

101-30-7603

MOTC-IOT-100-H1DA003c

# 大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境 分類之研究(1/4)



交通部運輸研究所

中華民國 101 年 3 月

101

大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究  
(1/4)

交通部運輸研究所

GPN: 1010100313

定價 250 元

101-30-7603

MOTC-IOT-100-H1DA003c

# 大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境 分類之研究(1/4)

著 者：羅建明、陳桂清、柯正龍

交通部運輸研究所

中華民國 101 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究(1/4)  
/羅建明、陳桂清、柯正龍著.--初版.-- 臺北市：  
交通部運輸研究所，民 101.03  
面；公分  
ISBN 978-986-03-1818-0 (平裝)

1. 大氣汙染防制 2. 金屬工作法 3. 侵蝕作用

445.92

101002816

大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究(1/4)

著者：羅建明、陳桂清、柯正龍  
出版機關：交通部運輸研究所  
地址：10458 臺北市敦化北路 240 號  
網址：[www.ihmt.gov.tw](http://www.ihmt.gov.tw) (中文版>中心出版品)  
電話：(04)26587186  
出版年月：中華民國 101 年 3 月  
印刷者：群彩印刷科技股份有限公司  
版(刷)次冊數：初版一刷 90 冊  
本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站  
定價：250 元  
展售處：  
交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880  
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1・電話：(02) 25180207  
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1010100313

ISBN：978-986-03-1818-0 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

## 交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究(1/4)			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN 978-986-03-1818-0 (平裝)	政府出版品統一編號 1010100313	運輸研究所出版品編號 101-30-7603	計畫編號 100-HIDA003c
本所主辦單位：港灣研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：羅建明 研究人員：陳桂清、柯正龍 參與人員：陳志遠、陳義松、李春榮、何木火、李昭明 謝大勇、童佩怡、余振亞、陳毓清 聯絡電話：04-26587188 傳真號碼：04-26564418			研究期間  自 100 年 1 月  至 100 年 12 月
關鍵詞：大氣腐蝕、腐蝕因子、腐蝕環境、腐蝕速率			
摘要： 臺灣為一海島，地處熱帶/亞熱帶，高溫、高溼與高鹽份的存在，造成金屬在大氣中容易腐蝕劣化，且工業發展的結果，伴隨產生的是工業污染，再加上車輛急遽成長所排放的高腐蝕性廢氣，更造就臺灣地區成為一高腐蝕性的大氣環境。金屬與鋼筋混凝土結構的大氣腐蝕機制，主要是材料受大氣中所含水分、氧氣、和腐蝕性物質(如雨水中的雜質、灰塵、表面沉積物等)聯合作用而產生的破壞。因此，瞭解臺灣地區大氣腐蝕狀況，大氣腐蝕劣化因子的調查與研究，尤其重要。  本研究主要工作項目包括：(1)蒐集整理分析國內外大氣腐蝕文獻與國內氣象資料，(2)依據中國國家標準CNS，就金屬及合金之大氣腐蝕性污染測定方法，進行臺灣全島之大氣腐蝕劣化因子調查，(3)標準試片製作與現地暴露試驗之腐蝕速率量測，(4)將調查結果整理分析且建立電腦查詢資料庫，(5)完成臺灣大氣腐蝕環境分類之工作。  此外，本研究針對氣鹽沉積速率，臺灣全年期之調查試驗結果以桃園大潭試驗線、臺中港試驗線、臺塑六輕試驗線較高。二氧化硫沉積量以龍德工業區、觀音工業區、通霄火力電廠、彰濱工業區、中鋼公司、興達火力電廠沉積速率較高。碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為C3以上，沿海地區則為C5等級，碳鋼金屬在基隆試驗線100m、龍德工業區、臺塑六輕試驗線0m、桃園試驗線 0m、陽明山硫磺區腐蝕環境可達到C5+，銅金屬在臺灣全島地區的腐蝕狀況，除濱海地區之腐蝕環境為C5至C5+等級，山區腐蝕環境為C3等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為C4等級。鋁金屬除濱海地區之腐蝕環境為C5等級，山區腐蝕環境為C2等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為C3~C4等級。在平行海岸線方面，高鐵沿線為例，碳鋼與鋅金屬多為C3，銅金屬則為C4等級，鋁金屬為C2~C3等級。  研究成果可提供公路局、港務局及相關單位金屬材料選用之依據，以達到符合各地區腐蝕環境，確保各公共工程如橋梁、碼頭等重大建設構造物，達到或超出設計使用年限，並避免或減少工安事件發生，降低社會成本及提高經濟效益。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
101 年 3 月	160	250	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS  
INSTITUTE OF TRANSPORTATION  
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

<b>TITLE: Study of corrosive factors of atmosphere and classification of corrosive environment in Taiwan (1/4)</b>			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-03-1818-0 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010100313	IOT SERIAL NUMBER 101-30-7603	PROJECT NUMBER 100-H1DA003c
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chien-Ming Lo COMMON INVESTIGATOR: Kuei-Ching Cheng, Jeng-Long Ko PROJECT STAFF: Jhin-Yuang Chen, Yi-Song Chen, Chun-Rong Li, Mu-Huo Ho, Jhao-Ming Li, Pa-Yong Sie, Pei-Yi Tung, Jhen-Ya Yu, Yu-Cing Chen			PROJECT PERIOD  FROM January 2011 To December 2011
<b>KEY WORDS: ATMOSPHERIC CORROSION, CORROSION FACTORS, CORROSIVITY OF ENVIRONMENTS, CORROSION RATE</b>			
<b>ABSTRACT:</b>  <p>Taiwan is an island and locates at tropic and sub-tropic climates with high humidity, and salinity. The cost of atmospheric corrosion and corrosion prevention is considerable because of the climates, industrial development, and traffic pollution. Corrosion of metals and reinforced steel bars in concrete are dominant due to reactions of water, oxygen, and corrosive substances such as impurities in the rainfall, dusts, and particle precipitations. Hence, study of corrosive factors of atmosphere in Taiwan is important.</p> <p>In this study, research topics included 1) collection of atmospheric corrosion related documentation and yearly meteorological data, 2) investigations of atmospheric pollutions in accordance with CNS standard, 3) sample preparation and corrosion rate measurement of metals in accordance with CNS standard, 4) completion of a database for atmospheric corrosion, and 5) classification of atmospheric corrosivity in Taiwan.</p> <p>In addition, these study focusing on chloride deposition rate. Tai Tam, Taoyuan, Taichung Harbor and Formosa Plastics Group's sixth naphtha's test lines are higher than other's in Taiwan according to the Taiwan's annual survey. Sulfur Dioxide deposition in Long De Industrial Zone, Guanyin Industrial Park, sixth grade thermal power plants, Changhua Coastal Industrial Park, China Steel Corporation, Xingda thermal power plants are higher than other places in Taiwan. Carbon steel, zinc, copper, aluminum in Taiwan atmospheric corrosion environments are often higher than C3 level. Coastal areas are C5 level. Carbon steel and copper test lines in Keelung, LongDe Industrial District, Formosa Plastics Group's sixth naphtha, Taoyuan, Yangmingshan sulfur District reach C5+ level. Copper corrosion test lines for Taiwan coastal regions are between C5 to C5+ level, C3 level in the mountain area and the rest places in Taiwan are all C4 level. Aluminum corrosion in coastal areas are C5 level, C2 level in the mountains, the rest areas in Taiwan are mostly between C3 and C4 level. In parallel coastline, take high-speed railway for example, the carbon steel and zinc corrosion are C3 level, copper is C4 level and Aluminum is C2~C3 level.</p>			
DATE OF PUBLICATION March 2012	NUMBER OF PAGES 160	PRICE 250	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究(1/4)

## 目 錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
表目錄 .....	VII
圖目錄 .....	IX
第一章 前言 .....	1-1
1.1 計畫目的 .....	1-1
1.2 計畫之重要性 .....	1-1
1.3 國內大氣腐蝕研究概況 .....	1-2
1.4 計畫工作項目 .....	1-6
第二章 研究方法及進行步驟 .....	2-1
2.1 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析 .....	2-2
2.2 大氣腐蝕因子調查建置 .....	2-2
2.2.1 調查項目與範圍 .....	2-2
2.3 現地暴露試驗 .....	2-4
2.3.1 螺旋狀試片 .....	2-4
2.4 資料蒐集與分析 .....	2-5
2.4.1 大氣腐蝕因子調查資料蒐集與分析 .....	2-5
2.4.2 現地暴露試驗資料蒐集與分析 .....	2-6
2.5 大氣腐蝕因子資料庫建立與轉移 .....	2-6
第三章 文獻回顧 .....	3-1

3.1 大氣腐蝕測試規範.....	3-1
3.1.1 國外 ISO 大氣腐蝕環境分類.....	3-1
3.1.2 國外 CLIMATE TEST 大氣腐蝕環境分類.....	3-2
3.1.3 中華民國國家標準 CNS 規範.....	3-4
3.2 大氣腐蝕因子介紹.....	3-4
3.3 影響大氣腐蝕的因素.....	3-7
第四章 大氣腐蝕因子與現地暴露試驗調查建置.....	4-1
4.1 調查範圍.....	4-1
4.2 氯鹽沉積速率調查.....	4-2
4.2.1 調查試驗點.....	4-2
4.2.2 氯鹽沉積速率計算與調查結果.....	4-9
4.2.3 氯鹽沉積速率季節性之比較.....	4-14
4.2.4 氯鹽沉積速率與距海岸線距離之關係.....	4-14
4.3 二氧化硫沉積速率調查.....	4-19
4.3.1 調查試驗點.....	4-19
4.3.2 二氧化硫沉積速率計算與調查結果.....	4-23
4.3.3 二氧化硫沉積速率季節性之比較.....	4-28
4.4 濕潤時間百分比.....	4-33
4.5 腐蝕因子環境分類.....	4-42
4.6 現地暴露試驗.....	4-48
4.6.1 螺旋狀試片.....	4-53
4.6.2 試片腐蝕生成物清除與測試.....	4-53
4.6.3 腐蝕速率計算與調查結果.....	4-55

4.6.4 各金屬腐蝕速率季節性之比較.....	4-70
4.6.5 各金屬大氣腐蝕環境分類.....	4-90
第五章 大氣腐蝕因子資料庫功能維護與擴充.....	5-1
5.1 系統功能規劃.....	5-1
5.2 新增數據與資料上架.....	5-2
5.3 資料庫資料結構擴充與程式調整.....	5-6
5.4 Google Map 整合.....	5-7
5.5 會員管理.....	5-11
5.6 系統功能展望.....	5-13
第六章 結論.....	6-1
參考文獻.....	參-1
附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表.....	附錄 1-1
附錄二 期末報告簡報資料.....	附錄 2-1

## 表 目 錄

表 1-1	臺灣地區大氣腐蝕試驗相關研究歷程 .....	1-4
表 4-1	氯鹽沉積速率調查全省試驗點建置.....	4-4
表 4-2	氯鹽沉積速率採樣調查時間.....	4-6
表 4-3	各試驗點之氯鹽沉積速率(單位：mg/m <sup>2</sup> /day).....	4-12
表 4-4	工業區二氧化硫沉積速率調查試驗點 .....	4-21
表 4-5	二氧化硫沉積速率採樣調查時間.....	4-22
表 4-6	各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果 .....	4-26
表 4-7	特定試驗位址之二氧化硫沉積速率計算結果 .....	4-28
表 4-8	中央氣象局各氣象站 2009 年 8 月至 2010 年 8 月雨水酸鹼度值 月平均資料.....	4-30
表 4-9	各測點試驗期間濕潤時間百分比.....	4-36
表 4-10	濕潤時間分類.....	4-43
表 4-11	氯鹽沉積速率分類.....	4-43
表 4-12	二氧化硫(SO <sub>2</sub> ) 沉積量分類.....	4-43
表 4-13	大氣腐蝕環境分類(以環境因子分類).....	4-44
表 4-14	利用 2009.08-2010.09 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類..	4-45
表 4-15	金屬試片安裝與採樣時間.....	4-49
表 4-16	化學清洗法使用藥品及條件.....	4-55
表 4-17	大氣腐蝕環境分類-以各種標準金屬最初第一年之腐蝕速率區 分 .....	4-57
表 4-18	碳鋼金屬之腐蝕速率.....	4-58
表 4-19	鋅金屬之腐蝕速率 .....	4-61

表 4-20	銅金屬之腐蝕速率.....	4-64
表 4-21	鋁金屬之腐蝕速率.....	4-67
表 4-22	各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果 .....	4-91
表 5-1	Access 資料庫資料表欄位擴充說明 .....	5-6

# 圖目錄

圖 2.1	研究作業流程圖 .....	2-1
圖 2.2(a)	濕燭法燭心構造示意圖 .....	2-3
圖 2.2(b)	濕燭法裝置構造圖 .....	2-3
圖 2.3	二氧化硫沉積量採集裝置 .....	2-4
圖 2.4	螺旋狀試片構造圖 .....	2-5
圖 3.1	ISO 大氣腐蝕環境分類 .....	3-2
圖 3.2	CLIMATE TEST 大氣腐蝕測試 .....	3-3
圖 4.1	氯鹽沉積速率調查位置 .....	4-8
圖 4.2	2009.08-2009.11 氯鹽沉積速率 .....	4-15
圖 4.3	2009.11-2010.03 氯鹽沉積速率 .....	4-15
圖 4.4	2010.03-2010.06 氯鹽沉積速率 .....	4-16
圖 4.5	2010.06-2010.09 氯鹽沉積速率 .....	4-16
圖 4.6	2009.08-2010.09 氯鹽沉積速率 .....	4-17
圖 4.7	四次調查之垂直海岸試驗線氯鹽沉積速率 .....	4-18
圖 4.8	工業區與石化、火力電廠之二氧化硫沉積速率調查位置 .....	4-20
圖 4.9	2009.08-2009.11 SO <sub>2</sub> 沉積速率 .....	4-31
圖 4.10	2009.11-2010.03 SO <sub>2</sub> 沉積速率 .....	4-31
圖 4.11	2010.03-2010.06 SO <sub>2</sub> 沉積速率 .....	4-32
圖 4.12	2010.06-2010.09 SO <sub>2</sub> 沉積速率 .....	4-32
圖 4.13	2009.08-2010.09 SO <sub>2</sub> 沉積速率 .....	4-33
圖 4.14	2009.08-2009.11 濕潤時間百分比 .....	4-39

圖 4.15	2009.11-2010.03 濕潤時間百分比 .....	4-39
圖 4.16	2010.03-2010.06 濕潤時間百分比 .....	4-40
圖 4.17	2010.06-2010.09 濕潤時間百分比 .....	4-40
圖 4.18	2009.08-2010.09 濕潤時間百分比等位圖 .....	4-41
圖 4.19	現地暴露試驗(碳鋼、鋅、鋁、銅螺旋狀試片)試驗點分佈圖 .....	4-52
圖 4.20	腐蝕生成物清除法作業流程圖 .....	4-54
圖 4.21	2009.08-2009.11 碳鋼腐蝕速率.....	4-72
圖 4.22	2009.11-2010.03 碳鋼腐蝕速率.....	4-72
圖 4.23	2010.03-2010.06 碳鋼腐蝕速率.....	4-73
圖 4.24	2010.06-2010.09 碳鋼腐蝕速率.....	4-73
圖 4.25	2009.07-2009.11 鋅腐蝕速率.....	4-74
圖 4.26	2009.11-2010.03 鋅腐蝕速率.....	4-74
圖 4.27	2010.03-2010.06 鋅腐蝕速率.....	4-75
圖 4.28	2010.06-2010.10 鋅腐蝕速率.....	4-75
圖 4.29	2009.08-2009.11 銅腐蝕速率.....	4-76
圖 4.30	2009.11-2010.03 銅腐蝕速率.....	4-76
圖 4.31	2010.03-2010.06 銅腐蝕速率.....	4-77
圖 4.32	2010.06-2010.09 銅腐蝕速率.....	4-77
圖 4.33	2009.08-2009.11 鋁腐蝕速率.....	4-78
圖 4.34	2009.11-2010.03 鋁腐蝕速率.....	4-78
圖 4.35	2010.03-2010.06 鋁腐蝕速率.....	4-80
圖 4.36	2010.06-2010.09 鋁腐蝕速率.....	4-80

圖 4.37	一年期碳鋼腐蝕速率 .....	4-80
圖 4.38	一年期鋅腐蝕速率 .....	4-80
圖 4.39	一年期銅腐蝕速率 .....	4-81
圖 4.40	一年期鋁腐蝕速率 .....	4-81
圖 4.41	垂直海岸試驗線碳鋼平均腐蝕速率比較.....	4-82
圖 4.42	垂直海岸試驗線鋅金屬平均腐蝕速率比較.....	4-83
圖 4.43	垂直海岸試驗線銅金屬平均腐蝕速率比較.....	4-84
圖 4.44	垂直海岸試驗線鋁金屬平均腐蝕速率比較.....	4-85
圖 4.45	特定測站碳鋼腐蝕速率比較.....	4-86
圖 4.46	特定測站鋅金屬腐蝕速率比較.....	4-87
圖 4.47	特定測站銅金屬腐蝕速率比較.....	4-88
圖 4.48	特定測站鋁金屬腐蝕速率比較.....	4-89
圖 4.49	碳鋼 98-99 年腐蝕速率 ISO 分類 .....	4-94
圖 4.50	鋅 98-99 年腐蝕速率 ISO 分類 .....	4-94
圖 4.51	銅 98-99 年腐蝕速率 ISO 分類 .....	4-95
圖 4.52	鋁 98-99 年腐蝕速率 ISO 分類 .....	4-95
圖 5.1	濕潤時間新增資料顯示 .....	5-3
圖 5.2	金屬現地試驗相片 .....	5-3
圖 5.3	氯離子新增資料顯示 .....	5-4
圖 5.4	氯離子新增資料顯示(詳細).....	5-4
圖 5.5	碳鋼(Fe)新增資料顯示 .....	5-5
圖 5.6	碳鋼(Fe)新增資料顯示(詳細).....	5-5
圖 5.7	Access 資料庫表(view_totldata 的擴增結果).....	5-7

圖 5.8	GoogleMap 整合操作觀察試驗點.....	5-9
圖 5.9	GoogleMap 整合衛星地圖觀察試驗點.....	5-9
圖 5.10	單一試驗點整合資訊視窗 1.....	5-10
圖 5.11	單一試驗點整合資訊視窗 2.....	5-10
圖 5.12	GoogleMap 觀察試驗點街景(StreetView)效果.....	5-11
圖 5.13	首頁畫面（未登入）.....	5-12
圖 5.14	會員註冊填寫資料畫面.....	5-12

# 第一章 前言

## 1.1 計畫目的

本研究計畫的主要目的為進行臺灣全島區域大氣腐蝕因子之調查與研究，並建立完整的「本土化」大氣腐蝕因子資料庫，完成臺灣大氣腐蝕環境分類，以利日後新建與既有金屬或鋼筋混凝土結構物之防蝕設計與維護管理的依據。

## 1.2 計畫之重要性

臺灣為一海島，四面環海，高溫、高溼與高鹽份的環境，加上空氣污染的結果，腐蝕環境嚴重。歷年來公共工程建設常引用國外大氣腐蝕數據進行腐蝕速率評估與防蝕設計，結果常有未及設計年限就已銹蝕損壞的情形；有鑑於此，大氣腐蝕因子的調查與掌握對金屬與鋼筋混凝土結構物耐久性防蝕設計的影響，有其重要性。

然而臺灣缺乏完整的本土化大氣腐蝕因子資料庫。自 1971 年起，國內各研究單位曾陸續以試片腐蝕速率的量測方式進行臺灣大氣腐蝕環境分類，然而因試驗場址維護不易，各地區鮮少有持續 10 年以上的腐蝕數據，且大部份的研究亦止於 1995 年。隨著氣候變遷與工業的發展，為達到結構物耐久性防蝕設計的目的，目前若仍引用過去腐蝕因子之調查數據，腐蝕速率的估算恐會產生過與不及的虞慮；有鑑於此，本所乃自 2007 年起至今規劃「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」計畫，擬長期針對臺灣全島區域進行大氣腐蝕劣化因子調查，完成臺灣大氣腐蝕環境的分類工作，並根據調查結果建立大氣腐蝕環境分類資料庫，規劃一適合國內環境需求的大氣腐蝕劣化因子查詢系統，以作為日後新建與既有金屬及鋼筋混凝土結構物之防蝕設計與維護管理的依據。

### 1.3 國內大氣腐蝕研究概況

臺灣地區從事大氣腐蝕試驗的眾多研究單位中以臺灣電力公司最早，自 1971 年起先後於金山、鹽寮、七美風力發電廠址等地進行二年期的金屬材料及塗料塗裝耐蝕性基本資料調查。金屬工業研究所(目前已併入工業技術研究院)在 1971 年左右亦曾在彰濱一帶從事塗裝耐蝕性暴露試驗調查，惟資料已流失。工業技術研究院工業材料研究所自 1983 年起與臺電公司合作也開始在林口、澎湖、陽明山、大屯山及其它多處地點從事 1~5 年不等的金屬材料及塗裝系統之暴露試驗。臺灣大學自 1987 年起與臺灣電力公司合作探討腐蝕因子與金屬腐蝕率之關係。中華電信研究所在 1984 年曾進行為期二年之暴露試驗，探討保安盒外殼中密度聚丁烯、及鍍鋅、鍍鋁、55% 鍍鋁鋅鋼絞線的耐久性及耐蝕性。中國鋼鐵公司大約自 1990 年起配合鋼材開發需求，開始從事較有系統之鋼鐵材料大氣耐蝕性試驗，數據累積已有 10 年以上，但試驗地點偏少，尚難完全界定在各種腐蝕環境下之耐蝕性。中山科學研究院於 1987~1990 年在臺北市各區利用 A.C.I、M.C.I、I.C.I 等三種腐蝕指標試驗裝置，廣泛調查臺北市各地大氣腐蝕類性變化，惟試驗佈放密度不足，無法得一理想之等位線圖，僅能依行政區劃分標示其腐蝕類型。綜合言之，1990 年以前各單位從事現地大氣腐蝕暴露試驗的研究頗多，可惜無系統性的調查，數據多為定性或半定量，且多無三年以上的試驗數據，以致在試驗結果上整合困難，難以轉化成基本資料。

2001 年，工業技術研究院材料與化工研究所受內政部營建署委託執行「臺灣地區結構物腐蝕潛勢分區研擬」計畫，主要工作內容為協助規劃全國大氣腐蝕試驗(含試驗項目、試驗場址選擇等)，惟一年後因經費問題而未執行相關試驗工作。2004 至 2005 年，工研院材化所協助臺灣高鐵公司進行高鐵沿線大氣腐蝕調查工作，評估熱浸鍍鋅鋼材與軌道碳鋼扣件之大氣腐蝕狀況並進行服務壽命計算；有別於現地大氣腐蝕暴露試驗，工研院材化所於計畫執行期間首次採用 ISO 9223<sup>[1]</sup>環境因子分類方法，依據中央氣象局公佈之相對濕度資料、環保署公佈

之  $\text{SO}_2$  濃度與過去各單位調查研究之氯離子沉積速率，進行臺灣本島大氣腐蝕環境分類，並比較過去現地暴露試驗之結果。惟估算時使用之氣象與空氣污染資料僅止於 2000 年，且無  $\text{SO}_2$  與氯鹽沉積量之實際量測數據，因此多數地區僅推估出一概括性的大氣腐蝕環境分類。因此本所於 2007 年 3 月至 2009 年 10 月委託工研院材化所執行「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」，針對臺灣全島地區進行大氣腐蝕劣化因子調查，建置氯鹽沉積量調查 77 個試驗點，二氧化硫沉積量調查 54 個試驗點，現地暴露試驗調查 87 個試驗點，進行試驗取樣與分析工作。

並於 2009 年 7 月持續執行本研究「大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究」。國內大氣腐蝕研究歷程如表 1-1 所示。

表 1-1 臺灣地區大氣腐蝕試驗相關研究歷程

研究單位	測試材料	測試地點	研究期間
臺灣電力公司	Carbon steel, Stainless steel, Galvanized steel, Al, Al alloy, Cu, Cu alloy	金山 (核一廠)	1971.12-1974.7
		澎湖	1984.9-1985.8
		土城	1984.7-1986.6
		林口發電廠	1988.5-1990.4
	Thermal spray of Zn, Al, Cu, Zn/Al, Cu/Zn on carbon steel	澎湖, 陽明山, 林口發電廠	1989.1-1990.12
工業技術研究院	Carbon steel with and without painting	林口發電廠	1983.7-1987.6
		澎湖	1984.7-1987.6
		金山- 汐止	1984.7-1985.6
	Carbon steel and weathering steel with and without painting	臺西	1984.11-1987.6
	Carbon steel, 304, 316 Stainless steel, Cu, Al, Zn, and thermal spray of Al, 5/95 Al/Zn on carbon steel	陽明山	1986.7-1987.6
	Carbon steel, Stainless steel, Weathering steel, Galvanized steel, Al alloy, Cu alloy, etc.	陽明山, 頭城, 樹林, 新竹, 臺中港, 奮起湖, 興達電廠, 高雄, 花蓮, 澎湖	1987.7-1992.6
	Carbon steel, Zn, Al, Cu (ISO 9226)	竹東, 小港, 佳洛水, 麥寮, 枋山, 斗南, 臺東, 大武, 新營, 土城, 以及 1987 至 1992 之測試地點	1992.7-1995.6
	依據 ISO 9223 環境因子分類方法, 使用中央氣象局公佈之相對濕度資料、環保署公佈之 SO <sub>2</sub> 濃度與過去各單位調查研究之氯離子沉積速率數據, 進行臺灣本島大氣腐蝕環境分類		2004-2005
執行交通部運研所港灣技術研究中心委託「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」計畫		2007.3-2009.10	

表 1-1 臺灣地區大氣腐蝕試驗相關研究歷程 (續)

中華電信研究所	Galvanized steel wire (Class A, B, C), Al-coated steel wire	澎湖, 基隆, 北投, 高雄, 屏東, 臺東	1984-1986
臺灣大學	SS41, Zn and Zn/Al galvanized steel, 304 Stainless steel, Cu, 953 Cu alloy, Al, 356 Al alloy	蘇澳港, 臺北市, 頭城, 宜蘭, 高雄, 臺中港, 林口發電廠, 興達電廠, 通霄發電廠	1987.5-1990.1
成功大學	SS440, Weathering steel, 304, 430 Stainless steel, Zn and Zn/Al galvanized steel, Cu and Cu alloy	臺南市, 安平工業區	1998.4-2001.4
中國鋼鐵公司	Carbon steel, Weathering steel	中山大學, 中鋼, 新竹	1990.8-present
	Carbon steel, Weathering steel, Galvanized steel	中山大學, 中鋼, 新竹, 樹林, 林口電廠	1993.12-present
交通部運研所 臺灣技術研究中心	大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究 (1/4)	氣鹽沉積量調查 61 個試驗點, 二氧化硫沉積量調查 51 個試驗點, 現地暴露試驗調查 87 個試驗點	2009.07- present

## 1.4 計畫工作項目

本年度計畫期間自 2009.07 至 2010.09，已完成的工作如下：

1. 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析。
2. 大氣腐蝕因子調查建置：
  - (1) 調查範圍：涵蓋臺灣全島區域之試驗場址(點)選定及相關試樣擺放；包含垂直海岸線與平行海岸線之調查規劃，調查區域的選擇須有腐蝕環境分類之代表性(如海洋區、工業區、城市區、鄉村區、鐵公路沿線等)，最終可繪製各腐蝕因子之等位圖。
  - (2) 腐蝕因子調查項目：包括氣象資料相對溼度、氯鹽(Cl<sup>-</sup>)與二氧化硫(SO<sub>2</sub>)沉積量之調查，藉以分析季節與區域之關聯性。目前已建置氯鹽沉積量調查 61 個試驗點，二氧化硫沉積量調查 51 個試驗點。
3. 現地暴露試驗：針對碳鋼、鋅、鋁、銅四種金屬，選擇適當位置進行現地暴露試驗，建立腐蝕速率與大氣腐蝕因子之資料庫。目前已建置 87 個試驗點。
4. 資料蒐集與初步分析：完成四次現地取樣與試驗調查分析工作。
5. 大氣腐蝕環境分類資料庫之研究。

本年度計畫完成之工作項目為：

1. 持續現地取樣與試驗調查，分析比較每季與一年期之成果與趨勢。
2. 建立大氣腐蝕因子資料庫。
3. 完成臺灣大氣腐蝕環境分類。

## 第二章 研究方法及進行步驟

本計畫主要工作項目為大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境分類資料庫的建立，研究流程如圖 2.1 所示。

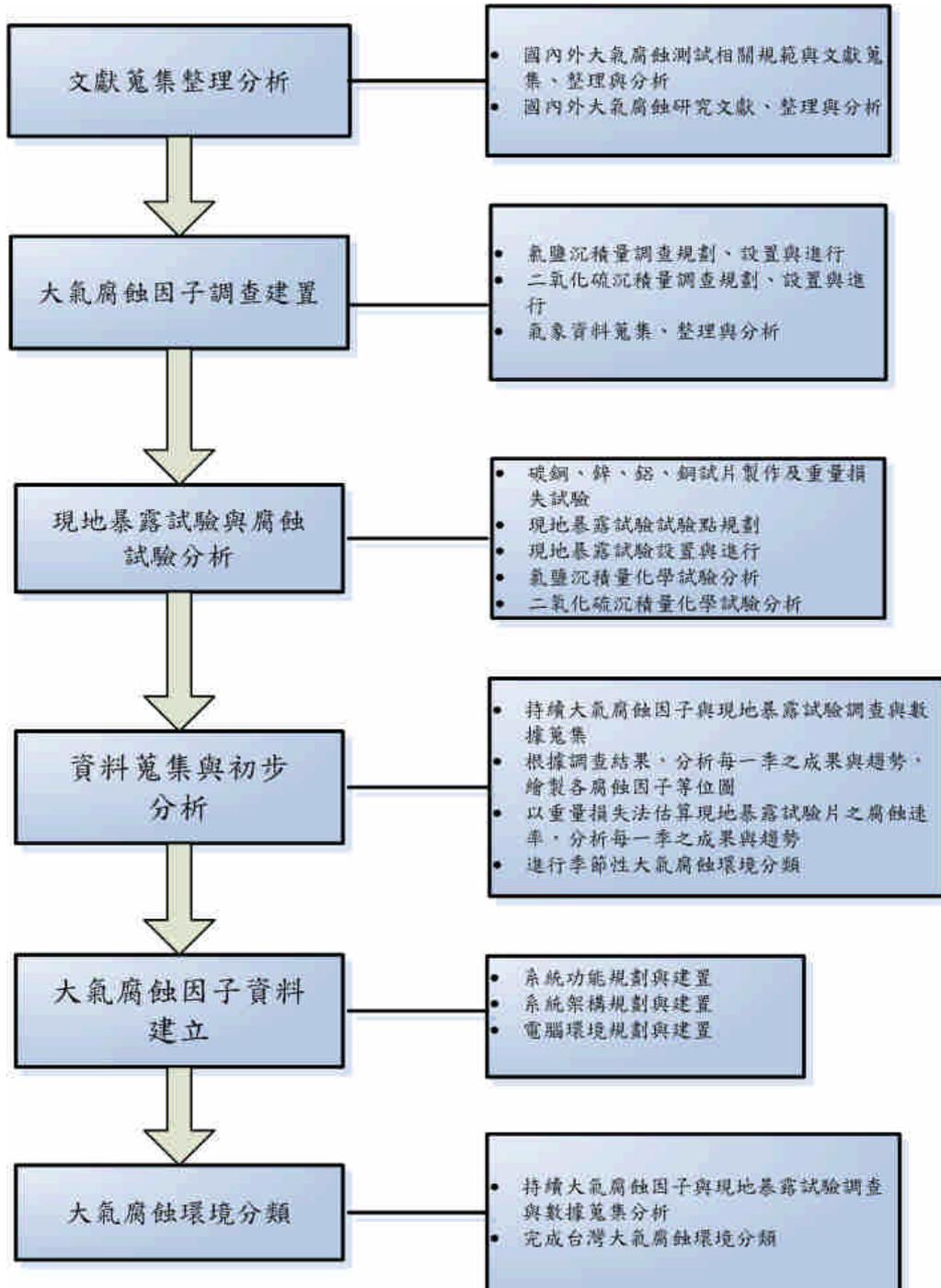


圖 2.1 研究作業流程圖

## 2.1 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析

本年度將持續蒐集國內外大氣腐蝕測試之相關規範與文獻，包括 ISO、ASTM、CNS 等，整理分析相關要點與腐蝕速率估算方式。此外，針對國內各研究單位過去執行之大氣腐蝕調查數據進行分析，比較臺灣過去與目前大氣腐蝕因子與腐蝕速率變化的趨勢，獲得適用於本土環境大氣腐蝕防蝕應用之依據。

## 2.2 大氣腐蝕因子調查建置

### 2.2.1 調查項目與範圍

腐蝕因子調查項目包括相對溼度、氯鹽(Cl<sup>-</sup>)與二氧化硫(SO<sub>2</sub>)沉積量之調查。相對溼度屬於氣象因子數據，由中央氣象局與相關研究單位之調查資料蒐集分析，但氯鹽(Cl<sup>-</sup>)與二氧化硫(SO<sub>2</sub>)的沉積量屬於空氣污染物之調查，環保署過去並無固定測站進行監測，故執行本計畫時參考 CNS 13754<sup>[2]</sup> (ISO 9225<sup>[3]</sup>)金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)規範，安裝氯鹽與二氧化硫沉積量採集裝置。氯鹽沉積量採集裝置是以濕燭法進行(圖 2.2)，其原理為使用一個濕纖維織物表面，在已知面積的條件下暴露一段時間，再以化學分析法測定其氯鹽沉積量，並計算所得之氯鹽沉積率，以 mg/m<sup>2</sup>/day 表示。二氧化硫沉積量採集裝置是以二氧化硫在二氧化鉛硫酸化平板之沉積速率測定(圖 2.3)，其原理為大氣中二氧化硫與二氧化鉛會反應形成硫酸鉛，暴露一段時間後回收該平板，並針對平板上的附著物進行硫酸鹽分析以測定二氧化硫之含量，二氧化硫的沉積量以 mg/m<sup>2</sup>/day 表示。目前臺灣全島已建置氯鹽沉積量調查 61 個試驗點，二氧化硫沉積量調查 51 個試驗點。

本年度持續現地採樣與試驗調查，即針對氯鹽與二氧化硫的取樣頻率約為每季一次，每次更換新的燭心紗布與二氧化鉛硫酸化平板；測試回收後的樣本則進行沉積速率分析，並繪製沉積速率與時間的關係圖，以探討大氣中之氯鹽與二氧化硫之季節與區域的關聯性。此外，

在一年期暴露時間到達後，亦進行取樣分析，進行季節性與一年期之沉積速率比較。

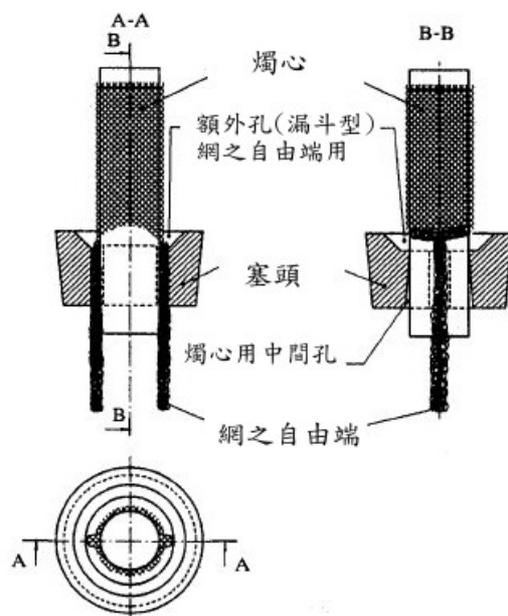


圖 2.2(a) 濕燭法燭心構造示意圖 (CNS 13754)

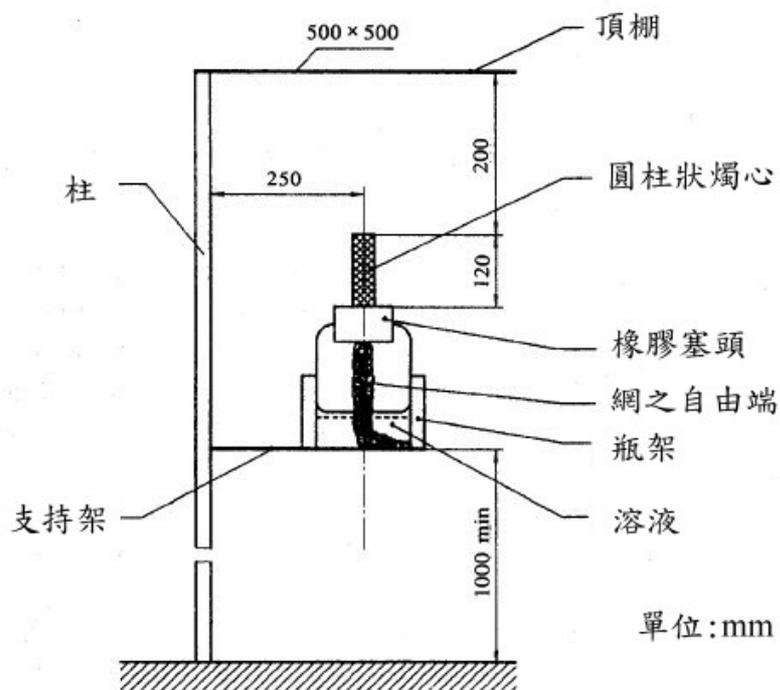


圖 2.2(b) 濕燭法裝置構造圖 (CNS 13754)

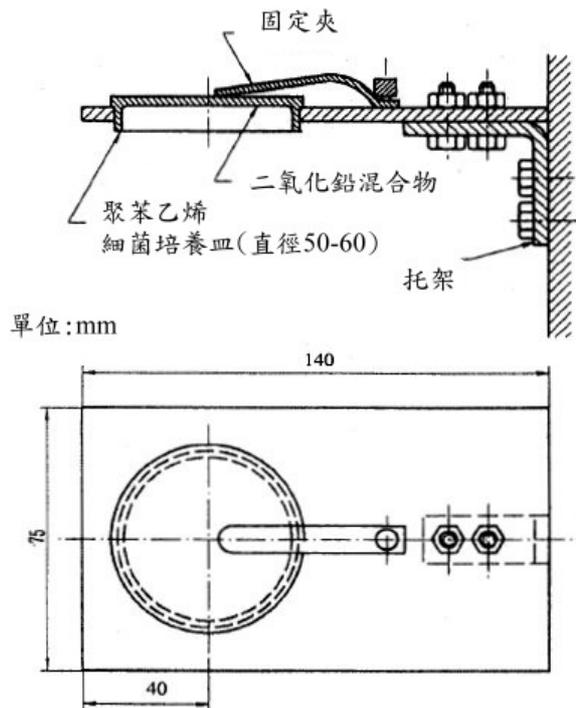


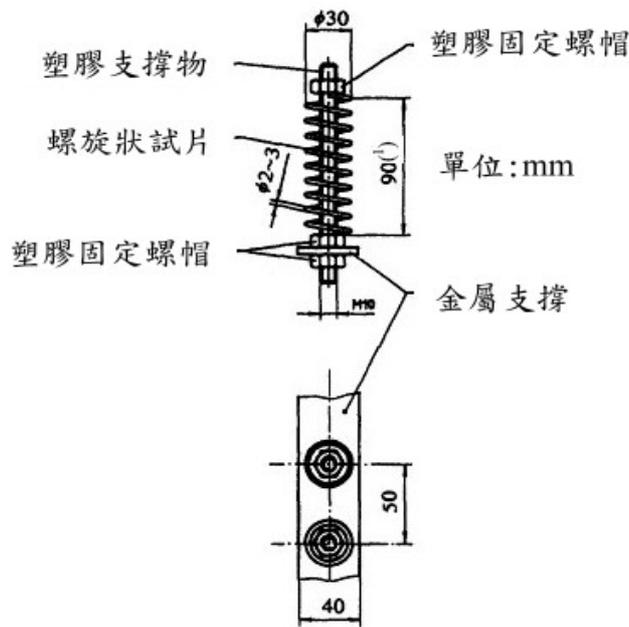
圖 2.3 二氧化硫沉積量採集裝置 (CNS 13754)

## 2.3 現地暴露試驗

### 2.3.1 螺旋狀試片

本研究針對碳鋼、鋅、銅、鋁四種金屬，選擇適當位置進行現地暴露試驗並以重量損失法計算其腐蝕速率。試片製作的方式參考 CNS 13753<sup>[5]</sup> (ISO 9226<sup>[6]</sup>) 大氣腐蝕性測定標準試片製作，採用螺旋狀標準試片(圖 2.4)，試片的材料如下：1) 碳鋼：非合金碳鋼(Cu=0.03~0.10%, P < 0.07%)，2) 鋅：98.5% 以上之純度，3) 銅：99.5% 以上之純度，4) 鋁：99.5% 以上之純度；將以上金屬之線材，線材直徑 2~3 mm，剪取約 1000 mm 長度，纏繞在直徑為 24 mm 的圓棒上，製成螺旋狀試片。現地暴露試驗調查 87 個試驗點。

本年度持續現地採樣與試驗調查，取樣頻率為每季一次，每次取樣後更換新試片；測試回收後的樣本則進行腐蝕速率分析，以探討季節與區域之大氣腐蝕速率變化。此外，在一年期暴露時間到達後，亦進行螺旋狀試片的取樣分析，進行季節性與一年期之腐蝕速率比較。



註1 線材兩端插入支撐物間之距離

圖 2.4 螺旋狀試片構造圖(CNS 13753)

## 2.4 資料蒐集與分析

### 2.4.1 大氣腐蝕因子調查資料蒐集與分析

#### 1. 氯鹽沉積量分析

將各試驗點測試後每季回收的紗布以定量之去離子水(約 50 ml)沖洗，再依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)之離子層析儀測定水中之氯鹽含量。之後，依據各試驗點之沉積量，繪製臺灣全島之氯鹽沉積量等位圖。

#### 2. 二氧化硫沉積量分析

將各試驗點測試後每季回收的硫酸化平板依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)測定，即使用碳酸鈉溶液先移出並溶解硫酸化平板之內容物，然後以離子層析儀檢測硫酸鹽含量。之後，依據各試驗點之沉積量，繪製臺灣全島之二氧化硫沉積量等位圖。

綜合暴露期間內各試驗點之相對濕度、氯鹽沉積量與二氧化硫沉積量，依據 CNS13401 規範，進行初步的季節性大氣腐蝕環境分類；並比較現地暴露試驗腐蝕速率測定結果，分析現地暴露試驗與環境因子的關聯性。

#### 2.4.2 現地暴露試驗資料蒐集與分析

將各試驗點測試後每季回收的試片進行腐蝕速率量測。碳鋼、鋅、鋁、銅四種螺旋狀金屬試片之大氣腐蝕速率量測，依照 CNS14122<sup>[8]</sup> (ISO 8407<sup>[9]</sup>) 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕-試片腐蝕生成物清除法，以適當的清洗方式除去試片表面腐蝕生成物，量測其重量損失，並依金屬材料的暴露時間，計算其大氣腐蝕速率。螺旋狀金屬試片之腐蝕速率單位以  $\mu\text{m}/\text{y}$  表示，計算公式依據 CNS 13753 規範，如下：

$$R_{\text{corr}} = 0.25(\Delta m \cdot d / m \cdot t) \dots \dots \dots (2-1)$$

式中，  $R_{\text{corr}}$ =腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{y}$ )

$\Delta m$ =質量損失(mg)

$d$ =線材直徑(mm)

$m$ =試片原始質量(g)

$t$ =暴露時間，年(y)

### 2.5 大氣腐蝕因子環境分類資訊系統建置

1. 系統功能規劃：大氣腐蝕是結構物工程設計的重要參考數據，在此資料庫系統中會將本計畫之成果及以往相關文獻資料，包括環境影響因子(如氣象資料濕度、落鹽量、二氧化硫沉積量等)與現地暴露金屬腐蝕試驗分析數據，進行資料輸入與查詢模組開發，分析結果將以圖資系統配合臺灣地圖導入，提供設計與維護管理人員快速查詢的功能，以擷取所需之本土化資訊。
2. 系統架構規劃：本系統之架構主要分為資料存取、資料處理與資料

查詢三大模組。資料存取主要提供所蒐集資料或數據資料之輸入建檔，資料處理提供數據分析功能、資料查詢提供顯示與列印(含統計查詢)等功能。開發工作及程式撰寫包括資料庫規劃設計、資料處理介面、查詢使用等介面程式設計。

3. 電腦環境規劃：為方便管理及整合資料，本系統將採用目前廣為使用的 Microsoft WINDOWS/XP 為作業平台，資料庫系統將視未來資料量多寡選用 SQL 或 MS ACCESS 為開發工具，圖文介面將採用較為人所熟知之商用產品，諸如 Autodesk 公司產品，同時為考慮資料查詢的便利性，本系統將以網路作業方式進行開發。

## 第三章 文獻回顧

### 3.1 大氣腐蝕測試規範

#### 3.1.1 國外 ISO 大氣腐蝕環境分類

大氣腐蝕測試工作有系統之進行，最早可溯及美國 ASTM 的 D-1 及 A-1 兩委員會自 1906 年起分別測試塗料塗裝及金屬被覆之鋼鐵產品，自此開始美國便陸續展開數個二十年計畫分別測試當時最新產品的大氣腐蝕耐蝕性及耐久性。國際標準化組織-ISO 於 1985 年起於全球 13 國 47 處地點進行大氣腐蝕暴露試驗，根據這試驗工作成果，於 1992 年發佈 ISO 9223(大氣腐蝕性分類)、ISO 9224<sup>[10]</sup>(各腐蝕環境中腐蝕率指標值)、ISO 9225(污染量量測方法)、及 ISO 9226(標準試片腐蝕率量測方法)四項標準規範，根據這四項規範，只要在欲工作地點從事一年期之標準試片腐蝕率量測或潤濕時間量測及總污染量量測，根據量測結果，即可定義該處的腐蝕環境區分，再根據對照表即可得到該腐蝕環境區分之腐蝕率指標值。換句話說，ISO 9223 大氣腐蝕性分類標準是根據金屬標準試片在某環境中進行自然暴露試驗所得之腐蝕速率，或綜合某環境中大氣污染物濃度和金屬表面潤濕時間而進行分類，其中，潤濕時間( $\tau$ , Time of Wetness)是以全年中溫度高於 0 °C，相對濕度大於 80%之小時數或百分比來區分，環境中大氣污染物濃度的嚴重性則是以 SO<sub>2</sub> 沉積速率或濃度與氯化物(海鹽)沉積速率分別進行區分，之後，將環境之腐蝕性依污染量或最初第一年之腐蝕率大小，分為 C1, C2, C3, C4 與 C5 五個等級，C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。整體流程如圖 3.1 所示。

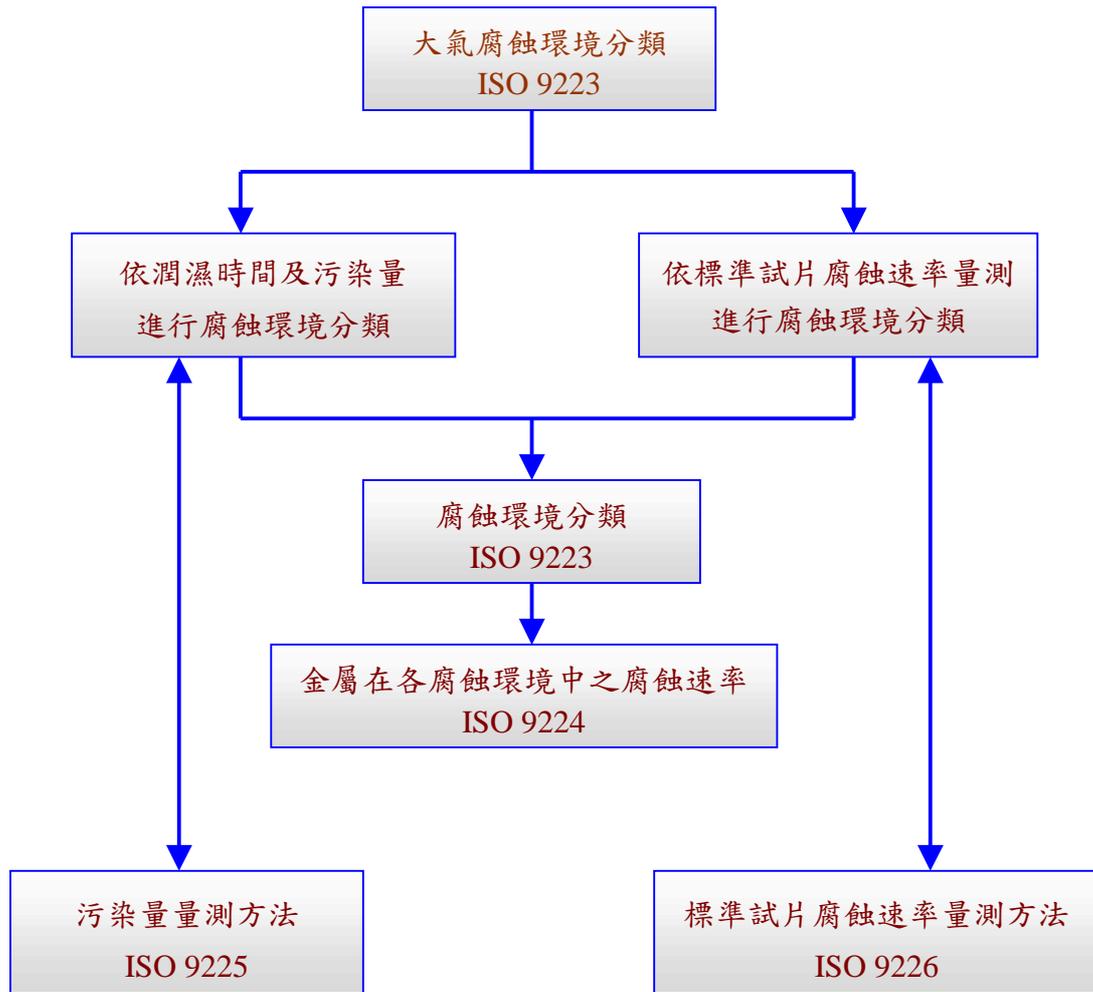


圖 3.1 ISO 大氣腐蝕環境分類

### 3.1.2 國外 CLIMATE TEST 大氣腐蝕環境分類

依據 ISO 9226 量測大氣腐蝕速率有兩種方式，板狀試片與螺旋狀金屬試片，板狀試片是傳統的量測方式，而螺旋狀試片 - CLIMATE TEST 則是源自貝爾實驗室(原名為 “Wire-on Bolt Test”)，其目的為用以研究偶合金屬在戶外環境的腐蝕行為，ASTM G116-93<sup>[11]</sup> 規範為標準測試方式。CLIMATE 是取 Classify Industrial and Marine Atmospheres 的字首，而其測試試片是由兩種不同異金屬(Bi-metallic)所組成，即將細金屬線纏繞在螺桿上產生腐蝕電池，並暴露在大氣環境中約 3-6 個月後，再以

細金屬線的重量損失率來評估當地的大氣腐蝕行為。通常金屬線是使用鋁線(AA-1050)纏繞在螺桿上，或者纏繞成螺旋狀，製作規格是螺旋狀直徑為 2.5cm、鋁線直徑 0.89mm、長度約 90cm、螺桿長度 10cm、直徑 1.27cm、螺牙規格 1/2 UNC。由於鋁線與銅桿在工業性大氣腐蝕環境中有較高的靈敏度，因此取 Al-Cu 組合為工業性環境腐蝕指標，簡稱 I.C.I. (Industrial Corrosivity Indices)。在海洋性大氣腐蝕環境中則以鋁線繞在鐵桿的靈敏度較高，取 Al-Fe 組合作為海洋性環境腐蝕指標 M.C.I. (Marine Corrosivity Indices)，另外 Al 線纏繞成螺旋狀(Al-Coil)及 Al 線繞在塑膠螺桿(Al-Plastic)定為 Al 線在大氣環境的腐蝕指標 (Al-A.C.I.)。每一測試裝置是由 Al-Fe、Al-Coil、Al-Plastic、Al-Cu 等四個不同組合單元所組成，並且均固定在一方形塑膠板上，如圖 3.2 所示；再依據腐蝕指標的高低，將大氣環境區分為腐蝕性"可忽略 (Negligible)"，"輕微(Moderate)"，"輕微嚴重(Moderate Severe)"，"嚴重 (Severe)"，與"較嚴重(Very Severe)"等五級。

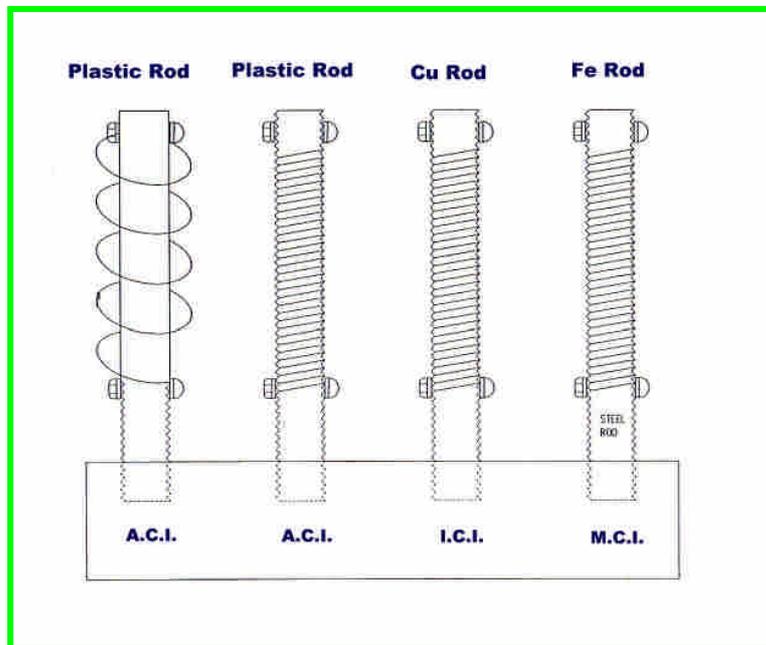


圖 3.2 CLIMATE TEST 大氣腐蝕測試

### 3.1.3 中華民國國家標準 CNS 規範

有鑑於大氣腐蝕測試的重要，經濟部標準檢驗局於民國 83 年起依據國際標準化組織-ISO 規範(ISO 9223、ISO9224、ISO 9225、ISO 9226、ISO8565<sup>[12]</sup>)，制定一系列之「金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性」國家標準 CNS 規範，包括 CNS13401 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性之分類，CNS13753 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(測定標準試片之腐蝕速率以評估腐蝕性)，CNS13754 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)，CNS14122 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕-試片腐蝕生成物清除法，CNS14123 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕測試(現場測試之一般要求)等五項規範。其中針對大氣腐蝕劣化因子所須的環境資料，於 CNS14123 中規定，須具備氣溫(°C)、相對濕度(%)、降雨量(mm/day)、日照幅射的時間及強度、二氧化硫沉積量(CNS 13754, mg/m<sup>2</sup>/day or µg/m<sup>3</sup>)、與只適用於海邊測試場地之氯鹽沉積速率(CNS 13754, mg/m<sup>2</sup>/day)等參數；其他因素，如降雨時間、濕潤時間、風速及風向、雨水 pH 值、氣體量及特殊的污染物等，皆可依測試條件的要求而加以蒐集量測。此外，在進行戶外暴露實驗時，因開始暴露的季節不同會造成腐蝕速率的不同，所以 CNS14123 中建議，長期或短期的暴露測試應在腐蝕速率最高的時期(如春、秋季)開始進行。

## 3.2 大氣腐蝕因子介紹

大氣腐蝕依腐蝕反應可分為化學與電化學反應。在乾燥無水的大氣環境中，金屬表面因氧化、硫化而造成變色或失去金屬光澤等，是為化學腐蝕，而其它劣化行為，則多為電化學反應。即金屬表面為薄層電解液下的腐蝕過程，電解液薄膜是由空氣中的水分於金屬表面吸附、凝聚、及溶有空氣中污染物質所形成，陽極反應為金屬的溶解和水化反應，陰極反應為氧的還原反應，其反應過程如下：



式中，M 代表金屬，M<sup>n+</sup> 為 n 價金屬離子，M<sup>n+</sup> · xH<sub>2</sub>O 為金屬離子化

水合物。

陰極反應：在中性或鹼性介質中， $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ .....(3-2)

酸性介質(如酸雨)中， $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ .....(3-3)

由於水、氧在水膜間的擴散率、大氣中的氯離子含量、以及空氣中的污染物質如  $SO_2$ 、灰塵等，均會影響金屬在大氣中的腐蝕速率，這些腐蝕因子在金屬大氣腐蝕過程中所扮演的角色如下<sup>[13]</sup>：

### 1. 水

水是引起大氣腐蝕最重要的因素。經驗顯示，唯有當大氣的相對濕度高於某一臨界值時，大氣腐蝕才會發生；因此大氣腐蝕也是一種電化學腐蝕，在特別乾燥地區，大氣腐蝕幾乎不會發生，但在熱帶潮濕地區，腐蝕速率相對較高。大氣腐蝕中，水是以液狀薄膜附著於金屬表面，水固化成冰時，大氣腐蝕便停止。由於雨水、霧氣等是液膜的主要來源，但雨水扮演的角色較複雜，它可能會帶來高溶解度物質而加速腐蝕速率，但也可能沖走一些附著的腐蝕性物質而抑制腐蝕；同時，它亦可能沖走一些具有保護作用的腐蝕生成物，進而加速腐蝕。由霧氣所生成的液膜雖薄，但因氧氣及其他腐蝕性物質的飽和性，反而具有較強的腐蝕性。

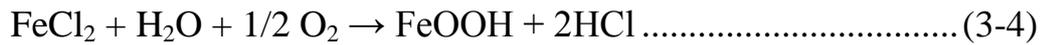
### 2. 氧

當金屬發生大氣腐蝕時，表面液膜很薄，氧氣容易到達陰極表面，且氧的平衡電位較氫為正，所以，金屬在有氧存在的溶液中，首先發生的反應為氧的還原反應。此外，在大氣腐蝕的條件下，氧通過液膜到達金屬表面的速度很快，所以液膜愈薄，擴散速度愈快，陰極氧的還原反應將促使陽極反應繼續進行；但當液膜未形成時，氧的陰極還原反應將無法進行。

### 3. 氯離子

氯化物在金屬表面上有助於在較低的相對濕度形成液膜，其在腐

蝕過程中會阻止氧化膜(oxide films)的形成，進而有助於陰極上氧的還原反應；然而當金屬表面已有氧化膜或鈍態膜存在時，氯離子會破壞鈍態膜，造成孔蝕。Cl<sup>-</sup>與鐵的作用較特別，由於 FeCl<sub>2</sub> 不是緊密結合之化合物，所以 Cl<sup>-</sup>很容易從氯化亞鐵中釋放出來，再與其他金屬作用，進而加速腐蝕反應。過程如下：

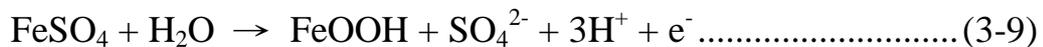


#### 4. 空氣中的污染物質 SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub> 在水溶液中具有極高的溶解度(16.2g SO<sub>2</sub>/100g H<sub>2</sub>O)，且 SO<sub>2</sub> 與 O<sub>2</sub> 作用形成 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>再和鐵循環作用，將會加速腐蝕反應。Florionovich 等人指出<sup>[14]</sup>，在固定電極電位時，陽極溶解溶解電流是 [OH<sup>-</sup>]與[SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>]的共同函數，在含 SO<sub>2</sub> 的大氣中，腐蝕反應步驟如下：



由於 FeSO<sub>4</sub> 會與 H<sub>2</sub>O 作用生成 FeOOH，而釋放出來的 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>則再次與 FeOH 作用：



因而加速腐蝕反應。

#### 5. 灰塵

不同地區的灰塵有不同的成份，在鄉村地區通常是來自地表的有機或無機物質，而在都市或工業地區則含有高濃度的工業污染物質及水溶性無機物質，如 SO<sub>2</sub>，NO<sub>2</sub> 等。灰塵將有助於液膜在較低相對濕度下於金屬表面生成。

### 3.3 影響大氣腐蝕的因素

#### 1. 大氣的相對濕度

大氣腐蝕是一種水膜下的電化學反應，空氣中水分在金屬表面凝聚生成水膜，與空氣中氧氣通過水膜進入金屬表面，是產生大氣腐蝕的基本條件。水膜的形成與大氣中的相對濕度密切相關，相對濕度的定義是指在某一溫度下，空氣中的水蒸氣含量與在該溫度下空氣中所能容納的水蒸氣最大含量之比值。由於不同物質或同一物質的不同表面狀態，對於大氣中水分的吸附能力不同，因此，當空氣中相對濕度到達某一臨界值時，水分將在金屬表面形成水膜，促使電化學反應產生、腐蝕速率增加，此時的相對濕度值稱為金屬腐蝕臨界相對濕度，如鐵的腐蝕臨界相對濕度為 65%<sup>[15]</sup>。此外，空氣中相對濕度還影響金屬表面水膜厚度與乾濕交替的頻率；如金屬表面有較薄的水膜存在時，大氣中的氧容易擴散至金屬表面，加速腐蝕；當水膜變厚時，氧的擴散阻力增加，腐蝕速率下降。

#### 2. 表面潤濕時間

依國際標準 ISO 9223 的定義，表面潤濕時間是指產生大氣腐蝕的電解質膜，以吸附或液態膜型式覆蓋在金屬表面上的時間；潤濕時間愈長，腐蝕總量愈大。而金屬表面的潤濕，則是由露水、雨水、高濕度水分凝聚、甚至溶化的雪水所引起。

#### 3. 日照時間

日照的紫外光會促使高分子材料及塗層老化，因此日照時間對於高分子材料及塗層，關係較為密切；但對金屬材料而言，日照時間長，將使金屬表面水膜消失，降低表面潤濕時間，腐蝕總量減少。

#### 4. 氣溫

溫度的變化能影響金屬表面水蒸氣的凝聚、水膜中各腐蝕氣體和鹽類的溶解度、水膜電阻、以及腐蝕過程中陰、陽極的反應速度。一般而言，當相對濕度低於金屬臨界相對濕度時，溫度對大氣腐蝕的影響很小，即無論氣溫多高，因環境乾燥，金屬腐蝕輕微；但當

相對濕度達到金屬臨界相對濕度時，溫度每升高 10 °C，反應速率增加為原來之 2 倍。

## 5. 降雨

降雨對大氣腐蝕有兩種影響，一方面因降雨增加，大氣中的相對濕度增加，延長了金屬表面的潤濕時間，同時也因降雨的沖刷，破壞了金屬表面腐蝕產物的保護性，加速大氣腐蝕；但另一方面，因降雨沖洗掉金屬表面的污染物與灰塵，減少了液膜的腐蝕性，減緩大氣腐蝕。此外，工業大氣中的雨水溶解了空氣中的污染物，如 SO<sub>2</sub>、Cl 等，亦加速大氣腐蝕的產生。

## 6. 風速與風向

風速對表面液膜的乾濕交替頻率有一定的影響，在風沙環境中，風速過大對金屬表面會有磨耗作用。而在污染源的環境中(如工廠的排煙、海邊的鹽粒子)，風向會影響污染物的傳播，直接關係到大氣腐蝕速率。

## 7. 降塵

固體塵粒對腐蝕的影響可分為 3 類：(1)塵粒本身具有可溶性與腐蝕性，當溶解於液膜中時，成為腐蝕性介質，(2)塵粒本身無腐蝕性，亦不溶解(如碳粒)，但它能吸附腐蝕物質，當溶解於液膜中時，加速腐蝕反應，(3) 塵粒本身無腐蝕性與吸附性(如沙粒)，但落在金屬表面，可能使沙粒與金屬表面間形成縫隙，易於水分凝聚，產生局部腐蝕。

## 第四章 大氣腐蝕因子與現地暴露試驗調查建置

### 4.1 調查範圍

本研究試驗場址(點)的選定包含垂直海岸線與平行海岸線之規劃，且具有腐蝕環境分類之代表性(如海洋區、工業區、城市區、鄉村區、鐵公路沿線等)，選擇方式如下：

1. 以中央氣象局設有氣象站之附近區域為佳，如此可取得最接近、最相似的氣象變化資料。
2. 足以代表本島特殊氣候的不同類型氣候區，如鹽害區、受季風影響最嚴重的氣候區、交通頻繁之都市地區、工業區、或鹽害與疏害較為輕微但相對溼度與溫度變化較大的山地氣候區等。
3. 本島工程建設較多、人口與橋梁數量較為密集的地區，如西部路廊。
4. 濱海氣候區。

為選擇長期、固定及安全的試驗場址，本計畫協調交通部港務局、交通部公路總局、交通部鐵路管理局、行政院海岸巡防署海岸巡防總局、經濟部工業局工業區服務中心、內政部營建署國家公園管理處、臺灣高速鐵路股份有限公司、臺北自來水事業處、臺灣電力公司、臺灣中油公司、中鋼公司、臺塑石化股份有限公司與學校，於各機關所屬單位內設置大氣腐蝕試驗裝置，合計共有 87 個試驗點。其中，氣鹽沉積量調查有 60 個試驗點，二氧化硫沉積量調查有 49 個試驗點，現地暴露試驗調查共有 87 個試驗點，各試驗點所在位置之經緯度、高程與距海岸線的距離如附件一所示；表中，Cl 表示氣鹽沉積量調查位置，SO<sub>2</sub> 表示二氧化硫沉積量調查位置，Exp. 則表示現地暴露試驗調查之位置。

## 4.2 氣鹽沉積速率調查

### 4.2.1 調查試驗點

本研究以垂直海岸線落鹽量之調查，自距離海岸線 3 km 為邊界，即垂直海岸線試驗點的佈設以離海岸線距離，朝內陸沿一條直線設置，每條測線以離海岸線算起，分別約於臨海、100m、300m、1 km、3 km 之距離處設置試驗點。全島共規劃 8 條調查路線，設置站址共 41 處，如下：

1. 東北季風海域(基隆)：基隆試驗線，包括碧砂安檢所 1 處、海洋大學 1 處共 2 處。
2. 西北季風海域(桃園)：桃園試驗線，包括大潭電廠 2 處與觀音工業區 1 處，共 3 處。
3. 中部地區海域(臺中)：臺中港試驗線，包括臺中港區內 1 處、港研中心 1 處與市區民宅 1 處，共 3 處。
4. 中部工業區海域(雲林)：臺塑六輕麥寮工業區試驗線，包括六輕工業區內 5 處。
5. 西南部地區海域(高雄)：高雄港試驗線，包括高雄港區內 4 處與過港隧道管理中心 1 處，共 5 處。
6. 南部地區海域(恆春)：核三廠試驗線，包括核三廠區內 4 處共 4 處。
7. 東北部地區海域(宜蘭)：蘇澳港試驗線，包括蘇澳港區內 2 處、蘇澳市區民宅 1 處與龍德工業區 1 處，共 3 處。
8. 東部地區海域(花蓮)：花蓮港試驗線，包括花蓮港區內 2 處、市區加油站 1 處共 3 處。

另外為使試驗點之數據可作內插推算，於上述調查路線之垂直方向，即沿臺灣南北向再規劃西部二條、東部一條試驗線。臺灣西部之試驗線一為西部濱海沿線，另一則為臺灣高鐵沿線；西部濱海沿線試驗點包括：臺北港監測站、桃園永安安檢所、新竹漁港安檢所、臺電通霄電廠、苗栗外埔安檢所、臺中五甲安檢所、臺電臺中電廠、彰濱

工業區、彰化王功安檢所、嘉義東石安檢所、臺南成大安南校區水工試驗所、高雄興達火力電廠、中鋼公司，共 13 個試驗點；高鐵沿線車站試驗點則包括高鐵臺中站、嘉義站、左營站，共 3 個試驗點。臺灣東部濱海公路沿線之試驗點包括：宜蘭梗枋安檢所、宜蘭南澳安檢所、花蓮太魯閣國家公園管理處、花蓮橄仔樹安檢所、花蓮石梯安檢所、臺東東河金樽安檢所、臺東富崗伽蘭安檢所、臺東尚武安檢所，共 8 個試驗點。

在對照組方面，選擇臺灣距離海岸線較遠之山區或公路佈設試驗點，規劃之試驗點包括臺北市陽明山國家公園管理處、北橫公路(公路總局第一區養護工程處復興工務段)、阿里山(公路總局第五區養護工程處阿里山工務段)等 3 個試驗點。此外，都會地區於臺北市設置 1 個試驗點。

綜言之，氣鹽沉積速率的調查位置共有 60 個試驗點，相關涵蓋區域與試驗點所屬環境分類如表 4-1 所示，分佈如圖 4.1 所示。圖 4.1 中，紅色字樣表示垂直海岸線規劃的調查路線共 33 個試驗點，藍色字樣為 24 個平行海岸線之試驗點，綠色字樣則表示 3 個參考對照試驗點；各試驗點之安裝與四次採樣時間如表 4-2 所示。

表 4-1 氣鹽沉積速率調查全省試驗點建置

	試驗線(點)規劃	所在地區	環境分類
垂直海岸線之試驗線	基隆試驗線	基隆市	海洋環境、鄉村環境
	桃園試驗線	桃園縣觀音鄉	海洋環境、鄉村環境
	臺中港試驗線	臺中市梧棲區、沙鹿區	海洋環境、鄉村環境
	臺塑六輕試驗線	雲林縣麥寮鄉	海洋環境、工業環境
	高雄港試驗線	高雄市	海洋環境、都市環境
	核三廠試驗線	屏東縣恆春鎮	海洋環境、鄉村環境
	蘇澳港試驗線	宜蘭縣蘇澳鎮	海洋環境、鄉村環境
	花蓮港試驗線	花蓮市、花蓮縣吉安鄉	海洋環境、鄉村環境
	臺東成功漁港試驗線	臺東縣成功鎮	海洋環境、鄉村環境
西部濱海沿線規劃試驗點	樹林工業區	新北市樹林工業區	工業環境
	平鎮工業區(服務中心)	桃園縣平鎮市	都市環境
	臺北港監測站	新北市淡水	都市環境
	陽明山硫磺區	臺北市北投區	都市環境
	竹南工業區	苗栗縣竹南鎮	工業環境
	頭份工業區	苗栗縣頭份鎮	工業環境
	工研院	新竹縣	都市環境
	新竹工業區	新竹縣湖口鄉	工業環境
	觀音工業區(服務中心)	桃園縣觀音	工業環境
	新竹漁港	新竹縣	海洋環境、鄉村環境
	永安安檢所	桃園縣新屋鄉	鄉村環境
	平鎮工業區	桃園縣平鎮區	工業環境
	臺電通霄電廠	苗栗縣霄電鎮	海洋環境、工業環境
	苗栗外埔安檢所	苗栗縣後龍鎮	海洋環境
	臺中五甲安檢所	臺中市大安區	海洋環境、鄉村環境
	臺電臺中電廠	臺中市	海洋環境、工業環境
	福興工業區	彰化縣福興鄉	海洋環境、工業環境
	南崗工業區	南投縣	工業環境
	大里工業區	臺中市大里工業區	工業環境
	臺中工業區	臺中市	都市環境
關聯工業區	臺中市梧棲區	海洋環境、鄉村環境	
彰濱工業區	彰化縣	海洋環境、工業環境	
彰化王功安檢所	彰化縣芳苑鄉	海洋環境	

表 4-1 氣鹽沉積速率調查全省試驗點建置(續)

	試驗線(點)規劃	涵蓋地區	環境分類
西部濱海沿線規劃試驗點	嘉義東石安檢所	嘉義縣東石鄉	海洋環境
	朴子工業區	嘉義縣朴子工業區	工業環境
	斗六工業區	雲林縣斗六市	工業環境
	臺南水工試驗所	臺南縣安南區	海洋環境、鄉村環境
	安平工業區	臺南市安平工業區	工業環境
	官田工業區	臺南市官田區	工業環境
	高雄縣興達火力電廠	高雄縣永安鄉	海洋環境、工業環境
	中鋼公司	高雄市小港區	工業環境
	林園工業區	高雄市林園區	工業環境
	鳳山工業區	高雄市鳳山區	工業環境
	大發工業區	高雄縣大寮鄉	工業環境
	高雄煉油廠	高雄市楠梓區	工業環境
	永安工業區	高雄縣岡山鎮	工業環境
	屏東工業區	屏東市	工業環境
	臺中站	臺中縣烏日鄉	都市環境
	嘉義站	嘉義縣太保市	鄉村環境
左營站	高雄市	都市環境	
東部濱海沿線規劃試驗點	和平工業區	花蓮縣秀林鄉	海洋環境
	宜蘭梗枋安檢所	宜蘭縣頭城鎮	海洋環境
	美崙工業區	花蓮市	海洋環境
	宜蘭南澳安檢所	宜蘭縣蘇澳鎮	海洋環境
	花蓮太魯閣國家公園管理處	花蓮縣秀林鄉	鄉村環境
	花蓮橄仔樹安檢所	花蓮市	海洋環境
	花蓮石梯檢所	花蓮縣豐濱鄉	海洋環境
	臺東金樽安檢所	臺東縣東河鄉	海洋環境
	臺東伽蘭安檢所	臺東市	海洋環境
	臺東尚武安檢所	臺東縣大武鄉	海洋環境
對照組試驗點	臺北市陽明山國家公園管理處	臺北市	鄉村環境
	公路總局第一區養護工程處復興工務段	桃園縣復興鄉	鄉村環境
	臺北自來水事業處	臺北市	都市環境

表 4-2 氣鹽沉積速率採樣調查時間(2009/8~2010/9)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
1	基隆試驗線 0m	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/7
2	基隆試驗線 100m	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/7
3	梗枋安檢所	2009/8/3	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/4	2010/9/2
4	龍德工業區	2009/7/24	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
5	蘇澳港試驗線 0m	2009/7/24	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
6	蘇澳港試驗線 100m	2009/7/23	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
7	蘇澳港試驗線 300m	2009/7/23	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
8	南澳安檢所(朝陽)	2009/7/23	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
9	太魯閣國家公園	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
10	花蓮港試驗線 0m	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
11	花蓮港試驗線 100m	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
12	花蓮港試驗線 300m	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
13	橄仔樹安檢所	2009/7/21	2009/10/28	2010/3/2	2010/6/2	2010/8/31
14	石梯安檢所	2009/7/21	2009/10/28	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
15	成功試驗線 0m	2009/7/21	2009/10/28	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
16	金樽安檢所	2009/7/21	2009/10/27	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
17	伽蘭安檢所	2009/7/21	2009/10/27	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
18	尚武安檢所	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
19	核三廠試驗線 0m	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
20	核三廠試驗線 100m	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
21	核三廠試驗線 300m	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
22	核三廠試驗線 1Km	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
23	中鋼公司	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
24	高雄港試驗線 0m	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
25	高雄港試驗線 100m	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
26	高雄港試驗線 300m	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
27	高雄港試驗線 1Km	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
28	高雄港試驗線 3Km	2009/7/29	2010/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
29	高鐵左營站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/19	2010/6/4	2010/9/3
30	興達火力電廠	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31

表 4-2 氣鹽沉積速率採樣調查時間(2009/8~2010/9) (續 1)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
31	成大水工所	2009/7/30	2009/11/5	2010/3/3	2010/6/2	2010/9/1
32	東石安檢所	2009/7/13	2009/10/12	2010/2/11	2010/6/2	2010/9/1
33	高鐵嘉義站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/19	2010/6/4	2010/9/3
34	臺塑六輕試驗線 0m	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
35	臺塑六輕試驗線 100m	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
36	台塑六輕試驗線 300m	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
37	台塑六輕試驗線 1Km	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
38	台塑六輕試驗線 3Km	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
39	王功安檢所	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
40	彰濱工業區	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
41	高鐵臺中站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/18	2010/6/4	2010/9/3
42	臺中火力電廠	2009/8/12	2009/11/11	2010/2/26	2010/5/11	2010/9/14
43	臺中港試驗線 0m	2009/7/6	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/11
44	臺中港試驗線 100m	2009/7/14	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/24
45	臺中港試驗線 1Km	2009/7/6	2009/10/8	2010/2/11	2010/5/11	2010/8/10
46	五甲安檢所	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
47	通霄火力電廠	2009/7/24	2009/11/13	2010/3/12	2010/6/10	2010/9/8
48	外埔安檢所	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
49	平鎮工業區(力鋼)	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/7	2010/9/6
50	桃園試驗線 0m	2009/9/1	2009/11/13	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/8
51	桃園試驗線 300m	2009/9/1	2009/11/13	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/8
52	桃園試驗線 1Km	2009/9/1	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/6
53	臺北市區	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/9	2010/6/9	2010/9/7
54	陽明山國家公園	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/10	2010/6/8	2010/9/7
55	阿里山	2009/7/13	2009/11/12	2010/2/11	2010/5/31	2010/8/30
56	北橫巴陵	2009/8/5	2009/11/10	2010/3/8	2010/6/7	2010/9/6
57	東北角風景管理處	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/2
58	臺北港監測站	2009/9/1	2009/11/12	2010/3/12	2010/6/9	2010/8/8
59	永安安檢所	2009/8/6	2009/11/12	2010/3/12	2010/6/9	2010/9/8
60	新竹漁港	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12



圖 4.1 氣鹽沉積速率調查位置

#### 4.2.2 氯鹽沉積速率計算與調查結果

各試驗點暴露後回收的紗布以定量的去離子水(約 50 ml)沖洗，再依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)之離子層析儀測定水中之氯離子含量。氯鹽之沉積速率， $R(\text{Cl}^-)$  ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )，依下式計算：

$$R(\text{Cl}^-) = \frac{m}{A \times t} \dots\dots\dots(4-1)$$

式中，  $R(\text{Cl}^-)$ = 氯化物沉積速率( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )

$m$ =試樣溶液之氯離子總質量( $\text{mg}$ )

$A$ =暴露網表面積( $\text{m}^2$ )

$t$ =暴露時間，天( $\text{day}$ )

表 4-3 為各試驗點四次採樣與一年期之氯鹽沉積速率計算結果。四次採樣的調查期間分別為 2009.07-2009.11，2009.11- 2010.03，2010.03-2010.06，2010.06-2010.09，而一年期的調查期間則為 2009.07-2010.09。

一般而言，2009.07-2009.11 調查期間，氯鹽沉積速率介於  $0.04 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (太魯閣國家公園與阿里山)至  $55.08 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ (臺東伽蘭安檢所)之間，而較高的沉積速率發生在東海岸沿海之伽蘭、石梯、梗枋安檢所，各測點所測得的氯鹽沉積速率均大於  $30 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ；其次為西海岸臺塑六輕工業區、桃園大潭海岸附近、王功安檢所、永安安檢所、彰濱工業區、基隆試驗線 100m、臺中港試驗線 0m 氯鹽沉積速率介於  $24.27 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$  與  $35.2 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，再者為核三廠試驗線 0m、尚武安檢所、臺中港試驗線 100m 及 1km、東石安檢所、花蓮港 0m、東北角風景管理處介於  $10.17 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$  與  $18.21 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$  之間。在太魯閣國家公園陽明山國家公園與北橫巴陵及臺中、嘉義、高雄高鐵等站氯鹽沉積速率都低於  $1.0 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

2009.11- 2010.03 之氯鹽沉積速率介於  $0.35\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (高鐵嘉義) 至  $66.14\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (高雄試驗線 100m) 之間，較高的沉積速率發生在東海岸沿海區域如石梯安檢所、成功安檢所、西部沿海區域有五甲安檢所、桃園試驗線 1km、北部為基隆試驗線 0m、南部核三廠試驗線 100m 間，各測點所測得的氯鹽沉積速率均大於  $30\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，其次為高雄試驗線 300m、核三廠試驗線 1km、梗枋安檢所、台塑六輕試驗線 100m 等，氯鹽沉積速率介於  $21.33\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  與  $27.33\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。再者為台塑、核三、蘇澳、王功介於  $10.03\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  與  $18.78\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  之間。在阿里山、高鐵嘉義等站都低於  $1.0\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

2010.03- 2010.06 之氯鹽沉積速率介於  $0.42\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (高雄左營站) 至  $58.67\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (石梯安檢所) 之間，較高的沉積速率發生在西海岸外埔安檢所、桃園試驗線 1km、梗枋安檢所各測點所測得的氯鹽沉積速率均大於  $30\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，其次為蘇澳港試驗線(100m、300m)、基隆試驗線等地區介於  $13.07\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  與  $22.79\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。至於氯鹽沉積速率較小有高雄試驗線 1km、高雄嘉義、左營站都低於  $1.00\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

2010.06-2010.09 之氯鹽沉積速率介於  $0.41\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (高鐵嘉義) 至  $86.99\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (新竹漁港) 之間，核三試驗線 (1km、300m) 台塑六輕試驗線 0km、太魯閣、永安地區各測點所測得的氯鹽沉積速率均大於  $30\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，其次阿里山、高港、蘇澳、基隆試驗線、成功、五甲、石梯安檢所等地區氯鹽沉積速率亦在  $10.39\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  至  $24.73\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  之間。至於氯鹽沉積速率較小有臺中港試驗線 1km、台塑六輕試驗線 300m、成大水工等地區都低於  $1.00\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

由於濕燭法的原理為使用一個濕纖維織物表面，在已知面積的條件下暴露一段時間，再以化學分析法測定其氯鹽沉積量；因此在纖維織物維持濕潤的狀況下，附著在纖維織物上的氯鹽會隨暴露時間的增加而累積，但在雨天時因為雨水的潑濺，燭心上部份的氯鹽沉積也可能被洗去，因此比較一年期氯鹽沉積速率值時，本研究以四季累積值來計算氯鹽沉積速率。在 2009.07-2010.09 一年期的暴露時間內，臺灣本島的氯鹽沉積速率介於  $1.19\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  (高雄左營) 至  $168.44$

mg/m<sup>2</sup>/day (石梯安檢所)之間，較高的沉積速率發生在台塑六輕試驗線 0m、蘇澳港、桃園試驗線 1km、王功、成功安檢所等地區，氯鹽沉積速率亦達到 90 mg/m<sup>2</sup>/day 以上，其次外埔安檢所、太魯閣、梗枋、台塑六輕試驗線(100m、300m)、核三試驗線(100m、300m)、彰濱工業區、平鎮工業區等地區的氯鹽沉積速率介於 30-70mg/m<sup>2</sup>/day 之間，僅有南部沿海的試驗位址，氯鹽沉積速率無顯著變化，如高鐵嘉義為 2 mg/m<sup>2</sup>/day，高雄試驗線 1km 為 2.6 mg/m<sup>2</sup>/day，高鐵左營為 1.19 mg/m<sup>2</sup>/day。

表 4-3 各試驗點之氣鹽沉積速率

單位：mg/m<sup>2</sup>/day

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009.7- 2010.9
1	基隆試驗線 0m	8.19	30.81	5.19	13.89	58.08
2	基隆試驗線 100m	26.62	38.65	22.79	16.6	104.66
3	梗枋安檢所	29.66	8.39	8.15	12.4	58.60
4	龍德工業區	0.11	2.37	5.43	4.93	12.84
5	蘇澳港試驗線 0m	3.65	3.29	19.94	7.51	34.39
6	蘇澳港試驗線 100m	3.38	2.76	6.57	5.94	18.65
7	蘇澳港試驗線 300m	6.26	2.16	2.91	2.1	13.46
8	南澳安檢所	3.31	5.85	-	-	9.16
9	太魯閣國家公園	0.05	0.35	1.14	3.00	4.54
10	花蓮港試驗線 0m	4.54	23.78	6.92	6.19	41.43
11	花蓮港試驗線 100m	11.43	18.78	7.84	0.51	38.56
12	花蓮港試驗線 300m	6.21	15.97	11.3	10.84	44.32
13	橄仔樹安檢所	21.48	66.14	58.67	22.15	168.44
14	石梯安檢所	45.46	21.33	17.53	65.93	150.25
15	成功安檢所	-	60.73	35.31	13.26	109.30
16	金樽安檢所	55.08	16.03	9.64	29.61	110.36
17	伽蘭安檢所	-	25.67	33.27	12.3	71.24
18	尚武安檢所	17.16	6.06	3.78	32.04	59.04
19	核三廠試驗線 0m	18.21	10.03	10.62	3.36	42.22
20	核三廠試驗線 100m	6.46	2.97	5.09	13.99	28.51
21	核三廠試驗線 300m	2.46	2.16	1.5	3.95	10.07
22	核三廠試驗線 1Km	1.31	2.01	8.29	2.27	13.88
23	中鋼公司	4.52	3.07	1.85	3.68	13.12
24	高雄港試驗線 0m	-	3.93	3.94	10.51	18.38
25	高雄港試驗線 100m	0.98	6.23	3.75	2.26	13.22
26	高雄港試驗線 300m	1.30	2.78	1.80	3.30	9.18
27	高雄港試驗線 1Km	9.39	2.85	3.76	1.73	17.73
28	高雄港試驗線 3Km	-	1.93	2.78	1.39	6.10
29	高鐵左營站	0.07	1.57	7.5	1.19	10.33
30	興達火力電廠	2.74	2	2.71	2.48	9.93

表 4-3 各試驗點之氣鹽沉積速率(續 1)

單位：mg/m<sup>2</sup>/day

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009.7 – 2010.9
31	成大水工所	4.15	2.22	2.24	1.95	10.56
32	東石安檢所	12.88	9.13	5.76	3.66	31.43
33	高鐵嘉義站	0.09	0.96	0.96	0.59	2.60
34	臺塑六輕試驗線 0m	35.2	38.69	16.36	10.39	100.64
35	臺塑六輕試驗線 100m	-	12.77	53.66	24.73	91.16
36	臺塑六輕試驗線 300m	-	33.23	9.95	13.37	56.55
37	臺塑六輕試驗線 1Km	22.29	5.92	21.3	5.32	54.83
38	臺塑六輕試驗線 3Km	15.26	8.64	3.94	2.08	29.92
39	王功安檢所	32.73	4.90	19.12	4.40	61.15
40	彰濱工業區	27.76	5.98	18.68	8.67	61.09
41	高鐵臺中站	0.07	0.92	1.15	0.65	2.79
42	臺中火力電廠	-	16.93	13.99	7.14	38.06
43	臺中港試驗線 0m	24.27	60.64	13.07	16.04	114.02
44	臺中港試驗線 100m	14.19	6.6	7.93	2.46	31.18
45	臺中港試驗線 1Km	12.88	11.43	6.35	4.87	35.53
46	五甲安檢所	-	2.01	20.4	9.27	31.68
47	通霄火力電廠	2.45	5.29	6.73	13.77	28.24
48	外埔安檢所	7.99	17.76	5.02	37.18	67.95
49	平鎮工業區(力鋼)	3.00	9.86	2.03	1.49	16.38
50	桃園試驗線 0m	-	27.33	11.59	86.99	125.91
51	桃園試驗線 300m	-	30.14	-	17.87	-
52	桃園試驗線 1Km	33.76	-	7.39	12.66	53.81
53	臺北市區	2.92	22.89	1.19	2.51	29.51
54	陽明山國家公園	0.06	1.81	2.15	3.84	7.86
55	北橫巴陵	0.57	0.49	0.48	0.46	2.00
56	阿里山	0.04	0.32	0.42	0.41	1.19
57	東北角	10.17	6.04	13.73	3.71	33.65
58	臺北港監測站	9.42	5.97	4.94	5.79	26.12
59	永安安檢所	27.91	3.49	5.74	37.98	75.12
60	新竹漁港	-	1.15	9.1	23.64	33.89

註：- 表示試體遺失

### 4.2.3 氣鹽沉積速率季節性之比較

本研究四次採樣調查的期間分別為 2009.07-2009.11，2009.11-2010.03，2010.03-2010.06，2010.06-2010.09，相當於臺灣氣候之秋季、冬季、春季、夏季期間。圖 4.2 至圖 4.5 為四次採樣期間內之氣鹽沉積速率等位圖，圖 4.6 則為一年期(四次累積)之氣鹽沉積速率調查結果，圖中，紅色部份表示氣鹽沉積速率大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  的區域。根據四次採樣調查結果，臺灣西部海岸的氣鹽沉積速率以秋季(2009.07-2009.11)最為嚴重，由基隆一直到嘉義縣東石鄉，氣鹽沉積速率多大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  且約在  $8 \sim 34 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  之間；在東部海岸以夏季(2010.06-2010.09)較為嚴重，由梗枋安檢所至尚武安檢所氣鹽沉積速率介於  $5 \sim 65 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  之間；在四次季節累積之平均氣鹽沉積量以採樣調查結果發現以臺灣東部海岸以檳仔樹安檢所最高。臺灣南部海岸的氣鹽沉積速率與西部海岸以及東部海岸相較，氣鹽沉積速率較小，四次調查的結果多小於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ 。

簡言之，臺灣本島一年期累積的氣鹽沉積速率，除南部海岸僅核三廠試驗線 0m(10.6)大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  外，相較西部海岸從雲林麥寮以北至北部海岸的基隆試驗線及自基隆試驗線至東部海岸的臺東尚武安檢所附近，一年期累積的氣鹽沉積速率多大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ ，如圖 4.6 所示。在高鐵沿線各站方面，一年期累積調查結果分別為：臺中站( $2.8 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ )、嘉義站( $2.60 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ )與左營站( $10.3 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ )。

### 4.2.4 氣鹽沉積速率與垂直海岸線之關係

至於垂直海岸的試驗線，圖 4.7 為四次調查之垂直海岸試驗線於距海岸 0m、100m、300m、1000m、3000m 之平均氣鹽沉積速率；顯然的，臺灣全年期之試驗結果以桃園大潭試驗線、臺中港試驗線、臺塑六輕試驗線的氣鹽沉積速率較高。

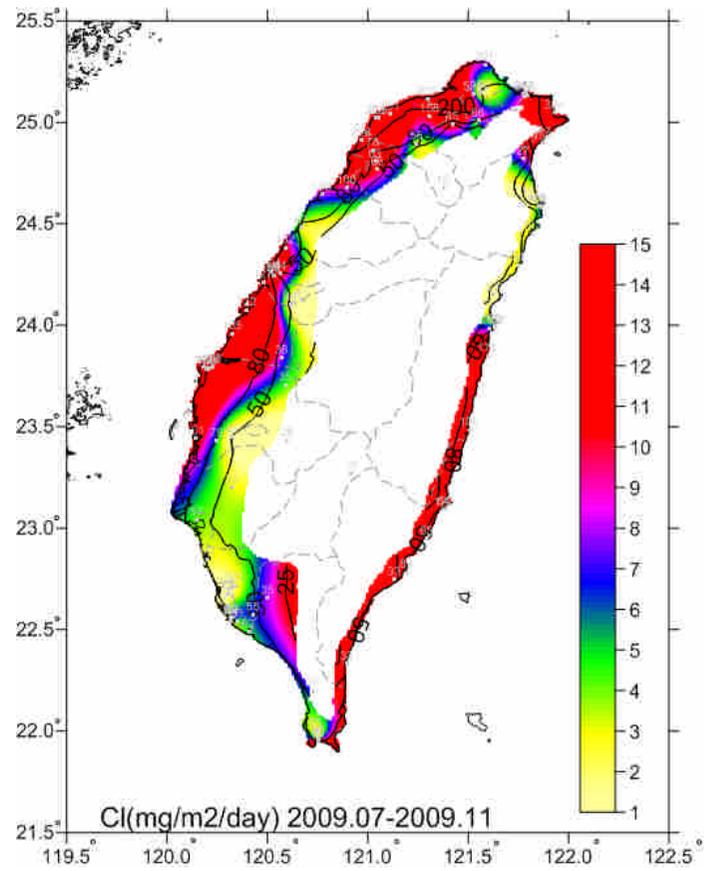


圖 4.2 2009.07-2009.11 氯鹽沉積速率( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )

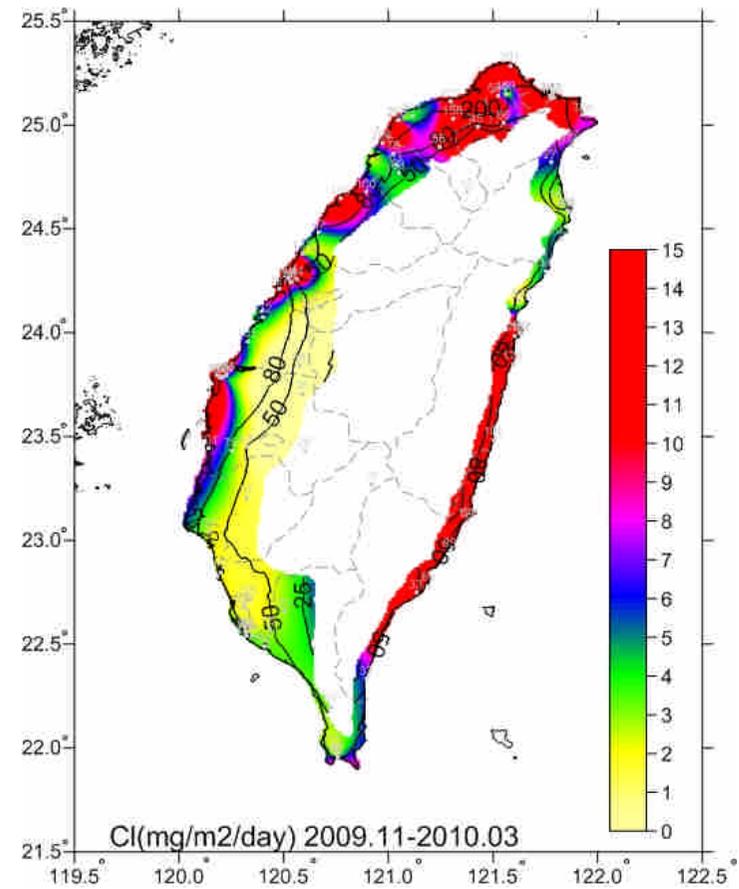


圖 4.3 2009.11-2010.03 氯鹽沉積速率( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )

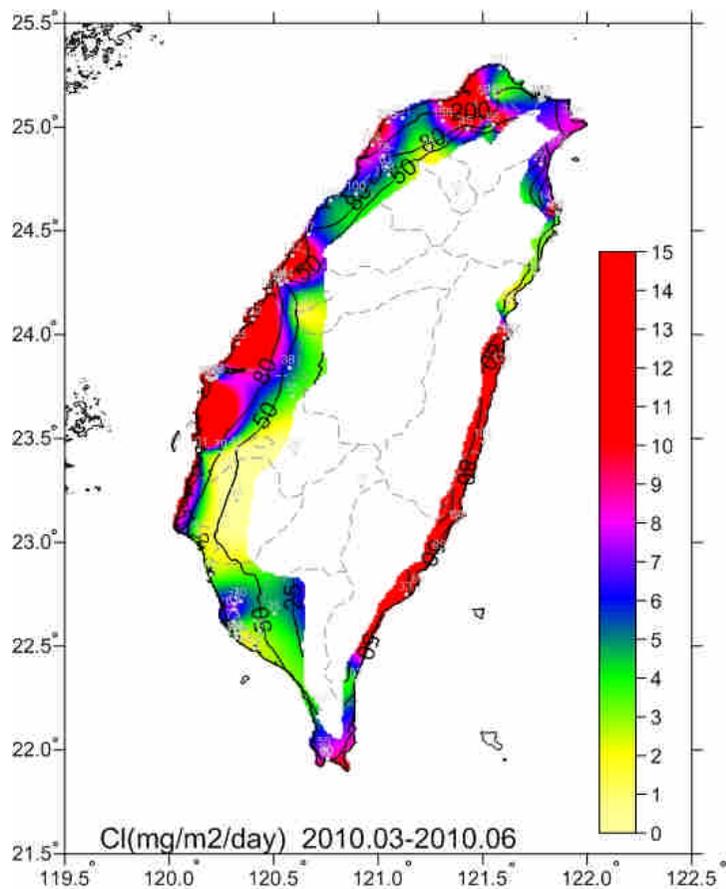


圖 4.4 2010.03-2010.06 氯鹽沉積速率(mg/m<sup>2</sup>/day)

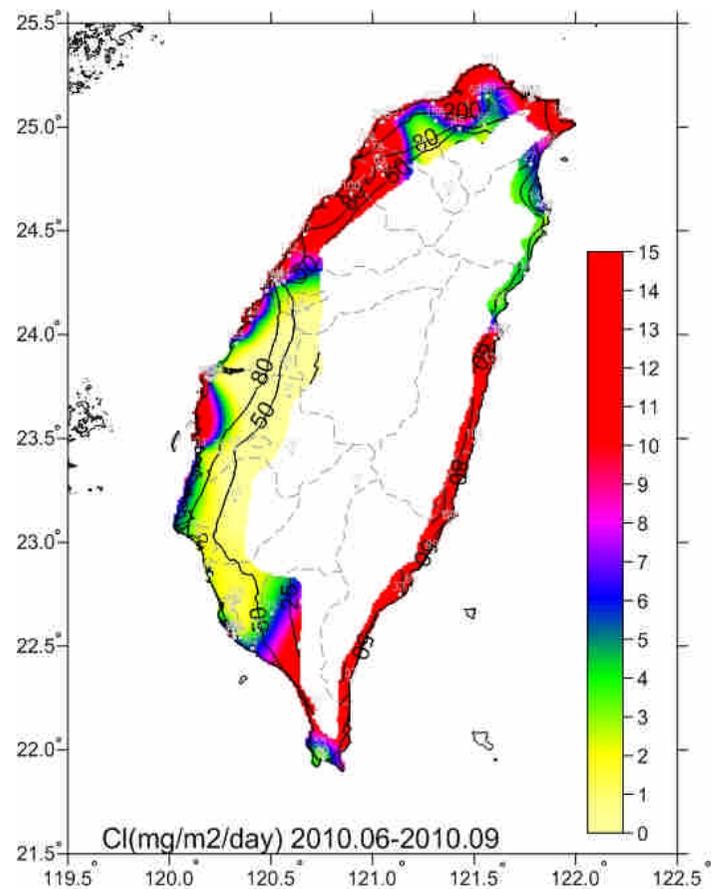


圖 4.5 2010.06-2010.09 氯鹽沉積速率(mg/m<sup>2</sup>/day)

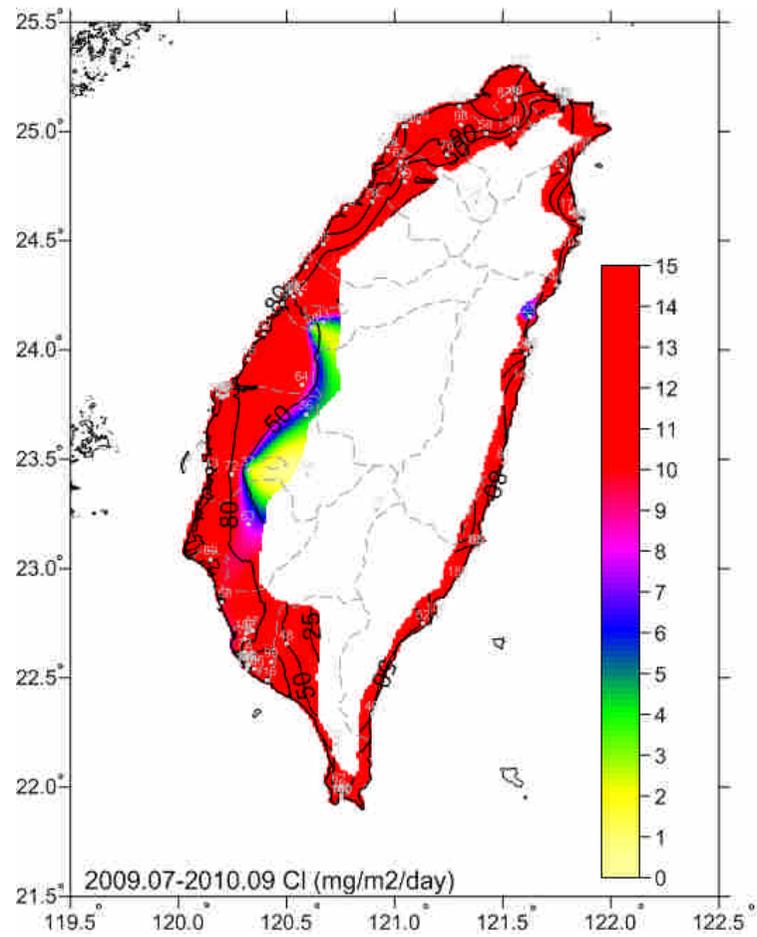


圖 4.6 2009.07-2010.09 氯鹽沉積速率(mg/m<sup>2</sup>/day)

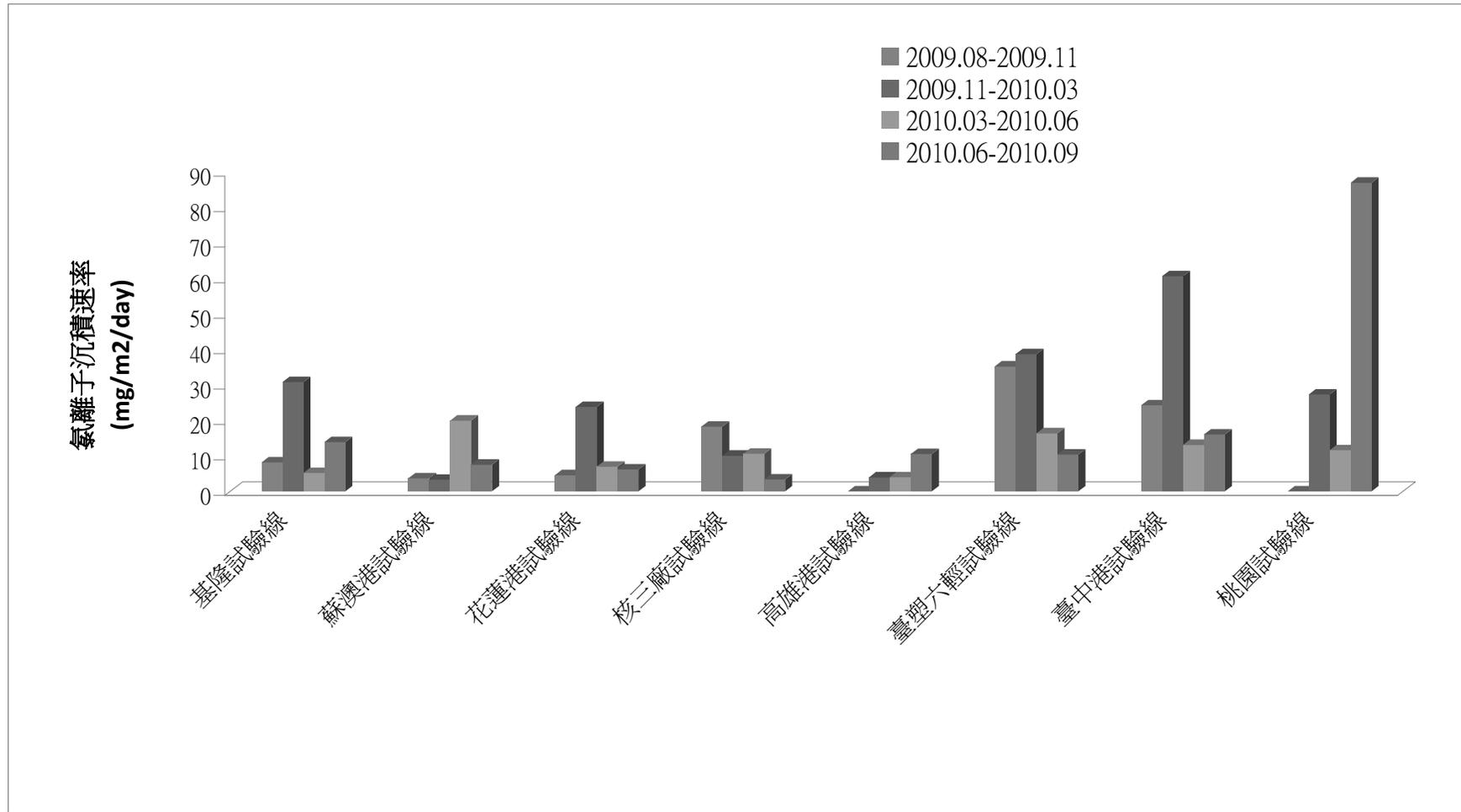


圖 4.7 四次調查之垂直海岸試驗線氯鹽沉積速率

## 4.3 二氧化硫沉積速率調查

### 4.3.1 調查試驗點

大氣中廢氣的污染程度決定了當地大氣的腐蝕性，若排放的廢氣中含有大量的  $\text{SO}_2$  與  $\text{H}_2\text{S}$ ，這些氣體在大氣中會形成酸雨，且當這些硫化物溶於水以水膜形式存在時，將會形成強腐蝕介質，加速金屬腐蝕。一般在石化廠、煉鋼廠、火力電廠等工業區與都市地區，大氣中均可能存在相當程度的硫化物；因此本研究針對二氧化硫沉積速率調查試驗點的佈設，主要以都市地區、工業地區、石化與火力電廠附近為主，並設置對照組，建置如下：

1. 都市地區：臺北市，選取交通頻繁處，共 1 個試驗點。
2. 工業地區：於表 4-4 中各工業區服務中心，共 29 個試驗點。
3. 石化與火力電廠：高雄煉油廠、林園煉油廠、大潭 0m、大潭 300m、通霄、臺中、興達、核能三廠，共有 8 個試驗點。
4. 臺灣西部南北縱向：高鐵沿線車站，地點包括高鐵臺中站、嘉義站、左營站，共有 3 個試驗點。
5. 對照組：選擇臺灣距離海岸線較遠之山區或公路佈設試驗點，包括臺北市陽明山國家公園管理處、太魯閣國家公園管理處、北橫公路(公路總局第一區養護工程處復興工務段)、阿里山(公路總局第五區養護工程處阿里山工務段) 4 個試驗點。此外，在硫磺區如陽明山淨水站亦有 1 個試驗點。

二氧化硫沉積速率調查位置共有 48 個試驗點(如圖 4.8 所示)，包括都市地區 1 個試驗點，全臺工業區 29 個試驗點，石化與火力電廠 8 個試驗點，高鐵沿線 3 個試驗點，5 個參考對照試驗點與硫磺溫泉區 1 個試驗點。採樣調查時間如表 4-5 所示。

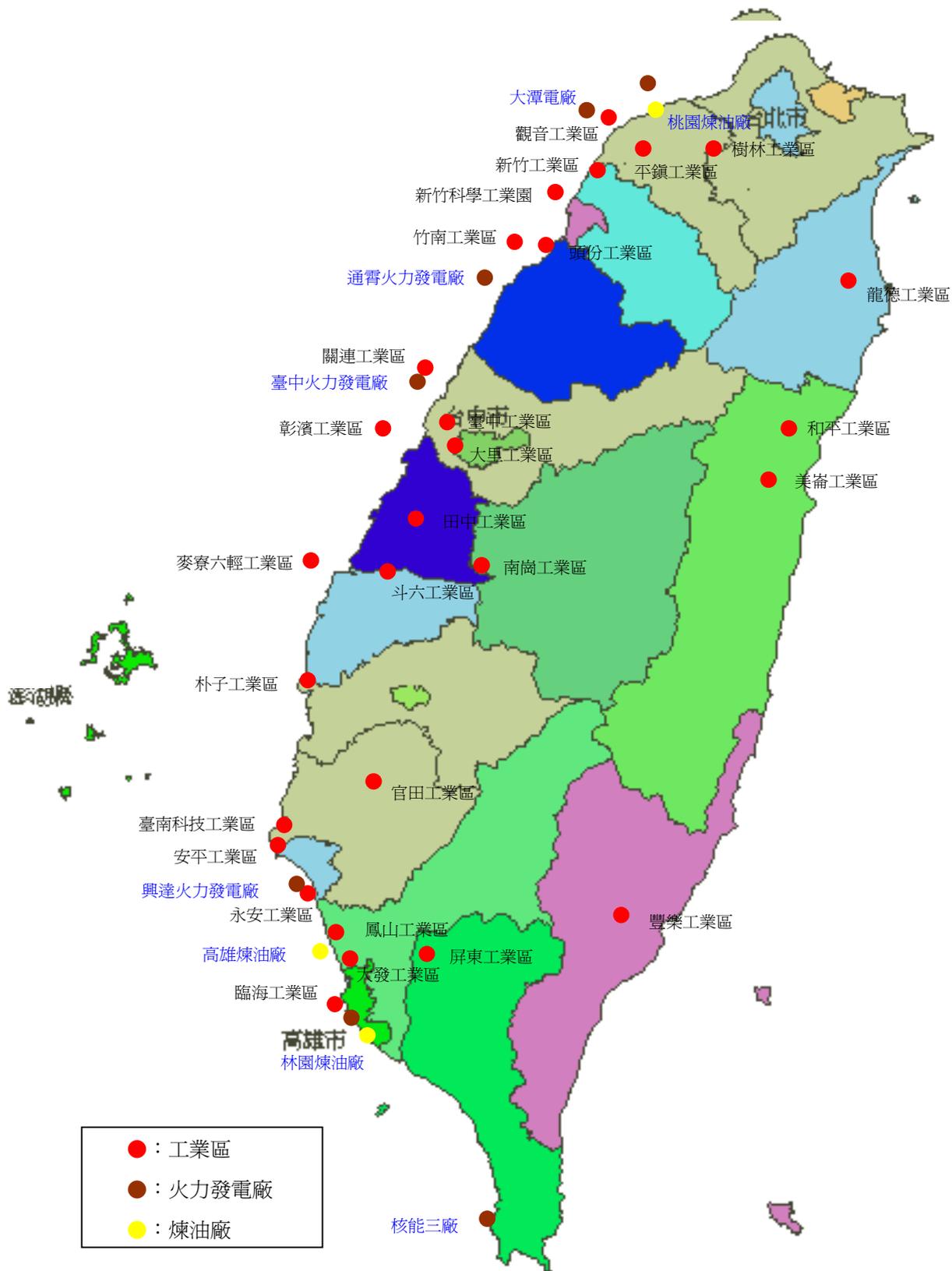


圖 4.8 工業區與石化、火力電廠之二氧化硫沉積速率調查位置表

表 4-4 工業區二氧化硫沉積速率調查試驗點

縣(市)	工業區
新北市	樹林工業區
桃園縣	觀音工業區、平鎮工業區
新竹縣	新竹工業區
新竹市	工業技術研究院
苗栗縣	頭份工業區、竹南工業區
臺中縣	大里工業區、臺中港關連工業區
臺中市	臺中工業區
南投縣	南崗工業區
彰化縣	彰濱工業區、田中工業區
雲林縣	臺塑六輕工業園區、斗六工業區
嘉義縣	朴子工業區
臺南縣	官田工業區
臺南市	安平工業區
高雄縣	仁大工業區、永安工業區、鳳山工業區、大發工業區
屏東縣	屏東工業區
宜蘭縣	龍德工業區
花蓮縣	和平工業區
花蓮市	美崙工業區
臺東市	豐樂工業區

表 4-5 二氧化硫沉積速率採樣調查時間(2009/9~2010/9)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
1	基隆試驗線 3Km	2009/8/4	2009/11/9	20010/3/9	20010/6/8	20010/9/7
2	龍德工業區	2009/7/24	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
3	和平工業區	2009/7/23	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
4	太魯閣國家公園	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
5	美崙工業區	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
6	豐樂工業區	2009/7/21	2009/10/27	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
7	屏東工業區	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
8	中油林園廠	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
9	中鋼公司	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
10	鳳山工業區	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
11	大發工業區	2009/7/27	2009/11/4	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
12	高鐵左營站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/19	2010/6/4	2010/9/3
13	高雄煉油廠	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
14	永安工業區	2009/7/29	2009/11/5	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
15	興達火力電廠	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
16	安平工業區	2009/7/29	2009/11/6	2010/3/2	2010/6/2	2010/8/31
17	成大水工所	2009/7/30	2009/11/5	2010/3/3	2010/6/2	2010/9/1
18	官田工業區	2009/7/30	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
19	朴子工業區	2009/7/13	2009/10/12	2010/2/10	2010/6/2	2010/9/1
20	高鐵嘉義站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/19	2010/6/4	2010/9/3
21	斗六工業區	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
22	彰濱工業區	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
23	田中工業區	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
24	南崗工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/11	2010/5/11	2010/8/11
25	大里工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/11	2010/5/11	2010/8/11
26	高鐵臺中站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/18	2010/6/4	2010/9/3
27	臺中工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/11	2010/5/11	2010/8/26
28	臺中港關連工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/11	2010/5/11	2010/8/11
29	臺中火力電廠	2009/8/12	2009/11/11	2010/2/26	2010/5/11	2010/9/14
30	臺中港試驗線 100m	2009/7/14	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/24
31	通霄火力電廠	2009/7/24	2009/11/13	2010/3/12	2010/6/10	2010/9/8
32	竹南工業區	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
33	頭份工業區	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
34	工研院	2009/7/10	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12

表 4-5 二氧化硫沉積速率採樣調查時間(2009/9~2010/9) (續)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
35	新竹工業區	2009/7/10	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
36	平鎮工業區	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/7	2010/9/6
37	桃園試驗線 0m	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/7	2010/9/8
38	桃園試驗線 300m	2009/9/1	2009/11/13	2010/3/12	2010/6/9	2010/9/8
39	觀音工業區(中心)	2009/8/6	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/6
40	樹林工業區	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/9	2010/6/7	2010/9/7
41	臺北市區	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/10	2010/6/9	2010/9/7
42	陽明山國家公園	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/10	2010/6/8	2010/9/7
43	陽明山硫磺區	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/10	2010/6/8	2010/9/7
44	北橫巴陵	2009/8/5	2009/11/10	2010/3/9	2010/6/7	2010/9/6
45	阿里山	2009/7/13	2009/10/12	2010/2/10	2010/5/31	2010/8/30
46	桃園試驗線 1Km	2009/9/1	2009/11/12	2010/3/12	2010/6/9	2010/9/6
47	東北角風景區	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/2
48	臺北港監測站	2009/9/1	2009/11/12	2010/3/12	2010/6/9	2010/8/8
49	平鎮工業區(中心)	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/7	2010/9/6

#### 4.3.2 二氧化硫沉積速率計算與調查結果

各試驗點暴露後回收的硫酸化平板依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)測定，即使用碳酸鈉溶液先移出並溶解硫酸化平板之內容物，然後以離子層析儀檢測硫酸鹽含量。二氧化硫之沉積速率之計算如下：

$$R(\text{SO}_2) = \frac{(m_1 - m_0) \times 16.67}{A \times t \times 1000} \dots\dots\dots(4-2)$$

式中，  $R(\text{SO}_2)$ = 二氧化硫沉積速率( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )

$m_0$ =空白平板(未暴露)測試之硫酸鹽質量( $\mu\text{g}$ )

$m_1$ =每一平板之硫酸鹽質量( $\mu\text{g}$ )

$A$ =平板面積( $\text{m}^2$ )

t=暴露時間，天(day)

表 4-6 為各試驗位址二氧化硫沉積速率計算結果。四次採樣調查的時間與氯鹽沉積速率調查的時間相同，分別為 2009.07-2009.11，2009.11-2010.03，2010.03- 2010.06，2010.06- 2010.09，而一年期的調查時間則為 2009.07-2010.09。

第一次調查期間 2009.07-2009.11，龍德工業區的二氧化硫沉積速率最大 710.0 mg/m<sup>2</sup>/day，其餘介於阿里山 2.3 mg/m<sup>2</sup>/day 至 677.8 mg/m<sup>2</sup>/day 桃園試驗線 1Km 之間。較高的沉積速率發生在桃園試驗線 1Km 處 677.8mg/m<sup>2</sup>/day、通霄火力發電廠 519.0 mg/m<sup>2</sup>/day、觀音工業區 492.8 mg/m<sup>2</sup>/day、中鋼公司 467.8 mg/m<sup>2</sup>/day、興達火力電廠 422.4 mg/m<sup>2</sup>/day、中油林園廠 365.4 mg/m<sup>2</sup>/day、臺中火力發電廠 294.9 mg/m<sup>2</sup>/day、彰濱工業區 288.8 mg/m<sup>2</sup>/day、陽明山硫磺區 245.2 mg/m<sup>2</sup>/day、大發工業區 200.7 mg/m<sup>2</sup>/day，其值均大於 CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準 P3, 200 mg/m<sup>2</sup>/day。至於六輕工業區，因硫酸化平板設置的位置不在石化廠廠區內，故僅測得該區域之背景值約為 110.1 mg/m<sup>2</sup>/day。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高 93.7 mg/m<sup>2</sup>/day、嘉義站次之 61.1 mg/m<sup>2</sup>/day、臺中站最低為 40.7 mg/m<sup>2</sup>/day。東部海岸因無石化工業區或電廠的設立，除龍德工業區 710.0 mg/m<sup>2</sup>/day 外，二氧化硫沉積速率僅介於 9.2 mg/m<sup>2</sup>/day 太魯閣國家公園與 31.78 mg/m<sup>2</sup>/day 豐樂工業區之間。

2009.11-2010.03 第二次調查期間內，二氧化硫沉積速率以觀音工業區最高，約為 935.4 mg/m<sup>2</sup>/day，其餘介於 3.2 mg/m<sup>2</sup>/day 和平工業區至 382.8 mg/m<sup>2</sup>/day 陽明山硫磺區之間。其中較高的沉積速率發生在龍德工業區 350.5 mg/m<sup>2</sup>/day、彰濱工業區 349.6 mg/m<sup>2</sup>/day、頭份工業區 332.4 mg/m<sup>2</sup>/day、朴子工業區 295.2 mg/m<sup>2</sup>/day、樹林工業區 276.6 mg/m<sup>2</sup>/day、臺中火力電廠 218.3 mg/m<sup>2</sup>/day 與中鋼公司 203.5 mg/m<sup>2</sup>/day。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高 64.1 mg/m<sup>2</sup>/day、嘉義站次之 55.8 mg/m<sup>2</sup>/day、最低為臺中站 48.2 mg/m<sup>2</sup>/day)。

第三次調查 2010.03- 2010.06，陽明山硫磺區的二氧化硫沉積速率仍最高，為 1182.8 mg/m<sup>2</sup>/day，其餘介於 3.37 mg/m<sup>2</sup>/day 阿里山至 1113.7 mg/m<sup>2</sup>/day 龍德工業區之間。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高 92.5 mg/m<sup>2</sup>/day、臺中站次之 46.0 mg/m<sup>2</sup>/day、最低為嘉義站 34.9 mg/m<sup>2</sup>/day。

第四次調查期間 2010.06- 2010.09，二氧化硫沉積速率仍以陽明山的硫磺區最高，約為 1139.6 mg/m<sup>2</sup>/day，其餘介於 26.3 mg/m<sup>2</sup>/day 太魯閣國家公園至 930.4 mg/m<sup>2</sup>/day 龍德工業區之間。較高的沉積速率發生在中鋼公司(376.5 mg/m<sup>2</sup>/day)，其值均大於 CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準(P3, 200 mg/m<sup>2</sup>/day)。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分佈由大到小依序為左營站、臺中站、嘉義站，分別為 107.0、44.9、33.0 mg/m<sup>2</sup>/day。

在一年期 2009.07-2010-09 四次調查累積的暴露時間內，臺灣本島的二氧化硫沉積速率以龍德工業區最高，為 3104.6 mg/m<sup>2</sup>/day，陽明山硫磺區次之，為 2950.4 mg/m<sup>2</sup>/day，其餘試驗站介於 52.9 mg/m<sup>2</sup>/day 臺北港監測站至 1791.9 mg/m<sup>2</sup>/day 觀音工業區之間；較高沉積速率依序發生在觀音工業區、中鋼公司、中油林園廠、彰濱工業區等，山區的試驗位址二氧化硫沉積速率如北橫巴陵為 60.3 mg/m<sup>2</sup>/day，阿里山為 54.4 mg/m<sup>2</sup>/day。

各石化廠與火力電廠、高鐵沿線、都市地區以及重要工業區之二氧化硫沉積速率彙整如表 4-7 所示。

表 4-6 各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果

單位：mg/m<sup>2</sup>/day

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.07- 2009.11	2009.11- 2010.03	2010.03- 2010.06	2010.06- 2010.09	2009.07- 2010.09
1	基隆試驗線 3Km	-	45.6	79.1	55.2	179.8
2	龍德工業區	710.0	350.5	1113.7	930.4	3104.6
3	和平工業區	42.0	3.2	50.3	76.4	171.9
4	太魯閣國家公園	12.2	13.0	27.5	26.3	78.9
5	美崙工業區	55.5	13.4	51.3	33.7	153.9
6	豐樂工業區	65.9	8.5	32.3	-	106.6
7	屏東工業區	71.2	49.7	138.8	47.1	306.9
8	中油林園廠	365.4	150.4	193.4	189.2	898.3
9	中鋼公司	467.8	203.5	329.3	376.5	1377.0
10	鳳山工業區	87.2	70.9	192.8	99.5	450.4
11	大發工業區	200.7	90.5	375.8	106.3	773.3
12	高鐵左營站	93.7	64.1	92.5	107.0	357.3
13	高雄煉油廠	121.4	94.2	152.0	129.6	497.1
14	永安工業區	-	97.0	162.4	166.8	329.2
15	興達火力電廠	422.4	139.5	104.3	86.5	752.7
16	安平工業區	144.2	67.7	122.9	87.4	422.2
17	成大水工所	-	43.5	79.9	77.0	200.4
18	官田工業區	179.4	91.6	188.0	101.6	560.6
19	朴子工業區	54.7	295.2	104.4	130.6	585.0
20	高鐵嘉義站	61.1	55.8	34.9	33.0	184.7
21	斗六工業區	54.7	78.8	98.1	46.3	277.9
22	彰濱工業區	288.8	349.6	38.6	111.2	788.1
23	田中工業區	57.8	46.9	68.0	58.6	231.4
24	南崗工業區	120.3	74.6	38.8	99.3	333.0
25	大里工業區	38.1	49.8	24.5	59.5	171.9
26	高鐵臺中站	39.4	48.2	46.0	44.9	178.0
27	臺中工業區	61.9	69.0	78.2	-	209.1
28	關連工業區	188.6	196.5	80.4	165.7	631.2
29	臺中火力電廠	294.9	218.3	90.2	93.8	697.1
30	臺中港試驗線 100m	-	-	50.8	121.0	121.0
31	通霄火力電廠	519.0	101.8	56.4	67.7	745.0

表 4-6 各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果

單位：mg/m<sup>2</sup>/day

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.07- 2009.11	2009.11- 2010.03	2010.03- 2010.06	2010.06- 2010.09	2009.07- 2010.09
32	竹南工業區	148.0	184.0	133.3	103.8	569.1
33	頭份工業區	74.0	332.4	81.1	153.6	641.0
34	工研院	40.5	58.5	48.8	52.1	199.9
35	新竹工業區	94.5	103.4	91.0	117.7	406.6
36	平鎮工業區	62.7	92.4	57.9	46.7	259.7
37	桃園試驗線 0m	-	-	82.5	109.4	191.9
38	桃園試驗線 300m	109.6	111.6	345.8	87.2	654.2
39	觀音工業區(中心)	492.8	935.3	259.9	103.8	1791.9
40	樹林工業區	78.7	276.9	63.7	123.7	542.9
41	臺北市區	24.8	30.7	17.6	49.2	122.3
42	陽明山國家公園	133.6	162.0	200.5	80.4	576.6
43	陽明山硫磺區	245.2	382.8	1182.8	1139.6	2950.4
44	北橫巴陵	7.2	17.8	-	35.3	60.3
45	阿里山	2.3	16.5	3.4	31.3	53.4
46	桃園試驗線 1Km	677.8	186.2	166.5	146.6	1177.1
47	東北角風景區	-	-	11.8	47.1	58.9
48	臺北港監測站	-	52.9	-	-	52.9
49	平鎮工業區(中心)	59.8	77.5	68.2	113.0	318.6

表 4-7 特定試驗位址之 SO<sub>2</sub> 沉積速率計算結果

單位：mg/m<sup>2</sup>/day

試驗地點	試驗調查期間				
	2009.07- 2009.11	2009.11- 2010.03	2010.03- 2010.06	2010.06- 2010.09	2009.07- 2010.09
高鐵臺中站	39.4	48.2	46.0	44.9	178.0
高鐵嘉義站	61.1	55.8	34.9	33.0	184.7
高鐵左營站	93.7	64.1	92.5	107.0	357.3
高雄煉油廠	121.4	94.2	152.0	129.6	497.1
中油林園廠	365.4	150.4	193.4	189.2	898.3
大潭火力電廠	-	-	82.5	109.4	191.9
通霄火力電廠	519.0	101.8	56.4	67.7	745.0
臺中火力電廠	294.9	218.3	90.2	93.8	697.1
興達火力電廠	422.4	139.5	104.3	86.5	752.7
觀音工業區	492.8	935.3	259.9	103.8	1791.9
彰濱工業區	288.8	349.6	38.6	111.2	788.1
大發工業區	200.7	90.5	375.8	106.3	773.3
中鋼公司	467.8	203.5	329.3	376.5	1377.0
龍德工業區	710.0	350.5	1113.7	930.4	3104.6
臺北市區	24.8	30.7	17.6	49.2	122.3

#### 4.3.3 二氧化硫沉積速率季節性之比較

圖 4.9 至圖 4.13 為四次採樣期間內之二氧化硫沉積速率等位圖，圖 4.16 則為一年期累積之二氧化硫沉積速率調查結果；圖中，黃色表示二氧化硫沉積速率為 0~10 mg/m<sup>2</sup>/day 的區域，綠色表示沉積速率為 10~35 mg/m<sup>2</sup>/day 的區域，藍色表示沉積速率為 35~80 mg/m<sup>2</sup>/day 的區域，粉紅色表示 80~200 mg/m<sup>2</sup>/day 的區域，紅色則為大於 200 mg/m<sup>2</sup>/day 的區域。

四次調查的結果有相似的分佈情形。在西海岸初秋至冬季(2009.07 -2009.11)與冬季至春末(2009.11 -2010.03)期間，以觀音工業區、通霄火力電廠、彰濱工業區、中鋼公司、興達火力電廠附近二氧

化硫沉積速率相較其他季節有顯著增加的趨勢。東海岸四次調查皆以龍德工業區沉積速率較高，在冬季至春末(2009.11 -2010.03)期間發現以觀音工業區二氧化硫沉積速率最高。參考中央氣象局在此調查期間內的酸雨資料(表 4-8)，臺灣北部的基隆、臺北與新竹均有酸雨情況發生，且宜蘭、金門、馬祖亦都有顯著的酸雨情形。

表 4-8 中央氣象局各氣象站 2009 年 07 月至 2010 年 8 月雨水酸鹼度值月平均資料

月份站名	基隆	鞍部	臺北	新竹	臺中	日月潭	嘉義	阿里山	臺南	高雄	恆春	臺東	成功	花蓮	宜蘭	金門
Jul-09	5.6	4.8	5.1	5.4	6.1	5.8	6.3	6.3	6.1	5.6	6.1	6.0	6.1	6.3	5.8	5.7
Aug-09	5.4	4.9	5.3	5.5	5.6	6.2	6.0	6.4	5.9	5.1	6.3	6.2	5.4	5.8	6.0	5.4
Sep-09	5.3	4.7	5.7	5.2	5.9	6.4	5.6	6.3	5.4	5.3	6.0	5.9	5.8	5.9	5.9	5.2
Oct-09	4.3	4.5	5.5	5.5	6.0	6.4	5.5	6.4	6.1	5.8	6.1	6.2	5.8	6.1	5.1	-
Nov-09	4.4	4.6	5.4	4.8	5.7	5.2	4.1	6.0	5.4	5.0	-	6.3	5.0	5.2	5.5	4.7
Dec-09	3.8	3.8	4.5	4.3	5.8	5.4	5.6	6.3	-	-	6.2	5.9	4.9	4.9	4.7	4.2
Jan-10	3.8	4.3	4.5	4.5	5.5	5.3	5.6	6.2	5.8	-	6.2	5.9	4.5	4.9	4.8	4.4
Feb-10	4.2	4.4	4.9	4.8	5.1	4.7	5.7	6.0	5.8	5.6	-	5.9	4.9	4.9	5.7	4.6
Mar-10	4.4	4.3	5.1	4.4	5.1	4.0	5.7	5.6	-	-	6.0	5.9	4.6	4.8	5.1	4.2
Apr-10	4.1	4.2	4.9	4.5	5.1	4.9	5.2	6.0	6.0	5.1	5.8	5.5	4.6	5.0	5.7	4.6
May-10	4.7	4.4	5.3	4.9	5.9	5.8	5.8	6.4	6.2	5.5	6.1	5.7	5.5	5.7	6.0	4.9
Jun-10	4.9	5.0	5.4	5.4	6.4	5.6	6.0	6.2	6.2	5.8	6.1	5.4	5.6	5.9	5.9	5.7
Jul-10	-	4.7	5.2	5.7	6.0	5.7	6.1	6.3	5.7	5.5	6.6	6.0	6.2	6.2	5.6	-
Aug-10	5.4	4.6	5.3	5.1	5.6	5.7	6.0	6.0	5.9	4.8	6.2	6.1	5.9	6.4	6.0	6.0
Sep-10	5.3	4.7	5.7	5.2	5.6	5.4	5.7	6.1	5.7	4.8	6.2	5.8	5.9	5.9	6.2	5.8
Oct-10	4.6	4.3	5.1	5.1	-	5.2	6.4	6.2	5.9	5.4	6.5	5.9	5.6	5.9	5.3	5.0
平均值 Mean	4.7	4.5	5.2	5.0	5.7	5.5	5.7	6.2	5.9	5.3	6.2	5.9	5.4	5.6	5.6	5.0
最高值Max	5.6	5.0	5.5	5.7	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	5.8	6.6	6.3	6.2	6.4	6.2	6.0
最低值Min	3.8	3.8	4.5	4.3	5.1	4.7	4.1	6.0	5.1	4.8	5.8	5.4	4.5	4.9	4.7	4.2

備註：- 表示未下雨或是雨量不足。pH 值小於 5 定義為酸雨。

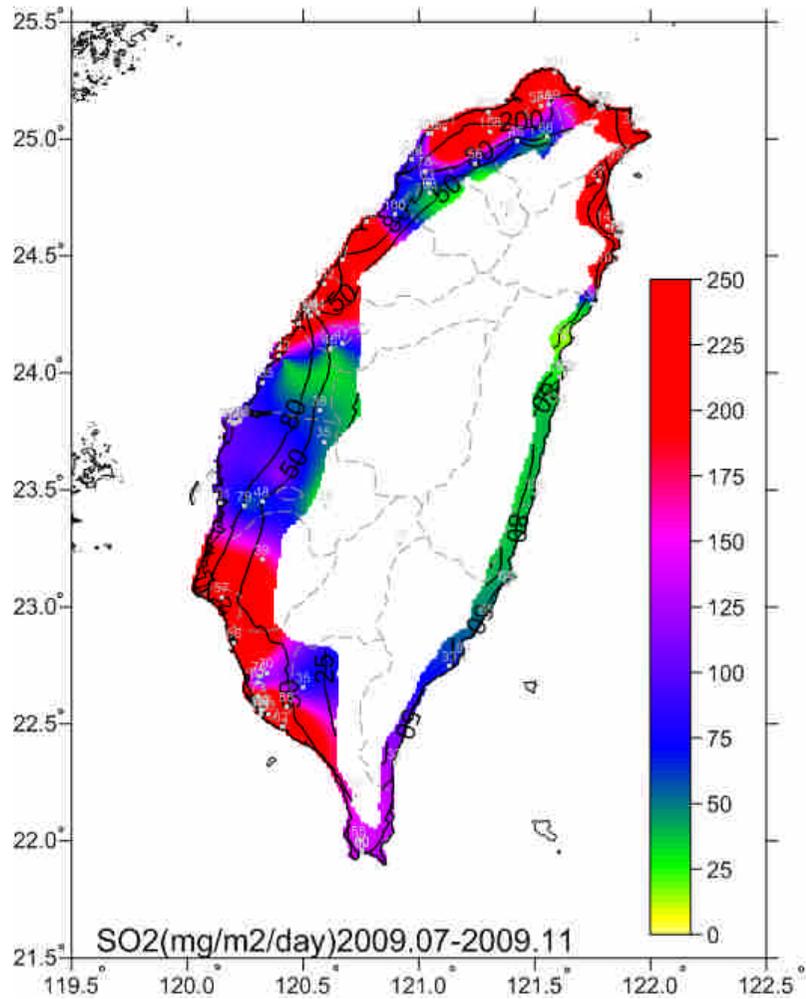


圖 4.9 2009.07-2009.11 SO<sub>2</sub> 沉積速率(mg/m<sup>2</sup>/day)

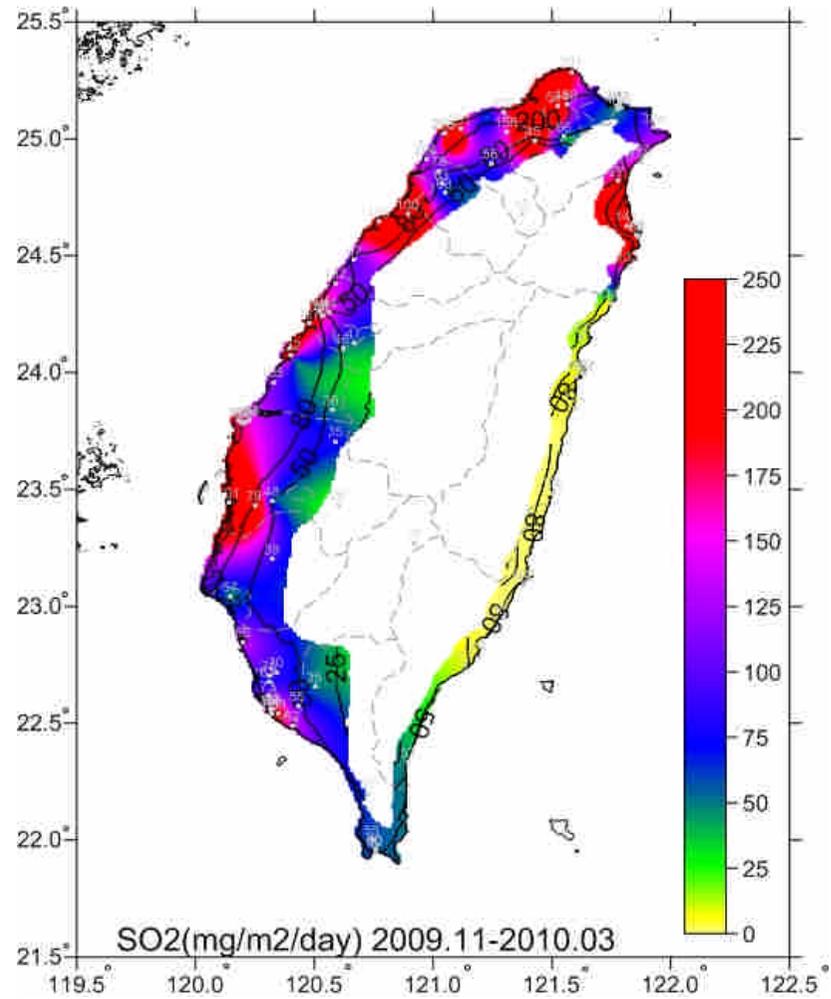


圖 4.10 2009.11-2010.03 SO<sub>2</sub> 沉積速率  
(mg/m<sup>2</sup>/day)

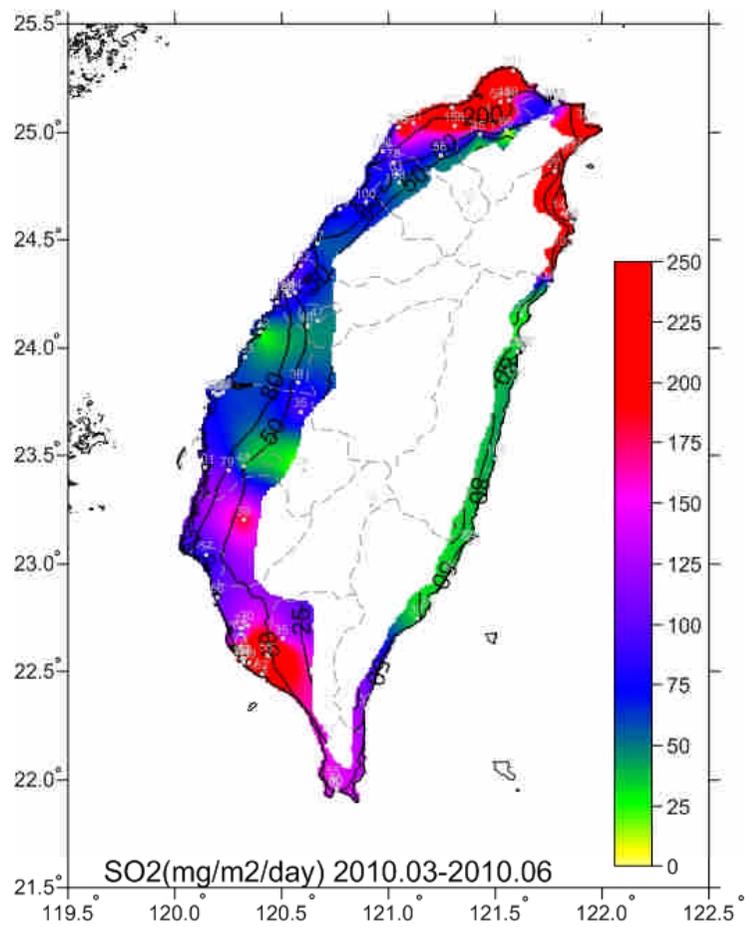


圖 4.11 2010.03-2010.06 SO<sub>2</sub> 沉積速率  
(mg/m<sup>2</sup>/day)

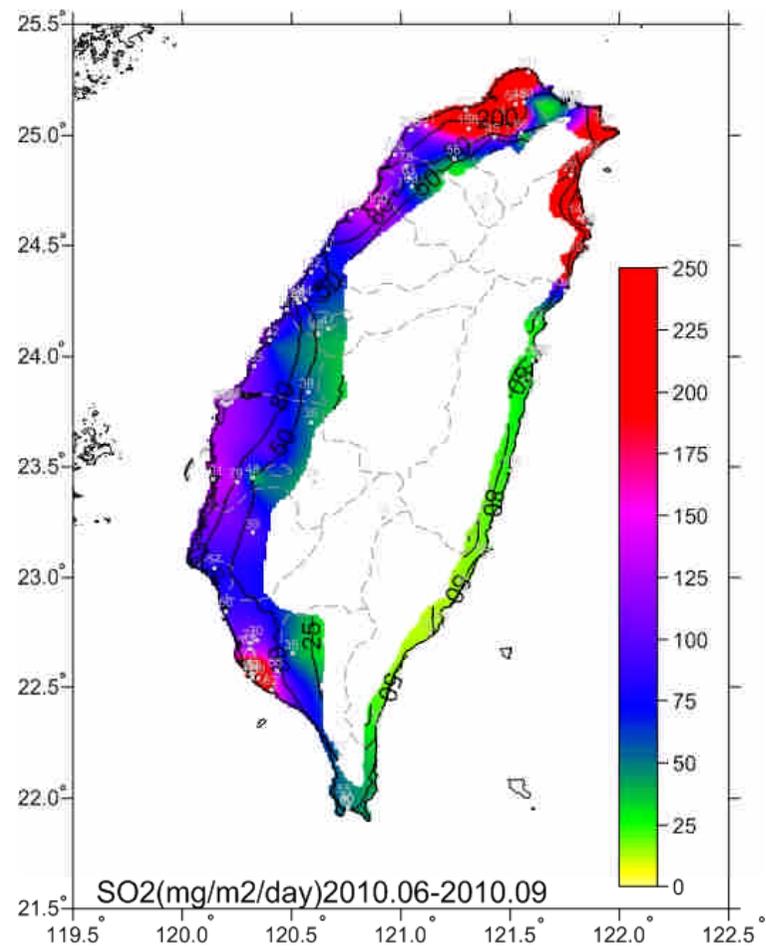


圖 4.12 2010.06-2010.09 SO<sub>2</sub> 沉積速率  
(mg/m<sup>2</sup>/day)

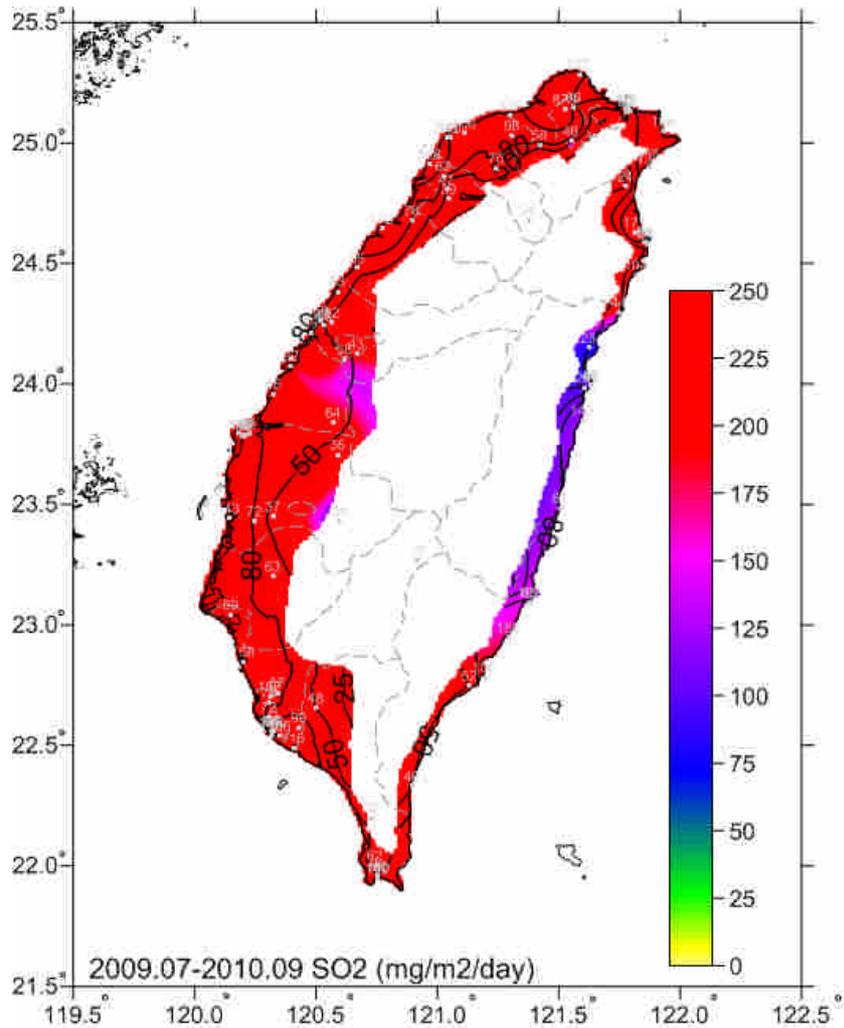


圖 4.13 2009.07-2010.09 一年期累積 SO<sub>2</sub> 沉積速率(mg/m<sup>2</sup>/day)

#### 4.4 濕潤時間百分比

表 4-9 為各測點四次調查期間與一年期之濕潤時間百分比，其計算方法為利用中央氣象局氣象站逐時記錄之相對濕度資料，統計試體暴露期間內相對濕度大於 80% 的小時數，再除以總暴露時間(小時數)。若測點所在位置無氣象站，則以鄰近的氣象站資料推估，選用氣象站的名稱如表中括號內所示。圖 4.14 與圖 4.17 分別為為四次採樣期間內之濕潤時間百分比等位圖，圖 4.18 則為一年期之調查結果。顯然的，因為第一次與第四次調查期間分別為秋季與夏季，所以全臺相對濕度均較高，但第二次與第三次調查期間為秋、冬轉春季，臺灣受東北季風的影響呈現北濕南乾的現象。綜合言之，臺灣各地於 2009.07 至 2010.09

約一年期間內，相對濕度大於 80% 的小時數至少佔全年時數之 30% 以上，且雲林麥寮地區更可高達 62.6%，僅次於山區如阿里山 86%、南橫天池 85.3%、北橫巴陵 84.8%、陽明山 78.1%。

第一次調查期間 2009.07-2009.11，濕潤時間百分比(%)介於阿里山 92.2% 及王功安檢所 9.6% 之間，而濕潤時間大於 80% 則只有阿里山 92.2%，其餘介於 10% 至 70% 之間，分別為陽明山國家公園、朴子工業區、台塑六輕試驗線、蘇澳港試驗線、核三廠試驗線、和平工業區、屏東工業區、和平工業區等地區。而濕潤時間最小有通霄火力電廠 15.1%、安平工業區 14.1%、臺中火力發電廠 11.9%、臺中港試驗線 100m(10.1%)，而發生濕潤時間最小者為王功安檢所 9.6%。

第二次調查期間 2009.11-2010.03，濕潤時間百分比介於陽明山國家公園 81.58% 及鳳山工業區 21.19% 之間，而濕潤時間大於 80% 則有陽明山國家公園與陽明山硫磺區 81.58%，其餘介於 20% 至 70% 之間。平鎮工業區、觀音工業區、龍德工業區、蘇澳港試驗線、基隆試驗線、台塑六輕試驗線、新竹工業區、竹南工業區、大里工業區、彰濱工業區等地區為介於 30% 至 60% 之間。而濕潤時間最小發生在鳳山工業區、中鋼公司、屏東工業區 21%。

第三次調查期間 2010.03-2010.06，濕潤時間百分比介於成功安檢所 88% 及王功安檢所 8.6% 之間，而濕潤時間大於 80% 則有成功安檢所 88% 與頭份工業區 81.5%，其餘介於 10% 至 70% 之間。較大濕潤時間百分比有高鐵臺中站 75.27%、南崗工業區 69.51%、田中工業區 66.94%；其次為陽明山國家公園、核三廠試驗線、蘇澳港試驗線、高雄港試驗線、平鎮工業區、和平工業區、龍德工業區、蘇澳港試驗線、基隆試驗線台塑六輕試驗線介於 40% 至 60% 之間。而濕潤時間最小發生在彰濱工業區 9.6%、五甲安檢所 8.9%、王功安檢所 8.6% 濕潤時間小於 10%。

第四次調查期間 2010.06-2010.09，濕潤時間百分比介於和平工業區 84.2% 及臺中港試驗線 22.38% 之間，而濕潤時間大於 80% 則有和平工業區及太魯閣國家公園 84.2%、檳仔樹安檢所 83.5%、花蓮港試驗線 83.47%、石梯安檢所 82.7%，其餘介於 20% 至 70% 之間。較大濕潤時

間百分比有陽明山國家公園及陽明山硫磺區 77.3%、大里工業區 66.6%、核三試驗線 64.61%。而濕潤時間最小發生在臺中港試驗線 100m22.38%。

一年調查期間 2009.07-2010.09，平均濕潤時間百分比介於陽明山國家公園 73.45%及彰濱工業區 20.5%之間，而濕潤時間大於 80%則無任何地區。濕潤時間百分比大於 70%有陽明山國家公園及陽明山硫磺區 73.5%。其次較大濕潤時間有龍德工業區 57.1%、南澳安檢所 55.9%、蘇澳港試驗線、基隆試驗線、核三廠試驗線等地區，介於 20%至 60%之間。而濕潤時間最小發生在外埔、五甲安檢所 20.62%及彰濱工業區 20.5%。

表 4-9 各測點試驗期間濕潤時間百分比

單位：%

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009.7- 2010.9
1	基隆試驗線 0m	48.00	64.83	53.62	31.87	49.58
2	基隆試驗線 100m	48.00	64.83	53.62	31.87	49.58
3	基隆試驗線 3Km	48.30	64.83	53.62	31.87	49.65
4	梗枋安檢所	48.80	61.97	55.21	34.40	50.09
5	龍德工業區	51.40	65.61	56.30	55.00	57.08
6	蘇澳港試驗線 0m	51.40	65.61	56.32	49.95	55.82
7	蘇澳港試驗線 100m	51.40	65.61	56.32	49.95	55.82
8	蘇澳港試驗線 300m	51.40	65.61	56.32	49.95	55.82
9	南澳安檢所	51.60	65.71	56.40	50.00	55.93
10	和平工業區	43.10	21.33	56.30	84.20	51.23
11	太魯閣國家公園	42.90	21.33	56.30	84.20	51.18
12	美崙工業區	42.90	21.33	55.80	83.50	50.88
13	花蓮港試驗線 0m	42.90	21.33	55.77	83.47	50.87
14	花蓮港試驗線 100m	42.90	21.33	55.77	83.47	50.87
15	花蓮港試驗線 300m	42.90	21.33	55.77	83.47	50.87
16	橄仔樹安檢所	42.90	21.20	56.00	83.50	50.90
17	石梯安檢所	42.90	21.20	56.20	82.70	50.75
18	成功試驗線 0m	45.10	27.43	88.00	58.20	54.68
19	金樽安檢所	45.50	27.22	-	-	36.36
20	伽蘭安檢所	36.90	22.35	47.00	34.20	35.11
21	豐樂工業區	36.90	22.35	47.00	34.20	35.11
22	尚武安檢所	37.50	21.99	57.20	38.20	38.72
23	核三廠試驗線 0m	43.50	18.75	57.60	64.61	46.11
24	核三廠試驗線 100m	43.50	18.75	57.60	64.61	46.11
25	核三廠試驗線 300m	43.50	18.75	57.60	64.61	46.11
26	核三廠試驗線 1Km	43.50	18.75	57.60	64.61	46.11
27	屏東工業區	37.00	21.19	47.60	39.60	36.35
28	中油林園廠	37.00	21.19	47.60	39.60	36.35
29	中鋼公司	37.00	21.19	37.00	21.19	29.09
30	鳳山工業區	37.00	21.19	37.00	21.19	29.09

表 4-9 各測點試驗期間濕潤時間百分比(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7-2009.11	2009.11-2010.3	2010.3-2010.6	2010.6-2010.9	2009.7-2010.9
31	大發工業區	36.70	21.37	36.70	21.37	29.03
32	高雄港試驗線 0m	36.39	21.29	47.07	38.28	35.76
33	高雄港試驗線 100m	36.39	21.29	47.07	38.28	35.76
34	高雄港試驗線 300m	36.39	21.29	47.07	38.28	35.76
35	高雄港試驗線 1Km	36.39	21.29	47.07	38.28	35.76
36	高雄港試驗線 3Km	-	-	-	38.28	38.28
37	高鐵左營站	30.30	21.29	48.05	39.56	34.80
38	高雄煉油廠	36.40	15.45	47.07	38.28	34.30
39	永安工業區	36.00	21.29	47.07	38.28	35.66
40	興達火力電廠	36.40	21.47	47.07	38.28	35.81
41	安平工業區	14.10	21.29	15.49	20.60	17.87
42	成大水工所	13.90	25.32	15.20	21.10	18.88
43	官田工業區	14.10	25.35	15.84	20.47	18.94
44	東石安檢所	18.20	24.65	44.67	53.48	35.25
45	朴子工業區	61.30	18.37	44.67	53.48	44.46
46	高鐵嘉義站	55.80	48.93	43.29	53.48	50.38
47	斗六工業區	60.60	46.68	46.20	49.46	50.73
48	台塑六輕試驗線 0m	60.60	49.46	41.39	55.20	51.66
49	台塑六輕試驗線 100m	57.79	49.89	41.39	55.20	51.07
50	台塑六輕試驗線 300m	57.79	49.89	41.39	55.20	51.07
51	台塑六輕試驗線 1Km	57.79	49.89	41.39	55.20	51.07
52	台塑六輕試驗線 3Km	57.79	49.89	41.39	55.20	51.07
53	六輕工業區	57.79	49.89	-	-	53.84
54	王功安檢所	9.60	39.18	8.60	23.60	20.25
55	彰濱工業區	9.60	39.18	9.62	23.60	20.50
56	田中工業區	28.80	33.20	66.94	49.55	44.62
57	南崗工業區	28.20	33.47	69.51	49.23	45.10
58	大里工業區	28.20	33.47	69.51	66.61	49.44
59	高鐵臺中站	21.90	44.69	75.27	42.17	46.01
60	臺中工業區	28.20	33.47	69.51	49.26	45.11

表 4-9 各測點試驗期間濕潤時間百分比(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7-2009.11	2009.11-2010.3	2010.3-2010.6	2010.6-2010.9	2009.7-2010.9
61	關連工業區	9.40	39.32	8.52	23.60	20.21
62	臺中火力電廠	11.90	49.42	5.48	25.36	23.04
63	臺中港試驗線 0m	9.30	39.24	8.52	23.60	20.16
64	臺中港試驗線 100m	10.10	39.24	8.52	22.38	20.06
65	臺中港試驗線 1Km	9.30	39.32	8.52	23.90	20.26
66	五甲安檢所	9.60	39.85	8.93	23.69	20.52
67	通霄火力電廠	15.10	50.11	11.22	25.28	25.43
68	外埔安檢所	9.60	39.85	8.93	23.69	20.52
69	竹南工業區	21.60	48.39	23.76	37.95	32.93
70	頭份工業區	21.60	48.39	81.50	62.20	53.42
71	工研院	21.80	48.39	23.80	38.80	33.20
72	新竹工業區	21.80	48.39	23.80	38.80	33.20
73	平鎮工業區	27.80	58.19	46.40	26.60	39.75
74	桃園試驗線 0m	26.30	58.37	57.20	31.50	43.34
75	桃園試驗線 300m	38.60	69.42	57.20	31.50	49.18
76	臺北市區	27.70	54.27	41.70	30.40	38.52
77	陽明山國家公園	72.60	81.58	62.30	77.30	73.45
78	陽明山硫磺區	72.60	81.58	62.30	77.30	73.45
79	北橫巴陵	18.90	54.13	43.20	30.00	36.56
80	阿里山	92.20	66.36	44.30	54.50	64.34
81	桃園試驗線 1Km	39.20	58.19	57.20	32.00	46.65
82	東北角風景管理處	-	-	59.40	44.10	51.75
83	臺北港監測站	37.80	68.80	56.50	39.70	50.70
84	平鎮工業區(服務中心)	39.10	69.30	56.20	37.40	50.50
85	觀音工業區(服務中心)	27.80	58.20	57.20	32.00	43.80
86	永安安檢所	18.50	58.00	57.80	31.50	41.45
87	新竹漁港	21.60	48.40	23.80	38.00	32.95

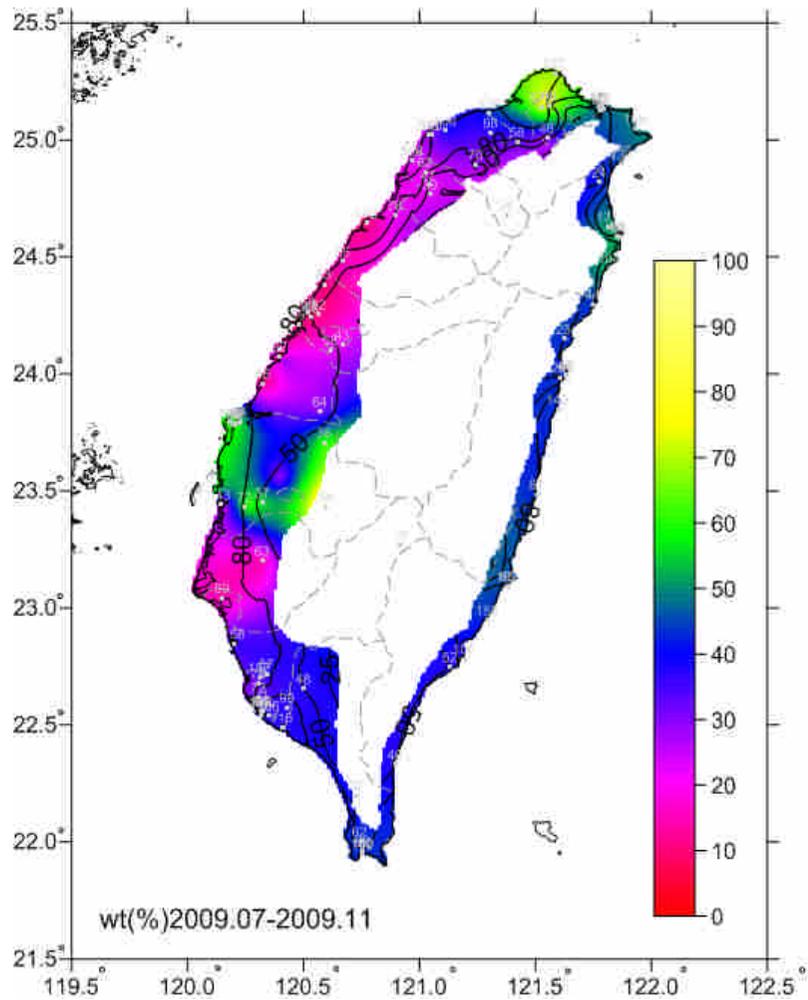


圖 4.14 2009.07-2009.11 濕潤時間(%)

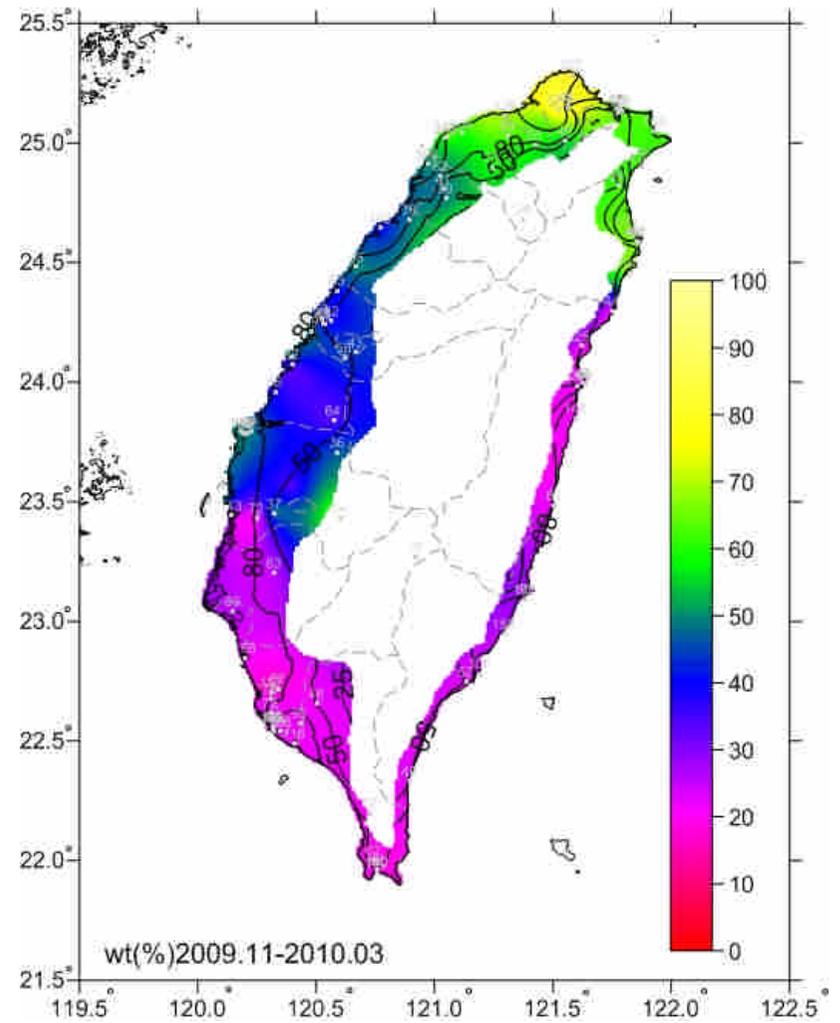


圖 4.15 2009.11-2010.03 濕潤時間(%)

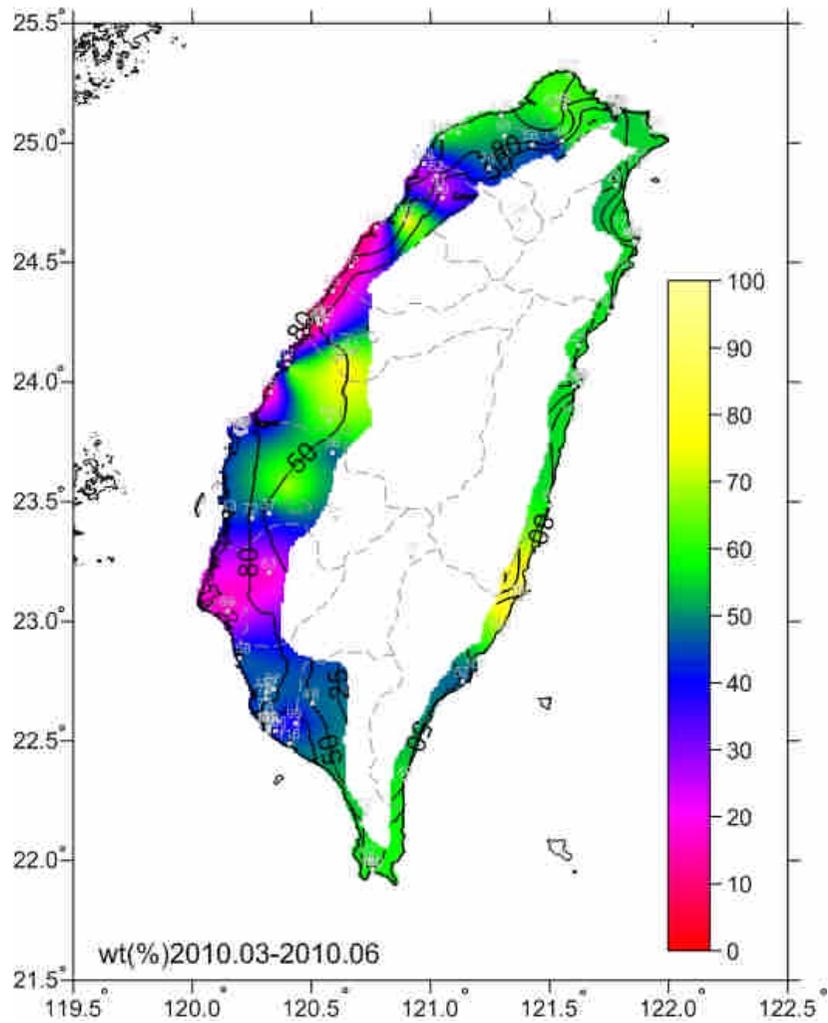


圖 4.16 2010.03-2010.06 濕潤時間百分比

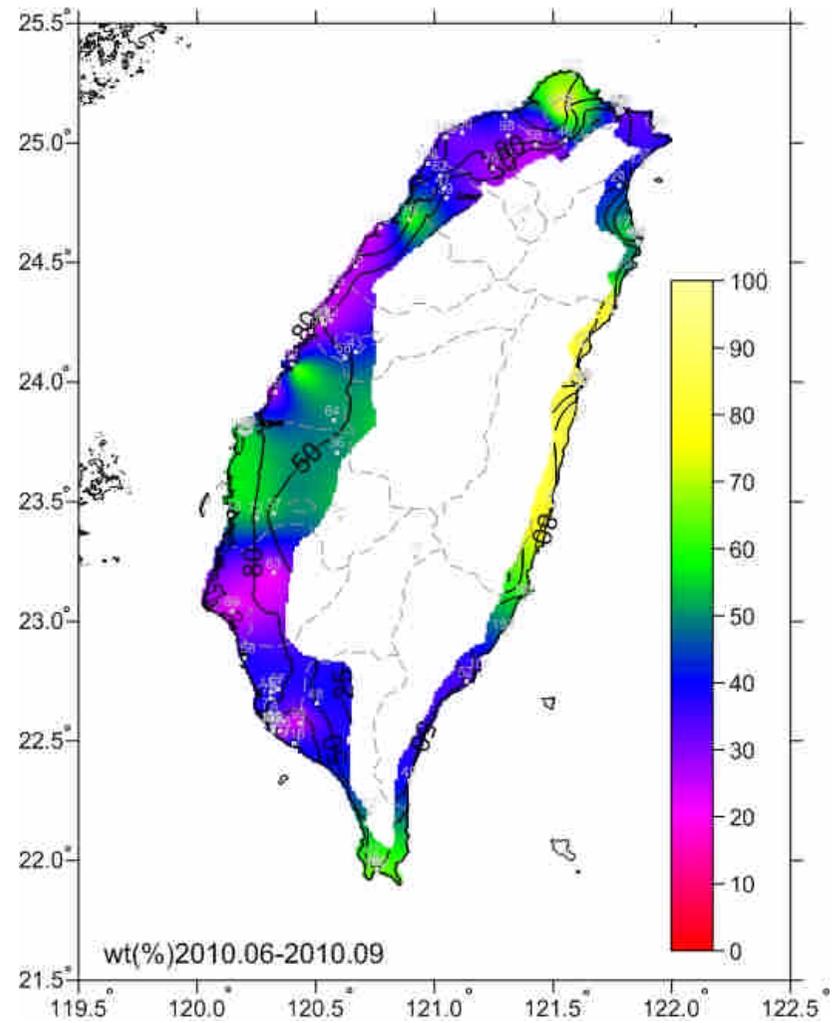


圖 4.17 2010.06-2010.09 濕潤時間百分比

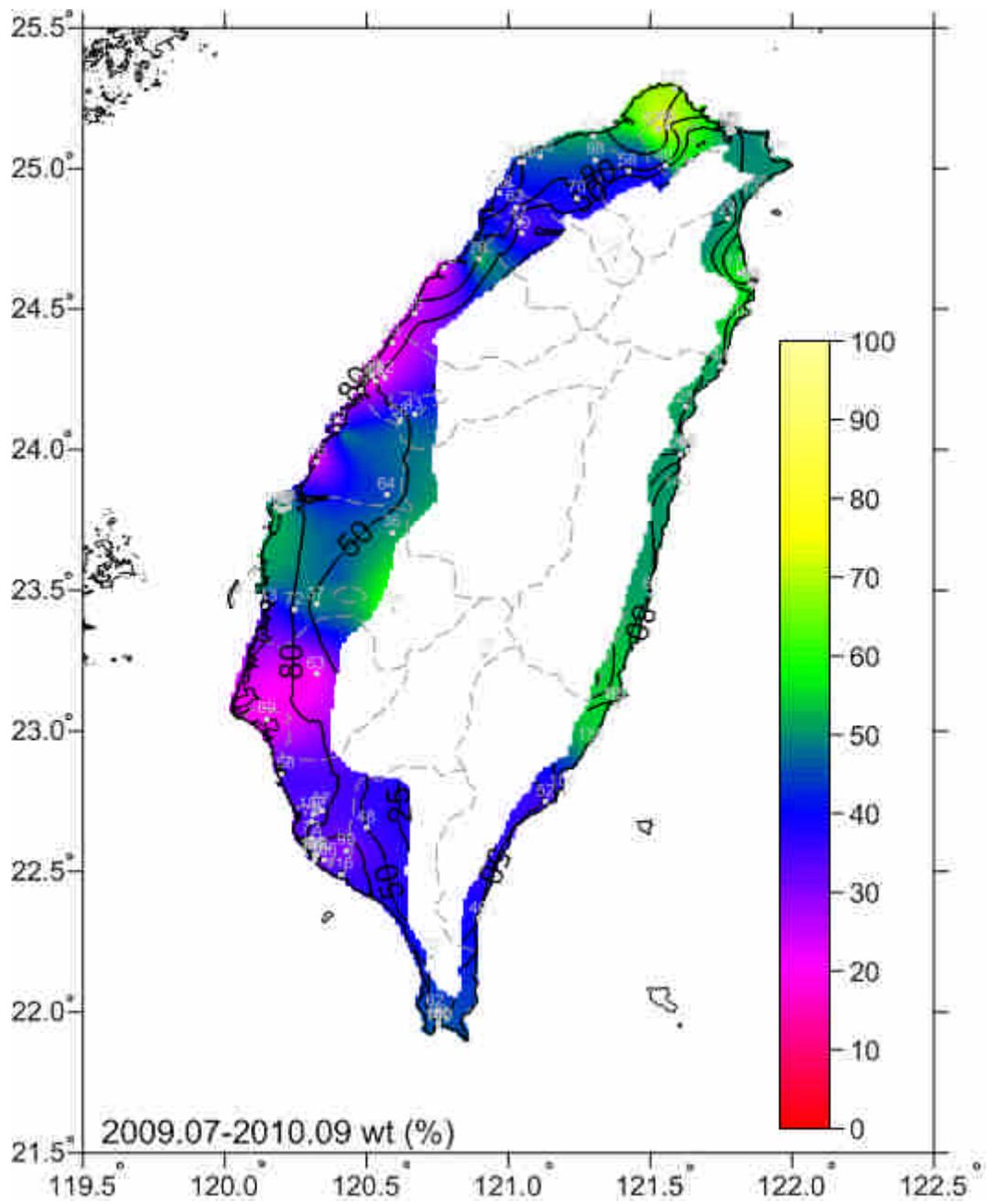


圖 4.18 2009.07-2010.09 一年期濕潤時間百分比等位圖

## 4.5 腐蝕因子環境分類

參考 CNS 13401 (ISO 9223)，大氣腐蝕環境的分類可採用試片腐蝕速率量測與環境因子進行區分，若採用環境因子進行分類，選擇的參數則包括濕潤時間( $\tau$ )、空氣中的氯鹽沉積速率(S)與二氧化硫沉積量(P)。其中，濕潤時間是以全年中溫度高於 0 °C，相對濕度大於 80% 之小時數或百分比計算，氯鹽沉積速率( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )是以 CNS 13754 (ISO 9225)濕燭法測量，二氧化硫沉積量則是以 CNS 13754 (ISO9225)規定之二氧化鉛硫酸化平板量測的沉積速率( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ )測定或是空氣中的  $\text{SO}_2$  濃量( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 計算；其中，各參數的量測時間均至少為一年以上。表 4-10 至表 4-12 分別為 CNS 13401 (ISO 9223)規範中對濕潤時間、氯鹽沉積速率與  $\text{SO}_2$  沉積速率或濃度的分類；表 4-13 則為相對於表 4-10 至表 4-12 之分類結果，將大氣腐蝕環境分為 C1- C2- C3- C4 與 C5 五個等級，C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。

依據 CNS 與 ISO 規範，若要以腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類，濕潤時間、氯鹽與二氧化硫的沉積速率至少應經過一年以上的連續量測，彙整 2009.07-2010.09 一年調查期間之腐蝕因子檢測數據進行大氣腐蝕環境分類，結果如表 4-14 所示；若測點所在位置無實測的腐蝕因子數據，則以鄰近的腐蝕因子資料推估，選用測點的名稱如表中括號內所示。

表 4-10 濕潤時間分類

類別	濕潤時間	
	hour/year	%
$\tau_1$	$\tau \leq 10$	$\tau \leq 0.1$
$\tau_2$	$10 < \tau \leq 250$	$0.1 < \tau \leq 3$
$\tau_3$	$250 < \tau \leq 2500$	$3 < \tau \leq 30$
$\tau_4$	$2500 < \tau \leq 5500$	$30 < \tau \leq 60$
$\tau_5$	$5500 < \tau$	$60 < \tau$

資料來源：CNS 13401- ISO 9223

表 4-11 氣鹽沉積速率分類

氣鹽沉積速率 mg/m <sup>2</sup> /day	類別
$S \leq 3$	$S_0$
$3 < S \leq 60$	$S_1$
$60 < S \leq 300$	$S_2$
$300 < S \leq 1500$	$S_3$

資料來源：CNS 13401- ISO 9223

表 4-12 二氧化硫(SO<sub>2</sub>) 沉積量分類

SO <sub>2</sub> 沉積速率 mg/m <sup>2</sup> /day	SO <sub>2</sub> 濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	類別
$P_d \leq 10$	$P_c \leq 12$	$P_0$
$10 < P_d \leq 35$	$12 < P_c \leq 40$	$P_1$
$35 < P_d \leq 80$	$40 < P_c \leq 90$	$P_2$
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	$P_3$

資料來源：CNS 13401- ISO 9223

表 4-13 大氣腐蝕環境分類(以環境因子分類)

碳鋼															
	τ1			τ2			τ3			τ4			τ5		
	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$
$P_0-P_1$	1	1	1 or 2	1	2	3 or 4	2 or 3	3 or 4	4	3	4	5	3 or 4	5	5
$P_2$	1	1	1 or 2	1 or 2	2 or 3	3 or 4	3 or 4	3 or 4	4 or 5	4	4	5	4 or 5	5	5
$P_3$	1 or 2	1 or 2	2	2	3	4	4	4	4 or 5	5	5	5	5	5	5
鋅與銅															
	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$
$P_0-P_1$	1	1	1	1	1 or 2	3	3	3	3 or 4	3	4	5	3 or 4	5	5
$P_2$	1	1	1 or 2	1 or 2	2	3	3	3 or 4	4	3 or 4	4	5	4 or 5	5	5
$P_3$	1	1 or 2	2	2	3	3 or 4	3	3 or 4	4	4 or 5	5	5	5	5	5
鋁															
	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0-S_1$	$S_2$	$S_3$
$P_0-P_1$	1	2	2	1	2 or 3	4	3	3 or 4	4	3	3 or 4	5	4	5	5
$P_2$	1	2	2 or 3	1 or 2	3 or 4	4	3	4	4 or 5	3 or 4	4	5	4 or 5	5	5
$P_3$	1	2 or 3	3	3 or 4	4	4	3 or 4	4 or 5	5	4 or 5	5	5	5	5	5
NOTE—Corrosivity is expressed as the numerical part of the corrosivity category code (for example: 1 instead of C1).															

資料來源：CNS 13401- ISO 9223

表 4-14 利用 2009.07-2010.09 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類

項次	試驗地點	相對濕度 分類	氯鹽沉積量 分類	SO <sub>2</sub> 沉積量 分類	碳鋼大氣 腐蝕分類	鋅與銅大氣 腐蝕分類	鋁大氣腐蝕 分類
1	基隆試驗線 0m	τ 1	S1	P2	C1	C1	C1
2	100m	τ 4	S2	P2	C4	C4	C4
3	3Km	τ 4	S1	P2	C4	C3orC4	C3orC4
4	梗枋安檢所	τ 4	S1	P2	C4	C3orC4	C3orC4
5	龍德工業區	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
6	蘇澳港試驗線 0m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
7	100m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
8	300m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
9	南澳安檢所	τ 4	S1	P1	C3	C3	C3
10	和平工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
11	太魯閣國家公園	τ 4	S1	P2	C4	C3orC4	C3orC4
12	美崙工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
13	花蓮港試驗線 0m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
14	100m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
15	300m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
16	橄仔樹安檢所	τ 4	S2	P1	C4	C4	C3orC4
17	石梯安檢所	τ 4	S2	P1	C4	C4	C3orC4
18	成功試驗線 0m	τ 4	S1	P1	C3	C3	C3
19	金樽安檢所	τ 3	S2	P0	C3orC4	C3	C3orC4
20	伽蘭安檢所	τ 4	S2	P0	C4	C4	C3orC4
21	豐樂工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
22	尚武安檢所	τ 4	S1	P1	C3	C3	C3
23	核三廠試驗線 0m	τ 4	S1	P0	C3	C3	C3
24	100m	τ 4	S1	P0	C3	C3	C3
25	300m	τ 4	S1	P0	C3	C3	C3
26	1Km	τ 4	S1	P0	C3	C3	C3
27	屏東工業區	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
28	中油林園廠	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
29	中鋼公司	τ 3	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
30	鳳山工業區	τ 3	S0	P3+	C5	C4orC5	C4orC5

項次	試驗地點	相對濕度 分類	氯鹽沉積量 分類	SO <sub>2</sub> 沉積量 分類	碳鋼大氣 腐蝕分類	鋅與銅大氣 腐蝕分類	鋁大氣腐蝕 分類
31	大發工業區	τ 3	S0	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
32	高雄港試驗線 0m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
33	100m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
34	300m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
35	1Km	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
36	3Km	τ 3	S1	P3	C4	C3	C3orC4
37	高鐵左營站	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
38	高雄煉油廠	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
39	永安工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
40	興達火力電廠	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
41	安平工業區	τ 3	S1	P3	C4	C3	C3orC4
42	成大水工所	τ 3	S1	P3	C4	C3	C3orC4
43	官田工業區	τ 3	S0	P3	C4	C3	C3orC4
44	東石安檢所	τ 4	S1	P2	C4	C3orC4	C3orC4
45	朴子工業區	τ 4	S0	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
46	高鐵嘉義站	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
47	斗六工業區	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
48	臺塑六輕試驗線 0m	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
49	100m	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
50	300m	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
51	1Km	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
52	3Km	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
53	王功安檢所	τ 3	S1	P3	C4	C3	C3orC4
54	彰濱工業區	τ 3	S2	P3+	C4	C3orC4	C4orC5
55	田中工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
56	南崗工業區	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
57	大里工業區	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
58	高鐵臺中站	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
59	臺中工業區	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
60	關連工業區	τ 3	S1	P3	C4	C3	C3orC4
61	臺中火力電廠	τ 3	S2	P3	C4	C3orC4	C4orC5

項次	試驗地點	相對濕度 分類	氣鹽沉積量 分類	SO <sub>2</sub> 沉積量 分類	碳鋼大氣 腐蝕分類	鋅與銅大氣 腐蝕分類	鋁大氣腐蝕 分類
62	臺中港試驗線 0m	τ 3	S2	P3	C4	C3orC4	C4orC5
63	100m	τ 3	S1	P3	C4	C3	C3orC4
64	1Km	τ 3	S1	P	C4	C3	C3orC4
65	五甲安檢所	τ 3	S1	P	C4	C3	C3orC4
66	通霄火力電廠	τ 3	S1	P3+	C4	C3	C3orC4
67	外埔安檢所	τ 3	S2	P1	C3orC4	C3	C3orC4
68	竹南工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
69	頭份工業區	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
70	工研院	τ 4	S0	P3	C5	C4orC5	C4orC5
71	新竹工業區	τ 4	-	P3	-	-	-
72	平鎮工業區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
73	桃園試驗線 0m	τ 4	S2	P3	C5	C5	C5
74	300m	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
75	1Km	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
76	樹林工業區	τ 1	S0	P3	C1orC2	C1	C1
77	臺北市區	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
78	陽明山國家公園	τ 5	S1	P3	C5	C5	C5
79	陽明山硫磺區	τ 5	S1	P3+	C5	C5	C5
80	北橫巴陵	τ 4	S0	P2	C4	C3orC4	C3orC4
81	阿里山	τ 5	S0	P2	C4orC5	C4orC5	C4orC5
82	東北角	τ 3	S1	P2	C3orC4	C3	C3
83	臺北角監測站	τ 4	S1	P2	C4	C3orC4	C3orC4
84	平鎮工業(服務中心)	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5
85	觀音工業(服務中心)	τ 4	S1	P3+	C5	C4orC5	C4orC5
86	永安安檢所	τ 4	S2	P3	C5	C5	C5
87	新竹漁港	τ 4	S1	P3	C5	C4orC5	C4orC5

## 4.6 現地暴露試驗

現地暴露試驗試驗點建置的數量以涵蓋氯鹽沉積量與二氧化硫沉積量調查位置之 75% 為原則，全國合計共有 87 個試驗點。即在氯鹽沉積量調查路線上，9 條垂直海岸線試驗點的佈設以距海岸線約臨海、300m、1 km、3 km 之距離處設置，配合 20 個平行海岸線之臨海試驗點(西部濱海與東部濱海沿線之港口或安檢所)，4 個高鐵沿線試驗點與 4 個參考對照試驗點，共 55 個試驗場址。在二氧化硫沉積量調查位置上，包括工業區所在各縣市各一個試驗點，共 22 個試驗點(高雄市設立兩處)，都市地區 3 個試驗點，石化與火力電廠 11 個試驗點，高鐵沿線 4 個試驗點，硫磺區 2 個試驗點與 5 個參考對照試驗點，共 47 個試驗場址。其中，若氯鹽沉積量與二氧化硫沉積量調查位置相同時，僅在該試驗點設立一組試片(包括碳鋼、鋅、鋁、銅四種金屬)裝置。調查位置共 87 個場址，分佈如圖 4.19 所示；各次試體之安裝與採樣時間如表 4-15 所示。

表 4-15 金屬試片安裝與採樣時間(2009/07~2010/09)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次取樣	第二次取樣	第三次取樣	第四次取樣
1	基隆試驗線 0m	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/7
2	基隆試驗線 100m	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/7
3	基隆試驗線 3Km	2009/8/4	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/7
4	梗枋安檢所	2009/8/3	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/4	2010/9/2
5	龍德工業區	2009/7/24	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
6	蘇澳港試驗線 0m	2009/7/24	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
7	蘇澳港試驗線 100m	2009/7/23	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
8	蘇澳港試驗線 300m	2009/7/23	2009/10/29	2010/3/4	2010/6/3	2010/9/1
9	南澳安檢所	2009/7/23	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
10	和平工業區	2009/7/23	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
11	太魯閣國家公園	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
12	美崙工業區	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
13	花蓮港試驗線 0m	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
14	花蓮港試驗線 100m	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
15	花蓮港試驗線 300m	2009/7/22	2009/10/28	2010/3/3	2010/6/2	2010/8/31
16	橄仔樹安檢所	2009/7/21	2009/10/28	2010/3/2	2010/6/2	2010/8/31
17	石梯安檢所	2009/7/21	2009/10/28	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
18	成功安檢所	2009/7/21	2009/10/28	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
19	金樽安檢所	2009/7/21	2009/10/27	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
20	伽蘭安檢所	2009/7/21	2009/10/27	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
21	豐樂工業區	2009/7/21	2009/10/27	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
22	尚武安檢所	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
23	核三廠試驗線 0m	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
24	核三廠試驗線 100m	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
25	核三廠試驗線 300m	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
26	核三廠試驗線 1Km	2009/7/20	2009/10/26	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
27	屏東工業區	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
28	中油林園廠	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
29	中鋼公司	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
30	鳳山工業區	2009/7/27	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
31	大發工業區	2009/7/27	2009/11/4	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
32	高雄港試驗線 0m	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
33	高雄港試驗線 100m	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
34	高雄港試驗線 300m	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
35	高雄港試驗線 1Km	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
36	高雄港試驗線 3Km	2009/11/4	-	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31

表 4-15 金屬試片安裝與採樣時間(2009/07~2010/09) (續 1)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次取樣	第二次取樣	第三次取樣	第四次取樣
37	高鐵左營站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/19	2010/6/4	2010/9/3
38	高雄煉油廠	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
39	永安工業區	2009/7/29	2009/11/5	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
40	興達火力電廠	2009/7/29	2009/11/4	2010/3/2	2010/6/1	2010/8/31
41	安平工業區	2009/7/29	2009/11/6	2010/3/2	2010/6/2	2010/8/31
42	成大水工所	2009/7/30	2009/11/5	2010/3/3	2010/6/2	2010/9/1
43	官田工業區	2009/7/30	2009/11/3	2010/3/1	2010/5/31	2010/8/30
44	東石安檢所	2009/7/13	2009/10/12	2010/2/11	2010/6/2	2010/9/1
45	朴子工業區	2009/7/13	2009/10/12	2010/2/11	2010/6/2	2010/9/1
46	高鐵嘉義站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/19	2010/6/4	2010/9/3
47	斗六工業區	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
48	臺塑六輕試驗線 0m	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
49	六輕試驗線 100m	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
50	六輕試驗線 300m	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
51	六輕試驗線 1Km	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
52	六輕試驗線 3Km	2009/7/30	2009/11/6	2010/3/3	2010/6/3	2010/9/1
53	王功安檢所	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
54	彰濱工業區	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
55	田中工業區(福興)	2009/7/8	2009/10/7	2010/2/8	2010/5/10	2010/8/10
56	南崗工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/11
57	大里工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/11
58	高鐵臺中站	2009/8/21	2009/11/26	2010/3/18	2010/6/4	2010/9/3
59	臺中工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/26
60	關連工業區	2009/7/7	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/11
61	臺中火力電廠	2009/8/12	2009/11/11	2010/2/26	2010/5/11	2010/9/14
62	臺中港試驗線 0m	2009/7/6	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/11
63	臺中港試驗線 100m	2009/7/14	2009/10/8	2010/2/12	2010/5/11	2010/8/24
64	臺中港試驗線 1Km	2009/7/6	2009/10/8	2010/2/11	2010/5/11	2010/8/10
65	五甲安檢所	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
66	通霄火力電廠	2009/7/24	2009/11/13	2010/3/12	2010/6/10	2010/9/8
67	外埔安檢所	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
68	竹南工業區	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
69	頭份工業區	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
70	工研院	2009/7/10	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
71	新竹工業區	2009/7/10	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12
72	平鎮工業區(力鋼)	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/7	2010/9/6

表 4-15 金屬試片安裝與採樣時間(2009/07~2010/09) (續 2)

項次	試驗地點	安裝日期	第一次取樣	第二次取樣	第三次取樣	第四次取樣
73	桃園試驗線 0m	2009/9/1	2009/11/13	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/8
74	桃園試驗線 300m	2009/9/1	2009/11/13	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/8
75	桃園試驗線 1Km	2009/9/1	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/6
76	臺北市區	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/9	2010/6/9	2010/9/7
77	陽明山國家公園	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/10	2010/6/8	2010/9/7
78	陽明山硫磺區	2009/8/4	2009/11/11	2010/3/10	2010/6/8	2010/9/7
79	阿里山	2009/7/13	2009/10/12	2010/2/11	2010/5/31	2010/8/30
80	北橫巴陵	2009/8/5	2009/11/10	2010/3/8	2010/6/7	2010/9/6
81	東北角風景管理處	2009/8/3	2009/11/9	2010/3/9	2010/6/8	2010/9/2
82	臺北港監測站	2009/9/1	2009/11/12	2010/3/12	2010/6/9	2010/8/8
83	樹林工業區	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/9	2010/6/7	2010/9/7
84	平鎮工業區	2009/8/5	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/7	2010/9/6
85	觀音工業區	2009/8/6	2009/11/12	2010/3/11	2010/6/9	2010/9/6
86	永安安檢所	2009/8/6	2009/11/12	2010/3/12	2010/6/9	2010/9/8
87	新竹漁港	2009/7/9	2009/10/9	2010/2/10	2010/5/12	2010/8/12

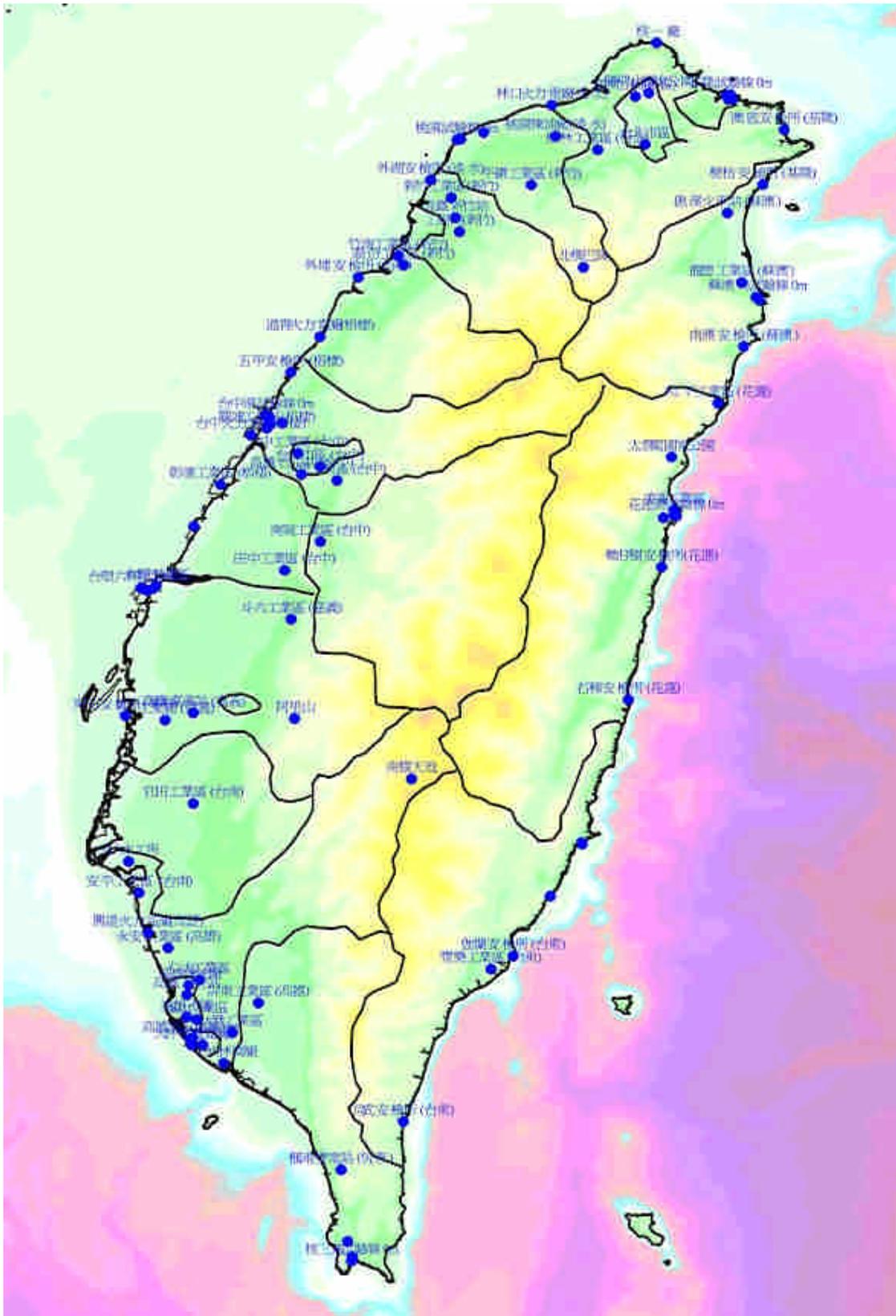


圖 4.19 現地暴露試驗(碳鋼、鋅、鋁、銅螺旋狀試片)試驗點分佈圖

#### 4.6.1 螺旋狀試片

現地暴露試驗試片製作的方式參考 CNS 13753 大氣腐蝕性測定標準試片製作，採用螺旋狀標準試片，碳鋼線材直徑為 2.65mm，鋅線材直徑為 2.35mm，銅線材直徑為 3.0mm，鋁線材直徑為 2.4mm；長度均約 1000mm。

#### 4.6.2 試片腐蝕生成物清除與測試

碳鋼、鋅、鋁、銅四種螺旋狀金屬線材之大氣腐蝕速率量測，依照 CNS14122 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕-試片腐蝕生成物清除法，以適當的清洗方式除去試片表面腐蝕生成物，量測其重量損失，並依金屬材料的暴露時間，計算其大氣腐蝕速率。為確保除去腐蝕生成物的化學清洗方法不會損壞底材金屬，先依照 CNS14122 規範，使用腐蝕試片進行重複清洗，以制定檢量標準，作業流程如圖 4.20 所示。針對不同金屬，化學清洗法使用的化學藥品及各項條件如表 4-16 所示。

表 4-16 化學清洗法使用的化學藥品及各項條件

材料	化學藥品	時間 (min)	溫度 (°C)	備註
碳鋼	以 500mL HCl ( $\rho=1.19\text{g/mL}$ ) 與 3.5g 六亞甲四胺 (Hexamethylene tetramine)，加入蒸餾水配成 1000mL	10	室溫 (23.5)	—
鋅	100g 氯化銨 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )，加入蒸餾水配成 1000mL	2~5	70	—
銅	以 100mL 硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\rho=1.84\text{g/mL}$ )，加蒸餾水至 1000mL	1~3	室溫 (23.5)	在處理之前，先移除表面的塊狀腐蝕生成物，可使銅的二次沉積產物量減到最少
鋁	硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ， $\rho=1.42\text{g/mL}$ )	1~5	室溫 (23.5)	去除額外之沉積物及塊狀之腐蝕生成物，以免造成基底金屬過度流失

各個試片浸泡之時間，碳鋼線材試片為 10 分鐘，鋅線材試片為 4 分鐘，銅線材試片為 2 分鐘，鋁線材試片為 6 分鐘。

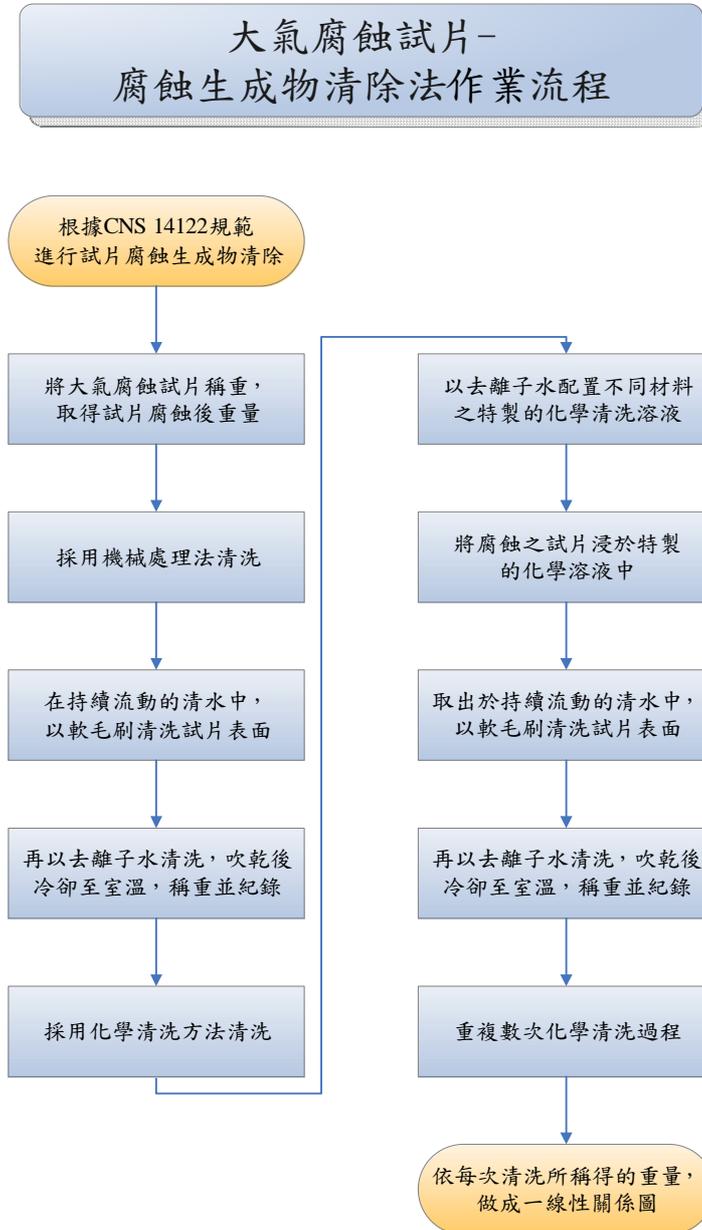


圖 4.20 腐蝕生成物清除法作業流程圖

### 4.6.3 腐蝕速率計算與調查結果

螺旋狀標準試片之腐蝕速率單位以  $\mu\text{m}/\text{y}$  表示，計算公式依據 CNS 13753 規範，如下：

$$R_{\text{corr}} = 0.25(\Delta m \cdot d) / (m \cdot t) \dots \dots \dots (5-3)$$

式中，  $R_{\text{corr}}$  = 腐蝕速率 ( $\mu\text{m}/\text{y}$ )

$\Delta m$  = 質量損失 (mg)

$d$  = 線材直徑 (mm)

$m$  = 試片原始質量 (g)

$t$  = 暴露時間，年 (y)

金屬的腐蝕速率在初期暴露時最大，隨後會逐漸下降而最終到達一穩定值；表 4-17 即為 CNS 13401 規範中以各金屬最初第一年之腐蝕速率來區分腐蝕環境，表中除鋁金屬外，碳鋼、鋅、銅金屬的腐蝕速率單位均可以  $\mu\text{m}/\text{yr}$  表示；主要原因是因碳鋼、鋅、銅金屬在大氣環境中的腐蝕現象為均勻腐蝕，但鋁金屬則為局部腐蝕，所以鋼、鋅、銅金屬的腐蝕速率可以  $\mu\text{m}/\text{yr}$  表示，但鋁的腐蝕速率須以  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  表示。今彙整四次採樣與一年期之各金屬之腐蝕速率計算結果，如表 4-18 至表 4-21 所示。

第一次調查期間 2009.07-2009.11，秋季期間，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於  $11.1\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵) 至  $578.6\mu\text{m}/\text{yr}$  (臺塑六輕試驗線 0m 處) 之間；除了臺塑六輕試驗線 0m 依序以  $417.2\mu\text{m}/\text{yr}$  (基隆試驗線 100m)、及  $406.7\mu\text{m}/\text{yr}$  (伽蘭安檢所)、 $382.2\mu\text{m}/\text{yr}$  (永安安檢所) 試片腐蝕速率較大。針對鋅金屬介於  $3.0\mu\text{m}/\text{yr}$  (官田工業區) 至  $183.6\mu\text{m}/\text{yr}$  (陽明山硫磺區) 之間；銅金屬介於  $0.6\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵) 至  $61.1\mu\text{m}/\text{yr}$  (陽明山硫磺區) 之間；而鋁金屬則介於  $0.2$  (核三廠試驗線 0m) 至  $65.3\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  (桃園大潭試驗線 0m) 之間。

第二次調查期間 2009.11-2010.03，冬季期間，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 13.21 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵)至 939.6 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (陽明山硫磺區)之間；鋅金屬介於 2.1 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (高鐵臺中站)至 46.1 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (彰濱工業區)之間；銅金屬介於 0.6 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵)至 91.4 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 0.4 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  (蘇澳港試驗線 100m)至 67.8  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (鳳山工業區)之間。

第三次調查期間 2010.03-2010.06，春季期間，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 17.68 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (北橫巴陵)至 672.9 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (陽明山硫磺區)之間；鋅金屬介於 3.5 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (核三廠試驗線 100m)至 135.3 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (斗六工業區)之間；銅金屬介於 0.1 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (斗六工業區)至 87.8 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 0.4 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (蘇澳港試驗線 100m)至 26.4  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (大里工業區)之間。

第四次調查期間 2010.06-2010.09，夏季期間，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 9.9 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (北橫巴陵)至 545.9 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (龍德工業區)之間；鋅金屬介於 2.1 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (高鐵臺中站)至 179.9 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (阿里山)之間；銅金屬介於 0.3 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (北橫巴陵)至 81.2 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (桃園試驗線 0m)之間；而鋁金屬則介於 0.4  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  (基隆試驗線 3Km)至 134.4  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  (大里工業區)之間。

至於一年期暴露試驗 2009.07-2010.09 金屬的腐蝕速率，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 11.8 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵)到 447.3 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (陽明山硫磺區)之間；鋅金屬介於 13.2 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵)至 125.7 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (桃園大潭試驗線 0m)之間；銅金屬介於 0.9 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (北橫巴陵)至 33.9 $\mu\text{m}/\text{yr}$  (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 0.18  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  (太魯閣國家公園)至 14.2  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (六輕試驗線 1Km 處)之間。

表 4-17 大氣腐蝕環境分類-以各種標準金屬最初第一年之腐蝕速率區分

腐蝕性 分類	腐蝕速率 ( $\gamma_{\text{corr}}$ )				
	單位	碳鋼	鋅	銅	鋁
C1	$\text{g/m}^2/\text{yr}$ $\mu\text{m}/\text{yr}$	$\gamma_{\text{corr}} \leq 10$ $\gamma_{\text{corr}} \leq 1.3$	$\gamma_{\text{corr}} \leq 0.7$ $\gamma_{\text{corr}} \leq 0.1$	$\gamma_{\text{corr}} \leq 0.9$ $\gamma_{\text{corr}} \leq 0.1$	可忽視 —
C2	$\text{g/m}^2/\text{yr}$ $\mu\text{m}/\text{yr}$	$10 < \gamma_{\text{corr}} \leq 200$ $1.3 < \gamma_{\text{corr}} \leq 25$	$0.7 < \gamma_{\text{corr}} \leq 5$ $0.1 < \gamma_{\text{corr}} \leq 0.7$	$0.9 < \gamma_{\text{corr}} \leq 5$ $0.1 < \gamma_{\text{corr}} \leq 0.6$	$\gamma_{\text{corr}} \leq 0.6$ —
C3	$\text{g/m}^2/\text{yr}$ $\mu\text{m}/\text{yr}$	$200 < \gamma_{\text{corr}} \leq 400$ $25 < \gamma_{\text{corr}} \leq 50$	$5 < \gamma_{\text{corr}} \leq 15$ $0.7 < \gamma_{\text{corr}} \leq 2.1$	$5 < \gamma_{\text{corr}} \leq 12$ $0.6 < \gamma_{\text{corr}} \leq 1.3$	$0.6 < \gamma_{\text{corr}} \leq 2$ —
C4	$\text{g/m}^2/\text{yr}$ $\mu\text{m}/\text{yr}$	$400 < \gamma_{\text{corr}} \leq 650$ $50 < \gamma_{\text{corr}} \leq 80$	$15 < \gamma_{\text{corr}} \leq 30$ $2.1 < \gamma_{\text{corr}} \leq 4.2$	$12 < \gamma_{\text{corr}} \leq 25$ $1.3 < \gamma_{\text{corr}} \leq 2.8$	$2 < \gamma_{\text{corr}} \leq 5$ —
C5	$\text{g/m}^2/\text{yr}$ $\mu\text{m}/\text{yr}$	$650 < \gamma_{\text{corr}} \leq 1500$ $80 < \gamma_{\text{corr}} \leq 200$	$30 < \gamma_{\text{corr}} \leq 1500$ $4.2 < \gamma_{\text{corr}} \leq 8.4$	$25 < \gamma_{\text{corr}} \leq 50$ $2.8 < \gamma_{\text{corr}} \leq 5.6$	$5 < \gamma_{\text{corr}} \leq 10$ —

資料來源：CNS 13401 (ISO 9223)

表 4-18 碳鋼金屬之腐蝕速率

單位：μm/yr

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.07- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009.7- 2010.9
1	基隆試驗線 0m	237.0	364.0	176.4	80.7	159.6
2	基隆試驗線 100m	417.2	435.1	281.2	79.7	317.4
3	基隆試驗線 3Km	183.8	228.2	103.0	42.7	115.6
4	梗枋安檢所	289.1	165.3	202.5	159.9	130.6
5	龍德工業區	-	406.9	-	545.9	240.4
6	蘇澳港試驗線 0m	142.0	103.0	84.7	133.2	69.0
7	蘇澳港試驗線 100m	149.4	105.7	108.8	113.0	78.1
8	蘇澳港試驗線 300m	120.1	98.3	102.3	92.4	68.7
9	南澳安檢所	185.4	84.5	-	126.0	80.6
10	和平工業區	-	47.8	59.2	81.0	32.6
11	太魯閣國家公園	-	34.4	50.9	60.3	32.1
12	美崙工業區	-	101.2	87.7	63.8	40.6
13	花蓮港試驗線 0m	158.5	133.1	143.5	128.5	82.4
14	花蓮港試驗線 100m	128.7	88.2	93.3	92.6	59.5
15	花蓮港試驗線 300m	122.5	81.0	89.4	83.4	56.0
16	橄仔樹安檢所	205.1	236.0	249.5	229.8	158.8
17	石梯安檢所	132.4	117.4	151.5	84.4	77.7
18	成功試驗線 0m	284.7	97.2	133.4	110.4	100.1
19	金樽安檢所	283.2	119.8	129.0	146.3	102.4
20	伽蘭安檢所	406.7	89.7	124.8	118.2	149.7
21	豐樂工業區	80.9	48.4	71.6	27.8	41.9
22	尚武安檢所	82.9	72.4	73.6	39.0	60.0
23	核三廠試驗線 0m	178.1	66.9	85.8	99.0	108.6
24	核三廠試驗線 100m	117.3	56.8	67.7	51.1	56.8
25	核三廠試驗線 300m	305.3	91.0	85.2	84.3	72.0
26	核三廠試驗線 1Km	26.1	53.5	63.6	48.1	64.8
27	屏東工業區	64.9	39.1	65.5	57.4	35.5
28	中油林園廠	147.1	58.6	106.6	109.8	63.7
29	中鋼公司	132.9	71.4	113.4	109.2	66.8
30	鳳山工業區	119.1	46.1	81.4	76.9	46.1
31	大發工業區	118.4	71.9	104.4	96.7	62.3
32	高雄港試驗線 0m	188.4	57.0	98.3	169.3	80.0
33	高雄港試驗線 100m	164.2	83.4	97.9	142.2	75.5
34	高雄港試驗線 300m	197.0	58.0	92.2	166.2	79.8

表 4-18 碳鋼金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009.7- 2010.9
35	高雄港試驗線 1Km	146.4	47.7	72.6	84.0	60.0
36	高雄港試驗線 3Km	-	35.7	80.6	71.2	41.8
37	高鐵左營站	46.7	45.1	84.0	89.5	31.9
38	高雄煉油廠	91.9	56.8	73.4	118.9	52.3
39	永安工業區	181.4	99.4	116.0	137.0	83.3
40	興達火力電廠	225.9	84.5	109.9	137.7	93.7
41	安平工業區	174.6	62.4	78.4	93.9	71.1
42	成大水工所	111.5	62.4	71.9	96.6	58.8
43	官田工業區	129.2	76.3	93.5	73.0	66.5
44	東石安檢所	175.1	117.9	103.6	194.3	103.1
45	朴子工業區	121.1	103.2	86.7	154.1	74.3
46	高鐵嘉義站	54.8	67.0	71.3	33.5	42.0
47	斗六工業區	54.8	32.2	47.1	41.3	28.4
48	台塑六輕試驗線 0m	578.6	321.1	443.0	276.6	277.2
49	台塑六輕試驗線 100m	-	293.6	294.4	226.8	175.3
50	台塑六輕試驗線 300m	-	256.1	231.6	203.4	133.5
51	台塑六輕試驗線 1Km	302.8	213.9	209.9	181.6	155.2
52	台塑六輕試驗線 3Km	320.9	265.7	221.2	163.6	194.2
53	王功安檢所	191.3	235.9	195.2	158.6	142.0
54	彰濱工業區	236.8	341.2	261.8	139.6	194.3
55	田中工業區	76.8	47.4	52.2	59.2	38.3
56	南崗工業區	-	80.9	47.9	67.6	37.8
57	大里工業區	-	42.6	38.3	59.2	28.2
58	高鐵臺中站	38.4	40.9	52.8	43.1	29.0
59	臺中工業區	-	89.8	74.8	-	-
60	關連工業區	-	168.8	95.5	91.8	64.0
61	臺中火力電廠	122.8	202.4	209.9	40.5	97.9
62	臺中港試驗線 0m	210.9	234.7	144.3	39.7	116.1
63	臺中港試驗線 100m	170.2	114.0	82.7	40.5	70.0
64	臺中港試驗線 1Km	134.4	98.0	75.6	39.7	67.3
65	五甲安檢所	179.6	279.9	160.5	39.8	122.6
66	通霄火力電廠	251.3	162.8	153.0	40.5	108.2
67	外埔安檢所	275.5	403.3	341.6	39.8	191.4
68	竹南工業區	-	116.1	143.6	39.5	30.5

表 4-18 碳鋼金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009.7- 2010.9
69	頭份工業區	239.9	-	65.6	39.9	17.0
70	工研院	49.0	68.8	67.7	40.3	38.4
71	新竹工業區	61.7	74.1	90.1	39.6	45.2
72	平鎮工業區	52.3	110.9	114.0	39.1	68.2
73	桃園試驗線 0m	369.1	410.1	395.9	39.7	222.4
74	桃園試驗線 300m	-	240.7	164.5	39.9	153.3
75	桃園試驗線 1Km	311.4	217.5	196.2	280.8	156.2
76	樹林工業區	84.2	92.5	114.8	67.3	65.7
77	臺北市區	109.5	64.0	66.0	35.1	40.4
78	陽明山國家公園	215.3	355.3	303.2	96.3	176.4
79	陽明山硫磺區	63.2	939.6	672.9	545.7	447.3
80	北橫巴陵	11.1	13.2	17.7	9.9	11.8
81	阿里山	-	25.8	34.0	19.6	20.7
82	東北角風景管理處	342.1	508.9	244.6	93.5	184.3
83	臺北港監測站	70.6	107.8	81.2	80.0	54.6
84	平鎮工業區(服務中心)	138.4	124.4	124.9	73.9	75.7
85	觀音工業區(服務中心)	234.0	230.6	182.0	90.2	156.2
86	永安安檢所	382.2	262.8	195.3	426.7	195.2
87	新竹漁港	254.8	225.3	320.9	456.5	184.3

註：- 表示試片遺失

表 4-19 鋅金屬之腐蝕速率

單位：μm/yr

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7-2009.11	2009.11-2010.3	2010.3-2010.6	2010.6-2010.9	2009-2010
1	基隆試驗線 0m	7.5	-	5.4	3.1	4.3
2	基隆試驗線 100m	10.8	3.2	-	6.9	32.8
3	基隆試驗線 3Km	9.8	3.4	14.5	8.0	4.8
4	梗枋安檢所	-	8.3	7.9	6.2	5.7
5	龍德工業區	-	7.8	-	13.6	3.5
6	蘇澳港試驗線 0m	5.3	5.4	-	3.9	2.5
7	蘇澳港試驗線 100m	6.0	5.5	-	4.6	1.8
8	蘇澳港試驗線 300m	5.3	4.8	-	3.7	1.6
9	南澳安檢所	6.6	4.7	-	7.7	1.6
10	和平工業區	6.0	2.4	4.3	8.6	1.3
11	太魯閣國家公園	-	2.9	7.9	3.3	1.8
12	美崙工業區	4.2	5.2	5.3	13.9	6.2
13	花蓮港試驗線 0m	-	5.6	8.8	28.5	5.1
14	花蓮港試驗線 100m	9.1	9.9	4.1	7.4	4.3
15	花蓮港試驗線 300m	9.8	10.1	26.2	6.0	2.4
16	橄仔樹安檢所	38.0	10.8	14.6	20.7	11.0
17	石梯安檢所	15.0	9.5	5.4	8.8	4.1
18	成功試驗線 0m	11.8	13.1	6.5	14.8	8.1
19	金樽安檢所	13.8	24.3	10.9	9.5	17.7
20	伽蘭安檢所	34.6	15.5	16.0	10.5	16.4
21	豐樂工業區	30.6	5.4	4.1	3.6	1.7
22	尚武安檢所	5.5	9.4	5.7	2.6	4.4
23	核三廠試驗線 0m	23.7	8.0	8.4	6.6	6.3
24	核三廠試驗線 100m	6.1	5.5	3.5	3.5	1.6
25	核三廠試驗線 300m	4.0	8.2	4.4	6.1	4.7
26	核三廠試驗線 1Km	17.3	6.7	6.3	2.2	2.8
27	屏東工業區	7.3	3.1	-	8.1	2.0
28	中油林園廠	6.4	4.2	7.5	6.9	2.6
29	中鋼公司	7.0	4.4	6.8	6.4	26.9
30	鳳山工業區	-	-	3.8	2.4	2.3
31	大發工業區	3.9	21.0	5.1	9.6	2.2
32	高雄港試驗線 0m	5.0	-	4.1	4.3	-
33	高雄港試驗線 100m	6.1	-	5.4	5.6	1.6
34	高雄港試驗線 300m	4.1	-	7.1	6.9	3.2

表 4-19 鋅金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009- 2010
35	高雄港試驗線 1Km	7.3	-	4.4	12.2	1.6
36	高雄港試驗線 3Km	4.7	-	3.7	9.2	37.7
37	高鐵左營站	-	2.4	15.2	7.2	1.6
38	高雄煉油廠	4.1	-	4.6	10.6	2.0
39	永安工業區	4.9	5.0	6.1	10.4	2.4
40	興達火力電廠	7.6	8.1	6.1	31.6	3.6
41	安平工業區	5.2	6.0	4.7	3.0	2.4
42	成大水工所	3.1	-	6.3	6.6	1.2
43	官田工業區	3.0	3.2	5.4	5.6	1.6
44	東石安檢所	11.4	-	6.9	4.0	3.6
45	朴子工業區	7.7	5.7	-	5.2	4.3
46	高鐵嘉義站	5.7	2.1	6.8	-	1.4
47	斗六工業區	5.8	2.9	-	6.2	3.1
48	台塑六輕試驗線 0m	11.4	36.7	22.8	10.1	9.2
49	台塑六輕試驗線 100m	-	-	15.4	15.5	9.4
50	台塑六輕試驗線 300m	-	-	16.1	9.7	7.4
51	台塑六輕試驗線 1Km	9.6	39.1	18.8	12.8	7.2
52	台塑六輕試驗線 3Km	10.9	-	23.0	8.3	10.2
53	王功安檢所	8.3	44.4	20.2	9.8	9.8
54	彰濱工業區	12.0	46.1	7.7	3.5	12.6
55	田中工業區	-	3.7	11.1	8.1	4.6
56	南崗工業區	-	2.5	-	6.1	1.1
57	大里工業區	-	2.2	5.5	11.7	0.8
58	高鐵臺中站	5.6	2.1	6.7	2.1	2.5
59	臺中工業區	-	3.6	-		-
60	關連工業區	-	9.3	6.9	7.7	4.5
61	臺中火力電廠	11.8	24.9	8.6	6.1	6.6
62	臺中港試驗線 0m	13.6	-	21.1	7.8	14.6
63	臺中港試驗線 100m	-	6.8	4.3	3.5	31.7
64	臺中港試驗線 1Km	9.5	9.6	5.4	5.1	3.4
65	五甲安檢所	19.4	34.4	127.7	6.0	10.2
66	通霄火力電廠	26.9	4.2	8.1	-	11.8
67	外埔安檢所	31.7	-	12.5	7.3	23.5
68	竹南工業區	-	28.5	40.9	7.5	-

表 4-19 鋅金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009- 2010
69	頭份工業區	9.0	-	96.8	2.4	-
70	工研院	5.3	3.8	-	-	2.3
71	新竹工業區	3.6	2.3	8.4	4.9	1.5
72	平鎮工業區	36.5	3.1	9.0	5.3	-
73	桃園試驗線 0m	76.5	22.6	15.1	20.8	53.6
74	桃園試驗線 300m	-	-	9.4	-	45.7
75	桃園試驗線 1Km	-	29.7	8.6	7.2	34.2
76	樹林工業區	-	7.1	5.7	45.3	1.7
77	臺北市區	75.8	2.4	9.4	8.6	33.0
78	陽明山國家公園	-	4.1	15.8	8.1	31.6
79	陽明山硫磺區	183.6	-	25.7	9.3	-
80	北橫巴陵	6.0	-	4.1	3.9	1.6
81	阿里山	7.6	3.0	13.0	-	1.0
82	東北角風景管理處	6.4	8.6	18.1	3.5	4.7
83	臺北港監測站	9.1	3.9	21.7	85.2	3.4
84	平鎮工業區(服務中心)	4.5	7.1	6.0	-	2.8
85	觀音工業區(服務中心)	-	10.4	10.3	11.5	4.2
86	永安安檢所	147.6	29.7	9.4	18.4	11.4
87	新竹漁港	33.5	7.5	8.8	20.5	27.0

註：- 表示試片遺失

表 4-20 銅金屬之腐蝕速率

單位：μm/yr

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7-2009.11	2009.11-2010.3	2010.3-2010.6	2010.6-2010.9	2009-2010
1	基隆試驗線 0m	9.7	9.8	9.6	6.5	5.2
2	基隆試驗線 100m	-	15.2	12.7	6.2	5.2
3	基隆試驗線 3Km	-	5.3	5.4	3.6	2.4
4	梗枋安檢所	14.5	7.2	11.9	-	4.8
5	龍德工業區	7.4	8.3	-	63.9	16.3
6	蘇澳港試驗線 0m	7.8	4.0	-	6.0	3.8
7	蘇澳港試驗線 100m	3.4	4.2	7.3	4.7	3.9
8	蘇澳港試驗線 300m	-	-	3.7	2.3	2.5
9	南澳安檢所	6.5	4.0	-	7.8	2.9
10	和平工業區	-	2.8	2.9	2.7	2.3
11	太魯閣國家公園	7.9	18.1	1.5	3.0	1.6
12	美崙工業區	-	6.3	6.4	2.2	3.4
13	花蓮港試驗線 0m	6.8	11.3	14.3	10.4	5.0
14	花蓮港試驗線 100m	4.4	8.4	9.1	6.3	2.8
15	花蓮港試驗線 300m	3.9	6.6	8.4	4.9	2.6
16	橄仔樹安檢所	12.1	14.8	19.1	16.0	7.6
17	石梯安檢所	7.7	7.7	9.7	7.1	4.4
18	成功試驗線 0m	14.7	11.4	14.0	12.7	6.9
19	金樽安檢所	15.4	11.3	15.0	15.0	6.9
20	伽蘭安檢所	22.1	18.6	29.2	29.3	14.1
21	豐樂工業區	6.5	7.1	7.6	2.0	3.0
22	尚武安檢所	4.9	12.7	10.2	3.2	4.1
23	核三廠試驗線 0m	8.6	12.5	13.7	9.8	5.8
24	核三廠試驗線 100m	4.8	12.5	11.4	4.2	5.2
25	核三廠試驗線 300m	6.1	10.5	9.4	7.8	3.8
26	核三廠試驗線 1Km	5.5	11.9	11.9	5.9	4.0
27	屏東工業區	3.1	1.5	1.9	4.6	1.6
28	中油林園廠	4.9	2.9	6.0	7.1	2.7
29	中鋼公司	4.2	4.0	4.6	4.8	3.8
30	鳳山工業區	4.2	2.2	2.2	3.2	2.0
31	大發工業區	4.0	3.1	5.7	6.3	3.4
32	高雄港試驗線 0m	4.5	1.8	2.9	2.9	4.7
33	高雄港試驗線 100m	3.8	3.5	3.8	3.0	3.0
34	高雄港試驗線 300m	4.8	4.5	5.9	4.7	3.6

表 4-20 銅金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009- 2010
35	高雄港試驗線 1Km	3.6	1.9	2.3	2.4	2.1
36	高雄港試驗線 3Km	-	1.0	1.3	1.8	1.8
37	高鐵左營站	2.7	0.9	2.3	2.3	1.7
38	高雄煉油廠	4.2	2.2	2.3	8.6	2.7
39	永安工業區	5.8	4.3	5.3	5.1	4.1
40	興達火力電廠	-	5.0	9.1	8.7	3.9
41	安平工業區	6.4	3.0	4.3	7.5	3.3
42	成大水工所	5.7	2.9	4.0	7.1	3.0
43	官田工業區	4.9	7.6	-	7.8	4.0
44	東石安檢所	9.6	-	7.3	12.6	4.3
45	朴子工業區	3.8	3.9	4.0	3.9	2.9
46	高鐵嘉義站	6.5	2.3	3.6	2.2	2.8
47	斗六工業區	2.4	1.2	0.7	1.9	0.9
48	台塑六輕試驗線 0m	15.7	19.0	20.9	13.6	8.2
49	台塑六輕試驗線 100m	-	20.1	20.3	14.4	13.5
50	台塑六輕試驗線 300m	-	13.8	14.3	10.9	7.9
51	台塑六輕試驗線 1Km	14.4	18.8	12.8	6.3	8.5
52	台塑六輕試驗線 3Km	19.0	16.3	16.3	10.2	11.1
53	王功安檢所	-	16.0	13.4	11.9	8.1
54	彰濱工業區	9.0	22.5	8.8	8.1	6.9
55	田中工業區	14.0	2.3	1.5	2.5	-
56	南崗工業區	-	1.4	1.5	2.4	1.4
57	大里工業區	-	0.8	0.9	2.3	1.0
58	高鐵臺中站	3.5	1.6	1.7	2.1	1.6
59	臺中工業區	-	2.7	2.6	-	-
60	關連工業區	-	11.2	3.2	4.1	6.5
61	臺中火力電廠	16.0	16.5	13.2	5.7	6.1
62	臺中港試驗線 0m	41.6	16.7	8.2	7.5	5.9
63	臺中港試驗線 100m	10.8	10.3	4.4	4.1	4.9
64	臺中港試驗線 1Km	8.3	10.1	4.1	4.6	3.7
65	五甲安檢所	13.2	18.9	6.8	10.1	8.1
66	通霄火力電廠	14.9	8.8	9.7	13.6	6.7
67	外埔安檢所	14.5	19.3	11.8	15.5	9.0
68	竹南工業區	-	5.5	32.2	5.5	-

表 4-20 銅金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009- 2010
69	頭份工業區	31.9	-	-	3.0	-
70	工研院	4.2	3.2	2.1	2.9	2.1
71	新竹工業區	3.5	3.4	1.8	3.3	2.0
72	平鎮工業區	-	2.8	2.4	2.3	0.4
73	桃園試驗線 0m	30.5	18.1	45.0	81.2	11.7
74	桃園試驗線 300m	-	-	8.0	20.3	5.8
82	桃園試驗線 1Km	8.6	4.6	6.6	5.3	3.5
76	樹林工業區	1.9	1.1	1.4	2.8	1.3
77	臺北市區	3.7	3.1	2.5	2.0	1.5
78	陽明山國家公園	13.0	13.4	16.7	17.9	9.3
79	陽明山硫磺區	61.1	91.4	87.8	70.4	41.7
80	北橫巴陵	0.6	0.6	0.1	0.3	0.4
81	阿里山	2.0	2.2	4.3	1.5	1.4
82	東北角風景管理處	9.7	6.4	9.7	7.3	4.5
83	臺北港監測站	7.5	3.4	3.1	4.8	2.9
84	平鎮工業區(服務中心)	5.1	4.8	3.9	3.2	2.9
85	觀音工業區(服務中心)	6.4	8.1	5.3	4.6	-
86	永安安檢所	21.4	9.2	8.0	22.3	8.2
87	新竹漁港	16.6	16.7	10.5	27.1	7.7

註：- 表示試片遺失

表 4-21 鋁金屬之腐蝕速率

單位：g/m<sup>2</sup>/yr

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2010.9- 2010.12
1	基隆試驗線 0m	1.2	-	7.0	2.9	3.8
2	基隆試驗線 100m	3.2	21.7	7.9	2.3	-
3	基隆試驗線 3Km	-	2.5	-	0.4	1.1
4	梗枋安檢所	-	25.6	4.1	2.1	3.9
5	龍德工業區	-	1.1	-	4.5	8.9
6	蘇澳港試驗線 0m	-	5.7	-	-	1.4
7	蘇澳港試驗線 100m	-	0.4	0.4	1.3	1.8
8	蘇澳港試驗線 300m	-	1.8	-	-	-
9	南澳安檢所	-	-	-	3.2	1.4
10	和平工業區	-	-	-	-	-
11	太魯閣國家公園	-	-	-	-	-
12	美崙工業區	-	-	-	-	2.2
13	花蓮港試驗線 0m	0.4	2.5	2.0	-	5.2
14	花蓮港試驗線 100m	-	-	-	-	2.3
15	花蓮港試驗線 300m	-	-	-	-	2.0
16	橄仔樹安檢所	3.0	12.4	7.9	2.1	5.5
17	石梯安檢所	-	-	-	-	1.7
18	成功試驗線 0m	5.5	3.6	-	1.5	5.4
19	金樽安檢所	6.7	2.4	-	1.4	5.0
20	伽蘭安檢所	5.9	4.0	2.3	1.7	5.6
21	豐樂工業區	-	-	-	-	-
22	尚武安檢所	-	14.3	-	-	1.2
23	核三廠試驗線 0m	0.2	0.5	-	-	2.6
24	核三廠試驗線 100m	-	2.2	-	-	1.1
25	核三廠試驗線 300m	-	5.8	-	-	2.0
26	核三廠試驗線 1Km	-	3.0	-	-	1.3
27	屏東工業區	-	-	-	-	1.0
28	中油林園廠	0.9	-	-	-	3.9
29	大林火力電廠	-	-	-	0.6	-
30	中鋼公司	-	-	-	-	16.2
31	鳳山工業區	-	67.8	-	-	4.9
32	大發工業區	-	-	-	2.1	5.4
33	高雄港試驗線 0m	14.0	-	-	-	-
34	高雄港試驗線 100m	3.1	-	2.2	1.6	18.5

表 4-21 鋁金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009- 2010
35	高雄港試驗線 300m	3.2	-	-	-	9.3
36	高雄港試驗線 1Km	-	-	-	-	1.9
37	高雄港試驗線 3Km	-	-	-	-	-
38	高鐵左營站	-	-	-	-	0.6
39	高雄煉油廠	-	-	-	0.7	3.5
40	永安工業區	2.0	-	-	-	9.4
41	興達火力電廠	1.9	0.5	0.6	1.2	7.3
42	安平工業區	-	3.9	-	-	8.2
43	成大水工所	1.3	-	-	-	2.3
44	官田工業區	10.6	-	2.0	7.0	2.8
45	東石安檢所	2.7	40.3	-	2.4	9.7
46	朴子工業區	-	6.5	-	-	4.7
47	高鐵嘉義站	-	-	-	-	1.6
48	斗六工業區	-	-	20.9	14.8	-
49	台塑六輕試驗線 0m	18.1	27.1	26.4	10.0	22.6
50	台塑六輕試驗線 100m	-	-	15.8	2.9	28.5
51	台塑六輕試驗線 300m	-	-	22.3	4.2	16.1
52	台塑六輕試驗線 1Km	30.9	63.1	14.0	1.3	33.4
53	台塑六輕試驗線 3Km	13.5	-	4.3	8.3	14.3
54	王功安檢所	4.5	13.4	14.6	6.5	68.9
55	彰濱工業區	7.2	27.3	-	-	16.5
56	田中工業區	-	-	-	-	11.1
57	南崗工業區	-	-	-	-	1.7
58	大里工業區	-	-	-	134.4	-
59	高鐵臺中站	-	-	-	-	0.4
60	臺中工業區	-	-	0.9	3.5	-
61	關連工業區	-	18.0	15.6	8.5	11.1
62	臺中火力電廠	8.5	22.8	12.5	5.7	10.7
63	臺中港試驗線 0m	8.4	23.1	-	93.4	17.6
64	臺中港試驗線 100m	-	9.8	2.1	1.1	-
65	臺中港試驗線 1Km	3.1	4.4	-	7.8	6.4
66	五甲安檢所	8.9	23.3	10.6	3.1	15.4
67	通霄火力電廠	11.1	14.9	-	6.4	9.6
68	外埔安檢所	7.4	26.3	-	3.7	15.2

表 4-21 鋁金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		2009.7- 2009.11	2009.11- 2010.3	2010.3- 2010.6	2010.6- 2010.9	2009- 2010
69	竹南工業區	-	0.9	-	-	-
70	頭份工業區	-	-	-	-	28.4
71	工研院	-	2.7	3.9	-	1.1
72	平鎮工業區	62.1	-	-	-	-
73	桃園試驗線 0m	65.3	42.0	18.0	14.3	30.7
74	桃園試驗線 300m	-	-	7.6	11.4	-
82	桃園試驗線 1Km	-	28.0	24.2	5.5	-
76	樹林工業區	-	3.5	5.1	-	9.1
77	臺北市區	-	-	-	-	-
78	陽明山國家公園	-	-	-	-	-
79	陽明山硫磺區	7.8	-	4.4	14.6	-
80	北橫巴陵	-	-	-	-	3.6
81	阿里山	-	-	-	-	-
82	東北角風景管理處	-	3.6	1.2	-	2.4
83	臺北港監測站	-	0.6	-	-	1.7
84	平鎮工業區(服務中心)	-	3.3	-	-	3.6
85	觀音工業區(服務中心)	-	28.0	13.0	1.8	18.0
86	永安安檢所	-	16.0	8.9	16.0	18.4
87	新竹漁港	11.9	39.9	13.2	20.7	33.1

註：- 表示試片遺失

#### 4.6.4 各金屬腐蝕速率季節性之比較

本研究四次採樣調查的期間相當於臺灣氣候之秋季、冬季、春季，夏季期間。(圖 4.21 至圖 4.25)為碳鋼金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示碳鋼腐蝕速率為 1.3~25  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，綠色表示腐蝕速率介於 25~50  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，藍色表示腐蝕速率為 50~80  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，粉紅色表示 80~200  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，紅色則為腐蝕速率大於 200  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域。(圖 4.26 至圖 4.30)為鋅金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示鋅腐蝕速率為 0.1~0.7  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，綠色表示腐蝕速率介於 0.7~2.1  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，藍色表示腐蝕速率為 2.1~4.2  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，粉紅色表示 4.2~8.4  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，紅色則為腐蝕速率大於 8.4  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域。(圖 4.31 至圖 4.35)為銅金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示銅腐蝕速率為 0.1~0.6  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，綠色表示腐蝕速率介於 0.6~1.3  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，藍色表示腐蝕速率為 1.3~2.8  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，粉紅色表示 2.8~5.6  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域，紅色則為腐蝕速率大於 5.6  $\mu\text{m}/\text{yr}$  的區域。(圖 4.36 至圖 4.40)為鋁金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示鋁腐蝕速率小於 0.6  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  的區域，綠色表示腐蝕速率介於 0.6~2  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  的區域，藍色表示腐蝕速率為 2~5  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  的區域，粉紅色表示 5~10  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  的區域，紅色則為腐蝕速率大於 10  $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$  的區域。此外，中央山脈區域部份因本研究試驗點的設置原有 3 處，其中一處南橫試驗站由於 2009.07 八八風災造成公路坍方試驗維護不易因此未予取樣，故採用內插方式繪製等位圖，可能會因數據過少而有判斷錯誤的可能，所以圖面留以空白並不繪製等位圖。

圖 4.41 至圖 4.44 分別為碳鋼、鋅、銅、鋁金屬於垂直海岸試驗線 0m、300m、1 Km 與 3Km 腐蝕速率平均值之比較。針對碳鋼金屬(圖 4.41)，麥寮六輕試驗線、桃園大潭試驗線、基隆試驗線腐蝕速率均較其他地區高，在核三廠試驗線腐蝕速率相對其他地區低，而高雄港試驗線在 2010.06-2010.09 期間較其他期間增加許多。至於鋅金屬以桃園大潭試驗線、麥寮六輕試驗線腐蝕速率較大，在高雄港試驗線、核三

廠試驗線及東海岸蘇澳港試驗線、花蓮港試驗線則腐蝕速率相對較低。而針對銅金屬，銅的腐蝕速率以基隆試驗線與桃園大潭試驗線及麥寮六輕試驗線較為嚴重(圖 4.43)。

(圖 4.45 至圖 4.48)石化廠、火力電廠、工業區、高鐵沿線與都市地區等特定測站各金屬之腐蝕速率比較。在碳鋼金屬以桃園大潭、觀音工業區、彰濱工業區、麥寮六輕為高，鋅金屬以臺北市區、桃園大潭、彰濱工業區、麥寮六輕較高，而銅金屬以桃園大潭、臺中火力、彰濱工業區、麥寮六輕為高，針對鋁金屬在一年期中以桃園大潭、觀音工業區、臺北市區腐蝕速率相對較高。

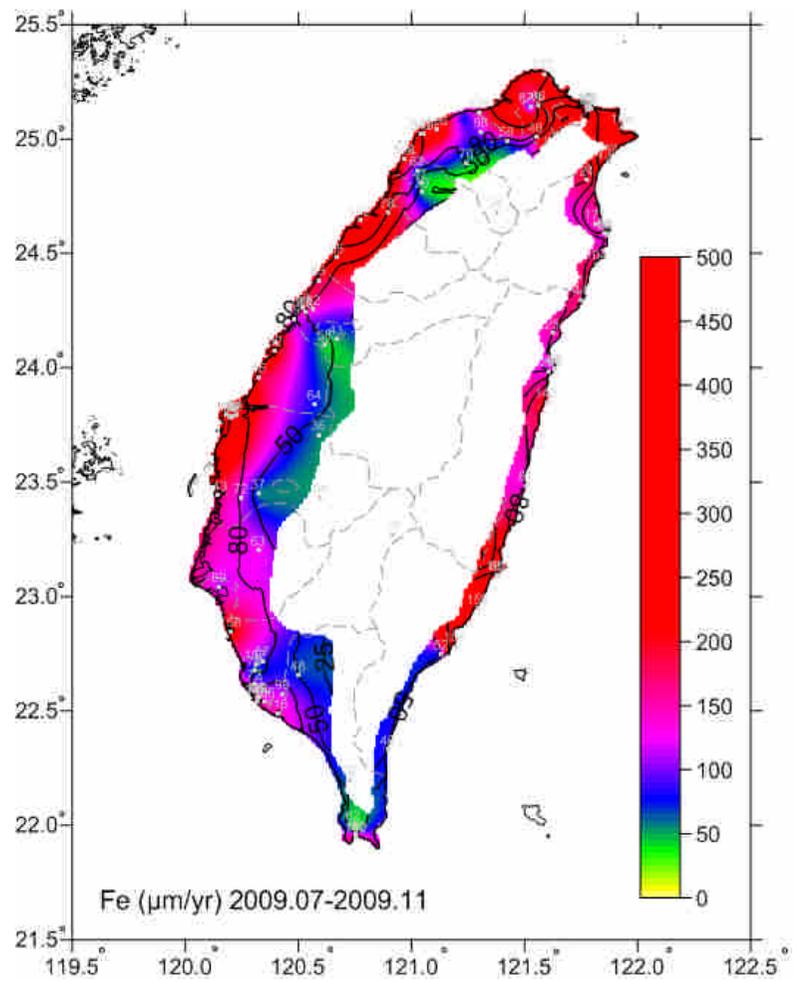


圖 4.21 2009.07-2009.11 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

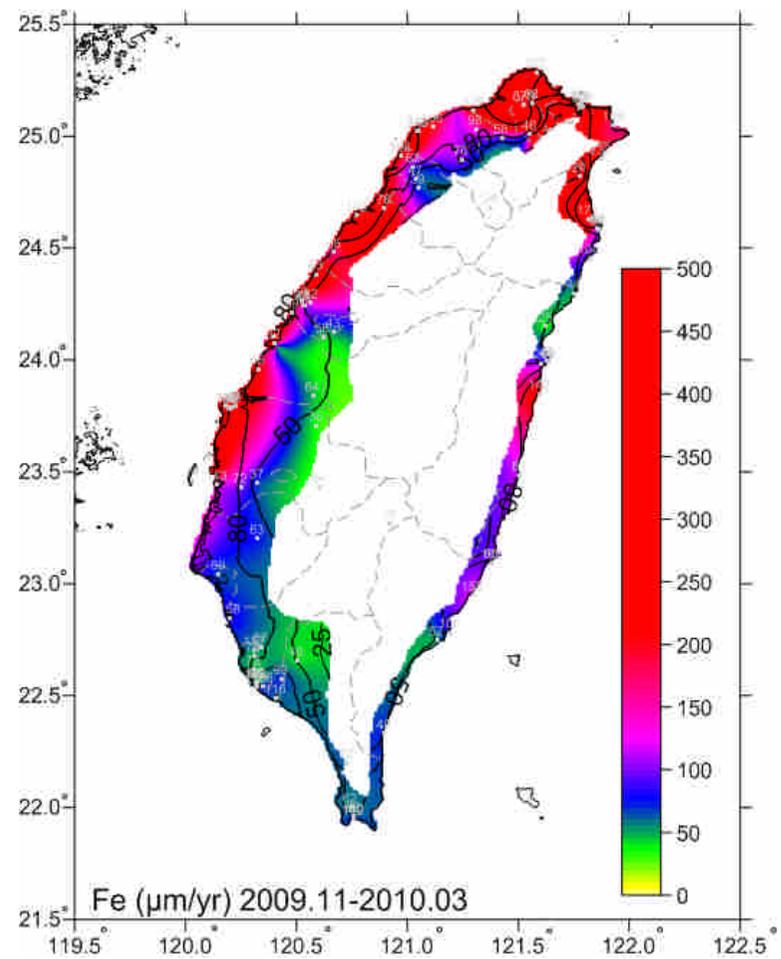


圖 4.22 2009.11-2010.03 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

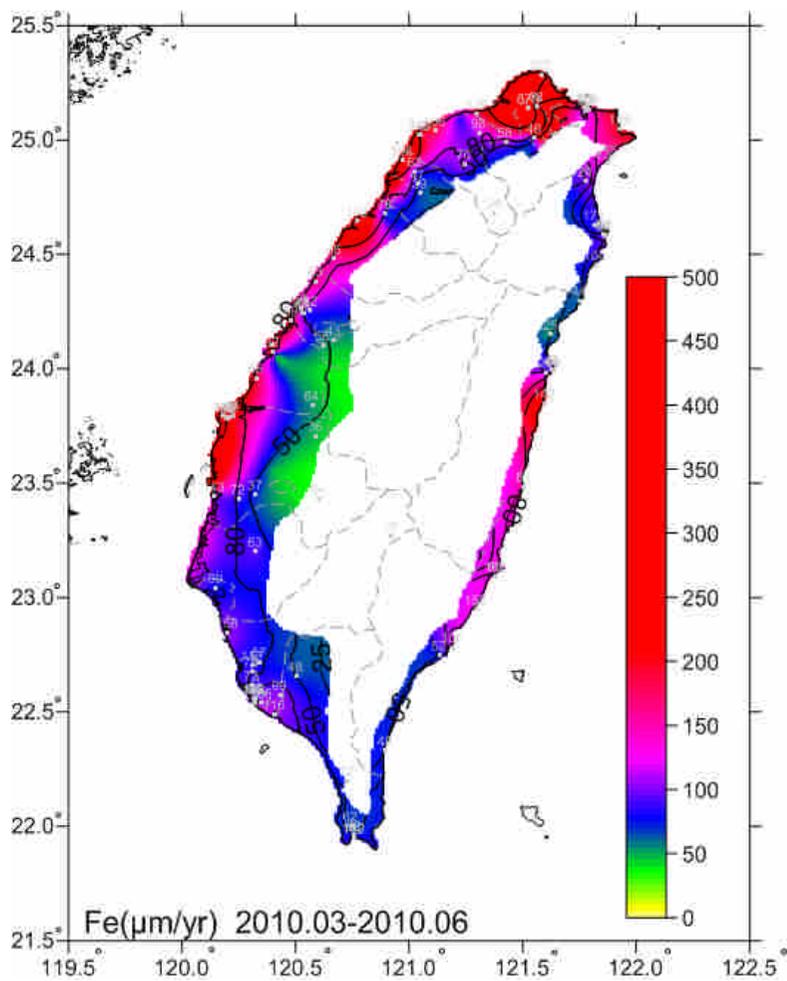


圖 4.23 2010.03-2010.06 碳鋼腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )

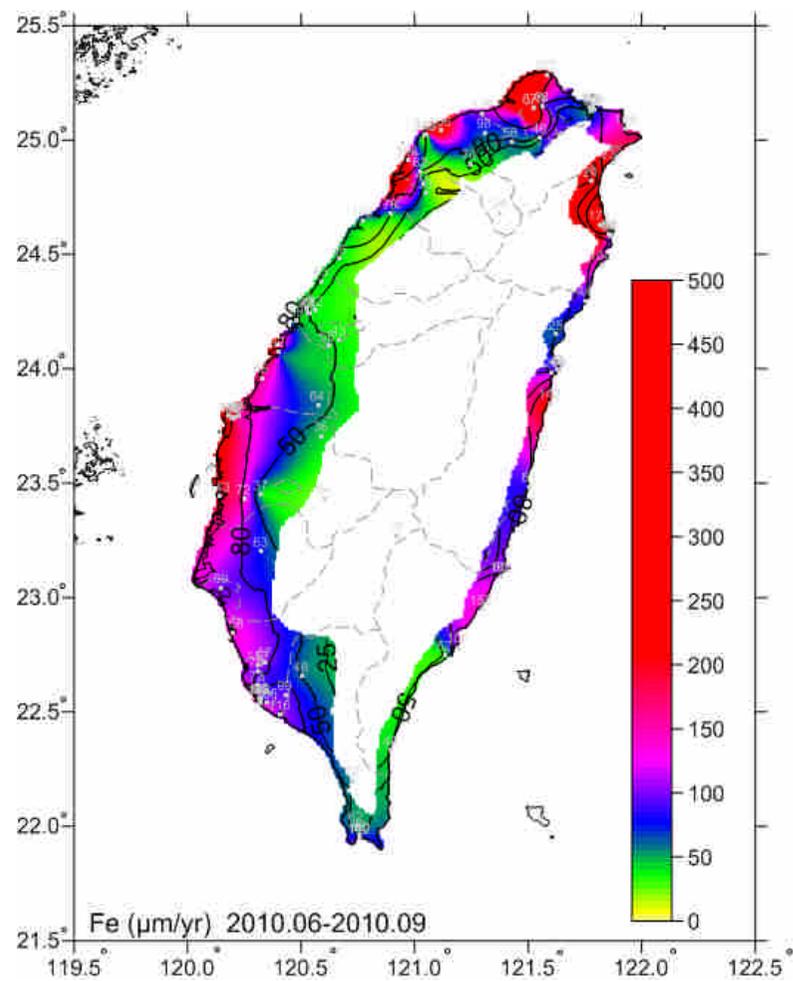


圖 4.24 2010.06-2010.09 碳鋼腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )

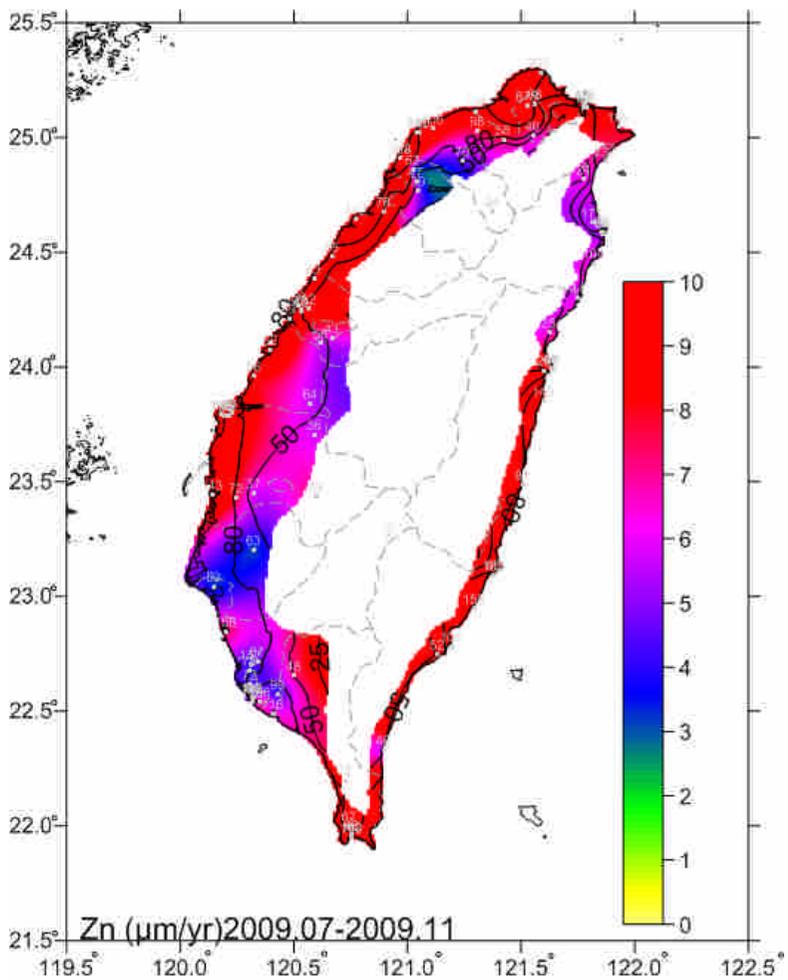


圖 4.25 2009.07-2009.11 鋅腐蝕速率( $\mu\text{m/yr}$ )

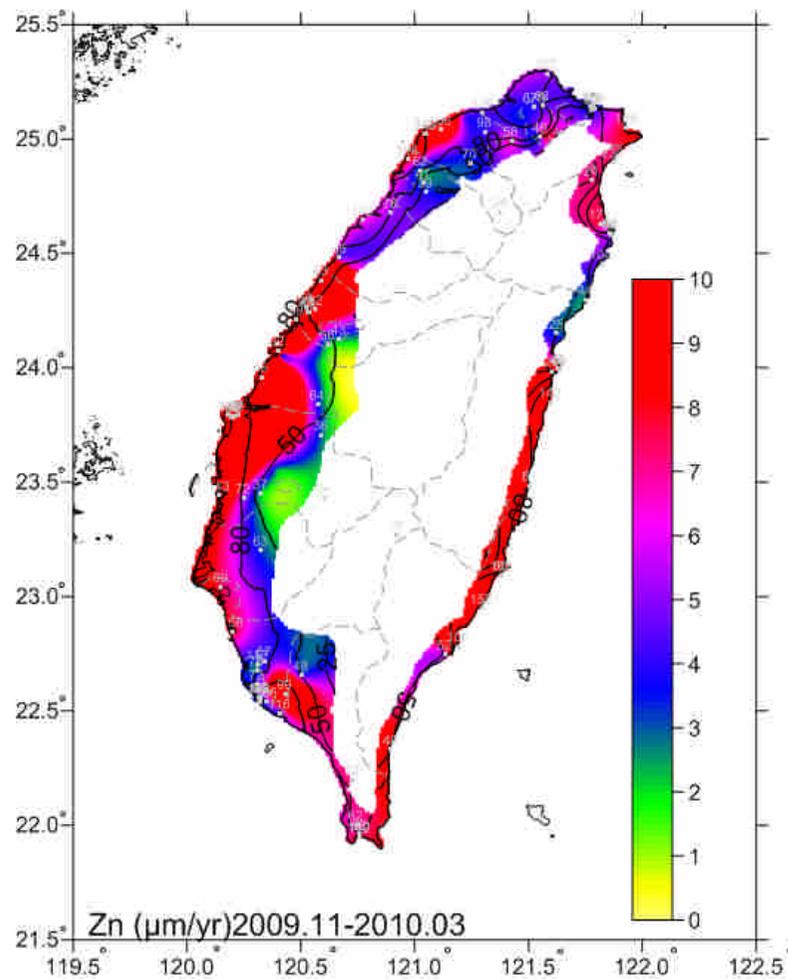
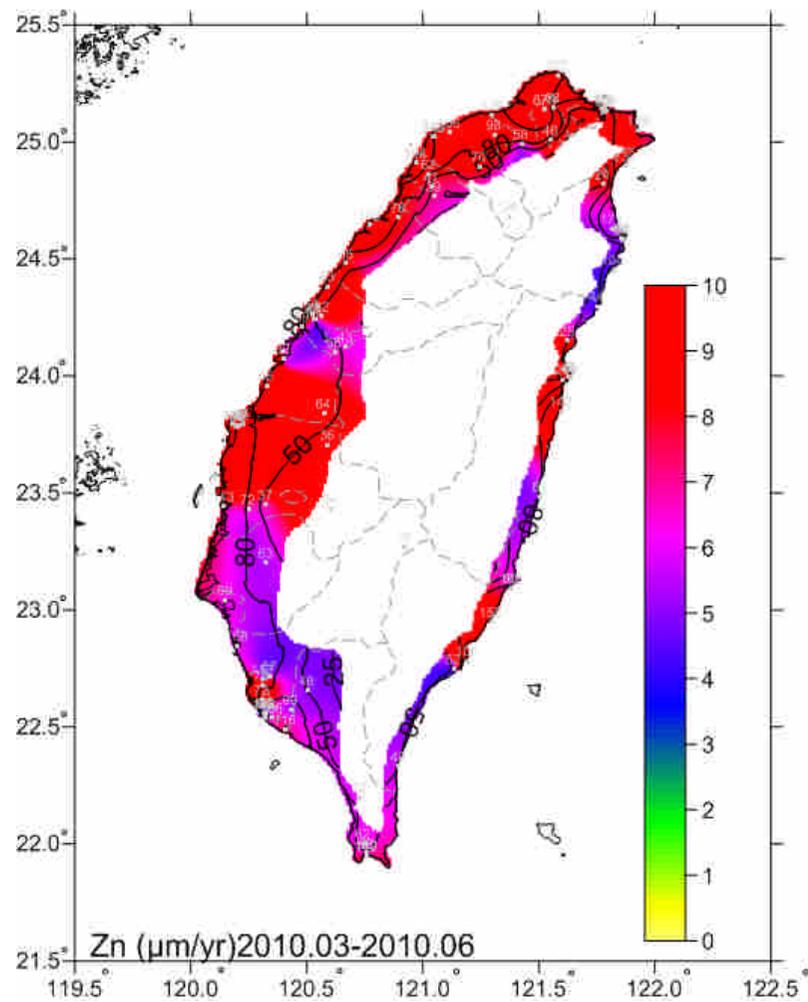
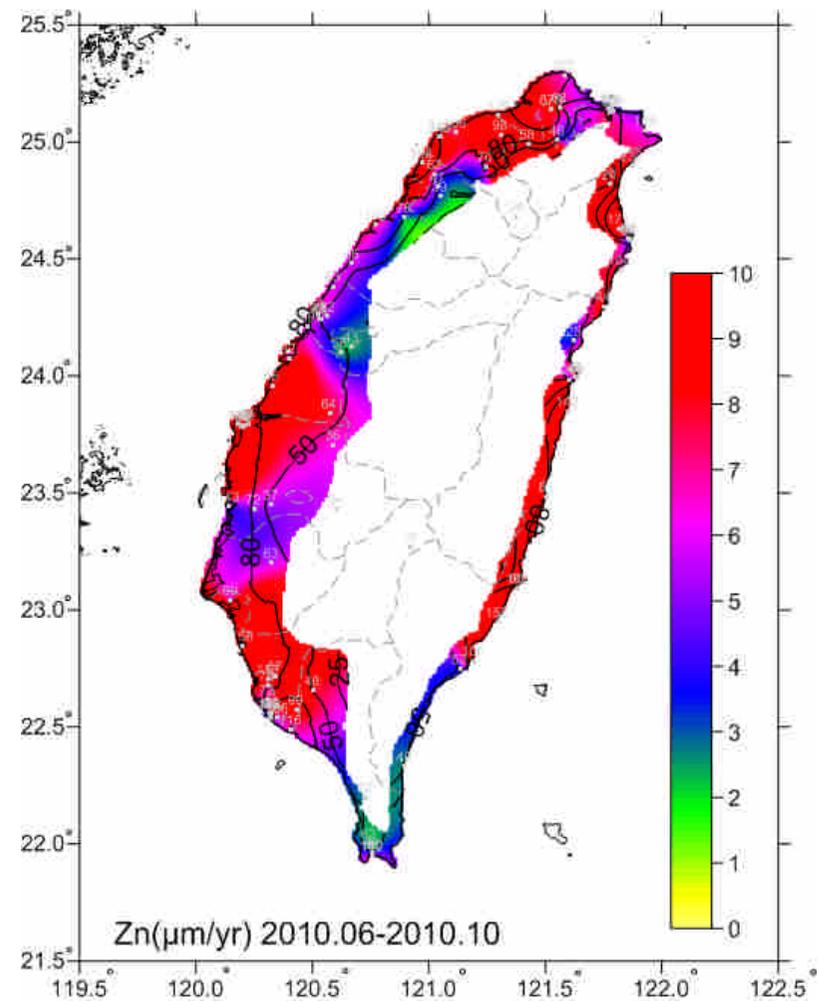
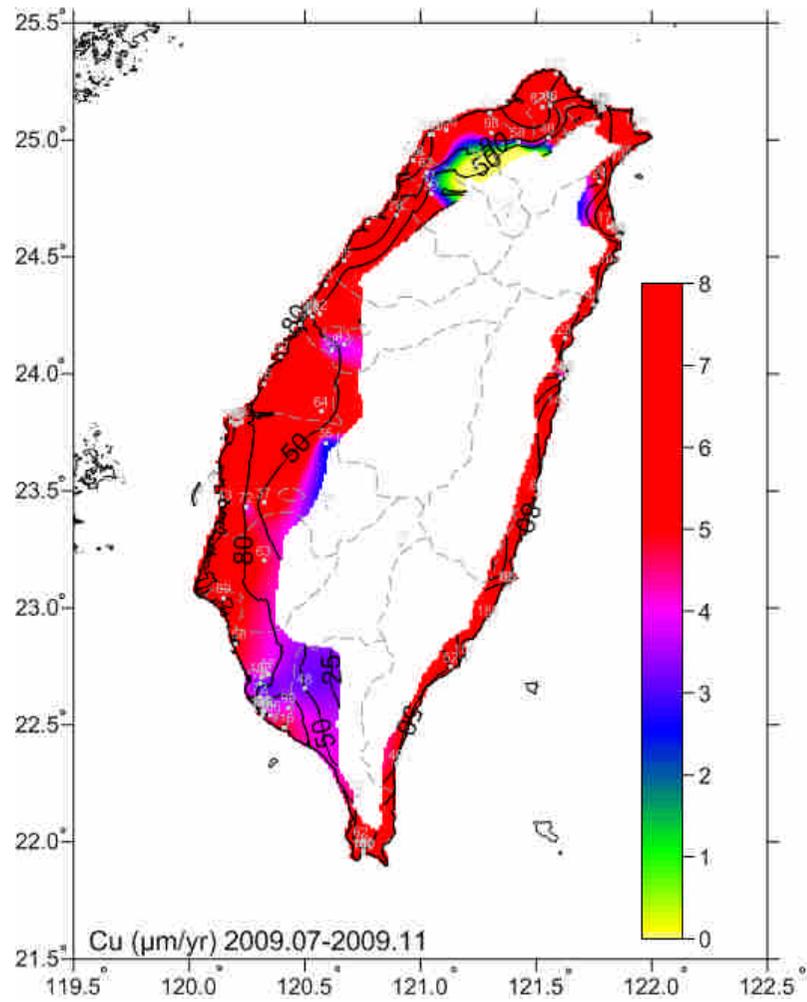
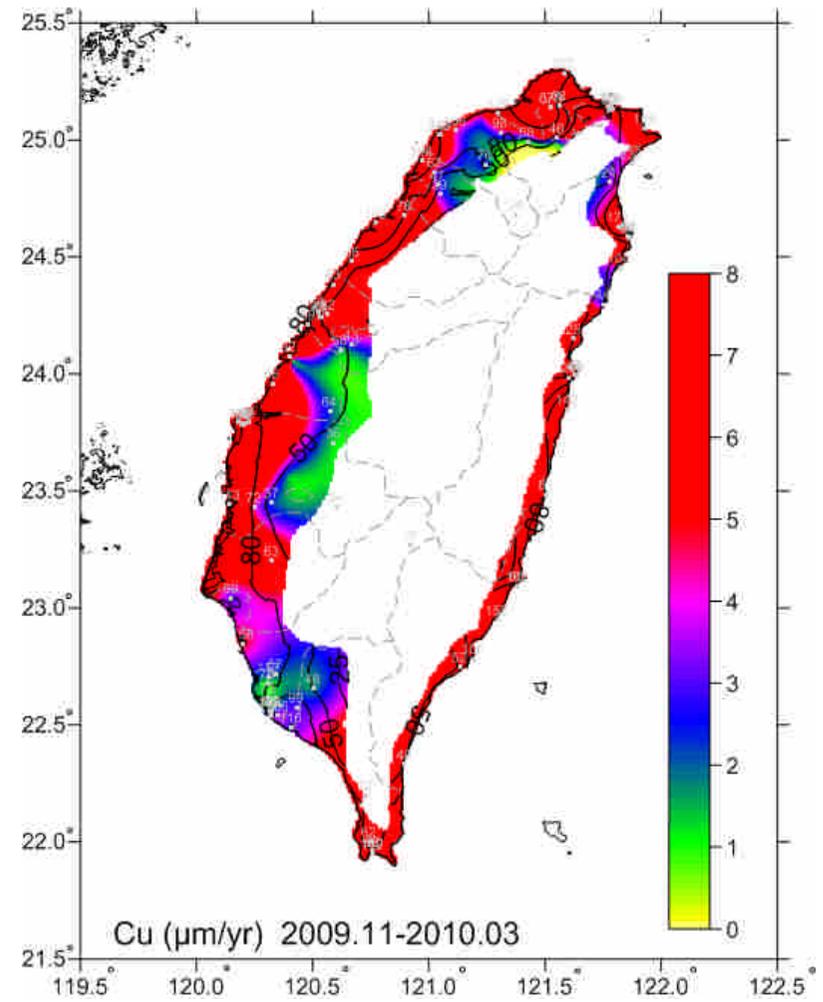
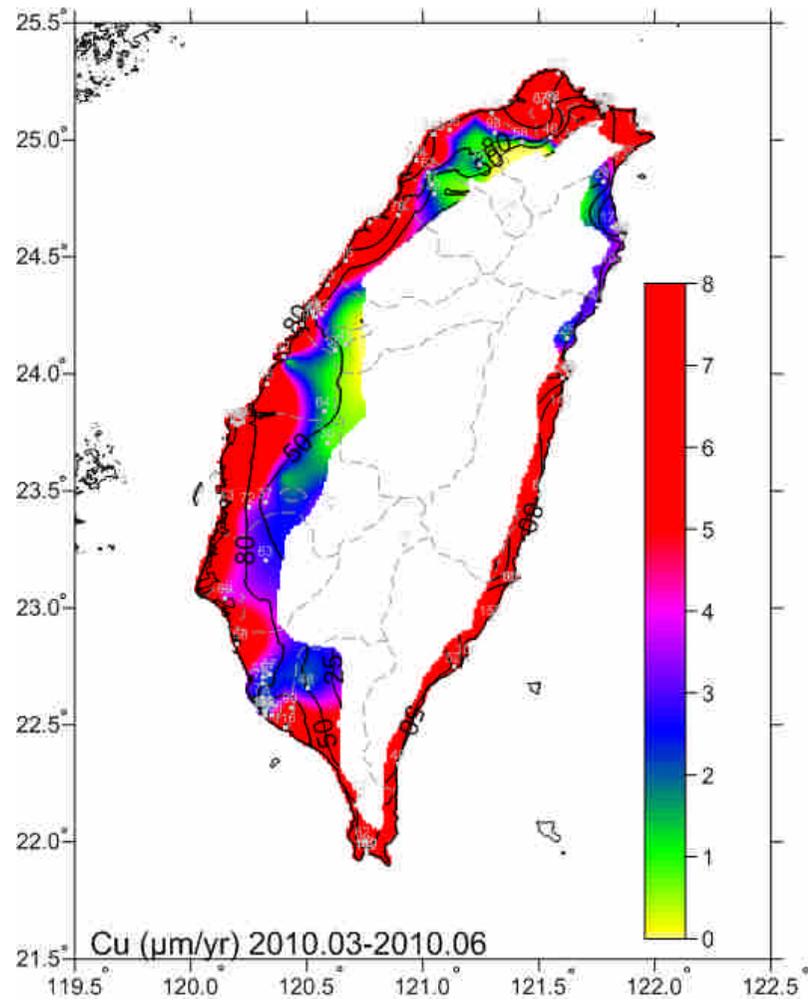
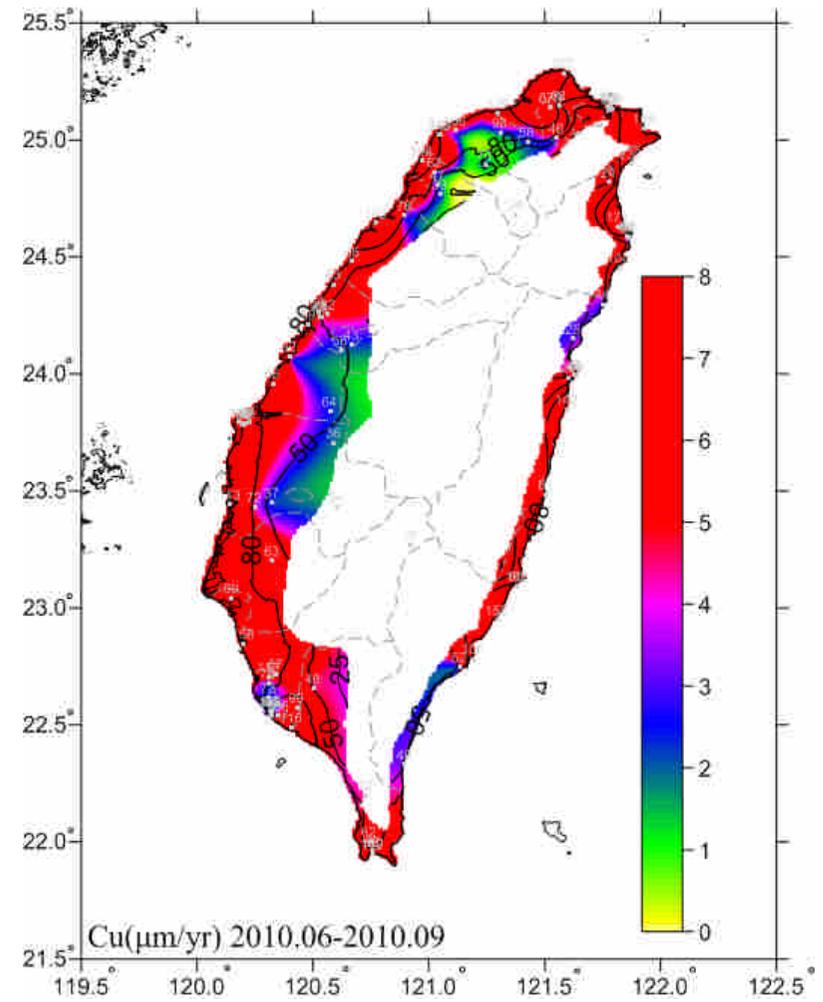


圖 4.26 2009.11-2010.03 鋅腐蝕速率( $\mu\text{m/yr}$ )

圖 4.27 2010.03-2010.06 鋅腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )圖 4.28 2010.06-2010.10 鋅腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )

圖 4.29 2009.07-2009.11 銅腐蝕速率( $\mu\text{m/yr}$ )圖 4.30 2009.11-2010.03 銅腐蝕速率( $\mu\text{m/yr}$ )

圖 4.31 2010.03-2010.06 銅腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )圖 4.32 2010.06-2010.09 銅腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )

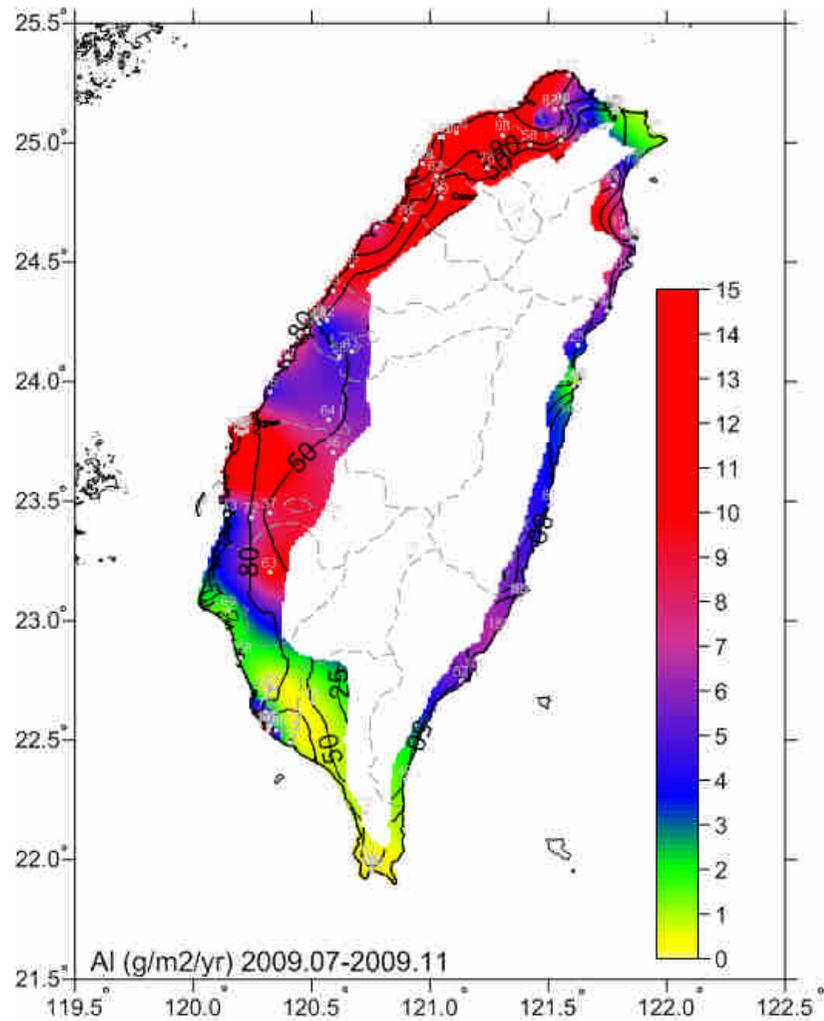


圖 4.33 2009.07-2009.11 鋁腐蝕速率( $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ )

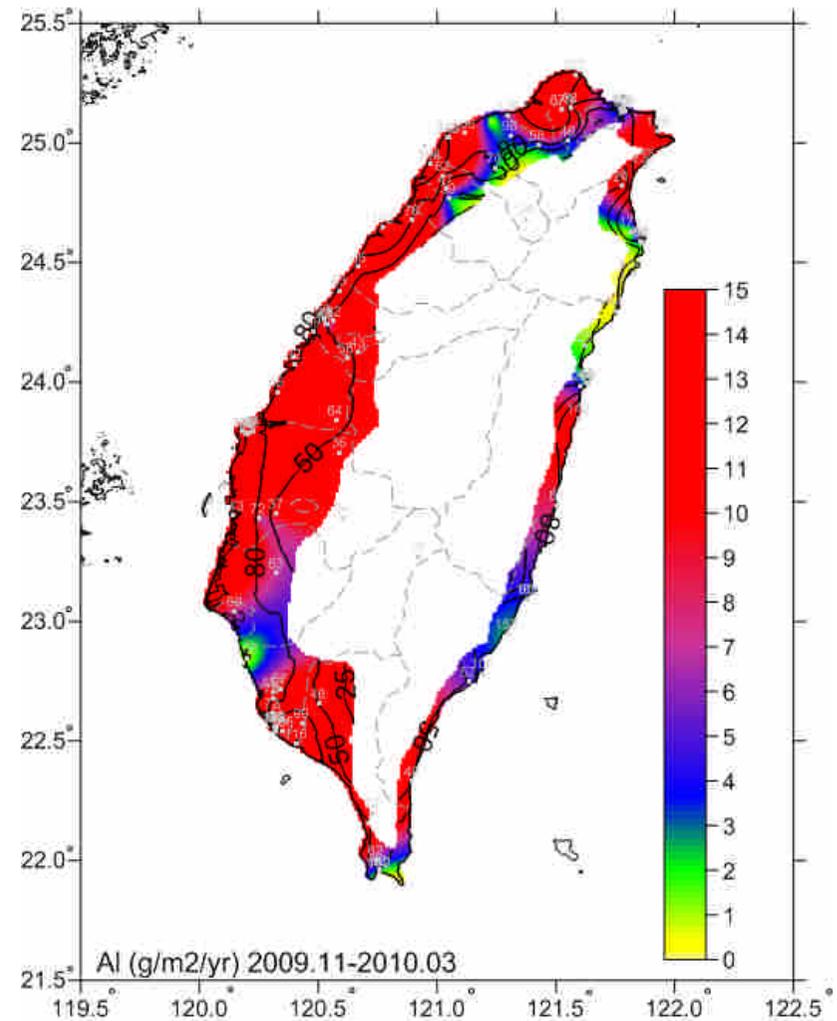


圖 4.34 2009.11-2010.03 鋁腐蝕速率( $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ )

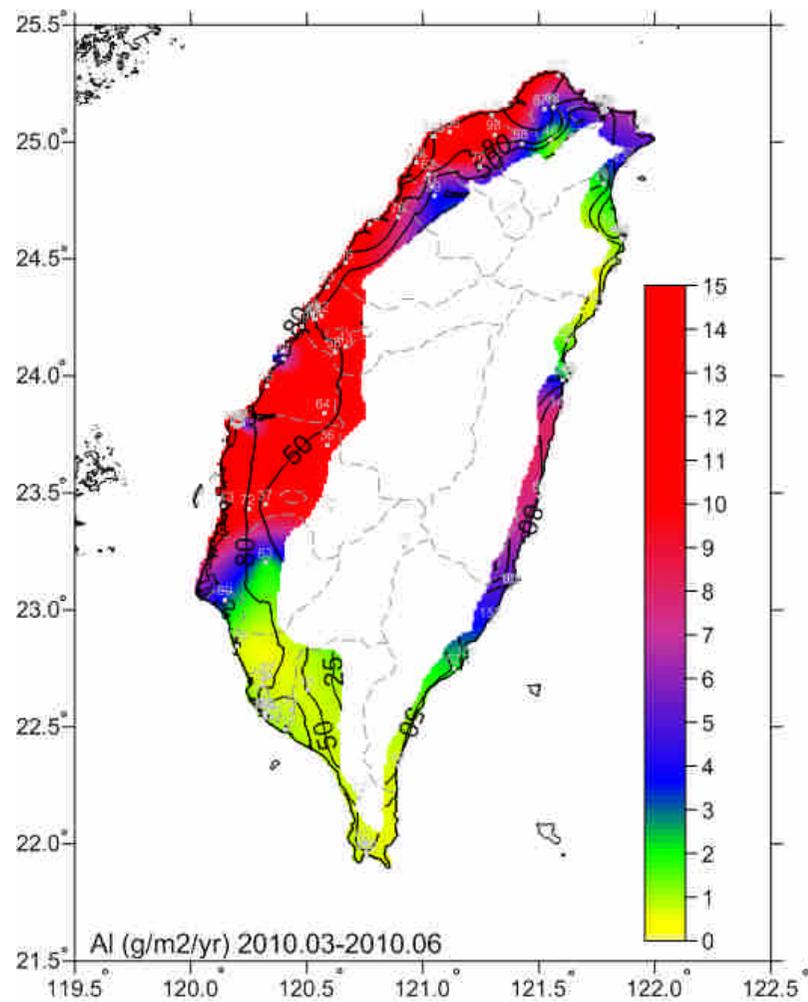


圖 4.35 2010.03-2010.06 鋁腐蝕速率(g/m<sup>2</sup>/yr)

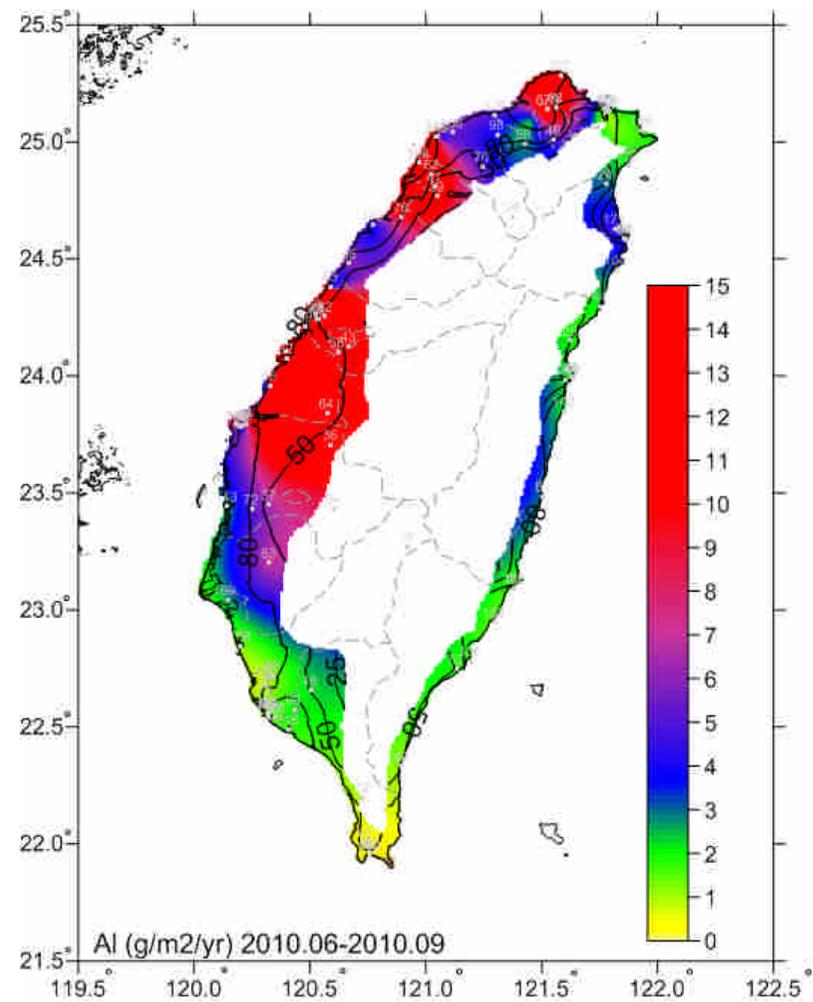
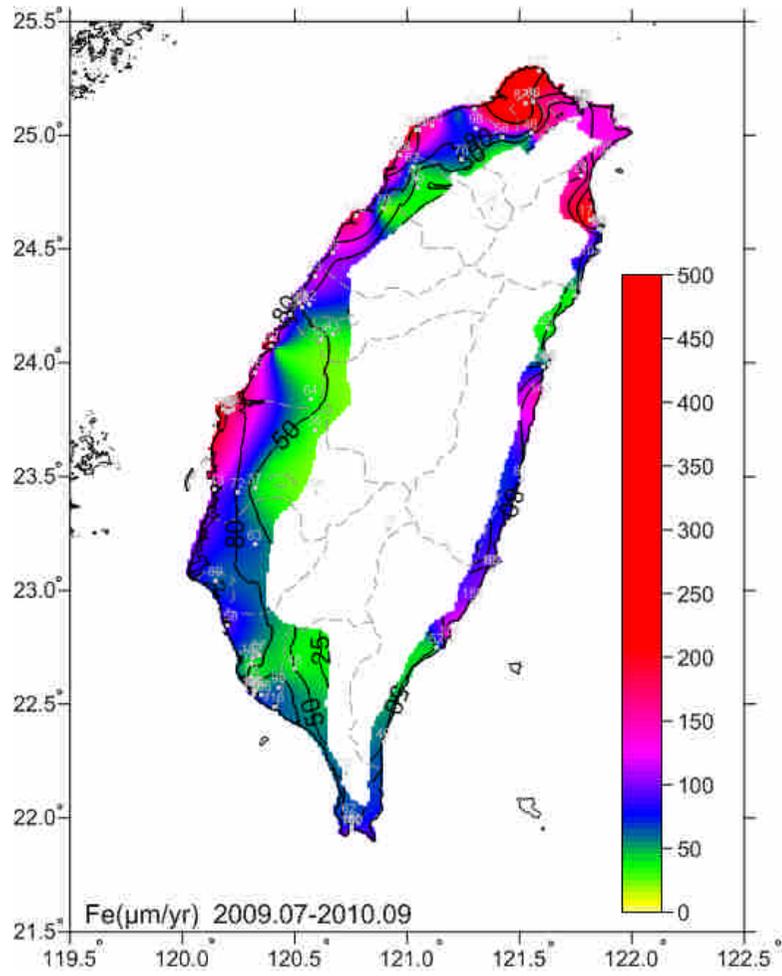
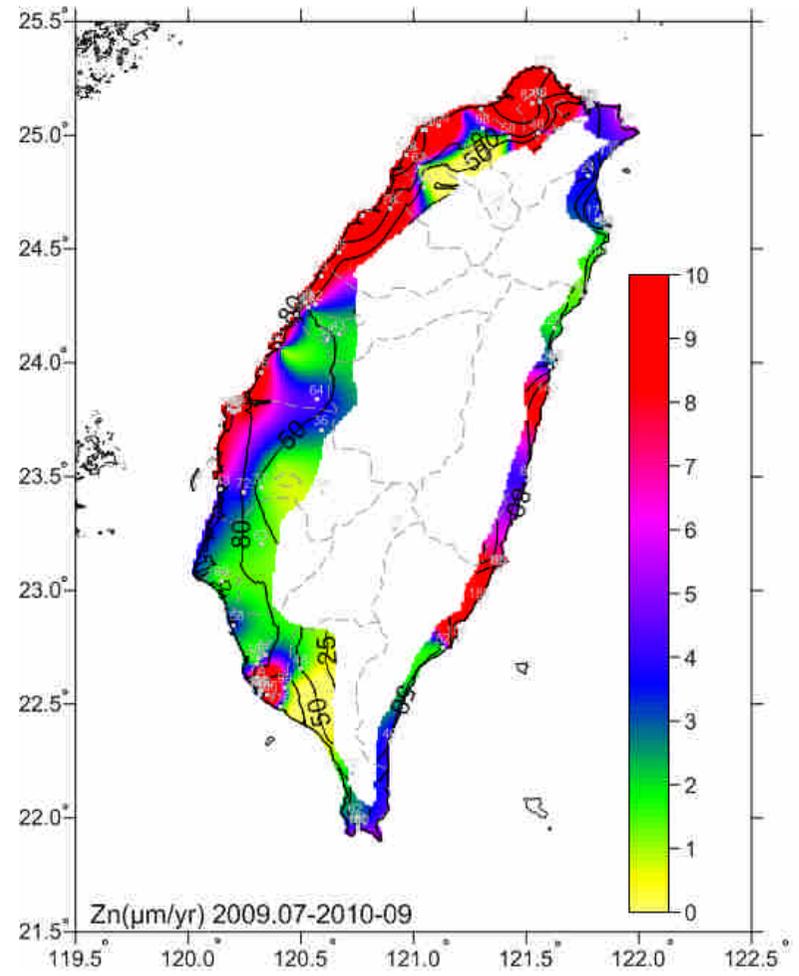


圖 4.36 2010.06-2010.09 鋁腐蝕速率(g/m<sup>2</sup>/yr)

圖 4.37 一年期碳鋼腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )圖 4.38 一年期鋅腐蝕速率( $\mu\text{m}/\text{yr}$ )

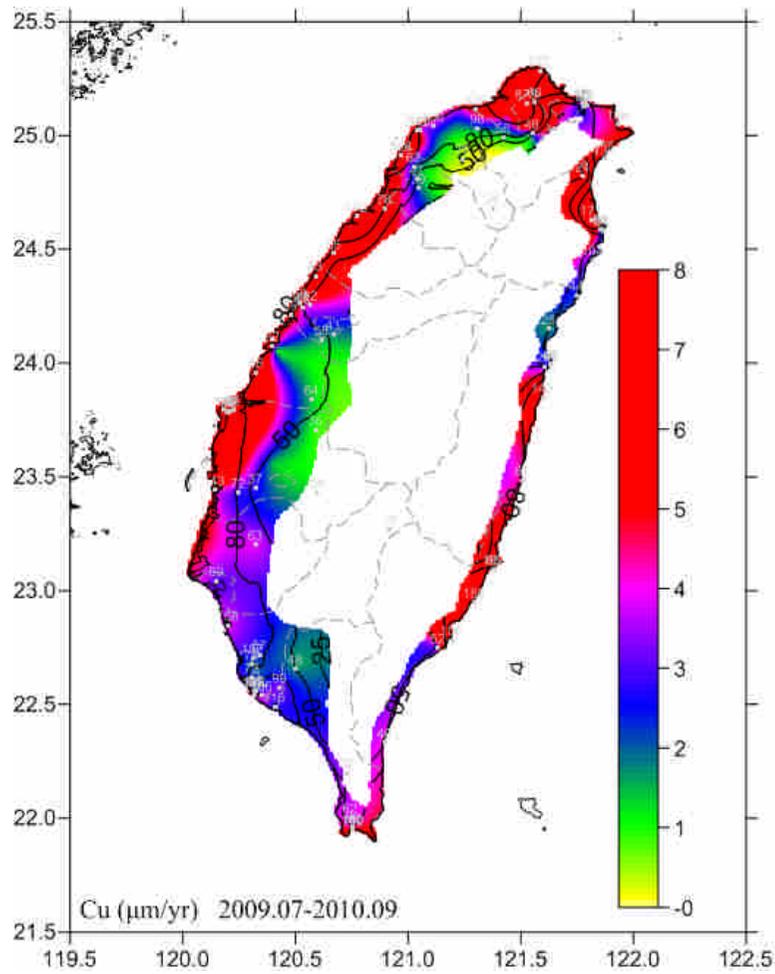


圖 4.39 一年期銅腐蝕速率(µm/yr)

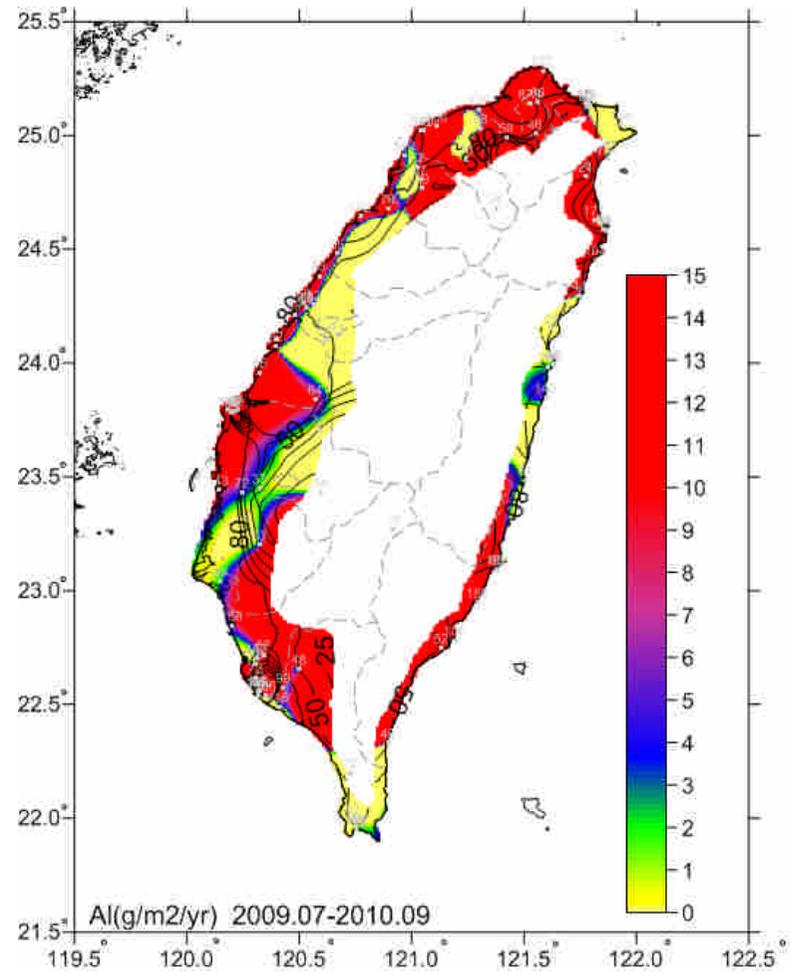


圖 4.40 一年期鋁腐蝕速率(g/m²/yr)

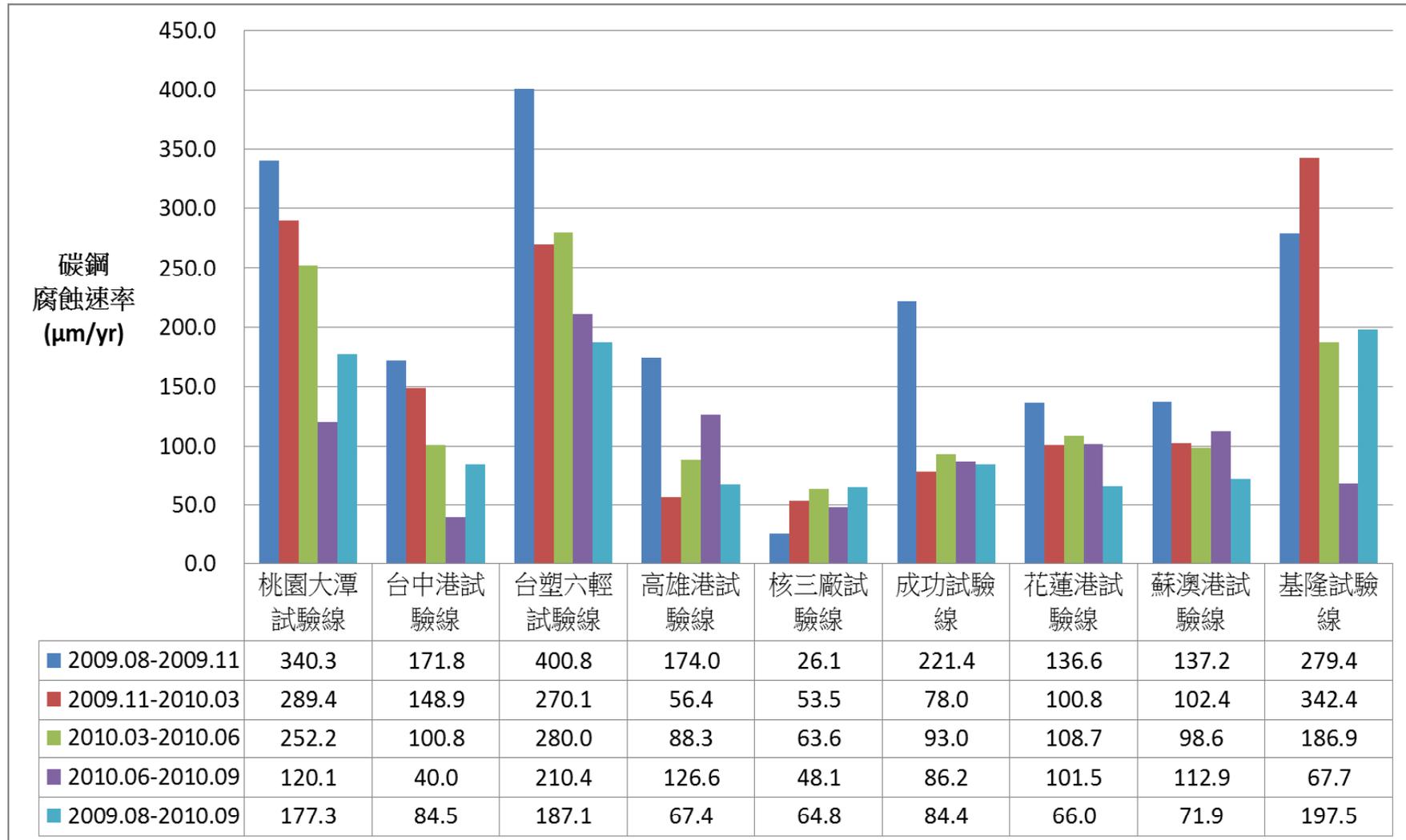


圖 4.41 垂直海岸試驗線 碳鋼平均腐蝕速率比較

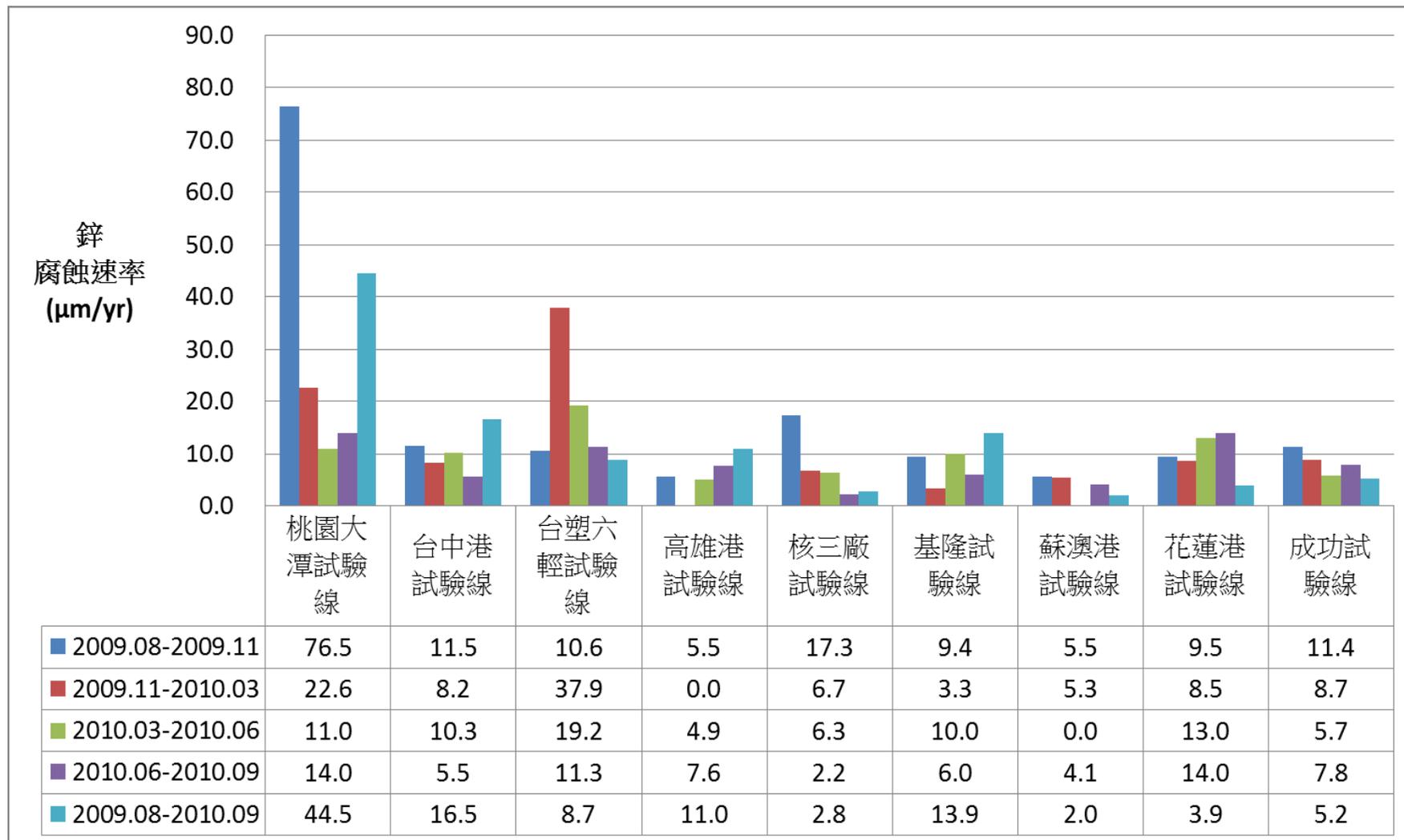


圖 4.42 垂直海岸試驗線 鉛平均腐蝕速率比較

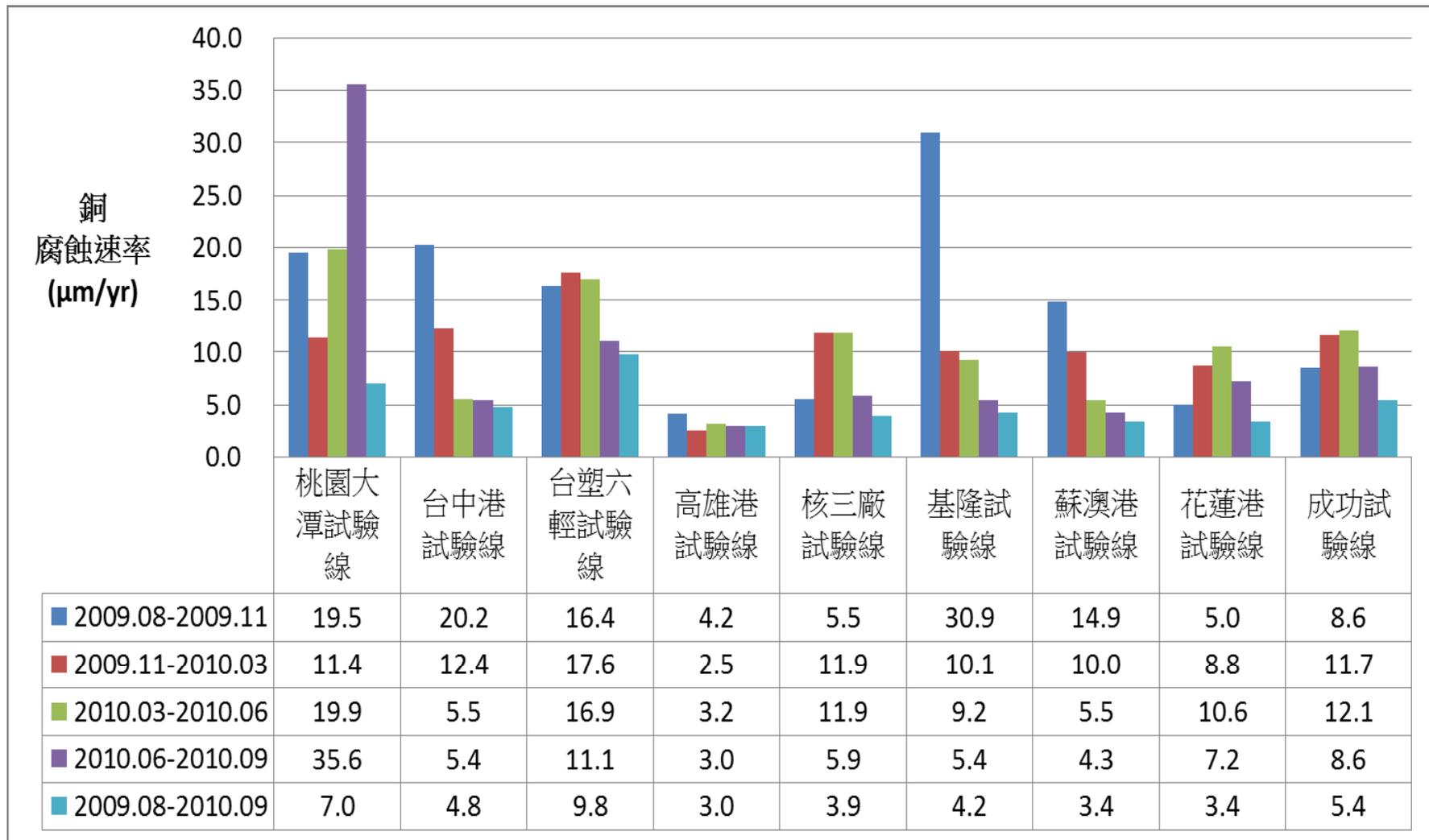


圖 4.43 垂直海岸試驗線 銅平均腐蝕速率比較

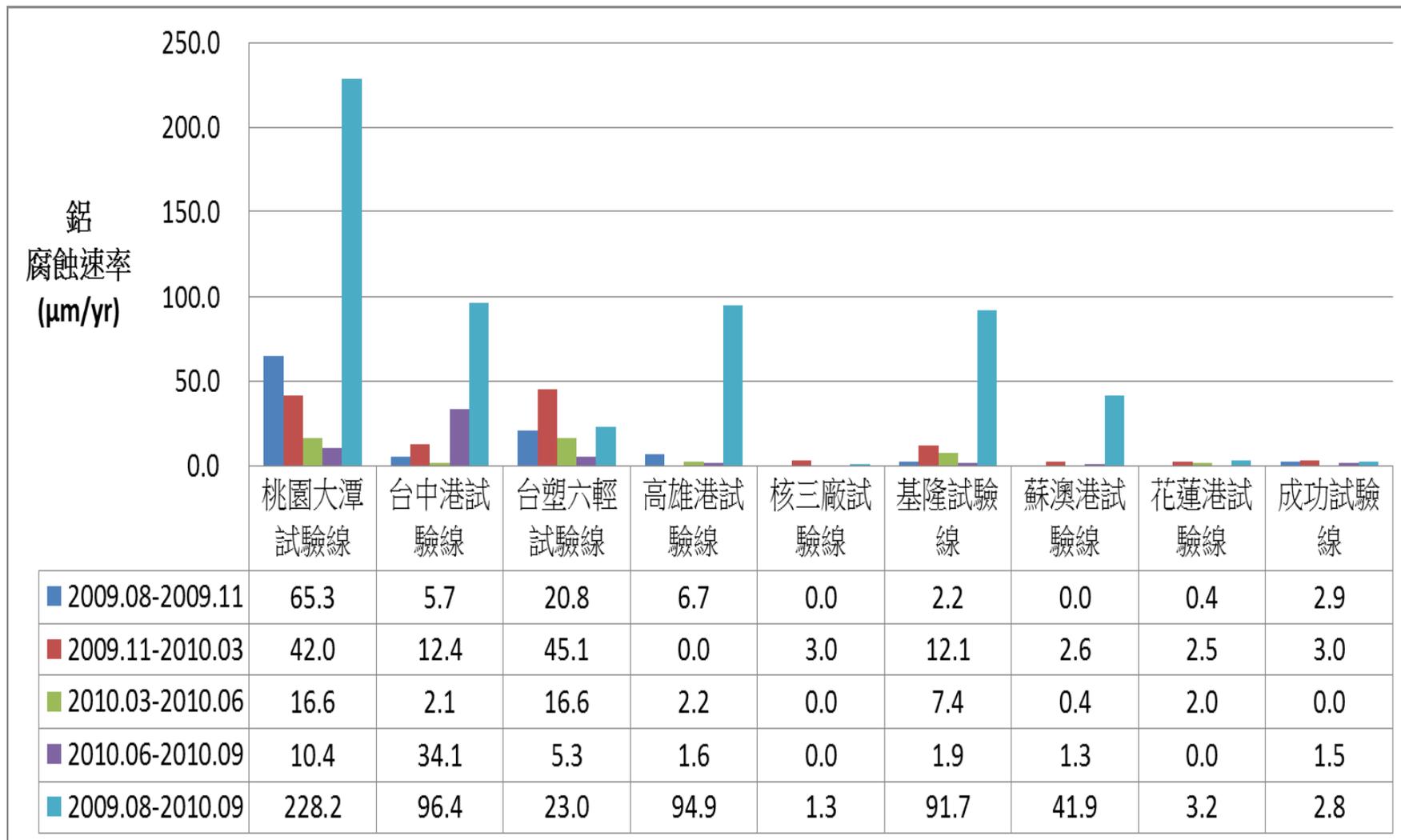


圖 4.44 垂直海岸試驗線 鋁平均腐蝕速率比較

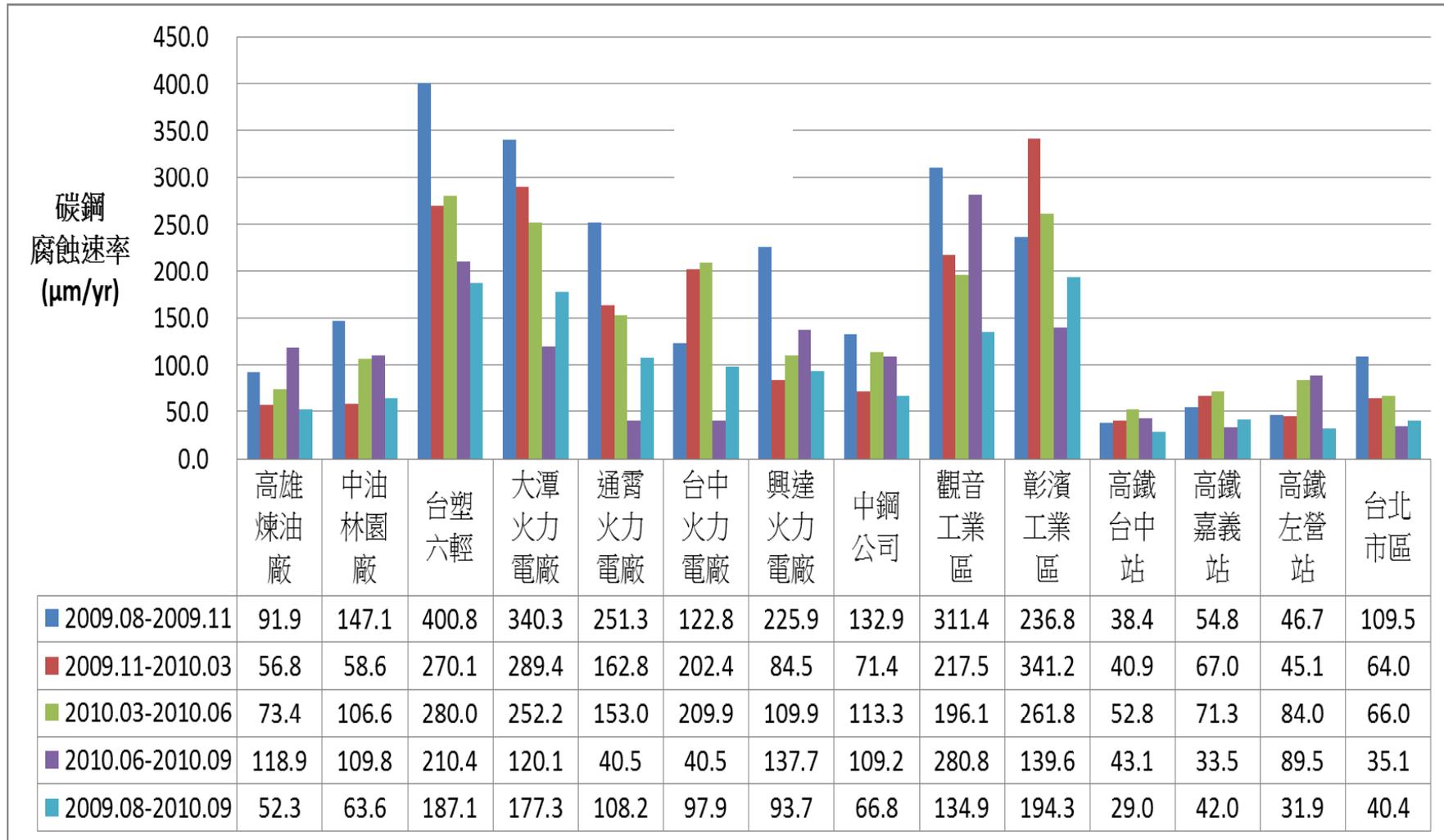


圖 4.45 特定測站碳鋼腐蝕速率比較

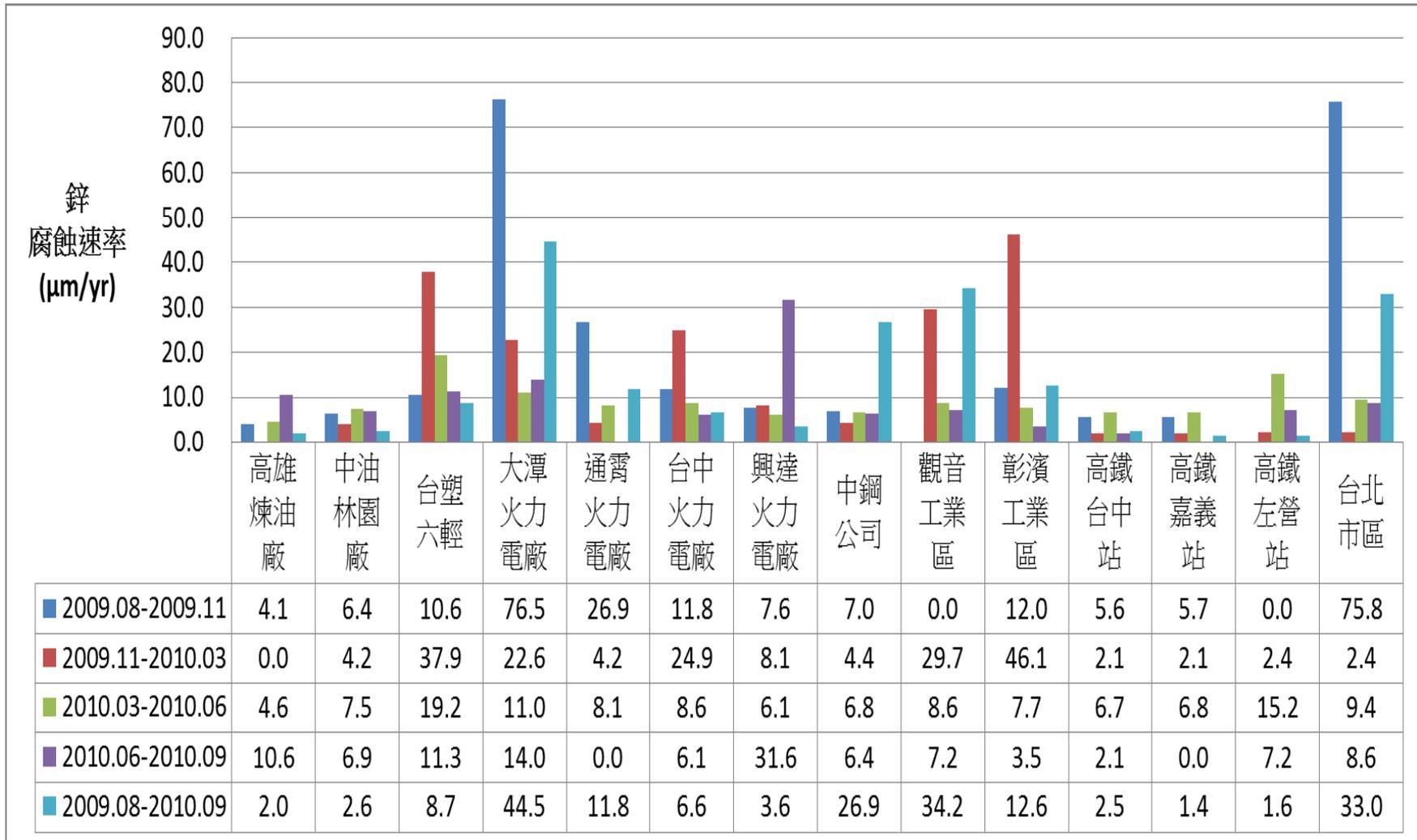


圖 4.46 特定測站 錳金屬平均腐蝕速率比較

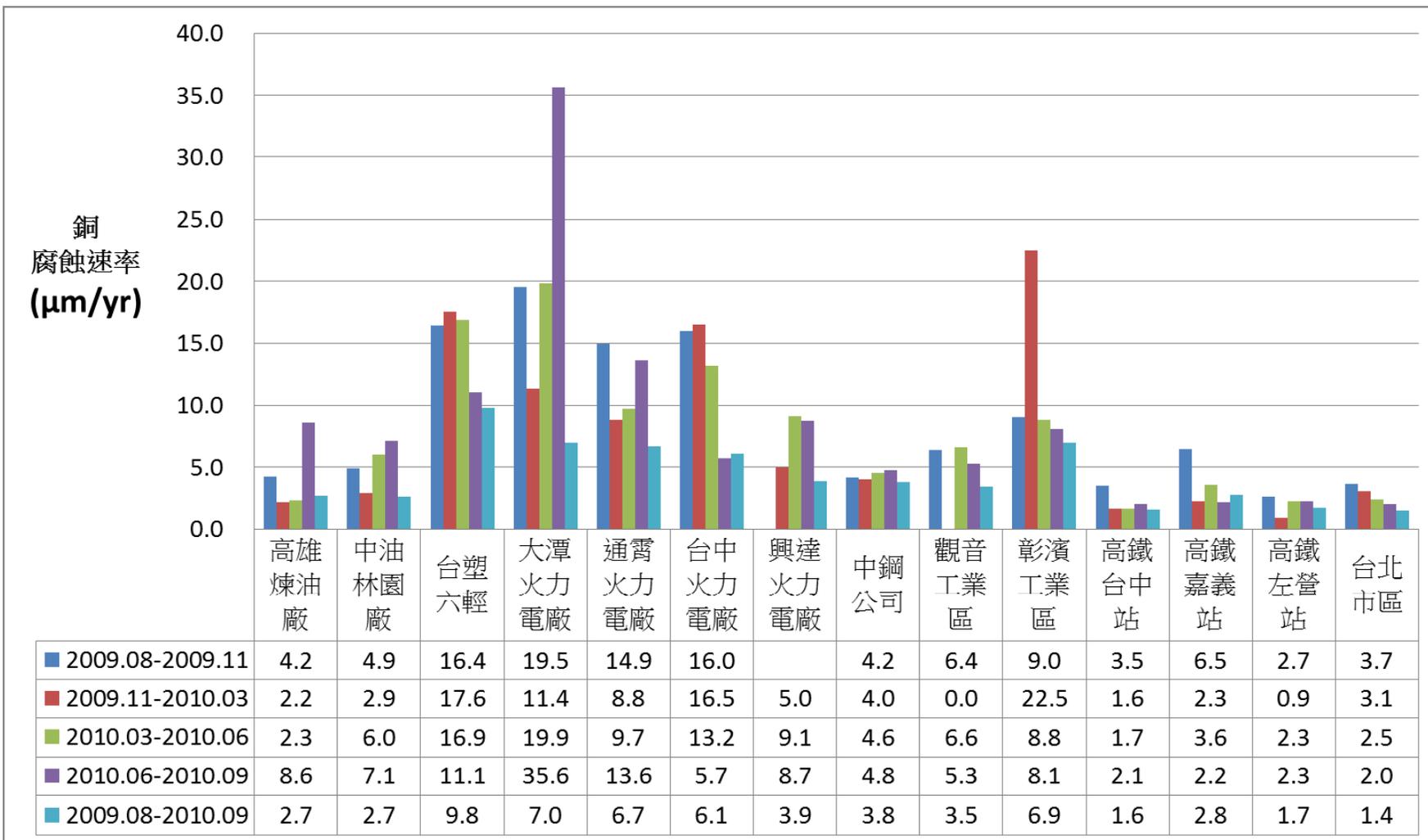


圖 4.47 特定測站 銅金屬平均腐蝕速率比較

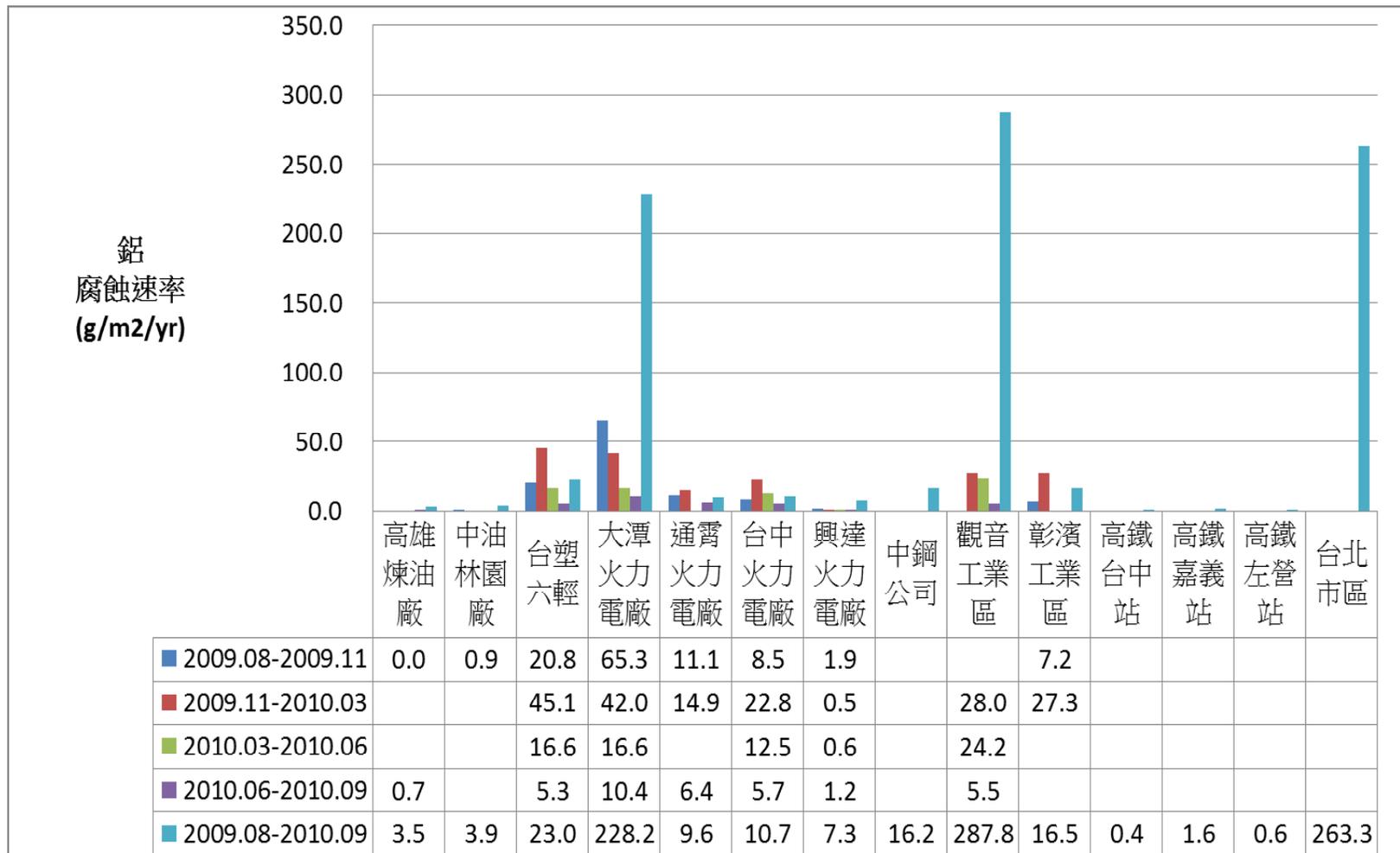


圖 4.48 特定測站 鋁金屬平均腐蝕速率比較

#### 4.6.5 各金屬大氣腐蝕環境分類

CNS 13401 (ISO 9223)大氣腐蝕性分類可根據標準金屬試片在某環境中進行自然暴露，並以最初第一年的腐蝕率大小來決定大氣腐蝕環境分類，其分類標準如(表 4-17)所示，可分為 C1, C2, C3, C4 與 C5 五個等級；C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。今彙整 2009.07-2010.09 試片之腐蝕速率進行各金屬的大氣腐蝕分類，結果如表 4-22 所示。表中，C5+表示金屬的腐蝕速率已超過 CNS 13401 規範中所規定之 C5 的腐蝕速率。

(圖 4.49 至圖 4.52)分別為碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在 2009.07-2010.09 暴露期間之大氣腐蝕分類等位圖；圖中等位線區間的顏色依表 4-19 中各金屬最初第一年之腐蝕速率來區分，C5 等級以上(C5+)以紅色表示，C5 等級以粉紅色表示，C4 等級以藍色表示，C3 等級以綠色表示，C2 等級以黃色表示，C1 等級則以淡黃色表示。

一般而言，除了在山區的試驗位址如北橫巴陵外，碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為 C3 以上，沿海地區則為 C5 等級，甚至碳鋼、銅金屬在基隆試驗線 100m、龍德工業區、臺塑六輕試驗線 0m、桃園試驗線 0m、陽明山硫磺區腐蝕環境可達到 C5+。至於銅金屬其在臺灣全島地區的腐蝕狀況，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 至 C5+等級，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為 C4 等級。而針對鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 等級，山區腐蝕環境為 C2 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為 C3~C4 等級。在平行海岸線方面，以高鐵沿線為例，碳鋼與鋅金屬多為 C3，銅金屬則為 C4 等級，鋁金屬為 C2 ~C3 等級。

表 4-22 各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果(試驗期間：2009.07-2010.09)

項次	試驗地點	碳鋼	鋅	銅	鋁
1	基隆試驗線 0m	C5	C5	C5	C4
2	基隆試驗線 100m	C5+	C5	C5+	C5+
3	基隆試驗線 3Km	C5	C5	C4	C3
4	梗枋安檢所	C5	C5	C5	C4
5	龍德工業區	C5+	C4	C5+	C5
6	蘇澳港試驗線 0m	C4	C4	C5	C3
7	蘇澳港試驗線 100m	C4	C3	C5	C3
8	蘇澳港試驗線 300m	C4	C3	C4	C5+
9	南澳安檢所	C5	C3	C5	C3
10	和平工業區	C3	C3	C4	C2
11	太魯閣國家公園	C3	C3	C4	C2
12	美崙工業區	C3	C5	C5	C4
13	花蓮港試驗線 0m	C5	C5	C5	C5
14	花蓮港試驗線 100m	C4	C5	C4	C4
15	花蓮港試驗線 300m	C4	C5	C4	C3
16	橄仔樹安檢所	C5	C5+	C5+	C5
17	石梯安檢所	C4	C4	C5	C3
18	成功安檢所	C5	C5	C5+	C5
19	金樽安檢所	C5	C5+	C5+	C5
20	伽蘭安檢所	C5	C5+	C5+	C5
21	豐樂工業區	C3	C3	C5	-
22	尚武安檢所	C4	C5	C5	C3
23	核三廠試驗線 0m	C5	C5	C5+	C4
24	核三廠試驗線 100m	C4	C3	C5	C3
25	核三廠試驗線 300m	C4	C3	C5	C3
26	核三廠試驗線 1Km	C4	C4	C5	C3
27	屏東工業區	C3	C3	C4	C3
28	中油林園廠	C4	C4	C4	C4
29	中鋼公司	C4	C5+	C5	C5+
30	大發工業區	C4	C4	C5	C5
31	高雄港試驗線 0m	C4	-	C5	C2
32	高雄港試驗線 100	C4	C3	C5	C5+
33	高雄港試驗線 300m	C4	C4	C5	C5
34	高雄港試驗線 1Km	C4	C3	C4	C3
35	高雄港試驗線 3Km	C3	C5+	C4	-

表 4-22 各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果(續 1)

項次	試驗地點	碳鋼	鋅	銅	鋁
36	高鐵左營站	C3	C3	C4	C2
37	高雄煉油廠	C4	C3	C4	C4
38	永安工業區	C5	C4	C5	C5
39	興達火力電廠	C5	C4	C5	C5
40	成大水工所	C4	C3	C5	C4
41	官田工業區	C4	C3	C5	C4
42	東石安檢所	C5	C4	C5	C5
43	朴子工業區	C4	C5	C5	C4
44	高鐵嘉義站	C3	C3	C4	C3
45	斗六工業區	C3	C4	C3	C2
46	<b>臺塑六輕試驗線 0m</b>	C5+	C5+	C5+	C5+
47	<b>六輕試驗線 100m</b>	C5	C5+	C5+	C5+
48	<b>六輕試驗線 300m</b>	C5	C5	C5+	C5+
49	<b>六輕試驗線 1Km</b>	C5	C5	C5+	C5+
50	<b>六輕試驗線 3Km</b>	C5	C5+	C5+	C5+
51	王功安檢所	C5	C5+	C5+	C5+
52	彰濱工業區	C5	C5+	C5+	C5+
53	田中工業區	C3	C5	-	C5+
54	南崗工業區	C3	C3	C4	C3
55	大里工業區	C3	C3	C3	C2
56	高鐵臺中站	C3	C4	C4	C2
57	臺中火力電廠	C5	C5	C5+	C5+
58	<b>臺中港試驗線 0m</b>	C5	C5+	C5+	C5+
59	<b>臺中港試驗線 100m</b>	C4	C5+	C5	C5+
60	<b>臺中港試驗線 1Km</b>	C4	C4	C5	C5
61	五甲安檢所	C5	C5+	C5+	C5+
62	通霄火力電廠	C5	C5+	C5+	C5
63	外埔安檢所	C5	C5+	C5+	C5+
64	頭份工業區	C2	-	-	C5+
65	竹南工業區	C3	-	-	-
66	工研院	C3	C4	C4	C3
67	新竹工業區	C3	C3	C4	C3
68	平鎮工業區	C4	-	C2	C2
69	<b>桃園試驗線 0m</b>	C5+	C5+	C5+	C5+
70	<b>桃園試驗線 300m</b>	C5	C5+	C5+	C5+

表 4-22 各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果(續 2)

項次	試驗地點	碳鋼	鋅	銅	鋁
71	桃園試驗線 1Km	C5	C5+	C5	C5+
72	樹林工業區	C4	C3	C3	C5
73	臺北市區	C3	C5+	C4	-
74	陽明山國家公園	C5	C5+	C5+	C5+
75	陽明山硫磺區	C5+	-	C5+	C2
76	阿里山	C2	C3	C4	-
77	北橫巴陵	C2	C3	C2	C4
78	東北角風景管理處	C5	C5	C5	C4
79	臺北港監測站	C4	C4	C5	C3
80	平鎮工業區(中心)	C4	C4	C5	C4
81	觀音工業區(中心)	C5	C4	-	C5+
82	永安安檢所	C5	C5+	C5+	C5+
83	新竹漁港	C5	C5+	C5+	C5+

註：- 表示試片遺失

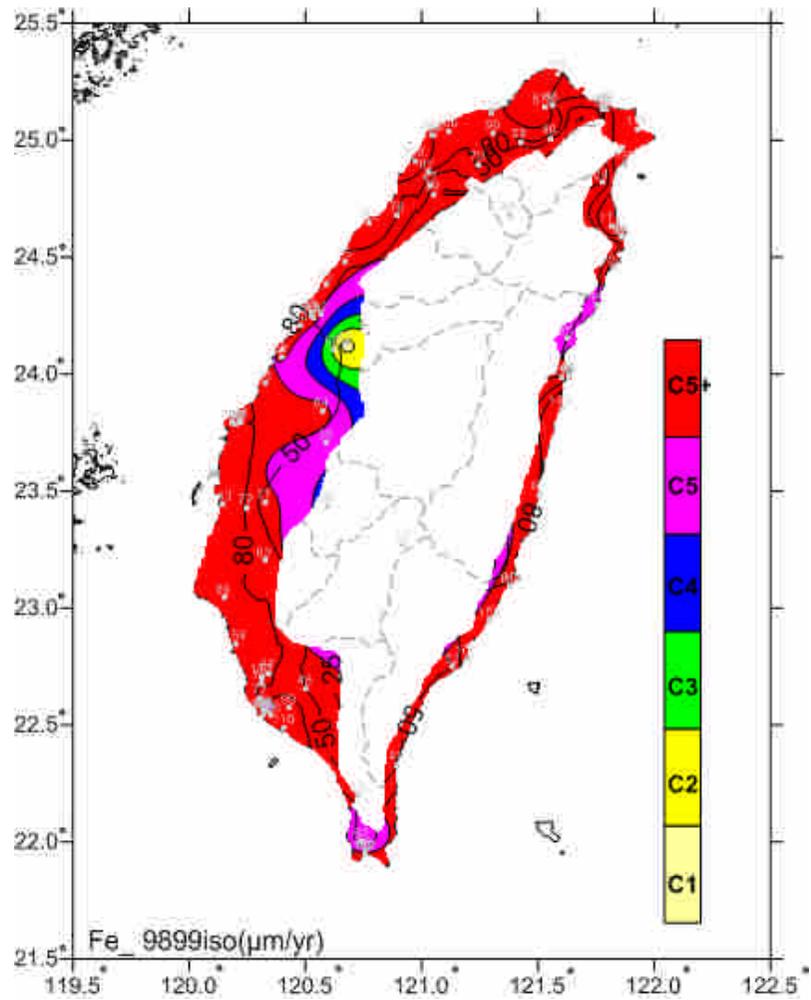


圖 4.49 碳鋼 2009-2010 年腐蝕速率 ISO 分類

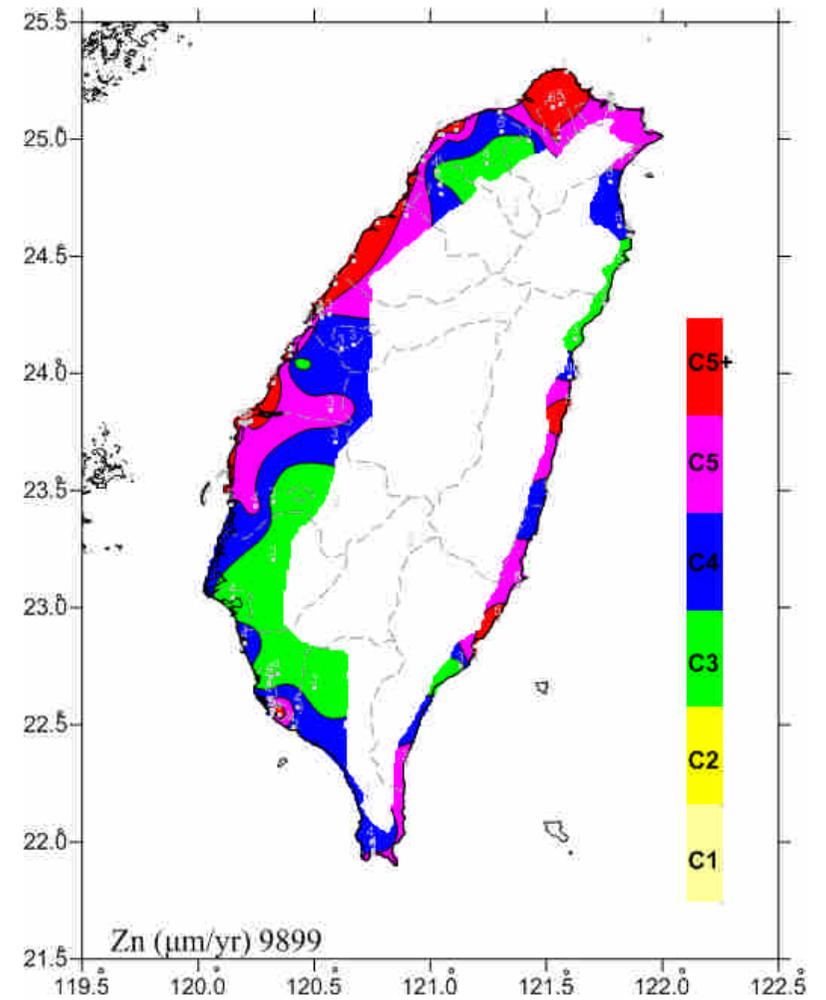


圖 4.50 鋅第 2009-2010 年腐蝕速率 ISO 分類

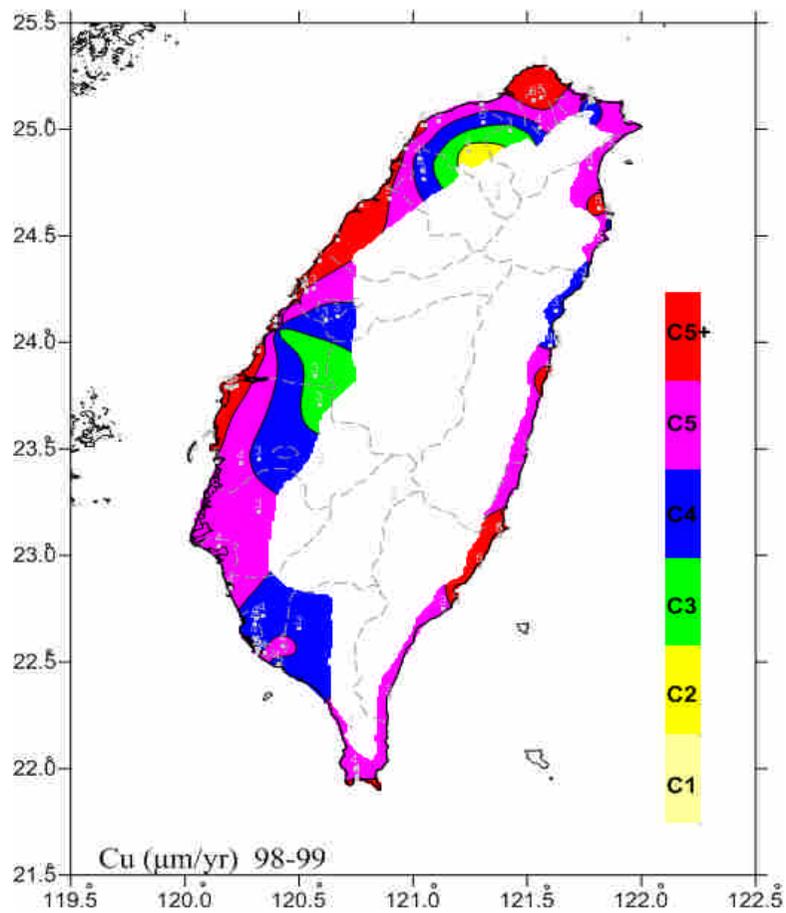


圖 4.51 銅 2009-2010 年腐蝕速率 ISO 分類

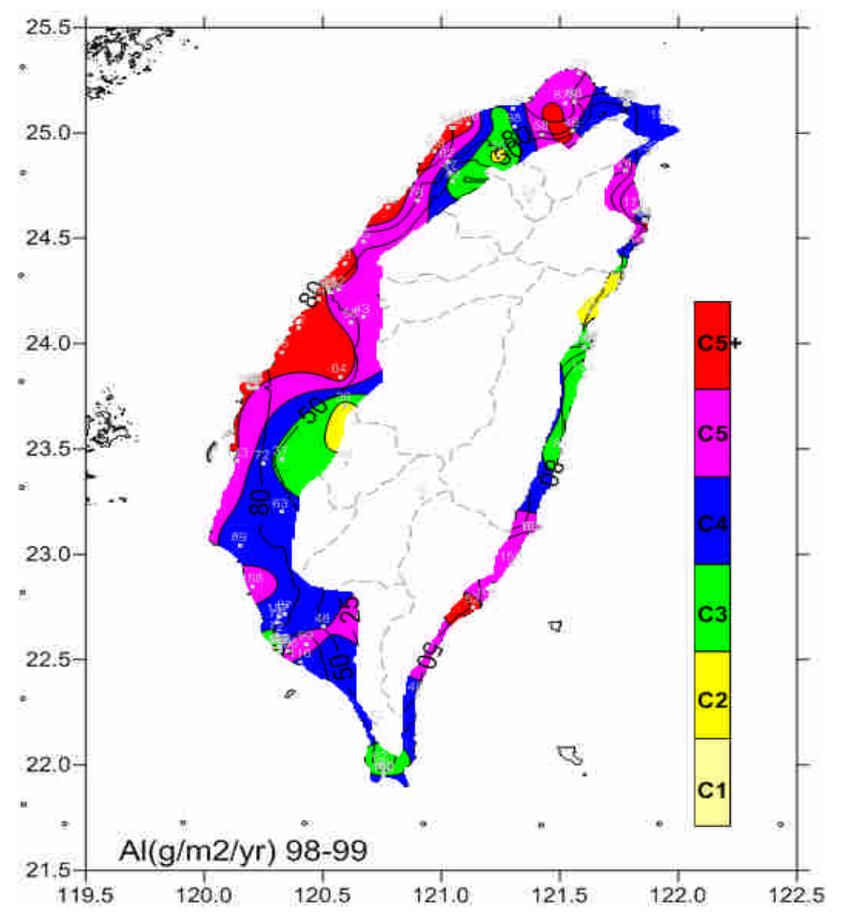


圖 4.52 鋁 2009-2010 年腐蝕速率 ISO 分類

## 第五章 大氣腐蝕因子資料庫功能維護與擴充

### 5.1 系統功能規劃

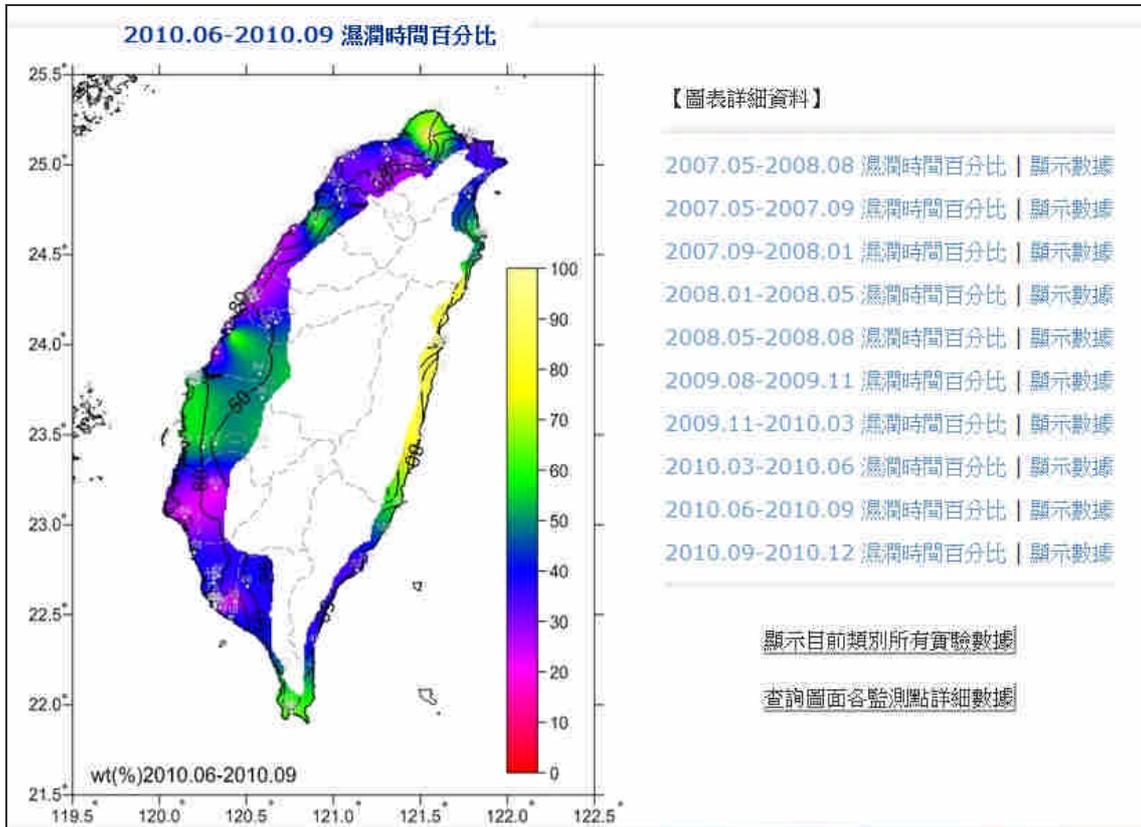
大氣腐蝕因子資料庫系統歷經兩年的功能規畫與製作，在 Web 網頁前端的資訊提供功能，以及後台的資料庫管理功能，均已達成需求。但系統的改善永無止境；因此，本年度的系統功能規畫上，除了持續擴充新增加的數據資料；主要的功能規畫便放在使用介面的整合部分，透過 GoogleMap 的整合，加強使用上的便利性。本年度在此資料庫系統中維護並擴充項目說明如下：

1. 新增數據與資料上架：將 2009 年與 2010 年新增的數據資料加入資料庫。包含 2009 年第三季與 2009 年第四季腐蝕數據及 2010 年四季各監測點之金屬腐蝕相片，使腐蝕數據更新並完整。
2. 資料庫資料結構擴充與程式調整：為了提供前述新增的數據資料輸入並保存在資料庫，且考量到 2010 年資料的擴充性。故在資料庫的資料結構方面，擴充了 2009 年~2010 年的資料欄位，使未來的資料更新擴充性，在資料庫方面準備完整；在程式調整方面，為了搭配前述的資料庫結構擴充與資料新增，使資料的顯示與比較等功能正常顯示，因此系統相關的程式均做過調整，以搭配資料顯示與擴充。
3. Google Map 整合：為了讓使用者在使用本系統中，觀察數據的使用上更加方便，因此將目前全球通行之 GoogleMap 整合進入本資料庫系統，讓使用介面朝更便利，直覺化的方向發展。
4. 會員前台作業建置：讓需要查看專業資訊的專家學者或是相關單位可自行申請會員帳號。會員機制包含加入會員、密碼查詢、系統登入／登出、瀏覽權限判斷、會員資料維護等。
5. 會員管理後台作業：管理者可在管理頁面中，查詢所有會員清單，並對所有會員資料作新增、修改、刪除等動作，並可設定會員權限等級及會員狀態（分未啟用、啟用、鎖定等）。另外，凡有兩年以上

- 未登入者，系統將定義為逾期未登入帳號，將其帳號狀態設為鎖定。
6. 圖片資料管理：前台顯示的現地試驗照片設為動態頁面，並可依照年度、試驗點關鍵字查詢腐蝕照片資料。資料由管理者在管理頁面設定季度並上傳圖片。
  7. 資料匯入：建置 Excel 匯入功能，將試驗數據依照金屬類別、環境因子等類型匯入資料庫中。並利用正規化檢查數據資料格式。
  8. GoogleMap 連結：Google 地圖上的試驗點點開後的檢視增加試驗相片及新增 2010 的數據資料顯示。

## 5.2 新增數據與資料上架

本資料庫系統新增數據資料計有：87 個金屬(鋼、鋅、銅、鋁)監測站、51 個(二氧化硫沉積量) 監測站及 61 個(氯鹽沉積量) 監測站。2009 年第三季數據及第四季數據與 2010 年第一季、第二季、第三季及第四季數據與 2010 年全年期數據資料。並整理相關資料分析將其繪製濕度、氯鹽沉積量、二氧化硫沉積量及鋼、鋅、銅、鋁四種金屬大氣腐蝕環境分類等位圖。如圖 5.1~5-6 所示：



**圖 5.1 濕潤時間新增資料顯示**

關於本計畫	國內資料蒐集分析	現地試驗資料	專家數據庫																								
目前您所在的位置: 現地試驗資料 > 金屬現地試驗相片																											
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="color: #0070C0; font-weight: bold;">金屬現地試驗相片</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">查詢</div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid #ccc; padding-bottom: 5px;"> <span>年度 <input type="text" value="96"/> ~ <input type="text" value="96"/></span> <span>地點 <input type="text"/></span> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <th style="width: 15%;">試驗地點</th> <th style="width: 15%;">第一次採樣</th> <th style="width: 15%;">第二次採樣</th> <th style="width: 15%;">第三次採樣</th> <th style="width: 15%;">第四次採樣</th> <th style="width: 15%;">一年期試片</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">核一廠</td> <td></td> <td></td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">暴露時間</td> <td colspan="2">2007.05.12 - 2007.08.19</td> <td colspan="2">2010.08.09 - 2010.11.09</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">試驗試驗縮0m</td> <td></td> <td></td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> </tbody> </table> </div>				試驗地點	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣	一年期試片	核一廠			--	--	--	暴露時間	2007.05.12 - 2007.08.19		2010.08.09 - 2010.11.09		--	試驗試驗縮0m			--	--	--
試驗地點	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣	一年期試片																						
核一廠			--	--	--																						
暴露時間	2007.05.12 - 2007.08.19		2010.08.09 - 2010.11.09		--																						
試驗試驗縮0m			--	--	--																						

**圖 5.2 金屬現地試驗相片**

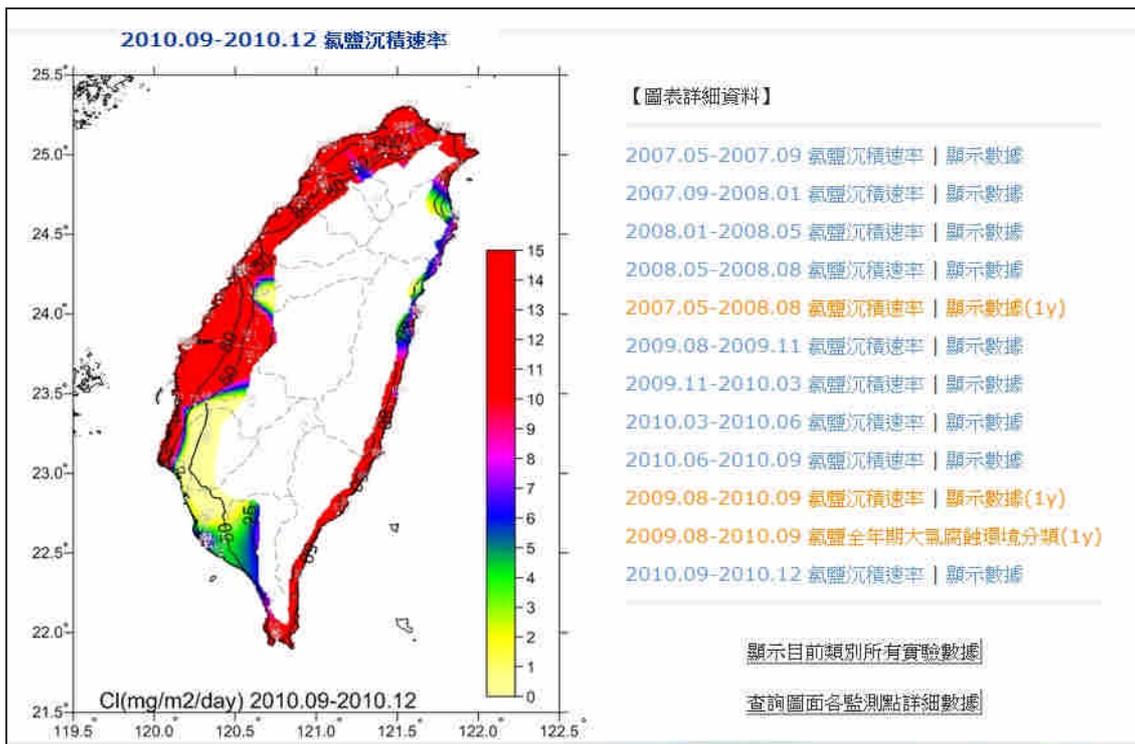


圖 5.3 氯離子新增資料顯示

大氣腐蝕監控 - Google Chrome

localhost:5678/show\_classdata.asp?type=cl

**CL(氯)試驗地點實驗數據**

試驗地點	2007.05-2007.09	2007.09-2008.01	2008.01-2008.05	2008.05-2008.08	2007.05-2008.08	全年期大氣腐蝕環境分類	2009年第三季	2009年第四季	2010.03-2010.06	2010.06-2010.09	2010.09-2010.12	2009.08-2010.09	全年期大氣腐蝕環境分類
核一廠	8.548	9.456	11.22	7.694	40.32	S1	-	-	-	-	-	-	-
基隆試驗線 0m	2.077	7.372	14.41	-	-	S1	8.19	30.81	5.19	13.89	12.6	3.07	S1
基隆試驗線 100m	4.664	0.382	10.84	4.671	20.61	S1	26.62	38.65	22.79	16.6	84.88	2.53	S0
基隆試驗線 300m	0.807	0.250	4.615	2.329	8.752	S1	-	-	-	-	-	-	-
基隆試驗線 1Km	0.652	1.078	2.147	0.849	3.139	S1	-	-	-	-	-	-	-
基隆試驗線 3Km	0.882	0.324	4.646	3.123	7.692	S1	24.54	-	-	-	-	-	-
澳底安	14.25	-	23.75	48.96	97.68	S2	-	-	-	-	-	-	-

圖 5.4 氯離子新增資料顯示(詳細)

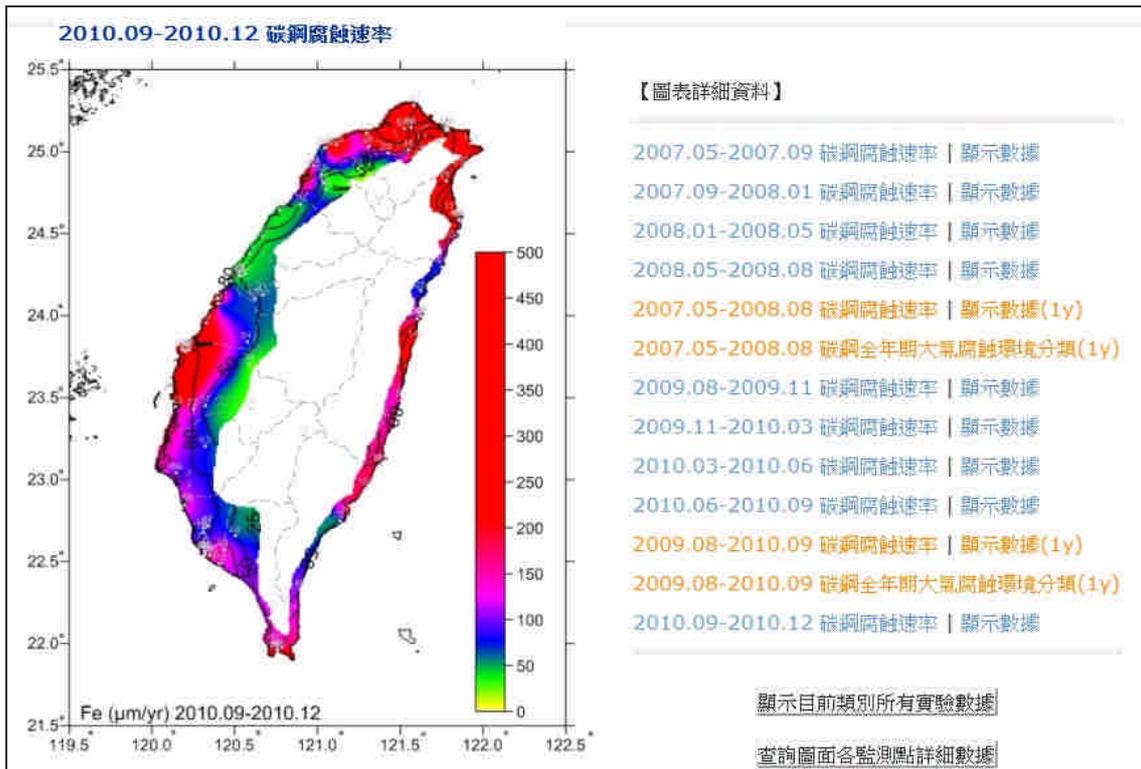


圖 5.5 碳鋼(Fe)新增資料顯示

大氣腐蝕監控 - Google Chrome

localhost:5678/show\_classdata.asp?type=fe

**Fe(鐵)試驗地點實驗數據**

試驗地點	2007.05-2007.09	2007.09-2008.01	2008.01-2008.05	2008.05-2008.08	2007.05-2008.08	全年期大氣腐蝕環境分類	2009年第三季	2009年第四季	2010.03-2010.06	2010.06-2010.09	2010.09-2010.12	2009.08-2010.09	全年期大氣腐蝕環境分類
核一廠	226.6	388.1	230.7	350.9	290.9	C5+	-	-	-	-	-	-	-
基隆試驗線 0m	126.3	254.2	218.7	151.3	247.0	C5+	237.032	363.96	176.388	80.707	360.82	159.564	C5
基隆試驗線 100m	-	-	-	-	-	-	417.192	435.132	281.218	79.656	649.046	317.388	C5+
基隆試驗線 300m	68.92	249.4	179.4	100.4	247.2	C5+	-	-	-	-	-	-	-
基隆試驗線 1Km	57.69	173.2	175.9	72.55	112.5	C5	-	-	-	-	-	-	-
基隆試驗線 3Km	58.72	205.7	148.3	69.30	113.4	C5	183.826	228.159	102.978	42.726	233.368	115.634	-
澳底安檢所	158.8	325.5	274.2	210.9	323.6	C5+	-	-	-	-	-	-	-
梗枋安檢所	129.8	212.6	39.26	172.3	155.1	C5	289.133	165.335	202.481	159.931	337.481	130.557	C5
礁溪火車站	24.44	58.24	54.96	63.58	27.28	C3	-	-	-	-	-	-	-

圖 5.6 碳鋼(Fe)新增資料顯示(詳細)

其餘腐蝕因子的新增資料，其格式與呈現方式與上述的氯離子、碳鋼(Fe)等相同，故不再一一贅述。

### 5.3 資料庫資料結構擴充與程式調整

為了提供前述新增的數據資料輸入並保存在資料庫，且考量到2010年資料的擴充性。故在資料庫的資料結構方面，擴充了2009年~2010年的資料欄位，使未來的資料更新擴充性，在資料庫方面準備完整。

在資料庫方面擴充的欄位，說明如表5-1所示

**表 5-1 Access 資料庫資料表欄位擴充說明**

資料表名稱	欄位名稱	中文說明	備註
view_totaldata	ac_98q3data	2009年第三季資料	本年度使用
view_totaldata	ac_98q4data	2009年第四季資料	本年度使用
view_totaldata	ac_99q1data	2010年第一季資料	未來擴充
view_totaldata	ac_99q2data	2010年第二季資料	未來擴充
view_totaldata	ac_9899data	2009~2010年數據平均	未來擴充
view_totaldata	ac_9899iso	2009~2010年ISO值	未來擴充
ac_mpdata	ac_lat	監測點經度(google單位)	googlemap使用
ac_mpdata	ac_lng	監測點緯度(google單位)	googlemap使用

資料庫之資料表欄位擴充後，在管理介面如圖5.7所示

ac_96q3data	ac_96q4data	ac_97q1data	ac_97q2data	ac_9697data	ac_9697no	ac_98q3data	ac_98q4data	ac_99q1data	ac_99q2data	ac_9991data	ac_9899sin
41.5	46.02	55.29	53.60	49.10	7.4						
28.40	53.18	43.94	34.09	39.90	7.4	48	64.8264				
28.40	53.18	43.94	34.09	39.90	7.4	48	64.8264				
28.40	53.18	43.94	34.09	39.90	7.4						
25.60	43.18	43.94	34.09	36.70	7.4						
28.40	53.18	43.94	34.09	39.90	7.4	48.3	64.8264				
28.40	53.18	43.94	34.09	39.90	7.4						
28.40	53.18	43.94	34.09	39.90	7.4	48.8	61.9709				
51.39	51.75	53.14	45.24	50.38	7.4						
52.20	62.27	52.86	44.98	53.08	7.4	51.4	65.6085				
51.39	62.27	52.86	44.52	52.76	7.4	51.4	65.6085				
51.20	62.27	52.86	44.52	52.71	7.4	51.4	65.6085				
51.20	62.27	52.86	44.52	52.71	7.4	51.4	65.6085				
51.70	62.12	53.19	44.52	52.88	7.4						
51.80	62.12	53.19	44.52	52.91	7.4	51.6	65.7077				
60	44.73	45.24	51.14	50.28	7.4	43.1	21.3294				
60	44.73	45.24	51.14	50.28	7.4	42.9	21.3294				
57.70	44.73	45.24	51.14	49.70	7.4	42.9	21.3294				
60	41.51	45.30	51.14	49.48	7.4	42.9	21.3294				
60	41.51	45.30	50.34	49.28	7.4	42.9	21.3294				
60	41.82	45.51	50.34	49.42	7.4	42.9	21.3294				
60	41.82	45.51	50.34	49.42	7.4						
60	41.51	45.56	50.34	49.35	7.4						
60	41.82	45.24	50.93	49.50	7.4	42.9	21.2				
59.20	41.82	45.24	50.93	49.30	7.4	42.9	21.2				
35.10	20.07	42.77	49.79	36.93	7.4	45.1	27.4333				
35.10	20.07	42.77	49.79	36.93	7.4						
35.10	20.07	42.77	46.60	36.13	7.4	45.5	27.2156				
31.10	19.60	42.28	43.82	34.20	7.4	36.9	22.3545				
31.40	19.60	42.28	43.69	34.24	7.4	36.9	22.3545				
31.10	19.60	42.28	43.69	34.17	7.4	37.5	21.9907				
54.5	11.97	15.97	58.23	35.17	7.4	43.5	18.75				
54.5	11.97	15.97	58.23	35.17	7.4	43.5	18.75				
54.5	11.97	15.97	58.23	35.17	7.4	43.5	18.75				
54.5	11.97	15.97	58.23	35.17	7.4	43.5	18.75				
54.5	16.04	15.97	58.23	36.18	7.4						
44.60	33.71	14.58	56.54	37.36	7.4	37	21.1864				
44.5	35.5	16.39	41.34	34.18	7.4	37	21.1864				

圖 5.7 Access 資料庫資料表(view\_totalldata 的擴增結果)

在程式調整方面，為了搭配前述的資料庫結構擴充與資料新增，使資料的顯示與比較等功能正常顯示，因此系統相關的程式均做過調整，以搭配資料顯示與擴充。在調整過程中，以 GoogleMap 搭配的經緯度座標為例，由於目前的實驗數據均採用 TWD97/WGS84 標準之經緯度(度分秒)的格式，但是 GoogleMap 並不接受此種數據；因此，必須在資料庫的監測點資料表(ac\_mpdata)，先行增加兩個 GoogleMap 專用的經緯度計算欄位，然後透過經緯度(度分秒)的格式轉換公式，轉換為經緯度(度)的格式，並存入資料欄位，才能提供 GoogleMap 正確定位試驗點的位置。轉換公式為

$$\text{經緯度(度)} = \text{經緯度(度)} + \text{經緯度(分)} / 60 + \text{經緯度(秒)} / 3600$$

## 5.4 Google Map 整合

本部份為今年度的工作重點項目。在前兩年的系統功能中，僅提供固定的台灣全島靜態圖形，並標註實驗點位置提供使用者做點選；但由於圖形解析度較小，且大小只能為固定式。在使用上雖可達到基本的功能要求，卻無法在操作尚讓人滿意。

為了讓使用者在使用本系統中，觀察數據的使用上更加方便，因此將目前全球通行之 GoogleMap 整合進入本資料庫系統，讓使用介面朝更便利，更直覺化的方向發展。

目前，本功能已經取代了去年的『依地圖觀察試驗點』的功能。結合了 GoogleMap 視覺化操作的試驗數據觀察系統，已經能夠完全利用 GoogleMap 的功能觀察數據資料，在操作上的基本功能大致有：

1. 自由縮放：透過 GoogleMap 自由縮放全台(或包含台灣之外監測點)地圖。
2. 街景瀏覽：在 GoogleMap 提供街景瀏覽的區域，提供 StreetView 功能，讓使用者能夠觀察監測點附近的資料。
3. 混合地圖&地形圖：混合了街道圖與地形圖的自由選項，使用者在觀察試驗點資訊時，可以同時觀察到試驗點附近的街道、地形等資訊，有利於綜合資訊判斷。
4. 試驗點資訊整合：點選任何一個資訊點，除了可以達到上述 GoogleMap 提供的功能之外，並提供將試驗點基本資訊，以及各年度的各項試驗腐蝕因子數據，在一頁的範圍內全部呈現，提高資訊的可全面觀察性。
5. 整合 GoogleMap 的操作畫面如圖 5.8~5.11 所示



圖 5.8 GoogleMap 整合操作觀察試驗點

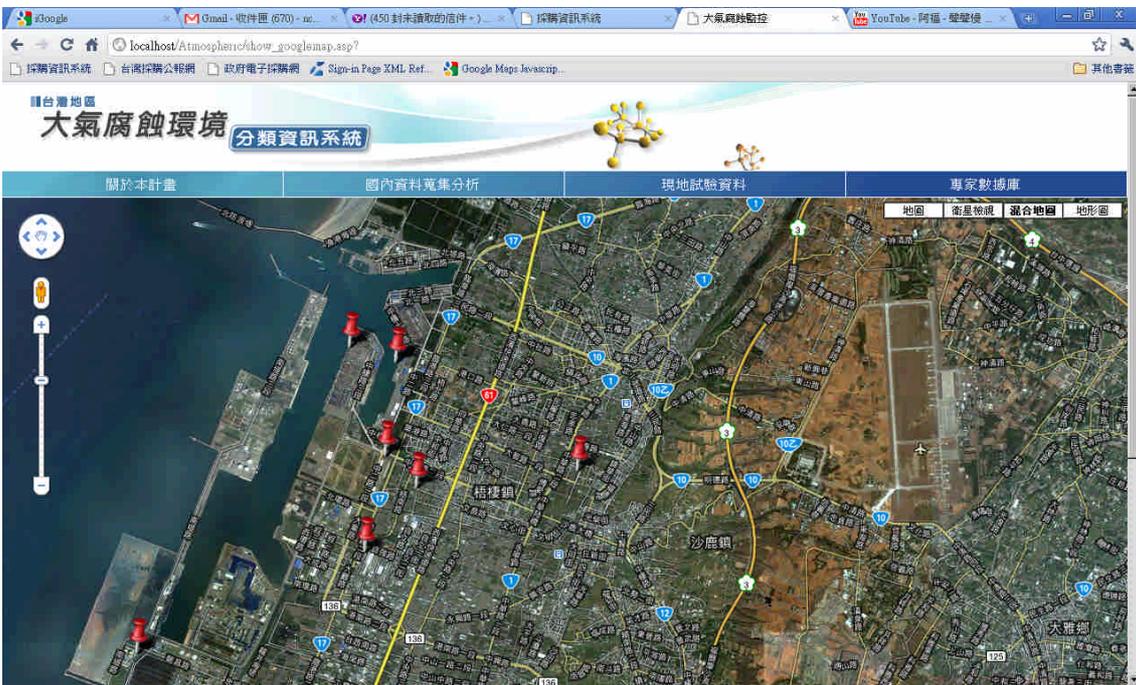


圖 5.9 GoogleMap 整合衛星地圖觀察試驗點

大氣腐蝕監控 - Google 瀏覽器

localhost/~/atmosphere/~/how\_googlepointdata.asp?value=81

### 試驗地點基本資料

試驗地點名稱	座標(E)	座標(N)	高程(m)	離海岸線距離(KM)
台中港試驗線1Km	120°32'1.6"	24°14'55.2"	4	1.82

### 台中港試驗線1Km試驗地點實驗數據

腐蝕因子	2007.05-2007.09	2007.09-2008.01	2008.01-2008.05	2008.05-2008.08	2007.05-2008.08	全年期大氣腐蝕環境分類	2009.07-2009.10	2009.10-2010.01
RH(相對溼度)(%)	41.39	45.13	59.81	35.56	45.47	T4	9.3	39.3188
CL(氯)(mg/m <sup>2</sup> /day)	0.755	12.14	2.064	0.948	1.683	S0	6.44087	5.91445
SO <sub>2</sub> (二氧化硫)(mg/m <sup>2</sup> /day)	-	-	-	-	-	-	-	-
Al(鋁)(g/m <sup>2</sup> /yr)	2.487	12.19	9.788	2.947	1.655	C3	3.08998	4.41834
Cu(銅)(μm/yr)	3.909	4.694	8.324	6.422	4.555	C5	8.28459	10.1148

圖 5.10 單一試驗點整合資訊視窗 1

### 試驗地點基本資料

試驗地點名稱	座標(E)	座標(N)	高程(m)	離海岸線距離(KM)
台中港試驗線1Km	120°32'1.6"	24°14'55.2"	4	1.82

### 台中港試驗線1Km試驗地點實驗數據

腐蝕因子	RH(相對溼度)(%)	CL(氯)(mg/m <sup>2</sup> /day)	SO <sub>2</sub> (二氧化硫)(mg/m <sup>2</sup> /day)	Al(鋁)(g/m <sup>2</sup> /yr)	Cu(銅)(μm/yr)	Fe(鐵)(μm/yr)	Zn(鋅)(μm/yr)
2007.05-2007.09	41.39	0.76	-	2.49	3.91	49.33	3.52
2007.09-2008.01	45.13	12.14	-	12.19	4.69	147.90	13.00
2008.01-2008.05	59.81	2.06	-	9.79	8.32	146.30	6.44
2008.05-2008.08	35.56	0.95	-	2.95	6.42	107.60	7.62
2007.05-2008.08	45.47	1.68	-	1.66	4.56	65.52	4.34
全年期大氣腐蝕環境分類	T4	S0	-	C3	C5	C4	C5
2009年第三季	9.30	-	-	3.09	8.28	134.44	9.45
2009年第四季	39.32	-	-	4.42	10.11	98.02	9.58
2010年第一季	8.52	-	-	2.09	4.10	75.55	5.36
2010年第二季	23.90	-	-	1.12	4.62	39.71	5.12
2010年第三季	32.40	16.32	-	12.64	14.34	39.71	22.98
2007.05-2008.08	-	-	-	6.43	3.71	67.28	3.38
全年期大氣腐蝕環境分類	-	-	-	C5	-	C4	-
2010年第四季	49.00	10.32	-	14.20	12.50	14.20	13.62
腐蝕因子	RH(相對溼度)(%)	CL(氯)(mg/m <sup>2</sup> /day)	SO <sub>2</sub> (二氧化硫)(mg/m <sup>2</sup> /day)	Al(鋁)(g/m <sup>2</sup> /yr)	Cu(銅)(μm/yr)	Fe(鐵)(μm/yr)	Zn(鋅)(μm/yr)
年度	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣	一年期試片		
2009							
暴露時間	2009.07.06 - 2009.10.08						

版權所有 © 2009 港澳技術研究中心；最佳瀏覽模式：解析度1024\*768或以上；瀏覽器建議使用：IE6.0或 Firefox 2.0以上版本  
 43542 臺中市梧棲區中港十路2號 NO. 2, Jungheng 10th Rd., Wud Township, Taichung County 43542, Taiwan (R.O.C.)  
 Mail: [apple@mail.ihmt.gov.tw](mailto:apple@mail.ihmt.gov.tw) 瀏覽人次: 00000620

圖 5.11 單一試驗點整合資訊視窗 2



圖 5.12 GoogleMap 觀察試驗點街景(StreetView)效果

## 5.5 會員管理

系統增加網站登入的入口及登入後的瀏覽權限判斷，讓網站區分為一般民眾（不須登入）、專業人士（須註冊並登入會員）、網站管理者（系統管理者）三類層級。

一般民眾的網站選單可看到記有的四個選項（關於本計畫、國難資料蒐集分析、現地試驗資料、專家數據庫）。

專業人士登入後選單會增加基本管理，會員可藉由此功能來管理個人資料及修改密碼。

系統管理者會顯示系統功能，內含會員資料管理、帳號逾期通知、照片資料管理、資料匯入功能等。

本次增修後，於首頁畫面上方增加的在線人數、網站登入／登出及網站地圖、加入會員等按鈕。網站下方區塊則增加了總瀏覽人次以供參考。



### 5.13 首頁畫面（未登入）

#### 會員資料註冊

■ 送出申請後，帳號、電子信箱將不得再做修改，請先確認無誤後再申請會員。

帳號*	<input type="text"/>	(帳號內容須為英數，帳號長度限制20碼，不得包含符號。)
電子信箱*	<input type="text"/>	
姓名*	<input type="text"/>	
行動電話*	<input type="text"/>	(輸入格式範例：0912345678)
聯絡電話*	<input type="text"/>	
單位類別*	<input type="radio"/> 政府機關(構) <input type="radio"/> 民營企業	
單位名稱*	<input type="text"/>	
部門名稱*	<input type="text"/>	
職稱*	<input type="text"/>	
申請用途*	<input type="text" value="請選擇"/>	
申請人姓名*	<input type="text"/>	
申請人電話*	<input type="text"/>	
驗證碼*	<input type="text" value="MR851"/>	重新產生
<input type="button" value="確定申請"/> <input type="button" value="取消申請"/>		

圖 5.14 會員註冊填寫資料畫面

## 5.6 系統功能展望

本年度的大氣腐蝕因子資料庫系統，在實驗數據資料的更新、資料庫欄位擴充/程式調整，以及 GoogleMap 的整合上，已經達到階段性的目的；但資訊系統的功能服務方面，仍有許多未來的可能性足已開發，茲將系統功能未來可能發展的方向一一做說明

1. 圖片整合資料：目前的監測點資訊雖然已經完善，但仍然缺乏圖形與數據資料整合的介面。若要達到此點，必須將目前靜態的照片呈現方式轉化為搭配圖片管理與上傳功能的新介面。透過監測點數據管理，將實驗資料與試體照片等整合管理並整合顯示，可以達到資訊更全面且圖文並茂的效果。
2. 前端管理平台：目前雖然有後台管理介面，但由於為 Access 資料庫格式，在未來資料庫可能擴充為 SQL 時無法使用；目前的管理者也必須具備 Access 相關管理經驗，方能正常使用管理功能。因此，未來需增加 Web 化前端管理介面，透過管理者身分進入網站，則可以針對監測點、實驗數據，以及上述之試體相關照片進行資料新增/刪除/修改/查詢等管理動作其便利性與通用性將可大幅提升。
3. 監測資訊 GIS 整合系統：目前提供的監測點全面化的效果，仍只侷限於單點。而單一資訊點的資料其實已經夠豐富了；未來可能的走向，應該透過系統開發，將特定區域的監測點數據集中分析，透過分析結果，將趨勢預測(例如，碳鋼腐蝕速率在靠海區域與氯離子成正相關，並逐步向內陸平原區域發展)以及特殊區域特性報告(例如，前台 Top3 高銅離子侵蝕區域標訂)，透過 GoogleMap 的功能呈現出來，那麼本系統將不再只是單純的數據資料庫，而能夠提升為全台腐蝕因子的 GIS 地理資訊整合系統。
4. 具備權限管理的會員制網站：目前本資料庫系統僅提供部分實驗數據的帳號密碼鎖定功能，仍然未具備會員制網站的雛形。在前面提到的系統功能展望裡，大部分的功能仍然必須有會員制的權限管理概念，才能夠真正落實推動。例如，管理者能夠進行所有的相關數

據管理；一般會員能夠瀏覽所有的網站資料庫，並進行資料比對；而訪客則只供一般資訊流覽的功能。

5. 3D 立體操作：目前資料庫系統已整合 GoogleMap 的輔助顯示功能；但若想在使用介面上提供更炫目新穎的效果，則必須考慮加入 3D 立體操作的效果。以目前的系統規劃考量，可以加入 Google Earth 3D，與 GoogleMap 的 2D 效果整合起來，則使用者在進入網站後的操作上，會更有令人印象深刻的操作效果。
6. Web2.0 功能：當本資料庫系統相關數據資料均已完備上線時，為了使相關有興趣的會員/使用者們能夠更加深入互動，系統應朝向 Web2.0 的功能方向發展，例如
  - 建立大氣腐蝕討論區，使會員互動性增加
  - 建立新聞與研討會訊息，使資訊能夠透過單一平台公布
  - 建立檔案下載專區，使有價值的資訊，例如中文化的規範書，付費下載的數據資料庫等，可以被更有效的管理與提供。
7. 基礎架構改善：目前，本資料庫系統係使用 ASP 平台，搭配 AccessDB 與 TeeChart 6.0 繪圖元件進行開發。功能雖然能滿足現階段的需求，但此開發架構已經略為過時；有鑑於資訊科技技術日新月異，為了在日後系統的功能提昇，網站效能改善，以及資訊安全的防護上，保持更好的效率以及資訊安全防護效果，系統的基礎平台架構應當考慮提昇為較新的平台架構(例如 Microsoft ASP.NET 3.5/4.0)，方能應付未來的需求以及可能出現的狀況。

以上為系統開發部分，針對未來開發的方向的展望。相信若能往這個方向進行系統的建置與開發，對腐蝕因子數據資料庫這個網站的發展，會更有意義；透過大量的數據資源集中，大批會員/使用者互動，期許使這個系統能在腐蝕研究這塊領域，成為一個新的指標性網站。

## 第六章 結論

臺灣為一海島，地處熱帶/亞熱帶，高溫、高溼與高鹽份的存在，造成金屬在大氣中容易腐蝕劣化，且工業發展的結果，伴隨產生的是工業污染，再加上車輛急劇成長所排放的高腐蝕性廢氣，更造就臺灣地區成為一高腐蝕性的大氣環境。因此，大氣腐蝕因子的調查與腐蝕環境分類研究成果可提供公路局、港務局及相關單位金屬材料選用之依據，以達到符合各地區腐蝕環境，確保各公共工程如橋梁、碼頭等重大建設構造物，達到或超出設計使用年限，並避免或減少工安事件發生，降低社會成本及提高經濟效益。主要結論敘述如下：

1. 根據季節變化四次採樣調查結果顯示以臺灣西部海岸的氯鹽沉積速率以秋季最為嚴重，由基隆一直到嘉義縣東石鄉，氯鹽沉積速率多大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  且約在  $8 \sim 34 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  之間；在東部海岸以夏季較為嚴重，由梗枋安檢所至尚武安檢所氯鹽沉積速率介於  $5 \sim 65 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  之間，在四次季節累積之平均氯鹽沉積量以臺灣東部海岸以橄仔樹安檢所最高。
2. 臺灣本島一年期累積的氯鹽沉積速率，南部海岸除核三廠試驗線，相較西部海岸從雲林麥寮以北至北部海岸的基隆試驗線及自基隆試驗線至東部海岸的臺東尚武安檢所，一年期累積的氯鹽沉積速率多大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ ，在高鐵沿線各站方面，一年期累積調查結果分別為：臺中站  $2.8 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ 、嘉義站  $2.60 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  與左營站  $10.3 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ 。
3. 在臺灣全年期之試驗結果以桃園大潭試驗線、臺中港試驗線、臺塑六輕試驗線的氯鹽沉積速率較高。
4. 二氧化硫沉積量四次調查分佈情形：在西海岸秋季與冬季期間，以觀音工業區、通霄火力電廠、彰濱工業區、中鋼公司、興達火力電廠附近二氧化硫沉積速率相較其他季節有顯著增加的趨勢。東海岸四次調查皆以龍德工業區沉積速率較高，在冬季期間發現

以觀音工業區二氧化硫沉積速率最高。

5. 臺灣各地於一年調查 2009.08-2010.09 期間，平均濕潤時間百分比介於陽明山國家公園 73.45%及彰濱工業區 20.5%之間，濕潤時間百分比大於 70%有陽明山國家公園及陽明山硫磺區 73.5%。其次較大濕潤時間有龍德工業區 57.1%、南澳安檢所 55.9%、蘇澳港試驗線、基隆試驗線、核三廠試驗線等地區，介於 20%至 60%之間。而濕潤時間最小發生在外埔、五甲安檢所 20.62%及彰濱工業區 20.5%。
6. 整體而言碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為 C3 以上，沿海地區則為 C5 等級，而在碳鋼金屬在基隆試驗線 100m、龍德工業區、臺塑六輕試驗線 0m、桃園試驗線 0m、陽明山硫磺區腐蝕環境可達到 C5+。
7. 銅金屬其在臺灣全島地區的腐蝕狀況，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 至 C5+等級，山區腐蝕環境為 C3 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為 C4 等級。
8. 鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 等級，山區腐蝕環境為 C2 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為 C3~C4 等級。
9. 在平行海岸線方面，以高鐵沿線為例，碳鋼與鋅金屬多為 C3，銅金屬則為 C4 等級，鋁金屬為 C2 ~C3 等級。

## 參考文獻

1. ISO 9223/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification.
2. 中華民國國家標準 CNS 13754 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)，民國 85 年 7 月。
3. ISO 9225/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of pollution.
4. 中華民國國家標準 CNS14123 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕測試(現場測試之一般要求)，民國 95 年 10 月。
5. 中華民國國家標準 CNS 13753 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(測定標準試片之腐蝕速率以評估腐蝕性)，民國 94 年 4 月。
6. ISO 9226/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity.
7. ASTM G50: Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals, 2003.
8. 中華民國國家標準 CNS 14122 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕-試片腐蝕生成物清除法，民國 87 年 3 月。
9. ISO 8407/1991: Corrosion of metals and alloys - Removal of corrosion products from corrosion test specimens.
10. ISO 9224/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Guiding values for the corrosivity categories.
11. ASTM G116: Standard Practice for Conducting Wire-on-Bolt Test for Atmospheric Galvanic Corrosion, 1999.
12. ISO 8565/1992: Metals and alloys - Atmospheric corrosion testing - General requirements for field tests.
13. Metals Handbook- Corrosion, Metals Handbook Ninth Ed., Vol. 13,

ASM International, Ohio, 1988.

14. I. Odnevall and C. Laygraf, “Atmospheric corrosion”, ASTM STP 1239, W.W. Kirk and Herbert, H. Lawson, Eds., Philadelphia, 1995.
15. “Outdoor atmospheric corrosion”, ASTM STP 1421, H.E. Townsend Ed., West Conshohocken, PA, 2002.

## 附錄一

### 期末審查意見及辦理情形說明表

## 期末審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
成功大學 陳東陽教授	<p>1. 本計畫之主題為大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之第一年研究〔共四年〕調查範圍涵蓋台灣全島區域，調查項目包括相對溼度、氣鹽、二氧化硫等，完成之工作項目包括建立大氣腐蝕因子資料庫，完成大氣腐蝕環境分類，並分析每季之變化。</p> <p>2. 大氣腐蝕因子資料庫結合GoogleMap，使用者更加便利整體計畫需大量人力物力，研究成果可提供港務局及公路局等</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>大氣腐蝕因子環境分類資訊系統已於本所港灣研究中心網站公開查詢。</p>
中央大學 李釗教授	<p>1. 本研究中氣鹽沉積行為的成果可嘗試與公路總局的研究成果整合或參考。</p> <p>2. 二氧化硫的相關成果可建議嘗試與環保署相關空氣測站的資料整合，並建立關係，以備日後幫助空氣測站的資料延伸繼續本研究的資料。</p>	<p>將與相關單位聯繫，謝謝委員指教。</p> <p>謝謝委員指教，將於未來研究參酌。</p>
清雲科技大學 許書王教授	<p>1. 結文中引用之初秋、冬季、夏季、秋至等名詞，建議考量每年時序略有變化，另為適當表達為佳。</p> <p>2. 結論 6.內容與結論 7.8.9.似有矛盾之處，建議在詳加審視後修之。</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>遵照辦理。</p>

審查委員	審查意見	處理情形
	<p>3.文中對於各季的腐蝕狀況與濕潤狀況等，是否有相關現象可供分析，建議未來可予考量，列入結論中。</p> <p>4.建議未來對各測站之附近如工業區之消長考量做調查，列入分析時之參考，也許工廠變少了，調查結果可增加佐證本研究之大氣腐蝕因子，在研究結論上是否提請卓參。</p>	<p>謝謝委員指教，將於未來研究參酌</p> <p>謝謝委員指教，將於未來研究參酌</p>
<p>賴聖耀研究員 (已退休)</p>	<p>1.本研究對於國內外大氣腐蝕文獻的蒐集整理分析，非常完備；對於大氣腐蝕的調查範圍，亦非常廣闊，共有 87 個試驗點；調查成果對於國內的各公共工程，皆有極大的貢獻；又建置完善的資料庫，供使用者方便查詢；本委員給予極高的肯定。</p> <p>2.由調查結果顯示，臺灣本島除南部海岸之外，西部、北部、東部等海岸，一年的氯鹽沉積速率，多大於 10 mg/m<sup>2</sup>/day，但所幸都只是影響工程之安全而已，然而影響人們生命甚巨的高鐵左營站、核三廠，其氯鹽沉積速率亦分別為 10 .3 和 10 .6 mg/m<sup>2</sup>/day，請加強探討其成因及影響，並提供研究成果，供他們參考。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>謝謝委員指教，將於未來研究參酌</p>

審查委員	審查意見	處理情形
	<p>3. 第 4-47 頁至 4-49 頁之表 4-14，以腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類；與第 4-93 頁至 4-95 頁之表 4-22，以現地暴露試驗進行大氣腐蝕環境分類；兩種結果比較，相差甚多；而且有些結果還相反，例如表 4-14 第 23-26 項次之核三廠分類為 C3，相對的表 4-22 第 23-26 項次之核三廠分類有許多為 C5；而表 4-14 第 37、46、58 項次之高鐵左營站、嘉義站、台中站等碳鋼分類為 C5，相對的表 4-22 第 37、46、58 項次之高鐵站碳鋼分類為 C3。請說明。</p>	<p>以 CNS13754 環境因子分類與 CNS13401 金屬腐蝕分類兩者主要為提供參考對照。由於環境因子包含氣象及其他空氣因子易造成其腐蝕量測之差異性。</p>

附錄二  
期末報告簡報資料

# 100年度自辦計畫期末審查 簡報

## 大氣腐蝕因子調查 及 腐蝕環境分類之研究(1/4)

報告人：  
羅建明 助理研究員

交通部運輸研究所 港灣技術研究中心 第一科



### 研究團隊

#### 計畫主持人

- 陳桂清 研究員

#### 研究人員

- 柯正龍 研究員
- 羅建明 助理研究員

#### 參與人員

陳義松 李春榮 何木火 李昭明 陳毓清	陳志遠 謝大勇 童佩怡 余振亞
---------------------------------	--------------------------

## 簡報大綱



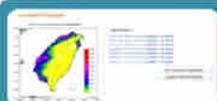
### 1 前言



### 2 研究流程



### 3 大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類



### 4 臺灣大氣腐蝕環境分類資訊系統

## 1.前言

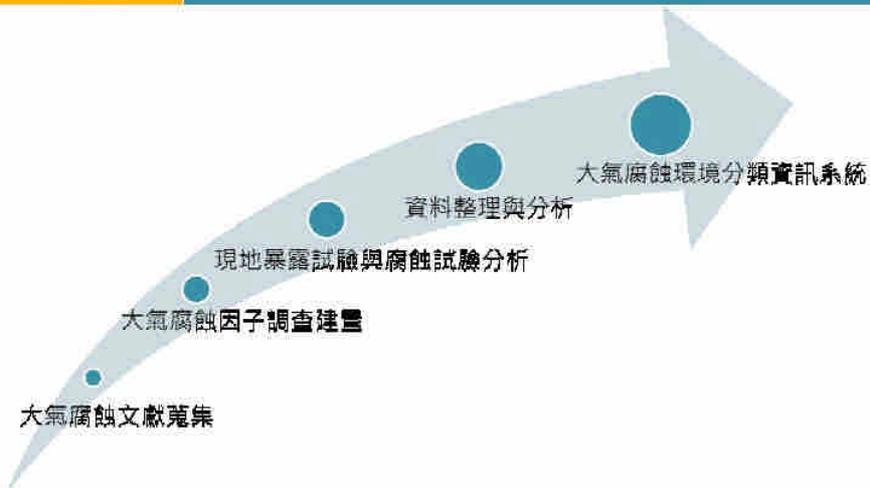
臺灣為一海島，地處熱帶/亞熱帶，高溫、高溼與高鹽份的環境，加上空氣污染，腐蝕環境嚴重。歷年來公共工程常引用國外數據進行防蝕設計，結果常有未達設計年限就已銹蝕損壞。因此防蝕本土化及區域性大氣腐蝕因子調查，對金屬與R.C結構物耐久性設計的影響，更有其重要性

## 1.前言

➤ 腐蝕因子資料庫能提供鐵路、公路、港灣及相關單位等金屬材料選用之依據，以達到符合各地區腐蝕環境，確保各公共工程如橋梁、碼頭等重大建設構造物，提昇長期防腐與增長構物壽齡，降低社會成本及提高經濟效益。

5

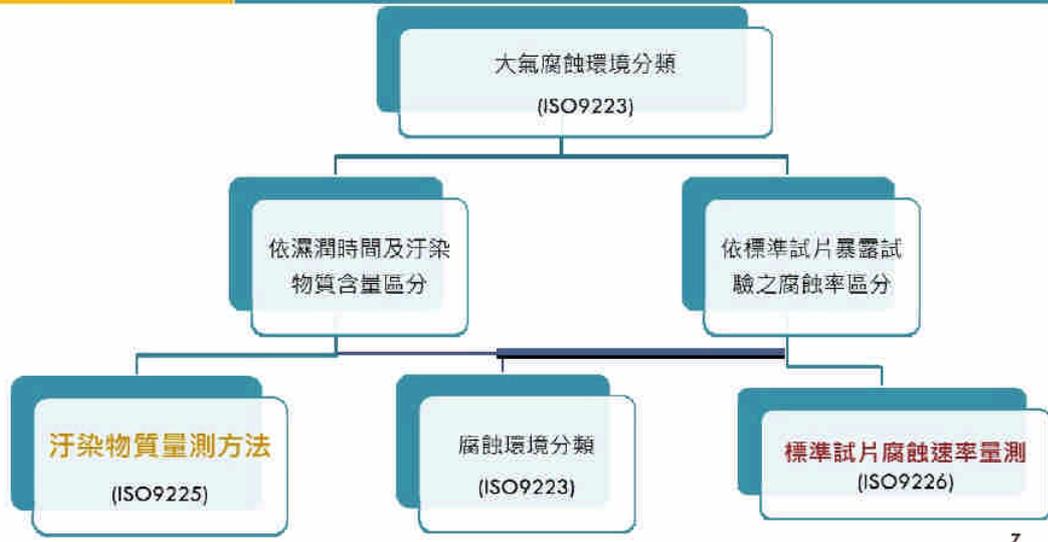
## 2.研究流程



6

## 2.研究流程

## 大氣腐蝕文獻蒐集



7

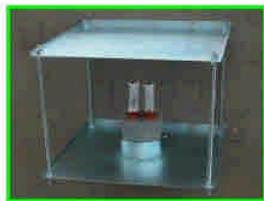
## 3.大氣腐蝕因子調查建置

試驗範圍: 臺灣全島

取樣頻率: 每三個月及每一年

腐蝕因子調查項目: 氯鹽與SO<sub>2</sub>沉積量、相對濕度

曝露試驗項目: (螺旋狀)鐵、鋅、銅、鋁之腐蝕速率



8

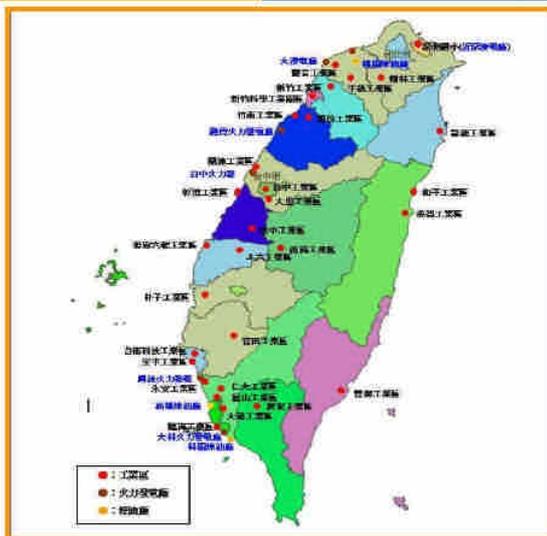
### 3.大氣腐蝕因子調查佈放: 氯鹽沉積量



氯鹽沉積量 60試驗點

- 垂直海岸線: 30個
- 平行海岸線: 23個
- 都會區: 1個
- 參考對照: 3個
- 高鐵沿線: 3個

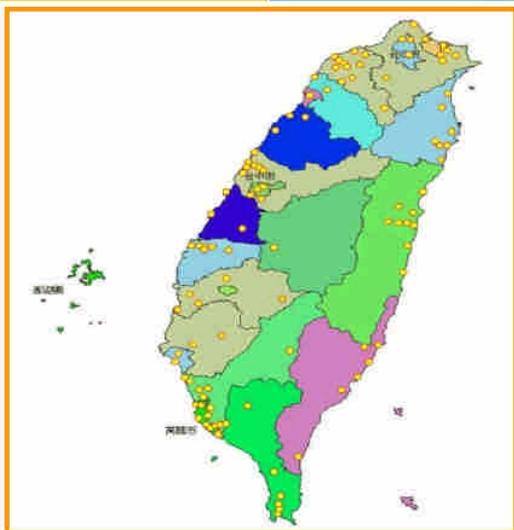
### 3.大氣腐蝕因子調查佈放: SO<sub>2</sub>沉積量



佈放: 49個試驗點

- 工業區: 29個
- 石化與火力電廠: 8個
- 高鐵沿線: 3個
- 硫磺溫泉區: 1個
- 都會地區: 3個
- 參考對照: 5個

## 螺旋狀金屬曝露試驗點建置

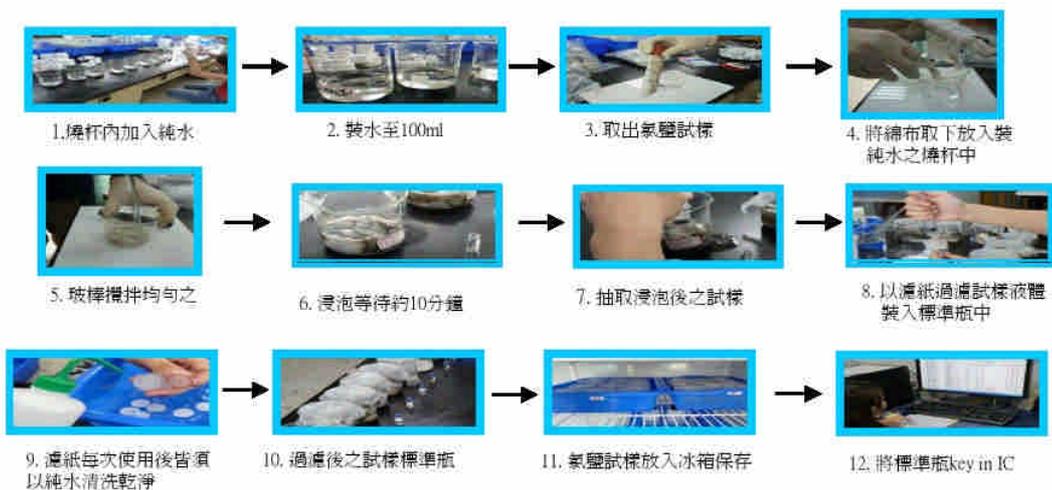


### 87個試驗點

試驗點建置的數量以涵蓋  
氯鹽沉積量與二氧化硫沉  
積量調查位置之75%為原  
則

## 3. 腐蝕試驗分析

## 氯鹽後製作業



### 3. 腐蝕試驗分析

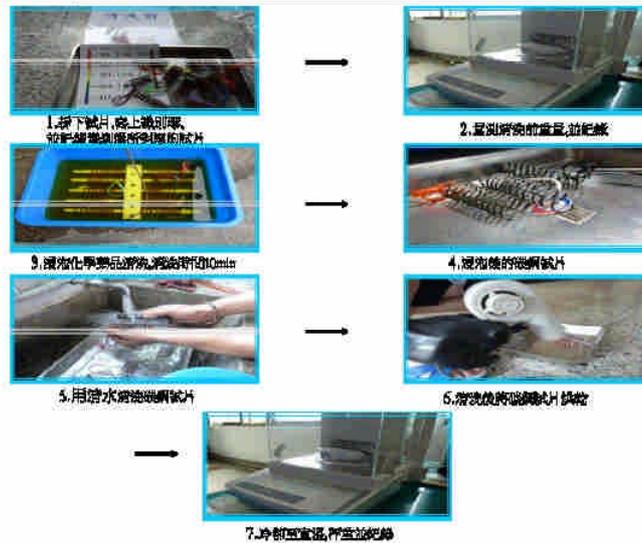
### 二氧化硫後製作業



13

### 3. 腐蝕試驗分析

### 碳鋼試片清洗步驟



14

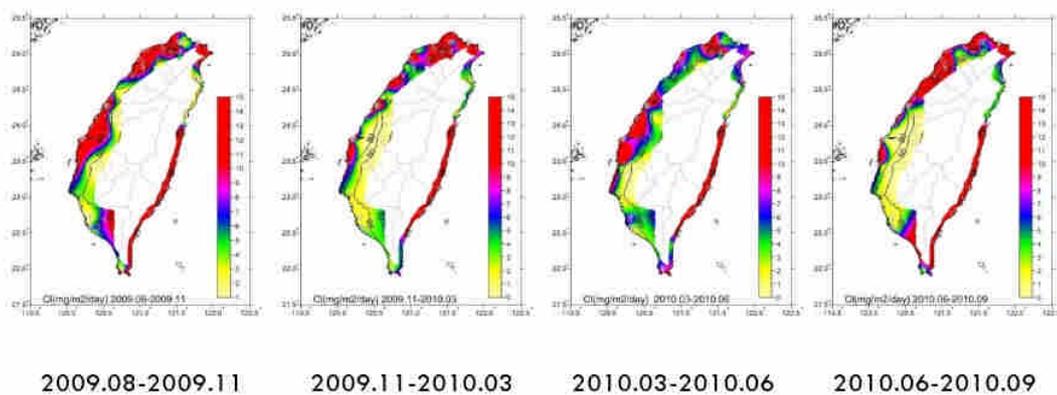
#### 4.資料整理



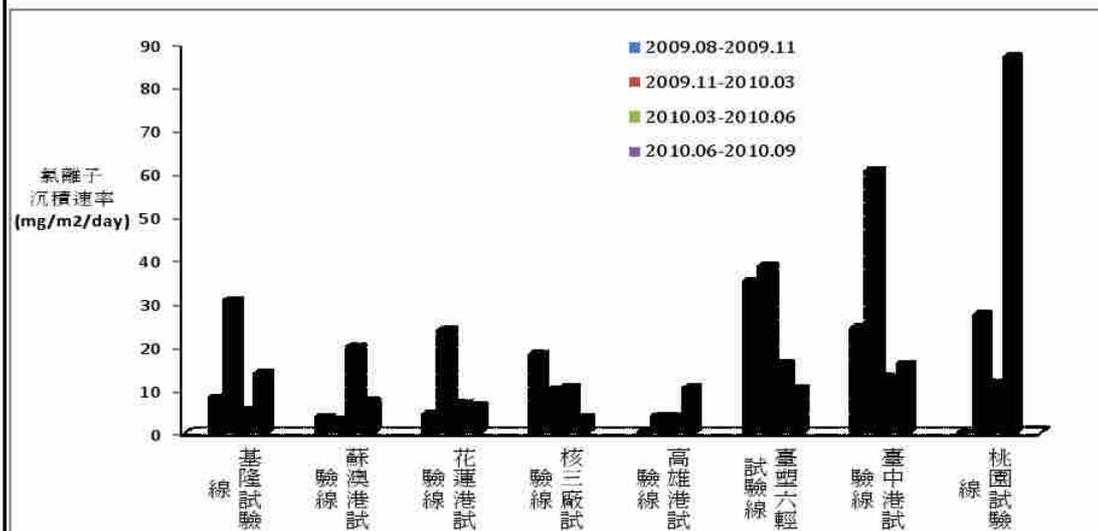
15

#### 4.資料整理

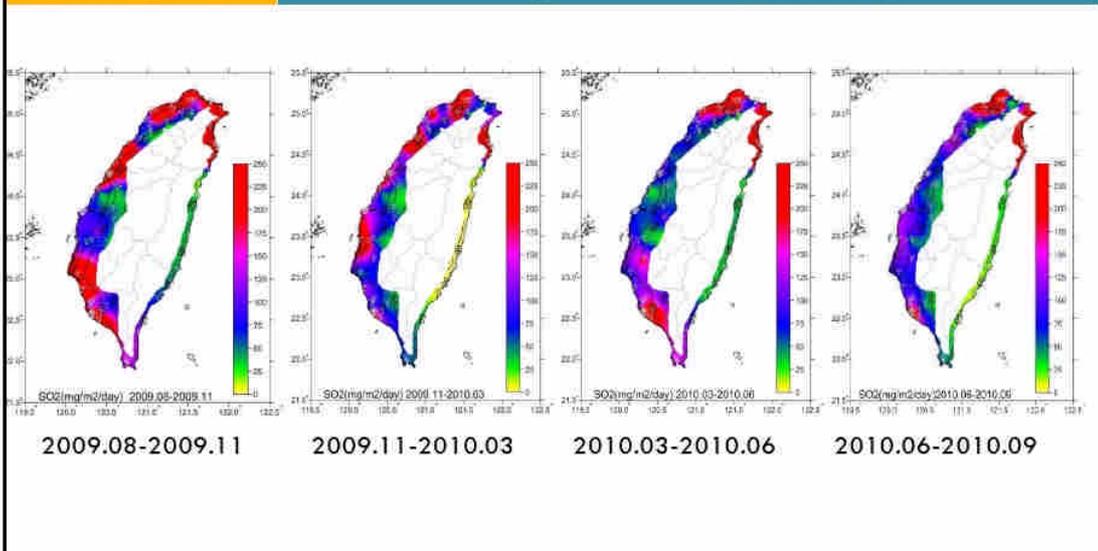
#### 氯鹽沉積速率 季節比較



#### 4.資料整理 垂直海岸試驗線 氯鹽沉積速率

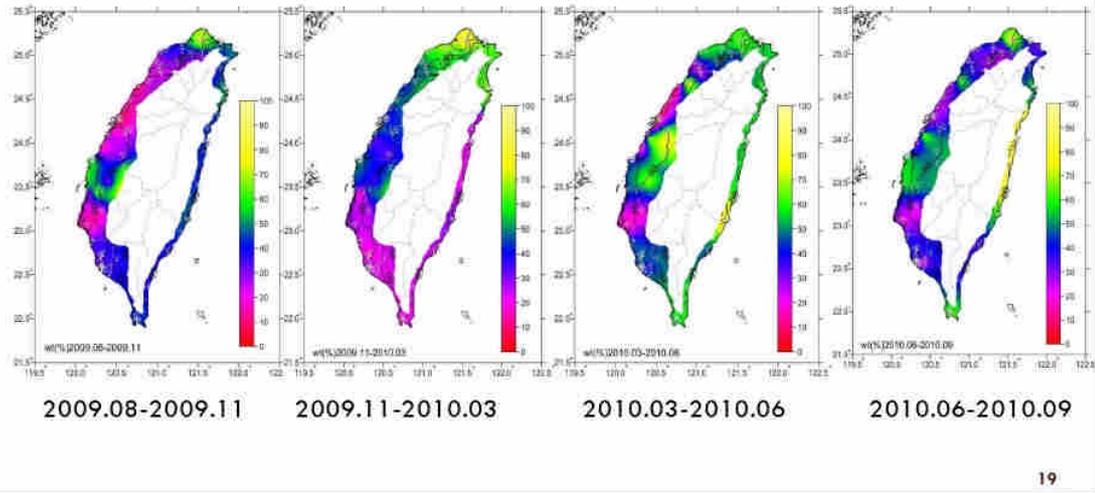


#### 4.資料整理 SO<sub>2</sub>沉積速率季節比較



#### 4.資料整理

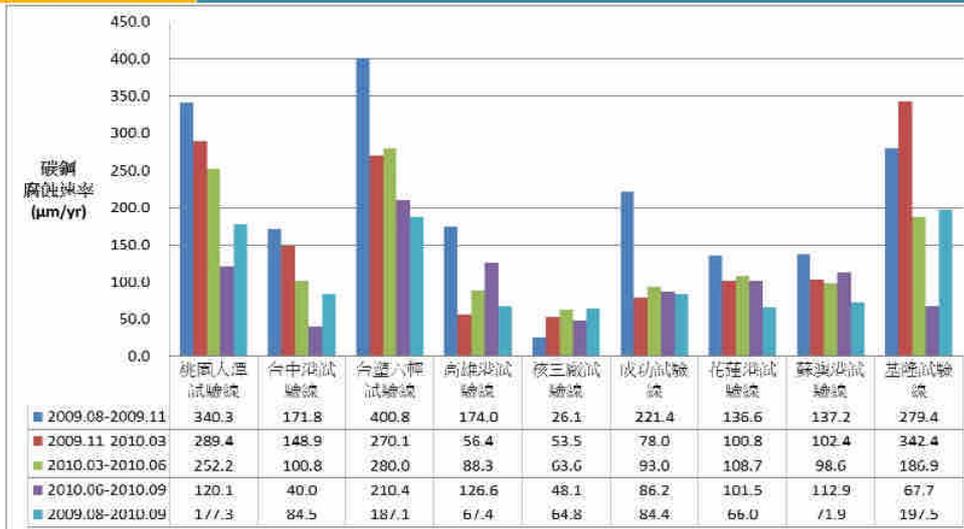
#### 平均濕潤時間百分比



19

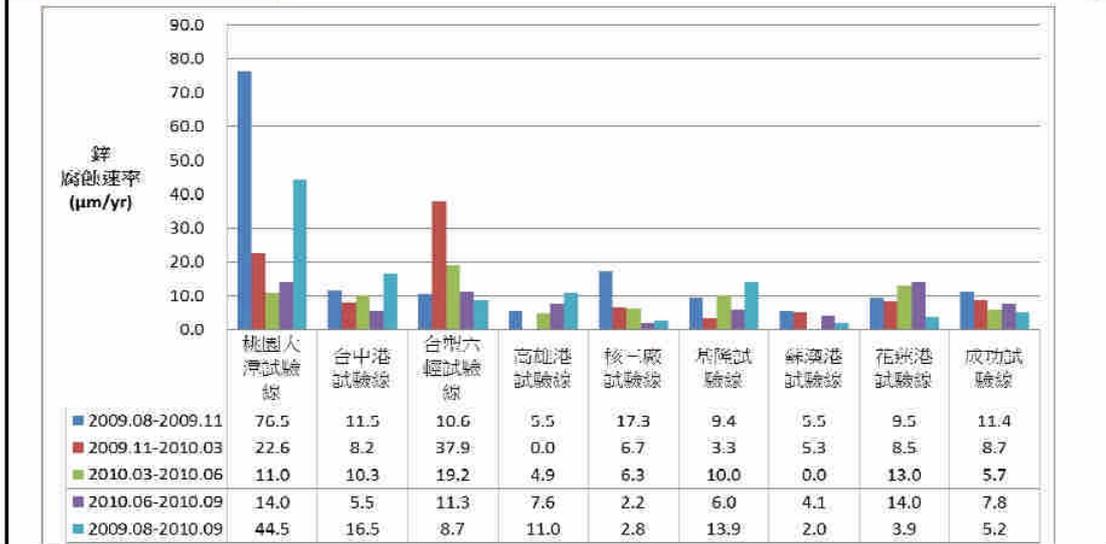
#### 4.資料整理

#### 垂直海岸線 碳鋼腐蝕速率比較



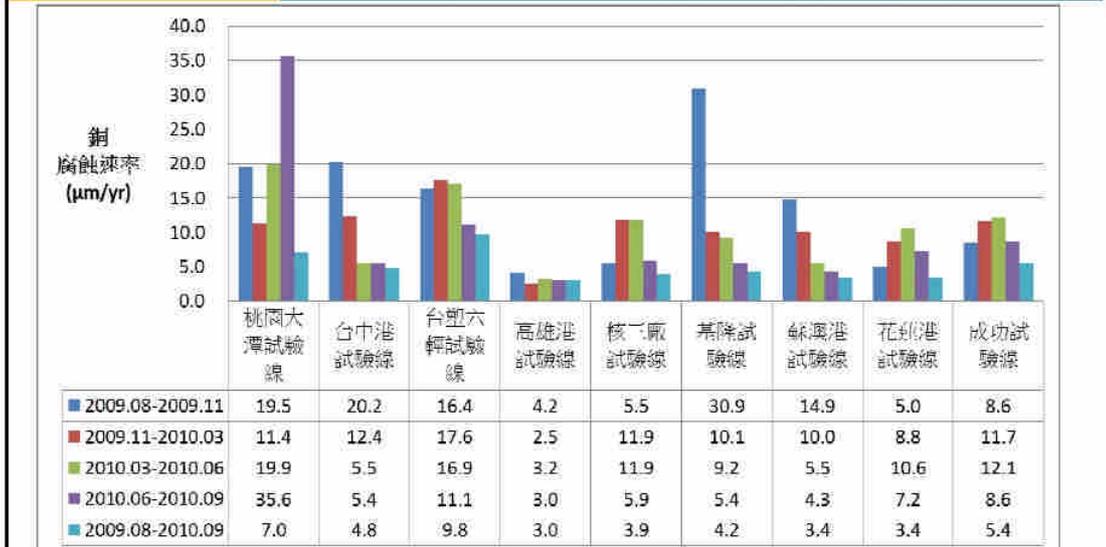
#### 4.資料整理

#### 垂直海岸線 鋅腐蝕速率比較



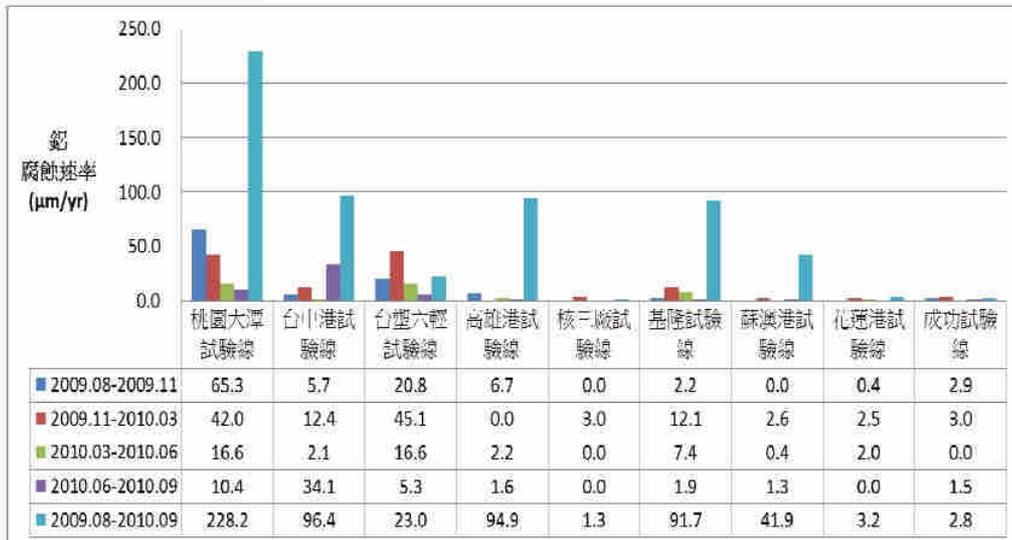
#### 4.資料整理

#### 垂直海岸線 銅腐蝕速率比較



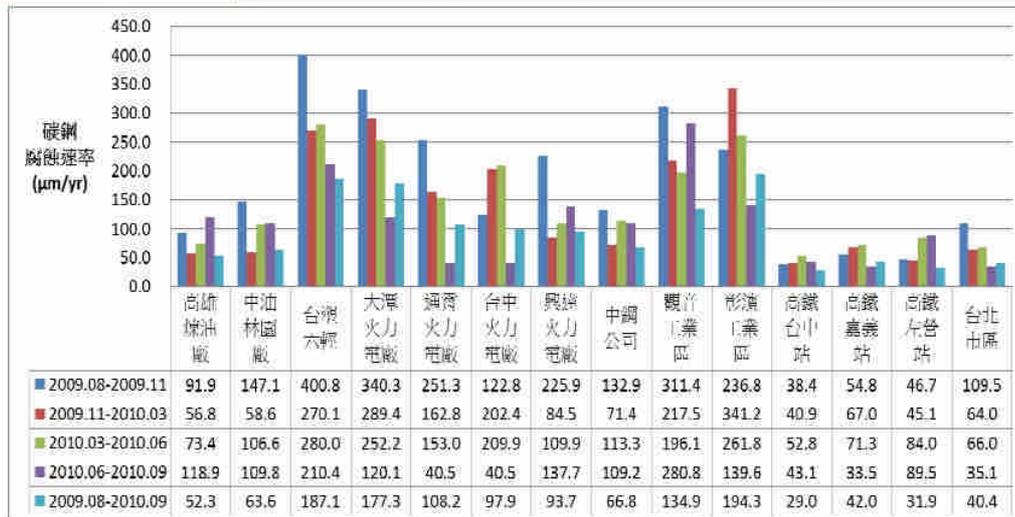
#### 4.資料整理

#### 垂直海岸線 鋁腐蝕速率比較



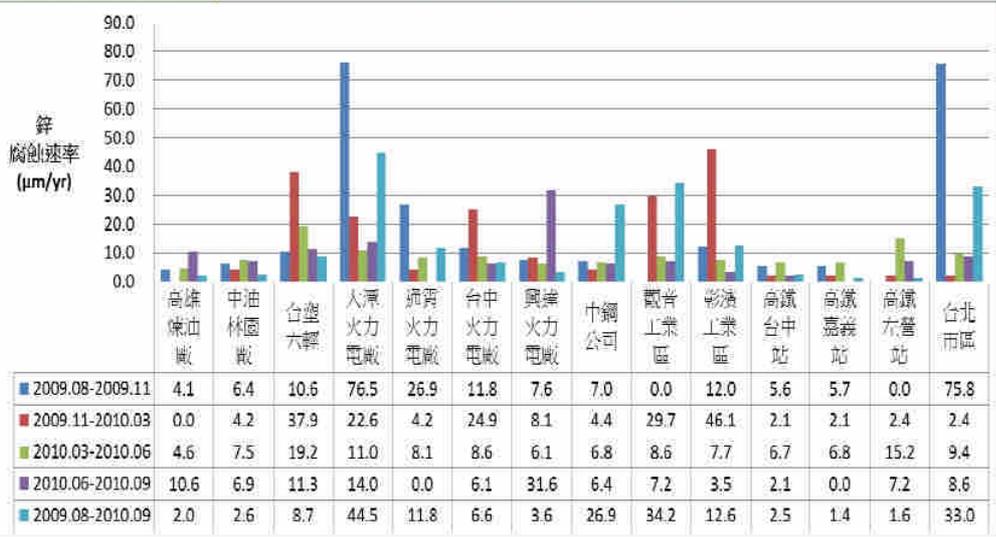
#### 4.資料整理

#### 特定測站 碳鋼平均腐蝕速率比較



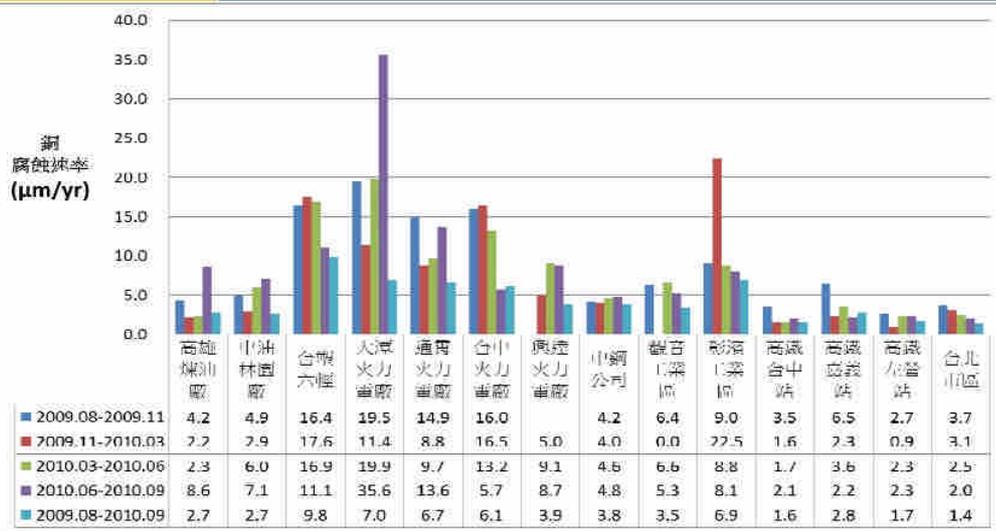
#### 4.資料整理

#### 特定測站 鋅腐蝕速率比較



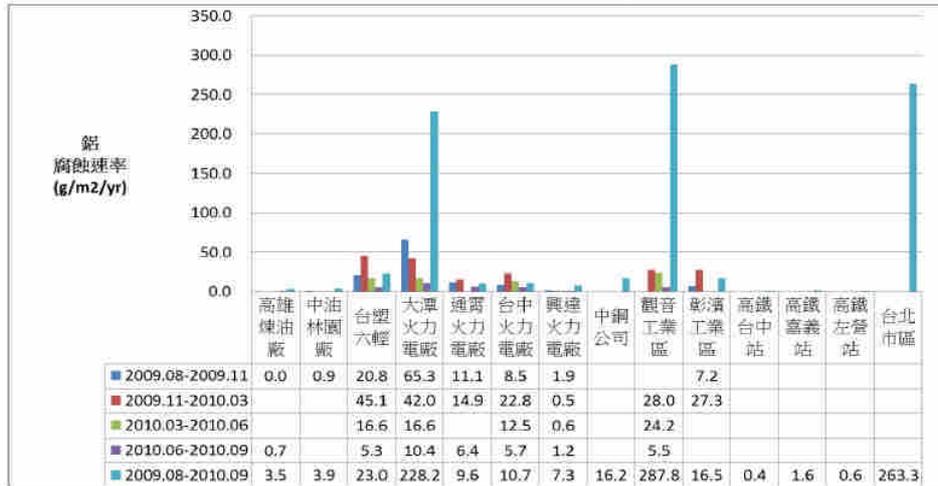
#### 4.資料整理

#### 特定測站 銅腐蝕速率比較



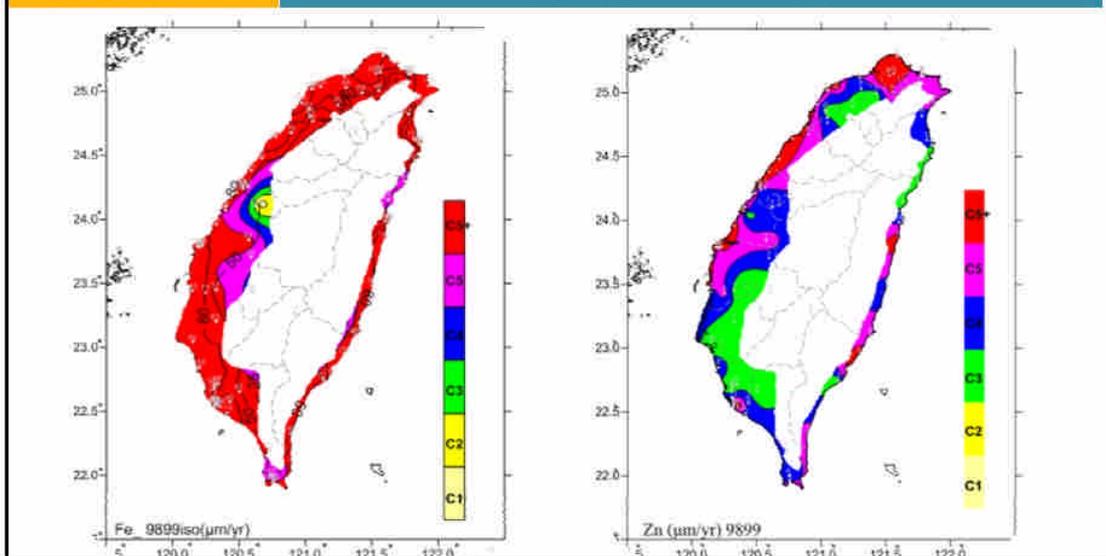
#### 4.資料整理

#### 特定測站 鋁腐蝕速率比較



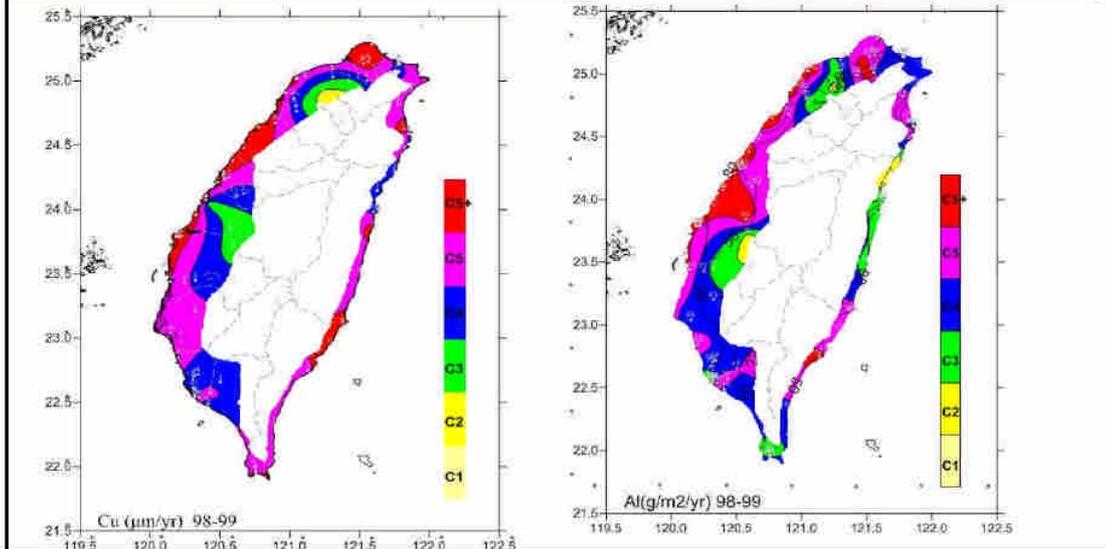
#### 4.資料整理

#### 98-99年腐蝕速率ISO分類 (Fe Zn)



#### 4.資料整理

#### 98-99年腐蝕速率ISO分類 (Cu Al)



#### 結論

#### 氯鹽沉積速率

- 臺灣西部海岸的氯鹽沉積速率以秋季(2009.08-2009.11)最為嚴重
- 由基隆一直到嘉義縣東石鄉，氯鹽沉積速率多大於  $10 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  且約在  $8 \sim 34 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  之間；
- 東部海岸以夏季 (2010.06-2010.09)較為嚴重，由梗枋安檢所至尚武安檢所氯鹽沉積速率介於  $5 \sim 65 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  之間
- 四次季節累積之平均氯鹽沉積量以臺灣東部海岸以橄仔樹安檢所最高。

## 結論

## SO<sub>2</sub>沉積速率

- 在西海岸秋季(2009.08 -2009.11)與冬季 (2009.11 - 2010.03)期間，以觀音工業區、通霄火力電廠、彰濱工業區、中鋼公司、興達火力電廠附近二氧化硫沉積速率相較其他季節有顯著增加的趨勢。
- 東海岸四次調查皆以龍德工業區沉積速率較高
- 在冬季 (2009.11 -2010.03)期間發現以觀音工業區最高。

31

## 結論

- 臺灣各地於一年調查期間2009.08-2010.09，平均濕潤時間百分比介於陽明山國家公園73.45%及彰濱工業區20.5%之間
- 濕潤時間百分比大於70%有陽明山國家公園及陽明山硫磺區73.5%。其次較大濕潤時間有龍德工業區57.1%、南澳安檢所55.9%、蘇澳港試驗線、基隆試驗線、核三廠試驗線等地區，介於20%至60%之間。
- 而濕潤時間最小發生在外埔、五甲安檢所20.62%及彰濱工業區20.5%。

32

結論	腐蝕速率ISO分類
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 在山區的試驗位址如北橫巴陵外，碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為C3以上，沿海地區則為C5等級。</li> <li>□ 碳鋼在基隆試驗線100m、龍德工業區、臺塑六輕試驗線0m、桃園試驗線0m、陽明山硫磺區腐蝕環境可達到C5+。</li> </ul>

結論	腐蝕速率ISO分類
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 銅金屬，其在臺灣全島地區的腐蝕狀況，除濱海地區之腐蝕環境為C5至C5+等級，山區腐蝕環境為C3等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為C4等級。</li> <li>□ 鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為C5等級，山區腐蝕環境為C2等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為C3~C4等級。</li> <li>□ 在平行海岸線方面，以高鐵沿線為例，碳鋼與鋅金屬多為C3，銅金屬則為C4等級，鋁金屬為C2 ~C3等級。</li> </ul>

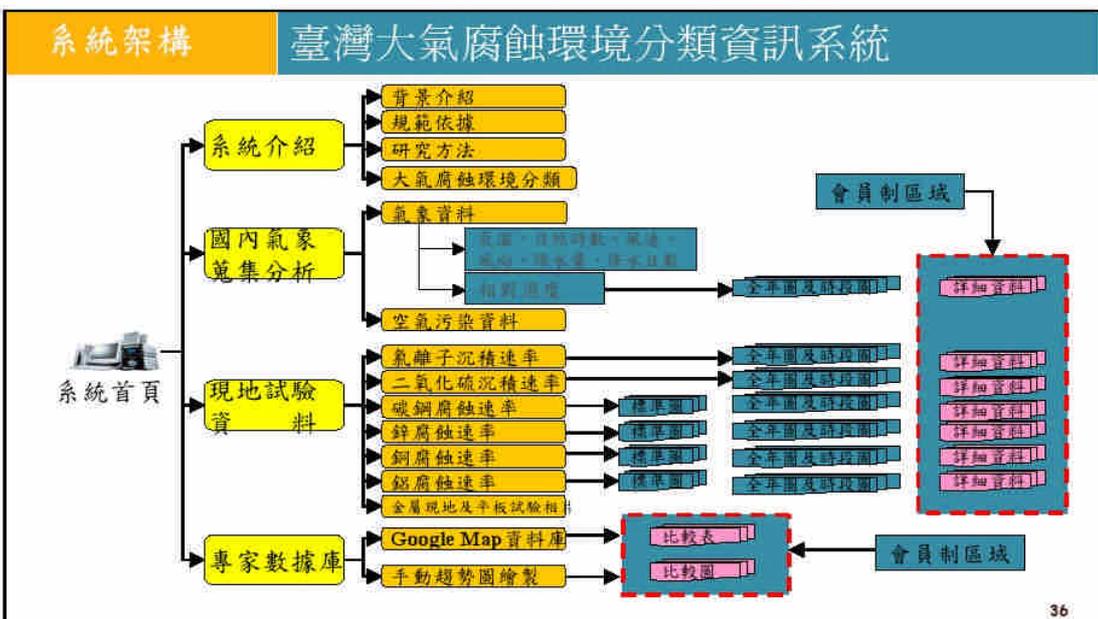
# 臺灣大氣腐蝕環境分類資訊系統



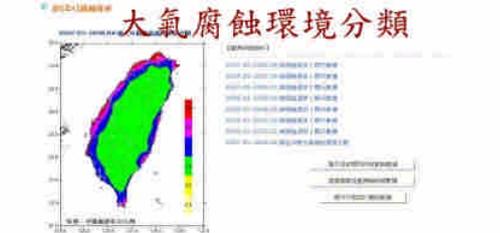
35

## 系統架構

# 臺灣大氣腐蝕環境分類資訊系統



36

 <p>Google map 查詢</p>	 <p>大氣腐蝕環境分類</p>
 <p>螺旋金屬現地試驗</p>	 <p>平板試片現地試驗</p>

簡報結束  
敬請指教

