

# 用另一種角度看陽明山溫泉—— 陽明山溫泉的水質探討

國中組化學科第二名

台北市立新民國民中學

作者：藍紹中、楊爾寧、王嘉豪  
指導教師：郭殷夙

## 一、研究動機

咦！我們學校附近的「北投溫泉公共浴場」怎麼整容了呢？哦！原來它改名為「北投溫泉博物館」了。

在參觀了北投溫泉博物館之後，使我們對「泡溫泉」的歷史和文化有更深一層的認識。

但我們希望除了「泡溫泉」之外，還能進一步認識溫泉的相關特性。於是我們針對陽明山溫泉水質與溫泉水對周遭事物的影響做了本次的研究。

## 二、研究目的

- （一）陽明山地區溫泉水質基本性質的調查。
- （二）探討陽明山地區溫泉對一般建材（以混凝土、鐵材、磚等為例）的影響，並做比較。
- （三）探討陽明山地區溫泉對金屬材質（以一元，五元錢幣為例）的影響。
- （四）探討陽明山地區溫泉對植物生長（以綠豆的生長為例）之影響。

## 三、文獻探討

在陽明山區泡溫泉的民眾，大都是因為其對身體的種種醫療效果而樂此不疲。有人甚至於大老遠從三重、板橋每日搭車前來享受一番，而旅遊導覽對溫泉的介紹大都僅以溫泉的神奇療效為主，可是針對溫泉相關特性的介紹卻是微乎其微。

工業技術研究院能源礦物研究所，於民國58～62年間曾針對陽明山地區的溫

泉進行大規模的鑽井探勘，對於陽明山地區溫泉及深井熱水的化學特性，提供了相當寶貴的分析資料。由此資料顯示陽明山國家公園地表溫泉的化學成份中為氯離子( $\text{Cl}^-$ )，碳酸氫根離子( $\text{HCO}_3^-$ )及硫酸根離子( $\text{SO}_4^{2-}$ )等，依其相對含量的多寡為依據，大致可將陽明山國家公園區內的溫泉區分為下列三大類：（註一）

（一）酸性硫酸鹽溫泉，pH值約2.1~3.0之間，是由蒸氣遇冷凝結而成。其蒸氣成份主要為水蒸氣， $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 和 $\text{SO}_2$ 。其中，氯離子含量小於50ppm，而 $\text{SO}_4^{2-}$ 的含量則高達1000ppm以上。

（二）酸性硫酸鹽氯化物溫泉，pH值介於2.2~2.5以上，氯離子比前者高出很多，而 $\text{SO}_4^{2-}$ 則比前者稍低。

（三）低溫的中性碳酸氫根溫泉( $\text{HCO}_3^-$ )，pH值約6.0~6.9之間，為地下水間接加熱而成。

另外，泡溫泉族亦將陽明山的溫泉區分為下列三種類：（註二）

（一）青磺：味道苦澀，不能飲用，可治療各種皮膚病，溫度約為 $100^\circ\text{C}$ 左右；如：地熱谷溫泉。

（二）白磺：水質混濁，呈乳白色，是一種酸性硫酸泉，溫度約 $60\sim 80^\circ\text{C}$ 。

（三）鐵磺：水溫在攝氏 $40\sim 50^\circ\text{C}$ 左右，可以飲用，據說對風溼病，關節炎有醫療效果，如：龍鳳溫泉。

因此在本次研究中，我們期待能對上述兩種分類法找出其相關性。另外，由於我們的居家和學校都位於溫泉區附近，常可發現水龍頭容易變黑，以及家中電器用品損壞率偏高的現象。基於為了解其是否係受溫泉的影響，在本研究中除了進行陽明山地區溫泉水性質的調查外，另更進一步探討溫泉對一般建材、金屬材質和植物生長的影響。

#### 四、研究器材

（一）燒杯、試管、滴管、培養皿、棉花、試管架、電子秤、玻棒。

（二）混凝土（不含石、含石）黑鐵、白鐵、鋁、鋼釘、鐵釘、錢幣（1元、5元）綠豆、磚塊。

（三） $\text{BaCl}_2$ (1M)、 $\text{AgNO}_3$ (0.1M)、 $\text{HCl}$ (1M)。

（四）PentiumII-300桌上型電腦一組，相機、底片。

#### 五、研究方法與過程

(一) 溫泉的取樣地點：

本次研究我們所進行取樣的溫泉地點，乃針對溫泉族熱愛的溫泉及部落聚集的溫泉做調查及研究。各溫泉的取樣地點如下：

1. 龍鳳谷溫泉：【雙重溫泉區，南磺溪沿岸餐廳皆用此】
2. 硫磺谷溫泉：【位於敦敘高工西側之谷地，北投，天母地區居民用此，是一地熱井經引水注入而形成的溫泉】
3. 小隱潭溫泉：【陽明山公園內小隱潭下方谷地，也是著名的六窟，湖山溫泉就由此接出】
4. 水坑溫泉：【位於七星山夢幻湖東方300公尺處】
5. 陽明山後山溫泉：【位於中山樓內，無法到達源頭僅於居民接回家的中點取樣】
6. 龍鳳溫泉：【位於雙重溪北面南磺溪上游，陽投公路旁七窟溫泉的源頭在此】
7. 地熱谷溫泉：【位於新北投，泉水流經新北投公園的北投溪，與新北投的生活圈有密切的關係】
8. 馬槽溫泉：【位於馬槽溪的溪谷中】
9. 自來水：【在實驗中做為對照組】

(二) 溫泉水質的探討：

1. 於現場採取溫泉樣品的過程中，首先進行溫泉水樣顏色、氣味的觀察；其次並進行溫泉的出水溫度及酸鹼值的測量。
2. 取各溫泉10毫升裝於試管中，分別加入 $\text{BaCl}_2(1\text{M})$ 3毫升觀察其沉澱情形。
3. 取各溫泉10毫升裝於試管中，分別加入 $\text{AgNO}_3(0.1\text{M})$ 3毫升觀察其沉澱情形。
4. 取各溫泉10毫升裝於試管中，分別加入 $\text{HCl}(1\text{M})$ 3毫升觀察其沉澱情形。
5. 取各溫泉10毫升裝於試管中，將醋酸鉛試紙覆蓋於管上，以觀察醋酸鉛試紙顏色變色情形。

(三) 溫泉對建材的影響：

1. 先將個測試物品予以編號：（編號如下）

A. 混凝土	E. 黑鐵
B. 鋼釘	F. 白鐵
C. 鐵釘	G. 鋁塊
D. 錢幣（1元、5元）	H. 磚塊

2.將混凝土、磚塊稱重並記錄。

3.將1.的測試物品置於燒杯或培養皿中，倒入溫泉水，每2日觀察變化情形並記錄且拍照。

4.每隔7天換一次溫泉水，但沉澱物仍置於杯中。

(四) 溫泉對綠豆生長的影響：

將棉花置於燒杯中，放入綠豆，倒入溫泉水，每2日觀察發芽及生長情形，(當棉花乾燥時需再加入溫泉水)，並記錄且拍照。

(五) 15日之後，將混凝土、磚塊取出陰乾5天，稱重與本來的重量做比較。

## 六、研究結果與討論

(一) 陽明山溫泉水的性質，由實驗觀察得知：

1.同一源頭的溫泉，溫度會隨輸送的過程熱能散失而降低，因此儘管是同一泉源，其溫度也會隨地方而變。本次研究除了冷水坑、陽明山浴池和龍鳳溫泉外，其餘皆於源頭測量溫度。

2.經由pH值的檢測結果可得知陽明山後山浴池、冷水坑和七窟（龍鳳溫泉）的溫泉是屬於接近中性的溫泉，其餘皆為酸性溫泉。本研究的測量值雖與文獻報導值（註一）有不同，但二者之間仍相當接近。

3.大部份的溫泉都含有臭臭的硫磺味。冷水坑的硫磺味較淡，陽明山後山溫泉也略有臭味，龍鳳溫泉則無味。

4.本實驗中收入BaCl<sub>2</sub>的目的係在於進行硫酸根離子存在的測試，因其化學反應式為 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{S})$ 。實驗結果發現溫泉水皆會混濁，尤以地熱谷為最明顯。

5.加入AgNO<sub>3</sub>的目的是要檢查Cl<sup>-</sup>，其化學反應式為 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}(\text{S})$ 。實驗結果顯示皆有白色沉澱物形成，唯部份地區（如陽明山後山）逐漸變成黃褐色，至於地熱谷則為灰黑，而龍鳳溫泉為乳黃。由文獻資料中可得知，溫泉水中除了氯離子外，尚含有其他陰離子，因而推測可能係這些陰離子與Ag<sup>+</sup>進行作用所導致。

6.由HCl的測驗中，可知冷水坑，陽明山後山浴池，龍鳳溫泉皆有少量的氣泡產生，此乃因這些溫泉皆有HCO<sub>3</sub>而產生如下反應： $\text{HCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

7.醋酸鉛試紙的目的是為了檢驗硫化物。而實驗結果發現以直接沾濕的方式，並不能使試紙變色；然而將醋酸鉛試紙置於容器上方管口位置，反而使其變黑。結果發現除了龍鳳溫泉外，其餘地區溫泉皆能使醋酸鉛試紙變黑。

(二) 溫泉對錢幣（一元和五元硬幣）的影響如下：

1.由上述實驗的結果發現，各種溫泉對錢幣皆有腐蝕作用且產生鏽斑，尤以地熱谷溫泉最為嚴重，其表面的紋路皆被破壞了。

2.5元和1元的鏽斑是不同的，5元的鏽是由藍褐色→青色愈來愈嚴重；而1元的變化是黑色→黑褐色。（在第九天時）

3.將一元、五元硬幣泡浸於地熱谷溫泉水中皆產生綠鏽斑，且培養皿中也有些綠鏽。

4.觀察第十一天以後，浸泡於龍鳳谷、龍鳳溫泉、陽明山後山浴池溫泉水中的錢幣皆產生青綠色物質；至於浸泡於硫磺谷和小隱潭溫泉水的錢幣則分別產生白色鏽斑及沉澱，其餘則變成深褐、綠色。

5.為了避免外在環境對本實驗有所影響，所以在培養皿上面都包保鮮膜，水快乾時再重新加入泉水，照相時保鮮膜是拿掉的。

#### （三）溫泉水對鐵釘的影響：

1.由上表實驗結果得知對照組的自來水生鏽的情形比溫泉快且嚴重，而自來水的鏽是黃褐色的。溫泉水的鏽除了地熱谷為全黃、小隱潭為灰色且有冒泡之外，其餘皆為全褐色或黑色的鏽斑。

#### （四）溫泉水對鋼釘的影響：

1.由上表的實驗記錄發現小隱潭、龍鳳谷、地熱谷、馬槽對鋼釘的影響較大，在第七天以後皆有鏽斑產生。

2.所有的溫泉對鋼釘的影響比自來水嚴重，產生黑棕色鏽斑的有：小隱潭、地熱谷、馬槽；而產生白色鏽斑的有：硫磺谷、馬槽、自來水；而冷水坑、陽明山後山、鏽斑很少。

3.與鐵釘的情形比較起來，較不易生鏽多了。

#### （五）溫泉水對黑鐵的影響：

1.黑鐵的來源是由立山鐵窗店所提供。

2.黑鐵在浸泡的第五天幾乎全部鏽掉了，鏽大多為暗紅色，並有鏽斑沉澱。

3.自來水使黑鐵生鏽更厲害，第五天全部形成一層厚厚的黃色鏽。

4.第九天起鏽皆不再改變，小隱潭、龍鳳谷、馬槽、龍鳳溫泉均為黑色，其餘為黃褐色，而溫泉水均變為褐色或黃褐色。

#### （六）溫泉水對白鐵的影響：

1.由實驗結果可得知，與黑鐵的腐蝕狀況相比白鐵是較能耐溫泉水浸泡的材料。地熱谷的水對白鐵的影響最大，其結果是白鐵變黑，溫泉水變藍。

2.白鐵的來源是黑鐵同。

(七) 溫泉水對鋁片的影響：

1. 鋁片的來源：鋁窗店。
2. 溫泉水對於鋁片腐蝕的影響甚小，尤其是鍍漆的部分幾乎不影響，只有在切割部份生了些白斑。
3. 第九天時，浸泡於地熱谷溫泉的鍍漆開始有脫落現象。

(八) 溫泉水對紅磚塊的影響：

1. 由實驗觀察得知，各溫泉皆有一些沙狀的沉澱。大部分的水都變成黃色，只是小隱潭變成粉紅色。
2. 龍鳳溫泉及硫磺谷的溫泉對磚塊影響較小。
3. 由於磚塊浸泡會使水變色，所以溫泉浴池的表面建材都不是直接用磚塊砌成。
4. 本實驗的磚塊樣品係用同一塊磚塊平均切成九塊後使用。

(九) 溫泉水對「含石頭混凝土」的影響：

1. 混凝土來源是來自於工地，實驗前使其陰乾凝結七天。
2. 皆產生棉花狀的沉澱物，除浸泡地熱谷溫泉為黃色外，其餘皆為白色。
3. 實驗第七天曾將泉水抽出1/2，換新的、結果不變，只是沉澱變多了。
4. 反應後的泉水皆變為鹼性。

(十) 溫泉水對無石混凝土的影響：

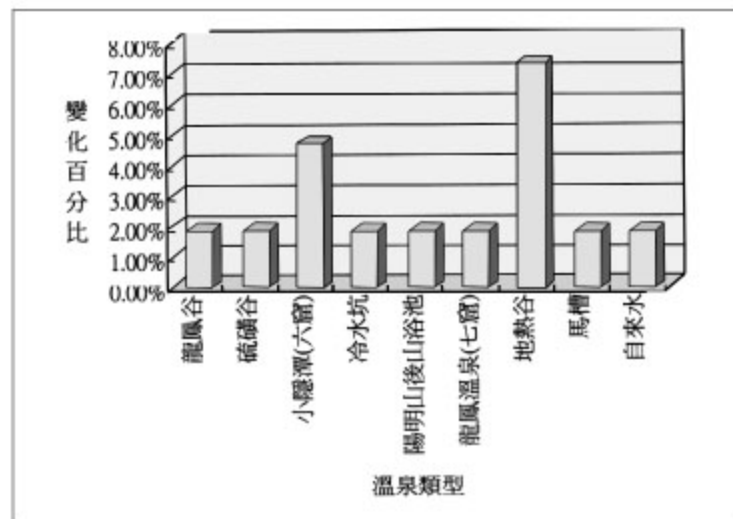
1. 混凝土來源與（九）同。
2. 實驗結果與（九）相類似，但破壞情形則更嚴重。

(十一) 溫泉水對綠豆生長的影響：

1. 地熱谷的溫泉是不適合植物生長的，豆子不發芽且褪色了  
小隱潭、馬槽豆子發芽情形較緩慢，第十天後即不再長大且逐漸枯萎，棉花化開始長黴。
2. 由於豆子的高度不同所以本次豆子高度以最高的豆子高度為準。  
由本次實驗發現硫磺谷和冷水坑的溫泉較適合植物生長。地熱谷、小隱潭和馬槽是不適合豆子的成長。
3. 由此實驗看出生長情形如下：（說明：生長情形較佳＞生長情形較差）
4. 自來水＞龍鳳溫泉＞陽明山後山浴池＞冷水坑＞龍鳳谷＞硫磺谷＞小隱潭（六窟）＞馬槽＞地熱谷。

(十二) 混凝土和磚塊浸泡溫泉前後的重量變化：

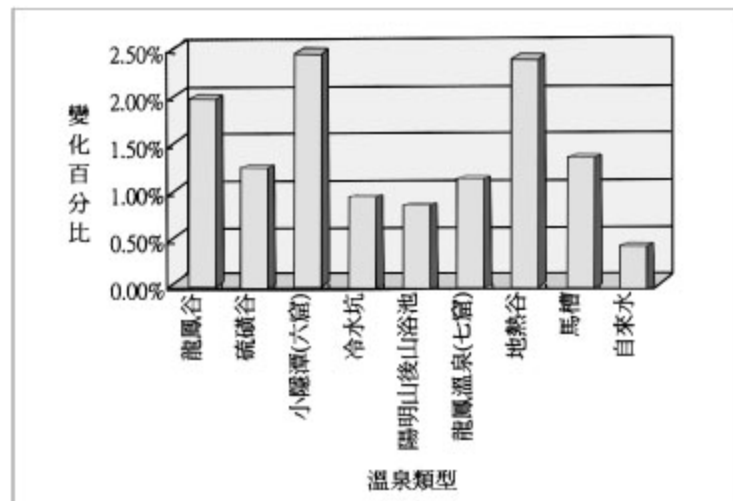
1. 溫泉對無石混凝土的侵蝕程度大小如下圖：
2. 由下圖可知溫泉對無石混凝土的侵蝕程度大小：



地熱谷>小隱潭>龍鳳谷>硫磺谷>馬槽>龍鳳溫泉>冷水坑>陽明山後山溫泉>自來水。

3. 溫泉對有石混凝土的侵蝕程度大小如下圖：

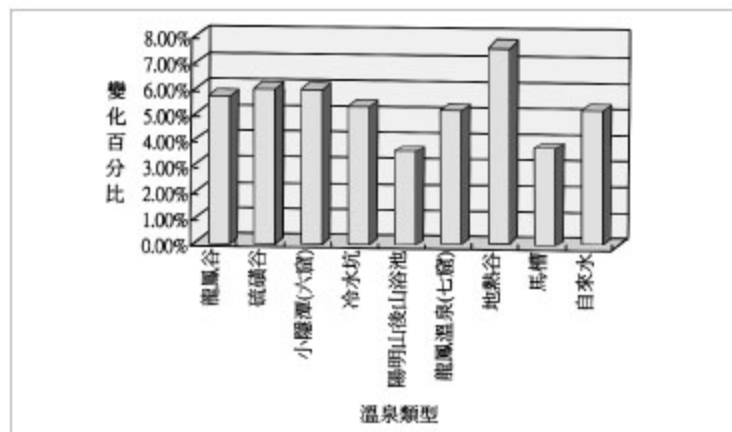
由下圖可知溫泉對有石混凝土的侵蝕程度大小：



小隱潭>地熱谷>龍鳳谷>馬槽>硫磺谷>龍鳳溫泉>冷水坑>陽明山後山溫泉>自來水。

1. 溫泉水對磚塊的侵蝕程度大小如下圖：

由下圖可知溫泉對磚塊的侵蝕程度大小：



地熱谷>小隱潭=硫磺谷>龍鳳谷>冷水坑>自來水>龍鳳溫泉>馬槽>陽明山後山溫泉。

2.由溫泉對混凝土的侵蝕程度觀察結果，得知其和溫泉的pH值有密切的關係。及pH值越小（越酸）侵蝕的情形越嚴重，且對同一種溫泉而言，不含石子的混凝土被侵蝕得較嚴重。但因自來水易會侵蝕的情形，所以除了酸鹼度的影響之外還有別的因素也會侵蝕程度。

3.由溫泉對磚塊的侵蝕程度觀察結果，可得知其與pH值有關，pH值越小（越酸）侵蝕的情形越嚴重。與混凝土比較，磚塊侵蝕的程度更為明顯。

4.本實驗僅就溫泉水對建材在室溫下侵蝕的情形做研究，真正的溫泉溫度高於室溫且是流動性的，所以相信其對建材的影響將更為明顯。

## 七、結論

（一）由溫泉水性質的調查中，可得知鐵礦的酸鹼值係屬於弱鹼性到中性範圍，而青礦之名是因水質清澈得來，通常為強酸性；至於白礦則是弱酸性的溫泉。本次取樣的溫泉中屬性和pH值如下表：

地點	龍鳳谷	硫磺谷	小隱潭(六窟)	冷水坑	陽明山後山	龍鳳溫泉	地熱谷	馬槽
pH 值	2.5	3.5	2.5	8.0	7.0	7.0	1.0	3.0
名稱	白礦	白礦	青礦	鐵礦	鐵礦	鐵礦	青礦	白礦

●白礦、青礦、青礦是根據溫泉族的說法

（二）陽明山的溫泉大都為酸性泉，對金屬具有腐蝕性；對於水泥建材亦會腐蝕。所以，設計溫泉池、輸送管路的材質時必須要避免使用這些材料。

（三）地熱谷的溫泉流入北投溪，北投溪係環繞整個新北投公園，是磺港溪



的上游，本次研究也針對北投溪的pH值作測量，以兩百公尺測一次pH值，發現北投溪從源頭到兩公里處pH值仍等於二，難怪北投溪中寸草不生，若能於溪中加入一些鹼性物質中和再排入河水中，則對北投溪中的生物生存更有幫助。

（四）泉水對黑鐵的影響比白鐵大，而對鋁的影響最小；所以溫泉區的鐵欄杆（或鐵窗）的使用材質優劣程度：鋁＞白鐵＞鋼＞黑鐵。

（五）植物的成長情形，就綠豆而言，地熱谷的泉水是長不出芽的，而小隱潭、馬槽的種子成長的情形緩慢，最後植物會枯萎。因此，此三處的泉水不適合植物的生長，對動物的飲用應該也不適合。

（六）由六研究結果與討論的——（八）（九）（十）（十二）得知溫泉水對磚塊、混凝土的侵蝕程度與pH值有密切的關係；pH值越小，侵蝕的程度越嚴重。且同一溫泉對磚塊、混凝土的侵蝕程度如下：磚塊＞純混凝土＞含石混凝土。

## 八、參考文獻

（註一）楊金臻，泉鄉，內政部營建署陽明山國家公園管理處，P.30-P.88。

（註二）陳肇夏，陽明山國家公園生態之旅，（內政部營建署陽明山國家公園管理處）P.20-P.23。

（註三）洪德仁，戀戀溫泉，北投社雜誌社，碩英文教基金會出版，P.7-P.10。

（註四）洪德俊，北投社第9期，北投社雜誌出版，P.13-P.16。

（註五）洪德仁，戀戀北投溫泉，玉山社，P.24-P.27。

（註六）蔡惠民，火山奇蹟，陽明山公園管理處P.20-P.25。

（註七）網路資料。

（註八）國中理化第二冊87年版第九章。

## 評語

本作品的作者在陽明山地區採取八處溫泉水樣品，探討一些性質包括溫度、顏色、氣味、pH值及氯離子、碳酸根、硫酸根及硫離子的定性分析並測試對建築材料如鐵釘、磚塊、水泥等以及對綠豆生長的影響，因只是國一學生，化學知識稍嫌不足，但思考慎密，態度認真，所探討的題目與社區環境密切相關，也和當前社會上關心的問題如建築安全有關，表現優秀，故評為第二名。

