

97-38-7324

MOTC-IOT-96-H1DB002

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子 調查研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 97 年 3 月

97-38-7324
MOTC-IOT-96-H1DB002

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子 調查研究(1/2)

著者：陳桂清、柯正龍、羅俊雄、羅建明
陳新北、劉益雄、翁榮洲

交通部運輸研究所
中華民國 97 年 3 月

97

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究
(1/2)

交通部運輸研究所

GPN : 1009700830

定價 300 元

國家圖書館出版品預行編目資料

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究. (1/2) /
陳桂清等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部
運輸研究所，民97.03

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-01-3879-5(平裝)

1. 大氣汙染防制

445.92

97006531

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(1/2)

著者：陳桂清、柯正龍、羅俊雄、羅建明、陳新北、劉益雄、翁榮洲

出版機關：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路240號

網址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)

電話：(04) 26587176

出版年月：中華民國97年3月

印刷者：德輝興業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷120冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：300元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

五南文化廣場：臺中市中山路6號•電話：(04)22260330

GPN：1009700830

ISBN：978-986-01-3879-5 (平裝)

著作財產權：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。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(1/2)			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN 978-986-01-3879-5 (平裝)	政府出版品統一編號 1009700830	運輸研究所出版品編號 97-38-7324	計畫編號 96-H1DB002
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：柯正龍 研究人員：陳桂清、羅建明 林隆貞 聯絡電話：04-26587118 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：財團法人工業技術研究院 計畫主持人：羅俊雄 研究人員：羅俊雄、劉益雄、陳新北 翁榮洲 地址：新竹縣竹東鎮中興路4段195號52館 聯絡電話：03-5916934		研究期間 自96年3月 至96年10月
關鍵詞：大氣腐蝕、腐蝕因子、腐蝕環境			
<p>摘要：</p> <p>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。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。</p> <p>本計畫主要工作項目包括：1)蒐集整理分析國內外大氣腐蝕文獻與國內歷年氣象資料，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。希望藉由上述「本土化」的調查研究，可建立臺灣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。</p> <p>本計畫為期兩年，本年度已完成大氣腐蝕劣化因子調查建置並進行了一季的現地暴露試驗；為求大氣分類的正確性，有待至少一年以上的調查數據，再進行大氣腐蝕環境分類。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
97年3月	306	300	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。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>(解密條件：<input type="checkbox"/>年 <input type="checkbox"/>月 <input type="checkbox"/>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)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
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**

TITLE: Survey of corrosive factors of atmosphere in Taiwan (1/2)			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-01-3879-5 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009700830	IOT SERIAL NUMBER 97-38-7324	PROJECT NUMBER 96-H1DB002
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jeng-Long Ko PROJECT STAFF: Kuei-Ching Cheng, Chien-Ming Lo PHONE: 04-26587118 FAX:04-26564418			PROJECT PERIOD FROM March 2007 TO October 2007
RESEARCH AGENCY: Industrial Technology Research Institute PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jiunn-shyong Luo PROJECT STAFF: Jiunn-shyong Luo, Yi-shyong Liu, Hsin-Bey Chen, Jung-Chou Oung ADDRESS: Bldg. 52, 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. PHONE: (03) 591-6934			
KEY WORDS: Atmospheric corrosion, Corrosion factors, Corrosivity of environments			
<p>ABSTRACT:</p> <p>Taiwan is an island, which is located in tropic and sub-tropic zones, with a high humidity, and salty climate. The maintenance cost for atmospheric corrosion and corrosion prevention is considerable because of the climate factors, industry, and traffic exhausted fumes. Corrosion of metals and reinforced steel in concrete is mainly due to reactions of water, oxygen, and corrosive substances such as impurities in the rainfall, dusts, and particle precipitations. Hence, the survey of corrosive factors in the atmosphere of Taiwan is important.</p> <p>In this project, research topics included are as follows: 1. Collection of atmospheric corrosion related documentation and yearly meteorological data; 2. Investigations of atmospheric pollutions, in accordance with CNS standards; 3. Sample preparation and corrosion rate measurement of metals in accordance with CNS standards; 4. Completion of a database for atmospheric corrosion, and 5. Classification of atmospheric corrosivity in Taiwan. It is highly expected that the research accomplishments would apply to practice against metal and reinforcing steel in concrete corrosion in Taiwan.</p> <p>This is a two-year project. In the first year, investigation devices of atmospheric pollutants and field tests of metals were established. To obtain meaningful results, classification of atmospheric corrosivity will not be performed until data has been collected for at least one year.</p>			
DATE OF PUBLICATION March 2008	NUMBER OF PAGES 306	PRICE 300	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.			

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(1/2)

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
圖目錄.....	VI
表目錄.....	XIV
第一章 計畫背景分析.....	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.....	1-3
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.....	2-1
2.2 大氣腐蝕因子調查建置.....	2-1
2.2.1 氯鹽沉積量採集裝置與分析.....	2-1
2.2.2 二氧化硫沉積量採集裝置與分析.....	2-2
2.2.3 取樣頻率.....	2-3
2.2.4 氣象與空氣污染資料蒐集與分析.....	2-3
2.3 現地暴露試驗.....	2-3
2.3.1 試片製作.....	2-3
2.3.2 取樣頻率.....	2-4
2.4 資料蒐集與初步分析.....	2-4
2.4.1 大氣腐蝕因子調查資料蒐集與初步分析.....	2-4
2.4.2 現地暴露試驗資料蒐集與初步分析.....	2-5
2.5 大氣腐蝕因子資料庫建立.....	2-6

第三章 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析	3-1
3.1 大氣腐蝕測試規範	3-1
3.2 大氣腐蝕因子介紹	3-3
3.3 影響大氣腐蝕的因素	3-5
3.4 臺灣大氣腐蝕環境	3-7
第四章 氣象與空氣污染資料蒐集分析	4-1
4.1 氣象資料分析	4-1
4.1.1 測站現況說明	4-1
4.1.2 歷年氣象監測資料變化趨勢分析	4-1
4.2 環保署空氣品質監測資料分析	4-8
4.2.1 環保署空氣品質監測站網簡介	4-8
4.2.2 監測資料分析	4-9
第五章 大氣腐蝕因子與現地暴露試驗調查建置	5-1
5.1 調查範圍	5-1
5.2 氯鹽沉積速率調查	5-1
5.2.1 調查試驗點	5-1
5.2.2 氯鹽沉積速率計算與調查結果	5-3
5.2.3 聖帕颱風調查結果	5-5
5.3 二氧化硫沉積速率調查	5-5
5.3.1 調查試驗點	5-5
5.3.2 二氧化硫沉積速率計算與調查結果	5-6
5.4 濕潤時間百分比	5-7
5.5 現地暴露試驗	5-9
5.5.1 暴露試片	5-9
5.5.2 試片腐蝕生成物清除與測試	5-9
5.5.3 腐蝕速率計算與調查結果	5-10

第六章 大氣腐蝕因子資料庫建立	6-1
6.1 系統功能規劃	6-1
6.2 系統架構規劃	6-1
6.3 電腦環境規劃	6-2
第七章 結論與建議	7-1
7.1 結論	7-1
7.2 建議	7-2
參考文獻	8-1
附錄 1 大氣腐蝕試片腐蝕生成物清除流程與測試	9-1
附錄 2 金屬試片之腐蝕速率計算	10-1
附錄 3 期中報告審查意見及回覆	11-1
附錄 4 期末報告審查意見及回覆	12-1
附錄 5 期末報告簡報資料	13-1

圖 目 錄

圖 2-1 研究作業流程圖.....	2-7
圖 2-2(a) 濕燭法燭心構造示意圖.....	2-8
圖 2-2(b) 濕燭法裝置構造圖.....	2-8
圖 2-3 二氧化硫沉積量採集裝置.....	2-9
圖 2-4 螺旋狀試片構造圖.....	2-9
圖 3-1 ISO 大氣腐蝕環境分類.....	3-11
圖 3-2 CLIMATE TEST 大氣腐蝕測試.....	3-11
圖 3-3 熱浸鍍鋅試片鍍鋅層第一年腐蝕速率之環境分類結果.....	3-12
圖 3-4 碳鋼試片第一年腐蝕速率之環境分類結果.....	3-13
圖 3-5 以環境因子進行鋅金屬之大氣腐蝕環境分類.....	3-14
圖 4-1-1 中央氣象局各氣象測站分佈圖.....	4-23
圖 4-1-2 各氣象測站 1998-2007 年 1-3 月氣溫分佈及盒鬚圖.....	4-24
圖 4-1-3 各氣象測站 1998-2007 年 4-6 月氣溫分佈及盒鬚圖.....	4-25
圖 4-1-4 各氣象測站 1998-2007 年 7-9 月氣溫分佈及盒鬚圖.....	4-26
圖 4-1-5 各氣象測站 1998-2007 年 10-12 月氣溫分佈及盒鬚圖.....	4-27
圖 4-1-6 各氣象測站 1998-2006 年氣溫分佈及盒鬚圖.....	4-28
圖 4-1-7 各氣象測站 2007 年第三季氣溫分佈圖.....	4-29
圖 4-1-8 1998 年-2007 年 1-3 月長期等溫線圖.....	4-30
圖 4-1-9 1998 年-2007 年 4-6 月長期等溫線圖.....	4-30
圖 4-1-10 1998 年-2007 年 7-9 月長期等溫線圖.....	4-31
圖 4-1-11 1998 年-2006 年 10-12 月長期等溫線圖.....	4-31
圖 4-1-12 1998~2005 年等溫線圖.....	4-32
圖 4-1-13 2006 年全年等溫線圖.....	4-32
圖 4-1-14 2006 年 12 月~2007 年 2 月等溫線圖.....	4-33

圖 4-1-15 2007 年 3-5 月等溫線圖	4-33
圖 4-1-16 2007 年 6-8 月等溫線圖	4-34
圖 4-1-17 臺灣地區 1 月等溫線圖	4-34
圖 4-1-18 臺灣地區 7 月等溫線圖	4-35
圖 4-1-19 臺灣地區全年等溫線圖	4-35
圖 4-1-20 各氣象測站 1998-2007 年 1-3 月相對濕度分佈及盒鬚圖 .	4-36
圖 4-1-21 各氣象測站 1998-2007 年 4-6 月相對濕度分佈及盒鬚圖 .	4-37
圖 4-1-22 各氣象測站 1998-2007 年 7-9 月相對濕度分佈及盒鬚圖 .	4-38
圖 4-1-23 各氣象測站 1998-2006 年 10-12 月相對濕度分佈及盒鬚圖	4-39
圖 4-1-24 各氣象測站 1998-2006 年年平均相對濕度分佈及盒鬚圖 .	4-40
圖 4-1-25 各氣象測站 2007 年第三季相對濕度分佈圖	4-41
圖 4-1-26 1998 年-2007 年 1-3 月長期相對濕度等位線圖	4-42
圖 4-1-27 1998 年-2007 年 4-6 月長期相對濕度等位線圖	4-42
圖 4-1-28 1998 年-2007 年 7-9 月長期相對濕度等位線圖	4-43
圖 4-1-29 1998 年-2006 年 10-12 月長期相對濕度等位線圖	4-43
圖 4-1-30 1998~2005 年相對濕度等位線圖	4-44
圖 4-1-31 2006 年相對濕度等位線圖	4-44
圖 4-1-32 2006 年 12 月~2007 年 2 月相對濕度等位線圖	4-45
圖 4-1-33 2007 年 3-5 月相對濕度等位線圖	4-45
圖 4-1-34 2007 年 6-8 月相對濕度等位線圖	4-46
圖 4-1-35 各氣象測站 1998-2006 相對溼度超過 80% 月數及盒鬚圖	4-47
圖 4-1-36 各氣象測站 1998-2007 年 1-3 月總日照時數分佈及盒鬚圖	4-48
圖 4-1-37 各氣象測站 1998-2007 年 4-6 月總日照時數分佈及盒鬚圖	4-49
圖 4-1-38 各氣象測站 1998-2007 年 7-9 月總日照時數分佈及盒鬚圖	4-50

圖 4-1-39 各氣象測站 1998-2006 年 10-12 月總日照時數分佈及盒鬚圖	4-51
圖 4-1-40 各氣象測站 1998-2006 年各年之總日照時數分佈及盒鬚圖	4-52
圖 4-1-41 各氣象測站 2007 年第三季總日照時數分佈圖	4-53
圖 4-1-42 1998 年-2007 年 1-3 月長期總日照時數等位線圖	4-54
圖 4-1-43 1998 年-2007 年 4-6 月長期總日照時數等位線圖	4-54
圖 4-1-44 1998 年-2007 年 7-9 月長期總日照時數等位線圖	4-55
圖 4-1-45 1998 年-2006 年 10-12 月長期總日照時數等位線圖	4-55
圖 4-1-46 1998~2005 年平均總日照時數等位線圖	4-56
圖 4-1-47 2006 年總日照時數等位線圖	4-56
圖 4-1-48 2006 年 12 月~2007 年 2 月總日照時數等位線圖	4-57
圖 4-1-49 2007 年 3-5 月總日照時數等位線圖	4-57
圖 4-1-50 2007 年 6-8 月總日照時數等位線圖	4-58
圖 4-1-51 各氣象測站 1998 年-2006 年 1-3 月平均風速分佈及盒鬚圖	4-59
圖 4-1-52 各氣象測站 1998 年-2006 年 4-6 月平均風速分佈及盒鬚圖	4-60
圖 4-1-53 各氣象測站 1998 年-2006 年 7-9 月平均風速分佈及盒鬚圖	4-61
圖 4-1-54 各氣象測站 1998 年-2006 年 10-12 月平均風速分佈及盒鬚圖	4-62
圖 4-1-55 各氣象測站 1998-2006 年全平均風速分佈及盒鬚圖	4-63
圖 4-1-56 1998 年-2006 年 1-3 月月平均風速等位線圖	4-64
圖 4-1-57 1998 年-2006 年 4-6 月月平均風速等位線圖	4-64
圖 4-1-58 1998 年-2006 年 7-9 月月平均風速等位線圖	4-65
圖 4-1-59 1998 年-2006 年 10-12 月月平均風速等位線圖	4-65
圖 4-1-60 1998~2005 年平均風速等位線圖	4-66

圖 4-1-61 2006 年平均風速等位線圖	4-66
圖 4-1-62 全年地面風花圖	4-67
圖 4-1-63 各氣象測站 1998 年-2007 年 1-3 月累計降水量分佈及盒鬚圖	4-68
圖 4-1-64 各氣象測站 1998 年-2007 年 4-6 月累計降水量分佈及盒鬚圖	4-69
圖 4-1-65 各氣象測站 1998 年-2007 年 7-9 月累計降水量分佈及盒鬚圖	4-70
圖 4-1-66 各氣象測站 1998 年-2006 年 10-12 月累計降水量分佈及盒鬚 圖.....	4-71
圖 4-1-67 各氣象測站 1998-2006 年全年累計降水量分佈及盒鬚圖	4-72
圖 4-1-68 各氣象測站 2007 年第三季降水量分佈圖	4-73
圖 4-1-69 1998 年-2007 年 1-3 月長期累計降水量等位線圖	4-74
圖 4-1-70 1998 年-2007 年 4-6 月長期累計降水量等位線圖	4-74
圖 4-1-71 1998 年-2007 年 7-9 月長期累計降水量等位線圖	4-75
圖 4-1-72 1998 年-2006 年 10-12 月長期累計降水量等位線圖.....	4-75
圖 4-1-73 1998~2005 年累計降水量等位線圖	4-76
圖 4-1-74 2006 年累計降水量等位線圖.....	4-76
圖 4-1-75 2006 年 12 月~2007 年 2 月累計降水量等位線圖.....	4-77
圖 4-1-76 2007 年 3-5 月累計降水量等位線圖.....	4-77
圖 4-1-77 2007 年 6-8 月累計降水量等位線圖.....	4-78
圖 4-1-78 臺灣地區 1 月等降水量線圖.....	4-78
圖 4-1-79 臺灣地區 7 月等降水量線圖.....	4-79

圖 4-1-80 臺灣地區全年等降水量線圖.....	4-79
圖 4-1-81 各氣象測站 1998 年-2007 年 1-3 月降水日數分佈及盒鬚圖	4-80
圖 4-1-82 各氣象測站 1998 年-2007 年 4-6 月降水日數分佈及盒鬚圖	4-81
圖 4-1-83 各氣象測站 1998 年-2007 年 7-9 月降水日數分佈及盒鬚圖	4-82
圖 4-1-84 各氣象測站 1998 年-2006 年 10-12 月降水日數分佈及盒鬚圖	4-83
圖 4-1-85 各氣象測站 1998-2006 年全年降水日數分佈及盒鬚圖...	4-84
圖 4-1-86 各氣象測站 2007 年三季降水日數分佈圖	4-85
圖 4-1-87 1998 年-2007 年 1-3 月長期降水日數等位線圖.....	4-86
圖 4-1-88 1998 年-2007 年 4-6 月長期降水日數等位線圖.....	4-86
圖 4-1-89 1998 年-2007 年 7-9 月長期降水日數等位線圖.....	4-87
圖 4-1-90 1998 年-2006 年 10-12 月長期降水日數等位線圖	4-87
圖 4-1-91 1998~2005 年降水日數等位線圖.....	4-88
圖 4-1-92 2006 年降水日數等位線圖	4-88
圖 4-1-93 2006 年 12 月~2007 年 2 月降水日數等位線圖	4-89
圖 4-1-94 2007 年 3-5 月降水日數等位線圖	4-89
圖 4-1-95 2007 年 6-8 月降水日數等位線圖	4-90
圖 4-1-96 各氣象測站 1998 年~2006 年雨水酸鹼度值分佈及盒鬚圖	4-91
圖 4-1-97 各氣象測站 2007 年 1 月至 8 月雨水酸鹼度值分佈及盒鬚圖	

.....	4-92
圖 4-1-98 1998 年~2006 年雨水酸鹼度值等位線圖	4-93
圖 4-1-99 2007 年 3-5 月雨水酸鹼度值等位線圖	4-93
圖 4-1-100 2007 年 6-8 月雨水酸鹼度值等位線圖	4-94
圖 4-2-1 環保署監測站位置分佈圖	4-95
圖 4-2-2 1998-2007 年 1-3 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-96
圖 4-2-3 1998-2007 年 4-6 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-96
圖 4-2-4 1998-2007 年 7-9 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-97
圖 4-2-5 1998-2006 年 10-12 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-97
圖 4-2-6 1998-2007 年 1-3 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-98
圖 4-2-7 1998-2007 年 4-6 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-98
圖 4-2-8 1998-2007 年 7-9 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-99
圖 4-2-9 1998-2006 年 10-12 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-99
圖 4-2-10 1998-2007 年 1-3 月 CO 濃度等位線圖	4-100
圖 4-2-11 1998-2007 年 4-6 月 CO 濃度等位線圖	4-100
圖 4-2-12 1998-2007 年 7-9 月 CO 濃度等位線圖	4-101
圖 4-2-13 1998-2006 年 10-12 月 CO 濃度等位線圖	4-101
圖 4-2-14 1998-2005 年 SO ₂ 濃度等位線圖	4-102
圖 4-2-15 2006 年 SO ₂ 濃度等位線圖	4-102
圖 4-2-16 1998-2005 年 NO ₂ 濃度等位線圖	4-103
圖 4-2-17 2006 年 NO ₂ 濃度等位線圖	4-103
圖 4-2-18 1998-2005 年 CO 濃度等位線圖	4-104
圖 4-2-19 2006 年 CO 濃度等位線圖	4-104

圖 4-2-20 2006 年 12 月~2007 年 2 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-105
圖 4-2-21 2007 年 3-5 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-105
圖 4-2-22 2007 年 6-8 月 SO ₂ 濃度等位線圖	4-106
圖 4-2-23 2006 年 12 月~2007 年 2 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-106
圖 4-2-24 2007 年 3-5 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-107
圖 4-2-25 2007 年 6-8 月 NO ₂ 濃度等位線圖	4-107
圖 4-2-26 2006 年 12 月~2007 年 2 月 CO 濃度等位線圖	4-108
圖 4-2-27 2007 年 3-5 月 CO 濃度等位線圖	4-108
圖 4-2-28 2007 年 6-8 月 CO 濃度等位線圖	4-109
圖 4-2-29 各縣市 1998-2007 年 1-3 月 SO ₂ 濃度分佈圖	4-110
圖 4-2-30 各縣市 1998-2007 年 4-6 月 SO ₂ 濃度分佈圖	4-111
圖 4-2-31 各縣市 1998-2007 年 7-9 月 SO ₂ 濃度分佈圖	4-112
圖 4-2-32 各縣市 1998-2006 年 10-12 月 SO ₂ 濃度分佈圖	4-113
圖 4-2-33 環保署各縣市 2007 年第三季 SO ₂ 分佈柱狀圖	4-114
圖 4-2-34 各縣市 1998-2007 年 1-3 月 NO ₂ 濃度分佈圖	4-115
圖 4-2-35 各縣市 1998-2007 年 4-6 月 NO ₂ 濃度分佈圖	4-116
圖 4-2-36 各縣市 1998-2007 年 7-9 月 NO ₂ 濃度分佈圖	4-117
圖 4-2-37 各縣市 1998-2006 年 10-12 月 NO ₂ 濃度分佈圖	4-118
圖 4-2-38 環保署各縣市 2007 年第三季 NO ₂ 分佈柱狀圖	4-119
圖 4-2-39 各縣市 1998-2007 年 1-3 月 CO 濃度分佈圖	4-120
圖 4-2-40 各縣市 1998-2007 年 4-6 月 CO 濃度分佈圖	4-121
圖 4-2-41 各縣市 1998-2007 年 7-9 月 CO 濃度分佈圖	4-122
圖 4-2-42 各縣市 1998-2006 年 10-12 月 CO 濃度分佈圖	4-123

圖 4-2-43 環保署各縣市 2007 年第三季 CO 分佈柱狀圖	4-124
圖 4-2-44 各類型測站相對於 SO ₂ 之比較	4-125
圖 4-2-45 各類型測站相對於 NO ₂ 之比較	4-126
圖 4-2-46 各類型測站相對於 CO 之比較	4-127
圖 5-2-1 氯鹽沉積速率調查位置	5-38
圖 5-2-2 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬臺灣地區氯鹽沉積速率等位圖	5-39
圖 5-2-3 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬之氯鹽沉積速率與聖帕颱風侵襲 之氯鹽沉積速率比較.....	5-40
圖 5-3-1 工業區與石化、火力電廠之二氧化硫沉積速率調查位置	5-41
圖 5-3-2 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬臺灣地區二氧化硫沉積速率等位 圖.....	5-42
圖 5-4-1 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬各測點於試驗期間內濕潤時間百 分比等位圖.....	5-43
圖 5-5-1 現地暴露試驗(碳鋼、鋅、鋁、銅螺旋狀試片)試驗點分佈圖	5-44
圖 5-5-2 腐蝕生成物清除法作業流程.....	5-45
圖 5-5-3 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)	5-46
圖 5-5-4 鋅腐蝕速率(μm/yr)	5-46
圖 5-5-5 銅腐蝕速率(μm/yr).....	5-47
圖 5-5-6 鋁腐蝕速率(g/m ² /yr)	5-47

表 目 錄

表 1-1 臺灣地區大氣腐蝕試驗相關研究歷程.....	1-5
表 3-1 以環境因子進行鋅與碳鋼金屬在臺灣之大氣腐蝕環境分類 .	3-10
表 4-1-1 中央氣象局所屬各氣象站一覽表	4-12
表 4-1-2 臺灣各地的平均氣溫.....	4-13
表 4-1-3 1998-2006 年每年各測站相對濕度大於 80%之總月份.....	4-14
表 4-1-4 1998 年-2006 年 1-3 月主要風向一覽表	4-15
表 4-1-5 1998 年-2006 年 4-6 月主要風向一覽表.....	4-16
表 4-1-6 1998 年-2006 年 7-9 月主要風向一覽表.....	4-17
表 4-1-7 1998 年-2006 年 10-12 月主要風向一覽表.....	4-18
表 4-1-8 中央氣象局各氣象站 2007 年雨水酸鹼度值月平均資料.....	4-19
表 4-1-9 臺灣各地之全年太陽輻射量.....	4-20
表 4-2-1 環保署所屬各空氣品質監測站一覽表.....	4-21
表 5-2-1 氯鹽沉積速率調查全省試驗點建置.....	5-12
表 5-2-2 氯鹽沉積速率調查第一季安裝與採樣時間.....	5-14
表 5-2-3 各試驗點之氯鹽沉積速率計算結果.....	5-17
表 5-2-4 聖帕颱風侵襲之氯鹽沉積速率計算結果	5-19
表 5-3-1 工業區二氧化硫沉積速率調查試驗點	5-20
表 5-3-2 二氧化硫沉積速率調查第一季安裝與採樣時間	5-21
表 5-3-3 各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果	5-23
表 5-4-1 ISO9223 濕潤時間分類.....	5-25
表 5-4-2 ISO9223 氯鹽沉積速率分類	5-25

表 5-4-3 ISO9223 二氧化硫(SO ₂) 沉積量分類.....	5-25
表 5-4-4 ISO9223 大氣腐蝕環境分類-以環境因子分類.....	5-26
表 5-4-5 各測點試驗期間濕潤時間百分比	5-27
表 5-5-1 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬金屬試片安裝與採樣時間 ...	5-31
表 5-5-2 ISO9223 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分類.....	5-34
表 5-5-3 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬各金屬之腐蝕速	5-35

第一章 計畫背景分析

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，本土化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。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；然而臺灣近 10 年來並無任何單位進行全國之大氣腐蝕因子的調查與研究。有鑑於此，交通部運輸研究所乃規劃「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」計畫，擬以兩年時間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電腦查詢資料庫，規劃一適合國內環境「本土化」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

材料及其製品與所處自然大氣環境間因環境因素作用而產生材料變質或破壞之現象，稱為大氣腐蝕；而大氣腐蝕產生的原因主要是因金屬受大氣中所含水分、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，其腐蝕速率是由水、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 、灰塵等所控制。因此，金屬或鋼筋混凝土構造物在大氣中腐蝕的行為與速率，確有其地域性的區別。

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 年起與台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 年在台北市各區利用 A.C.I、M.C.I、I.C.I 等三種腐蝕指標試驗裝置，廣泛調查台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^[1]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 SO₂ 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 SO₂ 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。

國內大氣腐蝕研究歷程如表 1-1 所示。

1.4 計畫工作項目

本計畫為期兩年，主要工作項目為大氣環境腐蝕因子調查與資料庫的建立，並完成臺灣大氣腐蝕環境分類，以作為新建與既有結構物防蝕設計與維護管理之依據。本年度預計完成的工作項目包括下列五項：

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：本年度將完成涵蓋臺灣全島區域之試驗場址(點)選定及相關試樣擺放；須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)，並最終可繪製各腐蝕因子之等位圖。
 - (2) 氣象資料蒐集分析：至少包括氣溫、相對溼度、風速、風向等資料，並針對歷年資料進行分析。
 - (3) 腐蝕因子調查項目：包括相對溼度、氯鹽(Cl⁻)與二氧化硫(SO₂)沉

積速率之調查，以提供季節與區域之關聯性。

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關聯性。
4. 資料蒐集與初步分析：持續現地取樣與試驗調查，分析本年度成果與趨勢。
5. 大氣腐蝕因子資料庫建立。

第二年計畫之工作預定項目為：

1. 持續現地取樣與試驗調查，分析歷年成果與趨勢。
2. 依據現地暴露試驗與腐蝕因子調查分析結果，建立腐蝕速率與腐蝕因子之關聯性。
3. 建立大氣腐蝕因子資料庫。
4. 完成臺灣大氣腐蝕環境分類。

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		
		澎湖, 陽明山, 林口發電廠	1989.1-1990.12		
		林口發電廠	1983.7-1987.6		
		澎湖	1984.7-1987.6		
		金山- 汐止	1984.7-1985.6		
		台西	1984.11-1987.6		
		陽明山	1986.7-1987.6		
工業技術研究院	Carbon steel and weathering steel with and without painting Carbon steel, 304, 316 Stainless steel, Cu, Al, Zn, and thermal spray of Al, 5/95 Al/Zn on carbon steel Carbon steel, Stainless steel, Weathering steel, Galvanized steel, Al alloy, Cu alloy, etc.	陽明山, 頭城, 樹林, 新竹, 台中港, 奮起湖, 興達電廠, 高雄, 花蓮, 澎湖	1987.7-1992.6		
		竹東, 小港, 佳洛水, 麥寮, 枋山, 斗南, 台東, 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 ₂ 濃度與過去各單位調查研究之氣離子沉積速率數據, 進行臺灣本島大氣腐蝕環境分類	2004-2005		
		Galvanized steel wire (Class A, B, C), Al-coated steel wire	1984-1986		
		SS41, Zn and Zn/Al galvanized steel, 304 Stainless steel, Cu, 953 Cu alloy, Al, 356 Al alloy	蘇澳港, 台北市, 頭城, 宜蘭, 高雄, 台中港, 林口發電廠, 興達電廠, 通霄發電廠	1987.5-1990.1	
		SS440, Weathering steel, 304, 430 Stainless steel, Zn and Zn/Al galvanized steel, Cu and Cu alloy	台南市, 安平工業區	1998.4-2001.4	
		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	
		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, 台東	1984-1986
				蘇澳港, 台北市, 頭城, 宜蘭, 高雄, 台中港, 林口發電廠, 興達電廠, 通霄發電廠	1987.5-1990.1
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, 台北市, 頭城, 宜蘭, 高雄, 台中港, 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	台南市, 安平工業區	1998.4-2001.4		
中國鋼鐵公司	Carbon steel, Weathering steel Carbon steel, Weathering steel, Galvanized steel	中山大學, 中鋼, 新竹	1990.8-present		
		中山大學, 中鋼, 新竹, 樹林, 林口電廠	1993.12-present		

第二章 研究方法及進行步驟

本計畫為期兩年，主要工作項目為大氣環境腐蝕因子調查與資料庫的建立，並完成臺灣大氣腐蝕環境分類，研究流程如圖 2-1 所示。

年度工作項目之研究方法與進行步驟概述如下：

2.1 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析

本研究將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，進行回饋分析，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

依據招標文件，本計畫調查項目包括相對溼度、氯鹽(Cl⁻)與二氧化硫(SO₂)沉積速率之調查，以提供季節與區域之關聯性。

由於相對溼度屬於氣象因子數據，可由中央氣象局與相關研究單位之調查資料蒐集分析(蒐集方式如下節所示)，但氯鹽(Cl⁻)與二氧化硫(SO₂)的沉積速率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，故今參考 CNS 13754^[2]金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)規範，製作氯鹽與二氧化硫沉積量採集裝置與分析，如下：

2.2.1 氯鹽沉積量採集裝置與分析

參考 CNS 13754 規範，氯鹽沉積量採集裝置是以濕燭法進行，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速率，以 mg/m²/day 表示。採集器構造示意如圖 2-2 所示，即將一 25mm 直徑、長度約 120mm 之 PE 燭心，外覆兩層管狀外科用紗布(在大氣中暴露面積約為 100cm²)插入橡膠塞中，再將橡膠塞頭插入 500ml 玻璃瓶的頸

部；瓶內溶液使用 200 ml 甘油及蒸餾水配置 1000 ml 溶液，再加入 20 滴辛酸；若測試地區溫度高於 25°C，可增加甘油含量至 40% (V/V) 以防止過度蒸發。濕燭瓶放置試驗架頂棚下方中央，且頂棚為不透明構造物，大小約 500mm 見方；燭心頂端距架頂約 200mm，瓶底距地面至少 1m。測試後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)測定水中之氯鹽含量。

2.2.2 二氧化硫沉積量採集裝置與分析

參考 CNS 13754 與 ISO 9225^[3] 規範，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，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，二氧化硫的沉積速率以 mg/m²/day 表示。採集器之構造示意如圖 2-3 所示，其步驟為先製作硫酸化平板(CNS 13754)，再將試驗盤朝下放置(其目的為減少吸附酸雨沉降或懸浮硫酸氣體)，平板須水平且不妨礙正常通風及空氣之流暢。平板的分析須於完成暴露後 60 天內完成，可依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)測定，即先使用碳酸鈉溶液溶解並移出硫酸化平板之附著物，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：

$$R(\text{SO}_2) = \frac{(m_1 - m_0) \times 16.67}{A \times t \times 1000} \dots\dots\dots (2-1)$$

式中， R(SO₂)= 二氧化硫沉積速率(mg/m²·day)

m₀=空白平板(未暴露)測試之硫酸鹽質量(μg)

m₁=每一平板之硫酸鹽質量(μg)

A=平板面積(m²)

t=暴露時間，天(day)

2.2.3 取樣頻率

針對氯鹽與二氧化硫的調查，於每一試驗點依調查項目將建置一組採集器，取樣頻率為每季一次，每次取樣後更換新的燭心紗布或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，並繪製沉積量與時間之關係圖，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，為瞭解臺灣全島長期(一年期)空氣污染物的累積量，在各試驗場址(點)增設一組長期之氯鹽與二氧化硫採集裝置，以進行季節性與一年期之沉積速率比較。

2.2.4 氣象與空氣污染資料蒐集與分析

參考 CNS 14123^[4]，描述大氣情況所需之環境資料須具備氣溫(°C)、相對濕度(%)、降雨量(mm/day)、日照幅射的時間及強度，至於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。

因此，本計畫將蒐集中央氣象局與相關研究單位歷年之氣候資料年報，針對氣溫、相對濕度、降水量、日照時數、風速、風向、等因子進行歷年變化分析，同時亦將各因子之變化取各季平均值，進行季節性分析，季節區分方式：春季為 1~3 月，夏季為 4~6 月，秋季為 7~9 月，冬季為 10~12 月。此外，為瞭解空氣中污染物分佈的狀況，亦將蒐集環保署等相關單位空氣品質監測資料，整理與分析項目包括一般空氣品質監測站、交通空氣品質監測站、工業品質監測站與國家公園空氣品質監測站之一氧化碳(CO)與二氧化硫(SO₂) 等污染物濃度。

2.3 現地暴露試驗

2.3.1 試片製作

本研究將針對碳鋼、鋅、銅、鋁四種金屬，選擇適當位置進行現地暴露試驗，試片製作的方式參考 CNS 13753^[5] (ISO 9226^[6])大氣腐蝕性測定標準試片製作，採用螺旋狀標準試片，即試片的材料如下：

碳鋼：非合金碳鋼(Cu=0.03~0.10%, P < 0.07%)。

鋅：98.5%以上之純度。

銅：99.5%以上之純度。

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，製成螺旋試片。試片裝置如圖 2-4 所示。

2.3.2 取樣頻率

配合氣鹽與二氧化硫採集裝置之取樣，現地暴露試驗試片(碳鋼、鋅、銅、鋁)之取樣頻率亦為每季一次，每次取樣後更換新試片。測試回收後的樣本進行腐蝕速率分析，探討季節與區域之大氣腐蝕速率變化。此外，在各試驗場址(點)亦增設一組一年期之大氣暴露試片，以進行季節性與一年期之腐蝕速率比較。

2.4 資料蒐集與初步分析

參考 CNS13401^[7]”金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性之分類”規範，大氣腐蝕環境分類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，或綜合大氣腐蝕因子，即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(τ , 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 SO₂ 沉降量或濃度與氣鹽(海鹽)沉降量分別進行區分。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。今針對大氣腐蝕因子調查與現地暴露試驗之資料蒐集與初步分析分述如下：

2.4.1 大氣腐蝕因子調查資料蒐集與初步分析

1. 氣象資料與空氣品質監測資料

持續蒐集暴露期間與過去歷年之氣溫、相對濕度、降水量、日照時數、風速、風向等氣象因子，同時亦蒐集環保署等相關單位空氣品質監測資料中之一氧化碳(CO)與二氧化硫(SO₂) 等污染物濃度，將上

述各因子進行歷年變化與季節性分析比較。

2. 氯鹽沉積速率分析

持續現地取樣與試驗調查，並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速率，繪製臺灣全島之氯鹽沉積速率等位圖。

3. 二氧化硫沉積速率分析

持續現地取樣與試驗調查，並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速率，繪製臺灣全島之二氧化硫沉積速率等位圖。

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速率，依據 CNS13401 (ISO 9223)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初步分析

持續現地取樣與試驗調查，並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^[8] (ISO 8407^[9])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。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：

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

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

Δm =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)

各試驗點腐蝕速率計算後，依據 CNS13401 (ISO 9223)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。

2.5 大氣腐蝕因子資料庫建立

1. 系統功能規劃：結構材料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、落鹽量、二氧化硫沉積量空氣中 CO 與 SO₂ 濃度等)與現地暴露試驗數據，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、資料處理界面、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。

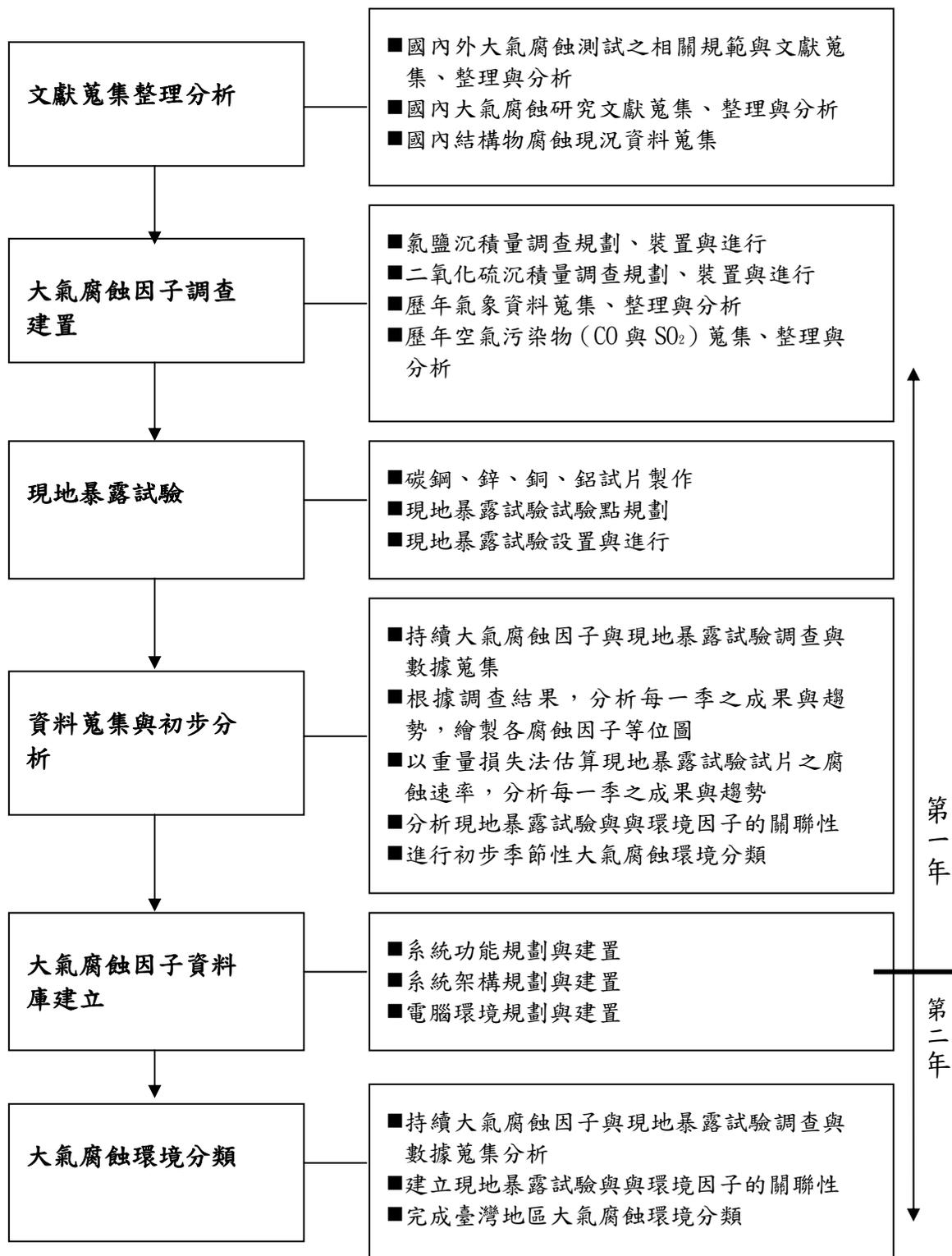


圖 2-1 研究作業流程圖

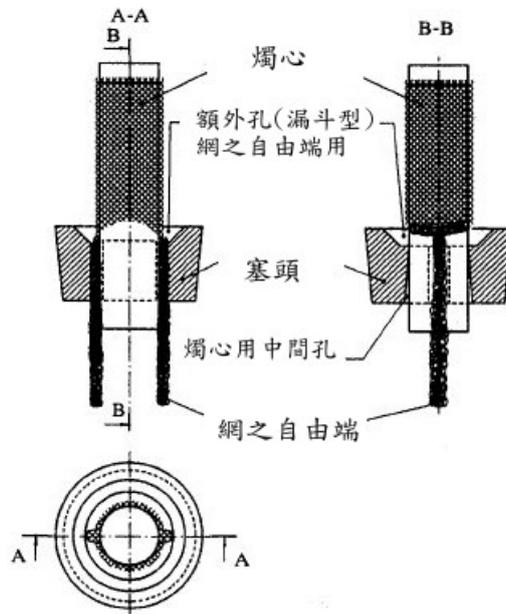


圖 2-2(a) 濕燭法燭心構造示意圖 (CNS 13754)

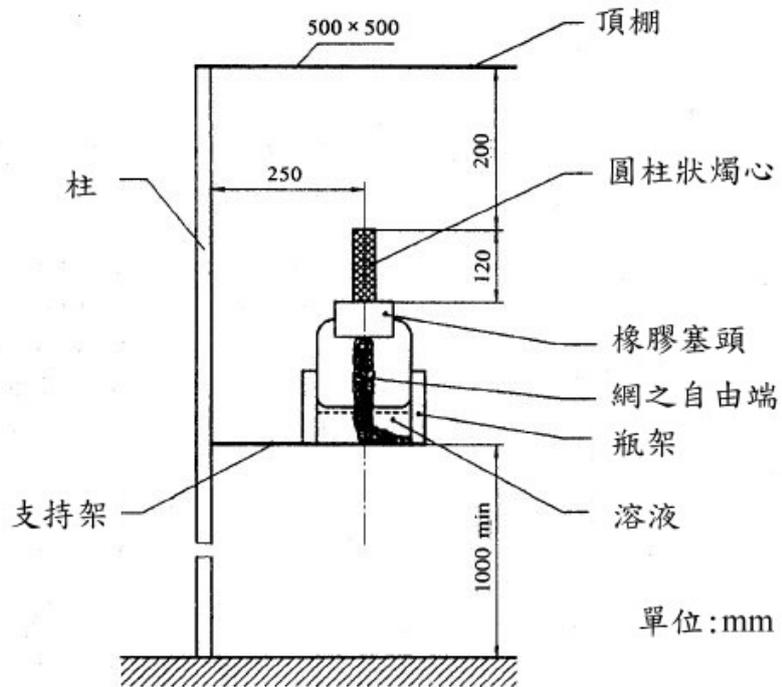


圖 2-2(b) 濕燭法裝置構造圖 (CNS 13754)

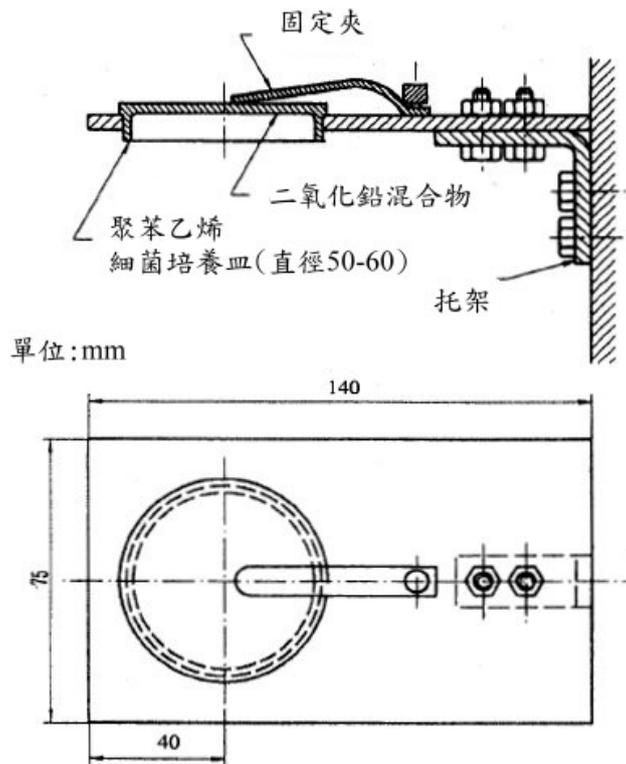
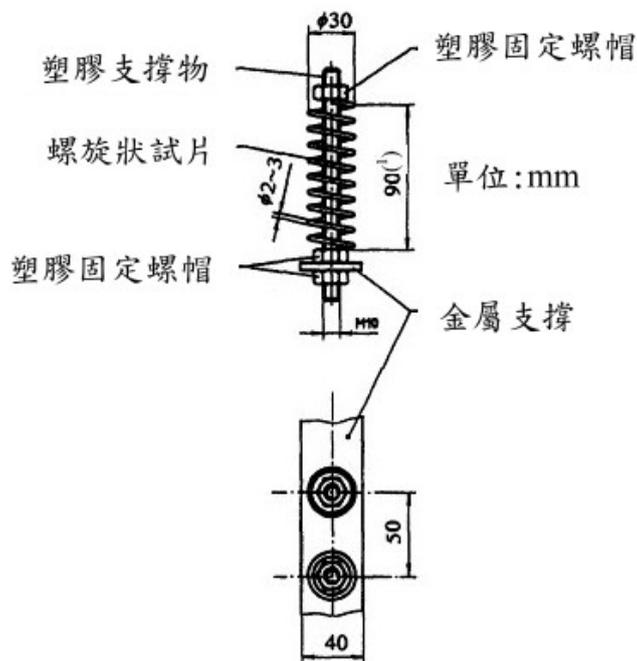


圖 2-3 二氧化硫沉積量採集裝置 (CNS 13754)



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)

第三章 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析

3.1 大氣腐蝕測試規範

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^[10](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(τ , 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 SO₂ 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。

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 - CLIMAT

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^[11]規範為標準測試方式。CLIMAT 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。

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^[12]),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

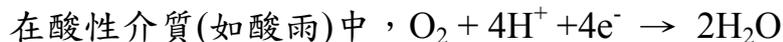
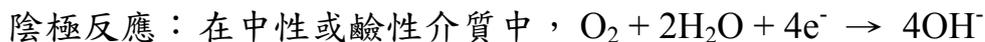
料，於 CNS14123 中規定，須具備氣溫(°C)、相對濕度(%)、降雨量(mm/day)、日照幅射的時間及強度、二氧化硫沉積量(CNS 13754, mg/m²/day or µg/m³)、與只適用於海邊測試場地之氯鹽沉積速率(CNS 13754, mg/m²/day)等參數；其他因素，如降雨時間、濕潤時間、風速及風向、雨水 pH 值、氣體量及特殊的污染物等，皆可依測試條件的要求而加以蒐集量測。此外，在進行戶外暴露實驗時，因開始暴露的季節不同會造成腐蝕速率的不同，所以 CNS14123 中建議，長期或短期的暴露測試應在腐蝕速率最高的時期(如春、秋季)開始進行。

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，Mⁿ⁺ 為 n 價金屬離子，Mⁿ⁺ · xH₂O 為金屬離子化水合物。



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 SO₂、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^[13]：

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

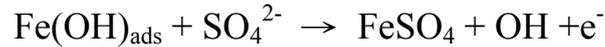
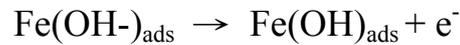
氯化物在金屬表面上有助於在較低的相對濕度形成液膜，其在腐蝕過程中會阻止氧化膜(oxide films)的形成，進而有助於陰極上氧的還原反應；然而當金屬表面已有氧化膜或鈍態膜存在時，氯離子會破壞鈍態膜，造成孔蝕。Cl⁻與鐵的作用較特別，由於FeCl₂不是緊密結合之化合物，所以Cl⁻很容易從氯化亞鐵中釋放出來，再與其他金屬作用，進而加速腐蝕反應。過程如下：



4. 空氣中的污染物質 SO₂

SO₂在水溶液中具有極高的溶解度(16.2g SO₂/100g H₂O)，且SO₂與O₂作用形成SO₄²⁻再和鐵循環作用，將會加速腐蝕反應。Florionovich 等人指出^[14]，在固定電極電位時，陽極溶解溶解電流是

[OH⁻]與[SO₄²⁻]的共同函數，因此在含 SO₂ 的大氣中，腐蝕反應包括下列步驟：



由於 FeSO₄ 會與 H₂O 作用生成 FeOOH，而釋放出來的 SO₄²⁻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 SO₂，NO₂ 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。水膜的生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%^[15]。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 SO₂、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。

3.4 臺灣大氣腐蝕環境

1971 年起，臺灣各研究單位均以試片腐蝕速率量測的方式進行臺灣大氣腐蝕環境分類。整合工業技術研究院與臺灣大學於 1993-1994 年與 1989 年之研究數據^[16, 17]，分別針對熱浸鍍鋅試片與碳鋼試片第一年腐蝕速率之環境分類結果，如圖 3-3 與圖 3-4 所示。其中，C5+表示試片的腐蝕速率大於 ISO 9223 規定 C5 等級腐蝕速率之上限值，顯示臺灣的腐蝕環境較 ISO 所規定的上限值更為嚴苛。今以熱浸鍍鋅試片為例，臺灣大氣環境對於鋅金屬的腐蝕性，除奮起湖為 C3 外，各地多為 C4 以上環境，甚至部份地區，包括硫害環境的陽明山與海洋環境的林口電廠、台中港、麥寮等，均為 C5 至 C5+的等級。

由於 ISO 9223 中大氣腐蝕環境分類可分別採用試片腐蝕速率量測或環境因子來進行區分，若採用環境因子進行分類，選擇的參數則包括濕潤時間(τ , time of wetness)、空氣中的氯鹽沉積量(S , pollution by airborne salinity)與二氧化硫含量(P , pollution by sulfur-containing substances represented by SO_2)。其中，濕潤時間(hours)是以全年中溫度高於 $0^\circ C$ ，相對濕度(relative humidity, RH)大於 80%之小時數或百分比計算，氯鹽沉積速率($mg/m^2/day$)是以 ISO 9225 之濕燭法(wet candle method)測量，二氧化硫沉積量則是以 ISO 9225 規定之採集板(sulfation

plate)上的沉積速率($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)或空氣中的 SO_2 含量($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 計算；其中，各參數的量測時間均建議至少為一年以上。

過去無任何研究單位利用腐蝕環境因子來進行大氣腐蝕環境分類，2004 年工研院材化所首先統計 1998~2000 年環境因子數據，將臺灣西部地區，如基隆、陽明山、臺北市、土城、樹林、林口市、蘆竹、新竹、苗栗、通霄、臺中港、臺中市、彰化市、崙背、奮起湖、嘉義市、臺南市、興達港、高雄市等 19 個位置之濕潤時間、氯鹽沉積量與二氧化硫含量整理分析，並依據 ISO 9223 進行臺灣西部大氣腐蝕環境分類。由於部分地區無實測的參數數據(如濕潤時間、氯鹽沉積速率或二氧化硫沉積量)，故此區域的參數值將依其地理位置、距海岸線的距離與城市特性，以相臨地區的相對參數數據推估。表 3-1 為工研院材化所以環境因子進行鋅金屬與碳鋼在臺灣地區之大氣腐蝕環境分類 [18-24]。以熱浸鍍鋅鋼材(表面為鋅金屬)為例(圖 3-5)，濱海區域的臺中港為腐蝕最嚴重的 C5，而通霄以北之苗栗、新竹、蘆竹、林口市與基隆為 C4，樹林、土城與陽明山為 C3 or C4，臺北市則為 C3 至 C3 or C4；至於台中市以南，除沿海地區之興達港為 C4 外，其餘地區多為 C3。綜合言之，臺灣西部大氣腐蝕環境分類可以大甲溪為界，大甲溪以北地區多為 C4 等級，大甲溪以南多為 C3，沿海地區則為 C5 等級。

環境因子分類的觀點是綜合長時間環境因子的考量，大氣腐蝕環境分類的結果可用以推估金屬長期的腐蝕速率，但若採用環境因子分類(圖 3-5)，分類的結果與採用試片腐蝕速率之分類(圖 3-3)有些許差異。即針對金屬之大氣腐蝕環境，使用環境因子的分類結果較採用腐蝕速率之分類結果和緩；主要原因是因金屬的腐蝕速率在該初期暴露時最大，隨後會逐漸下降而最終到達一穩定值。ISO 9223 中試片大氣腐蝕試驗與腐蝕速率的測量僅為 1 年期間，而長期暴露的結果，試片的腐蝕速率會較初期(第一年)暴露時的腐蝕速率為低，故若以第一年的腐蝕速率來推估金屬長期的腐蝕速率，可能會有過於估算的可能。因此，針對金屬之大氣腐蝕環境而言，使用環境因子分類的等級較採用第一年腐蝕速率之分類等級和緩。

表 3-1 以環境因子進行鋅與碳鋼金屬在臺灣之大氣腐蝕環境分類

地點	濕潤時間	SO ₂	Cl ⁻	鋅金屬之大氣腐蝕環境分類	碳鋼之大氣腐蝕環境分類
基隆	τ_4	P ₁	S ₂ *	C4	C4
陽明山	τ_5	P ₀	S ₁	C3 or C4	C3 or C4
台北市	τ_3	P ₀	S ₂ **	C3	C3 or C4
土城	τ_3 *** (近台北市)	P ₀	S ₂	C3 or C4	C3 or C4
樹林	τ_3 *** (近台北市)	P ₀ *** (近土城)	S ₂	C3 or C4	C3 or C4
林口市	τ_4 *** (近淡水)	P ₀	S ₂ **	C4	C4
蘆竹(桃園)	τ_4 *** (近淡水)	P ₁	S ₂ *** (近林口市)	C4	C4
新竹	τ_4	P ₀	S ₂	C4	C4
苗栗	τ_4 *** (近新竹)	P ₀	S ₂ *** (近通霄)	C4	C4
通霄	τ_4 *** (近梧棲)	P ₁ *** (電廠附近)	S ₂ **	C4	C4
台中港	τ_4 *** (近梧棲)	P ₁	S ₃	C5	C5
台中市	τ_3	P ₀	S ₁ *** (內陸)	C3	C2 or C3
彰化市	τ_3 *** (近台中市)	P ₁	S ₁ *** (內陸)	C3	C2 or C3
崙背(雲林)	τ_4 *** (近嘉義市)	P ₀	S ₁ *** (內陸)	C3	C3
奮起湖	τ_5	P ₀ *** (鄉村地區)	S ₁	C3 or C4	C3 or C4
嘉義市	τ_4	P ₀	S ₁ *** (內陸)	C3	C3
台南市	τ_3	P ₁	S ₁ ****	C3	C2 or C3
興達電廠	τ_4 *** (近高雄)	P ₁ *** (電廠附近)	S ₂	C4	C3
高雄市	τ_4	P ₁	S ₁	C3	C3

資料來源：

工業技術研究院(1987.7-1992.6)^[18]

* 臺灣電力公司

** 臺灣大學(1989.1-1990.1)^[19]

*** 推測值

**** 成功大學(1998.10-2000.6)^[20]

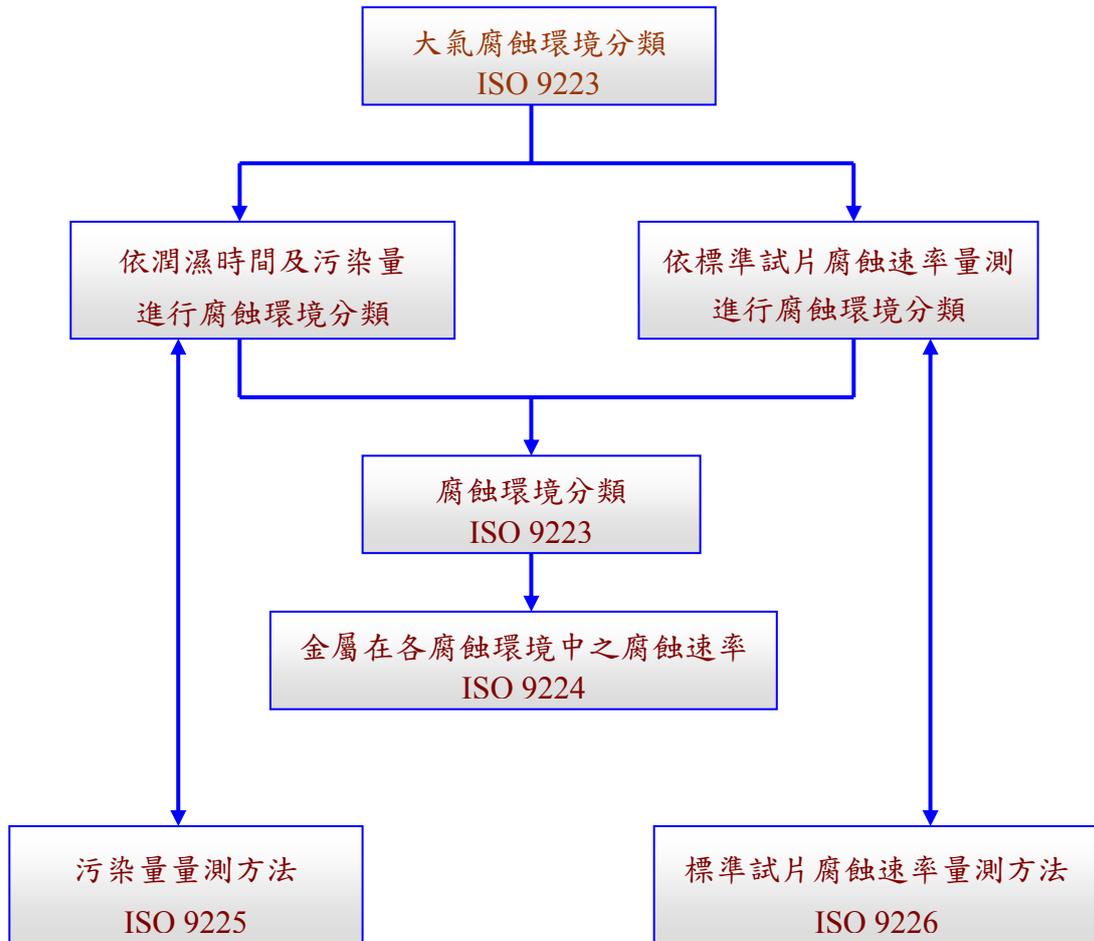


圖 3-1 ISO 大氣腐蝕環境分類

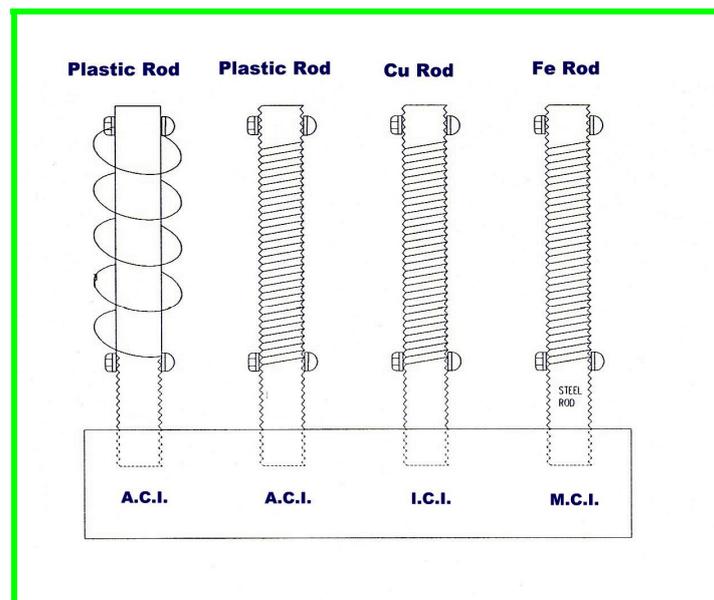


圖 3-2 CLIMATE TEST 大氣腐蝕測試



圖 3-3 熱浸鍍鋅試片鍍鋅層第一年腐蝕速率之環境分類結果

(資料來源：工業技術研究院^[16],1993-1994，臺灣大學^[17],1989)

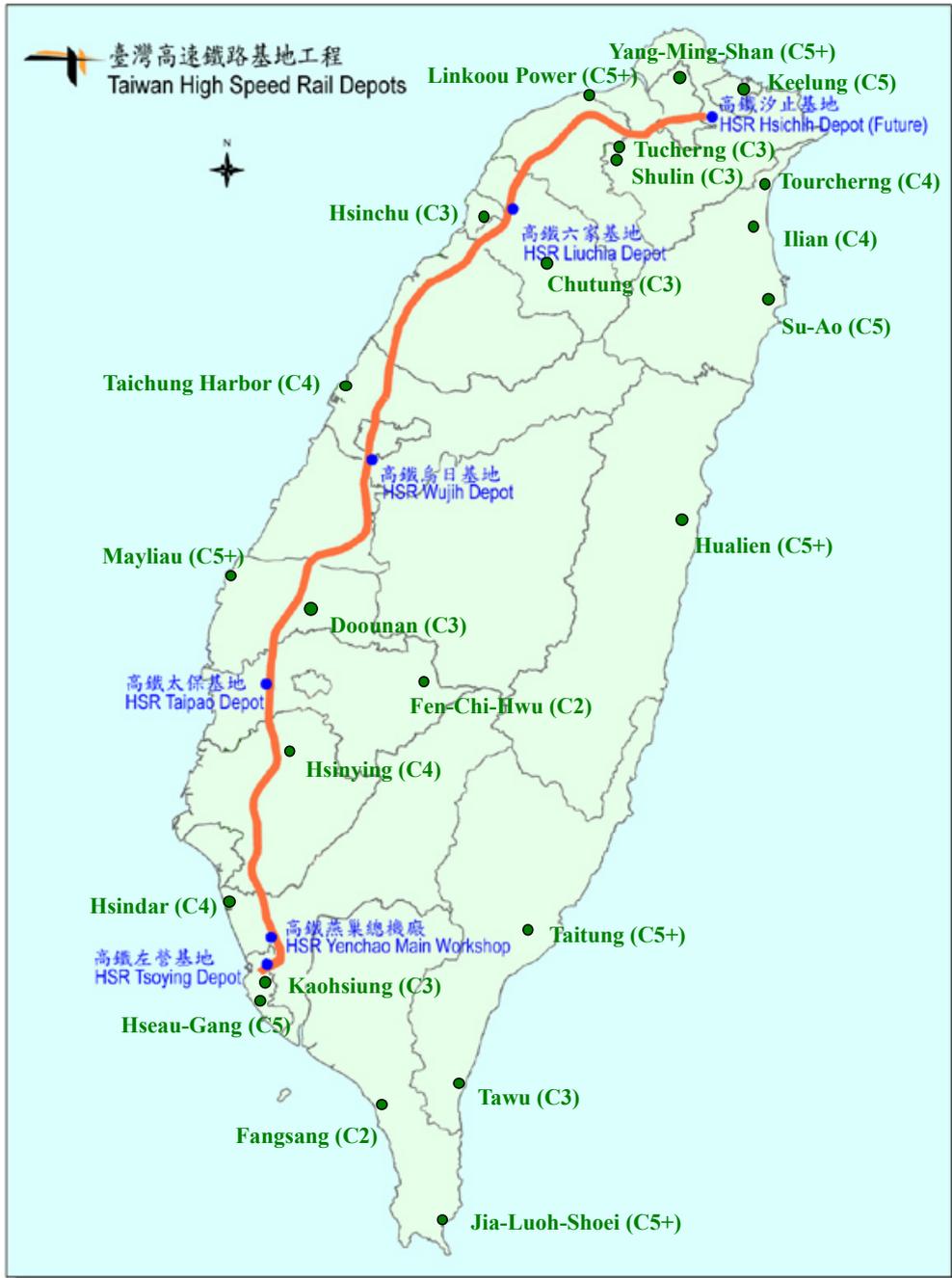


圖 3.4 碳鋼試片第一年腐蝕速率之環境分類結果

(資料來源：工業技術研究院^[16],1993-1994，臺灣大學^[17], 1989)



圖 3-5 依據 ISO 9223，以環境因子進行鋅金屬之大氣腐蝕環境分類
-以熱浸鍍鋅材料為例 (資料來源：工研院材化所)

第四章 氣象與空氣污染資料蒐集分析

4.1 氣象資料分析

4.1.1 測站現況說明

中央氣象局目前所屬本島主要氣象站共計 21 個，創立年份最早可追溯至 1896 年，包括臺北、臺中、澎湖、臺南和恆春等 5 個測站，隨後陸續增設，海拔超過 1,000 公尺的測站則有日月潭、阿里山及玉山等 3 個測站。為掌握臺灣各地各氣象因子之長期變化，氣象站監測項目涵括氣溫、相對濕度、日照時數、風速、風向、降水量、降水時日數、雲量、蒸發量、氣壓及天空狀況。各測站之基本資料如表 4-1-1 所示，地理位置則如圖 4-1-1 所示。

4.1.2 歷年氣象監測資料變化趨勢分析

為瞭解氣象因子歷年變化狀況，本計畫參考中央氣象局 1998-2006 年氣候資料年報及 2007 年中央氣象局網站資料，針對氣溫、相對濕度、日照時數、風速、風向、降水量、降水日數、雨水酸鹼值等各因子進行歷年變化分析；同時為瞭解各因子季節性的變化，將各因子之變化取各季平均。今定義春季為 1~3 月，夏季為 4~6 月，秋季為 7~9 月，冬季為 10~12 月，並依據主要測站資料繪製各項因子本島等位線圖。由於中央氣象局在臺灣全島僅設置 21 處測站，因此各氣象因子之等位線圖僅適合作為趨勢變化的參考；且氣溫及平均風速受海拔高度及地形變化影響，變化甚大，因此在中高海拔區域將不繪製氣溫及風速之等位線圖。

今彙整 1998 年至 2007 年 9 月之氣象資料並進行分析，如下：

1. 氣溫

圖 4-1-2~4-1-5 為各測站四季氣溫之變化情形，圖 4-1-6 為各測站 1998-2006 年每年氣溫之變化，圖 4-1-7 為各測站 2007 年三季之氣溫變化。除柱狀圖外，另以盒鬚圖表示各氣象因子的變化情形；盒鬚

圖不繪製實際的觀察值，而顯示分配的總計統計量(summary-statistics)，可用以檢驗資料的極端量數及分配的型態。盒鬚圖主要是繪製中位數(median，即第 50 的百分位數)、第 25 的百分位數，第 75 的百分位數等，而盒子的下界限是第 25 的百分位數(25%， Q_1 ，即下四分位數)，上界限是第 75 的百分位數(75%， Q_3 ，即上四分位數)。通常盒中包含有 50%變項的觀察值，因此盒子愈大，則表示觀察體散佈愈大；此外，由盒子上下界所延伸出的線，稱之為鬚(whisker)，是用以連接觀察體的最大值與最小值。

圖 4-1-8~4-1-11 為各季等溫線圖，圖 4-1-12 為 1998-2005 年之年均溫等溫線圖，圖 4-1-13 為 2006 年全年氣溫等位線圖，而圖 5-1-14~5-1-16 為 2007 年三季之等溫線圖，圖 4-1-17~4-1-19 則為中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」中臺灣地區 1 月、7 月及全年的平均溫度分布圖資料。

表 4-1-2 為各測站 1971 至 2007 年月平均氣溫資料。由表中可知臺灣地區年平均溫度以平地地區(海拔低於 600m)較高，均超過 20 $^{\circ}\text{C}$ ；而山地地區(海拔高於 600m)則較涼爽，均低於 20 $^{\circ}\text{C}$ ，而且以地勢愈高，平均溫度愈低。在西南部及南部平地地區均超過 24 $^{\circ}\text{C}$ ，中部平地地區為 22~24 $^{\circ}\text{C}$ ，北部及東北部平地地區大致在 20~22 $^{\circ}\text{C}$ 之間，南北之間的溫差大約為 3 $^{\circ}\text{C}$ 。

臺灣地區各單月平均氣溫以 1 月或 2 月最低，由 1 月等溫線圖可知，除山區外，臺灣各地平均溫度均超過 14 $^{\circ}\text{C}$ ，但平地南、北之間的溫差卻可達到 5 $^{\circ}\text{C}$ ；各單月平均氣溫以 7 月最高，由 7 月等溫線圖可知，除山區外，其平均溫度均高於 28 $^{\circ}\text{C}$ ，而且平地南、北之間的溫差不到 1 $^{\circ}\text{C}$ 。臺灣南部恆春測站、高雄測站與東部大武測站為臺灣年平均氣溫較高的地區，其年平均氣溫分別為 25.1 $^{\circ}\text{C}$ 、24.8 $^{\circ}\text{C}$ 和 24.8 $^{\circ}\text{C}$ (1971 年-2007 年 9 月)。綜合而言，臺灣除山區外，夏季是普遍高溫炎熱，南北的溫差小；冬季北部比較涼爽，南部則相當溫暖。

臺灣地區四面為海洋環繞，因而洋流的性質也會影響臺灣氣候。臺灣東邊的太平洋為黑潮必經之地，黑潮又為北太平洋最大的暖流系

統，所以臺灣的低緯度地區，在冬季時臺灣東部仍比臺灣西部的平均溫度高。以 2007 年資料為例，臺灣東部的成功測站(北緯 23°06′)，1 月平均氣溫為 19.5 °C，而位於臺灣西部且緯度位置較南的臺南測站(北緯 23°00′)，1 月平均氣溫僅為 18.0 °C，比成功測站低 1.5 °C。

受到地球的大氣溫室效應(atmospheric greenhouse effect)增強影響，目前全球的年平均氣溫增暖情形約為百年上升 0.6 °C，而最近 25 到 30 年增暖速度更為加劇，成為每 10 年上升 0.18 °C，這種全球溫度上升的現象又稱為全球溫暖化(global warming)現象。臺灣地區方面，長期氣溫變化趨勢同樣存在暖化的特徵，以包含台北、台中、台南及花蓮等 4 個分區百年測站觀察，其氣溫長期上升趨勢分別為 1.5 °C/100 年、1.4 °C/100 年、1.5 °C/100 年及 1.4 °C/100 年。而近 30 年年升溫趨勢也同樣較為陡峭，約為百年趨勢的 2~3 倍。若以臺灣 13 個平地測站的平均氣溫作為參考，近 30 年氣溫上升趨勢值為 0.21 °C/10 年。

自有氣候觀測記錄以來，曾經出現過的最高氣溫記錄稱為極端最高氣溫；曾經出現過的最低氣溫記錄稱為極端最低氣溫。臺灣各地的最高氣溫記錄為 39.7 °C，出現在臺東測站(1988 年 5 月 7 日)；平地地區的最低氣溫記錄為 -1.0 °C，出現於臺中測站(1901 年 2 月 13 日)；若也考慮山區，則臺灣曾出現的最低溫記錄為 -18.4 °C，出現於玉山測站(1970 年 1 月 31 日)。

2. 相對濕度

圖 4-1-20~4-1-23 為各測站各季相對濕度之變化情形，圖 4-1-24 為各測站 1998-2006 年每年平均相對濕度之變化情形，圖 4-1-25 為各測站 2007 年三季之相對濕度變化。各主要氣象站各季測得最大相對濕度為 95.3%，分別發生於 2000 年冬季鞍部測站及 2006 年秋季阿里山測站；而最小季相對濕度為 45.3%，發生於 2004 年冬季玉山測站；各季相對濕度大多介於 75%~90%。此外，1998 至 2006 年間，就各測站之年相對溼度平均值而言，以鞍部測站最高為 89.27%，竹子湖測站次之 87.03%，而最低為玉山 72.29%，第二低為恆春測站

73.56%。

圖 4-1-26~4-1-29 為各季相對濕度等位線圖，圖 4-1-30 為 1998-2005 年之年平均相對濕度等位線圖，圖 4-1-31 為 2006 年全年之相對濕度等位線圖，圖 4-1-32~4-1-34 為 2007 年第三季相對濕度之變化情形。梧棲以北各季相對濕度平均值皆大於 70%，其中鞍部及竹子湖各季平均相對濕度皆大於 80%，四季次相對濕度值平均值則以夏季最高、冬季最低，四季相對濕度值往北部皆有上升之趨勢。

統計 1998 至 2006 年各測站各月平均相對溼度超過 80% 之月數資料，結果如表 4-1-3 與圖 4-1-35 所示，由統計結果發現鞍部、竹子湖、日月潭、阿里山及嘉義測站平均每年約有 9 個月以上相對溼度超過 80%。

3.日照時數

圖 4-1-36~4-1-39 為各測站各季總日照時數之變化情形，圖 4-1-40 為各測站 1998-2006 年每年之總日照時數分佈圖，圖 4-1-41 為各測站 2007 年第三季之日照時數變化。

圖 4-1-42~4-1-45 為各測站各季日照時數等位線圖，圖 4-1-46 為 1998-2005 年之平均總日照時數等位線圖，圖 4-1-47 為 2006 年全年之總日照時數等位線圖，圖 4-1-48~4-1-50 為 2007 年第三季之總日照時數等位線圖。臺灣地區南北總長約 400 公里，緯度橫跨 3 個緯度，各季總日照時數顯現出明顯差異，由等位線圖可明顯看出，各季及全年總日照時數南部遠大於北部，受地形影響，西部日照時數大於東部。

1998 年至 2006 年期間四季平均總日照時數以秋季最高為 551.5 小時、春季最低為 353.2 小時；以年平均總日照時數而言，以 2004 年 1,913.7 小時最高、2003 年 1,911.6 小時次之，1999 年最低為 1,584.6 小時。

4.風速、風向

圖 4-1-51~4-1-55 為各測站各季平均風速之變化情形，圖

4-1-56~4-1-61 為各測站各季與全年平均風速等位線圖，圖 4-1-62 則為中央氣象局各測站全年地面風花圖。由平均風速之變化盒鬚圖及等位線圖可明顯看出，四季間平均風速大小以冬季最大，春季次之，夏、秋兩季差異較不明顯。四季平均風速變化皆以玉山最高、梧棲次之、恆春再次之；以年平均風速而言，趨勢相同，年平均風速以玉山測站最高(6.1m/s)、梧棲測站次之(4.9m/s)、恆春測站再次之(4.0m/s)、成功測站為 3.8m/s，鞍部為測站 3.2m/s、基隆為測站 2.8m/s、新竹為測站 2.8m/s，其餘各氣象站皆在 2.8m/s 以下。

統計 1998 至 2006 年各測站各季最多風向如表 4-1-4~ 5-1-7 所示，臺灣除內陸及西南部外，其餘各地的最多風向均以 N~NE 為主，這主要是因為臺灣位於東北信風帶及冬季盛行東北季風所致。臺灣內陸及西南部則因地形影響，使其盛行風向改變，其主要風向也因地而異。比較表中統計結果發現，臺灣地區每年自 10 月起至隔年 3 月止，受東北季風影響，東部、北部地區各測站之主要風向為 N~NE，夏季則受西南季風影響，南部地區各測站之主要風向則為 S~SW，高山測站的主要風向則整年度大致穩定，並無明顯季節性變化。

5. 降水量

圖 4-1-63~4-1-66 為各測站各季累計降水量之柱狀圖與盒鬚圖，圖 4-1-67 為各測站 1998-2006 年全年累計降水量之分佈圖，圖 4-1-68 為各測站 2007 年三季之累降水量變化柱狀圖。圖 4-1-69~4-1-74 為各季及全年平均累計降水量等位線圖，圖 4-1-75~4-1-77 為 2007 年各季累計降水量等位線圖，圖 4-1-78~4-1-80 則為中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」中臺灣地區 1 月、7 月及全年的等降水量線圖資料。

臺灣地區各地降水量分布不均，但若將全臺灣地區的中央氣象局及水利署等單位雨量站資料一併考慮，按照等降水量線方法計算，可以求得臺灣地區的年平均降水量約為 2,500 公厘。由圖 4-1-76 可知，臺灣的年平均降水量有六個地區超過 4,000 公厘，分別是臺北的大屯山區、臺北的坪溪—火燒寮地區、宜蘭的新寮—大元山地區、嘉義的玉山—阿里山地區、花蓮的林田山—丹大山區及高雄和臺東之間的卑

南主山—屏東的大武山地區。若以中央氣象局的 21 個主要測站 1998~2006 年資料為準，就年平均降水量而言，21 個測站平均為 2646 公厘，單站年平均降水量記錄以鞍部測站的年雨量 4,930 公厘為最多、蘇澳測站的 4,458 公厘為次之，新竹測站排名 19 為 1786 公厘、臺南測站排名 20 為 1773 公厘，梧棲測站最小為 1316 公厘。若計入水利署等單位歷年來測站資料，則以宜蘭縣大同鄉的寒溪村(山腳站)測站的 5,552.1 公厘，為全臺灣最多雨之地。

就單站單年降水量而言，蘇澳地區於 1998 及 2000 年分別出現年降水量 7,205 公釐及 6,596 公釐的紀錄。水利署宜蘭縣冬山鄉的中山村(新寮站)於 1974 年曾創下 9,513 公厘的絕對最多降水記錄。臺北縣平溪鄉東勢村(火燒寮)平均年降水量為 5,549 公厘，該地於 1912 年曾降下 8,507 公厘的降水量。就單日降水量記錄資料，阿里山測站於 1996 年 7 月 31 日至 8 月 1 日賀伯颱風來襲期間曾創下單日(7 月 31 日)1,095 公厘的降水量紀錄及 24 小時累積雨量 1,748 公厘(世界紀錄為 1,870 公厘)紀錄。2001 年 9 月納莉颱風來襲期間(8 日~10 日、13 日~19 日)台北、新竹及嘉義測站皆創下設站以來單日降水量最高紀錄，分別為台北測站 425 公厘(9 月 17 日)、新竹測站 397 公厘(9 月 18 日)及嘉義測站 774 公厘(9 月 18 日)。

6. 降水日數

圖 4-1-81~4-1-84 為各測站各季降水日數之柱狀圖與盒鬚圖，圖 4-1-85 為各測站 1998-2006 年全年降水日數之分佈圖，圖 4-1-86 為各測站於 2007 年三季降水日數之柱狀圖。圖 4-1-87~4-1-92 為各季及全年平均降水日數等位線圖，圖 4-1-93~4-1-95 為 2007 年三季降水日數等位線圖。由等位線圖可明顯看出，春、夏、冬三季及全年總降水日數皆以東北角最多、西南部的台南、高雄最少，秋季差異則較不明顯。

1998 年至 2007 年期間四季平均總降水日數以夏季最高為 40.3 日、秋季 39.8 日次之，冬季最少為 30.0 日；以年平均降水日數而言，其中以 1998 年 162.1 日最高，1999 年 154.0 日次之，2000 年 153.9

日第三，2003 年最低為 117.0 日。

7. 雨水酸鹼度值

圖 4-1-96~4-1-97 為各測站 1998-2006 年全年平均及 2007 年 1 月~8 月雨水酸鹼度值之柱狀圖與盒鬚圖，圖 4-1-98~4-1-100 為歷年平均及 2007 年各季雨水酸鹼度值等位線圖，表 4-1-8 為中央氣象局各氣象站 2007 年雨水酸鹼度值月平均資料。

環保署依其研究報告於「環署空字第 0000713 號函」中，已統一雨水酸鹼值達 5.0 ($\text{pH}<5.0$) 以下時，正式定義為「酸雨」。據此，臺灣地區的酸雨分布大約是以嘉南平原作為分界，向南或向北逐漸酸化，依中央氣象局資料顯示，1998~2006 年雨水酸鹼值平均值僅基隆氣象站($\text{pH}=4.6$)達酸雨標準，2007 年 1 月~8 月雨水酸鹼值平均值達酸雨標準者有基隆(4.4)、鞍部(4.4)及台北($\text{pH}=4.8$)三站。

8. 太陽輻射

太陽時時刻刻不停地向宇宙各方向傳送能量，此能量即為太陽輻射(solar radiation)。太陽輻射是地球上一切熱能的主要來源，它不但是大氣、陸地和海洋增溫的基本能源，而且也是氣候形成的基本要素。

臺灣地區地面接受的全年太陽輻射量是由南部向北部遞減，臺灣主要地點之全年太陽輻射量如表 4-1-9 所示。臺灣本島全年太陽輻射量最多的地方是恆春，為 137.6 千卡/平方公分，其原因主要是恆春的地理緯度低且日照時數較多。臺灣地區全年太陽輻射量最少的地方在基隆，約 86.9 千卡/平方公分，主要原因是基隆冬季面迎東北季風，雲量多，而且全年多雨。

基本而言，在北緯 20 度至 25 度之間的地帶，在大氣層頂之全年太陽輻射總量大約為 290 千卡/平方公分。就全球平均值而言，地表面接受的太陽輻射量約為其大氣層頂的太陽輻射量之 48%。而臺灣地區地面實際接受的太陽輻射量在恆春約為大氣層頂的太陽輻射量之 47.5%，在基隆更低於 30%。若從此指標來看，臺灣本島各地接

受的太陽輻射能量皆低於全球同緯度地區的平均值。

4.2 環保署空氣品質監測資料分析

行政院環境保護署於 82 年 9 月完成「全國空氣品質監測站網設置計畫」，共設置 66 個空氣品質監測站、3 輛移動性監測車、1 個品質保證實驗室及監測中心等。根據歷年監測結果陸續檢討，89 年調整為 71 個空氣品質監測站，至 94 年底為止已增設至 76 個監測站。監測結果均透過政府骨幹網路 VPN (Virtual Private Network)，每小時自動將監測資料傳回環保署監測中心，進行監控、處理及發布等，並每小時更新於環保署全球資訊網站(<http://www.epa.gov.tw>)，供大眾查詢。

環保署所屬空氣品質監測站網經審慎規劃、設計後建置完成，規劃時係依據全國各地排放源資料、風場及空氣品質濃度分布等資料，以輔助都市氣層模式分析應用，將全國分為 200 個網格，並根據每個網格內的人口、密度、經濟活動力和地域特性，設計其所需測站個數並經考量設置經費及日後操作維護資源需求等整體效益，再以優先順序篩選最適當地點，主要目的乃在於監控大尺度範圍之空氣品質狀況及變化趨勢。依據不同監測目的，環保署空氣品質監測站監測項目包括粒徑 10 微米以下之懸浮微粒(PM₁₀)、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO₂)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO₂)、氮氧化物(NO_x)、臭氧(O₃)、碳氫化合物(甲烷及非甲烷碳氫化合物)等污染物。

4.2.1 環保署空氣品質監測站網簡介

測站基本資料

1. 測站分佈：目前臺灣本島地區共設有 72 個空氣品質監測站，各監測站所在位置及經緯度坐標如表 4-2-1，測站位置分布如圖 4-2-1。其中三民站自 89 年 1 月拆除，資料提供至 88 年 12 月止；大同站自 94 年 8 月拆除，改遷至泰山收費站，資料提供至 94 年 7 月止。
2. 測站種類及監測項目：臺灣地區空氣品質監測站網依不同監測目的，可分為下列不同類型監測站：

(1)一般空氣品質監測站

設置於人口密集、可能發生高污染或能反映較大區域空氣品質分布狀況之地區，以評估人體曝露情形及對健康影響程度。為取得代表大區域範圍空氣擴散混合良好之監測數據，設置時需避開局部污染，如汽機車排放廢氣等，採樣口設置以距地面 3~15 公尺為原則。

(2)交通空氣品質監測站

設置於交通流量頻繁之地區，以提供執行車輛排氣管制效果評估，及反應行人曝露於車輛廢氣污染狀態之參考資訊，設置時選擇緊鄰道路旁邊之地面，採樣口高度約為 3 公尺。

(3)工業品質監測站

設置於工業區之盛行風下風處，提供因工業區污染排放對空氣品質影響之資訊。為取得代表大區域範圍空氣擴散混合良好之監測數據，設置時需避開局部污染直接影響，採樣口設置以距地面 3~15 公尺為原則。

(4)國家公園空氣品質監測站

設置於國家公園之適當地點，以監測該保護區內空氣品質現況及未來變化之趨勢。為取得代表大區域範圍空氣擴散混合良好之監測數據，設置時需避開局部污染直接影響。

(5)背景空氣品質監測站

設置於污染地區之盛行風上風處無人為污染之地區，提供污染物長程傳輸或都會區污染評估資訊。為取得代表性數據，設置時須避開局部污染直接影響。

4.2.2 監測資料分析

為保持分析資料之一貫性與完整性，本計畫在考慮空氣污染物對結構物腐蝕潛勢之影響時，以環保署 1998~2007 年 9 月監測數據作為參考資料；而在區域的劃分上，係以行政區域作為分區規劃之原則來

取代環保署之單一測站；另外，為避免不同類型之監測資料特性無法顯現，另外針對一般測站、交通、工業、國家公園及背景站監測資料另行分析說明。

圖 4-2-2~4-2-13 為 SO₂、NO₂ 及 CO 根據 72 個監測站 1998 年 1 月~2007 年 9 月平均資料所繪製四季濃度等位線圖。圖中於中、高海拔山區補入資料繪置後再加以空白化處理，以符合實際狀況；圖 4-2-14~4-2-19 則為 SO₂、NO₂ 及 CO 根據 1998 年 1 月~2006 年 12 月資料所繪製之 1998 年~2005 年及 2006 年平均濃度等位線圖；圖 4-2-20~4-2-28 則為 SO₂、NO₂ 及 CO 根據 2006 年 12 月~2007 年 8 月資料所繪製之三季季節性濃度等位線圖。

由 SO₂ 各季濃度等位線皆可發現有三處高區(濃度高於 5 ppb)，分別為桃園站、頭份站以及高屏地區(包含鳳山站、大寮站、林園站、楠梓站、左營站、前金站、前鎮站、小港站)；由 NO₂ 各季濃度等位線也可發現有三處帶狀高區(春、夏、冬三季濃度高於 20 ppb、秋季高於 15 ppb)，分別為松山站—中壢站、豐原站—大里站以及高屏地區；CO 各季濃度等位線有三處帶狀高區(春、夏、冬三季濃度高於 0.6ppm、秋季高於 0.4ppm)與 NO₂ 濃度高區位址相同。

圖 4-2-29~4-2-32 為二氧化硫於 1998 年~2007 年 9 月各季在各縣市所監測得之濃度圖，圖 4-2-33 為 2007 年三季 SO₂ 分佈柱狀圖。此種污染物主要由含硫燃料(如煤或石油)燃燒產生，其在大氣中反應形成酸性物質，隨雨水降至地面，形成酸雨。由圖中可看出秋季污染物濃度普遍較其他三季為低。全省二氧化硫污染物最高濃度發生在高雄縣市，尤其以春季及冬季最為明顯(9ppb~12ppb)，夏、秋兩季污染最高濃度除高屏地區外，另一區位為桃園縣市。除基隆市、台北縣市，桃園縣及宜蘭縣外，其他縣市在春、冬兩季濃度均較夏、秋兩季為高。

圖 4-2-34~4-2-37 為氮氧化物於 1998 年~2007 年 9 月各季在各縣市所監所測得之濃度圖，圖 4-2-38 為 2007 年三季 NO₂ 分佈柱狀圖。氮氧化物主要來自高溫燃燒，尤其是燃燒含有機氮化物之燃料產生，其亦為酸雨形成之主要因素之一。由圖中可看出，除桃園縣外，其他縣市

一年中最大濃度均發生於春季，一年中最小濃度發生於秋季。春冬兩季濃度最高值發生在高雄縣市，而夏、秋兩季之最高濃度則發生在台北縣市。

圖 4-2-39~4-2-42 為一氧化碳於 1998 年~2007 年 9 月各季在各縣市所測得之濃度分布圖，圖 4-2-43 為 2007 年三季 CO 分佈柱狀圖。一氧化碳主要來自車輛引擎及鍋爐不完全燃燒所排放之廢氣，特別是汽機車的排氣。由圖中可看出，各縣市一年中最大濃度發生在春季、最小濃度發生在秋季。最大濃度發生地點以台北縣市最高，高雄縣市和台中縣市次之。

圖 4-2-44~4-2-46 主要在說明工業測站、交通測站、一般大氣測站、公園測站及背景測站等不同性質之空氣污染物分布狀態。在二氧化硫部分，以交通測站最高(6ppb~8ppb)、工業區測站次之(5ppb~8ppb)、公園測站最低(約 1ppb)，其原因為交通工具排放廢氣及工業區工廠內部鍋爐使用大量液態燃料所導致之結果；而在氮氧化物方面，交通測站濃度(25ppb~40ppb)遠大於工業測站(10ppb~25ppb)及一般測站(10ppb~25ppb)，而公園綠地(約 3ppb)濃度僅達交通測站濃度的 10%，顯示氮氧化物主要來自於交通工具及工業區工廠所排放之廢氣。另外，不論就二氧化硫或氮氧化物，交通和工業區測站皆顯示以春季之污染物濃度最高、秋季濃度最低。一氧化碳部分，以交通測站最高(1.5ppm~1.6ppm)、公園測站最低(約 0.2ppm)，其它測站差異則較不明顯(0.3ppm~ 0.7ppm)。

表 4-1-1 中央氣象局所屬各氣象站一覽表

測站名稱	坐標 (TWD67經緯度)		氣壓計 海面上 高度(m)	溫度計地 面高度 (m)	雨量器口 面地上高 度(m)	風速儀 地上高 度(m)	海拔(m)
	北緯	東經					
鞍部	25 ° 11' 11.45"	121 ° 31' 12.66"	827.1	1.3(1.8)	0.3(0.5)	7.3	825.8
淡水	25 ° 09' 56.00"	121 ° 26' 24.00"	20.0	1.1(1.4)	0.2(0.5)	12.2	19.0
竹子湖	25 ° 09' 53.95"	121 ° 32' 10.58"	607.6	1.4(1.8)	0.2(0.5)	11.0	607.1
基隆	25 ° 08' 05.18"	121 ° 43' 55.66"	27.7	1.2(1.8)	0.5(0.5)	34.6	26.7
台北	25 ° 02' 22.62"	121 ° 30' 24.15"	6.6	1.2(1.7)	0.2(0.5)	34.9	5.3
新竹	24 ° 49' 48.00"	121 ° 00' 22.00"	28.9	1.1(1.5)	0.3(0.5)	15.6	26.9
宜蘭	24 ° 45' 56.04"	121 ° 44' 52.55"	8.0	1.2(1.5)	0.3(0.6)	26.0	7.2
蘇澳	24 ° 36' 06.24"	121 ° 51' 51.93"	25.5	1.3(1.6)	0.5(0.5)	34.0	24.9
梧棲	24 ° 15' 31.44"	120 ° 30' 54.24"	26.7	1.5(1.7)	0.3(0.4)	33.2	31.7
台中	24 ° 08' 50.98"	120 ° 40' 33.31"	85.3	1.4(1.5)	0.2(0.5)	17.2	84.0
花蓮	23 ° 58' 37.10"	121 ° 36' 17.98"	19.1	1.4(1.5)	0.2(0.4)	12.0	16.0
日月潭	23 ° 52' 58.78"	120 ° 53' 59.62"	1007.4	1.2(1.6)	0.2(0.5)	8.0	1014.8
阿里山	23 ° 30' 37.42"	120 ° 48' 18.39"	2415.9	1.2(1.4)	0.2(0.5)	15.1	2413.4
嘉義	23 ° 29' 51.81"	120 ° 25' 28.21"	27.8	1.4(1.6)	0.2(0.5)	14.5	26.9
玉山	23 ° 29' 21.49"	120 ° 57' 06.26"	3845.7	1.2(1.5)	0.2(0.5)	9.2	3844.8
成功	23 ° 05' 57.17"	121 ° 21' 55.36"	37.8	1.4(1.5)	0.2(0.5)	12.8	33.5
永康	23 ° 02' 22.00"	120 ° 13' 43.00"	9.6	(1.5)	1.2(0.3)	37.6	8.1
台東	22 ° 45' 14.51"	121 ° 08' 47.55"	9.7	1.4(1.5)	0.2(0.9)	11.4	9.0
高雄	22 ° 34' 04.40"	120 ° 18' 28.92"	3.1	1.2(1.5)	0.2(0.7)	14.0	2.3
大武	22 ° 21' 27.26"	120 ° 53' 44.48"	8.9	1.2(1.5)	0.2(0.7)	12.7	8.1
恆春	22 ° 00' 19.56"	120 ° 44' 16.99"	24.1	1.5(1.8)	0.2(0.8)	14.3	22.1

註：括弧內數值是地面自動偵測側報系統感應器之離地高度

資料來源：中央氣象局 95 年氣候資料年報

表 4-1-2 臺灣各地的平均氣溫 (°C)

測站	海拔 (m)	區域	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
鞍部	825.8	北部	9.9	10.6	12.7	16.5	19.3	21.9	23.2	22.7	20.8	17.8	14.6	11.4	16.8
淡水	19.0	北部	15.1	15.5	17.2	21.3	24.4	27.0	28.8	28.5	26.7	23.6	20.5	17.0	22.1
竹子湖	607.1	北部	11.7	12.4	14.6	18.1	21.0	23.5	24.8	24.5	22.7	19.7	16.5	13.3	18.6
基隆	26.7	北部	15.9	16.0	17.6	21.3	24.4	27.1	29.1	28.7	26.8	24.0	20.9	17.6	22.5
台北	5.3	北部	15.9	16.3	18.1	22.0	24.9	27.5	29.4	29.0	27.2	24.4	21.1	17.6	22.8
新竹	26.9	北部	15.4	15.5	17.6	21.6	24.6	27.4	28.8	28.4	26.7	23.9	21.1	17.8	22.4
宜蘭	7.2	東北部	16.1	16.7	18.6	21.7	24.4	26.8	28.5	28.1	26.3	23.4	20.4	17.4	22.4
蘇澳	24.9	東北部	16.4	16.7	18.6	21.5	24.3	26.9	28.6	28.2	26.5	23.7	20.9	17.6	22.5
梧棲	31.7	中部	15.9	16.0	18.4	22.4	25.5	27.8	29.0	28.7	27.3	24.4	21.2	17.7	22.9
台中	34.0	中部	16.3	17.1	19.4	23.1	25.9	27.5	28.6	28.1	27.3	24.9	21.6	17.9	23.1
花蓮	16.0	東部	17.8	18.2	20.0	22.8	25.0	27.1	28.4	28.1	26.7	24.6	22.0	19.2	23.3
日月潭	1014.8	中部山區	14.1	14.9	16.7	19.3	21.1	22.2	22.9	22.5	22.1	20.7	18.2	15.3	19.2
阿里山	2413.4	南部山區	5.8	6.9	9.0	11.2	12.8	14.1	14.4	14.1	13.4	12.0	9.9	7.2	10.9
嘉義	26.9	南部	16.2	17.1	19.4	23.0	25.7	27.7	28.5	27.9	26.8	24.3	21.1	17.5	22.9
玉山	3844.8	南部山區	-1.5	-0.8	1.1	3.4	5.7	7.1	7.8	7.6	7.0	6.3	3.9	0.8	4.0
成功	33.5	東部	18.8	19.2	20.8	23.3	25.3	27.1	28.1	27.8	26.8	25.0	22.6	19.9	23.7
台南	8.1	南部	17.4	18.4	21.0	24.6	27.2	28.5	29.1	28.5	28.1	25.9	22.5	18.8	24.2
台東	9.0	東部	19.3	19.8	21.6	24.1	26.2	27.8	28.8	28.5	27.4	25.6	23.1	20.4	24.4
高雄	2.3	南部	18.9	20.0	22.3	25.3	27.4	28.4	29.0	28.4	27.9	26.5	23.6	20.3	24.8
大武	8.1	東部	20.2	20.7	22.5	24.8	26.6	28.0	28.6	28.1	27.2	26.0	23.8	21.3	24.8
恆春	22.1	南部	20.6	21.2	23.0	25.3	27.0	27.9	28.4	28.0	27.4	26.3	24.1	21.6	25.1

統計期間：1971-2007 年 9 月

表 4-1-3 1998-2006 年每年各測站相對濕度大於 80% 之總月份

測站名稱	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
鞍部	12	12	12	12	12	12	12	12	12
竹子湖	12	11	12	12	12	12	12	11	12
淡水	9	3	8	7	5	5	7	5	8
基隆	4	1	6	3	0	1	1	1	3
台北	4	3	4	3	1	1	1	3	1
新竹	6	2	6	5	1	2	7	1	5
宜蘭	11	12	10	10	5	5	3	4	6
蘇澳	8	8	8	8	5	4	6	5	8
梧棲	0	1	6	5	0	4	3	2	3
台中	2	1	2	0	0	0	0	3	4
花蓮	7	7	10	5	2	3	3	4	3
日月潭	12	10	9	8	9	8	7	10	9
阿里山	9	9	10	10	10	11	11	12	12
嘉義	8	7	5	6	2	3	1	7	9
玉山	4	4	4	4	2	1	3	6	-
成功	8	6	8	5	4	5	2	4	3
台南	1	4	9	5	0	4	3	2	7
台東	3	2	0	0	0	0	1	0	0
高雄	5	5	3	5	3	1	0	2	3
大武	0	2	5	6	4	5	2	0	1
恆春	1	4	2	4	0	2	1	2	3

表 4-1-4 1998 年-2006 年 1-3 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	E~S	S	N~S	N	N	N	N	NE~S	N	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE	NNE
淡水	NE	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNR	NNE
基隆	NNE	ENE	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE	NNE~ENE	NNE	N	NNE
台北	ENE	ENE	ENE	E	E	E	E	E	E	E
新竹	NE	NNE	NNE	NE~SSE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE~NE	NNE
宜蘭	ENE~WSW	NE~SW	WNW	WNW	SE~W	W~ENE	W	WSW	WSW~W	WSW
蘇澳	W	WSW	WNW	WSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW~W	WSW
梧棲	NNE	N	N	NNE	NNE~ENE	N	N	N	N	N
台中	N	N	N	N	NW	NNW	NW	NNW	N	N
花蓮	NE	NE	NE	WSW	WSW	NE	NE	NE	NE	NE
日月潭	N	S	S~NW	W	WNW~NNW	WNW	W~N	SSW~NW	NNW~NW	-
阿里山	WSW	W	ENE~W	WSW	ESE~S	SW~W	W	W	SW~W	W
嘉義	N	N	N	N	NW	N	N	N	N	N
玉山	NW	NW	NW	W	W	NW	WNW	WNW	W	NW
成功	NNE	NNE	NNW~NNE	NNW~NNE	NNW	NNW	NNE	NNE	NNE	NNE
台南	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
台東	NNW	NNW	NNW	NW	NW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW
高雄	N	N	N	N	N	N	N	N	NW	N
大武	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	E	NE	NE	NE~SSE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

資料來源：中央氣象局氣候 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-5 1998 年-2006 年 4-6 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	N	S	N	N~S	N	N	N	N~S	N	N
竹子湖	NNE	NNW~NE	NNE	NNE	NW	NNE	NNE~ENE	NE	SSE	NNE
淡水	SE	SE	SSE	SSE	WNW	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE
基隆	ENE	SW	NE	NNE~SSW	NE	NNE	NE	NE	NNE	NE
台北	ENE	SW	ENE	E	E	E	E	E	E	E
新竹	E	SSE	NNE	NNE~WSW	NNE~ESE	WSW~NNE	NNE	W~ENE	WNW	NNE
宜蘭	NNE	E	WNW	WNW	ENE~SE	E	E	ENE	NE~E	E
蘇澳	WSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW~WSW	WSW
梧棲	NNE	SE	N	NNE	N~SSE	N	N	N	N	N
台中	NNW~S	S~SSW	NNW	NNW	SSW~SSW	S~NNW	NNW	SSW	NNW~NE	NNW
花蓮	SW	SW~WSW	NE~WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	NNE	WSW
日月潭	N	W	W	WNW	WNW	WNW	NNW	WNW~N	W	WNW
阿里山	WSW	S	ENE~W	SE~WSW	NNE~S	SW~SE	W~ENE	W~NNE	W	-
嘉義	N~S	N	W~N	W~N	W	NW	NW	SSW~NW	NW~N	NW
玉山	W~NW	WNW	WNW	E	WNW	WNW	W	WSW~WNW	WSW	WNW
成功	SW~NNW	NNW~NNE	NNW~NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE
台南	SE~S	N	WSW	N	NNE	NNW~SSE	N	N~WSW	N	N
台東	NNW	NNW	NE	WNW~NE	WNW	NE	NE	SSW~NE	NW	NE
高雄	SSE	WNW	NW	NW	SSE~W	NW	NW	NW	NW	NW
大武	W	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	WNW	NNE	NNE
恆春	E	NE	NNW~E	W~ENE	E	WSW~ENE	NE	SSW~NE	NW	NE

資料來源：中央氣象局 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-6 1998 年-2006 年 7-9 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	SSE~S	S	N	N	N	S	N	N~S	S	N
竹子湖	NNE	NNW~NNE	NE	N~SSW	NW	NE	NE~SSW	NNE~SSW	SE~SSE	NE
淡水	SE	SE	SSE	NNE~WNW	WNW	WNW	SSE	SE	SS~SE	SE
基隆	SSW~SW	SW	SW	NE	NE	NE	NE~SSW	SSW~NE	NE	NE
台北	SSE~WSW	SSE	E	E	E	S	E	E~SSE	E~SSE	E
新竹	ESE~WSW	WSW	WSW	NNE~SE	NNE~ESE	W~NNE	W~NNE	WNW	NNE	NNE
宜蘭	ENE	E	ESE	ENE~SE	ENE~SE	NE~SE	E~W	ENE	E~ESE	ENE
蘇澳	WSW	WSW	SSE	SE~WSW	WSW	SSE	SSE	SSE	WSW	WSW
梧棲	SSE	SE	SE	N~SSE	NNE~SSE	N~WSW	WSW~N	NNW	N~NE	SE
台中	S	E~SSW	SSW	NNW	NW	S~NNW	NNW	SSW~N	WSW~W	NNW
花蓮	WSW	WSW	E~WSW	NNE~WSW	WSW	WSW	WSW	SSE~WSW	WSW	WSW
日月潭	S	SSW~N	WNW~N	NW	WNW~NNW	WNW	W~NW	W~N	WNW~NW	WNW
阿里山	N~SSW	S~N	ENE~WSW	ENE	WSW	ENE~NNW	N~S	N	W	N
嘉義	N~S	SSW~N	SSW~WNW	SSW~N	W~N	W	N	W~N	NW~NNE	N
玉山	NW	E	WNW	E	SSE	SE~S	SSE~NW	SE	ESE	SE
成功	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
台南	E	SE	SSE~NW	SSE	NW~SSE	SE~WSW	NNE~S	SSE~N	NW~N	SSE
台東	NW	NW	NW	WNW	WNW	WNW~S	NW	SSW~NNW	NW~NNW	NW
高雄	E	N~S	NW~E	WNW~NNW	SSE	SSE	NW	NW	NW~NNW	NW
大武	W	NE~W	WNW	NNE	NNE	WNW	WNW	WNW	WNW~NW	WNW
恆春	NNE	W	W~E	NNE	W~ENE	W~E	NW~ENE	ENE~NW	NE~E	ENE

資料來源：中央氣象局 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-7 1998 年-2006 年 10-12 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	S	S	NE	N	N	N	NE	S	N	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	WSW~WNW	NE	NE	NNE	NNE	NNE
淡水	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE~E	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE
基隆	NE	ENE	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE	ENE	N~NE	NNE~NE	NNE
台北	ENE	ENE	E	E	E	E	ENE	E	E	E
新竹	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE	NE
宜蘭	SW	W	ENE	ESE~WNW	W~ESE	W	WSW~NE	N~SW	SW~W	W
蘇澳	W	W	WNW~E	WSW	WSW	W	W	W	WSW	E
梧棲	N	N	NNE	NNE	NNE	N	N	N	N	N
台中	N	N	NNE	N	N	N	N	NNW~NE	N~NE	N
花蓮	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE~NNE	NE
日月潭	NNE	N	WNW	S~NW	W~NNW	S	W	S~WNW	W	WNW
阿里山	ENE	N	N~SE	NE	NNE~SSE	NNW~SSE	W~ENE	S~N	N~ENE	N
嘉義	N	N	N	N	N	N	N	N	N~NNE	N
玉山	NW	WNW~NW	W	WSW	WNW	WNW	W	W	WSW	WNW
成功	NNE	NNE	NNW~NNE	N	NNE	N	NNE	NNE	NNE	NNE
台南	N	N	N	N	N	N	N~SSW	N	N	N
台東	NNW	NNW	NE	NW	NW	NNW	NE	NNW	NE	NNW
高雄	N	N	N	N	NW~NNE	N	N	NW	NW~N	N
大武	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	NNE	NNE	NE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

資料來源：中央氣象局 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-8 中央氣象局各氣象站 2007 年雨水酸鹼度值月平均資料

月份\站名	基隆	鞍部	台北	新竹	台中	日月潭	嘉義	阿里山	台南	高雄	恆春	台東	成功	花蓮	宜蘭	金門	馬祖	平均
1	4.1	4.5	5.2	5.4	6.1	5.8	5.6	6.4	6.2	5.7	5.8	6.1	4.3	5.3	5	4.4	4.6	5.3
2	4.2	4.3	4.4	5	5.3	4.5	5.8	6	6	5.4	6.3	5.7	5.1	-	4.8	4.4	4.2	5.1
3	4.1	4.2	4.4	4.8	5.3	4.7	5.7	5.6	6.2	5.6	-	5.6	4.4	4.7	4.8	4.2	4.1	4.9
4	4.3	4.3	4.5	4.7	5.3	4.8	5.1	5.5	5.9	5.7	-	5.6	4.7	5.7	4.7	4.5	4.6	5
5	4.5	4.3	5.3	5.3	5.6	5.2	5.9	5.8	5.8	5.6	6.1	5	5.6	5.5	4.9	4.7	4.8	5.3
6	4.6	4.6	4.9	5.7	6	5.5	5.9	5.7	6	5.7	6.2	6.2	5.5	6.1	5.4	5.2	5.2	5.5
7	4.3	4	4.5	-	6.2	5.6	6.1	5.9	5.9	5.5	6	6.1	-	6.5	5.4	-	-	5.5
8	5.2	4.9	5.1	6.2	5.9	5.8	6	5.8	5.8	5.4	6.1	6.1	5.8	6.1	6.1	5.6	5.4	5.7
9																		
10																		
11																		
12																		
平均值 Mean	4.4	4.4	4.8	5.3	5.7	5.2	5.8	5.8	6	5.6	6.1	5.8	5.1	5.7	5.1	4.7	4.7	0
最高值 Max	5.2	4.9	5.3	6.2	6.2	5.8	6.1	6.4	6.2	5.7	6.3	6.2	5.8	6.5	6.1	5.6	5.4	0
最低值 Min	4.1	4	4.4	4.7	5.3	4.5	5.1	5.5	5.8	5.4	5.8	5	4.3	4.7	4.7	4.2	4.1	0

備註：- 表示未下雨或是雨量不足。
資料來源：中央氣象局

表 4-1-9 臺灣各地之全年太陽輻射量

測站	年太陽輻射量	測站	年太陽輻射量	測站	年太陽輻射量
淡水	93.1	花蓮	110.2	台東	132.1
基隆	86.9	日月潭	105.1	高雄	123.4.
台北	98.6	阿里山	104.7	大武	128.1
新竹	109.9	嘉義	129.1	恆春	137.6
宜蘭	101.1	玉山	115.7		
台中	120.1	台南	122.3		

單位：千卡／平方公分／年
 資料來源：張鏡湖等（1986）

表 4-2-1 環保署所屬各空氣品質監測站一覽表

測站序號	測站種類	測站名稱	測站位置 (所在縣市)	測站位置	經緯度						測站環境		
					經度			緯度			總高度 (m)	採樣口 高度 (m)	主要道路 最近距離 (m)
					度	分	秒	度	分	秒			
1	一般	基隆站	基隆女中(基隆市)	基隆市東信路 324 號(95 年 10 月運作)	121	45	6	25	7	51			
2	一般	汐止站	秀峰中學(台北縣)	台北縣汐止市忠孝東路 201 號	121	39	4	25	4	3	11	12	25
3	背景	萬里站	綜合商場(台北縣)	台北縣萬里鄉萬里村瑪鍊路 221 號	121	40	52	25	10	52	27	28	30
4	一般	新店站	中正國小(台北縣)	台北縣新店市三民路 36 號	121	31	45	24	58	44	13	15	110
5	一般	土城站	海山高工(台北縣)	台北縣土城市學府路一段 241 號	121	26	39	24	59	3	13	15	70
6	一般	板橋站	板橋高中(台北縣)	台北縣板橋市文化路一段 25 號	121	27	60	25	0	49	15	17	100
7	一般	新莊站	輔仁大學(台北縣)	台北縣新莊市中正路 510 號	121	25	29	25	2	8	13	15	200
8	一般	菜寮站	明志國中(台北縣)	台北縣三重市明志路 135 號	121	28	50	25	3	51	13	15	70
9	一般	林口站	林口國中(台北縣)	台北縣林口鄉頭湖 150 號	121	22	7	25	4	42	15	17	250
10	一般	淡水站	淡水國小(台北縣)	台北縣淡水鎮中山路 160 號	121	26	0	25	10	27	14	15	30
11	一般	士林站	文林國小(台北市)	台北市北投區文林北路 155 號	121	30	23	25	6	24	17	18	150
12	一般	中山站	新興國中(台北市)	台北市中山區林森北路 511 號	121	31	5	25	3	49	16	17	30
13	一般	萬華站	雙園國小(台北市)	台北市雙園區莒光路 315 號	121	29	26	25	1	48	15	17	80
14	一般	古亭站	古亭國小(台北市)	台北市古亭區羅斯福路三段 201 號	121	31	13	25	1	17	15	16	30
15	一般	松山站	松山國小(台北市)	台北市松山區八德路四段 746 號	121	34	13	25	3	7	15	16	20
16	交通	泰山站	泰山收費站行政大樓	台北縣泰山鄉泰山收費站行政大樓	121	24	24	25	3	50	3	8	5
17	一般	桃園站	桃園農工(桃園縣)	桃園縣桃園市成功路二段 144 號	121	18	49	24	59	45	11	12	30
18	一般	大園站	大園國小(桃園縣)	桃園縣大園鄉橫峰村中正東路 160 號	121	11	48	25	4	21	7	9	120
19	背景	觀音站	觀音國小(桃園縣)	桃園縣觀音鄉文化路 2 號	121	4	29	25	2	14	11	13	250
20	一般	平鎮站	文化國小(桃園縣)	桃園縣中壢市平鎮鄉文化街 189 號	121	12	19	24	57	31	11	13	150
21	一般	龍潭站	龍潭鄉公所(桃園縣)	桃園縣龍潭鄉中正路 210 號	121	12	29	24	51	53	16	18	33
22	一般	湖口站	信勢國小(新竹縣)	新竹縣湖口鄉成功路 360 號	121	1	50	24	54	5	10	12	80
23	一般	竹東站	大同國小(新竹縣)	新竹縣竹東鎮榮樂裡三民街 70 號	121	4	49	24	44	29	10	12	45
24	一般	新竹站	東門國小(新竹市)	新竹市民族路 33 號	120	57	39	24	48	31	11	13	17
25	工業	頭份站	後莊國小(苗栗縣)	苗栗縣頭份鎮後莊裡 11 鄰 130 號	120	53	30	24	41	11	3	4	5
26	一般	苗栗站	縣議會(苗栗縣)	苗栗縣苗栗市縣府路 102 號	120	48	43	24	33	59	14	15	50
27	背景	三義站	長壽俱樂部(苗栗縣)	苗栗縣三義鄉社區活動中心	120	45	3	24	22	59	12	13	30
28	一般	豐原站	環保局(台中縣)	台中縣豐原市中興路 136 號	120	42	20	24	15	0	16	17	30
29	一般	沙鹿站	北勢國中(台中縣)	台中縣沙鹿鎮英才路 150 號	120	32	54	24	13	38	10	12	150
30	一般	大里站	大里市公所(台中縣)	台中縣大里市大新街 36 號	120	40	14	24	6	3	15	17	20
31	一般	忠明站	忠明國小(台中市)	台中市西區台中港路一段 414 號	120	39	3	24	9	35	15	16	150
32	一般	西屯站	啟聰學校(台中市)	台中市西屯區安和路 1 號	120	36	33	24	9	47	10	12	60
33	一般	彰化站	忠孝國小(彰化縣)	彰化市忠誠路 61 號	120	32	5	24	4	58	14	16	25
34	工業	線西站	線西國中(彰化縣)	彰化縣線西鄉雨埔村中央路二段 145 號	120	27	38	24	8	0	12	13	60
35	一般	二林站	萬合國小(彰化縣)	彰化縣二林鎮萬合裡江山巷 1 號	120	24	5	23	55	34	7	8	80
36	一般	南投站	康壽國小(南投縣)	南投縣南投市南陽路 269 號	120	40	37	23	54	54	9	11	65
37	一般	斗六站	斗六高中(雲林縣)	雲林縣斗六市民生路 224 號	120	32	9	23	42	42	12	14	30

資料來源：環保署 95 年空氣品質監測報告及網站更新資料

表 4-2-1 環保署所屬各空氣品質監測站一覽表(續一)

測站序號	測站種類	測站名稱	測站位置 (所在縣市)	測站位置	經緯度						測站環境		
					經度			緯度			總高度 (m)	採樣口 高度 (m)	主要道路 最近距離 (m)
					度	分	秒	度	分	秒			
38	一般	崙背站	崙背國中(雲林縣)	雲林縣崙背鄉南陽村大成路 91 號	120	20	25	23	45	32	11	13	8
39	一般	新港站	新港國小(嘉義縣)	嘉義縣新港鄉登雲路 105 號	120	20	14	23	33	23	12	14	100
40	一般	朴子站	朴子市公所(嘉義縣)	嘉義縣朴子市光復路 34 號	120	14	20	23	27	58	11	13	35
41	工業	台西站	台西圖書館(雲林縣)	雲林縣台西鄉五港路 505 號	120	12	14	23	42	18	12	13	250
42	一般	嘉義站	興嘉國小(嘉義市)	嘉義市重慶路 51 號	120	25	49	23	28	0	13	15	60
43	一般	新營站	新營國小(台南縣)	台南縣新營市中正路 4 號	120	18	30	23	18	26	10	12	200
44	一般	善化站	亞蔬中心(台南縣)	台南縣新營市善化鎮益名寮 60 號	120	17	20	23	6	53	3	5	300
45	一般	安南站	安順國小(台南市)	台南市安南區安和路三段 139 號	120	12	33	23	2	58	11	13	20
46	一般	台南站	中山國中(台南市)	台南市中區南寧街 45 號	120	13	36	22	59	9	14	16	30
47	一般	美濃站	中壇國小(高雄縣)	高雄縣美濃鎮中壇裡忠孝路 19 號	120	31	32	22	53	12	12	14	120
48	背景	橋頭站	橋頭鄉公所(高雄縣)	高雄縣橋頭鄉隆豐北路 1 號	120	17	52	22	45	31	15	17	100
49	一般	仁武站	八卦國小(高雄縣)	高雄縣仁武鄉八卦村永仁街 555 號	120	19	42	22	41	17	15	16	150
50	交通	鳳山站	曹公國小(高雄縣)	高雄縣鳳山市曹公路 6 號	120	20	59	22	37	43	13	15	25
51	一般	大寮站	潮寮國小(高雄縣)	高雄縣大寮鄉潮寮路 61 號	120	25	0	22	33	59	10	12	120
52	一般	林園站	汕尾國小(高雄縣)	高雄縣林園鄉北汕村北汕路 58 巷 2 號	120	24	12	22	28	53	10	11	200
53	一般	楠梓站	楠梓國中(高雄市)	高雄市楠梓區楠梓新路 426 號	120	19	8	22	44	0	13	15	50
54	一般	左營站	左營國中(高雄市)	高雄市左營區新莊仔路 30 號	120	17	12	22	40	45	16	17	60
55	一般	三民站	七賢國中(高雄市)	高雄市前金區河南二路 196 號	120	16	45	22	37	59	16	18	90
56	一般	前金站	七賢國中(高雄市)	高雄市前金區河南二路 196 號	120	16	45	22	37	59	16	18	90
57	工業	前鎮站	獅甲國中(高雄市)	高雄市前鎮區中山三路 43 號	120	18	2	22	36	22	13	15	30
58	一般	小港站	小港國中(高雄市)	高雄市小港區平和南路 185 號	120	20	15	22	33	56	17	18	200
59	一般	屏東站	中正國小(屏東縣)	屏東縣屏東市蘇州街 75 號	120	28	49	22	40	27	15	16	100
60	一般	潮州站	潮南國小(屏東縣)	屏東縣潮州鎮興美路 24 號	120	31	45	22	30	47	7	8	200
61	公園	恆春站	畜牧試驗所(屏東縣)	屏東縣恆春鎮公園路 44 號(大溪地牧場)	120	46	49	21	57	24	3	5	1000
62	一般	台東站	台東縣政府(台東縣)	台東縣台東市中山路 276 號	121	8	32	22	45	22	11	12	20
63	一般	花蓮站	中正國小(花蓮縣)	花蓮市中正路 210 號	121	35	29	23	58	23	8	10	15
64	公園	陽明站	陽明山鞍部(台北市)	台北市北投區竹子湖路 111 號	121	30	51	25	11	13	3	5	500
65	一般	宜蘭站	宜蘭國小(宜蘭縣)	宜蘭市崇聖街 2 號	121	44	46	24	45	12	14	16	20
66	一般	冬山站	冬山幼稚園(宜蘭縣)	宜蘭縣冬山鄉冬山路 98 號	121	47	9	24	38	0	10	12	20
67	交通	三重站	交叉口(台北縣)	台北縣三重市三和路重陽路交口	121	29	12	25	4	29	3	4	3
68	交通	中壢站	中壢國小(桃園縣)	中壢市延平路 622 號	121	12	49	24	57	17	3	4	5
69	一般	竹山站	雲林國小(南投縣)	南投縣竹山鎮雲林裡育德巷 40 號	120	40	10	23	45	30	8	9	75
70	交通	永和站	交叉口(台北縣)	台北縣永和市永和路二段光復路交口	121	30	29	25	1	7	3	4	6
71	交通	復興站	復興國小(高雄市)	高雄市前鎮區民權二路 331 號	120	18	12	22	36	37	3	4	5
72	參考	埔裡站	埔裡國中(埔裡鎮)	南投縣埔裡鎮西安路一段 193 號	120	57	34	23	58	13	3	5	15

資料來源：環保署 95 年空氣品質監測報告及網站更新資料

表 4-1-2 臺灣各地的平均氣溫 (°C)

測站	海拔 (m)	區域	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
鞍部	825.8	北部	9.9	10.6	12.7	16.5	19.3	21.9	23.2	22.7	20.8	17.8	14.6	11.4	16.8
淡水	19.0	北部	15.1	15.5	17.2	21.3	24.4	27.0	28.8	28.5	26.7	23.6	20.5	17.0	22.1
竹子湖	607.1	北部	11.7	12.4	14.6	18.1	21.0	23.5	24.8	24.5	22.7	19.7	16.5	13.3	18.6
基隆	26.7	北部	15.9	16.0	17.6	21.3	24.4	27.1	29.1	28.7	26.8	24.0	20.9	17.6	22.5
臺北	5.3	北部	15.9	16.3	18.1	22.0	24.9	27.5	29.4	29.0	27.2	24.4	21.1	17.6	22.8
新竹	26.9	北部	15.4	15.5	17.6	21.6	24.6	27.4	28.8	28.4	26.7	23.9	21.1	17.8	22.4
宜蘭	7.2	東北部	16.1	16.7	18.6	21.7	24.4	26.8	28.5	28.1	26.3	23.4	20.4	17.4	22.4
蘇澳	24.9	東北部	16.4	16.7	18.6	21.5	24.3	26.9	28.6	28.2	26.5	23.7	20.9	17.6	22.5
梧棲	31.7	中部	15.9	16.0	18.4	22.4	25.5	27.8	29.0	28.7	27.3	24.4	21.2	17.7	22.9
臺中	34.0	中部	16.3	17.1	19.4	23.1	25.9	27.5	28.6	28.1	27.3	24.9	21.6	17.9	23.1
花蓮	16.0	東部	17.8	18.2	20.0	22.8	25.0	27.1	28.4	28.1	26.7	24.6	22.0	19.2	23.3
日月潭	1014.8	中部山區	14.1	14.9	16.7	19.3	21.1	22.2	22.9	22.5	22.1	20.7	18.2	15.3	19.2
阿里山	2413.4	南部山區	5.8	6.9	9.0	11.2	12.8	14.1	14.4	14.1	13.4	12.0	9.9	7.2	10.9
嘉義	26.9	南部	16.2	17.1	19.4	23.0	25.7	27.7	28.5	27.9	26.8	24.3	21.1	17.5	22.9
玉山	3844.8	南部山區	-1.5	-0.8	1.1	3.4	5.7	7.1	7.8	7.6	7.0	6.3	3.9	0.8	4.0
成功	33.5	東部	18.8	19.2	20.8	23.3	25.3	27.1	28.1	27.8	26.8	25.0	22.6	19.9	23.7
臺南	8.1	南部	17.4	18.4	21.0	24.6	27.2	28.5	29.1	28.5	28.1	25.9	22.5	18.8	24.2
臺東	9.0	東部	19.3	19.8	21.6	24.1	26.2	27.8	28.8	28.5	27.4	25.6	23.1	20.4	24.4
高雄	2.3	南部	18.9	20.0	22.3	25.3	27.4	28.4	29.0	28.4	27.9	26.5	23.6	20.3	24.8
大武	8.1	東部	20.2	20.7	22.5	24.8	26.6	28.0	28.6	28.1	27.2	26.0	23.8	21.3	24.8
恆春	22.1	南部	20.6	21.2	23.0	25.3	27.0	27.9	28.4	28.0	27.4	26.3	24.1	21.6	25.1

統計期間：1971-2007 年 9 月

表 4-1-3 1998-2006 年每年各測站相對濕度大於 80% 之總月份

測站名稱	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
鞍部	12	12	12	12	12	12	12	12	12
竹子湖	12	11	12	12	12	12	12	11	12
淡水	9	3	8	7	5	5	7	5	8
基隆	4	1	6	3	0	1	1	1	3
臺北	4	3	4	3	1	1	1	3	1
新竹	6	2	6	5	1	2	7	1	5
宜蘭	11	12	10	10	5	5	3	4	6
蘇澳	8	8	8	8	5	4	6	5	8
梧棲	0	1	6	5	0	4	3	2	3
臺中	2	1	2	0	0	0	0	3	4
花蓮	7	7	10	5	2	3	3	4	3
日月潭	12	10	9	8	9	8	7	10	9
阿里山	9	9	10	10	10	11	11	12	12
嘉義	8	7	5	6	2	3	1	7	9
玉山	4	4	4	4	2	1	3	6	-
成功	8	6	8	5	4	5	2	4	3
臺南	1	4	9	5	0	4	3	2	7
臺東	3	2	0	0	0	0	1	0	0
高雄	5	5	3	5	3	1	0	2	3
大武	0	2	5	6	4	5	2	0	1
恆春	1	4	2	4	0	2	1	2	3

表 4-1-4 1998 年-2006 年 1-3 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	E~S	S	N~S	N	N	N	N	NE~S	N	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE	NNE
淡水	NE	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNR	NNE
基隆	NNE	ENE	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE	NNE~ENE	NNE	N	NNE
臺北	ENE	ENE	ENE	E	E	E	E	E	E	E
新竹	NE	NNE	NNE	NE~SSE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE~NE	NNE
宜蘭	ENE~WSW	NE~SW	WNW	WNW	SE~W	W~ENE	W	WSW	WSW~W	WSW
蘇澳	W	WSW	WNW	WSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW~W	WSW
梧棲	NNE	N	N	NNE	NNE~ENE	N	N	N	N	N
臺中	N	N	N	N	NW	NNW	NW	NNW	N	N
花蓮	NE	NE	NE	WSW	WSW	NE	NE	NE	NE	NE
日月潭	N	S	S~NW	W	WNW~NNW	WNW	W~N	SSW~NW	NNW~NW	-
阿里山	WSW	W	ENE~W	WSW	ESE~S	SW~W	W	W	SW~W	W
嘉義	N	N	N	N	NW	N	N	N	N	N
玉山	NW	NW	NW	W	W	NW	WNW	WNW	W	NW
成功	NNE	NNE	NNW~NNE	NNW~NNE	NNW	NNW	NNE	NNE	NNE	NNE
臺南	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
臺東	NNW	NNW	NNW	NW	NW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW
高雄	N	N	N	N	N	N	N	N	NW	N
大武	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	E	NE	NE	NE~SSE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

資料來源：中央氣象局氣候 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-5 1998 年-2006 年 4-6 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	N	S	N	N~S	N	N	N	N~S	N	N
竹子湖	NNE	NNW~NE	NNE	NNE	NW	NNE	NNE~ENE	NE	SSE	NNE
淡水	SE	SE	SSE	SSE	WNW	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE
基隆	ENE	SW	NE	NNE~SSW	NE	NNE	NE	NE	NNE	NE
臺北	ENE	SW	ENE	E	E	E	E	E	E	E
新竹	E	SSE	NNE	NNE~WSW	NNE~ESE	WSW~NNE	NNE	W~ENE	WNW	NNE
宜蘭	NNE	E	WNW	WNW	ENE~SE	E	E	ENE	NE~E	E
蘇澳	WSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW~WSW	WSW
梧棲	NNE	SE	N	NNE	N~SSE	N	N	N	N	N
臺中	NNW~S	S~SSW	NNW	NNW	SSW~SSW	S~NNW	NNW	SSW	NNW~NE	NNW
花蓮	SW	SW~WSW	NE~WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	NNE	WSW
日月潭	N	W	W	WNW	WNW	WNW	NNW	WNW~N	W	WNW
阿里山	WSW	S	ENE~W	SE~WSW	NNE~S	SW~SE	W~ENE	W~NNE	W	-
嘉義	N~S	N	W~N	W~N	W	NW	NW	SSW~NW	NW~N	NW
玉山	W~NW	WNW	WNW	E	WNW	WNW	W	WSW~WNW	WSW	WNW
成功	SW~NNW	NNW~NNE	NNW~NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE
臺南	SE~S	N	WSW	N	NNE	NNW~SSE	N	N~WSW	N	N
臺東	NNW	NNW	NE	WNW~NE	WNW	NE	NE	SSW~NE	NW	NE
高雄	SSE	WNW	NW	NW	SSE~W	NW	NW	NW	NW	NW
大武	W	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	WNW	NNE	NNE
恆春	E	NE	NNW~E	W~ENE	E	WSW~ENE	NE	SSW~NE	NW	NE

資料來源：中央氣象局 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-6 1998 年-2006 年 7-9 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	SSE~S	S	N	N	N	S	N	N~S	S	N
竹子湖	NNE	NNW~NNE	NE	N~SSW	NW	NE	NE~SSW	NNE~SSW	SE~SSE	NE
淡水	SE	SE	SSE	NNE~WNW	WNW	WNW	SSE	SE	SS~SE	SE
基隆	SSW~SW	SW	SW	NE	NE	NE	NE~SSW	SSW~NE	NE	NE
臺北	SSE~WSW	SSE	E	E	E	S	E	E~SSE	E~SSE	E
新竹	ESE~WSW	WSW	WSW	NNE~SE	NNE~ESE	W~NNE	W~NNE	WNW	NNE	NNE
宜蘭	ENE	E	ESE	ENE~SE	ENE~SE	NE~SE	E~W	ENE	E~ESE	ENE
蘇澳	WSW	WSW	SSE	SE~WSW	WSW	SSE	SSE	SSE	WSW	WSW
梧棲	SSE	SE	SE	N~SSE	NNE~SSE	N~WSW	WSW~N	NNW	N~NE	SE
臺中	S	E~SSW	SSW	NNW	NW	S~NNW	NNW	SSW~N	WSW~W	NNW
花蓮	WSW	WSW	E~WSW	NNE~WSW	WSW	WSW	WSW	SSE~WSW	WSW	WSW
日月潭	S	SSW~N	WNW~N	NW	WNW~NNW	WNW	W~NW	W~N	WNW~NW	WNW
阿里山	N~SSW	S~N	ENE~WSW	ENE	WSW	ENE~NNW	N~S	N	W	N
嘉義	N~S	SSW~N	SSW~WNW	SSW~N	W~N	W	N	W~N	NW~NNE	N
玉山	NW	E	WNW	E	SSE	SE~S	SSE~NW	SE	ESE	SE
成功	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
臺南	E	SE	SSE~NW	SSE	NW~SSE	SE~WSW	NNE~S	SSE~N	NW~N	SSE
臺東	NW	NW	NW	WNW	WNW	WNW~S	NW	SSW~NNW	NW~NNW	NW
高雄	E	N~S	NW~E	WNW~NNW	SSE	SSE	NW	NW	NW~NNW	NW
大武	W	NE~W	WNW	NNE	NNE	WNW	WNW	WNW	WNW~NW	WNW
恆春	NNE	W	W~E	NNE	W~ENE	W~E	NW~ENE	ENE~NW	NE~E	ENE

資料來源：中央氣象局 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-7 1998 年-2006 年 10-12 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	主要風向
鞍部	S	S	NE	N	N	N	NE	S	N	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	WSW~WNW	NE	NE	NNE	NNE	NNE
淡水	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE~E	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE
基隆	NE	ENE	NNE~ENE	NNE	NNE	NNE	ENE	N~NE	NNE~NE	NNE
臺北	ENE	ENE	E	E	E	E	ENE	E	E	E
新竹	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE	NE
宜蘭	SW	W	ENE	ESE~WNW	W~ESE	W	WSW~NE	N~SW	SW~W	W
蘇澳	W	W	WNW~E	WSW	WSW	W	W	W	WSW	E
梧棲	N	N	NNE	NNE	NNE	N	N	N	N	N
臺中	N	N	NNE	N	N	N	N	NNW~NE	N~NE	N
花蓮	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE~NNE	NE
日月潭	NNE	N	WNW	S~NW	W~NNW	S	W	S~WNW	W	WNW
阿里山	ENE	N	N~SE	NE	NNE~SSE	NNW~SSE	W~ENE	S~N	N~ENE	N
嘉義	N	N	N	N	N	N	N	N	N~NNE	N
玉山	NW	WNW~NW	W	WSW	WNW	WNW	W	W	WSW	WNW
成功	NNE	NNE	NNW~NNE	N	NNE	N	NNE	NNE	NNE	NNE
臺南	N	N	N	N	N	N	N~SSW	N	N	N
臺東	NNW	NNW	NE	NW	NW	NNW	NE	NNW	NE	NNW
高雄	N	N	N	N	NW~NNE	N	N	NW	NW~N	N
大武	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	NNE	NNE	NE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

資料來源：中央氣象局 87 年-95 年氣候資料年報

表 4-1-8 中央氣象局各氣象站 2007 年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	馬祖	平均
1	4.1	4.5	5.2	5.4	6.1	5.8	5.6	6.4	6.2	5.7	5.8	6.1	4.3	5.3	5	4.4	4.6	5.3
2	4.2	4.3	4.4	5	5.3	4.5	5.8	6	6	5.4	6.3	5.7	5.1	-	4.8	4.4	4.2	5.1
3	4.1	4.2	4.4	4.8	5.3	4.7	5.7	5.6	6.2	5.6	-	5.6	4.4	4.7	4.8	4.2	4.1	4.9
4	4.3	4.3	4.5	4.7	5.3	4.8	5.1	5.5	5.9	5.7	-	5.6	4.7	5.7	4.7	4.5	4.6	5
5	4.5	4.3	5.3	5.3	5.6	5.2	5.9	5.8	5.8	5.6	6.1	5	5.6	5.5	4.9	4.7	4.8	5.3
6	4.6	4.6	4.9	5.7	6	5.5	5.9	5.7	6	5.7	6.2	6.2	5.5	6.1	5.4	5.2	5.2	5.5
7	4.3	4	4.5	-	6.2	5.6	6.1	5.9	5.9	5.5	6	6.1	-	6.5	5.4	-	-	5.5
8	5.2	4.9	5.1	6.2	5.9	5.8	6	5.8	5.8	5.4	6.1	6.1	5.8	6.1	6.1	5.6	5.4	5.7
9																		
10																		
11																		
12																		
平均值 Mean	4.4	4.4	4.8	5.3	5.7	5.2	5.8	5.8	6	5.6	6.1	5.8	5.1	5.7	5.1	4.7	4.7	0
最高值 Max	5.2	4.9	5.3	6.2	6.2	5.8	6.1	6.4	6.2	5.7	6.3	6.2	5.8	6.5	6.1	5.6	5.4	0
最低值 Min	4.1	4	4.4	4.7	5.3	4.5	5.1	5.5	5.8	5.4	5.8	5	4.3	4.7	4.7	4.2	4.1	0

備註：- 表示未下雨或是雨量不足。

資料來源：中央氣象局

表 4-1-9 臺灣各地之全年太陽輻射量

測站	年太陽輻射量	測站	年太陽輻射量	測站	年太陽輻射量
淡水	93.1	花蓮	110.2	臺東	132.1
基隆	86.9	日月潭	105.1	高雄	123.4.
臺北	98.6	阿里山	104.7	大武	128.1
新竹	109.9	嘉義	129.1	恆春	137.6
宜蘭	101.1	玉山	115.7		
臺中	120.1	臺南	122.3		

單位：千卡／平方公分／年
 資料來源：張鏡湖等（1986）

表 4-2-1 環保署所屬各空氣品質監測站一覽表

測站序號	測站種類	測站名稱	測站位置 (所在縣市)	測站位置	經緯度						測站環境		
					經度			緯度			總高度 (m)	採樣口 高度 (m)	主要道路 最近距離 (m)
					度	分	秒	度	分	秒			
1	一般	基隆站	基隆女中(基隆市)	基隆市東信路 324 號(95 年 10 月運作)	121	45	6	25	7	51			
2	一般	汐止站	秀峰中學(臺北縣)	臺北縣汐止市忠孝東路 201 號	121	39	4	25	4	3	11	12	25
3	背景	萬里站	綜合商場(臺北縣)	臺北縣萬里鄉萬里村瑪鍊路 221 號	121	40	52	25	10	52	27	28	30
4	一般	新店站	中正國小(臺北縣)	臺北縣新店市三民路 36 號	121	31	45	24	58	44	13	15	110
5	一般	土城站	海山高工(臺北縣)	臺北縣土城市學府路一段 241 號	121	26	39	24	59	3	13	15	70
6	一般	板橋站	板橋高中(臺北縣)	臺北縣板橋市文化路一段 25 號	121	27	60	25	0	49	15	17	100
7	一般	新莊站	輔仁大學(臺北縣)	臺北縣新莊市中正路 510 號	121	25	29	25	2	8	13	15	200
8	一般	菜寮站	明志國中(臺北縣)	臺北縣三重市明志路 135 號	121	28	50	25	3	51	13	15	70
9	一般	林口站	林口國中(臺北縣)	臺北縣林口鄉頭湖 150 號	121	22	7	25	4	42	15	17	250
10	一般	淡水站	淡水國小(臺北縣)	臺北縣淡水鎮中山路 160 號	121	26	0	25	10	27	14	15	30
11	一般	士林站	文林國小(臺北市)	臺北市北投區文林北路 155 號	121	30	23	25	6	24	17	18	150
12	一般	中山站	新興國中(臺北市)	臺北市中山區林森北路 511 號	121	31	5	25	3	49	16	17	30
13	一般	萬華站	雙園國小(臺北市)	臺北市雙園區莒光路 315 號	121	29	26	25	1	48	15	17	80
14	一般	古亭站	古亭國小(臺北市)	臺北市古亭區羅斯福路三段 201 號	121	31	13	25	1	17	15	16	30
15	一般	松山站	松山國小(臺北市)	臺北市松山區八德路四段 746 號	121	34	13	25	3	7	15	16	20
16	交通	泰山站	泰山收費站行政大樓	臺北縣泰山鄉泰山收費站行政大樓	121	24	24	25	3	50	3	8	5
17	一般	桃園站	桃園農工(桃園縣)	桃園縣桃園市成功路二段 144 號	121	18	49	24	59	45	11	12	30
18	一般	大園站	大園國小(桃園縣)	桃園縣大園鄉橫峰村中正東路 160 號	121	11	48	25	4	21	7	9	120
19	背景	觀音站	觀音國小(桃園縣)	桃園縣觀音鄉文化路 2 號	121	4	29	25	2	14	11	13	250
20	一般	平鎮站	文化國小(桃園縣)	桃園縣中壢市平鎮鄉文化街 189 號	121	12	19	24	57	31	11	13	150
21	一般	龍潭站	龍潭鄉公所(桃園縣)	桃園縣龍潭鄉中正路 210 號	121	12	29	24	51	53	16	18	33
22	一般	湖口站	信勢國小(新竹縣)	新竹縣湖口鄉成功路 360 號	121	1	50	24	54	5	10	12	80
23	一般	竹東站	大同國小(新竹縣)	新竹縣竹東鎮榮樂裡三民街 70 號	121	4	49	24	44	29	10	12	45
24	一般	新竹站	東門國小(新竹市)	新竹市民族路 33 號	120	57	39	24	48	31	11	13	17
25	工業	頭份站	後莊國小(苗栗縣)	苗栗縣頭份鎮後莊裡 11 鄰 130 號	120	53	30	24	41	11	3	4	5
26	一般	苗栗站	縣議會(苗栗縣)	苗栗縣苗栗市縣府路 102 號	120	48	43	24	33	59	14	15	50
27	背景	三義站	長壽俱樂部(苗栗縣)	苗栗縣三義鄉社區活動中心	120	45	3	24	22	59	12	13	30
28	一般	豐原站	環保局(臺中縣)	臺中縣豐原市中興路 136 號	120	42	20	24	15	0	16	17	30
29	一般	沙鹿站	北勢國中(臺中縣)	臺中縣沙鹿鎮英才路 150 號	120	32	54	24	13	38	10	12	150
30	一般	大里站	大里市公所(臺中縣)	臺中縣大里市大新街 36 號	120	40	14	24	6	3	15	17	20
31	一般	忠明站	忠明國小(臺中市)	臺中市西區臺中港路一段 414 號	120	39	3	24	9	35	15	16	150
32	一般	西屯站	啟聰學校(臺中市)	臺中市西屯區安和路 1 號	120	36	33	24	9	47	10	12	60
33	一般	彰化站	忠孝國小(彰化縣)	彰化市忠誠路 61 號	120	32	5	24	4	58	14	16	25
34	工業	線西站	線西國中(彰化縣)	彰化縣線西鄉雨埔村中央路二段 145 號	120	27	38	24	8	0	12	13	60
35	一般	二林站	萬合國小(彰化縣)	彰化縣二林鎮萬合裡江山巷 1 號	120	24	5	23	55	34	7	8	80
36	一般	南投站	康壽國小(南投縣)	南投縣南投市南陽路 269 號	120	40	37	23	54	54	9	11	65
37	一般	斗六站	斗六高中(雲林縣)	雲林縣斗六市民生路 224 號	120	32	9	23	42	42	12	14	30

資料來源：環保署 95 年空氣品質監測報告及網站更新資料

表 4-2-1 環保署所屬各空氣品質監測站一覽表(續一)

測站序號	測站種類	測站名稱	測站位置 (所在縣市)	測站位置	經緯度						測站環境		
					經度			緯度			總高度 (m)	採樣口 高度 (m)	主要道路 最近距離 (m)
					度	分	秒	度	分	秒			
38	一般	崙背站	崙背國中(雲林縣)	雲林縣崙背鄉南陽村大成路 91 號	120	20	25	23	45	32	11	13	8
39	一般	新港站	新港國小(嘉義縣)	嘉義縣新港鄉登雲路 105 號	120	20	14	23	33	23	12	14	100
40	一般	朴子站	朴子市公所(嘉義縣)	嘉義縣朴子市光復路 34 號	120	14	20	23	27	58	11	13	35
41	工業	臺西站	臺西圖書館(雲林縣)	雲林縣臺西鄉五港路 505 號	120	12	14	23	42	18	12	13	250
42	一般	嘉義站	興嘉國小(嘉義市)	嘉義市重慶路 51 號	120	25	49	23	28	0	13	15	60
43	一般	新營站	新營國小(臺南縣)	臺南縣新營市中正路 4 號	120	18	30	23	18	26	10	12	200
44	一般	善化站	亞蔬中心(臺南縣)	臺南縣新營市善化鎮益名寮 60 號	120	17	20	23	6	53	3	5	300
45	一般	安南站	安順國小(臺南市)	臺南市安南區安和路三段 139 號	120	12	33	23	2	58	11	13	20
46	一般	臺南站	中山國中(臺南市)	臺南市中西區南寧街 45 號	120	13	36	22	59	9	14	16	30
47	一般	美濃站	中壇國小(高雄縣)	高雄縣美濃鎮中壇裡忠孝路 19 號	120	31	32	22	53	12	12	14	120
48	背景	橋頭站	橋頭鄉公所(高雄縣)	高雄縣橋頭鄉隆豐北路 1 號	120	17	52	22	45	31	15	17	100
49	一般	仁武站	八卦國小(高雄縣)	高雄縣仁武鄉八卦村永仁街 555 號	120	19	42	22	41	17	15	16	150
50	交通	鳳山站	曹公國小(高雄縣)	高雄縣鳳山市曹公路 6 號	120	20	59	22	37	43	13	15	25
51	一般	大寮站	潮寮國小(高雄縣)	高雄縣大寮鄉潮寮路 61 號	120	25	0	22	33	59	10	12	120
52	一般	林園站	汕尾國小(高雄縣)	高雄縣林園鄉北汕村北汕路 58 巷 2 號	120	24	12	22	28	53	10	11	200
53	一般	楠梓站	楠梓國中(高雄市)	高雄市楠梓區楠梓新路 426 號	120	19	8	22	44	0	13	15	50
54	一般	左營站	左營國中(高雄市)	高雄市左營區新莊仔路 30 號	120	17	12	22	40	45	16	17	60
55	一般	三民站	七賢國中(高雄市)	高雄市前金區河南二路 196 號	120	16	45	22	37	59	16	18	90
56	一般	前金站	七賢國中(高雄市)	高雄市前金區河南二路 196 號	120	16	45	22	37	59	16	18	90
57	工業	前鎮站	獅甲國中(高雄市)	高雄市前鎮區中山三路 43 號	120	18	2	22	36	22	13	15	30
58	一般	小港站	小港國中(高雄市)	高雄市小港區平和南路 185 號	120	20	15	22	33	56	17	18	200
59	一般	屏東站	中正國小(屏東縣)	屏東縣屏東市蘇州街 75 號	120	28	49	22	40	27	15	16	100
60	一般	潮州站	潮南國小(屏東縣)	屏東縣潮州鎮興美路 24 號	120	31	45	22	30	47	7	8	200
61	公園	恆春站	畜牧試驗所(屏東縣)	屏東縣恆春鎮公園路 44 號(大溪地牧場)	120	46	49	21	57	24	3	5	1000
62	一般	臺東站	臺東縣政府(臺東縣)	臺東縣臺東市中山路 276 號	121	8	32	22	45	22	11	12	20
63	一般	花蓮站	中正國小(花蓮縣)	花蓮市中正路 210 號	121	35	29	23	58	23	8	10	15
64	公園	陽明站	陽明山鞍部(臺北市)	臺北市北投區竹子湖路 111 號	121	30	51	25	11	13	3	5	500
65	一般	宜蘭站	宜蘭國小(宜蘭縣)	宜蘭市崇聖街 2 號	121	44	46	24	45	12	14	16	20
66	一般	冬山站	冬山幼稚園(宜蘭縣)	宜蘭縣冬山鄉冬山路 98 號	121	47	9	24	38	0	10	12	20
67	交通	三重站	交叉口(臺北縣)	臺北縣三重市三和路重陽路交口	121	29	12	25	4	29	3	4	3
68	交通	中壢站	中壢國小(桃園縣)	中壢市延平路 622 號	121	12	49	24	57	17	3	4	5
69	一般	竹山站	雲林國小(南投縣)	南投縣竹山鎮雲林裡育德巷 40 號	120	40	10	23	45	30	8	9	75
70	交通	永和站	交叉口(臺北縣)	臺北縣永和市永和路二段光復路交口	121	30	29	25	1	7	3	4	6
71	交通	復興站	復興國小(高雄市)	高雄市前鎮區民權二路 331 號	120	18	12	22	36	37	3	4	5
72	參考	埔裡站	埔裡國中(埔裡鎮)	南投縣埔裡鎮西安路一段 193 號	120	57	34	23	58	13	3	5	15

資料來源：環保署 95 年空氣品質監測報告及網站更新資料

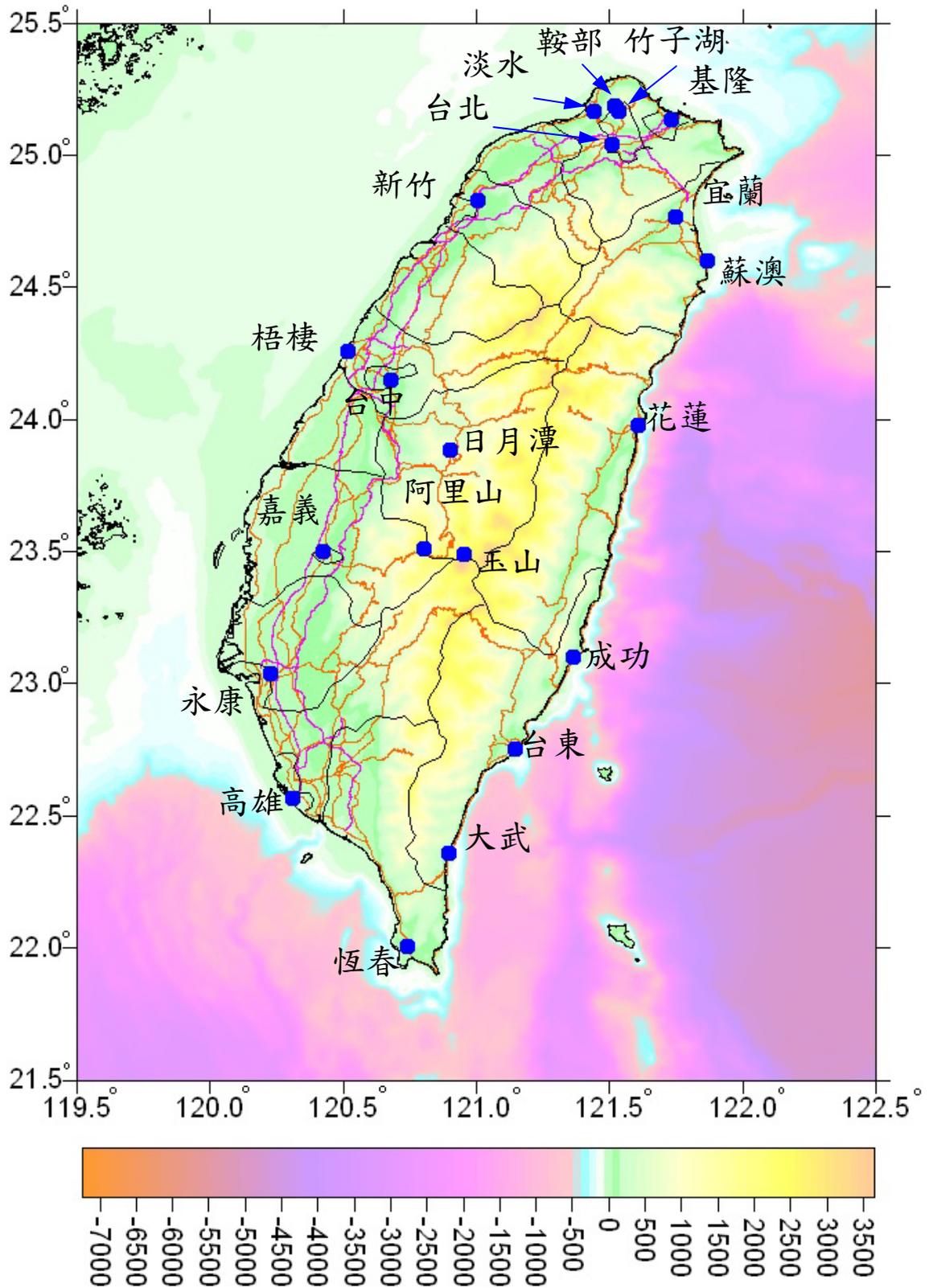


圖 4-1-1 中央氣象局各氣象測站分佈圖

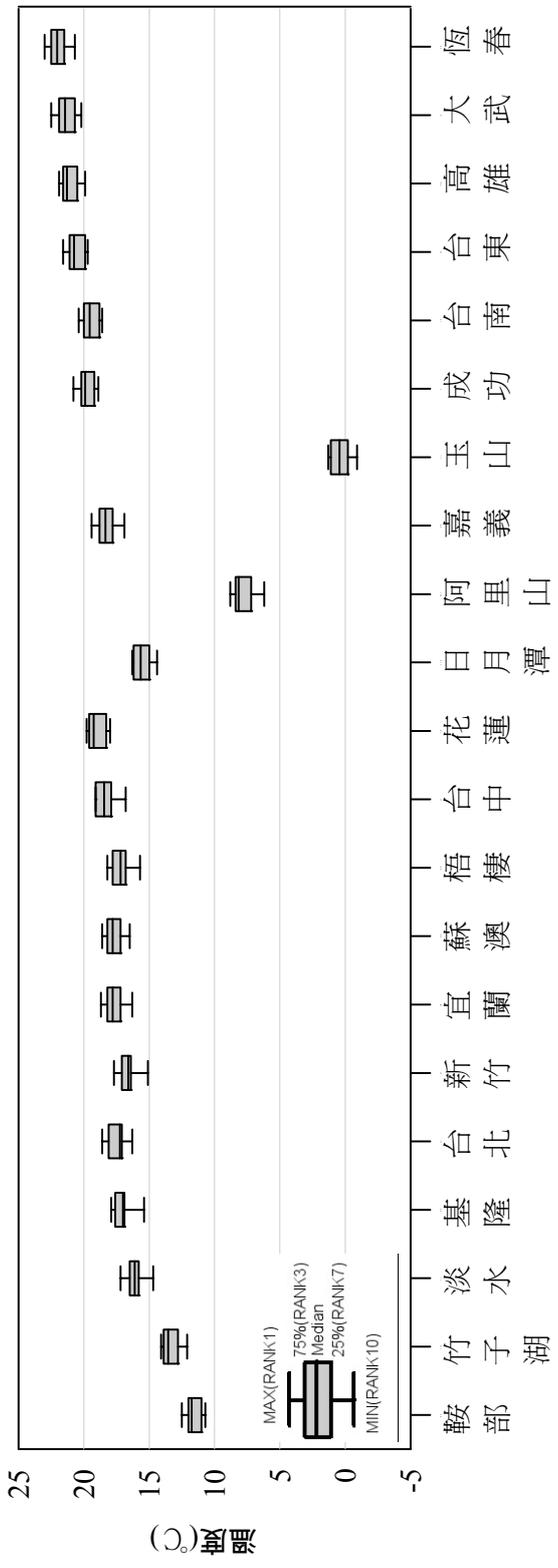
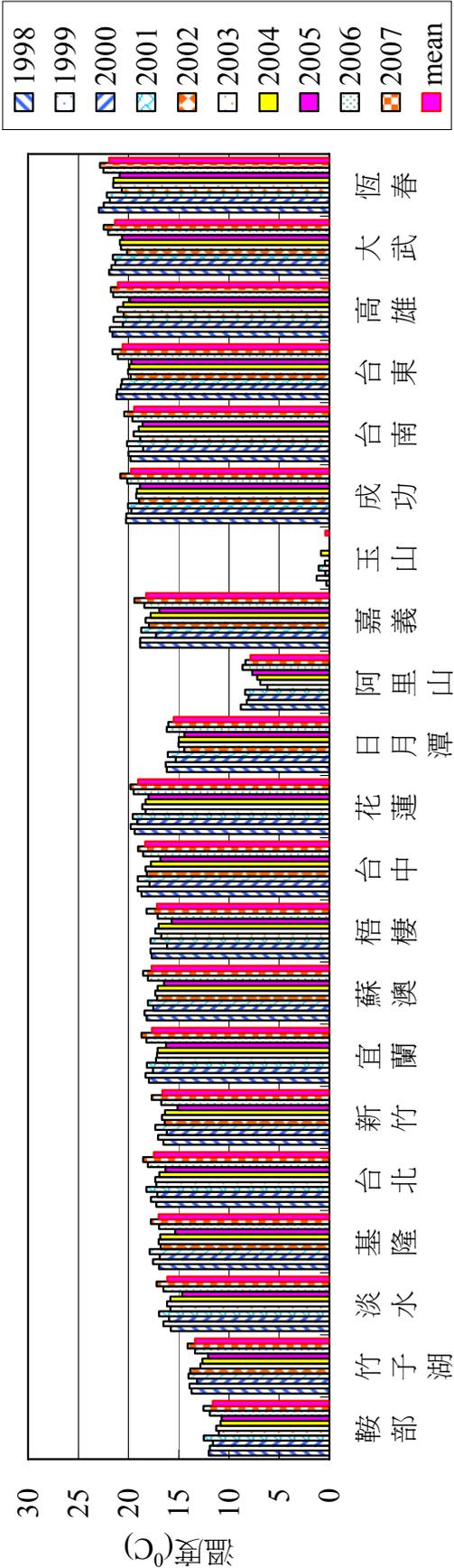


圖 4-1-2 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 1-3 月氣溫分佈及盒鬚圖

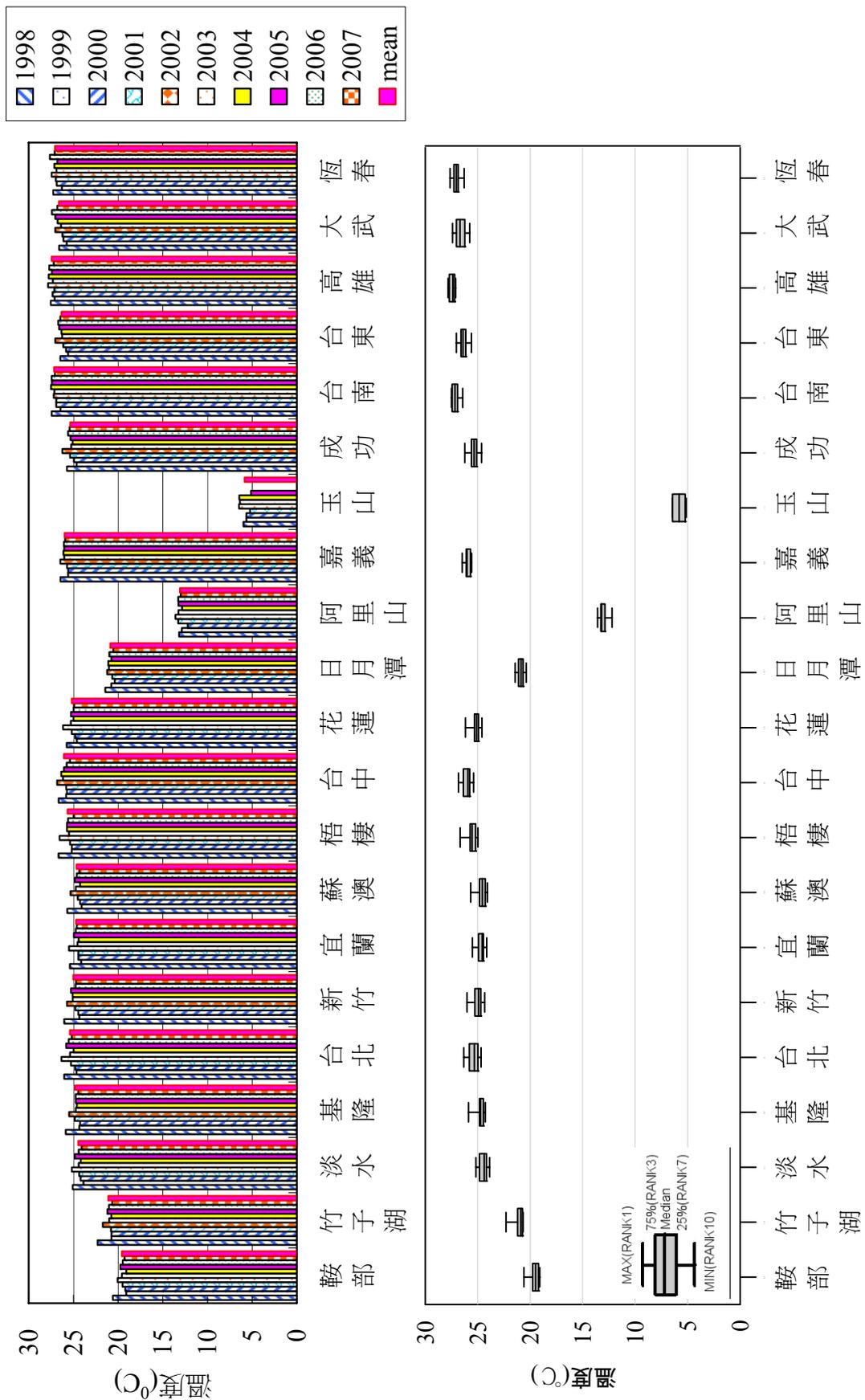


圖 4-1-3 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 4-6 月氣溫分佈及盒鬚圖

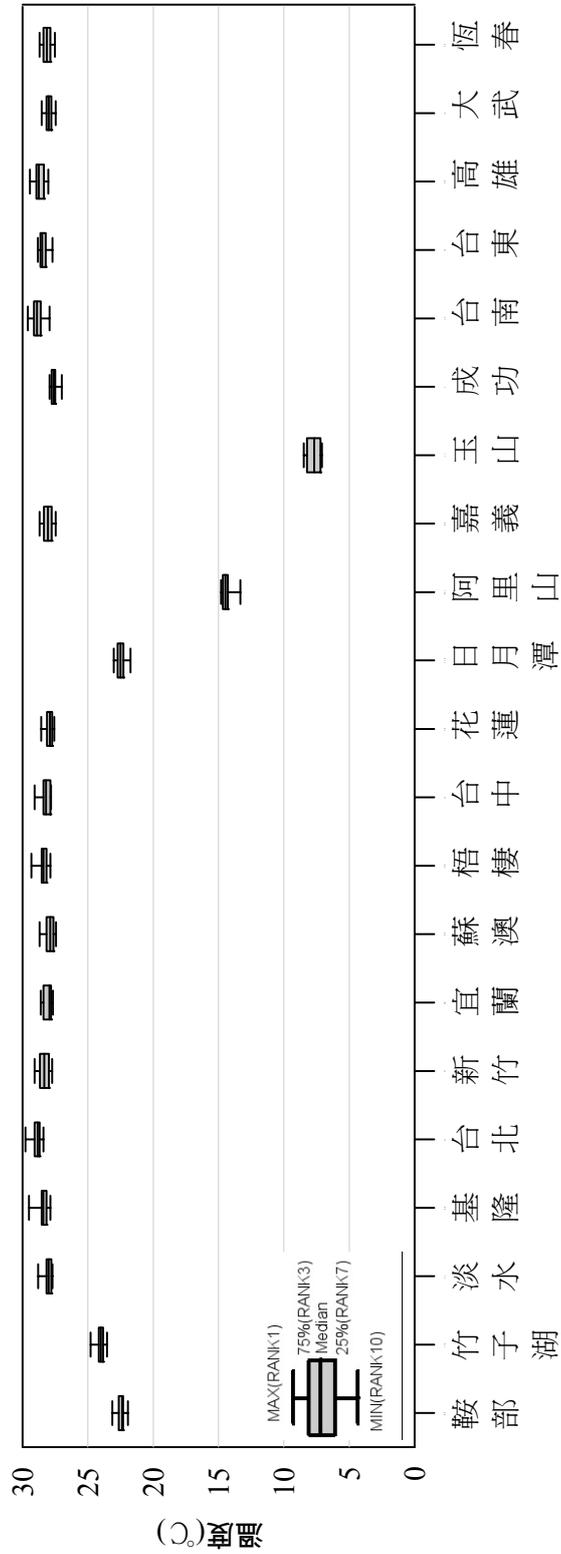
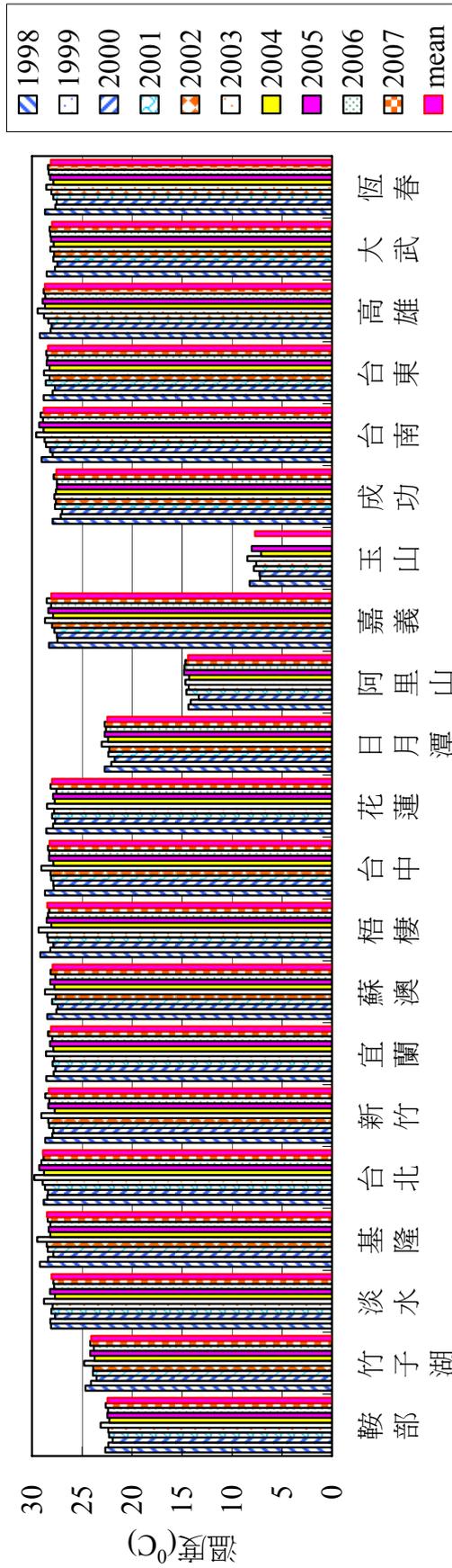


圖 4-1-4 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 7-9 月氣溫分佈及盒鬚圖

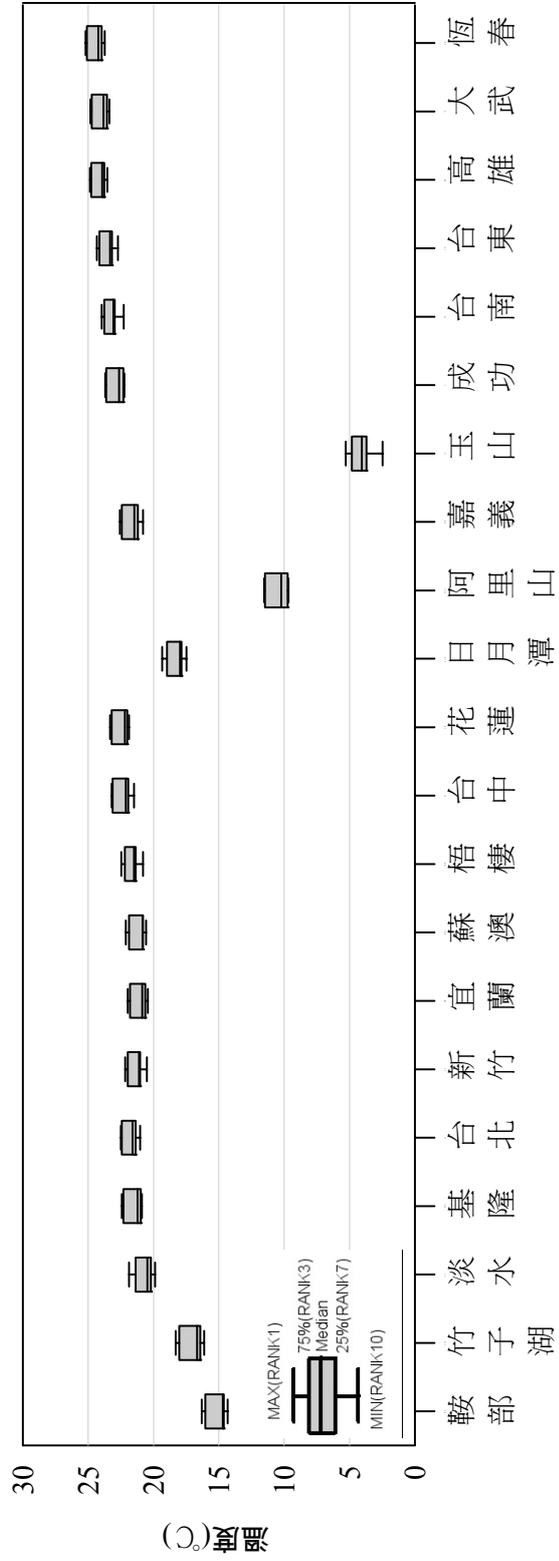
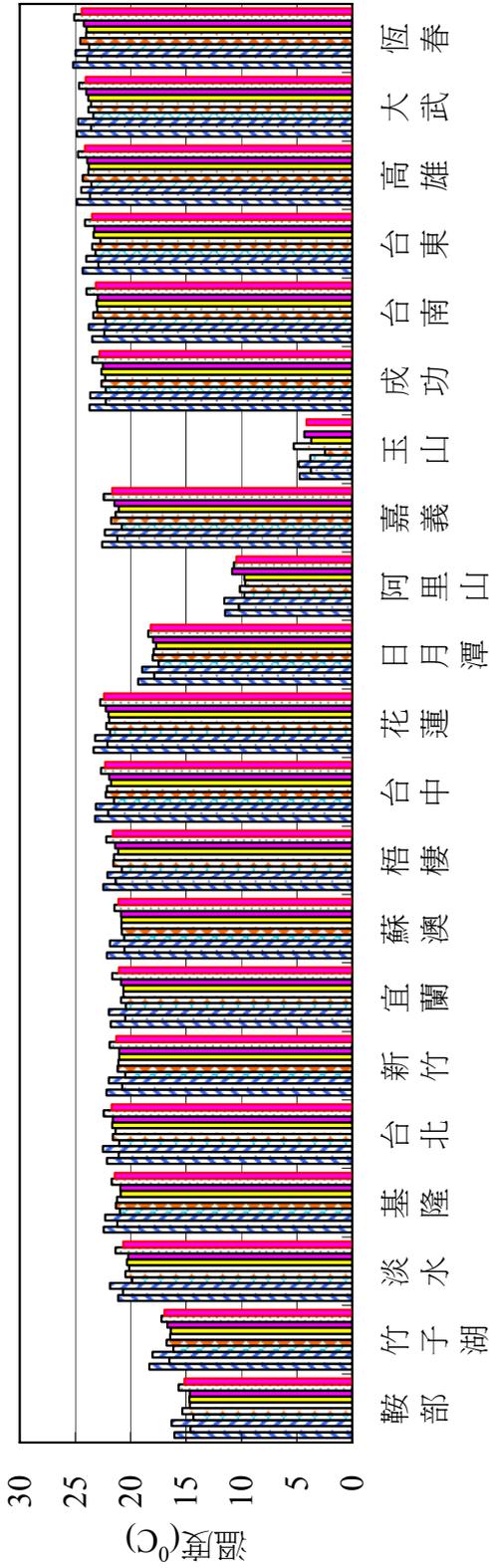
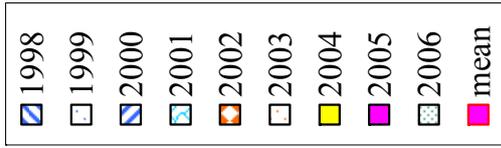


圖 4-1-5 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年 10-12 月氣溫分佈及盒鬚圖

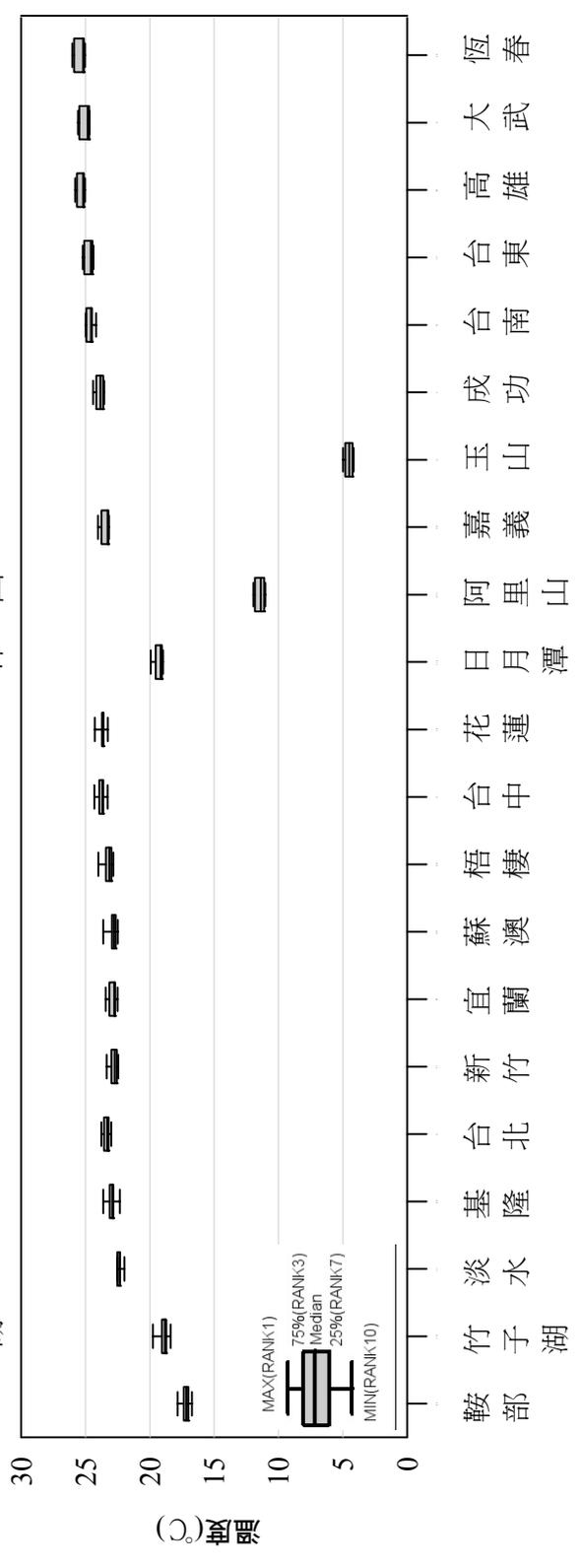
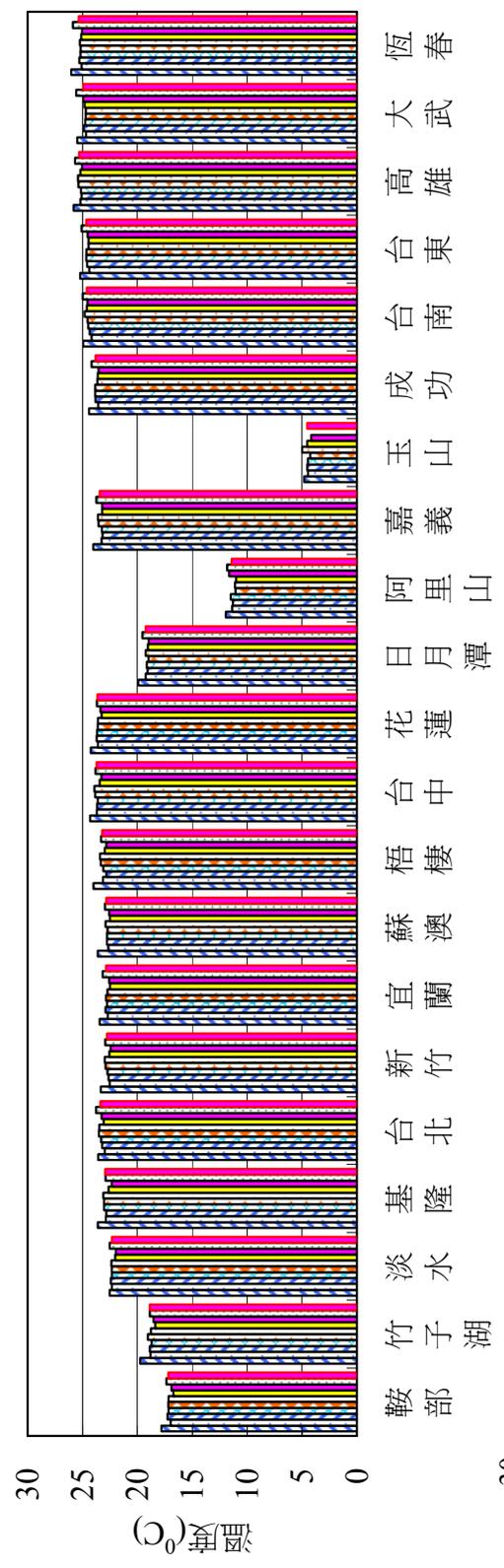
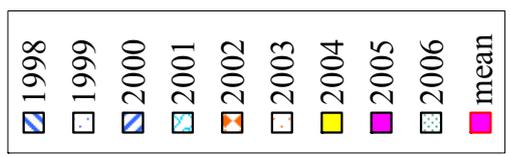


圖 4-1-6 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年氣溫分佈及盒鬚圖

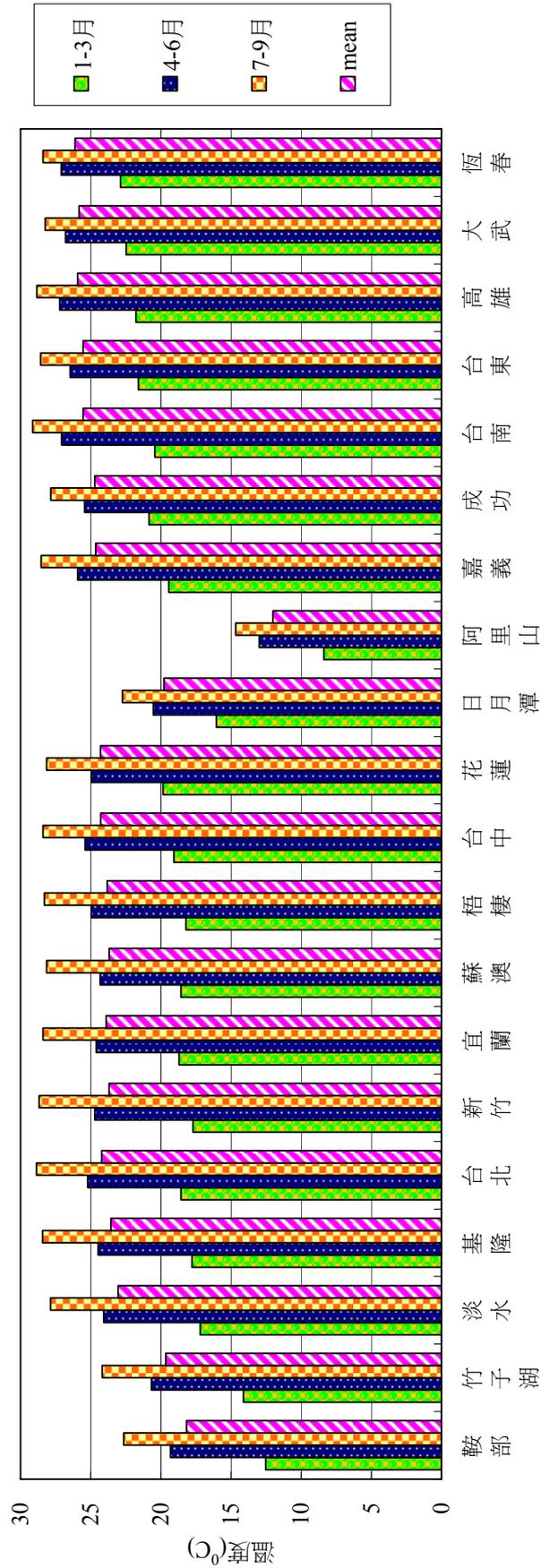


圖 4-1-7 中央氣象局各氣象測站 2007 年三季氣溫分佈圖

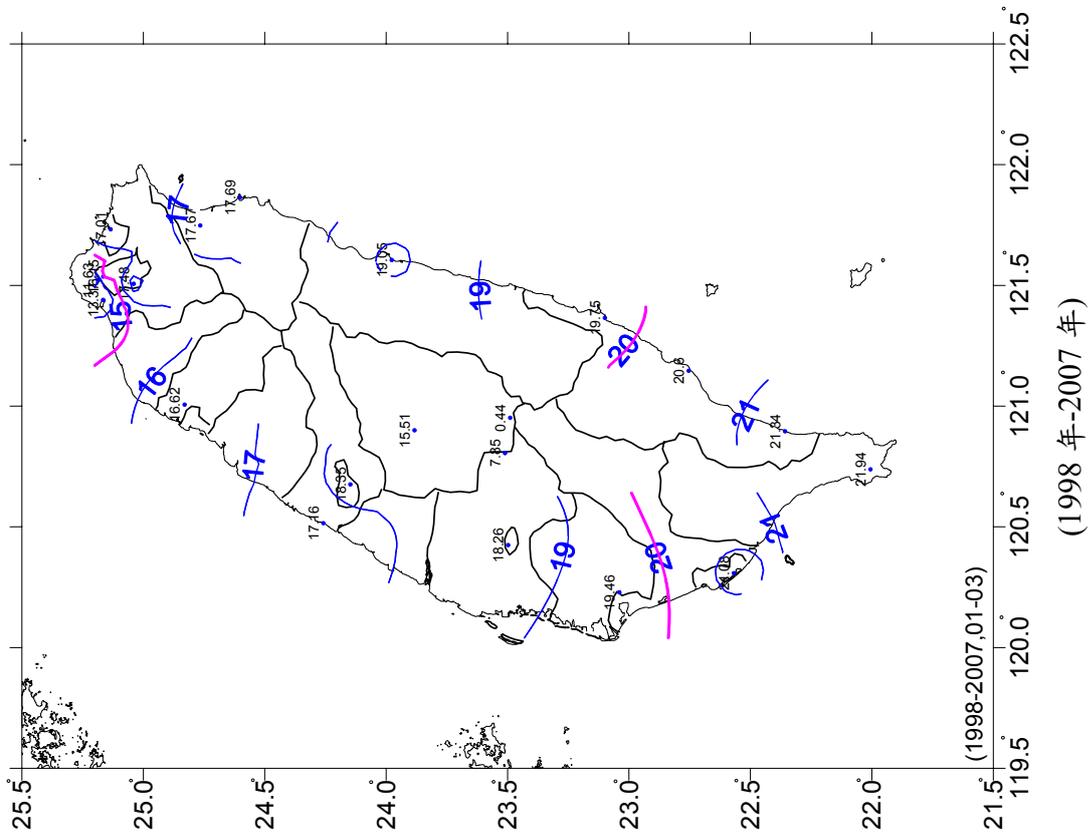


圖 4-1-8 1998年-2007年1-3月長期等溫線圖

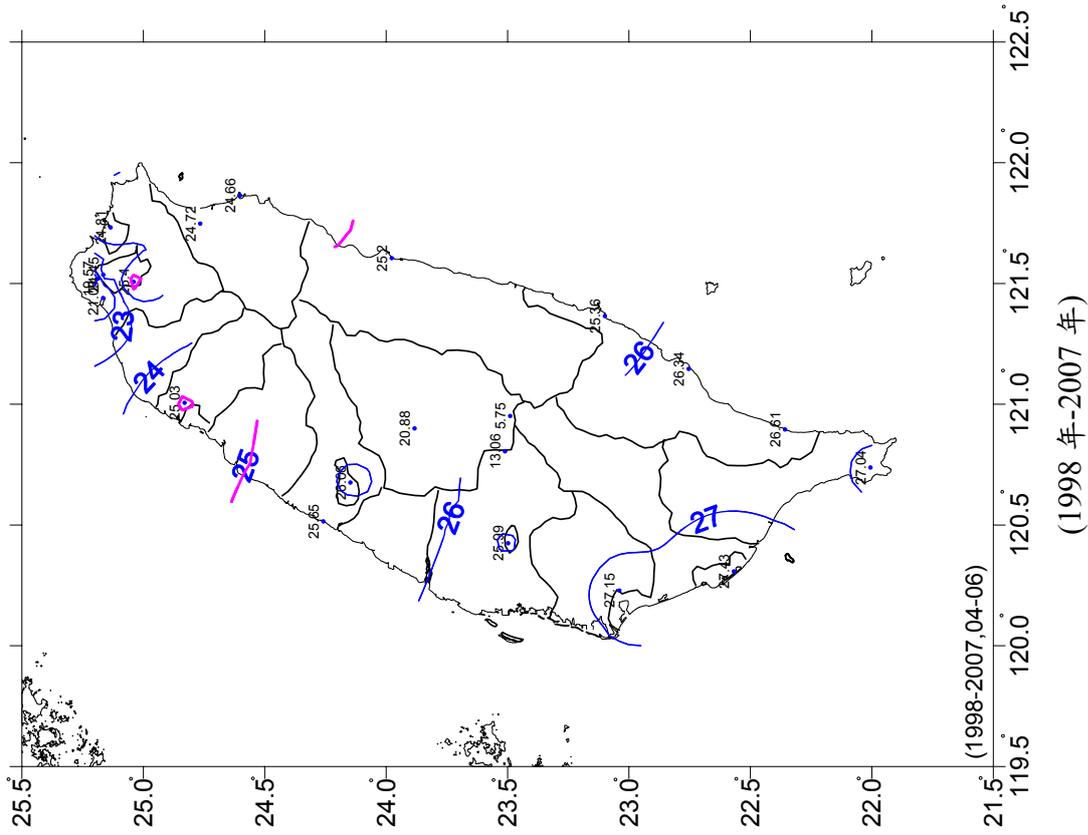


圖 4-1-9 1998年-2007年4-6月長期等溫線圖

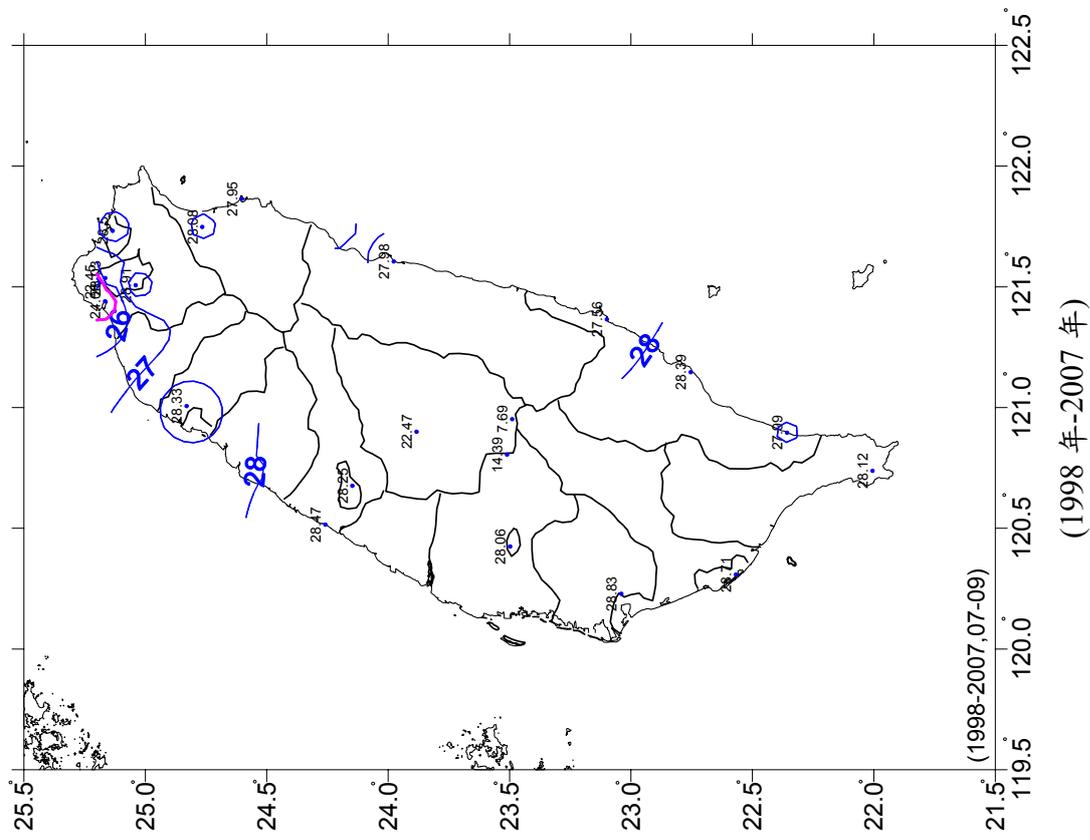


圖 4-1-10 1998年-2007年7-9月長期等溫線圖

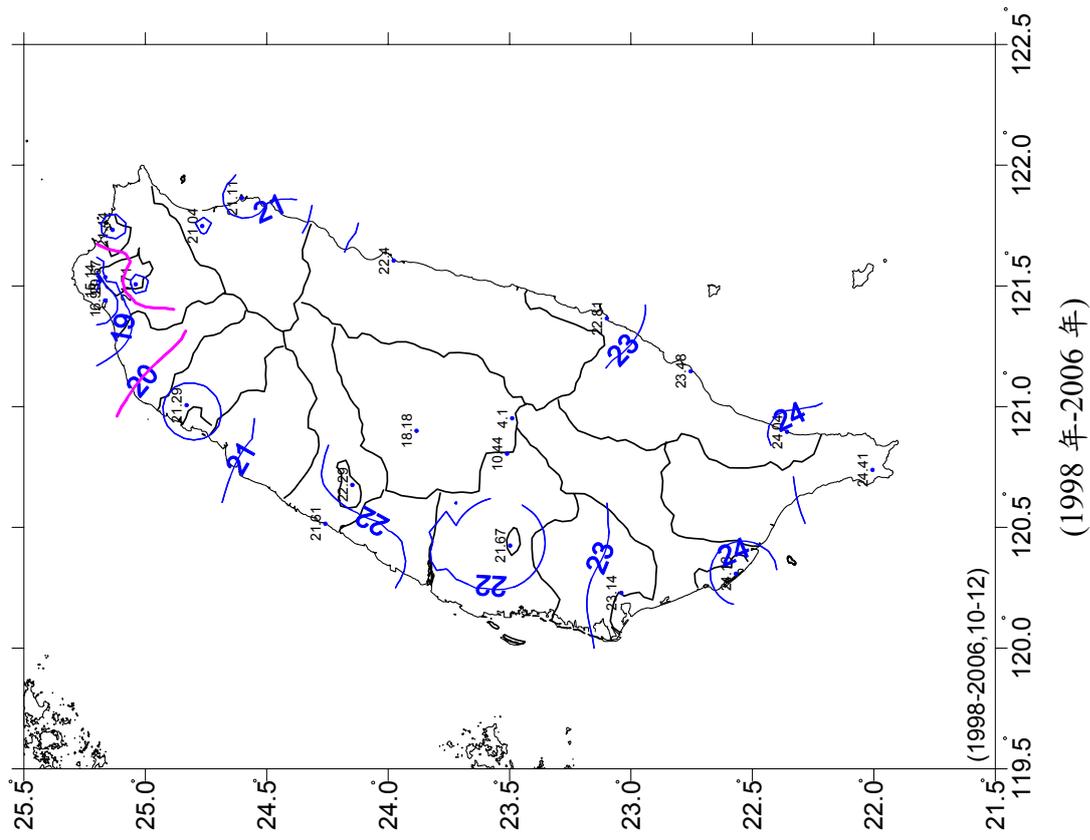
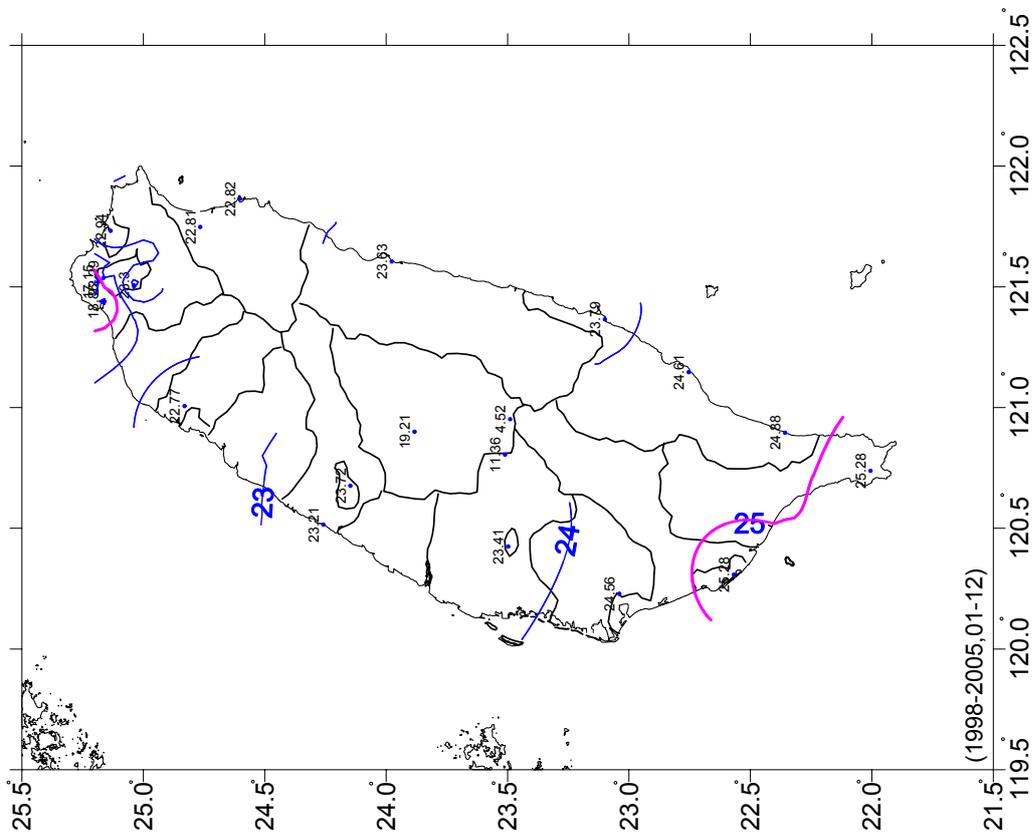
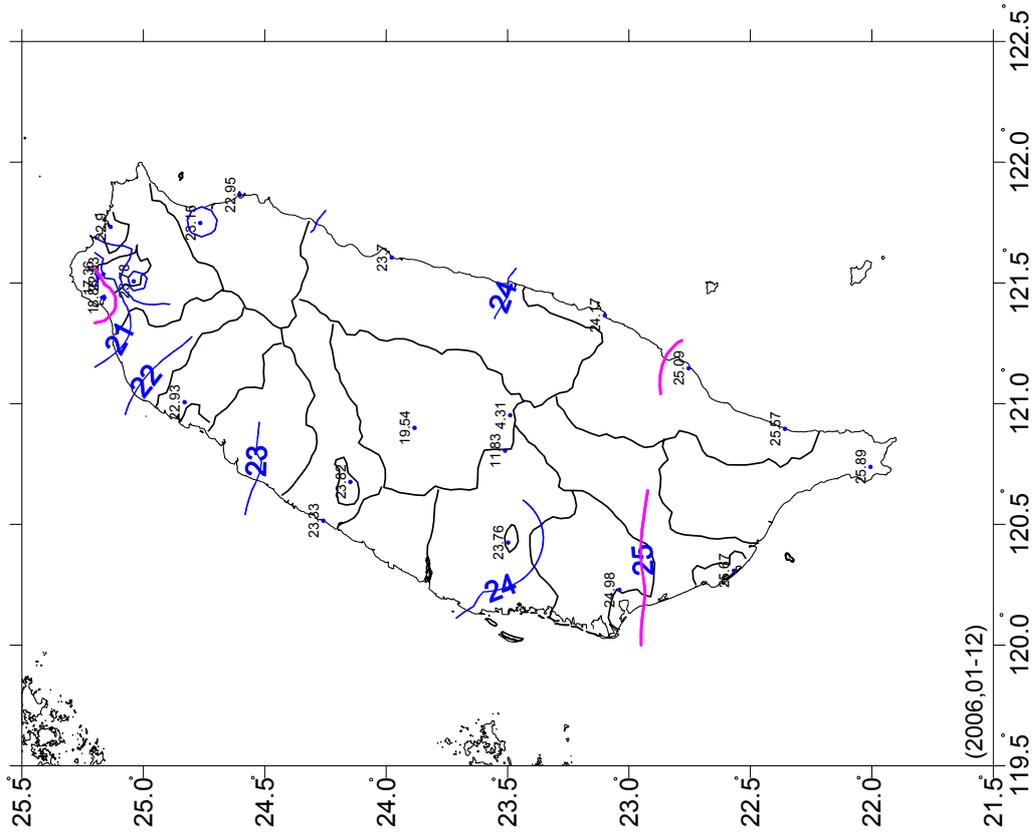


圖 4-1-11 1998年-2006年10-12月長期等溫線圖



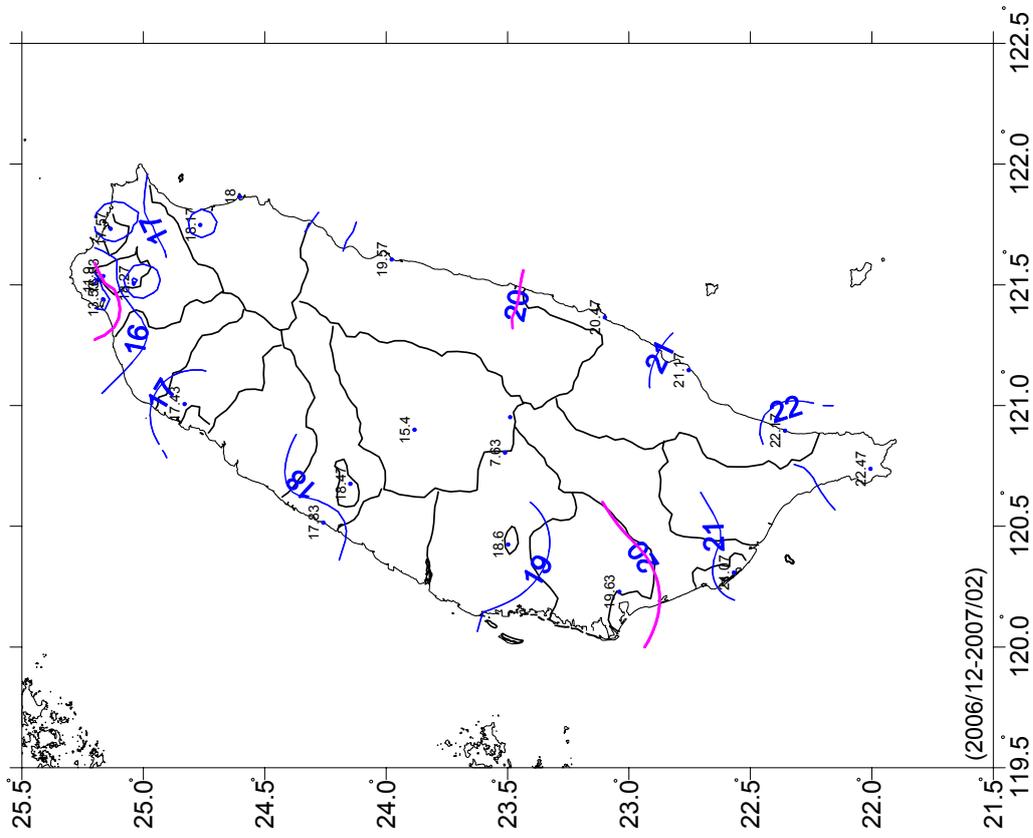
(1998年~2005年)

圖 4-1-12 1998~2005 年等溫線圖



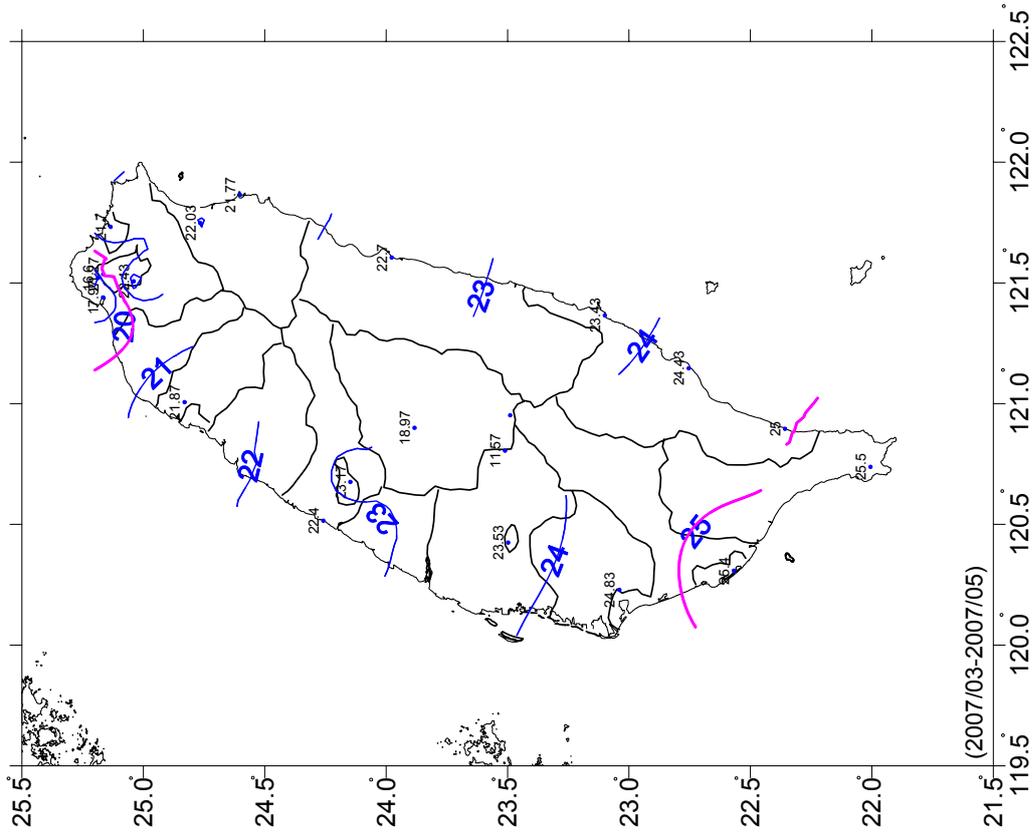
(2006年)

圖 4-1-13 2006 年全年等溫線圖



(2006年12月~2007年2月)

圖 4-1-14 2006年12月~2007年2月等溫線圖



(2007年3月~2007年5月)

圖 4-1-15 2007年3-5月等溫線圖

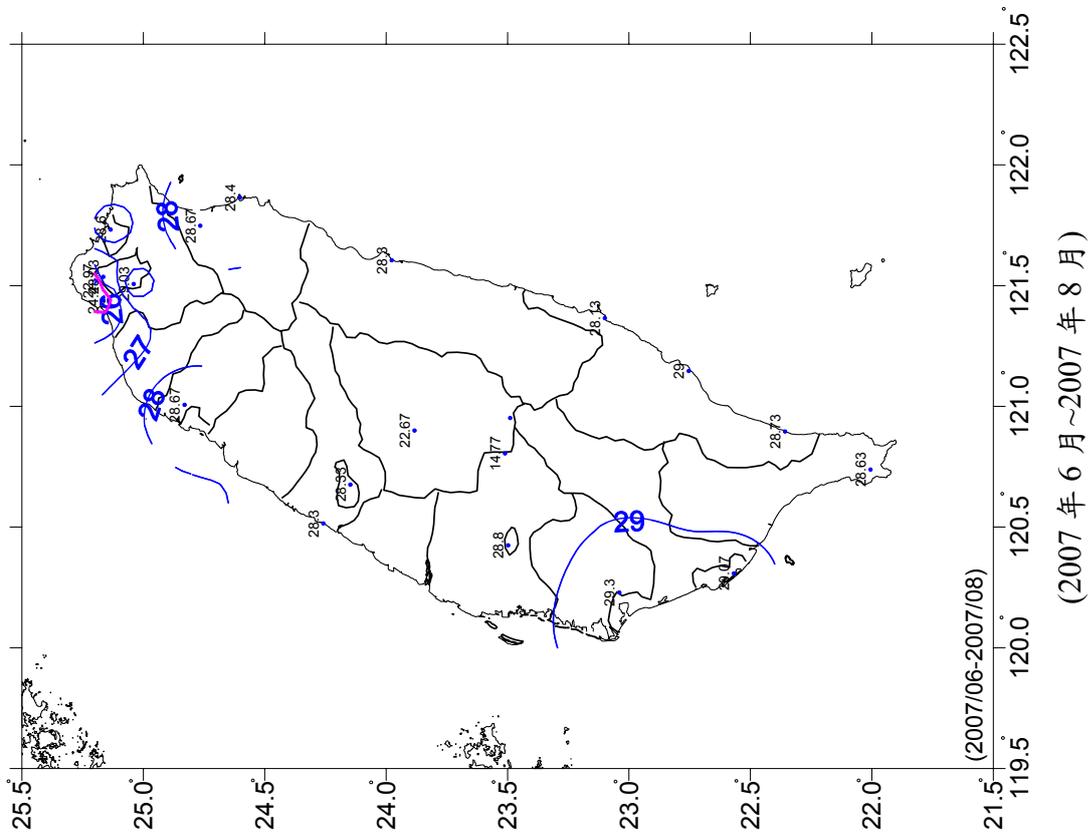
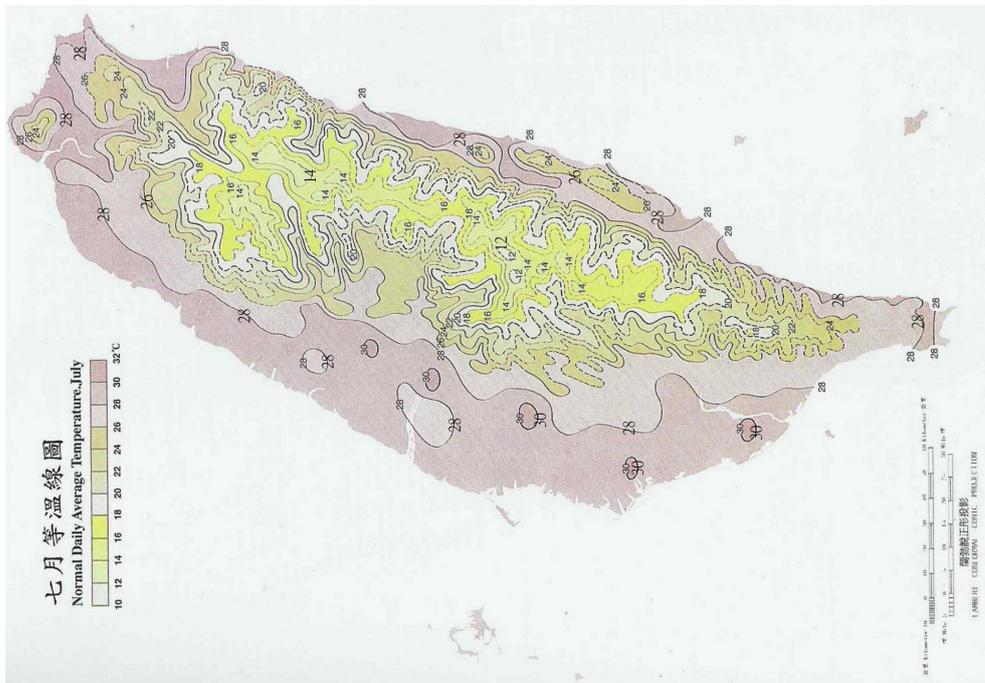


圖 4-1-16 2007 年 6-8 月等溫線圖
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)



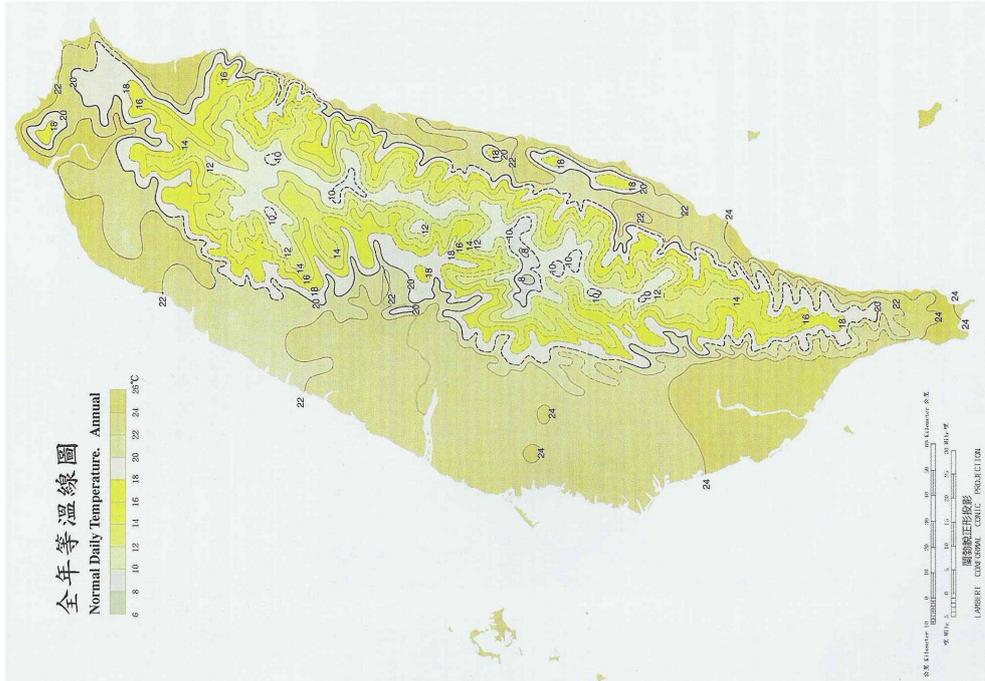
資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4-1-17 臺灣地區 1 月等溫線圖



資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4-1-18 臺灣地區 7 月等溫線圖



資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4-1-19 臺灣地區全年等溫線圖

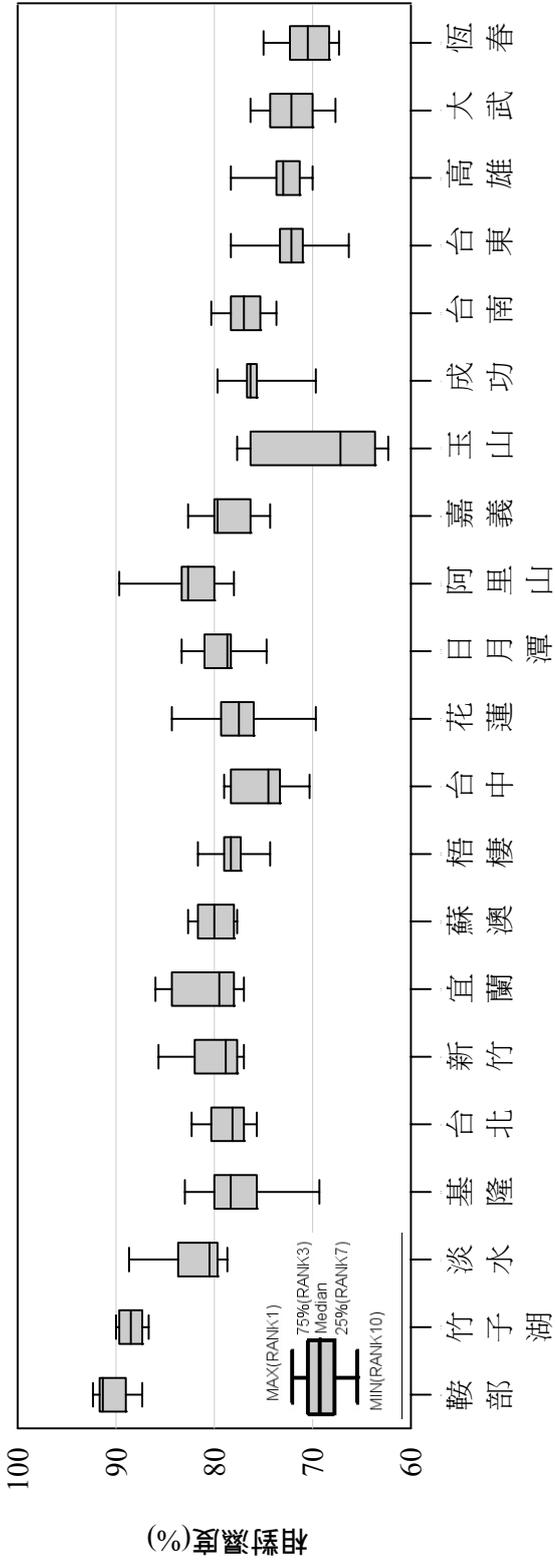
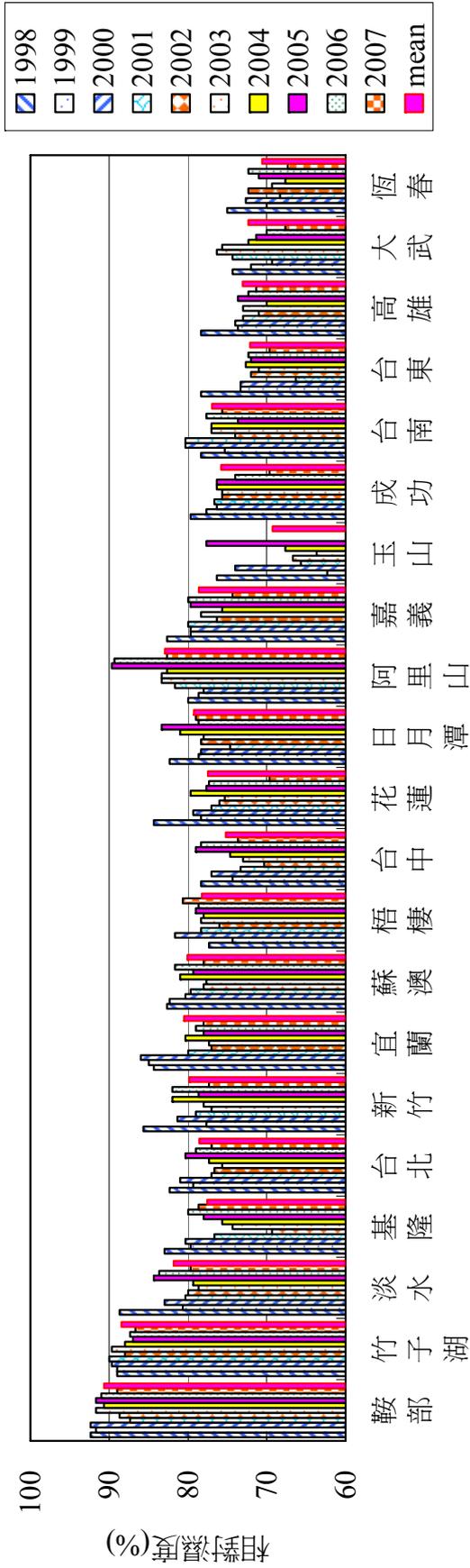


圖 4-1-20 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 1-3 月相對濕度分佈及盒鬚圖

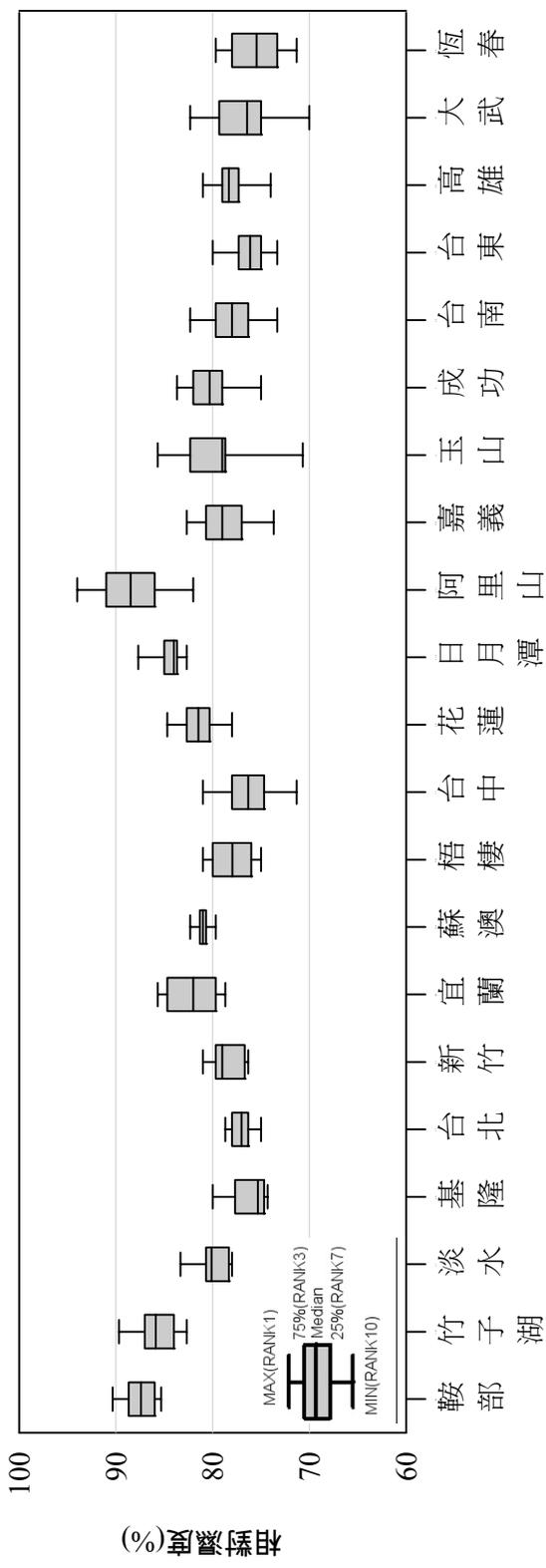
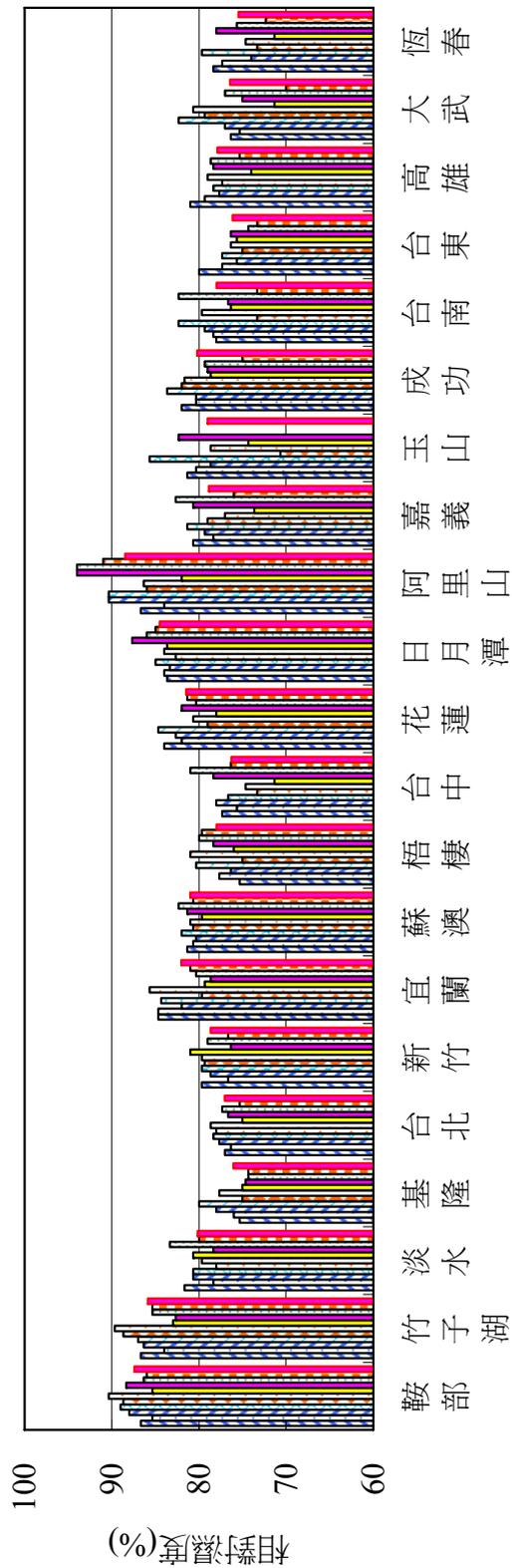
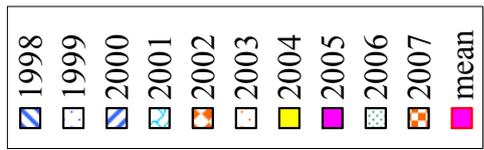


圖 4-1-21 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 4-6 月相對濕度分佈及盒鬚圖

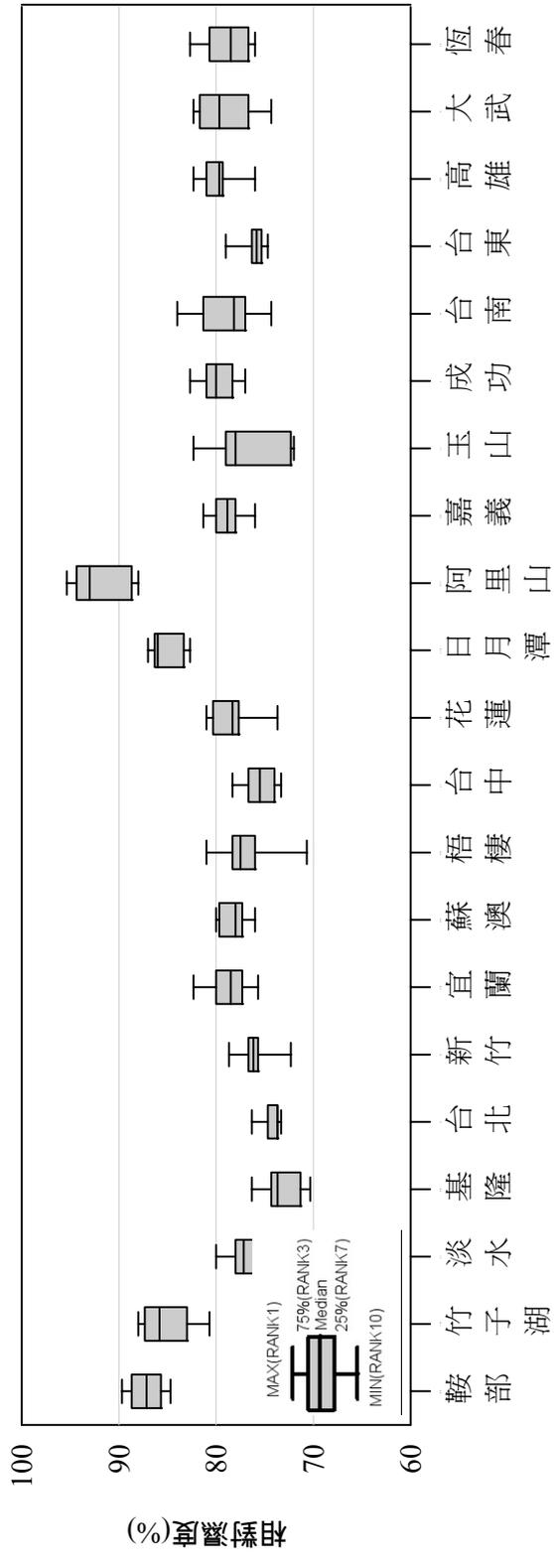
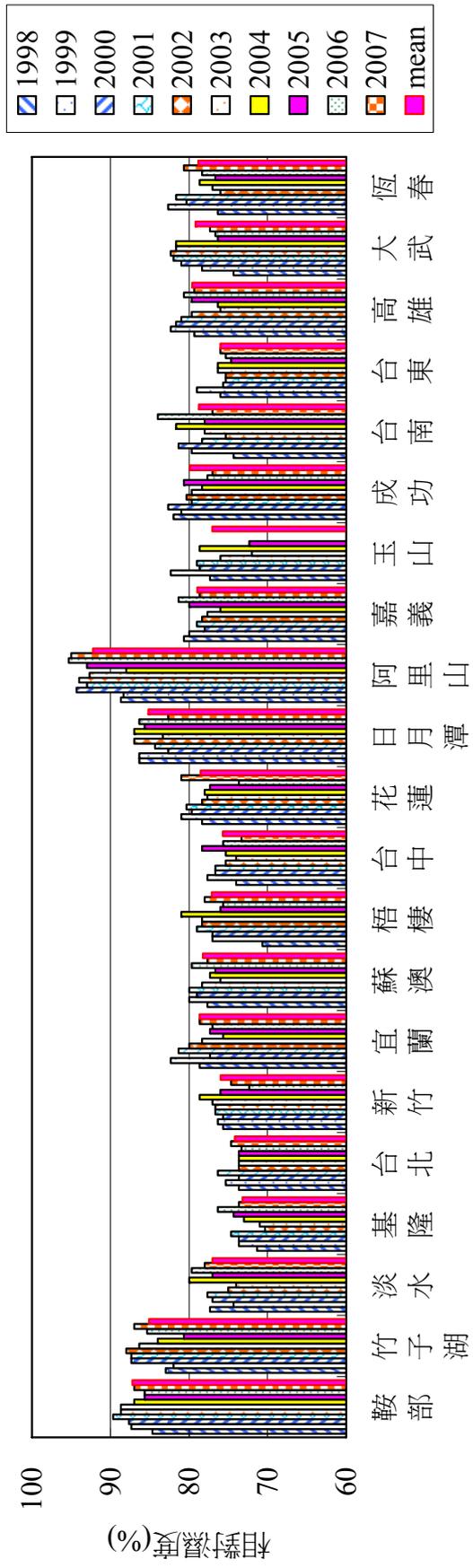


圖 4-1-22 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 7-9 月相對濕度分佈及盒鬚圖

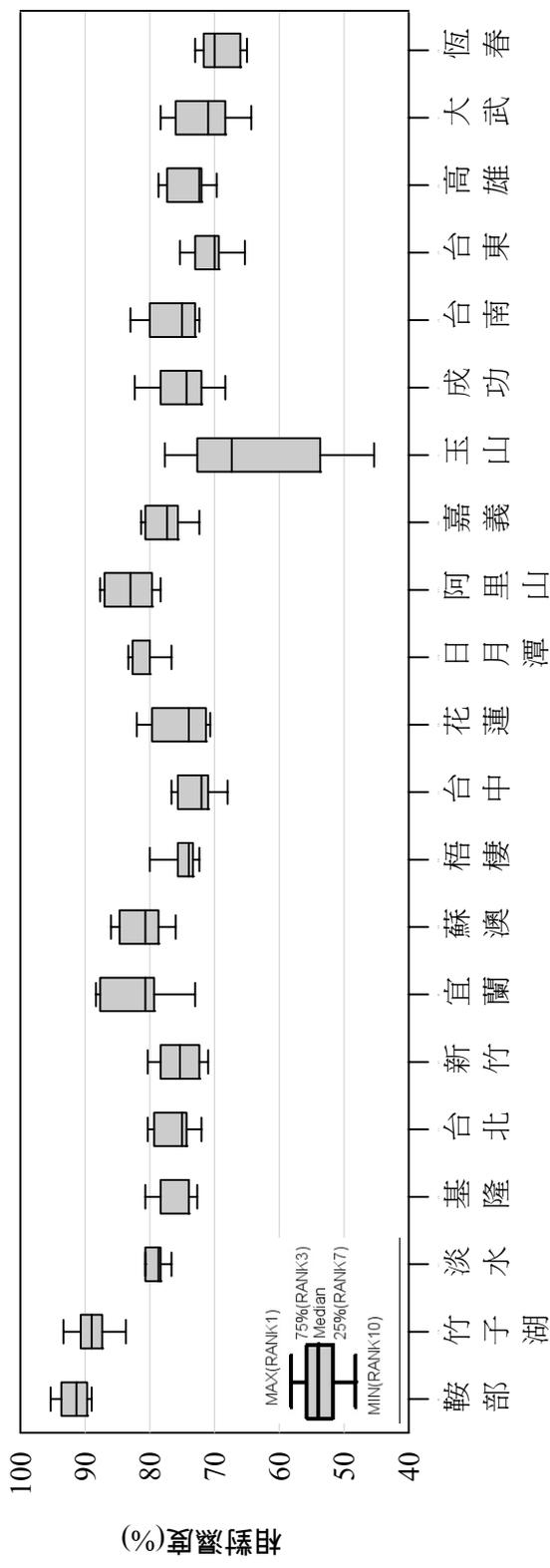
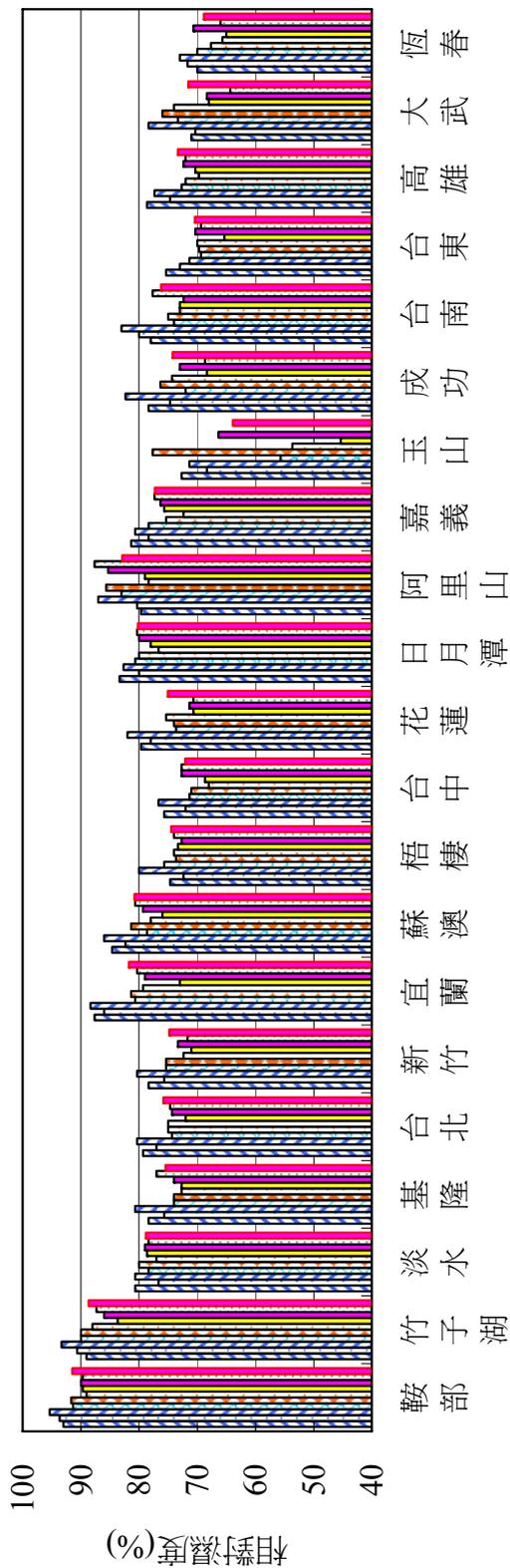
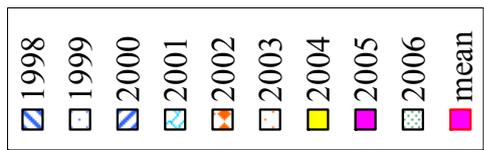


圖 4-1-23 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年 10-12 月相對濕度分佈及盒鬚圖

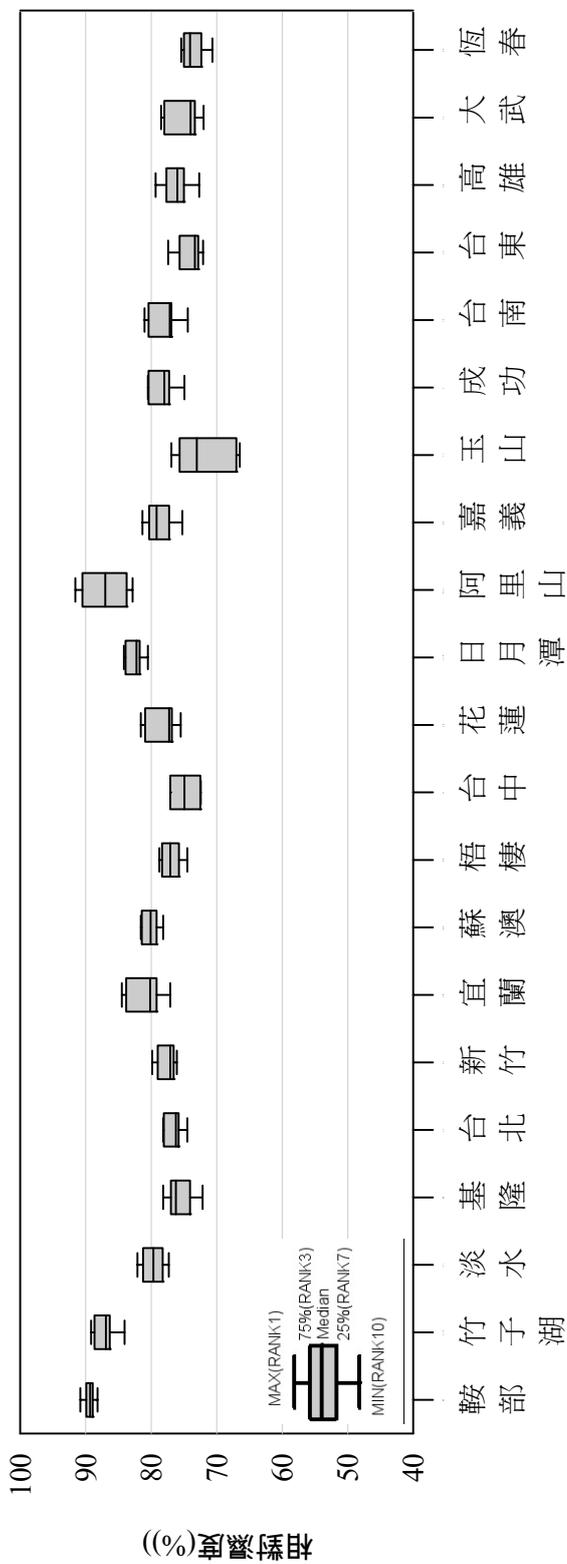
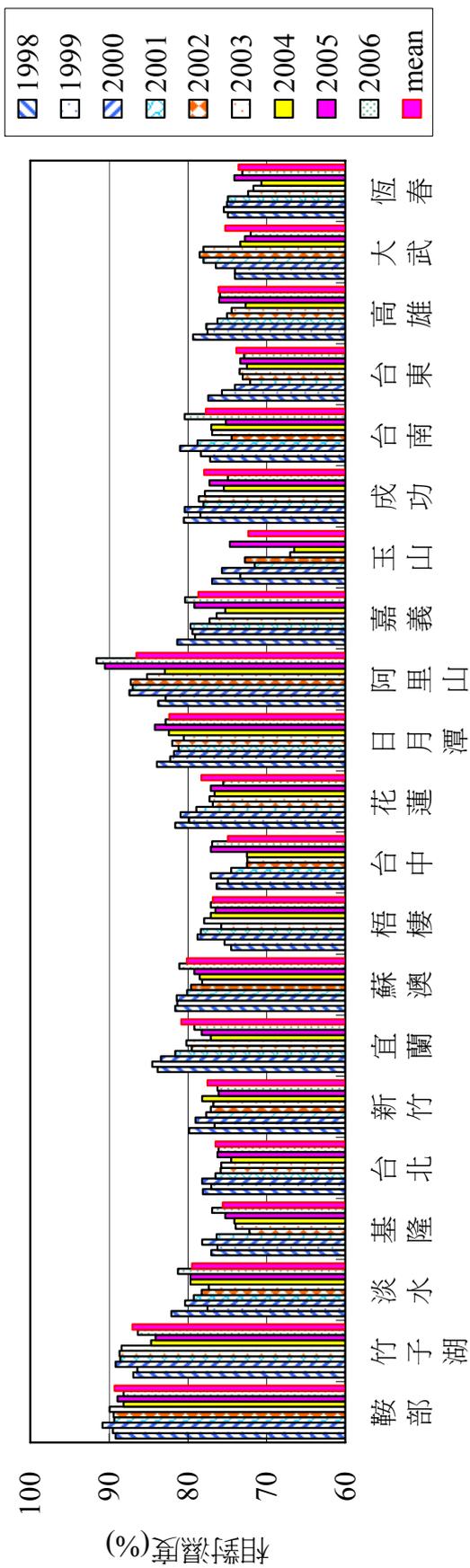


圖 4-1-24 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年年平均相對濕度分佈及盒鬚圖

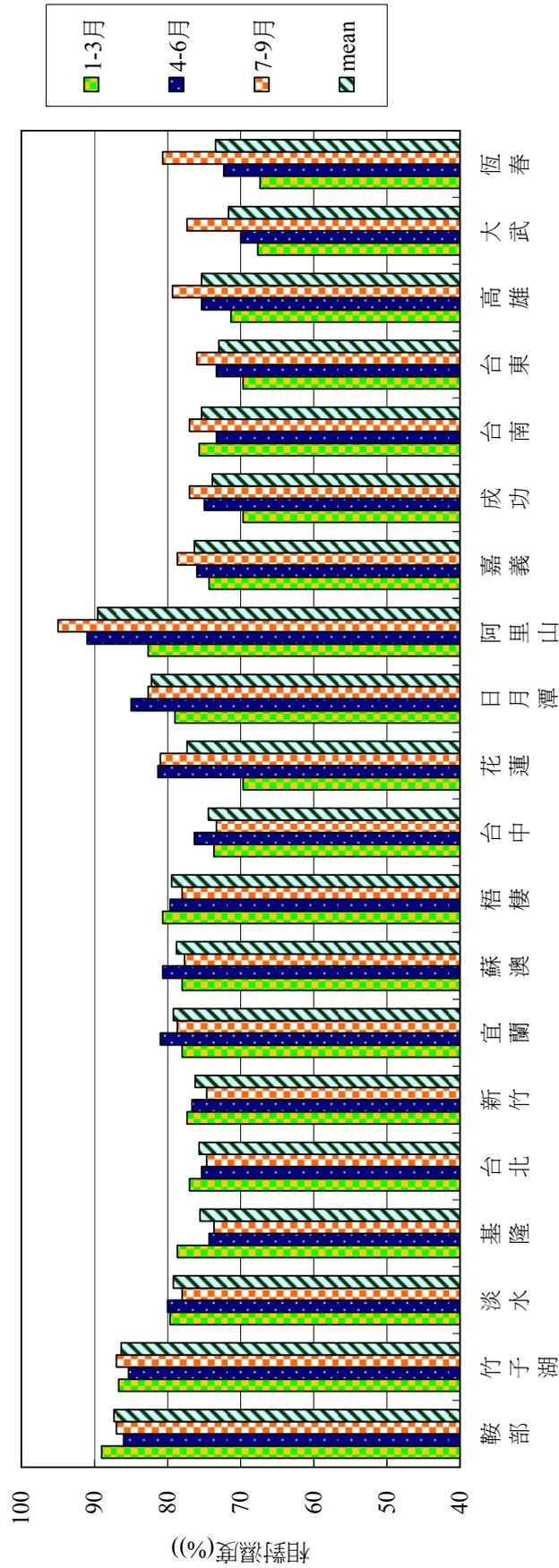
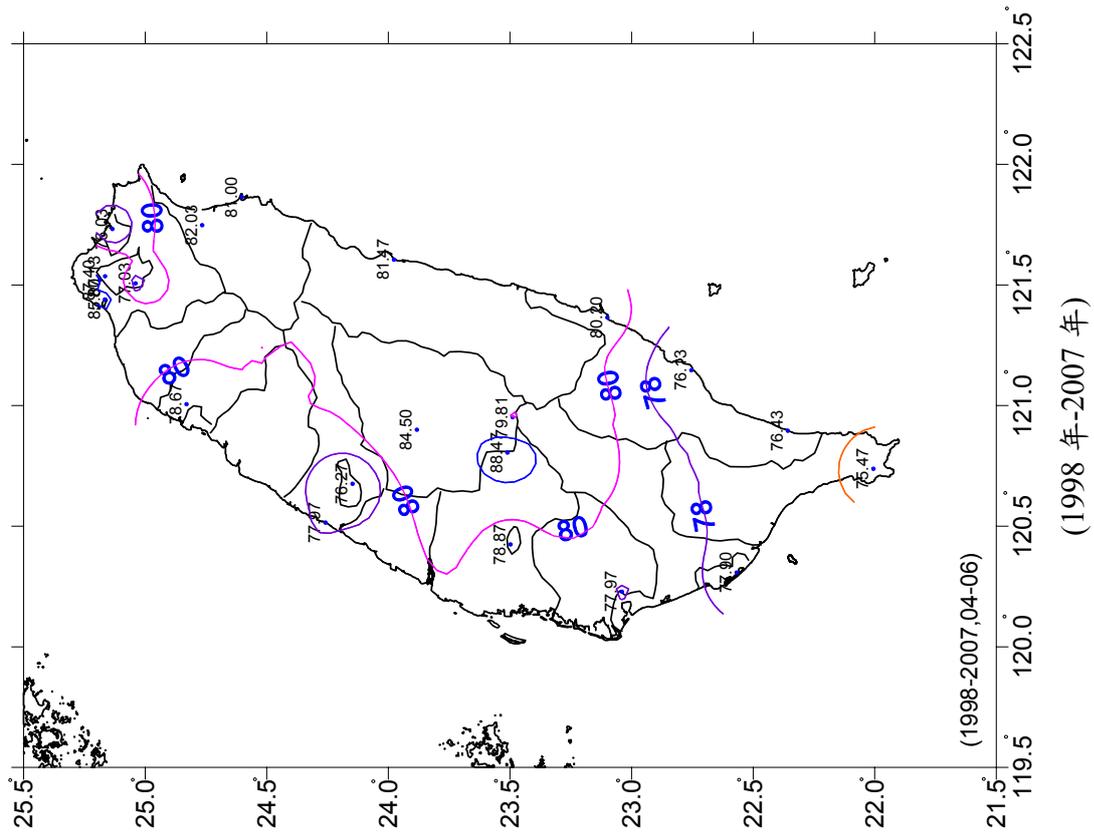
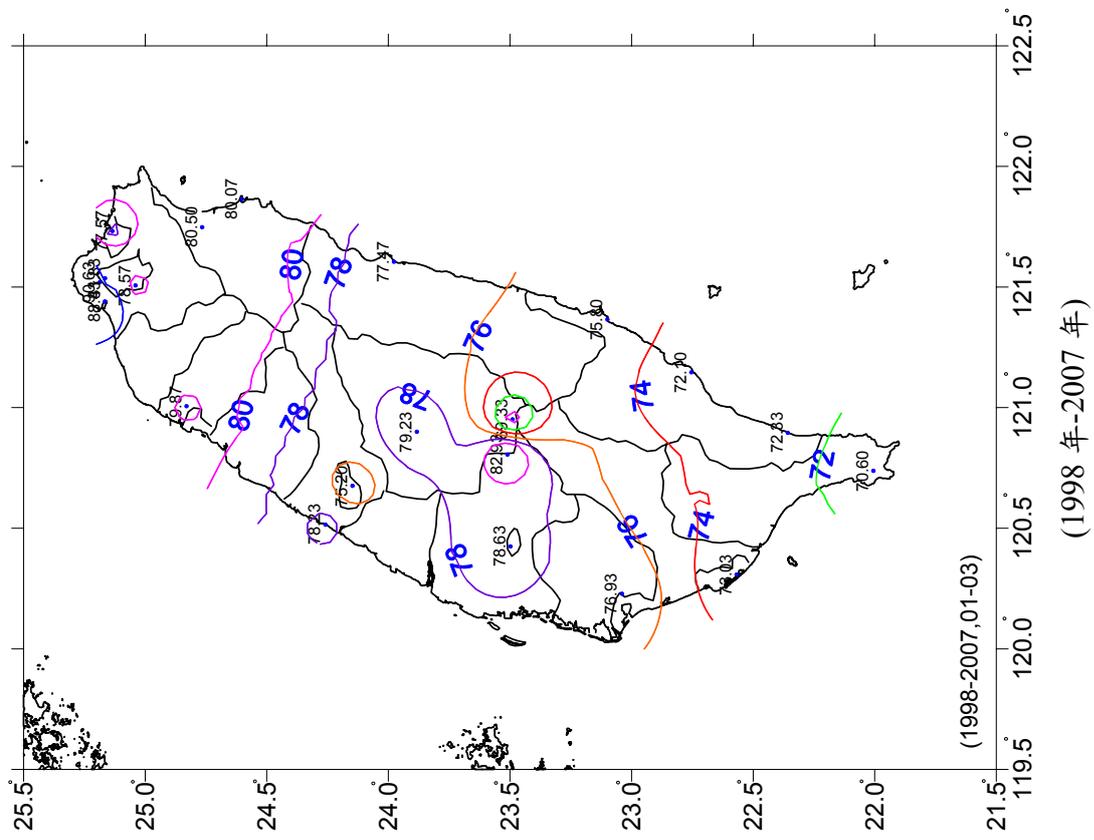


圖 4-1-25 中央氣象局各氣象測站 2007 年三季相對濕度分佈圖



4-1-26 1998年-2007年1-3月長期相對濕度等位線圖 圖 4-1-27 1998年-2007年4-6月長期相對濕度等位線圖

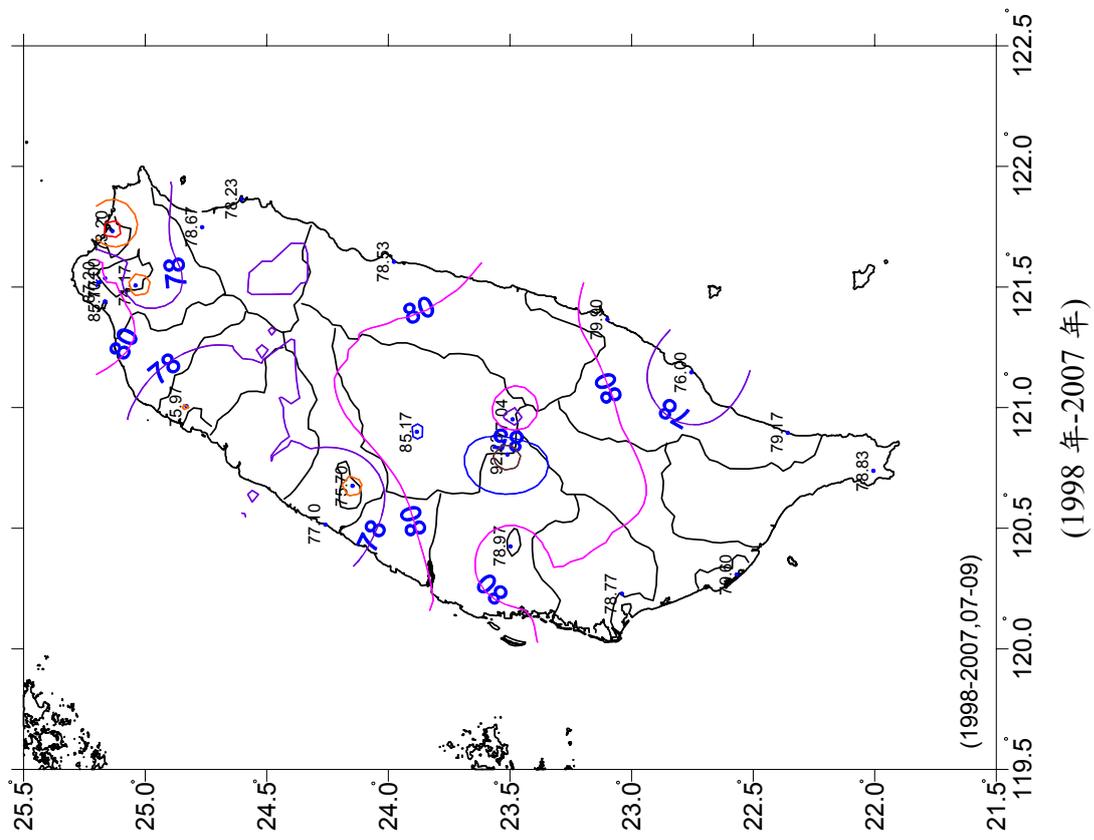


圖 4-1-28 1998 年-2007 年 7-9 月長期相對濕度等位線圖

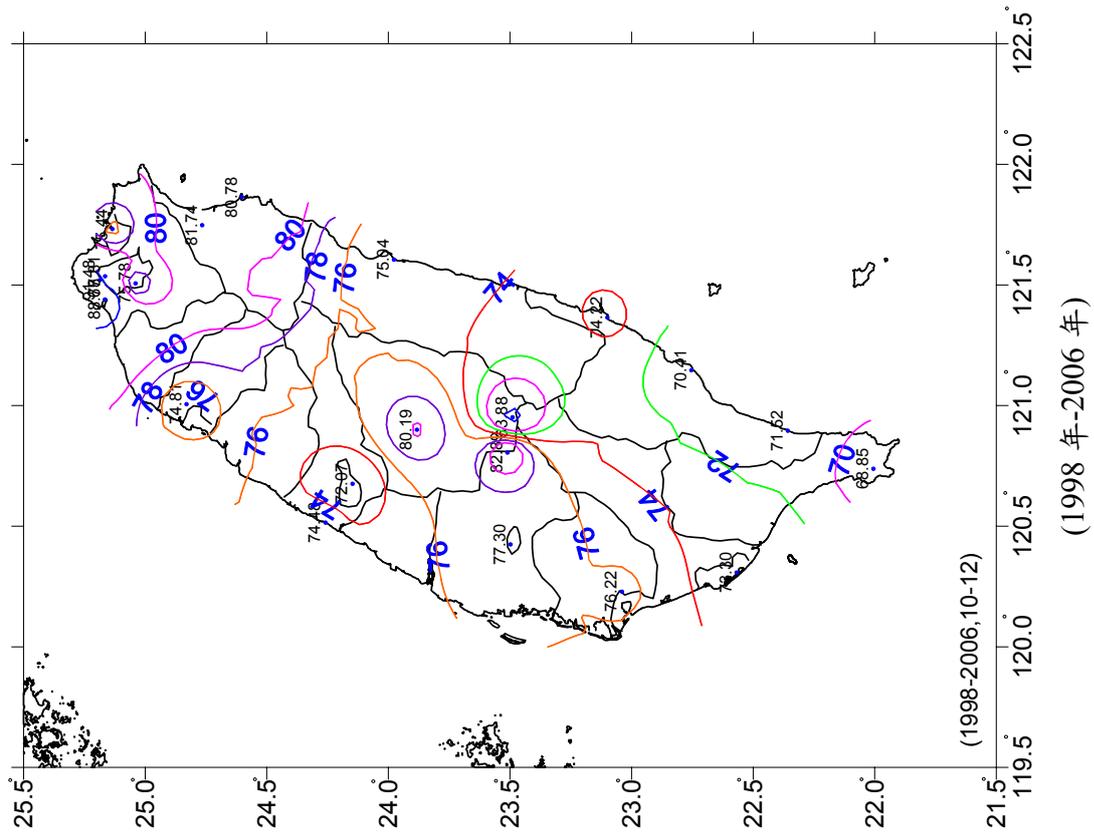


圖 4-1-29 1998 年-2006 年 10-12 月長期相對濕度等位線圖

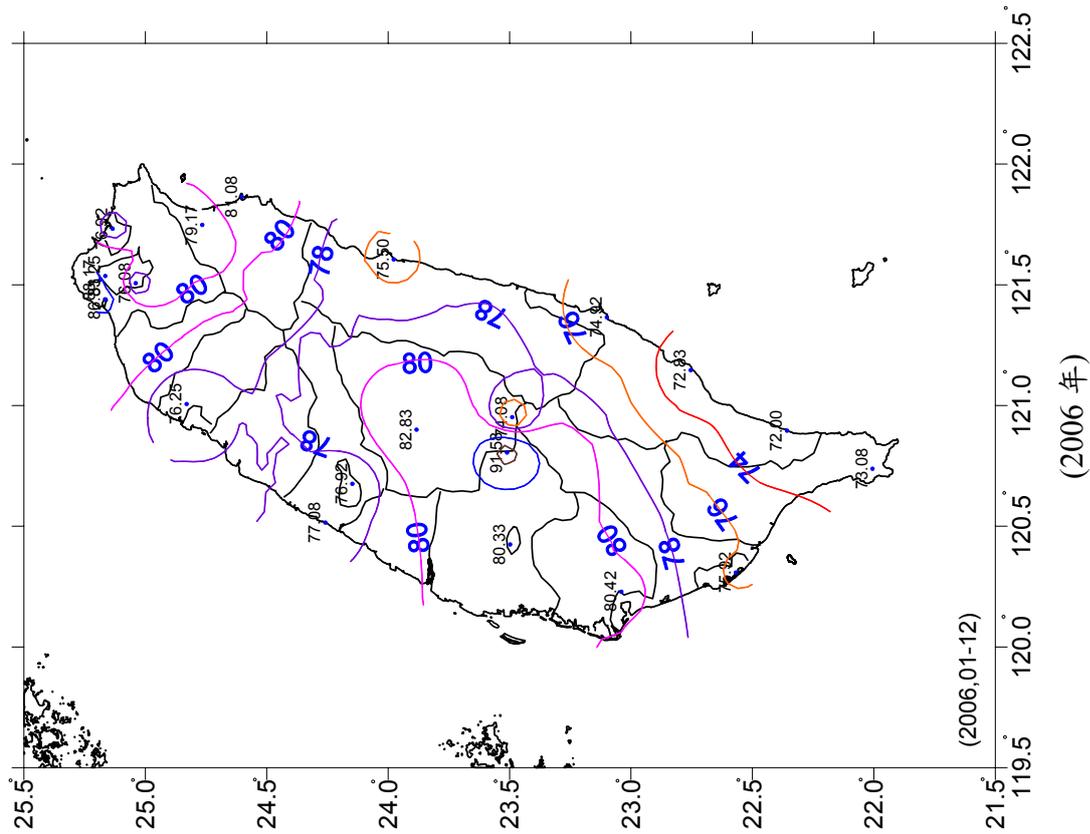


圖 4-1-31 2006 年相對濕度等位線圖

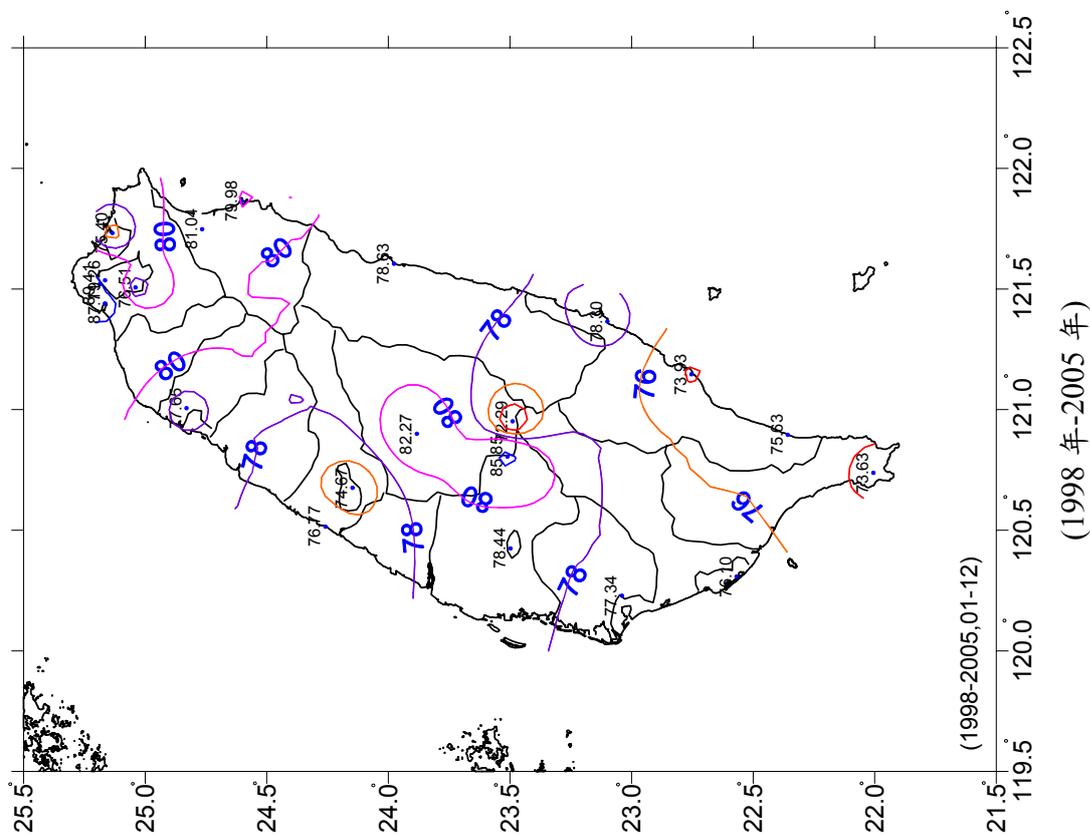
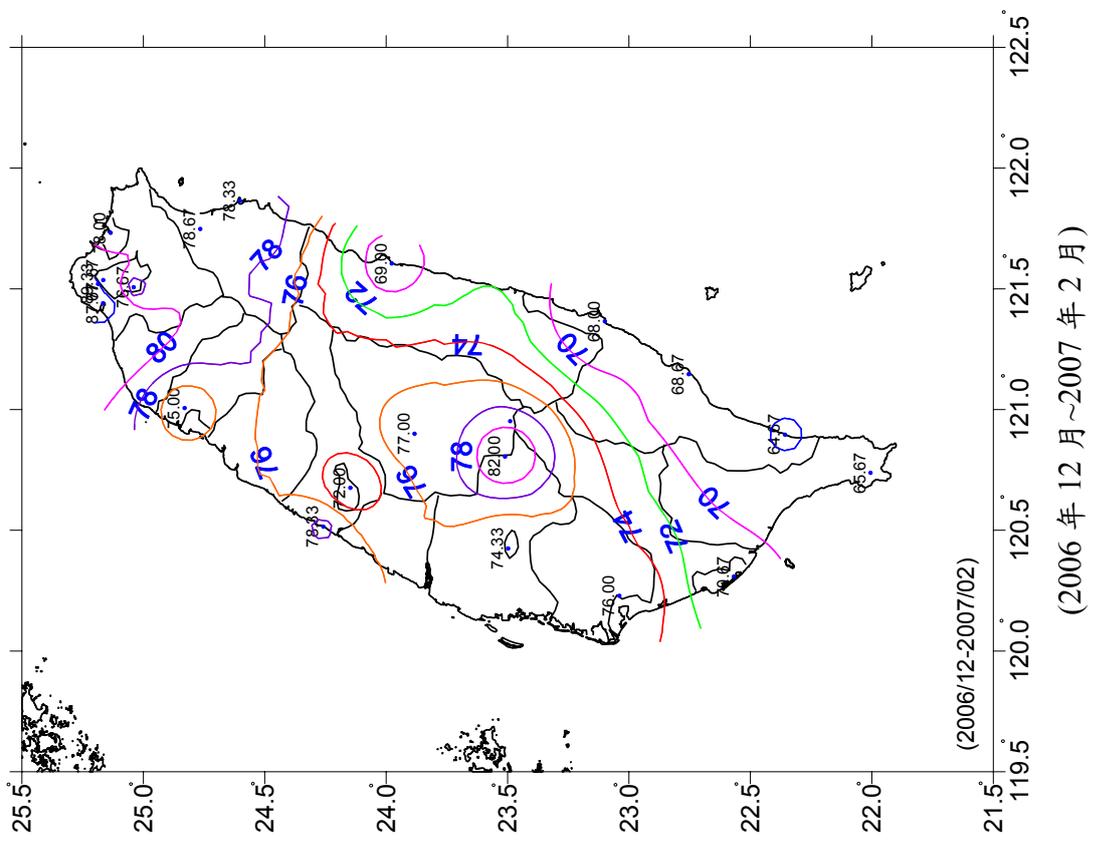
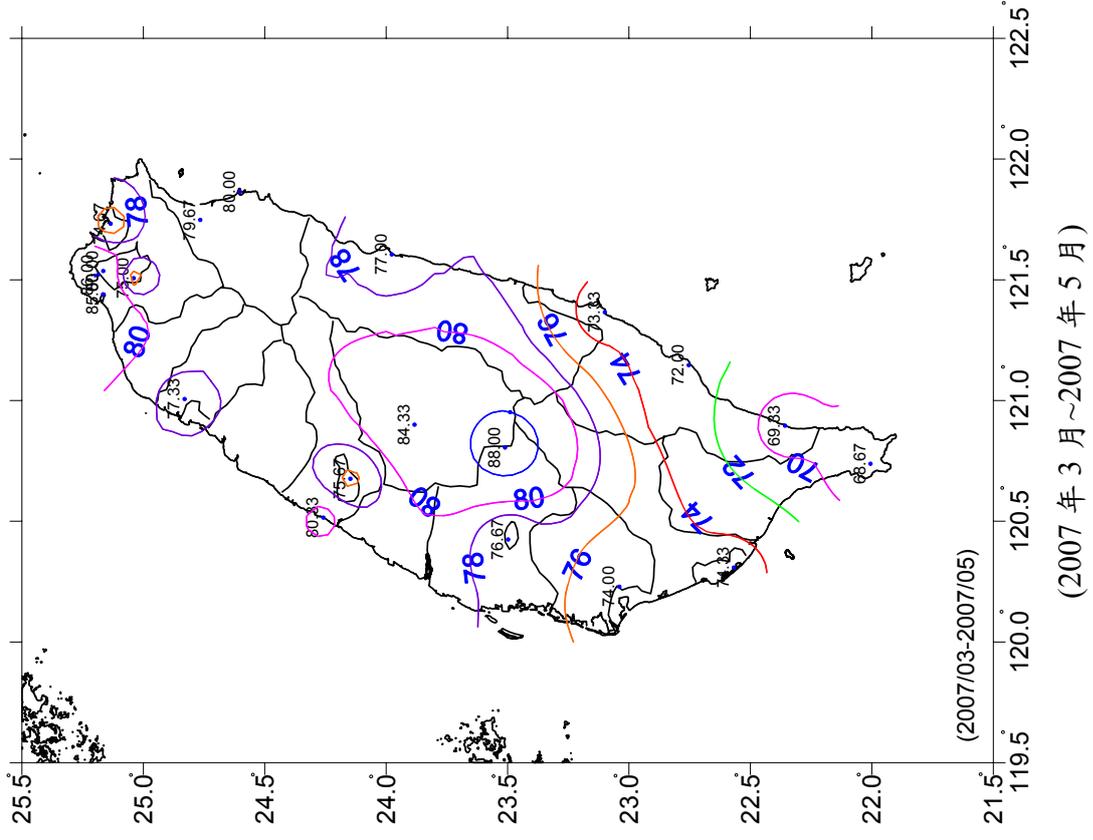


圖 4-1-30 1998~2005 年相對濕度等位線圖



(2006年12月~2007年2月)

圖 4-1-32 2006年12月~2007年2月相對濕度等位線圖



(2007年3月~2007年5月)

圖 4-1-33 2007年3-5月相對濕度等位線圖

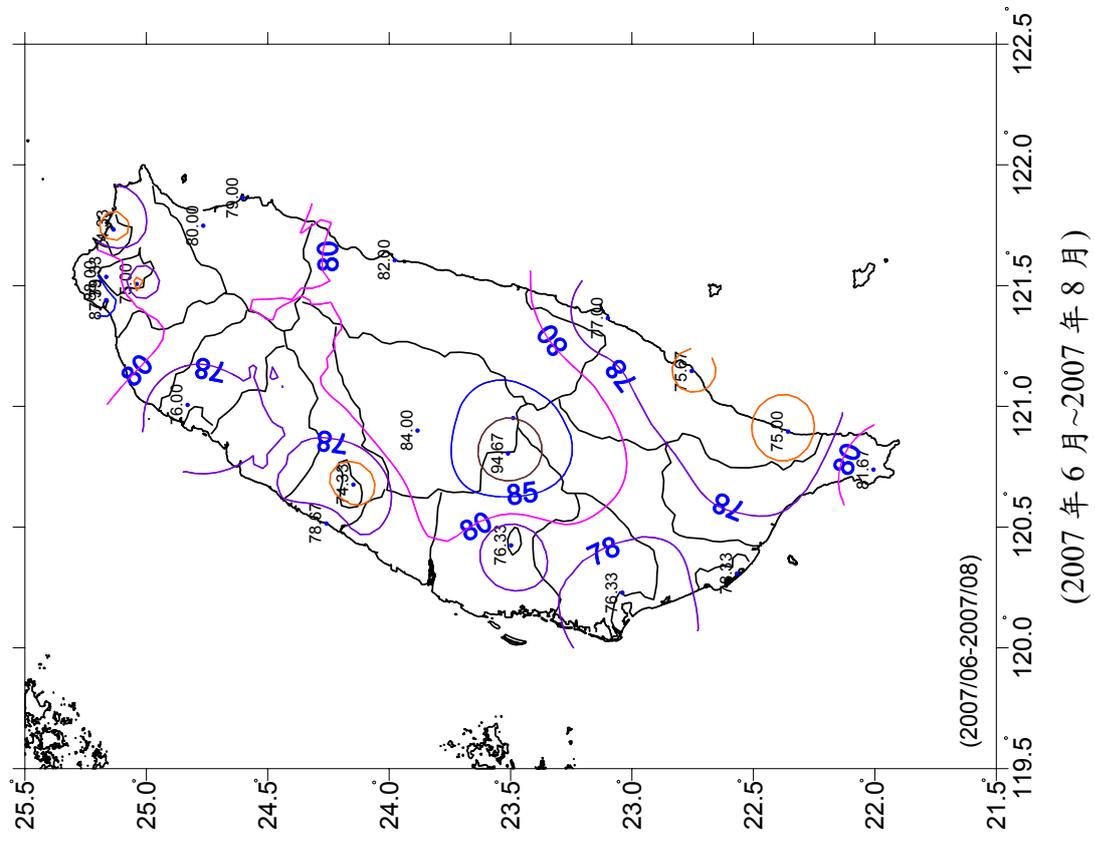


圖 4-1-34 2007 年 6-8 月相對濕度等位線圖

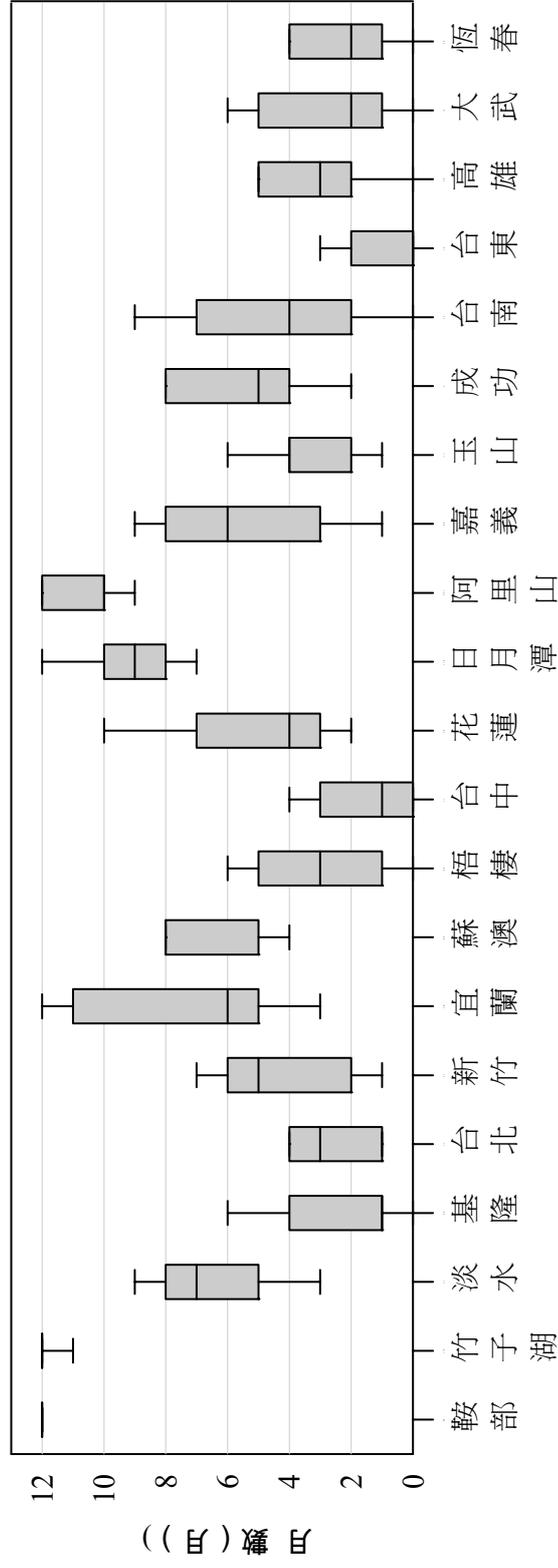
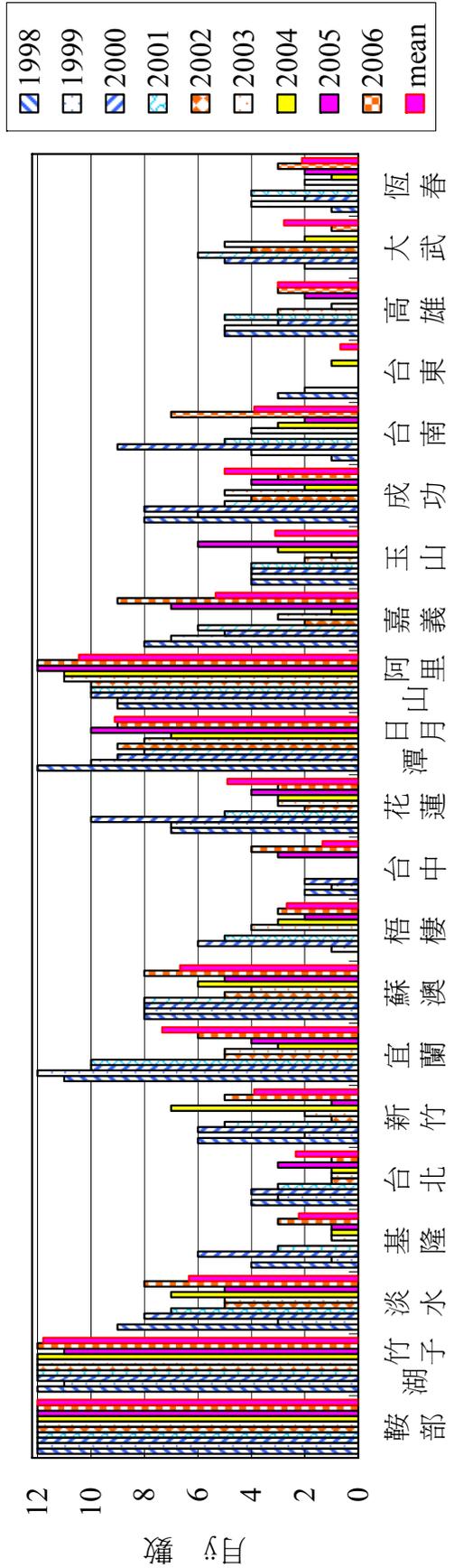


圖 4-1-35 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年相對溼度超過 80% 月數統計分佈及盒鬚圖

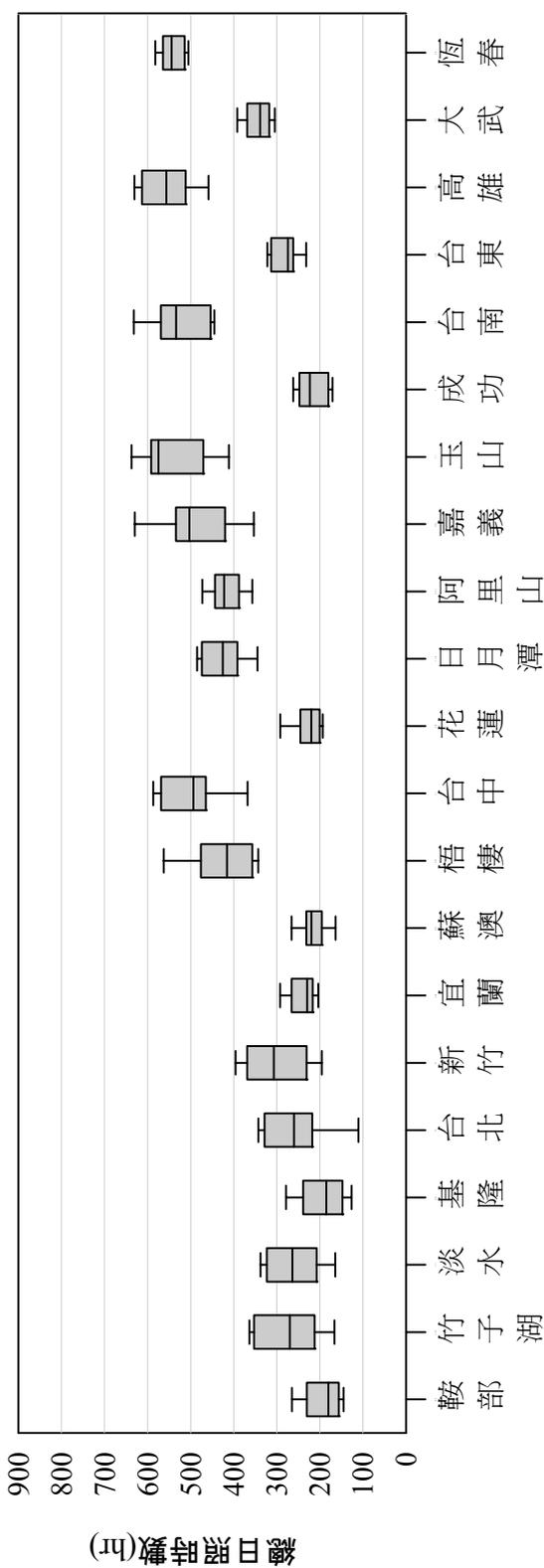
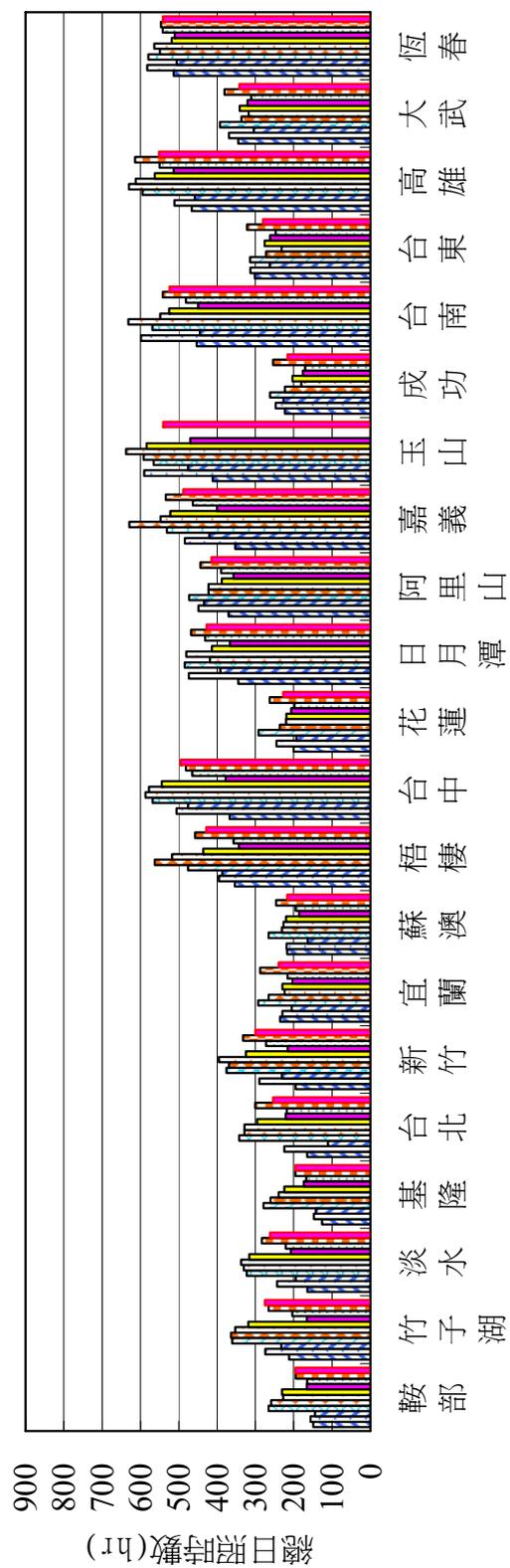
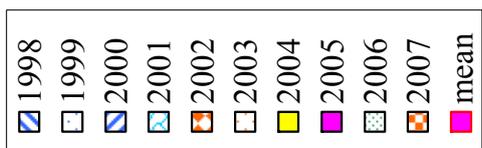


圖 4-1-36 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 1-3 月總日照時數分佈及盒鬚圖

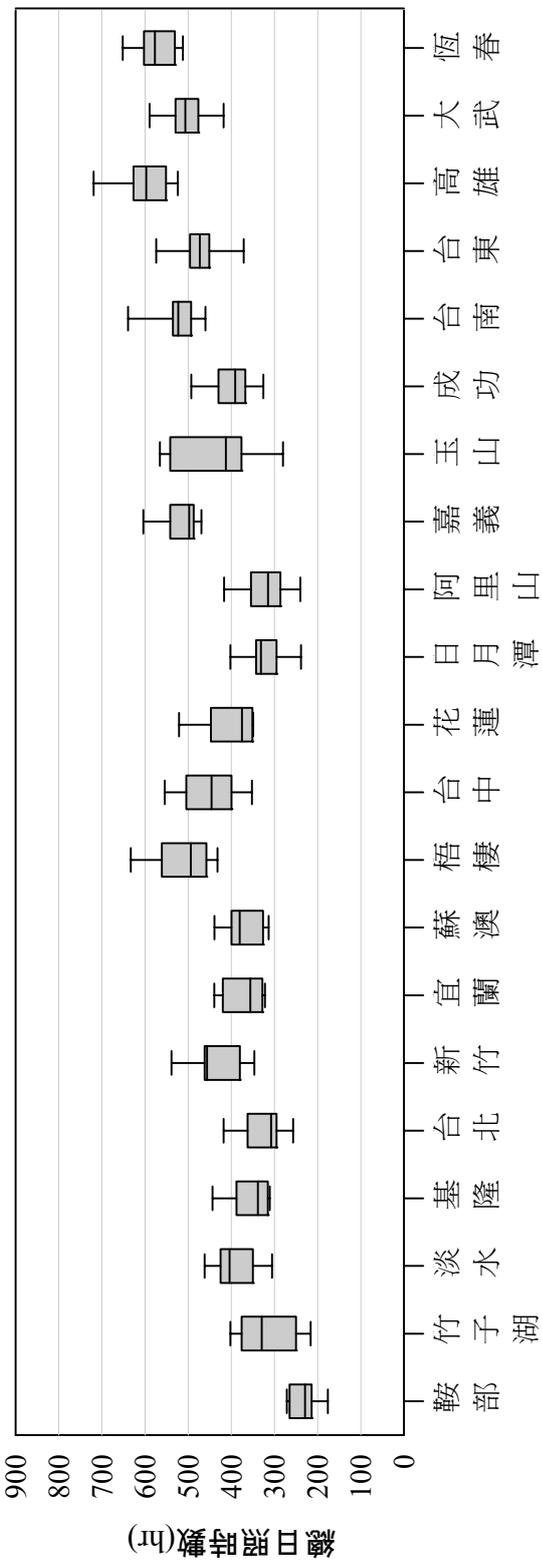
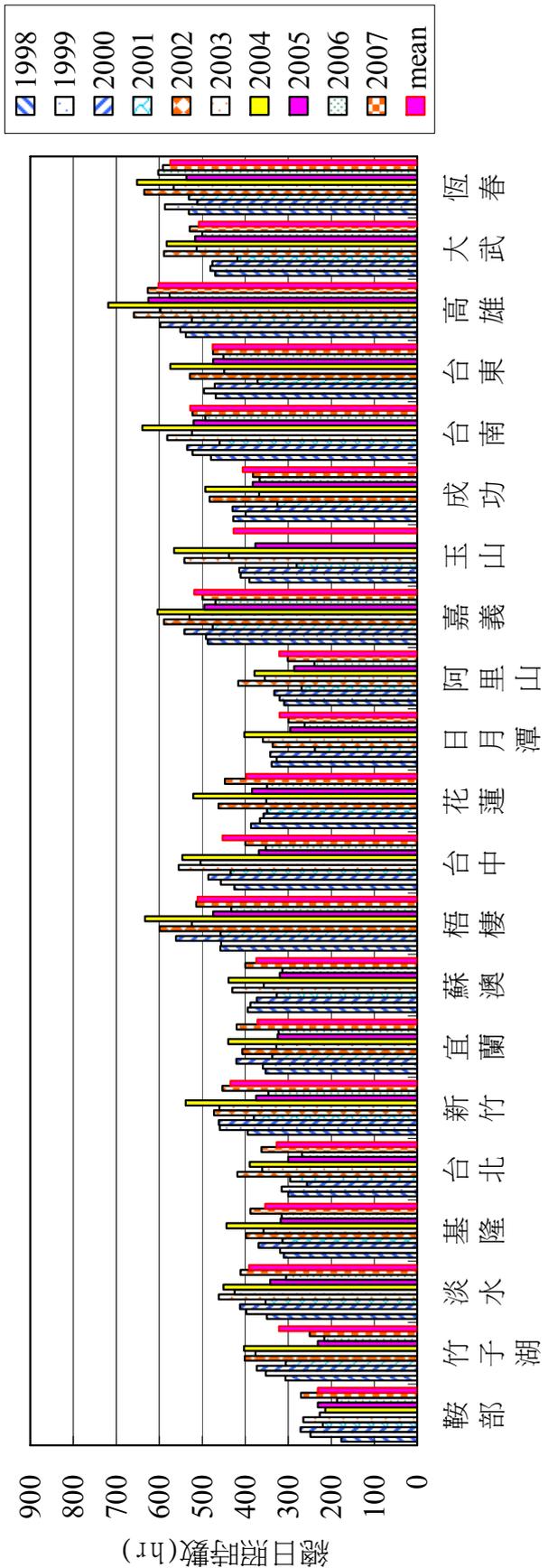


圖 4-1-37 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 4-6 月總日照時數分佈及盒鬚圖

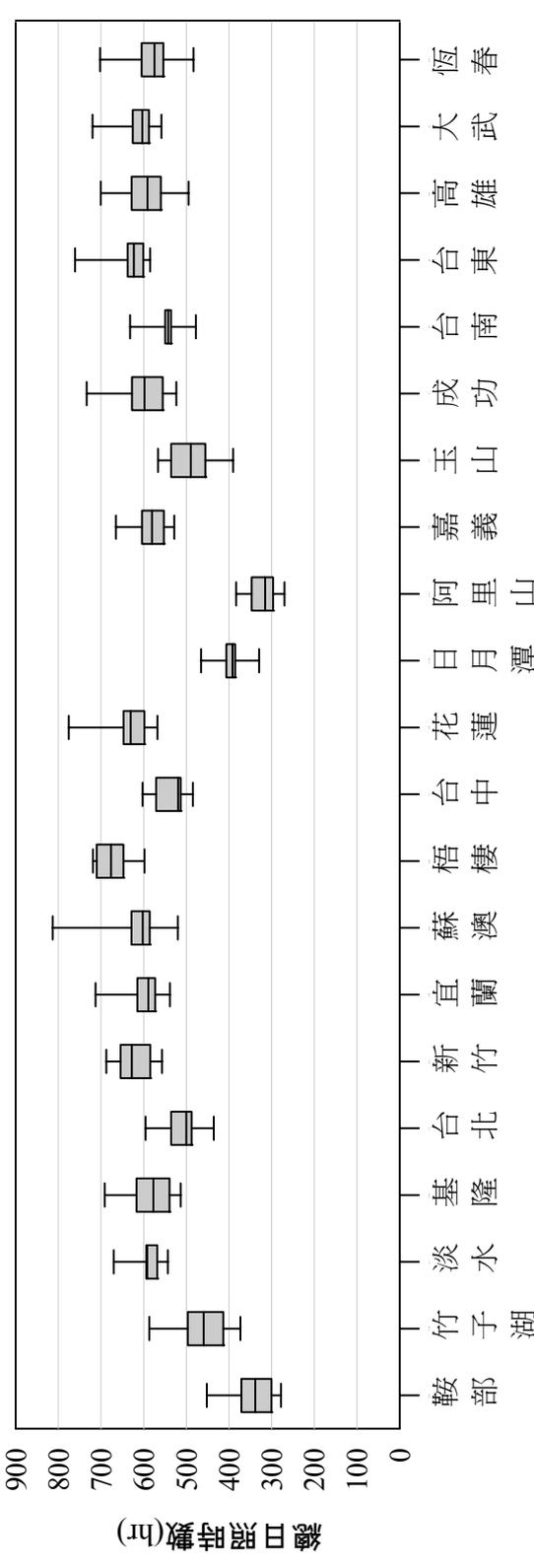
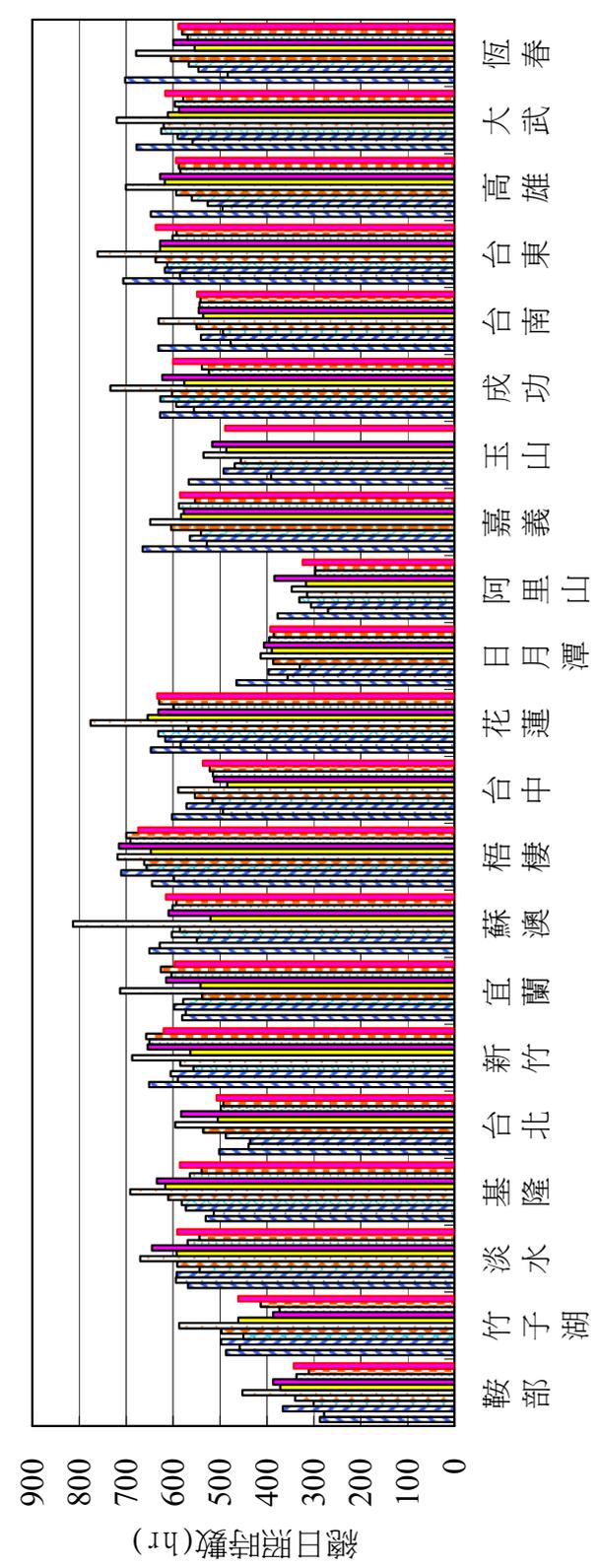
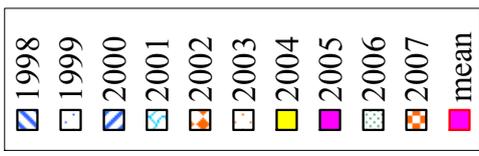


圖 4-1-38 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年 7-9 月總日照時數分佈及盒鬚圖

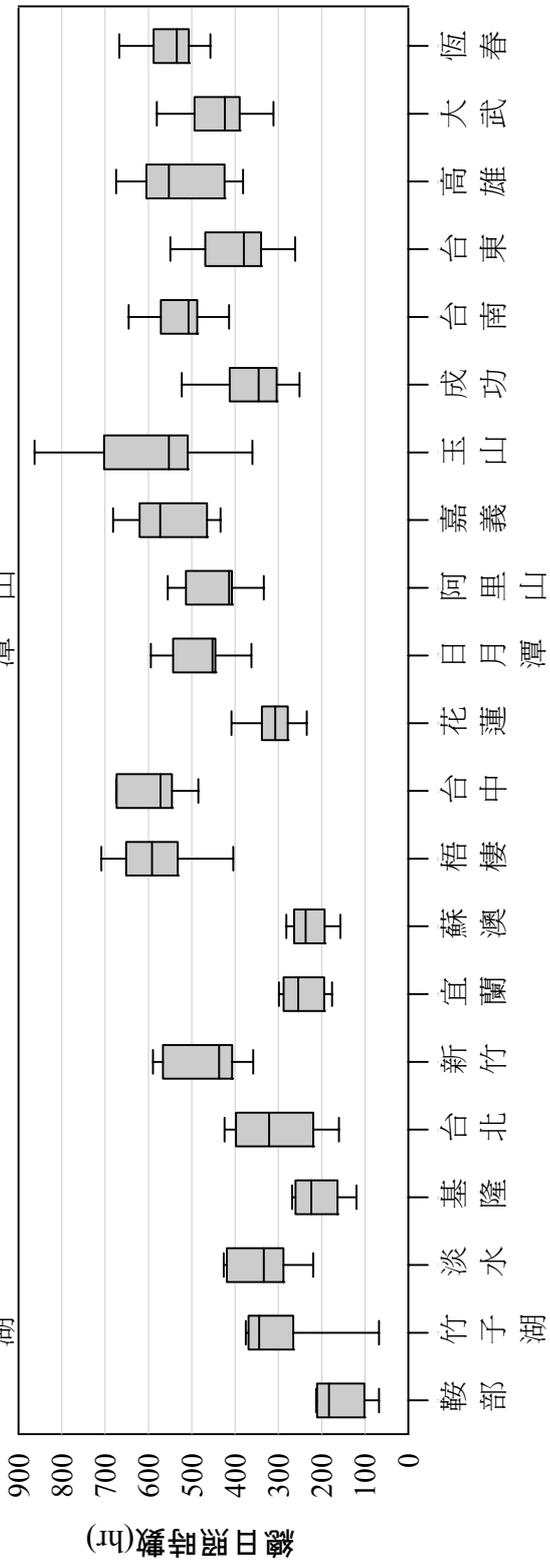
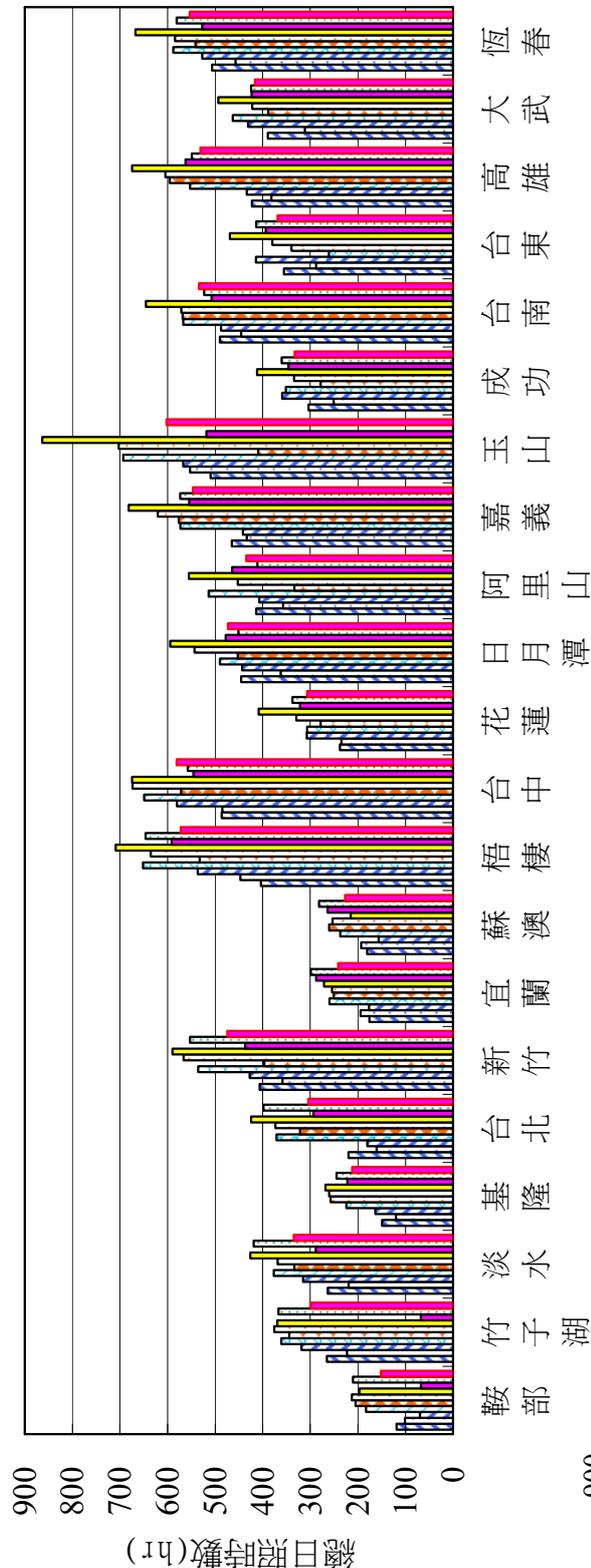
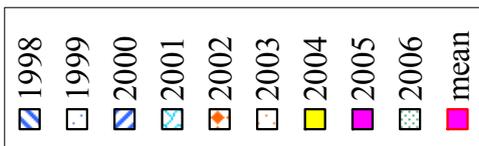


圖 4-1-39 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年 10-12 月總日照時數分佈及盒鬚圖

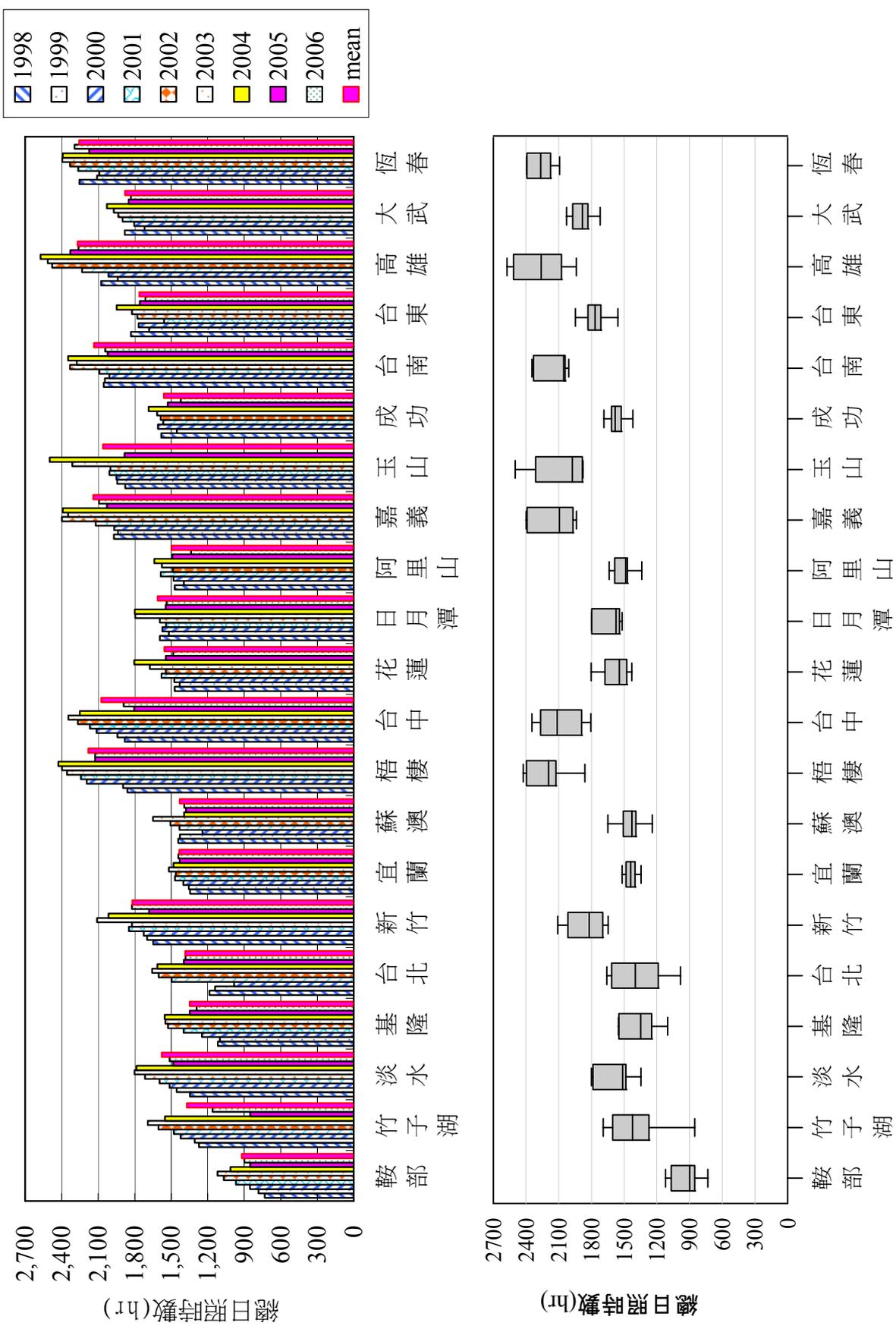


圖 4-1-40 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年各年之總日照時數分佈及盒鬚圖

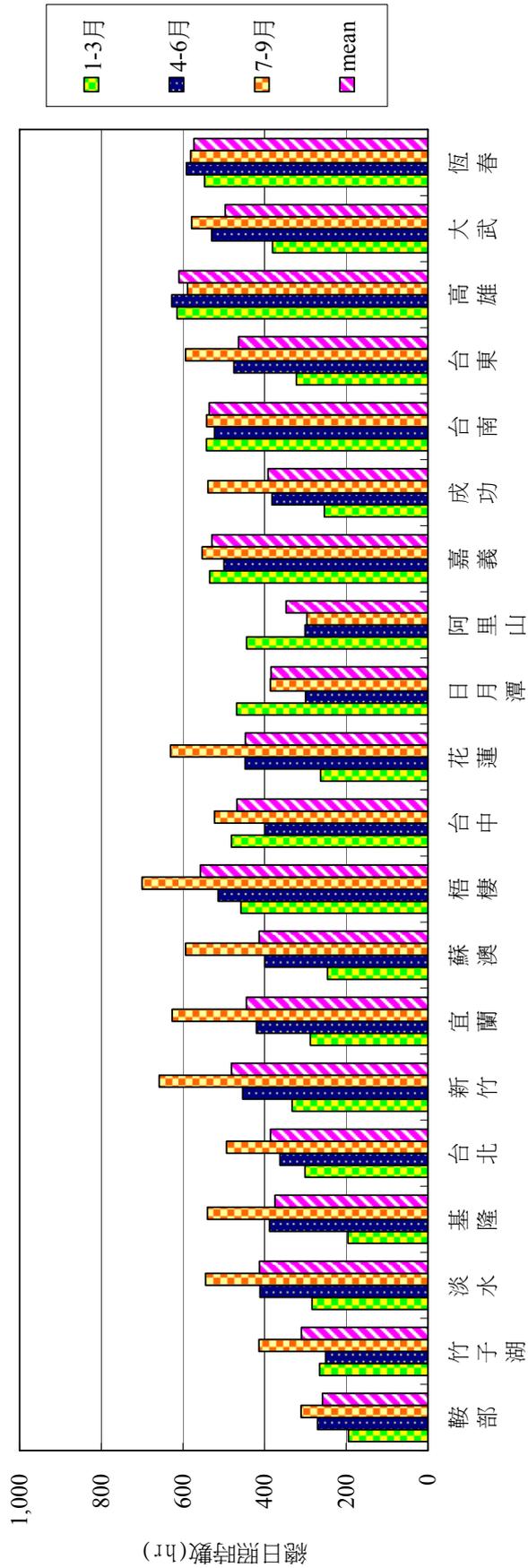


圖 4-1-41 中央氣象局各氣象測站 2007 年三季總日照時數分佈圖

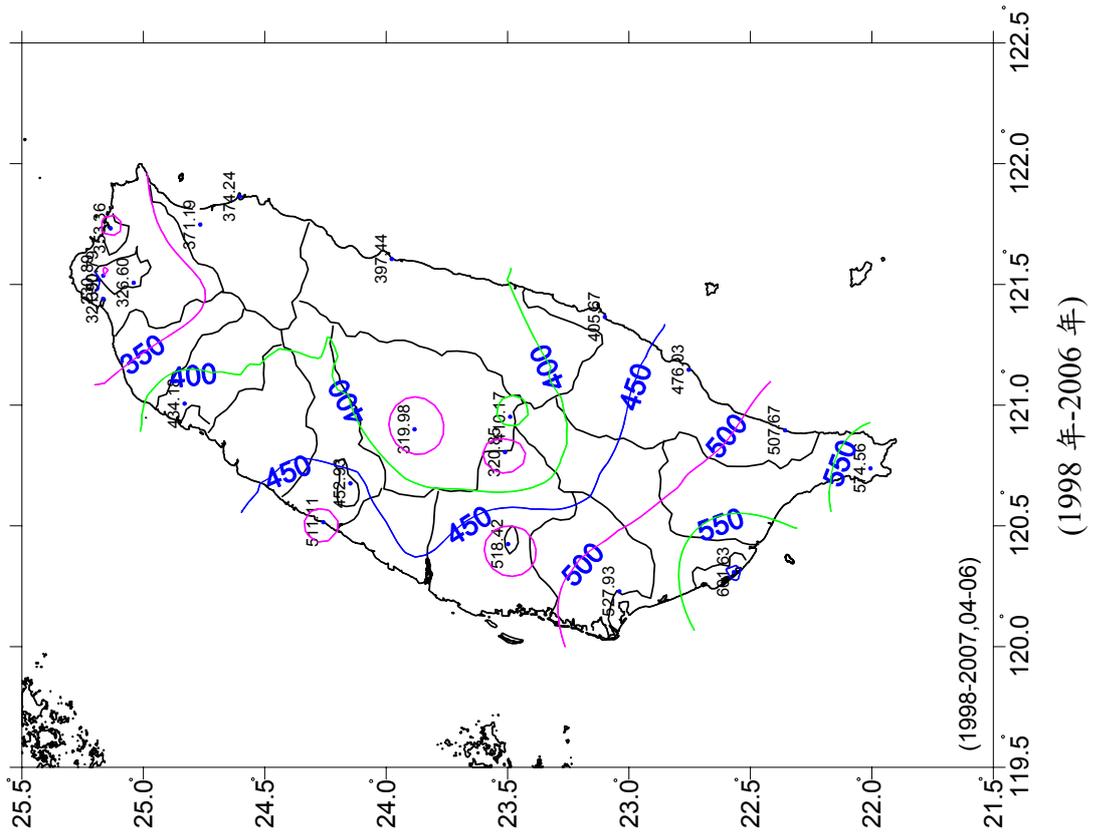
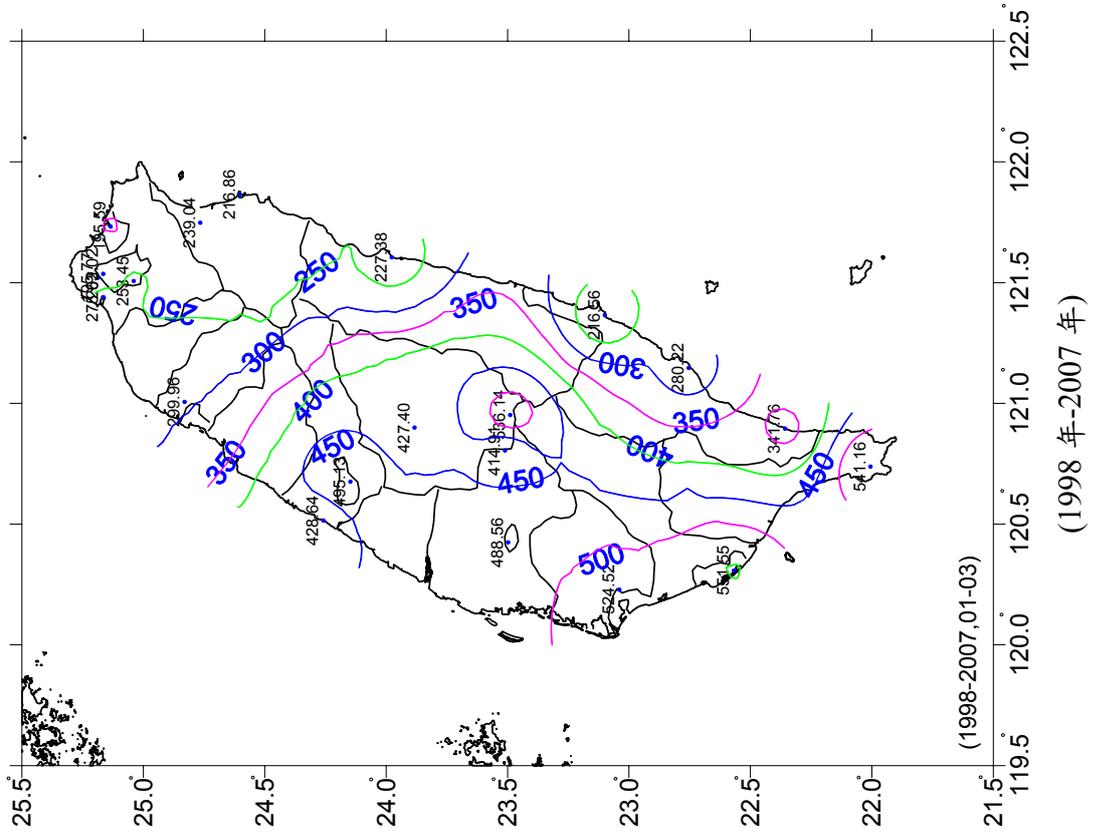


圖 4-1-42 1998 年-2007 年 1-3 月長期總日照時數等位線圖 (1998 年-2007 年)

圖 4-1-43 1998 年-2007 年 4-6 月長期總日照時數等位線圖 (1998 年-2006 年)

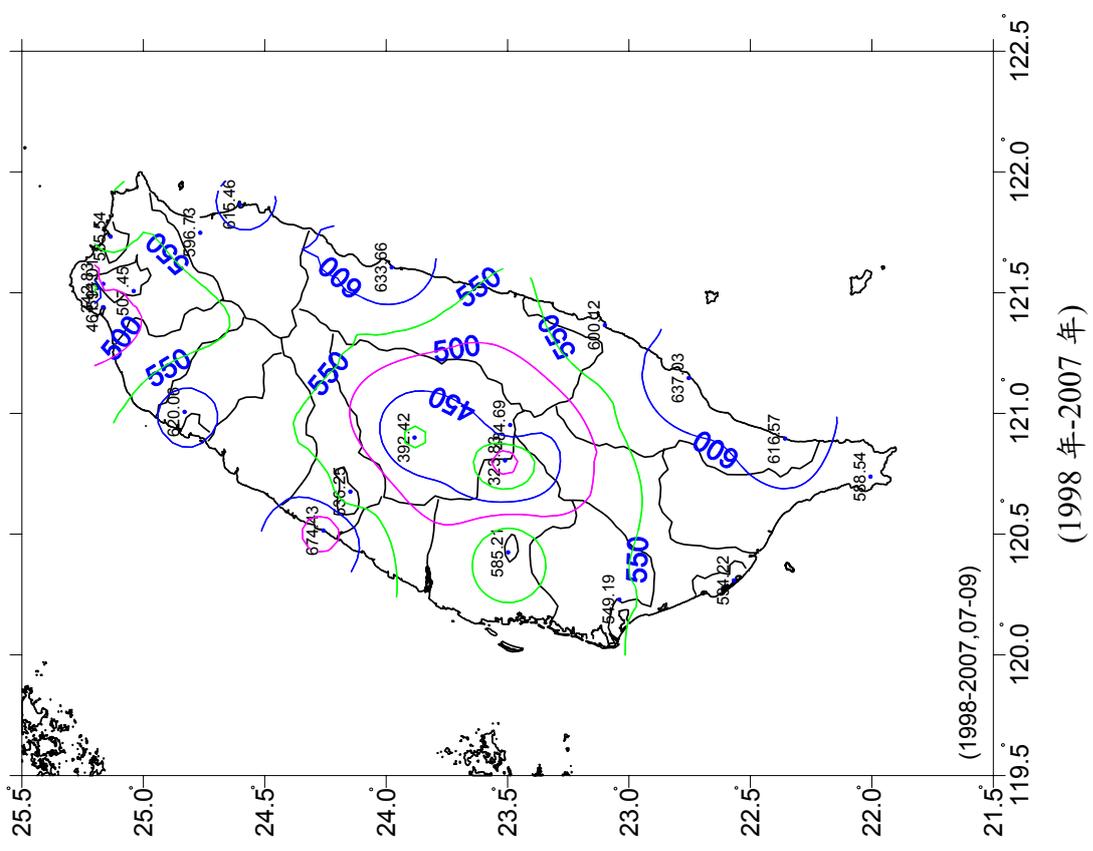


圖 4-1-44 1998年-2007年7-9月長期總日照時數等位線圖

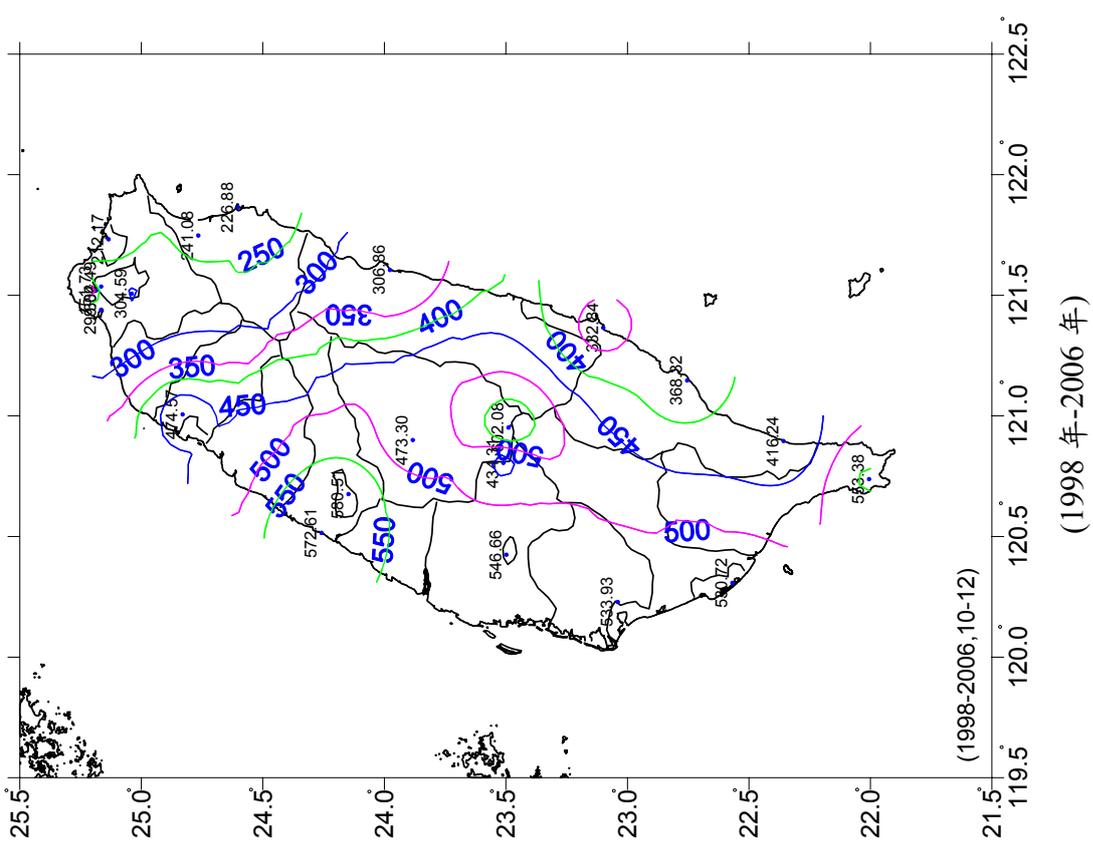


圖 4-1-45 1998年-2006年10-12月長期總日照時數等位線圖

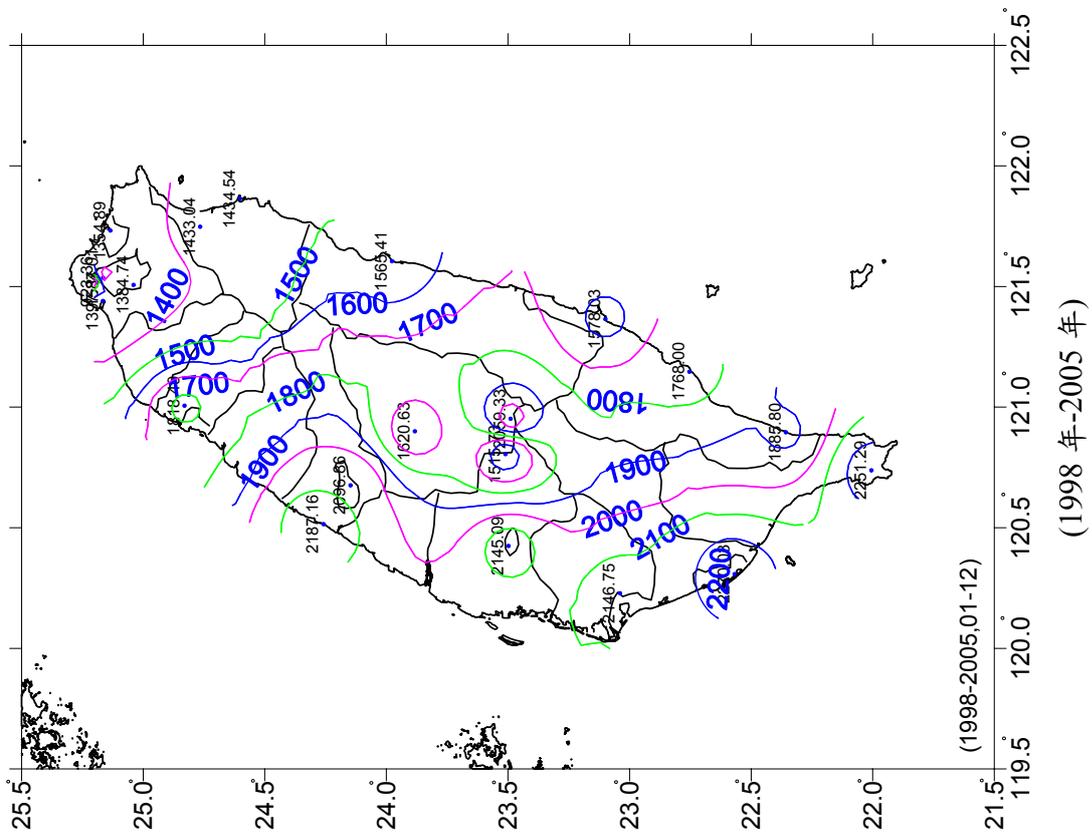


圖 4-1-46 1998~2005 年平均總日照時數等位線圖

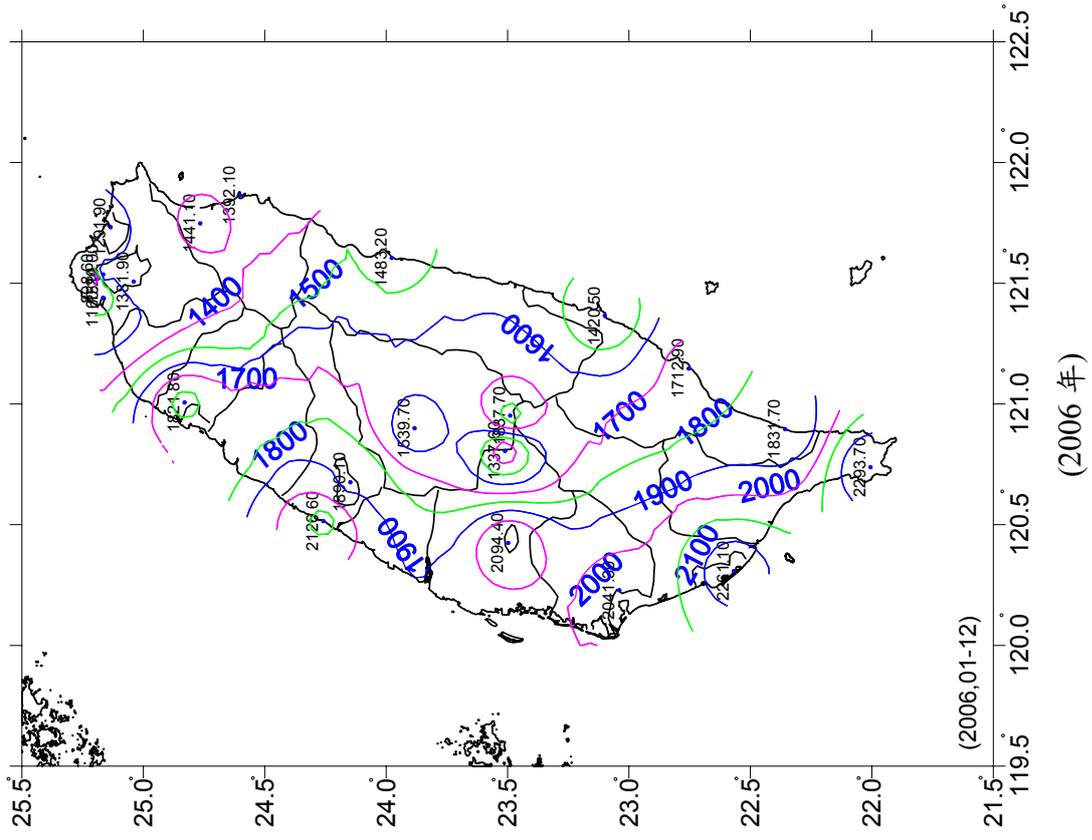
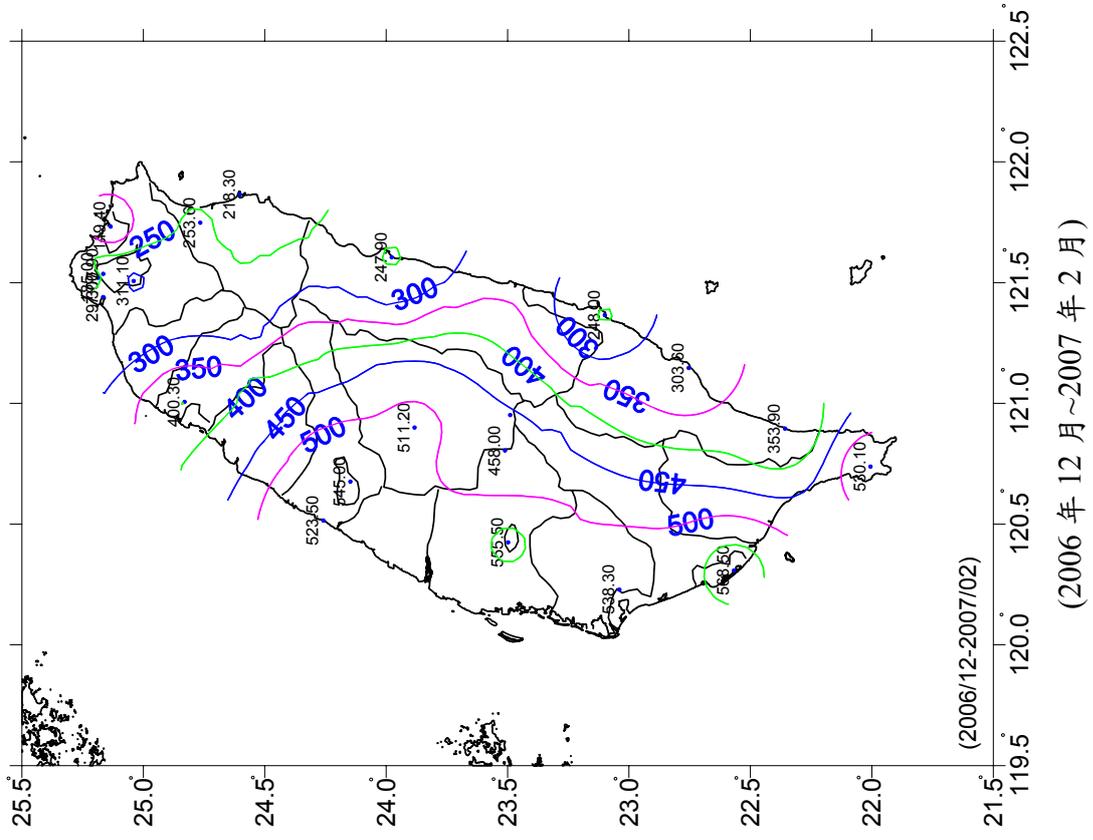
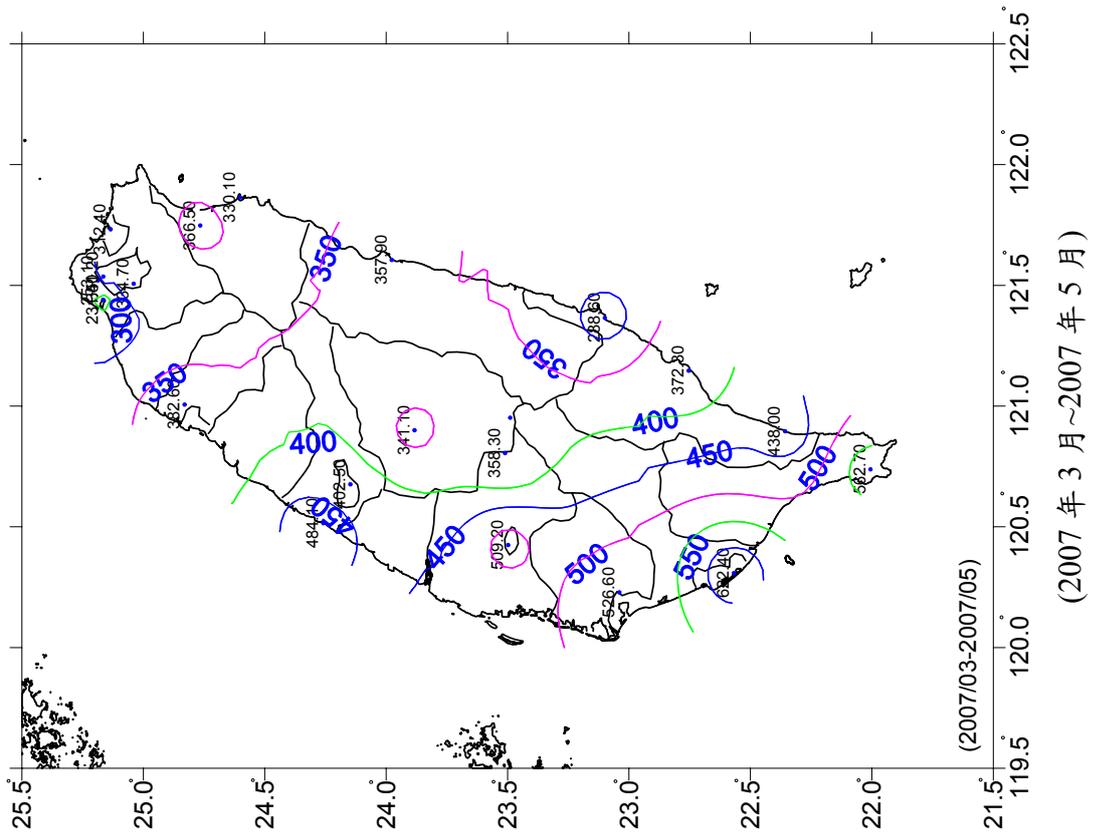


圖 4-1-47 2006 年總日照時數等位線圖



(2006年12月~2007年2月)

圖 4-1-48 2006 年 12 月~2007 年 2 月總日照時數等位線圖



(2007年3月~2007年5月)

圖 4-1-49 2007 年 3-5 月總日照時數等位線圖

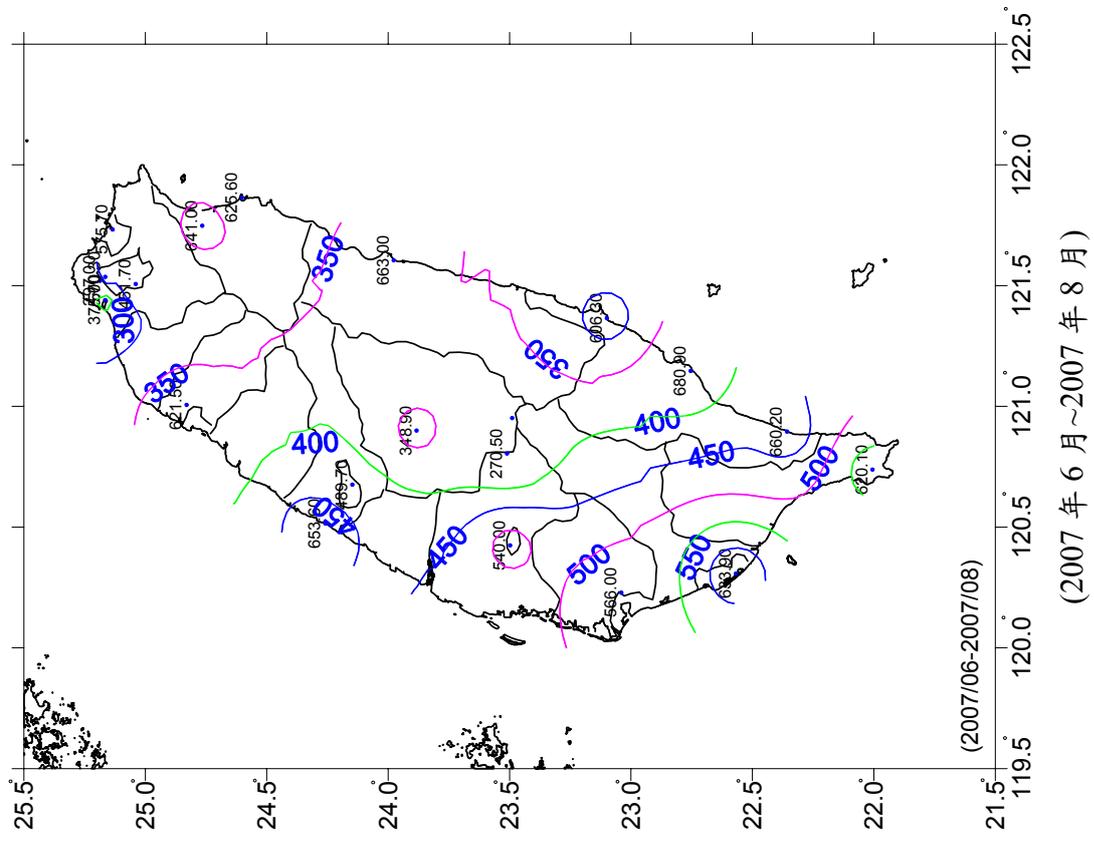


圖 4-1-50 2007 年 6-8 月總日照時數等位線圖

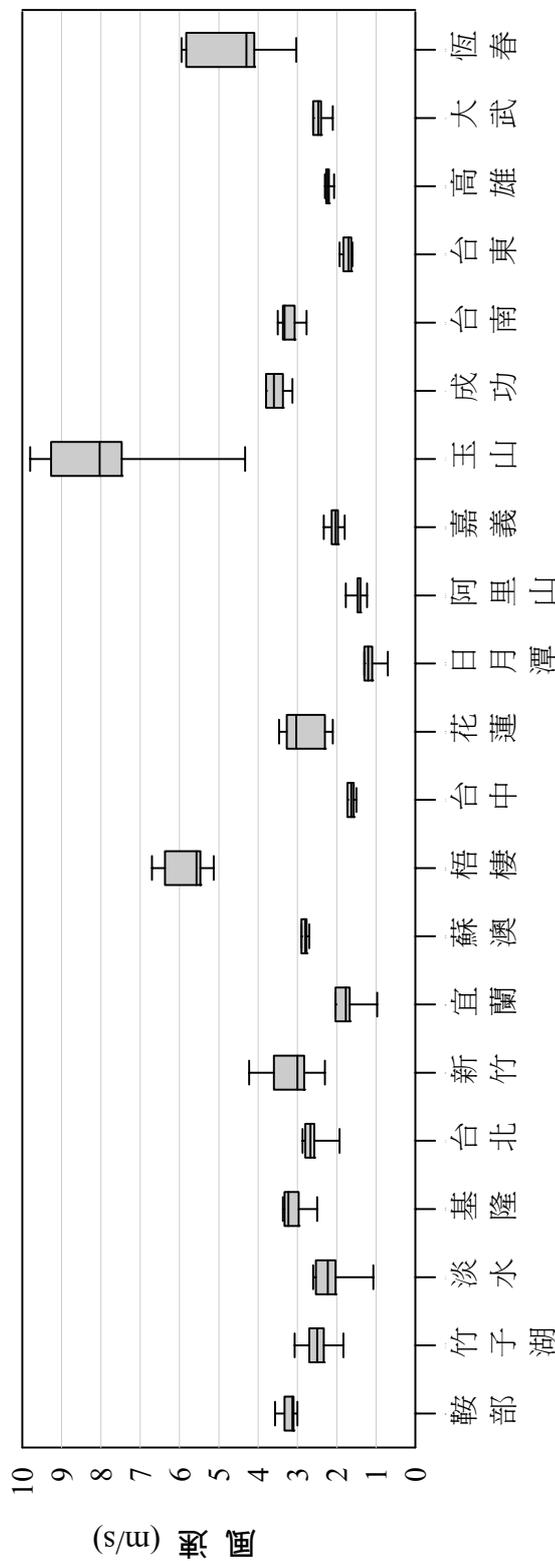
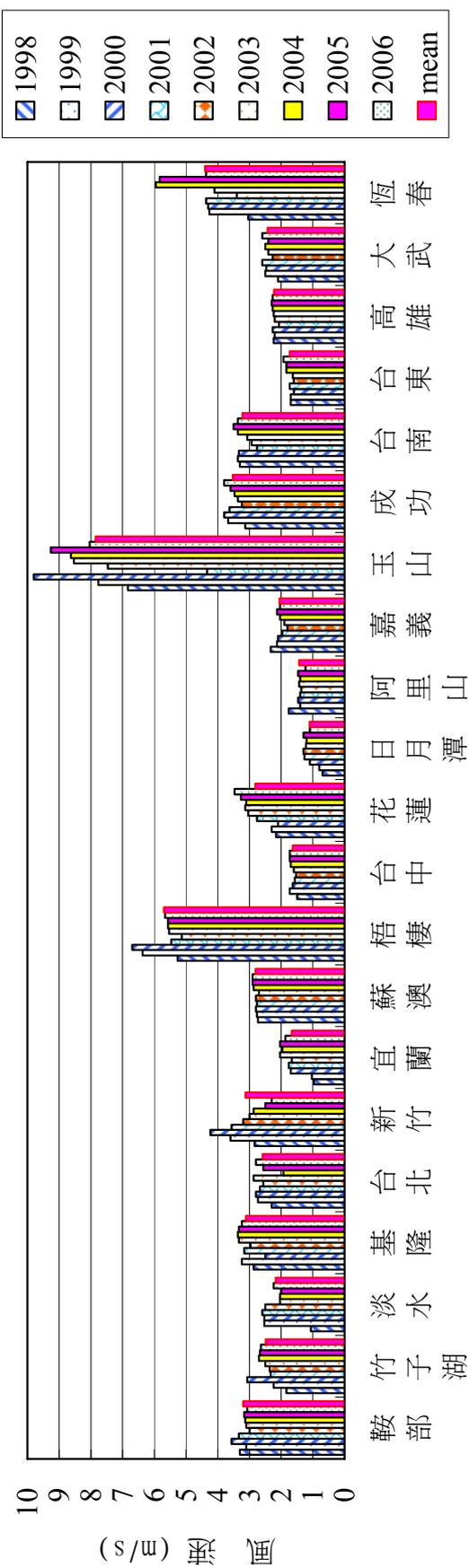


圖 4-1-51 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2006 年 1-3 月平均風速分佈及盒鬚圖

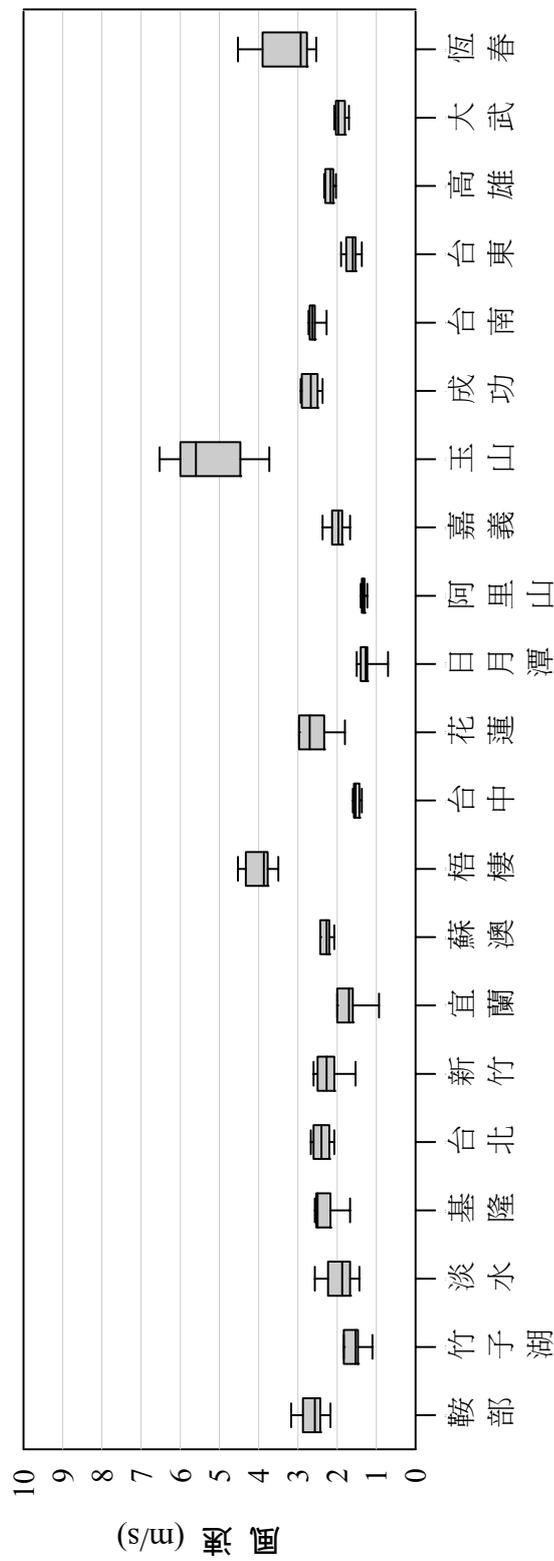
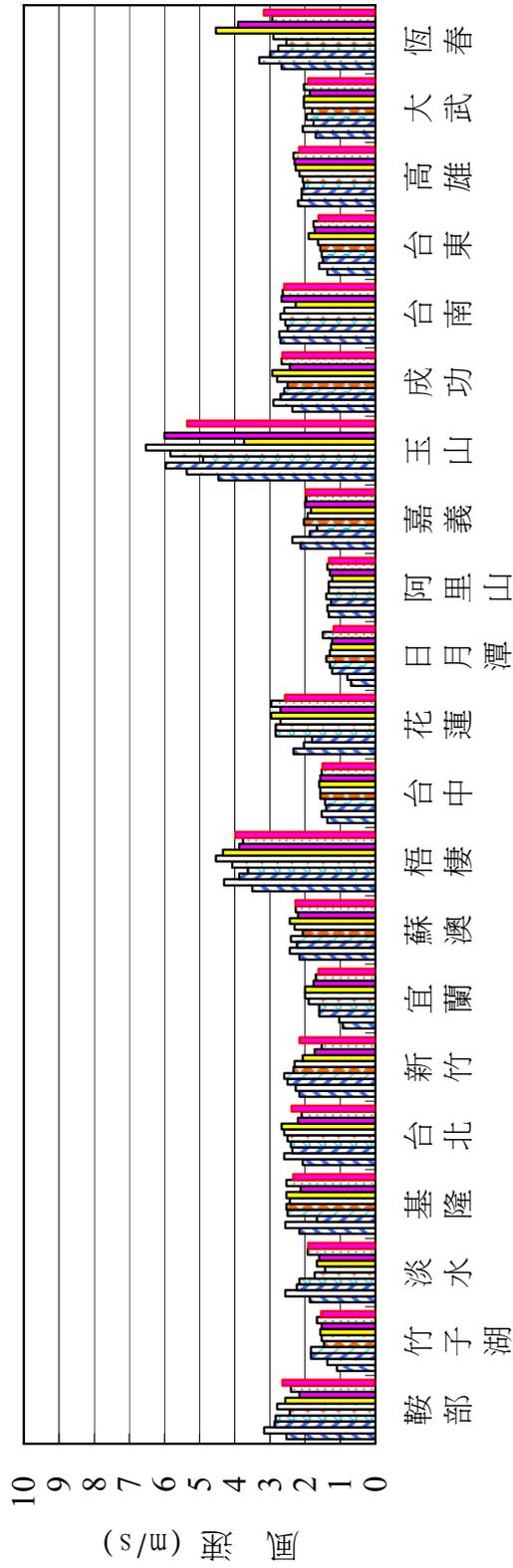
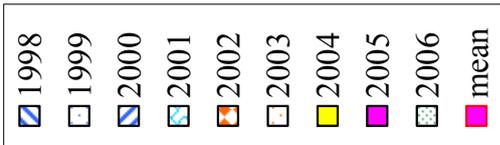


圖 4-1-52 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2006 年 4-6 月平均風速分佈及盒鬚圖

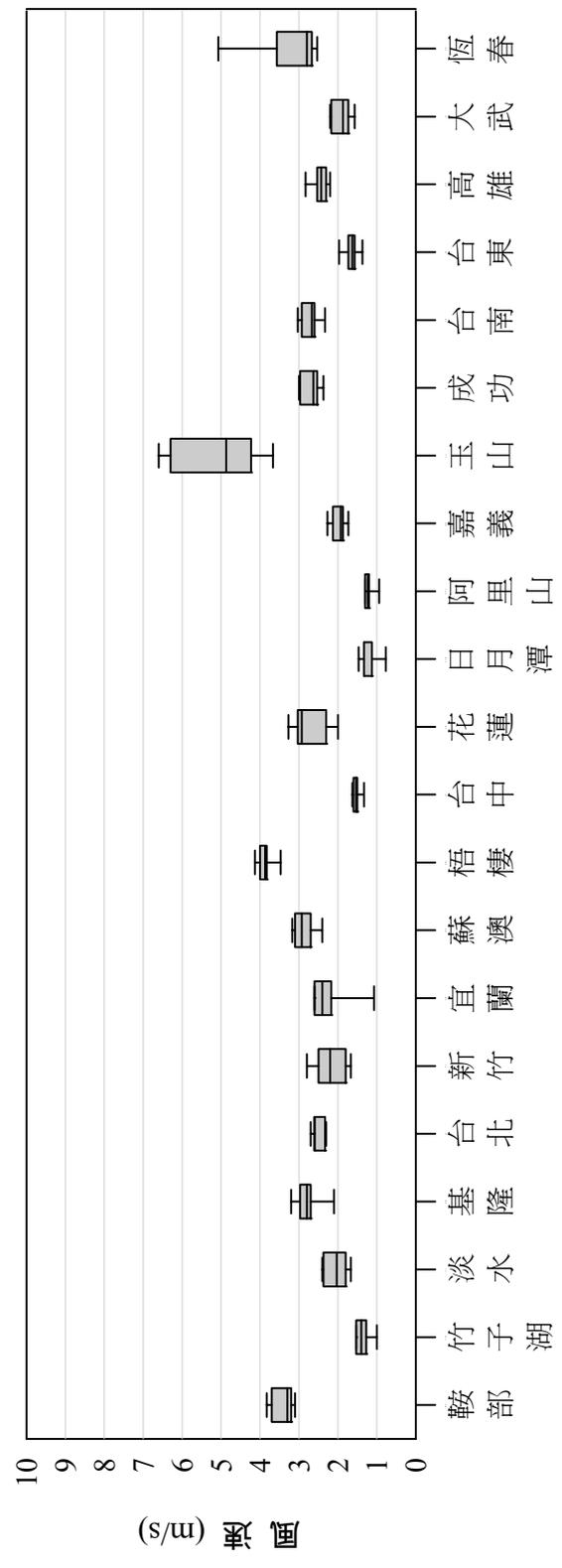
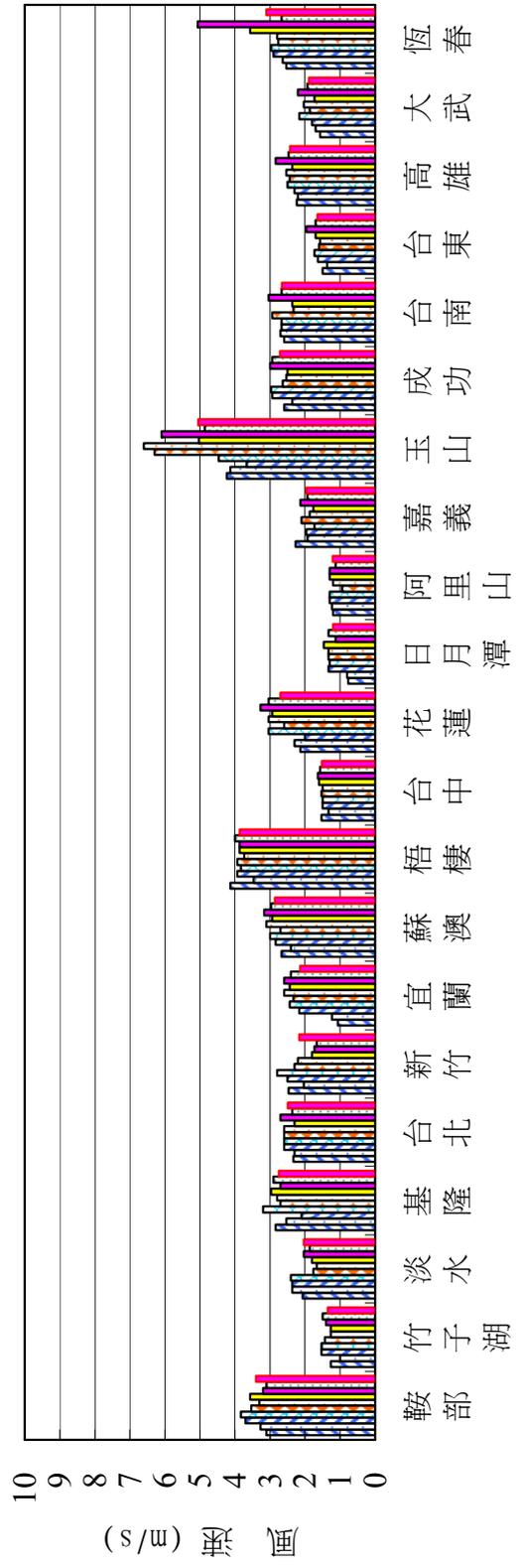
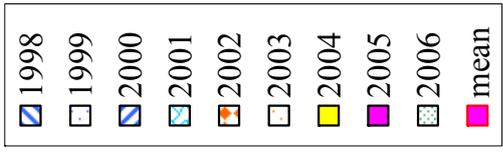


圖 4-1-53 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2006 年 7-9 月平均風速分佈及盒鬚圖

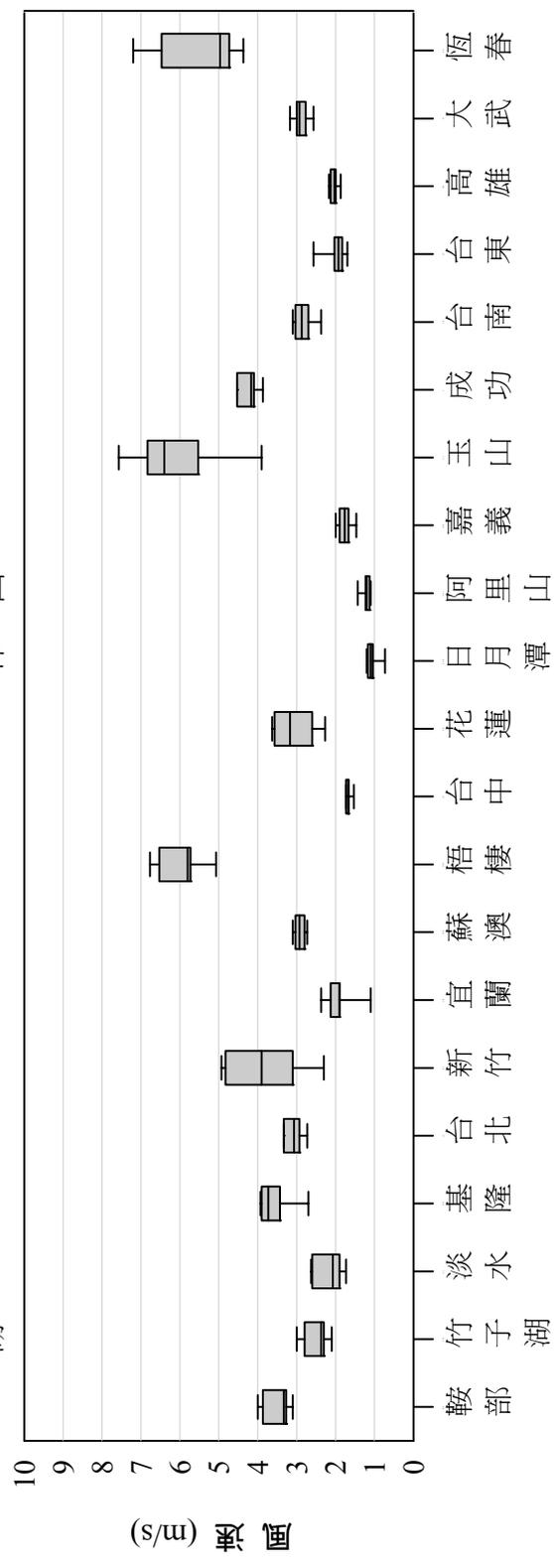
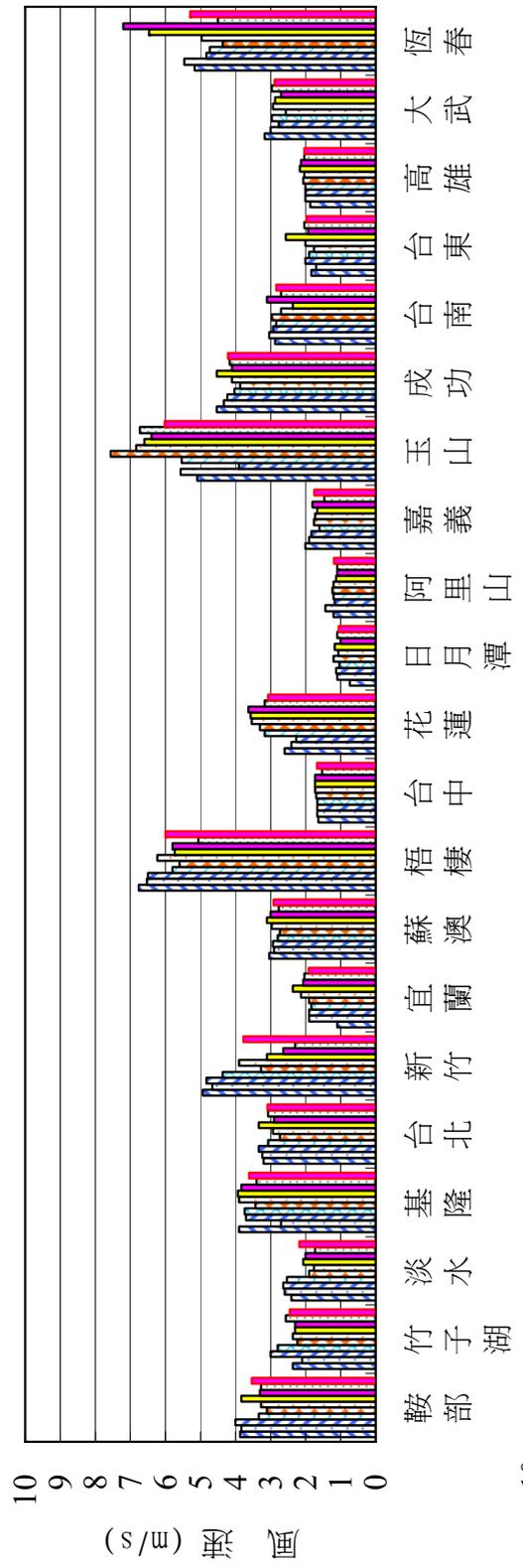
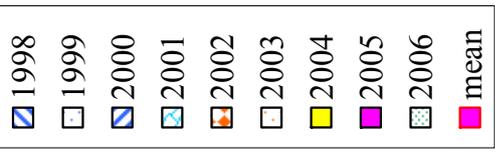


圖 4-1-54 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2006 年 10-12 月平均風速分佈及盒鬚圖

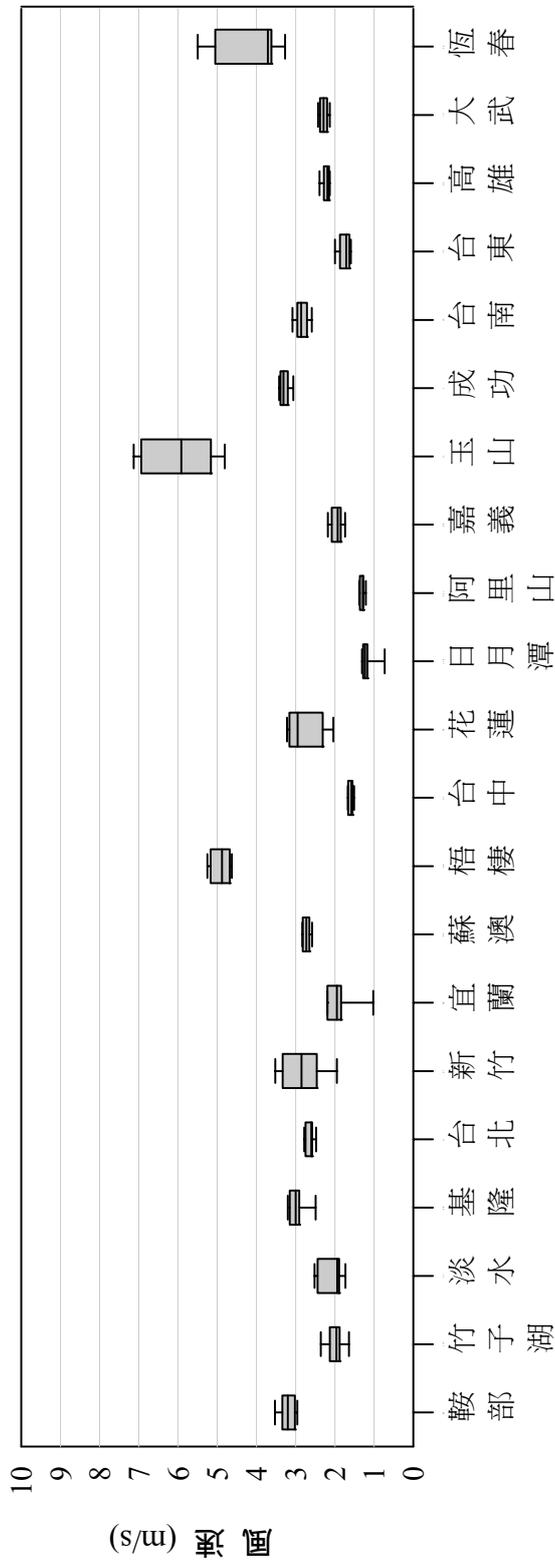
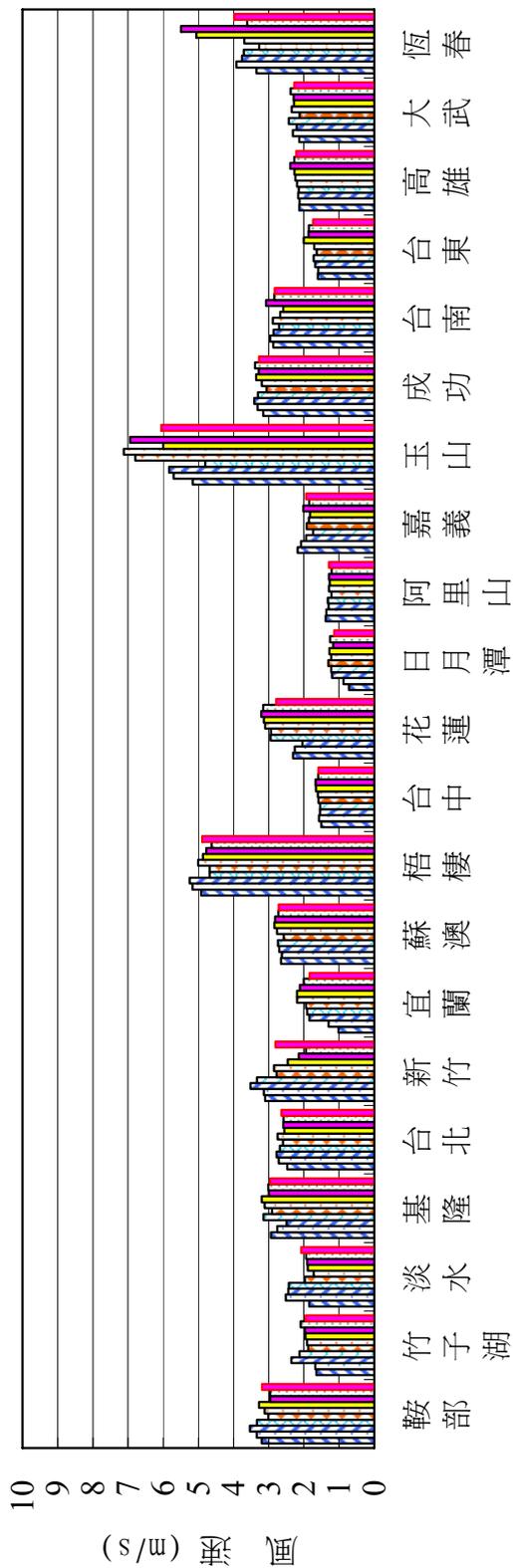
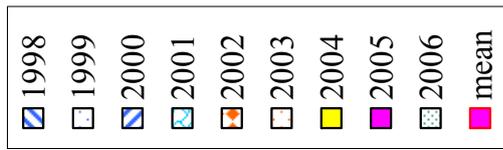


圖 4-1-55 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年全平均風速分佈及盒鬚圖

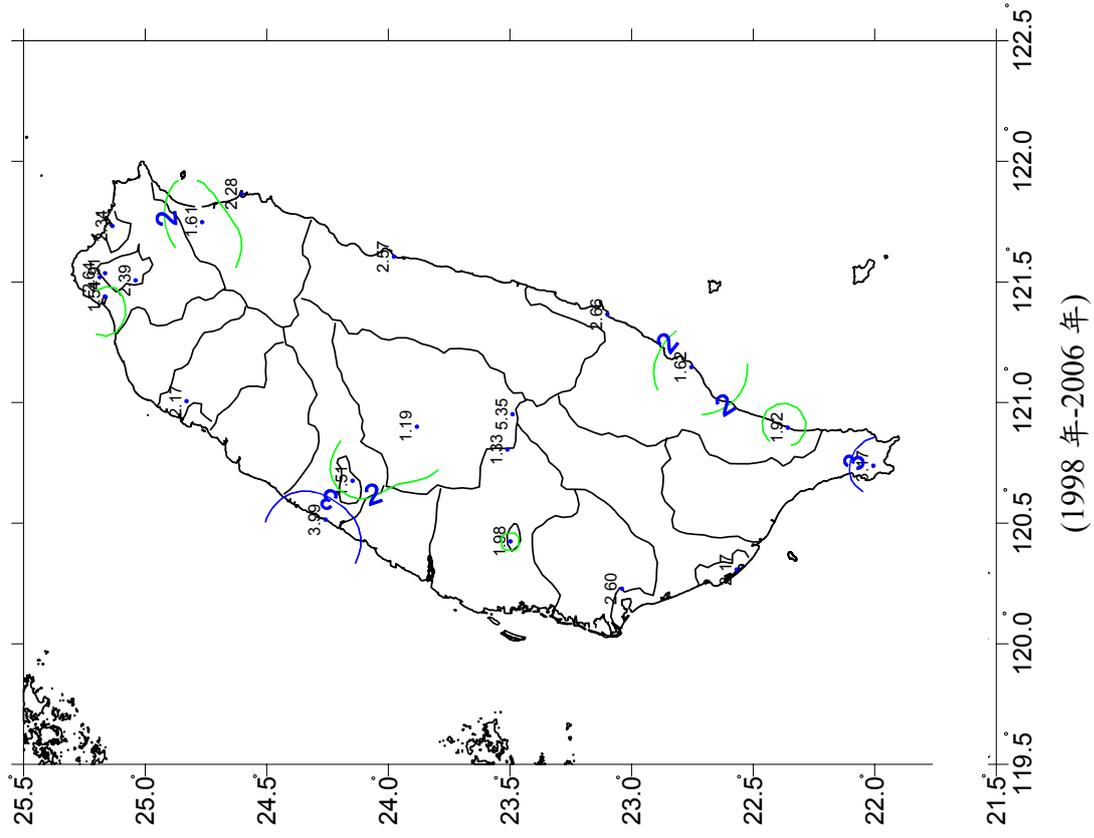
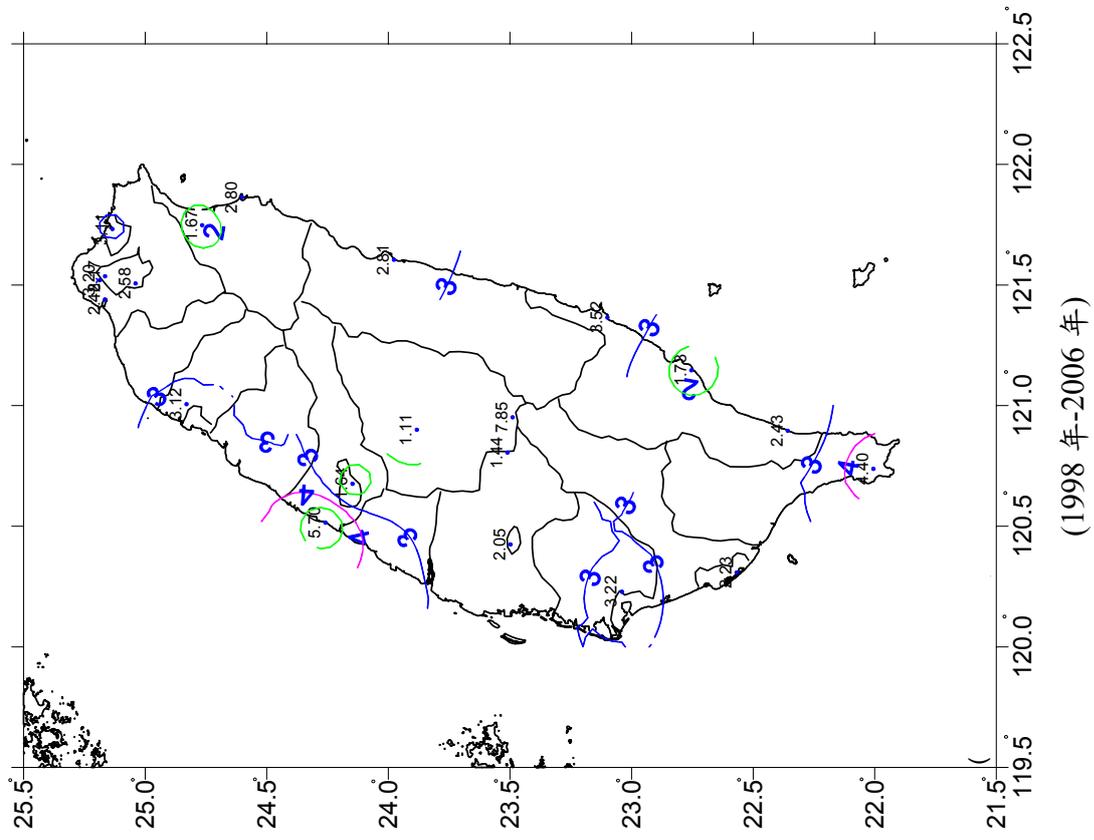
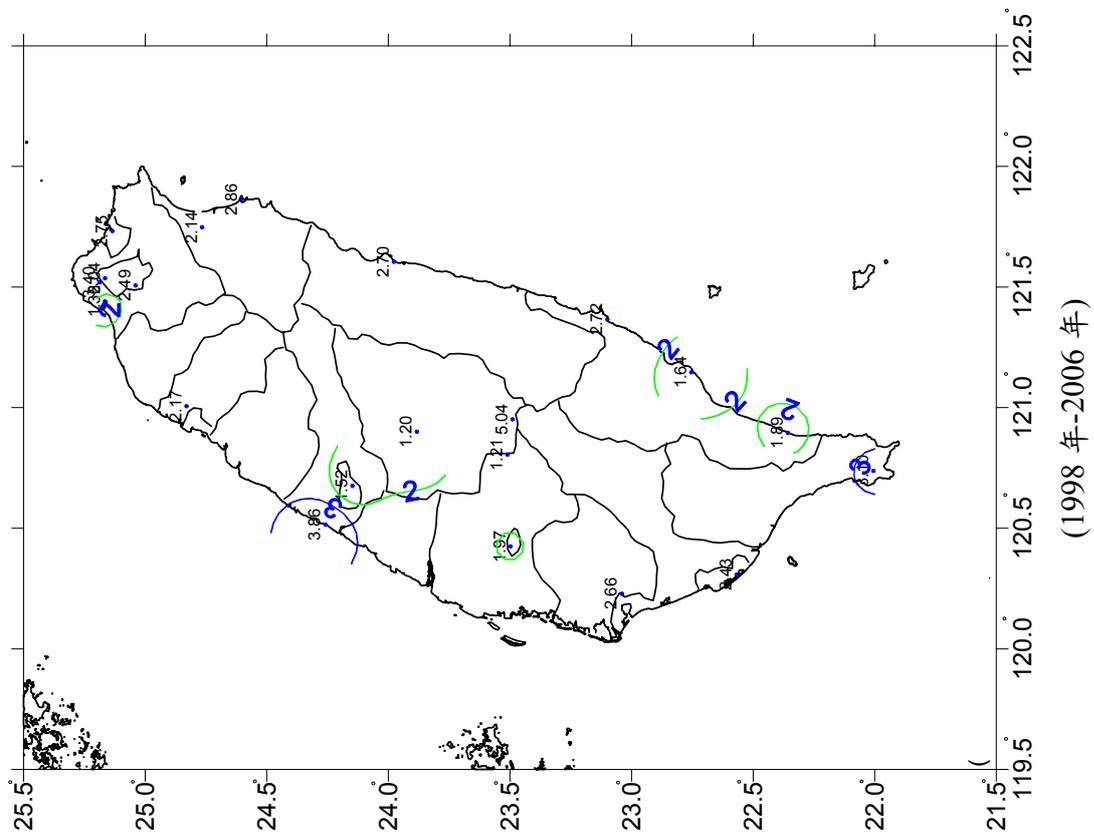
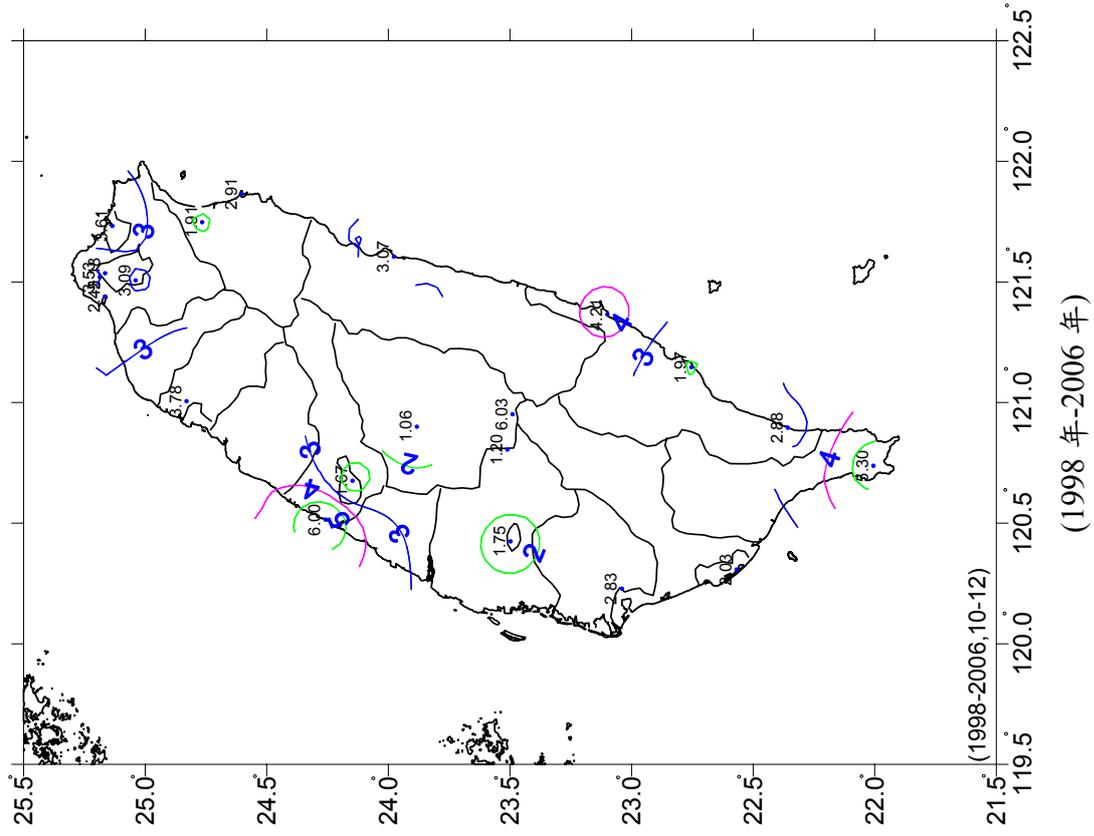


圖 4-1-56 1998 年-2006 年 1-3 月平均風速等位線圖 (1998 年-2006 年)

圖 4-1-57 1998 年-2006 年 4-6 月平均風速等位線圖 (1998 年-2006 年)



(1998 年-2006 年)



(1998 年-2006 年)

圖 4-1-58 1998 年-2006 年 7-9 月平均風速等位線圖 圖 4-1-59 1998 年-2006 年 10-12 月平均風速等位線圖

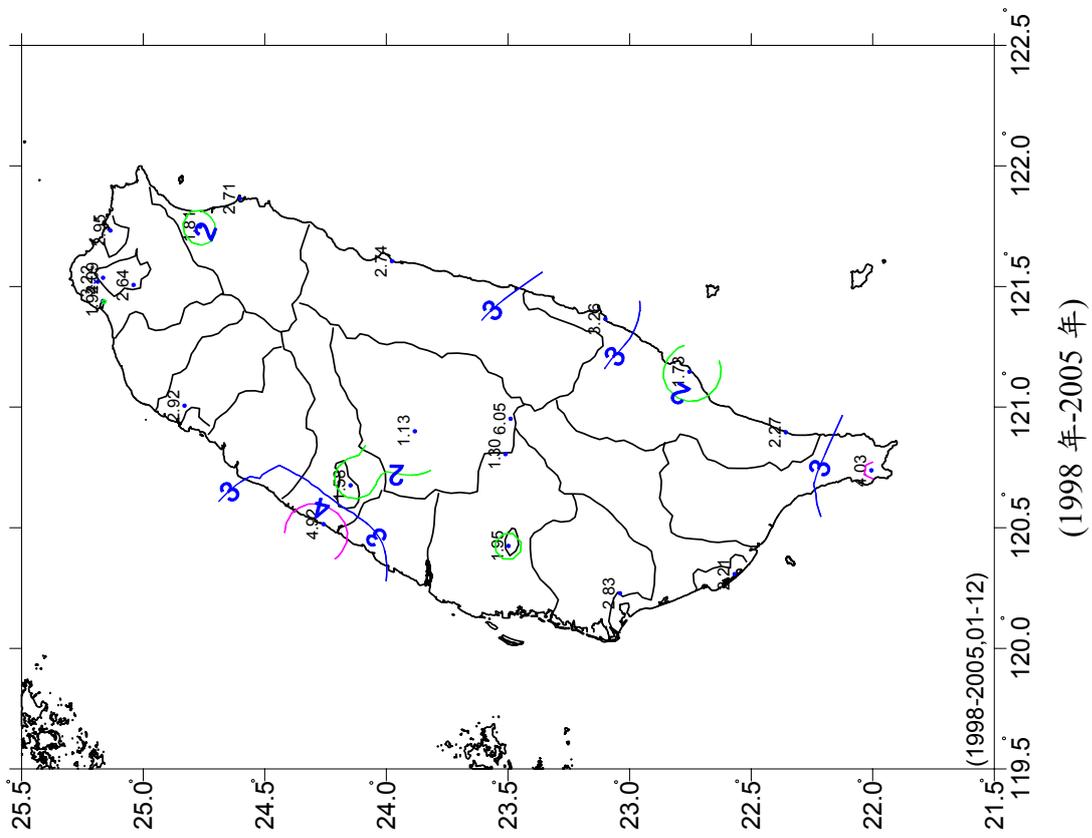


圖 4-1-60 1998~2005 年平均風速等位線圖

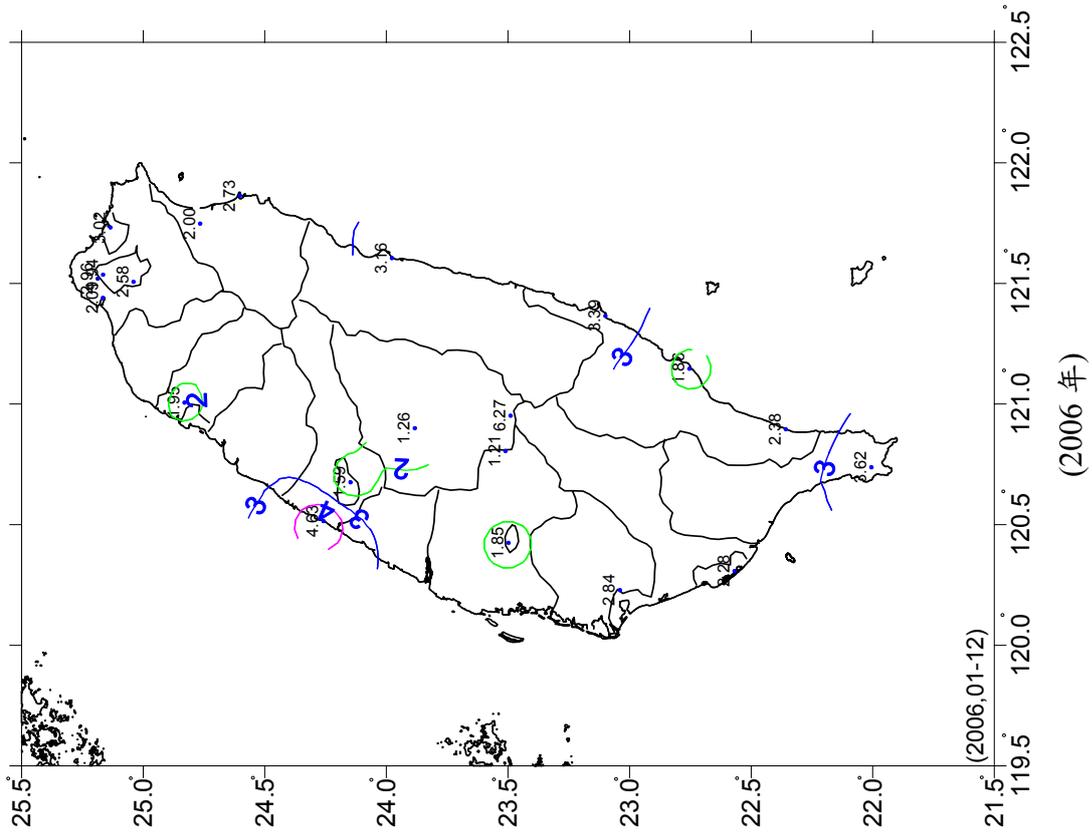
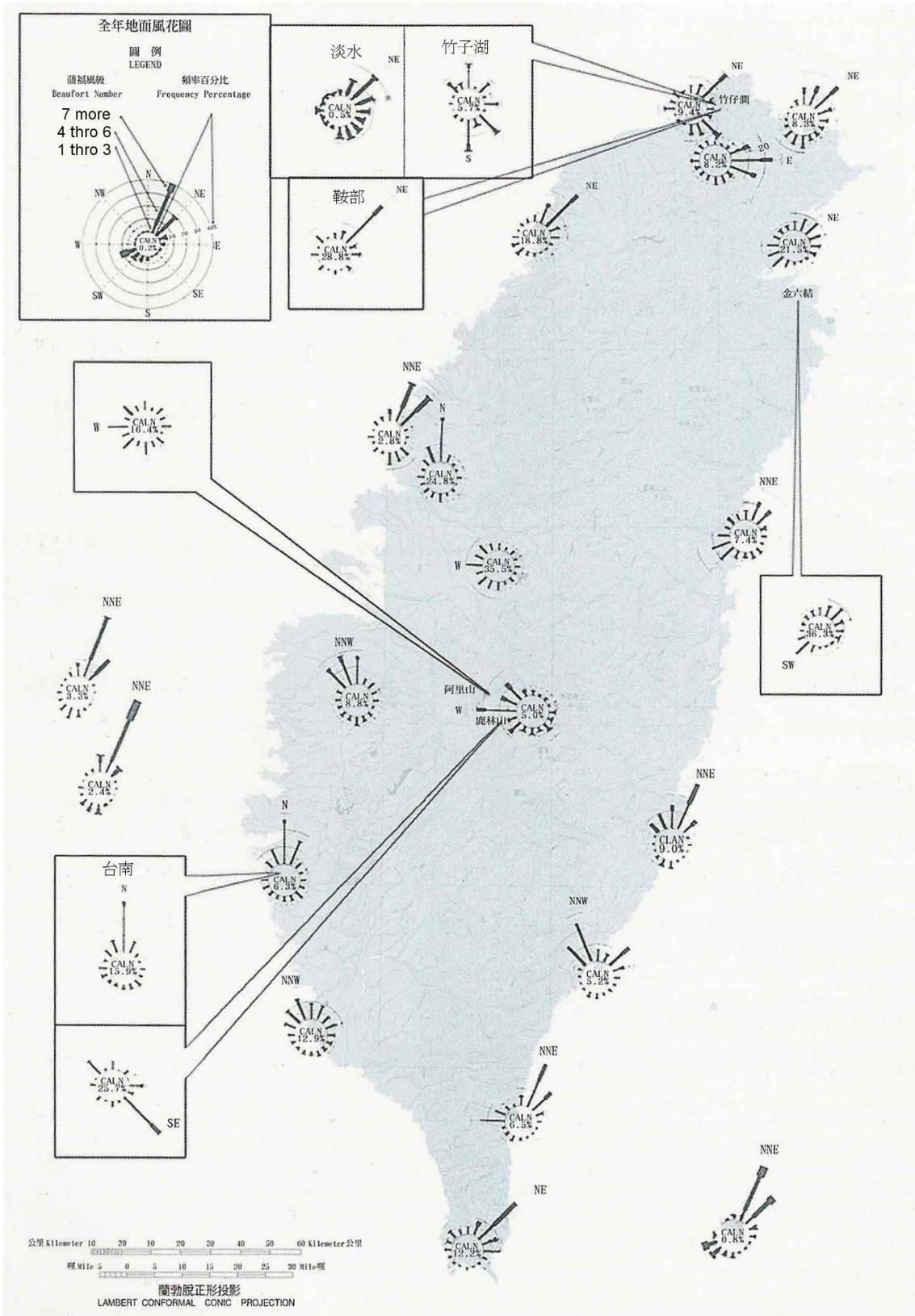


圖 4-1-61 2006 年平均風速等位線圖



資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4-1-62 全年地面風花圖

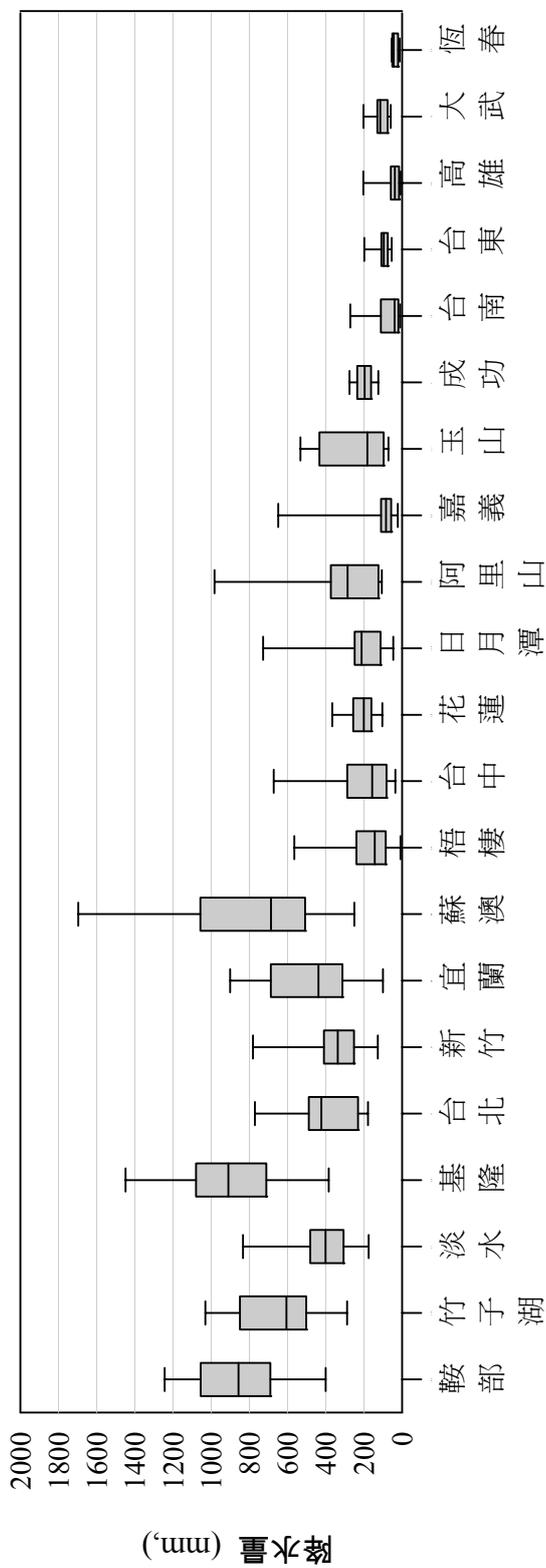
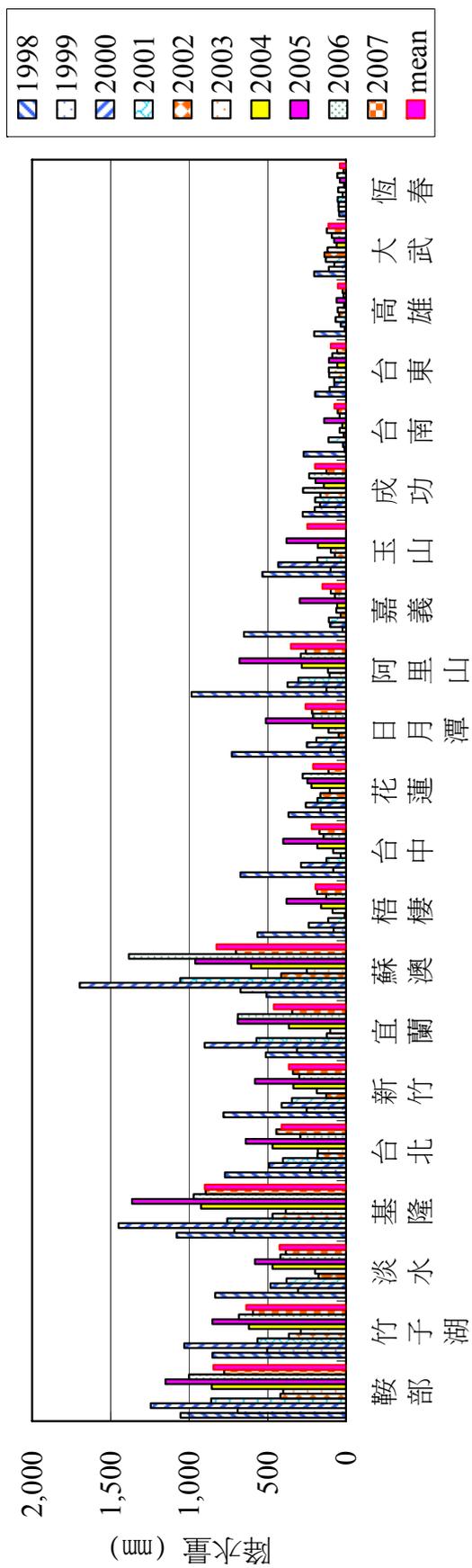


圖 4-1-63 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年 1-3 月累計降水量分佈及盒鬚圖

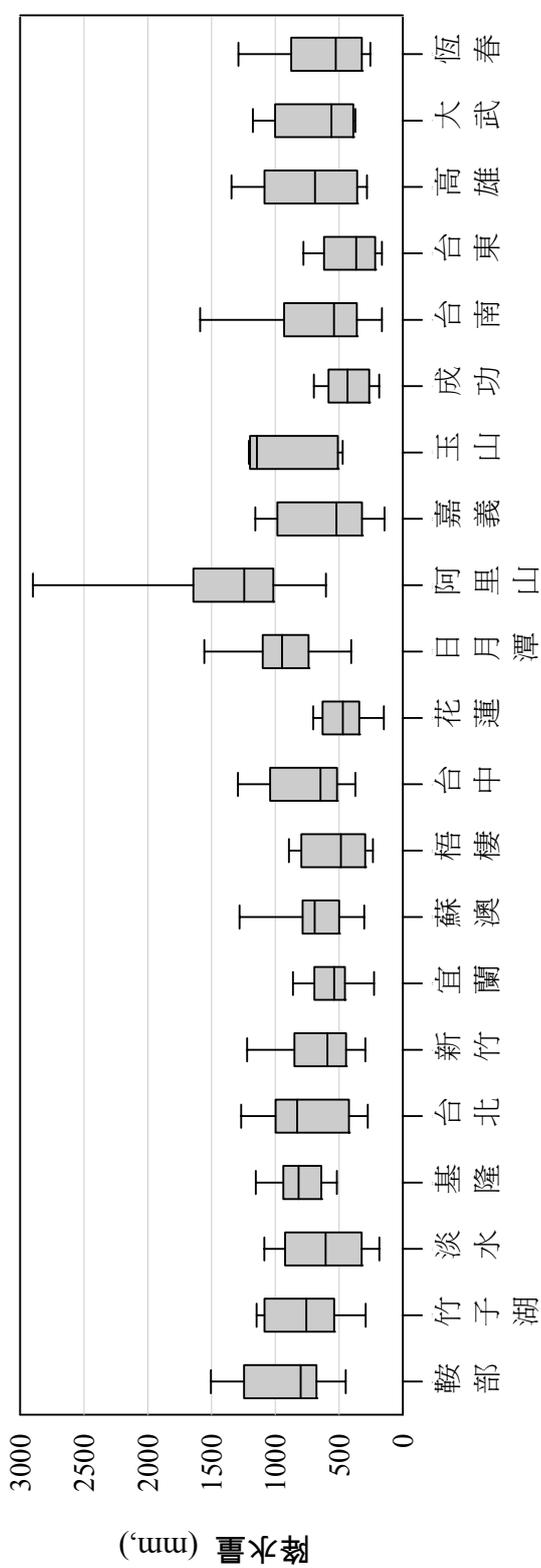
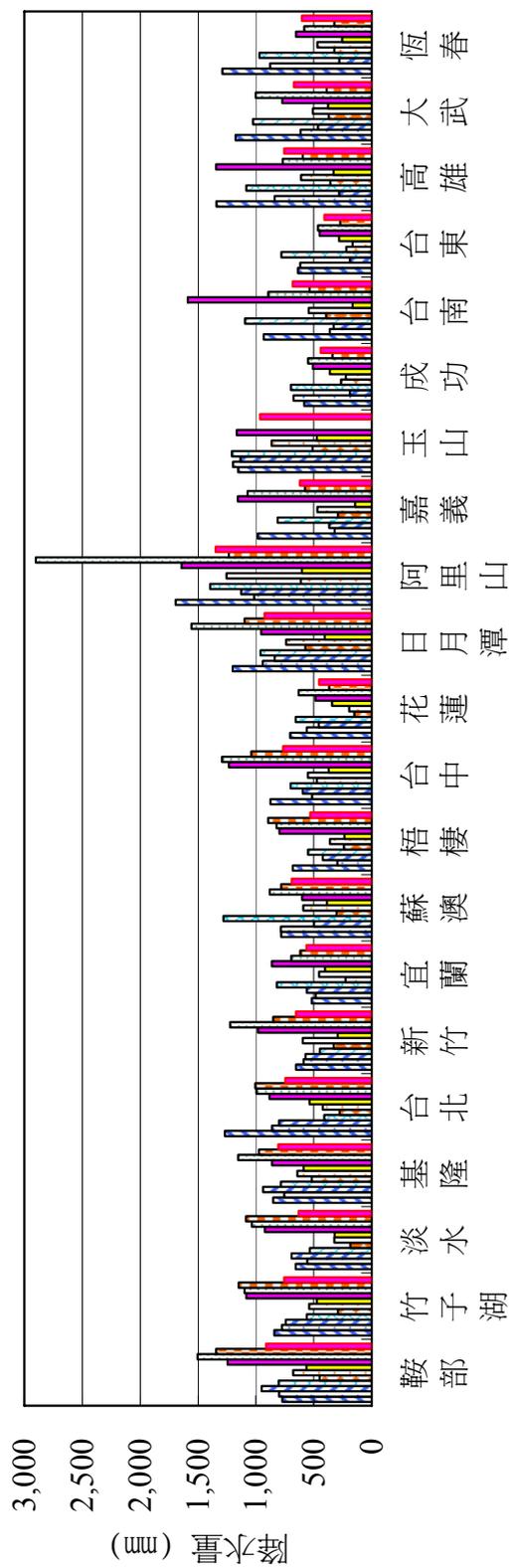
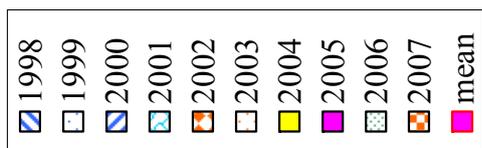


圖 4-1-64 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年 4-6 月累計降水量分佈及盒鬚圖

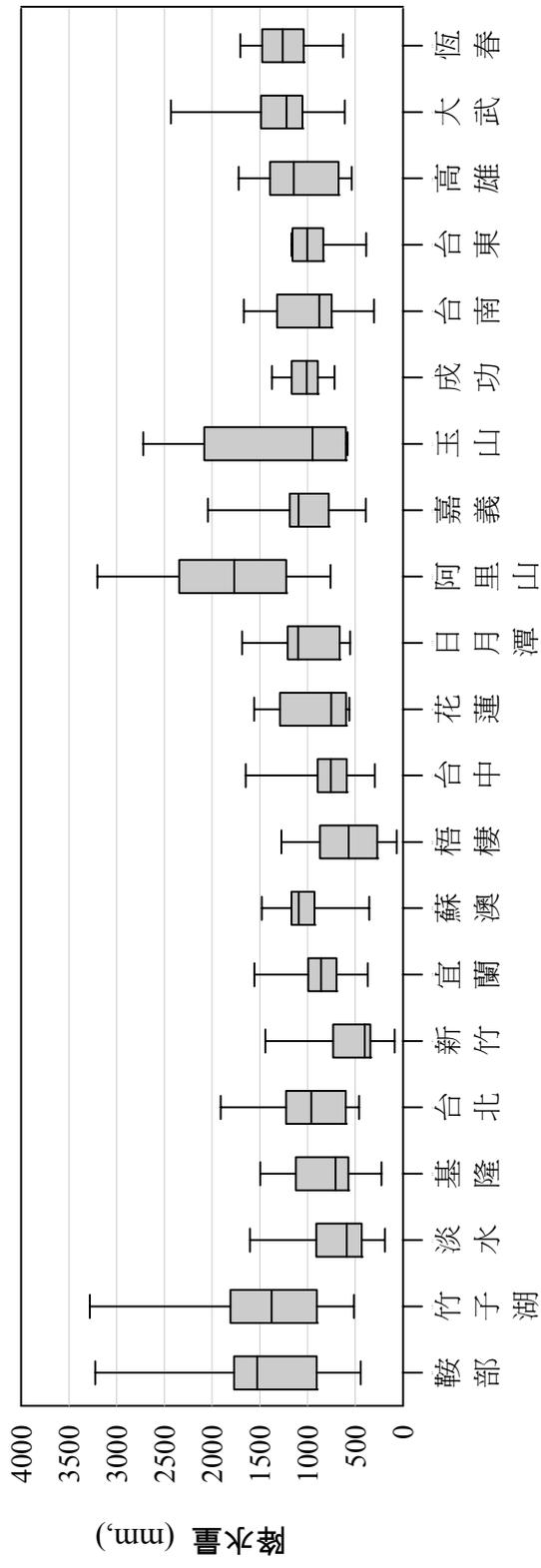
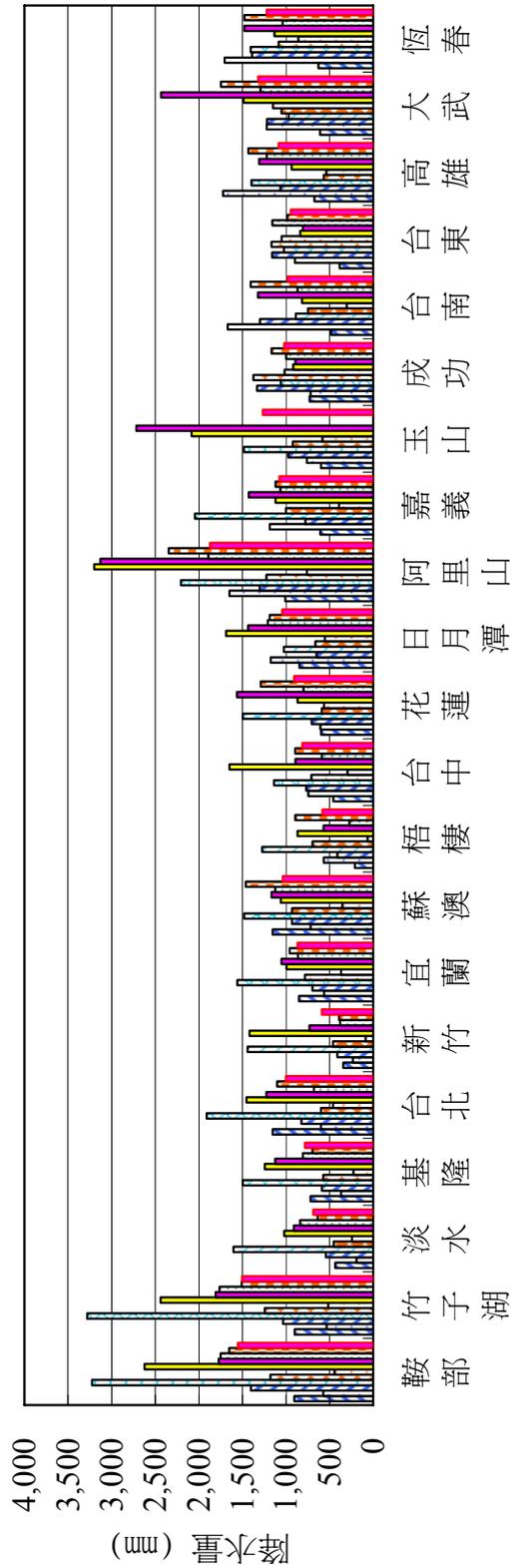
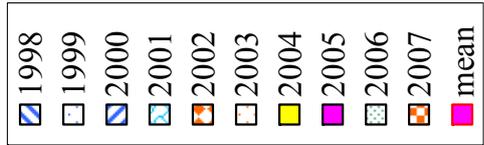


圖 4-1-65 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年 7-9 月累計降水量分佈及盒鬚圖

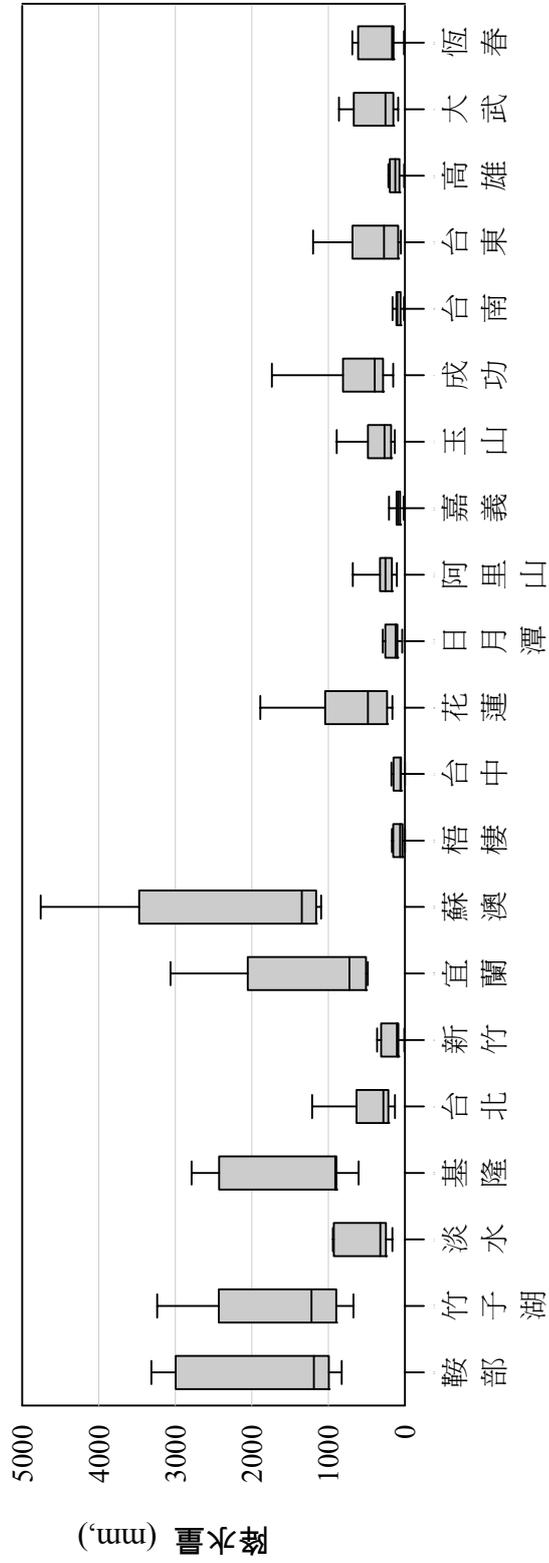
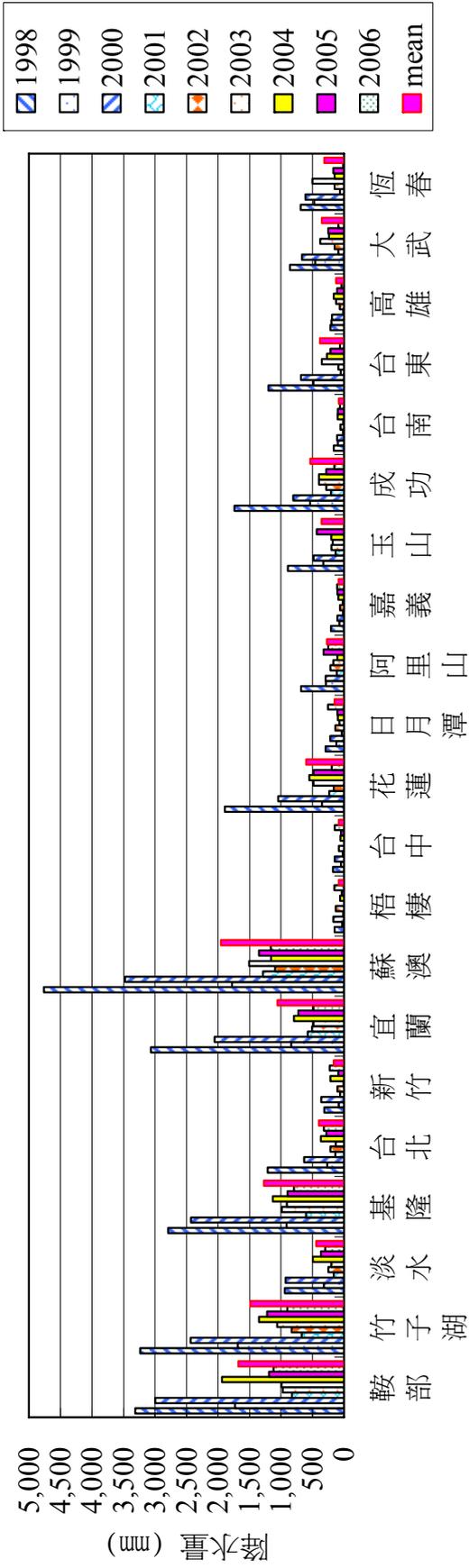


圖 4-1-66 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2006 年 10-12 月累計降水量分佈及盒鬚圖

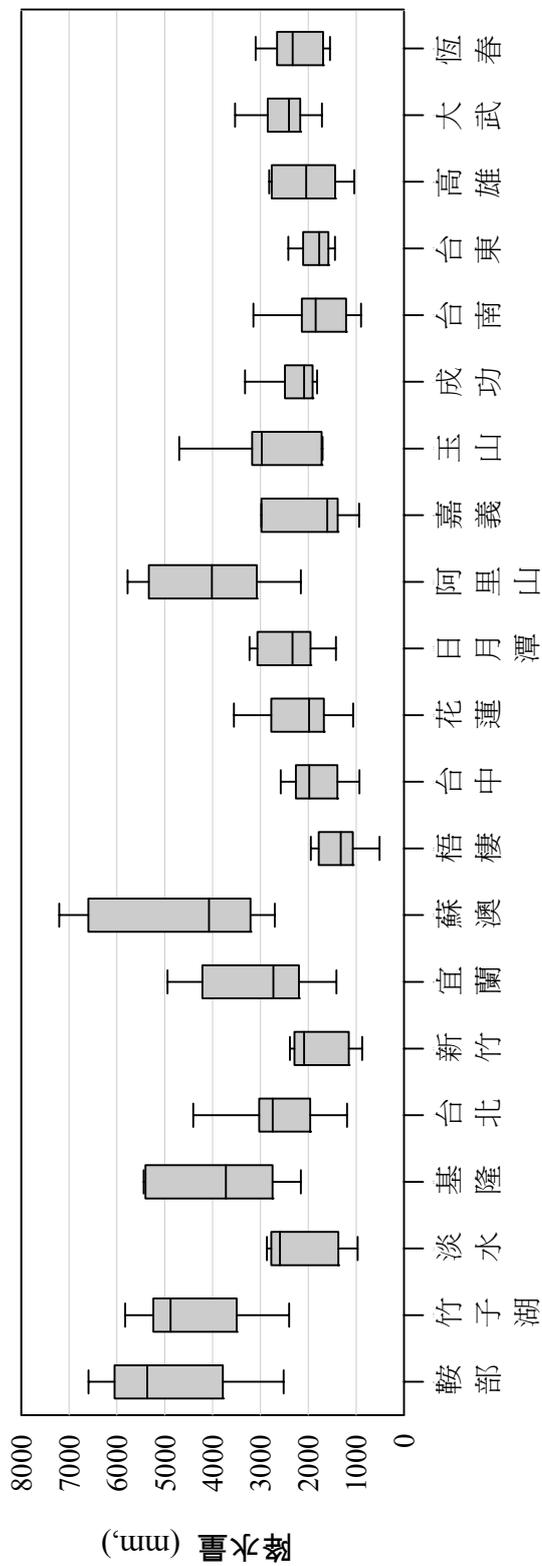
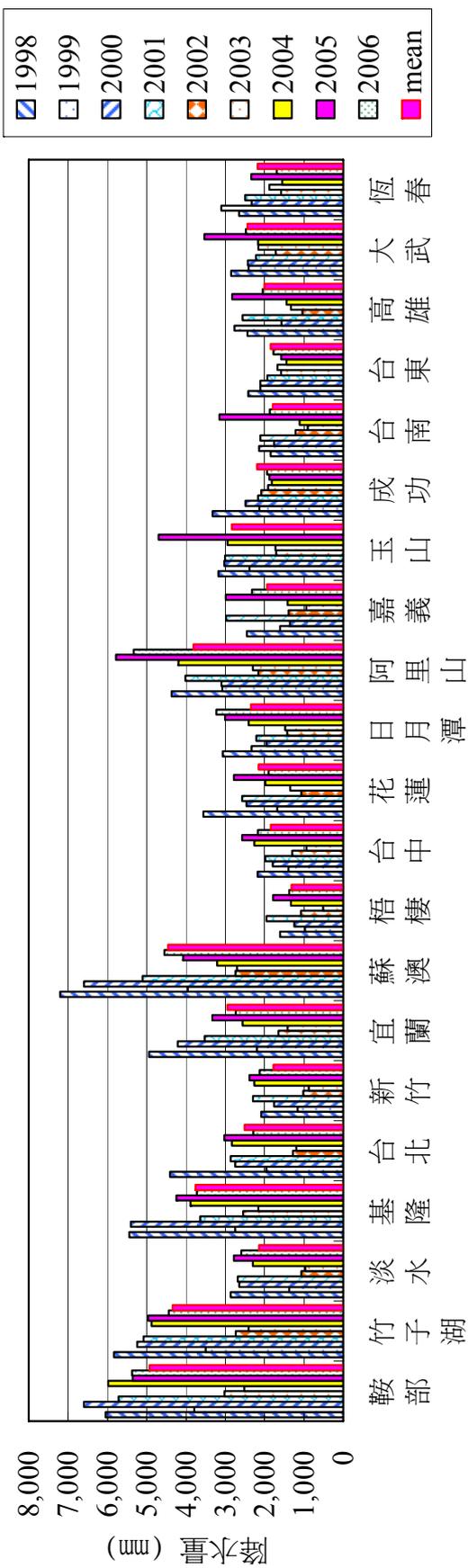


圖 4-1-67 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年全年累計降水量分佈及盒鬚圖

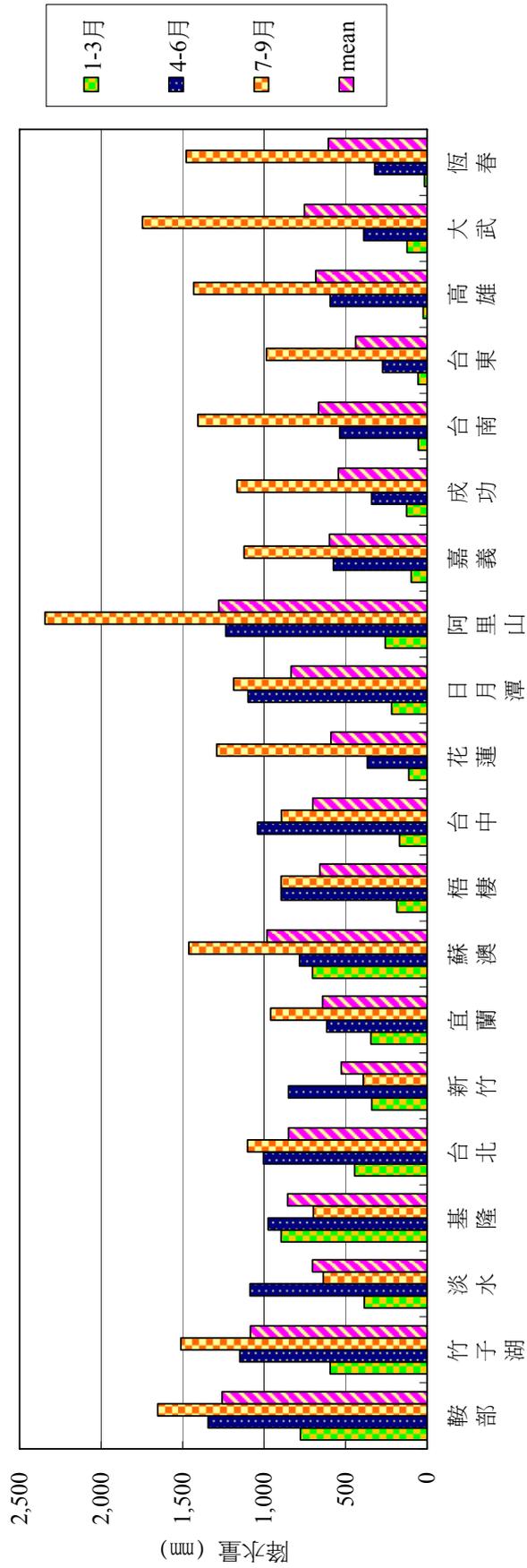


圖 4-1-68 中央氣象局各氣象測站 2007 年三季降水量分佈圖

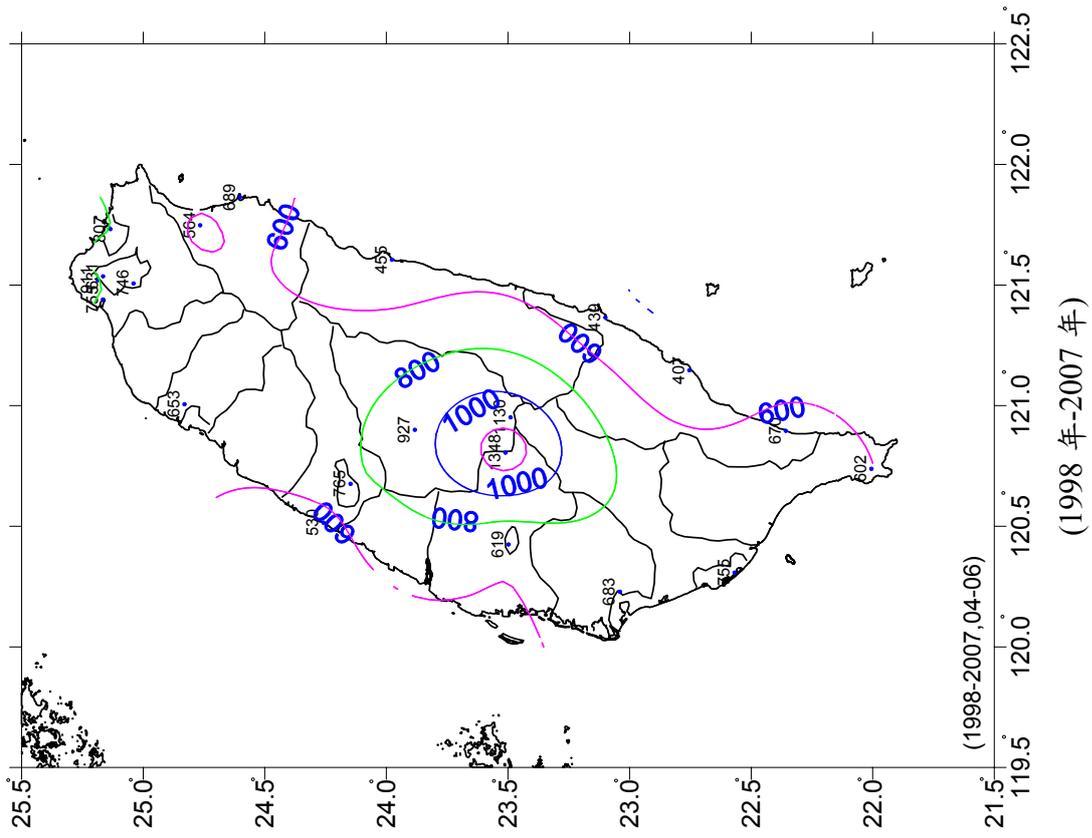
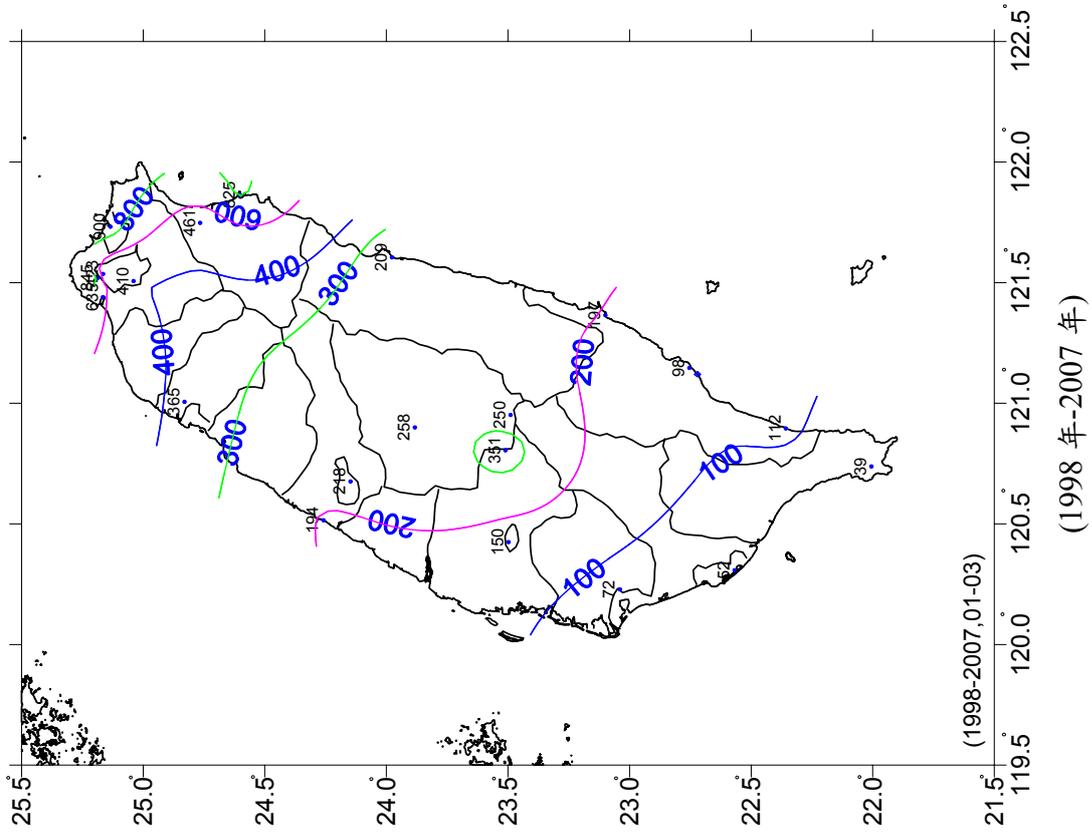


圖 4-1-69 1998 年-2007 年 1-3 月長期累計降水量等位線圖 圖 4-1-70 1998 年-2007 年 4-6 月長期累計降水量等位線圖

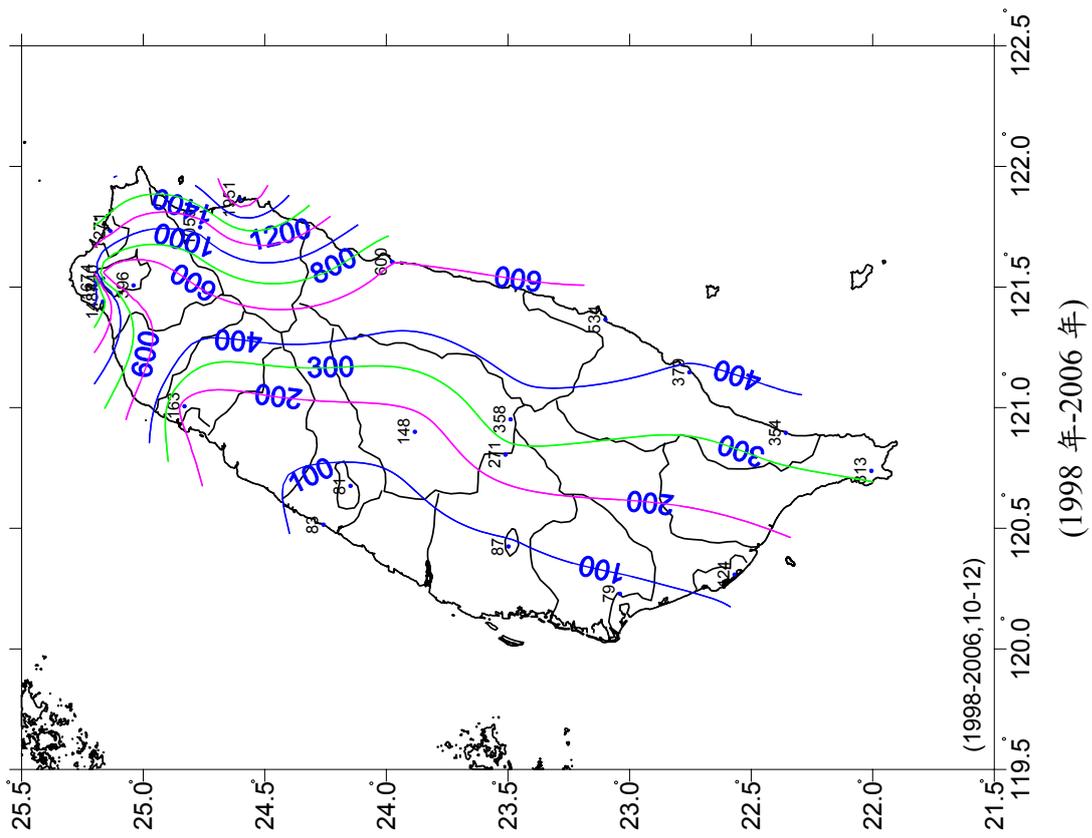
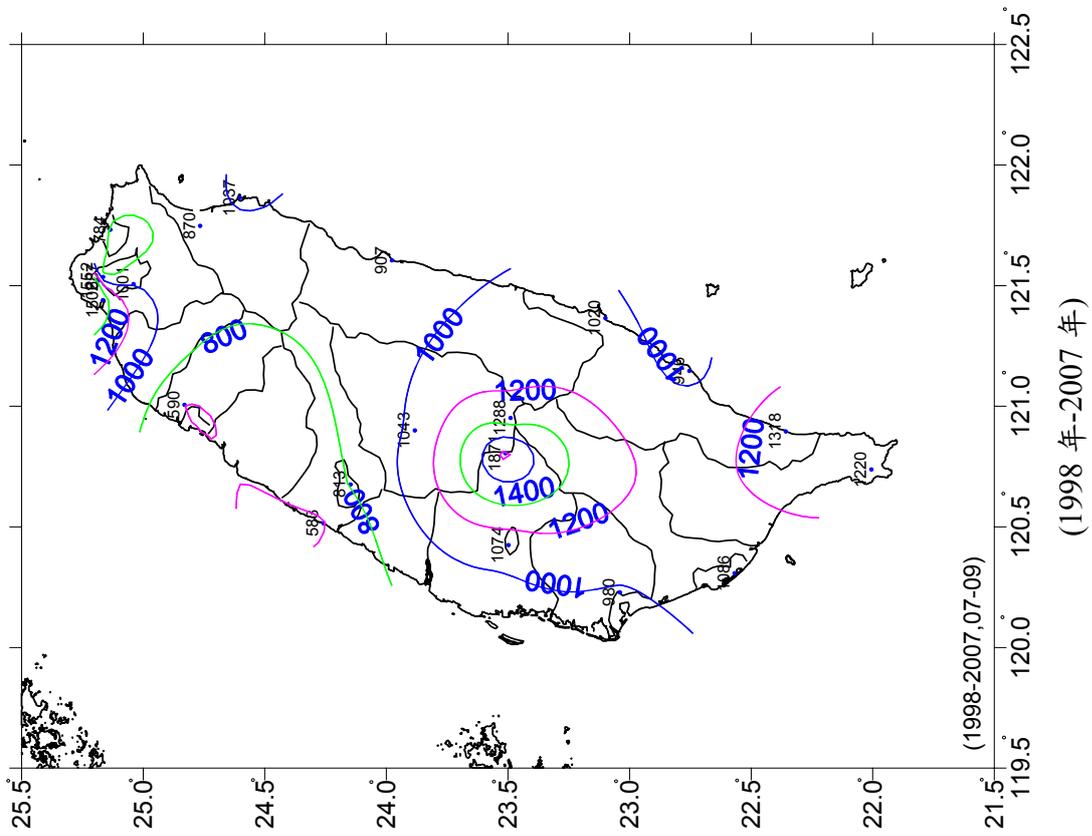


圖 4-1-71 1998 年-2007 年 7-9 月長期累計降水量等位線圖 圖 4-1-72 1998 年-2006 年 10-12 月長期累計降水量等位線圖

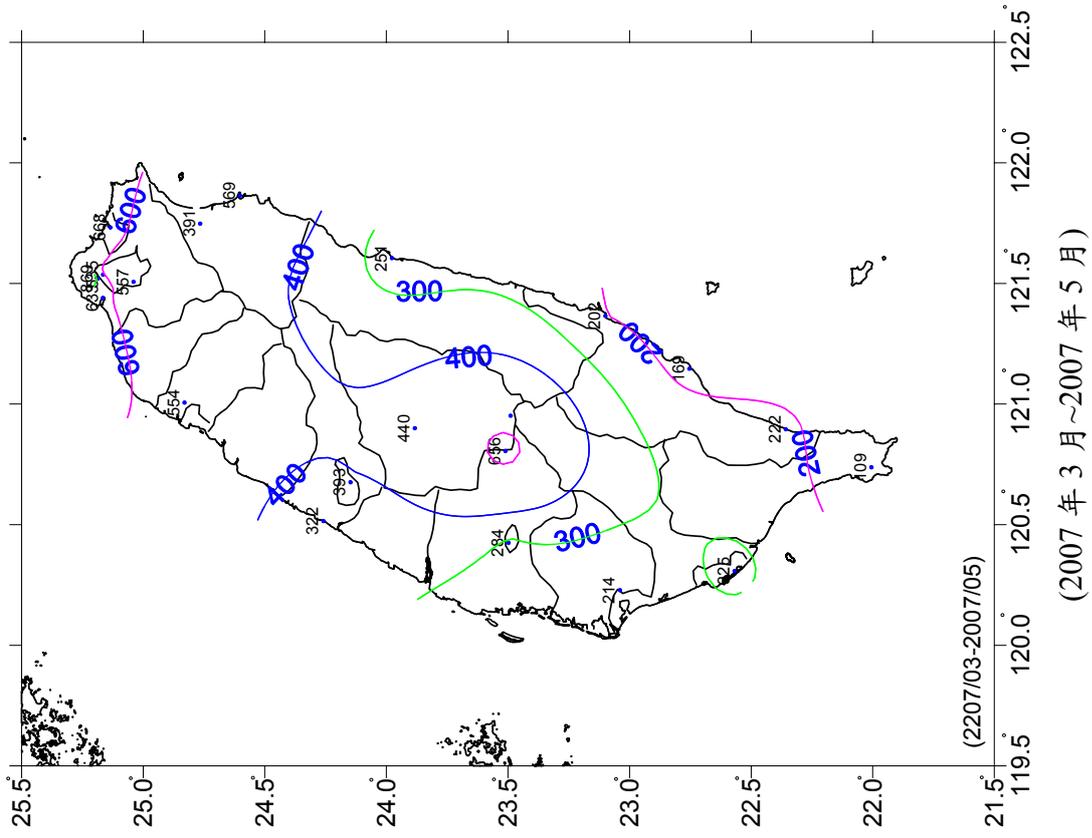
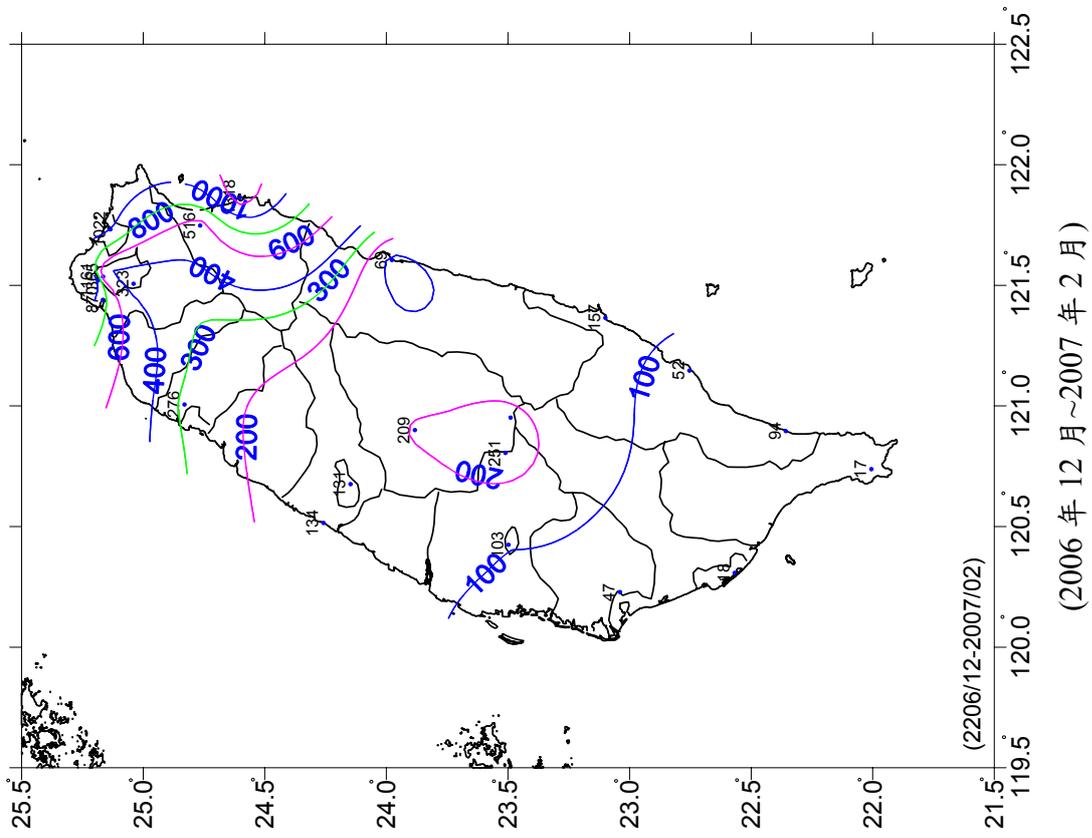
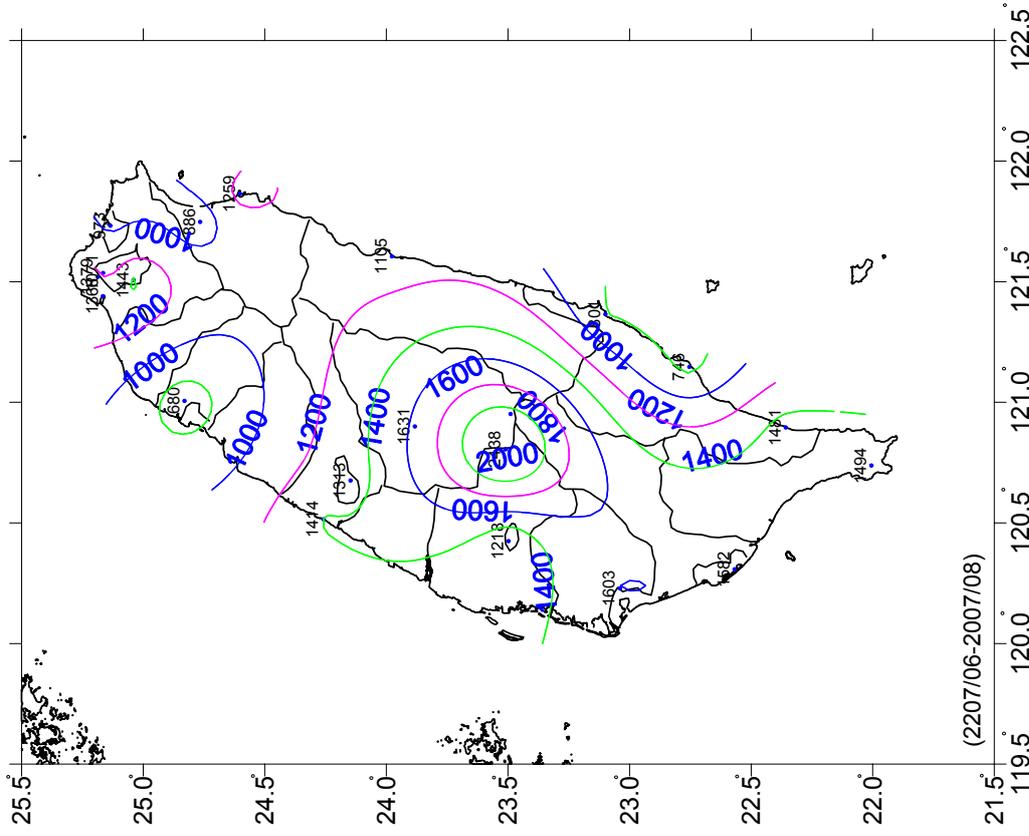


圖 4-1-75 2006 年 12 月~2007 年 2 月 累計降水量等位線圖 圖 4-1-76 2007 年 3-5 月 累計降水量等位線圖



(2207/06-2007/08)
(2007年6月~2007年8月)

圖 4-1-77 2007年6-8月累計降水量等位線圖



資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4-1-78 臺灣地區 1 月等降水量線圖

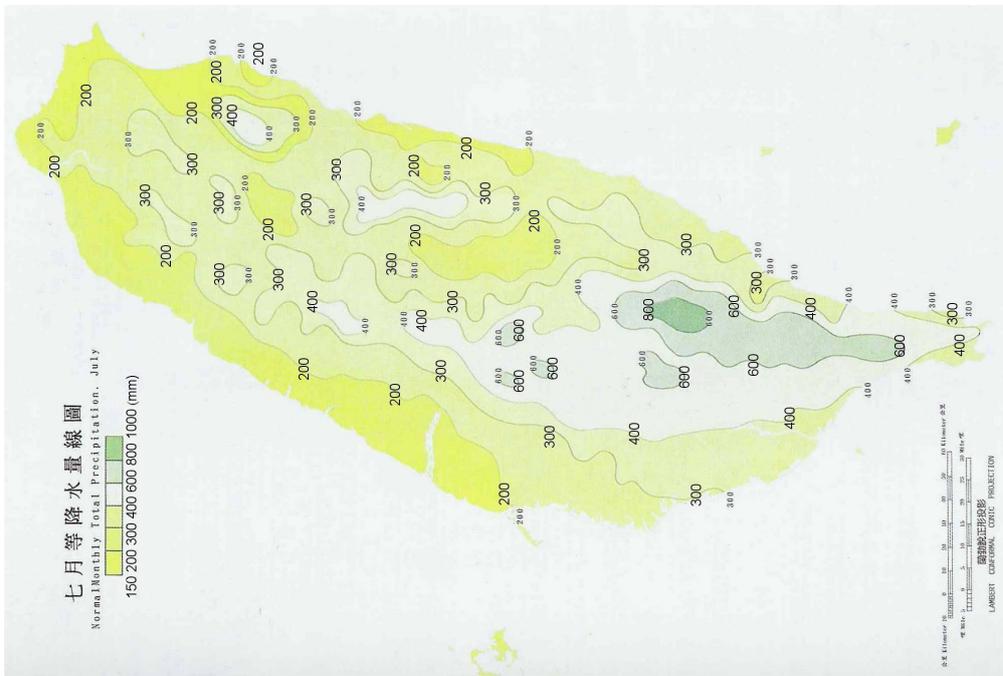


圖 4-1-79 臺灣地區 7 月等降水量線圖

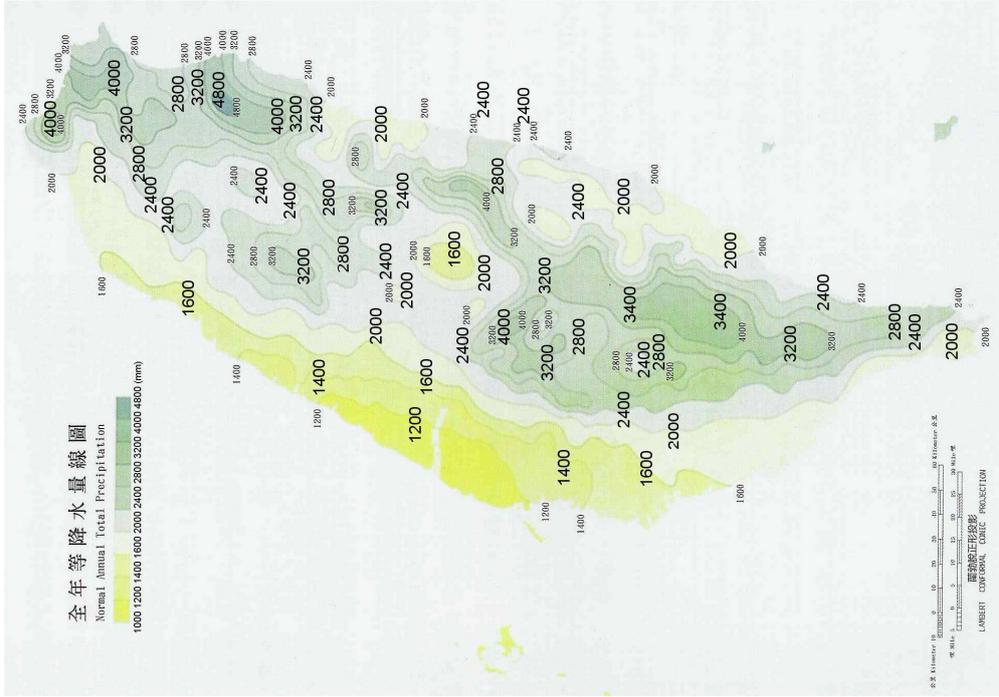


圖 4-1-80 臺灣地區全年等降水量線圖

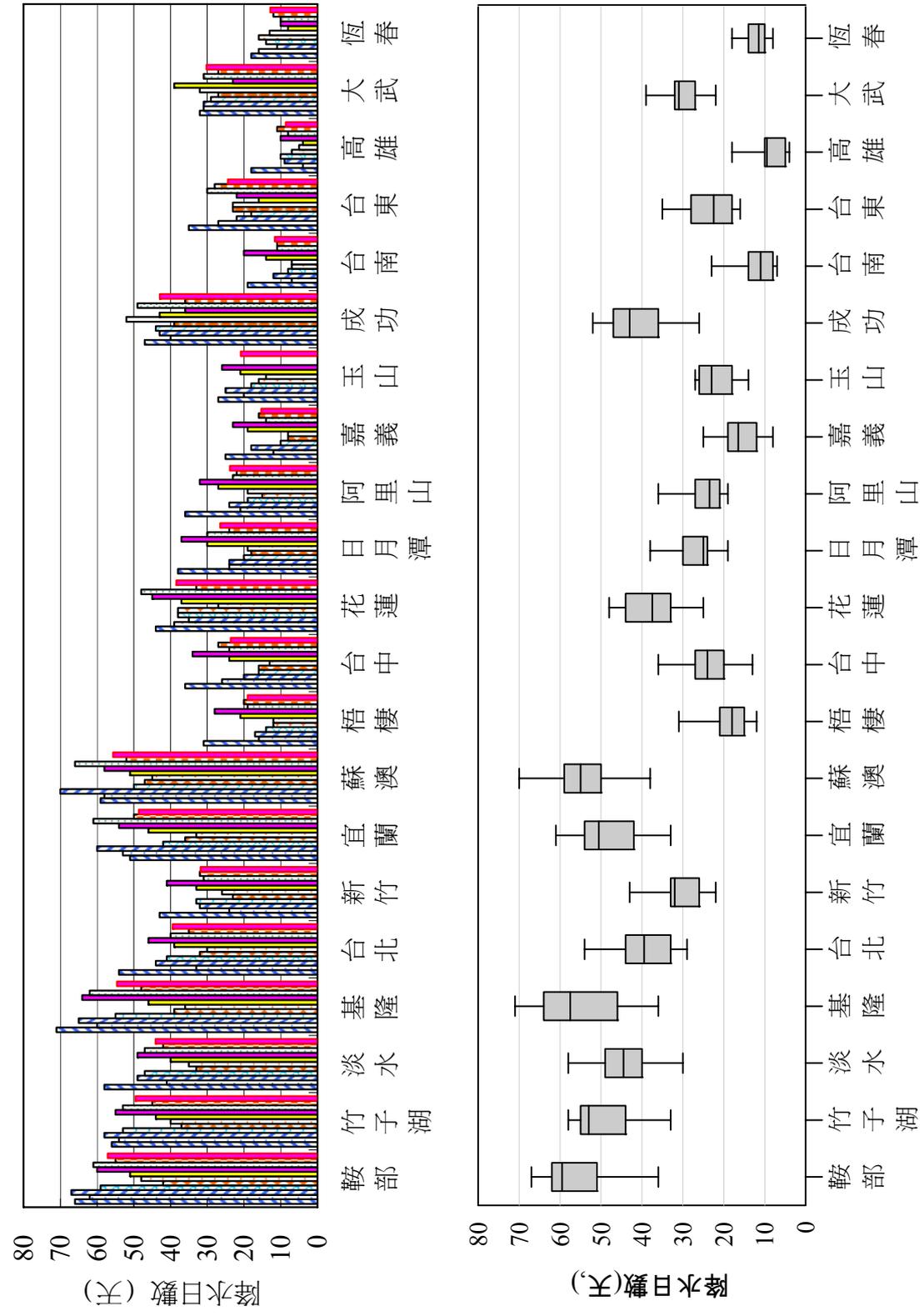
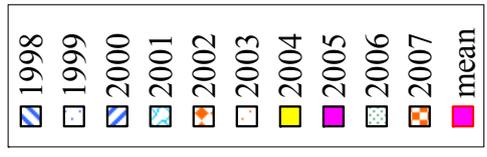


圖 4-1-81 央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年 1-3 月降水日數分佈及盒鬚圖

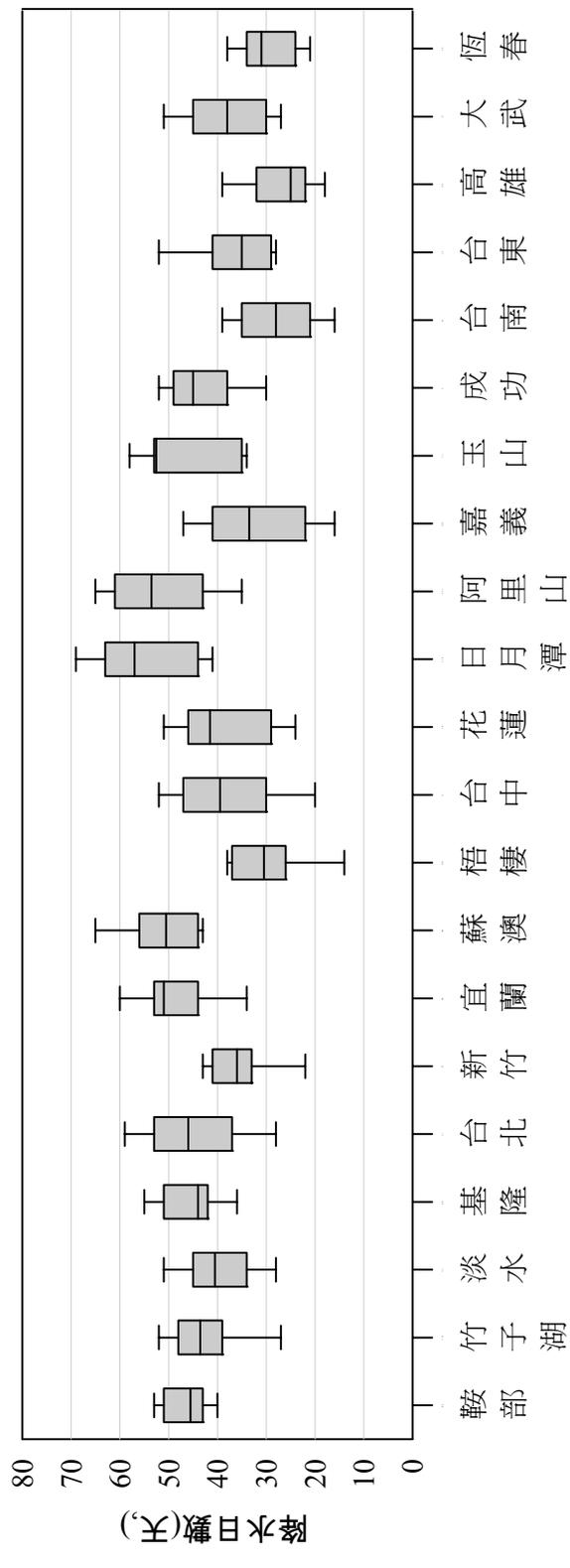
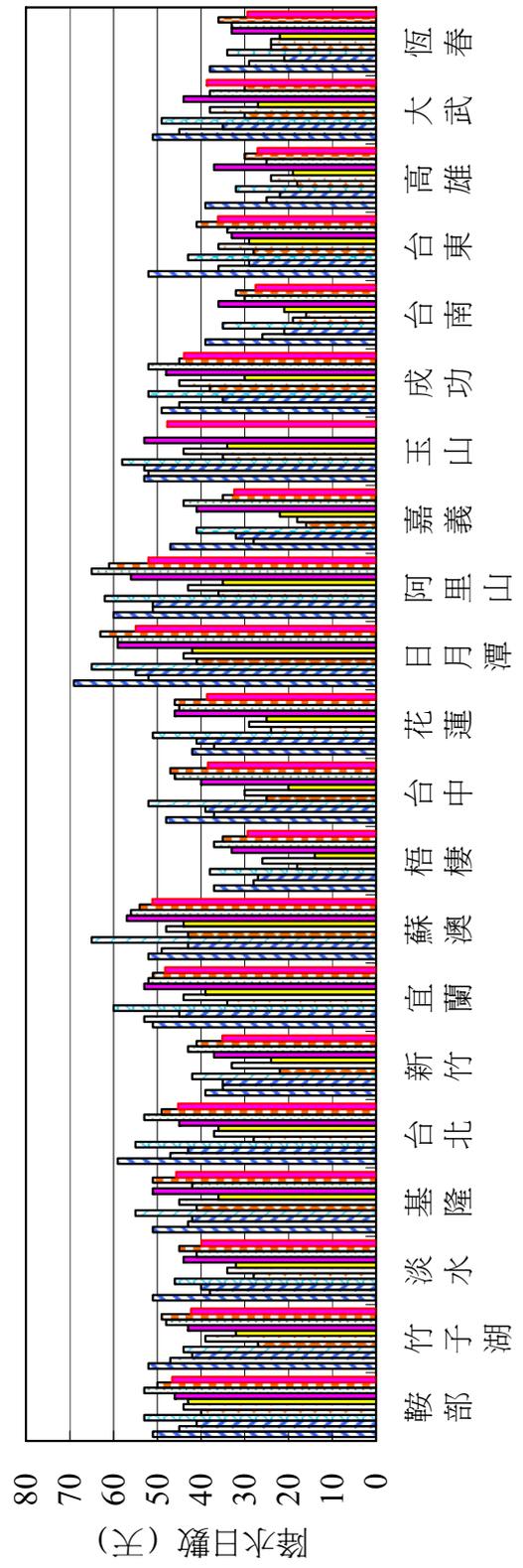
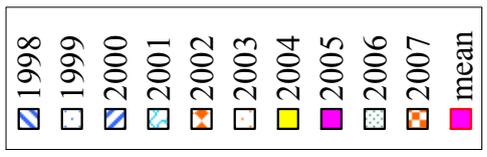


圖 4-1-82 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年 4-6 月降水日數分佈及盒鬚圖

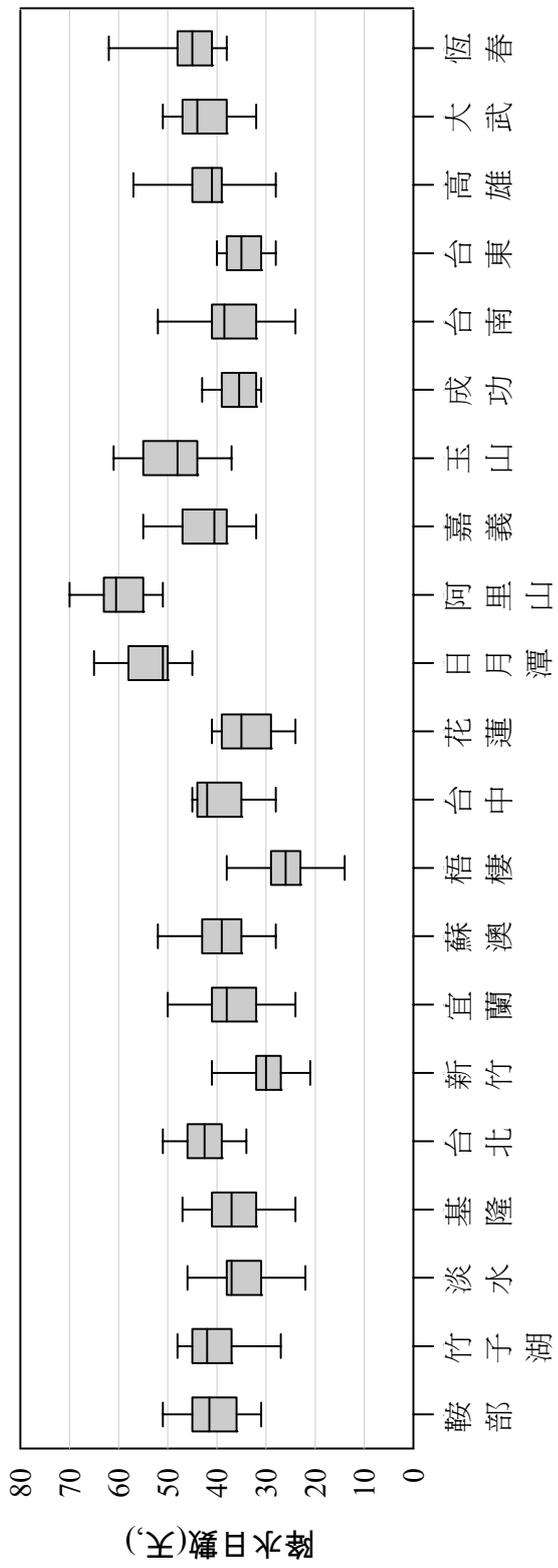
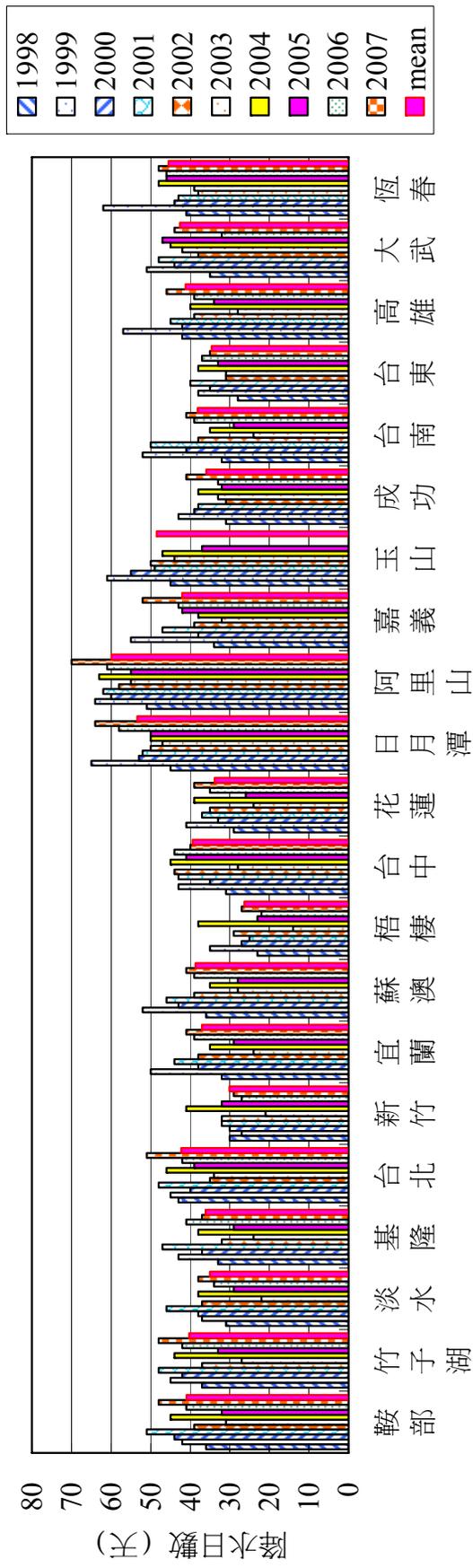


圖 4-1-83 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年 7-9 月降水日數分佈及盒鬚圖

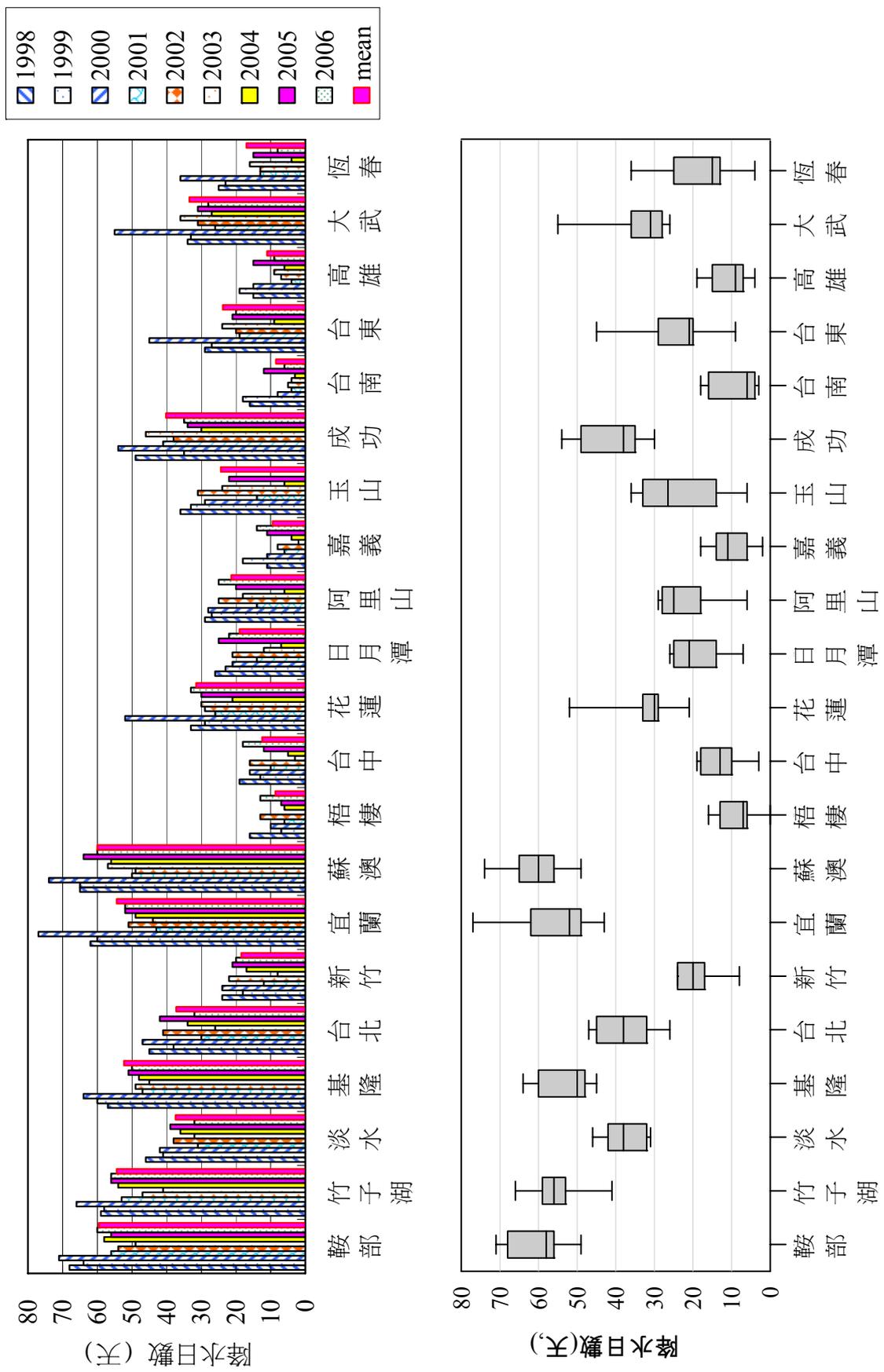


圖 4-1-84 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2006 年 10-12 月降水日數分佈及盒鬚圖

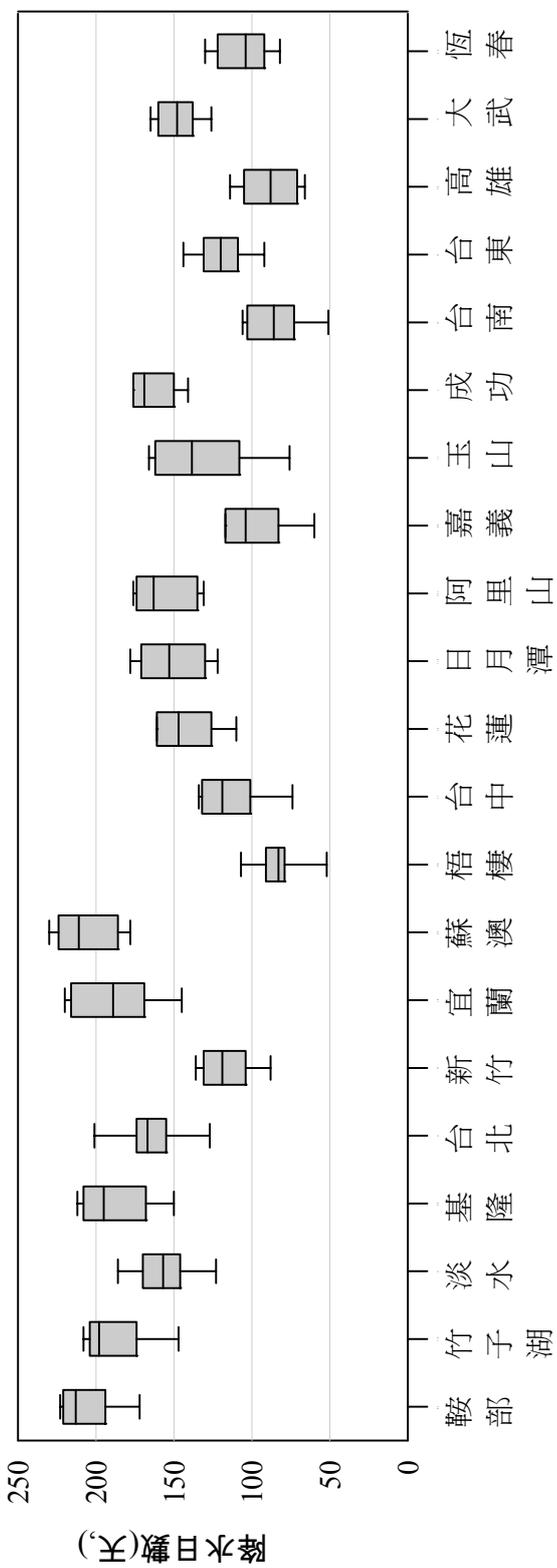
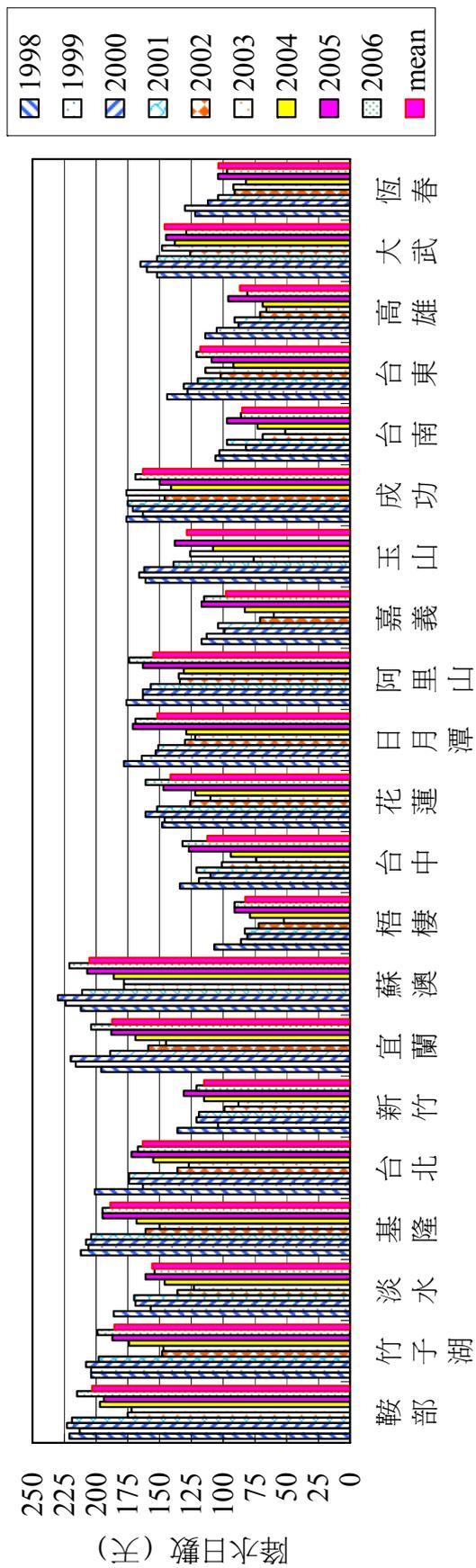


圖 4-1-85 中央氣象局各氣象測站 1998-2006 年全年降水日數分佈及盒鬚圖

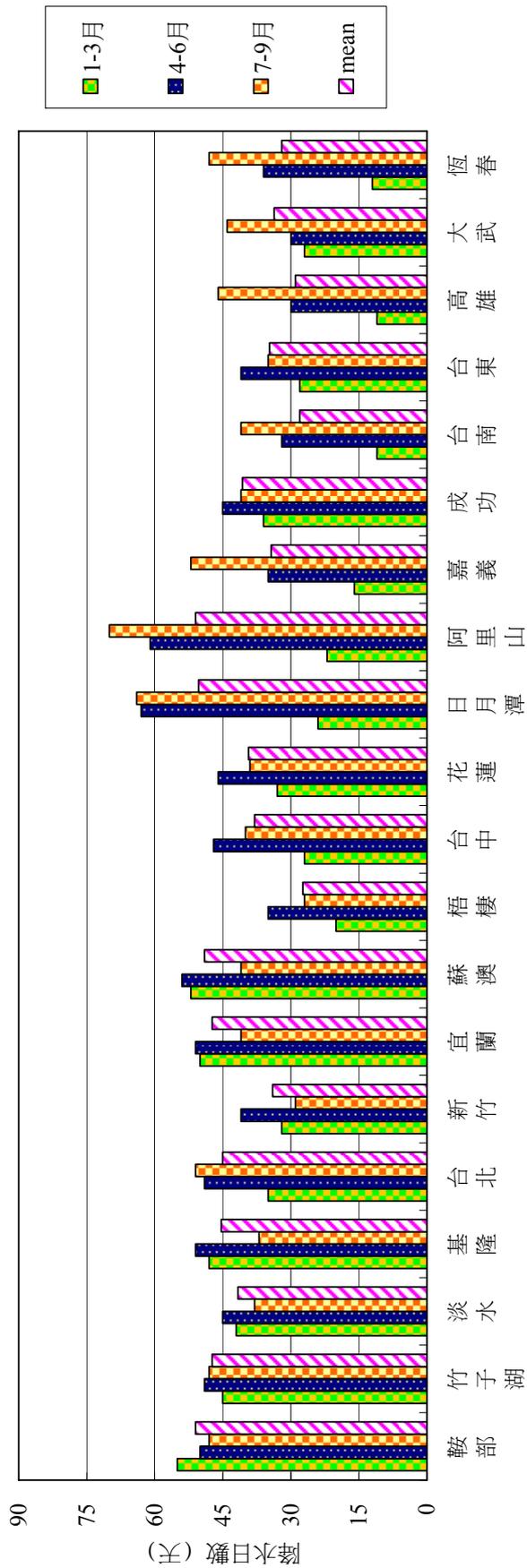
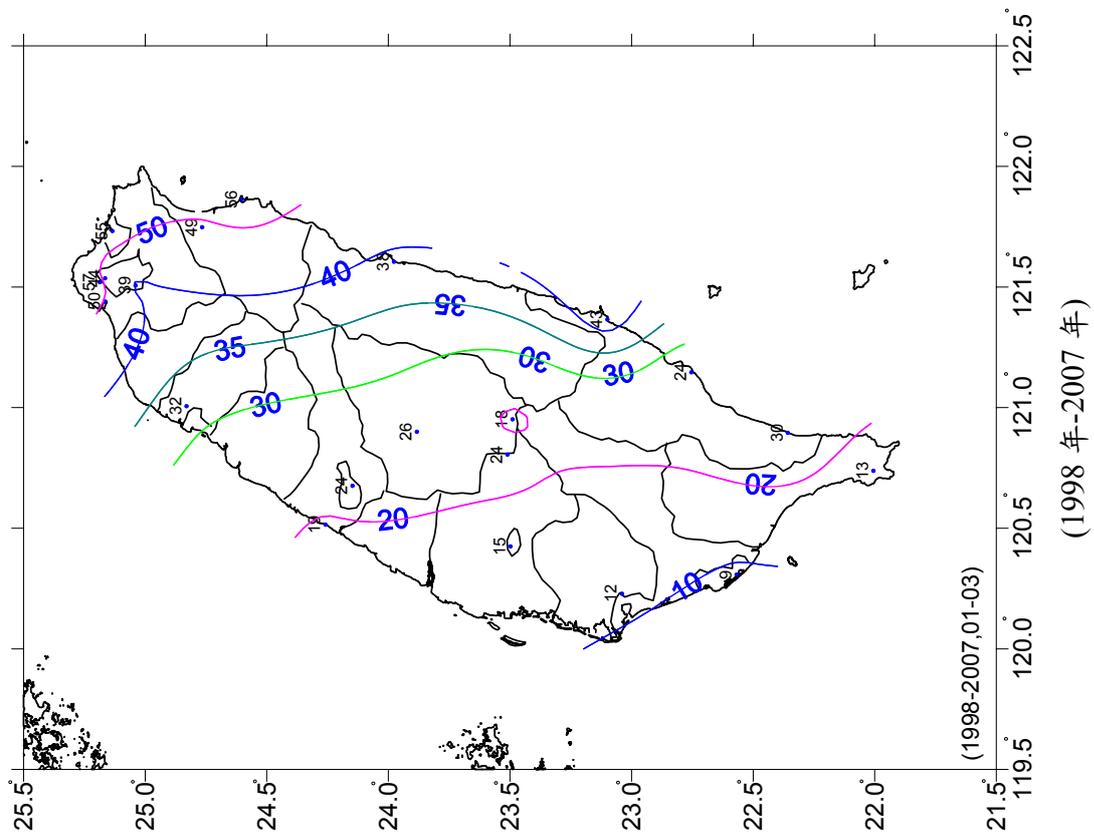
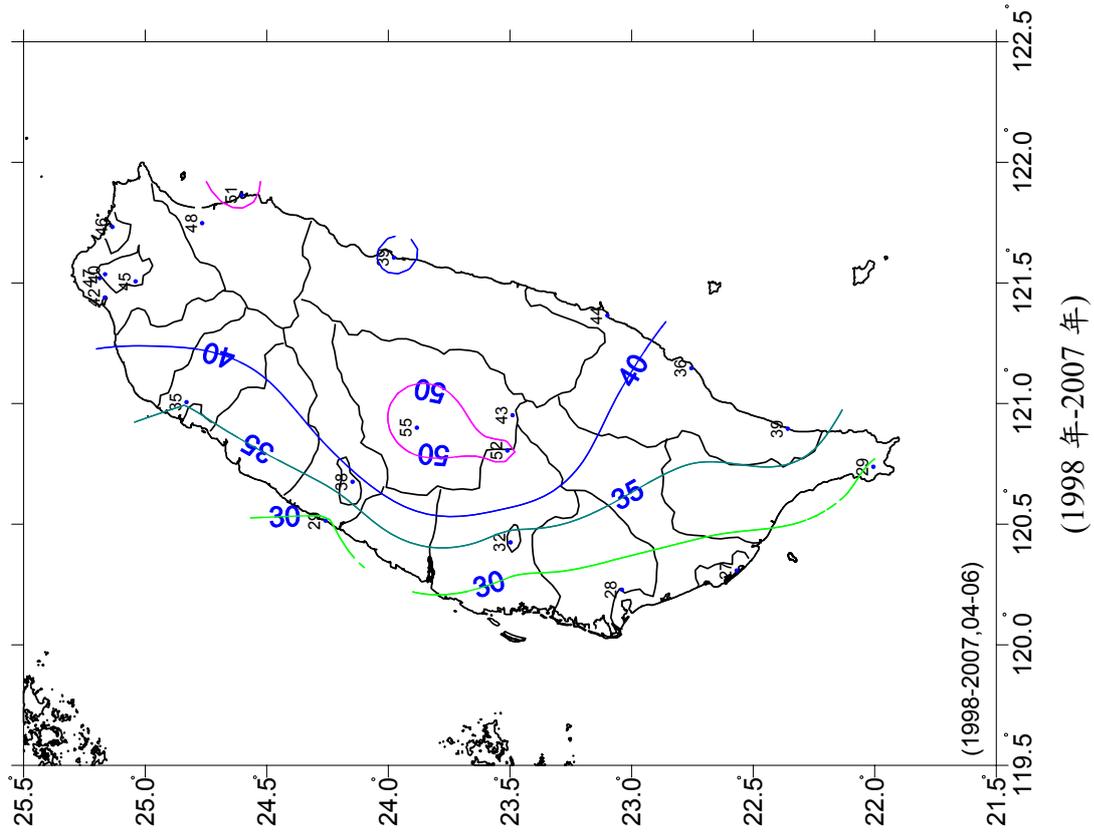


圖 4-1-86 中央氣象局各氣象測站 2007 年三季降水日數分佈圖



(1998年-2007年)

圖 4-1-87 1998年-2007年1-3月長期降水日數等位線圖



(1998年-2007年)

圖 4-1-88 1998年-2007年4-6月長期降水日數等位線圖

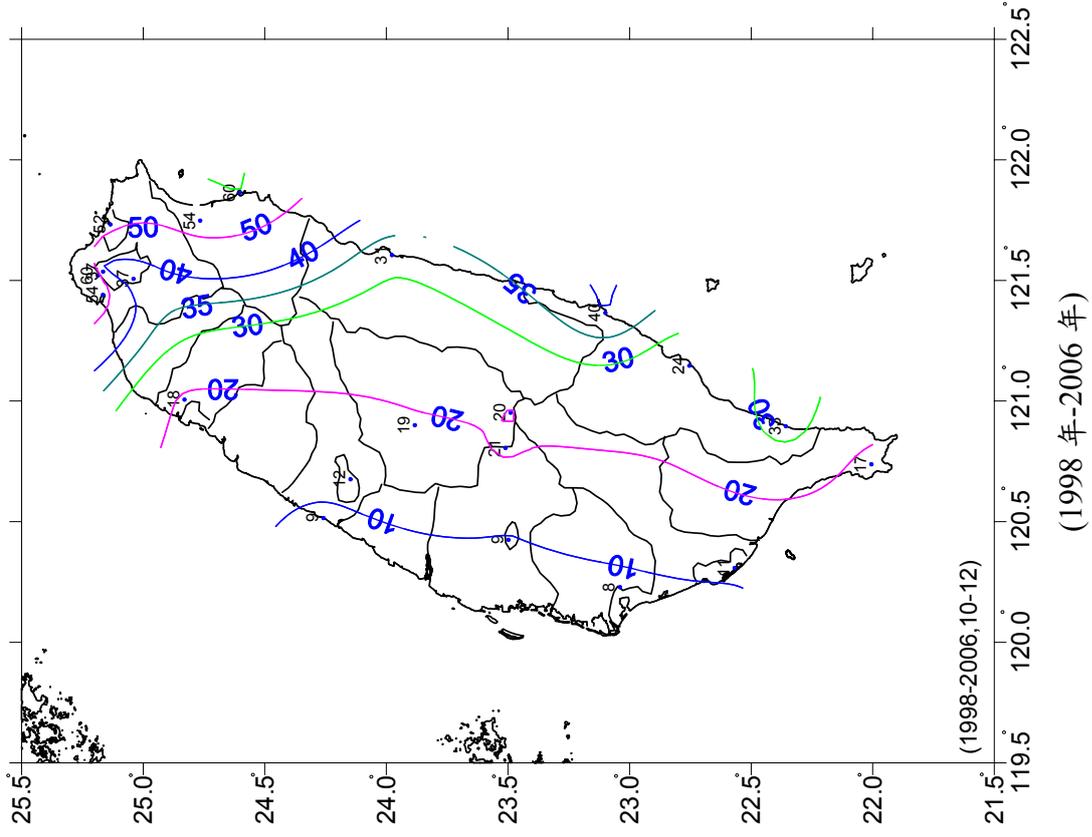
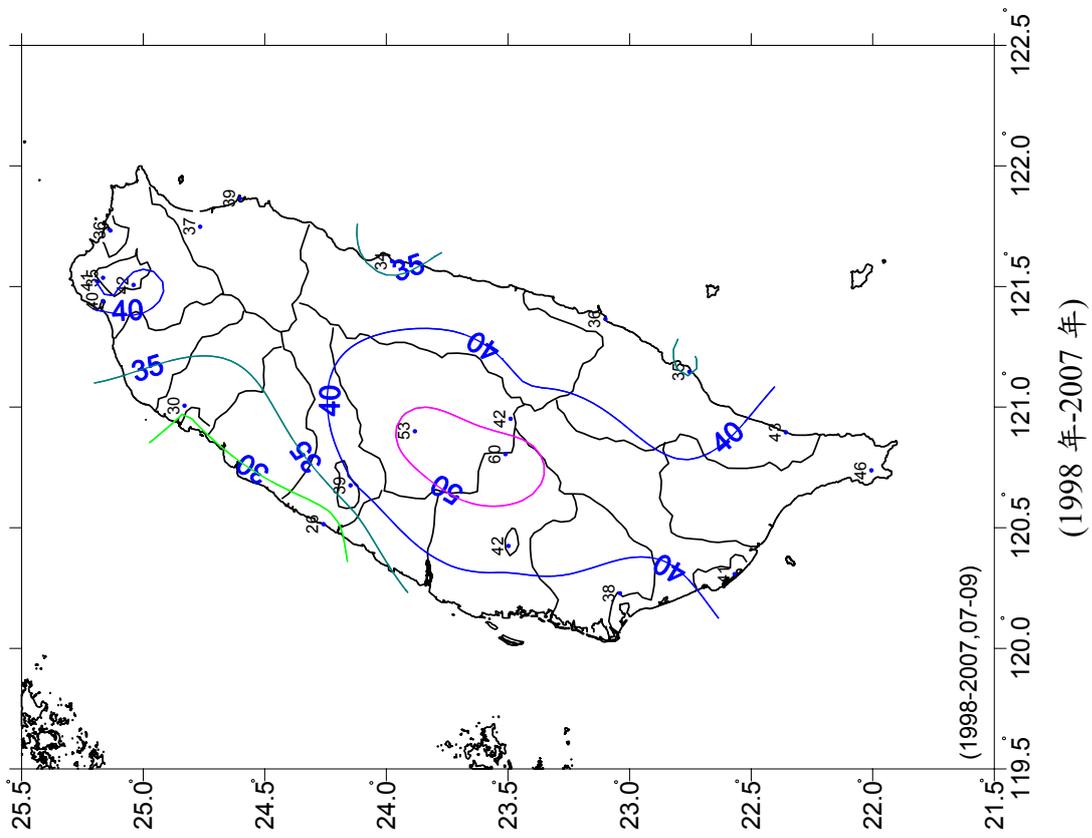


圖 4-1-89 1998 年-2007 年 7-9 月長期降水日數等位線圖 圖 4-1-90 1998 年-2006 年 10-12 月長期降水日數等位線圖

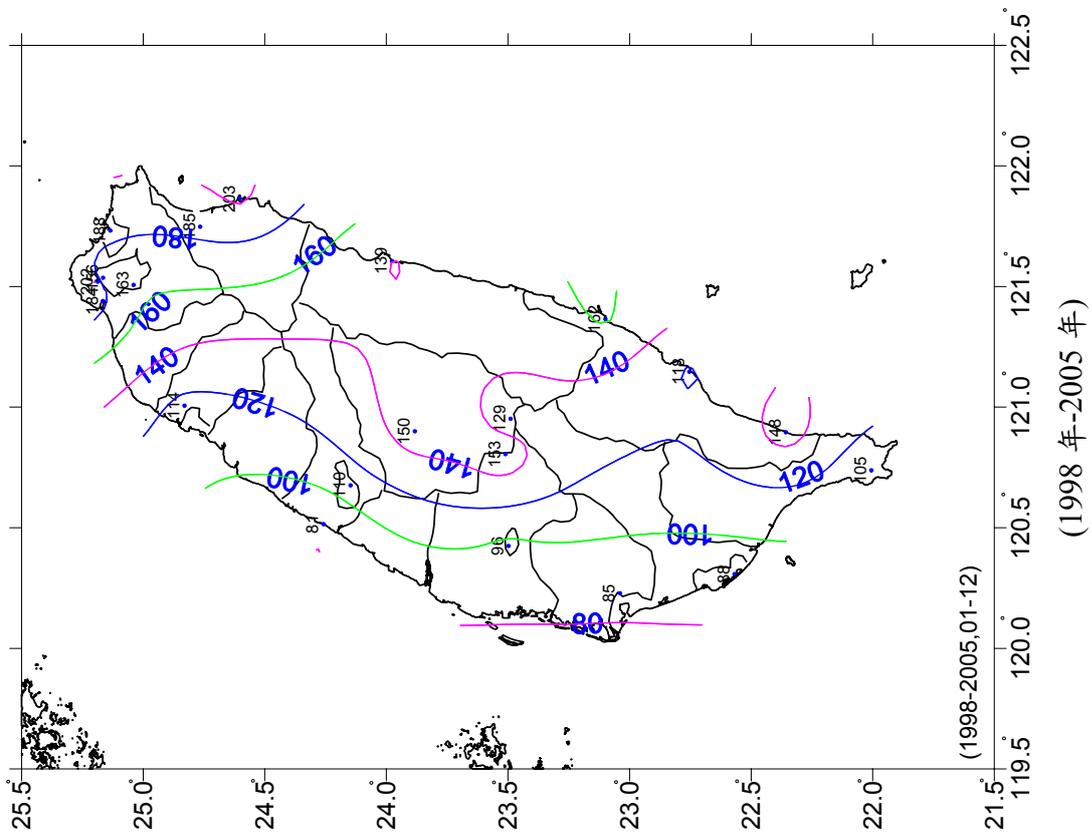


圖 4-1-91 1998~2005 年降水日數等位線圖

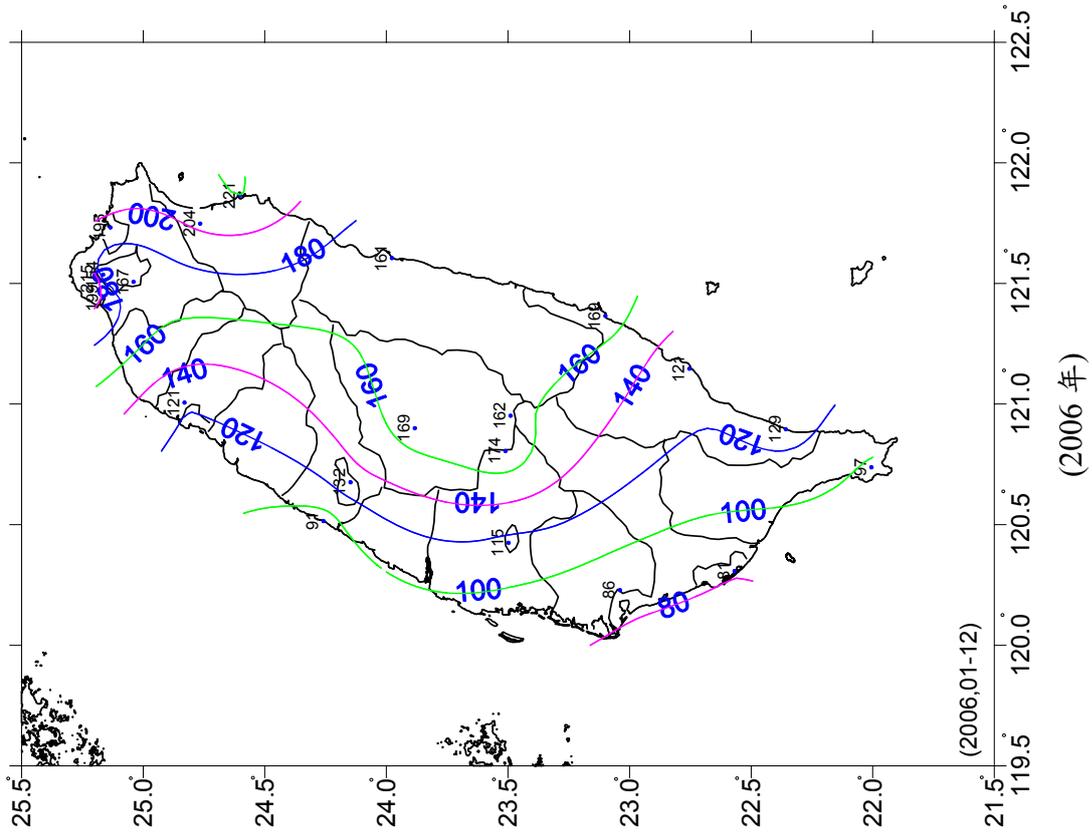


圖 4-1-92 2006 年降水日數等位線圖

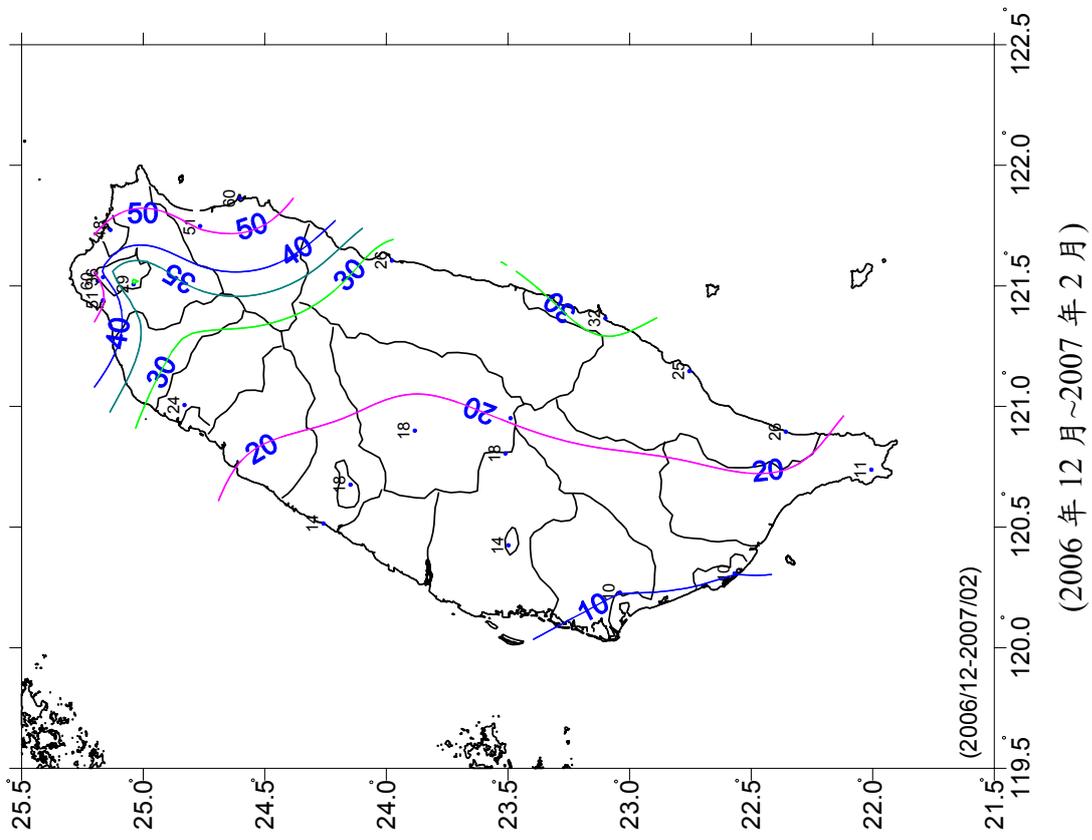


圖 4-1-93 2006 年 12 月~2007 年 2 月降水日數等位線圖

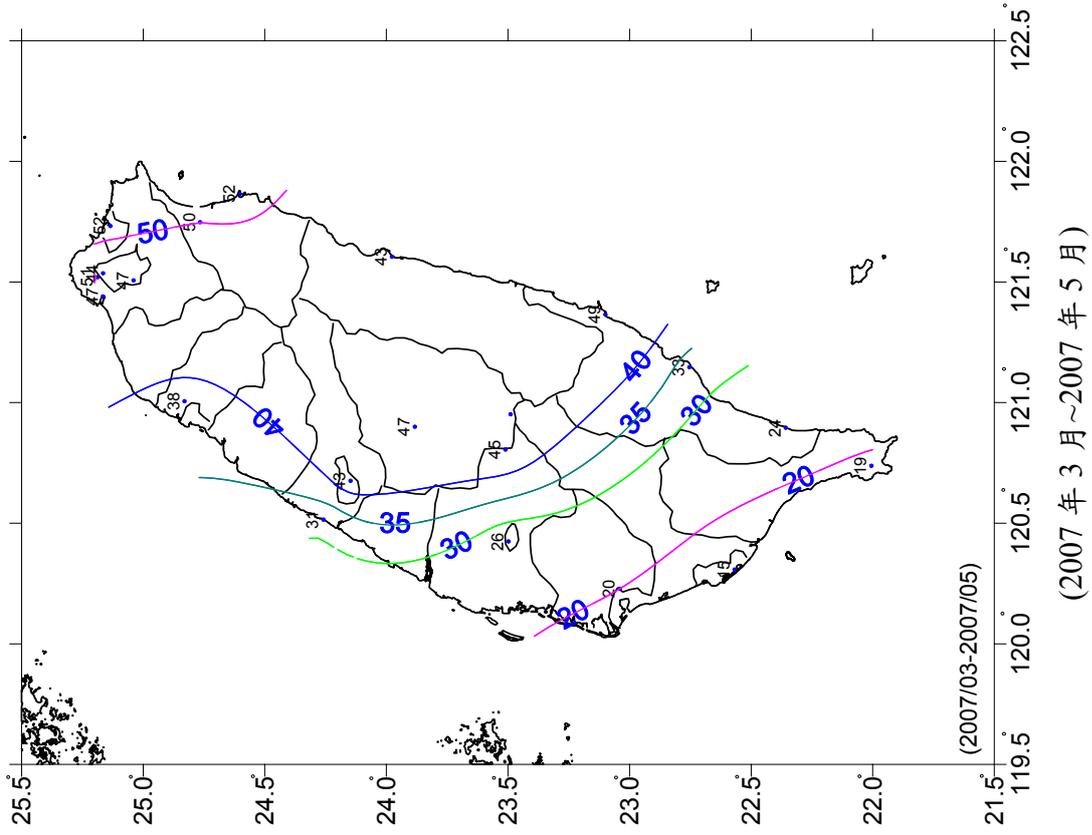


圖 4-1-94 2007 年 3-5 月降水日數等位線圖

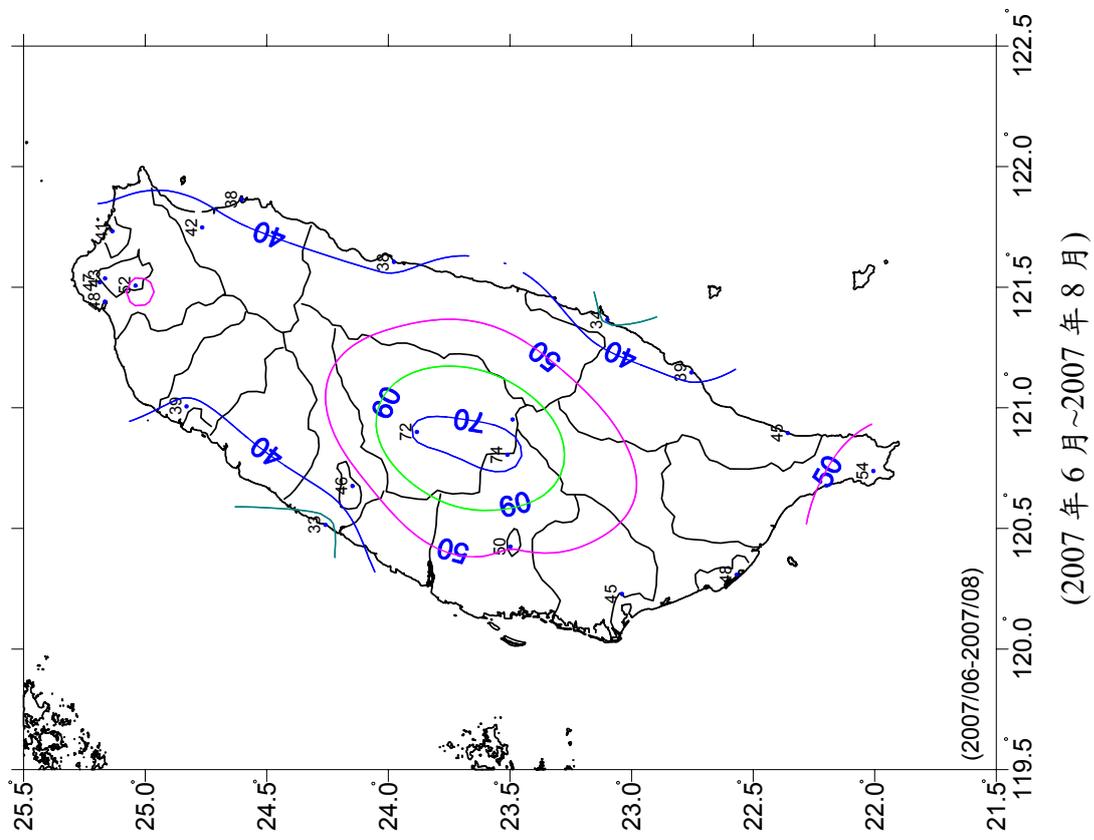


圖 4-1-95 2007 年 6-8 月降水日數等位線圖
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

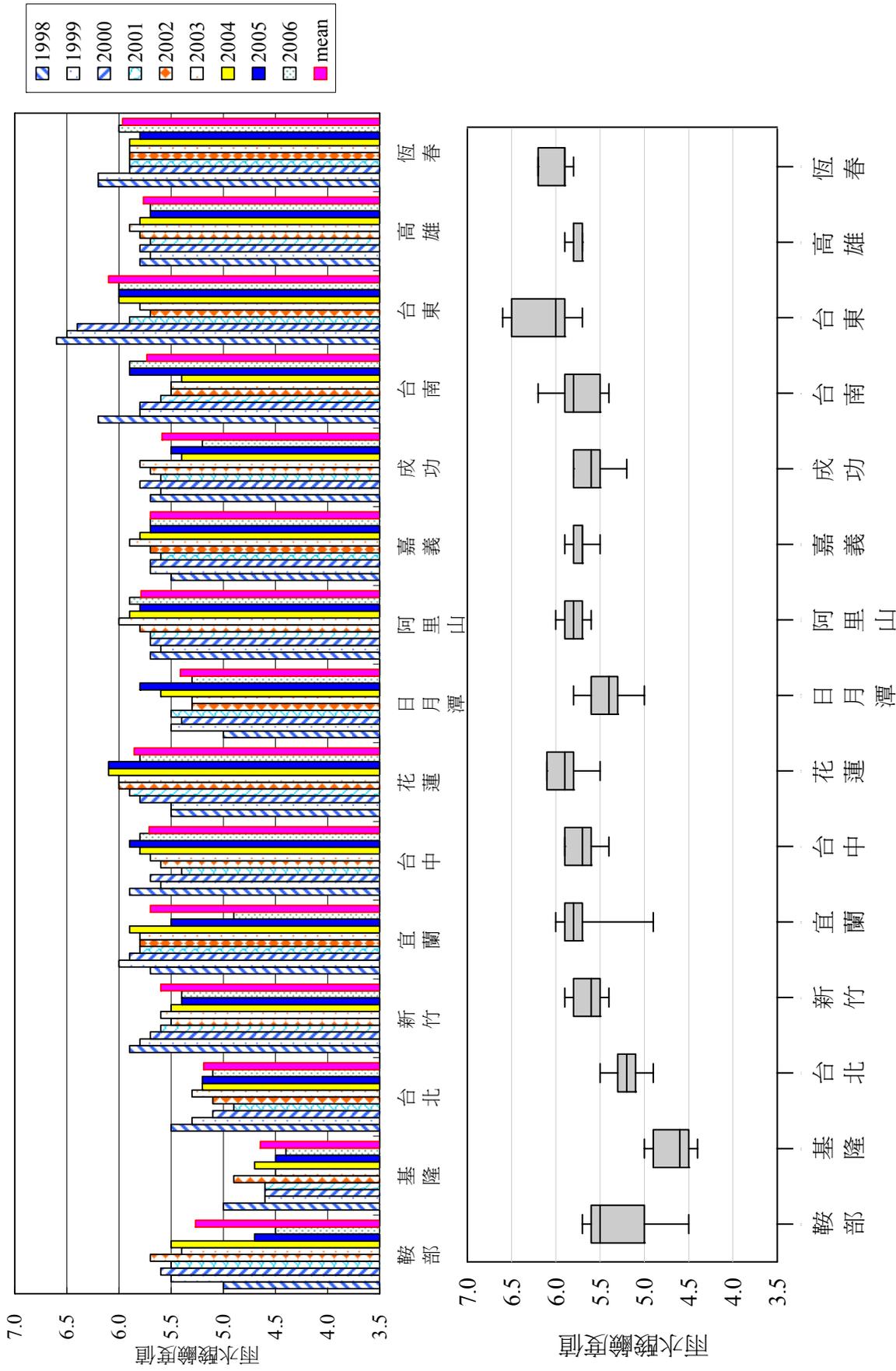


圖 4-1-96 中央氣象局各氣象測站 1998 年~2006 年雨水酸鹼度值分佈及盒鬚圖

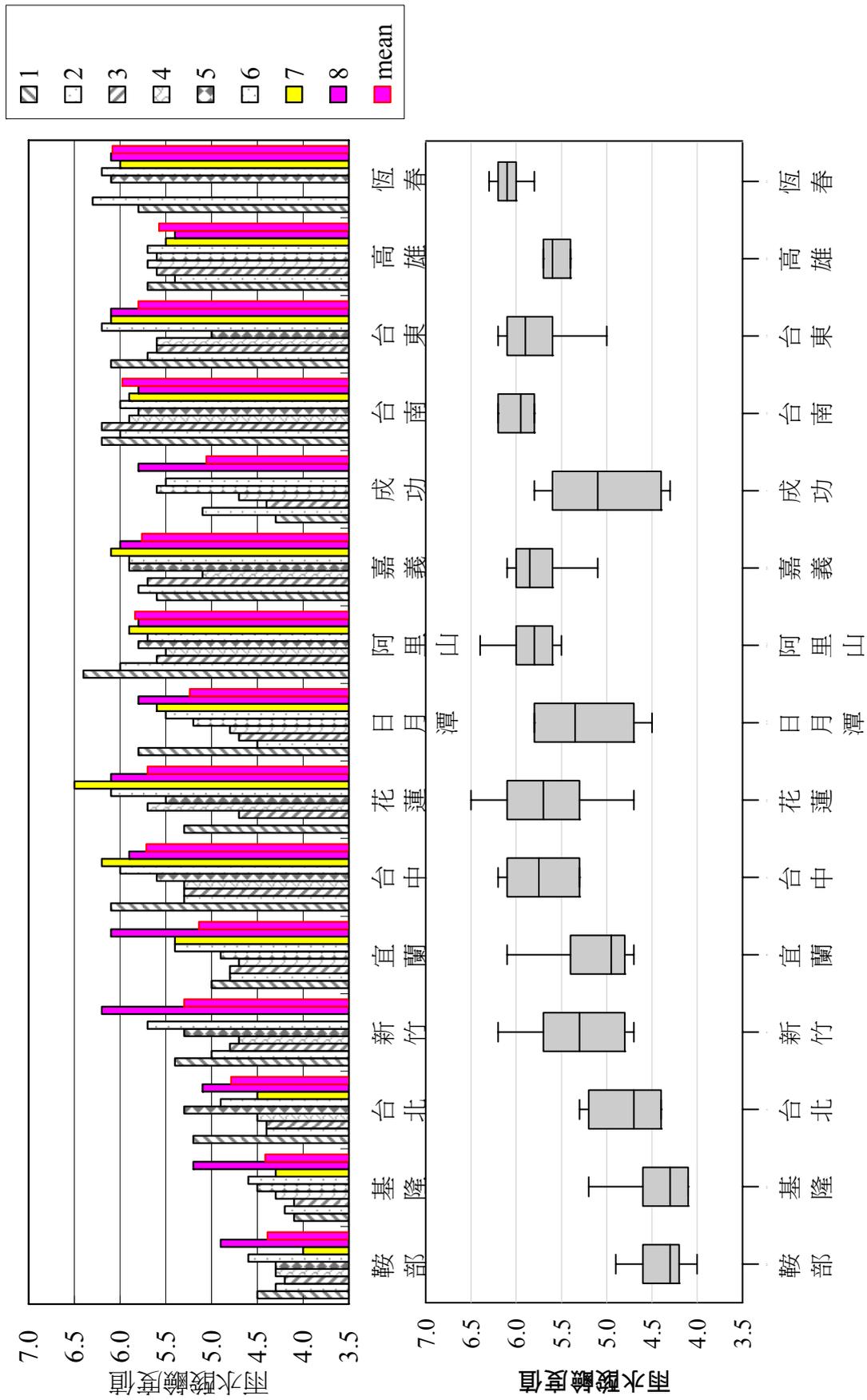


圖 4-1-97 中央氣象局各氣象測站 2007 年 1 月至 8 月雨水酸鹼度值分佈及盒鬚圖

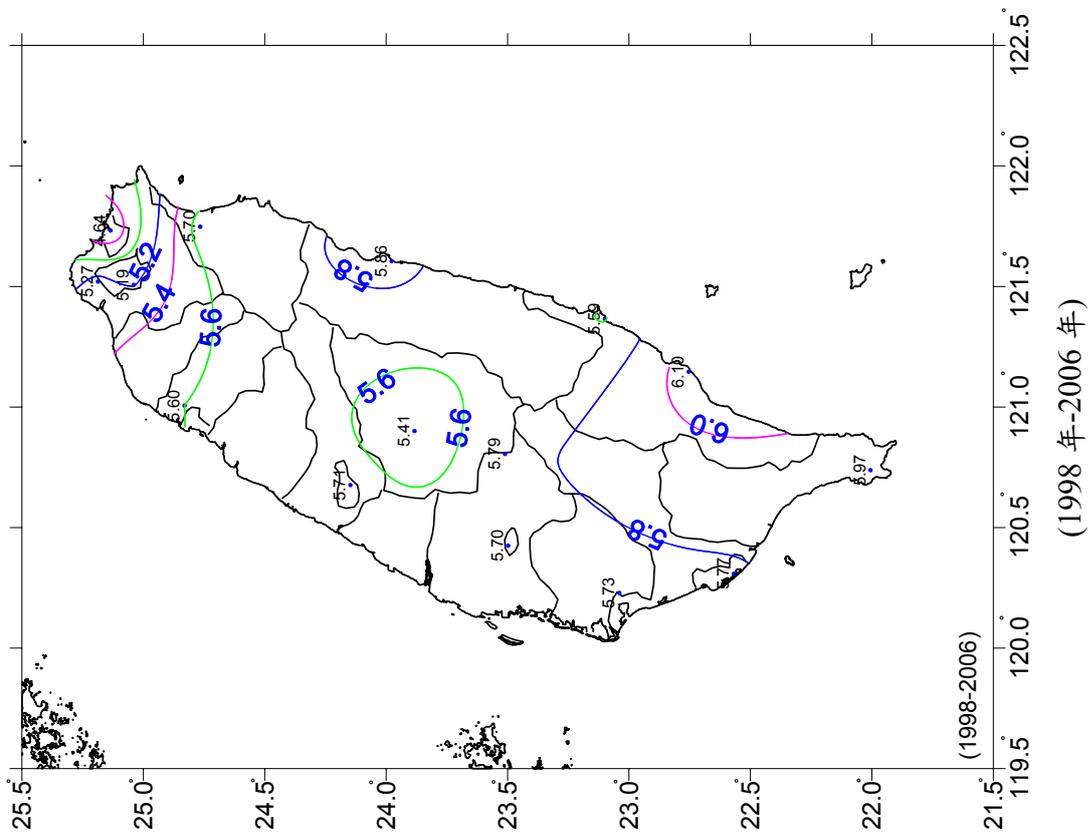


圖 4-1-98 1998 年~2006 年雨水酸鹼度值等位線圖

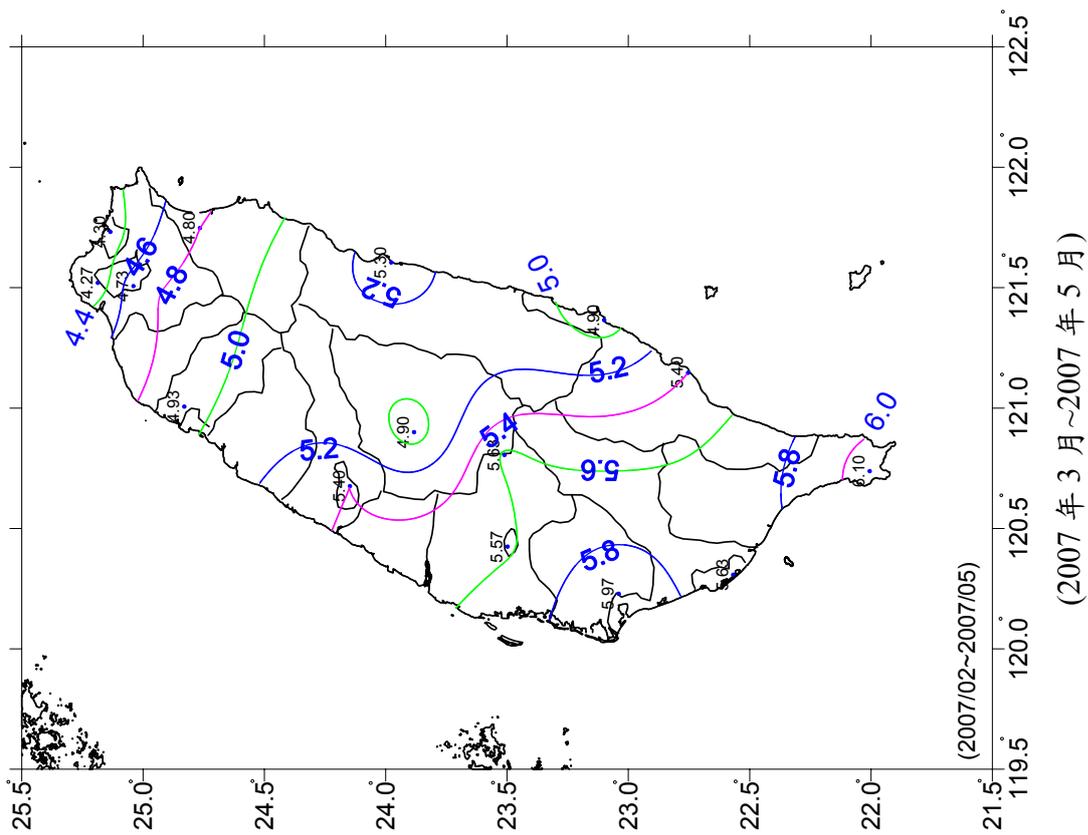


圖 4-1-99 2007 年 3-5 月雨水酸鹼度值等位線圖

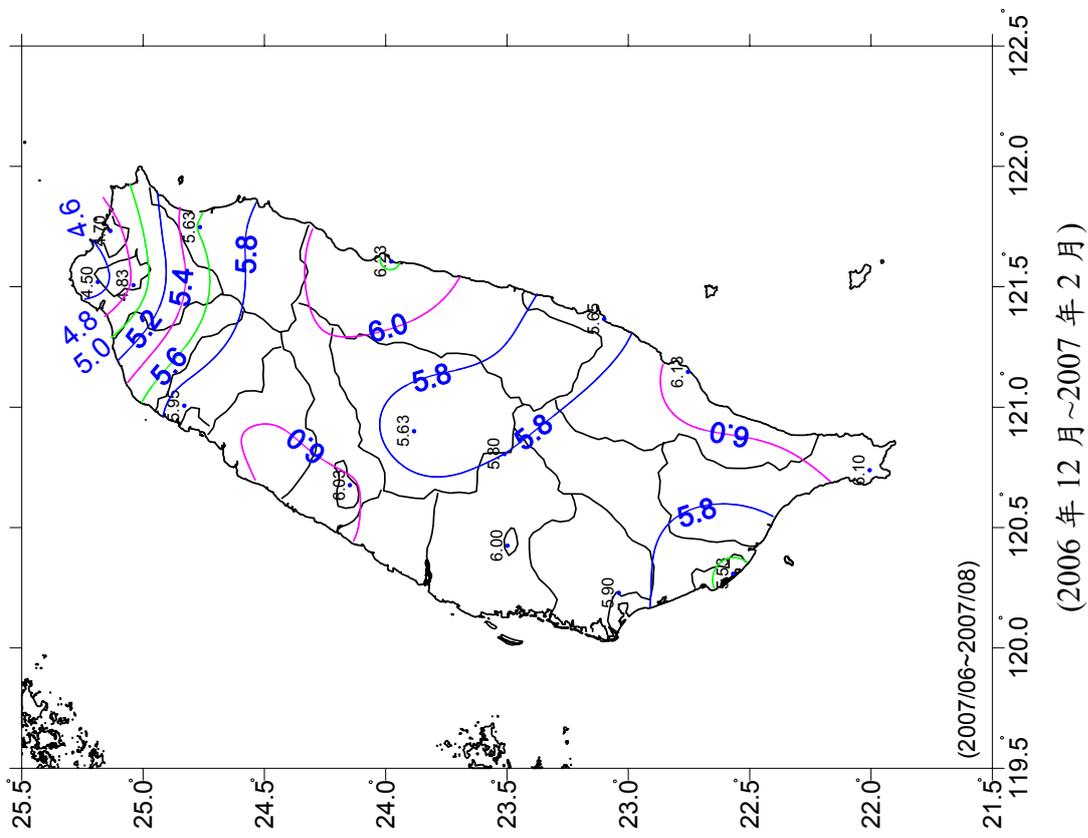


圖 4-1-100 2007 年 6-8 月雨水酸鹼度值等位線圖

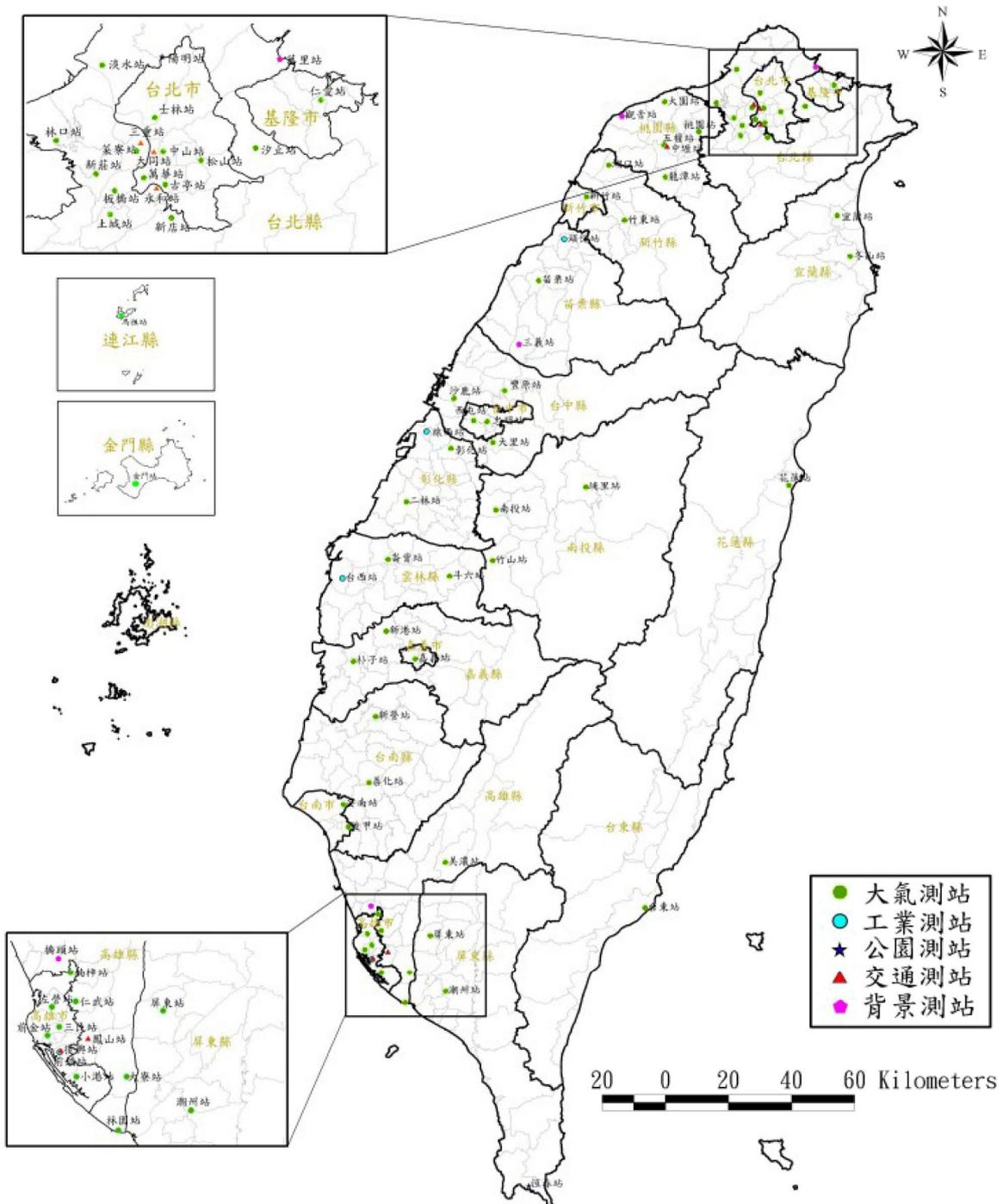


圖 4-2-1 環保署監測站位置分佈圖

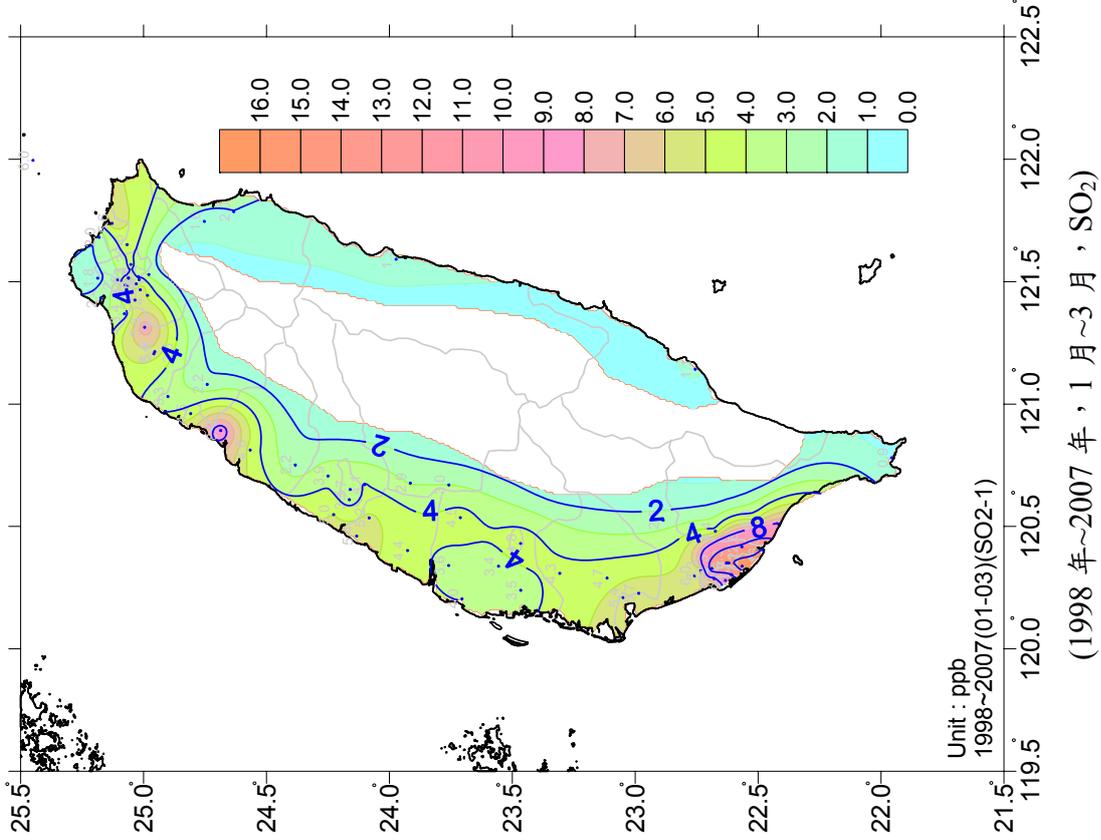


圖 4-2-2 1998-2007 年 1-3 月 SO₂ 濃度等位線圖

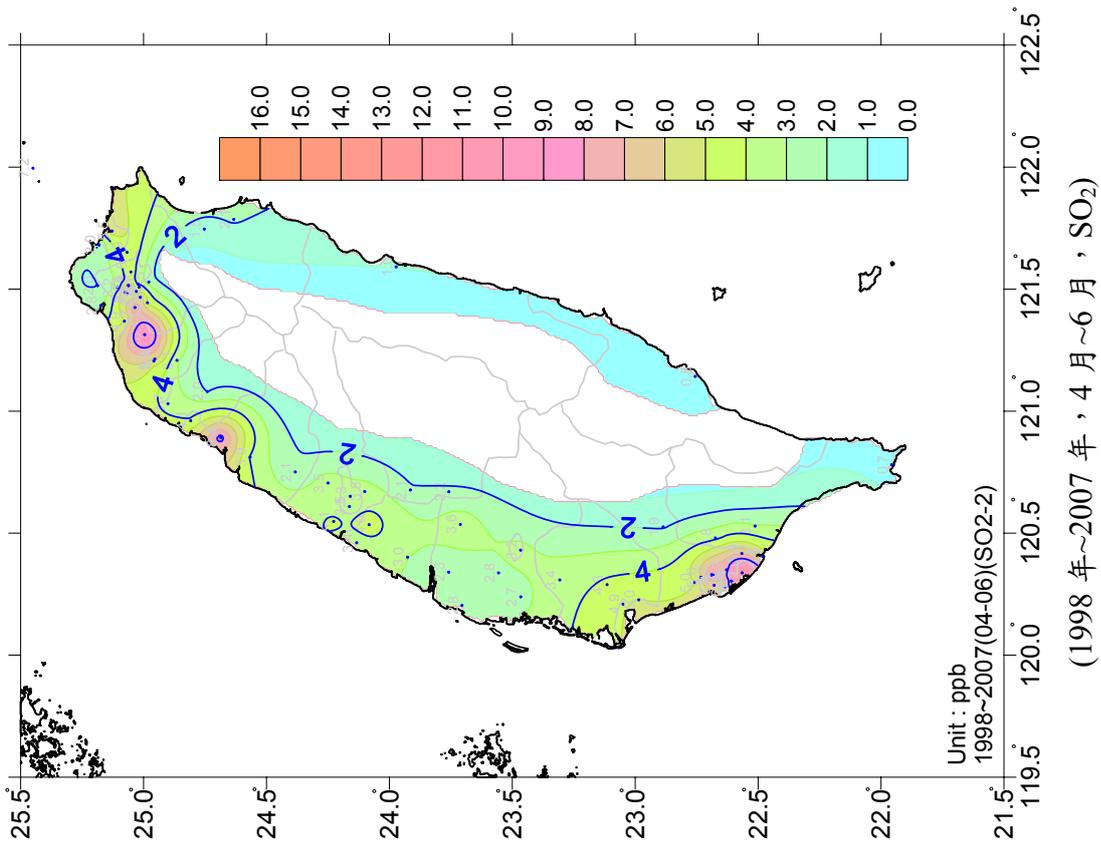


圖 4-2-3 1998-2007 年 4-6 月 SO₂ 濃度等位線圖

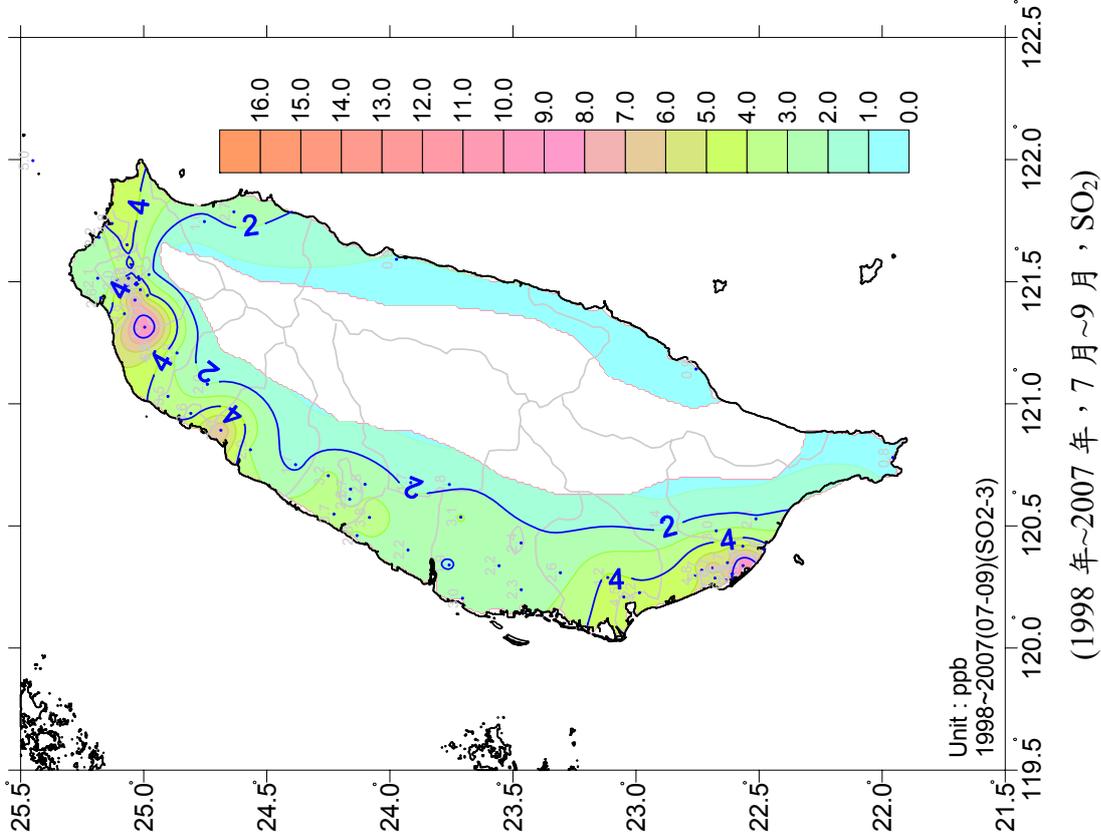


圖 4-2-4 1998-2007 年 7-9 月 SO₂ 濃度等位線圖

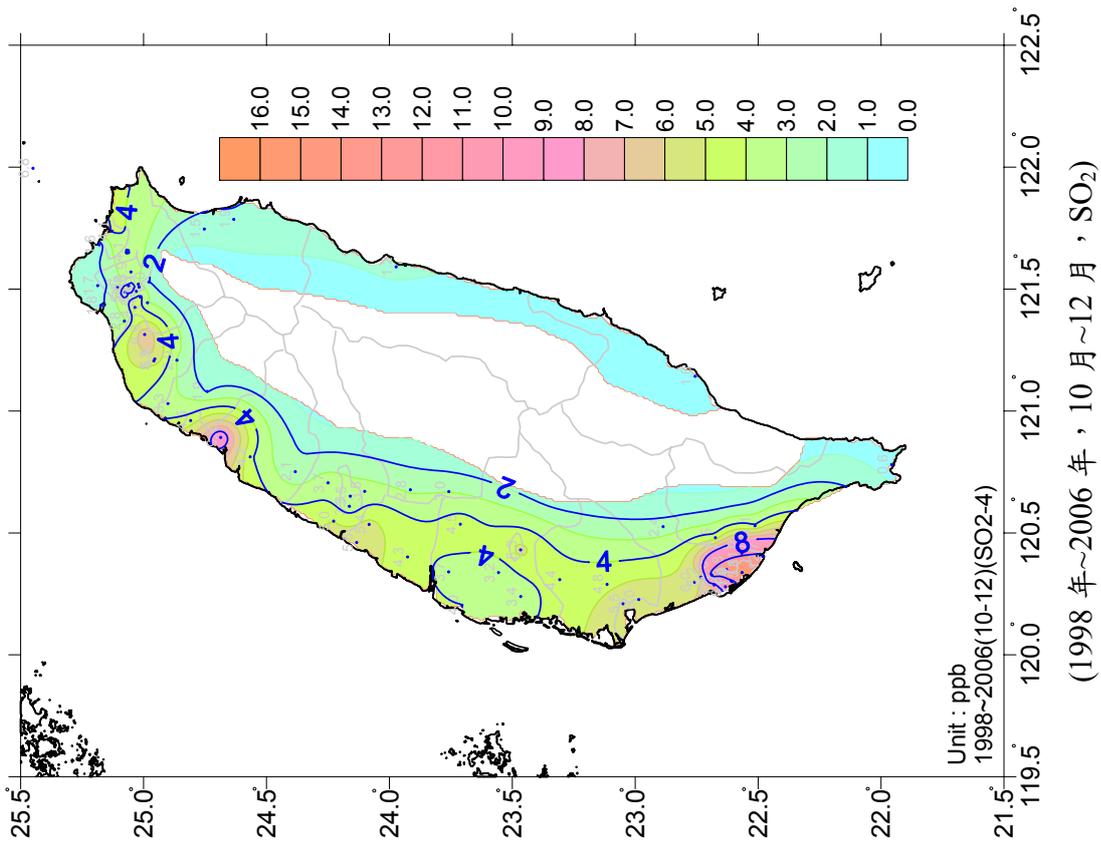


圖 4-2-5 1998-2006 年 10-12 月 SO₂ 濃度等位線圖

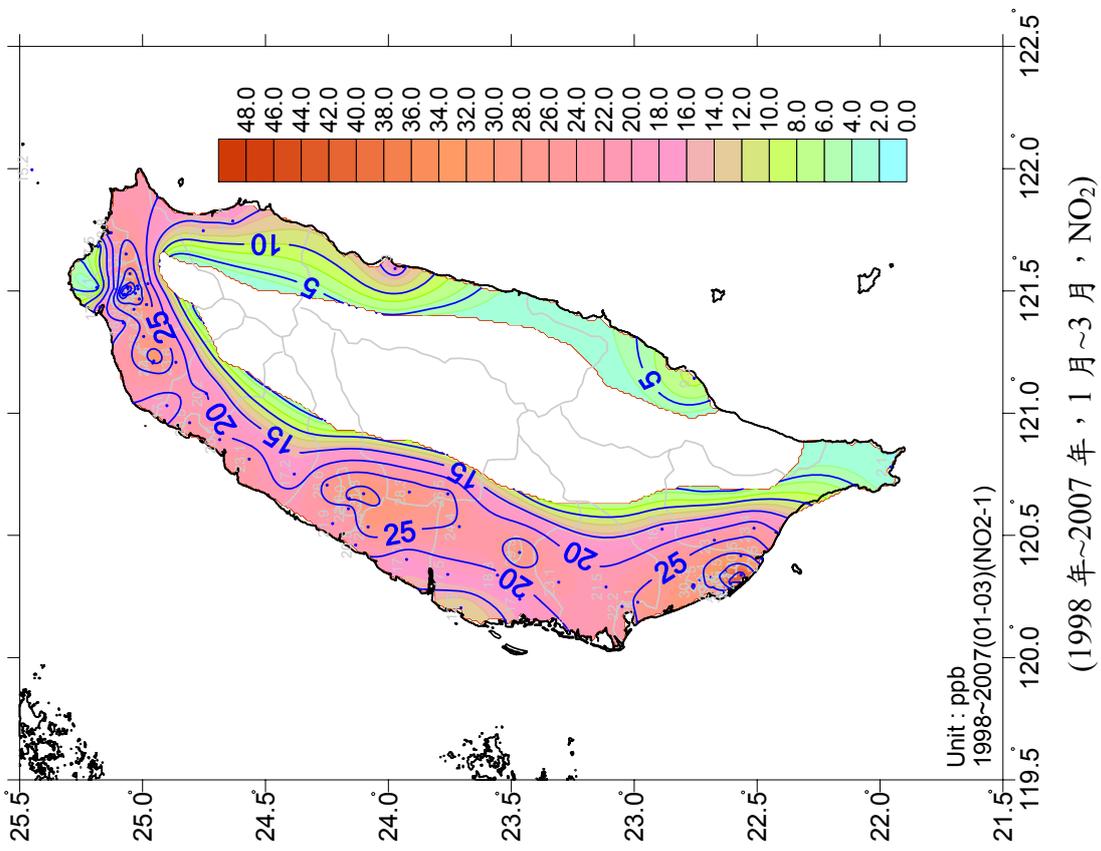


圖 4-2-6 1998-2007 年 1-3 月 NO₂ 濃度等位線圖

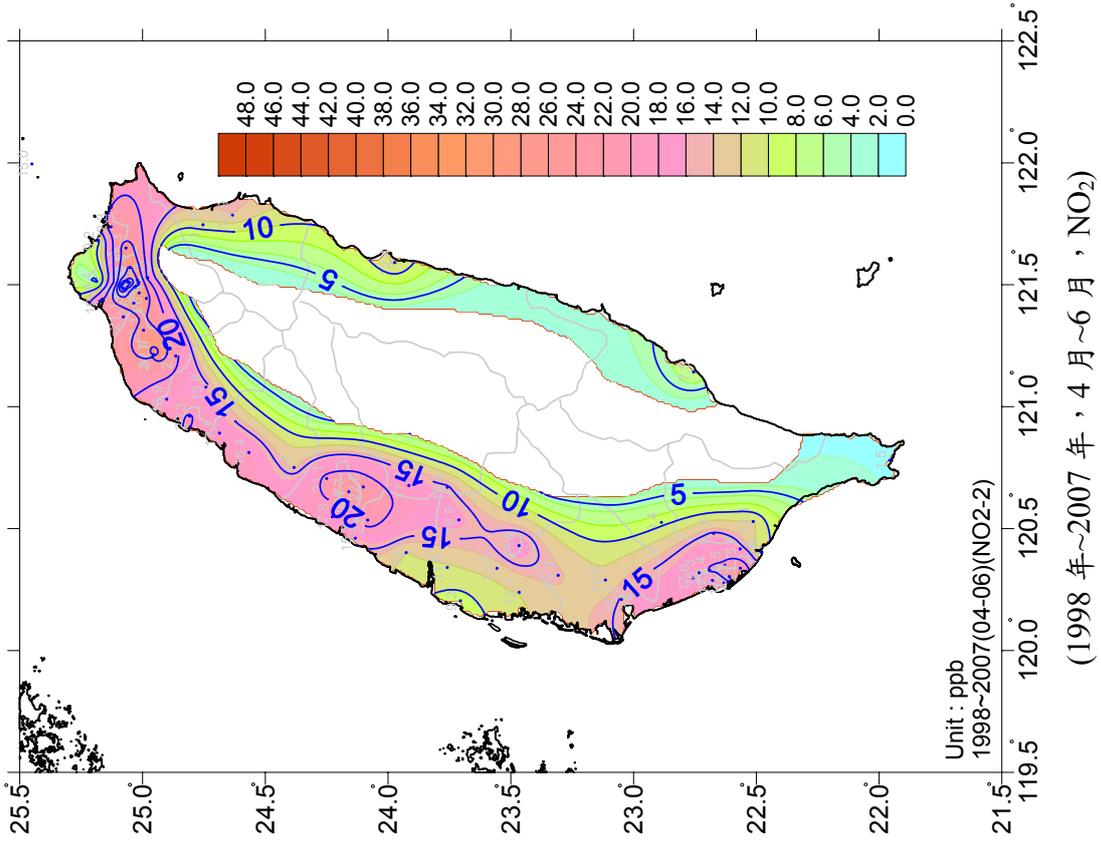


圖 4-2-7 1998-2007 年 4-6 月 NO₂ 濃度等位線圖

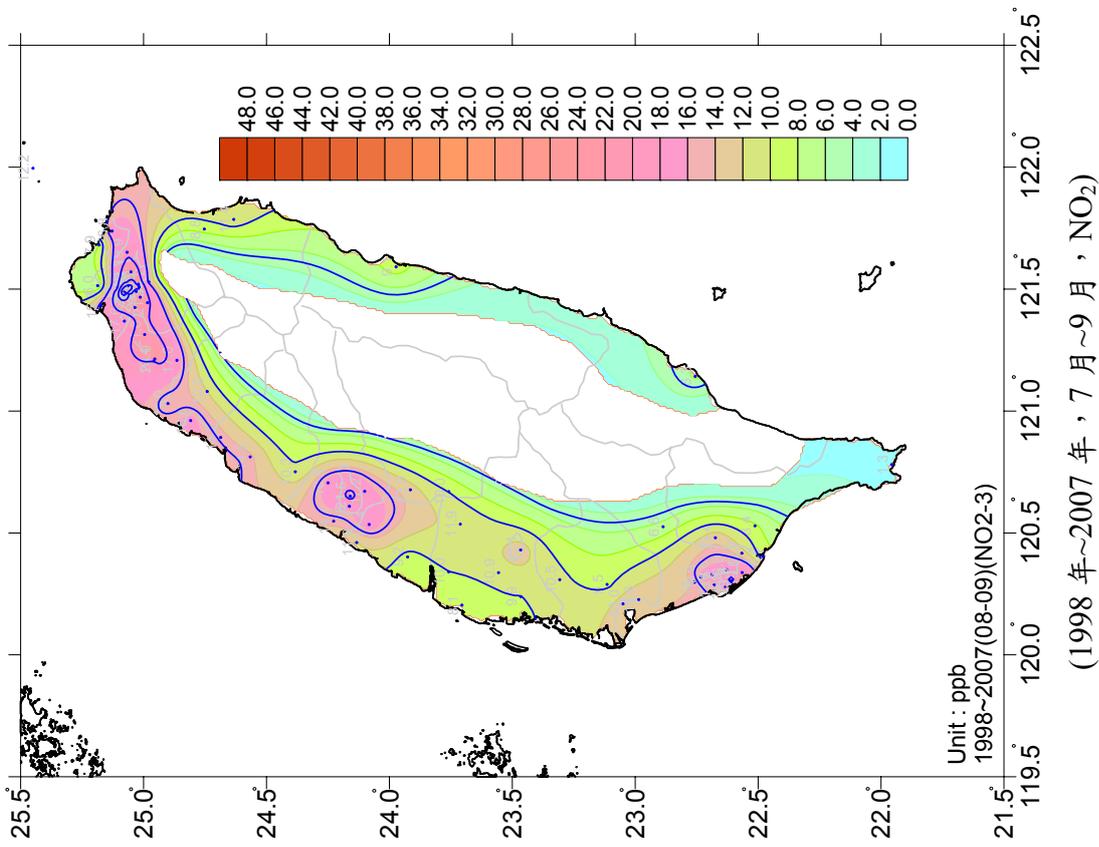


圖 4-2-8 1998-2007 年 7-9 月 NO₂ 濃度等位線圖

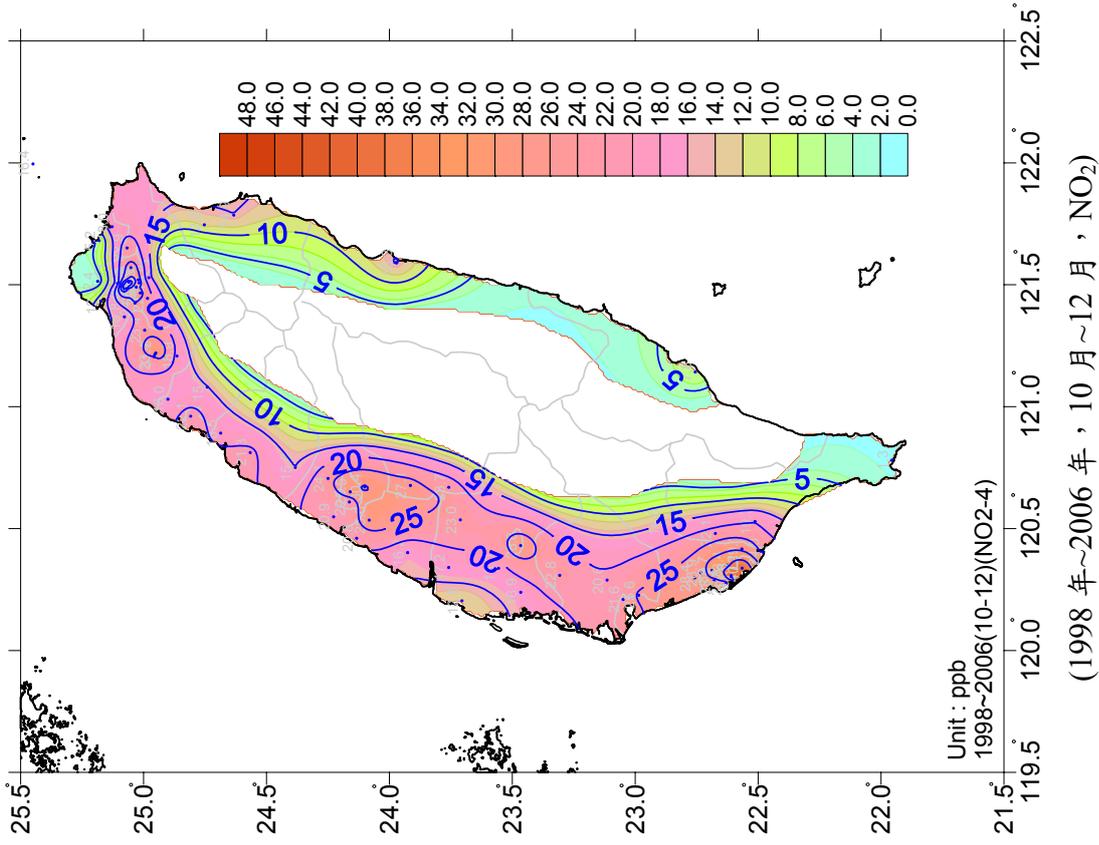


圖 4-2-9 1998-2006 年 10-12 月 NO₂ 濃度等位線圖

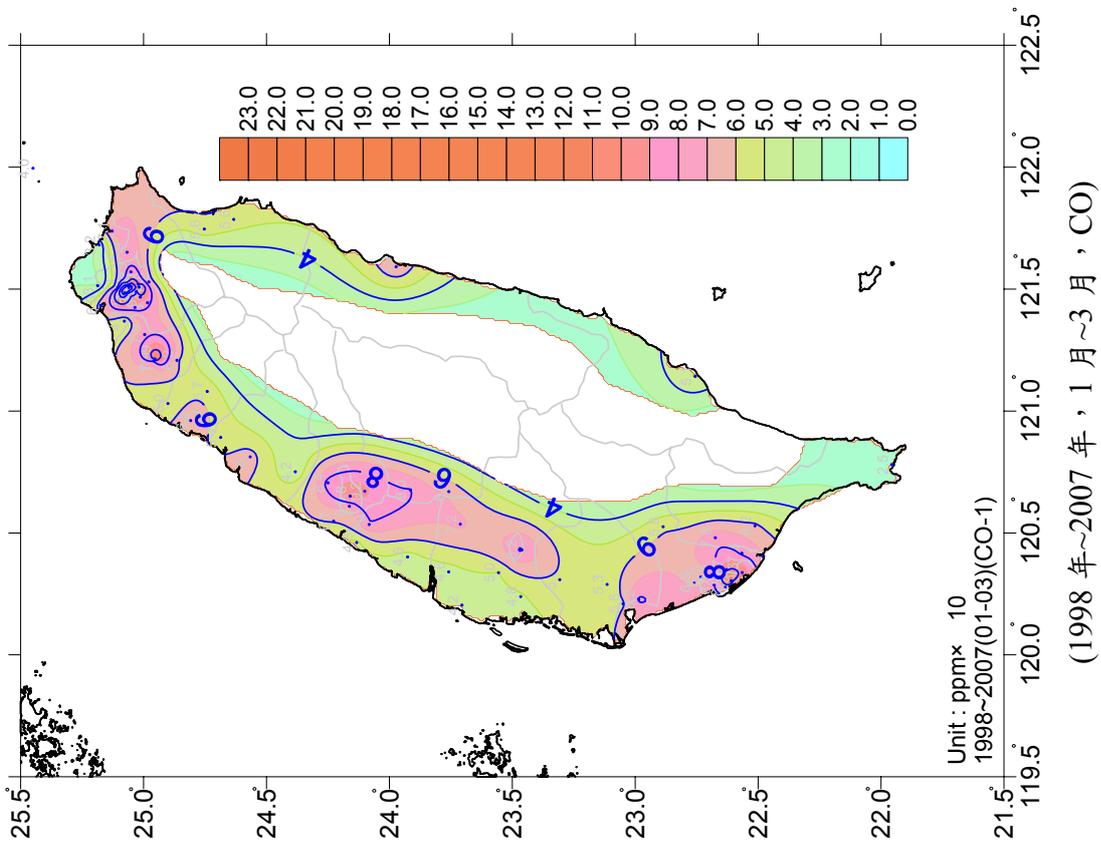


圖 4-2-10 1998-2007 年 1-3 月 CO 濃度等位線圖

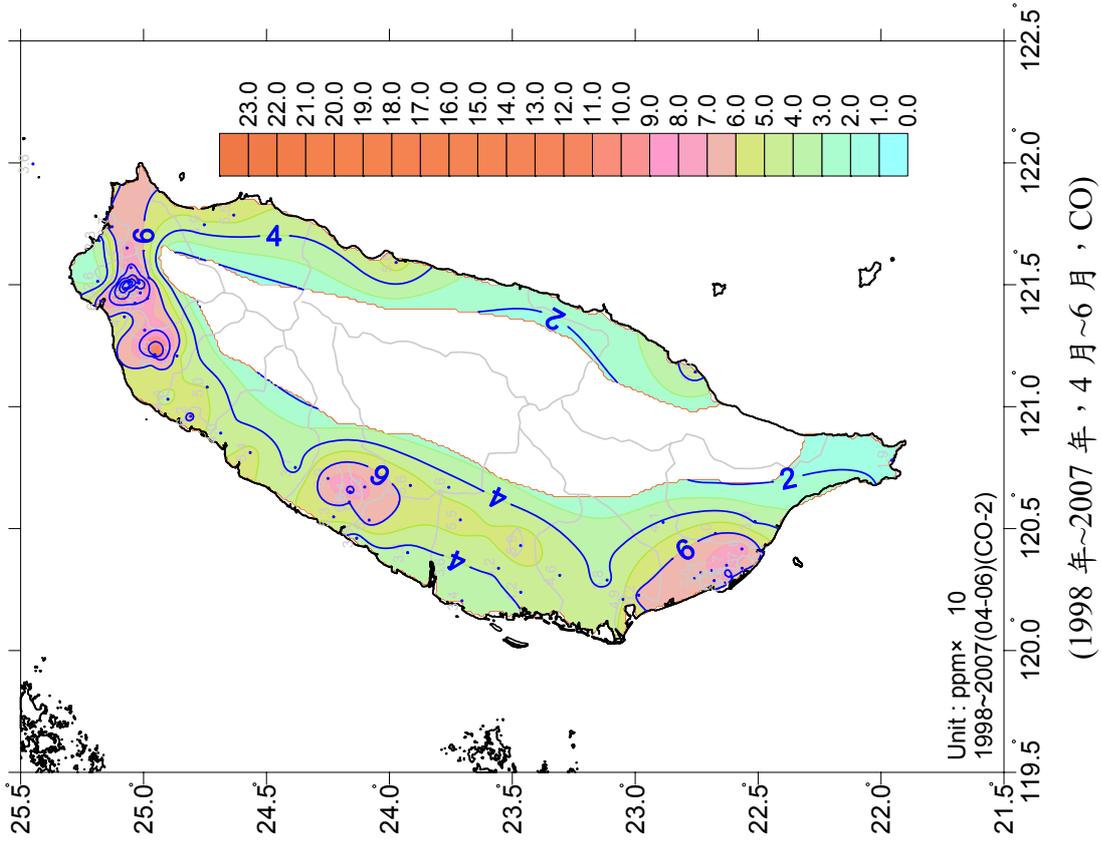


圖 4-2-11 1998-2007 年 4-6 月 CO 濃度等位線圖

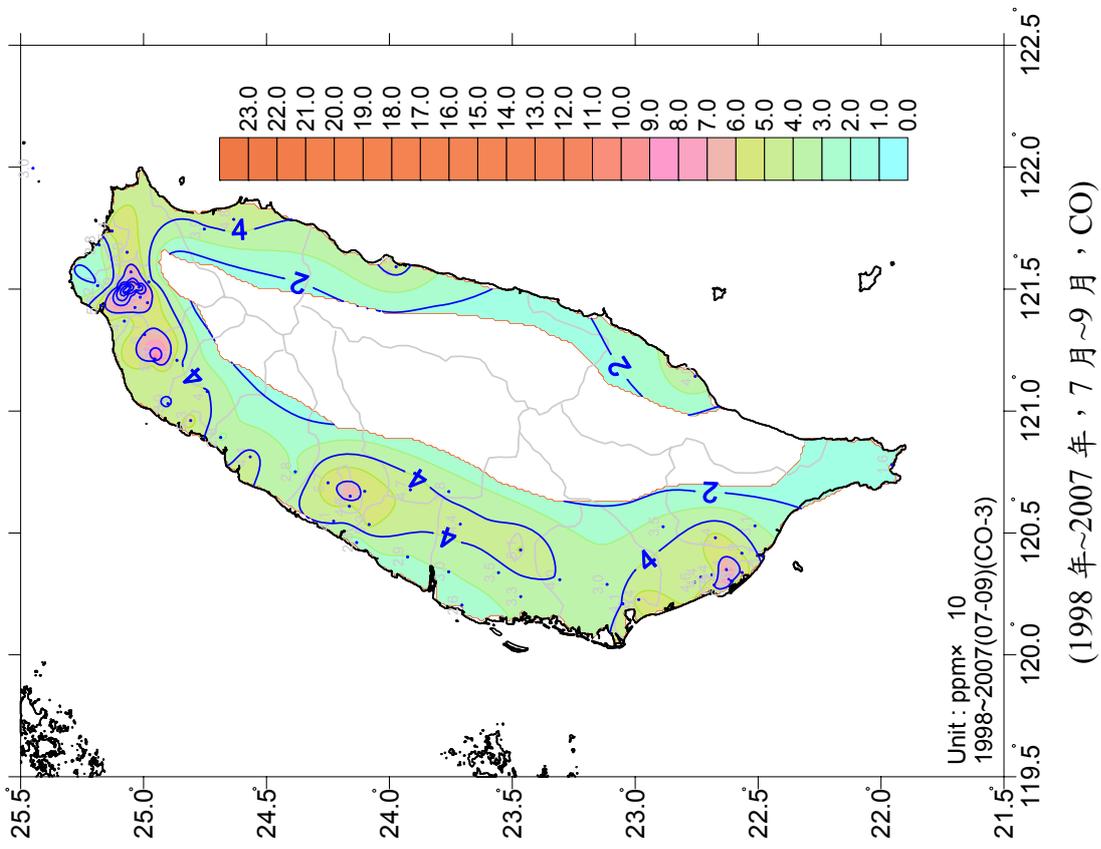


圖 4-2-12 1998-2007 年 7-9 月 CO 濃度等位線圖

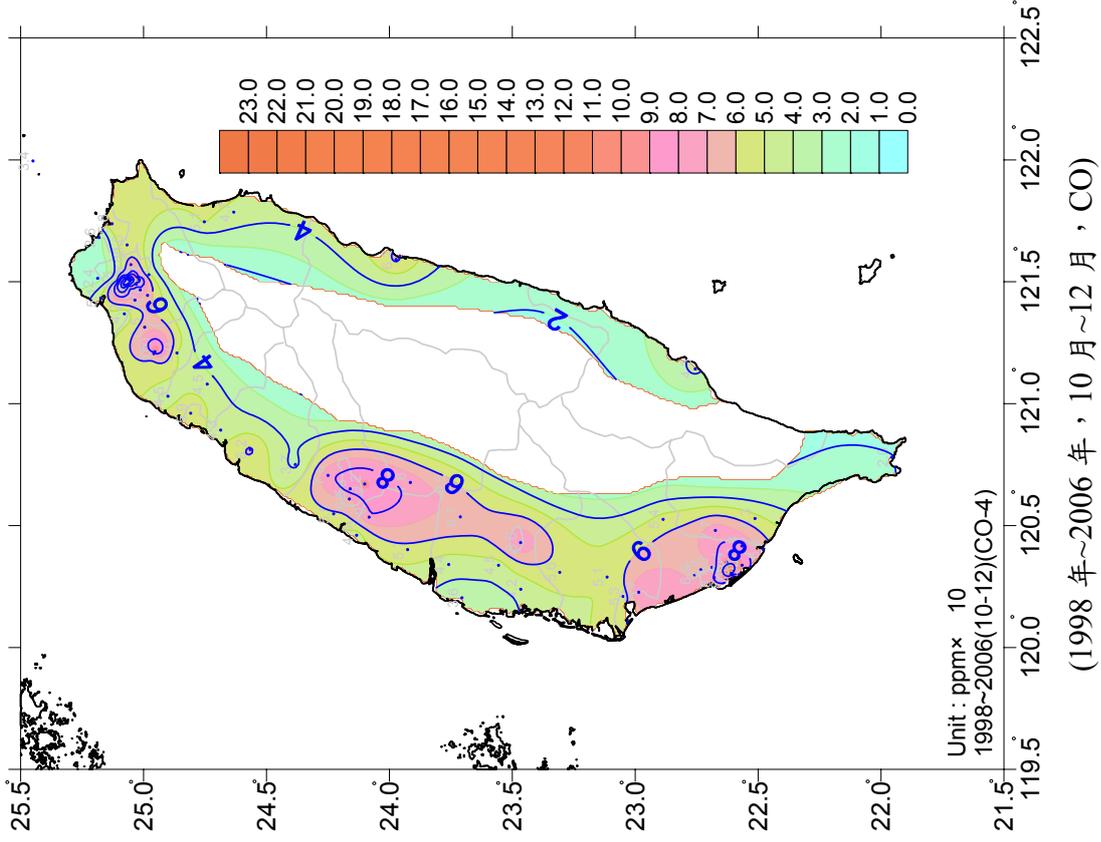


圖 4-2-13 1998-2006 年 10-12 月 CO 濃度等位線圖

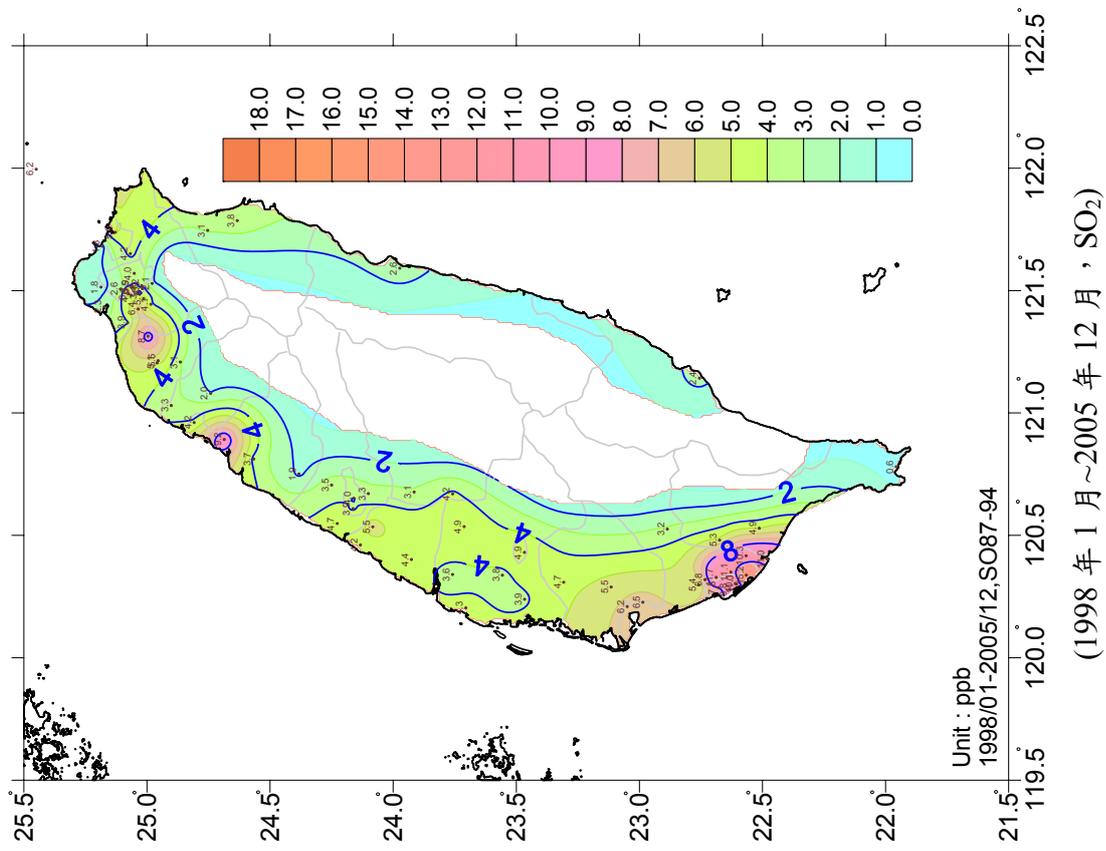


圖 4-2-14 1998~2005 年 SO₂ 濃度等位線圖

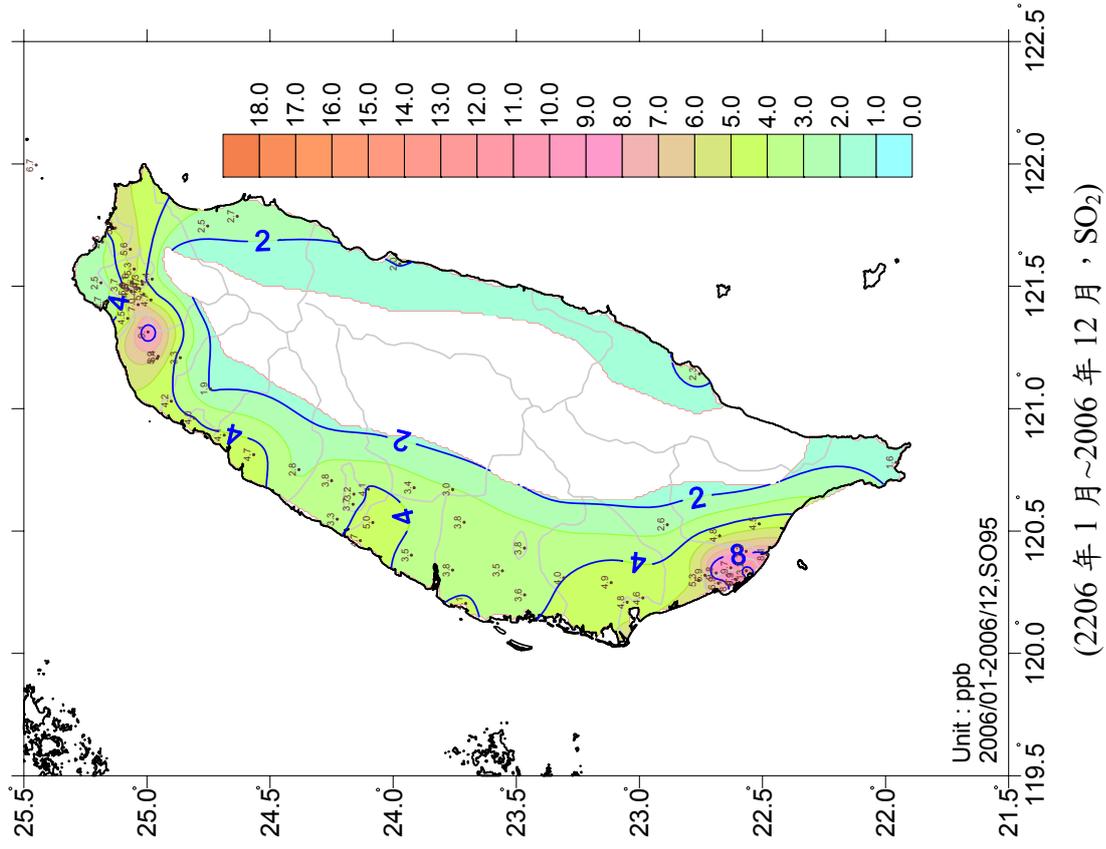


圖 4-2-15 2006 年 SO₂ 濃度等位線圖

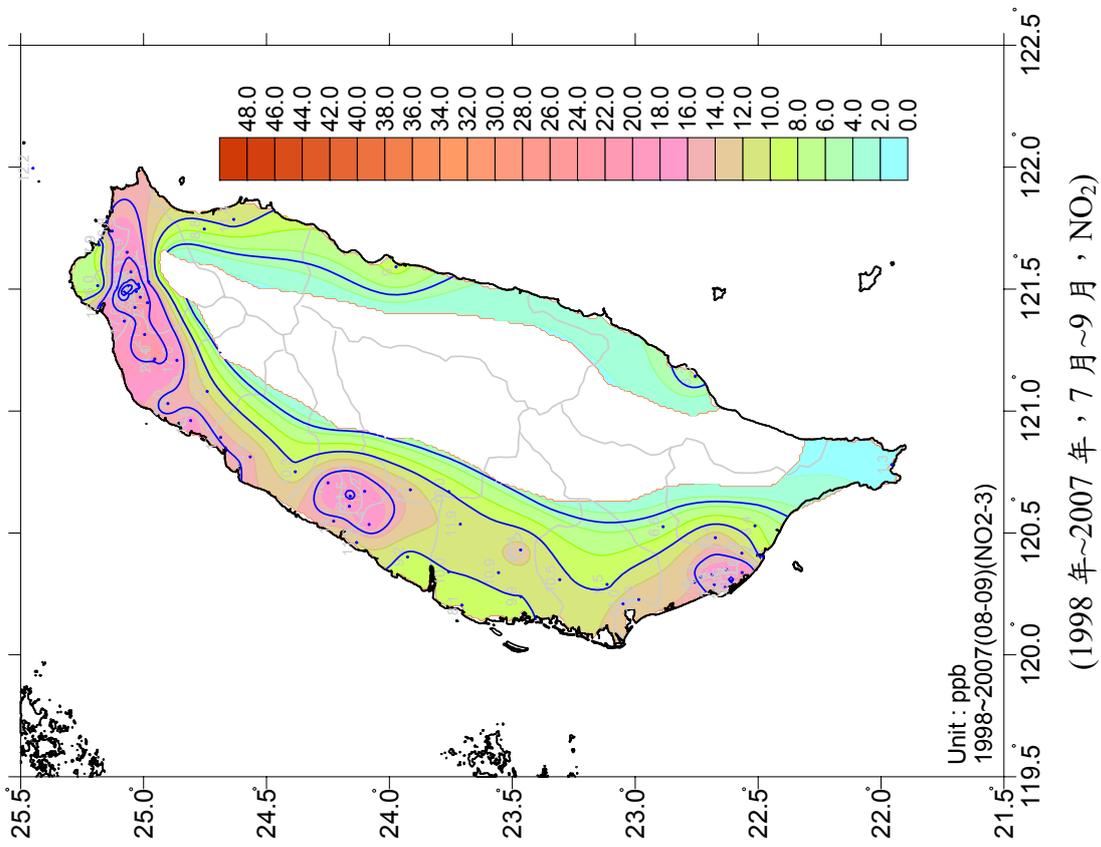


圖 4-2-16 1998~2005 年 NO₂ 濃度等位線圖

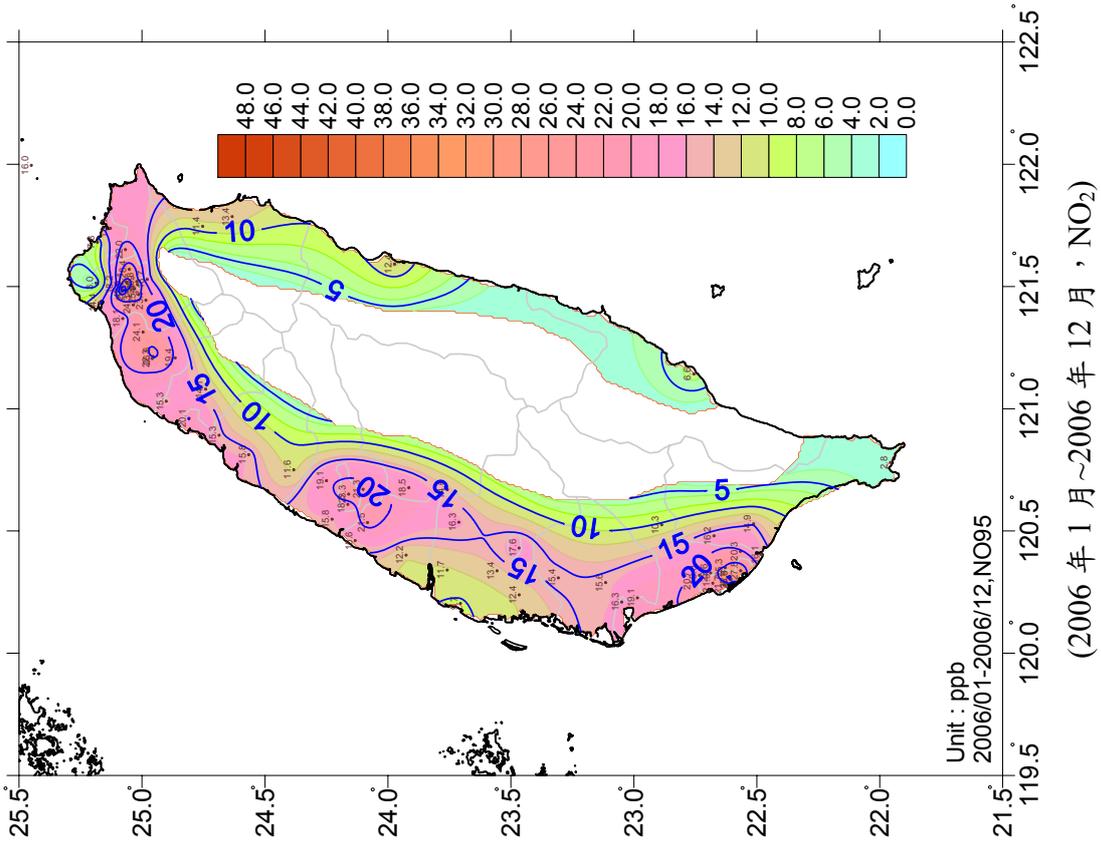


圖 4-2-17 2006 年 NO₂ 濃度等位線圖

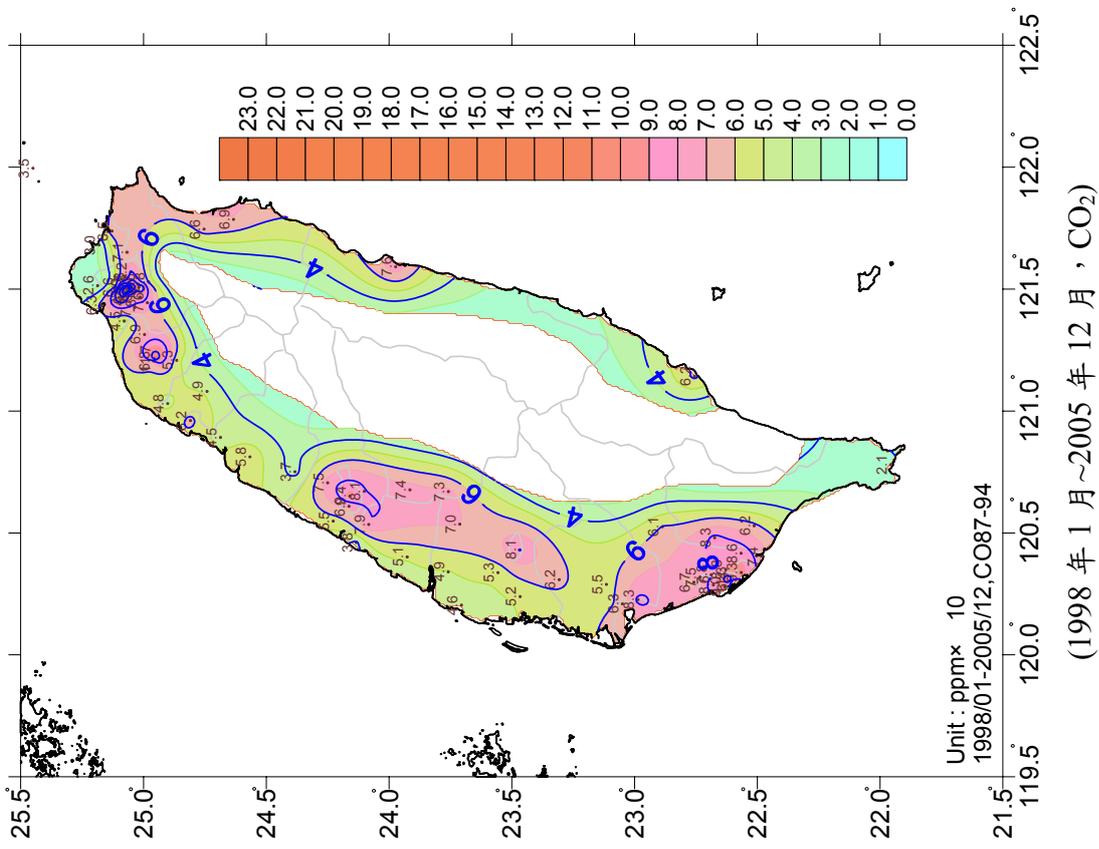


圖 4-2-18 1998~2005 年 CO 濃度等位線圖

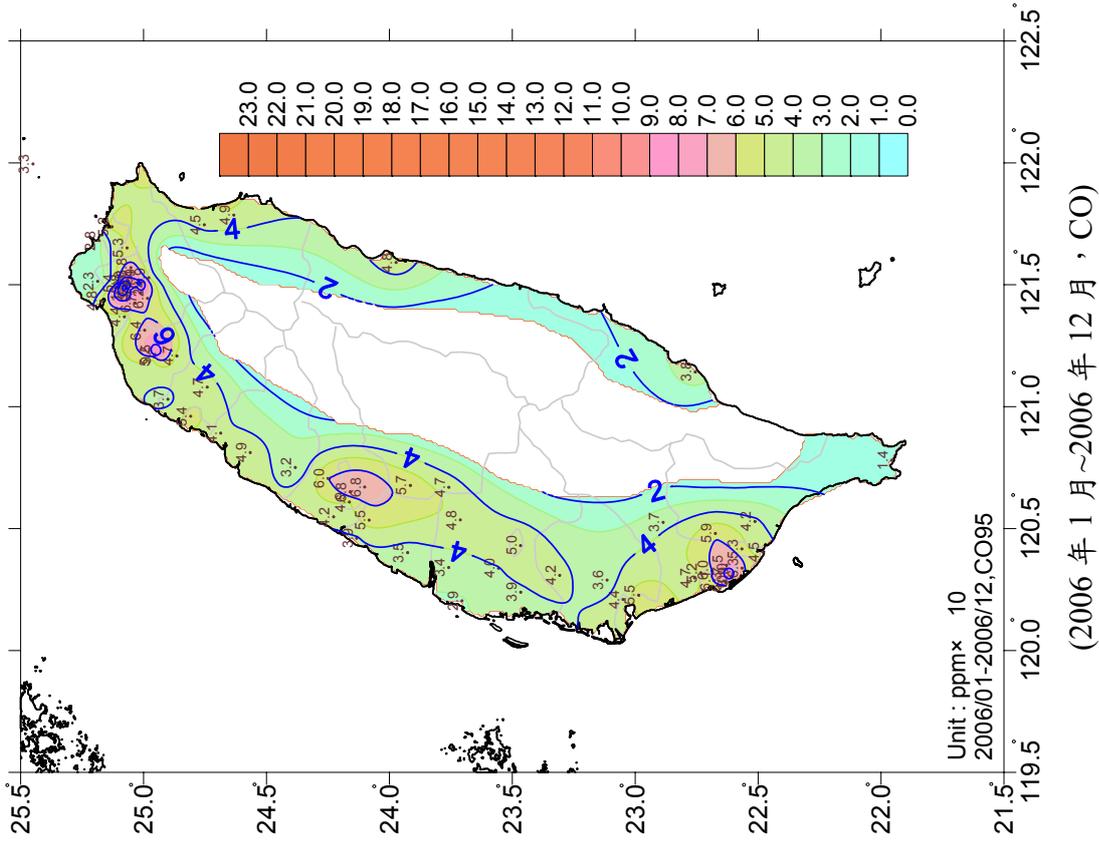


圖 4-2-19 2006 年 CO 濃度等位線圖

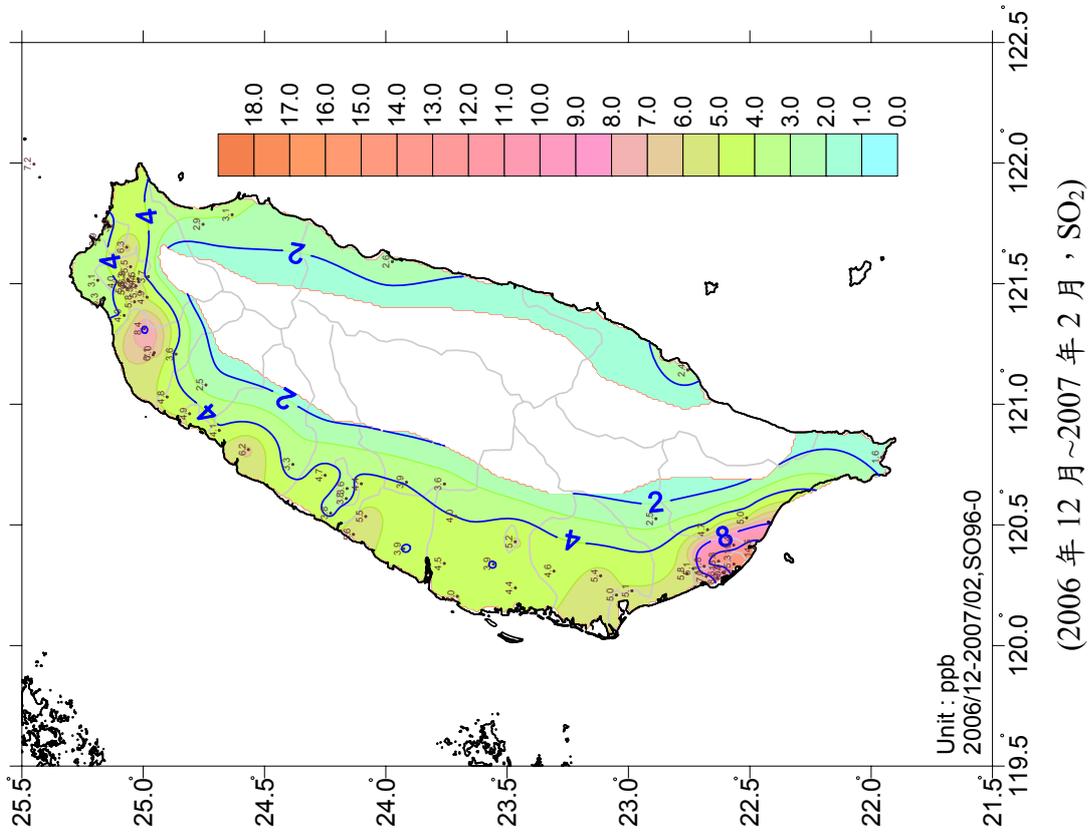


圖 4-2-20 2006 年 12 月~2007 年 2 月 SO₂ 濃度等位線圖

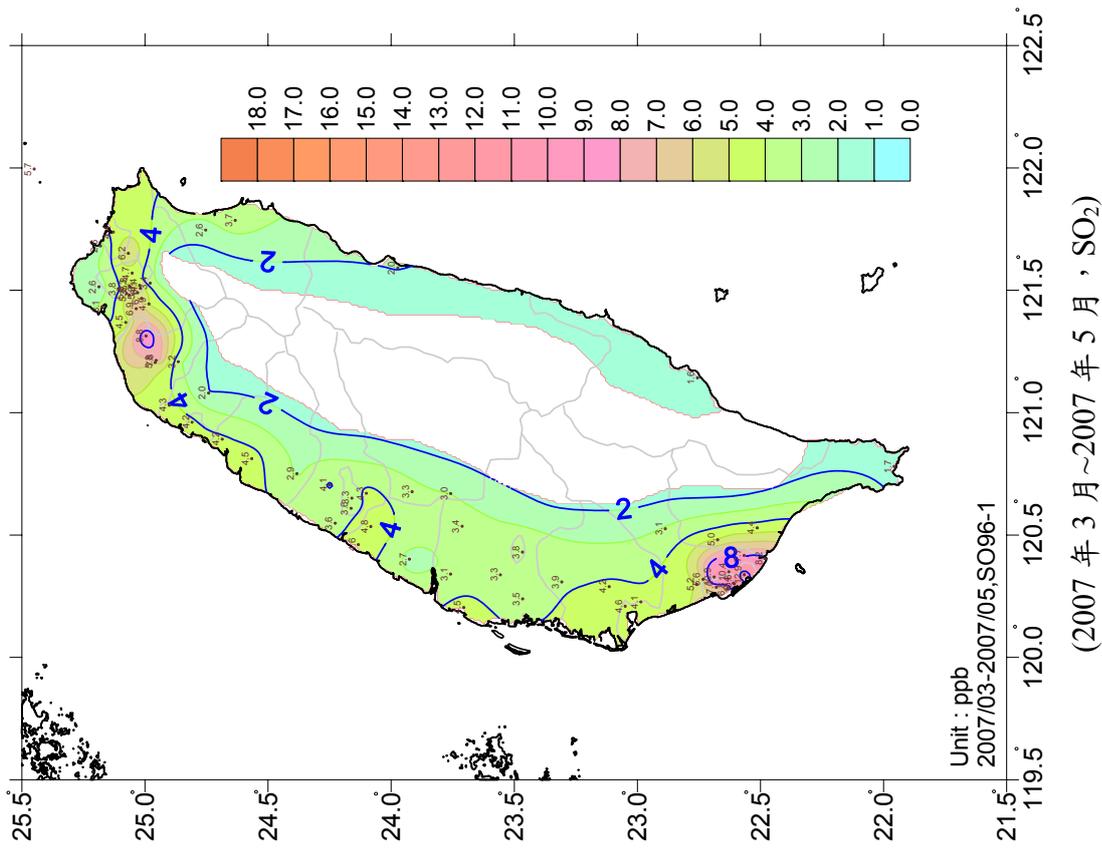


圖 4-2-21 2007 年 3-5 月 SO₂ 濃度等位線圖

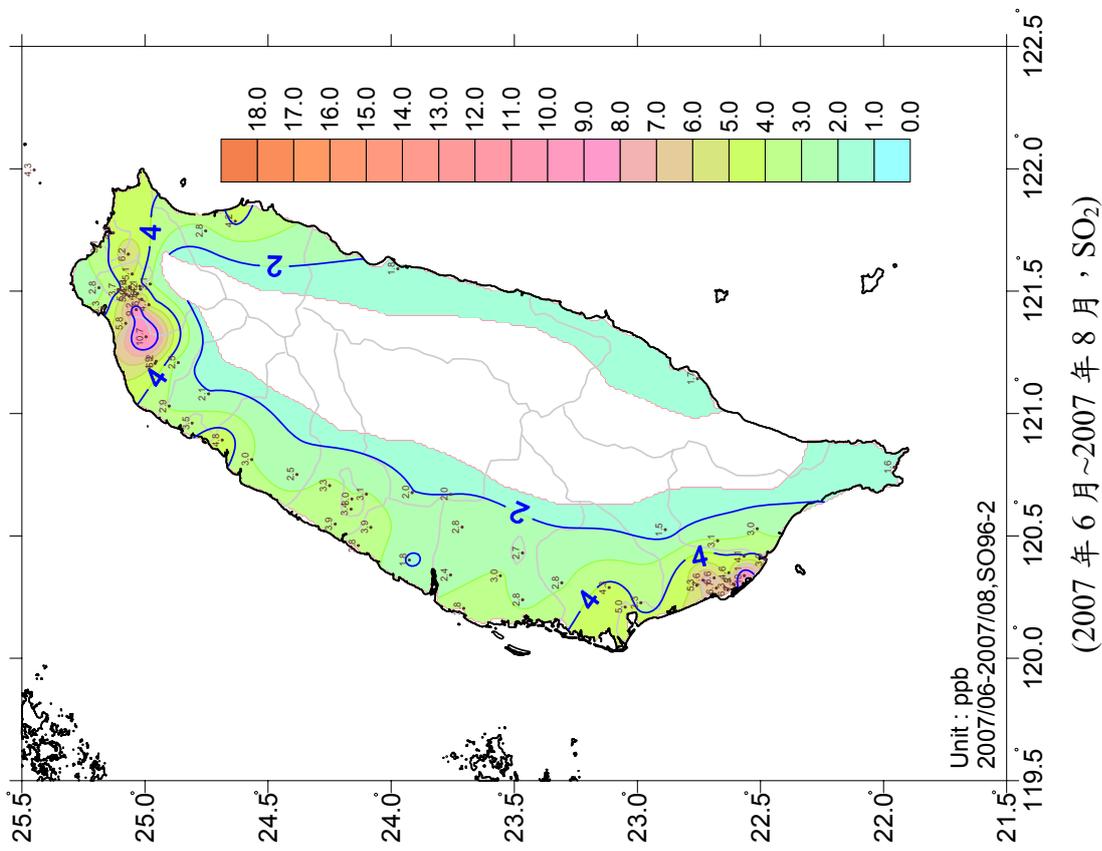


圖 4-2-22 2007年6-8月SO₂濃度等位線圖

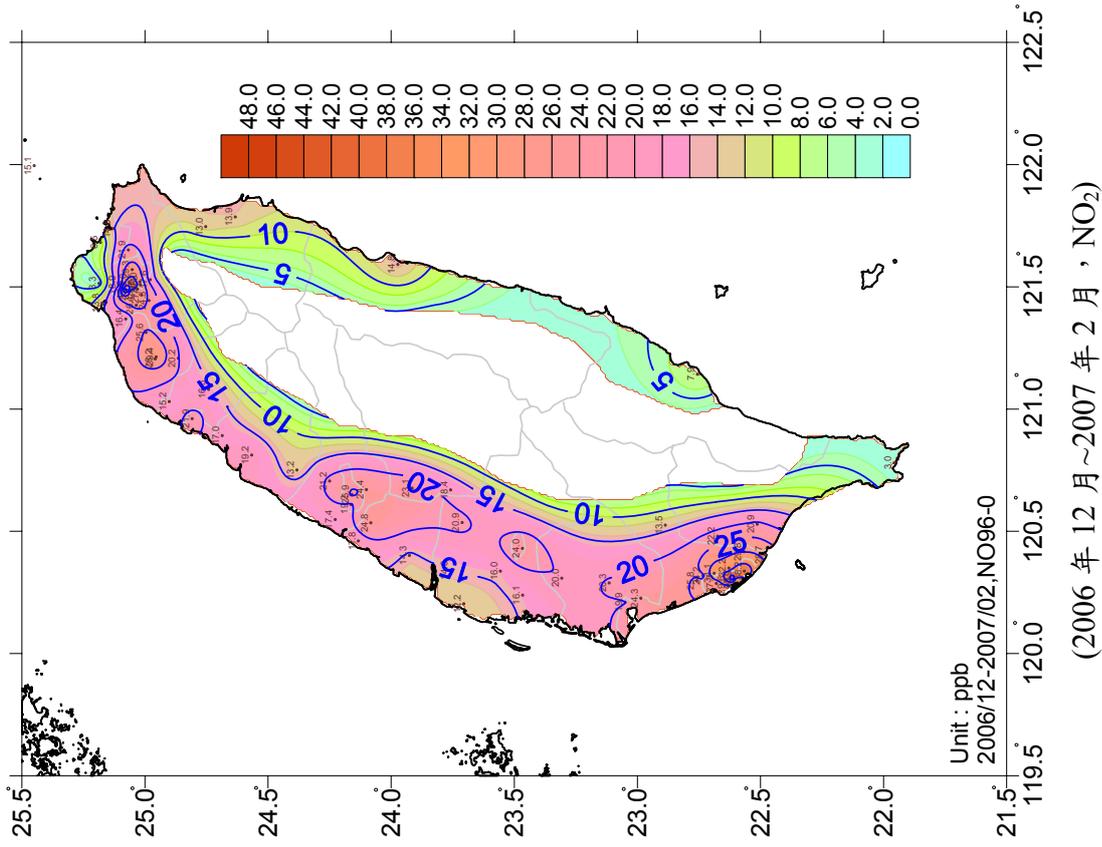
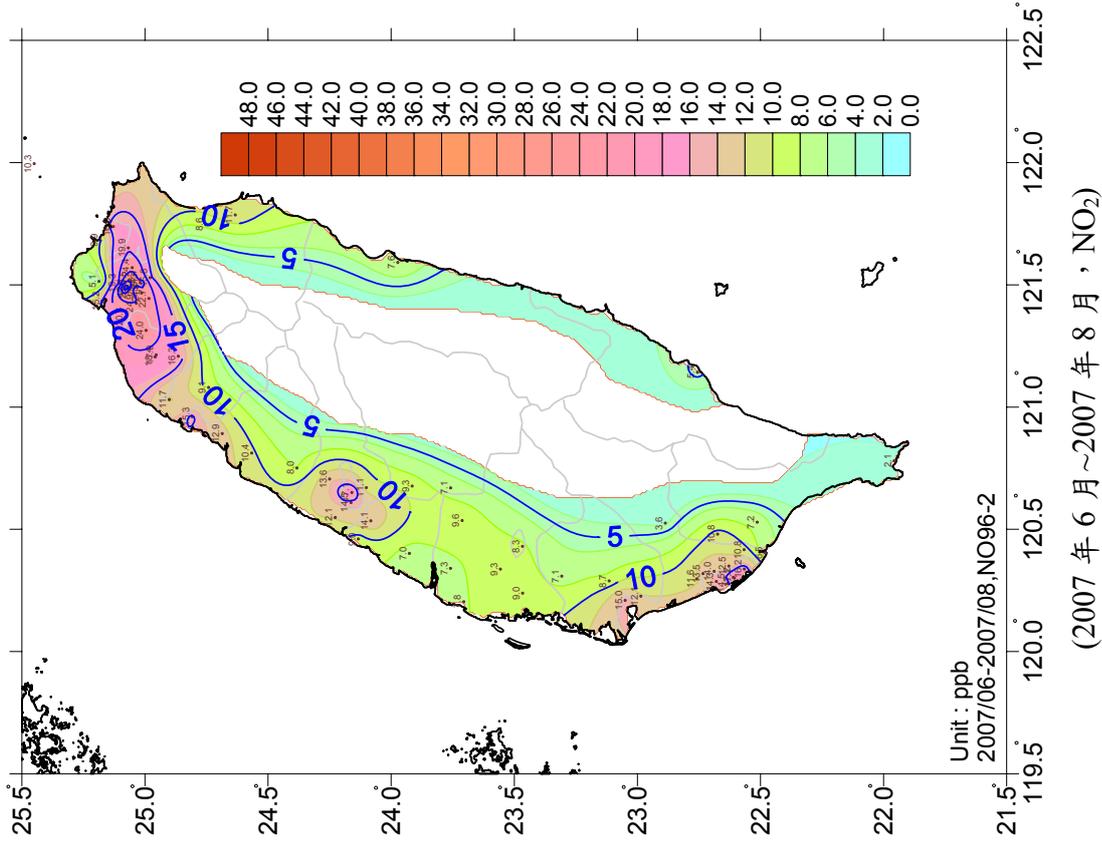
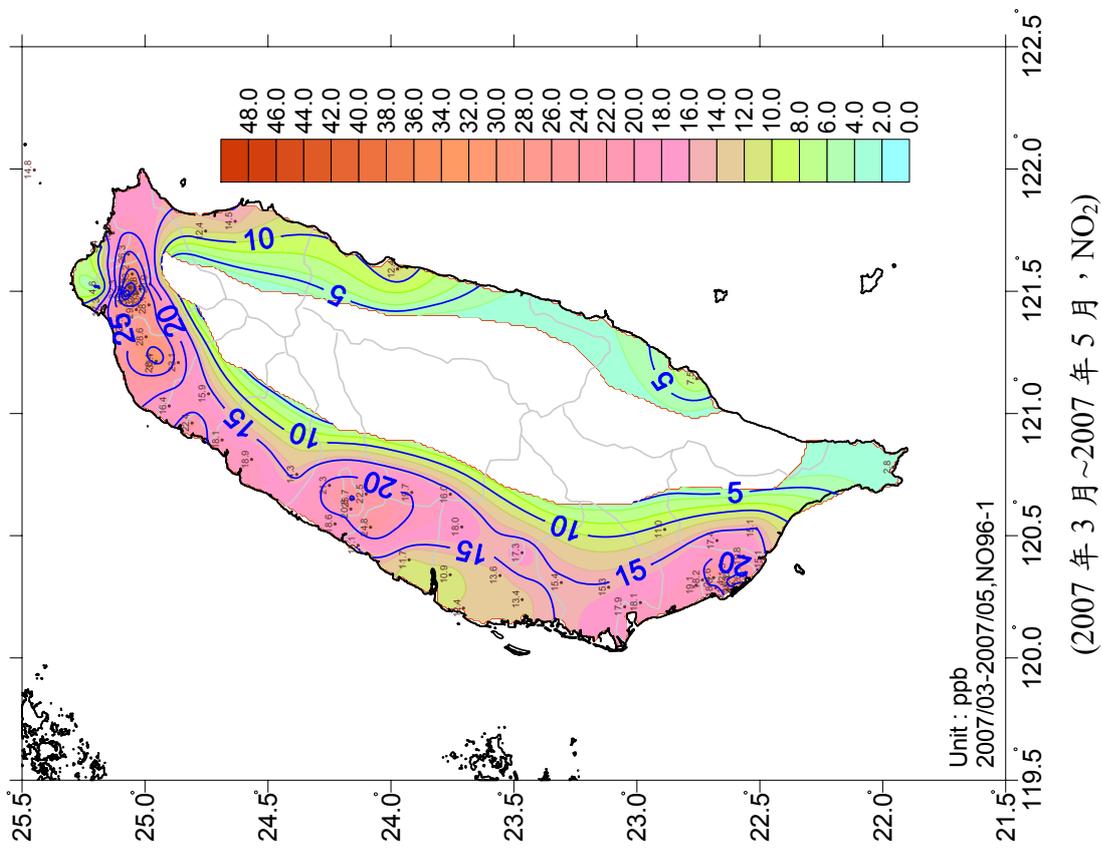


圖 4-2-23 2006年12月~2007年2月NO₂濃度等位線圖



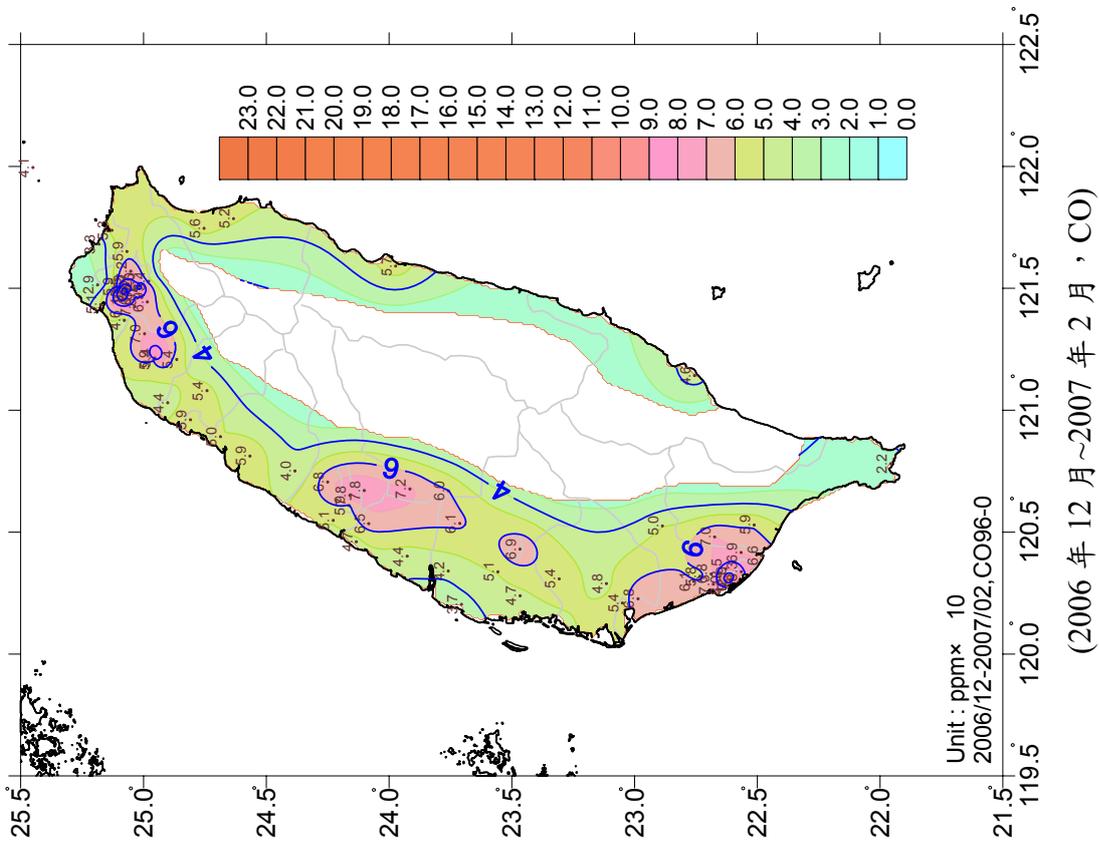


圖 4-2-26 2006年12月~2007年2月CO濃度等位線圖

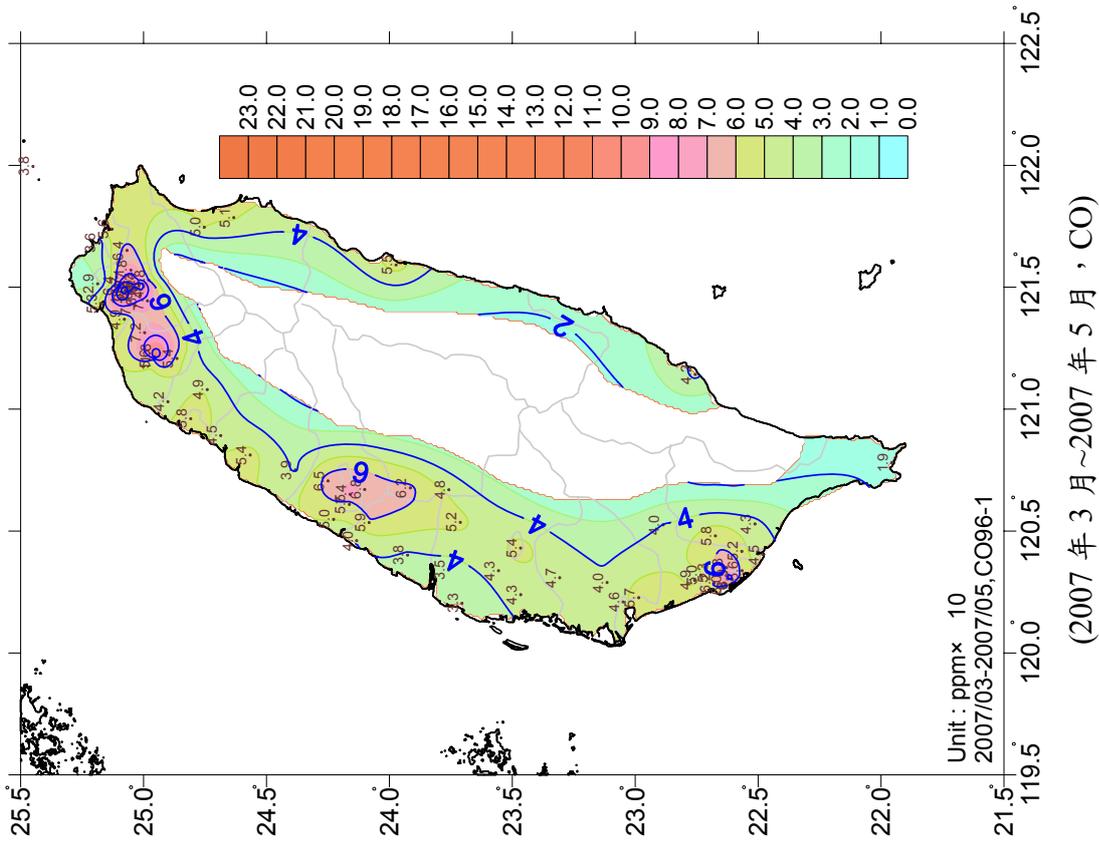
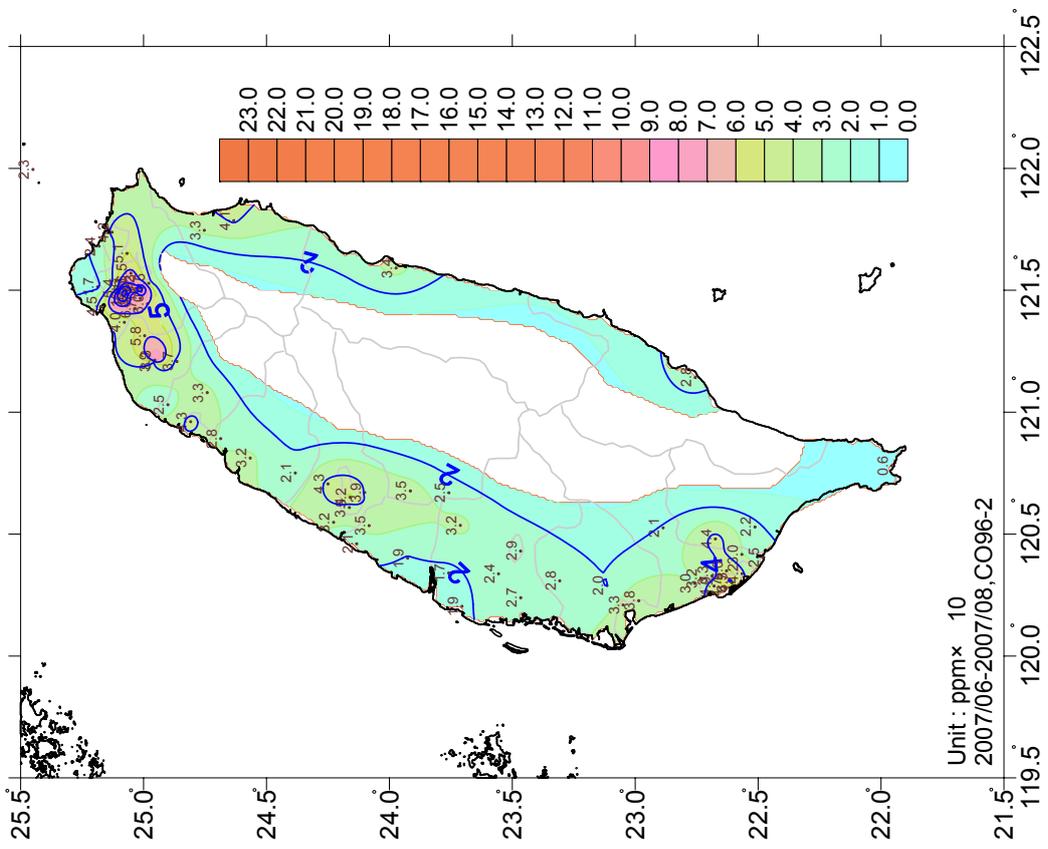


圖 4-2-27 2007年3-5月CO濃度等位線圖



(2007年6月~2007年8月, CO)

圖 4-2-28 2007年6-8月CO濃度等位線圖

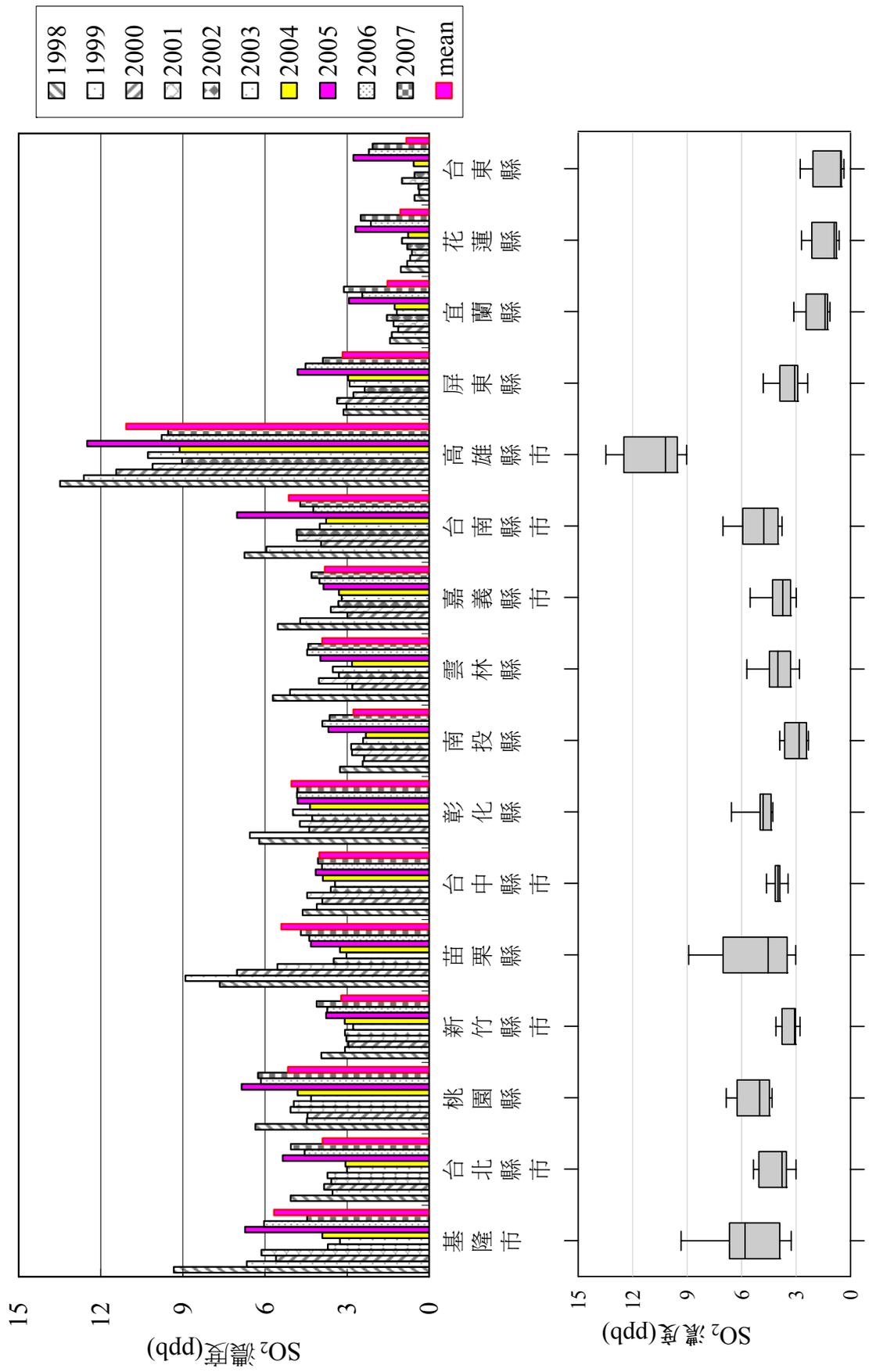


圖 4-2-29 各縣市 1998-2007 年 1-3 月 SO₂ 濃度分佈圖

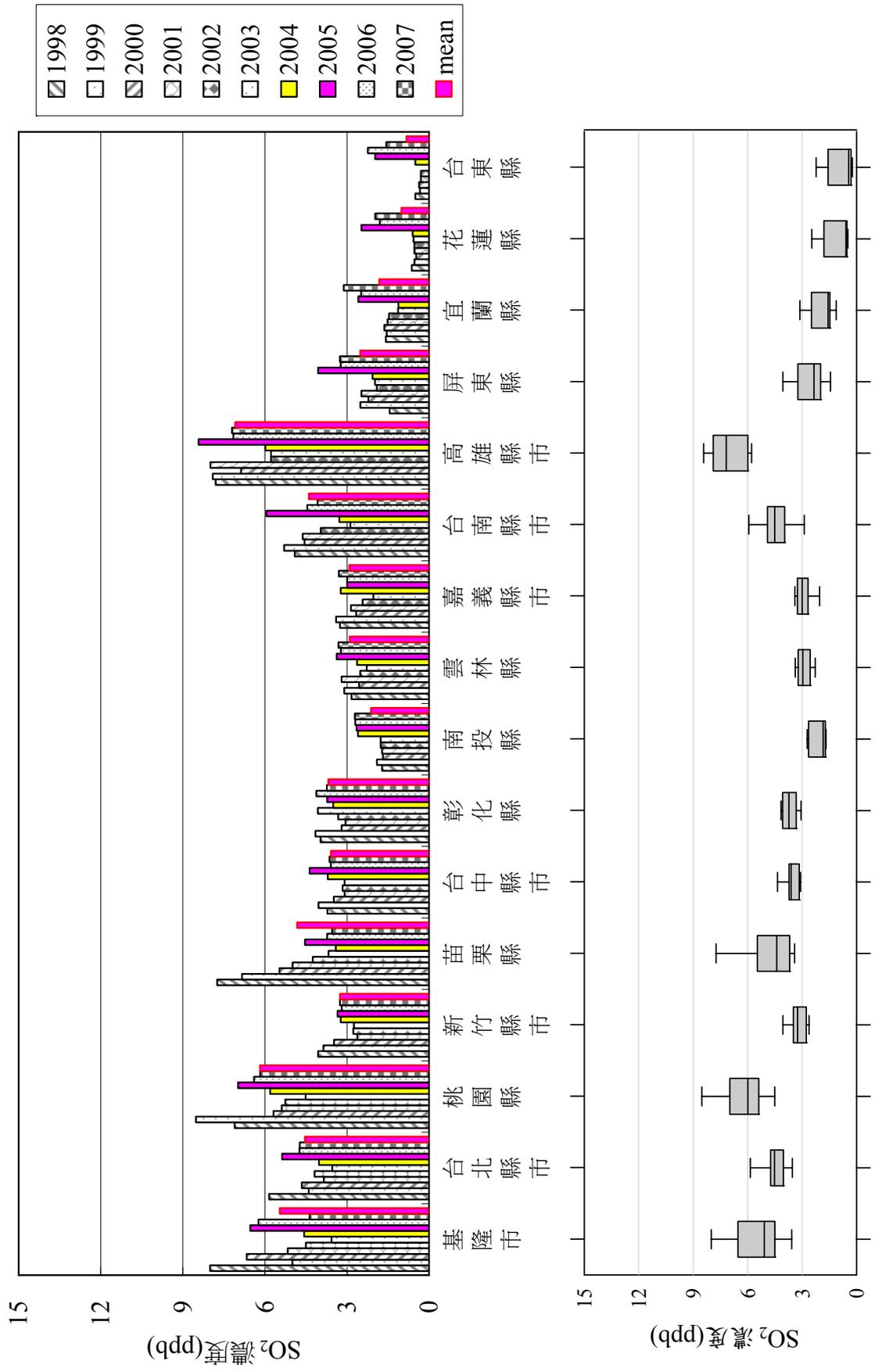


圖 4-2-30 各縣市 1998-2007 年 4-6 月 SO₂ 濃度分佈圖

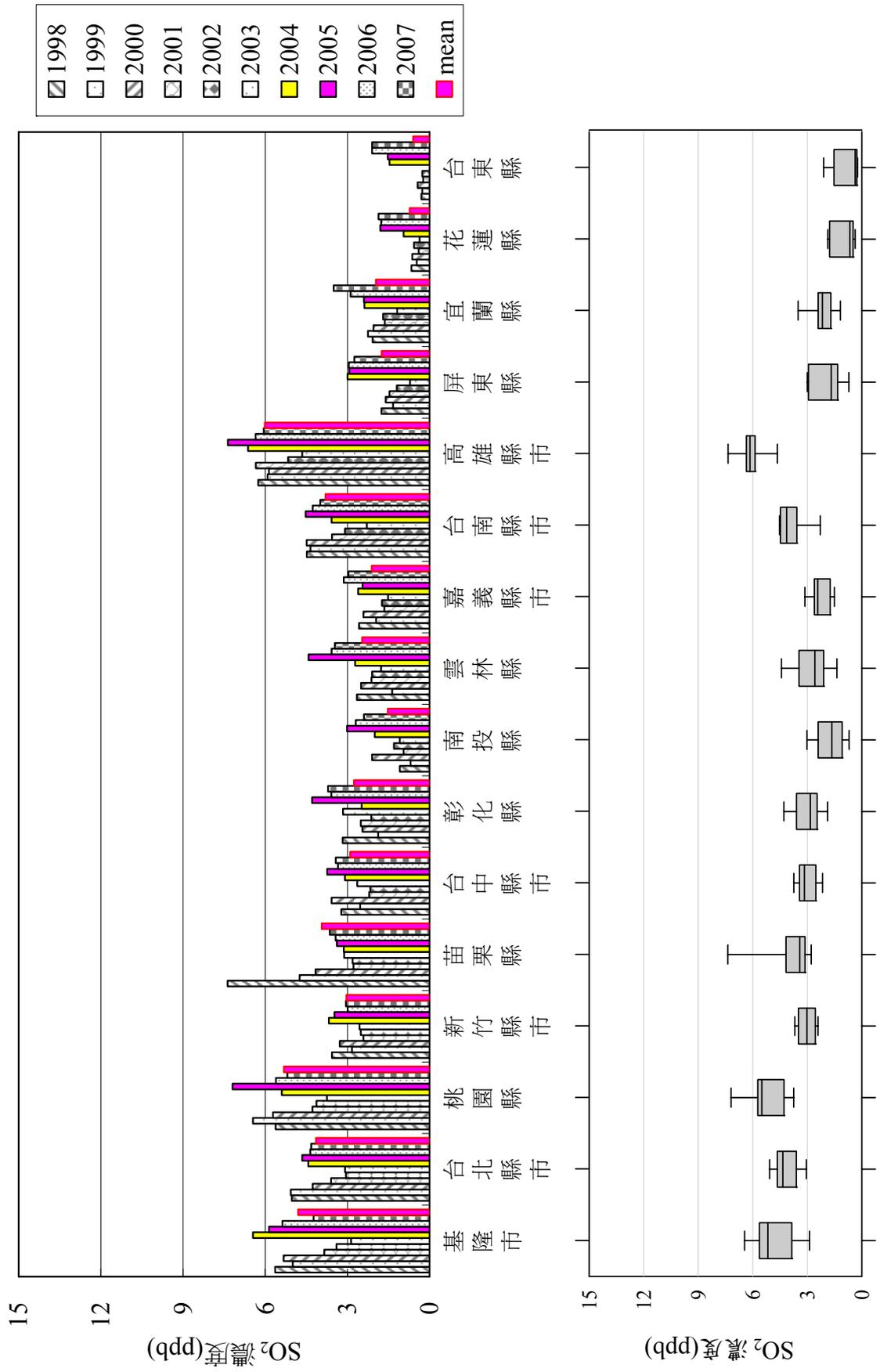


圖 4-2-31 各縣市 1998-2007 年 7-9 月 SO₂ 濃度分佈圖

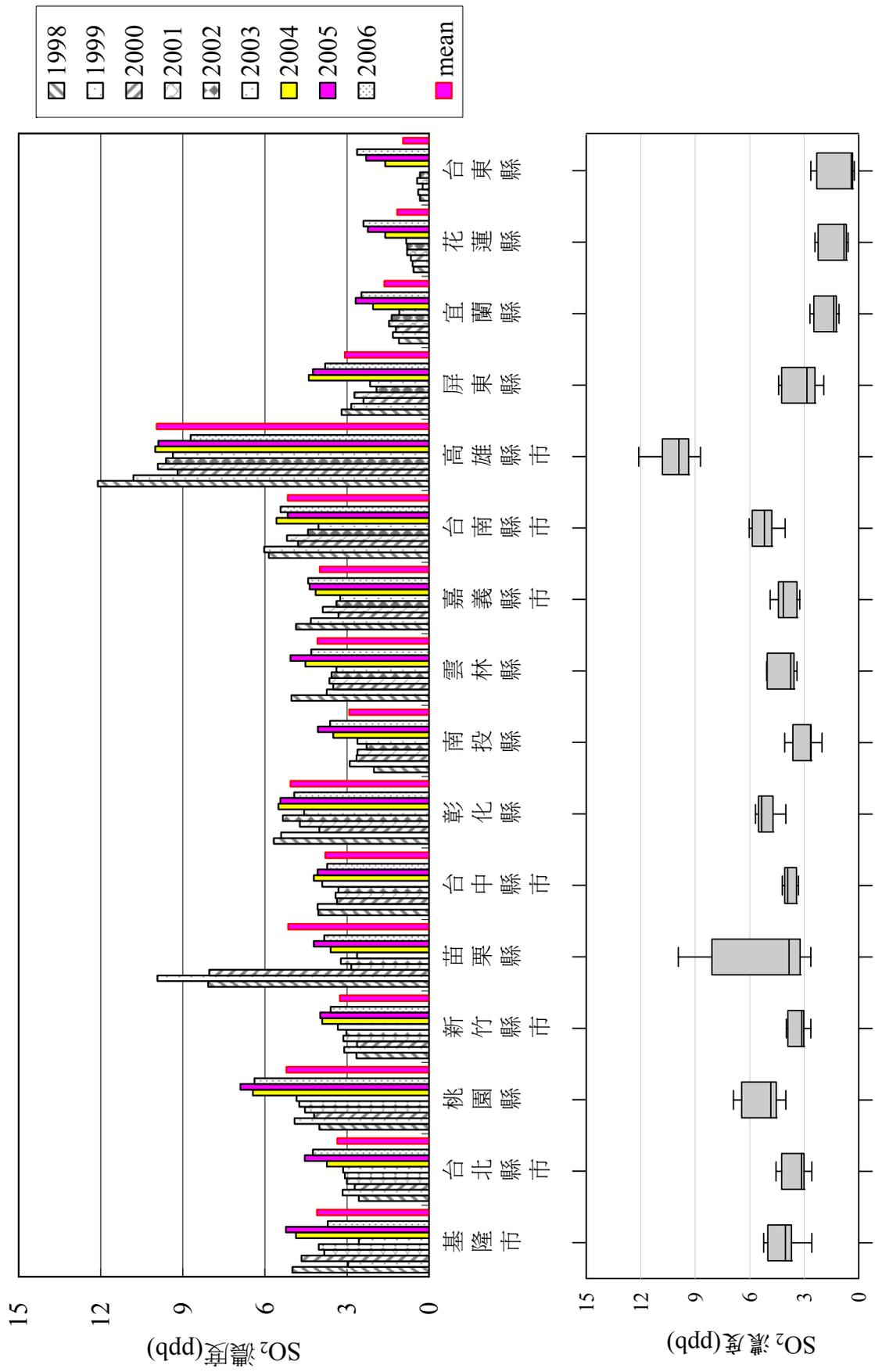


圖 4-2-32 各縣市 1998-2006 年 10-12 月 SO₂ 濃度分佈圖

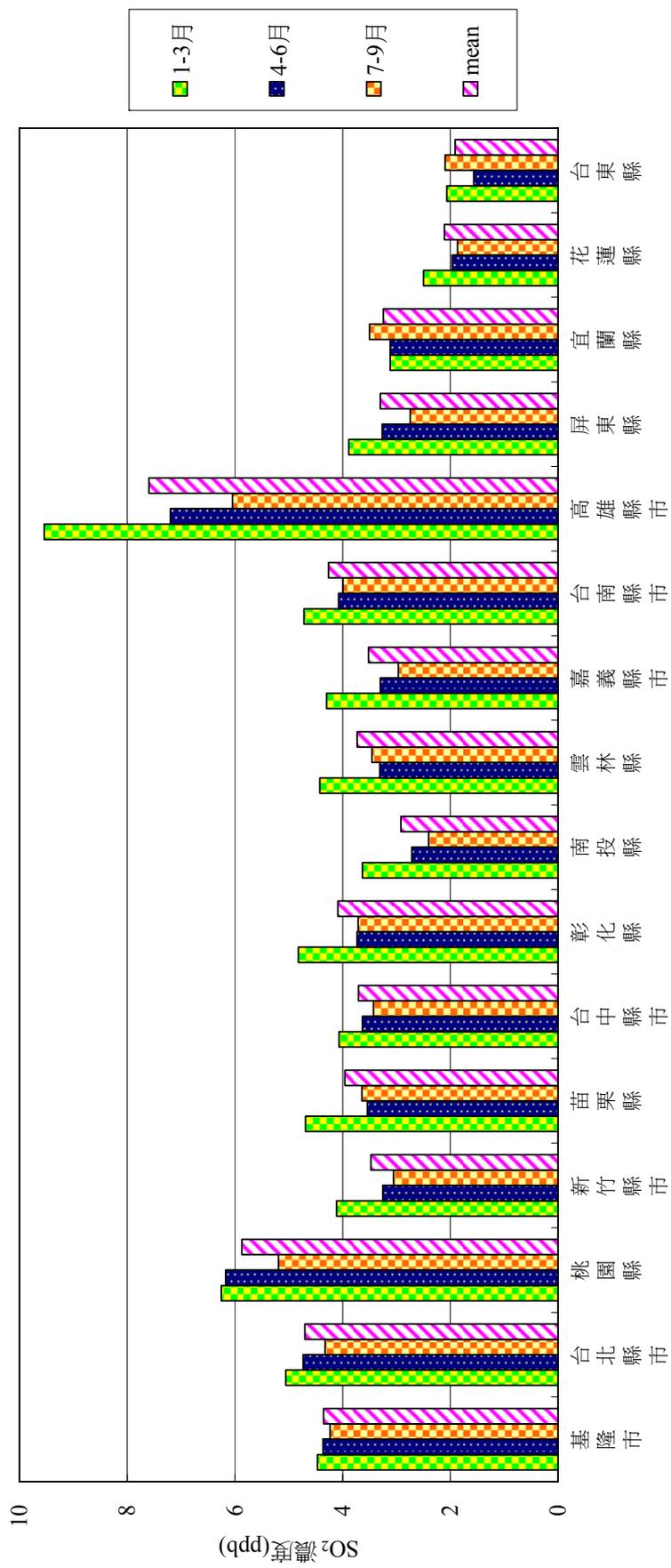


圖 4-2-33 環保署各縣市 2007 年三季 SO₂ 分佈柱狀圖

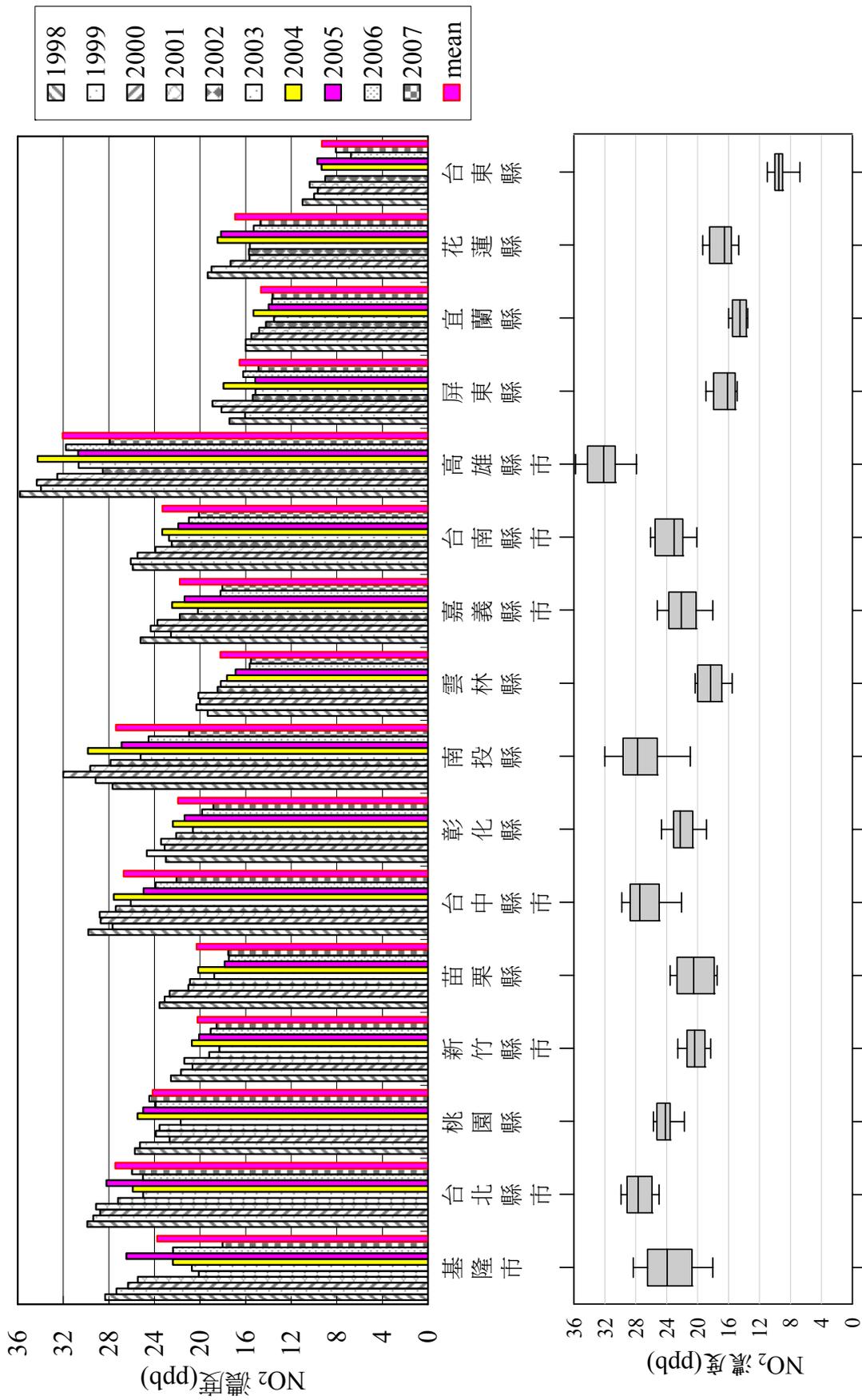


圖 4-2-34 各縣市 1998-2007 年 1-3 月 NO₂ 濃度分佈圖

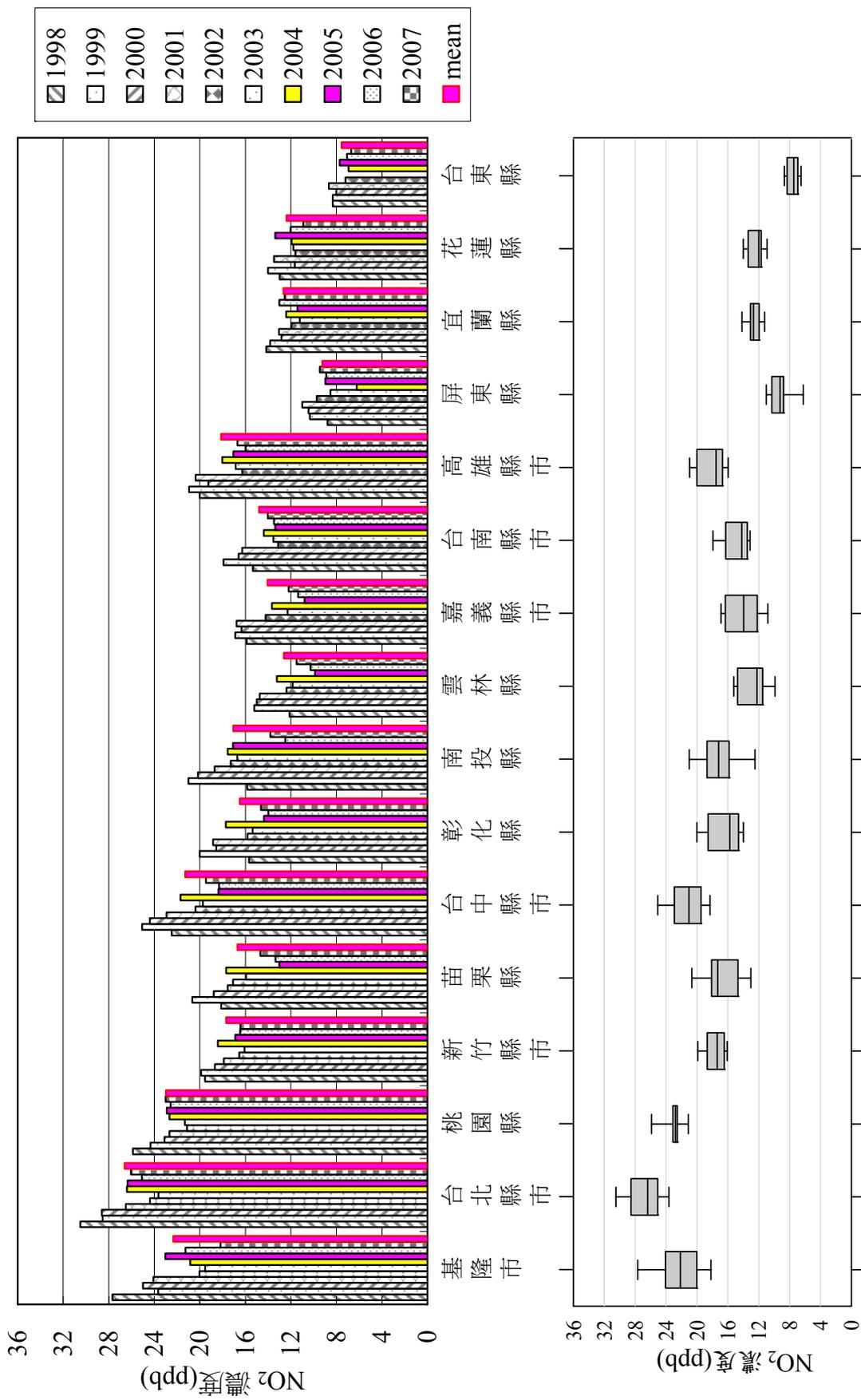


圖 4-2-35 各縣市 1998-2007 年 4-6 月 NO₂ 濃度分佈圖

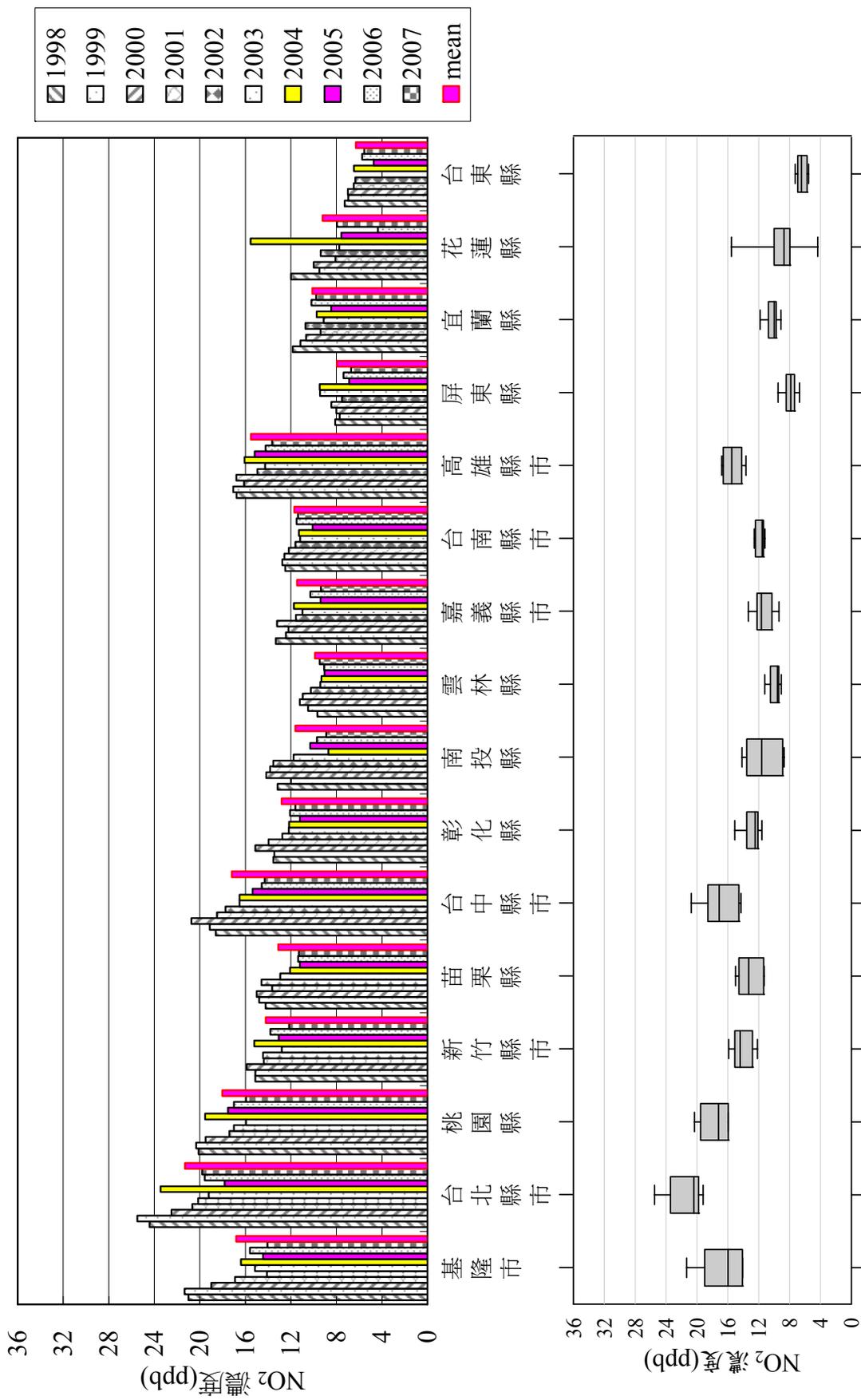


圖 4-2-36 各縣市 1998-2007 年 7-9 月 NO₂ 濃度分佈圖

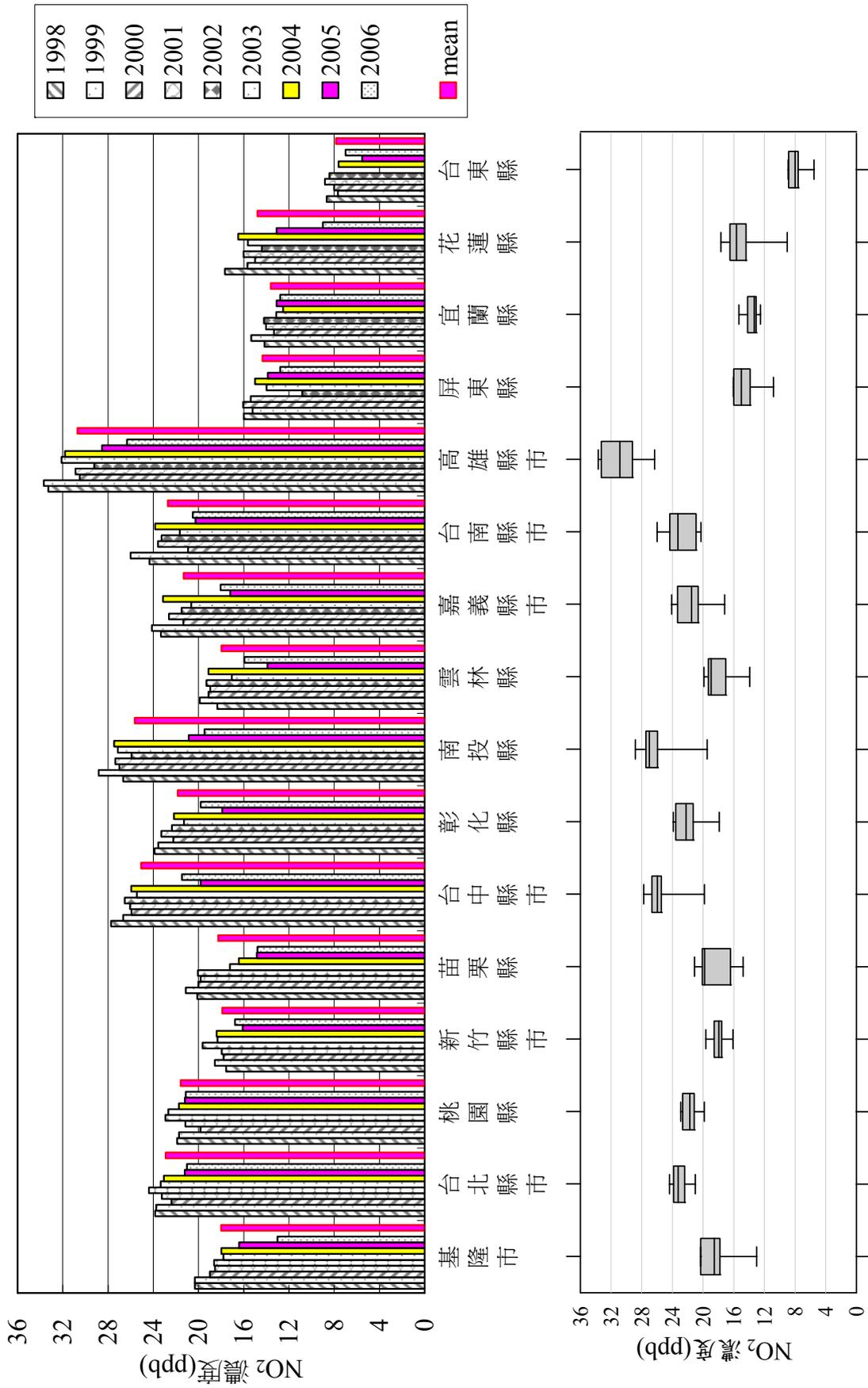


圖 4-2-37 各縣市 1998-2006 年 10-12 月 NO₂ 濃度分佈圖

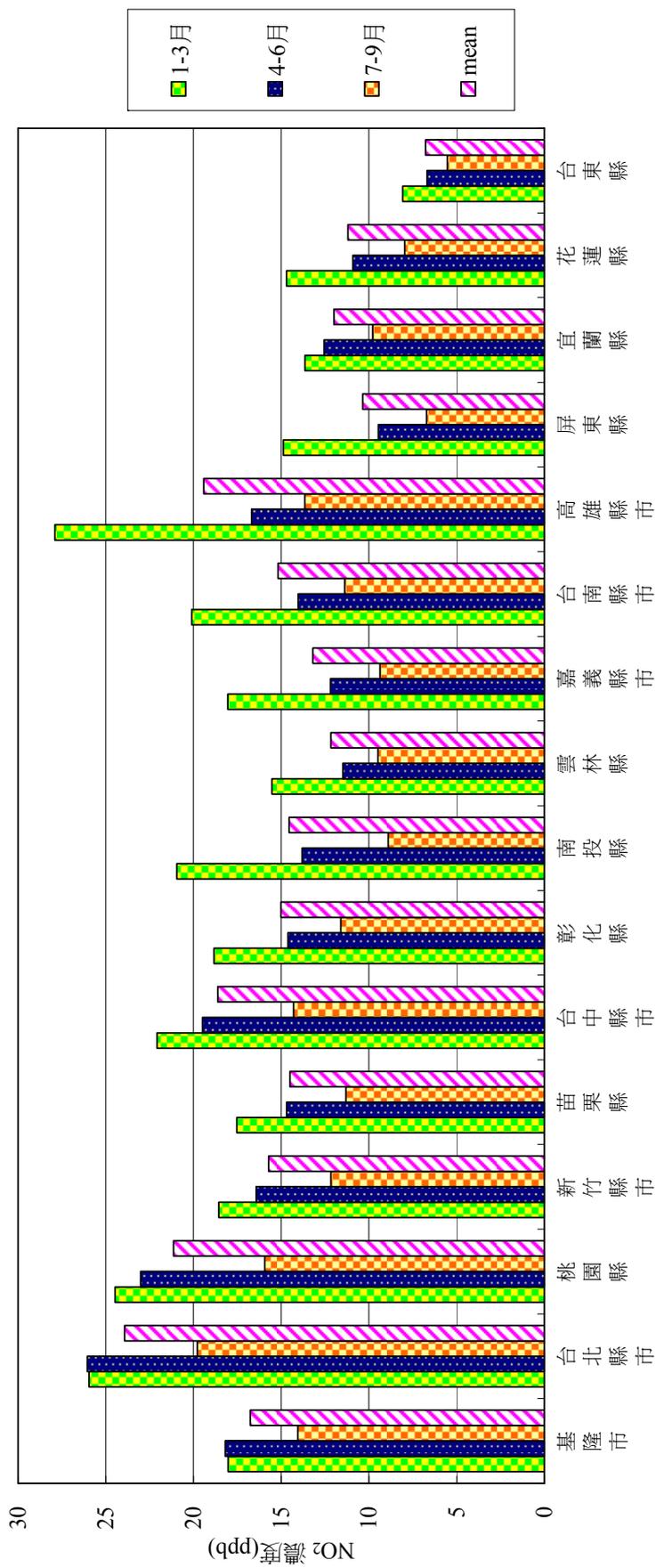


圖 4-2-38 環保署各縣市 2007 年三季 NO₂ 分佈柱狀圖

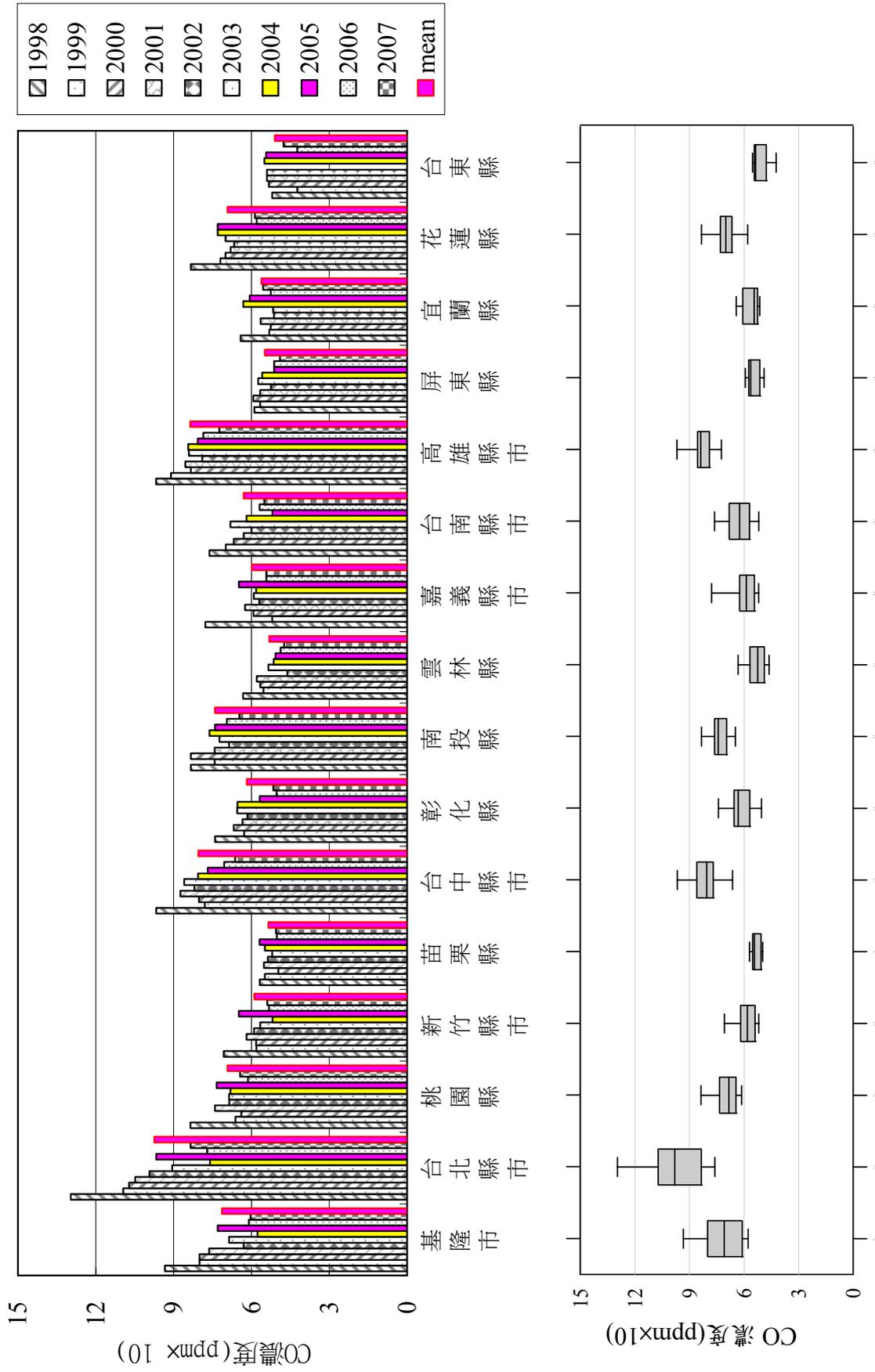


圖 4-2-39 各縣市 1998-2007 年 1-3 月 CO 濃度分佈圖

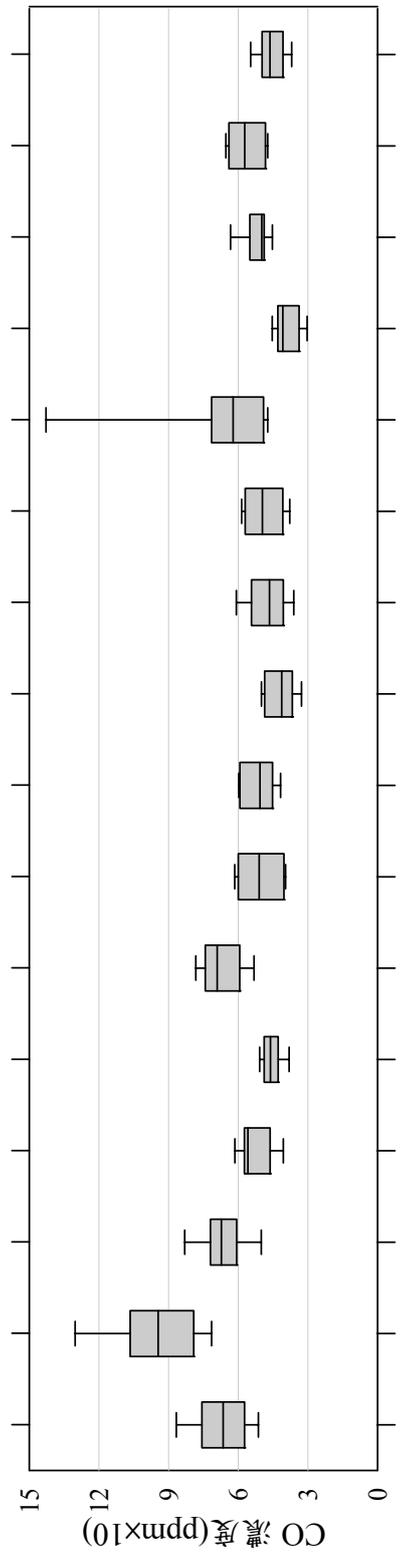
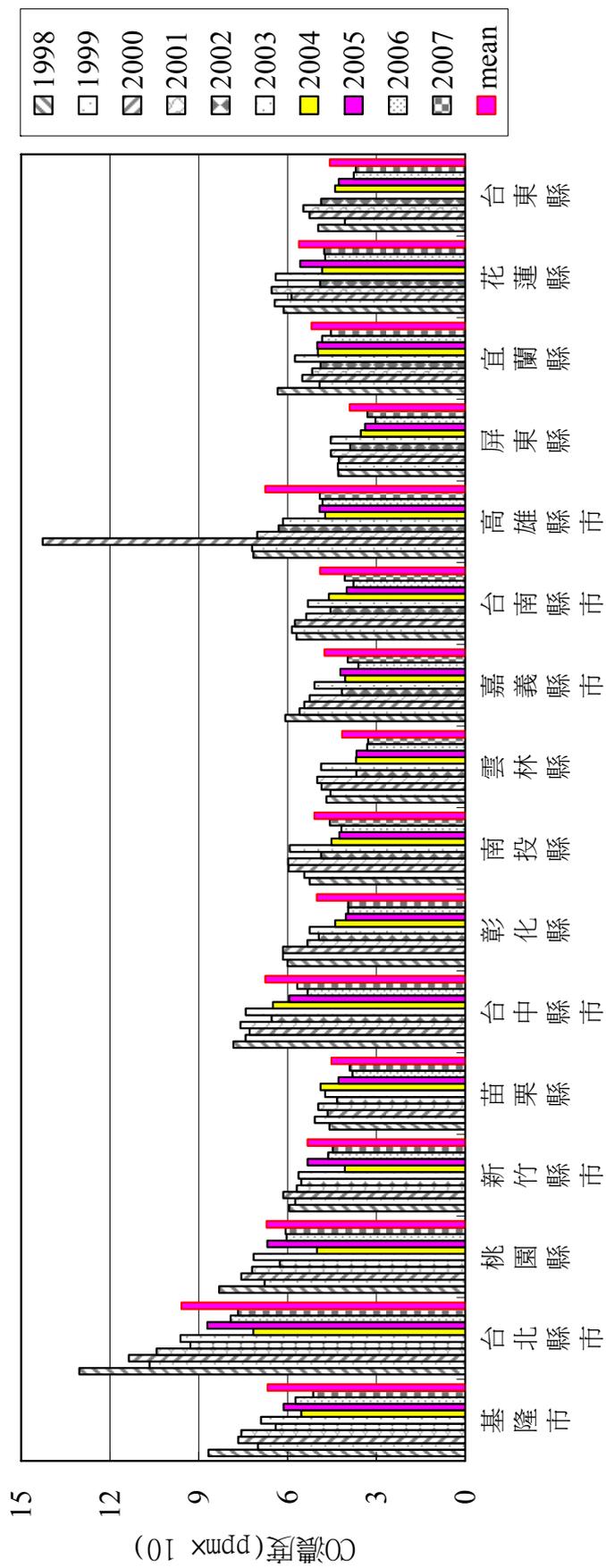


圖 4-2-40 各縣市 1998-2007 年 4-6 月 CO 濃度分佈圖

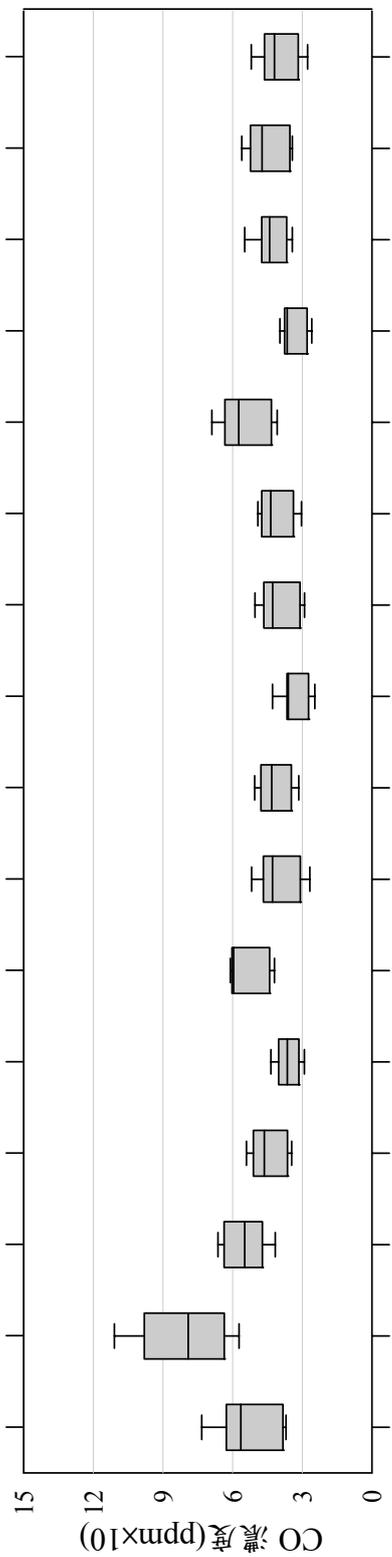
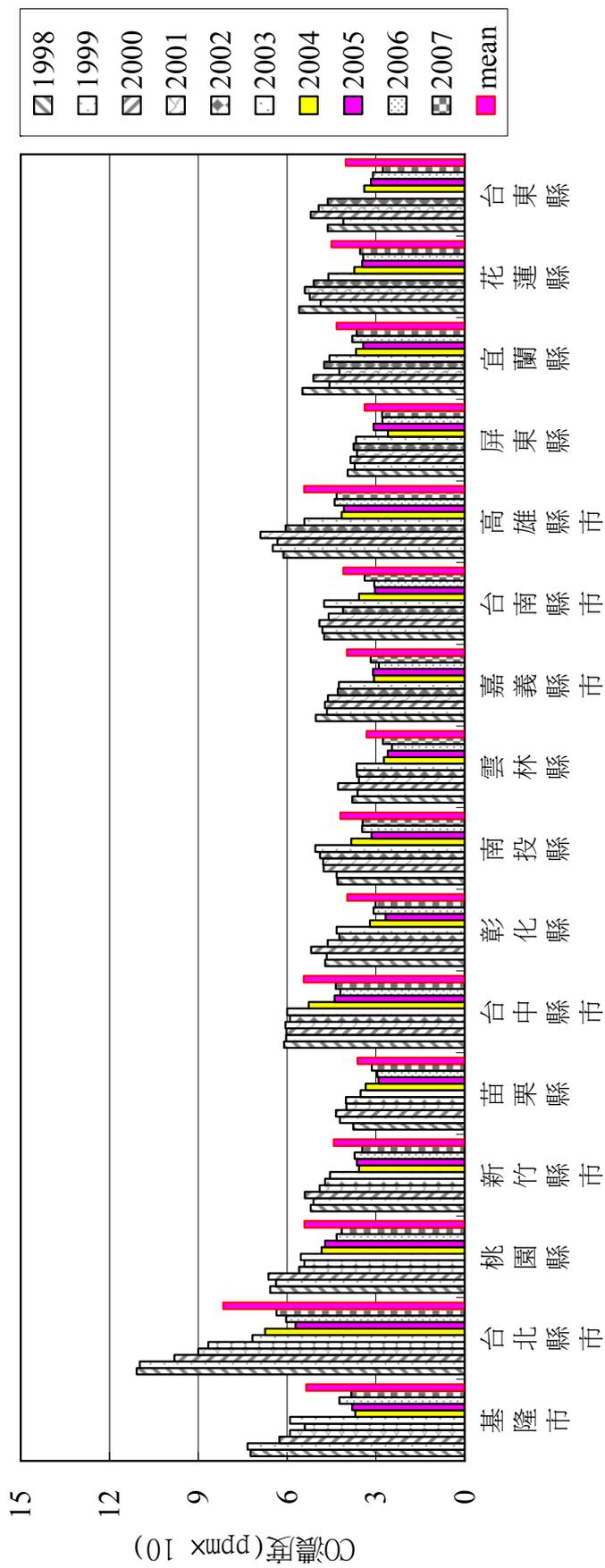


圖 4-2-41 各縣市 1998-2007 年 7-9 月 CO 濃度分佈圖

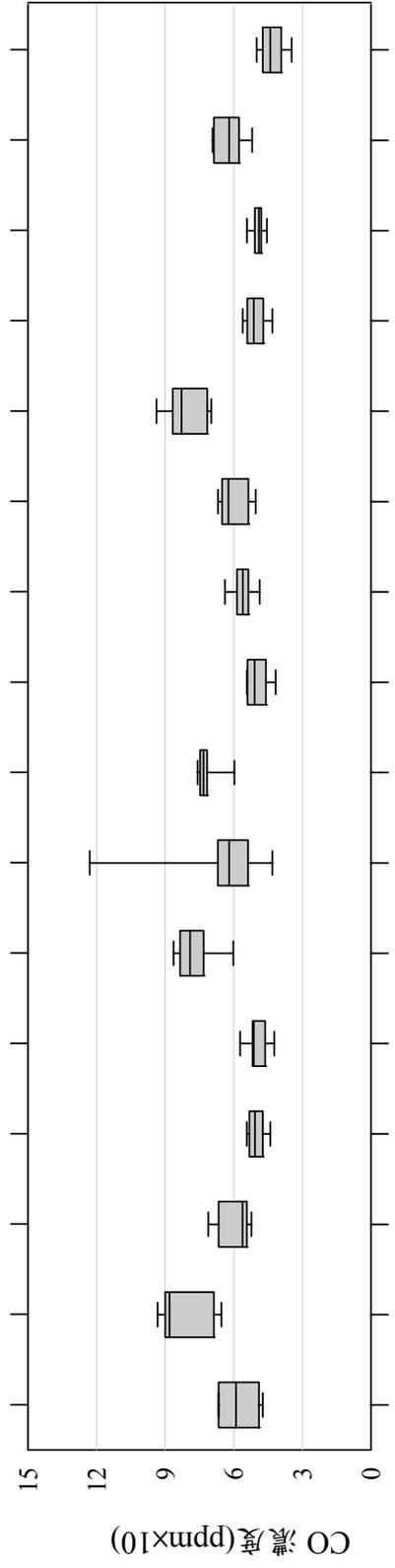
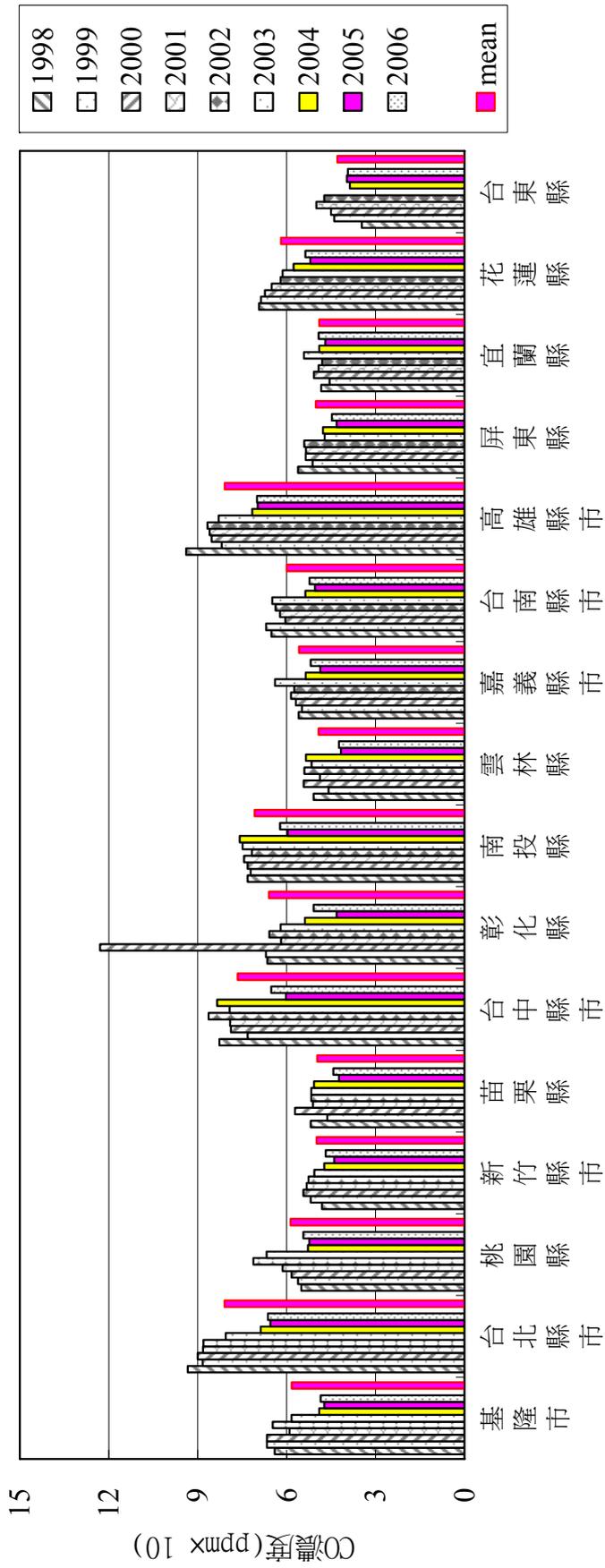


圖 4-2-42 各縣市 1998-2006 年 10-12 月 CO 濃度分佈圖

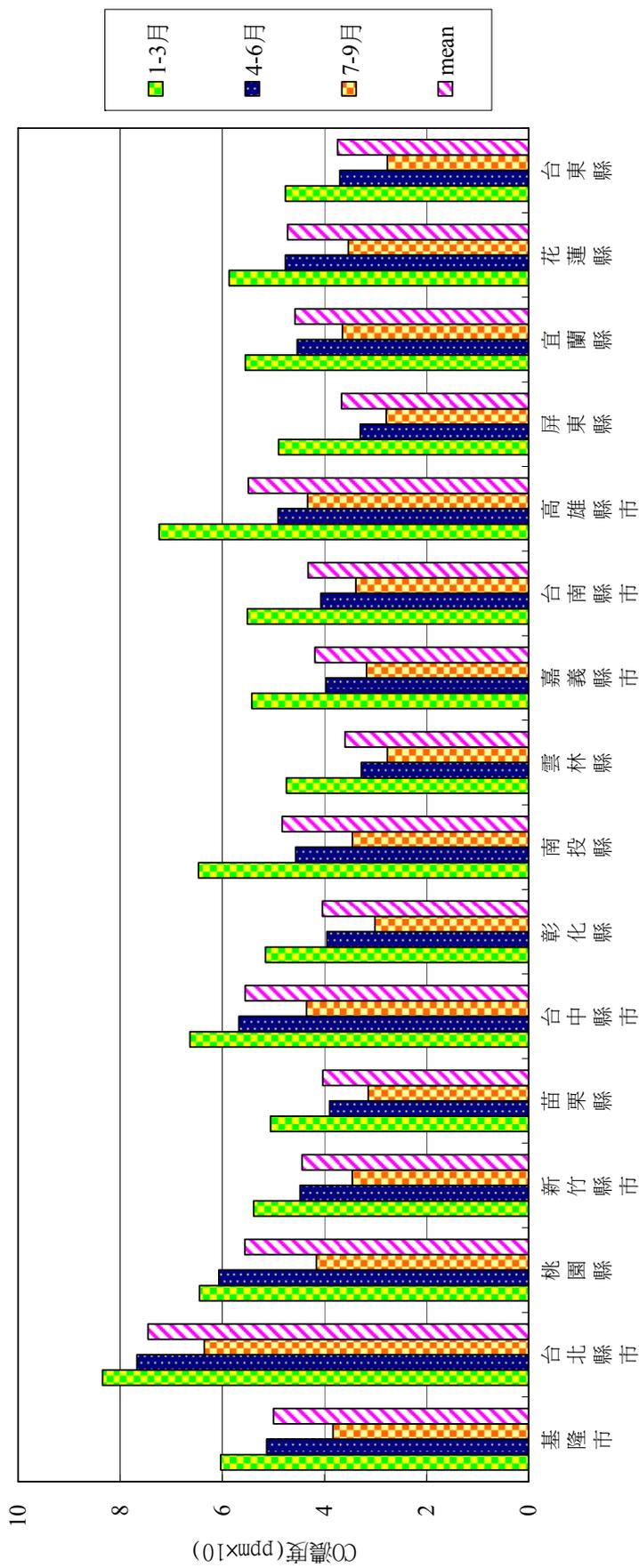


圖 4-2-43 環保署各縣市 2007 年三季 CO 分佈柱狀圖

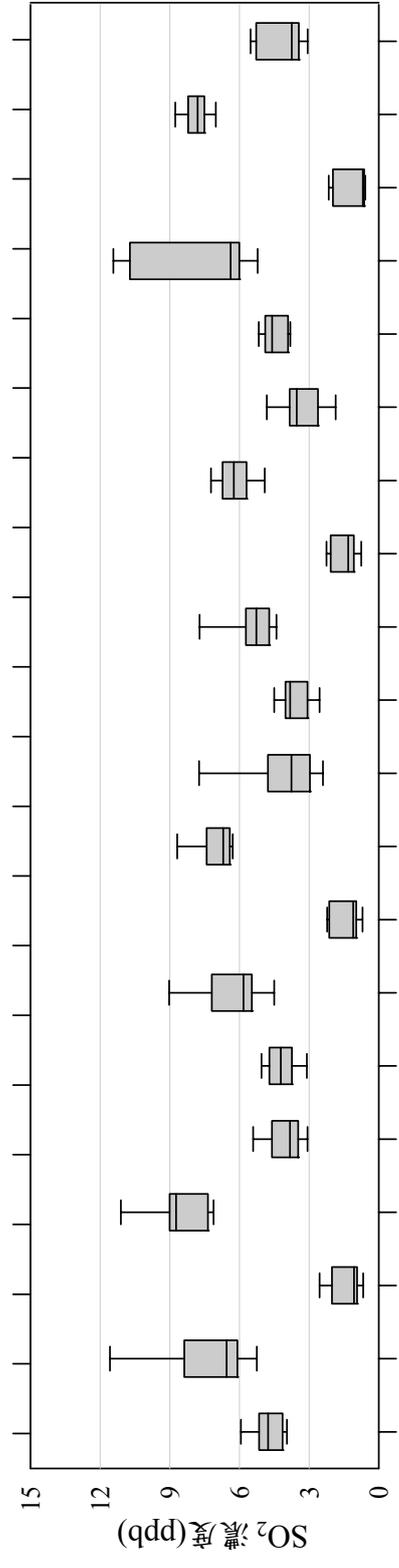
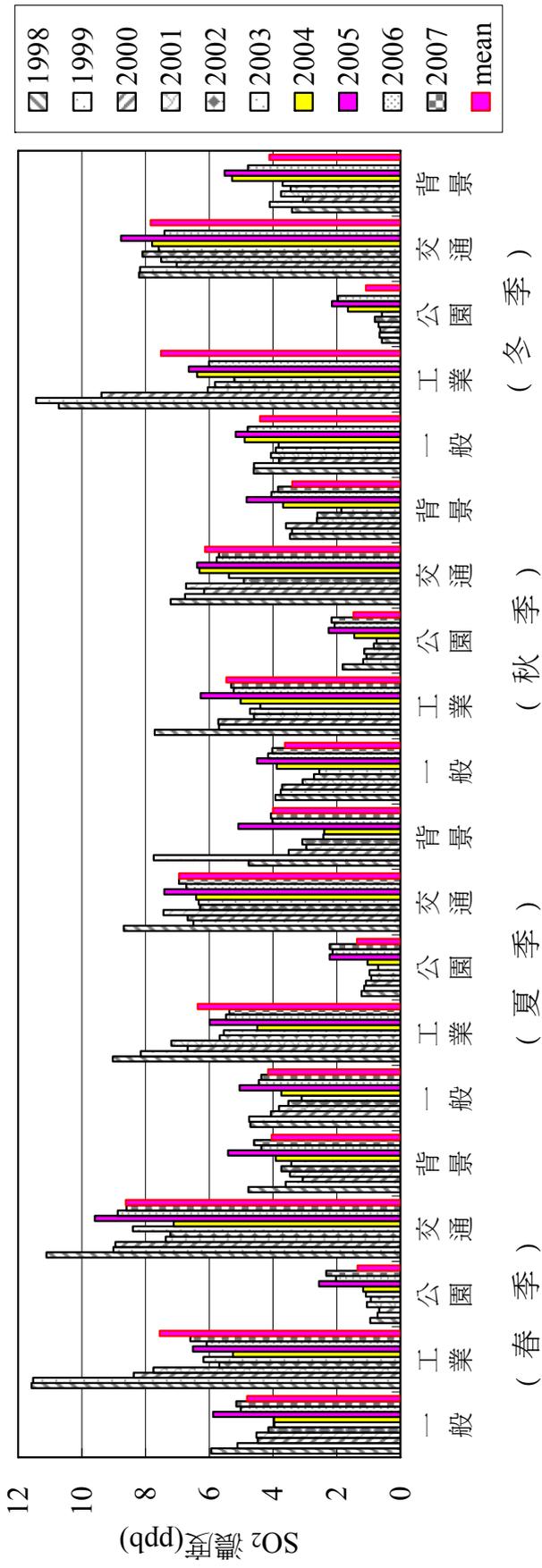


圖 4-2-44 各類型測站相對於 SO₂ 之比較

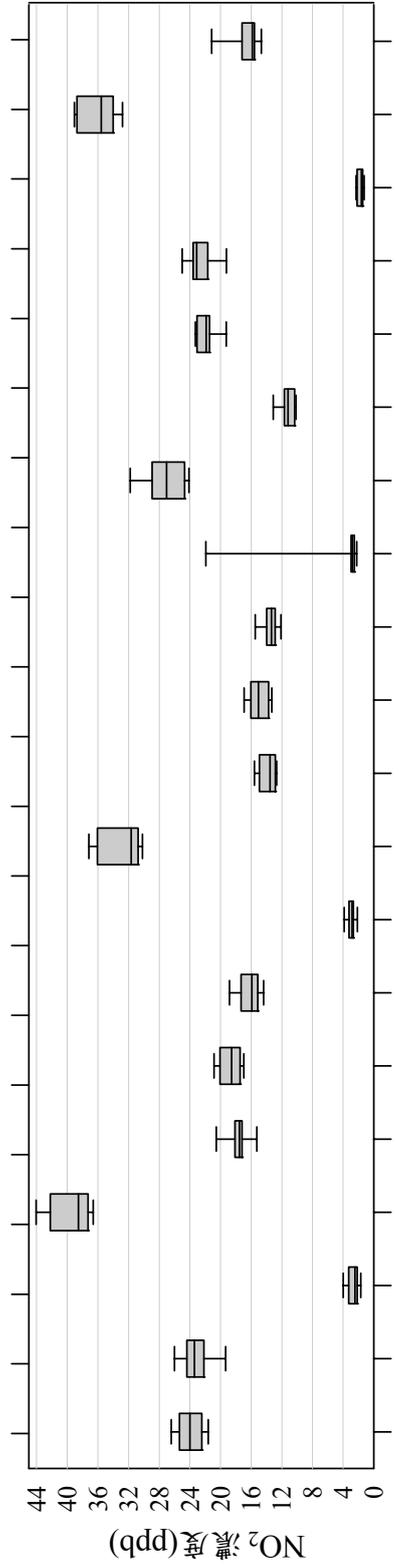
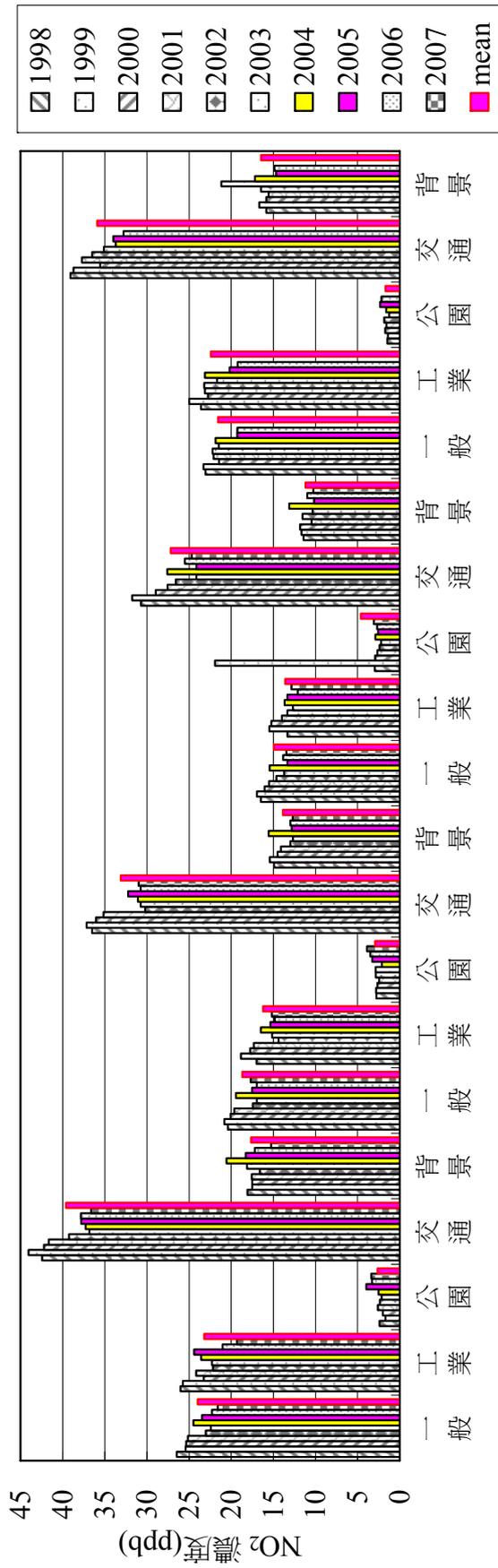


圖 4-2-45 各類型測站相對於 NO₂ 之比較

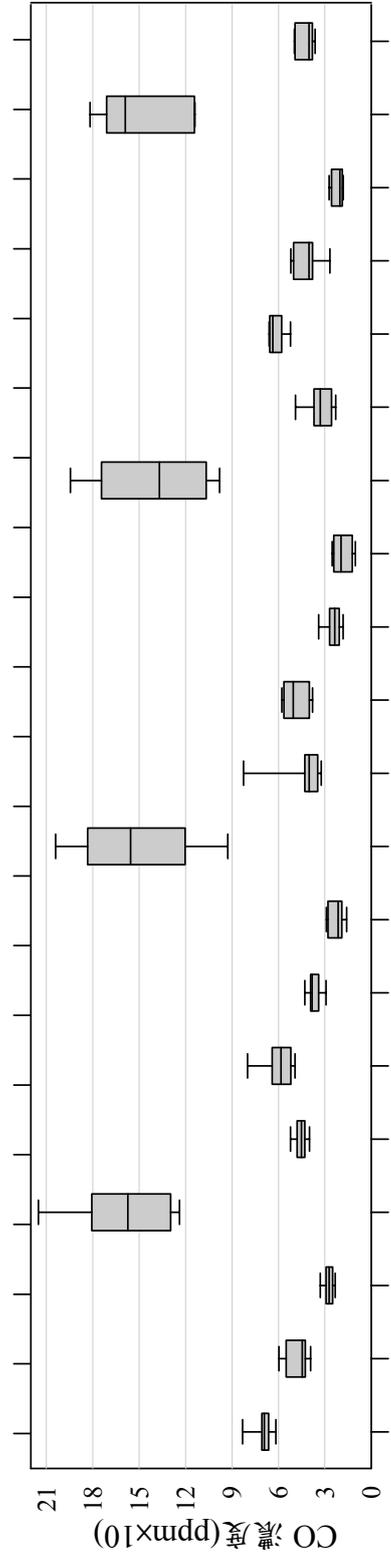
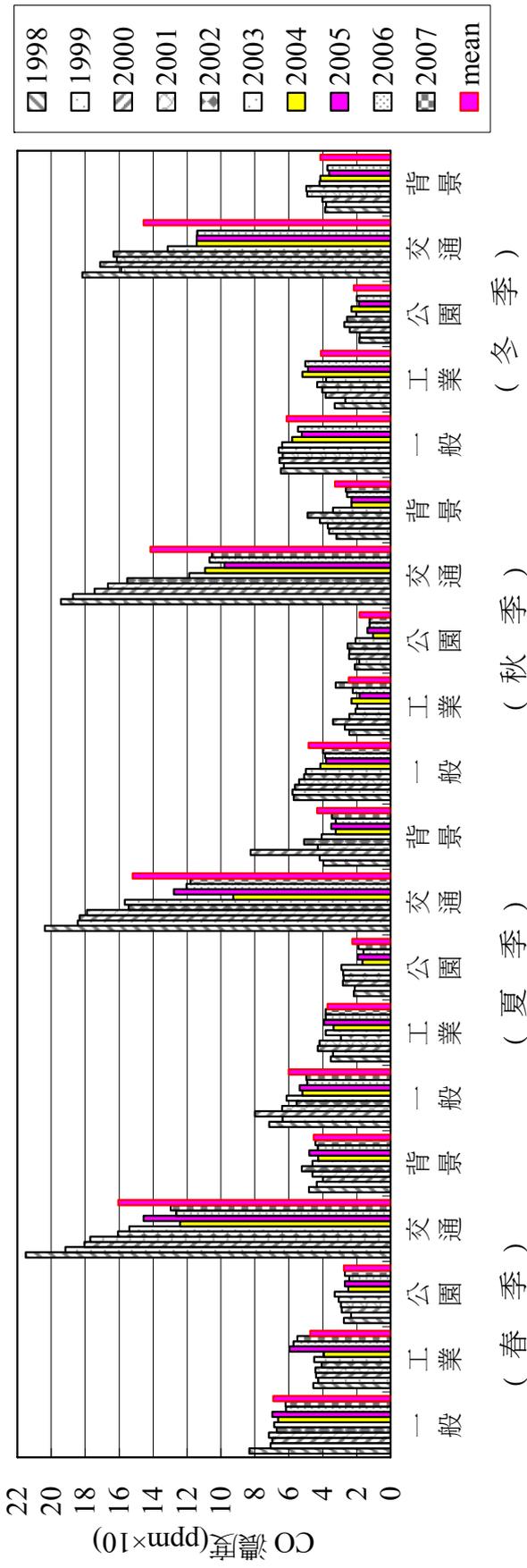


圖 4-2-46 各類型測站相對於CO之比較

第五章 大氣腐蝕因子與現地暴露試驗調查建置

5.1 調查範圍

依據招標文件，本年度將完成涵蓋臺灣全島區域之試驗場址(點)選定及相關試樣擺放；須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)，並最終可繪製各腐蝕因子之等位圖。因此對於固定試驗點位置的選擇，以下列因素考量：

- (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) 本島內工程建設較多、人口與橋梁數量較為密集的地區，如西部路廊。
- (4) 濱海或跨海的海濱氣候區。

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、台北自來水事業處、臺灣電力公司、臺灣中油公司、中鋼公司、台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。

5.2 氣鹽沉積速率調查

5.2.1 調查試驗點

根據本所於 2002 年進行臺灣 203 座橋梁檢測結果顯示，距海岸線愈遠，氯離子附著量愈少；結構物與海岸距離超過 3 公里以上時，靠

陸地側(背海風面)與靠海側(迎海風面)混凝土表面之氯離子附著量相當且較低，幾乎可忽略氯離子對鋼構或鋼筋混凝土結構之影響。因此，本研究垂直海岸線落鹽量之調查將以距離海岸線 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 9 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，包括海洋大學 3 處、市區民宅 1 處與深美國小 1 處，共 5 處。
- (2) 西北季風海域(桃園)：桃園試驗線，包括大潭安檢所 1 處、大潭電廠 2 處與觀音工業區 1 處，共 4 處。
- (3) 中部地區海域(台中)：台中港試驗線，包括台中港區內 1 處、港研中心 1 處與市區民宅 3 處，共 5 處。
- (4) 中部工業區海域(雲林)：台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 處與恆春市區民宅 1 處，共 5 處。
- (7) 東北部地區海域(宜蘭)：蘇澳港試驗線，包括蘇澳港區內 3 處、蘇澳市區民宅 1 處與龍德工業區 1 處，共 5 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、市區民宅 1 處、市區加油站 1 處與花蓮火車站 1 處，共 5 處。
- (9) 東南部地區海域(台東)：台東成功漁港試驗線，包括成功新港安檢所 1 處與市區加油站 1 處，共 2 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：台電核能一廠、台電林口電廠、新竹外湖安檢所、台電通霄電廠、苗栗外埔安檢所、臺中五甲安檢所、台電台中電廠、彰濱工業區、彰化王功安檢所、嘉義東石安檢所、台南成大安南校區水工試驗所、高雄縣興達火力電廠、中鋼公司、台電大林電廠、屏東臺電楓港變電站，共 15 個試驗點；高鐵沿線車站試驗點則包括高鐵新竹站、臺中站、嘉義站、左營站，共 4 個試驗點。臺灣東部濱海公路沿線之試驗點包括：臺北澳底安檢所、宜蘭梗枋安檢所、礁溪火車站、宜蘭朝陽南澳安檢所、花蓮太魯閣國家公園管理處、花蓮檜仔樹安檢所、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 10 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，規劃之試驗點包括台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)、南橫公路(公路總局第三區養護工程處甲仙工務段)等 4 個試驗點。此外，都會地區於臺北市、臺中市與高雄市選取交通頻繁處，設置 3 個試驗點。

綜言之，氯鹽沉積速率的調查位置共有 77 個試驗點，相關涵蓋區域與試驗點所屬環境分類如表 5-2-1 所示，而分佈如圖 5-2-1 所示。圖 5-2-1 中，紅色字樣表示垂直海岸線規劃的調查路線共 41 個試驗點，藍色字樣為 29 個平行海岸線之試驗點，綠色字樣則表示 7 個參考對照試驗點，而第一季安裝與採樣時間如表 5-2-2 所示。

5.2.2 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：

$$R(\text{Cl}^-) = \frac{m}{A \times t} \dots\dots\dots (5-1)$$

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(mg)

A = 暴露網表面積(m^2)

t = 暴露時間，天(day)

表 5-2-3 為各試驗點第一季(5 月下旬至 10 月上旬)之氯鹽沉積速率計算結果。根據 CNS 13401，若要以腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類，氯化物的沉積速率應以年平均率計算，但是目前本研究僅完成一季之沉積速率調查，若以此數據推估各金屬在臺灣地區的大氣腐蝕分類，可能會產生極大的誤差；因此本報告僅將本季(2007 年 5 月下旬至 10 月上旬)氯鹽沉積速率調查結果進行地域性的比較，所繪之等位圖如圖 5-2-2 所示。一般而言，本季調查之氯鹽沉積速率介於 $0.2 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ (太魯閣國家公園)至 $32.14 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ (臺東伽蘭安檢所)之間，而較高的沉積速率發生在東海岸中部至南部沿海之伽蘭、成功、石梯、金樽安檢所，各測點所測得的氯鹽沉積速率均大於 $20 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ；其次為西海岸新竹苗栗附近海岸之外湖、外埔安檢所，氯鹽沉積速率分別為 $11.67 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 與 $21.05 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，再者為高雄港、桃園大潭海岸附近、臺北縣石門鄉核能一廠、台塑六輕工業區、基隆市海岸區、花蓮港、恆春鎮核能三廠、臺中港，氯鹽沉積速率介於 $8.96 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 至 $3.09 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 之間。本次調查發現東海岸中部至南部沿海氯鹽沉積速率較高的原因，推論應是調查期間東部沿海受夏季季風或颱風的吹襲，海風挾帶大量的氯鹽，造成此區域空氣中氯鹽含量增加所致。

此外，空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分布，受到風速、風向、局部地形的影響，距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小 (如圖 5-2-2)；以高鐵沿線為例，高鐵嘉義站之氯鹽沉積速率為 $0.69 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，高鐵新竹站為 $0.58 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，高鐵臺中站為 $0.39 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，高鐵左營站為 $0.36 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ；而在內陸山區，陽明山國家公園之氯鹽沉積速率為 $0.34 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，阿里山為 $0.31 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，南橫天池為 $0.27 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ，太魯閣國家公園為 $0.2 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

5.2.3 聖帕颱風調查結果

為瞭解颱風侵襲對氯鹽沉積速率之影響，本年度在聖帕颱風侵襲前後進行調查。聖帕颱風於 2007 年 8 月 17 日由臺灣東部海岸登陸，因此氯鹽沉積速率調查時間為 8/15 至 9/6，調查位置為東海岸蘇澳港至花蓮港之間，表 5-2-4 為聖帕颱風侵襲之氯鹽沉積速率計算結果，圖 5-2-3 為 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬之氯鹽沉積速率與聖帕颱風侵襲之氯鹽沉積速率比較結果。顯然的，颱風侵襲期間造成各試驗點氯鹽沉積速率有顯著增加的趨勢，尤其是在濱海試驗點如蘇澳港 100m 處、花蓮港 0m 處與橄仔樹安檢所，其增加率有 10 倍左右；至於龍德工業區因距海岸線較遠，受地形與建築物屏障的結果，氯鹽沉積速率並無增加。比較蘇澳港試驗線，0m 位置位於蘇澳港務局行政大樓頂樓，100m 位置位於港務局單身宿舍頂樓，300m 位置位於港區內圍牆上，而 1km 位置位於蘇澳鎮市區內，由於風向與建築物的遮避效應，蘇澳港 100m 處的氯鹽沉積速率較大，此現象再次說明了空氣中的氯鹽含量會受到風速、風向與局部地形之影響。

5.3 二氧化硫沉積速率調查

5.3.1 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 SO_2 與 H_2S ，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、臺中市、高雄市，選取交通頻繁處，共 3 個試驗點。
- (2) 工業地區：於表 5-3-1 中各工業區服務中心，共 29 個試驗點。

- (3) 石化與火力電廠：中油桃園煉油廠、高雄煉油廠、林園煉油廠、台電深澳、林口、大潭、通霄、台中、興達、大林發電廠與核能三廠，共有 11 個試驗點。
- (4) 臺灣西部南北縱向：高鐵沿線車站，地點包括高鐵桃園站、台中站、嘉義站、左營站，共有 4 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，規劃之試驗點包括台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)、南橫公路(公路總局第三區養護工程處甲仙工務段)、與礁溪火車站等 6 個試驗點。此外，在硫磺區如台北自來水事業處陽明山淨水站亦有 1 個試驗點。

綜言之，二氧化硫沉積速率的調查位置共有 54 個試驗點，包括都市地區 3 個試驗點，全台工業區 29 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，6 個參考對照試驗點與硫磺溫泉區 1 個試驗點。二氧化硫沉積速率調查位置如圖 5-3-1 所示。第一季安裝與採樣時間如表 5-3-2 所示。

5.3.2 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：

$$R(\text{SO}_2) = \frac{(m_1 - m_0) \times 16.67}{A \times t \times 1000} \dots\dots\dots (5-2)$$

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(μg)

m_1 =每一平板之硫酸鹽質量(μg)

A =平板面積(m^2)

t =暴露時間，天(day)

表 5-3-3 為各試驗點第一季(5月下旬至10月上旬)之二氧化硫沉積速率計算結果。根據 CNS 13401，若要以腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類，二氧化硫的沉積速率應至少經過一年連續的量測，但是目前本研究僅完成一季之沉積速率調查，若以此數據推估各金屬在臺灣地區的大氣腐蝕分類，可能會產生極大的誤差；因此本報告僅將本季(2007年5月下旬至10月上旬)二氧化硫沉積速率調查結果進行地域性的比較，所繪之等位圖如圖 5-3-2 所示。一般而言，本季調查之二氧化硫沉積速率最高發生在陽明山的硫磺區為 $646.03 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ ，其餘介於 $7.04 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (南橫天池)至 $561.85 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (高雄煉油廠)之間。其中較高的沉積速率發生在高雄煉油廠($561.85 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、中鋼公司($457.97 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、大發工業區($257.88 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、彰濱工業區($247.98 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、桃園煉油廠($239.72 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、大林火力電廠($226.86 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、中油林園廠($207.39 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)，其值均大於 CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準(P3, $200 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)。至於六輕工業區，因硫酸化平板的設置不在石化廠廠區內，故僅測得該區域之背景值約為 $110.08 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ 。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高($132.61 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、台中站次之($99.51 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、新竹站再次之($40.73 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)、最低為嘉義站($27.72 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)。東部海岸因無石化工業區或電廠的設立，除龍德工業區($167.46 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)外，二氧化硫沉積速率僅介於 $9.23 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (太魯閣國家公園)與 $16.35 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (礁溪火車站)之間。

5.4 濕潤時間百分比

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(τ)、空氣中的氣鹽沉積速率(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 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 5-4-1 至表 5-4-3 分別為 CNS 13401 (ISO 9223) 規範中對濕潤時間、氯鹽沉積速率與 SO_2 沉積速率或濃度的分類；表 5-4-4 則為相對於表 5-4-1 至表 5-4-3 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)。

表 5-4-5 為各測點本季濕潤時間的百分比，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，統計本季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 5-4-1 為本次調查期間內臺灣地區濕潤時間百分比之等位圖。

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，但是本研究目前僅完成一季之腐蝕因子調查，若以上述數據推論各金屬在臺灣地區的大氣腐蝕分類，可能會產生極大的誤差；為求大氣腐蝕環境分類的正確性，有待腐蝕因子調查進行一年後再行分類。

5.5 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 88 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 88 個場址，分佈如圖 5-5-1 所示。第一季安裝與採樣時間如表 5-5-1 所示。

5.5.1 暴露試片

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 1,000mm。

5.5.2 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 5-5-2 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下：

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 (NH_4Cl)，加入蒸餾水配成 1000mL	2~5	70	—
銅	以 100mL 硫酸 (H_2SO_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 (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

針對腐蝕試片，檢量過程與數據如附件一所示，以此化學清洗法實驗測試後，各個試片浸泡之適當清洗時間，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。

5.5.3 腐蝕速率計算與調查結果

腐蝕速率單位以 $\mu\text{m/y}$ 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_{corr} = 腐蝕速率 ($\mu\text{m/y}$)

Δm = 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)

各金屬線材之原始重量與化學清洗前後之重量以及現地暴露後之腐蝕速率計算結果如附件二所示。

金屬的腐蝕速率在該初期暴露時最大，隨後會逐漸下降而最終到達一穩定值。根據 CNS 13401 (ISO 9223)，各種標準金屬之大氣腐蝕性分類應以金屬暴露第一年後的腐蝕速率計算，而本研究目前僅進行一季之腐蝕速率計算，若以此數據推估各金屬在臺灣地區之大氣腐蝕分類，可能有所誤差，但其結果應可顯示季節性(5月下旬至10月上旬)臺灣各地區針對碳鋼、鋅、銅、鋁金屬腐蝕的嚴重性，並可預作為臺灣大氣腐蝕環境分類之趨勢判斷。

表 5-5-2 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；主要原因是因鋁試片可能會發生局部腐蝕，而各金屬最初第一年之腐蝕速率(表 5-5-2)均是以均勻腐蝕率計算，所以在進行鋁金屬之大氣腐蝕分類時，將依據 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ 之腐蝕速率單位進行區分。今彙整 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬試片暴露期間各金屬之腐蝕速率計算結果，如表 5-5-3 所示。

顯然的，除了陽明山硫磺區的試片腐蝕速率特別大之外(碳鋼= $875\mu\text{m}/\text{yr}$ 、鋅= $10.2\mu\text{m}/\text{yr}$ 、銅= $55.2\mu\text{m}/\text{yr}$ 、鋁= $0.692\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)，針對碳鋼金屬，大氣腐蝕速率介於 $9.6\mu\text{m}/\text{yr}$ (南橫天池)至 $398.2\mu\text{m}/\text{yr}$ (新竹外湖安檢所)之間；鋅金屬介於 $1.5\mu\text{m}/\text{yr}$ (雲林斗六工業區)至 $82.2\mu\text{m}/\text{yr}$ (台東伽蘭安檢所)之間；銅金屬介於 $0.6\mu\text{m}/\text{yr}$ (南橫天池)至 $20.2\mu\text{m}/\text{yr}$ (蘇澳龍德工業區)之間；而鋁金屬則介於 $0.14\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (南橫天池)至 $53.0\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (六輕工業區)之間。圖 5-5-3 至圖 5-5-6 分別為碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬暴露期間之腐蝕速率等位圖；圖中等位線區間的顏色依表 5-5-2 中各金屬最初第一年之腐蝕速率來區分，C5 等級(含)以上以紅色表示，C4 等級以藍色表示，C3 等級以綠色表示，C2 等級以黃色表示。整體而言，臺灣沿海地區針對碳鋼、鋅、銅金屬的大氣腐蝕環境嚴重，但對鋁金屬而言，僅有少部份位置腐蝕速率較大；各金屬的腐蝕速率隨距海岸線距離的增加而有下降的趨勢。

表 5-2-1 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
	台中港試驗線	台中縣梧棲鎮、沙鹿鎮	海洋環境、鄉村環境
	台塑六輕試驗線	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
	台東成功漁港試驗線	台東縣成功鎮	海洋環境、鄉村環境
西部濱海沿線規劃試驗點	台電核能一廠	台北縣石門鄉	海洋環境
	台電林口發電廠	台北縣林口鄉	海洋環境、工業環境
	新竹外湖安檢所	新竹縣湖口鄉	海洋環境
	台電通霄電廠	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
	台中五甲安檢所	台中縣清水鎮	海洋環境
	台電台中電廠	台中縣	海洋環境、工業環境
	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
	嘉義東石安檢所	嘉義縣東石鄉	海洋環境
	台南水工試驗所	台南縣安南區	海洋環境、鄉村環境
	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
	台電大林電廠	高雄市	海洋環境、工業環境
屏東台電楓港變電站	屏東縣獅子鄉	鄉村環境	
高鐵站試驗點	新竹站	新竹縣竹北市	鄉村環境
	台中站	台中縣烏日鄉	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

表 5-2-1 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
東部濱海沿線規劃試驗點	台北澳底安檢所	台北縣貢寮鄉	海洋環境
	宜蘭梗枋安檢所	宜蘭縣頭城鎮	海洋環境
	礁溪火車站	宜蘭縣東山鄉	鄉村環境、硫磺區
	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
	台東金樽安檢所	台東縣東河鄉	海洋環境
	台東伽蘭安檢所	台東市	海洋環境
	台東尚武安檢所	台東縣大武鄉	海洋環境
對照組試驗點	台北市陽明山國家公園管理處	台北市	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
	公路總局第五區養護工程處阿里山工務段	嘉義縣阿里山鄉	鄉村環境
	公路總局第三區養護工程處甲仙工務段	高雄縣桃源鄉	鄉村環境
	台北自來水事業處	台北市	都市環境
	公路局二區工程處	台中市	都市環境
	高昇第一樓(五福二路與林森路交口)	高雄市	都市環境

表 5-2-2 氣鹽沉積速率調查第一季安裝與採樣時間

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
1	核一廠	121° 34'58.1"	25° 17'34"	6/21	10/11
2	基隆試驗線 0m	121° 46'58.8"	25° 09'7"	5/17	9/7
3	100m	121° 46'53.3"	25° 09'0.8"	5/17	9/7
4	300m	121° 46'21.9"	25° 08'58.9"	5/18	9/7
5	1Km	121° 47'22.1"	25° 08'19.2"	5/18	8/15
6	3Km	121° 46'38.1"	25° 08'17.4"	5/17	9/7
7	澳底安檢所	121° 55'45.1"	25° 03'17.8"	5/17	9/7
8	梗枋安檢所	121° 52'15.3"	24° 54'16.5"	5/17	9/7
9	礁溪火車站	121° 46'30.8"	24° 49'36.7"	5/17	8/15
10	龍德工業區	121° 48'50.6"	24° 38'12.4"	5/15	8/17
11	蘇澳港試驗線 0m	121° 51'26.7"	24° 35'49.4"	5/17	8/15
12	100m	121° 51'25.8"	24° 35'44.4"	5/17	8/16
13	300m	121° 51'42.7"	24° 35'18.9"	5/17	8/16
14	1Km	121° 51'9.8"	24° 35'48.3"	5/17	8/17
15	南澳安檢所	121° 49'10.9"	24° 27'39.4"	5/16	8/17
16	太魯閣國家公園	121° 37'23.9"	24° 09'30.6"	5/16	8/16
17	花蓮港試驗線 0m	121° 38'8.6"	23° 59'48.3"	5/16	8/16
18	100m	121° 38'5.5"	23° 59'52.3"	5/16	8/16
19	300m	121° 37'53.0"	23° 59'51.0"	5/16	8/16
20	1Km	121° 37'49.4"	24° 00'13.4"	5/16	8/16
21	3Km(花蓮火車站)	121° 36'4.4"	23° 59'32.4"	5/16	8/16
22	橄仔樹安檢所	121° 35'47.4"	23° 51'26.8"	5/16	8/16
23	石梯安檢所	121° 30'21"	23° 29'36.9"	5/30	9/5
24	成功試驗線 0m	121° 22'50.0"	23° 05'54.1"	5/30	9/5
25	300m	121° 22'43.4"	23° 06'8.2"	5/30	9/5
26	金樽安檢所	121° 17'36.3"	22° 57'19.1"	5/30	9/5
27	伽蘭安檢所	121° 11'34.0"	22° 47'30.1"	5/29	9/4
28	尚武安檢所	120° 53'40.3"	22° 20'17.4"	5/29	9/4
29	核三廠試驗線 0m	120° 45'16.6"	21° 57'23.1"	6/6	10/4
30	100m	120° 45'14.6"	21° 57'26.3"	6/6	10/4

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
31	300m	120° 45'17.0"	21° 57'39.1"	6/6	10/4
32	1Km	120° 45'18.7"	21° 58'4.80"	6/6	10/4
33	3Km	120° 44'33.9"	22° 00'36.4"	6/6	10/4
34	楓港變電站	120° 43'30.1"	22° 12'22.1"	6/6	9/4
35	大林火力電廠	120° 19'6.5"	22° 32'53.9"	6/5	8/28
36	中鋼公司	120° 20'55.0"	22° 32'55.2"	5/25	8/29
37	高雄市區	120° 18'19.3"	22° 37'26.1"	5/24	8/28
38	高雄港試驗線 0m	120° 18'54.5"	22° 33'53.6"	5/25	8/22
39	100m	120° 18'56.8"	22° 33'53.1"	5/25	8/22
40	300m	120° 19'2.8"	22° 33'57.1"	5/24	8/22
41	1Km	120° 19'10.9"	22° 34'0.5"	5/24	8/22
42	3Km	120° 19'19.5"	22° 34'6.3"	5/24	8/22
43	高鐵左營站	120° 18'22.0"	22° 41'7.3"	6/5	10/3
44	興達火力電廠	120° 12'1.5"	22° 51'20.2"	6/4	8/28
45	成大水工所	120° 08'54.4"	23° 03'2.0"	6/5	9/17
46	東石安檢所	120° 08'21.3"	23° 27'0.2"	6/12	9/17
47	高鐵嘉義站	120° 19'24.6"	23° 27'27.4"	6/12	10/3
48	台塑六輕試驗線 0m	120° 10'53.7"	23° 47'58.8"	6/13	10/2
49	100m	120° 11'15.1"	23° 47'50.1"	5/24	10/2
50	300m	120° 11'32.2"	23° 47'45.9"	6/13	10/2
51	1Km	120° 12'0.8"	23° 47'34.9"	6/13	10/2
52	3Km	120° 12'50.4"	23° 47'55.1"	6/13	10/2
53	王功安檢所	120° 19'32.1"	23° 58'5.3"	6/13	9/26
54	彰濱工業區	120° 23'49.4"	24° 05'0.1"	5/29	9/14
55	高鐵台中站	120° 37'3.5"	24° 06'40.6"	6/12	9/19
56	台中市區	120° 40'4.1"	24° 07'57.4"	6/11	9/26
57	台中火力電廠	120° 28'46.7"	24° 13'9.4"	6/4	8/27
58	台中港試驗線 0m	120° 31'14.4"	24° 16'25"	5/28	9/14
59	100m	120° 31'46.4"	24° 16'15.2"	5/28	9/14
60	300m	120° 31'41.4"	24° 15'15.4"	5/30	9/14
61	1Km	120° 32'1.6"	24° 14'55.2"	5/30	9/14

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
62	3Km	120° 33'53.9"	23° 15'5.9"	5/30	9/14
63	五甲安檢所	120° 35'20.5"	24° 23'24.8"	6/15	9/13
64	通霄火力電廠	120° 40'6.6"	24° 29'18.8"	6/4	8/27
65	外埔安檢所	120° 46'18.7"	24° 39'4.2"	6/15	9/13
66	外湖安檢所	120° 58'7.7"	24° 55'3.5"	6/14	9/13
67	高鐵新竹站	121° 02'9.9"	24° 48'53.0"	6/23	10/1
68	桃園試驗線 0m	121° 02'25.9"	25° 01'41.9"	6/14	9/11
69	100m	121° 02'48.9"	25° 01'50.8"	6/14	9/11
70	300m	121° 03'2.3"	25° 01'46.4"	6/14	9/11
71	1Km	121° 06'45.9"	25° 02'51.6"	6/11	9/11
72	林口火力電廠	121° 17'51.7"	25° 07'20.1"	6/14	9/11
73	台北市區	121° 33'3.2"	25° 00'54.7"	6/21	10/11
74	陽明山國家公園	121° 33'41.9"	25° 09'21"	6/1	10/11
75	北橫巴陵	121° 23'1.9"	24° 40'41.9"	7/4	10/31
76	阿里山	120° 35'56.9"	23° 26'30.5"	6/20	10/2
77	南橫天池	120° 54'59.6"	23° 16'37.6"	6/27	10/12

表 5-2-3 各試驗點之氯鹽沉積速率計算結果

項次	安裝地點	Cl ⁻ 濃度 (mg/L)	暴露面積 (cm ²)	暴露天數 (day)	氯鹽沉積速率計算 結果(mg/m ² /day)
1	核一廠	182.08	94.25	113	8.55
2	基隆試驗線 0m	44.64	94.25	114	2.08
3	100m	100.22	94.25	114	4.66
4	300m	17.21	94.25	113	0.81
5	1Km	11.07	94.25	90	0.65
6	3Km	18.97	94.25	114	0.88
7	澳底安檢所	306.28	94.25	114	14.25
8	梗枋安檢所	118.37	94.25	114	5.51
9	礁溪火車站	5.90	94.25	91	0.34
10	龍德工業區	64.06	94.25	91	3.73
11	蘇澳港試驗線 0m	33.98	94.25	87	2.07
12	100m	23.67	94.25	88	1.43
13	300m	20.00	94.25	88	1.21
14	1Km	8.00	94.25	93	0.46
15	南澳安檢所	102.15	94.25	94	5.76
16	太魯閣國家公園	3.57	94.25	93	0.20
17	花蓮港試驗線 0m	60.19	94.25	93	3.43
18	100m	37.08	94.25	93	2.12
19	300m	8.32	94.25	93	0.47
20	1Km	9.27	94.25	93	0.53
21	3Km (花蓮火車站)	10.34	94.25	93	0.59
22	橄仔樹安檢所	53.12	94.25	93	3.03
23	石梯安檢所	441.65	94.25	99	23.67
24	成功試驗線 0m	488.02	94.25	99	26.15
25	300m	68.46	94.25	99	3.67
26	金樽安檢所	381.88	94.25	99	20.46
27	伽蘭安檢所	599.86	94.25	99	32.14
28	尚武安檢所	50.72	94.25	99	2.72
29	核三廠試驗線 0m	76.80	94.25	121	3.37
30	100m	16.40	94.25	121	0.72
31	300m	27.14	94.25	121	1.19
32	1Km	54.13	94.25	121	2.37
33	3Km	30.04	94.25	121	1.32
34	楓港變電站	10.20	94.25	91	0.59
35	大林火力電廠	81.91	94.25	85	5.11

項次	安裝地點	Cl ⁻ 濃度 (mg/L)	暴露面積 (cm ²)	暴露天數 (day)	氯鹽沉積速率計算 結果(mg/m ² /day)
36	中鋼公司	91.10	94.25	97	4.98
37	高雄市區	10.61	94.25	97	0.58
38	高雄港試驗線 0m	57.72	94.25	90	3.40
39	100m	151.93	94.25	90	8.96
40	300m	36.00	94.25	91	2.10
41	1Km	36.22	94.25	91	2.11
42	3Km	21.04	94.25	91	1.23
43	高鐵左營站	8.14	94.25	121	0.36
44	興達火力電廠	24.02	94.25	86	1.48
45	成大水工所	28.12	94.25	105	1.42
46	東石安檢所	41.16	94.25	98	2.23
47	高鐵嘉義站	14.73	94.25	114	0.69
48	台塑六輕試驗線 0m	73.75	94.25	112	3.49
49	100m	169.40	94.25	132	6.81
50	300m	69.20	94.25	112	3.28
51	1Km	106.08	94.25	112	5.02
52	3Km	21.98	94.25	112	1.04
53	王功安檢所	28.12	94.25	96	1.55
54	彰濱工業區	13.65	94.25	109	0.66
55	高鐵台中站	6.64	94.25	90	0.39
56	台中市區	12.11	94.25	98	0.66
57	台中火力電廠	14.73	94.25	85	0.92
58	台中港試驗線 0m	64.12	94.25	110	3.09
59	100m	18.03	94.25	110	0.87
60	300m	14.36	94.25	108	0.71
61	1Km	15.38	94.25	108	0.76
62	3Km	11.69	94.25	108	0.57
63	五甲安檢所	27.28	94.25	81	1.79
64	通霄火力電廠	18.22	94.25	85	1.14
65	外埔安檢所	321.32	94.25	81	21.05
66	外湖安檢所	180.38	94.25	82	11.67
67	高鐵新竹站	10.96	94.25	101	0.58
68	桃園試驗線 0m	149.88	94.25	90	8.83
69	100m	35.29	94.25	90	2.08
70	300m	41.88	94.25	90	2.47
71	1Km	35.98	94.25	93	2.05

項次	安裝地點	Cl ⁻ 濃度 (mg/L)	暴露面積 (cm ²)	暴露天數 (day)	氯鹽沉積速率計算 結果(mg/m ² /day)
72	林口火力電廠	132.76	94.25	90	7.83
73	台北市區	10.21	94.25	113	0.48
74	陽明山國家公園	8.63	94.25	133	0.34
75	北橫巴陵	-	94.25	-	-
76	阿里山	6.10	94.25	105	0.31
77	南橫天池	5.42	94.25	108	0.27

註：- 表示試體遺失

表 5-2-4 聖帕颱風侵襲之氯鹽沉積速率計算結果

項次	安裝地點	Cl ⁻ 濃度 (mg/L)	暴露面積 (cm ²)	暴露天數	氯鹽沉積速率計算 結果(mg/m ² /day)
1	龍德工業區	12.35	94.25	21	3.12
2	蘇澳港試驗線 0m	27.92	94.25	23	6.44
3	100m	103.76	94.25	22	25.02
4	300m	50.89	94.25	22	12.27
5	1Km	7.85	94.25	21	1.98
6	南澳安檢所	20.69	94.25	21	5.23
7	花蓮港試驗線 0m	147.00	94.25	21	37.14
8	100m	21.08	94.25	21	5.33
9	300m	16.55	94.25	21	4.18
10	1Km	25.14	94.25	21	6.35
11	3Km	18.85	94.25	21	4.76
12	橄仔樹安檢所	95.31	94.25	21	24.08

表 5-3-1 工業區二氧化硫沉積速率調查試驗點

縣(市)	工業區
台北縣	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
台中縣	大里工業區、台中港關連工業區
台中市	台中工業區
南投縣	南崗工業區
彰化縣	彰濱工業區、田中工業區
雲林縣	台塑六輕工業園區、斗六工業區
嘉義縣	朴子工業區
台南縣	官田工業區
台南市	安平工業區、台南科技工業區
高雄縣	仁大工業區、永安工業區、鳳山工業區、大發工業區
高雄市	臨海工業區
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
台東市	豐樂工業區

表 5-3-2 二氧化硫沉積速率調查第一季安裝與採樣時間

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
1	基隆試驗線 300m	121° 46'38.1"	25° 08'17.4"	5/17	9/7
2	礁溪火車站	121° 46'30.8"	24° 49'36.7"	5/17	8/15
3	龍德工業區	121° 48'50.6"	24° 38'12.4"	5/15	8/17
4	和平工業區	121° 44'58.5"	24° 18'20.9"	5/16	8/16
5	太魯閣國家公園	121° 37'23.9"	24° 09'30.6"	5/31	8/16
6	美崙工業區	121° 37'49.7"	24° 00'47.6"	5/31	8/16
7	豐樂工業區	121° 07'56.8"	22° 45'21.7"	5/30	9/4
8	核三廠試驗線 1Km	120° 45'18.7"	21° 58'4.80"	6/6	10/4
9	屏東工業區	120° 30'1.6"	22° 39'48.5"	5/24	8/28
10	中油林園廠	120° 24'22.1"	22° 29'52.8"	5/25	8/28
11	大林火力電廠	120° 19'6.5"	22° 32'53.9"	6/5	8/28
12	中鋼公司	120° 20'55.0"	22° 32'55.2"	5/25	8/29
13	鳳山工業區	120° 19'59.4"	22° 37'3.9"	5/24	8/28
14	大發工業區	120° 25'46.6"	22° 34'56.0"	5/24	8/28
15	高雄市區	120° 18'19.3"	22° 37'26.1"	5/24	8/28
16	高鐵左營站	120° 18'22.0"	22° 41'7.3"	6/5	10/3
17	高雄煉油廠	120° 18'42.0"	22° 42'44.3"	5/25	8/28
18	仁大工業區	120° 20'24.6"	22° 43'35.8"	5/24	8/29
19	永安工業區	120° 15'20.0"	22° 48'50.0"	6/5	9/18
20	興達火力電廠	120° 12'1.5"	22° 51'20.2"	6/4	8/28
21	安平工業區	120° 10'36.5"	22° 57'53.4"	6/5	9/17
22	成大水工所	120° 08'54.4"	23° 03'2.0"	6/5	9/17
23	官田工業區	120° 19'23.6"	23° 12'35.0"	5/23	8/22
24	朴子工業區	120° 14'49.3"	23° 26'17.7"	6/20	9/17
25	高鐵嘉義站	120° 19'24.6"	23° 27'27.4"	6/12	10/3
26	斗六工業區	120° 35'23.6"	23° 42'50.8"	5/23	8/22
27	六輕工業區	120° 13'23.2"	23° 48'18.9"	6/13	10/2
28	彰濱工業區	120° 23'49.4"	24° 05'0.1"	5/29	9/14
29	田中工業區	120° 34'18.6"	23° 50'54.5"	6/12	9/19
30	南崗工業區	120° 40'7.7"	23° 55'36.5"	6/12	9/19
31	大里工業區	120° 42'51.3"	24° 05'41.1"	6/12	9/19
32	高鐵台中站	120° 37'3.5"	24° 06'40.6"	6/12	9/19
33	台中市區	120° 40'4.1"	24° 07'57.4"	6/11	9/26
34	台中工業區	120° 36'28.6"	24° 10'8.0"	6/11	9/26
35	台中港關連工業區	120° 31'26.0"	24° 14'13.8"	5/29	9/14
36	台中火力電廠	120° 28'46.7"	24° 13'9.4"	6/4	8/27

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
37	通霄火力電廠	120° 40'6.6"	24° 29'18.8"	6/4	8/27
38	竹南工業區	120° 52'49.5"	24° 42'36.4"	6/15	9/17
39	頭份工業區	120° 53'41.8"	24° 41'4.1"	6/15	9/13
40	工研院	121° 02'50.3"	24° 46'32.3"	5/22	9/12
41	新竹工業區	121° 01'30.1"	24° 52'8.6"	6/23	9/12
42	平鎮工業區	121° 14'33.4"	24° 54'13.8"	6/11	9/11
43	高鐵新竹站	121° 02'9.9"	24° 48'53.0"	6/23	10/1
44	桃園試驗線 300m	121° 03'2.3"	25° 01'46.4"	6/14	9/11
45	桃園試驗線 1Km	121° 06'45.9"	25° 02'51.6"	6/11	9/11
46	林口火力電廠	121° 17'51.7"	25° 07'20.1"	6/14	9/11
47	樹林工業區	121° 25'21.8"	25° 00'0.8"	5/21	8/21
48	桃園煉油廠	121° 18'28.2"	25° 02'16.4"	6/11	9/11
49	台北市區	121° 33'3.2"	25° 00'54.7"	6/21	10/11
50	陽明山國家公園	121° 33'41.9"	25° 09'21"	6/1	10/11
51	陽明山硫磺區	121° 31'29.1"	25° 08'47.6"	6/21	10/11
52	北橫巴陵	121° 23'1.9"	24° 40'41.9"	7/4	10/31
53	阿里山	120° 35'56.9"	23° 26'30.5"	6/20	10/2
54	南橫天池	120° 54'59.6"	23° 16'37.6"	6/27	10/12

表 5-3-3 各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果

項次	安裝地點	SO ₄ ²⁻ 濃度 (mg/L)	濾紙面積 (cm ²)	暴露天數 (day)	SO ₂ 沉積速率計算 結果(mg/m ² /day)
1	基隆試驗線 3Km	33.31	23.76	113	97.49
2	礁溪火車站	6.16	23.76	91	16.35
3	龍德工業區	47.26	23.76	95	167.46
4	和平工業區	5.54	23.76	95	13.39
5	太魯閣國家公園	3.97	23.76	78	9.23
6	美崙工業區	4.71	23.76	78	12.55
7	豐樂工業區	10.79	23.76	98	31.78
8	核三廠試驗線 1Km	7.58	23.76	121	16.43
9	屏東工業區	17.12	23.76	97	54.98
10	中油林園廠	58.66	23.76	96	207.39
11	大林火力電廠	56.88	23.76	85	226.86
12	中鋼公司	128.54	23.76	97	457.97
13	鳳山工業區	24.96	23.76	97	83.34
14	大發工業區	73.21	23.76	97	257.88
15	高雄市區	56.09	23.76	97	195.93
16	高鐵左營站	47.65	23.76	121	132.61
17	高雄煉油廠	155.66	23.76	96	561.85
18	仁大工業區	50.91	23.76	98	175.39
19	永安工業區	46.41	23.76	106	147.27
20	興達火力電廠	44.87	23.76	86	175.22
21	安平工業區	32.36	23.76	105	101.73
22	成大水工所	27.13	23.76	105	84.25
23	官田工業區	29.10	23.76	92	103.65
24	朴子工業區	27.13	23.76	90	98.29
25	高鐵嘉義站	10.92	23.76	114	27.72
26	斗六工業區	15.57	23.76	92	52.09
27	六輕工業區	37.09	23.76	112	110.18
28	彰濱工業區	78.96	23.76	109	247.98
29	田中工業區	51.51	23.76	100	174.00
30	南崗工業區	23.33	23.76	100	75.13
31	大里工業區	17.06	23.76	100	53.14
32	高鐵台中站	30.28	23.76	100	99.51
33	台中市區	-	23.76	108	-
34	台中工業區	38.88	23.76	108	7.20
35	台中港關連工業區	36.25	23.76	109	110.51

項次	安裝地點	SO ₄ ²⁻ 濃度 (mg/L)	濾紙面積 (cm ²)	暴露天數 (day)	SO ₂ 沉積速率計算 結果(mg/m ² /day)
36	台中火力電廠	29.16	23.76	85	112.47
37	通霄火力電廠	14.44	23.76	85	51.71
38	竹南工業區	32.83	23.76	95	114.17
39	頭份工業區	31.72	23.76	91	114.91
40	工研院	18.72	23.76	114	51.72
41	新竹工業區	-	23.76	82	-
42	平鎮工業區	12.41	23.76	93	39.59
43	高鐵新竹站	13.64	23.76	101	40.73
44	桃園試驗線 300m	28.78	23.76	96	98.18
45	桃園試驗線 1Km	37.57	23.76	93	134.51
46	林口火力電廠	16.78	23.76	96	54.33
47	樹林工業區	47.07	23.76	93	170.34
48	桃園煉油廠	65.46	23.76	93	239.72
49	台北市區	30.67	23.76	113	89.28
50	陽明山國家公園	44.43	23.76	133	112.15
51	陽明山硫磺區	210.00	23.76	113	646.03
52	北橫巴陵	-	23.76	-	-
53	阿里山	6.92	23.76	105	16.73
54	南橫天池	4.08	23.76	108	7.04

註：- 表示試體遺失

表 5-4-1 濕潤時間分類

類別	濕潤時間	
	hour/year	%
τ_1	$\tau \leq 10$	$\tau \leq 0.1$
τ_2	$10 < \tau \leq 250$	$0.1 < \tau \leq 3$
τ_3	$250 < \tau \leq 2500$	$3 < \tau \leq 30$
τ_4	$2500 < \tau \leq 5500$	$30 < \tau \leq 60$
τ_5	$5500 < \tau$	$60 < \tau$

(資料來源：CNS 13401, ISO 9223)

表 5-4-2 氣鹽沉積速率分類

氣鹽沉積速率 mg/m ² /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 5-4-3 二氧化硫(SO₂) 沉積量分類

SO ₂ 沉積速率 mg/m ² /day	SO ₂ 濃度 μ g/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 5-4-4 大氣腐蝕環境分類(以環境因子分類)

碳鋼															
	τ_1			τ_2			τ_3			τ_4			τ_5		
	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 or 5	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 5-4-5 各測點試驗期間濕潤時間百分比

項次	試驗地點	濕潤時間百分比 (%)
1	核一廠	41.5
2	基隆試驗線 0m	28.4
3	100m	28.4
4	300m	28.4
5	1Km	25.6
6	3Km	28.4
7	澳底安檢所	28.4
8	梗枋安檢所	28.4
9	礁溪火車站	51.4
10	龍德工業區	52.2
11	蘇澳港試驗線 0m	51.4
12	100m	51.2
13	300m	51.2
14	1Km	51.7
15	南澳安檢所	51.8
16	和平工業區	60
17	太魯閣國家公園	60
18	美崙工業區	57.7
19	花蓮港試驗線 0m	60
20	100m	60
21	300m	60
22	1Km	60
23	3Km	60
24	檝仔樹安檢所	60
25	石梯安檢所	59.2
26	成功試驗線 0m	35.1
27	300m	35.1
28	金樽安檢所	35.1
29	伽蘭安檢所	31.1
30	豐樂工業區	31.4
31	尚武安檢所	31.1

項次	試驗地點	濕潤時間百分比 (%)
32	核三廠試驗線 0m	54.5
33	100m	54.5
34	300m	54.5
35	1Km	54.5
36	3Km	54.5
37	楓港變電站	54.5
38	屏東工業區	44.6
39	中油林園廠	44.5
40	大林火力電廠	45.3
41	中鋼公司	44.1
42	鳳山工業區	44.6
43	大發工業區	44.6
44	高雄市區	44.6
45	高雄港試驗線 0m	44
46	100m	44
47	300m	44.1
48	1Km	44.1
49	3Km	44.1
50	高鐵左營站	46.2
51	高雄煉油廠	44.5
52	仁大工業區	44.2
53	永安工業區	43.6
54	興達火力電廠	45
55	安平工業區	36.8
56	成大水工所	36.8
57	官田工業區	36
58	東石安檢所	58.4
59	朴子工業區	43.9
60	高鐵嘉義站 (嘉義)	45.5
61	斗六工業區 (嘉義)	36.6
62	台塑六輕試驗線 0m	60.1
63	100m	60.1

項次	試驗地點	濕潤時間百分比 (%)
64	300m	60.1
65	1Km	60.1
66	3Km	60.1
67	六輕工業區	60.1
68	王功安檢所	60
69	彰濱工業區	41.3
70	田中工業區	28.8
71	南崗工業區	28.8
72	大里工業區	28.8
73	高鐵台中站	28.8
74	台中市區	30.5
75	台中工業區	30.5
76	關連工業區	41.3
77	台中火力電廠	43.4
78	台中港試驗線 0m	41.2
79	100m	41.2
80	300m	41.4
81	1Km	41.4
82	3Km (梧棲)	41.4
83	五甲安檢所	38.2
84	通霄火力電廠	43.4
85	外埔安檢所	38.2
86	竹南工業區	33.1
87	頭份工業區	33.3
88	外湖安檢所	47.4
89	工研院	36.1
90	新竹工業區	32.1
91	平鎮工業區	33.5
92	高鐵新竹站	32.6
93	桃園試驗線 0m	44.2
94	100m	44.2
95	300m	44.2

項次	試驗地點	濕潤時間百分比 (%)
96	1Km	45.3
97	林口火力電廠	44.2
98	樹林工業區	35.3
99	桃園煉油廠	45.3
100	台北市區	33.5
101	陽明山國家公園	83.2
102	陽明山硫磺區	82.4
103	北橫巴陵	81.1
104	阿里山	91.2
105	南橫天池	88.3

表 5-5-1 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬金屬試片安裝與採樣時間

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
1	核一廠	121° 34'58.1"	25° 17'34"	6/21	10/11
2	基隆試驗線 0m	121° 46'58.8"	25° 09'7"	5/17	9/7
3	300m	121° 46'21.9"	25° 08'58.9"	5/18	9/7
4	1Km	121° 47'22.1"	25° 08'19.2"	5/18	8/15
5	3Km	121° 46'38.1"	25° 08'17.4"	5/17	9/7
6	澳底安檢所	121° 55'45.1"	25° 03'17.8"	5/17	9/7
7	梗枋安檢所	121° 52'15.3"	24° 54'16.5"	5/17	9/7
8	礁溪火車站	121° 46'30.8"	24° 49'36.7"	5/17	8/15
9	龍德工業區	121° 48'50.6"	24° 38'12.4"	5/15	8/17
10	蘇澳港試驗線 0m	121° 51'26.7"	24° 35'49.4"	5/17	8/15
11	300m	121° 51'42.7"	24° 35'18.9"	5/17	8/16
12	1Km	121° 51'9.8"	24° 35'48.3"	5/17	8/17
13	南澳安檢所	121° 49'10.9"	24° 27'39.4"	5/16	8/17
14	和平工業區	121° 44'58.5"	24° 18'20.9"	5/16	8/16
15	太魯閣國家公園	121° 37'23.9"	24° 09'30.6"	5/16	8/16
16	花蓮港試驗線 0m	121° 38'8.6"	23° 59'48.3"	5/16	8/16
17	300m	121° 37'53.0"	23° 59'51.0"	5/16	8/16
18	1Km	121° 37'49.4"	24° 00'13.4"	5/16	8/16
19	3Km	121° 36'4.4"	23° 59'32.4"	5/16	8/16
20	橄仔樹安檢所	121° 35'47.4"	23° 51'26.8"	5/16	8/16
21	石梯安檢所	121° 30'21"	23° 29'36.9"	5/30	9/5
22	成功試驗線 0m	121° 22'50.0"	23° 05'54.1"	5/30	9/5
23	300m	121° 22'43.4"	23° 06'8.2"	5/30	9/5
24	金樽安檢所	121° 17'36.3"	22° 57'19.1"	5/30	9/5
25	伽蘭安檢所	121° 11'34.0"	22° 47'30.1"	5/29	9/4
26	豐樂工業區	121° 07'56.8"	22° 45'21.7"	5/30	9/4
27	尚武安檢所	120° 53'40.3"	22° 20'17.4"	5/29	9/4
28	核三廠試驗線 0m	120° 45'16.6"	21° 57'23.1"	6/6	10/4
29	300m	120° 45'17.0"	21° 57'39.1"	6/6	10/4
30	1Km	120° 45'18.7"	21° 58'4.80"	6/6	10/4
31	3Km	120° 44'33.9"	22° 00'36.4"	6/6	10/4
32	楓港變電站	120° 43'30.1"	22° 12'22.1"	6/6	9/4
33	屏東工業區	120° 30'1.6"	22° 39'48.5"	5/24	8/28
34	中油林園廠	120° 24'22.1"	22° 29'52.8"	5/25	8/28
35	大林火力電廠	120° 19'6.5"	22° 32'53.9"	6/5	8/28
36	中鋼公司	120° 20'55.0"	22° 32'55.2"	5/25	8/29

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
37	大發工業區	120° 25'46.6"	22° 34'56.0"	5/24	8/28
38	高雄市區	120° 18'19.3"	22° 37'26.1"	5/24	8/28
39	高雄港試驗線 0m	120° 18'54.5"	22° 33'53.6"	5/25	8/22
40	300m	120° 19'2.8"	22° 33'57.1"	5/24	8/22
41	1Km	120° 19'10.9"	22° 34'0.5"	5/24	8/22
42	3Km	120° 19'19.5"	22° 34'6.3"	5/24	8/22
43	高鐵左營站	120° 18'22.0"	22° 41'7.3"	6/5	10/3
44	高雄煉油廠	120° 18'42.0"	22° 42'44.3"	5/25	8/28
45	仁大工業區	120° 20'24.6"	22° 43'35.8"	5/24	8/29
46	興達火力電廠	120° 12'1.5"	22° 51'20.2"	6/4	8/28
47	成大水工所	120° 08'54.4"	23° 03'2.0"	6/5	9/17
48	官田工業區	120° 19'23.6"	23° 12'35.0"	5/23	8/22
49	東石安檢所	120° 08'21.3"	23° 27'0.2"	6/12	9/17
50	朴子工業區	120° 14'49.3"	23° 26'17.7"	6/20	9/17
51	高鐵嘉義站	120° 19'24.6"	23° 27'27.4"	6/12	10/3
52	斗六工業區	120° 35'23.6"	23° 42'50.8"	5/23	8/22
53	台塑六輕試驗線 0m	120° 10'53.7"	23° 47'58.8"	6/13	10/2
54	300m	120° 11'32.2"	23° 47'45.9"	6/13	10/2
55	1Km	120° 12'0.8"	23° 47'34.9"	6/13	10/2
56	3Km	120° 12'50.4"	23° 47'55.1"	6/13	10/2
57	六輕工業區	120° 13'23.2"	23° 48'18.9"	6/13	10/2
58	王功安檢所	120° 19'32.1"	23° 58'5.3"	6/13	9/26
59	彰濱工業區	120° 23'49.4"	24° 05'0.1"	5/29	9/14
60	田中工業區	120° 34'18.6"	23° 50'54.5"	6/12	9/19
61	高鐵台中站	120° 37'3.5"	24° 06'40.6"	6/12	9/19
62	台中市區	120° 40'4.1"	24° 07'57.4"	6/11	9/26
63	台中火力電廠	120° 28'46.7"	24° 13'9.4"	6/4	8/27
64	台中港試驗線 0m	120° 31'14.4"	24° 16'25"	5/28	9/14
65	300m	120° 31'41.4"	24° 15'15.4"	5/30	9/14
66	1Km	120° 32'1.6"	24° 14'55.2"	5/30	9/14
67	3Km	120° 33'53.9"	23° 15'5.9"	5/30	9/14
68	五甲安檢所	120° 35'20.5"	24° 23'24.8"	6/15	9/13
69	通霄火力電廠	120° 40'6.6"	24° 29'18.8"	6/4	8/27
70	外埔安檢所	120° 46'18.7"	24° 39'4.2"	6/15	9/13
71	頭份工業區	120° 53'41.8"	24° 41'4.1"	6/15	9/13
72	外湖安檢所	120° 58'7.7"	24° 55'3.5"	6/14	9/13
73	工研院	121° 02'50.3"	24° 46'32.3"	5/22	9/12
74	新竹工業區	121° 01'30.1"	24° 52'8.6"	6/23	9/12

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	第一季	
				安裝日期	採樣日期
75	平鎮工業區	121° 14'33.4"	24° 54'13.8"	6/11	9/11
76	高鐵新竹站	121° 02'9.9"	24° 48'53.0"	6/23	10/1
77	桃園大潭試驗線 0m	121° 02'25.9"	25° 01'41.9"	6/14	9/11
78	300m	121° 03'2.3"	25° 01'46.4"	6/14	9/11
79	1Km	121° 06'45.9"	25° 02'51.6"	6/11	9/11
80	林口火力電廠	121° 17'51.7"	25° 07'20.1"	6/14	9/11
81	樹林工業區	121° 25'21.8"	25° 00'0.8"	5/21	8/21
82	桃園煉油廠	121° 18'28.2"	25° 02'16.4"	6/11	9/11
83	台北市區	121° 33'3.2"	25° 00'54.7"	6/21	10/11
84	陽明山國家公園	121° 33'41.9"	25° 09'21"	6/1	10/11
85	陽明山硫磺區	121° 31'29.1"	25° 08'47.6"	6/21	10/11
86	北橫巴陵	121° 23'1.9"	24° 40'41.9"	7/4	10/31
87	阿里山	120° 35'56.9"	23° 26'30.5"	6/20	10/2
88	南橫天池	120° 54'59.6"	23° 16'37.6"	6/27	10/12

表 5-5-2 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 (γ_{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 5-5-3 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬各金屬之腐蝕速率

試驗地點	碳鋼腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	鋅腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	銅腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	鋁腐蝕速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
核一廠	226.7	4.9	12.9	5.3605
基隆試驗線 0m	126.4	3.8	7.2	3.1272
基隆試驗線 300m	68.9	1.9	6.0	1.2969
基隆試驗線 1Km	57.7	5.3	4.9	1.3600
基隆試驗線 3Km	58.7	2.8	4.8	0.3855
澳底安檢所	158.8	5.7	8.0	3.0416
梗枋安檢所	129.9	4.4	13.6	3.3414
礁溪火車站	24.4	3.1	2.4	0.7530
龍德工業區	170.6	3.9	20.1	3.0904
蘇澳港試驗線 0m	64.2	3.4	4.8	2.9581
蘇澳港試驗線 300m	52.5	4.2	3.5	1.2768
蘇澳港試驗線 1Km	68.3	4.1	6.0	2.6831
南澳安檢所	103.5	7.7	11.6	1.5616
和平工業區	44.0	2.9	3.9	1.2626
太魯閣國家公園	25.2	3.8	3.1	0.5261
花蓮港試驗線 0m	95.6	6.3	7.6	4.3666
花蓮港試驗線 300m	45.9	3.4	3.7	1.6835
花蓮港試驗線 1Km	45.3	3.6	4.1	1.4205
花蓮港試驗線 3Km	25.8	3.5	1.6	0.3157
橄仔樹安檢所	143.2	51.8	9.8	5.2084
石梯安檢所	80.7	5.5	7.7	51.6686
成功試驗線 0m	162.4	11.5	12.9	4.8408
成功試驗線 300m	84.8	4.4	9.1	1.9265
金樽安檢所	158.5	13.8	12.5	2.7662
伽蘭安檢所	105.5	82.2	14.2	2.7168
豐樂工業區	51.7	2.6	6.0	1.0978
尚武安檢所	47.8	1.9	4.1	1.4819
核三廠試驗線 0m	-	-	10.4	-
核三廠試驗線 300m	100.0	4.4	6.7	2.0572
核三廠試驗線 1Km	-	3.9	4.9	1.0488
核三廠試驗線 3Km	62.0	4.2	4.7	1.2908
楓港變電站	72.0	5.6	4.6	-
屏東工業區	48.0	4.1	3.8	0.5043
中油林園廠	146.4	6.5	10.6	3.9743
大林火力電廠	180.0	10.5	9.6	2.3056

試驗地點	碳鋼腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	鋅腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	銅腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	鋁腐蝕速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
中鋼公司	105.6	4.3	7.3	3.2275
大發工業區	98.9	5.6	7.3	2.0172
高雄市區	71.9	2.6	4.0	1.0590
高雄港試驗線 0m	142.2	7.9	5.6	5.8209
高雄港試驗線 300m	122.3	5.7	6.2	5.2170
高雄港試驗線 1Km	93.8	3.2	4.5	1.8286
高雄港試驗線 3Km	87.7	3.0	3.5	1.8286
高鐵左營站	48.2	3.1	3.5	-
高雄煉油廠	157.1	5.1	10.6	2.1400
仁大工業區	86.5	3.9	4.6	1.6466
興達火力電廠	158.1	7.3	9.9	2.6765
成大水工所	88.6	4.6	8.1	1.3966
官田工業區	63.1	3.0	8.6	0.7448
東石安檢所	143.3	7.9	9.2	2.4949
朴子工業區	71.6	2.3	2.9	0.9792
高鐵嘉義站	37.4	2.2	2.6	0.2999
斗六工業區	35.8	1.5	1.7	0.4256
台塑六輕試驗線 0m	176.3	6.3	9.5	7.7632
六輕試驗線 300m	266.0	4.2	9.4	3.9688
六輕試驗線 1Km	96.2	3.3	7.6	3.4019
六輕試驗線 3Km	82.1	3.5	9.5	-
六輕工業區	93.6	3.3	13.1	52.9906
王功安檢所	56.1	4.4	13.3	6.0852
彰濱工業區	61.9	31.3	8.5	3.4513
田中工業區	63.9	2.2	2.4	0.1956
高鐵台中站	57.6	4.2	2.6	0.1467
台中市區	42.7	2.5	-	0.9047
台中火力電廠	88.7	4.9	6.0	0.7493
台中港試驗線 0m	69.4	3.8	4.4	6.1295
台中港試驗線 300m	42.9	3.6	3.3	1.4928
台中港試驗線 1Km	49.3	3.5	3.9	2.4879
台中港試驗線 3Km	32.3	3.0	2.4	0.4976
五甲安檢所	63.0	11.8	6.7	3.3883
通霄火力電廠	55.4	3.5	4.7	1.2681
外埔安檢所	141.6	19.1	12.1	9.0356
頭份工業區	77.6	2.8	2.6	1.3446

試驗地點	碳鋼腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	鋅腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	銅腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	鋁腐蝕速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
外湖安檢所	398.3	25.9	17.9	19.2054
工研院	39.3	-	3.0	0.4284
新竹工業區	62.3	1.8	2.7	2.0919
平鎮工業區	70.2	3.3	2.7	1.3152
高鐵新竹站	47.3	1.9	3.0	0.3872
桃園試驗線 0m	243.1	44.1	16.5	14.7426
桃園試驗線 300m	140.2	13.1	11.3	7.3441
桃園試驗線 1Km	105.5	4.4	5.1	3.7353
林口火力電廠	139.0	15.6	10.0	10.9890
樹林工業區	57.7	3.5	2.2	-
桃園煉油廠	97.5	3.5	3.6	2.3674
台北市區	46.1	4.0	2.5	0.9511
陽明山國家公園	68.4	4.8	14.1	1.3204
陽明山硫磺區	875.0	10.2	55.2	0.6917
阿里山	53.5	3.0	2.0	0.2328
南橫天池	9.6	2.3	0.6	0.1357

註：- 表示試片遺失



圖 5-2-1 氯鹽沉積速率調查位置

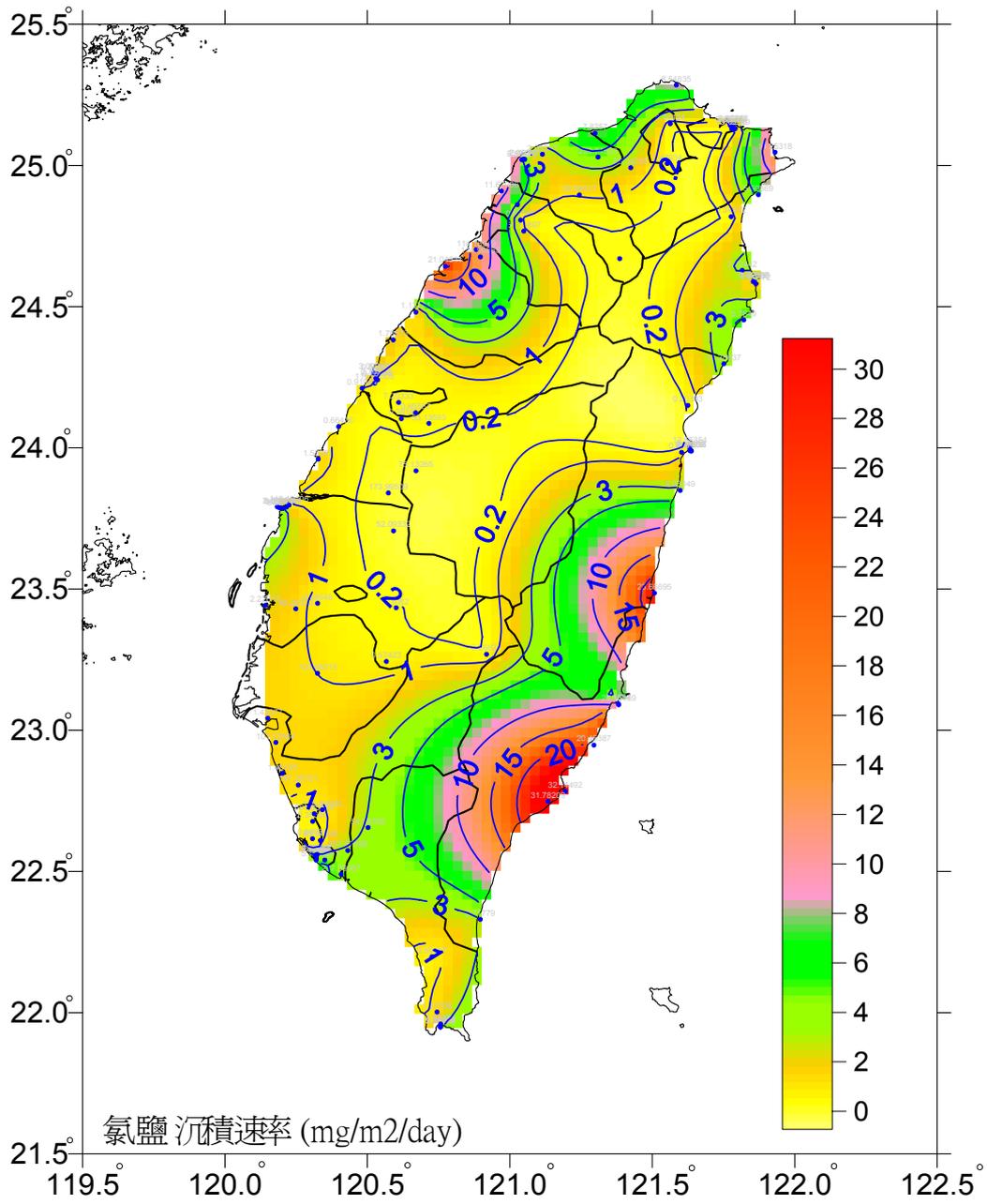


圖 5-2-2 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬期間臺灣地區之氣鹽沉積速率等位圖

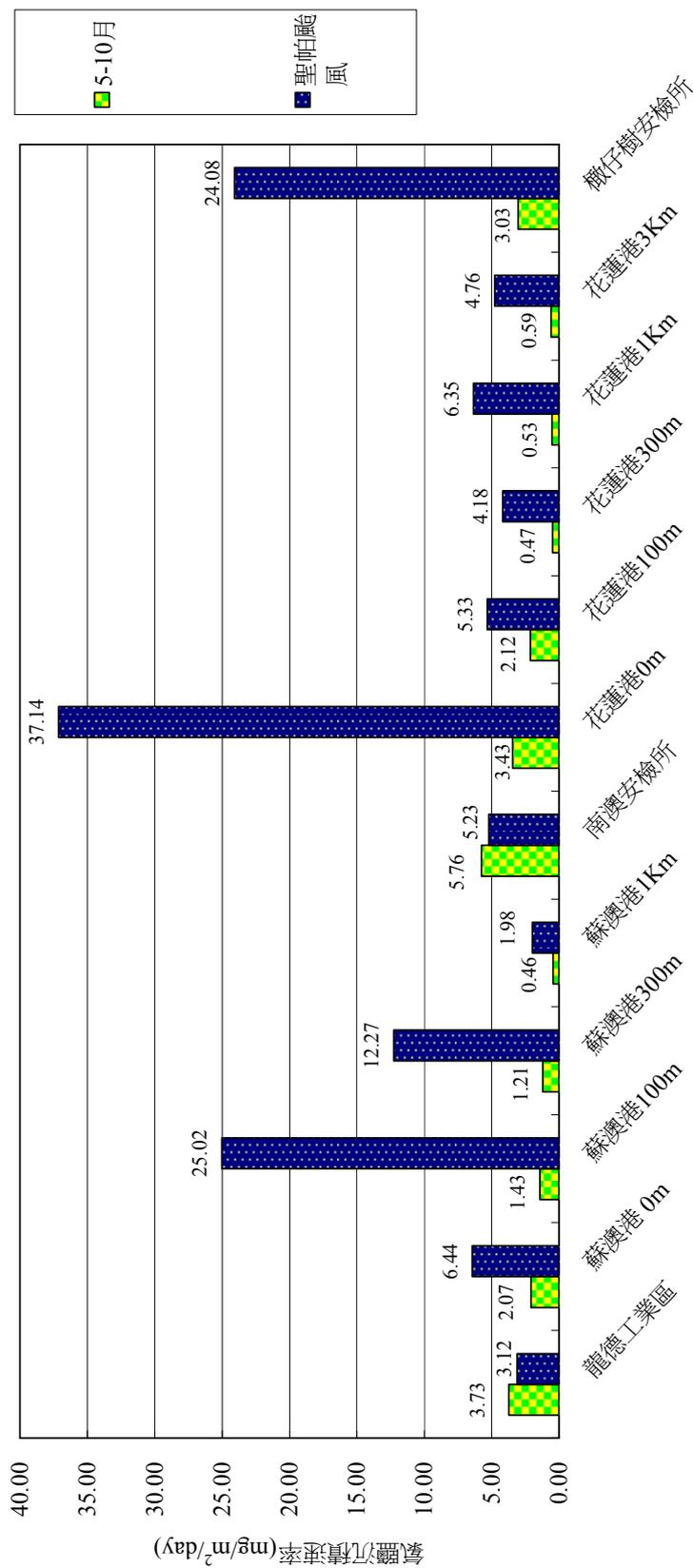


圖 5-2-3 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬之氣鹽沉積速率與聖帕颱風侵襲之氣鹽沉積速率比較

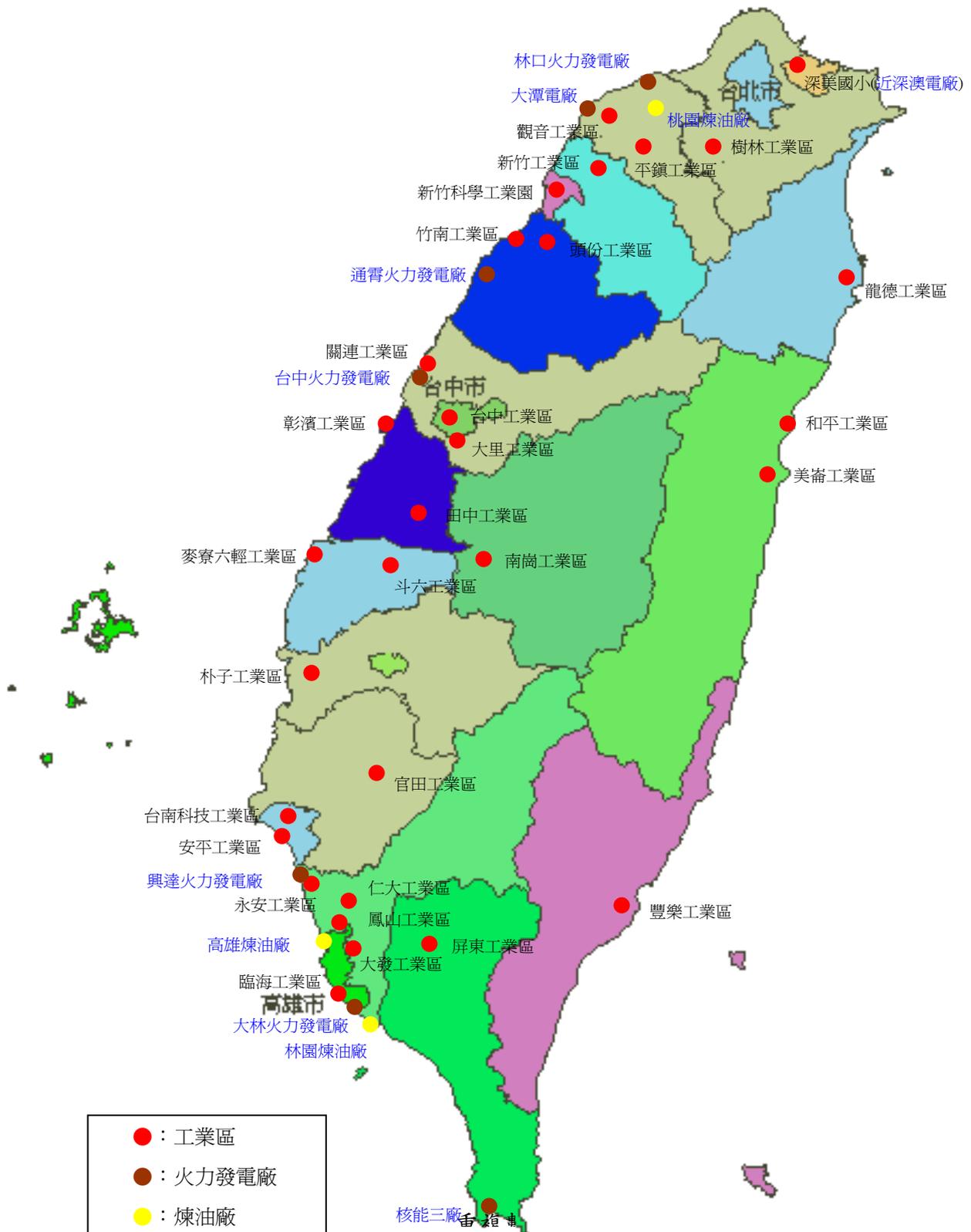


圖 5-3-1 工業區與石化、火力電廠之二氧化硫沉積速率調查位置

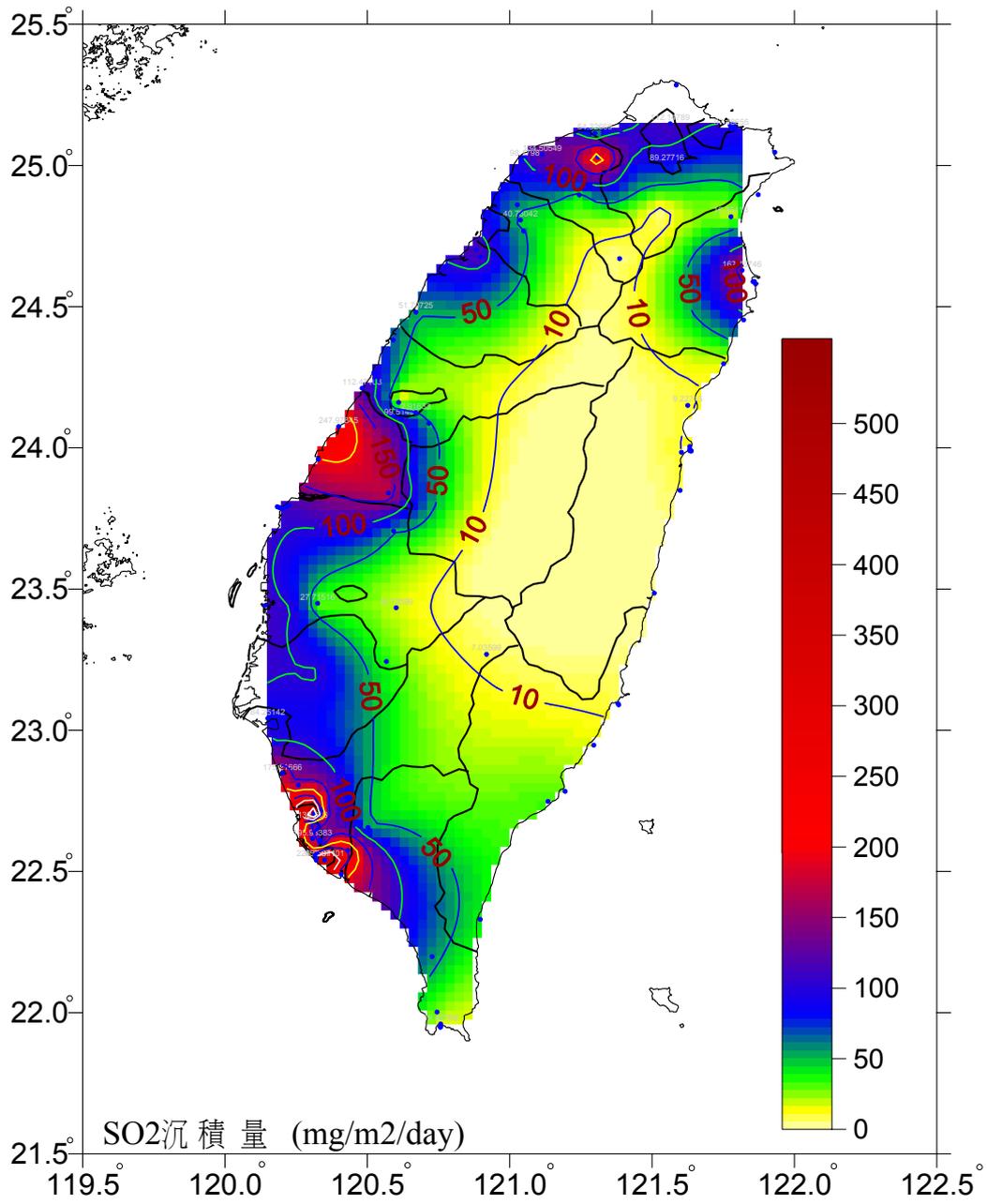


圖 5-3-2 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬期間臺灣本島之二氧化硫沉積速率等位圖

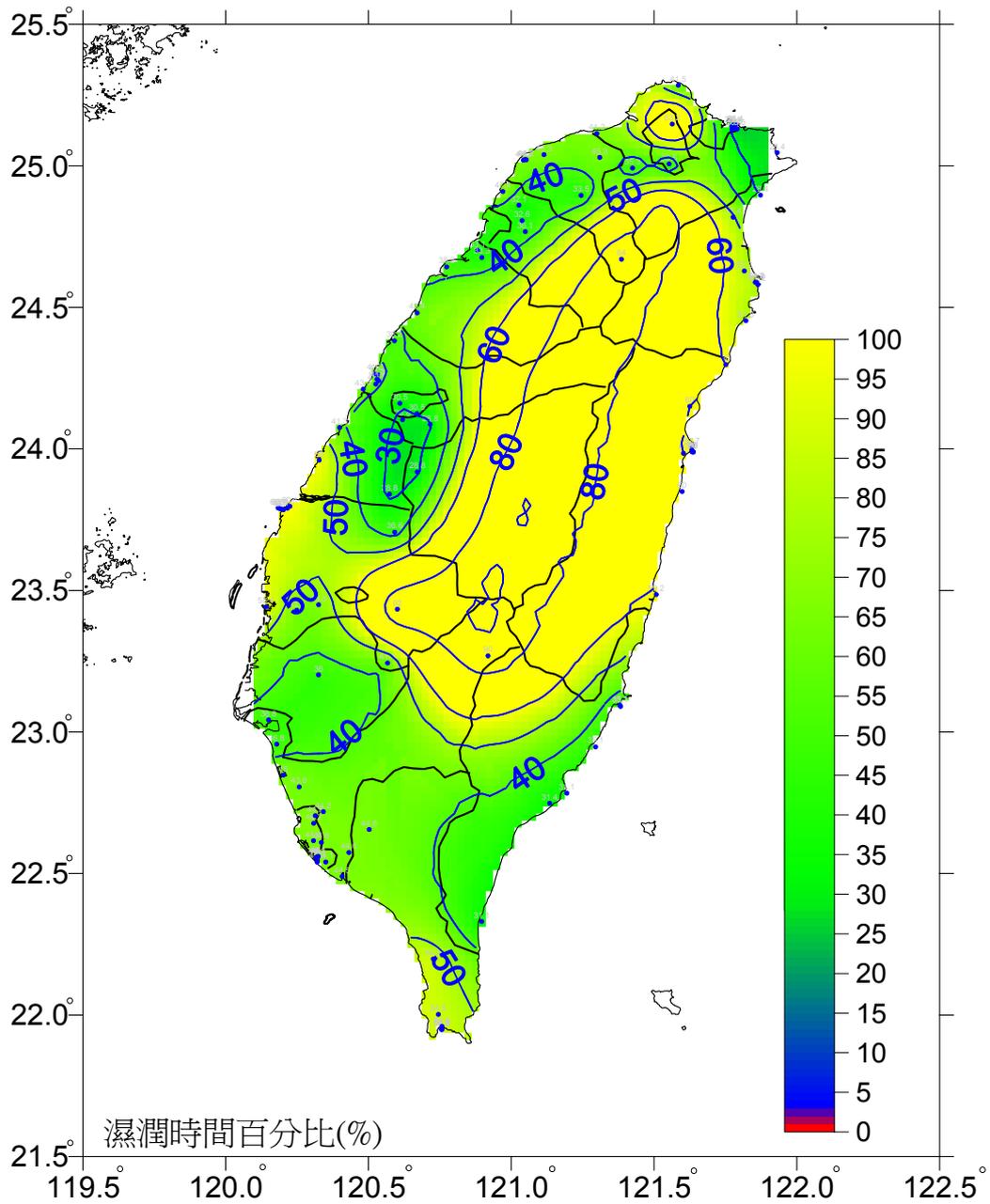


圖 5-4-1 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬各測點試驗期間濕潤時間百分比
等位圖

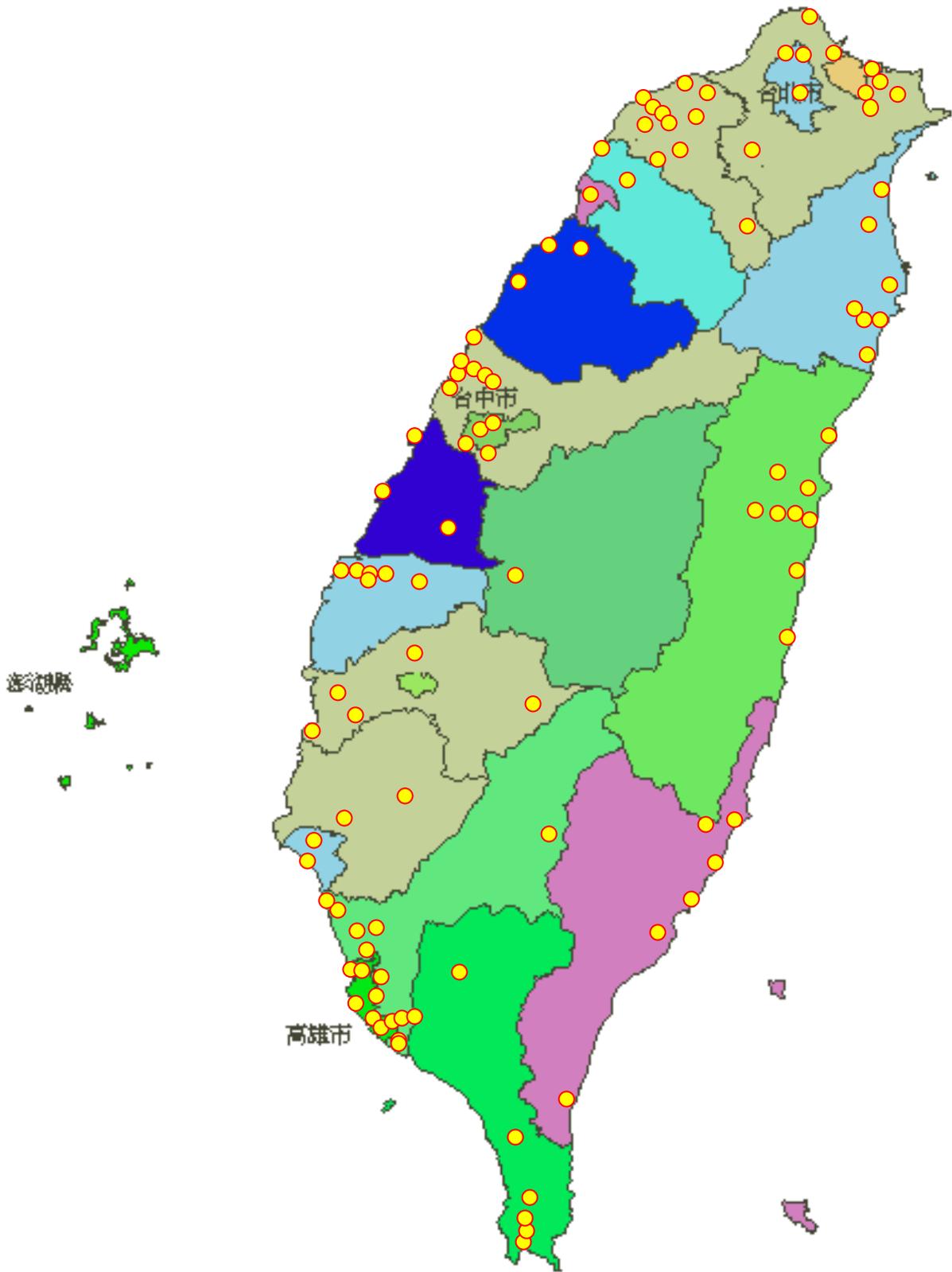


圖 5-5-1 現地暴露試驗(碳鋼、鋅、鋁、銅螺旋狀試片)試驗點分佈圖

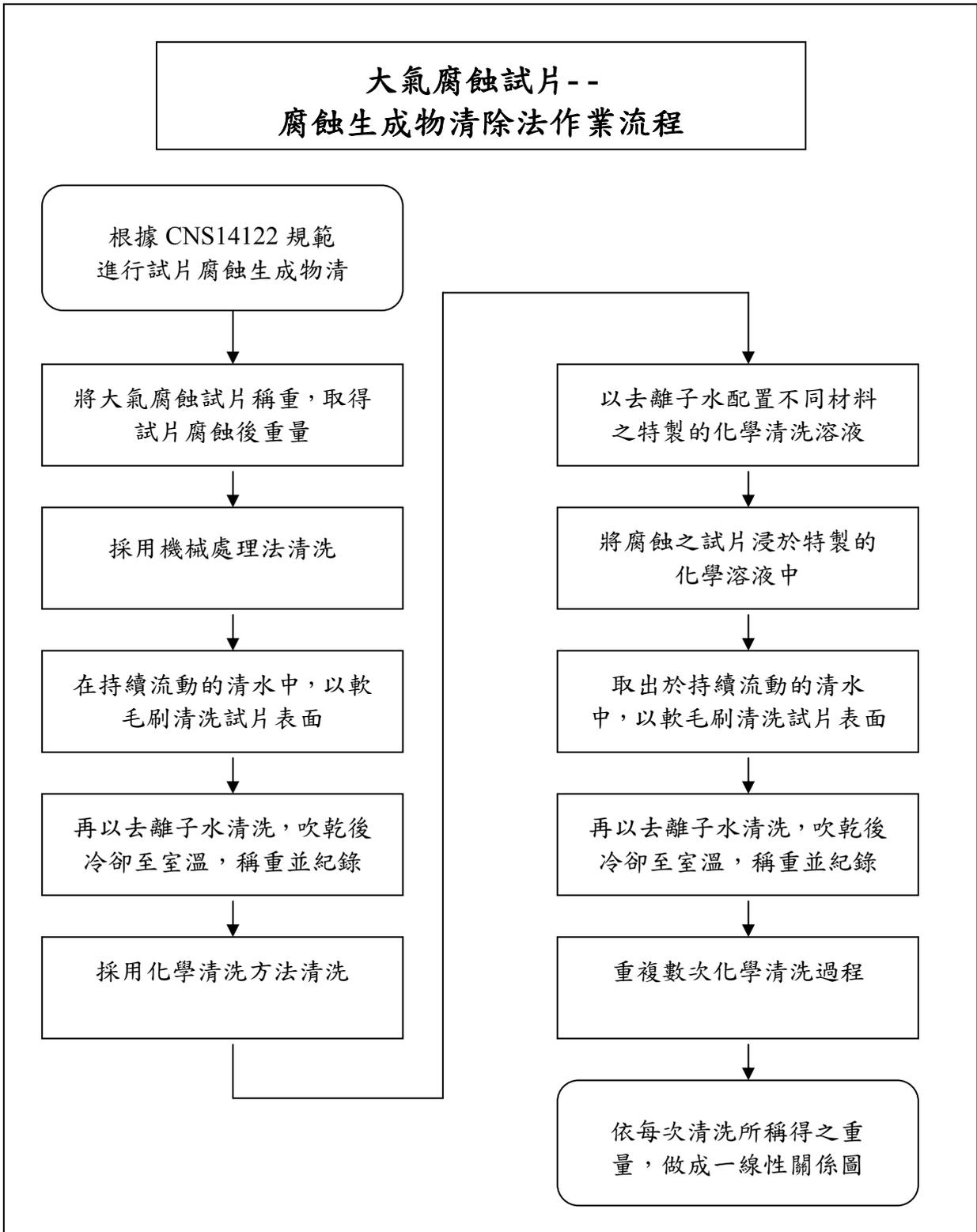


圖 5-5-2 腐蝕生成物清除法作業流程圖

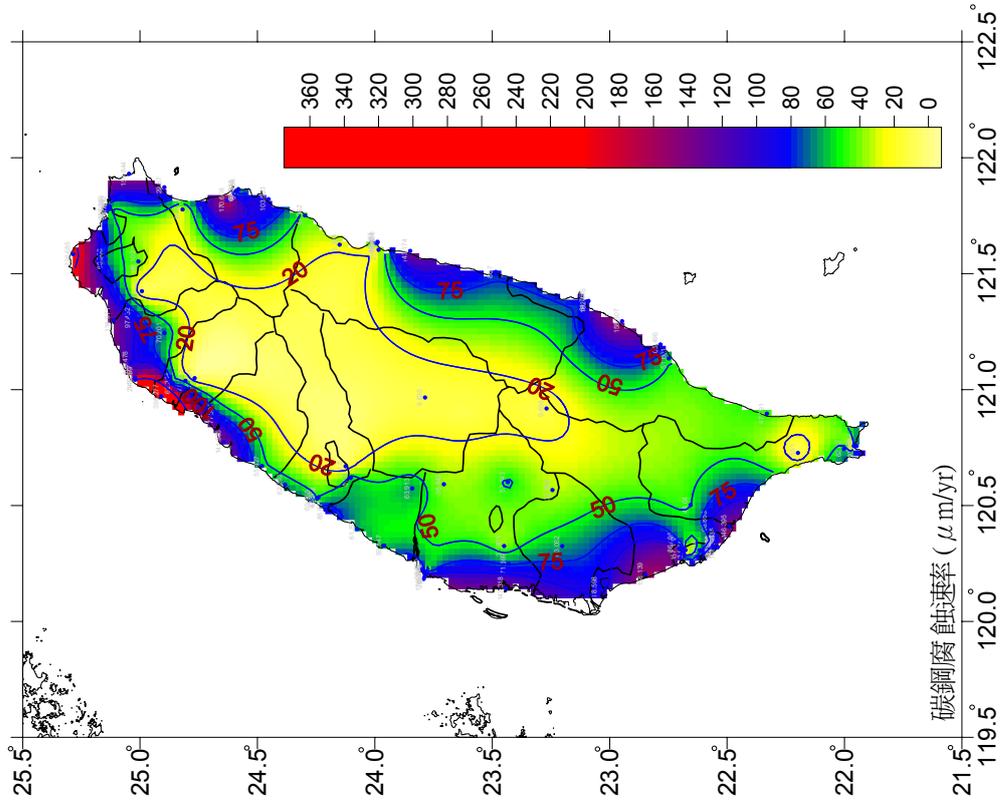


圖 5-5-3 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

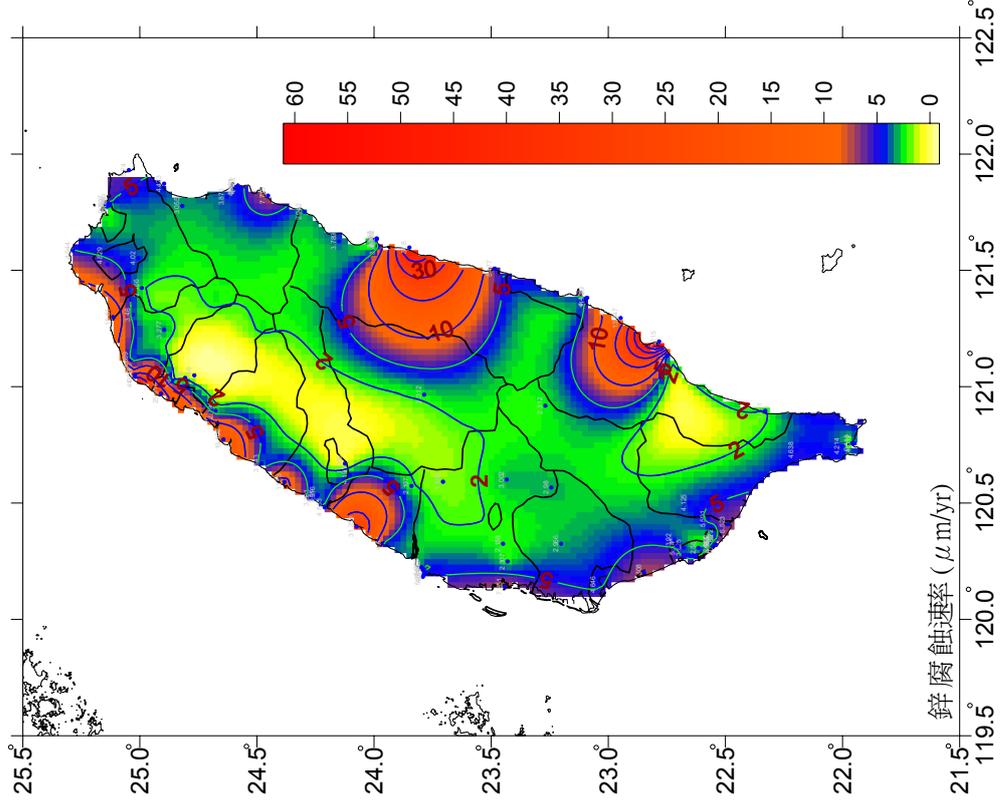


圖 5-5-4 鋅腐蝕速率(μm/yr)

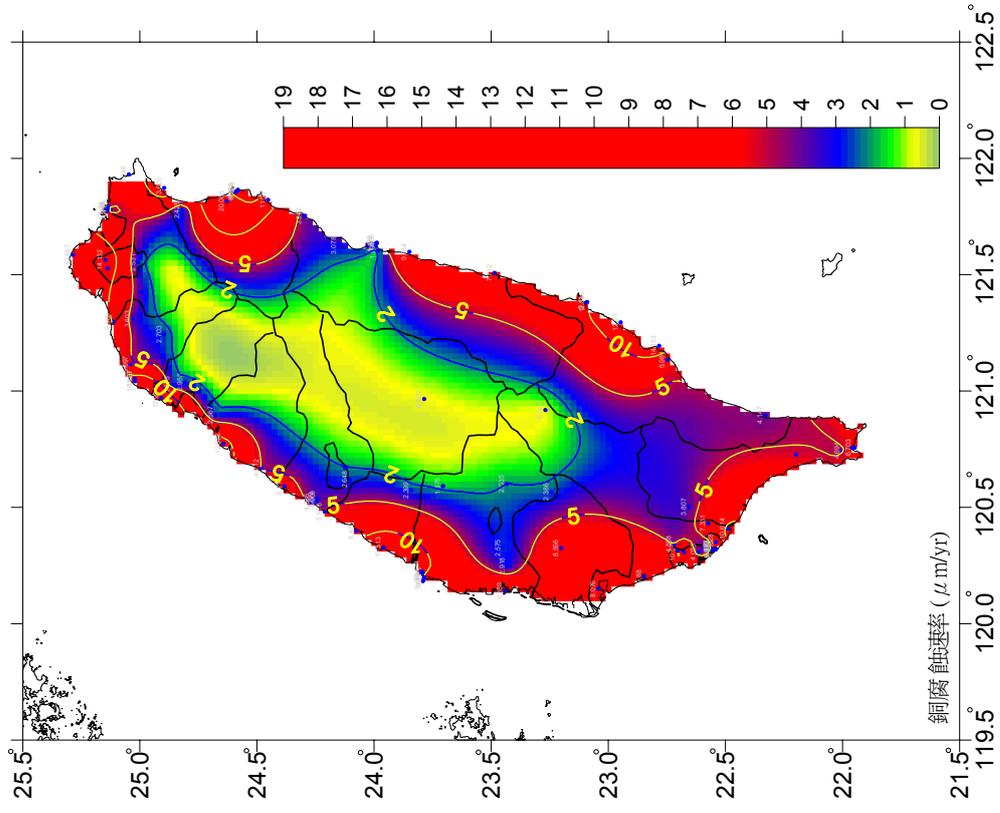


圖 5-5-5 銅腐蝕速率($\mu\text{m}/\text{yr}$)

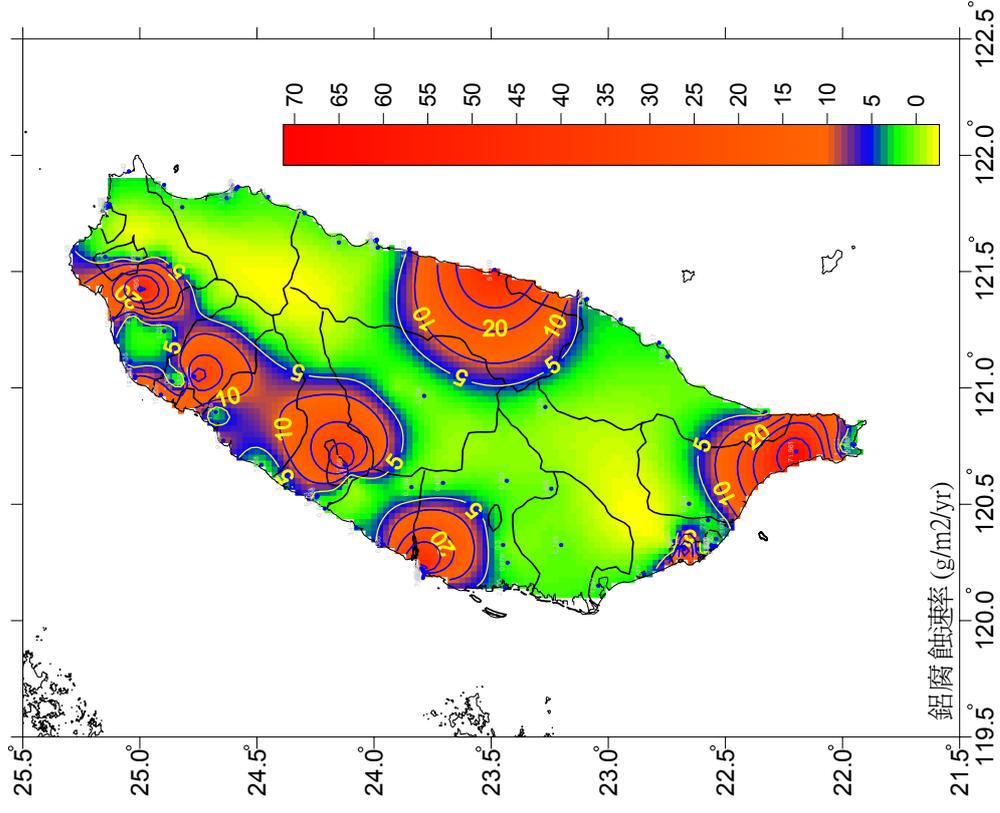


圖 5-5-6 鋁腐蝕速率($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)

第六章 大氣腐蝕因子資料庫建立

6.1 系統功能規劃

結構材料大氣腐蝕是結構物工程設計的重要參考數據，在此資料庫系統中將包括：

1. 大氣腐蝕環境分類相關規範：如 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)，CNS14112 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。
2. 大氣腐蝕環境分類方法：包括試片腐蝕速率分類與環境腐蝕因子分類。
3. 氣象與空污資料：包括目前與過去 10 年氣象與空氣污染資料之分析；其中氣象資料包含氣溫、相對濕度、風速、風向與降水量，空氣污染資料包含 SO₂、NO₂ 及 CO 濃度。
4. 季節性與一年期之氯鹽沉積速率、二氧化硫沉積速率、與碳鋼、鋅、銅、鋁金屬腐蝕速率之分析比較。
5. 依據本計畫執行之金屬腐蝕速率與腐蝕因子調查分析結果，進行臺灣大氣腐蝕環境分類。
6. 比較目前與過去大氣腐蝕環境分類結果。
7. 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。

6.2 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、資料處理界面、查詢使用等介面程式設計。

6.3 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。

第七章 結論與建議

7.1 結論

1. 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬調查之氣鹽沉積速率介於 $0.2 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (太魯閣國家公園)至 $32.14 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (台東伽蘭安檢所)之間，而較高的沉積速率發生在東海岸的中部至南部沿海，其原因應是調查期間東部沿海受夏季季風或颱風的吹襲，海風挾帶大量的氣鹽，造成此區域空氣中的氣鹽含量增加。
2. 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬調查之二氧化硫沉積速率最高發生在陽明山的硫磺區為 $646.03 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ ，其餘介於 $7.04 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (南橫天池)至 $561.85 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ (高雄煉油廠)之間；其中，沉積速率較高的地區為高雄煉油廠、中鋼公司、大發工業區、彰濱工業區、桃園煉油廠、大林火力電廠、中油林園廠，其值均大於 CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準($P_3, 200 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)。
3. 2007 年 5 月下旬至 10 月上旬，碳鋼金屬之大氣腐蝕速率介於 $9.6 \mu\text{m}/\text{yr}$ (南橫天池)至 $398.2 \mu\text{m}/\text{yr}$ (新竹外湖安檢所)之間；鋅金屬介於 $1.5 \mu\text{m}/\text{yr}$ (雲林斗六工業區)至 $82.2 \mu\text{m}/\text{yr}$ (台東伽蘭安檢所)之間；銅金屬介於 $0.6 \mu\text{m}/\text{yr}$ (南橫天池)至 $20.2 \mu\text{m}/\text{yr}$ (蘇澳龍德工業區)之間；而鋁金屬則介於 $0.14 \text{ g/m}^2/\text{yr}$ (南橫天池)至 $53.0 \text{ g/m}^2/\text{yr}$ (六輕工業區)之間。
4. 聖帕颱風侵襲期間造成各試驗點氣鹽沉積速率有顯著增加的趨勢，尤其是在濱海試驗點如蘇澳港 100m 處、花蓮港 0m 處與檳仔樹安檢所，其增加率有 10 倍左右。
5. 空氣中氣鹽含量輸送到內陸的分布，受到風速、風向、局部地形的影響，距海岸線愈遠，氣鹽沉積速率愈小。
6. 臺灣沿海地區針對碳鋼、鋅、銅金屬的大氣腐蝕環境嚴重，但對鋁金屬而言，僅有少部份位置腐蝕速率較大；各金屬的腐蝕速率

隨距海岸線距離的增加而有下降的趨勢。

7.2 建議

根據 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、氯鹽沉積速率與二氧化硫的沉積速率應至少經過一年以上的連續量測；若採用金屬的腐蝕速率分類，則應以金屬暴露第一年後的腐蝕速率計算。本研究目前僅完成一季之沉積速率與腐蝕速率調查，若以上述數據推估各金屬在臺灣地區的大氣腐蝕分類，可能會產生誤差，為求大氣腐蝕環境分類的正確性，建議本計畫至少須完成一年期以上的調查，大氣腐蝕環境分類方有意義。

參考文獻

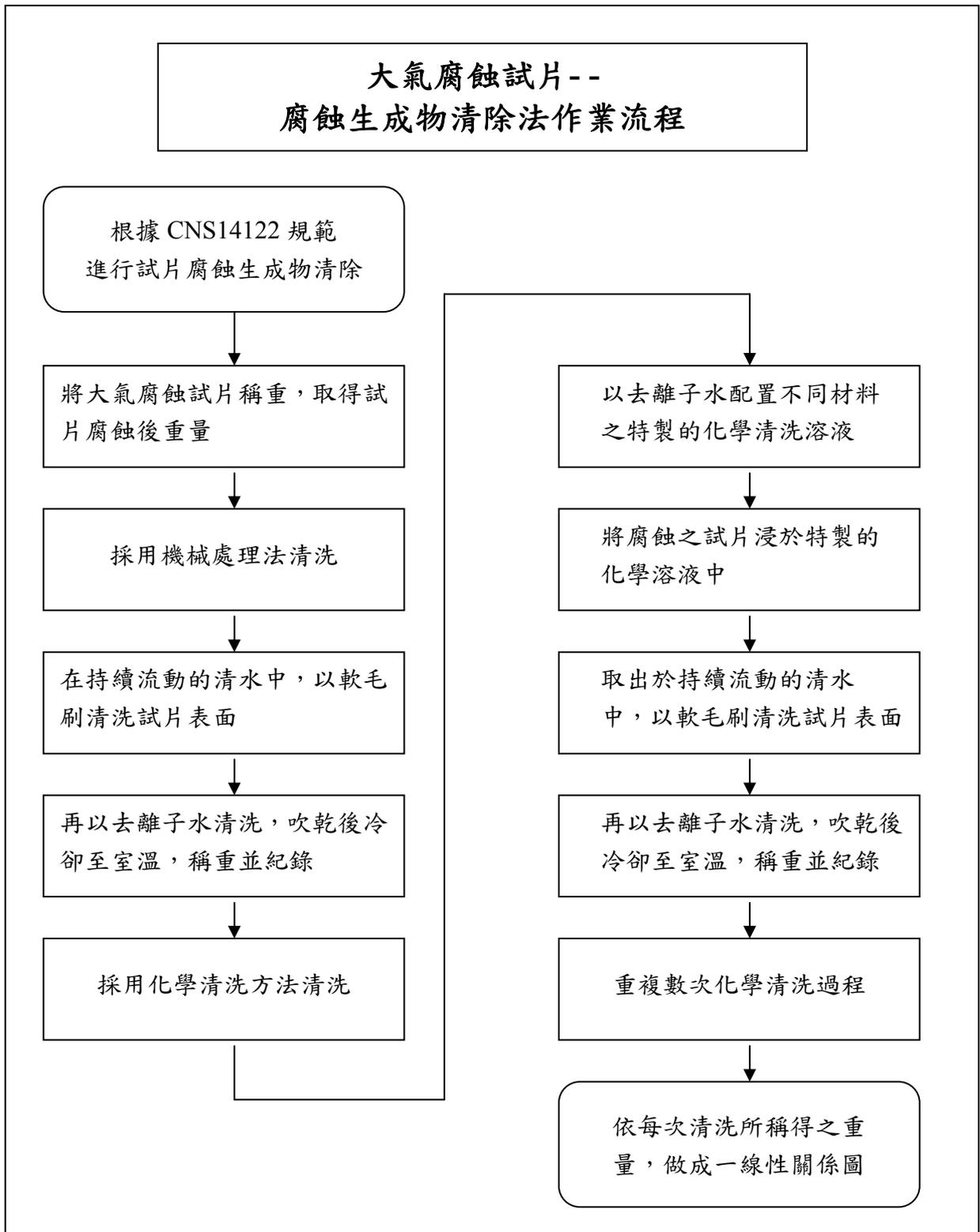
1. ISO 9223/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification.
2. 中華民國國家標準 CNS 13754 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)，1996。
3. ISO 9225/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of pollution.
4. 中華民國國家標準 CNS14123 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕測試(現場測試之一般要求)，2006。
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)，2005。
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. 中華民國國家標準 CNS 13401 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性之分類，1994。
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，1998。
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.
 16. 楊巨平、陳天賜、陳新北、王燦耀，"臺灣區大氣腐蝕調查與評估"，中華民國防蝕工程學會八十四年度年會論文集，臺北，1995.
 17. 鄭福田、莊東漢、杜悅元、林勝南，"酸雨及大氣對金屬腐蝕之關係研究"，材料大氣腐蝕研討會論文集，中華民國防蝕工程學會，1991.
 18. 蔡克群，"臺灣地區大氣腐蝕環境分類與金屬材料腐蝕性"，鋼材大氣腐蝕與焊接技術研討會論文集，中華民國防蝕工程學會，臺北，1995.
 19. 鄭福田、莊東漢、杜悅元、林勝南，"臺灣地區大氣腐蝕環境因子調查"，材料大氣腐蝕研討會論文集，中華民國防蝕工程學會，臺北，1991.
 20. "臺南科技工業區結構物腐蝕及防治研究期末報告"，經濟部工業局委託，國立成功大學材料防蝕研究中心執行，2003.
 21. "Corrosion Rate of Hot-dip Galvanized Coatings along Taiwan High Speed Rail Route"，研究報告，工業技術研究院材料與化工所，2004.
 22. "高鐵沿線鋼軌扣件鏽蝕原因分析調查暨建議方案"，研究報告，工業技術研究院材料與化工所，2005.
 23. 羅俊雄、王嫻文、翁榮洲，臺灣地區大氣腐蝕環境分類 (Classification of Atmospheric Corrosivity in Taiwan)，防蝕工程，第十九卷第二期，pp. 137, 2005.
 24. J.S. Luo and J.C. Oung, "Atmospheric Corrosion of Galvanized Steel in Taiwan"，Paper No. 05-B-02, 16th International Corrosion Congress, Beijing, China, Sept. 2005.

附錄一

大氣腐蝕試片腐蝕生成物清除流程與測試

一、大氣腐蝕試片－腐蝕生成物清除法作業流程



腐蝕生成物清除法作業流程圖

二、腐蝕生成物之特製化學清洗方法

CNS 規範中針對不同材料之腐蝕生成物，其化學藥品各項條件如下：

材料	化學藥品	時間 (min)	溫度 (°C)	備註
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	20~50	—
鋅	100g 氯化銨 (NH_4Cl)，加入蒸餾水配成 1000mL	2~5	70	—
銅	以 100mL 硫酸 (H_2SO_4 ， $\rho=1.84\text{g/mL}$)，加蒸餾水至 1000mL	1~3	20~25	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 (HNO_3 ， $\rho=1.42\text{g/mL}$)	1~5	20~25	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

此化學清洗法實驗測試後，各個試片浸泡之適當清洗時間，結果如下：

鋼：10 分鐘

鋅：4 分鐘

銅：2 分鐘

鋁：6 分鐘

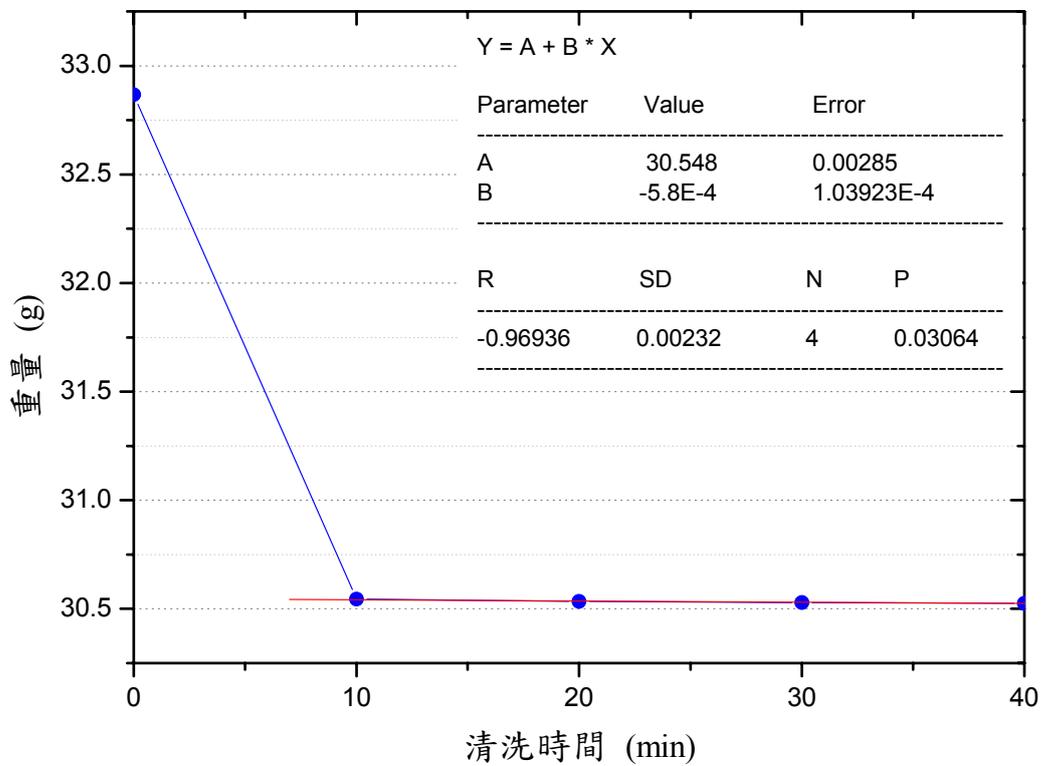
三、化學清洗法測試結果

(1) 大氣腐蝕試片：碳鋼

表 1 大氣腐蝕試片－碳鋼

大氣腐蝕試片－鋼 (清洗前 32.886g)	
清洗時間 (min)	重量 (g)
軟毛刷刷後	32.8660
10	30.5455
20	30.5340
30	30.5298
40	30.5257

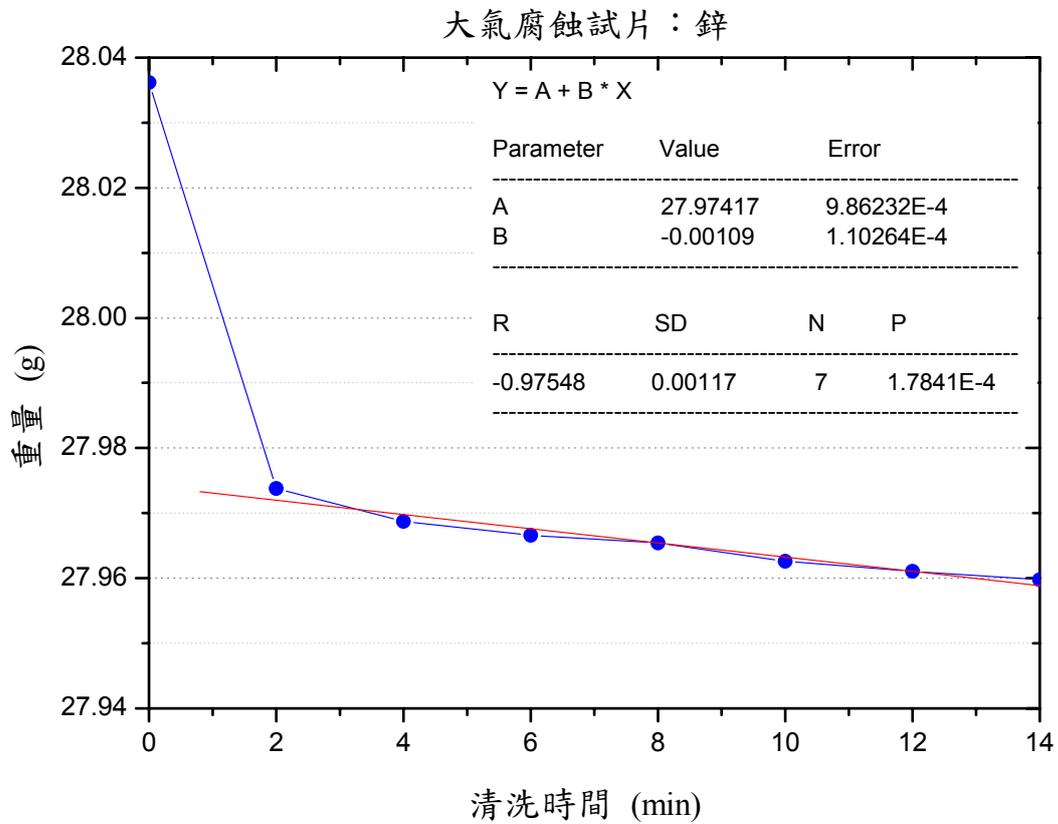
大氣腐蝕試片：鋼



(2) 大氣腐蝕試片：鋅

表 2 大氣腐蝕試片－鋅

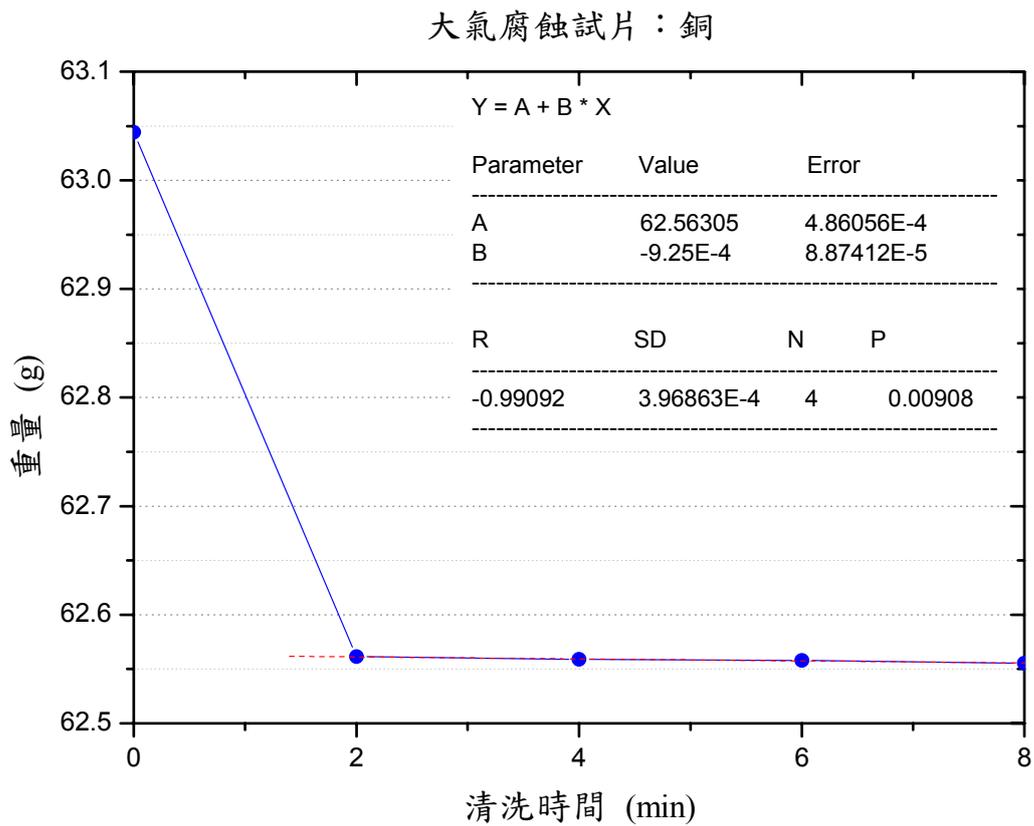
大氣腐蝕試片－鋅（清洗前 28.0384g）	
清洗時間（min）	重量（g）
軟毛刷刷後	28.0362
2	27.9738
4	27.9687
6	27.9666
8	27.9654
10	27.9626
12	27.9611
14	27.9598



(3) 大氣腐蝕試片：銅

表 3 大氣腐蝕試片－銅

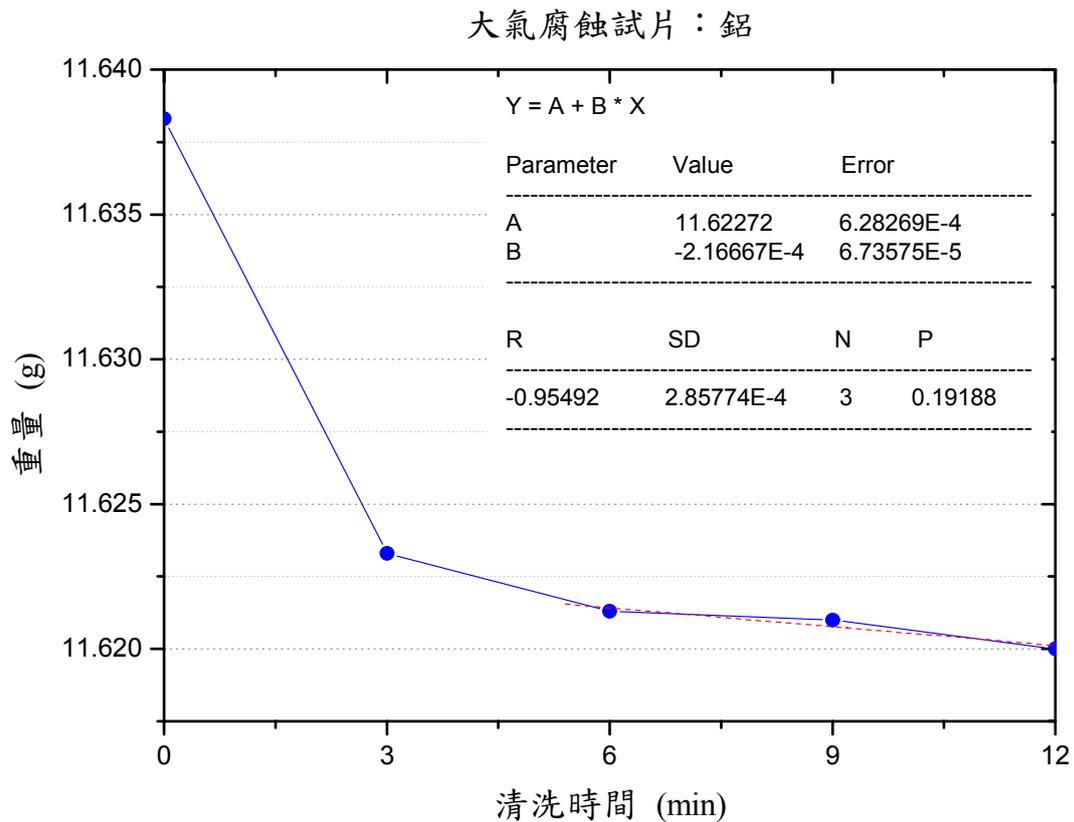
大氣腐蝕試片－銅 (清洗前 63.0883g)	
清洗時間 (min)	重量 (g)
軟毛刷刷後	63.0441
2	62.5613
4	62.5590
6	62.5579
8	62.5555



(4) 大氣腐蝕試片：鋁

表 4 大氣腐蝕試片－鋁

大氣腐蝕－鋁 (清洗前 11.6405g)	
清洗時間 (min)	重量 (g)
軟毛刷刷後	11.6383
3	11.6233
6	11.6213
9	11.6210
12	11.6200



四、Linear Regression

To fit a straight line to the active data plot:

1. Select **Analysis : Fit Linear**. With the X data, the independent variable, and the Y data, the dependent variable, the estimated linear regression model is stated as

$$Y_i = A + BX_i$$

where the parameters, A and B , are estimated by the method of least squares.

A is the intercept: $A = \bar{Y} - B\bar{X}$

B is the slope:
$$B = \frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}$$

After the fitting, Origin creates a new (hidden) worksheet containing the fitted data, and plots this data in the active graph window. Additionally, Origin copies the following parameters to the Results Log.

Parameter	Description
A	Intercept value and its standard error.
B	Slope value and its standard error.
R	Correlation coefficient.
p-value	Probability (that R is zero).
N	Number of data points.
SD	Standard deviation of the fit.

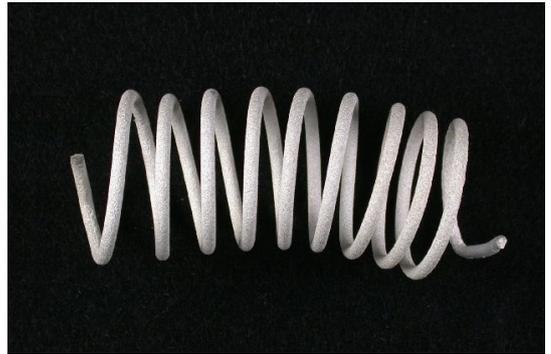
The standard deviation is defined as
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - (A + Bx_i))^2}{N - 2}}$$

Where (x_i, y_i) are the data points.

五、線材試片清洗前後外觀



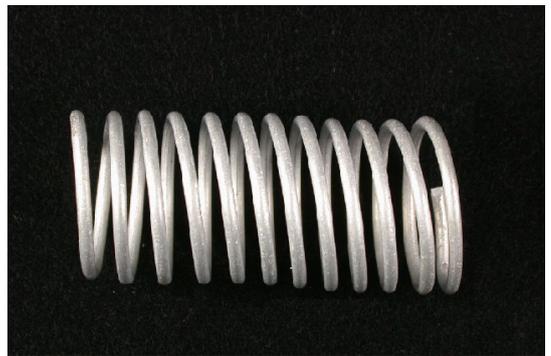
碳鋼清洗前



碳鋼清洗後



鋅清洗前



鋅清洗後



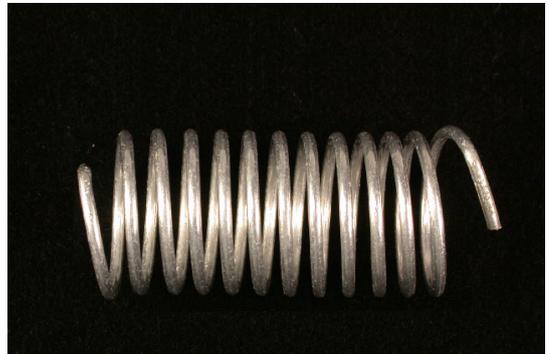
銅清洗前



銅清洗後



鋁清洗前



鋁清洗後

附錄二

金屬試片之腐蝕速率計算

試片 序號	佈放地點	碳鋼 (d= 2.65 mm)						鋅 (d= 2.35 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)
01-1	花蓮港試驗線 1Km	33.6288	33.9039	33.0492	579.6	0.2521	45.3	27.7787	27.7967	27.7363	42.4	0.2521	3.6
02-1	花蓮港試驗線 0Km	31.2952	31.8626	30.1569	1138.3	0.2521	95.6	27.5483	27.59	27.4738	74.5	0.2521	6.3
03-1	花蓮橄仔樹漁港安檢所	32.8898	33.6015	31.0979	1791.9	0.2521	143.2	31.3124	31.4244	30.6164	696	0.2521	51.8
04-1	花蓮港試驗線 300m	33.5063	33.7674	32.9208	585.5	0.2521	45.9	26.833	26.8504	26.7944	38.6	0.2521	3.4
05-1	蘇澳港試驗線 0m	33.2672	33.5849	32.4717	795.5	0.2466	64.2	27.9495	27.9686	27.9096	39.9	0.2466	3.4
06-1	蘇澳港試驗線 1Km	33.0878	33.4261	32.2278	860	0.2521	68.3	28.3091	28.3328	28.2594	49.7	0.2521	4.1
07-1	高雄港試驗線 300m	33.5432	34.0851	32.0164	1526.8	0.2466	122.3	28.4988	28.519	28.4308	68	0.2466	5.7
08-1	台中港試驗線 0m	32.9133	33.241	31.8844	1028.9	0.2986	69.4	27.0197	27.0493	26.9675	52.2	0.2986	3.8
09-1	宜蘭礁溪火車站	33.2603	33.3173	32.9577	302.6	0.2466	24.4	27.6878	27.707	27.6523	35.5	0.2466	3.1
10-1	高雄港試驗線 0m	32.9485	33.4448	31.2244	1724.1	0.2438	142.2	28.6217	28.6372	28.5275	94.2	0.2438	7.9
11-1	蘇澳港試驗線 300m	33.2001	33.4782	32.5444	655.7	0.2493	52.5	29.1312	29.1602	29.0795	51.7	0.2493	4.2
12-1	台中港試驗線 300m	32.681	32.9072	32.0609	620.1	0.2932	42.9	27.1823	27.2005	27.134	48.3	0.2932	3.6
13-1	台中港試驗線 3Km	34.1293	34.3224	33.6419	487.4	0.2932	32.3	27.834	27.8459	27.7926	41.4	0.2932	3.0
14-1	高雄港試驗線 1Km	33.8065	34.2209	32.6266	1179.9	0.2466	93.8	27.8991	27.9078	27.8622	36.9	0.2466	3.2
15-1	高雄港試驗線 3Km	32.9213	33.3189	31.847	1074.3	0.2466	87.7	28.5624	28.5763	28.5268	35.6	0.2466	3.0
16-1	蘇澳港試驗線 3Km (龍德工業區)	32.7151	32.8846	30.5457	2169.4	0.2575	170.6	28.0214	28.0384	27.9738	47.6	0.2575	3.9
17	花蓮港試驗線 3Km	33.4386	33.5785	33.1105	328.1	0.2521	25.8	28.0041	28.0192	27.9625	41.6	0.2521	3.5
18-1	太魯閣國家公園管理處	32.2745	32.4018	31.9649	309.6	0.2521	25.2	26.9418	26.959	26.898	43.8	0.2521	3.8
19-1	和平工業區	33.278	33.5102	32.7213	556.7	0.2521	44.0	29.1507	29.1709	29.1139	36.8	0.2521	2.9

試片 序號	佈放地點	碳鋼 (d= 2.65 mm)							鋅 (d= 2.35 mm)						
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)		
20-1	南澳漁港安檢所	33.3457	33.7445	32.0179	1327.8	0.2548	103.5	27.0076	27.0608	26.917	90.6	0.2548	7.7		
21-1	基隆試驗線 0m	33.4174	33.8423	31.4441	1973.3	0.3096	126.4	27.7161	27.7398	27.6605	55.6	0.3096	3.8		
22-1	基隆試驗線 3Km (深美國小)	32.3672	32.7675	31.479	888.2	0.3096	58.7	27.9712	27.982	27.93	41.2	0.3096	2.8		
23-1	澳底漁港安檢所	32.3409	33.2266	29.9402	2400.7	0.3096	158.8	28.1017	28.1597	28.0167	85	0.3096	5.7		
24-1	梗枋漁港安檢所	36.9329	37.9992	34.6914	2241.5	0.3096	129.9	28.962	28.9989	28.8945	67.5	0.3096	4.4		
25-1	彭濱工業區	33.4803	33.8544	32.5551	925.2	0.2959	61.9	28.6526	28.2902	28.2015	451.1	0.2959	31.3		
26-1	台中港試驗線 1Km	31.9566	32.1924	31.2589	697.7	0.2932	49.3	28.7758	28.7926	28.7253	50.5	0.2932	3.5		
27-1	基隆試驗線 300m	32.8007	33.2313	31.7537	1047	0.3068	68.9	27.7013	27.7187	27.6735	27.8	0.3068	1.9		
28-1	基隆試驗線 1Km	30.0369	30.3224	29.3992	637.7	0.2438	57.7	28.5034	28.5233	28.4412	62.2	0.2438	5.3		
29-1	樹林工業區	33.1731	33.4361	32.4448	728.3	0.2521	57.7	28.0542	28.0573	28.0116	42.6	0.2521	3.5		
30-1	工研院	33.2092	33.4429	32.5995	609.7	0.3096	39.3	28.8782	28.8908	-	-	-	-		
31-1	斗六工業區	30.4065	30.5874	29.9964	410.1	0.2493	35.8	29.5754	29.5801	29.5565	18.9	0.2493	1.5		
32-1	官田工業區	32.722	32.9935	31.9455	776.5	0.2493	63.1	27.1745	27.173	27.1403	34.2	0.2493	3.0		
33-1	高雄市區	33.1056	33.4176	32.1602	945.4	0.263	71.9	28.0539	28.0571	28.0215	32.4	0.263	2.6		
34-1	仁大工業區	30.3783	30.568	29.3241	1054.2	0.2658	86.5	26.6725	26.6676	26.6252	47.3	0.2658	3.9		
35-1	大發工業區	33.3818	33.7255	32.0718	1310	0.263	98.9	27.4074	27.339	27.3388	68.6	0.263	5.6		
36-1	屏東工業區	29.3742	29.5888	28.814	560.2	0.263	48.0	29.0248	29.0333	28.9712	53.6	0.263	4.1		
37-1	中油高雄煉油廠	32.4028	32.5479	30.4027	2000.1	0.2603	157.1	27.5037	27.5016	27.441	62.7	0.2603	5.1		
38-1	中油林園廠	33.333	33.8699	31.4157	1917.3	0.2603	146.4	27.3014	27.3224	27.2225	78.9	0.2603	6.5		
39-1	中鋼公司	33.2584	33.696	31.8637	1394.7	0.263	105.6	28.7054	28.709	28.6505	54.9	0.263	4.3		

試片 序號	佈放地點	碳鋼 (d= 2.65 mm)						鋅 (d= 2.35 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)
40-1	尚武漁港安檢所	32.5833	32.8302	31.9522	631.1	0.2685	47.8	27.4179	27.4244	27.3947	23.2	0.2685	1.9
41-1	伽蘭漁港安檢所	32.7791	33.3424	31.3776	1401.5	0.2685	105.5	28.7486	28.8018	27.6684	1080.2	0.2685	82.2
42-1	豐樂工業區	34.0475	34.3487	33.3414	706.1	0.2658	51.7	27.543	27.5553	27.5102	32.8	0.2658	2.6
43-1	金樽漁港安檢所	33.1055	33.7929	30.9788	2126.7	0.2685	158.5	28.0324	28.1573	27.855	177.4	0.2685	13.8
44-1	台東成功試驗線 300m	33.5968	34.0713	32.4426	1154.2	0.2685	84.8	28.5902	28.6189	28.5327	57.5	0.2685	4.4
45-1	台東成功試驗線 0m	32.2767	32.735	30.1521	2124.6	0.2685	162.4	27.102	27.1968	26.9592	142.8	0.2685	11.5
46-1	石梯漁港安檢所	33.1402	33.5697	32.0563	1083.9	0.2685	80.7	28.7631	28.7992	28.6911	72	0.2685	5.5
47-1	陽明山國家公園管理處	33.6851	33.9363	32.4281	1257	0.3616	68.4	28.8342	28.8458	28.7485	85.7	0.3616	4.8
48-1	台電通霄發電廠	32.4035	32.6469	31.7797	623.8	0.2301	55.4	26.8801	26.8928	26.8428	37.3	0.2301	3.5
49-1	台電台中發電廠	32.0579	32.3371	31.0706	987.3	0.2301	88.7	28.1493	28.1751	28.0958	53.5	0.2301	4.9
50-1	台電興達發電廠	31.6585	32.1372	29.8985	1760	0.2329	158.1	28.4096	28.4366	28.3273	82.3	0.2329	7.3
51-1	台電大林發電廠	32.1638	32.9007	30.1525	2011.3	0.2301	180.0	28.7667	28.8172	28.6486	118.1	0.2301	10.5
52-1	高鐵左營站	28.3846	28.0662	27.7059	678.7	0.3288	48.2	28.061	28.5675	28.0128	48.2	0.3288	3.1
53-1	成大水工所	33.1334	33.5252	31.871	1262.4	0.2849	88.6	26.3654	26.386	26.306	59.4	0.2849	4.6
54-1	屏東楓港變電站	34.2495	34.6018	33.3321	917.4	0.2466	72.0	27.8087	27.8329	27.7439	64.8	0.2466	5.6
55-1	台中市區	29.9151	30.115	29.3503	564.8	0.2932	42.7	29.2495	29.2537	29.213	36.5	0.2932	2.5
56	核三廠試驗線 3Km	31.9389	32.2852	30.9558	983.1	0.3288	62.0	26.8419	26.8671	26.7786	63.3	0.3288	4.2
57	核三廠試驗線 1Km	28.8106	-	-	-	0.3288	-	28.8141	28.8563	28.752	62.1	0.3288	3.9
58-1	核三廠試驗線 300m	30.5334	31.0268	29.0175	1515.9	0.3288	100.0	27.0097	27.0355	26.943	66.7	0.3288	4.4
59-1	核三廠試驗線 0m	30.5064	-	-	-	0.3288	-	28.8774	-	-	-	0.3288	-

試片 序號	佈放地點	碳鋼 (d= 2.65 mm)						鋅 (d= 2.35 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)
60-1	中油桃園煉油廠	29.4258	29.6923	28.3346	1091.2	0.2521	97.5	26.4667	26.7012	26.4274	39.3	0.2521	3.5
61-1	平鎮工業區	32.9532	33.2224	32.0729	880.3	0.2521	70.2	28.4462	28.4636	28.4062	40	0.2521	3.3
62-1	桃園試驗線 1Km (觀音工業區)	33.4427	33.7946	32.1004	1342.3	0.2521	105.5	29.2052	29.3101	29.1502	55	0.2521	4.4
63-1	高鐵台中站	32.3808	32.6304	31.6169	763.9	0.2712	57.6	28.9488	28.9509	28.8927	56.1	0.2712	4.2
64-1	田中工業區	30.6306	30.8665	29.8292	801.4	0.2712	63.9	27.6025	27.6062	27.5745	28	0.2712	2.2
65-1	高鐵嘉義站	31.3929	31.5959	30.8442	548.7	0.3096	37.4	26.8889	26.899	26.8579	31	0.3096	2.2
66-1	東石漁港安檢所	30.0017	30.7215	28.2766	1725.1	0.2658	143.3	28.6877	28.7516	28.5858	101.9	0.2658	7.9
67-1	台塑六輕工業園區	31.8447	32.2613	30.4761	1368.6	0.3041	93.6	27.7431	27.7646	27.6963	46.8	0.3041	3.3
68-1	六輕試驗線 3Km	34.7911	35.2755	33.4793	1311.8	0.3041	82.1	27.3237	27.35	27.2749	48.8	0.3041	3.5
69-1	六輕試驗線 1Km	30.9402	31.3247	29.5743	1365.9	0.3041	96.2	27.8134	27.836	27.7662	47.2	0.3041	3.3
70-1	六輕試驗線 300m	30.3757	30.9169	26.6674	3708.3	0.3041	266.0	27.9355	27.9663	27.8745	61	0.3041	4.2
71-1	六輕試驗線 0m	28.5023	29.3647	26.1961	2306.2	0.3041	176.3	27.5537	27.6147	27.4639	89.8	0.3041	6.3
72-1	王功漁港安檢所	28.1223	28.8355	27.4366	685.7	0.2877	56.1	26.485	26.5194	26.4278	57.2	0.2877	4.4
73-1	阿里山工務段	33.285	33.3373	32.5186	766.4	0.2849	53.5	27.9533	27.9592	27.9126	40.7	0.2849	3.0
75-1	朴子工業區	33.5202	33.8507	32.637	883.2	0.2438	71.6	26.9527	26.9606	26.9269	25.8	0.2438	2.3
76-1	台電林口發電廠	32.5373	32.9904	30.8733	1664	0.2438	139.0	27.1699	27.3039	26.9939	176	0.2438	15.6
77-1	桃園大潭試驗線 300m	33.4728	33.8568	31.7461	1726.7	0.2438	140.2	29.0558	29.1707	28.8977	158.1	0.2438	13.1
78-1	桃園大潭試驗線 0m	32.84	33.0849	29.9026	2937.4	0.2438	243.1	28.4635	28.9559	27.943	520.5	0.2438	44.1
79-1	外湖漁港安檢所	30.9537	32.0327	26.3146	4639.1	0.2493	398.3	26.808	27.0501	26.5132	294.8	0.2493	25.9
80-1	頭份工業區	31.2108	31.4957	30.3092	901.6	0.2466	77.6	26.7763	26.7824	26.7449	31.4	0.2466	2.8

試片 序號	佈放地點	碳鋼 (d= 2.65 mm)						鋅 (d= 2.35 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)
81-1	外埔漁港安檢所	33.9343	34.5379	32.1459	1788.4	0.2466	141.6	26.9182	27.1079	26.7023	215.9	0.2466	19.1
82-1	五甲漁港安檢所	33.9655	34.321	33.1691	796.4	0.2466	63.0	29.2826	29.3114	29.1372	145.4	0.2466	11.8
83-1	台北市區	30.2065	30.437	29.5616	644.9	0.3068	46.1	28.6313	28.6472	28.5712	60.1	0.3068	4.0
84-1	陽明山硫磺區	29.9757	26.8664	17.8294	12146	0.3068	875.0	27.5255	27.6059	27.3794	146.1	0.3068	10.2
85-1	台電核能一廠	34.6001	35.7879	30.9679	3632.2	0.3068	226.7	28.3911	28.4573	28.3178	73.3	0.3068	4.9
86-1	新竹工業區	29.8082	30.0406	29.186	622.2	0.2219	62.3	26.7522	26.7636	26.7339	18.3	0.2219	1.8
87-1	高鐵新竹站	32.0489	32.3126	31.4219	627	0.274	47.3	28.7014	28.7126	28.6759	25.5	0.274	1.9
88-1	南橫天池	33.2314	33.2511	33.0897	141.7	0.2932	9.6	28.7795	28.7903	28.7463	33.2	0.2932	2.3
89-1	北橫巴陵	33.31	-	-	-	-	-	26.8005	-	-	-	-	-

試片 序號	佈放地點	銅 (d=3.0 mm)						鋁 (d=2.4 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
01-1	花蓮港試驗線 1Km	62.8594	62.8806	62.7722	87.2	0.2521	4.1	11.4185	11.4263	11.4158	2.7	0.2521	1.4205
02-1	花蓮港試驗線 0Km	63.1109	63.1584	62.9497	161.2	0.2521	7.6	11.2503	11.259	11.242	8.3	0.2521	4.3666
03-1	花蓮港仔樹漁港安檢所	63.1651	63.2266	62.9563	208.8	0.2521	9.8	11.5104	11.5206	11.5005	9.9	0.2521	5.2084
04-1	花蓮港試驗線 300m	63.1957	63.2174	63.1176	78.1	0.2521	3.7	11.5743	11.5792	11.5711	3.2	0.2521	1.6835
05-1	蘇澳港試驗線 0m	63.171	63.2	63.0709	100.1	0.2466	4.8	11.6254	11.6361	11.6199	5.5	0.2466	2.9581
06-1	蘇澳港試驗線 1Km	60.5559	60.5834	60.4337	122.2	0.2521	6.0	11.4858	11.4933	11.4807	5.1	0.2521	2.6831
07-1	高雄港試驗線 300m	62.8015	62.8321	62.6732	128.3	0.2466	6.2	11.2737	11.2803	11.264	9.7	0.2466	5.2170
08-1	台中港試驗線 0m	62.8822	62.9389	62.7724	109.8	0.2986	4.4	11.723	11.758	11.7092	13.8	0.2986	6.1295
09-1	宜蘭礁溪火車站	63.0851	63.0977	63.0348	50.3	0.2466	2.4	11.3994	11.402	11.398	1.4	0.2466	0.7530
10-1	高雄港試驗線 0m	62.1814	62.2093	62.0689	112.5	0.2438	5.6	11.7524	11.7743	11.7417	10.7	0.2438	5.8209
11-1	蘇澳港試驗線 300m	63.0114	63.0324	62.9389	72.5	0.2493	3.5	11.5948	11.6012	11.5924	2.4	0.2493	1.2768
12-1	台中港試驗線 300m	62.9945	63.0159	62.9134	81.1	0.2932	3.3	11.6587	11.6669	11.6554	3.3	0.2932	1.4928
13-1	台中港試驗線 3Km	62.6022	62.6141	62.5438	58.4	0.2932	2.4	11.6034	11.6074	11.6023	1.1	0.2932	0.4976
14-1	高雄港試驗線 1Km	63.2778	63.3021	63.1844	93.4	0.2466	4.5	11.5124	11.5189	11.509	3.4	0.2466	1.8286
15-1	高雄港試驗線 3Km	62.8276	62.8446	62.7559	71.7	0.2466	3.5	11.5292	11.5337	11.5258	3.4	0.2466	1.8286
16-1	蘇澳港試驗線 3Km (龍德工業區)	62.9953	63.0883	62.5613	434	0.2575	20.1	11.627	11.6405	11.621	6	0.2575	3.0904
17	花蓮港試驗線 3Km	63.2605	63.2735	63.2266	33.9	0.2521	1.6	11.5734	11.5751	11.5728	0.6	0.2521	0.3157
18-1	太魯閣國家公園管理處	62.4472	62.4594	62.3826	64.6	0.2521	3.1	11.3698	11.3729	11.3688	1	0.2521	0.5261
19-1	和平工業區	63.0231	63.0452	62.9396	83.5	0.2521	3.9	11.3636	11.3682	11.3612	2.4	0.2521	1.2626

試片 序號	佈放地點	銅 (d= 3.0 mm)						鋁 (d= 2.4 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
20-1	南澳漁港安檢所	62.6545	62.6905	62.408	246.5	0.2548	11.6	11.6726	11.6789	11.6696	3	0.2548	1.5616
21-1	基隆試驗線 0m	62.2336	62.2721	62.0476	186	0.3096	7.2	11.3632	11.3833	11.3559	7.3	0.3096	3.1272
22-1	基隆試驗線 3Km (深美國小)	61.5368	61.5602	61.4155	121.3	0.3096	4.8	11.3753	11.382	11.3744	0.9	0.3096	0.3855
23-1	澳底漁港安檢所	62.295	62.3398	62.0881	206.9	0.3096	8.0	11.5519	11.5741	11.5448	7.1	0.3096	3.0416
24-1	梗枋漁港安檢所	62.0285	62.0879	61.6796	348.9	0.3096	13.6	11.5185	11.5288	11.5107	7.8	0.3096	3.3414
25-1	彰濱工業區	63.1374	63.1996	62.926	211.4	0.2959	8.5	11.6014	11.6363	11.5937	7.7	0.2959	3.4513
26-1	台中港試驗線 1Km	63.3369	63.3649	63.2401	96.8	0.2932	3.9	11.4145	11.4252	11.409	5.5	0.2932	2.4879
27-1	基隆試驗線 300m	63.0748	63.1078	62.9194	155.4	0.3068	6.0	11.4976	11.5051	11.4946	3	0.3068	1.2969
28-1	基隆試驗線 1Km	59.5706	59.5909	59.4761	94.5	0.2438	4.9	11.6367	11.6431	11.6342	2.5	0.2438	1.3600
29-1	樹林工業區	63.1879	63.1916	63.1419	46	0.2521	2.2	11.5937	11.5987	11.5959	-2.2	0.2521	-1.1574
30-1	工研院	62.0972	62.1149	62.0213	75.9	0.3096	3.0	11.5356	11.541	11.5346	1	0.3096	0.4284
31-1	斗六工業區	62.877	62.8832	62.842	35	0.2493	1.7	11.5146	11.5168	11.5138	0.8	0.2493	0.4256
32-1	官田工業區	62.8334	62.8654	62.6547	178.7	0.2493	8.6	11.5505	11.5534	11.5491	1.4	0.2493	0.7448
33-1	高雄市區	62.863	62.8857	62.7741	88.9	0.263	4.0	11.4168	11.4217	11.4147	2.1	0.263	1.0590
34-1	仁大工業區	62.7174	62.7322	62.6161	101.3	0.2658	4.6	11.4109	11.4158	11.4076	3.3	0.2658	1.6466
35-1	大發工業區	60.9905	61.0098	60.8337	156.8	0.263	7.3	11.606	11.6139	11.602	4	0.263	2.0172
36-1	屏東工業區	63.4433	63.4556	63.3586	84.7	0.263	3.8	11.6182	11.6195	11.6172	1	0.263	0.5043
37-1	中油高雄煉油廠	63.1224	63.1751	62.8908	231.6	0.2603	10.6	11.4214	11.4274	11.4172	4.2	0.2603	2.1400
38-1	中油林園廠	63.1413	63.2122	62.9087	232.6	0.2603	10.6	11.5307	11.55	11.5229	7.8	0.2603	3.9743
39-1	中鋼公司	62.884	62.9374	62.7224	161.6	0.263	7.3	11.5063	11.5286	11.4999	6.4	0.263	3.2275

試片 序號	佈放地點	銅 (d= 3.0 mm)						鋁 (d= 2.4 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
40-1	尚武漁港安檢所	62.9086	62.9268	62.8152	93.4	0.2685	4.1	11.4323	11.4355	11.4293	3	0.2685	1.4819
41-1	伽蘭漁港安檢所	63.4925	63.5576	63.1708	321.7	0.2685	14.2	11.5631	11.5697	11.5576	5.5	0.2685	2.7168
42-1	豐樂工業區	63.1669	63.194	63.033	133.9	0.2658	6.0	11.3125	11.3182	11.3103	2.2	0.2658	1.0978
43-1	金樽漁港安檢所	62.9908	63.0684	62.7087	282.1	0.2685	12.5	11.249	11.2573	11.2434	5.6	0.2685	2.7662
44-1	台東成功試驗線 300m	63.2878	63.3208	63.0814	206.4	0.2685	9.1	11.6111	11.6151	11.6072	3.9	0.2685	1.9265
45-1	台東成功試驗線 0m	62.0342	62.0876	61.7484	285.8	0.2685	12.9	11.6553	11.6641	11.6455	9.8	0.2685	4.8408
46-1	石梯漁港安檢所	62.0476	62.0823	61.8763	171.3	0.2685	7.7	11.5317	11.4334	11.4271	104.6	0.2685	51.6686
47-1	陽明山國家公園管理處	62.523	62.6287	62.097	426	0.3616	14.1	11.5802	11.5891	11.5766	3.6	0.3616	1.3204
48-1	台電通霄發電廠	62.9536	62.9753	62.8626	91	0.2301	4.7	11.6709	11.6751	11.6687	2.2	0.2301	1.2681
49-1	台電台中發電廠	63.2133	63.2429	63.0974	115.9	0.2301	6.0	11.4986	11.5063	11.4973	1.3	0.2301	0.7493
50-1	台電興達發電廠	62.7433	62.7917	62.5508	192.5	0.2329	9.9	11.256	11.2677	11.2513	4.7	0.2329	2.6765
51-1	台電大林發電廠	62.9196	62.9626	62.7336	186	0.2301	9.6	11.5408	11.5551	11.5368	4	0.2301	2.3056
52-1	高鐵左營站	63.5522	63.5746	63.454	98.2	0.3288	3.5	11.7872	-	-	-	0.3288	-
53-1	成大水工所	63.1707	63.2116	62.9769	193.8	0.2849	8.1	11.4308	11.4405	11.4278	3	0.2849	1.3966
54-1	屏東楓港變電站	62.947	62.9666	62.851	96	0.2466	4.6	11.04741	-	-	-	0.3288	-
55-1	台中市區	62.5682	-	-	-	-	-	11.5238	11.5254	11.5218	2	0.2932	0.9047
56	核三廠試驗線 3Km	63.0333	63.0569	62.9036	129.7	0.3288	4.7	11.4705	11.4758	11.4673	3.2	0.3288	1.2908
57	核三廠試驗線 1Km	63.0883	63.1373	62.9514	136.9	0.3288	4.9	11.4742	11.4965	11.4716	2.6	0.3288	1.0488
58-1	核三廠試驗線 300m	63.0259	63.0632	62.8407	185.2	0.3288	6.7	11.5228	11.532	11.5177	5.1	0.3288	2.0572
59-1	核三廠試驗線 0m	62.6834	62.7205	62.3985	284.9	0.3288	10.4	11.3885	-	-	-	0.3288	-

試片 序號	佈放地點	銅 (d= 3.0 mm)						鋁 (d= 2.4 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
60-1	中油桃園煉油廠	63.1653	63.1894	63.0888	76.5	0.2521	3.6	11.4083	11.4188	11.4038	4.5	0.2521	2.3674
61-1	平鎮工業區	61.9565	61.9733	61.9002	56.3	0.2521	2.7	11.5967	11.6052	11.5942	2.5	0.2521	1.3152
62-1	桃園試驗線 1Km (觀音工業區)	61.516	61.5556	61.4106	105.4	0.2521	5.1	11.2972	11.3174	11.2901	7.1	0.2521	3.7353
63-1	高鐵台中站	63.1842	63.2005	63.1237	60.5	0.2712	2.6	11.6014	11.6114	11.6011	0.3	0.2712	0.1467
64-1	田中工業區	62.8354	62.8544	62.7809	54.5	0.2712	2.4	11.6766	11.6812	11.6762	0.4	0.2712	0.1956
65-1	高鐵嘉義站	63.6854	63.7048	63.6177	67.7	0.3096	2.6	11.6235	11.6287	11.6228	0.7	0.3096	0.2999
66-1	東石漁港安檢所	62.6089	62.6629	62.405	203.9	0.2658	9.2	11.599	11.6116	11.594	5	0.2658	2.4949
67-1	台塑六輕工業園區	63.1339	63.2008	62.7982	335.7	0.3041	13.1	11.5749	11.5946	11.4534	121.5	0.3041	52.9906
68-1	六輕試驗線 3Km	62.8142	62.8668	62.5722	242	0.3041	9.5	11.4589	-	-	-	0.3041	-
69-1	六輕試驗線 1Km	63.2175	63.2735	63.0239	193.6	0.3041	7.6	11.7726	11.7963	11.7648	7.8	0.3041	3.4019
70-1	六輕試驗線 300m	61.0224	61.0937	60.7894	233	0.3041	9.4	11.5733	11.603	11.5642	9.1	0.3041	3.9688
71-1	六輕試驗線 0m	64.0791	64.1666	63.8322	246.9	0.3041	9.5	11.6362	11.6811	11.6184	17.8	0.3041	7.7632
72-1	王功漁港安檢所	62.9555	63.0494	62.634	321.5	0.2877	13.3	11.4305	11.4591	11.4173	13.2	0.2877	6.0852
73-1	阿里山工務段	62.7308	62.737	62.6823	48.5	0.2849	2.0	11.4844	11.4864	11.4839	0.5	0.2849	0.2328
75-1	朴子工業區	62.8353	62.8574	62.7757	59.6	0.2438	2.9	11.3817	11.3914	11.3799	1.8	0.2438	0.9792
76-1	台電林口發電廠	62.7017	62.7779	62.4985	203.2	0.2438	10.0	11.6014	11.6419	11.5812	20.2	0.2438	10.9890
77-1	桃園大潭試驗線 300m	62.6701	62.7461	62.4405	229.6	0.2438	11.3	11.6969	11.7192	11.6834	13.5	0.2438	7.3441
78-1	桃園大潭試驗線 0m	63.3111	63.4556	62.9725	338.6	0.2438	16.5	11.512	11.5714	11.4849	27.1	0.2438	14.7426
79-1	外湖漁港安檢所	63.1711	63.2461	62.7948	376.3	0.2493	17.9	11.6266	11.675	11.5905	36.1	0.2493	19.2054
80-1	頭份工業區	62.4445	62.4595	62.3918	52.7	0.2466	2.6	11.3909	11.3984	11.3884	2.5	0.2466	1.3446

試片 序號	佈放地點	銅 (d= 3.0 mm)						鋁 (d= 2.4 mm)					
		原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\mu\text{m}/\text{yr}$)	原始重 (g)	清洗前 (g)	清洗後 (g)	重量 損失 (mg)	暴露 時間 (year)	腐蝕 速率 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)
81-1	外埔漁港安檢所	62.9765	63.0919	62.7264	250.1	0.2466	12.1	11.5514	11.5919	11.5346	16.8	0.2466	9.0356
82-1	五甲漁港安檢所	62.7982	62.847	62.6595	138.7	0.2466	6.7	11.4777	11.5	11.4714	6.3	0.2466	3.3883
83-1	台北市區	63.1769	63.1872	63.1115	65.4	0.3068	2.5	11.5278	11.5328	11.5256	2.2	0.3068	0.9511
84-1	陽明山硫磺區	63.1309	63.4369	61.7055	1425.4	0.3068	55.2	11.5347	11.5491	11.5331	1.6	0.3068	0.6917
85-1	台電核能一廠	63.2677	63.3604	62.9347	333	0.3068	12.9	11.4346	11.4639	11.4222	12.4	0.3068	5.3605
86-1	新竹工業區	60.691	60.7108	60.643	48	0.2219	2.7	11.683	11.6943	11.6795	3.5	0.2219	2.0919
87-1	高鐵新竹站	63.6704	63.6885	63.6017	68.7	0.274	3.0	11.5513	11.5584	11.5505	0.8	0.274	0.3872
88-1	南橫天池	61.9509	61.9555	61.9362	14.7	0.2932	0.6	11.7085	11.7114	11.7082	0.3	0.2932	0.1357
89-1	北橫巴陵	63.1036	-	-	-	-	-	11.6387	-	-	-	-	-

註：- 表示試片遺失

附錄三

期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

期中 期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-96-H1DB002

計畫名稱：「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究（1/2）」

執行單位：工業技術研究院材料與化工研究所

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
雲林科技大學蘇南 教授		
<p>1.港研中心先前亦有關於本島大氣腐蝕劣化因子之研究計畫，請說明本計劃之目標及研究成果與先前者有何不同。</p>	<p>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，各地區均無持續 10 年以上的腐蝕數據，且相關之大氣腐蝕研究亦止於 1995。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；然而臺灣近 10 年來並無任何單位進行大氣腐蝕因子之調查與研究。有鑑於此，交通部運輸研究所乃規劃本計畫，擬以兩年時間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電腦查詢資料庫，規劃一適合國內環境「本土化」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。</p>	<p>同意處理方式</p>
<p>2.本報告將來之應用方向，例如：鋼結構、鋼筋混凝土、結構設計或港灣構造物等，宜在報告中分門別類說明。</p>	<p>本計畫的目的為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。未來之應用主要是針對鋼結構依 CNS13401 規範進行大氣腐蝕環境分類，並根據分類結果提出防蝕對策；至於鋼筋混凝土結構物的腐蝕趨勢將依據臺灣全島之氯鹽等位圖判斷。</p>	<p>同意處理方式</p>

3.部份圖之說明方式(例如第 58-61 頁),宜再加強說明明晰性及可讀性,建議可考量用基準站再算相對比例之方式。	氣象與空污資料為氣象局與環保署各監測站之監測數據,由於各監測站的位置不同,甚難定義與選擇「基準站」;但部份圖形的表達方式將朝清晰性及可讀性改善。	同意處理方式
4.建議逐步將本報告之資料放在網站上,供政府機關或民間企業等參考(在授權之智慧財產權下)。	氣象與空污資料為氣象局統計資訊網站(www.cwb.gov.tw)與環保署環境資料庫網站(http://edb.epa.gov.tw/index_air.htm)內所擷錄,近日將行文與此二單位,詢問授權之可行性。	同意處理方式
臺灣科技大學王朝正 教授		
1.請儘早將資料公開分享。	請計畫委託單位裁示。	
中國鋼鐵公司新材料研究發展處 劉宏義博士		
1.交通部運研所港研中心將臺灣大氣腐蝕因子作一個全面調查,對於往後國內設計及使用有極大助益,值得肯定。		
2.本計劃期中進度符合規劃。		
3.本計劃試片為每季取樣,需注意試片取回後之試片處理,減少誤差。此外,可考慮 CLIMAT 的試驗方式,可加速腐蝕之進行,減少試片處理之誤差。	本計畫擬依 CNS13401 規範進行大氣腐蝕環境分類,在此前題下,試片置作為依據 CNS13753 規範;而 CLIMAT 的試驗方式並不在 CNS13753 規範中,故未考慮 CLIMAT 的試驗方式。至於試片取回後之試片處理,將謹慎處李以減少誤差。	同意處理方式
4.本計劃蒐集許多氣象資料,建議能設法回歸分析,將其納入 C1~C5 之分類。	根據 CNS13401 規範,進行大氣腐蝕環境分類時,其中有關氣象資料的使用僅有相對濕度大於 80%的時數,故其它氣象資料是為描述大氣情況的環境資料(CNS14123),並不納入 C1~C5 之分類。	同意處理方式
5.本計劃期中書面報告詳實,值得嘉許。		

港灣技術研究中心 陳桂清研究員		
1. 資料庫內之氣象資料，是否合法取得登錄使用及開放？	將行文與氣象局與環保署，詢問授權之可行性。	同意處理方式
2. 建置資料庫系統使用之平台模式及其安全性如何？	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。	同意處理方式
3. 第 33 頁之參考文獻部份，建議放置於結論之後。	遵照辦理。	同意處理方式
運輸工程組 巫柏蕙副研究員		
1. 國外的大氣腐蝕調查成果及應用文獻，建議補充。	本計畫是為建立臺灣大氣腐蝕「本土化」的環境分類，故國外的大氣腐蝕調查成果並不適用「本土化」的要求，但其分類原理與應用均已在本報告中第四章-國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析中敘述。	同意處理方式
2. 腐蝕尚受環境因子（濕、溫度等），試驗點的佈設是否也有考慮配合氣象局及環保署測站？	本計畫試驗點的佈設有考慮配合氣象局及環保署測站，如此可取得最接近、最相似的環境變化資料。	同意處理方式
3. 本研究成果目標希望能成為金屬、R.C. 結構物設計依據，試驗點的佈設將會影響腐蝕環境分區，研究單位佈設時是否有考慮到未來分區的範圍，亦或只考量試驗器材之安全。	本計畫試驗點的佈設不僅考慮到未來分區的範圍，並考量試驗器材之安全，故佈設以下列因素考量： (1) 以中央氣象局與環保署設有測站之附近區域為佳，如此可取得最接近、最相似的環境變化資料。 (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。	同意處理方式

	(3) 本島內工程建設較多、人口與橋梁數量較為密集的地區，如西部路廊。 (4) 濱海地區。	
--	--	--

附錄四

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

期中期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-96-H1DB002

計畫名稱：「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究（1/2）」

執行單位：工業技術研究院材料與化工研究所

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
高雄港務局港埠工程處 鍾英鳳副處長		
1.圖表目錄未建立，請補充。	遵照辦理。	同意處理方式
2.依據第 3 頁本項研究需具有參考價值之三年試驗，但本計畫僅 2 年，且第一年僅取得一次資料，該資料變異性甚大，若依此資料完成臺灣大氣腐蝕環境之分類，實稍嫌不足，建議計畫得以延長一年，使資料庫較具公信力。另第 18 頁又敘述依據 ISO 之規範僅需一年之量測，此與前面敘述不符，請修正。	ISO 9223 之大氣腐蝕環境分類的基準是以一年期連續暴露試驗的結果進行；但隨著氣候變遷與工業發展轉型的結果，國外多採長期連續監測。第 3 頁中的敘述主要是強調臺灣在 1990 年以前缺乏連續三年以上的暴露試驗，但要瞭解金屬的腐蝕速率與大氣腐蝕環境分類，長期的暴露試驗有其必要性，ISO 9224 即為 10 年之大氣腐蝕環境分類。	同意處理方式
3.對於以往國內所做過之調查資料，建議與本研究所得之資料進行比對分析。	以往國內的調查資料至少為一年期以上，而本研究目前僅有約 100 日的數據，為求比對資料之正確性，有待本計畫執行一年後再行分析比較。	同意處理方式
4.第 9 頁第一行 100 m ² ，請修正為 100 cm ² 。	遵照辦理。	同意處理方式
5. 3.2.4 氣象與空氣資料蒐集及分析，建議修改為氣象與空氣污染資料蒐集及分析。	遵照辦理。	同意處理方式
6.報告中之相關公式請編號。	遵照辦理。	同意處理方式

7.第 133 頁圖 5.2.4 等位線圖中之數值未標出。	將標示清楚。	同意處理方式
8.依據所量測數值部分似乎與一般觀念相左,如氣鹽越近海應越高,但表 6.2.3 部分測站卻非如此,建議多瞭解設置位置之鄰近相關地形、地物、高程等是否會造成影響。	空氣中的氣鹽含量會受到風速、風向與局部地形之影響,距海岸線愈遠,氣鹽沉積速率愈小。表 6.2.3 部分測站並非如此的原因是因部份測點受地形或建築物屏障的結果,但發生位置多為垂直海岸線 300m 之內,若要進行該區域之大氣腐蝕環境分類,可採區域內落鹽量之最大值為之。在下次採樣時,將針對異常點進行高程量測與鄰近相關地形、地物記錄。	同意處理方式
9.繪製等位線圖時建議應考量中央山脈之影響因素。另 6.4.1 濕潤等位線圖似乎有因測站而產生區域等位線圖等不合理之現象,另圖 6.3.2 東北角繪製不完全,請補充。	由無測點位置推算繪製的等位圖多因山區界線未界定而有誤差,本團對將針對此一現象將山區界線逐一修正,並以內插方式補足無測點位置之數據,於下一季繪圖與資料庫建立時呈現。	同意處理方式
10.第 194 頁表 6.4.5 中基隆試驗線 1Km 為 25.6 與其前後皆 28.4 不同,另礁溪火車站相對濕度應為 $\tau 4$ 而非 $\tau 3$,請再查證。	濕潤時間百分比是以暴露期間相對濕度大於 80% 的小時數計算,由於基隆試驗線 1Km 的採樣時間為 8/15,而該試驗線其他測點的採樣時間為 9/7,故濕潤時間百分比不同。另礁溪火車站相對濕度應為 $\tau 4$,將修正。	同意處理方式
11.第 207 頁敘述「根據 CNS13401 各種標準金屬之大氣腐蝕性分類應以金屬暴露一年後的腐蝕速率計算..若此,本年度之所計算並不可靠。且本計畫也在 2 年內結束,對於腐蝕分類會有誤差,建議再考量延長或是參考前人所得之成果來修正。	請委辦單位考量延長計畫執行年期之可能性。	同意處理方式

12.表 6.5.3 中鋼之之腐蝕速率幾乎均在 C5 以上，連太魯閣均為 C5，請探討原因。	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；目前僅約有 100 日之暴露數據，且未知是否達到腐蝕速率的穩定值，有待後續數據分析與完成一年期之暴露試驗後再行分類。	同意處理方式
13.資料處理到何種程度，請說明。	目前已完成臺灣本島過去 10 年氣象與空氣污染資料之蒐集與分析，以及本年度 5-10 月間之氯鹽沉積率、二氧化硫沉積率與金屬腐蝕速率分析。	同意處理方式
臺灣科技大學機械系 王教授朝正		
本案運用之方法正確，目前所得的數據亦稱合理。在接下來更長的試驗及採樣時間後，應可獲得足供大量公共工程防蝕設計之參考。對現階段之報告有以下建議：		
1.各試驗點希望能給予唯一的編號(即使同一試驗點同時進行多種試驗)，另外一個表則表示各試驗點的位置資料。如此應有助於相關資料之查詢。	目前是以試驗地點的名稱來表示試驗資料，可給讀者一目瞭然的概念；若採用編號與位址的對照表，前後翻閱可能會產生不便。	同意處理方式
2.報告書前半部的氣象資料，如果在 7 月的期中報告已經有的，建議在本報告中予以刪除。將會使本計畫的成果更為凸出與特性。	本報告為期末報告，故內容包括計畫所有之研究成果，有利使用者查閱。	同意處理方式
3.試驗點以經、緯度的絕對座標定義定位最清楚沒錯，但不夠親切(讀者沒感覺)。建議把地址寫上去。	因部份試驗點的位置為民宅，若標示詳細地址恐造成居住者的不便，故建議仍使用經緯度座標表示試驗點之確實位置。	同意處理方式

4.建議港灣技術研究中心及工研院多辦幾場研討會，並將本案結果出版，以分享國人協助公共工程的防蝕設計。	請委託單位裁示。	
交通部運輸研究所運輸工程組 巫柏蕙副研究員		
1.請說明試體遺失的處置與對結果之影響。	目前試體遺失率為6%以下，對分析數據的影響不大；但發現試體遺失時，將立刻補裝試體。	同意處理方式
2.透過試體的量測結果去預估(劃分)各區域的腐蝕速率(風險)，印證到實際的結構物確是如此嗎？有無實例？	目前本報告僅完成96年5-10月間的採樣分析，有待後續數據分析與完成一年期之暴露試驗後再行驗證。	同意處理方式
3.腐蝕劣化的分區結果有效期可能多長？	大氣腐蝕環境分類是針對目前腐蝕因子進行評估，但隨著氣候變遷與工業發展轉型的結果，可能會有所改變；因此，國外多採長期持續性的監測，以確保分類的有效性。	同意處理方式
4.網路資料庫用MS Access較少見，以目前可見的資料量及未來可能的更新頻率，建置系統是否有必要，宜再評估。	將評估採用SQL的可行性。	同意處理方式
5.«結論»與«建議»宜分列。	遵照辦理。	同意處理方式
交通部運輸研究所港灣技術研究中心 陳桂清研究員		
1.文中多處引用其他文獻處，建議加註來源。	遵照辦理。	同意處理方式
2.部份數據有疑義者，建議在第二季檢測時做慎重檢討。	遵照辦理。	同意處理方式

3.資料庫之內容及功能，請儘早規劃。	遵照辦理。	同意處理方式
4.第 28 頁圖 4-3 與第 29 頁圖 4-4 之腐蝕環境分類之差異，似乎有不合理現象？	圖 4-3 為熱浸鍍鋅試片第一年腐蝕速率之環境分類結果，由於熱浸鍍鋅試片表面為鍍鋅層，所以環境分類結果是為鋅金屬的腐蝕分類。	同意處理方式
5.結論內部建議刪除不具實質意思部份。	遵照辦理。	同意處理方式
交通部運輸研究所港灣技術研究中心 朱金元科長		
1.參考文獻之順序，請依照本所出版品之規定，另外請補中英文摘要、圖、表目錄。	遵照辦理。	同意處理方式
2.章節請重新編排，第二章併入第一章，3.1 節與第四章名稱都一樣，請整併。	遵照辦理。	同意處理方式
3.腐蝕速率嚴重程度之圖示，希望能與環境分類之顏色圖示儘量一致。	各金屬腐蝕速率等位圖的顏色依表 6.5.2 中各金屬最初第一年之腐蝕速率來區分，C5 等級(含)以上以紅色表示，C4 等級以藍色表示，C3 等級以綠色表示，C2 等級以黃色表示。而環境分類的等位圖亦依照 ISO 9223 之分類給予 4 種不同顏色，即 C5 等級(含)以上以紅色表示，C4 等級以藍色表示，C3 等級以綠色表示，C2 等級以黃色表示。比較同一種金屬之腐蝕速率與大氣腐蝕分類等位圖，其色澤分布差異的原因，主要是因在同一腐蝕等級的分類中，金屬的腐蝕速率為一範圍，有一最大值與一最小值(如碳鋼在 C5 等級之腐蝕速率為 $80 < r_{\text{corr}} \leq 200 \mu\text{m}/\text{yr}$, r_{corr} 為腐蝕速率)；因此在大氣腐蝕分類的等位圖中，同一腐蝕等級(如 C5)的顏色範圍，其分布較腐蝕速率之等位圖為大。	同意處理方式
4.對於各項大氣腐蝕因子之趨勢，建議也能以圖說明。	在報告中已繪製氯化物沉積速率與二氧化硫沉積速率之等位圖。	同意處理方式

5. 結論與建議分開敘述，非屬結論而是成果部份請刪除。	遵照辦理。	同意處理方式
6. 既然試驗期間不足，建議先不要作腐蝕環境分類，如仍要做分類，必須先了解規範對每一分類其腐蝕速率對時間之分佈。	遵照委員意見，在定稿報告中將腐蝕環境分類部份刪除，避免使用者誤判。	同意處理方式
中國鋼鐵公司新材料研究發展處 劉宏義組長（書面審查）		
1. 本研究涵蓋臺灣全區大氣腐蝕劣化因子調查及腐蝕速率評估，相當難得且重要。	感謝委員支持。	
2. 從數據之解析可以瞭解一季之取樣，無法代表全年之結果，故務必繼續將四季數據取得，除可比較季節效應，也可以完整且精確作腐蝕環境分析。	遵照辦理。	同意處理方式
3. 第 167 頁 CNS 13041 為誤植，應為 CNS 13401。	在定稿報告中更改。	同意處理方式
4. 測試點的位置選擇會嚴重影響腐蝕因子，例如，中鋼 SO ₂ 沉積速率為 457.97 mg/m ² /day (P3+)，而六輕為 110.18 mg/m ² /day (P3)，與一般認知石化廠 SO ₂ 較多有差異，如何解讀，仍需思考。	測試點擺設的位置確實會嚴重影響腐蝕因子之調查結果。在六輕工業區，因台塑石化公司不允許在石化廠區內設置硫酸化平板，所以僅測得廠區外之背景值，約為 110.08 mg/m ² /day，而中鋼公司之 SO ₂ 沉積速率調查位置位於廠區內，以致測得數值較高。	同意處理方式
5. R _{corr} = 0.25 (Δm · d/m · t)，僅能準確計算碳鋼的腐蝕速率，鋅、銅及鋁的密度不同，使用此公式會有極大之誤差（因為 0.25 已經隱含鐵的密度），建議重新確	使用公式確認無誤，計算方式如下： 腐蝕速率(μm/yr) $r_{corr} = \frac{\Delta m}{A \times \rho \times t}$	

認腐蝕速率之正確性。	$A = \pi \times d \times l$ $\rho = \frac{m}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 \times \pi \times l}$ $r_{corr} = \frac{\Delta m}{A \times \rho \times t} = \frac{\Delta m}{(\pi \times d \times l) \times \frac{m}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 \times \pi \times l} \times t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta m \times d}{m \times t}$ <p>式中，</p> <p>Δm=重量損失(g)，A=試片表面積(m²)</p> <p>ρ=金屬密度(g/cm³)，t=暴露時間，年(yr)</p>	
6.東部地區數據少，無數據之等位線圖如何表示才有意義，仍有討論之空間。	將以內插方式補足未設測點之數據。	同意處理方式
中華大學機械及航太工程研究所 葉明勳教授 (書面審查)		
1.再如此短的時間，能有這樣成果，已屬難能可貴。且大氣腐蝕研究本須長期研究始得見其具體成效。因此建議能再提供經費，支持本計畫的後續工作。	感謝委員支持，請委託單位裁示。	

<p>2. 結案報告書的成果陳述大致完整詳實；若干數據的整理則宜再費心修正，例如①表 6.5.3 (第 213 至 216 頁) 各類金屬的腐蝕速率，如何能精確至小數點後 9 位？②附件二金屬試片之重量損失量測 (以 01-1 花蓮港試驗線 1 km) 碳鋼清洗後重 33.049 g - 碳鋼原始重 33.629 g，如何得出重量損失 579.6 mg？</p>	<p>1. 表 6.5.3 中金屬的腐蝕速率是計算所得，定稿時腐蝕速率($\mu\text{m}/\text{yr}$) 將四捨五入取小數點後 1 位；腐蝕速率($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$) 將四捨五入取小數點後 4 位進行修正。</p> <p>2. 金屬試片以電子天平量測重量時是取小數點後 4 位；因此重量損失計算為原始重量 33.6288 g 減去清洗後之重量 33.0492 g，等於 0.5796 g (579.6 mg)。</p>	<p>同意處理方式</p>
<p>3. 本研究對象與空氣污染的資料蒐集及分析，均能看出研究團隊的用心與認真。或許受限研究期程不足之影響，未能將上述資料與金屬腐蝕速率的關聯性再作進一步探討與分析？希望在下期的研究中能看到更完整的呈現。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>同意處理方式</p>

附錄五

期末報告簡報資料



交通部運輸研究所臺灣技術研究中心

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(1/2)

期末報告

簡



報

工業技術研究院 材料與化工研究所
中華民國96年11月15日

計畫背景分析

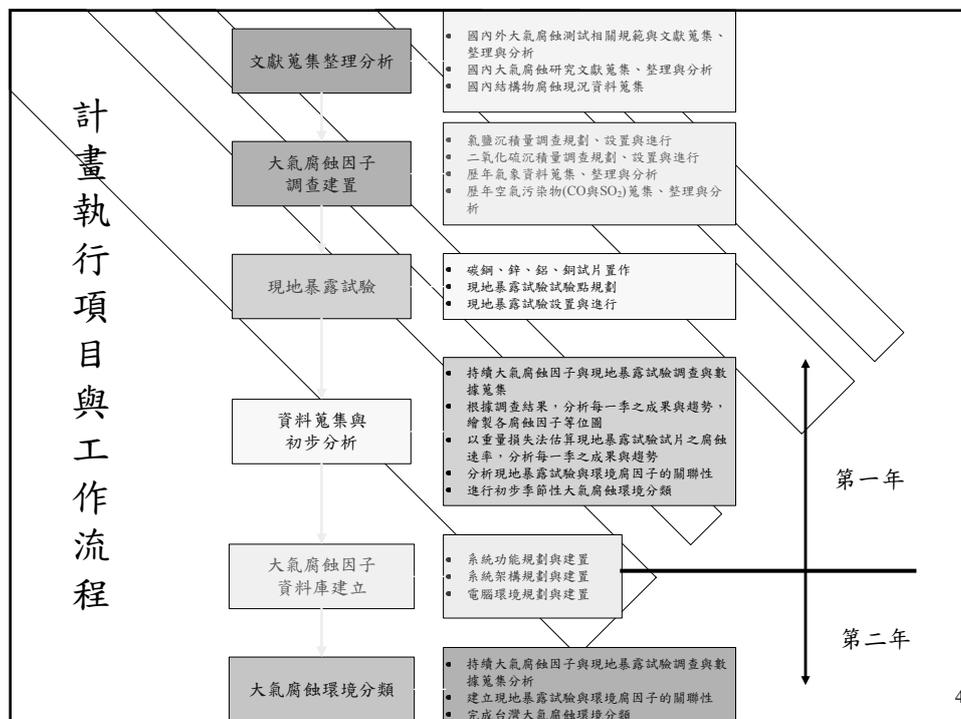
- 台灣四面環海，高溫、高溼與高鹽份的環境，加上空氣污染的結果，腐蝕環境嚴重。然而近年來台灣缺乏完整的本土化大氣腐蝕因子資料庫。
- 歷年來公共工程建設常引用國外大氣腐蝕數據進行腐蝕速率評估與防蝕設計，結果常有未及設計年限就已銹蝕損壞的情形發生。
- 本計畫的主要目的為進行台灣全島大氣腐蝕因子調查與研究，並建立完整的「本土化」大氣腐蝕因子資料庫，完成台灣大氣腐蝕環境分類，以利日後新建與既有之金屬或鋼筋混凝土結構物的防蝕設計與維護管理依據。

研究範圍與對象

本計畫為期兩年，本年度之研究範圍包括：

- 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析。
- 大氣腐蝕因子調查建置與現地暴露試驗。
- 蒐集現地暴露試驗與腐蝕因子調查結果進行初步分析，瞭解國內結構物腐蝕與環境因子之關聯性。
- 規劃大氣腐蝕因子資料庫。

3



研究方法

■ 文獻蒐集整理分析

- 蒐集國內外大氣腐蝕測試之相關規範與文獻，包括ISO、ASTM、CNS等規範，整理分析相關要點與腐蝕速率估算方式。
- 蒐集台灣過去大氣腐蝕因子與腐蝕速率之變化趨勢，以獲得本土化大氣腐蝕與防蝕數據。

5

氣象與空氣資料蒐集與分析

- 蒐集中央氣象局及相關研究單位在暴露期間與過去歷年之氣候資料，針對氣溫、相對濕度、降水量、日照時數、風速、風向等因子進行歷年變化與季節性分析比較。
- 此外，為瞭解空氣中污染物分佈的狀況，亦將蒐集環保署等相關單位空氣品質監測之一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO₂)與二氧化氮(NO₂)等污染物濃度，進行歷年變化與季節性分析比較。

6

大氣腐蝕因子調查建置

- 研究範圍：台灣本島區域。
- 調查項目：
 - 相對溼度：蒐集中央氣象局與相關研究單位之調查資料進行分析。
 - 氯鹽(Cl⁻)沉積量：依據CNS 13754，大氣腐蝕性(污染之測定)規範測定。
 - 二氧化硫(SO₂)沉積量：依據CNS 13754，大氣腐蝕性(污染之測定)規範測定。

7

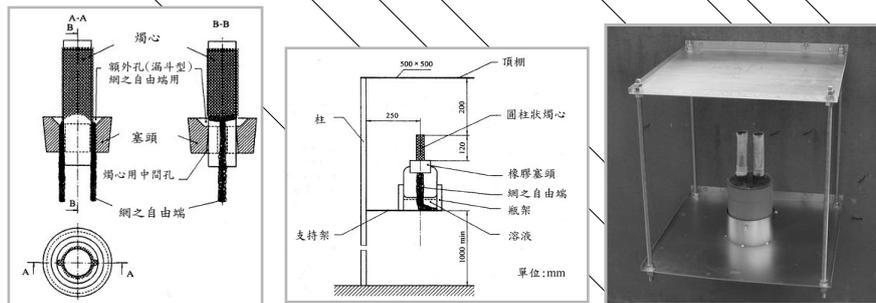
氯鹽沉積量採集裝置-濕燭法

- 濕燭法(CNS 13754)的原理為使用一個濕纖維織物，在已知表面積的條件下，暴露一段時間，再以化學分析法測定其氯鹽沉積量，計算所得之氯鹽沉積速率，以 $\text{mg/m}^2 \cdot \text{day}$ 表示。
- 依據CNS 13754 (ISO 9225)，濕燭瓶放置試驗架中心，試驗架頂棚為不透明構造物，其大小為每邊500mm。燭心頂端距頂棚約200mm，瓶底距地面約1m。
- 測試後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)測定水中之氯鹽含量。

8

氯鹽沉積量採集裝置-濕燭法

CNS 13754 (ISO 9225)



9

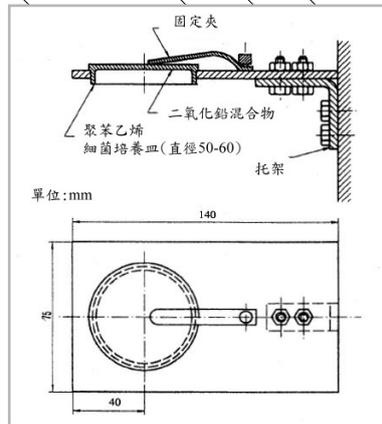
二氧化硫沉積量採集裝置

- 依據CNS 13754 (ISO 9225)，以二氧化硫在二氧化鉛硫酸化平板之沉積速率測定。
- 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，二氧化硫的沉積速率以 $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 表示。
- 平板上附著硫酸鹽的分析依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)測定，即先使用碳酸鈉溶液溶解並移出硫酸化平板之附著物，然後以離子層析儀檢測硫酸鹽含量。

10

二氧化硫沉積量採集裝置

CNS 13754 (ISO 9225)



為減少吸附酸雨沉降或懸浮硫酸氣體，試驗盤朝下放置

11

現地暴露試驗

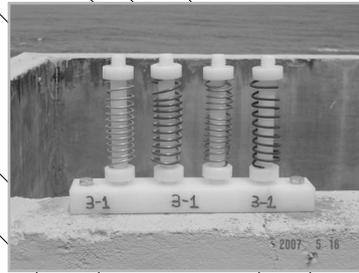
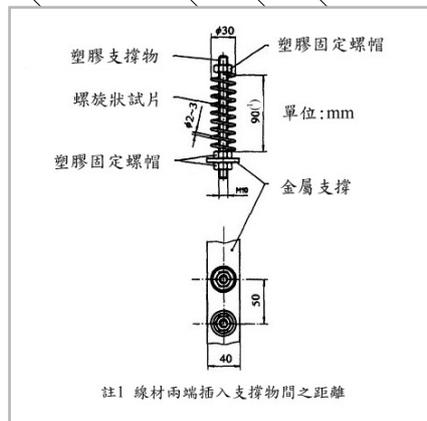
■ 試片製作

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，試片的材料如下：

- 鋼：非合金碳鋼(Cu=0.03~0.10%, P < 0.07%)。
- 鋅：98.5%以上之純度。
- 銅：99.5%以上之純度。
- 鋁：99.5%以上之純度。

12

螺旋狀標準試片



13

取樣頻率

- 於每一試驗點依調查項目建置一組採集裝置與試片，取樣頻率為每季一次。
- 針對氯鹽與二氧化硫的調查，測試回收後的樣本進行沉積速率分析，繪製沉積速率等位圖；試片則以重量損失法進行腐蝕速率分析，以探討季節與區域的關聯性。
- 此外，為瞭解台灣全島長期(一年期)空氣污染物的累積量與腐蝕速率趨勢，在各試驗場址(點)再增設一組長期之採集裝置與試片，以進行季節性與一年期之比較。

14

資料蒐集與初步分析

- 持續大氣腐蝕因子與現地暴露試驗調查與數據蒐集。
- 分析每一季之成果與趨勢，繪製相對濕度、氣鹽與二氧化硫沉積量等位圖。
- 以重量損失法估算現地暴露試驗試片之腐蝕速率，分析每一季之成果與趨勢。
- 綜合暴露期間內各試驗點之相對濕度、氣鹽沉積量與二氧化硫沉積量，以及計算各現地暴露試驗試片腐蝕速率，依據CNS13401規範，進行初步的季節性大氣腐蝕環境分類。
- 比較環境因子與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。

15

大氣腐蝕因子資料庫建立

- 系統功能規劃：在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、落鹽量、二氧化硫沉積量空氣中CO與SO₂濃度等)與現地暴露試驗數據，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，提供使用人員快速查詢的功能，以擷取所需之本土化資訊。
- 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。
- 電腦環境規劃：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。

16

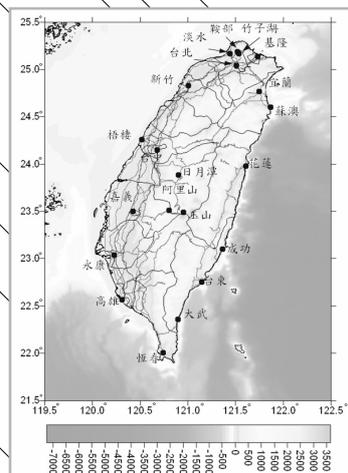
大氣腐蝕規範

ISO 9223	CNS 13401	大氣腐蝕性分類
ISO 9224	CNS 13753	標準試片腐蝕速率計算
ISO 9225	CNS 13754	污染物沉積量測定
ISO 9226	CNS 13753	標準試片製作
ISO 8565	CNS 14123	現場測試之一般要求

17

國內氣象資料蒐集分析

- 為瞭解氣象因子歷年變化狀況，本計畫參考中央氣象局1998-2006年氣候資料年報及2007年中央氣象局網站資料，針對氣溫、相對濕度、日照時數、風速、風向、降水量、降水日數等各因子進行歷年變化分析
- 同時為瞭解各因子季節性的變化，將各因子變化取各季平均，春季為1~3月，夏季為4~6月，秋季為7~9月，冬季為10~12月，並依據主要測站資料繪製各項因子本島等位線圖。



中央氣象局各氣象測站分佈圖

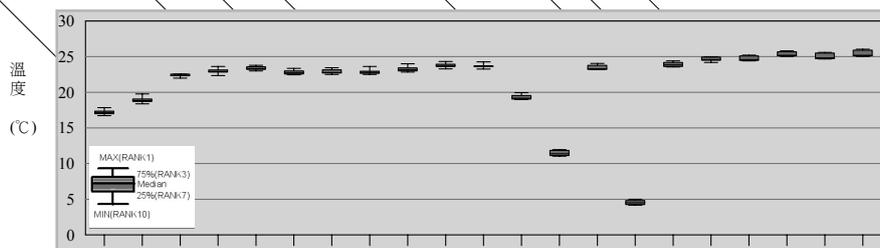
18

氣象資料表示-盒鬚圖

- 盒鬚圖不繪製實際的觀察值，而顯示分配的總計統計量(summary-statistics)，可用以檢驗資料的極端量數及分配的型態。盒鬚圖主要是繪製中位數(median，即第50的百分位數)、第25的百分位數，第75的百分位數等，而盒子的下界限是第25的百分位數(25%， Q_1 ，即下四分位數)，上界限是第75的百分位數(75%， Q_3 ，即上四分位數)。通常盒中包含有50%變項的觀察值，因此盒子愈大，則表示觀察體散佈愈大；此外，由盒子上下界所延伸出的線，稱之為鬚(whisker)，是用以連接觀察體的最大值與最小值。

19

國內氣象資料分析-氣溫

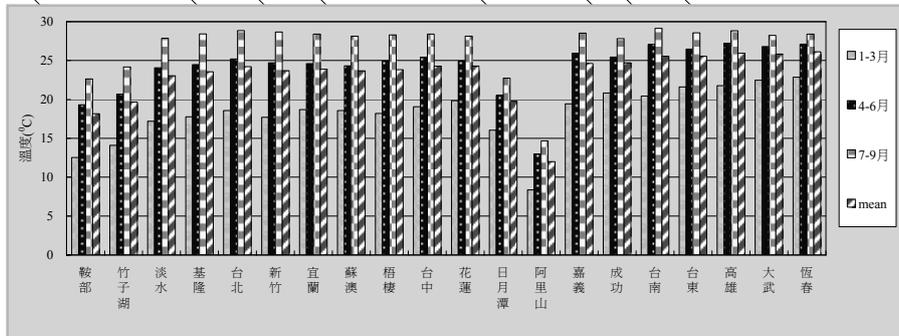


(中央氣象局各氣象測站1998-2006平均氣溫盒鬚圖)

臺灣地區年平均溫度以平地地區(海拔低於600m)較高，均超過20°C；而山地地區(海拔高於600m)則較涼爽，均低於20°C，而且以地勢愈高，平均溫度愈低。在西南部及南部平地地區均超過24°C，中部平地地區為22~24°C，北部及東北部平地地區大致在20~22°C之間，南北之間的溫差大約為3°C。

20

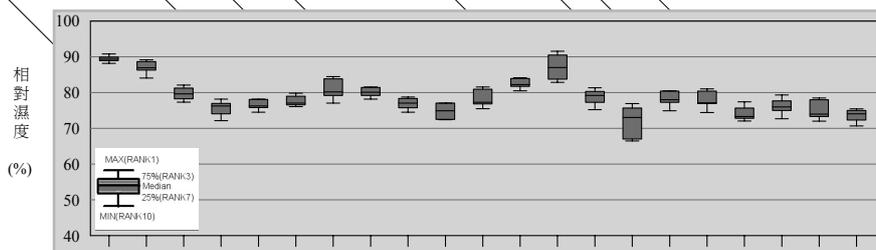
國內氣象資料分析-氣溫



中央氣象局各氣象測站2007年第三季氣溫分佈圖

21

國內氣象資料分析-相對濕度

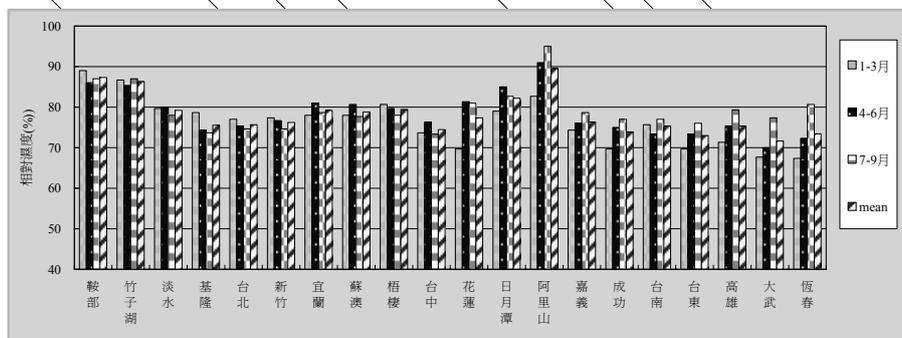


(中央氣象局各氣象測站1998-2006年平均相對濕度盒鬚圖)

氣象站各季測得最大相對濕度為95.3%，分別發生於2000年冬季鞍部測站及2006年秋季阿里山測站；而最小季相對濕度為45.3%，發生於2004年冬季玉山測站；各季相對濕度大多介於75%~90%。梧棲以北各季相對濕度平均值皆大於70%，鞍部及竹子湖各季平均相對濕度皆大於80%，四季次相對濕度值平均值以夏季最高、冬季最低，四季相對濕度值往北部皆有上升之趨勢。

22

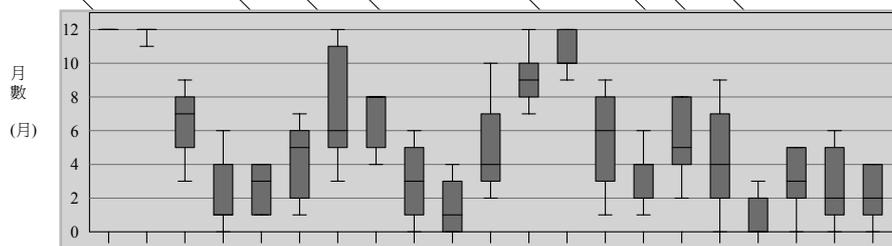
國內氣象資料分析-相對濕度



中央氣象局各氣象測站2007年第三季相對濕度分佈圖

23

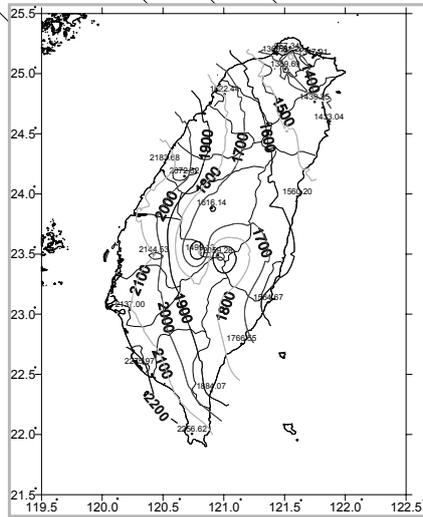
國內氣象資料分析-相對濕度



中央氣象局各氣象測站1998-2006年平均相對溼度超過80%之月數盒鬚圖

24

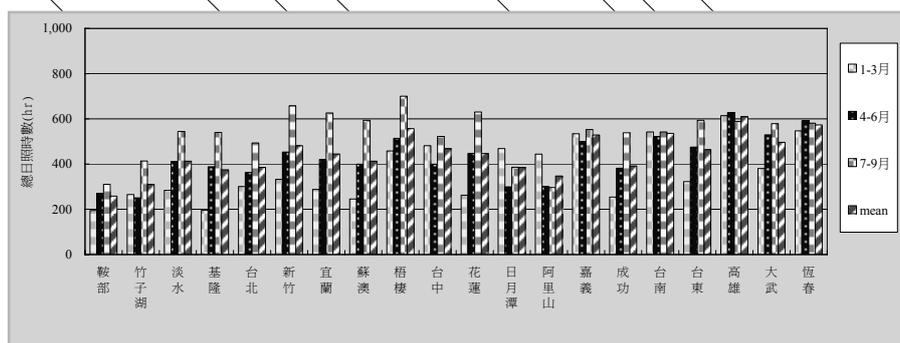
國內氣象資料分析-日照時數



台灣地區南北總長約400公里，緯度橫跨3個緯度，各季總日照時數顯現出明顯差異，各季及全年總日照時數南部遠大於北部；春、夏、冬三季，受地形影響，西部皆大於東部。

1998-2006全年長期總日照時數等位線圖

國內氣象資料分析-日照時數



中央氣象局各氣象測站2007年第三季總日照時數分佈圖

國內氣象資料分析-太陽輻射

臺灣各地之全年太陽輻射量

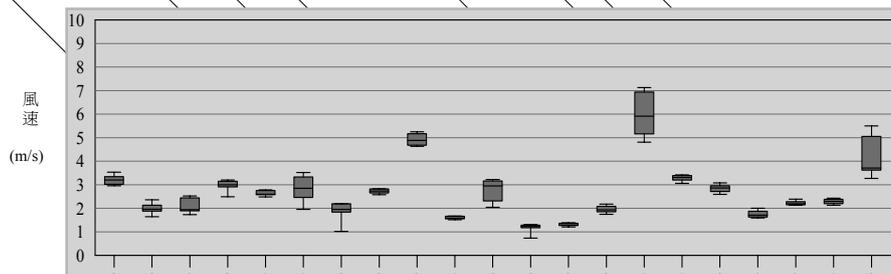
測站	年太陽輻射量	測站	年太陽輻射量	測站	年太陽輻射量
淡水	93.1	花蓮	110.2	台東	132.1
基隆	86.9	日月潭	105.1	高雄	123.4
台北	98.6	阿里山	104.7	大武	128.1
新竹	109.9	嘉義	129.1	恆春	137.6
宜蘭	101.1	玉山	115.7		
台中	120.1	台南	122.3		

單位：千卡／平方公分／年
資料來源：張鏡湖等（1986）

臺灣地區地面接受的全年太陽輻射量是由南部向北部遞減。臺灣本島全年太陽輻射量最多的地方是恆春，其原因主要是恆春的地理緯度低且日照時數較多。臺灣地區全年太陽輻射量最少的地方在基隆，主要原因是基隆冬季面迎東北季風，雲量多，而且全年多雨。

27

國內氣象資料分析-風速



(氣象局各氣象測站1998-2006年全平均風速盒鬚圖)

四季間平均風速以冬季最大，春季次之，夏、秋兩季差異較不明顯。四季平均風速變化皆以玉山最高、梧棲次之、恆春再次之，以年平均風速而言、趨勢相同，玉山測站最高(6.0m/s)、梧棲測站次之(4.9m/s)、恆春測站再次之(4.0m/s)、成功測站為3.3m/s，鞍部為測站3.2m/s，新竹及基隆測站為2.9m/s，其餘皆在2.8m/s以下。

28

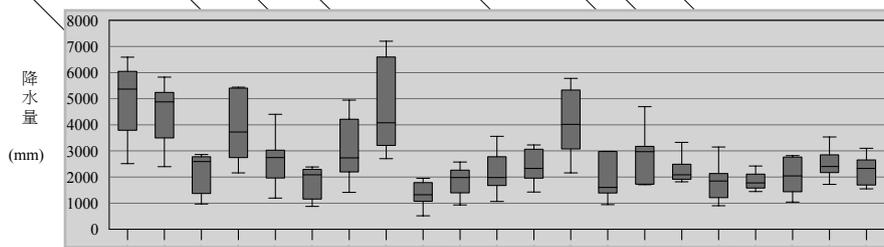
國內氣象資料分析-風向

測站	季節平均風向	春季主要風向	夏季主要風向	秋季主要風向	冬季主要風向
鞍部		N	N	N	N
竹子湖		NNE	NNE	NE	NNE
淡水		NNE	SSE	SE	NNE
基隆		NNE	NE	NE	NNE
台北		E	E	E	E
新竹		NNE	NNE	NNE	NE
宜蘭		WSW	E	ENE	W
蘇澳		WSW	WSW	WSW SSE	E
梧棲		N	N	SSE	N
台中		N	NNW	NNW	N
花蓮		NE	WSW	WSW	NE
日月潭		-	WNW	WNW	WNW
阿里山		W	-	N	N
嘉義		N	NW	N	N
玉山		NW	WNW	SE	WNW
成功		NNE	NNE	NNW	NNE
台南		N	N	SSE	N
台東		NNW	NE	NW	NNW
高雄		N	NW	NW	N
大武		NNE	NNE	WNW	NNE
恆春		NE	NE	ENE	NE

台灣地區每年自10月起至隔年3月止，受東北季風影響，東部、北部地區各測站之主要風向為N~NE，夏季則受西南季風影響，南部地區各測站之主要風向則為S~SW，高山測站的主要風向則整年度大致穩定，並無明顯季節性變化。

29

國內氣象資料分析-降水量

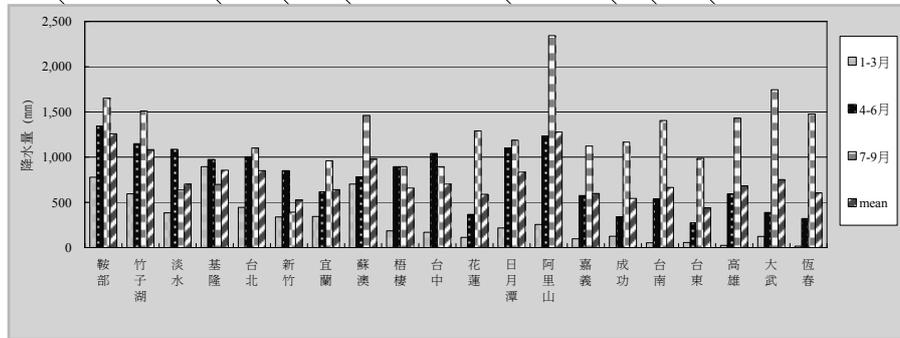


(氣象局各氣象測站1998-2006年全年累計降水量盒鬚圖)

臺灣地區各地降水量分布不均，但若將全臺灣地區的中央氣象局及水利署等單位雨量站資料一併考慮，按照等降水量線方法計算，可以求得臺灣地區的年平均降水量約為2,500公厘。

30

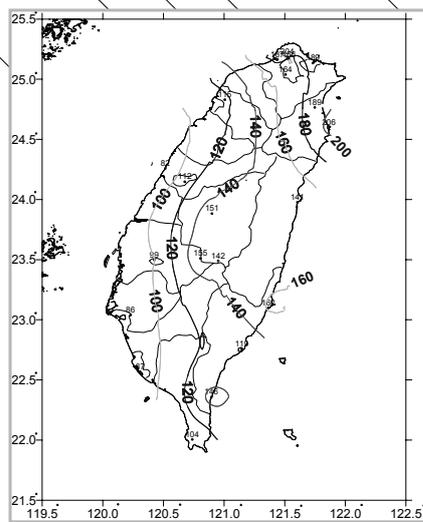
國內氣象資料分析-降水量



中央氣象局各氣象測站2007年三季降水量分佈圖

31

國內氣象資料分析-降水日數

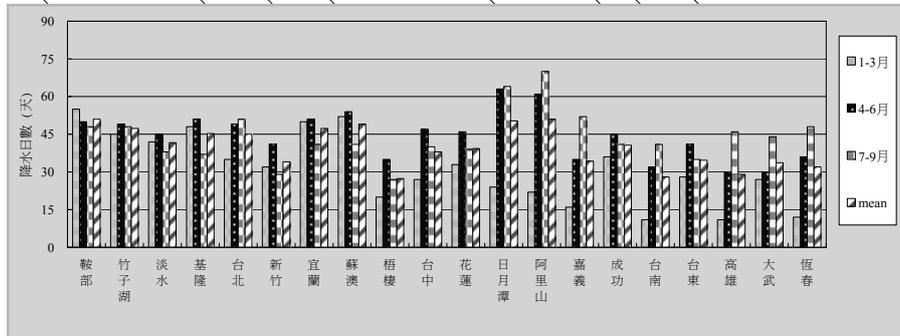


1998-2006全年長期降水日數等位線圖

台灣地區春、夏、冬三季及全年總降水日數皆以東北角最多、西南部的台南、高雄最少；秋季差異不明顯。

32

國內氣象資料分析-降水日數



中央氣象局各氣象測站2007年第三季降水日數分佈圖

33

中央氣象局各氣象站2007年雨水酸鹼度值月平均資料

月份\站名	基隆	鞍部	台北	新竹	台中	日月潭	嘉義	阿里山	台南	高雄	恆春	台東	成功	花蓮	宜蘭	金門	馬祖	平均
1	4.1	4.5	5.2	5.4	6.1	5.8	5.6	6.4	6.2	5.7	5.8	6.1	4.3	5.3	5	4.4	4.6	5.3
2	4.2	4.3	4.4	5	5.3	4.5	5.8	6	6	5.4	6.3	5.7	5.1	-	4.8	4.4	4.2	5.1
3	4.1	4.2	4.4	4.8	5.3	4.7	5.7	5.6	6.2	5.6	-	5.6	4.4	4.7	4.8	4.2	4.1	4.9
4	4.3	4.3	4.5	4.7	5.3	4.8	5.1	5.5	5.9	5.7	-	5.6	4.7	5.7	4.7	4.5	4.6	5
5	4.5	4.3	5.3	5.3	5.6	5.2	5.9	5.8	5.8	5.6	6.1	5	5.6	5.5	4.9	4.7	4.8	5.3
6	4.6	4.6	4.9	5.7	6	5.5	5.9	5.7	6	5.7	6.2	6.2	5.5	6.1	5.4	5.2	5.2	5.5
7	4.3	4	4.5	-	6.2	5.6	6.1	5.9	5.9	5.5	6	6.1	-	6.5	5.4	-	-	5.5
8	5.2	4.9	5.1	6.2	5.9	5.8	6	5.8	5.8	5.4	6.1	6.1	5.8	6.1	6.1	5.6	5.4	5.7
9																		
10																		
11																		
12																		
平均值	4.4	4.4	4.8	5.3	5.7	5.2	5.8	5.8	6	5.6	6.1	5.8	5.1	5.7	5.1	4.7	4.7	
最高值	5.2	4.9	5.3	6.2	6.2	5.8	6.1	6.4	6.2	5.7	6.3	6.2	5.8	6.5	6.1	5.6	5.4	
最低值	4.1	4	4.4	4.7	5.3	4.5	5.1	5.5	5.8	5.4	5.8	5	4.3	4.7	4.7	4.2	4.1	

備註：- 表示未下雨或是雨量不足
雨水酸鹼值達 5.0 以下時定義為「酸雨」

34

環保署空氣品質監測資料分析

行政院環境保護署於82年9月完成「全國空氣品質監測站網設置計畫」，至94年底為止已增設置76個監測站。

本計畫在考慮空氣污染物對結構物腐蝕潛勢之影響時，以環保署1998~2007年9月監測數據作為參考資料；而在區域的劃分上，以行政區域作為分區規劃之原則來取代環保署之單一測站；另外，為避免不同類型之監測資料特性無法顯現，另外針對一般測站、交通、工業、國家公園及背景站監測資料進行分析。

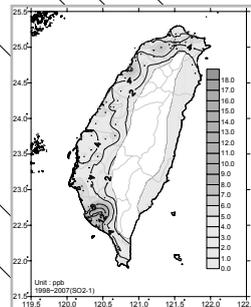


環保署監測站位置分佈圖

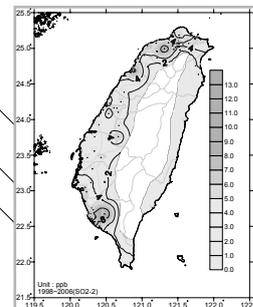
35

SO₂

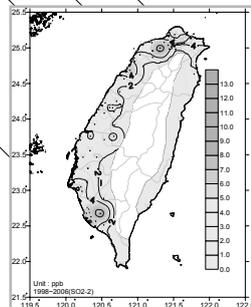
- 以四季作比較，秋季SO₂濃度普遍較其他三季為低
- 以各季濃度等位線比較，皆發現有三處濃度較高(濃度高於5ppb)，分別為桃園站、頭份站以及高屏地區(包含仁武站、鳳山站、大寮站、林園站、楠梓站、左營站、前金站、前鎮站、小港站)



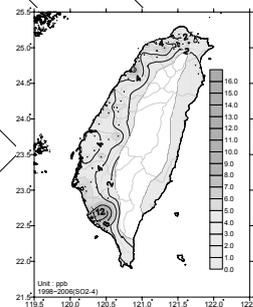
春季SO₂濃度等位線圖



夏季SO₂濃度等位線圖



秋季SO₂濃度等位線圖

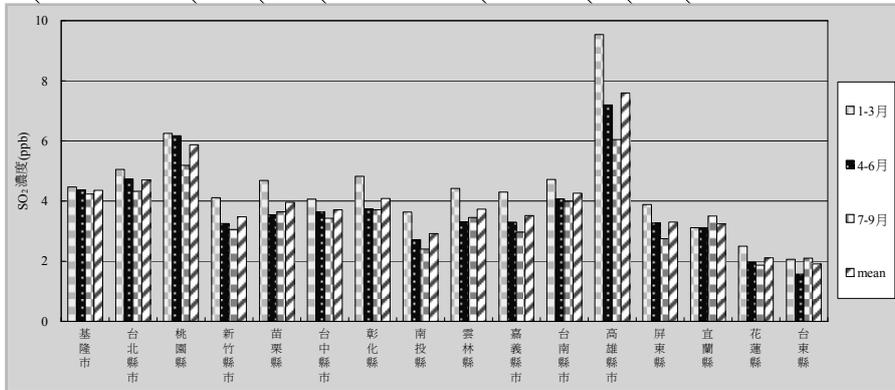


冬季SO₂濃度等位線圖

1998年~2006年四季SO₂濃度等位線圖

36

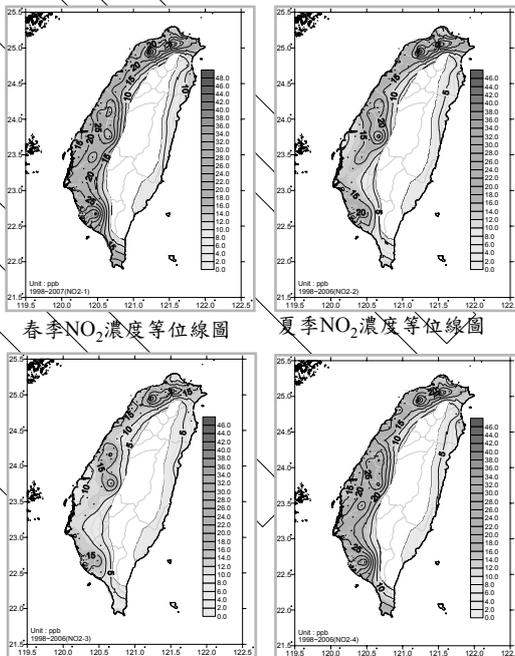
SO₂



環保署各縣市2007年三季SO₂分佈柱狀圖

NO₂

- 以四季作比較，一年中最大濃度均發生於春季，最小濃度發生於秋季。
- 以各季濃度等位線比較，亦有三處帶狀高區(春、夏、冬三季濃度高於20 ppb、秋季高於15 ppb)，分別為松山站—中壢站、豐原站—大里站—竹山站以及高屏地區。



1998年~2006年四季NO₂濃度等位線圖

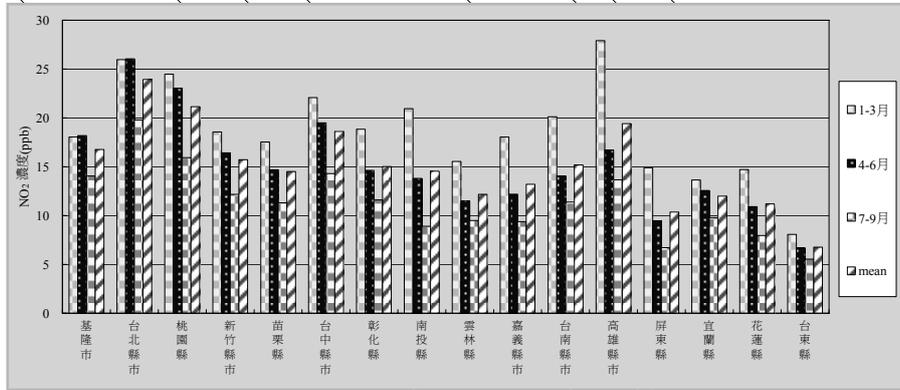
春季NO₂濃度等位線圖

夏季NO₂濃度等位線圖

秋季NO₂濃度等位線圖

冬季NO₂濃度等位線圖

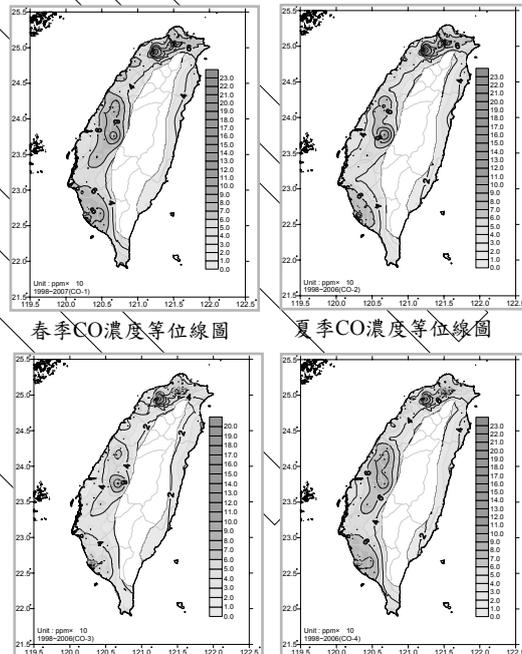
NO₂



環保署各縣市2007年三季NO₂分佈柱狀圖

CO

- 以各季濃度等位線比較，CO各季濃度有三處帶狀高區(春、夏、冬三季濃度高於0.6ppm、秋季高於0.4ppm)，分別為松山站—中壢站、豐原站—大里站—竹山站以及高屏地區，與NO₂濃度高區位址相同

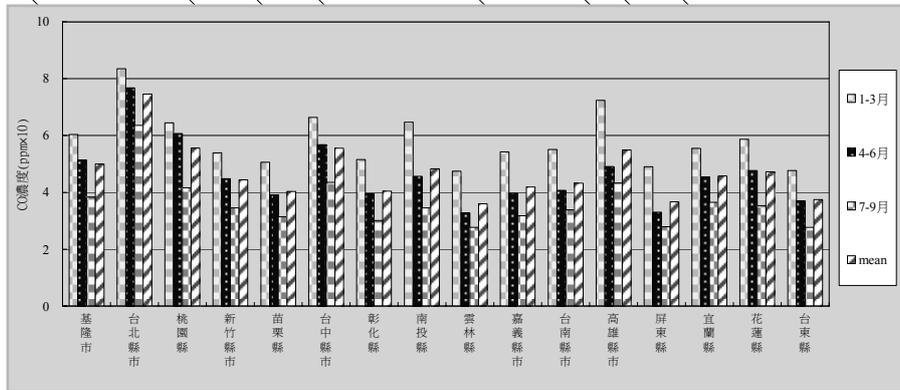


1998年~2006年四季CO濃度等位線圖

春季CO濃度等位線圖

夏季CO濃度等位線圖

CO



環保署各縣市2007年第三季CO分佈柱狀圖

現地大氣腐蝕試驗調查與建置

- 現地大氣腐蝕試驗須包含垂直海岸線與平行海岸線之試驗場址(點)，且調查區域須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)。
- 因此本研究由交通部運研所港灣技術研究中心協助，發文協調交通部港務局、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、台灣高速鐵路股份有限公司、台北自來水事業處、台灣電力公司、台灣中油公司、中鋼公司、台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。

落鹽沉積量調查位置

■ 垂直海岸線之調查規劃

- 根據工研院於2002年進行台灣203座橋梁檢測結果顯示，距海岸線愈遠，氯離子附著量愈少；結構物與海岸距離超過3公里以上時，靠陸地側(背海風面)與靠海側(迎海風面)混凝土表面之氯離子附著量相當且較低，幾乎可忽略氯離子對鋼構或鋼筋混凝土結構之影響。
- 因此，本研究垂直海岸線落鹽量之調查將以距離海岸線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9條調查路線，設置站址共41處。

43

落鹽沉積量調查試驗線

試驗線	環境描述	設置站址與數量
基隆試驗線	東北季風海域	海洋大學3處、市區民宅1處與深美國小1處，共5處
桃園試驗線	西北季風海域	大潭安檢所1處、大潭電廠2處與觀音工業區1處，共4處
台中港試驗線	中部地區海域	台中港區內1處、港研中心1處與市區民宅3處，共5處
台塑六輕試驗線	中部工業區海域	六輕工業區內5處
高雄港試驗線	西南部地區海域	高雄港區內4處與過港隧道管理中心1處，共5處
核三廠試驗線	南部地區海域	核三廠區內4處與恆春市區民宅1處，共5處
蘇澳港試驗線	東北部地區海域	蘇澳港區內3處、蘇澳市區民宅1處與龍德工業區1處，共5處
花蓮港試驗線	東部地區海域	花蓮港區內2處、市區民宅1處、市區加油站1處與花蓮火車站1處，共5處
台東成功漁港試驗線	東南部地區海域	成功新港安檢所1處與市區加油站1處，共2處

44

落鹽沉積速率計算

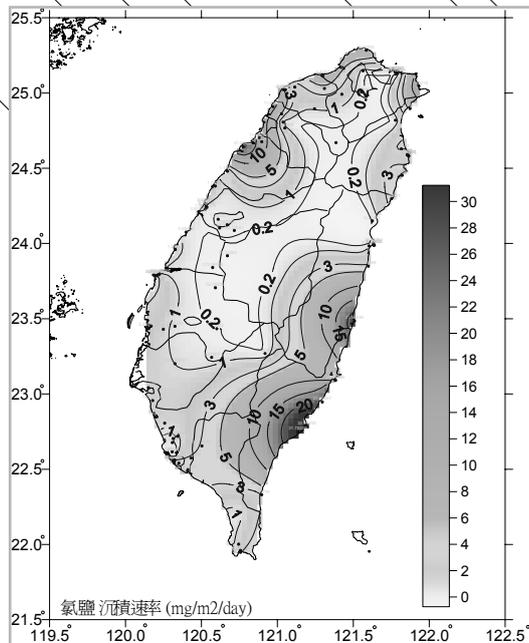
- 各試驗點暴露後回收的紗布以定量的去離子水(約50 ml)沖洗，再依環保署水中陰離子檢測方法-離子層析法(NIEA W415.52B)之離子層析儀測定水中之氯鹽含量。
- 氯化物之沉積速率， $R(\text{Cl}^-)$ ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)，依下式計算：

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

- 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 (mg)
 A = 暴露網表面積 (m^2)
 t = 暴露時間，天 (day)

47

氯化物沉積速率等位圖

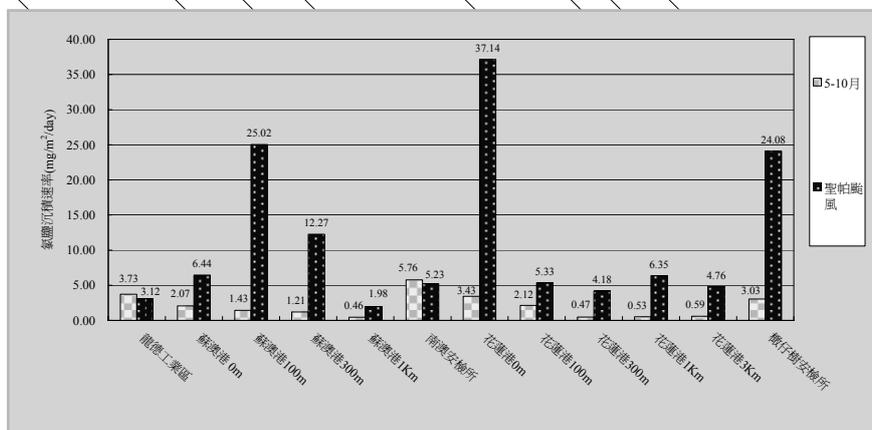


- 本季調查之氯鹽沉積速率介於 $0.2 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ (太魯閣國家公園) 至 $32.14 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{day}$ (台東伽蘭安檢所) 之間
- 較高的沉積速率發生在東海岸的中部至南部沿海
- 其次為西海岸新竹苗栗附近海岸
- 再者為高雄港、桃園大潭海岸附近、台北縣石門鄉核能一廠、台塑六輕工業區、基隆市海岸區、花蓮港、恆春鎮核能三廠、台中港
- 距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小

調查期間：2007年5月下旬至10月上旬

48

聖帕颱風落鹽沉積速率比較



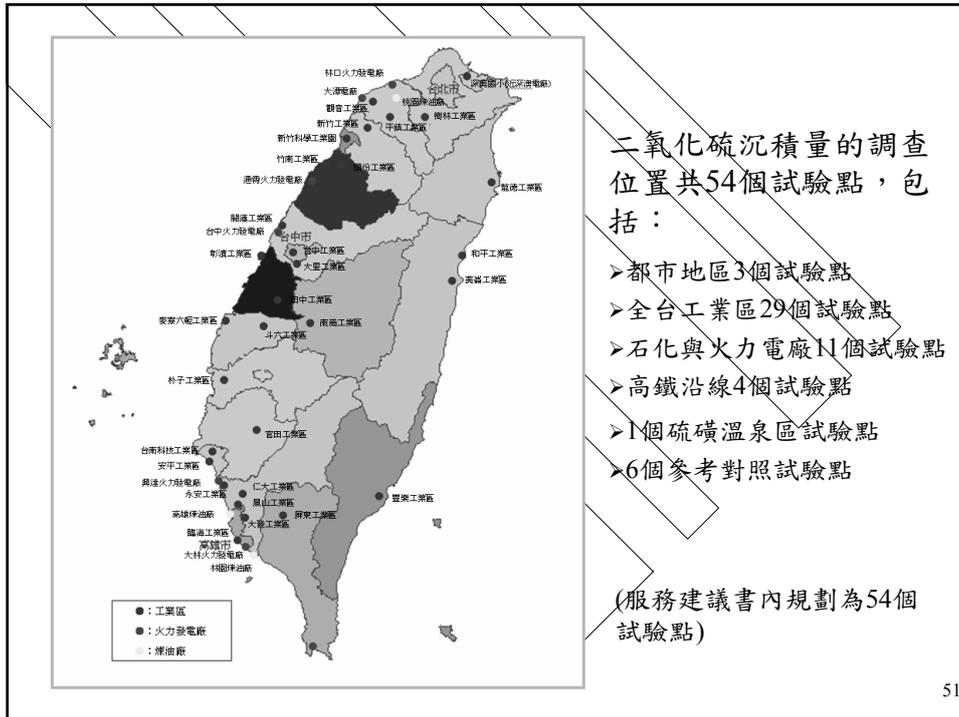
2007年5月下旬至10月上旬之氣鹽沉積速率與聖帕颱風侵襲之氣鹽沉積速率比較

49

二氧化硫沉積量調查位置

- 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量調查試驗點的佈設，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。

50



二氧化硫沉積速率計算

- 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， $R(\text{SO}_2)$ ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)，依下式計算：

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

式中，

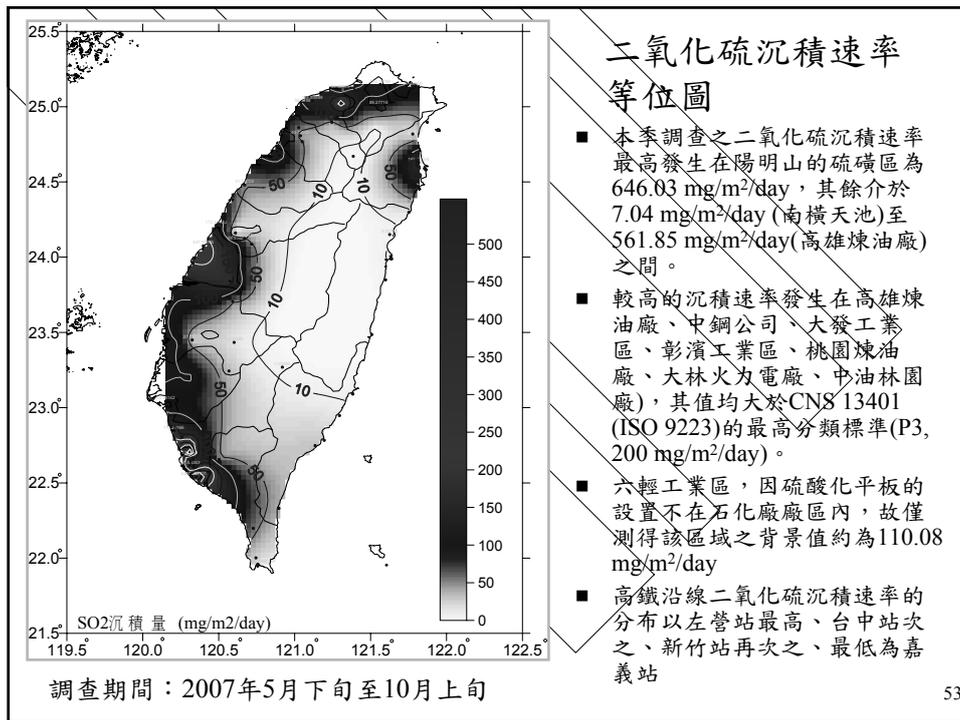
$R(\text{SO}_2)$ = 二氧化硫沉積速率 ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)

m_0 = 空白平板(未暴露)測試之硫酸鹽質量 (μg)

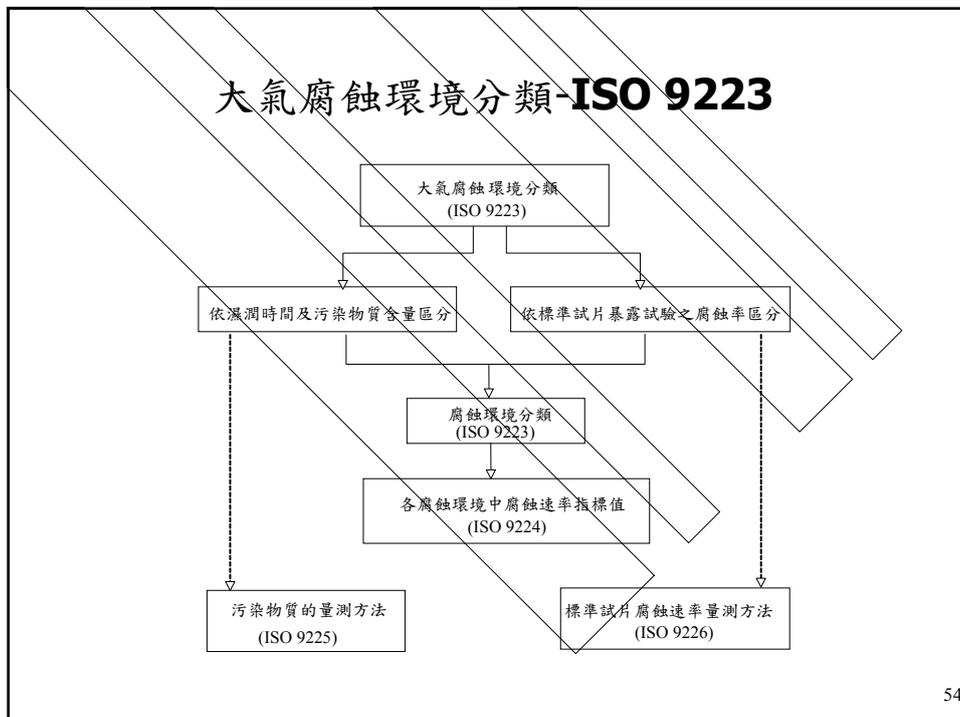
m_1 = 每一平板之硫酸鹽質量 (μg)

A = 平板面積 (m^2)

t = 暴露時間，天 (day)



53



54

ISO 9223 環境因子分類

- 濕潤時間(τ , time of wetness)：濕潤時間(hours)是以全年中溫度高於0 °C，相對濕度(relative humidity, RH)大於80%之小時數或百分比計算
- 空氣中的氣鹽沉積量(S , pollution by airborne salinity)：氣鹽沉積速率($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)是以ISO 9225之濕燭法(wet candle method)測量
- 二氧化硫沉積量(P , pollution by sulfur-containing substances represented by SO_2)：二氧化硫沉積量是以ISO 9225規定之採集板(sulfation plate)上的沉積速率($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)或空氣中的 SO_2 含量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)計算
- 其中，各參數的量測時間均建議至少為一年以上

55

ISO 9223 濕潤時間分類

類別	濕潤時間	
	hour/year	%
τ_1	$\tau \leq 10$	$\tau \leq 0.1$
τ_2	$10 < \tau \leq 250$	$0.1 < \tau \leq 3$
τ_3	$250 < \tau \leq 2500$	$3 < \tau \leq 30$
τ_4	$2500 < \tau \leq 5500$	$30 < \tau \leq 60$
τ_5	$5500 < \tau$	$60 < \tau$

56

ISO 9223

氣鹽沉積量與二氧化硫(SO₂)沉積速率分類

氣鹽沉積速率(mg/m ² /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

SO ₂ 沉積速率 mg/m ² /day	SO ₂ 濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	類別
$P_d \leq 10$	$P_c \leq 12$	P_0
$10 < P_d \leq 35$	$12 < P_c \leq 40$	P_1
$35 < P_d \leq 80$	$40 \leq P_c \leq 90$	P_2
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	P_3

57

Unalloyed carbon steel															
	\bar{r}_1			\bar{r}_2			\bar{r}_3			\bar{r}_4			\bar{r}_5		
	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	3 or 4	3	4	3	4	5	3 or 4	5
P_2	1	1	1 or 2	1 or 2	2	3 or 4	2	3 or 4	3	4	4	4	5	4 or 5	5
P_3	1 or 2	1 or 2	2	2	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5

Zinc and copper															
	\bar{r}_1			\bar{r}_2			\bar{r}_3			\bar{r}_4			\bar{r}_5		
	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

Aluminum															
	\bar{r}_1			\bar{r}_2			\bar{r}_3			\bar{r}_4			\bar{r}_5		
	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	2 or 3	4	3	3 or 4	4	4	4 or 5	3 or 4	4	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).

ISO 9223

大氣腐蝕環境 分類-以環境因 子分類

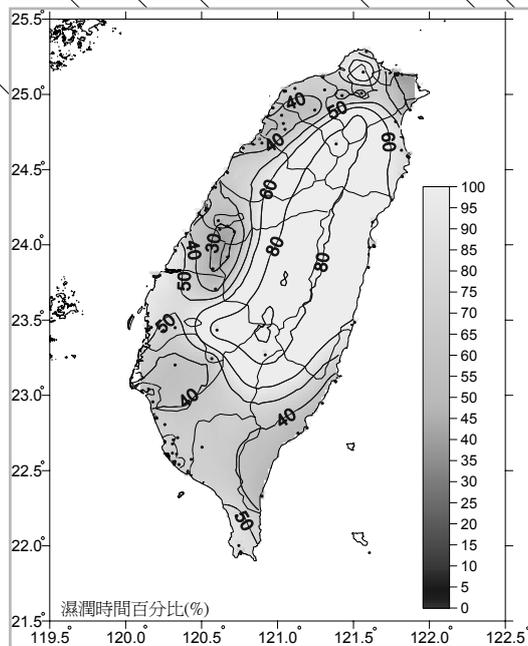
58

ISO 9223 大氣腐蝕性分類

Category	Corrosivity	腐蝕性
C1	Very low	很低
C2	Low	低
C3	Medium	中
C4	High	高
C5	Very High	很高

59

濕潤時間百分比 等位圖



60

ISO 9223 大氣腐蝕性分類

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積速率分類	SO ₂ 沉積速率分類	碳鋼大氣腐蝕性分類	鋅與鋼大氣腐蝕性分類	鋁大氣腐蝕性分類
67	六輕工業區	τ ₅	S0	P3	C5	C5	C5
68	王功空檢所	τ ₄ (參寮)	S0	P3 (台塑六輕)	C5	C3 or C4	C4 or C5
69	彰濱工業區	τ ₄ (梧棲)	S0	P3+	C5	C3 or C4	C4 or C5
70	田中工業區	τ ₃ (台中)	S0 (台中市區)	P3	C4	C3	C3 or C4
71	南崗工業區	τ ₃ (台中)	S0 (台中市區)	P2	C3 or C4	C3	C3
72	大里工業區	τ ₃ (台中)	S0 (台中市區)	P2	C3 or C4	C3	C3
73	高鐵台中站	τ ₃ (台中)	S0	P3	C4	C3	C3 or C4
74	台中市區	τ ₄ (台中)	S0	P0	C3	C3	C3
75	台中工業區	τ ₄ (台中)	S0 (台中市區)	P0	C3	C3	C3
76	關連工業區	τ ₄ (梧棲)	S0 (台中港 1Km)	P3	C5	C3 or C4	C4 or C5
77	台中火力電廠	τ ₄ (梧棲)	S0	P3	C5	C3 or C4	C4 or C5
78	台中港試驗線 0m	τ ₄	S1	P3 (關連工業區)	C5	C3 or C4	C4 or C5
79	100m	τ ₄	S0	P3 (關連工業區)	C5	C3 or C4	C4 or C5
80	300m	τ ₄	S0	P3 (關連工業區)	C5	C3 or C4	C4 or C5
81	1Km	τ ₄	S0	P3 (關連工業區)	C5	C3 or C4	C4 or C5
82	3Km (梧棲)	τ ₄	S0	P3 (關連工業區)	C5	C3 or C4	C4 or C5

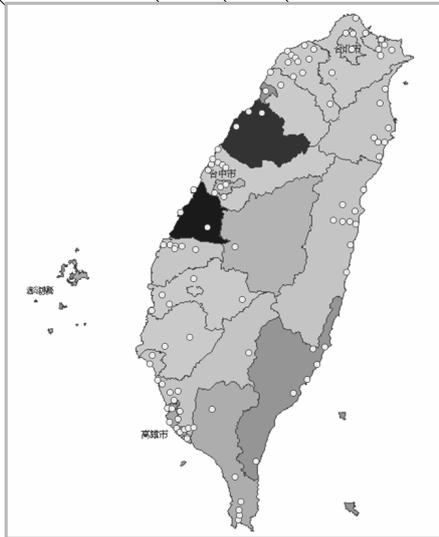
61

現地暴露試驗試驗點建置

- 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，全國合計約有88個試驗點(服務建議書內規劃為87個試驗點)。
- 即在氯鹽沉積量調查路線，9條垂直海岸線試驗點的佈設以距海岸線臨海、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(西濱與東濱公路沿線之港口或漁港)，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，亦僅在該試驗點設立一組試片裝置。

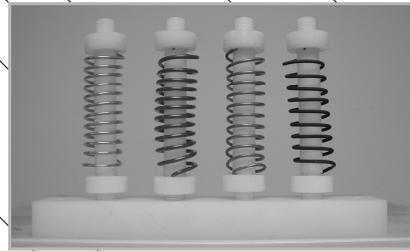
62

現地暴露試驗試驗點分佈圖



共有88個試驗點

(服務建議書內規劃為87個試驗點)

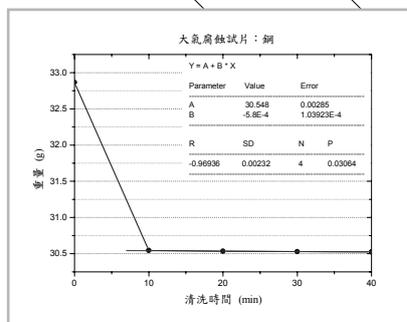


63

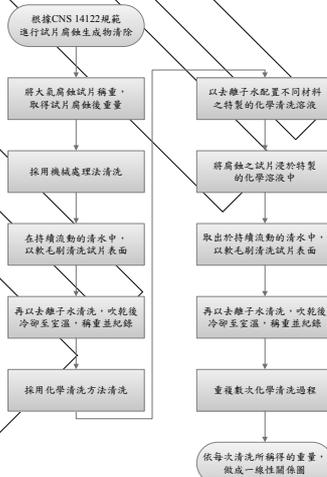
試片腐蝕生成物清除與測試

- 依照CNS14112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

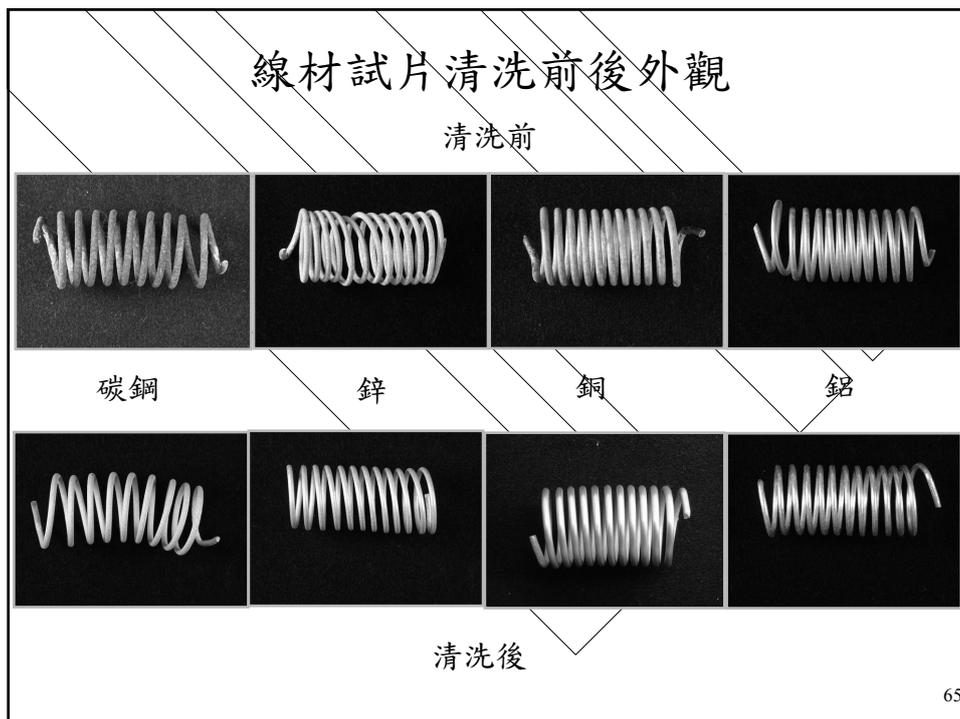
► 檢量標準制定



大氣腐蝕試片-腐蝕生成物清除法作業流程



64



腐蝕速率計算

- 以重量損失法進行腐蝕速率量測。
- 依照CNS14112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，量測試片的重量損失，並依試片的暴露時間，計算其大氣腐蝕速率。

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

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

66

腐蝕速率 r_{corr} ($\mu\text{ m/yr}$)

式中，

Δm =重量損失(g)
 A =試片表面積(m^2)
 ρ =金屬密度(g/cm^3)
 t =暴露時間，年(yr)

式中，

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

67

金屬試片之第一年腐蝕速率
- ISO 9223

Corrosivity category	Corrosion rates (r_{corr}) of metals				
	Units	Carbon steel	Zinc	Copper	Aluminium
C1	$\text{g/m}^2/\text{yr}$	$r_{\text{corr}} \leq 10$	$r_{\text{corr}} \leq 0.7$	$r_{\text{corr}} \leq 0.9$	Negligible
	$\mu\text{ m/yr}$	$r_{\text{corr}} \leq 1.3$	$r_{\text{corr}} \leq 0.1$	$r_{\text{corr}} \leq 0.1$	-
C2	$\text{g/m}^2/\text{yr}$	$10 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$0.9 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$r_{\text{corr}} \leq 0.6$
	$\mu\text{ m/yr}$	$1.3 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$0.1 < r_{\text{corr}} \leq 0.7$	$0.1 < r_{\text{corr}} \leq 0.6$	-
C3	$\text{g/m}^2/\text{yr}$	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 12$	$0.6 < r_{\text{corr}} \leq 2$
	$\mu\text{ m/yr}$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 2.1$	$0.6 < r_{\text{corr}} \leq 1.3$	-
C4	$\text{g/m}^2/\text{yr}$	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$	$12 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$2 < r_{\text{corr}} \leq 5$
	$\mu\text{ m/yr}$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$2.1 < r_{\text{corr}} \leq 4.2$	$1.3 < r_{\text{corr}} \leq 2.8$	-
C5	$\text{g/m}^2/\text{yr}$	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1500$	$30 < r_{\text{corr}} \leq 1500$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 10$
	$\mu\text{ m/yr}$	$80 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$4.2 < r_{\text{corr}} \leq 8.4$	$2.8 < r_{\text{corr}} \leq 5.6$	-

$\rho\text{ Fe}=7.86\text{ g/cm}^3$, $\rho\text{ Zn}=7.14\text{ g/cm}^3$, $\rho\text{ Cu}=8.96\text{ g/cm}^3$, $\rho\text{ Al}=2.70\text{ g/cm}^3$

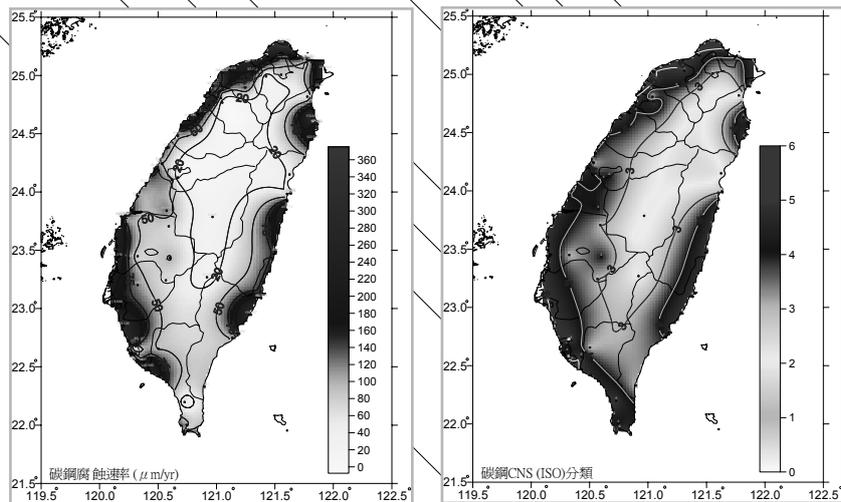
68

大氣腐蝕性分類討論

- 金屬的腐蝕速率在該初期暴露時最大，隨後會逐漸下降而最終到達一穩定值。根據CNS 13401 (ISO 9223)，各種標準金屬之大氣腐蝕性分類應以金屬暴露第一年後之腐蝕速率計算，而本研究目前僅完成一季之腐蝕速率計算，若以此數據推估各金屬在台灣地區之大氣腐蝕分類，可能有所誤差，但其結果應可顯示季節性(5月下旬至10月上旬)台灣各地區針對碳鋼、鋅、銅、鋁金屬腐蝕的嚴重性，並可預作為台灣大氣腐蝕環境分類之趨勢判斷。
- 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，除鋁金屬外，碳鋼、鋅、銅金屬的腐蝕速率單位均可以 $\mu\text{m/yr}$ 表示；主要原因是因鋁試片可能會發生局部腐蝕，而各金屬最初第一年之腐蝕速率均是以均勻腐蝕率計算，所以在進行鋁金屬之大氣腐蝕分類時，將依據 $\text{g/m}^2/\text{yr}$ 之腐蝕速率單位進行區分。

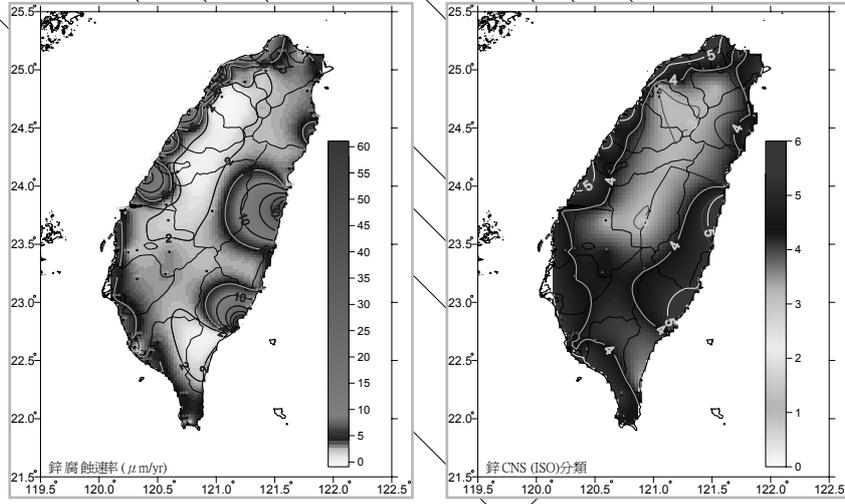
69

碳鋼大氣腐蝕性分類



70

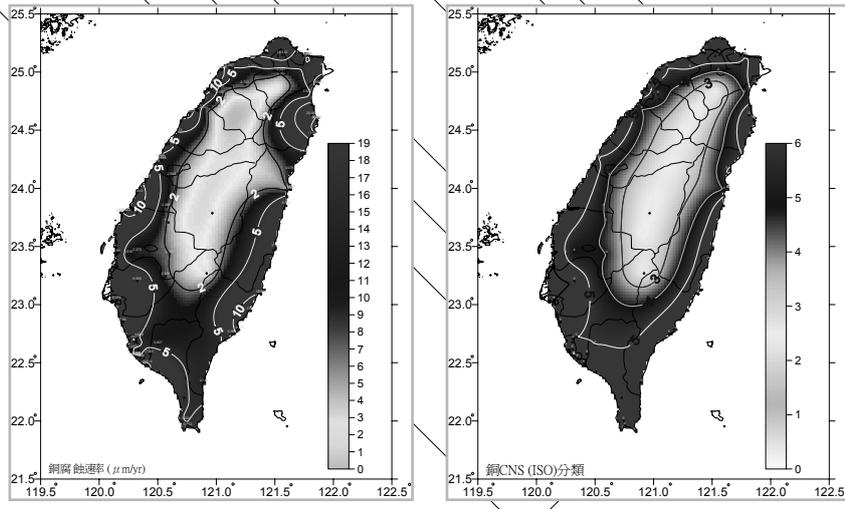
鋅大氣腐蝕性分類



鋅腐蝕速率 ($\mu\text{m/yr}$)

鋅 CNS (ISO)分類

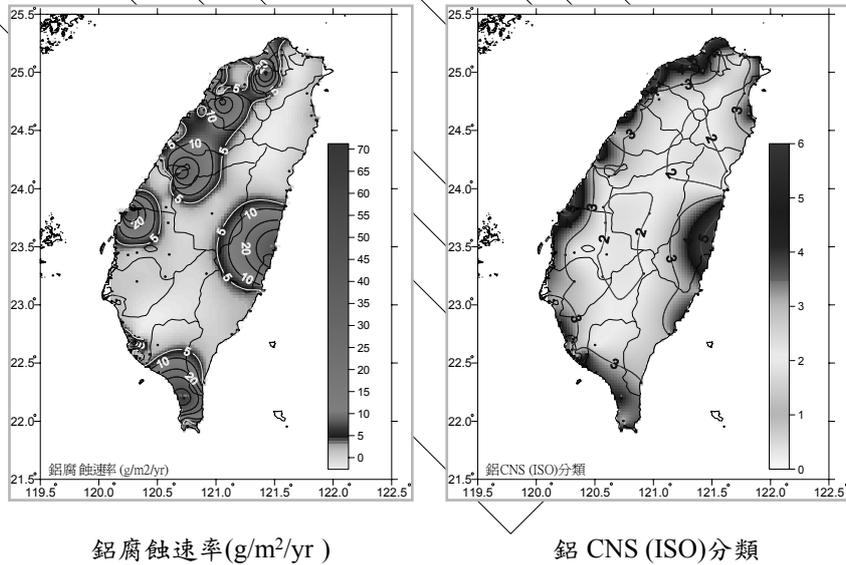
銅大氣腐蝕性分類



銅腐蝕速率 ($\mu\text{m/yr}$)

銅 CNS (ISO)分類

鋁大氣腐蝕性分類



73

大氣腐蝕因子資料庫建立

- 系統功能規劃：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。
 - 大氣腐蝕環境分類相關規範
 - 大氣腐蝕環境分類方法
 - 氣象與空污資料
 - 季節性與一年期之氣鹽沉積速率、二氧化硫沉積速率、與碳鋼、鋅、銅、鋁金屬腐蝕速率之分析比較
 - 台灣大氣腐蝕環境分類
 - 目前與過去大氣腐蝕環境分類結果比較
- 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。
- 電腦環境規劃：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。

74

結論與建議

- 大氣腐蝕因子與現地暴露試驗調查位置共有105個試驗點，其中，氯鹽沉積量調查有77個試驗點，二氧化硫沉積量調查有54個試驗點，試片暴露試驗共有88個試驗點。
- 2007年5月下旬至10月上旬調查之氯鹽沉積速率介於0.2 ~ 32.14 mg/m²/day之間，而較高的沉積速率發生在東海岸的中部至南部沿海。
- 空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分布，受到風速、風向、局部地形的影響，距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小。

75

結論與建議-續

- 聖帕颱風侵襲期間造成各試驗點氯鹽沉積速率有顯著增加的趨勢，尤其是在濱海試驗點如蘇澳港100m處、花蓮港0m處與檳仔樹安檢所，其增加率有10倍左右。
- 2007年5月下旬至10月上旬調查之二氧化硫沉積速率較高的地區為高雄煉油廠、中鋼公司、大發工業區、彰濱工業區、桃園煉油廠、大林火力電廠、中油林園廠，其值均大於CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準 (P3, 200 mg/m²/day)。

76

結論與建議-續

- 根據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、氣鹽沉積速率與二氧化硫的沉積速率應至少經過一年連續的量測；若採用金屬的腐蝕速率分類，則應以金屬暴露第一年後的腐蝕速率計算。本研究目前僅完成一季之沉積速率與腐蝕速率調查，若以上述數據推估各金屬在台灣地區的大氣腐蝕分類，可能會產生誤差，但其結果應可顯示季節性之比較。建議本計畫須完成至少一年期之調查，大氣腐蝕環境分類方有意義。
- 本季大氣腐蝕分類結果，台灣沿海地區針對碳鋼、鋅、銅金屬的大氣腐蝕環境多為C5或C5+，而對鋁金屬，大氣腐蝕環境多為C3或4等級。

77

誌謝

感謝交通部運研所港灣技術研究中心於本研究之經費提供與試驗安裝時之人員協助。

78

簡報完畢
敬請指正