內棲息著大量的劍角新對蝦、長毛對蝦 (*Penaeus penicillatus*)、草蝦、短溝對蝦、日本對蝦的幼蝦 (陳孟仙 未發表資料)。顯示，這些蝦種亦會利用七股潟湖作為幼蝦的生息場所，使得七股潟湖及鄰近海域成為沿近海大型經濟蝦類重要的育幼場域。本研究於潟湖外海域所紀錄的大型對蝦主要為日本對蝦，並無草蝦及短溝對蝦的成體被紀錄。過去在此海域漁獲中亦以長毛對蝦及日本對蝦較為豐富 (Chen and Chow 2001, (Area A))，而草蝦及短溝對蝦在南部屏東海域一帶有較

多的漁獲紀錄 (Chen and Chow 2001, (Area C))。究其原因可能與草蝦及短溝對蝦都屬於偏好暖水的熱帶性蝦種有關，因此在七股海域少有個體被記錄，顯示，雖然於七股潟湖內可以發現此兩種蝦類的幼蝦棲息，但潟湖外海域並非成蝦主要棲地。相反的，能適應低溫海水的長毛對蝦與日本對蝦在此海域則較為豐富。

台江國家公園海域蝦類群聚組成隨深度變化而異，群聚組成由淺而深可分成三群，依序為水深 15-50 公尺以淺的沿岸群 (A+B1 群)、水深 50-100 公尺間的過渡帶群 (B2 群) 及 100 公尺以深的深水群 (C-E 群)。沿岸群具有沿岸海域深度淺、軟底質的環境特徵，以婆羅門赤對蝦、中華仿對蝦、彎角鷹爪對蝦及角突仿對蝦等偏好高水溫 (>25°C) 的蝦種為優勢，這些種類為偏好棲息於淺海水深 50 m 以淺水域的陸棚型 (continental shelf) 蝦種 (阪地英男 2003)，並可適應的砂質的底床環境 (阪地英男 1995)。在過渡帶群中，優勢蝦種為長角仿對蝦與鬚赤蝦，此兩者均偏好砂質環境並可分布到水深 50 m 以深的海域中，且兩者均可適應較低的水溫 (<20°C)。深度在 100 公尺以深的深海群，蝦種組成為鬚赤蝦對、戴氏赤蝦、菲律賓赤蝦、和長角鬥士赤蝦等，屬棲息於陸棚-大陸斜坡型 (continental shelf-continental slope) 的蝦種 (阪地英男 2003)，於台江國家公園海域，這些蝦種偏好砂質底質並可分布至水深 100 公尺以深水域，當中戴氏赤對蝦在靠近東吉嶼的海域數量較高，可能與其能適應粗砂底質類型有關 (阪地英男 1995)。優勢蝦種的組成及蝦種對不同環境因子的偏好，反應出不同區域的水文及底質環境特性，進而形塑出一個由沿岸至深水海域連續變化的底棲蝦類群聚類型。

綜合以上，豐富的棲地類型，使得台江國家公園海域中孕育著相當豐富的蝦類資源，而七股潟湖及周邊海域作為臺灣西南海域蝦種的孵育場，未來應持續進行海管二海域的底棲蝦類調查，完整記錄國家公園海域中蘊藏的豐富蝦類資源。此外，亦應針對優勢蝦種及高經

濟蝦種加強單一蝦種生活史的研究，作為制定禁漁區及禁漁期政策的依據，以保護親代繁殖場域並減少繁殖時遭受強烈的漁撈干擾，確保蝦類親代的順利繁殖及子代的存活。這些作為將有利於永續利用台江國家公園近岸海域寶貴的蝦類資源，善盡台江國家公園的成立對七股潟湖及其沿近海蝦類資源保護及永續利用的角色。

結論

自 2016 年迄今，本研究於台江國家公園海域累積紀錄到底棲蝦種 15 科 48 種。台江海域蝦類優勢種分別為中華仿對蝦、長角仿對蝦、彎角鷹爪對蝦、戴氏赤對蝦及菲律賓赤對蝦。這五種優勢種的棲息水深有明顯差異，中華仿對蝦、彎角鷹爪對蝦及長角仿對蝦平均棲息在水深 50 m 以淺的海域，戴氏赤對蝦與菲律賓赤對蝦則棲息在水深 50 m 以深的海域。此海域蝦類群聚組成的分群，沿水深可分成三區：沿岸群、過渡帶群及深海群。不同的優勢蝦種組成，反應出不同海域的水文及底質環境特性，進而形成一個由沿岸至深水域連續變化的底棲蝦類群聚類型。

誌謝

本研究承蒙內政部營建署台江國家公園管理處委託研究計畫經費補助 (GRB 編號：PG10801-0040)，支持這四年的調查工作。科技部永續學門持續支持本研究及成果的發表 (MOST108-2621-M-110-003, MOST109-2621-M-110-002, MOST110-2621-M-110-001)。研究期間，感謝台江國家公園管理處保育研究課協助行政業務以及海研三號工作人員協助海上的採樣作業，使得調查工作能順利進行。也感謝四年來陳孟仙實驗室及陳志遠實驗室所有參與採樣調查工作及樣品處理的同仁。更感謝審查委員提供寶貴的意見，讓本文更臻完整。

引用文獻

- 吳姿孟。2003。以聲納資料觀測澎湖水道附近沙丘之外型輪廓及其與海流關係。臺灣海洋大學應用地球物理研究所碩士論文，116 頁。
- 李明雲、倪海兒、竺俊全、宋海棠、俞存根。2000。東海北部哈氏仿對蝦的種群動態及其最高持續漁獲量。水產學報 24 (4): 364-369。
- 李榮祥、邱郁文、吳宗澤、曾令光、黃郁晴。2013。蝦蟹寶貝：台江蝦蟹螺貝類圖鑑。內政部營建署台江國家公園。台南市。
- 阪地英男、東海正、佐藤良三。1992。瀨戶內海安芸灘におけるアカエビの成長と成熟。日本水產學會誌 58 (6): 1021-1027。
- 阪地英男。1995。トラエビ *Metapenaeopsis acclivis* (Rathbun), アカエビ *M. barbata* (De Haan), キシエビ *M. dalei* (Rathbun) 及びサルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson) の潜砂能力。南西海區水產研究所研究報告 28:1-7。
- 阪地英男。2003。土佐湾におけるクルマエビ科エビ類の資源生物学的研究。水産総合研究センター研究報告 6:73-127。
- 林仁杰。2014。臺灣西南海域陸棚邊緣底棲無脊椎動物群聚分析研究。中山大學海洋生物科技暨資源研究所碩士論文，80 頁。
- 陳天任、游祥平。1993。原色臺灣龍蝦圖鑑。南天書局。台北市。
- 陳國書、陳煦森、蘇彥霖、陳志遠、陳孟仙。2020。台江國家公園海域底棲魚類相與環境分析。國家公園學報 30(2):42-59。
- 游祥平、陳天任。1986。原色臺灣對蝦圖鑑。南天書局。台北市。
- 劉瑞玉、鍾振如。1986。南海對蝦類。農業出版社。北京市。
- 蘇茂森、廖一久。1987a。臺灣西南沿岸海域重要經濟蝦類之生態研究 - I 大鵬灣草蝦之向海迴遊。臺灣水產學會刊 14 (1):36-

- 48。
- 蘇茂森、廖一久。1987b。臺灣西南沿岸海域重要經濟蝦類之生態研究－II 大鵬灣熊蝦之向海迴遊。臺灣水產學會刊 14 (1):49-59。
- Abele LG. 1976. Comparative species composition and relative abundance of decapod crustaceans in marine habitats of Panama. *Marine Biology* 38:263-278.
- Cha HK, CW Oh, and JH Choi. 2004. Biology of the cocktail shrimp, *Trachysalambria curvirostris* (Decapoda: Penaeidae) in the Yellow Sea of Korea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84 (2):351-357.
- Chan, TY. 1998a. Shrimps and prawns pp. 851–971. In Carpenter, KE, VH Niem (eds.), *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks*, FAO, Rome.
- Chan, TY. 1998b. Lobsters pp. 973–104. In Carpenter, KE, VH Niem (eds.), *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks*, FAO, Rome.
- Chen CC and YS Chow. 2001. Comparison of the catch compositions of the shrimp beam trawl fishery in the three areas off the southwestern coast of Taiwan. *Journal of Fishery Society of Taiwan* 28 (4):287-303.
- Chen HS, CY Chen and MH Chen. 2014. Life history tactics of southern velvet shrimp *Metapenaeopsis palmensis* (Crustacea, Decapoda) in the waters off southwestern Taiwan. *Hydrobiologia* 741 (1):177-191.
- Chou WR, SH Lai and LS Fang. 1999. Benthic crustacean communities in waters of southwestern Taiwan and their relationships to environmental characteristics. *Acta Zoologica Taiwanica* 10 (1):25-35.
- Crosnier, A, A Machordom and M Boisselier-Dubayle. 2007. Les espèces du genre *Trachypenaeopsis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Approches morphologiques et moléculaires. *Zoosystema* 29 (3):471-489.
- Dall, W, BJ Hill, PC Rothlisberg and DJ Sharples. 1990. The biology of the Penaeidae. In Blaxter, JHS and AJ Southward (eds.), *Advances in Marine Biology, Vol.27*. Academic Press, London.
- Dore, I and C Frimodt. 1987. *An illustrated guide to shrimp of the world*. VanNostrand Reinhold, New York.
- Engel, J and R Kvitek. 1998. Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conservation Biology* 12 (6):1204-1214.
- Jan, S, J Wang, CS Chern, and SY Chao. 2002. Seasonal variation of the circulation in the Taiwan Strait. *Journal of Marine System* 35:249-268.
- Nucci, PR, A Turra, and EH Morgado. 2001 Diversity and distribution of crustaceans from 13 sheltered sandy beaches along São Sebastião Channel south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 82:181-187.
- Pallas, A, B Gracia-Calvo, A Corgos, J Freire, E Godínez-Domínguez, C Bernárdez, and P Sampedro. 2003. Habitat diversity and postlarval benthic decapod crustacean assemblages in shallow waters of the Ría de A Coruña (NW Spain). *38th European Marine Biology Symposium*. Sep. 8-12, 2003. Universidade de Aveiro. Portugal.
- Pérez Farfante, I and B Kensley. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Mémoires du Muséum National d'Histoire naturelle*. 175:1-233.
- Putman, RJ 1994 *Community ecology*. Chapman & Hall, London.
- Su, MS and IC Liao. 1989. Community structure of penaeid prawns along the coastal waters of southwest Taiwan. *Acta Oceanographica Taiwanica* 24:116-132.