

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 地球科學科

第一名

080505

溫泉我的家~藏在陽明山底下的秘密

學校名稱：臺北市北投區關渡國民小學

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 作者：<br>小五 白昕哲<br>小四 張育蓁 | 指導老師：<br>陳順興<br>游木村 |
|-------------------------|---------------------|

關鍵詞：溫泉、陽明山、總溶解固體量(TDS)

# 得獎感言

## 科學在生活~溫泉我的家

從小我就對科學實驗和研究很有興趣，前年暑假開啟了我的科展之旅，我們利用下課、午休和假日時間練習，在老師的陪同與指導下，得到北市特優讓我們又驚又喜，我們又重新整理資料，補做不足實驗，不斷的重複實驗，只為了求得更精準的數據。但沒想到在全國科展，竟得到地球科學組第一名，這是我當初所料想不到的呀！

選擇溫泉這個主題做研究是因為從小到大都生活在溫泉區，生活中的很多點點滴滴都和溫泉息息相關，電器品的損壞、樑柱的銹化、空氣中的硫磺味，及每到冬天住家附近的溫泉商家大排長龍等著泡溫泉的旅客，皆是引起我對溫泉探究之好奇心，而開啟我科展研究之路。

在研究過程中，實地踏查陽明山各個溫泉景點，深深感受到自己居住的環境中還有許多我從未知曉的秘密，看似平凡的地表，地底下卻隱藏著許多讓人驚奇的奧秘。在實驗中發現溫泉某些性質，可以預測火山爆發的指標，平日溫泉區空氣中常聞到的臭雞蛋味竟是硫化氫氣體，新北投的青磺鑄泉，是溫泉中除垢效果最好的一種溫泉，所以如果家裡有青磺鑄泉的人可以用它來除垢，達到環保且物盡其用的功效。真正印證了生活給科學提出了目標，科學照亮了生活的道路。

為了完成實驗，我們學習了非常多的背景知識，如一些化學或物理的概念，熟悉電腦各式分析軟體的使用，也查閱許多相關的前人研究等，讓我的視野更加開闊。在實驗中，我也遇到許多瓶頸，例如有了數據不知如何分析，有了實驗結果卻不知該如何解釋，這時查閱參考文獻、找師長討論，才一一克服盲點。嘗試解決問題是我覺得科展最有意義的部分，這個過程充分訓練我獨立思考，往往也是創新點子的來源。

在比全國賽程時，謝謝大會的安排，讓我們有舒適的休息環境和舒壓放鬆的美食，也讓我有機會認識別人的研究與發明，最後一天的公展報告，除了磨練自己的膽量，更能欣賞別人的成品，也不忘記欣賞別人的優點來改善自己的缺點，也從一些老師、教授的發問中，學到各種的不同經驗，對我們的幫助非常大。能夠在這大家庭內互相切磋，是多麼榮幸。

最後也要感謝爸爸、媽媽，在我們遇到挫折時，給我鼓勵，給我勇氣去解決困難，也要感謝指導老師，利用假日陪我們做實驗、陪我們吵架、陪我們度過層層難關。



陽明山取溫泉水常會看到很多人在享受免費的泡腳。



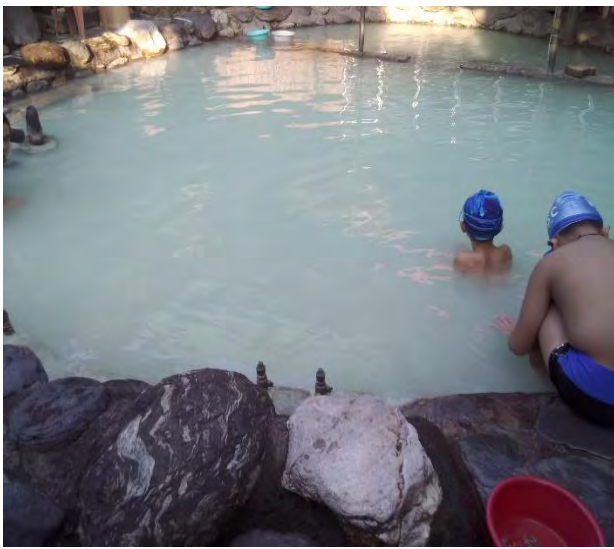
一瓶瓶的溫泉水，甚至還有來自日本的溫泉，都是同學熱誠的幫忙。



我們利用鹽度計測量溫泉，意外發現青磺和美人湯(鐵泉)的鹽度很高。

## 摘要

陽明山溫泉最常見的是青磺、白磺和美人湯(鐵磺)三種，日本溫泉外觀像白磺但偏鹼性，跟北投白磺差異大。我們測量溫泉的總溶解固體量(TDS)、酸鹼值(pH)和鹽度(S)，並偵測硫化氫(H<sub>2</sub>S)毒氣。同時以雨水、海水做比較，發現兩者都會影響溫泉 TDS 變化。溫泉中若含鹽分，如青磺，TDS 會很高，青磺的 TDS 是白磺的 20 倍左右。白磺有臭雞蛋味，硫化氫反應最明顯，青磺其次，泡湯時一定要保持通風；溫泉溫度若上升，TDS 也跟著上升，TDS 上升，是否可預測火山地震的發生？這是值得追蹤的課題。溫泉粉跟真溫泉差異大。青磺可取代稀鹽酸幫助水管暢通；青磺泡太久，對髮質的傷害比雨水還大；青磺、白磺會生鏽加速，這可能是電器壽命低的原因；泡溫泉有助減肥、除蟲，有益健康。



照片 1、硫磺谷白磺水源地附近溫泉



照片 2、淡水紅樹林社區的美人湯



## 壹、研究動機

我家住在新北投，所以我常泡溫泉，只要走出家門就會看到許多經營溫泉的店家，大家說溫泉對身體很好，我很好奇泡溫泉和泡熱水澡有什麼不一樣？泡溫泉真的有益健康嗎？市面上販賣著各種溫泉粉，溫泉粉泡出來的溫泉和真正的溫泉什麼不同？在好奇心的驅使下，我上網查資料，發現陽明山溫泉種類多，不僅有白磺、全世界稀有的青磺鑷泉，還有美人湯呢！不只對身體很好，還有許多應用，例如：保暖、發電、溫室、栽種、養殖。

在南一版五上自然的三單元「空氣與燃燒」提到氧化生鏽作用，酸性物質會讓鋼棉加速生鏽變重，我們家在溫泉區，家裡的電器常壞掉是否也跟溫泉有關？新聞報導泡溫泉時要保持通風，因為硫化氫會讓人中毒，那我們不就很危險？每種溫泉都會產生毒氣嗎？在上課時，老師提到以前的科展作品【當海砂屋遇到酸雨】酸雨對頭髮有害，雨水的 pH 值在 5.0 以下就是酸雨，青磺 pH 值約 1.5、白磺 pH 值約 3.0，兩個溫泉的 pH 值都比一般酸雨的 pH 值低很多，那溫泉對頭髮的傷害豈不更大？另外，溫泉 pH 值很低，所以水槽、馬桶堵塞時，是否也可以利用溫泉來代替強酸性的稀鹽酸？於是就展開一系列的實驗。

# 溫泉我的家~藏在陽明山底下的秘密

學校附近的  
溫泉介紹

變動環境中的  
溫泉

溫泉不可知的  
秘密

人文與訪查  
溫泉的性質  
陽明山秘境

溫度與溫泉  
雨水與溫泉  
海水與溫泉  
地震與溫泉

真假溫泉  
溫泉與除垢  
溫泉對頭髮  
溫泉對電器  
溫泉減肥

## 貳、研究目的

### 一、學校附近溫泉的介紹

(一) 人文與訪查:溫泉的種類與歷史

(二) 溫泉的性質:

1.總固體溶解度(TDS)

2.酸鹼值(pH)

3.鹽度(S)

4.硫化氫(H<sub>2</sub>S)

5.能見度

(三) 陽明山溫泉祕境實探

### 二、變動環境中的溫泉

(一) 溫度對溫泉的影響

(二) 雨水對溫泉的影響

(三) 海水對溫泉的影響

(四) 火山地震對溫泉的影響

### 三、溫泉不可知的秘密

(一) 真假溫泉

1.溫泉飯店的溫泉

2.溫泉粉

(二) 溫泉與除垢

(三) 溫泉對頭髮的影響

1.吊砝碼測重

2.顯微觀察頭髮分岔

(四) 溫泉對電器的影響

(五) 溫泉減肥



參、研究設備及器材

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|    |    |    |    |
| 青磺鑛泉  | 白磺泉水  | 美人湯  | 五元硬幣  |
|    |    |    |    |
| 台、日溫泉粉  | 蛋殼  | 稀鹽酸  | 頭髮  |
|   |   |   |   |
| 各地溫泉  | 電子秤   | 磅秤   | 鋼絲絨   |
|  |  |  |  |
| TDS 筆   | pH 筆  | 鹽度計  | 顯微鏡照相機  |
|  |  |  |  |
| 可燃氣體偵測器   | 平板電腦  | 砝碼   | 酒精燈與溫度計   |

## 肆、研究過程與方法

### 一、學校附近溫泉的介紹

依據水利局法規，溫泉的總固體溶解量(TDS) 需大於 500ppM 以上，才符合溫泉的標準。我們上網購買 TDS 筆，測量溫泉。

#### (一) 人文與訪查:溫泉的歷史與種類

1. 到北投博物館收集資料，詢問館內志工解說員。
2. 詢問社區管委會長輩，了解溫泉管線配置。
3. 實地走察陽明山區溫泉水源地。
4. 請全班同學幫忙收集家裡附近的溫泉。溫泉只要帶一小瓶約養樂多大小即可。
5. 請同學、老師旅遊時，協助帶回陽明山、北投地區溫泉回來。
6. 測量溫泉水質的總固體溶解量(TDS)、酸鹼值(pH)和鹽度(S)。

#### (二) 溫泉的性質:總溶解固體量(TDS)、酸鹼值(pH)、鹽度(S)、硫化氫氣(H<sub>2</sub>S)和能見度

1. 取得青磺、白磺和美人湯三種溫泉。
2. 分別測量溫泉的 TDS、pH、S、和能見度。
3. 記錄並統計實驗期間三種溫泉水質的變化。
4. 利用可燃氣體檢測器(型號:BENETECH GM8800A)，實驗前依說明先熱機一分鐘，再調至跟心跳滴答-滴答-滴答的反應速度。
5. 於溫泉區測量三種溫泉對硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣體產生急鳴的反應時間。實驗重複三次，製作統計圖比較。

#### (三) 陽明山溫泉秘境實探

1. 上網收集資料並設計探察 30 個溫泉探測秘境點地圖。
2. 準備 pH 筆、TDS 筆、鹽度計和可燃氣體偵測器(偵測溫泉區硫化氫氣體)。
3. 沿著地圖路線實地測量高溫時溫泉的水質數據。
4. 測量後並將溫泉裝瓶帶回。
5. 記錄、分析並完成統計圖。



## 二、變動環境中的溫泉

### (一) 溫度與溫泉

1. 準備 100 度的熱水。
2. 分別把裝滿 100 毫升的青礬、白礬、美人湯放入熱水中，隔水加熱。
3. 測量溫泉溫度從室溫 15 度到 30 度再升上 45 度時，溫泉的 pH 和 TDS 變化。
4. 實驗重覆六次，將結果平均並製成統計圖比較。

### (二) 雨水與溫泉

1. 有下雨和沒下雨時，溫泉 pH 和 TDS 的變化。
2. 雨天時是以下雨當天和前後各一天共三天的紀錄當為雨天資料。
3. 雨天資料與全部統計資料做比較，觀察雨天對溫泉的 pH 和 TDS 之影響。

### (三) 海水與溫泉

1. 將採集到的溫泉依靠海和不靠海分成兩組。
2. 量測各溫泉區景點溫泉水源的 TDS、pH 和 S 值。
3. 記錄兩組測得的數字
4. 用 excel 電腦軟體算出各組平均。
5. 分析海水對溫泉的影響。
6. 製作統計圖比較。

### (四) 地震與火山

1. 實驗分成四組，分別為青礬、白礬、美人湯和自來水組。
2. 各組取 100C.C，倒入 500 C.C 的燒杯中
3. 量測四組室溫下的水溫和 TDS。
4. 以酒精燈加熱，酒精燈旁放一條濕抹布
5. 將各組水溫加到接近沸騰時的最高點溫度。
6. 測量各組水的水溫和 TDS。
7. 觀察水溫突然升高時，四組水的 TDS 升高變化情形。
8. 實驗重複做三次，記錄並製成統計圖比較。

### 三、溫泉不可知的秘密

#### (一) 真假溫泉~溫泉粉的探究和溫泉飯店溫泉檢測

1. 將同學旅遊帶回的七種溫泉粉（其中六種是同學日本帶回，一種是臺灣製），依據溫泉粉使用說明取樣來泡成溫泉。
2. 以新北投的青磺為對照組比較。
3. 觀察溫泉粉泡出溫泉的顏色、TDS、pH 值和 S 值，記錄並打統計圖比較。
4. 將溫泉飯店採集到的溫泉，測量 TDS，依溫泉法規定，大於 500ppM 的，屬合格溫泉，小於 500 的則不合格，可能是有加水的，我們稱之為假溫泉。
5. 與收集到的日本飯店溫泉一起製作統計圖比較。

#### (二) 溫泉除垢實驗

1. 實驗分成四組，分別把 6 公克的蛋殼放入過濾杯
2. 各組分別放入青磺、白磺、美人湯、稀鹽酸 100c.c
3. 將蛋殼泡 1 天，再晾乾 1 天後，秤各組剩下的蛋殼重量
4. 記錄蛋殼減輕狀況並打統計圖比較

#### (三) 溫泉對頭髮的傷害實驗：

1. 實驗分成 6 組，分別為青磺、白磺、美人湯、雨水、自來水組，並以不泡水組作比較。
2. 找一位同學犧牲，剪下長短一樣為 30 公分的頭髮，每組 12 根。
3. 把 100CC 的青磺、白磺、美人湯、酸雨、自來水倒入瓶子。
4. 測量五種水的酸鹼值(pH)。
5. 泡 2 小時後拿出每組 6 根頭髮。
6. 將頭髮用膠帶分別固定在桌子邊。
7. 用頭髮吊砝碼，直到頭髮斷掉為止，看吊了多少砝碼。
8. 再將每組剩下的 6 根頭髮放在實物顯微鏡下，放大約 50 倍下觀察每根固定為十公分長度的頭髮有無分岔。
9. 計算每組頭髮的分岔數，並做成統計圖比較。

#### (四) 溫泉對電器的影響

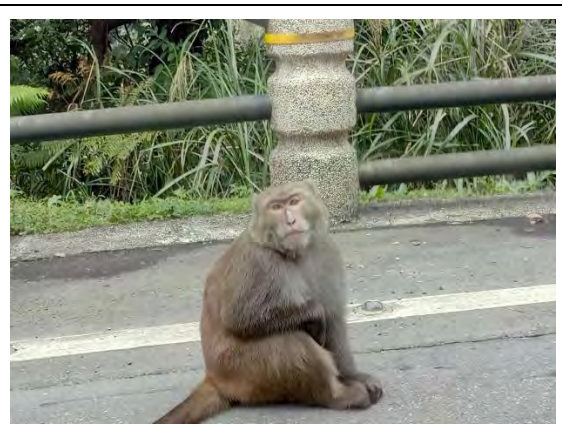
1. 實驗分成 4 組，分別為青磺、白磺、美人湯、和自來水組。
2. 把 38 公克的鋼絲分別放入鏈袋(不用封起)。
3. 把青磺、白磺、美人湯各 50 毫升倒入廣口瓶罐子，並以自來水組做對照比較
4. 蓋上蓋子不密封，讓溫泉自然蒸發，靜放 14 天後再秤鋼棉重量比較。

#### (五) 減肥實驗

1. 以三個人做泡溫泉實驗對象。
2. 泡湯前先喝 300 毫升的水後，秤體重。
3. 泡湯過程到秤重前不可小便。
4. 泡白磺 40 分鐘後，秤每個人體重增減情形。
5. 進行實驗重複三次，記錄平均並完成統計圖比較。



照片 3、陽明山取溫泉水常會看到很多人在享受免費的泡腳。



照片 4、到馬槽花藝村途中巧遇美猴王，後面那棵樹有一群小猴子



照片 5、北投公共浴池夏天還是擠滿人



照片 6、我家的白磺是來自大磺嘴。

## 伍、研究結果

### 一、學校附近溫泉介紹

#### (一) 人文與訪查

##### 1. 溫泉種類

北投人稱溫泉為磺水，若用泉質酸鹼性來分類，可分成：

- (1) 鹽酸酸性泉，俗稱青磺
- (2) 酸性硫酸泉，俗稱白磺
- (3) 中性酸硫酸泉，俗稱鐵磺或美人湯。

我們蒐集到學校附近，屬於陽明山區最常見的三種溫泉，介紹如表 1、圖 1：

| 表 1、陽明山區學校附近主要的溫泉種類介紹  |  |   |
|--|--|---|
| 青磺   | 白磺   | 美人湯(鐵磺)   |
| 源自北投地熱谷，為一完全天然硫氣孔噴發之湧泉，泉質屬酸性硫酸鹽氯化物泉，泉色無味、透明中帶綠，pH 值約 1.5 左右，泉質特殊，含放射性鐳。可測得水中含有鹽度，約在千分之 5 左右。 | 陽明山區最為常見，鑽鑿地熱井，引出地熱後，將清水導入混合井內混合加溫而形成之人工溫泉，泉質屬酸性硫酸鹽泉，乳白色有硫磺味，pH 值約 3.0 左右，水中測不出鹽度。   | 泉質顏色紅褐色，含「鐵」溫泉，素有美人湯之稱，pH 值介於 8-9 之間，水源近淡水河出海口，可測得水中含有鹽度，約在千分之 2-3。                   |
|           |  |  |



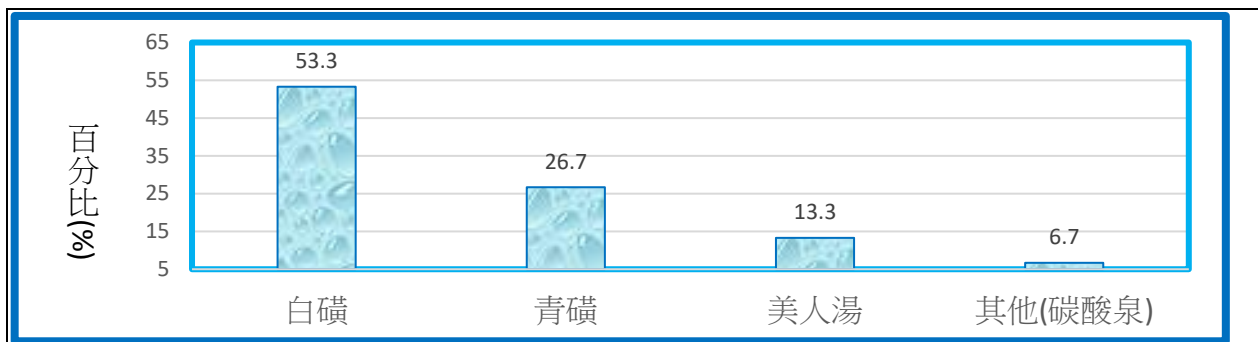


圖 1、陽明山區學校附近主要的三種溫泉種類

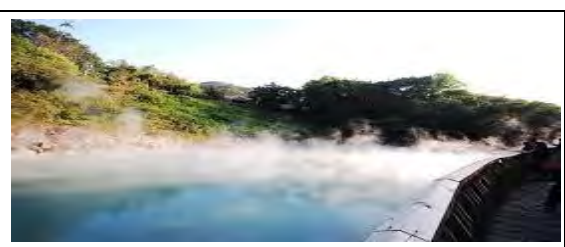
## 2. 人文歷史

我們到新北投樹屋圖書館查資料並訪問北投溫泉博物館的志工和長輩們，得知：

- (1) 北投昔日為平埔族凱達格蘭族所在，為台北盆地開發最早之一，平埔族稱這煙霧瀰漫、硫磺味四溢稱為【patauw】，其意思為女巫居住的地方。
- (2) 北投人稱溫泉為磺水，重要泉源有三個：地熱谷、大磺嘴、頂北投(見地圖)。
- (3) 溫泉中青磺與白磺皆屬酸性溫泉，北投青磺是著名的青磺鑛泉，全世界只有兩處，另一處在日本秋田縣玉川。
- (5) 因金屬製的管線容易被腐蝕穿孔，所以早期使用竹管或木管來輸送泉水，但此材質卻很容易時間稍久就腐爛不堪，而常需停水來置換管線，後來逐漸改良使用陶管。這是請鶯歌窯場特別燒製可符合溫泉水需求的陶管。
- (6) 現階段改良成塑膠管線來傳送溫泉水。



照片 7、盛行的足泡活動(硫磺谷的白磺)



照片 8、地熱谷溫泉源地(青磺)



照片 9、義方國小前有青磺的泡腳亭



照片 10、湖山國小也開放遊客泡腳

## (二) 溫泉的性質

### 1、溫泉的總溶解固體量(TDS)和酸鹼值(pH)之關係

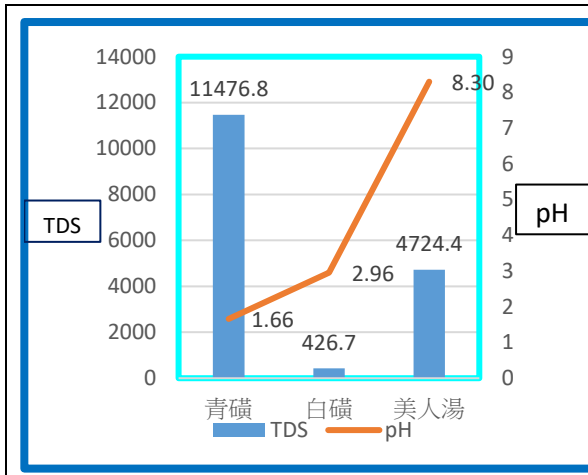


圖 2-1、陽明山三種常見溫泉 TDS、pH 比較

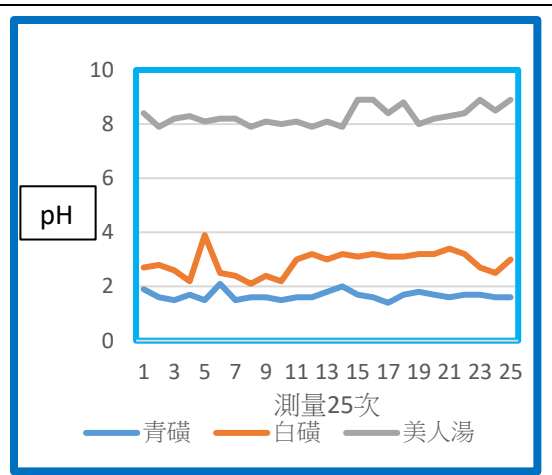


圖 2-2 陽明山三種溫泉 pH 值逐次變化

- (1) 從去年暑假我們陸續測量三種溫泉水的 TDS 和 pH。
- (2) TDS 最高的是青磺，平均達 11476.8ppM，美人湯次之，平均 4724.4ppM，白磺最低，平均只有 426.7ppM。(圖 2-1)
- (3) pH 最低的是青磺，平均只有 1.66，白磺為 2.96，兩者都是酸性溫泉。最高的是美人湯，平均為 8.30 屬弱鹼性溫泉。
- (4) 三種溫泉的 pH 變化都很穩定(圖 2-2)，但 TDS 的變化則較大，尤其是青磺，在我們實驗期間共測得 25 次的數據中發現，11/19 測得 TDS 最高可達 23000ppM，最小則為 11/16 測得只有 7210ppM，兩者相差約 2 倍。(圖 2-3)
- (5) 每個月平均比較，青磺 TDS 的變化大，白磺、美人湯變化小。(圖 2-4)

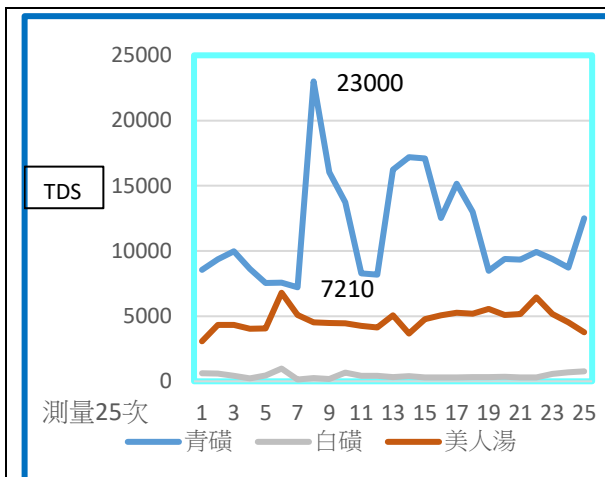


圖 2-3、陽明山三種溫泉 TDS 的逐次變化

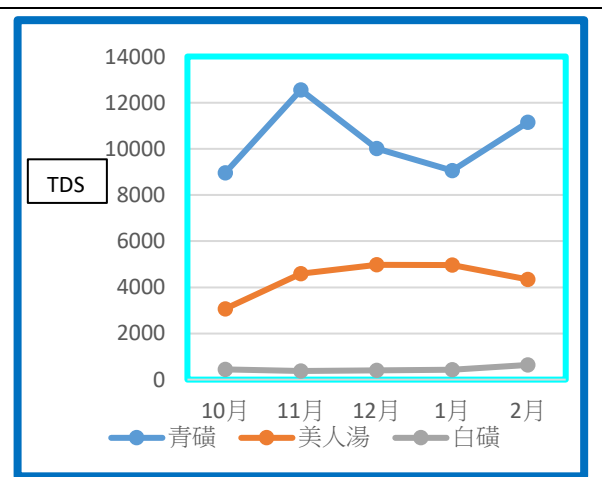


圖 2-4、上半年溫泉 TDS 的逐月變化



照片 11、右是測溫泉 pH，左邊是 TDS



照片 12、到陽明山各處溫泉飯店測量

## 2、溫泉的總溶解固體量(TDS)和溫泉鹽度(S)之關係

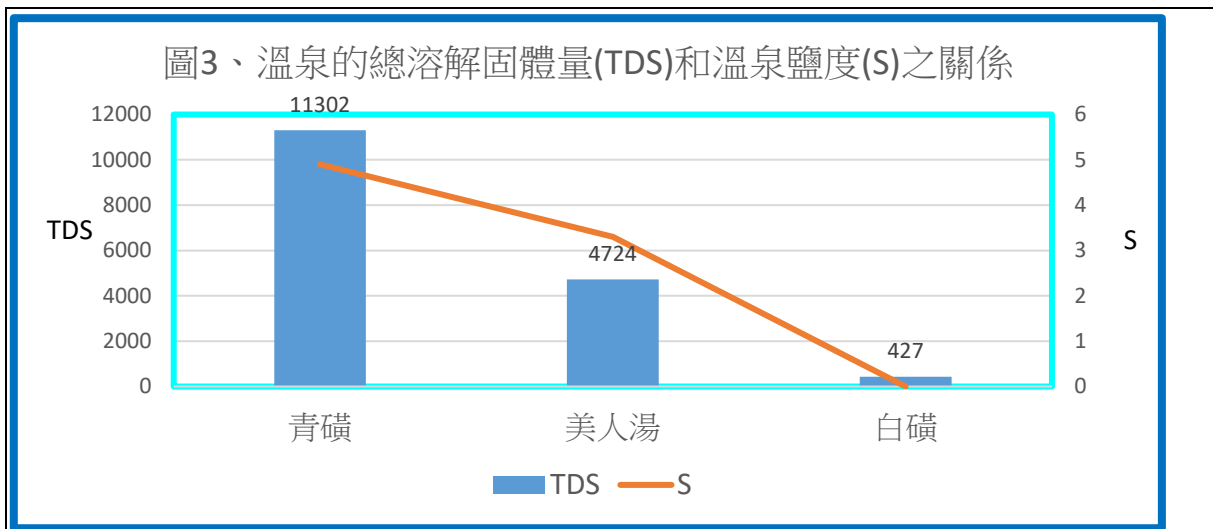


圖 3、溫泉的總溶解固體量(TDS)和溫泉鹽度(S)之關係

(1) 從我們拜託同學們帶來的三種主要溫泉當中，青礮和美人湯都可以測出鹽度，青礮最高，平均為 4.9 左右，美人湯次之，平均為 3.3，白礮則測不出，鹽度是 0(單位是千分之一)。

(2) 鹽度愈高，可以發現 TDS 測出的總溶解量也愈大。

## 3、溫泉的硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣體偵測

| 表 2、硫化氫警報器對溫泉的鳴叫時間(秒) |    |    |    | 平均(秒) | 備註      |
|-----------------------|----|----|----|-------|---------|
| 白礮                    | 8  | 11 | 9  | 9.3   | 急鳴如警報聲響 |
| 青礮                    | 11 | 18 | 15 | 14.7  | 鳴叫      |
| 美人湯                   | 41 | 61 | 62 | 54.7  | 偶而微鳴    |
| 自來水                   | 不叫 | 不叫 | 不叫 |       | 無       |

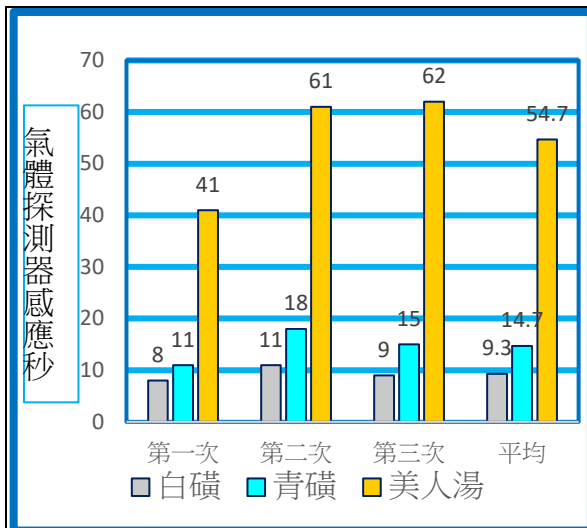


圖 4、三種溫泉的硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣濃度比較



照片 13、利用可燃氣體檢測器測量溫泉的硫化氫

- (1) 我們到溫泉區利用可燃氣體檢測器，記錄室外公共池硫化氫氣體對檢測器產生急鳴的反應時間，時間愈短，表示硫化氫濃度愈濃，也就愈危險。
- (2) 結果發現，白磺對檢測器的反應最靈敏，平均 9.3 秒，就能產生警鳴聲，其次是青磺 14.7 秒，美人湯最弱，幾乎與檢測自來水時一樣，沒有反應。(圖 4)
- (3) 室內池的白磺和青磺反應都很快，顯示室內池的硫化氫濃度很高。

#### 4、溫泉的能見度、色澤和沉澱比較

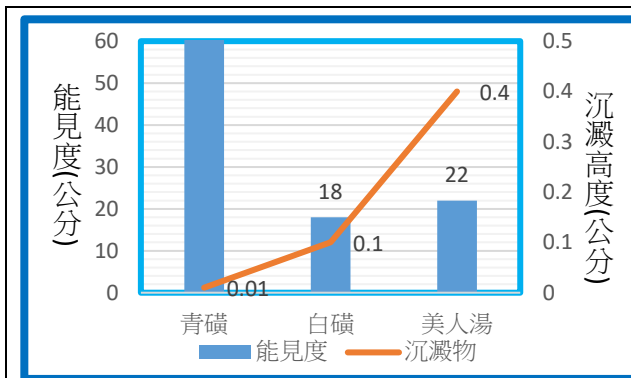


圖 5、陽明山三種溫泉的能見度與沉澱實驗



照片 14、龍鳳谷溫泉是人工白磺泉

- (1) 青磺清澈透明，看起來幾乎跟自來水一樣，仔細看有朦朦淡青色澤。能見度超過我們所能測到的最大深度，即浴缸深度 63 公分。
- (2) 白磺顏色淡白混濁，能見度最低，平均為 18 公分。
- (3) 美人湯呈褐橘色，能見度平均為 22 公分。
- (4) 沉澱狀況以美人湯沉澱最多，其次是白磺，青磺最少。(圖 5)



(四) 陽明山溫泉秘境實探

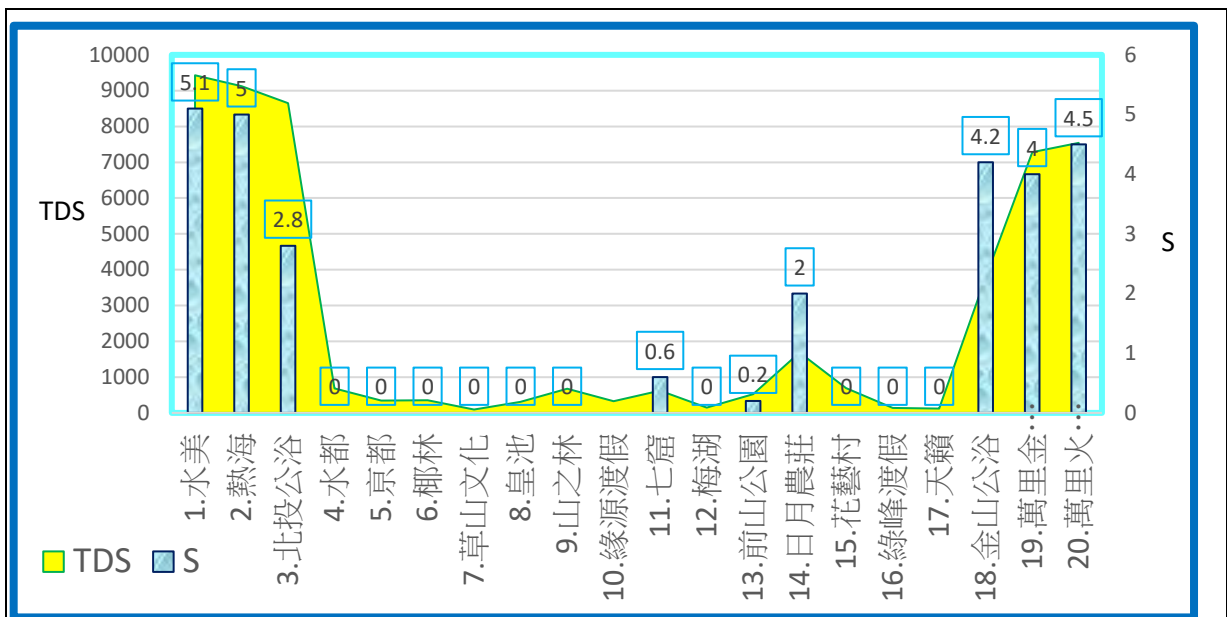


圖 6-1、陽明山地區溫泉的 TDS 和 S 的關係

1. 探查陽明山區 30 處溫泉水源區，扣除 5 處拒測、5 處屬風景區、野溪溫泉或學校內溫泉不收費外，測量 20 個地點的飯店或景區溫泉，水質如圖 6-1 所示。
2. 溫泉鹽度在上圖兩側的陽明山下區域如新北投地熱谷的水美、熱海飯店等處，以及靠近海邊的金山、萬里溫泉都可測出鹽度，山區中的溫泉鹽度則幾乎為 0。
3. 溫泉的酸鹼值(pH)愈高，TDS 則有愈低趨勢。(圖 6-2)

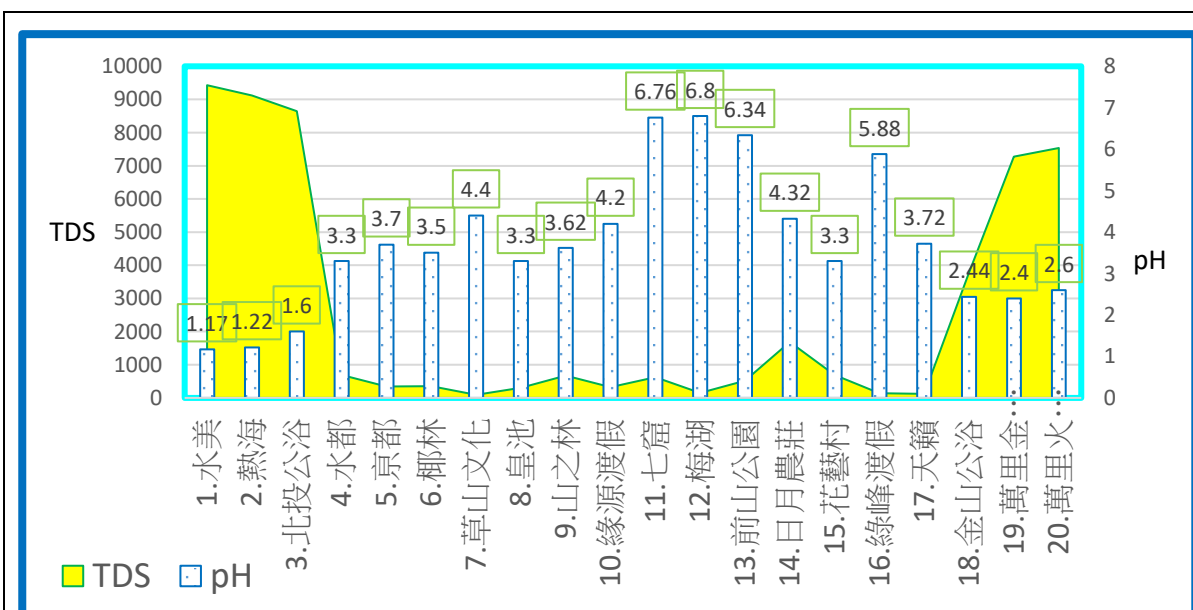
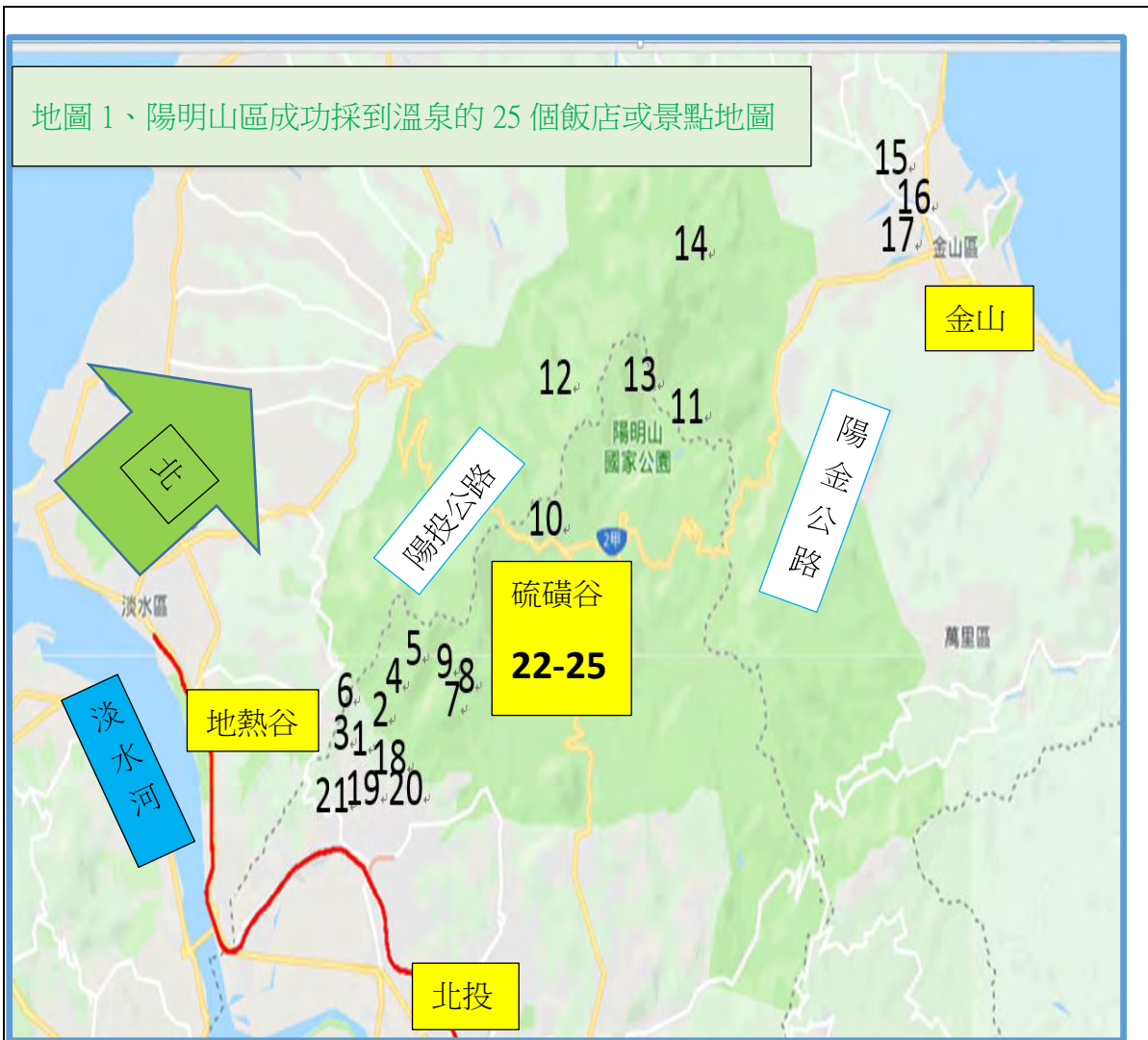


圖 6-2、陽明山地區飯店溫泉的 TDS 和 pH 的關係



|    |     |      |       |       |     |      |    |      |      |     |      |     |      |
|----|-----|------|-------|-------|-----|------|----|------|------|-----|------|-----|------|
| 編號 | 1   | 2    | 3     | 4     | 5   | 6    | 7  | 8    | 9    | 10  | 11   | 12  | 13   |
| 地點 | 地熱谷 | 義方國小 | 緣源渡假  | 硫磺谷   | 媽祖窟 | 湖山國小 | 七窟 | 梅湖   | 前山公園 | 冷水坑 | 日月農莊 | 花藝村 | 綠峰渡假 |
| 編號 | 14  | 15   | 16    | 17    | 18  | 19   | 20 | 21   | 22   | 23  | 24   | 25  |      |
| 地點 | 天籟  | 金山公浴 | 萬里金湧泉 | 萬里火山浴 | 水美  | 熱海   | 水都 | 北投公浴 | 京都   | 椰林  | 草山文化 | 山之林 |      |

| 測項     |      |      |     |       | 測項       |      |      |     |     |
|--------|------|------|-----|-------|----------|------|------|-----|-----|
| 地點     | TDS  | pH   | S   | 備註    | 地點       | TDS  | pH   | S   | 備註  |
| 1.水美   | 9430 | 1.17 | 5.1 |       | 硫磺谷      | 388  | 4.61 | 0   |     |
| 2.熱海   | 9120 | 1.22 | 5   | 拒測(1) | 10.緣源渡假  | 326  | 4.2  | 0   | 不合格 |
| 景泉湯屋   |      |      |     | 拒測    | 媽祖窟      | 925  | 7.38 | 1   |     |
| 3.北投公浴 | 8650 | 1.6  | 2.8 |       | 湖山國小     | 559  | 6.42 | 0   |     |
| 4.水都   | 688  | 3.3  | 0   |       | 11.七窟    | 625  | 6.76 | 0.6 |     |
| 皇家季節   |      |      |     | 拒測    | 12.梅湖    | 152  | 6.8  | 0   | 不合格 |
| 5.京都   | 340  | 3.7  | 0   | 不合格   | 13.前山公園  | 522  | 6.34 | 0.2 |     |
| 6.椰林   | 356  | 3.5  | 0   | 不合格   | 冷水坑      | 726  | 6.41 | 0.5 |     |
| 7.草山文化 | 94   | 4.4  | 0   | 不合格   | 14.日月農莊  | 1690 | 4.32 | 2   |     |
| 8.皇池   | 305  | 3.3  | 0   | 不合格   | 15.花藝村   | 695  | 3.3  | 0   |     |
| 山樂     |      |      |     | 拒測    | 16.綠峰渡假  | 142  | 5.88 | 0   | 不合格 |
| 加賀屋    |      |      |     | 拒測    | 17.天籟    | 123  | 3.72 | 0   | 不合格 |
| 9.山之林  | 674  | 3.62 | 0   |       | 18.金山公浴  | 3780 | 2.44 | 4.2 |     |
| 地熱谷    | 9580 | 1.49 | 4.5 |       | 19.萬里金湧泉 | 7280 | 2.4  | 4   |     |
| 義方國小   | 4640 | 1.53 | 4   |       | 20.萬里火山浴 | 7540 | 2.6  | 4.5 |     |

## 二、變動環境中的溫泉

### (一) 溫度與溫泉



照片 15、溫度會造成溫泉 TDS 的改變。



照片 16、測量溫泉的水溫與 TDS

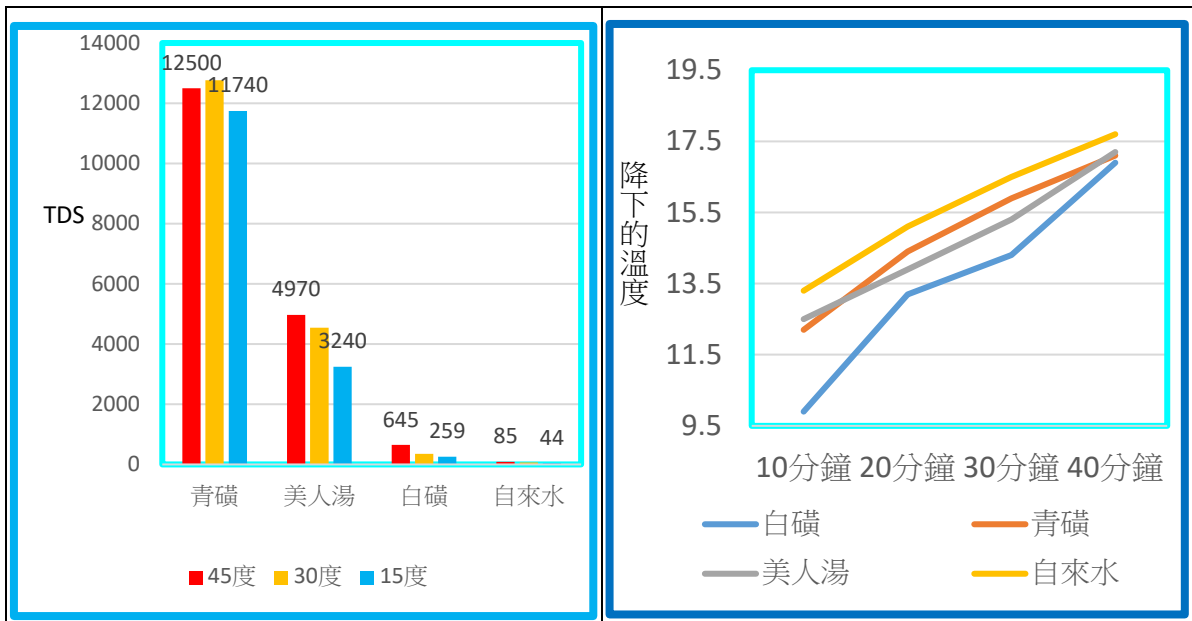


圖 7-1 溫度對溫泉 TDS 的影響

圖 7-2、三種溫泉隨時間的降溫

- (1) 測量同學帶到教室的白磺發現 TDS 常常小於 500ppM，是不符合溫泉規定須達 500ppM 以上的。我們懷疑跟糖一樣，為溫泉水溫降低，TDS 也會跟著降低。
- (2) 我們實驗室以自來水做對照組，實驗發現除青磺外，溫度愈高白磺和美人湯 TDS 也隨水溫而上升 (圖 7-1)。
- (3) 45 度的白磺溫泉 TDS 和 15 度相比可達 2.5 倍，自來水其次，約 1.9 倍，美人湯則為 1.5 倍，青磺的變化最小，兩者差距只在 1.1 倍以內(圖 7-1)
- (4) 另外，我們利用酒精燈將溫泉加熱到 60 度左右時，測量溫度下降時，三種溫泉水溫的下降速度，結果發現三種溫泉的降溫速度都比自來水慢，其中以白磺降的溫度最慢，保溫效果是最好。(圖 7-2)

## (二) 雨水與溫泉

1. 雨水對青磺和美人湯的影響不管是上升還是下降，都不明顯，約在 10%左右，但對白磺影響較大，晴天的白磺 TDS 是雨天的 1.22 倍 (圖 8-1)。
2. 學校接的雨水測得 pH 小於 5 屬於酸雨 15 次中有 6 次，機率是 40%(圖 8-2)。
3. 測得雨水的 TDS 平均為 18.9ppM，pH 平均為 5.17。兩者都比自來水低 (圖 8-2)
4. 利用環保署環境 App 空氣中 PM2.5 指標對照，初步實驗發現，空氣中 PM2.5 高，雨水中的 TDS 並無較高現象相關問題值得後續實驗再探討。



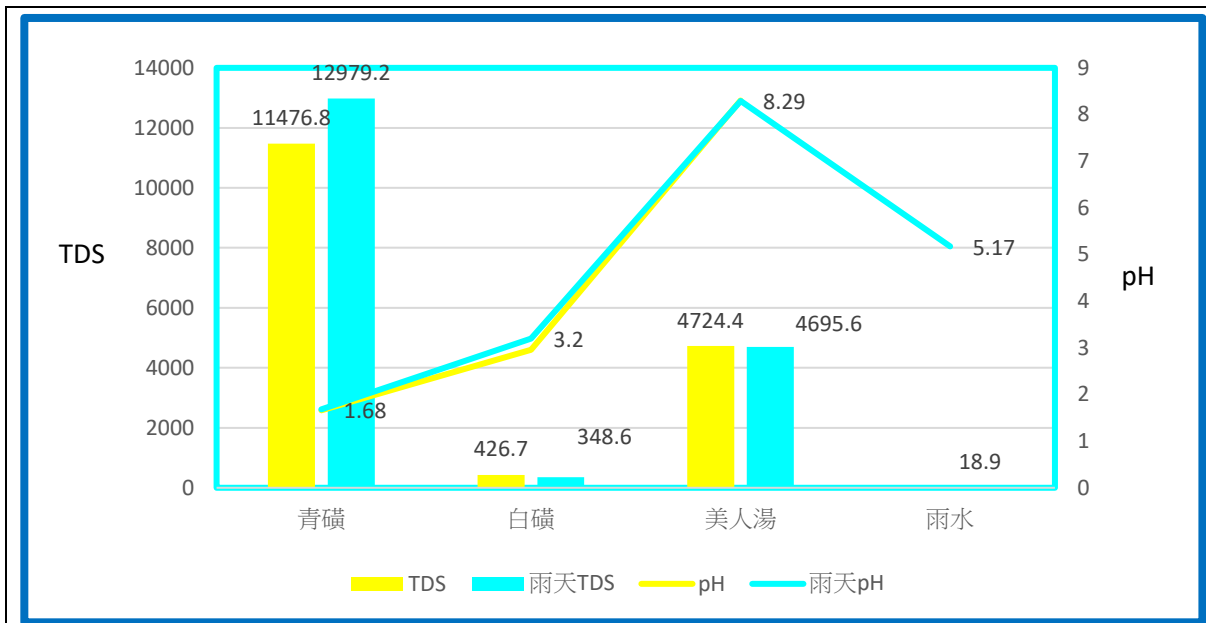


圖 8-1、雨水對溫泉水質的影響



照片 17、在學校利用紅色盤子接雨水



照片 18、測量雨水的 TDS 和 pH 比較

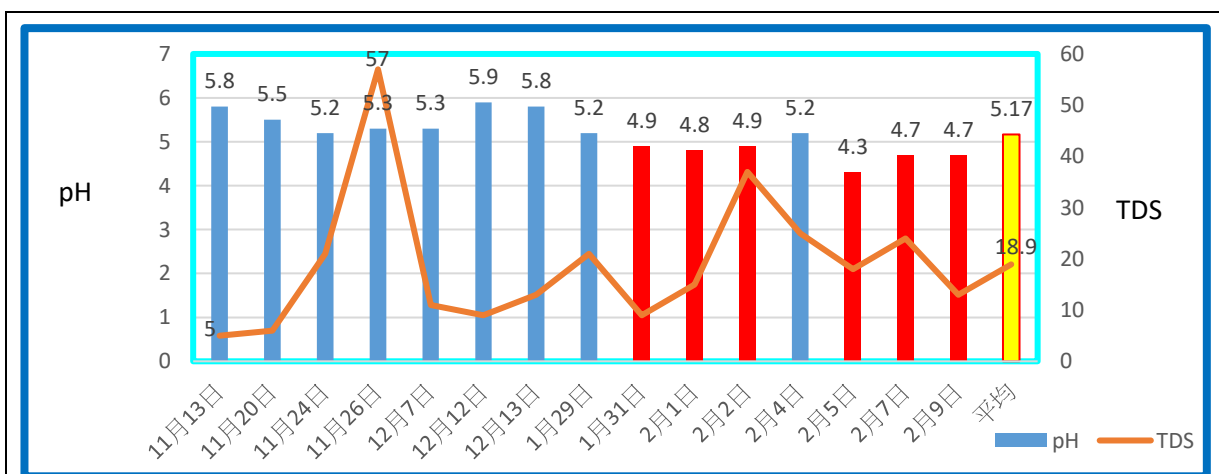


圖 8-2 雨水的 TDS 和 pH 之逐次變化

(三) 海水與溫泉

| 海邊溫泉<br>(編號) | 1        | 2    | 3           | 4    | 5           | 6           | 7        | 8           | 9         | 海邊<br>溫泉<br>平均 |
|--------------|----------|------|-------------|------|-------------|-------------|----------|-------------|-----------|----------------|
| 地點           | 八里<br>天泉 | 金山 1 | 萬里金<br>湧泉 1 | 金山 2 | 淡水紅<br>樹林 1 | 淡水紅<br>樹林 2 | 金山<br>公浴 | 萬里金<br>湧泉 2 | 萬里火<br>山浴 |                |
| 鹽度           | 4.2      | 1.5  | 1.0         | 4.5  | 3.5         | 3.0         | 4.2      | 4           | 4.5       | 3.4            |
| TDS(ppM)     | 5210     | 1350 | 4510        | 6570 | 6440        | 3750        | 3780     | 7280        | 7540      | 6375           |
| pH           | 8.6      | 2.4  | 2.4         | 2.7  | 8.4         | 8.9         | 2.4      | 2.8         | 2.6       | 5.6            |

1. 海邊溫泉區水質的 TDS 平均為 6375ppM，鹽度(S)平均為千分之 3.4。
2. 海邊溫泉區水質酸鹼度(pH)從 2.4 到 8.9 都有，海水對溫泉 pH 值的影響較小。
3. 海邊溫泉都含有鹽份，從千分之 1 到千分之 4.5 都有。(表 4)
4. 只要溫泉中含有鹽份，溫泉的 TDS 都比較高，白磺測不出鹽度，TDS 是最  
低的；青磺雖不是靠海邊的溫泉，但測出的鹽度最高，TDS 也是最高。(圖 9)
5. 從學校海洋教室取得的海水，鹽份達千分之 33.5，TDS 高達 24500ppM。(圖 9)
6. 海水的 pH 值為 8.4，屬弱鹼性。海水的 pH 值對溫泉 pH 值的影響不若 TDS  
大，我們在金山和萬里金湧泉取得的溫泉是靠近海邊，但兩者都很酸(表 4)。

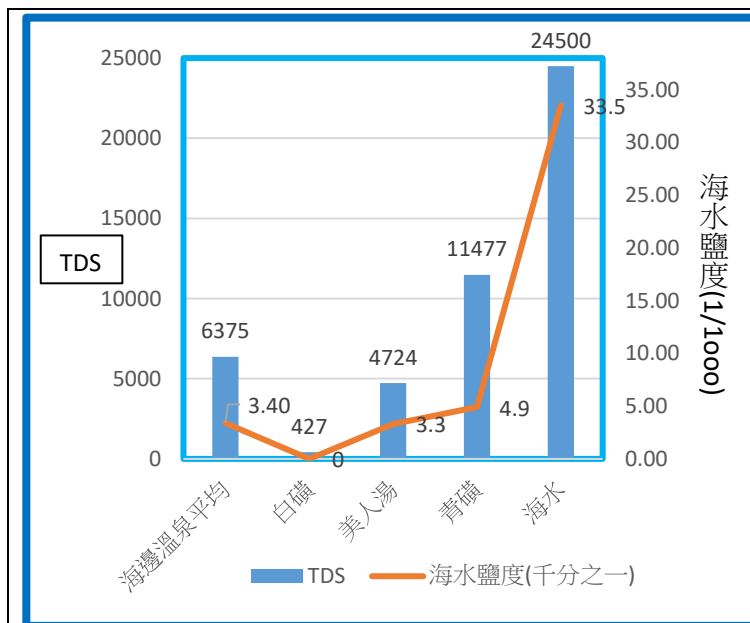


圖 9、海水鹽度對溫泉 TDS 的影響



照片 19、萬里的溫泉旅館



照片 20、利用鹽度計測量溫泉的鹽度(S)



照片 21、金山海邊的美人湯

(四) 火山地震與溫泉

表 5、火山噴發實驗，水溫迅速上升，溫泉 TDS 跟著上升，可以用來預測地震

| 溫泉<br>溫度 | 青磺 1     | 青磺 2     | 青磺 3     | 平均    | 美人湯 1 | 美人湯 2 | 美人湯 3 | 平均   |
|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|------|
| 29 度     | 9420     | 9950     | 9140     | 9503  | 4280  | 4570  | 4810  | 4553 |
| 75 度     | 576*2*10 | 556*2*10 | 581*2*10 | 11420 | 5520  | 9590  | 7210  | 7440 |
| 86 度     | 557*2*10 | 546*2*10 | 542*2*10 | 10970 | 6140  | 6230  | 6550  | 6307 |
| 溫泉<br>溫度 | 白磺 1     | 白磺 2     | 白磺 3     | 平均    | 自來水 1 | 自來水 2 | 自來水 3 | 平均   |
| 29 度     | 434      | 389      | 396      | 406   | 59    | 62    | 48    | 56   |
| 75 度     | 539      | 801      | 515      | 618   | 101   | 105   | 96    | 101  |
| 86 度     | 676      | 826      | 627      | 709   | 126   | 124   | 99    | 116  |

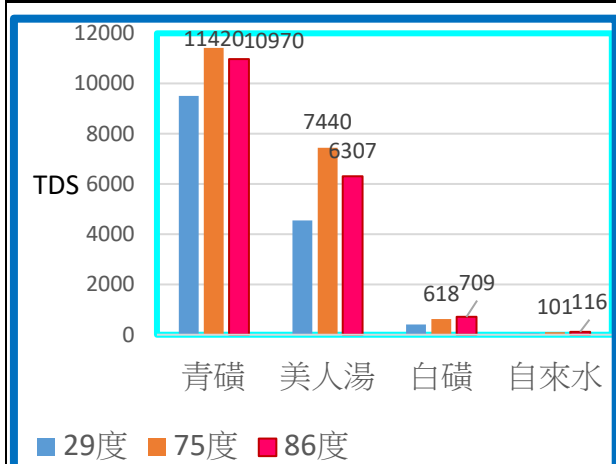


圖 10、溫泉 TDS 的突然升高預測火山地震



照片 22、利用酒精燈將溫泉加熱到最高溫

1. 將溫泉加熱到最高溫測量溫泉的水溫和 TDS，白磺和美人湯的飆升比較明顯。(圖 10)
2. 可以藉由白磺和美人湯 TDS 的長期監控、測量，若白磺、美人湯泉分別飆升到 700ppM、7000ppM 以上，很可能是火山地震快來的前兆，可預先防範，避免人民生命財產的損失。

### 三、溫泉不可知的秘密

#### (一) 真假溫泉

##### 1. 溫泉飯店的溫泉比較

- (1) 從圖 6-2 以及表 4 的實驗資料得知，在我們測得的 20 個飯店景點的溫泉中，有 8 家溫泉的 TDS 小於 500ppM，未達溫泉標準，合格率 60%(表 3、圖 6-1)。
- (2) 飯店溫泉未達標準，可能因為假日泡湯多，有加水稀釋所致。行義路上的四家溫泉飯店(編號 22-25)，都不合格；綠峰休閒跟天賴兩家溫泉的 TDS 也低於 500ppM，綠峰休閒老闆說，他們是陽明山稀少的碳酸泉。
- (4) 取回來的溫泉若非現場實測，須注意溫度的降低會造成 TDS 的下降。
- (5) 實驗中我們也取得蘇澳冷泉，TDS 只有 132ppM(室溫 30 度時)，pH 值呈弱酸，跟礁溪飯店和礁溪天隆飯店的弱鹼性水質，酸鹼值分別為 7.3 和 7.8，TDS 分別為 894、636ppM(加權 1.4 倍後的數值)差異大。(圖 11-1)
- (6) 我們取得日本 10 處溫泉，發現日本溫泉顏色像北投的白磺，水質偏鹼性，TDS 跟白磺則較接近。日本飯店有兩家不合格，溫泉合格率是 80%。(圖 11-2)

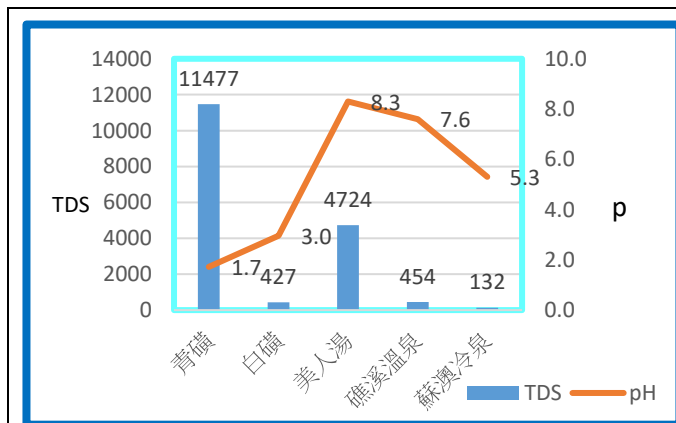


圖 11-1、宜蘭碳酸泉與陽明山溫泉比較



照片 23、野溪溫泉(媽祖窟)



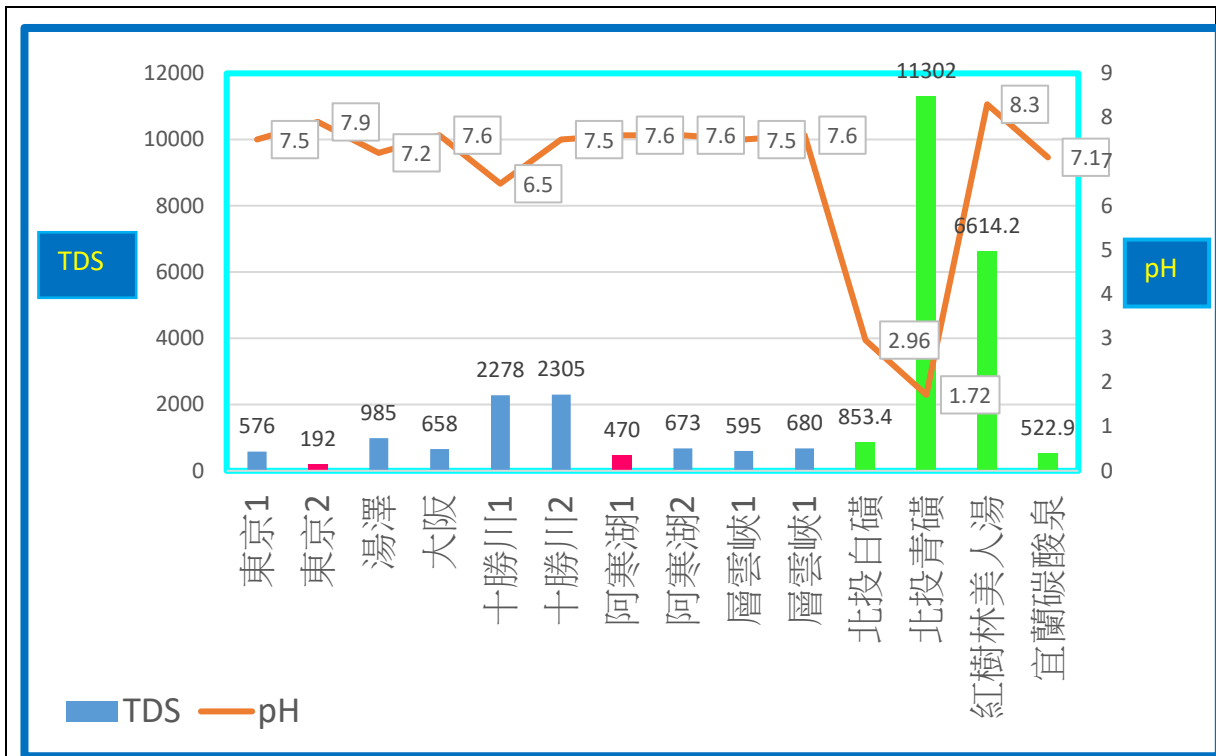


圖 11-2、日本溫泉飯店的溫源和臺灣溫泉飯店的溫泉比較

## 2. 溫泉粉

- (1) 日本溫泉粉的酸鹼性都是弱鹼性，pH 值介於 8-9 之間(圖 12)。這跟我們實測日本溫泉的水質，pH 值介於 7-8 之間稍有差異(圖 11-2)。
- (2) 臺灣地熱谷商店所賣的溫泉粉呈鹼性，與當地的青磺 pH 值為 1.5 差別大。
- (3) 溫泉粉的 TDS 和鹽度都很高，實驗以青磺做為對照組，青磺仍是最高。
- (4) 溫泉粉泡出的溫泉雖然五顏六色很漂亮，但味道很怪，跟真的溫泉差異大。

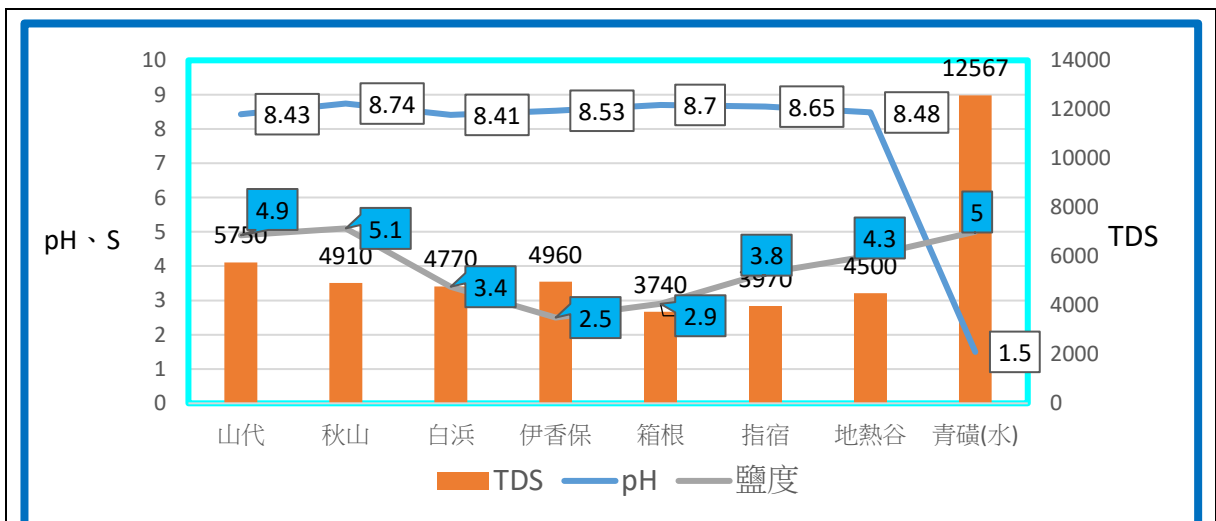


圖 12、日本溫泉粉 V.S 北投地熱谷溫泉粉和青磺的各項因子比較



照片 24、依使用說明調配溫泉



照片 25、溫泉粉泡出的溫泉顏色鮮豔，味道也怪



照片 26、一瓶瓶來自日本的溫泉，都是同學的熱誠幫忙



照片 27、來自日本東京的溫泉，TDS 最低

## (二) 溫泉與除垢

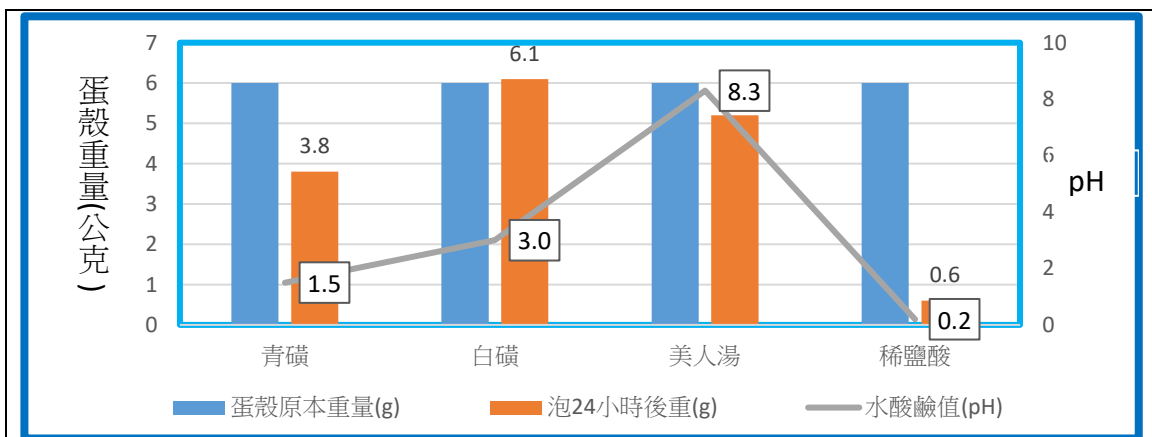


圖 13、三種溫泉的除垢效果比較

1. 市售稀鹽酸 pH 值接近 0，仍非常酸，使用時一定要帶手套；而青磺是三種溫泉水中最酸的，pH 值只有 1.5。
2. 青磺也是三種溫泉水中最具除垢效果的。如果水槽堵塞，建議可以用青磺替代稀鹽酸的使用，常常沖洗，預防阻塞，省錢又環保。(圖 13)

(三) 溫泉對頭髮的影響

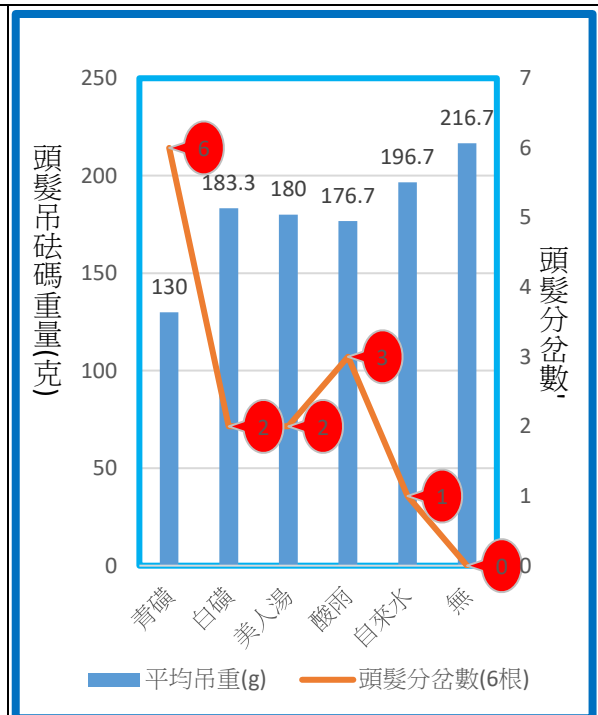
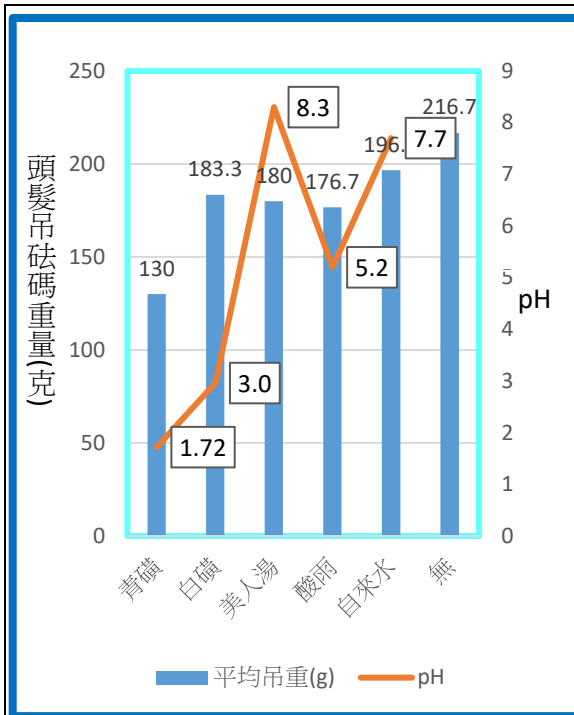


圖 14-1、頭髮泡各種不同酸鹼度的溫泉後之吊重力比較

圖 14-2、頭髮泡完溫泉後之吊重力與頭髮分岔數關係



照片 28、頭髮泡溫泉和雨水各兩小時

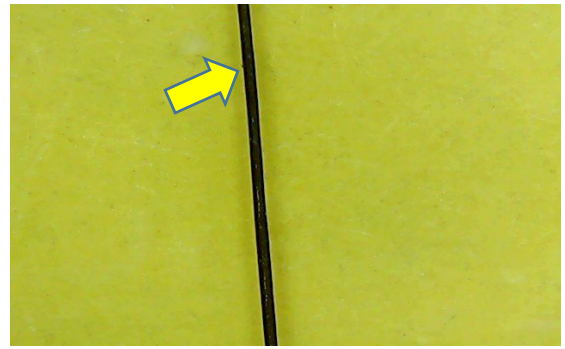


照片 29、修正後的頭髮吊砝碼實驗

1. 頭髮泡過青礬(pH 值 1.72)後，平均可以吊砝碼最小的重量是 130g，頭髮最。
2. 泡過雨水(pH 值 5.2)的頭髮吊重力其次，只有 176.7g。
3. 以自來水和無泡水組頭髮對照，兩者可吊的砝碼最重。(圖 14-1)
4. 顯微鏡發現，青礬組 6 根頭髮的總分岔數最多，有 6 個分岔點，其次是酸雨組有 3 個，自來水組和沒泡水組的頭髮分岔最少，分別為 1 個和 0 個。(圖 14-2)



照片 30、利用顯微照相觀看頭髮的分岔



照片 31、頭髮顯微照相下看到的分岔點

(四) 溫泉對電器的影響

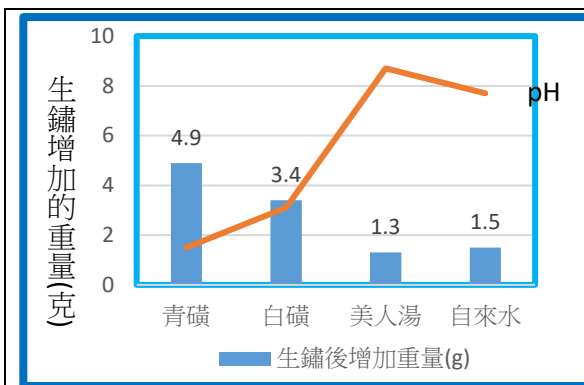


圖 15、溫泉對鋼絲棉的生鏽影響



照片 32、溫泉蒸過的鋼絲絨生鏽情形

1. 三種溫泉之中以青磺對鋼絲棉生鏽的影響最大。青磺組的鋼絲棉兩週後增重最多，增重 4.9 克，其次是白磺，增重 3.4 克。(圖 15)
2. 美人湯和自來水影響最小。

(五) 溫泉減肥實驗

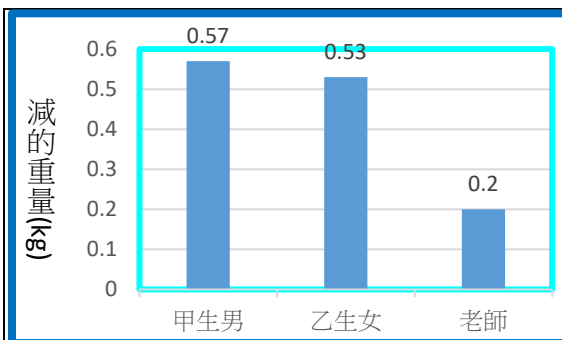


圖 16、泡溫泉可以減肥嗎？



照片 33、甲生泡湯前後測量體重

1. 分別於 2 月、4 月和 6 月進行 3 次泡湯實驗，甲生是五年級男生，是三位測試者中，泡完後減重達 0.57 公斤最多；減重第二名是是另一位四年級女生。
2. 老師減重最少，只有 0.2 公斤。(圖 16)



## 陸、討論

- 一、107 年 1 月 17 日陽明山小油坑發生不正常冒煙，隨後發生北市史上最強，規模 5.7 的大地震，大家人心惶惶，深怕大屯火山的爆發可能造成大台北地區的巨大危害。溫泉的 TDS 不若酸鹼值般穩定，尤其是青磺，高低達 3 倍以上。我們推論 TDS 變高，很可能是溫泉水溫上升，水溫上升，那就可能表示火山岩漿快要冒出，因此造成 TDS 上升，因此如果長期測量溫泉 TDS，或許可以用來預測火山地震的發生。
- 二、我們將溫泉帶到教室，測白磺的 TDS 時，發現 TDS 常小於 500，已不符溫泉 TDS 標準。我們懷疑是溫度下降造成。所以我們又做了加熱溫泉的實驗，白磺的總溶解固體量 TDS 在 45 度時，其值大約是 30 度時的 1.4 倍，白磺的 TDS 都會超過 500。
- 三、模擬火山爆發水溫上升實驗發現，三種溫泉之中，白磺和美人湯會隨溫度突然升高，TDS 也會明顯上升。這兩種溫泉的監測，也許可以做為火山地震發生的前兆。
- 四、溫度對溫泉 pH 值影響不大，我們測得的資料顯示，pH 差距都在 0.2 以內。
- 五、溫泉硫化氫氣體偵測前，一定要將氣體偵測器熱機 1 分鐘後再測量。只能偵測硫化氫有無存在，無法測出實際濃度，所以我們是依機器對氣體的反應速度和鳴叫頻率，來判斷硫化氫的多寡。
- 六、硫化氫味道如臭雞蛋味，在白磺中是最多的，美人湯則幾乎偵測不到。若吸入過多會非常危險，幾乎每年冬天都有人因泡湯吸入過多硫化氫而死亡。所以泡湯時，不能因寒冷而忘了開窗，一定要保持通風的泡湯環境。
- 七、青磺清澈，跟自來水沒兩樣。白磺和美人湯的雜質較多，能見度低，所以建議大家在泡湯時，在溫泉水管出口綁上不要的絲襪，可以讓泉水的雜質過濾掉。
- 八、我們檢測陽明山 30 個溫泉秘境發現，行義路那邊的遊客是最多的，檢測的四個點也是最接近硫磺谷溫泉水源區，卻也剛好都不合格，這原因值得後續再探究。
- 九、日本 10 個點的溫泉全是偏鹼性的，pH 值介於 7-8 之間，這跟陽明山、北投地區的青磺和白磺以及金山萬里的溫泉偏強酸的性質，pH 值介於 1.5-3.4 之間大不同。
- 十、雨水的 TDS 很低，平均 18.9ppM，對青磺的和美人湯 TDS 影響較小，對白磺影響則較大。我們在學校測得的雨水偏酸性，下酸雨(pH<5)的比例是 40%。

- 十一、 我們利用環保署環境即時通查看學校地區空氣污染物狀態，並未發現 PM2.5 污染高時，雨水 TDS 也會上升的預測，這方面的問題研究，值得後續再研究。
- 十二、 海水可能會因滲透而影響到海邊溫泉，造成溫泉水中也含有鹽份，同時 TDS 也上升。溫泉中若可測出鹽度，則 TDS 也會跟著變高，例如青磺。
- 十三、 我們測得的日本溫泉都是白磺，TDS 低，因此懷疑日本溫泉粉是否有添加鹽巴或海水，以致於水中含有鹽度，使得 TDS 上升。
- 十四、 青磺的 pH 值很低、很酸，可能跟稀鹽酸一樣，都是靠強酸的溶解作用，將污垢溶解掉，家裡水管、馬桶，建議可以常利用青磺直接沖洗，預防阻塞，既省錢又環保。
- 十五、 外面販售的溫泉粉很貴，有「怪味」，顏色也很「鮮豔」，看說明書內容才知原來加了一堆不是溫泉該有的香料，這實在太不天然了，建議還是少用。
- 十六、 青磺可能由於較酸，對髮質的影響也較大，所以泡青磺時，建議戴浴帽，這樣子比較衛生，也能減輕對頭髮的傷害。雨水對頭髮的影響其次，為了避免掉髮或禿頭，下雨天我們盡量不要淋雨才好。
- 十七、 頭髮掛砝碼測重時，避免將頭髮掛在手上測量，因為頭髮很容易滑掉，而且不同人操作，結果差很多。我們調整為操作時將頭髮用膠帶固定在桌子旁邊再秤掛重，這樣可以避免滑掉，也減少人為的誤差發生。
- 十八、 青磺和白磺都會加速鋼絲棉氧化生鏽，因此建議溫泉區的電器最好能做防鏽處理，以延長電器使用的壽命。
- 十九、 溫泉減肥實驗我們除實際泡湯驗證外，也發了 60 份問卷訪問長輩們泡湯後的實際感想，結果得知泡湯除可以減肥外，也有助於減緩肌肉痠痛、增強抵抗力和治療皮膚病(預防香港腳)等效果，甚至還可幫忙小狗去除身上的的壁蝨。

## 柒、結論

- 一、 學校附近陽明山區最常見的三種溫泉是青磺、白磺和美人湯。青磺最酸，屬酸性硫酸鹽氯化物泉，含放射性鐳。白磺最常見，是屬酸性硫酸鹽泉，美人湯是含「鐵」是鹼性溫泉。
- 二、 溫泉中青磺的 TDS 最高，平均達 11476ppM，其次是美人湯，平均 4724ppM，白磺最低，室溫下只有 427ppM。
- 三、 跟糖或鹽巴的溶於水中相同，溫泉溫度若上升，TDS 也跟著上升。45 度的白磺和 15 度相比，達 2.5 倍。
- 四、 陽明山下靠海的地方，溫泉都含有鹽度，例如金山、萬里等海邊溫泉。除此之外，地熱谷和義方國小的溫泉也都可測出鹽度，有鹽度的溫泉，TDS 都會很高。
- 五、 模擬火山爆發水溫突然上升狀況實驗，建議可以藉由白磺和美人湯 TDS 的長期測量，若 TDS 有不規律異常升高，可能就是火山地震發生的前兆。
- 六、 白磺的硫化氫氣體檢測最明顯，青磺其次，美人湯則幾乎檢驗不出，泡湯時一定要保持通風，避免意外發生。
- 七、 陽明山 30 個溫泉秘境中，測量行義路四個點的溫泉都不合格，有一家還可看到溫泉合格標章張貼在大廳，溫泉不合格原因值得後續再探究。
- 八、 三種溫泉的保溫效果都比自來水好，水溫下降慢，洗澡跟洗溫泉還是不同的。
- 九、 臺灣地熱谷所產的溫泉粉呈鹼性，與我們實測當地的青磺 pH 值為 1.5 強酸反應差別大。溫泉粉泡出的溫泉跟真的溫泉不管是顏色、氣味，都大大不同。
- 十、 10 個日本溫泉地測出的水質都是弱鹼性，這跟北投溫泉泉質酸性差異大。
- 十一、 學校地區下酸雨的機率是 40%，雨水的 TDS 平均為 18.9ppM。比學校自來水平均 54 ppM 還低。雨水會使白磺的 TDS 下降，對青磺和美人湯則影響不大。
- 十二、 利用環保署環境即時通 App，空氣品質指標(AQI)中 PM2.5 若飆高時，雨水中的 TDS 並無升高現象，這問題值得後續實驗再探討。
- 十三、 青磺是三種溫泉水中最具除垢效果的。如果水槽堵塞，建議可以用青磺替代稀鹽酸的使用，省錢又環保。

十四、青磺和雨水都會傷害頭髮，造成頭髮分岔斷掉，建議泡湯時，不要超過兩個小時，可以戴浴帽。

十五、青磺和白磺都會加速鋼絲棉生鏽，溫泉區的鐵製品電器易壞，建議要做防鏽。

十六、溫泉可以幫忙減肥，除蟲、有助身心健康。

#### 捌、參考資料及其他

余其穎(107年1月19日)。北投5.7地震不只震出火山問題 還有被忽略的深層地震危機。**信傳媒**。取自 <https://www.cmmedia.com.tw/home/articles/8036>

宋聖榮、劉佳玫(2003)。台灣溫泉。臺北市：遠足。

宋聖榮、邱淑美(2005)。陽明山溫泉、地熱資源與利用調查。臺北市：陽明山國家公園管理處。

陳燕珩(105年2月20日)。北投青磺鑛泉 全球僅2處。**中國電子報**。取自 <http://www.chinatimes.com/>。

許儷齡(102年1月25日)。北投「強酸」青磺泉 湯友怒泡到過敏。**TVBS新聞**。取自 <https://news.tvbs.com.tw>。

臺灣地質知識服務網，取自 <https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/mp>。

台灣溫泉露頭資訊網(2014)，取自 <http://210.69.81.175/InDepthReport/Detail/15>。

水網(2016年7月26日)。TDS測水質，沒你想像的那麼神奇。**每日頭條**。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/news/lenbzg.html>。

溫泉。維基百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BA%AB%E6%B3%89>。

日式溫泉。維基百科。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%97%A5%E5%BC%8F%E6%BA%AB%E6%B3%89>。

溫泉介紹。取自 <http://wsht.kuas.edu.tw/sundayasp2/g4/water.html>。





照片 34、一直在冒煙的小油坑~已經證實跟 107 年 1 月 17 日北投規模 5.7 級的大地震無關。



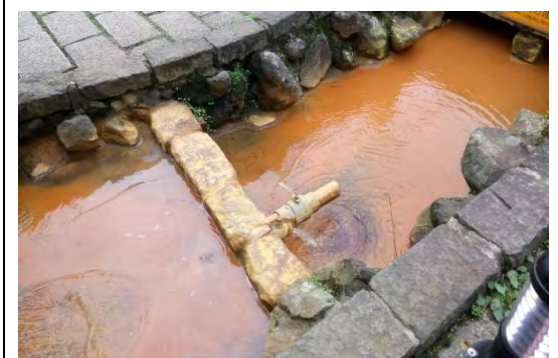
照片 35、地熱谷的青磺水，順溝而流往山下，又酸又燙！



照片 36、金山老街的金包里浴池附近，是我爸爸以前上班的地方，風景美不勝收。



照片 37、陽明山前山公園都沒人！？錯！箭頭指的公共溫泉池內滿滿都是人！



照片 38、陽明山擎天崗、馬槽和冷水坑附近，處處可見硫磺水流出地表。



照片 39、陽投公路上的龍泉宮，是陽明山野溪秘境溫泉的路口，少有人知道。

## 【評語】 080505

1. 研究主題清楚、聚焦，具鄉土性教材。
2. 研究設計周全，藉由研究檢測北投溫泉商家的溫泉品質，訪查溫泉歷史與種類；以青磺、白磺與美人湯三種溫泉做實驗，並採新北投青磺溫泉與七種溫泉粉等做除垢、頭髮傷害、減肥、雨水、海水、火山地震實驗，藉以了解溫泉特性。
3. 利用溫泉水特性作為火山地震預測指標，未來可配合該區相關的火山監測數據一起判識才會比較嚴謹。
4. 有系統性整理野外調查與室內實驗。
5. 表達能力與反應優，具積極性。



## 摘要

陽明山溫泉最常見的是青磺、白磺和美人湯(鐵磺)三種，日本溫泉外觀像白磺但偏鹼性，跟北投白磺差異大。我們測量溫泉的總溶解固體量(TDS)、酸鹼值(pH)和鹽度(S)，並偵測硫化氫(H<sub>2</sub>S)毒氣。同時也以雨水、海水做比較，發現兩者都會影響溫泉TDS變化。溫泉中若含有鹽分，如青磺、美人湯，TDS會很高，青磺的TDS是白磺的20倍左右。白磺有臭雞蛋味，硫化氫反應最明顯，青磺其次，泡湯時一定要保持通風；溫泉溫度若上升，TDS也跟著上升，TDS上升，是否可預測火山地震的發生？這是值得追蹤的課題。酸雨pH值在5.0以下，對頭髮有害，青磺pH值約1.5，由砒碼掛重和頭髮顯微觀察實驗得知，青磺對頭髮的傷害比雨水更大。

## 壹、研究動機

我家住在新北投，我很好奇泡溫泉和泡熱水澡有什麼不一樣？市面上販賣著各種溫泉粉，溫泉粉泡出來的溫泉和真正的溫泉什麼不同？在南一版五上自然的三單元「空氣與燃燒」提到氧化生鏽作用，酸性物質會讓鋼棉加速生鏽變重，我們家在溫泉區，家裡的電器常壞掉是否也跟溫泉有關？新聞報導泡溫泉時要保持通風，因為硫化氫會讓人中毒死亡，那我們住溫泉區不就很危險？每種溫泉都會產生毒氣嗎？該如何避免中毒發生？還有今年(107)一月陽明山地區發生四十年來最大的地震，據當地居民表示地震前幾天小油坑冒煙更多，我們有什麼方法可以預測火山地震的發生，避免人民生命財產的損失？

## 貳、研究目的

### 溫泉我的家~藏在陽明山底下的秘密

#### 學校附近的溫泉

#### 變動環境中的溫泉

#### 溫泉不可知的秘密

人文與訪查

溫泉的性質

陽明山秘境

溫度與溫泉

雨水與溫泉

海水與溫泉

地震與溫泉

真假溫泉

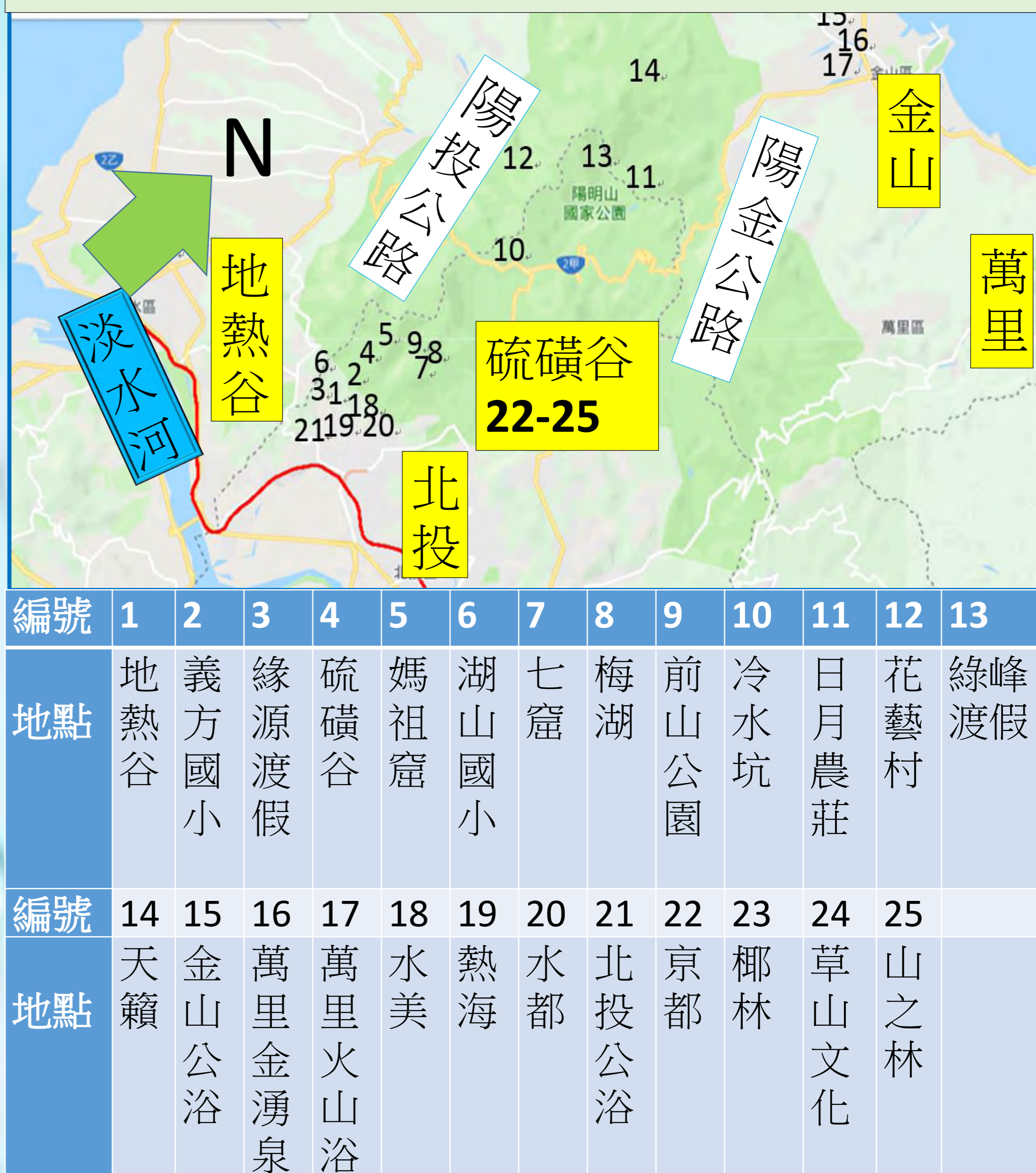
溫泉與除垢

溫泉對頭髮

溫泉對電器

溫泉減肥

地圖1、陽明山區成功採到溫泉的25個景點圖



## 參、研究設備及器材



## 肆、研究過程與方法

### 一、學校附近溫泉的介紹

- (一)依據水利局法規，溫泉的總固體溶解量(TDS)需大於500ppm以上，才符合溫泉的標準。
- (二)實地測量陽明山區25個景點飯店的溫泉(地圖1)。
- (三)測量溫泉總溶解固體量(TDS)、酸鹼值(pH)、鹽度(S)、溫度(T)和硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣體。
- (四)測量溫泉的硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣體，測量前測器需先熱機一分鐘，鳴聲調至心跳的反應速率。

### 二、變動環境中的溫泉

- (一)實驗六次求平均，測量溫泉溫度從室溫15度到30度再升上45度時，溫泉的pH和TDS變化。
- (二)測量雨天(15次)時三種溫泉以及雨水TDS的變化。
- (三)測量海邊溫泉區溫泉的總溶解固體量(TDS)和鹽度(S)，並與平地與山區溫泉比較。
- (四)以酒精燈加熱三種溫泉，模擬火山爆發，溫泉溫度上升時，溫泉的TDS變化情形。

### 三、溫泉不可知的秘密

- (一)測量日本和台灣製溫泉粉泡出的溫泉之TDS和pH，並與北投青磺和白磺比較
- (二)測量日本溫泉飯店(10間)和台灣溫泉飯店(20間)，比較溫泉的差異
- (三)測量溫泉對頭髮以及對電器生鏽的傷害，以及利用溫泉疏通水槽和減肥的效果



# 五、研究結果

## 一、學校附近溫泉介紹

### (一)人文歷史訪查

- 1.北投樹屋圖書館查資料
- 2.北投溫泉博物館的志工和長輩
- 3.蒐集同學帶來的溫泉並測量和分類
  - (1)鹽酸酸性泉，俗稱青磺
  - (2)酸性硫酸泉，俗稱白磺
  - (3)弱鹼泉，俗稱鐵磺(美人湯)(圖2-1)

### (二)溫泉的性質

- 1.總溶解固體量(TDS)以青磺最高。
- 2.酸鹼值(pH)以青磺最低，最酸。
- 3.鹽度(S)以青磺和美人湯最高，白磺鹽度是0。
- 4.能見度最低是白磺，其次是美人湯
- 5.TDS的變動除青磺變動大，高低可達3倍，其餘都很穩定(圖2-3)
- 6.硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣體反應，以白磺最高，青磺其次(圖4)。

### (三)陽明山溫泉秘境實探

溫泉的鹽度(S)愈高或pH愈低，TDS有愈高趨勢(圖2-1、圖6)

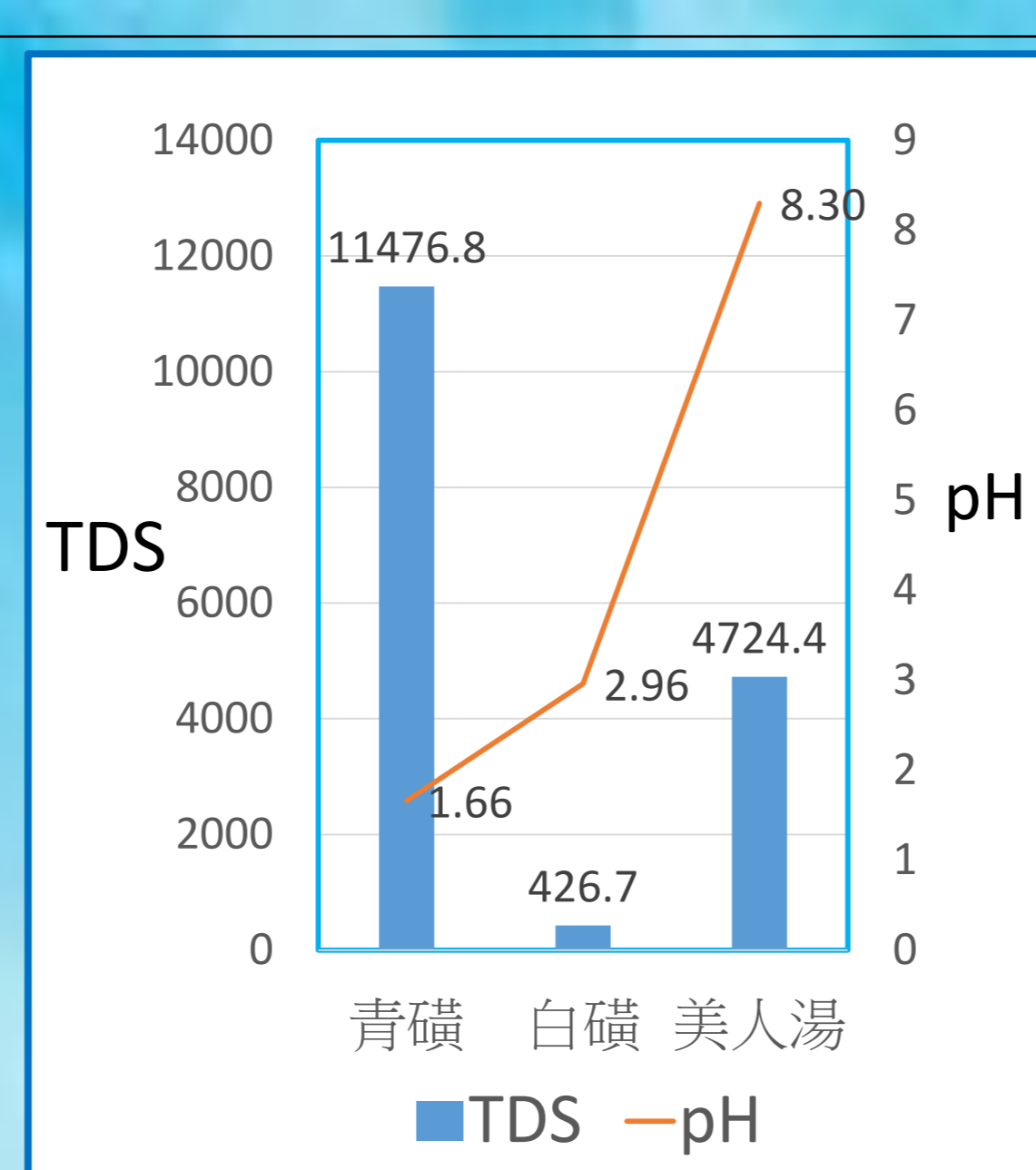


圖2-1、陽明山三種常見溫泉TDS、pH比較

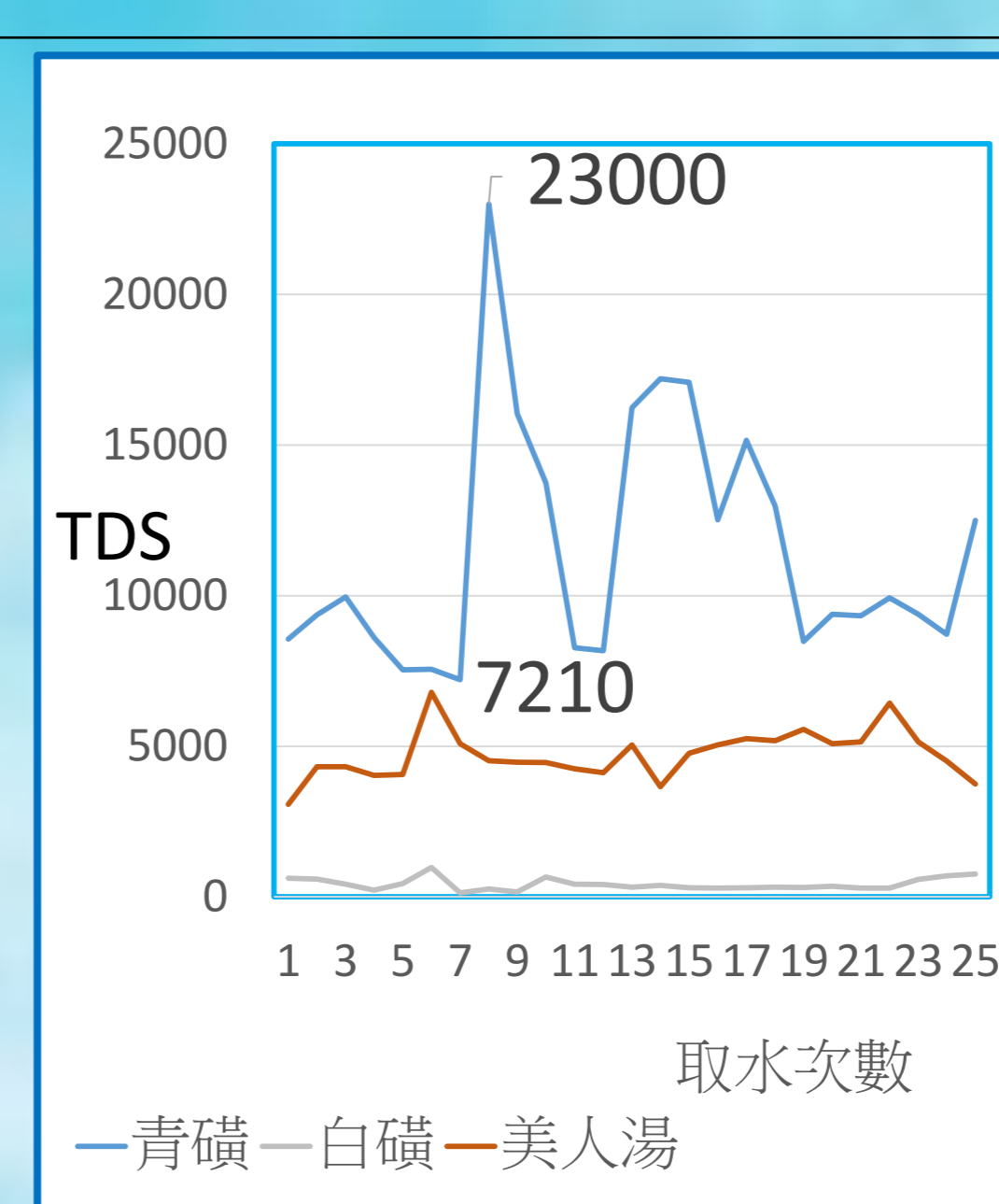


圖2-3、陽明山三種溫泉採水25次之TDS變化

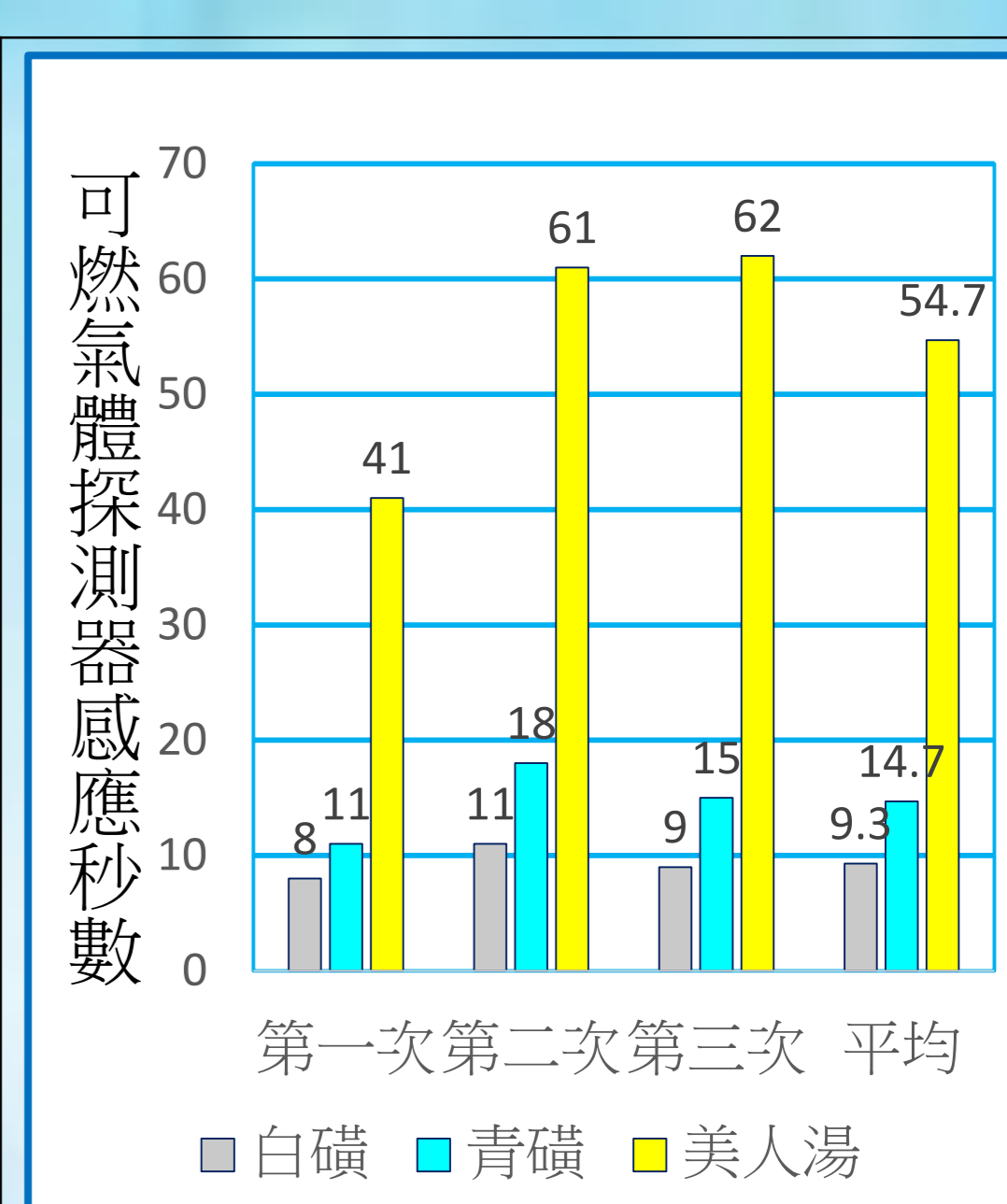


圖4、三種溫泉的硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣濃度比較

## 二、變動環境中的溫泉

### (一)溫度

- 1.同學帶到教室的白磺發現TDS常常小於500ppm，為什麼？
- 2.將溫泉加溫後，溫泉TDS跟糖溶解於水一樣，也上升了。除青磺外，溫度從15度上升到45度，白磺和美人湯的TDS也隨水溫而上升(圖7-1)
- 3.降溫時以白磺保溫效果最好(圖7-2)

### (二)雨水

- 1.雨水的TDS平均只有18.9ppm，下雨時，溫泉的TDS會跟著下降(圖8-1)
- 2.學校接的雨水測得pH小於5，屬於酸雨機率是40%。(圖8-2)

### (三)海水

- 1.海邊溫泉水質的TDS平均 6375ppm 鹽度(S)平均為千分之3.4。(表4)
- 2.海邊溫泉鹽度高，TDS也高。(圖9)

### (四)火山地震

- 1.白磺的TDS很穩定(圖2-3)
- 2.藉由白磺TDS的長期監控、測量，若白磺飆升到700ppm以上，可能是火山地震的前兆(圖10)

## 三、溫泉不可知的秘密

### (一)真假溫泉

- 1.台灣20家飯店的溫泉中，有12家(60%)TDS合格，(圖6、表3)。
- 2.日本10家飯店溫泉，泉質全為弱鹼有2家不合格，合格率80%(圖11-2)
- 3.溫泉粉泡出呈弱鹼、味怪、鹽度高(圖12)

### (二)溫泉與除垢:青磺有助通阻塞(圖13)

### (三)溫泉對頭髮:

- 1.從頭髮吊砝碼以及頭髮顯微觀測，青磺對髮質傷害比酸雨嚴重(圖14-2)
- 2.建議泡溫泉時可戴上浴帽保護頭髮

### (四)溫泉對電器:青磺和白磺都會加速鐵製品電器生鏽。(圖15)

### (五)泡溫泉有助減重。(圖16)

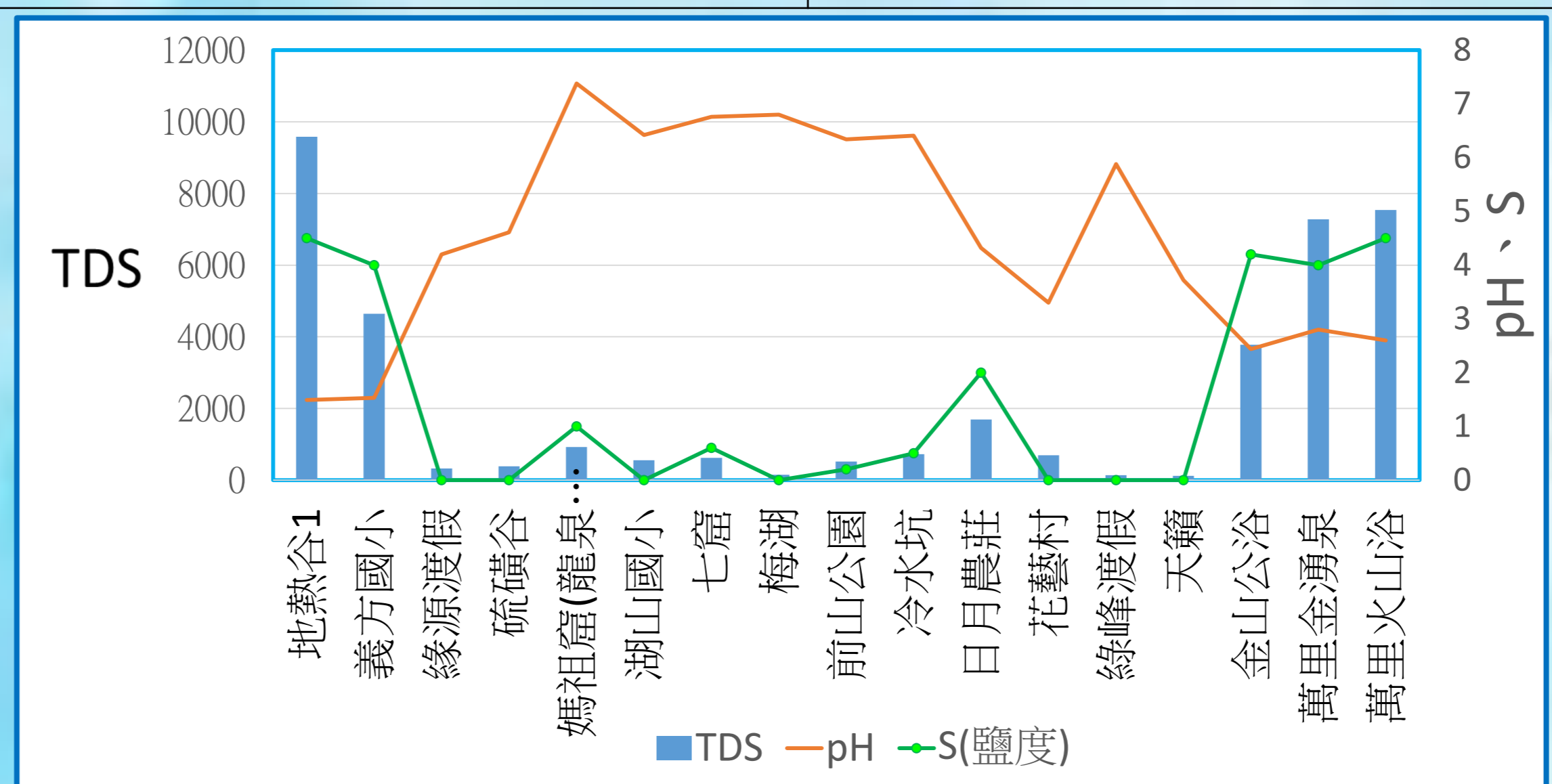


圖6、陽明山地區溫泉的 pH、TDS 和 S 的關係

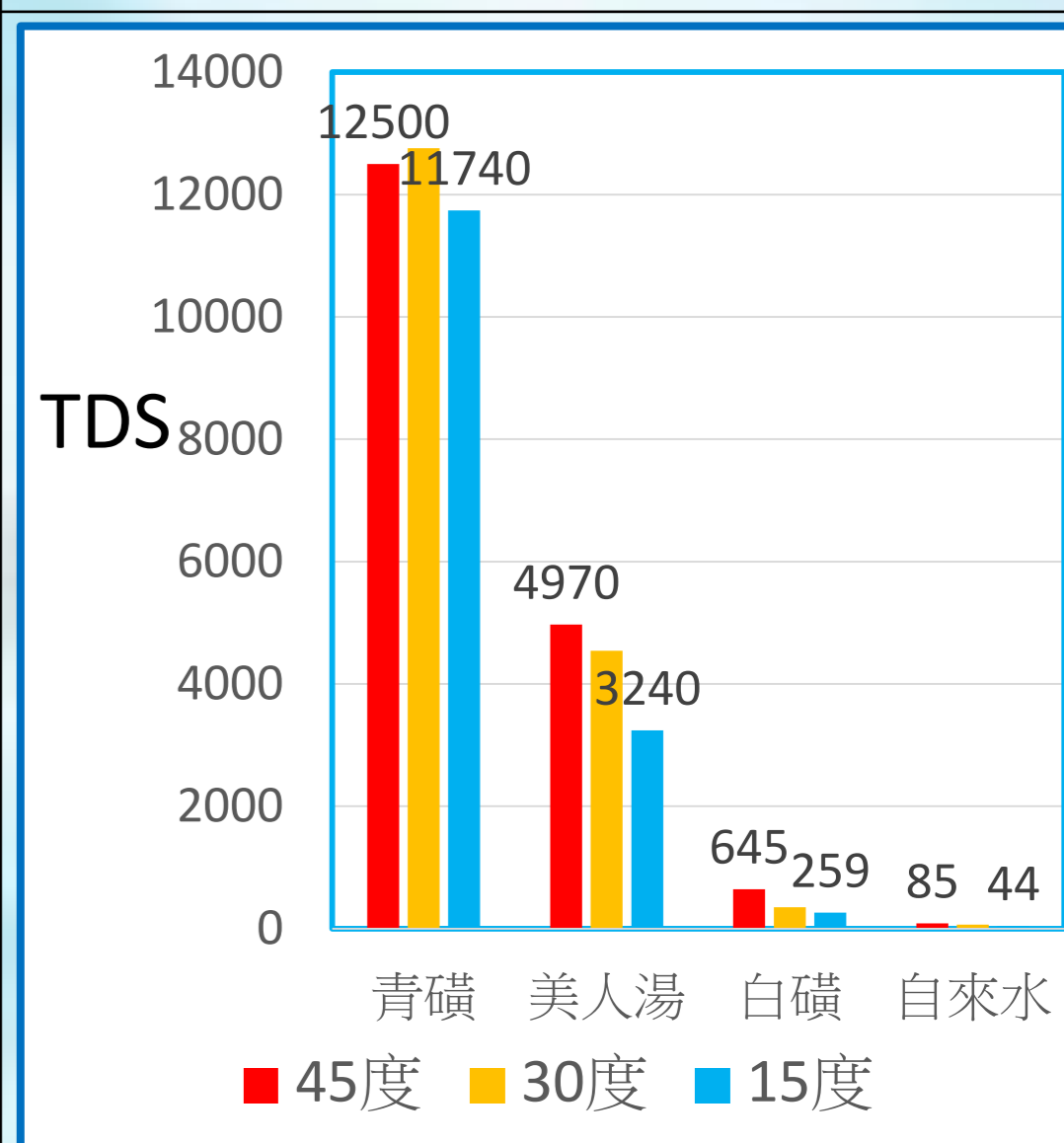


圖7-1 溫度對溫泉 TDS 的影響

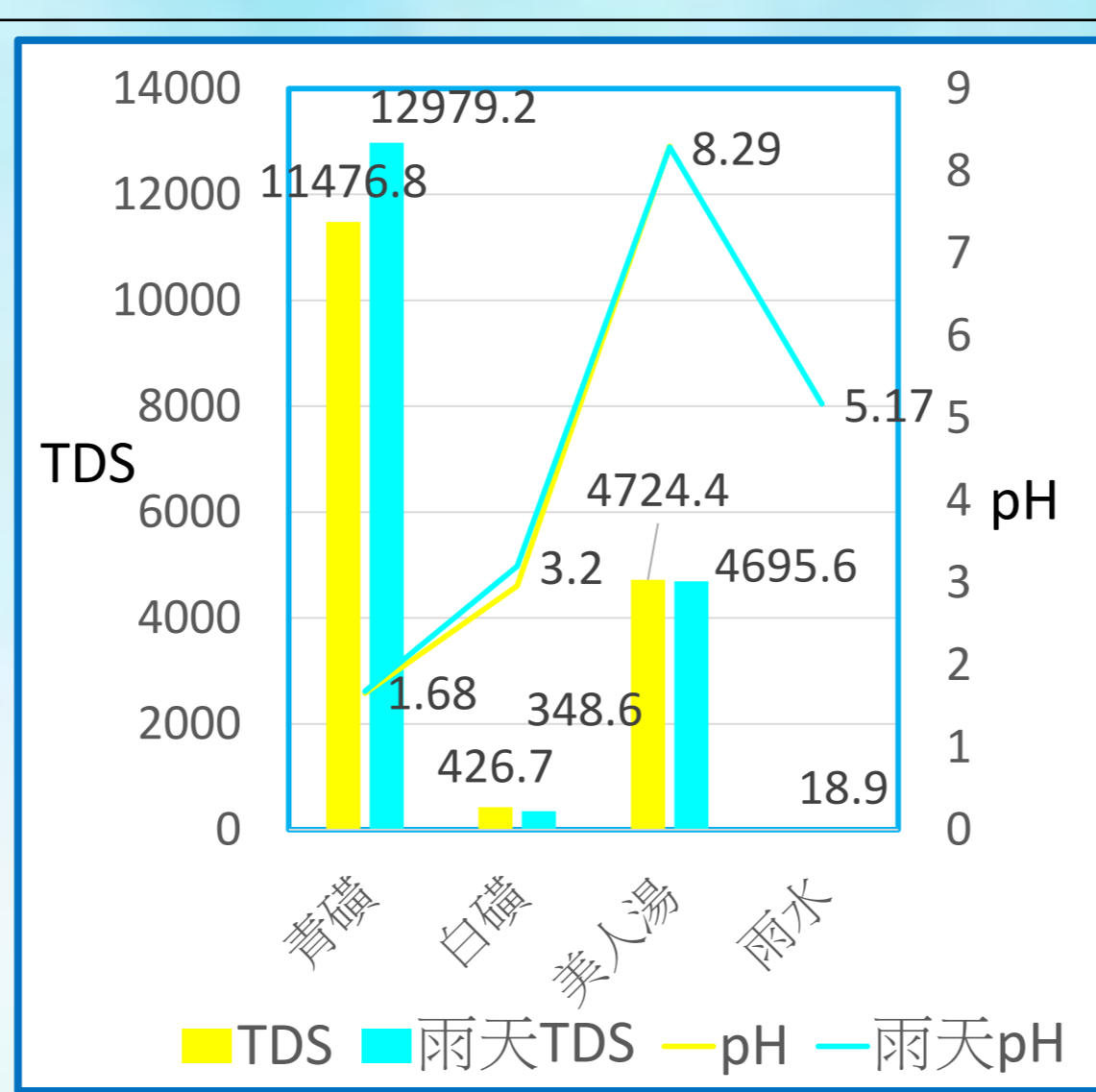


圖8-1、雨水對溫泉水質的影響

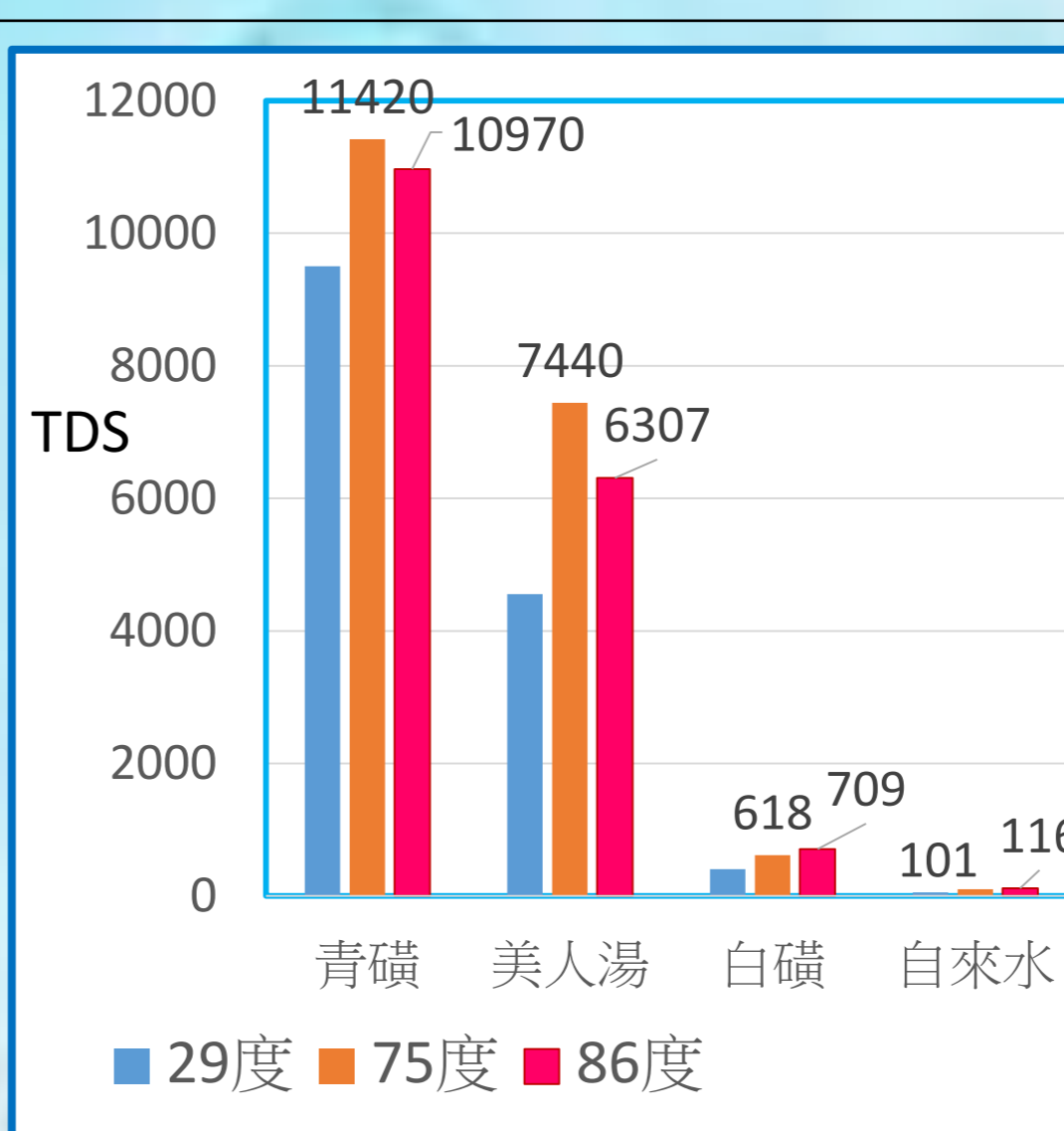


圖10、利用溫泉 TDS 升高來預測火山地震

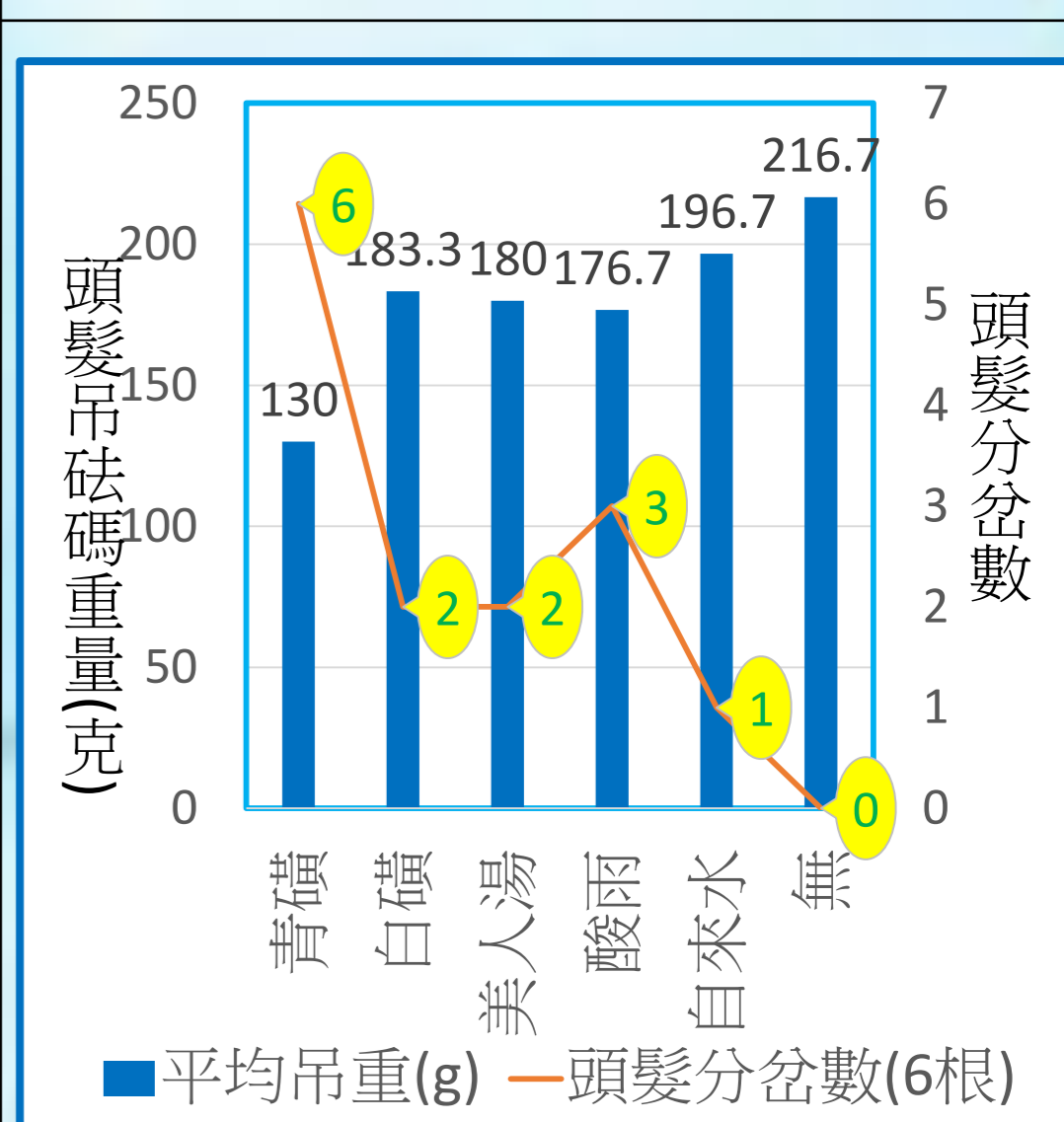


圖14-2、頭髮泡完溫泉後之吊重與分岔數

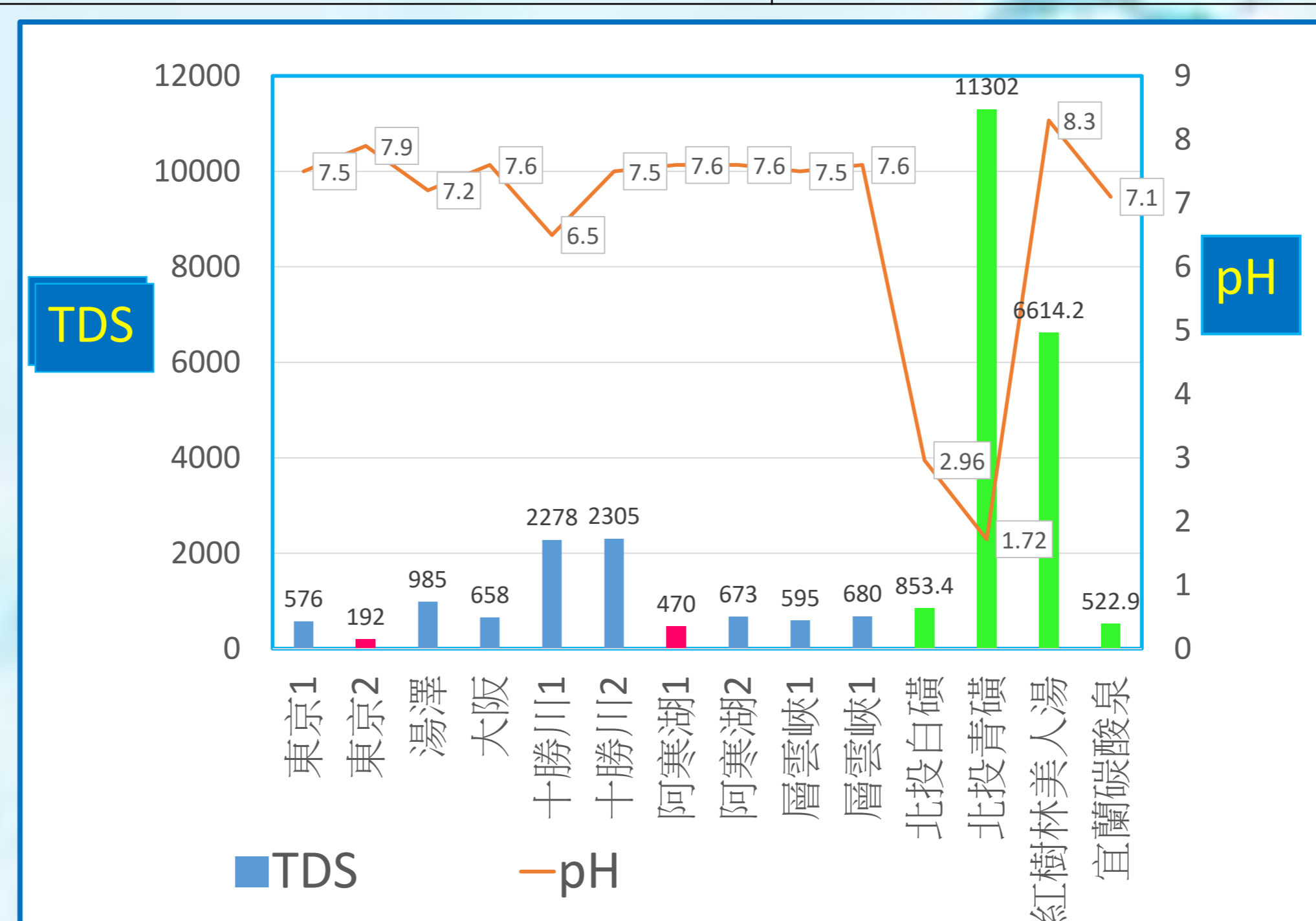


圖11-2、日本溫泉飯店和臺灣溫泉飯店的溫泉比較

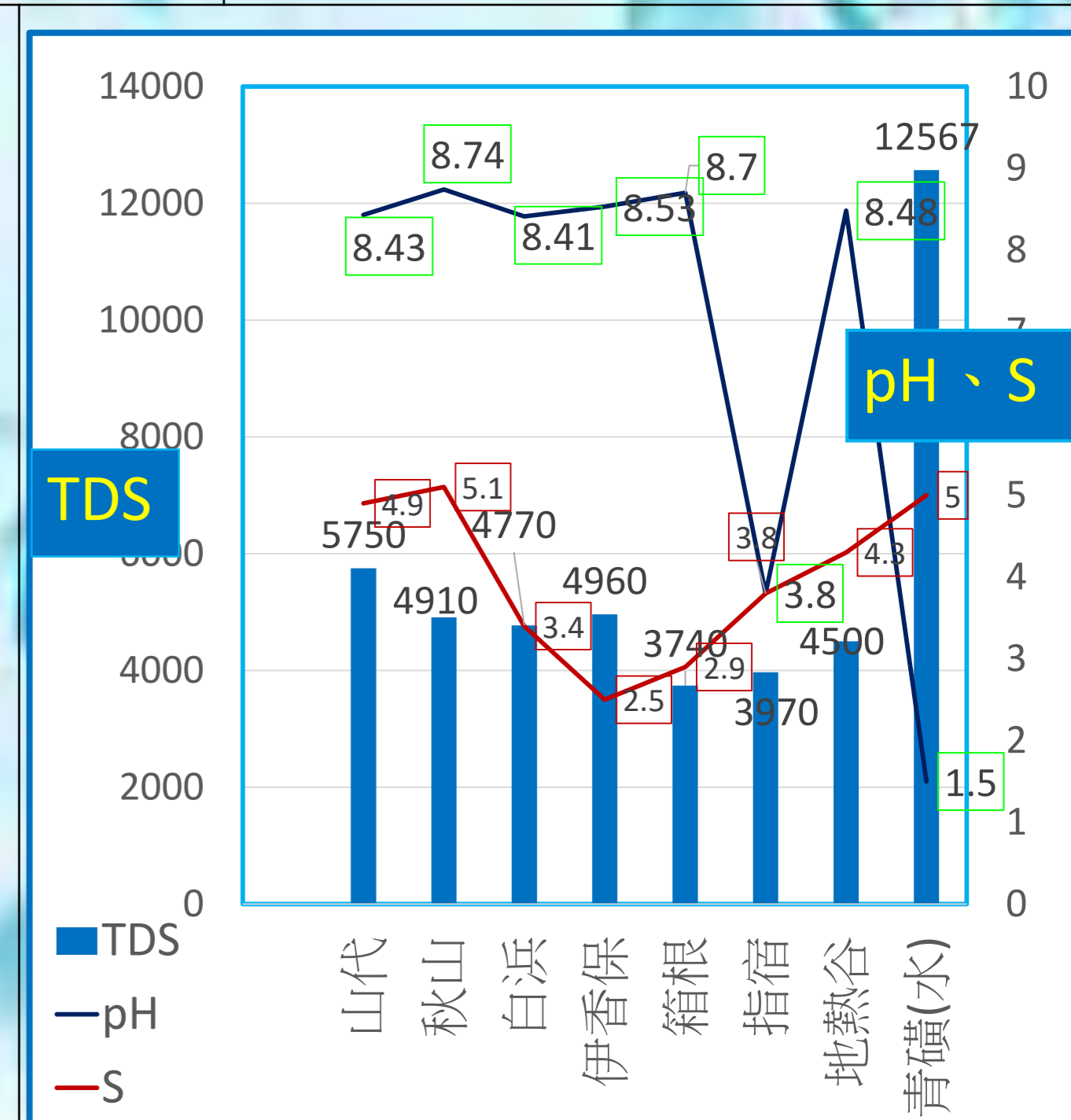


圖12、日本溫泉粉V.S 地熱谷溫泉粉和青磺

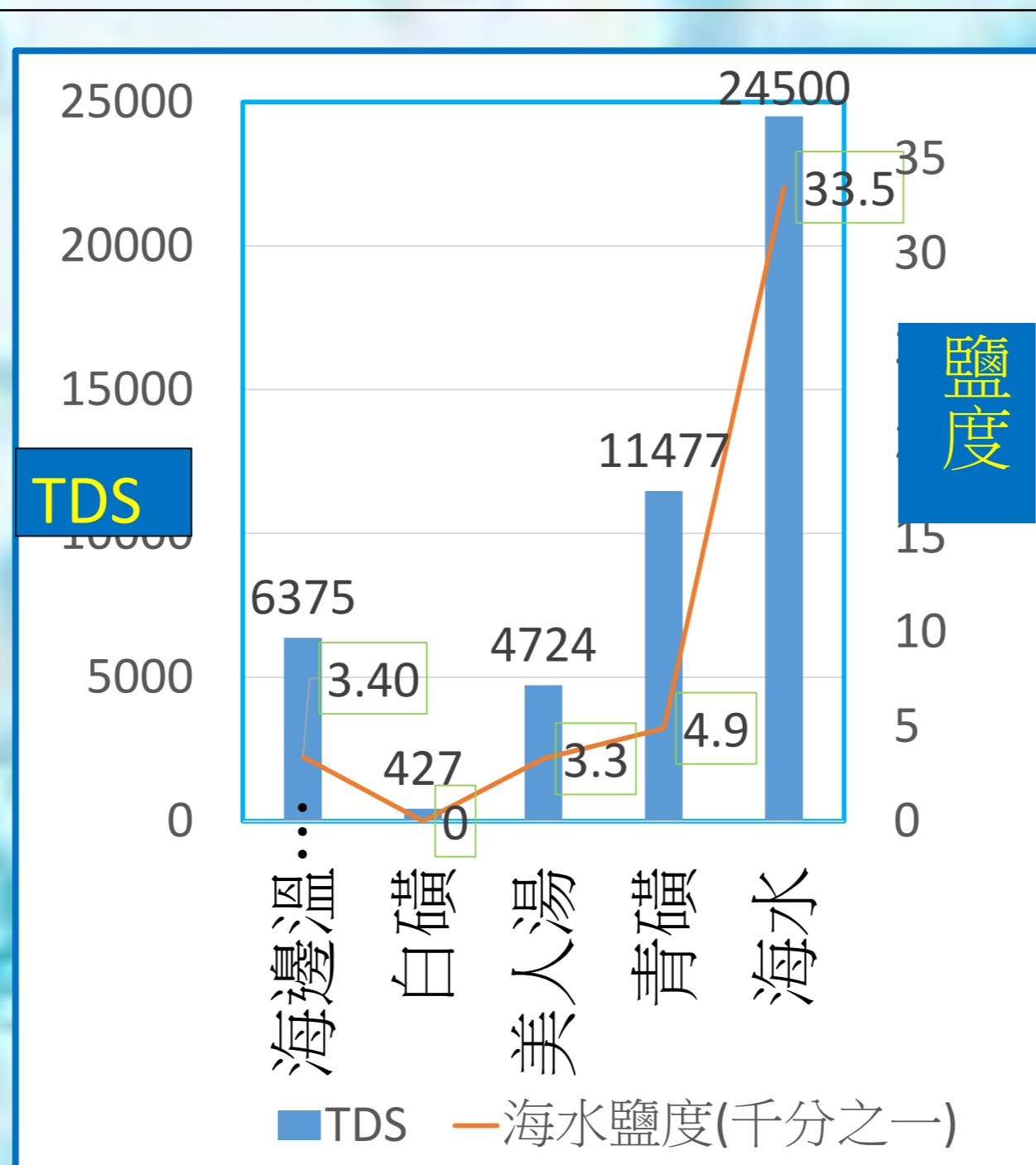


圖9、海水鹽度對溫泉 TDS 的影響

| 海邊溫泉  | 1    | 2    | 3     | 4    | 5      | 6      | 7    | 8     | 9     | 海邊溫泉平均 |
|-------|------|------|-------|------|--------|--------|------|-------|-------|--------|
| 地點    | 八里天泉 | 金山1  | 萬里金湧泉 | 金山2  | 淡水紅樹林1 | 淡水紅樹林2 | 金山公浴 | 萬里金湧泉 | 萬里火山浴 |        |
| 鹽度(S) | 4.2  | 1.5  | 1.0   | 4.5  | 3.5    | 3.0    | 4.2  | 4     | 4.5   | 3.4    |
| TDS   | 5210 | 1350 | 4510  | 6570 | 6440   | 3750   | 3780 | 7280  | 7540  | 6375   |
| pH    | 8.6  | 2.4  | 2.4   | 2.7  | 8.4    | 8.9    | 2.44 | 2.8   | 2.6   | 5.6    |

表4、萬里、金山、淡水、八里等靠近海邊的溫泉區水質測量



## 陸、討論

- 一、溫度對溫泉pH值影響不大，但對溫泉TDS，尤其是白磺，影響大。
- 二、我們將溫泉帶到教室，測白磺TDS時，發現TDS常小於500，已不符溫泉TDS標準。我們懷疑是溫度下降造成。跟糖或鹽巴的溶於水中相同，溫泉溫度若上升，TDS可能也會跟著上升。所以我們又做了加熱溫泉的實驗，溫度高，TDS也會上升。
- 三、溫泉硫化氫氣體偵測前，一定要將氣體偵測器熱機1分鐘後再測量。我們是依機器對氣體的反應速度和鳴叫頻率，來判斷硫化氫的多寡。
- 四、我們檢測陽明山30個溫泉秘境發現，行義路那邊的遊客是最多的，檢測的四個點也最接近硫磺谷溫泉水源區，理應合格，卻也剛好都不合格，原因值得再探究。
- 五、日本10個點的溫泉顏色很像白磺，但卻全是偏鹼性的，pH值介於7-8之間，這跟陽明山地區的青磺和白磺以及金山萬里溫泉偏強酸性大不同。
- 六、雨水的TDS很低，平均18.9ppM，雨水竟讓青磺的TDS上升，這原因值得再探究。
- 七、海水可能會因滲透到海邊溫泉，造成溫泉水中也含有鹽份，同時TDS也上升。
- 八、模擬火山爆發水溫上升實驗發現，三種溫泉之中，白磺和美人湯會隨溫度突然升高，TDS也會明顯上升。這兩種溫泉的監測，也許可以做為火山地震發生的前兆。
- 九、我們測得的日本溫泉都是白磺，TDS低，因此懷疑日本溫泉粉是否有添加鹽巴或海水，以致於水中含有鹽度，使得TDS上升。
- 十、青磺的pH值很低、很酸，可能跟稀鹽酸一樣，都可靠強酸的溶解作用，將污垢溶解掉，家裡水管、馬桶，建議可以常利用青磺直接沖洗，既省錢又環保。
- 十一、青磺和雨水都會傷害頭髮，造成頭髮分岔斷掉，建議泡湯時，不要超過兩個小時，可以戴浴帽，這樣子比較衛生，也能減輕對頭髮的傷害。
- 十二、頭髮掛砝碼測重時，避免將頭髮掛在手上測量，因為頭髮很容易滑掉，而且不同人操作，結果也差很多。我們調整為操作時將頭髮用膠帶固定在桌子旁邊再秤掛重，這樣可以避免滑掉，也減少人為的誤差發生。

## 柒、結論

- 一、陽明山區最常見的三種溫泉是青磺、白磺和美人湯。青磺最酸，TDS最高，常高達10000ppm以上；白磺最常見，pH約3.0，美人湯是弱鹼，pH約7-8間的鐵泉。
- 二、溫泉溫度若上升，TDS也跟著上升。45度的白磺和15度相比達2.5倍。
- 三、陽明山下靠海的地方，溫泉都含有鹽度，例如金山、萬里等海邊溫泉。除此之外，地熱谷和義方國小的溫泉也都可測出鹽度，有鹽度的溫泉，TDS都會很高。
- 四、從野外實測溫泉發現，水質含鹽度愈高或pH值愈低，TDS有愈高趨勢。
- 五、白磺的硫化氫氣體檢測最明顯，青磺其次，美人湯則幾乎檢驗不出。
- 六、三種溫泉的保溫效果都比自來水好，尤其是白磺，水溫下降最慢。
- 七、學校地區下酸雨的機率是40%，雨水的TDS平均為18.9ppm。比學校自來水平均54 ppm還低。雨水會使白磺的TDS下降。
- 八、青磺是溫泉水中最具除垢效果的。青磺和雨水都會傷害頭髮，造成頭髮分岔。

## 捌、參考資料及其他

北投5.7地震不只震出火山問題 還有被忽略的深層地震危機。信傳媒。

<https://www.cmmedia.com.tw/home/articles/8036>

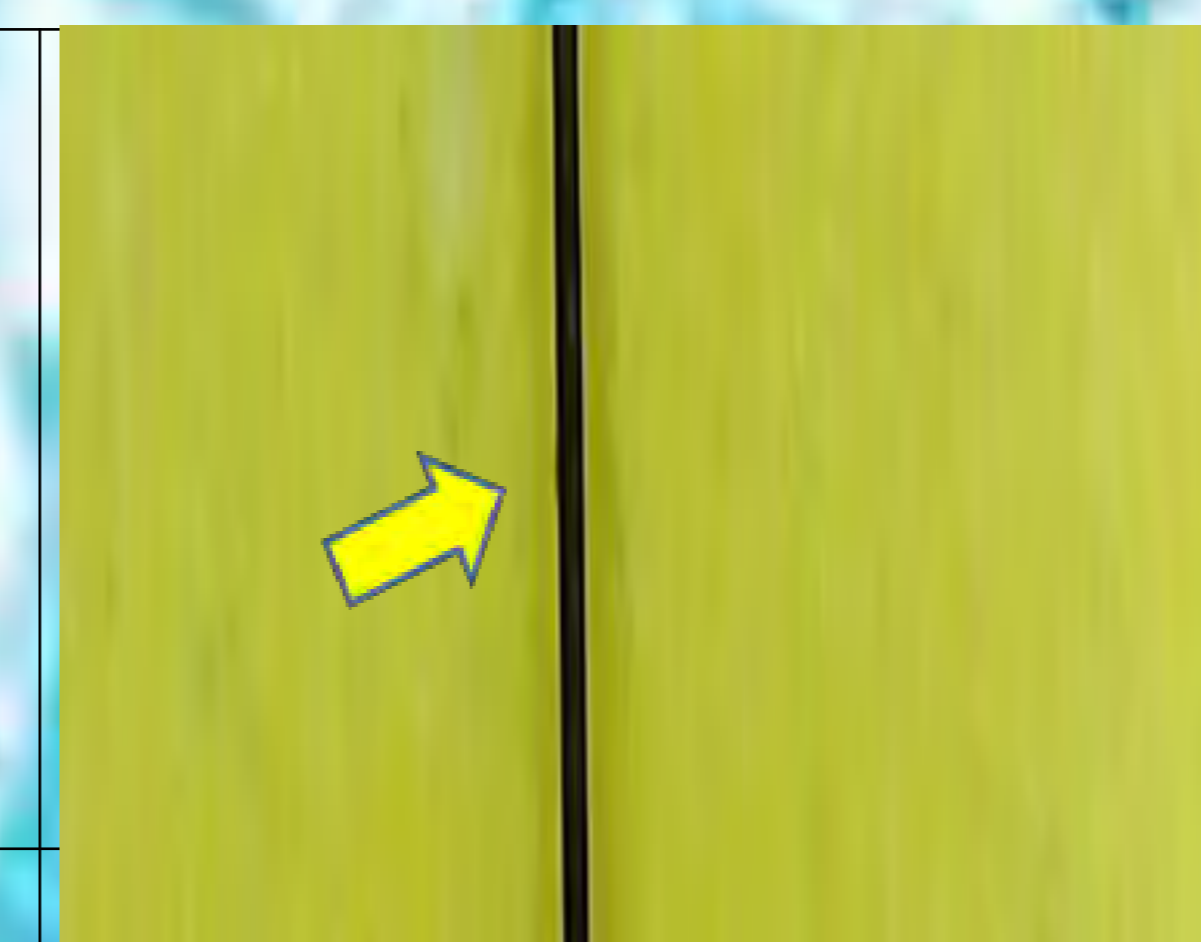
宋聖榮、劉佳玫(民92)。台灣的溫泉。臺北市：遠足。陳燕珩(105年2月20日)。



陽明山前山公園都沒人



陽明山處處可見硫磺水



顯微照相看到的分岔點



溫泉粉泡出的溫泉



野溪溫泉(媽祖窟)



利用酒精燈將溫泉加熱



測量雨水的TDS和pH



測量溫泉的硫化氫