

101 年 1 月至 102 年 11 月

小琉球潮間帶生態調查與監測

## 101 年 1 月至 102 年 11 月小琉球潮間帶生態調查與監測

一、調查方法中物種的調查-----	1
二、生物族群的監測與生態習性調查-----	2
三、101 年 1-7 月小琉球潮間帶動物相物種調查結果-----	2
四、101 年下半年 8 至 10 月針對小琉球潮間帶動物相物種調查結果--	5
五、100 年至 102 年小琉球潮間帶動物相物種調查結果彙整-----	6
六、潮間帶監測結果分析-----	7

## 101 年 1 月至 102 年 11 月小琉球潮間帶生態調查

海岸地區目前已成為世界上熱門的休閒活動場域，大量的遊客湧向海邊、沙灘和潮間帶，甚至較淺的亞潮帶，在國內也是一樣的熱門，因此沿岸海域的生態環境更需要加以重視。對於此區域的遊憩資源需要加以調查、監測與保育，以減少遊憩活動對資源的衝擊。本計畫對小琉球沿岸海域的生物資源做深入且完整性的調查，確切補充完整的生物系統分類資料，同時對於沿岸海域生物棲息地中，生物族群全年度變化的監測，瞭解海域環境中生物族群的消長變因。研究樣區所在的潮間帶，漁埕尾、衫福、蛤板灣、肚仔坪、龍蝦洞等五處。目前狀況，以漁埕尾和衫福兩處潮間帶的遊憩可及性最高，遊客可以騎摩托車直接到達，遊客人數最多。蛤板灣潮間帶遊客雖可騎摩托車直接到達，但該處位置略為偏遠，遊客數量其次。要到達肚仔坪潮間帶，遊客必需在公路旁停車走 5 分鐘崎嶇的產業道路，雨季時地面泥濘不利於行走，遊客數量較少。龍蝦洞潮間帶在高位珊瑚礁下，無路到達必需攀岩而下，遊客到達的可及性低，且潮間帶的外緣常佈滿與海岸線垂直的潮溝，有遊憩安全上的隱憂，遊客較少出現，在 5 個潮間帶中遊客數量最少。

### 一、 調查方法中物種的調查：

- (一) 收集、記錄、調查鄉內的沿岸海域生物資源，及已經調查記錄的沿岸海域生物物種資料、生態文獻及相關的資訊等並詳列出生物名錄，以做為往後物種增補的基礎。
- (二) 每週進行 2-3 天的物種調查，沿著海岸邊及潮間帶調查尋找生物種類，在拍照、記錄後如有特殊物種，將比對已有的文獻和資料，並登錄在國際海洋生物分類網站，以確定為小琉球新記錄種、台灣新記錄種或是未命名的新種。
- (三) 調查的種類將建置於小琉球的海洋生物名錄中，未來將整理成完整

的資料庫，並製作物種解說專書。

## 二、 生物族群的監測與生態習性調查

- (一) 以 100cm X 50cm X 15cm 觀察箱消除波浪及反光的干擾(圖 4)，並以每 0.5 公尺逐步進行記錄觀察，每筆記錄為穿越線兩旁 100cm X 50cm 面積內動物個體數。在肚仔坪、衫福、蛤板灣、漁埕尾北側、龍蝦洞五區，共採樣 9 條穿越線，由潮高線起，穿越中潮區到低潮區。採集並計算穿越線兩側 1 公尺內物種及個體數量為監測紀錄範圍；穿越線採用與海岸線垂直作為監測路線，每條穿越線 50 公尺長，除龍蝦洞北側因地形因素，只採樣一條 50 公尺長的穿越線。以遊客數量最少的龍蝦洞樣區為基準值，比較其他樣區之物種種類與族群之差異，以瞭解遊客衝擊對生物資源的影響。
- (二) 選定物種：選定體型大於 2 公分以上之海洋動物為記錄目標。並針對具經濟價物種較大型者另加註記種類、大小和出現的位置。
- (三) 監測時間：每月調查 1 次，每次 3-4 天工作（以最佳觀測潮汐為依據）利用大退潮最低的時段前後 2 小時來做監測。調查從 1 月起至 10 月止）。
- (四) 分析物種的組成利用 Simpson 及 Shannon-Weaver 生物多樣性為指標分析(Shannon and Weaver 1963)，比較各潮間帶的空間差異，也比較不同月份、時間的差異。

## 三、 101 年 1-7 月小琉球潮間帶動物相物種調查結果

- (一) 寄居蟹類紀錄到 2 科 18 種；以活額寄居蟹科的光掌硬殼寄居蟹 *Calcinus laevimanus* 和陸寄居蟹科的灰白陸寄居蟹 *Coenobita rugosus* 為較易發現的物種（附錄十 a）。其中，灰青硬殼寄居蟹 *Calcinus seurati* 是小琉球新紀錄物種。
- (二) 蟹類紀錄到 13 科 62 種；僅以白紋方蟹 *Grapsus albolineatus* 較

容易發現的物種。其中小琉球新紀錄蟹類物種有 10 種，包括：蜘蛛蟹科的紋章藻片蟹 *Huenia heraldica* 及鈍形三角蟹 *Simocarcinus obtusirostris*；方蟹科的方形大額蟹 *Metopograpsus thukuhar*；沙蟹科的平掌沙蟹 *Ocypode cordimanus*；酋婦蟹科的司氏酋婦蟹 *Eriphia smithii*。另外，以下 5 物種也是屬於臺灣新紀錄蟹類物種：玉蟹科的相模栗殼蟹 *Arcania sagamiensis*、美麗核果蟹 *Nucia speciosa*；梭子蟹科的稀齒蟬 *Charybdis paucidentata*；蜘蛛蟹科的印尼擬折額蟹 *Pseudomicippe indonesica*；扇蟹科的呂氏蓋氏蟹 *Gaillardiiellus rueppelli*。(附錄十一 a)。

- (三) 貝類 (腹足綱、雙殼綱、多板綱) 紀錄到 68 科 230 種；以蜆螺科 Neritidae 較優勢，如漁舟蜆螺 *Nerita albicilla*、黑肋蜆螺 *Nerita costata*、玉女蜆螺 *Nerita polita*、白肋蜆螺 *Nerita plicata*。而顆粒玉黍螺 *Nodilittorina pyramidalis*、波紋玉黍螺 *Littorina undulate*、稜結螺 *Cronia margariticola*、結螺 *Morula granulata* 也可為常見物種。另外，小琉球新增貝類物種有 50 種，包括：蜆螺科的翡翠蜆螺 *Smaragdia rangiana*；鐘螺科的花琴鐘螺 *Hybochelus cancellatus orientalis*、細紋鐘螺 *Trochus hanleyanus*；蝾螺科的貓眼蝾螺 *Turbo petholatus*、高腰蝾螺 *Turbo stenogyrus*；棘冠螺科的瘤棘冠螺 *Angaria nodosa*；拳螺科的短拳螺 *Vasum turbinellus*；耳螺科的金黃耳螺 *Melampus uteus*；峨螺科的粗紋峨螺 *Pollia undosa*；珊瑚螺科的粗皮珊瑚螺 *Coralliophila bulbiformis*；骨螺科的光滑雙刃骨螺 *Aspella mauritiana*、玫瑰岩螺 *Drupa rubusidaeus*、台灣岩螺 *Mancinella bufo*、白瘤結螺 *Morulaanaxares*、窗結螺 *Muricodrupa fenestrata*、鐵斑岩螺 *Thais aculeata*；筆螺科的彈頭筆螺 *Pterygia crenulata*、

橄欖球筆螺 *Pterygia nucea*；織紋螺科的疣織紋螺 *Nassarius papillosus*；芋螺科的莫氏芋螺 *Conus moreleti*、黑雲芋螺 *Conus nigropunctatus*、細溝芋螺 *Conus striolatus*、玉女芋螺 *Conus virgo*；鹿眼螺科的纖細鹿眼螺 *Schwartziella gracilis*；旋螺科的紫口旋螺 *Peristernia nassatula*、角赤旋螺 *Pleuroploca trapezium*；蛙螺科的大白蛙螺 *Tutufa bubo*；鳳凰螺科的百肋鳳凰螺 *Strombus labiatus*、小花瓶鳳凰螺 *Strombus microurceus*；法螺科的紅口法螺 *Cymatium muricinum*、金口法螺 *Cymatium nicobaricum*；蟹守螺科的桑甚蟹守螺 *Clypeomorus petrosa*、中廣蟹守螺 *Clypeomorus subbrevicula*；麥螺科的駝背麥螺 *Euplica borealis*；寶螺科的紫口寶螺 *Lyncina carneola*、白星寶螺 *Lyncina vitellus*；海兔螺科的玉兔螺 *Calpurnus verrucosus*；白彫螺科的布紋白彫螺 *Vanikoro cancellata*；蛇螺科的大蛇螺 *Serpulorbis imbricatus*；多彩科的紅邊多彩海蛞蝓 *Glossodoris rufomarginata*；翡翠螺科的綠珠螺 *Smaragdinella calyculata*；柱狀科的布氏葉鰓柱狀海天牛 *Ercolania boodlea*、肯果柱狀海天牛 *Ercolania kencolesi*；圓捲螺科的斑帶圓捲螺 *Volvatella vigourouxi*；魁蛤科的鞋魁蛤 *Arca ventricosa*；狐蛤科的大白狐蛤 *Lima vulgaris*；石鱉科的錦石鱉 *Onithochiton hirasei*。另外，以下 4 物種也是屬於臺灣新紀錄貝類物種：捲管螺科的諾曼捲管螺 *Turris normandavidsoni*；蟹守螺科的亞歷山大蟹守螺 *Cerithium alexandri*；海神鰓科的大西洋海神海蛞蝓 *Glaucus atlanticus*（圖 3）；海扇蛤科的閃爍海扇蛤 *Paschinnites coruscans coruscans*。（附錄十二 a）。

- （四）海膽類紀錄到 7 科 12 種；以梅氏長海膽 *Echinometra mathaei* 和口鰓海膽 *Stomopneustes variolaris* 為優勢物種（附錄十三 a）。

而刻肋海膽科 *Temnopleuridae* 的高腰海膽 *Mespilia globules* 是小琉球新紀錄物種。

(五) 蛇尾類紀錄到 3 科 7 種；以蜈蚣櫛蛇尾 *Ophiocoma scolopendrina* 為優勢物種，而環棘鞭蛇尾 *Ophiomastix annulosa* 和長大刺蛇尾 *Macrophiothrix longipeda* 仍可為易見的物種（附錄十四 a）。

(六) 海參類紀錄到 5 科 14 種；以黑海參 *Holothuria atra* 和黑赤星海參 *Holothuria cinerascens* 為優勢物種，而蕩皮參 *Holothuria leucospilota* 仍可為易見的物種（附錄十五 a）。而指參科 *Chiridotidae* 的硬指參 *Chiridota rigida* 是小琉球新紀錄物種。

(七) 海星類紀錄到 5 科 6 種；數量仍偏少。而海燕科的異形海燕 *Aquilonastra anomala* 是小琉球新紀錄物種。（附錄十六 a）

總計在 101 年 1-7 月調查期間針對小琉球潮間帶動物相物種，共調查小琉球潮間帶生物有 103 科 349 種，其中發現 64 種小琉球新紀錄物種，和 9 種台灣新記錄的新種類。

#### 四、101 年下半年 8 至 10 月針對小琉球潮間帶動物相物種調查結果

(一) 寄居蟹類紀錄到 2 科 12 種；以陸寄居蟹科的灰白陸寄居蟹 *Coenobita rugosus* 為較易發現的物種，其次為活額寄居蟹科的光掌硬殼寄居蟹 *Calcinus laevimanus* 和寬胸細螯寄居蟹 *Clibanarius eurysternus*（附錄十 b）。

(二) 蟹類紀錄到 11 科 36 種；僅有方蟹科 Grapsidae 的白紋方蟹 *Grapsus albolineatus* 較容易發現的物種（附錄十一 b）。

(三) 貝類（腹足綱、雙殼綱、多板綱）紀錄到 43 科 108 種；以蜚螺科 Neritidae 較優勢，如漁舟蜚螺 *Nerita albicilla*、黑肋蜚螺 *Nerita costata*、玉女蜚螺 *Nerita polita*、白肋蜚螺 *Nerita plicata*，和顆粒玉黍螺 *Nodilittorina pyramidalis*。而稜結螺 *Cronia*

*margariticola*、結螺 *Morula granulata* 也可為常見物種。(附錄十二 b)。

- (四) 海膽類紀錄到 4 科 6 種；以長海膽科 Echinometridae 的梅氏長海膽 *Echinometra mathaei* 和口鰓海膽科 Stomopneustidae 的口鰓海膽 *Stomopneustes variolaris* 為優勢物種 (附錄十三 b)。
- (五) 蛇尾類紀錄到 2 科 6 種；以蜈蚣櫛蛇尾 *Ophiocoma scolopendrina* 為優勢物種，而環棘鞭蛇尾 *Ophiomastix annulosa* 和長大刺蛇尾 *Macrophiothrix longipeda* 較為易見的物種 (附錄十四 b)。
- (六) 海參類紀錄到 4 科 10 種；以黑赤星海參 *Holothuria cinerascens* 為優勢物種 (附錄十五 b)。
- (七) 海星類紀錄到 2 科 3 種；數量仍偏少 (附錄十六 b)，而且發現藍指海星 *Linck leavigata* 有受傷現象。

## 五、 100 年至 102 年小琉球潮間帶動物相物種調查結果彙整

自 2011 年到 2013 年在小琉球潮間帶物種調查，共記錄有 165 科 857 種動物，其中以軟體動物門的螺貝類數量最多 727 種，其次為節肢動物門的甲殼類 90 種。動物名錄詳見於表一~表七。

各類動物優種及其組成略述如下：

寄居蟹類有 Coenobitidae 陸寄居蟹科 4 種，以灰白陸寄居蟹 *Coenobita rugosus* 最普遍的種類；Diogenidae 活額寄居蟹科 14 種，以光掌硬殼寄居蟹 *Calcinus laevimanus* 最易辨認的種類。

螃蟹類有 21 科 72 種；其中 Xanthidae 扇蟹科有 19 種最多，次為 Portunidae 梭子蟹科有 12 種，Grapsidae 方蟹科有 7 種；而最普遍的種類有粗糙酋婦蟹 *Eriphia scabricula*、紫地蟹 *Gecarcoidea lalandii*、白紋方蟹 *Grapsus albolineatus*、角眼沙蟹 *Ocypode ceratophthalmus*、火紅皺蟹 *Leptodius exaratus*。

海膽類動物有 7 科 11 種，以冠海膽科 Diadematidae 有 4 種最多種類，而分佈最廣且數量較龐大者有長海膽科 Echinometridae 的梅氏長海膽 *Echinometra mathaei*、口鰓海膽科 Stomopneustidae 的口鰓海膽 *Stomopneustes variolaris*。

蛇尾類動物有 2 科 6 種，以櫛蛇尾科 Ophiocomidae 的蜈蚣櫛蛇尾 *Ophiocoma scolopendrina* 分佈最廣且數量龐大。

海參類動物有 4 科 15 種，以海參科 Holothuriidae 的黑赤星海參 *Holothuria cinerascens*、黑海參 *Holothuria atra*、蕩皮參 *Holothuria leucospilota* 較為常見。

海星類動物有 5 科 8 種，以蛇星科 Ophidiasteridae 的藍指海星 *Linck leavigata* 和瘤海星科 Oreasteridae 的麵包海星 *Culcita novaeguineae* 最引人注目，本類物種在小琉球都不易看到。

螺貝類有已增錄到 727 種（不含頭足類），其中有 21 種是台灣新紀錄物種，且含 4 種世界新物種，即慕溪右錐螺 *Horologica musii*、雀兒右錐螺 *Horologica passerine*、曹氏右錐螺 *Horologica tsaoui* 及羅氏玄珠螺 *Mesophora loi*。

## 六、 潮間帶監測結果分析

在肚仔坪、衫福、蛤板灣、漁埕尾北側、龍蝦洞五區，共採樣 9 條穿越線，由潮高線起，穿越中潮區到低潮區。採集並計算穿越線兩側 1 公尺內物種及個體數量為監測紀錄範圍；穿越線採用與海岸線垂直作為監測路線，每條穿越線 50 公尺長，除龍蝦洞北側因地形因素，只採樣一條 50 公尺長的穿越線。以遊客數量最少的龍蝦洞樣區為基準值，比較其他樣區之物種種類與族群之差異，以瞭解遊客衝擊對生物資源的影響。

### （一） 種類數量

在 5 個主要潮間帶中，種類數量每月間呈現上下振盪的現象，下夏季

以後潮間帶溫度升高，種類數量有下降的趨勢，數量上以杉福和肚子坪較高。杉福潮間帶因遊客大量踩踏，物種間的種內競爭下降，弱勢物種有機會存活，物種數量較多。肚子坪潮間帶的遊憩面積較大，且遊客到達的可及性較差，遊客密度相對較小，物種數量較多族群數量也較高，是目前小琉球潮間帶中生物生存環境中較好的地方。遊客龍蝦洞因為地型的因素，只調查 50 公尺，且較少遊客踩踏，有優勢種生物—蜈蚣櫛蛇尾，生物種類較單調，種類數量也最少。

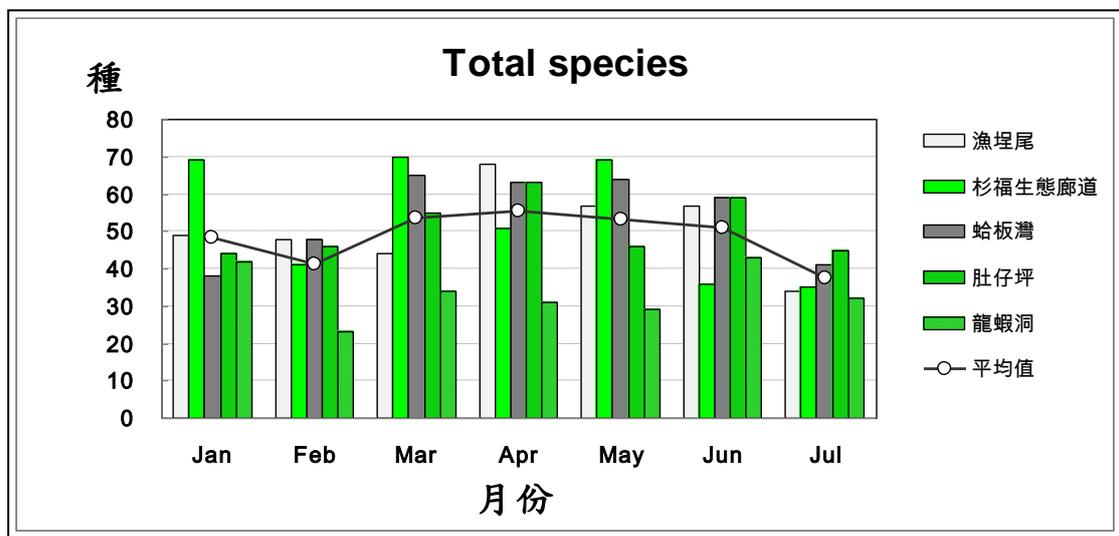


圖 7-1 2012 年 1 月至 7 月小琉球潮間帶生物物種數量每月分布圖

## (二) 族群數量與族群密度

統計 1 到 7 月小琉球潮間帶生物遊群數量，每月呈現上下振盪的現象，但隨著溫度的升高潮間帶族群數量有上升的趨勢，其中以肚子坪的族群數量上升最顯著，族群數量也最高。但是以杉福和漁埕尾潮間帶的族群狀況最差，主要原因為這兩個潮間帶的交通可及性最高，遊客人數最多，遊憩壓力最大，生物被遊客踩踏後大量死亡並消失，族群數量顯著的較其他潮間帶少。

在 5 處主要潮間帶中，每月生物族群密度中以肚子坪最高，每平方公尺內有 107 個生物個體；而以漁埕尾最低，每平方公尺內僅有 4 個個體，

其族群密度已降至肚仔坪族群密度的 1/27。

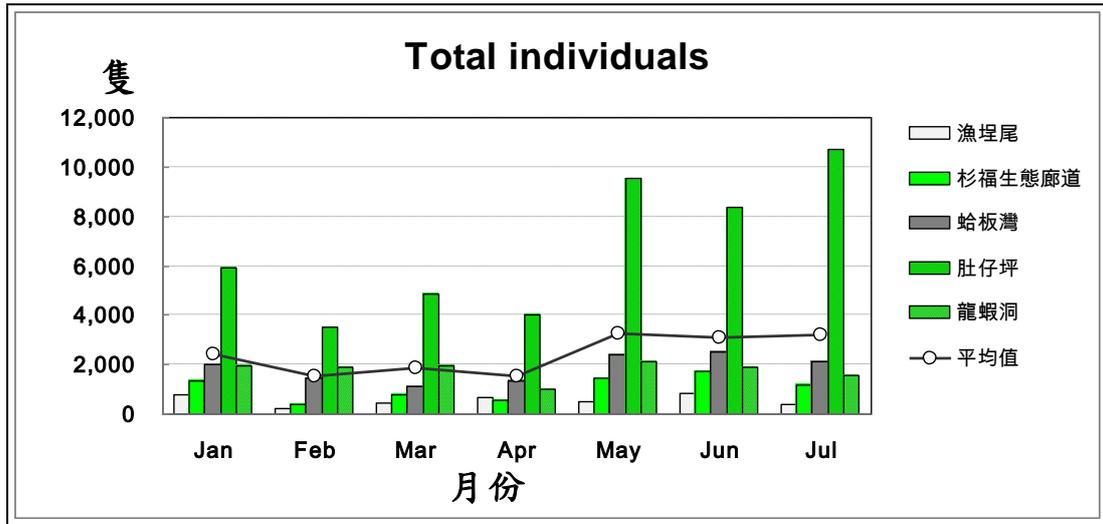


圖 7-2 2012 年 1 月至 7 月小琉球潮間帶每月生物族群數量消長分布狀況

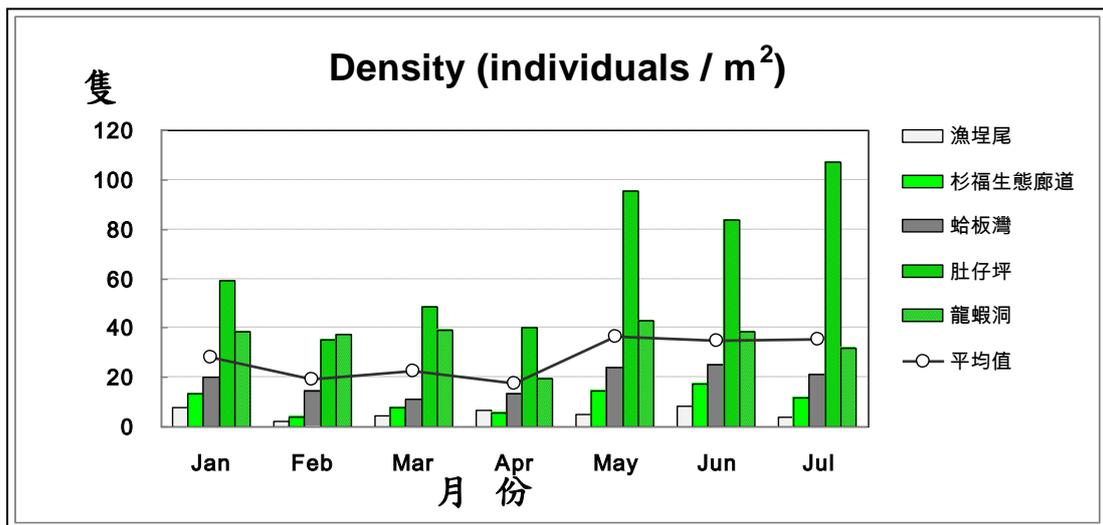


圖 7-3 2012 年 1 月至 7 月小琉球潮間帶每月族群密度消長變化

### (三) 物種豐富度、均勻度和生物多樣性指標

物種豐富度每月呈現上下振動的現象，但隨著每月溫度的升高，潮間帶物種豐富度有下降的現象，其中尤其以漁埕尾潮間帶的物種豐富度下降最為明顯。

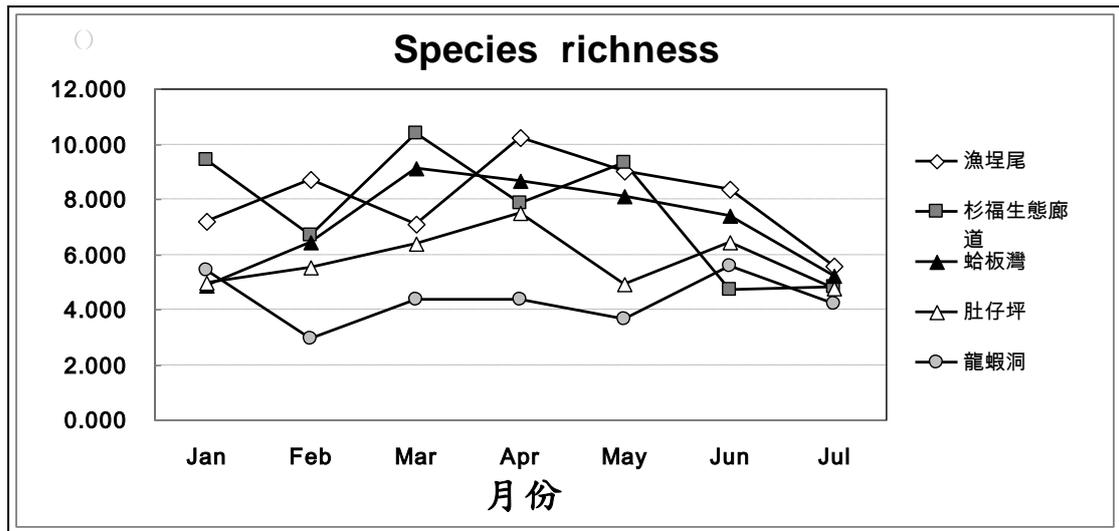


圖 7-4 2012 年 1 至 7 月小琉球潮間帶物種豐富度變化狀況

物種的均勻度在每月間呈現上下振動的穩定狀態，只有龍蝦洞在 4 月份的物種均勻度有明顯的升高，主要的原因是在四月份調查中，最優勢的物種——蜈蚣櫛蛇尾的族群有大量下降的現象，以致均勻度有顯著的上升。

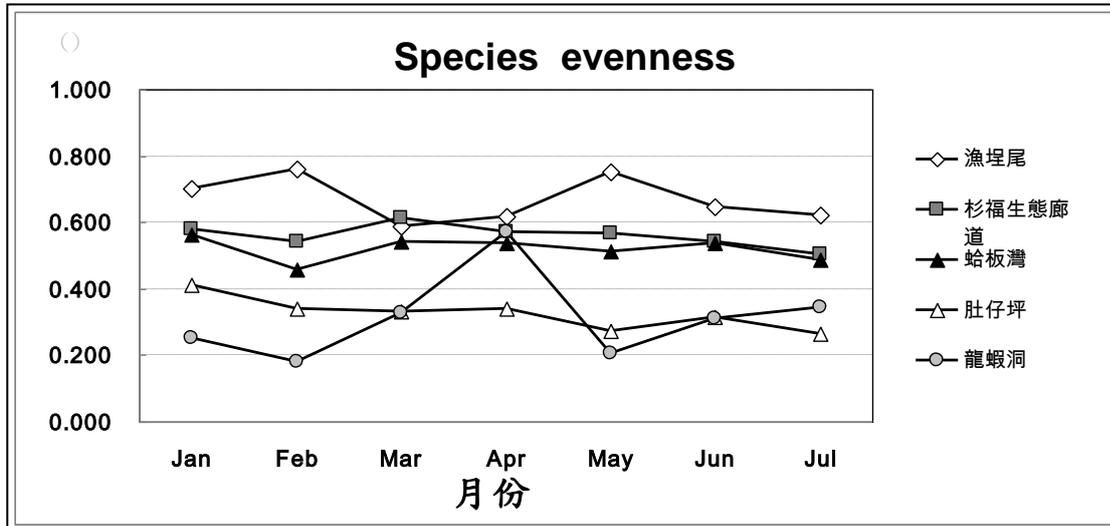
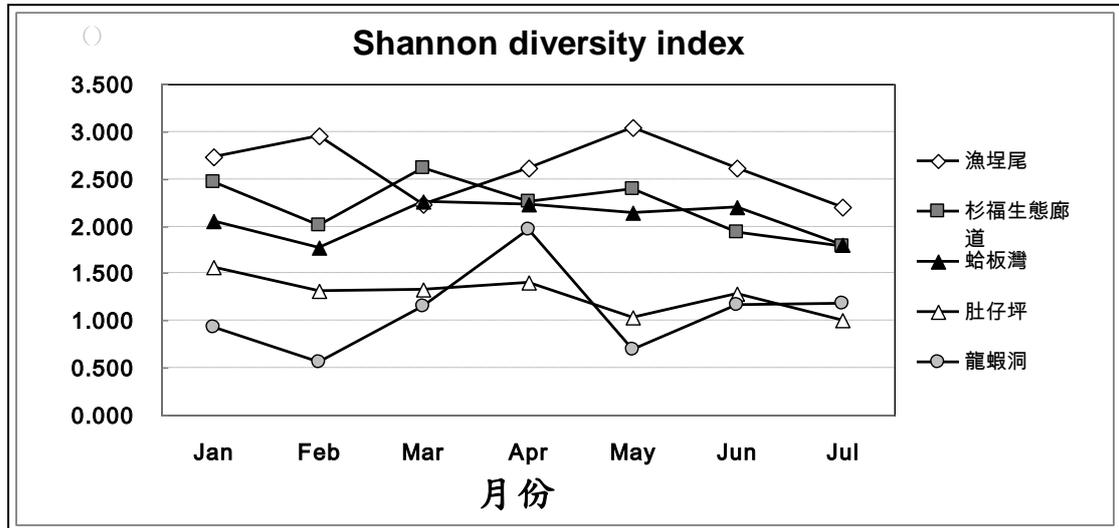


圖 7-5 2012 年 1 至 7 月小琉球潮間帶生物物種均勻度每月變化狀況

生物多樣性指數在不同的潮間帶，呈現出上下振動的現象，其中以漁埕尾和杉福潮間帶的多樣性指數最高，而以肚仔坪和龍蝦洞最低，主要的原因在於漁埕尾和杉福潮間帶遊客人數最多，在遊憩壓力下，族群密度大量

減少，個體間的種間競爭也大量減輕，弱勢物種得以生存，物種數量較多，生物多樣性指數也較高。但其中龍蝦洞潮間帶在四月時優勢物種—蜈蚣櫛蛇尾族群數量大量減少，造成物種平均且多樣，生物多樣性指數升高。

(a) Shannon-Wiener 生物多樣性指數



(b) Simpson 生物多樣性指數

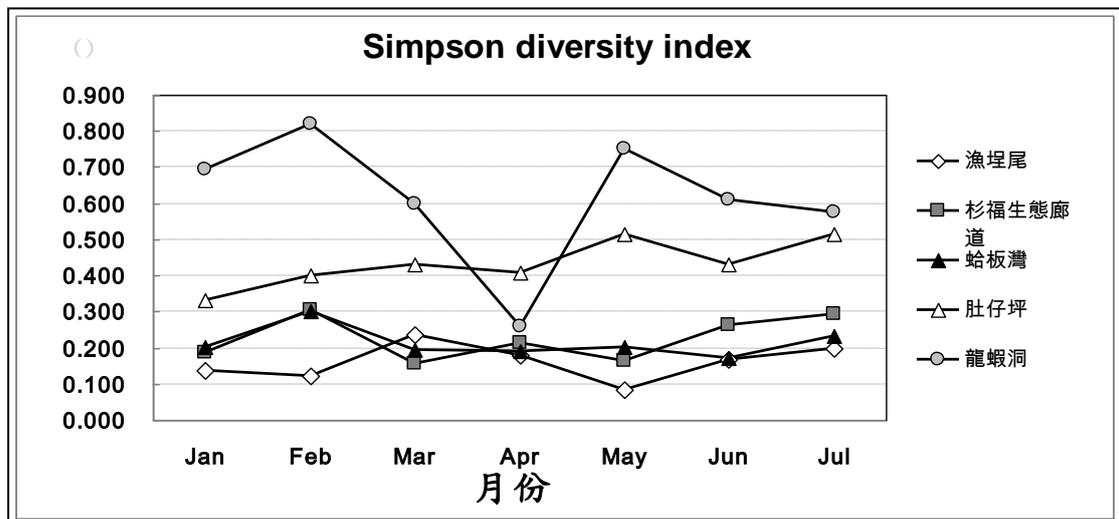


圖 7-6 2012 年 1 至 7 月小琉球潮間帶生物多樣性指數

(a) Shannon-Wiener 生物多樣性指數

(b) Simpson 生物多樣性指數每月變化狀況

表 7-1 2012 年 1 至 7 月小琉球 5 處主要潮間帶物種、族群數量與生物多樣性調查表

site	month	Total species	Total individuals	Density (m <sup>3</sup> )	Species richness	Species evenness	shannon index	simpson index
漁埕尾	Jan	49	797	8	7.185	0.702	2.730	0.136
	Feb	48	224	2	8.685	0.761	2.947	0.121
	Mar	44	431	4	7.089	0.590	2.232	0.238
	Apr	68	696	7	10.240	0.619	2.611	0.180
	May	57	504	5	8.999	0.752	3.041	0.085
	Jun	57	813	8	8.357	0.648	2.618	0.166
	Jul	34	370	4	5.580	0.622	2.194	0.198
杉福生態廊道	Jan	69	1,345	13	9.439	0.581	2.462	0.187
	Feb	41	400	4	6.676	0.541	2.007	0.304
	Mar	70	770	8	10.380	0.615	2.611	0.157
	Apr	51	582	6	7.854	0.573	2.253	0.215
	May	69	1,466	15	9.327	0.566	2.398	0.165
	Jun	36	1,732	17	4.694	0.541	1.939	0.264
	Jul	35	1,160	12	4.818	0.502	1.786	0.296
蛤板灣	Jan	38	1,985	20	4.873	0.564	2.050	0.203
	Feb	48	1,479	15	6.439	0.456	1.767	0.301
	Mar	65	1,138	11	9.095	0.542	2.262	0.195
	Apr	63	1,314	13	8.634	0.538	2.229	0.192
	May	64	2,415	24	8.088	0.515	2.140	0.204
	Jun	59	2,511	25	7.409	0.540	2.201	0.173
	Jul	41	2,105	21	5.227	0.487	1.809	0.233
肚仔坪	Jan	44	5,920	59	4.950	0.412	1.560	0.332

	Feb	46	3,531	35	5.508	0.342	1.308	0.402
	Mar	55	4,855	49	6.362	0.333	1.334	0.430
	Apr	63	3,993	40	7.477	0.339	1.405	0.406
	May	46	9,560	96	4.910	0.271	1.039	0.516
	Jun	59	8,382	84	6.420	0.313	1.278	0.431
	Jul	45	10,693	107	4.743	0.263	1.002	0.515
龍蝦洞	Jan	42	1,939	39	5.416	0.251	0.936	0.695
	Feb	23	1,878	38	2.919	0.179	0.561	0.818
	Mar	34	1,965	39	4.352	0.326	1.150	0.598
	Apr	31	981	20	4.355	0.573	1.969	0.258
	May	29	2,147	43	3.650	0.206	0.694	0.753
	Jun	43	1,925	39	5.554	0.312	1.174	0.610
	Jul	32	1,589	32	4.206	0.343	1.188	0.577
平均值	Jan	48	2,397	28				
	Feb	41	1,502	19				
	Mar	54	1,832	22				
	Apr	55	1,513	17				
	May	53	3,218	36				
	Jun	51	3,073	35				
	Jul	37	3,183	35				

表 7-2 2012 年 8 至 10 月小琉球 5 處主要潮間帶物種、族群數量與生物多樣性調查表

site	month	Total species	Total individuals	Density (m <sup>2</sup> )	Species richness	Species evenness	shannon index	simpson index
漁埕尾	Aug.	44	327	3	7.427	0.764	2.890	0.103
	Sep.	48	434	4	7.739	0.777	3.007	0.101
	Oct.	60	571	6	9.295	0.646	2.645	0.143
杉福生態廊道	Aug.	45	981	10	6.387	0.643	2.447	0.136
	Sep.	55	1,200	12	7.616	0.605	2.423	0.193
	Oct.	62	1,417	14	8.406	0.610	2.516	0.158
蛤板灣	Aug.	38	2,638	26	4.697	0.480	1.747	0.248
	Sep.	35	1,980	20	4.479	0.538	1.913	0.208
	Oct.	47	2,358	24	5.924	0.526	2.023	0.208
肚子坪	Aug.	47	9,765	98	5.007	0.302	1.163	0.448
	Sep.	47	10,040	100	4.992	0.267	1.026	0.503
	Oct.	67	8,063	81	7.337	0.324	1.361	0.399
龍蝦洞	Aug.	30	1,542	15	3.951	0.230	0.783	0.738
	Sep.	35	857	9	5.034	0.468	1.662	0.406
	Oct.	32	1,589	16	4.206	0.343	1.188	0.577
平均值	Aug.	41	3,051	31	5	—	—	—
	Sep.	44	2,902	29	6	—	—	—
	Oct.	54	2,800	28	7	—	—	—

#### (四) 潮間帶生物族群空間分布

小琉球潮間帶生物族群的空間分布型態，受到不同潮間帶的環境條件和生物族群季節生長的影響，而略呈現不同的消長曲線。但族群空間分布受到遊客遊憩衝擊，而有很大的不同。在遊客密度最高的漁埕尾和杉福潮間帶，每平方公尺的生物族群量均很低，且在近岸區常因遊客的踩踏，而僅有較少的生物出現。在杉福 A 樣線則在離岸 35 公尺遊客較少到達的浪區，才有較多的生物出現。

在小琉球杉福、漁埕尾、蛤板灣和肚子坪等四處遊客最常到達的潮間帶，在離海岸線 15 公尺的近岸區，生物族群常因遊客的踩踏，生物出現的族群量較少。反之龍蝦洞較少遊客到達，近岸區則有大量的優勢物種——蜈蚣櫛蛇尾出現，而使生物族群量明顯的增加。

在潮間帶生物族群分布調查上，也發現潮間帶因地型上有較深的潮池，或水深較深的浪區，遊客較少進入或較少被干擾的區域，常有較高的生物

族群出現。

潮間帶生物族群的分布也受到季節變化的影響，比較 2012 年 7 月和 2013 年 4 月 9 條潮間帶調查樣線發現，除肚仔坪潮間帶外 2012 年 7 月夏季的生物數量較 2013 年 4 月春季時的數量為少，潮間帶生物在經過冬季較適宜的環境，使族群可以慢慢恢復，加以冬季是旅遊淡季遊客量較少，對潮間帶踩踏的衝擊壓力也較小，生物族群可以恢復變多。但由於受到杉福潮間帶遊客總量管制的影響，遊客分散到平時較少到達的肚仔坪潮間帶，以致肚仔坪的生物族群數量分布反而有下降的趨勢，且生物分布距離有向浪區退卻的現象，值得加以持續觀察。

#### **(五) 杉福潮間帶遊客總量管制區管制成效**

依據琉球鄉杉福潮間帶禁魚區有關限制事項、漁業法第 44 條第 4 款及第 9 款之規定，小琉球遊客數量最多的杉福潮間帶於 2012 年 8 月 1 日正式實施「遊客總量管制示範區」。本計畫彙整 2012 年 8 月至 2013 年 7 月為止，各潮間帶生物監測資訊，並以杉福潮間帶與漁埕尾潮間帶做比較（圖 7-7），管制期間（共 12 個月），分別於杉福與漁埕尾，清點有 9,106 隻與 4,646 隻目標生物（2 公分以上），並發現 2013 年 3 月之後，逐漸進入遊客量高峰期（每年 7 月），受到遊客流量管制（單位時間內 300 人為限）的杉福潮間帶未出現生物量下降情況，生物量呈現動態穩定趨勢，而遊憩情況（交通便捷，潮間帶廣闊）最為相似，但未加以管制的漁埕尾潮間帶則呈現逐月遞減。

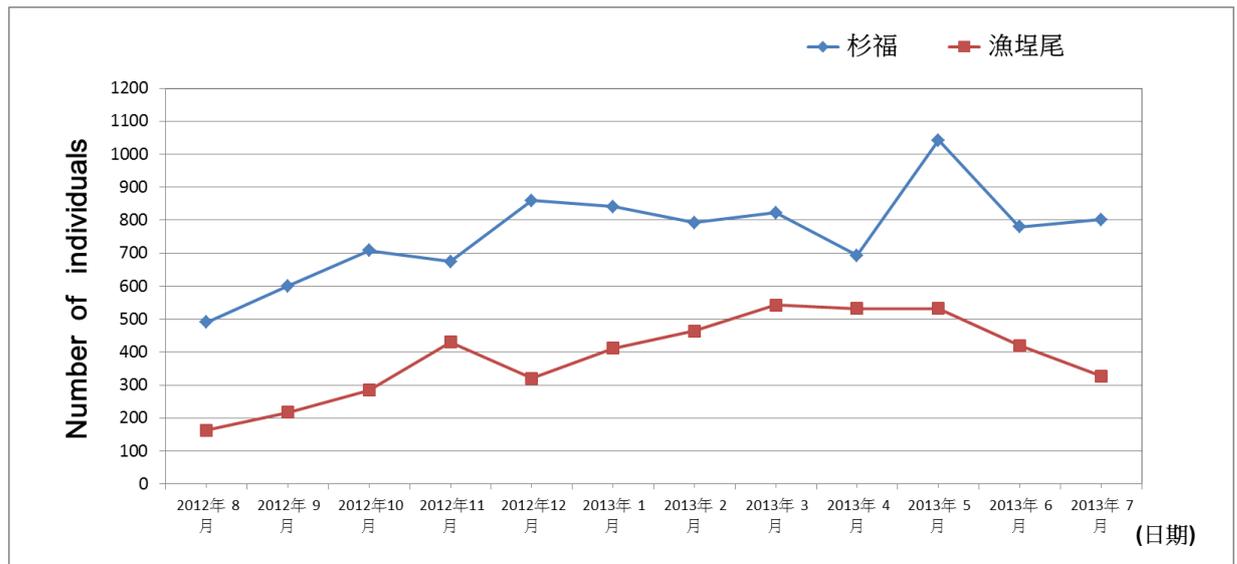


圖 7-7、2012 年 8 月至 2013 年 7 月杉福潮間帶遊客總量管制期間，杉福潮間帶與漁埕尾潮間帶各月份目標生物總數比較圖。

遊客流量管制期間，杉福潮間帶之生物「物種數量」與漁埕尾潮間帶(物種歧異度最高)及肚子坪潮間帶(生物數量最多)做比較(圖 7-8)，杉福潮間帶可發現的生物種類已逐漸與漁埕尾相當，且高於遊客不易抵達且生物數量最多的肚子坪潮間帶。此外，圖 7-9 與表 7-3，比較杉福潮間帶於管制前、後相同月份(1 至 7 月)之生物監測數據資料，包含：生物物種數量、生物總量、生物密度(數量/每平方公尺)、生物豐度、均勻度與多異性指數(Shannon-Wiener index ; Simpson index(1-λ))，亦可明確發現遊客流量之管制，有助於潮間帶生物棲息與生態品質提升。

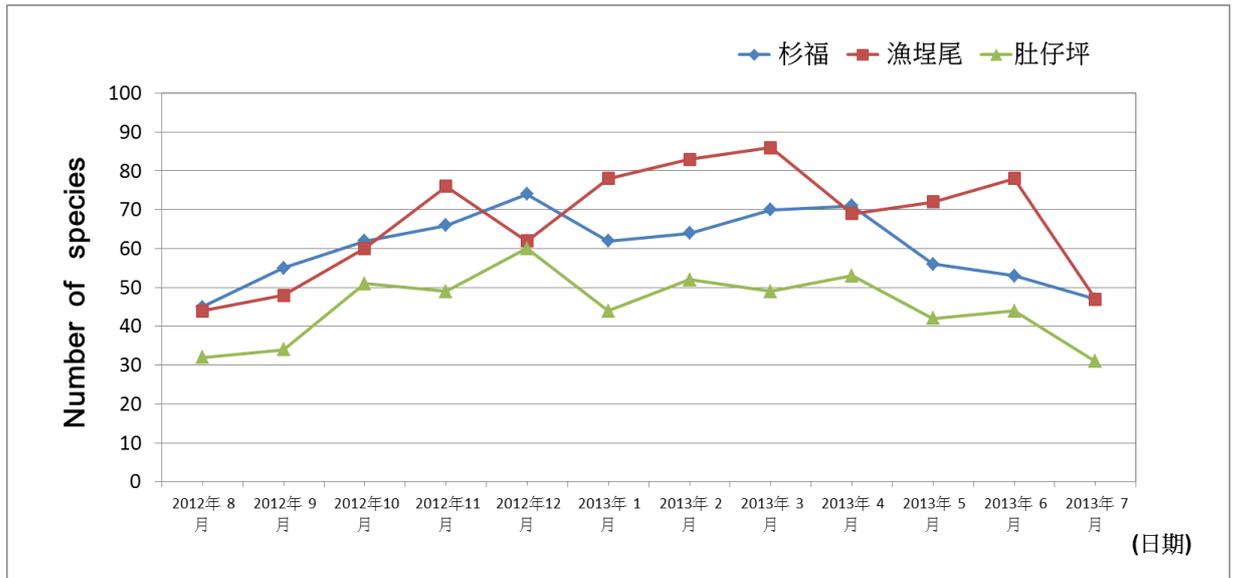


圖 7-8、2012 年 8 月至 2013 年 7 月杉福潮間帶遊客總量管制期間，杉福潮間帶漁埕尾潮間帶與肚仔坪潮間帶，各月份目標生物物種數比較圖。

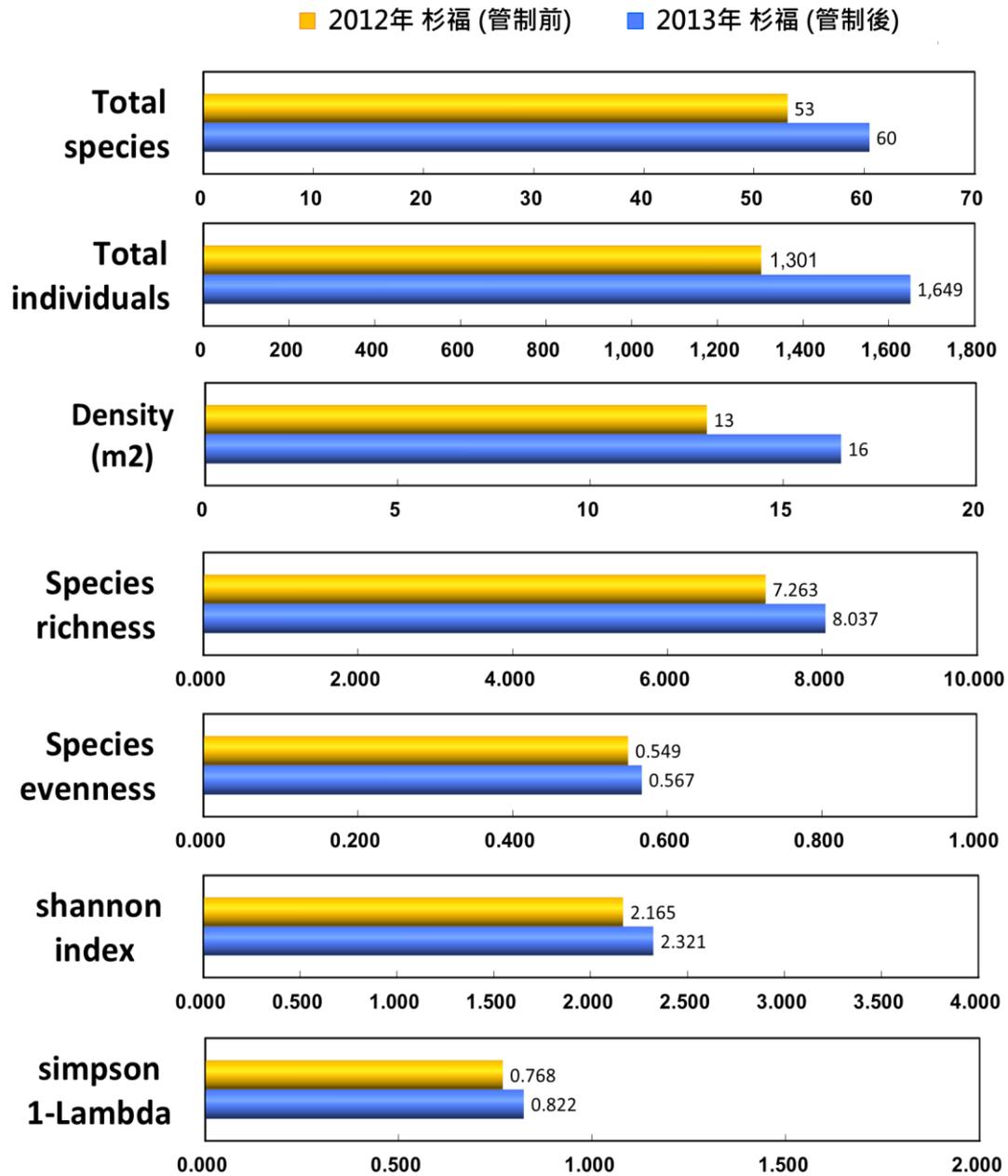


圖 7-9、2012 年 1 至 7 月(管制前)與 2013 年 1 至 7 月(管制後)，小琉球杉福管制區的各项生物參數比較圖。

表 7-3、2012 年 1 至 7 月(管制前)與 2013 年 1 至 7 月(管制後)，小琉球杉福管制區的生物物種數、族群數量、族群密度、物種豐富度、均勻度、生物多樣性指數 Shannon-Wiener 生物多樣性指數和 Simpson(1- $\lambda$ ) 生物多樣性指數。

site	month	Total species	Total individuals	Density (m <sup>2</sup> )	Species richness	Species evenness	shannon index	simpson 1-Lambda
2012年 杉福 (管制前)	Jan.	69	1,345	13	9.439	0.581	2.462	0.813
	Feb.	41	776	8	6.011	0.513	1.905	0.679
	Mar.	70	1,497	15	9.438	0.591	2.512	0.835
	Apr.	51	1,132	11	7.111	0.548	2.154	0.774
	May.	69	1,466	15	9.327	0.566	2.398	0.835
	Jun.	36	1,732	17	4.694	0.541	1.939	0.736
	Jul.	35	1,160	12	4.818	0.502	1.786	0.705
	平均	53	1,301	13	7.263	0.549	2.165	0.768
2013年 杉福 (管制後)	Jan.	62	1,681	17	8.213	0.575	2.373	0.846
	Feb.	64	1,585	16	8.550	0.571	2.375	0.828
	Mar.	70	1,646	16	9.317	0.582	2.474	0.844
	Apr.	71	1,386	14	9.676	0.586	2.498	0.843
	May.	56	2,084	21	7.197	0.556	2.236	0.825
	Jun.	53	1,559	16	7.073	0.591	2.348	0.839
	Jul.	47	1,604	16	6.233	0.505	1.944	0.731
	平均	60	1,649	16	8.037	0.567	2.321	0.822