

台灣中油股份有限公司

111 年第 4 季藻礁環境因子監測報告

受託單位：國立臺灣海洋大學

民國 112 年 3 月

第一章、前言

一、計畫緣起及主旨

觀塘工業區(港)計畫為兼顧國家電力需求、減輕溫室效應、減少空氣污染、保育藻礁生態系等議題，原採「迴避替代修正方案」，已大幅減少開發面積（由 232 公頃減為 23 公頃）。為達到藻礁保護最大化，供電影響最小化，因此提出再外推方案，大潭 G1 及 G2 區完全保留下來且港區未來不填築、不浚挖，並持續規劃友善棲地生態保育作為。生態保育作為以海岸潮間帶藻礁生態系調查、監測、保育行動為主軸，搭配沿海海洋資源監測及保育行動，推動工業區及工業港範圍及周邊之生態保育工作，為達環境保育及社區永續發展目標，本生態保育作為將結合專家學者及社區團體，建立夥伴關係，持續推動藻礁生態系保育工作，維護桃園大潭地區藻礁生態系結構與功能之完整性。

本案主旨與目標在於監測工業港的施工與營運對當地及鄰近藻礁生態的影響，並進一步分析影響的機制及評估影響的程度。監測內容涵蓋計畫區及鄰近南北側藻礁區的水域動植物及其相關環境因子，並針對殼狀珊瑚藻進行深入的監測與基礎研究，以及監測柴山多杯珊瑚的族群動態。

二、計畫範圍

觀塘工業區港計畫的生態保育措施規劃將計畫區（圖 1）分為保育重點區（工業區及工業港範圍內）及教育推廣區（觀新藻礁野生動物保護區及白玉海岸，含周邊防風林）。於保育重點區內，規劃海洋資源維護與監測、藻礁棲地維護、藻礁生態研究與監測(含水質)、柴山多杯珊瑚保育研究等工作。

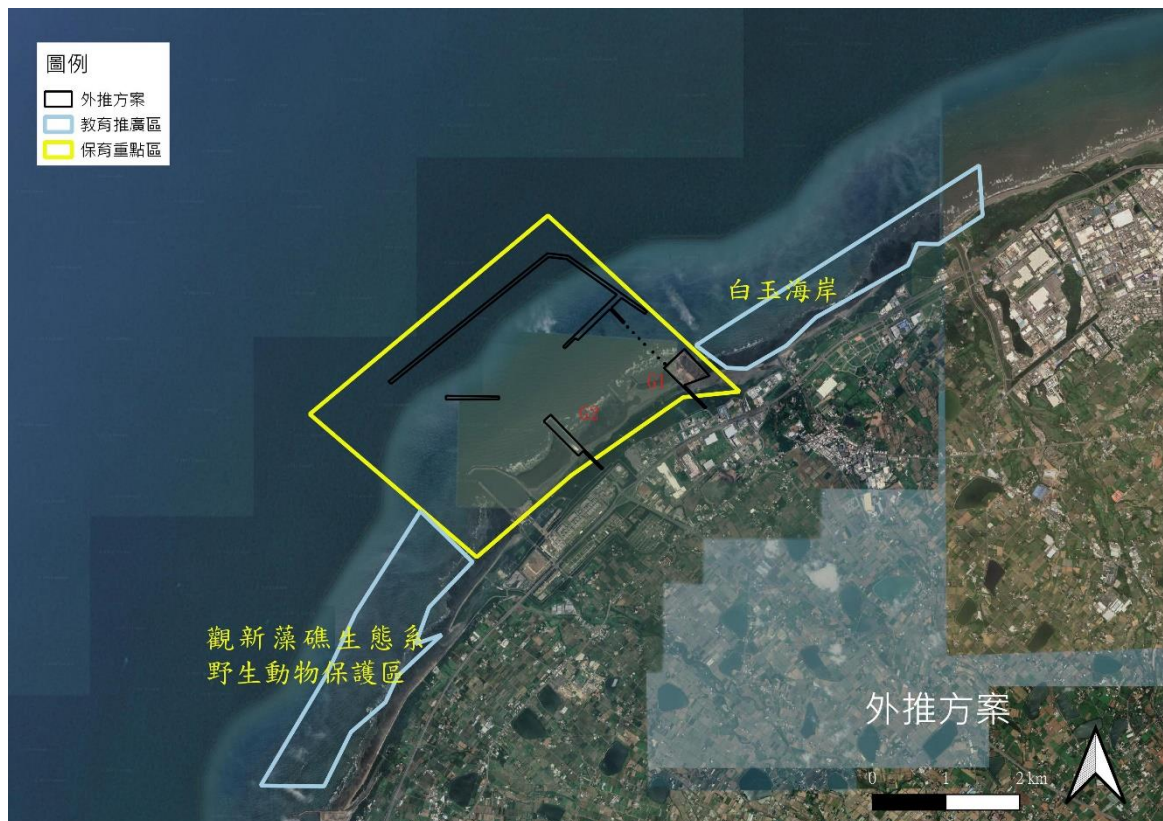


圖 1：觀塘工業區（港）生態保育措施分區圖

三、工作項目

藻礁環境因子監測

1. 水質監測：測量水溫（ $^{\circ}\text{C}$ ）、鹽度（Sal）、溶氧值（DO）、pH 值與濁度（NTU）。並檢測水中的營養鹽（氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽）。
2. 建立長期水質監測資料：於白玉、大潭、觀新等地，設置至少 4 個水溫（ $^{\circ}\text{C}$ ）與鹽度（Sal）的長期監測點，每個測點紀錄至少有 250 天以上監測資料，每 5 分鐘紀錄 1 次。
3. 光遞減係數：以水下光度計（LI-Cor）分別記錄水體表層及水下 10 cm 的有效光度（photosynthetically active radiation（PAR）， $\mu\text{mole}/\text{cm}^2\text{ s}$ ），每條穿越線測量 5 重複。
4. 淤積程度：沿穿越線之高中低不同潮位設置樣框，每個潮位設置至

少 3 個樣框，記錄樣框內淤沙的厚度。每個樣框內至少記錄 3 個藻礁表面淤沙厚度，再進行統計分析。

5. 微棲地類型：於調查底棲動物時，記錄樣框內之微棲地類型，並計算各樣框內微棲地面積的比例。
6. 底質污染物：底質污染物的監測包含重金屬、農藥與除草劑。



圖 2：藻礁環境因子調查各測站之穿越線位置

第二章、藻礁環境因子調查監測成果

一、 水質（營養鹽）

（一）調查位置與頻率

水質調查之採樣站位置以配合大型藻類及底棲動物調查所設置的穿越線附近為主(圖 2)，其中觀新藻礁區及白玉藻礁區各設置 3 條穿越線，觀塘工業區 G1、G2 區則各設置 2 條穿越線，三區共設置 10 條穿越線。水質之調查頻率為每 1.5 個月 1 次。

（二）調查方法

於各穿越線的上、中、下潮位，以攜帶式綜合水質監測儀測量水溫(°C)、鹽度 (Sal)、溶氧值 (DO)、pH 值與濁度 (NTU)，測量時應避免受擾動而混濁的水體，其中上潮位與中潮位的測站以潮池內的水體為主，下潮位則測量退潮的海水。使用水質儀時須待測量值穩定且不劇烈跳動後，記錄下水溫 (°C)、鹽度 (Sal)、酸鹼值 (pH)、溶氧值 (DO)、濁度 (NTU) 等數值。水質儀每次使用前均進行校正，其中溶氧計的校正工作於使用當天執行，與現地以空氣作為基準值進行校正；酸鹼值、濁度、導電度（鹽度）等則於前一天以標準液進行校正。

營養鹽則是採取水樣後，交由合格的檢驗公司檢測，本計畫的水質檢測合作廠商為「精湛檢驗科技股份有限公司」，該公司為國內歷史悠久的大型環境檢測公司，具備完善的 QA/QC 管理流程。預計檢測的營養鹽包括氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽及矽酸鹽。分析方法皆以環境保護署環境檢驗所公告之檢測方法為主(以下檢測項目括號內的編號為參考之使用分析方法)，包括氨氮（環檢編號 W448.51B）、硝酸鹽氮與亞硝酸氮（環檢編號 W436.51C），磷酸鹽磷（環檢編號 W443.51C），矽酸鹽(環檢編號 W450.50B)。

(三) 調查結果

水質調查每 1.5 個月進行一次，本季分別於 111 年 8 月 1 日~9 月 30 日期間(8 月 11 日)、111 年 10 月 1 日~11 月 15 日期間(9 月 30 日~10 月 1 日)進行調查，共完成 2 次採樣。在每次進行調查時，發現大潭藻礁區之 G3 區全區覆沙(圖 4)，無裸露礁體，因此無藻礁生態系可供調查，所以 G3 區高、中潮帶全部覆沙，僅在低潮帶能採樣檢測水質等環境因子，由於 G3 區均為沙地，其檢測所得環境數據僅代表該區的環境現況，不列入觀塘鄰近藻礁區(北自白玉藻礁南至觀新藻礁)的藻礁生態環境因子的統計與比較，待日後如本區出現裸露藻礁，再將此區調查結果納入藻礁生態環境因子統計與比較。

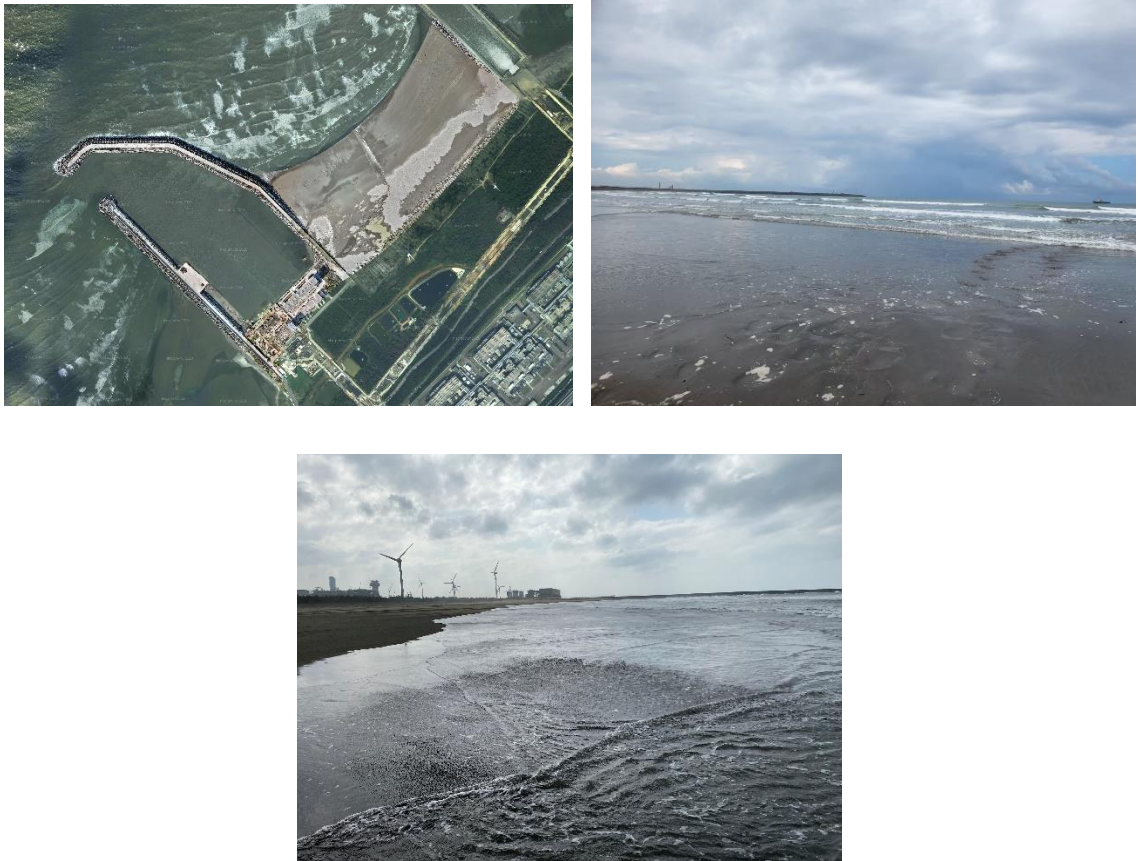


圖 4：本季大潭藻礁 G3 區空拍圖(左上)及調查時現場狀況照片(右上:10 月；下:12 月)。

10 月份，在水溫方面，水溫的變化在 25.7~28.1℃之間，已較 8 月份降溫。各藻礁區潮間帶水溫差異不大。在鹽度方面，各測站間範圍落在

33ppt 左右，其中在白玉區第二條側線高、中潮位明顯偏低(1.7、7.4ppt)。在各測站間酸鹼值差異不大，範圍落在 8.18~8.67 之間，屬於中性或弱鹼性水體。

在溶氧的方面，本月測得溶氧範圍落在 7.44~8.09mg/L(91.9~102.9%) 之間。濁度在各測站差異範圍落在 4.2~35.3 NTU 之間，其中較高濁度主要來自低潮位測站，應為海浪持續拍打之處，導致沉積物不斷懸浮所致。在營養鹽濃度部分，大潭藻礁區潮間帶的矽酸鹽濃度(0.363~0.855mg/L)；白玉藻礁區(0.434~11.4mg/L)；觀新藻礁區(0.461~0.895 mg/L)，其中白玉區第二條測站有一峰值。

12 月份水溫落在 17.5~37.5°C 之間，鹽度變化在 29.4~33.8 ppt 之間。酸鹼值的範圍在 7.93~8.58 之間，呈弱鹼性。溶氧變化在 8.15~11.90 mg/L。溶氧與水溫變化趨勢相反。濁度變化範圍落在 1.4~43.7 NTU，測站間差異大，主要以低潮位海浪拍打處有較高濁度。營養鹽部分其中亞硝酸鹽氮濃度範圍在 0.01~0.05 mg/L 之間。硝酸鹽氮濃度範圍在 0.15~0.63 mg/L。氨氮濃度落在 0.05~0.24 mg/L。正磷酸鹽濃度範圍在 0.090~0.293 mg/L。矽酸鹽濃度範圍落在 0.502~1.700 mg/L。整體水體營養鹽皆以白玉區之濃度較高。

表 1：111 年 10 月水質調查結果

測站	日期	時間 (hh:mm)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	pH	DO (mg/L)	DO (%)	Turb. (NTU)
BY1-H	20220930	07:46	26.1	33.0	8.09	8.03	99.4	6.3
BY1-M	20220930	07:32	26.4	33.3	8.10	7.98	98.7	4.1
BY1-L	20220930	07:25	26.7	33.4	8.09	7.97	99.5	12.3
BY2-H	20220930	07:54	26.2	1.7	8.32	7.95	95.8	15.8
BY2-M	20220930	08:08	25.9	7.4	8.19	7.98	98.0	6.8
BY2-L	20220930	08:13	26.4	29.0	8.11	8.09	99.9	9.3
BY3-H	20220930	08:21	26.4	33.0	8.07	7.79	96.5	5.8
BY3-M	20220930	08:26	26.6	32.8	7.95	7.46	92.3	5.9
BY3-L	20220930	08:31	26.9	33.1	8.03	7.48	92.9	13.9
G1-1-H	20220930	05:37	28.1	32.4	8.12	7.98	102.5	3.5
G1-1-M	20220930	05:45	27.6	33.6	8.10	7.99	101.7	5.7
G1-1-L	20220930	05:53	27.8	33.6	8.09	7.97	101.5	9.1
G1-3-H	20220930	06:32	27.8	31.7	8.08	7.99	101.4	4.5
G1-3-M	20220930	06:48	27.8	33.7	8.13	8.07	102.5	6.6
G1-3-L	20220930	06:57	27.7	33.7	8.15	8.05	102.9	35.3
G2-1-H	20220930	05:37	27.6	34.2	8.10	7.44	94.8	5.1
G2-1-M	20220930	05:45	27.6	34.1	8.20	7.57	96.2	7.5
G2-1-L	20220930	05:53	27.6	34.0	8.20	7.58	95.7	7.5
G2-3-H	20220930	06:32	27.6	33.6	8.23	7.74	96.9	5.0
G2-3-M	20220930	06:48	27.6	33.8	8.17	8.30	105.2	4.2
G2-3-L	20220930	06:57	27.5	33.9	8.17	7.58	95.9	15.4
G3-L	20220930	12:46	31.8	35.3	8.14	7.05	96.7	9.2
KS1-H	20220930	07:46	26.2	33.6	8.08	7.45	91.9	7.5
KS1-M	20220930	07:32	26.0	33.7	8.12	7.53	93.0	8.5
KS1-L	20220930	07:25	26.0	33.8	8.10	7.58	93.3	11.8
KS2-H	20220930	07:54	25.8	33.9	8.11	7.63	93.8	12.3
KS2-M	20220930	08:08	25.7	33.3	8.09	7.65	93.7	8.1
KS2-L	20220930	08:13	25.8	33.5	8.10	7.65	94.3	11.3
KS3-H	20220930	08:21	26.1	33.8	8.11	7.63	94.4	8.8
KS3-M	20220930	08:26	26.2	34.1	8.11	7.66	94.7	8.3
KS3-L	20220930	08:31	26.3	34.0	8.13	7.67	95.1	15.3
KS1 滿	20220930	12:23	30.8	33.3	8.12	7.75	103.8	23.7
KS2 滿	20220930	12:35	31.5	33.2	8.11	7.37	99.8	43.5
KS3 滿	20220930	12:46	30.3	33.6	8.14	7.79	103.5	25.8
G1 滿	20220930	12:25	30.9	33.8	8.16	7.13	95.2	18.6
G2 滿	20220930	12:35	30.3	33.9	8.20	7.24	95.8	18.9

表 2：111 年 10 月水質調查結果

測站	日期	時間 (hh:mm)	亞硝酸鹽氮 NO ₂ (mg/L)	硝酸鹽氮 NO ₃ (mg/L)	氨氮 NH ₃ (mg/L)	正磷酸鹽 PO ₄ ³⁻ (mg/L)	矽酸鹽 SiO ₂ (mg/L)
BY1-H	20220930	07:46	0.02	0.09	0.05	0.175	0.673
BY1-M	20220930	07:32	0.02	0.10	0.06	0.075	0.437
BY1-L	20220930	07:25	0.02	0.11	0.06	0.208	0.434
BY2-H	20220930	07:54	0.06	0.11	0.24	0.279	11.400
BY2-M	20220930	08:08	0.04	0.16	0.26	0.175	8.100
BY2-L	20220930	08:13	0.03	0.10	0.07	0.250	2.050
BY3-H	20220930	08:21	0.02	0.07	0.10	0.078	0.501
BY3-M	20220930	08:26	0.01	0.16	0.03	0.115	1.120
BY3-L	20220930	08:31	0.02	0.10	0.11	0.260	0.804
G1-1-H	20220930	05:37	0.01	0.09	0.12	0.083	0.855
G1-1-M	20220930	05:45	0.02	0.05	0.10	0.058	0.430
G1-1-L	20220930	05:53	0.01	0.07	0.11	0.080	0.373
G1-3-H	20220930	06:32	0.01	0.06	0.33	0.086	0.916
G1-3-M	20220930	06:48	0.01	0.07	0.14	0.071	0.474
G1-3-L	20220930	06:57	0.01	0.06	0.10	0.520	0.363
G2-1-H	20220930	05:37	0.02	0.06	0.07	0.049	0.464
G2-1-M	20220930	05:45	0.01	0.05	0.06	0.057	0.373
G2-1-L	20220930	05:53	0.01	0.06	0.08	0.077	0.434
G2-3-H	20220930	06:32	0.01	0.05	0.16	0.046	0.447
G2-3-M	20220930	06:48	<0.01	0.10	0.09	0.073	0.562
G2-3-L	20220930	06:57	0.01	0.08	0.07	0.407	0.444
G3-L	20220930	12:46	0.01	0.06	0.06	0.179	0.346
KS1-H	20220930	07:46	0.01	0.09	0.08	0.113	0.606
KS1-M	20220930	07:32	0.02	0.08	0.11	0.070	0.568
KS1-L	20220930	07:25	0.02	0.08	0.04	0.175	0.461
KS2-H	20220930	07:54	0.02	0.09	0.10	0.051	0.572
KS2-M	20220930	08:08	0.01	0.08	0.05	0.048	0.673
KS2-L	20220930	08:13	0.02	0.08	0.06	0.293	0.589
KS3-H	20220930	08:21	0.02	0.08	0.10	0.071	0.622
KS3-M	20220930	08:26	<0.01	0.10	0.05	0.093	0.895
KS3-L	20220930	08:31	0.02	0.07	0.10	0.179	0.491
KS1 滿	20220930	12:23	0.02	0.10	0.07	0.236	0.592
KS2 滿	20220930	12:35	0.02	0.10	0.10	0.340	0.693
KS3 滿	20220930	12:46	0.01	0.06	0.14	0.269	0.515
G1 滿	20220930	12:25	0.02	0.05	0.06	0.110	0.414
G2 滿	20220930	12:35	0.01	0.05	0.05	0.098	0.464

表 3：111 年 12 月水質調查結果

測站	日期	時間 (hh:mm)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	pH	DO (mg/L)	DO (%)	Turb. (NTU)
BY1-H	20221228	08:19	16.0	30.8	8.09	9.87	100.0	3.2
BY1-M	20221228	08:24	16.2	32.2	8.04	9.41	96.1	7.5
BY1-L	20221228	08:33	16.4	32.7	8.04	9.47	97.0	17.3
BY2-H	20221228	09:12	16.4	32.5	8.13	9.74	98.8	11.9
BY2-M	20221228	09:18	16.2	33.1	8.08	9.63	97.9	8.0
BY2-L	20221228	09:27	16.5	33.2	8.06	9.61	98.4	8.6
BY3-H	20221228	09:42	16.4	32.9	8.22	10.24	103.5	4.3
BY3-M	20221228	09:50	16.5	33.7	8.06	9.51	97.4	6.2
BY3-L	20221228	09:58	16.6	33.8	8.07	9.46	97.0	11.1
G1-1-H	20221228	06:40	16.6	33.4	8.08	9.16	94.0	8.1
G1-1-M	20221228	06:47	16.8	33.4	8.11	9.30	96.1	13.9
G1-1-L	20221228	06:53	17.0	33.7	8.09	9.29	96.1	9.3
G1-3-H	20221228	07:26	16.6	32.7	8.07	9.60	98.5	13.2
G1-3-M	20221228	07:34	16.9	33.8	8.05	9.45	97.7	18.0
G1-3-L	20221228	07:58	17.1	33.7	8.08	9.41	97.5	19.2
G2-1-H	20221228	06:40	17.0	33.6	7.99	9.44	98.3	16.7
G2-1-M	20221228	06:47	17.1	33.6	8.02	9.44	98.4	9.2
G2-1-L	20221228	06:53	17.0	33.6	8.02	9.29	96.5	11.2
G2-3-H	20221228	07:26	16.0	33.0	8.11	11.15	115.8	6.0
G2-3-M	20221228	07:34	16.2	33.1	8.11	10.07	105.2	7.3
G2-3-L	20221228	07:58	17.3	33.6	8.05	9.36	97.2	16.7
G3-L	20221228	12:45	21.3	33.6	8.15	8.94	101.4	17.6
KS1-H	20221228	08:19	16.6	33.4	8.25	11.90	117.8	5.6
KS1-M	20221228	08:24	16.9	33.4	8.14	10.13	105.7	16.3
KS1-L	20221228	08:33	17.1	33.5	8.09	9.61	100.5	9.1
KS2-H	20221228	09:12	18.2	29.4	8.30	10.22	95.8	3.6
KS2-M	20221228	09:18	16.2	30.4	8.58	11.35	123.1	3.2
KS2-L	20221228	09:27	17.6	29.4	8.24	10.94	114.1	18.1
KS3-H	20221228	09:42	18.9	33.8	8.48	11.68	130.7	6.2
KS3-M	20221228	09:50	19.5	33.4	8.25	10.08	108.2	3.8
KS3-L	20221228	09:58	18.6	33.6	8.49	11.71	123.6	7.2
KS1 滿	20221228	12:45	20.9	31.2	8.17	8.67	97.4	29.4
KS2 滿	20221228	12:45	20.3	31.6	8.16	8.86	98.3	20.5
KS3 滿	20221228	12:45	19.9	32.6	8.16	8.94	99.0	17.7
G1 滿	20221228	12:45	19.8	33.1	8.06	8.98	97.8	29.0
G2 滿	20221228	12:45	19.6	32.9	8.11	9.11	100.1	24.4

表 4：111 年 12 月水質調查結果

測站	日期	時間 (hh:mm)	亞硝酸鹽氮 NO ₂ (mg/L)	硝酸鹽氮 NO ₃ (mg/L)	氨氮 NH ₃ (mg/L)	正磷酸鹽 PO ₄ ³⁻ (mg/L)	矽酸鹽 SiO ₂ (mg/L)
BY1-H	20221228	08:19	0.02	0.48	0.12	0.178	1.59
BY1-M	20221228	08:24	0.02	0.51	0.13	0.205	0.888
BY1-L	20221228	08:33	0.02	0.53	0.13	0.247	1.24
BY2-H	20221228	09:12	0.02	0.46	0.11	0.210	1.2
BY2-M	20221228	09:18	0.02	0.50	0.12	0.247	1.09
BY2-L	20221228	09:27	0.02	0.47	0.11	0.182	0.902
BY3-H	20221228	09:42	0.02	0.48	0.10	0.233	0.902
BY3-M	20221228	09:50	0.02	0.49	0.24	0.247	0.848
BY3-L	20221228	09:58	0.01	0.49	0.09	0.173	0.922
G1-1-H	20221228	06:40	0.01	0.22	0.12	0.164	0.709
G1-1-M	20221228	06:47	0.01	0.25	0.07	0.136	0.667
G1-1-L	20221228	06:53	0.01	0.25	0.11	0.108	0.661
G1-3-H	20221228	07:26	0.02	0.32	0.10	0.127	0.667
G1-3-M	20221228	07:34	0.02	0.27	0.08	0.196	0.678
G1-3-L	20221228	07:58	0.01	0.21	0.05	0.182	0.567
G2-1-H	20221228	06:40	0.02	0.24	0.06	0.192	0.601
G2-1-M	20221228	06:47	0.02	0.25	0.07	0.141	0.576
G2-1-L	20221228	06:53	0.01	0.24	0.06	0.099	0.596
G2-3-H	20221228	07:26	0.01	0.38	0.07	0.127	0.669
G2-3-M	20221228	07:34	0.01	0.38	0.09	0.118	0.632
G2-3-L	20221228	07:58	0.02	0.22	0.05	0.113	0.573
G3-L	20221228	12:45	0.01	0.18	0.07	0.178	0.896
KS1-H	20221228	08:19	0.01	0.15	0.04	0.104	0.502
KS1-M	20221228	08:24	0.01	0.18	0.06	0.108	0.579
KS1-L	20221228	08:33	0.01	0.19	0.06	0.113	0.692
KS2-H	20221228	09:12	0.05	0.59	0.21	0.132	1.13
KS2-M	20221228	09:18	0.01	0.53	0.10	0.118	1.59
KS2-L	20221228	09:27	0.04	0.63	0.15	0.136	1.52
KS3-H	20221228	09:42	0.01	0.15	0.06	0.081	0.576
KS3-M	20221228	09:50	0.01	0.19	0.08	0.145	0.913
KS3-L	20221228	09:58	0.01	0.16	0.07	0.090	0.638
KS1 滿	20221228	12:45	0.01	0.22	0.07	0.293	1.56
KS2 滿	20221228	12:45	0.05	0.59	0.20	0.279	1.7
KS3 滿	20221228	12:45	0.01	0.24	0.11	0.247	0.669
G1 滿	20221228	12:45	0.02	0.36	0.12	0.289	0.712
G2 滿	20221228	12:45	0.02	0.30	0.08	0.256	0.669

水溫鹽度連續監測

(一) 調查方法

於白玉藻礁區及觀新藻礁區各設置 1 個、以及觀塘工業區設置 2 個水溫 (°C) 與鹽度 (Sal) 的長期監測點，每個測點紀錄 250 天以上監測資料，每 5 分鐘紀錄 1 次。本計畫預計使用的溫鹽紀錄儀型號為 HOBO U24-002-C 導電度/鹽度記錄器(圖 5)。



圖 5：自計式溫鹽紀錄儀（型號 HOBO U24-002-C）

表 7：各測站溫鹽紀錄儀放置座標

	緯度	經度
白玉(BY)	25.052184	121.077921
G1	25.045037	121.056777
G2	25.038735	121.048557
觀新(KS)	25.010811	121.024448

(二) 調查結果

在白玉區、觀新區、G1 及 G2 四個樣區放置水溫、鹽度長期記錄器，每 5 分鐘記錄一筆資料，持續進行監測，以取得較完整之水溫、鹽度變化。本季水溫、鹽度長期監測數據如圖 6~圖 9 所示。

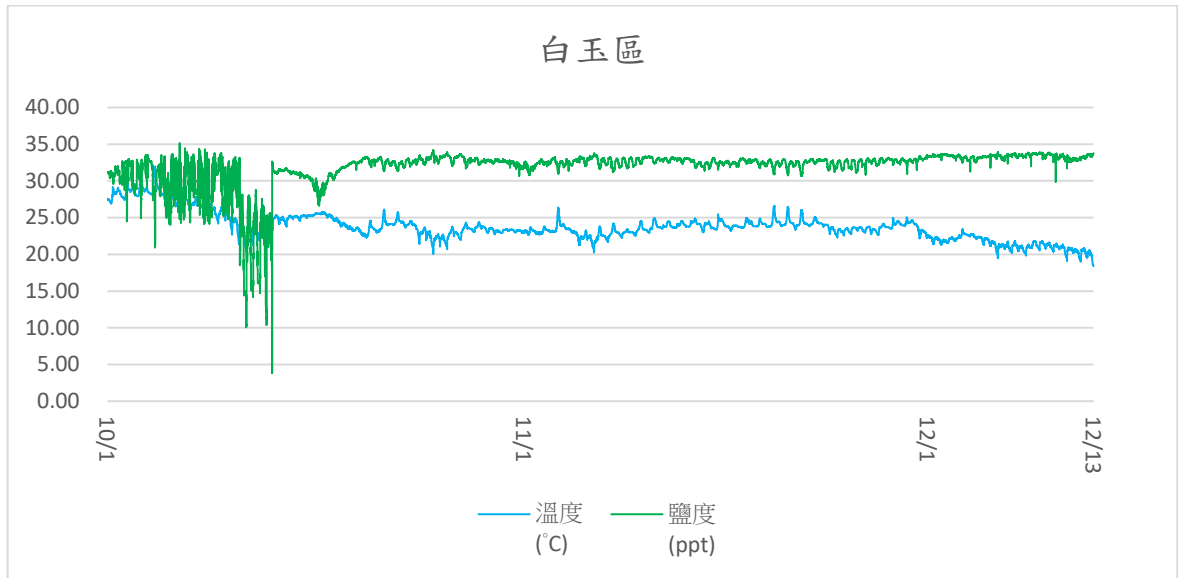


圖 6：白玉區水溫鹽度長期監測資料

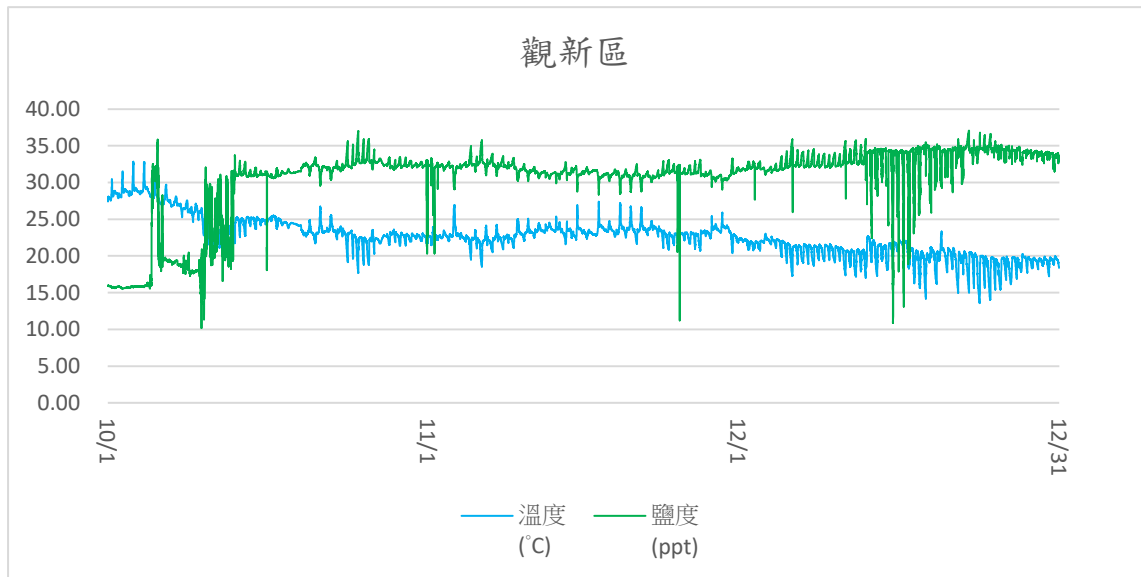


圖 7：觀新區水溫鹽度長期監測資料

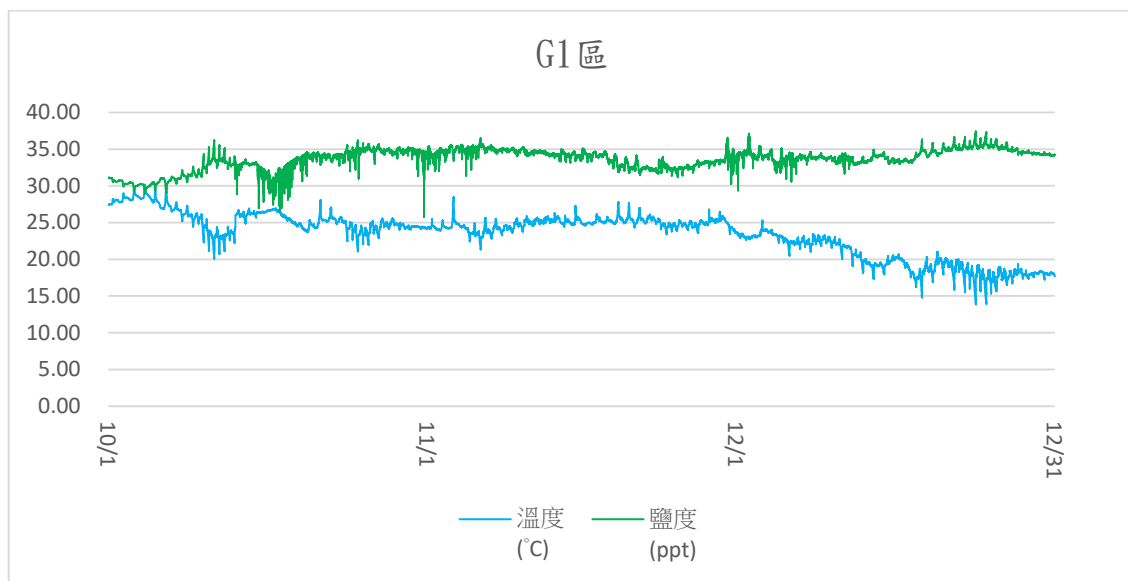


圖 8：G1 區水溫鹽度長期監測資料

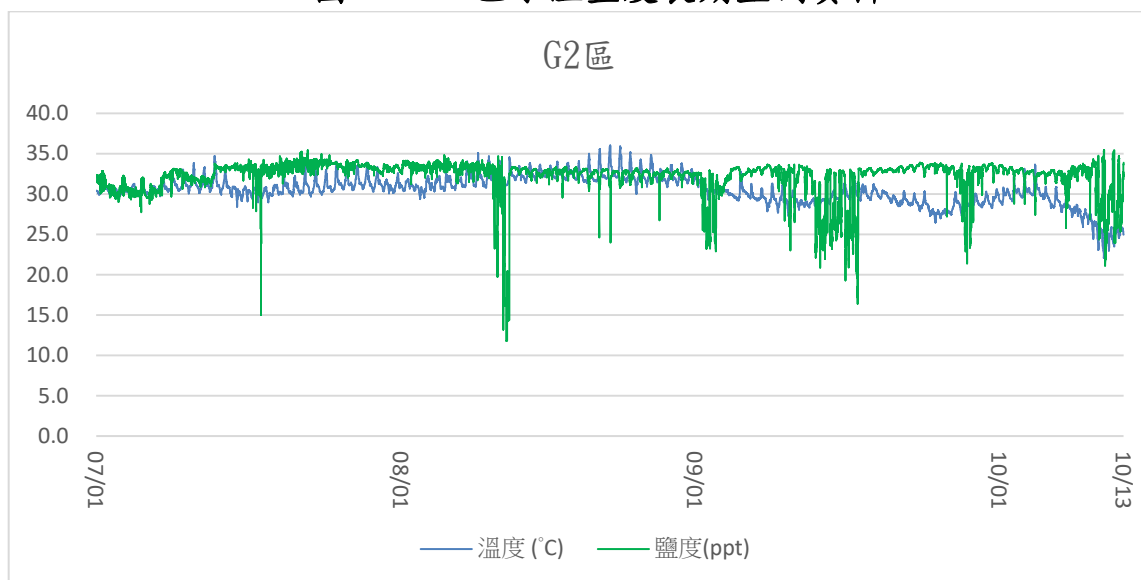


圖 9：G2 區水溫鹽度長期監測資料

二、 光遞減係數

(一) 調查方法

光遞減係數測量為每季進行 1 次，與當季的水質調查同步進行，測量方法是以水下光度計 (LI-Cor) 分別記錄水體表層及水下 10 cm 的有效光度 (photosynthetically active radiation (PAR), $\mu\text{mole}/\text{cm}^2\text{-s}$)，每條穿越線測量 5 重複。將測值帶入下述的光遞減係數公式，以計算光遞減係數(K)，用以表示水濁度。此公式轉換自 Lorenzen (1972) 之水層光遞減關係式。K 值越大，代表水層透光率越差，水體越混濁。方程式如下：

$$K = (\ln (L_0/L_z)) / Z$$

L_n : 自然對數， L_0 : 水層中光度，

L_z : L_0 以下 Z 公尺深之光度，Z: L_0 至 L_z 之深度 (m)。

(二) 調查結果

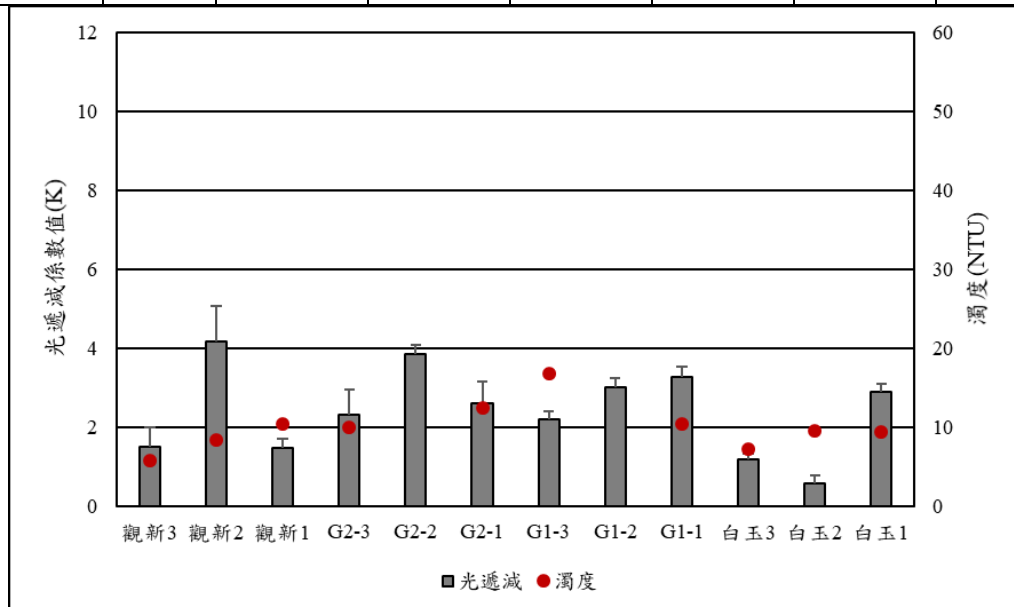
光遞減係數調查時間為 111 年 12 月 28 日，在進行調查時，發現大潭藻礁區之 G3 區全區覆沙(圖 4)，無裸露礁體，因此無藻礁生態系可供調查，所以 G3 區高、中潮帶全部覆沙，僅在低潮帶能採樣檢測環境因子，由於 G3 區均為沙地，其檢測所得環境數據僅代表該區的環境現況，不列入觀塘鄰近藻礁區(北自白玉藻礁南至觀新藻礁)的藻礁生態環境因子的統計與比較，待日後如本區出現裸露藻礁，再將此區調查結果納入藻礁生態環境因子統計與比較。

本次藻礁區光遞減係數測量結果如表 6，本季光遞減係數值 (K) 範圍在 0.203~6.786 之間。最高值出現在觀新區第二條穿越線(觀新 2)，整體平均最高亦為觀新 2。其次則在 G2-2 及 G1-1。將結果與水質濁度相對應，濁度資料在 G1 區及 G2 區較高，相對應光遞減數值亦有此結果。但在觀新 2 之光遞減及濁度資料則較無法相對應。可能之原因推測為光遞減數據之測量需至少 20 公分深之潮池，在此穿越線可行量測的潮池應較為低潮位，同時對應觀新 2 低潮位測站(KS2-L)之濁度，亦相對其他測站高，

因此推測為此穿越線有較高之光遞減係數之原因。

表 6：第 4 季水下光遞減係數(K 值)結果

日期	時間	測站	1	2	3	4	5
20221228	08:24	白玉 1	2.377	3.361	2.507	2.937	3.243
20221228	09:18	白玉 2	1.234	0.948	0.203	0.216	0.206
20221228	09:50	白玉 3	1.417	1.596	0.758	0.908	1.166
20221228	07:15	G1-1	3.316	3.971	2.704	2.746	3.662
20221228	07:00	G1-2	3.833	3.157	2.871	2.563	2.665
20221228	06:40	G1-3	2.500	1.545	2.156	2.563	2.271
20221228	07:15	G2-1	0.967	2.068	2.644	4.239	3.089
20221228	07:00	G2-2	4.535	3.878	3.134	3.615	4.025
20221228	06:40	G2-3	2.573	2.077	1.573	0.815	4.534
20221228	10:10	G3	2.91	3.08	3.66	3.15	3.46
20221228	08:24	觀新 1	1.832	0.814	1.797	1.877	1.024
20221228	09:18	觀新 2	5.826	6.786	2.352	3.374	2.456
20221228	09:50	觀新 3	1.818	0.336	0.923	1.270	3.156



三、 淤積程度

(一) 調查方法

藻礁的淤積程度調查與大型藻類調查同步進行，於每個測站鄰近約 10 公尺範圍內，測量藻礁表面淤沙之厚度，測量位置以礁體的下凹處或小潮溝等為易於積沙處為優先，每測站測量 6 的重複樣本，再進行統計分析。淤積程度調查為每 1.5 個月進行 1 次。

(二) 調查結果

本季淤積程度調查分別於 111 年 9 月 30 日、12 月 28 日進行現場調查。在每次進行調查時，發現大潭藻礁區之 G3 區全區覆沙(圖 4)，無裸露礁體，因此無藻礁生態系可供調查，所以 G3 區高、中潮帶全部覆沙，僅在低潮帶能採樣檢測環境因子，由於 G3 區均為沙地，其檢測所得環境數據僅代表該區的環境現況，不列入觀塘鄰近藻礁區(北自白玉藻礁南至觀新藻礁)的藻礁生態環境因子的統計與比較，待日後本區出現裸露藻礁，再將此區調查結果納入藻礁生態環境因子統計與比較。檢測 G3 區低潮帶的淤積深度，其淤積深度超過 80 公分，其餘區域淤積深度測量結果如圖 10~圖 12 所示。

9~10 月份調查 G1 區第一條穿越線之高潮位 (G1-1-H) 礁體被沙覆蓋，其餘測站皆無此狀況。淤積程度在 27.0 ± 3.4 cm。其餘測站則落在 0.2~2.4 cm 之間。白玉區淤積程度在 0.1~3.1 之間，G2 區在 0.6~1.1cm 之間，而觀新區在 0.6~1.0cm 之間。

整體而言，除了 G1 區第一條測線的高潮位(G1-1-H)淤積程度嚴重，其他樣區較不嚴重。但仍可以發現淤積程度相對較高之測站，多發生在高潮位測站。

12 月份調查全部測站除 G1 區第一條穿越線之高潮位(G1-1-H) 淤積嚴重，礁體被沙覆蓋，其餘測站皆無此狀況。G1 區 G1-1-H 淤積程度在 19.7 ± 1.4 cm。其餘測站則落在 0.4~1.9 cm 之間。白玉區淤積程度落在 0.2~1.7 cm 之間。G2 區淤積程度落在 0.4~1.5 cm，而在觀新區淤積程度

落在 0.6~1.3 cm。

整體而言，G1 區第一條穿越線的高潮位(G1-1-H)測站淤沙狀態變動幅度較為明顯。淤積嚴重的狀況有日漸下降趨勢，礁體亦有部分露出。其餘樣區則較無此狀況發生。但各測站之淤沙狀況持續在變動，仍需透過長期紀錄監測其變動狀況。

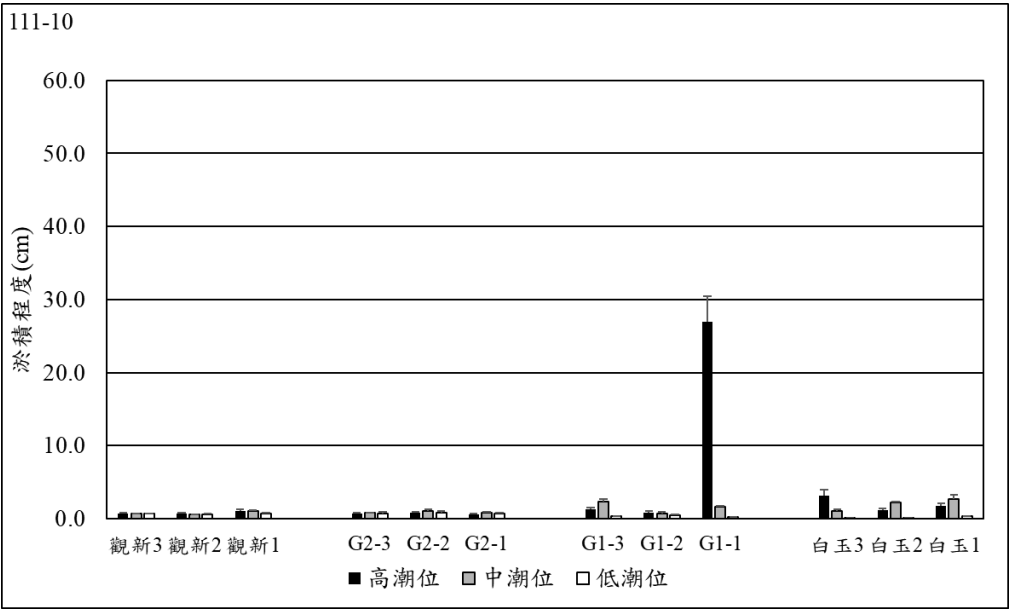


圖 10：111 年 10 月各測站淤積程度結果

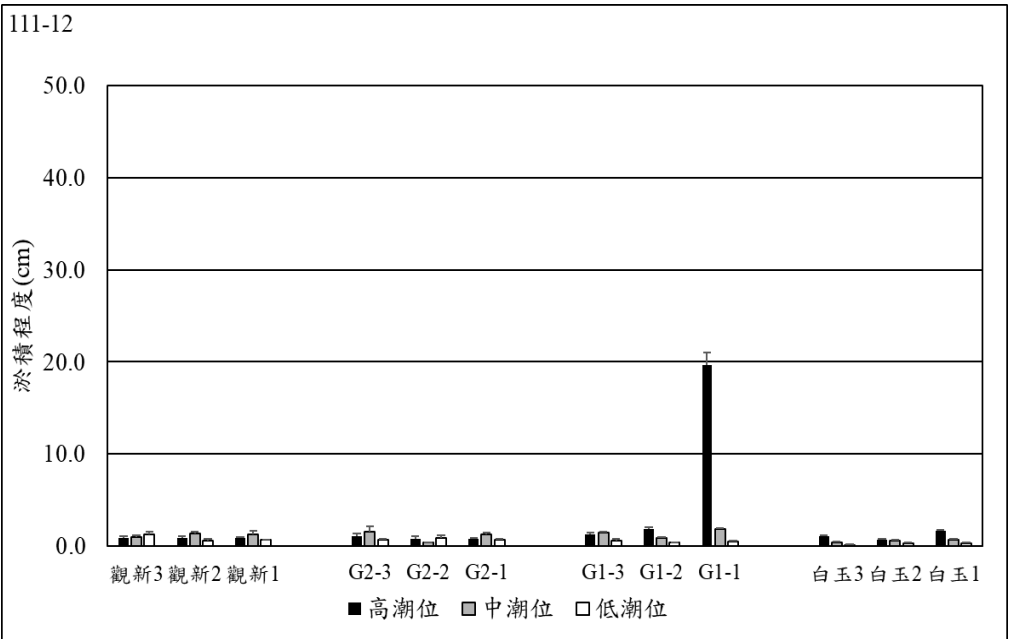


圖 11：111 年 12 月各測站淤積程度結果

四、微棲地類型

(一) 調查方法

各穿越線的測站進行底表動物調查時，同時記錄樣框內微棲地類型所佔之面積比例，微棲地類型主要為礁體、礫石及泥沙，計算各樣框內微棲地面積的比例，每個測站紀錄三重複。微棲地類型調查為每季進行 1 次。

(二) 調查結果

本季微棲地類型的調查時間為 111 年 12 月 12~13 日。在進行調查時，發現大潭藻礁區之 G3 區全區覆沙(圖 4)，無裸露礁體，因此無藻礁生態系可供調查，所以 G3 區高、中潮帶全部覆沙，僅在低潮帶能採樣檢測環境因子，由於 G3 區均為沙地，其檢測所得環境數據僅代表該區的環境現況，不列入觀塘鄰近藻礁區(北自白玉藻礁南至觀新藻礁)的藻礁生態環境因子的統計與比較，待日後如本區出現裸露藻礁，再將此區調查結果納入藻礁生態環境因子統計與比較。因 G3 區全部都是沙質地，沒有其他地質出現且不因季節而有變化，其餘區域微棲地結果如圖 13。

本季調查 G1 區 G1-1-H 測站被沙所覆蓋，微棲地比例為 100%沙泥。其餘測站沙泥比例在 2~16%，礫石佔 0%，礁體佔 84~97%。白玉區所有測站皆有礫石之分布，涵蓋範圍落在 1~17%，沙泥佔 0~23%，礁體佔 69~99%。G2 區僅一測站有少量礫石覆蓋，礫石比例在 1%，其餘測站皆無礫石分布。而沙的比例在 2~29%之間，礁體佔 69~97%。觀新區除第一條穿越線之高中潮位無礫石分布，其餘測站礫石佔 2~24%。而沙泥佔 4~41%，礁體佔 34~94%。

整體而言，微棲地類型較容易受漂沙影響而有所變化，而礫石比例則較為穩定，且主要遍布在白玉區及觀新區。

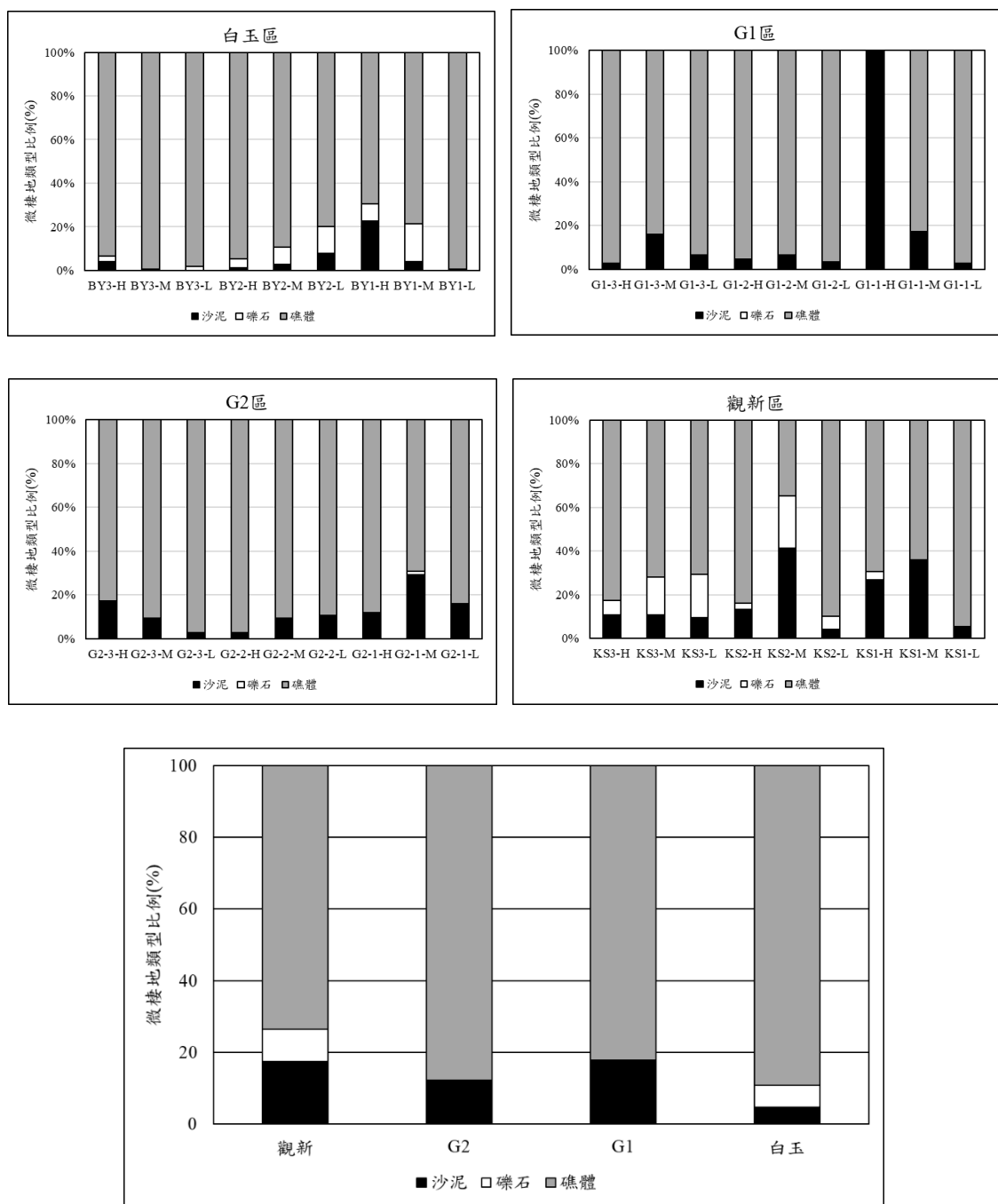


圖 13：本季各穿越線微棲地底質類型組成比例

五、底質污染物

(一) 調查方法

本計畫之底質污染物預計檢測的底質污染物包括重金屬與農藥，其中重金屬部分為砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銅(Cu)、汞(Hg)、鎳(Ni)、鉛(Pb)、鋅(Zn)八大重金屬，分析方法依環保署公告之底泥污染物標準檢驗方法進行。底質的農藥殘留部分，將進行總有機氯農藥的底質殘留檢測，包括安殺番、地特靈、安特靈、阿特靈、飛佈達及其衍生物、滴滴涕及其衍生物、可氯丹等 7 項 (NIEA M167/M186/M618)。除此之外，農藥中的除草劑（殺藻劑）絕大多數檢測的基質為水體，能夠針對底泥進行檢測的除草劑種類不多，且無環保署認證的檢測標準，本計畫將分析「二，四-地」(2,4-D) (NIEA W642)。

本計畫的底質污染物預計由「台灣科技檢驗股份有限公司」(SGS)執行檢測工作。底質污染物的檢測預計於上述 12 條穿越線各設 1 個樣站，沉積物的採樣位置以接近低潮位為佳。底質污染物檢測為每季進行 1 次。

(二) 調查結果

本季底質污染物採樣日期為 111 年 12 月 28 日，污染物類型分為重金屬、總有機氯農藥及除草劑三大類，在進行調查時，發現大潭藻礁區之 G3 區全區覆沙(圖 4)，無裸露礁體，因此無藻礁生態系可供調查，所以 G3 區高、中潮帶全部覆沙，僅在低潮帶能採樣檢測底質等環境因子，由於 G3 區均為沙地，其檢測所得環境數據僅代表該區的環境現況，不列入觀塘鄰近藻礁區(北自白玉藻礁南至觀新藻礁)的藻礁生態環境因子的統計與比較，待日後如本區出現裸露藻礁，再將此區調查結果納入藻礁生態環境因子統計與比較。

污染物類型分為重金屬、總有機氯農藥及除草劑三大類，重金屬檢測成果部分，依據行政院環境保護署所發布的底泥品質指標(表 7)顯示，本季的檢測結果如附件表 8 至表 10 所示。

各測站之農藥汙調查結果在飛佈達、阿特靈、 α -安殺番、 γ -可氣丹、 α -可氣丹、4,4'-滴滴涕、地特靈、安特靈、4,4'-滴滴涕、 β -安殺番、4,4'-滴滴涕，11 種皆低於方法偵測極限之測定值。而環氧飛佈達、2,4'-滴滴涕、2,4'-滴滴涕及草除草劑 2,4-地、丁基拉草，雖高於方法偵測極限之測定值，但仍低於檢量線最低濃度。即代表皆檢測不出農藥及除草劑濃度。

在底質重金屬汙染的部分，依據行政院環境保護署所發布的底泥品質指標(表)，本次調查汞(Hg)、鎘(Cd)含量皆低於方法偵測極限測定值。鉛(Pb)、鉻(Cr)、鋅(Zn)及銅(Cu)含量在各測站皆低於指標下限值，G2-3 銅(Cu)含量為 59.4 mg/kg，超過品質指標下限值訂定的 50 mg/kg。鋅(Zn)則是僅在觀新 1 高於品質指標下限值，其餘測站皆低於下限值。鎳(Ni)及砷(As)再以地質累積指數(index of geoaccumulation)來做評估。地質累積指數又稱 Mull 指數，是廣泛應用於研究沉積物及其他物質中重金屬汙染程度的定量指標。評估重金屬的汙染時，除了須考慮人為因素、環境地球科學背景值外，還須納入自然成岩作用等可能會引起背景值變動的因素。結果顯示，鎳(Ni)含量雖多數測站高於底泥品質指標下限值，但地質累積指數的結果是在未受汙染的等級，因此較無需注意。相對在砷(As)之含量則需特別注意，在地質累積指數的結果皆為第 3 級至第 4 級，即普通汙染到重度汙染。根據劉(2017) 台灣西北部藻礁海岸重金屬汙染分析的研究，在藻礁區的 153 個沙底質樣本中，砷含量平均在 11.86 ± 0.52 ppm，最大值為 57.41 ppm。而本計畫砷的含量平均在 16.1 ± 0.6 ppm，最大值為 23.6 ppm。其中，前者採樣進行於 2014~2015 年，本計畫進行於 110 年~111 年。即說明桃園海岸藻礁區沙質底質砷含量並未隨時間而增加。但仍應持續注意砷(As)之含量，並嘗試釐清汙染來源及可能對生物所造成之影響。

表 7：底泥品質指標項目及其上、下限值規定

重金屬	上限值 (mg/kg)	下限值 (mg/kg)
砷(As)	33.0	11.0
鎘(Cd)	2.5	0.7
鉻(Cr)	233.0	76.0
銅(Cu)	157.0	50.0
汞(Hg)	0.9	0.2
鎳(Ni)	80.0	24.0
鉛(Pb)	161.0	48.0
鋅(Zn)	384.0	140.0

行政院環境保護署環署土字第 1000116349 號令

表 8：111 年第 4 季底質汙染物(農藥)結果

	飛佈達 (mg/kg)	阿特靈 (mg/kg)	環氧飛佈達 (mg/kg)	α -安殺番 (mg/kg)	γ -可氯丹 (mg/kg)	α -可氯丹 (mg/kg)	4,4'-滴滴依 (mg/kg)
BY1	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
BY2	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
BY3	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G1-1	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G1-2	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G1-3	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G2-1	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G2-2	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G2-3	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
G3	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
KS1	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
KS2	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024
KS3	ND<0.00023	ND<0.00024	<0.00083	ND<0.00026	ND<0.00025	ND<0.00026	ND<0.00024

	地特靈 (mg/kg)	2,4'-滴滴滴 (mg/kg)	安特靈 (mg/kg)	2,4'-滴滴涕 (mg/kg)	4,4'-滴滴滴 (mg/kg)	β-安殺番 (mg/kg)	4,4'-滴滴涕 (mg/kg)
BY1	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
BY2	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
BY3	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G1-1	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G1-2	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G1-3	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G2-1	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G2-2	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G2-3	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
G3	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
KS1	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
KS2	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023
KS3	ND<0.00025	<0.00083	ND<0.00023	<0.00083	ND<0.00024	ND<0.00026	ND<0.00023

註:低於方法偵測極限之測定值以 ND 表示

表 9：111 年第 4 季底質汙染物(重金屬)結果

	汞 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)	砷 (mg/kg)
BY1	ND<0.049	ND<0.21	25.6	23.3	28.9	15.5	119	14.4
BY2	ND<0.049	ND<0.21	26.5	25.3	29.2	16.2	129	16.8
BY3	ND<0.049	ND<0.21	21.8	19.7	25.4	13.9	103	13.7
G1-1	ND<0.049	ND<0.21	20.2	31.3	22.9	14.1	107.0	18.9
G1-2	ND<0.049	<0.5(0.273)	14.6	25.7	15.7	16.4	78.6	38.9
G1-3	ND<0.049	ND<0.21	23.7	35.1	24.6	15.6	114.0	21.8
G2-1	ND<0.049	ND<0.21	15.0	39.6	15.6	13.6	83.0	23.2
G2-2	ND<0.049	ND<0.21	23.4	33.6	27.9	15.1	118.0	17.5
G2-3	ND<0.049	ND<0.21	16.4	34.7	18.5	14.0	90.7	20.4
G3	ND<0.049	ND<0.21	28.2	29.6	31	17.2	138	18.9
KS1	ND<0.049	ND<0.21	20.6	23.5	20.9	15.6	97.5	25.8
KS2	ND<0.049	ND<0.21	24.8	20.7	27.2	16.2	116.0	16.7
KS3	ND<0.049	ND<0.21	23.0	15.2	24.1	14.5	98.1	17.3

註:低於方法偵測極限之測定值以 ND 表示

表 10：111 年第 4 季底質汙染物(除草劑)結果

	丁基拉草(mg/kg)
BY1	<0.006
BY2	<0.006
BY3	<0.006
G1-1	<0.006
G1-2	<0.006
G1-3	<0.006
G2-1	<0.006
G2-2	<0.006
G2-3	<0.006
G3-L	<0.006
KS1	<0.006
KS2	<0.006
KS3	<0.006