

中國醫藥大學

碩士論文

中部科學園區台中基地周界空氣中無機酸鹼
濃度分佈之調查

**Survey of ambient inorganic acid and basic concentrations in
the vicinity of Taichung Base of Central Science Park**

所別：環境醫學研究所

指導教授：蔡清讚

學生：林宥辰 Lin, Yo -Chen

學號：9365017

中華民國九十七年七月

誌謝

能夠完成這篇論文先要感謝的是我的家人，和他們在經濟上與精神上的支持。接著是指導教授蔡老師這四年來的照顧與包容，以及口試委員吳照雄老師、江舟峰老師與陳鶴文老師的指教。在中科採樣過程中，更感謝淳瑜、佳璘、學妹、拐杖、貢丸、堯與熊等學弟的熱情相挺。還有上準江先生與吳錦景老師的協助。使我能完成四年碩士班的修業。沒有各位無法完成這篇論文與完成學位，十二萬分的感謝永誌難忘。

2008/7 台中

中文摘要

目的：探討中部科學園區(以下簡稱中科)台中基地大氣中無機酸鹼濃度之分佈狀況，與氣象條件的關係，並建立背景周界濃度。

方法：中科廠商於 2005 年 6 月開始生產，本研究參考 ISC3 擴散模式進行等濃度分佈模擬，選定 10 個無機酸鹼採樣點及一個當地氣象站，以離子層析分析儀進行定量分析。依據中科操作許可，2006 年 2 月前尚未許可任何硫酸及鹽酸之排放，故本研究所有硫酸及鹽酸之檢測資料可作為其背景值，其他無機酸鹼如氫氟酸、硝酸及氨氣，因 2005 年 6 月中科廠商開始獲得操作許可而可進行排放，故只能以許可排放前(2005 年 3-6 月)所採樣分析所得之數據作為其背景濃度值。

結果：

1. 硫酸全年(2005 年 3 至 2006 年 2 月)平均濃度為 $10.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、硫酸鹽(SO_4^{2-})為 $5.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鹽酸為 1.65 ppb (園區無排放)、氯鹽(Cl^-)為 0.78 ppb 。可視為其背景值。
2. 其他無機酸：硝酸於本研究前三個月(2005 年 3-5 月)之平均濃度為 0.78 ppb 、硝酸鹽(NO_3^-)為 4.11 ppb 、氨氣體為 15.30 ppb 、銨鹽(NH_4^+)為 3.46 ppb 、氫氟酸為 $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、氟鹽(F^-)為 $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、總氟化物為 $1.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。亦可視為其背景值。
3. 除氫氟酸外，其他無機酸鹼濃度在許可排放後平均濃度及全年度平均

濃度無顯著差異。氫氟酸濃度則在許可排放後(2005年6月)增加將近一倍(由 $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 增加至 $1.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$)。所有無機酸鹼濃度皆小於周界標準值。

4. 所有物種濃度分佈皆為右偏。硝酸、硝酸鹽、氯鹽、氨氣與氨鹽濃度分佈呈現對數常態分佈。其餘物種分佈情形則非常態分佈也非對數常態分佈。了解這些分佈是何種型式有助於統計分析檢定的進行。
5. 空氣中溼度增加會使鹽酸、氫氟酸、氯鹽、總氟化物濃度上升；氣溫上升則會降低氯鹽濃度，增加硫酸鹽的濃度；風速降低時大部分無機酸鹼物種濃度上升。

結論：大部分無機酸濃度在許可排放後無顯著差異，唯氫氟酸濃度則顯著增加。分析各採樣站所收集到的物種間相關係數與相對位置分佈的情形，可當作調查排放源位置的有效方法。

ABSTRACT

Objectives : The aims of this study were to investigate the background concentrations of airborne inorganic acid and basic species in the vicinity of Central Taiwan Science Park (CTSP) and to clarify the effects associated with the industrial operation at the park and the meteorological condition.

Method : Factories in the CTSP started to operate in June 2005. This study was conducted using ISC3 model. Ten sampling stations were established for collecting air samples for laboratory analysis and monitoring meteorological data from March 2005 until February 2006. Samples were subject to quantitative analyses using the ion chromatography. The emission of sulfuric acid and hydrochloric acid at the park was not permitted until February 2006. The emission of other inorganic acids such as nitric acid, hydrofluoric acid, and ammonia at the park started June 2005.

Results :

1. The average background concentration of sulfuric acid for the year was $10.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, with $5.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ as sulfate (SO_4^{2-}) (No emission at the park). The corresponding concentrations were 10.95 ppb of HCl gas and 1.12 ppb of the chlorate (Cl^-) in the same year.
2. The average concentrations for other inorganic acids measured in the first three months in this study were: 0.78 ppb $\text{HNO}_3/\text{HNO}_2$, 4.11 ppb nitrate (NO_3^-), 15.30 ppb NH_3 gas, 3.46 ppb ammonium (NH_4^+), $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ HF gas, $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fluoride (F^-) and $1.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ total fluoride.
3. There were no significant differences for most pollutants between the

background values and concentrations measured in the emission permitted period, except hydrofluoric acid. The hydrofluoric acid concentration was doubled during the emission period (from $0.64\mu\text{g}/\text{m}^3$ to $1.21\mu\text{g}/\text{m}^3$). However, the average concentrations of all species did not exceed the permitted discharge levels.

4. The distributions of all species skewed to the right. The distributions of nitric acid gas, sulfate, chlorate, ammonia and ammonium concentrations were logistic normal.
5. We also found that the increased humidity was associated with increased concentrations of hydrochloric acid gas, hydrofluoric acid gas, fluoride and the total fluoride. Higher temperature was associated with reduced chlorate concentration and increased sulfate concentration. The concentrations of all species increased as the wind speed decreased.

Conclusions : Hydrofluoric acid was the only substance measured in the samples with the concentration significantly higher than the background value. There were no significant differences between the background levels and the measured levels in the park for other pollutants monitored in this study.

表目錄

表 1-1 中科籌備處各廠家申請排放許可之排放清單.....	2
表 1-2 新竹科學工業園區六大產業污染特性一覽表.....	4.5
表 1-3 科學園區無機酸鹼污染物 IARC 分類及慢性健康危害.....	7
表 2-1-1 無機酸鹼採樣器之發展.....	10
表 3-2-1 Diffusion Denuder 之陰陽離子分析物.....	21
表 3-2-2 現場採樣失誤紀錄表.....	22
表 3-2-3 分析系統操作品質查察表.....	24
表 3-2-4 樣品分析品質管制結果及偵測極限.....	25
表 3-2-5 固定污染源空氣污染物排放標準.....	27
表 4-1-1 各物種濃度之單值統計與分佈檢定.....	42
表 4-2-1 各物種濃度與風速條件之相關.....	47
表 4-2-2 各物種濃度與溫度條件之相關.....	48
表 4-2-3 各物種濃度與溼度條件之相關.....	49
表 4-3-1 無機酸鹼物種間之相關係數.....	51
表 4-4-1 背景值濃度比較.....	69
表 5-4-1 地區污染物濃度之比較.....	80

圖目錄

圖 3-1-1 研究架構圖.....	13
圖 3-2-1 台中基地位置圖.....	15
圖 3-2-2 台中基地周界採樣站位置圖.....	16
圖 3-2-3 個人多孔金屬固氣分離採樣器.....	17
圖 3-2-4 PDS 採樣組裝完成圖.....	18
圖 3-2-5 個人式多孔金屬固氣分離器.....	18
圖 3-2-6 樣品分析步驟.....	21
圖 4-1-1 硫酸濃度變化.....	31
圖 4-1-2 硫酸鹽濃度變化.....	32
圖 4-1-3 硝酸濃度變化.....	33
圖 4-1-4 硝酸鹽濃度變化.....	34
圖 4-1-5 鹽酸濃度變化.....	35
圖 4-1-6 氯鹽濃度變化.....	36
圖 4-1-7 氫氟酸濃度變化.....	37
圖 4-1-8 氟鹽濃度變化.....	38
圖 4-1-9 總氟化物濃度變化.....	39
圖 4-1-10 氨氣濃度變化.....	40
圖 4-1-11 銨鹽濃度變化.....	41
圖 4-3-1 各站硫酸與硫酸鹽濃度之相關係數.....	52
圖 4-3-2 各站氫氟酸與氟離子濃度之相關係數.....	53
圖 4-3-3 各站硫酸與硝酸濃度之相關係數.....	54
圖 4-3-4 各站硫酸與氯化氫濃度之相關係數.....	55
圖 4-3-5 各站硝酸與鹽酸濃度之相關係數.....	56
圖 4-3-6 各站硝酸與氫氟酸濃度之相關係數.....	57

圖 4-3-7 各站硫酸鹽與氟鹽濃度之相關係數.....	59
圖 4-3-8 各站氯鹽與氟鹽濃度之相關係數.....	60
圖 4-3-9 各站硫酸鹽與鹽根濃度之相關係數.....	62
圖 4-3-10 各站硝酸鹽與銨鹽濃度之相關係數.....	63
圖 4-3-11 各站鹽酸與氫氟酸濃度之相關係數.....	64
圖 4-4-1 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硫酸濃度分佈.....	67
圖 4-4-2 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硫酸鹽濃度分佈.....	68
圖 4-4-3 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硝酸濃度分佈.....	69
圖 4-4-4 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硝酸鹽濃度分佈.....	70
圖 4-4-5 2005 年 3 月至 5 月各採樣站鹽酸濃度分佈.....	71
圖 4-4-6 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氯鹽濃度分佈.....	72
圖 4-4-7 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氫氟酸濃度分佈.....	73
圖 4-4-8 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氟鹽濃度分佈.....	74
圖 4-4-9 2005 年 3 月至 5 月各採樣站總氟化物濃度分佈.....	75
圖 4-4-10 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氨氣濃度分佈.....	76
圖 4-4-11 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氨鹽濃度分佈.....	77

章節目錄

第一章 續論.....	1
1-1 研究背景與研究動機.....	1
1-2 研究的重要性.....	3
1-3 研究目的.....	8
第二章 文獻回顧.....	9
2-1 無機酸鹼採樣器的發展.....	9
2-2 PDS 的設計與測試.....	9
2-3 無機酸周界採樣.....	11
第三章 研究方法.....	13
3-1 研究架構.....	13
3-2 研究方法.....	14
第四章 研究結果.....	28
4-1 各物種濃度之單值統計與分佈檢定.....	28
4-2 物種濃度與氣象資料相關性分析.....	44
4-3 物種間相關性分析與排放源位置推估.....	50
4-4 背景值推估.....	65
第五章 討論.....	78
5-1 物種濃度之季節變動趨勢.....	78
5-2 大氣無機酸鹼物種之組成.....	78
5-3 大氣無機酸鹼濃度與氣象條件之探討.....	79
5-4 與其他研究之比較.....	80
第六章 結論與建議.....	81
6-1 結論與發現.....	81
6-2 研究限制.....	82
6-3 應用與建議.....	82

第一章 緒論

1-1 研究背景與研究動機

民國 89 年(2000 年)5 月 總統宣示台中地區「三個第三」之政策承諾，擬在中部地區開發第三個科學工業園區，以落實綠色矽島之政策走向。科學工業園區管理局為推動設置中部科學工業園區，於 2000 年 6 月及民國 2001 年 6 月分別完成「中部區域科技產業環境資源潛力之研究」及「設置中部科學園區可行性研究」，研究結果顯示為促進中部產業升級及區域均衡發展，有必要於中部地區設置科學工業園區；中部地區亦具備區位適中、氣候優越、交通便利、傳統產業基礎厚實以及高品質之居住及休閒環境，足以支持高科技產業之發展。並於 2002 年 9 月 23 日由行政院同意，並指示積極進行後續開發工作。

中部科學園區是目前中部地區開發形成之大型科園區。目前涵蓋產業主要為光電產業、半導體產業、電腦週邊產業、通訊產業、精密機械及生物科技等六大產業；其中又以光電產業與半導體產業佔園區最大面積，以半導體產業產生之污染問題最為嚴重，其次為光電產業。中部科學園區產業中，光電產業佔總投資額 51%、佔總土地配額 46%。半導體製程需使用大量化學原料、有機溶劑與毒性化學物質，而氨氣大量使用在各種不同製程中，扮演著舉足輕重的角色。光電產業產生有害空氣污染物(HAPs)包括苯環類、有機溶劑等揮發性有機物以及包括鹽酸、硫酸、磷酸、氫氟酸、氨等無機酸鹼、懸浮微粒及特殊毒性氣體。根據竹科經驗，園區產業的環境議題以半導體產業產生之污染問題最為嚴重，其次為光電產業。經多年規劃、籌設、建造終於 2005 年 5 月有廠商開始進行生產，如表 1-1，為了解園區建廠初期之背景濃度，本研究於 2005 年 3 月開始對園區週界空氣中無機酸鹼(HF、HCl、HNO₃、H₂SO₄、NH₃)及其鹽類進行監測。此研究數據可相當代表中科營運前及營運初期無機(酸鹼)

有害空氣污染物(HAPs)之背景資料，以做為將來園區週邊居民健康風險評估的參考依據，及作為公害糾紛之參考依據，亦可作為空氣污染總量管制之參考依據。

表 1-1 中科籌備處各廠家申請排放許可之排放清單

事業單位	管制項目	空氣污染物(公噸/年)									生產日期
		VOC	鹽酸	硝酸	磷酸	硫酸	醋酸	氨氣	氯氣	氫氟酸	
A	預估量	1812	20	20	20	20	20	20	20	20	2005.6
	設置	322.6	0	0.164	0.58	0	0.58	16.36	5.4	3.52	
	操作	44.074	0	0.3145	1.405	0	1.33	3.442	1.3	0.842	
B	預估量	0.45	0	5.7	0	0	0	0	0	0	2006.5
	設置	36.092	0	0	0	0	0	0	0	0	
	操作	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	預估量	26	54.6	3	3	17.4	0	13	2.8	15	2006.5
	設置	24.123	0.162	0.09	0.09	0.103	0	0.526	0	0.477	
	操作	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	預估量	17.78	63.29	8.53	3.2	29.51	0	10.67	9.24	9.78	2006.5
	設置	4.88	23.46	3	10.8	47.4	0	14.22	1.44	22.8	
	操作	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	預估量	0	28.5	0	0	0	0	0	3.1	0	2006.3
	設置	0.194	1.366	0	0	0	0	0	0	0.254	
	操作	0.122	1.366	-	-	-	-	-	-	-	
F	預估量	368	0	0	0	0	0	0	0	0	
	設置	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	操作	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G	預估量	0.28	13.2	14.4	9	6	0	0	13.2	0.672	
	設置	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	操作	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H	預估量	1.35	0.164	3.35	0	3.102	0	0.054	0	0.175	
	設置	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	操作	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

資料來源: 中科籌備處(95)

1-2 研究的重要性

國際癌症研究院 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 定期出版致癌物之分類(Standard IARC classification, <http://www.greenfacts.org/glossary>)，將致癌物分為 1、2A、2B、3、4 共五類：1 類是流行病學證明係致癌物，例如：黃麴毒素、4-胺基聯苯、砷、石棉、苯、聯苯胺、香煙、二氯甲醚、鉻、焦油、瀝青、 β -奈胺、鎳、煤灰、氯乙烯單體；2A 類係流行病資料有限，但是動物實驗資料充足，例如：丙烯晴、鈹、鎘、環氧氯丙烷、環氧乙烷、甲醛、多氯聯苯；2B 類之流病資料不足，但動物資料充足；或流病資料有限，動物資料不足，例如：丁二烯、四氯化碳、氯仿、DDT；3 類物質之資料不足不能判別其致癌性，例如：戴奧辛、三氯乙烯，4 類則是目前資料可認定為非致癌物。

1、中科主要可能污染物

根據『台中縣科學工業園區空氣污染總量管制策略略研擬計畫』（蔡清讚，台中縣環保局 2004）之調查及新竹科學園區之經驗，園區六大產業及各次產業廠商可能產生之主要空氣污染物特性如表 3.1 所示，園區產業的環境議題以半導體產業產生之污染問題最為嚴重，其次為光電產業。半導體工業常見之製程為晶圓被研製成積體晶片過程中，需依產品功能要求進行氧化多次反覆、化學氣相沉積(chemical vapor deposition)、磊晶沉積(exitaxial deposition)、離子植入(ion implantation)、以及濕式蝕刻(wet etching)等步驟，在晶圓被研製成晶片的過程中，依產品功能要求須多次反覆進行氧化、化學氣相沉積、磊晶沉積及濕式蝕刻製程。在氧化、光罩、顯影、蝕刻等製程中使用鹽酸、硝酸等進行蝕刻，而在光罩、顯影後光阻劑、顯影液、蝕刻液的清洗及後續晶圓清洗等過程則使用包括丙酮、丁酮、異丙醇、甲苯、二甲苯、乙基苯、氯仿、三氯乙烷等揮發性有機溶劑。而光電產業主要之光電製程為液晶顯示器(liquid crystal display, LCD)及發光

二極體(light emitting diode, LED)之生產。光電製程所使用一連串之光蝕刻與顯影製造技術與半導體製程相近，該產業之 VOCs 廢氣數據分析為來自清洗與化學處理所使用之丙酮、異丙醇，以及曝光製程時所使用之二甲苯、醋酸乙酯等，而其材料原件系統產生之無機酸類亦是重要污染物。VOCs 由另一子計畫進行研究，而無機酸及懸浮微粒之環境監測為本研究主要對象。

表 1.2 新竹科學工業園區六大產業污染特性一覽表

產業別	次產業別	主要空氣污染物
積體電路產業	晶圓製造	酸性廢氣、鹼性廢氣、有機廢氣、粉塵
	光罩製造	有機廢氣(IPA、酮類)、酸性廢氣(硫酸液滴)
	週邊產業 (以導線架製作為例)	酸性廢氣(鹽酸)、鹼性廢氣(碳酸鈉)、氟系廢氣
	晶片製造	酸性廢氣、鹼性廢氣、有機溶劑廢氣、毒性氣體、燃燒性氣體
	封裝製造	酸鹼廢氣(電鍍區)、錫燻煙(浸錫區)、有機溶劑蒸氣(三氯乙烷、丙烷)、酸氣(清洗過程)
光電產業	光電材料元件系統	酸性廢氣、有機廢氣、毒性氣體(含氟化物)、可燃性氣體、含砷廢氣
	光學元件系統	無相關資料
	顯像管(以製造彩色映像管為例)	酸性廢氣(鹽酸)、鹼性廢氣(碳酸鈉)、氟系廢氣
	平面顯示器	毒性氣體、有機性氣體、酸氣
	電池	粉塵

表 1.2 新竹科學工業園區六大產業污染特性一覽表 (續一)

電腦及週邊產業	微電腦系統	鉛錫煙(含錫鉛、松香)、臭味
	儲存設備	酸性廢氣(含硝酸、硫酸、硼酸)、有機廢氣(IPA)
	輸入設備	鉛錫煙(含鉛、錫)、有機廢氣(IPA、松香)
	電子零組件(以軟性銅箔基板為例)	有機廢氣(含丁酮、甲苯、溶劑蒸氣)
	網路設備	無相關資料
	連接器	無相關資料
	輸出設備	無相關資料
通訊產業	局用交換設備	鉛錫煙(含鉛)、粒狀物、有機廢氣
	局端傳輸設備	有機廢氣(IPA、三氯乙烷)、鉛錫煙
	用戶終端設備	有機廢氣(IPA、三氯乙烷)、鉛錫煙
	無線通訊設備(有黃光、顯影、蝕刻、電鍍製程者)	酸性氣體、有機廢氣(三氯乙烷、丙酮、甲苯、乙酸丁酯、CN ⁻)
精密機械	精密機械設備	無相關資料
	製造 LD、CD-R、CD-RW、MO 等	粒狀物、硫氧化物、氮氧化物、有機廢氣、Ni
	生產碳化鎢素材及輻輪	粉塵(鈷、碳化鈦、碳化鎢)、有機廢氣(腊、正庚烷)
生物技術產業	疫苗製藥(以生產 cefazolin 及生物殺菌劑為例)	酸性廢氣(鹽酸)、有機廢氣(二氯甲烷、三氯甲氧鹽、正己烷)
	檢驗試劑	有機溶劑(苯、丙酮)
	農業應用	無相關資料
	生醫檢驗服務	無相關資料
	農業應用	無相關資料
	生醫檢驗服務	無相關資料

本研究主要探討空氣中無機酸鹼之濃度分佈，在無機酸之酸性氣體環境中，會使人類的呼吸道造成傷害（鄭，1997），長期暴露更可能會提高人體致癌率與死亡率，這些病變包括一些呼吸系統相關的併發症，如長期咳嗽、支氣管炎、氣喘等。例如，氫氟酸屬 Group 3 特定化學物質，吸入時會刺激鼻、咽、眼睛及呼吸道，高濃度蒸氣會嚴重的灼傷唇、口、咽及肺，50ppm 濃度下暴露數分鐘可能致死。另外鹼性物質中的氨氣，平時大量使用於各種不同製造程序的化學工廠中。無機的鹼性氨氣為無色具有刺激性之氣體，它會影響下呼吸道，破壞肺泡組織，長期慢性的作用，可能會增加呼吸道的過敏反應性。當人體暴露的濃度達數千 ppm 時，短時間即會死亡，無機酸鹼 IARC 分類及慢性健康危害如表 1-3 所示。由於空氣中無機酸鹼之濃度一旦達到某一程度。就會造成對人體的相關傷害。因此，監測科學園區空氣中無機酸鹼的周界濃度是作為評估園區週遭居民所暴露風險的重要環節。所以本研究便針對中部科學園區台中基地之空氣無機酸鹼濃度，作為期一年的調查，並對所測量之週界濃度作一合理的推估。

表 1-3 ，科學園區無機酸鹼污染物 IARC 分類及慢性健康危害

污染物	IARC 分類	慢毒性及長期毒性
鹽酸	Group3	低濃度可使牙齒變棕色、皮膚紅腫、疼痛，並可能造成鼻及牙齦出血或慢性支氣管炎及胃炎。高濃度暴露可能造成牙齒腐蝕
硫酸液滴	Group2B	可使皮膚紅、癢及乾燥、長期暴露於其蒸氣及霧滴會造成腐爛及變色，可能導致呼吸道癌症
硝酸	未分類且無資料顯示致癌	可能使肺組織或氣管水腫，造成慢性肺炎及氣管炎，會破壞牙齒珐瑯質
磷酸	未分類且無資料顯示致癌	灼傷嘴和喉嚨、胃痛、呼吸困難、嘔吐、腹痛，嚴重狀況下會崩潰和死亡
氨	未分類且無資料顯示致癌	重覆暴露於其蒸氣可能刺激上呼吸道，眼睛及鼻。反覆暴露數週後可對氨的刺激產生耐受性
氫氟酸	Group3	過量可能造成氟中毒〈使骨質弱化及變性，及骨質硬化症〉及心臟、神經及腸的問題

1-3 研究目的

1. 探討中科學園區台中基地大氣無機酸鹼濃度分佈狀況及影響分部之相關因素。
2. 建立中科學園區台中基地大氣無機酸鹼周界濃度之背景資料。作為中部科學園區台中基地周界附近居民健康風險評估的依據，及作為公害糾紛之參考依據，亦可作為空氣污染總量管制之參考依據。



第二章文獻回顧

2-1 無機酸鹼採樣器的發展

本研究所採用的儀器是由蔡春進教授所發展出的個人多孔金屬固氣分離系統 (PDS)。而整個無機酸鹼採樣器的發展見表2-1-1 (Tsai et.al., 2001, 王斯厚, 1998)。

2-2 多孔金屬固氣分離系統(PDS)的設計與測試

本研究所使用的個人多孔金屬固氣分離系統的優勢在於體積小攜帶方便，搭配攜帶式抽氣泵，部署簡單，容易進行室內或周界空氣採樣。再者，PDS性能優於傳統採樣器，且因體積小故可以同時做酸鹼液滴及氣體之作業環境測定之用，應可在國內外逐漸推廣使用 (施寶惠, 2001)。

PDS採樣原理是利用微粒分徑器(如慣性衝擊器)，將氣動粒徑大於2.5微米之氣膠去除後，再令氣體通過直徑為4.7公分，厚度為0.23公分，孔隙直徑為100微米的多孔金屬片，由其上塗敷之化學物質吸收之。

PDS 的採樣效率與採樣容量，經由實驗室測試，測試結果為：當塗敷 3%與 5%NaCO₃ 且測試濃度為 2PEL (允許排放濃度) 時，多孔金屬片對於硝酸的吸附容量分別為 4.18 與 4.47 毫克；多孔金屬片對於鹽酸的吸附容量分別為 6.3 與 7.2 毫克；多孔金屬片對於氫氟酸的吸附容量均為 0.096 毫克。塗敷 2%與 4%檸檬酸時，則多孔金屬片對於氨的吸附容量分別為 24.36 與 33.6 毫克。

表 2-1-1：無機酸鹼採樣器之發展

年份	研究人員	說明
<p>最初無機酸鹼採樣是使用擴散型固氣分離器 (diffusion denuder)。利用直圓柱管作成的，其原理是在圓管內壁塗敷適當的化學物質，以吸附特定的酸鹼氣體。在後段則使用濾紙夾收集微粒。氣體濃度可由分析樣本塗敷物質上萃取所的量決定之。</p>		
1979	Ferm	固氣分離器設計為直圓柱狀。
1983	Possanzini et al.	發展環狀固氣分離器 (annular denuder) 的設計，有著較佳的吸附效率與吸附量。
1990	Pui et al.	設計出相較 ADS 更緊緻的螺旋盤固氣分離器。
1993/1996	Koutrakis et al./ Sioutas et al.	發展出石英蜂巢狀固器分離系統 glass honeycomb denuder/filter pack system (HDS)
1994	Wai et al.	利用多孔金屬盤發展出一高效緊緻型擴散固器分離器。
1998	S.H. Wang	多孔金屬型固氣分離器對酸鹼氣體之收集效率研究。
2000	Y.C. Lin	新型固氣分離器的體積小且可以同時作液滴及氣體之採樣，所以它可適用於現行工作場所之個人採樣工作。
2001	C.C. Tsai	PDS 設計與測試

2-3 無機酸周界採樣

本節所要回顧的是關於無機酸周界採樣的文獻，目前我國在新竹科學園區與南部科學園區均有做空氣中的無機酸監測。而我們所要探討的是C.J. TSAI et al. (2003)發表了一篇新竹科學園區無機酸鹼濃度監測的文獻。談討空氣中無機酸鹼濃度的時間空間分布情形。該研究所採用的採樣儀器與本研究相同，而研究設計也相當的類似。同樣是針對科學園區周界進行空氣中無機酸鹼濃度進行監測。

該研究是在2000年八月至2001年十月間，一共十三個月，每月採樣12小時。每次設置15個採樣站，期間一共回收195樣本。研究地理上與氣象上的效用，比對新竹科學園區產能清冊，探討污染物質濃度的變化。

該研究結果指出污染物濃度較低的位置出現於海拔較低的地方，像是園區西南側，而且是屬於下風的位置。而當風速較低時，也就是低於每秒兩公尺的風速時。園區週遭的污染物濃度皆一致性的升高。污染物濃度的時間分布則顯示在2001年的二至六月間，濃度有顯著的下降，主要是因那個時期園區的產能下降所導致。除了氫氟酸外，在研究期間大部分的污染物濃度都低於台灣的工廠周邊空氣品質標準。

另一篇文獻則是蔡春進與施寶惠在2000同樣在科學園區設置13個採樣點，檢測園區周界酸鹼性氣膠的濃度，且以風向、風速等氣象條件探討無機酸鹼污染狀況。2000年9月~2001年3月監測結果發現，大部

份的酸鹼氣體的濃度低於法規的周界標準值。總氟化物的來源主要為氫氟酸，佔總氟化物 55% 以上。將採樣結果經由 ISCST3 模擬酸鹼氣膠於園區周界分佈情形做比對，發現於強風盛行時的模擬濃度分布趨勢比低風速時佳，但模擬的濃度值則低於實測值的 1-95 倍。

在楊題羽（1996）*都會區酸性氣膠特性研究*一文中指出：酸性氣膠主要化學成分為銨根離子、硫酸根離子、硝酸根離子及氯離子，其酸性以氫離子的濃度作為指標。大氣中高濃度的氨氣會中和氣膠中的酸性，造成台北市大氣中氣膠酸性的降低。氫離子和硫酸根離子的比值可作為酸性氣膠的組成成分的良好指標，台北市的酸性氣膠主要以硫酸銨及 $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ 的形式存在。氣體和固體微粒除了氯離子之外，其濃度在春天皆較在其他季節的濃度為高。

在研究完成之後發現，這幾篇文獻的結果與我們研究結果有許多相關性與一致性。

第三章 研究方法

3-1 研究架構

本研究之研究架構是先進行文獻回顧、再擬定研究目的，接著進行無機酸鹼周界採樣與氣象資料的收集。並對採樣程序與實驗室分析所回收的數據作品管與品保。最後，比對氣象資料進行統計分析；對無機酸鹼物種濃度分佈做結論。本研究之研究架構圖如圖 3-1-1。

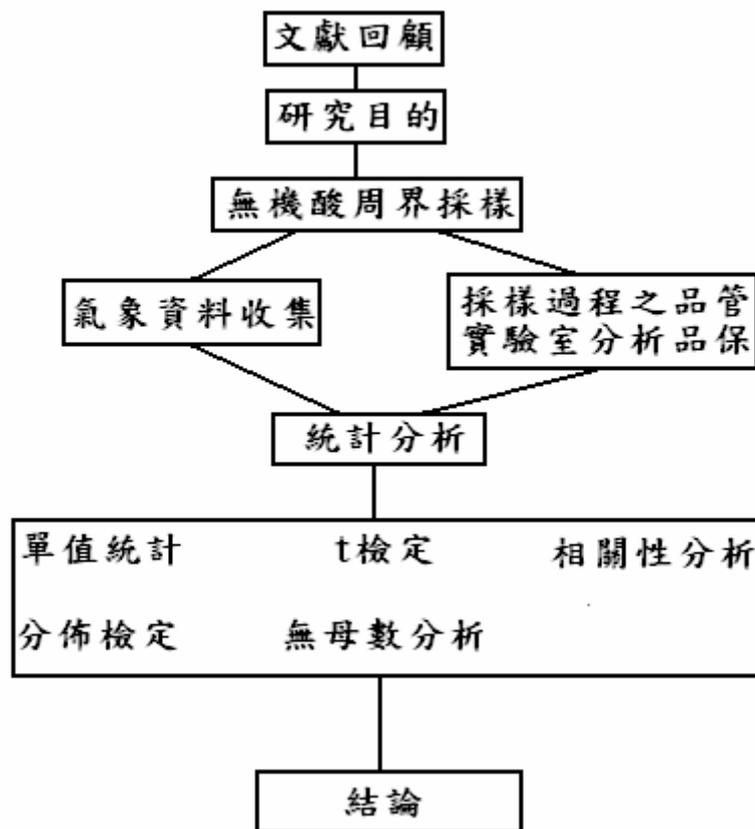


圖 3-1-1 研究架構圖

3-2 研究方法

中部科學園區於 94 年 6 月開始生產，本研究依據 ISC3 進行等濃度分佈測試，選定 10 個的無機酸鹼採樣點及一個氣象資料之收集點，並且以離子層析分析儀進行定量之分析。從 94 年 3 月至 95 年 2 月執行一年的監測，依據中部科學園區排放清單，95 年 2 月前鹽酸及硫酸在中部科學園區操作許可上並無許可任何排放，故本研究所有硫酸及鹽酸之檢測之資料可作為其背景值，其他無機酸鹼如氫氟酸、硝酸及氨氣，因 94 年 6 月中科廠商開始有操作許可，而可進行排放，故只能以許可排放前之資料，(94 年 3-6 月)所採樣分析資料之數據作為其背景濃度值。

3-2-1 採樣地點的選擇

中部科學園區台中基地位於台中縣大雅鄉與台中市西屯區交界處。台中基地第一期面積為 332.57 公頃，園區約與大肚山平行，地勢呈現西高東低。分別位於台中市區與台中工業區的西北側 5 公里與北側 2 公里處(圖 3-2-1)。據蔡清讚 93 年『台中縣科學工業園區空氣污染總量管制策略略研擬計劃』以 ISC3 對該區域每季或全年之氣象進行模式模擬，以最大濃度之著地點作為評估最適採樣點後，在其 94 年計畫『中部科學園區半導體及光電產業無機酸與懸浮微粒環境監測及長期變化趨勢之研究』在中科設置 10 個採樣點，進行無機酸鹼之檢測。本研究亦以此 10 點為無機酸鹼採樣點。我們所選取的周界採樣點位置如圖 3-2-2 所示。

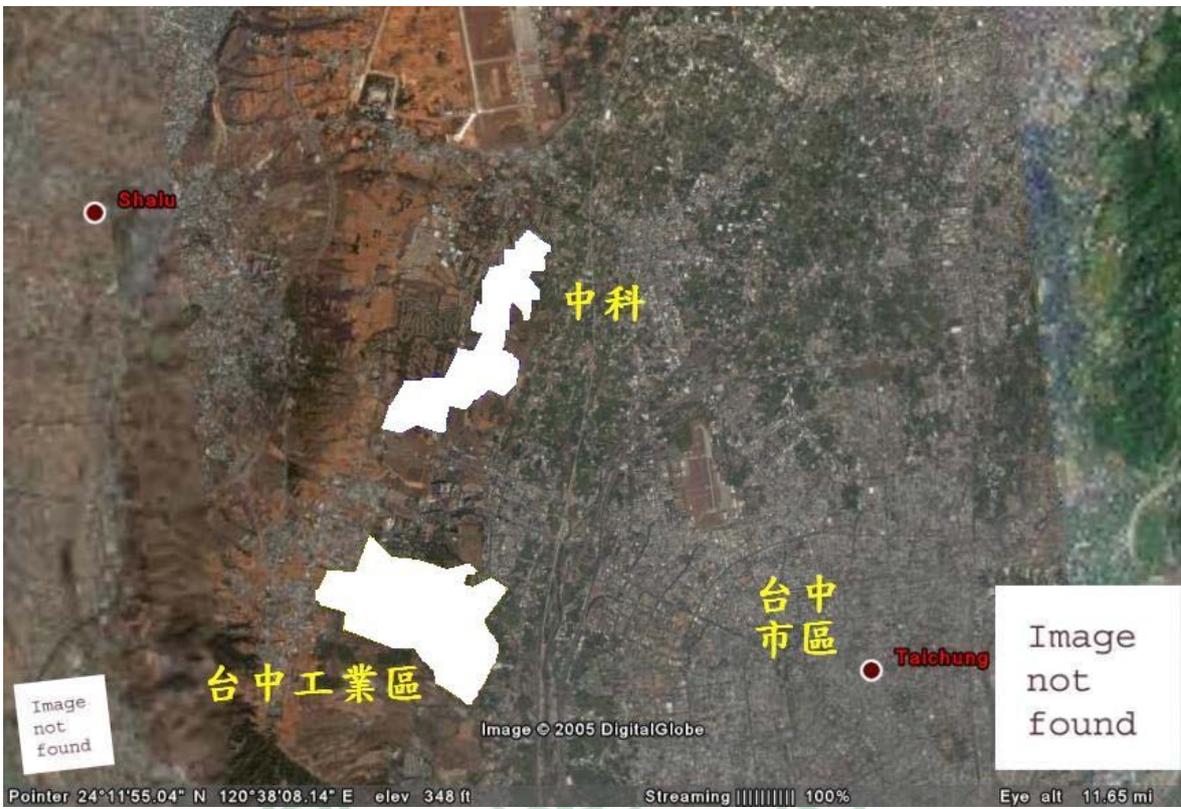


圖 3-2-1 台中基地位置圖

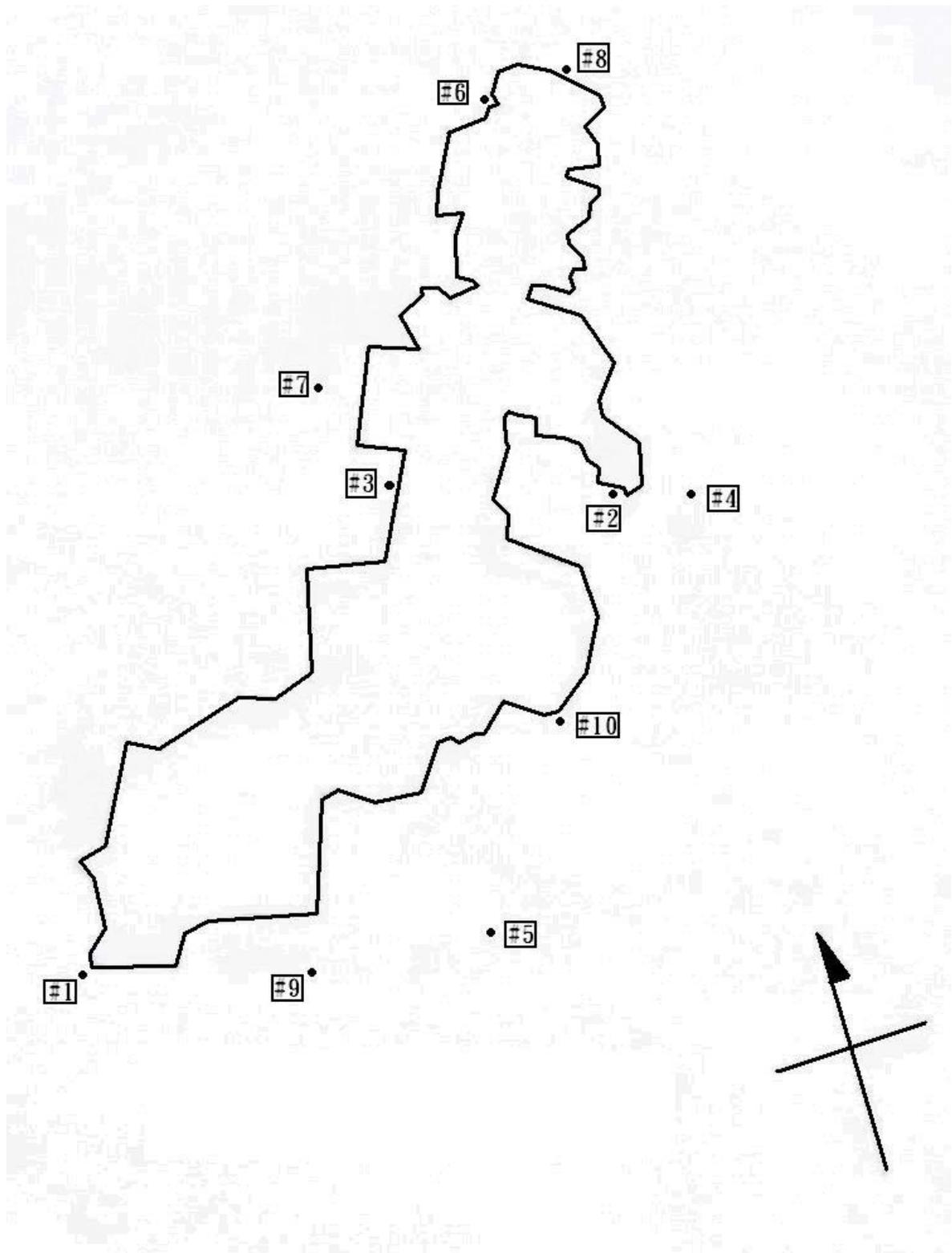


圖 3-2-2 台中基地周界採樣站位置圖

3-2-2 採樣方法

本研究以個人式多孔金屬固氣分離器(PDS)進行中部科學園區台中基地之周界採樣並已

1. 採樣器介紹

我們所使用的無機酸採樣器是蔡春進教授研發的個人式多孔金屬固氣分離器（圖 3-2-3），與攜帶式抽器汞（型號為 Listed124U Part P21661）。加上塑膠軟管、伸縮旗竿與旗座。組裝後如圖 3-2-4、3-2-5 所示。而實驗室中所進行離子層析分析使用的儀器是 Dionex 公司之 Model 20 之離子層析儀。

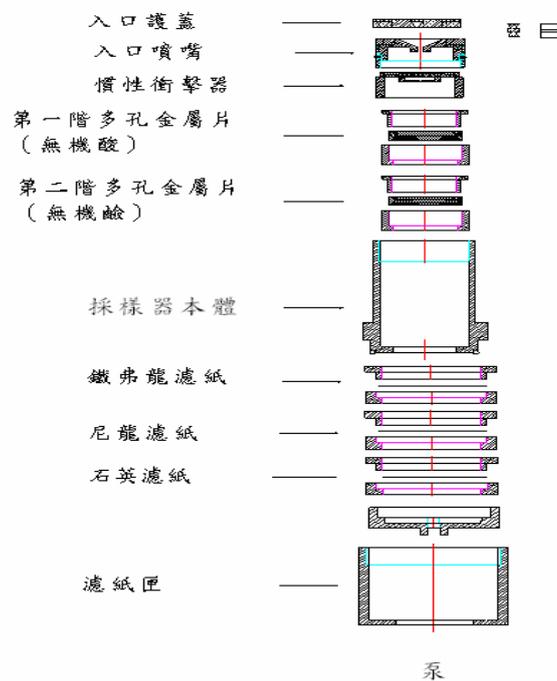


圖 3-2-3 個人多孔金屬固氣分離採樣器 (PDS)



圖 3-2-4 PDS 採樣組裝完成圖



圖 3-2-5 個人式多孔金屬固氣分離器(採樣進行中)

2. 採樣準備工作

a. 多孔金屬片之清洗

多孔金屬片為可重複使用之採樣介質，因此實驗之前必需先清洗乾淨。將多孔金屬片放入盛有去離子水的低壓血清瓶內，用超音波振盪十五分鐘，然後再更換乾淨的去離子水。如此反覆的更換與振盪四至五次，洗淨後取出多孔金屬片，以50度C的烘箱烘乾3小時以上，最後取出金屬片置於密封之保存盒中備用。

b. 採樣器本體的清洗與準備

將採樣器本體置於含清潔液的水中，以超音波振盪30分鐘後，用清水將採樣器沖洗乾淨到沒有清潔液殘留為止。再將採樣器以去離子水震盪清洗十五分鐘，反覆更換去離子水及震盪共三次，然後將採樣器以50 °C烘箱烘乾3小時以上。最後將採樣器取出置一乾淨密閉之保存盒內。

c. 多孔金屬片塗敷劑的配製

將約30毫升去離子水倒入100毫升的定量瓶中，再加入五克碳酸鈉、3.9毫升甘油，最後加入去離子水至100毫升為止，配製成濃度5%的碳酸鈉溶液。以封口膜套封定量瓶口，再利用超音波震盪至完全溶解為止。

d. 多孔金屬片的塗敷

針對酸性氣體採樣，多孔金屬片以5%之碳酸鈉溶液做塗敷；以4% Circ Acid溶液塗敷多孔金屬片採集氨氣，以避免干擾。將乾淨的多孔金

屬片放入盛有塗敷溶液的低壓血清瓶內，以超音波水浴振盪30分鐘，當振盪時間一到立刻取出多孔金屬片，以夾持圓環將其固定並置入採樣器本體用氮氣吹乾(約10分鐘)，然後將多孔金屬片放置於密封保存盒中待用。

e. PDS 流量校正

f. 個人採樣泵之流量校正

3. 採樣進行

受限於人力不足，本研究無法在同一時間於各採樣點進行採樣裝置之操作。本研究乃於每月採樣當日上午七時於台中市西屯區國安國小 (Station 9) 集合，在一小時內逐點將各採樣位置之採樣裝置架設完成。並於當日下午六時起，於一小時內將各點採樣裝置回收完成。並於當日將採樣器送至實驗室進行分析。

3-2-3 管狀固／氣採樣器的分析

採樣後之 Denuder 管分別以 5mL 的去離子水進行萃取二次，將 10 mL 的樣品均收集後以離子層析儀 (IC) 進行分析，濾紙部分則另以 10 mL 的去離子水浸泡，並以超音波震盪，樣品萃取的執行方式為每 30 分鐘震盪一次，每一樣品連續震盪二次，再以離子層析儀離子層析儀(IC)進行分析，利用電導度偵測器測定樣品中陽離子及陰離子之含量。其各項分析參數如表 3-2-1；樣品分析步驟如圖 3-2-6。

表 3-2-1 Diffusion Denuder 之陰陽離子分析物

項目	陰離子	陽離子
分析物	F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
注射量	100 μL	100 μL
管柱	DIONEX AS4A	WATERS WAT036570



圖 3-2-6 樣品分析步驟

3-2-4 採樣分析程序與數據品質保與品管

1. 現場採樣失誤紀錄表

為確保採樣過程中的品質，在採樣過程中除中午間隔 2 小時外，在各點採樣裝置架設後每一小時巡視各點一次。若有重大採樣疏失或是不可抗力因素造成採樣終止，則將出現問題的採樣站紀錄下來。製成現場採樣失誤紀錄表（表 3-2-2）。該表所紀錄之採樣器數據與以捨棄不用。

表 3-2-2 現場採樣失誤紀錄表

日期	地點	說明
2005 年/8 月	Station 2	未撕封口石蠟膜
2005 年/8 月	Station 8	未撕封口石蠟膜
2006 年/2 月	Station 2	採樣泵開關被關掉
2006 年/2 月	Station 10	軟管遭吹落；採樣泵開關遭關掉。

2. 採樣點設立原則（上準環境科技股份有限公司，2004，採樣標準作業流程）
 - a. 採樣口離地面之高度在 1.5~3.0 公尺之間。
 - b. 採樣口與牆壁、閣樓等障礙物之水平距離不得小於一公尺。
 - c. 採樣口不得設置於鍋爐、焚化爐或明顯污然源附近，其距離依污染源高度、排氣種類與燃燒的性質而定。
 - d. 採樣口周圍 270 度內氣流應通暢且為最大污然濃度可能發生區域。
3. 空氣中無機酸/鹼分析系統操作品質查察表及偵測極限如表 3-2-3 及表 3-2-4。

4. 樣品分析品質管制結果及偵測極限，如表 3-2-4 所示：

3-2-5 統計分析

1. 各物種單值統計與常態分佈檢定

各物種單值統計是以各物種在各站及各月份之間的濃度參數進行統計，以平均值、標準差、變異係數、偏度、峰度等來顯示。

常態分佈是作為進一步統計檢定時，統計方式選擇的基準。當我們參考氣象條件，比對上下風處採樣站濃度差異的統計檢定時，如要比較之物種濃度分佈則屬於常態分佈之檢定範圍，可使用 t 檢定；若無法判定是何種分佈時，可使用無母數分析（Marcello P, 2000）。在進行小樣本統計分析時，確認變數是來自於何種分佈是很重要的。本研究進行單值統計與常態分佈檢定分析的工具是 SAS8.0 版套裝軟體。

表 3-2-3 分析系統操作品質查察表

項目	品質要求	執行時機	依據資料	失控修正措施
系統空白	待測物分析項目在空白值管制範圍內。	當天分析樣本前。	檢驗室空白管制	1. 確認污染原因 2. 清除污染源 3. 重做系統空白
檢量線	1. 至少五點檢量線。 2. 線性係數 >0.995。	1. 開始建立分析系統時。 2. 連續中點校正失控且無法確認問題所在。	標準操作程序	1. 不得分析後續樣品 2. 確認問題來源 3. 解決問題 4. 重新分析計算、確認
檢量線初始校正確認 (ICV)	所有分析項目、回收率在管制上下限範圍內。	分析系統起始校正後	必須在±15%內	1. 不得分析後續樣品 2. 確認問題來源 3. 解決問題 4. 重新分析計算、確認
檢量線持續校正確認 (CCV)	所有分析項目、回收率在管制上下限範圍內。	分析系統起始校正後	必須在±15%內	1. 不得分析後續樣品 2. 確認問題來源 3. 解決問題 4. 重新分析計算、確認
品管查核樣品分析 (QC)	所有分析項目、回收率在管制上下限範圍內。	分析系統起始校正後	檢驗室 QC 管制圖表	1. 不得分析後續樣品 2. 確認問題來源 3. 解決問題 4. 重新分析計算、確認
真實樣本分析	1. 每 10 個樣本須做 QC, BK, CCV。 2. 每一批次或每 10 個樣品須執行一個重複分析。	品管查核樣本分析結果在管制值內	標準操作程序	1. 不得分析後續樣品 2. 確認問題來源 3. 解決問題 4. 重新分析計算、確認
樣品添加分析 (Spike)	1. 所有分析項目、回收率在管制上下限範圍內。 2. 每一批次或每 10 個樣品須執行一個樣品添加分析。	樣本添加分析結果在管制值內	必須在±20%內	1. 不得分析後續樣品 2. 確認問題來源 3. 解決問題 4. 重新分析計算、確認

資料來源：上準環境科技股份有限公司

表 3-2-4 樣品分析品質管制結果及偵測極限

分析項目	檢測方法	精密性 (重複分析)	準確性		偵測極限
			品管樣品	添加標準品分析	
氟化氫	參考 US EPA IO-04	0.0~2.9%	90.0~107.0%	86.0~104.5%	0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
氯化氫	參考 US EPA IO-04	0.0~3.0%	89.0~101.5%	80.0~99.5%	PPb
硫酸	參考 US EPA IO-04	0.4~2.7%	94.5~108.5%	93.0~107.0%	0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
硝酸	參考 US EPA IO-04	0.0~2.3%	94.5~108.0%	90.0~106.0%	PPb
氨氣	參考 US EPA IO-04	0.3~4.8%	89.0~100.5%	85.7~111.5%	PPb

資料來源：上準環境科技股份有限公司

2. 物種相關性檢定

利本研究用相關係數來檢定各種間的相關性，如與採樣站位置一起探討，會有助於了解大氣中各無機酸物種的共同排放源。本研究所使用的統計檢定工具同樣是微軟公司的 EXCEL 軟體。

3. 氣象條件相關性檢定

研究大氣污染物濃度的受污染源的排放量、污染物種的特性及氣象因子之影響。本研究在 9 號採樣站位置設置氣象儀，收集採樣當日每小時的風速、溫度、溼度等資料。並與採樣分析之資料做統計分析。以了解氣象條件對於各物種濃度的影響。所使用的統計檢定工具是微軟公司的 EXCEL 軟體。

3-2-6 單位之表示

本研究所有的無機酸單位乃依據環保署民國96年(2007年)9月11日所公佈之固定污染源空氣污染物排放標準(如表3-2-5)之無機酸及氨氣之單位為準，硫酸濃度單位以 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示，硝酸濃度單位以 ppb表示，鹽酸濃度單位以 ppb表示，氫氟酸濃度單位以 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示，氨氣濃度單位以 ppb表示。而其鹽類如硫酸鹽、硝酸鹽、氯鹽、氟鹽及銨鹽之單位皆以 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示。

表3-2-1 固定污染源空氣污染物排放標準

污染物	排放管道	周界
硫酸液滴	200mg/Nm ³	50 μg/Nm ³
總氟量〈以 F ⁻ 計量〉	10 mg/Nm ³	10 μg/Nm ³ 〈以 HF 計為 12ppb〉
鹽酸(HCl)	80 ppm	0.1ppm
氨氣(NH ₃)	q(換算常數 a ₂ =4.3×10 ⁻⁴)	1ppm
苯〈C ₆ H ₆ 〉	q(換算常數 a ₂ =9.9×10 ⁻⁴)	0.5ppm
甲苯〈C ₆ H ₅ CH ₃ 〉	q(換算常數 a ₂ =4.66×10 ⁻³)	2ppm
甲苯〈C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ 〉	q(換算常數 a ₂ =5.36×10 ⁻³)	2ppm

一、低排放管道，即 $h \leq 6m$ (公尺) 時。 $q = a^2 \cdot b^2$

二、較高排放管道，即 $h > 6m$ 時。

1. $b \geq 5(h-6)$

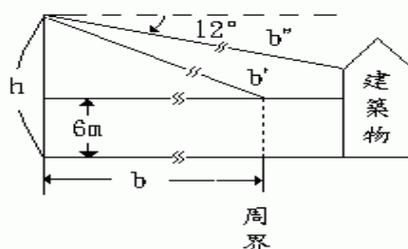
$$q = a^2 \cdot b'^2$$

2. $b < 5(h-6)$

$$q = a^2 \cdot b''^2$$

3. $b < 5(h-6)$ 且無前述2之狀況，

$$q = a^2 \cdot 25 \cdot (h-6)^2$$



計算法之相關圖示

第四章 研究結果

4-1 各物種濃度統計與分佈檢定

經由數據品管分析程序剔除掉部分異常值後，本研究結果如下：全年度的硫酸平均濃度為 $10.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 標準差為 $7.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。最大值為 $39.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在2005年6月的4號採樣站；最小值為 $2.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在2006年二月的1號採樣站。而全年度的硫酸鹽（ SO_4^{2-} ）平均濃度為 $5.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 標準差為 $3.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。最大值為 $17.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在2005年8月的3號採樣站；最小值為 $1.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在2005年十月的3號與7號採樣站。

全年度的硝酸平均濃度為 1.02 ppb 標準差為 0.74 ppb 。最大值為 4.27 ppb ，出現在2005年7月的4號採樣站；最小值為 0.23 ppb ，出現在2006年1月的1號及8號採樣站。而全年度的硝酸鹽（ NO_3^- ）平均濃度為 1.31 ppb 標準差為 0.97 ppb 。最大值為 4.24 ppb ，出現在2005年3月的1號採樣站；最小值為 0.21 ppb ，出現在2005年4月的5號採樣站。

全年度的鹽酸平均濃度為 1.65 ppb 標準差為 1.23 ppb 。最大值為 6.33 ppb ，出現在2005年6月的4號採樣站；最小值為 0.36 ppb ，出現在2005年3月的8號採樣站。而全年度的氯鹽（ Cl^- ）平均濃度為 0.78 ppb 標準差為 0.40 ppb 。最大值為 1.94 ppb ，出現在2006年1月的9號採樣站；最小值為 0.26 ppb ，出現在2005年7月的1號採樣站。

全年度的氨氣平均濃度為 11.06 ppb 標準差為 5.89 ppb 。最大值為

33.03ppb，出現在 2005 年 3 月的 4 號採樣站；最小值為 2.60ppb，出現在 2005 年 8 月的 7 號採樣站。而全年度的氨鹽 (NH_4^+) 平均濃度為 4.18ppb 標準差為 2.05ppb。最大值為 10.65ppb，出現在 2005 年 7 月的 10 號採樣站；最小值為 1.23ppb，出現在 2006 年 1 月的 5 號採樣站。

全年度的氫氟酸平均濃度為 $1.05\mu\text{g}/\text{m}^3$ 標準差為 $0.62\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。最大值為 $3.14\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在 2005 年 6 月的 4 號採樣站；最小值為 $0.53\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在 2005 年 9 月的 9 號採樣站。而全年度的氟鹽 (F^-) 平均濃度為 $0.53\mu\text{g}/\text{m}^3$ 標準差為 $0.09\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。最大值為 $0.97\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在 2005 年 6 月的 3 號採樣站；最小值為 $0.42\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在 2005 年 9 月的 9 號採樣站。全年度的總氟化物平均濃度為 $1.58\mu\text{g}/\text{m}^3$ 標準差為 $0.67\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。最大值為 $3.77\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在 2005 年 6 月的 4 號採樣站；最小值為 $0.95\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，出現在 2005 年 9 月的 9 號採樣站。

根據圖 4-1-1 顯示，硫酸在 2005 年 6-7 月間濃度最高，2005 年 8 月-2006 年 2 月，硫酸之濃度較低。但在 2005 年 11 月濃度則稍微增加。而圖 4-1-2 則顯示硫酸鹽濃度在 2005 年 6-7 月最大，2005 年 9 月-2006 年 2 月， SO_2 氣體之濃度較低。同樣地，硫酸鹽濃度在 2005 年 11 月濃度則稍微增加。

圖 4-1-3 顯示，硝酸在 2005 年 7 月濃度最高，但在 2005 年 11 月濃度則稍微增加。而圖 4-1-2 則顯示硝酸鹽濃度在 2005 年 3 月與 2006 年 2

月和 2005 年 7 月濃度較高。圖 4-1-6 顯示，鹽酸在 2005 年 6 月間濃度最高，圖 4-1-7 則顯示氯鹽濃度在 2005 年 7-8 月最低，進入秋冬後濃度呈現逐月增高的趨勢。圖 4-1-7 顯示，氫氟酸在 2005 年 6、7、9、12 月與 2006 年 1 月間濃度較高。圖 4-1-10 則顯示氯鹽濃度在 2005 年 6、9、12 月與 2006 年 1 月間濃度較高。

圖 4-1-12 顯示，氨氣在 2005 年 3、7、9、12 月濃度較高，圖 4-1-13 則顯示銨鹽濃度在 2005 年 3、7、11 月與 2006 年 2 月濃度較高。



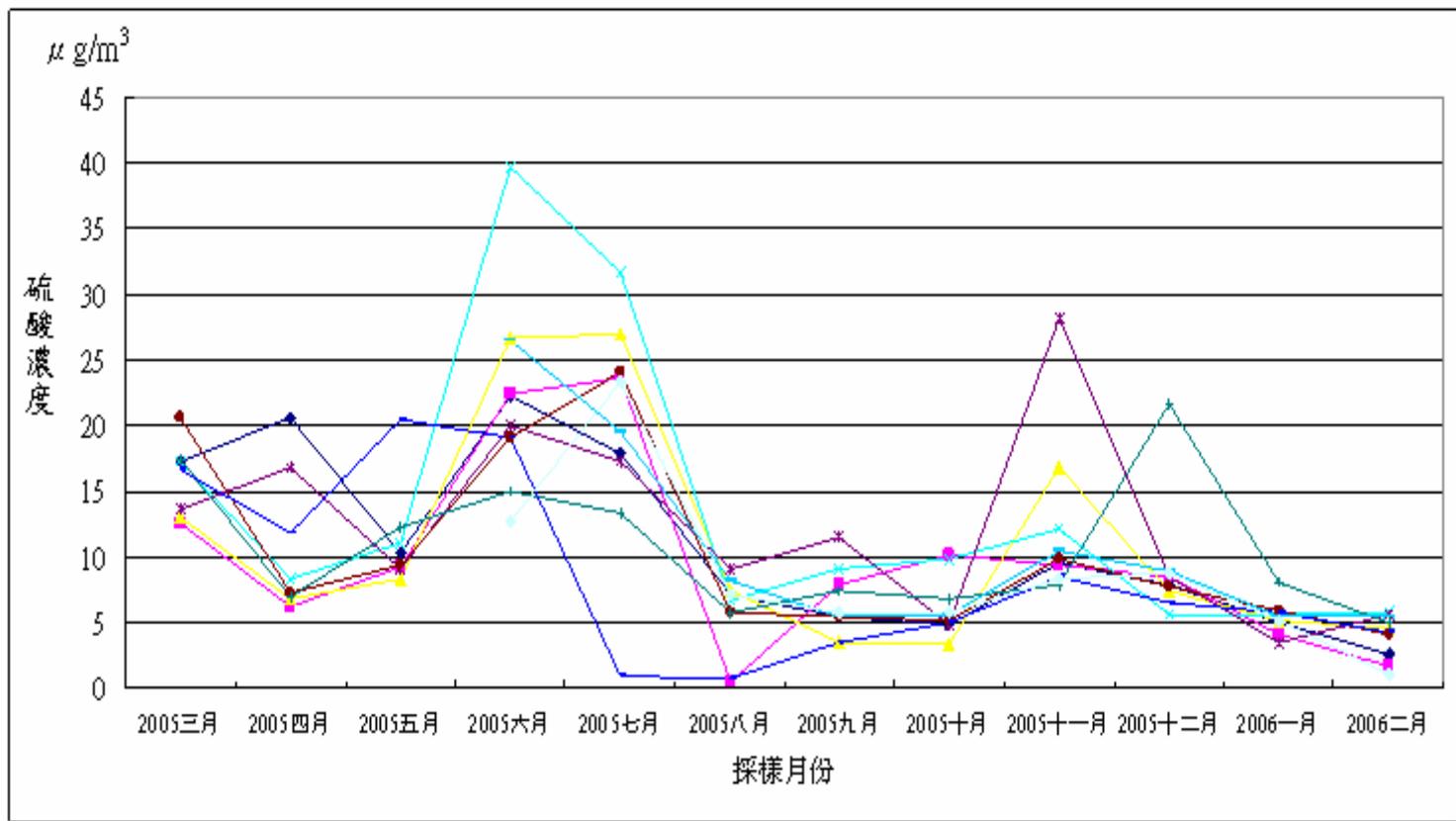


圖 4-1-1 硫酸濃度變化

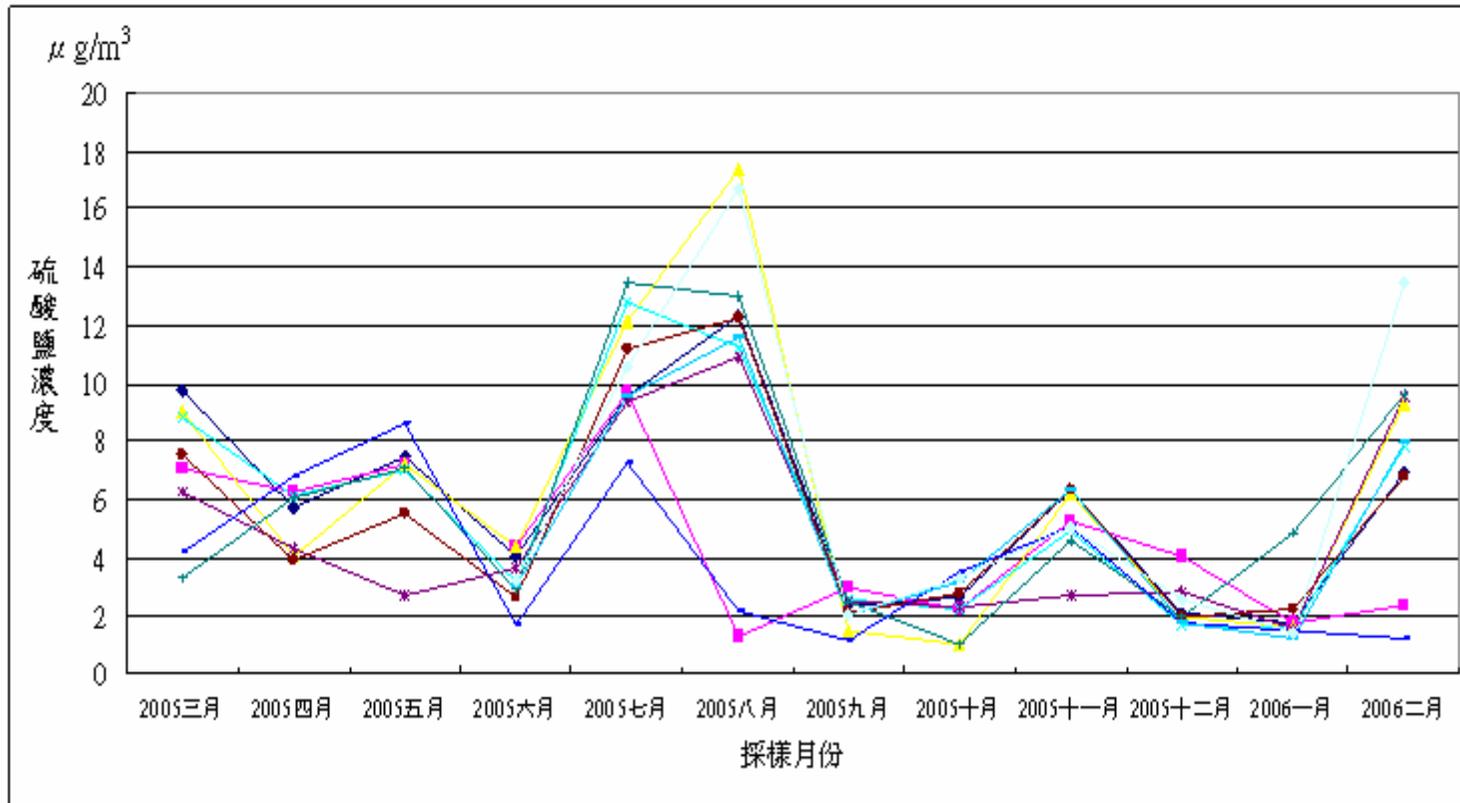


圖 4-1-2 硫酸鹽濃度變化

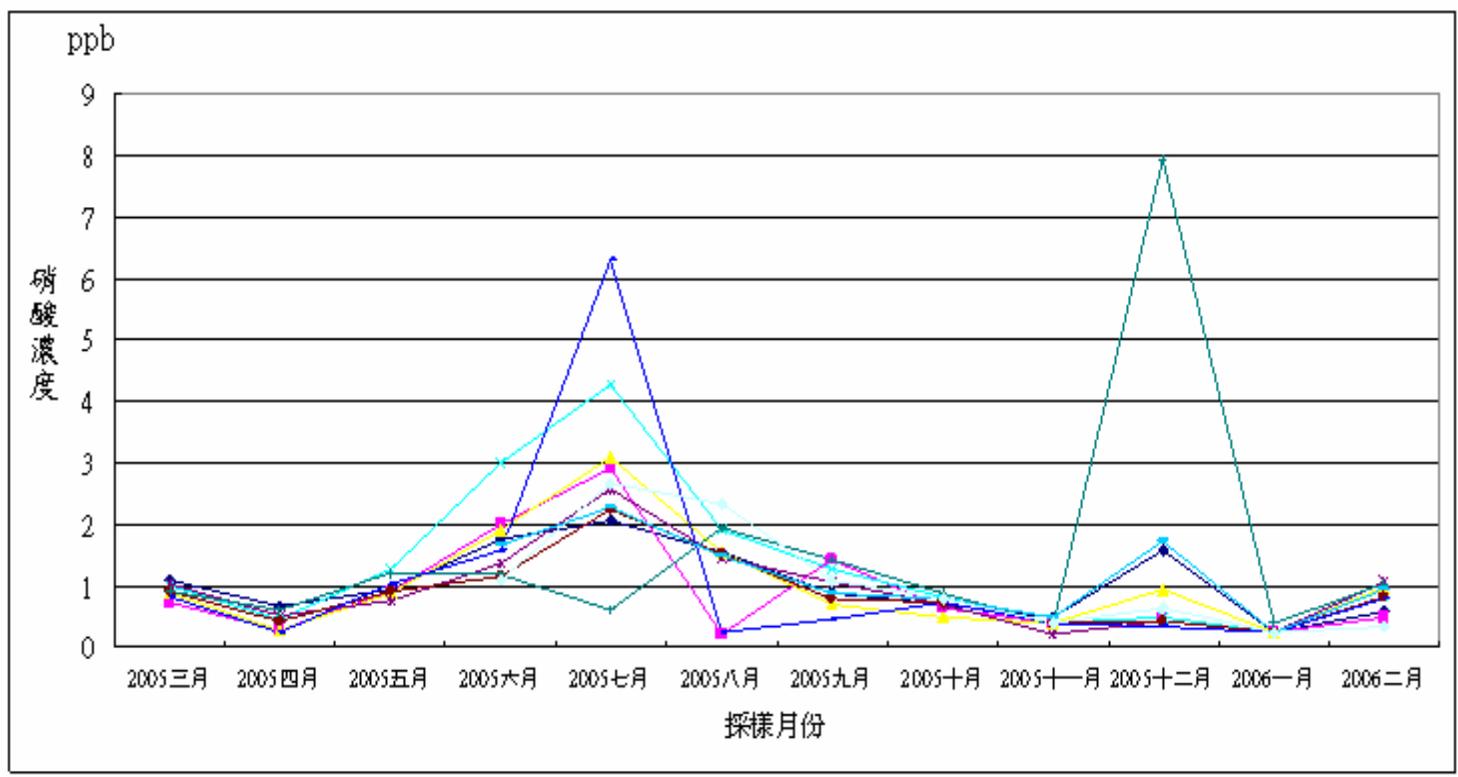


圖 4-1-3 硝酸濃度變化

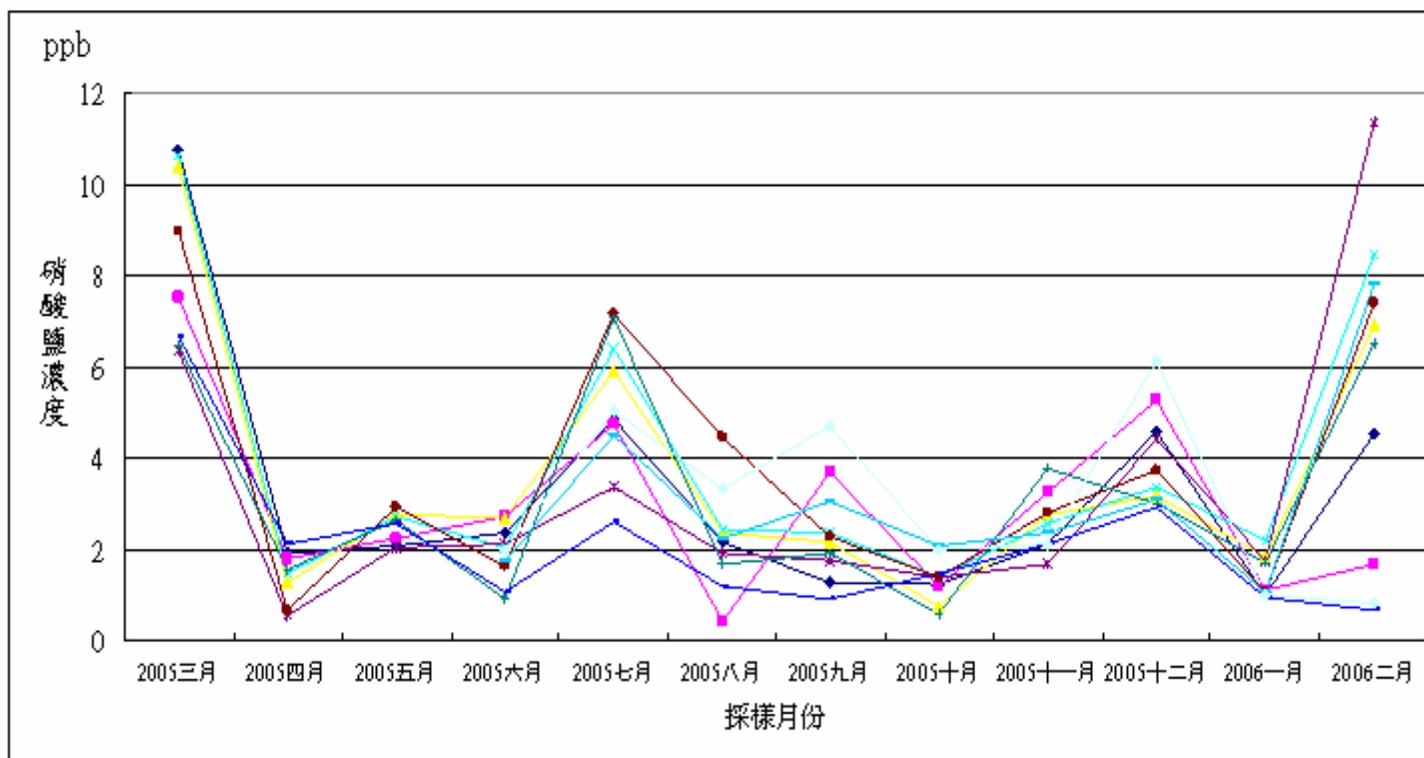


圖 4-1-4 硝酸鹽濃度變化

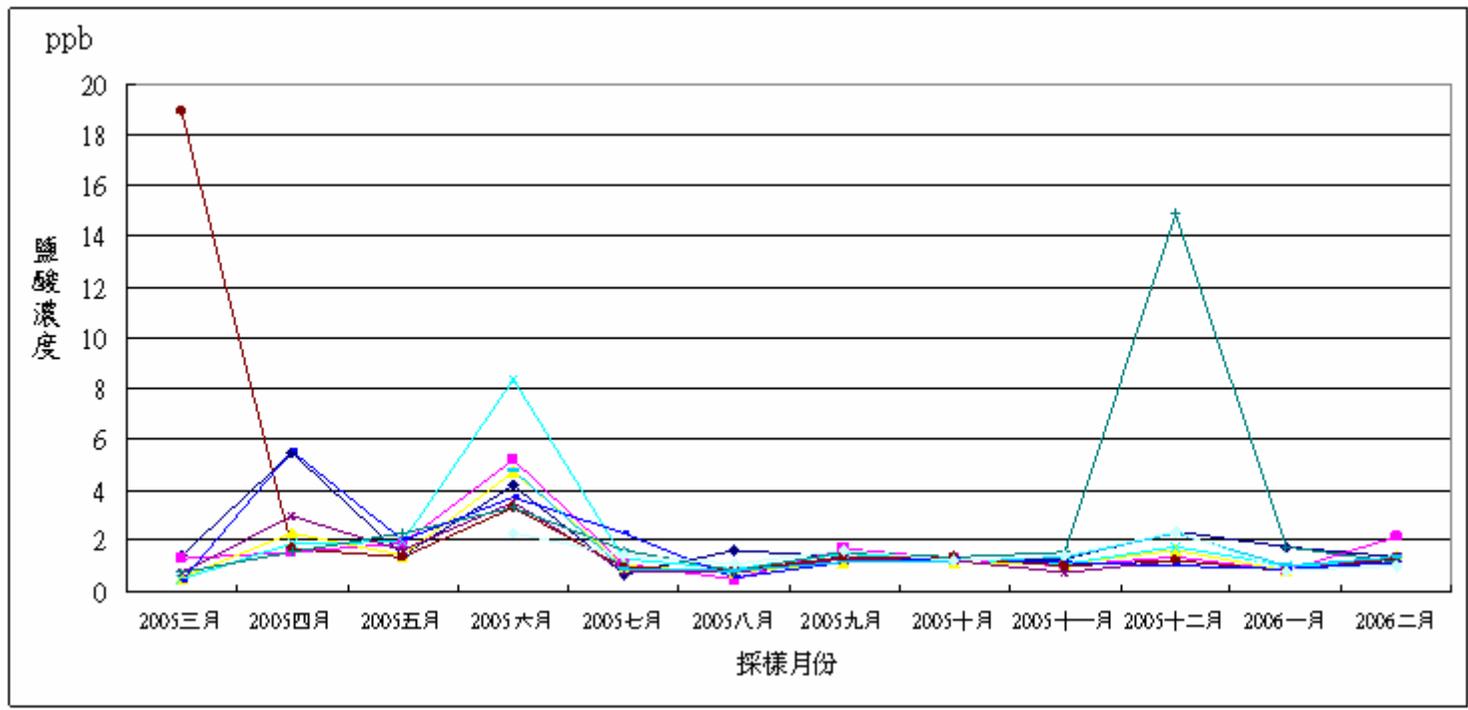


圖 4-1-5 鹽酸濃度變化

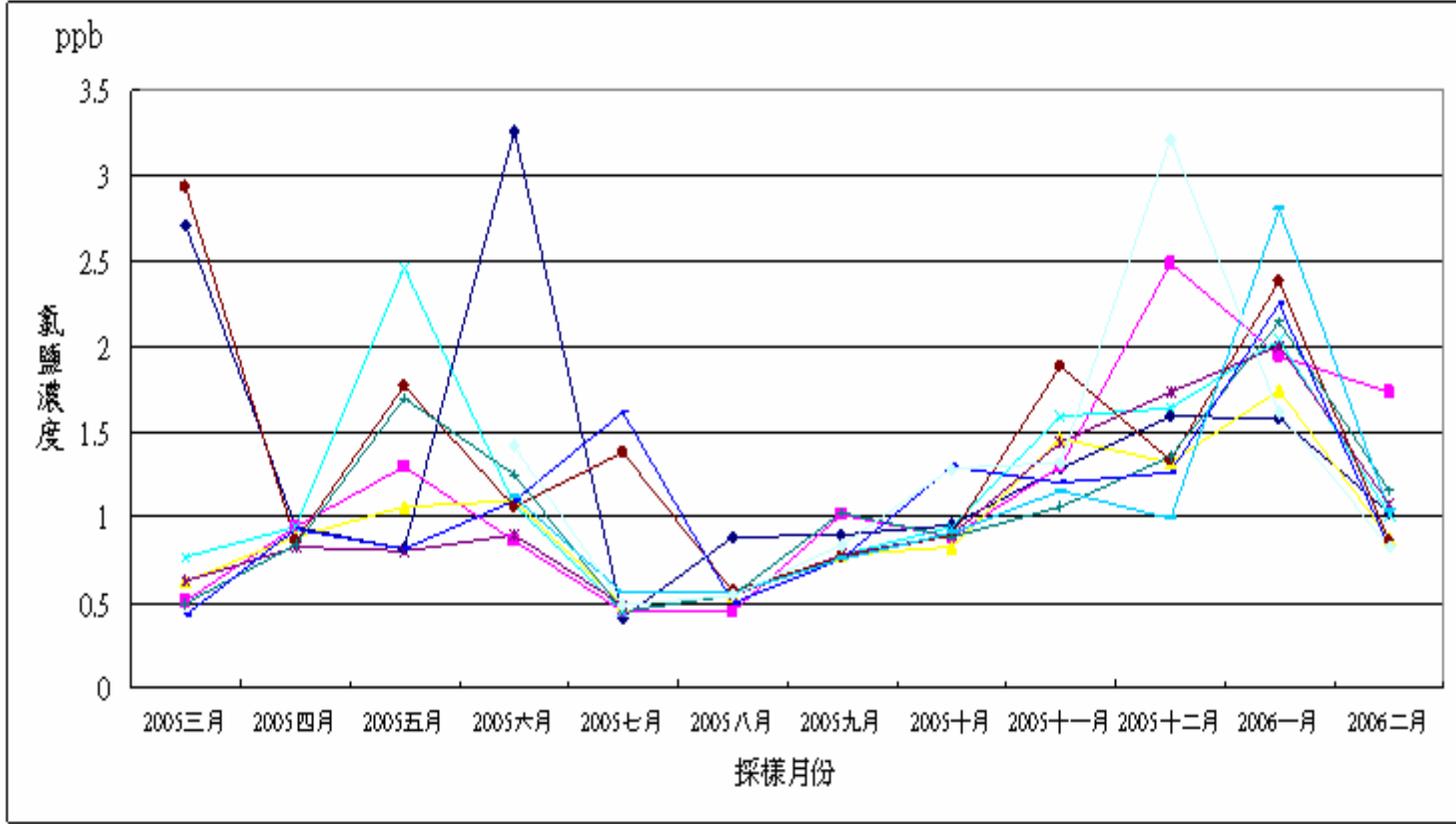


圖 4-1-6 氯鹽濃度變化

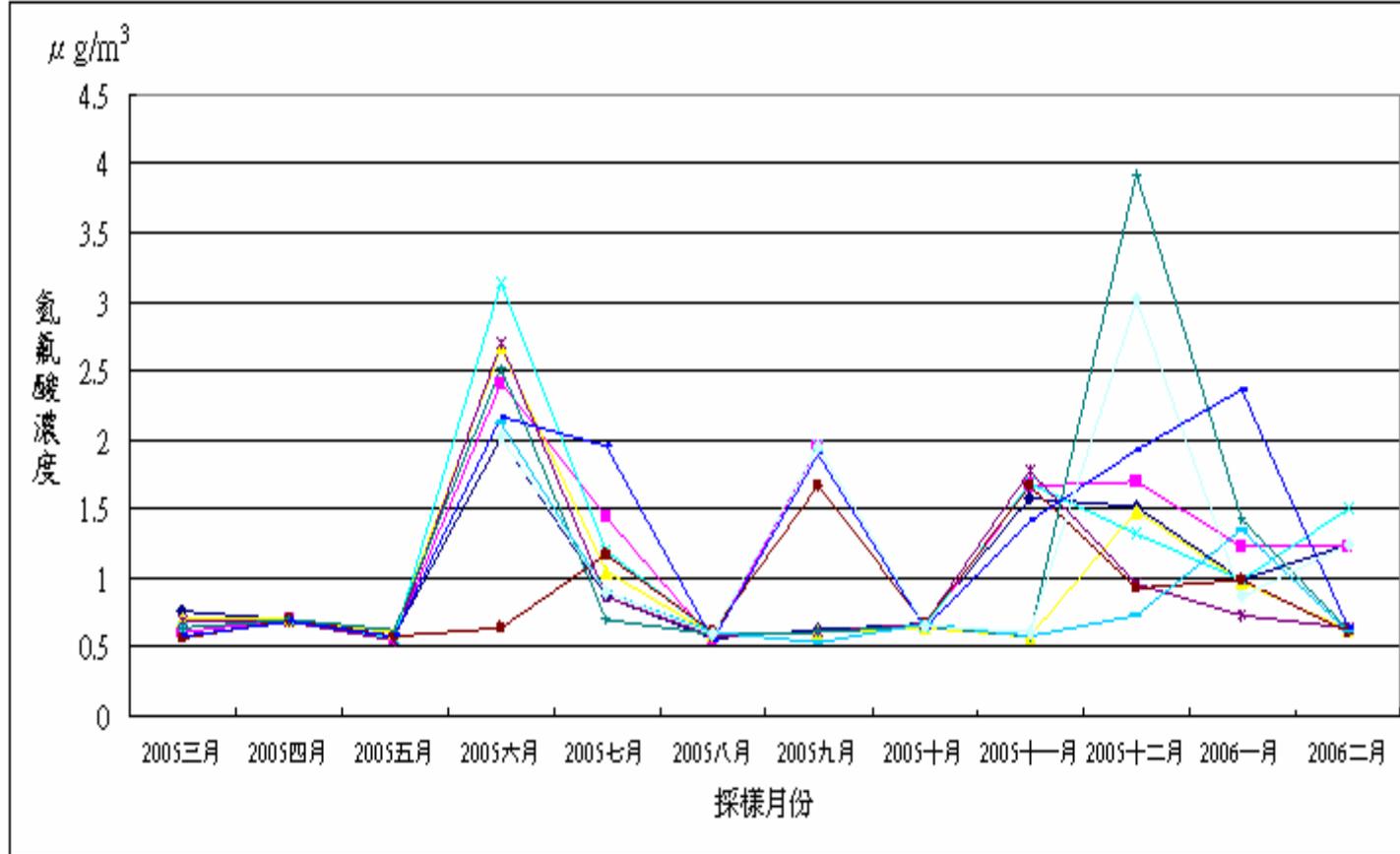


圖 4-1-7 氮氟酸濃度變化

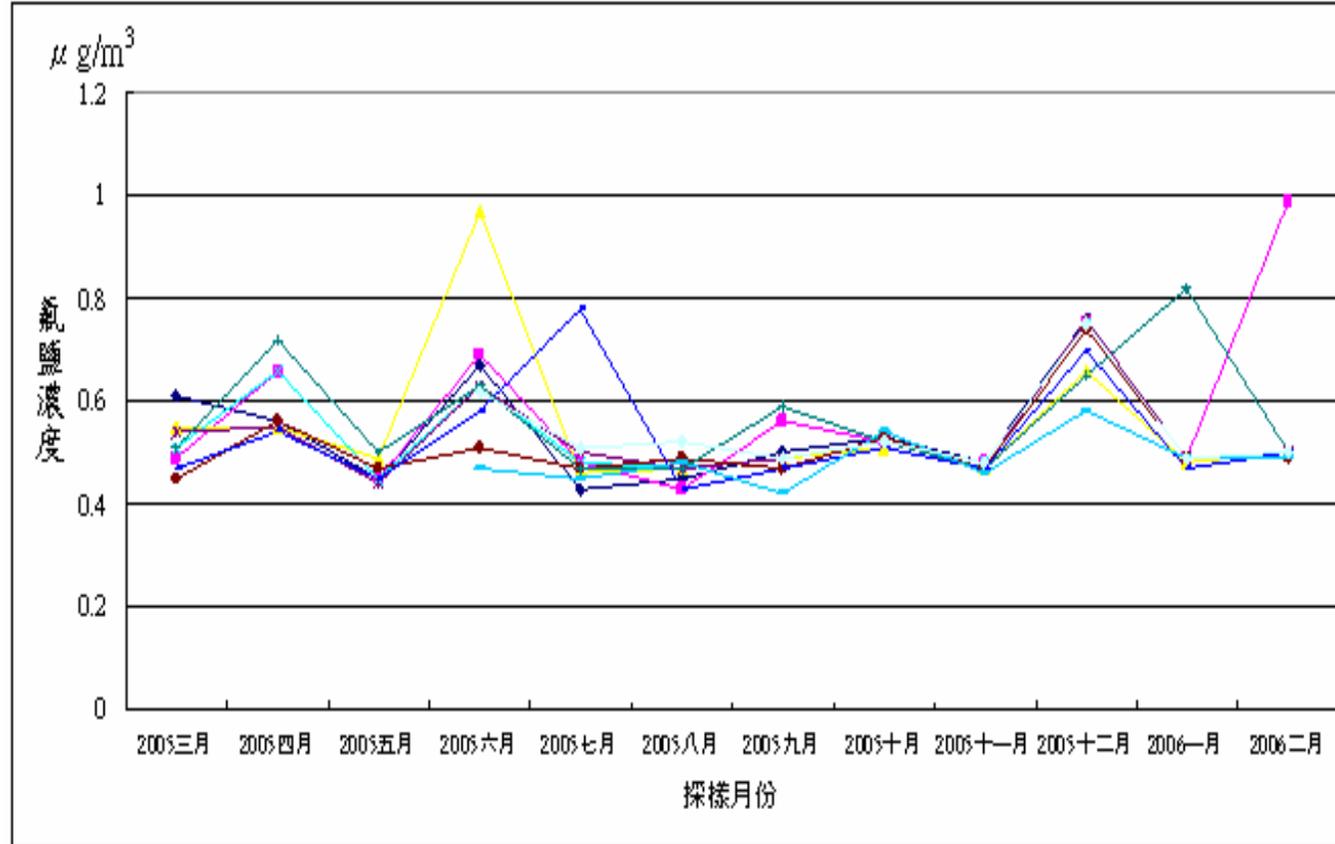


圖 4-1-8 氟鹽濃度變化

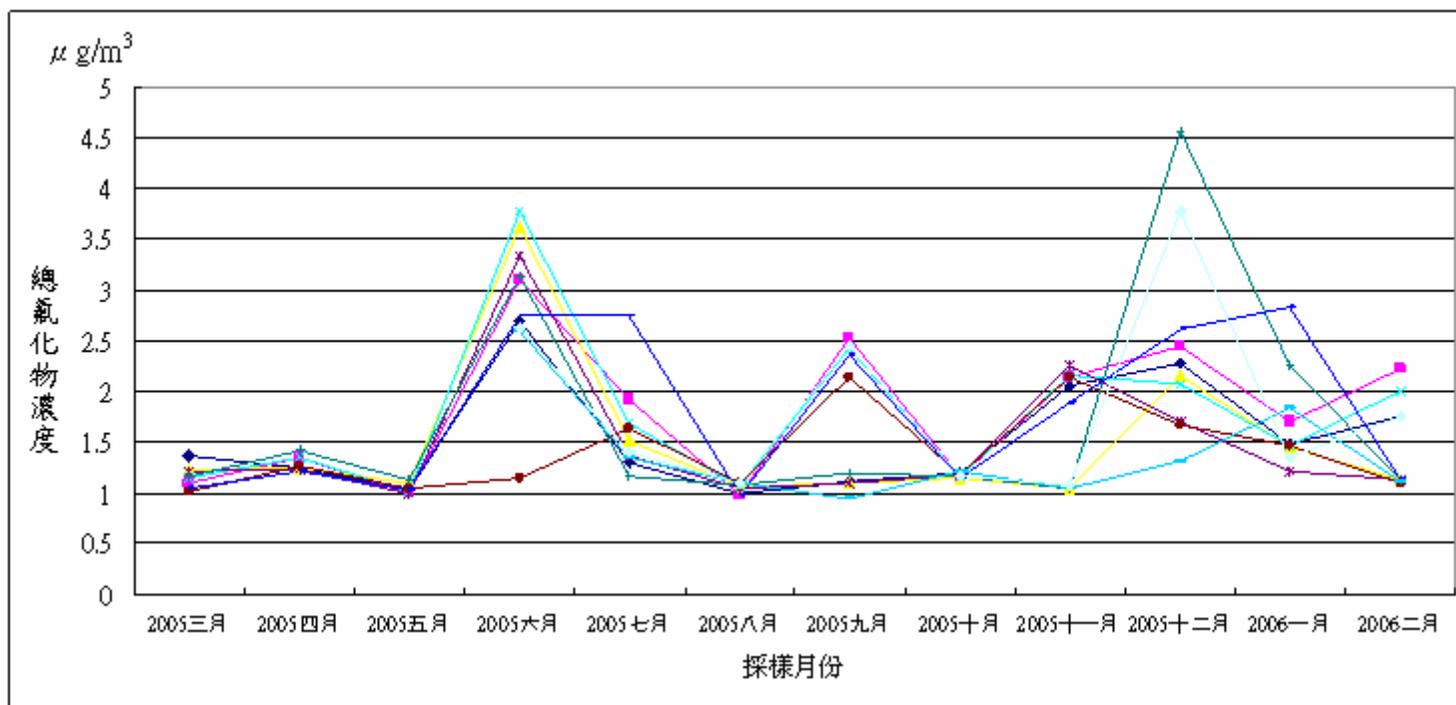


圖 4-1-9 總氮化物濃度變化

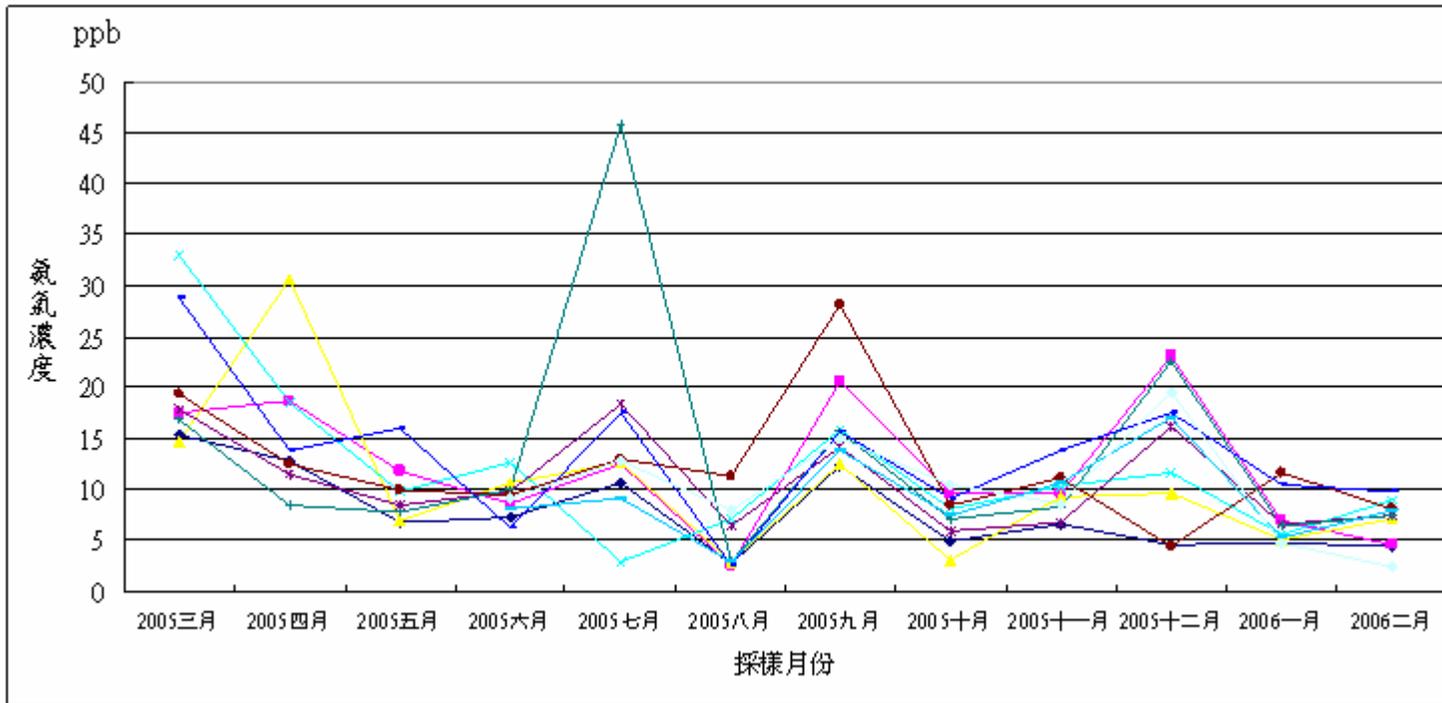


圖 4-1-10 氨氣濃度變化

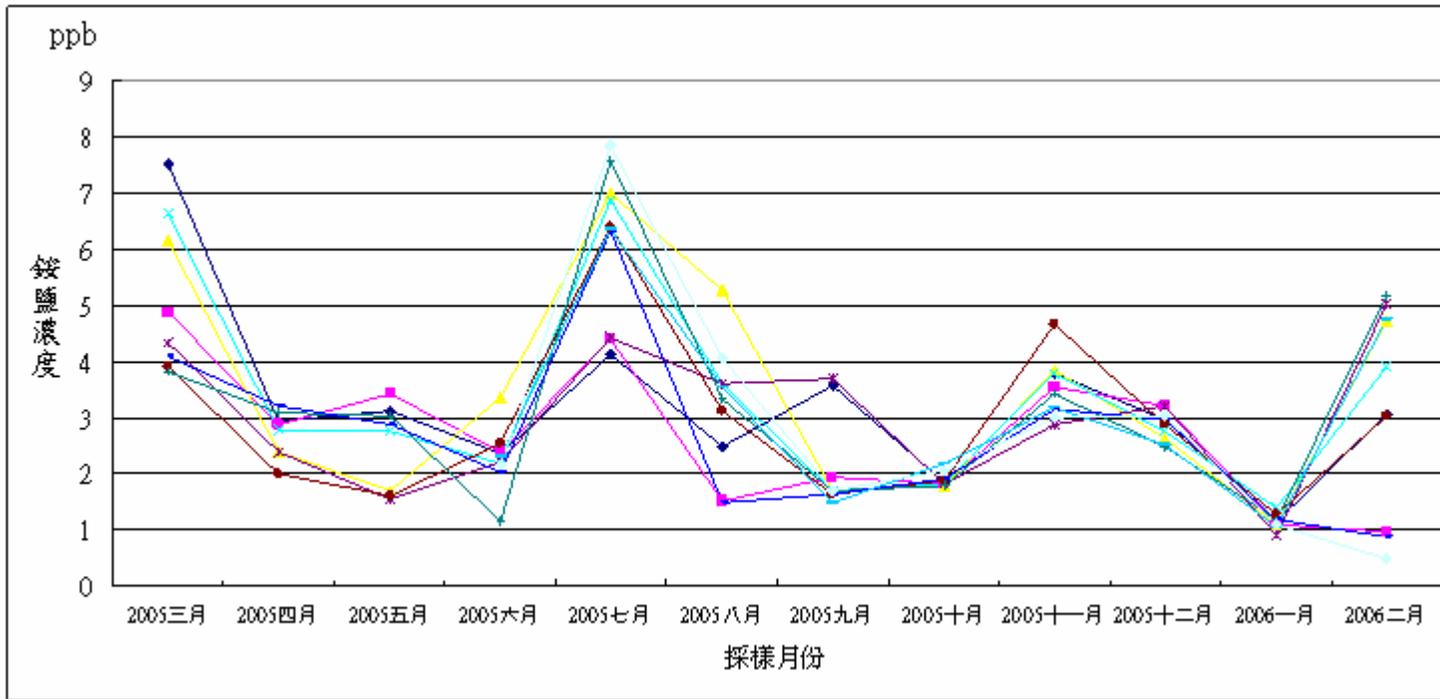


圖 4-1-11 銨鹽濃度變化

表 4-1-1 各物種濃度統計與分佈檢定

		MEA N	S.D.	95% C.I.	Skewne ss	Kurtosis	分佈型式	周界濃度
H ₂ SO ₄	算數	11.03	7.23	(9.68 ; 12.38)	1.39	1.79	非常態	
μg/Nm ³	對數轉換	9.12	1.87	(8.11 ; 10.25)	-0.06	0.48	對數常態	50
SO ₄ ²⁻	算數	5.42	3.72	(4.72 ; 6.12)	0.97	0.39	非常態	μg/Nm ³
μg/Nm ³	對數轉換	4.22	2.05	(3.69 ; 4.83)	-0.07	-1.06	非常態	
HNO ₃	算數	1.13	1.10	(0.92 ; 1.33)	3.53	16.98	非常態	
/HNO ₂	對數轉換	0.83	2.13	(0.72 ; 0.96)	0.25	0.03	對數常態	
ppb								
NO ₃ ⁻	算數	1.29	0.96	(1.11 ; 1.47)	1.50	1.78	非常態	
μg/Nm ³	對數轉換	1.01	2.01	(0.89 ; 1.15)	0.11	-0.39	對數常態	
HCl	算數	1.93	2.39	(1.49 ; 2.38)	5.13	30.81	非常態	100
ppb	對數轉換	1.47	1.87	(1.31 ; 1.65)	1.51	3.69	非常態	ppb
Cl ⁻	算數	0.81	0.43	(0.73 ; 0.89)	1.43	1.99	非常態	
μg/Nm ³	對數轉換	0.72	1.62	(0.65 ; 0.78)	0.23	-0.30	對數常態	
NH ₃	算數	11.48	6.77	(10.22 ; 12.74)	1.98	6.25	非常態	1000
ppb	對數轉換	9.89	1.73	(8.93 ; 10.97)	-0.13	0.36	對數常態	ppb
NH ₄ ⁺	算數	4.22	2.16	(3.82 ; 4.62)	1.09	0.92	非常態	
μg/Nm ³	對數轉換	3.72	1.66	(3.38 ; 4.09)	-0.09	-0.41	對數常態	
HF	算數	1.09	0.69	(0.96 ; 1.22)	1.62	2.50	非常態	
μg/Nm ³	對數轉換	0.94	1.69	(0.85 ; 1.04)	0.85	-0.58	非常態	總氟鹽
F ⁻	算數	0.54	0.10	(0.52 ; 0.56)	1.80	3.32	非常態	(HF + F ⁻)
μg/Nm ³	對數轉換	0.53	1.18	(0.51 ; 0.55)	1.42	1.46	非常態	10
總氟化物	算數	1.63	0.74	(1.49 ; 1.77)	1.61	2.38	非常態	μg/Nm ³
μg/Nm ³	對數轉換	1.50	1.47	(1.40 ; 1.62)	0.95	-0.18	非常態	

表 4-1-1 是各物種濃度的單值統計（原始數據見附錄 A），所有物種濃度分佈皆為右偏。硫酸、硝酸、硝酸鹽、氯鹽、氨氣與銨鹽濃度分佈呈現對數常態分佈。其餘物種分佈情形則非常態分佈；也非對數常態分佈。所有無機酸物種濃度都低於周界標準（行政院環保署，2002），與國內科學園區無機酸檢採樣文獻比對的結果一致。而在高科技工業園區周界環境空氣中酸性氣膠之探討一文中提到：總氟化物的來源主要為氫氟酸，佔總氟化物 55% 以上。我們的研究也顯示出一致性結果，氫氟酸佔總氟化物 66.87%，也是總氟化物的主要來源；而對人體傷害較強的氟離子（吳國維，2001）則所佔比例較低。

根據初步統計以及常態檢定，硫酸、硝酸、硝酸鹽、氯鹽、氨氣與銨鹽濃度分佈呈現對數常態分佈。因此，上述物種在我們接下來的上下風採樣站濃度差異的檢定統計上採用對數轉換的 t 檢定。其餘則採用 Mann-Whitney U test。

常態分佈的檢定可用來描述大氣中物種濃度的分佈狀況，以及作為日後相關研究進一步統計分析時，檢定方式選用的依據。本研究所調查的 10 個物種中濃度分佈呈現對數常態的有六種。至於影響濃度分佈結果的原因，可能和樣本大小、大氣條件、儀器偵測極限與物種本身的物理化學特性等因素有關。可以作為日後進一步研究的課題。

4-2 物種濃度與氣象資料相關性分析

我們檢驗所回收數據中，比較各站之間各物種濃度間變化的相關係數，再探討各站間的相對地理位置，來判斷污染物之來源位置。此外也對各站所收集到的濃度資料與當日氣象條件做比對，分析各物種所受氣象條件影響的程度為何。

表 4-2-1、4-2-2 與 4-2-3 分別是各物種濃度，在不同採樣站所收集之資料與風速、溫度、溼度的相關係數。根據此三個表格，我們可以說明各物種濃度與氣象條件間相關的程度。亦可比較各採樣站中哪幾個採樣站所測量到各種物種濃度變化，比較受到氣象條件的影響。根據表 4-2-1 我們發現，大部分物種濃度與風速的相關係數為負值，代表在風速越高的情形下所收集到的無機酸鹼濃度越低。

但是空氣中的氯鹽例外，除了 1 號採樣站外，各採樣站所測到的氯鹽濃度與風速呈現正相關。平均相關係數為 0.4，最大為 9 號採樣站的 0.7。而與風速條件相關性較高的兩個物種分別是硝酸與氯鹽，平均的相關係數分別為 -0.60 與 -0.53。其中硝酸濃度在 1 號與 9 號採樣站所測到與風速的相關係數分別達到 -0.81 與 -0.82，屬於高度負相關。因此推論，在 1 號與 9 號採樣站位置附近空氣中，硝酸的濃度顯著地隨著風速的增加而降低。反之，1 號與 9 號採樣站位置附近，在風速低的條件下空氣中會有較高的硝酸濃度。

接著我們探討各物種濃度與溫度之間的相關性。所有物種濃度之中，與溫度相關性最高的是氯鹽，各採樣的平均相關係數為-0.65。其次分別是硫酸鹽（平均相關係數 0.48）與硝酸（平均相關係數 0.47），其他物種濃度與溫度的相關性較低。

在 9 號採樣站中，氯鹽濃度與溫度相關係數高達-0.95，在 2、3、9 號採樣站的氯鹽濃度與溫度的相關係數亦分別達到-0.80、-0.83、-0.79。在上一節中發現氯鹽濃度的各月份變化在進入秋冬之後逐月增加，綜觀氯鹽濃度與溫度、風速及各月份趨勢變化，推論氯鹽濃度變化可能與秋冬的東北季風有一定程度的相關。

硫酸鹽、硝酸和溫度的相關性相當，平均的相關係數約為 0.5 弱。屬於中度正相關，部份採樣站則有收集到較高的相關係數。硝酸濃度在第 5、6、10 採樣站中與溫度的相關係數分別達到 0.65、0.69、0.80。反映著硫酸鹽、硝酸在較高的溫度條件下，可能會有較高的濃度。

在各物種濃度與溼度的相關性分析中發現，氯化氫氣體與氯鹽和濕度相關性最高。其中氯化氫濃度和濕度的平均相關係數達 0.7；氯鹽濃度和濕度的平均相關係數則為 0.62。在 3 號採樣站中，氯鹽濃度和濕度相關性高達 0.91，二者幾乎成一致性變化。在 9 號採樣站中，氫氟酸濃度和濕度相關性亦達 0.86。推論空氣中的溼度變化與氫氟酸、氯鹽的濃度變化有極高的相關性。

在風速、溫度、溼度三種氣象條件分別與特定的物種濃度有一定程度的相關性存在。進一步探討各採樣站之間受到氣象條件影響程度的差異，各採樣站中各物種濃度與溫度的平均相關係數差異不大。但是在 1、3、4、5、7、9、10 採樣站中，各物種濃度與風速、溼度的分析上可以發現有較顯著的相關性。推論在這七個採樣站位置周邊所收集到的無機酸鹼濃度與風速、溼度的相關性較高。



表 4-2-1 各物種濃度與風速條件之相關

物種/站別	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
硫酸-風速	-0.59	-0.43	-0.63	-0.54	-0.56	-0.56	-0.36	0.16	-0.66	-0.60
硫酸鹽-風速	-0.43	-0.27	-0.48	-0.43	-0.52	-0.44	-0.33	0.09	-0.49	-0.40
硝酸-風速	-0.81	-0.47	-0.71	-0.63	-0.60	-0.59	-0.29	-0.40	-0.82	-0.65
硝酸鹽-風速	-0.52	-0.47	-0.35	-0.21	-0.06	-0.42	-0.26	-0.18	-0.14	-0.56
鹽酸-風速	-0.32	-0.27	-0.37	-0.36	-0.24	-0.28	-0.23	-0.33	-0.38	-0.60
氯鹽-風速	-0.22	0.37	0.46	0.63	0.41	0.49	0.68	0.36	0.70	0.10
氫氟酸-風速	-0.40	-0.48	-0.45	-0.48	-0.46	-0.14	-0.29	-0.21	-0.11	-0.31
氟鹽-風速	-0.28	-0.13	-0.41	-0.36	-0.39	-0.18	0.35	-0.51	0.21	-0.38
總氟化物-風速	-0.39	-0.47	-0.44	-0.50	-0.48	-0.18	-0.24	-0.27	-0.09	-0.32
氨氣-風速	-0.20	-0.13	-0.49	-0.11	-0.51	-0.03	-0.45	0.09	-0.21	-0.39
銨鹽-風速	-0.52	-0.38	-0.72	-0.53	-0.61	-0.64	-0.36	-0.40	-0.51	-0.60
平均	-0.43	-0.28	-0.42	-0.32	-0.37	-0.27	-0.16	-0.15	-0.23	-0.43

表 4-2-2 各物種濃度與溫度條件之相關

物種/站別	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
硫酸-溫度	0.37	0.27	0.22	0.34	0.19	0.27	-0.19	0.07	0.32	0.41
硫酸鹽-溫度	0.55	0.37	0.48	0.59	0.43	0.48	0.43	0.44	0.55	0.48
硝酸-溫度	0.45	0.47	0.48	0.59	0.65	0.69	-0.33	0.39	0.52	0.80
硝酸鹽-溫度	-0.01	-0.05	0.03	0.00	-0.20	0.14	0.02	0.02	0.15	0.28
鹽酸-溫度	0.04	0.13	0.10	0.12	0.22	0.02	-0.46	0.33	-0.05	0.02
氯鹽-溫度	-0.30	-0.80	-0.83	-0.51	-0.95	-0.44	-0.61	-0.57	-0.79	-0.73
氫氟酸-溫度	-0.49	-0.23	-0.15	-0.08	-0.13	-0.13	-0.51	-0.40	-0.12	-0.21
氟鹽-溫度	-0.40	-0.27	-0.07	-0.30	-0.38	-0.41	-0.52	-0.01	-0.53	-0.27
總氟化物-溫度	-0.51	-0.26	-0.13	-0.12	-0.17	-0.21	-0.54	-0.37	-0.17	-0.22
氨氣-溫度	0.37	0.00	0.23	0.07	0.18	0.38	0.18	-0.05	-0.20	0.13
銨鹽-溫度	0.23	0.22	0.32	0.28	0.27	0.17	0.33	0.30	0.43	0.50
平均	0.03	-0.02	0.06	0.09	0.01	0.09	-0.20	0.01	0.01	0.11

表 4-2-3 各物種濃度與溼度條件之相關

物種/站別	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
硫酸-溼度	0.45	0.32	0.24	0.41	-0.03	0.22	0.59	0.43	0.53	0.11
硫酸鹽-溼度	-0.27	-0.10	-0.22	-0.31	-0.11	-0.38	-0.34	-0.32	-0.34	-0.22
硝酸-溼度	0.49	0.14	0.20	0.19	0.04	-0.02	0.49	-0.10	0.48	-0.01
硝酸鹽-溼度	0.15	0.12	-0.16	-0.22	-0.02	-0.24	-0.41	0.01	-0.20	0.16
鹽酸-溼度	0.64	0.71	0.82	0.78	0.72	0.77	0.53	0.40	0.86	0.75
氯鹽-溼度	0.75	0.12	0.03	-0.07	0.02	-0.32	0.06	-0.10	-0.08	0.50
氫氟酸-溼度	0.51	0.35	0.84	0.46	0.50	-0.51	0.76	0.22	0.65	0.67
氟鹽-溼度	0.84	0.40	0.91	0.77	0.80	0.58	0.34	0.33	0.44	0.81
總氟化物-溼度	0.60	0.42	0.86	0.54	0.58	-0.40	0.75	0.25	0.69	0.69
氨氣-溼度	-0.11	0.20	0.13	0.33	0.18	-0.37	-0.04	-0.27	0.16	0.30
銨鹽-溼度	-0.32	-0.05	-0.12	-0.30	-0.15	-0.25	-0.40	-0.14	-0.24	-0.13
平均	0.34	0.24	0.32	0.23	0.23	-0.08	0.21	0.06	0.27	0.33

4-3 物種間相關性分析與排放源位置推估

我們檢驗所回收數據中各物種間濃度變化的相關性，來探討無機酸物種間的成分。同時我們發現在特定的採樣站中，某些物種間濃度的相關係數依常的顯著，呈現一致性的變化。但此現象卻在其他的採樣中沒有發現，背後可能原因推測為：在特定採樣站位置周邊，有無機酸鹼排放的暴露，導致特定物種濃度有一致性的變化。而距離該排放源較遠的採樣站則觀察不到此物種間濃度上的相關性。依據不同採樣站的數據及相對位置，可以進一步推估影響無機酸鹼濃度排放源可能的位置所在。

根據文獻資料顯示，在台北都會區中空氣中的酸性氣膠主要以硫酸銨與硫酸氫銨($(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$)的型式存在(楊題羽, 1996)。本研究透過物種間的濃度變化相關性來推論無機酸物種的可能組成。根據表 4-3-1 我們發現硫酸鹽與銨鹽的濃度變化相關係數達 0.73；而硝酸鹽與銨鹽的濃度變化相關係數亦達 0.70。說明園區周界的無機酸鹼組成可能以硫酸銨或硝酸銨的組成方式存在。

將所有無機酸鹼鹽類的年平均濃度轉為體積分率濃度(PPb)。硫酸鹽、硝酸鹽、氯鹽、氟鹽與銨鹽年平均濃度分別為 1.38、1.29、0.81、0.54 及 4.22PPb。加上硫酸鹽、硝酸鹽與銨鹽在濃度變化上有相當高的相關性，而這三個物種佔本研究中無機酸鹼鹽類總濃度(8.24PPb)的 83.6%。可推論台中基地周界空氣中大部分無機酸物種組成可能以硫酸銨、硫酸氫銨及硝酸銨的型式存在。

表 4-3-1 無機酸檢物種間之相關係數

物種/站別	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	平均	標準差	變異係數
硫酸-硫酸鹽	0.26	0.66	0.29	0.23	-0.03	0.35	-0.30	0.35	0.12	0.07	0.20	0.26	1.29
硝酸-硝酸鹽	0.29	0.35	0.32	0.15	0.17	0.50	-0.07	0.11	0.22	0.49	0.25	0.18	0.70
鹽酸-氯鹽	0.35	-0.04	0.15	0.02	-0.12	0.65	0.26	0.04	0.00	0.57	0.19	0.26	1.40
氫氟酸-氟離子	0.56	0.33	0.94	0.26	0.35	-0.10	0.45	0.47	-0.06	0.83	0.40	0.33	0.83
氫氣-銨鹽	0.72	0.51	0.05	0.27	0.50	-0.04	0.65	0.62	-0.11	0.38	0.36	0.30	0.84
硫酸鹽-硝酸鹽	0.45	0.59	0.44	0.53	0.50	0.66	0.44	0.37	0.42	-0.07	0.43	0.20	0.45
硫酸鹽-氯鹽	-0.15	-0.33	-0.59	-0.47	-0.56	-0.01	-0.33	-0.04	-0.53	-0.59	-0.36	0.22	-0.62
硫酸鹽-氟鹽	-0.43	-0.23	-0.26	-0.42	-0.20	-0.43	-0.40	0.17	0.12	0.82	-0.13	0.40	-3.10
硝酸鹽-氯鹽	0.39	-0.06	-0.39	-0.30	-0.01	0.30	-0.37	-0.32	-0.35	0.29	-0.08	0.31	-3.75
硝酸鹽-氟鹽	0.31	-0.04	-0.06	-0.20	0.11	-0.24	-0.47	0.10	-0.06	0.51	0.00	0.28	-85.88
氯鹽-氟鹽	0.67	0.49	0.16	0.01	0.34	-0.23	0.60	0.39	0.12	0.82	0.34	0.33	0.97
硫酸鹽-銨鹽	0.49	0.89	0.80	0.81	0.74	0.69	0.74	0.69	0.80	0.35	0.70	0.16	0.23
硝酸鹽-銨鹽	0.87	0.80	0.74	0.79	0.69	0.65	0.85	0.61	0.68	0.58	0.73	0.10	0.14
氟酸鹽-銨鹽	0.26	-0.31	-0.62	-0.45	-0.44	0.16	-0.54	0.07	-0.53	-0.26	-0.27	0.32	-1.19
氟酸鹽-銨鹽	0.11	-0.35	-0.08	-0.23	0.03	-0.17	-0.57	0.65	-0.16	0.03	-0.07	0.32	-4.36
硫酸-硝酸	0.49	0.87	0.74	0.82	0.12	0.61	0.63	-0.19	0.64	0.70	0.54	0.33	0.61
硫酸-鹽酸	0.60	0.51	0.46	0.71	0.26	0.51	0.70	0.37	0.72	0.35	0.52	0.16	0.31
硫酸-氫氟酸	0.22	0.46	0.60	0.58	0.66	-0.04	0.71	-0.15	0.73	0.00	0.38	0.34	0.90
硫酸-氫氣	0.59	0.20	0.13	0.01	0.19	0.12	0.51	0.30	-0.01	0.39	0.24	0.20	0.83
硝酸-鹽酸	0.04	0.42	0.21	0.41	-0.02	0.02	0.96	0.16	0.30	0.02	0.25	0.30	1.17
硝酸-氫氟酸	0.19	0.48	0.41	0.33	0.04	-0.11	0.82	0.28	0.17	-0.20	0.24	0.30	1.23
硝酸-氫氣	0.06	0.12	-0.09	-0.28	0.44	0.11	0.19	0.19	0.18	0.24	0.11	0.19	1.68
鹽酸-氫氟酸	0.28	0.58	0.85	0.78	0.54	-0.30	0.90	0.03	0.79	0.82	0.53	0.40	0.76
鹽酸-氫氣	0.20	-0.06	0.25	-0.02	-0.07	0.35	0.25	-0.14	0.19	0.70	0.17	0.25	1.52

特定物種排放源位置推估：

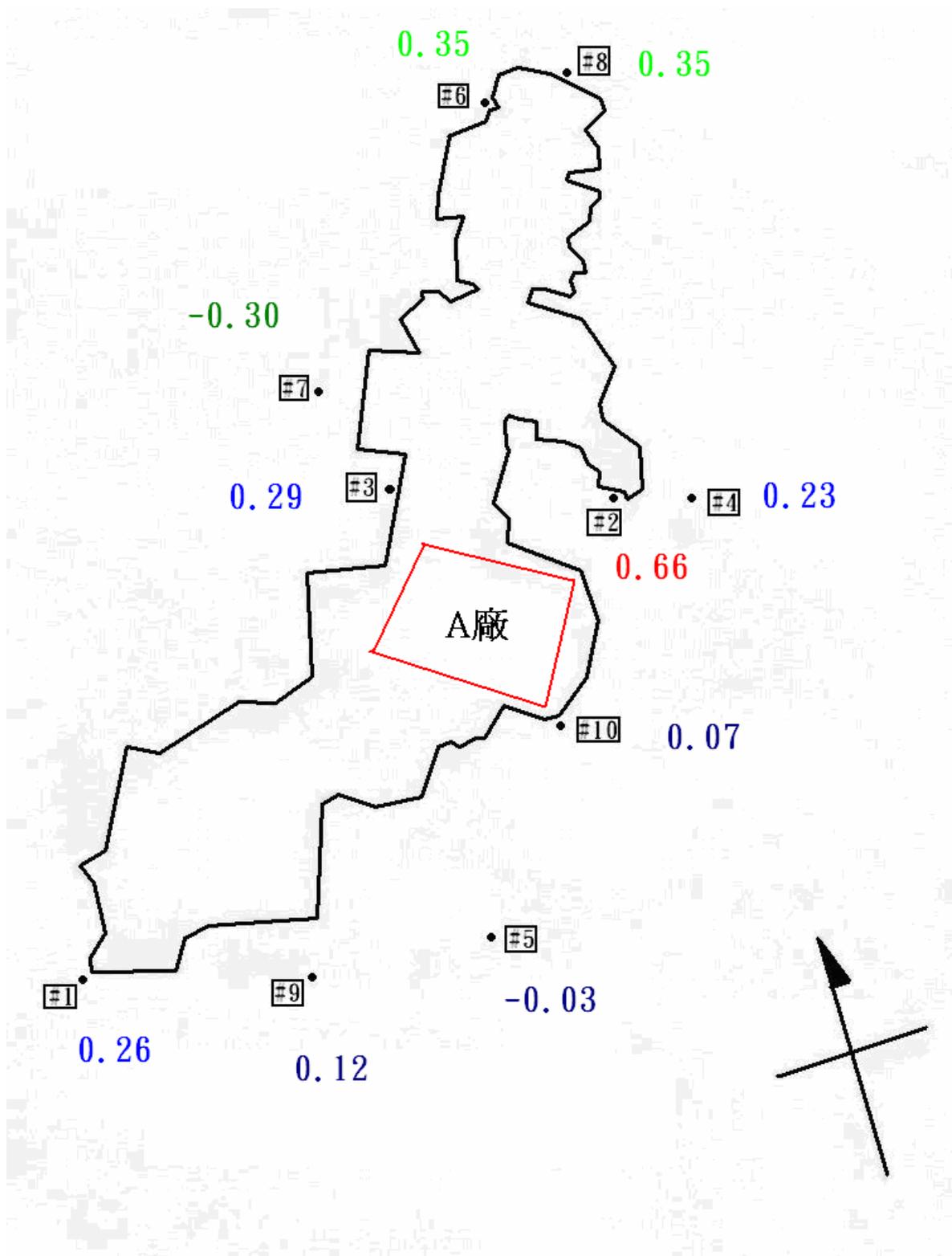


圖 4-3-1 各站硫酸與硫酸鹽濃度之相關係數

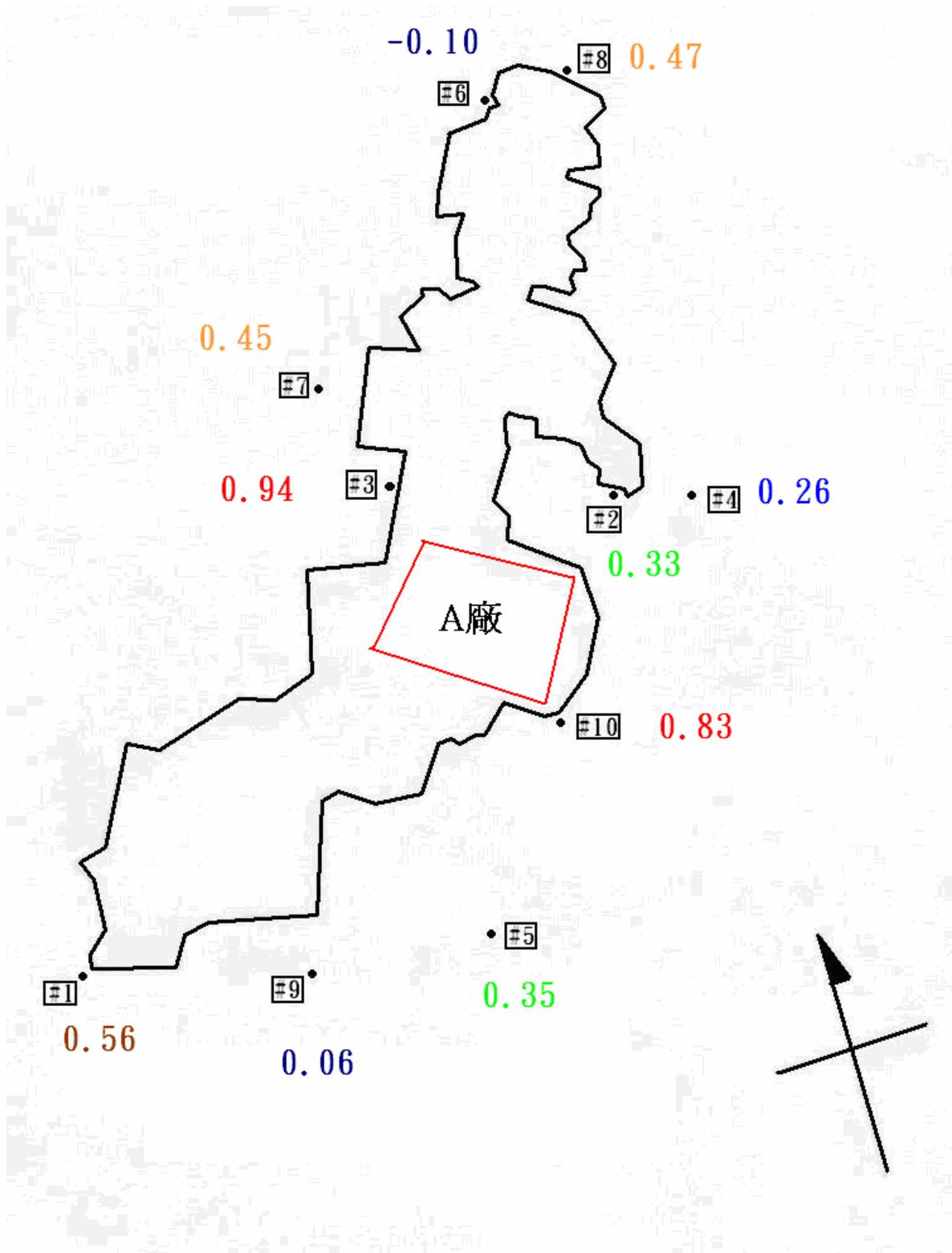


圖 4-3-2 各站氫氟酸與氟鹽濃度之相關係數

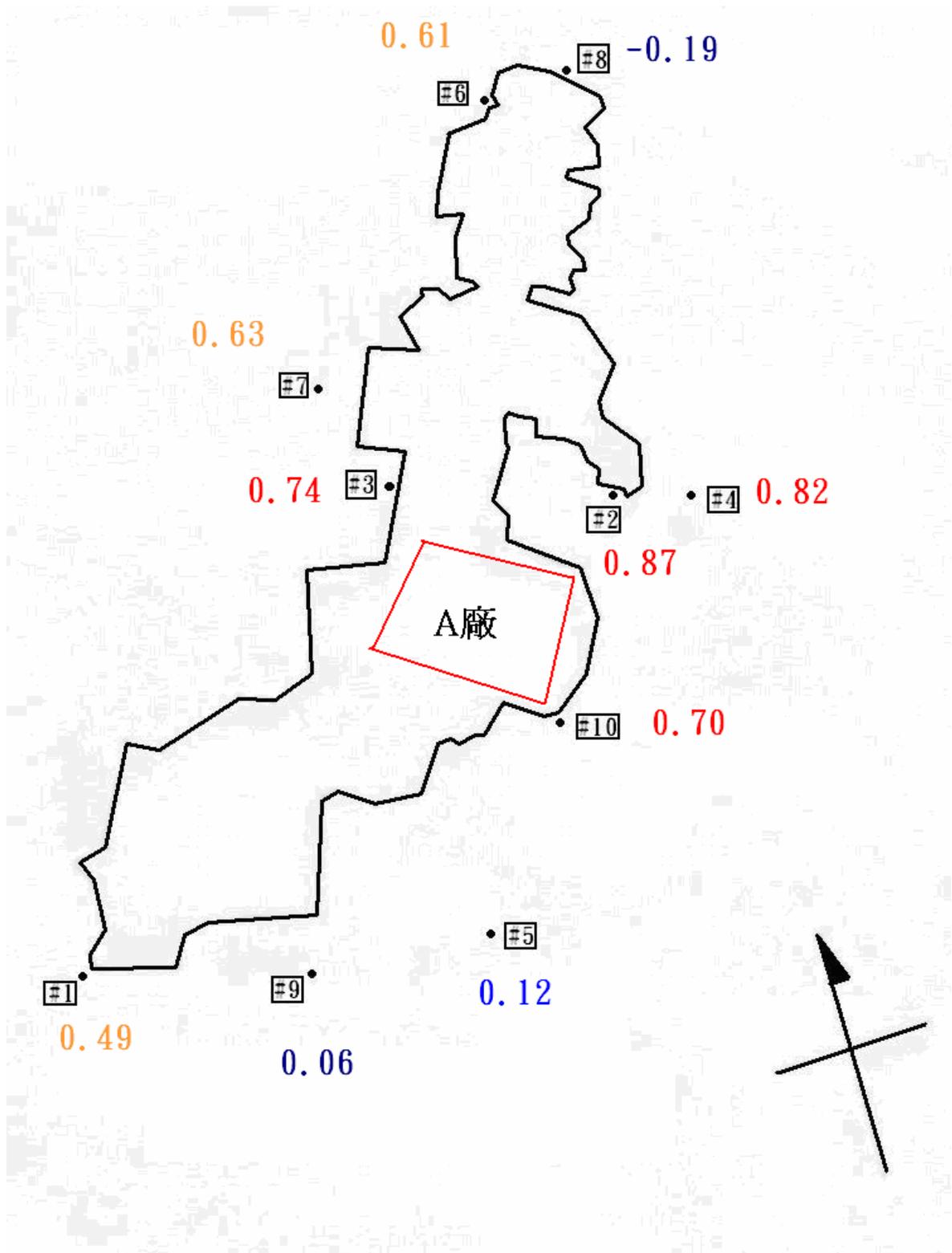


圖 4-3-3 各站硫酸與硝酸濃度之相關係數

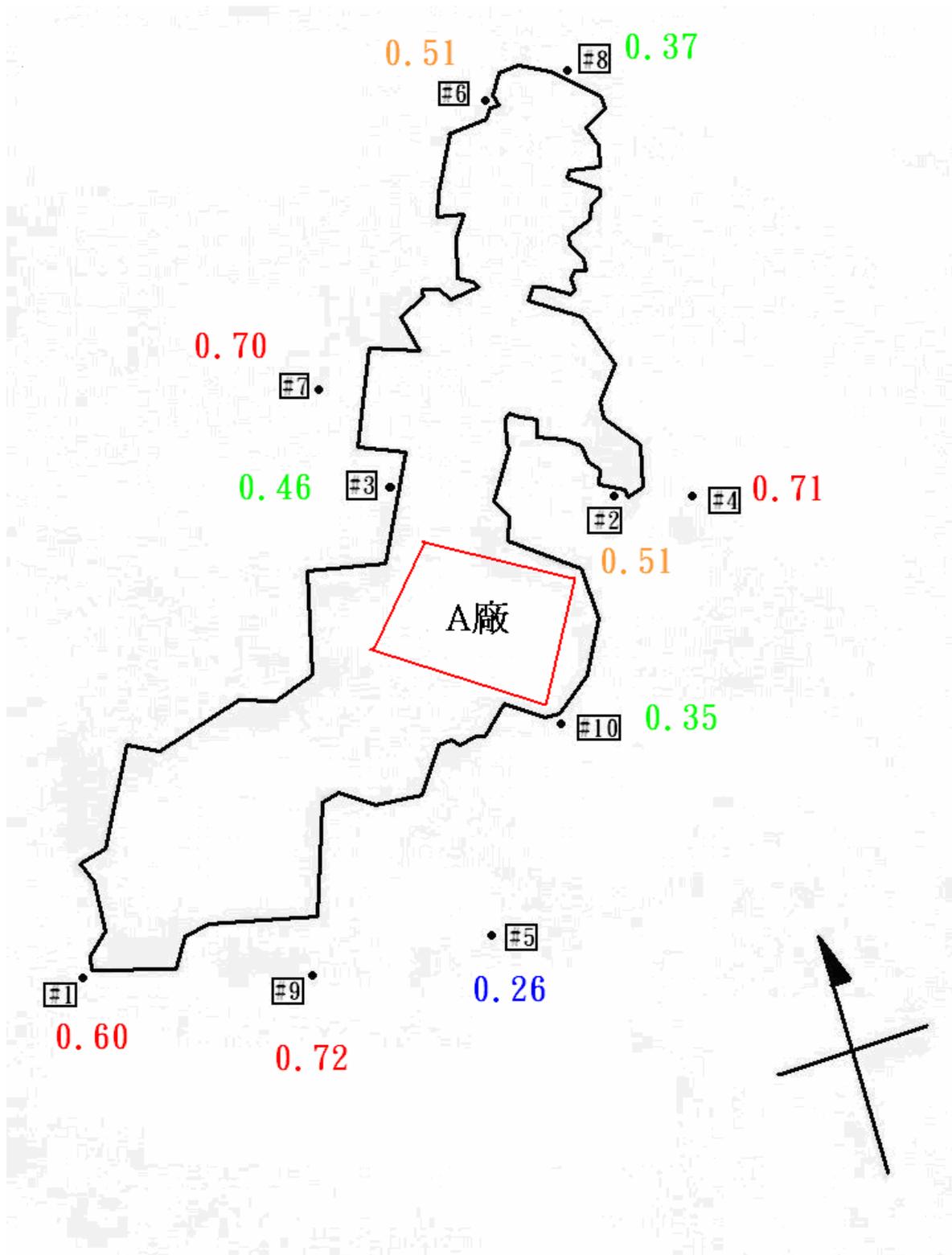


圖 4-3-4 各站硫酸與鹽酸體濃度之相關係數

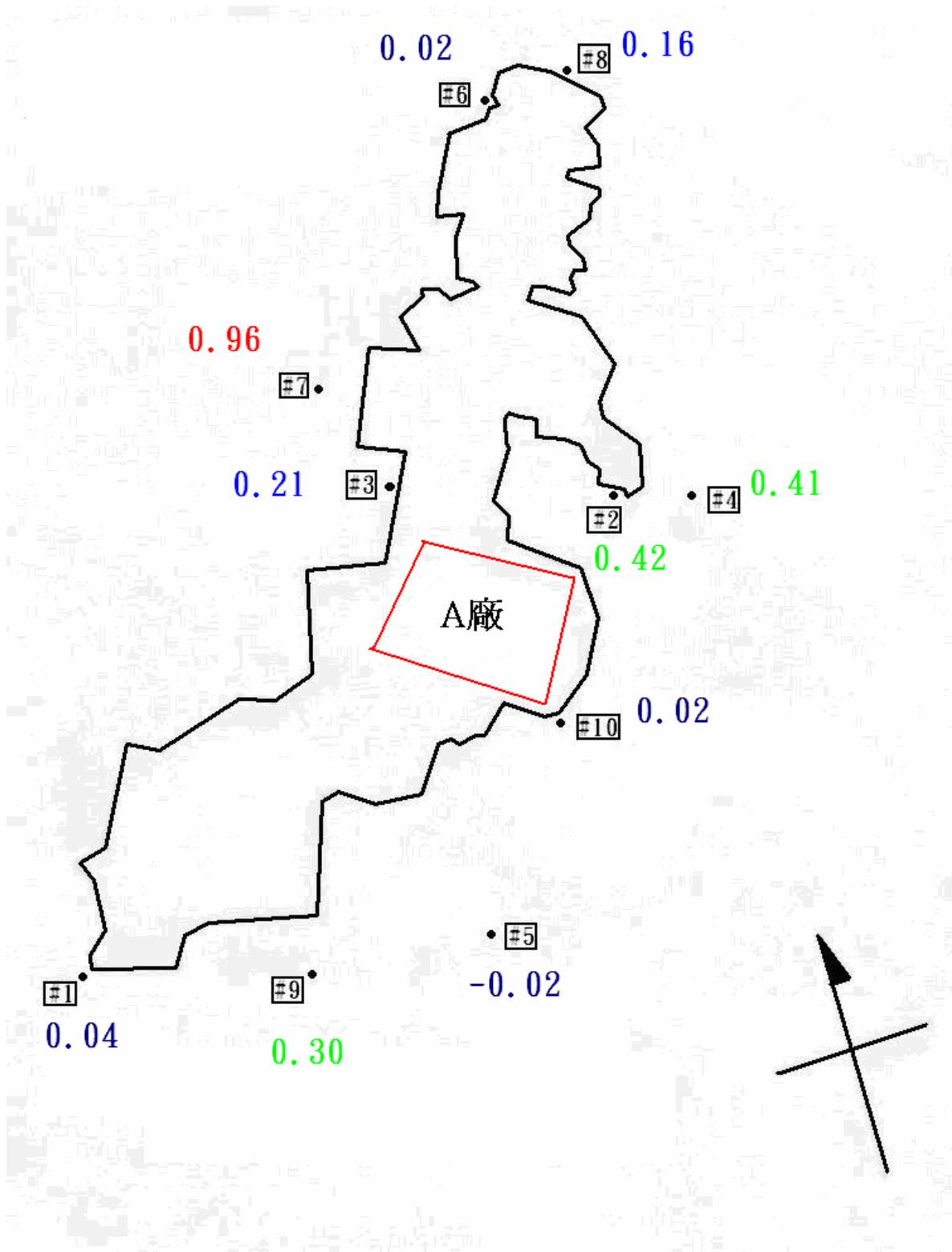


圖 4-3-5 各站硝酸與鹽酸濃度之相關係數

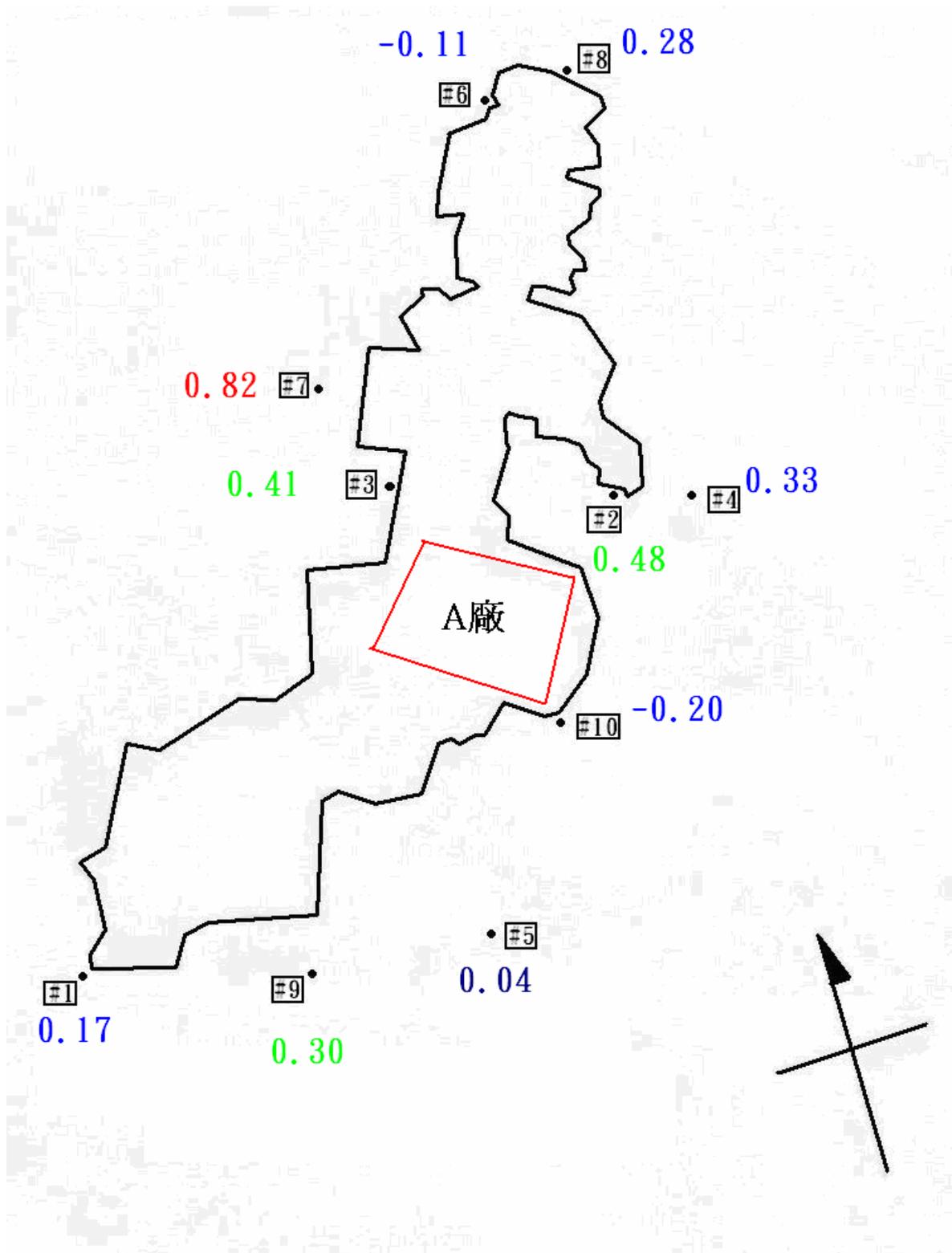


圖 4-3-6 各站硝酸與氫氟酸濃度之相關係數

圖 4-3-1 所示，全年度硫酸與硫酸鹽濃度之相關係數在 2 號採樣站最高 (0.66)。推測此貳物種在 2 號採樣站附近有共同排放源。

圖 4-3-2 所示，全年度氫氟酸與氟鹽濃度之相關係數在 10 號與 3 號採樣站最高 (0.83; 0.96)。在 A 廠週邊此貳物種濃度呈現一致性的變化，此相關性在園區其他區域並不顯著，推測該區域氫氟酸與氟鹽來源應來自於 A 廠的排放。

圖 4-3-3 所示，全年度硫酸與硝酸濃度之相關係數較高的採樣站集中在 A 廠區周邊。判斷該區域的硫酸與硝酸有共同的排放源，才導致物種間相關係數高的採樣站在空間位置上有集中的趨勢。該區域硫酸與硝酸來源亦可能位於 A 廠附近。但是依據清單顯示園區廠商並無排放硫酸，可能是 A 場附近其他非廠商所排放之排放源所致。

圖 4-3-4 所示，全年度硫酸與鹽酸濃度之相關係數普遍呈現中高度正相關，但未有明顯之集中趨勢。而排放清單中也無此二物種之排放，可推論為背景值。

圖 4-3-5 所示，全年度硝酸與鹽酸濃度之相關係數只在 7 號採樣站呈現高度正相關 (0.96)。但清單上無鹽酸之排放資料，推斷在 7 號站附近硝酸與鹽酸有可能共同排放源 (非園區廠商所排放)，該排放源影響範圍並不大，致使只有 7 號站測量到如此高的一致性。

圖 4-3-6 所示，全年度硝酸與氫氟酸濃度之相關係數只在 7 號採樣站呈現高度正相關 (0.82)。推斷在 7 號站附近硝酸與氫氟酸有可能共同排放源。加上根據圖 4-3-5 所呈現的結果，在 7 號採樣站附近可能有硝酸、鹽酸與氫氟酸氣體這三物種的共同排放源。

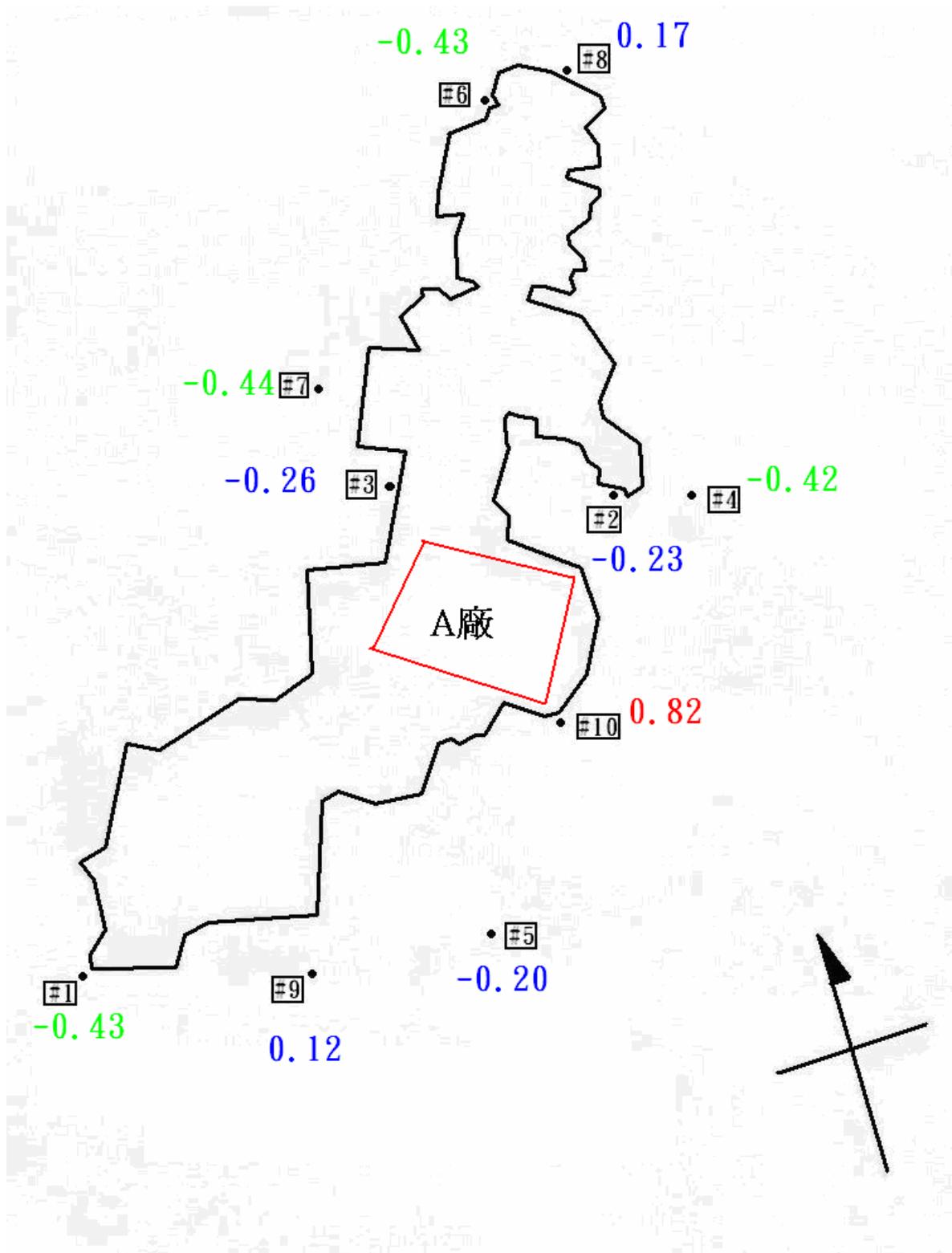


圖 4-3-7 各站硫酸鹽與氟鹽濃度之相關係數

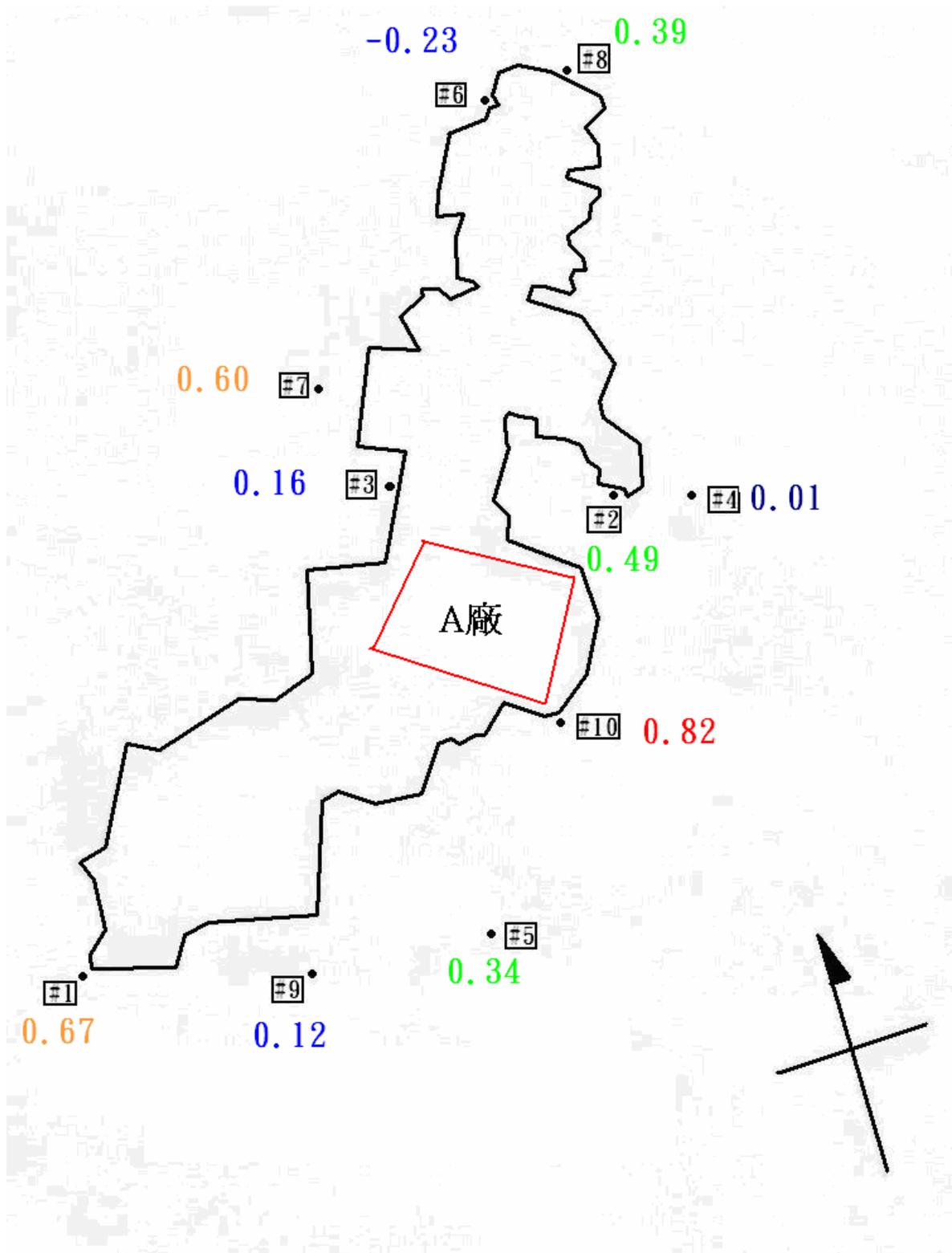


圖 4-3-8 各站氯鹽與氟鹽濃度之相關係數

根據圖 4-3-7 與圖 4-3-8 所示，全年度硫酸鹽與氯鹽濃度之相關係數在 10 號採樣站呈現高度正相關 (0.82)；硫酸鹽與氯鹽濃度之相關係數在 10 號採樣站也呈現高度正相關 (0.82)。推斷在 10 號站附近的硫酸鹽、氯鹽與氟鹽這三物種有共同排放源。

根據圖 4-3-9 與圖 4-3-10 所示，全年度硫酸鹽與銨鹽濃度；硝酸鹽與銨鹽濃度之相關係數普遍呈現高度正相關。相關性高的採樣站沒有明顯的中趨勢。但是在 10 號採樣站發現不論是硫酸鹽與銨鹽濃度或硝酸鹽與銨鹽濃度之相關係數都是全區最低。綜合圖 4-3-7 與圖 4-3-8 的結果，距離友達廠區最近的 10 號採樣站。在硫酸鹽、氯鹽與氟鹽的濃度有最高的相關性；而在硫酸銨、硝酸銨物種組合上則呈現最低相關性。

根據圖 4-3-11 所示，全年度鹽酸氣體與氫氟酸氣體濃度之相關係數高的採樣站集中在園區中央區域。相關性屬高度正相關，在空間上的集中趨勢亦相當明顯。鹽酸氣體與氫氟酸氣體濃度一致性的變化的現象只出現在園區中央區域，說明在此區域中可能存在著氫氟酸與鹽酸氣體的排放源。但是清單上無鹽酸的排放，期間相關性背後原因有待進一步的調查。

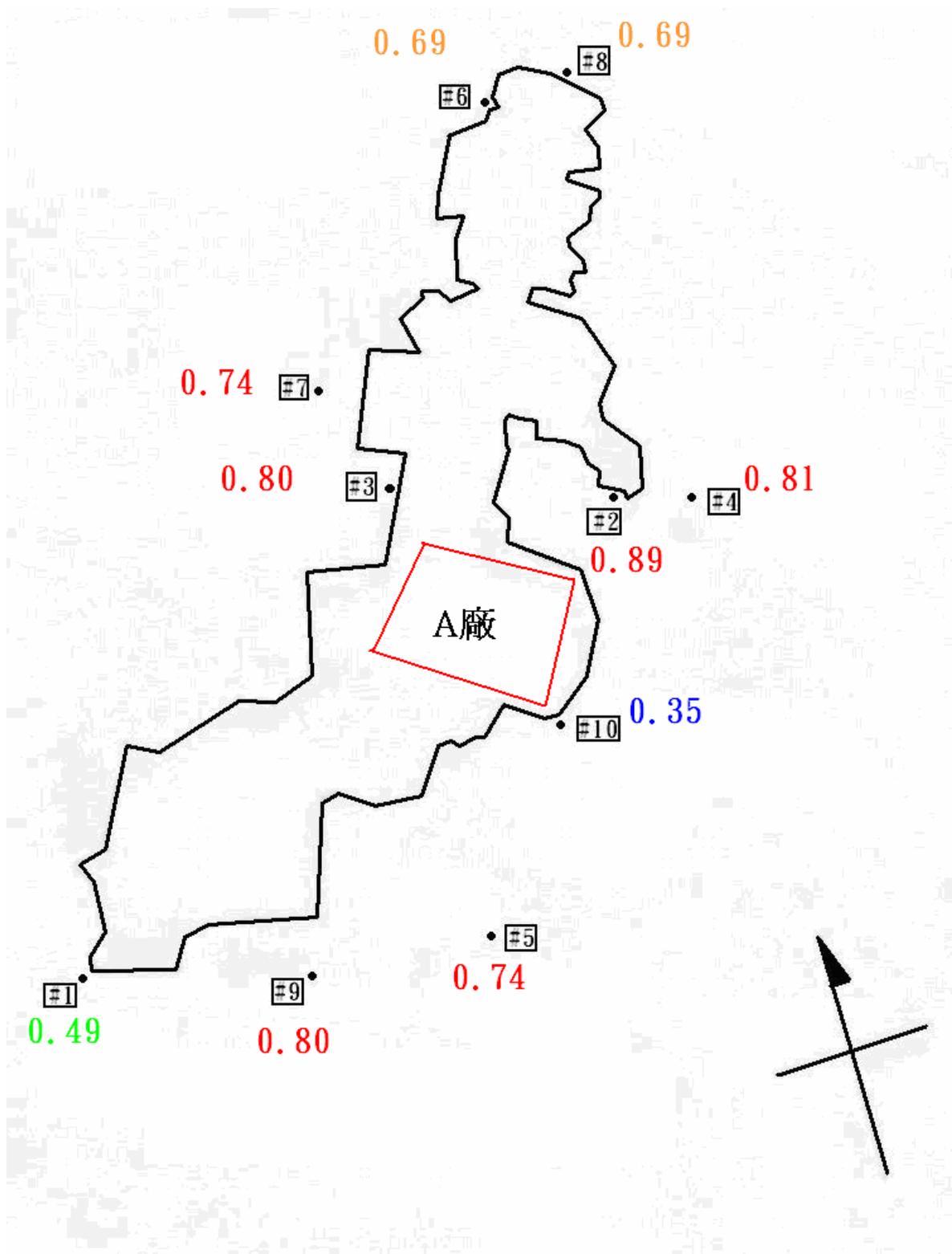


圖 4-3-9 各站硫酸鹽與銨鹽濃度之相關係數

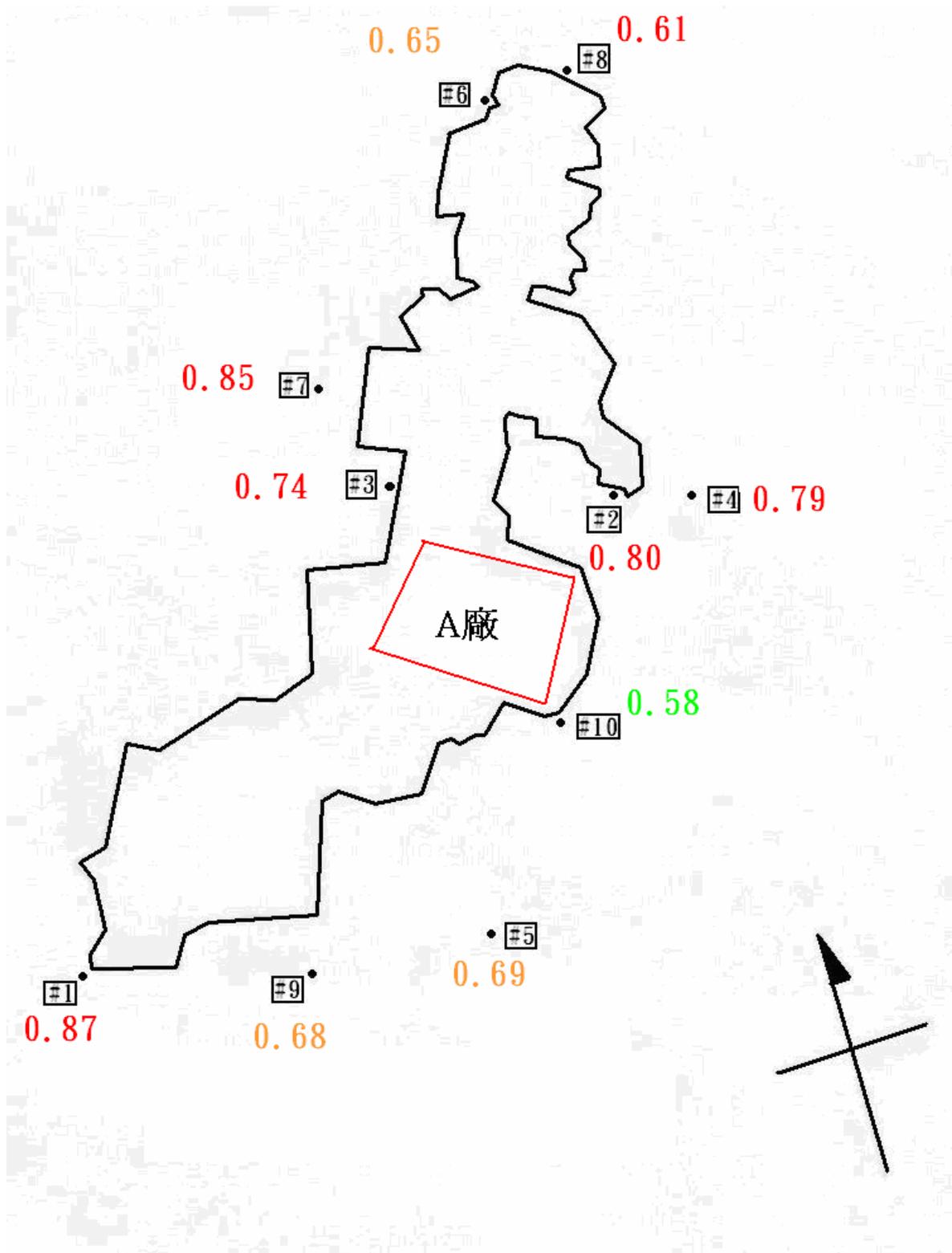


圖 4-3-10 各站硝酸鹽與銨鹽濃度之相關係數

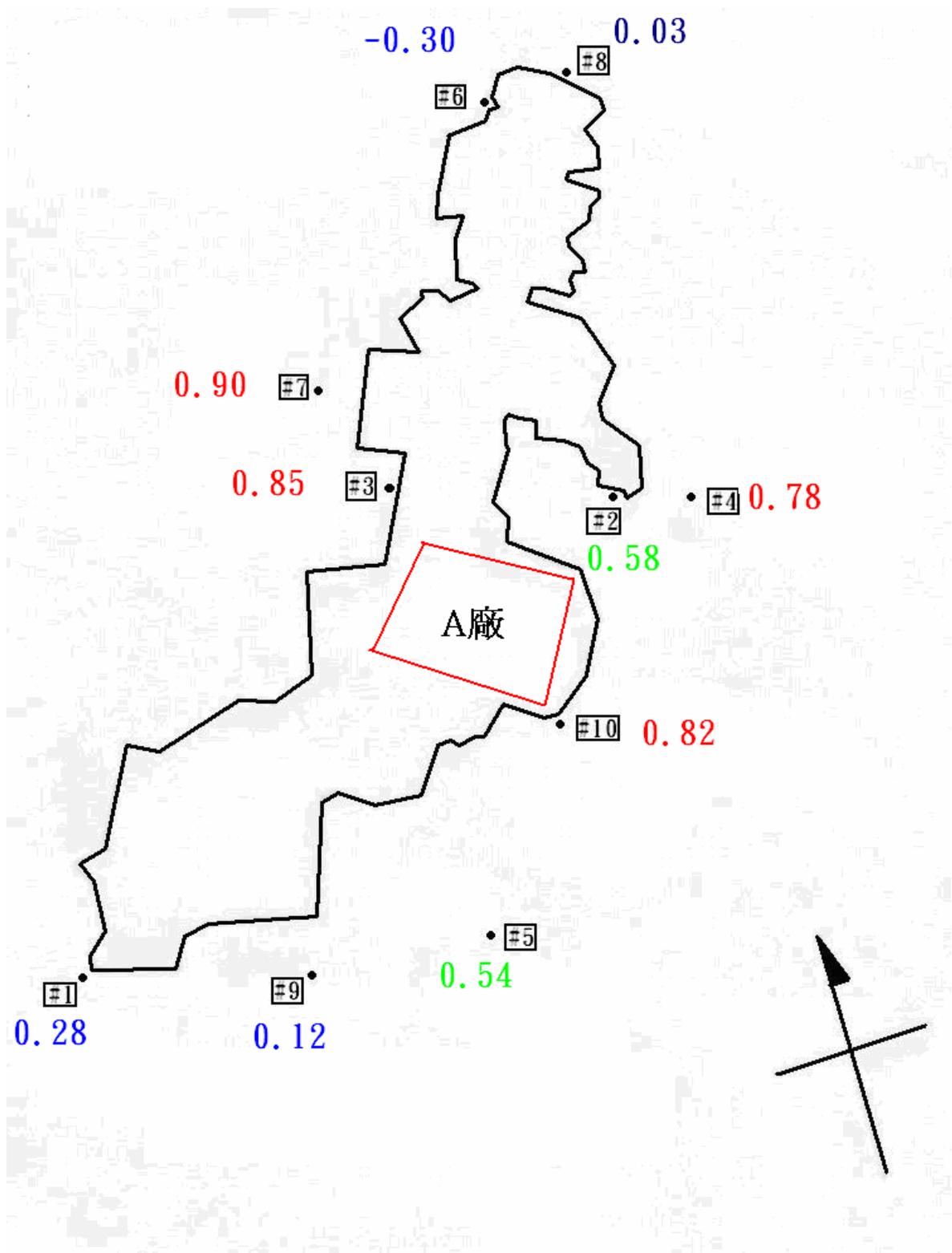


圖 4-3-11 各站鹽酸與氫氟酸濃度之相關係數

4-4 背景值推估

本研究於 2005 年 3 月至 2006 年 2 月進行採樣，而中科廠商於 2005 年 6 月開始生產，依據表 1-1 排放清單顯示，中科操作許可措施 2006 年 2 月前未許可任何硫酸及鹽酸之排放，故本研究所有硫酸及鹽酸之檢測資料可作為其背景值，其他無機酸鹼如氫氟酸、硝酸及氨氣，因 2005 年 6 月中科廠商開始獲得操作許可而可進行排放，故只能以許可排放前(2005 年 3-5 月)所採樣分析所得之數據作為其背景濃度值。由表 4-4-1 顯示硫酸採樣期間(2005 年 3 至 2006 年 2 月) 全年平均濃度為 $10.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、硫酸鹽(SO_4^{2-})為 $5.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鹽酸為 1.65 ppb(園區無排放)、氯鹽(Cl⁻)為 0.78 ppb。可視為其背景值。表 4-4-1 中亦顯示其他無機酸於未排放前(2005 年 3-5 月)之平均濃度：硝酸之平均濃度為 0.78 ppb、硝酸鹽(NO_3^-)為 4.11 ppb、氨氣體為 15.30 ppb、銨鹽(NH_4^+)為 3.46 ppb、氫氟酸為 $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、氟鹽(F^-)為 $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、總氟化物為 $1.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。亦可視為其背景值。

圖 4-4-1 至圖 4-4-11 是未排放前 2005 年 3 月至 5 月各採樣站所收集到之物種濃度分佈情形。表 4-4-1 是 2005 年 3 月至 5 月各物種濃度資料，與 2005 年 6 月以後之平均濃度及全年度平均濃度比較，其平均濃度以 ANOVA 檢定其差異性。結果發現各物種之濃度除氫氟酸外並未有顯著差異。氫氟酸則是在 2005 年 6 月以後與研究前三月的平均濃度高出將近一倍之多。但仍遠低於允許排放標準，故本實驗可測量出中科運轉前後之氫氟酸濃度變化，而其頭三個月的濃度資料亦可作為中科氫氟酸濃度之背景資料。

表 4-4-1 排放前後濃度比較

物種	2005/3-2005/5 許可排放前		2005/6-2006/2 許可排放後		2005/3-2006/2 全年監測資料		ANOVA
	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差	
硫酸 全年無排放 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	12.65	4.61	10.15	7.72	10.95	7.03	無顯著 差異
硫酸鹽 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	4.06	1.78	5.14	4.04	5.50	3.75	無顯著 差異
硝酸 (ppb)	0.78	0.32	1.18	1.11	1.02	0.74	無顯著 差異
硝酸鹽 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	4.11	0.82	2.94	2.02	3.31	0.97	無顯著 差異
鹽酸 全年無排放 (ppb)	2.55	2.36	1.73	1.49	1.95	1.23	無顯著 差異
氯鹽 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	1.12	0.58	1.17	0.61	1.15	0.60	無顯著 差異
氫氟酸 (ppb)	0.64	0.06	1.21	0.70	1.05	0.62	有顯著 差異
氟鹽 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0.53	0.08	0.54	0.11	0.53	0.09	無顯著 差異
總氟化物 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	1.16	0.14	1.75	0.75	1.58	0.67	無顯著 差異
氨氣 (ppb)	15.3	6.87	10.10	5.70	11.06	5.89	無顯著 差異
銨鹽 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	3.46	1.49	2.92	1.62	4.18	2.05	無顯著 差異

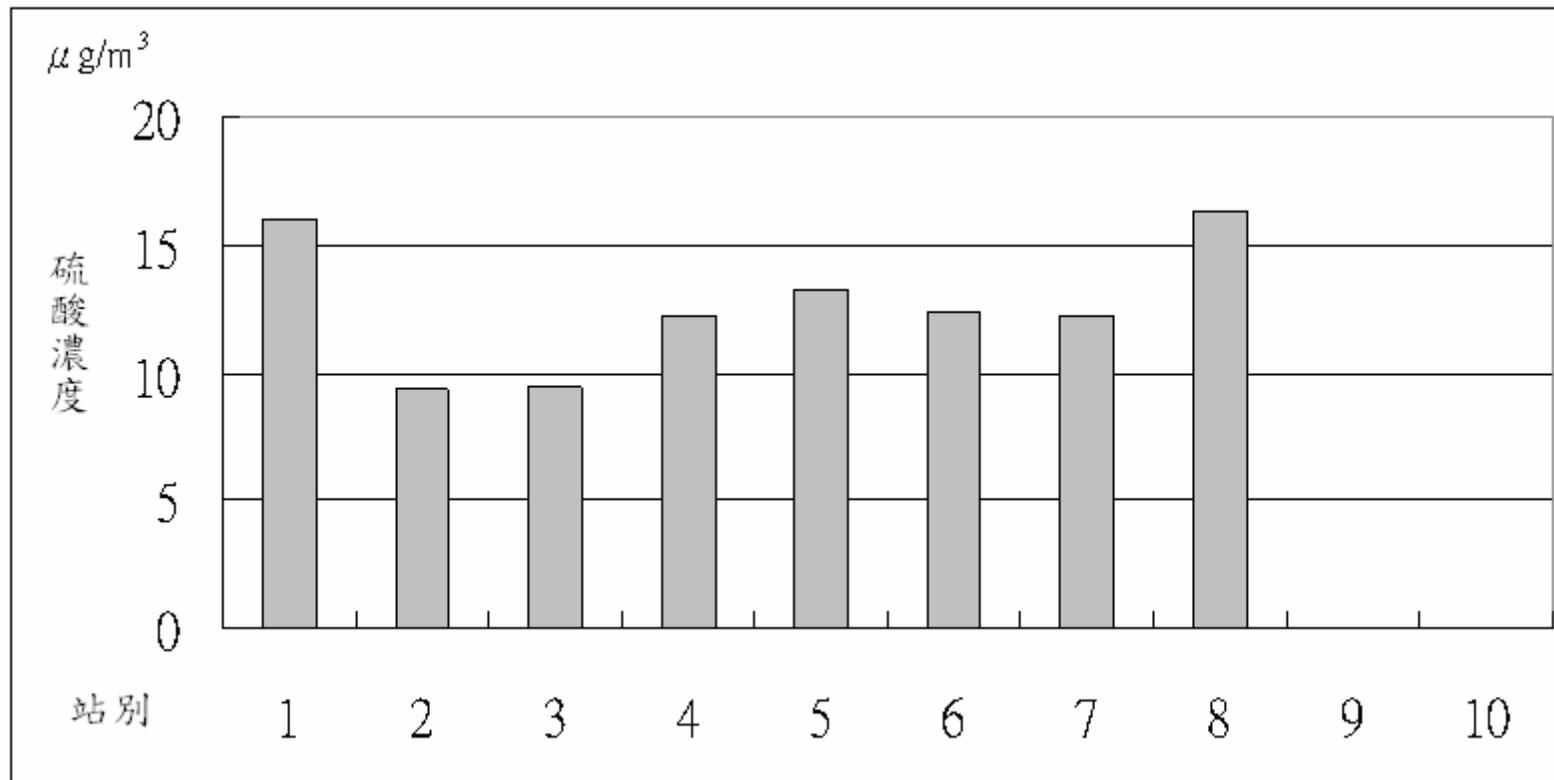


圖 4-4-1 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硫酸濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

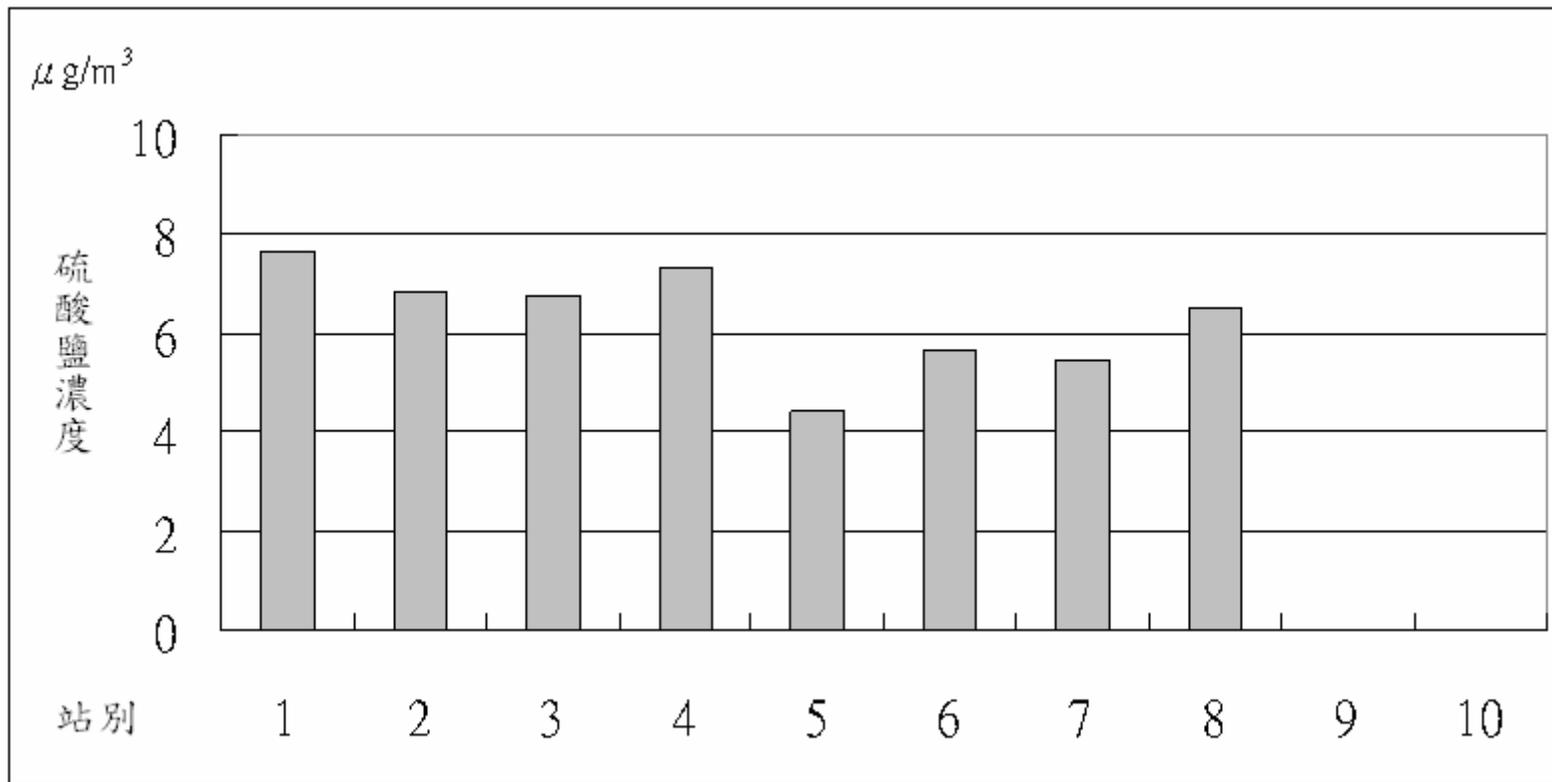


圖 4-4-2 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硫酸鹽濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

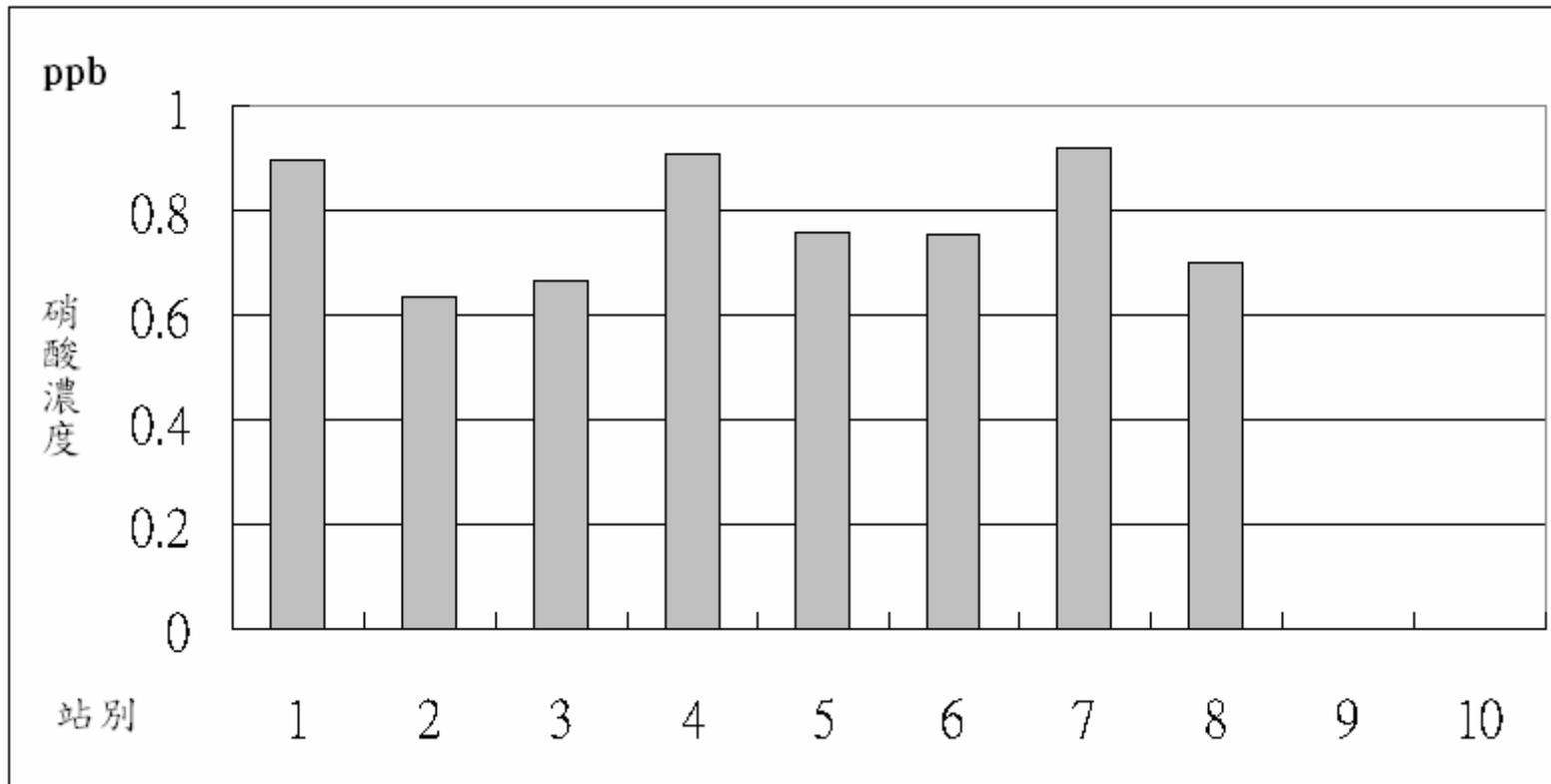


圖 4-4-3 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硝酸濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

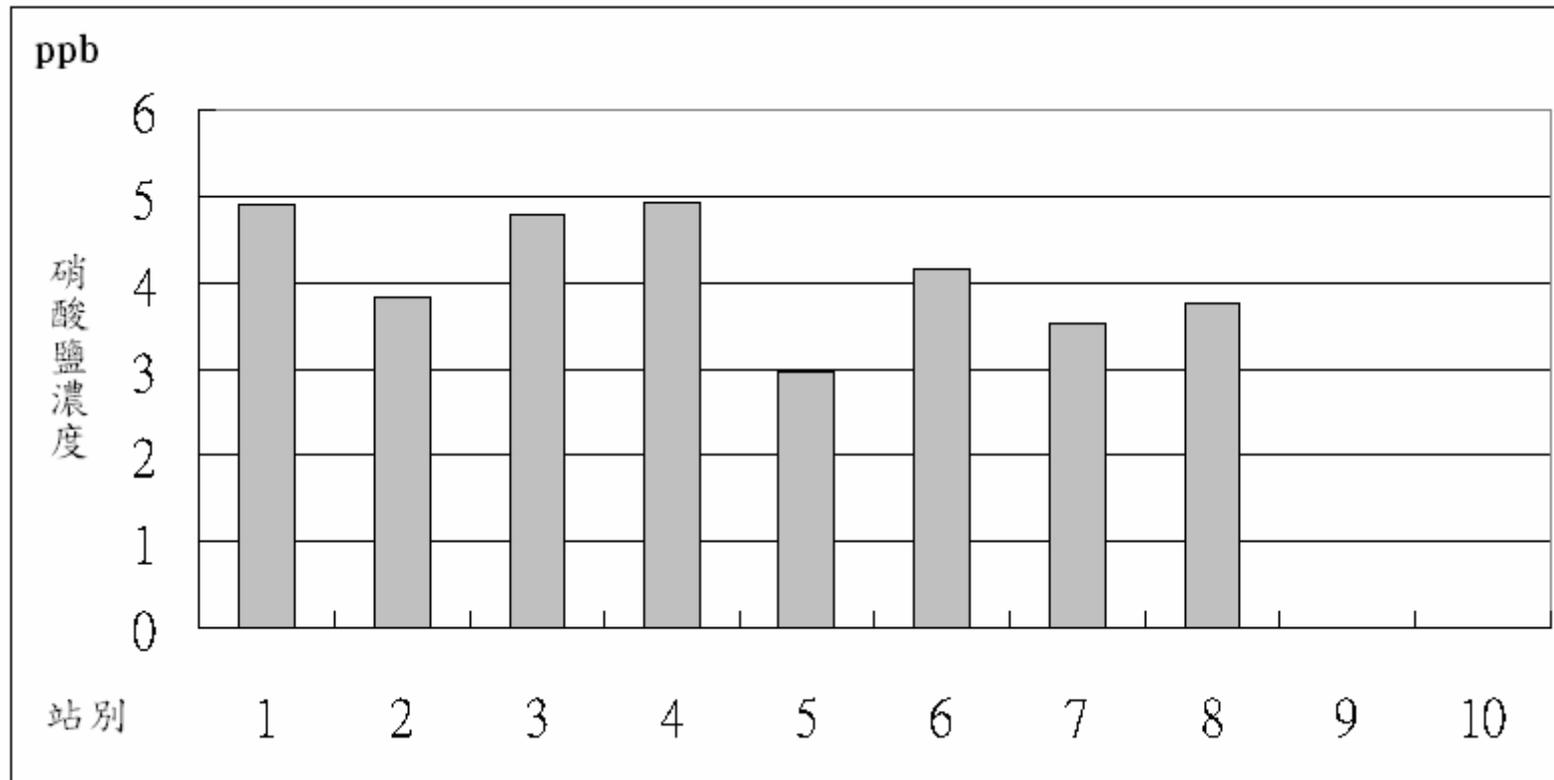


圖 4-4-4 2005 年 3 月至 5 月各採樣站硝酸鹽濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

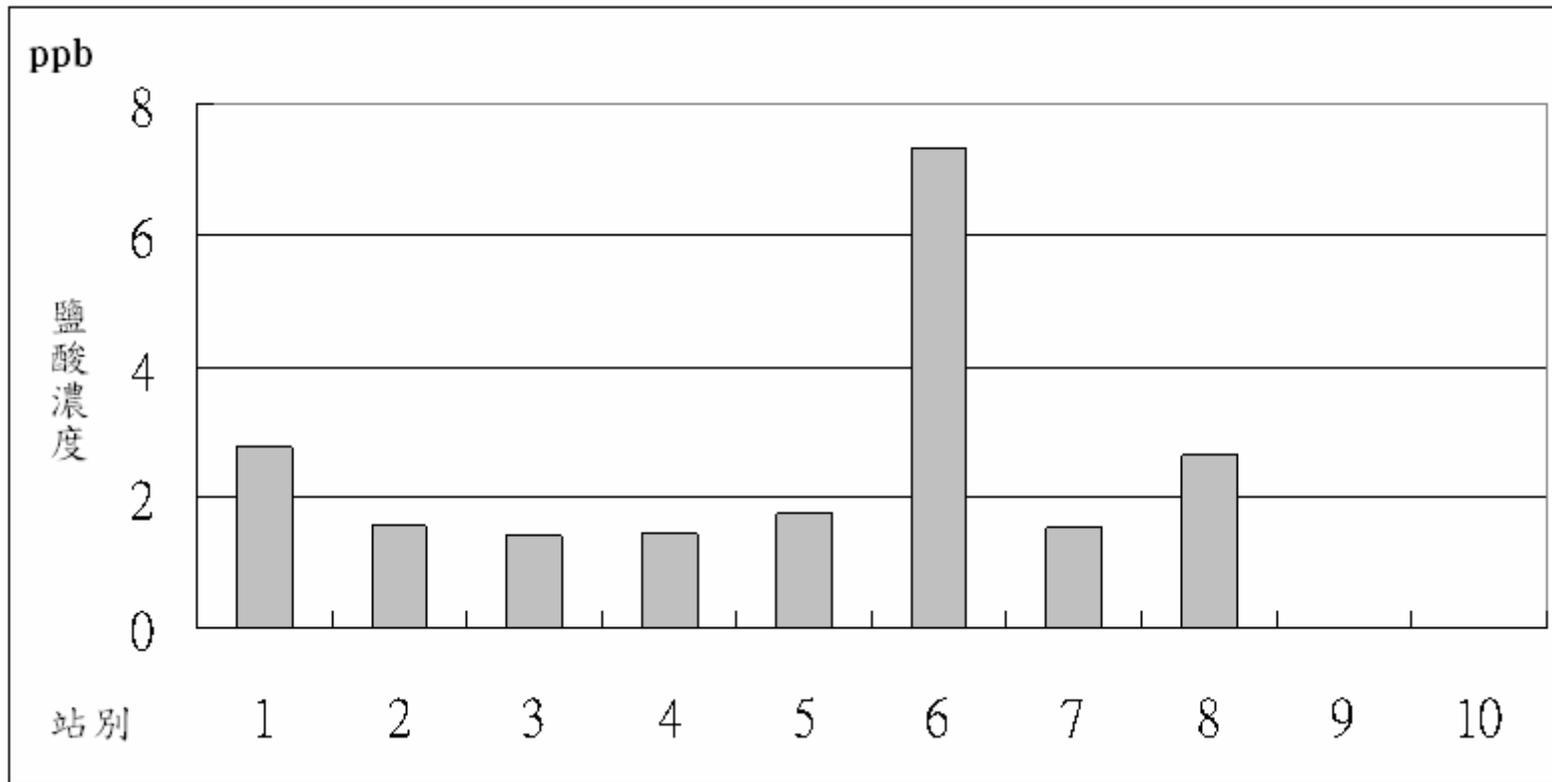


圖 4-4-5 2005 年 3 月至 5 月各採樣站鹽酸濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

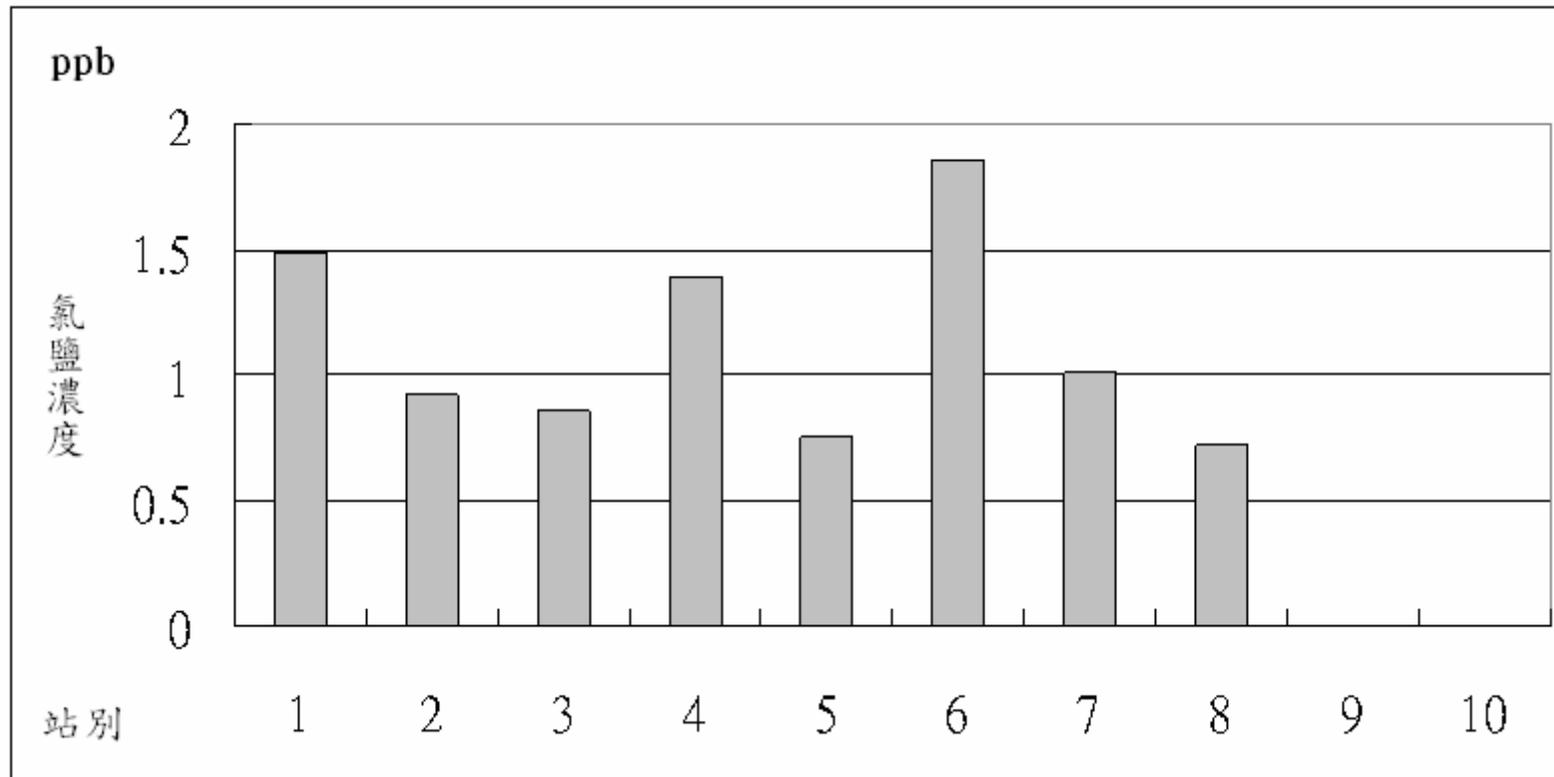


圖 4-4-6 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氯鹽濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

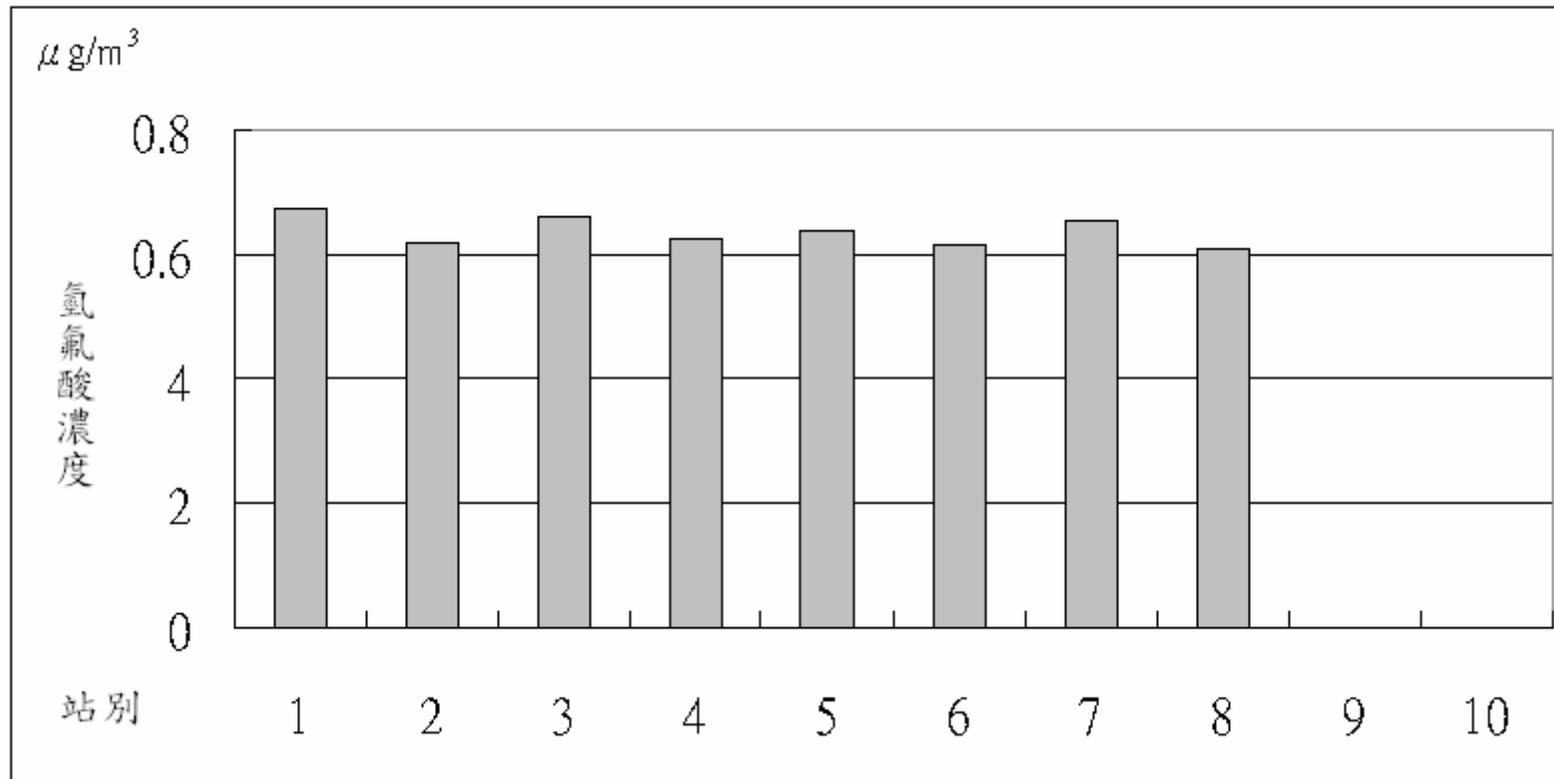


圖 4-4-7 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氫氟酸濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

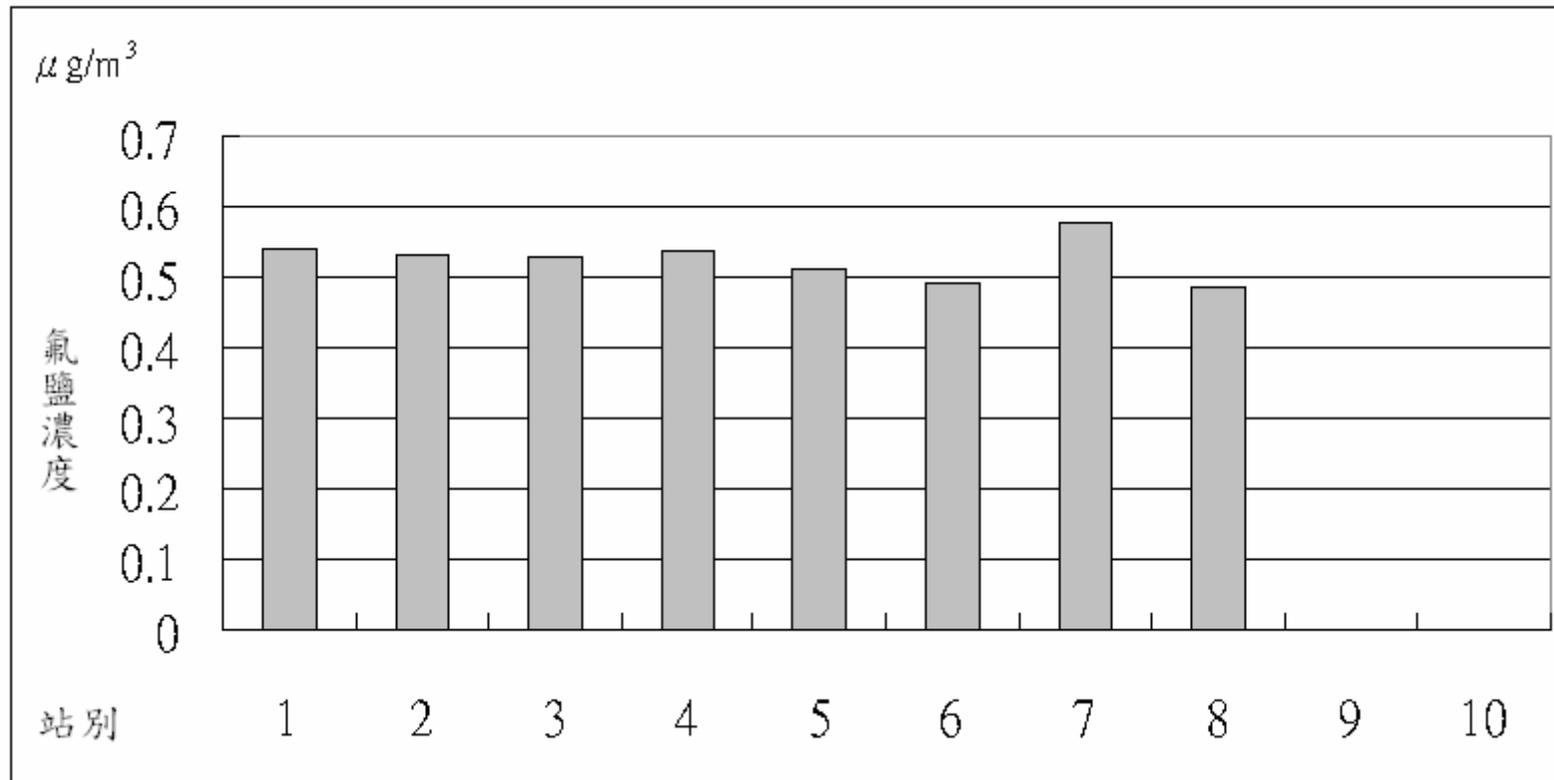


圖 4-4-8 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氟鹽濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

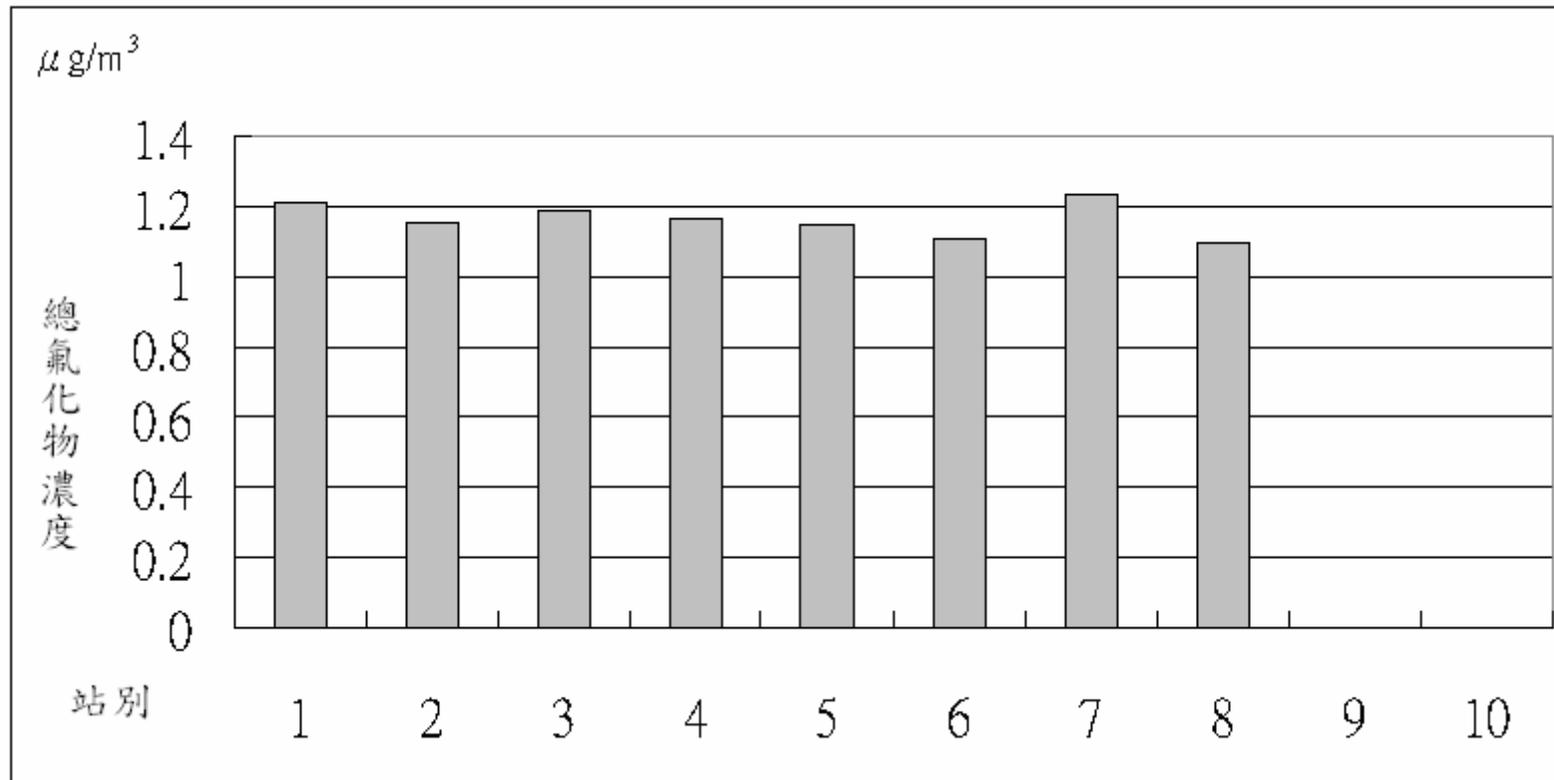


圖 4-4-9 2005 年 3 月至 5 月各採樣站總氟化物濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

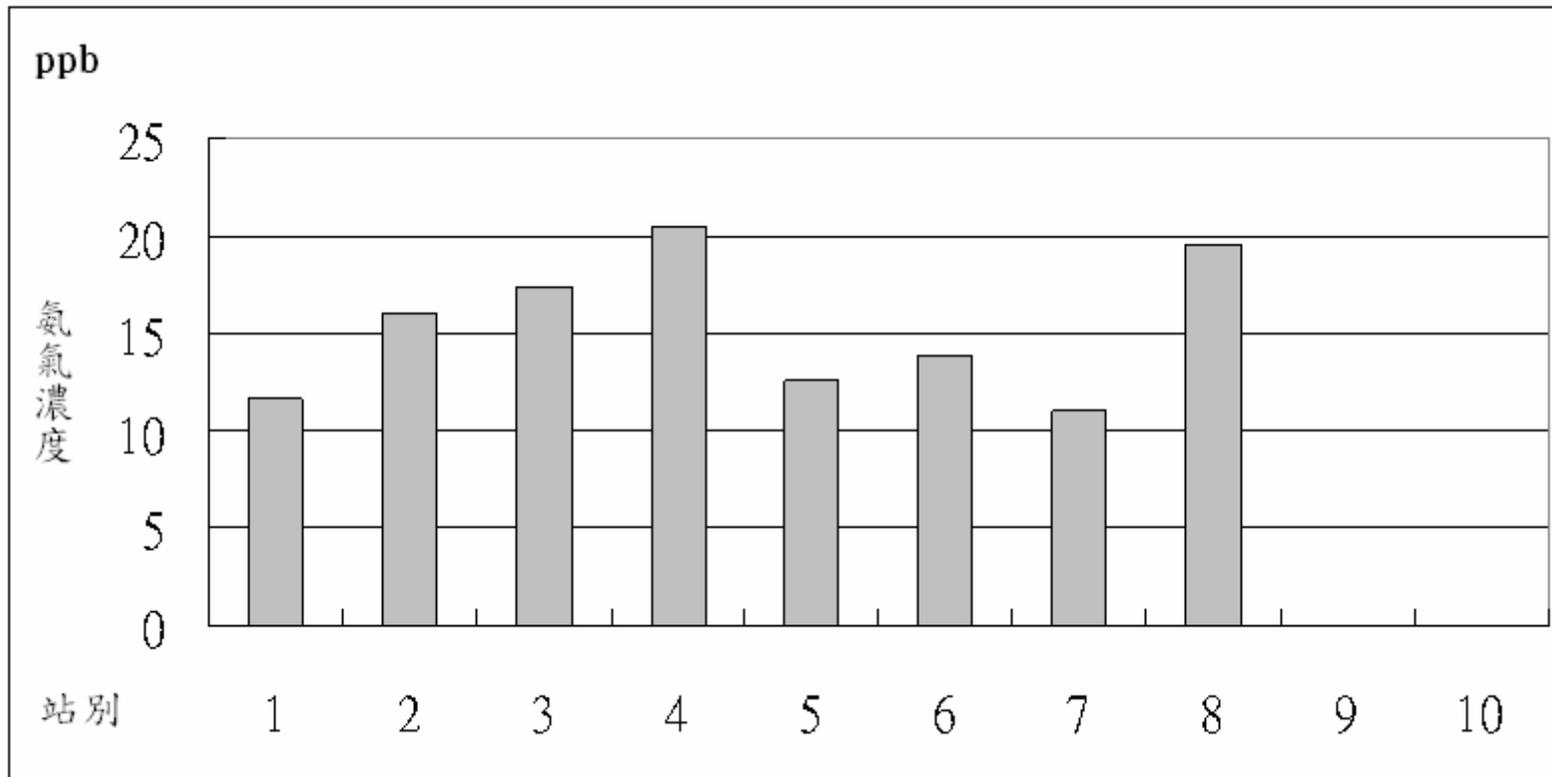


圖 4-4-10 2005 年 3 月至 5 月各採樣站氨氣濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

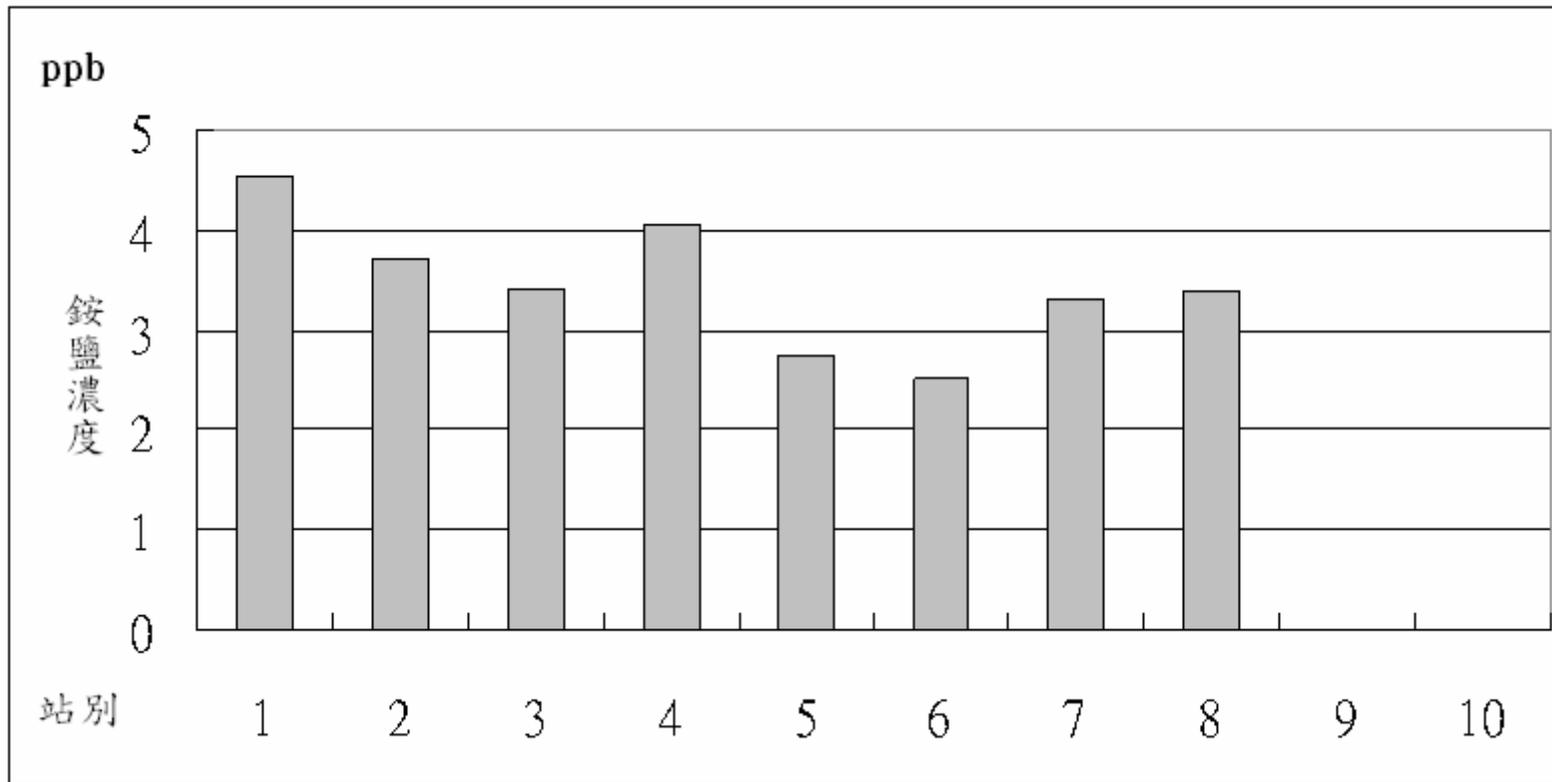


圖 4-4-11 2005 年 3 月至 5 月各採樣站銨鹽濃度分佈 (9, 10 採樣站無資料)

第五章 討論

5-1 物種濃度之季節變動趨勢

根據 4-2 節的結果，大部分物種濃度的變化受到季節性氣象條件的影響較不顯著。除了氯離子濃度不論是在季節性濃度變化的趨勢上，或是與風速溫度的相關性上。在進入東北季風吹撫的秋冬季節後，氯離子的濃度便隨溫度下降；風速增加而升高。故園區中所測量到的氯離子濃度受到季節變化與氣象條件影響的程度最高。

其他各物種濃度變化，主要與各採樣站在空間上的相對位置有關，而非因季節變動所造成大氣條件變化，進而導致濃度發生改變。應該是受到潛在排放源的位置的影響。

5-2 大氣無機酸鹼物種之組成

根據文獻調查結果在台北都會區中空氣中的酸性氣膠主要以硫酸銨與硫酸氫銨($(\text{NH}_4)_2\text{H}(\text{SO}_4)_2$) 的型式存在。本研究透過物種間的濃度變化相關性來推論無機酸物種的可能組成。

將所有無機酸鹼鹽類的年平均濃度轉為體積分率濃度 (PPb)。硫酸鹽、硝酸鹽、氯鹽、氟鹽與銨鹽年平均濃度分別為 1.38、1.29、0.81、0.54 及 4.22PPb。

4-3 節的結果表 4-3-1 證實硫酸銨、硝酸銨的組成在濃度變化上有相當高的相關性，而各採樣站所收集到這兩種組合的相關係數在空間上的集中趨勢亦不明顯，呈現普遍皆高的現象，並非特定排放源存在所造成濃度高一致性變化的結果。且這三個物種佔本研究中無機酸鹼鹽類總濃度 (8.24PPb) 的 83.6%。本研究中調查的無機酸與鹼中，大部分可能以硫酸銨、硫酸氫銨及硝酸銨的組成型式存在。

其他物種間濃度變化的相關性，在特定位置可以發現到相當高的一致性變化。配合各採樣站間與廠區、園區的相對位置，可作為潛在排放

院位置推論的良好依據。而在採樣站測量的一致性顯著；集中趨勢明顯的情況下更能作為推論排放源位置的有利證據。

5-3 大氣無機酸鹼濃度與氣象條件之探討

根據表 4-2-1 結果，大部分物種濃度變化普遍與風速呈現負相關，但是相關程度不高。在低風速的時候空氣污染物較不易被大氣稀釋，且有利於採樣器的收集效率。國內研究科學園區周界採樣相關文獻也指出在風速低於 2m/sec 時，周界大氣無機酸鹼濃度會一致性的升高（施寶惠，2001）。然而，本研究在風速與物種濃度變化相關性普遍不高的原因可能是我們的氣象儀只有一具，單獨架設在六號採樣站位置；其收集的資料用來代表全部園區各點的氣象資料，加上各採樣站周圍的地貌、植被、建築物都不盡相同所造成的。不過在硝酸濃度變化仍與風速有高度負相關。

在溫、濕度方面參看表 4-2-2 及表 4-2-3，溫度的變化與硫酸鹽及氯鹽具有較佳的相關性。尤其是氯鹽的濃度變化與溫度的相關係數達到 -0.87。推測可能原因是氯鹽具有相當高的水溶性（邱炯墉，2003），當溫度上升時溶解度增加，氣膠狀氯鹽溶解在自然界水中的比例就增加，導致氣膠型式的氯鹽濃度下降。至於溼度對於無機酸物種濃度變化的相關性也是存在的，對於鹽酸、氫氟酸、氯鹽與總氟化物都有很高的相關性。綜合以上總結：在高溫天氣時，空氣中硫酸鹽濃度會有上升趨向。無風或低風時，大部分空氣中無機酸鹼污染物濃度均會升高，須注意空氣品質的惡化。在潮濕的天氣，氫氟酸、氯鹽、總氟化物及鹽酸的濃度會上升；在低溫潮濕的日子（像是冬季）則須注意鹽酸氣體與氯鹽濃度上升造成健康上的危害。

5-4 與其他科學園區之比較

本研究透過過去資料比照硫酸鹽、銨鹽、硝酸鹽和氨氣四種污染物的濃度。對照文獻資料與本研究的結果發現，除了硝酸鹽濃度略高於新竹科學園區外，其餘三種污染物較新竹科學園區所蒐集到的濃度為高。而氨氣濃度則和 2003 年三月台南科學園區的濃度相當。

表 5-4-1 三個科學園區污染物濃度之比較

	新竹科學園區 (23)	台南科學園區 (23)	中部科學園區台中基地 (全年平均值)
SO_4^{2-} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10.14	-	5.32
NH_4^+ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.06	-	3.00
NO_3^- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.94	-	3.15
NH_3 (ppb)	18.7	11	11.31

第六章 結論與建議

6-1 結論

1. 背景值推估：本研究於 2005 年 3 月至 2006 年 2 月進行採樣，而中科廠商於 2005 年 6 月開始生產，而中科操作許可措施 2006 年 2 月前未許可任何硫酸及鹽酸之排放，故本研究採樣期間(2005 年 3 至 2006 年 2 月) 全年平均濃度為 $10.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、硫酸鹽(SO_4^{2-})為 $5.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鹽酸為 1.65 ppb(園區無排放)、氯鹽(Cl^-)為 0.78 ppb。可視為其背景值。而其他無機酸鹼如氫氟酸、硝酸及氨氣，因 2005 年 6 月中科廠商開始獲得操作許可而可進行排放，故只能以許可排放前(2005 年 3-5 月)所採樣分析所得資料：硝酸之平均濃度為 0.78 ppb、硝酸鹽(NO_3^-)為 4.11 ppb、氨氣體為 15.30 ppb、銨鹽(NH_4^+)為 3.46 ppb、氫氟酸為 $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、氟鹽(F^-)為 $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、總氟化物為 $1.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。亦可視為其背景值。

2、中科園區廠商許可排放前後之平均濃度(在 2005 年 3 月至 2005 年 5 月間之平均濃度與 2005 年 6 月之後或是全年度之平均濃度)比較，除氫氟酸外，並無顯著差異。但是氫氟酸濃度則是增加將近 2 倍的成長(由 $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 增至 $1.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$)。

3、所有物種濃度分佈皆為右偏。硝酸、硝酸鹽、氯鹽、氨氣與銨鹽濃度分佈呈現對數常態分佈。其餘物種分佈情形則非常態分佈也非對數常態分佈。了解這些分佈是何種型式有助於統計分析檢定的進行，但其意義尚需探討。

4、空氣中溼度增加會使鹽酸、氫氟酸、氟鹽、總氟化物濃度上升；氣溫上升則會降低氯鹽，增加硫酸鹽的濃度；風速降低時大部分無機酸鹼物種濃度上升。

5、分析各採樣站所收集到的物種間相關係數與相對位置分佈的情形，可當做調查排放源位置的有效方法。全年度硫酸鹽與氯鹽之相關係

數在 10 號採樣站呈現高度正相關 (0.82)；硫酸鹽與氟鹽之相關係數在 10 號採樣站也呈現高度正相關 (0.82)。推斷在 10 號站附近的硫酸鹽、氯鹽與氟鹽這三物種有共同排放源。故雖然所有無機酸鹼濃度皆遠低於允許排放的周界標準，但依照物種間濃度變化的相關性分析依舊可以依收集到之數據來確認排放源位置。

6-2 研究限制

本研究有以下之研究限制：

1. 受限於人力物力的不足，無法同時於各採樣站進行採樣。故各採樣站所採樣時間有一定之差異。
2. 只有一個採樣站設置氣象儀，用來推論全區之氣象資料，各採樣站間地形、地貌的差異性對氣象條件的影響沒有排除。
3. 相關係數分析受限於樣本數大小，故無法依園區運轉前後二階段做分析比較，加上檢定結果顯示運轉前後濃度值並無顯著差異（氫氟酸氣體例外），故氣象資料與物種間之相關係數分析以全年度資料為計算基礎。

6-3 應用與建議

因為本研究所測量到的結果遠低於周界標準值。但是仍可偵測到園區廠商運轉前後的濃度變化，故本實驗為敏感度相當高之研究設計。

如果利用採樣站彼此之間及與目標監測區域的相對位置，加上氣象資料，可用來推定污染源的可能區域。建議以後類似的研究，可依據特定區域的盛行風向或氣象條件加強採樣站位置配置與增設氣象資料收集設備的設計，以求更精確的定位出污染源之排放位置。

參考文獻

外文部份

- GreenFacts World Wide Web, Standard IARC classification,
<http://www.greenfacts.org/glossary/ghi/iarc-classification.htm>, 2005.
- Spengler J.D., Brauer M., and Koutrakis, P., Acid Air and Health. *Environ.Sci. Technol.*, 1990, 24: 946-956.
- Suh, H.H., Spengler, J.D., and Koutrakis, P., Personal Exposures to Acid Aerosols and Ammonia, *Environ. Sci. Technol.*, 1992, 26:2507-2517.
- Tsai, C.J., Huang, C. H., Wang, S.H., and Shih, T.S., Design and Testing of a Personal Porous-Metal Denuder, *Aerosol Science and Technology*, 2001,35: 611–616
- Tsai,C.J., Shanker,G.A., Cnang,C.T., HUNG,F.U.,Concentration Profiles of Acidic and Basic Air Pollutants Around an Industrial Park of Taiwan, *Water, Air, and Soil Pollution*,2003,151: 287–304.
- Marcello P., Kimberlee G., Principles of Biostatistics, 2nd ed., Pacific Grove, CA :Duxbury, 2000;196.

中文部份

- 上準環境科技股份有限公司：採樣標準作業流程，台中，2004。
- 工業污染防治技術服務團等著，半導體製造業污染防治技術，經濟部工業局編印，台北：1995。
- 王斯厚：多孔金屬型固氣分離器對酸鹼氣體之收集效率研究。國家圖書館全球碩博士論文網，087NCTU0515001，1998。
- 行政院環保署：半導體製造業空氣污染管制及排放標準。台北：環保署，2002。
- 行政院環境保護署：國家環境保護計畫，1999。
- 李孟燦：空氣中氯化氫與硝酸氣體之採樣分析研究。國家圖書館全球碩博士論文網，089NTHU0257037，2001。
- 吳國維：大氣中氣態氟化物採樣分析之研究。國家圖書館全球碩博士論文網，089NTHU0257040，2001。
- 邱炯墉：實驗室酸性氣膠特性探討。國家圖書館全球碩博士論文網，091NPUST515001，2003。
- 林正源：染料廢水之色度分析及活性碳處理之研究。國家圖書館全球碩博士論文網，80NCU02515002，1991。
- 林耀琦：不同酸性氣膠採樣器的現場測試研究。國家圖書館全球碩博士論文網，088NCTU0515002，2000。
- 施寶惠：高科技工業園區周界環境空氣中酸性氣膠之探討。國家圖書館全球碩博士論文網，089NCTU0515018，2001。
- 高偉峰醫師、行政院衛生署榮民總醫院毒藥物防治諮詢中心：全球資訊網頁，http://www.pcc.vghtpe.gov.tw/flash_default.htm，2005。
- 黃建元、郭奕伶、劉文華：國內外印刷電路板業空氣污染物管制規範簡介。工業污染防治報導第152期，2000。

楊題羽：都會區酸性氣膠特性研究。國家圖書館全球碩博士論文網，
085NCTU3515003，1996。

蔡春進：氫氟酸、硝酸及磷酸檢測方法之研究。國立交通大學環境工程
研究所，2001。

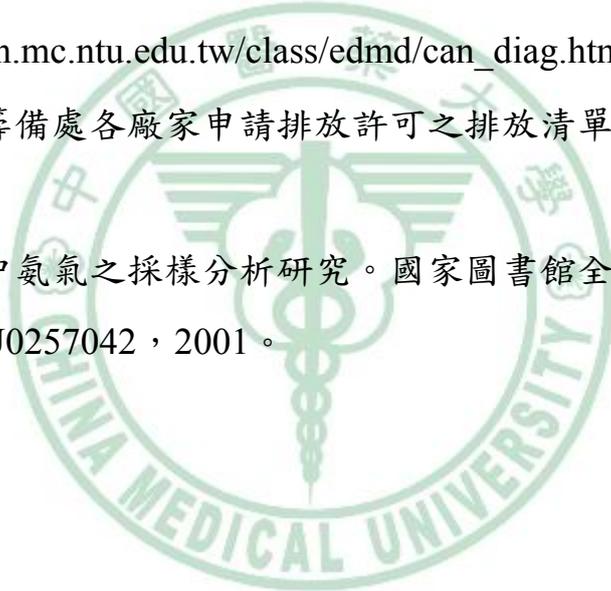
蔡清讚：中部科學園區半導體及光電產業無機酸與懸浮微粒環境監測及
長期變化趨勢之研究。國科會;NSC-94-EPA-Z-039-003，2005。

蔡清讚、台中縣政府環保局：台中縣科學工業園區空氣污染總量管制策
略研擬計劃，2004。

鄭尊仁：職業性癌症診斷基準。台灣大學職業醫學工業衛生研究所網頁，
http://omih.mc.ntu.edu.tw/class/edmd/can_diag.htm，1997。

環保署：中科籌備處各廠家申請排放許可之排放清單。台北：環保署，
2006。

蕭世堅：空氣中氨氣之採樣分析研究。國家圖書館全球碩博士論文網，
089NTHU0257042，2001。





附錄 A: 原始數據

1 硫酸硫酸氣體與硫酸鹽

1-1 硫酸氣體濃度原始數據(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	17.26	12.62	13.03	17.25	13.68	20.57	17.48	16.70		
四月	20.62	6.15	6.83	8.40	16.86	7.21	6.99	11.83		
五月	10.24	9.30	8.26	11.06	9.14	9.36	12.34	20.39		
六月	22.24	22.40	26.69	39.77	20.01	19.02	15.04	19.11	26.56	12.74
七月	17.87	23.64	26.90	31.65	17.20	24.03	13.30	0.95	19.59	23.34
八月	7.15	0.53	7.41	6.62	9.15	5.83	5.75	0.83	8.11	7.15
九月	5.40	7.89	3.55	9.08	11.47	5.40	7.50	3.54	5.41	5.69
十月	4.78	10.10	3.36	9.84	4.83	5.10	6.76	4.96	5.59	5.77
十一月	9.62	9.46	16.86	12.07	28.20	9.88	7.92	8.55	10.41	8.37
十二月	7.93	8.54	7.38	5.65	8.44	7.72	21.70	6.59	9.01	8.77
一月	4.94	4.14	5.21	5.64	3.55	5.87	7.97	5.77	5.51	5.15
二月	2.63	1.73	4.61	5.74	5.63	4.04	5.00	4.26	5.53	1.12

各採樣站之硫酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	10.89	9.71	10.84	13.56	12.35	10.33	10.64	8.62	10.64	8.68
s.d.	6.80	7.14	8.40	11.00	7.21	6.86	5.28	6.84	7.48	6.33
c.v./%	0.62	0.74	0.77	0.81	0.58	0.66	0.50	0.79	0.70	0.73
low 95% C.I.	7.04	5.67	6.09	7.34	8.27	6.46	7.66	4.75	6.00	4.75
up 95% C.I.	14.74	13.74	15.59	19.79	16.42	14.21	13.63	12.49	15.27	12.60

各月份之硫酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	16.07	10.61	11.26	22.36	19.85	5.85	6.49	6.11	12.13	9.17	5.37	4.03
s.d.	2.73	5.40	3.90	7.55	8.46	2.90	2.50	2.21	6.21	4.52	1.17	1.66
c.v./%	0.17	0.51	0.35	0.34	0.43	0.50	0.38	0.36	0.51	0.49	0.22	0.41
low 95% C.I.	14.18	6.87	8.56	17.68	14.60	4.05	4.95	4.74	8.29	6.37	4.65	3.00
up 95% C.I.	17.97	14.36	13.96	27.04	25.09	7.65	8.04	7.48	15.98	11.98	6.10	5.06

1-2 硫酸鹽濃度原始數據(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	9.79	7.05	9.04	8.82	6.26	7.57	3.30	4.15		
四月	5.71	6.26	4.02	6.14	4.30	3.92	6.08	6.78		
五月	7.49	7.22	7.22	6.98	2.71	5.55	7.06	8.60		
六月	4.06	4.41	4.40	3.17	3.63	2.60	2.92	1.69	3.01	3.24
七月	9.53	9.73	12.11	12.80	9.35	11.15	13.46	7.28	9.53	10.57
八月	12.34	1.31	17.38	11.23	10.93	12.23	13.02	2.17	11.57	16.71
九月	2.35	2.99	1.51	2.55	2.51	2.11	2.52	1.14	2.00	2.04
十月	2.64	2.22	1.00	2.22	2.29	2.75	1.00	3.47	3.17	3.31
十一月	6.33	5.22	6.20	4.92	2.66	6.34	4.57	5.06	6.31	5.07
十二月	2.07	4.07	1.93	1.68	2.86	1.94	1.96	1.76	1.75	2.56
一月	1.78	1.75	1.60	1.52	1.57	2.25	4.82	1.51	1.23	1.42
二月	6.92	2.37	9.28	7.83	9.55	6.81	9.60	1.20	7.96	13.49

各採樣站之硫酸鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	5.92	4.55	6.31	5.82	4.89	5.44	5.86	3.73	5.17	6.49
s.d.	3.46	2.61	5.00	3.81	3.29	3.53	4.18	2.63	3.79	5.63
c.v./%	0.59	0.57	0.79	0.65	0.67	0.65	0.71	0.70	0.73	0.87
low 95% C.I.	3.96	3.07	3.48	3.67	3.02	3.44	3.49	2.24	2.82	3.00
up 95% C.I.	7.88	6.03	9.14	7.98	6.75	7.43	8.23	5.22	7.52	9.98

各月份之硫酸鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	7.00	5.40	6.60	3.31	10.55	10.89	2.17	2.41	5.27	2.26	1.94	7.50
s.d.	2.33	1.14	1.78	0.85	1.86	5.30	0.54	0.87	1.14	0.74	1.05	3.57
c.v./%	0.33	0.21	0.27	0.26	0.18	0.49	0.25	0.36	0.22	0.33	0.54	0.48
low 95% C.I.	5.38	4.61	5.37	2.79	9.40	7.60	1.84	1.87	4.56	1.80	1.30	5.29
up 95% C.I.	8.61	6.19	7.84	3.84	11.71	14.17	2.51	2.94	5.98	2.71	2.59	9.71

1-3 硝酸氣體與硝酸鹽

硝酸氣體濃度原始數據(ppb)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	1.08	0.74	0.87	1.00	1.02	0.92	0.92	0.83		
四月	0.68	0.26	0.26	0.46	0.51	0.42	0.62	0.25		
五月	0.94	0.92	0.87	1.26	0.75	0.91	1.21	1.02		
六月	1.77	2.00	1.90	3.00	1.37	1.14	1.17	1.57	1.67	1.10
七月	2.06	2.92	3.09	4.27	2.57	2.23	0.61	6.30	2.27	2.67
八月	1.55	0.20	1.54	1.90	1.44	1.52	1.95	0.24	1.50	2.32
九月	0.88	1.42	0.69	1.28	1.05	0.80	1.42	0.44	0.87	1.10
十月	0.70	0.63	0.48	0.83	0.69	0.74	0.87	0.72	0.80	0.78
十一月	0.50	0.40	0.39	0.40	0.22	0.40	0.35	0.40	0.48	0.40
十二月	1.57	0.49	0.93	0.49	0.42	0.42	7.95	0.33	1.74	0.64
一月	0.24	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.40	0.23	0.24	0.24
二月	0.58	0.48	0.97	0.82	1.07	0.81	1.02	0.78	0.95	0.34

各採樣站之硝酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	1.04	0.89	1.02	1.33	0.95	0.88	1.54	1.09	1.17	1.06
s.d.	0.57	0.83	0.82	1.20	0.65	0.56	2.07	1.69	0.66	0.87
c.v./%	0.54	0.93	0.80	0.90	0.69	0.63	1.34	1.54	0.57	0.82
low 95% C.I.	0.72	0.42	0.56	0.65	0.58	0.56	0.37	0.14	0.76	0.52
up 95% C.I.	1.37	1.36	1.48	2.01	1.31	1.19	2.71	2.05	1.58	1.61

各月份之硝酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	0.92	0.43	0.98	1.67	2.90	1.42	0.99	0.72	0.39	1.50	0.25	0.78
s.d.	0.11	0.17	0.17	0.57	1.50	0.69	0.32	0.11	0.07	2.32	0.05	0.24
c.v./%	0.12	0.39	0.18	0.34	0.52	0.48	0.32	0.15	0.19	1.55	0.20	0.31
low 95% C.I.	0.84	0.32	0.86	1.32	1.97	0.99	0.80	0.65	0.35	0.06	0.22	0.63
up 95% C.I.	1.00	0.55	1.10	2.02	3.83	1.84	1.19	0.79	0.44	2.94	0.28	0.93

1-4 硝酸鹽濃度原始數據(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	10.75	7.51	10.37	10.62	6.34	8.95	6.47	6.67		
四月	1.90	1.78	1.27	1.47	0.53	0.63	1.52	2.10		
五月	2.08	2.21	2.74	2.71	2.03	2.92	2.61	2.54		
六月	2.36	2.69	2.66	2.03	2.10	1.60	0.89	1.04	1.75	2.00
七月	4.84	4.74	5.91	6.39	3.37	7.15	7.07	2.59	4.49	5.00
八月	2.13	0.41	2.36	2.41	1.90	4.44	1.67	1.19	2.21	3.30
九月	1.27	3.68	2.13	2.36	1.72	2.26	1.90	0.89	3.04	4.69
十月	1.22	1.19	0.74	1.39	1.39	1.39	0.58	1.45	2.08	2.00
十一月	2.10	3.25	2.74	2.54	1.67	2.79	3.75	2.10	2.33	2.10
十二月	4.56	5.27	3.14	3.35	4.39	3.73	2.97	2.92	3.09	6.09
一月	0.96	1.09	1.80	2.18	1.72	1.07	1.70	0.94	1.07	0.96
二月	4.54	1.65	6.92	8.44	11.36	7.38	6.49	0.63	7.78	0.79

各採樣站之硝酸鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	3.23	2.68	3.57	3.82	3.21	3.69	3.14	2.02	3.09	3.27
s.d.	2.73	2.03	2.78	3.00	3.00	2.75	2.31	1.58	2.01	1.81
c.v./%	84.64	75.90	78.11	78.34	93.59	74.46	73.53	78.41	64.86	55.35
low 95% C.I.	1.68	1.42	1.99	2.13	1.51	2.14	1.83	1.08	1.96	2.20
up 95% C.I.	4.56	3.77	4.92	5.29	4.68	5.03	4.26	2.83	4.07	4.19

各月份之硝酸鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	8.46	1.40	2.48	1.91	5.16	1.97	2.39	1.34	2.54	3.95	1.35	4.87
s.d.	1.94	0.57	0.33	0.61	1.50	1.15	1.14	0.47	0.62	1.09	0.45	3.68
c.v./%	22.94	40.68	13.37	31.91	29.09	58.28	47.54	34.90	24.41	27.61	33.59	75.49
low 95% C.I.	7.12	1.01	2.25	1.49	4.12	1.26	1.61	1.02	2.11	3.19	1.04	2.59
up 95% C.I.	9.80	1.79	2.71	2.33	6.19	2.68	3.18	1.67	2.97	4.71	1.66	7.15

1-5 鹽酸與氣鹽

鹽酸氣體濃度原始數據(ppb)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	1.39	1.28	0.54	0.50	0.71	18.94	0.76	0.38		
四月	5.45	1.53	2.26	1.89	2.96	1.65	1.54	5.49		
五月	1.41	1.90	1.43	1.97	1.59	1.37	2.28	2.01		
六月	4.19	5.19	4.74	8.33	3.53	3.31	3.28	3.70	4.77	2.32
七月	0.70	1.10	0.99	1.26	0.82	0.92	1.61	2.30	0.88	1.42
八月	1.61	0.50	0.77	0.85	0.76	0.80	0.78	0.56	0.79	1.07
九月	1.38	1.65	1.12	1.51	1.28	1.32	1.52	1.16	1.17	1.60
十月	1.22	1.28	1.17	1.28	1.20	1.37	1.35	1.25	1.23	1.18
十一月	1.27	1.01	1.07	1.10	0.77	1.01	1.53	1.15	1.36	1.41
十二月	2.36	1.35	1.62	1.72	1.24	1.21	14.85	1.03	2.28	2.34
一月	1.74	0.82	0.81	0.98	0.82	0.82	1.78	0.87	0.98	0.82
二月	1.34	2.15	1.34	1.17	1.34	1.31	1.17	1.17	1.32	1.00

各採樣站之鹽酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	2.01	1.65	1.49	1.88	1.42	2.84	2.70	1.76	4.13	3.84
s.d.	1.40	1.20	1.12	2.07	0.91	5.11	3.88	1.48	2.27	2.94
c.v./%	0.70	0.73	0.75	1.10	0.64	1.80	1.44	0.84	0.55	0.77
low 95% C.I.	1.22	0.96	0.86	0.71	0.91	(0.06)	0.51	0.92	2.72	2.01
up 95% C.I.	2.80	2.33	2.12	3.05	1.93	5.73	4.90	2.59	5.54	5.66

各月份之鹽酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	3.06	2.85	1.75	4.33	1.20	0.85	1.37	1.25	1.17	3.00	1.04	1.33
s.d.	6.43	1.69	0.34	1.64	0.48	0.31	0.19	0.07	0.22	4.19	0.38	0.31
c.v./%	2.10	0.59	0.19	0.38	0.40	0.36	0.14	0.05	0.19	1.40	0.37	0.23
low 95% C.I.	-1.39	1.68	1.51	3.32	0.90	0.66	1.25	1.21	1.03	0.40	0.81	1.14
up 95% C.I.	7.51	4.02	1.98	5.35	1.50	1.04	1.49	1.30	1.31	5.60	1.28	1.52

1-6 氣鹽濃度原始數據(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	2.71	0.51	0.62	0.77	0.62	2.94	0.49	0.43		
四月	0.94	0.94	0.88	0.94	0.83	0.86	0.84	0.93		
五月	0.81	1.30	1.06	2.46	0.80	1.77	1.70	0.81		
六月	3.26	0.86	1.10	1.07	0.90	1.06	1.25	1.10	1.12	1.41
七月	0.41	0.45	0.48	0.45	0.48	1.38	0.45	1.62	0.55	0.48
八月	0.88	0.45	0.54	0.54	0.54	0.57	0.54	0.49	0.55	0.54
九月	0.90	1.01	0.78	0.78	0.78	0.77	1.03	0.75	0.75	0.84
十月	0.96	0.88	0.83	0.94	0.90	0.90	0.88	1.30	0.91	1.28
十一月	1.29	1.30	1.46	1.59	1.44	1.88	1.06	1.20	1.15	1.32
十二月	1.59	2.49	1.32	1.64	1.73	1.33	1.36	1.26	0.99	3.22
一月	1.58	1.94	1.74	2.04	2.00	2.38	2.15	2.25	2.81	1.62
二月	1.03	1.73	0.87	1.01	1.07	0.86	1.16	0.83	1.04	0.83

各採樣站之氣鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間 (ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	1.36	1.15	0.97	1.19	1.01	1.39	1.08	1.04	1.10	1.34
s.d.	0.83	0.63	0.38	0.62	0.48	0.72	0.50	0.51	0.68	0.87
c.v./%	61.09	55.40	39.20	52.01	47.27	51.90	46.73	49.21	62.06	64.70
low 95% C.I.	0.89	0.75	0.76	0.84	0.74	0.98	0.79	0.73	0.71	0.83
up 95% C.I.	1.77	1.48	1.16	1.49	1.24	1.74	1.32	1.30	1.43	1.78

各月份之氣鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間 (ug/m³)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	1.14	0.90	1.34	1.31	0.68	0.55	0.84	0.98	1.37	1.69	2.05	1.08
s.d.	1.05	0.05	0.60	0.70	0.44	0.11	0.11	0.17	0.24	0.67	0.37	0.32
c.v./%	92.34	5.34	44.66	53.44	65.17	20.35	12.59	17.20	17.37	39.60	18.19	29.74
low 95% C.I.	0.41	0.86	0.92	0.83	0.37	0.48	0.77	0.86	1.20	1.23	1.79	0.88
up 95% C.I.	1.86	0.93	1.75	1.80	0.98	0.62	0.91	1.09	1.53	2.16	2.31	1.28

1-7 氫氟酸

氫氟酸氣體濃度原始數據($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	0.76	0.61	0.69	0.64	0.68	0.56	0.64	0.58		
四月	0.69	0.69	0.69	0.69	0.68	0.70	0.69	0.68		
五月	0.57	0.56	0.61	0.56	0.55	0.58	0.62	0.57		
六月	2.02	2.41	2.66	3.14	2.70	0.63	2.51	2.17	2.12	2.01
七月	0.86	1.44	1.04	1.20	0.87	1.17	0.70	1.95	0.90	0.89
八月	0.56	0.54	0.59	0.59	0.58	0.61	0.59	0.54	0.61	0.59
九月	0.62	1.96	0.61	1.95	0.61	1.66	0.61	1.89	0.53	1.95
十月	0.67	0.65	0.64	0.65	0.66	0.66	0.65	0.64	0.67	0.65
十一月	1.57	1.67	0.58	1.68	1.77	1.66	0.58	1.41	0.58	0.60
十二月	1.52	1.69	1.49	1.32	0.95	0.93	3.92	1.92	0.73	3.02
一月	0.99	1.22	0.97	0.98	0.73	0.98	1.43	2.36	1.35	0.86
二月	1.25	1.23	0.62	1.50	0.63	0.61	0.62	0.63	0.61	1.25

各採樣站之氫氟酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95% 信賴區間($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	1.01	1.22	0.93	1.24	0.95	0.90	1.13	1.28	0.90	1.31
s.d.	0.48	0.63	0.61	0.76	0.64	0.40	1.04	0.74	0.52	0.84
c.v./%	0.48	0.51	0.65	0.61	0.67	0.45	0.92	0.58	0.58	0.64
low 95% C.I.	0.74	0.87	0.59	0.81	0.59	0.67	0.54	0.86	0.57	0.79
up 95% C.I.	1.28	1.58	1.28	1.67	1.31	1.12	1.72	1.69	1.22	1.83

各月份之氫氟酸氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95% 信賴區間($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	0.65	0.69	0.58	2.24	1.10	0.58	1.24	0.65	1.21	1.75	1.19	0.90
s.d.	0.06	0.01	0.03	0.67	0.37	0.03	0.68	0.01	0.55	1.00	0.46	0.36
c.v./%	0.10	0.01	0.04	0.30	0.33	0.04	0.55	0.02	0.45	0.57	0.39	0.40
low 95% C.I.	0.60	0.69	0.56	1.82	0.88	0.56	0.82	0.65	0.87	1.13	0.90	0.67
up 95% C.I.	0.69	0.69	0.60	2.65	1.33	0.60	1.66	0.66	1.55	2.37	1.47	1.12

1-8 氟鹽濃度原始數據(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	0.61	0.49	0.55	0.51	0.54	0.45	0.51	0.47		
四月	0.56	0.66	0.55	0.66	0.55	0.56	0.72	0.54		
五月	0.45	0.45	0.49	0.45	0.44	0.47	0.50	0.45		
六月	0.67	0.69	0.97	0.63	0.63	0.51	0.63	0.58	0.47	0.62
七月	0.43	0.48	0.46	0.48	0.50	0.47	0.47	0.78	0.45	0.51
八月	0.45	0.43	0.47	0.47	0.47	0.49	0.47	0.43	0.48	0.52
九月	0.50	0.56	0.49	0.49	0.49	0.47	0.59	0.47	0.42	0.49
十月	0.53	0.52	0.51	0.52	0.52	0.53	0.52	0.51	0.54	0.52
十一月	0.48	0.48	0.47	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.48
十二月	0.76	0.75	0.66	0.75	0.76	0.74	0.65	0.70	0.58	0.75
一月	0.49	0.49	0.48	0.49	0.49	0.49	0.82	0.47	0.49	0.49
二月	0.50	0.99	0.50	0.50	0.50	0.49	0.50	0.50	0.49	0.50

各採樣站之氟鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間 (ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	0.54	0.58	0.55	0.54	0.53	0.51	0.57	0.53	0.49	0.54
s.d.	0.10	0.16	0.14	0.09	0.09	0.08	0.11	0.11	0.05	0.09
c.v./%	0.19	0.28	0.26	0.17	0.16	0.15	0.20	0.20	0.10	0.17
low 95% C.I.	0.48	0.49	0.47	0.48	0.48	0.47	0.51	0.47	0.46	0.49
up 95% C.I.	0.59	0.67	0.63	0.59	0.58	0.56	0.63	0.59	0.52	0.60

各月份之氟鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間 (ug/m³)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	0.52	0.60	0.46	0.64	0.50	0.47	0.50	0.52	0.47	0.71	0.52	0.55
s.d.	0.05	0.07	0.02	0.13	0.10	0.03	0.05	0.01	0.01	0.06	0.10	0.15
c.v./%	0.10	0.12	0.04	0.21	0.20	0.06	0.09	0.02	0.01	0.09	0.20	0.28
low 95% C.I.	0.48	0.55	0.45	0.56	0.44	0.45	0.47	0.52	0.47	0.67	0.46	0.45
up 95% C.I.	0.55	0.65	0.48	0.72	0.57	0.48	0.53	0.53	0.48	0.75	0.59	0.64

1-9 總氟化物濃度原始數據(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	1.37	1.10	1.23	1.14	1.22	1.01	1.16	1.05		
四月	1.25	1.35	1.24	1.35	1.23	1.26	1.41	1.22		
五月	1.02	1.00	1.10	1.01	1.00	1.05	1.12	1.02		
六月	2.70	3.10	3.62	3.77	3.33	1.14	3.13	2.75	2.59	2.63
七月	1.29	1.92	1.51	1.68	1.37	1.64	1.17	2.74	1.35	1.40
八月	1.00	0.98	1.06	1.06	1.05	1.10	1.07	0.97	1.09	1.10
九月	1.11	2.52	1.10	2.43	1.10	2.13	1.20	2.36	0.95	2.44
十月	1.20	1.17	1.15	1.17	1.18	1.18	1.16	1.15	1.21	1.16
十一月	2.06	2.14	1.05	2.15	2.25	2.13	1.05	1.88	1.04	1.08
十二月	2.28	2.44	2.15	2.07	1.70	1.67	4.57	2.61	1.31	3.77
一月	1.48	1.70	1.45	1.47	1.22	1.47	2.25	2.83	1.84	1.35
二月	1.75	2.22	1.12	2.00	1.13	1.10	1.12	1.13	1.11	1.75

各採樣站之總氟化物濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ug/m³)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	1.54	1.81	1.48	1.78	1.48	1.41	1.70	1.81	1.39	1.85
s.d.	0.54	0.70	0.74	0.79	0.68	0.40	1.10	0.79	0.52	0.92
c.v./%	0.35	0.39	0.50	0.44	0.46	0.29	0.65	0.44	0.38	0.49
low 95% C.I.	1.24	1.41	1.06	1.33	1.10	1.18	1.08	1.36	1.06	1.29
up 95% C.I.	1.85	2.20	1.90	2.22	1.87	1.64	2.32	2.26	1.71	2.42

各月份之總氟化物濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	1.16	1.29	1.04	2.88	1.61	1.05	1.74	1.17	1.68	2.46	1.71	1.44
s.d.	0.11	0.07	0.05	0.74	0.45	0.05	0.69	0.02	0.55	1.00	0.49	0.44
c.v./%	0.10	0.05	0.04	0.26	0.28	0.05	0.40	0.02	0.33	0.41	0.29	0.30
low 95% C.I.	1.08	1.24	1.01	2.42	1.33	1.02	1.31	1.16	1.34	1.84	1.40	1.17
up 95% C.I.	1.24	1.34	1.07	3.33	1.89	1.08	2.16	1.19	2.02	3.08	2.01	1.71

1-10 氮

氮氣體濃度原始數據(ppb)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	15.27	17.54	14.58	33.03	17.79	19.36	16.88	28.87		
四月	12.80	18.73	30.69	18.52	11.49	12.43	8.35	13.77		
五月	6.71	11.72	6.90	9.77	8.38	9.89	7.81	15.98		
六月	7.17	8.55	10.55	12.62	9.75	9.42	10.00	6.16	8.05	9.13
七月	10.57	12.48	12.62	2.83	18.30	12.98	45.71	17.55	9.15	12.79
八月	2.64	2.57	2.78	7.09	6.47	11.31	2.80	2.54	2.86	7.88
九月	12.28	20.55	12.40	15.81	14.12	28.12	15.66	15.73	13.81	15.01
十月	4.88	9.53	3.03	8.15	5.88	8.38	7.01	9.06	7.45	10.40
十一月	6.57	9.56	9.24	10.32	6.70	11.06	8.27	13.75	10.63	8.64
十二月	4.50	23.02	9.58	11.55	16.09	4.37	22.58	17.49	16.98	19.59
一月	4.72	6.90	5.11	5.49	6.61	11.60	6.46	10.40	5.17	4.68
二月	4.46	4.55	7.07	8.87	7.41	8.06	7.41	9.73	7.93	2.30

各採樣站之氮氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	7.71	12.14	10.38	12.01	10.75	12.25	13.24	13.42	9.11	10.05
s.d.	4.03	6.50	7.41	7.88	4.67	6.13	11.59	6.72	4.28	5.24
c.v./%	0.52	0.54	0.71	0.66	0.43	0.50	0.87	0.50	0.47	0.52
low 95% C.I.	5.44	8.46	6.19	7.55	8.11	8.78	6.69	9.62	6.47	6.80
up 95% C.I.	9.99	15.82	14.57	16.46	13.39	15.72	19.80	17.22	11.76	13.29

各月份之氮氣體濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間(ppb)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	20.41	15.85	9.64	9.14	15.50	4.89	16.35	7.38	9.47	14.57	6.71	6.78
s.d.	6.76	6.93	3.06	1.81	11.46	3.10	4.75	2.25	2.14	6.81	2.41	2.29
c.v./%	0.33	0.44	0.32	0.20	0.74	0.63	0.29	0.31	0.23	0.47	0.36	0.34
low 95% C.I.	15.73	11.05	7.52	8.02	8.40	2.97	13.41	5.98	8.15	10.36	5.22	5.36
up 95% C.I.	25.10	20.65	11.77	10.26	22.60	6.81	19.29	8.77	10.80	18.79	8.21	8.20

1-11 銨鹽濃度原始數據($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三月	7.52	4.87	6.15	6.63	4.34	3.90	3.81	4.09		
四月	2.95	2.88	2.40	2.78	2.39	2.00	3.08	3.20		
五月	3.12	3.42	1.69	2.76	1.54	1.62	3.04	2.89		
六月	2.35	2.40	3.36	2.19	2.21	2.55	1.15	2.02	2.29	2.15
七月	4.12	4.39	6.99	6.88	4.43	6.38	7.59	6.32	6.36	7.84
八月	2.49	1.51	5.28	3.60	3.61	3.11	3.34	1.49	3.54	4.07
九月	3.58	1.95	1.70	1.69	3.69	1.65	1.71	1.64	1.47	1.70
十月	1.86	1.81	1.78	1.81	1.83	1.88	1.80	1.91	2.19	2.07
十一月	3.78	3.56	3.86	3.79	2.88	4.66	3.41	3.15	3.17	3.00
十二月	2.98	3.20	2.65	2.75	3.22	2.89	2.50	2.97	2.53	3.02
一月	1.15	1.09	1.08	1.38	0.91	1.28	1.19	1.19	1.05	1.10
二月	3.06	0.96	4.74	3.92	5.04	3.04	5.19	0.88	4.76	0.49

各採樣站之銨鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample size	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
mean	3.25	2.47	3.47	3.35	3.01	2.91	3.15	2.56	3.04	3.12
s.d.	1.58	1.28	1.94	1.79	1.27	1.48	1.82	1.47	1.67	2.12
c.v./%	48.55	51.87	55.80	53.42	42.27	50.77	57.89	57.64	54.82	67.85
low 95% C.I.	2.35	1.67	2.38	2.34	2.29	2.08	2.12	1.69	2.10	1.87
up 95% C.I.	4.02	3.15	4.42	4.22	3.63	3.63	4.04	3.31	3.85	4.20

各月份之銨鹽濃度年度數據的樣本數、平均值、標準差、變異係數與 95%信賴區間 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

Month	2005/3	2005/4	2005/5	2005/6	2005/7	2005/8	2005/9	2005/10	2005/11	2005/12	2006/1	2006/2
Sample size	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	5.16	2.71	2.51	2.27	6.13	2.92	2.08	1.89	3.53	2.87	1.14	2.79
s.d.	1.42	0.41	0.76	0.54	1.35	1.23	0.83	0.13	0.53	0.26	0.13	1.93
c.v./%	27.41	15.09	30.47	23.85	22.07	42.17	39.90	7.05	14.97	8.93	11.34	68.96
low 95% C.I.	4.18	2.43	1.98	1.89	5.19	2.16	1.50	1.80	3.16	2.69	1.05	1.60
up 95% C.I.	6.14	2.99	3.04	2.64	7.07	3.68	2.65	1.99	3.89	3.05	1.23	3.99

附錄 B：氣象數據



時間：小時	測項	07：00	08：00	09：00	10：00	11：00	12：00	13：00	14：00	15：00	16：00	17：00	18：00	19：00	20：00	21：00
2005/3/22	風速(m/s)	1.72	1.07	4.38	7.5	6.7	5.86	5.79	6.58	4.43	3.75	3.59	2.57	3.14	2.46	4
2005/3/22	風向	WSW	WNW	S	SSE	S	SSW	WSW	W	W	S	SSW	S	S	SSE	SE
2005/3/22	溫度(°C)	20.92	21.67	22.89	26	28.55	29.19	29.48	28.19	26.04	25.65	25.42	24.91	24.15	23.91	24.19
2005/3/22	溼度(%)	77.74	76.54	71.57	64.24	56.12	54.43	53.59	60.52	68.11	70.62	73.69	75.93	80.63	81.84	82.11
2005/4/29	風速(m/s)	3.73	4.45	4.98	6.56	6.06	6.45	6.8	7.57	6.38	6.12	6.69	6.45	6.45	6.39	6.68
2005/4/29	風向	S	S	S	S	SSE	S	SSW	SW	WSW	SW	SW	SW	S	S	S
2005/4/29	溫度(°C)	23.25	24.41	26.36	27.42	28.46	29.75	30.24	30.01	29.92	30.17	29.89	28.67	27.9	27.27	26.92
2005/4/29	溼度(%)	85.12	82.59	76.28	71.86	65.44	63.35	63.57	67.69	68.86	66.94	68.58	73.48	74.95	76.79	77.5
2005/5/31	風速(m/s)	5.65	5.07	3.82	3.3	3.02	4.06	5.43	5.65	7.73	8.46	4.83	5.05	1.02	5.53	2.61
2005/5/31	風向	SSW	SSW	S	SW	SSE	SSE	SSW	W	WNW	NW	NE	NW	NW	S	SSW
2005/5/31	溫度(°C)	27.1	28.02	28.35	29.14	30.02	31	31.67	31.77	30.73	29.09	28.45	28.67	28.71	28.85	28.15
2005/5/31	溼度(%)	79.37	75.42	73.72	69.98	66.49	63.09	59.58	61.81	62.22	67.63	67.95	65.27	66.3	66.32	71.02
2005/6/28	風速(m/s)	1.19	0.89	1.71	1.3	2.05	1.94	2.12	2.74	2.84	3.4	2.42	2.51	1.48	0.94	1.15
2005/6/28	風向	SSE	SSW	S	S	SSE	S	SSW	SSW	SSW	SSW	S	SSE	S	SW	SW
2005/6/28	溫度(°C)	26.99	27.31	27.09	26.58	26.5	26.52	26.77	26.96	27.21	26.98	26.31	25.99	25.86	25.82	25.7
2005/6/28	溼度(%)	82.42	79.98	80.77	84.08	85.79	86.45	86.15	85.4	83.09	83.08	84.57	85.52	83.87	82.61	83.3
2005/7/26	風速(m/s)	1.79	1.73	1.49	1.82	1.48	2.41	3.03	2.31	3.16	2.66	2.91	1.73	1.19	0.71	1.03
2005/7/26	風向	S	S	SE	SSW	WSW	WNW	W	WSW	W	W	WSW	WNW	WNW	SW	SSW
2005/7/26	溫度(°C)	26.81	27.75	29.2	30.57	31.61	31.7	31.83	32.32	31.93	31.41	30.92	29.89	29.07	28.66	28.41
2005/7/26	溼度(%)	80.06	77.12	69.3	63.93	58.91	60.05	59.81	58.4	59.83	61.12	64.01	67.82	70.08	70.6	69.97
2005/8/30	風速(m/s)	0.67	0.82	0.95	1.45	1.63	2.03	2.96	2.52	3.45	2.41	3.63	2.67	2.69	1.1	2.11
2005/8/30	風向	S	S	SSE	NNW	WNW	WNW	NW	WNW	NW	WNW	NW	NW	NW	NW	NNW
2005/8/30	溫度(°C)	26.78	27.46	28.95	30.28	30.66	31.52	32.08	32.36	31.73	31.41	30.82	29.77	28.93	28.56	28.39
2005/8/30	溼度(%)	80.92	78.76	72.59	66.83	66.82	64.81	61.12	60.36	62.72	64.86	67.4	71.47	75.26	76.97	78.79
2005/9/27	風速(m/s)	1.5	2.41	1.47	1.31	0.85	1.9	3.44	4.97	5.87	4.21	3.97	4.31	3.87	4.52	3.75
2005/9/27	風向	E	SSE	SSE	SSE	E	N	ESE	NE	ENE	E	ESE	E	ESE	ESE	ESE
2005/9/27	溫度(°C)	26.13	27.07	28.23	29.57	29.76	30.7	31.36	31.7	30.7	30.3	29.84	28.87	27.81	27.18	26.66

2005/9/27	溼度(%)	78.21	74.91	70.91	66.06	65.08	61.79	59.9	58.86	60.63	62.23	63.22	66.42	69.88	70.86	71.78
2005/10/26	風速(m/s)	2.51	3.4	3.83	3.83	5.16	5.7	5.99	5.75	5.24	5.19	5.44	5.07	4.74	4.24	3.87
2005/10/26	風向	NE	NNW	NNE	NNE	NE	N	NNE	N	NE	NE	ENE	ENE	E	E	NE
2005/10/26	溫度(°C)	22.75	23.31	24.78	26.28	27.31	27.95	28.23	28.37	28.06	27.4	26.2	25.23	24.59	24.15	23.88
2005/10/26	溼度(%)	80.63	79.12	74.68	69.15	65.55	63.06	61.65	61.33	63.84	66.35	69.89	72.98	74.85	76.2	77.09
2005/11/30	風速(m/s)	2.86	3.9	2.9	2.78	4.31	3.97	3.97	4.44	3.9	4.54	2.96	1.51	1.42	1.18	0.54
2005/11/30	風向	NE	NE	NNE	NNE	NNE	WNW	NE	NW	NW	NW	NW	NNW	NW	NE	E
2005/11/30	溫度(°C)	17.28	17.69	19.15	21	22.4	23.45	24.43	24.91	24.77	24.1	22.96	21.78	21.13	20.66	20.06
2005/11/30	溼度(%)	73.15	71.81	66.5	59.93	54.69	52.03	50.45	51.27	54.09	56.87	61.98	66.58	68.87	70.35	72.43
2005/12/28	風速(m/s)	0.45	0.45	0.72	0.68	0.70	1.74	2.25	2.00	2.23	4.82	4.63	3.69	4.50	4.09	4.67
2005/12/28	風向	S	NNW	E	ESE	NE	WNW	NW	NNE	WNW	WNW	ENE	NE	ENE	WNW	W
2005/12/28	溫度(°C)	16.44	17.04	18.06	19.27	20.86	21.68	20.77	20.01	19.79	19.05	18.44	18.15	17.82	17.82	17.66
2005/12/28	溼度(%)	77.53	76.71	73.78	70.43	65.82	64.2	73.32	81.03	83.24	84.39	84.94	84.83	85.14	85.26	85.21
2006/1/23	WIND SPEED	5.93	5.86	4.97	5.49	5.63	5.09	5.74	4.06	5.65	5.8	6.21	5.43	5.63	4.52	3.72
2006/1/23	WIND DIREC	ENE	NNE	NE	ENE	ENE	NE	NW	NW	N	NE	ENE	NW	SW	ESE	WSW
2006/1/23	AMB TEMP	13.45	13.59	14.18	15.45	16.6	17.69	18.64	19.12	19.24	18.86	17.83	16.6	16.03	15.57	15.4
2006/1/23	RH	76.73	76.27	73.39	68.94	64.63	62.66	59.87	59.86	58.76	59.25	63.32	67.86	70.07	71.31	70.71
2006/2/22	風速(m/s)	0.79	1.18	0.86	2.2	2.57	1.89	3.5	3.09	3.33	6.67	7.14	6.22	5.25	4.56	4.85
2006/2/22	風向	22.5	337.5	337.5	315	22.5	45	337.5	315	315	292.5	67.5	0	225	292.5	22.5
2006/2/22	溫度(°C)	19.16	19.23	20.12	23.12	24.43	26.23	28.99	30.49	29.63	26.03	21.94	21.29	20.95	20.24	19.42
2006/2/22	溼度(%)	85.43	85.15	83.36	73.97	65.68	59.72	44.37	36.07	46.78	56.98	72.36	76.02	77.56	78.32	79.04