

台灣西部海岸兩種保育類珊瑚調查 成果報告

工作案號：AEA1058008

受託單位：國立中山大學

中華民國 112 年 3 月

目錄

中文摘要.....	VIII
英文摘要.....	IX
第一章 前言	1
第二章 研究目的及計畫目標	5
預期成果及效益	5
第三章 調查方法	6
1. 天然棲地	7
2. 人造棲地	7
3. 永安 LNG 接收站調查.....	8
第四章 調查結果	10
(一)天然棲息地珊瑚調查	10
1. 柴山海域(1).....	10
2. 柴山海域(2)(3).....	16
3. 枋山鄉楓港	18
4. 車城鄉水坑(1).....	19
5. 車城鄉水坑(2).....	23
6. 車城鄉海口	25
(二)人工棲息地珊瑚調查	27
1. 桃園新屋消波塊	29
2. 新竹南寮消波塊	30
3. 苗栗後龍消波塊	32
4. 台中梧棲消波塊	34
5. 雲林台西消波塊	36
6. 嘉義布袋消波塊	37
7. 台南三股消波塊	39
8. 高雄茄萣消波塊	41
9. 高雄彌陀消波塊	43
10. 高雄西子灣消波塊	44
11. 高雄旗津消波塊	45
12. 高雄林園離岸堤	47
13. 屏東東港離岸堤	50
14. 屏東林邊離岸堤	52
15. 屏東枋寮消波塊	53
(三)永安 LNG 接收站作業結果.....	55
1. 港內-東側消波塊點位	59
2. 港內-南側消波塊點位	62

3. 港內-南側垂直海堤點位	65
4. 港內-北側消波塊點位	69
5. 港內-沉澱池樣點	72
6. 港外-南消波塊樣點	74
7. 港外-南側垂直海堤樣點	76
8. 港外-北消波塊樣點	78
9. 港內-西側海堤樣點	81
10. 港內-西南側海堤樣點	82
11. 港內-東北側消波塊樣點	87
12. 港內-北北側海堤樣點	89
13. 永安 LNG 接收站-港內、外水溫資料.....	90
(1) 各樣點水溫數據	91
(2) 各樣點之每日最高溫比較	94
(3) 各樣點之超過 30°C 時數比較.....	94
(4) 各樣點之每日溫差	95
第五章 討論	104
1. 柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚的分布	104
2. 人工棲息地上珊瑚的分布	108
3. 永安 LNG 接收站與西海岸其他人工棲息地的珊瑚覆蓋率差異原因	109
4. 永安 LNG 接收站內，樣站間珊瑚覆蓋率差異大之原因.....	111
5. Reef check 魚類及底棲生物結果.....	112
第六章 關於珊瑚保育之建議及未來展望	116
1. 統整柴山多杯孔珊瑚需要的保育相關知識和研究方法，及未來保育 建議.....	116
2. 永安 LNG 接收站具獨特條件可以發展成為“珊瑚方舟”	118
第七章 計畫期程甘特圖及工作完成項目規定	120
第八章 參考文獻	122
附錄一、野外調查發現珊瑚之點位(不包括永安 LNG 接收站).....	1245
附錄二、穿越線點位	126
附錄三、永安 LNG 接收站珊瑚照片	127
附錄四、溫度計點位	144
附錄五、調查樣點彙整.....	144
附錄六、利用 Sentinel 衛星影像比較港內、外濁度.....	145
附錄七、期中審查各委員意見及回覆	148
附錄八、柴山多杯孔珊瑚-保育建議及相關問題問答	155
附錄九、期末審查各委員意見及回覆.....	161

圖目錄

圖 1-1-1、2017 年本團隊曾在中山大學外海發現柴山多杯孔珊瑚.....	2
圖 1-1-2、柴山周遭海域可能有柴山多杯孔珊瑚適合棲息的其他點位.....	3
圖 3-1-1、永安 LNG 接收站海域調查點位圖.....	9
圖 4-1-1、天然棲息地-柴山海域調查環境照	11
圖 4-1-2、2022/3/4 調查柴山海域樣點之路徑圖.....	11
圖 4-1-3、柴山海域-第一株柴山多杯孔珊瑚	12
圖 4-1-4、柴山海域-第二株柴山多杯孔珊瑚	12
圖 4-1-5、2022/3/11 兩組調查柴山海域樣點之路徑圖	13
圖 4-1-6、柴山海域-第三株柴山多杯孔珊瑚	14
圖 4-1-7、柴山海域-第四株柴山多杯孔珊瑚	14
圖 4-1-8、柴山海域-第五株柴山多杯孔珊瑚	15
圖 4-1-9、柴山海域-角星珊瑚	15
圖 4-1-10、天然棲息地-柴山海域(2)調查環境照.....	16
圖 4-1-11、天然棲息地-柴山海域(3)調查環境照.....	16
圖 4-1-12、調查柴山海域(2) (3)路徑圖	17
圖 4-1-13、水下礁石的底質狀況，佈滿許多藻類.....	17
圖 4-1-14、天然棲息地-枋山鄉楓港樣點調查環境照	18
圖 4-1-15、枋山鄉楓港樣點之路徑圖.....	18
圖 4-1-16、附著在天然礁石上的大型藻類.....	19
圖 4-1-17、天然棲息地-車城鄉水坑(1)調查環境照.....	20
圖 4-1-18、天然棲息地-車城鄉水坑(1)之調查路徑圖.....	20
圖 4-1-19、微孔珊瑚屬	21
圖 4-1-20、角星珊瑚屬	21
圖 4-1-21、偽(擬)絲珊瑚屬	22
圖 4-1-22、角菊珊瑚屬	22
圖 4-1-23、天然棲息地-車城鄉水坑(2)調查環境照.....	23
圖 4-1-24、天然棲息地-車城鄉水坑(2)之調查路徑圖.....	23
圖 4-1-25、細菊珊瑚屬	24
圖 4-1-26、盤星珊瑚屬	24
圖 4-1-27、天然棲息地-車城鄉海口樣點調查水下環境照	25
圖 4-1-28、天然棲息地-車城鄉海口樣點之調查路徑圖	26
圖 4-1-29、微孔珊瑚與藻類.....	26
圖 4-2-1、本計畫人工棲息地之調查點位圖。	27
圖 4-2-2、人工棲息地-彰化線西調查環境照	28
圖 4-2-3、人工棲息地-彰化漢寶濕地調查環境照	28

圖 4-2-4、人工棲息地-桃園新屋海域消波塊調查環境照	29
圖 4-2-5、人工棲息地-桃園新屋海域消波塊樣點之調查路徑圖	29
圖 4-2-6、人工棲息地-桃園新屋海域消波塊下的藤壺	30
圖 4-2-7、人工棲息地-新竹南寮海域消波塊調查環境照	31
圖 4-2-8、人工棲息地-新竹南寮海域消波塊樣點之調查路徑圖	31
圖 4-2-9、人工棲息地-新竹南寮海域消波塊下的底棲生物	32
圖 4-2-10、人工棲息地-苗栗後龍海域消波塊調查環境照	33
圖 4-2-11、人工棲息地-苗栗後龍海域消波塊樣點之調查路徑圖.....	33
圖 4-2-12、人工棲息地-苗栗後龍海域石塊上的珊瑚藻	34
圖 4-2-13、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊調查環境照	35
圖 4-2-14、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊樣點之調查路徑圖	35
圖 4-2-15、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊下的底棲生物	36
圖 4-2-16、人工棲息地-雲林台西海域消波塊調查環境照	36
圖 4-2-17、人工棲息地-雲林台西消波塊樣點之調查路徑圖	37
圖 4-2-18、人工棲息地-雲林台西消波塊上的藤壺及蚵螺	37
圖 4-2-19、人工棲息地-嘉義布袋海域消波塊調查環境照	38
圖 4-2-20、人工棲息地-嘉義布袋消波塊之調查路徑圖	38
圖 4-2-21、人工棲息地-嘉義布袋消波塊樣點之底質照	39
圖 4-2-22、人工棲息地-嘉義布袋海域消波塊調查環境照	39
圖 4-2-23、人工棲息地-台南三股海域離岸堤之調查路徑圖	40
圖 4-2-24、人工棲息地-台南三股海域消波塊調查底質照及無斑斜紋蟹	40
圖 4-2-25、人工棲息地-高雄茄萣海域消波塊調查環境照	41
圖 4-2-26、人工棲息地-高雄茄萣海域離岸堤之調查路徑圖	41
圖 4-2-27、人工棲息地-高雄茄萣海域消波塊上的微孔珊瑚	42
圖 4-2-28、人工棲息地-彌陀區海域消波塊調查環境照	43
圖 4-2-29、人工棲息地-彌陀區海域消波塊樣點之調查路徑圖	43
圖 4-2-30、人工棲息地-彌陀區海域消波塊下的蕨藻	44
圖 4-2-31、人工棲息地-西子灣海域消波塊樣點之調查路徑圖	44
圖 4-2-32、人工棲息地-西子灣消波塊-表孔珊瑚	45
圖 4-2-33、人工棲息地-旗津海域消波塊調查環境照	46
圖 4-2-34、人工棲息地-旗津海域消波塊樣點之調查路徑圖	46
圖 4-2-35、人工棲息地-旗津消波塊上的微孔珊瑚	47
圖 4-2-36、人造棲息地-林園區離岸堤樣點調查環境照	48
圖 4-2-37、人工棲息地-林園離岸堤樣點之調查路徑圖	48
圖 4-2-38、人工棲息地-林園區-第一株微孔珊瑚	49
圖 4-2-39、人工棲息地-林園區-第二株微孔珊瑚	49
圖 4-2-40、人工棲息地-林園區-第三、第四株緊靠一起的微孔珊瑚	50
圖 4-2-41、人工棲息地-屏東東港離岸堤調查環境照	50

圖 4-2-42、人工棲息地-東港離岸堤樣點之調查路徑圖	51
圖 4-2-43、細紋方蟹.....	51
圖 4-2-44、菟葵.....	52
圖 4-2-45、人工棲息地-林邊離岸堤樣點調查環境照	52
圖 4-2-46、人工棲息地-林邊離岸堤樣點之調查路徑圖	53
圖 4-2-47、人工棲息地-枋寮離岸堤樣點調查環境照	53
圖 4-2-48、人工棲息地-枋寮離岸堤點位之調查路徑圖	54
圖 4-2-49、大面積的菟葵.....	54
圖 4-3-1、永安 LNG 接收站-調查測站樣點圖	55
圖 4-3-2、永安 LNG 接收站-各測站 Reef check 底質調查覆蓋率圖.....	56
圖 4-3-3、永安 LNG 接收站港內測站、港外測站-淺水域的石珊瑚覆蓋率	57
圖 4-3-4、各測站 Reef check-魚類之結果	57
圖 4-3-5、各測站 Reef check-底棲生物之結果	58
圖 4-3-6、永安 LNG 接收站-東側消波塊穿越線調查路徑圖	60
圖 4-3-7、永安 LNG 接收站-東側消波塊-深處-環境照	60
圖 4-3-8、永安 LNG 接收站-東側消波塊-淺處-環境照	61
圖 4-3-9、永安 LNG 接收站-東側消波塊-淺處-溫度計佈放	61
圖 4-3-10、永安 LNG 接收站-南側消波塊穿越線調查路徑圖	63
圖 4-3-11、永安 LNG 接收站-南側消波塊-深處-環境照	63
圖 4-3-12、永安 LNG 接收站-南側消波塊-淺處-環境照	64
圖 4-3-13、永安 LNG 接收站-南側消波塊-淺處-溫度計佈放	64
圖 4-3-14、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤穿越線調查路徑圖	66
圖 4-3-15、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-深處-環境照	66
圖 4-3-16、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-淺處-環境照	67
圖 4-3-17、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-柴山多杯孔珊瑚.....	67
圖 4-3-18、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-柴山多杯孔珊瑚.....	68
圖 4-3-19、永安 LNG 接收站-北側消波塊穿越線調查路徑圖	70
圖 4-3-20、永安 LNG 接收站-北側消波塊點位-深處-環境照	70
圖 4-3-21、永安 LNG 接收站-北側消波塊點位-淺處-環境照	71
圖 4-3-22、永安 LNG 接收站-北側消波塊-淺處-溫度計佈放	71
圖 4-3-23、永安 LNG 接收站-沉澱池穿越線調查路徑圖	72
圖 4-3-24、永安 LNG 接收站-沉澱池點位-環境照.....	73
圖 4-3-25、永安 LNG 接收站-沉澱池點位--柴山多杯孔珊瑚	73
圖 4-3-26、永安 LNG 接收站-沉澱池-溫度計佈放.....	74
圖 4-3-27、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點穿越線調查路徑圖.....	75
圖 4-3-28、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點-環境照	75
圖 4-3-29、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點-溫度計	76

圖 4-3-30、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點穿越線調查路徑圖.....	77
圖 4-3-31、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點-環境照	77
圖 4-3-32、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點穿越線調查路徑圖.....	79
圖 4-3-33、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點-深處-環境照	79
圖 4-3-34、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點-淺處-環境照	80
圖 4-3-35、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點-溫度計	80
圖 4-3-36、永安 LNG 接收站-港內-西側海堤樣點穿越線調查路徑圖.....	81
圖 4-3-37、永安 LNG 接收站-港內-西側海堤樣點環境照.....	82
圖 4-3-38、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤樣點穿越線調查路徑圖.....	83
圖 4-3-39、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤樣點環境照.....	83
圖 4-3-40、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚	84
圖 4-3-41、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚	84
圖 4-3-42、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚	85
圖 4-3-43、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚	85
圖 4-3-44、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚.....	86
圖 4-3-45、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚	86
圖 4-3-46、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚	87
圖 4-3-47、永安 LNG 接收站-港內-東北側消波塊樣點穿越線調查路徑圖.....	88
圖 4-3-48、永安 LNG 接收站-港內-東北側消波塊樣點環境照.....	88
圖 4-3-49、永安 LNG 接收站-港內-北北側消波塊樣點穿越線調查路徑圖。.....	89
圖 4-3-50、永安 LNG 接收站-港內-北北側消波塊樣點環境照.....	90
圖 4-3-51、永安 LNG 接收站-港內、外溫度計共 6 個測站	91
圖 4-3-52、港內-東側消波塊樣點水溫資料。	91
圖 4-3-53、港內-南側消波塊樣點水溫資料。	92
圖 4-3-54、港內-北側消波塊樣點水溫資料。	92
圖 4-3-55、港內-沉澱池水溫資料。	93
圖 4-3-56、港外-北側消波塊水溫資料。	93
圖 4-3-57、2022 年各樣點每日最高溫圖	94
圖 4-3-58、2022 年各樣點在夏季(6/1~9/30)時超過 30°C 之小時數圖.....	95
圖 4-3-59、2022 年各樣點之每日溫差圖	95
圖 5-1-1、被記錄過的柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙擬絲珊瑚地點.....	106
圖 5-4-1、利用 Sentinel 2 衛星照片(2022/11/23)可觀察台灣西海岸邊水體皆為 高懸浮物狀態	113
圖 6-2-1、NOAA 監測 2021-2022 年南台灣海水表面溫度以及 DHW 指標數值	117

表目錄

表 4-3-1、永安 LNG 接收站-港內-珊瑚名錄	96
表 4-3-2、各測站所記錄到魚類種類及數量	102
表 4-3-3、各測站所記錄到底棲生物種類及數量	103
表 5-1-1、同樣人工基質上，為什麼珊瑚覆蓋率在永安 LNG 接收站港內比起 台灣西海岸較高-假說預測及驗證結果.....	114
表 5-1-2、為什麼永安 LNG 接收站港內樣站間的珊瑚覆蓋率差異很大-假說 預測及驗證結果。	115

摘要

柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚為我國法定的保育類物種，但目前對此兩種珊瑚的生態棲位不夠了解，為了解決此問題，本計畫在台灣西海岸天然、人工的棲息地，以及高雄永安天然氣接收站等地點進行調查，調查對象包括珊瑚、魚類、底棲生物。在西海岸共調查 15 個人工棲息地、7 個天然棲息地，僅在柴山海域和永安天然氣接收站發現柴山多杯孔珊瑚，其他地點也僅有少數珊瑚種類被記錄到；永安天然氣接收站共調查 12 個樣點，結果共計錄到 130 種珊瑚、18 種魚及 5 種底棲生物，珊瑚大部份分布在 1~3 公尺水深的消波塊上。水溫方面，在珊瑚生長的水深成功佈放及回收 5 支溫度計紀錄器，各樣站的水溫差異不大，六月到十一月間水溫經常超過 30°C，夏天港內的水溫通常比港外高。永安天然氣接收站港口構造可以降低珊瑚被強風、強浪打掉之風險，西海岸的河流水也不會直接影響永安天然氣接收站港內，此二因素為永安天然氣接收站港內珊瑚覆蓋率和種類數遠高於西海岸棲息地的原因。天然氣接收站具備進一步發展“珊瑚方舟”的條件，為台灣其他珊瑚保種提供一個新的方向。在台灣西海岸柴山多杯孔珊瑚的族群小，無法採集樣本進行生活史研究，僅能依靠野外調查累積對牠們的了解，層面受限，往東海岸尋找柴山多杯孔珊瑚的天然棲息地是值得嘗試的選項。

Abstract

Polycyathus chaishanensis and *Pseudosiderastrea formosa* are two legally protected coral species in Taiwan, but their habitats are not well understood at present. In this investigation we surveyed the natural and artificial habitats on the west coast of Taiwan, as well as the waters of Kaohsiung Yongan Liquefied Natural Gas Terminal (LNG). The targets include corals, fishes, and benthic organisms. Among a total of 15 artificial habitats and 7 natural habitats only a few colonies of *Polycyathus chaishanensis* were found in both Chaishan area and in LNG, and only few corals of other species were recorded in other places. We surveyed 12 sampling sites in LNG and found a total of 130 species of hard corals, 18 species of fish, and 5 species of benthic organisms. Five temperature loggers were successfully deployed and recovered; there were significant differences among various stations, although the magnitudes were small. The water temperature often exceeded 30°C between June and October, and it is usually higher inside than outside the LNG, in summer. The LNG port structure can reduce the risk of corals been knocked off by strong winds and waves, and the river water does not directly affect the LNG. These two factors contribute to the high species diversity and the coral coverage in the LNG. LNG has great potential to be developed as a Coral Ark to provide refugia for coral species in Taiwan. At present, little is known about the life history of these two protected coral species, and the local population in the west coast of Taiwan is too small to be studied. The east coast of Taiwan may be a direction worth a try.

第一章 前言

柴山多杯孔珊瑚 (*Polycyathus chaishanensis*) 及福爾摩沙偽絲珊瑚 (*Pseudosiderastrea formosa*) 經農委會於 2017 年依據野生動物保育法公告為保育種，目前對這兩種保育類珊瑚的了解並不夠，例如牠們的生殖季節和繁殖方式、著苗特性、生長速度、生態需求、自然界分布範圍等等，要有效地保護需要更多知識才能有比較適當和有效的做法。由於在桃園藻礁 LNG 接收站發現柴山多杯孔珊瑚，造成海岸開發時程上的延宕，為了在未來能夠有比較妥善的方法，可藉由了解這兩種保育類珊瑚在自然界的分佈、生活史的特性等來達成；一方面適當的依法保護，另一方面在有必要進行海岸開發時，選址上能夠事先規劃，避免可能的衝突。

台灣西部海岸除了原本的沙岸，還有許多人工設施，例如消波塊、防波堤、離岸堤等，這些人工設施提供了珊瑚幼苗附著所需要的堅硬底質、光合作用所需要的淺海域，可能吸引珊瑚著苗生長。這些人造棲息地的特徵是出現年代比較短，在淺海受海況破浪的影響大，但是如果真的有保育類珊瑚存在於這類人工棲息地，對保育甚至於復育牠們的需要和技術都會有不同的啟發和做法。

柴山多杯孔珊瑚最早在高雄柴山海域被發現並以此命名；前人所發現的都生長在小於 3 公尺的水深中 (Lin et al., 2012)，目前觀察到最大族群量是在桃園的大潭藻礁而非初始發現的地點 (Kuo et al., 2020；中油柴山多杯孔珊瑚調查及監測，2022)；於桃園大潭藻礁棲息的柴山多杯孔珊瑚生活在大退潮時的最低水位潮池中，適合觀察的時間很少，每個月只有在大退潮時的幾個小時適合觀察，由於當地屬沙質海岸，基本上水質混濁，利用潛水方式調查不容易在混濁的水下看到，但在另一方面，水質混濁等環境因素也可能是這種珊瑚的生態需求。2017 年本團隊曾在高雄柴山中山大學文學院海邊，大約 1-2 公尺水深潮下帶發現柴山多杯孔珊瑚的存在 (圖 1-1)，但之後在 2021 年五月的調查中，卻未能找到，包括在柴山海域周邊其他相似天然棲息地，以及屬於人工棲息地的西子灣

消波塊、旗津的離岸堤，利用浮潛和水肺潛水進行先期調查，並未發現這兩種保育類珊瑚，但有很少量其他種的石珊瑚(圖 1-1-2)，顯然我們對此兩物種的棲息地還不是很了解。但推測在台灣西海岸仍然可能有適合的棲息地，等待發掘。在 2012 年，荷蘭海關截獲一批產自印尼的活石 (live rock)，其上附生的珊瑚經 DNA 鑑定有柴山多杯孔珊瑚 (Hoeksema & Arrigoni, 2020)，由於進出口經多層轉手，確切採集地點無法追蹤，但可佐證此種珊瑚的地理分布至少超過幾千公里，推估在西太平洋溫暖水域都是可能區域，其他地方只要有適當的棲息地，也都有發現目標物種珊瑚的可能性，但何為合適棲息地？目前所知有限。

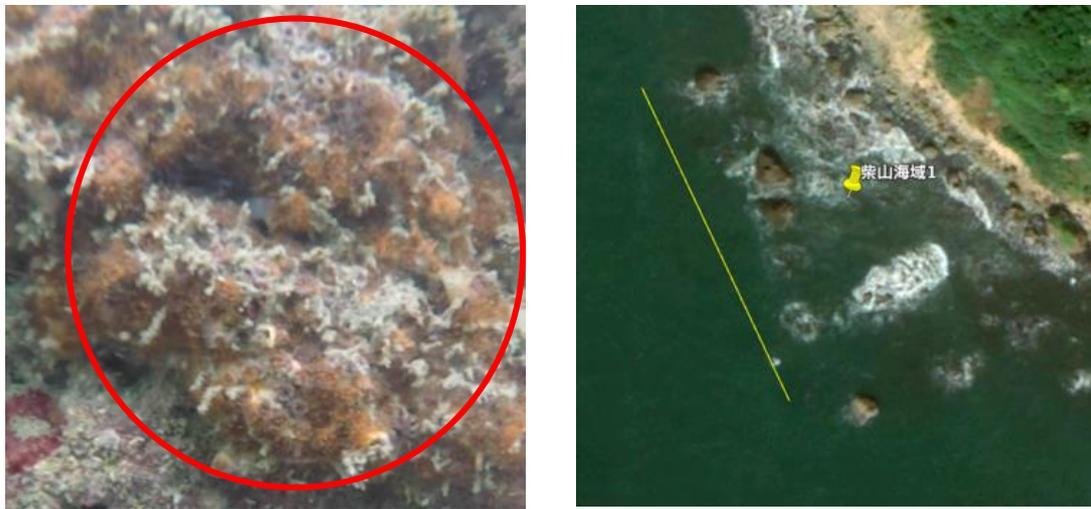


圖 1-1-1、2017 年本團隊曾在中山大學外海域發現柴山多杯孔珊瑚 (左圖)。發現柴山多杯孔珊瑚之點位 (右圖)。

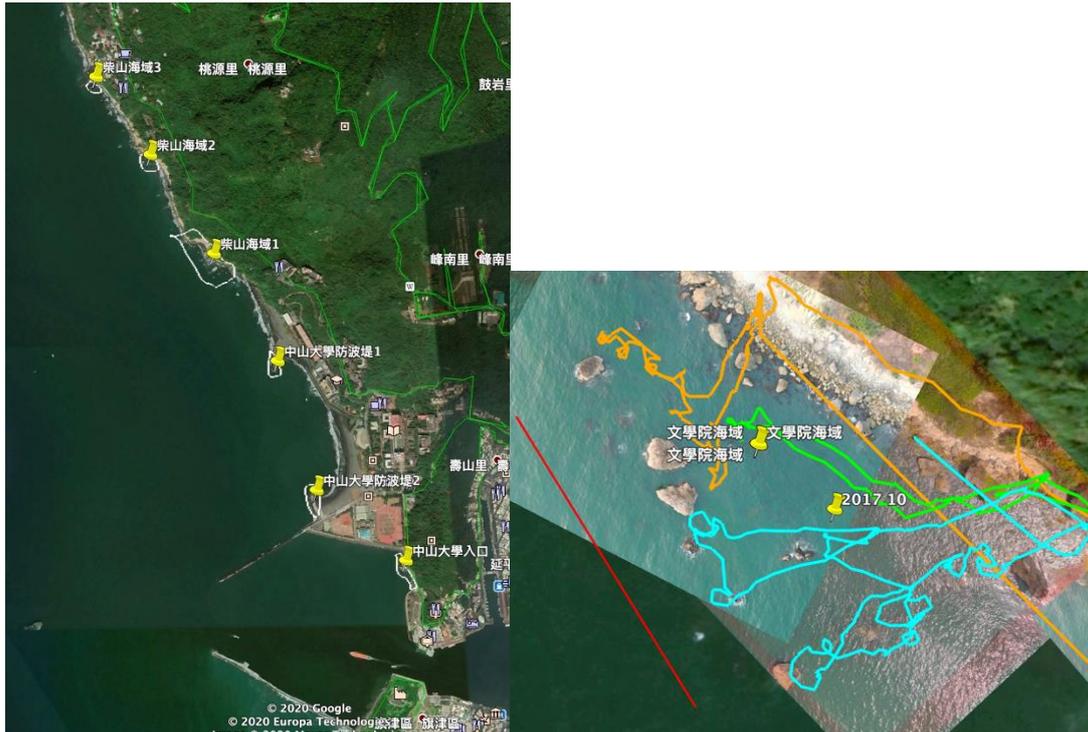


圖 1-1-2、黃色標記為柴山周遭海域可能有柴山多杯孔珊瑚適合棲息的其他點位（左圖）。2021 年 5 月在”柴山海域 1” 的多次潛水調查路徑圖，其中“2017 10” 標示曾經發現柴山多杯孔珊瑚的點位（右圖）。右圖的底圖為利用空拍機拼接而成的詳細圖，但顯然與手持 GPS 有若干誤差，使得路徑看起來和淺礁位置有差。

依據現有文獻，福爾摩沙偽絲珊瑚分佈發現的地點包括墾丁萬里桐、台東基翬及蘭嶼椰油村海域 (Pichon et al., 2012)，基本上發現的海域都屬於珊瑚礁和岩礁的棲地類型，和柴山多杯孔珊瑚之棲息地並不相同。

從生物學的角度，以海水水流為主要散播介質的物種，基本上靠著廣泛的分佈能降低滅絕的危險。因此，除了目前已經知道有這兩種珊瑚分布的海域以外，其他類似的地形和環境也有可能是分佈的海域，但是缺乏的是實地勘查及紀錄。由於海水的流動性，使得地方種並不容易形成，這和陸地生態系有很大的不同，陸地生態系經常演化出特有種是因為地形容易造成隔離；然而，這兩種近年才首次描述的水下物種，尤其柴山多杯孔珊瑚所處棲息地在一般人很少造訪的海域，要了解它的天然分布和棲息地特性，須要靠系統性調查資料快速

累積，才可能盡速評估牠們偏好的棲息地、分佈的廣度、稀少性等等物種特性。台灣海岸開發空間有限，為了避免和生態敏感的生物棲息地衝突，對於法定保育物種更是需要在事先規劃中，或者在執行中避開，保留彼此的空間。

本計畫的另一重點是永安 LNG 接收站的海洋生物調查，接收站的碼頭設施在台灣西部沙質海岸提供了大量的堅硬底質，而且突出的防波堤防阻大浪的侵襲，啟用至今已經超過 30 年，此期間石珊瑚生長在防波堤內部分海域，經過多年的累積有些海域已經形成了離型珊瑚礁區，目前珊瑚生長條件、種類以及魚類和無脊椎動物的現況值得深入了解。另一方面，由於液化天然氣熱交換排放出冷水，對局部海水降溫有相當效果，對台灣和全世界海域經常在夏天水溫高時發生的珊瑚大白化，應該是個很好的契機，甚至有利用這個特性和機會來進行珊瑚保種的可能；故（1）當地海域是否的確未發生過大白化，及（2）冷水在時間和空間上的分布，（3）當地珊瑚的分布及種類都值得進一步了解，以上實際狀況將利用水溫資料進行分析。除此之外，永安 LNG 接收站港口長出珊瑚，並在形成珊瑚群聚的現象對珊瑚礁保育也另有正面意義，這些人工海岸設施到底提供哪些關鍵的生態條件，讓原本沙岸不是珊瑚礁的海域，能進入轉變？若能分析出原因，等於就是利用這些人工設施提供的機會，找到珊瑚礁的需求和可以接受的生態條件。

第二章 研究目的及計畫目標

預計完成兩種保育類珊瑚在台灣西海岸分佈的調查，包括天然礁石海域和人造棲息地（消波塊、防波堤、離岸堤），做為了解此二種珊瑚所分布棲地特性，在未來能有最佳的保育策略，或提供往後選址開發時，能事先規劃因應。另外一部分為永安天然氣接收站內生物資源調查，包括珊瑚群聚分布、魚類及底棲生物。

預期成果及效益

1. 建立台灣西部海岸（桃園以南至高雄）柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚分布圖。
2. 了解目標區域是否有兩種保育類珊瑚的存在，分佈的棲息地、珊瑚的尺寸；藉由上述資料可以了解兩種珊瑚的稀有程度、分佈的範圍、適合的棲息地特徵。此項資料為規劃未來有效保護策略擬定之根據。
3. 在永安 LNG 接收站評估珊瑚群聚包括：珊瑚覆蓋率、主要種類、空間分佈特性，另外調查指標性魚類、無脊椎動物及底質。

第三章 調查方法

本計畫的調查方法與潮間帶藻礁（例如桃園藻礁）不同，藻礁上的調查多是於大退潮時在岸際進行，因位於桃園的藻礁其最大潮差可差到 3 公尺，最小潮差也有 1 公尺多，故在退潮時，大部分礁體會露出水面，也會形成潮池，珊瑚則能在潮池中被發現，加上桃園藻礁為沙質底，水層能見度差，對於珊瑚調查相對不易。不管是調查西海岸的天然棲息地或者人工棲息地，都不屬於藻礁棲地類型，而是一些礁石滾入海邊後，長期以來都無移動的礁石類型，也有人工消波塊、海堤所形成的棲地。

故為了解柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚此二種珊瑚可能分佈的區域，將調查地點分成（1）天然棲地及（2）人造棲地（例如：消波塊、海堤等），由於目前所知此二種珊瑚都出現在淺水域，故先利用衛星影像尋找台灣西海岸的桃園以南到屏東可能適合的地點，由北至南分別如下：桃園新屋、新竹南寮、苗栗後龍、台中梧棲、彰化線西、彰化漢寶、雲林台西、嘉義布袋、高雄茄萣、高雄彌陀、高雄西子灣、高雄柴山、高雄旗津、高雄林園、屏東東港、屏東林邊、屏東枋寮、屏東枋山、屏東車城、屏東海口等上述區域進行調查。

若無飛航的限制、天氣氣候允許的狀況下，會先以無人機進行空拍，了解現場當時的海況及決定合適的下水點。原則上每個點位僅下水一次，不作重複調查，水下調查時利用 GPS 軌跡記錄實際路線，因天然或是人工棲息地都不容易以穿越線作定量的調查，故調查路線會以當日最大努力量進行搜索；若有發現珊瑚的點位，會停留較長的時間，使 GPS 獲得較精細的點位，再以拍照或影像來記錄可能的珊瑚，方便日後追蹤；有鑒於保育類需相關單位核准後才得以採樣，本調查期間不進行這兩個物種的採集。

1. 天然棲地

利用 Google Earth 衛星影像尋找台灣西海岸可能適合珊瑚附苗的天然棲息地地點，天然的礁石附近經常有沉沒的，不露出水面的礁石，而堅硬底質是兩種目標珊瑚需要的附著表面，淺水域則為珊瑚體內共生藻所需的光線條件，實際例子如：高雄柴山、枋山鄉、獅子鄉、車城鄉、枋山鄉等沿岸的天然礁石（海岸地形類似柴山）；從不同時間的衛星影像，可發現混濁和水清兩種狀況交錯發生，且有時兩者在同海域同時存在，界線明顯，顯然除了海況，還受陸地降雨和距離溪流口遠近有關。因此，若發現有水質較為清澈的地點，可能是福爾摩沙偽絲珊瑚的分佈海域；而從枋山鄉到海口鄉的天然礁石分散在淺水域破浪區判斷，屬於兩種保育類珊瑚都可能出現的棲息地。

2. 人造棲地

台灣西海岸人造構造物包括防波堤、碼頭設施、離岸堤等等由鋼筋水泥建構的大型水面附近結構。由於防波堤和離岸堤多半由消波塊組成，實際面積估計困難，尤其與碼頭垂直平面的面積難以比較，在本案中將採取各自獨立方法進行量化，不勉強進行統一的底質面積估計方法。而在平整的碼頭的部分，若狀況合適進行定量調查，將於垂直面上利用穿越線帶（Transect belt）調查珊瑚，穿越線長度以 25-50 公尺為原則，GPS 以浮球在水面紀錄水下作業軌跡，作為定量的依據。

在能見度能接受的狀況下，兩種棲息地類型的調查都將以浮潛為主、水肺潛水為輔，並攜帶 GPS 紀錄觀察點位進行珊瑚調查，一旦發現到珊瑚個體將以錄影、攝影的方式記錄；除此之外，為特別搜尋上述兩種珊瑚，將彈性調整調查的範圍，以了解當地兩種珊瑚族群的大小、分佈位置、棲地需求。

3. 永安 LNG 接收站調查

永安 LNG 接收站碼頭嚴格管制人員進出，相當於實質上的海洋保護區，又可以免於颱風大浪和河川水的影響，再加上水溫可能較低的特性，狀況特殊，將進行珊瑚相、底棲生物、水下水溫的調查。

珊瑚覆蓋率調查及分析方法

利用穿越線的原則，調查深(5~8m)、淺(1~3m)水深，調查距離以 25-50 公尺為原則，拍照底質的範圍約為 50*50cm，但實際執行則視水下能見度而定；野外照相後，回實驗室分析影像，利用 CPCe (Coral Point Count with Excel extensions)軟體計算該點位的活珊瑚覆蓋率(Kohler & Gill, 2006)，此軟體會在每張照片隨機撒 10 個點進行分類，而後人工分類項目包括：(1)石珊瑚 (2)軟珊瑚 (3)海綿 (4)菟葵目 (5)大型藻類 (6)其他活體 (7)死珊瑚上有藻類 (8)珊瑚藻 (9)生病珊瑚 (10)沙、岩石、碎石 (11) 其他，最終可得到該點位的珊瑚覆蓋率估值。調查時若發現兩種保育類珊瑚，將拍照記錄其珊瑚尺寸，以及 GPS 點位和水深。

底棲生物、指標性魚類調查及分析方法

水下生物調查方法以符合國際珊瑚礁體檢 (Reef Check) 標準為原則 (Freiwald, 2021)，再依實際水下條件做彈性調整，故指標性魚類、指標性無脊椎動物和底質組成，也是本案調查對象。指標性魚類以珊瑚礁魚類中較大型容易見到的石斑、鸚哥魚、蝶魚與鯊魚為主要對象，無脊椎動物部分，包含但不限於龍蝦、砗磲貝、海參、海膽、魔鬼海膽和馬糞海膽等，為目標作為觀察對象，並且紀錄數量。

水溫資料收集及分析

為了瞭解永安 LNG 接收站之冷排水是否為造成港內珊瑚生長的主要因素，本計畫佈放六隻水下溫度計錄器於港內-北側、東側、南側及沉澱池，和港外-北側、南側作為對照。水溫數據將分析每日最高溫、大於 30°C 的總時數、每日溫差，進行樣點間的比較。

調查點位

調查點位港內、外總共 12 個地點（圖 3-1-1），其中西側、西南側海堤、東北側及北北側消波塊，是額外新增四個樣點(紅色圖釘)，特別搜尋 LNG 港內珊瑚，為了更加了解當地珊瑚族群狀態及分布。

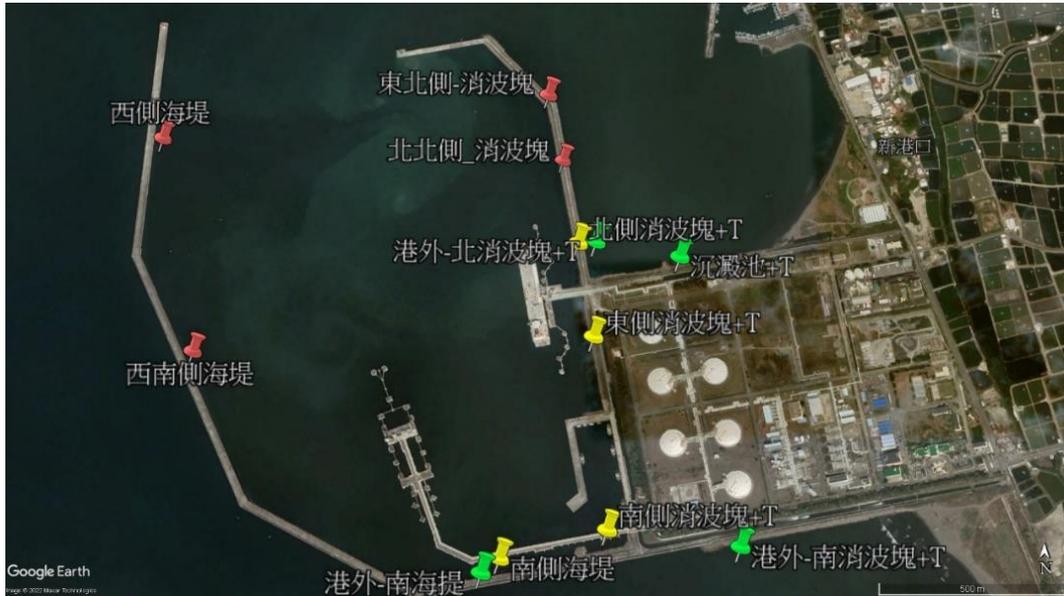


圖 3-1-1、永安 LNG 接收站海域調查點位圖（黃：港內測站、綠：港外測站、紅色：擴大調查的新增測站、T：有佈放溫度計）

第四章調查結果

以下將分成三個部分來呈現野外調查結果，(1) 天然棲息地、(2) 人工棲息地及 (3) 永安 LNG 接收站。在天然棲息地、人工棲息地部分，以地毯式搜索的方式調查底質上的珊瑚組成，皆會攜帶 GPS 紀錄搜索軌跡，一旦發現有珊瑚則會記錄位置；永安 LNG 接收站的部分，在各樣點拉穿越線並記錄其搜索軌跡，最後結果以 CPCe 計算珊瑚覆蓋率，魚類組成及底棲生物組成以 Reef Check 調查結果方式呈現，水溫資料比較分析港內、外之差異。

(一) 天然棲息地珊瑚調查

本計畫調查天然棲息地共 7 個樣點，地理位置分別在高雄及屏東，調查過程我們發現，因天然礁石區往往都沒有遮蔽，經常受到風浪而容易影響水下作業，所以需要有較好的海況時作業才能順利進行(風速小於 4 節，浪高小於 0.4 公尺)。

1. 柴山海域(1)

高雄柴山海域在 2022/3/4 及 2022/3/11 上午調查 ($22^{\circ} 38.045'$, $120^{\circ} 15.524'$) (圖 4-1-1)，該地點為 2017 年發現柴山多杯孔珊瑚之地點，然而，在 2021 年初的兩次調查皆未能發現。今年第一次搜索柴山海域 (2022/3/4) 時則找到兩株柴山多杯孔珊瑚，其調查的範圍如圖 4-1-2，找到兩株柴山多杯孔珊瑚如圖 4-1-3、4 (附錄一)，珊瑚位置約在天然礁石的垂直面上，接近底部，因此珊瑚表面有不少沉積物覆蓋。為此，在 2022/3/11 時在進行擴大搜索 (圖 4-1-5)，結果發現另外一塊區域也有柴山多杯孔珊瑚，觀察到三株 (圖 4-1-6~圖 4-1-8)，珊瑚附苗位置水平面、垂直面都有分布。發現的五株柴山多杯孔珊瑚最大直徑平均為 16cm，也發現尺寸為 9cm 的角星珊瑚 (圖 4-1-9)。



圖 4-1-1、天然棲息地-柴山海域調查環境照

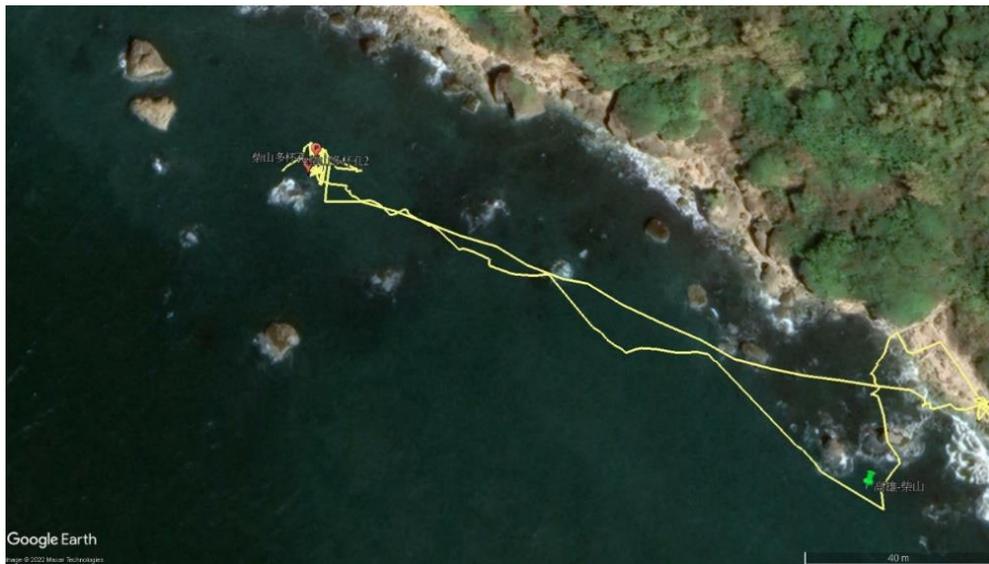


圖 4-1-2、2022/3/4 調查柴山海域樣點之路徑圖



圖 4-1-3、柴山海域-第一株柴山多杯孔珊瑚



圖 4-1-4、柴山海域-第二株柴山多杯孔珊瑚（尺寸 15*15cm）



圖 4-1-5、2022/3/11 兩組調查柴山海域樣點之路徑圖（上）；為目前記錄到珊瑚的點位圖（下）



圖 4-1-6、柴山海域-第三株柴山多杯孔珊瑚（尺寸 15*15cm）



圖 4-1-7、柴山海域-第四株柴山多杯孔珊瑚（尺寸 19*21cm）

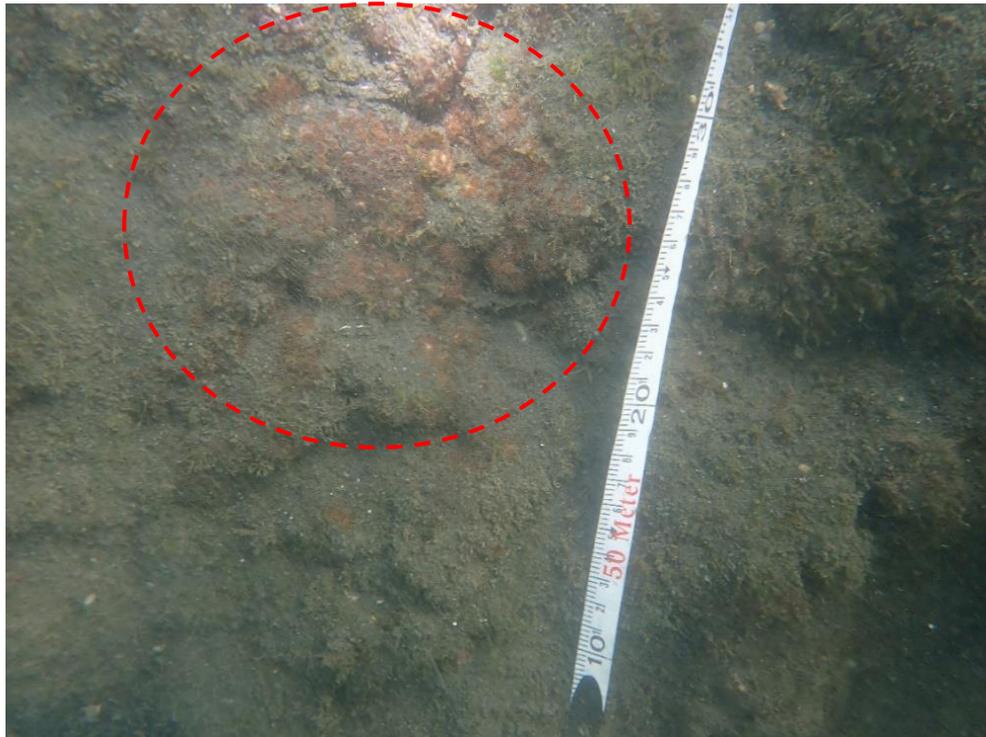


圖 4-1-8、柴山海域-第五株柴山多杯孔珊瑚（尺寸 15*11cm）



圖 4-1-9、柴山海域-角星珊瑚（尺寸 9*6cm）

2. 柴山海域(2)(3)

高雄柴山海域(2)(3)在 2022/5/9 上午調查 ($22^{\circ} 38.145'$, $120^{\circ} 15.416'$ 及 $22^{\circ} 38.306'$, $120^{\circ} 15.329'$) (圖 4-1-10、11)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-1-12。本次作業調查並未發現柴山多杯孔珊瑚，而此二區域的底質組成與柴山海域(1)相似(圖 4-1-13)，但水體的能見度相對比較好，也可能為柴山多杯孔珊瑚的棲息地，故若機會允許，可能會再次進行調查。



圖 4-1-10、天然棲息地-柴山海域(2)調查環境照



圖 4-1-11、天然棲息地-柴山海域(3)調查環境照



圖 4-1-12、調查柴山海域(2)(3)路徑圖



圖 4-1-13、水下礁石的底質狀況，佈滿許多藻類

3. 枋山鄉楓港

此調查是在 2022/6/17 下午進行，調查地點於枋山鄉的楓港 ($22^{\circ}11.067'$, $120^{\circ}41.429'$) (圖 4-1-14)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-1-15。當時調查期間因風浪不佳，故僅進行小範圍的調查，結果未發現珊瑚個體，而水底礁石上附著許多大型海藻 (圖 4-1-16)。



圖 4-1-14、天然棲息地-枋山鄉楓港樣點調查環境照

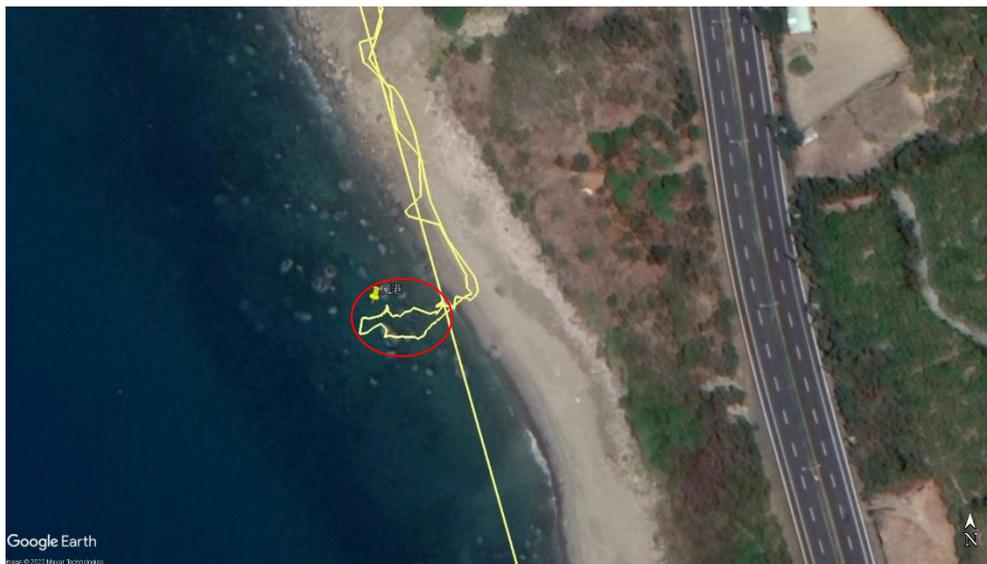


圖 4-1-15、枋山鄉楓港樣點之路徑圖(紅線為調查區域)



圖 4-1-16、附著在天然礁石上的大型藻類

4. 車城鄉水坑(1)

此調查是在 2022/1/19 上午進行，調查地點於車城鄉水坑 (22° 6.268', 120° 42.950') (圖 4-1-17)，調查員分成兩組，各攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如 (圖 4-1-18)，其中發現至少有三屬珊瑚，分別為微孔珊瑚屬 (*Porites* sp.)、角星珊瑚屬 (*Goniastrea* sp.)、偽(擬)絲珊瑚屬、盤星珊瑚屬 (*Dipsastraea* sp.)，點位標記共四株 (圖 4-1-19~圖 4-1-22、附錄一)。水下環境多為藻類附著於礁石上，水體混濁且流速快，但仍有零星珊瑚個體被觀察到。



圖 4-1-17、天然棲息地-車城鄉水坑(1)樣點調查環境照



圖 4-1-18、天然棲息地-車城鄉水坑(1)之調查路徑圖 (底圖為無人機空拍後拼接圖，雖有 GPS 定位，但仍有約 5 公尺的誤差)。



圖 4-1-19、微孔珊瑚屬（紅線圈起處）



圖 4-1-20、角星珊瑚屬



圖 4-1-21、偽(擬)絲珊瑚屬



圖 4-1-22、角菊珊瑚屬

5. 車城鄉水坑(2)

此調查是在 2022/6/17 上午進行，調查地點於車城鄉水坑的另一個樣點 (22° 6.095', 120° 42.947) (圖 4-1-23)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-1-24。由於當天風浪關係，僅對數顆天然礁石進行調查，發現在一礁石上有兩株石珊瑚，分別為細菊珊瑚屬(*Cyphastrea* sp.) (圖 4-1-25) 及盤星珊瑚屬(*Dipsastraea* sp.) (圖 4-1-26) (附錄一)。



圖 4-1-23、天然棲息地-車城鄉水坑(2)調查環境照



圖 4-1-24、天然棲息地-車城鄉水坑(2)之調查路徑圖(紅線為調查區域)



圖 4-1-25、細菊珊瑚屬



圖 4-1-26、盤星珊瑚屬

6. 車城鄉海口

此調查是在 2022/6/17 上午進行，調查地點於車城鄉水坑的另一個樣點 ($22^{\circ} 6.095'$, $120^{\circ} 42.947'$) (圖 4-1-27)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-1-28。選擇此地點進行調查是因為從 Google earth 上看起來有露出的礁石，但至現場觀察後，發現此棲地屬於沉水的礁體類型，為一般的珊瑚礁體，但發現該樣點的底質鋪滿藻類(又與一般的珊瑚礁棲息地不大相似)，故能觀察到珊瑚經常與礁體上的藻類長在一起(圖 4-1-29)。調查結果發現礁體上分布許多種類珊瑚，但並未發現柴山多杯孔珊瑚或是福爾摩沙偽絲珊瑚。



圖 4-1-27、天然棲息地-車城鄉海口樣點調查水下環境照



圖 4-1-28、天然棲息地-車城鄉海口樣點之調查路徑圖



圖 4-1-29、微孔珊瑚與藻類

(二) 人工棲息地珊瑚調查

針對人工棲息地的珊瑚調查，已經完成西海岸共 15 處的消波塊或離岸堤（圖 4-2-1），後面章節將對各地點及調查結果進行詳細描述。其中，在 2022/5/19 調查的過程中發現，彰化的線西、漢寶濕地及芳苑等地點（圖 4-2-2、4-2-3），環境不合適珊瑚復苗及生長，因為這三個地點的環境屬於濕地類型，在海水退潮時的海水面位置，並無人工基質或天然礁石，故我們判斷彰化的這三個地點不適合作為本計畫調查地點。

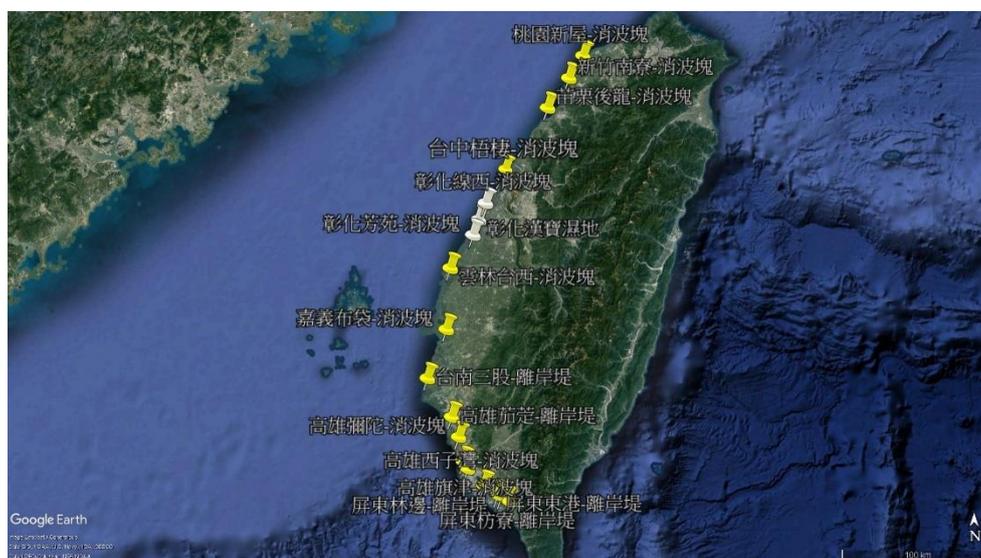


圖 4-2-1、本計畫人工棲息地之調查點位圖。(黃色：已完成調查的 15 處測站；白色：不適合進行調查的 3 個測站)



圖 4-2-2、人工棲息地-彰化線西調查環境照



圖 4-2-3、人工棲息地-彰化漢寶濕地調查環境照

1. 桃園新屋消波塊

桃園新屋海域在 2022/8/30 進行調查 ($24^{\circ} 57.682'$, $121^{\circ} 0.211'$) (圖 4-2-4)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業 (圖 4-2-5)，該點渭水下的底質為細砂及石頭組成，調查時能見度差，並未發現到珊瑚，只有些許螺類、藤壺及牡蠣在消波塊上 (圖 4-2-6)。



圖 4-2-4、人工棲息地-桃園新屋海域消波塊調查環境照



圖 4-2-5、人工棲息地-桃園新屋海域消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-6、人工棲息地-桃園新屋海域消波塊下的藤壺

2. 新竹南寮消波塊

新竹南寮海域在 2022/8/30 進行調查 ($24^{\circ} 49.920'$, $120^{\circ} 54.833'$) (圖 4-2-7)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業 (圖 4-2-8)，當日進行調查消波塊時，稍有風浪，但水下能見度尚可，並未發現珊瑚，大部分為牡蠣附苗於消波塊上 (圖 4-2-9)，及些許螺類。



圖 4-2-7、人工棲息地-新竹南寮海域消波塊調查環境照



圖 4-2-8、人工棲息地-新竹南寮海域消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-9、人工棲息地-新竹南寮海域消波塊下的底棲生物

3. 苗栗後龍消波塊

苗栗後龍海域在 2022/8/30 進行調查 ($24^{\circ} 39.617'$, $120^{\circ} 46.789'$) (圖 4-2-10)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業 (圖 4-2-11)，該點位退潮時露出石頭，在這些石頭上並未發現珊瑚，僅有珊瑚藻覆蓋以及些許藤壺，並未發現到珊瑚 (圖 4-2-12)。



圖 4-2-10、人工棲息地-苗栗後龍海域消波塊調查環境照



圖 4-2-11、人工棲息地-苗栗後龍海域消波塊樣點之調查路徑圖。(圖右邊為公墓，故將圖片打上馬賽克)



圖 4-2-12、人工棲息地-苗栗後龍海域石塊上的珊瑚藻

4. 台中梧棲消波塊

台中梧棲海域在 2022/5/10 進行調查 ($24^{\circ} 18.800'$, $120^{\circ} 31.074'$) (圖 4-2-13)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業 (圖 4-2-14)，以背浪側的消波塊為主，此地點消波塊另一邊風浪太大無法進行，故選擇背浪側進行調查。此次調查地點水下能見度尚可，但未發現到珊瑚，基質多為藻類、砂所覆蓋，有些許螺類在消波塊上 (圖 4-2-15)。



圖 4-2-13、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊調查環境照

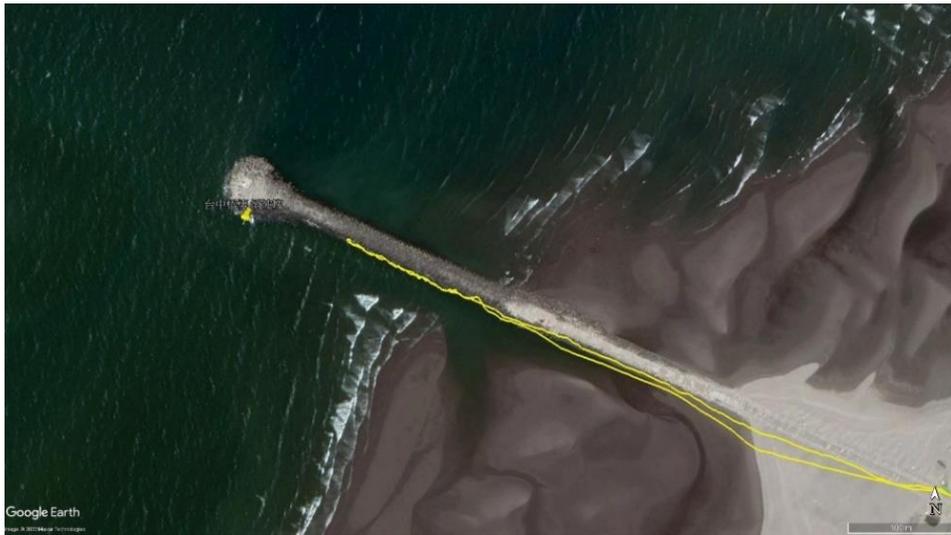


圖 4-2-14、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-15、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊下的底棲生物

5. 雲林台西消波塊

雲林台西海域的消波塊在 2022/5/10 下午調查 ($23^{\circ} 44.210'$, $120^{\circ} 10.416'$) (圖 4-2-16)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業 (圖 4-2-17)，因風向和消波塊的位置關係，調查地點皆屬迎風面，而此次調查未發現到珊瑚，消波塊上的基質多為藤壺、藻類所覆蓋，以及觀察到些許的螺類 (圖 4-2-18)。



圖 4-2-16、人工棲息地-雲林台西海域消波塊調查環境照



圖 4-2-17、人工棲息地-雲林台西消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-18、人工棲息地-雲林台西消波塊上的藤壺及蚵螺

6. 嘉義布袋消波塊

嘉義布袋海域的消波塊位在布袋國際遊艇港旁，於 2022/5/11 上午調查 ($23^{\circ} 23.144'$, $120^{\circ} 9.060'$) (圖 4-2-19)，調查員攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業 (圖 4-2-20)。此次調查發現未發現到珊瑚，基質多為藻類所覆蓋之外，也觀察到許多底棲生物，包括螺類、環紋蠕、海葵等 (圖 4-2-21)。



圖 4-2-19、人工棲息地-嘉義布袋海域消波塊調查環境照

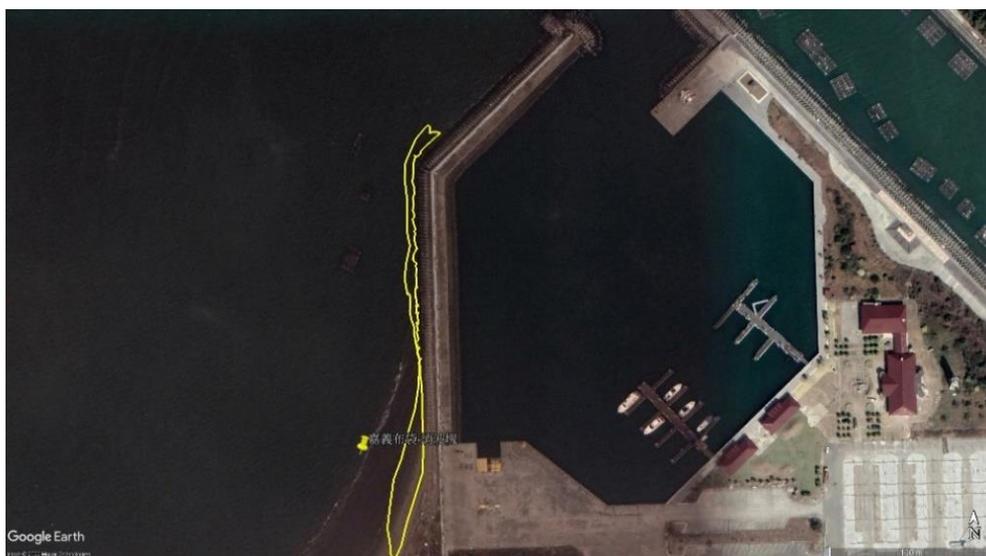


圖 4-2-20、人工棲息地-嘉義布袋消波塊之調查路徑圖



圖 4-2-21、人工棲息地-嘉義布袋消波塊樣點之底質照

7. 台南三股消波塊

台南三股海域的消波塊在 2022/5/11 上午調查 ($23^{\circ} 6.214'$, $120^{\circ} 2.096'$) (圖 4-2-22)，調查員攜帶一組 GPS 以潛水方式進行作業 (圖 4-2-23)，此次調查的範圍為一整圈的離岸堤，調查結果未發現到珊瑚，基質多為藻類所覆蓋，也觀察到鱗形斜紋蟹 (圖 4-2-24)。



圖 4-2-22、人工棲息地-嘉義布袋海域消波塊調查環境照



圖 4-2-23、人工棲息地-台南三股海域離岸堤之調查路徑圖



圖 4-2-24、人工棲息地-台南三股海域消波塊調查底質照及無斑斜紋蟹

8. 高雄茄萣消波塊

高雄茄萣海域的消波塊在 2022/5/11 下午調查 (22° 52.889', 120° 11.174') (圖 4-2-25)，調查員攜帶一組 GPS 以潛水方式進行作業 (圖 4-2-26)，調查整個離岸堤。此次調查發現在消波塊的背風側有數十顆微孔珊瑚，尺寸小為 3 公分，大至二十多公分都有，基質雖也多為藻類或殼狀珊瑚藻所覆蓋，但仍有珊瑚附苗生長，水質能見度也較其他人工棲息地清澈 (圖 4-2-27、附錄一)。



圖 4-2-25、人工棲息地-高雄茄萣海域消波塊調查環境照



圖 4-2-26、人工棲息地-高雄茄萣海域離岸堤之調查路徑圖，紅色直線為觀察到數顆微孔珊瑚的區段

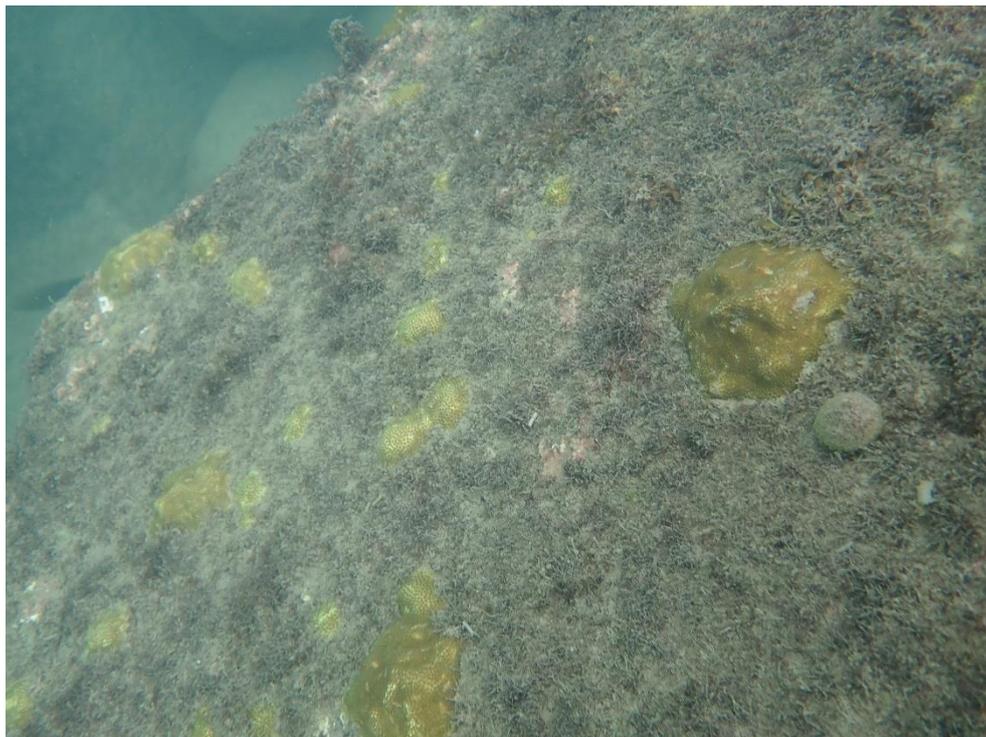


圖 4-2-27、人工棲息地-高雄茄萣海域消波塊上的微孔珊瑚

9. 高雄彌陀消波塊

彌陀區海域的消波塊在 2022/3/5 上午調查 ($22^{\circ} 46.011'$, $120^{\circ} 13.862'$) (圖 4-2-28)，調查員攜帶兩組 GPS 以潛水方式進行作業 (圖 4-2-29)，以背風面的消波塊為主，此地點消波塊另一邊正起風浪，故以背風面的調查為主。此次調查發現未發現到珊瑚，基質多為藻類所覆蓋 (圖 4-2-30)。



圖 4-2-28、人工棲息地-彌陀區海域消波塊調查環境照



圖 4-2-29、人工棲息地-彌陀區海域消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-30、人工棲息地-彌陀區海域消波塊下的蕨藻

10. 高雄西子灣消波塊

西子灣海域的消波塊在 2022/3/4 上午調查 ($22^{\circ} 37.460'$, $120^{\circ} 15.702'$)，調查員攜帶一組 GPS 以潛水方式進行作業 (圖 4-2-31)，此次調查以迎風面的消波塊為主，調查結果發現一顆表孔珊瑚 (圖 4-2-32；附錄一)，大部分附著於消波塊上的生物為藻類、海綿、被囊動物等。

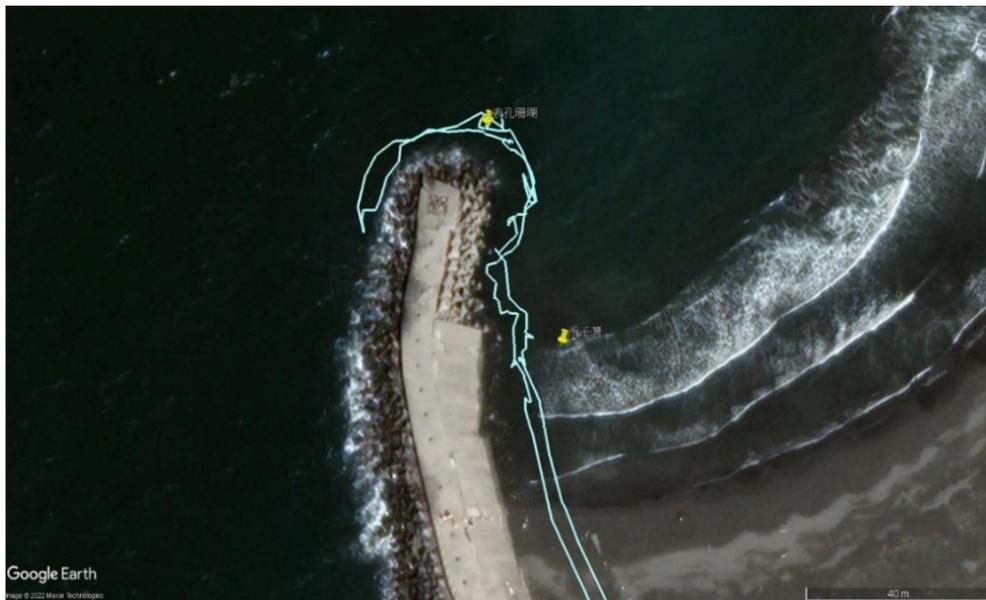


圖 4-2-31、人工棲息地-西子灣海域消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-32、人工棲息地-西子灣消波塊-表孔珊瑚

11. 高雄旗津消波塊

旗津海域的消波塊在 2022/3/4 中午調查(22° 35.066', 120° 17.722') (圖 4-2-33)，調查員攜帶兩組 GPS 以潛水方式進行作業(圖 4-2-34)，但因抵達地點時已起風浪，此次調查以背浪側的消波塊為主。此次調查發現到一顆微孔珊瑚(圖 4-2-35；附錄一)，基質多為藻類。



圖 4-2-33、人工棲息地-旗津海域消波塊調查環境照



圖 4-2-34、人工棲息地-旗津海域消波塊樣點之調查路徑圖



圖 4-2-35、人工棲息地-旗津消波塊上的微孔珊瑚

12. 高雄林園離岸堤

林園區離岸堤在 2022/3/3 下午調查($22^{\circ} 29.221'$, $120^{\circ} 23.315'$) (圖 4-2-36)，調查員分成兩組，各攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-2-37，發現四株微孔珊瑚 (圖 4-2-38~40；附錄一)，都在消波塊背浪側所觀察到，而迎浪側我們以潛水方式調查，一方面可避免海浪拍打而無法清楚調查，另一方面多了解迎浪側，深水處是否有珊瑚，目前未發現。



圖 4-2-36、人造棲息地-林園區離岸堤樣點調查環境照



圖 4-2-37、人工棲息地-林園離岸堤樣點之調查路徑圖



圖 4-2-38、人工棲息地-林園區-第一株微孔珊瑚



圖 4-2-39、人工棲息地-林園區-第二株微孔珊瑚



圖 4-2-40、人工棲息地-林園區-第三、第四株緊靠一起的微孔珊瑚

13. 屏東東港離岸堤

屏東東港鄉離岸堤在 2022/3/3 上午調查($22^{\circ} 26.026'$, $120^{\circ} 28.457'$) (圖 4-2-41)，調查員分成兩組，各攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-2-42，並未發現任何珊瑚及其他特殊底棲生物，其水下環境多為藻類附著於礁石上，常見生物為細紋方蟹 (圖 4-2-43)；另有在消波塊背浪側觀察到菟葵 (圖 4-2-44)。



圖 4-2-41、人工棲息地-屏東東港離岸堤調查環境照



圖 4-2-42、人工棲息地-東港離岸堤樣點之調查路徑圖



圖 4-2-43、細紋方蟹



圖 4-2-44、菟葵

14. 屏東林邊離岸堤

林邊鄉離岸堤在 2022/1/20 中午調查(22° 25.384', 120° 29.746') (圖 4-2-45)，調查員分成兩組，各攜帶 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-2-46，並未發現任何珊瑚及其他特殊底棲生物，其水下環境多為藻類附著於礁石上，裸露出的基質上則是有許多殼狀珊瑚藻。在消波塊的迎浪側及背浪側的風浪情況差異相當大，迎浪側的部份因風浪關係，水體相當混濁，但可見些許魚類；而背浪側相較能作業，雖水體也混濁，但也未發現任何珊瑚。



圖 4-2-45、人工棲息地-林邊離岸堤樣點調查環境照



圖 4-2-46、人工棲息地-林邊離岸堤樣點之調查路徑圖

15. 屏東枋寮消波塊

枋寮鄉離岸堤在 2022/1/20 上午調查($22^{\circ} 23.702'$, $120^{\circ} 32.927'$) (圖 4-2-47)，調查員分成兩組各攜帶一組 GPS 以浮潛方式進行作業，作業範圍如圖 4-2-48，並未發現任何珊瑚，僅找到一區塊有大面積的菟葵 (圖 4-2-49)，其水下環境多為藻類附著於礁石上，裸露出的基質上則是有許多殼狀珊瑚藻。



圖 4-2-47、人工棲息地-枋寮離岸堤樣點調查環境照



圖 4-2-48、人工棲息地-枋寮離岸堤點位之調查路徑圖

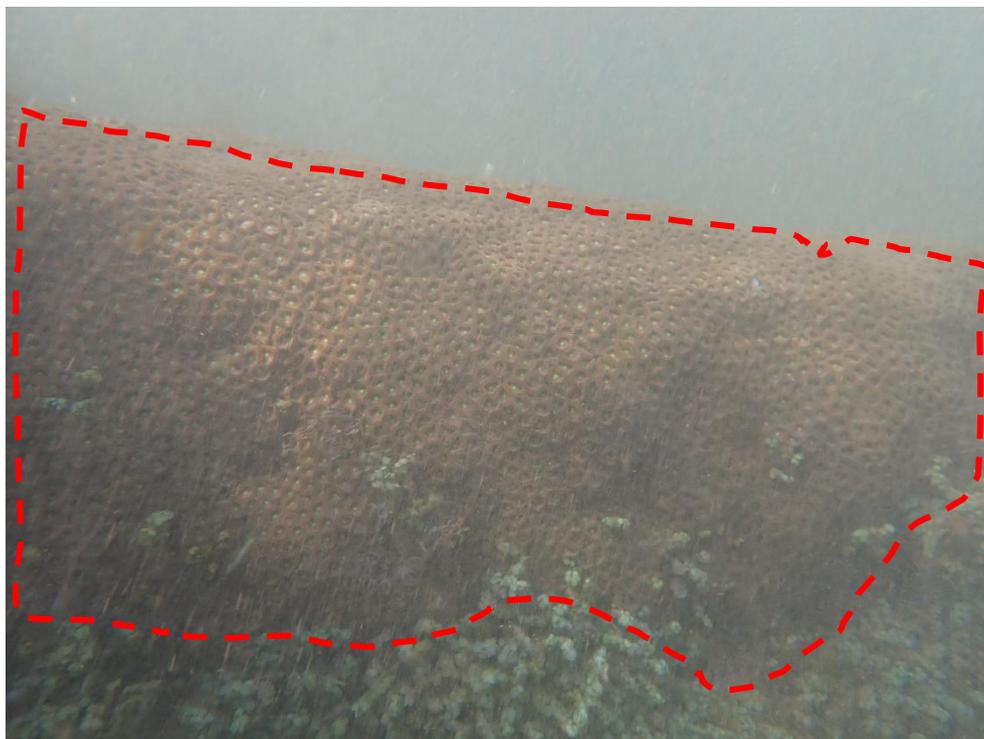


圖 4-2-49、大面積的菟葵（紅線圈起處）

(三) 永安 LNG 接收站作業結果

本計畫目前執行永安 LNG 接收站的部分已完成作業，包括港內、外的珊瑚調查、底棲生物調查及魚類調查。但為了更了解永安 LNG 接收站內珊瑚分布差異的原因，已佈放共 6 支溫度計錄器在港內、外的測站；另外新增調查港內 3 處測站進行珊瑚覆蓋率的比較(圖 4-3-1)。

所有的測站中，在珊瑚調查結果的部分，港內南側消波塊測站的淺處發現到最高的珊瑚覆蓋率(圖 4-3-2)及最多的珊瑚種類(表 4-3-1、附錄三)，總共記錄到 11 科 21 屬 79 種珊瑚，珊瑚覆蓋率為 $37.8\pm 4\%$ (圖 4-3-3)。魚類部分的調查，最多種類的魚類也是在港內南側消波塊測站，共 6 種魚；而記錄到魚數量最多的測站為港外南側消波塊的測站，共 74 條魚，以尾斑光鰓雀鯛為最多(圖 4-3-4、表 4-3-2)。底棲生物的部分，記錄到最多種類及數量的測站為港內東側消波塊測站，共三種 54 隻，其中以刺冠海膽最為常見(圖 4-3-5、表 4-3-3)。更詳細的各測站調查結果呈現在後面章節：

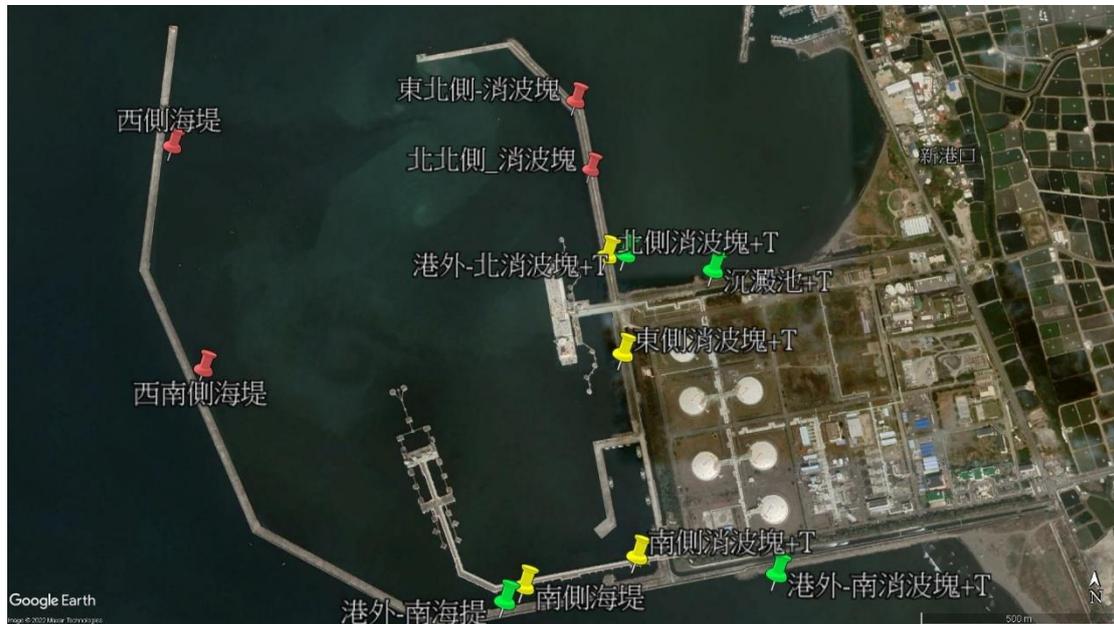


圖 4-3-1、永安 LNG 接收站-調查測站樣點圖(黃色：港內測站點位、綠色：港外測站點位、紅色：新增之調查點位、T：溫度計)

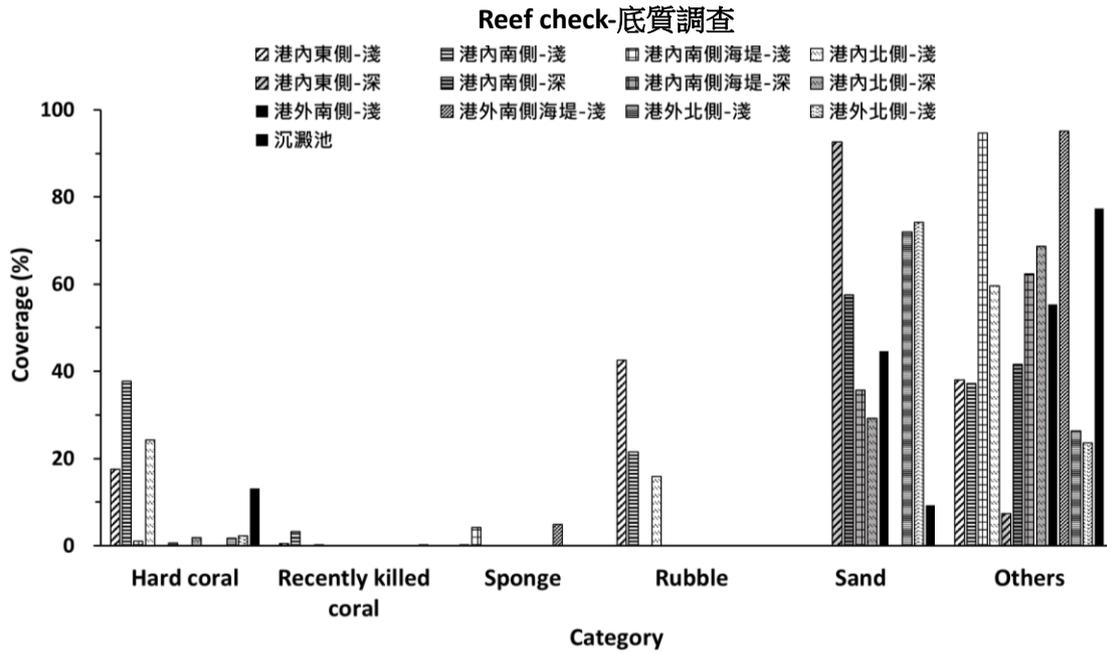
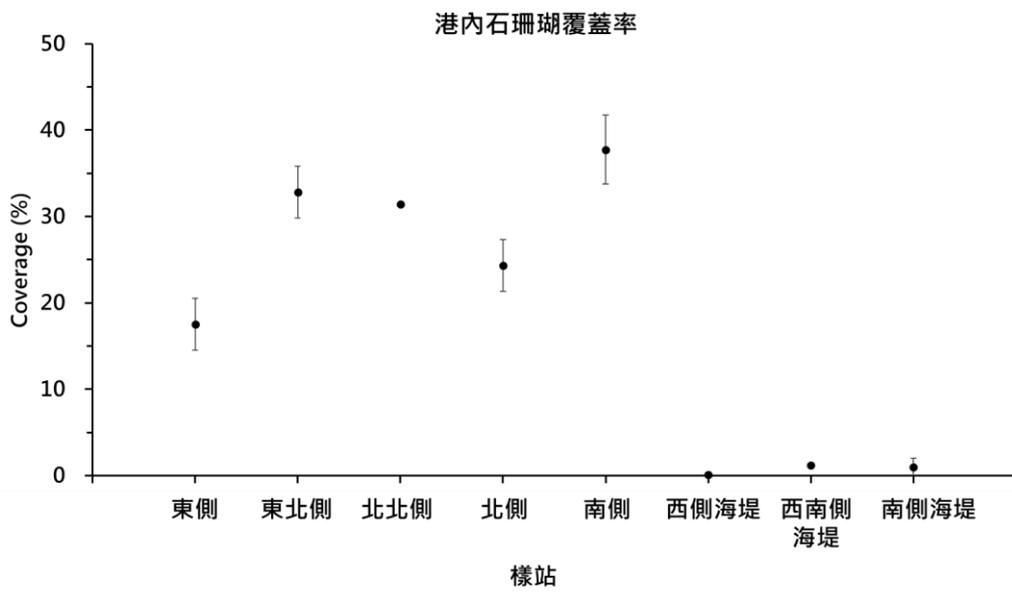


圖 4-3-2、永安 LNG 接收站-各測站 Reef check 底質調查覆蓋率圖(省略 Soft coral, Nutrient indicator algae, Rock 及 Silt/clay 等比例極低之項目)



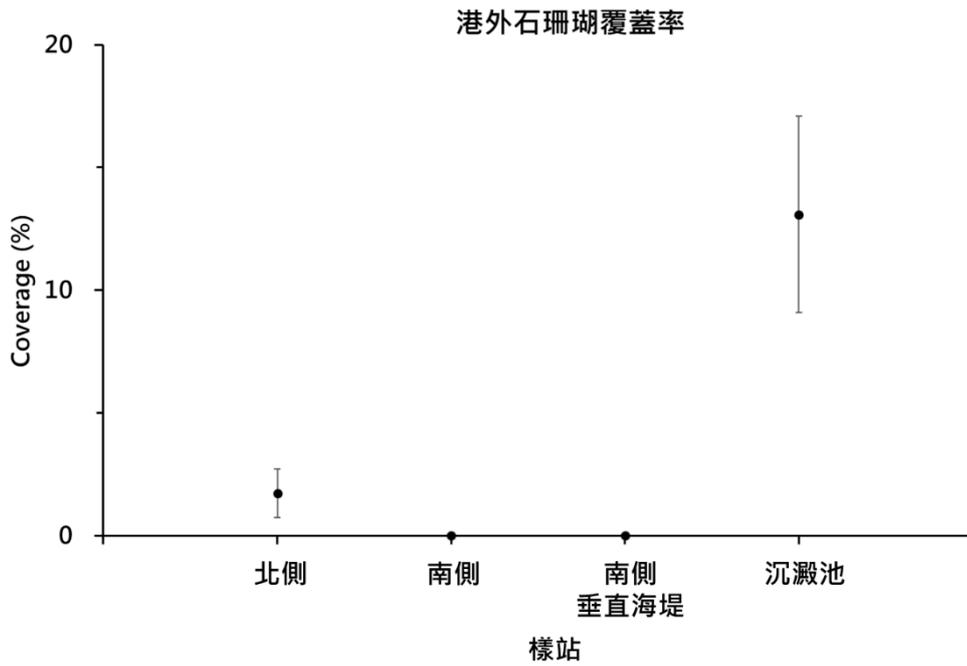


圖 4-3-3、永安 LNG 接收站港內測站(上圖)、港外測站(下圖)-淺水域的石珊瑚覆蓋率。(實際點位參考圖 4-3-1，誤差線為 95%信賴界線)

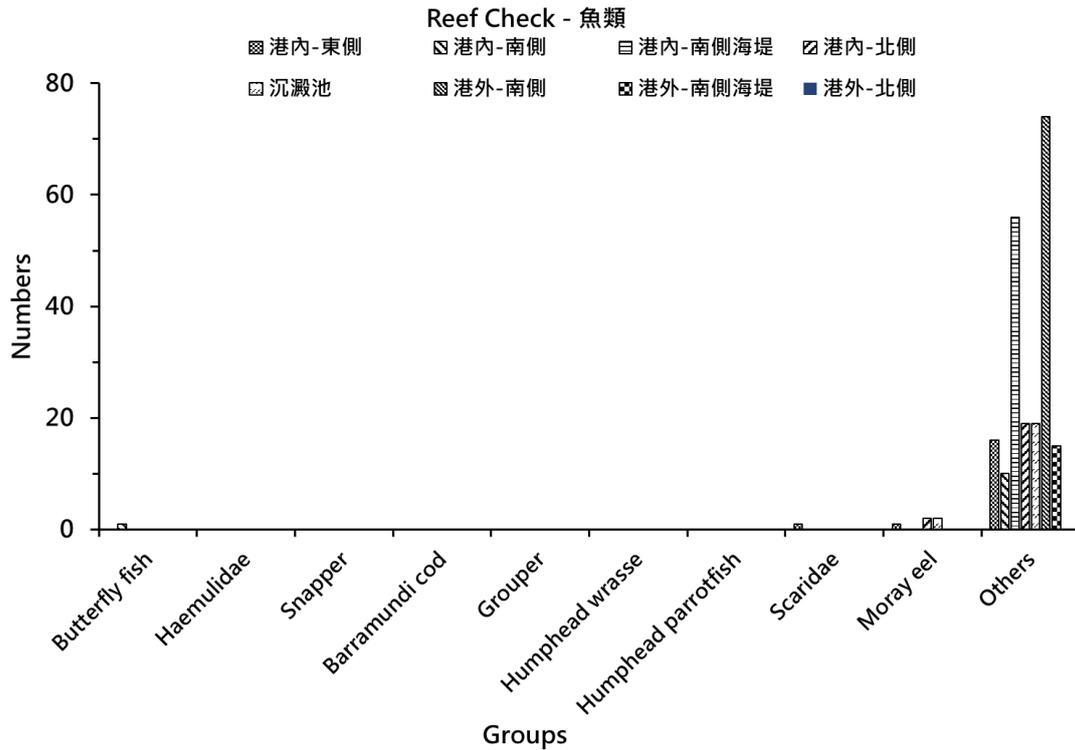


圖 4-3-4、各測站 Reef check-魚類之結果

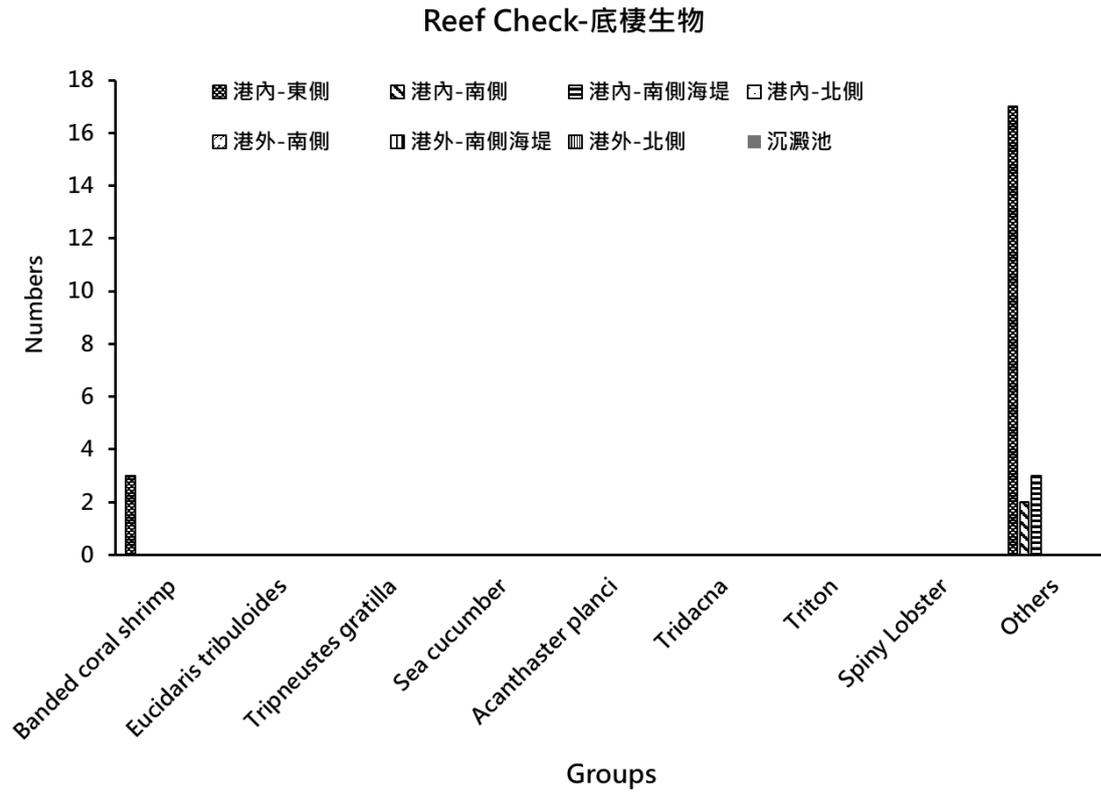


圖 4-3-5、各測站 Reef check-底棲生物之結果

1. 港內-東側消波塊點位

調查時間為 2022/4/21，在水深 8.3 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.648'$, $120^{\circ} 12.143'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.666'$, $120^{\circ} 12.151'$ （圖 4-3-6、附錄二）。調查時發現東側消波塊深處的底質多為沙質，覆蓋在消波塊上，能見度不佳（圖 4-3-7）。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 780 個點，未記錄到任何珊瑚，多以沙底、碎石為主共 92.7% 及其他類 7.3%（圖 4-3-2）。魚類觀察到有 5 種，分別為胸斑錦魚 4 隻、伏氏眶棘鱸 3 隻、魔鬼蓑鮋 2 隻、黃擬鱸 1 隻、大斑裸胸鯨 1 隻（表 4-3-2）；在底棲生物部分發現刺冠海膽 1 隻、環刺棘海膽 1 隻、清潔蝦 3 隻（表 4-3-3）。

在水淺 2.5 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.651'$, $120^{\circ} 12.156'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.637'$, $120^{\circ} 12.157'$ （圖 4-3-6、附錄二），總計調查到 10 科 20 屬 68 種不同的石珊瑚（表 4-3-1、附錄三）。在調查時淺處時發現，水體能見度變佳，比深處的地方好，也有較多的珊瑚分布在消波塊上（圖 4-3-8），在此處設置一溫度計（圖 4-3-9、附錄四），水溫分析請見第 13 小節。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 650 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 17.5%、死珊瑚 0.5%、海藻 1.38%、碎石 42.6%、其他類 38.0%（圖 4-3-2）。魚類觀察到有 3 種，分別為胸斑錦魚 5 隻、藍頭綠鸚哥魚 1 隻、黃擬鱸 1 隻（表 4-3-2）；在底棲生物部分發現刺冠海膽 9 隻、環刺棘海膽 3 隻、貝類 3 隻（表 4-3-3）。

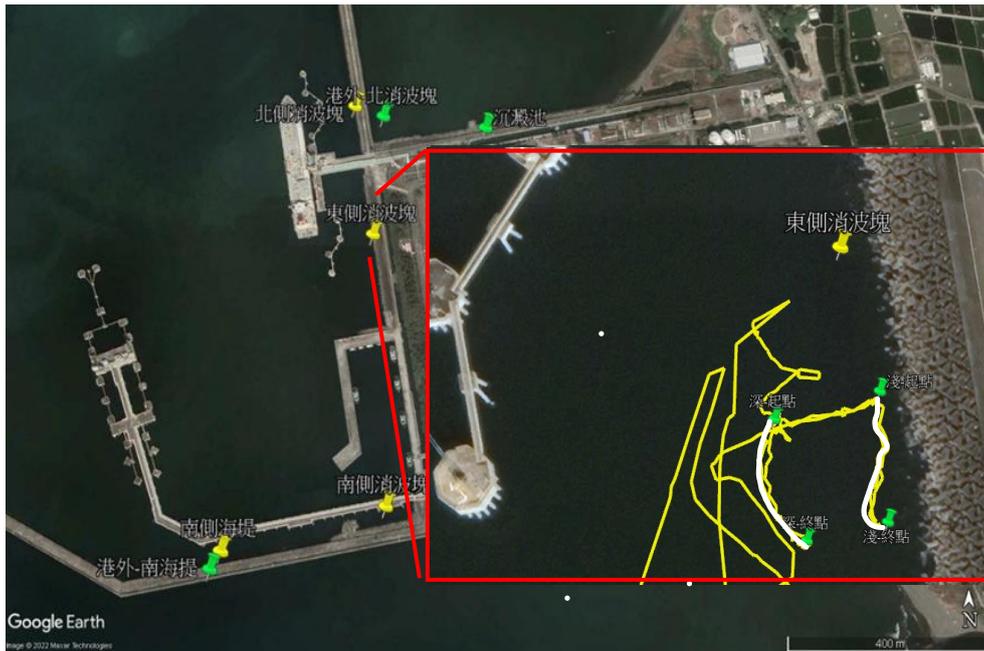


圖 4-3-6、永安 LNG 接收站-東側消波塊穿越線(白線部分)調查路徑圖，靠近岸邊為淺處，離岸邊較遠為深處

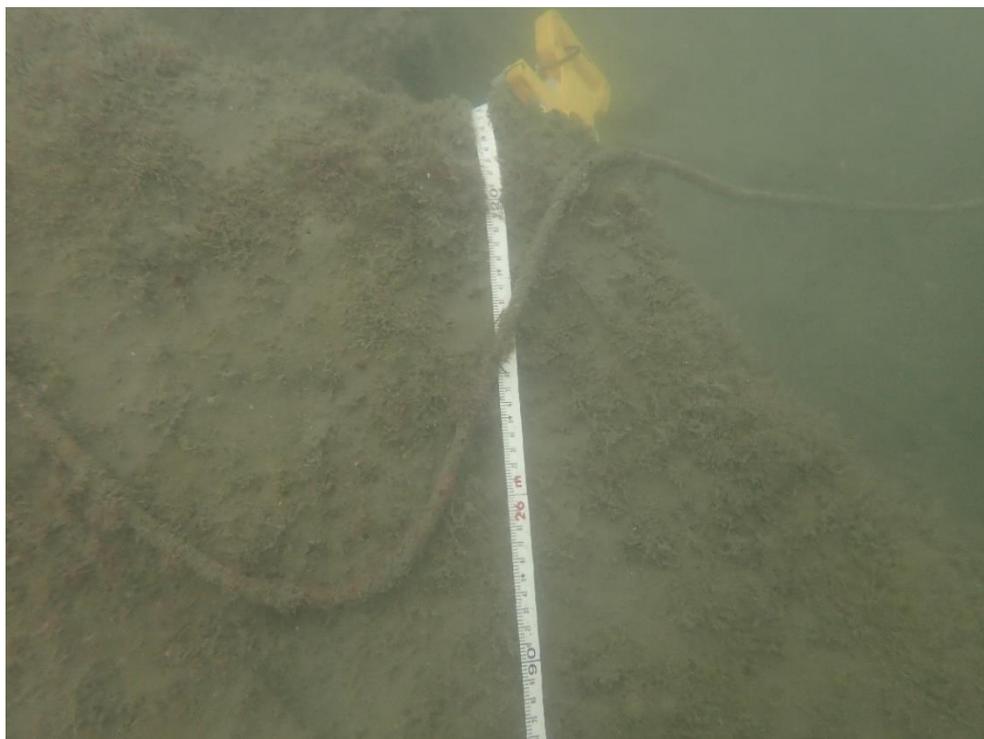


圖 4-3-7、永安 LNG 接收站-東側消波塊-深處(8.3m)-環境照

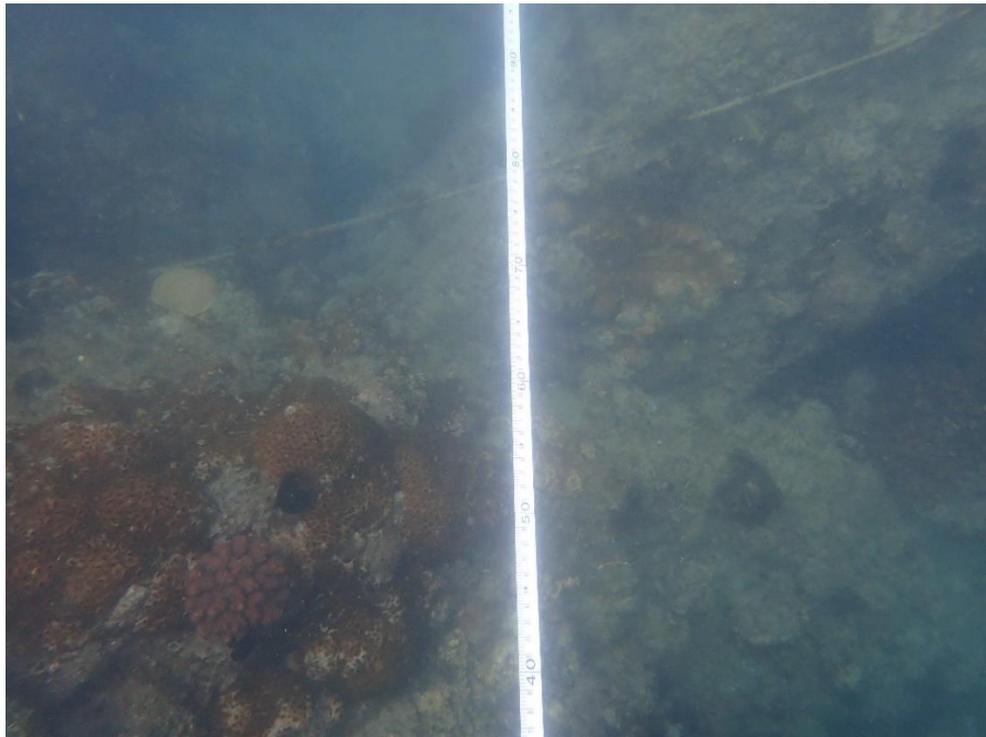


圖 4-3-8、永安 LNG 接收站-東側消波塊-淺處(2.5m)-環境照。



圖 4-3-9、永安 LNG 接收站-東側消波塊-淺處-溫度計佈放。

2. 港內-南側消波塊點位

調查時間為 2022/4/21，在水深 8.2 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.395'$, $120^{\circ} 12.159'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.394'$, $120^{\circ} 12.144'$ (圖 4-3-10、附錄二)。野外調查時，水底堆積許多沉積物，能見度不佳 (圖 4-3-11)。在底質調查部分，CPCe 共灑 720 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 0.7%、海藻 0.1%、碎石 57.5%、其他類 41.7% (圖 4-3-2)。在我們穿越線上並未觀察到魚類，僅發現一隻底棲生物為天空葉海蛞蝓 (表 4-3-3)。

在水淺 3.1 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.389'$, $120^{\circ} 12.163'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.386'$, $120^{\circ} 12.147'$ (圖 4-3-10、附錄二)，總計調查到 11 科 21 屬 79 種不同的石珊瑚(表 4-3-1、附錄三)。在淺處的水體能見度也是相較深處佳，不少活珊瑚在消波塊底質上 (圖 4-3-12)，本團隊也在此樣點佈放一支溫度計 (圖 4-3-13、附錄四)，水溫分析請見第 13 小節。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 710 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 37.8%、死珊瑚 3.2%、海綿 0.3%、碎石 21.6%、其他類 37.1% (圖 4-3-2)。魚類觀察到有 2 種，分別為條紋豆娘魚 10 隻、鏡斑蝴蝶魚 1 隻 (圖 4-3-4、表 4-3-2)；在底棲生物部分發現環刺棘海膽 1 隻 (表 4-3-3)。



圖 4-3-10、永安 LNG 接收站-南側消波塊穿越線(白線部分)調查路徑圖，靠近堤邊為淺處，離岸邊較遠為深處

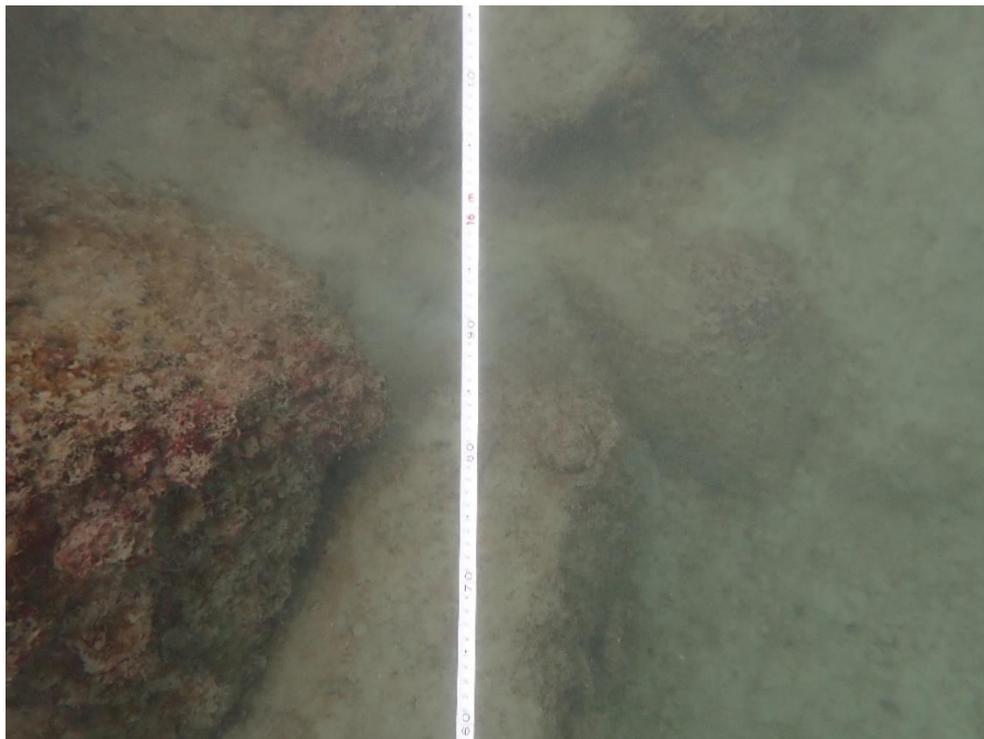


圖 4-3-11、永安 LNG 接收站-南側消波塊-深處(8.2m)-環境照



圖 4-3-12、永安 LNG 接收站-南側消波塊-淺處(3.1m)-環境照

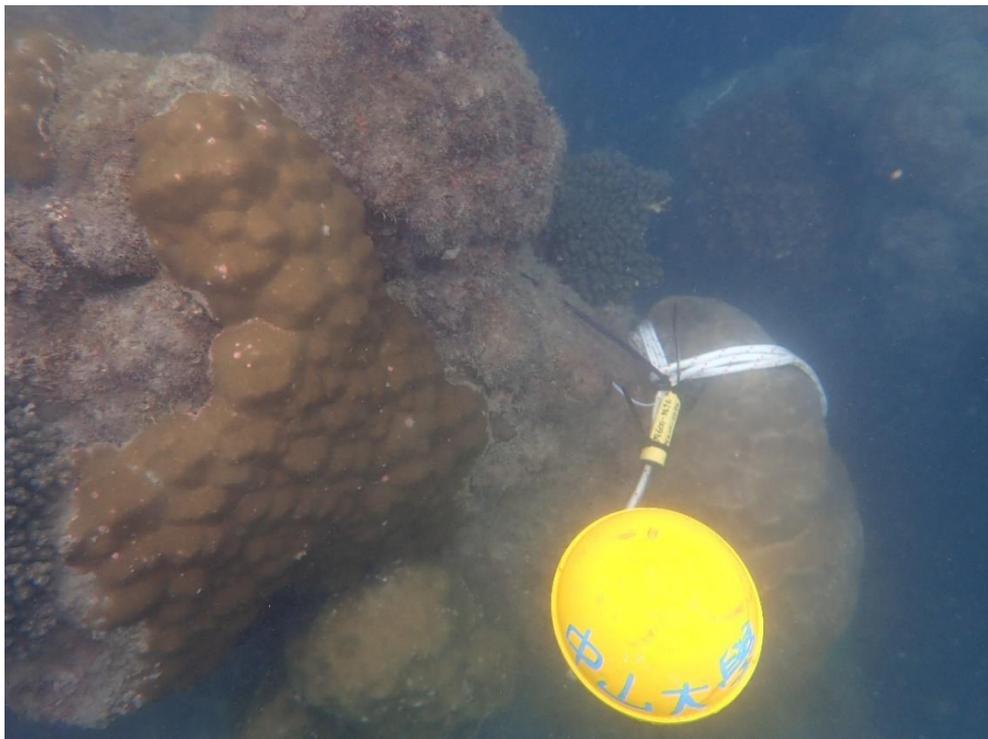


圖 4-3-13、永安 LNG 接收站-南側消波塊-淺處-溫度計佈放

3. 港內-南側垂直海堤點位

調查時間為 2022/4/21，在水深 7.7 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.352'$, $120^{\circ} 11.981'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.346'$, $120^{\circ} 11.967'$ (圖 4-3-14、附錄二)。此樣點是沿著海堤垂直面下潛後，到底部的消波塊進行調查，觀察結果發現底部仍以沙為居多，幾乎沒有底棲生物存在 (圖 4-3-15)。在底質調查部分，CPCe 共灑 650 個點，沒有記錄到任何石珊瑚，僅有碎石 35.7%、其他類 62.3% (圖 4-3-2)。魚類觀察到有 6 種，分別為黃尾光鰓雀鯛 25 隻、鰻科下的一種 20 隻、黃體鸚天竺鯛 4 隻、裂唇魚 4 隻、伏氏眶棘鱸 2 隻、胸斑錦魚 1 隻 (圖 4-3-4、表 4-3-2)；在底棲生物部分發現刺冠海膽 1 隻、環刺棘海膽 1 隻 (表 4-3-3)。

在水淺 5.7 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.346'$, $120^{\circ} 11.982'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.344'$, $120^{\circ} 11.966'$ (圖 4-3-14、附錄二)，總計在此點位調查到 1 科 1 屬 1 種的石珊瑚(表 4-3-1、附錄三)。此樣點是海堤的垂直面，幾乎沒有珊瑚附苗，底質大多為海綿、藻類附著在牆面上 (圖 4-3-16)。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 820 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 1.0%、海藻 0.2%、海綿 4.2%、其他類 94.63% (圖 4-3-2)。在我們穿越線上發現一株柴山多杯孔珊瑚，點位為 $22^{\circ} 48.347'$, $120^{\circ} 11.975'$ ，在水深 5.7m 處 (圖 4-3-17、18；附錄一)；另外並未觀察到魚類，底棲生物部分僅發現一隻環刺棘海膽 (表 4-3-3)。

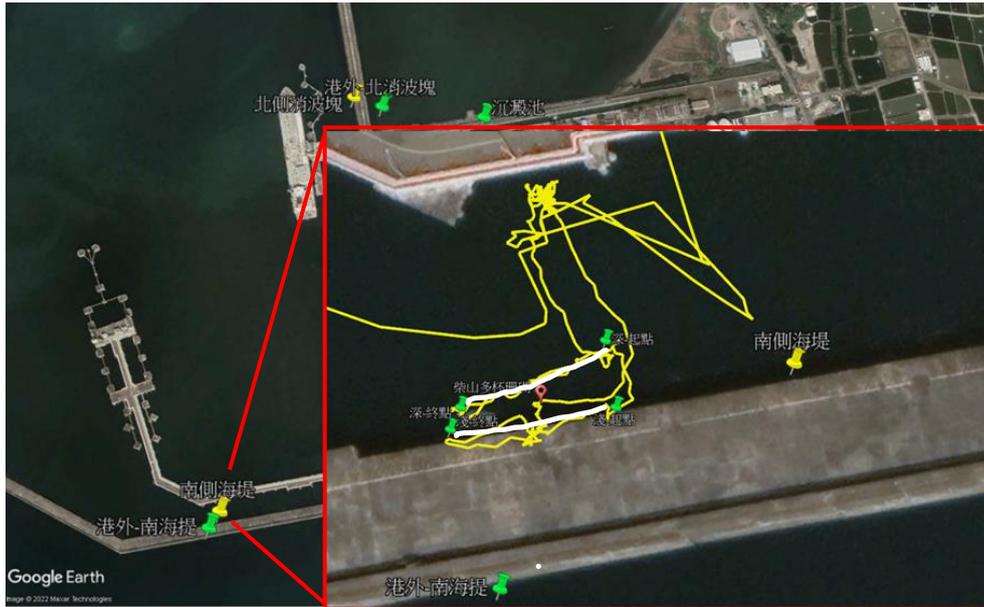


圖 4-3-14、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤穿越線(白線部分)調查路徑圖，靠近海堤為淺處，離海堤較遠為深處。



圖 4-3-15、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-深處(7.7m)-環境照。



圖 4-3-16、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-淺處(5.7m)-環境照。



圖 4-3-17、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-柴山多杯孔珊瑚（群體長度為 12.9cm，水深 5.7m）。



圖 4-3-18、永安 LNG 接收站-南側垂直海堤-柴山多杯孔珊瑚（近照）（水深 5.7m）。

4. 港內-北側消波塊點位

調查時間為 2022/4/21，在水深 7.3 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.810'$, $120^{\circ} 12.119'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.805'$, $120^{\circ} 12.133'$ (圖 4-3-19、附錄二)。此樣點水深處底質多為沙石、海藻覆蓋，和些許的珊瑚，水體能見度不佳 (圖 4-3-20)。在底質調查結果部分，CPCe 共灑 750 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 1.9%、海藻 0.3%、碎石 29.1%、其他類 68.6% (圖 4-3-2)。魚類觀察到有 3 種，分別為裂唇魚 5 隻、大斑裸胸唇 2 隻、雙斑尖唇魚 1 隻 (圖 4-3-4、表 4-3-2)，在我們穿越線上並未觀察到底棲生物。

在水淺 3.0 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.810'$, $120^{\circ} 12.125'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.795'$, $120^{\circ} 12.132'$ (圖 4-3-19、附錄二)，總計調查到 6 科 14 屬 51 種不同的石珊瑚(表 4-3-1、附錄三)。水層較淺處，其能見度變好，且許多珊瑚附苗在消波塊上 (圖 4-3-21)，在此亦設置溫度計 (圖 4-3-22)，水溫分析請見第 13 小節。在底質調查結果部分，CPCe 共灑 720 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 24.3%、死珊瑚 0.3%、碎石 15.8%、其他類 59.6% (圖 4-3-2)。魚類觀察到有 2 種，分別為短鬚海鯪 12 隻、黃尾光鰓雀鯛 1 隻 (圖 4-3-4、表 4-3-2)，在我們穿越線上並未觀察到底棲生物。



圖 4-3-19、永安 LNG 接收站-北側消波塊穿越線(白線部分)調查路徑圖，靠近右岸邊為淺處，離右岸邊較遠為深處

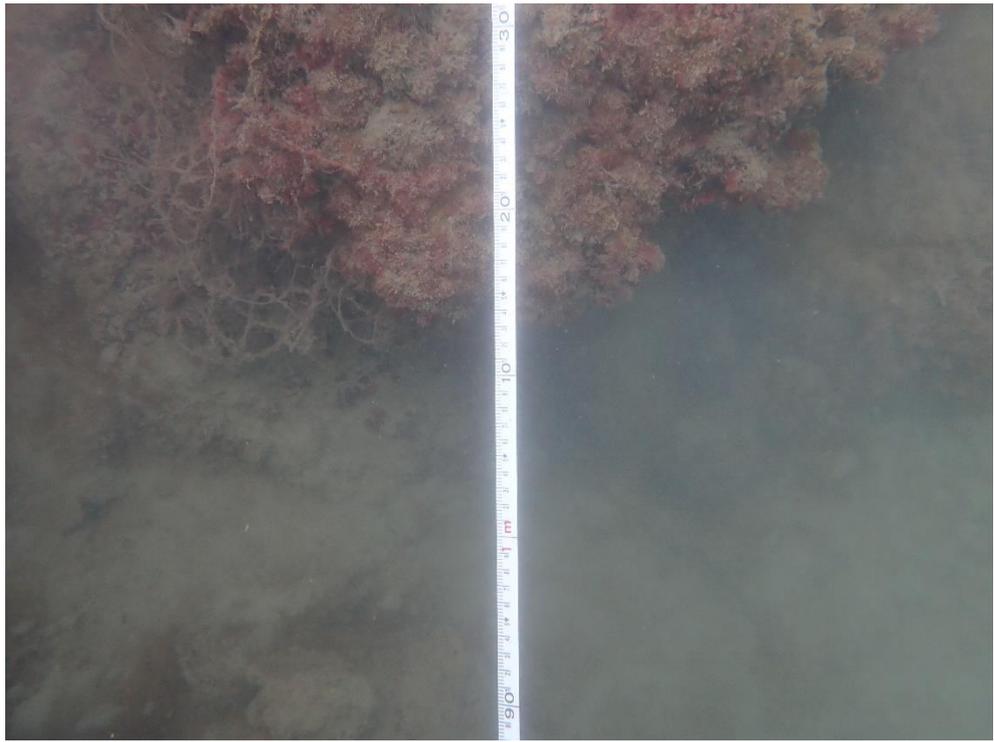


圖 4-3-20、永安 LNG 接收站-北側消波塊點位-深處(7.3m)-環境照

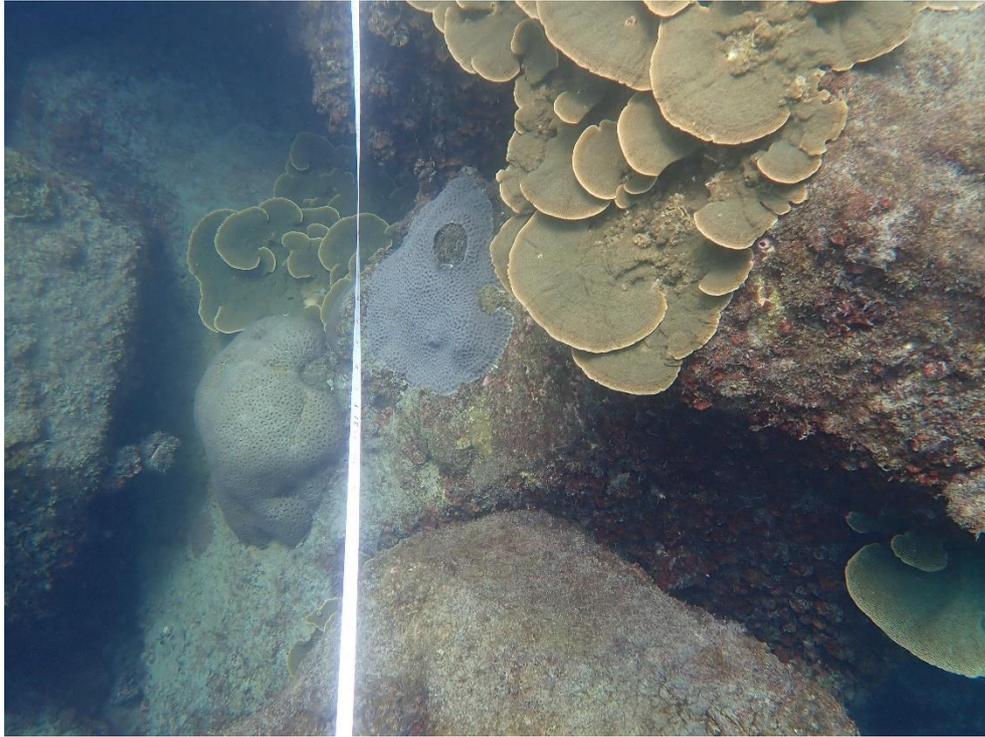


圖 4-3-21、永安 LNG 接收站-北側消波塊點位-淺處(3.0m)-環境照



圖 4-3-22、永安 LNG 接收站-北側消波塊-淺處-溫度計佈放

5. 港內-沉澱池樣點

調查時間為 2022/4/20，在水淺 3.0 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.783'$, $120^{\circ} 12.273'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.783'$, $120^{\circ} 12.273'$ (圖 4-3-23、表 4-3-1)。沉澱池的水體為從進水口吸進入的海水，水體流速稍強，底部也多為堆積的沙底，故調查時選擇較淺的水深 (約 3 公尺) (圖 4-3-24)，在底質調查結果部分，CPCe 共灑 260 個點，記錄到石珊瑚覆蓋率為 13.1%、死珊瑚 0.4%、碎石 9.2%、其他類 77.3% (圖 4-3-2)，且發現一株柴山多杯孔珊瑚 (圖 4-3-25、附錄一)，在水深 2.6m 處；魚類觀察到有 2 種，分別為黃緣副鱗魷 6 隻、魔鬼蓑鮋 1 隻 (圖 4-3-4、表 4-3-2)；在我們穿越線上並未觀察到底棲生物，最後同時佈放一支溫度計 (圖 4-3-26、附錄四)，水溫分析請見第 13 小節。



圖 4-3-23、永安 LNG 接收站-沉澱池穿越線(白線部分)調查路徑圖

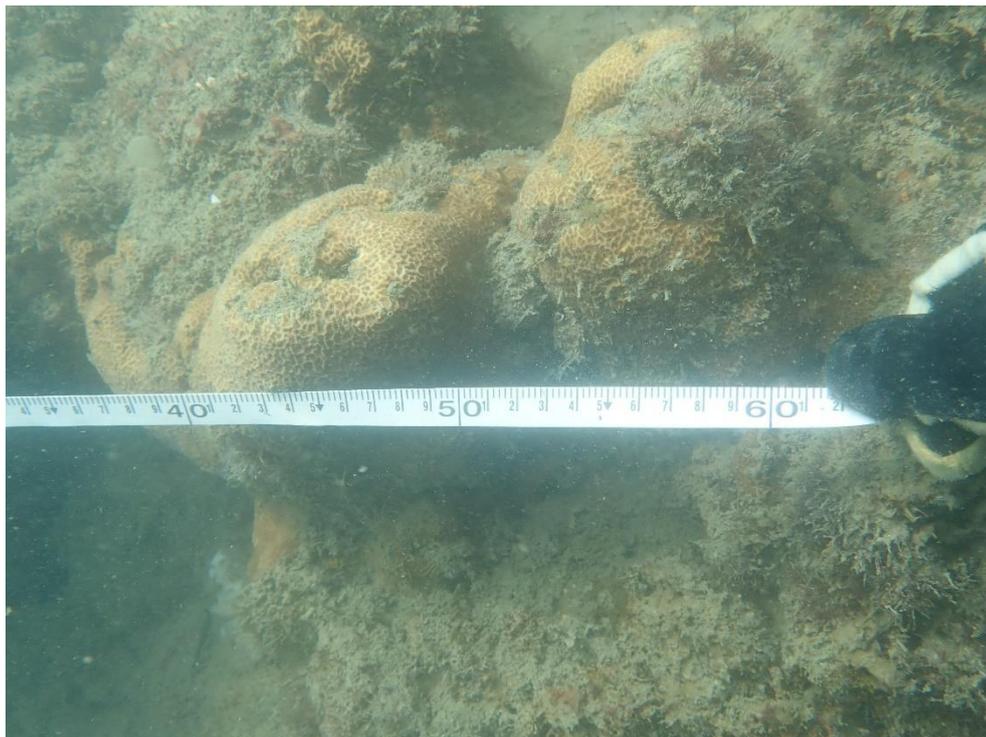


圖 4-3-24、永安 LNG 接收站-沉澱池點位-環境照。



圖 4-3-25、永安 LNG 接收站-沉澱池點位--柴山多杯孔珊瑚（群體長度為 16.6cm，水深 2.6m）。

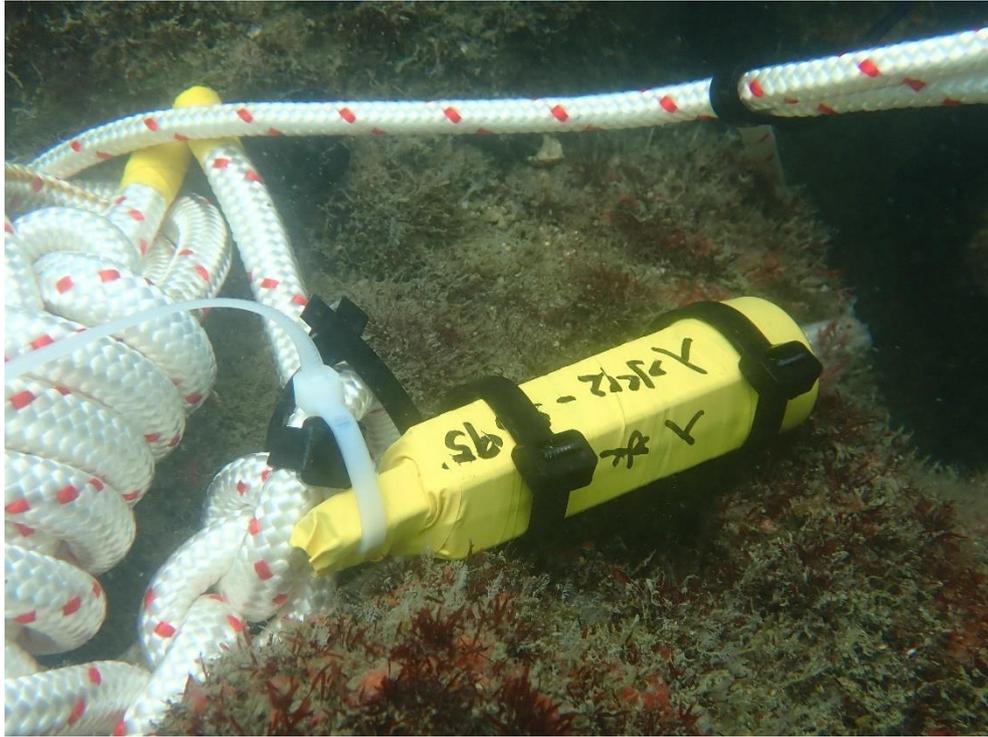


圖 4-3-26、永安 LNG 接收站-沉澱池-溫度計佈放。

6. 港外-南消波塊樣點

調查時間為 2022/6/2 上午，在水深 4.0 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.386'$, $120^{\circ} 12.372'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.394'$, $120^{\circ} 12.397'$ （圖 4-3-27、附錄二）。港外南邊的消波塊位於出水口的附近，但因安全顧慮，故選擇的作業點位離出水口稍遠處，該點位的水體相當混濁，可能與西南風有關，擾動水體的沉積物造成能見度差（圖 4-3-28），故沒有選擇進行兩種深度的穿越線調查，僅以水深四公尺作為代表。在該樣點先前有佈放一支溫度計，為跟港內的水溫比較（圖 4-3-29），但在今年十月回收時發現溫度計不見，故無法分析該樣站水溫。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 980 個點，僅記錄到碎石 44.7%、其他類 55.3%（圖 4-3-2）。魚類觀察到有 3 種，分別為尾斑光鰓雀鯛 67 隻、烏尾鮗 6 隻、密點少棘胡椒鯛 1 隻（圖 4-3-4、表 4-3-2），並未觀察到大型底棲生物。



圖 4-3-27、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點穿越線(白線部分)調查路徑圖

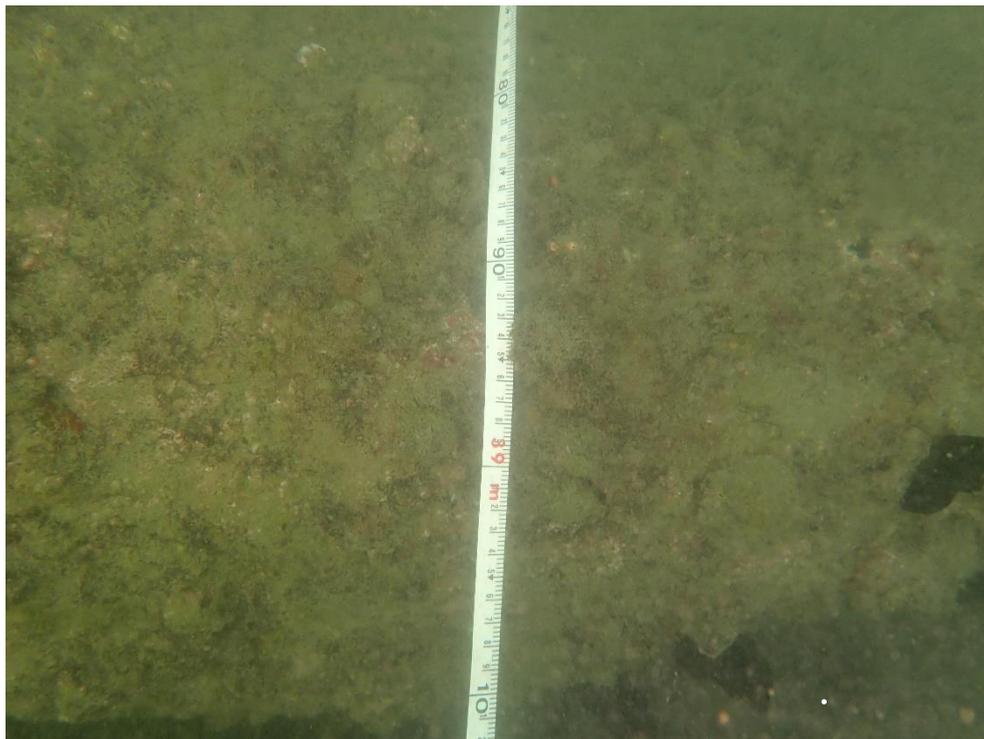


圖 4-3-28、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點-環境照



圖 4-3-29、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點-溫度計

7. 港外-南側垂直海堤樣點

調查時間為 2022/6/2 上午，在水深 5.0 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.328'$, $120^{\circ} 11.959'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.333'$, $120^{\circ} 11.989'$ （圖 4-3-30、附錄二）。該點位是永安 LNG 港外南邊的垂直海堤，因底部(6~9 公尺)的能見度差，故選擇在水深 5 公尺處作業作為該測站的代表，調查海堤面上底質組成（圖 4-3-31）。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 1740 個點，記錄到海綿 4.8%、碎石 0.1%、其他類 95.1%（圖 4-3-2）。魚類觀察到 1 種，為尾斑光鰓雀鯛 15 隻（圖 4-3-4、表 4-3-2）；並未記錄任何大型底棲生物。



圖 4-3-30、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點穿越線調查路徑圖。



圖 4-3-31、永安 LNG 接收站-港外-南消波塊樣點-環境照(圖中魚類為尾斑光鰓雀鯛)

8. 港外-北消波塊樣點

調查時間為 2022/6/2 上午，在深處點位水深 7.0 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.798'$, $120^{\circ} 12.178'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.800'$, $120^{\circ} 12.156'$ (圖 4-3-32、附錄二)。因該樣點距離入水口近，考慮潛水人員安全將點位移至靠邊的消波塊進行調查，而該樣點底部深處水體混濁，能見度不佳，但仍有些許珊瑚 (圖 4-3-33)。在底質調查結果的部分，CPCe 共灑 480 個點，記錄到活珊瑚 2.3%、碎石 74.2%、其他類 23.5% (圖 4-3-2)。該點位能見度差，可能是造成穿越線上並未觀察到魚類及底棲生物的原因之一。

調查時間為 2022/6/2 上午，在淺處點位水深 4.5 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.812'$, $120^{\circ} 12.155'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.820'$, $120^{\circ} 12.146'$ (圖 4-3-32、附錄二)。在淺處部分，水體能見度仍不佳 (圖 4-3-34)。底質調查結果的部分，CPCe 共灑 810 個點，記錄到活珊瑚 1.7%、碎石 72.0%、其他類 26.3% (圖 4-3-2)。該點位能見度差，可能是造成穿越線上並未觀察到魚類及底棲生物的原因之一。在該樣點有佈放溫度計 (圖 4-3-35)，，水溫分析請見第 13 小節。

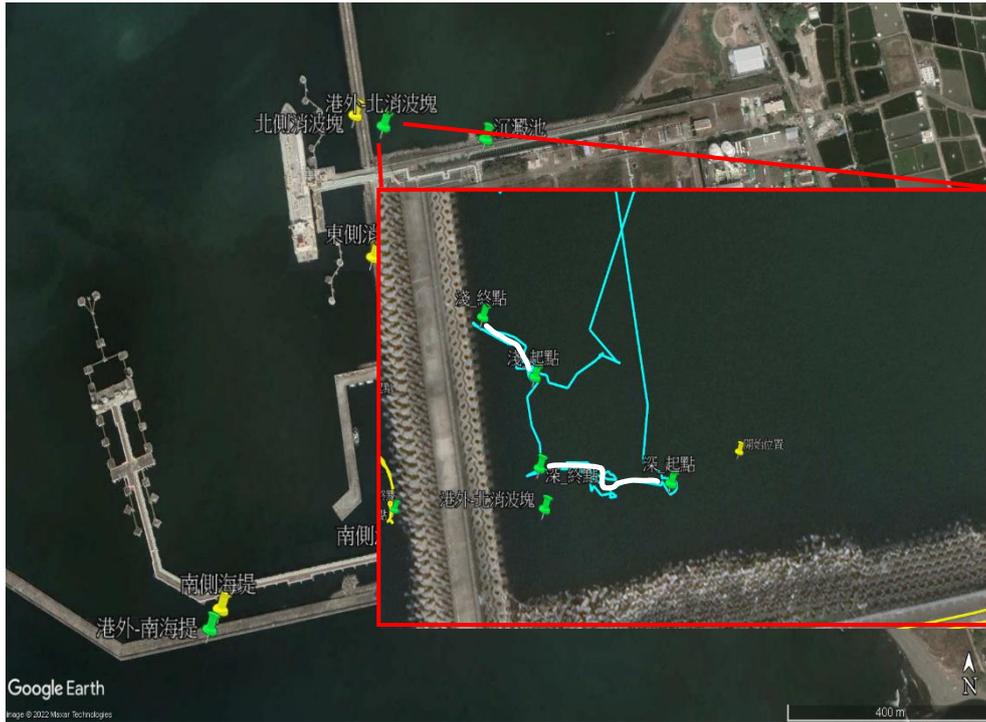


圖 4-3-32、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點(白線部分)穿越線調查路徑圖。

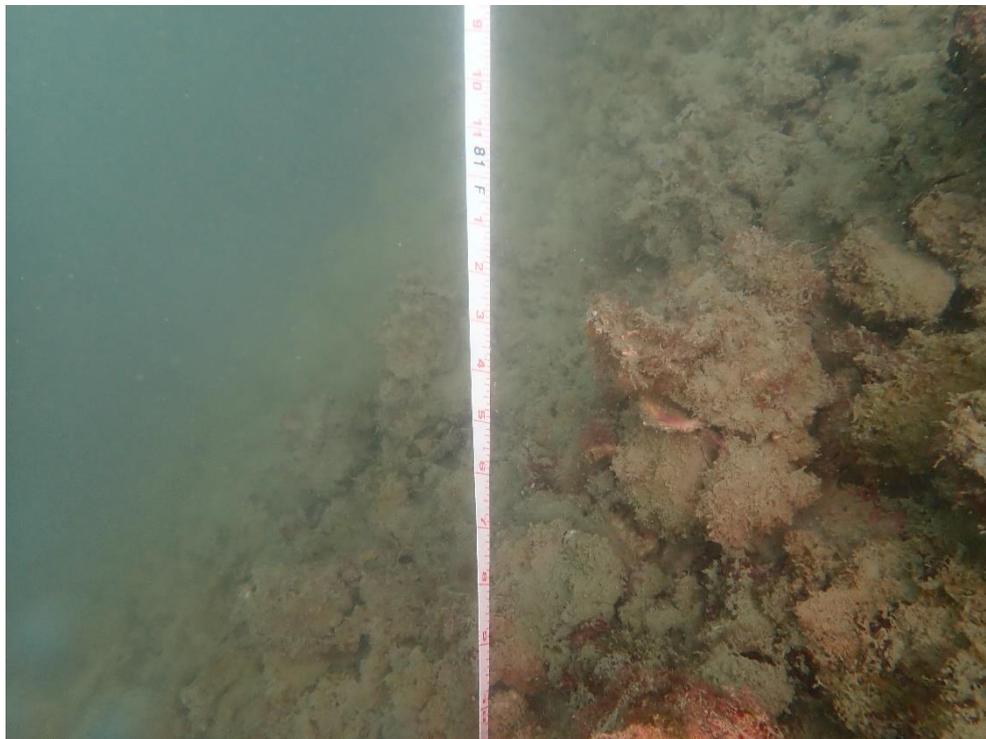


圖 4-3-33、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點-深處(7.0m)-環境照。

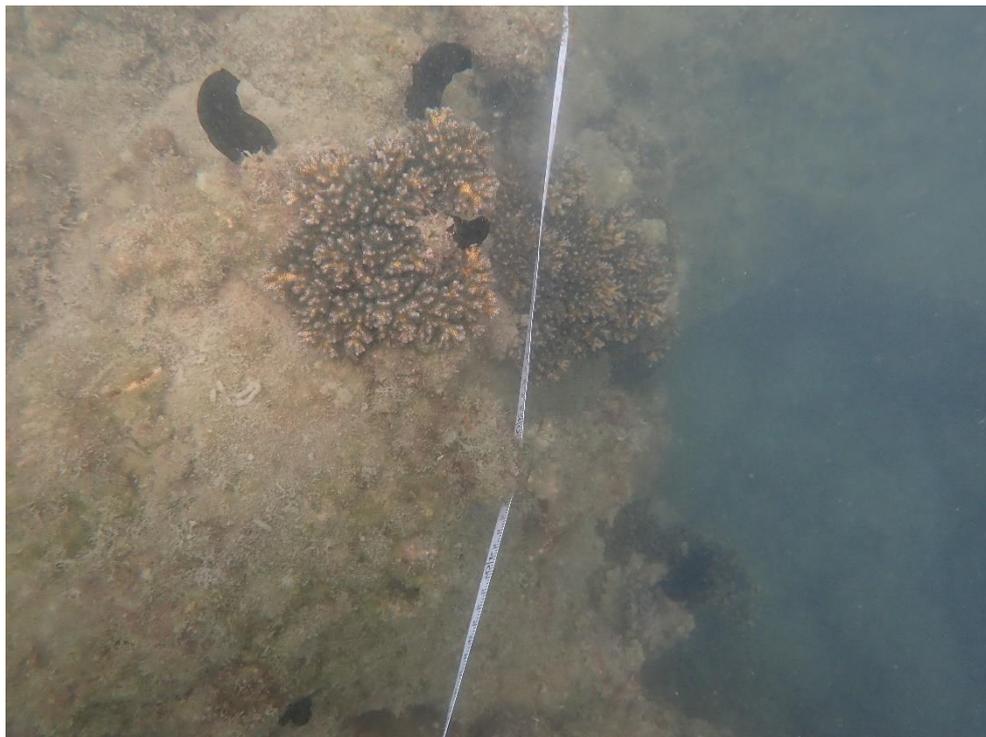


圖 4-3-34、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點-淺處(4.5m)-環境照



圖 4-3-35、永安 LNG 接收站-港外-北消波塊樣點-溫度計

9. 港內-西側海堤樣點

調查時間為 2022/9/8 上午，調查海堤面上淺處的珊瑚覆蓋率，點位位於水深 3.5 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.984'$, $120^{\circ} 11.435'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.970'$, $120^{\circ} 11.433'$ （圖 4-3-36、附錄二）。此樣點是海堤的垂直面，底質調查結果的部分，CPCe 共灑 940 個點，記錄到活珊瑚僅 0.1%、海綿 3.5%、其他類 96.0%（圖 4-3-2）。底質大多為海綿、藻類附著在牆面上（圖 4-3-37）。



圖 4-3-36、永安 LNG 接收站-港內-西側海堤樣點(白線部分)穿越線調查路徑圖。



圖 4-3-37、永安 LNG 接收站-港內-西側海堤樣點環境照

10. 港內-西南側海堤樣點

調查時間為 2022/9/8 上午，調查海堤面上淺處的珊瑚覆蓋率，點位位於水深 3.5 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.655'$, $120^{\circ} 11.506'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.640'$, $120^{\circ} 11.515'$ （圖 4-3-38、附錄二）。此處的棲地類行為垂直海堤（圖 4-3-39），底質調查結果的部分，CPCe 共灑 850 個點，記錄到活珊瑚 1.2%、海綿 0.6%、碎石 1.3%、其他類 96.9%（圖 4-3-2）。而在我們穿越線上發現 7 株柴山多杯孔珊瑚，點位皆為 $22^{\circ} 48.651'$, $120^{\circ} 11.508'$ ，分布在水深 3~4m 之間，珊瑚群體分布零星，被許多藻類、沙掩蓋，最大珊瑚群體的尺寸為 7.2cm，最小為 1.3cm，平均為 3.9cm，該樣點為目前永安 LNG 港內分布較多柴山多杯孔珊瑚的點位（圖 4-3-40~46；附錄一）。



圖 4-3-38、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤樣點(白線部分)穿越線調查路徑圖。



圖 4-3-39、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤樣點環境照



圖 4-3-40、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 5.9cm，水深 3.5m)。



圖 4-3-41、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 4.7cm，水深 3.5m)。

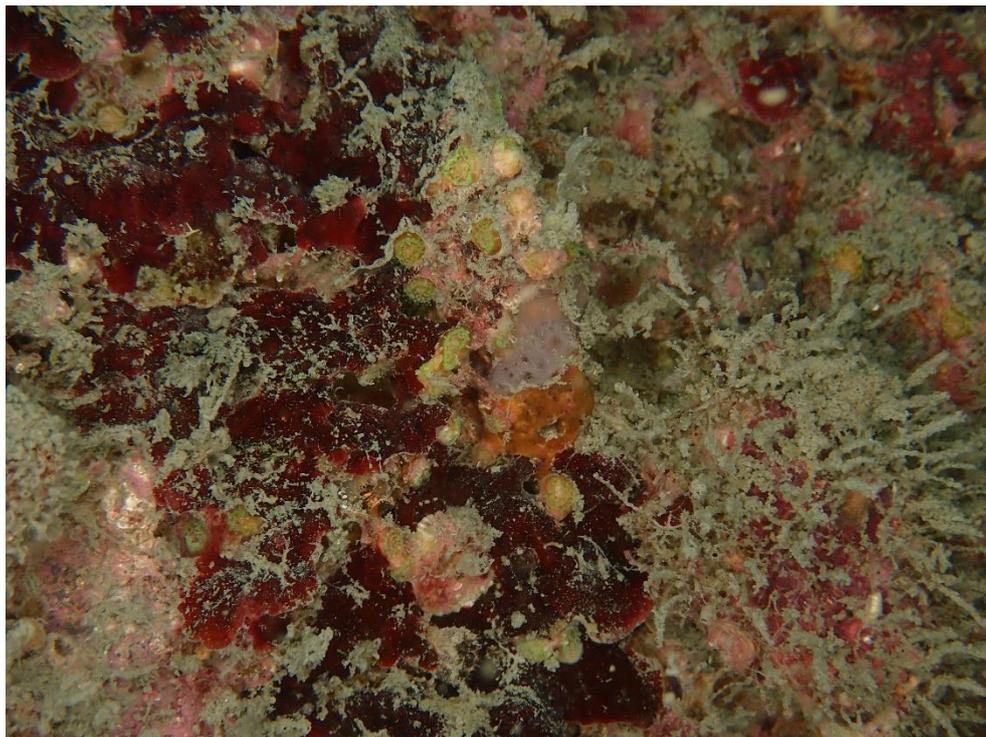


圖 4-3-42、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 2.9cm，水深 3.5m)。



圖 4-3-43、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 1.3cm，水深 3.5m)。



圖 4-3-44、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 7.2cm，水深 3.9m)。



圖 4-3-45、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 2.7cm 水深 3.9m)。



圖 4-3-46、永安 LNG 接收站-港內-西南側海堤-柴山多杯孔珊瑚(群體長度為 2.6cm 水深 4.9m)。

11. 港內-東北側消波塊樣點

調查時間為 2022/9/8 上午，調查消波塊面上淺處的珊瑚覆蓋率，點位位於水深 3.5 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 49.035'$, $120^{\circ} 12.080'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 49.050'$, $120^{\circ} 12.077'$ (圖 4-3-47、附錄二)。此樣點屬於消波塊類型，有許多活珊瑚 (圖 4-3-48)，底質調查結果的部分，CPCe 共灑 960 個點，記錄到活珊瑚 32.8%、碎石 19.9%、其他類 47.1% (圖 4-3-2)。

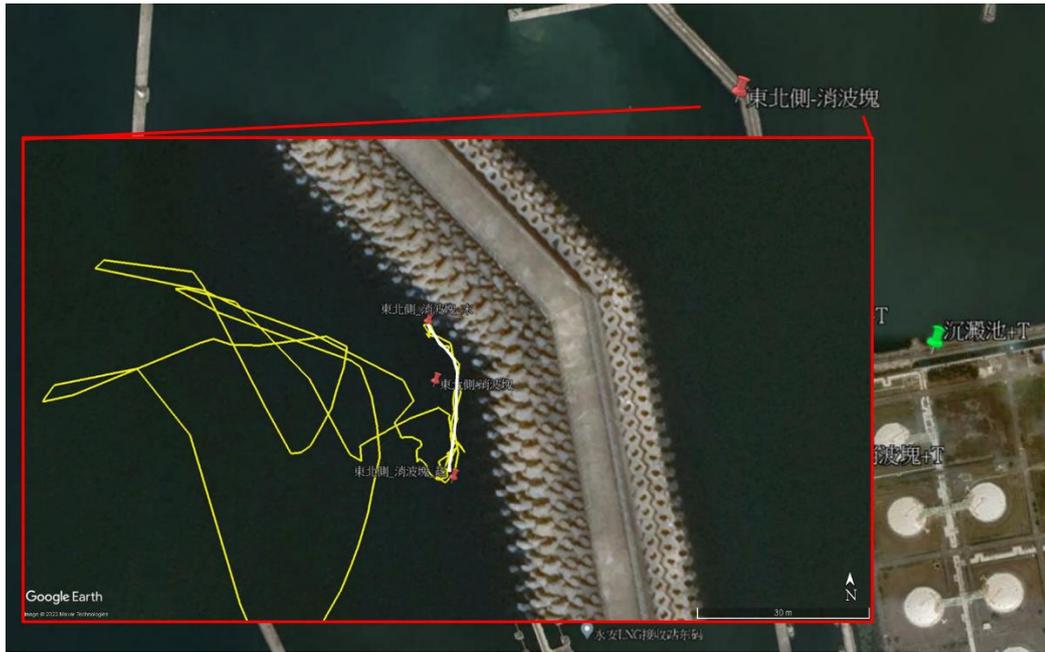


圖 4-3-47、永安 LNG 接收站-港內-東北側消波塊樣點(白線部分)穿越線調查路徑圖。

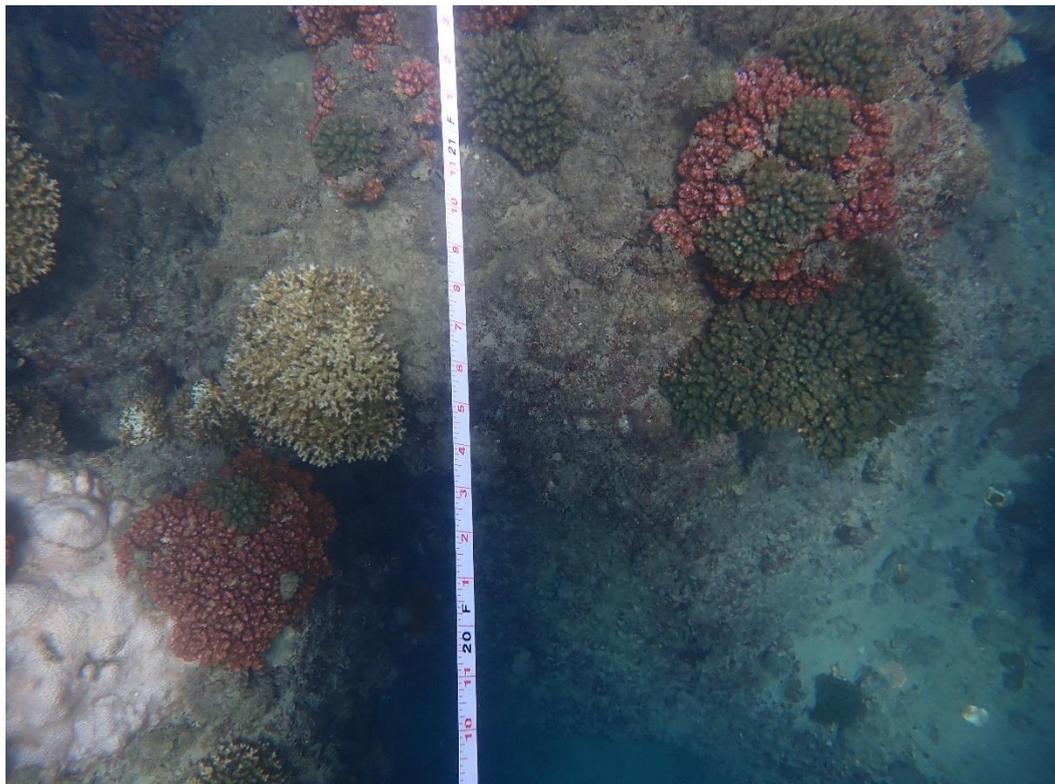


圖 4-3-48、永安 LNG 接收站-港內-東北側消波塊樣點環境照。

12. 港內-北北側海堤樣點

調查時間為 2022/10/27 上午，調查消波塊上淺處的珊瑚覆蓋率，點位位於水深 3.0 公尺的地方，穿越線的起始點位為 $22^{\circ} 48.935'$, $120^{\circ} 12.101'$ ，結束點位為 $22^{\circ} 48.950'$, $120^{\circ} 12.098'$ （圖 4-3-49、附錄二）。此樣點屬於消波塊類型，調查時發現也有許多珊瑚分布（圖 4-3-50），底質調查結果的部分，CPCe 共灑 880 個點，記錄到活珊瑚 31.4%、有藻類的死掉珊瑚 3.8%、沙及碎石塊 39.8%、其他類 25.0%（圖 4-3-2）。



圖 4-3-49、永安 LNG 接收站-港內-北北側消波塊樣點(白線部分)穿越線調查路徑圖。

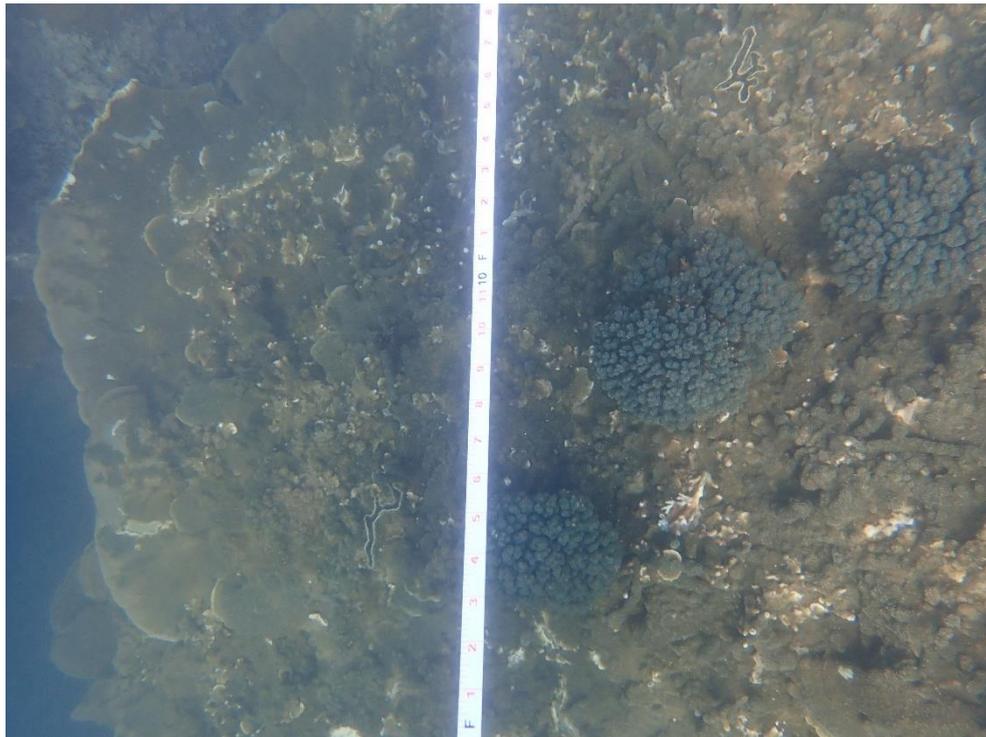


圖 4-3-50、永安 LNG 接收站-港內-北北側消波塊樣點環境照。

13. 永安 LNG 接收站-港內、外水溫資料

本次作業佈放 6 支溫度計於港內的北測消波塊、東側消波塊、南側消波塊、沉澱池及港外的北測消波塊、南側消波塊（圖 4-3-51），水溫紀錄期間為 2022 年 4 月底至 2022 年 10 月。除了港外南側消波塊之外，總共成功回收 5 支溫度計，將會呈現各樣點的水溫圖、每日最高溫、超過 30°C 之時數、每日溫差進行比較。

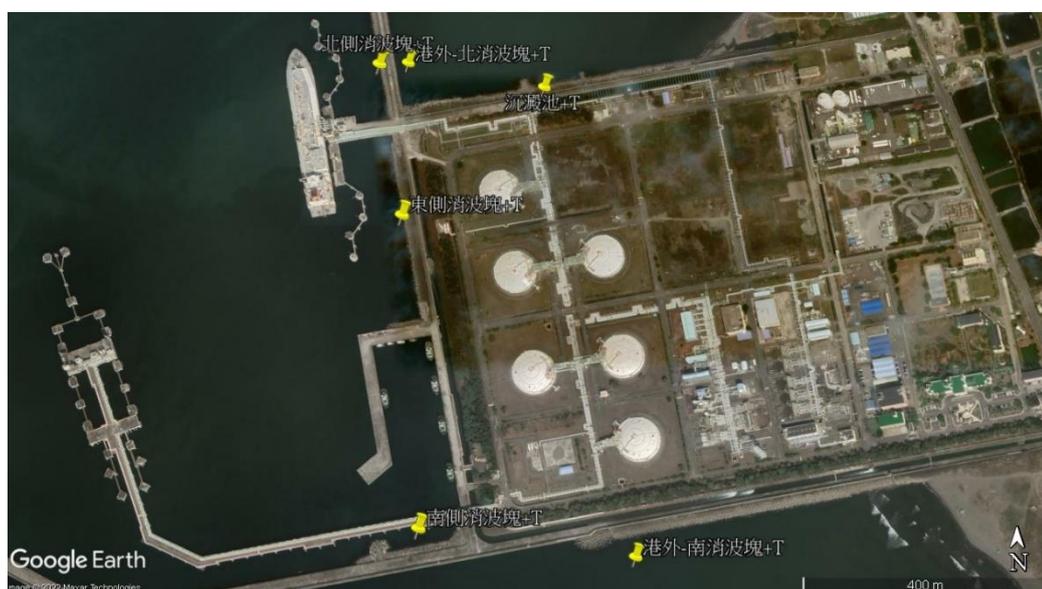


圖 4-3-51、永安 LNG 接收站-港內、外溫度計共 6 個測站(圖釘所示)

(1) 各樣點水溫數據

分析 2022 年置於永安 LNG 接收站各樣點的溫度計，港內東側、南側、北側消波塊及沉澱池記錄溫度期間為 2022/4/22-2022/10/23，而港外北側消波塊則是從 2022/6/3-2022/10/23；其水溫變化大致上相同，幾乎是在 5/29 開始水溫上升(達到 30°C)，直到 10/9、10/10 後才低於 30°C，而港內的東側、南側、北側，在 4/29 時有短暫出現超過 30°C 的情況，後續溫度降至 26、27°C (圖 4-3-52~圖 4-3-56)。利用 Friedman test 比較所有的樣點同時間水溫是否不同，統計結果 $p < 0.001$ ，各樣點水溫有顯著差異，分級排序由大到小為沉澱池>港內北側>港內南側>港外北側>港內東側。

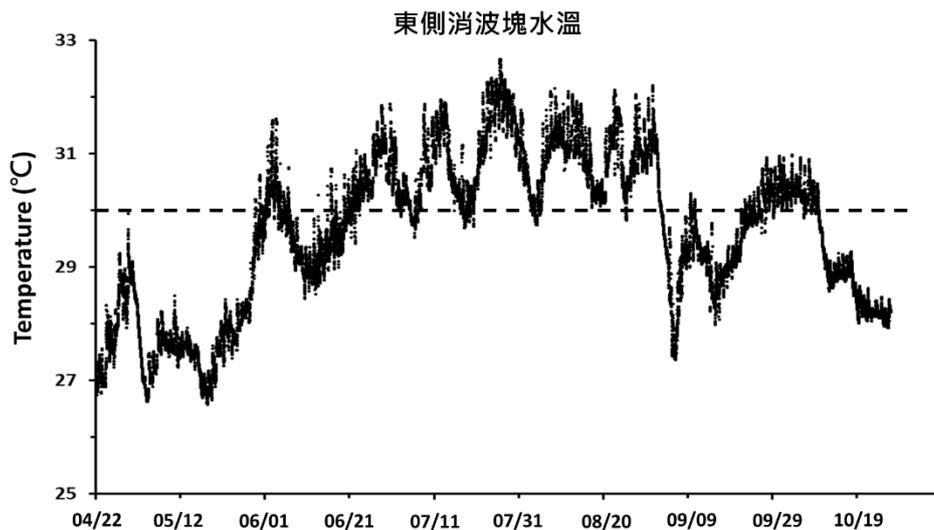


圖 4-3-52、港內-東側消波塊樣點水溫資料。(虛線為 30°C)

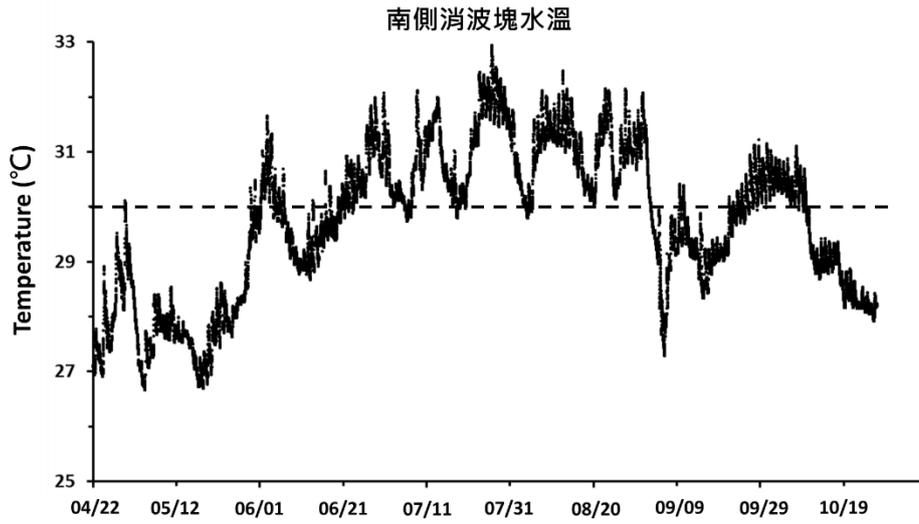


圖 4-3-53、港內-南側消波塊樣點水溫資料。(虛線為 30°C)

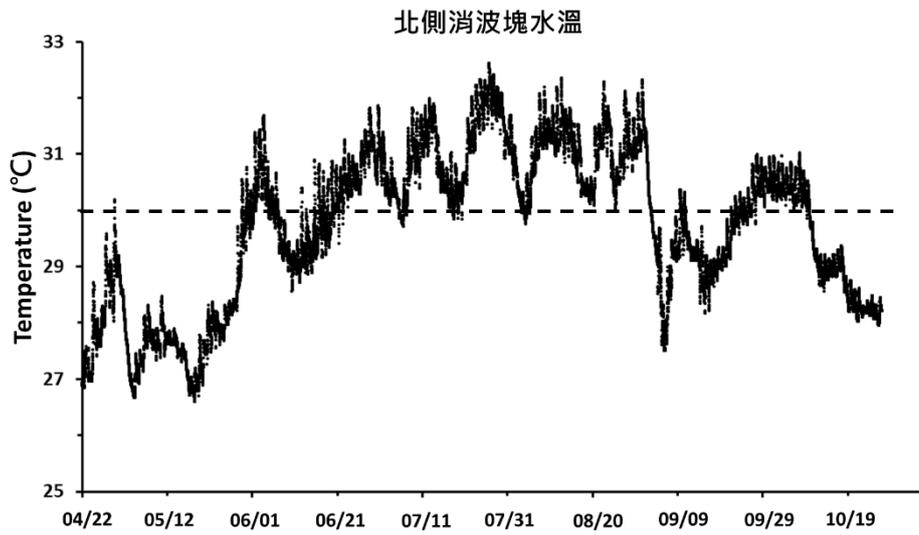


圖 4-3-54、港內-北側消波塊樣點水溫資料。(虛線為 30°C)

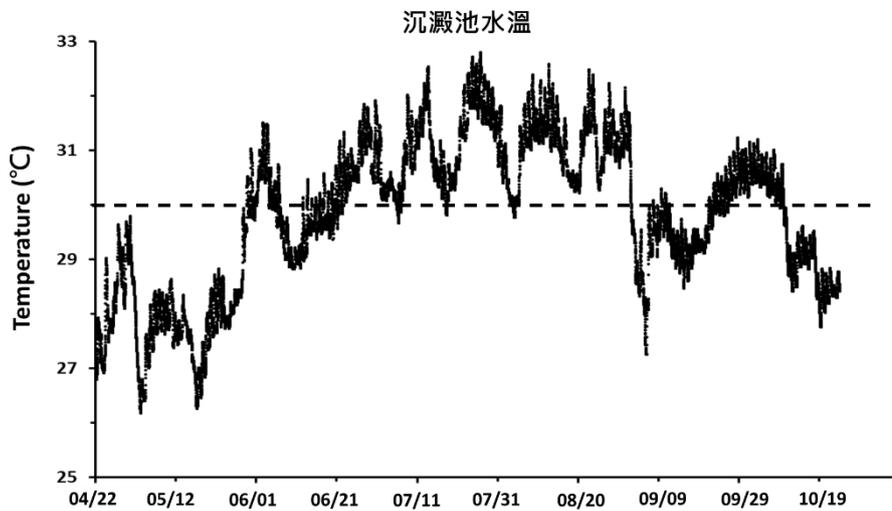


圖 4-3-55、港內-沉澱池水溫資料。(虛線為 30°C)

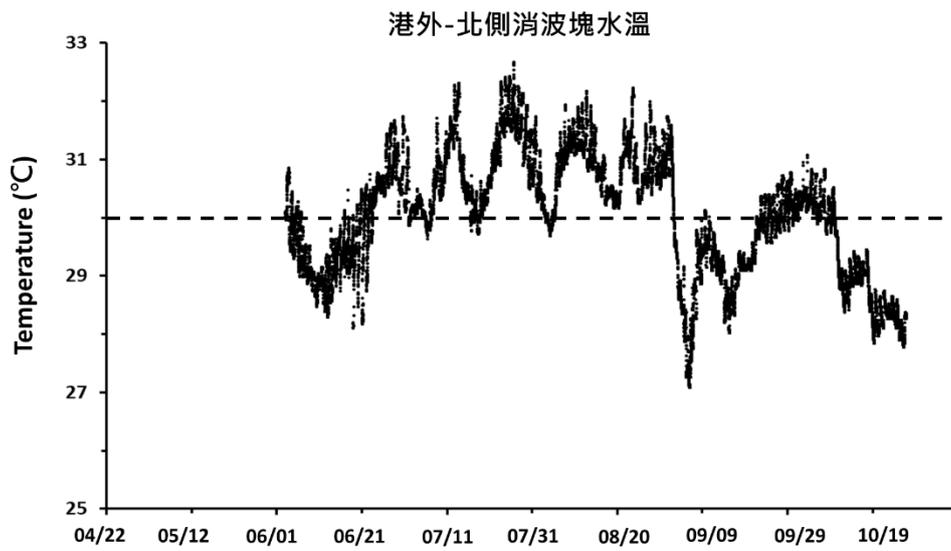


圖 4-3-56、港外-北側消波塊水溫資料。(虛線為 30°C)

(2) 各樣點之每日最高溫比較

分析 2022/4/22~2022/10/23 各樣點之每日最高溫（港外北側則從 6/3 開始分析），發現經常達到樣站間每日最高溫的測站為港內北側、南側及沉澱池，而港內東側及港外北側，則水溫較低（圖 4-3-57）。

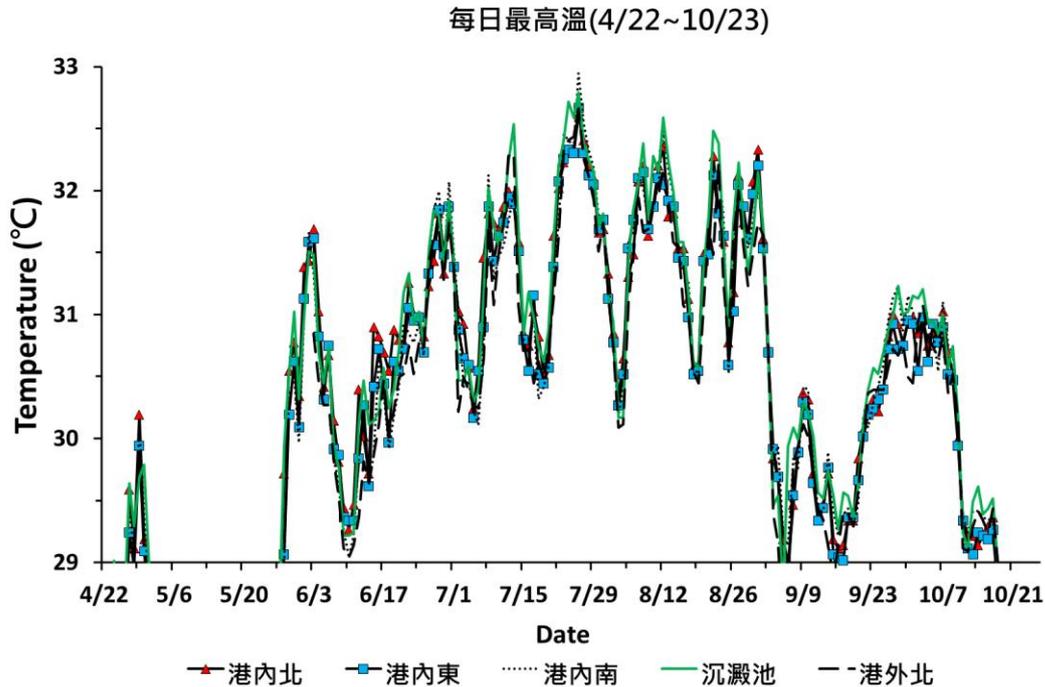


圖 4-3-57、2022 年各樣點每日最高溫圖

(3) 各樣點之超過 30°C 時數比較

分析夏季(2022/6/3-2022/9/30)各樣點之每日超過 30°C 的小時數，在沉澱池觀察到最高時數達到 2,018 小時，其次為港內-北側的 1,996 小時、港內-南側的 1,953 小時，港內-東側觀察到 1,870 小時，最少者為港外-北側的 1,816 小時，由此可知，港內的水溫比起港外還常超過 30°C，增加約 11% 的時間。（圖 4-3-58）

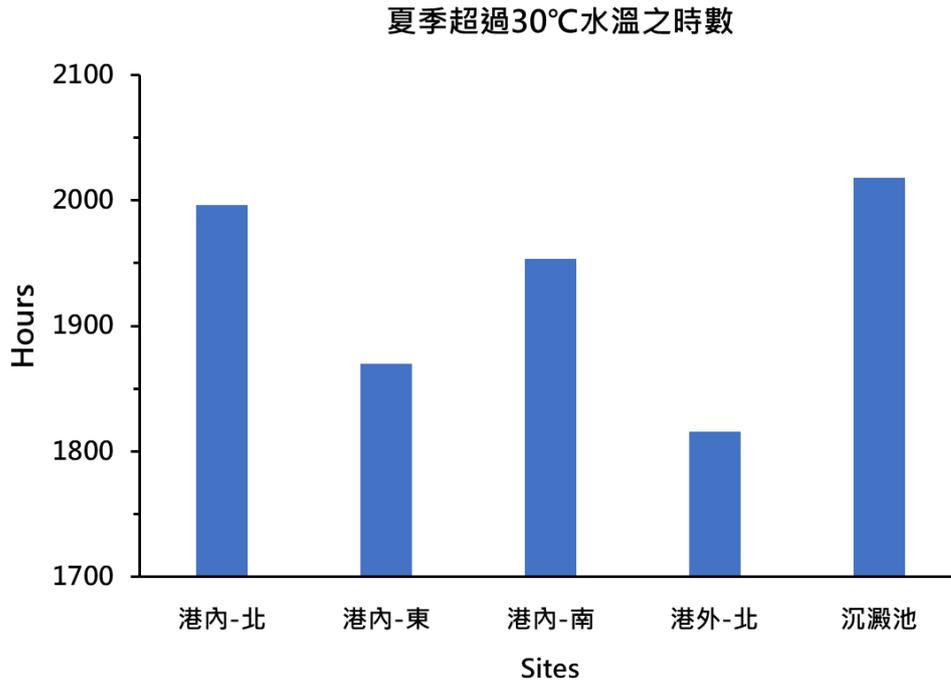


圖 4-3-58、2022 年各樣點在夏季(6/1~9/30)時超過 30°C 之小時數圖

(4) 各樣點之每日溫差

將各樣點每天的最高溫及最低溫相減而得到每日溫差，最大的溫差出現在 2022/9/6 的沉澱池，溫差共有 2.6°C，92.3%的溫差落在 0.25~1.5°C 之間，僅少數幾天出現溫差超過 2°C。（圖 4-3-59）

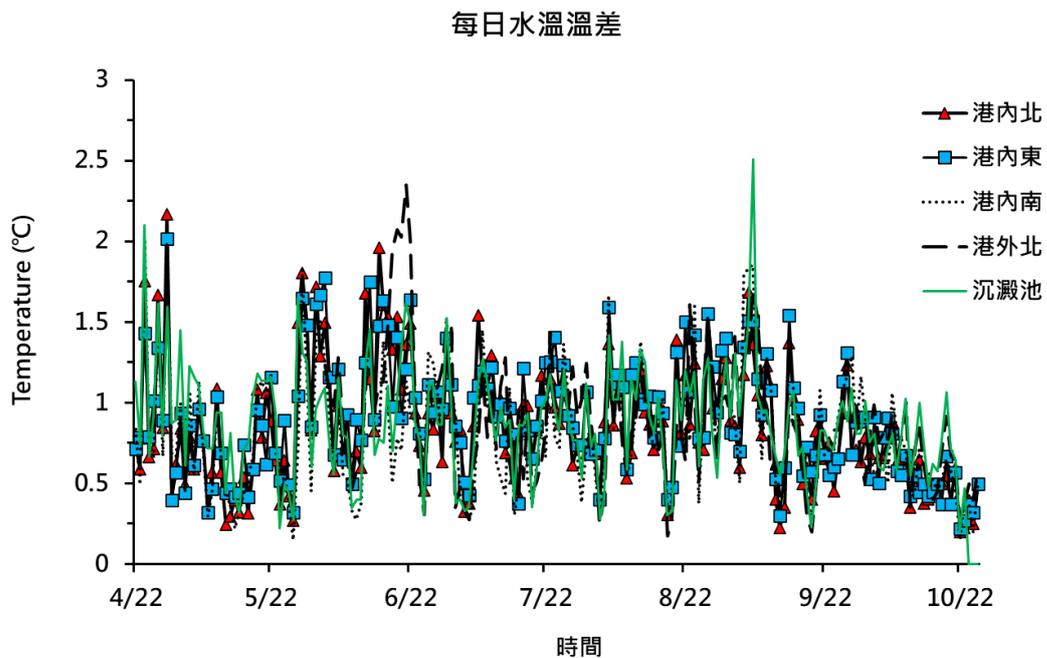


圖 4-3-59、2022 年各樣點之每日溫差圖

表 4-3-1、永安 LNG 接收站-港內-珊瑚名錄

測站	科名	種名	中文名
港內東側消波塊	Acroporidae	<i>Acropora digitifera</i>	指形軸孔珊瑚
		<i>Acropora glauca</i>	板葉軸孔珊瑚
		<i>Acropora grandis</i>	巨枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora hyacinthus</i>	桌形軸孔珊瑚
		<i>Acropora intermedia</i>	中間軸孔珊瑚
		<i>Acropora listeri</i>	列枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora loripes</i>	羅立軸孔珊瑚
		<i>Acropora lutkeni</i>	粗短軸孔珊瑚
		<i>Acropora millepora</i>	多孔軸孔珊瑚
		<i>Acropora muricata</i>	美麗軸孔珊瑚
		<i>Acropora scale</i>	穗枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora samentosa</i>	短小軸孔珊瑚
		<i>Acropora samoensis</i>	三毛亞軸孔珊瑚
		<i>Acropora solitaryensis</i>	單獨軸孔珊瑚
		<i>Acropora tumida</i>	隆起軸孔珊瑚
		<i>Montipora aequituberculata</i>	瘦葉表孔珊瑚
		<i>Montipora cactus</i>	仙人掌表孔珊瑚
		<i>Montipora capricornis</i>	卡島表孔珊瑚
		<i>Montipora carinata</i>	突脊表孔珊瑚
		<i>Montipora crassituberculata</i>	厚瘤表孔珊瑚
		<i>Montipora hispida</i>	鬃棘表孔珊瑚
		<i>Montipora informis</i>	變形表孔珊瑚
	<i>Montipora setosa</i>	毛茸表孔珊瑚	
	<i>Montipora spongodes</i>	海綿表孔珊瑚	
	Agariciidae	<i>Pavona frondifera</i>	卷葉雀屏珊瑚
		<i>Pavona venosa</i>	脈結雀屏珊瑚
		<i>Leptoseris scabra</i>	鱗柔紋珊瑚
	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria stellulata</i>	小星盤珊瑚
	Euphylliidae	<i>Galaxea astreata</i>	星形棘杯珊瑚
	Leptastreidae	<i>Leptastrea purpurea</i>	紫柔星珊瑚
	Lobophylliidae	<i>Echinophyllia orpheensis</i>	錐突刺葉珊瑚
		<i>Acanthastrea echinata</i>	多刺棘星珊瑚
		<i>Lobophyllia agaricia</i>	蓮形瓣葉珊瑚
		<i>Lobophyllia recta</i>	直紋合葉珊瑚
Merulinidae	<i>Cyphastrea microphthalma</i>	小葉細星珊瑚	
	<i>Dipsastraea favus</i>	正盤星珊瑚	
	<i>Dipsastraea matthaii</i>	馬賽盤星珊瑚	
	<i>Dipsastraea pallida</i>	圈紋盤星珊瑚	

測站	科名	種名	中文名
		<i>Dipsastraea rosaria</i>	
		<i>Dipsastraea speciosa</i>	環盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea vietnamensis</i>	越南盤星珊瑚
		<i>Favites abdita</i>	隱藏角菊珊瑚
		<i>Favites colemani</i>	柯曼角菊珊瑚
		<i>Favites complanata</i>	板葉角菊珊瑚
		<i>Favites flexuosa</i>	柔角菊珊瑚
		<i>Favites pentagona</i>	五邊角菊珊瑚
		<i>Goniastrea favulus</i>	似菊角星珊瑚
		<i>Goniastrea retiformis</i>	網紋角星珊瑚
		<i>Merulina ampliata</i>	片形繩紋珊瑚
		<i>Leptoria irregularis</i>	不規則迷紋珊瑚
		<i>Leptoria phrygia</i>	密集迷紋珊瑚
		<i>Mycedium mancaoi</i>	蔓草斜花珊瑚
		<i>Platygyra daedalea</i>	大腦紋珊瑚
		<i>Platygyra lamellina</i>	片腦紋珊瑚
		<i>Platygyra ryukyuensis</i>	琉球腦紋珊瑚
		<i>Platygyra sinensis</i>	中國腦紋珊瑚
		<i>Platygyra verweyi</i>	韋氏腦紋珊瑚
		Pocilloporidae	<i>Pocillopora brevicornis</i>
	<i>Pocillopora damicornis</i>		細枝鹿角珊瑚
	<i>Pocillopora meandrina</i>		紋形鹿角珊瑚
	<i>Pocillopora verrucosa</i>		疣鹿角珊瑚
	Poritidae	<i>Porites annae</i>	疣突微孔珊瑚
		<i>Porites densa</i>	緊密微孔珊瑚
		<i>Porites lobata</i>	團塊微孔珊瑚
		<i>Porites lutea</i>	鐘形微孔珊瑚
		<i>Porites rus</i>	聯合微孔珊瑚
		<i>Porites solida</i>	堅實微孔珊瑚
Psammocoridae	<i>Psammocora stellata</i>	星形沙珊瑚	
港內南側消波塊	Acroporidae	<i>Acropora divaricate</i>	兩叉軸孔珊瑚
		<i>Acropora hyacinthus</i>	桌形軸孔珊瑚
		<i>Acropora listeri</i>	列枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora nana</i>	細枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora tenuis</i>	柔枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora valida</i>	變異軸孔珊瑚
		<i>Montipora aequituberculata</i>	癭葉表孔珊瑚
	Agariciidae	<i>Pavona explanulata</i>	薄葉雀屏珊瑚
		<i>Pavona venosa</i>	脈結雀屏珊瑚

測站	科名	種名	中文名
	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria peltata</i>	盾形盤珊瑚
		<i>Turbinaria reniformis</i>	腎形盤珊瑚
	Euphylliidae	<i>Galaxea astreata</i>	星形棘杯珊瑚
	Fungiidae	<i>Lithophyllon undulatum</i>	波形石葉珊瑚
	Leptastreidae	<i>Leptastrea bewickensis</i>	小柔星珊瑚
		<i>Leptastrea purpurea</i>	紫柔星珊瑚
		<i>Leptastrea transversa</i>	橫柔星珊瑚
	Lobophylliidae	<i>Lobophyllia agaricia</i>	蓮形瓣葉珊瑚
		<i>Lobophyllia corymbosa</i>	束形瓣葉珊瑚
		<i>Lobophyllia hatai</i>	盞形瓣葉珊瑚
		<i>Lobophyllia radians</i>	輻紋瓣葉珊瑚
		<i>Lobophyllia recta</i>	直紋合葉珊瑚
		<i>Lobophyllia valenciennesii</i>	華倫瓣葉珊瑚
	Merulinidae	<i>Dipsastraea amicornum</i>	和平盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea favus</i>	正盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea matthaii</i>	馬賽盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea pallida</i>	圈紋盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea rosaria</i>	
		<i>Dipsastraea rotumana</i>	羅氏盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea speciosa</i>	環盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea truncata</i>	截短盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea vietnamensis</i>	越南盤星珊瑚
		<i>Echinophyllia aspera</i>	粗糙刺葉珊瑚
		<i>Echinophyllia orpheensis</i>	錐突刺葉珊瑚
		<i>Favites abdita</i>	隱藏角菊珊瑚
		<i>Favites complanata</i>	板葉角菊珊瑚
		<i>Favites flexuosa</i>	柔角菊珊瑚
		<i>Favites halicora</i>	實心角菊珊瑚
		<i>Favites paraflexuosa</i>	似柔角菊珊瑚
		<i>Favites pentagona</i>	五邊角菊珊瑚
		<i>Favites stylifera</i>	小柱角菊珊瑚
		<i>Goniastrea edwardsi</i>	艾氏角星珊瑚
		<i>Hydnophora bonsai</i>	膨確珊瑚
		<i>Hydnophora microconos</i>	小確珊瑚
		<i>Leptoria irregularis</i>	不規則迷紋珊瑚
		<i>Leptoria phrygia</i>	密集迷紋珊瑚
		<i>Leptoseris explanata</i>	環形柔紋珊瑚
		<i>Leptoseris foliosa</i>	葉形柔紋珊瑚
		<i>Leptoseris mycetoseroides</i>	網格柔紋珊瑚
		<i>Leptoseris tubulifera</i>	管形柔紋珊瑚
	<i>Mycedium elephantotus</i>	象鼻斜花珊瑚	

測站	科名	種名	中文名
		<i>Mycedium mancao</i>	蔓草斜花珊瑚
		<i>Mycedium robokaki</i>	小斜花珊瑚
		<i>Paragoniastrea deformis</i>	變形似角星珊瑚
		<i>Paragoniastrea russelli</i>	羅素角菊珊瑚
		<i>Platygyra acuta</i>	尖銳腦紋珊瑚
		<i>Platygyra contorta</i>	卷曲腦紋珊瑚
		<i>Platygyra daedalea</i>	大腦紋珊瑚
		<i>Platygyra lamellina</i>	片腦紋珊瑚
		<i>Platygyra pini</i>	小腦紋珊瑚
		<i>Platygyra ryukyuensis</i>	琉球腦紋珊瑚
		<i>Platygyra sinensis</i>	中國腦紋珊瑚
		<i>Platygyra verweyi</i>	韋氏腦紋珊瑚
		Pocilloporidae	<i>Pocillopora acuta</i>
	<i>Pocillopora brevicornis</i>		短枝鹿角珊瑚
	<i>Pocillopora grandis</i>		巨枝鹿角珊瑚
	<i>Pocillopora kellekeri</i>		柯氏鹿角珊瑚
	<i>Pocillopora meandrina</i>		紋形鹿角珊瑚
	<i>Pocillopora verrucosa</i>		疣狀鹿角珊瑚
	Poritidae	<i>Porites annae</i>	疣突微孔珊瑚
		<i>Porites lichen</i>	地衣微孔珊瑚
		<i>Porites lobata</i>	團塊微孔珊瑚
		<i>Porites lutea</i>	鐘形微孔珊瑚
		<i>Porites rus</i>	聯合微孔珊瑚
		<i>Porites solida</i>	堅實微孔珊瑚
	Psammocoridae	<i>Psammocora contigua</i>	連續沙珊瑚
		<i>Psammocora digitata</i>	指形沙珊瑚
		<i>Psammocora nierstraszi</i>	曲紋沙珊瑚
<i>Psammocora profundacella</i>		深室沙珊瑚	
<i>Psammocora stellata</i>		星形沙珊瑚	
港內南側垂直海堤	Caryophylliidae	<i>Polycyathus chaishanensis</i>	柴山多杯孔珊瑚
港內北側消波塊	Acroporidae	<i>Acropora anthocercis</i>	花束軸孔珊瑚
		<i>Acropora aspera</i>	矛枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora austrea</i>	簡單軸孔珊瑚
		<i>Acropora cytheria</i>	輻板軸孔珊瑚
		<i>Acropora digitifera</i>	指形軸孔珊瑚
		<i>Acropora donei</i>	董氏軸孔珊瑚
		<i>Acropora glauca</i>	板葉軸孔珊瑚
		<i>Acropora grandis</i>	巨枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora listeri</i>	列枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora loripes</i>	羅立軸孔珊瑚

測站	科名	種名	中文名
		<i>Acropora nana</i>	細枝軸孔珊瑚
		<i>Acropora solitaryensis</i>	單獨軸孔珊瑚
		<i>Acropora tumida</i>	隆起軸孔珊瑚
		<i>Montipora aequituberculata</i>	癭葉表孔珊瑚
		<i>Montipora altasepta</i>	直枝表孔珊瑚
		<i>Montipora cactus</i>	仙人掌表孔珊瑚
		<i>Montipora effusa</i>	多疣表孔珊瑚
		<i>Montipora foliosa</i>	葉形表孔珊瑚
		<i>Montipora friabilis</i>	易脆表孔珊瑚
		<i>Montipora grisea</i>	青灰表孔珊瑚
		<i>Montipora hispida</i>	鬚棘表孔珊瑚
		<i>Montipora hodgsoni</i>	侯氏表孔珊瑚
		<i>Montipora informis</i>	變形表孔珊瑚
		<i>Montipora spongodes</i>	海綿表孔珊瑚
		<i>Montipora stellata</i>	星枝表孔珊瑚
	Agariciidae	<i>Pavona venosa</i>	脈結雀屏珊瑚
	Leptastreidae	<i>Leptastrea purpurea</i>	紫柔星珊瑚
	Lobophylliidae	<i>Acanthastrea echinata</i>	多刺棘星珊瑚
		<i>Acanthastrea hemprichii</i>	聯合棘星珊瑚
		<i>Lobophyllia hemprichii</i>	聯合瓣葉珊瑚
		<i>Lobophyllia recta</i>	直紋瓣葉珊瑚
	Merulinidae	<i>Dipsastraea faviaformis</i>	似菊盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea favus</i>	正盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea rotumana</i>	羅氏盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea speciosa</i>	環盤星珊瑚
		<i>Dipsastraea truncata</i>	截短盤星珊瑚
		<i>Echinophyllia orpheensis</i>	錐突刺葉珊瑚
		<i>Favites abdita</i>	隱藏角菊珊瑚
		<i>Favites acuticollis</i>	尖銳角菊珊瑚
		<i>Favites colemani</i>	柯曼角菊珊瑚
		<i>Goniastrea pectinata</i>	翼形角星珊瑚
		<i>Leptoria irregularis</i>	不規則迷紋珊瑚
		<i>Leptoria phrygia</i>	密集迷紋珊瑚
<i>Platygyra daedalea</i>		大腦紋珊瑚	
<i>Platygyra lamellina</i>		片腦紋珊瑚	
<i>Platygyra ryukyuensis</i>		琉球腦紋珊瑚	
<i>Platygyra verweyi</i>		韋氏腦紋珊瑚	
Pocilloporidae	<i>Pocillopora acuta</i>	銳枝鹿角珊瑚	
	<i>Pocillopora brevicornis</i>	短枝鹿角珊瑚	

測站	科名	種名	中文名
		<i>Pocillopora damicornis</i>	細枝鹿角珊瑚
		<i>Pocillopora verrucosa</i>	疣鹿角珊瑚
沉澱池	Caryophylliidae	<i>Polycyathus chaishanensis</i>	柴山多杯孔珊瑚
	Leptastreidae	<i>Leptastrea purpurea</i>	紫柔星珊瑚
	Lobophylliidae	<i>Lobophyllia radians</i>	輻紋瓣葉珊瑚
	Merulinidae	<i>Favites paraflexuosa</i>	似柔角菊珊瑚
	Poritidae	<i>Porites</i> sp.	微孔珊瑚

表 4-3-2、各測站所記錄到魚類種類及數量(單位面積：100m²)

	港內 東側		港內 南側		港內 南側海堤		港內 東側		沉澱池	港外 南側	港外 南側海堤	港外 北側	
	深	淺	深	淺	深	淺	深	淺	淺	淺	淺	深	淺
魔鬼蓑鮋(<i>Pterois volitans</i>)	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
伏氏眶棘鱸(<i>Scolopsis vosmeri</i>)	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
胸斑錦魚(<i>Thalassoma lutescens</i>)	4	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
黃擬鱸(<i>Parapercis aurantiaca</i>)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
藍頭綠鸚哥魚(<i>Chlorurus sordidus</i>)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鏡斑蝴蝶魚(<i>Chaetodon speculum</i>)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
條紋豆娘魚(<i>Abudefduf vaigiensis</i>)	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黃尾光鰓雀鯛(<i>Chromis xanthurus</i>)	-	-	-	-	25	-	-	1	-	-	-	-	-
雙斑尖唇魚(<i>Oxycheilinus bimaculatus</i>)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
裂唇魚(<i>Labroides dimidiatus</i>)	-	-	-	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-
黃體鸚天竺鯛(<i>Ostorhinchus chrysotaenia</i>)	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
黃緣副鱗魨(<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
鰻科的一種(<i>Leiognathidae</i> sp.)	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
短鬚海鯃鯉(<i>Parupeneus ciliatus</i>)	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-
尾斑光鰓雀鯛(<i>Chromis notata</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	15	-	-
烏尾終(<i>Caesio caerulea</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
密點少棘胡椒鯛(<i>Diagramma pictum</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
大斑裸胸鯃(<i>Gymnothorax favagineus</i>)	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
總數	11	7	0	11	56	0	8	13	7	74	15	0	0

表 4-3-3、各測站所記錄到底棲生物種類及數量(單位面積：100m²)

	港內東側		港內南側		港內南側海堤		港內北側		沉澱池	港外南側	港外南側海堤	港外北側	
	深	淺	深	淺	深	淺	深	淺	淺	淺	淺	深	淺
環刺棘海膽 (<i>Echinothrix calamaris</i>)	1	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
刺冠海膽 (<i>Diadema setosum</i>)	1	9	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
清潔蝦	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
貝類	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
天空葉海蛞蝓 (<i>Phyllidia coelestis</i>)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
總數	5	15	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0

第五章討論

本計畫將台灣西海岸分成三大區域進行調查，天然棲息地共調查 7 個地點，人工棲息地共 15 個地點，永安 LNG 接收站 12 個樣點。在天然棲息地海域中有 3 個樣點找到珊瑚、人工棲息地中有 4 個樣點有找到珊瑚。在永安 LNG 接收站有 9 個樣點找到珊瑚，且大多出現在水淺處(1~3 公尺間)，總共調查到 12 科 25 屬 130 種珊瑚，珊瑚種類最高的地點為港內的南側消波塊點位，共有 11 科 21 屬 79 種珊瑚。柴山多杯孔珊瑚調查結果發現，除了在柴山海域有找到數株外，也在永安 LNG 接收站港內的南側、西南側垂直海堤上及沉澱池有發現其蹤跡。下列將針對目前觀察到的現象，進行綜合討論：

1. 柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚的分布

目前除了在天然棲息地-柴山海域發現到較多株的柴山多杯孔珊瑚之外（圖 4-1-6~圖 4-1-8），另外在人工棲息地永安 LNG 接收站港內的南側垂直海堤（圖 4-3-17、18）、沉澱池（圖 4-3-25）皆各發現一株，以及在新增的調查點位-港內-西南側海堤發現數株柴山多杯孔珊瑚（圖 4-3-40~46），這也代表柴山多杯孔珊瑚能夠（1）生長於人工棲息地，且（2）深度可較深（5.7 公尺），不僅限於過去常發現的 3 公尺內的水深，關鍵條件應該不是絕對深度，可能是光線的狀況，若該海域有充分的光線，能讓柴山多杯孔珊瑚可以利用共生藻得到部分能量，牠可能分布到更深的海域。根據上述推論，預測是在一般珊瑚礁較深處，且其他附著型生物少的硬底質上，只要有光線，柴山多杯孔珊瑚就有生存的機會。但由於深處光線較弱，加上柴山多杯孔珊瑚群體都較小，要發現牠們並不容易，本次在 LNG 港內發現到柴山多杯孔珊瑚平均尺寸為 6cm，與 Kuo 等人(2019)在大潭藻礁發現的尺寸相比明顯較小，其記錄到的珊瑚群體大小平均為 13cm (n=29) (Kuo et al., 2019)，而目前中油公司委託國立海洋大學持續監測大潭藻礁 G1、G2 上的柴山多杯孔珊瑚狀態及尺寸，G1 地區的珊瑚群體活體群數共 42 個，長度介於 2 cm 到 27 cm 之間，G2 海域發現的活群體數共 63 個，長度介於 1 cm 到 40 cm 之間（中油報告，2022）。另外，荷蘭的海關曾經攔截到一批從印尼進

口的活石(live rock)，上面有十幾種珊瑚，經過荷蘭的博物館分子片段鑒定，其中一種跟在台灣發現的柴山多杯孔珊瑚序列完全相同，因此合理的推斷是此種的分布台灣到至少包含印尼 (Hoeksema & Arrigoni, 2020)。

圖 5-1-1 為目前發現柴山多杯孔珊瑚的位置圖，另外標示出台東宜灣(鄭等，2023；邵廣昭個人通訊)也有發現，台東宜灣族群較大，珊瑚群體也比本研究大，類似的棲息地在東部海岸應該仍有(鄭等，2023)。台灣的宜灣和印尼出口的活石除了都有柴山多杯孔珊瑚以外，還有一個共同點，那就是都是屬於珊瑚礁的生態系。宜灣是珊瑚礁和岩礁混合的海域，水質相對台灣西海岸清澈許多，可供柴山多杯孔珊瑚生長的深度廣。同一批印尼活石被荷蘭海關扣留的，還包含了其他的造礁珊瑚種類 (Hoeksema, 2020)，合理的懷疑是他們來自於珊瑚礁，包括其中的柴山多杯孔珊瑚，這和我們把調查焦點放在台灣西海岸泥沙岸的地形，有相當的矛盾。或許我們被初期發現柴山多杯孔珊瑚的地點誤導，泥沙地形上的堅硬底質可能對柴山多杯孔珊瑚也是邊緣的棲息地，而不是該物種主要生活的海域，因緣際會之下，變成我們主要的調查投入海域。根據以上的論述，台灣東海岸類似宜灣的地形是首先值得調查的棲息地，它們跟宜灣一樣，具備了柴山多杯孔珊瑚生存所需要的條件。

所以，從印尼到台灣兩地之間 3000 公里的適當棲息地都是合理的可能分布地點，兩地連線之外的印度洋/太平洋也有可能；由於分布並不局限，大尺度的環境變化比較可能會威脅到物種的生存；全球暖化酸化是大空間尺度的環境變化，但是各地海域受影響程度不同；再加上此物種珊瑚不容易被發現，牠受到的影響並不容易評估；地區性的威脅，例如棲息地的破壞、污染等，只會有地區性族群縮小或者消失的效應。柴山多杯孔珊瑚種類的描述相對較新(近)，往後此種分布的報導應該會持續增加，逐漸顯露本物種真正的分布範圍；另外一方面，本種類出現的地方是一般造礁珊瑚很少或者不存在邊緣棲息地，在其他國家特別去尋找牠的動機不大，研究也會相對稀少，低估牠的存在和分布範圍

會是長久狀態。

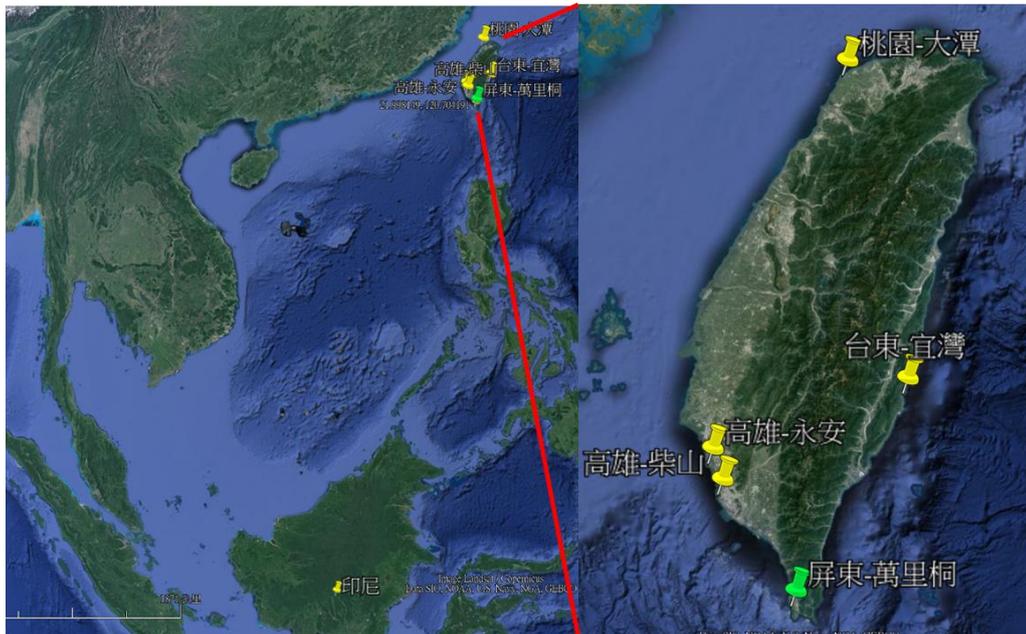


圖 5-1-1、被記錄過的柴山多杯孔珊瑚(黃色)及福爾摩沙擬絲珊瑚(綠色)地點

柴山多杯孔珊瑚棲息地特殊：對比存在於水質清澈的珊瑚礁，造礁珊瑚受到的影響未必能適用在此物種身上，一般珊瑚礁容易受到泥沙等懸浮物質的影響，然而不管是在柴山海域、大潭藻礁或永安 LNG 接收站，這些發現柴山多杯孔珊瑚的棲息地的共通點包括，(1) 水體混濁、(2) 周邊無其他優勢珊瑚，甚至沒有珊瑚、(3) 基底常為死掉或消退的藻類或者細沙堆積，並非適合其他造礁珊瑚生長之環境。藉此觀察，適合柴山多杯孔珊瑚的棲息地具有高濁度、少有其他珊瑚的條件，推測原因可能是柴山多杯孔珊瑚的競爭力較其他珊瑚差，在幼苗附著階段就已經有不同喜好，這假說有待未來驗證；珊瑚礁是高度競爭底質的環境，柴山多杯孔珊瑚可能屬於競爭力最弱的珊瑚（目前並無研究比較其競爭力），故只能在無其他珊瑚的棲息地生存，但牠同時必須具備不怕高沉積物、風浪大的環境的能力，才可能在像大潭藻礁或者柴山海域等環境存活。

至於為何最大族群會分布在大潭藻礁，而非其他天然棲息地上？提出的假說有：(1) 大潭藻礁提供較好的庇護和水流條件：例如是兩條防波堤的設立，

有助浮游期珊瑚幼苗的滯留，進而增加變態附著的機會、(2) 藻礁棲地類型為合適棲息地（包括可能其他珊瑚不適合生存、硬底質等），平鋪型珊瑚藻會吸引珊瑚幼苗附著（Morse et al., 1988; Heyward & Negri, 1999; Harrington et al., 2004）：在桃園有連續 20 幾公里的適合堅硬底質，相對於沙底的西海岸，提供類似綠洲的集中效應，至於藻礁其他地區沒有發現，則可能是因為不是人們焦點所在，觀察少，或觀察的時間不對、(3) 柴山多杯孔珊瑚所棲息之處一般休閒潛水不會前往：進行西海岸水下的珊瑚調查時常遇到的狀況包括海況以及水下能見度差(混濁程度高)，反觀桃園藻礁的調查人員都在岸際”空氣中”觀察，沒有水體的阻隔，標誌珊瑚位置可行性高，再度發現機會和操作性高很多，水下調查珊瑚時儘管有 GPS 定位(仍有±5 公尺的誤差)，但若海況不佳，下次要再找到同一顆珊瑚也需要有相當的搜索經驗和運氣才有可能。目前大潭藻礁許多柴山多杯孔珊瑚附近都有明顯的標示和指向，在大退潮沒有混濁水層遮蔽下，在相當距離外都能先找到標誌，再找到珊瑚株，這和水下觀察，能見度只有二十公分左右的客觀條件差異很大。相對於西海岸的棲息地，多半在客觀條件複雜的藻礁，或者數量少，台灣東岸的柴山多杯孔珊瑚值得相關單位調查，如果發現確有大量存在，將較有機會說服主管單位同意進行相關研究，一旦具備更多生活史相關知識對此種的保育或復育，可以建立在知識上，屆時將可有真正的進展。

福爾摩沙偽絲珊瑚曾在墾丁的萬里桐、核三廠及台東的基翬、椰油被調查到（Pichon et al., 2012；戴&鄭，2020），而本計畫所調查的 35 個樣點裡，並無發現其蹤跡，推測此種珊瑚並不適合生存在高沉積物、多泥沙的台灣西海岸泥岸環境中，較屬於存活在珊瑚礁棲地類型，但實際上對於福爾摩沙偽絲珊瑚之生活史、特性仍不夠了解。目前此種也被列為我國依法保育物種，後續研究受限法規，只能夠進行類似本研究的觀察型調查，進一步的生活史研究或實驗型測試都有瓶頸，相關基本知識的增進和累積，包括保育和復育的技術都不容易

在台灣進行。

2. 人工棲息地上珊瑚的分布

根據目前的野外調查發現，西海岸的人工棲息地下的底質常為細沙，而不論是岸邊的消波塊、或是離岸堤上的基質，皆佈滿藻類、海綿等，這些動物、植物對於珊瑚在附苗時是一大阻礙，在此狀況下，珊瑚的幼生就算附苗，也容易被周遭生長快速的生物遮蔽或覆蓋，而造成死亡率高 (Adjeround, 1997; Lenihan et al., 2011)，再加上西海岸長期屬於高濁度的狀況，而沉積物遮蔽光線乃珊瑚無法生存的重要原因之一 (Loya, 1976; McClanahan & Obura, 1997)。另外，雖然西海岸多為泥沙海岸，但仍有許多人工消波塊、海堤穩固海岸，但對於珊瑚來說，這樣環境仍為開放式的環境，對於珊瑚的附苗不見得有利，且附苗後的珊瑚也會經歷到一段高死亡率階段 (Kuo & Soong, 2010)，其中包括面對到被海浪打掉的風險，影響到該地區的珊瑚覆蓋率或者珊瑚尺寸 (De'ath et al., 2012; Done, 1982, 1983)。這些是西海岸只調查到的零星珊瑚 (附錄一) 的重要原因。

然而在永安 LNG 接收站港內、外的調查發現，不管是珊瑚種類、覆蓋率，消波塊類型的棲息地皆港內多於港外樣點，而港內的珊瑚分布也有明顯深度上的差異，我們發現珊瑚大多數分布在水淺處(1~3 公尺)，而較深的地方珊瑚覆蓋率相當低；珊瑚分布在消波塊類型棲息地的數量較多，在垂直海堤上相當稀少 (儘管在港內南側垂直海堤上有發現柴山多杯孔珊瑚)。大部分在消波塊上的珊瑚群體尺寸超過 30 公分以上(個人觀察)，以珊瑚生長速率最慢的團塊形來說，一年約長 1 公分(指垂直向上)，若觀察到珊瑚有 30 公分以上，也就代表該珊瑚在此也存活超過 20 年以上，能說明該環境提供好的棲息地給珊瑚，能讓珊瑚存活得久可能的原因是因為珊瑚沒被風浪打掉、白化後沒有死亡、珊瑚沒被沉積物覆蓋或者沒被沙埋等因素，但至於最重要的是哪個因素造成的現象，後面章

節將繼續討論。

3. 永安 LNG 接收站與西海岸其他人工棲息地的珊瑚覆蓋率差異原因

根據本計畫目前的調查結果，在此提出問題：同樣人工基質上，為什麼珊瑚覆蓋率在永安 LNG 接收站港內比起台灣西海岸較高？以下提出五個假說及驗證結果：(表 5-1-1)

(1) 大浪侵襲假說：

由於港內提供了好的庇護所，珊瑚得以附苗生長，當遇到災難性的大浪(例如颱風、西南氣流、東北季風)時，珊瑚也不易被大浪打掉，故此假說的預測為①永安 LNG 港內的珊瑚覆蓋率會比起其他西海岸人工棲息地來得更好，②以及人工棲息地的背浪側比起迎風面也更有機會找到珊瑚，此假說目前是被支持的。

(2) 冷排水假說：

港內珊瑚因為接收站的冷排水，港內整體水溫較其他西海岸棲息地的水溫來得低，免於珊瑚白化。但從圖 4-3-51~60 水溫分析結果，珊瑚覆蓋率高的棲息地(港內-南側)，海水溫度並無明顯低於港外水溫，在夏季亦是如此，故冷排水假說不被支持。

(3) 懸浮物假說：

由於水層中的懸浮物會遮蔽水中的光線，或者沉積物可能掉落在珊瑚上造成珊瑚亞致死狀態，故此假說的預測為懸浮物低的區域，能觀察到較高的珊瑚覆蓋率。結果發現，我們利用衛星影像初步分析 LNG 港內及港外的濁度，珊瑚覆蓋率最好的港內-南側樣站，其濁度並未較低，不支持懸浮物假說。

(4) 水平基質假說：

珊瑚附苗除了需要有合適的底質外，根據珊瑚的型態也會影響到其附

苗的地點特性，例如在垂直礁壁上不易找到桌型、團塊型的珊瑚；而在水平面上對於珊瑚來說有較好的發展空間，不受到重力影響而掉落。但根據我們進行西海岸所調查的人工基質大部分也都是消波塊，也有足夠的水平面可以提供珊瑚覆苗生長，但是並沒有較好的珊瑚覆蓋率，因此在大空間尺度上，**不支持水平基質多假說。**

(5) 河流水假說：

由於台灣西海岸分布許多河川，除了淡水，河川常帶來許多陸源物質，亦可能會影響珊瑚存活，故此假說的預測為在有河流水流經的區域，珊瑚分布和覆蓋率較差。**目前此假說是被支持，永安 LNG 接收站有海堤保護，不易受河流水影響。**

小結：

根據本計畫的調查，永安 LNG 港內的珊瑚覆蓋率會比起台灣西海岸其他棲息地高的可能原因為(1)LNG 港內是庇護所，可以免於大浪侵襲，珊瑚較不易被打掉而死亡、(2)不受河流水的影響；而被否定掉的原因包括(1)冷排水、(2)低懸浮物及(3)水平基質多。LNG 港內消波塊或者海堤雖然都是人工基質，但港口構造可以降低珊瑚被颱風或東北季風打掉之風險，另外西海岸的河流水也不會直接影響 LNG 港內，故此二因素為 LNG 港內珊瑚覆蓋率高的原因。

4. 永安 LNG 接收站內，樣站間珊瑚覆蓋率差異大之原因

雖然永安 LNG 港內珊瑚覆蓋率較西海岸人工棲息地的高，但對於較小空間尺度的港區來說，各樣站間仍有顯著的珊瑚覆蓋率上的差異。港內最高的珊瑚覆蓋率為南側樣站為 $38\pm 4\%$ 、次高為東北側樣站 $33\pm 3\%$ ，但最差的覆蓋率像是港內的西側海堤、西南側海堤、沉澱池、港外的南側消波塊、南側垂直海堤，上述都是覆蓋率幾乎為零的點位（圖 4-3-3）。另外，在調查中也發現到，不論是港內還是港外，各個點位較深處的地方，幾乎都沒有珊瑚生長，珊瑚覆蓋率極低，所以根據上述兩種現象，提出問題：為什麼樣站間的珊瑚生長分佈有明顯差異，我們提出三個假說及驗證結果：（表 5-1-2）

（1）冷排水分佈假說：

此假說的預測為因為有些區域受到冷排水影響不易白化，所以珊瑚覆蓋率好，若以覆蓋率最好的港內-南側消波塊樣站來看，其水溫在高溫季節時，有機會找到最穩定或較低水溫的樣點，但以目前的實測水溫結果來看，港內北側消波塊及南側消波塊的水溫並無明顯差異（圖 4-3-47、49），不支持此假說。

（2）懸浮物水平分佈假說：

此假說的預測為懸浮物低的區域，能觀察到較高的珊瑚覆蓋率。雖然①在同一個樣站中，不同水深深度其能見度（懸浮物量）有差，在淺處的地點珊瑚覆蓋率相較於深處都來得好（圖 4-3-3）；但②利用衛星影像初步分析懸浮物分布（附錄六），結果發現在港內珊瑚覆蓋率高的樣站，其濁度並無相對較低，故否定懸浮物假說。

（3）提供合適的基底假說：

此假說的預測為，水平面多的棲息地，例如淺水域消波塊，覆蓋率會比只有垂直面的碼頭壁珊瑚覆蓋率來得高。先前觀察到的現象為港內及港

外的南側垂直海堤珊瑚覆蓋率低，後續新增兩個垂直海堤（西側、西南側）及一個東北消波塊的樣點作為更多觀察；最後統整發現，有消波塊的地點，其珊瑚的覆蓋率遠高過於垂直海堤面上，故目前結果支持此假說。

小結：

永安 LNG 港內的各樣點為和珊瑚覆蓋率差異大，可能的原因是珊瑚覆蓋率高的樣點提供較合適的消波塊基底，因為在調查中，發現珊瑚覆蓋率高的皆是在消波塊的底質上，在海堤壁上可能因為是垂直面，珊瑚一旦長到太大就有掉下的風險。各樣點的珊瑚覆蓋率差異的大可能不是冷排水分布或懸浮物水平分布不均勻造成，根據本次調查水溫資料和現地觀察，東側樣點是冷排水的出口，其珊瑚覆蓋率並非最高，而珊瑚覆蓋率最高的南側樣點，其水溫也不是最冷，故與冷排水分布較無關聯；整體而言，LNG 港內外都沒有發生過珊瑚大白化所造成的大量死亡的現象。

5. Reef check 魚類及底棲生物結果

各樣站觀察到的魚類幾乎都不同，出現頻度最高的魚類為胸斑錦魚，觀察到數量最多的魚種為尾斑光鰓雀鯛，但以 Reef Check 所關注的指標魚種來說，僅觀察到少量的蝴蝶魚、鸚哥魚及裸胸鯔。底棲生物方面，各樣站幾乎沒有 Reef check 所關注的生物，除了少量的清潔蝦外，可能原因為該區域為非典型的珊瑚礁棲息地，加上天然氣船及漁船經常進出，常攪動大量泥沙，不利於底棲生物存活。由於魚的游泳能力強，在 LNG 調查數據裡進行樣站間比較，得到的數據意義並不大；但西海岸多用底拖而不是潛水的方法，因此光比種類就能知道，出現的皆是礁區的魚類。這裡的環境不論是底棲生物和魚類，都是屬於礁區的生態特徵環境。



圖 5-4-1、利用 Sentinel-2 衛星照片(2022/11/23)可觀察台灣西海岸邊水體皆為高懸浮物狀態。(紅線為永安 LNG 接收站，黃色為柴山海域)

表 5-1-1、同樣人工基質上，為什麼珊瑚覆蓋率在永安 LNG 接收站港內比起台灣西海岸較高-假說預測及驗證結果

假說 驗證 項目	大浪侵襲	冷排水	懸浮物	水平基質多	河流水
調查各地的珊瑚覆蓋率	<p>預測覆蓋率：</p> <p>① LNG 港內>其他西海岸棲息地</p> <p>② 背浪側>迎浪面</p> <p>結果：</p> <p>① LNG 港內珊瑚覆蓋率>其他西海岸棲息地（支持假說）</p> <p>② 西海岸樣點有珊瑚的大多出現在背浪側（支持假說）</p>	<p>預測：LNG 港內的水溫因為比其他地方水溫低，故珊瑚覆蓋率好</p> <p>結果：</p> <p>① 珊瑚覆蓋率目前為 LNG 港內最好，但只有部分區域（支持假說）</p> <p>② 珊瑚覆蓋率高的樣站，其水溫沒有比較低，且港內水溫也高於港外（否定假說）</p>	<p>預測：懸浮物少的區域，珊瑚覆蓋率好</p> <p>結果：</p> <p>分析 LNG 港內及港外的濁度，珊瑚覆蓋率最好的港內-南側樣站，其濁度並未較低（否定假說）（附錄六）。</p>	<p>預測：</p> <p>水平面多的棲息地，珊瑚覆蓋率會較好</p> <p>結果：</p> <p>① 西海岸所調查的人工基質大部分也都為消波塊，但是並沒有較好的珊瑚覆蓋率（否定假說）</p>	<p>預測：</p> <p>在有河流流經的區域，珊瑚覆蓋率較差</p> <p>結果：</p> <p>① LNG 不受流水侵襲（支持假說）</p>
水溫	無預測	<p>預測：環境溫度較低者，有較好的珊瑚覆蓋率，或不發生大白化。</p> <p>結果：</p> <p>珊瑚覆蓋率好的 LNG 港內，其夏季水溫並無明顯低於港外。（否定假說）</p>	無預測	無預測	無預測

表 5-1-2、為什麼永安 LNG 接收站港內樣站間的珊瑚覆蓋率差異很大-假說預測及驗證結果。

假說 驗證 項目	冷排水分佈	懸浮物水平分佈	提供合適的基底
比較港內樣點珊瑚的覆蓋率	<p>預測：有受到冷排水影響的區域，珊瑚覆蓋率好（預測港內-南側消波塊樣站最好）</p> <p>結果： 根據水溫資料發現，珊瑚生長的水深在港內各樣點水溫並無太大差異，冷排水並未產生明顯效果。(否定假說)</p>	<p>預測：懸浮物少的區域，珊瑚覆蓋率好</p> <p>結果： 觀察到珊瑚覆蓋率高的區域(南側消波塊)，其濁度是高的。(否定假說)(附錄六)</p>	<p>預測： 水平面多的棲息地，珊瑚覆蓋率會比垂直面多的好，預測港內-南側垂直海堤最差</p> <p>結果： 在港內-垂直海堤樣站的珊瑚覆蓋率，皆比同深度消波塊類型樣站差（支持假說）</p>
大白化	<p>預測：發生大白化時，覆蓋率好的區域也不發生嚴重的白化現象</p> <p>結果：在珊瑚覆蓋率好的港內-南側消波塊樣站，仍有數顆珊瑚白化，但不屬於大白化現象。(支持假說)</p>	無預測	無預測
水溫	<p>預測：永安 LNG 接收站珊瑚覆蓋率最好的南側消波塊，不會達到珊瑚大白化臨界水溫</p> <p>結果：在南側消波塊樣站，其水溫沒有相較北側的低。(否定假說)</p>	無預測	無預測
懸浮物分佈 (利用衛星影像)	無預測	<p>預測：珊瑚覆蓋率高的樣點，其水質較清澈。</p> <p>目前結果：在港內珊瑚覆蓋率高的樣站，其濁度並無相對較低。(否定假說)</p>	無預測

第六章 關於珊瑚保育之建議及未來展望

1. 統整柴山多杯孔珊瑚需要的保育相關知識和研究方法，及未來保育建議

生活史項目	需要知道	研究方法	了解後的下一步
性徵	雌雄同體或異體、自體受精的成功率	接近生殖季節的時候採取珊瑚組織標本，進行組織切片	人工協助繁殖要如何進行
性成熟的大小	珊瑚性成熟和群體大小的關係	接近生殖季節的時候採取不同尺寸珊瑚群體的組織標本，進行組織切片	目前發現的族群是屬於年輕族群，還是生存已久？ 兩者保育策略差異很大，前者價值低。
性成熟需多久時間	珊瑚性成熟尺寸，附苗以後成長速率和存活率	配合性成熟的群體大小和群體生長的速率可以估計性成熟年紀	了解哪些珊瑚已經能夠對族群入添有所貢獻，哪些珊瑚仍然在發育階段，據此排定珊瑚分布地點的相對重要性。
繁殖季節	一般釋放幼苗的種類每個月一次，釋放精卵的每年一次	不同季節採取珊瑚組織標本，進行組織切片，或者養活的珊瑚來收集並且直接觀察釋放出來的胚胎或精卵顆粒	進行人工繁殖的基本知識
主要食物/能量來源	光靠顆粒食物或者光靠光線生存/生長的比較	採取珊瑚軟組織標本，進行穩定同位素分析，需要有其他珊瑚做為對照組	設定人工飼養的方法和條件
空間散播潛力	釋放精子卵子，或者是胚胎	接近生殖季節的時候採取珊瑚組織標本，進行組織切片，或者直接觀察養活的珊瑚	一般釋放胚胎的種類有潛力在很近的地方就著苗，釋放精子卵子的種類可能需要比較久的時間才能發育到可以著苗的階段，因此散播的比較遠。
棲息地	除了藻礁以外，其他的分布地點特色	野外調查可能的地點，並向外延伸	中油永安 LNG 接收站和台東海域均有發現，目前知道的棲息地太小太少，明顯有其他未知的分布有待發現。需要研究各個棲息地是本種珊瑚族群的源(source)，還是匯(sink)，前者淨產出幼苗輸送至外地，值得優先付出，後者只是短暫存在的部落，對族群變動的影響小。也生活在純亞潮帶，水質不混濁，但周遭幾乎沒有其他種類的珊瑚。
平均壽命	在自然界的不同棲息地下，活到成熟產生下一代的機會	量珊瑚群體的大小就是一個指標，不同棲息地可以互相比較	在能夠產生下一代的棲息地/地點重點加強保護力道；其他珊瑚群體小，性命短的族群就不必花費太多力氣，避免稀釋有限的資源。 珊瑚不會老，越大的珊瑚群體死亡率越低，而且顯示當地的適合度越高。
主要影響死亡	化學污染、物理	目前調查資料顯示溪流	去除人為致死的因素是保育工作能施

生活史項目	需要知道	研究方法	了解後的下一步
率因素	污染、生物物種之間生態的關係是可能因素，且會隨時間變動	排放水或其他水質污染和飄沙掩埋會是重要的造成現有珊瑚死亡因素。 工作船擱淺拖行造成的影響相對小而且局部，因為柴山多杯孔珊瑚多半住在縫隙凹處，船底碰觸不到。 大量死亡發生時需要即時通報，以利判斷造成原因	力的部分。調查主要的死亡原因有利對症下藥。 如果是化學污染，隨著水流而來，附近溪流排放水是監控的重點；如果是物理性質的污染，例如飄沙、水溫等等，都可以針對關鍵項目進行觀察和分析。 如果是物種之間的生態關係，例如攝食、競爭、寄生等等，就有待更多的觀察和研究。
成長	珊瑚群體成長的速度	標誌個別群體，連續記錄群體大小範圍的變化	配合上成熟大小的資料，可以估計成熟的年紀，也就是多久以後可以貢獻族群成長的力道。
分布廣泛或者局限	在台灣、亞太地區的分布	廣發珊瑚照片，增強認知能力；徵求潛水業者、業餘人士參與拍照上網	如果分布廣泛則地區性的族群消長不足以造成物種的滅絕，如果分布局限則相對影響大。 3000 公里外的印尼也有本種存在，台灣東部岩礁底水質比西岸清澈的環境也有發現，廣泛度和數量均不詳。
掠食者、共生生物（包含寄生蟲）	種類、數量和造成的影響	進行其他研究時，同時觀察和紀錄掠食者，或採集珊瑚樣本，進行室內畜養並觀察共生生物	評估是否有威脅

註：部分內容引用自陳章波等（2021）

由上述統整可知，目前科學家對於柴山多杯孔珊瑚的生活史了解甚少，一方面因為野外的族群量不多，無法大量移植珊瑚個體，或者採集足夠樣本進行研究，所以對其生長速度、條件仍有待研究。但可以藉本計畫的野外發現，柴山多杯孔珊瑚常出現在懸浮物多、其他珊瑚少的棲息地上，在柴山多杯保育建議及相關問題，以問答方式呈現在附錄八。

2. 永安 LNG 接收站具獨特條件可以發展成為“珊瑚方舟”

全球氣候變遷影響層面不僅包括珊瑚本身耐熱程度，以及白化珊瑚後續的復原力，而科學家極力呼籲珊瑚的保育和管理，因為預測在未來珊瑚白化的程度只增不減 (Hughes et al., 2017)，另外像美國國家暨大氣總署(NOAA)利用衛星觀測資料來監測全球珊瑚礁受到熱壓力狀態，當海水溫度累積時，利用數值指標(Degree Heating Week, DHW, °C-week)評估珊瑚大量白化的風險(Liu et al., 2003； Liu et al., 2005)，根據以往的了解，珊瑚會發生大規模的白化常是因為該區域受到長時間的熱刺激及熱累積所造成(Glynn & D'Croz, 1990)。根據 NOAA 的 Coral Reef Watch(<https://coralreefwatch.noaa.gov/index.php>)提供南台灣 (120.5500, 22.8750)的 SST 的觀測及 DHW 程度，可以發現 2021-2022 年的 7~9 月之間珊瑚已開始遭遇熱壓力狀態，8、9 兩月是屬於珊瑚熱壓力程度達到白化警戒第二級(Alert level 2)，代表珊瑚可能會觀察到廣泛的嚴重白化的現象，且珊瑚甚至可能死亡。

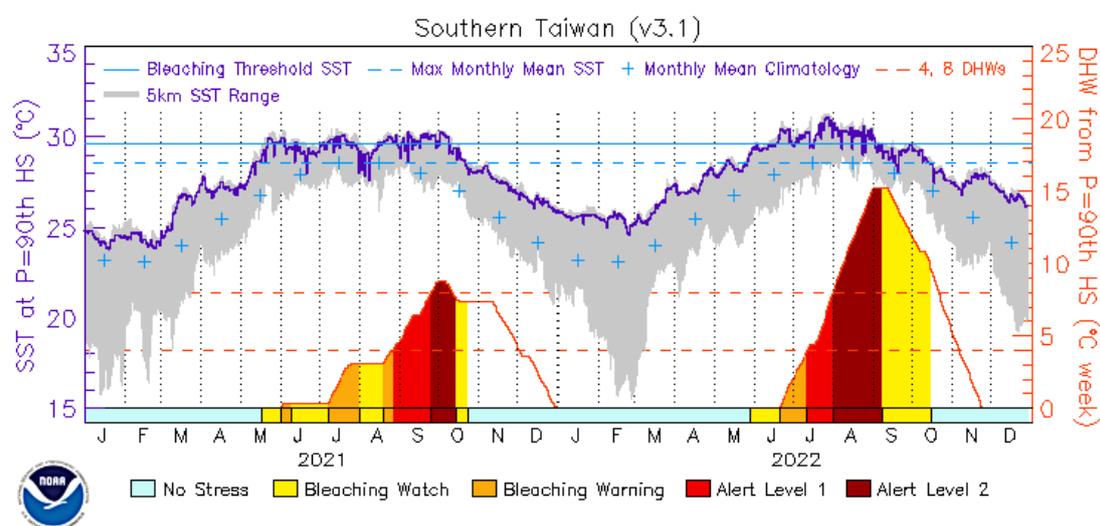


圖 6-2-1 NOAA 監測 2021-2022 年南台灣海水表面溫度以及 DHW 指標數值。

為此本團隊將提出永安 LNG 接收站可以成為珊瑚方舟、珊瑚保種中心的有利條件。

根據本計畫在永安 LNG 接收站的珊瑚調查發現，港內孕育高達 130 種的珊瑚，目前港內本身的冷排水似乎對珊瑚環境並未產生保護作用（從水溫資料並未發現排水口珊瑚生長處有較低溫的現象），若能改為灑水式，集中在珊瑚生長區，初步估算足以局部降溫，在夏天水溫高時啟動，可防止水溫超過臨界值，並進一步降低現有 LNG 珊瑚大白化發生的風險。另一方面，棧橋下陰影能遮蔽正午強烈日光，而強光加高溫是珊瑚白化的外在因素，目前棧橋下都是垂直面，沒有珊瑚，但柱間空間可做為移入珊瑚的避難所，利用難得的陰影來避免珊瑚白化，珊瑚則由台灣其他海域會受大白化威脅的地區移植至棧橋下的陰影，遮蔽強烈日光後，使珊瑚不易白化(Cacciapaglia & van Woesik, 2016)。

小結：

讓永安 LNG 接收站成為更加合適的珊瑚方舟地點，需要兩個努力方向：**(1) 設立冷水潑灑系統，或者其他更有效的可行方式，保護現有珊瑚，以及(2)移植廠外受威脅的珊瑚至陰影區。**

第七章計畫期程甘特圖及工作完成項目規定

工作項目	111 年						補充說明
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12	
A.工作執行計畫書 (包括先期工作)							已完成。
相關資料蒐集及分析							已完成。
規劃西海岸點位							已完成。
現地場勘下水點							已完成。
提出工作項目之執行方法							已完成。
B.野外工作項目							
水下調查、拍照記錄、量測珊瑚大小							已完成 7 個天然棲息地樣點、15 個人工棲息地樣點，及永安 LNG 接收站 11 個樣點。
C.野外結果分析							
計算珊瑚覆蓋面積、分析珊瑚種類組成							已完成永安 LNG 接收站港內、外的樣站的珊瑚覆蓋率、組成之分析。
指標性魚類和無脊椎動物							已完成永安 LNG 接收站港內、外的樣站指標性魚類和無脊椎動物之分析。

工作項目	111 年						補充說明
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12	
D. 計畫報告撰寫 (期中、期末報告)							已繳交期初、第一季季報及本次期中報告。
目前及預計完成進度百分比 (%)	10	30	80	90	95	100	已回收永安 LNG 港內、外的溫度計，及完成期末報告。

工作完成項目

	報告呈現位置	是否完成
建立台灣西部海岸(桃園以南至屏東)柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚沙偽絲珊瑚棲息分布圖	第五章討論，第一節討論柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚的分布，分布圖參考圖 5-1-1。	已完成。
盤點台灣西海岸可能適合柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚之棲息地，完成台灣西海岸 20 處地點調查	第四章第一節-天然棲息地珊瑚調查共 7 處調查，及第二節-人工棲息地共 15 處珊瑚調查。	已完成。
永安接收站珊瑚資源調查(包括珊瑚主要種類組成、覆蓋率、空間分布特性以及指標性魚類、指標性無脊椎動物和底質組成等)	第四章第三節-永安 LNG 接收站作業結果。	已完成。

第八章 參考文獻

1. Adjeroud, M. (1997). Factors influencing spatial patterns on coral reefs around Moorea, French Polynesia. *Marine Ecology Progress Series*, 159, 105-119.
2. Cacciapaglia, C., & van Woesik, R. (2016). Climate-change refugia: Shading reef corals by turbidity. *Global change biology*, 22(3), 1145-1154.
3. De'Ath, G., Fabricius, K. E., Sweatman, H., & Puotinen, M. (2012). The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(44), 17995-17999.
4. Done, T. J. (1982). Patterns in the distribution of coral communities across the central Great Barrier Reef. *Coral reefs*, 1(2), 95-107.
5. Done, T. J. (1983). Coral zonation: its nature and significance. In *Perspectives on Coral reefs*. (ed Barnes, D.). Brian Clouston, Manuka, pp. 107–147.
6. Freiwald, J. (2021). Reef Check California Instruction Manual: A Guide to Monitoring California's Kelp Forests, 10th Edit.
7. Glynn, P. W., & D'croz, L. (1990). Experimental evidence for high temperature stress as the cause of El Niño-coincident coral mortality. *Coral reefs*, 8(4), 181-191.
8. Harrington, L., Fabricius, K., De'Ath, G., & Negri, A. (2004). Recognition and selection of settlement substrata determine post-settlement survival in corals. *Ecology*, 85(12), 3428-3437.
9. Heyward, A. J., & Negri, A. P. (1999). Natural inducers for coral larval metamorphosis. *Coral reefs*, 18(3), 273-279.
10. Hoeksema, B. W., & Arrigoni, R. (2020). DNA barcoding of a stowaway reef coral in the international aquarium trade results in a new distribution record. *Marine Biodiversity*, 50(3), 1-7.
11. Hughes, T. P., Ayre, D., & Connell, J. H. (1992). The evolutionary ecology of corals. *Trends in Ecology & Evolution*, 7(9), 292-295.
12. Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H., ... & Wilson, S. K. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*, 543(7645), 373-377.
13. Kuo, C. Y., Chung, A., Keshavmurthy, S., Huang, Y. Y., Yang, S. Y., & Chen, C. A. (2019). Lonely giant on the sand: unexpected massive Taiwanese coral, *Polycyathus chaishanensis* in the Datan algal reef demands a conservation

- focus. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 21(1), 11-12.
14. Kohler, K. E., & Gill, S. M. (2006). Coral point count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*, 32(9), 1259-1269.
 15. Kuo, C. Y., Keshavmurthy, S., Chung, A., Huang, Y. Y., Yang, S. Y., Chen, Y. C., & Chen, C. A. (2020). Demographic census confirms a stable population of the critically-endangered caryophyllid coral *Polycyathus chaishanensis* (Scleractinia; Caryophyllidae) in the Datan Algal Reef, Taiwan. *Scientific Reports*, 10 (1), 1-10.
 16. Kuo, K. M., & Soong, K. (2010). Post-settlement survival of reef-coral juveniles in southern Taiwan. *Zoological Studies*, 49(6), 724-734.
 17. Lenihan, H. S., Holbrook, S. J., Schmitt, R. J., & Brooks, A. J. (2011). Influence of corallivory, competition, and habitat structure on coral community shifts. *Ecology*, 92(10), 1959-1971.
 18. Lin, M. F., Kitahara, M. V., Tachikawa, H., Keshavmurthy, S., & Chen, C. A. (2012). A new shallow-water species, *Polycyathus chaishanensis* sp. nov. (Scleractinia: Caryophyllidae), from Chaishan, Kaohsiung, Taiwan. *Zoological Studies*, 51(2), 213-221.
 19. Liu, G., Strong, A. E., & Skirving, W. (2003). Remote sensing of sea surface temperatures during 2002 Barrier Reef coral bleaching. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 84(15), 137-141.
 20. Liu, G., Strong, A. E., Skirving, W., & Arzayus, L. F. (2006). Overview of NOAA coral reef watch program's near-real time satellite global coral bleaching monitoring activities. In *Proceedings of the 10th international coral reef symposium* (Vol. 1793, pp. 1783-1793). Okinawa, Japan: Gurugram.
 21. Loya, Y. (1976). Effects of water turbidity and sedimentation on the community structure of Puerto Rican corals. *Bulletin of Marine Science*, 26(4), 450-466.
 22. McClanahan, T. R., & Obura, D. (1997). Sedimentation effects on shallow coral communities in Kenya. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 209(1-2), 103-122.
 23. Miller, M. W., Weil, E., & Szmant, A. M. (2000). Coral recruitment and juvenile mortality as structuring factors for reef benthic communities in Biscayne

- National Park, USA. *Coral reefs*, 19(2), 115-123.
24. Morse, D. E., Hooker, N., Morse, A. N., & Jensen, R. A. (1988). Control of larval metamorphosis and recruitment in sympatric agariciid corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 116(3), 193-217.
 25. Pichon, M., Chuang, Y. Y., & Chen, C. A. (2012). *Pseudosiderastrea formosa* sp. nov. (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) a new coral species endemic to Taiwan. *Zoological Studies*, 51 (1), 93-98.
-
1. 中油股份有限公司 (2022) 2022 年第 2 季柴山多杯孔珊瑚調查及監測。
 2. 陳章波、謝蕙蓮、陳彤昫、施上粟、黃守忠、陳佳宜、宋克義、林幸助 (2021), 桃園藻礁保護及生態功能提升計畫 (期末報告書), 桃園市政府海岸工程管理處, 桃園市。
 3. 戴昌鳳、鄭有容, (2020), 台灣珊瑚全圖鑑 (上), 貓頭鷹出版社, 台北市。
 4. 鄭群學、胡暄昫、楊震、林明廷、鄭有容, (2023), 台灣東部海域首次發現柴山多杯珊瑚(*Polycyathus chaishanesis*), 珊瑚礁年會海報。

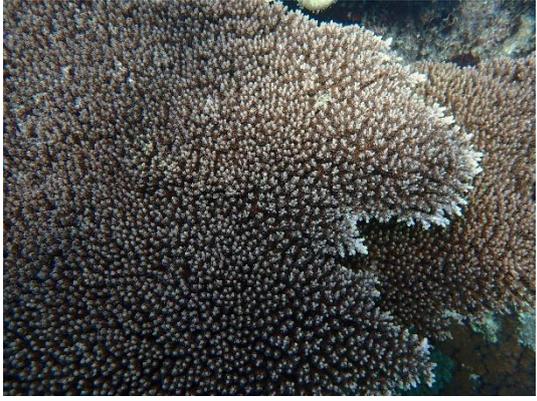
附錄一、野外調查發現珊瑚之點位(不包括永安 LNG 接收站)

地點	珊瑚	GPS	棲地類型
車城鄉-水坑樣點 (1)	微孔珊瑚屬	22° 6.282', 120° 42.955'	天然棲息地
	角星珊瑚屬	22° 6.281', 120° 42.955'	天然棲息地
	偽(擬)絲珊瑚屬	22° 6.281', 120° 42.956'	天然棲息地
	角菊珊瑚屬	22° 6.283', 120° 42.955'	天然棲息地
車城鄉-水坑樣點 (2)	細菊珊瑚屬	22° 6.091', 120° 42.956'	天然棲息地
	<i>Dipsastraea</i> sp.	22° 6.091', 120° 42.952'	天然棲息地
林園區-林園消波塊	微孔珊瑚屬	22° 29.253', 120° 23.264'	人工棲息地
	微孔珊瑚屬	22° 29.251', 120° 23.267'	人工棲息地
	微孔珊瑚屬	22° 29.250', 120° 23.268'	人工棲息地
高雄柴山海域	柴山多杯孔珊瑚	22° 38.085', 120° 15.453'	天然棲息地
	柴山多杯孔珊瑚	22° 38.083', 120° 15.452'	天然棲息地
	柴山多杯孔珊瑚	22°38.088', 120° 15.456'	天然棲息地
	柴山多杯孔珊瑚	22°38.089', 120° 15.456'	天然棲息地
	柴山多杯孔珊瑚	22°38.091', 120° 15.457'	天然棲息地
	柴山多杯孔珊瑚	22° 38.084', 120° 15.455'	天然棲息地
	角星珊瑚屬	22° 38.085', 120° 15.454'	天然棲息地
西子灣消波塊	表孔珊瑚屬	22° 37.484', 120° 15.692'	人工棲息地
旗津消波塊	微孔珊瑚屬	22° 35.070', 120° 17.193'	人工棲息地
茄萣離岸堤	微孔珊瑚屬	22° 52.824', 120° 11.200'	人工棲息地
永安 LNG 接收站 -南側垂直海堤	柴山多杯孔珊瑚	22° 48.347', 120° 11.975'	人工棲息地
永安 LNG 接收站 -沉澱池	柴山多杯孔珊瑚	22° 48.787', 120° 12.286'	人工棲息地
永安 LNG 接收站 -西南側垂直海堤	柴山多杯孔珊瑚	22° 48.651', 120° 11.508'	人工棲息地

附錄二、穿越線點位

點位	深淺	起始	結束	深度
港內東側	深	22°48.648', 120° 12.143'	22°48.635', 120° 12.147'	8.2m
	淺	22°48.651', 120° 12.156'	22°48.637', 120° 12.157'	2.5m
港內南側	深	22°48.395', 120° 12.159'	22°48.394', 120° 12.144'	8.2m
	淺	22°48.389', 120° 12.163'	22°48.386', 120° 12.147'	3.1m
港內南側海堤	深	22°48.352', 120° 11.981'	22°48.346', 120° 11.967'	7.7m
	淺	22°48.346', 120° 11.982'	22°48.344', 120° 11.966'	5.7m
港內北側	深	22°48.810', 120° 12.119'	22°48.805', 120° 12.133'	7.3m
	淺	22°48.810', 120° 12.125'	22°48.795', 120° 12.132'	3.0m
港內西側海堤	淺	22°48.984', 120° 11.435'	22°48.970', 120° 11.433'	3.5m
港內西南側海堤	淺	22°48.655', 120° 11.506'	22°48.640', 120° 11.515'	3.5m
港內東北側	淺	22°49.035', 120° 12.080'	22°49.050', 120° 12.077'	3.5m
港內北北側	淺	22°48.935', 120° 12.101'	22°48.950', 120° 12.098'	3.0m
沉澱池	淺	22°48.783', 120° 12.273'	22°48.783', 120° 12.273'	3.0m
港外南側	淺	22°48.386', 120° 12.372'	22°48.394', 120° 12.397'	4.0m
港外南側海堤	淺	22°48.328', 120° 11.959'	22°48.333', 120° 11.989'	5.0m
港外北側	淺	22°48.812', 120° 12.155'	22°48.820', 120° 12.146'	4.5m
	深	22°48.798', 120° 12.178'	22°48.800', 120° 12.156'	7.0m

附錄三、永安 LNG 接收站珊瑚照片

軸孔珊瑚科 (Acroporidae)	
花束軸孔珊瑚 (<i>Acropora anthocercis</i>)	矛枝軸孔珊瑚 (<i>Acropora aspera</i>)
	
簡單軸孔珊瑚 (<i>Acropora austrea</i>)	輻板軸孔珊瑚 (<i>Acropora cytheria</i>)
	
指形軸孔珊瑚 (<i>Acropora digitifera</i>)	兩叉軸孔珊瑚 (<i>Acropora divaricate</i>)
	
董氏軸孔珊瑚 (<i>Acropora donei</i>)	板葉軸孔珊瑚 (<i>Acropora glauca</i>)
	

巨枝軸孔珊瑚 (*Acropora grandis*)



桌形軸孔珊瑚 (*Acropora hyacinthus*)



中間軸孔珊瑚 (*Acropora intermedia*)



列枝軸孔珊瑚 (*Acropora listeri*)



羅立軸孔珊瑚 (*Acropora loripes*)



粗短軸孔珊瑚 (*Acropora lutkeni*)



多孔軸孔珊瑚 (*Acropora millepora*)



美麗軸孔珊瑚 (*Acropora muricata*)



細枝軸孔珊瑚 (*Acropora nana*)(右)



短小軸孔珊瑚 (*Acropora samentosa*)



三毛亞軸孔珊瑚 (*Acropora samoensis*)



穗枝軸孔珊瑚 (*Acropora scale*)



單獨軸孔珊瑚 (*Acropora solitaryensis*)(右)



柔枝軸孔珊瑚 (*Acropora tenuis*)



隆起軸孔珊瑚 (*Acropora tumida*)



變異軸孔珊瑚 (*Acropora valida*)



癭葉表孔珊瑚 (*Montipora aequituberculata*)



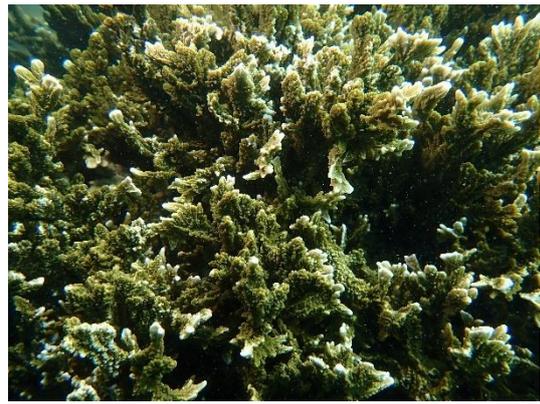
直枝表孔珊瑚 (*Montipora altasepta*)



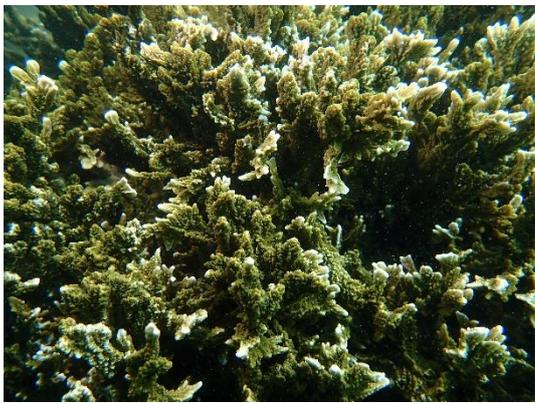
仙人掌表孔珊瑚 (*Montipora cactus*)



卡島表孔珊瑚 (*Montipora capricornis*)



突脊表孔珊瑚 (*Montipora carinata*)



厚瘤表孔珊瑚 (*Montipora crassituberculata*)



多疣表孔珊瑚 (*Montipora effuse*)



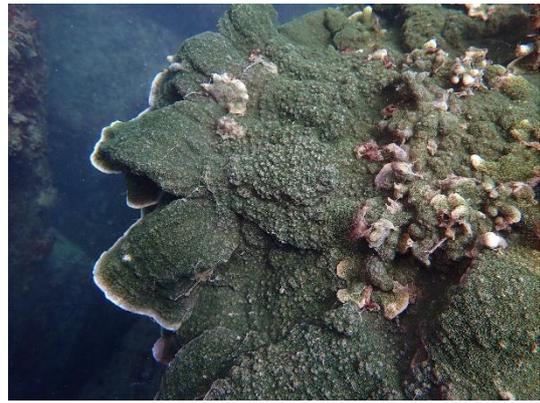
葉形表孔珊瑚 (*Montipora Foliosa*)



易脆表孔珊瑚 (*Montipora friabilis*)



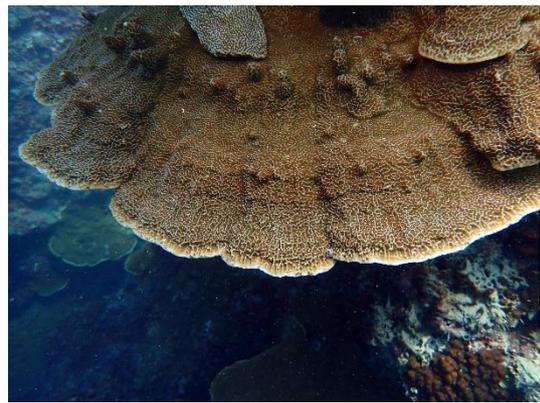
青灰表孔珊瑚 (*Montipora grisea*)



鬃棘表孔珊瑚 (*Montipora hispida*)



侯氏表孔珊瑚 (*Montipora hodgsoni*)



變形表孔珊瑚 (*Montipora informis*)



毛茸表孔珊瑚 (*Montipora setosa*)



海綿表孔珊瑚 (*Montipora spongodes*)



星枝表孔珊瑚 (*Montipora stellata*)



蓮珊瑚科(Agariciidae)

薄葉雀屏珊瑚 (*Pavona explanulata*)



卷葉雀屏珊瑚 (*Pavona frondifera*)



脈結雀屏珊瑚 (*Pavona venosa*)



環形柔紋珊瑚 (*Leptoseris explanata*)



葉形柔紋珊瑚 (*Leptoseris foliosa*)



網格柔紋珊瑚 (*Leptoseris mycetoseroides*)



鱗柔紋珊瑚 (*Leptoseris scabra*)



管形柔紋珊瑚 (*Leptoseris tubulifera*)



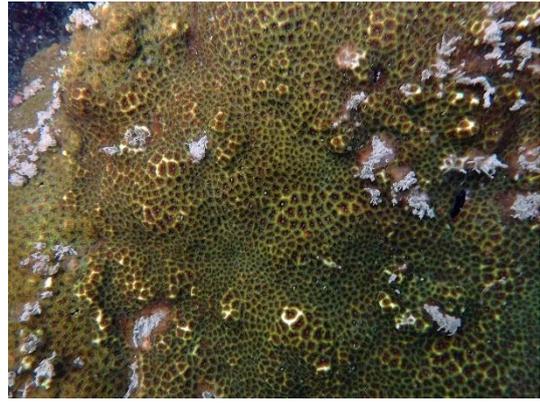
葵珊瑚科 (Caryophylliidae)	
柴山多杯孔珊瑚 (<i>Polycyathus chaishanensis</i>)	
	
樹珊瑚科 (Dendrophylliidae)	
盾形盤珊瑚 (<i>Turbinaria peltata</i>)(右)	腎形盤珊瑚 (<i>Turbinaria reniformis</i>)
	
小星盤珊瑚 (<i>Turbinaria stellulata</i>)	
	
真葉珊瑚科 (Euphylliidae)	蕈珊瑚科 (Fungiidae)
星形棘杯珊瑚 (<i>Galaxea astreata</i>)	波形石葉珊瑚 (<i>Lithophyllon undulatum</i>)
	

Leptastreidae

小柔星珊瑚 (*Leptastrea bewickensis*)



紫柔星珊瑚 (*Leptastrea purpurea*)



橫柔星珊瑚 (*Leptastrea transversa*)



瓣葉珊瑚科 (Lobophylliidae)

粗糙刺葉珊瑚 (*Echinophyllia aspera*)



錐突刺葉珊瑚 (*Echinophyllia orpheensis*)



多刺棘星珊瑚 (*Acanthastrea echinate*)



聯合棘星珊瑚 (*Acanthastrea hemprichii*)



蓮形瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia agaricia*)



束形瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia corymbosa*)



盃形瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia hatai*)



聯合瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia hemprichii*)



輻紋瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia radians*)



直紋瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia recta*)



華倫瓣葉珊瑚 (*Lobophyllia valenciennesii*)



繩紋珊瑚科 (Merulinidae)

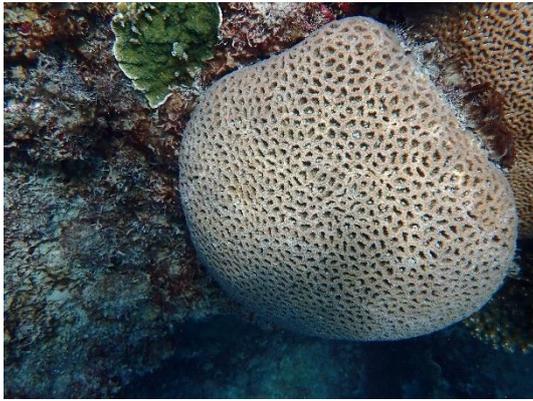
小葉細星珊瑚 (*Cyphastrea microphthalma*)



和平盤星珊瑚 (*Dipsastraea amicum*)



似菊盤星珊瑚 (*Dipsastraea faviaformis*)



正盤星珊瑚 (*Dipsastraea fava*)



海洋盤星珊瑚 (*Dipsastraea maritima*)



馬賽盤星珊瑚 (*Dipsastraea matthaii*)



圈紋盤星珊瑚 (*Dipsastraea pallida*)



Dipsastraea rosaria



羅氏盤星珊瑚 (*Dipsastraea rotumana*)



環盤星珊瑚 (*Dipsastraea speciosa*)



截短盤星珊瑚 (*Dipsastraea truncata*)



越南盤星珊瑚 (*Dipsastraea vietnamensis*)



隱藏角菊珊瑚 (*Favites abdita*)



尖銳角菊珊瑚 (*Favites acuticollis*)



柯曼角菊珊瑚 (*Favites colemani*)



板葉角菊珊瑚 (*Favites complanata*)



柔角菊珊瑚 (*Favites flexuosa*)



實心角菊珊瑚 (*Favites halicora*)



似柔角菊珊瑚 (*Favites paraflexuosa*)



五邊角菊珊瑚 (*Favites pentagona*)



Favites stylifera



艾氏角星珊瑚 (*Goniastrea edwardsi*)



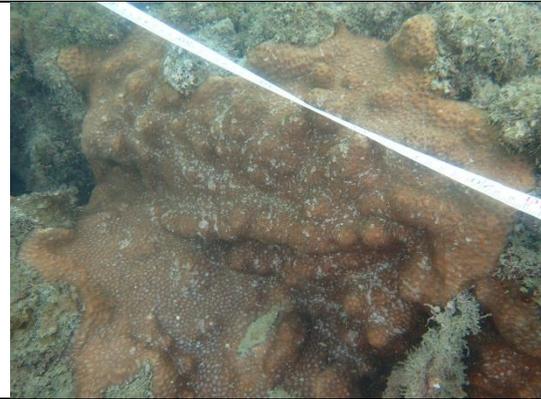
似菊角星珊瑚 (*Goniastrea favulus*)



翼形角星珊瑚 (*Goniastrea pectinate*)



網紋角星珊瑚 (*Goniastrea retiformis*)



膨礁珊瑚 (*Hydnophora bonsai*)



小礁珊瑚 (*Hydnophora microconos*)



不規則迷紋珊瑚 (*Leptoria irregularis*)



密集迷紋珊瑚 (*Leptoria phrygia*)



片形繩紋珊瑚 (*Merulina ampliata*)



象鼻斜花珊瑚 (*Mycedium elephantotus*)



蔓草斜花珊瑚 (*Mycedium mancaoi*)



小斜花珊瑚 (*Mycedium robokaki*)



變形似角星珊瑚 (*Paragoniastrea deformis*)



Paragoniastrea russelli



尖銳腦紋珊瑚 (*Platygyra acuta*)



卷曲腦紋珊瑚 (*Platygyra contorta*)



大腦紋珊瑚 (*Platygyra daedalea*)

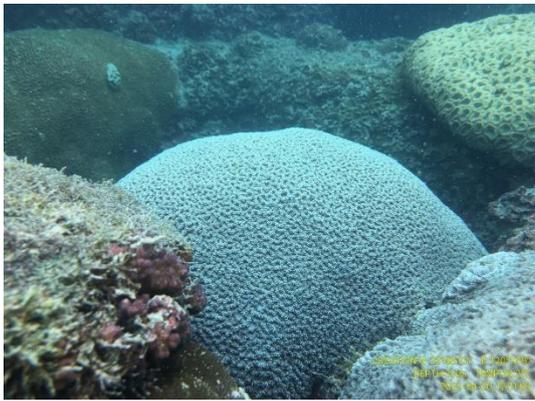


片腦紋珊瑚 (*Platygyra lamellina*)



小腦紋珊瑚 (*Platygyra pini*)

琉球腦紋珊瑚 (*Platygyra ryukuensis*)



中華腦紋珊瑚 (*Platygyra sinensis*)



韋氏腦紋珊瑚 (*Platygyra verweyi*)



鹿角珊瑚科(Pocilloporidae)

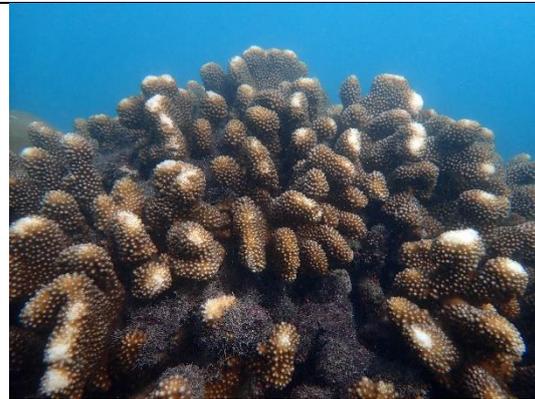
銳枝鹿角珊瑚 (*Pocillopora acuta*)

短枝鹿角珊瑚 (*Pocillopora brevicornis*)



細枝鹿角珊瑚 (*Pocillopora damicornis*)

巨枝鹿角珊瑚 (*Pocillopora grandis*)



柯氏鹿角珊瑚 (*Pocillopora kellekeri*)



紋形鹿角珊瑚 (*Pocillopora meandrina*)



疣鹿角珊瑚 (*Pocillopora verrucosa*)



微孔珊瑚科(Poritidae)

疣突微孔珊瑚 (*Porites annae*)



緊密微孔珊瑚 (*Porites densa*)



地衣微孔珊瑚 (*Porites lichen*)



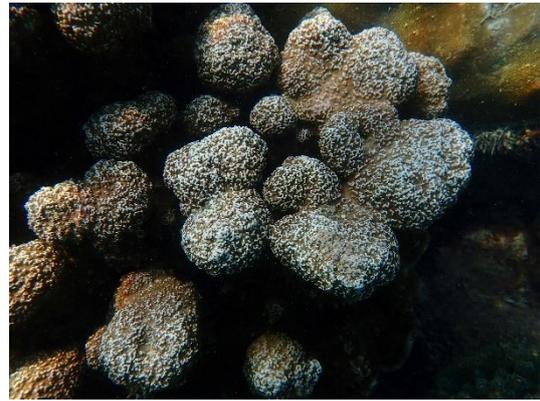
團塊微孔珊瑚 (*Porites lobata*)



鐘形微孔珊瑚 (*Porites lutea*)



聯合微孔珊瑚 (*Porites rus*)



堅實微孔珊瑚 (*Porites solida*)



沙珊瑚科 (Psammocoridae)

連續沙珊瑚 (*Psammocora contigua*)



指形沙珊瑚 (*Psammocora digitata*)



曲紋沙珊瑚 (*Psammocora nierstraszi*)



深室沙珊瑚 (*Psammocora profundacella*)



星形沙珊瑚 (<i>Psammocora stellata</i>)	
	

附錄四、溫度計點位

點位	儀器名稱	點位	佈放日期 (2022年)	回收日期 (2022年)
港內東側	Hobo-T-21155697	22°48.671', 120° 12.150'	4/20	10/27
港內南側	Hobo-T-21155696	22°48.391', 120° 12.171'	4/20	10/27
港內北側	Hobo-T-21155694	22°48.811', 120° 12.125'	4/21	10/27
沉澱池	Hobo-T-21155695	22°48.787', 120° 12.286'	4/20	10/24
港外南側	Hobo-T-20668580	22°48.366', 120° 12.376'	6/02	遺失
港外北側	Hobo -T-21155698	22°48.815', 120° 12.155'	6/02	10/27

附錄五、調查樣點彙整

	地點	日期	時間	類型
1	柴山海域(1)	2022/3/4、2022/3/11	上午	天然棲所
2	柴山海域(2)(3)	2022/5/9	上午	天然棲所
3	枋山鄉楓港	2022/6/17	下午	天然棲所
4	車城鄉水坑(1)	2022/1/19	上午	天然棲所
5	車城鄉水坑(2)	2022/6/17	上午	天然棲所
6	車城鄉海口	2022/6/17	上午	天然棲所
7	桃園新屋消波塊	2022/8/30	上午	人工棲所
8	新竹南寮消波塊	2022/8/30	上午	人工棲所
9	苗栗後龍消波塊	2022/8/30	下午	人工棲所
10	台中梧棲消波塊	2022/5/10	上午	人工棲所
11	雲林台西消波塊	2022/5/10	下午	人工棲所
12	嘉義布袋消波塊	2022/5/11	上午	人工棲所
13	台南三股消波塊	2022/5/11	上午	人工棲所
14	高雄茄萣消波塊	2022/5/11	下午	人工棲所
15	高雄彌陀消波塊	2022/3/5	上午	人工棲所
16	高雄西子灣消波塊	2022/3/4	下午	人工棲所
17	高雄旗津消波塊	2022/3/4	中午	人工棲所
18	高雄林園離岸堤	2022/3/3	下午	人工棲所
19	屏東東港離岸堤	2022/3/3	上午	人工棲所
20	屏東林邊離岸堤	2022/1/20	中午	人工棲所
21	屏東枋寮消波塊	2022/120	上午	人工棲所

附錄六、利用 Sentinel 衛星影像初步比較港內、外濁度

從衛星影像上可以大尺度的觀察到各區海域混濁度狀態，藉由影像上灰值程度的差異，了解 LNG 接收站之港內、外的水體混濁程度，將利用 Sentinel 衛星影像選擇 11 個樣點進行比較（附圖 1），並利用這些樣點進行 (1)港內及港外的濁度比較，以及(2)港內樣站間的濁度比較。以下為分析方法：

- (1) 至 Sentinel Copernicus open access hub 網站挑選於 2017 年至 2022 年間無雲層遮蔽的永安 LNG 接收站的衛星影像，並將其儲存為 JPG 圖檔，總共挑選出 43 張可以使用的圖檔。
- (2) 將此 43 張圖檔匯入 Photoshop 軟體，利用 Photoshop 軟體內的顏色查看功能，將滑鼠游標移動至圖檔上各樣點所在位置便可取得三原色色彩 (RGB color value)。
- (3) 將所得到的各樣點色彩值代入以下公式轉換為灰值(Gray Vale):

$$\text{Gray}=0.3*\text{Red}+0.59*\text{Green}+0.11*\text{Blue}$$

灰值介於 0 至 255 間，灰值越低其圖片顏色越接近黑色；反之，灰值越高圖片顏色越接近白色。故灰值越高則水體越混濁，因此將灰值作為水體混濁度比較的依據。

● 港內 vs 港外灰值

將港內與港外樣點分別配對分組，共可分為 6 組，再利用 Wilcoxon signed-rank test 分析，結果發現北側海堤組、北側組、南側組的港內及港外比較，灰值上有顯著差異；而西側組、西南側組並無顯著差異。(附表 1)

根據附表 2 灰值比較等級，進一步分析 4 組有顯著差異的港內、外樣點，當正等級表示港內<港外灰值，濁度為港內<港外；反之，負等級表示港內>港外灰值，濁度為港內>港外。所以，北側海堤組及北側組屬於港外濁度大於港內；南側組、南側(中)組屬於港內濁度大於港外。

● 港內樣點灰值比較

利用 Friedman test 比較港內灰值，可發現港內 6 個樣點比較後有顯著差

異($p=0$)，而從附表 3 可發現於南側、南側(中)樣點其等級平均數分別為 4.28 及 4.81 明顯高於另外 4 個樣點，表示南側、南側(中)樣點的灰值高於另外 4 個樣點，濁度較另外 4 個樣點高。



附圖 1、選取永安 LNG 接收站港內及港外樣點進行灰值比較，推估濁度程度。

附表 1、永安 LNG 接收站港內及港外水色灰值檢定統計量

	北側海					
	堤組	北側組	西南側組	西側組	南側(中)組	南側組
Z 檢定	-2.294(a)	-2.011(a)	-1.157(b)	-.604(a)	-4.401(b)	-3.043(b)
漸近顯著性 (雙尾)	.022	.044	.247	.546	.000	.002

附表 2、永安 LNG 接收站港內及港外水色灰值比較等級

		個數	等級平均數	等級總和
北側海堤組	負等級	13	21.77	283.00
	正等級	30	22.10	663.00
北側組	負等級	18	17.03	306.50
	正等級	25	25.58	639.50
西南側組	負等級	25	21.76	544.00
	正等級	17	21.12	359.00
西側組	負等級	20	21.15	423.00
	正等級	23	22.74	523.00
南側(中)組	負等級	34	24.63	837.50
	正等級	9	12.06	108.50
南側組	負等級	34	21.32	725.00
	正等級	9	24.56	221.00

附表 3、永安 LNG 接收站港內水色灰值比較等級

組別	等級平均數
北側海堤組	2.49
北側組	3.57
南側組	4.28
南側(中)組	4.81
西南側組	2.92
西側組	2.93

Friedman test ($p=0$)，位置間有顯著差異，數值越大代表水色越混濁。

附錄七、期中審查各委員意見及回覆

1. 李培芬委員

	委員意見	意見回覆
1	本計劃範圍是台灣西海岸，那麼東部海岸是不是也要調查呢？同樣的為什麼是桃園以南？那麼桃園以北呢？藻礁也沒有包含在內。	<p>(1) 西海岸才有產業開發的議題，調查東海岸是科學上的議題，沒有和產業競爭海岸的問題。</p> <p>(2) 經考量印尼和台東宜灣均有柴山多杯孔珊瑚，東海岸確實有進行調查之價值，已列入期末報告討論中。</p> <p>(3) 藻礁中油和桃園市政府另外有調查計劃做更詳細的調查。</p>
2	在本計劃中發現了更多柴山多杯孔珊瑚的分布，這個結果是不是要給海保署處理，作為檢討保育種的參考？	期中和期末報告均提供海保署參考。
3	針對大潭藻礁上很多的柴山多杯孔珊瑚要如何保育，應該提出建議。	已補充在附錄七。
4	利用衛星影像來研究懸浮物，需要進一步的校正才會比較有客觀的數據。	這個部分並非本計劃的內容，也不是主持人的專長，不過定性的初步分析資料能驗證懸浮物是否和珊瑚分布有關係。已將相關的計算方式補充在附錄六。

2. 黃文彬委員

	委員意見	意見回覆
1	主要的意見是在格式和文字方面，例如第 5 頁計劃目標並沒有包含 LNG，需要列入	已修改。

2	天然棲息地的結果做成表，讀者會比較容易掌握所發現的結果	請參考附錄一，此表格已將發現的珊瑚進行統整。
3	附錄一是否也做成表格	已調整表格。
4	屬名要斜體字，表 4.3 Page, 25, 75	已修改。
5	Page 78 魚類的名字只有中文，要加英文的學名，底棲動物也一樣。	已修改。
6	結果中出現 CPCE 很唐突，要在方法中說明	調查方法中已補充說明。

3. 黃冬梨委員

	委員意見	意見回覆
1	台灣特有種的標準是什麼？兩種保育類珊瑚列入保育類的條件是什麼？	<p>(1) 科學上是只有台灣有的物種，實際上因為資料缺乏，主觀判斷的成分很大。就柴山多杯孔珊瑚而言，並不是台灣特有種。福爾摩沙偽絲珊瑚則仍待時間考驗。</p> <p>(2) 程序上列入保育類只要權責單位召開的委員會通過就可，未必需要有相當的客觀資料佐證。</p>
2	大潭藻礁有很多柴山多杯孔珊瑚，和防波堤的關係是什麼？	有可能防波堤是造成此現象的原因，但是實際上要驗證很困難，例如防波堤造價不菲，但仍有不同驗證方法可以進行。
3	海水混濁度高的地方有柴山多杯孔珊瑚，其他珊瑚不生長，	(1) 有可能海水混濁度高使得其他珊瑚不容易生長，而給柴山多

	因果關係到底是什麼？	<p>杯孔珊瑚機會。</p> <p>(2) 另外一方面也可能光線穿透少，只有柴山多杯孔珊瑚可以生存。</p> <p>(3) 台灣宜蘭也有柴山多杯孔珊瑚，但水體混濁度低。</p>
4	LNG 場內南堤、北堤石珊瑚的數量不同，真正的環境因素是什麼？	北堤接近接收站大船運作海域，混濁度經常很高，南堤相對較清澈，可以參考附錄六的濁度結果。其他因素可能也有，但無法在本研究中驗證。
5	LNG 場內 30 年來有沒有發生大量白化或者死亡？	有零星的珊瑚白化，但是是否有大規模的珊瑚白化，目前缺少證據。由於幾乎未發現整株珊瑚死亡的骨骼，因此確定未發生大量死亡。
6	LNG 排出冷卻水的溫度是可以調整的，因應環評的要求，才使用大量的海水來減少溫度的差異。	未來可以利用冷水降低珊瑚區的水溫（目前判斷冷水沉到港內深處）。
7	LNG 調查結果沒有看到經濟性魚種的原因是什麼？運用 REEF CHECK 的方法調查魚類有何限制和特性？	<p>(1) 我們用的水肺潛水方法是調查珊瑚礁魚類，附近海域的經濟性魚種是底拖以及拖網為主，兩類棲息地差別大。</p> <p>(2) 在 LNG 觀察到的魚類都是珊瑚礁魚類為主。</p>

4. 張皇珍委員

	委員意見	意見回覆
1	期中報告的內容似乎超出了中	已補充說明。

	油的要求，結果呈現的方式需要加強，現有的柴山多杯孔珊瑚文獻需要補充，包含中油公司委托的報告。	
2	溫度、水質、沙這些環境因子對柴山多杯孔珊瑚和其他珊瑚的影響是什麼？	已補充說明。
3	附錄五是問答集，有些需要修正	問答集移至附錄八，已更新資訊。
4	發現的物種做表做圖來呈現會比較容易閱讀和吸收	已修改於附錄三。
5	沒有發現福爾摩沙偽絲珊瑚需要做論述	基本上福爾摩沙偽絲珊瑚是珊瑚礁區的珊瑚，不容易出現在西海岸沙泥地為主的環境，可參考第五章第一節。
6	永安珊瑚方舟的構想可以擴展到觀塘嗎？	理論上可行，實際上要有各種客觀條件配合，例如水溫是否真的降低、是否有硬的底質(消波塊)在淺水域。如果珊瑚方舟構想能先在永安測試成功後，就有很大的動力擴大到其他廠區。

5. 林幸助委員

	委員意見	意見回覆
1	這個調查發現柴山多杯孔珊瑚存在的地方比以前想得更廣，應該要提到海保署作為檢討保育種的參考	期中報告和期末報告都會給海保署參考。

2	柴山多杯孔珊瑚的族群現況如何？	本研究調查柴山多杯孔珊瑚分布，目前只發現了數個珊瑚群體，很難對整個族群提出有效地評估。就了解，核准採集數量相當有限，能進行的研究受限。
3	目前研究生活史、繁殖、生長、生態需求（包括光線溫度等等）的進度如何？	
4	可以透過光衰減係數來研究珊瑚需要的環境條件	此研究議題並無包括在本次調查中。
5	波浪大小的說法和大潭藻礁上、柴山多杯孔珊瑚的分布似乎有矛盾	本研究中波浪大小的假說是為了解釋LNG和西海岸珊瑚相的差別，不是為了解釋柴山多杯孔珊瑚的整體分布。
6	台中港 LNG 是否也會有柴山多杯孔珊瑚	可能性存在，但是未必有實際去調查的動機。
7	西子灣 2017 年發現，後來沒有發現，從消長的觀點似乎也很正常	同意，但也可能是水混濁而不容易每次都找到。

6. 鄭有容委員

	委員意見	意見回覆
1	研究題目單純，但是影響力卻可能很廣	目前柴山多杯孔珊瑚可能是全台灣最有名的珊瑚種類。
2	在本研究中珊瑚群聚的定義	本報告中指的是珊瑚種類和覆蓋率。
3	珊瑚學名的鑒定有不確定性包含錯別字	已修正。
4	有些分類的階層搞混了，例如菊珊瑚科並沒有菊珊瑚屬。	已修正。

5	Reef Check 方法和結果並不一致	已修正。
6	P. 59 數字不符合	已修正。
7	提供全台灣地圖和調查的點，以方便讀者快速掌握	已修正。
8	看到柴山多杯孔珊瑚的時候都是利用水肺潛水嗎?浮潛潛水不容易看得到。	大多是在退潮時進行浮潛，若水過深則會利用水肺潛水，尤其需要拍攝物種照片時。
9	利用照片來鑒定珊瑚有它的限制，例如珊瑚蟲的直徑小於 4 mm 的才是柴山多杯孔珊瑚	受限法規，無法採樣。
10	在東部海岸柴山多杯孔珊瑚有在垂直面上發現	柴山多杯孔珊瑚在過去文獻中，並非完全屬於潮池中的珊瑚種類，目前我們對於其棲息地特性並非完全了解，有可能關鍵不是基質角度，而是光線；但環境合適，仍有機會發現柴山多杯孔珊瑚。
11	光線對柴山多杯孔珊瑚的角色有待檢討，在東部海岸十幾公尺水深仍然有發現柴山多杯孔珊瑚	
12	LNG 發生過珊瑚白化嗎?	零星珊瑚發現白化在一般的珊瑚礁都很正常，但是大量白化才是生態上的議題，目前 LNG 資料不足，但沒發生過大量死亡。

7. 羅珮純委員

	委員意見	意見回覆
1	計劃內容明確，包含兩種保育種類珊瑚的調查和 LNG 的珊	依邀標書辦理。

	瑚調查	
2	現場的環境因子是否可以多加一些說明。	目前僅針對水溫調查。
3	經過此次研究，保育的建議要提出	已補充在第六章第一小節。
4	消波塊和離岸堤經常都規模大，是如何選擇特定的地點或者時間需要說明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 距離公路旁下水點近 2. 包含迎浪面跟背浪面 3. 連續幾天海況好，水面下混濁度比較能夠接受。 4. 同質性高、抽樣調查
5	珊瑚方舟的構想在永安LNG的適合度需要檢討比較	已將珊瑚方舟的初步概念補充在第六章第二小節。

8. 海保署(書面)

	委員意見	意見回覆
1	兩種珊瑚名稱需要依照5月23號公告修正名字	已修正。
2	部分文字有誤植的情況	已修正。

附錄八、柴山多杯孔珊瑚-保育建議及相關問題問答

Q1. 柴山多杯孔珊瑚是台灣特有種嗎？

荷蘭的海關曾攔截到一批從印尼進口的「活石」，上面有十幾種珊瑚，經過荷蘭的博物館分子片段鑑定，其中一種跟在台灣發現的柴山多杯孔珊瑚完全相同，因此合理的推斷是柴山多杯孔珊瑚的分布至少包含印尼，和台灣的距離有 3000 公里以上，柴山多杯孔珊瑚不是台灣特有的種類。(Hoeksema & Arrigoni, 2020)

Q2. 列為台灣保育的種類，能夠增加柴山多杯孔珊瑚存活下去的機會嗎？

正方：當然可以，生態保育是全球趨勢。

反方：不見得，目前已知柴山多杯孔珊瑚分布很廣，印尼就有，台灣受威脅，不影響此種存活；在桃園藻礁的地方族群或許受到威脅，但是相對於牠的分布範圍是很小的地方，我們對牠的知識非常有限，目前並沒有證據或跡象顯示這個物種有危險。

Q3. 柴山多杯孔珊瑚怎麼分佈到這麼廣的海域去？

就跟其他珊瑚的幼苗一樣，牠們會漂浮在水層中，跟著海流散佈出去；路途中有適當的棲息地就變成牠們生存的場所。

Q4. 柴山多杯孔珊瑚適合的棲息地類型？

我們對柴山多杯孔珊瑚了解不多，目前的知識都是根據少數幾個發現的棲息地來推斷的，例如：水質混濁、亞潮帶很淺的地方、幾乎沒有其他的造礁珊瑚在附近、在堅硬的底質上。

Q5. 柴山多杯孔珊瑚是怎麼繁殖的？

目前並不清楚。已經研究過的其他珊瑚可能是雌雄同體或者異體（二選一）、體

內受精懷胎釋放幼苗或者直接釋放精卵到水中去完成受精發育（二選一）、每年繁殖一次或者每個月都繁殖一次（二選一），這些基礎資料都得要靠研究才能知曉，但是這些研究需要採集活的標本，由於列為保育種類，申請許可困難，研究進展緩慢，可能要考其他國家的研究來幫忙。

Q6. 列為台灣保育的種類，能夠增加我們對柴山多杯孔珊瑚的了解嗎？

正方：可以吸引民眾的注意，加強保育的意識，增加研究和了解牠的動機。

反方：困難，了解柴山多杯孔珊瑚需要科學的研究，目前許多研究因為需要採集標本，無法通過審核，研究人員失去研究的動機和機會，相關知識的累積很慢。

Q7. 劃設保護區對柴山多杯孔珊瑚的保育有效嗎？

正方：如果把柴山多杯孔珊瑚出現的地方，都劃設為保護區，並且嚴格執法，相信會有成效。

反方：目前沒有柴山多杯孔珊瑚的市場或者經濟利用，造成牠死亡的原因不見得是當地人為因素造成，可能是河流污染、全球變遷等等，在當地劃保護區是出發點良好，卻不會有效果。目前經過一年的調查，已經發現三個地方，包括本調查中的高雄柴山和永安LNG接收站有柴山多杯孔珊瑚，將來還會發現更多的地方，要把全部地區都劃為保護區顯然並不實際。

Q8. 保育海洋裡的珊瑚和我們比較熟悉的陸上哺乳類動物有什麼差別？

大原則相同，但是在執行上有差別。例如哺乳類繁殖很慢，但是珊瑚經常繁殖潛力很大，可以善加利用這個特性。

Q9. 柴山多杯孔珊瑚可以移植嗎？藻礁可以移植嗎？

珊瑚可以，所有的珊瑚種類基本上都可以移植。但藻礁是一個環境，很難想像

要如何移植一個環境。

Q10. 台灣幾百種珊瑚，為什麼只有柴山多杯孔珊瑚和福爾摩沙偽絲珊瑚列為台灣的保育種類？

1. 因為牠們比較重要嗎？顯然不是，因為很多珊瑚數量多、群體大、構成珊瑚礁，明顯扮演比較重要的生態角色，柴山多杯孔珊瑚（和福爾摩沙偽絲珊瑚）數量少、尺寸小不具備這些條件。
2. 因為牠們是瀕臨滅種危險的物種？見 Q2. 另一方面，柴山多杯孔珊瑚生活在非常淺的海域，一旦海岸開發掩埋掉棲息地，一旦累積起來，牠們生活的空間就變少了。
3. 因為牠們是台灣特有種？見 Q1。柴山多杯孔珊瑚顯然不是台灣特有種，在印尼也有，而且不經意地被出口到荷蘭去。海裡的物種靠著水流散播，經常可以分布到很遙遠的海域，和陸域的物種大不相同，並不容易形成有特有種。
4. 因為主管單位通過？這是在台灣列為保育種的必要且充分的條件。

Q11. 柴山多杯孔珊瑚是瀕臨滅種危險的物種嗎？

IUCN 之下有 200 多種珊瑚被列為瀕臨滅種危險物種，但是幾十年來還沒有一種珊瑚真的滅絕，與書面上定義有相當的落差，目前列入瀕危物種的認定作業顯然過於寬鬆和主觀；基於許多學者認為保護寧可早而不要晚的心理，甚至於沒有任何相關資料都可以被列入，柴山多杯孔珊瑚屬於這類狀況。

Q12. 柴山多杯孔珊瑚為什麼在柴山海域(或其他地方)這麼少？

目前資料顯示，柴山多杯孔珊瑚出現在變動大的環境，一旦泥沙覆蓋，棲息地消失，珊瑚就無法繼續生存。雖然以柴山命名，但只是科學家首先發現的地點，並沒有其他特殊的意義。至於其他地方少，可能只是沒人去觀察，而不是

沒有這種珊瑚，因為柴山多杯孔珊瑚出現的海域經常泥沙多、能見度差，是沒有人喜歡去潛水的海域。

Q13. 為什麼大潭藻礁柴山多杯孔珊瑚這麼多？

目前有幾個可能原因：

1. 防波堤造成適合水流，帶來且置留的珊瑚幼苗和環境，也可能是防波堤減少漂砂，不會掩埋藻礁形成了好環境。
2. 柴山多杯孔珊瑚出現在變動的環境中，一陣子以後可能會被其他生物取代，在大潭藻礁可能也一樣。
3. 這種珊瑚分布在沒有人喜歡去的泥沙岸，但因為關心大潭藻礁人多，因此容易被發現其蹤跡。

Q14. 開發行為是否會影響柴山多杯孔珊瑚的生存？

開發行為如果造成海岸水質污染、泥沙累積覆蓋或者直接物理性破壞棲息地的藻礁硬底質，就會影響牠的生存；反之，如果不會造成上述的現象，就沒有理由會影響牠。

Q15. 有藻礁的地方才會有柴山多杯孔珊瑚嗎？

不見得，高雄柴山就沒有藻礁，但是有這種珊瑚，永安天然氣港也發現有這種珊瑚，台東宜灣也有發現(鄭有容、邵廣昭，個人通訊)。

Q16. 為什麼一般珊瑚礁海域看不到柴山多杯孔珊瑚？

可能的原因為

1. 珊瑚礁各種生物很多，柴山多杯孔珊瑚相對不起眼，沒有被注意到。
2. 柴山多杯孔珊瑚在一般珊瑚礁區無法跟其他珊瑚競爭，因而消失。

3. 此棲息地的珊瑚礁很少人去；或能分辨柴山多杯孔珊瑚的人沒去過。

Q17. 在自然界中，柴山多杯孔珊瑚是怎麼死的？

要發現柴山多杯孔珊瑚都不容易，因此要找到牠死亡的直接原因更為困難，目前的說法都屬於主觀「合理的推測」，會因為時間、地點不同而有很大的變異。

其中主要的原因可能包括下列：

- a. 水質污染，b. 中長期泥沙覆蓋，c. 棲地消失，d. 物種之間的競爭、攝食，e. 其他。

Q18. 什麼不是柴山多杯孔珊瑚死亡/消失的原因？

遊客: 柴山多杯孔珊瑚的棲息地通常沒有遊客。

老化: 一般珊瑚不會老化，理論上沒有壽命限制。

Q19. 柴山多杯孔珊瑚是怎麼長大的？

柴山多杯孔珊瑚的生長主要是水平方向的擴大，在珊瑚株四周藉由出芽方式增加新的珊瑚蟲。

Q20. 柴山多杯孔珊瑚的能量來源是什麼？

牠可以攝食水中的小顆粒，例如浮游生物，也可以藉由細胞內的共生藻光合作用得到能量。至於二者貢獻的比例，就要視當地的環境而定，目前並沒有研究針對這物種進行。

Q21. 比起其他的珊瑚，為什麼大部分的柴山多杯孔珊瑚都這麼小？

柴山多杯孔珊瑚生活在變動的環境，可能是最近才附著生長的，還沒有活多久，沒機會長大。牠的覆蓋型生長受限於地形，在桃園由於藻礁地形高低起伏

洞穴多，有些地方無法跨過去，也限制了牠的大小。

Q22. 柴山多杯孔珊瑚很珍貴嗎？

牠很少見，在台灣很有名，目前是台灣的保育種類，至於珍貴與否，那就見仁見智了。

Q23. 大潭藻礁是目前發現最大(多)柴山多杯孔珊瑚的所在地，天然氣港口這樣開發是否會造成珊瑚全部消失？

有可能；但實際上因為眾所矚目，開發單位顯然會努力維持環境適合，結果有可能變成柴山多杯孔珊瑚的避難所。

Q24. 每種珊瑚都要列為保育種嗎？

每種珊瑚我們都希望牠們能活到永遠，但是卻不見得都要列為保育種，只有那些受到威脅，尤其是人類威脅而有瀕臨絕種危機的才有必要，也才有可能因為我們的努力而改變。

Q25. 保護珊瑚礁和保護珊瑚物種有什麼差別？

珊瑚礁是個環境，也是一個生態系，分布很有限，基本上只在熱帶和亞熱帶，據估計珊瑚礁佔全世界海洋面積的 0.3%，為了保護珊瑚礁劃設不同程度的海洋保護區是經常的做法。珊瑚物種有幾千種，不同的物種分布從淺海域一直到幾千公尺的深海，甚至高緯度都有牠們的存在，為了保護個別珊瑚物種，從限制貿易（例如：CITES）、捕撈、宣告為保育物種等等是經常的做法。

附錄九、期末審查各委員意見及回覆

1. 黃委員冬梨

	委員意見	意見回覆
1	圖 4-1-3 及圖 4-1-4 亦以紅線圈出柴山多杯孔的生長範圍，會比較清楚。	已用紅線標示出柴山多杯孔珊瑚的生長範圍。
2	永安 LNG 接收站內外之溫度測點均為消波塊，放置位置是否過於表層？使得水溫易受地表大環境影響，而量不出彼此間的差異，進而顯現不出冷排水對於水溫的影響。	本研究中溫度計位置於淺處約 2 米左右的深度，是為了瞭解現在在 LNG 港內珊瑚生存環境的水溫；冷排水因密度較大所以沉在水底，水深較深的地方則無珊瑚生長，故本研究的水溫結果也直接說明冷排水目前對於現生珊瑚未發揮出保護的功效。
3	讓永安 LNG 接收站成為珊瑚方舟之議，站內之珊瑚已持續生長擴展中，三十年來未見有發生白化的情況，報告中所提之兩項建議冷水潑灑及移植廠外珊瑚至陰影區，應非緊急優先執行的事項。建議若以柴山多杯孔珊瑚為保育標的，永安港內也已出現其蹤跡，針對競爭力較弱之柴山多杯孔珊瑚，是否可提出如何營造其生長專區的建議？也許更符合業主的需求。	我們比較有信心的是 30 年來 LNG 接收站內沒有發生大量死亡，至於有沒有發生大量白化，就欠缺證據。 珊瑚方舟的概念是要針對很多種類來保護，這是因為永安 LNG 內自然生長了許多種類，顯然有其獨到之處。 如果只要針對一個種類，也就是柴山多杯珊瑚，永安 LNG 只發現少數群體，應該有更好的地方可以選擇。柴山多杯珊瑚分布廣泛，儘管在某些海域受到威脅，但只是地區性的。

2. 林委員幸助

	委員意見	意見回覆
1	柴山多杯孔珊瑚(水平面及垂直面)分布之差異為何？水體混濁度影響為何？是否可量化？	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根據在柴山海域的觀察，在水平面或者垂直面上皆有發現柴山多杯孔珊瑚；永安 LNG 接收站港內都是在垂直壁上發現。 2. 根據衛星影像推測，水體混濁度的時間和空間變化都很大，因此少數時間點進行水體濁度測量，其結果可能較無參考性。混濁度的影響可能有兩方面，一是降低珊瑚生長速率，二是降低珊瑚白化的機會。
2	表 4-3-2 魚類種類及數量是在多少單位面積或單位體積所觀測，請修正？	已修正。
3	P91 樣點水溫數據之 30°C 對珊瑚生長是何門檻？是否有參考文獻？對於柴山多杯孔珊瑚是否也是 30°C？	30°C 是海水高溫的指標，方便比較不同地點或時間，本身並不是珊瑚白化或者死亡的門檻；不同種類珊瑚耐受溫度的能力都不一樣。
4	本計畫提出很多假說，並以較直觀看法去驗證，對於本計畫以非常足夠，但是針對水流假說後續該如何進一步驗證，比如說防坡堤阻擋水流有保護屏障作用，應更進一步量化資料，蒐集港外水流或海浪的資料並與港內做比較，才可以進一步得到屏障效應減少多少水流衝擊	本研究所提到防波堤有保護港內以免大浪侵襲，是”相對於”西海岸其他人工棲所來說更有保護作用，目前並無規劃要收集海流或海浪資料。防波堤的設計是以保護港內設施為依歸，珊瑚長的好是副作用。

5	不受淡水水流侵襲假說，其原因有可能是淡水導致鹽度略低或是濁度變化、懸浮顆粒影響，此部分應再加強論述。	這個假說目前無法被否定，至於細節，也就是關鍵因子是鹽度、混濁度或顆粒大小都無法在本研究中釐清。
6	LNG 冷水排入多少？降溫多少？後續將如何操作？	這個是由廠方運作時控制，基本上總能量視需要氣化多少天然氣而定，降溫多少則是由水量來控制，在當初環境評估時有要求排出水溫。
7	簡報 P39 #3、#4、#8 點位(冷卻水下)珊瑚是否生長情形較佳？此部分請增加分析說明。	下列二圖為 2023/1/11 至永安 LNG 接收站進行水溫剖面測量的部分結果。因為該次調查是額外在最後階段進行，不包括在計畫內，故珊瑚調查範圍並未特別包括 #3、#4、#8 點位下，無法特別說明水下珊瑚生長狀況。

3.黃委員文彬

	委員意見	意見回覆
1	(一) 由標案工作說明書及此期末報告書第 4 頁第 2 段可知，本計畫研究目標除了「兩種保育類珊瑚調查」外，尚包含有「永安接收站珊瑚資源調查」。但是，在第 5 頁第 1 段「第二章研究目的及目標」中之內容，只有兩種保育類珊瑚在台灣西岸分布之調查工作，遺漏本計畫另一重點工作是永安 LNG 接收站的海洋生物調查，請修正。	已修正於第二章研究目的及目標中。

2	<p>在第 27 頁，(二)人工棲息地珊瑚調查中，說明了已完成 15 處調查(圖 4-2-1)，且說明有 3 處不適合，而文中第 27-54 頁共計也有 15 處之調查說明，但圖 4-2-1 之圖注說明已完成 12 處測站(黃色)、不適合進行 3 個測站(白色)。圖 4-2-1 可能是未更新，請更新至已完成 15 處測站之調查位置圖。</p>	<p>已修正於 p27，將 12 處改為 15 處，。</p>
3	<p>「第四章調查結果」，在第 96-101 頁(表 4-3-1)中已對「(三)永安 LNG 接收站」之調查結果，整理出十分完整之珊瑚名錄。然而，相對地在對「(一)天然棲息地」和「(二)人工棲息地」之調查結果，雖有完整之文字說明，但所整理之表格為附錄一(第 125 頁)，過於簡化，很容易誤會此樣點只有 1 種或 1 屬珊瑚，而不易了解這些水域有無此兩種保育類珊瑚或其他重要珊瑚之物種發現或紀錄。建議針對「(一)天然棲息地」和「(二)人工棲息地」之調查結果，再進一步整理成如對「(三)永安 LNG 接收站」調查結果表 4-3-1 之相似表格，俾利達成本計畫擬讓民眾了解此兩種保育類珊瑚在台灣</p>	<p>已將附錄依內容做整理，在野外的觀察結果發現，僅少數樣點有發現珊瑚，且皆為零星珊瑚。</p>

	西部海岸分布情形之目標。	
4	在表 4-3-1 中，第 97 頁及第 98 頁中，分別各有一個珊瑚中文名非為中文名，目前文字為拉丁文(學名)。請修正。	已修正於 p97、p98。
5	第 65 頁第 8 行中的「裂鯨魚」，可能為「裂唇魚」之誤植，請修正。	已修正於 p65。
6	第 102 頁表 4-3-2 之魚類紀錄和第 103 頁表 4-3-3 之底棲生物紀錄，內容和期中報告相同，並無增加。若在期中報告後所進行的樣點(例如 9.港內西側、10.西南側、11.東北側、12.北北側等)觀察結果，沒有觀察到魚類及底棲生物之紀錄，也請如表最右欄(8.港外北側)一樣，新增各測站樣點欄位，來表示本計畫已有進行觀察但沒有發現魚類及底棲生物之紀錄。	調查魚類及底棲生物僅在預計樣點中才進行調查，包括港內東側、港內南側、港內南側海堤、港內東側、沉澱池、港外南側、港外南側海堤、港外北側；而 9.港內西側、10.西南側、11.東北側、12.北北側上述四個樣點則為新增樣點，是為了了解永安 LNG 港內影響珊瑚分布的可能機制，故新增的四樣點僅進行珊瑚覆蓋率調查。

4. 鄭委員有容

	委員意見	意見回覆
1	本計畫預期成果包括建立西部海岸二種保有類珊瑚的分布圖、了解其尺寸大小、分布範圍、適合棲地、評估永安接收站的珊瑚群聚、調查魚類、無脊椎動物及底質。整體而言，計畫成果豐富甚至超越預期。	謝謝委員肯定。

2	<p>為什麼避風和阻擋河川徑流是永安天然氣接收站珊瑚生長狀況高於西海岸其他棲息地的主因？西海岸仍有許多地點具有上述條件，似乎不支持大浪侵襲及河流水假說(永安接收站北側烏林投步道)！</p> <p>另外，影響珊瑚生長的因子多且複雜，而且通常都是多重因子共同作用下的結果，建議除了避風和阻擋河川徑流之外，把合適基質列入主要因素。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相較於我們調查其他 15 處人工棲所來說，確實沒有像永安 LNG 接收站一樣的封閉棲所，擁有 3/4 圈的防波堤，其他處的人工棲所幾乎都會受到海浪衝擊。 2. 台灣西海岸遍及許多河川，而永安 LNG 接收站內的珊瑚因為位於港內，防波堤可以幫助河川水不易流入或影響港內的珊瑚，但本研究中其他人工棲所是屬於開放式環境，無法避免被河川水干擾。 3. 綜合上述，永安 LNG 接收站為何珊瑚覆蓋度比其他人工棲所好，是因為位處於港內，有防波堤可以避免被風浪、河川流水影響。 4. 合適基質在所有的點位通通都有，但是珊瑚相最好的只在永安 LNG 港內
3	<p>計畫調查海域有包括其他封閉性海域嗎？其實我是相信避風、無河川徑流、具合適基質都是影響珊瑚發展的主要因子，但是並不認同這三點是造成永安天然氣接收站珊瑚生長狀況較佳的主因！</p> <p>從各地點交叉比對後，我覺得應該是封閉性、具合適基質、水深</p>	<p>本研究中沒有其他封閉性海域，但如同委員所說，只要環境能避風(封閉性)、無河川徑流影響、<10 公尺水深、有合適基質的地點，珊瑚都能有機會生長，這與本研究所觀察到的結果相互呼應。希望有機會實際在其他港口驗證：封閉性、具合適基質、水深<10 公尺的環境。</p>

	<10 公尺的環境(台灣週遭海域基本上符合這三個條件就會有珊瑚群聚。	
4	看起來冷排水並不是永安天然氣接受站發展成為珊瑚方舟的主要優勢，永安天然氣接受站適合作為珊瑚方舟還有其他的學理依據嗎？如果第 3 點的推論是對的，那麼永安天然氣接受站原本就是一個極度適合發展的珊瑚方舟。	藉本研究的結果顯示，目前永安 LNG 接收站內的現生珊瑚之所以生長狀況好，並非受到冷排水的影響，但以目前全球暖化的趨勢來看，LNG 港內未來的水溫亦是如此。在未來，如果有機會可以利用冷排水來降低珊瑚生長區域的水溫；另一方面，混濁的水降低了光線的穿透，也可能是沒有大量珊瑚白化的原因，如何利用這一點，再加上永安有防波堤的保護是值得測試珊瑚方舟的地點。
5	如 P3 所述，「需要依靠系統性調查資料快速累積，才可能盡速評估牠們偏好的棲息地」。藉由本研究系統性的調查結果，是否能歸類出台灣除了桃園以南至高雄之外，其他幾處具潛力可能的分佈地點？	藉本研究的調查結果，會有珊瑚覆蓋的棲所應要能遮蔽風浪、不被河川逕流影響、有合適的基質，港口類型的地點、背風面、或者水體清澈地點的水深處等。水體的混濁，儘管對珊瑚生長不利，如果能夠避免珊瑚白化死亡，也是一個值得研究開發的優勢。
6	Caishan area 修改成 Chaishan area	已修改。
7	P24 圖 4-1-26 為求圖說一致性，將 <i>Dipsastraea</i> sp.修改成盤星珊瑚屬	已修改。
8	圖 5-1-1 印尼的標示地點有誤，請修正	已修改。

9	柴山多杯孔珊瑚修改成柴山多杯孔珊瑚	已修改。
10	永安 LNG 接收站港內珊瑚是否曾經發生過白化？如果水溫隨著深度並未有太大差異，那灑冷水或陰影效果為何？另外運用冷排水部分，是否可以採打洞方式將冷水引入港域南側。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根據現地觀察，並未有整顆珊瑚株死亡的痕跡，但是無法推斷永安 LNG 港內是否發生過珊瑚大量白化。 2. 由於珊瑚白化是受(1)水溫 (2)光照影響最大，即使現在永安 LNG 港內珊瑚沒有受到此二因子影響太大，但未來當全球暖化影響加劇時，難以保證港內珊瑚不會白化，故希望利用遮光或灑冷水方式，降低其白化的風險。 3. 與永安 LNG 接收站廠方討論過，是無法直接在港內南側邊打洞引冷排水直接流入港內，而且冷排水會直接沉降到深處，就跟目前一樣。
11	是否有永安接收站港域內潮流流向資料？	本研究內容並無包括需要收集港內潮流流向資料。

5. 黃委員將修

	委員意見	意見回覆
1	高雄永安之柴山多杯孔珊瑚，從照片上看來與桃園觀新之柴山多杯孔珊瑚型態上相似，但不確定是否同種，因照片十分模糊，建議曾出現柴山多杯孔珊瑚之柴山、永安、桃園觀新及台東宜灣	本研究並未向主管單位申請採集，但成果中的柴山多杯孔珊瑚皆詢問過戴昌鳳教授鑑識確認，如果有必要再進行分子鑑定。

	之柴山多杯孔珊瑚進行分子鑑定，已確定是否同種？	
2	應將柴山多杯孔珊瑚出現地點之棲所水文特性、物理、化學參數、水混濁度、分布之最深水深等整理出來，以了解柴山多杯孔珊瑚之棲所特性	此項工作在持續進行中。
3	柴山多杯孔珊瑚之分布不可能是跳躍式點狀分布，萬一柴山、永安、桃園觀新及台東宜灣皆是柴山多杯孔珊瑚，則可能還有更多類似棲所，尚未被注意到，或尚未被調查。	因為適合的棲息地不是連續的，而適合的棲息地也不見得就一定有，所以珊瑚分布皆可能是不連續的分布。應該有尚未調查到的柴山多杯孔珊瑚地點。；。

6. 王委員浩文

	委員意見	意見回覆
1	為後續檢視報告的人能更清楚瞭解計畫執行期程，應於報告內容新增計畫執行期程說明。	已修正。
2	P.VIII各樣站的水溫有顯著差異，但差異不大的字樣，容易混淆？語意不清，應思考如何表達較妥。	已修正。
3	下次調查未能見到珊瑚，是指同一個位點(礁岩點)找不到？或是因為能見度不高無法找到？應敘明其原因。	因每一個礁岩點都有紀錄其 GPS，但在同一個礁岩上找不到珊瑚是因為能見度影響調查員的觀察。
4	調查結果發現永安港內水溫較高之議題，是否能根據此結果提供未來三接工程、冷排水管道佈建	一般比較封閉性的水體（例如永安 LNG 港內），在夏天水溫會比較外界開放水域高，冬天則會比外界來

	之建議嗎？	得低。本研究水溫監測只在夏天進行。如果三接工程要利用冷排水來保護珊瑚，需要設計讓冷排水增加停留在珊瑚生長深度的時間（例如灑水）。
5	溫度計佈放方式及深度可能因漲退潮時間不同導致溫度有影響，因納入後續實驗考量。	本研究溫度計的佈放策略是為了了解港內珊瑚生長深度(約兩米左右)的水溫，而每個樣點皆會受到漲退潮的影響，故本研究溫度計佈放方式並不受影響。
6	冷排水的殺菌方式？電解，是否有其他化學因子的附加？	根據永安 LNG 接收站廠方提供資訊，冷排水會經過濾、電解後再排出。
7	永安天然氣港內的水流模式？(水深、漲退潮、港內流)	本研究內容並未包括港內水流模式。
8	如需保育類動物採集之需求，後續應記得向主管機關提出申請	目前沒有採集的需求。

7. 廖委員經贈

	委員意見	意見回覆
1	時程很短，調查範圍很大，研究調查成果應予肯定，本案有很大部分在做永安 LNG 接收站之調查，是否能印證大潭三接未來或為類保護區之概念。	根據永安 LNG 接收站的調查經驗，有防波堤的延伸，能保護港內的珊瑚不被風浪打掉；但在大潭的三接來說，未來有機會有珊瑚附苗。
2	保育物種要能了解物種之生活史，但因保育法規之限制，是否能突破？	要了解珊瑚生活史，需採集珊瑚回實驗室進行操控性實驗才能快速累積知識，目前只能持續野外的觀察和經驗。

8. 黃委員秀娥

	委員意見	意見回覆
1	永安接收站周遭是否有工業區影響珊瑚生長的水溫，觀塘藻礁鄰近觀音工業區、大潭工業區及桃科工業區，其排放的汙水是否影響藻礁珊瑚生長情形，第三接收站未來生態是否有可能比永安接收站更好？	永安接收站似乎沒有受到工業區的影響，目前已經有 30 年的累積。

9.楊委員博丞

	委員意見	意見回覆
1	P7.天然棲息地選址方向已有敘述，但 6 處天然棲息選址之依據，因如桃園海岸之桃園白玉藻礁、觀塘藻礁、觀新藻礁即因其礁石露出厚度、礫石組成分佈、漂砂沙埋程度有其不同之處，可能影響物種分佈及數量之差異，建議天然棲息地選址背景資料等再加以說明。	本計畫天然棲息地選址方式為確定水中有天然的礁石，故選擇在高雄的柴山、屏東屏鵝公路旁等海域進行調查；而本研究的調查不包含桃園區域的藻礁棲所，是因為桃園藻礁區已有許多研究學者深入調查，無須重複。
2	大潭 G1、G2 藻礁等處不在本次潛水調查選址範圍原因，請於 p7 柴山多杯孔珊瑚處註明「潛水調查方式改以大退潮時潮間帶步行調查較為適當」，並請整合及備註其他團隊調查資料(如 P104 之敘述「目前中油公司委託國立海洋大學持續監測大潭藻礁 G1、G2 上的柴山多杯孔珊瑚狀態…」)、台灣中油股份有限公司	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本次野外調查棲所幾乎都是需要浮潛或潛水的環境，不像大潭藻礁能等大退潮出現裸露出的礁岩。 2. 已補充 G1、G2 的活體群數。

	團隊藻礁生態監測結果 110 年第二季 G1 活群體數 42，G2 活群體數 63 等背景資訊，以利第五章討論。	
3	P27.圖 4-2-15，「黃色：已完成調查的 12 處測站」，與 P27. (二)「針對人工棲息地的珊瑚調查，已經完成西海岸共 15 處的消波塊或離岸堤」，兩者數目不同，請確認	已修正。
4	P29.圖 4-2-4、人工棲息地-台中梧棲海域消波塊調查環境照，編寫於 P29.1. 桃園新屋消波塊章節，請確認該照片內容。	已修正。
5	請增加表格匯整調查地點、時間、調查次數(如下)，並討論是否遭受季節、颱風等因素影響。	已新增於附錄五。
6	簡報 P29.沉積物除了會遮蔽光線，也是“殺死”珊瑚的重要原因之一，建議改為影響，以免日後被特殊人士使用。	往後會留意。

10. 海洋委員會海洋保育署(書面意見)

	委員意見	意見回覆
1	有關海洋委員會 111 年 5 月 23 日預告修正「海洋保育類野生動物名錄」第 5 點(其他種類之物種)，修正 <i>Polycyathus chaishanensis</i> 及 <i>Pseudosiderastrea formosa</i> 中文	已修正。

	名稱為柴山多杯珊瑚(柴山多杯孔珊瑚)及福爾摩沙擬絲珊瑚(福爾摩沙偽絲珊瑚)，因其名稱尚未正式完成修正生效，建議報告仍以原名稱呈現，或加以相關註明。	
2	(二) P107，有關保育類珊瑚之學術研究受限部分，研究團隊可視需要，依野生動物保育法相關規定，研擬計畫內容，併檢具相關資料，向地方縣市政府申請後，再轉本署辦理許可事宜，屆時將協助辦理。	遵照辦理

11. 綠能科技研究所

	委員意見	意見回覆
1	本次期中報告所呈現調查地點及結果非常詳細，建議研究團隊於期末報告可採總表方式呈現調查地點、調查時間及調查結果，以利檢視。圖 4-1-15 圖說應有誤植。	已修正。
2	請確認永安 LNG 港內新增的測站數(p55)。	已修正。
3	本計畫調查範圍僅包含桃園以南至高雄的台灣西部海岸，難免會讓人懷疑其調查結果是否足以作為了解兩種珊瑚的稀有程度、分佈的範圍、適合的棲息地特徵等內容，但經過匯集其他研究的調查結果，以及本調查觀察到的現	謝謝委員肯定。

	象所提出的假說，並逐一討論後，得到之結論確實符合邏輯。	
4	針對各樣點的濁度狀態僅使用衛星影像應該會有時間上的誤差，過去是否曾有過類似的調查方式可做參考？	無論是現地調查海水濁度、或是佈放自計式濁度計進行長期監測，都會和分析衛星影像一樣，有時間誤差的疑慮。故本研究中利用2017~2022年共43張永安LNG接收站衛星影像，作為濁度的觀察的依據。
5	濁度對於珊瑚生長的影響程度應該還需要考量到持續性的部分，本計畫使用單點的照片作分析，是否足以解釋「懸浮物水平分布」的假說，可能需要做進一步的評估。建議未來如有可能，可評估樣點佈放濁度計來收集較長期資料的可能性。	請見上一格答覆。
6	工作項目需完成「台灣西部海岸(桃園以南至屏東)柴山多杯孔珊瑚及福爾摩沙偽絲珊瑚棲息分布圖」，雖於本調查樣點皆未發現後者，但建議將過去曾有記錄過的地點納入繪製，並說明本次調查未發現。	已補充說明。
7	LNG 港內珊瑚礁生態分佈是否與船隻行進路線有相關？	根據本研究的分析，港內珊瑚的分佈應該不是和船隻行進路線有關，而是和是否有水平基質有更大的關連性。

12. 天然氣事業部

	委員意見	意見回覆
1	<p>本次港外 - 南消波塊樣點位置，大致為永安 - 通宵第 2 海管出口位置，本次計畫調查結果為“未發現 7” (報告 P.76)，未來於永安 - 通宵第 2 海管環評審查階段時，針對該樣點未發現柴山多杯孔珊瑚之調查結果是因為無法遮蔽風浪或泥沙底質環境影響，請教委託團隊其論述或回應有何建議？</p>	<p>未發現是事實，至於原因，通通都是合理的猜測，但卻未必有說服力。</p>
2	<p>報告顯示，2022.9.8，補充調查發現港內 - 西南側海堤有七群株 (新增)，永安 - 通宵第 2 海管第一次環評審查已提供 2 點位 (沉澱池，港內 - 南側垂直海堤)，未來審查階段，若有需要請同意天然氣事業部更新資料送審。請問人工棲所調查離岸堤選擇條件為何？是否可提供樣線調查長度 (或潛水時間) 相關資料。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究的選點方式為隨機採樣，先從 Google Earth 上規劃點為，至現場後抵達定點後，確認點位能進行水下作業後，就開始進行調查。 2. 根據野外調查經驗，只要是海堤面上珊瑚幾乎都有機會生長，較能確定的是在水深較深處 (>6 米以上) 珊瑚很少，因為水中懸浮顆粒多，光不易透到底層，所以珊瑚的生長就容易受到限制。 3. 穿越線長度為 50m，水下調查時間為 30 分鐘。
3	<p>本次調查報告已初步排除冷排水對於珊瑚生長並無明顯助益，後續珊瑚方舟規劃是仍有使用冷排</p>	<p>目前現生在永安港內的珊瑚，不是藉由冷排水降溫而造成生長良好 (因為冷排水都沉降到深的地方去</p>

	水降溫之必要？	了)，但並不代表未來全球暖化、各地海水溫度升高時，永安港內的珊瑚能夠撐過白化危機。故希望除了利用遮光方式之外，也能利用冷排水灑水來降低其白化的風險。
--	---------	--