

「臺灣本島人工海岸生物多樣性調查（1/2）」案
成果報告書
（案號：110-C-51）

委託機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：中央研究院生物多樣性研究中心

計畫主持人：陳國勤

計畫期程：中華民國 110 年 12 月至 31 日

計畫經費：新臺幣 1,800,000 元整

（本報告內容及建議，純屬執行單位觀點，不代表本機關立場）

目錄

中文摘要	4
Abstract	6
一、執行進度表	7
二、提出蒐集比較天然及人工海岸生物相之相關文獻成果	8
1. 國外沿海地區的開發現況	8
2. 天然岩岸的生態與生物多樣性	11
2.1 天然岩岸的帶狀分布 (zonation)	11
2.2 影響天然岩岸生物多樣性的環境因子	12
3. 海岸人工化對天然岩岸生物多樣性的影響	15
3.1 棲地的劣化 (degradation)、喪失 (loss) 與破碎化 (fragmentation) ..	17
3.2 棲地均質化 (homogenization)	20
3.3 周遭海底棲地的改變	22
3.4 微氣候 (microclimate) 的變化	24
3.5 外來種入侵	26
3.6 垃圾污染的累積	28
3.7 幼生回流的族群遺傳多樣性低	30
4. 人工海岸的改善對策	31
4.1 增加微棲地	31
4.2 引入生態系工程師 (ecosystem engineers) 物種	43
4.3 移植珊瑚礁物種	45
4.4 天然建材取代人工水泥	46
5. 臺灣的海岸現況	48
6. 臺灣天然與人工海岸的相關研究	50
6.1 大型藻類 (macroalgae)	51
6.2 珊瑚 (coral)	52
6.3 軟體動物 (molluscs)	53
6.4 甲殼類動物 (crustaceans)	55
6.5 魚類 (fishes)	57
7. 參考文獻	60
7.1 國外文獻	60
7.2 中文文獻	75
三、盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況和了解近年變遷狀況	80
1. 盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況	80
2. 以 Google Earth 歷史照片探討 20 年內人工海岸變遷狀況	100
四、調查臺灣本島海岸地區人工海岸 (消波塊為主) 之生物多樣性	111
1. 採樣地點	111

2. 調查方式	113
3. 實地調查結果	114
北部海岸	114
深澳里	114
八斗子漁港	122
南雅	128
福連	134
西部海岸	140
觀音	140
白沙屯	146
高美濕地	152
東石	157
南部海岸	162
西子灣	162
旗津	167
紅柴坑漁港	174
核三廠出水口	181
東部海岸	189
八噶噶海岸	189
基翠漁港	198
鹽寮	204
粉鳥林	211
4. 人工海岸調查樣點之環境因子基本資料	218
五、初步比較分析臺灣本島天然岩礁海岸與人工海岸之生物相差異。	236
1. 2006-2007 年農委會天然人工海岸調查計劃與 2021 年海洋保育署人工海岸調查計劃於人工海岸調查生物多樣性之物種組成比較。	236
1.1 北部地區	236
1.2 西部地區	239
1.3 南部地區	241
1.4 東部地區	244
2. 人工海岸生物群聚分析	248
3. 天然及人工海岸生物群聚分析	249
六、研擬我國岩礁及人工海岸生態資源保育管理初步建議	254
七、辦理調查訓練課程培訓海保署海洋保育巡查員	256
1. 報名簡章	256
2. 課程講義	258
3. 活動照片	271
4. 課程結束後每組學員於一周內繳交實習調查報告，並給予評分。	280

八、期中報告審查意見回覆	283
九、期末報告意見回復	288

中文摘要

本計劃調查臺灣本島人工海岸生物多樣性及生態。計劃首先以文獻回顧國外文獻 104 篇與國內文獻 28 篇，探討國外沿海地區人工海岸開發現況及人工海岸的改善對策等。本計劃利用 Google earth 放大臺灣本島之海岸線，使用歷史照片之功能，以探討臺灣本島海岸在近 10-20 年之間之變遷。全臺灣共記錄了，在近 10-20 年間，一共有 157 處海岸有明顯人工化的變遷。在臺灣北部近 20 年海岸線變化以主要幹道旁的岩岸上投放消波塊，以防颱風及海浪衝擊道路。臺灣東部海岸投放之消波塊都有土沙覆蓋的現象，投放於北部岩岸上之消波塊則變化較少。本計劃調查完成臺灣本島北、西、南、東各四處，共 16 個人工海岸樣區(消波塊為主)之生物多樣性調查，記錄生物共計：165 種。多變數分析及 nMDS 空間排序分析中顯示 16 個樣點可分為 4 大群。東北、東部、南部及西部海岸各自成群。東北、東部、南部之相似度較近，西部則較遠。多變數分析及 nMDS 空間排序比較天然及人工海岸生物群聚分析顯示，北部及東部人工海岸跟天然岩岸計劃中之樣點明顯分為天然及人工海岸 2 群。南部人工海岸跟天然岩岸計劃中之樣點則沒有明顯分群。人工海岸生態資源保育管理初步建議上，建議以岩石上之消波塊為優先考量。另可仿效國外於水泥表面裝上花盆或其他使表面複雜化之結構，以提升微棲地多樣性及物種數量。本計劃也成

功辦理 2 場調查訓練課程以培訓海保署海洋保育巡查員，課後問卷調查結果顯示，超過 94%的學員認為本次課程達到他們的預期。

Abstract

Surveying the biodiversity of intertidal assemblages in breakwater shores in Taiwan

The present project examines the ecology and diversity of intertidal species at artificial breakwater habitats in Taiwan. A literature review on 104 international SCI papers and 28 local papers were conducted to examine the background ecology of intertidal species in artificial habitats and ways to enhance the diversity of intertidal species in artificial shores. To assess the changes of shoreline in Taiwan, Google Earth was used to examine the changes in the past 10 to 20 years revealed that there were 157 shoreline locations in Taiwan that have been modified. Most of the breakwater deposited in the northern Taiwan is stable and persists for years. Breakwaters deposited in the eastern coastline of Taiwan were embedded by sands after several years of deployment. A total of 16 breakwater sites with each 4 in north, east, west and south of Taiwan were selected and quantitative surveys were conducted, yielding a total of 165 species. From multivariate analysis and nMDS plots, species assemblages in north, east, south and west Taiwan formed distinct significant clusters. Comparing the species assemblages between artificial and natural shores, there were significant clustering of species assemblages in east and north of Taiwan, whilst there are no obvious separations in the ordination plots of artificial and natural shores in the south region of Taiwan. For conservation issues in breakwater shores, the breakwaters deposited on natural shores can have diversity close to natural assemblages. Further modification including installing artificial rockpools can be proceeded to enhance diversity in this habitat. This project also organized two workshops for training OCA staff on the transect techniques in natural and artificial shores in Taiwan. More than 94% of participants agreed the content of the course fulfilled their expectations.

一、執行進度表

項目		110 年 1 月	110 年 2 月	110 年 3 月	110 年 4 月	110 年 5 月	110 年 6 月	110 年 7 月	110 年 8 月	110 年 9 月	110 年 10 月	110 年 11 月	110 年 12 月
一、蒐集比較天然及人工海岸生物多樣性之相關文獻													
二、盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分佈現況和了解近年變遷狀況													
三、調查臺灣本島海岸地區人工海岸（消波塊為主）之生物多樣性													
四、初步比較分析臺灣本島天然岩礁海岸與人工海岸之生物相差異。													
五、研擬我國岩礁及人工海岸生態資源保育管理初步建議													
六、辦理調查訓練課程培訓海保署海洋保育巡查員													
五、繳交報告	工作執行計畫書												
	期中報告												
	期末報告												
	成果報告												
預定進度(累計數)						10 %	25 %	50 %	75 %	80 %	90 %	95 %	100 %

藍色標示的部分是已完成進度。

二、提出蒐集比較天然及人工海岸生物相之相關文獻成果

文獻回顧成果

透過國內外的期刊、論文與研究報告資料庫（如：Google Scholar、華藝線上圖書館、政府研究資訊系統…等），收集國外文獻 104 篇與國內文獻 28 篇，共 132 篇。內容包含國內外沿海地區的發展現況報導，以及海岸水泥化對生物多樣性的影響案例。除此之外，也同時回顧了國外幾種改善人工海岸環境的研究調查。

1. 國外沿海地區的開發現況

沿海地區位於陸地與海洋之間的交界，不僅孕育出豐富的自然生態，也對人類的文明與經濟發展有很重大的影響力。全世界生活在沿海地區的人口密度是世界總人口平均密度的 3 倍 (Small and Nicholls 2003)。其中，低於海平面以上 10 公尺的沿海區域面積僅占全世界土地總面積的 2%，卻居住了全世界 10% 的人口，當中又以亞洲的人口佔大多數 (McGranahan et al. 2007)。人口的聚集也伴隨著許多的開發活動。沿海地區的開發往往會對周遭的自然生態系統帶來相當大的威脅，像是生物多樣性下降、棲地喪失、優養化、外來種入侵、...等 (EEA 2006)。隨著開發的速度不斷加快，沿海地區面臨的環境壓力也越來越大 (EEA 2006, 2010, 2013)。

以美國為例，美國居住在沿海地區的人口數約為 2,285 萬人，佔全美國總人口數的 8% (McGranahan et al. 2007)。從 1900 年開始，為了防止海岸的侵蝕，美國各地的沿海地區已經建造了許多人工海岸，例如：佛羅里達州的海岸及加州海岸線皆有約 21% 為人工海岸 (Dugan et al. 2011)。Gittman (2015) 估計全美國總共約有 22,800 公里的海岸線已經被水泥化，大約佔全美國海岸線總長的 14%。如果沿海地區人口成長的趨勢不變，估計到了 2100 年，全美國會有將近 1/3 的海岸線會被人工海岸所取代 (Gittman 2015)。在面臨氣候變遷的情況下，這些沿海地區的生態系統將面臨「海岸擠壓 (coastal squeeze)」，同時遭遇海岸開發與海平面上升的雙面夾擊 (Titus 2009)。

中國是目前全世界第二大的經濟體，特別是沿海地區的經濟大幅成長。隨著經濟的發展，沿海地區都市化的速度也非常快速，目前的中國有許多重要的大型都市都位於沿海地區內。全世界居住在沿海地區的人口數以中國的人口數量最多，約有 1 億 4,300 百多萬人，佔中國總人口總數的 11% (McGranahan et al. 2007)。為了獲得更多的土地來滿足經濟發展的需求，沿海地區的開發活動仍然持續進行，並且已經建起了數千公里長的人工海岸，佔中國海岸線總長度的 60%，長度已經超越中國的萬里長城，成為中國的新長城 (Ma et al. 2014)。這些開發活動對環境帶來許多問題，像是環境汙染、生態系統的衰退、水產資源的下降、海岸線侵蝕的加速...等 (Cao and Wong 2007)。讓原有的生態系統功能遭到破壞，嚴重威脅了區域內的生態安

全與永續發展。

同樣位於西太平洋的日本，海岸開發的速度也相當得快。日本居住在沿海地區的人口大約有 3,048 萬人，佔日本總人口的 24% (McGranahan et al. 2007)。日本的海岸線長度大約為 34,500 公里，為了人為開發與防止海岸線侵蝕，有許多天然海岸被人工海岸取代。在 1993 年的時候，日本列島僅剩 44.7% 的天然海岸線，並且以每 6 年 1% 的速度快速消失 (Koike 1996)。在日本南方的沖繩本島，約有 431.8 公里的海岸線為人工海岸，大約佔沖繩本島海岸線總長的 63%，使得天然棲地破碎化，也影響到周遭的海洋生態系統，導致生態系服務 (ecosystem service) 的損失 (Masucci and Reimer 2019)。

歐洲大約有 2 億 500 萬人居住在歐盟國家的沿海地區，佔歐盟總人口的 41%，其中又以地中海沿岸的人口數最多，佔歐洲沿海地區總人口數的 36%，其次為東北大西洋沿岸，佔 30% (Eurostat 2011)。這些人口主要集中在貿易、工業、休憩娛樂發達的區域，這些區域通常也都具有非常重要的沿海生態系統 (EEA 2006)。根據 EEA 在 2006 年的估計，在 1990–2000 年之間，幾乎所有的歐洲國家沿海地區的開發範圍都有增加，其中以葡萄牙、愛爾蘭與西班牙增加的比例最高 (22–35%)。同時，歐洲約有 10% 的海岸線已經被人工海岸所取代。這些開發讓歐洲沿海的生態系統面臨非常大的環境壓力，出現了明顯的環境退化，例如：棲地喪失、汙染、海岸侵蝕、外來種入侵...等 (EEA 2006)，大約有 73% 的沿海棲地保育狀況已經被評估為「不

良 (bad)」或「不足 (inadequate)」(EEA 2013)。

2. 天然岩岸的生態與生物多樣性

天然海岸為人類提供了相當豐富的生態系服務，包括了海岸線的保護、漁業資源的孕育、水質的淨化、教育與遊憩...等 (Barbier et al. 2011; Bennett et al. 2015; Teagle et al. 2017; Blamey and Bolton 2018)。其中，岩岸 (rocky shore) 是具有堅硬且穩定底質的天然海岸，地形結構崎嶇且複雜，因此，產生了相當多樣的生態棲位 (ecological niches)，也孕育了相當豐富的生物多樣性。岩岸的環境條件變化主要呈現帶狀分布 (圖一)，不同帶狀區域內的環境差異大，物種的組成也有不同 (Satyam and Thiruchitrambalam 2018)。

2.1 天然岩岸的帶狀分布 (zonation)

天然岩岸的環境帶狀分布，主要可以分成以下幾個區域 (圖一)：

(1) 飛濺帶 (splash zone)

範圍在平均大潮高潮面 (mean high water springs, MHWS) 之上。在一般的情況下並不會淹沒到海水中，除了少數特例的情況下，像是月球位於近地點 (perigee)、颱風...等時候。但是，有時會受到浪花飛濺，因此，這個範圍內的岩石仍然具有一定的溼度。

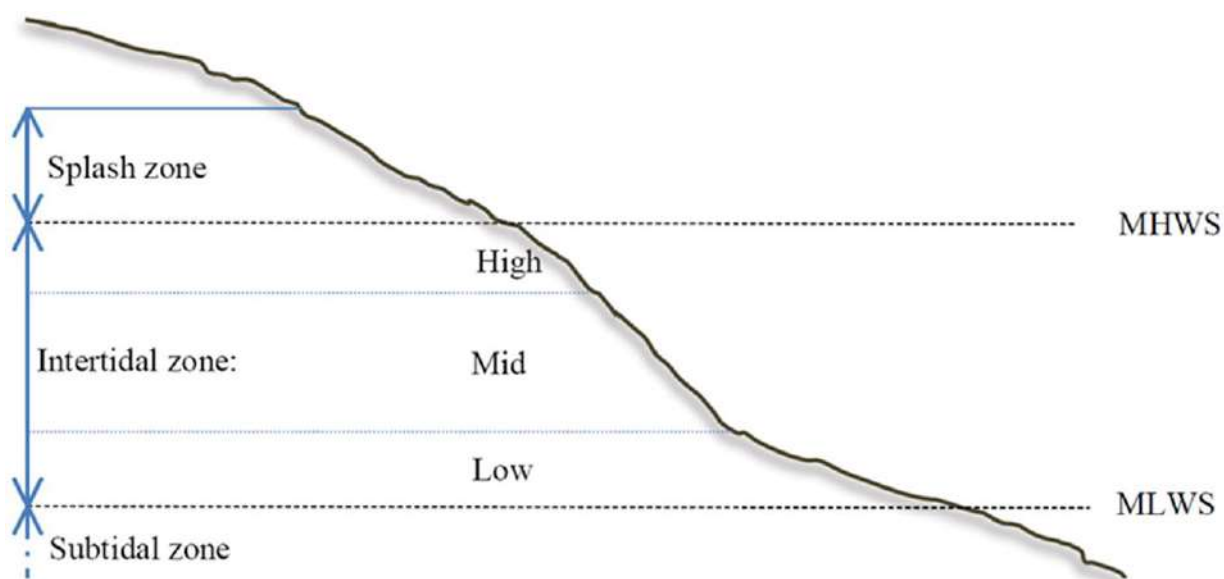
(2) 潮間帶 (intertidal zone)

範圍在平均大潮高潮面與低潮面 (mean low water springs, MLWS)

之間。可以再細分成高潮區、中潮區與低潮區。高潮區大部分的時間都暴露在空氣當中，僅只有在接近滿潮的時候才會淹沒至海水中。中潮區暴露在空氣中與淹沒至海水中的時間大致相同。低潮區則是大部分的時間都淹沒在海水當中，只有在接近乾潮的時候會暴露在空氣當中。

(3) 潮下帶 (subtidal zone)

範圍在平均大潮低潮面之下，淹沒在海水之中。此範圍靠近海水表面，所以光照程度強，溶氧量高。與其他較深的水域相比，受到海浪作用的影響較大。



圖一、海岸的帶狀分布圖 (Smith 2013)。

2.2 影響天然岩岸生物多樣性的環境因子

天然岩岸的潮間帶受到潮汐影響，環境會有週期性的劇烈變化。分布在潮間帶的生物必須具有克服這些環境壓力的能力。這些影響生物在潮間帶

上分布的因素眾多且複雜，像是溫度、濕度、鹽度、溶氧量...等都會影響生物的分布情形。這些環境中因子都會隨著潮汐起伏產生變化，特別是在退潮之後，生物就必須暴露在高溫乾燥的環境之中。退潮後，太陽光會直射潮間帶的岩石，使得環境溫度快速上升。當溫度過高的時候，便會對環境中的生物造成熱壓迫 (heat stress)，除了會影響生物的生理機制，也會使生物嚴重脫水而導致細胞結構的損傷 (Satyam and Thiruchitrambalam 2018; Ober et al. 2019)。因此，生物對環境變化的耐受度差異會影響生物在潮間帶分布的範圍。

Wong et al. (2014) 就針對香港潮間帶常見的日本笠藤壺 (*Tetraclita japonica*) 與刺巨藤壺 (*Megabalanus volcano*) 進行調查，結果發現，在暴露於空氣中的高溫條件下 (40°C)，刺巨藤壺的血淋巴滲透壓 (hemolymph osmolality) 因為脫水而上升的程度比日本笠藤壺來得高。另外，當日本笠藤壺因為高溫而進入昏迷狀態 (coma state) 時，大部分的個體都可以在海水淹沒之後恢復正常，但是，大部分的刺巨藤壺在進入昏迷狀態之後，會在 24 小時內死亡。這些結果都顯示，日本笠藤壺對熱壓迫的適應力比刺巨藤壺來得強。這個結果也反映這兩個種類在潮間帶的分布範圍，日本笠藤壺大部分都分布在高潮區與中潮區，而刺巨藤壺則分布在低潮區與潮下帶。

Fieth 與 Williams (2009) 則是調查了香港潮間帶的花笠螺 (*Cellana toreuma*) 在夏季季風期遭受到的環境壓力。香港的花笠螺在退潮後的高溫

條件下，會以潮間帶的潮池作為避難所。但是，在進入夏季季風期的時候，不僅環境的溫度更高，強降雨也讓潮池內的鹽度發生劇烈變化，進而影響花笠螺的血淋巴滲透壓 (hemolymph osmolality) 變化，使得花笠螺的死亡率上升。顯示溫度與鹽度的變化會影響花笠螺在潮間帶的族群變動。

潮間帶的生物為了適應嚴苛的生存環境，也演化出各種不同降低環境壓力的方法。例如：斗笠螺 (*Cellana grata*) 在高溫的環境條件下，會進行蘑菇行為 (mushrooming behaviour) - 把外殼抬起，呈現類似蘑菇的形狀。透過蘑菇行為來加速散熱，降低體溫，有助於減少個體在高溫條件下的死亡率 (Williams et al. 2005)。玉黍螺 (*Echinolittorina peruviana*) 則是會透過個體大量聚集在一起的方式，來減少個體的水分散失，以度過高潮區退潮後的高溫缺水環境 (Muñoz et al. 2008)。

除了上述的非生物因子之外，生物之間的相互作用也是影響生物在潮間帶分布的重要因子。一般來說，高潮區的環境因為暴露在空氣中的時間最長，環境條件較為嚴苛，因此，可以適應高潮區環境的生物種類比較少，生物種類之間的競爭也較小。生物多樣性隨著高潮區、中潮區與低潮區逐漸增高，生物之間的競爭關係也越激烈，被掠食者攻擊的風險也越高 (Smith 2013)。其中，物種間經常會需要競爭有限的生活空間，像是海草與固著性的動物 (例如：牡蠣、藤壺...等) 都需要固著在岩石上，當海草的生長覆蓋了大部分的岩石之後，不僅讓其他固著性動物的生存空間變小，還會影響周

遭的水流，造成濾食性動物的濾食效率變差 (Smith 2013)。

3. 海岸人工化對天然岩岸生物多樣性的影響

沿海地區的開發讓海岸線上增加了許多人造的建物。這些人造建物具有各種不同功能，像是防止海岸侵蝕（海堤、消波塊、防波堤）、航運交通（港口、船塢）、能源供應（天然氣接收站）、以及改善漁業捕撈（人工魚礁）（表一）。當沿海地區的人口密度不斷增加的時候，許多建設（如：公共與交通建設、住宅、度假旅館...等）離海岸的距離也不斷地縮短。再加上氣候變遷，不僅讓極端氣候的強度與頻率上升，也讓海平面上升的威脅增加，未來幾十年內的沿海地區將會面臨更嚴重的洪災與海岸侵蝕 (Michener et al. 1997, IPCC 2007, Wang et al. 2012)。因此，防止海岸侵蝕的海岸工程便成為了保護人類開發的主要手段。

表一、常見的人工海岸建設類型 (Bulleri and Chapman 2010)。

類型	功能	材料	與海平面的相對位置	暴露於海浪的程度
消波塊 (breakwaters)	用於降低海浪對海岸線的衝擊，大多用於保護港口與其他海岸建設	砂石、土工織物、花崗岩、沙袋、水泥與木材	露出海面、部分露出海面、沒入海水中	暴露(exposed)
防波堤 (groynes)	減少沉積物的沿岸搬運，用於海岸線的保護，通	砂石、土工織物、花崗岩、沙袋、水泥與	露出海面、部分露出海面、沒入海水中	暴露

	常與消波塊搭配使用	木材		
突堤 (jetties)	減少海浪與潮汐產生的水流，用於海岸線開發、港口與其他海岸建設的保護	砂石、土工織物、花崗岩、沙袋、水泥與木材	露出海面、部分露出海面、沒入海水中	暴露
海牆堤防 (seawalls bulkheads)	降低海浪對海岸線的衝擊，是用來對抗海岸線侵蝕的主要方法，也是構成港口與其他海岸線建設的重要結構	砂石、土工織物、花崗岩、水泥、鋼鐵、塑膠、沙袋與木材	露出海面	暴露到遮蔽 (sheltered)
打樁 (pilings)	用於支持其他的海岸建設，像是橋梁、突堤、碼頭...等，或是用於船隻的停泊	水泥、木材、玻璃纖維、金屬	露出海面	暴露到遮蔽
浮塢 (floating docks)	用於船隻的停泊	水泥、木材、玻璃纖維、金屬	露出海面	暴露
繩索與樁柱、箱網	水產養殖設施	繩索、塑膠、木材、玻璃纖維、金屬	露出海面或沒入海水中	適度的暴露到遮蔽

儘管人類需要這些海岸工程來保護沿海地區的生命財產安全，但是這些工程對環境與生物多樣性具有一定的影響，不同地區與環境條件下產生的影響也有差異，影響的層面相當廣 (Bulleri and Chapman 2010, Firth et al. 2013a)。為了設計出減少對環境衝擊人工海岸，首先就必須要了解這些海岸建設如何改變原有的生態環境。整體來說，人工海岸的建造會造成原有棲地

的生物組成改變，生物多樣性下降，甚至對生物的適存度 (fitness) 造成負面的影響。以下整理了過去關於海岸人工化的研究，探討天然海岸與人工海岸之間的差異，或人工海岸建設前與建設後的生態變化並且列舉了幾個人工海岸對自然環境造成的影響。

3.1 棲地的劣化 (degradation)、喪失 (loss) 與破碎化 (fragmentation)

海岸人工化對環境帶來最直接的影響就是對原有棲地造成的劇烈改變，像是海堤 (seawall) 的建造將原本的潮間帶改變成垂直立面的水泥構造，影響原有生物的棲地利用，也造成潮間帶的範圍縮小；另外，像是水泥表面的結構特性與天然岩石也有差異。因此，原本棲地的品質可能因為人工海岸的建造而下降，改變了在原本棲地上的生物組成、分布與行為，影響生物的生存與繁殖。

Chapman and Bulleri (2003) 在澳洲雪梨海港 (Sydney Harbour) 比較了垂直立面的海堤與具有緩坡潮間帶的天然岩岸對生物的影響。結果顯示，儘管在物種的組成上沒有顯著的不同。但是，在中潮區與高潮區，海堤與天然岩岸的潮間帶記錄到的生物數量與出現頻率有差異。其中，海堤的移動性生物 (mobile animals) 數量較少。Bulleri and Chapman (2014) 也在義大利西北部的海岸研究海堤、消波塊與天然岩岸的棲地差異對生物的影響。結果顯示，海堤的生物種類組成與消波塊、天然岩岸有很大的差異。海堤上物種數量比

較少，有比較高比例的薄殼狀藻 (encrusting algae) 覆蓋率，笠螺 (*Patella rustica*) 與藤壺 (*Chthamalus stellatus*) 的數量則特別少。從上述的結果可以得知人工海岸的建造會造成生物多樣性的降低，而且不同地區的影響各有差異。垂直陡峭的海堤可能是造成生物多樣性降低的原因之一，當棲地呈現垂直面時，受到海浪的衝擊更大，降低生物附著在海堤上的機會。另外，這種類型的環境過於單調，缺乏天然棲地豐富的結構變化。

除了生物組成與數量的改變之外，Bulleri et al. (2004) 在澳洲的雪梨海港研究海堤與天然岩岸的棲地差異對笠螺 (*Cellana tramoserica*) 行為的影響。分析結果顯示，天然岩岸上的笠螺密度顯著高於海堤。在笠螺的歸返行為 (homing behavior) 分析當中，經過了 3 個月之後，天然岩岸尚有約 10% 的個體仍然留在原來的位置上，而在海堤上的所有個體都已經離開原來紀錄的位置。這顯示當環境改變成海堤之後，笠螺的行為模式改變，主要的原因可能是海堤上的食物來源比較少，因此，笠螺需要移動較遠的距離來覓食；而天然岩岸的食物充足，所以不需要移動太遠的距離。

海堤也會影響到生物的生長與繁殖，改變族群的結構。Morieira et al. (2006) 研究了澳洲雪梨海港的松螺 (*Siphonaria denticulate*) 受海堤的影響，比較松螺在海堤與天然海岸上的差異。結果發現，分布在海堤上的松螺體型大部分都比較小，其中有 78% 為幼體 (juveniles)，22% 為體型小的成體，體型大的成體佔的比例不到 1%。但是，在天然岩岸的環境下，體型大的成體

比例可達 24%。除此之外，海堤上的個體產下的卵塊總量也明顯小於天然海岸的個體，對笠貝族群的延續有非常負面的影響。造成松螺在兩個不同棲地中具有兩種不同大小體型的可能因素有很多，例如：與天然棲地相比，人工棲地所含有的藻類較少，使得松螺在海堤上所能獲得的食物較少，造成個體間的競爭壓力上升，也影響松螺本身的生長與生存率。

Bulleri (2015) 則是在澳洲的雪梨海港研究海堤對幼生回流 (recruitment) 的影響。結果發現，與天然海岸相比，海堤上的幼生回流明顯較少，造成幼生回流減少的可能原因之一是海浪對海堤垂直面的直接衝擊，使得這些幼生在海堤上的死亡率比較高。除此之外，回流的生物組成也與天然海岸不同，海堤上有較多的多毛綱動物 (*Galeolaria caespitosa*) 與石牡蠣 (*Saccostrea commercialis*)；天然海岸則是在胭脂藻 (*Hildenbrandia rubra*) 與藤壺的覆蓋率上高於海堤。但是，不同的調查地點之間略有差異。這些結果顯示當天然海岸被海堤取代之後，會對幼生回流成功率與物種組成造成影響。

Cacabelos et al. (2021) 在葡萄牙的聖米格爾島 (São Miguel Island) 探討人工海岸的建造導致的棲地破碎化對生物的影響，並且分別比較各 3 種具有以浮游生物為食之幼生期 (planktotrophic development) 的螺類與不具有以浮游生物為食之幼生期 (non-planktotrophic development) 的螺類經歷棲地破碎化之後的差異。結果發現，不具有以浮游生物為食之幼生期 (non-

planktotrophic development) 的螺類在人工海岸的破碎棲地當中，數量上顯著較少，這些種類包括：*Sinezona cingulata*、*Tricolia pullus azorica* 與 *Eatonina fulgida*。這表示人工海岸的建造導致棲地破碎化之後，有可能會影響這些生物的分布，特別是對散布能力較差的種類。

3.2 棲地均質化 (homogenization)

環境當中的微棲地 (microhabitat) 是影響生物多樣性與分布的原因之一。在天然的岩岸環境當中具有許多潮池 (rock-pools)、孔洞 (pits) 與裂縫 (crevices) 可以提供不同的生物種類使用，特別是在退潮的時候，作為生物的避難所來抵抗熱壓迫 (heat stress)。但是，人工海岸的環境變化比較單一，缺乏生物可以躲藏的微棲地，即使像消波塊可以堆疊出比較複雜的空間結構，其表面大多還是水泥平面為主。這種人工海岸的均質化環境影響了生物種類的分布。

Chapman (2003) 就曾在澳洲的雪梨海港比較了天然海岸與海堤 (seawall) 在生物種類組成上的不同。結果顯示，海堤的生物種類明顯少於天然海岸，最主要的差異在移動性動物 (mobile animals)；天然海岸上記錄到的種類則非常多樣，包括：刮食性螺類 (grazing snails)、掠食性的蛾螺 (predatory whelks)、海星、海膽、星蟲 (sipunculids)、笠螺 (limpets) 與石鱉 (chitons)，佔所有紀錄到移動性動物種類的 95%。海堤僅只有記錄到 1 種笠

螺 (*Tugali cicatricose*) 與 1 種石礪 (*Onchidium damelii*)。由於天然海岸記錄到的生物種類大部分都躲在潮池或縫隙當中，而海堤並沒有這種類型的微棲地環境，這顯示缺乏可供躲藏的微棲地可能是影響生物分布的原因。

在不同類型的微棲地當中，潮池含有水的環境可以幫助許多生物作為退潮時的避難所。這種類型的棲地在天然岩岸上相當常見，但是，人工海岸上則鮮少有潮池的構造。不過，有些在英國的人工海岸因為侵蝕的原因而形成了類似潮池的結構，因此，Firth et al. (2013b) 就在英國比較了天然海岸與人工海岸的差異，並且觀察這些因為侵蝕的原因而形成的潮池結構是否會影響生物多樣性。結果發現，天然海岸的物種多樣性明顯高於人工海岸。但是，不論是在天然海岸或是人工海岸，潮池當中都擁有比較多的生物種類。人工海岸的潮池當中所出現的生物種類佔所有出現在人工海岸種類總數的 48%；天然海岸的潮池僅佔 32%，表示人工海岸當中若是出現潮池的構造將可以提供許多生物使用。儘管如此，若只比較潮池內的生物種類，天然海岸所具有的種類數仍然是高於人工海岸。

Aguilera et al. (2014) 在智利北部的海岸比較了消波塊與鄰近天然海岸之間微棲地與生物種類分布之間的差異。結果發現，在天然海岸的環境當中，環境空間的異質性 (heterogeneity) 明顯較高，舉例來說，消波塊區域沒有潮池，但是，天然海岸的潮池分布比例相當高，裂縫分布的比例也明顯比消波塊區域多。另外，研究中也發現天然海岸的生物多樣性也明顯高於消波塊區

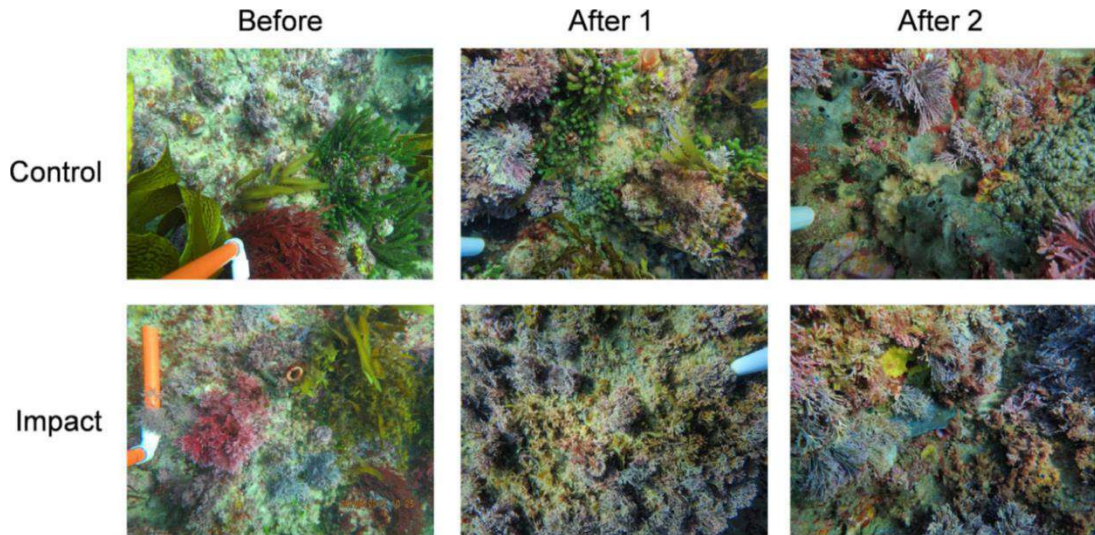
域，且種類的組成有所不同，像是藤壺 (*Jehlius cirratus*) 在人工海岸平均覆蓋率比天然海岸低；在移動性動物的部分，人工海岸主要以玉黍螺 (*Austrolittorina araucana*) 與結節濱螺 (*Nodilittorina peruviana*) 為主；天然海岸則主要為結節濱螺 (*N. peruviana*) 與另外 2 種笠螺 (*Scurria ceciliana* 與 *S. lesson*)。除此之外，天然海岸有貽貝 (*Perumytilus purpuratus*) 分布，平均覆蓋率為 15%，消波塊區域則沒有發現貽貝。這些貽貝生長在海岸上的時候，外殼間的縫隙也可以提供許多生物作為微棲地。這些結果都顯示，天然海岸的生物多樣性高於人工海岸，而且天然海岸的微棲地環境較多，可以供不同種類的生物使用。

3.3 周遭海底棲地的改變

人工海岸的建造不僅改變了原本的棲地環境，對於周遭海底的棲地環境也會有很大的影響。人工海岸降低了海浪對海岸的直接沖擊，改變了沉降速率 (sedimentation rates)，也改變了有機物的運送與沉澱方式 (Cuadrado et al. 2005)，進而改變周遭軟質海底棲地 (soft-bottom habitats) 的生物相。Carugati et al. (2018) 比較了義大利北部海岸在消波塊移除前與移除後對周遭軟質海底棲地的改變。結果顯示，消波塊在移除前後，底質沉積物的特性發生明顯的變化。顆粒較大的砂礫 (gravel) 在底質佔的比例從移除前的 0% 增加到移除後的 5%；有機物的含量也從移除前的 $11.9 \pm 2.1 \text{ mg g}^{-1}$ 顯著增

加到移除後的 $17.2 \pm 4.2 \text{ mg g}^{-1}$ 。甚至在消波塊移除之後，海草床開始擴張。除此之外，底棲的小型生物 (meiofauna) 在種類組成上也發生明顯的改變。線蟲 (nematodes) 的數量在消波塊移除後減少，而橈足類 (harpacticoid copepods) 的數量則有增加。消波塊對這些小型底棲生物的影響主要可能是棲地當中的流體力學與底質沉積物發生改變，影響了食物來源的分布與組成。

人工海岸上的人為干擾同樣也會對周遭的棲地造成影響。Suzuki et al. (2019) 在日本東北的牡鹿半島 (Oshika Peninsula) 研究消波塊的設置對周圍大型褐藻林 (*Eisenia bicyclis*) 的影響。結果發現，在海岸放上消波塊之後，大型褐藻林的整體密度開始下降，新附著的大型褐藻密度也明顯減少，整體的族群結構發生改變。Mamo et al. (2020) 則是在澳洲的科夫斯港 (Coffs Harbour) 進行人工海岸的強化工程對周遭棲地環境的影響研究。分別為受工程影響的實驗組及不受工程影響的對照組，結果發現，在工程結束後的第 2 年，底棲的生物相出現明顯的改變。實驗組與對照組相比之下，棲地的相異度從工程前的 23% 增加到工程後第二年的 49%；主要的差異在褐藻 (brown algae)、海綿 (sponges)、薄殼狀藻 (encrusting algae) 與海帶 (*Ecklonia radiata*) 的覆蓋率都有下降，而石灰藻 (calcareous algae) 的覆蓋率則顯著上升。圖二為調查時所拍攝的樣框範例。這些結果都顯示，不論是人工海岸的設置或之後的人工維護都會對周遭棲地造成影響。



圖二、人工海岸的強化工程開始之前 (before)、結束後第 1 年 (after 1)、與結束後第 2 年 (after 2) 的實驗組 (Impact) 與對照組 (Control) 比較情形 (Mamo et al. 2020)。

3.4 微氣候 (microclimate) 的變化

人類的開發通常會伴隨微氣候的改變。在開發密集的地區，植物覆蓋率下降，來自產業、汽機車、空調設備的人工廢熱增加，再加上柏油與水泥化的建物表面吸收更多的太陽熱，造成該地區的溫度比周遭地區來得高，形成「熱島效應 (urban heat island effect)」，進一步影響人類的健康與生物多樣性 (Larsen 2015, Wilby and Perry 2006)。在沿海的生態系統當中，海岸的溫度是影響生物分布的重要因子 (Gedan et al. 2011, Lathlean et al. 2013, Leal et al. 2020)。影響海岸溫度變化的因素相當複雜，Helmuth et al. (2002) 以分

布在加州海岸的加州殼菜蛤 (*Mytilus californianus*) 作為研究對象，並且對加州不同地區的個體進行體溫的測量。結果發現，加州殼菜蛤的體溫並不一定會隨著緯度的降低而有所升高，顯示潮間帶動物受到的熱壓迫 (heat stress) 未必單純地隨者緯度變化，而是有更多不同的因素交互影響，像是潮汐周期的時間、海浪的潑濺、向陽的角度...等 (Harley 2008, Helmuth et al. 2002, 2006)。

海岸岩石的類型與特性也是影響熱分布的因素之一。Janetzki et al. (2021) 在 18 個月內針對了各種類型岩石的溫度變化進行了 17 次的測量。結果顯示，在經過 4 個小時的曝曬之後，不同類型的岩石在表面溫度上的差異可達 10.2 °C，其中，粉砂岩 (grey siltstone) 測得的表面溫度最高，可達 57.8 °C。同時，也觀察到這些熱在岩石表面並非均勻分布，像是石英岩 (quartzite) 表面是不同溫度的交錯分布 (temperature mosaics)。這些非均勻分布可能與岩石本身的表面細微結構有關係。另外，像是岩石顏色的深淺、金屬氧化物 (metallic oxide) 與微量金屬 (trace metal) 的含量也都會影響到岩石的溫度變化。這些不同的岩石特性創造出不同溫度的微棲地環境，進一步影響了生物在岩石上的分布狀況 (Chapperon and Seuront 2011, Chapperon et al. 2013, Judge et al. 2011)。

Aguilera et al. (2019) 比較了在智利的天然岩岸與人工消波塊的微氣候差異。結果顯示，人工消波塊測得的平均溫度與最高溫度都高於天然岩岸，

兩者溫度的平均差異為 3.7℃。除此之外，人工消波塊在溫度的分布上也比較均質 (homogeneous)，讓生物在棲地溫度偏好的選擇上較少。這些溫度的差異影響了生物多樣性與分布。舉例來說，許多附生生物像是藤壺 (*Jehlius cirratus*)、貽貝 (*Perumytilus purpuratus*) 與非鈣化藻 (*Hildenbrandia lecanelleri*) 在天然岩岸的覆蓋率可以達到 80%–90%。但是，在人工消波塊上的藤壺與非鈣化藻的覆蓋率低於 30%，貽貝則沒有出現在人工消波塊上。統計分析的結果顯示，海岸上的物種數量、物種的個體數量都與海岸底質的溫度成反比，推測人工棲地較高的底質溫度也可能是造成生物多樣性的下降的原因之一。

3.5 外來種入侵

根據 IUCN (2000) 的定義，外來種 (alien species) 指的是源自於其他地區的生物種類或族群，經過人類有意或無意的引入，而進入到非自然分佈的區域內。外來入侵種 (alien invasive species) 則是指在野外建立族群，且對原生的生物多樣性造成威脅的外來種。海洋生態系統的外來入侵種不僅可能會造成生態系統的崩壞，也會影響到人類的經濟與社會 (Bax et al. 2003)。人工海岸創造出了新的棲地環境，增加了外來物種入侵的風險。刺松藻 (*Codium fragile* ssp. *tomentosoides*) 原產自東亞地區，隨後入侵至歐洲、美洲東西岸、澳洲、紐西蘭與南非，經常會在暴露於海浪衝擊的潮間帶上生長

(Bégin and Scheibling 2003; Provan et al. 2005, 2007)。刺松藻的大量生長經常會覆蓋住牡蠣苗床，影響牡蠣的生長，造成經濟上的損失 (Naylar et al. 2001)。Bulleri and Airoidi (2005) 在義大利的北亞得里亞海 (North Adriatic Sea) 的海岸調查人工海岸對此種刺松藻 (*Codium fragile* ssp. *tomentosoides*) 的影響。結果顯示，在人工海岸的消波塊上 (特別是在背對海浪的表面)，刺松藻的生長狀況相當良好；另外，Bulleri and Airoidi (2005) 也發現如果原生種的地中海貽貝 (*Mytilus galloprovincialis*) 被人工移除之後，更能增加刺松藻的附著成功率。

接著，Airoidi and Bulleri (2011) 持續在北亞得里亞海 (North Adriatic Sea) 進行人工海岸在人為干擾的情況下對海岸生物相的影響。結果顯示，當人工海岸經歷過不定期的修繕工程之後，會造成原生的貽貝與牡蠣覆蓋率的快速下降，生物膜 (biofilm) 則會開始快速生長，覆蓋率可超過 80% (對照組的覆蓋率不超過 30%)。經過 1 年之後，優勢種則會由其他大型的藻類取代，像是石莖 (*Ulva* spp.) 與外來種的刺松藻 (*Codium fragile* ssp. *tomentosoides*)。以上的結果都顯示人工海岸可以提供外來種棲地環境，並且作為外來種擴張族群的媒介，在棲地遭受人為干擾的情況下，外來種入侵擴散的機率會增加。

Airoidi et al. (2015) 同樣在義大利的北亞得里亞海 (North Adriatic Sea) 海岸線上調查海鞘種類分布，並且比較人工海岸 (建造在沙地上與建造在岩

岸上) 與天然海岸之間的種類差異。調查結果中發現天然海岸的海鞘在原生種的種類數量與個體數量上都比人工海岸來得高。平均來說，天然海岸的海鞘種類數量高於人工海岸 2–3 倍，個體數量高於人工海岸 2–9 倍。除此之外，人工海岸的周遭環境也會影響到海鞘種類的組成。當人工海岸建造在沙地的環境時，物種的數量最少，只有 4 種。其中，僅記錄到 1 種原生種 (*Didemnum granulose*)；外來種的個體數量是建造在岩岸上的人工海岸與天然海岸的 2–3 倍。這個結果表示當天然海岸被人工海岸取代之後，物種組成會改變，外來種的數量與比例會增加，而且人工海岸周遭的環境也是重要的影響因子。這些入侵的外來種地理分布範圍都相當廣，可能適應新環境的能力較強，所以，當環境條件較差的人工海岸棲地出現時，可以比原生種更快進行拓殖 (colonization)。而沙地上的人工海岸可能距離原生種在天然岩岸的種源族群 (source populations) 較遠，因此，原生種數量較少。於天然岩礁上建立的人工海岸是在經歷一個生態演替階段，較古老的人工海岸的生物組成會漸漸與天然的岩礁相近。

3.6 垃圾污染的累積

海洋中的垃圾污染已經是越來越嚴重的環境問題。根據 Jambeck et al. (2015) 估計，全球 192 個沿海國家光是 2010 年就製造了 2 億 7,500 萬公噸

的塑膠廢棄物，其中有 480-1,270 萬公噸最後進入了海洋，對海洋生態是一大傷害。

海岸棲地的開發有可能會增加垃圾在海岸上的聚集。Aguilera et al. (2016) 在智利的海岸線上進行調查，結果發現與鄰近的天然海岸相比，人工海岸的消波塊區域垃圾的密度明顯較多(圖三)，其中，有很大的比例為塑膠袋、廢紙類、塑膠碎片、玻璃與塑膠瓶。除此之外，不論是人工海岸的長度越長，或者是鄰近的人口密度越高，消波塊區域垃圾的出現機率都越高。推測是因為消波塊的形狀堆疊出比較複雜的結構，容易有垃圾卡在消波塊之間，即使在海浪、潮水與風的作用下都無法將垃圾從消波塊之間移除，造成垃圾在人工海岸的累積。海洋垃圾對於棲地當中的生物有很大的負面影響，比方說許多濾食性的生物很有可能會在進食的過程當中，吃入環境當中的塑膠微粒，影響生物體的健康；大型垃圾（如：輪胎、廢棄漁網...等）可能會造成生物的傷亡，破壞棲地的結構；許多海漂垃圾可能也會是外來物種入侵的媒介 (Browne et al. 2015)。同時，Aguilera et al. (2016) 也發現在這些人工海岸上觀察到溝鼠 (*Rattus norvegicus*) 的次數比在天然海岸多，推測垃圾的累積可能也會吸引溝鼠在人工海岸上活動，在公共衛生上是一大隱憂。



圖三、消波塊的堆疊經常會導致垃圾的累積。圖片中為智利阿里卡 (Arica) 的人工海岸 (Aguilera et al. 2016)。

3.7 幼生回流的族群遺傳多樣性低

生物族群的遺傳多樣性會影響生物適應環境變化的能力，對族群的延續上有很大的影響力。Mauro et al. (2001) 曾經利用在義大利天然岩岸與人工海岸都會出現的笠螺 (*Patella caerulea*) 作為研究對象，並且使用酶基因座 (enzymatic loci) 作為分子標誌調查人工海岸對笠螺 (*Patella caerulea*) 族群遺傳結構的影響。結果顯示，笠螺的族群遺傳結構在人工海岸上有雜合性不足 (heterozygosity deficiency) 的現象。Fauvelot et al. (2009) 也同樣在義大利對笠螺 (*Patella caerulea*) 進行類似的研究，利用 5 組微衛星序列 (microsatellite) 作為分子標誌，探討笠螺的族群在天然岩岸與人工海岸上的棲地環境下是否會有不同的遺傳結構。結果顯示，人工海岸上的笠螺族群在遺傳多樣性上明顯地小於天然岩岸上的族群。造成幼生回流後族群的遺傳

多樣性低的可能原因相當多，像是如果在新環境建立的族群太小，就有可能會出現近交衰退 (inbreeding depression) 或遺傳漂變 (genetic drift) 的現象，導致遺傳多樣性的喪失 (Roman and Darling 2007)。另外，許多研究都顯示人工海岸的建造會改變環境當中生物種類的組成、繁殖能力與幼生回流 (recruitment) 的成功率 (Morieira et al. 2006; Bulleri and Chapman 2014; Bulleri 2015)。這些變化都有可能改變生物之間的競爭關係，造成生物在繁殖上受到的壓力增加，進而影響到族群的遺傳結構。

4. 人工海岸的改善對策

在面臨海平面上升與海岸線的侵蝕威脅之下，人工海岸的建造成為了保護家園的必要手段之一 (Williams et al. 2018)。如果在設計建造的過程當中可以將生態上的需求也列入考量，將會有助於降低對海岸生態的影響，甚至是透過對生物友善的人工修飾，來創造出對人類與海洋生物都有利的新環境，以度過氣候變遷的衝擊。近幾年來，有越來越多生態學家與工程家開始合作，試圖改善人工海岸的棲地環境，以減少人工海岸對生物多樣性造成的損失 (Browne and Chapman 2011, Chapman and Underwood 2011, Firth et al. 2014b, Strain et al. 2018b)。以下將說明幾種比較常見的改善策略。

4.1 增加微棲地

天然海岸比人工海岸有比較多樣的微棲地構造，像是潮池 (rock-pools)、孔洞 (pits) 與裂縫 (crevices)。這些微棲地可以供生物躲藏利用，特別是在熱壓迫的條件下，作為避難所。如果在人工海岸上加入更多的微棲地構造，可能有助於增加人工海岸上的生物多樣性。以下將描述幾種在人工海岸上增加微棲地的方式。

(a)增加潮池

潮池是天然海岸上相當常見的微棲地類型。在退潮之後，潮池當中仍具有水，可作為生物在海水退去之後的避難所，過去的研究顯示，潮池當中可以發現較多的生物種類 (Firth et al. 2013)。除此之外，在人工海岸上增加潮池也是減輕對生物多樣性影響的簡單且常見做法。過去有許多在人工海岸上加入潮池構造的例子，並且測試在不同條件下的潮池對生物多樣性是否有不同的影響。

Chapman and Blockley (2009) 在澳洲雪梨海港垂直的海堤 (seawall) 上創造出許多空間來模擬潮間帶的天然潮池，在經過 1 年的觀察之後，發現這些結構當中的藻類與生物種類增加，另外，也可以發現許多附生動物，像是藤壺 (barnacles)、管蟲 (tubeworms)、苔蘚蟲 (bryozoans)、海鞘 (ascidians) 與海綿 (sponges)，當中有許多是過去不曾出現在海堤垂直環境中的種類。

Browne and Chapman (2014) 則是利用水泥做的盆子 (10 L 與 6 L) 來

模擬潮池環境，並且安裝在澳洲雪梨海港的海堤垂直面上，比較安裝在不同的高度對生物利用的影響（圖四）。整體來說，安裝了水泥盆可以增加海堤上的物種多樣性，增加了藻類的覆蓋率與無脊椎動物在海堤上的密度，像是多毛類與甲殼類動物。而且，安裝在中潮線的位置效果較佳。



圖四、透過在雪梨海港的海堤上安裝水泥盆來模擬潮池環境 (Browne and Chapman 2014)。

Waltham and Sheaves (2018) 在澳洲湯斯維爾 (Townsville) 的人工海岸上放置水泥箱 ($400\text{ mm} \times 350\text{ mm} \times 250\text{ mm}$)，並且比較水泥箱開口朝外與朝內在增加生物多樣性上的效果差異（圖五）。經過 2 年的測試之後，不論是開口朝外或是朝內的水泥箱都有許多生物利用。但是，種類具有差異。開口朝外的水泥箱有較高比例的笠螺與藤壺覆蓋率，而開口朝內的水泥箱則有較多的藻類、螺類與牡蠣。

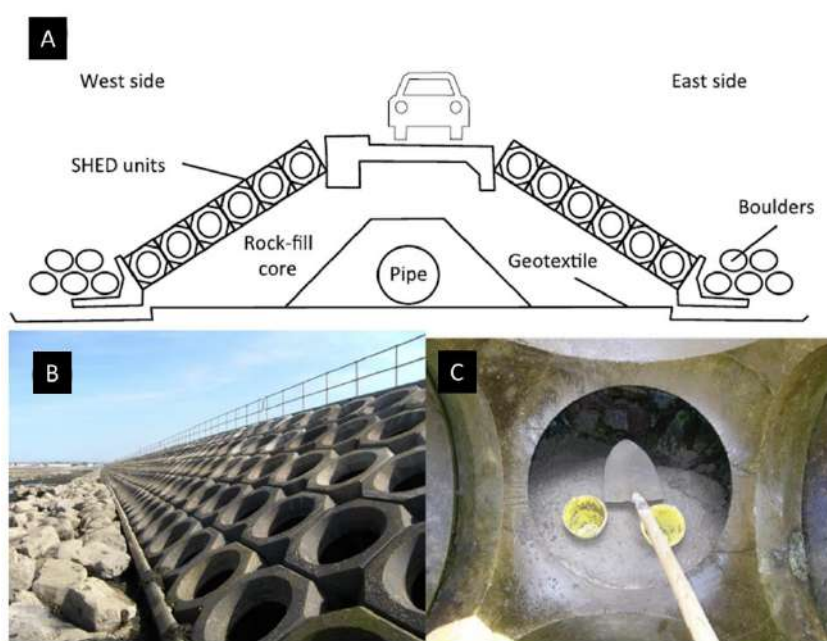


圖五、在澳洲湯斯維爾 (Townsville) 的人工海岸上放置水泥箱。並且比較開口朝內 (A) 與開口朝外 (B) 對生物多樣性的影響 (Waltham and Sheaves 2018)。

Firth et al. (2014a) 在挪威、英國、愛爾蘭的人工海岸上測試不同深度 ($<10\text{ cm}$ 、 $10\text{--}20\text{ cm}$ 、 $>20\text{ cm}$) 與不同傾斜度 ($0\text{--}20^\circ$ 、 $40\text{--}60^\circ$ 、 $70\text{--}90^\circ$) 的潮池對生物多樣性的影響。結果顯示，潮池內的生物種類數量明顯多於裸露的岩石表面，生物種類的組成也不相同。在深度與傾斜度的實驗當中，深度較淺、斜度較高的潮池對部分生物有比較好的效果 (特別是藻類)。

Firth et al. (2016) 直接將可以形成潮池的水泥結構融入到愛爾蘭的堤道 (causeway) 設計當中，並且測試在不同條件下的潮池對生物多樣性的影響，測試的條件有不同的高度與堤道兩側的環境差異 (一側較開放，另一側較遮蔽，圖六)。經過了 12 個月之後，結果發現，高度位置較低的潮池在生物的種類數量上明顯的高於位置較高的潮池，且堤道兩側所具有的生物種類

也有差異。經過了 24 個月之後，較遮蔽那一側的潮池完全被沉澱物填滿而失去潮池的功能。但是，在另一側，高度較高的潮池生物種類數量增加，與高度較低的潮池在生物種類的組成上有所不同。位置較高的潮池主要為絲狀藻類 (filamentous algal group) 與葉狀藻類 (foliose algal group)；位置較低的潮池則有較多的濾食者 (suspension feeders)、刮食者 (grazers) 與掠食者 (carnivores)。

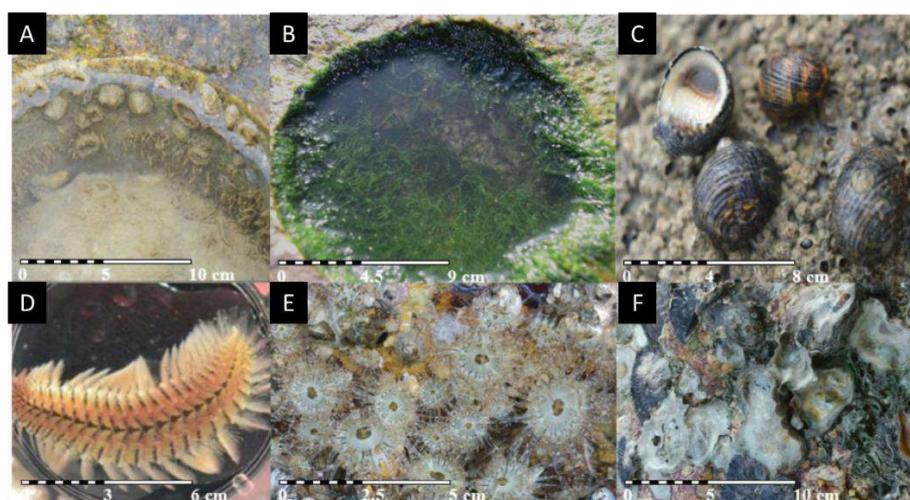


圖六、愛爾蘭的堤道 (causeway) 設計融入潮池的元素。A 為設計示意圖。B 與 C 為實際完成品 (Firth et al. 2016)。

Evans et al. (2015) 在英國泰溫 (Tywyn) 的人工消波塊上，透過岩芯鑽鑿出不同深度的孔洞 (直徑 15 cm，深 12 cm 與 5 cm) 來模擬潮池環境。經過 18 個月的觀察後發現，人工潮池的平均生物種類數量明顯高於周圍消波

塊表面的區域，不同深度的潮池之間則沒有明顯差異。與天然海岸上的潮池相比之下，人工潮池內的平均生物種類數量並沒有明顯差異，但是，生物組成之間有很大的不同，人工潮池當中有比較多的藻類種類，佔所有差異的50%。

Chee et al. (2020) 也在馬來西亞檳榔嶼 (Penang Island) 的人工海岸上進行了類似的實驗。他們也使用岩芯鑽來鑿出不同深度的孔洞 (直徑 15 cm, 深 12 cm 與 5 cm)，藉此模擬潮池環境 (圖七)。結果顯示，人工潮池內的生物種類與數量都比對照組來得高。不過，不同深度之間並沒有太大的差異，這個結果與 Evans et al. (2015) 的實驗結果大致相同。



圖七、馬來西亞檳榔嶼 (Penang Island) 的人工海岸鑿洞實驗。在孔洞當中發現的生物種類有：A. 笠螺 (limpets)；B. 綠藻；C. 大圓蜆螺 (*Nerita chamaeleon*)；D. 多毛類動物 (polychaete)；E. 太平洋側花海葵 (*Anthopleura nigrescens*)；F. 僧帽牡蠣 (*Saccostrea cucullate*) (Chee et al. 2020)。

從以上研究的測試結果可以得知，在人工海岸上增加潮池有助於增加該棲地的生物多樣性。而潮池在不同的條件之下（像是開口位置、放置高度、潮池大小）有可能吸引到不同生物種類的聚集，但是，依不同地區而有不同程度的效果。

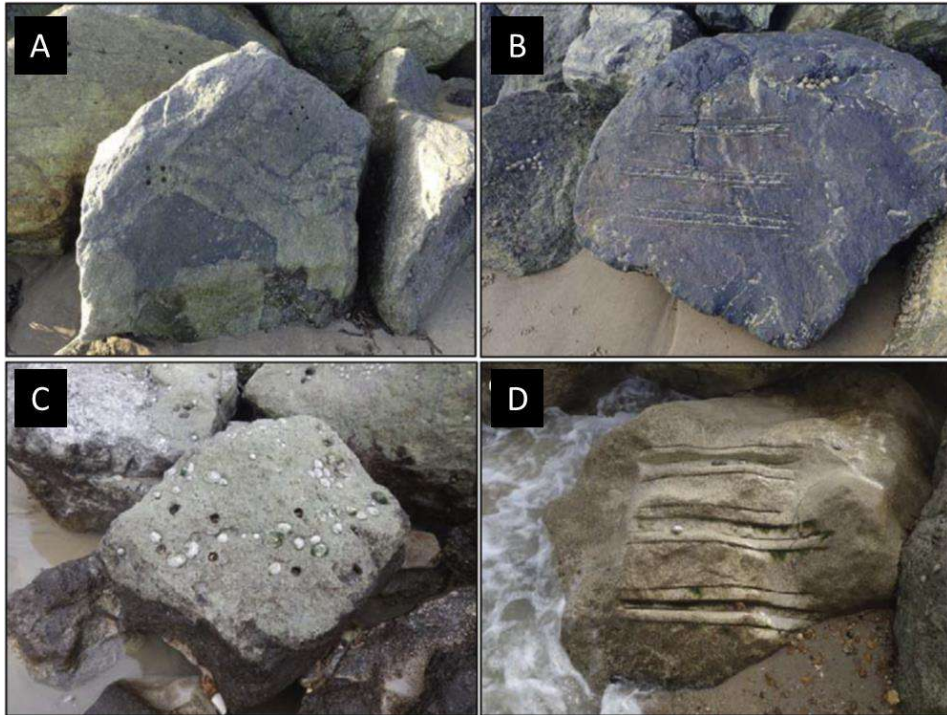
(b)增加底質表面的複雜度（鑽洞與鑿溝）

在人工海岸上鑽孔可以創造出許多生物可以利用的孔隙，成本也不高。Martins et al. (2010) 在亞述群島 (Azores archipelago) 的海堤上進行鑽孔實驗，並且比較不同的孔隙大小（直徑 12 mm 與 24 mm，深 10 mm）是否會影響海堤上笠螺 (*Patella candei*) 的族群大小與分布。經過了 4 個月的觀察之後，結果顯示，笠螺的數量在有鑽孔的海堤上明顯高於沒有鑽孔的對照組，死亡率也比較低。實驗組增加的個體除了是新移入此棲地的個體（體型較大），也有許多來自幼生回流 (recruitment) 的個體（體型較小）。

Firth et al. (2014b) 則是在英國普利茅斯 (Plymouth) 的消波塊上進行鑽孔（直徑 14 mm 與 22 mm，深 25 mm）來增加消波塊表面的複雜度。在經過 2 年的觀察之後，總共記錄到了 33 種生物，其中有 10 種只會出現在孔隙附近，包括：海葵 (anemones)、環節動物 (annelids)、海鞘 (ascidians)、二枚貝 (bivalves)、水螅 (hydroids) 與海綿 (sponges)。統計的結果發現，不

論是哪種大小的孔隙，生物種類的數量都顯著地大於對照組，兩個實驗組之間則沒有差異。這些結果都顯示，只要簡單地在人工海岸上鑽孔，就可以讓生物的種類增加。

Hall et al. (2018) 在英國保護區內的 2 個地點進行人工海岸的棲地改善實驗，實驗的地點分別為由花崗岩 (granite rock) 堆疊的人工海岸與由石灰岩 (limestone rock) 堆疊的人工海岸。改善的方式有兩種：一種是在岩石的表面鑽洞 (直徑 16 mm、深 20 mm)；另一種方式是在岩石的表面鑿出不同寬度的槽溝 (長 60 cm、寬 0.3 cm 與 2 cm、深 1 cm) (圖八)。經過 12 個月的觀察之後，結果顯示，不論是鑽洞或是鑿出槽溝的實驗，生物的種類與數量都明顯高於對照組。在花崗岩材質的人工海岸，孔洞與槽溝附近具有比較多的藤壺 (*Semibalanus balanoides*)、緣管滌苔 (*Ulva linza*) 與螺類 (*Melarhaphe neritoides*)；而在石灰岩材質的人工海岸，孔洞裡經常可以發現歐洲帽貝 (*Patella vulgate*)，另外，也曾記錄到普通濱蟹 (*Carcinus maenas*)、穴棲無眉鰯 (*Lipophrys pholis*)...等對照組不曾記錄到的種類，槽溝當中則有比較多的藤壺 (*Semibalanus balanoides*) 分布。



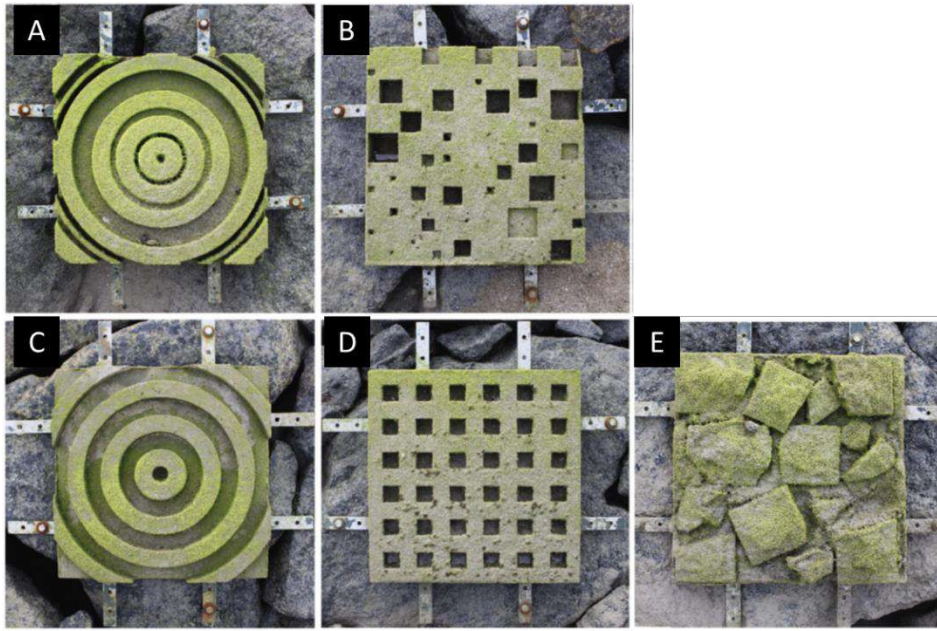
圖八、英國保護區內透過鑽孔 (A、C) 與鑿溝 (B、D) 的方式來改善人工海岸棲地。Runswick Bay 的人工海岸主要由花崗岩 (granite rock) 的巨石堆疊 (A、B)；Boscombe 的人工海岸則是由石灰岩 (limestone rock) 堆疊 (Hall et al. 2018)。

(c) 安裝特殊設計的海牆磚 (tiles)

海岸底質表面的各種構造 (像是孔洞、溝槽、裂縫) 是天然岩岸的重要特色，這些構造可以提供許多生物躲避掠食者，減少水分的散失，也降低來自海浪的直接衝擊，因此，對岩岸生物的分布也有很大的影響。除了直接對人工海岸的底質進行改造之外，另一種常見的方式是在海堤上安裝特殊設計的海牆磚 (tiles)。透過在海牆磚不同的結構設計來模擬天然岩岸上複雜的

表面構造。

Loke and Todd (2016) 就曾在新加坡的海堤上進行海牆磚的測試，使用的海牆磚尺寸為 $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 32\text{ mm}$ ，海牆磚分成「複雜型」與「簡單型」，表面分別有孔洞 (pits)、溝槽 (grooves)、塔狀 (towers)、鋸齒狀 (darts) 4 種不同的構造組合。經過 13 個月的觀察之後，結果發現，複雜型的海牆磚在生物種類的數量與個體數量上都高於簡單型的海牆磚。不過，不論是簡單型或複雜型的海牆磚，生物種類的數量上都明顯高於對照組，顯示海牆磚的安裝有助於增加海堤上的生物多樣性。Loke et al. (2017) 則延續了上個實驗，繼續在新加坡的海堤進行海牆磚的實驗。但是，這次使用的海牆磚為原本尺寸的 2 倍 ($400\text{ mm} \times 400\text{ mm} \times 64\text{ mm}$) (圖九)，藉此來測試擴大表面複雜度的尺度是否對生物多樣性有不同的影響。結果顯示，當海牆磚的尺寸增加 2 倍之後，也可以獲得相似的結果。另外，研究中也發現，槽溝類型的海牆磚具有較多的軟體動物，像是車輪笠螺 (*Cellana radiata*) 與偏頂蛤屬種類 (*Modiolus* sp.)；在孔洞類型的海牆磚則有較多種類的藻類；相對平坦的對照組則大多為殼狀藻 (encrusting algae)。



圖九、新加坡的海牆磚實驗當中使用到的不同海牆磚類型。包括：複雜溝槽型 (A)、複雜孔洞型 (B)、簡單溝槽型 (C)、簡單孔洞型 (D) 與對照組 (E) (Loke et al. 2017)。

由於牡蠣的生長可以為海岸上的生物組成帶來正面的影響，因此，有助於生物多樣性的增加。Strain et al. (2018a) 便在澳洲的雪梨海港 (Sydney Harbour) 測試不同設計的海牆磚是否可以減輕魚類掠食團聚牡蠣 (*Saccostrea glomerata*) 的壓力。實驗當中使用了 3 種不同類型的海牆磚：

(1) 平坦無突起的對照組；(2) 具有 2.5 cm 突起物 (ridges) 的實驗組；(3) 具有 5 cm 突起物的實驗組，並且將牡蠣附著在海牆磚上突起與縫隙的位置 (圖十)。結果顯示，牡蠣幼體的存活率在具有 5 cm 突起物的實驗組高於對照組的存活率 50%；在縫隙內的存活率則是突起位置的 300%。另外，此研

究也發現有許多新的牡蠣幼體附著到海牆磚的縫隙上。由於海牆磚突起物形成的縫隙可以有效保持濕度，並降低溫度，因此有利於牡蠣在此微棲地生存。這個結果顯示，這些特殊設計的海牆磚可以有效增加牡蠣在人工海岸上的存活率，進而有機會改善棲地品質。



圖十、設計不同的海牆磚來測試對減輕魚類掠食團聚牡蠣 (*Saccostrea glomerata*) 的效果。包括：(A)、平坦無突起的對照組；(B)、具有 2.5 cm 突起物 (ridges) 的實驗組；(C)、具有 5 cm 突起物的實驗組。

Strain et al. (2020) 則是在全世界進行長達 1 年的海牆磚測試，使用的海牆磚尺寸為 25 cm × 25 cm，總共有 3 種不同的設計：(1) 平坦無突起的對照組；(2) 具有 2.5 cm 突起物 (ridges) 的實驗組；(3) 具有 5 cm 突起物的實驗組。這些海牆磚被安裝在世界各地共 14 個海岸的人造結構上 (像是海堤、消波塊...等)，藉此探討棲地環境的複雜化對不同類群的生物造成的影響。實驗的結果發現，較複雜的棲地環境對固著性的無脊椎動物有比較明顯的正面影響，特別是習慣有遮蔽環境，或者是容易受到底棲掠食者攻擊的

種類。對於移動性的無脊椎動物來說，能夠快速遷移並且拓殖 (colonize) 到新環境的種類，也常出現在擁有複雜構造的海牆磚上。這些結果都顯示，如果在人工海岸上設計出可以讓生物利用的複雜棲地環境，將有助於生物在人工海岸上建立族群，主要的原因是棲地環境的複雜化，不僅具有遮蔽的空間來防止高溫脫水，也可以做為躲避掠食者的避難所。但是，對於大型藻類來說，結構複雜的棲地環境反而會帶來負面的影響，推測是具有遮蔽的環境影響了藻類的光合作用，另外一個可能的原因則是複雜的棲地吸引了草食性的軟體動物聚集，反而不利藻類的生長。

4.2 引入生態系工程師 (ecosystem engineers) 物種

在自然界當中，有許多生物具有維持、改變或創造棲地環境的能力，經常會被運用在棲地保育上，被稱為「生態系工程師 (ecosystem engineers)」。

舉例來說，在海岸環境當中，二枚貝動物 (bivalves) 就是重要的生態系工程師，牠們可以創造出微棲地環境，成為其他生物的避難所，同時在濾食的過程當中還可以改善水質，對生物多樣性有正面的影響 (Bateman and Bishop 2017)。

Jackson et al. (2008) 曾經針對澳洲雪梨海港的海堤 (seawall) 進行觀察，發現當海堤上團聚牡蠣 (*Saccostrea glomerata*) 的數量增加之後，厚綠枝骨螺 (*Morula marginalba*) 的數量也會增加。同時，他們也比較了海堤上不同

牡蠣數量對厚綠枝骨螺的影響，結果顯示，牡蠣的數量不只會影響厚綠枝骨螺的族群大小，也會影響到厚綠枝骨螺的體型—牡蠣數量越多的海堤，厚綠枝骨螺的體型也越大。

Vozzo et al. (2021) 則是利用人工的方式將團聚牡蠣 (*Saccostrea glomerata*) 附著在海牆磚上，再將這些具有牡蠣的海牆磚安裝在澳洲雪梨海港的海堤上，並且與沒有牡蠣的對照組進行比對。在經過 1 年的試驗之後，結果發現，有牡蠣的實驗組在濾食性附著生物的種類數量上明顯多於沒有牡蠣的對照組，覆蓋率也較高。除此之外，對於水質的改善也有明顯的幫助。

許多藻類對生物多樣性也具有一定的影響力，特別是比較大型的藻類，可以創造出複雜的棲地空間結構，所以，將大型藻類移植到人工海岸上是除了使用二枚貝之外的另一個選項。除此之外，這也是保育原生物種的可行方式之一。舉例來說，在地中海地區，囊鏈藻 (*Cystoseira*) 是海岸常見的原生藻類。但是，由於海岸開發的緣故，導致囊鏈藻在地中海地區的數量大幅下降，其中有 5 個種類被列入《伯爾尼公約 (Bern Convention)》的附錄一當中，屬於需要嚴格保護的藻類。Falace et al. (2006) 就曾嘗試在北亞得里亞海 (North Adriatic Sea) 的人工海岸移植 2 種囊鏈藻 (*Cystoseira barbata* 與 *C. compressa*) (現已更新學名為：*Treptacantha barbata*)，結果顯示 *C. barbata* 的移植成功率較佳。Perkol-Finkel et al. (2012) 同樣也在北亞得里亞海的人

工海岸進行囊鏈藻 (*C. barbata*) 的移植實驗，並且測試在不同的條件下對囊鏈藻的生長影響。結果顯示，不論是移植到人工海岸或天然海岸上，囊鏈藻的生長狀況都比原棲地好。人工海岸面向陸地的一側因為有屏障的關係，移植成功率最佳，存活率在 30% 以上；在天然海岸上的存活率則約為 20%；移植在人工海岸面向海洋的一側的存活率僅 9%，推測是由於這一側的水流較強，可能容易讓移植的囊鏈藻從海堤上脫落，所以失敗率較高。

4.3 移植珊瑚礁物種

除了人工海岸的潮間帶引入二枚貝與藻類之外，也可以嘗試在潮線下移植珊瑚礁物種來改善棲地品質，珊瑚礁的複雜結構也可以吸引許多生物聚集，增加食物的來源。除此之外，珊瑚礁的形成也有助於減少海浪的衝擊，降低海岸侵蝕的風險。

Ng et al. (2015) 在新加坡樟宜 (Changi) 的海堤移植 11 種珊瑚與海綿種類，包括：硬珊瑚的團塊微孔珊瑚 (*Porites lobata*)、細枝鹿角珊瑚 (*Pocillopora damicornis*)、細枝礁珊瑚 (*Hydnophora rigida*)、同雙星珊瑚 (*Diploastrea heliopore*) 與微小角星珊瑚 (*Goniastrea minuta*)；軟珊瑚的小枝軟珊瑚 (*Cladiella* sp.)、葉形軟珊瑚 (*Lobophytum* sp.) 與指形軟珊瑚 (*Sinularia* sp.)；海綿的園星棒海綿 (*Rhabdastrella globostellata*)、浴用海綿 (*Spongia ceylonensis*) 與 *Lendenfeldia chondrodes*，並且記錄存活率與生長狀

況。經過24個月之後，結果發現，葉形軟珊瑚 (*Lobophytum* sp.)、*L. chondrodes* 與團塊微孔珊瑚 (*P. lobata*) 的生長狀況最佳，存活率分別為 87.5%、68.1% 與 47.4%，生長速度也相當快。相較之下，細枝鹿角珊瑚 (*P. damicornis*)、細枝碓珊瑚 (*H. rigida*) 及圓星棒海綿 (*R. globostellata*) 存活率低，無法成功移植到海堤上。

Toh et al. (2017) 同樣也在新加坡的海堤上嘗試移植 6 種造礁珊瑚種類，包括：細枝鹿角珊瑚 (*P. damicornis*)、細枝碓珊瑚 (*H. rigida*)、片繩紋珊瑚 (*Merulina ampliata*)、殼形足柄珊瑚 (*Podabacia crustacea*)、片形棘孔珊瑚 (*Echinopora lamellose*) 與中國腦紋珊瑚 (*Platygyra sinensis*)。經過 8 個月之後，移植成效良好，平均存活率為 98.5%。除此之外，移植計畫透過與志工合作，讓整體的花費下降 23%，總花費為 23,000 美金。在移植物種選擇上，應以移植原生種為主要考量，避免外來種入侵之問題。

4.4 天然建材取代人工水泥

使用水泥以外的不同材料有機會對棲地帶來不同的影響。Green et al. (2012) 在澳洲的雪梨海港比較了利用砂岩 (sandstone) 與玄武岩 (basalt) 這兩種材質在人工海岸的建造上對生物多樣性帶來的影響。經過 10 個月的觀察之後，結果顯示砂岩與玄武岩的生物組成上有很明顯的差異。在玄武岩上，牡蠣與藤壺有較高的覆蓋率；而在砂岩上，則是有比較多的藻類與管蟲。

這些差異可能與岩石的特性有關，像是岩石的硬度、可侵蝕性、礦物含量、表面細微結構...等都會影響到生物的幼生回流 (recruitment) 與附著之後的存活率。

不同材質的空間結構也會帶來影響，像是使用岩石的推疊取代水泥結構有助於降低生物多樣性的損失。岩石堆疊後的縫隙可以提供許多生物棲息，除此之外，在成本上也比水泥結構來得低。Sherrard et al. (2016) 就調查了英國南岸由岩石堆疊的人工海岸生物相，並且比較了岩石堆疊的表面與縫隙之間生物種類差異。結果發現，縫隙之間的生物種類數量明顯高於表面，特別是在無脊椎動物的部分。另外，像是綠巧言蟲 (*Eulaila viridis*)、普通濱蟹 (*Carcinus maenas*) 與狗岩螺 (*Nucella lapillus*) 都只有出現在縫隙當中。Sherrard et al. (2016) 認為這些岩石堆疊出的縫隙不僅提供生物躲藏的機會，海水的水流可以透過縫隙流入結構當中，維持了縫隙中濕度，也有機會帶來食物來源。

另外一種常見的作法是使用裝滿礫石的蛇籠 (gabion basket) 作為人工海岸的建材。Firth et al. (2014b) 曾在英國的特雷福 (Trefor) 與荷蘭記錄了這種工法。在英國，當蛇籠放置超過 12 個月之後，可以記錄到 12 種物種，包括：藤壺 (barnacle)、腹足綱動物 (gastropods)、二枚貝動物 (bivalves)、螃蟹、海葵與環節動物 (annelids)。在荷蘭，經過 16 個月後，則可以記錄到 14 種生物，包括：藻類、水螅 (hydroids)、棘皮動物 (echinoderms)、腹足綱

動物、二枚貝動物、環節動物、螃蟹與藤壺。另外，Firth et al. (2014b) 也分別比較了蛇籠當中礫石大小的影響，但是，並未發現有顯著的差異。

5. 臺灣的海岸現況

臺灣位於西太平洋的邊緣，四面環海，具有豐富的海洋環境。以臺灣本島為例，受到歐亞板塊與菲律賓海板塊擠壓的影響，陸地仍被持續地抬升 (Liu and Yu 1990)。山脈呈現南北走向，河川大多向西或向東流入大海。西部海岸與山脈距離較遠，河川坡度在流入平原後趨於平緩，由河流所搬運的泥沙堆積在近海區域，有助於沙灘向外延伸。東部地區位於板塊交界處，受板塊活動的影響甚大，加上河流侵蝕，形成許多高聳的峽谷，山脈緊鄰海岸線，海岸上具有懸崖峭壁的特殊地景。除此之外，臺灣各段海岸還具有珊瑚礁、礫石灘、泥灘地...等不同的海岸地形，變化相當豐富。

然而，臺灣的海岸線目前正面臨許多不同的威脅。首先是氣候變遷造成的海平面上升。全球的溫室氣體濃度增加，海洋系統因為吸收大氣當中增加的熱而導致水溫上升，造成海洋的熱膨脹。再加上陸地上的冰川與兩極地區的冰因為暖化而融解，導致全球海平面上升，自 1993 年至 2003 年，上升的速率為每年 3.1 mm (IPCC 2007)。透過潮位觀測與衛星資料的分析，臺灣附近海域的海平面在 1992 年之後，上升的速率為每年 4.7–6.7 mm，高於全

球平均值 (宋憶萍 2012)。海平面上升將會導致許多沿海地區遭到淹沒，臺灣海岸線往內陸倒退，海岸侵蝕的速度增加，嚴重影響國土保安 (廖學誠 2009；許泰文、錢樺 2013)。

除了海平面上升之外，氣候變遷也會導致氣候的極端化，熱浪與強降雨的頻率增加，熱帶地區也會因為海水表面的溫度上升，導致未來颱風的風速與降雨強度更強 (IPCC 2007)。臺灣位處西太平洋颱風路徑的要衝，每年的夏、秋兩季經常遭受颱風與熱帶性低氣壓帶來的強風與豪雨侵襲。根據中央氣象局颱風資料庫的統計，在 2010 年到 2020 年之間，總共有 30 個颱風侵襲臺灣，平均每年會有 2.73 次颱風。然而，根據分析顯示，颱風帶來的極端降雨事件有上升的趨勢，最強的前 15 個颱風當中有 67% 發生在 2000 年之後，93% 發生在近 30 年 (蘇世顥等 2017)。颱風帶來的強風與豪雨經常為沿海地區帶來重大的災害，暴潮巨浪對海岸線帶來衝擊，沿海地區受到海岸災害的風險高，也會加速海岸侵蝕 (許泰文、錢樺 2013；梁廷語等 2020)。

除了天然災害之外，人類活動對臺灣海岸線的影響也相當大。臺灣的土地面積約為 3 萬 6,000 平方公里，其中，山地的面積就佔約 70%，因此，臺灣的人口大多集中在沿海的平原地區，人為開發使得海岸侵蝕的問題惡化 (Hsu et al. 2007)。像是上游水庫、攔砂壩、河川盜採等因素，影響了河川的運砂量，進一步造成海岸線的變化。例如：石門水庫的興建，加上大臺北地區的開發與淡水河大量的砂石採取，曾導致淡水河口的海岸線嚴重侵蝕，海

岸災害增加 (許時雄 1991)。中南部地區則曾經因為養殖漁業與工業的大量用水需求而超抽地下水，導致地層下陷，影響了海岸地形的變化，更造成土壤鹽化的不良後果 (林銘崇等 1995)。受到各種天然與人為因素的影響，臺灣多處的海岸線呈現侵蝕的狀態。臺東海岸自 1926 年到 2000 年之間，海岸線平均後退量為 59.4–71.4 公尺，平均內縮速率約為每年 0.79–0.95 公尺 (陳文俊、郭金棟 2005)。宜蘭海岸也是侵蝕大於堆積狀態，自 1960 年到 2011 年之間，頭城鎮海岸線平均每年內縮 0.46 公尺 (陳文俊、黃于馨 2012)。許多雲林海岸的沙洲則因為侵蝕而逐漸縮小 (吳啟南等 1996)。為了防止海岸侵蝕與降低災害影響，許多海岸線上都已經築起各種海岸防護，最常見的做法之一就是堆置大量的消波塊。根據統計，全臺灣的海岸線總長約為 1,990 公里，而人工海岸線的長度大約為 886 公里，約佔 44.5% (內政部營建署城鄉發展分署 2021)。

6. 臺灣天然與人工海岸的相關研究

臺灣傳統的人工海岸工程規畫主要以防災與結構安全為主要目的，較少考慮到生態棲地上的需求，對生態環境帶來相當大的衝擊。以中臺灣的高美濕地為例，海岸道路的開發與海岸堤防的建造阻斷了陸蟹的通行，造成陸蟹在不同棲地之間移動時的傷亡 (蔡鵬如等 2017)。因此，在人工海岸的設計規劃上，必須同時考慮到周遭棲地內生物的生活特性，以及人造建物對地

景環境的影響。

臺灣位於亞熱帶與熱帶地區的交界，四周環海，深受黑潮與大陸沿岸流影響，孕育出相當豐富的海岸生物種類。為了調查人工海岸的興建對生物多樣性的影響，行政院農業委員會〔農委會〕(2006) 曾經針對臺灣的天然與人工海岸的生物群聚進行比較研究，結果顯示，棲地的改變與海岸線的人工化對環境造成了負面的影響。以下將會分別說明各類群生物的在自然與人工海岸的差異。

6.1 大型藻類 (macroalgae)

大型藻類指的是藻類當中體型比較大，而且具有多細胞結構，又需要固定附著在基質上的類群。大型藻類不僅是常見的底棲生物，也是生態系統當中重要的基礎生產者。臺灣的海藻相主要為西太平洋藻種，目前全臺灣已記錄的種類超過 600 種，其中，紅藻的種類佔 300 多種，大型的底棲綠藻則有 120 種左右 (林綉美、黃淑芬 2009)。在基隆地區的大型底棲海藻多樣性調查當中，便發現基隆東岸的潮境海岸具有超過 120 種的大型藻類分布，其中亞潮帶以紅藻群聚為主，而潮間帶則是以綠藻的石蓴科 (Ulvaceae) 為主 (行政院科技部 2016)。而在王 (2020) 針對墾丁海域進行的調查當中，則是推估在該地區的大型藻類至少有 370 種，其中包括綠藻 70 種、褐藻 70 種、紅藻 224 種與藍綠藻 6 種。在農委會 (2006) 的調查中發現，人工海岸

的大型藻類覆蓋率為 0%–51.13%，主要為綠藻的石蓴、浒苔及絲狀的縱胞藻；天然海岸上的覆蓋率則為 3.28%–56.20%。大型藻類容易受環境變化影響，除了不同的季節種類與覆蓋率具有差異之外，人為活動也會影響到大型藻類的分布。Chang and Tseng (2010) 就指出過漁 (overfishing) 導致食藻類生物數量的減少是墾丁南灣地區松藻屬 (*Codium*) 數量增加的主要原因之一。另外，臺灣的東北角海岸也曾因為放生以藻類為食的臭肚魚 (rabbit fish)，導致沿岸的石菜花屬 (*Gelidium*) 採集受到很大的影響。林綉美等 (2004) 與黃清和等 (2008) 分別在臺南、高雄海岸與宜蘭頭城海域的海岸結構物進行海藻的調查，也發現不同的季節當中，藻類的優勢種與豐富度會有變化，而且，結構物的形式、孔隙率、排列方式...等都可能是影響藻類豐富度的因素。另外，農委會 (2006) 也指出消波塊放置的時間也會影響大型藻類的組成，放置的時間越久，附著的藻類種類越多。

6.2 珊瑚 (coral)

珊瑚是由一群微小的珊瑚蟲 (polyp) 所組成，許多種類可以形成不同結構的碳酸鈣骨骼，創造出珊瑚礁生態系複雜且多樣的棲息環境。珊瑚礁也是天然的防坡堤，可以降低海岸的侵蝕。臺灣除了西部的沙質地形不利珊瑚生長以外，其餘的淺海地區都有許多珊瑚的分布，各個海域的環境條件差異大，珊瑚種類的組成也各有不同。臺灣南部的海域終年水溫都高於 22°C，

適合造礁珊瑚生長，種類數在 300 種以上；在北迴歸線附近的澎湖與花東海域，受到季風影響，水溫變化明顯，造礁珊瑚的種類數大約為 200 種；北部與東北部海域受到冬季季風的影響，水溫較低，不利於珊瑚生長，大約只有 100 多種的造礁珊瑚（戴昌鳳、鄭有容 2020）。

農委會 (2006) 的調查當中也比較了天然海岸與人工海岸在珊瑚種類分布上的差異。結果顯示，天然海岸的珊瑚覆蓋率為 3.06%，其中，南部天然海岸的覆蓋率 (4.94%) 高於北部 (1.18%)；人工海岸的珊瑚覆蓋率則為 0.19%，南北之間無明顯差異。不論是天然海岸或是人工海岸，潮間帶的珊瑚種類都相當稀少，大部分的物種都在潮下帶。海岸人工化之後，珊瑚的種類數量從原本的 8 科 12 屬 18 種下降到 1 科 1 屬 2 種。整體來說，水泥表面並不適合珊瑚附著，就算附著成功，也會容易受到海浪沖擊而脫落。值得注意的是 2006 年的調查地點是在人工海岸附近，在此次調查結果與現今環保團體在東北角深澳附近海域調查的珊瑚覆蓋率較低，可能是因為調查樣區不同及時間不同所致。

6.3 軟體動物 (molluscs)

軟體動物是僅次於節肢動物最大的一門，全世界已描述的種類數量超過 100,000 種 (Ruppert et al. 2003)。海岸上常見的類群包括：石鰲、牡蠣、

笠螺、玉黍螺...等，形態與習性相當多樣。在海洋環境當中，軟體動物演化出底棲爬行、底棲掘穴、附著、鑽孔、游泳與浮游幾種不同的生活方式，進而發展出各種不同的食性與進食方式，在食物鏈當中扮演了多元的營養位階。除此之外，軟體動物當中的螺類外殼在死後可以做為其他生物的棲所(像是寄居蟹)，也可以加速珊瑚礁礁體的形成，在海岸生態系統當中也扮演了相當重要的角色，其群聚變動也可以反映出環境的變化，因此，是非常良好的指標物種 (Rittschof and McClellan-Green 2005)。

在農委會 (2006) 的調查中，記錄到螺類在天然海岸的種類有 166 種，而人工海岸僅記錄到 74 種，就物種數量來說，天然海岸明顯比人工海岸來得高。推測是海岸人工化之後，棲地的多樣性變低，影響了生物的數量與組成。在人工海岸的優勢種為顆粒玉黍螺 (*Nodilittorina pyramidalis*) 與臺灣玉黍螺 (*Echinolittorina millegrana*)，是會同時分布在天然與人工海岸的廣布種類。其他類群 (像是寶螺、蟹守螺、芋螺、芝麻螺...等) 則很少出現在人工海岸上。

另外，黑齒牡蠣 (*Saccostrea mordax*) 在海口港的調查當中，人工消波塊上的密度反而高於天然環境，人工消波塊上主要為大型的成體，而天然海岸上則有較多的幼生，佔族群的 82% (農委會 2006)。郭一羽等 (2002) 在新竹海岸的調查中也發現，新竹漁港與港南地區的消波塊上主要也是以黑齒牡蠣為優勢物種，推測可能是因為接近香山潮間帶的產蚶地點，所以近岸

海水中有較多的蚵苗。牡蠣的附著對於生物多樣性有較正面的影響，因為，牡蠣可以提供較多樣的棲地環境，有助於吸引其他螺貝類、蝦蟹類、魚類...等的聚集。除了牡蠣以外，消波塊上也可以發現一些螺貝類，像是固著性的大管蛇螺 (*Cerastium maximum*)、貽貝...等，也有移動性的珠螺與岩螺。在消波塊陽光充足的地方以藻類佔優勢，陽光不足的底面與陰暗面則為螺貝類較佔優勢 (郭一羽等 2002)。

柏豪等 (2007) 也曾經比較高雄柴山地區的軟體動物在海堤與天然礁岩棲地的差異。同樣也發現當海岸人工化之後，會導致物種群聚的下降，推測主要的原因也是人工海岸的棲地複雜度低，微棲地減少，另一個可能的原因是人工海岸的工程施作頻繁，造成棲地持續地被干擾。

6.4 甲殼類動物 (crustaceans)

藤壺 (barnacles) 是甲殼類當中形態變化相當大的一群，蹤跡遍及各式各樣的海洋環境。臺灣豐富的海洋環境孕育出超過 80 種以上的藤壺種類。在海岸環境當中，經常可以發現笠藤壺 (*Tetraclita*)、巨藤壺 (*Megabalanus*)、小藤壺 (*Chthamalus*)...等種類附著在岩岸的潮間帶上，有時候也可以在人工的消波塊上找到牠們的身影 (陳國勤、李坤瑄 2007，陳國勤、張晏瑋 2017)。在農委會 (2006) 的調查中發現，北部不論是天然岩岸或人工消波塊，主要的優勢物種都是美麗笠藤壺 (*Tetraclita japonica formosana*) 與鱗笠藤

壺 (*Tetraclita squamosa*)，天然岩岸的族群密度大於人工消波塊，族群的結構也有差異，天然岩岸上有較多的幼生，佔族群的 82%，顯示不同的棲地可能會影響到生物的生殖週期 (life history patterns)。在東部的海岸線調查當中，人工消波塊的藤壺種類數量高於天然岩岸，特別是小笠藤壺屬種類 (*Tetraclitella*) 僅出現在人工消波塊上，可能的原因是小笠藤壺需要陰暗的縫隙環境，而人工消波塊的背光面可以做為小笠藤壺屬種類生長的棲地。

十足類動物 (Decapoda) 包含了蝦子、螯蝦、螃蟹...等，在甲殼類動物當中也是相當多樣，全世界已描述的種類大約為 10,000 種，佔所有甲殼類動物的四分之一 (Ruppert et al. 2003)。螃蟹與寄居蟹這類的大型甲殼類動物也是海岸環境當中常見的生物種類。在臺灣，目前已知的螃蟹種類有 800 多種，寄居蟹則有 133 種 (McLaughlin et al. 2007, Ng et al. 2017)。在農委會 (2006) 的調查中，北部與南部的天然岩岸在十足類的種類多樣性上都高於人工海岸，有許多僅只有在天然海岸才會出現的種類，像是北部天然海岸的矮小細螯寄居蟹 (*Clibanarius humilis*)、司氏酋婦蟹 (*Eriphia smithii*) 與方形大額蟹 (*Metopograpsus thukuhar*)，以及南部海岸的隱伏硬指寄居蟹 (*Calcinus latens*)、環紋金沙蟹 (*Lydia annulipes*) 與單角單刺蟹 (*Menathius monoceros*)。人工海岸則主要以行動快速的瘤突斜紋蟹 (*Plagusia tuberculata*)、白紋方蟹 (*Grapsus albolineatus*) 與裸掌盾牌蟹 (*Percnon planissimum*) 為主。在東部的海岸調查結果中，天然海岸的環境的種類以活

額寄居蟹科 (Diogenidae) 種類為主，佔 43.2 – 56%；人工海岸環境中，花蓮的石梯坪主要種類為瓷蟹科 (Porcellanidae)，佔 82%；臺東的小港則為活額寄居蟹科 (Diogenidae) 佔多數 (48.6%)。天然海岸的種類數量都大於人工海岸。西部海岸線的調查中，記錄到的種類數量少，僅只有角眼沙蟹 (*Ocypode ceratophthalmus*) 與雙扇股窗蟹 (*Scopimera bitympana*)，而且個體數量也少，可能與調查樣點皆為沙質地形有關。

李瑞怡 (2007) 也曾經比較了臺灣東北部的天然岩岸與人工消波塊上大型甲殼類的群聚結構差異。結果顯示，這兩種棲地之間的種類組成具有差異，有接近 50% 的種類僅出現在天然岩岸，且當中的 83% 為稀有的種類 (觀察到的數量低於 10 隻)。人工海岸的多樣性明顯低於天然岩岸。除此之外，在活額寄居蟹科 (Diogenidae) 的部分，抱卵個體只有出現在天然岩岸上。

6.5 魚類 (fishes)

全世界有 46% 的魚類種類生活在沿岸、近海或大陸棚環境當中，特別是岩礁棲地的種類特別豐富。水下的珊瑚礁可以提供空間上的複雜度，讓各式各樣的魚類可以利用；潮間帶則是許多魚類覓食與成長的棲地。然而，這些棲地環境中的魚類，也非常容易受到海岸線開發所影響 (邵廣昭、陳麗淑 2004)。

根據農委會 (2006) 的調查結果，天然海岸與人工海岸在物種的組成上

具有差異。天然海岸主要以珊瑚礁魚類為主，有時候可以記錄到少量的岩礁性或洄游性的魚類；人工海岸則主要為岩礁性與洄游性魚類。以屏東的海口為例，天然海岸的優勢種主要為隆頭魚科 (Labridae) 的紫錦魚 (*Thalassoma purpureum*) 與雀鯛科 (Pomacentridae) 的二點刻齒雀鯛 (*Chrysiptera biocellata*)；人工海岸的優勢種則為擬金眼鯛科 (Pemppheridae) 的雷氏充金眼鯛 (*Parapriacanthus ransonneti*) 與雀鯛科的條紋豆娘魚 (*Abudefduf vaigiensis*)。人工海岸缺乏潮池的空間結構，因此，無法提供像是蝦虎 (goby)、鰺魚 (blenny) 這些種類所需的棲地。另外，也觀察到年代較久的消波塊似乎有聚集魚類的效果，特別是在沙質底質的海洋環境當中，推測這些消波塊可能可以做為魚類躲避風浪的環境。陳重隆等 (2010) 在花蓮海岸的調查當中，也發現離岸潛堤的堆放除了可以消波聚沙，也有聚集魚類的效果。

甘昆平 (2010) 則是在臺灣的東北角海岸調查天然岩岸與人工海岸的魚類群聚差異。經過 3 個月調查之後，結果顯示，人工海岸記錄到的種類僅只有 17 科 41 種，遠低於天然岩岸記錄到的 28 科 59 種。兩棲地在種類上的組成也有差異，人工海岸有比較多巡遊性魚類，因為覓食或其他的需求而經過此棲地，像是舵魚科 (Kyphosidae)、銀漢魚科 (Atherinidae)、刺尾鯛科 (Acanthuridae) 與金梭魚科 (Sphyraenidae) 的種類；天然岩岸則記錄到較多的隆頭魚科 (Labridae) 與蝴蝶魚科 (Chaetodontidae) 種類，這些種類屬於半定居性種類，以礁體為主要的活動範圍，因此，需要複雜且多樣的棲地變

化。

Wen et al. (2010) 則是在臺灣南北部地區的 5 個樣點進行天然岩岸與人工海岸的魚類群聚調查。結果發現，天然岩岸與人工海岸在於類的數量與種類多樣性上並沒有明顯的差異。但是，種類的組成上則有不同，天然岩岸有較多的紫錦魚 (*T. purpureum*)、五帶錦魚 (*T. quinquevittatum*) 與斷紋紫胸魚 (*Stethojulis terina*)；人工消波塊則有比較多的黑邊單鰭魚 (*Pempheris oualensis*)、條紋豆娘魚 (*A. vaigiensis*)。Wen et al. (2010) 推論不同體型大小的魚類對棲地有不同的偏好，人工消波塊堆疊之後，會形成較大的縫隙環境供體型較大的魚類躲藏；但是，對於體型較小的魚類來說，人工消波塊則缺少適合躲藏的避難所，因此，比較偏好天然岩岸的複雜棲地環境。

綜合以上的結果，整體來說，當海岸人工化之後，經常會導致生物多樣性的下降，人工海岸與天然海岸的生物種類組成也有很大的不同。造成影響的最主要因素是棲地的複雜度，天然海岸具有較複雜的棲地變化，因此，具有較多樣的生物相；人工海岸的棲地變化較為單一，因此，生物多樣性較低。這些研究對於了解海岸人工化帶來的影響相當重要，透過天然海岸與人工海岸的比較，有助於我們了解環境變化。特別是附生生物的種類多樣，透過記錄物種組成與族群變化，將可以反應出海岸環境的狀態，作為海岸環境的生態指標 (張睿昇等 2004)。未來透過更全面的調查與比較，將有助於了解

7. 參考文獻

7.1 國外文獻

1. Aguilera, M.A., Broitman, B.R., Thiel, M. 2014. Spatial variability in community composition on a granite breakwater versus natural rocky shores: lack of microhabitats suppresses intertidal biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*. 87(1-2): 257-268.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.046>.
2. Aguilera, M.A., Broitman, B.R., Thiel, M. 2016. Artificial breakwaters as garbage bins: structural complexity enhances anthropogenic litter accumulation in marine intertidal habitats. *Environmental Pollution*. 214: 737-747. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.058>.
3. Aguilera, M.A., Arias, R.M., Manzur, T. 2019. Mapping microhabitat thermal patterns in artificial breakwaters: alteration of intertidal biodiversity by higher rock temperature. *Ecology and Evolution*. 9(22): 12915-12927.
<https://doi.org/10.1002/ece3.5776>.
4. Airoidi, L., Bulleri, F. 2011. Anthropogenic disturbance can determine the magnitude of opportunistic species responses on marine urban infrastructures. *PLoS ONE*. 6(8): e22985.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022985>.
5. Airoidi, L., Turon, X., Perkol-Finkel, S., Rius, M. 2015. Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions*. 21(7): 755-768.

<https://doi.org/10.1111/ddi.12301>.

6. Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*. 81(2): 169-193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>.
7. Bateman, D.C., Bishop, M.J. 2017. The environmental context and traits of habitat-forming bivalves influence the magnitude of their ecosystem engineering. *Marine Ecology Progress Series*. 563: 95-110. <https://doi.org/10.3354/meps11959>.
8. Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., Geeves, W. 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*. 27(4): 313-323. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(03\)00041-1](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(03)00041-1).
9. Bennett, S., Wernberg, T., Connell, S.D., Hobday, A.J., Johnson, C.R., Poloczanska, E.S. 2015. The ‘Great Southern Reef’: social, ecological and economic value of Australia’s neglected kelp forests. *Marine and Freshwater Research*. 67(1): 47-56. <https://doi.org/10.1071/MF15232>.
10. Bégin, C., Scheibling, R.E. 2003. Growth and survival of the invasive green alga *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* in tide pools on a rocky shore in Nova Scotia. *Botanica Marina*. 46: 404-412. <https://doi.org/10.1515/BOT.2003.040>.
11. Blamey, L.K., Bolton, J.J. 2018. The economic value of South African kelp forests and temperate reefs: Past, present and future. *Journal of Marine Systems*. 188: 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2017.06.003>.
12. Browne, M.A., Chapman, M.G. 2011. Ecologically informed engineering reduces loss of intertidal biodiversity on artificial shorelines. *Environmental Science and Technology*. 45(19): 8204-8207.

<https://doi.org/10.1021/es201924b>.

13. Browne, M.A., Chapman, M.G. 2014. Mitigating against the loss of species by adding artificial intertidal pools to existing seawalls. *Marine Ecology Progress Series*. 497: 119-129. <https://doi.org/10.3354/meps10596>.
14. Browne, M.A., Underwood, A.J., Chapman, M.G., Williams, R., Thompson, R.C., van Franeker, J.A. 2015. Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts. *Proceedings of the Royal Society B*. 282(1807): 20142929. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.2929>.
15. Bulleri, F. 2015. Role of recruitment in causing differences between intertidal assemblages on seawalls and rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*. 287: 53-65. <http://doi.org/10.3354/meps287053>.
16. Bulleri, F., Airoidi, L. 2005. Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, in the north Adriatic Sea. *Journal of Applied Ecology*. 42(6): 1063-1072. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01096.x>.
17. Bulleri, F., Chapman, M.G. 2004. Intertidal assemblages on artificial and natural habitats in marinas on the north-west coast of Italy. *Marine Biology*. 145: 381-391. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1316-8>.
18. Bulleri, F., Chapman, M.G. 2010. The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. *Journal of Applied Ecology*. 47: 26-35. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01751.x>.
19. Bulleri, F., Chapman, M.G., Underwood, A.J. 2004. Patterns of movement of the limpet *Cellana tramoserica* on rocky shores and retaining seawalls. *Marine Ecology Progress Series*. 281: 121-129. <https://doi.org/10.3354/meps281121>.
20. Cacabelos, E., Neto, A.I., Martins, G.M. 2021. Gastropods with different

- development modes respond differently to habitat fragmentation. *Marine Environmental Research*. 167: 105287.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105287>.
21. Cao, W., Wong, M.H. 2007. Current status of coastal zone issues and management in China: a review. *Environment International*. 33: 985-992.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.04.009>.
 22. Carugati, L., Martire, M.L., Gambi, C., Danovaro, R. 2018. Impact of breakwater relocation on benthic biodiversity associated with seagrass meadows of northern Adriatic Sea. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. 29: 571-581. <https://doi.org/10.1007/s12210-018-0720-9>.
 23. Chapman, M.G., 2003. Paucity of mobile species on constructed seawalls: effects of urbanization on biodiversity. *Marine Ecology Progress Series*. 264: 21-29. <https://doi.org/10.3354/meps264021>.
 24. Chapman, M.G., Blockley, D.J. 2009. Engineering novel habitats on urban infrastructure to increase intertidal biodiversity. *Oecologia*. 161: 625-635.
<https://doi.org/10.1007/s00442-009-1393-y>.
 25. Chapman, M.G., Bulleri, F. 2003. Intertidal seawall-new features of landscape in intertidal environments. *Landscape and Urban Planning*. 62(3): 159-172. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00148-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00148-2).
 26. Chapman, M.G., Underwood, A.J. 2011. Evaluation of ecological engineering of “armoured” shorelines to improve their value as habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 400(1-2): 302-313.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.02.025>.
 27. Chapperon, C., Bris, C.L., Seuront, L. 2013. Thermally mediated body temperature, water content and aggregation behaviour in the intertidal gastropod *Nerita atramentosa*. *Ecological Research*. 28: 407-416.

<https://doi.org/10.1007/s11284-013-1030-4>.

28. Chapperon, C., Seuront, L. 2011. Space-time variability in environmental thermal properties and snail thermoregulatory behaviour. *Functional Ecology*. 25: 1040-1050. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2011.01859.x>.
29. Chang, J.-S., Tseng, C.-C. 2010. Effects of recent ecological events on the distribution and growth of macroalgae in marine waters around Taiwan. *Bulletin of Fisheries Research Agency*. 11-17.
30. Chee, S.Y., Wee, J.L.S., Wong, C., Yee, J.C., Yusup, Y., Mujahid, A. 2020. Drill-cored artificial rock pools can promote biodiversity and enhance community structure on coastal rock revetments at reclaimed coastlines of Penang, Malaysia. *Tropical Conservation Science*. 13: 1-15.
<https://doi.org/10.1177/1940082920951912>.
31. Cuadrado, D.G., Gómez, E.A., Ginsberg, S.S. 2005. Tidal and longshore sediment transport associated to a coastal structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 62(1-2): 291-300. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.09.010>.
32. Dugan, J.E., Airolidi, L., Chapman, M.G., Walker, S.J., Schlacher, T. 2011. Estuarine and coastal structures: environmental effects, a focus on shore and nearshore structures. In: Wolanski, E., McLusky, D. (Eds). *Treatise on estuarine and coastal science*. Waltham, MA: Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374711-2.00802-0>.
33. EEA. 2006. The changing faces of Europe's coastal areas. European Environment Agency, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg, 107 pp.
https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_6.
34. EEA. 2010. 10 messages for 2010 Coastal ecosystems. European Environment Agency, Office for Official Publications of the European

- Union, Luxembourg, 17 pp. <https://www.eea.europa.eu/publications/10-messages-for-2010-coastal-ecosystems>.
35. EEA. 2013. Balancing the future of Europe's coasts - knowledge base for integrated management. European Environment Agency, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg, 64 pp. <https://www.eea.europa.eu/publications/balancing-the-future-of-europes>.
36. Eurostat. 2011. Coastal region statistics [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Coastal_region_statistics&oldid=72205. Accessed 8 July 2021.
37. Evans, A.J., Firth, L.B., Hawkins, S.J., Morris, E.S., Goudge, H., Moore, P.J. 2015. Drill-cored rock pools: an effective method of ecological enhancement on artificial structures. *Marine and Freshwater Research*. 67(1): 123-130. <https://doi.org/10.1071/MF14244>.
38. Falace, A., Zanelli, E., Bressan, G. 2006. Algal transplantation as a potential tool for artificial reef management and environmental mitigation. *Bulletin of Marine Science*. 78(1): 161-166.
39. Fauvelot, C., Bertozzi, F., Costantini, F., Airoidi, L., Abbiati, M. 2009. Lower genetic diversity in the limpet *Patella caerulea* on urban coastal structures compared to natural rocky habitats. *Marine Biology* 156: 2313-2323. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1259-1>.
40. Firth, L.B., Browne, K.A., Knights, A.M., Hawkins, S.J., Nash, R. 2016. Eco-engineered rock pools: a concrete solution to biodiversity loss and urban sprawl in the marine environment. *Environmental Research Letters*. 11(9): 094015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094015>.
41. Firth, L.B., Mieszkowska, N., Thompson, R.C., Hawkins, S.J. 2013a.

- Climate change and adaptational impacts in coastal systems: the case of sea defences. *Environmental Science: Processes & Impacts*. 15: 1665-1670.
<https://doi.org/10.1039/C3EM00313B>.
42. Firth, L.B., Schofield, M., White, F.J., Skov, M.W., Hawkins, S.J. 2014a. Biodiversity in intertidal rock pools: informing engineering criteria for artificial habitat enhancement in the built environment. *Marine Environmental Research*. 102: 122-130.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.03.016>.
43. Firth, L.B., Thompson, R.C., Bohn, K., Abbiati, M., Airolidi, L., Bouma, T.J., Bozzeda, F., Ceccherelli, V.U., Colangelo, M.A., Evans, A., Ferrario, F., Hanley, M.E., Hinz, H., Hoggart, S.P.G., Jackson, J.E., Moore, P., Morgan, E.H., Perkol-Finkel, S., Skov, M.W., Strain, E.M., van Belzen, J., Hawkins, S.J. 2014b. Between a rock and a hard place: Environmental and engineering considerations when designing coastal defence structures. *Coastal Engineering*. 87: 122-135.
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.10.015>.
44. Firth, L.B., Thompson, R.C., White, F.J., Schofield, M., Skov, M.W., Hoggart, P.G., Jackson, J., Knights, A.M., Hawkins, S.J. 2013b. The importance of water-retaining features for biodiversity on artificial intertidal coastal defence structures. *Diversity and Distributions*. 19(10): 1275-1283.
<https://doi.org/10.1111/ddi.12079>.
45. Firth, L.B., Williams, G.A. 2009. The influence of multiple environmental stressors on the limpet *Cellana toreuma* during the summer monsoon season in Hong Kong. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 375(1-2): 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.05.011>.
46. Gedan, K.B., Bernhardt, J., Bertness, M.D., Leslie, H.M. 2011. Substrate

- size mediates thermal stress in the rocky intertidal. *Ecology*. 92(3): 576-582.
<https://doi.org/10.1890/10-0717.1>.
47. Gittman, R. K., Fodrie, F. J., Popowich, A. M., Keller, D. A., Bruno, J. F., Currin, C. A., Peterson, C. H., Piehler, M. F. 2015. Engineering away our natural defenses: an analysis of shoreline hardening in the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 13(6): 301-307.
<https://doi.org/10.1890/150065>.
 48. Green, D.S., Chapman, M.G., Blockley, D.J. 2012. Ecological consequences of the type of rock used in the construction of artificial boulder-fields. *Ecological Engineering*. 46: 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.04.030>.
 49. Hall, A.E., Herbert, R.J.H., Britton, J.R., Hull, S.L. 2018. Ecological enhancement techniques to improve habitat heterogeneity on coastal defence structures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 210: 68-78.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.05.025>.
 50. Harley, C.D.G. 2008. Tidal dynamics, topographic orientation, and temperature-mediated mass mortalities on rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*. 371: 37-46. <https://doi.org/10.3354/meps07711>.
 51. Helmuth, B., Broitman, B.R., Blanchette, C.A., Gilman, S., Halpin, P., Harley, C.D.G., O'Donnell, M.J., Hofmann, G.E., Menge, B., Strickland, D. 2006. Mosaic patterns of thermal stress in the rocky intertidal zone: implications for climate change. *Ecological Monographs*. 76(4): 461-479.
[https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2006\)076\[0461:MPOTSI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2006)076[0461:MPOTSI]2.0.CO;2).
 52. Helmuth, B., Harley, C.D.G., Halpin, P.M., O'Donnell, M., Hofmann, G.E., Blanchette, C.A. 2002. Climate change and latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Science*. 298: 1015-1017.

<https://doi.org/10.1126/science.1076814>.

53. Hsu, T.-W., Lin, T.-Y., Tseng, I.F. 2007. Human impact on coastal erosion in Taiwan. *Journal of Coastal Research*. 23(4): 961-973.
<https://doi.org/10.2112/04-0353R.1>.
54. IPCC. 2007. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (eds)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
55. IUCN. 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. The 51st Meeting of the IUCN Council, Gland Switzerland.
56. Jackson, A.C., Chapman, M.G., Underwood, A.J. 2008. Ecological interactions in the provision of habitat by urban development: whelks and engineering by oysters on artificial seawalls. *Austral Ecology*. 33(3): 307-316. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01818.x>.
57. Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 347(6223): 768-771.
<https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
58. Janetzki, N., Benkendorff, K., Fairweather, P.G. 2021. Rocks of different mineralogy show different temperature characteristics: implications for biodiversity on rocky seashores. *PeerJ*. 9: e10712.
<https://doi.org/10.7717/peerj.10712>.
59. Judge, M.L., Botton, M.L., Hamilton, M.G. 2011. Physiological

- consequences of the supralittoral fringe: microhabitat temperature profiles and stress protein levels in the tropical periwinkle *Cenchritis muricatus* (Linneaus, 1758). *Hydrobiologia*. 675: 143-156.
<https://doi.org/10.1007/s10750-011-0812-3>.
60. Koike, K. 1996. The countermeasures against coastal hazards in Japan. *GeoJournal*. 38: 301-312. <https://doi.org/10.1007/BF00204722>.
 61. Larsen, L. 2015. Urban climate and adaptation strategies. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 13(9): 486-492.
<https://doi.org/10.1890/150103>.
 62. Lathlean, J.A., Ayre, D.J., Minchinton, T.E. 2013. Temperature variability at the larval scale affects early survival and growth of an intertidal barnacle. *Marine Ecology Progress Series*. 475: 155-166.
<https://doi.org/10.3354/meps10105>.
 63. Leal, I., Flores, A.A.V., Archambault, P., Collin, R., Tremblay, R. 2020. Response of tropical and subtropical chthamalid barnacles to increasing substrate temperatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 524: 151281. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2019.151281>.
 64. Liu, C.-C., Yu, S.-B. 1990. Vertical crustal movements in eastern Taiwan and their tectonic implications. *Tectonophysics*. 183(1-4): 111-119.
[https://doi.org/10.1016/0040-1951\(90\)90191-A](https://doi.org/10.1016/0040-1951(90)90191-A).
 65. Loke, L.H.L., Bouma, T.J., Todd, P.A. 2017. The effects of manipulating microhabitat size and variability on tropical seawall biodiversity: field and flume experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 492: 113-120. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.024>.
 66. Loke, L.H.L., Todd, P.A. 2016. Structural complexity and component type increase intertidal biodiversity independently of area. *Ecology*. 97(2): 383-

393. <https://doi.org/10.1890/15-0257.1>.
67. Ma, Z., Melville, D.S., Liu, J., Chen, Y., Yang, H., Ren, W., Zhang, Z., Piersma, T., Li, B. 2014. Rethinking China's new great wall. *Science*. 346(6212): 912-914. <http://doi.org/10.1126/science.1257258>.
68. Mamo, L.T., Porter, A.G., Tagliafico, A., Coleman, M.A., Smith, S.D.A., Figueira, W.F., Kelaher, B.P. 2020. Upgrades of coastal protective infrastructure affect benthic communities. *Journal of Applied Ecology*. 58(2): 295-303. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13736>.
69. Martins, G.M., Thompson, R.C., Neto, A.I., Hawkins, S.J., Jenkins, S.R. 2010. Enhancing stocks of the exploited limpet *Patella candei* d'Orbigny via modifications in coastal engineering. *Biological Conservation*. 143(3): 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.10.004>.
70. Masucci, G.D., Reimer, J.D. 2019. Expanding walls and shrinking beaches: loss of natural coastline in Okinawa Island, Japan. *PeerJ*. 7: e7520. <https://doi.org/10.7717/peerj.7520>.
71. Mauro, A., Parrinello, N., Arculeo, M. 2001. Artificial environmental conditions can affect allozyme genetic structure of the marine gastropod *Patella caerulea*. *Journal of Shellfish Research*. 20(3): 1059-1063.
72. McGranahan, G., Balk, D., Anderson, B. 2007. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment & Urbanization*. 19(1): 17-37. <https://doi.org/10.1177/0956247807076960>.
73. McLaughlin, P.A., Rahayu, D.L., Komai, T., Chan, T.Y. 2007. A catalog of the hermit crabs (Paguroidea) of Taiwan. National Taiwan Ocean University. Keelung.
74. Michener, W.K., Blood, E.R., Bildstein, K.L., Brinson, M.M., Gardner, L.R.

1997. Climate change, hurricanes and tropical storms, and rising sea level in coastal wetlands. *Ecological Applications*. 7(3): 770-801.
<https://www.jstor.org/stable/2269434>.
75. Moreira, J., Chapman, M.G., Underwood, A.J. 2006. Seawalls do not sustain viable populations of limpets. *Marine Ecology Progress Series*. 322: 179-188. <https://doi.org/10.3354/meps322179>.
76. Muñoz, J.L.P., Camus, P.A., Labra, F.A., Finke, G.R., Bozinovic, F. 2008. Thermal constraints on daily patterns of aggregation and density along an intertidal gradient in the periwinkle *Echinolittorina peruviana*. *Journal of Thermal Biology*. 33(3): 149-156.
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.10.002>.
77. Naylor, R.L., Williams, S.L., Strong, D.R. 2001. Aquaculture – a gateway for exotic species. *Science*. 294: 1655-1656.
<https://doi.org/10.1126/science.1064875>.
78. Ng, C.S.L., Lim, S.C., Ong, J.Y., Teo, L.M.S., Chou, L.M., Chua, K.E., Tan, K.S. 2015. Enhancing the biodiversity of coastal defence structures: transplantation of nursery-reared reef biota onto intertidal seawalls. *Ecological Engineering*. 82: 480-486.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.016>.
79. Ng, P.K.L., Shih, H.-T., Ho, P.-H., Wang, C.-H. 2017. An updated annotated checklist of brachyuran crabs from Taiwan (Crustacea: Decapoda). *Journal of the National Taiwan Museum*. 3 & 4: 1-185.
[http://doi.org/10.6532/JNTM.201712_70\(3;4\).01](http://doi.org/10.6532/JNTM.201712_70(3;4).01).
80. Ober, G.T., Rognstad, R.L., Gilman, S.E. 2019. The cost of emersion for the barnacle *Balanus glandula*. *Marine Ecology Progress Series*. 627: 95-107.
<https://doi.org/10.3354/meps13058>.

81. Perkol-Finkel, S., Ferrario, F., Nicotera, V., Airoidi, L. 2012. Conservation challenges in urban seascapes: promoting the growth of threatened species on coastal infrastructures. *Journal of Applied Ecology*. 49(6): 1457-1466.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02204.x>.
82. Provan, J., Murphy, S., Maggs, C.A. 2005. Tracking the invasive history of the green alga *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*. *Molecular Ecology*. 14(1): 189-194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2004.02384.x>.
83. Rittschof, D., McClellan-Green P. 2005. Molluscs as multidisciplinary models in environment toxicology. *Marine Pollution Bulletin*. 50(4): 369-373. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.02.008>.
84. Roman, J., Darling, J.A. 2007. Paradox lost: genetic diversity and the success of aquatic invasions. *Trends in Ecology and Evolution*. 22(9): 454-464. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.07.002>.
85. Ruppert, E.E., Fox, R.S., Barnes, R.D. 2003. *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach* 7th. Cengage Learning. 1008pp.
86. Satyam, K., Thiruchitrambalam, G. 2018. Chapter 7 - Habitat Ecology and Diversity of Rocky Shore Fauna. In *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Islands*. Eds: Sivaperuman, C., Velmurugan, A., Singh, A.K., Jaisankar, I. Academic Press. Pages 187-215.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813064-3.00007-7>.
87. Sherrard, T.R.W., Hawkins, S.J., Barfield, P., Kitou, M., Bray, S., Osborne, P.E. 2016. Hidden biodiversity in cryptic habitats provided by porous coastal defence structures. *Coastal Engineering*. 118: 12-20.
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2016.08.005>.
88. Small, C., Nicholls, R.J. 2003. A Global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research*. 19(3): 584-599.

89. Smith D. 2013. Ecology of the New Zealand Rocky Shore Community: A Resource for NCEA Level 2 Biology. New Zealand Marine Studies Centre. Page 1-55.
90. Strain E.M.A., Morris, R.L., Coleman, R.A., Figueira, W.F., Steinberg, P.D., Johnston, E.L., Bishop, M.J. 2018a. Increasing microhabitat complexity on seawalls can reduce fish predation on native oysters. *Ecological Engineering*. 120: 637-644. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.05.030>.
91. Strain, E.M.A., Olabarria, C., Mayer-Pinto, M., Cumbo, V., Morris, R.L., Bugnot, A.B., Dafforn, K.A., Heery, E., Firth, L.B., Brooks, P.R., Bishop, M.j. 2018b. Eco-engineering urban infrastructure for marine and coastal biodiversity: which interventions have the greatest ecological benefit? *Journal of Applied Ecology*. 55(1): 426-441. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12961>.
92. Strain, E.M.A., Steinberg, P.D., Vozzo, M., Johnston, E.L., Abbiati, M., Aguilera, M.A., Airoidi, L., Aguirre, J.D., Ashton, G., Bernardi, M., Brooks, P., Chan, B.K.K., Cheah, C.B., Chee, S.Y., Coutinho, R., Crowe, T., Davey, A., Firth, L.B., Fraser, C., Hanley, M.E., Hawkins, S.J., Knick, K.E., Lau, E.T.C., Leung, K.M.Y., McKenzie, C., Macleod, C., Mafanya, S., Mancuso, F.P., Messano, L.V.R., Naval-Xavier, L.P.D., Ng, T.P.T., O'Shaughnessy, K.A., Patrick, P., Perkins, M.J., Perkol-Finkel, S., Porri, F., Ross, D.J., Ruiz, G., Sella, I., Seitz, R., Shirazi, R., Thiel, M., Thompson, R.C., Yee, J.C., Zabin, C., Bishop, M.J. 2020. A global analysis of complexity–biodiversity relationships on marine artificial structures. *Global Ecology and Biogeography*. 30(1): 140-153. <https://doi.org/10.1111/geb.13202>.
93. Suzuki, H., Aoki, T., Inomata, E., Agatsuma, Y., Aoki, M.N. 2019. Effect of breakwater restoration work following the subsidence caused by the 2011

- Tohoku Earthquake on the subtidal kelp population. *Phycological Research*. 69: 3-11. <https://doi.org/10.1111/pre.12376>.
94. Teagle, H., Hawkins, S.J., Morre, P., Smale, D.A. 2017. The role of kelp species as biogenic habitat formers in coastal marine ecosystems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 492: 81-98.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.017>.
 95. Titus, J.G., Hudgens, D.E., Trescott, D.L., Craghan, M., Nuckols, W.H., Hershner, C.H., Kassakian, J. M. Linn, C.J., Merritt, P.G., McCue, T.M., O'Connell, J.F., Tanski, J., Wang, J. 2009. State and local governments plan for development of most land vulnerable to rising sea level along the US Atlantic coast. *Environmental Research Letters*. 4: 1-7.
 96. Toh, T.C., Ng, C.S.L., Loke, H.X., Taira, D., Toh, K.B., Afiq-Rosli, L., Du, R.C.P., Cabaitan, P., Sam, S.Q., Kikuzawa, Y.P., Chou, L.M., Song, T. 2017. A cost-effective approach to enhance scleractinian diversity on artificial shorelines. *Ecological Engineering*. 99: 349-357.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.066>.
 97. Vozzo, M.I., Mayer-Pinto, M., Bishop, M.J., Cumbo, V.R., Bugnot, A.B., Dafforn, K.A., Johnston, E.L., Steinberg, P.D., Strain, E.M.A. 2021. Making seawalls multifunctional: The positive effects of seeded bivalves and habitat structure on species diversity and filtration rates. *Marine Environmental Research*. 165: 105243. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105243>.
 98. Waltham, N.J., Sheaves, M. 2018. Eco-engineering rock pools to a seawall in a tropical estuary: microhabitat features and fine sediment accumulation. *Ecological Engineering*. 120: 631-636.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.05.010>.
 99. Wang, J., Gao, W., Xu, S., Yu, L. 2012. Evaluation of the combined risk of

sea level rise, land subsidence, and storm surges on the coastal areas of Shanghai, China. *Climatic Change*. 115: 537-558.

<https://doi.org/10.1007/s10584-012-0468-7>.

100. Wen, C.K.-C., Pratchett, M.S., Shao, K.-T., Kan, K.-P., Chan, B.K.K. 2010. Effects of habitat modification on coastal fish assemblages. *Journal of Fish Biology*. 77: 1674-1687. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02809.x>
101. Wilby, R.L., Perry, G.L.W. 2006. Climate change, biodiversity and urban environment: a critical review based on London, UK. *Progress in Physical Geography*. 30(1): 73-98. <https://doi.org/10.1191/0309133306pp470ra>.
102. Williams, A.T., Rangel-Buitrago, N., Pranzini, E., Anfuso, G. 2018. The management of coastal erosion. *Ocean Coast. Manag.* 156: 4-20. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.022>.
103. Williams, G.A., Pirro, M.D., Leung, K.M., Morritt, D. 2005. Physiological responses to heat stress on a tropical shore: the benefits of mushrooming behaviour in the limpet *Cellana grata*. *Marine Ecology Progress Series*. 292: 213-224. <http://dx.doi.org/10.3354/meps292213>.
104. Wong, K.K.W., Tsang, L.M., Cartwright, S.R., Williams, G.A., Chan, B.K.K., Chu, K.H. 2014. Physiological responses of two acorn barnacles, *Tetraclita japonica* and *Megabalanus volcano*, to summer heat stress on a tropical shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 461: 243-249. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.08.013>.

7.2 中文文獻

1. 內政部營建署城鄉發展分署，(2021) 109 年度國土利用監測整合作業，內政部營建署委託專業服務案總結報告書，第 1-209 頁。
2. 甘昆平，(2010) 臺灣東北角天然岩岸與人工海岸（水泥消波塊）魚類群聚之比較，國立臺灣海洋大學海洋生物研究所碩士論文，77 頁。
3. 行政院科技部，(2016) 基隆地區大型底棲海藻多樣性組成時空變化及生態復育，科技部補助專題研究計畫成果報告，第 1-33 頁
4. 行政院農業委員會，(2006) 天然與人工海岸生物群聚集生態系比較研究，行政院農業委員會 95 年度科技計畫研究報告，177 頁。
5. 林綉美、張瑞欣、林東廷，(2004) 西南海岸結構物之海藻著生調查，第 26 屆海洋工程研討會論文集，第 559-566 頁。
6. 林綉美、黃淑芬，(2009) 臺灣大型底棲海藻誌，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，9 頁。
7. 林銘崇、陳明禮、黃正昌、江允智，(1995) 沿海地陷對海岸地形變遷影響之研究，第十七屆海洋工程研討會暨 1995 兩岸港口及海岸開發研討會論文集，第 1363-1378 頁。
8. 李瑞怡，(2007) 臺灣東北部天然與人工沿岸大型甲殼類群聚結構變動之比較，國立臺灣海洋大學海洋生物研究所碩士論文，64 頁。
9. 吳啟南、吳哲榮、李元炎，(1996) 雲林海岸五十年來的變遷分析，中華民國第十八屆海洋工程研討會論文集，第 666-674 頁。

10. 邵廣昭、陳麗淑，(2004) 魚類入門，遠流出版事業股份有限公司，臺北市，263 頁。
11. 宋憶萍，(2012) 利用潮位與衛星資料預測臺灣海域未來海平面之變遷，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，99 頁。
12. 柏豪、顏易君、林紹陽、陳一鳴、邱郁文，(2007) 高雄柴山海堤建構物與天然礁岩棲地軟體動物群聚探討，貝類學報，第 31 號，第 55-74 頁。<http://dx.doi.org/10.29998/BM.200712.0007>.
13. 郭一羽、朱達仁、葉明典，(2002) 新竹海岸消波塊之生態調查研究，中華民國第 24 屆海洋工程研討會論文集，第 477-484 頁。
14. 陳文俊、郭金棟，(2005) 臺東海岸線變遷分析，國立中興大學第 27 屆海洋工程研討會論文集，7 頁。
15. 陳文俊、黃于馨，(2012) 宜蘭海岸線長期變遷之研究，國立成功大學第 34 屆海洋工程研討會論文集，第 345-350 頁。
16. 陳重隆、徐誌國、李明安、陳義雄、蕭松山、方惠民，(2010) 海岸構造物與生態棲地多樣性關係研究，國立臺灣海洋大學第 32 屆海洋工程研討會論文集，第 479-484 頁。
17. 陳國勤、李坤瑄，(2007) 臺灣的藤壺—生物多樣性與生態，國立自然科學博物館，臺中市，200 頁。
18. 陳國勤、張晏瑋，(2017) 東沙藤壺及海蛞蝓圖鑑，中央研究院生物多

樣性中心，臺北市，133 頁。

19. 梁廷語、施虹如、陳偉柏、張志新，(2020) 海岸災害風險評估—以臺東縣為例，第 42 屆海洋工程研討會暨科技部 108 年度海洋及造船工程學門研究計畫成果發表會論文集，第 138-143 頁。
20. 許時雄，(1991) 淡水河口海岸地形觀測研究，中華民國第十三屆海洋工程研討會論文集，第 426-440 頁。
21. 許泰文、錢樺，(2013) 氣候變遷對臺灣海岸環境可能之衝擊，國立中山大學第 35 屆海洋工程研討會論文集，6 頁。
22. 張睿昇、郭一羽、朱達仁、施君翰，(2004) 附著生物在海岸淺灘的生態效果分析研究—以安平漁港為例，第 26 屆海洋工程研討會論文集，8 頁。
23. 黃清和、陳昌生、林綉美、李文欽、林志明、蔡立宏、徐如娟，(2008) 宜蘭頭城海域海岸結構物海藻生態環境調查研究，國立交通大學第 30 屆海洋工程研討會論文集，第 583-588 頁。
24. 廖學誠，(2009) 全球氣候變遷對海岸環境之衝擊，林業研究專訊，第 16 期第 3 號，第 22-25 頁。
25. 蔡鵬如、謝韻婷、林惠真，(2017) 海堤型式對陸蟹通行之影響：高美溼地的陸蟹保育困境，弘光科技大學第 39 屆海洋工程研討會論文集，6 頁。

26. 王瑋龍，(2020) 墾丁國家公園大型藻類生物多樣性調查及圖鑑製作計畫，108 年度墾丁國家公園管理處委託成果報告，第 1-140 頁。
27. 戴昌鳳、鄭有容，(2020) 臺灣珊瑚全圖鑑 (上)：石珊瑚，貓頭鷹出版社，臺北市，560 頁。
28. 蘇世顥、陳郁涵、楊憶婷、徐理寰、郭鴻基，(2017) 氣候變遷下臺灣颱風豪雨之變化與機制探討，大氣科學，第 45 期第 4 號，第 305-332 頁。
<http://dx.doi.org/10.3966/025400022017124504002>.

三、盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況和了解近年變遷狀況

1. 盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況

人造建物之分布現況以 Google earth 記錄之最新圖像能觀察到的海牆、消波塊之設置區域，以範圍中心設置參考點，以利後續探討與利用歷史照片功能檢視近年變遷狀況。全臺灣共記錄 521 個參考點 (表二)，再以 Google earth 記錄之最新圖像進行消波塊、海牆等人造建物之分布現況繪製並計算範圍長度，藉此了解全臺灣消波塊與海牆之分布情形與密度比較，如遇最新圖像被雲覆蓋或漲潮無法觀察人造建物範圍，將以二年內最為清楚之分布情況繪製，但因潮汐時間、衛星影像來源不同等原因，位置與長度會有些微落差。南部及中部海岸線多海埔新生地與河流出海口，海堤分布的繪製會以海岸線為主，靠近內陸或出海口的位將不列入。

表二、全臺人工海岸參考點列表 (共 521 點)。

號碼	地名	緯度	經度
1	和平島公園	25°44.67"	121°45'47.53"
2	社寮	25°9'34.30"	121°46'30.53"
3	八尺門漁港	25°9'22.88"	121°46'19.59"
4	小艇碼頭	25°9'7.28"	121°46'35.09"
5	碧砂漁港	25°8'45.96"	121°47'8.30"
6	八斗子漁港	25°8'33.85"	121°47'43.99"
7	雙彭山	25°8'51.37"	121°48'23.06"
8	八斗子潮境公園	25°8'36.05"	121°48'11.36"
9	長潭里漁港	25°8'26.49"	121°48'2.36"
10	望海巷漁港	25°8'14.51"	121°48'7.82"
11	八斗子	25°7'58.62"	121°48'31.22"
12	深澳漁港	25°7'55.26"	121°49'13.92"

13	深澳 1	25°7'39.57"	121°49'6.59"
14	深澳坑 1	25°7'27.78"	121°49'9.83"
15	深澳坑 2	25°7'18.66"	121°49'14.88"
16	瑞濱 1	25°7'15.63"	121°49'30.37"
17	深澳港	25°7'24.79"	121°49'43.96"
18	海濱	25°7'38.90"	121°49'44.15"
19	蝙蝠洞公園	25°7'35.83"	121°49'53.48"
20	員山子分洪道	25°7'38.01"	121°50'37.27"
21	水湳	25°7'25.61"	121°51'45.51"
22	陰陽海	25°7'22.56"	121°51'47.88"
23	水湳洞漁港	25°7'20.64"	121°52'4.19"
24	水湳洞 1	25°7'27.52"	121°52'22.47"
25	水湳洞 2	25°7'22.26"	121°52'38.26"
26	南雅 1	25°7'22.97"	121°53'4.91"
27	南雅漁港	25°7'18.47"	121°53'13.42"
28	南雅 2	25°7'12.05"	121°53'45.82"
29	鼻頭角	25°7'26.81"	121°54'46.07"
30	鼻頭漁港	25°7'20.46"	121°54'58.85"
31	龍洞灣公園	25°7'5.37"	121°55'4.96"
32	龍洞漁港	25°6'43.01"	121°54'53.77"
33	和美國小	25°6'46.19"	121°55'11.59"
34	龍洞四季灣	25°6'5.11"	121°55'7.06"
35	龍洞南口遊艇港	25°5'50.38"	121°55'1.38"
36	龍洞	25°5'35.66"	121°54'57.35"
37	和美漁港	25°4'47.45"	121°54'54.72"
38	金沙灣	25°4'24.91"	121°55'8.13"
39	美艷山漁港	25°4'9.66"	121°55'23.93"
40	美艷山	25°4'3.75"	121°55'28.90"
41	澳底漁港	25°3'28.51"	121°55'31.63"
42	澳仔漁港	25°3'9.06"	121°55'45.68"
43	核四專用港	25°2'51.03"	121°55'43.35"
44	福隆漁港	25°1'16.14"	121°57'2.09"
45	小香蘭養殖場	25°1'30.35"	121°58'21.15"
46	仁和養殖場	25°1'24.10"	121°58'58.58"
47	香蘭養殖場	25°1'19.46"	121°59'6.07"
48	福連 1	25°1'4.31"	121°59'20.81"
49	福連 2	25°0'52.20"	121°59'21.28"

50	卯澳漁港	25°0'44.04"	121°59'28.81"
51	馬崗	25°0'59.36"	121°59'56.22"
52	馬岡漁港	25°0'49.52"	122°0'13.21"
53	馬崗養殖場	25°0'43.53"	122°0'16.73"
54	菜菜	24°59'9.25"	121°58'15.39"
55	石城漁港	24°58'45.73"	121°57'1.06"
56	桶盤嶺漁港	24°58'24.85"	121°56'11.15"
57	大里漁港	24°57'45.17"	121°55'16.92"
58	蕃薯寮漁港	24°57'8.18"	121°54'53.55"
59	大溪第二漁港	24°56'27.34"	121°54'5.04"
60	大溪第一漁港	24°56'28.38"	121°53'55.27"
61	大溪漁港旁	24°56'28.67"	121°53'48.53"
62	大溪 1	24°56'20.98"	121°53'33.18"
63	大溪 2	24°56'9.21"	121°53'16.38"
64	梗枋漁港	24°54'15.64"	121°52'9.22"
65	梗枋沙灘	24°54'6.73"	121°51'52.51"
66	烏石港	24°52'2.23"	121°50'10.14"
67	竹安溪口	24°50'26.49"	121°49'35.11"
68	竹安海堤	24°50'6.51"	121°49'31.38"
69	永鎮海濱	24°46'23.78"	121°49'4.03"
70	蘇澳港	24°35'45.20"	121°52'0.65"
71	粉鳥林	24°30'12.65"	121°50'17.21"
72	粉鳥林漁港	24°29'50.95"	121°50'32.69"
73	朝陽漁港	24°27'41.30"	121°49'11.74"
74	南澳溪旁	24°27'12.93"	121°49'10.71"
75	和平工業區專用港	24°18'5.52"	121°45'24.91"
76	新城海堤	24°7'47.04"	121°39'32.94"
77	三棧溪旁	24°6'3.96"	121°37'31.69"
78	七星潭	24°1'42.04"	121°37'50.87"
79	花蓮港	24°0'1.43"	121°38'24.52"
80	北濱公園	23°58'15.09"	121°36'49.88"
81	南濱公園	23°58'1.03"	121°36'40.57"
82	吉安海濱	23°57'1.01"	121°36'22.04"
83	花東公路沿岸	23°54'41.62"	121°36'17.76"
84	鹽寮 1	23°52'31.18"	121°36'3.71"
85	鹽寮 2	23°52'6.85"	121°35'58.74"
86	鹽寮漁港	23°49'45.98"	121°35'12.04"

87	鹽寮 3	23°49'37.58"	121°35'3.19"
88	水璉	23°48'47.88"	121°34'41.00"
89	磯崎	23°41'41.22"	121°33'5.32"
90	豐濱 1	23°40'22.98"	121°32'45.93"
91	豐濱 2	23°39'43.78"	121°32'31.99"
92	大不岸溪旁	23°39'10.71"	121°32'31.12"
93	豐和號觀景台	23°38'33.10"	121°32'1.76"
94	豐濱 3	23°38'6.15"	121°31'56.67"
95	豐濱 4	23°37'7.44"	121°31'46.34"
96	豐濱 5	23°36'25.58"	121°31'45.22"
97	豐濱 6	23°36'10.30"	121°31'46.42"
98	豐濱 7	23°34'0.16"	121°31'10.87"
99	豐濱 8	23°32'9.07"	121°30'22.95"
100	石梯漁港	23°29'36.99"	121°30'24.65"
101	石梯坪	23°26'53.84"	121°29'50.09"
102	長濱 1	23°22'51.68"	121°28'24.95"
103	長濱 2	23°22'30.75"	121°28'20.32"
104	三間	23°21'26.58"	121°28'13.42"
105	長濱漁港	23°18'48.39"	121°27'27.21"
106	長濱 3	23°18'30.28"	121°26'44.97"
107	長濱 4	23°18'18.41"	121°26'32.88"
108	長濱 5	23°17'29.01"	121°26'0.64"
109	竹湖	23°17'9.53"	121°25'46.92"
110	竹湖 2	23°16'59.52"	121°25'42.37"
111	寧埔	23°14'45.40"	121°25'2.18"
112	烏石鼻 1	23°13'50.79"	121°24'51.84"
113	烏石鼻漁港	23°13'39.54"	121°25'0.63"
114	烏石鼻 2	23°13'17.65"	121°24'55.85"
115	宜灣 1	23°12'42.50"	121°24'7.23"
116	宜灣 2	23°12'29.54"	121°23'52.50"
117	重安海堤	23°11'31.79"	121°23'48.62"
118	石雨傘漁港	23°10'37.66"	121°24'7.67"
119	小港漁港	23°9'34.25"	121°24'10.35"
120	三仙台	23°8'40.46"	121°23'55.26"
121	比西里海岸	23°7'52.47"	121°24'1.08"
122	三仙台跨海橋	23°7'24.39"	121°24'40.66"
123	基翬漁港	23°7'2.17"	121°23'48.79"

124	萬年溪旁	23°6'24.24"	121°23'18.00"
125	成功漁港 (新港漁港)	23°5'49.66"	121°22'54.42"
126	成功 1	23°5'45.51"	121°21'55.05"
127	成功 2	23°5'27.31"	121°21'38.21"
128	成功 3	23°5'6.72"	121°21'26.49"
129	成功 4	23°4'50.72"	121°21'19.39"
130	八邊溪旁	23°4'21.71"	121°21'15.91"
131	八噏噏海岸	23°4'8.72"	121°20'54.80"
132	小馬	23°0'5.16"	121°19'16.65"
133	東河	22°58'7.77"	121°18'21.96"
134	金樽漁港	22°57'17.57"	121°17'35.16"
135	都蘭	22°51'57.63"	121°13'48.94"
136	新蘭漁港	22°51'38.70"	121°12'10.02"
137	郡界	22°50'58.85"	121°11'28.75"
138	伽溪	22°49'28.26"	121°11'27.14"
139	石滬沙灘旁	22°48'53.12"	121°11'42.61"
140	富岡漁港	22°47'27.16"	121°11'31.69"
141	富岡	22°47'22.81"	121°11'7.39"
142	臺東大堤	22°45'28.08"	121°10'22.61"
143	臺東河濱公園	22°45'5.41"	121°9'49.22"
144	河濱公園	22°44'54.70"	121°9'25.91"
145	太平溪旁 1	22°44'30.35"	121°9'1.61"
146	太平溪旁 2	22°44'5.63"	121°8'33.80"
147	三和河濱公園	22°40'13.18"	121°2'17.12"
148	太麻里	22°36'25.37"	121°0'36.06"
149	太麻里-2	同上	同上
150	金崙大橋頭	22°31'16.70"	120°57'56.00"
151	多良 1	22°30'22.75"	120°57'32.08"
152	多良 2	22°30'7.99"	120°57'29.40"
153	多良 3	22°29'51.50"	120°57'24.93"
154	多良 4	22°29'38.79"	120°57'20.33"
155	多良 5	22°29'27.58"	120°57'16.40"
156	多良 6	22°29'7.80"	120°57'12.37"
157	多良 7	22°28'54.16"	120°57'7.56"
158	多良 8	22°28'35.85"	120°57'2.06"
159	多良 9	22°28'14.29"	120°56'55.17"
160	多良 10	22°27'57.27"	120°56'51.08"

161	大竹 1	22°27'8.66"	120°56'37.95"
162	大竹 2	22°26'46.35"	120°56'27.25"
163	大竹 3	22°26'26.03"	120°56'19.19"
164	大竹 4	22°26'3.93"	120°56'10.18"
165	大竹 5	22°25'43.46"	120°56'2.94"
166	大竹 6	22°25'21.03"	120°55'54.93"
167	大竹 7	22°25'3.96"	120°55'43.51"
168	大鳥 1	22°24'38.36"	120°55'30.40"
169	大鳥 2	22°22'38.23"	120°54'44.38"
170	大鳥 3	22°22'19.79"	120°54'41.21"
171	大武 1	22°21'23.55"	120°54'20.81"
172	大武 2	22°20'59.52"	120°54'3.03"
173	大武漁港	22°20'15.45"	120°53'43.78"
174	大武 3	22°19'45.26"	120°53'34.92"
175	大武 4	22°19'12.23"	120°53'30.54"
176	大武 5	22°18'51.22"	120°53'29.50"
177	南田	22°16'35.54"	120°53'28.60"
178	旭海漁港	22°11'53.03"	120°53'31.14"
179	中山漁港	22°8'14.70"	120°53'26.76"
180	港仔	22°8'2.28"	120°53'11.83"
181	南仁漁港	22°5'14.73"	120°53'25.98"
182	興海漁港	21°58'30.01"	120°50'39.39"
183	鼻頭漁港 (南)	21°54'18.84"	120°50'54.48"
184	香蕉灣漁港	21°55'30.50"	120°49'55.46"
185	潭仔漁港	21°57'2.30"	120°46'36.56"
186	核三廠	21°57'23.61"	120°45'19.38"
187	後壁湖	21°56'50.81"	120°44'43.01"
188	核三廠出水口	21°55'54.90"	120°44'44.86"
189	紅柴坑漁港	21°58'17.19"	120°42'57.88"
190	山海漁港	21°59'8.35"	120°42'43.09"
191	後灣海堤	22°2'25.07"	120°41'41.55"
192	四重溪	22°3'49.24"	120°42'32.75"
193	海口漁港	22°5'25.68"	120°42'54.64"
194	滿豐漁場	22°8'17.50"	120°42'8.69"
195	楓港漁港	22°11'13.73"	120°41'24.49"
196	楓港	22°12'1.65"	120°41'3.92"
197	枋山 1	22°14'16.97"	120°40'9.26"

198	枋山 2	22°14'39.69"	120°39'45.76"
199	枋山 3	22°14'53.21"	120°39'30.16"
200	枋山 4	22°15'3.87"	120°39'14.22"
201	枋山 5	22°15'38.23"	120°39'1.59"
202	加祿 1	22°19'14.58"	120°37'43.71"
203	加祿 2	22°19'30.37"	120°37'28.56"
204	加祿 3	22°19'43.13"	120°37'15.08"
205	加祿 4	22°19'56.26"	120°36'56.58"
206	枋寮漁港	22°21'44.75"	120°35'36.13"
207	枋寮 1	22°21'59.13"	120°35'27.68"
208	枋寮 2	22°22'9.33"	120°35'17.67"
209	枋寮 3	22°22'19.56"	120°35'5.83"
210	枋寮 4	22°22'30.54"	120°34'50.38"
211	枋寮 5	22°22'43.41"	120°34'32.45"
212	枋寮 6	22°22'55.81"	120°34'14.64"
213	枋寮 7	22°23'9.43"	120°33'53.78"
214	枋寮 8	22°23'20.76"	120°33'35.25"
215	枋寮 9	22°23'33.02"	120°33'15.59"
216	枋寮 10	22°23'44.33"	120°32'55.80"
217	小漁港	22°23'52.73"	120°32'44.23"
218	枋寮 11	22°23'57.32"	120°32'33.25"
219	枋寮 12	22°24'8.71"	120°32'11.13"
220	枋寮 13	22°24'19.40"	120°31'49.86"
221	枋寮 14	22°24'27.32"	120°31'29.98"
222	枋寮 15	22°24'36.96"	120°31'6.47"
223	塭豐漁港	22°24'53.41"	120°31'9.21"
224	水利村漁港	22°25'3.38"	120°30'44.16"
225	水利村海堤 1	22°24'56.10"	120°30'35.05"
226	水利村海堤 2	22°25'5.20"	120°30'19.06"
227	水利村海堤 3	22°25'18.09"	120°29'58.89"
228	水利村海堤 4	22°25'29.89"	120°29'36.71"
229	水利村海堤 5	22°25'40.84"	120°29'12.49"
230	水利村海堤 6	22°25'51.31"	120°28'51.07"
231	水利村海堤 7	22°26'4.56"	120°28'26.52"
232	水利村海堤 8	22°26'15.51"	120°28'6.70"
233	水利村海堤 9	22°26'32.06"	120°27'39.24"
234	南平港	22°26'48.15"	120°27'11.59"

235	東港海堤 1	22°27'11.28"	120°26'50.03"
236	東港海堤 2	22°27'26.04"	120°26'36.75"
237	東港海堤 3	22°27'38.72"	120°26'26.01"
238	東港漁港	22°27'59.87"	120°26'35.78"
239	鹽埔漁港	22°28'26.22"	120°26'12.20"
240	共和	22°28'31.86"	120°26'5.64"
241	林園堤防	22°29'23.97"	120°24'59.60"
242	林園堤防 2	22°30'5.66"	120°24'52.89"
243	林園堤防 3	22°30'52.78"	120°24'48.21"
244	汕尾漁港	22°28'40.80"	120°24'52.65"
245	汕尾海堤 1	22°28'34.20"	120°24'39.79"
246	汕尾海堤 2	22°28'41.56"	120°24'15.21"
247	中芸漁港	22°28'54.81"	120°23'58.65"
248	中芸海堤	22°29'6.63"	120°23'34.82"
249	林園 1	22°29'25.82"	120°23'6.50"
250	林園 2	22°29'42.63"	120°22'39.53"
251	林園 3	22°29'59.42"	120°22'14.71"
252	林園 4	22°30'20.36"	120°21'47.55"
253	鳳鼻頭漁港	22°30'35.23"	120°21'24.33"
254	小港 1	22°30'56.76"	120°20'32.73"
255	小港 2	22°31'38.73"	120°20'6.52"
256	小港 3	22°32'16.17"	120°19'8.38"
257	旗津 1	22°33'32.86"	120°18'21.01"
258	旗津 2	22°34'2.58"	120°18'5.10"
259	旗津 3	22°34'26.96"	120°17'45.03"
260	旗津 4	22°34'56.46"	120°17'20.91"
261	風車公園	22°35'16.79"	120°17'3.63"
262	海岸公園	22°36'2.86"	120°16'25.92"
263	旗津海水浴場	22°36'33.04"	120°16'4.79"
264	海馬堤防	22°36'49.81"	120°15'45.95"
265	西子灣	22°37'11.15"	120°15'56.68"
266	西子灣防波堤	22°37'22.48"	120°15'40.16"
267	西子灣 2	22°37'45.08"	120°15'43.56"
268	柴山漁港	22°38'37.43"	120°15'8.57"
269	柴山	22°38'50.57"	120°15'5.06"
270	桃源里	22°39'48.00"	120°15'8.25"
272	左營港	22°41'39.59"	120°16'26.67"

273	蚵仔寮	22°43'12.49"	120°15'18.07"
274	蚵仔寮漁港	22°43'34.40"	120°15'10.52"
275	蚵仔寮 2	22°43'52.26"	120°14'55.33"
276	蚵仔寮 3	22°44'16.13"	120°14'43.37"
277	南寮里	22°44'33.26"	120°14'38.80"
278	南寮里 2	22°44'57.78"	120°14'25.73"
279	南寮里 3	22°45'17.63"	120°14'14.40"
280	南寮里 4	22°45'33.24"	120°14'5.64"
281	彌陀漁港	22°45'48.50"	120°14'14.93"
282	漯底海堤	22°46'0.98"	120°13'55.56"
283	漯底海堤 2	22°46'25.88"	120°13'45.00"
284	漯底海堤 3	22°46'45.19"	120°13'35.18"
285	漯底海堤 4	22°47'7.07"	120°13'25.05"
286	漯底海堤 5	22°47'28.82"	120°13'15.38"
287	舊港里 1	22°47'46.46"	120°13'7.22"
288	舊港里 2	22°48'6.31"	120°12'58.72"
289	永新漁港	22°49'13.55"	120°12'29.37"
290	新港里 1	22°49'38.69"	120°12'20.05"
291	新港里 2	22°50'5.58"	120°12'10.70"
292	新港里 3	22°50'31.02"	120°12'0.83"
293	鹽田 1	22°50'51.77"	120°11'54.63"
294	興達電廠	22°51'23.96"	120°11'25.43"
295	興達港	22°52'34.55"	120°12'10.98"
296	茄苳 1	22°52'9.39"	120°11'29.98"
297	茄苳 2	22°52'36.97"	120°11'19.84"
298	茄苳 3	22°53'6.89"	120°11'7.95"
299	茄苳 4	22°53'39.68"	120°10'53.69"
300	茄苳 5	22°54'2.82"	120°10'43.74"
301	茄苳 6	22°54'33.26"	120°10'35.47"
302	臺南南區 1	22°54'58.93"	120°10'28.85"
303	臺南南區 2	22°55'30.93"	120°10'32.20"
304	臺南南區 3	22°55'55.19"	120°10'33.77"
305	安平新港	22°58'21.27"	120°9'54.95"
306	安平港	22°59'28.19"	120°9'4.94"
307	四草堤防 1	22°59'59.11"	120°8'6.70"
308	四草堤防 2	23°0'18.08"	120°7'42.89"
309	四五堡漁港	23°1'25.42"	120°6'43.77"

310	四草漁港	23°1'15.78"	120°6'26.06"
311	青草崙堤防 1	23°2'20.92"	120°4'29.83"
312	青草崙堤防 2	23°2'31.20"	120°4'3.02"
313	青草崙堤防 3	23°2'43.33"	120°4'9.84"
314	七股堤防 1	23°3'13.97"	120°3'25.33"
315	七股堤防 2	23°3'14.44"	120°3'8.46"
316	七股堤防 3	23°4'0.65"	120°2'48.62"
317	北堤堤防 1	23°5'7.77"	120°2'12.05"
318	北堤堤防 2	23°5'55.05"	120°2'8.66"
319	青鯤鯨青山漁港	23°11'16.45"	120°5'11.84"
320	鯤鯨 1	23°11'30.79"	120°4'26.59"
321	將軍漁港	23°12'40.03"	120°5'16.74"
322	馬沙溝	23°13'56.64"	120°5'1.18"
323	北門海埔地堤防 1	23°17'1.79"	120°5'49.61"
324	好美里漁港	23°20'31.64"	120°7'28.47"
325	好美里 1	23°20'50.94"	120°7'13.57"
326	好美里 2	23°21'39.68"	120°7'45.42"
327	布袋港	23°22'55.06"	120°8'18.04"
328	布袋漁港(含第 3 港)	23°23'9.36"	120°9'26.46"
329	布袋 1	23°23'45.13"	120°9'43.13"
330	布袋 2	23°24'21.72"	120°9'5.69"
331	布袋 3	23°24'56.50"	120°8'58.34"
332	布袋 4	23°25'19.43"	120°9'3.74"
333	白水湖漁港	23°25'29.01"	120°9'10.12"
334	網寮漁港	23°26'12.71"	120°8'50.75"
335	東石漁港	23°27'6.05"	120°8'13.65"
336	下莊漁港	23°27'55.80"	120°8'47.66"
337	鹽港漁港	23°28'6.27"	120°8'38.66"
338	塭港型厝船澳	23°28'26.77"	120°8'52.21"
339	塭港斜坡道	23°28'37.84"	120°8'57.76"
340	東石 1	23°29'9.48"	120°9'22.60"
341	東石 2	23°30'5.25"	120°7'10.62"
342	口湖防潮堤	23°31'47.16"	120°9'7.10"
343	台子村海堤 1	23°32'15.57"	120°8'51.32"
344	台子村海堤 2	23°32'59.85"	120°8'22.35"
345	臺子村漁港	23°33'34.03"	120°8'23.98"
346	台子村海堤 3	23°34'0.02"	120°8'33.98"

347	金湖 1	23°34'38.23"	120°8'27.20"
348	金湖 2	23°35'11.82"	120°8'29.10"
349	箔子寮海堤	23°36'8.78"	120°8'28.42"
350	箔子寮漁港	23°37'12.80"	120°8'24.73"
351	四湖海濱長廊	23°38'1.00"	120°8'29.33"
352	三條崙海堤	23°39'1.72"	120°8'40.86"
353	三條崙	23°39'16.41"	120°8'52.48"
354	三條崙漁港	23°39'29.82"	120°8'55.37"
355	林厝寮排水-海堤	23°40'20.65"	120°9'30.21"
356	林厝寮港	23°40'48.09"	120°9'41.17"
357	四湖	23°41'32.69"	120°10'16.08"
358	台西漁港	23°42'17.59"	120°10'21.99"
359	六輕工業港	23°47'3.67"	120°10'37.78"
360	大城南段海堤 1	23°51'55.91"	120°16'27.31"
361	大城南段海堤 2	23°52'0.45"	120°16'35.51"
362	大城南段海堤 3	23°52'10.91"	120°16'47.37"
363	大城南段海堤 4	23°52'27.70"	120°17'19.08"
364	大城北段海堤 1	23°52'28.21"	120°17'21.65"
365	大城北段海堤 2	23°52'49.73"	120°17'19.03"
366	大城北段海堤 3	23°53'0.37"	120°17'25.30"
367	大城北段海堤 4	23°53'9.06"	120°17'33.15"
368	大城北段海堤 5	23°53'52.36"	120°17'54.44"
369	新街海堤 1	23°54'5.08"	120°18'3.51"
370	新街海堤 2	23°54'42.36"	120°18'25.49"
371	新街海堤 3	23°54'51.06"	120°18'28.80"
372	新街海堤 4	23°55'2.99"	120°18'34.69"
373	新街海堤 5	23°55'14.82"	120°18'41.52"
374	新街海堤 6	23°55'33.31"	120°18'48.16"
375	王功漁港	23°58'10.96"	120°19'29.84"
376	新寶海堤	23°59'26.52"	120°20'57.88"
377	漢寶海堤	23°59'33.32"	120°20'53.31"
378	漢寶濕地 1	24°0'45.89"	120°21'18.69"
379	漢寶濕地 2	24°2'1.88"	120°22'9.30"
380	漢寶濕地 3	24°2'22.29"	120°22'17.19"
381	福寶海堤 1	24°2'30.00"	120°22'32.48"
382	福寶海堤 2	24°2'43.74"	120°23'1.03"
383	福寶海堤 3	24°2'51.34"	120°23'17.50"

384	福寶海堤 4	24°3'0.28"	120°23'36.09"
385	福寶海堤 5	24°3'14.00"	120°23'57.94"
386	吉安西路	24°4'6.57"	120°22'9.54"
387	新崙尾海堤	24°6'31.40"	120°23'25.65"
388	寓埔西堤	24°9'14.21"	120°25'33.47"
389	臺中火力發電廠出水口	24°12'52.73"	120°27'50.28"
390	臺中發電廠旁	24°14'35.33"	120°29'7.97"
391	臺中工業區	24°15'47.05"	120°29'31.17"
392	臺中港	24°17'0.31"	120°30'33.97"
393	高美濕地	24°18'31.33"	120°32'13.64"
394	塭寮漁港	24°22'18.54"	120°34'52.36"
395	五甲漁港	24°23'28.76"	120°35'15.26"
396	北沙海堤	24°23'42.37"	120°35'25.64"
397	大甲復育公園	24°24'40.43"	120°36'9.67"
398	西勢海堤 1	24°25'5.86"	120°36'30.95"
399	西勢海堤 2	24°25'16.66"	120°36'42.58"
400	西勢海堤 3	24°25'29.80"	120°36'52.31"
401	松柏漁港	24°25'43.59"	120°36'57.84"
402	船頭埔號海堤 1	24°26'9.01"	120°37'12.96"
403	船頭埔號海堤 2	24°26'18.82"	120°37'29.56"
404	苑裡漁港	24°26'46.72"	120°37'59.91"
405	房裡溪下游堤防 1	24°27'9.44"	120°38'24.97"
406	房裡溪下游堤防 2	24°27'23.26"	120°38'39.60"
407	苑港漁港	24°27'38.03"	120°38'52.70"
408	南勢溪旁	24°28'49.58"	120°39'50.01"
409	南勢溪南堤	24°29'1.45"	120°40'10.53"
410	通霄 1	24°29'23.54"	120°39'58.74"
411	通霄漁港	24°29'52.85"	120°40'27.16"
412	通霄漁港旁	24°30'45.23"	120°40'49.96"
413	通霄 2	24°31'40.20"	120°41'20.33"
414	新埔海堤	24°32'22.90"	120°41'36.46"
415	通霄堤防	24°33'6.87"	120°41'51.97"
416	白沙屯漁港旁	24°33'58.44"	120°42'18.87"
417	白沙屯	24°34'53.44"	120°42'36.38"
418	後龍	24°35'47.15"	120°43'2.54"
419	後龍 2	24°36'23.37"	120°43'27.04"
420	後龍 3	24°36'36.76"	120°44'20.77"

421	後龍 4	24°36'43.07"	120°45'4.85"
422	公司寮漁港	24°36'48.03"	120°45'29.83"
423	後龍溪旁	24°37'11.15"	120°45'47.86"
424	後龍海灘	24°37'44.06"	120°45'29.57"
425	後龍海灘 2	24°38'16.10"	120°45'40.70"
426	外埔漁港	24°38'55.71"	120°46'15.73"
427	外埔	24°39'26.32"	120°46'40.62"
428	外埔 2	24°39'40.87"	120°46'53.52"
429	外埔 3	24°39'47.51"	120°47'31.73"
430	防汛道路	24°40'7.89"	120°49'35.28"
431	防汛道路 2	24°39'54.88"	120°50'9.63"
432	竹南	24°39'36.10"	120°50'54.02"
433	龍鳳漁港	24°41'56.39"	120°51'29.12"
434	竹南 2	24°42'37.05"	120°51'44.51"
435	青草漁港	24°42'55.40"	120°51'46.74"
436	崎頂	24°43'46.98"	120°52'23.91"
437	香山-南港里	24°44'2.10"	120°52'43.69"
438	海山漁港	24°45'48.78"	120°54'11.62"
439	香山	24°46'1.63"	120°54'45.62"
440	香山 2	24°48'15.78"	120°54'39.03"
441	香山 3	24°48'39.04"	120°54'58.00"
442	南寮	24°49'56.44"	120°54'51.79"
443	新竹漁港	24°51'1.58"	120°55'16.51"
444	竹北	24°52'18.51"	120°56'45.79"
445	竹北 2	24°52'41.40"	120°57'1.15"
446	竹北 3	24°53'12.01"	120°57'12.05"
447	竹北 4	24°53'40.64"	120°57'32.29"
448	竹北 5	24°54'5.08"	120°57'52.80"
449	鳳坑漁港	24°54'15.50"	120°57'58.99"
450	下茹寮	24°54'54.71"	120°58'3.61"
451	坡頭漁港	24°55'36.24"	120°58'21.78"
452	新豐	24°55'59.37"	120°58'49.83"
453	新豐 2	24°56'10.85"	120°59'2.10"
454	蚵殼港	24°56'21.58"	120°59'12.38"
455	新屋	24°56'30.38"	120°59'14.19"
456	新屋 2	24°56'45.39"	120°59'22.23"
457	新屋 3	24°57'23.38"	121°0'4.43"

458	新屋 4	24°57'49.94"	121°0'21.34"
459	新屋 5	24°58'32.22"	121°0'53.11"
460	永安漁港	24°59'22.50"	121°0'51.11"
461	觀音 1	25°1'44.17"	121°2'25.31"
462	觀音 2	25°2'6.65"	121°2'50.31"
463	觀音 3	25°2'32.66"	121°3'15.61"
464	觀音 4	25°2'45.70"	121°3'36.99"
465	觀音 5	25°3'47.72"	121°5'54.92"
466	港仔嘴	25°4'46.94"	121°9'17.60"
467	南厝港	25°5'24.04"	121°10'40.81"
468	南厝港 2	25°5'32.72"	121°10'58.32"
469	大園	25°5'49.39"	121°11'32.65"
470	大園 2	25°6'1.03"	121°11'48.35"
471	大園 3	25°6'42.25"	121°13'41.85"
472	大園 4	25°6'53.18"	121°14'0.19"
473	竹圍漁港	25°7'4.53"	121°14'34.27"
474	頂寮	25°7'25.46"	121°18'8.48"
475	臺北港	25°9'35.73"	121°22'42.25"
476	八里渡船頭	25°9'33.54"	121°26'4.07"
477	淡水	25°10'34.54"	121°25'14.16"
478	漁人碼頭	25°10'59.94"	121°24'43.32"
479	崁頂	25°11'56.56"	121°25'6.43"
480	三塊厝港灣	25°13'38.35"	121°26'27.06"
481	三塊厝港灣 2	25°13'44.86"	121°26'39.20"
482	三塊厝	25°14'27.30"	121°26'55.46"
483	六塊厝漁港	25°14'32.07"	121°26'57.07"
484	三芝	25°15'2.85"	121°28'1.56"
485	芝蘭公園	25°15'12.57"	121°28'20.74"
486	後厝漁港	25°15'25.33"	121°28'28.31"
487	三芝 2	25°15'35.33"	121°28'31.48"
488	三芝 3	25°16'41.90"	121°30'13.04"
489	麟山鼻漁港	25°17'4.12"	121°30'35.78"
490	石門	25°17'13.61"	121°31'50.39"
491	富基漁港	25°17'34.58"	121°32'5.53"
492	石門 2	25°17'30.80"	121°33'55.41"
493	石門漁港	25°17'39.64"	121°34'2.15"
494	石門 3	25°17'38.25"	121°35'3.79"

495	石門 4	25°17'29.19"	121°35'21.60"
496	核一廠專用港	25°17'27.52"	121°35'42.54"
497	草里漁港	25°16'56.43"	121°36'22.13"
498	中角	25°14'9.68"	121°38'14.44"
499	中角 2	25°13'54.03"	121°38'31.24"
500	磺港漁港	25°13'48.33"	121°38'51.91"
501	水尾漁港	25°13'32.45"	121°39'1.69"
502	核二廠	25°12'23.79"	121°39'49.83"
503	明光港	25°12'12.62"	121°40'30.29"
504	野柳	25°12'7.17"	121°40'42.29"
505	野柳漁港	25°12'18.00"	121°41'14.28"
506	東澳漁港	25°12'12.25"	121°41'33.37"
507	龜吼漁港	25°11'43.41"	121°41'19.23"
508	瑪鍊漁港	25°10'49.51"	121°41'45.65"
509	湖海灣	25°10'12.84"	121°42'33.71"
510	大武崙澳底漁港	25°10'1.30"	121°42'26.66"
511	外木山	25°9'47.55"	121°43'38.63"
512	外木山 2	25°9'43.65"	121°43'52.27"
513	外木山漁港	25°9'35.25"	121°44'1.85"
514	基隆	25°9'27.73"	121°44'27.22"
515	基隆 2	25°9'21.63"	121°45'0.15"
516	牛稠港	25°8'28.23"	121°44'26.12"
517	基隆港	25°8'8.03"	121°44'31.05"
518	正濱港	25°9'15.75"	121°45'52.48"
519	基隆 3	25°9'31.18"	121°45'38.86"
520	台西海堤	23°44'16.09"	120°10'28.68"
521	麥寮	23°48'49.81"	120°11'28.76"



圖十一、臺灣消波塊與海牆等人造建物的分布情況利用 Google Earth 的衛星影像繪製（黃色標示：消波塊；粉色標示：海牆）。

全臺人工海岸現況統整資料

以 Google earth 記錄之最新圖像進行消波塊、海牆等人造建物之分布現況 (圖十一)，根據圖像之長度計算，全臺人工海岸線總長約為 869,167 公尺，參考內政部營建署 109 年度國土利用監測整合報告中最新的臺灣海岸線總長約為 1,990,827 公尺。臺灣人工海岸佔全臺海岸線約 43%，海牆與消波塊以南部海岸佔全臺人工海岸之比例較高，分別為海牆約 20.6%、消波塊約 15%。而東部海岸的海牆為全臺人工海岸之比例最低，佔約 6%；消波塊則是北部最低，約為 5%。各區人工海岸線之消波塊與海牆等人造建物的分布情況細部說明如下：

北部海岸 (表二：參考點 1-54、參考點 474-519)

海牆佔北部地區人工海岸線約 65%；消波塊佔北部人工海岸線約 35%，北部地區人工海岸線佔全臺的人工海岸線約 15.7% (圖十二)。以參考點 1 (基隆和平島) 到參考點 54 (萊萊) 比較此段海岸線人工建物分布狀況，海牆佔此段海岸線約 61%，因北部的港口 (如臺北港、基隆港、碧砂漁港等大型港口)、養殖池 (龍洞、金沙灣等地區)、海濱遊憩 (龍洞) 等人工建設較多，造成北部海牆相較於消波塊的設置比例較高。消波塊投放除了鄰近港口的區域投放之外，主要在道路旁投放，如參考點 22 (陰陽海區域) 沿海岸線投放約 500 公尺，參考點 490-495 (石門區域) 沿海岸線投放約 1 公里，其他如深澳坑、南雅等區域也有零星投放。北部地區的海牆設

置較消波塊多，海牆設置約佔全臺人工海岸線的 10%。

西部海岸 (表二：參考點 323-473)

海牆佔西部人工海岸線約 43%；消波塊佔西部人工海岸線約 56%，西部地區人工海岸線佔全臺的人工海岸線約 34% (圖十二)，僅次於南部海岸。桃園、新竹地區因海岸線多為沙岸且地勢平坦，近陸區皆有投放消波塊，依據參考點 437 (香山-南港里) 到參考點 473 (竹圍漁港) 的分布狀況可發現消波塊佔桃園新竹地區海岸線的 66.7%。苗栗通霄、白沙屯地區除了港口區域為海牆，消波塊多為沿著海岸線投放，例如通霄地區有放置消波塊的海岸線約有 8 公里，白沙屯約 3.2 公里。臺中地區以臺中港佔海岸線最大，主要海牆、消波塊等均在港口與鄰近區域。彰化地區海岸均為沙岸，地勢平坦，為防海水侵襲內陸，均有修築海堤並於海堤外投放消波塊或礫石用以保護海堤，彰化沿海以參考點 360 (大城南段海堤) 到參考點 388 (寓埔西堤) 為範圍，海牆比例佔約 19%，消波塊約 80%，顯示此段海岸之消波塊投放比例遠高於海牆設置。

南部海岸 (表二：參考點 178-322)

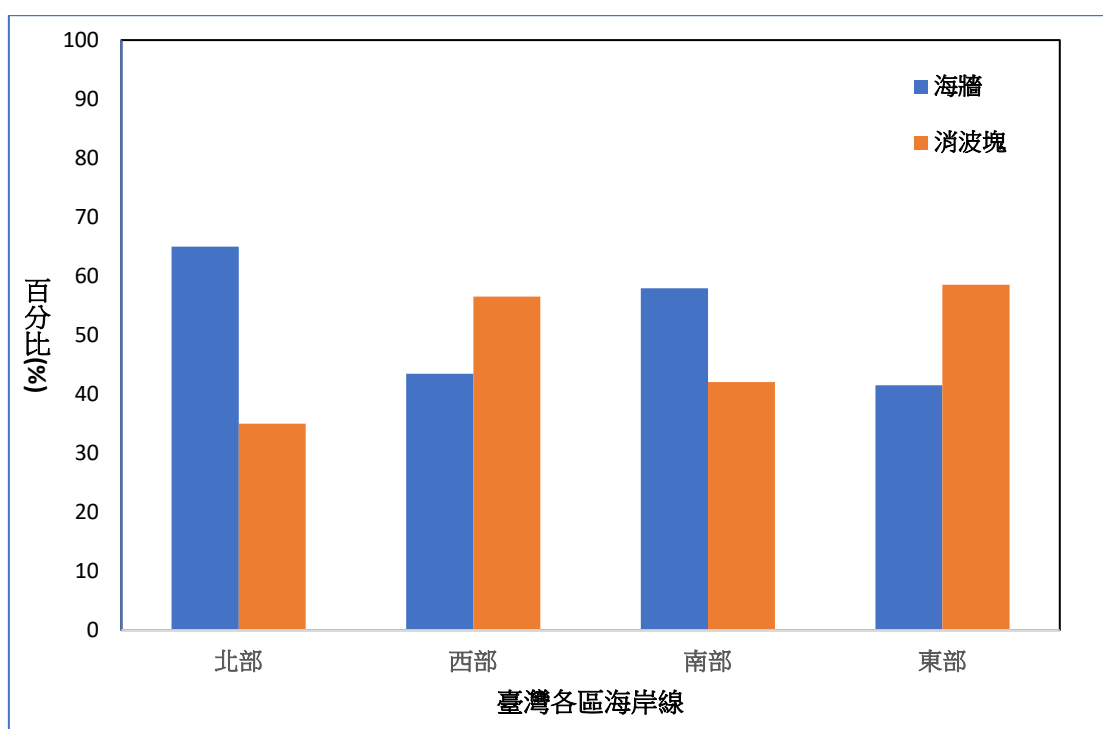
消波塊佔南區人工海岸線約 44%，海牆佔南區人工海岸線約 55.9%，南區為人工海岸線比例最高的，佔全臺人工海岸線約 40% (圖十二)。恆春半島部分區域屬於墾丁國家公園範圍，除了後壁湖港、紅柴坑港、山海漁

港、海口港跟其他幾個零星小漁港有設置海牆與消波塊之外，其他海岸線幾乎皆為天然海岸。枋寮地區約有 8 公里長之人工海岸為設置消波塊離岸堤；林邊到東港地區約有 9 公里之人工海岸為設置消波塊離岸堤，枋寮與林邊一帶除了設置離岸堤，沿岸也有投放消波塊。高雄林園地區約有 6 公里之人工海岸為設置消波塊離岸，南部海岸的離岸堤比例佔整個南部人工海岸線約 6%。高雄旗津因有海埔新生地區，大多數皆以海牆護陸，旗津的海牆比例佔南部人工海岸線約 8%。

東部海岸 (表二：參考點 55-177)

消波塊佔東區人工海岸線約 58.5%；海牆佔東區人工海岸線約 41.4%，東區人工海岸線佔全臺的人工海岸線約 14.7% (圖十二)，為臺灣人工海岸線比例最低的區域，東部海岸多為沙岸或陡峭石壁，臺東、花蓮地區除了港口區域如花蓮港、成功港、富岡漁港等有海牆設置之外，其他多是沿著海岸線設置消波塊，如比里西海岸 (設置海岸線長約 1 公里)、八噶海岸 (設置海岸線長約 2 公里) 等。宜蘭海岸線多大型漁港如烏石港、蘇澳港等區域設置海牆與消波塊，以參考點 55 (石城漁港) 到參考點 74 (南澳溪旁) 可發現海牆比例佔此段海岸線約 68%，少數海岸線如竹安海堤、永鎮有鋪設垂直海岸線的消波塊，設置海岸線約 1 公里，永鎮海濱則設置了約 900 公尺。東部地區沿海消波塊設置的區域較多，其消波塊比例佔全臺人工海岸約 8%，海牆則是 6%。相較其他區，東部海岸有人工建

物的範圍佔全臺海岸線的約 9.4%，為全臺海岸線中含有人工建物最少的一段。近年臺東、花蓮一帶為了護堤固沙，會將消波塊以挖坑投放後用沙土填埋的方式放置，因此無法從實際區域觀察，亦無法從衛星圖像上看到。



圖十二、臺灣各區人工海岸之海牆與消波塊所佔比例。

2. 以 Google Earth 歷史照片探討 20 年內人工海岸變遷狀況

利用 Google Earth 歷史照片功能檢視人工海岸參考點，自附錄一之參

考點 521 點 (表二) 中整理出 157 個近 20 年內有明顯變化之人工海岸，並
列為樣點 (表三)，樣點詳細描述請參考光碟中之附件。

表三、20 年內人工海岸有變化之樣點列表 (共有 157 個樣點)：

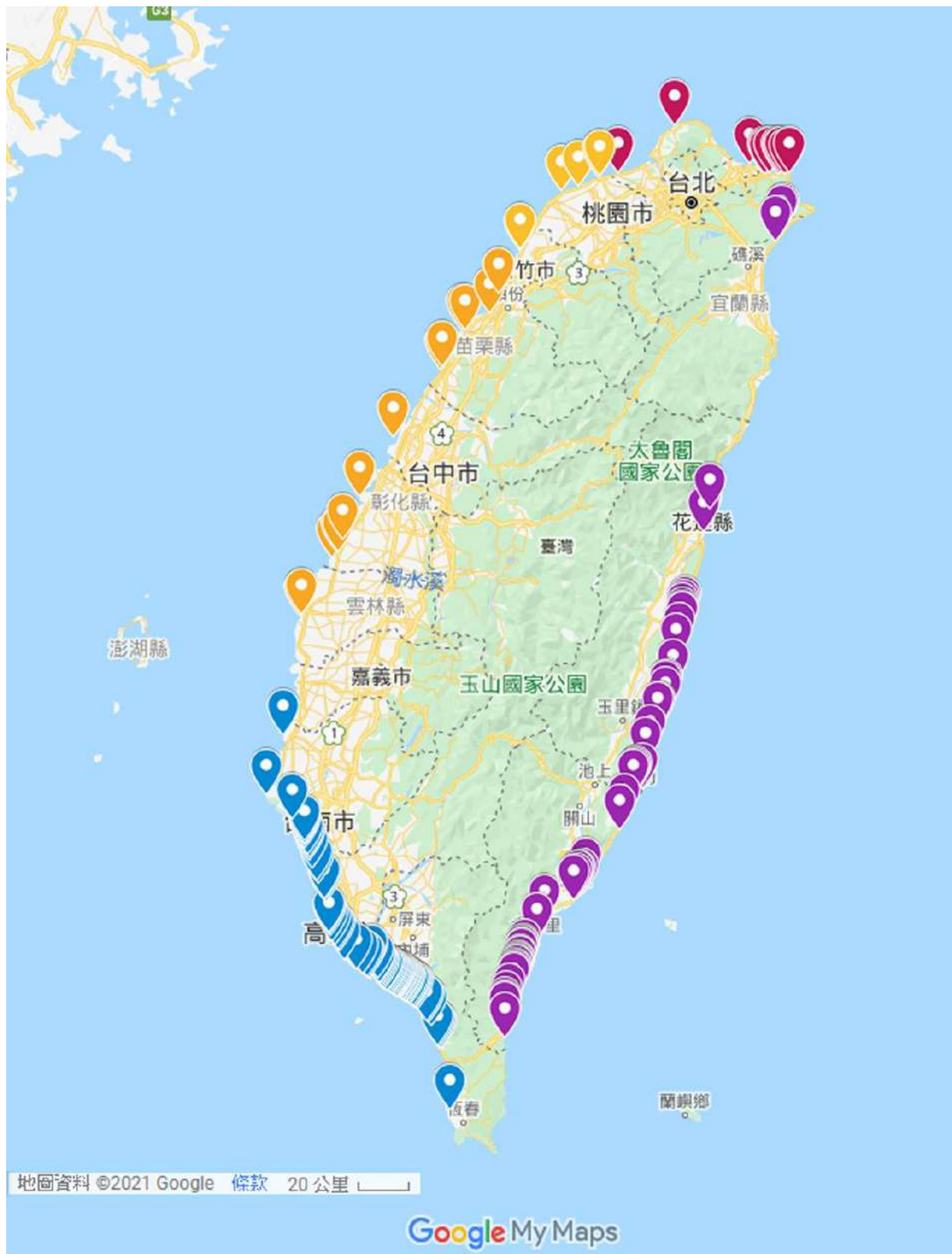
樣點	地名	漁港 港口	海牆	消波塊	緯度	經度	改變 時間	最新 圖像	區間
北部人工海岸變化									
1	八尺門漁港	●	●	●	25°9'22.88"	121°46'19.59"	201210	202104	9 年
2	深澳坑 1		●	●	25°7'27.78"	121°49'9.83"	201607	202104	5 年
3	瑞濱 1			●	25°7'15.63"	121°49'30.37"	201607	202104	5 年
4	員山子分洪道		●		25°7'38.01"	121°50'37.27"	200408	202104	17 年
5	水滴洞 1			●	25°7'27.52"	121°52'22.47"	200907	202104	12 年
6	水滴洞 2		●	●	25°7'22.26"	121°52'38.26"	200907	202104	12 年
7	南雅 1			●	25°7'22.97"	121°53'4.91"	201012	202104	11 年
8	南雅 2			●	25°7'12.05"	121°53'45.82"	200907	202104	12 年
9	鼻頭角			●	25°7'26.81"	121°54'46.07"	201403	201802	4 年
156	頂寮		●		25° 7'25.46"	121°18'8.48"	200208	202109	19 年
157	三芝 3			●	25°16'41.90"	121°30'13.04"	200512	202110	16 年
東部人工海岸變化									
10	大溪 1			●	24°56'20.98"	121°53'33.18"	201012	202104	11 年
11	大溪 2			●	24°56'9.21"	121°53'16.38"	201810	202104	3 年
12	梗枋沙灘			●	24°54'6.73"	121°51'52.51"	201012	202104	11 年
13	七星潭			●	24° 1'42.04"	121°37'50.87"	201507	202105	6 年
14	北濱公園			●	23°58'15.09"	121°36'49.88"	200912	202105	9 年
15	南濱公園			●	23°58'1.03"	121°36'40.57"	200912	202105	9 年
16	吉安海濱			●	23°57'1.01"	121°36'22.04"	200912	202107	9 年
17	大不岸溪旁			●	23°39'10.71"	121°32'31.12"	201209	202104	9 年
18	豐和號觀景台			●	23°38'33.10"	121°32'1.76"	201707	202006	3 年
19	豐濱 3			●	23°38'6.15"	121°31'56.67"	201012	202006	10 年
20	豐濱 4			●	23°37'7.44"	121°31'46.34"	201012	202006	10 年

21	豐濱 5			●	23°36'25.58"	121°31'45.22"	201508	202006	5 年
22	豐濱 6			●	23°36'10.30"	121°31'46.42"	201209	202006	8 年
23/24	豐濱 7			●	23°34'0.16"	121°31'10.87"	201201	202006	8 年
25	豐濱 8			●	23°32'9.07"	121°30'22.95"	201704	202102	4 年
26	石梯坪			●	23°26'53.84"	121°29'50.09"	201707	202102	4 年
27	長濱 1			●	23°22'51.68"	121°28'24.95"	201306	202102	8 年
28	長濱 2			●	23°22'30.75"	121°28'20.32"	201306	202102	8 年
29	三間			●	23°21'26.58"	121°28'13.42"	201306	202102	8 年
30	長濱 3			●	23°18'30.28"	121°26'44.97"	201704	202102	4 年
31	長濱 4			●	23°18'18.41"	121°26'32.88"	202007	202102	1 年
32	烏石鼻 1			●	23°13'50.79"	121°24'51.84"	201307	202102	8 年
33	重安海堤			●	23°11'31.79"	121°23'48.62"	201111	202102	10 年
34	萬年溪旁			●	23°6'24.24"	121°23'18.00"	201308	202102	8 年
35	成功 1			●	23°5'45.51"	121°21'55.05"	201307	202102	8 年
36	成功 2			●	23°5'27.31"	121°21'38.21"	201111	202102	10 年
37	成功 3			●	23°5'6.72"	121°21'26.49"	201010	202102	11 年
38	小馬			●	23°0'5.16"	121°19'16.65"	201307	202102	8 年
39	東河			●	22°58'7.77"	121°18'21.96"	201607	201801	2 年
40	富岡			●	22°47'22.81"	121°11'7.39"	201708	202104	4 年
41	臺東大堤			●	22°45'28.08"	121°10'22.61"	201208	202104	9 年
42	臺東河濱公園			●	22°45'5.41"	121°9'49.22"	201208	202104	9 年
43	河濱公園			●	22°44'54.70"	121°9'25.91"	201208	202104	9 年
44	太平溪旁 1			●	22°44'30.35"	121°9'1.61"	201910	202104	2 年
45/46	太平溪旁 2			●	22°44'5.63"	121°8'33.80"	201208	202006	8 年
47	三和河濱公園			●	22°40'13.18"	121°2'17.12"	201407	202106	7 年
48	太麻里			●	22°36'25.37"	121°0'36.06"	201401	202005	7 年
49	金崙大橋頭			●	22°31'16.70"	120°57'56.00"	201407	202005	6 年
50	多良 1			●	22°30'22.75"	120°57'32.08"	201707	202005	3 年
51	多良 2			●	22°30'7.99"	120°57'29.40"	201209	202005	8 年
52	多良 3			●	22°29'51.50"	120°57'24.93"	201407	202005	6 年
53	多良 4			●	22°29'38.79"	120°57'20.33"	201607	202005	4 年
54	多良 5			●	22°29'27.58"	120°57'16.40"	201607	202006	4 年
55	多良 9			●	22°28'14.29"	120°56'55.17"	201401	202005	6 年
56	多良 10			●	22°27'57.27"	120°56'51.08"	201401	202005	6 年
57	大竹 1			●	22°27'8.66"	120°56'37.95"	201307	202005	7 年
58	大竹 2			●	22°26'46.35"	120°56'27.25"	201401	202007	6 年
59	大竹 3			●	22°26'26.03"	120°56'19.19"	201401	202007	6 年

60	大竹 4			●	22°26'3.93"	120°56'10.18"	201607	202007	4 年
61	大竹 5			●	22°25'43.46"	120°56'2.94"	201607	202007	4 年
62	大竹 6			●	22°25'21.03"	120°55'54.93"	201607	202007	4 年
63	大竹 7			●	22°25'3.96"	120°55'43.51"	201607	202007	4 年
64	大鳥 1			●	22°24'38.36"	120°55'30.40"	201607	202007	4 年
65	大鳥 2			●	22°22'38.23"	120°54'44.38"	201110	202104	10 年
66	大武 2			●	22°20'59.52"	120°54'3.03"	201209	202007	8 年
67	大武 3			●	22°19'45.26"	120°53'34.92"	201110	202007	9 年
68	大武 4			●	22°19'12.23"	120°53'30.54"	201307	202007	7 年
69	大武 5			●	22°18'51.22"	120°53'29.50"	201704	202007	3 年
70	南田			●	22°16'35.54"	120°53'28.60"	201407	202007	6 年
南部人工海岸變化									
71	後灣海堤			●	22° 2'25.07"	120°41'41.55"	201710	202102	4 年
72	枋山 2			●	22°14'39.69"	120°39'45.76"	201110	202002	9 年
73	枋山 3			●	22°14'53.21"	120°39'30.16"	201110	202002	9 年
74	枋山 4			●	22°15'3.87"	120°39'14.22"	201110	202002	9 年
75	加祿 1			●	22°19'14.58"	120°37'43.71"	201509	202101	6 年
76	加祿 3			●	22°19'43.13"	120°37'15.08"	201110	202101	10 年
77	加祿 4			●	22°19'56.26"	120°36'56.58"	201110	202101	10 年
78	枋寮 4			●	22°22'30.54"	120°34'50.38"	201211	202101	9 年
79	枋寮 5			●	22°22'43.41"	120°34'32.45"	201211	202103	9 年
80	枋寮 6			●	22°22'55.81"	120°34'14.64"	201202	202103	9 年
81	枋寮 7			●	22°23'9.43"	120°33'53.78"	201211	202103	9 年
82	枋寮 9			●	22°23'33.02"	120°33'15.59"	201211	202103	9 年
83	枋寮 10			●	22°23'44.33"	120°32'55.80"	201004	202103	11 年
84	小漁港			●	22°23'52.73"	120°32'44.23"	201004	202103	11 年
85	枋寮 11			●	22°23'57.32"	120°32'33.25"	201211	202103	9 年
86	枋寮 12			●	22°24'8.71"	120°32'11.13"	201004	202103	11 年
87	枋寮 13			●	22°24'19.40"	120°31'49.86"	201004	202103	11 年
88	枋寮 14			●	22°24'27.32"	120°31'29.98"	201004	202103	11 年
89	枋寮 15			●	22°24'36.96"	120°31'6.47"	201004	202103	11 年
90	塭豐漁港	●		●	22°24'53.41"	120°31'9.21"	201004	202103	11 年
91	水利村漁港	●		●	22°25'3.38"	120°30'44.16"	201004	202103	11 年
92	水利村海堤 1			●	22°24'56.10"	120°30'35.05"	201004	202103	11 年
93	水利村海堤 2			●	22°25'5.20"	120°30'19.06"	201004	202103	11 年
94	水利村海堤 3			●	22°25'18.09"	120°29'58.89"	200602	202103	15 年
95	水利村海堤 4			●	22°25'29.89"	120°29'36.71"	201004	202103	11 年

96	水利村海堤 5			●	22°25'40.84"	120°29'12.49"	201004	202103	11 年
97	水利村海堤 6			●	22°25'51.31"	120°28'51.07"	200602	202103	15 年
98	水利村海堤 7			●	22°26'4.56"	120°28'26.52"	200602	202103	15 年
99	水利村海堤 8			●	22°26'15.51"	120°28'6.70"	201004	202103	11 年
100	水利村海堤 9			●	22°26'32.06"	120°27'39.24"	201301	202103	8 年
101	南平港	●		●	22°26'48.15"	120°27'11.59"	201401	202103	7 年
102	東港海堤 1			●	22°27'11.28"	120°26'50.03"	200602	202103	15 年
103	東港海堤 2			●	22°27'26.04"	120°26'36.75"	201301	202103	8 年
104	東港海堤 3			●	22°27'38.72"	120°26'26.01"	201301	202103	8 年
105	共和			●	22°28'31.86"	120°26'5.64"	201004	202102	11 年
106	林園堤防 1			●	22°29'23.97"	120°24'59.60"	201004	202102	11 年
107	林園堤防 2			●	22°30'5.66"	120°24'52.89"	201004	202102	11 年
108	汕尾海堤 2			●	22°28'41.56"	120°24'15.21"	201004	202102	11 年
109	中芸漁港	●		●	22°28'54.81"	120°23'58.65"	201212	202102	9 年
110	林園 1			●	22°29'25.82"	120°23'6.50"	201201	202102	9 年
111	林園 4			●	22°30'20.36"	120°21'47.55"	201003	202102	11 年
112	小港 3			●	22°32'16.17"	120°19'8.38"	201001	202102	11 年
113	旗津 2			●	22°34'2.58"	120°18'5.10"	200310	202011	17 年
114	旗津 3			●	22°34'26.96"	120°17'45.03"	201003	202011	10 年
115	風車公園			●	22°35'16.79"	120°17'3.63"	200310	202111	18 年
116	海岸公園			●	22°36'2.86"	120°16'25.92"	200310	202011	17 年
117	西子灣			●	22°37'11.15"	120°15'56.68"	201001	202102	11 年
118	西子灣防波堤		●	●	22°37'22.48"	120°15'40.16"	200904	202105	12 年
119	西子灣 2			●	22°37'45.08"	120°15'43.56"	200801	202105	13 年
120	蚵仔寮 2			●	22°43'52.26"	120°14'55.33"	201102	202105	10 年
121	蚵仔寮 3			●	22°44'16.13"	120°14'43.37"	201502	202105	6 年
122	南寮里			●	22°44'33.26"	120°14'38.80"	201102	202006	9 年
123	漯底海堤 5			●	22°47'28.82"	120°13'15.38"	201102	202007	9 年
124	舊港里 2			●	22°48'6.31"	120°12'58.72"	200904	202007	11 年
125	新港里 3			●	22°50'31.02"	120°12'0.83"	201203	202007	8 年
126	茄荳 1			●	22°52'9.39"	120°11'29.98"	201102	202105	10 年
127	茄荳 2			●	22°52'36.97"	120°11'19.84"	201203	202105	9 年
128	茄荳 3			●	22°53'6.89"	120°11'7.95"	200906	202105	12 年
129	茄荳 6			●	22°54'33.26"	120°10'35.47"	200801	202105	13 年
130	臺南南區 1			●	22°54'58.93"	120°10'28.85"	201203	202105	9 年
131	臺南南區 2			●	22°55'30.93"	120°10'32.20"	200906	202108	12 年
132	臺南南區 3			●	22°55'55.19"	120°10'33.77"	201311	202108	8 年

133	四草堤防 2			●	23° 0'18.08"	120° 7'42.89"	200402	202108	17 年
134	北堤堤防 1			●	23° 5'7.77"	120° 2'12.05"	200908	202108	12 年
135	北門海埔地 堤防 1			●	23°17'1.79"	120° 5'49.61"	201311	201912	6 年
西部人工海岸變化									
136	林厝寮排水-海堤		●	●	23°40'20.65"	120° 9'30.21"	201410	202003	6 年
137	林厝寮港		●	●	23°40'48.09"	120° 9'41.17"	201212	202003	8 年
138	大城南段 海堤 1		●	●	23°51'55.91"	120°16'27.31"	200710	202003	13 年
139	大城北段 海堤 3		●	●	23°53'0.37"	120°17'25.30"	200710	202101	14 年
140	大城北段 海堤 4		●	●	23°53'9.06"	120°17'33.15"	201012	202101	11 年
141	新街海堤 6		●	●	23°55'33.31"	120°18'48.16"	201012	202103	11 年
142	吉安西路		●	●	24° 4'6.57"	120°22'9.54"	201801	202006	2 年
143	臺中工業區		●	●	24°15'47.05"	120°29'31.17"	201607	202011	4 年
144	南勢溪旁			●	24°28'49.58"	120°39'50.01"	201104	202107	10 年
145	通霄 1	●		●	24°29'23.54"	120°39'58.74"	201307	202107	8 年
146	後龍 3			●	24°36'36.76"	120°44'20.77"	201005	202107	11 年
147	後龍 4			●	24°36'43.07"	120°45'4.85"	201005	202101	11 年
148	防汛道路 2			●	24°39'54.88"	120°50'9.63"	201712	202109	4 年
149	崎頂			●	24°43'46.98"	120°52'23.91"	201012	202109	11 年
150	竹北			●	24°52'18.51"	120°56'45.79"	201401	202102	17 年
151	竹北 2			●	24°52'41.40"	120°57'1.15"	201002	202102	11 年
152	觀音 5			●	25° 3'47.72"	121° 5'54.92"	201303	202102	8 年
153	港仔嘴			●	25° 4'46.94"	121° 9'17.60"	200909	202109	12 年
154	大園 3		●	●	25° 6'42.25"	121°13'41.85"	200907	202109	12 年
155	大園 4		●	●	25° 6'53.18"	121°14'0.19"	201209	202109	9 年



圖十三、臺灣本島人工海岸於 20 年間有變化之樣點 (紅色：北部；黃色：西部；藍色：南部；紫色：東部)。

以 Google earth 放大臺灣本島之海岸線，使用歷史照片之功能，探討臺灣本島海岸在近 20 年之間之變遷。本報告所列之臺灣本島的海岸線共有 521 處海堤、消波塊、港口等人造建物之參考點 (表二)，在 Google earth 可追溯之歷史照片紀錄中，整理出其中近 20 年間有變遷之海岸共有 157 處 (圖十三、表三)。

在臺灣北部共記錄了 20 處近 20 年海岸線變化較明顯的區域 (消波塊投放或步道工程等)。基隆、新北一帶早期較多於岩岸邊設置養殖九孔的人工池為主、近 10 年以主要幹道旁的岩岸上投放消波塊以防颱風海浪衝擊道路 (附錄一之參考點 1-9)；宜蘭地區為提供觀光，亦於海岸線旁修築步道、腳踏車道等，並於海岸線與步道間投放消波塊以避免海浪破壞步道 (附錄一之參考點 10-12)；桃園地區為沙岸，投放消波塊時會混著大小礫石一起投放，投放的消波塊有逐年被土沙覆蓋的現象 (附錄一之參考點 150-155)；林口電廠於 2002 年左右設置電廠，部分廠區以填海造陸的方式於海岸線旁建設，2021 年新增設港口區 (附錄一之參考點 156)；三芝參考點於 2014 年出現原投放之消波塊被沙土覆蓋，該年投放新的消波塊與礫石 (附錄一之參考點 157)。

臺灣東部海岸共記錄了 58 處近 20 年海岸線變化較明顯的區域 (消波塊投放或步道工程等)，其中豐濱 (附錄一之參考點 19-25)、長濱 (附錄一

之參考點 27-31)、成功 (附錄一之參考點 35-37)、太平溪旁 (附錄一之參考點 44-46)、多良 (附錄一之參考點 50-56)、大竹 (附錄一之參考點 57-63)、大武 (附錄一之參考點 66-69) 7 個區域的歷史變遷為整段海岸線皆有變化，為方便作歷史回顧與比較，因此分割成幾個參考點整理歷史照片。記錄參考點中的部份地區離河流出口近，投放之消波塊都有土沙覆蓋的現象例如濱海公園 (附錄一之參考點 14-16)、七星潭 (附錄一之參考點 13) 等區域。東部海岸的消波塊放置除了直接投放在海岸上的外，亦有在沙灘上大面積挖出凹槽後將消波塊置入，再將沙土回填覆蓋，藉此利用消波塊固沙護堤，豐濱一帶的海岸線即以此法投放消波塊 (附錄一之參考點 22)。此外，透過 Google earth 的歷史照片可看到自石梯坪到東河地區於 2012 年開始至 2015 年都有出現明顯的沙埋狀況 (附錄一之參考點 26-39、附錄一之參考點 41-43、附錄一之參考點 66-70)，富岡漁港附近自 2012 年起逐年修築離岸堤，東部海岸中僅富岡附近是以離岸堤的方式投放消波塊 (附錄一之參考點 40)。多良地區則是發生在 2016 年到 2019 年間 (附錄一之參考點 50-56)。大竹與大鳥一帶於 2014 年到 2018 年有道路修築工程，工程進行中於道路旁投放消波塊 (附錄一之參考點 57-65)。

臺灣南部海岸共記錄了 64 處近 20 年海岸線變化較明顯的區域 (消波塊投放)。枋山、加祿地區於 2011 年與 2018 年有記錄到消波塊被土沙覆蓋的現象，每隔數年會重新投放消波塊 (附錄一之參考點 72-77)。自屏東縣

到高雄縣外海皆有投放離岸堤，歷史照片的變化可看見投放離岸堤的地方會產生積沙作用，形成自原有沙灘連接到離岸堤的沙丘，例如枋寮地區(附錄一之參考點 80-89)、水利村海堤(附錄一之參考點 94-100)、東港海堤(附錄一之參考點 102-104)等地區。在共和(附錄一之參考點 105)、林園堤防(附錄一之參考點 106-107)可觀察到 2010 年時海岸線倒退，陸地流失的現象，這段區域在 2010 年到 2012 年皆有投放消波塊的記錄，2021 年最新的圖像可看到海岸線有稍微向海擴展的情況，投放的消波塊則因積沙作用有被土沙覆蓋的狀況發生。高雄林園地區自 2003 年以前即投放離岸堤，2012 年時沿海岸線投放消波塊(附錄一之參考點 110)。小港地區自 2002 年陸續填海造陸，擴建海埔新生地(附錄一之參考點 112)。高雄與臺南沿海以垂直海岸線的方式投放消波塊至海中，造成「突堤」效應，如旗津地區(附錄一之參考點 113-114)、臺南南區(附錄一之參考點 130-132、附錄一之參考點 134-135)，旗津地區自 2002 年以前投放至 2006 年的影像記錄可發現沿著消波塊堆積淤沙。蚵仔寮、茄萣一帶陸續增加離岸堤的投放(附錄一之參考點 120-121、附錄一之參考點 126-129)。

臺灣西部近 20 年的變遷區域較少，僅海堤、工業區、部分沙岸等區域共記錄了 14 處區域有歷史圖像記錄變動(附錄一之參考點 136-149)，工業區擴建港口、海堤增置消波塊等建設。中部海岸以沙岸居多，多數地區皆有受到土沙覆蓋的影響，消波塊有沙埋的現象，例如南勢溪鄰近區域沿

海岸線於 2011 年投放消波塊，到 2018 年時沙埋情況嚴重，幾乎無法從衛星照片看到消波塊，且海岸線有向海推移的現象，說明此處泥沙積淤的狀況嚴重（附錄一之參考點 144）。後龍地區於 2013 年投放消波塊並於後方增設隔沙籬，於 2017 年的影像記錄可觀察到不僅部份消波塊已被土沙覆蓋，部分隔沙籬也被土沙淹沒，隔沙籬與消波塊的設置造成海沙堆積（附錄一之參考點 146）；鄰近區域則是 2015 年時在沙灘上以垂直海岸線的方式設置消波塊，於 2017 年增置沿海岸線橫向放置的消波塊（附錄一之參考點 147）。

臺灣北、東、南、西四個區域近年的海岸線開發，包括人造建物工程、消波塊投放等等，各有不同：臺灣北部近年可能主要在防範颱風或氣候不佳導致的海浪襲打道路，因此新投放消波塊的位置多在道路轉彎處或是容易受到海浪潑打的位置，且多以不規則堆疊的方式堆在路邊的岩石海岸上，僅桃園地區因為沙岸，且投放消波塊會有積沙現象，造成消波塊被沙埋。東部則是沙岸積沙、沙埋狀況嚴重，再加上海岸線受到海水侵蝕，年年倒退，因此會將消波塊埋入土沙中固沙護堤，防止海岸線倒退，部分地區投放消波塊時也會混雜大小礫石，增加縫隙與棲地多樣性。南部近年皆在海岸線外投放離岸堤，由部分地區的歷史圖像可發現有海岸線倒退、陸地流失的情況發現，投放離岸堤後，因其產生的泥沙積淤，使海岸線增加。西部因多沙岸，近年主要都是因海沙堆積造成消波塊被土沙覆蓋，而

失去作用，而後再重新投放。

四、調查臺灣本島海岸地區人工海岸（消波塊為主）之生物多樣性

1.採樣地點

已完成臺灣本島北、西、南、東各四處，共 16 個人工海岸（消波塊為主）樣區之生物多樣性調查，採樣點選擇為先以 Google earth 與 Google map 的街景功能挑選可能進行調查的區域，再以實際現場環境，確定可調查的地點為選點依據。詳細樣區資料如下（表四、圖十四）：

北部（八斗子、深澳里、南雅與福連）、南部（高雄西子灣、旗津、紅柴坑漁港與核三廠出水口）、東部（蘇澳粉鳥林、花蓮鹽寮、臺東基翬漁港與八噶海岸）、西部（桃園觀音、苗栗白沙屯、臺中高美及雲林東石）四個樣區之消波塊進行潮間帶調查。

表四、 110 年臺灣本島人工海岸生物多樣性調查樣點資料

地區	編號	樣點	採樣日期	緯度	經度
北部	AS-001	深澳里	110.8.9	25°07.972'N	121°48.496'E
	AS-002	八斗子漁港	110.8.9	25°08.828'N	121°47.669'E
	AS-010	南雅	110.8.20	25°07.228'N	121°53.334'E
	AS-005	福連	110.8.11	25°00.804'N	121°59.378'E
西部	AS-003	觀音	110.8.10	24°59.864'N	121°01.195'E
	AS-008	白沙屯	110.8.18	24°35.299'N	120°42.789'E
	AS-007	高美溼地	110.8.18	24°18.787'N	120°31.709'E
	AS-009	東石	110.8.19	23°29.291'N	120°09.370'E
南部	AS-011	西子灣	110.9.4	22°37.818'N	120°15.702'E
	AS-012	旗津	110.9.5	22°34.739'N	120°17.498'E
	AS-014	紅柴坑漁港	110.9.6	21°58.230'N	120°42.910'E
	AS-013	核三廠出水口	110.9.6	21°55.958'N	120°44.714'E
	AS-015	八噶海岸	110.9.7	23°03.261'N	121°20.726'E

東部	AS-016	基翬漁港	110.9.7	23°07.041'N	121°23.833'E
	AS-017	鹽寮	110.9.8	23°52.137'N	121°35.992'E
	AS-006	粉鳥林	110.8.12	24°29.846'N	121°50.477'E



圖十四、110 年臺灣本島人工海岸生物多樣性調查地點。

2. 調查方式

當實地查探時、配合內容需要拍攝照片 (生物及地理)、影片，並記錄

1) 人工海岸方向面，2) 波浪度 (分為大浪 (exposed)，中浪 (semi-exposed) 及隱蔽 (sheltered)) 及 3) 消波塊之數量、種類與分布。於每個樣點再以 1 小時，雙人於 60 公尺之潮間帶採集樣區內之所有物種，以 95%酒精保存及鑑種、以得出各樣點之品種列表。於高潮區 (玉黍螺之潮區)，中潮區 (笠藤壺之潮區) 及低潮區 (笠藤壺以下之潮區)，各潮區隨機放 10 個 $25 \times 25 \text{ cm}^2$ 樣框於消波塊表面，以數位相機拍攝樣框。此採集方法可得出每一樣點之品種列表及樣框照片以紀錄優勢種之數量及群落結構。每樣點會拍照至少 50 張以上。樣框照片會數出優勢種 (藤壺，笠貝，玉黍螺、石蚶及石鰲) 的數量，每優勢種均可算出平均個體數量 (individuals per $25 \times 25 \text{ cm}^2$)。

3.實地調查結果

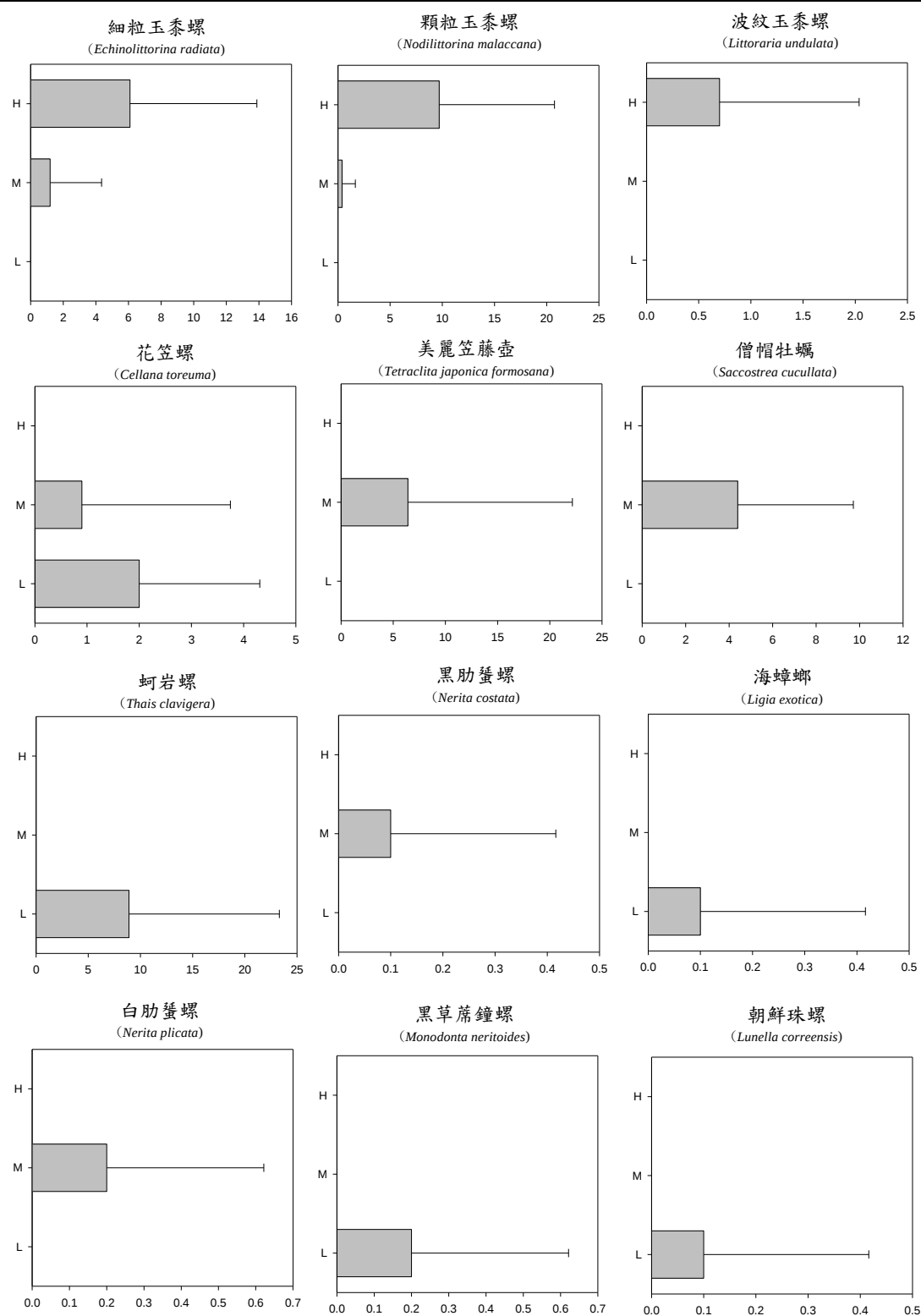
北部海岸

深澳里

樣點敘述	
測站：深澳里	測站編號：AS-001
GPS 位置：N25°07.972' ; E121°48.496'	
調查日期：110 年 8 月 9 日	當日乾潮時間：14 點 34 分
人工建物底質：岩岸	人工海岸方向面：9° 正北
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：100 公尺以上	消波塊類型 / 數量：天允塊 / >30 個
消波塊分布情況：沿海岸線投放	
環境說明： 此處消波塊投放於中大型礫石之上，距 100 公尺外有一處汙水出水口，顯示此處有淡水與海水之交會區，會影響生物組成與數量。天允塊的形狀構造較容易觀察採樣，此處消波塊以一正一反的方式排列。	
	
	



樣框調查結果 AS-001



圖十五、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 10 隻。另外細粒玉黍螺也相當優勢，每個樣框密度平均約 6 隻。波紋玉黍螺僅有零星分布 (平均密度<1 隻)。中潮位則以美麗笠藤壺較為優勢，每個樣框密度平均約 6 隻。另外僧帽牡蠣每個樣框密度平均約 4 隻，花笠螺、黑肋蜑螺與白肋蜑螺也於中潮位有紀錄，但數量稀少 (平均密度<1 隻)。低潮位則以蚵岩螺數量最多，每個樣框密度平均約 8-9 隻。花笠螺平均有 2 隻，海蟑螂、黑草蓆鐘螺、朝鮮珠螺則僅在低潮位有零星紀錄 (平均密度<1 隻)(圖十五)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	22			
		波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>		細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>
				
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>	
				
		多邊形笠螺 <i>Cellana enneagona</i>	雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>	
				
		花松螺 <i>Siphonaria laciniosa</i>	笠螺 <i>Cellana</i> sp.	網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>
				

		花青螺 <i>Nipponacmea schrenckii</i>	窗格結螺 <i>Muricodrupa fenestrata</i>	
				
		黑鐘螺 <i>Chlorostoma argyrostoma</i>	羅螺 <i>Purpura panama</i>	草蓆鐘螺 <i>Monodonta labio</i>
				
		粗紋蜃螺 <i>Nerita undata</i>	黑玉蜃螺 <i>Nerita incerta</i>	黑肋蜃螺 <i>Nerita costata</i>
				
		白肋蜃螺 <i>Nerita plicata</i>		稜結螺 <i>Drupella margariticola</i>
				
		蚵岩螺 <i>Thais clavigera</i>	彩虹蜑螺 <i>Umbonium vestiarium</i>	斑結螺 <i>Morula musiva</i>
				

多
板
類

1

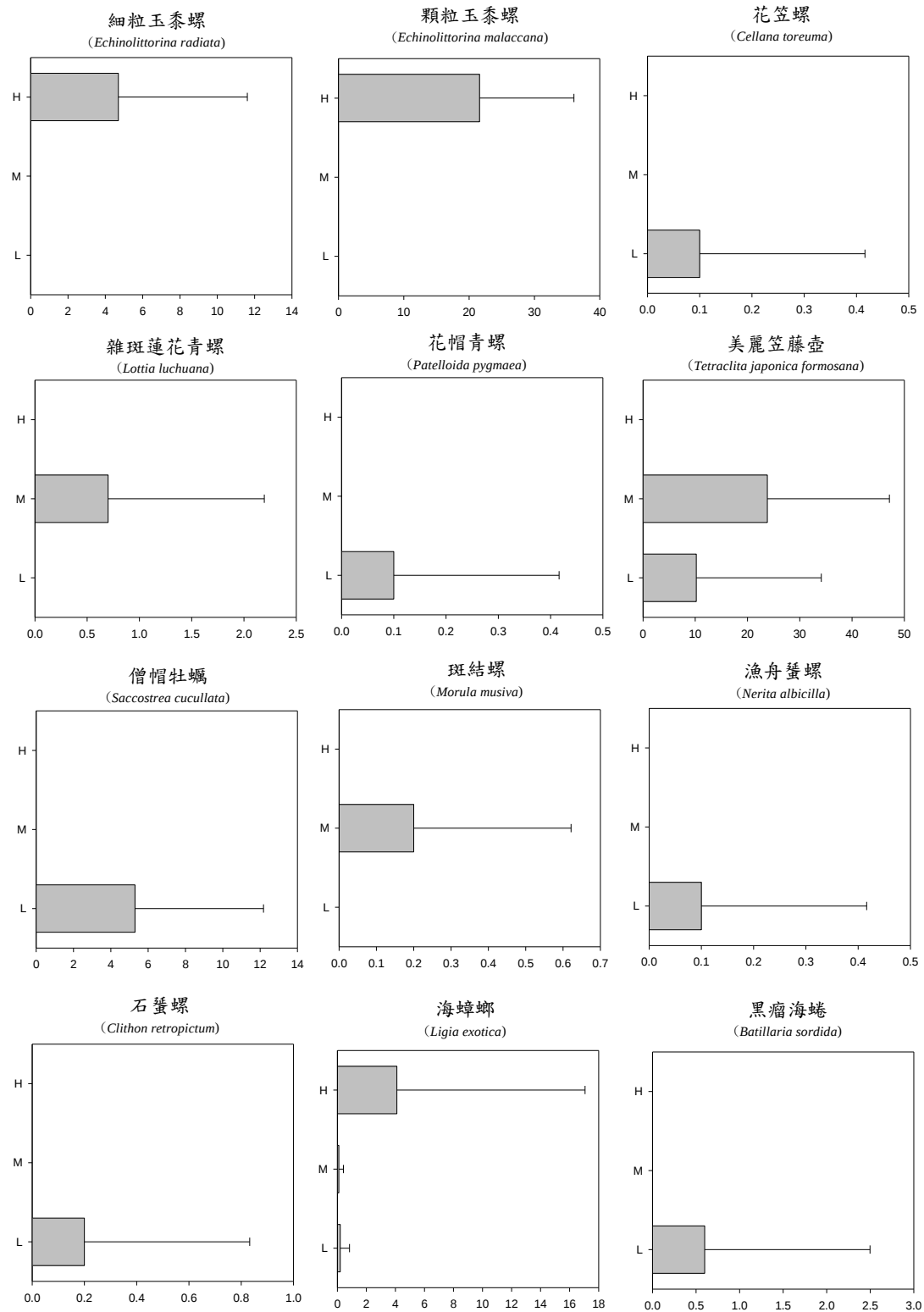
		大駝石蟹 <i>Liolophura japonica</i>		
雙 殼 類	2			
		毛殼菜蛤 <i>Trichomya hirsuta</i>	僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	
十 足 類	9			
		兇猛酋婦蟹 <i>Eriphia ferox</i>		扇蟹
				
		皺蟹 <i>Leptodius</i> sp.	短槳蟹 <i>Thalamita</i> sp.	拉氏岩瓷蟹 <i>Petrolisthes lamarckii</i>
				
		土夸大額蟹 <i>Metopograpsus thukuhar</i>	白紋方蟹 <i>Grapsus albolineatus</i>	細螯寄居蟹 <i>Clibanarius</i> sp.
				
		光掌硬指寄居蟹 <i>Calcinus laevimanus</i>		

蔓足類	3			
		美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	黑潮笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i>	龜爪 <i>Capitulum mitella</i>
海蟑螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
海葵	1	 亞洲側花海葵 <i>Anthopleura asiatica</i>		
陽燧足	1	 蜈蚣櫛蛇尾 <i>Ophiocoma scolopendrina</i>		
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 22 種、多板類 1 種、雙殼類 2 種、十足類 9 種、蔓足類 3 種、海蟑螂 1 種、海葵 1 種、陽燧足 1 種，總和 40 種。				

八斗子漁港

樣點敘述	
測站：八斗子漁港旁	測站編號：AS-002
GPS 位置：N 25°08.828' ; E 121°47.669'	
調查日期：110 年 8 月 9 日	當日乾潮時間：14 點 34 分
人工建物底質：岩岸	人工海岸方向面：335° 北西
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：有，5-10 個	潮溝：無
遊客數量：2-5 人	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：協克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿漁港海堤投放	
環境說明： 漁港海堤外堆疊之消波塊，退潮時離海岸線約有 5 公尺以上距離，地勢稍平，有大小約為 1 公尺左右之潮池。	
    	

樣框調查結果 AS-002



Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖十六、岩礁常見物種平均密度(Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 20 隻。另外細粒玉黍螺，每個樣框密度平均約 5 隻。海蟑螂每個樣框密度平均約 4 隻。中潮位則以美麗笠藤壺較為優勢，每個樣框密度平均約 24 隻。雜斑蓮花青螺、斑結螺也於中潮位有紀錄，但數量稀少（平均密度 <1 隻）。低潮位也是美麗笠藤壺較為優勢數量最多，每個樣框密度平均約 10 隻。僧帽牡蠣平均有 5 隻，花笠螺、花帽青螺、黑瘤海蜷與石蜆螺則僅在低潮位有零星紀錄（平均密度 <1 隻）（圖十六）。

分類	種數	物種照片		
腹足類	15			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>	
				
		鵝足青螺 <i>Patelloida saccharina</i>	黑松螺 <i>Siphonaria atra</i>	多邊形笠螺 <i>Cellana enneagona</i>
				
		高青螺 <i>Nipponacmea concinna</i>	雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>	花松螺 <i>Siphonaria laciniosa</i>
				
		<i>Lottia</i> sp.	稜結螺 <i>Drupella margariticola</i>	

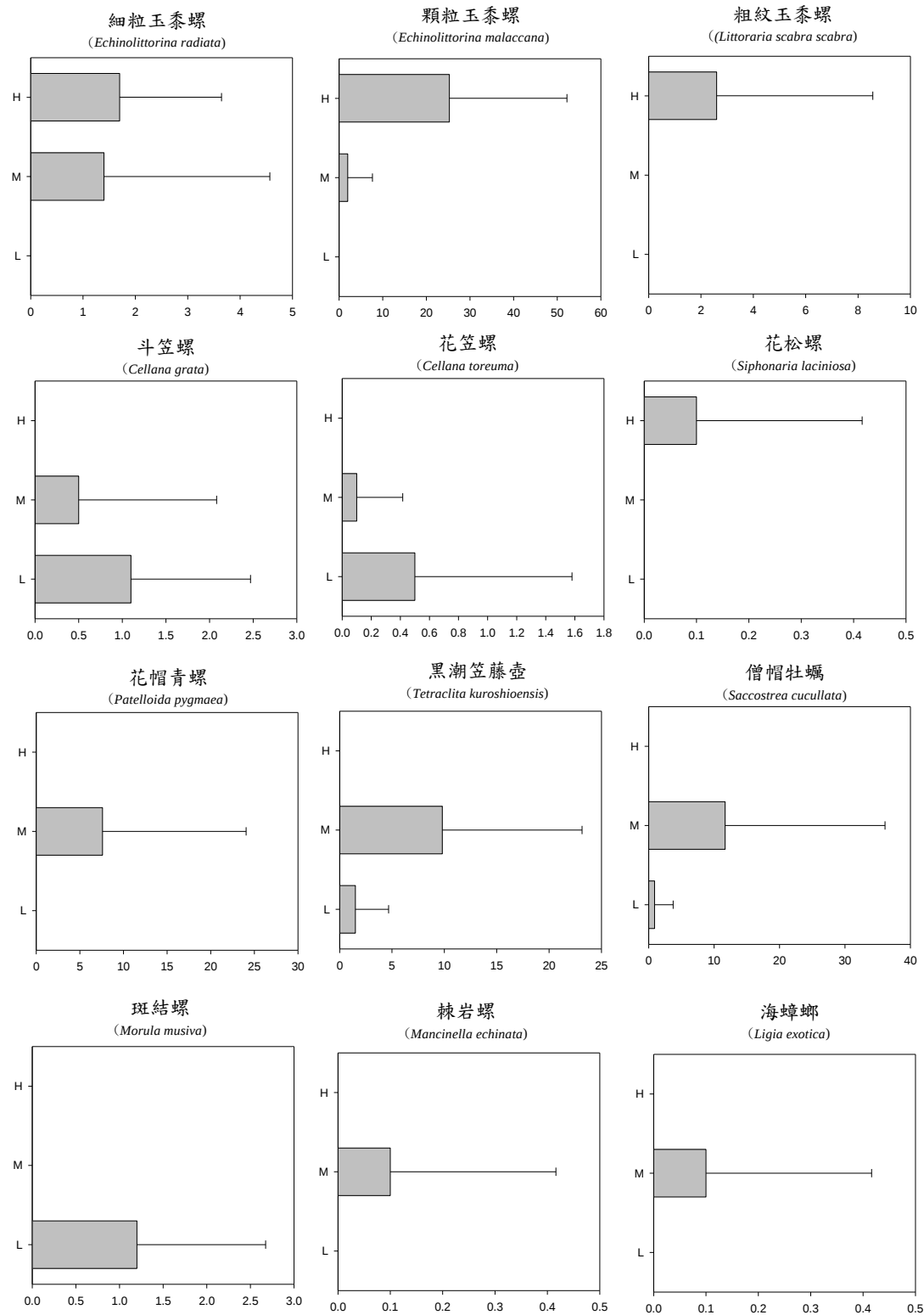
				
		草蓆鐘螺 <i>Monodonta labio</i>	黑鐘螺 <i>Tegula argyrostoma</i>	
				
		蚵岩螺 <i>Thais clavigera</i>	黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>	漁舟蜑螺 <i>Nerita albicilla</i>
多 板 類	1			
		大駝石蟹 <i>Liolophura japonica</i>		
雙 殼 類	1	 僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>		
十 足 類	5			
		中華盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i>	土夸大額蟹 <i>Metopograpsus thukuhar</i>	
				
		環紋金沙蟹	綠色細螯寄居蟹	蟬

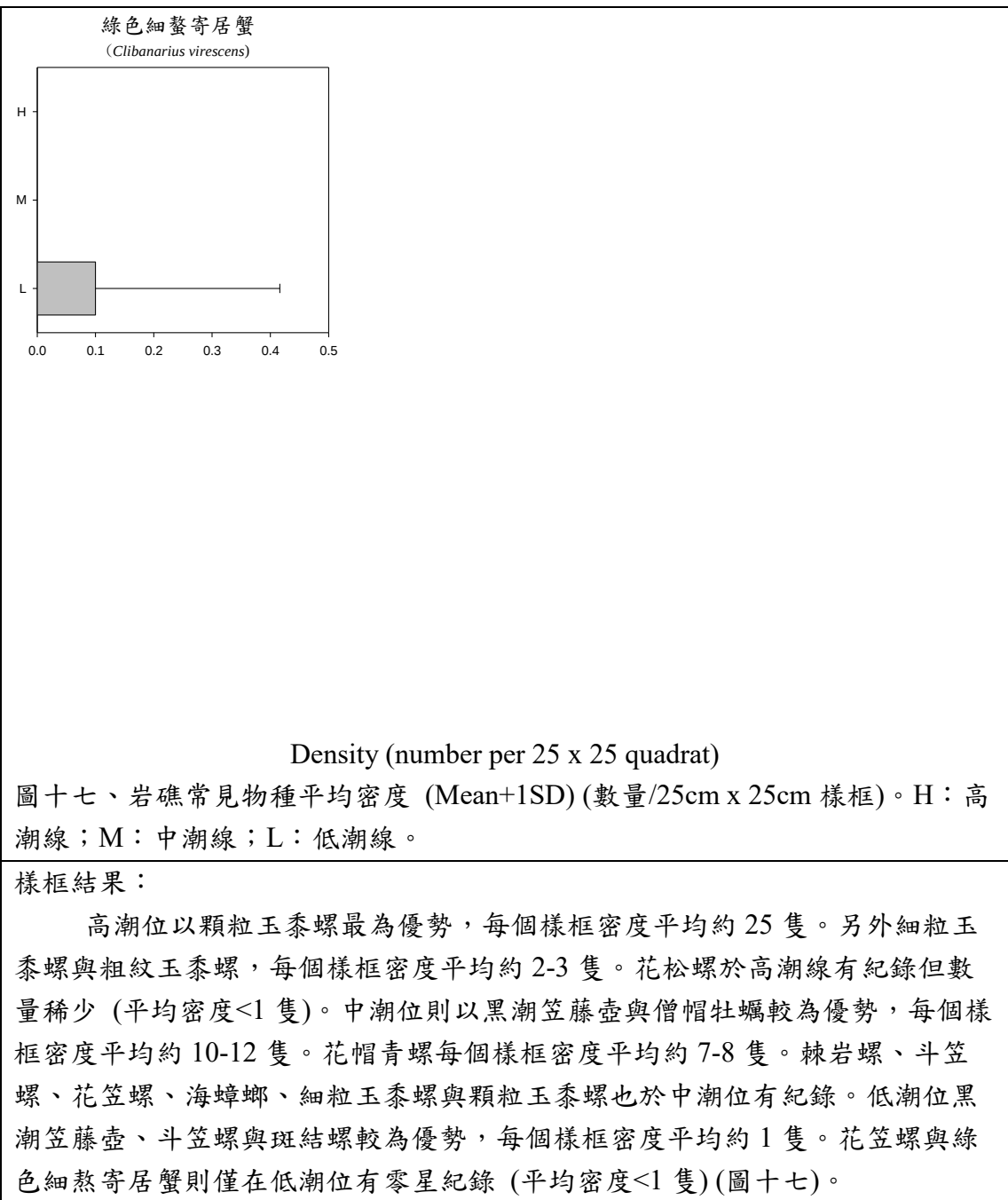
		<i>Lydia annulipes</i>	<i>Clibanarius virescens</i>	<i>Charybdis</i> sp.
蔓足類	3			
		黑潮笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i>	美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	龜爪 <i>Capitulum mitella</i>
海蟑螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
藻類	2			
		總狀蕨藻 <i>Caulerpa racemosa</i>	石蓴 <i>Ulva lactuca</i>	
結果：				
根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 15 種、多板類 1 種、雙殼類 1 種、十足類 5 種、蔓足類 3 種、海蟑螂 1 種，總和 26 種。藻類 2 種				

南雅

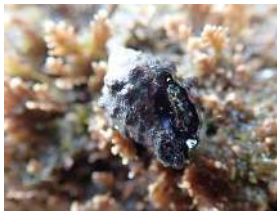
樣點敘述	
測站：南雅	測站編號：AS-010
GPS 位置：N25°07.228' ; E121°53.334'	
調查日期：110 年 8 月 20 日	當日乾潮時間：12 點 38 分
人工建物底質：岩岸	人工海岸方向面：79° 正東
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：100 公尺以上	消波塊類型 / 數量：協克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線投放	
環境說明： 地勢平坦岩岸，消波塊附近有大型礫石，消波塊呈不規則堆疊延著海堤投放。	
    	

様框調査結果 AS-010





分類	種數	物種照片		
腹足類	13			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>	中華玉黍螺 <i>Littoraria sinensis</i>
				
		波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>	花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>	
				
		射線青螺 <i>Patelloida striata</i>	星笠螺 <i>Scutellastra flexuosa</i>	
				
		蓮花青螺 <i>Lottia</i> sp.	漁舟蜑螺 <i>Nerita albicilla</i>	黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>
				
		鐵斑岩螺	蜑螺 <i>Nerita</i> sp.	

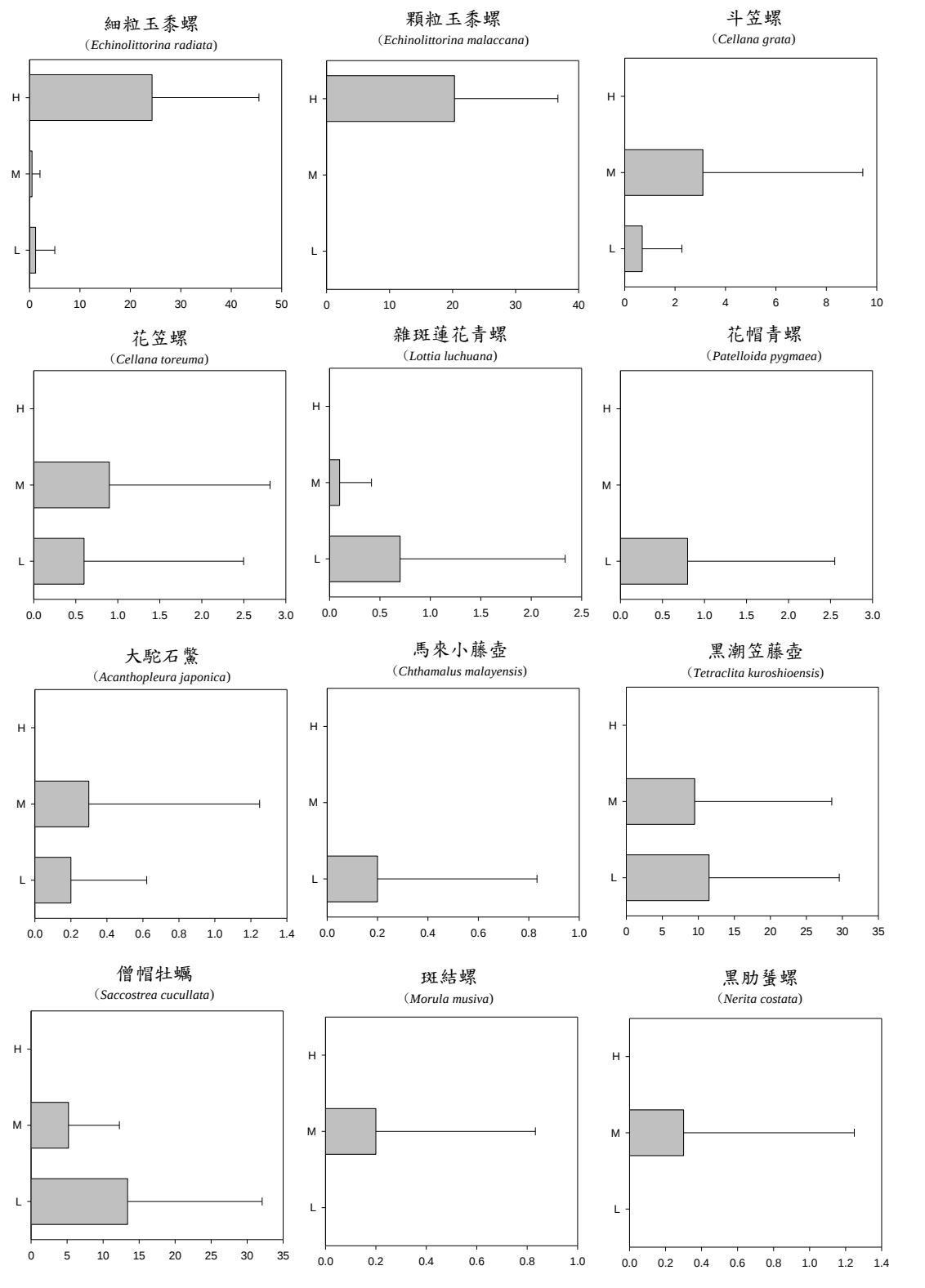
		<i>Tylothais aculeata</i>		
				
		結螺 <i>Tenguella granulata</i>		
雙 殼 類	1	 僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>		
十 足 類	5			
		綠色細螯寄居蟹 <i>Clibanarius virescens</i>	中華盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i>	短槳蟹 <i>Thalamita</i> sp.
				
		兇猛酋婦蟹 <i>Eriphia ferox</i>	蟹	
蔓 足 類	3			
		龜爪 <i>Capitulum mitella</i>	黑潮笠藤壺 <i>Tetracrita kuroshioensis</i>	美麗笠藤壺 <i>Tetracrita japonica formosana</i>

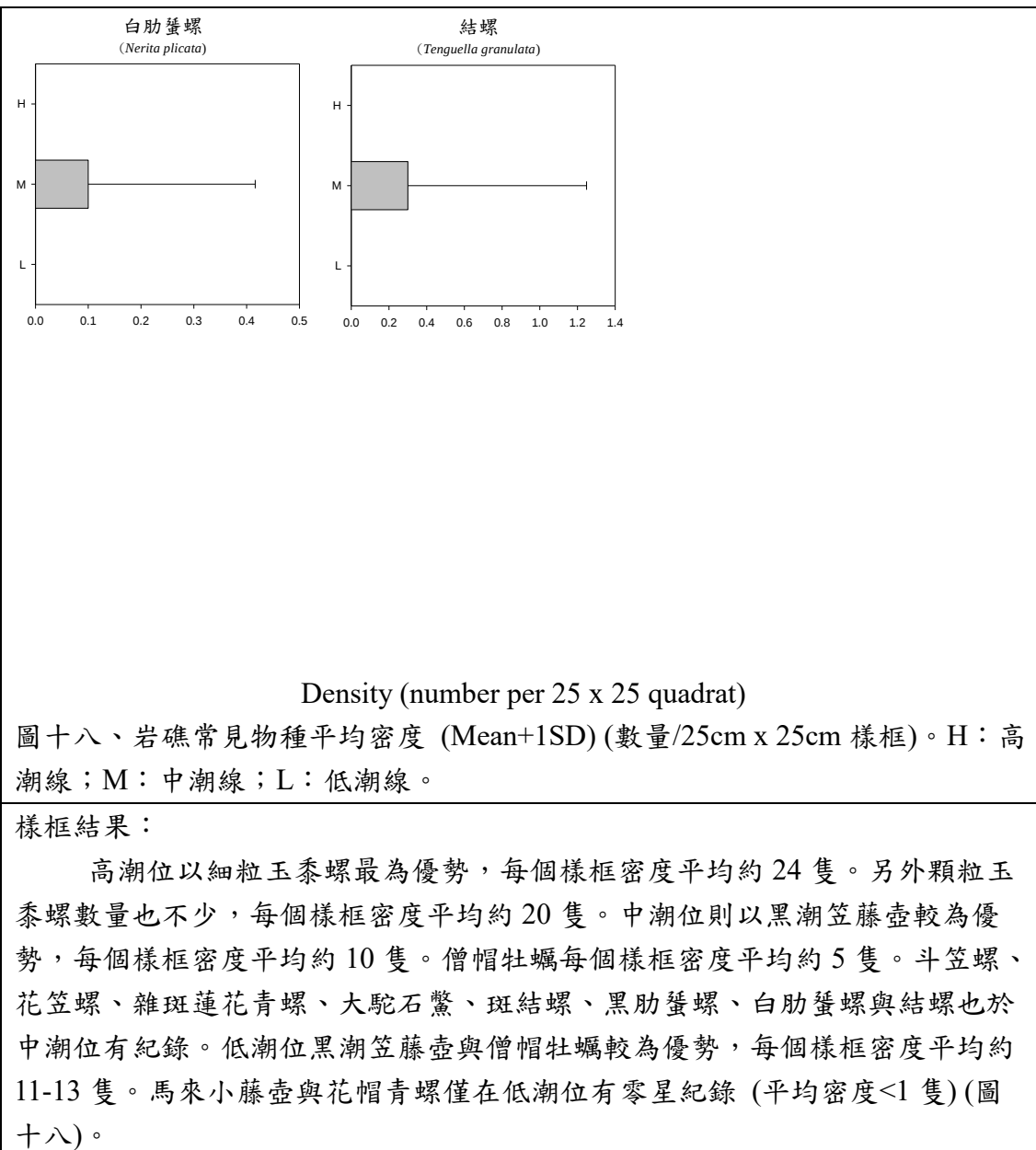
海參	1	 黑刺星海參 <i>Holothuria cinerascens</i>		
管蟲	1	 管蟲		
海膽	1	 刺冠海膽 <i>Diadema setosum</i>		
海蟑螂	1	 海蟑螂 <i>Ligia exoticica</i>		
魚類	3			
		六斑二齒魷 <i>Diodon holocanthus</i>	六線豆娘魚 <i>Abudefduf sexfasciatus</i>	褐深鰕虎 <i>Bathygobius fuscus</i>
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 13 種、雙殼類 1 種、十足類 5 種、蔓足類 3 種、海參 1 種、管蟲 1 種、海膽 1 種、海蟑螂 1 種、魚類 3 種，總和 29 種。				

福連

樣點敘述	
測站：福連 (里)	測站編號：AS-005
GPS 位置：N25°00.804' ; E121°59.378'	
調查日期：110 年 8 月 11 日	當日乾潮時間：15 點 13 分
人工建物底質：岩岸 (有細砂)	人工海岸方向面：80° 正東
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：天允塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線投放	
環境說明： 消波塊投放於大型礫石上，延著道路旁整齊排列。	
    	

樣框調查結果 AS-005





分類	種數	物種照片		
腹足類	16			
		細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	中華玉黍螺 <i>Littoraria sinensis</i>	波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>
				
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	高青螺 <i>Nipponacmea concinna</i>	雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>
				
		花青螺 <i>Nipponacmea schrenckii</i>	斗笠螺 <i>Cellana grata</i>	
				
		粗紋蜑螺 <i>Nerita undata</i>	黑玉蜑螺 <i>Nerita incerta</i>	白肋蜑螺 <i>Nerita plicata</i>

				
		黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>	扭鐘螺 <i>Monodonta perplexa</i>	大焰筆螺 <i>Strigatella paupercula</i>
				
		鐵斑岩螺 <i>Tylothais aculeata</i>	蚵岩螺 <i>Thais clavigera</i>	
多板類	1	 大駝石鰲 <i>Liolophura japonica</i>		
雙殼類	1	 僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>		
十足類	2			
		細螯寄居蟹 <i>Clibanarius</i> sp.	硬殼寄居蟹 <i>Calcinus</i> sp.	
蔓足類	3			
		龜爪 <i>Capitulum mitella</i>	美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	

				
		黑潮笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i>		
海葵	1			
		亞洲側花海葵 <i>Anthopleura asiatica</i>		
海參	1		黑海參 <i>Holothuria (Halodeima) atra</i>	
海蟑螂	1		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>	
藻類	1		石蓴 <i>Ulva</i> sp.	
結果：				
根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 16 種、多板類 1 種、雙殼類 1 種、十足類 2 種、蔓足類 3 種、海葵 1 種、海參 1 種、海蟑螂 1 種，總和 26 種。藻類 1 種。				

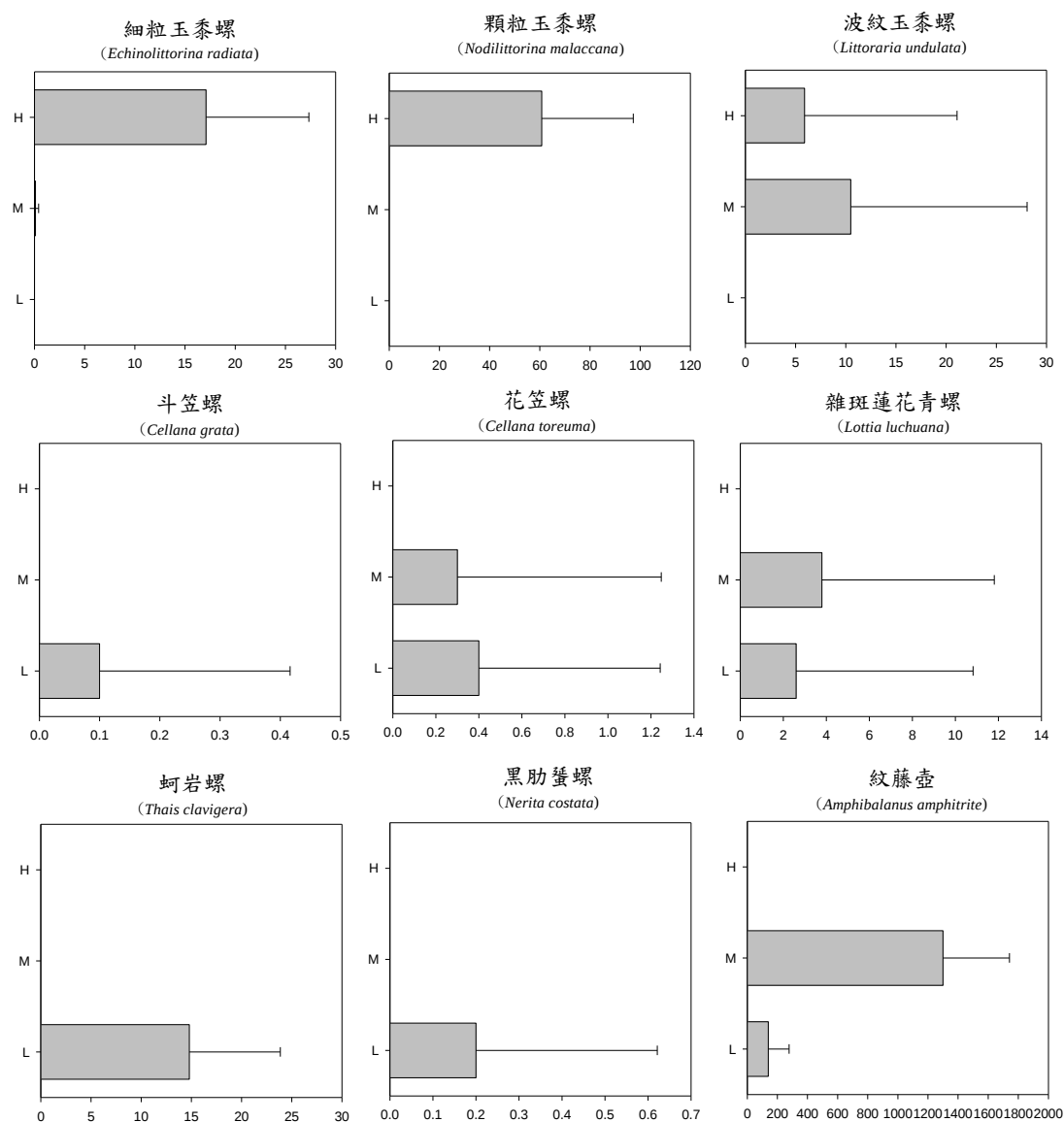
西部海岸

觀音

樣點敘述	
測站：觀音	測站編號：AS-003
GPS 位置：N24°59.864' ; E121°01.195'	
調查日期：110 年 8 月 10 日	當日乾潮時間：18 點 51 分
人工建物底質：沙岸	人工海岸方向面：302° 北西
波浪度：隱蔽區 sheltered	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：<5 人	泥沙淤積程度：嚴重
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：三腳鼎塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線投放	
環境說明： 地勢平坦，近海處為藻礁、平坦礁石；近岸處為泥沙灘，消波塊規則排列於岸邊，因投放於泥沙之上，因此有沙埋現象，部份消波塊僅剩約 70 公分露出沙灘。	
	
	



樣框調查結果 AS-003



Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖十九、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 60 隻。另外細粒玉黍螺，每個樣框密度平均約 17 隻。波紋玉黍螺於每個樣框密度平均約 6 隻。中潮位則以紋藤壺最為優勢，每個樣框密度平均約 1300 隻。波紋玉黍螺每個樣框密度平均約 10-11 隻。雜斑蓮花青螺、花笠螺、也於中潮位有紀錄。低潮位紋藤壺較為優勢，每個樣框密度平均約 140 隻。蚵岩螺每個樣框密度平均約 15 隻，斗笠螺、花笠螺、雜斑蓮花青螺與黑肋蜆螺則僅在低潮位有零星紀錄 (圖十九)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	21			
		細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>	波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>
				
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	玉黍螺	車紋笠螺 <i>Cellana radiata</i>
				
		雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>	射線青螺 <i>Patelloida striata</i>	花青螺 <i>Nipponacmea schrenckii</i>
				
		草蓆鐘螺 <i>Monodonta labio</i>	蟹守螺屬 <i>Cerithium</i> sp.	
				

		蚵岩螺 <i>Thais clavigera</i>	岩螺 <i>Thais</i> sp.	蜆螺屬 <i>Nerita</i> sp.
				
		漁舟蜆螺 <i>Nerita albicilla</i>	蜆螺屬 <i>Nerita</i> sp.	蜆螺屬 <i>Nerita</i> sp.
				
		美法螺 <i>Cymatium</i> sp.	珠螺 <i>Turbo coronatus</i>	
				
		蟹守螺屬 <i>Cerithium</i> sp.	石礪 <i>Peronia verruculata</i>	
				
		葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	刺牡蠣 <i>Saccostrea kegaki</i>	
				
雙殼類	5	僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	雲母蛤 <i>Placuna placenta</i>	二枚貝

十足類	5			
		方蟹 <i>Grapsus</i> sp.	小厚紋蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i>	擬相手蟹 <i>Parasesarma</i> sp.
				
		細螯寄居蟹 <i>Clibanarius</i> sp.	細螯寄居蟹 <i>Clibanarius</i> sp.	
蔓足類	4			
		白脊管藤壺 <i>Fistulobalanus albicostatus</i>	紋藤壺 <i>Amphibalanus amphitrite</i>	馬來小藤壺 <i>Chthamalus malayensis</i>
				
		黑潮笠藤壺 <i>Tetracita kuroshioensis</i>		
海 蟑 螂	1	 海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		

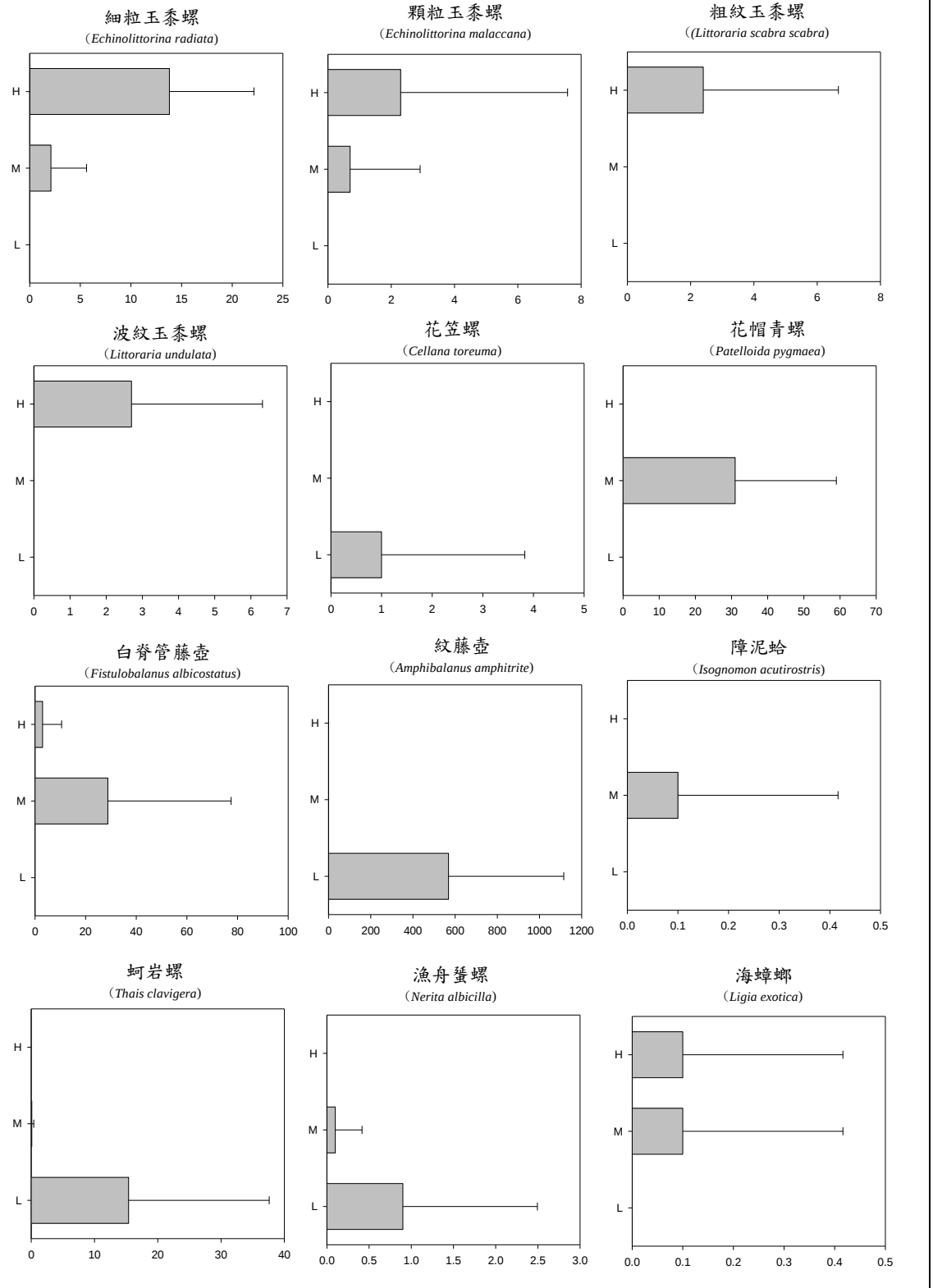
結果：

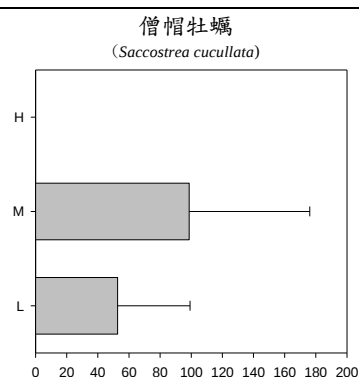
根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 21 種、雙殼類 5 種、十足類 5 種、蔓足類 4 種、海蟑螂 1 種，總和 36 種。

白沙屯

樣點敘述	
測站：白沙屯（風車聚落）	測站編號：AS-008
GPS 位置：N24°35.299'；E120°42.789'	
調查日期：110 年 8 月 18 日	當日乾潮時間：13 點 14 分
人工建物底質：沙岸	人工海岸方向面：300° 北西
波浪度：隱蔽區 sheltered	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：< 10	泥沙淤積程度：輕微
汙水出水口：100 公尺內	消波塊類型 / 數量：三腳鼎塊 / >50 個
消波塊分布情況：消波塊沿岸排列，多處消波塊有沙埋現象	
環境說明： 為沙岸，地勢平坦，面積廣闊。近岸處有大礫石塊，消波塊沿岸排列，部份有較嚴重的沙埋現象（鄰近處另有投放林克塊）。	
    	

樣框調查結果 AS-008





Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以細粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 14 隻。另外顆粒玉黍螺、粗紋玉黍螺、波紋玉黍螺與白脊管藤壺，每個樣框密度平均皆約 2-3 隻。海蟑螂數量不少，但是移動快速，所以樣框照紀錄中僅有零星分布。中潮位則以僧帽牡蠣最為優勢，每個樣框密度平均約 99 隻。花帽青螺與白脊管藤壺每個樣框密度平均約 29-31 隻。障泥蛤、漁舟蜃螺、海蟑螂也於中潮位有紀錄。低潮位紋藤壺較為優勢，每個樣框密度平均約 569 隻。僧帽牡蠣每個樣框密度平均約 53 隻，蚵岩螺每個樣框密度平均約 15 隻，花笠螺、漁舟蜃螺則僅在低潮位有零星紀錄 (圖二十)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	11			
		細紋玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>	雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>
				
		蓮花青螺 <i>Lottia</i> sp.		射線青螺 <i>Patelloida striata</i>
				
		岩螺		漁舟蜑螺 <i>Nerita albicilla</i>
				
		蚵岩螺 <i>Thais clavigera</i>	珠螺 <i>Turbo coronatus</i>	
				
		蜑螺 <i>Nerita</i> sp.	草蓆鐘螺屬 <i>Monodonta</i> sp.	

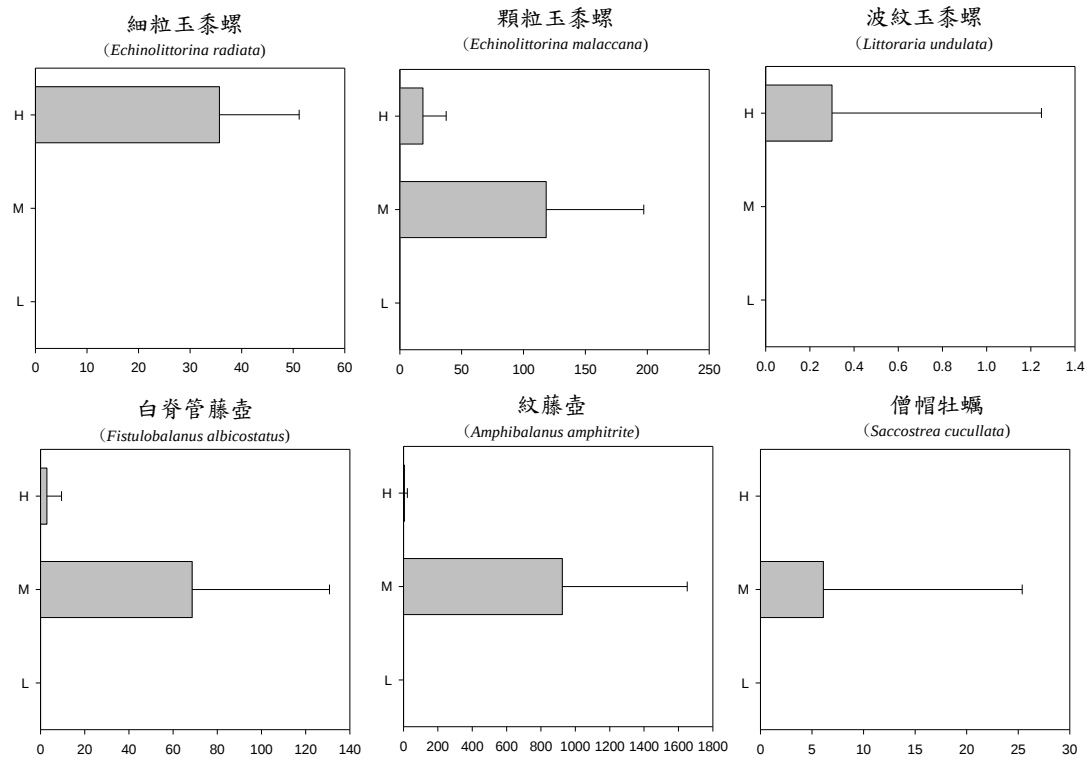
多 板 類	1				大駝石鰲 <i>Liolophura japonica</i>
雙 殼 類	5				
		刺牡蠣 <i>Saccostrea kegaki</i>	僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>		
					
		紫孔雀殼菜蛤 <i>Septifer virgatus</i>	二枚貝	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	
十 足 類	6				
		長臂蝦 <i>Palaemon</i> sp.		螯 <i>Charybdis</i> sp	
					
		勝利黎明蟹 <i>Matuta victor</i>	股窗蟹 <i>Scopimera</i> sp.	白紋方蟹 <i>Grapsus albolineatus</i>	
					
		蟹			

蔓足類	3			
		紋藤壺 <i>Amphibalanus amphitrite</i>	白脊管藤壺 <i>Fistulobalanus albicostatus</i>	黑潮笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i>
海蟑螂	1	 海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
魚類	1	 香港深鰕虎 <i>Bathygobius hongkongensis</i>		
藻類	1	 紅藻		
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 11 種、多板類 1 種、雙殼類 5 種、十足類 6 種、蔓足類 3 種、海蟑螂 1 種、魚類 1 種，總和 28 種。藻類 1 種。				

高美濕地

樣點敘述	
測站：高美溼地	測站編號：AS-007
GPS 位置：N24°18.787' ; E120°31.709'	
調查日期：110 年 8 月 18 日	當日乾潮時間：13 點 01 分
人工建物底質：沙岸	人工海岸方向面：70° 正東
波浪度：隱蔽區 sheltered	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：<5 人	泥沙淤積程度：輕微
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：三腳鼎塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海堤投放	
環境說明： 為地勢平坦的泥沙地，消波塊沿海堤堆放（少數消波塊有沙埋現象），消波塊下方為大型礫石。地勢平坦無潮池，鄰近有已無排放之排水口。	
    	

樣框調查結果 AS-007



Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十一、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以細粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 36 隻。另外顆粒玉黍螺每個樣框密度平均約 19 隻。波紋玉黍螺與白脊管藤壺僅有零星分布。中潮位則以紋藤壺最為優勢，每個樣框密度平均約 925 隻。顆粒玉黍螺每個樣框密度平均約 118 隻，白脊管藤壺每個樣框密度平均約 69 隻。僧帽牡蠣每個樣框密度平均約 6 隻。高美溼地的低潮位為泥灘底質，無法以樣框拍照方式記錄生物 (圖二十一)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	17			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	
				
		中華玉黍螺 <i>Littoraria sinensis</i>		雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>
				
		波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>		蓮花青螺 <i>Lottia</i> sp.
				
		蜑螺 <i>Nerita</i> sp.	白肋蜑螺 <i>Nerita plicata</i>	黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>
				
		粗紋蜑螺	石蜑螺	草蓆鐘螺 <i>Monodonta</i>

		<i>Nerita undata</i>	<i>Clithon retropictum</i>	<i>labio</i>
				
		漁舟蜑螺 <i>Nerita albicilla</i>	蜑螺 <i>Nerita</i> sp.	蜑螺 <i>Nerita</i> sp.
				
雙 殼 類	5	蚶岩螺 <i>Thais clavigera</i>	白瘤結螺 <i>Morula anaxares</i>	
				
		障泥蛤 <i>Isognomon acutirostris</i>	刺牡蠣 <i>Saccostrea kegaki</i>	葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>
				
十 足 類	5	障泥蛤 <i>Isognomon acutirostris</i>	僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	
				
		長臂蝦 <i>Palaemon</i> sp.	擬相手蟹 <i>Parasesarma</i> sp.	股窗蟹 <i>Scopimera</i> sp.

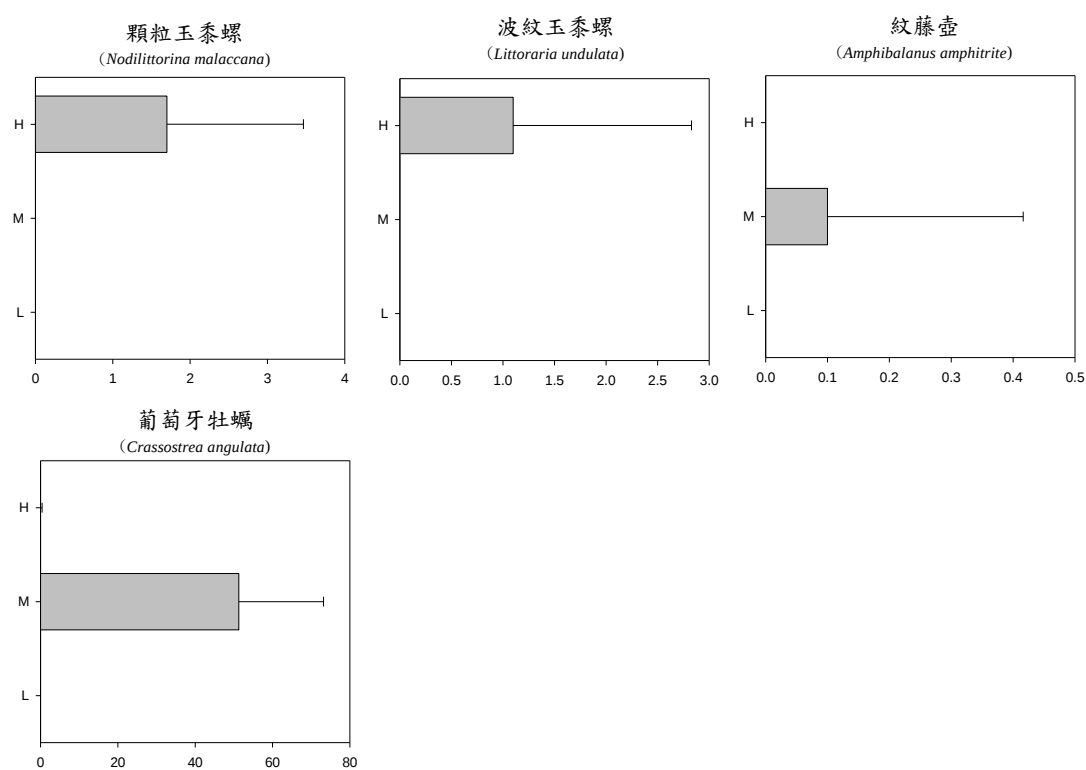
				
		擬相手蟹 <i>Parasesarma</i> sp.	光滑異裝蟹 <i>Heteropanope glabra</i>	
蔓足類	3			
		紋藤壺 <i>Amphibalanus amphitrite</i>	白脊管藤壺 <i>Fistulobalanus albicostatus</i>	黑潮笠藤壺 <i>Tetracita kuroshioensis</i>
海葵	3			
		海葵 1		等指海葵 <i>Actinia equina</i>
				
		海葵 2		
海蟑螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
結果：				
根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 17 種、雙殼類 5 種、十足類 5 種、蔓足類 3 種、海葵 3 種、海蟑螂 1 種，總和 34 種。				

東石

樣點敘述	
測站：東石	測站編號：AS-009
GPS 位置：N23°29.291'；E120°09.370'	
調查日期：110 年 8 月 19 日	當日乾潮時間：14 點 00 分
人工建物底質：沙岸（泥沙與蚵殼堆積）	人工海岸方向面：276° 正西
波浪度：隱蔽區 sheltered	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：輕微
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：林克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線投放	
環境說明： 地勢平坦，底質為牡蠣殼覆蓋於泥沙之上。消波塊整齊排列於海牆與海之間。近海處為牡蠣養殖的蚵架。	
	
	



樣框調查結果 AS-009



Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十二、岩礁常見物種平均密度 (Mean±1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺與波紋玉黍螺少量分布，每個樣框密度平均約 1-2 隻。中潮位則以葡萄牙牡蠣最為優勢，每個樣框密度平均約 51 隻。紋藤壺有零星分布。東石的低潮位為泥灘底質，無法以樣框拍照方式記錄生物 (圖二十二)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	6			
		中華玉黍螺 <i>Littoraria sinensis</i>	粗紋玉黍螺 <i>Littoraria scabra scabra</i>	黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>
				
		蚵岩螺 <i>Thais clavigera</i>		
				
		石磳 <i>Onchidium</i> sp.		
雙殼類	5			
		葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	刺牡蠣 <i>Saccostrea kegaki</i>	綠殼菜蛤 <i>Perna viridis</i>
				
		雲母蛤 <i>Placuna placenta</i>	文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>	

十足類	6			
		乳白南方招潮 <i>Austruca lactea</i>		絨毛近方蟹 <i>Hemigrapsus penicillatus</i>
				
		秀麗長方蟹 <i>Metaplex elegans</i>		雙齒擬相蟹 <i>Parasesarma bidens</i>
				
		蟬	弧邊管招潮 <i>Tubuca arcuata</i>	
蔓足類	2			
		紋藤壺 <i>Amphibalanus amphitrite</i>		象牙藤壺 <i>Amphibalanus eburneus</i>
海蟑螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		

魚類	1	 彈塗魚 <i>Periophthalmus modestus</i>
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 6 種、雙殼類 5 種、十足類 6 種、蔓足類 2 種、海蟑螂 1 種、魚類 1 種，總和 21 種。		

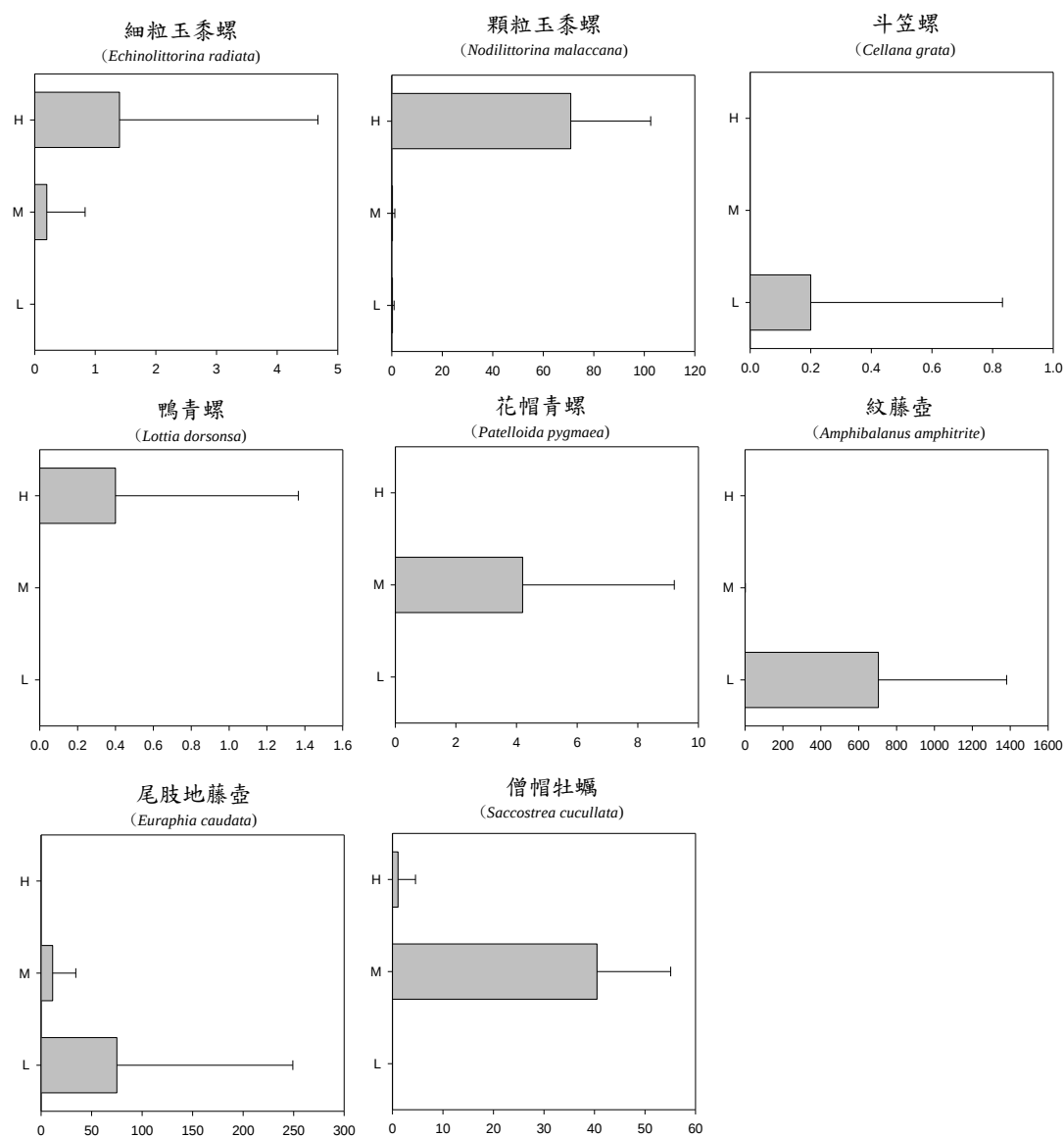
南部海岸

西子灣

樣點敘述	
測站：西子灣	測站編號：AS-011
GPS 位置：N22°37.818' ; E120°15.702'	
調查日期：110 年 9 月 4 日	當日乾潮時間：13 點 41 分
人工建物底質：沙岸	人工海岸方向面：239° 南西
波浪度：隱蔽區 sheltered	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：< 5 人	泥沙淤積程度：輕微 (少數消波塊被泥沙覆蓋)
汙水出水口：100 公尺內	消波塊類型 / 數量：協克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海堤圍牆堆積投放	
環境說明： 為沙岸，消波塊不規則堆疊於海堤圍牆旁。鄰近有排水口。	
  	



樣框調查結果 AS-011



Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十三、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 70 隻。另外僧帽牡蠣與細粒玉黍螺，每個樣框密度平均約 1-2 隻。鴨青螺有零星紀錄 (平均密度 <1 隻)。中潮位則以僧帽牡蠣較為優勢，每個樣框密度平均約 40 隻。尾肢地藤壺每個樣框密度平均約 10-11 隻。花帽青螺、細粒玉黍螺也於中潮位有紀錄，但數量稀少。低潮位紋藤壺較為優勢數量最多，每個樣框密度平均約 705 隻。尾肢地藤壺平均有 75 隻，斗笠螺則僅在低潮位有零星紀錄 (平均密度 <1 隻) (圖二十三)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	7			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>	波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>
				
		高青螺 <i>Nipponacmea concinna</i>	花青螺 <i>Nipponacmea schrenckii</i>	斗笠螺 <i>Cellana grata</i>
				
		綠珠螺 <i>Smaragdinella calyculata</i>		
雙殼類	3			
		葡萄牙牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i>	紫孔雀殼菜蛤 <i>Septifer virgatus</i>	
				

		僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>		
十足類	2			
		細紋方蟹 <i>Grapsus tenuicrustatus</i>	白紋方蟹 <i>Grapsus albolineatus</i>	
蔓足類	3			
		紋藤壺 <i>Amphibalanus amphitrite</i>		<i>Balanus</i> sp.
				
		尾肢地藤壺 <i>Euraphia caudata</i>		

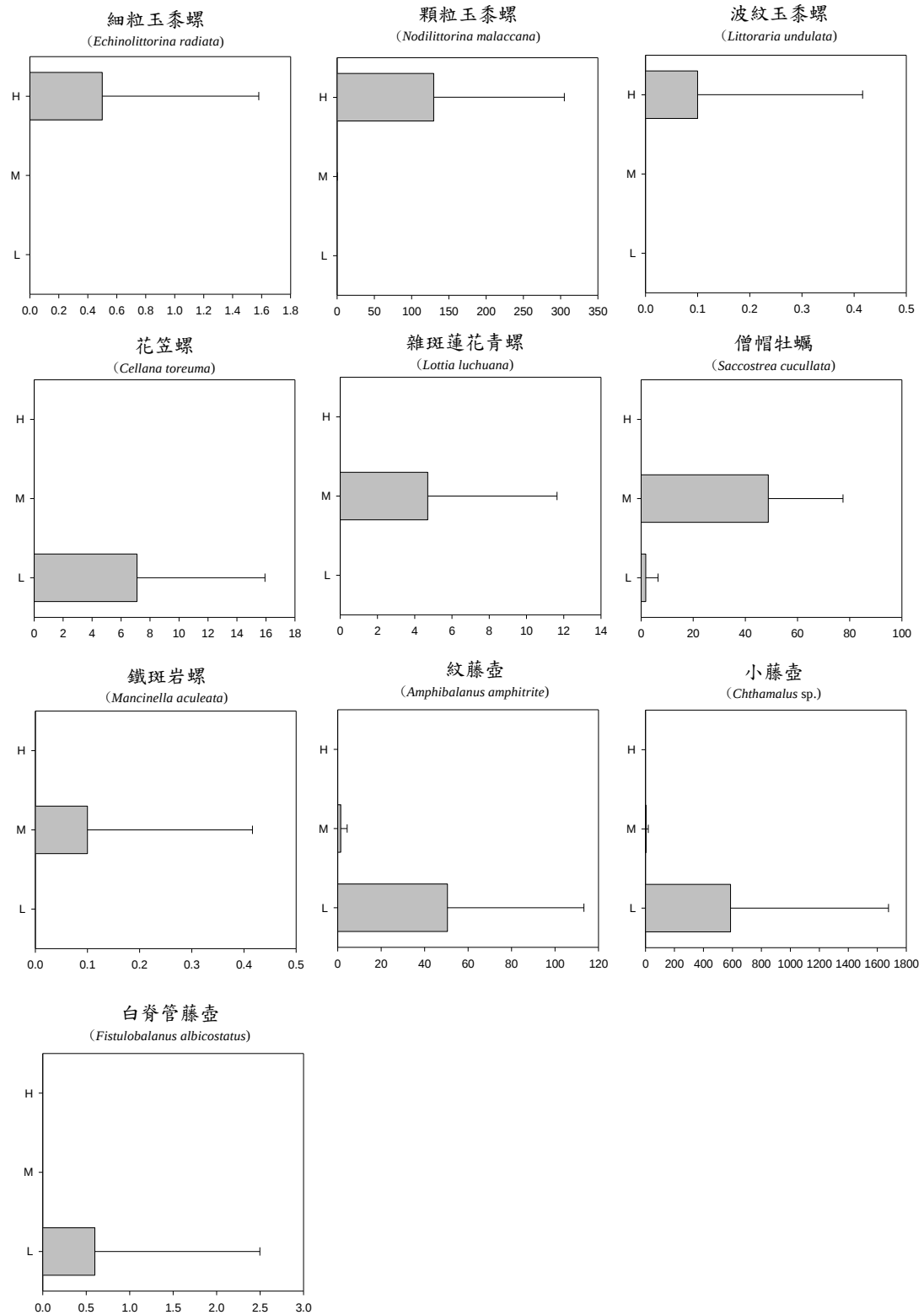
結果：

根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 7 種、雙殼類 3 種、十足類 2 種、蔓足類 3 種，總和 15 種。

旗津

樣點敘述	
測站：旗津	測站編號：AS-012
GPS 位置：N22°34.739' ; E120°17.498'	
調查日期：110 年 9 月 5 日	當日乾潮時間：13 點 57 分
人工建物底質：沙岸	人工海岸方向面：227° 南西
波浪度：隱蔽區 sheltered	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：<5 人	泥沙淤積程度：輕微 (少數消波塊被泥沙覆蓋)
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：協克塊 / >50 個
消波塊分布情況：離海堤 (平行海岸線, 以固定距離投放消波塊)	
環境說明： 為平坦沙岸，消波塊不規則堆疊放置於海中，為離海堤。	
    	

樣框調查結果 AS-012



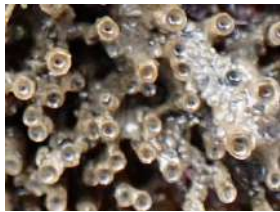
Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十四、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 130 隻。另細粒玉黍螺與波紋玉黍螺有零星紀錄（平均密度 <1 隻）。中潮位則以僧帽牡蠣較為優勢，每個樣框密度平均約 49 隻。雜斑蓮花青螺每個樣框密度平均約 5 隻。鐵斑岩螺中潮位有紀錄，但數量稀少。低潮位小藤壺較為優勢數量最多，每個樣框密度平均約 587 隻。紋藤壺樣框密度平均有 50 隻，花笠螺樣框密度平均有 7 隻，白脊管藤壺則僅在低潮位有零星紀錄（平均密度 <1 隻）（圖二十四）。

分類	種數	物種照片		
腹足類	14			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>
				
		斗笠螺 <i>Cellana grata</i>		高青螺 <i>Nipponacmea concinna</i>
				
		花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>	花松螺 <i>Siphonaria laciniosa</i>	網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>
				
		玉黍螺	鐵斑岩螺 <i>Tylothais aculeata</i>	
				
		綠珠螺 <i>Smaragdinella</i>	結螺 <i>Tenguella granulata</i>	

		<i>calyculata</i>		
				
		細紋鐘螺 <i>Trochus nigropunctatus</i>		蛇螺
多 板 類	2			
		大駝石蟹 <i>Liolophura japonica</i>		
				
		石蟹		
雙 殼 類	3			
		障泥蛤 <i>Isognomon acutirostris</i>	僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	紫孔雀殼菜蛤 <i>Septifer virgatus</i>
十 足 類	6			
		中華盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i>	鱗形斜紋蟹 <i>Plagusia squamosa</i>	

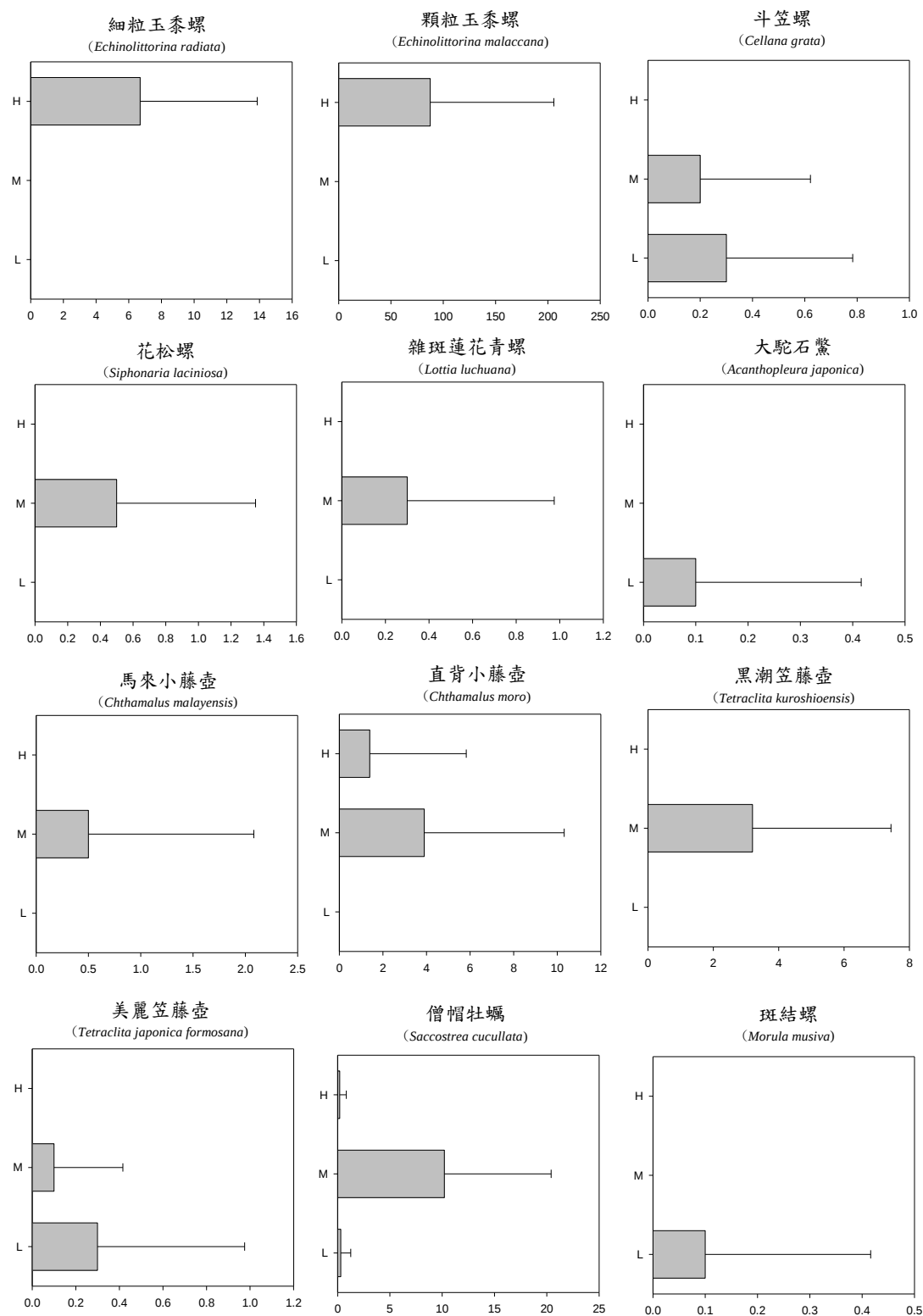
				
		小厚紋蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i>	扇蟹	蟬
				
		白紋方蟹 <i>Grapsus albolineatus</i>		
蔓足類	3			
		小藤壺 <i>Microeuraphia withersi</i>		三角藤壺 <i>Balanus trigonus</i>
				
		紋藤壺 <i>Amphibalanus amphitrite</i>		
魚類	1	 暗紋蛙鰐 <i>Istiblennius edentulus</i>		
藻類	2			
		針葉蕨藻	藻類	

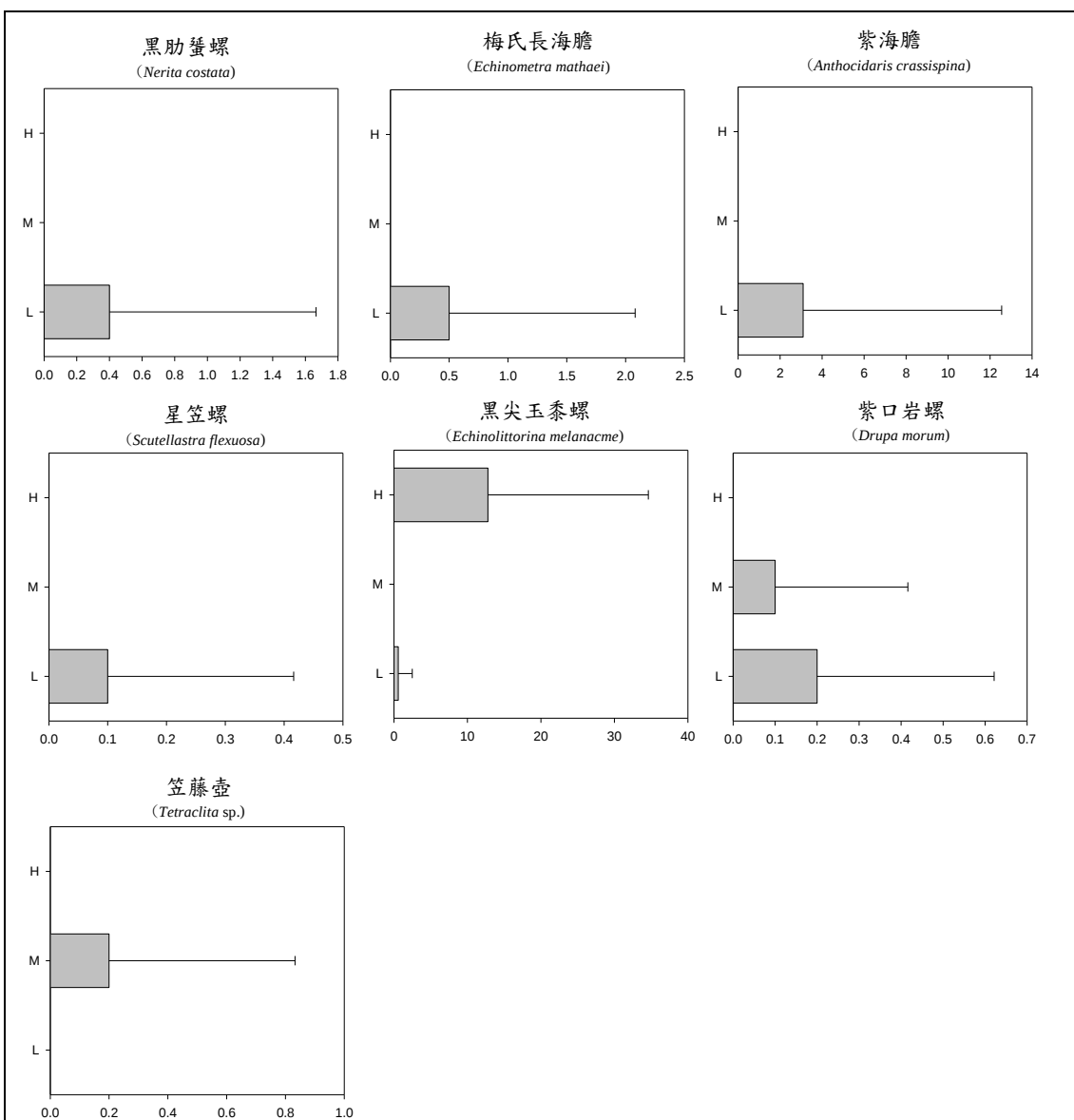
		<i>Caulerpa sertularioide</i>		
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 14 種、多板類 2 種、雙殼類 3 種、十足類 6 種、蔓足類 3 種、魚類 1 種，總和 29 種。藻類 2 種。				

紅柴坑漁港

樣點敘述	
測站：紅柴坑漁港	測站編號：AS-014
GPS 位置：N21°58.230' ; E120°42.910'	
調查日期：110 年 9 月 6 日	當日乾潮時間：13 點 12 分
人工建物底質：岩岸	人工海岸方向面：245° 南西
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：三腳鼎塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海牆排列放置	
環境說明： 漁港旁沿海牆堆疊放置消波塊，下方為珊瑚礁石。	
   	

樣框調查結果 AS-014



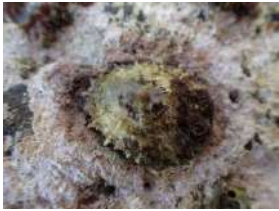


Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十五、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

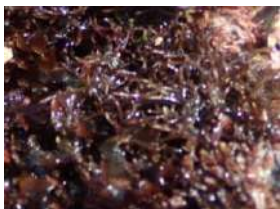
樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 88 隻。另外，黑尖玉黍螺也相當優勢，每個樣框密度平均約 13 隻。其餘物種包含細紋玉黍螺、直背小藤壺、僧帽牡蠣僅有零星分布。中潮位則以僧帽牡蠣最為優勢，每個樣框密度平均約 10 隻。黑潮笠藤壺與直背小藤壺每個樣框密度平均約 3-4 隻。另外，斗笠螺、花笠螺、雜斑蓮花青螺、馬來小藤壺、美麗笠藤壺、笠藤壺 sp.與紫口岩螺也於中潮位有紀錄，但數量稀少 (平均密度<1 隻)。低潮位沒有明顯的優勢種。大駝石鯿、斗笠螺、美麗笠藤壺、僧帽牡蠣、黑肋蜑螺、梅氏長海膽、紫海膽、星笠螺與紫口岩螺都僅在低潮位有零星紀錄 (平均密度<1 隻)(圖二十五)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	18			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>
				
		網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>		黑松螺 <i>Siphonaria atra</i>
				
		松螺 <i>Siphonaria</i> sp.	射線青螺 <i>Patelloida striata</i>	
				
		菊松螺 <i>Siphonaria sirius</i>		花松螺 <i>Siphonaria laciniosa</i>
				
		花青螺	鴨青螺	紫口岩螺

		<i>Nipponacmea schrenckii</i>	<i>Lottia dorsonsa</i>	<i>Drupa morum</i>
				
		黃齒岩螺 <i>Drupa ricinus</i>	芋螺	黑肋蜆螺 <i>Nerita costata</i>
				
		綠珠螺 <i>Smaragdinella calyculata</i>	雪山寶螺 <i>Monetaria caputserpentis</i>	石磳 <i>Onchidium verruculatum</i>
多板類	1	 大駝石鰲 <i>Liolophura japonica</i>		
雙殼類	2			
		僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	障泥蛤 <i>Isognomon acutirostris</i>	
十足類	5			
		關島硬殼寄居蟹 <i>Calcinus guamensis</i>	光掌硬殼寄居蟹 <i>Calcinus laevimanus</i>	寄居蟹

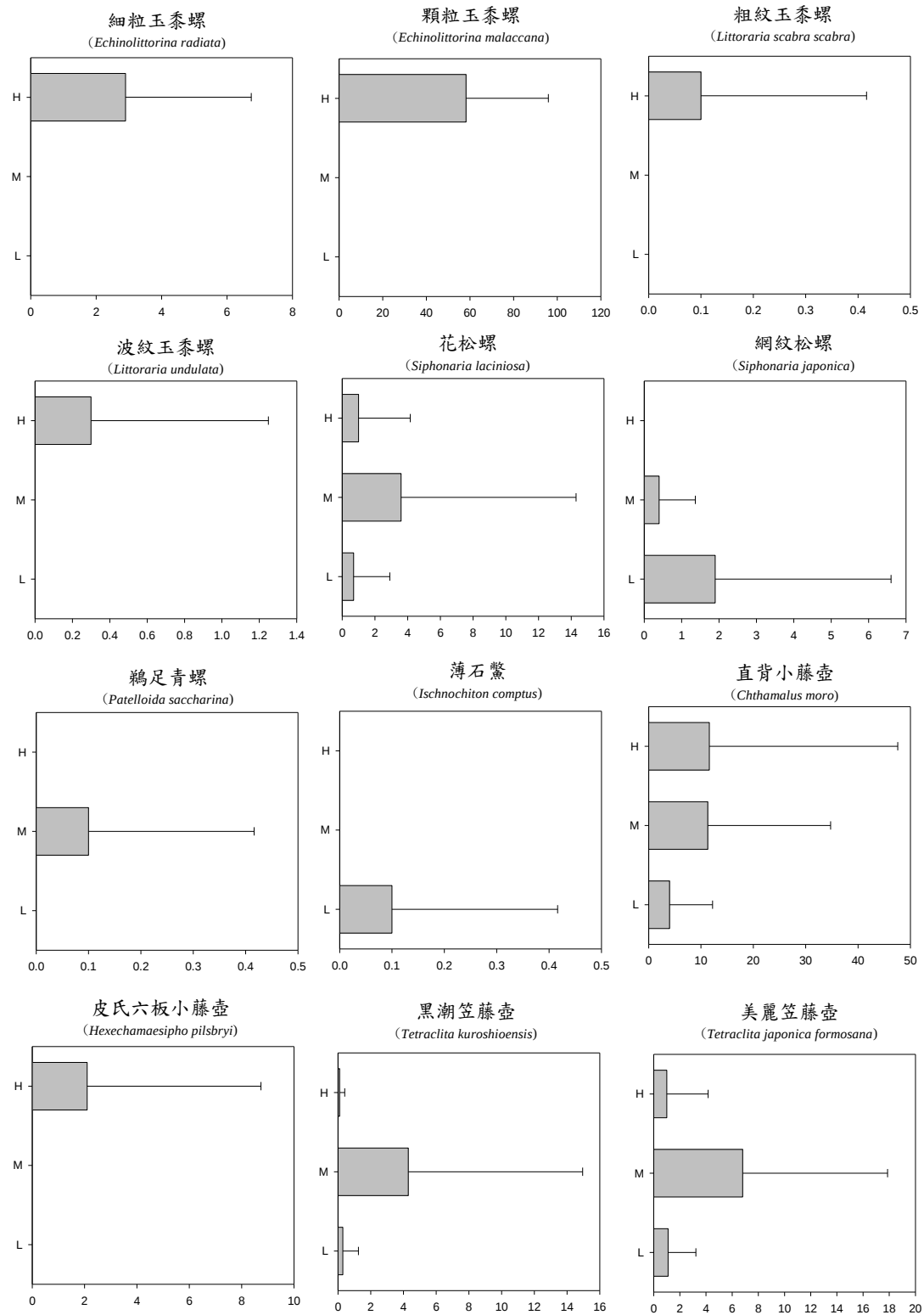
				
		基氏盾牌蟹 <i>Percnon guinotae</i>	中華盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i>	
蔓足類	6			
		美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	笠藤壺 <i>Tetraclita</i> sp.	馬來小藤壺 <i>Chthamalus malayensis</i>
				
		黑潮笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i>	皮氏六板小藤壺 <i>Hexechamaesipho pilsbryi</i>	龜爪 <i>Capitulum mitella</i>
菟葵	3			
		沙群海葵 <i>Zoathus</i> sp.		
				
		瘤菟葵 <i>Playthoa tuberculosa</i>		

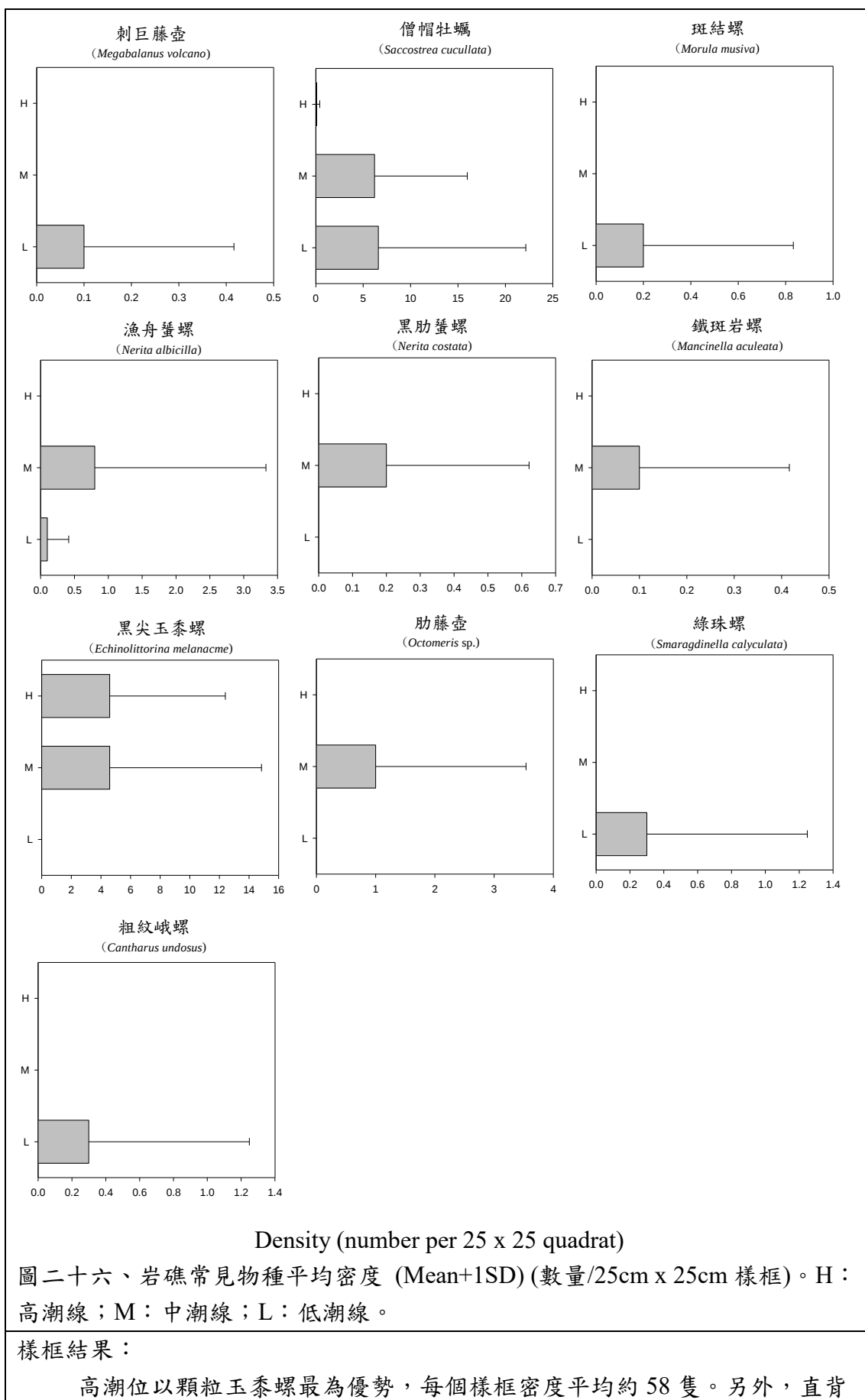
棘皮動物	3			
		環棘鞭蛇尾 <i>Ophiomastrix annulosa</i>	海星	梅氏長海膽 <i>Echinometra mathaei</i>
魚類	1	 六帶擬鱸 <i>Parapercis sexfasciata</i>		
藻類	3			
		巢沙菜 <i>Hypnea pannosa</i>		寬珊瑚藻 <i>Mastophora rosea</i>
				
		藻類		
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 18 種、多板類 1 種、雙殼類 2 種、十足類 5 種、蔓足類 6 種、菟葵 3 種、棘皮動物 3 種、魚類 1 種，總和 39 種。藻類 3 種。				

核三廠出水口

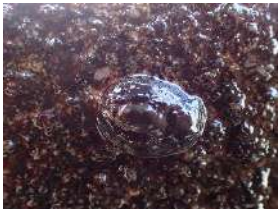
樣點敘述	
測站：核三廠出水口	測站編號：AS-013
GPS 位置：N21°55.958' ; E120°44.714'	
調查日期：110 年 9 月 6 日	當日乾潮時間：13 點 12 分
人工建物底質：岩岸	人工海岸方向面：186° 正南
波浪度：大浪區 Exposed	
潮池：有，4 個	潮溝：無
遊客數量：> 10 (潛水點)	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：三腳鼎塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿出水口兩側海牆排列放置	
環境說明： 消波塊旁與鄰近區域皆為珊瑚礁岩，消波塊沿出水口兩側海牆排列放置。	
    	

樣框調查結果 AS-013





小藤壺也相當優勢，每個樣框密度平均約 12 隻。其餘物種包含細紋玉黍螺、黑尖玉黍螺、粗紋玉黍螺、波紋玉黍螺、花松螺、皮氏六板小藤壺、美麗笠藤壺、僧帽牡蠣僅有零星分布。中潮位則以直背小藤壺最為優勢，每個樣框密度平均約 11 隻。花松螺、僧帽牡蠣、黑尖玉黍螺、黑潮笠藤壺與美麗笠藤壺每個樣框密度平均約 4-6 隻。另外，網紋松螺、鵜足青螺、漁舟蜑螺、黑肋蜑螺、鐵斑岩螺、肋藤壺也於中潮位有紀錄，但數量稀少（平均密度 <1 隻）。低潮位僧帽牡蠣為優勢種，每個樣框密度平均約 7 隻。花松螺、網紋松螺、薄石鱉、直背小藤壺、黑潮笠藤壺、美麗笠藤壺、刺巨藤壺、漁舟蜑螺、綠珠螺與粗紋峨螺都僅在低潮位有零星紀錄（圖二十六）。

分類	種數	物種照片		
腹足類	16			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>
				
		黑松螺 <i>Siphonaria atra</i>		高青螺 <i>Nipponacmea concinna</i>
				
		黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>	網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>	菊松螺 <i>Siphonaria sirius</i>
				
		紫口岩螺 <i>Drupa morum</i>	漁舟蜑螺 <i>Nerita albicilla</i>	
				
		綠珠螺 <i>Smaragdinella</i>	黃齒岩螺 <i>Drupa ricina</i>	羅螺 <i>Purpura panama</i>

		<i>calyculata</i>		
				
		黑千手螺 <i>Chicoreus brunneus</i>		齒輪鐘螺 <i>Trochus rota</i>
				
		蛇螺		
多 板 類	2			
		大駝石蟹 <i>Liolophura japonica</i>	石蟹	
雙 殼 類	1		僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	
十 足 類	3			
		中華盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i>	關島硬殼寄居蟹 <i>Calcinus guamensis</i>	摩氏硬殼寄居蟹 <i>Calcinus morganii</i>
蔓 足 類	6			

		直背小藤壺 <i>Chthamalus moro</i>	馬來小藤壺 <i>Chthamalus malayensis</i>	
				
		黑潮笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i>	美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	
				
		多肋藤壺 <i>Octomeris</i> sp.	皮氏六板小藤壺 <i>Hexechamaesipho</i>	
棘 皮 動 物	2			
		白底輻肛參 <i>Actinopyga mauritiana</i>	口鰓海膽 <i>Stomopneustes variolaris</i>	
海 蟑 螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
藻 類	2			
		總狀蕨藻 <i>Caulerpa racemosa</i>	巢沙菜 <i>Hypnea pannosa</i>	

結果：

根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 16 種、多板類 2 種、雙殼類 1 種、十足類 3 種、蔓足類 6 種、棘皮動物 2 種、海蟑螂 1 種，總和 31 種。藻類 2 種。

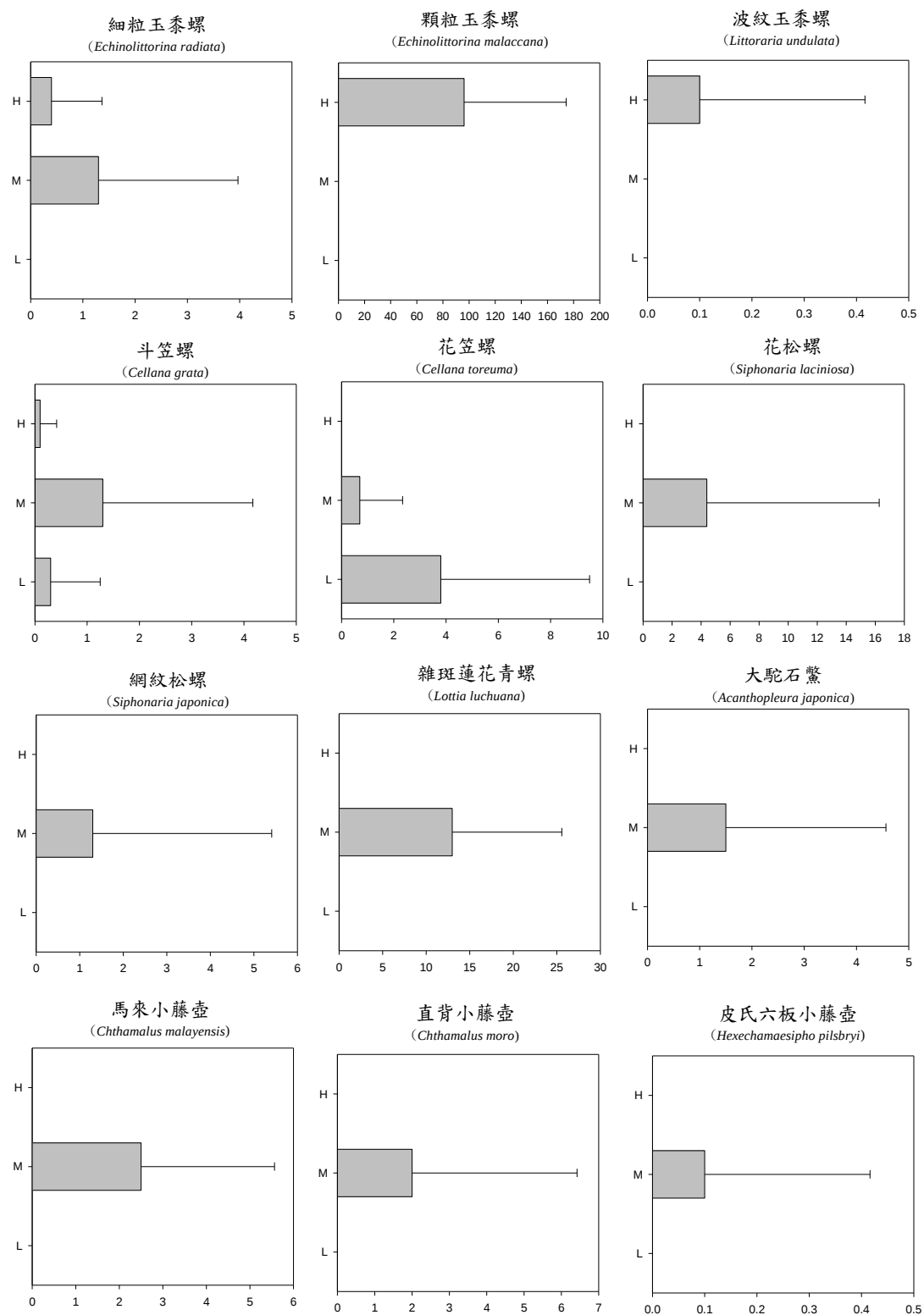
東部海岸

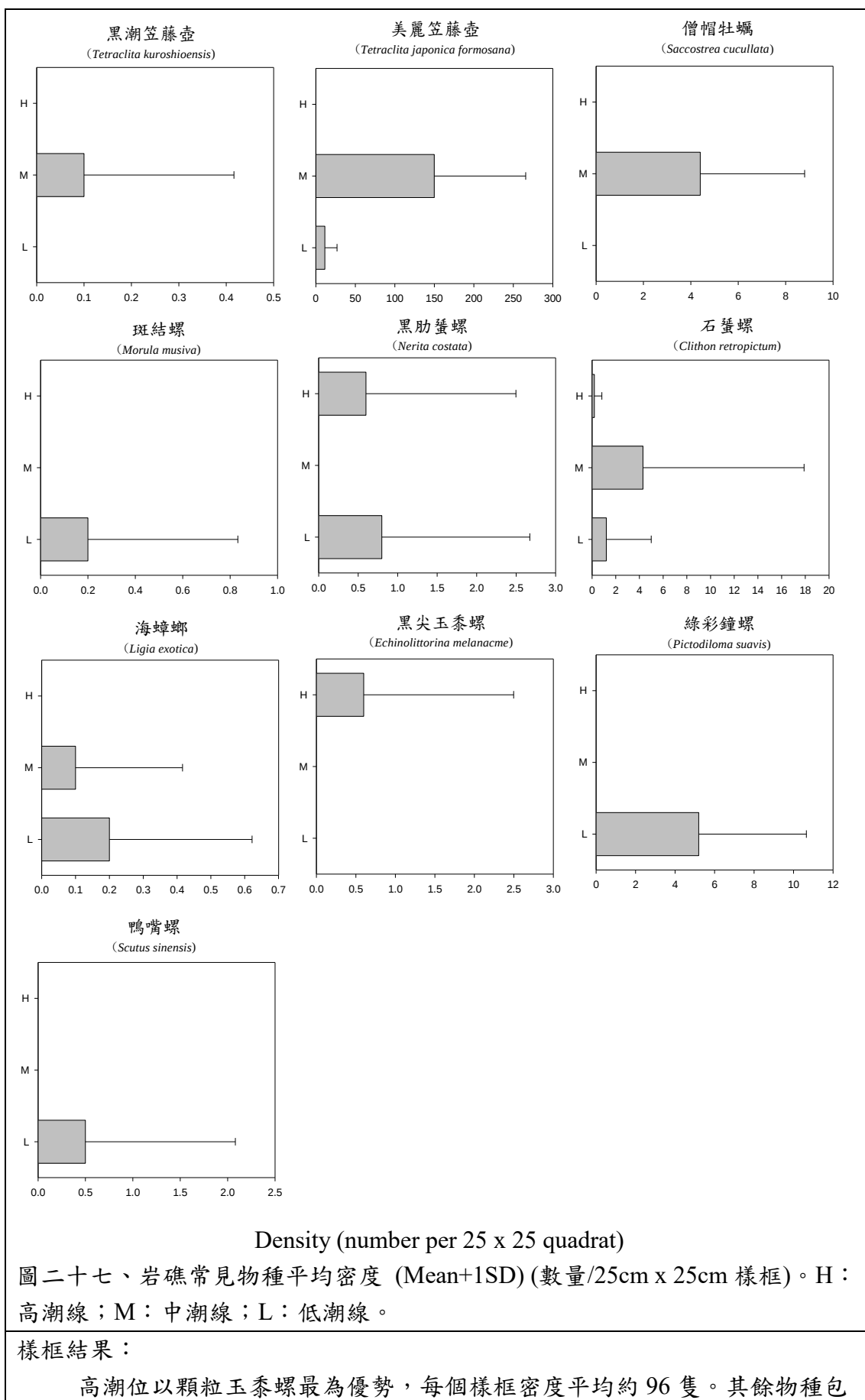
八噏噏海岸

樣點敘述	
測站：八噏噏海岸	測站編號：AS-015
GPS 位置：N23°03.261' ; E121°20.726'	
調查日期：110 年 9 月 7 日	當日乾潮時間：12 點 39 分
人工建物底質：礫石	人工海岸方向面：86° 正東
波浪度：大浪區 Exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：林克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線排列放置	
環境說明： 消波塊沿坡邊規律排列，底下為大型礫石與天然礁岩。	
  	



樣框調查結果 AS-015





含細紋玉黍螺、黑尖玉黍螺、波紋玉黍螺、斗笠螺、黑肋蜑螺、石蜑螺僅有零星分布。中潮位則以美麗笠藤壺最為優勢，每個樣框密度平均約 150 隻。雜斑蓮花青螺每個樣框密度平均約 13 隻。花松螺、馬來小藤壺、僧帽牡蠣、石蜑螺每個樣框密度平均約 2-5 隻。另外，細粒玉黍螺、斗笠螺、花笠螺、網紋松螺、大駝石鰲、直背小藤壺、皮氏六板小藤壺、黑潮笠藤壺、海蟑螂也於中潮位有紀錄，但數量稀少。低潮位美麗笠藤壺為優勢種，每個樣框密度平均約 11 隻。花笠螺與綠彩鐘螺每個樣框密度平均約 4-5 隻，斗笠螺、斑結螺、黑肋蜑螺、石蜑螺、海蟑螂與鴨嘴螺都僅在低潮位有零星紀錄 (圖二十七)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	18			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>
				
		雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>	花松螺 <i>Siphonaria laciniosa</i>	菊松螺 <i>Siphonaria sirius</i>
				
		花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>		斗笠螺 <i>Cellana grata</i>
				
		網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>	斗笠螺 <i>Cellana grata</i>	羅螺 <i>Purpura panama</i>
				
		綠彩鐘螺 <i>Diloma suavis</i>	彩虹蜑螺 <i>Umbonium vestiarium</i>	綠珠螺 <i>Smaragdinella</i>

				<i>calyculata</i>
				
		黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>	結螺 <i>Tenguella</i> sp.	鐵斑岩螺 <i>Tylothais aculeata</i>
				
		綠臍鐘螺 <i>Trochus chloromphalus</i>		
多 板 類	1			
		大駝石蟹 <i>Liolophura japonica</i>		
雙 殼 類	1	 僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>		
十 足 類	5			
		光掌硬殼寄居蟹 <i>Calcinus laevimanus</i>	秀麗硬殼寄居蟹 <i>Calcinus elegans</i>	小厚紋蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i>

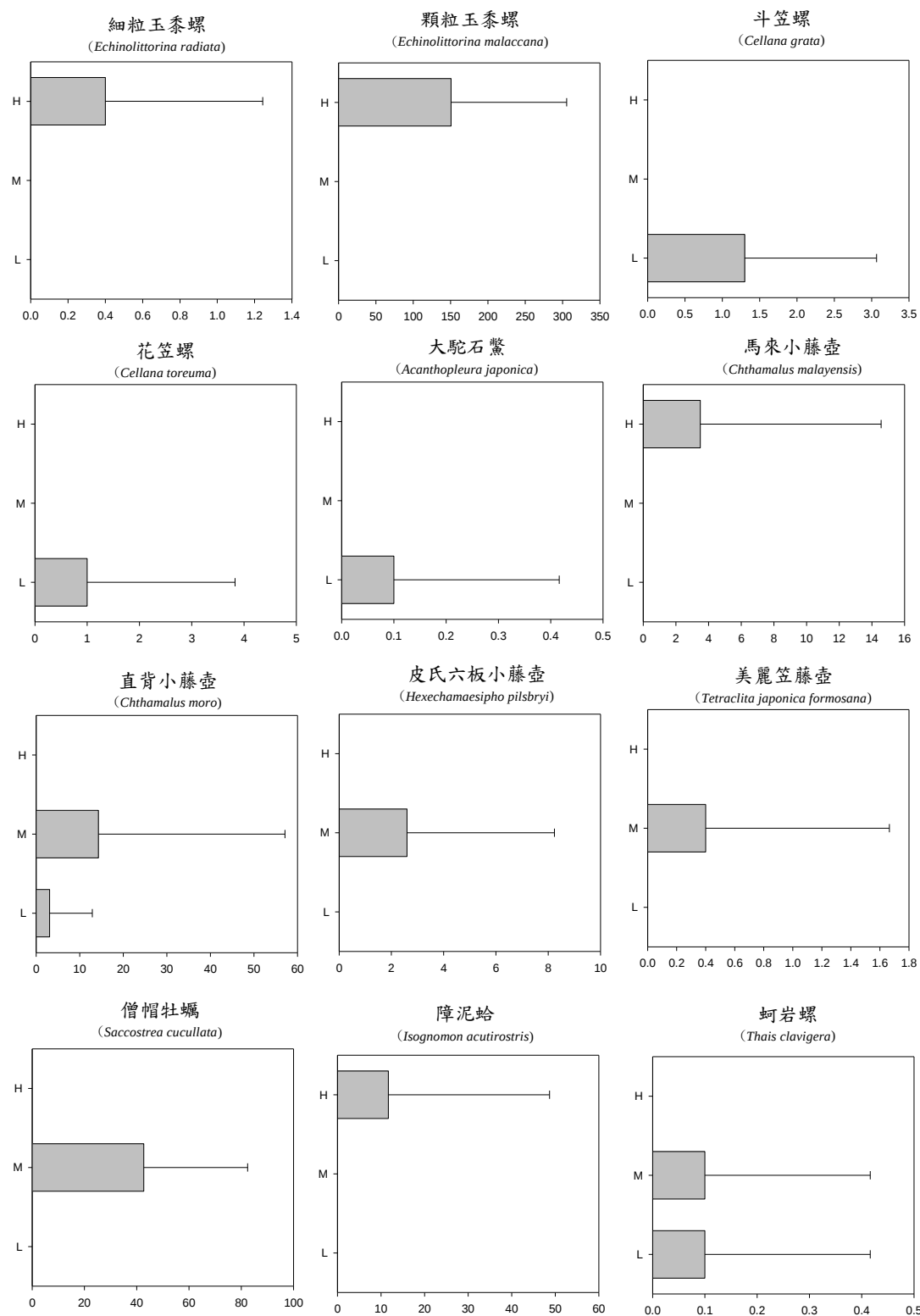
				
		奧氏後相蟹 <i>Metasesarma aubryi</i>	中華盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i>	
蝦 蛄	1			
		大指蝦蛄 <i>Gonodactylus chiragra</i>		
蔓 足 類	6			
		美麗笠藤 壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	馬來小藤 壺 <i>Chthamalus malayensis</i>	直背小藤壺 <i>Chthamalus moro</i>
				
		笠藤壺 <i>Tetraclita</i> sp.		皮氏六板小藤壺 <i>Hexechamaesipho pilsbryi</i>
				
		多肋小笠藤壺 <i>Tetraclitella multicostata</i>		

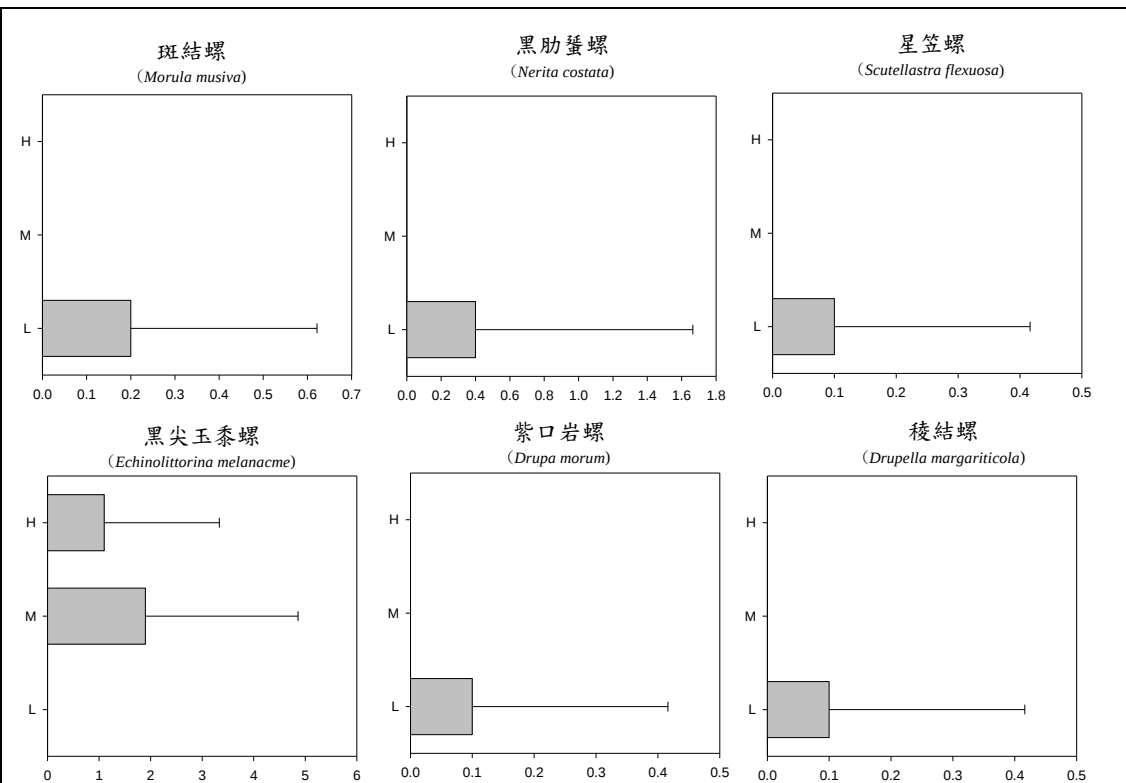
海 蟑 螂	1				海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>
魚 類	1				
		杜氏蛙鰕 <i>Istiblennius dussumieri</i>			
藻 類	3				
		藻類	藻類	團扇藻 <i>Padina</i> sp.	
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 18 種、多板類 1 種、雙殼類 1 種、十足類 5 種、蝦蛄 1 種、蔓足類 6 種、海蟑螂 1 種、魚類 1 種，總和 34 種。藻類 3 種。					

基翬漁港

樣點敘述	
測站：基翬漁港	測站編號：AS-016
GPS 位置：N23°07.041' ; E121°23.833'	
調查日期：110 年 9 月 7 日	當日乾潮時間：12 點 39 分
人工建物底質：岩岸	人工海岸方向面：178° 正南
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：0	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：林克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿防波堤不規則堆疊放置。	
環境說明： 為珊瑚礁岩平台，消波塊不規則堆疊於碼頭的防波堤邊。	
    	

樣框調查結果 AS-016





Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖二十八、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 150 隻。障泥蛤每個樣框密度平均約 12 隻。其餘物種包含細紋玉黍螺、黑尖玉黍螺、馬來小藤壺僅有零星分布。中潮位則以僧帽牡蠣最為優勢，每個樣框密度平均約 43 隻。直背小藤壺每個樣框密度平均約 14 隻。皮氏六板小藤壺、美麗笠藤壺花松螺、蚵岩螺、黑尖玉黍螺於中潮位有紀錄，但數量稀少。低潮位無明顯優勢種，花笠螺、斗笠螺、大駝石驚、直背小藤壺、蚵岩螺、斑結螺、黑肋蜆螺、星笠螺、紫口岩螺與稜結螺都僅在低潮位有零星紀錄 (圖二十八)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	14			
		細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	粗紋玉黍螺 <i>Littoraria scabra scabra</i>
				
		波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>	射線青螺 <i>Patelloida striata</i>	網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>
				
		鵜足青螺 <i>Patelloida saccharina</i>	花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>	黃齒岩螺 <i>Drupa ricina</i>
				
		鐵斑岩螺 <i>Tylothais aculeata</i>	焦黃峨螺 <i>Polia fumosus</i>	結螺 <i>Tenguella granulata</i>
				
		黑肋蜃螺	漁舟蜃螺	

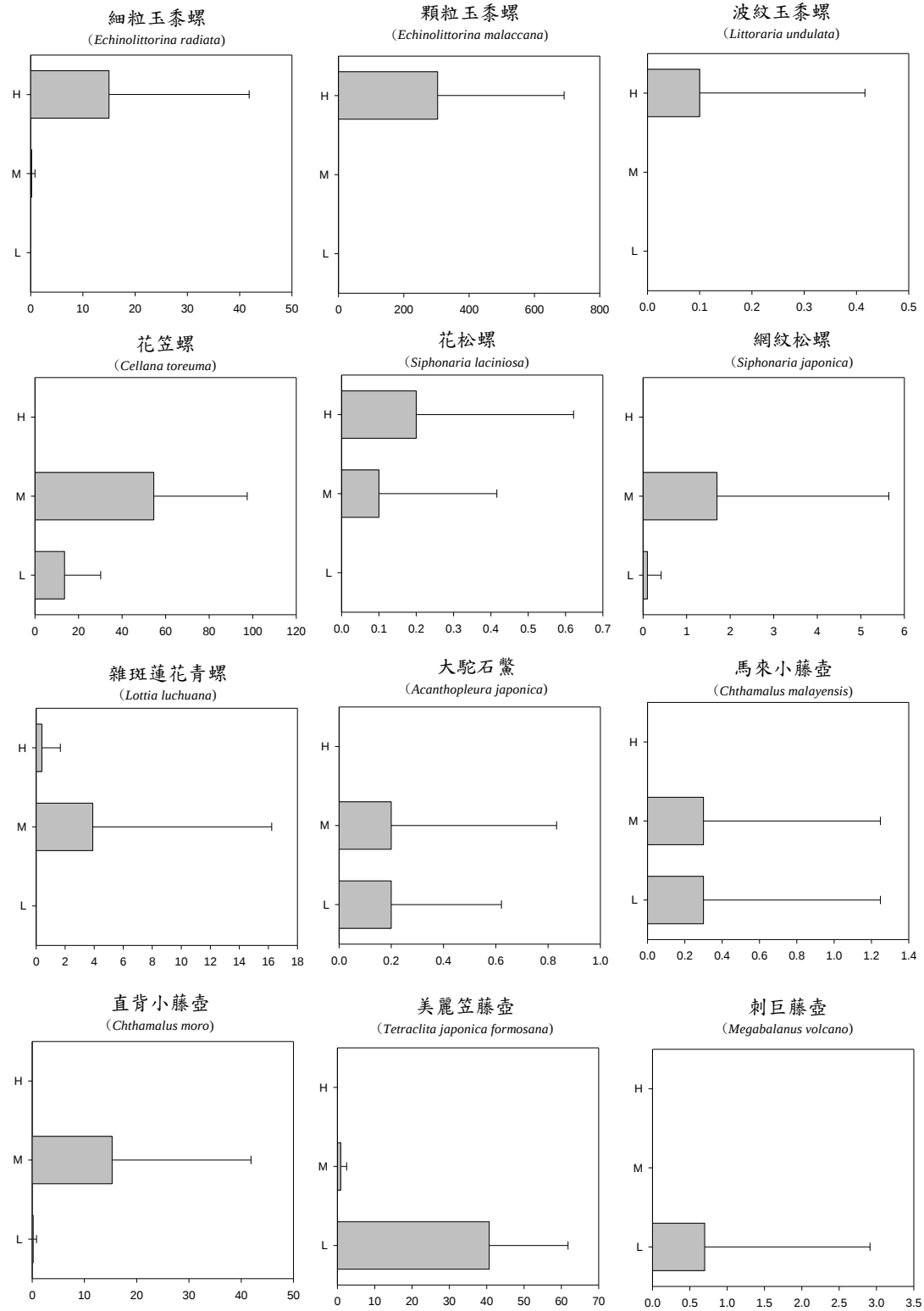
		<i>Nerita costata</i>	<i>Nerita albicilla</i>	
多 板 類	1	 大駝石蟹 <i>Liolophura japonica</i>		
雙 殼 類	3			
		障泥蛤 <i>Isognomon acutirostris</i>	僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	碑礫貝
十 足 類	2			
		綠色細螯寄居蟹 <i>Clibanarius virescens</i>	環紋金沙蟹 <i>Lydia annulipes</i>	
蔓 足 類	4			
		小藤壺 <i>Microeuraphia withersi</i>	美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>	多肋藤壺 <i>Octomeris</i> sp.
				
		直背小藤壺 <i>Chthamalus moro</i>		

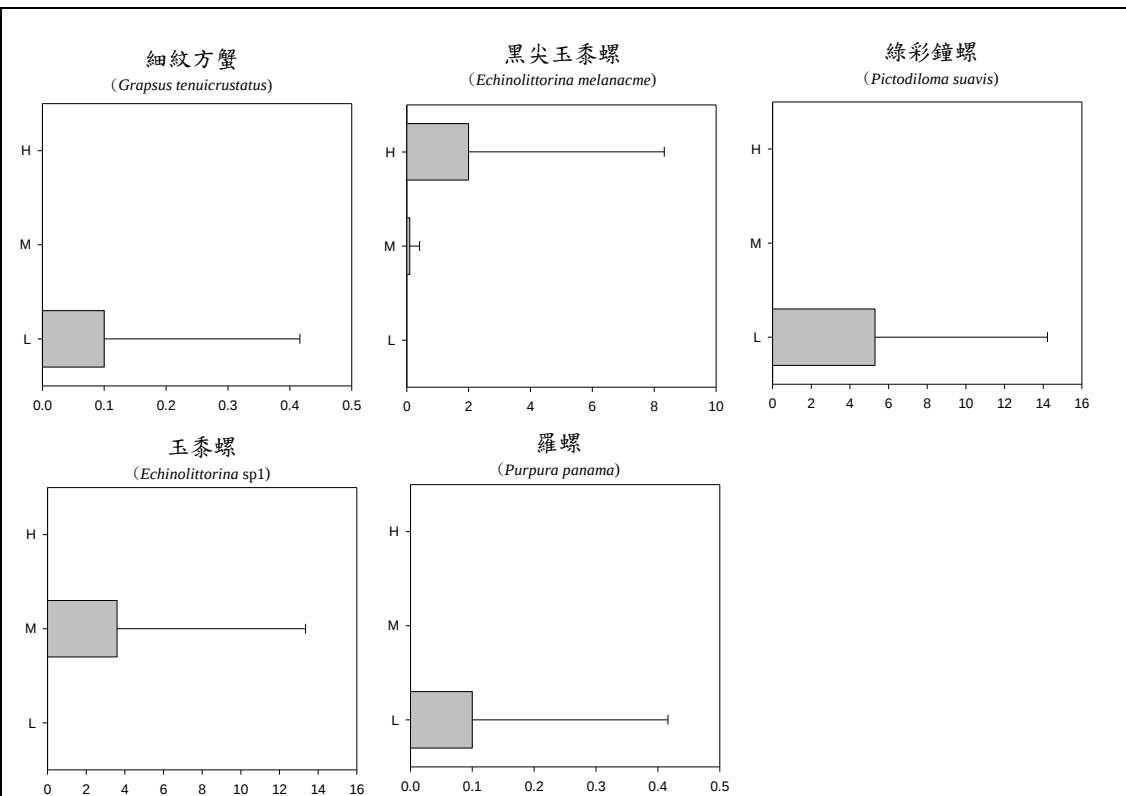
珊瑚	1	 幹星珊瑚 <i>Cauladtraea</i> sp.		
蝦蛄	1	 大指蝦蛄 <i>Gonodactylus chiragra</i>		
海膽	2			
		海膽	梅氏長海膽 <i>Echinometra mathaei</i>	
魚類	3			
		暗紋蛙鰕 <i>Istiblennius edentulus</i>	側條線天竺鯛 <i>Fibramia lateralis</i>	杜氏蛙鰕 <i>Istiblennius dussumieri</i>
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 14 種、多板類 1 種、雙殼類 3 種、十足類 2 種、蔓足類 4 種、珊瑚 1 種、蝦蛄 1 種、海膽 2 種、魚類 3 種，總和 31 種。				

鹽寮

樣點敘述	
測站：鹽寮	測站編號：AS-017
GPS 位置：N23°52.137' ; E121°35.992'	
調查日期：110 年 9 月 8 日	當日乾潮時間：12 點 49 分
人工建物底質：礫石	人工海岸方向面：178° 正南
波浪度：大浪區 Exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：<5 人	泥沙淤積程度：輕微
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：林克塊 / >50 個； 部分為六腳塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線排列放置	
環境說明： 消波塊沿海岸線規律排列，此區消波塊有兩種類型。底質為細小礫石。	
    	

樣框調查結果 AS-017





Density (number per 25 x 25 quadrat)

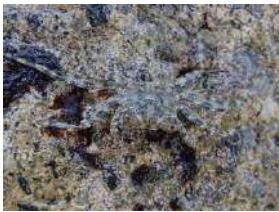
圖二十九、岩礁常見物種平均密度(Mean+1SD)(數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 300 隻。細粒玉黍螺每個樣框密度平均約 15 隻。其餘物種包含黑尖玉黍螺、波紋玉黍螺與花松螺僅有零星分布。中潮位則以花笠螺最為優勢，每個樣框密度平均約 55 隻。直背小藤壺每個樣框密度平均約 15 隻。花松螺、網紋松螺、雜斑蓮花青螺、大駝石鰲、馬來小藤壺、美麗笠藤壺、黑尖玉黍螺與玉黍螺 sp.1 於中潮位有紀錄，但數量稀少。低潮位美麗笠藤壺優勢種，每個樣框密度平均約 41 隻。花笠螺每個樣框密度平均約 14 隻，綠彩鐘螺每個樣框密度平均約 5 隻，網紋松螺、大駝石鰲、直背小藤壺、刺巨藤壺、羅螺都僅在低潮位有零星紀錄。細紋方蟹移動速度快，雖然數量多，但以樣框拍攝方式不易記錄 (圖二十九)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	19			
		細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	玉黍螺	玉黍螺
				
		玉黍螺	波紋玉黍螺 <i>Littoraria undulata</i>	
				
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	花青螺 <i>Nipponacmea schrenckii</i>	
				
		細點玉黍螺 <i>Littoraria pintado</i>	雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>	高青螺 <i>Nipponacmea concinna</i>
				
		花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>	鴨青螺 <i>Lottia dorsonsa</i>	

				
		菊松螺 <i>Siphonaria sirius</i>	斗笠螺 <i>Cellana grata</i>	
				
		黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>	扭鐘螺 <i>Monodonta perplexa</i>	
				
		白肋蜑螺 <i>Nerita plicata</i>	綠彩鐘螺 <i>Diloma suavis</i>	
				
		羅螺 <i>Purpura panama</i>		
多板類	1	 大駝石鰲 <i>Liolophura japonica</i>		
雙殼類	2			
		葡萄牙牡蠣	障泥蛤 <i>Isognomon</i>	

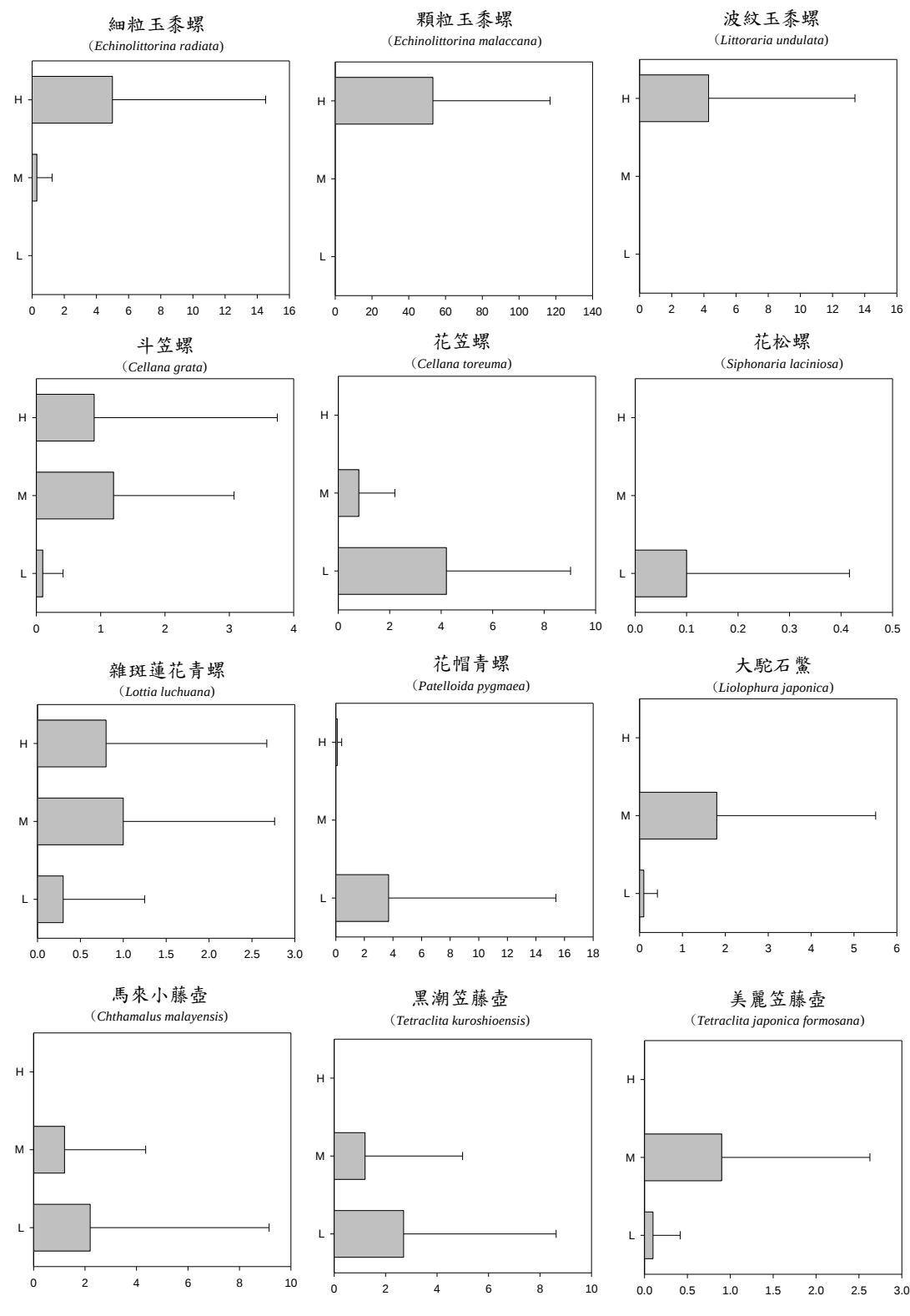
		<i>Crassostrea angulata</i>	<i>acutirostris</i>	
十足類	2			
		小厚紋蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i>	細紋方蟹 <i>Grapsus tenuicrustatus</i>	
蔓足類	4			
		馬來小藤壺 <i>Chthamalus malayensis</i>		龜爪 <i>Capitulum mitella</i>
				
		美麗笠藤壺 <i>Tetraclita japonica formosana</i>		直背小藤壺 <i>Chthamalus moro</i>
海蟑螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
魚類	3			
		橫帶間頸鬚鰚 <i>Entomacrodus striatus</i>	四指唇盤鰚 <i>Andamia tetradactylus</i>	

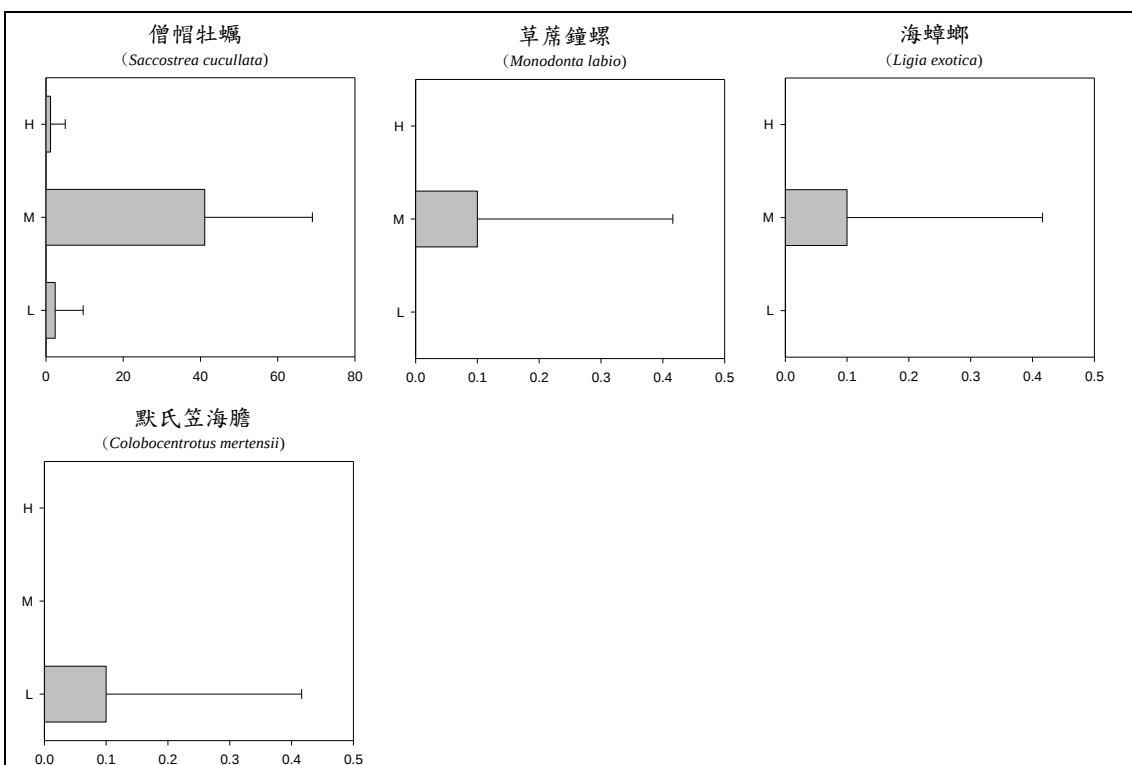
		  
		杜氏蛙鰕 <i>Istiblennius dussumieri</i>
藻類	1	 藻類
結果： 根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 19 種、多板類 1 種、雙殼類 2 種、十足類 2 種、蔓足類 4 種、海蟑螂 1 種、魚類 3 種，總和 32 種。藻類 1 種。		

粉鳥林

樣點敘述	
測站：粉鳥林	測站編號：AS-006
GPS 位置：N24°29.846' ; E121°50.477'	
調查日期：110 年 8 月 12 日	當日乾潮時間：14 點 41 分
人工建物底質：礫石	人工海岸方向面：355° 正北
波浪度：中浪區 semi-exposed	
潮池：無	潮溝：無
遊客數量：<5 人	泥沙淤積程度：無
汙水出水口：無	消波塊類型 / 數量：協克塊 / >50 個
消波塊分布情況：沿海岸線投放	
環境說明： 消波塊不規則堆疊於大型礫石灘上，鄰近漁港。	
  	

樣框調查結果 AS-006





Density (number per 25 x 25 quadrat)

圖三十、岩礁常見物種平均密度 (Mean+1SD) (數量/25cm x 25cm 樣框)。H：高潮線；M：中潮線；L：低潮線。

樣框結果：

高潮位以顆粒玉黍螺最為優勢，每個樣框密度平均約 53 隻。其餘物種包含細粒玉黍螺、波紋玉黍螺、斗笠螺、雜斑蓮花青螺與僧帽牡蠣僅有零星分布。中潮位則以僧帽牡蠣最為優勢，每個樣框密度平均約 41 隻。另外，斗笠螺、花笠螺、雜斑蓮花青螺、大駝石鶯、馬來小藤壺、黑潮笠藤壺、美麗笠藤壺、草蓆鐘螺與海蟑螂也於中潮位有少量紀錄。低潮位則以花笠螺、花帽青螺、馬來小藤壺與黑潮笠藤壺數量稍多，每個樣框密度平均約 3-4 隻。斗笠螺、花松螺、雜斑蓮花青螺、美麗笠藤壺與默氏笠海膽則僅在低潮位有零星紀錄 (平均密度<1 隻)(圖三十)。

分類	種數	物種照片		
腹足類	19			
		顆粒玉黍螺 <i>Echinolittorina malaccana</i>	細粒玉黍螺 <i>Echinolittorina radiata</i>	黑尖玉黍螺 <i>Echinolittorina melanacme</i>
				
		中華玉黍螺 <i>Littoraria sinensis</i>	斗笠螺 <i>Cellana grata</i>	
				
		花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>		射線青螺 <i>Patelloida striata</i>
				
		鵝足青螺 <i>Patelloida saccharina</i>	花松螺 <i>Siphonaria laciniosa</i>	網紋松螺 <i>Siphonaria japonica</i>
				
		雜斑蓮花青螺 <i>Lottia luchuana</i>	鐵斑岩螺 <i>Tylothais aculeata</i>	

				
		扭鐘螺 <i>Monodonta neritoides</i>	草蓆鐘螺 <i>Monodonta labio</i>	黑肋蜑螺 <i>Nerita costata</i>
				
		羅螺 <i>Purpura panama</i>		綠珠螺 <i>Smaragdinella calyculata</i>
				
		結螺 <i>Tenguella granulata</i>		綠彩鐘螺 <i>Diloma suavis</i>
多 板 類	2			
		大駝石鰲 <i>Liolophura japonica</i>		石鰲
雙 殼 類	3			
		僧帽牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i>	紫孔雀殼菜蛤 <i>Septifer virgatus</i>	障泥蛤 <i>Isognomon acutirostris</i>

十足類	5			
		皺蟹 <i>Leptodius</i> sp.	皺紋團扇蟹 <i>Ozius rugulosus</i>	扇蟹
				
		皺蟹 <i>Leptodius</i> sp.	厚紋蟹 <i>Pachygrapsus</i> sp.	
蔓足類	6			
		馬來小藤壺 <i>Chthamalus malayensis</i>		直背小藤壺 <i>Chthamalus moro</i>
				
		中華小笠藤壺 <i>Tetracitella chinensis</i>	龜爪 <i>Capitulum mitella</i>	美麗笠藤壺 <i>Tetracitella japonica formosana</i>
				
		黑潮笠藤壺 <i>Tetracitella kuroshioensis</i>		

棘皮動物	3			
		默氏笠海膽 <i>Colobocentrotus (Colobocentrotus) mertensii</i>	紫海膽 <i>Anthocidaris crassispina</i>	非洲異瓜參? <i>Afrocucumis africana</i>
海葵	1	 海葵		
海蟑螂	1			
		海蟑螂 <i>Ligia exotica</i>		
魚類	2			
		杜氏蛙鰕 <i>Istiblennius dussumieri</i>	四指唇盤鰕 <i>Andamia tetradactylus</i>	
結果：				
根據目前調查的結果，此人工海岸至少紀錄腹足類 19 種、多板類 2 種、雙殼類 3 種、十足類 5 種、蔓足類 6 種、棘皮動物 3 種、海葵 1 種、海蟑螂 1 種、魚類 2 種，總和 42 種。				

4.人工海岸調查樣點之環境因子基本資料

北部海域樣點 (氣象局資料統計至 110 年 11 月 13 日)

1. 深澳里

以距離樣點最近之氣象測站基隆站的資料為主，在冬季 (1-2 月)

時平均日照時數範圍在 87 個小時至 128.5 小時之間；平均氣溫介於

15.6 至 18.4°C之間。平均風速方面在 3.5 (m/s) 至 2.9 (m/s) 之間；平均

風向，一月吹北風 (360°)，二月為東北風 (60°)。在夏季 (6-8 月) 時，

平均日照時數範圍在 158.4 小時至 233.8 小時之間；平均氣溫為 28.6 至

29.6°C之間。平均風速為 2.2 (m/s) 至 2.9 (m/s) 之間；平均風向 6 月、8

月皆為南南西 (6 月為 210°，8 月為 200°)(表五)。

表五、深澳里 110 年環境因子

Station	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
month	466940-基隆	466940-基隆	466940-基隆	466940-基隆
1	87	15.6	3.5	360
2	128.5	18.4	2.9	60
3	79.6	18.6	2.4	30
4	85	21	2.8	360
5	154.4	26.6	2.2	40
6	158.4	28.9	2.9	210
7	233.8	29.6	3	30
8	189.3	28.6	2.2	200
9	214.3	28.9	2.7	50
10	76.1	25.2	3.2	60
11	26.8	20.8	2.6	20

2. 八斗子漁港

八斗子漁港鄰近之氣象測站與深澳里相同皆為基隆站，因此以基隆站資料為主，在冬季 (1-2 月) 時每月累積日照時數範圍在 87 個小時至 128.5 小時之間；平均氣溫介於 15.6 至 18.4°C 之間。平均風速方面在 3.5 (m/s) 至 2.9 (m/s) 之間；平均風向，一月吹北風 (360°)，二月為東北風 (60°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 158.4 小時至 233.8 小時之間；平均氣溫為 28.6 至 29.6°C 之間。平均風速為 2.2 (m/s) 至 2.9 (m/s) 之間；平均風向 6 月、8 月皆為南南西 (6 月為 210°，8 月為 200°) (表六)。

表六、八斗子 110 年環境因子

Station	466940-基隆	466940-基隆	466940-基隆	466940-基隆
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	87	15.6	3.5	360
2	128.5	18.4	2.9	60
3	79.6	18.6	2.4	30
4	85	21	2.8	360
5	154.4	26.6	2.2	40
6	158.4	28.9	2.9	210
7	233.8	29.6	3	30
8	189.3	28.6	2.2	200
9	214.3	28.9	2.7	50
10	76.1	25.2	3.2	60
11	26.8	20.8	2.6	20

3. 南雅

距離樣點最近之氣象測站為鼻頭角站，但因鼻頭角站無日照時數資料，故使用另一較近之站點基隆站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 87 小時至 128.5 小時之間 (基隆站資料)；平均氣溫為 15.5 至 18.1℃ 之間。平均風速介於 6.2 (m/s) 至 6.9 (m/s)；平均風向為一月是東北東風 (58°)，二月為南南東 (157°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 158.4 小時至 233.8 小時之間 (基隆測站資料)；平均氣溫為 27.7 至 29.1℃ 之間。平均風速為 3 (m/s) 至 4.4 (m/s)；6 月的平均風向為南南東 (160°)，7 月的平均風向為東南風 (131°)，8 月為南南東 (151°)(表七)。

表七、南雅 110 年環境因子

Station	466940-基隆	C0A950-鼻頭角	C0A950-鼻頭角	C0A950-鼻頭角
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向(360degree)
1	87	15.5	6.9	58
2	128.5	18.1	6.2	157
3	79.6	17.4	5.2	268
4	85	19.3	5.5	162
5	154.4	25	3.1	147
6	158.4	27.7	3.2	160
7	233.8	29	4.4	131
8	189.3	29.1	3	151
9	214.3	29.2	4.6	155
10	76.1	27.9	7.6	166
11	26.8	21.9	5.5	2

4. 福連

距離樣點最近之氣象測站為福隆站，但因福隆站無日照時數資料，故使用另一較近之站點基隆站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 87 個小時至 128.5 小時之間 (基隆測站資料)；平均氣溫為 15.6 至 18°C 之間。平均風速介於 1.1 (m/s) 至 1.3 (m/s)；1 月風向為北風 (5°)，2 月為西南風 (262°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 158.4 小時至 233.8 小時之間 (基隆測站資料)；平均氣溫為 27.3 至 28.5°C 之間。平均風速為 0.5 (m/s) 至 0.9 (m/s)；風向為東北風 (風向為 32°至 40°)(表八)。

表八、福連 110 年環境因子

Station	466940-基隆	C0A880-福隆	C0A881-福隆	C0A882-福隆
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	87	15.6	1.3	5
2	128.5	18	1.1	262
3	79.6	18.7	0.8	5
4	85	20.5	0.9	354
5	154.4	26.1	0.7	40
6	158.4	27.3	0.6	32
7	233.8	28.5	0.9	39
8	189.3	27.4	0.5	40
9	214.3	27.4	0.6	46
10	76.1	24	1	35
11	26.8	19.8	0.5	4

西部海岸

1. 觀音

距離樣點最近之氣象測站為桃園新屋站，在冬季（1-2 月）時，每月累積日照時數範圍介於 135.3 小時至 157.7 小時之間；平均氣溫為 14.6 至 16.7°C。平均風速介於 4.8 (m/s) 至 6 (m/s)；平均風向皆為東北風。夏季（6-8 月）時期，每月累積日照時數範圍在 220.6 小時至 274.9 小時；平均氣溫為 27.9 至 29.1°C。平均風速介於 3.4 (m/s) 至 5.5 (m/s) 之間；平均風向皆為西南西 (230°至 240°) (表九)。

表九、觀音 110 年環境因子

Station	467053-桃園 新屋	467050-桃園 新屋	467051-桃園 新屋	467052-桃園 新屋
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	135.3	14.6	6	40
2	157.7	16.7	4.8	40
3	102	17.9	4.7	40
4	132.7	21.2	5.2	40
5	197.5	26.6	4	240
6	220.6	27.9	5.5	230
7	274.9	29.1	4.7	230
8	240	28.3	3.4	240
9	287.6	28.9	3.8	60
10	174.1	25.7	6.2	50
11	46.9	21.2	5.2	60

2. 白沙屯

距離樣點最近之氣象測站為苗栗後龍站，但因苗栗後龍站無日照時數資料，故使用另一較近之站點臺中梧棲站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 183 小時至 202.4 小時之間 (臺中梧棲站資料)；平均氣溫為 14.5 至 16.6°C 之間。平均風速介於 2.5 (m/s) 至 3.5 (m/s)；1 月平均風向為東北風 (43°)，2 月為北風 (10°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 168.6 小時至 252.1 小時之間 (臺中梧棲測站資料)；平均氣溫為 28.4 至 29.6°C 之間。平均風速為 1.2 (m/s) 至 1.8 (m/s)；平均風向為西南風 (219°至 222°) (表十)。

表十、白沙屯 110 年環境因子

Station	467770-台中梧棲	C0E540-苗栗後龍	C0E540-苗栗後龍	C0E540-苗栗後龍
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	202.4	14.5	3.5	43
2	183	16.6	2.5	10
3	179	18.9	2.5	11
4	174.9	22.1	2.3	33
5	256.1	28.1	1.9	22
6	168.6	28.7	1.8	220
7	252.1	29.6	1.7	222
8	219	28.4	1.2	219
9	271.3	29.1	1	2
10	223.6	26	1.8	43
11	77.3	21.7	1.4	46

3. 高美濕地

距離樣點最近之氣象測站為台中梧棲站，在冬季 (1-2 月) 每月累積日照時數為 183 小時至 202.4 小時；平均氣溫為 14.8 至 17.1°C。平均風速為 4.5(m/s) 至 5.8 (m/s)；平均風向為北北東 (30°)。在夏季 (6-8 月)，每月累積日照時數範圍在 168.6 小時至 252.1 小時；平均氣溫為 28.2 至 29.4°C。平均風速為 3.2 (m/s) 至 3.9 (m/s) 之間；平均風向 6 月時為南風 (190°)，7 月為南南西 (200°)，8 月轉為南風 (170°)(表十一)。

表十一、高美濕地 110 年環境因子

Station	467770-台中梧棲	467771-台中梧棲	467772-台中梧棲	467773-台中梧棲
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	202.4	14.8	5.8	30
2	183	17.1	4.5	30
3	179	19.3	4.5	30
4	174.9	22.4	4.5	30
5	256.1	27.9	3.6	280
6	168.6	28.2	3.6	190
7	252.1	29.4	3.9	200
8	219	28.3	3.2	170
9	271.3	29.2	2.8	350
10	223.6	25.8	4.3	40
11	77.3	22.1	4.4	40

4. 東石

距離樣點最近之氣象測站為東石站，但因東石站無日照時數資料，故使用另一較近之站點嘉義站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 190.9 小時至 218 小時之間 (嘉義站資料)；平均氣溫為 15.2 至 17.8°C 之間。平均風速介於 2.6 (m/s) 至 3.4 (m/s)；平均風向為北風 (平均風向為 3° 至 7°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 131.6 小時至 202.5 小時之間 (嘉義測站資料)；平均氣溫為 28.3 至 29.2°C 之間。平均風速為 2.5 (m/s) 至 2.6 (m/s)；6、7 月的平均風向為南南東 (164° 至 165°)，8 月為東南風 (146°) (表十二)。

表十二、東石 110 年環境因子

Station	467480-嘉義	C0M710 東石	C0M710 東石	C0M710 東石
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	190.9	15.2	3.4	7
2	218	17.8	2.6	3
3	214.2	20.2	2.7	1
4	179.9	23.2	2.5	5
5	262.8	28.3	1.9	166
6	131.6	28.4	2.6	165
7	202.5	29.2	2.6	164
8	172.1	28.3	2.5	146
9	223.8	29.3	2.1	326
10	197	26.5	2.3	11
11	83.9	22.9	2.7	8

南部海岸

1. 西子灣

距離樣點最近之氣象測站為鼓山站，但因鼓山站無日照時數資料，故使用另一較近之站點高雄站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 204.1 小時至 228.6 小時之間 (高雄站資料)；平均氣溫為 17.8 至 20.5°C 之間。平均風速為 2.2 (m/s)；平均風向為東北風 (36°-40°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 148.7 小時至 215.5 小時之間 (高雄測站資料)；平均氣溫為 28.5 至 29.4°C 之間。平均風速為 2.2 (m/s)；6 月、7 月的平均風向為東南風 (34°-53°)，8 月為北北東 (26°) (表十三)。

表十三、西子灣 110 年環境因子

Station	467440-高雄	C0V690-鼓山	C0V690-鼓山	C0V690-鼓山
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	204.1	17.8	2.2	36
2	228.6	20.5	2.2	40
3	239.4	23.2	2.1	34
4	191.1	24.9	2.1	41
5	282.1	28.9	2.4	160
6	148.7	28.5	2.2	53
7	215.5	29.4	2.2	34
8	174.3	28.7	2.2	26
9	220.1	29.3	2	300
10	195.5	27.5	1.8	35
11	92.9	24.9	2.1	37

2. 旗津

距離樣點最近之氣象測站為旗津站，但因旗津站無日照時數資料，故使用另一較近之站點高雄站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 204.1 小時至 228.6 小時之間 (高雄站資料)；平均氣溫為 18.1 至 20.8°C 之間。平均風速為 0.9 (m/s) 至 0.7 (m/s)；1 月平均風向為北風 (2°)，二月為東北風 (37°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 148.7 小時至 215.5 小時之間 (高雄測站資料)；平均氣溫為 27.8 至 28.4°C 之間。平均風速為 0.7 (m/s)-0.8 (m/s)；6 月、8 月的平均風向為東北風 (45°-47°)，7 月為西南風 (230°) (表十四)。

表十四、旗津 110 年環境因子

Station	467440-高雄	C0V500-旗津	C0V500-旗津	C0V500-旗津
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	204.1	18.1	0.9	2
2	228.6	20.8	0.7	37
3	239.4	23.4	0.7	3
4	191.1	25.4	0.7	24
5	282.1	29.3	0.8	244
6	148.7	28.1	0.7	47
7	215.5	28.4	0.8	230
8	174.3	27.8	0.7	45
9	220.1	28.6	0.6	47
10	195.5	27.2	0.7	1
11	92.9	24.6	0.9	18

3. 紅柴坑漁港

距離樣點最近之氣象測站為恆春站。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 195.7 小時至 198.1 小時之間；平均氣溫為 19.8 至 21.5°C 之間。平均風速為 4.6 (m/s) 至 3.6 (m/s)；平均風向皆為東北風 (40°-50°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 140.7 小時至 214.7 小時之間；平均氣溫為 28.1 至 28.8°C 之間。平均風速為 2 (m/s) 至 2.6 (m/s)；平均風向 6 月、8 月為西風 (270°-280°)，7 月為東風 (100°) (表十五)。

表十五、紅柴坑 110 年環境因子

Station	467590-恆春	467590-恆春	467590-恆春	467590-恆春
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	198.1	19.8	4.6	40
2	195.7	21.5	3.6	50
3	209.2	24.2	3.1	40
4	148	25.1	3	40
5	241.1	29	2.2	280
6	140.7	28.2	2.6	280
7	214.7	28.8	2.6	100
8	163.1	28.1	2	270
9	236	28.6	2.2	100
10	188.7	26.9	4.5	40
11	68.5	24.8	3.4	40

4. 核三廠出水口

距離樣點最近之氣象測站為貓鼻頭站，但因貓鼻頭站無日照時數資料，故使用另一較近之站點恆春站資料。在冬季 (1-2 月)，每月累積日照時數範圍在 195.7 小時至 198.1 小時之間 (恆春站資料)；平均氣溫為 19.9 至 21.5°C 之間。平均風速 1 月為 4.4 (m/s)，二月為 3.5 (m/s)；平均風向皆為東北風 (43°-53°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 140.7 小時至 214.7 小時之間 (恆春測站資料)；平均氣溫為 27.8 至 28.6°C 之間。平均風速 1 月為 2.9 (m/s) 至 4.4 (m/s)；平均風向 6 月、8 月為東北風 (53°-57°)，7 月為東北東 (81°) (表十六)。

表十六、核三廠出水口 110 年環境因子

Station	467590-恆春	C0R350-貓鼻頭	C0R350-貓鼻頭	C0R350-貓鼻頭
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向(360degree)
1	198.1	19.9	4.4	43
2	195.7	21.5	3.5	53
3	209.2	24.1	3.6	51
4	148	25	3.7	34
5	241.1	28.7	2.5	119
6	140.7	28	2.9	53
7	214.7	28.6	2.9	81
8	163.1	27.8	2.1	57
9	236	28.5	2	56
10	188.7	26.8	4.2	56
11	68.5	24.5	3.2	49

東部海域

1. 八噶噶海岸

八噶噶海岸鄰近之氣象測站為成功站，因此以成功站資料為主，在冬季 (1-2 月)時每月累積日照時數範圍在 73.5 個小時至 116.3 小時之間；平均氣溫介於 17.3 至 19.6°C之間。風速在 3.3 (m/s) 至 3.9 (m/s) 之間，一月平均風速為 2021 年至 11 月為止之最高風速；平均風向一月吹北北東風 (20°)，二月為東北風 (40°)。在夏季 (6-8 月) 時，每月累積日照時數範圍在 191.1 小時至 268.4 小時之間；平均氣溫為 27.3 至 28.3°C之間。平均風速為 1.6 (m/s) 至 2 (m/s) 之間；平均風向 6 月到 8 月皆為北北西 (6 月至 8 月為 340°~330°) (表十七)。

表十七、八噶噶海岸 110 年環境因子

Station	467610-成功	467610-成功	467610-成功	467610-成功
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	73.5	17.3	3.9	20
2	116.3	19.6	3.3	40
3	86.4	21.7	3	40
4	72.5	22.9	3.1	40
5	212.3	26.7	1.6	200
6	191.1	27.5	1.7	340
7	268.4	28.3	2	340
8	198.1	27.3	1.6	330
9	242.3	27.6	2.4	330
10	129.9	25.4	4	30
11	25.1	22.6	3.4	40

2. 基鰲漁港

基鰲漁港鄰近之氣象測站為成功站，因此以成功站資料為主，在冬季（1-2 月）時每月累積日照時數範圍在 73.5 個小時至 116.3 小時之間；平均氣溫介於 17.3 至 19.6℃之間。風速在 3.3 (m/s) 至 3.9 (m/s) 之間，一月平均風速為 2021 年至 11 月為止之最高風速；平均風向一月吹北北東風 (20°)，二月為東北風 (40°)。在夏季（6-8 月）時，每月累積日照時數範圍在 191.1 小時至 268.4 小時之間；平均氣溫為 27.3 至 28.3℃之間。平均風速為 1.6 (m/s) 至 2 (m/s) 之間；平均風向 6 月到 8 月皆為北北西 (6 月至 8 月為 340°~330°) (表十八)。

表十八、基鰲漁港 110 年環境因子

氣象站	467610-成功	467610-成功	467610-成功	467610-成功
月份	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	73.5	17.3	3.9	20
2	116.3	19.6	3.3	40
3	86.4	21.7	3	40
4	72.5	22.9	3.1	40
5	212.3	26.7	1.6	200
6	191.1	27.5	1.7	340
7	268.4	28.3	2	340
8	198.1	27.3	1.6	330
9	242.3	27.6	2.4	330
10	129.9	25.4	4	30
11	25.1	22.6	3.4	40

3. 鹽寮

鹽寮鄰近之氣象測站為花蓮站，因此以花蓮站資料為主，在冬季（1-2 月）時每月累積日照時數範圍在 70.8 個小時至 114.5 小時之間；平均氣溫介於 16.9 至 19.5°C 之間。風速在 3.3 (m/s) 至 3.6 (m/s) 之間，一月平均風速為 2021 年至 11 月為止之最高風速；平均風向一月吹東北風 (40°)，二月為西南風 (240°)。在夏季（6-8 月）時，每月累積日照時數範圍在 191.1 小時至 268.4 小時之間；平均氣溫為 27.3 至 28.3°C 之間，每月累積日照時數與平均氣溫在 2021 年至 11 月為止皆為最高值（日照平均為 233.8 小時，平均氣溫為 29.6°C）。平均風速為 1.6 (m/s) 至 2 (m/s) 之間；平均風向 6 月到 8 月皆為北北西（6 月至 8 月為 340°~330°）(表十九)。

表十九、鹽寮 110 年環境因子

Station	466990-花蓮	466990-花蓮	466990-花蓮	466990-花蓮
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	70.8	16.6	3.6	40
2	114.5	19.5	3.3	240
3	103.6	21.5	3.1	40
4	82.7	22.7	3	40
5	199.5	26.9	3	180
6	188.9	28	2.6	240
7	286.8	29.2	3	240
8	205.5	28.2	2.6	240
9	246.9	28	2.7	240

10	117	25.2	3.2	30
11	18.2	21.9	2.8	40

4. 粉鳥林

距離樣點最近之氣象測站為蘇澳站，在冬季（1-2 月）平均日照時數為 57.8 小時至 98.5 小時；平均氣溫為 15.4 至 18.7°C。平均風速為 2.7 (m/s) 至 3(m/s)；平均風向為西南西 (250°)。

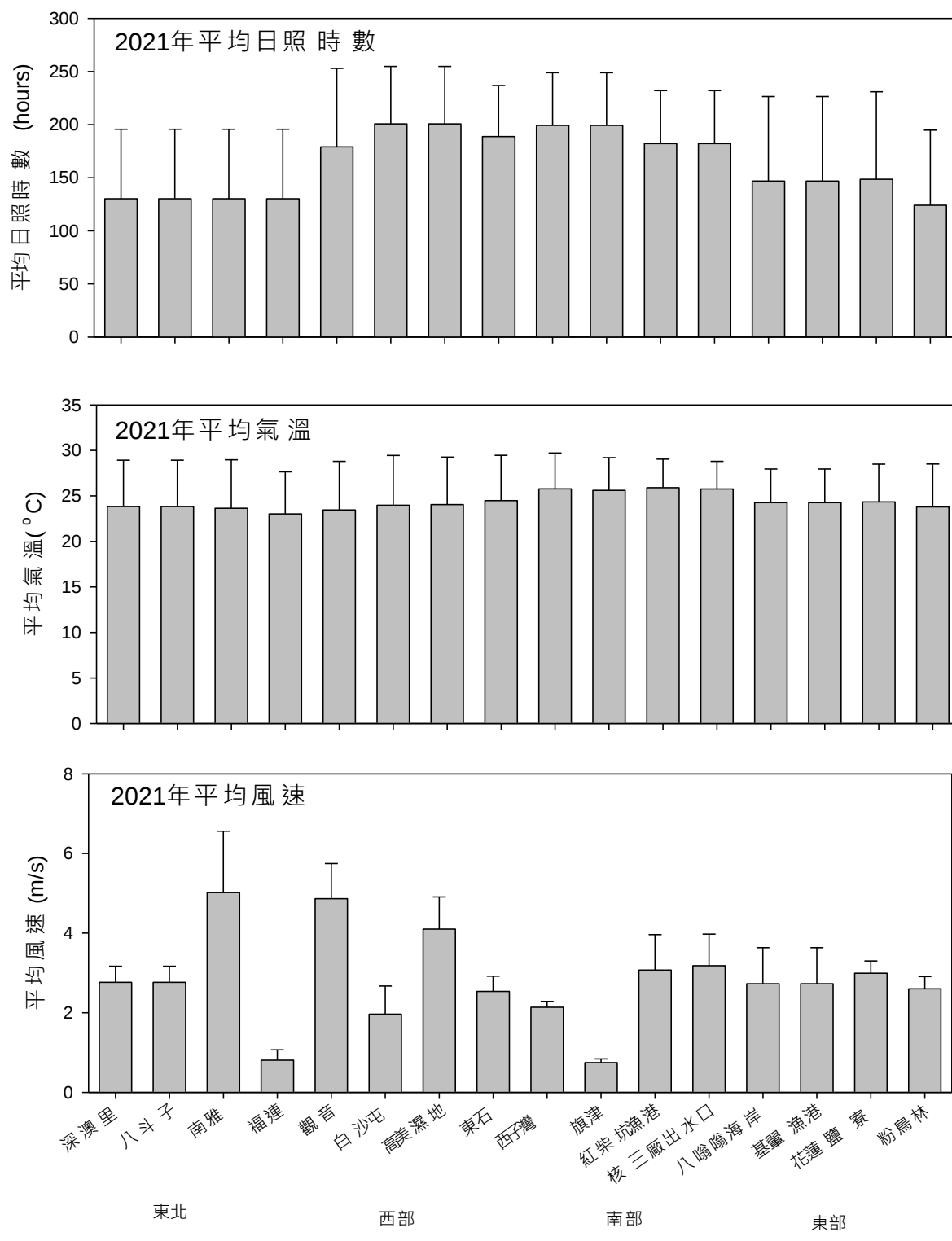
在夏季（6-8 月），平均日照時數範圍在 153.7 小時至 220.7 小時；平均氣溫為 28 至 29.4°C。平均風速為 2.5 (m/s) 至 2.9 (m/s) 之間；平均風向 6-7 月時為西南西 (240°至 250°)，8 月時轉為東南 (150°)(表二十)。

表二十、粉鳥林 110 年環境因子

Station	467060-蘇澳	467060-蘇澳	467060-蘇澳	467060-蘇澳
month	日照時數 (hour)	氣溫(°C)	風速(m/s)	風向 (360degree)
1	57.8	15.4	3	250
2	98.5	18.7	2.7	250
3	84.7	20.2	2.2	250
4	64.9	21.7	2.6	250
5	152.7	26.9	2.1	160
6	153.7	28	2.3	240
7	220.7	29.4	2.9	250
8	169.5	28.3	2.5	150
9	248.4	28	2.7	140
10	91.6	24.5	3	240
11	23.3	20.7	2.6	240

2021 年臺灣本島人工海岸生物多樣性調查樣區環境因子年平均資料

每月累積日照時數於北部樣區與東部樣區較低，北部每月平均為 130 小時，東部樣區平均為 124.16~146.9 小時，南部為 182.16~199.3 小時，西部每月平均日照時數最長為 179.2~200 小時。北部樣區的年平均氣溫為 23.03~23.84°C，西部樣區的年平均氣溫為 23.46~24.48°C，南部樣區的年平均氣溫為 25.6~25.9°C，東部樣區的年平均氣溫為 23.8~24.33°C，南部樣區較其他地區的溫度略高 1~2°C。由於臺灣四面環海，冬季受到東北季風影響，夏季主要受到西南氣流影響，不同樣區的平均風速也會因為樣區的面海方向而有所不同，位於東北角的南雅與桃園的觀音樣區年平均風速較高，達到 4.1~4.86 m/s，東北角的福連與高雄旗津的年平均風速最低，為 0.7~0.8 m/s (圖三十一)。第二年樣點增加後，將會綜合討論各個樣區的环境因子與實地採樣的生物多樣性結果做比較與討論。



圖三十一、2021 年臺灣本島人工海岸生物多樣性調查樣區環境因子

五、初步比較分析臺灣本島天然岩礁海岸與人工海岸之生物相差異。

1. 2006-2007 年農委會天然人工海岸調查計劃與 2021 年海洋保育署人工海岸調查計劃於人工海岸調查生物多樣性之物種組成比較。

1.1 北部地區

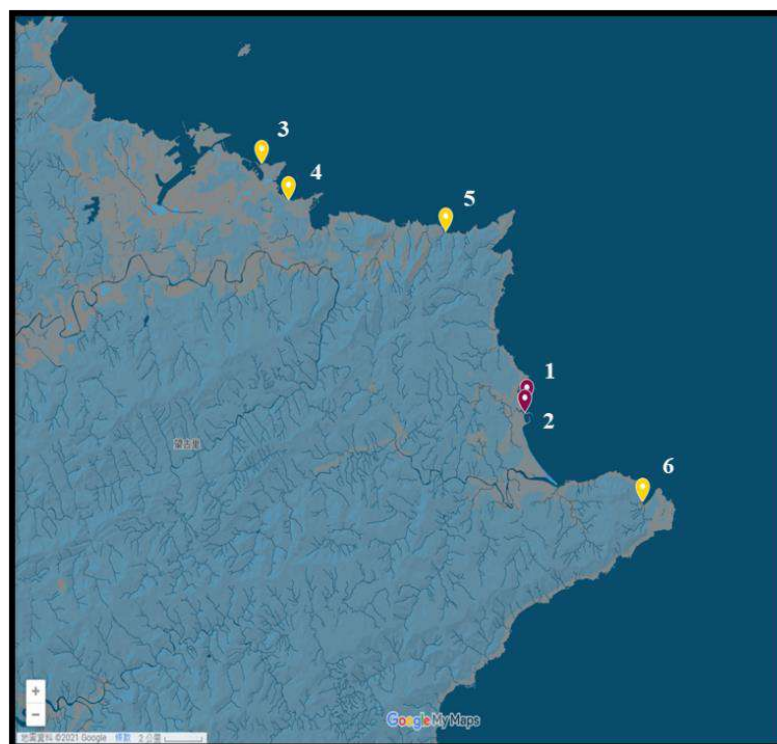
農委會 (2006-2007) 的調查樣點：新北澳仔港與貢寮；海保署 (2021) 的調查樣點：新北市的八斗子漁港旁、深澳里、南雅與福連 (圖三十二)。

在 2006-2007 年農委會的人工消波塊調查時，共記錄到 2 種笠藤壺科 (Tetraclitidae) 種類。另外，也記錄到的十足目 (Decapoda) 共 9 科 23 種。大型藻類則記錄到 3 種綠藻，7 種紅藻 (表二十一)。

在 2021 年海保署的人工消波塊調查時，共記錄到 2 種笠藤壺科 (Tetraclitidae) 種類，以及 1 種指茗荷科 (Pollicipedidae) 種類，牡蠣科 (Ostreidae) 則記錄到 1 種。另外，十足目 (Decapoda) 則記錄到 7 科 13 種。大型藻類則記錄到 3 種綠藻 (表二十一)。

兩次調查均有記錄到的種類包括：大型藻類的石蓴 (*Ulva lactuca*)、笠藤壺科的美麗笠藤壺 (*Tetraclita formosana*) 與黑潮笠藤壺 (*Tetraclita kuroshioensis*)、活額寄居蟹科 (Diogenidae) 的光掌硬指寄居蟹 (*Calcinus laevimanus*)、綠色細螯寄居蟹 (*Clibanarius virescens*)、方蟹科 (Grapsidae)

的白紋方蟹 (*Grapsus albolineatus*) (表二十一)。



圖三十二、北部樣點分布。樣點 1、2 為農委會 (2006-2007) 的調查樣點：新北澳仔港 (1) 與貢寮 (2)。樣點 3-6 為海保署 (2021) 的調查樣點：新北八斗子漁港旁 (3)、深澳里 (4)、南雅 (5) 與福連 (6)。

表二十一、北部樣點記錄到種類列表。

(灰底標示物種為兩次調查皆有紀錄者。)

2006-2007 (農委會) 人工消波塊			2021 (海保署) 人工海岸			
新北澳仔港 (澳底)	貢寮 (核四)	美艷山 (觀光坪)	AS-001_深澳里	AS-002_八斗子漁港旁	AS-005_福連 (里)	AS-010_南雅
綠藻 <i>Ulva fasciata</i> 裂片石蓴 (現已更新為： <i>Ulva lactuca</i> 石蓴) <i>Ulva polifera</i> 浒苔			綠藻 <i>Caulerpa racemosa</i> 總狀蕨藻 <i>Ulva lactuca</i> 石蓴 <i>Ulva</i> sp. 石蓴 Tetraclitidae 笠藤壺科			

紅藻 <i>Centroceras clavulatum</i> 縱胞藻 <i>Chondracanthus intermedius</i> 小杉藻 <i>Chondrus verrucosus</i> 異色角叉菜 <i>Grateloupia filicina</i> 蜈蚣藻 <i>Grateloupia sparsa</i> 稀毛蜈蚣藻 <i>Prionitis romosissima</i> 繁枝鋸齒藻 (現已更新為： <i>Grateloupia ramosissima</i>) <i>Pterocladia capillacea</i> 翼枝菜 Tetraclitidae 笠藤壺科 <i>Tetraclita formosana</i> 美麗笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i> 黑潮笠藤壺 Diogenidae 活額寄居蟹科 <i>Calcinus guamensis</i> 關島硬指寄居蟹 <i>Calcinus laevimanus</i> 光掌硬指寄居蟹 蟹 <i>Calcinus latens</i> 隱伏硬殼寄居蟹 <i>Calcinus morgani</i> 摩氏硬殼寄居蟹 <i>Calcinus vachoni</i> 瓦氏硬殼寄居蟹 <i>Clibanarius englancus</i> 微小細螯寄居蟹 <i>Clibanarius ransoni</i> 瑞氏細螯寄居蟹 <i>Clibanarius striolatus</i> 條紋細螯寄居蟹 <i>Clibanarius virescens</i> 綠色細螯寄居蟹 蟹 <i>Dardanus gemmatus</i> 珠粒真寄居蟹 Paguridae 寄居蟹科 <i>Pagurus japonicus</i> 大和寄居蟹 <i>Pagurus angustus</i> 窄小寄居蟹 Grapsidae 方蟹科 <i>Pachygrapsus minutus</i> 小厚紋蟹 <i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹 Varunidae 弓蟹科 <i>Gaetice depressus</i> 平背蜞 <i>Gaetice</i> sp. Plagusiinae 斜紋蟹科	<i>Tetraclita formosana</i> 美麗笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i> 黑潮笠藤壺 Pollicipedidae 指茗荷科 <i>Capitulum mitella</i> 龜爪 Ostreidae 牡蠣科 <i>Saccostrea cucullata</i> 僧帽牡蠣 Diogenidae 活額寄居蟹科 <i>Calcinus laevimanus</i> 光掌硬指寄居蟹 <i>Calcinus</i> sp. 硬殼寄居蟹 <i>Clibanarius virescens</i> 綠色細螯寄居蟹 <i>Clibanarius</i> sp. 細螯寄居蟹 Eriphiidae 酋婦蟹科 <i>Eriphia ferox</i> 兇猛酋婦蟹 Grapsidae 方蟹科 <i>Metopograpsus thukuhar</i> 土夸大額蟹 <i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹 Portunidae 梭子蟹科 <i>Charybdis</i> sp. 蟬 <i>Thalamita</i> sp. 短槳蟹 Porcellanidae 瓷蟹科 <i>Petrolisthes lamarckii</i> 拉氏岩瓷蟹 Percnidae 盾牌蟹科 <i>Percnon sinense</i> 中華盾牌蟹 Xanthidae 扇蟹科 <i>Leptodius</i> sp. 皺蟹 <i>Lydia annulipes</i> 環紋金沙蟹
--	---

<i>Plagusia tuberculata</i> 瘤突斜紋蟹	
Portunidae 梭子蟹科	
<i>Charybdis annulata</i> 環紋蟬	
<i>Thalamita danae</i> 達氏短槳蟹	
<i>Thalamita spinimana</i> 刺手短槳蟹	
Percnidae 盾牌蟹科	
<i>Percnon planissimum</i> 裸掌盾牌蟹	
Xanthidae 扇蟹科	
<i>Leptodius exaratus</i> 火紅皺蟹	
Palaemonidae 長臂蝦科	
<i>Palaemon pacificus</i> 太平洋長臂蝦	

1.2 西部地區

農委會 (2006-2007) 的調查樣點：桃園觀音與苗栗白沙屯；

海保署 (2021) 的調查樣點：桃園觀音與苗栗白沙屯 (風車聚落)(圖三十三)。

在 2006-2007 年農委會的人工消波塊調查時，共記錄到 1 種牡蠣科 (Ostreidae) 種類-近江牡蠣 (*Crassostrea ariakensis*)。另外，也記錄到的十足目(Decapoda)共 4 科 8 種 (表二十二)。

在 2021 年海保署的人工消波塊調查時，共記錄到 2 種藤壺科 (Balanidae)、1 種小藤壺科 (Chthamalidae) 與 1 種笠藤壺科 (Tetracitidae) 種類，牡蠣科 (Ostreidae) 則記錄到 3 種，殼菜蛤科 (Mytilidae) 1 種，雲母蛤科 (Placunidae) 1 種。另外，十足目 (Decapoda) 則記錄到 7 科 10 種。大型藻類則記錄到 1 種紅藻 (表二十二)。

兩次調查均有記錄到的種類包括：方蟹科 (Grapsidae) 的白紋方蟹 (*Grapsus albolineatus*) 與小厚紋蟹 (*Pachygrapsus minutus*) (表二十二)。



圖三十三、西部樣點分布。樣點 1、2 為農委會 (2006-2007) 的調查樣點：桃園觀音 (1) 與苗栗白沙屯 (2)。樣點 3-4 為海保署 (2021) 的調查樣點：桃園觀音 (3) 與苗栗白沙屯 (風車聚落) (4)。

表二十二、西部樣點記錄到種類列表。

(灰底標示物種為兩次調查皆有紀錄者。)

2006-2007 (農委會) 人工消波塊		2021 (海保署) 人工海岸	
桃園觀音	苗栗白沙屯	AS-003_觀音	AS-008_白沙屯 (風車聚落)
Ostreidae 牡蠣科 <i>Crassostrea ariakensis</i> 近江牡蠣 Grapsidae 方蟹科		紅藻 Balanidae 藤壺科 <i>Amphibalanus amphitrite</i> 紋藤壺	

<i>Gaetice depressus</i> 平背蜞 <i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹 <i>Metopograpsus thukuhar</i> 方形大額蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i> 小厚紋蟹 Portunidae 梭子蟹科 <i>Scylla serrata</i> 鋸緣青蟹 Xanthidae 扇蟹科 <i>Leptodius sanguineus</i> 肉球皺蟹 <i>Ozius rugulosus</i> 皺紋團扇蟹 Porcellanidae 瓷蟹科 <i>Petrolisthes japonicus</i> 日本岩瓷蟹	<i>Fistulobalanus albicostatus</i> 白脊管藤壺 Chthamalidae 小藤壺科 <i>Chthamalus malayensis</i> 馬來小藤壺 Tetraclitidae 笠藤壺科 <i>Tetraclita kuroshioensis</i> 黑潮笠藤壺 Ostreidae 牡蠣科 <i>Saccostrea kegaki</i> 刺牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i> 僧帽牡蠣 <i>Crassostrea angulata</i> 葡萄牙牡蠣 Mytilidae 殼菜蛤科 <i>Septifer virgatus</i> 紫孔雀殼菜蛤 Placunidae 雲母蛤科 <i>Placuna placenta</i> 雲母蛤 Diogenidae 活額寄居蟹科 <i>Clibanarius</i> sp. 1 細螯寄居蟹 <i>Clibanarius</i> sp. 2 細螯寄居蟹 Grapsidae 方蟹科 <i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i> 小厚紋蟹 <i>Grapsus</i> sp. 方蟹 Portunidae 梭子蟹科 <i>Charybdis</i> sp. 蟬 Sesarmidae 相手蟹科 <i>Parasesarma</i> sp. 擬相手蟹 Matutidae 黎明蟹科 <i>Matuta victor</i> 勝利黎明蟹 Dotillidae 毛帶蟹科 <i>Scopimera</i> sp. 股窗蟹 Palaemonidae 長臂蝦科 <i>Palaemon</i> sp. 長臂蝦
--	--

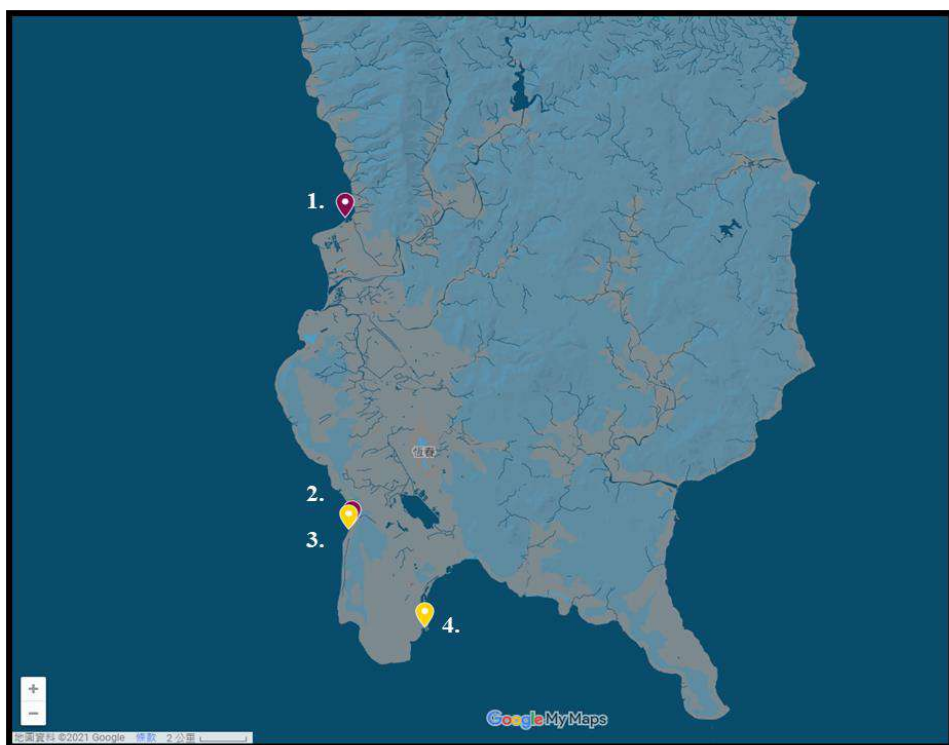
1.3 南部地區

農委會 (2006-2007) 的調查樣點：屏東海口港與屏東紅柴坑；海保署 (2021) 的調查樣點：屏東紅柴坑漁港與屏東核三廠出水口 (圖三十四)。

在 2006-2007 年農委會的人工消波塊調查時，共記錄到 1 種牡蠣科 (Ostreidae) 種類-黑齒牡蠣 (*Saccostrea mordax*)。另外，也記錄到的十足目 (Decapoda) 共 7 科 30 種。大型藻類則記錄到 1 種綠藻與 1 種紅藻 (表二十三)。

在 2021 年海保署的人工消波塊調查時，共記錄到 2 種笠藤壺科 (Tetraclitidae)、4 種小藤壺科 (Chthamalidae) 與 1 種指茗荷科 (Pollicipedidae) 種類，牡蠣科 (Ostreidae) 則記錄到 1 種，障泥蛤科 (Isognomonidae) 1 種。另外，十足目 (Decapoda) 則記錄到 2 科 5 種。大型藻類則記錄到 1 種綠藻與 2 種紅藻 (表二十三)。

兩次調查均有記錄到的種類包括：活額寄居蟹科 (Diogenidae) 的關島硬指寄居蟹 (*Calcinus guamensis*) 與光掌硬指寄居蟹 (*Calcinus laevimanus*) (表二十三)。



圖三十四、南部樣點分布。樣點 1、2 為農委會(2006-2007)的調查樣點：屏東海口港(1)與屏東紅柴坑(2)。樣點 3-4 為海保署(2021)的調查樣點：紅柴坑漁港(3)與核三廠出水口(4)。

表二十三、南部樣點記錄到種類列表。

(灰底標示物種為兩次調查皆有紀錄者。)

2006-2007 (農委會) 人工消波塊		2021 (海保署) 人工海岸	
屏東海口港	紅柴坑漁港	AS-014_紅柴坑漁港	AS-013_核三廠出水口
綠藻 <i>Ulva lactuca</i> 石蓴 紅藻 <i>Centroceras clavulatum</i> 縱胞藻 Ostreidae 牡蠣科 <i>Saccostrea mordax</i> 黑齒牡蠣 Diogenidae 活額寄居蟹科 <i>Calcinus guamensis</i> 關島硬指寄居蟹 <i>Calcinus laevimanus</i> 光掌硬指寄居蟹 <i>Calcinus latens</i> 隱伏硬殼寄居蟹		綠藻 <i>Caulerpa racemosa</i> 總狀蕨藻 紅藻 <i>Hypnea pannosa</i> 巢沙菜 <i>Mastophora rosea</i> 寬珊藻 Tetraclitidae 笠藤壺科 <i>Tetraclita japonica formosana</i> 美麗笠藤壺 <i>Tetraclita kuroshioensis</i> 黑潮笠藤壺 Chthamalidae 小藤壺科	

<i>Calcinus morgani</i> 摩氏硬殼寄居蟹 <i>Calcinus vachoni</i> 瓦氏硬殼寄居蟹 <i>Clibanarius corallinus</i> 珊瑚細螯寄居蟹 <i>Clibanarius englancus</i> 微小細螯寄居蟹 <i>Clibanarius merguiensis</i> 墨吉細螯寄居蟹 Grapsidae 方蟹科 <i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹 <i>Grapsus</i> sp. N <i>Grapsus</i> sp. O <i>Grapsus</i> sp. P <i>Grapsus</i> sp. Q <i>Grapsus</i> sp. R <i>Pachygrapsus minutus</i> 小厚紋蟹 Percnidae 盾牌蟹科 <i>Percnon planissimum</i> 裸掌盾牌蟹 Plagusinae 斜紋蟹科 <i>Plagusia tuberculata</i> 瘤突斜紋蟹 Porcellanidae 瓷蟹科 <i>Petrolisthes asiaticus</i> 亞洲岩瓷蟹 <i>Petrolisthes indicus</i> 印度岩瓷蟹 Pseudoziidae 假團扇蟹科 <i>Pseudozius caystrus</i> 礁石假團扇蟹 Xanthidae 扇蟹科 <i>Daira perlata</i> 廣闊疣扇蟹 <i>Epixanthus corrosus</i> 粗粒石扇蟹 <i>Leptodius exaratus</i> 火紅皺蟹 <i>Leptodius sanguineus</i> 肉球皺蟹 <i>Ozius rugulosus</i> 皺紋團扇蟹 <i>Xanthias lamarcki</i> 細粒近扇蟹 <i>Xanthias</i> sp. MM <i>Xanthias</i> sp. NN <i>Xanthias</i> sp. OO <i>Xanthias</i> sp. PP	<i>Chthamalus malayensis</i> 馬來小藤壺 <i>Chthamalus moro</i> 直背小藤壺 <i>Hexechamaesipho pilsbryi</i> 皮氏六板小藤壺 <i>Octomeris</i> sp. 多肋藤壺 Pollicipedidae 指茗荷科 <i>Capitulum mitella</i> 龜爪 Ostreidae 牡蠣科 <i>Saccostrea cucullata</i> 僧帽牡蠣 Isognomonidae 障泥蛤科 <i>Isognomon acutirostris</i> 障泥蛤 Diogenidae 活額寄居蟹科 <i>Calcinus guamensis</i> 關島硬指寄居蟹 <i>Calcinus laevimanus</i> 光掌硬指寄居蟹 <i>Calcinus morgani</i> 摩氏硬殼寄居蟹 Percnidae 盾牌蟹科 <i>Percnon guinotae</i> 基氏盾牌蟹 <i>Percnon sinense</i> 中華盾牌蟹
--	--

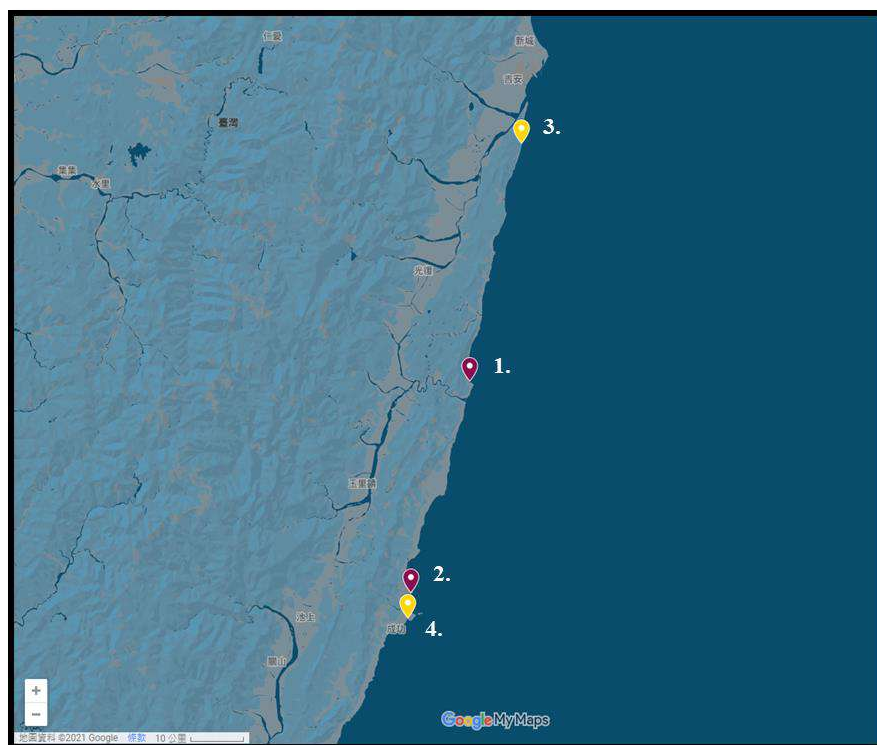
1.4 東部地區

農委會 (2006-2007) 的調查樣點：花蓮石梯坪與臺東小港；海保署 (2021) 的調查樣點：花蓮鹽寮與基翬漁港 (圖三十五)。

在 2006-2007 年農委會的人工消波塊調查時，共記錄到藤壺 2 科 4 種。十足目 (Decapoda) 則有 7 科 23 種。大型藻類則記錄到 1 種紅藻 (表二十四)。

在 2021 年海保署的人工消波塊調查時，共記錄到 1 種笠藤壺科 (Tetraclitidae)、4 種小藤壺科 (Chthamalidae) 與 1 種指茗荷科 (Pollicipedidae) 種類，牡蠣科 (Ostreidae) 則記錄到 2 種，障泥蛤科 (Isognomonidae) 1 種。另外，十足目 (Decapoda) 則記錄到 3 科 4 種 (表二十四)。

兩次調查均有記錄到的種類包括：笠藤壺科 (Tetraclitidae) 的美麗笠藤壺 (*Tetraclita formosana*) 與小藤壺科 (Chthamalidae) 的馬來小藤壺 (*Chthamalus malayensis*) 與直背小藤壺 (*Chthamalus moro*)，以及方蟹科 (Grapsidae) 的細紋方蟹 (*Grapsus tenuicrustatus*) (表二十四)。



圖三十五、東部樣點分布。樣點 1、2 為農委會 (2006-2007) 的調查樣點：花蓮石梯坪 (1) 與臺東小港 (2)。樣點 3-4 為海保署 (2021) 的調查樣點：花蓮鹽寮 (3) 與臺東基翬漁港 (4)。

表二十四、東部樣點記錄到種類列表。

(灰底標示物種為兩次調查皆有紀錄者。)

2006-2007 (農委會) 人工消波塊		2021 (海保署) 人工海岸	
台東小港	花蓮石梯坪	AS-017_鹽寮	AS-016_基翬漁港
紅藻		Tetracitidae 笠藤壺科	
crustose coralline algae 殼狀珊瑚藻		<i>Tetracitella formosana</i> 美麗笠藤壺	
Tetracitidae 笠藤壺科		Chthamalidae 小藤壺科	
<i>Tetracitella formosana</i> 美麗笠藤壺		<i>Chthamalus malayensis</i> 馬來小藤壺	
<i>Tetracitella multicostata</i> 多肋小笠藤壺		<i>Chthamalus moro</i> 直背小藤壺	
Chthamalidae 小藤壺科		<i>Microeuraphia withersi</i> 小藤壺	
<i>Chthamalus malayensis</i> 馬來小藤壺		<i>Octomeris</i> sp. 多肋藤壺	
<i>Chthamalus moro</i> 直背小藤壺		Pollicipedidae 指茗荷科	
Diogenidae 活額寄居蟹科		<i>Capitulum mitella</i> 龜爪	
<i>Calcinus guamensis</i> 關島硬指寄居蟹		Ostreidae 牡蠣科	

<i>Calcinus minutus</i> 微小硬殼寄居蟹 <i>Calcinus morgani</i> 摩氏硬殼寄居蟹 <i>Calcinus vachoni</i> 瓦氏硬殼寄居蟹 <i>Clibanarius englancus</i> 微小細螯寄居蟹 <i>Dardanus lagopodes</i> 毛足真寄居蟹 Coenobitidae 陸寄居蟹科 <i>Coenobita rugosus</i> 灰白陸寄居蟹 Grapsidae 方蟹科 <i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹 <i>Grapsus tenuicrustatus</i> 細紋方蟹 Percnidae 盾牌蟹科 <i>Percnon planissimum</i> 裸掌盾牌蟹 Majidae 蜘蛛蟹科 <i>Simocarcinus obtusirostris</i> 鈍形三角蟹 Xanthidae 扇蟹科 <i>Pseudozoeus caystrus</i> 礁石假團扇蟹 <i>Xanthias</i> sp. 1 <i>Xanthias</i> sp. 3 <i>Xanthias</i> sp. 4 Porcellanidae 瓷蟹科 <i>Novorostrum indicum</i> 印度異額瓷蟹 <i>Petrolisthes coccineus</i> 紅褐岩瓷蟹 <i>Petrolisthes hastatus</i> 矛形岩瓷蟹 <i>Petrolisthes haswelli</i> 哈氏岩瓷蟹 <i>Petrolisthes lamarrckii</i> 拉氏岩瓷蟹 <i>Petrolisthes</i> cf. <i>mesodactylon</i> <i>Petrolisthes scabriculus</i> 粗糙岩瓷蟹 Alpheidae 槍蝦科 <i>Alpheus</i> sp. 2	<i>Crassostrea angulata</i> 葡萄牙牡蠣 <i>Saccostrea cucullata</i> 僧帽牡蠣 Isognomonidae 障泥蛤科 <i>Isognomon acutirostris</i> 障泥蛤 Diogenidae 活額寄居蟹科 <i>Clibanarius virescens</i> 綠色細螯寄居蟹 Grapsidae 方蟹科 <i>Grapsus tenuicrustatus</i> 細紋方蟹 <i>Pachygrapsus minutus</i> 小厚紋蟹 Xanthidae 扇蟹科 <i>Lydia annulipes</i> 環紋金沙蟹
--	--

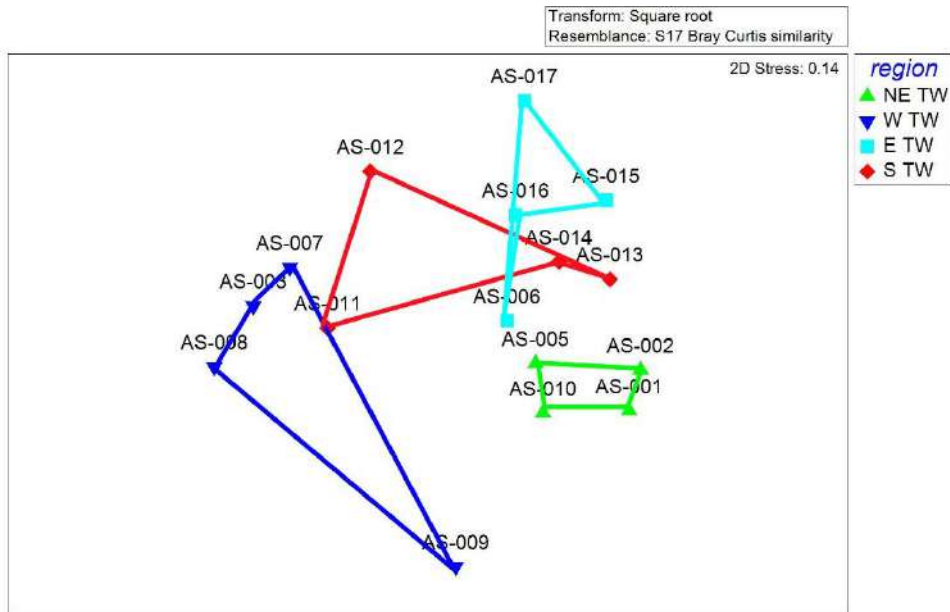
2021 年與 2006-2007 年的人工海岸調查相比，十足類 (Decapoda) 的種類數目較少，主要可能的原因是採集方法的不同，在 2006-2007 年的調查當中，調查團隊除了進行岸上的調查之外，也同時進行水下的潛水調查，因此，在 2006-2007 年的調查結果當

中，有許多的水下種類，像是關島硬指寄居蟹 (*Calcinus guamensis*)、瓦氏硬殼寄居蟹 (*Calcinus vachoni*)、...等。不同樣點之間或周遭環境的特性差異，可能會影響可以觀察到的種類，有可能是影響上述表格間的種類的差異的因素。

2. 人工海岸生物群聚分析

總括 16 個樣點中穿越線的方式得出之種數在所有樣框之平均數量。以多變數分析軟體 (Primer 6) (Clarke and Gorley, 2006)，分析 16 個樣點間之 resemblance。再以 Bray-Curtis similarity index 算出 16 個樣點間之相似度、並以 Analysis of Similarity (ANOSIM) (Clarke 1993) 算出 16 個樣點間之相似度有否顯著差異。以 resemblance 之資料作出 16 個樣點中之空間排序分析 (nMDS) 之數值之分析，以得知 16 個樣點中之空間排序樣式 (Clarke 1993)。

在 nMDS 空間排序分析中顯示 16 個樣點中的 ordination 可分為 4 大群 (圖三十六)。東北、東部、南部及西部海岸各自成群。東北、東部、南部之相似度較近，西部則較遠。ANOSIM 結果顯示 R value 為 0.43， p value < 0.05 ，ordination 群之間差異顯著。



圖三十六、十六個人工海岸生物群聚在 nMDS 空間排序。綠色：東北海岸、藍色：西海岸、紅色：南部海岸、青色：東部海岸。AS-號碼為本計劃人工海岸樣點號。

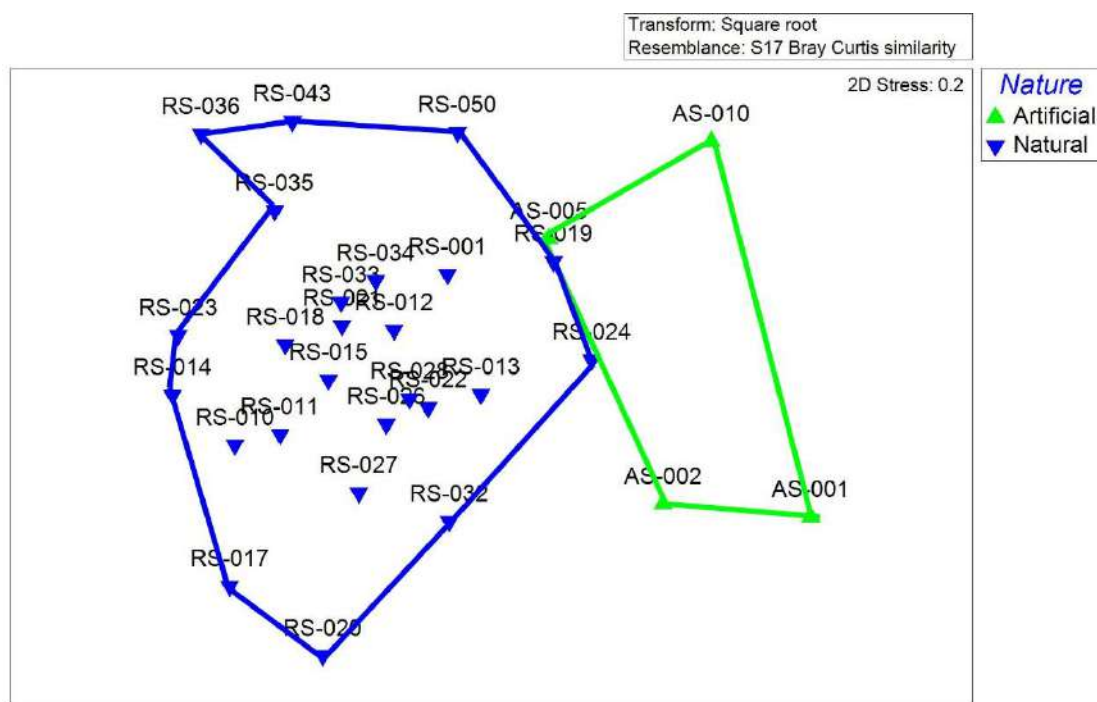
3. 天然及人工海岸生物群聚分析

- 1) 比較北部、東部、南部之天然及人工海岸種數及其平均數量：以 109 年天然岩礁海岸調查計劃之臺灣本島 49 樣點與本計劃北部、東部及南部各 4 處人工海岸調查樣點進行比較，西部地區由於主要是沙岸，沒有天然岩礁的調查結果，故不列入比較中。

北部：

在 nMDS 圖中，東北四個人工海岸之 ordination 跟天然岩岸計劃中之 25 個樣點明顯分為天然及人工海岸 2 群 (圖三十七)，ANOSIM 結果顯示

R value 為 0.652，p value < 0.05，ordination 群之間差異顯著。SIMPER 分析顯示黑潮笠藤壺、美麗笠藤壺及馬來小藤壺於天然岩岸較多。相反顆粒玉黍螺則於人工海岸較多。這四種已達天然及人工海岸 40%之歧異度。

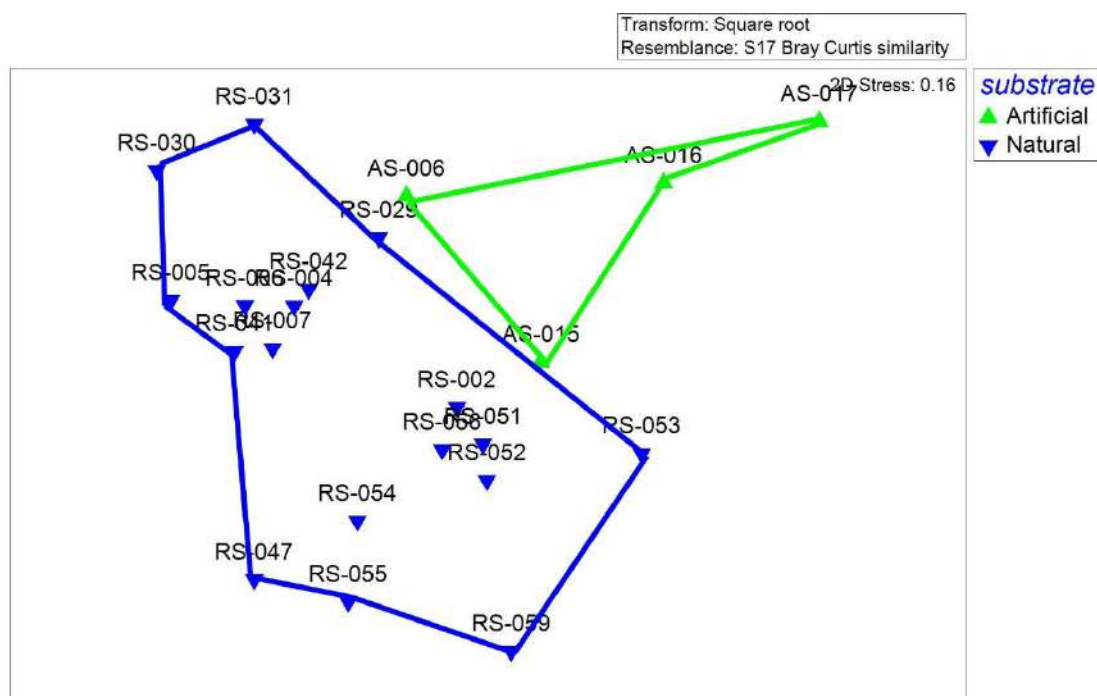


圖三十七、東部人工海岸（綠色）及天然岩岸（藍色）生物群聚在 nMDS 空間排序。AS-號碼為本計劃人工海岸樣點號。RS-號碼為天然岩礁計劃之樣點號。

東部:

在 nMDS 圖中，東部四個人工海岸之 ordination 跟天然岩岸計劃中之 18 個樣點明顯分為天然及人工海岸 2 群（圖三十八），ANOSIM 結果顯示 R value 為 0.439，p value < 0.05，ordination 群之間差異顯著。SIMPER 分

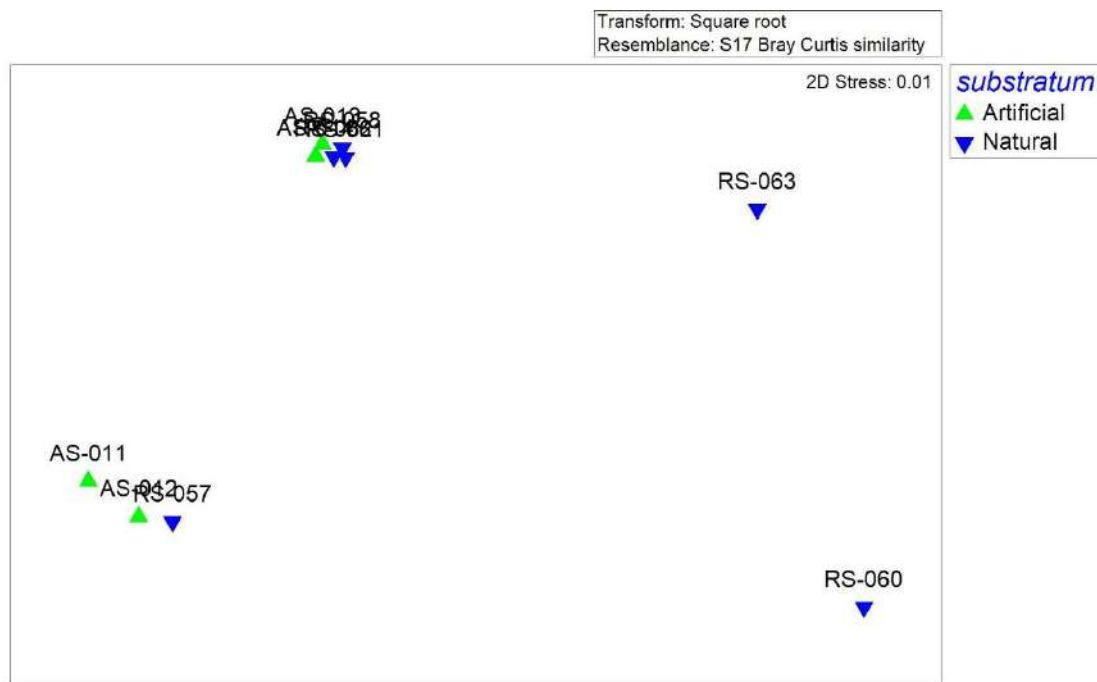
析顯示美麗笠藤壺及馬來小藤壺於天然岩岸較多。相反顆粒玉黍螺及牡蠣則於人工海岸較多。這四種已達天然及人工海岸 43.7%之歧異度。



圖三十八、東部人工海岸（綠色）及天然岩岸（藍色）生物群聚在 nMDS 空間排序。AS-號碼為本計劃人工海岸樣點號。RS-號碼為天然岩礁計劃之樣點號。

南部

在 nMDS 圖中，南部四個人工海岸之 ordination 跟天然岩岸計劃中之 6 個樣點沒有明顯分群（圖三十九），ANOSIM 結果顯示 R value 為 0.171，p value > 0.05，ordination 群之間沒有顯著差異。可能因為樣點間的差異較大，造成不同棲地間的差異不明顯，建議加入第二年計劃的樣點資料後，再進行分析比較。

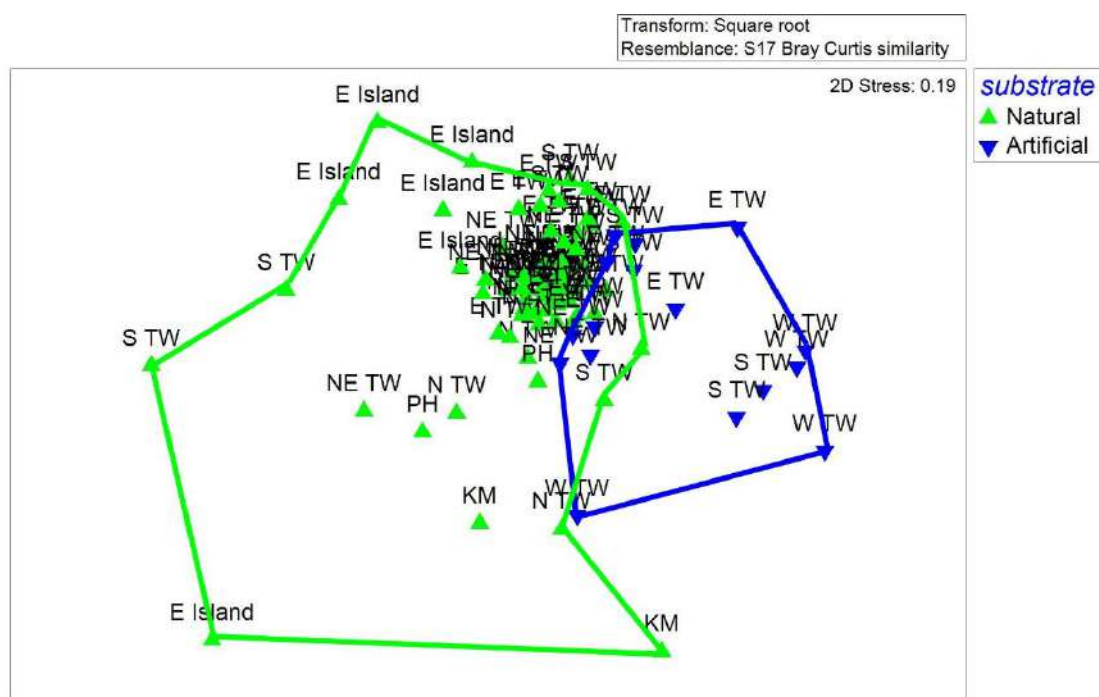


圖三十九、南部人工海岸（綠色）及天然岩岸（藍色）生物群聚在 nMDS 空間排序。AS-號碼為本計劃人工海岸樣點號。RS-號碼為天然岩礁計劃之樣點號。

整體比較

在 nMDS 圖中，全臺 16 個人工海岸之 ordination 跟天然岩岸計劃中之 67 個樣點明顯分為天然及人工海岸 2 群 (圖四十)，ANOSIM 結果顯示 R value 為 0.327，p value < 0.05 ，ordination 群之間差異顯著。在 nMDS 中，部份東北角及南部之人工海岸較為接近天然岩岸之群聚。SIMPER 分析顯示美麗笠藤壺及黑潮笠藤壺於天然岩岸較多。相反顆粒玉黍螺、紋藤壺及牡蠣則於人工海岸較多。這 5 種已達天然及人工海岸 43.3% 之歧異

度。



圖四十、全臺人工海岸（綠色）及天然岩岸（藍色）生物群聚在 nMDS 空間排序。AS-號碼為本計劃人工海岸樣點號。RS-號碼為天然岩礁計劃之樣點號。E Island -東部島嶼、NE -東北角、PH -澎湖、KM -金門馬祖、E 東部、W -西部、S -南部、N -北部。

六、研擬我國岩礁及人工海岸生態資源保育管理初步建議

岩礁計畫保育建議:

109 年岩礁調查計畫擬用計分方式評估 67 個岩礁保育條件，以實地考察環境條件(包括人造建物、汙水出水口、遊客數量、潮池數量及泥沙淤積情度) 及生物物種總數給與不同之加權分數，分數越高、岩礁岸的保育條件越為優先。總分數最高為 100 分，代表最好之保育地點。

人工海岸保育建議:

本計畫顯示人工海岸之生物種數比天然岩岸為少。人工海岸也跟天然岩岸之群聚有明顯差異。人工海岸有較多之耐熱的顆粒玉黍螺，有可能是因為表面光滑之水泥消波塊較表面複雜之天然岩岸有較高之溫度，故人工海岸有較多之耐熱之顆粒玉黍螺。人工海岸之水泥表面較利於紋藤壺及牡蠣生長，比天然岩岸之笠藤壺及笠貝為優勢種有差別。

從 google earth 調查全臺海岸線近 15 年之變化，發現投放於沙地上之消波塊在數年後被沙埋。相反投放於岩岸上之消波塊則變化較少。在生物調查及多變數分析上顯示，在岩石上之消波塊有較相似天然岩岸之生物群聚。

保育人工海岸，建議挑選以在岩石上投放多年之消波塊為優先考量。這考量是以目前已經投放的消波塊為主，而非建議將新的消波塊投放於岩石上。年代較久遠的消波塊因在演替的中後階段，故較接近天然的岩岸。

另可仿效國外於水泥表面裝上花盆，以模擬天然潮池的環境或其他使表面複雜化之結構，以提升微棲地多樣性及物種數量。第二年之計劃包括 32 個樣點。計劃結束後可作更仔細之分析及進一步建議。

七、辦理調查訓練課程培訓海保署海洋保育巡查員

培訓課程已於 110 年 10 月 5 日與 10 月 6 日於中央研究院跨領域大樓
舉辦詳細課程活動資料如下：

1. 報名簡章

2021 年海洋保育署人工海岸調查計畫培訓課程

課程目的：

為了讓受訓人員了解潮間帶調查的實際執行步驟及方法，於本案辦理兩場次調查訓練課程。每場課程時間為 9:00 至 17:00，上午於中研院生物多樣性研究中心上室內課程，介紹潮間帶生態及調查方法，並派發講義；下午前往基隆八斗子之人工消波塊及番仔澳海岸或瑞濱海岸之天然海岸進行實地操作，示範使用樣線、樣框之採集方法及物種盤點方式，以培訓海保署海洋保育巡查員，使之具備能獨立作業調查天然岩礁及人工海岸生物多樣性的能力。

1. 辦理日期：為配合實地操作地點之潮汐時間，預計於 110 年 10 月 5 日 (第一梯次)、110 年 10 月 6 日 (第二梯次) 舉辦訓練課程。若天候不佳 (如遇颱風或風浪太大)，可能延期或改其他方式辦理課程，另因應新冠肺炎影響，可能提供備案方式。
2. 辦理地點：
室內課程：中央研究院 跨領域大樓一樓 101 會議室 (台北市南港區研究院路 2 段 128 號)
室外課程：基隆八斗子大坪海岸 (25.1468641757283, 121.7939381726973)，及番仔澳海岸 或瑞濱海岸(25.123669, 121.819533)。

(因應疫情影響，室內課需維持室內 50 人以下，並全程配戴口罩；室外實務課程請保持安全距離，並全程配戴口罩。)
3. 報名對象：海保署海洋保育巡查員，每場 10-20 人。
4. 報名方式：利用 google 表單進行線上報名「2021 年海洋保育署人工海岸調查計畫培訓課程」，報名網址：<https://forms.gle/aTsrg3PG1XC1xo1MA>

教育訓練流程與課程內容：

時間	課程主題	內容
09:00~09:30	報到	領取名牌及課程講義。
09:30~10:20	潮間帶生態學	[室內課程] 介紹潮間帶獨特的環境及常見生物。
10:20~11:00	潮間帶生態調查方法介紹	[室內課程] 介紹如何使用樣線、樣框之調查採集方法。
11:10~11:40	午餐、休息時間	午餐期間會準備隔板，保持安全距離，用餐請勿交談。
11:40~11:50	行前準備	行前裝備清點及注意事項提醒。
11:50~12:30	前往基隆八斗子大坪海岸及番仔澳海岸或瑞濱海岸	約 30~40 分鐘車程，選定調查地點。
13:00~16:00	進行實地示範天然海岸及人工海岸調查方法及綜合討論。	[室外課程] 現場實習人工海岸及天然海岸樣線調查方法及潮間帶生物辨識，實習後進行綜合討論。 (室外實習作業時請全程配戴口罩)
16:30~17:00	回程	器材整理，並返回中研院結束課程。

注意事項

1. 請自行攜帶防滑鞋或套鞋，潮間帶岩石濕滑，切勿穿著拖鞋，以免發生危險。
2. 著輕便易活動之衣物，可攜帶帽子或薄長袖等防曬衣物。
3. 請準備充足飲用水，並自行攜帶個人藥品。
4. 為落實防疫，請全程配戴口罩（午餐期間會準備隔板，保持安全距離用餐請勿交談）。
5. 活動前請填寫健康申報表，活動前一個月如有出國或身體不適，請勿參加本活動。

2. 課程講義

2021 年海洋保育署人工海岸調查 計畫培訓課程

課程講義

日期：110 年 10 月 5 日，09:00-17:00（第一梯次）

110 年 10 月 6 日，09:00-17:00（第二梯次）

地點：中央研究院跨領域大樓一樓 101 會議室

（台北市南港區研究院路二段 128 號）

主辦單位：中央研究院生物多樣性研究中心

委辦單位：海洋委員會海洋保育署

教育訓練流程與課程內容：

時間	課程主題	內容
09:00~09:30	報到	領取名牌及課程講義。
09:30~10:20	潮間帶生態學	[室內課程] 介紹潮間帶獨特的環境及常見生物。
10:20~11:00	潮間帶生態調查方法介紹	[室內課程] 介紹如何使用樣線、樣框之調查採集方法。
11:10~11:40	午餐、休息時間	午餐期間會準備隔板，保持安全距離，用餐請勿交談。
11:40~11:50	行前準備	行前裝備清點及注意事項提醒。
11:50~12:30	前往基隆八斗子大坪海岸、番仔澳海岸(或瑞濱海岸)	約 30~40 分鐘車程，選定調查地點。
13:00~16:00	進行實地示範天然海岸及人工海岸調查方法及綜合討論。	[室外課程] 現場實習人工海岸及天然海岸樣線調查方法及潮間帶生物辨識，實習後進行綜合討論。 (室外實習作業時請全程配戴口罩)
16:30~17:00	回程	器材整理，並返回中研院結束課程。

注意事項

1. 請自行攜帶防滑鞋或套鞋，潮間帶岩石濕滑，切勿穿著拖鞋，以免發生危險。
2. 著輕便易活動之衣物，可攜帶帽子或薄長袖等防曬衣物。
3. 請準備充足飲用水，並自行攜帶個人藥品。
4. 為落實防疫，請全程配戴口罩（午餐期間會準備隔板，保持安全距離用餐請勿交談）。
5. 活動前請填寫健康申報表，活動前一個月如有出國或身體不適，請勿參加本活動。

因應疫情影響，室內課需維持室內 50 人以下，並全程配戴口罩；室外實務課程請保持安全距離，並全程配戴口罩。

台灣岩岸之生態多樣性及調查方法

陳國勤
中研院生物多樣性研究中心
代理主任



潮間帶

- 海與陸之交界
- 漲潮時被海水淹沒
- 低潮時暴露於空氣中
- 潮差大抵為 2.5 米



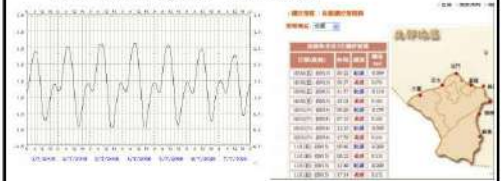
為什麼潮間帶是有趣的生態環境？

- 潮間帶：世界性的海岸線
- 岩岸、沙灘、紅樹林及人工海岸
- 世界性的重要生態環境



潮汐

- 地球自轉，月亮與太陽之引力所形成
- 一天之內有兩次滿潮及乾潮
- 潮間帶每天有2次(大約6小時)暴露於空氣中



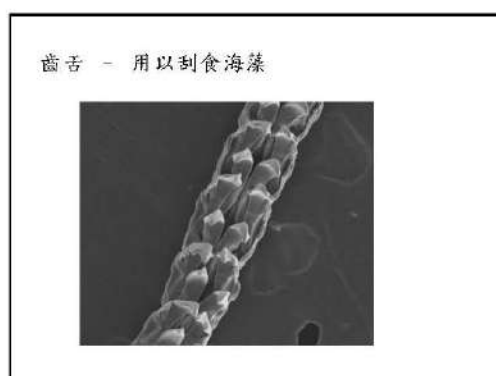
岩岸生物分佈

- 帶狀分佈



岩岸生物帶狀分佈



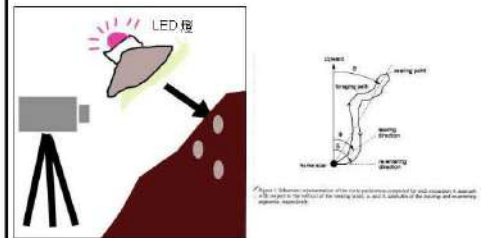


笠貝會乖乖的回家嗎? 返家行為



國外返家行為之實驗

Chelazzi et al. (1998) Journal of Marine Biological Association of UK, 78: 1223-1232



返家路線

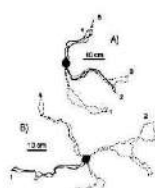
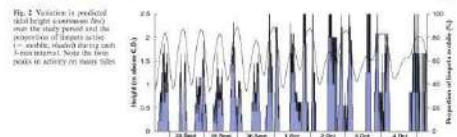


Figure 2. Examples of consecutive homing attempts of two limpets (labeled A and B) on a vertical rock at Mard Rhu (Scotland). The two attempts of limpet (A) were completed in November 1992. Repetitive attempts of limpet (B) were completed in April 1993. Thick circles indicate home sites.

不是所有的笠貝都會返家的! Williams et al. 2006. Marine Biology 149:775-787



- *Celiana grata*
- 受到潮汐週期影響



笠貝會按時吃飯嗎 - 體內時鐘?

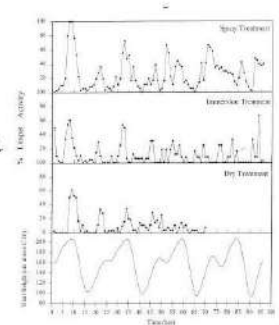
- 笠貝只在滿潮時活躍
- 乾潮時休息



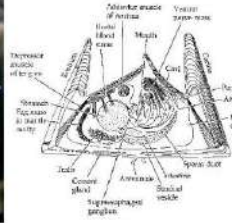
潮汐與笠貝:

在實驗室沒有潮汐之環境

體內時鐘!!!



藤壺(甲殼類)固著性



達爾文 Darwin

- 1859 物種起源
- 從事10年之藤壺分類研究
- 1851-1854 發表4部藤壺分類巨著



濾食者

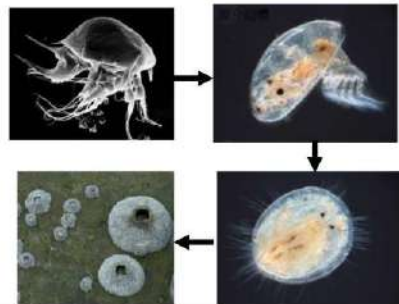
- 藤壺(甲殼類)固著性



雌雄同體



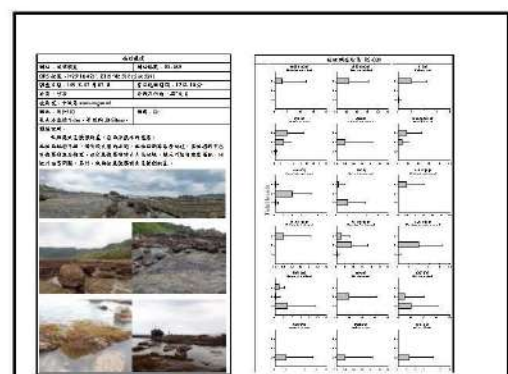
繁殖週期：浮游幼體，附著固定之成體

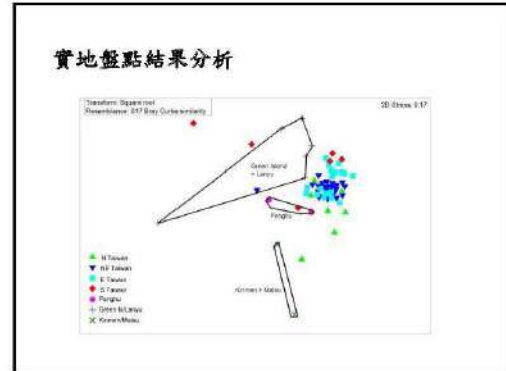




調查方法I (簡易盤點)

- 每個樣點: 60分鐘內, 雙人於60公尺之潮間帶採集樣區內之樣本, 以95%酒精保存及處理, 以數位相機拍攝紀錄生物, **以得出各樣點之品種列表**
- 於高潮區(玉蕊礁之潮區), 中潮區(笠藤壺/石柯之潮區)及低潮區(笠藤壺以下之潮區), 各潮區隨機放10個25 x 25 cm樣框, 以數位相機拍攝樣框
- 此方法可得出品種列表及樣框照片以紀錄優勢種之數量及群落結構
- 樣框照片會數出優勢種(藤壺, 笠貝, 玉蕊礁、石柯及石蟹)的數量, 每優勢種均可算出平均個體數量(individuals per 25 x 25 cm²)
- 於67樣點之品種列表以多變數Primer軟體進行分析, 探討不同樣點於nMDS (non metric Multidimensional Scaling)中之分群





- 在nMDS空間排序分析中顯示67個樣點中的ordination可分為4大群。
- 台灣本島之樣點包括北海岸、東丘角、東海岸及南部海岸之樣點較相近，集中在一族群。
- 東海外島(綠島、蘭嶼)則另成一類。
- 澎湖及金門島組成另外兩類。

台灣岩礁生態系普查結果

全台灣67處岩礁生態系普查結果

站名	站號	位置	面積	水深	底質	生物多樣性	生態健康
基隆	101	基隆港	1.2	10	沙泥	低	差
台北	102	淡水港	1.5	15	沙泥	低	差
台中	103	台中港	2.0	20	沙泥	低	差
台南	104	台南港	1.8	18	沙泥	低	差
高雄	105	高雄港	2.5	25	沙泥	低	差
屏東	106	屏東港	1.0	10	沙泥	低	差
花蓮	107	花蓮港	1.5	15	沙泥	低	差
台東	108	台東港	1.2	12	沙泥	低	差
澎湖	109	澎湖港	1.0	10	沙泥	低	差
金門	110	金門港	1.0	10	沙泥	低	差

- ### 岩礁生態資源保育管理建議
- 根據實地調查收集之環境資料整理出的環境因子，本計劃擬用以下之計分方式，以不同條件給與不同之加權分數，分數越高，岩礁區的保育條件越為優良。
 - 評分16個指標
 - 環境(5指標×30%) + 生物多樣性(11指標×70%)
 - (100 marks total)

- ### 環境因子評分方式 (總分30分)
- 人造建物：樣點是否有觀察到人造建物如消波塊、港口、碼頭等。
 - 人造建物直接在岩礁上：0分。
 - 人造建物位於岩礁旁：3分。
 - 無人造建物：6分。
 - 污水出水口：樣點是否有觀察到排放廢水的污水口。
 - 污水出水口靠近岩礁：0分。
 - 污水出水口離岩礁至少100公尺：3分。
 - 無污水出水口：6分。
 - 遊客數量：調查時觀察到的遊客數量。
 - >20人：0分。
 - 10-20人：3分。
 - 0-10人：6分。

- (4) 潮池數量：調查時觀察到的潮池數量(水深 ≥ 40 cm之潮池為考量)。
- 0個：0分。
 - 1-10個：3分。
 - >10個：6分。
- (5) 泥沙淤積：視點是否夾雜在沙灘中，而觀察到泥沙堆積的狀況。
- 嚴重淤積：0分。
 - 輕微淤積：3分。
 - 無淤積：6分。
- (1)-(5)為實地考察結果，總分共30分。

1. 人造建物



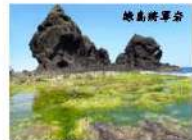
人造建物直接建在岩礁上：0分



人造建物位於岩礁旁：3分



無人人造建物：6分



無人人造建物：6分

2. 汗水出水口



汗水出水口離岩礁至少100公尺：3分



無汗水出水口：6分



汗水出水口：0分



無汗水出水口：6分

3. 遊客數量



遊客數量>20人：0分



遊客數量：10-20人：3分



遊客數量：0-10人：6分



遊客數量：0-10人：6分

4. 潮池數量



0個：0分



>10個：6分



1-10個：3分

5. 泥沙淤積



嚴重淤積：0分



輕微淤積：3分



無淤積：6分

生物種類總數：樣點動物及藻類生物物種
數量總合(總分70分)

0-20種：14分
21-40種：28分
41-60種：42分
61-80種：56分
81-100種：70分

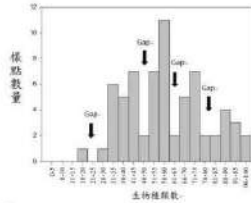


圖 1-5 生物物種數目與樣點中大直徑藻、黑毛管珊瑚等生物分佈之關係 (Gap)。

環境與生物指標總和排名

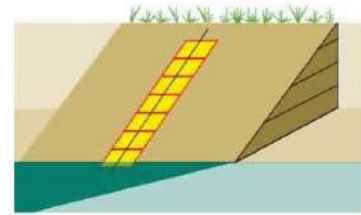
高					低				
NO.	名稱	環境指標總和	生物指標總和	總和	NO.	名稱	環境指標總和	生物指標總和	總和
NO.118	雙龍	27	79	97	NO.161	沙港	14	20	42
NO.119	雙龍	27	79	97	NO.162	馬子潭沙港	15	20	40
NO.120	雙龍	27	79	97	NO.163	雙龍港	15	20	40
NO.121	雙龍港	24	79	94	NO.164	雙龍	12	20	35
NO.122	石碇	21	79	91	NO.165	大港	12	20	40
NO.123	二石	21	79	91	NO.166	雙龍	12	20	35
NO.124	雙龍	21	79	91	NO.167	雙龍	12	20	35

2) 岩礁生態樣線調查方法。

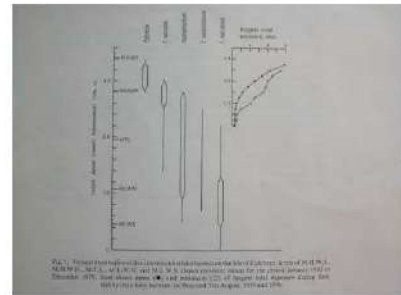
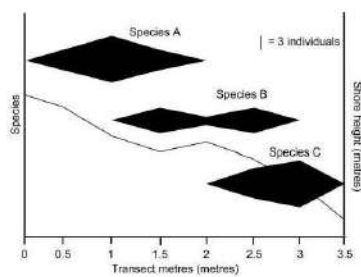
• 東北角深澳岬及花蓮石碇坪為代表性之岩礁區



1) 垂直樣線法

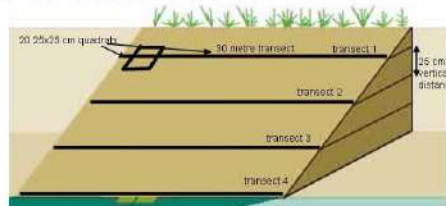


Kite diagram



2) 水平樣線法

- 冬夏兩季，每年調查一次。選擇 30 米之潮間帶範圍，從最高的潮間帶生
- 物分佈之位置(玉春壩之潮區)，水平拉出 30 米的樣線
- 每樣線隨機放置 20 個 $25 \times 25 \text{ cm}^2$ 之樣框。拍攝樣框並採集樣框內生物作定
- 量分析
- 另一樣線以水平儀測量垂直距離為 25 cm 往下移



東北角深澳岬(冬季及夏季)



花蓮石梯坪 (冬季及夏季)



野外安全注意

- 潮汐一於乾潮前 2 小時到達最佳
- 如遇天氣不佳，浪大，請勿進行採集調查
- 攜帶防滑鞋或套鞋，潮間帶岩石濕滑，切勿穿著拖鞋，以免發生危險。
- 著輕便易活動之衣物，可攜帶帽子或薄長袖等防曬衣物。
- 準備充足飲用水，並自行攜帶個人藥品。
- 調查進行中請務必留意自身安全。

____年人工海岸調查工作紀錄		編號:	
調查日期: 年 月 日		農曆日期: 月 日	
測站位置:		GPS 位置: N E	
天氣狀況: 晴朗 / 晴時多雲 / 多雲 / 陰天 / 下雨 / 大雨		氣溫: ℃	
風浪狀況: 平靜如鏡(<0.3M) / 小波(0.3-0.6M) / 小浪(0.6-1M) / 中浪(1-2M) / 大浪(>2M)			
當日乾潮時間 點 分		當日滿潮時間 點 分	
人工建物底質: (沙岸 / 岩岸 / 其他)		人工海岸方向面: °	
波浪度: ☐ 大浪區 Exposed ☐ 中浪區 semi-exposed ☐ 隱蔽區 sheltered			
消波塊類型 / 數量: (圓柱、縱形、四方形、其他)			
消波塊分布情況:			
汙水出水口: (無 / 100 公尺 / 100 公尺以上)			
遊客數量:			
潮池: ☐ 無 ☐ 有: 數量			
泥沙淤積: (無 / 輕微 / 嚴重)			
調查時間: 點 分 至 點 分		採樣人員: 前往方式:	
特殊狀況說明:			

Common intertidal invertebrates

Rocky shore

Photo credits:

B.K.K. Chan, K.J.H. Wong
unless specified



Echinolittorina radiata 細粒玉黍螺



Echinolittorina trochoides 顆粒玉黍螺



Planaxis sulcatus 芝麻螺



Lottia sp. 蓮花青螺屬



Lottia luchuana 雜斑青花螺



Saccostrea cucullata 僧帽牡蠣



Tenguella musiva 斑結螺



Nerita albicilla 漁舟蟹螺



Lunella coronata 珠螺



Mitra sp. 筆螺屬



Liolophura japonica 大駝石蟹



Ophiocoma scolopendrina 海蜈蚣桶蛇尾

3. 活動照片

學員名牌



10月5日第一梯次培訓課 報到



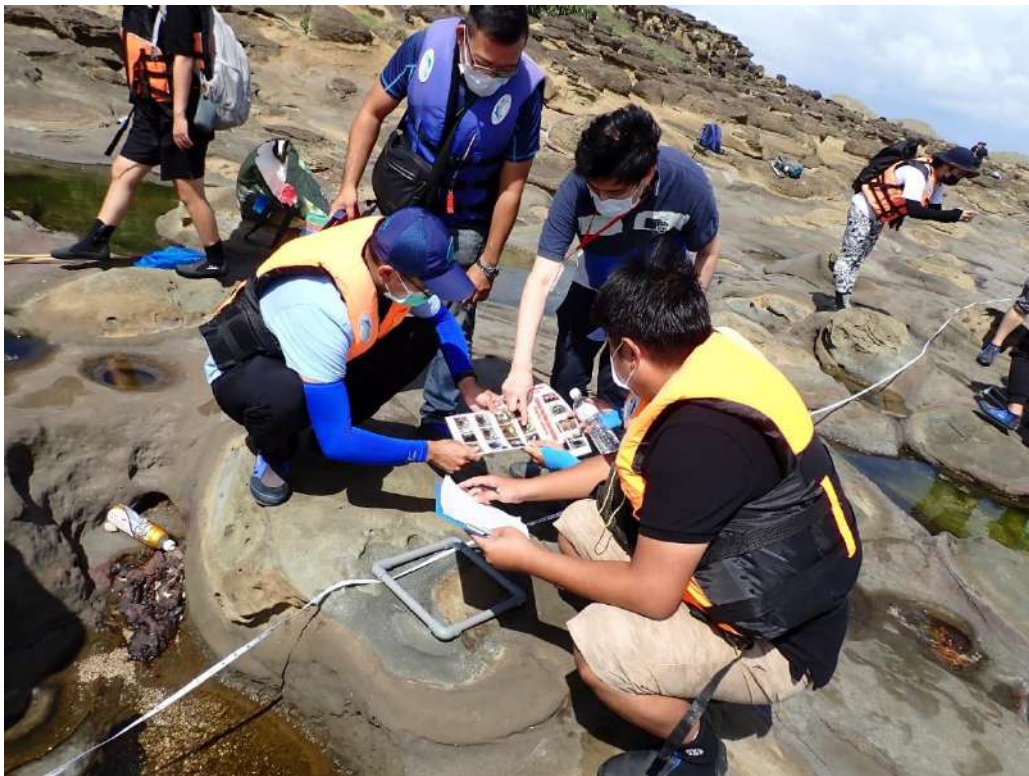
10月5日第一梯次培訓課 室內課程



10月5日第一梯次培訓課 野外實習課程



示範如何以水平尺測量潮間帶之垂直距離，並讓全體學員實作。



示範以樣線及樣框調查方式進行實地調查。



解說指導學員利用物種鑑定表辨認潮間帶常見種類。



第一梯次培訓課程結束，全體合影。

第二梯次 10 月 6 日培訓課程

學員報到



室內課程



野外實習課程



示範如何使用水平尺進行岩岸垂直距離測量



學員分組進行樣線樣框調查。



學員分組進行樣線樣框調查。



使用數位相機記錄樣框中的品種與數量。



完成調查後進行品種鑑定。



第二階段課程結束後，全體合影。

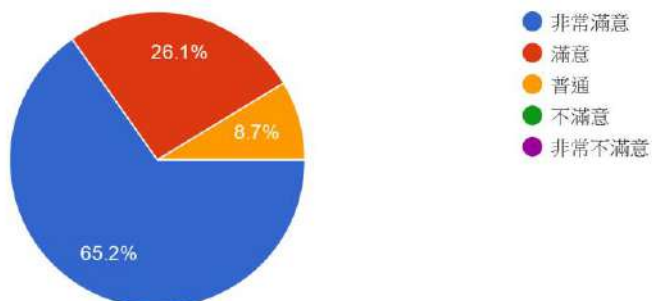
4. 課程結束後每組學員於一周內繳交實習調查報告，並給予評分。

	站點	學員姓名	分數	意見
1	第1工作站	張OO	88	圖表清楚，收集之物種可用列表方式呈現較清楚
2	第1工作站	陳OO	80	1. 未將報告整合成一份 (-2)。2. 天然與人工海岸比較可再描述詳細。
3	第1工作站	魏OO	75	1. 報告不完整
4	第2工作站	許OO	80	1. 圖表應匯出，勿直接截圖excel。2. 如遇到學名，需以斜體表示，例：美麗笠藤壺 (<i>Tetracrita formosana</i>)。
5	第2工作站	周OO	90	圖表清楚，描述清楚。收集物種分類列表很好。
6	第2工作站	林OO	90	圖表清楚，描述清楚，人工海岸與天然海岸差異描述可再豐富。
7	第3工作站	李OO	80	1. 未依要求以PDF方式整合繳交文件 (-4)。2. 天然與人工海岸比較可再描述詳細。
8	第3工作站	劉OO	80	1. 未依要求以PDF方式整合繳交文件 (-4)。2. 天然與人工海岸比較可再描述詳細。
9	第4工作站	李OO	85	1. 未將報告整合成一份 (-2)。2. 收集物種可列表，並非單獨計算數字。
10	第4工作站	郭OO	85	1. 報告排版可統一圖表與字型大小。2. 天然與人工海岸比較可再描述詳細。
11	第4工作站	詹OO	90	1. 圖表清楚，描述清楚。收集物種分類列表很好。
12	第5工作站	江OO	84	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel
13	第5工作站	林OO	84	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel
14	第5工作站	黃OO	84	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel
15	第6工作站	王OO	88	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel，報告整齊，物種列表完整。
16	第7工作站	袁OO	80	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel。2. 收集之物種可用列表方式呈現較清楚。
17	第7工作站	曹OO	86	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel。2. 收集之物種可用列表方式呈現較清楚。
18	第7工作站	陳OO	86	1. 收集之物種可用列表方式呈現較清楚。2. 天然與人工海岸比較可再描述詳細。
19	第8工作站	許OO	84	1. 收集之物種可用列表方式呈現較清楚。2. 天然與人工海岸比較可再描述詳細。
20	第8工作站	廖OO	88	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel。2. 收集之物種可用列表方式呈現較清楚。
21	第9工作站	莊OO	91	報告描述完整，排版整齊。
22	第9工作站	陳OO	84	1. 收集之物種可用列表方式呈現較清楚。
23	第9工作站	徐OO	77	1. 未將報告整合成一份，並以PDF方式繳交 (-2)
24	第10工作站	王OO	80	1. 未將報告整合成一份 (-2)
25	第10工作站	白OO	95	報告描述完整，排版整齊，額外補充資料。
26	第11工作站	單OO	95	報告描述完整，排版整齊，額外補充資料。
27	第11工作站	吳OO	95	報告描述完整，排版整齊，額外補充資料。
28	第12工作站	徐OO	93	報告描述完整，資料整齊。
29	第12工作站	林OO	88	1. 圖表應重製或是畫線匯出，勿直接截圖excel
30	第13工作站	楊OO	77	1. 未依要求以PDF方式繳交文件 (-2)。2. 表格、圖表排版可再調整。
31	第13工作站	楊OO	93	報告描述完整，排版整齊。
32	第13工作站	胡OO	95	報告描述完整，排版整齊。

5. 課程結束後學員意見回饋

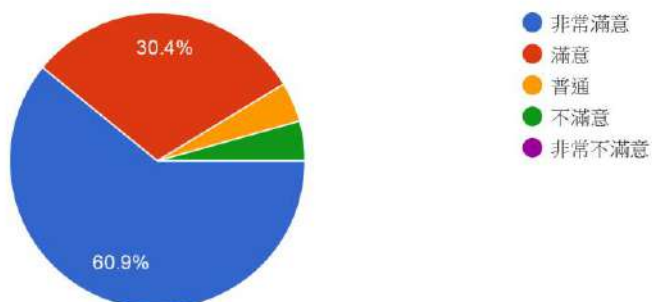
室內課程內容是否對您的工作有所幫助?

23 則回應



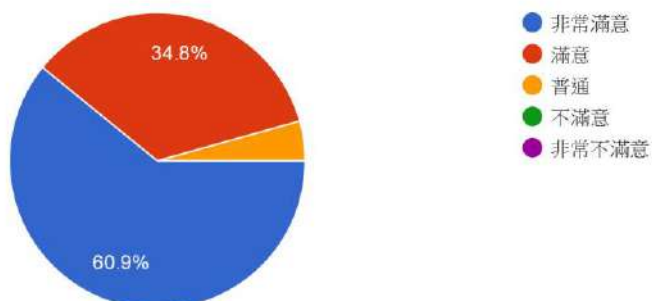
對於室內課程內容是否滿意?

23 則回應



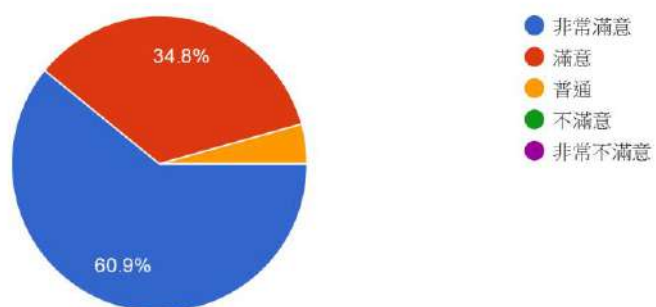
對於野外(室外)課程內容是否達到您的預期?

23 則回應



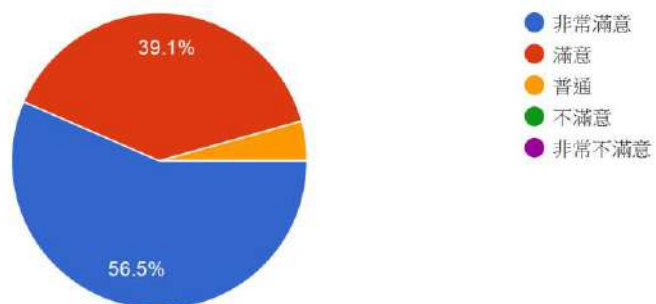
野外(室外)課程內容是否對您的工作有所幫助?

23 則回應



對本次課程之整體安排是否滿意?

23 則回應



八、期中報告審查意見回覆

附件1：與會人員與單位代表發言內容（依發言順序）

委員1

一、 請問海保署是否有統一的報告撰寫格式？如有請廠商配合辦理。

回覆：期末報呈現順序是依照投標標價清單中之工項順序呈現。

二、 建議報告附錄中加入每次審查意見回復表。

回覆：已加入期中報告審查意見回覆(詳見282頁)。

三、 工作項目「蒐集比較天然及人工海岸生物多樣性之相關文獻」一節中(P5)，期中報告初步成果僅呈現人工海岸生物多樣性相關資訊，請加入天然海岸生物多樣性相關文獻。

回覆：新增”2.天然岩岸的生態與生物多樣性”，（詳見8-12頁）。另外，在原來”3.海岸人工化對天然岩岸生物多樣性的影響”的段落當中所引用的文獻也包含了人工海岸與天然海岸的比較。

四、 P15不清楚圖一要呈現的內容，請說明。

回覆：原圖一的內容為Mamo et al. (2020)在調查的時候所拍攝的樣框照片，用於做為控制組與對照組的藻類組成在不同時間點出現變化的樣框範例，用以表現藻類的組成在人工海岸的工程影響下造成的差異（詳見20-21

頁)。

五、 P41目前臺灣有紀錄的大型底棲藻類數量，請更新其數量及最新的引用文獻。

回覆：新增的引用文獻在”6.1 大型藻類 (macroalgae)”，包括：行政院科技部(2016)在基隆的調查與王 (2020)在墾丁海域的調查(詳見第48-49頁)。
另外，也新增了Chang and Tseng (2010)，說明過去的生態事件對大型藻類生長與分布的影響 (詳見第49頁)。

六、 工作項目「盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況和了解近年變遷狀況」一節中(P66)，在盤點臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況部分，請詳細分析描述。

回覆：已於第77-96頁中詳細描述臺灣本島海岸地區人造建物之分布現況。

七、 P69圖十請將圖說標示在圖下面。

回覆：已將圖片更新為圖十一，圖說已標示在圖片下方 (詳見第92頁)。

八、 臺灣本島海岸地區人造建物之近年變遷狀況初步成果(P72)，請詳細分析描述以利閱讀。此部分目前只針對東北部、東部人工海岸變化 (P72~154) 有初步成果，尚缺中部、南部人工海岸變化成果。初步成果中每一地點都標示有「改變時間」是要表示何訊息？每一地點最後一張照片

都註記「Google Earth最新圖像」，請問這些照片未作任何標示，欲呈現何內容？

回覆：期末報告前已完成全臺灣本島人工海岸近20年變化資料，共列出157個近20年有明顯變化之人工海岸樣點資料，請詳見第97至106頁與附錄一(光碟中之電子檔)。

委員2

一、 同意王委員意見，建議報告附錄中加入每次審查意見回復表

回覆：已加入期中報告審查意見回覆 (詳見282頁)。

二、 主持人是優秀的研究人員，文獻回顧和收集都很努力，但在分項說明中，可以多加一些不同實驗結果的科學解釋，日後對外說明或應用時會更有幫助。

回覆：在”3.海岸人工化對天然岩岸生物多樣性的影響”當中列舉的案例當中加入造成影響的可能原因 (詳見第14-27頁)。

三、 在全球暖化、海水上升的趨勢下，人工海岸可能是未來保護家園、卻又可同時加入科學設計讓海洋生物可以一起分享利用的必要作法，因此在分析人工海岸生物狀況時，用的角度不一定是說它們不好，而是如何利用生物友善的人工修飾，讓它們變得更好，以協助人類和海洋生命，度過氣候變遷的衝擊。

回覆: 文獻回顧當中修改了”4.人工海岸的改善對策”的段落，說明人工海岸是目前對抗海岸線侵蝕的主要方法之一 (詳見第28頁)。另外，在人工海岸的改善方法當中，新增了Strain et al. (2020) 的海牆磚測試研究，說明透過人工海岸的改善與修飾，將有機會幫助提供其他生物作為棲息的環境，讓人工海岸在對抗海岸線侵蝕之餘，也可做為部分生物的避難所 (詳見第38-40頁)。

四、 有些生物群聚或基因組成的變化，是由於新附著生物對環境的選擇、種間競爭或新棲地對同一物種不同基因型表現個體的淘汰，而不是人工海岸本身的問題，雖不容易說得清楚，但卻是回復如何施作改善的關鍵，建請計畫主持人考量。

回覆: 將原本的”族群遺傳多樣性下降”更改為”幼生回流的族群遺傳多樣性低”，並且說明造成此現象的可能原因，包括：近交衰退 (inbreeding depression)、遺傳漂變 (genetic drift) 或環境對生物的選擇 (詳見第27-28頁)。

五、 人工海岸有許多不同的構成，如海堤或消波塊，所形成的棲地特性相異，有機會或可略作說明。

回覆: 已增加不同人工海岸的類型特性說明 (見表一，第12-13頁)。

委員3

一、 2場調查訓練可否安排南、北各1場。

回覆: 培訓課程先以北部為主，已於110年10月5日與10月6日於北部完成2場培訓課程，活動相關資料，請詳見第252-280頁。

二、 人工海岸的材質會影響生物的附著，文獻回顧是否可以歸納何種人工海岸材質上的生物多樣性和天然海岸是較相近的。

回覆: 人工海岸的材質可參考表一 (詳第12-13頁)。若是要從材質上改善人工海岸對生物多樣性的影響，可參考海牆磚與”4.4天然建材取代人工水泥”的案例 (第43-45頁)。

委員4

一、 目前疫情雖已趨緩，但仍舊有復發的風險，在執行本案時是否有規劃因應措施。

回覆: 因新冠肺炎影響，前往海岸進行調查需向各縣市政府管理單位申請採集證，前往調查時均配戴口罩，並注意清潔消毒。

二、 P76~P154的調查結果僅北部和東部，請問其他地區的成果是否有相關規劃。

回覆: 已完成臺灣本島共 16 個樣點之調查結果請詳見第 110-215 頁。

九、期末報告意見回復

附件1：與會人員與單位代表發言內容（依發言順序）

委員1

一、 P7：2億0,500萬人，請修正寫法。

回覆：已修改（見第10頁）。

二、 P12：引用文獻排列順序IPCC, 請依年代排序修正。

回覆：已依照年代排序修正（見第15頁）。

三、 P12：表一中暴露於海浪的程度一欄中「顯露(exposed)」，建議使用更合適字眼修正。

回覆：以修改為暴露。

四、 P41： *Cystoseira bartata* 現已更名，請備註現在正式使用的學名。

回覆：已於內文中該學名後方備註現已更改之學名（見第44頁）。

五、 P48、75：墾丁國家公園管理處(2020) 文獻引用寫法錯誤，請修正。

回覆：已修正（見第51、79頁）。

六、 P93-95：請將北部、西部、南部、東部人工海岸統整比較歸納成小節，以利閱讀。

回覆：全臺人工海岸統整資料(見第96頁)。

七、 P96：圖十二中X、Y軸字顏色太淡，請修正。

回覆：已將字體顏色加深(見第99頁)。

八、 P110-215：圖片請放置彩色圖片，並請在每一地點的環境說明中適度引用圖片，以利清楚閱讀。

回覆：於成果報告書中使用彩色輸出。

九、 P112：圖十五未在內文引用。

回覆：已修正內文引用。

十、 P114-117：請增加一表說，並在內文引用。

回覆：此建議將於第二年調查報告中調整。

十一、 P118-215：請依P110-117建議修改。並將本節3.實地調查結果的生物物種整理成一表格，以利閱讀。

回覆：另有整理「生物調查名錄資料」於繳交成果報告書一併繳交Excel檔。

十二、 P227：為何核三廠出水口110年環境因子中以最大陣風、最大陣風方向呈現，其餘地點以風速、風向呈現，是否需要一致？

回覆：已修改 (見第229頁)。

十三、 P235：表二十一中綠藻*Ulva fasciata*、紅藻*Prionitis ramossissima*現學名已修改，請更正為正式使用學名。

回覆：已修改 (見第237與238頁)。

十四、 P235-243：表二十一至二十四、圖三十二至三十五未在內文引用，請修正。

回覆：已於內文中修改引用 (見第236頁至247頁)。

十五、 P251：對於研擬我國岩礁及人工海岸生態資源保育管理，僅提供初步簡單建議，希望第二年結束後能提出完整的管理策略，提供給海保署參考。

回覆：內容請見第254-255頁。

委員2

一、 外來入侵種和原生種在人工海岸上的相對強勢，是否仍在演替的初期？或是環境的擾動讓生態演替長時間停留在初期？

回覆：目前僅有一年的調查結果，建議累積多年的調查資料後可以推論回答委員的問題。

二、 人工海岸改善對策的引入生態工程師或移植珊瑚礁物種和坊間部分環保學者提倡的原物種移植未盡相符，宜加以說明。

回覆：在移植物種選擇上，應以移植原生種為主要考量，避免外來種入侵之問題(見第46頁)。

三、 文獻中南、北人工海岸的珊瑚覆蓋率為千分之1.9 (0.19%)，和最近一些環團提供在基隆海域消波塊上的數據差異甚大，不知原因為何？

回覆：因兩個調查所選定之調查樣點有差異，文獻中之調查範圍延伸至水下，而本次調查以潮間帶為主，故而造成數據差異。

四、 北部人工海岸生物多樣性調查 (2007 vs. 2021) 相對較少，但較成熟的人工海岸(投放較久) 是否應較高？

回覆：詳細說明請見內文第236-248頁。

五、 建議中保育人工海岸，應以岩石上者為優先，和部分學者要求移除相反，可說明更清楚些。

回覆：保育人工海岸，建議挑選以在岩石上投放多年之消波塊為優先考量。這考量是以目前已經投放的消波塊為主，而非建議將新的消波塊投放於岩石上。年代較久遠的消波塊因在演替的中後階段，故較接近天然的岩岸。請見內文第254頁。

六、天然海岸生物分析在南部和人工海岸部分類似，進一步了解其原因並善加應用，可做為日後海岸建設、防災時，有機會同時復育生物的參考。

回覆：天然海岸生物分析在南部和人工海岸部分之間沒有顯著差異。

可能因為樣點間的差異較大，造成不同棲地間的差異不明顯，建議加入第二年計劃的樣點資料後，再進行分析比較。請見內文第 251 頁。

委員3

一、請補充「中英文摘要」。

回覆：已新增摘要，請見內文。

二、建議本報告可綜整出「計畫執行成果」及「結論與建議」章節，以利閱讀。

回覆：建議於第二年報告中加入。

三、全臺灣海岸線及人工海岸線總長P47及P93參考數據皆來自內政部營建署2020 (109年度) 資料但數值卻不同，另P93第4行，臺灣海岸線及人工海岸線總長「1990827公尺」數值有誤(漏了1位數)?請確認修正。

回覆：已確認修正，請見內文第50頁、第96頁。

四、P251：「六、研擬我國岩礁及人工海岸生態資源保育管理初步建

議」請補充「岩礁海岸」生態資源保育管理初步建議。

回覆：已於內文254頁中加入說明。詳細之岩礁海岸之保育管理建議

請參考109年之岩礁海岸調查成果報告書。

五、建議可將辦理「訓練課程」時，學員提供的意見及回饋，摘述於結論及摘要中，並評估其辦理的效益，提供業務單位參考。

回覆：已加入摘要中，詳細意見回饋請見第282頁。

委員4

一、請補充培訓課程學員回饋意見。

回覆：已補充在內文中，請見第282頁。

二、P251：保育人工海岸之建議中，提到「可仿效國外於水泥表面裝上花盆…」之描述，請再補充說明清楚。

回覆：已於內文第255頁中提出模擬天然潮池之相關描述。

三、本期末報告內容豐富，請評估是否能於摘要精簡報告重點內容，以利閱讀。

回覆：已將報告重點整理至摘要中，請參閱。

委員5

一、 海岸生物相方面，有些天然海岸本身微棲地條件就不利於生物生存，這是否可能是造成天然和人工海岸有無差異的原因？而在此情況下，後續在做海岸生態復育時該採用何種方式？

回覆：已在內文第255頁描述因人工海岸表面光滑，可導致不一樣之群聚。另於保育方面，已建議可挑選老舊之消波塊為保育對象，因其生物群聚與天然海岸較為相近。

二、 天然海岸較人工海岸複雜，物種上豐富度也較高，在此比較基礎差異上，使用nMDS分析是否合適且有必要性？

回覆：nMDS是利用物種的種類數及豐度來比較樣點的群聚差異性，是現在生物群聚分析之標準方法之一。