

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-地球科學科

科 別：地球科學科

組 別：高 中 組

作品名稱：這是我們喝的水嗎？

關 鍵 詞：溶解固體量、濁 度

編 號：040501

學校名稱：

國立臺南第一高級中學

作者姓名：

張書豪

指導老師：

黃芳男



摘要

自來水在台灣人的日常生活當中扮演的極重要的角色，尤其飲用烹飪方面不可或缺，也關係著我們的健康。近來時聞自來水輸水管線遭如工程施工等因素的破壞，顯現出輸水過程的安全性勘憂。然而，據我們所知，今日工業廢水的排放造成土壤的嚴重污染；假如輸水管線有裂縫造成外來物質的混入，勢必將威脅到我們的健康。本實驗即是以此隱憂為出發點，從居住的周圍環境探討起。依據距離自來水處理場的遠近，在台南市內的街道上實際從住戶屋簷下的水龍頭採取未經水塔儲存，能最真實反應管線中水質的樣品，經過有系統的分析，試圖歸納出不同距離，不同區，水質的差異，並和飲用標準比較，以揭開自來水管線輸送之面紗。

這是我們喝的水嗎？

(一)研究動機

在電視新聞中常可見到因某些工程挖破自來水輸送管線，造成自來水噴湧而出的畫面，讓我們瞭解到原來我們日常飲用的自來水也有可能在輸送過程中發生意外而影響到水質，假若其因素深埋於土壤、柏油之下未被發現，則我們怎能確定家裡水龍頭流出來的水是否未被污染？又怎能就這樣安心喝下肚？沒有人能替我們檢驗，因此就想到讓我們自己來驗定吧！

(二)研究目的

1. 比較烏山頭水庫的原水，烏山頭淨水廠的給水及輸抵自來水用戶的自來水三者水質的差異。
2. 經由搭配自來水輸送路線將台南市有計劃的分區，並依離淨水場之距離近遠選取採樣地點，以尋求距離對水質的影響變化。
3. 比較自來水用戶的自來水與台灣省自來水水質標準的差異。
4. 提出自來水水質改進的建議。

(三)研究原理

1.濁度：

在特定條件下，待測水樣和標準參考濁度對特定光源散光的強度。以 NTU 表示。

2. pH 值：

表示水中存在的氫離子濃度指數。

3.溶解固體量：

水中固體量包括溶解性固體量與懸浮性固體量，將水樣過濾後再加熱至 103 ~ 105℃ 蒸乾，其之殘渣重量，稱為溶解固體量。以 g/100mL 表示。飲用水中溶解固體量太高時，可能引起腹瀉及其他胃腸障礙。

4.有效餘氯：

有效餘氯包含自由有效餘氯和結合有效餘氯。當氯加入水中，由於水解和離子化作用，而形成次氯酸和次氯酸根，這就是我們所通稱的自由有效餘氯；若水中含有氨氮時，因為次氯酸是

一種很強的氧化劑，所以它能很快地與氨氮反應而生成一氯胺、二氯胺和三氯化氮，也就是我們所稱的結合有效餘氯，其仍具有消毒能力，不過反應相當慢，故消毒效果較自由有效餘氯差。我們之所以在自來水中維持一定的有效餘氯含量，乃是為了自來水在輸送途中，萬一再受到污染能保有適當的殺菌力。有效餘氯以 ppm 表示。

5.細菌殖數：

指 1 毫升(cc)水樣在 35 的特定溫度下，培養 24 小時，在培養基上所產生的總聚落數。故以(35)個 / 毫升表示之。

6.大腸菌類數：

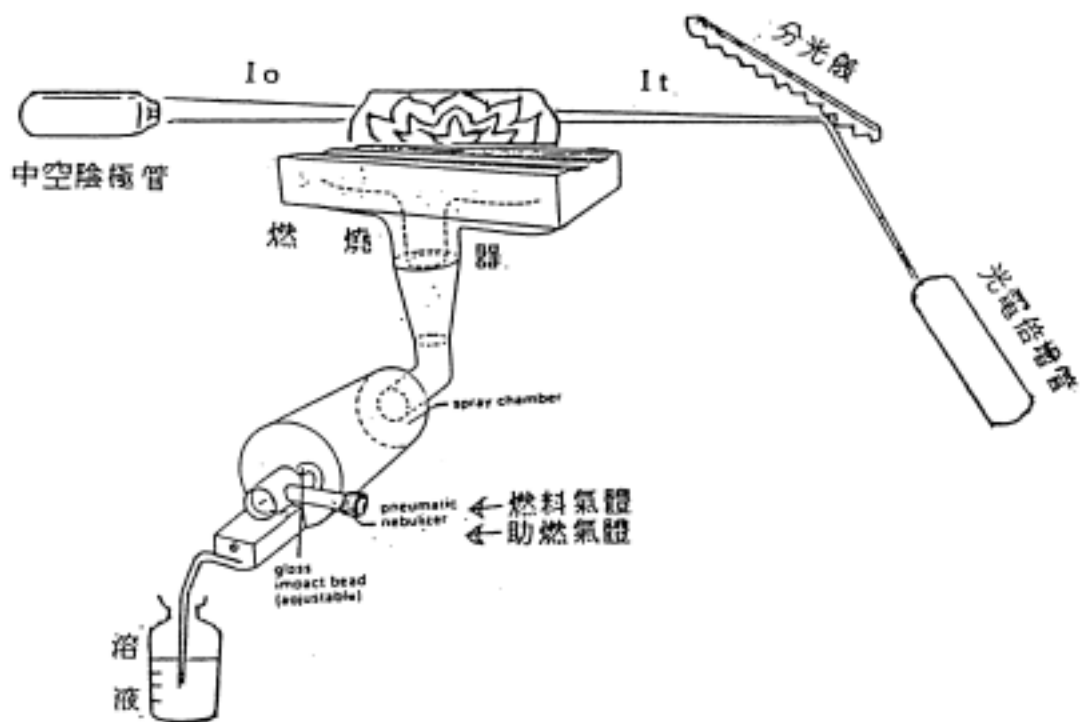
指以多管發酵法 100 毫升(cc)水樣中所存在之大腸菌類最大可能數值，簡稱 MPN，以 MPN / 100ml 表示，或以濾膜法、100 毫升水樣在濾膜上所實際產生之菌落數值。由於大腸菌類普遍生存於人畜的腸內，故如水中含有大腸菌類，即為水源受到糞便污染的指標；另外大腸菌類的生命力極強，因此加氯消毒若能殺死大腸菌類，則一般的病原菌亦能同時被殺死，故而能據以判斷清水消毒是否完全。

7.導電度：

導電度為兩塊一平方公分面積的白金電極板兩者相距一公分；在 25 時所測得水之電阻的倒數（姆歐），導電度的大小係由水中離子（溶解性離子）濃度及移動速度而定，水的導電度極小（純水幾乎是不導電），故通常均用微姆歐表示，亦即百萬分之一姆歐。近期自來水公司第七區管理處林園抽水站所測得的導電度高達數仟微姆歐，應可判定為超抽地下水而被海水滲入所致。

8.鐵、錳的分析：

此次分析係採用 Varian Spectr AA 30 原子吸收光譜儀，其配備如下圖所示：



使用此儀器作水質分析的原理，係電流通過以某種金屬作成的陰極時，產生共振光譜。當共振光譜經過由樣品與氣體混合燃燒成原子態時，共振光譜會使原子態發生激發現象，而使某種特定波長的強度減弱。再利用分光儀使共振光譜中不同波長的光散開，並調整分光儀的角度，使其它的波長因干涉而消失，因而得知由什麼成分所組成。

若某元素之共振譜線之強度為 I_0 ，通過火焰後之強度為 I_t ，則

$$A = \log I_0 / I_t = Kc$$

K 為常數， C 為溶液之濃度， A 稱為吸收值，即吸收值與濃度成正比。

使用此儀器作水質分析的方法為：

- (1) 利用二個以上已知濃度之溶液建立校正曲線，據此以確定 K 值。
- (2) 所用氣體為空氣、乙炔；標準液係由 Merck 1000 $\mu\text{g/ml}$ 之溶液配製而成。
- (3) 分析鈣、鈉、鉀、鎂四種元素之濃度（鐵因濃度太低，無法測出），其波長分別為鈣 422.7nm、鉀 766.5nm、鎂 285.2nm、鈉 589.0nm、鐵 372.0nm。
- (4) 將未知濃度溶液吸入燃燒，求出 I_t ，再推算其值。

9. 鈣、鈉、鉀、鎂等陽離子及氟、氯、硝酸根、硫酸根等陰離子的分析：

此次分析係採用 IC 離子層析儀，其配備包含離子層析儀(包括注入閥、樣品回路、保護管、抑制裝制、離子層析管、具溫度補償之電導度偵測器及紀錄器或積分儀)、離子層析管(具苯乙烯--二乙烯基苯(Styrene divinylbenzene-based)之低容量層析管柱對待測之陰、陽離子有良好分離效果者)、保護管(與層析管具有相同材質者；用以保護層析管避免受到污染或損壞)、抑制裝制、濾紙(0.2 μ m 孔徑)。

使用此儀器做水質分析的原理，舉陰離子為例，係當水樣中之待測陰離子，隨碳酸鈉及碳酸氫鈉流洗液流經一系列之離子交換層析管時，及因其與低容量之強鹼性交換樹脂間親合力之不同而被分離。分離後之待測陰離子再流經一高容量之陽離子交換樹脂之抑制裝制，而被轉換成具高導電度酸之型態，流洗液則轉換成低導電度之碳酸。經轉換後之待測陰離子再流經電導度偵測器，可依其滯留時間及波峰面積予以定性及定量。

(四)研究器材

1. 1000cc PE
2. 燒杯
3. 溫度計
4. pH 值測定器
5. 餘氯測定器
6. 無菌袋
7. 比導電度計
8. 濁度計
9. 坩堝
10. 坩堝
11. 高溫滅菌箱
12. 石棉手套
13. 電子天平
14. 吸管及安全吸球
15. 水浴器
16. 抽氣櫥
17. 玻璃試管
18. 棉花
19. 培養基
20. 高溫高壓滅菌釜
21. 恆溫培養箱
22. 酒精燈
23. 培養皿
24. 菌落計數器
25. 量管
26. 測鈣、鈉、鉀、鎂、鐵、錳的標準液
27. 原子吸收光譜儀(AA)
28. 離子層析儀(IC)。

(五)研究步驟

1. 採取烏山頭水庫的原水、烏山頭淨水廠的配水和事先計劃分區、按照距離近遠分布順序的自來水用戶的自來水（包括安南區、府前路以北、府前路以南、及安平區）。
2. 作水質分析，項目包括水溫、pH 值、有效餘氯、導電度、濁度、總溶解固體量、細菌殖數、大腸菌類數和鈣、鈉、鉀、鎂、鐵、錳等陽離子還有氟、氯、硝酸根、硫酸根等陰離子的含量。

3. 從水質分析得到的資料，畫曲線並比較分析其差異。

採樣地點：

編號	採樣地點	編號	採樣地點
原	8月4日原水	15	康樂街26號
配	8月4日配水	16	金華路三段148號
01	安和路一段324號	17	西寧街33號
02	安和路一段51號	18	永福路一段277號
03	安中路一段938號	19	西門路一段524號
04	安中路三段58號	20	永華路80巷26號
05	安中路三、四段路口	21	金華路二段141號
06	安中路五段478號	22	新興路366號
07	安中路六段安明路四段路口	23	中華西路一段79號
08	安明路三段999號	24	新樂路24號
09	顯草街三段	25	安平路182號
10	顯草街三段1巷222號	26	建平七街218號
11	鹿耳門聖母廟	27	平豐路63號
12	城北路50號	28	效忠街37號
13	臨安路一段48號	29	安北路36之10號
14	成功路491號	30	安平路182號

註：將1~12命名分區為安南區，13~17為府前路以北，18~24為府前路以南，25~30為安平區。距離的分布，前三區是依序愈來愈遠，第四區(安平區)和第三區(府前路以南)差不多是從距離一樣的地方開始拉遠，請看P.36管線輸送大概示意圖。

(六)研究結果

台灣省自來水標準水質：

濁度 (NTU)	色度 (鉑鈷單位)	臭度 (初嗅數)	pH 值	氯鹽 (ppm)	硫酸鹽 (ppm)	氟鹽 (ppm)	游離氨氮 (ppm)
4.0 ↓	15 ↓	3 ↓	6.5-8.5	250 ↓	250 ↓	0.8 ↓	0.5 ↓
導電度 (25) (μ v/cm)	總溶解 固體量 (g/100mL)	有效餘 氯(自由) (ppm)	有效餘氯 (結合) (ppm)	總硬度 (ppm)	大腸菌類數 (MPN/100mL)	總菌落數 (個/毫升)	
---	0.08 ↓	0.2-1.5	1.0 ↓	500 ↓	6 ↓	100 ↓	

1. 餘氯、溫度、酸鹼度、濁度、導電度：

	水樣號碼	餘氯(ppm)	溫度()	pH	濁度(NTU)	導電度($\mu\text{V}/\text{cm}$)
	原	0.00	23	7.9	16.02	246
	配	1.30	20	7.3	0.40	234
安南區	1	1.19	15	7.4	0.55	257
	2	0.51	20	7.7	0.53	256
	3	0.75	21	7.6	0.64	260
	4	0.60	17	7.4	0.61	264
	5	1.03	18	7.4	0.62	258
	6	0.92	23	7.5	0.45	260
	7	0.91	16	7.6	0.45	261
	8	0.99	24	7.5	0.40	281
	9	0.97	24	7.4	0.95	283
	10	0.75	24	7.4	1.73	283
	11	0.96	22	7.5	0.53	264
	12	1.04	29	7.4	1.82	261
府前路以北	13	0.93	23	7.5	1.23	280
	14	0.00	23	7.4	1.66	285
	15	0.94	24	7.3	0.75	280
	16	0.95	23	7.4	1.53	285
	17	0.75	23	7.4	1.04	278
府前路以南	18	0.58	23	7.6	0.62	309
	19	0.69	24	7.5	0.85	308
	20	0.55	23	7.4	0.65	293
	21	1.05	24	7.5	1.23	284
	22	0.81	25	7.5	1.01	284
	23	1.03	24	7.4	1.42	283
	24	1.01	24	7.3	1.84	284
安平區	25	0.83	21	7.6	0.57	259
	26	0.81	19	7.6	0.75	257
	27	0.82	21	7.6	0.50	264
	28	0.92	19	7.6	0.45	261
	29	1.02	22	7.6	0.45	277
	30	0.83	22	7.5	0.52	278

2.總溶解固體量：

	水樣號碼	坩堝空重(g)	100ml 蒸乾重(g)	總溶解固體量(g)
	原	47.7185	47.7495	0.0310
	配	47.3428	47.3601	0.0173
安南區	1	46.5628	46.5932	0.0304
	2	64.9798	65.0020	0.0222
	3	49.2915	49.3147	0.0232
	4	68.4955	68.5238	0.0283
	5	47.7185	47.7413	0.0228
	6	47.7185	47.7360	0.0185
	7	65.3114	65.3395	0.0281
	8	46.5628	46.5823	0.0195
	9	47.7185	47.7400	0.0215
	10	65.3114	65.3346	0.0232
	11	46.5628	46.5834	0.0206
	12	64.9798	64.9994	0.0196
府前路以北	13	68.4955	68.5183	0.0228
	14	64.9798	64.9986	0.0188
	15	65.3114	65.3389	0.0275
	16	68.4955	68.5145	0.0190
	17	64.9798	64.9979	0.0181
府前路以南	18	49.2915	49.3173	0.0258
	19	46.5628	46.5848	0.0220
	20	47.7185	47.7428	0.0242
	21	49.2915	49.3107	0.0192
	22	65.3114	65.3400	0.0286
	23	46.5628	46.5867	0.0239
	24	49.2915	49.3128	0.0213
安平區	25	64.9798	65.0072	0.0274
	26	47.7185	47.7440	0.0255
	27	65.3114	65.3416	0.0302
	28	49.2915	49.3185	0.0270
	30	68.4955	68.5246	0.0291
	30	46.5628	46.588	0.0252

3.細菌殖數、大腸菌類數：

	水樣號碼	細菌殖數 35 (個/ml)	大腸菌類數 (mpn/100ml)
	原	75	240
	配	0	< 2
安南區	1	0	< 2
	2	0	< 2
	3	0	< 2
	4	0	< 2
	5	0	< 2
	6	1	< 2
	7	0	< 2
	8	0	< 2
	9	0	< 2
	10	0	< 2
	11	0	< 2
	12	0	< 2
府前路以北	13	0	< 2
	14	0	< 2
	15	1	< 2
	16	0	< 2
	17	2	< 2
府前路以南	18	0	< 2
	19	0	< 2
	20	0	< 2
	21	0	< 2
	22	0	< 2
	23	1	< 2
	24	0	< 2
安平區	25	0	< 2
	26	1	< 2
	27	0	< 2
	28	2	< 2
	29	0	< 2
	30	0	< 2

4.陽離子(ppm)：

		Na⁺	K⁺	Mg²⁺	Ca²⁺
	原水	10.69	2.03	10.47	50.89
	配水	10.59	1.77	10.43	30.12
安南區	1	14.88	2.06	11.88	34.89
	2	14.95	2.19	10.67	34.62
	3	14.86	2.18	11.76	34.33
	4	14.92	2.09	11.60	32.65
	5	14.69	2.29	11.98	34.50
	6	15.28	2.09	12.09	35.82
	7	15.05	1.84	12.09	35.07
	8	15.39	1.97	11.99	34.58
	9	15.34	2.15	11.81	35.14
	10	14.88	2.04	11.81	35.40
	11	15.15	1.77	12.14	36.03
	12	14.86	2.12	11.91	35.06
府前路以北	13	15.56	2.21	12.42	36.68
	14	15.42	2.20	12.45	35.67
	15	15.92	2.34	12.39	36.39
	16	15.53	2.08	12.44	35.24
	17	15.31	2.11	12.47	36.26
府前路以南	18	15.78	2.13	12.29	36.69
	19	16.65	2.42	12.59	37.27
	20	16.11	2.65	12.77	37.20
	21	16.09	3.24	12.56	36.00
	22	15.84	2.51	12.03	35.45
	23	15.23	1.95	12.12	35.48
	24	15.38	1.79	12.25	36.54
安平區	25	15.80	2.11	12.24	34.59
	26	15.29	2.07	12.16	35.27
	27	15.79	2.14	12.47	37.30
	28	16.32	2.42	12.80	36.39
	29	16.08	2.34	12.47	36.24
	30	15.64	2.19	12.66	37.27

5.陰離子(ppm)：

		F⁻	Cl⁻	NO₃⁻	SO₄²⁻
	原水	0.15	3.10	3.93	37.21
	配水	0.14	4.69	3.81	43.85
安南區	1	0.15	6.89	2.90	48.06
	2	0.15	7.38	3.29	47.88
	3	0.13	7.39	3.18	47.11
	4	0.13	6.88	2.67	47.44
	5	0.14	7.27	3.32	47.12
	6	0.13	7.24	2.99	46.42
	7	0.14	7.47	3.21	47.30
	8	0.15	7.28	3.22	46.45
	9	0.15	7.39	2.97	46.33
	10	0.14	7.21	3.09	46.94
	11	0.14	7.13	3.22	47.26
	12	0.14	7.35	3.30	47.39
府前路以北	13	0.14	7.87	3.18	48.59
	14	0.15	7.60	3.29	48.65
	15	0.15	7.83	3.14	47.47
	16	0.15	7.55	3.18	46.83
	17	0.15	7.65	3.26	47.80
府前路以南	18	0.15	7.76	3.25	46.64
	19	0.14	8.50	3.60	48.62
	20	0.14	8.03	3.17	47.15
	21	0.22	7.98	3.20	47.00
	22	0.15	7.70	3.07	46.12
	23	0.14	8.32	3.21	48.64
	24	0.13	7.59	3.39	49.13
安平區	25	0.15	7.87	3.15	47.37
	26	0.14	7.62	3.16	46.77
	27	0.14	7.58	3.01	47.29
	28	0.14	8.70	3.38	50.47
	29	0.17	8.29	3.48	48.74
	30	0.17	8.17	3.59	49.35

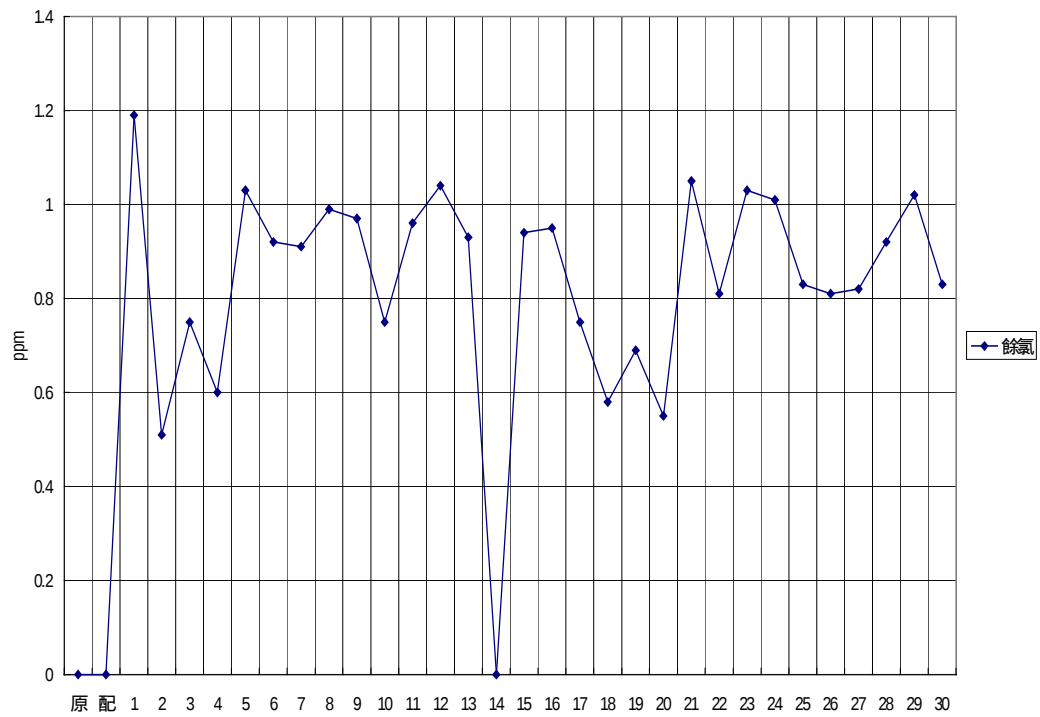
樣品 01	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²
第一次	14.88	2.06	11.88	34.89
第二次	14.64	2.15	11.63	35.33
第三次	14.93	2.31	12.52	34.68
第四次	14.82	2.03	11.69	34.52
第五次	13.70	2.21	12.04	35.15
算術平均	14.59	2.15	11.95	34.91
SD	0.19	0.15	0.37	0.08
RSD	2.02	3.05	3.51	0.74

(ppm)

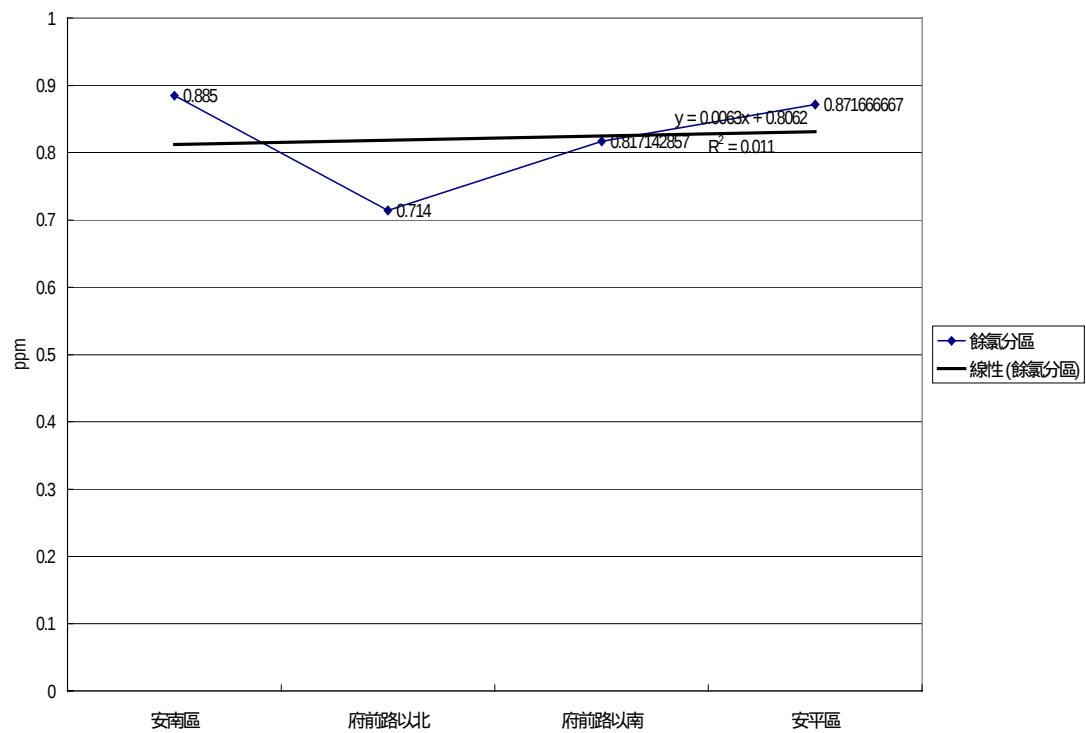
樣品 01	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²
第一次	0.14	7.76	3.25	46.64
第二次	0.14	7.77	3.22	46.33
第三次	0.13	7.75	3.14	47.85
第四次	0.14	7.84	3.13	47.50
第五次	0.14	7.82	3.26	48.01
算術平均	0.14	7.79	3.20	47.27
SD	0.01	0.04	0.06	0.74
RSD	3.65	0.53	1.98	1.58

(ppm)

餘氯

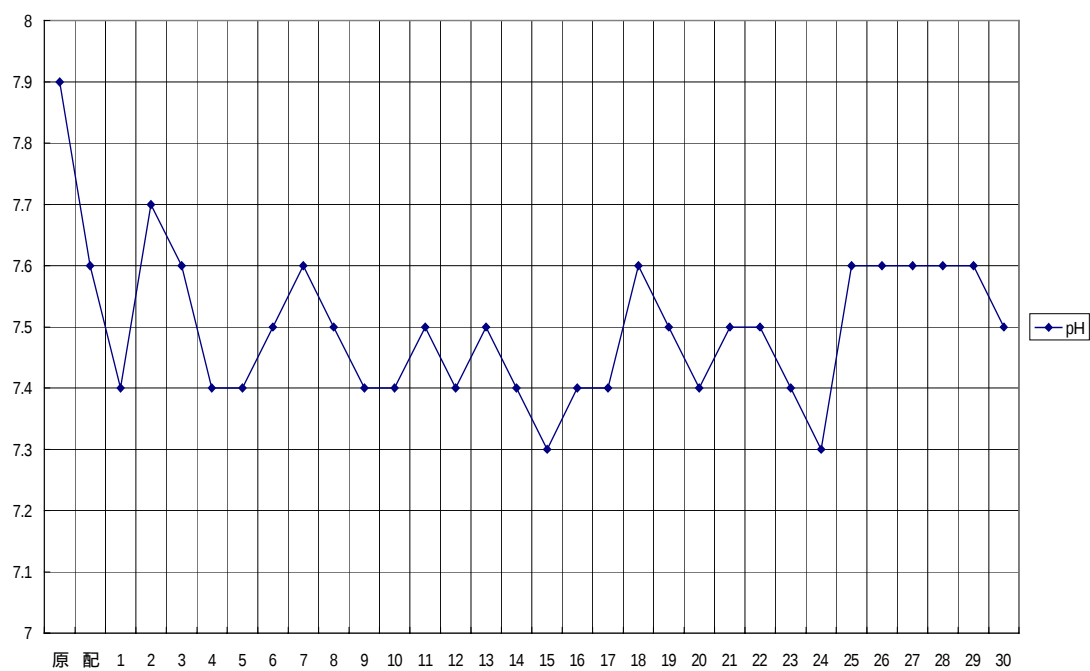


餘氯分區

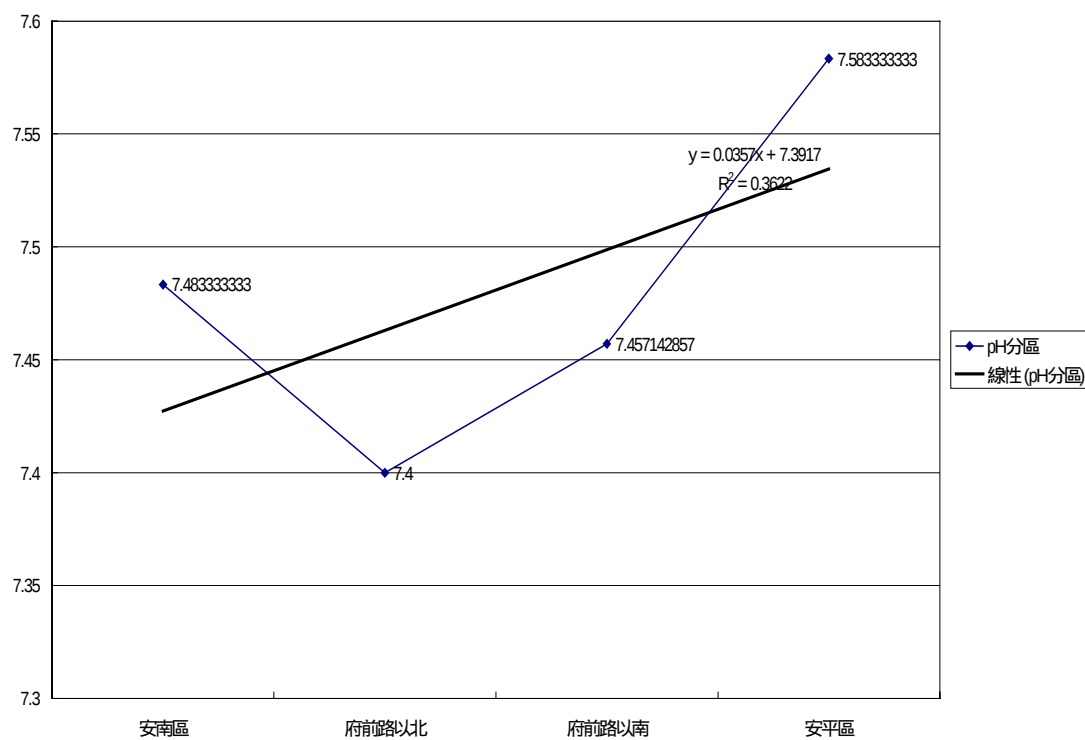


全部平均：0.84ppm

pH

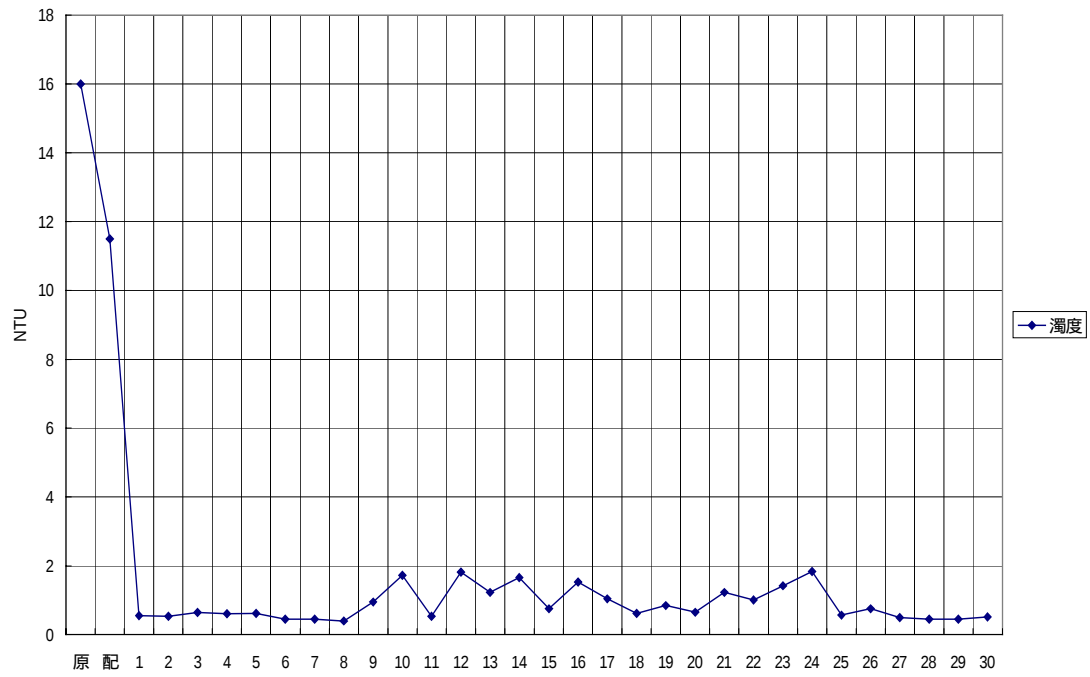


pH分區

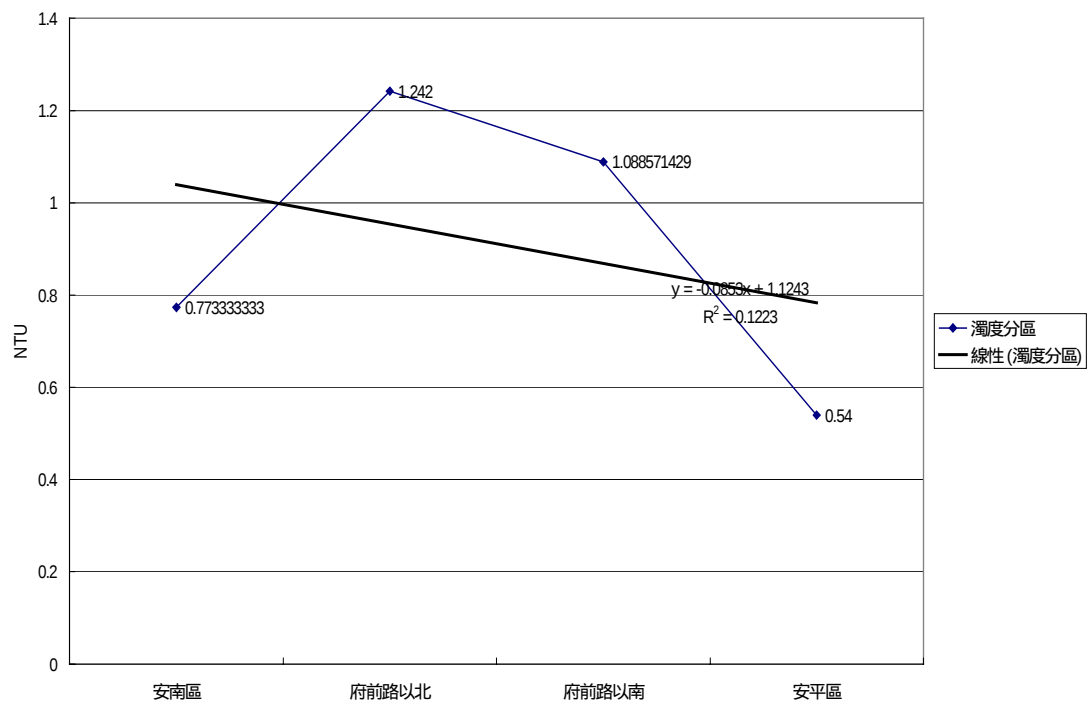


全部平均：7.5

濁度

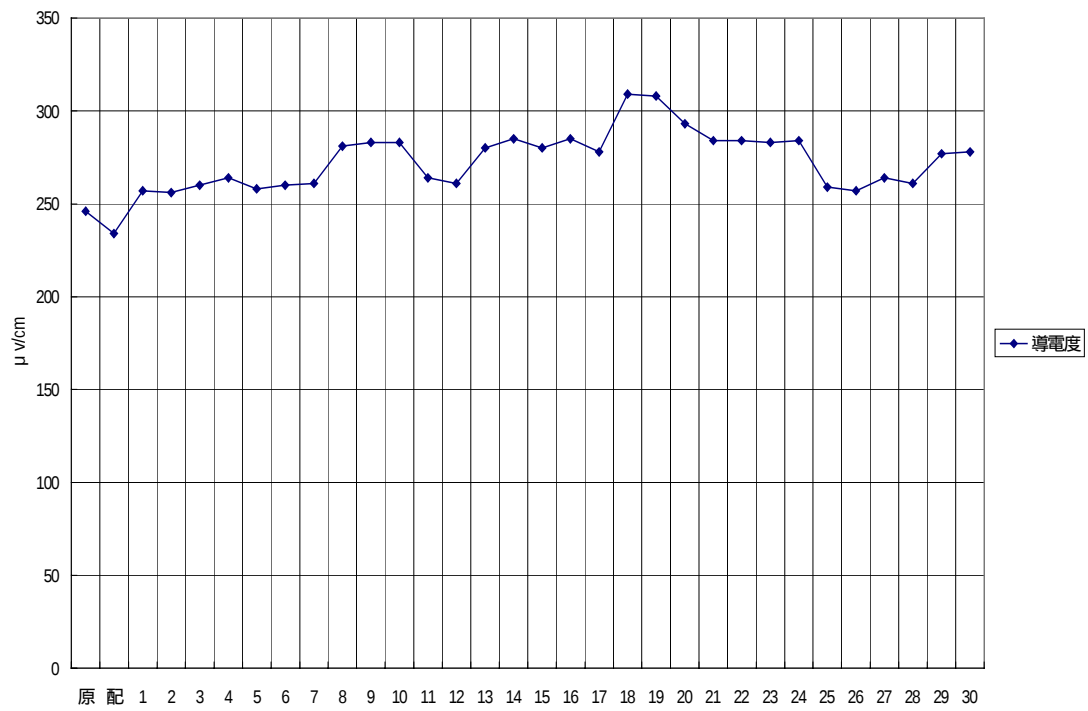


濁度分區

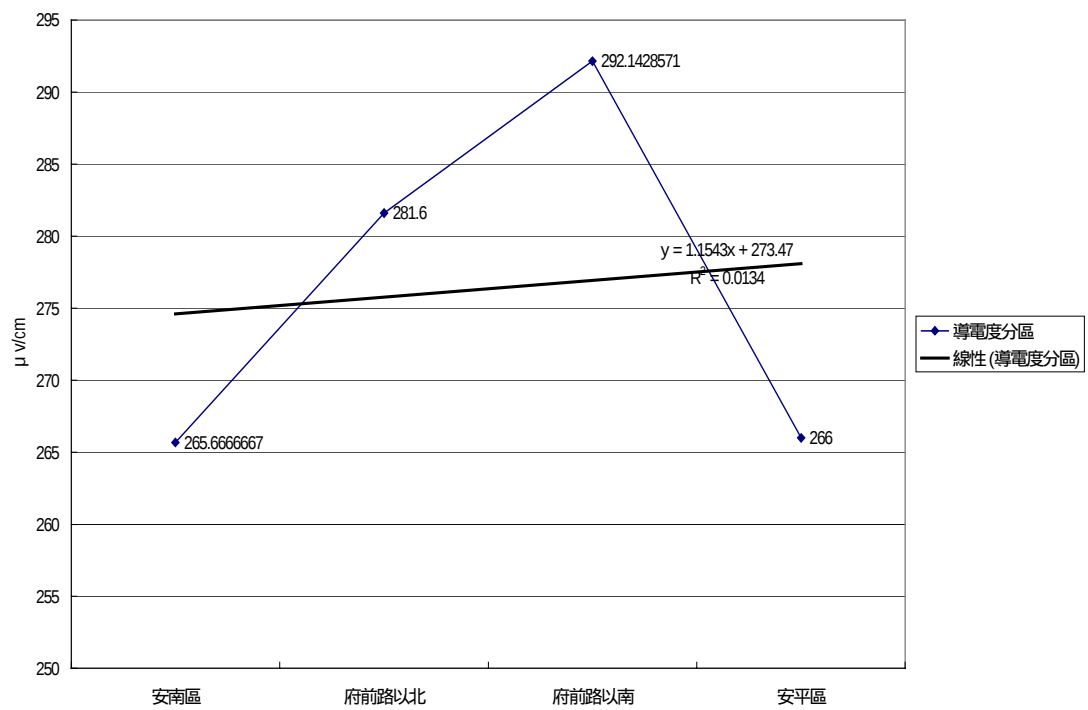


全部平均：0.88NTU

導電度

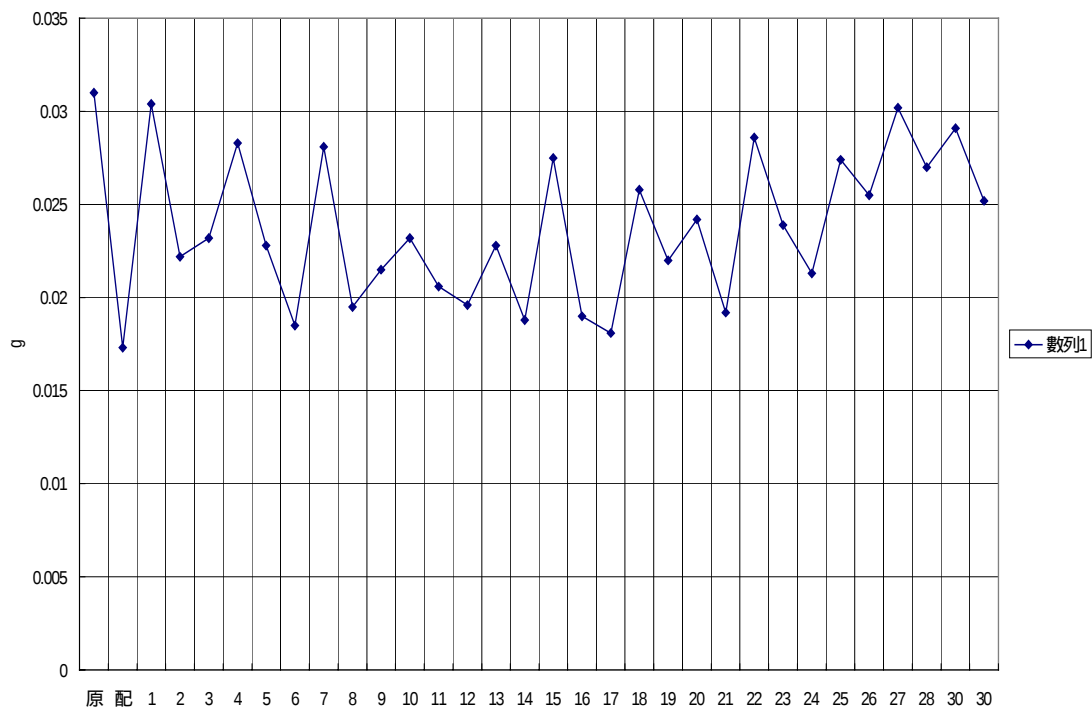


導電度分區

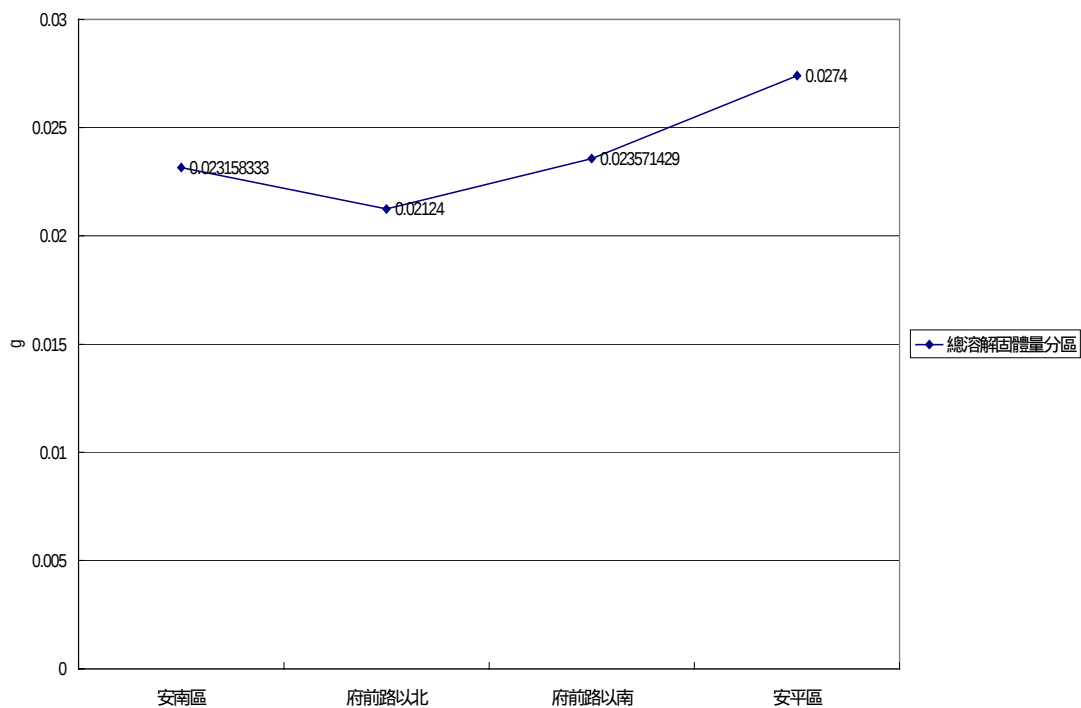


全部平均：275μv/cm

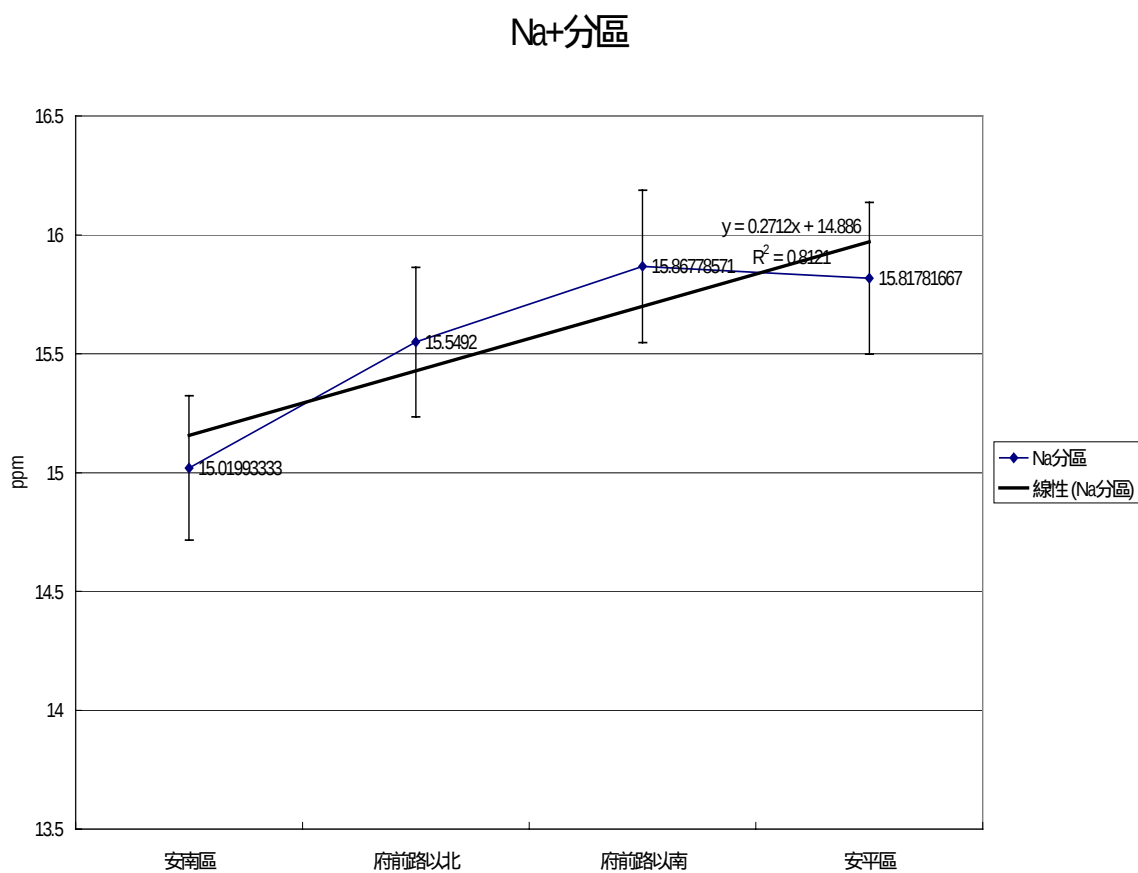
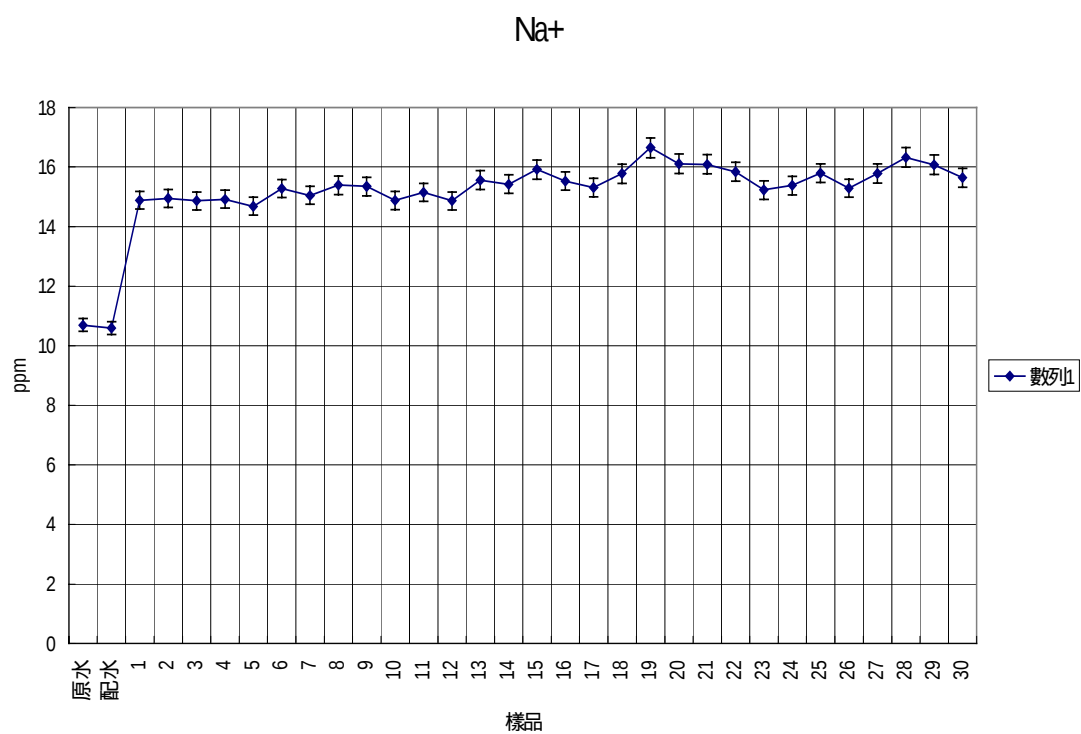
總溶解固體量



總溶解固體量分區

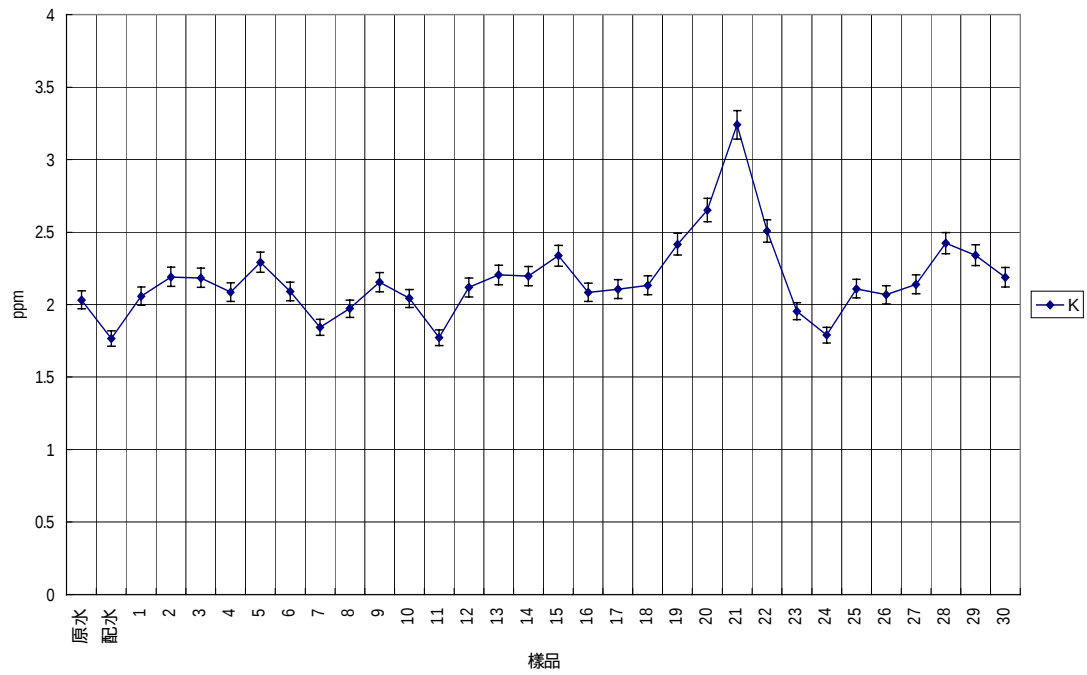


全部平均 : 0.0238g/100mL

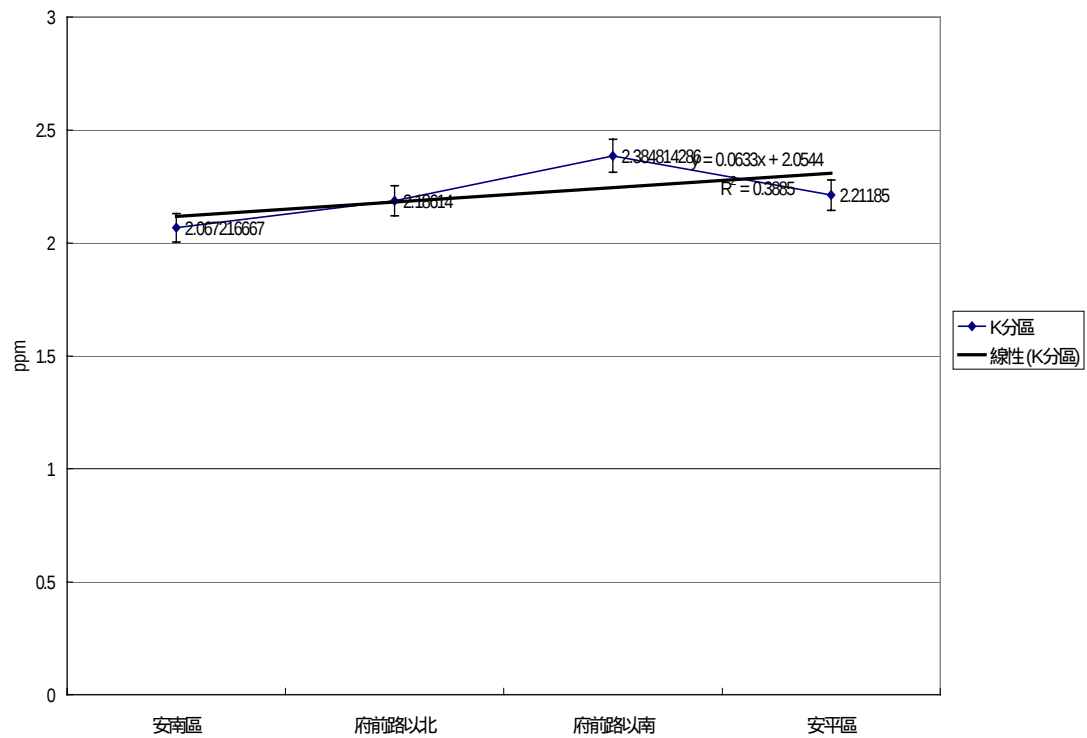


全部平均：15.47ppm

K+

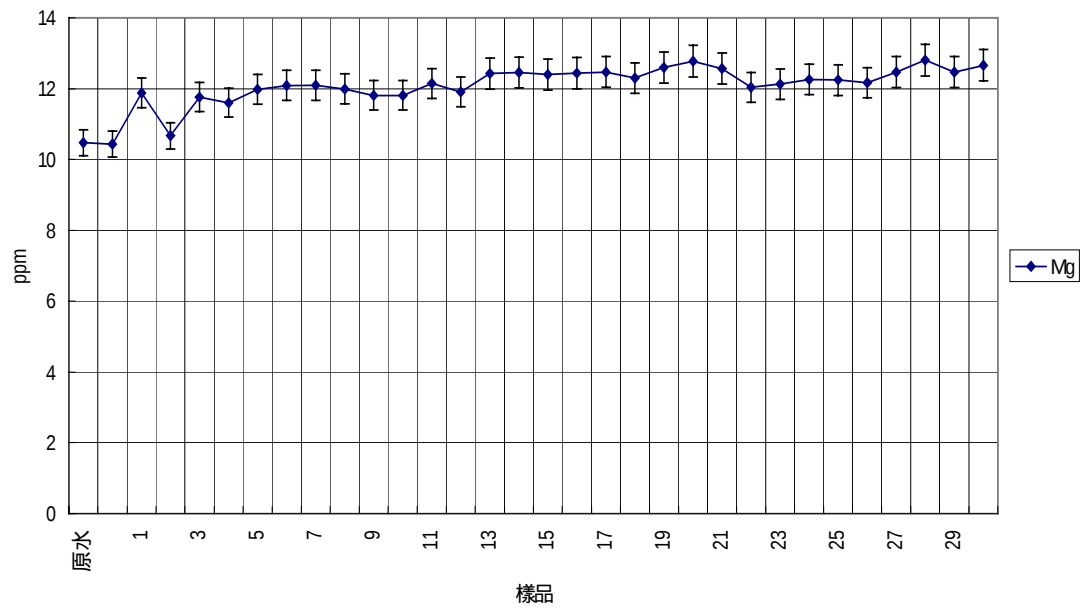


K+分區

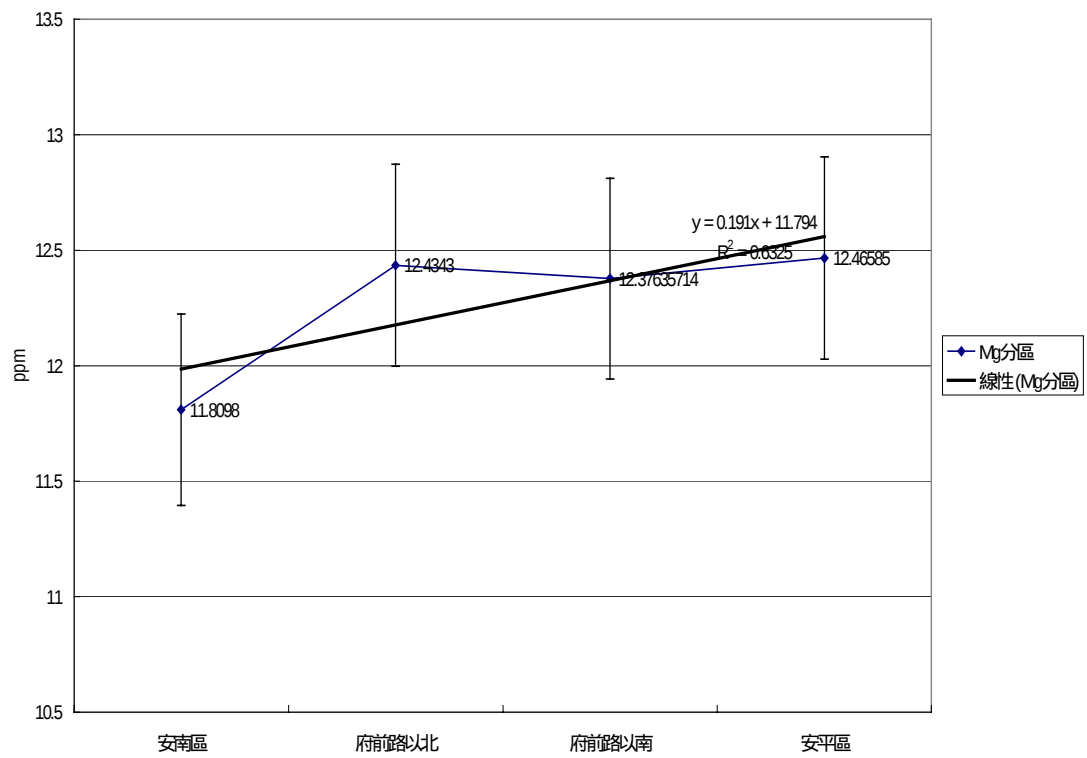


全部平均：2.19ppm

Mg+2

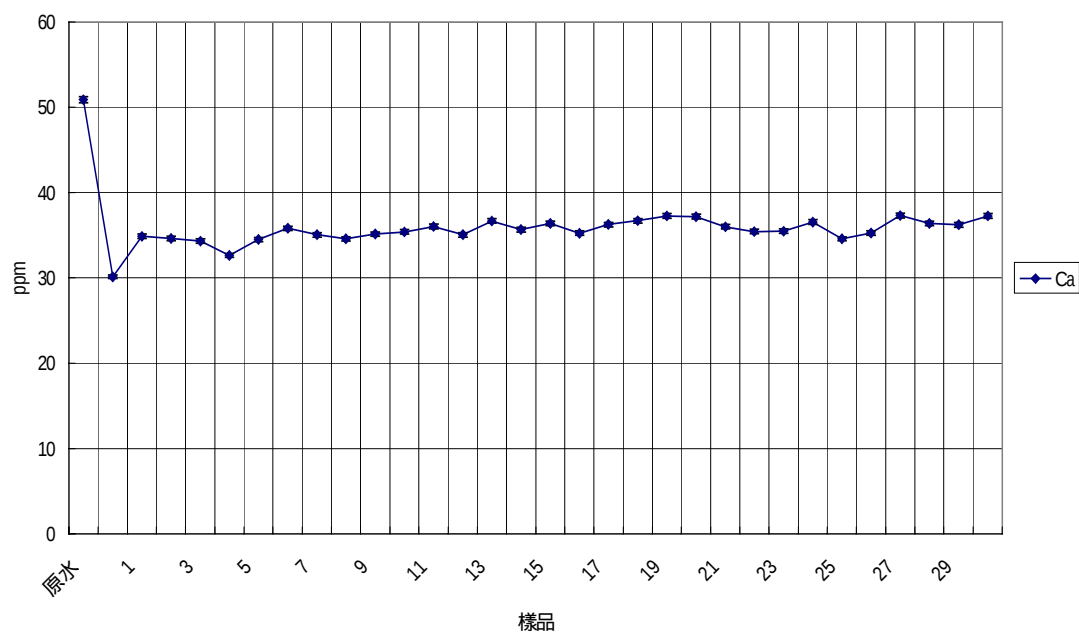


Mg+2分區

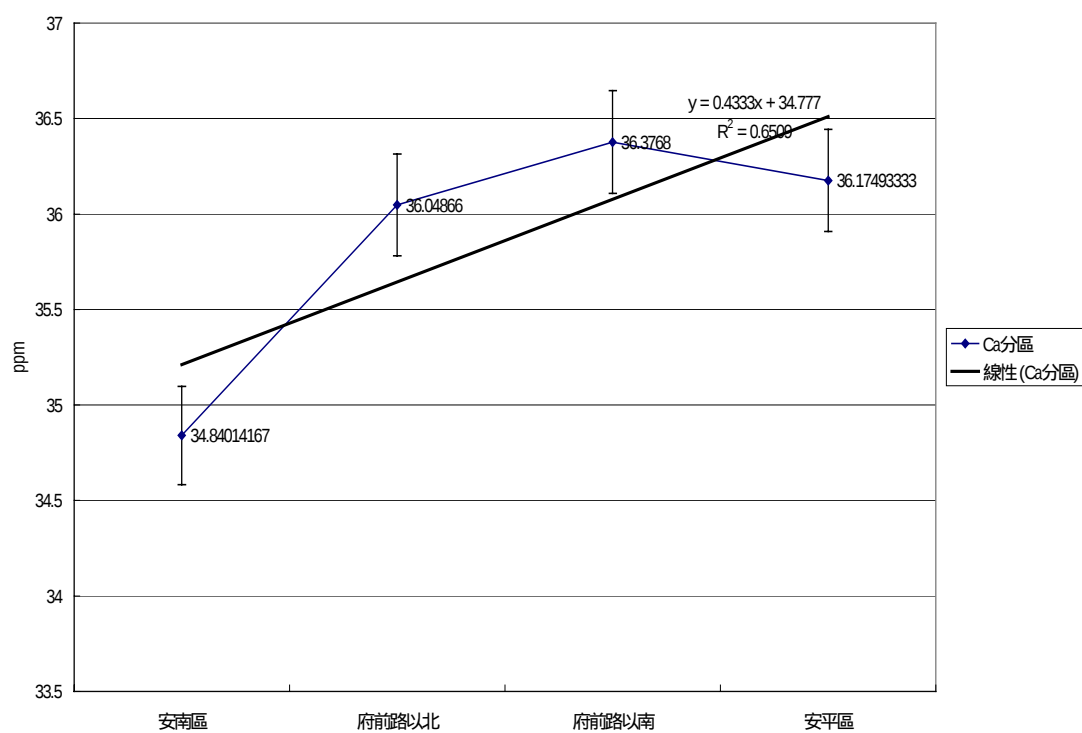


全部平均：12.18ppm

Ca+2

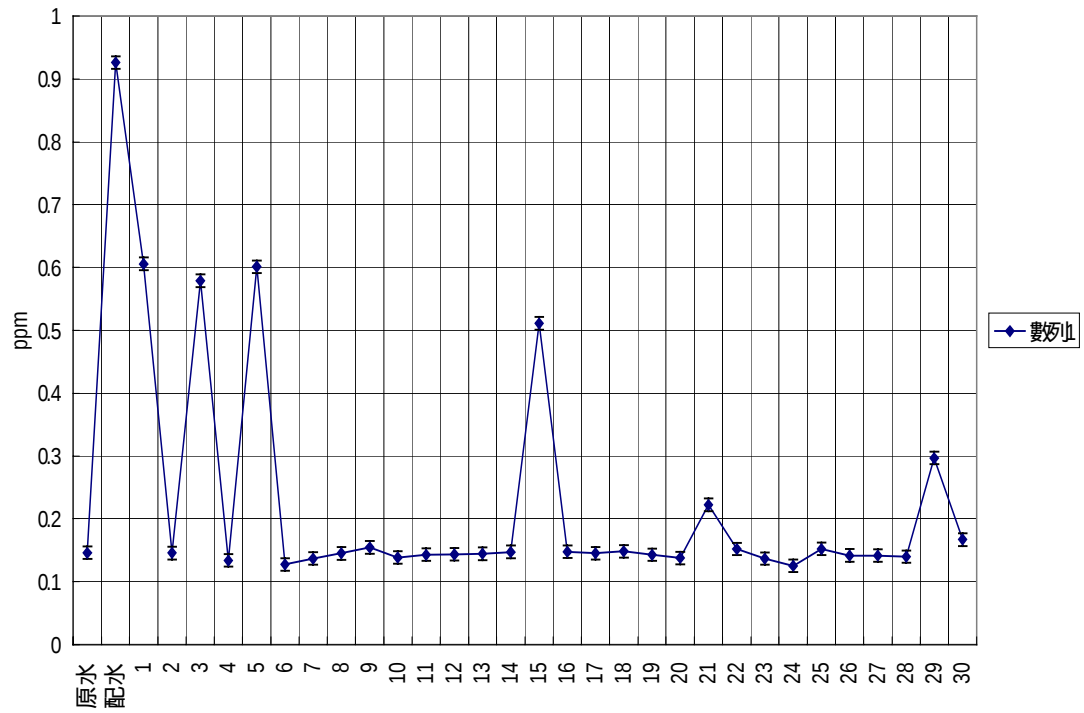


Ca+2分區

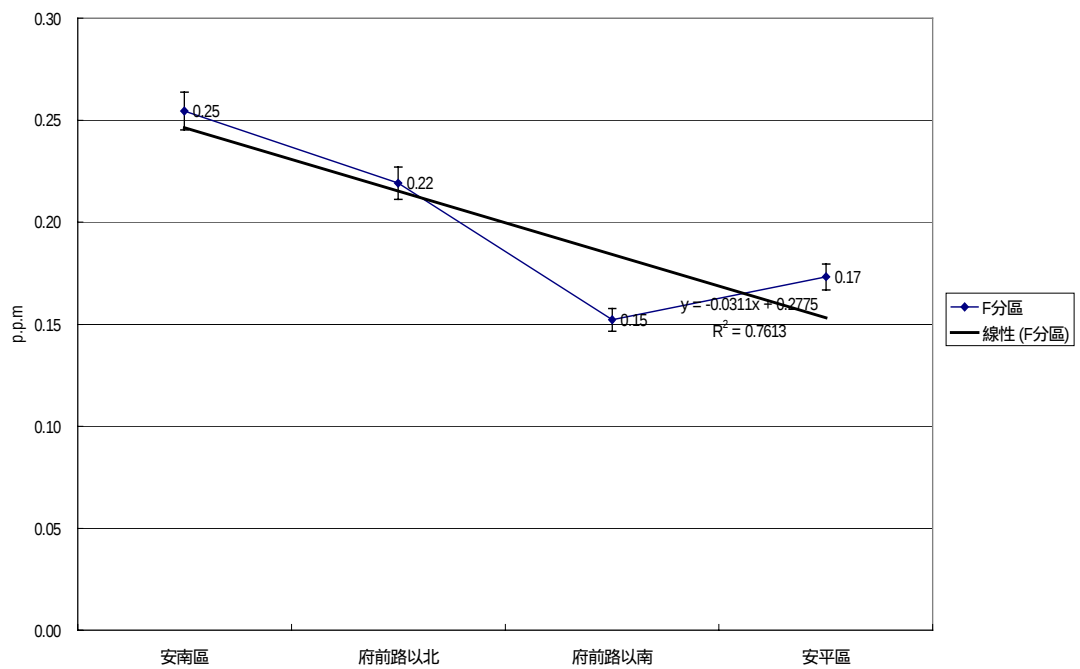


全部平均：35.67ppm

F-

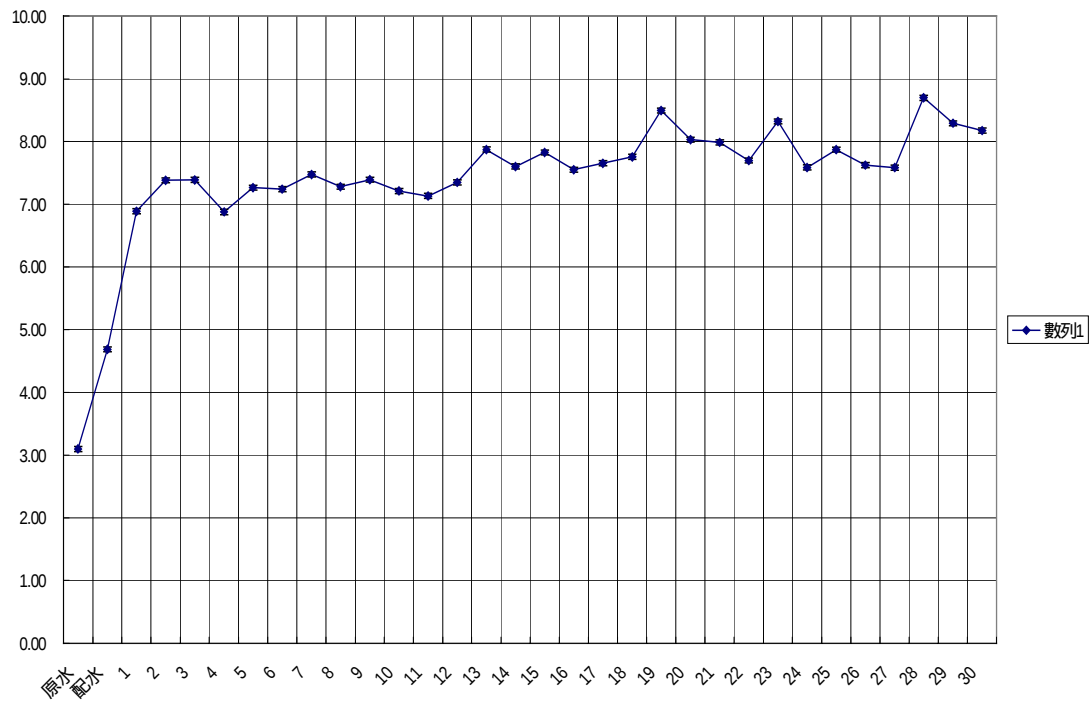


F-分區

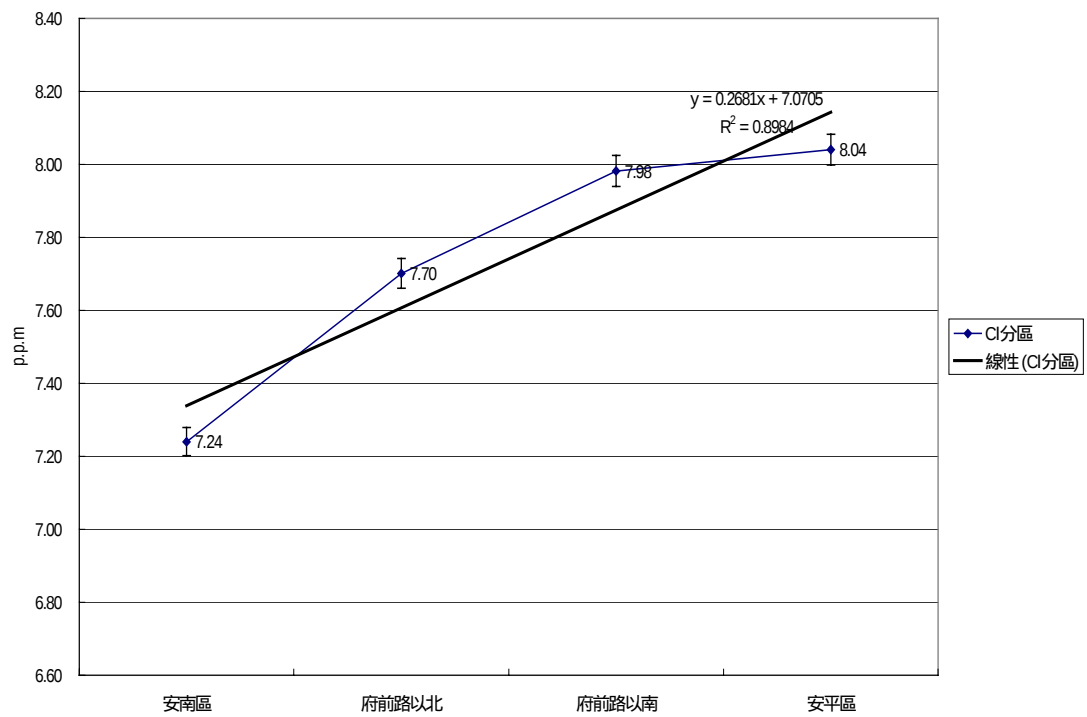


全部平均：0.15ppm

Cl-

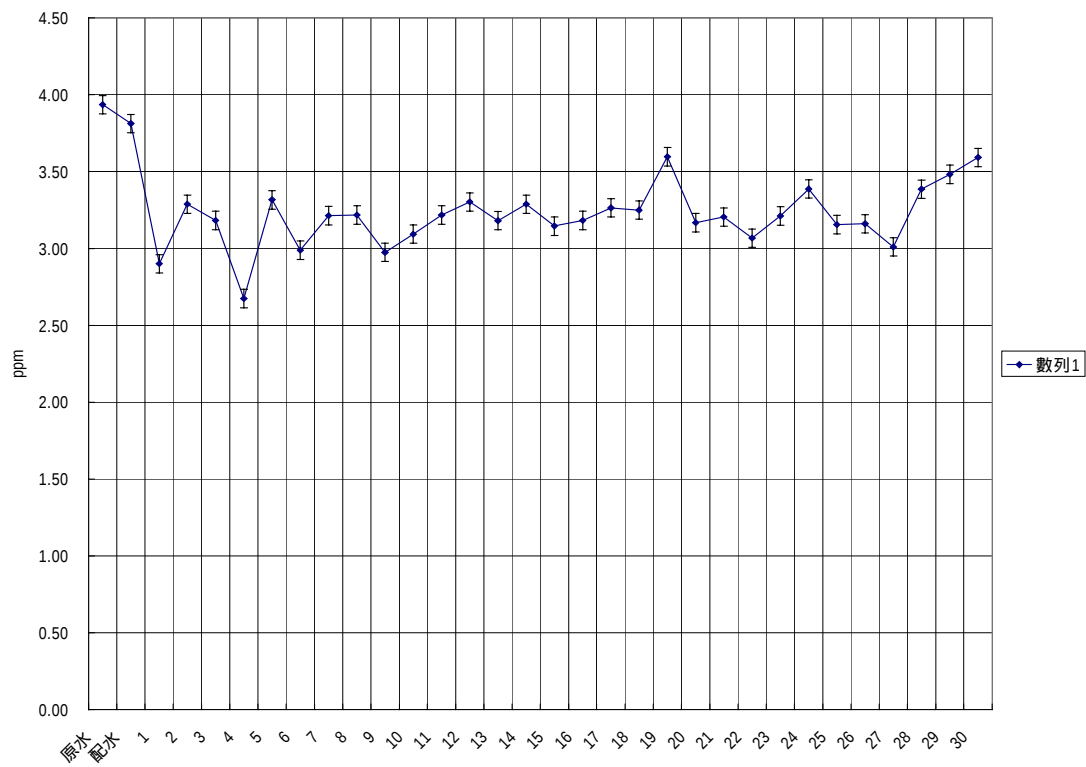


Cl-分區

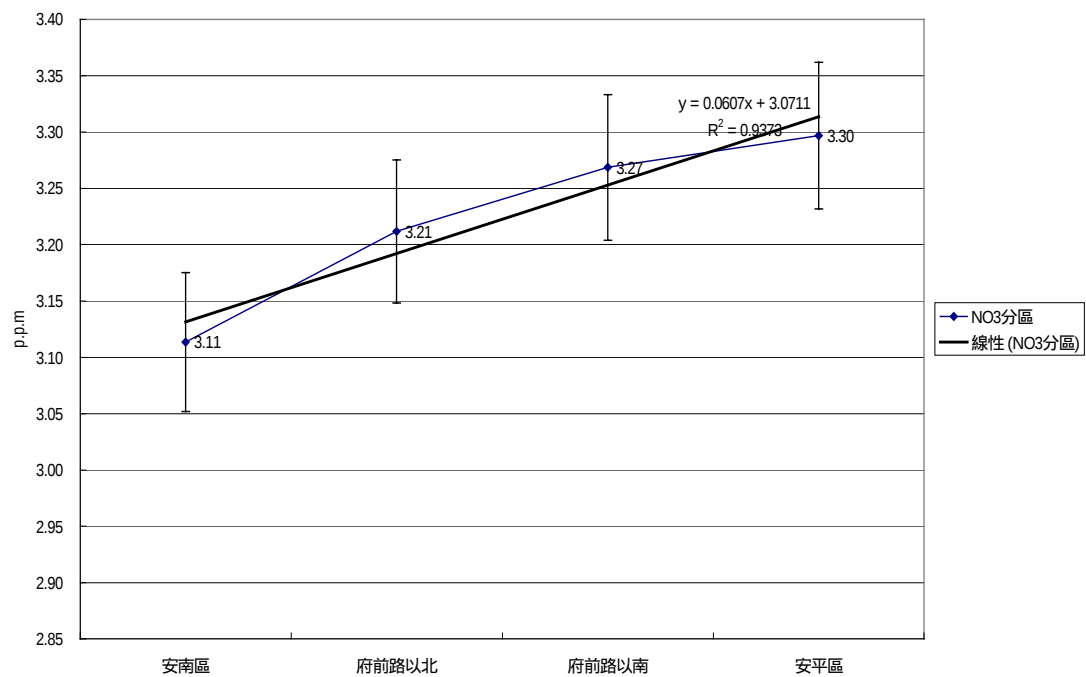


全部平均：7.65ppm

NO3-分區

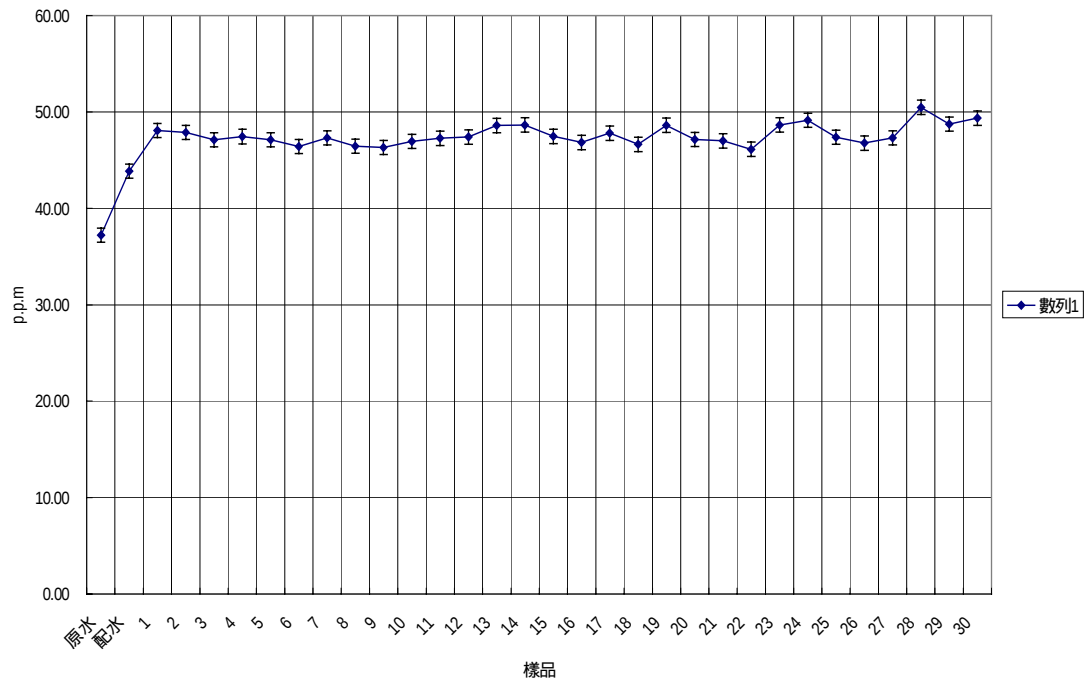


NO3-分區

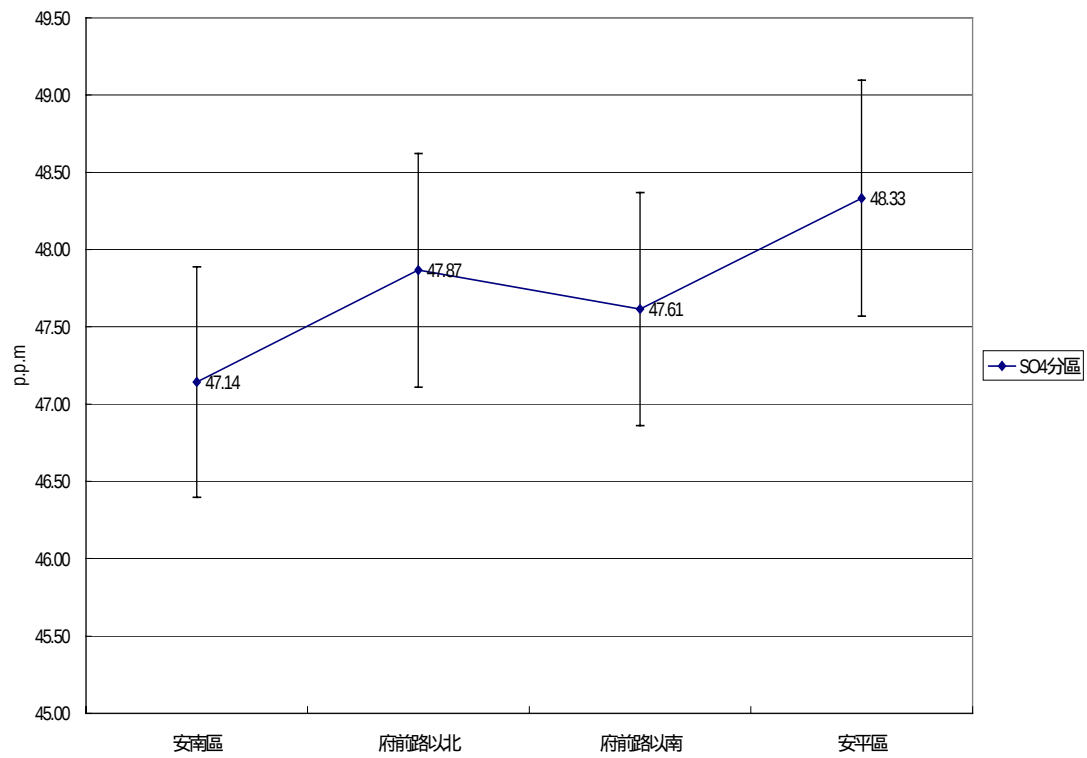


全部平均：3.20ppm

SO4-2

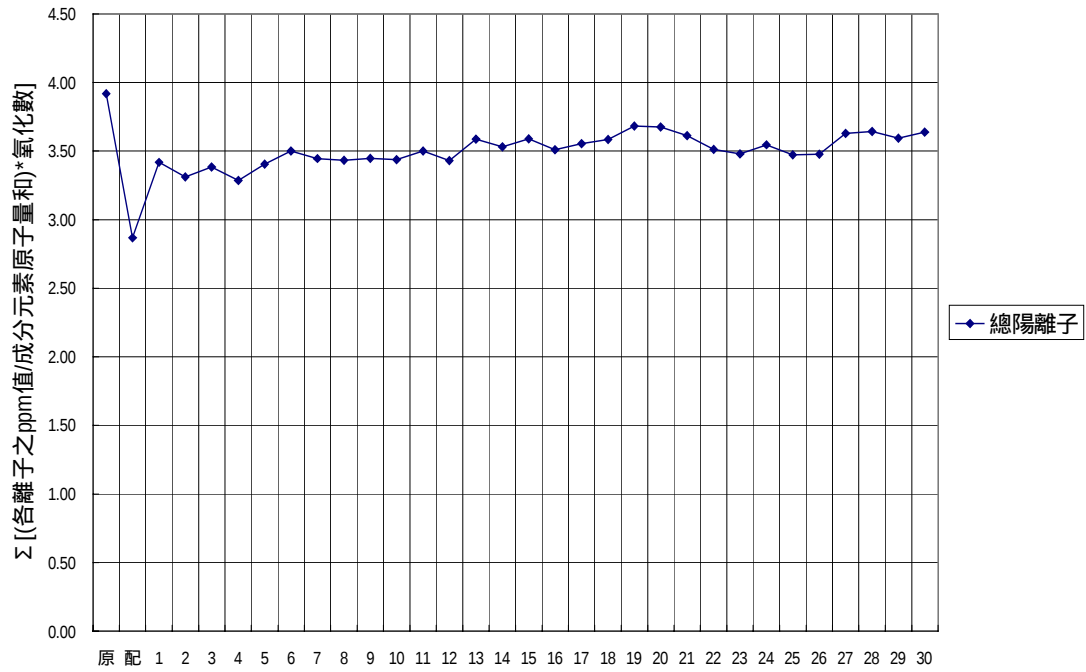


SO4-2分區

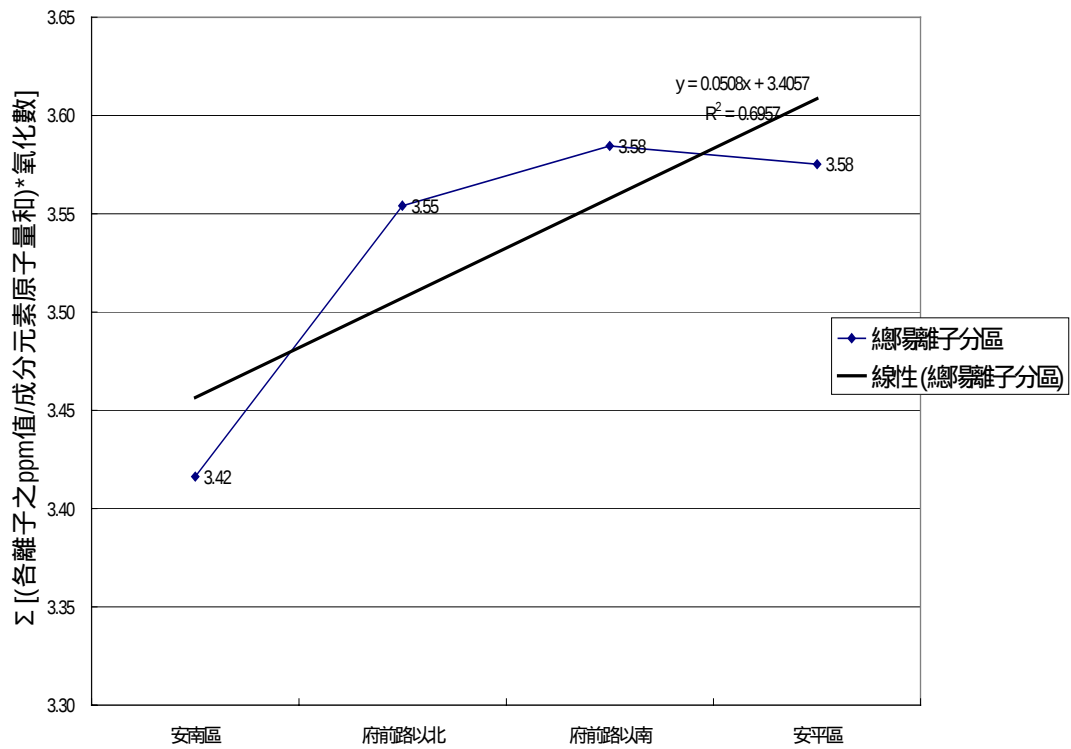


全部平均：47.61ppm

總陽離子

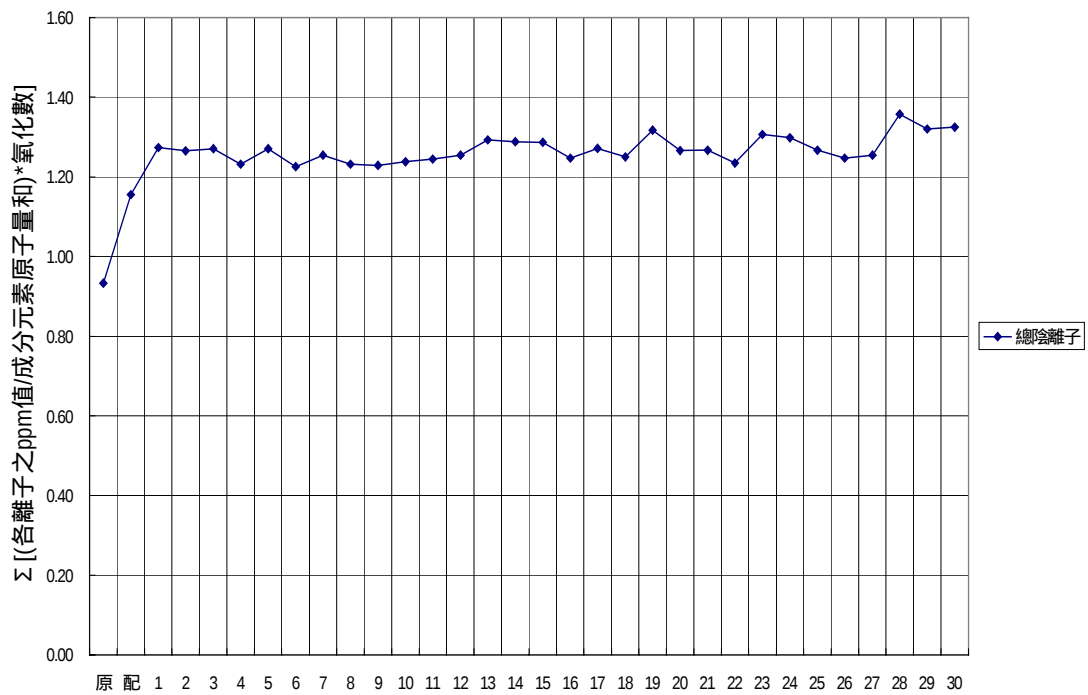


總陽離子分區

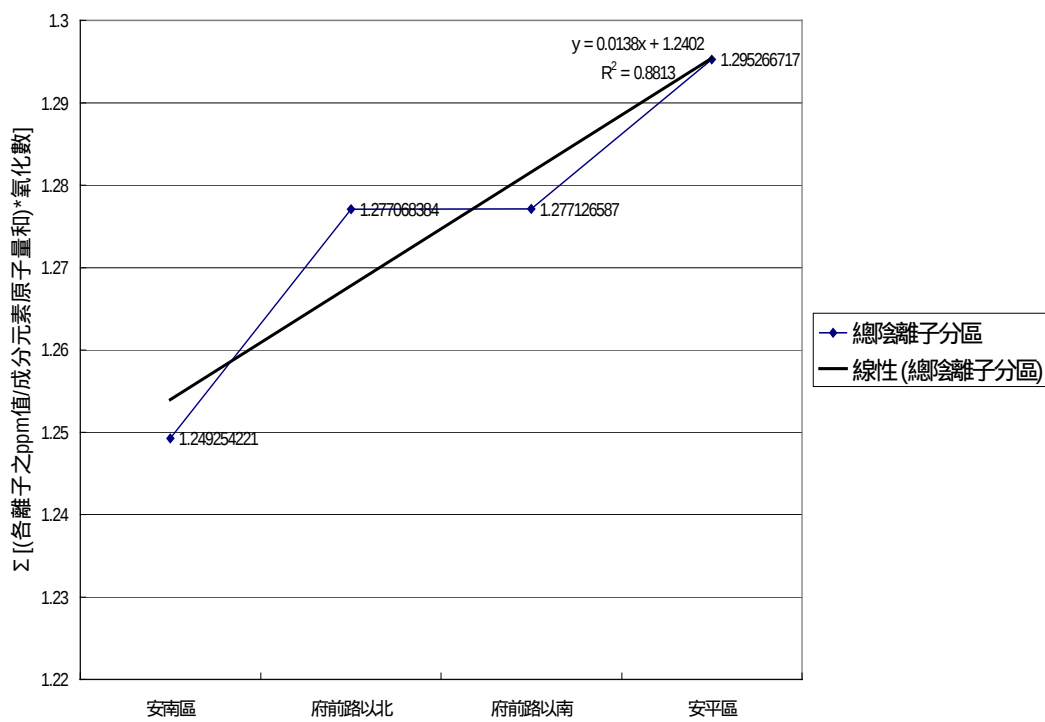


全部平均：3.51 單位

總陰離子



總陰離子分區



全部平均：1.27 單位

註：鐵、錳的含量均小於 AA 的偵測極限。

(七)討論：

1. 餘氯：

(a) 由於 pH 值測定器本身的穩定度高，操作前也均有歸零，加上顯現位數少，同一樣品測多次結果均相同，因此直接以原始數據來比較討論。

(b) 原水不含餘氯。

(c) 因測出值為自由有效餘氯，和自來水的自由有效餘氯比較，是符合標準的。

(d) 可看出配水中的量已快達到臨界，餘氯量多，同時觀察往後的樣品餘氯量發現值均比剛出廠時的值低，可以推測出和距離有關，輸送愈遠餘氯量也剩愈少，雖然由分區圖並沒有明顯變化，但是把 14 號樣品的異常量排除，發現府前路以北的平均為 0.89ppm，如此就能看出大概也有這種傾向，雖然之間差異沒有和配水的值差異來的大，但是淨水場和採樣區域的距離比採樣區域之間彼此的距離大許多，因此變化小也是合理的。

2.pH：

(a) 由於 pH 值測定器本身的穩定度高，操作前也均有歸零，加上顯現位數少，同一樣品測多次結果均相同，因此直接以原始數據來

比較討論。

(b)原水的值最高，經處理後，便立刻下降，由處理的過程分析，

可能的因素探討如下：

一 膠凝池之使用限定：膠凝池中不同的膠凝劑，能發揮最大功效時所需的 pH 範圍不一，如以硫酸鋁為膠凝劑時，最佳範圍為 6.0~7.8；同時，於膠凝池中同時處理的降低濁度和去除色度步驟，所需的最佳 pH 範圍分別為 6.5~7.5 以及 4~6，以此三點推論，原水處理時稍微偏酸較恰當，因此在處理過程，有可能因不同膠凝劑的使用需要、降低濁度和去除色度等因素而人工調整 pH 值，不過這並不是一個能充分解釋結果的依據。

二 氯消毒：烏山頭淨水場使用的消毒方法是液氯消毒法，氯溶於水中時的反應如下：



氯在水中以次氯酸及次氯酸根之型態存在，是為自由有效餘氯，倘若水中有氨氮會形成氯胺，是為結合有效餘氯，再加上式中的 HCl，皆會造成 pH 下降，是具體的解釋。

(c)和自來水標準比較，均符合標準。

(d)水自淨水場送出後變化即不大。由折線圖知即使在相近的區域內，pH 值也未必相近，由 1~24 號樣品的起伏變化可看出，但是安平區卻很平均，甚至連續五個樣本都同值，造成此差異的原因尚尋求解釋方法。從分曲折線圖來看，距離因素並無規律的影響。

3.濁度：

(a)由於濁度計本身的穩定度高，操作前也均有歸零，是以指針指示測定值，同一樣品測多次結果均相差極微，因此直接以原始數據來比較討論。

(b)原水的濁度很高，但處理完的配水濁度便下降，由配水處理過程分析，膠凝池、沉澱池、過濾池均會使水中可見之細微懸浮物減少。

(c)和自來水標準比較，均符合標準。

(d)水自淨水場送出後變化即不大。由折線圖知安南區的近端和安平區的濁度是很穩定的，但是府前路以北、府前路以南及安南區遠端都呈現起伏情形，以目前資料尚無法解釋。分區圖中的區域性變化也難以看出規律。

4.導電度：

(a)依照比導電度計本身說明書記載的最大誤差 2 %，在測得的結果加上 2 % 誤差量來製圖比較。

- (b) 原水處理後成配水後導電度下降，由處理過程分析，雖然在膠凝池中行膠凝作用過程會加入硫酸鋁或其他電解質類的膠凝劑，消毒過程也加入氯與水產生 HCl 和 HOCl 等電解質，但是顯然處理後去除掉的導電物質要更多。
- (c) 自來水的標準並無導電度的規範，因為影響因素過多，真正影響的原因往往不固定，因此不把此列入水質判斷依據。
- (d) 由折線圖發現配水的導電度比輸送後的都來的低，連原水都比任何一點來的低，可見輸送的過程管線的因素會導致導電度上升；由分區圖來看，前三區的值是愈遠升得愈多的，安平區和第一、二區比較卻沒有這樣子的表現，原因尚待發現。和濁度類似，由折線圖大略可看出安南區的近端和安平區的濁度大致穩定，但是府前路以北、府前路以南及安南區遠端都呈現起伏情形，以目前資料尚無法解釋，但可知道影響濁度、導電度的因素可能互有關聯或一樣。

5. 總溶解固體量：

- (a) 由於電子天平的穩定性高，針對同一樣品測多次結果變化極微，因此直接以原始數據做比較。
- (b) 原水處理後，量減少，由配水處理過程分析，膠凝池、沉澱池、過濾池均會使水中之細微懸浮物減少，是可能原因。

(c) 於標準範圍內。

(d) 配水經管線後總溶解固體量起伏情形大，但均在配水、原水之值間變化，可知管線有造成溶解物改變的因素。

6. 細菌殖數與大腸菌類數：

此兩項細菌污染指標顯現自來水餘氯發揮消毒作用，有幾個樣品有遭到污染，可能是在操作過程使受到污染之故。

7. 陽離子：

(a) 以 IC 層析儀測出的值，對同一樣品而言，不同次數會有不同結果，為求準確度，特針對一個樣品測量多次求出測量當日儀器狀況的 RSD 值，在 y 軸配上誤差量，以此作為比較依據。

(b) 原水經處理後，可看出 Ca 的濃度變化很大，由處理過程分析，可能是攪拌池的攪拌過程使 CO_2 的溶解較為平均，形成 CaCO_3 沉澱；也可能是其他物質的減少，同時其他添加劑的加入和 pH 的變化等種種因素造成 Ca 化合物的溶解度改變造成，變因多而對錯與否尚待探討。其他測得的陽離子變化不大。

(c) 鈉、鉀、鎂、鈣的含量並無水質標準規範，鐵、錳含量均小於 AA 的偵測極限，也都在安全標準下。

(d) 配水進入管線後，陽離子的量都變高，可見管線有某些因素造成此結果。大致上距離愈遠增加得愈多。由分區圖來看，雖然

前三區的平均值的差距有些在誤差內，但是大略是呈現增加趨勢，安平區則例外，原因不明。

8.陰離子：

(e) 以 IC 層析儀測出的值，對同一樣品而言，不同次數會有不同結果，為求準確度，特針對一個樣品測量多次求出測量當日儀器狀況的 RSD 值，在 y 軸配上誤差量，以此作為比較依據。

(f) 各測得陰離子從原水處理成配水後的含量變化並不太一致， F^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 是增加， NO_3^- 則減少。 Cl^- 和 SO_4^{2-} 的增加是理所當然的，因為烏山頭淨水場採取硫酸鋁為膠凝劑，並用液氯消毒法消毒， F^- 、 NO_3^- 的原因則未知。

(g) 氯鹽、氟鹽、硫酸鹽的含量符合標準水質範圍，硝酸鹽則無規範。

(h) Cl^- 和 SO_4^{2-} 從配水到採樣用戶的值均升高不少， NO_3^- 則是減少不少，以距離因素來解釋 Cl^- 是可行的：假若愈遠使升高因素累積愈多而濃度升高愈多，從配水到 1 號樣品的變化比 1 號之後的變化大來看，可解釋說因淨水場距用戶採樣區的距離比採樣區各點之間的距離的大許多。對 NO_3^- 即 SO_4^{2-} 而言，誤差範圍包含了部分差異量，無法明確歸納出結論。

F-的 22 號樣品異常高，其餘變化小，原因待查。

(八)結論與展望：

對距離因素而言，有些測量項目會有規律變化，但是有些不會，是巧合還是有著某些影響因素，而究竟距離愈遠是否會對水質造成什麼影響，都尚有研究空間，同時許多結果由於研究對象而無法找出解釋原因，是本實驗的遺珠之憾。

另外，由總陰離子和總陽離子的價電平衡看來，離平衡有一段差距，可能是樣品中尚有其餘離子未能測得。

和自來水標準水質相較，水質均十分良好，建議自來水公司能適當調整標準。

此次的研究範圍限定在台南市內，往後尚可擴大採樣範圍，讓結果的變化更顯著，同時設法克服解釋結果上的困難，或針對管線研究結構、材料、年齡等各種因素造成的影響。

(九)參考書籍：

- 1.台灣省自來水公司(民國70年)：自來水操作手冊、台灣省自來水公司。
- 2.中華民國自來水協會(民國82年)：自來水設施操作維護手冊、中華民國自來水協會。
- 3.蕭榮超(民國76年)：烏山頭水庫水質與浮游生物之調查研究、台灣自來水公司水質研究中心。
- 4.台灣省自來水公司南區工程處(民國74年)：烏山頭自來水系統規劃報告(上冊)、台灣省自來水公司南區工程處。
- 5.台灣省自來水公司南區工程處(民國76年)：烏山頭自來水系統

- 規劃報告(下冊)、台灣省自來水公司南區工程處。
- 6.於幼華、張嵩林(民國68年)：淨水過程所產生廢物之處理研究、國立台灣大學環境工程學研究所。
 - 7.台灣省政府建設廳公共工程局(民國61年)：曾文水庫區域自來水系統規劃報告(共三冊)、台灣省政府建設廳公共工程局。
 - 8.蔣純一(民國81年)：自來水工程、中國土木水利工程學會。
 - 9.蔡桂郎(民國81年)：自來水工程規劃、國彰出版社。
 - 10.李俊德(民國81年)：自來水工程設計、徐氏基金會。
 - 11.李公哲(民國78年)：水質工程學、中國工程師學會。
 - 12.賀孝雍(民國69年)：儀器分析、曉園出版社。
 - 13.沈元肇(民國64年)：水、污水、與廢水之標準水質檢驗法、台灣省環境衛生協會。

附：管線輸送大概示意圖

