

# 肆、生物馴養

## 一 海生館現有之展示生物

世界水域館生物

**61**種

1,473個個體數

臺灣水域館生物

**309**種

3,724個個體數

珊瑚王國館生物

**369**種

6,644個個體數

全館共有生物計

**577**種

11,841個個體數

依生物分類之種類數量統計：

分類	種類數量統計	
	種類數	數量
脊索動物門	451	8,516
節肢動物門	20	112
腔腸動物門	61	2,258
棘皮動物門	24	449
其他	21	506
<b>合計</b>	<b>577</b>	<b>11,841</b>

## 二 發展水生生物人工繁養殖技術

### 一 黃足笛鯛繁養殖及產業應用關鍵技術研發

#### 1. 黃足笛鯛人工繁殖關鍵技術研發：

笛鯛科魚類 (*Lutjanidae*) 廣泛分布於世界三大洋之熱帶及亞熱帶海域，全世界計有4亞科17屬約105種，臺灣紀錄4亞科10屬52種。本科種類繁多，一般為沿岸中上層或近海底層魚類。大部分笛鯛科魚類的主食為底棲甲殼類動物及小型魚類。

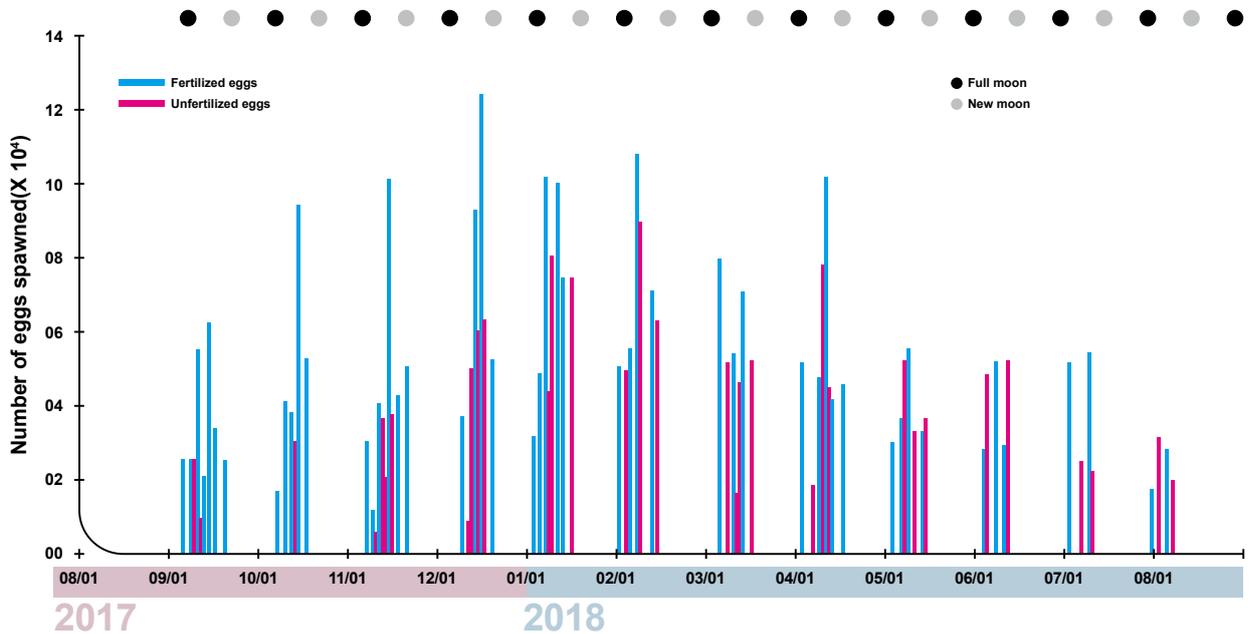
黃足笛鯛 (*Lutjanus fulvus*) 又稱焦黃笛鯛，廣泛分布於印度—太平洋海域。西起非洲東岸，東至馬克薩斯群島及萊恩群島，北迄琉球群島，南至澳洲。臺灣各地岩礁、沙泥底、河口、近海沿岸、潟湖等棲地類型皆可見其蹤跡；其較常出現於具有深洞或多巨石的棲地環境，屬於底棲性，通常單獨或鬆散的聚集在一起，棲息水深介於1至75公尺。最大體長可達40公分，不過一般常見的成魚體長約20至25公分。稚魚常出現於紅樹林沼澤及河流出海口區域，成魚習性為夜間覓食，以魚、蝦、蟹、海參及頭足類為食。黃足笛鯛在許多地區為重要的經濟食用魚類，在印度、索羅門群島、吉里巴斯、東加及日本沖繩等地區為家計型漁業的重要漁獲來源。黃足笛鯛在臺灣亦為重要的食用魚類，但有關其完整的產卵及初期發育資訊，人們仍

所知有限。目前市面上所販售的黃足笛鯛來源均來自野外捕捉，長久而言，這將會對野生族群造成影響，嚴重則可能造成物種滅絕，因此人工繁養殖技術的開發便成為一個重要的課題。

國立海洋生物博物館目前已首次完成黃足笛鯛種魚在人工環境下自然產卵，其全年產卵且具有月週期性，並成功培育仔魚。仔魚在孵化後第三天開口，而其卵黃囊至孵化後第二天即耗盡，此時為重要的投餌關鍵時間，初期餌料為橈足類無節幼生和S型輪蟲。仔魚在剛孵化時已開始發育神經丘，對外界感知能力逐漸提升，卵膜表面之微細構造可提供為分類依據。鹽度實驗結果顯示最適合魚卵孵化的鹽度為33.5 psu，溫度實驗結果顯示最適合魚卵孵化的溫度為27.9°C。



黃足笛鯛為棲息於珊瑚礁的經濟性食用魚類，但有關其完整的產卵及初期發育資訊仍所知有限。



黃足笛鯛自2017年9月1日至2018年8月31日期間，在水溫24.1至29.0°C條件下自然交配和產卵。



孵化後第23天的黃足笛鯛仔魚，平均體全長約11mm。

## 2. 公開發表研發成果：

有關黃足笛鯛的繁養殖之研發成果已於107年9月21日在「2018年觀賞水族國際研討會及產業創新論壇」上公開發表「黃足笛鯛 (*Lutjanus fulvus*) 的自然產卵及初期生活史之研究」【Leu, S.-L. and Leu, M.-Y.\*(2018) Natural spawning and early life history of the blacktail snapper, *Lutjanus fulvus* (Forster, 1801) in captivity. 2018 International Symposium and Forum of Industrial Innovation of Ornamental Fish, 21 September 2018, at Pingtung, Taiwan】本研究為全世界首次完成黃足笛鯛成功培育魚苗至稚魚期的突破性成果，將可應用於未來笛鯛科魚類的人工繁殖商業化量產的重要參考。

## ㉓ 本館展示之淡水魚類及洄游性蝦類繁殖量產技術研發：

臺灣富有觀賞價值的洄游型觀賞魚蝦種類甚多，目前市面上水族業者販售相當盛行，其可觀賞性及稀有性甚至比市面上喊價數千元的水晶蝦更優良。但因其繁殖困難，目前市面販售皆直接從野外取得，先前也有廠商尋求與本館合作，期望能開發相關物種繁殖量產。本研究除可嘗試以人工的環境來繁殖量產增加產值，以減少野外採捕對野生族群造成的壓力外，其幼生之培育及發育等相關研究也可發表於國際SCI之期刊，長遠的附加目標來看，若可以人工繁殖，對一些稀有的野生族群也有保育及復育的功效。而期間還是有很多技術門檻需要突破，如降海環境和幼苗期生物餌料就是兩個極需突破的問題。近幾年研發已可掌握降海環境和幼苗期生物餌料條件，期望能發展為本館繁養殖研究極具特色的一個領域。

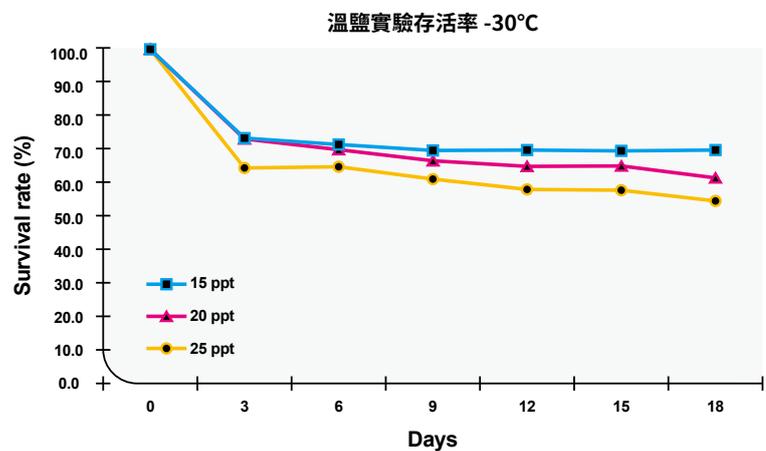
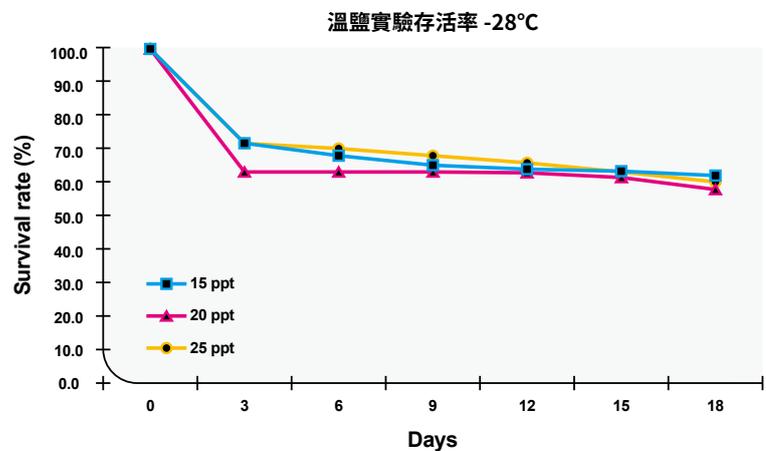
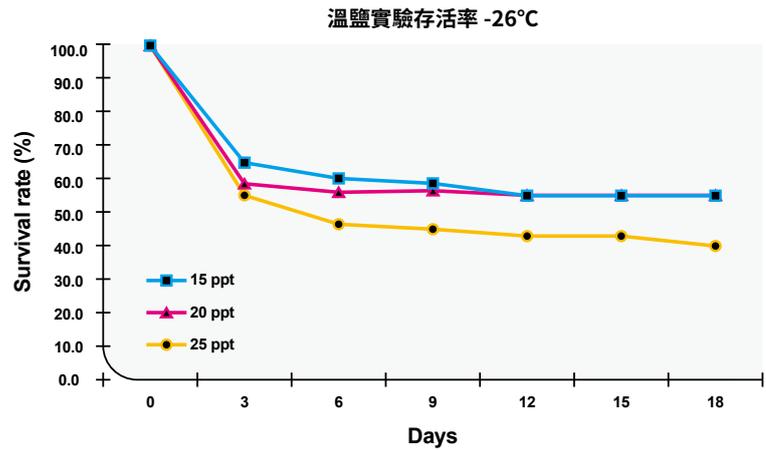
過去本館委外經營之海景公司在展場淡水魚展示之需求都是直接委外進行野外採集，因採集種類及數量皆不穩定，常常無法適時提供本館展示之需求，且直接進行野採造成外界觀感亦不佳。本館在生物繁養殖上近幾年皆有顯著成果，像是臺灣馬口魚、臺灣石賓、鯛魚、何氏棘魷及粗首鱸已能自然產卵試驗，並完成魚苗養成。魚苗也已養成種魚，部分做為親魚，部分販售給海景公司，提供於本館溪流展示區展示，多餘之魚苗也曾與地方政府合作進行合宜之原生來源物種放流，對臺灣溪流魚類生態保育貢獻盡一份心力，並提升本館保育作為之知名度。

- ① 持續馴養魚種已達到15種及8種蝦類，其中臺灣石賓、臺灣馬口魚、何氏棘魷、鯛魚、竹竿頭、高身鯛魚、粗首鱸等魚種已達性成熟階段，湯鱧、大口湯鱧也有少量成熟個體，8種蝦類也是成熟個體，可供本館進行一系列的自然產卵及種苗培育實驗。
- ② 去年繁殖之臺灣石賓、臺灣馬口魚及粗首鱸等魚苗，目前已達可展示體型，可滿足未來臺灣水域館展示缸之展示需求。
- ③ 本年度淡水蝦親代繁殖3種約3,500隻，分別是附刺擬匙指蝦、細足米蝦及菲氏米蝦，持續嘗試研究幼生所需繁養殖環境條件，以作為未來大量繁殖所需。
- ④ 第四季利用米蝦養殖實驗最佳條件：溫度25至28°C、鹽度20至30psu、投餵周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*)、密度105cells/ml，進行繁養殖米蝦之實驗。分別挑選附刺擬匙指蝦1,000隻、雲紋米蝦500隻蝦苗，嘗試利用量產洄游蝦苗專用培養器進行馴養，進行大量繁殖之技術研發，期望能達到具有實質經濟效益之養殖條件。
- ⑤ 本年度淡水魚親代繁殖2種，包含臺灣馬口魚魚苗約500隻，粗首鱸魚苗約80尾，將幼苗與親魚分開照養，以增加存活率。未來可適時提供魚種，以滿足本館展示之需求，不僅增加本館收入，也可減低野外採捕需求。



展場溪流魚類繁養殖場域。

- ⑥ 本年度販售海景公司魚隻兩次，108年1月23日販售臺灣馬口魚100尾、臺灣石賓100尾、何氏棘魷20尾，合計販售總價為28,000元。108年11月1日販售本館魚隻200尾，販售數量為臺灣馬口魚100尾、臺灣石賓100尾，販售總價為20,000元。



菲式米蝦幼苗養殖試驗（不同溫鹽實驗各組存活情況）。

### ㊦ 本館繁養殖魚類遺傳多樣性探討：

#### 計畫目標：

明潭吻鰕虎魚 (*Rhinogobius candidianus*) 為在臺灣分布廣泛的鰕虎魚類，也是臺灣河川主要的優勢魚類，曾為本館展場臺灣水域館的展示物種，然目前尚未有本物種之繁養殖報告。本年度目標將以明潭吻鰕虎魚為研究物種，以DNA遺傳標誌進行本館繁養殖族群與野外族群之分化程度與遺傳結構分析探討，以對未來繁養殖研究與遺傳管理建立初期資料。

#### 執行情形：

- ① 至各棲地採集野外族群樣本及收集本館繁養殖之樣本。
- ② 萃取DNA，設計引子增幅目標片段。
- ③ 送定序公司進行目標片段DNA定序。
- ④ 進行DNA定序序列整理與分析。
- ⑤ 分析與整理資料。

#### 辦理情形：

- ① 進行研究樣本採集，以95%酒精浸泡，進入實驗室以-20°C冷凍保存樣本。
- ② 以Genomic DNA Purification Kit萃取DNA，並進行基因放大(PCR)。
- ③ 序列經Clustal X 1.81軟體比對排列，並經過人工檢查。利用MEGA 6.0分別構築Maximum Likelihood。Bootstrapping分析為1000重複。
- ④ 以DnaSP 4.10.8軟體分析族群內的遺傳多樣性，如單型多樣性 $h$  (haplotype diversity)及核苷酸多樣性 $\theta\pi$  (nucleotide diversity)，並分析族群間的遺傳分化指數 $F_{st}$ 。利用Arlequin version 3.5軟體構築單型網狀關係圖(haplotype network)。最後以DIYABC v.2.0 軟體，來分析比較不同的歷史過程，包括族群分歧時間、混合及族群量變化。
- ⑤ 本館養殖族群以粒線體全段 $cytb$ 及D-loop進行遺傳結構分析。



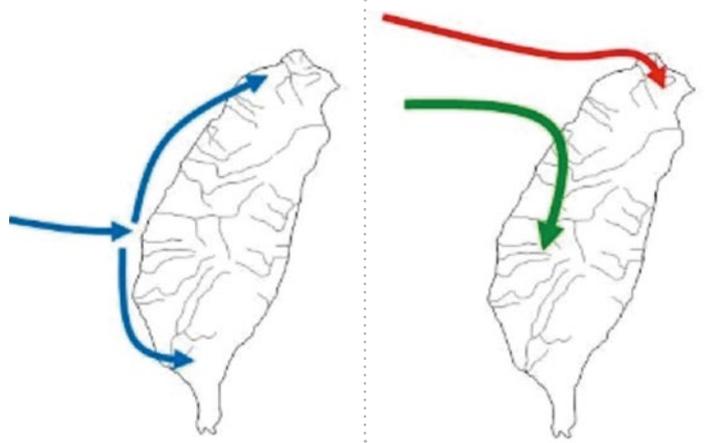
明潭吻鰕虎。

### 成果報告：

① 本研究分析超過200個臺灣各地區樣本，定序其粒線體DNA中的*cytb*基因與D-loop序列，共1984bp，為A+T含量較高的片段（55%），220條序列共辨視為98個單型（haplotype）。每個族群的單型多樣性均偏高，比較兩個核苷酸多樣性指數 $\theta\pi$ 與 $\theta\omega$ ，發現大多數族群呈現族群成長的模式（ $\theta\pi > \theta\omega$ ）（表1）。族群間的遺傳分化指數 $F_{st}$ 大都相當大且顯著（表2），在98個單型中也幾乎是每個族群的特有單型，僅有6個共有單型，呈現地理區有分化現象。

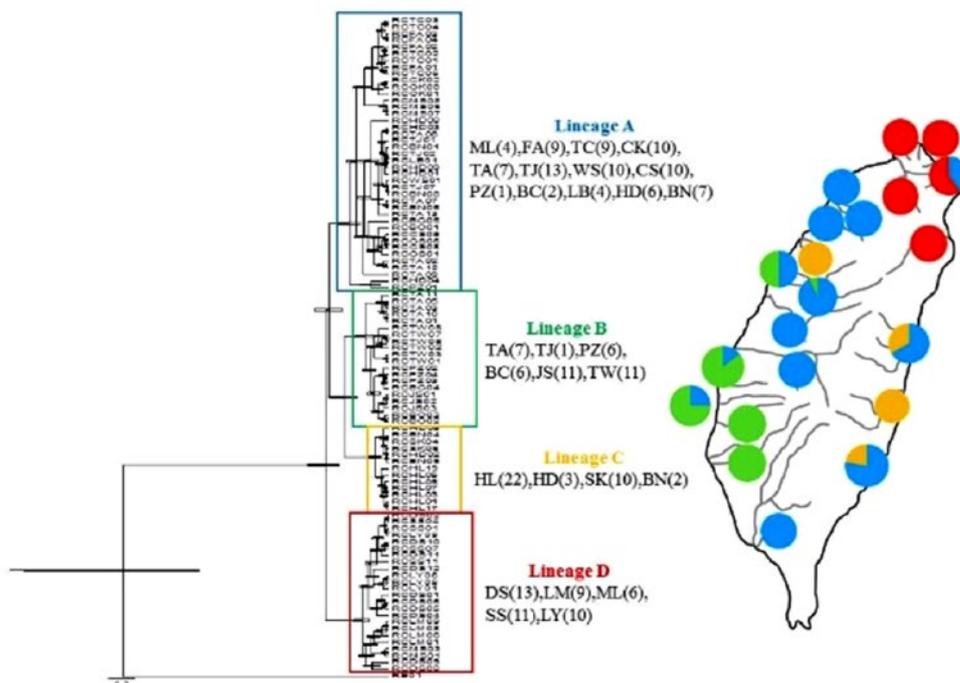
② 在親緣關係樹中，所有單型可分為4個系群（A-D），系群A廣泛分佈在全臺灣、系群B分佈於臺灣西部苗栗臺地以南及曾文溪以北、系群C分佈於苗栗臺地及東部、系群D分佈於北部。

③ 為探討臺灣明潭吻鰕虎的演化歷史，以DIYABC進行分析，分析結果推論臺灣的明潭吻鰕虎至少經由兩次拓殖事件而來，東部族群可能經由西部族群拓殖而來。



DIYABC分析推論拓殖路徑圖。

④ 建議繁養殖族群應建立遺傳資料庫與世代DNA遺傳分析，以了解繁養殖族群與養殖物種之遺傳結構，作為繁殖下一代之參考，以避免遺傳衰退、基因滲入及親魚的過渡採捕壓力，進而達保育之目的。



明潭吻鰕虎粒線體*cytb* + D-loop基因親緣關係圖。

表1：明潭吻鰕虎粒線體*cytb* + D-loop基因遺傳歧異度分析。

Population	Code	Sample size	Haplotype diversity	lineage	Nucleotide diversity	
					$\pi$ (%)	$\theta$ (%)
<b>North</b>		<b>61</b>	<b>0.967</b>		<b>1.052</b>	<b>0.960</b>
Malain	1.ML	10	0.756	I, IV	0.827	0.589
Laomei	2.LM	9	0.694	IV	0.454	0.334
Shuangsi	3.SS	11	0.673	IV	0.081	0.121
Danshuei	4.DS	13	0.949	IV	0.570	0.601
Fongshan	5.FA	9	0.806	I	0.221	0.167
Touqian	6.TC	9	0.806	I	0.171	0.223
<b>Northwest</b>		<b>46</b>	<b>0.929</b>		<b>1.344</b>	<b>0.965</b>
Chongkang	7.CK	10	0.511	I	0.221	0.196
Houlong	8.HL	22	0.792	III	0.195	0.194
Taan	9.TA	14	0.967	I, II	0.965	0.794
<b>Central</b>		<b>34</b>	<b>0.881</b>		<b>0.419</b>	<b>0.543</b>
Tajia	10.TJ	14	0.791	I, II	0.363	0.587
Wu	11.WS	10	0.356	I	0.036	0.036
Chuoshuei	12.CS	10	0.711	I	0.149	0.107
<b>South</b>		<b>37</b>	<b>0.950</b>		<b>0.559</b>	<b>0.749</b>
Puzih	13.PZ	7	0.857	I, II	0.466	0.638
Bachang	14.BC	8	0.857	I, II	0.658	0.623
Jishuei	15.JS	11	0.691	II	0.105	0.069
Tzengwun	16.TW	11	0.855	II	0.273	0.207
<b>Southwest</b>						
Linben	17.LB	4	0.000	I	0.000	0.000
<b>Northeast</b>						
Lanyang	18.LY	10	0.778	IV	0.196	0.196
<b>East</b>		<b>28</b>	<b>0.886</b>		<b>1.184</b>	<b>0.700</b>
Hualian	19.HD	9	0.944	I, III	1.233	0.891
Siukuluan	20.SK	10	0.733	III	0.071	0.054
Beinan	21.BN	9	0.722	I, III	0.933	0.928
<b>total</b>		<b>220</b>	<b>0.984</b>		<b>1.437</b>	<b>1.556</b>

表2：明潭吻鰕虎臺灣各地樣本分化指數Fst分析。

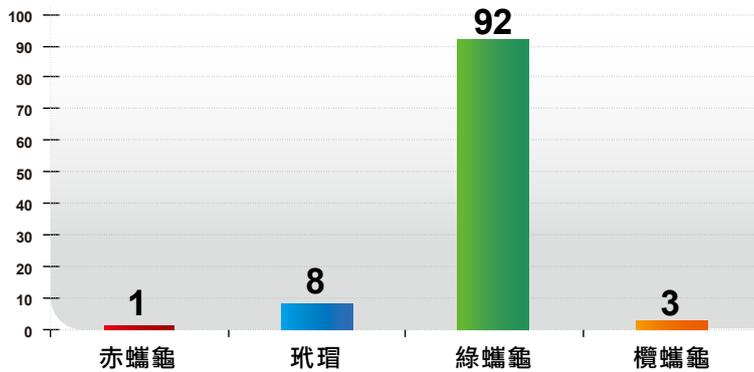
	LM	SS	DS	FA	TC	CK	HL	TA	TJ	WS	CS	PZ	BC	JS	TW	LB	LY	HD	SK	BN	
ML	0.45	0.47	0.36	0.58	0.60	0.61	0.77	0.42	0.60	0.70	0.69	0.57	0.47	0.66	0.59	0.71	0.52	0.40	0.79	0.45	
LM		0.67	0.50	0.81	0.83	0.83	0.87	0.63	0.79	0.87	0.85	0.74	0.67	0.84	0.77	0.88	0.69	0.60	0.89	0.66	
SS			0.29	0.89	0.91	0.90	0.93	0.66	0.86	0.96	0.93	0.81	0.73	0.93	0.85	0.97	0.69	0.62	0.96	0.69	
DS				0.76	0.78	0.78	0.84	0.55	0.73	0.82	0.81	0.69	0.62	0.78	0.71	0.83	0.53	0.54	0.86	0.59	
FA					0.05	0.59	0.91	0.51	0.70	0.86	0.80	0.75	0.63	0.87	0.79	0.88	0.87	0.51	0.93	0.52	
TC						0.60	0.92	0.52	0.72	0.88	0.82	0.76	0.64	0.89	0.81	0.90	0.88	0.51	0.94	0.53	
CK							0.91	0.55	0.73	0.88	0.80	0.79	0.69	0.90	0.83	0.88	0.88	0.52	0.94	0.55	
HL								0.68	0.87	0.95	0.92	0.80	0.73	0.91	0.83	0.95	0.91	0.51	0.75	0.68	
TA									0.32	0.51	0.48	0.45	0.32	0.57	0.45	0.47	0.65	0.20	0.74	0.19	
TJ										0.25	0.62	0.73	0.62	0.85	0.78	0.08	0.84	0.26	0.90	0.04	
WS											0.85	0.84	0.74	0.95	0.90	0.85	0.90	0.39	0.98	0.20	
CS												0.81	0.71	0.92	0.86	0.86	0.90	0.41	0.95	0.41	
PZ													0.17	0.59	0.41	0.85	0.79	0.46	0.84	0.56	
BC														0.45	0.31	0.74	0.72	0.35	0.78	0.43	
JS															0.64	0.97	0.90	0.58	0.95	0.67	
TW																0.91	0.82	0.47	0.87	0.59	
LB																	0.94	0.36	0.98	0.12	
LY																		0.61	0.94	0.68	
HD																				0.51	0.00
SK																					0.71

## ☰ 推動執行保育相關工作

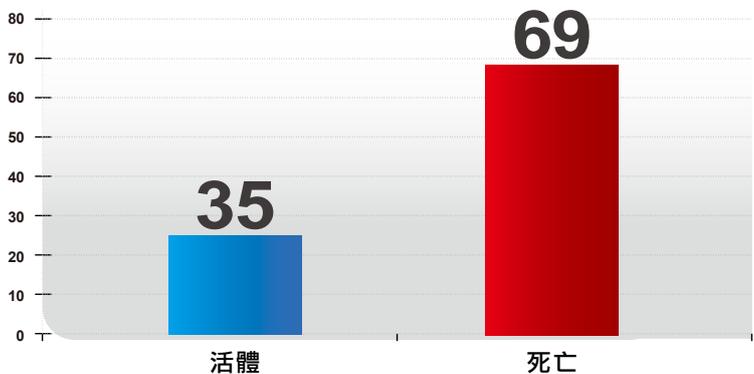
### ☹ 協助地方政府處理保育類海龜救傷及通報

108年累計協助地方政府處理海龜救傷及通報共計104起，其中共有赤蠵龜1隻、玳瑁8隻、綠蠵龜92隻、欖蠵龜3隻；全體中共有69隻死亡通報個體、35隻活體通報個體；通報縣市隻數分別為臺南市9隻、高雄市7隻、臺東縣45隻、屏東縣36隻、雲林縣5隻、彰化縣2隻。

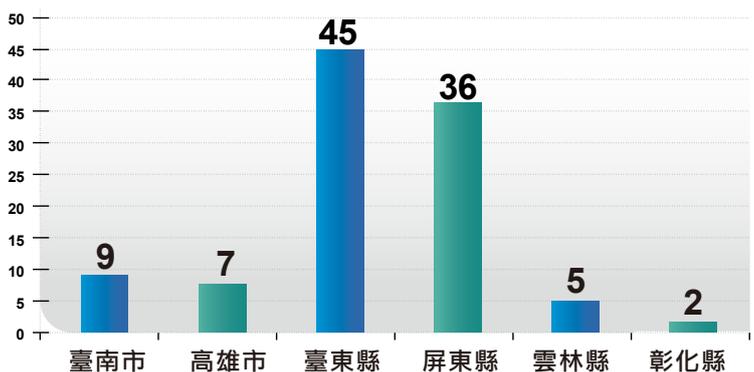
108年通報海龜的種類



108年通報海龜狀態



108年通報海龜縣市



海巡救援擱淺綠蠵龜。



本館收容誤捕綠蠵龜。



海巡協助掩埋死亡綠蠵龜。



海巡協助處理死亡綠蠵龜。

## ㊟ 108年保育類海龜野放

02月23日—於屏東縣後灣潮間帶野放綠蠓龜1隻，本次活動共計10人參與。

03月14日—於屏東縣後壁湖保育沙灘野放綠蠓龜2隻、玳瑁1隻，本次活動共計30餘人參與。

04月09日—於屏東縣後壁湖保育沙灘野放綠蠓龜1隻、欖蠓龜1隻，本次活動共計60餘人參與。

05月22日—於屏東縣後壁湖保育沙灘野放綠蠓龜1隻，本次活動共計30餘人參與。

08月18日—於屏東縣後壁湖保育沙灘野放綠蠓龜2隻、欖蠓龜1隻，本次活動共計30餘人參與。

09月12日—於臺東縣富山沙灘野放綠蠓龜3隻、欖蠓龜1隻、玳瑁1隻，本次活動共計200餘人參與。

10月19日—於屏東縣後壁湖保育沙灘野放綠蠓龜1隻，本次活動共計30餘人參與。

12月14日—於屏東縣後壁湖保育沙灘野放綠蠓龜3隻、玳瑁1隻，本次活動共計30餘人參與。



野放前的活動說明。



海龜野放活動現場。



綠蠓龜於沙灘野放。



野放綠蠓龜游入海中。



海龜野放。

## 四 水族實驗中心

- ① 環境教育場域：108年度約有190場次的機關、學校或團體計約5,254人次至水族實驗中心進行參訪或學術交流。
- ② 提供各式養殖實驗池區供學術研究：108年度共計有362個0.3噸至250噸之大小桶槽，及2間密閉式小型實驗室供館內研究人員進行研究與實驗，另於一樓實驗室增設排風扇、解剖台與供氣管路等做為獸醫檢診室。
- ③ 執行108年度中程計畫「水族中心中小型FRP桶槽採購案」，汰換B5、B8、B10等池區計36座0.6噸木質底座養殖桶槽，改以一體成形之FRP養殖桶槽取代，並更新該區之用電插座。另新設C5、C6、C7及C8池區共24座1.6噸中型FRP養殖桶槽，並於該區增設2組20K變壓器及110配電箱。
- ④ 核三廠致贈本館龍膽石斑8尾及馬拉巴石斑4尾放養於戶外三號池；另D14池區之石斑魚及金目鱸亦移至戶外三號池馴養。
- ⑤ 戶外池用電中繼配電箱更新，二號池排水口修改溢流孔配置，二號及三號池各新增1台增氧機，另3座水泥池各進行1次底泥抽除作業，各池鋁門進行門後鈕除鏽保養。



團體參訪水族中心。

⑥ 水族中心各設施改善與維護：

**供水設備：**新增3處備用海水管路取代部分大型池區之地下海水管路，B8、B12海水閘門維修，B19-1-2、D9海水閘門更新，雜項給水系統管路維修，D6淡水閘門更新，C2大圓池排水閘更換，另增設餌料培養區淡海水管路。

**供電設備：**B1-4、B19及C15電源檢修，2樓高壓滅菌釜用電線路開關故障維修，A1、C13、C14、F11池區供電插座更新，B12-1及C13增設定時插座與一般插座。

**供氣設施：**餌料培養區新增6組供氣管路。

**維生設備：**D4海龜池及鯨豚救援室馬達更新，B7-1冰水機更新，B5-6冰水機管路修改。

**缸體及周邊設施：**A4-15、B7-6、B7-4、C13-1缸體補漏及鯨豚室救援池補漏整修，C3池區珊瑚掛架補強整修，各水泥池區白鐵樓梯維修保養，3座白鐵手推車維修。

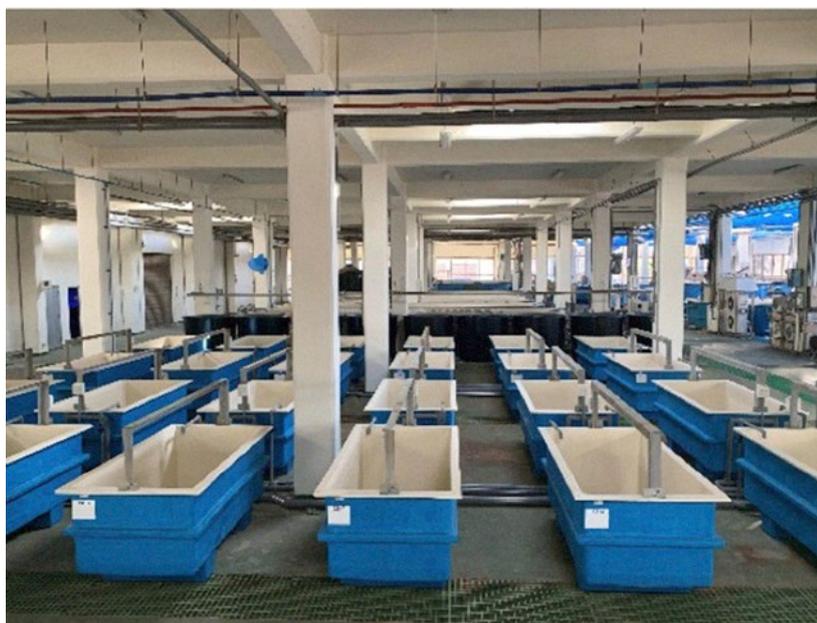
**環境維護：**本年度進行3次一樓養殖池區大規模環境清潔，並配合秘書室進行庫房整理與盤點。

⑦ 其他研究單位場域合作：

提供國立自然科學博物館於水族中心二樓平臺架設天文觀測站，另中研院原設於水族中心樓頂之採樣機組拆除撤離。



戶外二號池排水口修改溢流孔配置。



中程計畫採購之中型桶槽。



核三廠致贈本館石斑魚之入缸作業。