

# 海洋委員會海洋保育署非科技計畫 執行成果期末報告

113年小琉球海洋生態復育暨調查監測計畫

計畫名稱：113年小琉球海洋生態復育暨調查監測計畫

計畫編號：113海保-061-綜-A-11

執行期間：113年1月1日至113年11月30日

委託（補助）機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：屏東縣政府

中華民國113年11月28日

## 壹、計畫概要

### 一、計畫緣起：

琉球嶼（俗稱小琉球）為本縣珊瑚礁石灰岩島嶼，擁有繁盛的珊瑚礁，並蘊育了豐富的海洋生態資源，影響當地產業發展。為確保資源永續利用，本府依漁業法公告設置「琉球水產動植物繁殖保育區」，琉球全島沿岸向外延伸200公尺均屬保育區範圍。近年受到全球氣候變遷及觀光快速發展影響，其海域生態資源受到嚴重威脅，珊瑚礁健康狀態嚴重衰退，魚類生物量低下，資源枯竭情形令人擔憂；且大量的生活污水直接或間接流入海中，持續對珊瑚礁生態系帶來負面影響。為建立完整且連續的調查資料，持續監測資源變化情形，本計畫延續辦理「珊瑚礁底棲群聚結構調查」、「魚類相調查」、「珊瑚復育」、「水質調查」等各項工作。

### 二、計畫年期：113

### 三、主辦單位：屏東縣政府

### 四、協辦單位：無

### 五、總計畫經費：新臺幣（下同）2,753,000元

### 六、經費來源：

（一）中央款：2,340,000元

（二）地方配合款：413,000元

（三）其他：

### 七、計畫目標：

珊瑚礁底棲群聚結構及魚類相調查部分，於琉球嶼周圍9個亞潮帶測站進行2季（次）監測調查；珊瑚復育部分，於原珊瑚苗圃（即山豬溝北堤，於杉福漁港內不影響漁船航行區域）及中澳沙灘外海進行移植試驗，移植株數150株；辦理2次潮間帶水質調查；整合研究成果提出強化管理措施及短中長期規劃。

## 八、計畫內容概述：

- (一) 珊瑚復育試驗：於原珊瑚苗圃（即山豬溝北堤，於杉福漁港內不影響漁船航行區域）及中澳沙灘外海2復育區進行珊瑚移植，其中1區於2種不同水深海域移植，移植株數150株以上，並監測其存活及生長情形。另繁殖季時於山豬溝北堤苗圃進行等候攝影，以觀察珊瑚是否成功繁衍。
- (二) 亞潮帶珊瑚礁底棲群結構調查：於琉球嶼周圍9個亞潮帶測站（包括：白沙港、美人洞、杉福、山豬溝、蛤板灣、海子口、厚石裙礁、大福、龍蝦洞）辦理2季（次）珊瑚礁底棲群聚結構調查，以分析底棲生物及基質情形，並與歷年監測資料比較。
- (三) 亞潮帶魚類相調查：於琉球嶼周圍9個亞潮帶測站（包括：白沙港、美人洞、肚仔坪、杉福、山豬溝、蛤板灣、厚石裙礁、大福、龍蝦洞）辦理2季（次）魚類相調查，藉以分析魚類群聚及歷年變化。
- (四) 水質調查分析：琉球嶼珊瑚礁毛叢狀藻繁生，影響珊瑚礁資源發展，為了解海域水質狀況，本計畫辦理2次水質調查，第1次於美人洞、山豬溝、海子口、厚石裙礁、大福等5處潮間帶採樣，監測項目為「藻類碳氮穩定同位素」及「水中營養鹽」；第2次就營養鹽或同位素反應高者（3處）進行採樣，檢測「水中營養鹽」，並依調查結果探究污染源。
- (五) 科學調查整合及管理調整評估：統整研究成果，與利益相關者進行訪談，並進行案例分析，提出強化管理措施及短中長期規劃。

## 貳、重點工作項目

### 一、工作項目及經費：

| 工作項目             | 經費(元)     | 概述                            |
|------------------|-----------|-------------------------------|
| 1. 珊瑚復育試驗        | 550,000   | 於杉福漁港及中澳沙灘外海移植150株以上珊瑚        |
| 2. 亞潮帶珊瑚礁底棲群結構調查 | 550,000   | 於琉球嶼周圍9個亞潮帶測站辦理2季(次)調查        |
| 3. 亞潮帶魚類相調查      | 600,000   | 於琉球嶼周圍9個亞潮帶測站辦理2季(次)調查        |
| 4. 水質調查分析        | 650,000   | 辦理2次水質調查，第1次調查地點5處，第2次調查地點3處。 |
| 5. 科學調查整合及管理調整評估 | 403,000   |                               |
| 合計               | 2,753,000 |                               |

## 參、重要成果及效益分析

### 一、重要成果說明

#### (一) 珊瑚復育試驗：

1. 本(113)年於杉福漁港水深2-10公尺消波塊共移植114株珊瑚，並利用繩索固定支狀珊瑚67株；另於中澳沙灘外水深3公尺消波塊移植40株珊瑚，總計移植221株珊瑚。
2. 歷年(111至113年)珊瑚復育情形如表1。高溫、風災及藻類密集生長，使得復育區及周遭自然生長的原生珊瑚均面臨巨大的生存挑戰，影響珊瑚存活，造成111年迄今所移植珊瑚呈現40-80%不同程度的白化或死亡。

表1、歷年（111至113年）珊瑚復育情形

|          | 111年                    |                  | 112年                                   |               | 113年                                  |                    |
|----------|-------------------------|------------------|--|---------------|---------------------------------------|--------------------|
| 地點       | 杉福漁港                    | 白沙港東堤<br>(鄰中澳沙灘) | 杉福漁港                                   | 龍蝦洞           | 杉福漁港                                  | 中澳沙灘外海             |
| 數量       | 276                     | 124              | 101                                    | 50            | 181                                   | 40                 |
| 種類       | 軸孔珊瑚、鹿角珊瑚、盤珊瑚、微孔珊瑚、盤星珊瑚 | 軸孔珊瑚             | 鹿角珊瑚、微孔珊瑚、盤星珊瑚、藍珊瑚、角星珊瑚、幹星珊瑚、腦紋珊瑚、角菊珊瑚 | 鹿角珊瑚、角星珊瑚、盤珊瑚 | 鹿角珊瑚、軸孔珊瑚、藍珊瑚、盤星珊瑚、細星珊瑚、篩珊瑚、星孔珊瑚、篩孔珊瑚 | 鹿角珊瑚、藍珊瑚、角星珊瑚、軸孔珊瑚 |
| 當年度存活率   | 79-100%                 | 100%             | 60%                                    | 10%           |                                       |                    |
| 至113年存活率 | 超過50%白化或死亡，無法確認存活率      | 無監測              | 超過50%白化或死亡，無法確認存活率                     | 0             | 40-80%白化或死亡，無法確認存活率                   | 75%白化或死亡，無法確認存活率   |

(二) 亞潮帶珊瑚礁底棲群結構調查：

1. 調查結果，底質組成皆以藻類為優勢（覆蓋率介於46-90%），硬珊瑚覆蓋率僅3-45%。
2. 珊瑚礁健康狀態（以第2季珊瑚覆蓋率為主，詳圖1、表2）：
  - (1)穩定：無。
  - (2)衰退：美人洞淺區、杉福深淺區、山豬溝深區、蛤板灣深淺區、白沙東堤淺區、海子口深區、大福深區。
  - (3)失能：美人洞深區、山豬溝淺區、厚石裙礁深淺區、龍蝦洞深淺區、海子口淺區、大福淺區。
3. 風災及高溫等自然因素，加上人為負面干擾（生活污水及海域遊憩活動），使得珊瑚健康狀態持續衰退。

小琉球各樣站之珊瑚覆蓋率/藻類覆蓋率



圖1、珊瑚覆蓋率與藻類覆蓋率比例變化  
(>0.5穩定；≤0.5衰退；<0.1失能)

表2、110-113年各測站珊瑚覆蓋率

| 地點  |    | 珊瑚覆蓋率及狀態      |                  |                   |                   |
|-----|----|---------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 地點  |    | 110年<br>(天然礁) | 111年             | 112年              | 113年              |
| 花瓶岩 | 深區 | 9.9%(失能)      | 7M<br>20.4%(衰退)  |                   |                   |
|     | 淺區 |               | 2M<br>10.8%(衰退)  | 5M<br>9.12%(失能)   |                   |
| 美人洞 | 深區 |               | 10M<br>21.8%(衰退) | 10M<br>9.68%(失能)  | 10M<br>9.6%(失能)   |
|     | 淺區 |               | 2M<br>10.9%(衰退)  | 5M<br>13.4%(衰退)   | 5M<br>10.52%(衰退)  |
| 肚仔坪 | 深區 |               | 10M<br>20.1%(衰退) | 10M<br>23.4%(衰退)  |                   |
|     | 淺區 |               | 2M<br>13.2%(衰退)  | 5M<br>9.08%(失能)   |                   |
| 杉福  | 深區 | 22.8%(衰退)     | 10M<br>19.7%(衰退) | 10M<br>40.84%(穩定) | 10M<br>13.96%(衰退) |
|     | 淺區 |               | 2M<br>31.9%(穩定)  | 5M<br>18.32%(衰退)  | 5M<br>10.76%(衰退)  |
| 山豬溝 | 深區 |               | 10M<br>24.2%(衰退) | 10M<br>29.6%(衰退)  | 10M<br>14.76%(衰退) |
|     | 淺區 |               | 2M<br>12.5%(衰退)  | 5M<br>19.96%(衰退)  | 5M<br>5.8%(失能)    |
| 漁埕尾 | 深區 | 0.7%(失能)      | 10M<br>8.1%(失能)  |                   |                   |
|     | 淺區 |               | 2M               |                   |                   |

|      |    |           |          |                   |                   |
|------|----|-----------|----------|-------------------|-------------------|
|      |    |           | 8.9%(失能) |                   |                   |
| 蛤板灣  | 深區 |           |          | 10M<br>36.8%(穩定)  | 10M<br>14.36%(衰退) |
|      | 淺區 |           |          | 5M<br>27.08%(衰退)  | 5M<br>16.8%(衰退)   |
| 厚石裙礁 | 深區 | 10.1%(衰退) |          | 7M<br>5.36%(失能)   | 7M<br>4.44%(失能)   |
|      | 淺區 |           |          | 5M<br>30.96%(穩定)  | 5M<br>9.72%(失能)   |
| 龍蝦洞  | 深區 | 4.8%(失能)  |          | 10M<br>19.68%(衰退) | 10M<br>5.88%(失能)  |
|      | 淺區 |           |          | 5M<br>2.56%(失能)   | 5M<br>3.12%(失能)   |
| 白沙東堤 | 深區 |           |          |                   |                   |
|      | 淺區 |           |          | 5M<br>17.6%(衰退)   | 5M<br>22%(衰退)     |
| 海子口  | 深區 |           |          |                   | 10M<br>12.2%(衰退)  |
|      | 淺區 |           |          |                   | 5M<br>9.72%(失能)   |
| 大福   | 深區 |           |          |                   | 10M<br>16.36%(衰退) |
|      | 淺區 |           |          |                   | 5M<br>3%(失能)      |

### (三) 亞潮帶魚類相調查：

1. 魚類單位面積個體數平均0.88隻/m<sup>2</sup>，體型偏小（平均體長5.8-8.8cm），生物量低下，不及臺灣其他岩礁生態系（如基隆市望海巷潮境海灣資源保育區20-30隻/m<sup>2</sup>、墾丁5-8隻/m<sup>2</sup>、綠島3-6隻/m<sup>2</sup>）。
2. 與歷年資料相比（詳圖2、圖3、表3），今年魚類物種數（112年243種，113年218種）、單位面積個體數（111年1.58隻/m<sup>2</sup>，112年1.04隻/m<sup>2</sup>，113年0.88隻/m<sup>2</sup>）及生物量皆呈現下降的趨勢。
3. 許多指標性草食性魚類（如鸚哥魚、刺尾鯛）生物量減少，且肉食性魚類（如裸胸鯔、石斑）族群偏低、體型下降，難以維繫珊瑚礁健康。

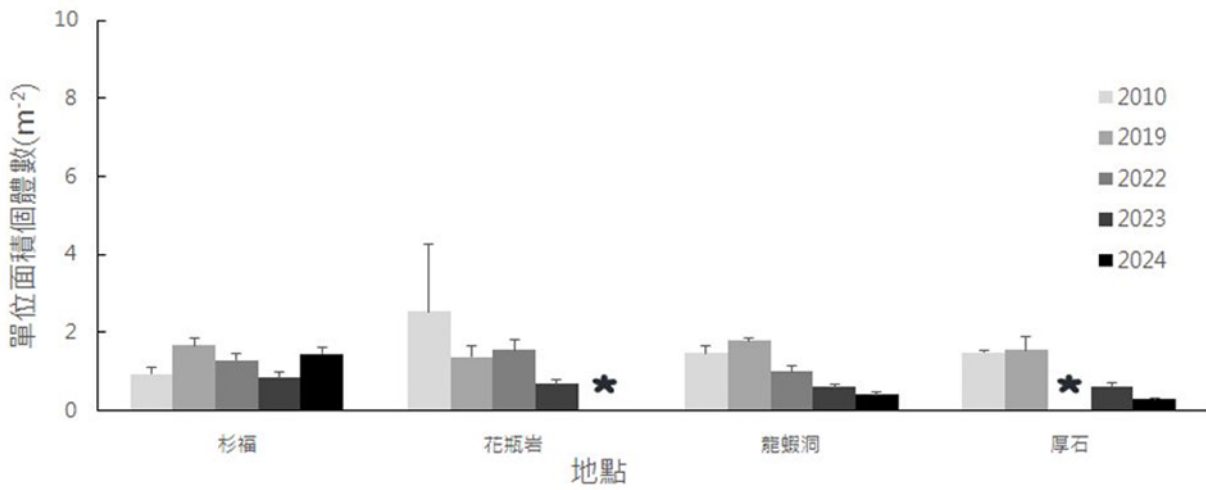


圖2、109-113 (2010-2024) 年魚類單位面積個體數變化

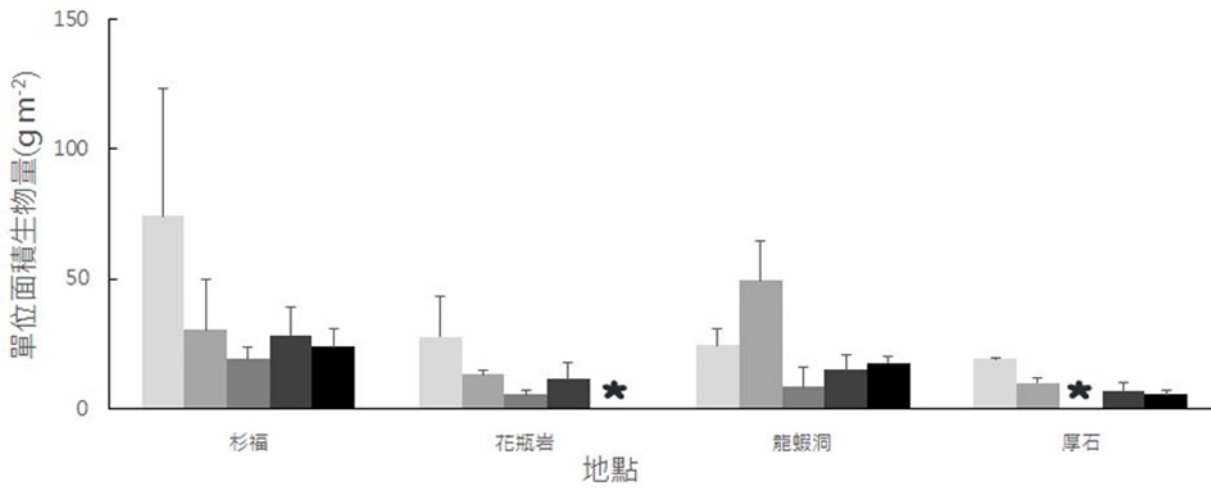


圖3、109-113 (2010-2024) 年魚類單位面積生物量變化



表3、111-113年魚類相調查結果

| 樣點   | 111年  | 112年  | 113年  |
|------|---|---|---|
| 蛤板灣  | 無調查   | 物種數:111種<br>密度:1.09尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 | 物種數:107種<br>密度:1.94尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 |
| 山豬溝  | 物種數:101種<br>密度:1.13尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 | 物種數:75種<br>密度:0.6尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛   | 物種數:75種<br>密度:0.97尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  |
| 杉福   | 物種數:112種<br>密度:1.48尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 | 物種數:108種<br>密度:1.1尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 物種數:76種<br>密度:0.79尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  |
| 肚仔坪  | 物種數:125種<br>密度:2.12尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 | 物種數:116種<br>密度:1.86尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 | 物種數:93種<br>密度:1.07尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  |
| 美人洞  | 物種數:93種<br>密度:2.53尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 物種數:127種<br>密度:2.21尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 | 物種數:106種<br>密度:1.25尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛 |
| 花瓶岩  | 物種數:83種<br>密度:1.55尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 物種數:74種<br>密度:0.69尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 無調查   |
| 白沙港  | 物種數:92種<br>密度:1.28尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 物種數:50種<br>密度:0.57尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 物種數:61種<br>密度:0.61尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  |
| 龍蝦洞  | 無調查   | 物種數:90種<br>密度:0.6尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛   | 物種數:88種<br>密度:0.59尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  |
| 大福   | 無調查   | 無調查   | 物種數:76種<br>密度:0.41尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  |
| 厚石裙礁 | 無調查   | 物種數:58種<br>密度:0.63尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛  | 物種數:50種<br>密度:0.3尾/m <sup>2</sup><br>優勢科:隆頭魚、雀鯛   |
| 龜石   | 物種數:47種   | 無調查   | 無調查   |
| 平均體長 | 5.2cm   | 6.4cm   | 6.5cm   |

#### (四) 水質調查分析：

1. 本計畫於琉球全島沿岸潮間帶進行採樣，採樣地區包括美人洞、山豬溝、海子口、厚石裙礁、大福、杉福、肚仔坪及花瓶岩等8處。檢測結果，除了美人洞外，其他區域葉綠素 a 濃度均大於2 $\mu$ g/L，依據澳洲大堡礁標準，其水體

均出現優養化現象。高濃度的營養鹽已對小琉球的珊瑚礁生態系帶來負面影響。

2. 污水處理設施放流水（杉福、花瓶岩、大福）檢驗結果，其營養鹽濃度無顯著低於其他樣點，顯示污水處理設施對營養鹽之去除效果有限。
3. 相較其他點位，肚仔坪營養鹽測值偏高，其中  $\text{NH}_3\text{-N}$  濃度超過海洋污染防治法規定標準，其受到污水影響情形最為嚴重。

表4、113年4月及6月調查結果比較表

| 項目                       | 調查月份  |   | 說明   |
|--------------------------|---|---|--|
|                          | 113年4月<br>(調查點位：美人洞、山豬溝、海子口、厚石裙礁、大福、杉福、肚仔坪等7處潮間帶) | 113年6月<br>(調查點位：杉福、肚仔坪、大福、花瓶岩等4處潮間帶，生活污水影響嚴重區域) |  |
| 濁度                       | 4-11 ntu  | 4-34 ntu  | 6月降雨及地表逕流水流入造成水體濁度升高、鹽度下降                                |
| 鹽度                       | 31-37 psu   | 20.4-36.3 psu                                   |  |
| 葉綠素 a                    | 0.44-8.89 $\mu\text{g/L}$                         | 0.59-8.89 $\mu\text{g/L}$                       | 依據澳洲大堡礁標準（葉綠素 a > 2 $\mu\text{g/L}$ ），除美人洞外其它樣點均出現優養化現象。 |
| $\text{NH}_3\text{-N}$   | 0.003-0.085 mg/L                                  | 0.003-3.790 mg/L                                | 各營養鹽測值6月均大於4月，顯示6月受到污水影響程度高於4月。                          |
| $\text{NO}_2\text{-N}$   | ND-0.058 mg/L                                     | ND-0.217 mg/L                                   |  |
| $\text{NO}_3\text{-N}$   | ND-1.379 mg/L                                     | 0.007-1.588 mg/L                                |  |
| $\text{PO}_4\text{-P}$   | 0.002-0.103 mg/L                                  | 0.001-0.267 mg/L                                |  |
| $\text{SiO}_2\text{-Si}$ | 0.034-0.645 mg/L                                  | 0.034-1.172 mg/L                                |  |

註：點位間比較結果重點如下：

1. 水質部分，4月各點位鹽度、葉綠素 a、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$  等數值均無顯著差異，肚仔坪潮間帶  $\text{NO}_2\text{-N}$  顯著高於其它點位；6月各點位葉綠素 a 無顯著差異，肚仔坪潮間帶  $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$  顯著高於其它點位。
2. 藻類  $\delta^{15}\text{N}$ （氮穩定同位素）分析結果，肚仔坪及杉福潮間帶測值顯著高於其它點位，受到人為營養鹽影響最嚴重。

## 二、效益分析（請依原核定工作計畫書檢討執行成效）

| 成果目標與效益 | 指標  | 成果(值)  | 說明  |
|---------|---|--------|---|
| 可量化效益   | 珊瑚復育試驗  | 221株珊瑚 | 於杉福漁港消波塊完成移植114株珊瑚，並利用繩索固定支狀珊瑚67株；另於中澳沙灘外消波塊移植40株珊瑚，總計移植221株珊瑚          |
|         | 亞潮帶珊瑚礁底棲群結構調查   | 18處次   | 於白沙港、美人洞、杉福、山豬溝、蛤板灣、海子口、厚石裙礁、大福、龍蝦洞等9個測站辦理2季（次）珊瑚礁底棲群聚結構調查              |
|         | 亞潮帶魚類相調查  | 18處次   | 於白沙港、美人洞、肚仔坪、杉福、山豬溝、蛤板灣、厚石裙礁、大福、龍蝦洞等9個測站辦理2季（次）魚類相調查                    |
|         | 水質調查分析  | 8處     | 辦理2次水質調查，第1次於美人洞、山豬溝、海子口、厚石裙礁及大福等5處潮間帶辦理，第2次於杉福、肚仔坪、大福及花瓶岩等4處潮間帶辦理，共計8處 |
|         | 科學調查整合及管理調整評估   | 1式     |   |
| 不可量化效益  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 藉由持續性研究調查，了解資源變化情形，並研擬可行保育方案，供政策參考。</li> <li>2. 進行珊瑚移植試驗，提升復育成效。</li> <li>3. 進行水質採檢及分析，了解海域水質狀況，並提出改善策略。</li> </ol> |        |   |

### 肆、執行中遭遇困難及因應對策

高溫及颱風等自然因素，加上人為負面干擾及藻類迅速生長，使得復育區及周遭自然生長的原生珊瑚均面臨巨大的生存挑戰，珊瑚礁健康狀態持續衰退，並影響復育區珊瑚存活。本府將持續監測珊瑚礁生態，並調整保育政策，加強禁止捕撈措施及保育宣導，並與相關單位溝通，精進污水處理，減緩污水排放對海域的影響。

## 伍、未來推動方向與建議

綜合研究結果、國際案例及地方訪談意見，提出短中長期推動項目如下：

| 短中長期 | 推動項目                | 內容  |
|------|---------------------|---|
| 短期   | 水質監測與改善             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 源頭控制污水量：了解潛在高用水行業用水量，擬定小琉球水資源使用及管理策略。</li> <li>2. 旅遊旺季用水量過大配套措施。</li> <li>3. 落實截流，減少未經處理民生污水直接進入海域。</li> <li>4. 稽查不合法排放。</li> <li>5. 提升污水處理設施效能。</li> <li>6. 持續辦理海域水質監測。</li> </ol> |
|      | 強化漁業管理與教育           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 全面禁止魚槍使用。</li> <li>2. 推廣勿捕撈小魚。</li> </ol>   |
|      | 持續進行監測              | 持續監測珊瑚礁健康狀況、水質變化及人為活動影響。  |
| 中期   | 於亞潮帶海域建立核心保育區（完全禁漁） |   |
|      | 管理船艇拋錨行為            | 管理拋錨行為，保護珊瑚免受物理損傷。  |
|      | 設置入海步道              | 於熱門入水點設置步道，減少岸際珊瑚礁的破壞。  |
|      | 推動社區參與              | 鼓勵社區積極參與珊瑚礁及魚類保育行動  |
|      | 推動友善珊瑚礁旅遊模式         |   |
| 長期   | 遊客總量管制              |   |
|      | 管制土地開發              |   |

填報單位：屏東縣政府（屏東縣海洋及漁業事務管理所）

單位主管：林柏辰代理所長

填報人及連絡電話：張家霖，08-7320415分機223

填表日期：113年11月22日

\*備註：執行機關可視需要增加項目

附件1 可提供本署運用之相關圖片或照片，並提供授權使用書



圖4、海水溫度上升及颱風導致珊瑚白化

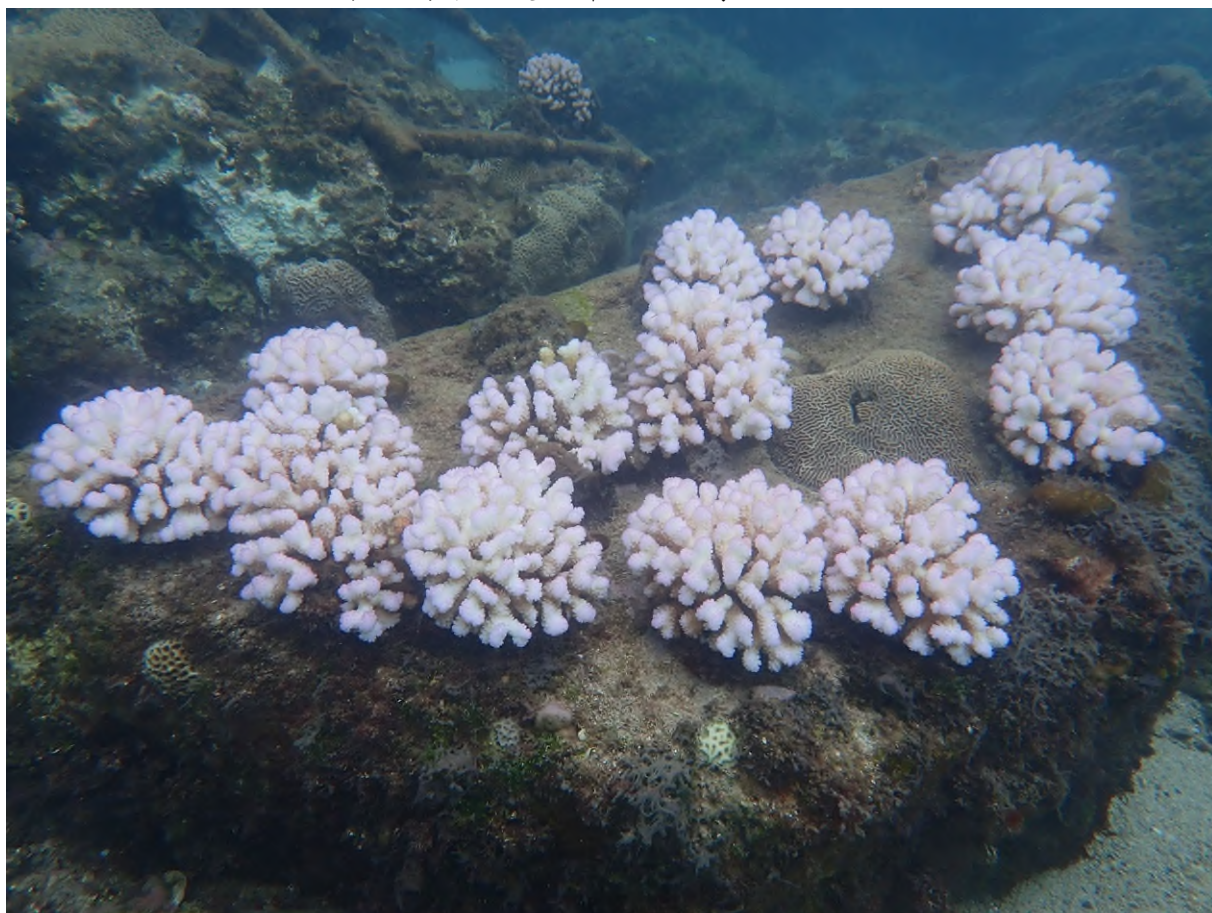


圖5、杉福漁港復育區疣鹿角珊瑚白化

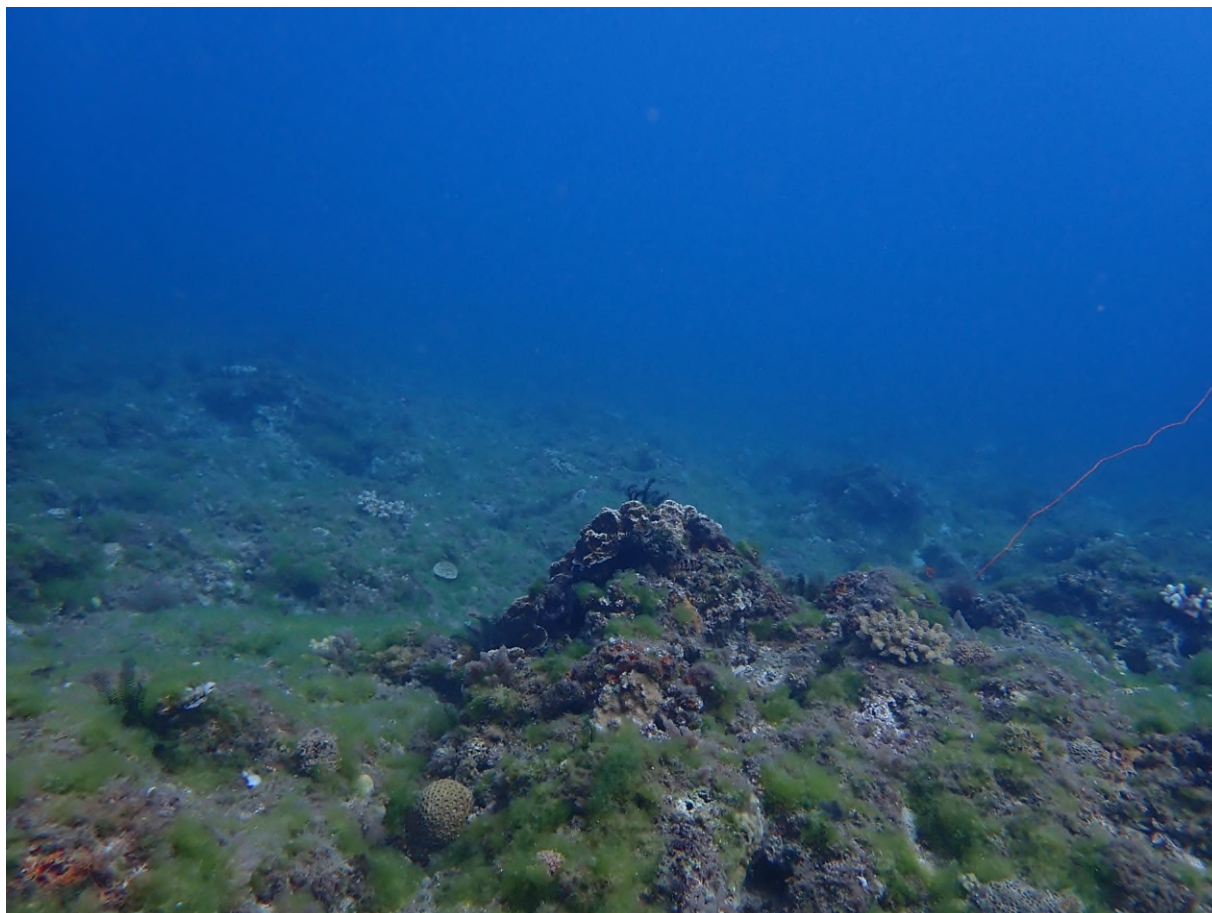


圖6、海底可見布氏藻大量生長

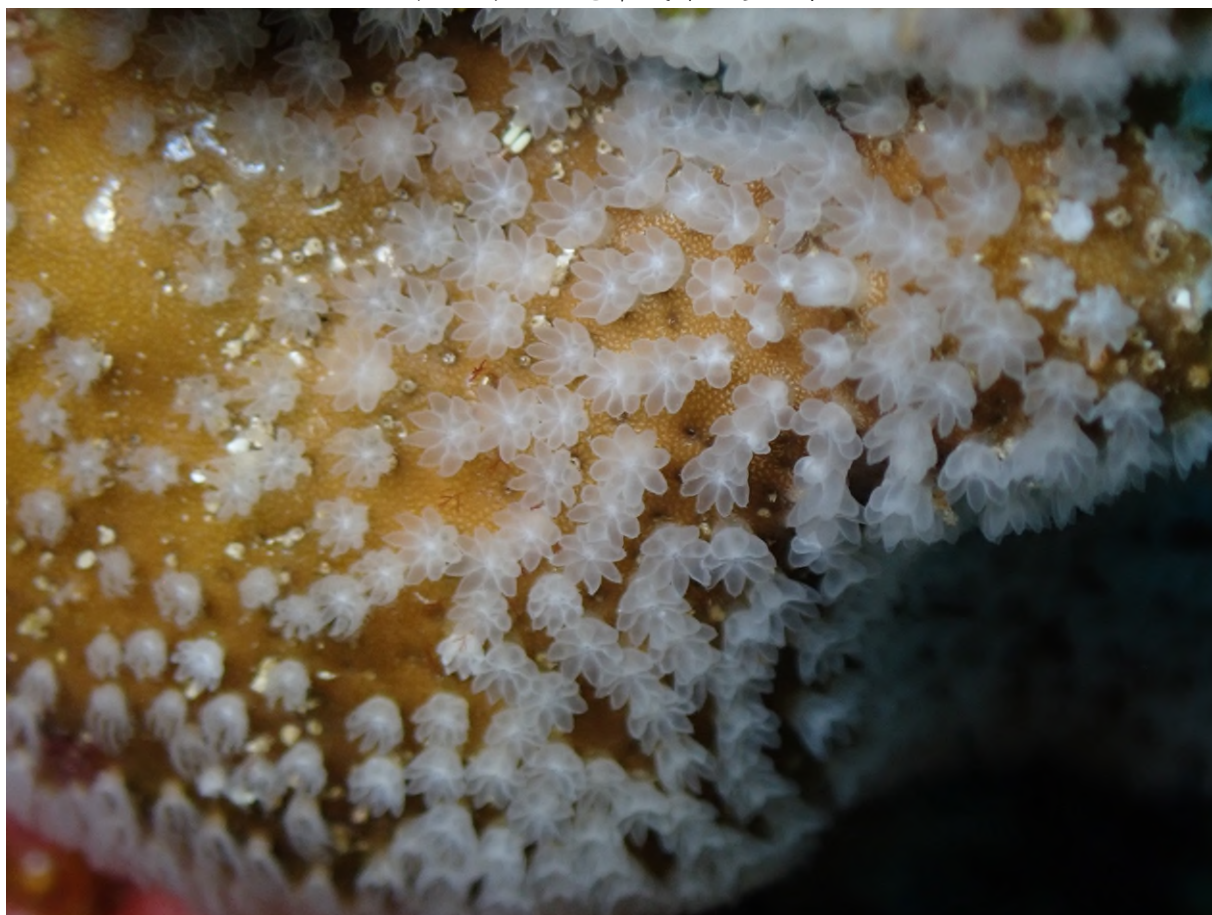


圖7、杉福漁港復育區記錄到藍珊瑚排卵

## 攝影著作授權使用書

本人同意無償授權海洋委員會海洋保育署，得以上映、播送、口述、傳輸、展示、散布、印刷等公開方式，重製本府「113年小琉球海洋生態復育暨調查監測計畫」攝影著作4幅如附，並得為製作相關宣傳品之使用。

受委託(補助)單位：屏東縣政府 (簽章)

授 權 人：周春米縣長 (簽章)

中華民國113年11月28日

