台灣北部及東南部硬底質海岸潮間帶寄居蟹群集分析

Intertidal hermit crab assemblages on hard substrates along northern and southeastern coasts of Taiwan

劉靜榆[1*] 何平合[2]

Ching-Yu Liou[1*] and Ping-Ho Ho[2]

[1]行政院農業委員會特有生物研究保育中心 52244南投縣集集鎮民生東路1號

[2]國立台灣海洋大學20224基隆市中正區北寧路2號

[1]Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

[2]National Taiwan Ocean University, Keelung City, Taiwan

* 通訊作者 e-mail: lcy@tesri.gov.tw

*Corresponding author e-mail: lcy@tesri.gov.tw

摘要

硬底質海岸地形提供各種造礁生物生長，例如珊瑚、殼狀珊瑚藻與管蟲等，形成生物礁，進而提供多樣的海岸生物共棲。本研究於2016-2018年期間針對台灣北部及東南部硬底質海岸，包括西北海岸桃園觀音藻礁、北海岸及東北海岸的宜蘭岩石地形，以及台東沿岸珊瑚礁。設置88個11㎡樣框，進行21種寄居蟹群集型的多變量統計分析，參考樣區間及物種間之相關趨勢所繪分布序列圖，以及群團分析之相似性所繪樹形圖等，可將寄居蟹分成三個群集群，分別為庫卡寄居蟹群集型、綠色細螯寄居蟹群集型以及線斑真寄居蟹群集型。藉由這三個群集型，進一步識別出各寄居蟹群集型物種組成之代表性物種及族群量，以及描述棲地特性和列舉各型之共棲優勢種或特徵種。分析結果顯示北部海岸寄居蟹於退潮時段會群聚，西北海岸之庫卡寄居蟹群集型，沿著桃園的觀音大潭藻礁低潮線，庫卡寄居蟹平均1㎡樣區出現個體數達136.6隻，單一樣區個體數可有352隻的紀錄。北海岸之綠色細螯寄居蟹群集型，綠色細螯寄居蟹平均1㎡樣區出現個體數67.3隻，單一樣區個體數可有365隻的紀錄，物種多樣性指數以金山為最高為0.544，綠色細螯寄居蟹是少數跨台灣西北海岸到東南海岸都出現的種，只是北海岸的數量最多，本種在各樣區記錄隻數合計達2018隻。東北海岸及東海岸寄居蟹雖無明顯之優勢種，但可歸為線斑真寄居蟹群集型。此型單位面積的種類較多，但數量少，台東的基翬漁港，物種多樣性指數達0.764。

關鍵詞：寄居蟹、群集型、硬底質、潮間帶、藻礁、珊瑚礁、共棲物種

Abstract

Hard substrates in coastal terrain can provide reefs to accommodate diverse coastal biocompatibility for a variety of organisms, such as reef-building corals, crustose coralline algae and tube worms. Intertidal hermit crab assemblages on hard substrates were investigated along northern and southeastern coasts of Taiwan from 2016 to 2018, including the Taoyuan algae reefs off the northwest coast, the north coast, the Yilan rocky substrate along the northeast coast and the coral reefs along the Taitung coast. The hermit crabs were sampled in 88 11㎡sampling plots. Twenty-one hermit crab species were found. According to the results of multivariate analysis, ordination of correlation trend between the species, similarity of the cluster analysis and classification of the hermit crab group, a total of three assemblage types were identified: *Pagurus kulkarnii* assemblage type, *Clibanarius virescens* assemblage type and *Dardanus*

guttatus assemblage type. The species composition, habitat types and sympatric species of dominant species or characteristic species in habitat niche of each assemblage type were described. The survey found that the hermit crabs gathered at low tide during the low tide period along the north coast. *Pagurus kulkarnii*, a monodominant community off the northwest coast of Taiwan, showed a maximum of 352 individuals in a sampling plot, with an average number of 136.6 individuals appearing in the 1㎡ plots at low tide lines of Baosheng and Datan algal reefs in Guanyin, Taoyuan. The north coast was dominated by *Clibanarius virescens*. The average number of individuals in the 1㎡ plots was 67.3, and the maximum number of individuals in a single plot was 365. The species diversity index was 0.544 in Jinshan of the north coast. *Clibanarius virescens* is widely distributed across the northwest coast to the southeast coast of Taiwan. Its number is the highest in the north coast, and a total of 2,018 individuals were recorded in the plots. There were no obvious dominant species in the northeast and east coasts. There were many species of hermit crabs, but only in few numbers. The species diversity index was 0.764 in Kihaw Harbor, Taitung.

Key words: hermit crab, assemblage type, hard substrates, intertidal zone, algal reef, coral reef, symbiotic species

收件日期：2019年07月01日 接受日期：2020年03月03日
Received: July 01, 2019 Accepted: March 03, 2020

緒言

台灣的硬底質海岸依造礁生物不同，可以概分為以造礁珊瑚(reef-building corals)和以殼狀珊瑚藻(crustose coralline algae)為主的藻礁。早期有學者曾論述台灣幾處可能是藻礁地形，除桃園市大園區到新屋區沿岸確定是藻礁外，包括北部海岸新北市淡水區洲仔灣、三芝區的淺水灣、石門區麟山鼻、德茂、石門洞以及宜蘭的外澳，東南部海岸臺東縣卑南鄉的三仙台基翬漁港、杉原灣海岸、屏東縣恆春半島東岸的阿朗壹、旭海、風吹砂海岸等地，都曾經被論述有藻礁地形(王1997, 許2002, 王等2008, 劉2013, 洪等2017, 劉2017a)。由於桃園海岸有強大的開發壓力，因此藻礁是否為稀有生態系，一直是頗具爭議。為確認這些地點與桃園藻礁在生態上的差異，進行系列的調查研究，本文於上述之硬底質海岸潮間帶，針對寄居蟹群集

(assemblage)的種類與族群數量進行分析探討，期能由寄居蟹群集型，說明桃園藻礁生態系的與其他棲地之差異性，探討的獨特性與珍貴性，據以歸納哪一棲地值得優先保育。

台灣寄居蟹的研究多集中在分類學的研究，2007年出版的台灣寄居蟹類誌中描述潮間帶至3,000多公尺深海共133種，其中15屬57種為台灣新紀錄(Mclaughlin *et al*. 2007)。在傳統的形態鑑定加上分子生物技術的佐證下，寄居蟹分類逐漸明朗，目前台灣沿海的寄居蟹已記錄大約有15屬60種(Shih & Yu 1995, Shih & Lee 1997, 施1998, Shih & Mok 2000a, 2000b)。若依照棲地的特性，可以高潮線的位置來概分為棲息在海域和陸地。除陸寄居蟹科2屬6種的成蟹是在陸域活動外，其餘寄居蟹一生都棲息於海域，其中2科4屬主要分布在台灣的潮間帶，包括活額寄居蟹科(Family Diogenidae)的細螯寄居蟹屬(Genus *Clibanarius*)、硬殼寄居蟹屬(Genus *Calcinus*)、真寄居蟹屬(Genus *Dardanus*)等3屬以及寄居蟹科(Family Paguridae)的寄居蟹屬(Genus *Pagurus*)。潮間帶的寄居蟹經常在地表活動，部分海域於退潮時常可見大量寄居蟹聚集在礁的表面，相對於魚類等脊椎動物的活動範圍，大多數寄居蟹行動緩慢，屬於移動範圍較為侷限的物種，在潮間帶的物種調查取樣操作並不困難。

本研究記錄資料統計自2016-2018年之調查成果，依據多變數分析的結果，進行寄居蟹群集類型之分類，描述各寄居蟹群集型的代表性物種、生態棲位(habitat niche)及族群量，並列舉各型之環境特性及其共棲物種(sympatric species)之優勢種(dominant species)或特徵種(characteristic species)，據此探討寄居蟹群集現象與棲地類型之關聯性，分析礁體結構與寄居蟹種類之差異。本研究調查範圍為台灣本島之北部(包括西北部的桃園及北部的北海岸、宜蘭)及東南部的台東等海岸潮間帶，藉由不同計畫之底棲動物調查樣區的資料，分離出寄居蟹的數據進行分析，除可瞭解不同寄居蟹的棲地選擇需求，群集分析結合調查樣區所記錄之共棲生物種類，探討各寄居蟹群集類型及其棲所的獨特性。更能由寄居蟹群集研究探討其所對應棲地的特性，或能以其棲地特性及代表性物種、共棲優勢種或特徵種族群量等，說明桃園大潭藻礁生態系的獨特性與珍貴性。

材料與方法

一、研究範圍：本研究針對硬底質海岸，依據緯度區分為台灣北部及台灣東南部(圖1)，台灣北部海岸依照地理可再區分為西北海岸(桃園市)、北海岸(新北市及基隆市)及東北海岸(宜蘭縣)，上述區域緯度較高，在地理分區歸為台灣北部(圖1A)；東南海岸緯度較低，歸為台灣東南部，主要為台東縣(圖1B)。

二、樣區設置地點：台灣北部以地理位置配合行政區劃分為(一)西北海岸：桃園市觀音區的大潭、保生，共2處14樣區(圖1A)；(二)北海岸：新北市淡水區洲仔灣、石門區的麟山鼻、德茂、石門洞、金山區的水尾漁港、萬里區的龜

吼、瑞芳區的員山分洪口、南雅及基隆市的和平島、八斗子，共10處28樣區(圖1A)；(三)東北海岸：宜蘭縣頭城鎮的大里、外澳、蘇澳鎮的豆腐岬，共3處6樣區(圖1A)。台灣東南部以行政區分，包括台東縣成功鎮的三仙台、馬林坪、基翬漁港、東河鄉的郡界、卑南鄉的杉原、台東市的小野柳等地，共6處40樣區(圖1B)。

三、樣區調查：每樣區為1×1㎡之均質(homogeneous)棲地，調查退潮時之低潮位，登載日期、時間、樣區編號，微棲地，記錄礁的類別、樣區與海岸高潮線之距離，計算樣區中每種寄居蟹的數量。

四、寄居蟹群集分析：首先將樣區之物種以個體數計算Simpson's多樣性指數，來探討物種多樣性指數(species diversity, α diversity) (Whittaker 1972)。再將樣區內個體數換算為百分率後，以八分制級值(octave scale)轉化為0-9級(Gauch, 1982)進行寄居蟹群集多變數分析。本研究先採降趨對應分析(detrended correspondence analysis, DCA) (Hill and Gauch 1980)瞭解樣區間物種組成(species composition)趨勢，運算過程採用 26段重新刻劃(rescaling segments)及4次降趨週期(detrending cycles)之步驟，計算各軸之特徵值(eigen value)、變數負荷量(variable loading)，繪出分布序列圖(ordination) (Hill and Gauch 1980；Gauch 1982)。分布序列圖之軸長顯示物種轉換度，可作為棲息環境多樣性(ecosystem diversity, β diversity)的度量，軸長越長，代表β多樣性越高，單位為標準偏差(standard deviation SD)，一般軸長大於4 SD 時，組成物種會完全轉換，由軸長表示樣區之組成物種之變異，並判視物種群集趨勢。再以群團分析法(cluster analysis)中之階層式群團法(hierarchical clustering analysis)，算出任何兩物種間的相似度(percent similarity)，然後依相似度高低將物種依平均聯結法(average linkage)中的加權配對法(weighted pair-group method, WPGMA)先後合併，每次將相似性最高的兩物種或合成物種合併成新物種，再續行下一回合聯結，直到全部物種完成聯結，導出物種樹形圖(dendrogram)，據此為物種群集之分類，物種資料之運算以MVSP (multivariate statistical package)程式來進行(Kovach 1999)，亦以相同之運算進行樣區群團分析，繪出樣區樹形圖。

結果與討論

一、物種多樣性指數與多變數分析

本研究分析2016-2018年取樣資料，共有88個1×1 m^2正方形樣區，21種寄居蟹進入分析(表1)。

(一)、物種多樣性指數

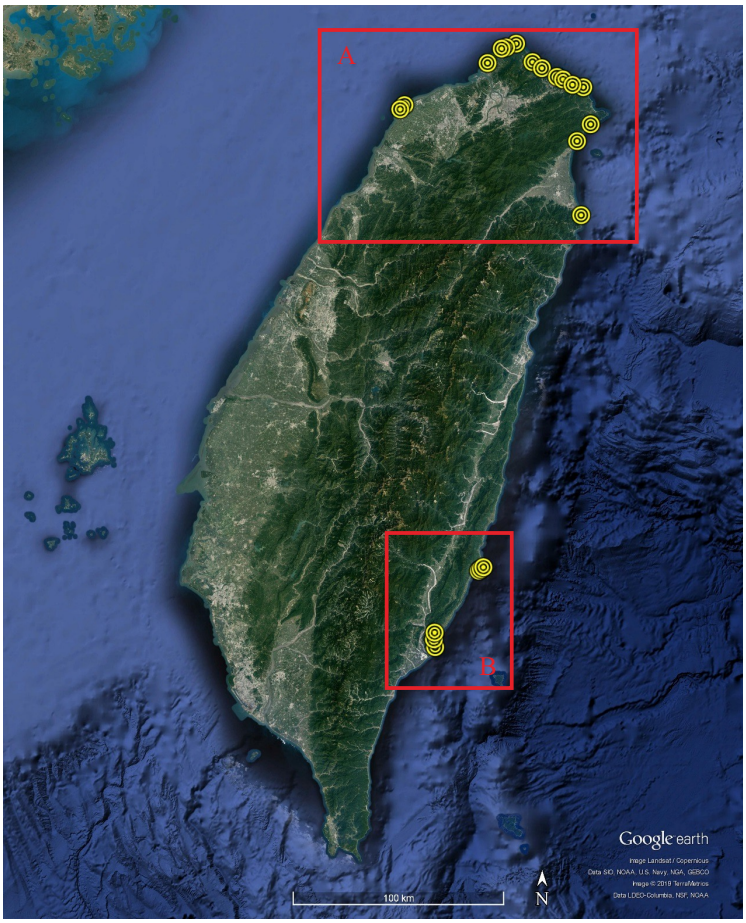

圖1. 台灣北部及東南部硬底質海岸潮間帶寄居蟹調查21處樣站位置圖，2016-2018年共88樣區。

Fig. 1. Twenty-one sampling sites of hermit crabs on hard substrates in the intertidal zones of northern and southeastern Taiwan. A total of 88 plots were sampled from 2016 to 2018.

本研究88個樣區中，單一樣區出現個體數最多的為桃園市觀音區大潭藻礁，曾記錄到1 m^2中有352隻。樣區中出現種數最多的為台東縣成功鎮的基翬漁港，有5種，物種多樣性指數為0.764；北海岸物種多樣性指數以新北市金山區的水尾漁港為最

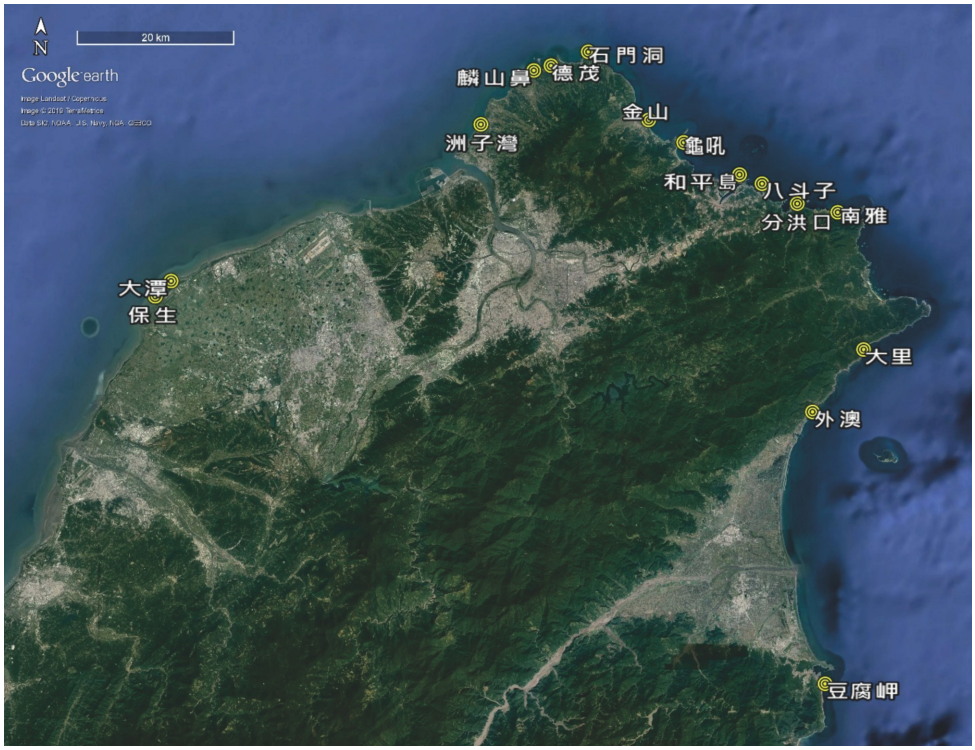

圖**1A**. 台灣北部硬底質海岸調查15處樣站位置圖，2016-2018年共48樣區。

Fig. 1A. Fifteen sampling sites of hermit crabs on hard substrates in the intertidal zones of northern Taiwan. A total of 48 plots were sampled from 2016 to 2018.

高，為0.544，西北海岸之桃園大潭藻礁、北海岸之新北市淡水區洲仔灣、瑞芳區員山分洪口，以及東北海岸之宜蘭縣頭城大里海岸都有記錄到單一物種的樣區。

本研究之樣區中出現物種，以光掌硬殼寄居蟹(*Calcinus laevimanus*)出現的樣區數最多35個，每樣區中出現個體數最少1隻，最多9隻，但本種沒有出現在西北海岸。

本研究88個樣區出現個體總數最多的為綠色細螯寄居蟹(*Clibanarius virescens*)，共2,018隻，平均為67.3隻，本種出現的樣區數有30個，每樣區中出現個體數最少2隻，最多365隻，呈現不均質的分布。

單一物種平均1 m^2樣區出現個體數最多的是庫卡寄居蟹(*Pagurus kulkarnii*)，達136.6隻，常呈單一優勢種群集(monodominant community)，本種出現的樣區數有13個，每

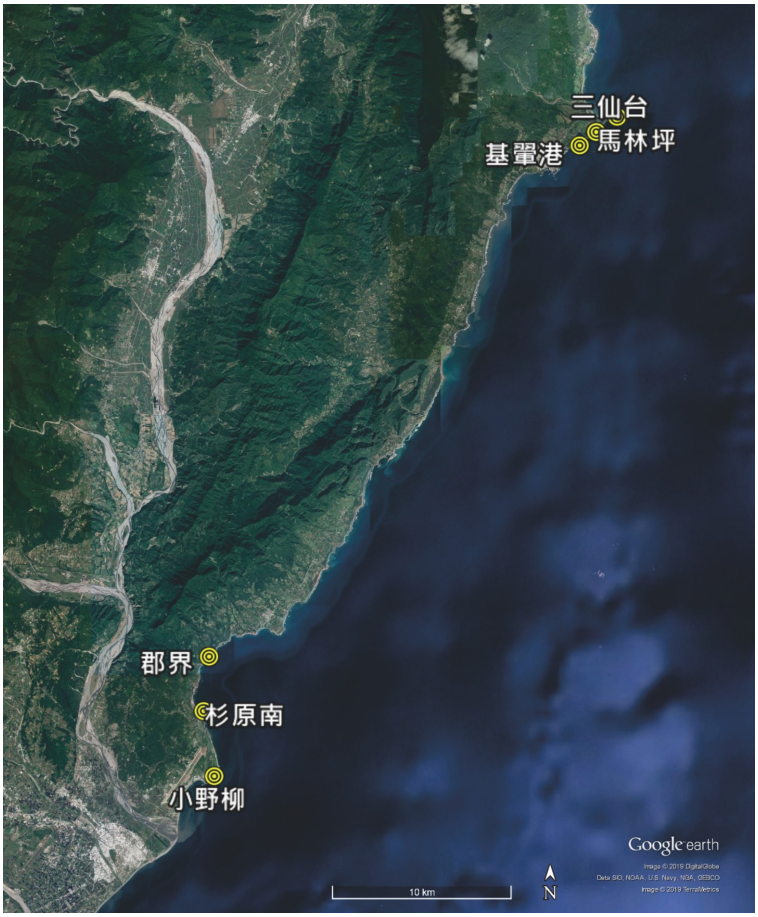

圖**1B**. 台灣東南部生物硬底質海岸調查6處樣站位置圖，2016-2018年共40樣區。

Fig. 1B. Six sampling plots of hermit crabs on hard substrates in the intertidal zones of southeastern Taiwan. A total of 40 plots were sampled from 2016 to 2018.

樣區中出現個體數最少2隻，最多352隻，亦呈現不均質的分布。

真寄居蟹科的物種屬於較大型的寄居蟹，在潮間帶範圍出現的數量及頻度都較低，柄真寄居蟹(*Dardanus pedunculatus*)曾在基翬漁港記錄成群出現，但因為本種活動的範圍較大，每1㎡樣區只能記錄到一兩隻。

(二)、降趨對應分析

將所設置88個樣區之寄居蟹數量，透過八分制級值轉化，經降趨對應分析計算

表**1**. 台灣北部及東南部生物礁海岸潮間帶88個樣區內21種寄居蟹統計表

Table 1. Statistics of hermit crabs collected at 88 sampling plots in the tidal zones of northern and southeastern coasts of Taiwan from 2016 to 2018

中文名	學名	出現樣區數	出現個體數	平均1 m^2 樣區出現個體數
珊瑚細螯寄居蟹	*Clibanarius corallinus* (H. Milne Edwards, 1848)	13	28	2.15
藍指細螯寄居蟹	*Clibanarius englaucus* Ball & Haig, 1972	17	125	7.35
寬胸細螯寄居蟹	*Clibanarius eurysternus* (Hilgendorf, 1879)	2	4	2.00
矮小細螯寄居蟹	*Clibanarius humilis* Dana, 1852	13	62	4.77
長趾細螯寄居蟹	*Clibanarius longitarsus* (De Haan, 1849)	3	5	1.67
條紋細螯寄居蟹	*Clibanarius striolatus* Dana, 1852	4	7	1.75
綠色細螯寄居蟹	*Clibanarius virescens* (Krauss, 1843)	30	2018	67.27
秀麗硬殼寄居蟹	*Calcinus elegans* (H. Milne Edwards, 1836)	3	4	1.33
蓋氏硬殼寄居蟹	*Calcinus gaimardii* (H. Milne Edwards, 1848)	6	12	2.00
光掌硬殼寄居蟹	*Calcinus laevimanus* (Randall, 1840)	35	123	3.51
隱伏硬殼寄居蟹	*Calcinus latens* (Randall, 1840)	12	43	3.58
摩氏硬殼寄居蟹	*Calcinus morgani* Rahayu & Forest, 1999	13	44	3.38
瓦氏硬殼寄居蟹	*Calcinus vachoni* Forest, 1958	3	19	6.33
線斑真寄居蟹	*Dardanus guttatus* (Olivier, 1811)	3	3	1.00
畸形真寄居蟹	*Dardanus deformis* (H. Milne Edwards, 1836)	1	1	1.00
柄真寄居蟹	*Dardanus pedunculatus* (Herbst, 1804)	2	3	1.50
毛足真寄居蟹	*Dardanus lagopodes* (Forskål, 1775)	2	2	1.00
閃光活額寄居蟹	*Diogenes nitidimanus* Terao, 1913	2	15	7.50
窄小寄居蟹	*Pagurus angustus* (Stimpson, 1858)	12	98	8.17
庫卡寄居蟹	*Pagurus kulkarnii* Sankolli, 1962	13	1776	136.62
小型寄居蟹	*Pagurus minutus* Hess, 1865	3	15	5.00

21種寄居蟹群集變異方向，據此分析群集現象。

變異軸之值依次遞減(表2)，第1軸之特徵值0.928，第2軸為0.542，前兩軸之變異程度18%(表3)，由降趨對應分析所計算的分數(score)繪出第1軸與第2軸的分布序列圖(圖2、圖3)。

由物種分布序列圖之軸長可看出第1軸之軸長達12(圖2)，軸長大於4 SD時，組成物種會完全轉換，表示樣區之組成物種已經轉換3次。換言之，所有樣區環境梯度對應物種群集之變異約有3次完全轉換。

檢視物種分布序列圖(圖2)第一軸的最左邊為閃光活額寄居蟹(*Diogenes*

nitidimanus)，最右邊為柄真寄居蟹，閃光活額寄居蟹出現於藻礁區的積沙處，而柄真寄居蟹常棲息於清澈海水的亞潮帶，偶而進入潮間帶的潮池中。

表**2**. 降趨對應分析21種寄居蟹數量八分制級值在前3軸之序列分數

Table 2. Ordination corresponding to the octave values along the first 3 DCA axes for the 21 hermit crab species collected at 88 sampling plots

中文名	Axis 1	Axis 2	Axis 3
珊瑚細螯寄居蟹	7.043	2.744	2.123
藍指細螯寄居蟹	5.596	3.27	1.963
寬胸細螯寄居蟹	6.896	2.965	0.641
矮小細螯寄居蟹	6.37	4.319	1.613
長趾細螯寄居蟹	2.36	1.761	-0.259
條紋細螯寄居蟹	0.695	2.399	3.243
綠色細螯寄居蟹	3.822	2.046	1.784
秀麗硬殼寄居蟹	7.454	3.236	1.401
蓋氏硬殼寄居蟹	9.947	1.394	2.343
光掌硬殼寄居蟹	5.26	0.802	2.235
隱伏硬殼寄居蟹	8.592	1.877	2.277
摩氏硬殼寄居蟹	7.638	2.366	1.333
瓦氏硬殼寄居蟹	9.391	2.882	0.505
線斑真寄居蟹	7.227	-0.239	2.051
畸形真寄居蟹	8.02	-0.045	2.646
柄真寄居蟹	11.254	2.128	1.799
毛足真寄居蟹	6.831	-0.678	1.682
閃光活額寄居蟹	-0.463	2.121	0.969
窄小寄居蟹	2.713	2.493	4.045
庫卡寄居蟹	1.489	1.965	0.259
小型寄居蟹	3.763	2.483	-0.444

再對應圖3樣區分佈序列圖，第一軸的最左邊以桃園市觀音區大潭藻礁的樣區為主，另有麟山鼻、員山子分洪道兩處海岸各一個樣區，以庫卡寄居蟹為主要優勢種；第一軸的最右邊包括台東縣成功鎮的基翬漁港以及卑南鄉的杉原，這兩處都有出現真寄居蟹屬的物種，隱伏硬殼寄居蟹(*Calcinus latens*)為主要優勢種。

檢視圖3第一軸兩端，最左邊以桃園市觀音區大潭藻礁的樣區為主，這些樣區海水含沙量偏高，相對最右邊台東縣成功鎮的基翬漁港以及卑南鄉的杉原，這兩處海水都很清澈。

對應比較物種及樣區分佈序列圖(圖2、圖3)，綠色細螯寄居蟹為北海岸主要優勢種，在分佈序列圖第一軸中間偏左；光掌硬殼寄居蟹普遍分布於北海岸及東海岸，在分佈序列圖第一軸中間偏右。

(三)、群團分析

瞭解物種組成趨勢後，再依據群團分

表**3**. 降趨對應分析88個樣區21種寄居蟹數量前3軸之特徵值

Table 3. DCA eigen-values on the first three axes corresponding to the octave values for the 21 hermit crab species collected at 88 sampling plots

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalues	0.928	0.542	0.43
Percentage	11.367	6.642	5.268
Cumulative Percenta	11.367	18.009	23.278

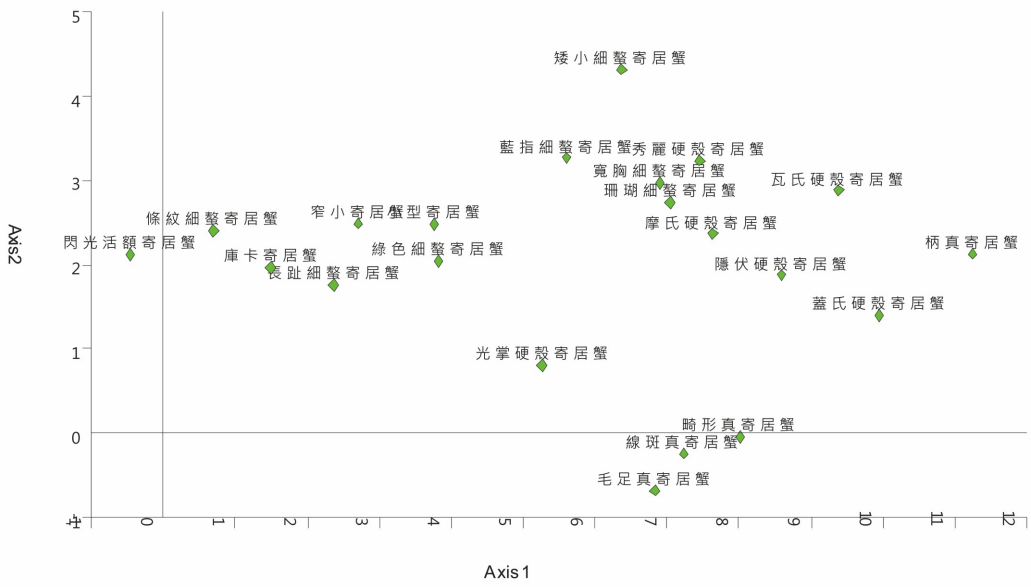

圖**2**. 降趨對應分析21種寄居蟹在第1軸及第2軸之分布序列圖。

Fig. 2. Ordination of 21 hermit crab species along the first two DCA axes.

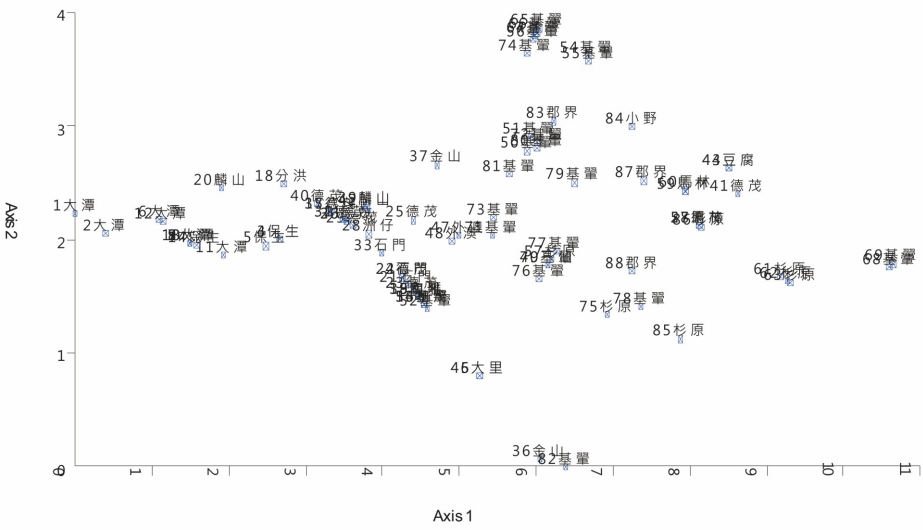

圖**3**. 降趨對應分析88個樣區在第1軸及第2軸之分布序列圖。

Fig. 3. Ordination of 88 sampling plots along the first two DCA axes.

析所繪出之物種樹形圖(圖4)及樣區樹形圖(圖5)，將物種或樣區分群，進行群集分類。兩個樹形圖都在相似性趨近於0的值才進行最後一次的連結，前文敘及分佈序列圖第一軸長達12，所以有三次的轉換，對應樹形圖也可以歸納出三個群型。

由物種樹形圖可以看出第1群有閃光活額寄居蟹、條紋細螯寄居蟹(*Cl. striolatus*)、庫卡寄居蟹、長趾細螯寄居蟹(*Cl. longitarsus*)等4種，在相似性趨近於0的值才與另一群連結(圖4)。

第2群線斑真寄居蟹(*D. guttatus*)、畸形真寄居蟹(*D. deformis*)、柄真寄居蟹、毛足真寄居蟹(*D. lagopodes*)都是比較大型的寄居蟹，主要分佈在亞潮帶，只在最大退潮的時候會出現在潮間帶的範圍內。

第3群的物種則是普遍出現在北海岸的東側延伸到宜蘭、台東海域。

再參考物種相似性矩陣(similarity matrix)(表4)，隱伏硬殼寄居蟹和摩氏硬殼寄居蟹(*Ca. morgani*)的相似性最高，達到61.5，其次是藍指細螯寄居蟹(*Cl. englaucus*)和矮小細螯寄居蟹(*Cl. humilis*)，相似性為52.7。

檢視群團分析之樣區樹形圖若在相似度大約為6的地方連結，可分為3群(圖5)，樣區連結呈現出西北海岸桃園市觀音區的大潭、保生藻礁2處的14樣區，率先連結成

表4. 分析88個樣區中21種寄居蟹數量之物種相似性矩陣

Table 4. Similarity matrix of the 21 hermit crab species collected at 88 sampling plots.

珊瑚細螯寄居蟹	100																				
藍指細螯寄居蟹	17	100																			
寬胸細螯寄居蟹	13	19	100																		
矮小細螯寄居蟹	21	53	12	100																	
長趾細螯寄居蟹	0	0	0	0	100																
條紋細螯寄居蟹	0	0	0	0	0	100															
綠色細螯寄居蟹	0	14	0	0	3.8	0	100														
秀麗硬殼寄居蟹	14	0	0	0	0	0	0	100													
蓋氏硬殼寄居蟹	9.7	0	0	0	0	0	0	0	100												
光掌硬殼寄居蟹	32	33	9.7	18	0	0	39	0	4.6	100											
隱伏硬殼寄居蟹	0	0	0	0	0	0	0	21	32	8.5	100										
摩氏硬殼寄居蟹	19	5.9	12	0	0	0	0	20	8.2	11	62	100									
瓦氏硬殼寄居蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	36	100								
線斑真寄居蟹	10	0	0	0	0	0	0	0	18	9.5	10	20	0	100							
畸形真寄居蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	0	48	100						
柄真寄居蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	100					
毛足真寄居蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	41	0	0	100				
閃光活額寄居蟹	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100			
窄小寄居蟹	0	4.9	0	0	0	13	29	0	0	6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	100		
庫卡寄居蟹	0	0	0	0	22	22	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	100	
小型寄居蟹	0	0	0	0	0	0	15	0	0	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	100
	珊瑚	藍指	寬胸	矮小	長趾	條紋	綠色	秀麗	蓋氏	光掌	隱伏	摩氏	瓦氏	線斑	畸形	柄真	毛足	閃光	窄小	庫卡	小型

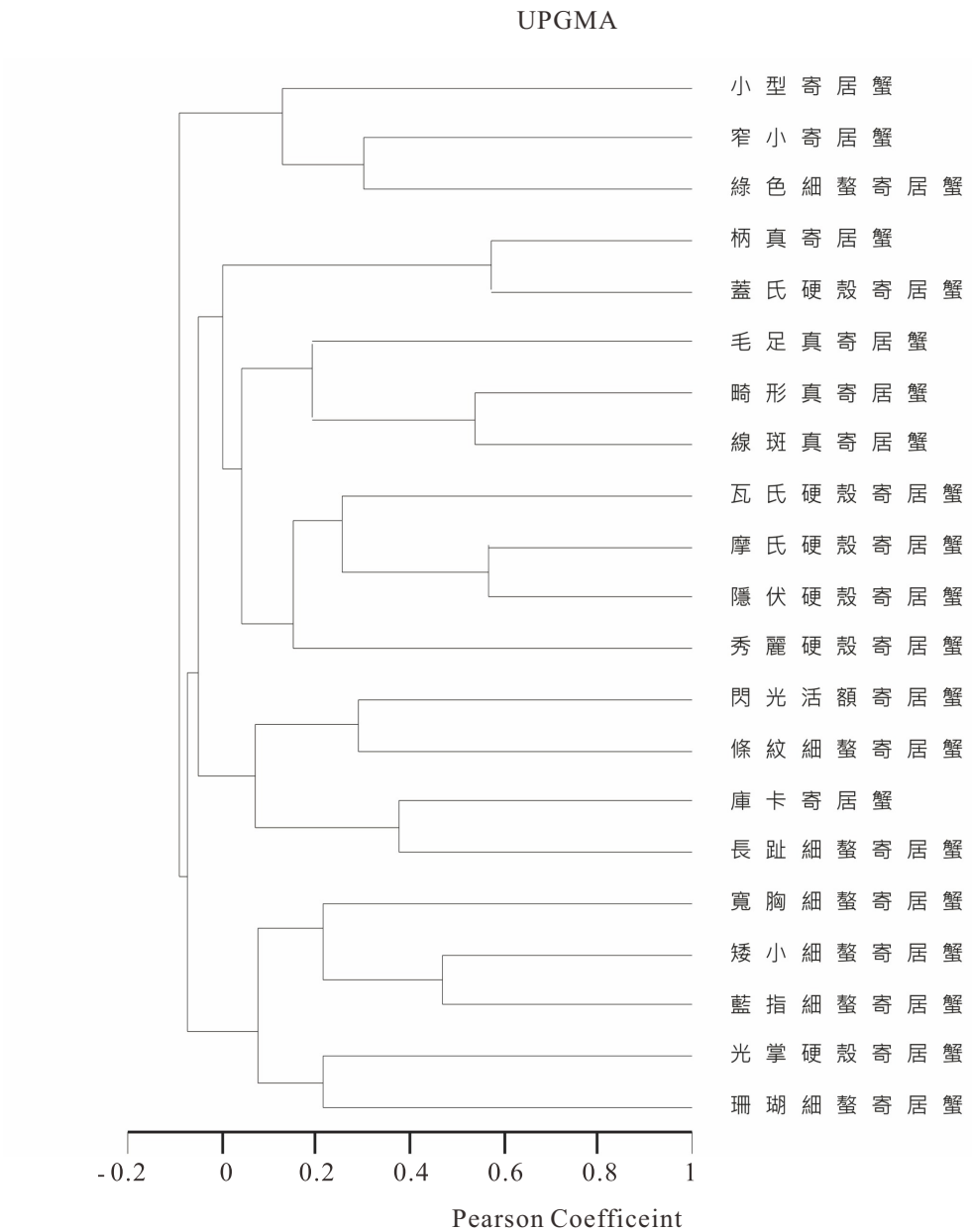

圖**4**. 群團分析21 種寄居蟹之相似性所繪樹形圖。

Fig. 4. A dendrogram showing similarity of 21 hermit crab species at 88 sampling plots.

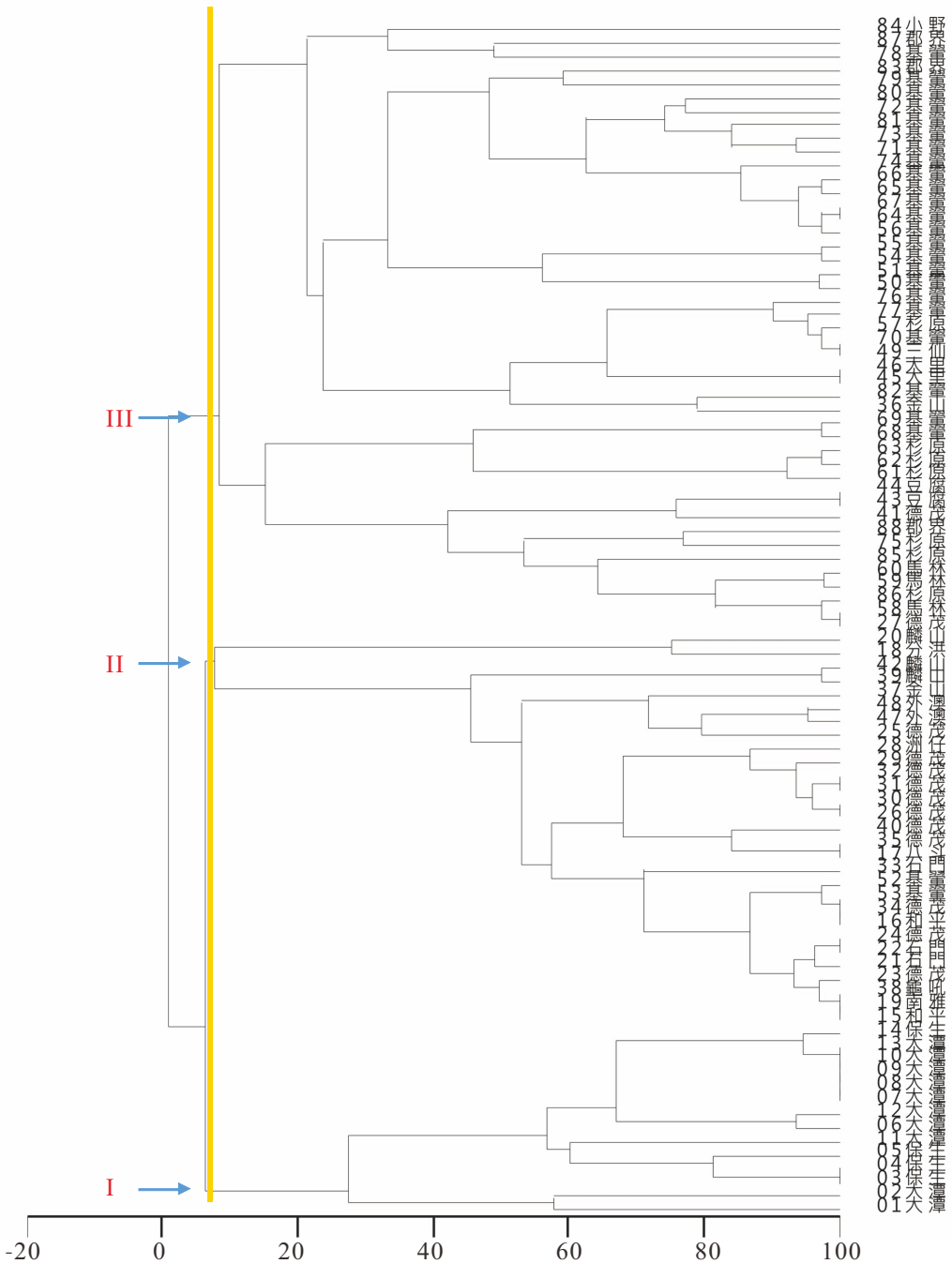

圖**5**. 群團分析88個樣區之相似性所繪樹形圖。

Fig. 5. A dendrogram showing similarity of 21 hermit crab species at 88 sampling plots.

為一群，本群可代表西北海岸。圖5顯示，北海岸包括新北市淡水區洲仔灣、石門區的麟山鼻、德茂、石門洞、金山區的水尾漁港、萬里區的龜吼、瑞芳區的員山分洪口、南雅及基隆市的和平島、八斗子等10處22樣區，以及宜蘭頭城鎮的外澳2樣區和台東縣成功鎮的基翬漁港2樣區，共12處29樣區連結成為一群，本群可代表北海岸。另外，宜蘭和台東多數樣區合併為一群(圖5)，其中夾雜北海岸石門區的德茂2樣區、金山區的水尾漁港的1樣區，共8處45樣區，本群可代表東海岸。上述西北海岸和以北海岸為主的這兩群再合併為一群，最後與東海岸合併為一群(圖5)。

檢視樣區分布序列圖(圖3)及樣區樹形圖(圖5)呈現寄居蟹群集分析結果，樣區樹形圖以相似度6分為3群(圖5)，西北海岸桃園市觀音區的大潭、保生的樣區為第1群，大部分北海岸的樣區為第2群，東南海岸台東和東北海岸宜蘭為第3群，樣區分佈序列圖(圖3)上也是相同的趨勢，在軸的左邊為桃園藻礁的樣區，右邊為台東和宜蘭海岸的樣區。

二、寄居蟹群集類型描述及其共棲優勢種或特徵種列舉

根據樣區間及物種間之相關趨勢，再參考群團分析之相似性分析結果(圖5)，寄居蟹群集分類共區分出3個群集，可識別出各群集物種組成之優勢種或特徵種。

(一)、庫卡寄居蟹群集型(*Pagurus kulkarnii* community type)

第I個群集主要的優勢種是庫卡寄居蟹，命名為庫卡寄居蟹群集型，其樣區是桃園觀音保生及大潭藻礁，可代表西北部海岸，樣區與海岸高潮線之距離300-500 m，海水混濁，能見度小於30 cm，含砂量高，於高潮線形成沙丘。本群集退潮時段庫卡寄居蟹會逐漸群聚(assemble)達數百隻，積沙處有閃光活額寄居蟹，偶見體型稍大的條紋細螯寄居蟹或長趾細螯寄居蟹，本群集無硬殼寄居蟹出現。本群集的棲地中常見的藻類有紅藻門(Rhodophyta)的殼狀珊瑚藻(crustose coralline algae)、小杉藻(*Chondracanthus intermedius*)、縱胞藻(*Centroceras* sp.)、沙菜(*Hypnea* sp.)，常見的共棲動物有刺胞動物門(Cnidaria)的柴山多杯孔珊瑚(*Polycyanthus chiashanensis*)，棘皮動物門(Echinodermata)的黑囊皮參(*Stolus buccalis*)、花冠海燕(*Asterina coronata*)，環節動物門(Annelida)的襟首葉蠍蟲(*Amphitrite lobocephala*)，軟體動物門(Mollusca)的美珠翼法螺(*Gyrineum natator*)、焦黃峨螺(*Pollia fumosus*)、蚵岩螺(*Thais clavigera*)、結螺(*Morula granulata*)、珠螺(*Lunella coronata*)、黑千手螺(*Chicoreus brunneus*)，節肢動物門(Arthropoda)的兇猛酋婦蟹(*Eriphia ferox*)、少刺短槳蟹(*Thalamita danae*)、正直愛潔蟹(*Atergatis integerrimus*)、勝利黎明蟹(*Matuta victor*)、黑點綠蟹(*Chlorodiella nigra*)、小型小相手蟹(*Nanosesarma minutum*)等。

(二)、綠色細螯寄居蟹群集型(*Clibanarius virescens* community type)

第II個群集以綠色細螯寄居蟹為優勢，命名為綠色細螯寄居蟹群集型，其樣區為北

海岸，淡水區洲仔灣、三芝區的淺水灣、石門區的麟山鼻、德茂、石門洞、金山區的水尾漁港、萬里區的龜吼等，可代表北海岸，樣區與海岸高潮線之距離30-150 m，海水能見度介於30-100 cm，含砂量中等，於高潮線偶有珊瑚碎屑，偶見積沙成小丘。本群集於退潮時段亦有群聚成團現象，以綠色細螯寄居蟹為主，窄小寄居蟹混棲其間，本群集有硬殼寄居蟹出現，種類中以光掌硬殼寄居蟹最多，偶見隱伏硬殼寄居蟹、摩氏硬殼寄居蟹、瓦氏硬殼寄居蟹等，北海岸東側記錄到毛足真寄居蟹。本群集的棲地中常見的藻類有紅藻門(Rhodophyta)的石花菜(*Gelidim amansii*)、大邊孢藻(*Marginisporum crassissimum*)、小珊瑚藻(*Corallina pillulifera*)、硬盾果藻(*Carpopeltis maillardii*)，綠藻門(Chlorophyta)的石蓴(*Ulva lactuca*)、牡丹菜(*Ulva conglobata*)，黃藻門(Phaeophyceae)的馬尾藻(*Sargassum* spp.)，常見的共棲動物有刺胞動物門的太平洋菟葵(*Zoanthus pacificus*)、瘤狀菟葵(*Palythoa tubercculosa*)、肉質軟珊瑚(*Sarcophyton* spp.)、四色篷錐海葵(*Entacmaea quadricolor*)，棘皮動物門的蕩皮參(*Holothuria leucospilota*)、非洲異瓜參(*Afrocucumis Africana*)、梅氏長海膽(*Echinometra mathaei*)、刺冠海膽(*Diadema setosum*)、白棘三列海膽(*Tripneustes gratilla*)、花冠海燕，軟體動物門的中華蟹守螺(*Rhinoclavis sinensis*)、海蜷蟹守螺(*Clypeomorus batillariaeformis*)、黑瘤海蜷(*Batillaria sordida*)、栓海蜷(*Cerithidea cingulata* subsp. *cingulata*)、蚵岩螺、結螺、珠螺，節肢動物門的兇猛酋婦蟹、正直愛潔蟹、少刺短槳蟹、黑點綠蟹、小厚紋蟹(*Pachygrapsus minutus*)等。

(三)、線斑真寄居蟹群集型 (*Dardanus guttatus* community type)

第III個群集物種組成沒有明顯優勢種，線斑真寄居蟹為常在潮池發現較大型且醒目的物種，命名為線斑真寄居蟹群集型，其樣區以宜蘭、台東為主，可代表東海岸，樣區與海岸高潮線之距離10-50 m，海水清澈，能見度大於100 cm，含砂量低，於高潮線有珊瑚碎屑，罕見積沙成丘。這種棲地的寄居蟹單位面積內種類繁多，但每種的族群數量相對較少，也很少出現退潮時群聚成團的現象。大退潮時，當潮水退到亞潮帶的深度就會記錄到大型的寄居蟹，如柄真寄居蟹、畸形真寄居蟹、毛足真寄居蟹等。本型可以看到多樣的硬殼寄居蟹，這個群集的寄居蟹螯足及眼柄的色彩鮮豔，主要分佈在珊瑚礁區，分佈在最高潮線的為光掌硬殼寄居蟹，延伸到低潮帶還有隱伏硬殼寄居蟹、摩氏硬殼寄居蟹、蓋氏硬殼寄居蟹(*Ca. gaimardii*)、秀麗硬殼寄居蟹(*Ca. elegans*)等等。常見的細螯寄居蟹種類例如矮小細螯寄居蟹、藍指細螯寄居蟹，單位樣區內常有數十隻的紀錄，是相對優勢的種，其他還有珊瑚細螯寄居蟹(*Cl. corallinus*)、寬胸細螯寄居蟹(*Cl. eurysternus*)等。本群集常見的藻類有紅藻門的白果胞藻(*Tricleocarpa fragilis*)，綠藻門的仙掌藻(*Halimeda opuntia*)、綠毛藻(*Chlorodesmis* spp.)，常見的共棲動物有刺胞動物門的藍珊瑚(*Heliopora coerulea*)、板

枝千孔珊瑚(*Millepora platyphylla*)、腦紋珊瑚(*Platygyra* spp.)、日輪海葵(*Phymanthus buitendijki*)、紫輪參(*Polycheira fusca*)，棘皮動物門的梅氏長海膽、環棘鞭蛇尾(*Ophiomastix annulosa*)，星蟲動物門(Phascolosomatidea)的革囊星蟲(*Phascolosoma* sp.)，軟體動物門的銀口蠑螺(*Turbo setosus*)、斑馬峨螺(*Enzinopsis zepa*)、斑芋螺(*Conus ebraeus*)、小斑芋螺(*Conus chaldeus*)、紫霞芋螺(*Conus flamvidus*)，節肢動物門的光手酋婦蟹(*Eriphia sebana*)、粗糙酋婦蟹(*Eriphia scabricula*)、環紋金沙蟹(*Lydia annulipes*)、絨毛仿銀杏蟹(*Actaeodes tomentosus*)、底棲短槳蟹(*Thalamita prymna*)、小厚纹蟹、褶痕厚紋蟹(*Pachygrapsus plicatus*)、大指蝦蛄(*Gondactylus chiragra*)等。

三、各寄居蟹群集型之棲地生態與環境特性探討

本研究進入分析的樣區資料皆採集自硬底質海岸，沒有沙泥灘地的樣區，在棲地的差異性較小。因此在群團分析所繪樣區樹形圖上可以看出(圖5)，在地理位置上有明顯的區隔，若區分三個群集，第一個群集代表的是台灣西北海岸，包括桃園觀音的保生、大潭；第二個群集代表的是北海岸，包括新北市的淡水、三芝、石門、金山、萬里、瑞芳，以及基隆市和宜蘭的外澳；第三個群集代表的是東海岸，包括宜蘭的大里、豆腐岬及台東的三仙台、基翬、郡界、杉原、小野柳海岸和部分北海岸的樣區。第一個群集和第二個群集連結主要是麟山鼻及員山子分洪口的樣區，第三個群集的樣區距離非常的遠，但仍然合併為一，以下可針對各寄居蟹群集型之棲地生態與環境特性分別探討。

(一)、各群集型之寄居蟹退潮時群聚成團習性

台灣西岸可以看到大群寄居蟹的地方，主要是在桃園藻礁海岸，退潮時段，庫卡寄居蟹會逐漸群聚，並蟄伏在殼內，等待下次潮水漲上來之後再開始活動。每個成團群聚的種類單純，常呈單種群聚，單團族群數量常達數百隻，因潮間帶範圍廣闊，沿著低潮線可記錄上萬隻。北海岸的寄居蟹於退潮時段亦會群聚，以綠色細螯寄居蟹為優勢，這種寄居蟹跨台灣西北海岸到東南海岸都會出現，只是北海岸的數量最多，東南海岸數量較少。綠色細螯寄居蟹單種單團族群數量亦可達數百隻，因潮間帶範圍較窄，沿著低潮線最多可記錄上千隻。上述群聚成團的習性在東海岸極為罕見，有此習性者如藍指細螯寄居蟹及矮小細螯寄居蟹，但單團族群數量僅有數十隻，其餘種類罕見群聚成團，潮間帶範圍單一樣區出現數量皆少於十隻。

(二)、各群集型之造礁生物及礁體結構差異

本研究針對硬底質海岸，依據緯度區分為台灣北部海岸及台灣東南部海岸(圖1)，緯度較低歸為台灣東南部，主要為台東珊瑚礁地形，緯度較高，在地理分區歸為台灣北部，依據前述寄居蟹群集型，北海岸尚可再分2段，因此台灣北部海岸依照地形地質可細分為4個不同的區域，包括：1.西北海岸：桃園觀音藻礁地形、2.北海岸西段：富貴角以西至淡水河口的珊瑚礁夾雜藻礁地形、3.北海岸東段：富貴角以東至

南雅海岸的岩石地形、4.東北海岸：宜蘭岩石地形。東北海岸的宜蘭與東南海岸的台東寄居蟹群集型相似，可併稱為東海岸，以珊瑚礁地形為主。

整體來看，西北海岸桃園保生及大潭藻礁海岸共棲生物與北海岸東段、東北海岸及東南海岸的物種很少重複，調查發現殼狀珊瑚藻的種類及數量也大為不同，桃園海岸不僅殼狀珊瑚藻的數量龐大，也是主要的造礁物種，其中還有數種尚未發表的世界新屬、新種(陳和劉2017, Liu et al. 2018)，且目前於整個北海岸及東海岸皆尚未記錄到。

就礁體而言，造礁生物的種類不同，礁體的結構也不同，桃園藻礁以殼狀珊瑚藻為主要的造礁生物，雖然有不同的殼狀珊瑚藻，但是藻礁結構仍然以層層堆疊為主，形成的平坦狀岩層，地質學亦或稱為生物層(biostrome)(Cumings 1932, Kershaw 1994)，礁體較為鬆散。平坦狀礁體造成大面積微棲地相似的環境，因此寄居蟹種類單純，族群數量大，寄居蟹屬的物種為主要優勢。海水的含沙量高，礁體間的潮池底部經常積沙，因此會出現屬於沙岸的生物種類。

北海岸東側到宜蘭之岩石海岸，潮間帶狹小，生物造礁的體積比例非常低，寄居蟹族群數不高。特別是宜蘭頭城鎮大里海岸，為大面積的海蝕平台，潮間帶的範圍多為岩石；蘇澳鎮的豆腐岬雖然為海灣地形，但是高程落差大，潮間帶的面積極為狹小，只有頭城鎮外澳地區的積沙較多，潮間帶可看到早期殼狀珊瑚藻所遺留下來的藻礁，但體積極小。北海岸東段包括新北市金山區的水尾漁港、萬里區的龜吼、南雅及基隆市的和平島、八斗子，取樣點皆為內凹的海灣地形，但潮間帶的範圍亦多岩石，僅有少數珊瑚群聚，只有瑞芳區的員山分洪口因有積沙，可見殼狀珊瑚藻群聚，但未見累積成礁，寄居蟹族群數不高。

北海岸西側相對東側潮間帶面積略廣，礁體的形態介於生物層與生物礁之間，大量安山岩夾雜其間，造礁生物仍以珊瑚為主，以礁體體積而言，珊瑚比例超過7成以上，地理位置上與桃園最接近，屬於藻礁過度到珊瑚礁的地形，但桃園的硬底質是古石門溪的卵礫石，完全被藻礁的礁體覆蓋，北海岸的安山岩基部有生物礁包圍生長，低潮時安山岩是突出於海平面，因此屬於岩岸的生物種類較桃園高。

東南海岸以石珊瑚為主要的造礁生物，群聚的珊瑚形成的共骨，形成珊瑚礁，外觀為丘狀岩層，地質學亦或稱為生物礁(bioherm) (Cumings 1932, Kershaw 1994)以與前述平坦狀岩層的生物層區別。台東縣成功鎮的三仙台、馬林坪、基翬漁港和台東市的小野柳等地，潮間帶幾無積沙，為典型的礁岩海岸，僅卑南鄉的杉原、東河鄉的郡界屬於略為積沙的海岸，潮間帶的寬度亦較寬。東南海岸的珊瑚礁的礁體結構比較堅硬，珊瑚種類繁多，形成各種不同的微棲地，多屬於礁岩海岸的生物，寄居蟹物種多樣性高，可記錄多種硬殼寄居蟹和細螯寄居蟹，以及體型比較大的真寄居蟹屬物種，但是單位面積族群數量小。

(三)、各群集型之共棲物種差異

北海岸若以富貴角為界，北海岸西側的共棲物種和桃園地區的比較接近，北海

岸東側的共棲物種和宜蘭、台東類似，但因為優勢的綠色細螯寄居蟹數量，仍然讓北海岸的樣區獨立歸為一群。北海岸非常優勢的光掌硬殼寄居蟹，在東海岸的高潮線數量也很多，東海岸的多數物種在北海岸的東側也都會偶爾出現，推測北海岸東側的樣區若再增加共棲動物的資料，則群團分析的結果可能會有所不同，大部分的生物類群會與東海岸部分連結，但仍有少數類群會和西北海岸連結。例如兇猛酋婦蟹主要分佈在澎湖往北苗栗、桃園、北海岸到宜蘭，在大潭藻礁之族群數量達數十萬隻(林和劉2018)，其族群在世界上佔有重要的生態地位，光手酋婦蟹則分佈在台東(張簡等2016)往南墾丁至小琉球海岸，兩種罕見重疊共棲的情況。

桃園藻礁累積海岸線長度達27 km，然桃園海岸的污染相當嚴重，特別在觀音工業區和大園工業區外圍的海岸(劉2017b)，但在觀音南段的保生及大潭海岸，仍然保有生長狀況良好的藻礁地形(劉2013)，因此雖累積多年的調查資料，多數地點並未有穩定的寄居蟹族群紀錄，僅有保生、大潭藻礁資料進入分析。本研究在大潭海岸發現庫卡寄居蟹的族群數量很大，與北部和東海岸的物種明確區隔。

大潭海岸的含沙量遠高於北海岸、宜蘭海岸和東海岸，庫卡寄居蟹是可以忍耐海水濁度的物種，同樣可以耐含砂量高的珊瑚--柴山多杯孔珊瑚，與庫卡寄居蟹的棲地大致重疊，被列為大潭藻礁的特徵種。這種珊瑚曾經被認為僅存於高雄柴山化石珊瑚礁海岸，行政院農業委員會106年3月29日公告列為台灣的瀕臨絕種野生動物石珊瑚(行政院2017)，發現的模式地點已經遭受破壞，在大潭藻礁海岸族群數已遠高於模式地(陳2018)，北海岸及東海岸都沒記錄到，可確認臺灣西北海岸藻礁的生態價值。

結論

本研究依據緯度區分為北部海岸及東南部海岸，北部海岸依照地形、地質可細分為4個不同的區域，從富貴角以東的海岸延伸到宜蘭，寄居蟹的群聚組成與東南海岸較為相似，單一樣區內物種多樣性高，沒有主要的優勢種。富貴角以西的海岸以綠色細螯寄居蟹為優勢，單一樣區內物種多樣性降低，延伸到西北部的桃園海岸成為庫卡寄居蟹優勢，單一樣區內物種多樣性更低，但族群數倍增。

桃園海岸有向外延伸的大陸棚，退潮時露出來的礁體面積非常的遼闊，垂直海岸線向外達數百公尺，低潮線的範圍也較為寬廣，相對於北海岸及東海岸的潮間帶，退潮時露出的範圍大約數十公尺。庫卡寄居蟹的族群主要集中在桃園大潭海岸，再加上大潭藻礁的特徵種--柴山多杯孔珊瑚，確認這個生態系與北海岸東海岸有極大的不同，可證實桃園大潭藻礁的獨特性與珍貴性。

參考文獻

Cumings, E. R. 1932. Reefs or bioherms? Geological Society of America Bulletin. Vol.43, pp. 331-352.

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 Vol.42, pp. 47-58.

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

Liou CY, Yang SY, Chen CA. 2017. Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. Coral Reefs. DOI 10.1007/s00338-017-1619-0

Liu L C, Lin S M, Caragnano A, Payri C. 2018. Species diversity and molecular phylogeny of non-geniculate corallinealgae (Corallinophycidae, Rhodophyta) from Taoyuan algal reefs in northern Taiwan, including *Crustaphytum* gen. nov. and three new species. Journal of Applied Phycology. Vol.30, no.6, pp. 3455-3469 (online in advance)

McLaughlin, Patsy A., Rahayu, Dwi Listyo, Komai, Tomoyuki, Chan, Tin-Yam. 2007. A catalog of the hermit crabs (Paguroidea) of Taiwan. National Taiwan Ocean University, Keelung City, Taiwan, 365p.

Shih, H.-T. and H.-P. Yu 1995 New records of *Calcinus* hermit crabs (Decapoda: Anomura: Diogenidae) from Taiwan. Zoological Studies. vol.34, no.4, pp.241-247.

Shih, H.-T. and Sin-Che Lee. 1997. Identity of two hermit crabs, *Calcinus vachoni* Forest, 1958, and *Calcinus seurati* Forest, 1951 , from the coral reefs of Taiwan (Crustacea: Decapoda: Anomura). Journal of Taiwan Museum. vol.50, no.1, pp.21-31.

Shih, H.-T. and H.-K. Mok. 2000a. Utilization of shell resource by hermit crabs, *Calcinus latens* and *Calcinus gaimardii*, at Kenting, southern Taiwan. Journal of Crustacean Biology. vol.20, no.4, pp.786-795.

Shih, H.-T. and H.-K. Mok. 2000b. Utilization of shell resource by hermit crabs, *Calcinus latens* and *Calcinus gaimardii*, at Kenting, southern Taiwan. Journal of Crustacean Biology. vol.20, no.4, pp.786-795.

Kershaw, S. 1994. Classification and Geological Significance of Biostromes. Facies Vol.31, pp. 81-91, London

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and Measurement of Species Diversity. Taxon, Vol.21, pp. 213-251.

王士偉。1997。找礁.藻礁.找藻礁。國立自然科學博物館館訊275:1-8。

許民陽。2002。臺灣西北海岸的藻礁，地質31(1):64-73。

洪奕星、沈淑敏、王士偉。2017。臺灣海岸的特徵與分類。臺灣博物季刊第134期36(2):74-79。

王士偉、戴昌鳳、謝凱旋。2008。桃園地區全新世礁灰岩之地質調查，第5屆臺灣地層研討會論文集，150頁。

行政院農業委員會。2017。保育類野生動物名錄。106年3月29日公告。

林惠真、劉烘昌。2018。觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業與蟹類多樣性的關係。行政院農業委員會林務局107年度農村再生基金計畫。「藻」回南桃園的里山海：南桃園藻礁水圈環境-生態對社區生活產業的影響。

施習德。1998。台灣的硬殼寄居蟹。台灣博物p.82-94。

陳品辰、劉少倫。2017。神秘藻礁建築團隊－殼狀珊瑚藻的多樣性與生態。科學月刊48: 700-705。

陳昭倫。2018。觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究。行政院農業委員會林務局107年度農村再生基金計畫。「藻」回南桃園的里山海：南桃園藻礁水圈環境-生態對社區生活產業的影響。

張簡琳玟、許再文、劉靜榆、何平合。2016。東部海岸國家風景區南段陸域生態資源調查計畫結案報告書。交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處，128頁。

劉少倫。2018。白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料。行政院農業委員會林務局107年度農村再生基金計畫。「藻」回南桃園的里山海：南桃園藻礁水圈環境-生態對社區生活產業的影響。

劉靜榆。2013。珍愛桃園藻礁。行政院農委會特有生物研究保育中心，231頁。

劉靜榆。2017a。全球稀有的大面積藻礁地形－桃園藻礁生態特性與保育。科學月刊，48：680-687。

劉靜榆。2017b。臺灣西北部藻礁海岸重金屬污染分析。台灣生物多樣性研究19(1): 49-95。