

# 金寧地區地下水源之調查與研究

## 國中教師組化學第一名

福建省金門縣金寧中小學

作者：吳啓騰、宋文章、石朝木



### 一、研究動機

水為我們生存所必需，舉凡人畜飲用、洗滌、工業製造、農田灌溉及魚蛤養殖是否會影響生物之生長？這些都是我們關切的，也是我們所想知道的。

每當上班途中，看到路旁，水井林立，但都未見其充分利用。甚至有些都荒廢不用，實在非常可惜。若有人利用也均以灌溉為主，未能加以推廣與普及，再加上本地區地處貧瘠，且又皆以農為主，農民收益不佳，因此造成人口外流的現象。若能充分的利用地下水源，實行土質改良，有計劃的來經營生產，那將使地區農民收益提高，生活獲得改善，並促進地區繁榮，防止人口外流進而達到「富康金門」的目標。

金寧地區可以說是金門的心臟地帶，在軍事上及經濟上也佔著極重要的地位。近年來，由於政府不斷的推展農業，補助農民貸款，提高農民收益，使用地下水的方法也日漸改善。我們也欣聞縣府為推行 70 年度合作農場計劃特於 69 年 11 月 8—11 日分別在各村里召開農民座談會，且率先在古寧頭附近的沙崗地帶經營合作農場，決定於 70 年 4 月 30 日前在金寧地區增開 14 口淺水井，由以上一連串的報導及實施，實在令人可喜，同時也使我們覺得淺水井對本地區農業發展是非常重要的，因此引起我們探討本地區地下水之興趣，便擬定計劃，進行各項調查與研究。

## 二、研究目的

將金寧地區地下水源的含量、水井數目及使用比率作進一步的調查，並將地下水之物理及化學性質或成分作一番考究。

## 三、研究器材及藥品

### (一)器材

- |             |         |              |
|-------------|---------|--------------|
| 1. PH 值測定器  | 2. 濁度計  | 3. 滴定管       |
| 4. 水桶及繩     | 5. 溫度計  | 6. 米達尺(50CM) |
| 7. 溫度計      | 8. 地圖   | 9. 乳頭滴管      |
| 10. 試管      | 11. 橡皮塞 | 12. 聚乙烯瓶     |
| 13. 燒杯      | 14. 錐形瓶 | 15. 試管架及座    |
| 16. PYREX 瓶 |         |              |

### (二)藥品

1. 氯鉑酸鉀 ( $K_2PtCl_6$ )
2. 氯化亞鈷 ( $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ )
3. 硫代硫酸鈉 ( $Na_2S_2O_3$ , 0.1 N)
4. 酚酞指示劑 (Phenolphthalein)
5. EDTA (Ethylenediaminetetraacetic) 0.01 M
6. Eriochrome Black J.

7. 氫氧化鈉 ( NaOH , 0.0227 N )
8. 鉻酸鉀 ( K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> )
9. 硝酸銀 ( AgNO<sub>3</sub> , 0.0141 N )
10. 碘化鉀 ( Kℓ )
11. 硫酸 ( H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , 1 N )
12. 澱粉試液
13. 鐵明礬標準液
14. 溴水
15. 硫氰化銨 ( NH<sub>4</sub>CNS )
16. 磷酸氫銨 [ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ]
17. 硝酸 ( HNO<sub>3</sub> )
18. 鹽酸 ( HCl )
19. 甲基紅 ( Methyl red )
20. 氨水 ( NH<sub>4</sub>OH )
21. 廣用試劑及試紙
22. 標籤紙
23. 過錳酸鉀 ( KMnO<sub>4</sub> )

#### 四、研究過程

##### (一) 準備程序：

1. 將各種儀器準備齊全並洗滌乾淨。
2. 配製各種所需藥品。
3. 親赴各地調查及採集樣水。

##### (二) 調查及研究方法簡述：

1. 帶著地圖、水桶、溫度計、米達尺、聚乙烯瓶到各行政村及自然村調查井數、井深及水深、水溫等，並採集樣水。
2. 將採集之樣水封蓋，帶回實驗室，並進行各項分析（註：樣水勿超過 24 小時）。
3. 物理檢定：
  - (1) 氣味：將樣水裝入試管中約  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  高之量，激烈振盪，打開木塞，嗅聞之。
  - (2) 色度：將 1 升含有 1 mg Pt 的氯鉑酸鉀溶液的色度定為 1 度（或 1 PPM）取樣水與標準液比較即可測得。
  - (3) 濁度：
    - a. 將 1 升水中含有 1 mg 白陶土時的濁度定為 1 度（或 1

PPM ) 取樣水與標準液比較即得。

b. 再用 Jackson 燭光濁度計測定，以求精確。

4. PH 值的測定：利用 PH 測定器，由其標準液加入廣用試劑，再由樣水加廣用試劑經比色而測得。
5. 二氧化碳的測定：將酚酞指示劑 5g 加水（需至少煮沸 15 分鐘之蒸餾水）至 1 升再加 0.02 N 之 NaOH 至淺紅色→取樣水 100 ml，加 5—10 滴的酚酞試劑→無色為止。

$$\text{〔計算〕：mg/l CO}_2 = \frac{A \times N \times 40,000}{\text{ml 樣水}}$$

A：滴定樣水所需 NaOH 之 ml。

N：氫氧化鈉（NaOH）之規定濃度。

6. 溶氧量的測定：

取樣水 800 ml → 置於洗瓶中→吸收臭氣→滴定→（用 0.005 N 之 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 滴定碘化鉀溶液，直到釋出碘的黃色幾乎消失）  
再加 → 4 ml 的澱粉溶液→滴定至藍色消失→空白試驗。

$$\text{〔計算〕：mg/l O}_3 = \frac{(A \pm B) \times N \times 24,000}{\text{ml 樣水}}$$

A = 滴定水樣所需 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 之 ml 數。

B = 空白試驗所需 ml 數。

N = Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 之規定濃度。

7. 鹼度測定：

(1) 取樣水 50 ml → 加 2 滴酚酞指示劑→用 0.02 N 的標準酸滴定至 PH=8 之終點。

(2) 取樣水 50 ml → 加 3 滴混合指示劑（Bromcresol green methylred  $\xrightarrow{\text{滴定}}$  終點。

[計算] 酚酞鹼度，以  $\text{mg}/\ell \text{CaCO}_3$  表示 =  $\frac{A \times N \times 50000}{\text{ml 樣水}}$

$$\text{總鹼度 } \text{mg}/\ell \text{CaCO}_3 = \frac{B \times N \times 50000}{\text{ml 樣水}}$$

A = 酚酞終點所用標準酸  $\text{ml}$  數。

B = 第二終點所用標準酸的  $\text{ml}$  數。

N = 標準酸的濃度。

8. 硬度測定：取樣水  $25 \text{ml}$  → 加  $1-2 \text{ml}$  之緩衝液 → 加  $0.5 \text{g}$  之 Eriochrome Black T 與  $\text{NaCl}$  混合物加指示劑 2 滴 → 用 EDTA 滴定至終點（藍色帶紅）。

$$[\text{計算}] \text{mg}/\ell \text{Ca} = \frac{A \times B \times 400.8}{\text{ml 樣水}}$$

$$\text{mg}/\ell \text{CaCO}_3 = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml 樣水}}$$

A = 滴定樣水所需 EDTA  $\text{ml}$  數。

B =  $1.00 \text{ml}$  EDTA 所含  $\text{CaCO}_3$  之  $\text{mg}$  數。

9. 氯鹽測定：取樣水  $100 \text{ml}$ （若有硫化物則加  $\text{NaOH}$  水色濃則加  $A \ell (\text{OH})_3$ ）→ 取  $50 \text{ml}$ （ $\text{PH} 7-10$ ）溶液  $\xrightarrow{\text{加}}$   $1.0 \text{ml}$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$  → 用  $0.0141 \text{N}$  之  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  滴定  $\xrightarrow{\text{直到}}$  帶紅色之黃色終點為止。

$$[\text{計算}] \text{mg}/\ell \text{Cl} = \frac{(A - B) \times N \times 35460}{\text{ml 樣水}}$$

$$\text{氯鹽 } \text{mg}/\ell = \text{mg}/\ell \text{Cl} \times 1.65$$

A = 滴定樣水所需  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  之  $\text{ml}$  數。

B = 空白試驗。

N = 硝酸銀溶液之濃度。

10. 鎂的測定：取樣水  $60 \text{ml}$  → 加  $25 \text{ml}$   $\text{HNO}_3(\text{aq})$  → 蒸乾加

2—3 ml 鹽酸和 20 ml 的蒸餾水 → 過濾 → 加 2—3 滴甲基紅 → 加 10 ml  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  → 冷卻 → 加氫氧化銨  $(\text{NH}_4\text{OH})$  至黃色 → 蒸乾稱重 (即  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  mg)。

$$[\text{計算}] \text{mg}/\ell \text{Mg} = \frac{\text{mgMg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times 218.5}{\text{ml 樣水}}$$

11. 鐵的測定：取樣水 100 ml + 2 ml HCl → 加溴水 (使呈黃色) → 取 90 ml 檢水 + 1 ml 鹽酸 (HCl) + 5 ml 10%  $\text{NH}_4\text{CNS}$  → 再加檢水至 100 ml → 取比色管數隻按序加鐵明礬標準液 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 + 90 ml 蒸餾水 + 1 ml HCl + 5 ml 10%  $\text{NH}_4\text{CNS}$  → 加蒸餾水成 100 ml → 測出鐵明礬之 ml 數。

$$[\text{計算}] \text{mg}/\ell \text{Fe} = \frac{A \times 0.01 \times 1000}{\text{ml 樣水}}$$

A = 鐵明礬標準之 ml 數。

12. 氮鹽的測定：取樣水 100 ml + 0.5 ml 30% NaOH 溶液和 1 ml 25%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (除去  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ) → 取澄清液 50 ml → 放入比色管中 → 按序加  $\text{NH}_4\text{Cl}$  標準液 0.1, 0.2, 0.3 ~~~ 1.0 ml → 稀釋到 50 ml → 放置 10 分鐘 → 可測出與樣水色度相當的氯化銨的 ml 數。

$$[\text{計算}] \text{mg}/\ell \text{NH}_4^+ = 0.4 \times A = \frac{4 \times A \times 0.01 \times 1000}{100}$$

A = 氯化銨之 ml 數。

13. 硝酸根的測定：取樣水 40 ml → 放於錐形瓶內 → 另數個錐形瓶按序放入 0.1, 0.2, 0.3 ~~~ 1 ml 硝酸鉀標準液 → 稀釋到 40 ml → 各瓶加入 2 g 醋酸鈉及 4 g 鋅粉，充分振盪 → 放置 10 分鐘 → 過濾 → 濾液稀釋成 50 ml → 各加 2 ml → 的鹽酸及醋酸混合液 → 靜置 5—6 分鐘 → 比色 → 測出樣水硝酸根之 ppm。

$$[\text{計算}] \text{mg}/\ell = \frac{A \times 0.01 \times 1000}{\text{ml 樣水}}$$

A = 標準液之ml 數。

## 五、結論

- (一) 1. 水的溫度受天氣的影響，氣溫高時，水溫降低，氣溫低時，水溫升高，但我們發現水溫之變化範圍較小。
2. 水溫與井的深度有關，也即水井深的，水溫較不易受天氣影響，水井較淺的較易受天氣所影響。
3. 本地區水井數目，以安岐到林厝之沙崗地帶最多，其次為榜林、東洲、后安一帶及中、西堡及湖南一帶，這些地區最適於用來灌溉農田之用。
4. 水的酸鹼度均在 6.4—8.2 之間，相差僅 1.8，且沿海地區之 PH 值較高仍其因二氧化碳容量較少的原故。
5. 本地區水色均非常澄清，僅部分少用的水井，因受到塵埃及雜質所污染而較為混濁而已。
6. 一般濁度的標準是在 5 ppm 以下，而本地是介於 1.1—1.4 ppm 之間，可說是非常理想的飲用水。
7. 一般出水的深度均與開鑿深淺有關，本地區除了自來水用深水井（60 公尺以上）外，其他均為淺水井適於抽水灌溉之用。
8. 地下水之構造通常如下圖所示：而本地區所灌溉的水均屬於通氣帶的水及少部分是自由水，若能大量開鑿深水井，水量將更為豐富，且將更有益農田灌溉。

通氣帶	根帶	土壤水
	中間帶	棲上水
	毛管帶	毛管水
飽和帶	自由水	
	受壓水	
岩盤	裂罅水	
	潤穴水 岩漿水	

- (一) 1. 本地區水質之各項成分，均在標準範圍之內，且所含雜質極少，故可做為各種用途之水。
  2. 本地區的地下水所含鈣、鎂很少（也即硬度小）故可作為優良之工業用水。
  3. 溶氧量平均在 10.15 ppm 適於魚類及其他生物所生存。
  4. 鹼度通常含有碳酸及氫氧化物，故一般作為處理水質之參考，而本地區含量很低，故可不必作此處理。
  5. 氯鹽濃度太大時，對金屬管及農作物均有不良影響，但本地區的含量平均在 45.36 ppm 與 300 ppm 相差甚多，故可為優良的灌溉用水。
  6. 氮鹽、硝酸鹽的含量均低，故可為優良的發酵用水。
  7. 鐵質含量與 PH 有關，酸性水溶液，含量較多，本地區均屬弱酸性及中性所含鐵量極少。
- (二) 綜合以上之探究，我們對金寧地區之地下水源及水質得到進一步的了解與認識，並供有關單位參考。
- (三) 本研究因器材有限，無法作更詳盡的分析，祈盼諸先進不吝賜教與鼓勵。

## 六、參考資料

- (一) 中山自然科學大辭典（地球科學）林朝棨等著 臺灣商務書局（62.12）
- (二) 水污染防治（中國工程師手冊水利類第十三篇）高肇藩編著 科技圖書公司（66.4.四版）
- (三) 水、污水與廢水之標準水質檢驗法（上册）臺灣省環境衛生實驗所印行（56.12）
- (四) 定量化學分析朱文聰譯 徐氏基金會出版（67.3.30.三版）
- (五) 工業定量分析 楊思廉主編 五洲出版社（67.2.修訂版）
- (六) 廢水工程處理 黃負成校訂 溫清光譯（68.1）



## 七、附記

(一)在研究過程中，由於學校器材不夠，無法進行實驗，曾多次到金門自來水廠借閱與借用部分資料與器材設備。

(二)由於部份水井很深且乏人使用，故無法取得樣水，但我們仍以現有的人力，器材，廣泛取得樣水來分析實驗。

(三)本實驗是藉著物理及化學方法，以有關學理做各項調查與研究，企盼此次的研究的結果能給地區有關單位對其他地下水作更進一步的了解與利用。

(四)本作品製作是採分工合作進行之，如外出調查、實驗分析、資料整理、說明書及展示板之設計製作與校訂。

評語：1.能利用物理化學方法對環境作綜合深入的研究。

2.研究設計週詳、數據豐富合理。

3.如能進一步研究地下水，水位及流向，將可更加了解該地區之水資源。