龍潭地區地下水之研究

國中組地球科學科第一名

桃園縣立凌雲國民中學　　作者：潘松岳、萬聿典、管雅楓、邱梅英
指導教師：彭煒玄

一、研究動機

水爲萬物之源，爲人類生存所必須。而本鄉鄉民使用井水之村民比例不低（ 35 ％）所以引起研究對龍潭地下水之興趣，自九月份便擬定計畫進行各項調查與研究討論。

二、研究目的

了解龍潭地區地下水水位與雨水之變化情形及地下水流向，並將地下水之物理化學性質做一研究探討。

三、研究器材設備

㈠器材

1.地圖　2.溫度計　3.水桶繩子　4. PH 值測定器。
5.滴定管　6.米達尺　7.濁度計　8.糧筒　9.乳頭滴管。
10.橡皮塞　11.試管架及座　12.試管　13.聚乙烯瓶　14.錐形瓶。
15.燒杯　16.空罐瓶　17.塑膠管　18.塑膠帶　19.水缸。
20.標籤紙。

㈡藥品

1.氫氧化鈉　2.酚酞指示劑　3. EDTA　4.白陶土。
5. Eriochrome BlackT　6.硝酸銀　7.硫氰化銨　8.鉻酸鉀。
9.溴水　10.鐵明礬標準液　11.過錳酸鉀　12.碘化鉀。

13.澱粉試液　　14.甲基紅　　15.廣用試劑及試紙。

16.磷酸氫銨　　17.硝酸。

四、研究過程或方法

㈠水位變化

1.記錄天氣變化並測量降雨量（附表一）。

2.選擇兩處空曠高地，收集降雨量（水缸半徑 10 cm）。

3.每星期測量一次井水位變化（測出井之深度）並統計一星期之內的降雨量。

4.作圖看水位變化與雨水之關係（附表二）。

㈡地下水質分析（附表三）

1.調查本學區內已知的井位並編號（1～32）分四區（八德、凌雲、上林、高原）。

2.取樣水蓋緊至實驗室進行分析，以不超過 24 小時爲原則。

3.氣味：

將樣水裝入試管中約½—⅔高之量，激烈振盪，打開木塞嗅聞之。

4.濁度：

(1)將一升水中含有 1 mg 白陶土時的濁度定爲 1 度（或 1PPM）取樣水與標準液比較即得。

(2)再用 Jackson 燭光濁度計測定，以求精確。

5. PH 值的測定：

利用 PH 測定器，由其標準液加入廣用試劑，再用樣水加廣用試劑經比色而測得。

6.全硬度測定：

取樣水 25ml →加 1～2 ml 之緩衝液→加 0.5 g 之 Eriochrome Black T 與 NaCl 混合物加指示劑 2 滴→用 EDTA滴定至終點。

7.氯鹽測定：

取樣水 100 ml →取 50 ml（PH 7—10）溶液$\xrightarrow{加}$1.0 ml K_2CrO_4 →用 0.0141 N 之 $AgNO_3$（aq）滴定$\xrightarrow{直到}$帶紅色之黃色終點爲止。

8.鐵的測定：

取樣水 100 ml ＋ 2 mlHCl→加溴水（使呈黃色）→取 90 ml檢水＋ 1 ml 鹽酸＋ 5 ml 10％ NH_4CNS →再加檢水 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 ml10％NH_4 CNS →加蒸餾水成 100 ml →測出鐵明礬之ml 數。

9.氨鹽的測定：

取樣水 100 ml ＋ 0.5 ml 30％NaOH溶液和 1 ml 25％$NaCO_3$（除去Ca^{2+} Mg^{2+}）→取澄清液 50 ml→加入比色管中→按序加NH_4Cl 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。

10.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 2g 醋酸鈉及 4g 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 。

(三)地下水流向

1.利用 1／5000 地圖找出 32 口井之座標（X、Y座標）、高程（地理座標五子山山角底）。

2. 32 口井屬台地礫石層（古石門冲積扇）孔隙與透水性俱大，爲一良好之含水層。

3.利用 12 次測量水位資料（第一次與最後一次水位）分別作圖比較，是否流向一致。

4.以簡易內插法或將水位資料輸入電腦作地下水等位線之繪製。

5.根據地下水動力學之基本原理，地下水均由高水位向低水位地區流動，並且地下水流動之方向與等位線垂直，因此我們可以繪製區域性的地下水流動網（ Flow net ）。

6.高原區地質屬店子湖層，其餘屬中壢層。因地質不同分開討論。

五、研究結論及討論

1.地下水質分析

(1)本地區之地下水非常澄清，僅部分廢棄不用之井因受塵埃及雜質影響稍爲混濁，僅一口井濁度稍爲差而已（高原 2 號）。

(2)水溫在 18°— 21°C 範圍變化不大。

(3)本地區之地下水 PH 約在 6.8 ～ 7.3 之間。

(4)本地區之水質都在飲用標準之內：硬度 100 — 170 之間（標準 300 以下）C1 鹽 30 — 70 之間（標準 200 以下）氨鹽，硝酸鹽含量幾乎沒有 Fe 含量僅一口井有一點反應，所以本地區之地下水質相當優良是非常理想之飲用水。查看環境評估表（附表四）。

2.地下水位

(1)本地區之井，深度都不超過 30 m 。

(2)近三個月來雨量相當少，總共下雨不到 15 公釐。

(3)地下水位相當高，離地表 1 — 16 m ，高原區因爲與其它之區高程差 60 m ，故其地下水位較低，約 6 — 16 m 之間（井的深度較深）。

(4)因雨量少，所以地下水位逐漸降低，但在下雨期間，地下水位會升高一點，但僅八德、凌雲、上林，而高原區因有 60 m 的高度差，所以地下水位較低，又因雨量少所以地下水位無明顯變化。

(5)三個月水位變化，高原區下降約 2 — 7 公尺、凌雲區下降約 1 — 2 公尺、八德區下降約 1 公尺、上林區下降約 0.5 公尺。

3.地下水流向

(1)高原區　　北→南

(2)凌雲上林區　西→東南

(3)八德區　　東南→北

4.綜合以上分析探討可了解：

(1)龍潭地區水質相當優良，地下水位也相當高，可作飲用及灌溉之

用。

(2)在環境評估裡可發覺高原區水質最好，凌雲區第二，上林區次之，八德區水質最差。最差原因可能是地勢較低，而附近又有工廠之故。

(3)在了解區域性地下水之後，可防止具有污染之工廠，對未來整個地下水資源保護與經營有相當大幫助，例如：具有污染地下水源可能性工廠或掩埋廠，應儘量避免設廠於地下水流之上游區（如高原區）以免下游飲用地下水之鄉民有危害身體健康的後果。

(4)在這工商發達時代，本鄉之工廠還相當少，希望藉此次的研究探討讓全鄉民能體認龍潭之美，並讓後代子孫能享受這最後僅有的樂園。

六、參考資料

1.陳克誠　台灣地下水。

2.何春蓀　台灣地下水及其引用。

3.高肇藩　水污染防治。

4.楊思廉　工業定量分析。

5.水、污水與廢水之標準水質檢驗法。

6.金寧地區地下水源之調查與研究　吳啓騰、宋文章、石朝木。

七、附　　記

1.在研究過程中，曾多次到新竹工業技術研究院、中央地質調查所、桃園衞生局，借用器材與資料。

2.在此研究過程中感謝師大楊萬全教授、何春蓀教授、中央大學楊潔豪教授、新竹工研究、中央地調所多位專家協助指導，特此致謝。

3.希望以後能全面性定期作水質分析及環境評估、探討，以維護水質優良與民衆飲水安全。

4.這次地下水流向分析，有些遺憾，因所測井位分配位置不太平均

而影響準確性，專家建議下次應該調查清楚，分配平均，則結果較正確。

評　　語

本研究雖蒙多位先進指導，但仍能表現出學生參與成份甚高，值得一提的是判定地下水流向並且與水質分析結果相互應證。

附表一　天氣表　　（10. 11. 12. 月份）

10 月份　　單位：ml

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
天氣	晴	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	晴	雨	雨	陰雨	雨	雨	陰	陰
雨量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	二○○	四○○	五○○	四○○	四○五	○	○

11 月份

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
天氣	晴	陰雨	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	雨	陰雨	晴	晴	陰雨	陰雨	陰雨	陰雨	陰	晴	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	晴
雨量	○	二一五	○	○	○	○	○	○	○	四○五	一五○	○	○	三二○	二三○	二二○	二二五	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

12 月份

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
天氣	晴	晴	晴	晴	陰	晴	晴	晴	陰雨	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	陰	陰	陰	陰	陰	晴	晴
雨量	○	○	○	○	○	○	○	○	一五七	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

雨量表（一星期收集一次計算之）　　單位：公釐

日期	10. 6. ～ 10. 13.	10. 14. ～ 10. 22.	10. 23. ～ 10. 27.	10. 28. ～ 11. 3.	11. 4. ～ 11. 10.	11. 11. ～ 11. 17.	11. 18. ～ 11. 24.	11. 25. ～ 12. 1.	12. 2. ～ 12. 8.	12. 9. ～ 12. 16.	12. 17. ～ 12. 22.	12. 23. ～ 12. 29.
雨量	0	0	1.9	4.8	0	4.9	0	0	0	0.5	0	0

附表二　水位變化　　（單位： cm ）

編號	井名稱 \ 日期	10.13.	10.22.	10.27.	11. 3.	11.10.	11.17.	11.24.	12. 1.	12. 8.	12.16.	12.22.	12.29.	井深度	水位變化
1	八德 1	70	94	82	75	104	105	100	111	118	151	154	176	1080 cm	− 106
2	2	298	260	310	208	258	255	251	276	303	296	325	350	1080 cm	− 52
3	3	316	398	332	245	338	344	324	346	362	399	411	412	1230 cm	− 96
4	4	272	309	251	325	251	281	343	280	412	447	547	404	720 cm	− 132
5	5	126	236	155	152	216	211	131	164	152	211	271	262	600 cm	− 136
6	6	155	181	170	134	161	164	149	158	163	126	219	229	480 cm	− 74
7	7	200	232	233	198	200	207	192	217	194	245	241	265	355 cm	− 65
8	8	140	147	141	115	122	125	208	250	246	157	169	209	565 cm	− 69
9	9	160	118	103	99	200	186	178						600 cm	− 19
10	凌雲 1	225	229	245	226	239	243	316	332	295	252	259	260	530 cm	− 35
11	2	161	190	163	145	193	186	225	231	200	200	195	198	450 cm	− 37
12	3	220	220	217	220	222	227	258	267	220	223	227	228	450 cm	− 8
13	4	38	50	68	46	64	81	97	114	159	135	170	157	450 cm	− 119
14	5	27	20	32	27	32	37	50	54	62	97	107	114	435 cm	− 87
15	6				81	167	111	120	134	156	178	196	231	720 cm	− 150
16	7				93	104	114	122	138	166	194	211	290	900 cm	− 197

17	凌雲 8				138	140	130	158	185	234	241	333	381	750 cm	− 243
18	上林 1	121	125	135	120	192	137	162	162	160	147	127	117	1200 cm	+ 4
19	2	103	118	104	162	111	130	123	125	111	111	119	121	1452 cm	− 18
20	3	153	155	158	154	157	160	190	200	202	200	150	160	1368 cm	− 7
21	4	138	135	138	129	136	135	190	204	212	203	150	130	2400 cm	+ 8
22	5	150	160	168	148	160	160	183	190	185	190	180	171	1500 cm	− 21
23	6	186	190	195	171	183	168							610 cm	+ 18
24	高原 1	250	415	556	602	672	722	737	761	757	837	927	917	1300 cm	− 667
25	2	347	470	510	544	614	632	654	674	678	779	850	900	1830 cm	− 553
26	3	83	110	108	90	122	140	180	200	288	375	450	521	2400 cm	− 438
27	4	364	508	531	573	548	743	783	806	811	803	823	893	3000 cm	− 529
28	5	788	853	881	881	893	953	1003	1025	1015	1018	1073	1063	1500 cm	− 275
29	6	1324	1307	1308	1328	1350	1390	1420	1448	1449	1500	1515	1600	2126 cm	− 276
30	7	543	694	688	703	760	710	740	764	765				900 cm	
31	8	288	326	316	291	398	261	328	350	456	598	623	638	900 cm	− 350
32	9	1233	1290	1323	1373	1415	1452	1458	1509	1568	1590	1575	1525	1980 cm	− 292

附表三　井水分析表

編號	井名稱	溫　度	濁度	氣　味	PH	氯　鹽	總硬度	Fe	氨鹽	硝酸鹽	飲　用
1	八德 1	21 ℃	○	沒　有	7.3	28	152	0.1	0	0	有
2	2	20 ℃	○	〃	6.9	43	124	0	0	0	有
3	3	21 ℃	○	〃	6.9	40	100	0	0	0	沒　有
4	4	21 ℃	○	〃	7.0	35	120	0	0	0	沒　有
5	5	21 ℃	○	〃	7.1	42	120	0	0	0	有
6	6	20 ℃	○	〃	7.2	49	100	0	0	0	有
7	7	20 ℃	○	〃	7.1	42	120	0	0	0	沒　有
8	8	20 ℃	○	〃	7.0	42	100	0	0	0	沒　有
9	9	20 ℃	○	〃	7.0	35	124	0	0	0	沒　有
10	凌雲 1	20 ℃	○	沒　有	6.7	43	100	0	0	0	有
11	2	19 ℃	○	〃	6.8	40	100	0	0	0	沒　有
12	3	20 ℃	○	〃	6.9	42	112	0	0	0	有
13	4	20 ℃	○	〃	6.9	35	100	0	0	0	沒　有
14	5	19 ℃	○	〃	7.0	35	110	0	0	0	沒　有
15	6	21 ℃	○	〃	7.0	55	120	0	0	0	有
16	7	19 ℃	○	〃	6.7	49	120	0	0	0	有
17	8	19 ℃	○	〃	6.9	39	112	0	0	0	有

18	上林 1	19 ℃	○	沒 有	6.9	68	120	0	0	0	沒 有
19	2	20 ℃	○	〃	6.9	55	130	0	0	0	沒 有
20	3	18 ℃	○	〃	7.0	63	130	0	0	0	沒 有
21	4	18 ℃	○	〃	6.9	60	120	0	0	0	沒 有
22	5	20 ℃	○	〃	6.8	70	144	0	0	0	有
23	6	19 ℃	○	〃	7.0	49	140	0	0	0	沒 有
24	高原 1	19 ℃	○	沒 有	7.0	30	120	0	0	0	有
25	2	19 ℃	1	〃	6.9	35	100	0	0	0	有
26	3	20 ℃	○	〃	6.9	30	80	0	0	0	有
27	4	20 ℃	○	〃	7.0	35	110	0	0	0	有
28	5	19 ℃	○	〃	7.0	35	140	0	0	0	有
29	6	20 ℃	○	〃	6.9	28	100	0	0	0	沒 有
30	7	19 ℃	○	〃	7.0	40	100	0	0	0	沒 有
31	8	18 ℃	○	〃	7.0	30	80	0	0	0	沒 有
32	9	19 ℃	○	〃	6.9	35	80	0	0	0	有

附表　　飲用水標準（單位：PPM）

濁 度	PH	氯 鹽	總 硬 度	Fe	氨 鹽	硝酸鹽
5 以下	5 ～ 9	200 以下	300 以下	0.3 以下	微 跡	10 以下

附表四　環境評估

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
PH	3	1	1	0	1	2	1	0	0	3	2	1	1	0	0	3	1	1	1	0	1	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
Cl	6	9	8	7	9	10	9	9	7	9	8	9	7	7	11	10	8	14	11	13	12	14	10	6	7	6	7	7	6	8	6	7
Fe	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總硬度	16	13	10	12	12	10	12	10	13	10	10	12	10	11	12	12	12	12	13	13	12	15	14	12	10	8	11	14	10	10	8	8
合　計	30	23	19	19	22	22	22	19	20	22	20	22	18	18	23	25	21	27	25	26	25	31	24	18	18	15	18	21	17	18	14	16

八德：1～9號　　凌雲：10～17號　　上林：18～23號　　高原：24～32號

基數：19～30　　基數：18～25　　基數：18～31　　基數：14～21

水　質　最　差　　水　質　次　優　　水　質　次　差　　水　質　最　好

附表四～㈡　環境評估

以PH，Cℓ，Fe，總硬度做爲基準。我們定PH＝7爲0，每增減0.1則定爲基數，類推。Cℓ以0爲基準，每增加5定爲一個基數，類推。Fe以0爲基準，每增0.1則定爲5個基數。總硬度以0爲基準，每增加10爲一基數，類推。（基數愈少，水質愈好）