

本報告僅供機關內部參考使用，不對外公開

大屯火山溫泉水、地溫監測 2024 年度報告



採樣：洪國騰、黃琨哲、陳揚琛、李柏村

分析：黃琨哲、陳揚琛

撰稿：洪國騰

經濟部地質調查及礦業管理中心

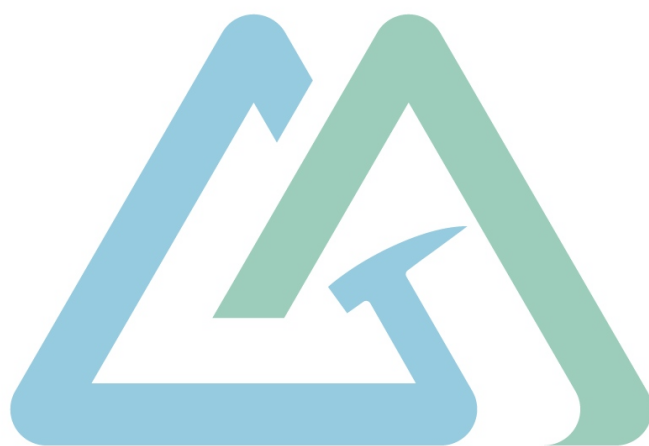
區域地質組

114 年 6 月



目次

一、摘要.....	1
二、溫泉水、地溫監測點.....	2
三、溫泉水監測項目.....	2
四、溫泉水監測結果	
冷水坑.....	3
大油坑.....	9
四磺坪.....	15
八煙.....	21
地熱谷.....	26
分析備註.....	32
五、地溫監測結果	
小油坑.....	37
菁山.....	39
龜山島.....	41
六、附錄一溫泉水原始數據.....	44



一、摘要

本報告總結 113 年度區域地質組自行辦理大屯火山活動監測之工作成果，成果分為兩大部分：溫泉水監測、地溫監測。本中心之火山溫泉水監測包含大屯火山地區 5 處溫泉監測點—四礮坪、八煙、大油坑、冷水坑、地熱谷，每 2-3 個月採集水樣，以本中心離子層析儀、感應耦合電漿原子放射光譜儀分析水中主要元素與微量元素。溫泉水質變化反映火山地下流體與地表水文環境交互作用之結果，可作為火山流體活動強弱之參考指標，水中主要陰、陽離子濃度之長期時序變化顯示溫泉主成分變化受控於地表逕流量多寡與火山氣/水成分交換比（如四礮坪），惟大油坑近主噴氣口之泥質溫泉水特性與其他水樣迥異，呈現極高氯濃度與極低 pH，反映大量地層滲水混入。大屯火山觀測站採集分析之數據相較下波動更大，偶有主要陽離子短暫驟升或驟降現象（如冷水坑），似非自然變化。本中心之火山地溫監測包含大屯火山 2 口地溫井—小油坑、菁山，以及龜山島火山 1 口地溫井，亦放入本報告說明。小油坑、菁山、龜山島校正後地溫資料顯示大屯火山與龜山島岩盤溫度長年無明顯改變，全年溫度變化量小於 0.01° ，反映大屯火山與龜山島火山活動狀態相當穩定。

二、溫泉水、地溫監測點

溫泉水：地熱谷、冷水坑、大油坑、八煙、四磺坪等 5 處。

地溫：小油坑、菁山、龜山島等 3 處。

監測點位置如下圖 1。

三、溫泉水監測項目

陰離子：Cl、SO₄、HCO₃

陽離子：Si、Al、Na、K、Ca、Mg

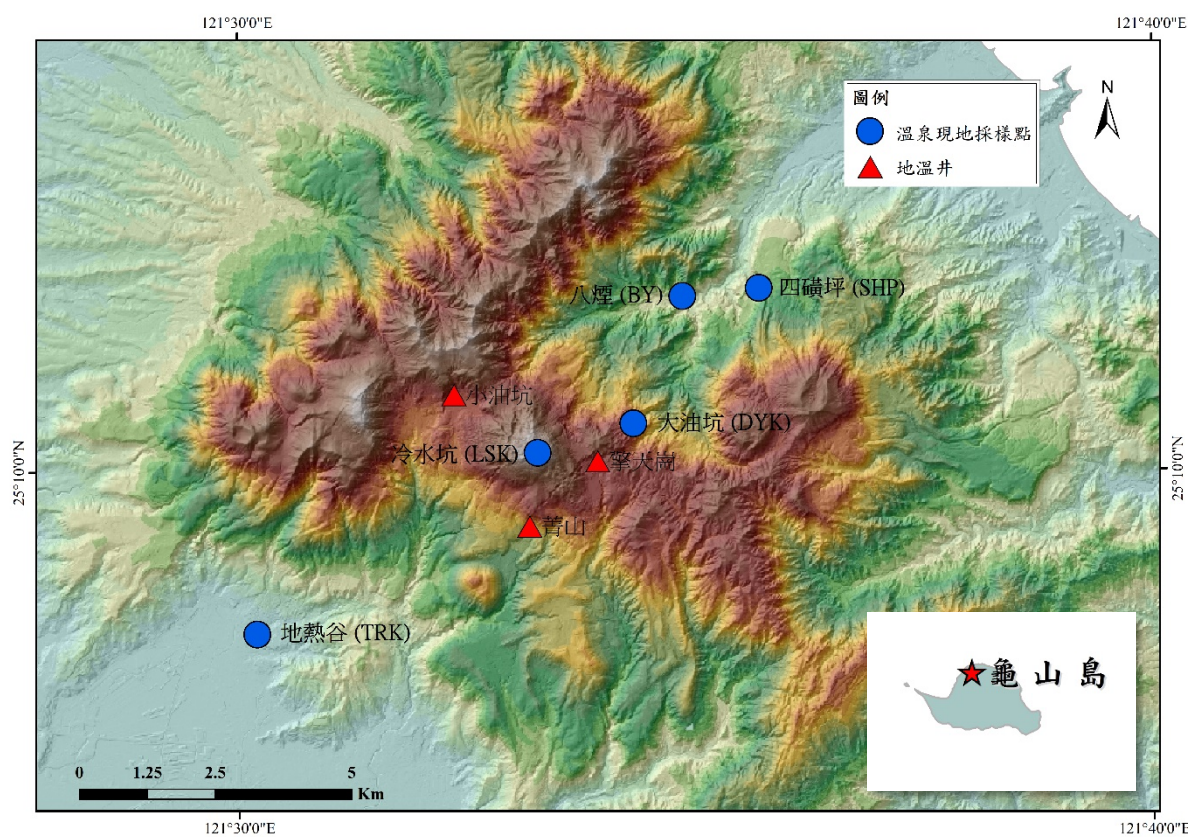


圖 1、大屯火山溫泉監測點（藍色圓圈）與地溫監測井（大屯火山-紅色三角、宜蘭龜山島-紅色星號）之位置

四、溫泉水監測結果

冷水坑

1. 溫泉性質：

自湧泉。主要陰離子為 SO_4 ， HCO_3 和 Cl 次之。pH 約為 6，屬中性硫酸鹽泉。圖中藍點代表本中心（GSMMA）採樣結果，綠點代表國震中心（TVO）採樣結果。

2. 採樣註記：

2021 年度由於新冠疫情影響，冷水坑公共浴池下半年封閉，故無採樣。本年度 2、6、9 月共計 3 次採樣。現場採樣情形如圖 2。

3. 陰離子：

Cl：本中心本年度 2、6、9 月採樣結果（藍點）對照 TVO（綠點）數據變化趨勢，兩者數值相當吻合，濃度落在正常變動範圍內，屬於正常變化。（圖 3）

SO_4 ：本中心採樣濃度變化落在正常變動範圍內。2、6、9 月採樣結果（藍點）對照 TVO（綠點）數據顯示本中心數值平均基線較 TVO 高出近 100 ppm，兩者升降變化趨勢一致，代表差值來自兩者之間的系統偏差。（圖 4）

HCO_3 ：本中心採樣濃度變化落在正常變動範圍內。2、6、9 月採樣結果（藍點）對照 TVO（綠點）數據顯示本中心數值平均基線較 TVO 低約 90 ppm（由於本中心樣品分析時效不如 TVO 即時，樣品久置會使 HCO_3 濃度降低）。兩者升降變化近乎一致，代表差值來自兩者之間的系統偏差。（圖 5）

4. 陽離子：

Si：本中心採樣濃度變化落在正常變動範圍內。2、6、9 月採樣結果（藍點）對照 TVO（綠點）數據顯示兩者數值相當吻合。（圖 6）

Ca、Mg、Na、K：本中心採樣濃度變化落在正常變動範圍內。2、6、9 月採樣結果（藍點）對照 TVO（綠點）數據顯示 Mg、Na、K 之數值皆相當吻合。惟有 Ca 呈現系統性偏差，本中心數據較 TVO 低約 10 ppm。（圖 7 至 10）



圖 2、冷水坑公共浴池戶外採樣點近況，拍攝日期 2025 年 3 月 12 日。



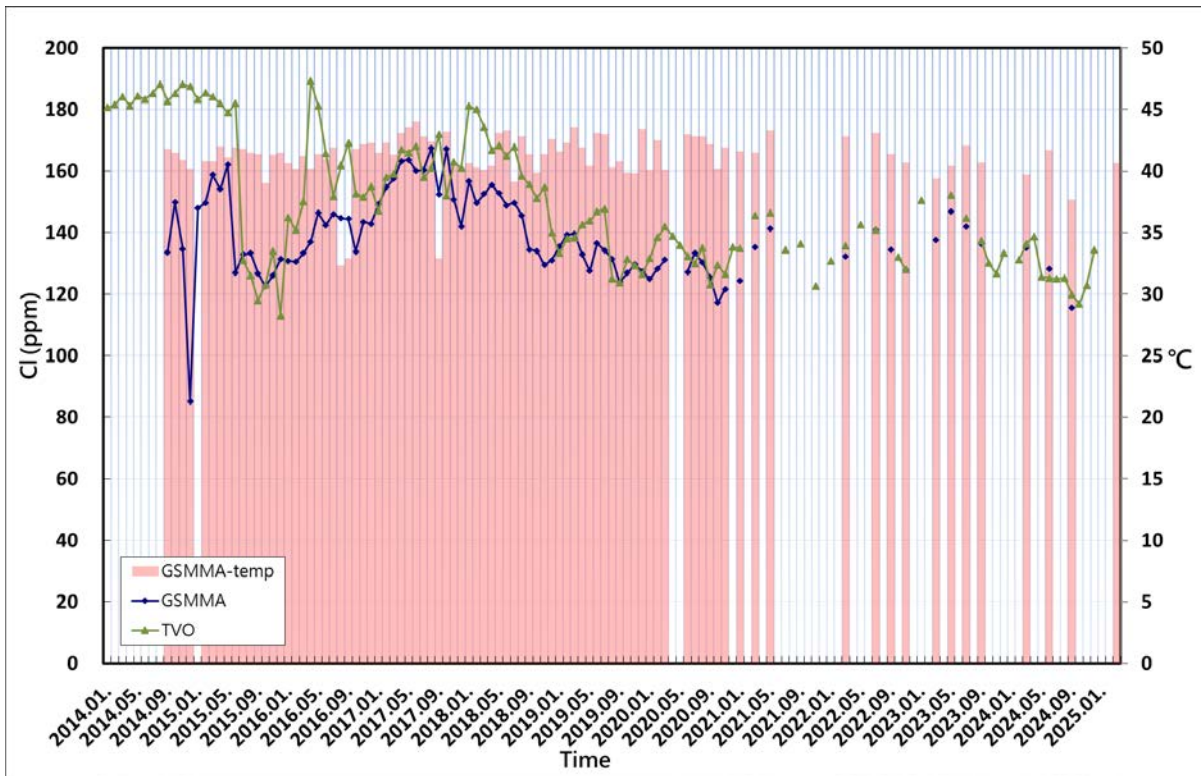


圖 3、冷水坑溫泉 Cl 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心 (GSMMA) 數據為藍點，國震中心 (TVO) 數據為綠點。

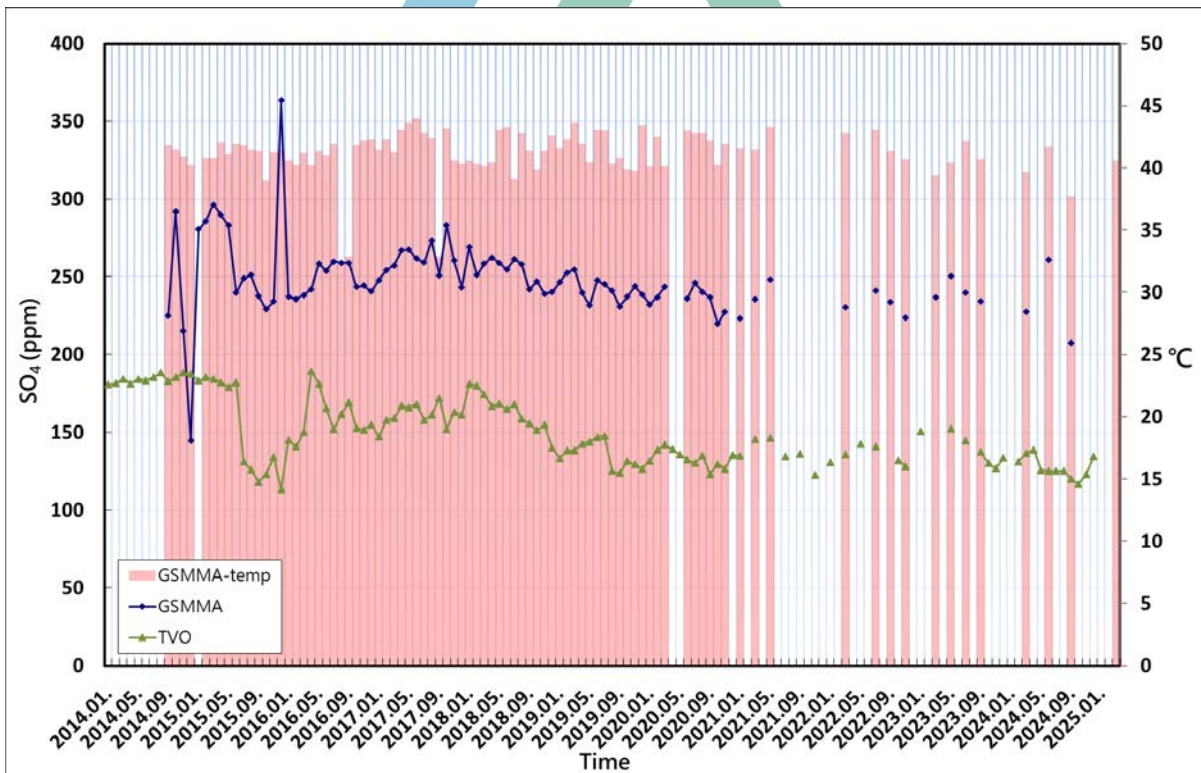


圖 4、冷水坑溫泉 SO₄ 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心 (GSMMA) 數據為藍點，國震中心 (TVO) 數據為綠點。

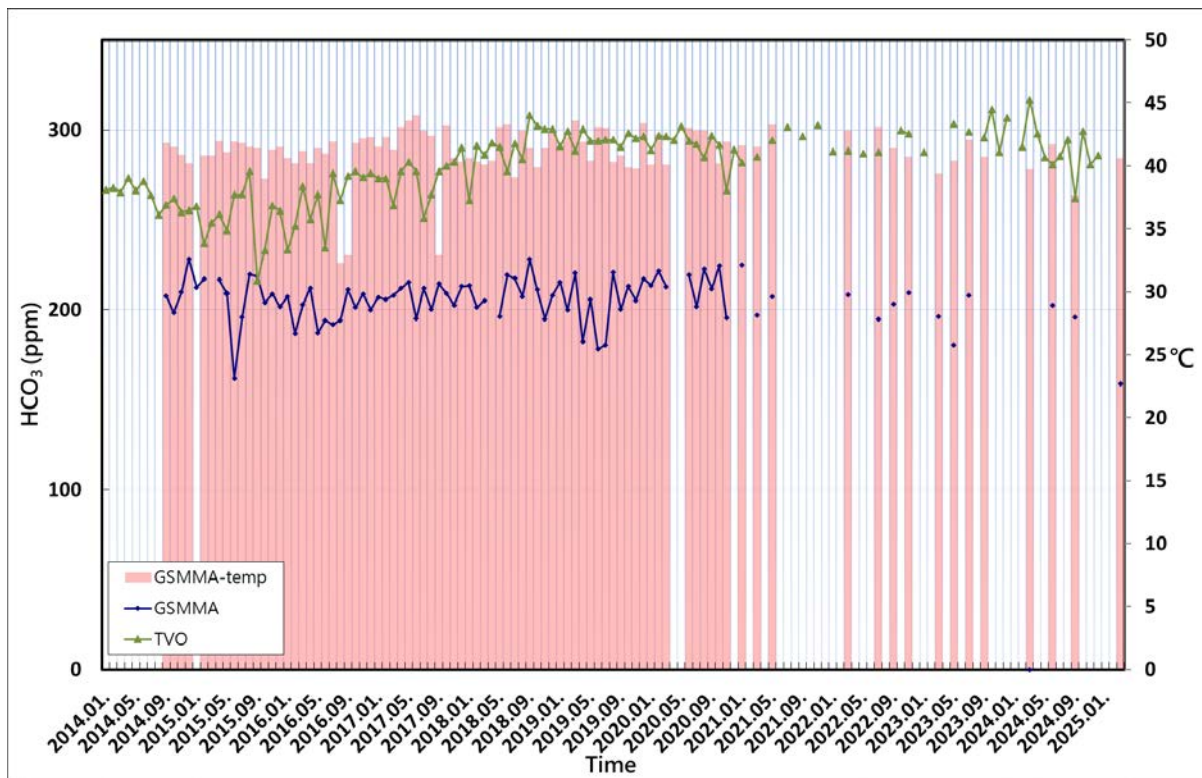


圖 5、冷水坑溫泉 HCO_3^- 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心 (GSMMA) 數據為藍點，國震中心 (TVO) 數據為綠點。

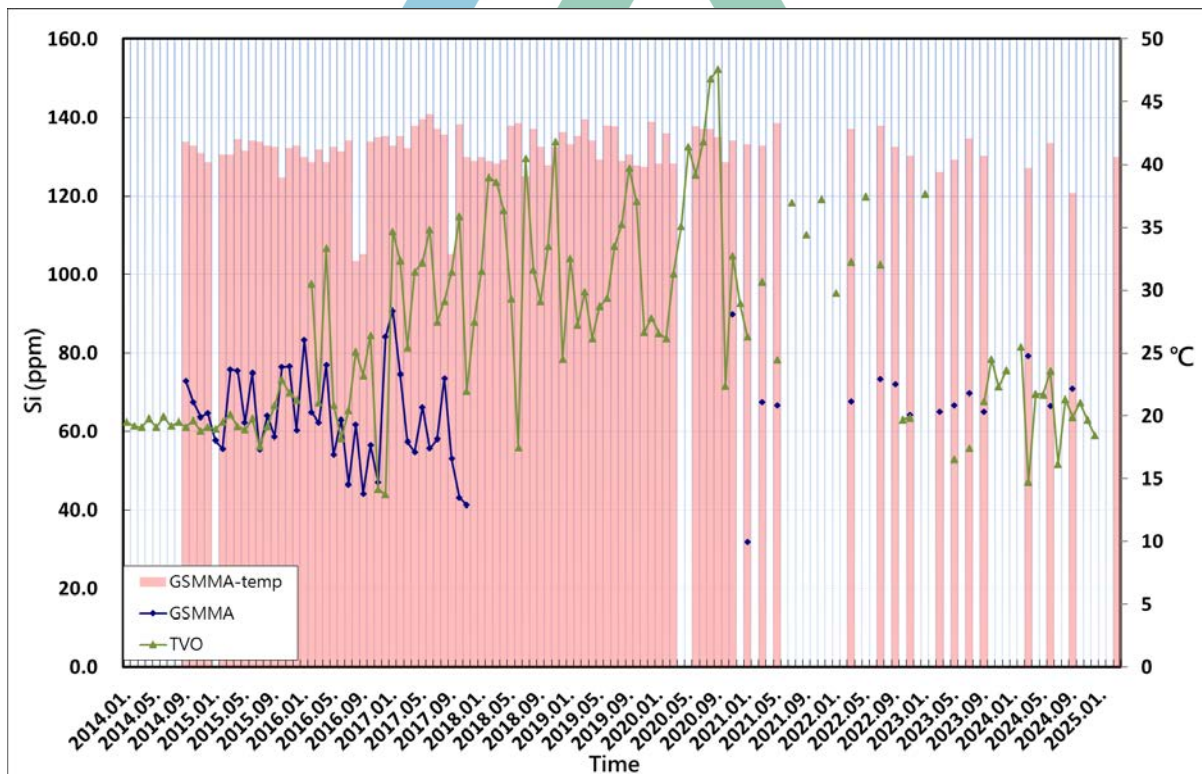


圖 6、冷水坑溫泉 Si 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心 (GSMMA) 數據為藍點，國震中心 (TVO) 數據為綠點。

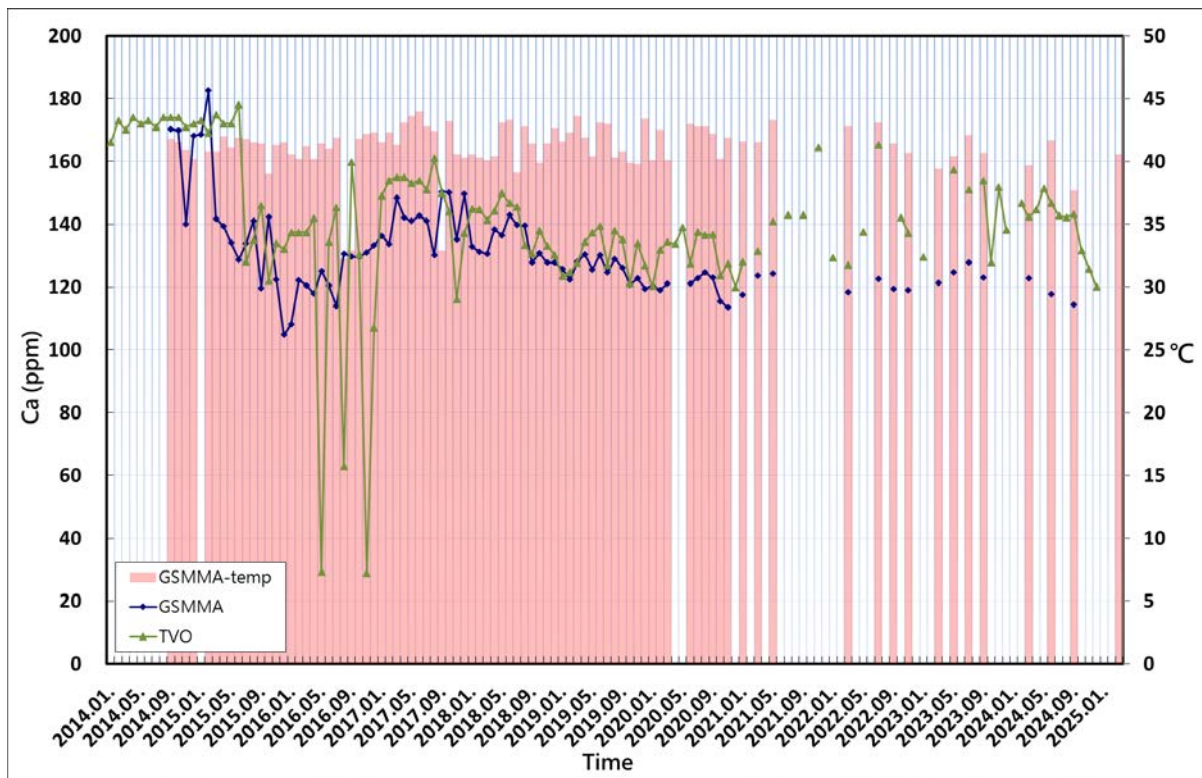


圖 7、冷水坑溫泉 Ca 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

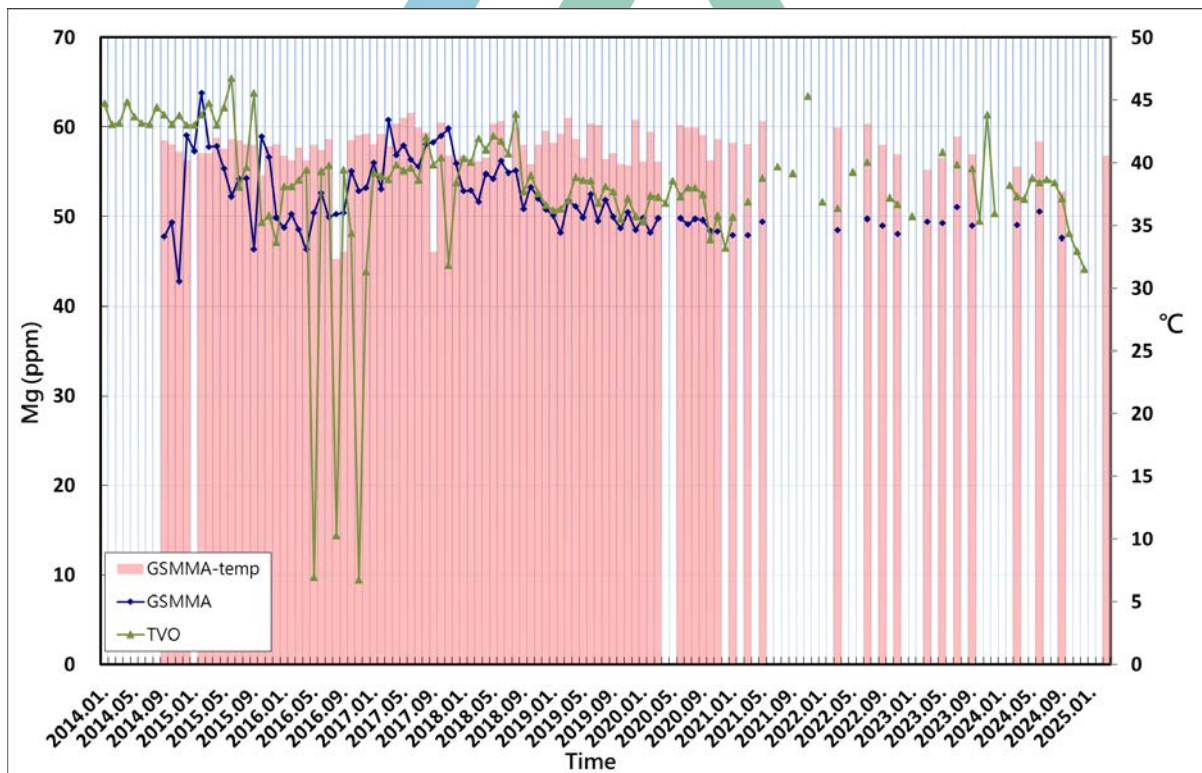


圖 8、冷水坑溫泉 Mg 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

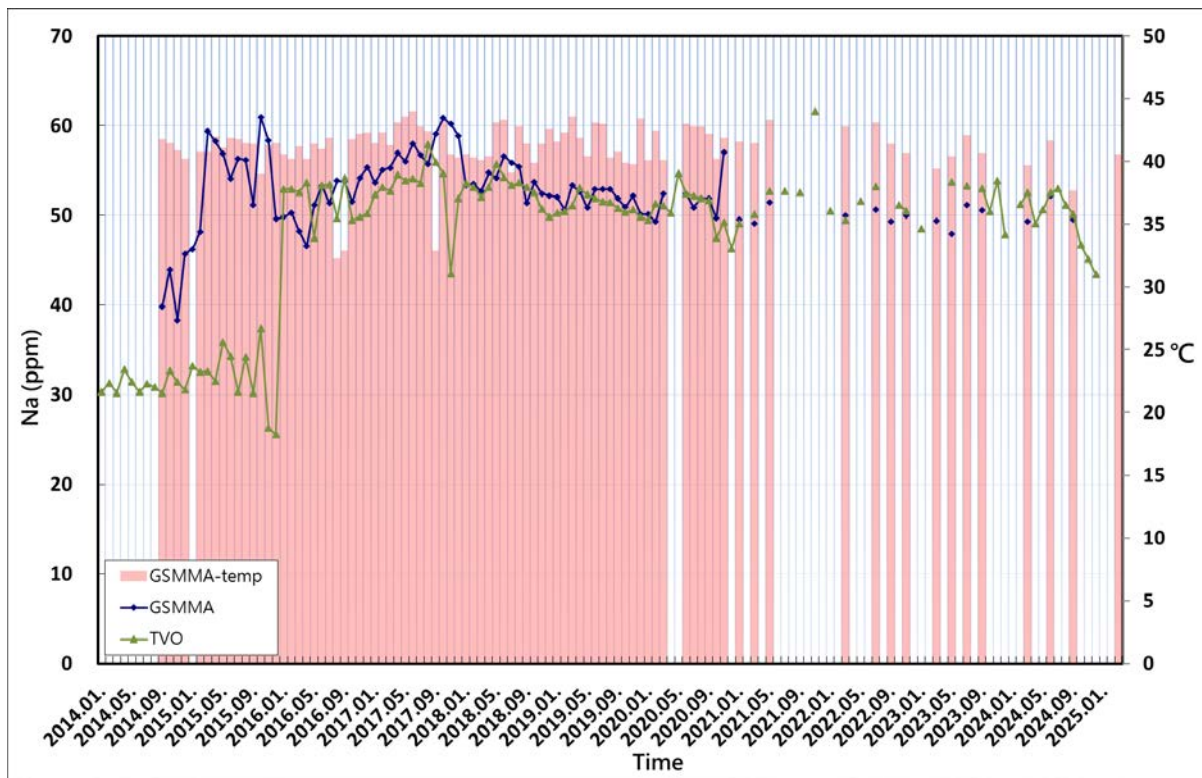


圖 9、冷水坑溫泉 Na 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

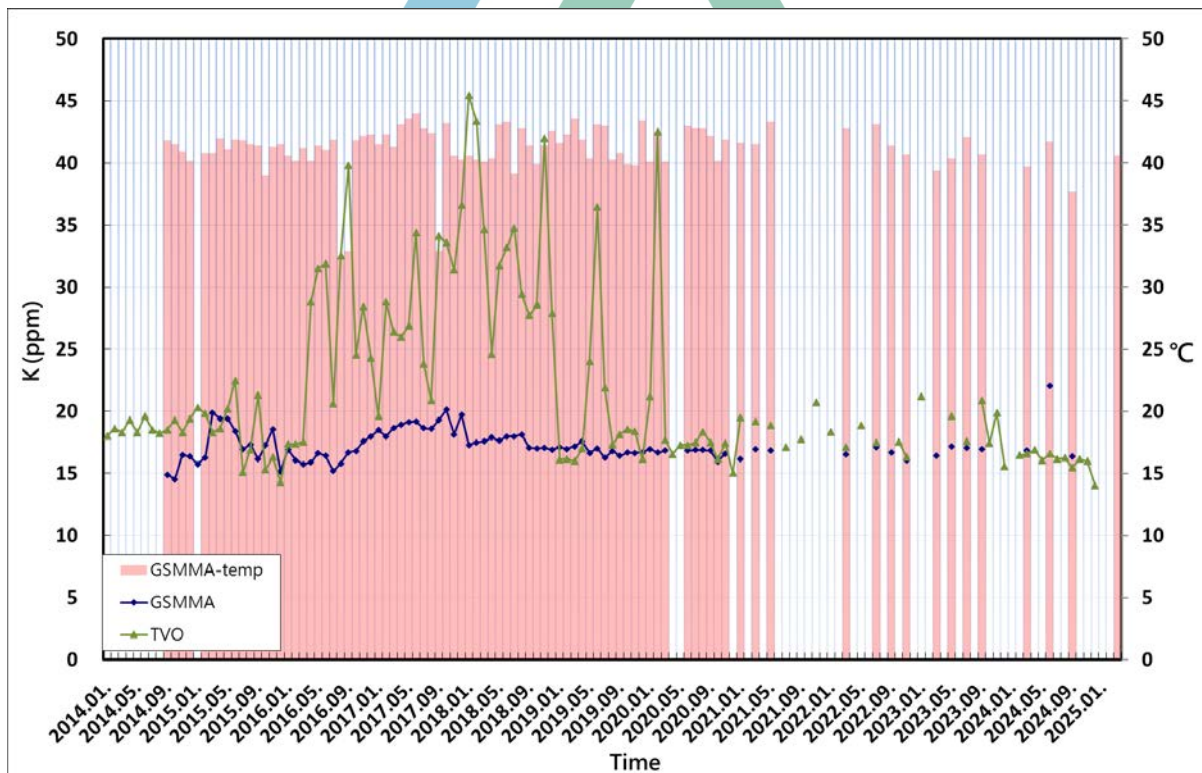


圖 10、冷水坑溫泉 K 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

大油坑

1. 溫泉性質：

自湧泉。主要陰離子為 SO_4 ， Cl 次之。pH 1-2，屬酸性硫酸鹽泉。

2. 採樣註記：

2015 年底大油坑採樣點主噴氣口夾雜大量泥漿流出，溫泉水含混濁泥漿，2016 年 1 月陰、陽離子濃度呈現大幅變動，2016 年 2 月起分別採集主噴氣口流出「**泥質溫泉水**」及旁邊小噴氣坑「**清澈溫泉水**」，圖示溫度來自後者。現場採樣情形如圖 11。

2022 年大油坑採樣點在 2 月後主噴氣口流出水量減少至乾枯，10 月回復流出，持續採集泥質溫泉。10 月下旬大油坑山壁崩落，小噴氣坑「**清澈溫泉水**」採樣處被崩積物掩埋，水時有時無，國震中心改採集東側數十公尺外的清澈溫泉水替代（圖 11 下）。

3. 陰離子：

Cl：此處**清澈溫泉水** Cl 濃度通常在 1 ‰以下，偶有混入泥質泉時濃度會驟升，本年度仍維持穩定低值（圖 12）。**泥質溫泉水** Cl 濃度通常在 4-22 ‰之間劇烈變動，惟本年度濃度驟降至 1-2 ‰附近（圖 12），可能與噴氣口出水量驟減有關。**TVO** 採樣位置在數十公尺外，其濃度變化較接近**泥質溫泉水**， Cl 呈現大幅度變動，本年度 2 月以後濃度穩定維持在 1.4-40 ‰（圖 12）。

SO₄：**清澈溫泉水** SO_4 濃度通常在 2-6 ‰，本年度維持偏低的 1.5-2.3 ‰（圖 13）。**泥質溫泉水** 通常比**清澈溫泉水** 略低，趨近於 1 ‰（圖 13），本年度 10 月升至 13 ‰，仍符合正常變動範圍。**TVO** 自 2021 年 9 月後 SO_4 濃度皆高於本中心測值，本年度 5-8 月測得 12-16 ‰，創下監測以來的新高（圖 13）。

4. 陽離子：

Si：**清澈溫泉水** 與**泥質溫泉水** 長期穩定維持在 50-150 ppm（圖 14）。**TVO** 在 2023 年測得 4 次異常高濃度，最高達 3.75 ‰，與本中心自測結果並不相符，經研判非屬自然現象，本年度 **TVO** 數值已回復正常（圖 14）。

Ca、Mg、Na、K：**清澈溫泉水** 的 Ca 、 Mg 、 Na 變化相似（圖 15-17），長期穩定且變動小，除了 Mg 在 2023-2024 年期間有 3 次顯著升高至背景值 2-3 倍（40-50 ppm）（圖 16）。 K 濃度變化行為較為特別而與另三者不同，本年度濃度仍維持在背景值範圍（圖 18）。**泥質溫泉水** 的 Ca 、 Mg 、 Na 、 K 變化幅

度較清澈溫泉水略大，本年度皆維持在背景值範圍（圖 15-18）。TVO 測得 Ca、Mg、Na、K 濃度自 2020 年 8 月後即呈強烈浮動，與資料長期趨勢並不一致，其樣品或分析信度需再商榷。

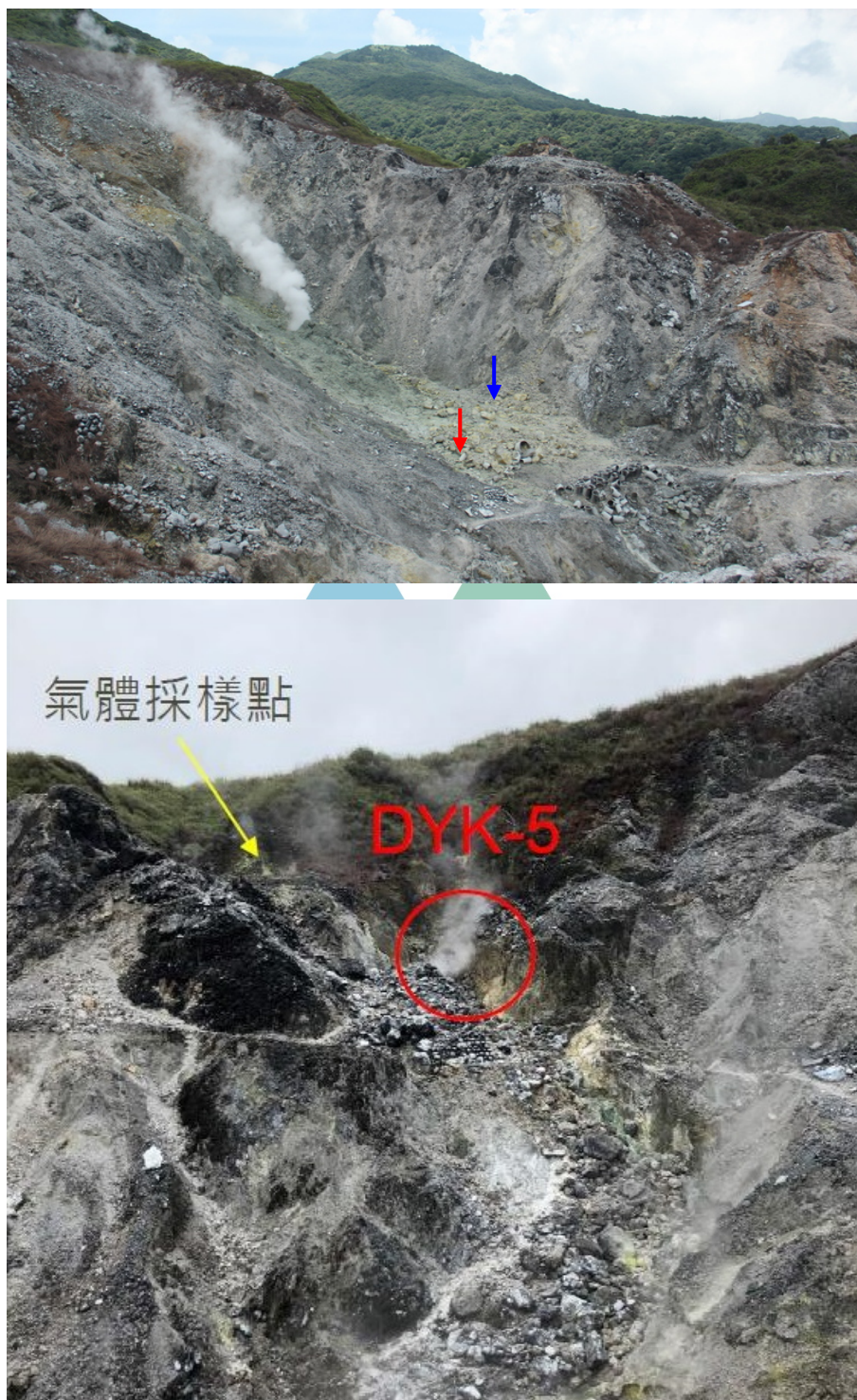


圖 11、大油坑採樣點遠景，上圖:泥質溫泉採樣點（紅色箭號），清澈溫泉採樣點（藍色箭號）被崩積層掩埋，拍攝日期 2024 年 6 月 25 日。下圖:國震中心清澈溫泉採樣點（DYK-5），與上圖採樣點距離約 50 公尺。

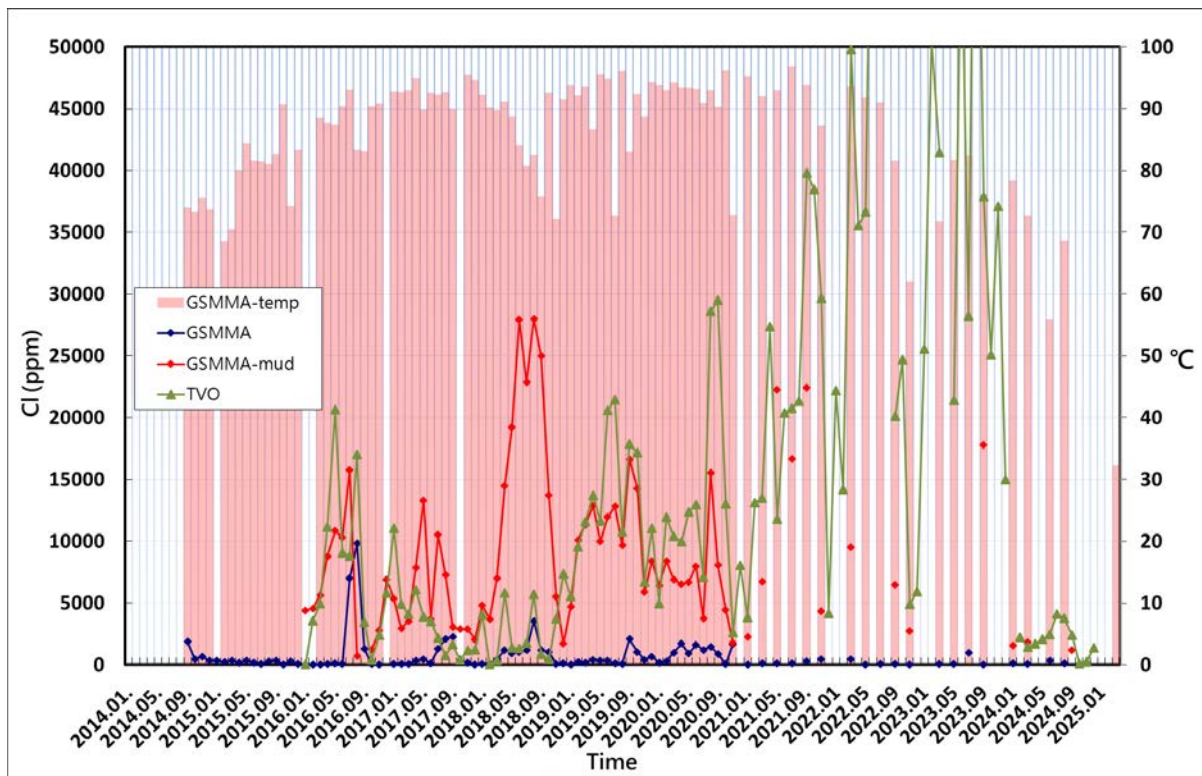


圖 12、大油坑溫泉 Cl 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心（GSMMA）數據為藍點，國震中心（TVO）數據為綠點。

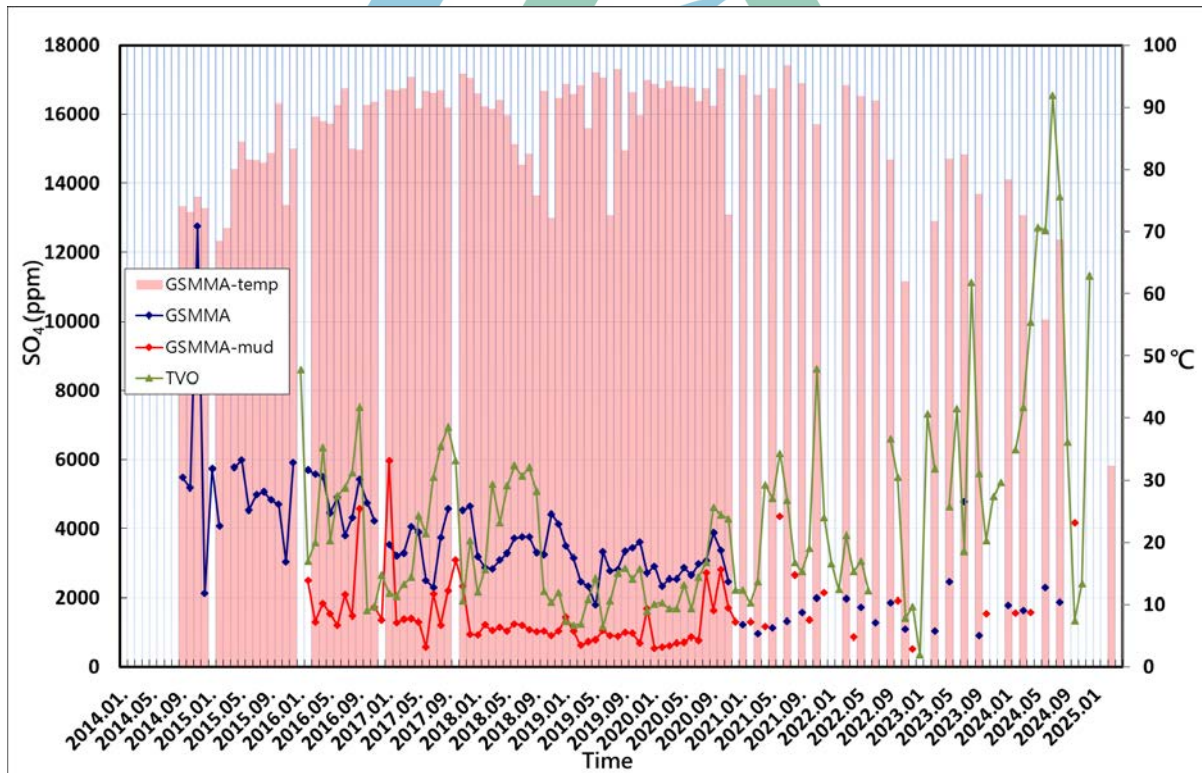


圖 13、大油坑溫泉 SO₄ 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

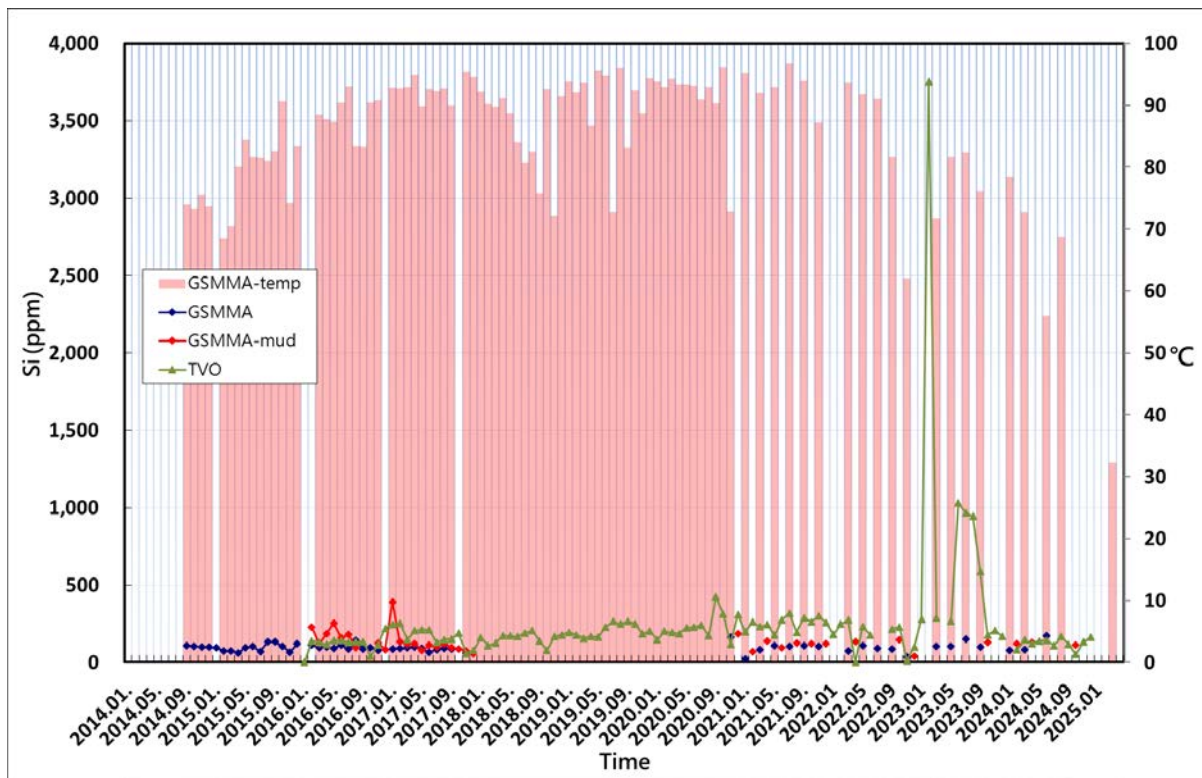


圖 14、大油坑溫泉 Si 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

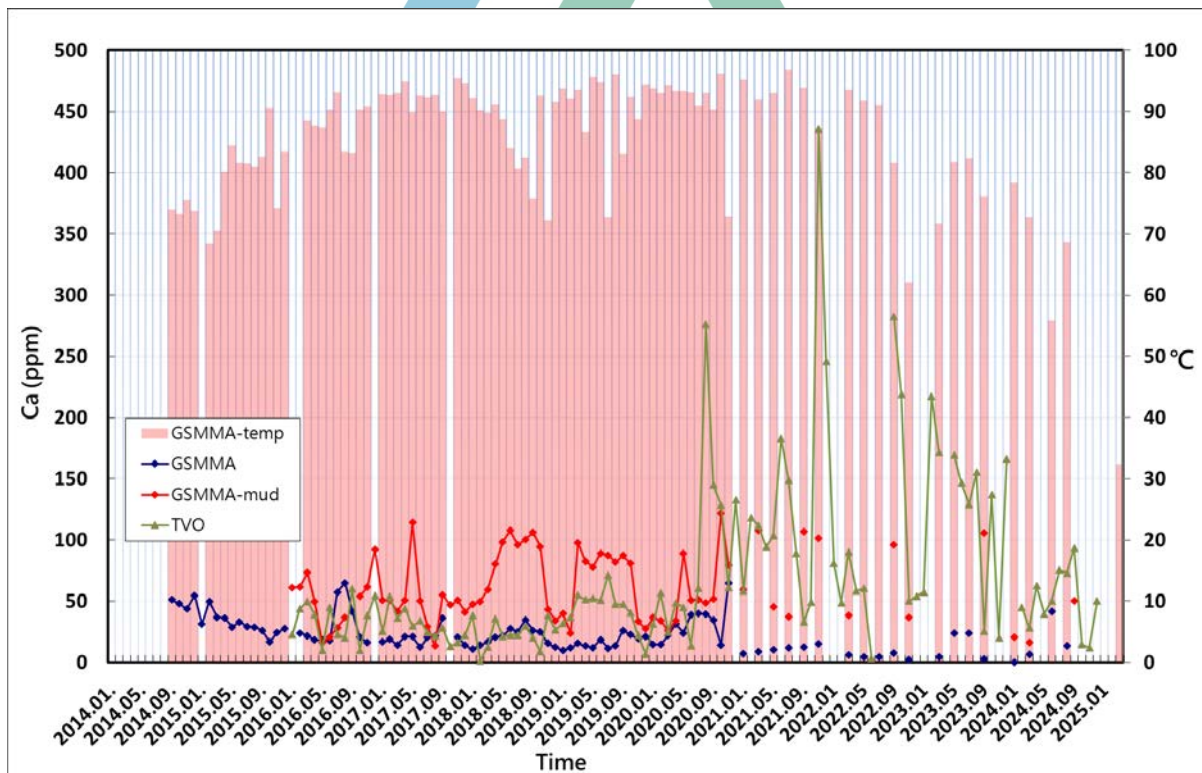


圖 15、大油坑溫泉 Ca 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

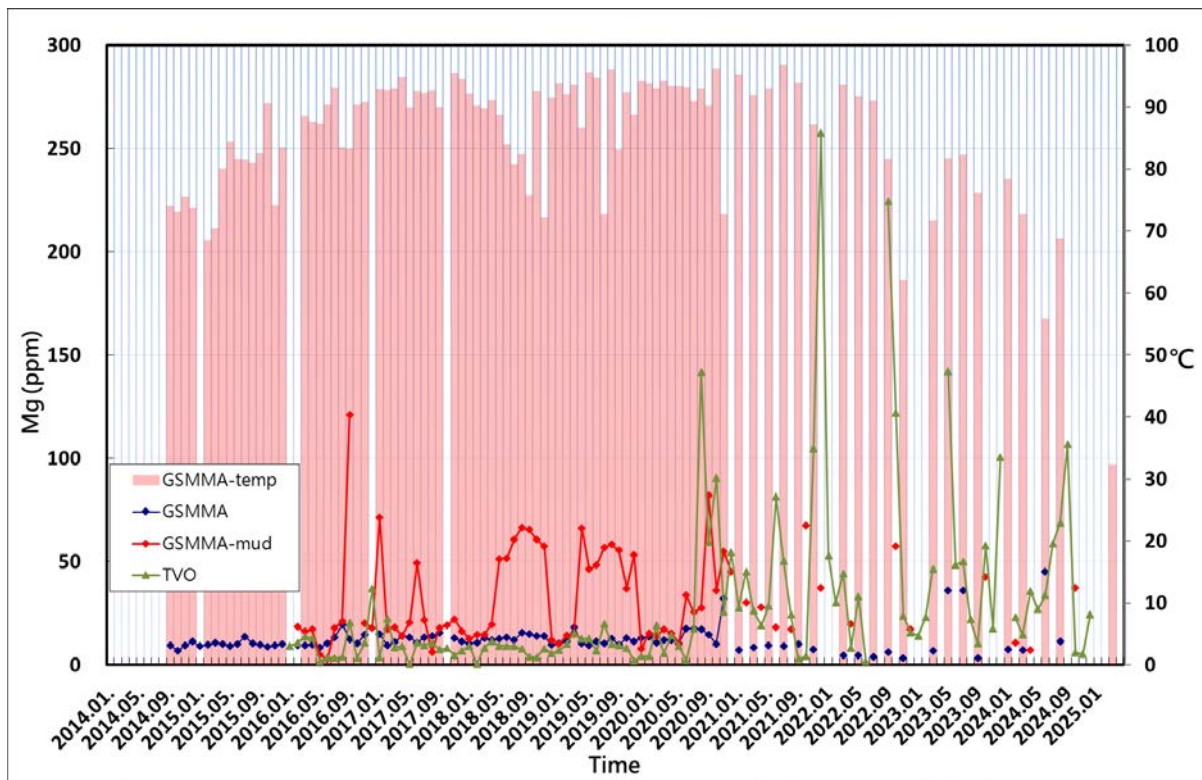


圖 16、大油坑溫泉 Mg 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

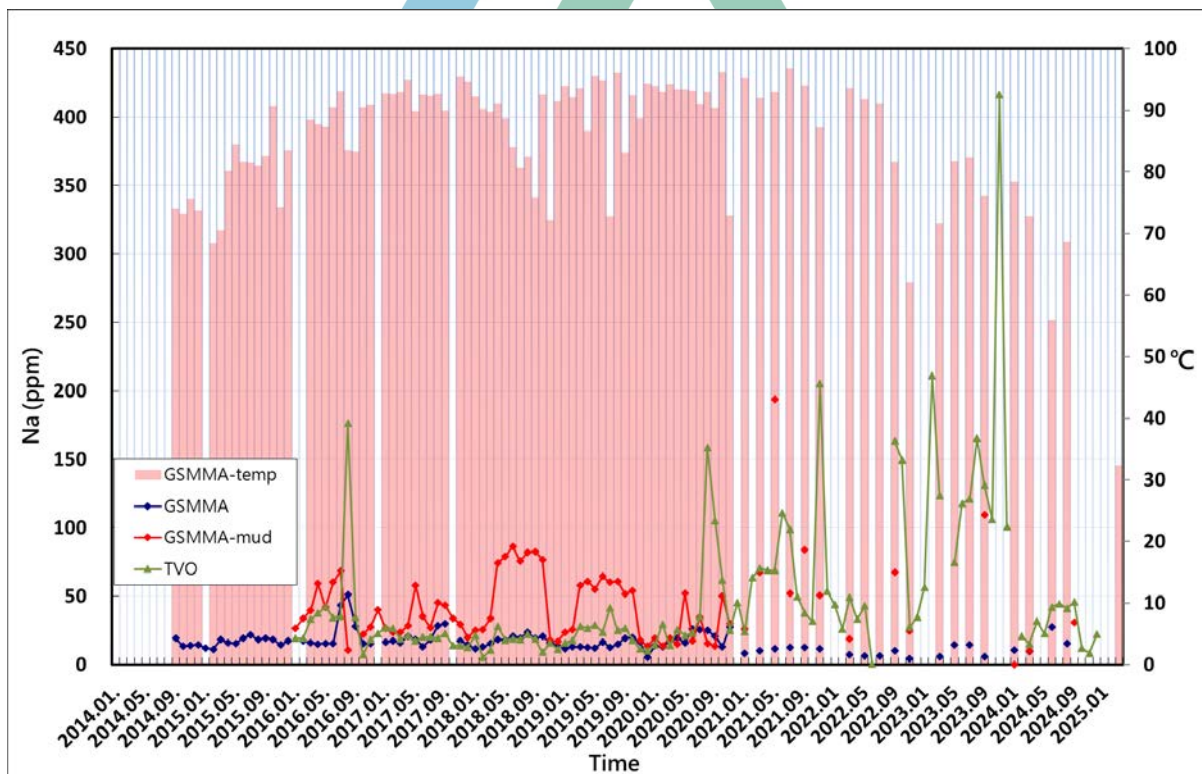


圖 17、大油坑溫泉 Na 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

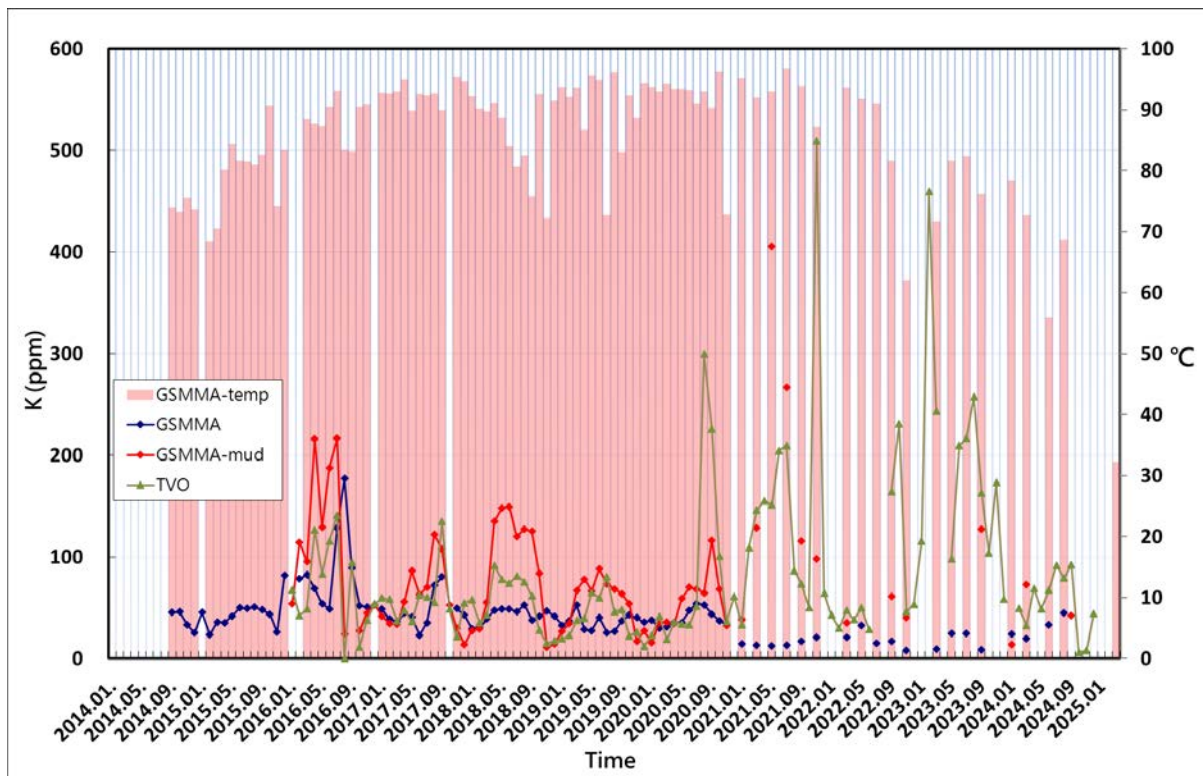


圖 18、大油坑溫泉 K 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

四礮坪

1. 溫泉性質：

人工蓄水噴氣加熱溫泉。主要陰離子為 SO_4 。pH 約 2-3，屬酸性硫酸鹽泉。

2. 採樣註記：

本監測點原有 C-03 與 C-04 兩處採樣池。2017 年 6 月原採樣池損毀，重新擇定源自 C-08 的溫泉水管（接續 C-04）（圖 19）及鄰近新溫泉池 C-05（接續 C-03）（圖 20、21）持續採樣分析。

3. 陰離子：

Cl：濃度長期穩定約 8 ppm（圖 22）。

SO_4 ：2021 年後濃度變化穩定，介於 80-350 ppm。2019 年以前夏季常態性的濃度遽升反映四礮坪地區每年枯水期溫泉氣過度加熱的季節性現象（圖 23）。

4. 陽離子：

Si：濃度長期維持在 80-350 ppm 之間。2018 年以前夏季常態性的濃度遽升反映四礮坪地區每年枯水期溫泉氣過度加熱的季節性現象（圖 24）。

Ca、Mg、Na、K：濃度長期穩定維持在 10 ppm 以下。2019 年以前夏季常態性的濃度遽升反映四礮坪地區每年枯水期溫泉氣過度加熱的季節性現象（圖 25-28）。



圖 19、四礮坪 C-08（續 C-04）溫泉水採樣點，拍攝日期 2023 年 9 月 13 日。



圖 20、四礮坪 C-05 溫泉水採樣點，2024 年後經常乾涸。拍攝日期 2023 年 9 月 13 日。



圖 21、四礮坪溫泉水無編號新池（續 C-05）採樣點，拍攝日期 2024 年 6 月 26 日。

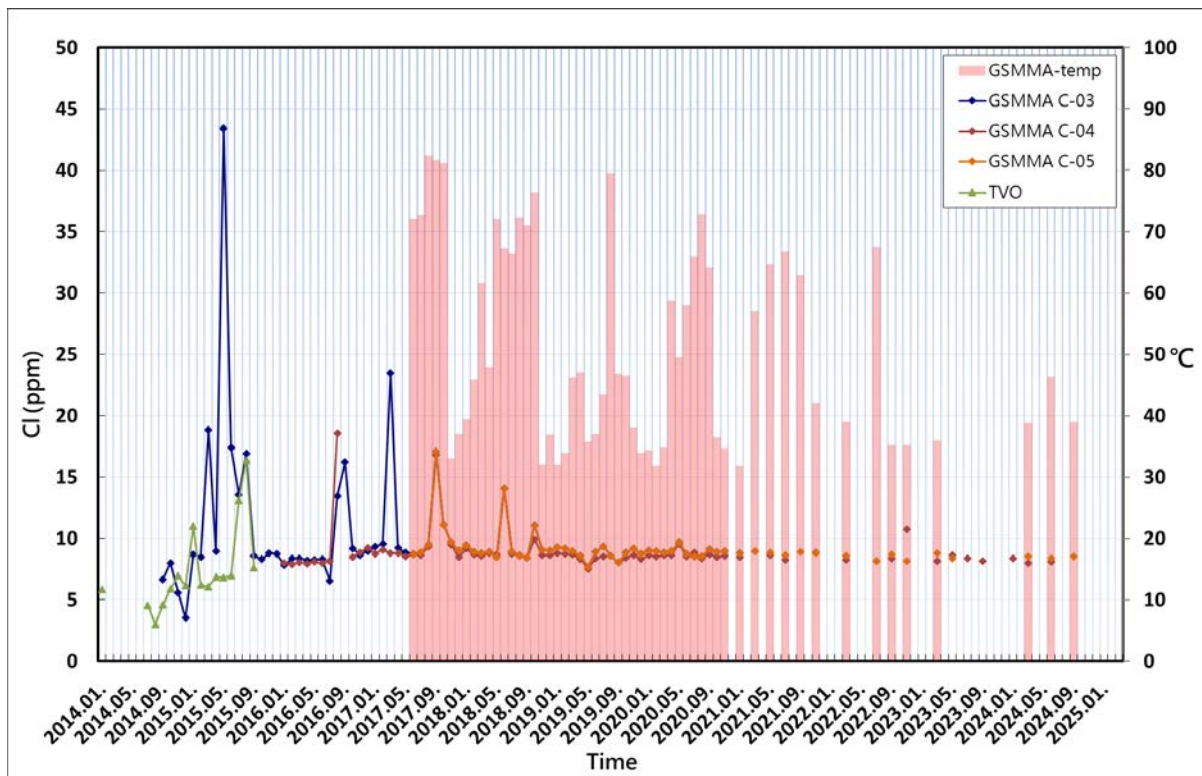


圖 22、四磺坪溫泉 Cl 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心（GSMMA）數據為藍點，國震中心（TVO）數據為綠點。

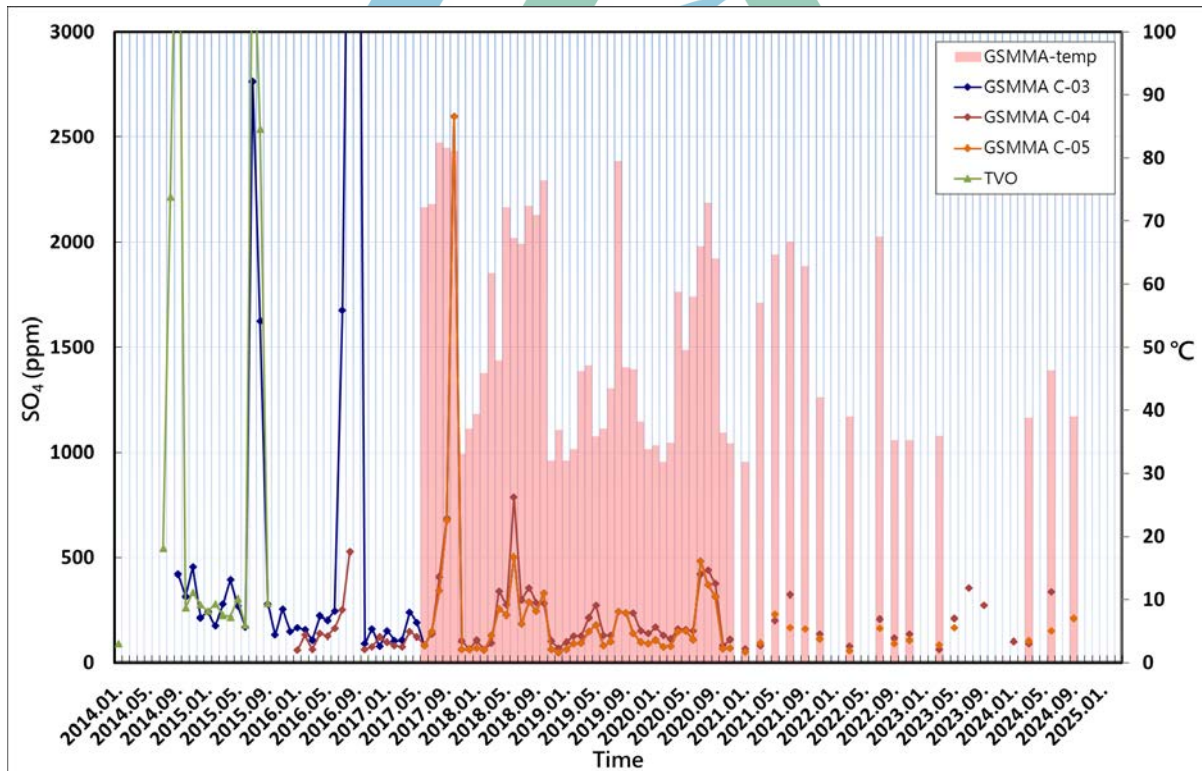


圖 23、四磺坪溫泉 SO₄ 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

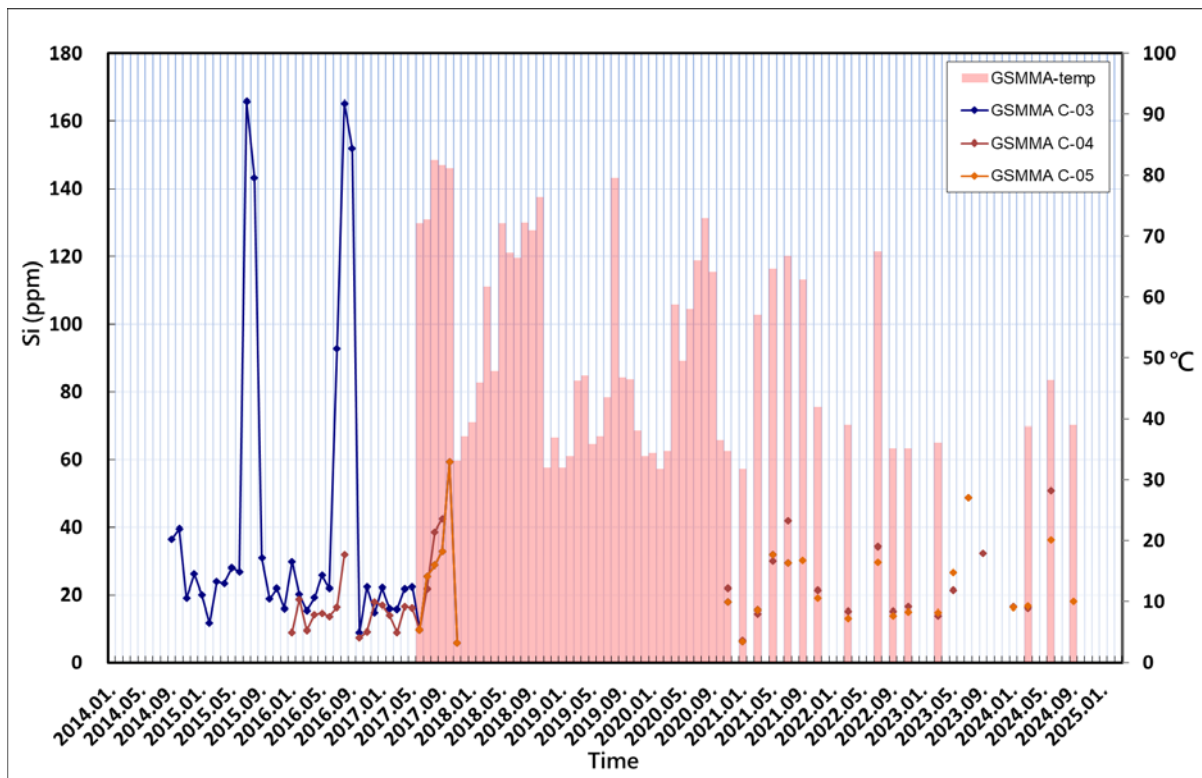


圖 24、四磺坪溫泉 Si 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

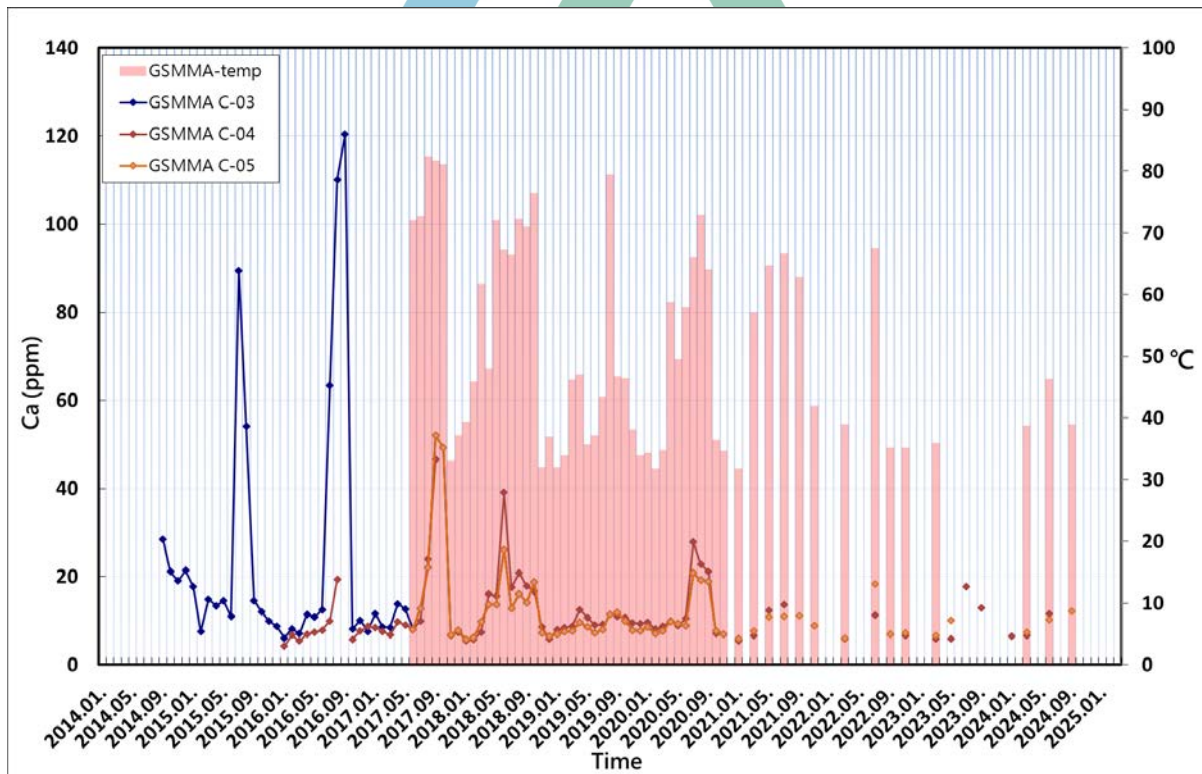


圖 25、四磺坪溫泉 Ca 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

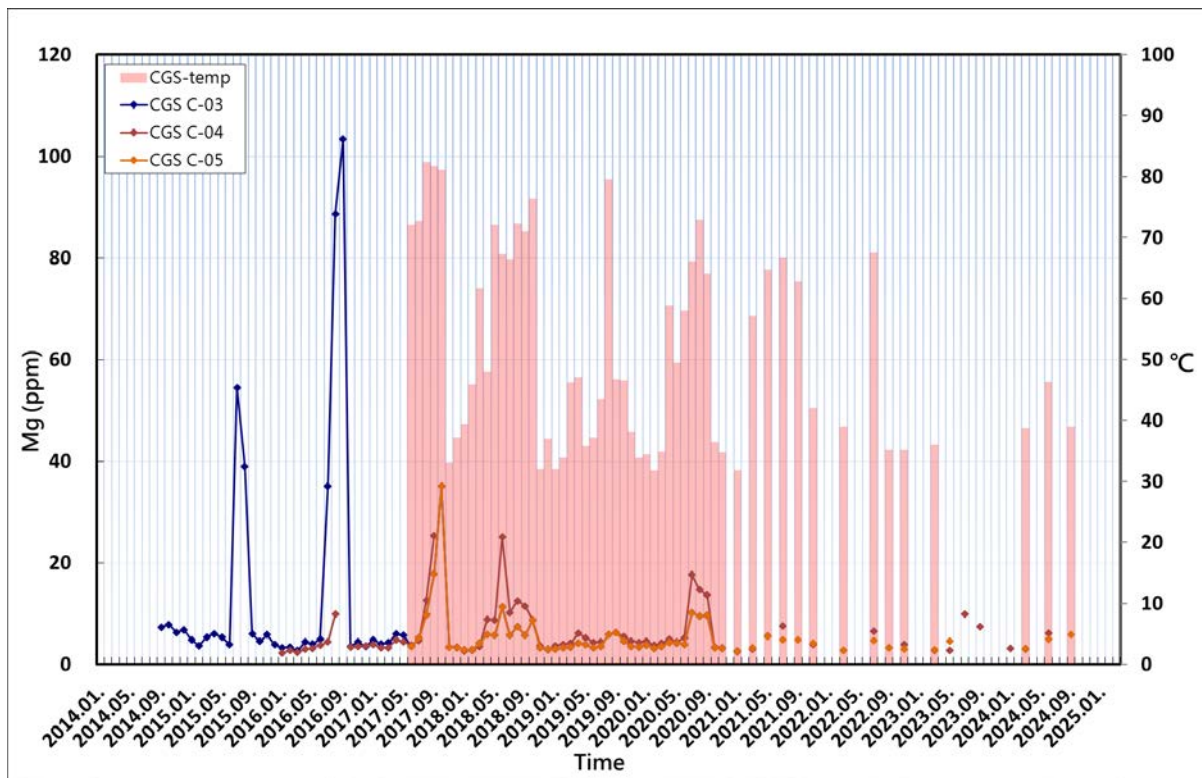


圖 26、四磺坪溫泉 Mg 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

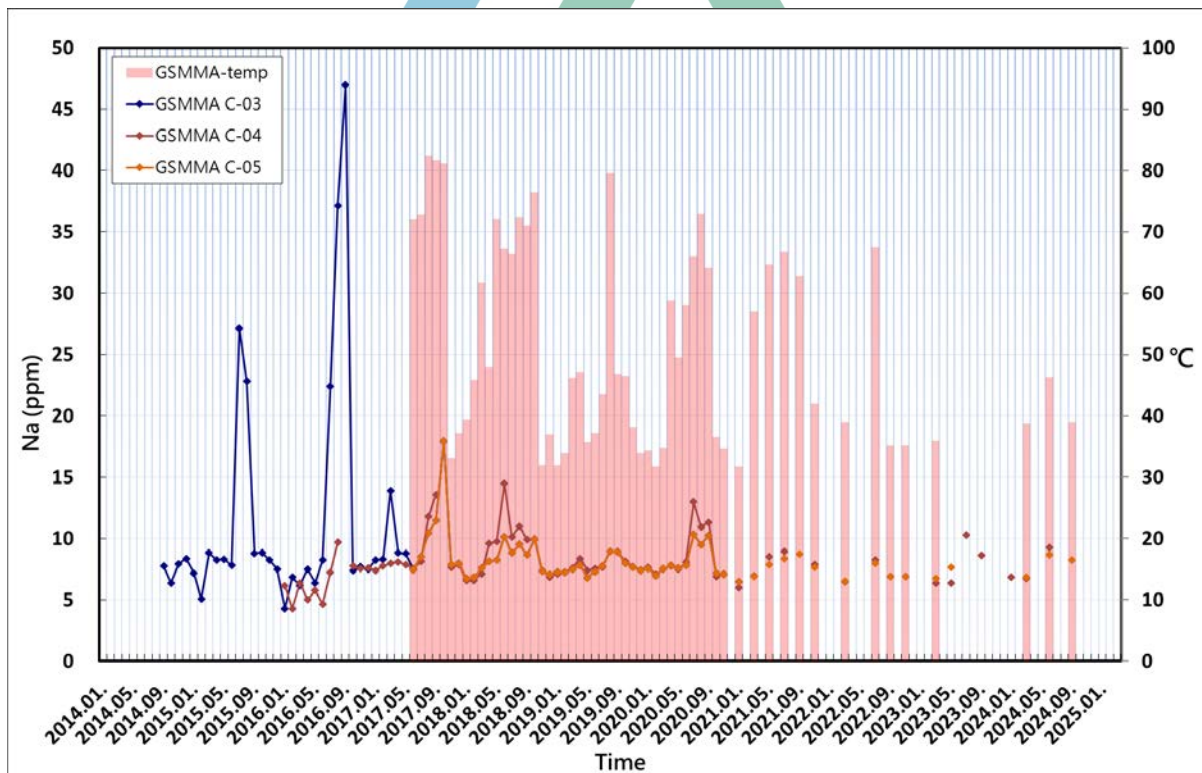


圖 27、四磺坪溫泉 Na 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

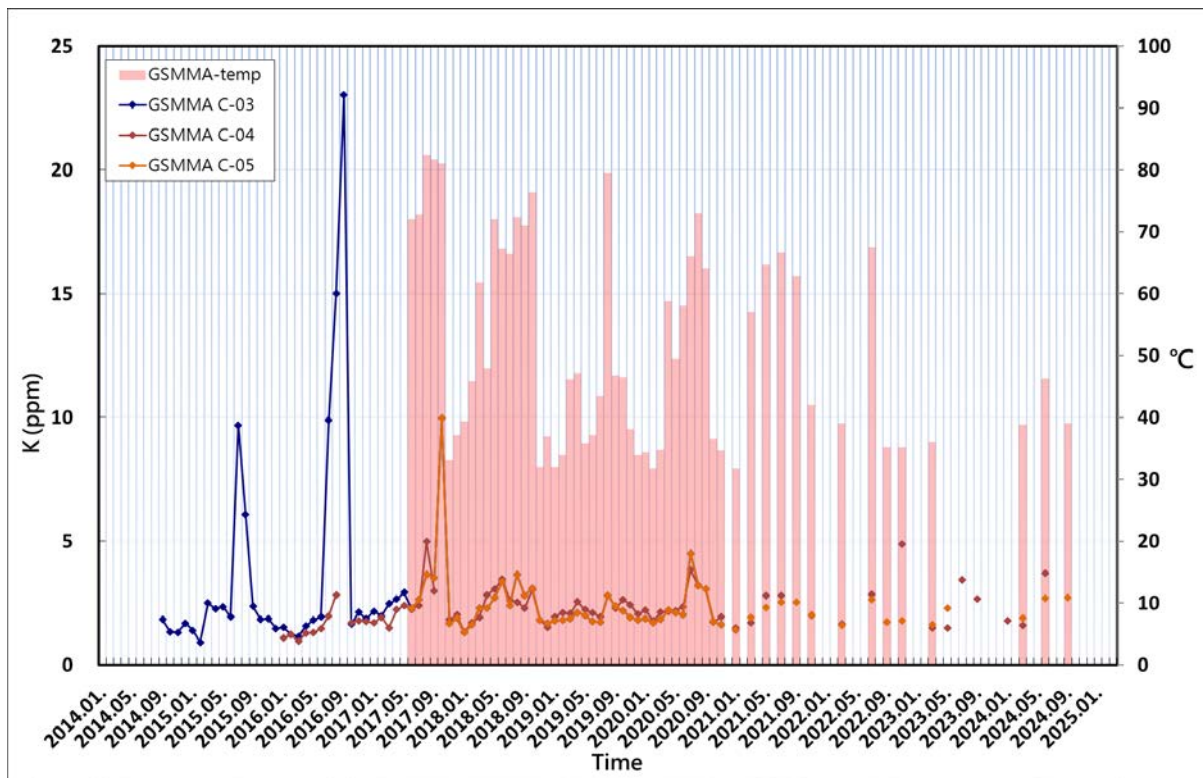


圖 28、四磺坪溫泉 K 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

八煙

1. 溫泉性質：

自湧泉；主要陰離子為 SO_4 ， Cl 次之。pH 2-3，屬酸性硫酸鹽泉（圖 29）。

2. 陰離子：

Cl ：濃度變化穩定介於 100-200 ppm 之間，與 TVO 監測數值相當一致（圖 30）。

SO_4 ：濃度變化穩定介於 150-700 ppm 之間，與 2020 年之前 TVO 數值一致（圖 31）。2021 年起 TVO 數值逐漸走高，與本中心數值出現區別，疑似系統性偏移。

3. 陽離子：

Si ：濃度變化明顯，通常介於 30-80 ppm 之間，TVO 數值亦呈現一致的趨勢（圖 32）。

Ca 、 Mg 、 Na 、 K ： Ca 、 Mg 、 Na 濃度變化趨勢相似，長期變化範圍穩定，亦與 TVO 數據變化相當吻合（圖 33-35）。 K 濃度長期穩定維持約 5 ppm，TVO 則經常出現 K 濃度遽增數倍的情形，顯非自然現象，分析結果應再商榷（圖 36）。



圖 29、八煙採樣點，拍攝日期 2024 年 6 月 26 日。

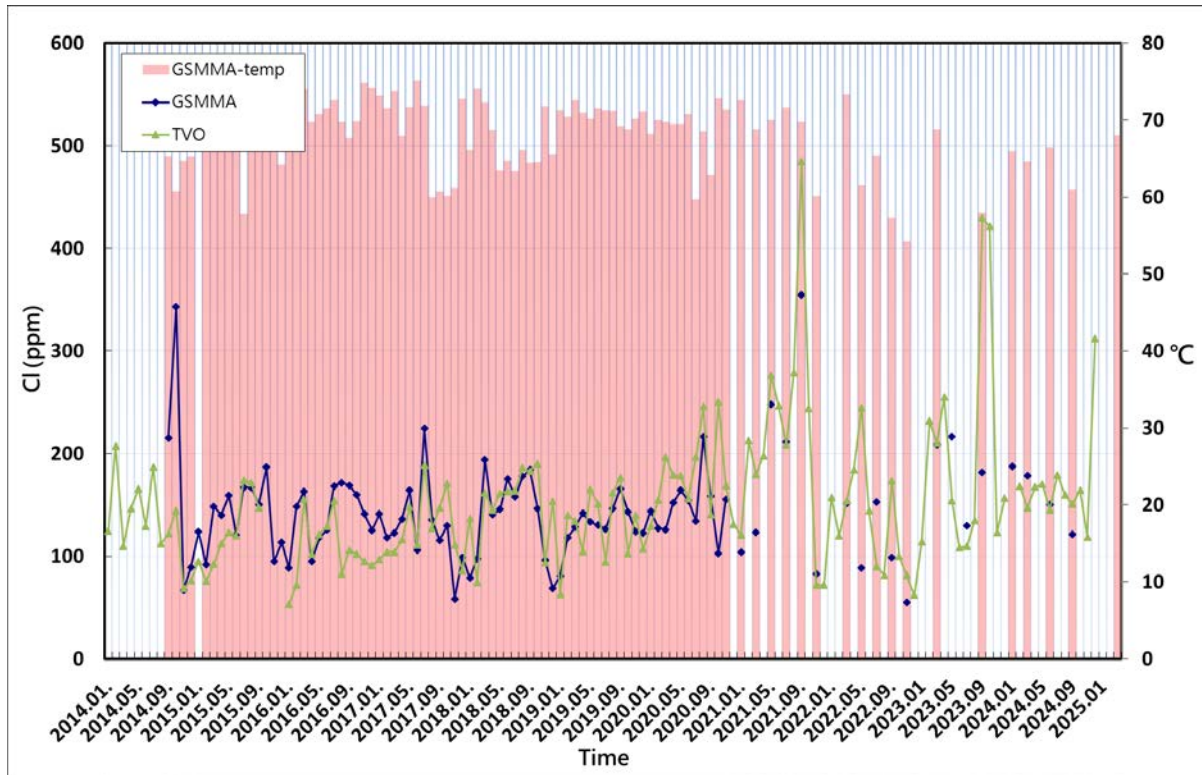


圖 30、八煙溫泉 Cl 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心 (GSMMA) 數據為藍點，國震中心 (TVO) 數據為綠點。

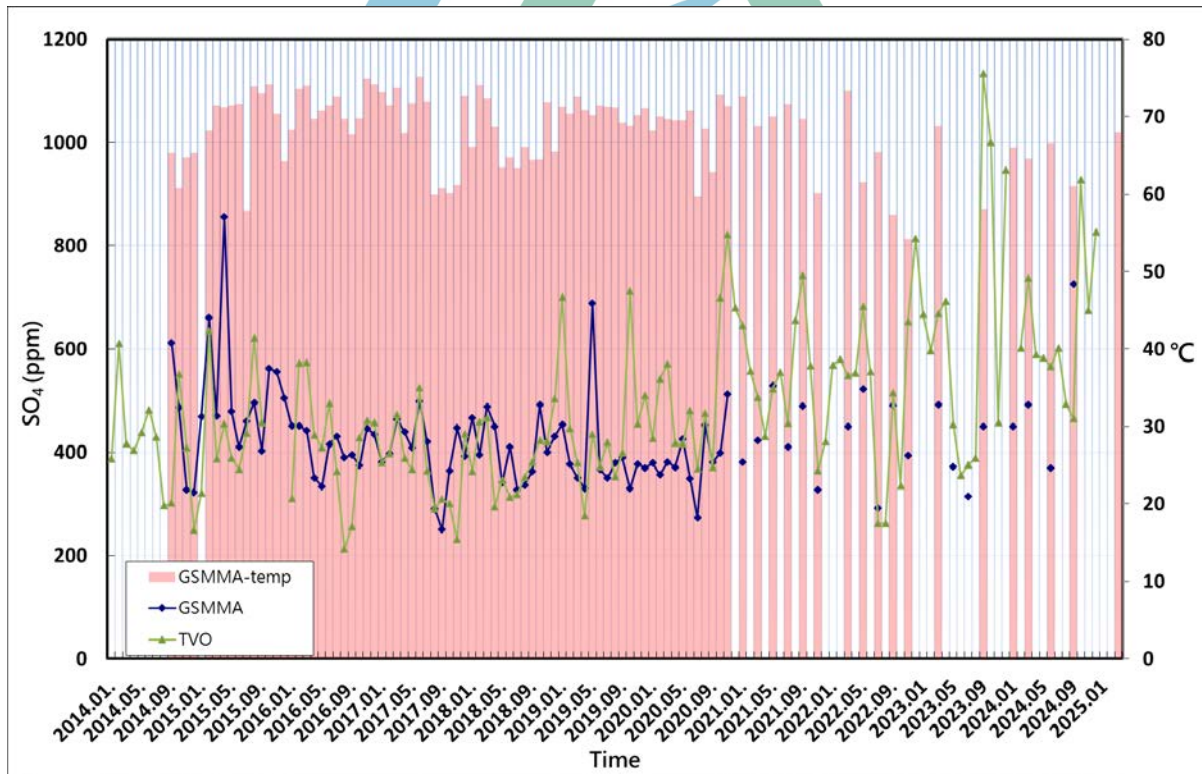


圖 31、八煙溫泉 SO₄ 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

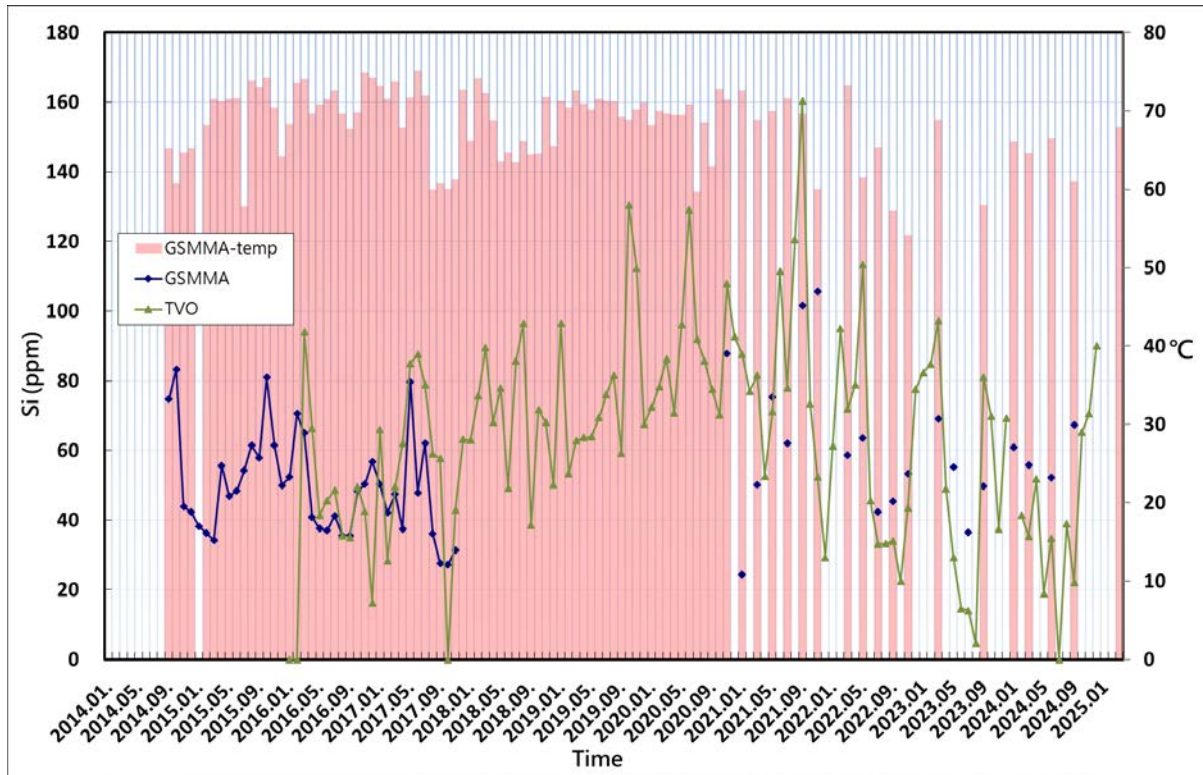


圖 32、八煙溫泉 Si 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

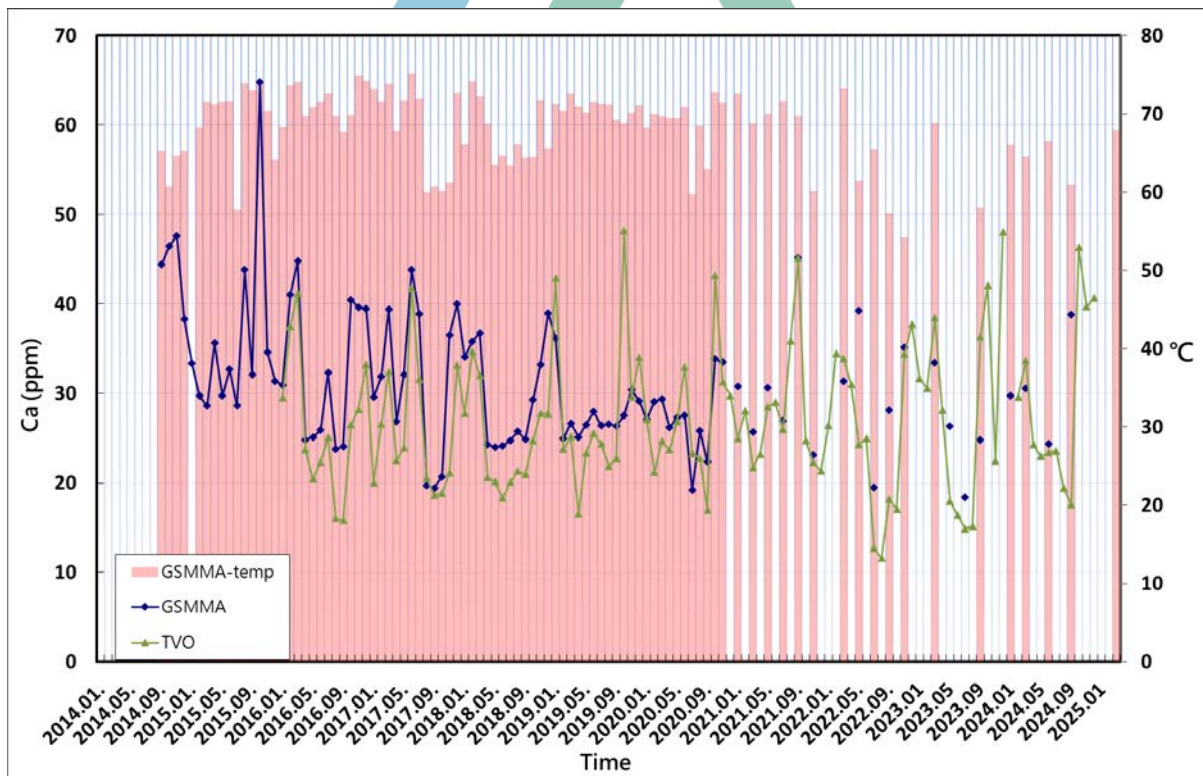


圖 33、八煙溫泉 Ca 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

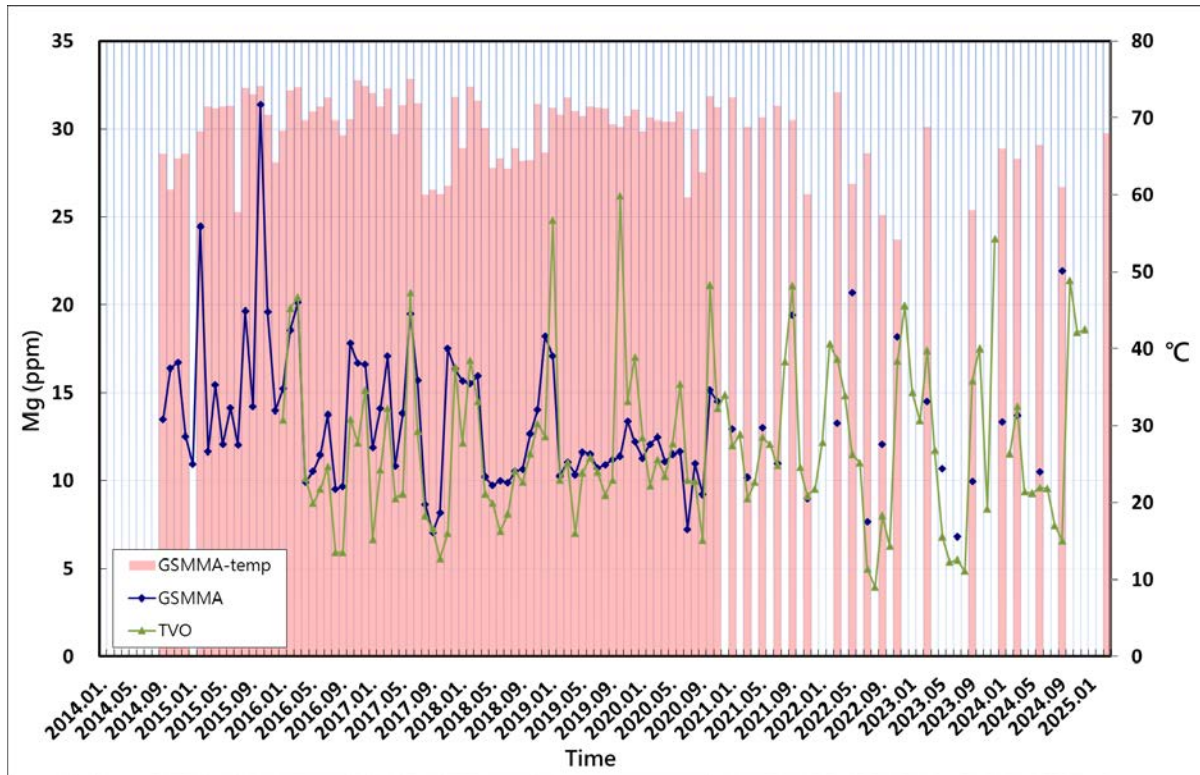


圖 34、八煙溫泉 Mg 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

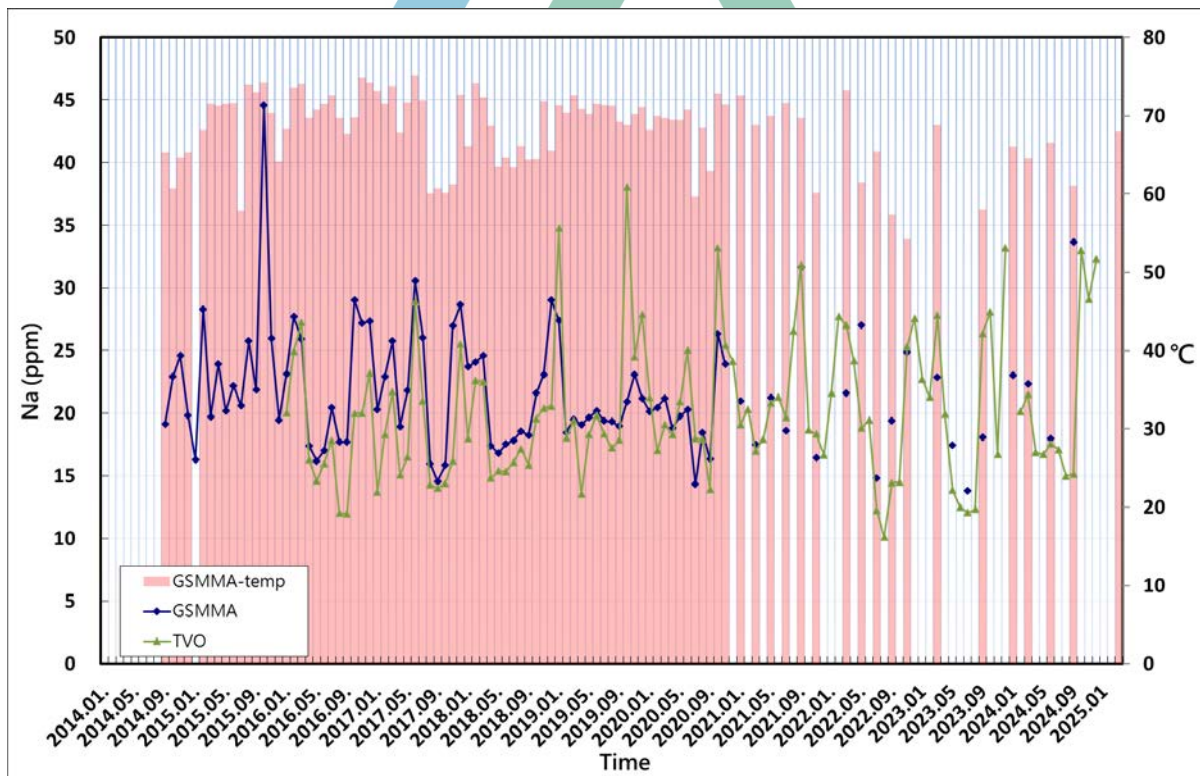


圖 35、八煙溫泉 Na 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

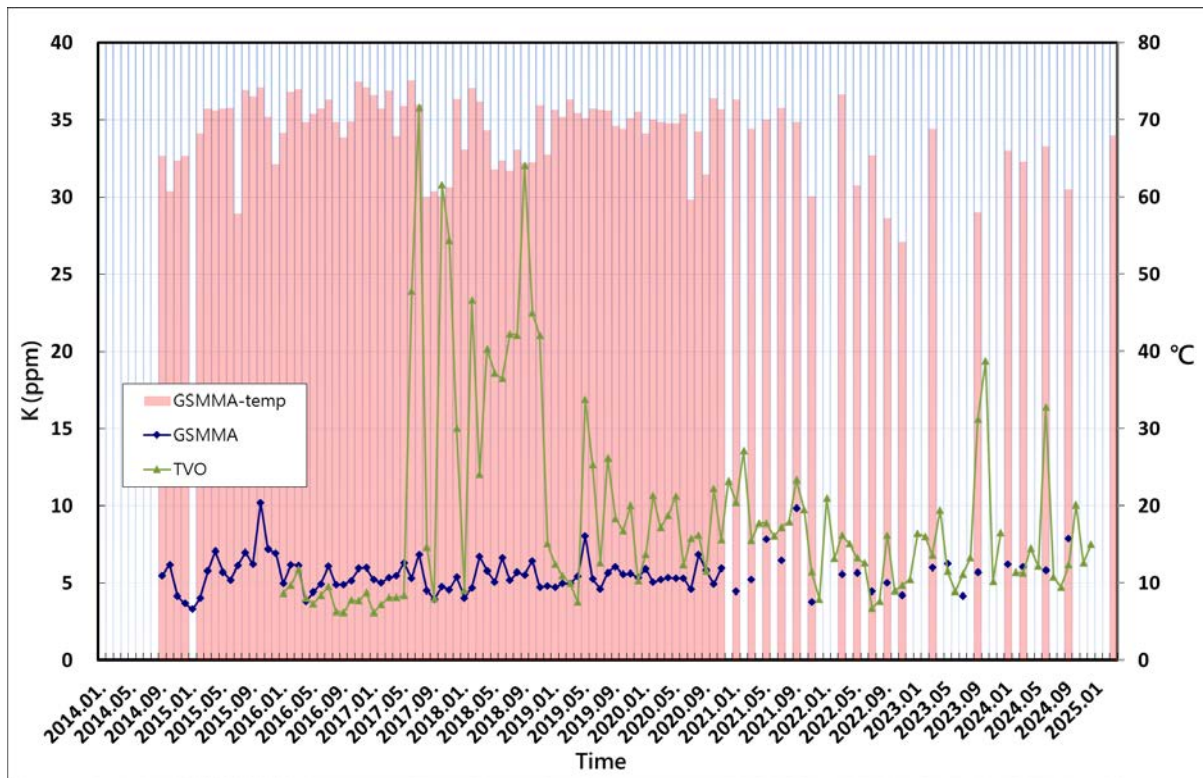


圖 36、八煙溫泉 K 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

地熱谷

1. 溫泉性質：

自湧泉；主要陰離子為 SO_4 ， Cl 次之， $\text{pH} < 2$ ，屬酸性硫酸鹽氯化物泉。

2. 採樣註記：

新北投溫泉區地熱谷公園於 2021 年 5 月起進行景觀整修工程，2021 年 11 月起園區封閉暫停採樣，2022 年 7 月完工開放後接續採樣（圖 37）。

3. 陰離子：

Cl 、 SO_4 濃度變化趨近一致，兩者皆長期穩定保持在 1.5-2 ‰範圍（圖 38、39）。
 TVO 測得數值平均比本中心高 1 ‰以上（圖 38、39），尤其 2022 年後 TVO 數值持續攀高，本年度差距已達 1.5 ‰以上，約為本中心測得濃度的 2 倍，可能是分析問題導致數據偏移。

4. 陽離子：

Si：2022 年後穩定維持在 80 ppm 附近，僅在 2024 年 6 月徒升至 141 ppm，為近年少見現象（圖 40）。 TVO 數值自 2016 年後變化極大、在 60-160 ppm 之間擺盪，且平均數值比本中心高出 30 ppm 以上，2023 年 5 月後再徒降至 70-90 ppm，不似自然變化。

Ca、Mg、Na、K：Ca、Mg、Na、K 近年濃度平穩，無顯著異常（圖 41-44）。 TVO 數值相較波動略大，整體變化平穩，與本中心數值趨勢相符。與本中心相較， TVO 測得 Na 平均偏高約 100 ppm，Mg 偏低近 10 ppm，K 偏高 20-50 ppm（圖 41-44）。



圖 37、地熱谷溫泉水採樣點，拍攝日期 2024 年 9 月 5 日。



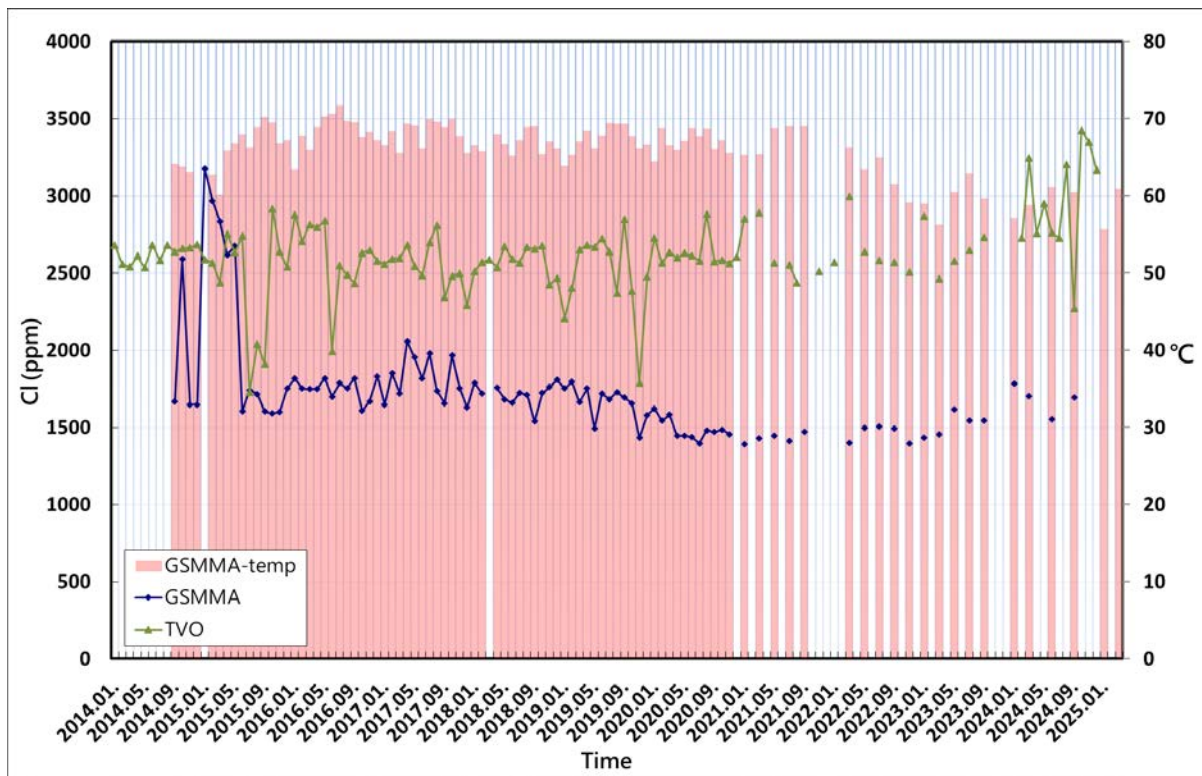


圖 38、地熱谷溫泉 Cl 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心 (GSMMA) 數據為藍點，國震中心 (TVO) 數據為綠點。

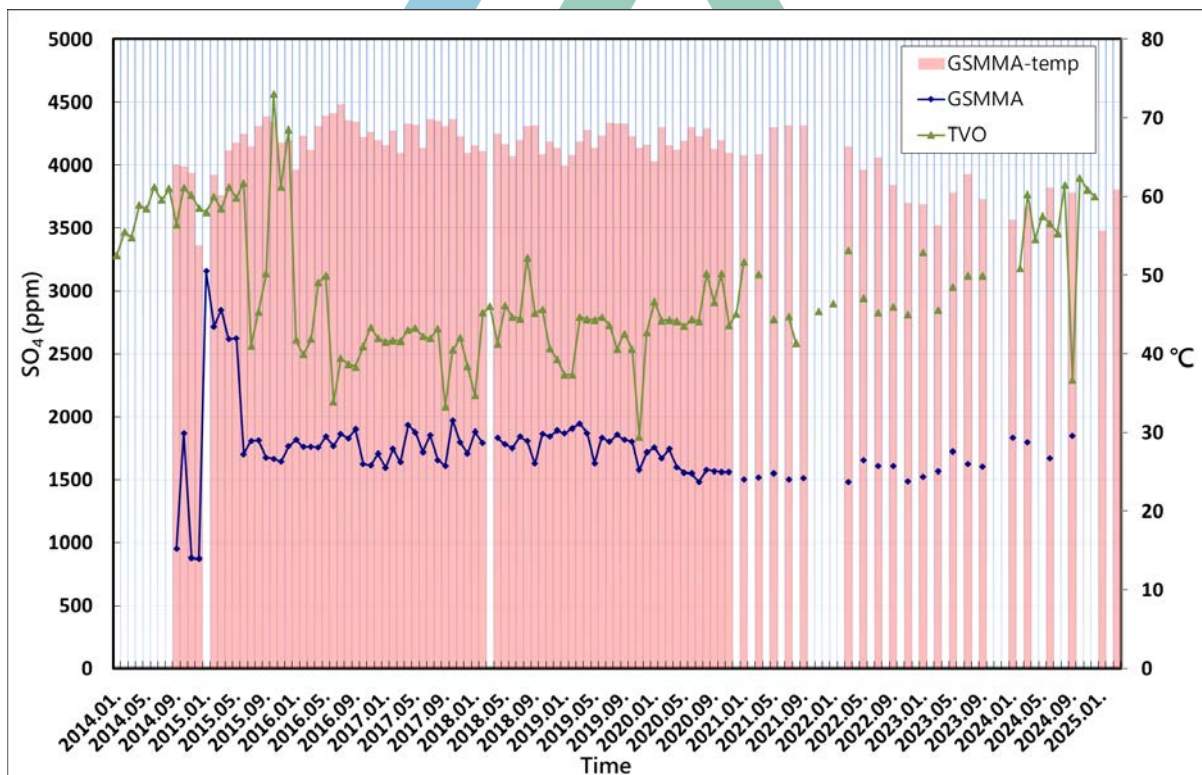


圖 39、地熱谷溫泉 SO₄ 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

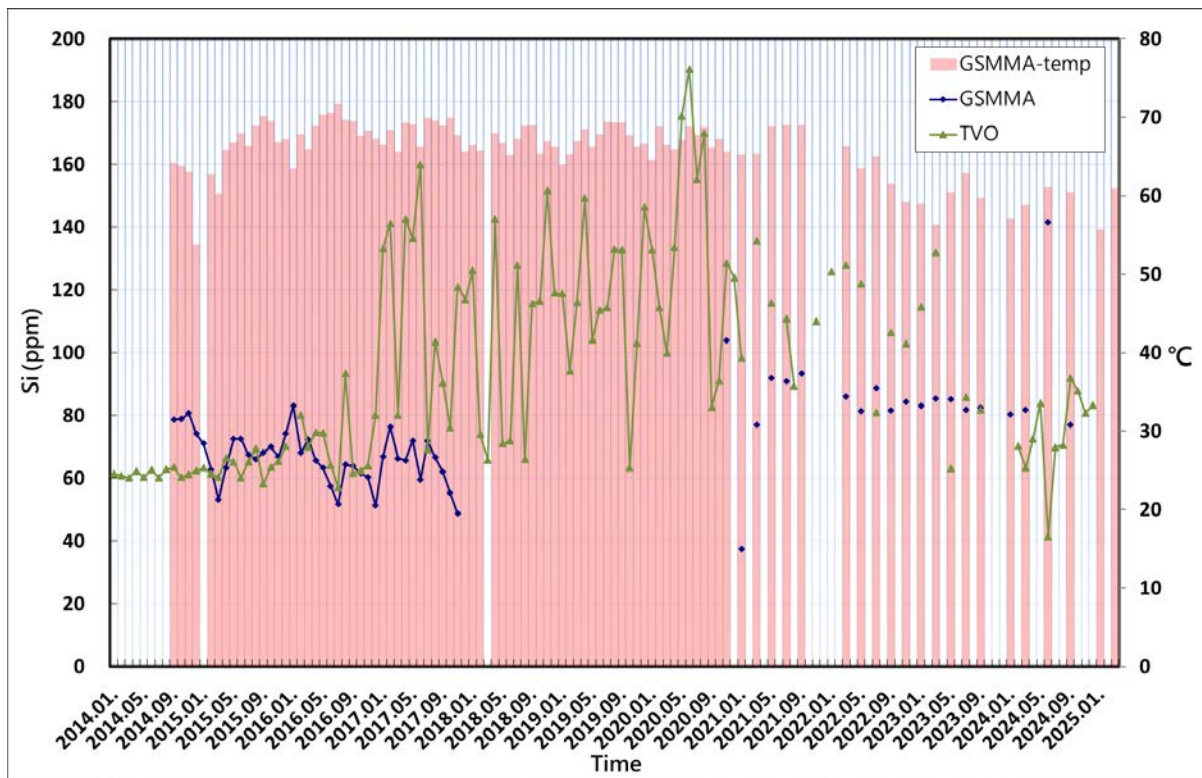


圖 40、地熱谷溫泉 Si 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

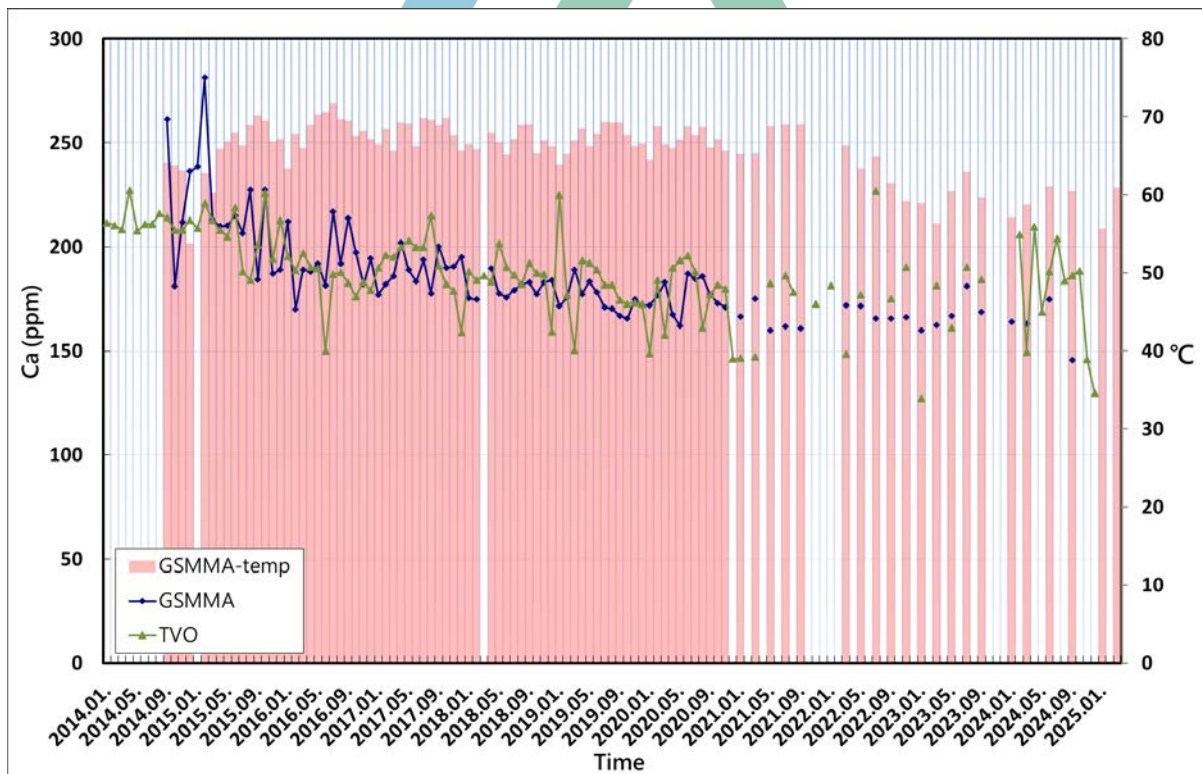


圖 41、地熱谷溫泉 Ca 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

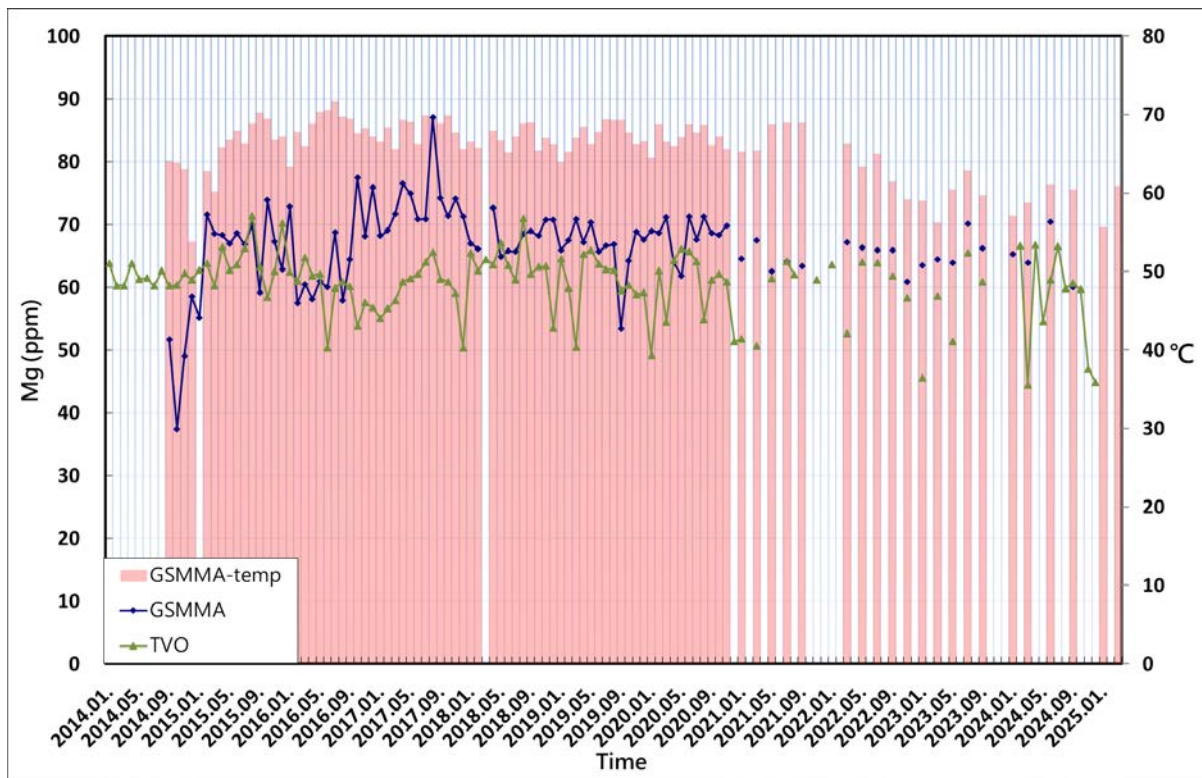


圖 42、地熱谷溫泉 Mg 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

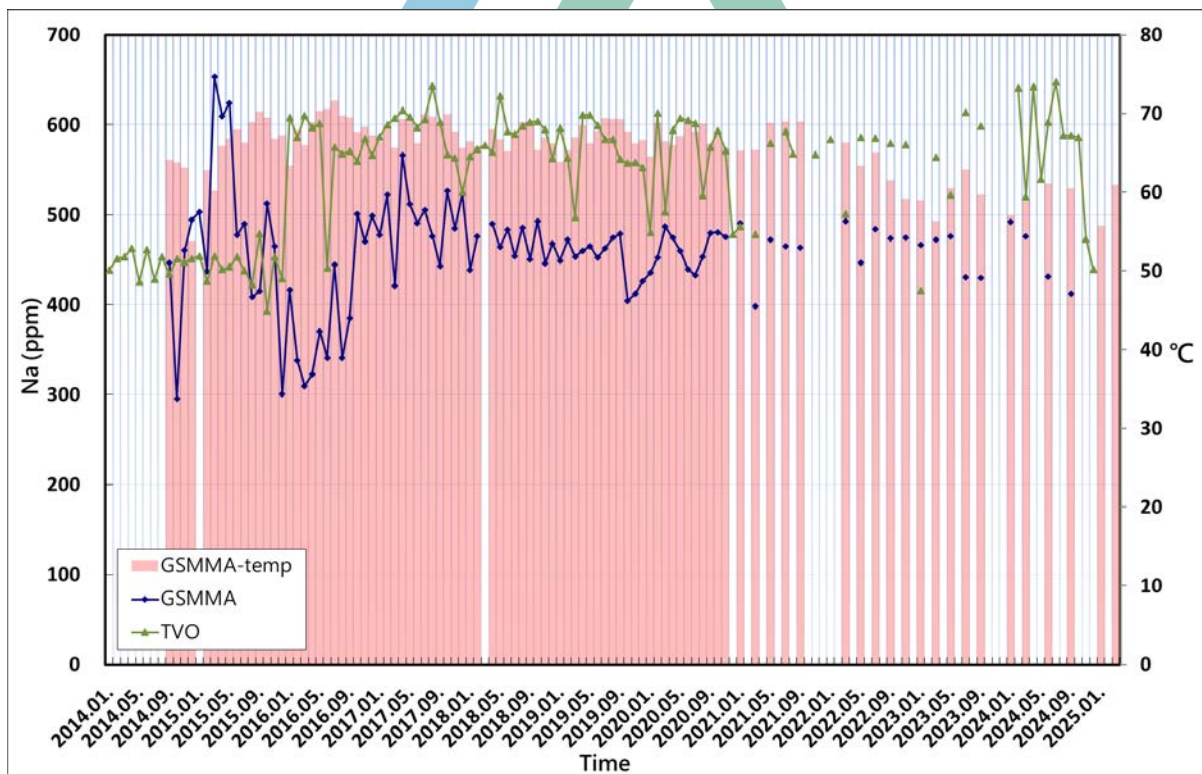


圖 43、地熱谷溫泉 Na 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

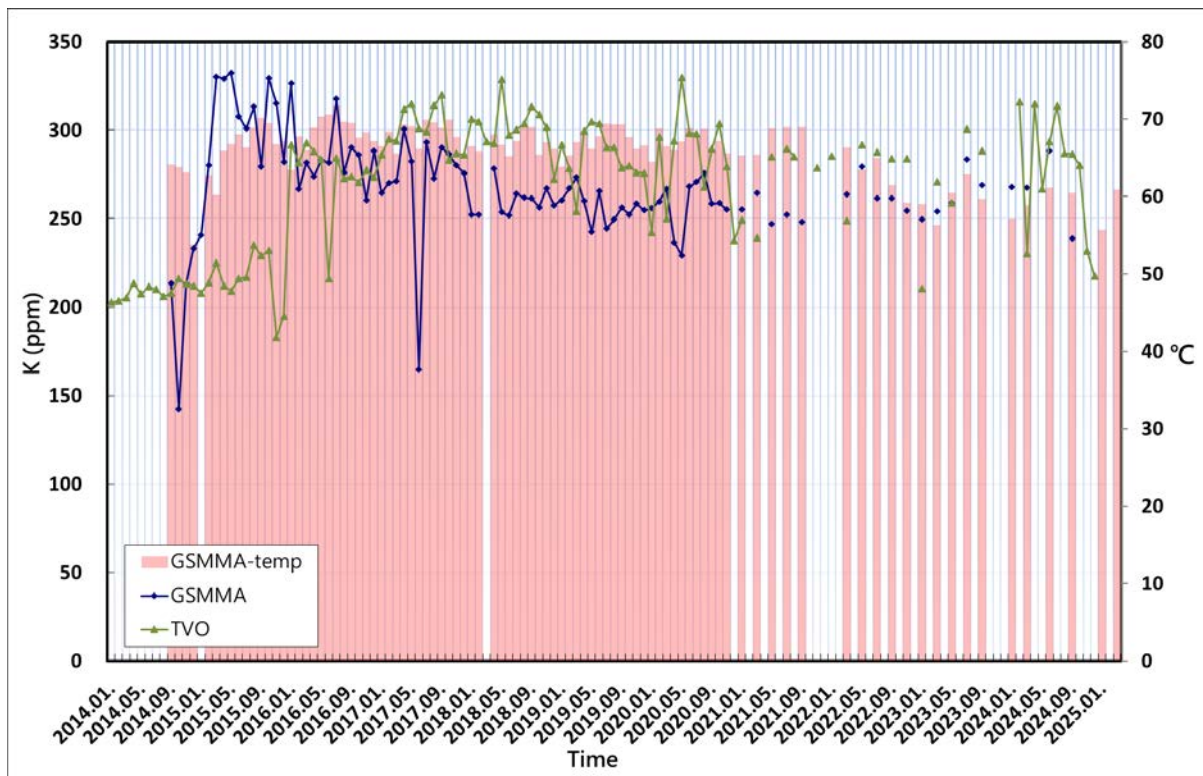


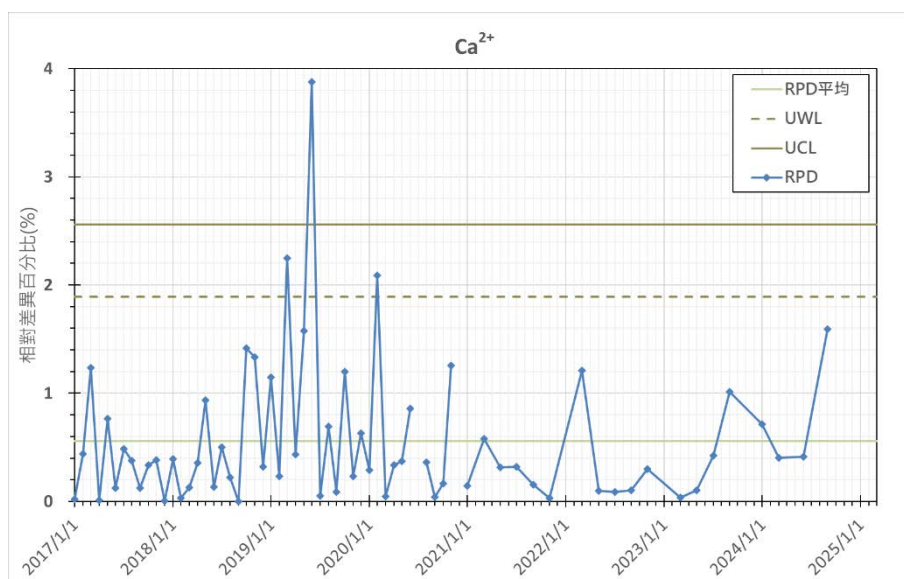
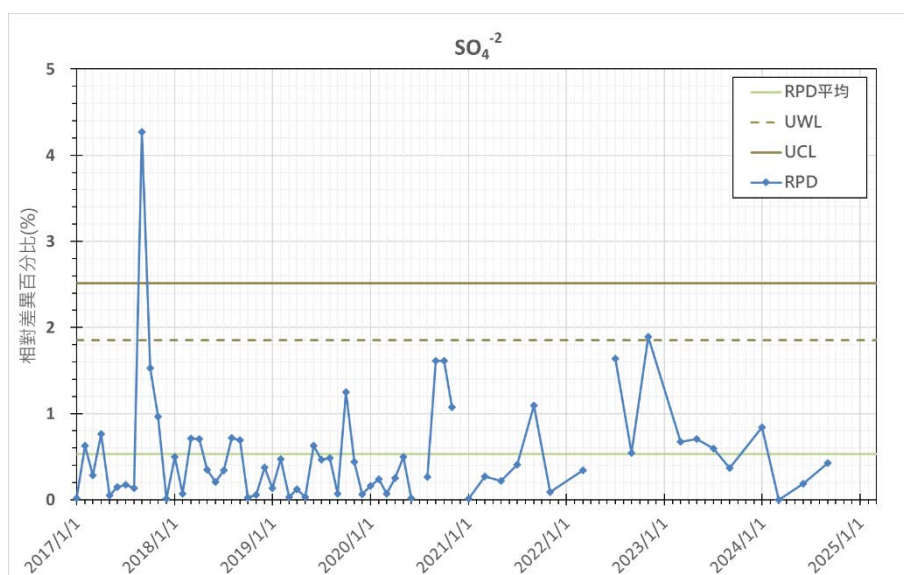
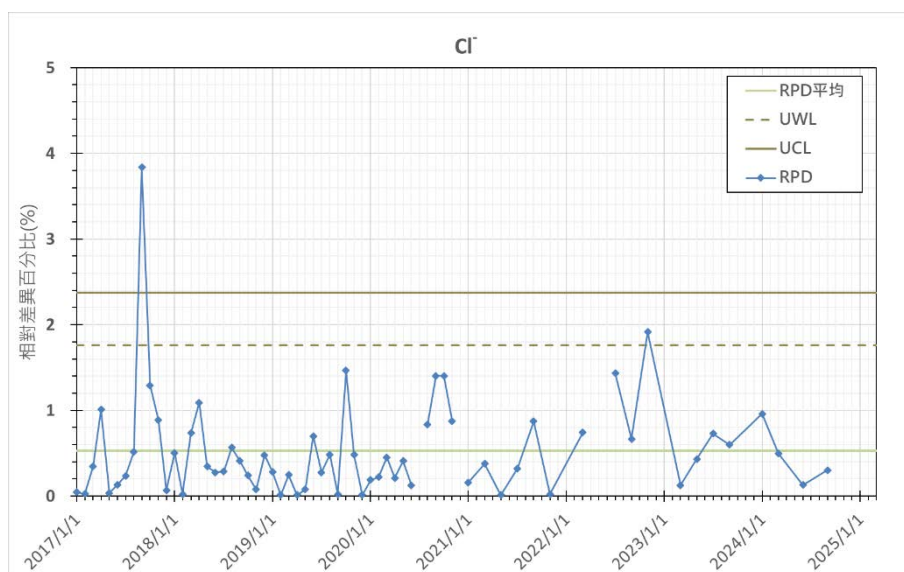
圖 44、地熱谷溫泉 K 離子與水溫隨時間變化，縱軸左為濃度 ppm，縱軸右為攝氏溫度，橫軸為日期。本中心數據為藍點，國震中心數據為綠點。

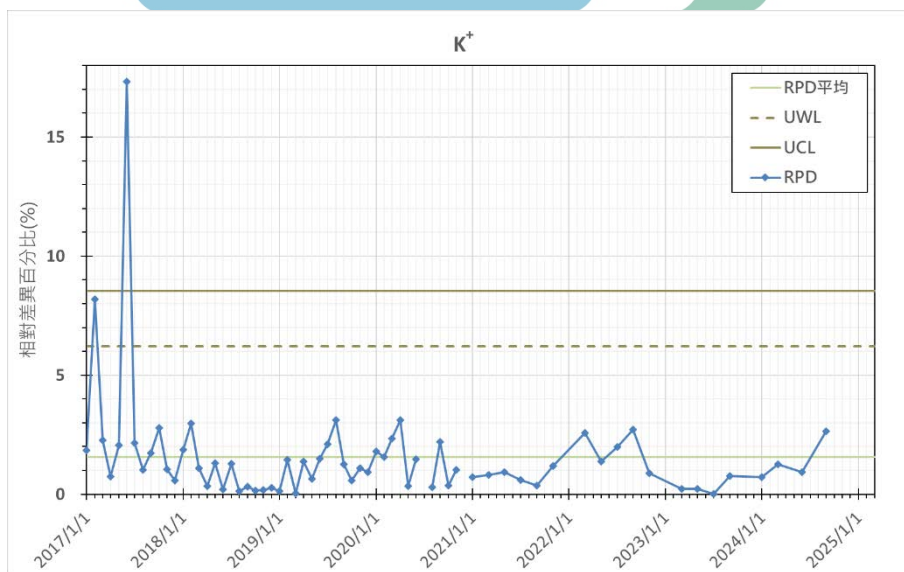
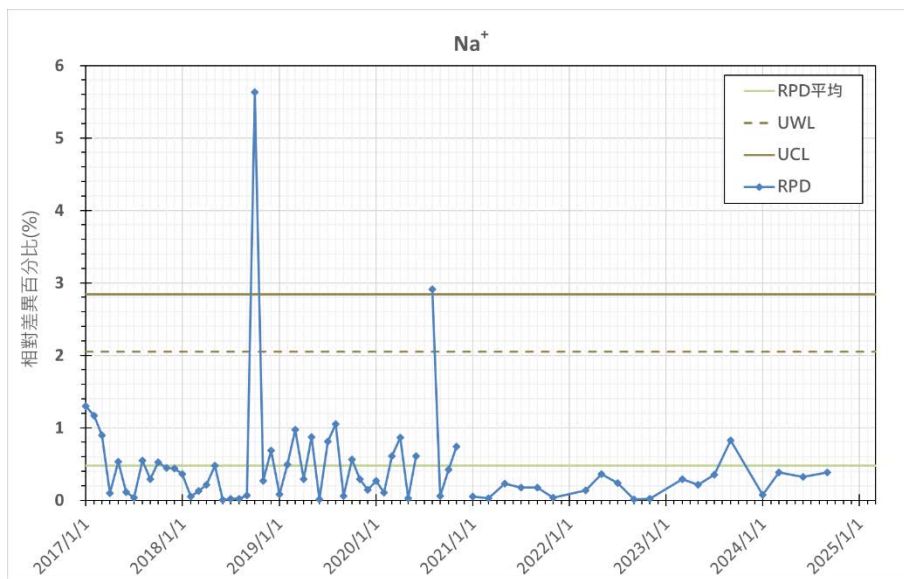
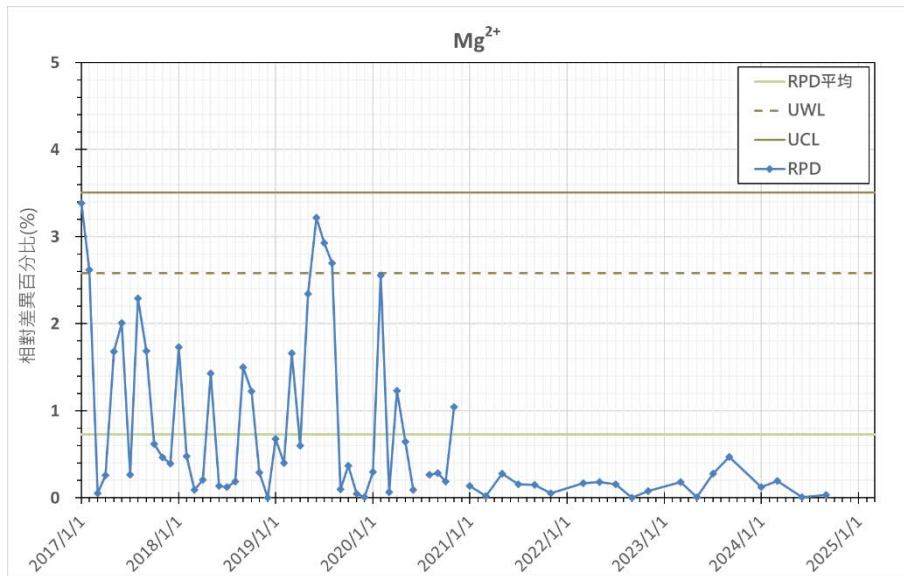
分析備註

1. 2014 年以 Dionex IC 分析陰、陽離子。2015 年起陰離子以 Metrohm 883 Basic IC、陽離子以 Dionex IC 分析。2016 年 10 月起，陰離子以 Metrohm 930 Compact、陽離子以 Metrohm 883 Basic IC 分析。
2. 2015 年 6 月起，導入 Metrohm IC 自動進樣系統，樣品稀釋自動化。
3. 2021 年 1 月起，納入 Agilent ICP-OES 5800 分析結果：Si（其他元素未列出）。
4. 本實驗室依循行政院環保署公告之「環境檢驗品管分析執行指引（文件編號：NIEA-PA104）」進行分析流程之品質管制，並參照「環境檢驗室品質管制圖建立指引（文件編號：NIEA-PA104）」製作品質管制圖，確保測定結果合乎品管要求。主要陰離子（Cl、SO₄）、陽離子（Ca、Mg、Na、K）之重複樣品（[附圖 a](#)）與查核樣品（[附圖 b](#)）品質管制圖如後。

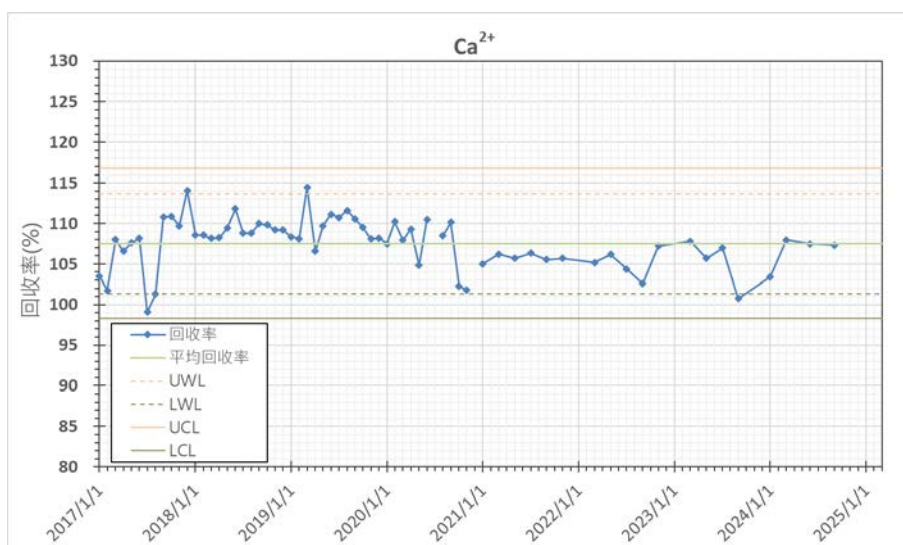
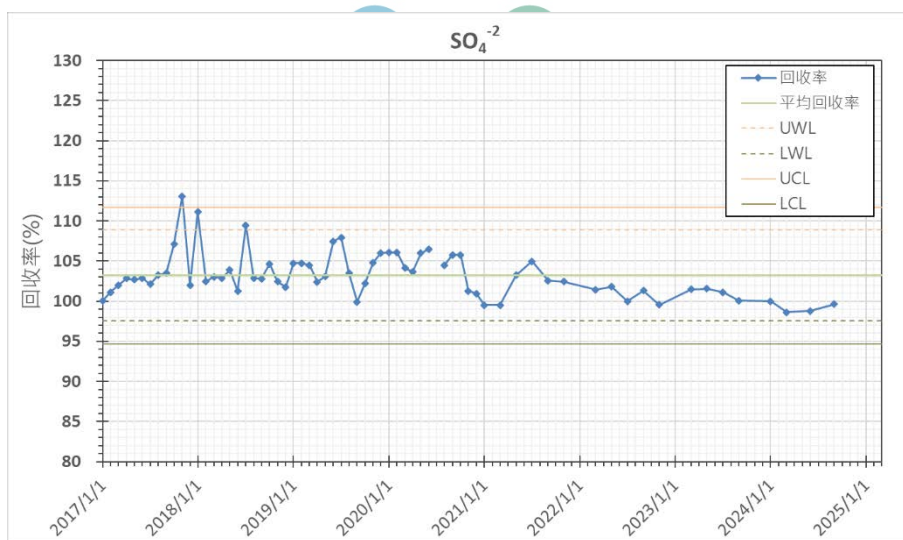
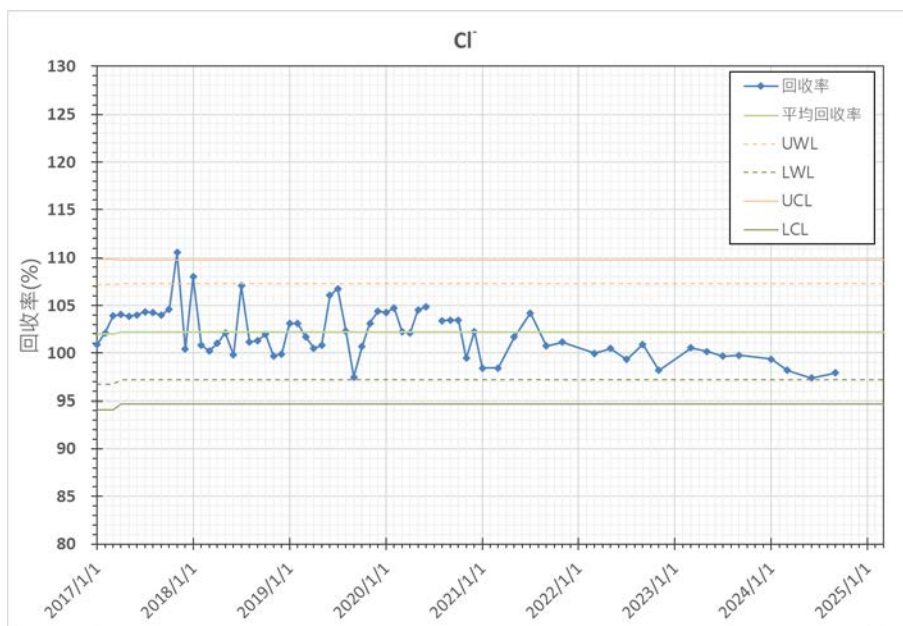


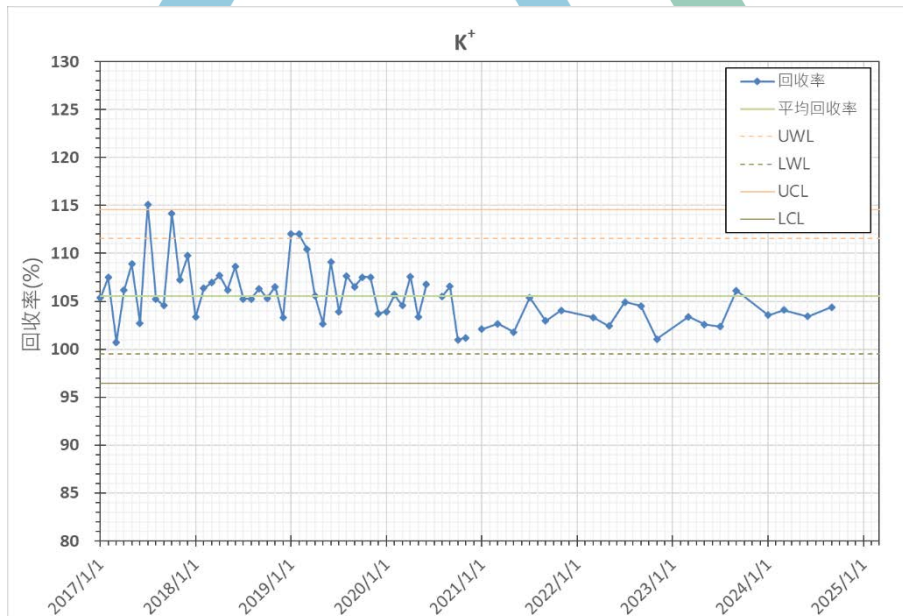
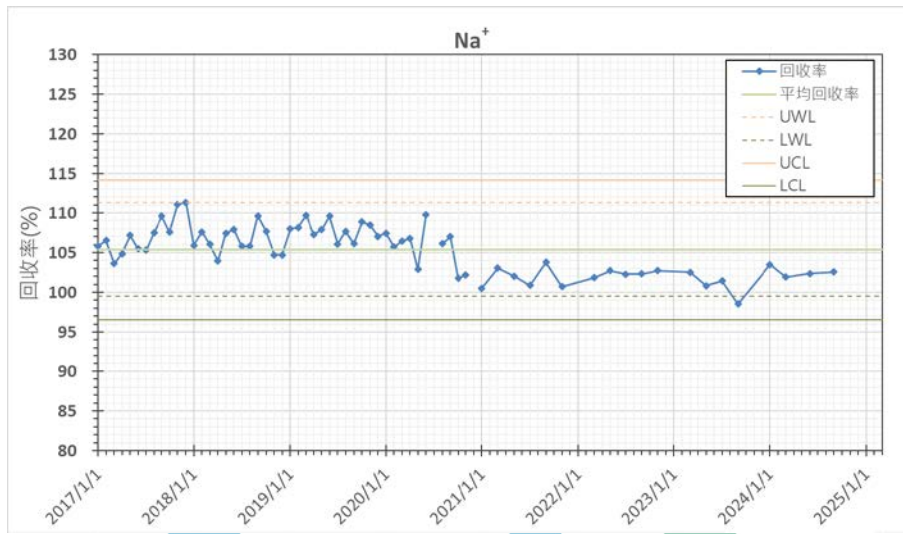
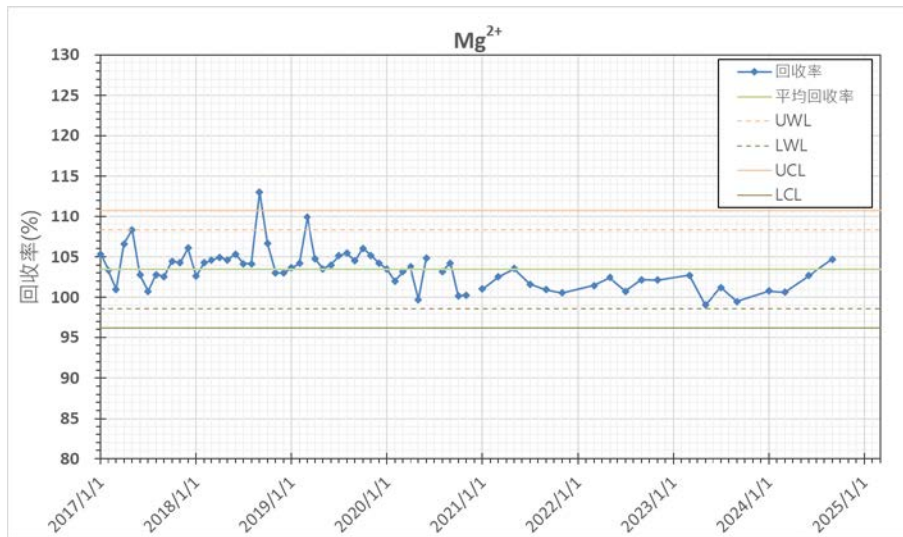
- a. 重複樣品（陽離子-八煙、陰離子-四磺坪）分析品質管制圖。RPD：相對差異百分比；UWL：警告上限值；UCL：管制上限值。





b. 查核樣品分析品質管制圖 (25 ppm 標準品)。UWL：警告上限值；UCL：管制上限值；LWL：警告下限值；LCL：管制下限值。





五、地溫監測結果

小油坑 自 2017 年 3 月設站，設置井下自記式地溫計（250、350 公尺深）、即時地溫紀錄模組（350 公尺深）。

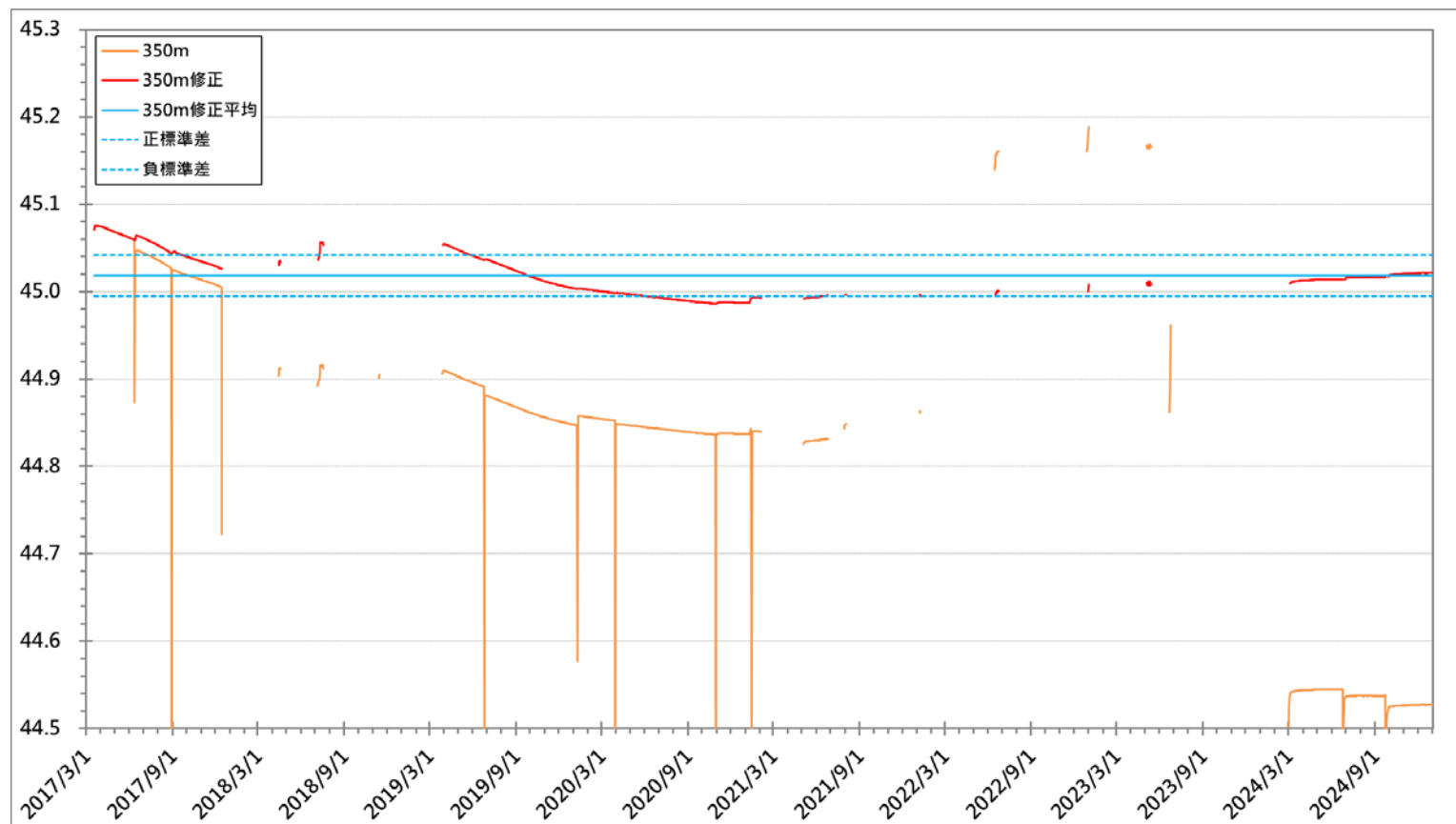


圖 45、井下 350 公尺溫度（縱軸：攝氏度）隨時間（橫軸）變化：橘線為未修正資料（原始採樣率 3 分鐘/次，取日平均值製圖），紅線為修正後資料。溫度穩定，全年變化量小於 0.01°C 。突峰為儀器維護之溫度偏移。資料區間 2017/3/17-2024/9/24（2024/9/25 以後資料缺失）。

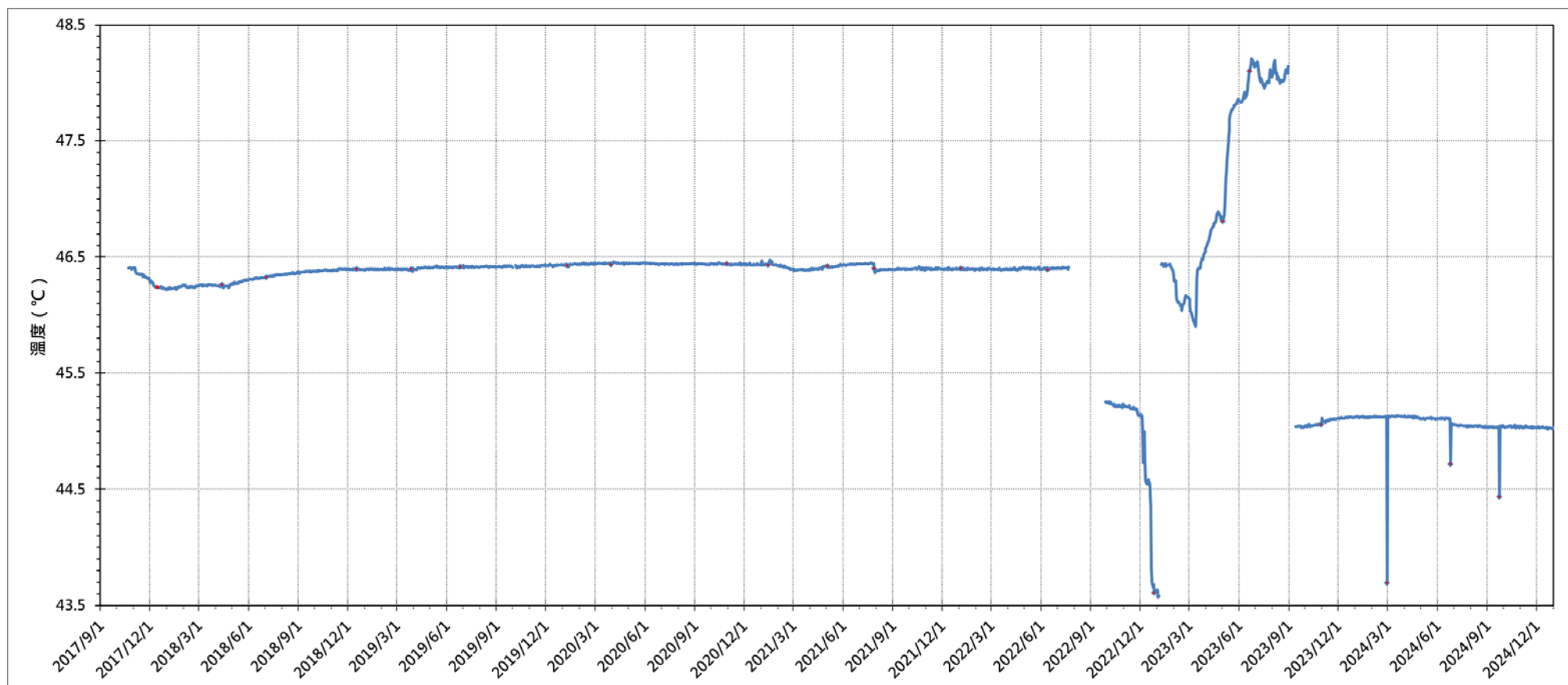


圖 46、井下 350 公尺即時地溫紀錄模組資料：2022/7/21-2023/9/14 因紀錄器損壞與設備更換因素造成資料缺失與溫度飄移，2023/9 後溫度紀錄回復穩定，全年溫度變化量小於 0.1°C。負溫度峰來自維護時將探針自井內取出所致。原始採樣率 10 分鐘/次，取日平均值製圖。資料區間 2017/10/23-2024/12/31。

菁山 自 2012 年 5 月設站，設置井下自記式地溫計（190、200 公尺深）。

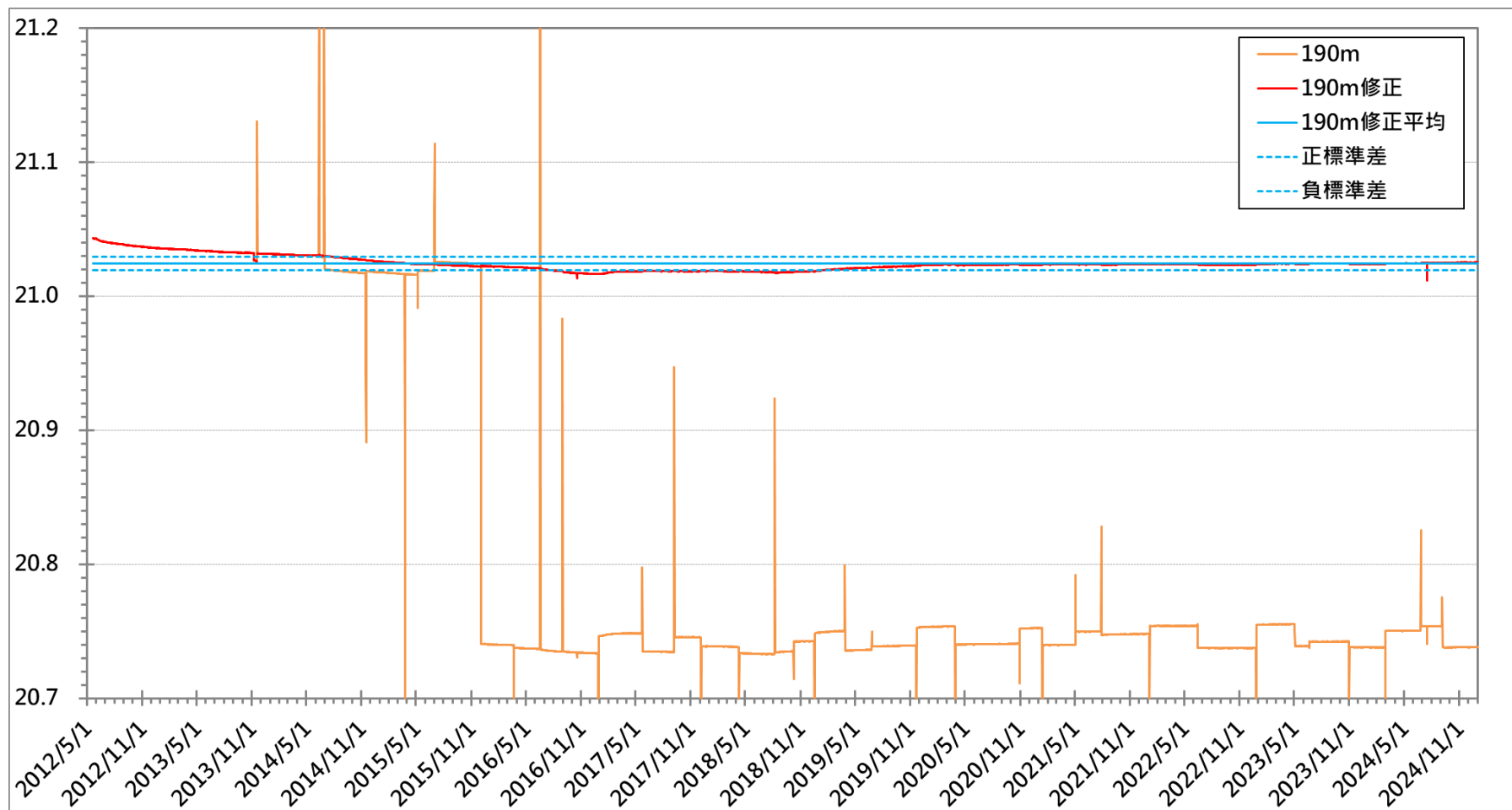


圖 47、井下 190 公尺溫度（縱軸：攝氏度）隨時間（橫軸）變化：橘線為未修正資料（原始採樣率 3 分鐘/次，取日平均值製圖），紅線為修正後資料。溫度長期穩定維持在 21.02°C，全年變化量小於 0.01°C。突峰為儀器維護之溫度偏移。資料區間 2012/5/22-2024/12/31。

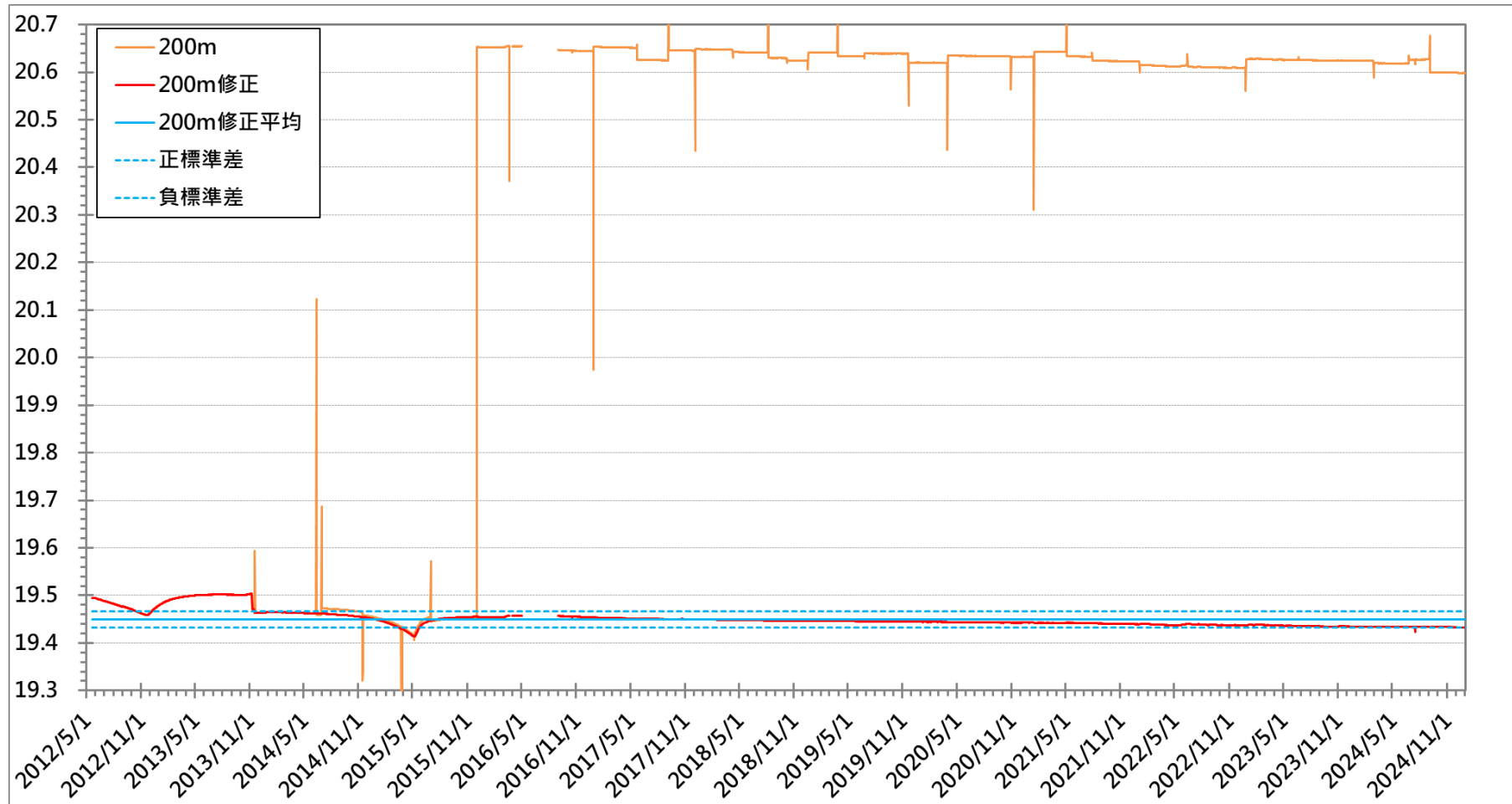


圖 48、井下 200 公尺溫度（縱軸：攝氏度）隨時間（橫軸）變化：橘線為未修正資料（原始採樣率 3 分鐘/次，取日平均值製圖），紅線為修正後資料。溫度長期穩定維持在 19.43°C，全年變化量小於 0.01°C。突峰為儀器維護之溫度偏移。資料區間 2012/5/22-2024/12/31。

龜山島 自 2012 年 5 月設站，設置 7 支井下自記式地溫計（30、160、200、220、240、260、270 公尺深）、1 組即時地溫紀錄模組（270 公尺深），本報告以井下溫度最高的 220、240 公尺地溫計（圖 49、50）以及 270 公尺即時地溫紀錄模組紀錄（圖 51）為例說明。

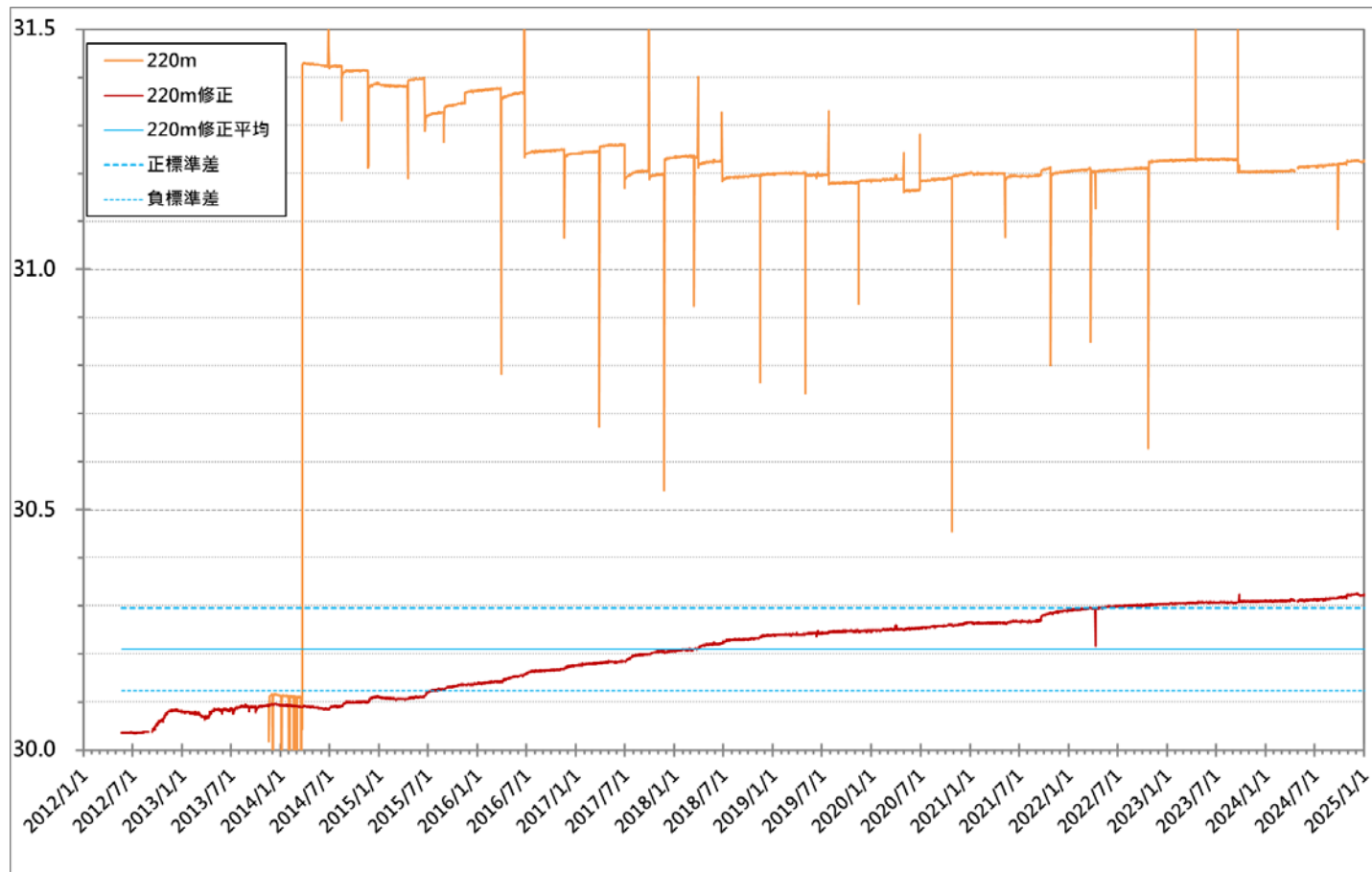


圖 49、井下 220 公尺溫度（縱軸：攝氏度）隨時間（橫軸）變化：橘線為未修正資料（原始採樣率 3 分鐘/次，取日平均值製圖），紅線為修正後資料。2012-2024 年間溫度平緩上升 0.3°C ，全年變化量小於 0.03°C 。突峰為儀器維護之溫度偏移。資料區間 2012/5/22-2024/12/31。

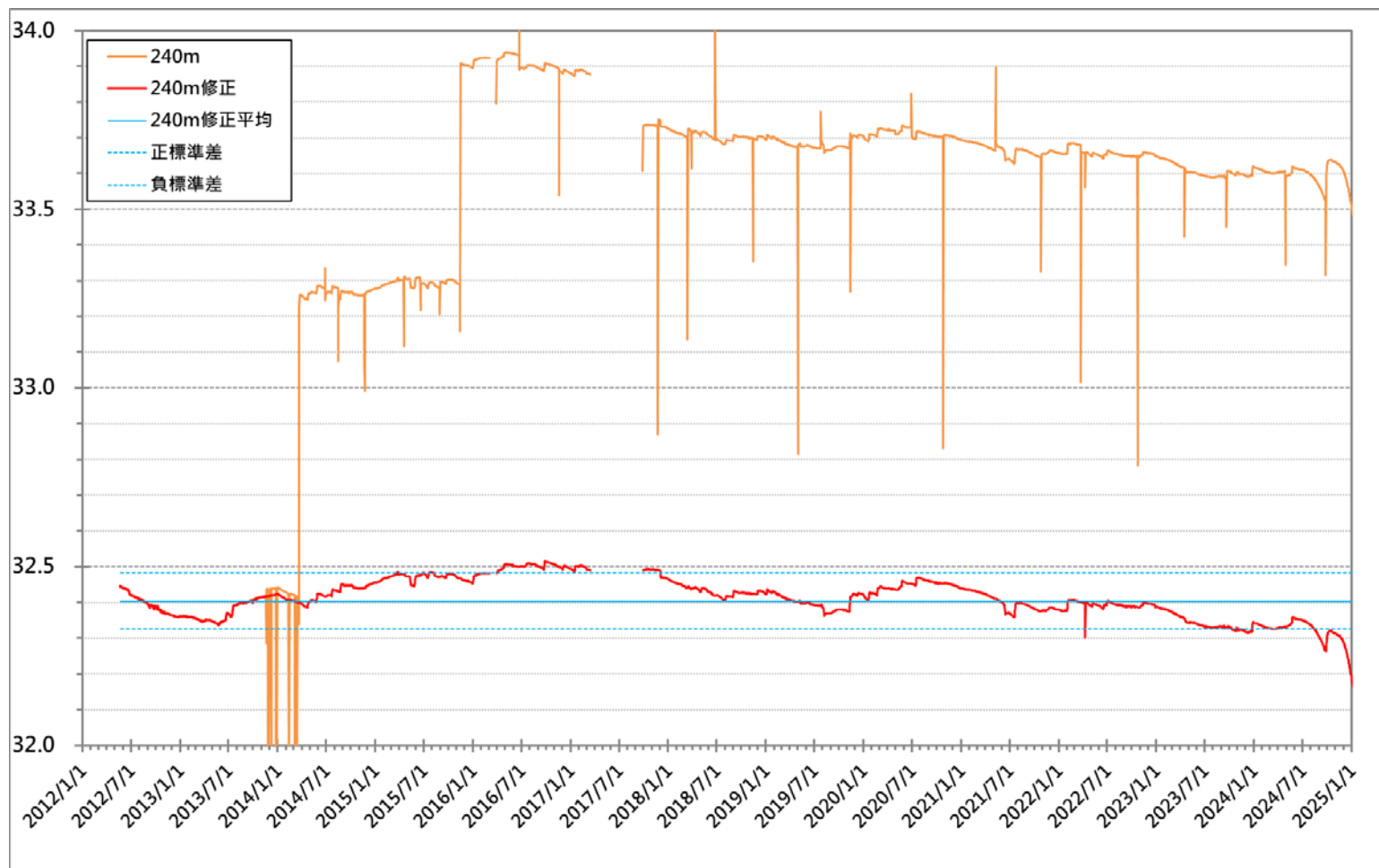


圖 50、井下 240 公尺溫度（縱軸：攝氏度）隨時間（橫軸）變化：橘線為未修正資料（原始採樣率 3 分鐘/次，取日平均值製圖），紅線為修正後資料。2020-2024 年間呈溫度呈下滑趨勢，自 32.48 緩降至 32.16°C，2024 年 6 月後降溫斜率變大。突峰為儀器維護之溫度偏移。資料區間 2012/5/22-2024/12/31。

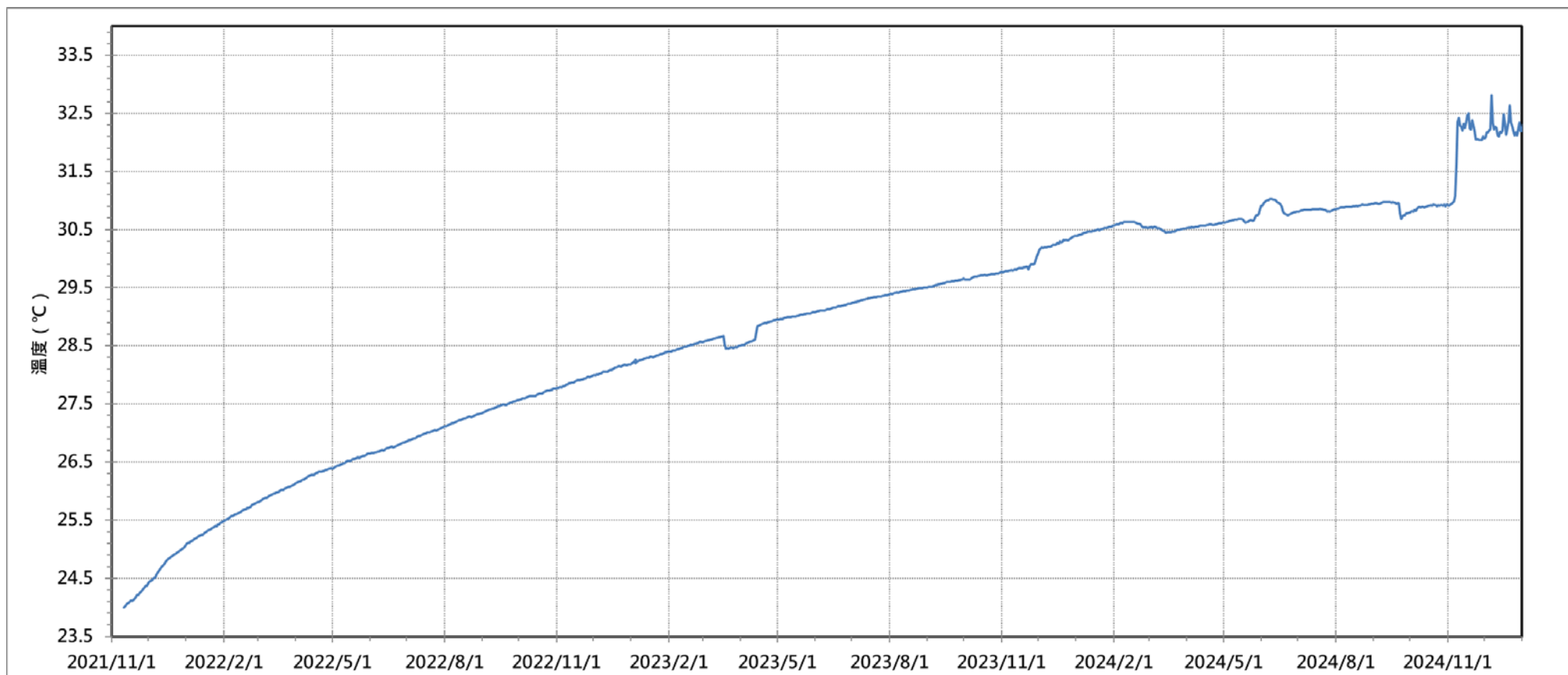


圖 51、井下 270 公尺即時地溫紀錄模組資料：資料顯示溫度緩步上升，2021/11 裝機時約 23.79°C，至 2024/11 約 30.98°C。比較自記式溫度計紀錄可知，此升溫趨勢並非真實岩盤溫度變化，可能代表儀器訊號偏移。2024/11 更換紀錄器後溫度躍升 1.42°C，在 32.21°C 附近上下跳動，表示儀器參數可能需再調校。原始採樣率 10 分鐘/次，取日平均值製圖。資料區間 2021/11/11-2024/12/31。

六、附錄－溫泉水原始數據

冷水坑

LSK		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (μS/cm)	pH
2024/3/14	2024/4/12	ND	135	6.97	ND	ND	228	NA	79.2	49.3	123	49.1	16.9	0.87	1.61	0.01	39.7	1397	5.99
2024/6/25	2024/11/29	0.93	128	ND	1.72	ND	261	202.484	66.5	52.2	118	50.6	22.1	14.71	1.56	0.01	41.7	1262	5.95
2024/9/24	2024/11/29	1.06	116	ND	ND	ND	207	195.925	70.9	49.5	114	47.6	16.4	8.52	1.42	0.01	37.7	1178	6.21

ND: not detected; NA: not analyzed

*analyzed by ICP-AES; #analyzed with the titration method; others by IC



大油坑

TYK-clean		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (μS/cm)	pH
2024/1/30	2024/3/6	ND	100	18.2	ND	17.4	1770	ND	77.5	10.5	NA	7.44	23.9	231	0.44	79.2	78.4	6560	1.94
2024/3/14	2024/4/12	ND	64	19.5	ND	17.7	1618	ND	81.9	9.54	6.34	7.29	19.9	82.8	10.5	119	72.7	6600	1.73
2024/6/25	2024/11/29	9.444	348	ND	ND	11.6	2302	ND	171	27.4	41.3	45.1	33.3	105	1.21	238	55.9	10040	1.81
2024/9/24	2024/11/29	1.1040	127	ND	3.68	7.24	1869	ND	NA	15.5	13.5	11.4	44.9	NA	NA	NA	68.7	9460	1.28

TYK-muddy		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (μS/cm)	pH
2024/1/30	2024/3/6	13.4	1574	151	ND	36.4	1551	ND	122	ND	20.4	10.7	13.6	246	3.39	670	26.7	204000	1.90
2024/3/14	2024/4/12	ND	1807	180	ND	123	1566	ND	128	9.95	16.2	7.23	72.6	203	3.01	612	27.9	252000	0.61
2024/9/24	2024/11/29	3.53	1170	1.29	5.71	17.4	4165	ND	112	30.9	50.3	37.3	42.5	232	2.19	360	65.0	28800	0.88

ND: not detected; NA: not analyzed; OR: out of range

*analyzed by ICP-AES; #analyzed with the titration method; others by IC

四磺坪

SHP C-05		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (µS/cm)	pH
2024/1/30	2024/3/6	1.009	8.714	1.017	1.682	ND	95.697	ND	16.34	7.262	7.018	3.105	1.793	1.92	0.09	3.95	36.4	448	3.10
2024/3/14	2024/4/12	ND	8.511	1.234	1.509	ND	104.293	ND	16.69	6.843	7.348	3.14	1.884	2.04	0.08	3.76	38.8	466	3.24
2024/6/26	2024/11/29	0.787	8.355	ND	1.132	ND	148.479	ND	36.29	8.69	10.166	4.929	2.682	3.85	0.17	6.75	46.3	586	3.10
2024/9/24	2024/11/29	0.858	8.505	ND	4.158	0.796	208.406	ND	18.12	8.252	12.186	5.792	2.727	10.65	0.29	10.8	39.0	686	2.67

SHP C-04		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (µS/cm)	pH
2024/1/30	2024/3/6	ND	8.351	1.09	ND	ND	98.877	ND	16.41	6.846	6.497	3.119	1.782	2.09	0.11	3.89	60.5	422	3.25
2024/3/14	2024/4/12	ND	8.018	1.216	ND	ND	90.999	ND	16.2	6.718	6.562	3.041	1.602	1.86	0.1	3.27	60.2	379	3.36
2024/6/26	2024/11/29	ND	8.101	ND	0.600	1.173	335.124	ND	50.82	9.252	11.574	6.167	3.706	24.72	0.55	22.9	60.8	1162	2.64

ND: not detected; NA: not analyzed

*analyzed by ICP-AES; #analyzed with the titration method; others by IC

八煙

BY		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (µS/cm)	pH
2024/1/30	2024/3/6	ND	188	9.11	ND	ND	450	ND	60.8	23.0	29.7	13.4	6.22	16.1	0.73	30.1	66.0	3200	2.15
2024/3/14	2024/4/12	ND	178	9.55	ND	ND	492	ND	55.8	22.3	30.6	13.7	6.04	13.8	0.74	24.8	64.6	2830	2.38
2024/6/26	2024/11/29	ND	150	ND	6.81	ND	369	ND	52.2	18.0	24.4	10.5	5.82	11.5	0.53	24.3	66.5	2900	2.38
2024/9/24	2024/11/29	ND	121	ND	6.57	1.41	726	ND	67.3	33.7	38.8	21.9	7.89	27.9	1.18	37.5	61.0	3050	1.96

ND: not detected; NA: not analyzed

*analyzed by ICP-AES; #analyzed with the titration method; others by IC

地熱谷

TRK		Anions							Cations							Field Data			
Sampling Date	Date of Analysis	F	Cl	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	#HCO ₃	*Si	Na	Ca	Mg	K	*Fe	*Mn	*Al	Temperature (°C)	Conductivity (µS/cm)	pH
2024/1/30	2024/3/6	19.1	1784	11.1	ND	ND	1837	ND	80.3	492	164	65.3	268	86.1	10.7	121	57.1	20700	1.50
2024/3/14	2024/4/12	18.0	1700	14.2	ND	ND	1800	ND	81.9	476	163	63.9	267	82.8	10.5	119	58.8	20700	1.15
2024/6/25	2024/11/29	18.3	1553	9.97	5.77	ND	1672	ND	142	431	175	70.4	288	151	20.1	205	61.1	20500	1.63
2024/9/5	2024/11/29	12.5	1693	7.02	0.61	1.80	1853	ND	76.9	412	146	60.1	239	79.3	10.0	108	60.5	20700	1.42

ND: not detected; NA: not analyzed

*analyzed by ICP-AES; #analyzed with the titration method; others by IC

