

台灣中油股份有限公司

109 年第 3 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 109 年 12 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，改採「迴避替代修正方案」，除大幅減少開發面積(由 232 公頃減為 23 公頃)，並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。

本調查計畫的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，以及監測柴山多杯孔珊瑚的族群動態。

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)、柴山多杯孔珊瑚保育研究等工作。

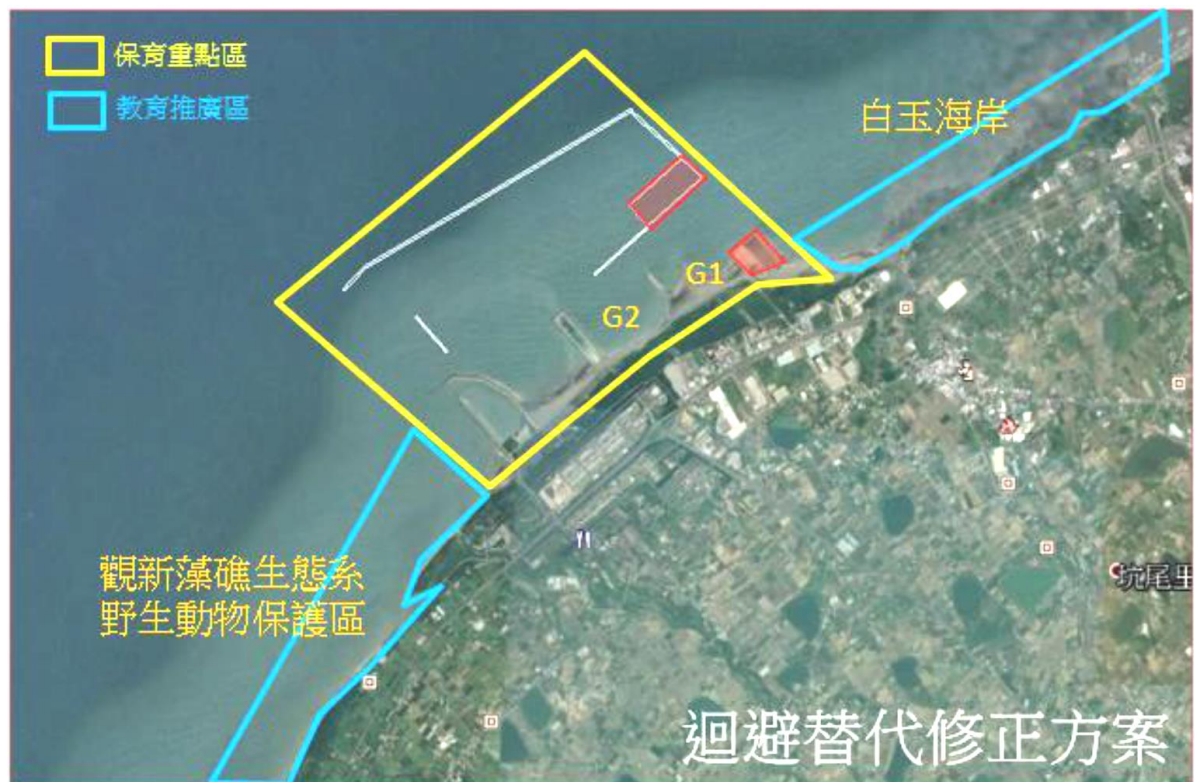


圖 1：觀塘工業區（港）生態保育措施分區圖

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，共計 8 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（℃）、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（℃）、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）。

矽酸鹽營養鹽檢測方法為鉬矽酸鹽比色法（環檢編號 W450.50B），

水體的採樣與前述其他水質檢測項目同步進行，檢測工作由本團隊專職之工作人員執行，檢測地點為中興大學水域生態研究室，檢測所需之儀器設備由該研究室提供。詳細檢測方法如下所述：

以 100 毫升褐色瓶採集水樣，避光低溫保存至攜回研究室分析。水樣攜回研究室後隨即以孔徑 0.45 微米的濾紙過濾（Millipore, USA），並保存於零下 20℃ 環境。

矽酸鹽標準品的配製方法，將 NaSiO_3 標準品溶液稀釋至濃度 0、0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0 mg/L，用以繪製檢量線（圖 3-1）。取 1 毫升稀釋標準品與待測水樣，加入 20 微升鹽酸與 40 微升鉬酸銨試劑，充分混合均勻後等待 5-10 分鐘反應。再加入 40 微升草酸溶液，並於 5 分鐘內加入 40 微升還原試劑，充分混合均勻後靜置 5 分鐘。利用分光光度計（使用機型為 U-5100，HITACHI）於波長 815nm 下測定吸光值。最後將測得吸光值代入檢量線方程式中，計算樣品中矽酸鹽濃度。

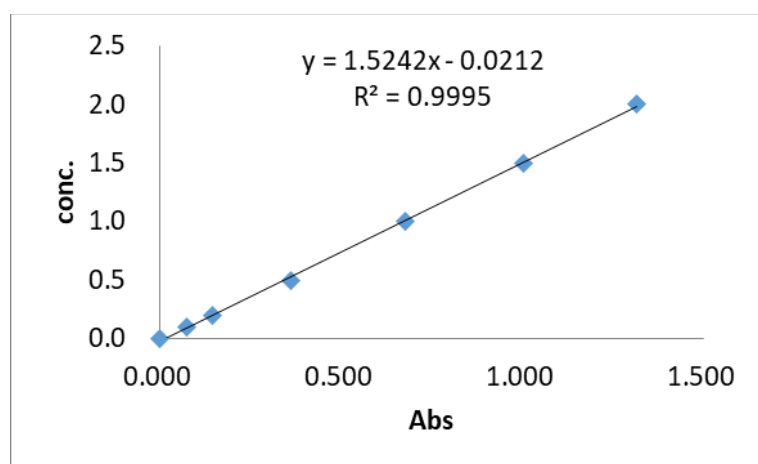


圖 3：矽酸鹽測定之檢量線

(三) 調查結果

水質調查每 1.5 個月進行一次，本季分別進行於 109 年 7 月 6~7 日、8 月 18~19 日進行採樣分析。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。

109 年 7 月 6~7 日進行調查(表 1~表 2)，此次調查在水溫方面，水溫的變化在 29.4~33.1°C 之間，最低溫出現在 G1 區(G1-1-H)，最高溫在白玉(BY1-M)。

在鹽度方面，各測站間範圍落在 28.3~34.6 ppt 之間。除白玉(BY1-M)測站偏低外(28.3ppt)，其餘各樣區間鹽度變化不大(30.3~34.6 ppt)。在各測站間酸鹼值差異不大，範圍落在 7.76~8.47 之間，屬於中性或弱鹼性水體。

在溶氧的方面，各測站變化不大 (6.56~9.47 mg/L)。濁度方面，除白玉低潮位(BY1-L)出現較高的濁度外(59.8NTU)，其餘各測站無明顯差異，在營養鹽濃度部分，各站間無明顯差異。

109 年 8 月 18~19 日進行調查(表 3~表 4)，此次調查水溫落在 31.2~33.6°C之間，各測站間水溫差異不大。鹽度在 23.5~35.0(‰)之間，在白玉區第 1、2 條測線及觀新第 3 條測線高潮位(BY1-H、BY2-H、KS3-H)鹽度較低，落在 30(‰)之下，其餘樣區測站鹽度皆在 33(‰)以上。白玉區鹽度較低之測線應該為測站南邊觀音溪之淡水流入所致。酸鹼值的差異落在 7.88~8.91 之間，以觀新區測站間變異較大，其餘測站數值差異不大。溶氧變化在 7.29~10.99(mg/L)，溶氧百分比在 99.3~154.6(%)，皆在過飽和的狀態。濁度變化範圍落在 2.7~84.0(NTU)，除白玉第 1 條測線低潮位(BY1-L)有較高濁度(84.0NTU)，其餘測站間差異不大。在低潮位及滿潮的海水海浪不斷拍打，使水體與沉積物混合而濁度提升。而低濁度則多在高潮位之水體較穩定之潮池，此為造成濁度差異的主因。水體營養鹽濃度部分，各站間無明顯差異。

表 1：109 年 7 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	20200706	16:03	32.8	32.5	8.11	8.35	115.1	4.5
BY1-M	20200706	16:17	33.1	28.3	8.19	9.36	130.9	6.4
BY1-L	20200706	16:25	31.9	30.3	8.17	7.91	108.1	59.8
BY2-H	20200706	16:38	32.7	30.6	8.21	8.54	117.8	2.6
BY2-M	20200706	16:44	31.9	32.7	8.14	9.03	122.8	2.7
BY2-L	20200706	16:50	31.3	32.9	8.16	9.39	128.2	6.3
BY3-H	20200706	17:25	31.4	31.6	8.12	7.98	107.6	11.1
BY3-M	20200706	17:17	31.7	31.8	8.05	7.08	95.8	5.8
BY3-L	20200706	16:58	31.5	32.9	8.08	8.40	114.2	5.3
G1-1-H	20200707	17:55	29.4	34.2	8.04	7.73	101.6	13.9
G1-1-M	20200707	18:03	29.8	34.2	8.11	7.80	102.9	6.3
G1-1-L	20200707	18:08	29.8	34.2	8.12	8.82	103.6	12.5
G1-3-H	20200707	17:00	30.9	34.2	8.15	9.45	127.2	4.8
G1-3-M	20200707	17:09	30.8	34.1	8.05	8.51	114.3	10.5
G1-3-L	20200707	17:28	30.4	34.1	8.10	8.06	107.6	34.0
G2-1-H	20200707	17:22	30.5	33.9	8.31	8.83	117.9	6.3
G2-1-M	20200707	17:17	30.8	34.0	8.25	9.16	122.8	6.0
G2-1-L	20200707	17:12	31.0	33.8	8.30	9.34	125.8	6.9
G2-3-H	20200707	17:51	29.6	34.4	8.31	8.17	107.6	3.7
G2-3-M	20200707	17:47	30.0	34.4	8.34	7.98	105.5	4.8
G2-3-L	20200707	17:38	30.7	33.9	8.28	8.04	107.7	36.0
G3-L	20200707	17:19	30.6	33.9	8.1	8.7	113.6	18.5
KS1-H	20200706	16:22	31.6	34.0	8.36	9.47	129.2	1.9
KS1-M	20200706	16:17	31.1	33.4	8.16	8.05	108.6	6.3
KS1-L	20200706	16:13	31.1	33.4	7.76	9.14	123.4	3.0
KS2-H	20200706	17:04	30.7	34.6	8.35	8.64	115.5	0.8
KS2-M	20200706	16:59	31.0	34.2	8.47	9.00	121.3	3.7
KS2-L	20200706	16:42	30.6	33.6	8.31	7.12	99.2	9.7
KS3-H	20200706	17:30	30.4	33.8	8.19	6.56	87.4	6.1
KS3-M	20200706	17:26	29.9	34.1	8.36	8.69	114.9	7.4
KS3-L	20200706	17:23	30.3	33.8	8.35	9.29	123.9	2.4

表 2：109 年 7 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 (mg/L)
BY1-H	20200706	16:03	ND<0.00095	0.030	0.08	0.056	0.28
BY1-M	20200706	16:17	0.02	0.020	0.07	0.067	0.65
BY1-L	20200706	16:25	ND<0.00095	0.050	0.07	0.096	0.48
BY2-H	20200706	16:38	ND<0.00095	0.030	0.06	0.055	0.42
BY2-M	20200706	16:44	<0.01	0.030	0.05	0.054	0.28
BY2-L	20200706	16:50	0.01	0.015	0.05	0.049	0.26
BY3-H	20200706	17:25	ND<0.00095	0.050	0.07	0.061	0.38
BY3-M	20200706	17:17	<0.01	0.090	0.08	0.063	0.42
BY3-L	20200706	16:58	0.01	0.030	0.06	0.054	0.28
G1-1-H	20200707	17:55	ND<0.00095	0.011	0.10	0.068	0.23
G1-1-M	20200707	18:03	0.01	ND<0.011	0.05	0.059	0.22
G1-1-L	20200707	18:08	ND<0.00095	0.014	0.04	0.066	0.24
G1-3-H	20200707	17:00	ND<0.00095	0.011	0.05	0.046	0.22
G1-3-M	20200707	17:09	0.01	ND<0.011	0.04	0.061	0.21
G1-3-L	20200707	17:28	ND<0.00095	0.013	0.04	0.119	0.23
G2-1-H	20200707	17:22	ND<0.00095	0.020	0.05	0.043	0.24
G2-1-M	20200707	17:17	ND<0.00095	ND<0.011	0.04	0.051	0.22
G2-1-L	20200707	17:12	ND<0.00095	0.011	0.04	0.046	0.23
G2-3-H	20200707	17:51	ND<0.00095	ND<0.011	0.06	0.041	0.22
G2-3-M	20200707	17:47	ND<0.00095	0.020	0.05	0.052	0.24
G2-3-L	20200707	17:38	ND<0.00095	0.012	0.07	0.095	0.23
G3-L	20200707	17:19	<0.00095	0.013	0.08	0.05	0.23
KS1-H	20200706	16:22	<0.01	0.030	0.08	0.082	0.24
KS1-M	20200706	16:17	ND<0.00095	0.013	0.05	0.066	0.24
KS1-L	20200706	16:13	ND<0.00095	0.014	0.05	0.052	0.24
KS2-H	20200706	17:04	ND<0.00095	ND<0.011	0.06	0.069	0.21
KS2-M	20200706	16:59	ND<0.00095	0.013	0.06	0.046	0.22
KS2-L	20200706	16:42	ND<0.00095	ND<0.011	0.05	0.062	0.23
KS3-H	20200706	17:30	0.01	0.014	0.07	0.066	0.24
KS3-M	20200706	17:26	ND<0.00095	0.030	0.06	0.061	0.26
KS3-L	20200706	17:23	ND<0.00095	0.020	0.05	0.058	0.25

表 3：109 年 8 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	20200818	14:53	32.7	29.1	8.09	8.38	115.4	7.1
BY1-M	20200818	14:45	32.5	34.2	8.18	10.12	139.2	10.2
BY1-L	20200818	14:39	31.7	33.4	8.15	8.01	108.6	84.0
BY2-H	20200818	15:05	34.4	26.0	8.18	9.11	129.1	15.5
BY2-M	20200818	15:12	33.4	34.0	8.14	8.21	114.6	28.2
BY2-L	20200818	15:15	31.9	34.3	8.22	9.59	103.8	17.7
BY3-H	20200818	15:47	33.6	33.4	8.25	10.99	154.6	6.4
BY3-M	20200818	15:27	31.8	34.3	8.08	7.29	99.3	17.2
BY3-L	20200818	15:20	31.8	34.2	8.12	8.17	110.9	17.4
G1-1-H	20200819	16:45	31.8	34.5	8.21	8.72	118.2	7.1
G1-1-M	20200819	16:19	31.5	34.8	8.20	7.71	124.1	6.1
G1-1-L	20200819	16:00	31.8	34.4	8.53	8.41	114.5	39.7
G1-3-H	20200819	14:15	31.2	34.3	8.14	8.75	119.9	11.1
G1-3-M	20200819	14:45	32.5	34.3	8.18	8.32	114.5	7.7
G1-3-L	20200819	15:05	32.3	34.3	8.24	8.35	114.9	25.3
G2-1-H	20200819	14:52	33.2	34.3	8.52	9.00	125.5	8.9
G2-1-M	20200819	14:43	32.9	34.2	8.43	8.72	121.3	8.9
G2-1-L	20200819	14:35	32.9	34.3	8.47	8.30	115.3	11.2
G2-3-H	20200819	15:45	33.2	34.8	8.89	10.50	146.4	4.1
G2-3-M	20200819	15:32	32.9	34.7	8.63	8.77	122.0	6.5
G2-3-L	20200819	15:14	32.7	34.2	8.52	8.74	121.0	14.0
G3-L	20200819	16:01	32.3	34.2	8.3	8.6	118.7	20.1
KS1-H	20200818	14:44	32.7	34.0	8.41	10.21	141.1	8.2
KS1-M	20200818	14:38	31.9	33.7	8.22	9.20	125.8	13.4
KS1-L	20200818	14:31	32.0	33.8	7.88	9.41	127.9	10.1
KS2-H	20200818	15:39	33.4	34.3	8.64	9.60	134.7	5.4
KS2-M	20200818	15:33	33.5	34.1	8.78	9.79	137.7	5.4
KS2-L	20200818	15:28	31.9	33.8	8.43	7.51	103.2	14.9
KS3-H	20200818	16:13	32.1	23.5	8.58	7.75	106.5	12.7
KS3-M	20200818	16:10	32.2	35.0	8.91	8.53	117.2	2.7
KS3-L	20200818	16:01	32.6	34.1	8.56	7.34	101.7	8.3

表 4：109 年 8 月水質調查結果

測站	日期	時間 (hh:mm)	亞硝酸鹽氮 NO2(mg/L)	硝酸鹽氮 NO3(mg/L)	氨氮 NH3(mg/L)	正磷酸鹽 PO43-(mg/L)	矽酸鹽 (mg/L)
BY1-H	20200818	14:53	ND<0.00095	0.05	0.06	0.06	0.60
BY1-M	20200818	14:45	0.01	ND<0.011	0.03	0.06	0.20
BY1-L	20200818	14:39	ND<0.00095	0.03	0.02	0.08	0.26
BY2-H	20200818	15:05	0.01	0.23	0.08	0.12	1.31
BY2-M	20200818	15:12	ND<0.00095	0.03	0.03	0.06	0.23
BY2-L	20200818	15:15	0.01	0.02	0.03	0.08	0.22
BY3-H	20200818	15:47	0.01	0.04	0.04	0.05	0.25
BY3-M	20200818	15:27	<0.01	0.07	0.04	0.07	0.30
BY3-L	20200818	15:20	ND<0.00095	0.05	0.04	0.07	0.27
G1-1-H	20200819	16:45	0.01	0.02	0.05	0.059	0.22
G1-1-M	20200819	16:19	ND<0.00095	0.06	0.06	0.075	0.28
G1-1-L	20200819	16:00	ND<0.00095	0.04	0.02	0.13	0.25
G1-3-H	20200819	14:15	0.01	ND<0.011	0.04	0.044	0.21
G1-3-M	20200819	14:45	0.01	0.02	0.03	0.042	0.22
G1-3-L	20200819	15:05	0.01	0.02	0.03	0.107	0.22
G2-1-H	20200819	14:52	ND<0.00095	0.02	0.04	0.049	0.21
G2-1-M	20200819	14:43	ND<0.00095	0.02	0.04	0.035	0.21
G2-1-L	20200819	14:35	ND<0.00095	0.04	0.06	0.089	0.24
G2-3-H	20200819	15:45	ND<0.00095	0.03	0.04	0.035	0.22
G2-3-M	20200819	15:32	0.01	0.05	0.03	0.048	0.25
G2-3-L	20200819	15:14	0.01	0.03	0.04	0.074	0.23
G3-L	20200819	16:01	0.01	0.03	0.09	0.04	0.23
KS1-H	20200818	14:44	0.01	0.09	0.09	0.07	0.32
KS1-M	20200818	14:38	ND<0.00095	0.03	0.03	0.06	0.25
KS1-L	20200818	14:31	ND<0.00095	0.02	0.03	0.04	0.23
KS2-H	20200818	15:39	<0.01	0.04	0.07	0.05	0.24
KS2-M	20200818	15:33	0.01	0.03	0.04	0.05	0.22
KS2-L	20200818	15:28	ND<0.00095	0.04	0.04	0.06	0.26
KS3-H	20200818	16:13	0.01	0.07	0.03	0.06	1.61
KS3-M	20200818	16:10	ND<0.00095	0.04	0.02	0.04	0.24
KS3-L	20200818	16:01	ND<0.00095	0.05	0.04	0.06	0.26

二、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 5：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。水溫、鹽度長期監測數據如圖 6~圖 9 所示。

第一階段水溫鹽度連續監測記錄器在 G1 區放置時間為 109 年 5 月 6 日至 109 年 7 月 6 日，為期 62 天。其餘三個測站為 109 年 5 月 7 日至 109 年 7 月 6 日，為期 61 天。觀新區於紀錄器放置一個月後被藤壺大量

固著，佈滿整支。因此後期數據受其影響。然而 G1 區紀錄器亦在一個月後鹽度大幅下降，與實際狀況不相符。應為記錄器故障或受其他因素影響，需再查明原因。

第二階段所有樣區放置時間 109 年 7 月 6 日至 109 年 8 月 18 日，為期 44 天。為避免外在因素導致數據失真，此階段在各樣區各放置兩支紀錄器。然而，在觀新區及 G1 區四支紀錄器導電度皆在約放置 10 天後數值下降並趨近於零。白玉區及 G2 區導電度則無此現象，根據工程師推斷為生物附著所影響。

第三階段放置時間 G1、G2 區為 109 年 8 月 19 至 109 年 9 月 22 日，為期 36 天。白玉區為 8 月 20 日至 9 月 22 日，為期 35 天。觀新區為 8 月 20 日至 10 月 15 日，為期 57 天。此階段四樣區導電度皆無異常下降，白玉區則是在後期水溫上升。與其他樣區作比對以及現場量測有所差異，推測可能為記錄器露出水面所致。後續將再針對放置位置及生物附著等外在因素做改善。

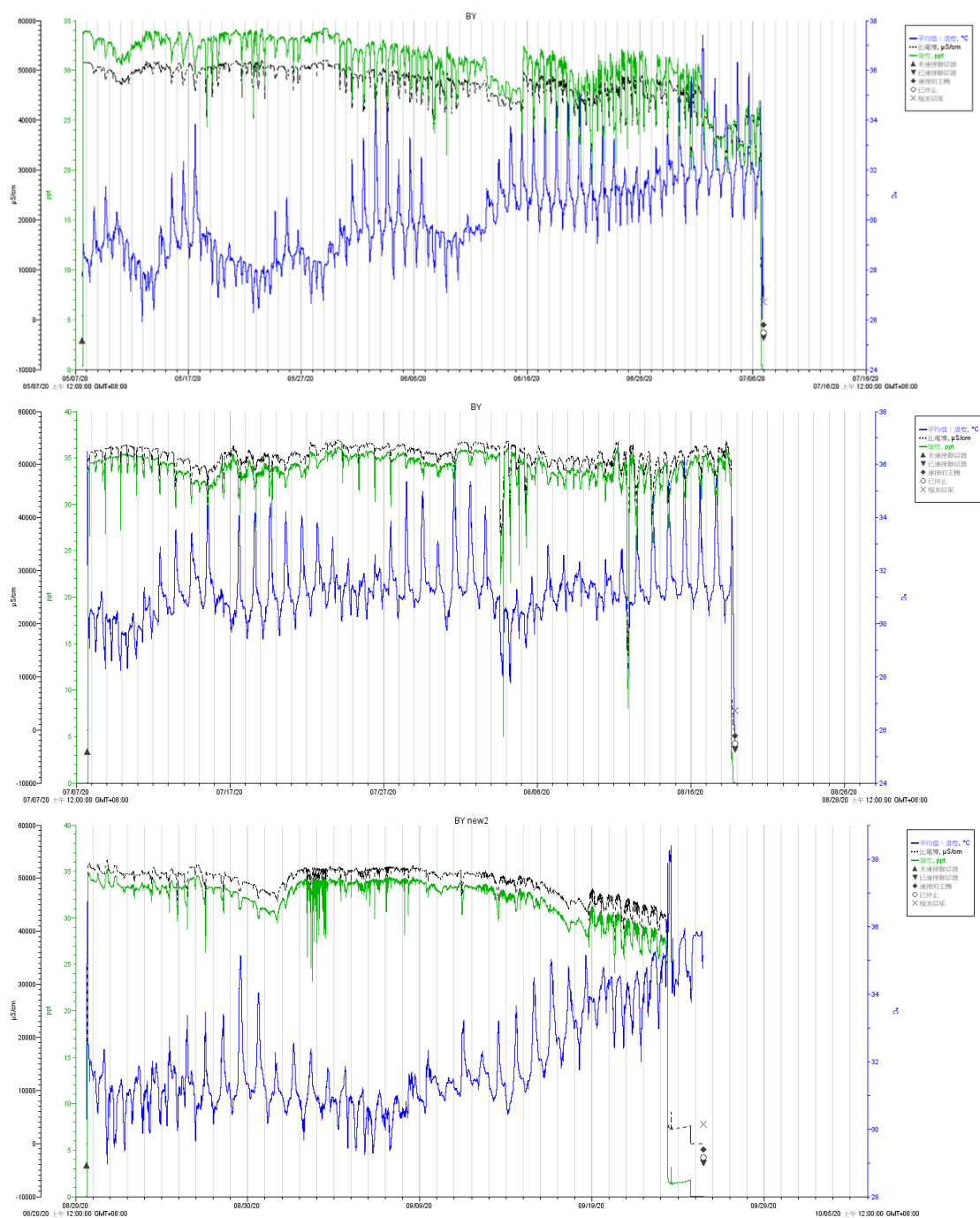


圖 6：白玉區水溫鹽度長期監測資料（藍:水溫，綠:鹽度）

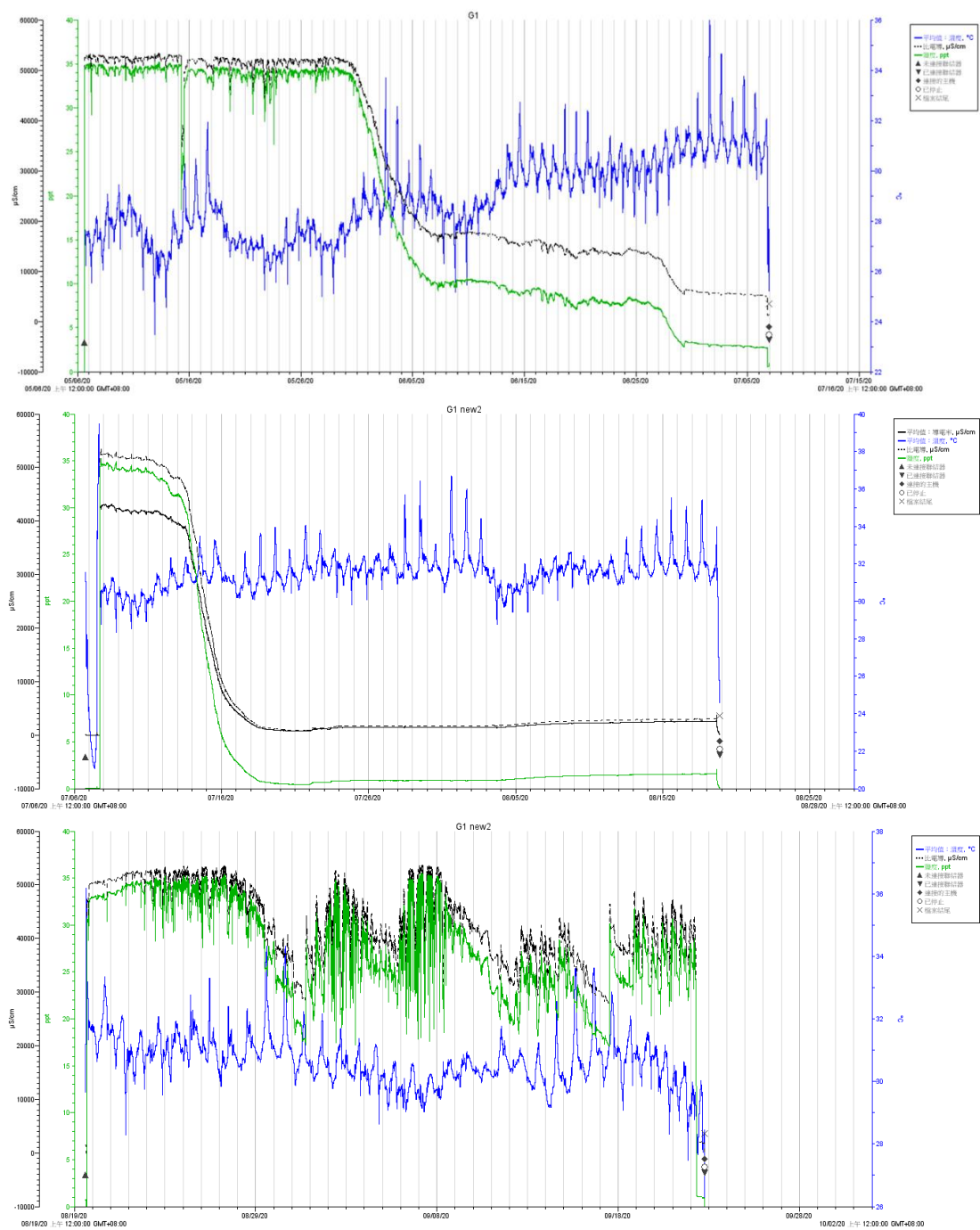


圖 7：觀新區水溫鹽度長期監測資料（藍:水溫，綠:鹽度）

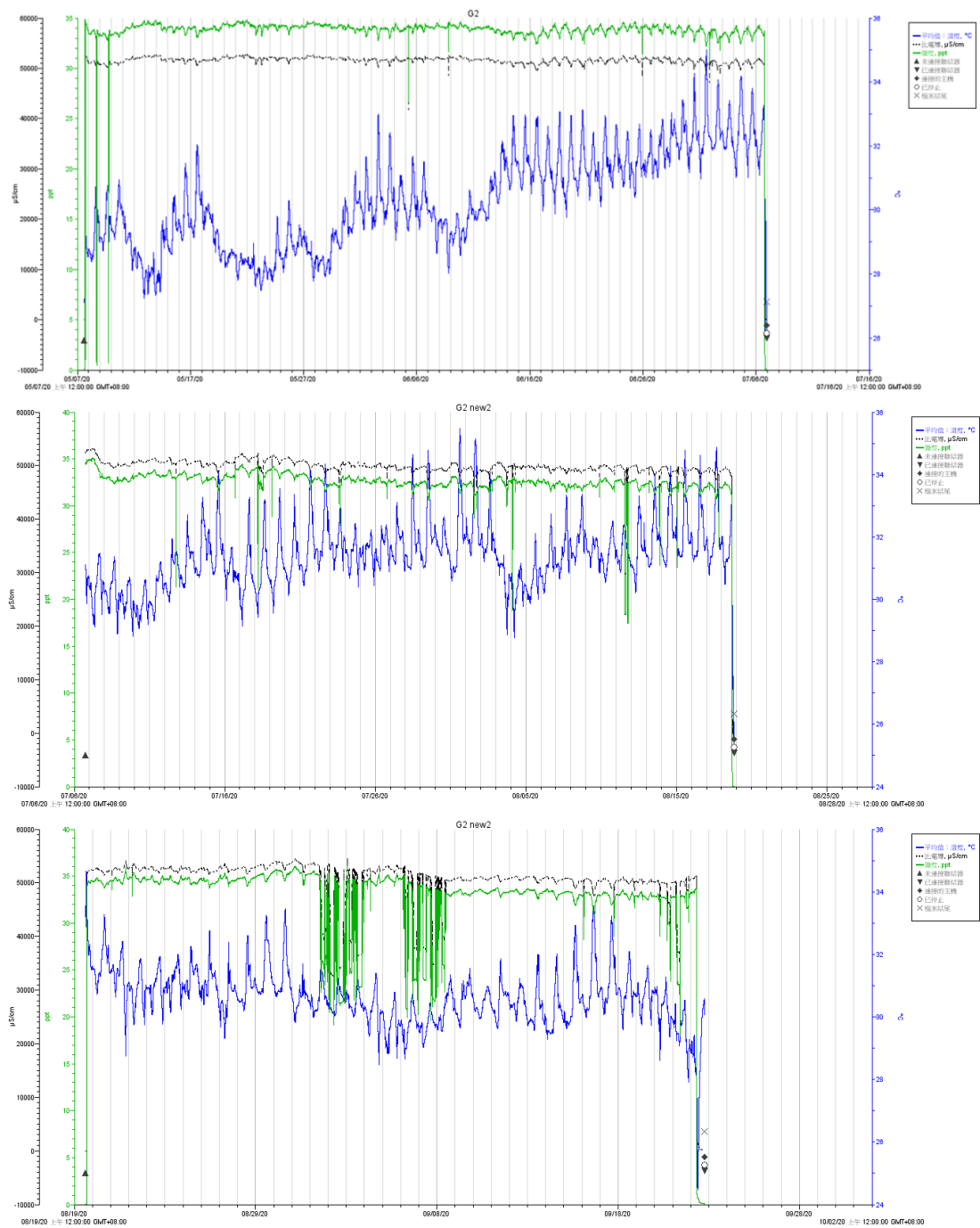


圖 8：G1 區水溫鹽度長期監測資料（藍:水溫，綠:鹽度）

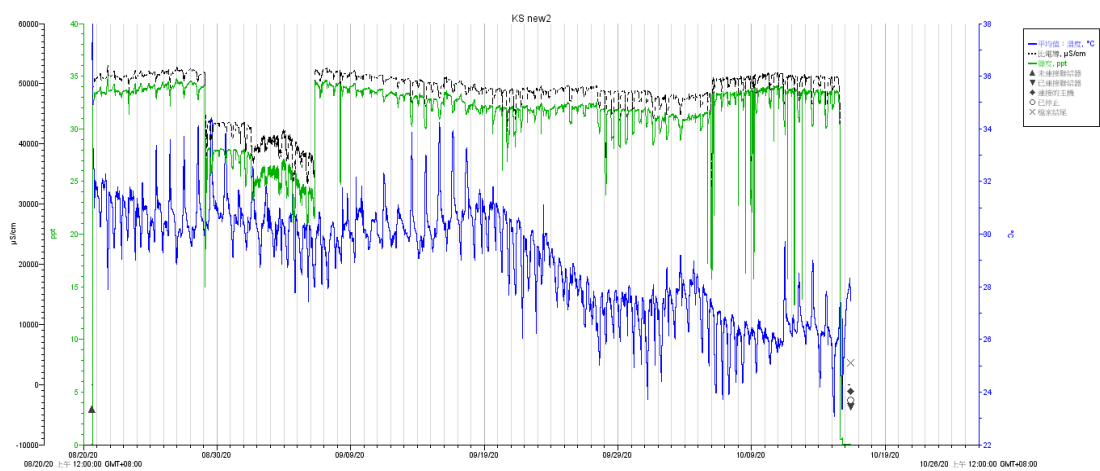
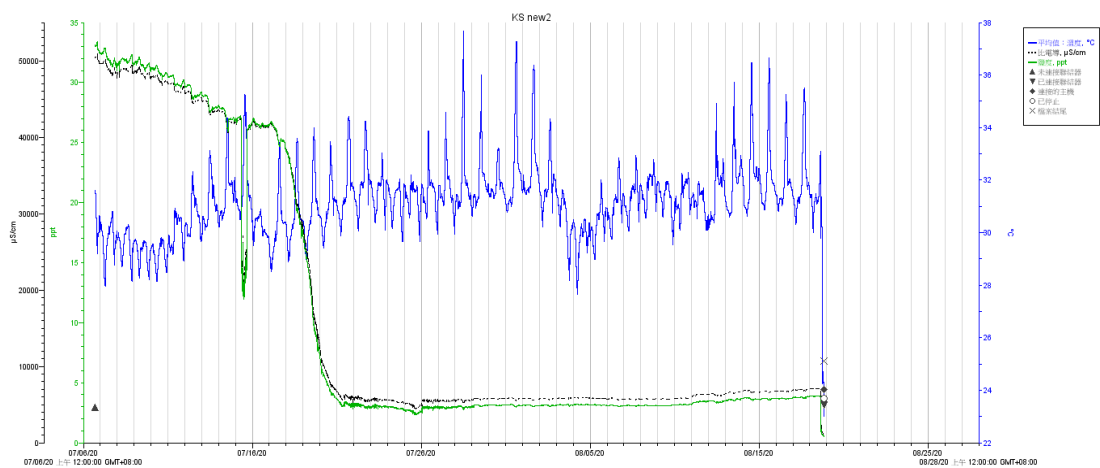
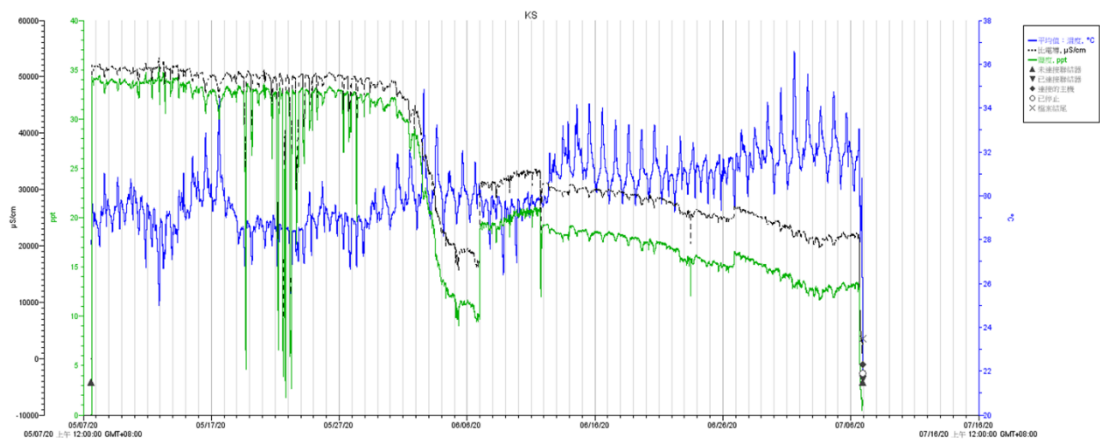


圖 9：G2 區水溫鹽度長期監測資料（藍:水溫，綠:鹽度）

三、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：

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

$\ln$: 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

本季光遞減係數調查時間為 109 年 8 月 18~20 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。本季各藻礁區光遞減係數結果如表 6 所示：

本次光遞減係數值(K)範圍在 0.246~9.510 之間，K 值越高，即水體越為混濁。G1-2 低潮位的位置有最高的 K 值。光遞減係數變化大且不因樣區差異，主要取決於測量當下潮池及低潮位水體之動態狀況。

表 6：第 3 季水下光遞減係數(K 值)結果

日期	時間	測站	H	H2	M	L2	L
20200818	14:44	BY1	1.623	1.653	3.127	1.985	3.609
20200818	15:03	BY2	0.246	2.024	2.574	1.761	3.024
20200818	15:18	BY3	4.324	2.747	1.760	1.019	1.514
20200819	17:13	G1-1	6.589	0.530	4.723	5.963	6.354
20200819	17:01	G1-2	1.216	8.427	3.001	4.808	8.022
20200819	16:45	G1-3	2.106	0.588	1.973	2.137	1.231
20200819	15:40	G2-1	4.927	0.829	0.524	2.697	6.161
20200819	16:05	G2-2	1.307	0.177	1.156	0.093	1.880
20200819	16:25	G2-3	0.532	0.155	0.480	0.851	1.760
20200819	16:01	G3-L	Not sampled	Not sampled	Not sampled	Not sampled	5.53
20200818	14:50	KS1	3.259	1.857	4.831	9.510	0.422
20200818	15:30	KS2	2.343	1.557	0.805	5.902	3.376
20200818	16:00	KS3	5.596	2.273	3.414	2.755	3.718

四、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，共計 8 次。

(二) 調查結果

本季淤積程度調查分別於 7 月 6~7 日、8 月 19~20 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。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 11 所示。

於 109 年 4 月 8~9 日(圖 10)，白玉區淤積程度除第一條測線之中潮位(BY1-M)，其餘測站落在 0.3~2.1(cm)之間。而在 BY1-M 測站之淤積程度較為嚴重，其沙覆蓋在 31.6 ± 1.4 之間。G1 區在第一條測線之高潮位及中潮位(G1-1-H、G1-1-M)淤積嚴重，兩測站之礁體已被覆蓋。高潮位淤積深度大於 50(cm)，而在中潮位淤積深度在 36.6 ± 1.4 (cm)。而 G1 區在第二條測線之高潮位 (G1-2-H)淤積深度亦達 20 ± 3.3 (cm)，其餘測站則落在 0.2~7.9 (cm)。G2 區淤積深度在 0.5~1.2(cm)，而在觀新區淤積程度落在 0.6~1.7(cm)。整體淤積在各測線皆是以高潮位及中潮位淤積較為明顯。

於 109 年 7 月 6~7 日(圖 10)，白玉區第一條測線高潮位測站(BY1-H)亦被沙覆蓋，深度在 12.6 ± 2.3 cm。中潮位測站(BY1-M)則被礁體覆蓋，

但深度減少，在 5.2 ± 0.5 cm。G1 區第一條測線之高潮位測站(G1-1-H)礁體同樣被沙所覆蓋，淤積程度大於 80 cm。但相較於第一次，中潮位礁體露出，淤積深度在 3.0 ± 0.5 cm。而 G2 區及觀新區淤積程度較小，在 0.4~2.5 cm 之間。

於 109 年 8 月 19~20 日(圖 11)，查白玉區第一條測線的高潮位及 G1 區第一條測線的高潮位礁體皆同樣被沙所覆蓋，淤積深度在 17.1 ± 1.8 cm 及 39.5 ± 1.7 cm，其餘測站則在 0.7~3.8 cm 之間。

整體而言，淤積在各測線皆是以高潮位及中潮位淤積較為明顯，而淤積程度變化大且較為嚴重的樣區則多在白玉區及 G1 區，特別是最北側的高潮位測站。

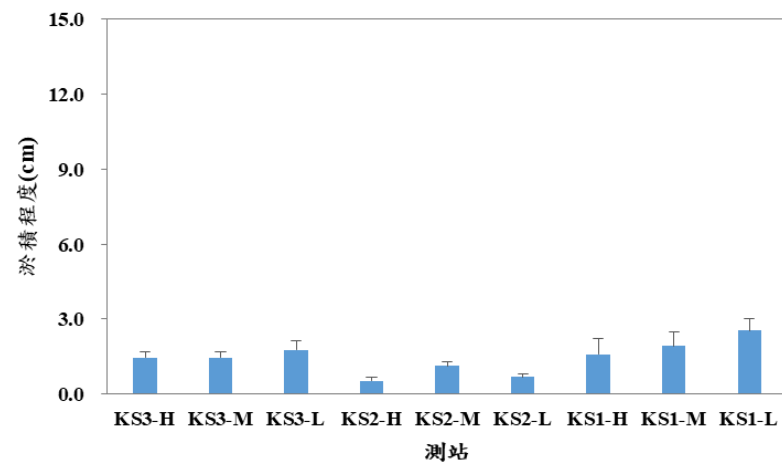
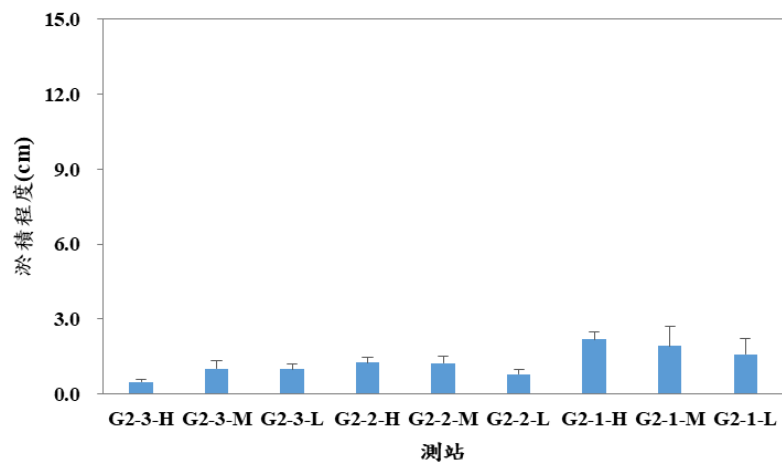
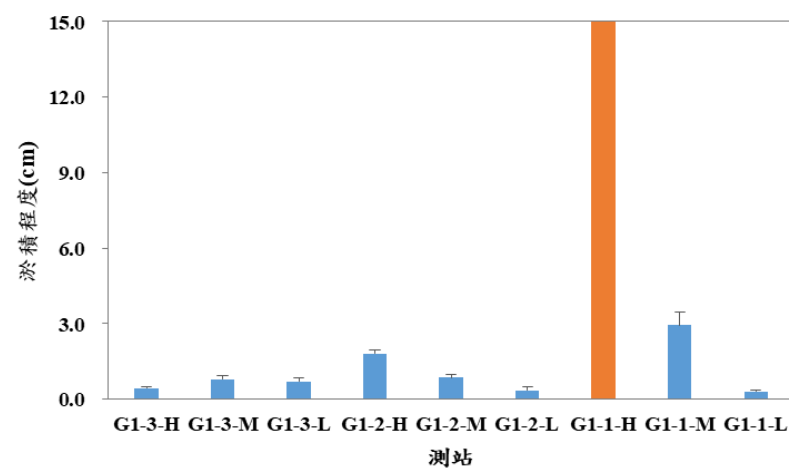
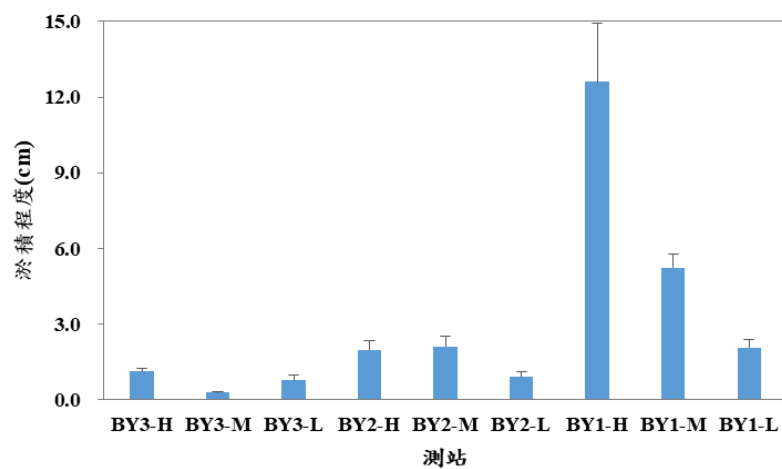


圖 10：109 年 7 月各測站淤積程度結果

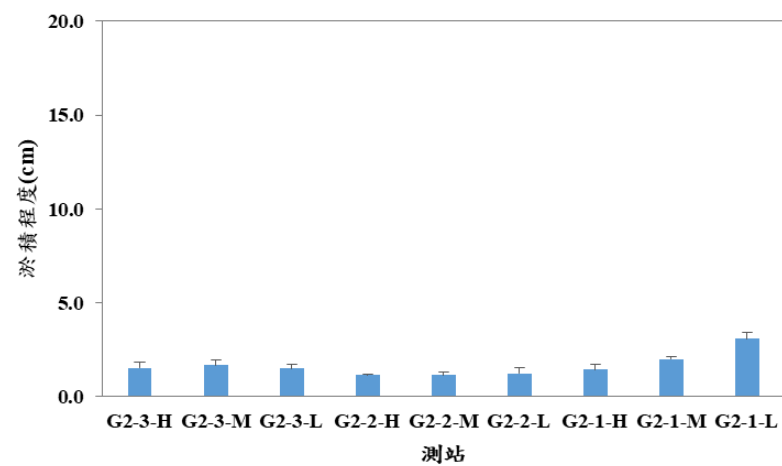
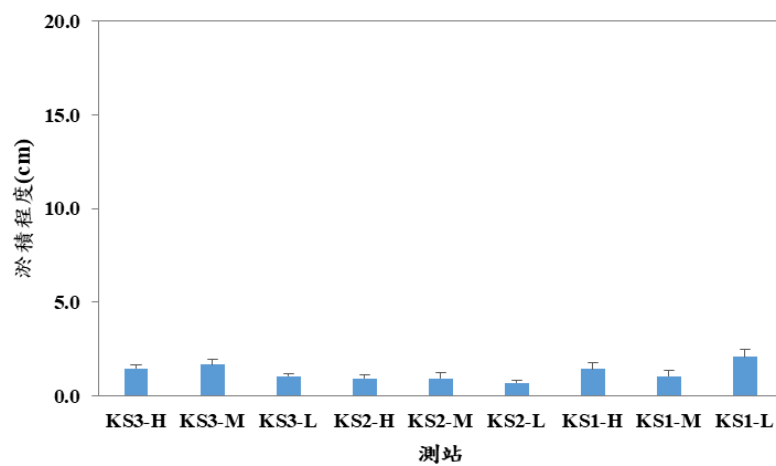
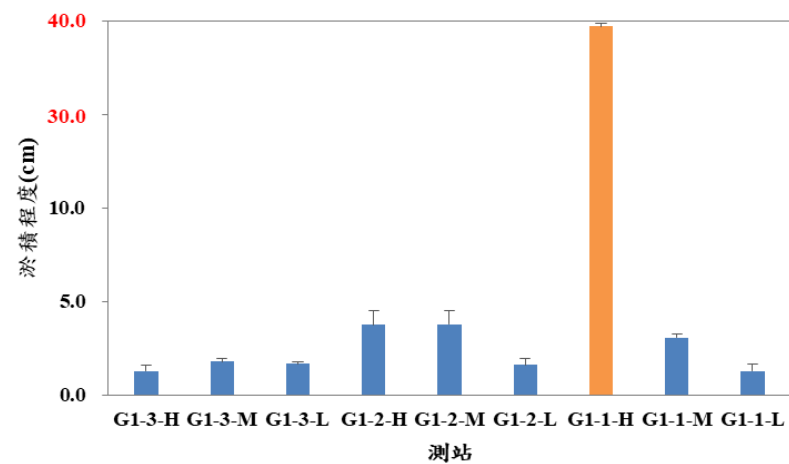
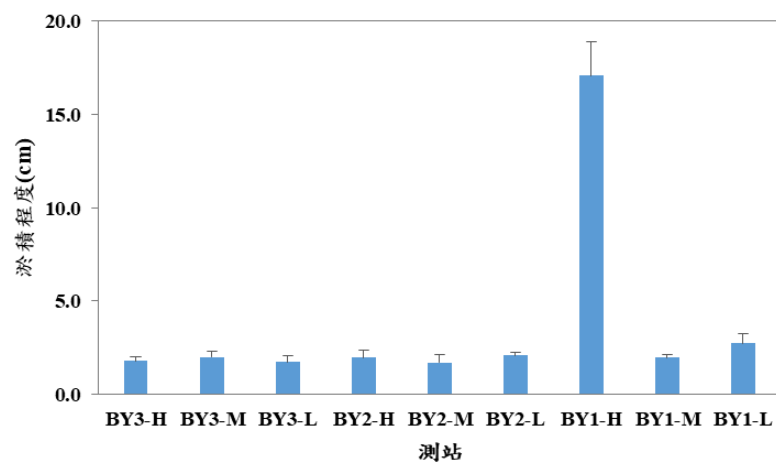


圖 11：109 年 8 月各測站淤積程度結果

五、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，共計 4 次。

(二) 調查結果

本季微棲地類型的調查時間為 109 年 8 月 19~20 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 12。

在白玉區 BY1-H 及 G1 區 G1-1-H 被沙所覆蓋，但因底棲動物調查測站不做微調，而是改變調查方式，因此微棲地配合底棲動物調查。此二測站之微棲地類型為 100%之沙子。同樣在白玉區所有測站皆有礫石之分布，礫石佔 1~20%。G1 區無礫石分布，沙子佔 2~13%。G2 區僅一測站有少量礫石覆蓋，其餘皆無，沙子則是佔 4~45%。觀新區則少數無礫石分布，其餘測站礫石佔 1~20%。

整體而言，微棲地類型除白玉區第一條測線之中高潮位測站及 G1 區第一條測線之中高潮位測站，易受漂沙而有所變化，其餘測站之微棲地類型則較為穩定。

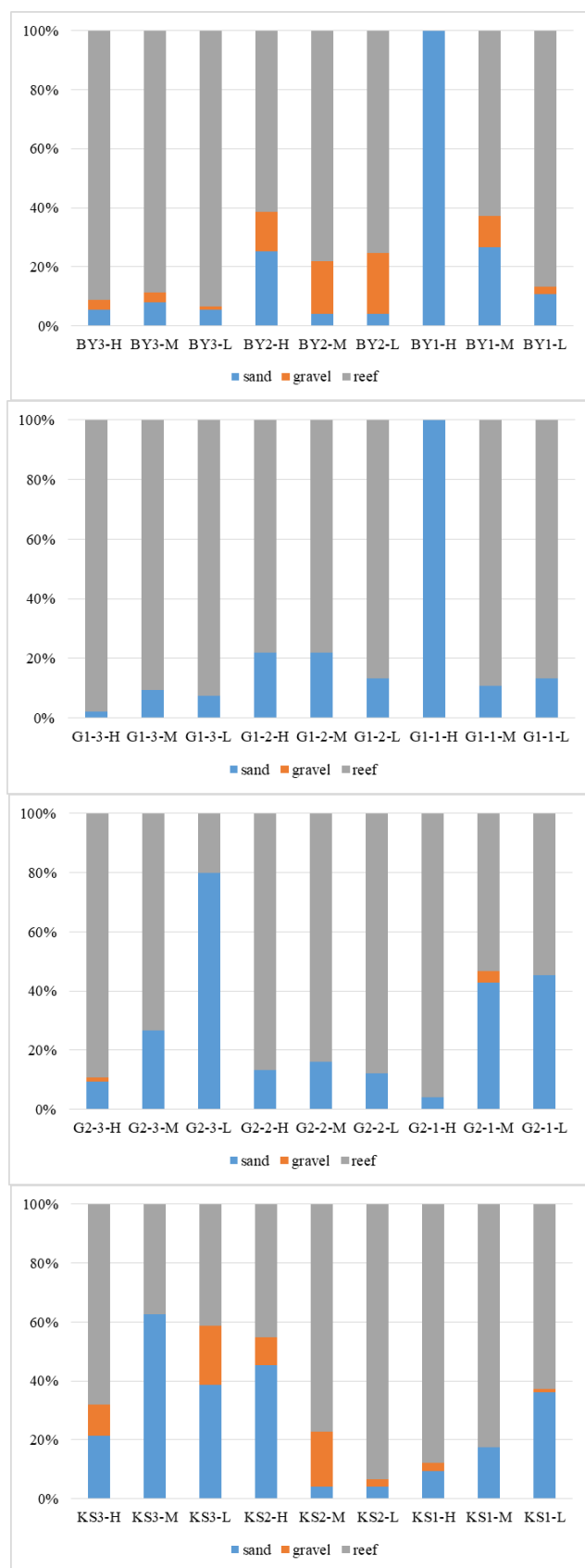


圖 12：8 月份各測站(上至下：白玉、G1、G2、觀新)微棲地底質比例。

六、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、可氣丹等 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，共計 4 次。

(二) 調查結果

本季底質污染物採樣日期為 109 年 8 月 18~20 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。本季的檢測結果如附件表 8 至表 10 所示。

在各測站之農藥如:飛佈達、阿特靈、 α -安殺番、 γ -可氣丹、 α -

可氣丹、4,4'-滴滴依、地特靈、安特靈、4,4'-滴滴滴、 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'-滴滴滴、2,4'-滴滴涕及 2,4-地除草劑，雖高於方法偵測極限之測定值，但仍低於檢量線最低濃度。

在底質重金屬污染的部分，，依據行政院環境保護署所發布的底泥品質指標（表 7），鎘(Cd)含量皆低於方法偵測極限測定值。多數測站汞(Hg)含量低於方法偵測極限測定值，而其餘測站則低於品質指標之下限值。鉛(Pb)、鉻(Cr)、銅(Cu)含量在各測站皆低於指標下限值。

本次調查結果顯示，鎳(Ni)含量在 BY1(26.4mg/kg)、G1-2(26.3 mg/kg)、G2-2(30.8 mg/kg)、KS1(24.8mg/kg)高於品質指標下限值，但低於品質指標上限值。銅(Cu) 含量在 G1-3(55.9 mg/kg)超過指標下限值，但低於指標上限值。砷(As)含量除了 G1-1 及白玉區三個測站低於品質指標下限值，其餘測站皆高於下限值但低於上限值。整體而言，底質重金屬污染物以鎳(Ni)、砷(As)、銅(Cu)之含量較需注意。

表 7：底泥品質指標項目及其上、下限值規定

重金屬	品質指標上限值 (mg/kg)	品質指標下限值 (mg/kg)
汞(Hg)	0.9	0.2
鎘(Cd)	2.5	0.7
鉻(Cr)	233	76
銅(Cu)	157	50
鎳(Ni)	80	24
鉛(Pb)	161	48
鋅(Zn)	384	140
砷(As)	33	11

行政院環境保護署環署土字第 1000116349 號令

表 8：第 3 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 -可氣丹 (mg/kg)	α -可氣丹 (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-L	ND<0.00024	ND<0.00024	<0.00086	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

	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)
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-L	ND<0.00025	<0.00086	ND<0.00026	<0.00086	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：第 3 季底質污染物(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	25.1	20.4	26.4	14.2	104	10.90
BY2	ND<0.049	ND<0.21	22.6	16.4	20.8	12.3	90.6	8.67
BY3	<0.200 (0.050)	ND<0.21	27.6	20.8	23.5	13.9	131	9.32
G1-1	ND<0.049	ND<0.21	22.6	18.0	21.5	13.1	92.3	9.61
G1-2	ND<0.049	ND<0.21	27.4	20.7	26.3	14.0	140.0	11.20
G1-3	ND<0.049	ND<0.21	17.4	55.9	16.6	17.0	97.0	18.40
G2-1	ND<0.049	ND<0.21	19.2	49.6	20.2	16.0	99.7	22.90
G2-2	ND<0.049	ND<0.21	35.7	32.0	30.8	17.7	132.0	13.60
G2-3	ND<0.049	ND<0.21	19.9	44.2	19.2	15.3	91.2	22.80
G3-L	ND<0.049	ND<0.19	23.7	36.7	22.4	15.5	108.7	16.4
KS1	ND<0.049	ND<0.21	25.8	24.9	24.8	16.7	105.0	21.30
KS2	ND<0.049	ND<0.21	20.7	17.1	21.3	16.2	82.1	22.70
KS3	ND<0.049	ND<0.21	30.1	16.3	25.2	15.0	127.0	13.60

註:低於方法偵測極限之測定值以 ND 表示

表 10：第 3 季底質污染物(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