98-20-7377
MOTC-IOT-97-H1DB002

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究 (2/2)

交 通 部 運 輸 研 究 所

中華民國 98 年 4 月

98-20-7377
MOTC-IOT-97-H1DB002

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究 (2/2)

著　者：陳桂清、柯正龍、羅建明、羅俊雄

交通部運輸研究所

中華民國 98 年 4 月

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. (2/2) /
陳桂清等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部
運研所 , 民 98.04
面 : 公分
參考書目:面
ISBN 978-986-01-8187-6(平裝)

1. 大氣污染防制

445.92 98006528

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(2/2)

著　　者：陳桂清、柯正龍、羅建明、羅俊雄
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10458 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電　　話：(04)26587186
出版年月：中華民國 98 年 4 月
印 刷 者：承亞興企業有限公司
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港灣技術研究中心網站
定　　價： 300 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1009800861　　ISBN：978-986-01-8187-6 (平裝)

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(2/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-01-8187-6 (平裝)	政府出版品統一編號 1009800861	運輸研究所出版品編號 98-20-7377	計畫編號 97-H1DB002
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：陳桂清 研究人員：柯正龍、羅建明 聯絡電話：04-26587188 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 97 年 2 月 至 97 年 10 月
關鍵詞：大氣腐蝕、腐蝕因子、腐蝕環境、腐蝕速率			

摘要：

臺灣為一海島，地處熱帶/亞熱帶，高溫、高溼與高鹽份的存在，造成金屬在大氣中容易腐蝕劣化，且工業發展的結果，伴隨產生的是工業污染，再加上車輛急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。

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。

此外，本研究針對臺灣大氣腐蝕環境與碳鋼、鋅、銅、鋁四種金屬之腐蝕速率進行夏季季風期與東北季風期之比較，結果顯示，東北季風期金屬之腐蝕速率較夏季季風期為高，即東北季風帶來的濕氣與空氣中氯鹽、SO_2含量，增加了各金屬的腐蝕速率；此外，空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分佈，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；且距離海岸超過3000m以上時，氯鹽的沉積速率明顯降低且趨於一定值。

研究成果可提供公路總局、港務局及相關單位金屬材料選用之依據，以達到符合各地區腐蝕環境，確保各公共工程如橋梁、碼頭等重大建設構造物，達到或超出設計使用年限，並避免或減少工安事件發生，降低社會成本及提高經濟效益。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
98 年 4 月	378	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。

機密等級：

□密□機密 □極機密 □絕對機密

（解密條件：□　年　月　日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，

□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）

■普通

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

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

TITLE: Study of corrosive factors of atmosphere in Taiwan (2/2)

ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN978-986-01-8187-6 (pbk)	1009800861	98-20-7377	97-H1DB002

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng Kuei-ching
PROJECT STAFF: Ko Jeng-long, Lo Chien-ming
PHONE: 04-26587188
FAX:04-26564418

PROJECT PERIOD
FROM February 2008
To October 2008

RESEARCH AGENCY: Industrial Technology Research Institute
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Luo Jiunn-shyong
PROJECT STAFF: Luo Jiunn-shyong, Liu Yi-shyong, Chen Hsin-bey, Oung Jung-chou
ADDRESS: Bldg. 52, 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
PHONE:(03) 591-6934

KEY WORDS:
ATMOMOSPHERIC CORROSION, CORROSION FACTORS, CORROSIVITY OF ENVIRONMENTS, CORROSION RATE

ABSTRACT:

Taiwan is an island that is located in tropic and sub-tropic climates with high humidity and salinity. The cost of atmospheric corrosion and corrosion prevention is considerable because of the climates, industrial development, and traffic pollution. Corrosion of metals and reinforcing 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, a study of corrosive factors of the atmosphere in Taiwan is important. In this study, research topics included 1) collection of atmospheric corrosion related documentation and yearly meteorological data, 2) investigations of atmospheric pollutions in accordance with CNS standards, 3) sample preparation and corrosion rate measurement of metals in accordance with CNS standards, 4) completion of a database of atmospheric corrosion, and 5) classification of atmospheric corrosivity in Taiwan. In addition, seasonal comparison of atmospheric corrosivity and corrosion of Fe, Zn, Cu, and Al are made. Specific attention has been focused upon the periods of southwestern monsoon and northeastern trade winds. It was found that the corrosion rate of metals increases in the season of northeastern trade winds due to humidity, chlorides, and SO_2 increases. In addition, wind velocity; wind direction, and screen effects of topography influenced the distribution of chlorides in air. The chloride deposition rate decreases with increasing distance to coastal lines. There are almost no changes in the chloride deposition rate when the location away from coastal line is over 3000 meters. The study results can provide the Directorate General of Highways, Harbor Bureau and related units with a reference for selecting metals to deal with the corrosive environment, ensure public construction projects, such as bridges, and wharves, etc, major construction structures to reach or exceed the designed life, and avoid or reduce industrial incidents, lower social costs and enhance economic efficiency.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
April 2009	378	300	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(2/2)

目　　錄

表 目 錄

圖 目 錄

第一章　前 言

1.1 計畫目的

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

1.2 計畫之重要性

臺灣為一海島，四面環海，高溫、高溼與高鹽份的環境，加上空氣污染的結果，腐蝕環境嚴重。歷年來公共工程建設常引用國外大氣腐蝕數據進行腐蝕速率評估與防蝕設計，結果常有未及設計年限就已銹蝕損壞的情形；有鑑於此，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

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

2001 年，工業技術研究院材料與化工研究所受內政部營建署委託執行「臺灣地區結構物腐蝕潛勢分區研擬」計畫，主要工作內容為協助規劃全國大氣腐蝕試驗(含試驗項目、試驗場址選擇等)，惟一年後因經費問題而未執行相關試驗工作。2004 至 2005 年，工研院材化所協助臺灣高鐵公司進行高鐵沿線大氣腐蝕調查工作，評估熱浸鍍鋅鋼材與軌道碳鋼扣件之大氣腐蝕狀況並進行服務壽命計算；有別於現地大氣腐蝕暴露試驗，工研院材化所於計畫執行期間首次採用 ISO 9223[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 SO_2 濃度與過去各單位調查研究之氯離子沉積速率，進行臺灣本島大氣腐蝕環境分類，並比較過去現地暴露試驗之結果。惟估算時使用之氣象與空氣污染資料僅止於 2000 年，且無 SO_2 與氯鹽沉積量之實際量測數據，因此多數地區僅推估出一概括性的大氣腐蝕環境分類。2007 年 3 月起，工研院材化所執行交通部運研所港灣技術研究中心委託「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究(1/2)」計畫，針對臺灣全島地區進行大氣腐蝕劣化因子調查，建置氯鹽沉積量調查 77 個試驗點，二氧化硫沉積量調查 54 個試驗點，現地暴露試驗調查 88 個試驗點，並持續進行試驗取樣與分析工作。

國內大氣腐蝕研究歷程如表 1-1 所示。

表 1-1　臺灣地區大氣腐蝕試驗相關研究歷程

研究單位	測試材料	測試地點	研究期間
臺灣電力公司	Carbon steel, Stainless steel, Galvanized steel, Al, Al alloy, Cu, Cu alloy	金山 (核一廠)	1971.12-1974.7
		澎湖	1984.9-1985.8
		土城	1984.7-1986.6
		林口發電廠	1988.5-1990.4
	Thermal spray of Zn, Al, Cu, Zn/Al, Cu/Zn on carbon steel	澎湖, 陽明山, 林口發電廠	1989.1-1990.12
工業技術研究院	Carbon steel with and without painting	林口發電廠	1983.7-1987.6
		澎湖	1984.7-1987.6
		金山- 汐止	1984.7-1985.6
	Carbon steel and weathering steel with and without painting	臺西	1984.11-1987.6
	Carbon steel, 304, 316 Stainless steel, Cu, Al, Zn, and thermal spray of Al, 5/95 Al/Zn on carbon steel	陽明山	1986.7-1987.6
	Carbon steel, Stainless steel, Weathering steel, Galvanized steel, Al alloy, Cu alloy, etc.	陽明山, 頭城, 樹林, 新竹, 臺中港, 奮起湖, 興達電廠, 高雄, 花蓮, 澎湖	1987.7-1992.6
	Carbon steel, Zn, Al, Cu (ISO 9226)	竹東, 小港, 佳洛水, 麥寮, 枋山, 斗南, 臺東, 大武, 新營, 土城, 以及 1987 至 1992 之測試地點	1992.7-1995.6
	依據 ISO 9223 環境因子分類方法，使用中央氣象局公佈之相對濕度資料、環保署公佈之 SO_2 濃度與過去各單位調查研究之氯離子沉積速率數據，進行臺灣本島大氣腐蝕環境分類		2004-2005
	執行交通部運研所港灣技術研究中心委託「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」計畫		2007.3-目前

表 1.1　臺灣地區大氣腐蝕試驗相關研究歷程（續）

中華電信研究所	Galvanized steel wire (Class A, B, C), Al-coated steel wire	澎湖，基隆，北投，高雄，屏東，臺東	1984-1986
臺灣大學	SS41, Zn and Zn/Al galvanized steel, 304 Stainless steel, Cu, 953 Cu alloy, Al, 356 Al alloy	蘇澳港,臺北市，頭城，宜蘭，高雄，臺中港，林口發電廠，興達電廠，通霄發電廠	1987.5-1990.1
成功大學	SS440, Weathering steel, 304, 430 Stainless steel, Zn and Zn/Al galvanized steel, Cu and Cu alloy	臺南市，安平工業區	1998.4-2001.4
中國鋼鐵公司	Carbon steel, Weathering steel	中山大學，中鋼，新竹	1990.8-present
	Carbon steel, Weathering steel, Galvanized steel	中山大學，中鋼，新竹，樹林，林口電廠	1993.12-present

1.4 計畫工作項目

本計畫為期兩年，第一年已完成的工作如下：

1. 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析。

2. 大氣腐蝕因子調查建置：

   (1) 調查範圍：涵蓋臺灣全島區域之試驗場址(點)選定及相關試樣擺放；包含垂直海岸線與平行海岸線之調查規劃，調查區域的選擇須有腐蝕環境分類之代表性(如海洋區、工業區、城市區、鄉村區、鐵公路沿線等)，最終可繪製各腐蝕因子之等位圖。

   (2) 氣象資料蒐集分析：完成臺灣本島過去 10 年(1998~2007)氣象與空氣污染資料之蒐集與分析，包括氣溫、相對溼度、降水量、風速、風向、SO_2 與 CO 等資料。

   (3) 腐蝕因子調查項目：包括相對溼度、氯鹽(Cl^-)與二氧化硫(SO_2)沉積量之調查，藉以分析季節與區域之關聯性。目前已建置氯鹽沉積量調查 77 個試驗點，二氧化硫沉積量調查 54 個試驗點。

3. 現地暴露試驗：針對碳鋼、鋅、鋁、銅四種金屬，選擇適當位置進行現地暴露試驗，建立腐蝕速率與大氣腐蝕因子之關聯性。目前已建置 88 個試驗點。

4. 資料蒐集與初步分析：完成一次現地取樣與試驗調查分析工作。

5. 大氣腐蝕因子資料庫架構規劃。

本年度(第二年)計畫預計完成之工作項目為：

1. 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析。

2. 持續現地取樣與試驗調查，分析比較每季與一年期之成果與趨勢。

3. 依據第一年調查結果，選擇 3 處同時進行平板試片現地暴露試驗。

4. 依據現地暴露試驗與腐蝕因子調查結果，分析腐蝕速率與腐蝕因子之關聯性。

5. 建立大氣腐蝕因子資料庫。

6. 完成臺灣大氣腐蝕環境分類。

7. 資料庫轉移與操作訓練。

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。

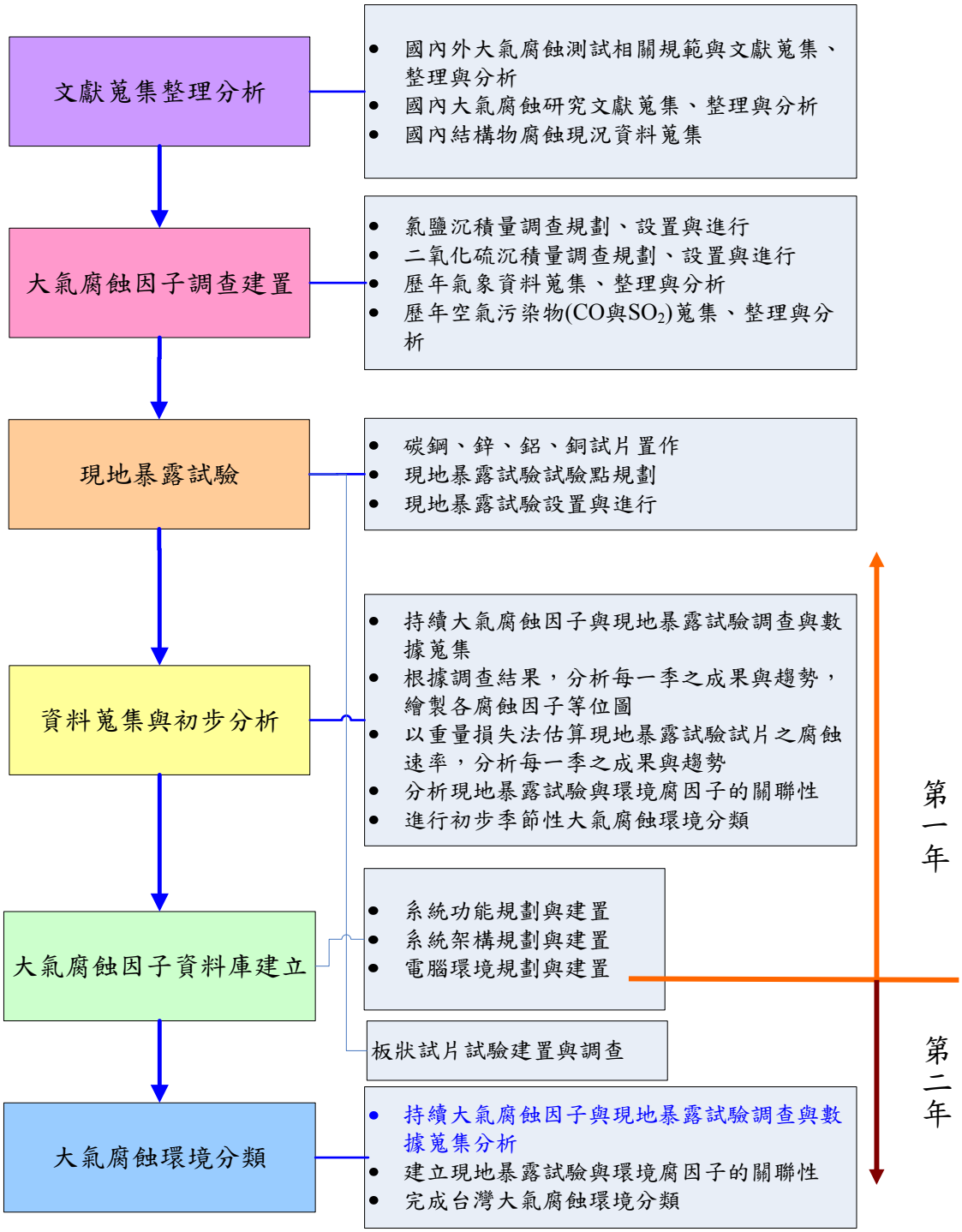


圖 2.1　研究作業流程圖

2.1 國內外大氣腐蝕文獻蒐集整理分析

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

2.2 大氣腐蝕因子調查建置

2.2.1 調查項目與範圍

腐蝕因子調查項目包括相對溼度、氯鹽(Cl^-)與二氧化硫(SO_2)沉積量之調查。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，但氯鹽(Cl^-)與二氧化硫(SO_2)的沉積量屬於空氣污染物之調查，環保署過去並無固定測站進行監測，故第一年執行本計畫時參考 CNS 13754[2] (ISO 9225[3])金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)規範，安裝氯鹽與二氧化硫沉積量採集裝置。氯鹽沉積量採集裝置是以濕燭法進行(圖 2.2)，其原理為使用一個濕纖維織物表面，在已知面積的條件下暴露一段時間，再以化學分析法測定其氯鹽沉積量，並計算所得之氯鹽沉積率，以 $mg/m^2/day$ 表示。二氧化硫沉積量採集裝置是以二氧化硫在二氧化鉛硫酸化平板之沉積速率測定(圖 2.3)，其原理為大氣中二氧化硫與二氧化鉛會反應形成硫酸鉛，暴露一段時間後回收該平板，並針對平板上的附著物進行硫酸鹽分析以測定二氧化硫之含量，二氧化硫的沉積量以 $mg/m^2/day$ 表示。目前臺灣全島已建置氯鹽沉積量調查 77 個試驗點，二氧化硫沉積量調查 54 個試驗點。

本年度將持續第一年現地採樣與試驗調查，即針對氯鹽與二氧化硫的取樣頻率約為每季一次，每次更換新的燭心紗布與二氧化鉛硫酸化平板；測試回收後的樣本則進行沉積速率分析，並繪製沉積速率與時間的關係圖，以探討大氣中之氯鹽與二氧化硫之季節與區域的關聯

性。此外，在一年期暴露時間到達後，亦進行取樣分析，進行季節性與一年期之沉積速率比較。

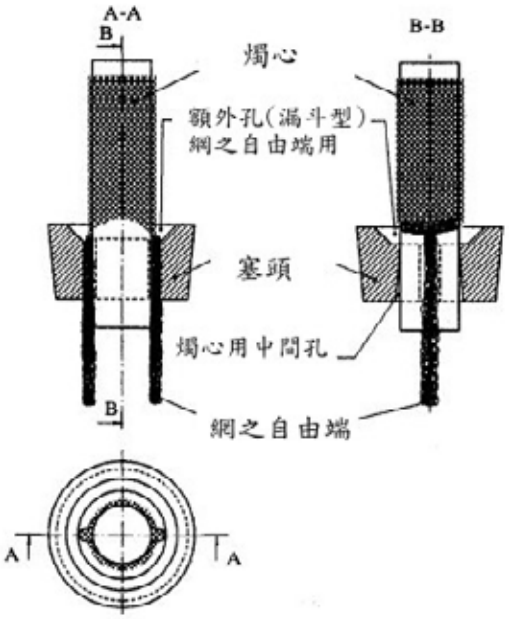


圖 2.2(a) 濕燭法燭心構造示意圖 (CNS 13754)

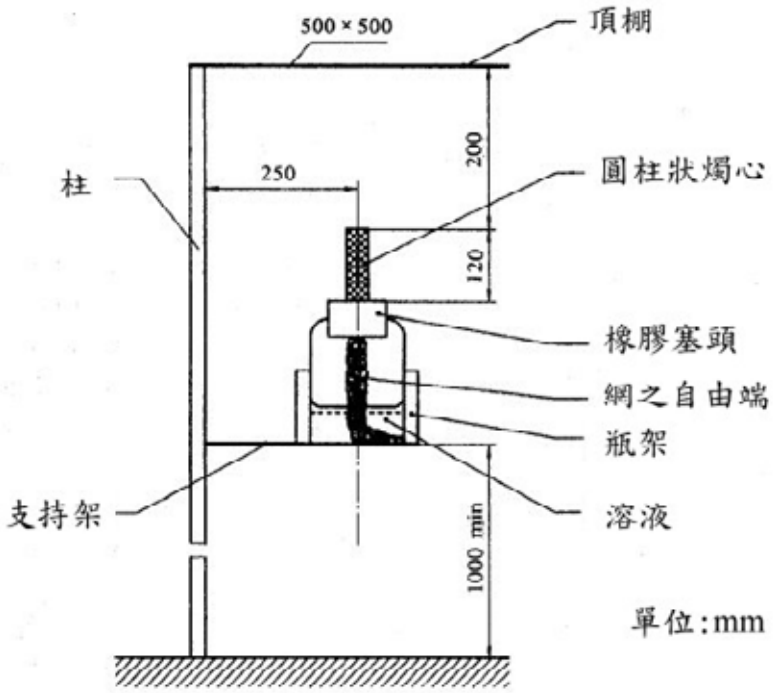


圖 2.2(b) 濕燭法裝置構造圖 (CNS 13754)

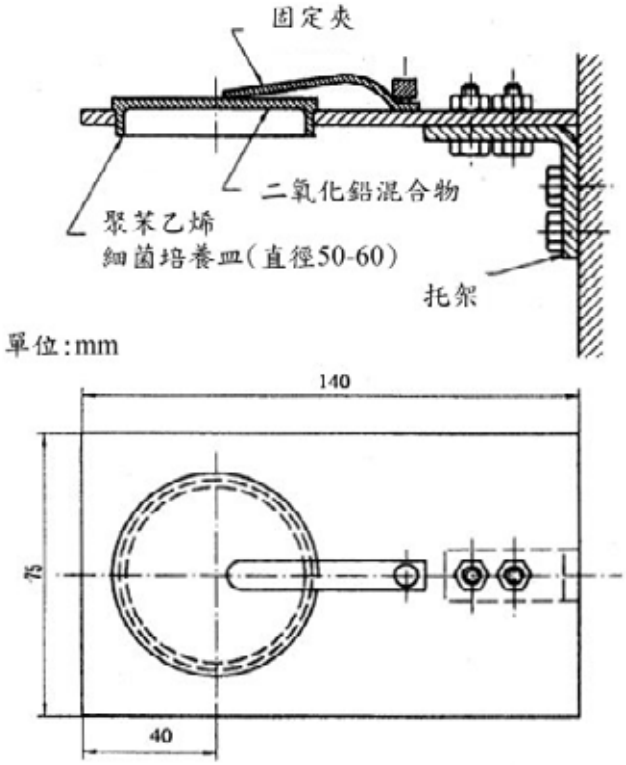


圖 2.3　二氧化硫沉積量採集裝置 (CNS 13754)

2.2.2 氣象資料蒐集與分析

參考 CNS 14123[4]，描述大氣情況所需之環境資料須具備氣溫(^{o}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。

本計畫第一年已完成臺灣本島過去 10 年(1998~2007)氣象與空氣污染資料之蒐集與分析，包括氣溫、相對溼度、降水量、日照時數、風速、風向、SO_2 與 CO 等因子；但為配合臺灣地區各月氣溫變化情形，本年度將 1998~2007 之數據與資料重新整理，定義春季為 3~5 月，夏季為 6~8 月，秋季為 9~11 月，冬季為 12 月~翌年 2 月，並依據中央氣象局與環保署主要測站資料，繪製各項因子之本島等位線圖。此外，持續蒐集與分析 2008 年試驗時間內之氣象與空氣污染資料。

2.3 現地暴露試驗

2.3.1 螺旋狀試片

本研究第一年已針對碳鋼、鋅、銅、鋁四種金屬，選擇適當位置進行現地暴露試驗並以重量損失法計算其腐蝕速率。試片製作的方式參考 CNS 13753[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(圖 2.4)，試片的材料如下：1)碳鋼：非合金碳鋼(Cu=0.03~0.10%, P < 0.07%)，2)鋅：98.5%以上之純度，3)銅：99.5%以上之純度，4)鋁：99.5%以上之純度；將以上金屬之線材，線材直徑 2~3 mm，剪取約 1000 mm 長度，纏繞在直徑為 24 mm 的圓棒上，製成螺旋狀試片。現地暴露試驗調查 88 個試驗點。

本年度將持續第一年現地採樣與試驗調查，取樣頻率仍為每季一次，每次取樣後更換新試片；測試回收後的樣本則進行腐蝕速率分析，以探討季節與區域之大氣腐蝕速率變化。此外，在一年期暴露時間到達後，亦進行螺旋狀試片的取樣分析，進行季節性與一年期之腐蝕速率比較。

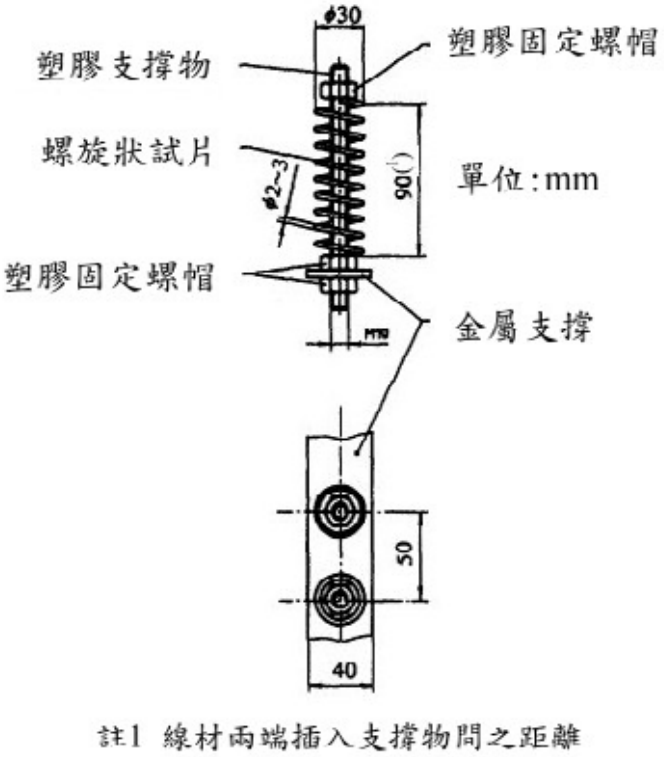


圖 2.4　螺旋狀試片構造圖(CNS 13753)

2.3.2 板狀試片

依據 CNS 13757，量測大氣腐蝕速率的試片有兩種，一種為螺旋狀試片而另一種為板狀試片；為避免螺旋狀試片在長期(一年期以上)暴露後因腐蝕而消耗殆盡，今參考 ASTM G 50-76[7] “Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals”規範製作板狀試片，藉以瞭解金屬長期(一年期以上)的腐蝕速率。試片準備如下：

1. 試片種類：碳鋼、鋅、銅、鋁，其成份將依據 CNS 13757(ISO 9226)規範準備。
2. 試片尺寸：依據 ASTM G 50-76，長度 150 mm、寬度 100 mm、厚度 5 mm 的試片。

3. 試驗期程：10 年。

4. 取樣頻率：6 次，即第 1、2、3、5、8、10 年每年一次。

5. 試片數量：以重量損失法進行腐蝕速率量測，每一試驗點各金屬各須 24 片試片(每次取樣 3 片，重複取樣 6 次，5 片備用，1 片為對照)，共 96 片試片。

6. 試驗地點：選擇足以代表本島不同腐蝕環境之區域，如腐蝕嚴重的鹽害區、工業區，以及腐蝕較輕微的鄉村區(對照組)等 3 處。鹽害區將選定為臺中火力電場，工業區將選擇麥寮工業區，而鄉村區則為溪頭森林區。

7. 大氣暴露試驗架設置：大氣暴露試驗架依據 ASTM G50-76 標規範設置；試驗架離地距離大於 760 mm，試片設置角度與垂直面成 30° 角且面向南方，試片固定座採用絕緣材料。

2.4 資料蒐集與分析

2.4.1 大氣腐蝕因子調查資料蒐集與分析

1. 氣象資料與空氣污染資料

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(SO_2) 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. 氯鹽沉積量分析

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量，繪製臺灣全島之氯鹽沉積量等位圖。

3. 二氧化硫沉積量分析

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量，繪製臺灣全島之二氧化硫沉積量等位圖。

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

2.4.2 現地暴露試驗資料蒐集與分析

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。螺旋狀金屬試片之腐蝕速率單位以 μm/y 表示，計算公式依據 CNS 13753 規範，如下：

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

式中， Rcorr=腐蝕速率(μm/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)

板狀試片的腐蝕速率單位亦是以 μm/y 表示，計算公式如下：

$$CorrosionRate = [k \times (W_1 - W_0)]/(A \times \Delta t \times D) \quad \text{.....(2-2)}$$

式中， k=單位轉換常數

W_0=試片原始重量(g)

W_1=試片暴露後重量(g)

A=試片暴露面積(cm^2)

D=金屬材料之密度 (g/cm^3)

Δt=曝露時間(hour)

各試驗點腐蝕速率計算後，分析比較腐蝕速率與環境因子的關聯性。

2.5 大氣腐蝕因子資料庫建立與轉移

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 SO_2 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、資料處理介面、查詢使用等介面程式設計。
3. 電腦環境規劃：為方便管理及整合資料，本系統將採用目前廣為使用的 Microsoft WINDOWS/XP 為作業平台，資料庫系統將視資料量多寡選用 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。

4. 資料庫轉移與操作訓練：資料庫建立期間將與委託單位相互討論資料庫的架構與應用，並於期末報告審查後將資料庫移轉予委託單位，舉行操作訓練課程。

第三章　文獻回顧

3.1 大氣腐蝕測試規範

3.1.1 國外 ISO 大氣腐蝕環境分類

大氣腐蝕測試工作有系統之進行，最早可溯及美國 ASTM 的 D-1 及 A-1 兩委員會自 1906 年起分別測試塗料塗裝及金屬被覆之鋼鐵產品，自此開始美國便陸續展開數個二十年計畫分別測試當時最新產品的大氣腐蝕耐蝕性及耐久性。國際標準化組織-ISO 於 1985 年起於全球 13 國 47 處地點進行大氣腐蝕暴露試驗，根據這試驗工作成果，於 1992 年發佈 ISO 9223(大氣腐蝕性分類)、ISO 9224[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 ^{o}C，相對濕度大於 80%之小時數或百分比來區分，環境中大氣污染物濃度的嚴重性則是以 SO_2 沉積速率或濃度與氯化物(海鹽)沉積速率分別進行區分，之後，將環境之腐蝕性依污染量或最初第一年之腐蝕率大小，分為 C1, C2, C3, C4 與 C5 五個等級，C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。整體流程如圖 3.1 所示。

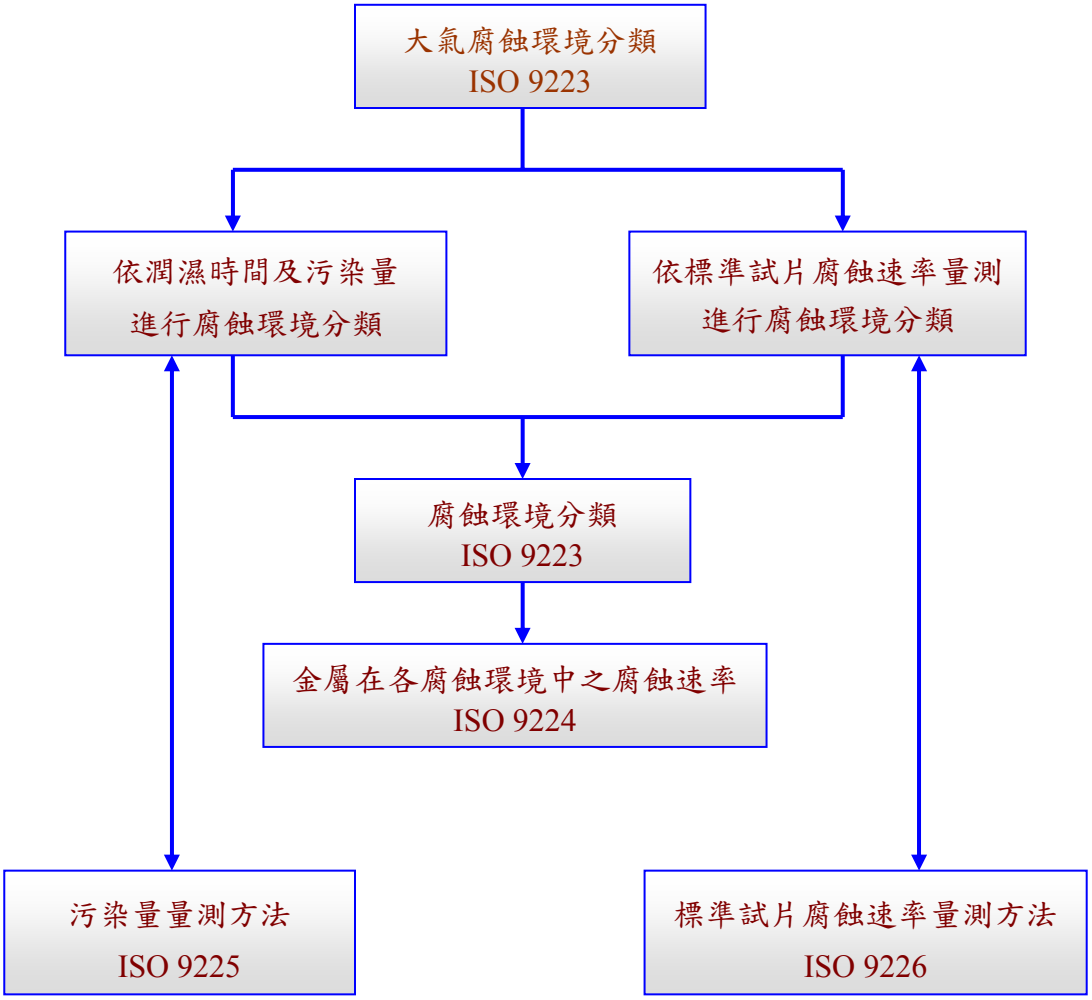


圖 3.1　ISO 大氣腐蝕環境分類

3.1.2 國外 CLIMATE TEST 大氣腐蝕環境分類

依據 ISO 9226 量測大氣腐蝕速率有兩種方式，板狀試片與螺旋狀金屬試片，板狀試片是傳統的量測方式，而螺旋狀試片－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 l/2 UNC。由於鋁線與銅桿在工業性大氣腐蝕環境中有較高的靈敏度，因此取 Al-Cu 組合為工業性環境腐蝕指標，簡稱 I.C.I. (Industrial Corrosivity Indices)。在海洋性大氣腐蝕環境中則以鋁線繞在鐵桿的靈敏度較高，取 Al-Fe 組合作為海洋性環境腐蝕指標 M.C.I. (Marine Corrosivity Indices)，另外 Al 線纏繞成螺旋狀(Al-Coil)及 Al 線繞在塑膠螺桿(Al-Plastic)定為 Al 線在大氣環境的腐蝕指標(Al-A.C.I.)。每一測試裝置是由 Al-Fe、Al-Coil、Al-Plastic、Al-Cu 等四個不同組合單元所組成，並且均固定在一方形塑膠板上，如圖 3.2 所示；再依據腐蝕指標的高低，將大氣環境區分為腐蝕性"可忽略(Negligible)"，"輕微(Moderate)"，"輕微嚴重(Moderate Severe")，"嚴重(Severe)"，與"較嚴重(Very Severe)"等五級。

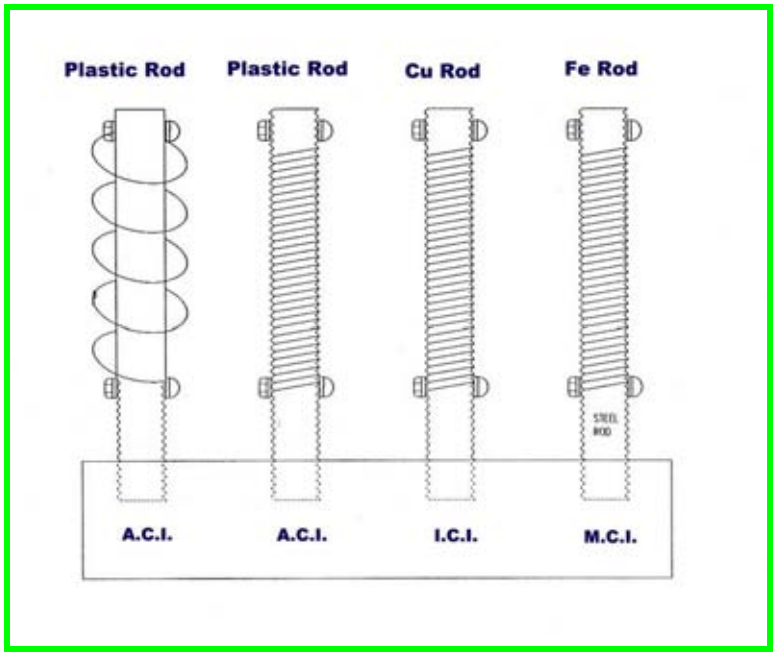


圖 3.2　CLIMATE TEST 大氣腐蝕測試

3.1.3 中華民國國家標準 CNS 規範

有鑑於大氣腐蝕測試的重要，經濟部標準檢驗局於民國 83 年起依據國際標準化組織-ISO 規範(ISO 9223、ISO9224、ISO 9225、ISO 9226、ISO8565[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(^{o}C)、相對濕度(%)、降雨量(mm/day)、日照幅射的時間及強度、二氧化硫沉積量(CNS 13754，$mg/m^2/day$ or $\mu g/m^3$)、與只適用於海邊測試場地之氯鹽沉積速率(CNS 13754，$mg/m^2/day$)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：

陽極反應： $M + xH_2O \rightarrow M^{n+} \bullet xH_2O + ne^-$……..……(3-1)

式中，M 代表金屬，M^{n+}為 n 價金屬離子，$M^{n+} \bullet xH_2O$ 為金屬離子化

水合物。

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

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

由於水、氧在水膜間的擴散率、大氣中的氯離子含量、以及空氣中的污染物質如 SO_2、灰塵等，均會影響金屬在大氣中的腐蝕速率，這些腐蝕因子在金屬大氣腐蝕過程中所扮演的角色如下[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 $FeCl_2$ 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：

$$FeCl_2 + H_2O + 1/2\ O_2 \rightarrow FeOOH + 2HCl \quad \text{(3-4)}$$

$$Fe + 2HCl + 1/2\ O_2 \rightarrow FeCl_2 + H_2O \quad \text{(3-5)}$$

4. 空氣中的污染物質 SO_2

SO_2 在水溶液中具有極高的溶解度(16.2g SO_2/100g H_2O)，且 SO_2 與 O_2 作用形成 SO_4^{2-} 再和鐵循環作用，將會加速腐蝕反應。Florianovich 等人指出[14]，在固定電極電位時，陽極溶解溶解電流是 $[OH^-]$與$[SO_4^{2-}]$的共同函數，在含 SO_2 的大氣中，腐蝕反應步驟如下：

$$Fe + H_2O \rightarrow Fe(OH^-)_{ads} + H^+ \quad \text{(3-6)}$$

$$Fe(OH\text{-})_{ads} \rightarrow Fe(OH)_{ads} + e^- \quad \text{(3-7)}$$

$$Fe(OH)_{ads} + SO_4^{2-} \rightarrow FeSO_4 + OH + e^- \quad \text{(3-8)}$$

由於 $FeSO_4$ 會與 H_2O 作用生成 FeOOH，而釋放出來的 SO_4^{2-}則再次與 FeOH 作用：

$$FeSO_4 + H_2O \rightarrow FeOOH + SO_4^{2-} + 3H^+ + e^- \quad \text{(3-9)}$$

因而加速腐蝕反應。

5. 灰塵

不同地區的灰塵有不同的成份，在鄉村地區通常是來自地表的有機或無機物質，而在都市或工業地區則含有高濃度的工業污染物質及水溶性無機物質，如 SO_2，NO_2 等。灰塵將有助於液膜在較低相對濕度下於金屬表面生成。

3.3 影響大氣腐蝕的因素

1. 大氣的相對濕度

大氣腐蝕是一種水膜下的電化學反應，空氣中水分在金屬表面凝聚生成水膜，與空氣中氧氣通過水膜進入金屬表面，是產生大氣腐蝕的基本條件。水膜的形成與大氣中的相對濕度密切相關，相對濕度的定義是指在某一溫度下，空氣中的水蒸氣含量與在該溫度下空氣中所能容納的水蒸氣最大含量之比值。由於不同物質或同一物質的不同表面狀態，對於大氣中水分的吸附能力不同，因此，當空氣中相對濕度到達某一臨界值時，水分將在金屬表面形成水膜，促使電化學反應產生、腐蝕速率增加，此時的相對濕度值稱為金屬腐蝕臨界相對濕度，如鐵的腐蝕臨界相對濕度為 65%[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 ^{o}C，反應速率增加為原來之 2 倍。

5. 降雨

降雨對大氣腐蝕有兩種影響，一方面因降雨增加，大氣中的相對濕度增加，延長了金屬表面的潤濕時間，同時也因降雨的沖刷，破壞了金屬表面腐蝕產物的保護性，加速大氣腐蝕；但另一方面，因降雨沖洗掉金屬表面的污染物與灰塵，減少了液膜的腐蝕性，減緩大氣腐蝕。此外，工業大氣中的雨水溶解了空氣中的污染物，如 SO_2、Cl^-等，亦加速大氣腐蝕的產生。

6. 風速與風向

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

7. 降塵

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

第四章　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 所示，地理位置則如圖 4.1 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 1998-2007 年氣候資料年報及 2007 年~2008 年 8 月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。依據臺灣地區各月氣溫變化情形、今定義春季為 3~5 月，夏季為 6~8 月，秋季為 9~11 月，冬季為 12 月~翌年 2 月，並依據主要測站資料繪製各項因子本島等位線圖。由於資料來源僅選定氣象局在臺灣本島所設置 21 個主要氣象站，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 2008 年 8 月之氣象資料並進行分析，如下：

1. 氣溫

圖 4.2~圖 4.5 為各測站歷年四季季均溫之變化情形，圖 4.6 為各測站 1998-2007 年各年年均溫之變化，圖 4.7 為各測站 2007 年春季

至 2008 年夏季六季之氣溫變化。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*l，即下四分位數) 下方紀錄資料，上界限是第 75 的百分位數(75%，*Q* 3，即上四分位數) 上方紀錄資料，故盒中至少包含 50%以上變項的觀察值，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(whiisker)，是用以連接觀察體的最大值與最小值。

圖 4.8~圖 4.11 為各季等溫線圖，圖 4.12 為 1998-2007 年之年均溫等溫線圖，圖 4.13 為 2007 年全年氣溫等位線圖，而圖 4.14~圖 4.19 為 2007 年春季-2008 年夏季六季之等溫線圖，圖 4.20~圖 4.22 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 4-2 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 ^{o}C；而山地地區(海拔高於 600m)則較涼爽，均低於 20 ^{o}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 ^{o}C，中部平地地區為 22~24 ^{o}C，北部及東北部平地地區大致在 20~22 ^{o}C 之間，南北之間的溫差大約為 3 ^{o}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 ^{o}C，但平地南、北之間的溫差卻可達到 5 ^{o}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 ^{o}C，而且平地南、北之間的溫差不到 1 ^{o}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 ^{o}C、24.8 ^{o}C 和 24.8 ^{o}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 2008 年 1 月資料為例，臺灣東部的成功測站(北緯 23°06′)，1 月平均氣溫為 19.6 °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 18.7 °C，比成功測站低 0.9 °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 4.23~圖 4.26 為各測站各季相對濕度之變化情形，圖 4.27 為各測站 1998-2007 每年平均相對濕度之變化情形，圖 4.28 為各測站 2007 年春季-2008 年夏季六季間之相對濕度變化。1998 年至 2007 年期間各主要氣象站各季測得最大相對濕度為 2005 年及 2006 年夏季

阿里山測站測得之 95.0%；而最小季相對濕度為 53.3%，發生於 2003 年冬季玉山測站；各季相對濕度大多介於 75%~90%。此外，1998 至 2007 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 89.2%，竹子湖測站次之 87.0%，而最低為玉山 72.5%，第二低為恆春測站 73.5%。

圖 4.29~圖 4.32 為各季相對濕度等位線圖，圖 4.33 為 1998-2007 年之年平均相對濕度等位線圖，圖 4.34 為 2007 年全年之相對濕度等位線圖，圖 4.35~圖 4.40 為 2007 年春季-2008 年夏季六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 74%，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 2007 年各測站各月平均相對溼度超過 80%之月數資料，結果如表 4.3 與圖 4.41 所示，由統計結果發現鞍部、竹子湖、阿里山及及日月潭測站平均每年約有 7 個月以上相對溼度超過 80%。

3. 日照時數

圖 4.42~圖 4.45 為各測站各季總日照時數之變化情形，圖 4.46 為各測站 1998-2007 年每年之總日照時數分佈圖，圖 4.47 為各測站 2007 年春季-2008 年夏季六季之日照時數變化。

圖 4.48~圖 4.51 為各測站各季日照時數等位線圖，圖 4.52 為 1998-2008 之平均總日照時數等位線圖，圖 4.53 為 2007 年全年之總日照時數等位線圖，圖 4.54~圖 4.59 為 2007 年春季-2008 年夏季六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 1913.7 小時最高、2003 年 1911.6 小時次之，1999 年最低為 1584.6

小時。

4. 風速、風向

圖 4.60~圖 4.63 為各測站 1998-2007 年期間各季平均風速之變化情形，圖 4.64 為各測站 1998-2007 年期間年平均風速之變化情形，圖 4.65~圖 4.70 為各測站各季與全年平均風速等位線圖，圖 4.71 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 3.3m/s，鞍部為測站 3.2m/s、基隆為測站 3.0m/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 2007 年各測站各季最多風向如表 4-4~ 表 4-7 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 4.72~圖 4.75 為各測站各季累計降水量之柱狀圖與盒鬚圖，圖 4.76 為各測站 1998-2007 年全年累計降水量之分佈圖，圖 4.77 為各測站 2007 年春季-2008 年夏季六季季之累降水量變化柱狀圖。圖 4.78~圖 4.83 為各季及全年平均累計降水量等位線圖，圖 4.84~圖 4.89 為 2007 年春季-2008 年夏季六季累計降水量等位線圖，圖 4.90~圖 4.92 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 4.92 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 1998~2007 年資料為準，就年平均降水量而言，21 個測站平均為 2,702 公厘，單站年平均降水量記錄以鞍部測站的年雨量 5,026 公厘為最多、蘇澳測站的 4,559 公厘為次之，台南測站排名 19 為 1,828 公厘、新竹測站排名 20 為 1,792 公厘，梧棲測站最小為 1,404 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記錄，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 4.93~圖 4.96 為各測站各季降水日數之柱狀圖與盒鬚圖，圖 4.97 為各測站 1998-2007 年全年降水日數之變化圖，圖 4.98 為各測站於 2007 年春季-2008 年夏季六季季降水日數之柱狀圖。圖 4.99~圖 4.104 為各季及全年平均降水日數等位線圖，圖 4.105~圖 4.110 為

2007 年春季-2008 年夏季六季季降水日數等位線圖。由等位線圖可明顯看出，春、秋、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，夏季則全台降雨日皆較大、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 48 日、秋季 42 日次之、春季 39 日再次之，冬季最少為 36 日；以年平均降水日數而言，其中以 1998 年 162 日最高，1999 年及 2000 年 154 日次之，2003 年最低為 117 日。

7. 雨水酸鹼度值

圖 4.111~圖 4.112 為各測站 1998-2007 年全年平均及 2007 年 3 月~2008 年 8 月(2007 年春季-2008 年夏季) 雨水酸鹼度值之柱狀圖與盒鬚圖，圖 4.113~圖 4.119 為歷年平均及 2007 年春季-2008 年夏季六季各季雨水酸鹼度值等位線圖，表 4-8 為中央氣象局各氣象站 2007 年 3 月至 2008 年 8 月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 (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，1998~2007 年雨水酸鹼值平均值僅基隆氣象站(pH=4.6)達酸雨標準，2007 年 3 月～2008 年 8 月雨水酸鹼值平均值達酸雨標準者有基隆(4.3) 及鞍部(4.4)兩站。

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分布情形，整體而言在海拔五百公尺以下的區域，大致上呈現由東北往西南方向遞增的現象，東海岸狹長帶狀平地之輻射量，呈現從花蓮一路往南方向遞增直到台東，之後的大武輻射量便逐漸下降，臺灣主要地點之全年太

陽輻射量如表 4-9 所示。臺灣本島全年太陽輻射量最多的地方是嘉義及台東，為 130.9~133.1 千卡/平方公分，其原因主要是地理緯度低、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 77.3 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 2 0 度至 2 5 度之間的地帶，在大氣層頂之全年太陽輻射總量大約為 2 9 0 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(PM_{10})、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO_2)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO_2)、氮氧化物(NOx)、臭氧(O_3)、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 4-10，測站位置分布如圖 4.120。其中三民站自 89 年 1 月拆除，資料提供至 88 年 12 月止；大同測站自 94 年 8 月拆除，改遷至泰山收費站，資料提供至 94 年 7 月止；五權測站 93 年 8 月由中壢新明國中移至平鎮文化國小，96 年 4 月更名為平鎮站。

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 1998~2008 年 8 月監測數據作為參考資料，季節性之定義同氣象資料分析時之今定義：春季為 3~5 月，夏季為 6~8 月，秋季為 9~11 月，冬季為 12 月~翌年 2 月；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 4.121~圖 4.132 為 SO_2、NO_2 及 CO 根據 72 個監測站 1998 年 3 月~2008 年 8 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 4.133~圖 4.138 則為 SO_2、NO_2 及 CO 根據 1998 年 1 月~2007 年 12 月資料所繪製之 1998 年~2007 年及 2007 年平均濃度等位線圖；圖 4.139~圖 4.156 則為 SO_2、NO_2 及 CO 根據 2007 年 3 月~2008 年 8 月資料所繪製之四季季節性濃度等位線圖。

由 SO_2 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 NO_2 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 NO_2 濃度高區位址相同。

圖 4.157~圖 4.160 為二氧化硫於 1998 年~2008 年各季在各縣市所監測得之濃度圖，圖 4.161 為 2007 年春季-2008 年夏季六季 SO_2 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。由圖中可看出夏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，尤其以秋季及冬季最為明顯(9ppb~12ppb)。除基隆市、台北縣市，桃園縣及宜蘭縣外，其他縣市在秋、冬兩季濃度均較春、夏兩季為高。

圖 4.162~4.165 為氮氧化物於 1998 年~2008 年各季在各縣市所監所測得之濃度圖，圖 4.166 為 2007 年春季-2008 年夏季六季 NO_2 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冬季，一年中最小濃度發生於夏季。四季濃度最高值發生在皆發生於台北縣市、次高則發生於高雄縣市。

圖 4.167~4.170 為一氧化碳於 1998 年~2008 年各季在各縣市所測得之濃度分布圖，圖 4.171 為 2007 年春季-2008 年夏季六季 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冬季、最小濃度發生在夏季。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 4.172~圖 4.174 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，以工業區測站(4.4ppb~11.3ppb)及交通測站(4.7ppb~9.7ppb)較高、公園測站最低(0.3ppb~2.5ppb)，其原因為工業區工廠內部鍋爐使用大量液態燃料及交通工具排放廢氣所導致之結果；而在氮氧化物方面，交通測站濃度(22ppb~43ppb)遠大於工業測站(11ppb~26ppb)及一般測站(13ppb~25ppb)，而公園綠地(1ppb~4ppb) 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(0.9ppm~2.0ppm)、公園測站最低(0.1ppm~0.3ppm)，其它測站差異則較不明顯(0.2ppm~ 0.9ppm)。

表 4-1 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 4-2　臺灣各地的平均氣溫（^{o}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
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
淡水	19.0	北部	15.1	15.5	17.2	21.3	24.4	27.0	28.8	28.5	26.7	23.7	20.5	17.0	22.1
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	17.7	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	17.7	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	20.3	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	20.8	17.7	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	25.0	21.6	18.0	23.2
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	19.3	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	10.0	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	21.0	17.6	22.9
玉山	3844.8	南部山區	-1.4	-0.8	1.1	3.4	5.6	7.0	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	18.9	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	20.5	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	21.7	25.1

統計期間：1971-2007 年

表 4-3　1998-2007 年每年各測站相對濕度大於 80%之總月份 (資料來源：中央氣象局網站)

測站名稱	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
鞍部	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11
竹子湖	12	11	12	12	12	12	12	11	12	11
淡水	9	3	8	7	5	5	7	5	8	3
基隆	4	1	6	3	0	1	1	1	3	2
台北	4	3	4	3	1	1	1	3	1	1
新竹	6	2	6	5	1	2	7	1	5	1
宜蘭	11	12	10	10	5	5	3	4	6	8
蘇澳	8	8	8	8	5	4	6	5	8	5
梧棲	0	1	6	5	0	4	3	2	3	5
台中	2	1	2	0	0	0	0	3	4	0
花蓮	7	7	10	5	2	3	3	4	3	4
日月潭	12	10	9	8	9	8	7	10	9	9
阿里山	9	9	10	10	10	11	11	12	12	11
嘉義	8	7	5	6	2	3	1	7	9	4
玉山	4	4	4	4	2	1	3	6	4	3
成功	8	6	8	5	4	5	2	4	3	0
台南	1	4	9	5	0	4	3	2	7	1
台東	3	2	0	0	0	0	1	0	0	1
高雄	5	5	3	5	3	1	0	2	3	2
大武	0	2	5	6	4	5	2	0	1	1
恆春	1	4	2	4	0	2	1	2	3	2

表 4-4　1998 年-2007 年 3-5 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	主要風向
鞍部	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NE	NE	SSE	NNE	NNE
淡水	SE	SE	SSE	NNE	NNE	NNE	NNE	SSE	SSE	NNE	NNE
基隆	ENE	ENE	NE	NNE	NE	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE
台北	ENE	ENE	ENE	E	E	E	N	E	E	E	E
新竹	E	NE	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NE	WNW	NW	NNE
宜蘭	ENE	NE	WNW	WNW	ESE	ENE	ENE	ENE	ENE	W	ENE
蘇澳	WSW	WSW	W	WSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW
梧棲	NNE	N	N	NNE	NNE	N	N	N	N	N	N
台中	N	NNW	NNW	NNW	NW	NW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW
花蓮	SW	NE	NE	WSW	WSW	NNE	WSW	NE	NNE	WSW	NE
日月潭	N	W	W	WNW	WNW	WNW	NW	NW	W	WNW	W
阿里山	WSW	W	ENE	WSW	S	SW	W	W	W	W	W
嘉義	N	N	N	N	NW	NW	N	NW	N	N	N
玉山	WNW	NW	NW	W	W	WNW	WNW	WNW	W	W	WSW
成功	NNE	NNE	NNW	NNE	NNW	NNE	NNE	NNE	NNE	NNW	NNE
台南	NNW	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
台東	NNW	NNW	NE	NW	WNW	NE	NW	NNW	NNW	NNW	NNW
高雄	SSE	WNW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
大武	WSW	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	E	NE	NE	NE	E	NE	NE	NE	NW	NE	NE

資料來源：中央氣象局氣候 87 年-96 年氣候資料年報

表 4-5　1998 年-2007 年 6-8 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	主要風向
鞍部	S	S	N	SSE	N	N	N	NE	S	N	N
竹子湖	NNE	NNE	NE	NE	NW	NNE	NNE	ENE	NW	NE	NNE
淡水	SE	SE	SSE	SSE	WNW	WNW	SSE	SSE	SSE	NW	SSE
基隆	SSW	SW	SW	NE	NE	NE	NE	NE	SW	SW	NE
台北	SSW	SSE	SSE	S	E	S	E	E	SSE	SSE	SSE-S
新竹	WSW	WSW	WSW	WSW	ESE	WSW	NE	WNW	WNW	WNW	WSW
宜蘭	ENE	E	WNW	SE	ESE	E	SE	ENE	ESE	W	ESE
蘇澳	WSW	WSW	SSE	SSE	WSW	SSE	SSE	WSW	WSW	WSW	WSW
梧棲	SSE	SE	SE	SSE	SSE	SE	NNW	NNW	SSE	SSE	SSE
台中	S	SSW	SSW	NNW	NW	S	NNW	SSW	WSW	S	SSW
花蓮	SW	SW	SSE	WSW	WSW	WSW	WSW	SSE	WSW	WSW	WSW
日月潭	S	N	NW	NW	NNW	WNW	NW	N	WNW	NW	NW
阿里山	WSW	S	SSE	SE	WSW	SSE	S	NNE	W	SSE	SSE
嘉義	S	SSW	SSW	SSW	W	W	NW	SSW	S	SSW	SSW
玉山	NW	WNW	WNW	E	SSW	SSE	WNW	SE	ESE	ESE	WNW
成功	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
台南	SE	SE	SSE	SSE	SSE	SSE	NNW	SSE	WSW	WSW	SSE
台東	NW	NW	NW	WNW	WNW	WNW	NW	SSW	NW	S	NW
高雄	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	NW	SSE	SSE	SSE	SSE
大武	W	W	WNW	NNE	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW
恆春	E	W	E	NNE	W	W	NE	SSW	ESE	WNW	W

資料來源：中央氣象局 87 年-96 年氣候資料年報

表 4-6　1998 年-2007 年 9-11 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	主要風向
鞍部	S	S	N	N	N	S	N	S	N	S	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	NW	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE
淡水	NNE	NE	NNE	NNE	SE	WNW	NNE	SE	NNE	NNE	NNE
基隆	NE	ENE	ENE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	N	NE
台北	ENE	ENE	E	E	E	E	E	E	E	E	E
新竹	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NNE	NNE	NE
宜蘭	ENE	W	ENE	WNW	ENE	WSW	W	ENE	W	W	W
蘇澳	WSW	W	W	WSW	WSW	W	W	W	WSW	W	W
梧棲	NNE	N	N	NNE	NNE	N	N	N	N	N	N
台中	N	N	NNE	N	N	N	N	N	N	NNW	N
花蓮	NNE	NE	WSW	NE	WSW	NE	NE	WSW	WSW	E	NE
日月潭	S	N	WNW	NW	WNW	S	NW	W	W	N	ENE-NW
阿里山	N	N	ENE	NE	NNE	ENE	N	N	N	N	N
嘉義	N	N	N	N	N	N	N	N	NW	N	N
玉山	NW	E	WNW	WSW	WNW	WNW	N	WNW	WSW	ESE	WNW-N
成功	NNE	NNE	NNW	N	NNW	NNW	N	NNE	NNE	NNE	NNE-NNW
台南	N	N	N	N	N	N	SSW	N	N	N	N
台東	NNW	NNW	NE	NE	NW	NNW	NNW	NNW	NE	NE	NNW
高雄	N	N	N	NNE	N	NW	NW	NW	NW	NW	N-NW
大武	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	NNE	NNE	NE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

資料來源：中央氣象局 87 年-96 年氣候資料年報

表 4-7　1998 年-2007 年 12-2 月主要風向一覽表

年 測站	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	主要風向
鞍部	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	N
竹子湖	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE
淡水	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
基隆	ENE	NNE	NE	NNE	NNE	NE	NNE	N	N	NNE	NNE
台北	ENE	ENE	E	E	E	E	E	E	E	ENE	E
新竹	NE	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE	NNE
宜蘭	SW	WNW	WNW	W	WNW	W	WSW	WSW	W	W	W
蘇澳	W	W	WSW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW
梧棲	N	N	NNE	NNE	NNE	N	N	N	N	N	N
台中	N	N	N	NW	NNW	NNW	N	N	NNW	NNW	N
花蓮	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NNE	NE
日月潭	S	S	W	W	WNW	W	W	NW	S	S	S-W
阿里山	W	S	W	SE	SW	W	W	SW	W	SSE	W-SW
嘉義	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
玉山	NW	NW	W	W	NW	WNW	WNW	W	W	W	W-NW
成功	NNE	NNE	N	NNW	NNW	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
台南	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
台東	NNW	NNW	NE	NW	NW	NNW	NE	NNW	NNW	NNW	NNW
高雄	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
大武	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
恆春	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

資料來源：中央氣象局 87 年-96 年氣候資料年報

表 4-8 中央氣象局各氣象站 2007 年 3 月至 2008 年 9 月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
2007/03	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
2007/04	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
2007/05	4.5	4.3	5.3	5.3	5.6	5.2	5.9	5.8	5.8	5.6	6.1	5.0	5.6	5.5	4.9	4.7	4.8	5.3
2007/06	4.6	4.6	4.9	5.7	6.0	5.5	5.9	5.7	6.0	5.7	6.2	6.2	5.5	6.1	5.4	5.2	5.2	5.5
2007/07	4.3	4.0	4.5	-	6.2	5.6	6.1	5.9	5.9	5.5	6.0	6.1	-	6.5	5.4	-	-	5.5
2007/08	5.2	4.9	5.1	6.2	5.9	5.8	6.0	5.8	5.8	5.4	6.1	6.1	5.8	6.1	6.1	5.6	5.4	5.7
2007/09	4.8	4.6	4.9	5.4	5.5	5.5	5.8	5.8	5.1	5.2	5.8	5.9	5.6	5.8	5.9	4.8	4.6	5.3
2007/10	4.4	4.3	5.1	5.0	5.2	6.2	5.7	5.8	5.4	4.8	6.2	6.2	5.5	5.6	5.0	5.6	5.1	5.4
2007/11	4.2	4.3	5.2	5.5	6.2	5.6	6.2	6.1	6.0	6.0	6.2	6.2	5.5	5.7	4.8	5.6	4.4	5.5
2007/12	3.7	4.0	5.4	5.5	5.8	-	-	-	-	-	-	5.8	4.9	5.3	4.1	4.7	4.2	4.9
2008/01	3.9	4.6	4.9	5.4	6.0	5.9	6.1	6.2	5.8	5.6	-	5.9	5.7	5.7	5.2	4.1	4.2	4.7
2008/02	4.0	4.3	4.5	4.6	5.8	5.4	6.0	6.1	5.7	5.7	5.3	5.7	4.7	4.9	4.7	4.4	3.8	4.2
2008/03	3.9	4.1	4.6	4.8	4.6	4.4	5.1	4.7	5.7	5.7	5.6	4.2	4.2	4.9	4.6	4.0	4.0	4.8
2008/04	4.1	4.4	4.7	4.5	4.8	4.8	5.3	5.3	4.7	5.3	5.3	5.6	5.1	5.0	4.8	4.1	4.5	4.5
2008/05	4.3	4.2	4.9	4.7	5.8	5.6	5.8	5.7	5.3	5.5	6.0	5.5	5.4	5.4	5.1	4.1	4.9	5.3
2008/06	4.6	4.6	5.4	5.4	5.8	5.8	6.1	6.1	6.0	5.7	5.8	6.1	6.0	5.7	5.2	5.3	5.5	6.0
2008/07	5.0	4.8	5.8	6.0	5.9	5.6	6.0	6.2	5.8	5.5	6.1	6.0	5.6	6.1	6.0	5.5	5.9	5.9
2008/08	3.9	5.5	5.3	4.9	6.1	5.7	6.0	6.1	5.6	5.5	6.2	6.1	6.2	5.7	5.0	5.5	5.7	6.2
2008/09	4.9	4.5	5.6	5.6	5.2	5.7	5.4	6.1	5.5	5.1	5.6	5.8	5.6	5.8	6.0	4.0	4.7	5.7
平均值 Mean	4.4	4.4	5.0	5.2	5.6	5.4	5.8	5.8	5.7	5.5	5.9	5.8	5.3	5.6	5.1	4.8	4.8	5.3
最高值 Max	5.2	5.5	5.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0	6.2	6.2	6.2	6.5	6.1	5.6	5.9	6.2
最低值 Min	3.7	4.0	4.4	4.5	4.6	4.4	5.1	4.7	4.7	4.8	5.3	4.2	4.2	4.7	4.1	4.0	3.8	4.2

備註：- 表示未下雨或是雨量不足。　　資料來源：中央氣象局

表 4-9　2005 年至 2007 年臺灣各地之全年太陽輻射量

年 / 測站	2005 年		2006 年		2007 年	
	MJ/m²/yr	cal/cm²/yr	MJ/m²/yr	cal/cm²/yr	MJ/m²/yr	cal/cm²/yr
淡水	3613.0	86.28	3606.0	86.11	3709.3	88.58
基隆	3237.9	77.32	3132.4*	74.80*	3114.1	74.36
台北	3793.3	90.58	3783.3	90.35	3724.2	88.93
新竹	4329.7	103.39	4340.2	103.64	4408.0	105.26
宜蘭	3819.9	91.22	3756.5	89.71	3718.5	88.80
台中	5104.9	121.91	5180.0	123.70	5353.2	127.83
花蓮	3553.6	84.86	3004.5	71.75	4391.1	104.86
日月潭	4210.1	100.54	4173.6	99.67	4269.5	101.96
阿里山	4376.5	104.51	4170.0	99.58	4427.5	105.73
嘉義	5480.3	130.87	5571.8	133.05	5793.6	138.35
玉山	4476.9*	106.91*	4035.6*	96.37*	5046.0*	120.50*
台南	5157.2	123.15	4600.5	109.86	5047.3*	120.53*
台東	5539.3	132.28	5488.6	131.07	5541.6	132.33
高雄	4880.1	116.54	5008.1	119.59	5213.6	124.50
大武	4627.1	110.50	4656.8	111.20	4639.6	110.79
恆春	5113.3	122.11	5241.4	125.16	5069.6	121.06

備註：1.單位：百萬焦耳／平方公尺／年(MJ/m²/year)、千卡／平方公分／年(kcal/cm²/year)

2.資料中＊表資料不完整（2004 年−玉山、2005 年−基隆及玉山）

3.資料來源根據中央氣象局 94 年-96 年氣候資料年報

表 4-10 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	36	25	7	45	11	15	30
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	后莊國小(苗栗縣)	苗栗縣頭份鎮後莊里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：環保署空氣品質監測報告95年、96年年報及97年網站更新資料

表 4-10 環保署所屬各空氣品質監測站一覽表(續)

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	埔里站	埔里國中(埔裡鎮)	南投縣埔里鎮西安路一段 193 號	120	57	34	23	58	13	3	5	15

資料來源：環保署空氣品質監測報告 95 年、96 年年報及 97 年網站更新資料

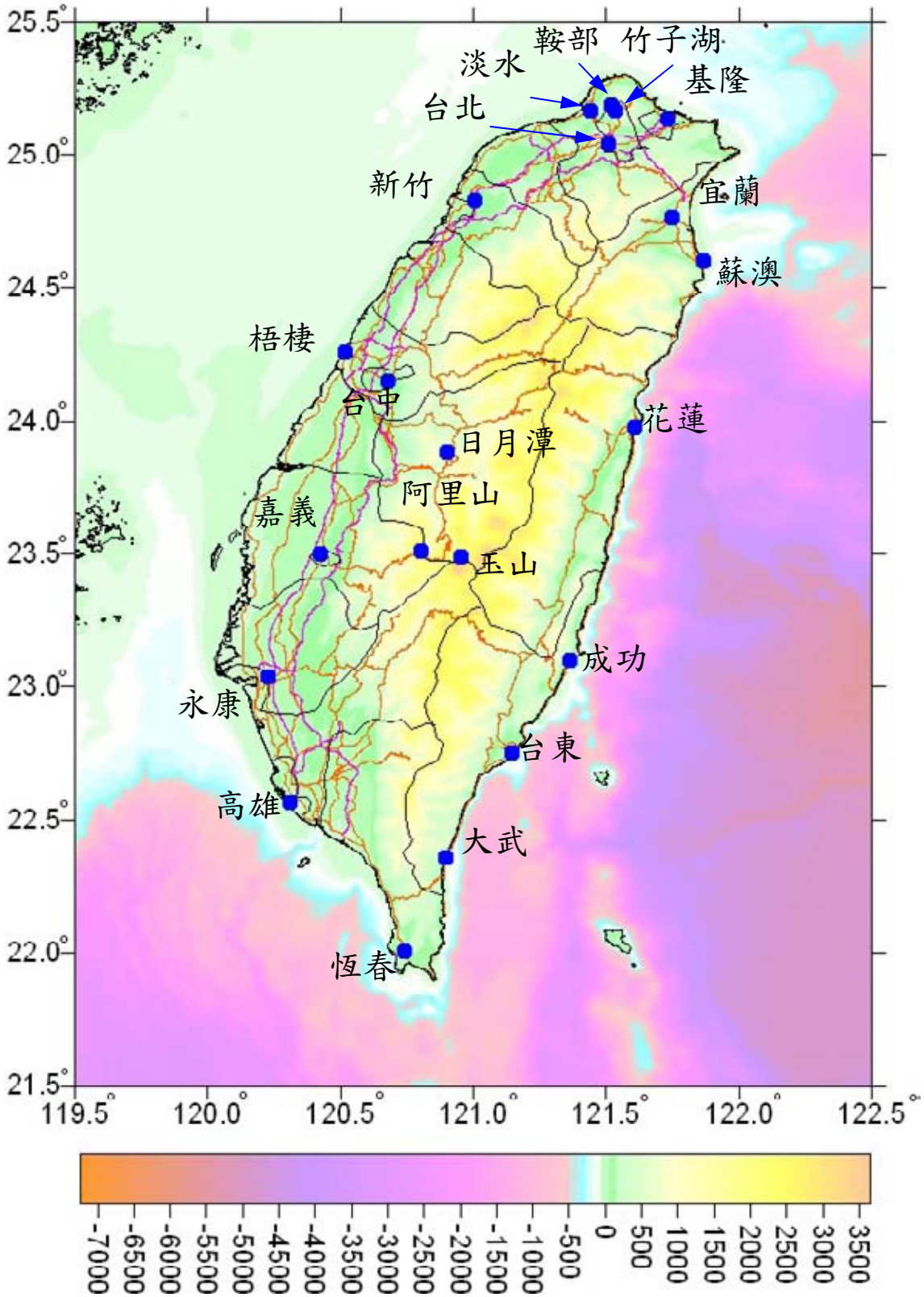


圖 4.1 中央氣象局各氣象測站分佈圖

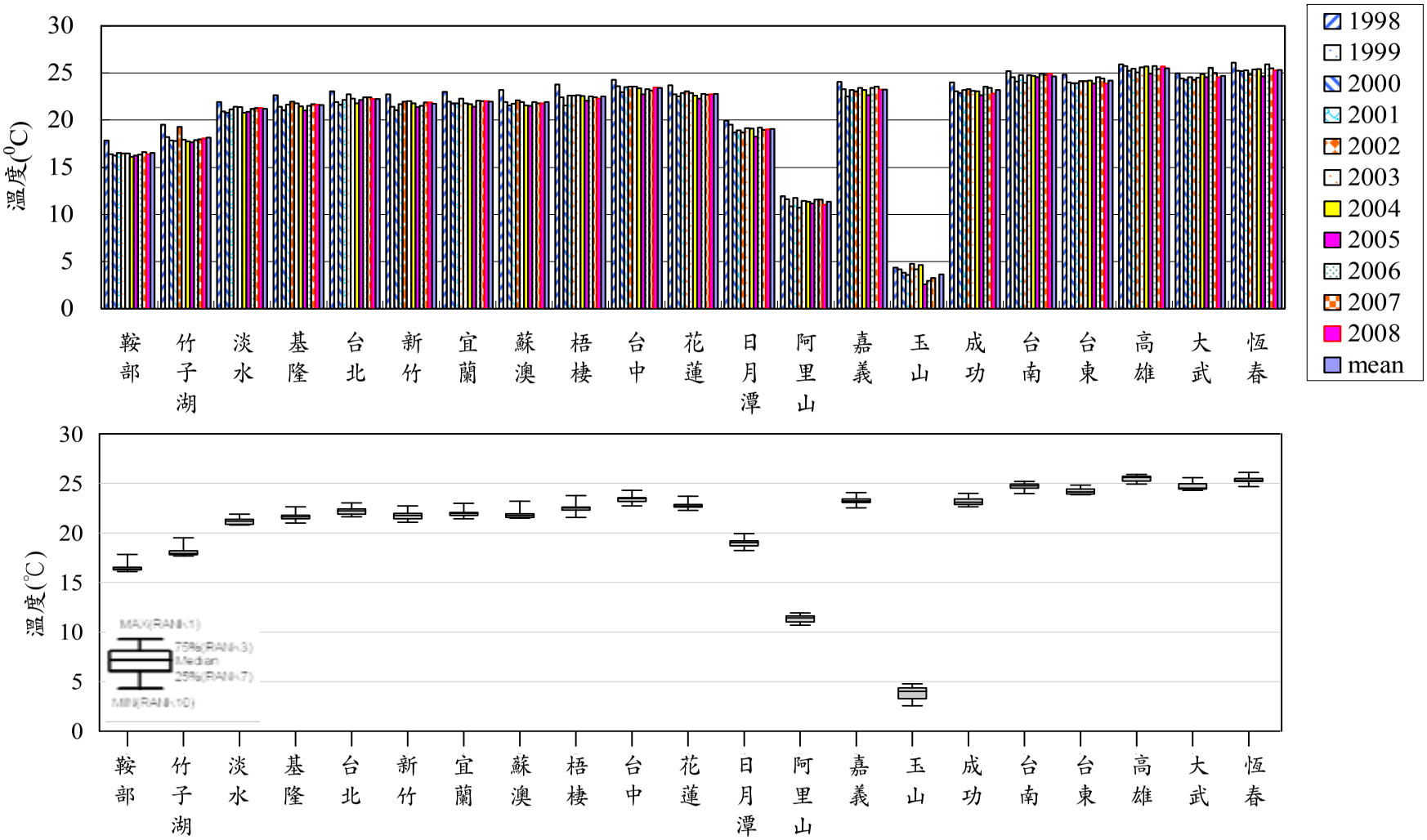


圖 4.2 中央氣象局各氣象測站 1998-2008 年春季季均溫分佈及盒鬚圖

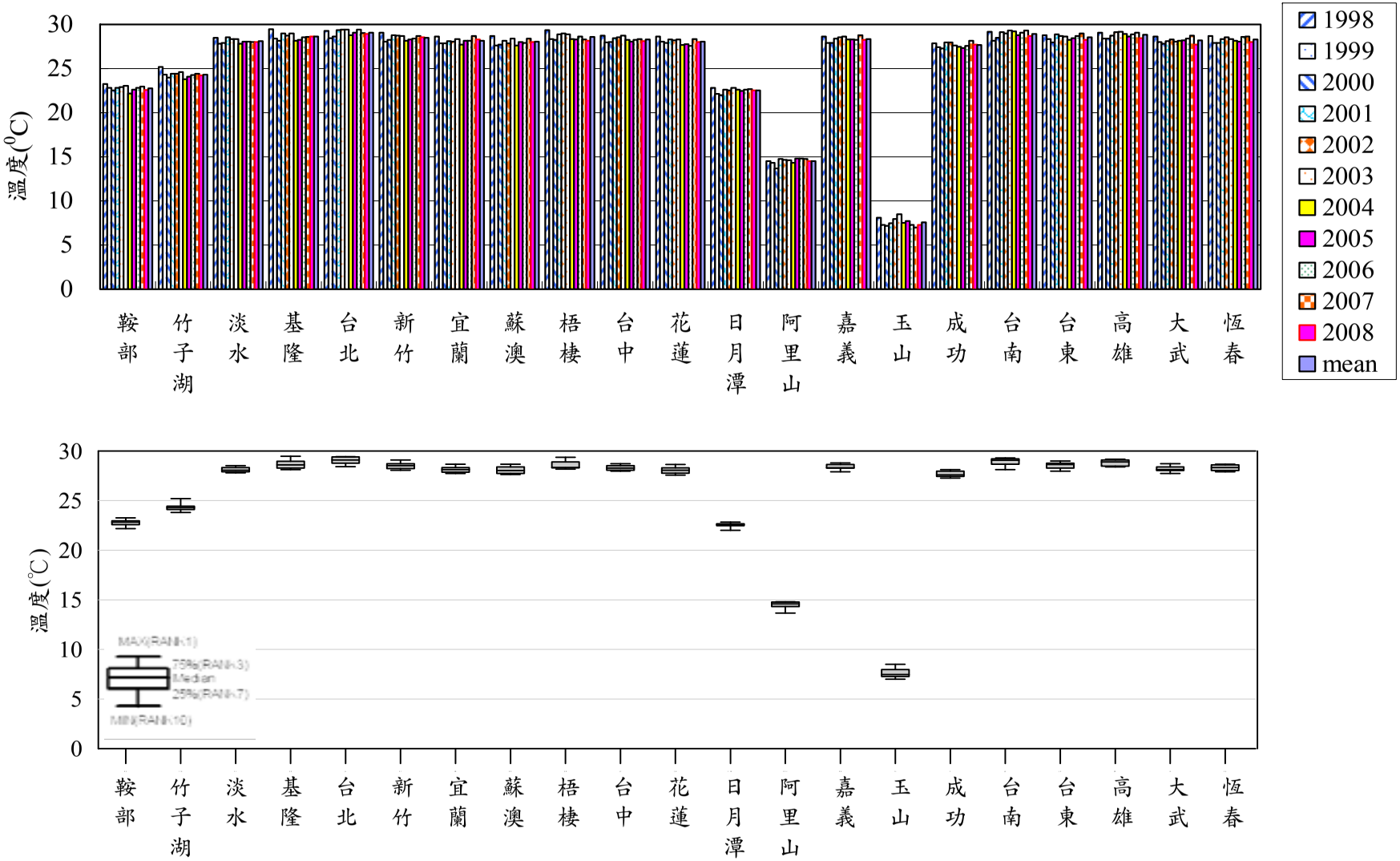


圖 4.3 中央氣象局各氣象測站 1998-2008 年夏季季均溫分佈及盒鬚圖

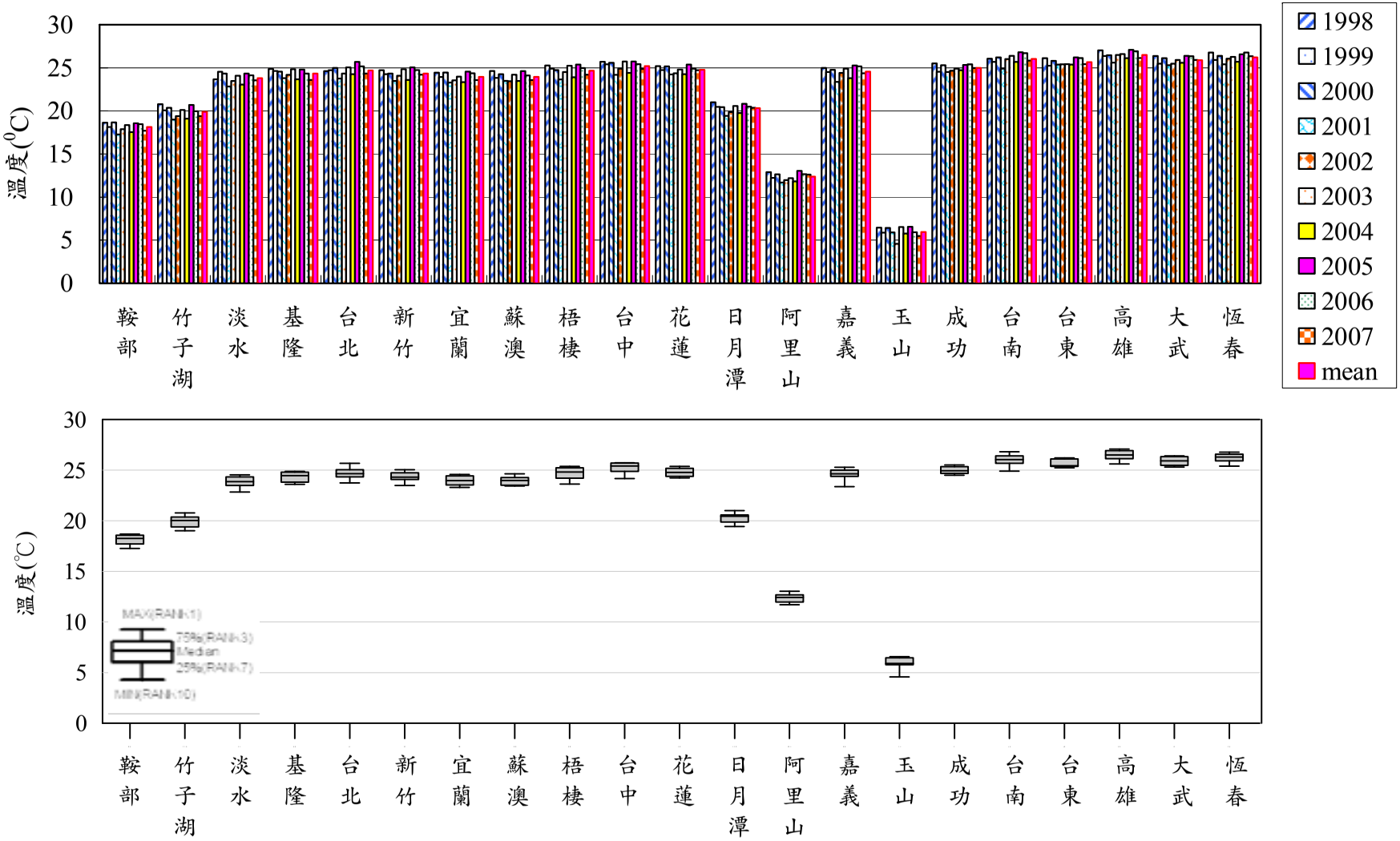


圖 4.4 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年秋季季均氣溫分佈及盒鬚圖

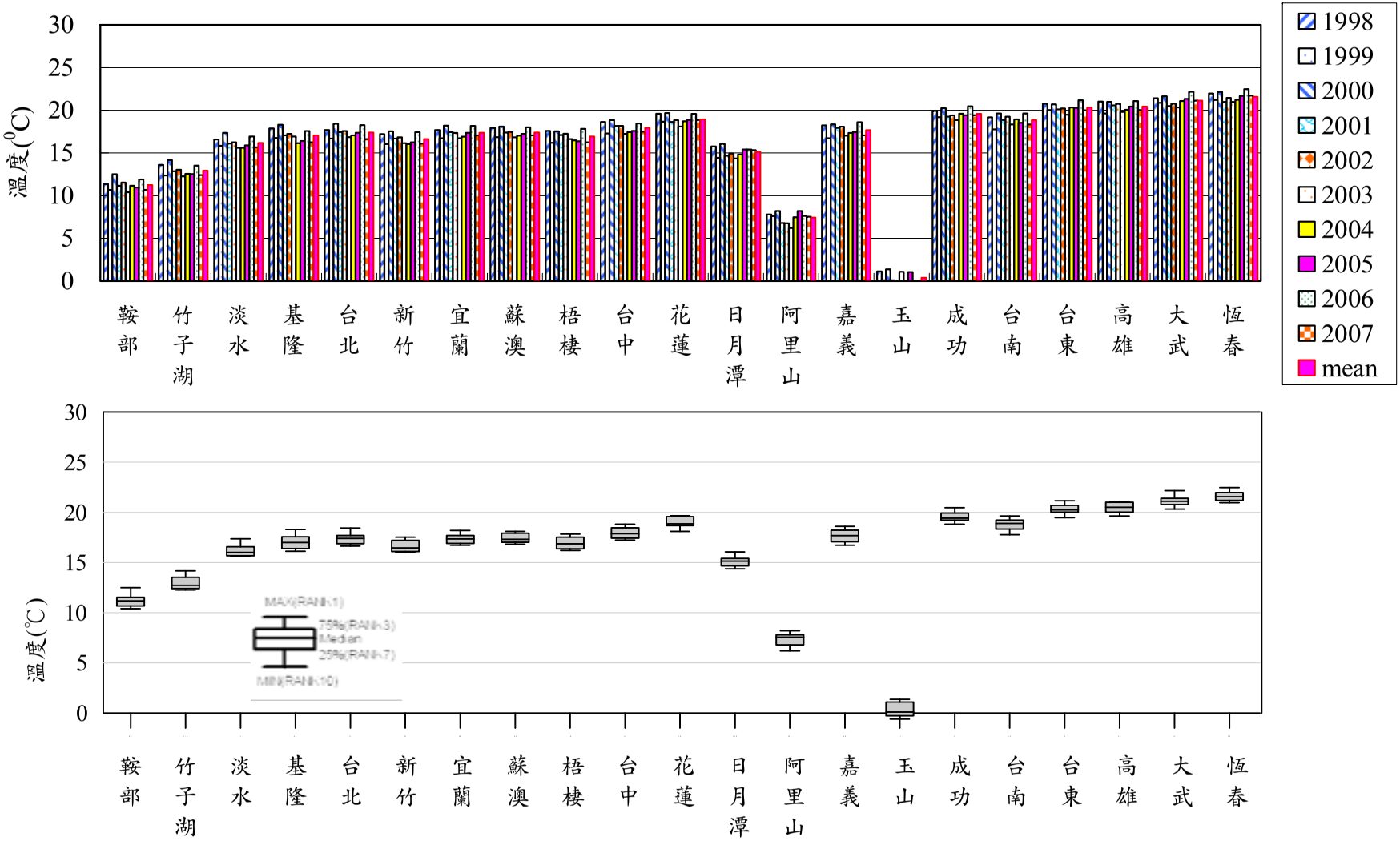


圖 4.5 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年冬季季均溫分佈及盒鬚圖

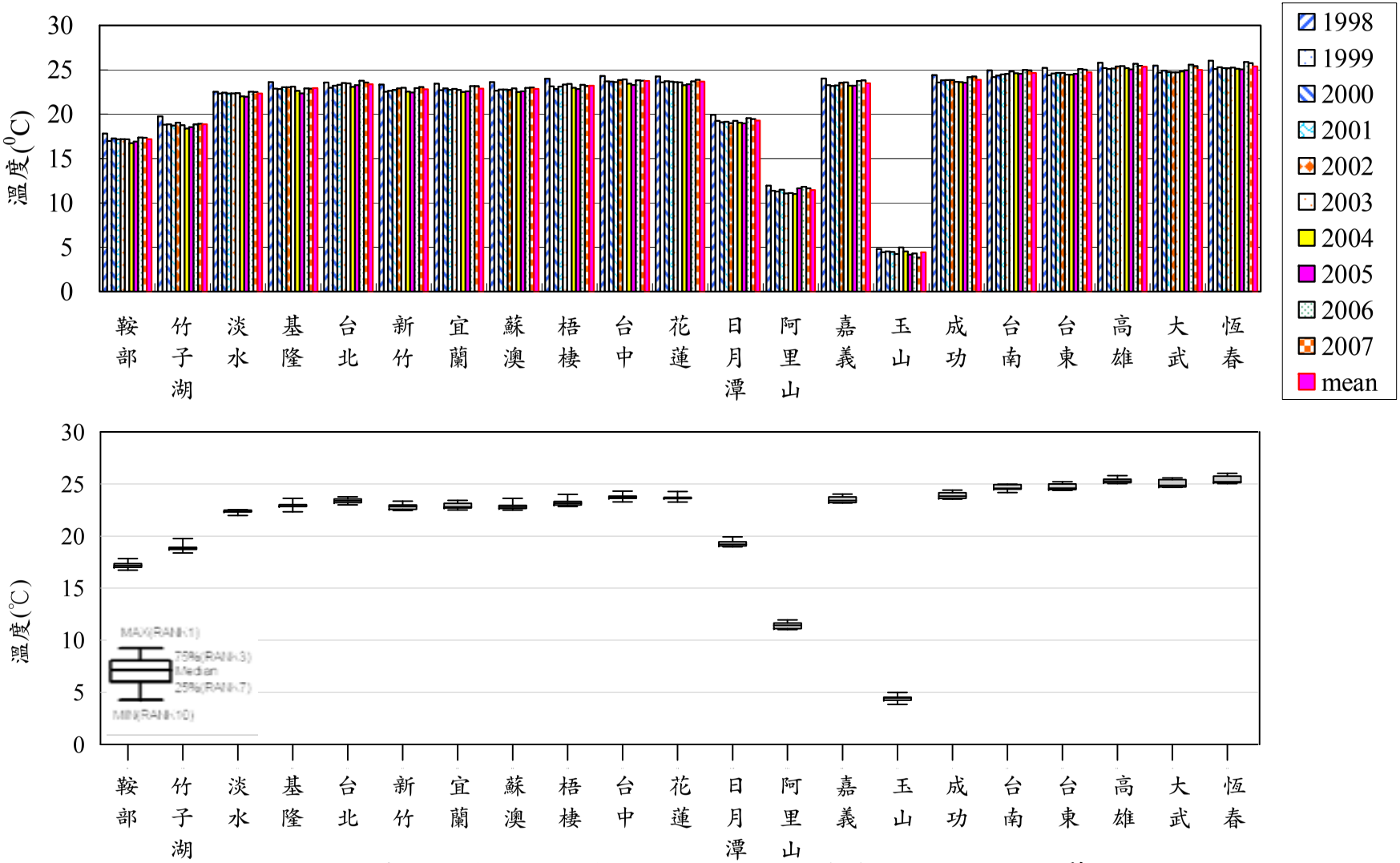


圖 4.6 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年年均溫分佈及盒鬚圖

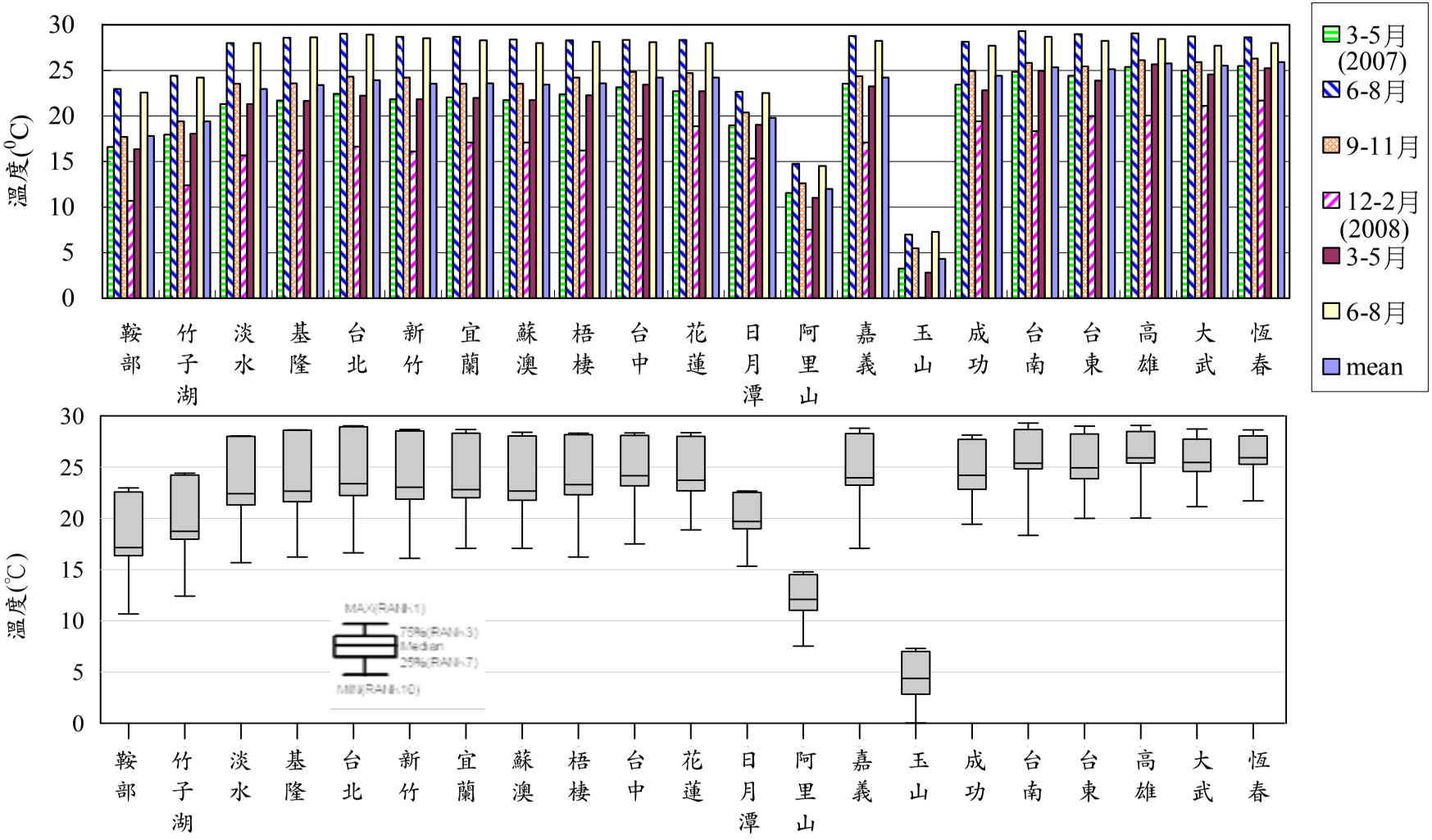
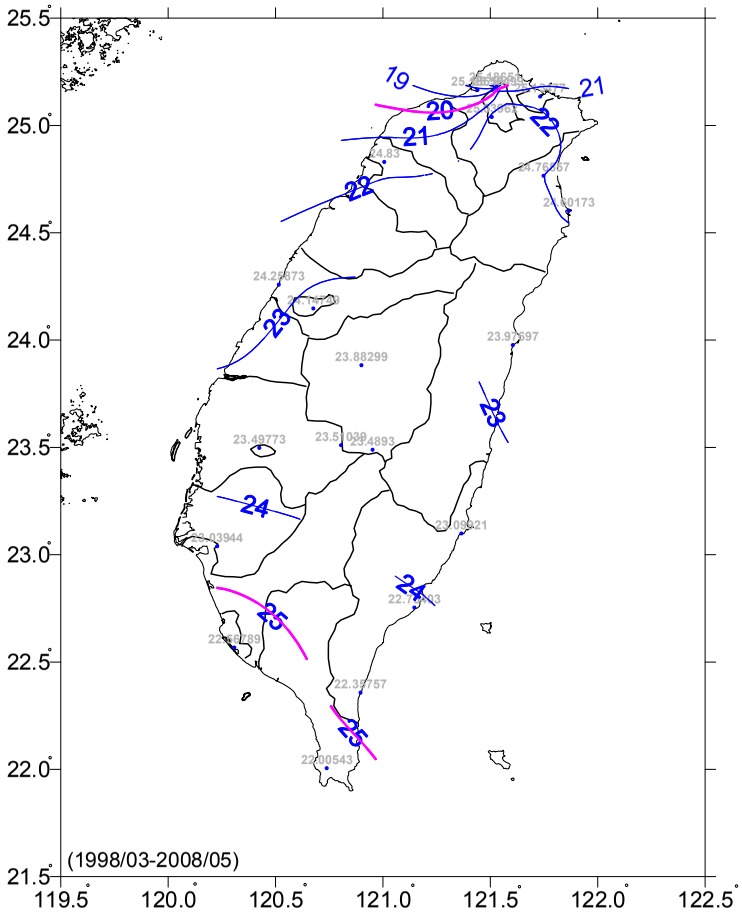
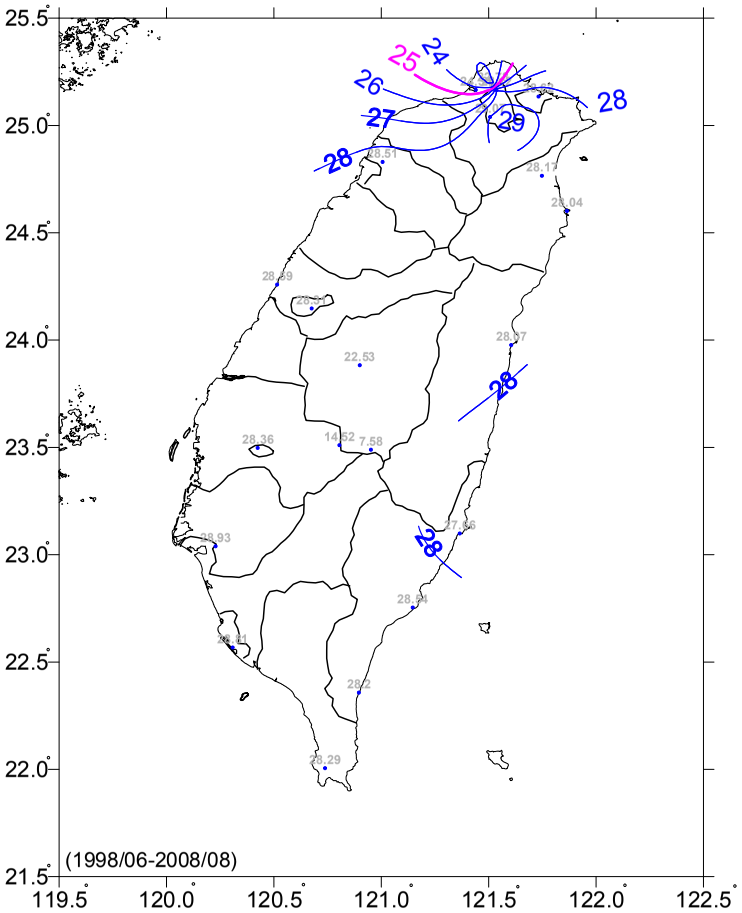


圖 4.7 中央氣象局各氣象測站 2007 年春季–2008 年夏季六季季均溫分佈圖



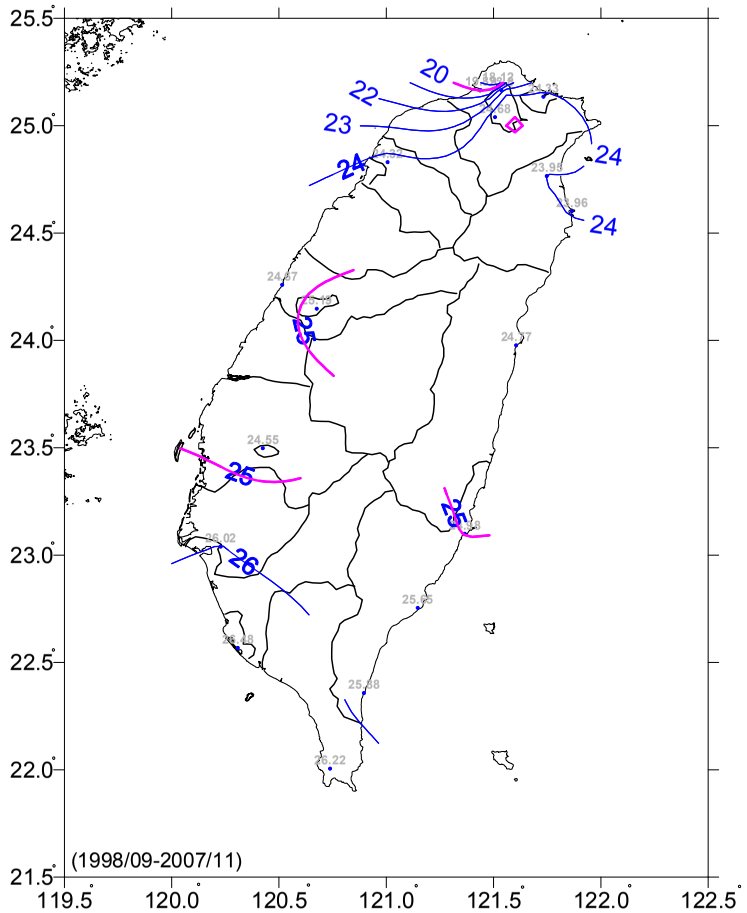
(1998 年-2008 年)

圖 4.8　1998 年-2008 年春季長期等溫線圖



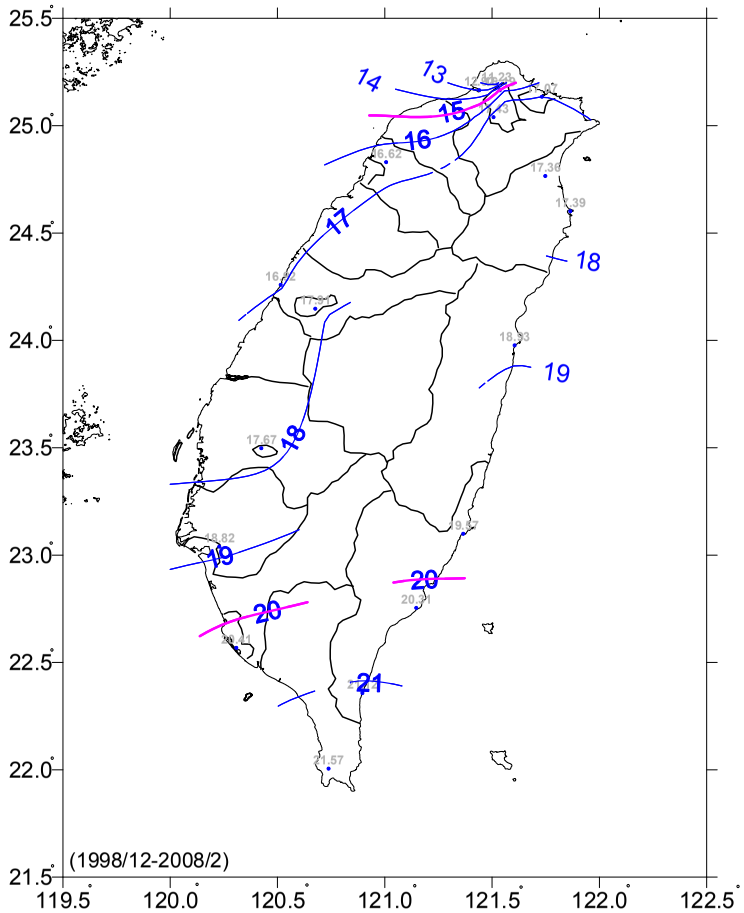
(1998 年-2008 年)

圖 4.9　1998 年-2008 年夏季長期等溫線圖



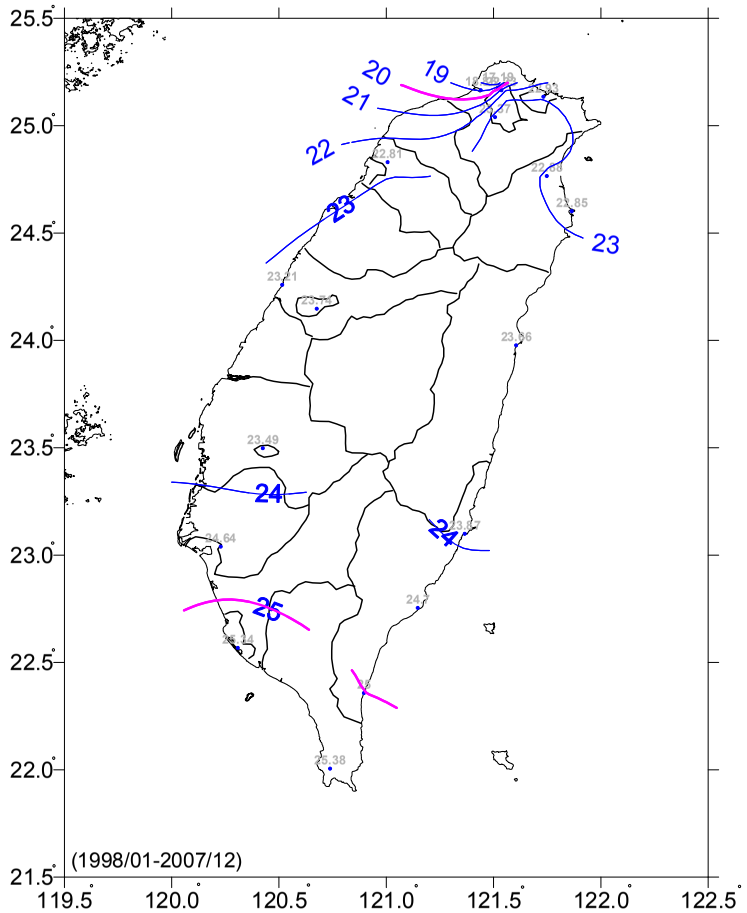
(1998 年-2007 年)

圖 4.10　1998 年-2007 年秋季長期等溫線圖



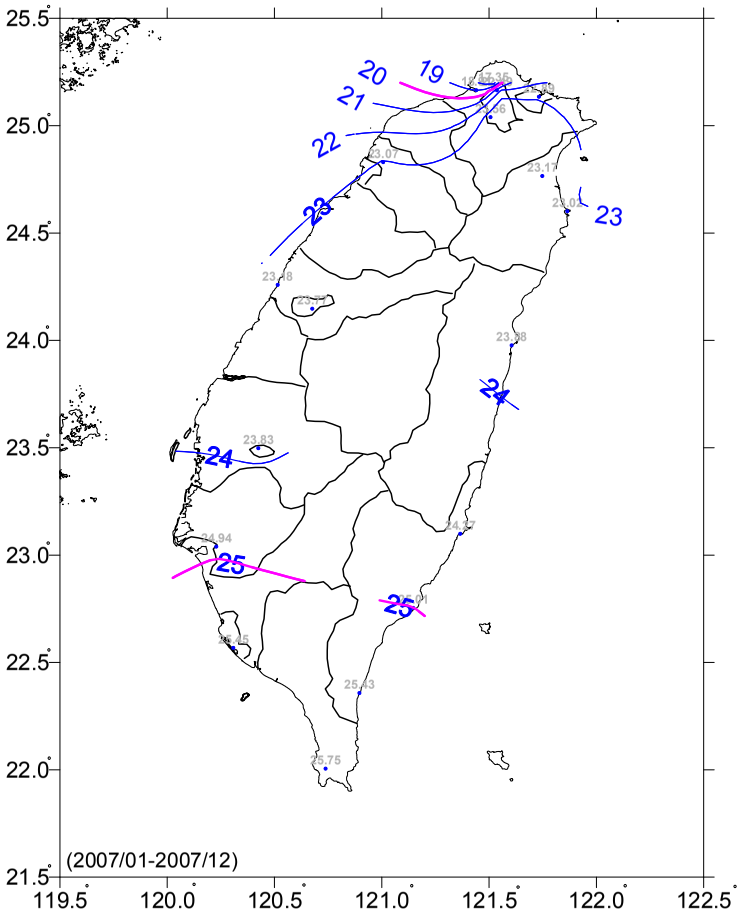
(1998 年-2007 年)

圖 4.11　1998 年-2007 年冬季長期等溫線圖



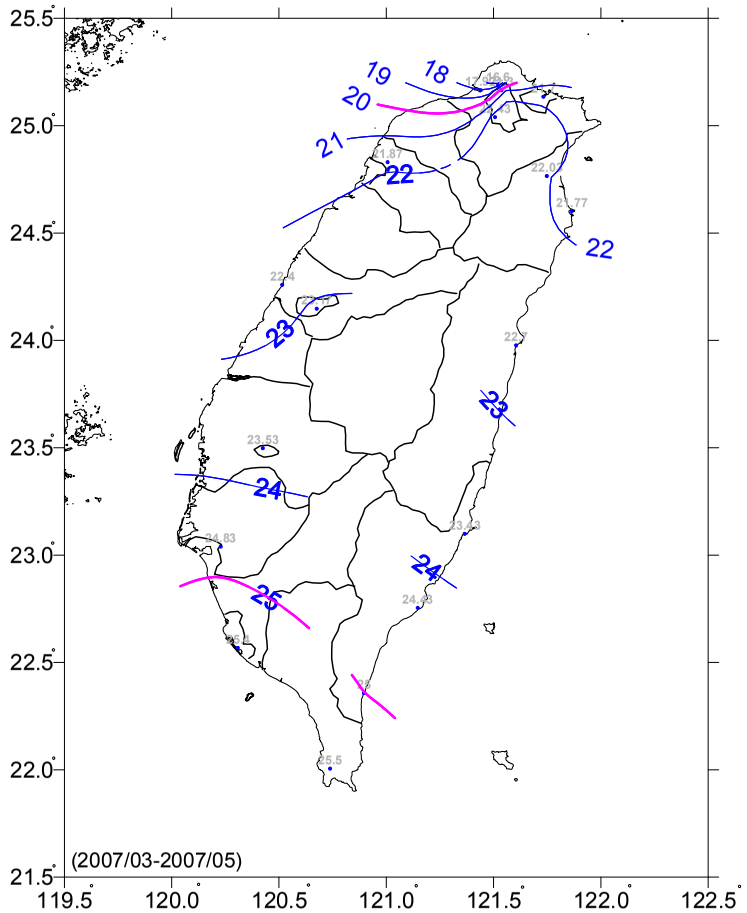
(1998 年-2007 年)

圖 4.12　1998～2007 年等溫線圖



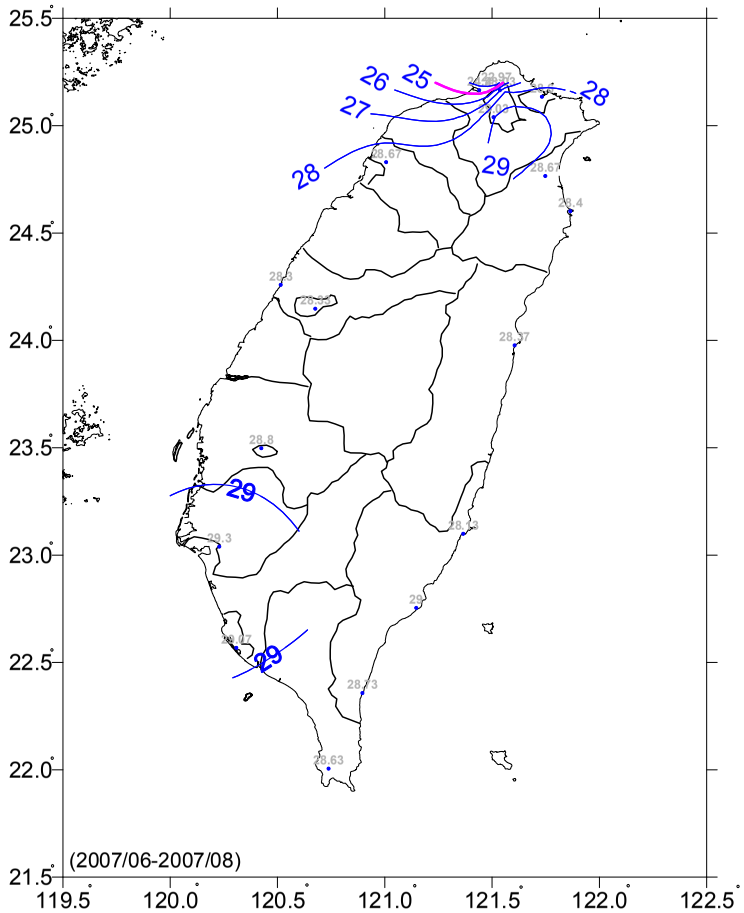
(2007 年)

圖 4.13　2007 年全年等溫線圖



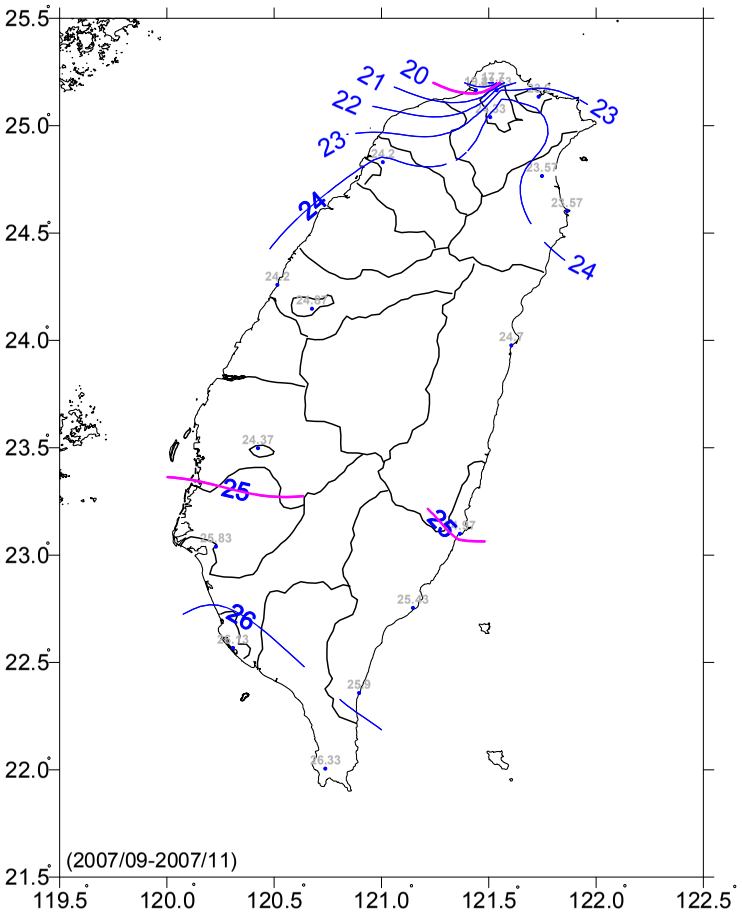
(2007 年 3 月~2007 年 5 月)

圖 4.14　2007 年 3 月~2007 年 5 月等溫線圖



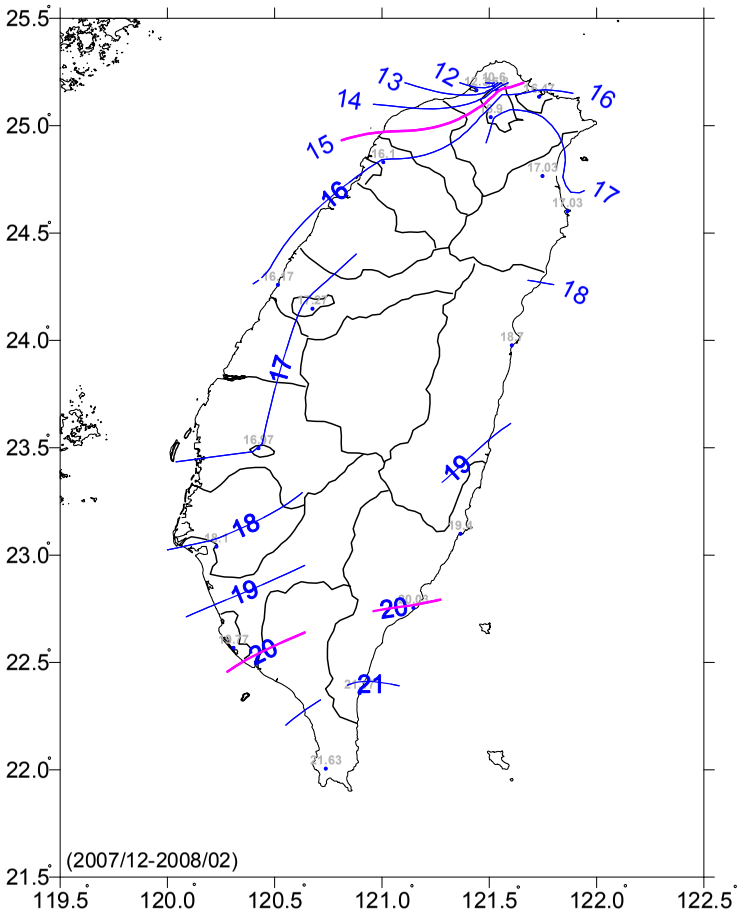
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

圖 4.15　2007 年 6-8 月等溫線圖



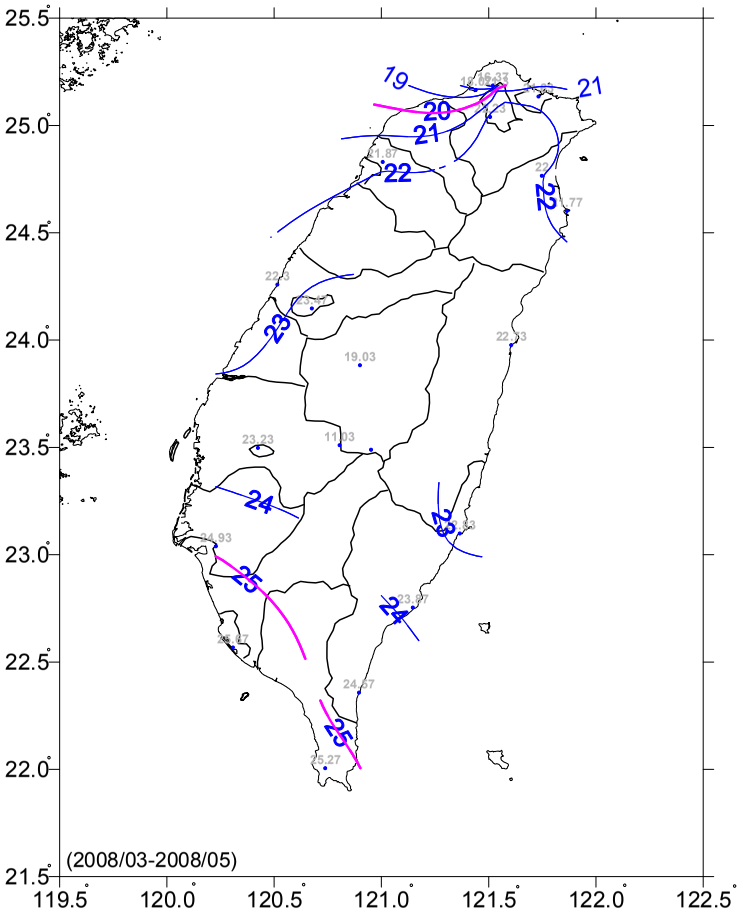
(2007 年 9 月~2007 年 11 月)

圖 4.16　2007 年 9-11 月等溫線圖



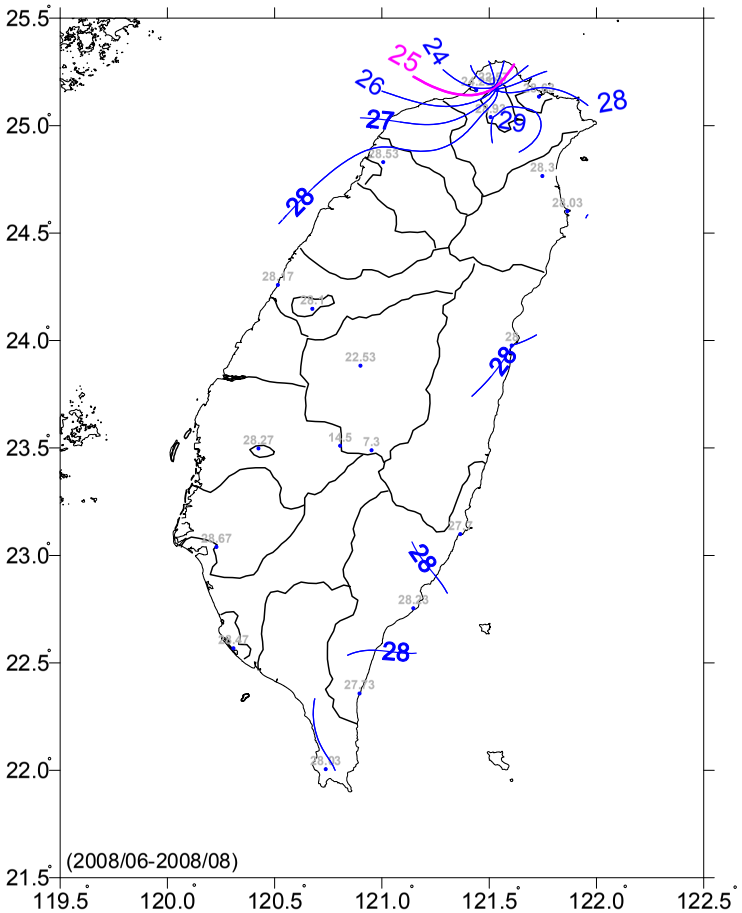
(2007 年 12 月~2008 年 2 月)

圖 4.17　2007 年 12 月-2008 年 2 月等溫線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.18　2008 年 3 月-5 月等溫線圖

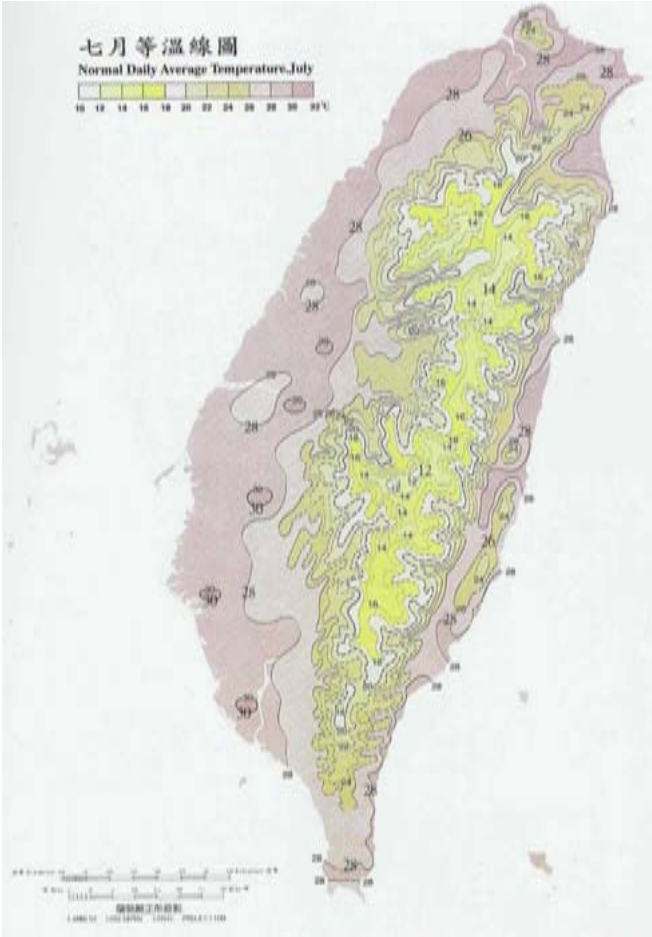


(2008 年 6 月~2008 年 8 月)

圖 4.19　2008 年 6 月-8 月等溫線圖

資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4.20 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 4.21 臺灣地區 7 月等溫線圖

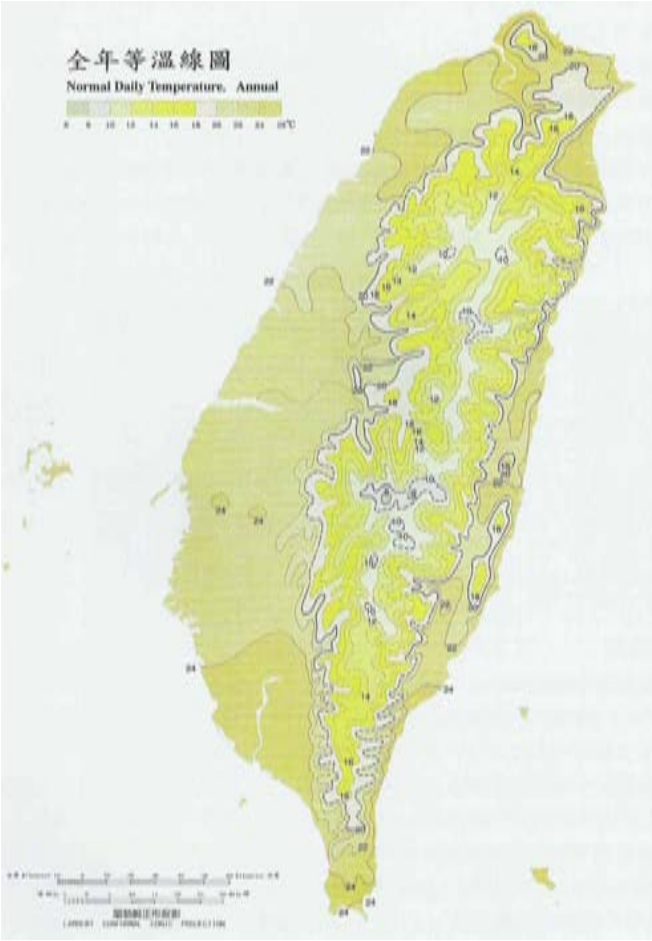


圖 4.22　臺灣地區全年等溫線圖

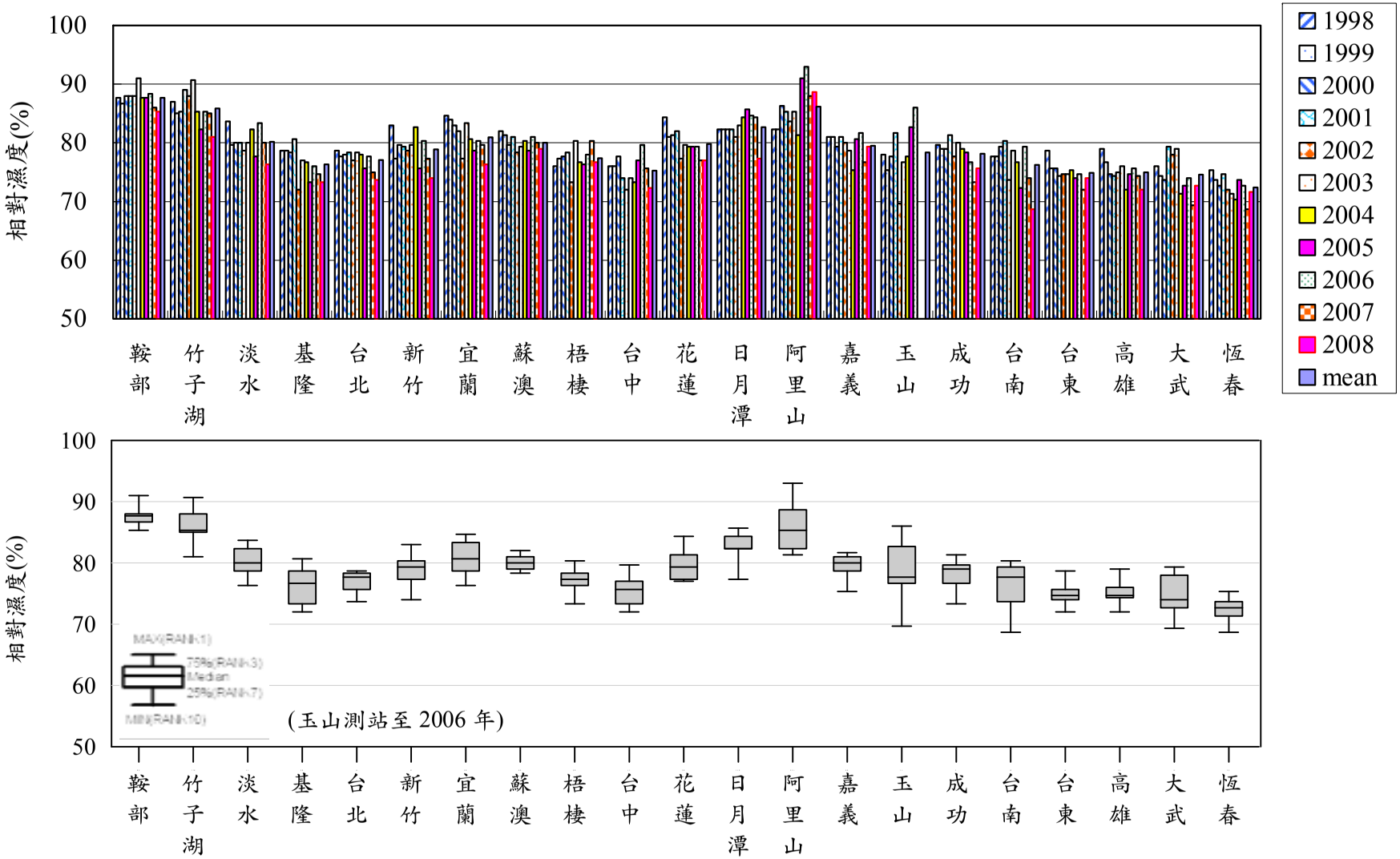


圖 4.23 中央氣象局各氣象測站 1998-2008 年春季相對濕度分佈及盒鬚圖

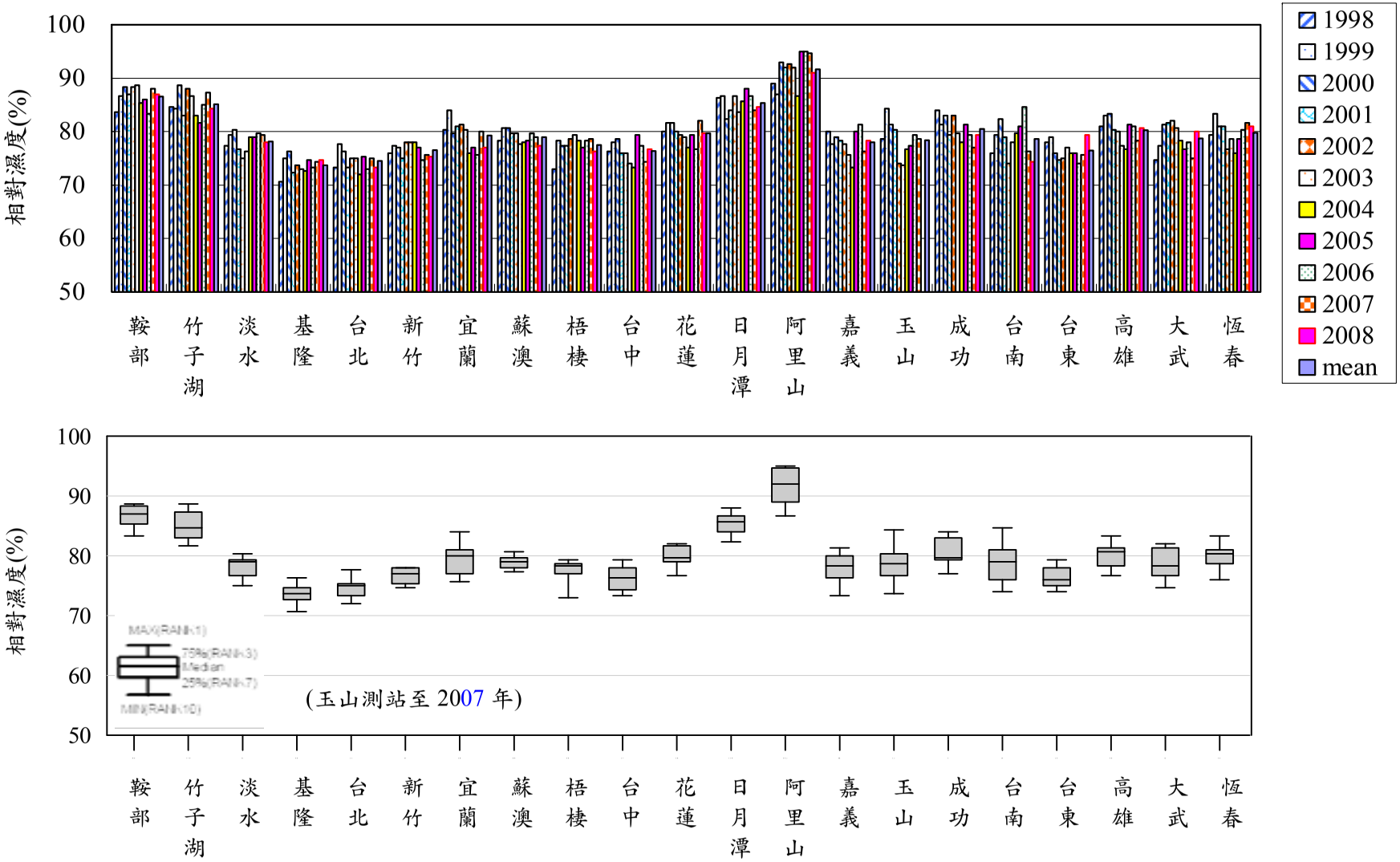


圖 4.24 中央氣象局各氣象測站 1998-2008 年夏季相對濕度分佈及盒鬚圖

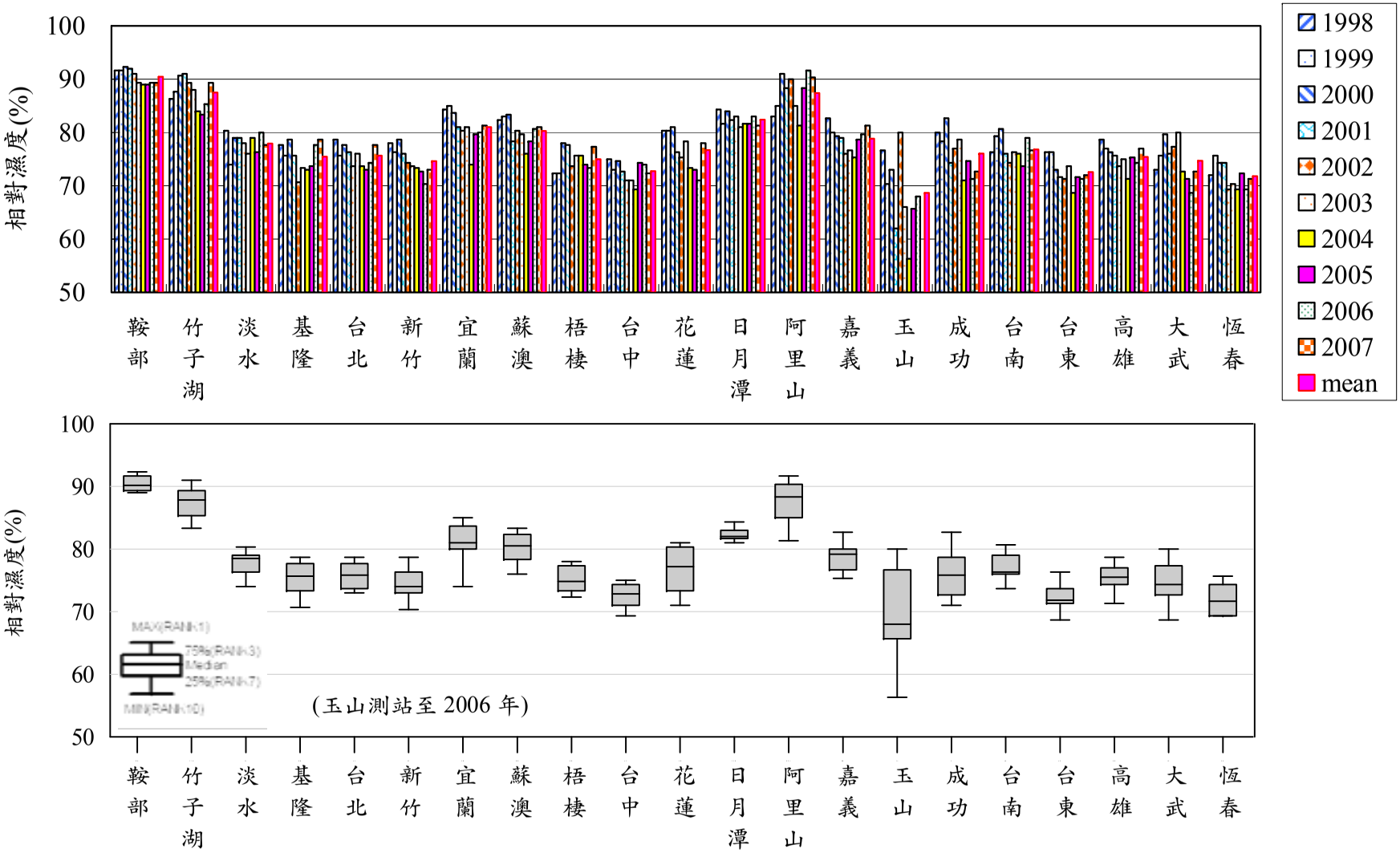


圖 4.25 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年秋季相對濕度分佈及盒鬚圖

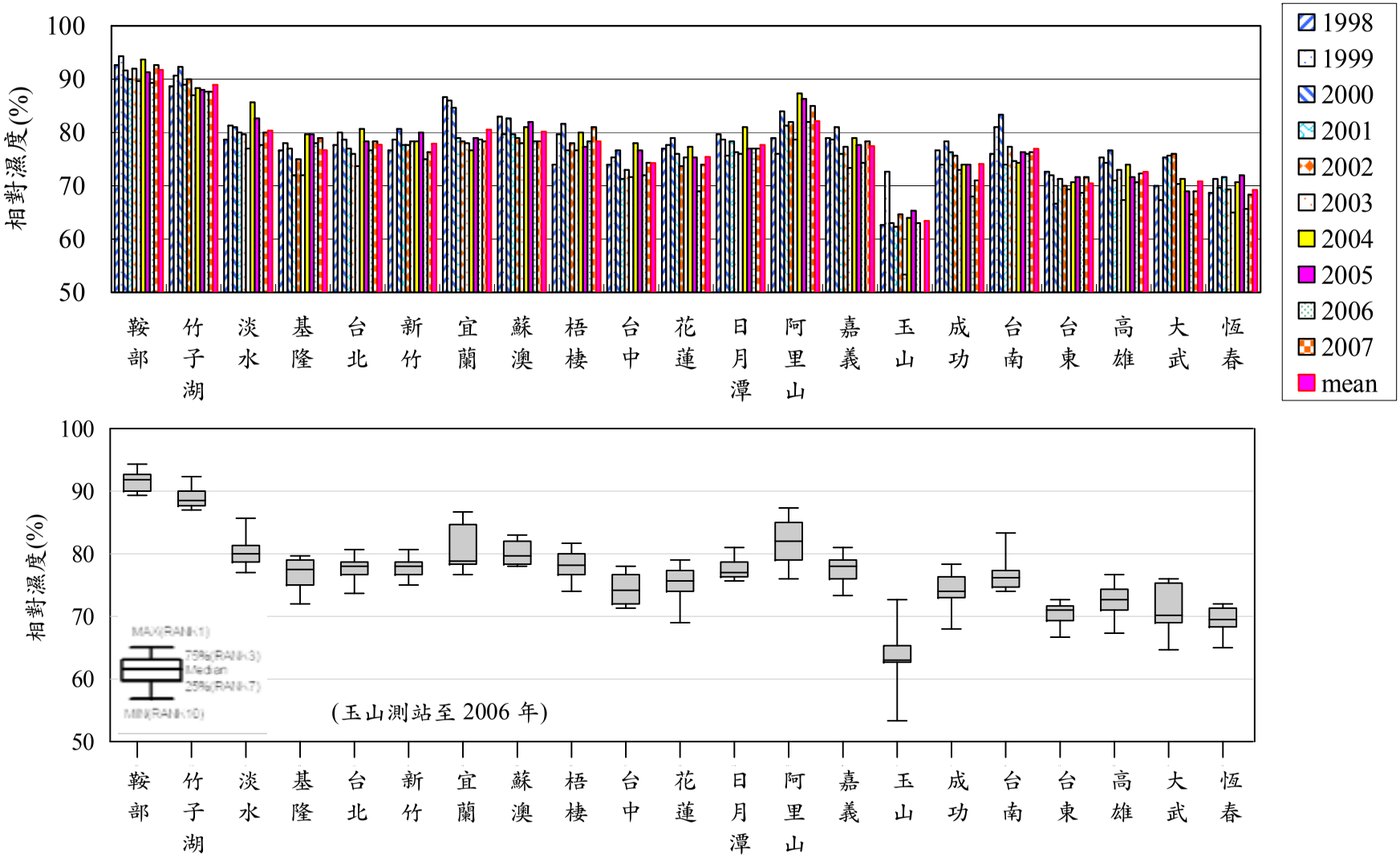


圖 4.26 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年冬季相對濕度分佈及盒鬚圖

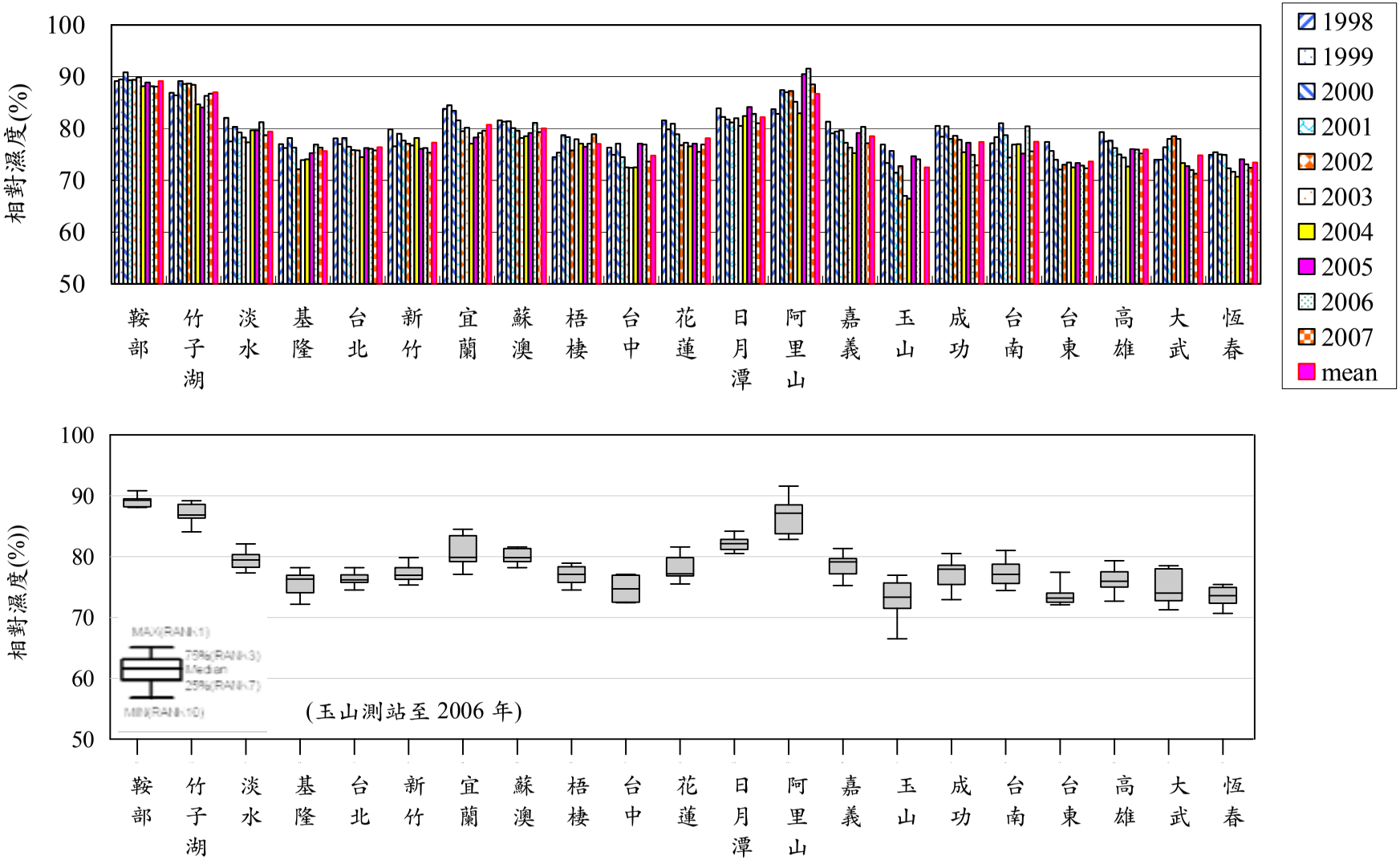


圖 4.27 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年相對濕度分佈及盒鬚圖

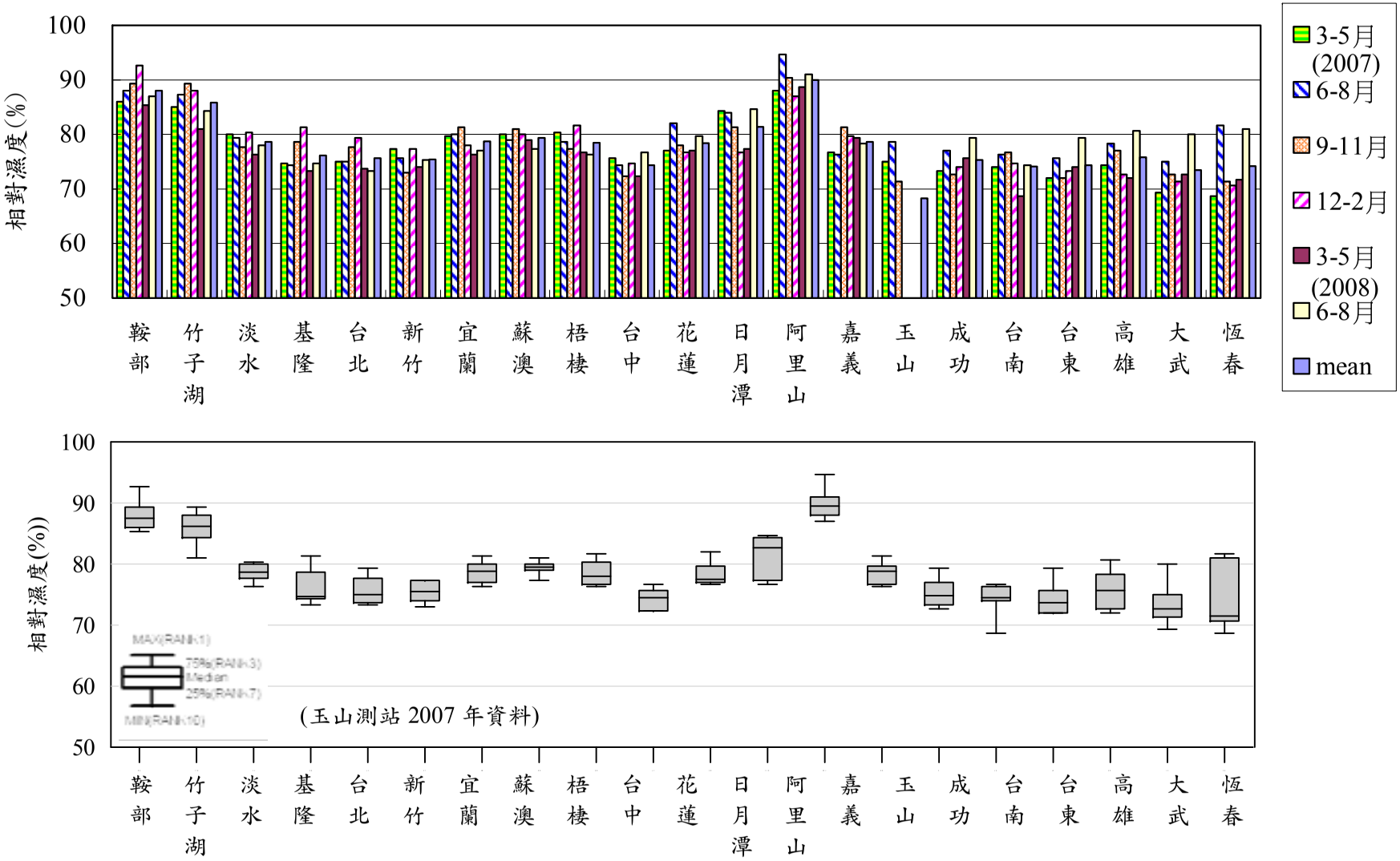
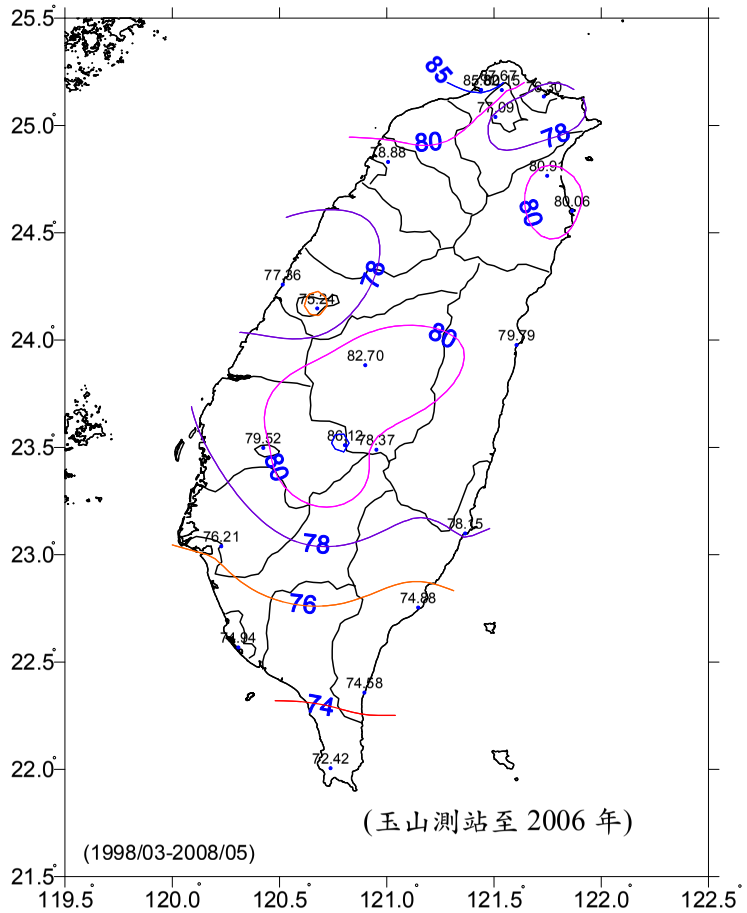
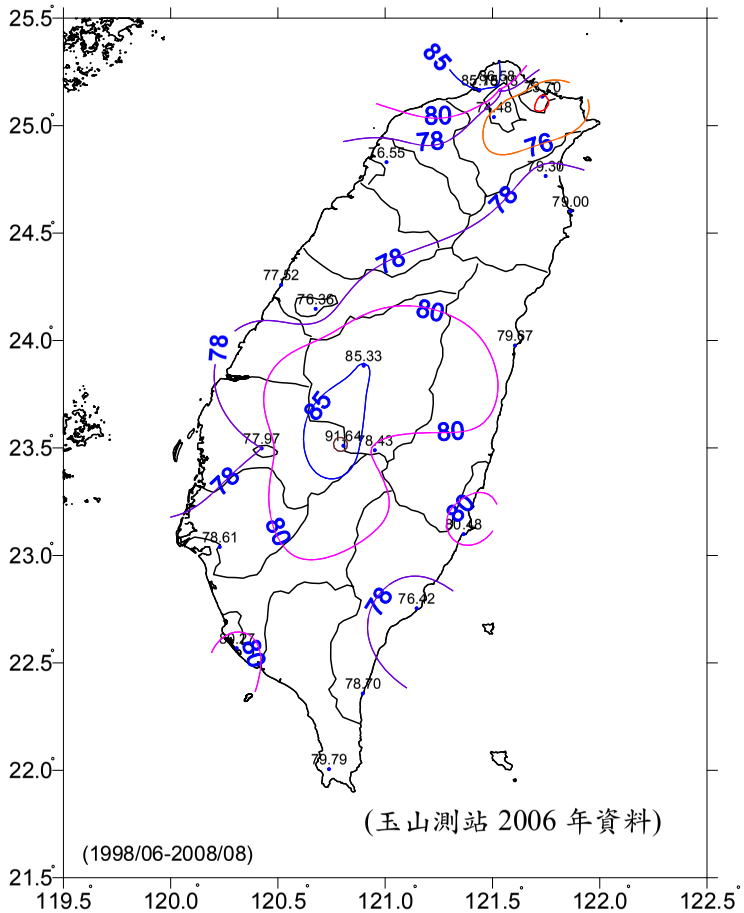


圖 4.28 中央氣象局各氣象測站 2007 年春季-2008 年夏季六季相對濕度分佈圖



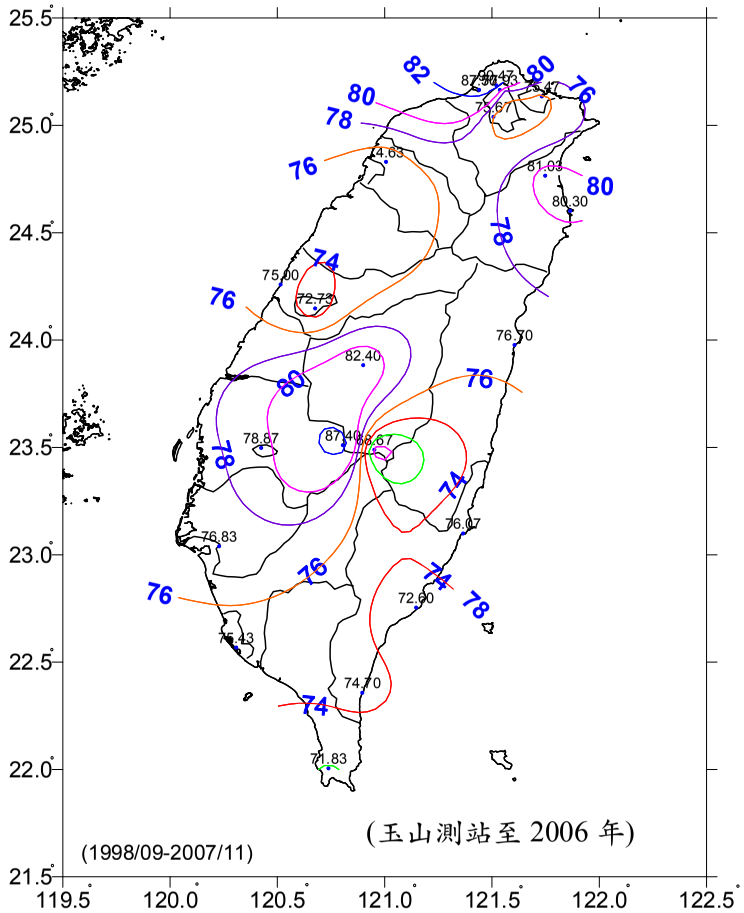
(1998 年-2008 年)

圖 4.29　1998 年-2008 年春季長期相對濕度等位線圖



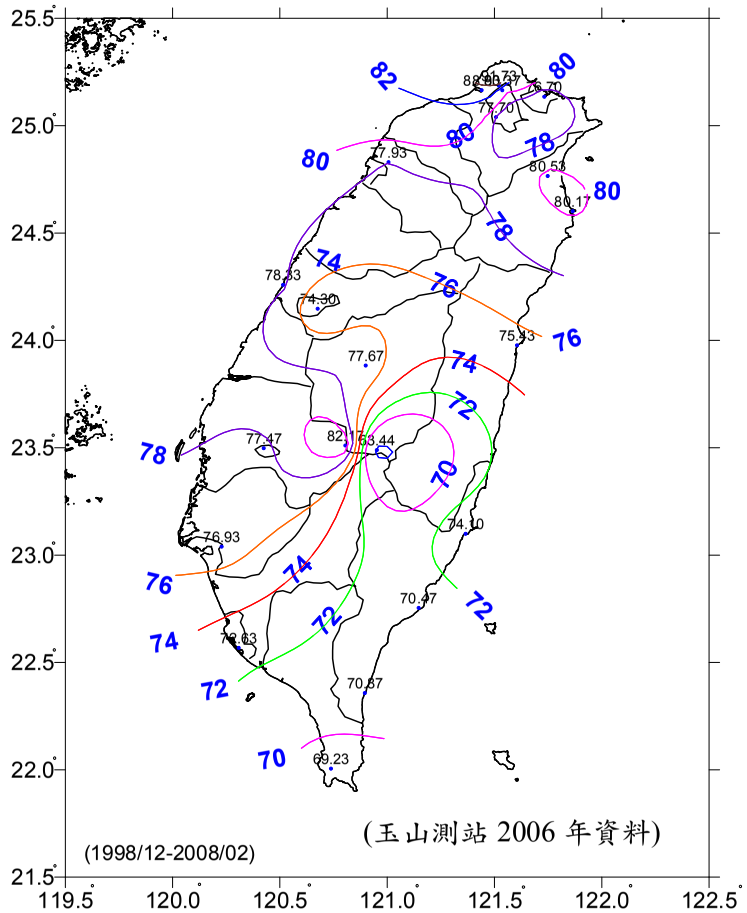
(1998 年-2008 年)

圖 4.30　1998 年-2008 年夏季長期相對濕度等位線圖



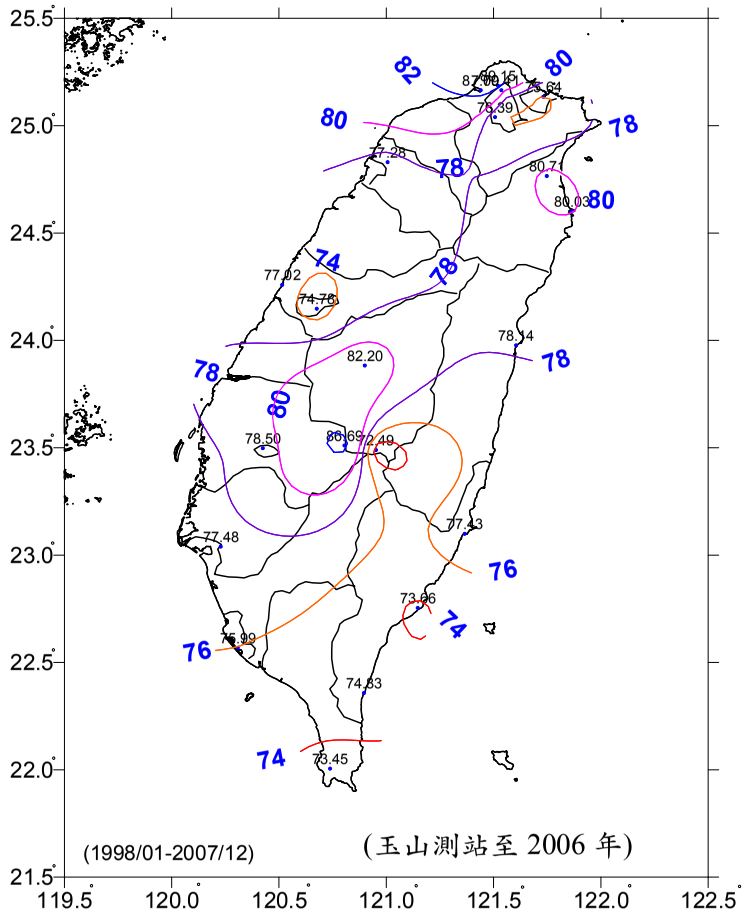
(1998 年-2007 年)

圖 4.31　1998 年-2007 年秋季長期相對濕度等位線圖



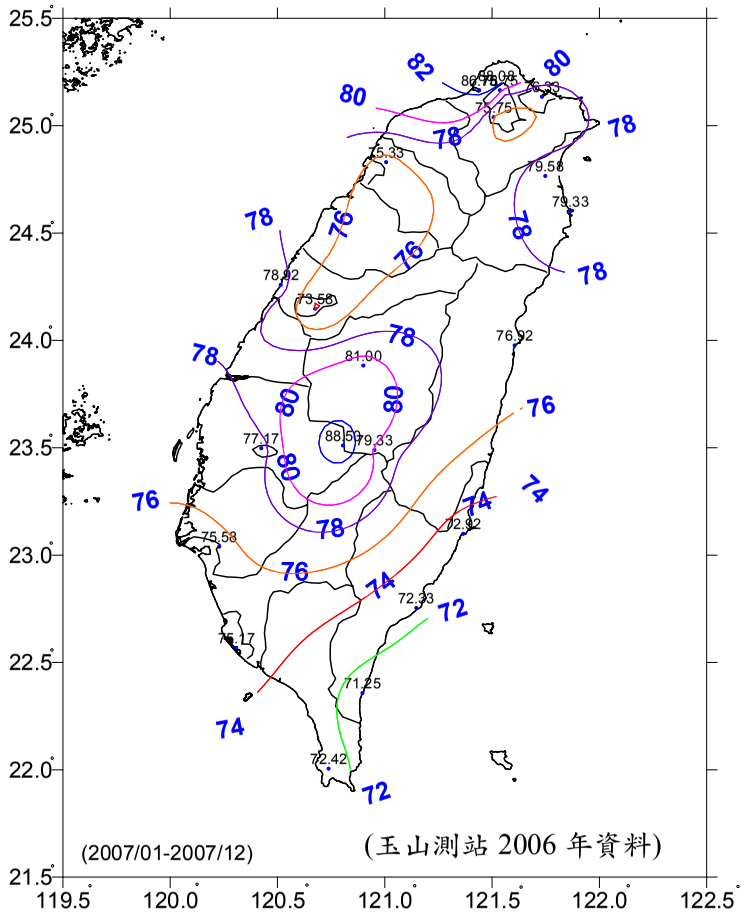
(1998 年-2007 年)

圖 4.32　1998 年-2007 年冬季長期相對濕度等位線圖



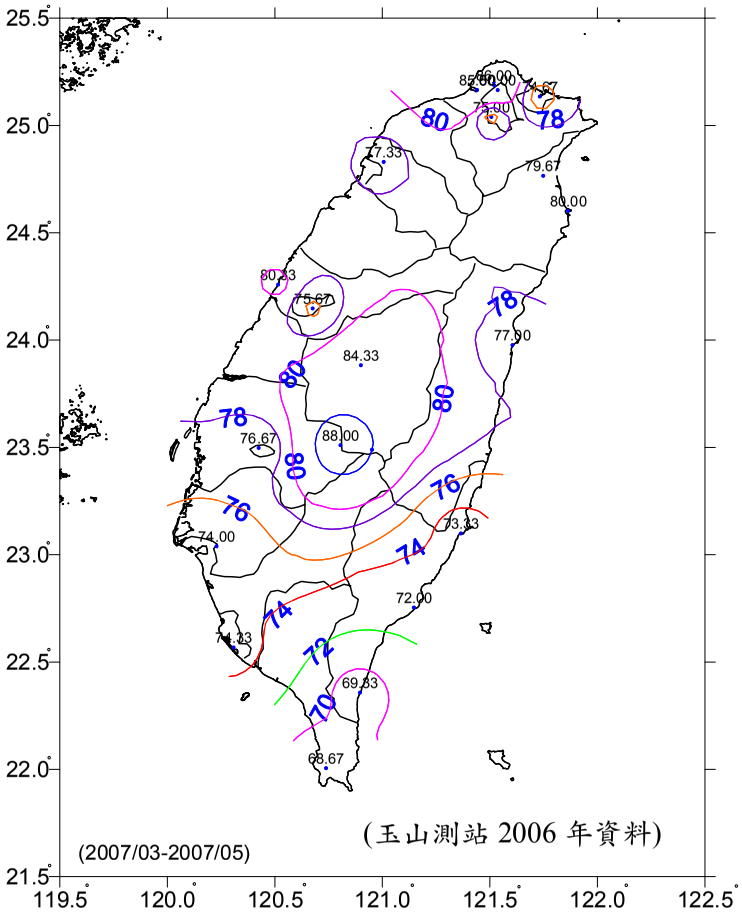
(1998 年-2007 年)

圖 4.33　1998～2007 年相對濕度等位線圖



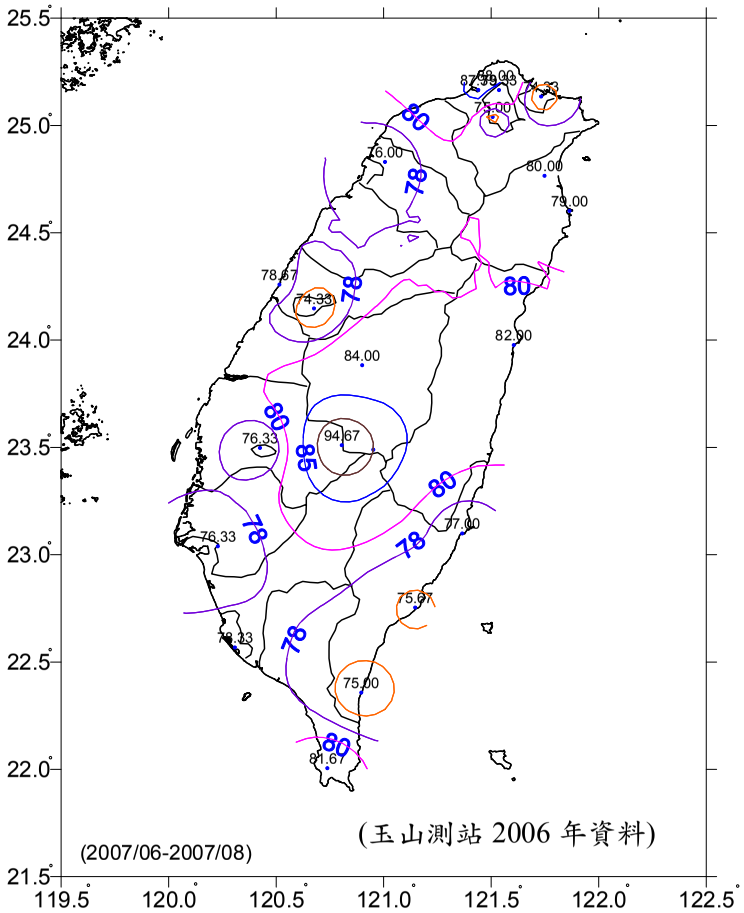
(2007 年)

圖 4.34　2007 年相對濕度等位線圖



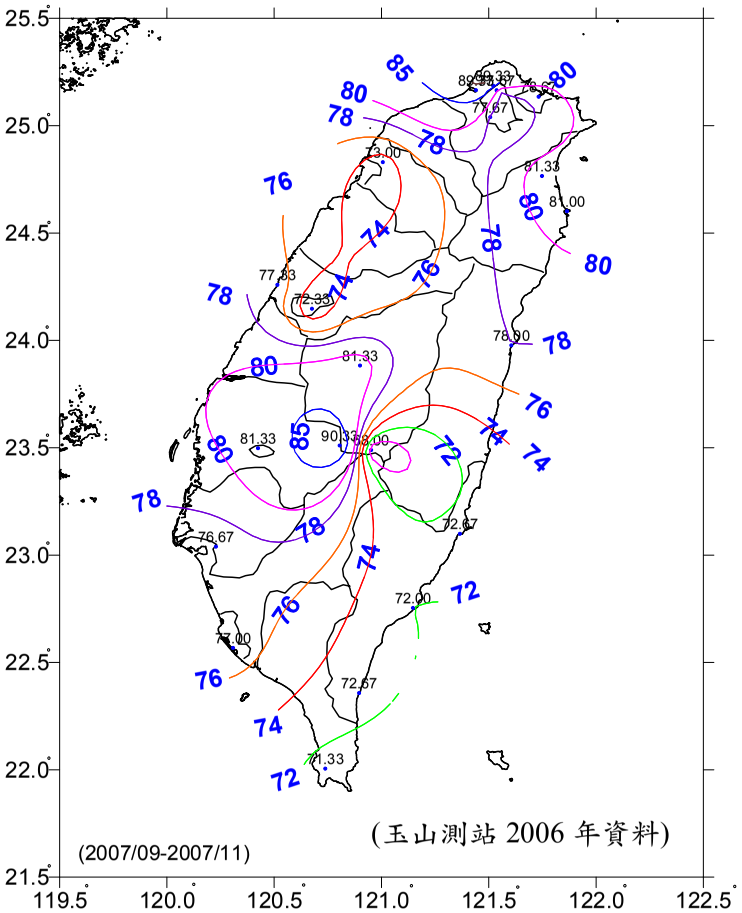
(2007 年 3 月~2007 年 5 月)

圖 4.35　2007 年 3-5 月相對濕度等位線圖



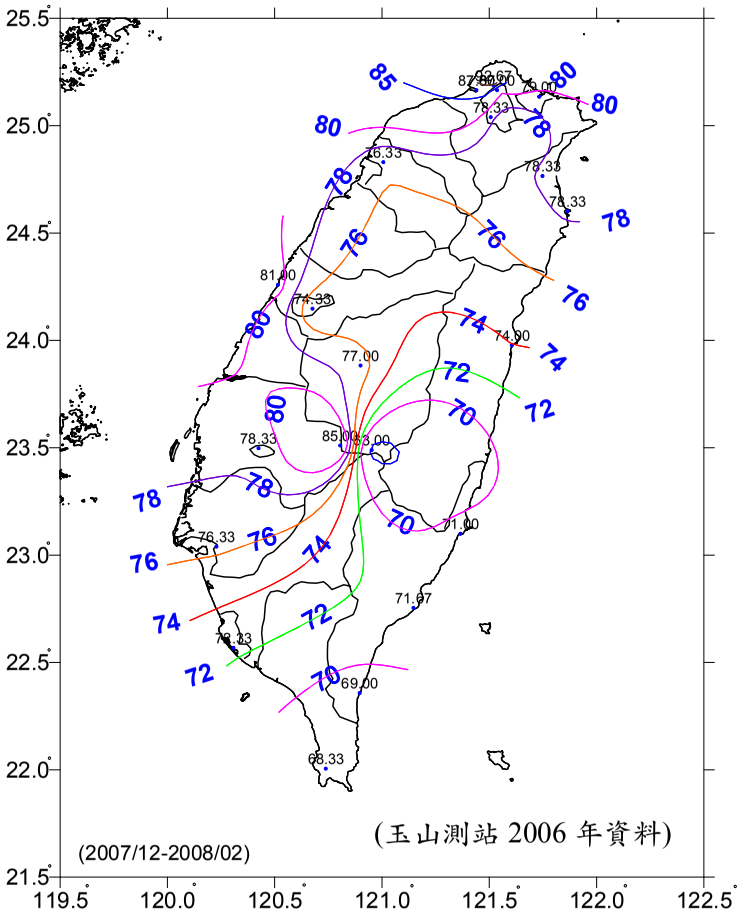
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

圖 4.36　2007 年 6-8 月相對濕度等位線圖



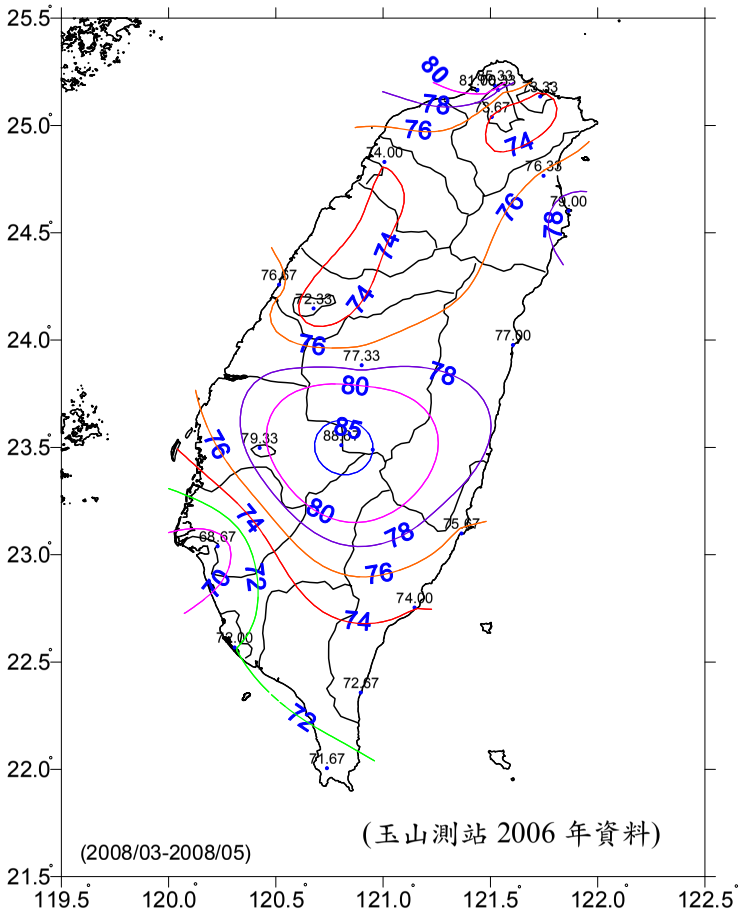
(2007 年 9 月~2007 年 11 月)

圖 4.37　2007 年 9-11 月相對濕度等位線圖



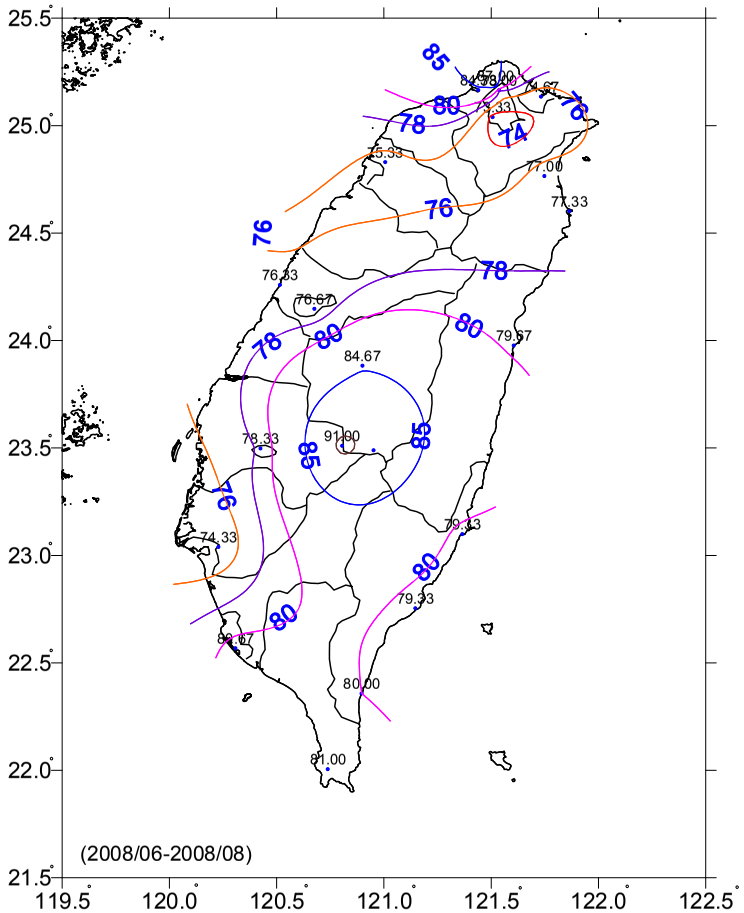
(2007 年 12 月~2008 年 2 月)

圖 4.38 2007 年 12 月~2008 年 2 月相對濕度等位線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.39　2008 年 3-5 月相對濕度等位線圖



(2008 年 6 月~2008 年 8 月)

圖 4.40　2008 年 6-8 月相對濕度等位線圖

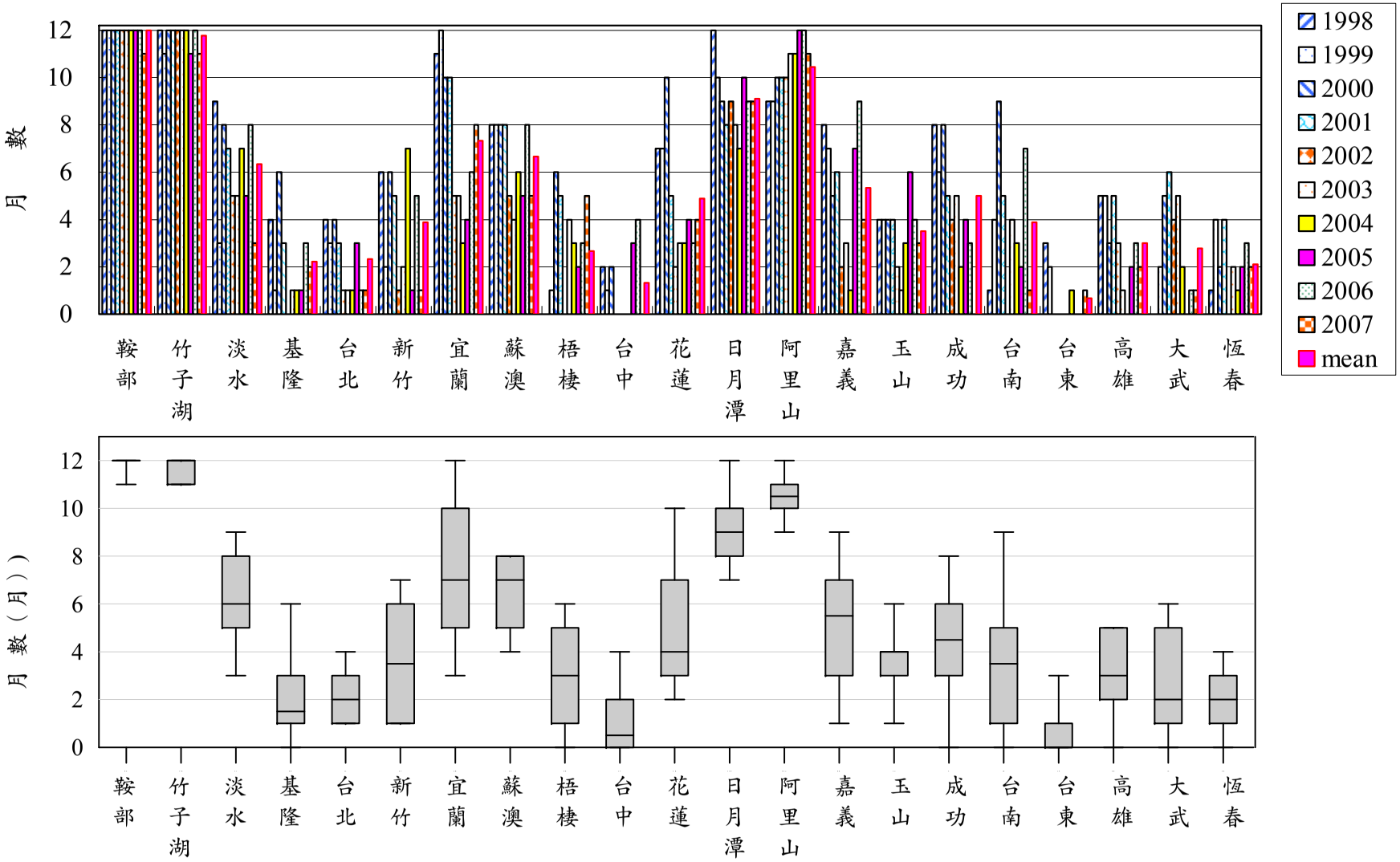


圖 4.41 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年相對溼度超過 80%月數統計分佈及盒鬚圖

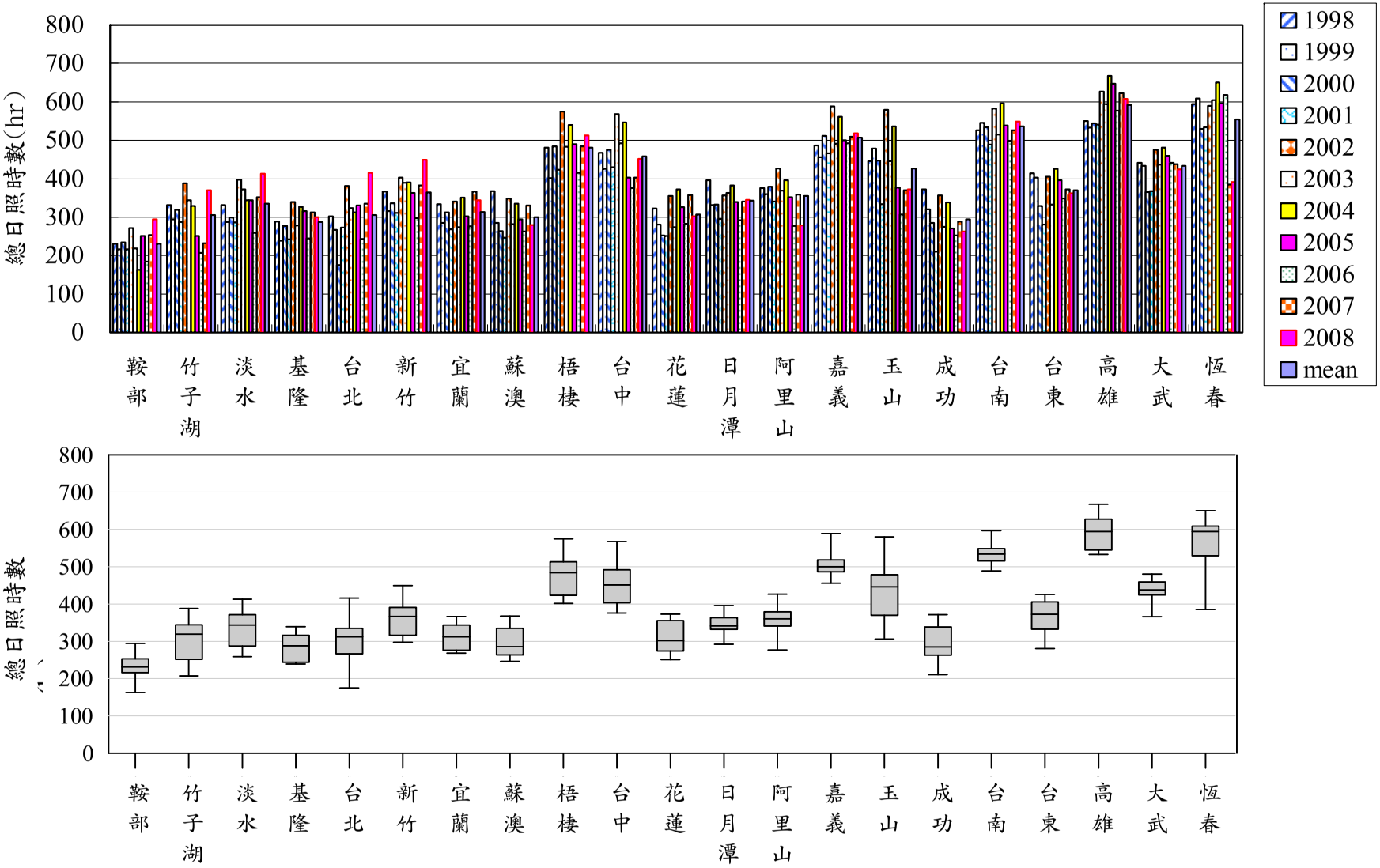


圖 4.42 中央氣象局各氣象測站 1998-2008 年春季總日照時數分佈及盒鬚圖

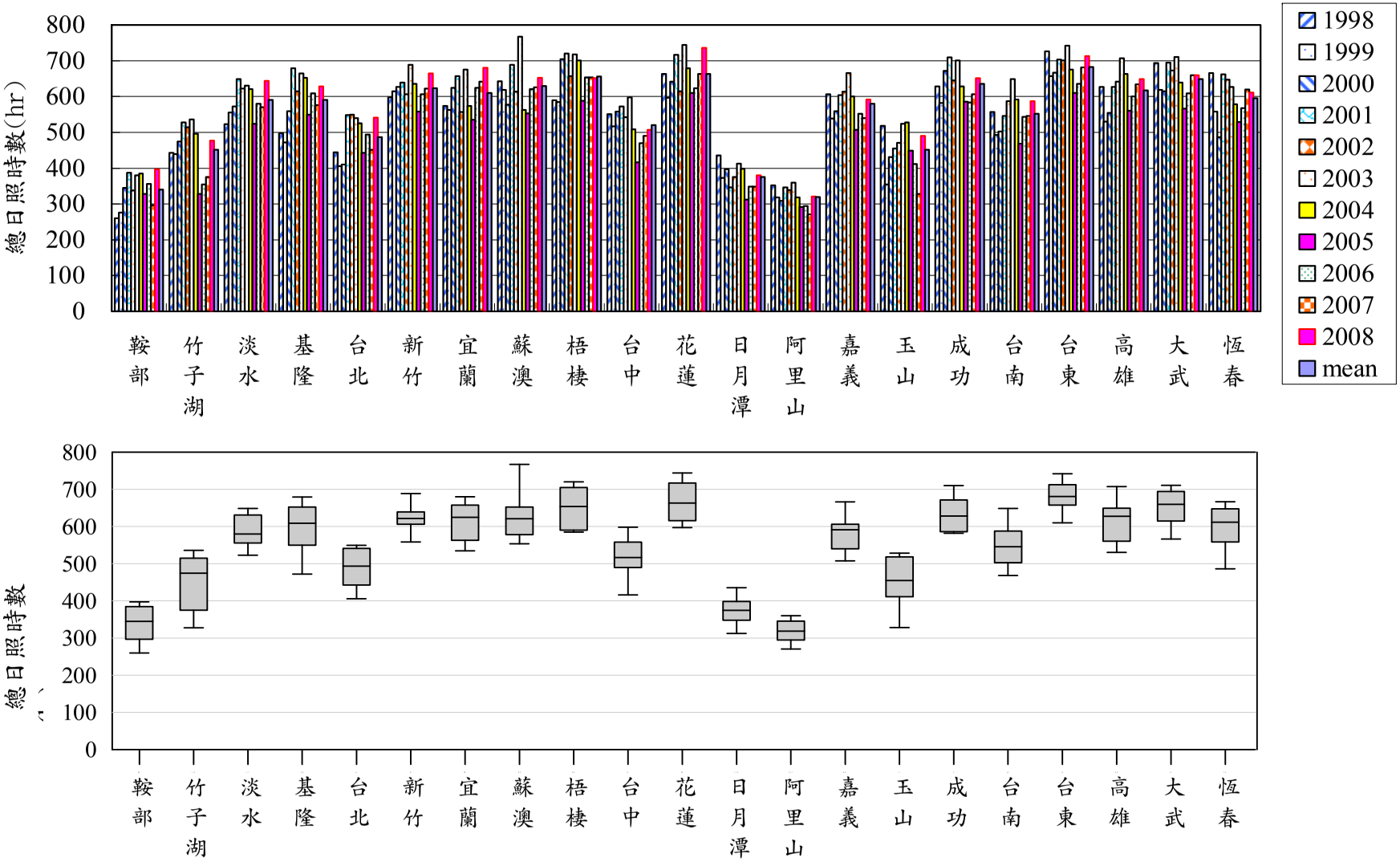


圖 4.43 中央氣象局各氣象測站 1998-2008 年夏季總日照時數分佈及盒鬚圖

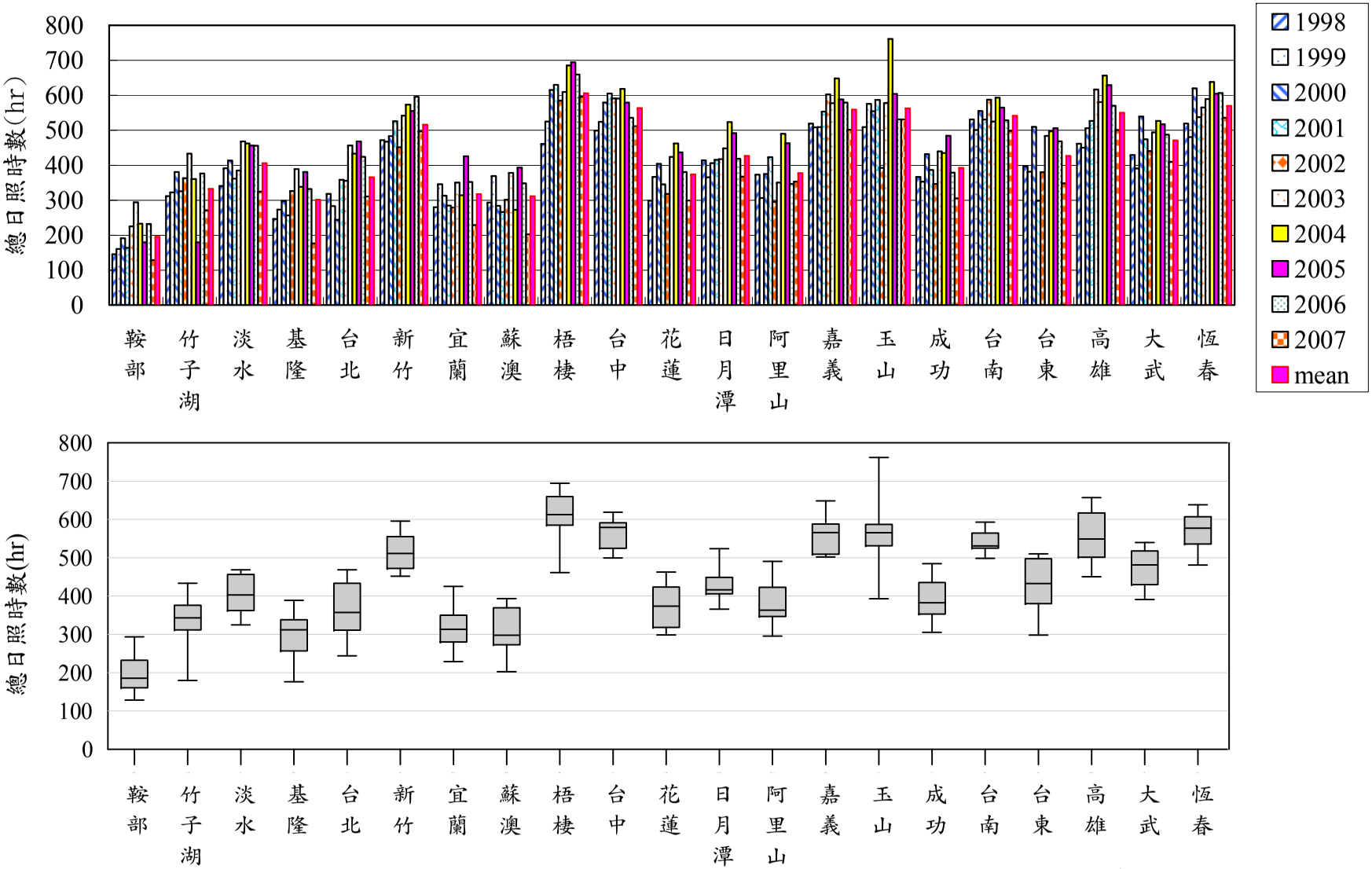


圖 4.44 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年秋季總日照時數分佈及盒鬚圖

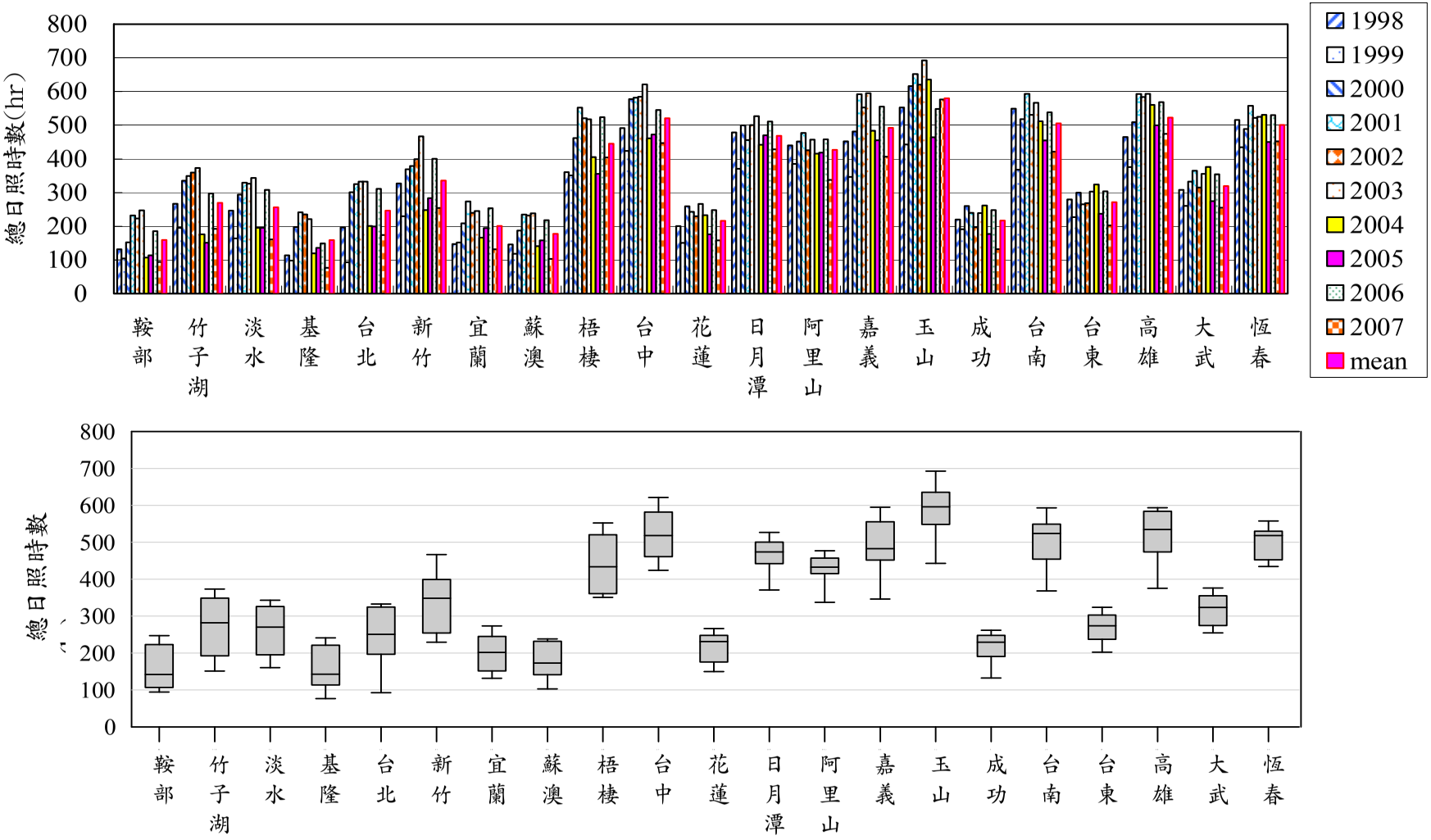


圖 4.45 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年冬季總日照時數分佈及盒鬚圖

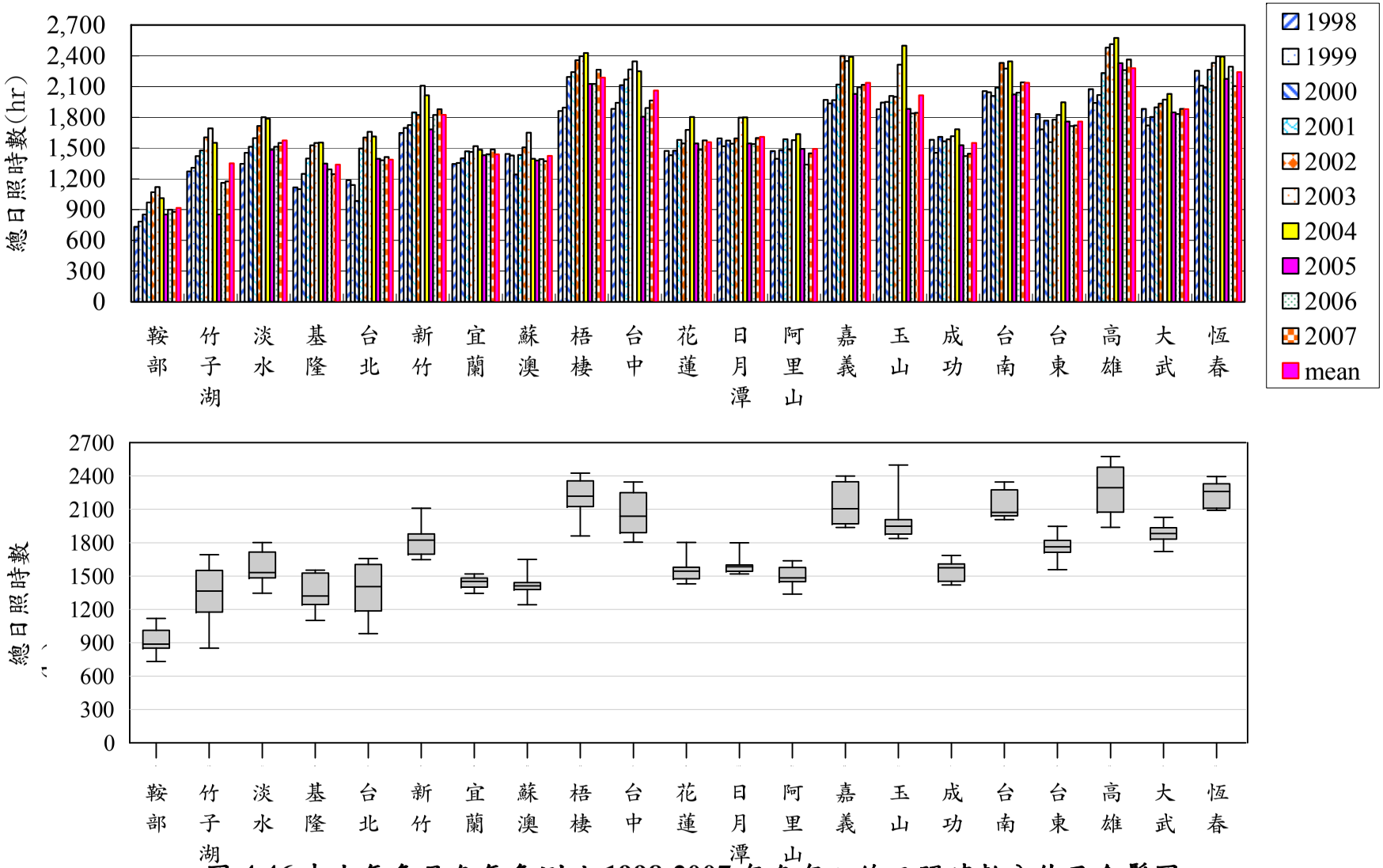


圖 4.46 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年各年之總日照時數分佈及盒鬚圖

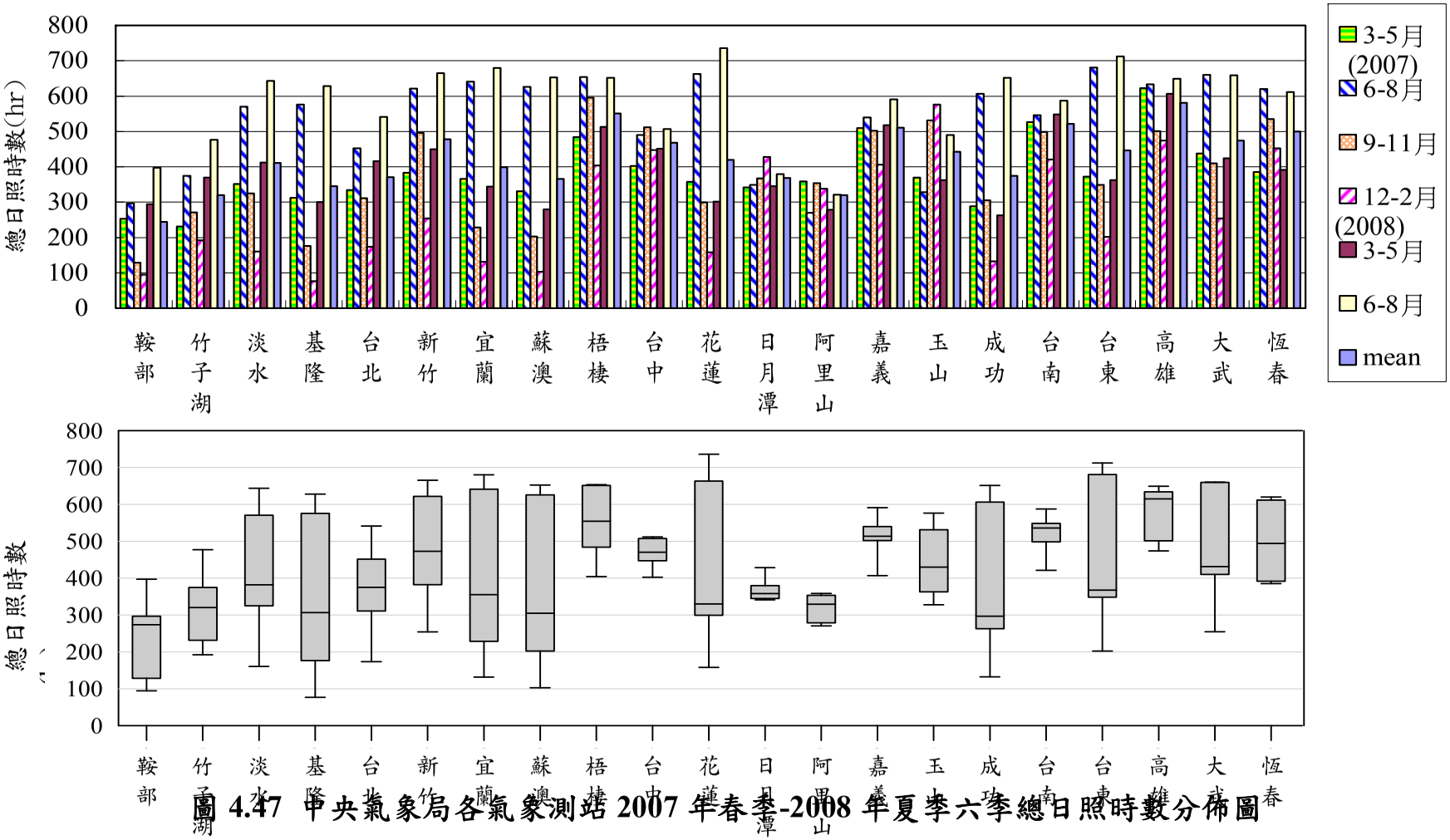
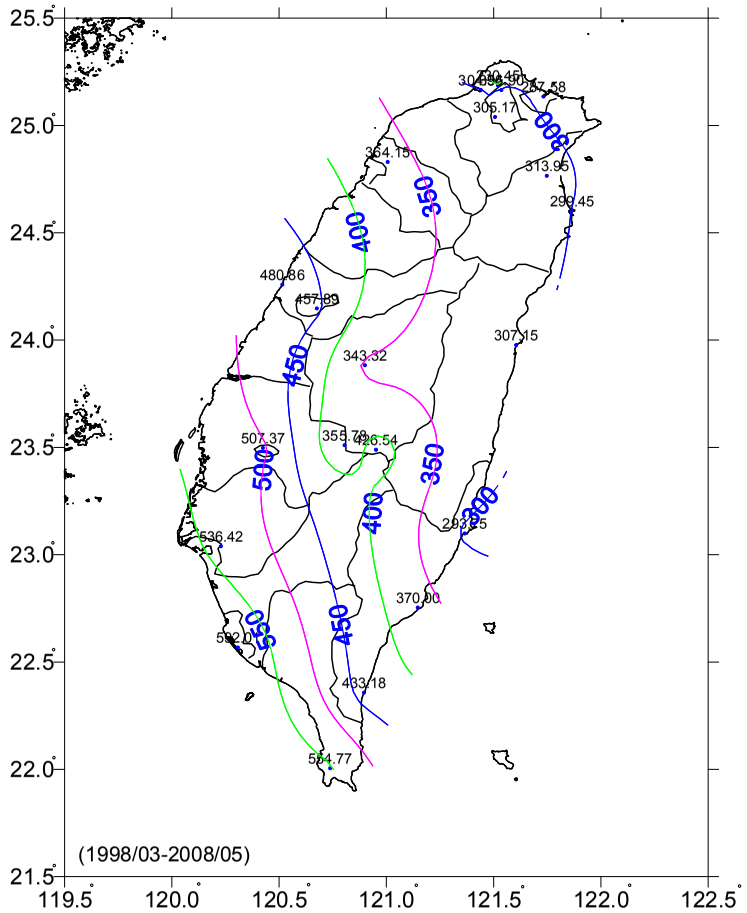
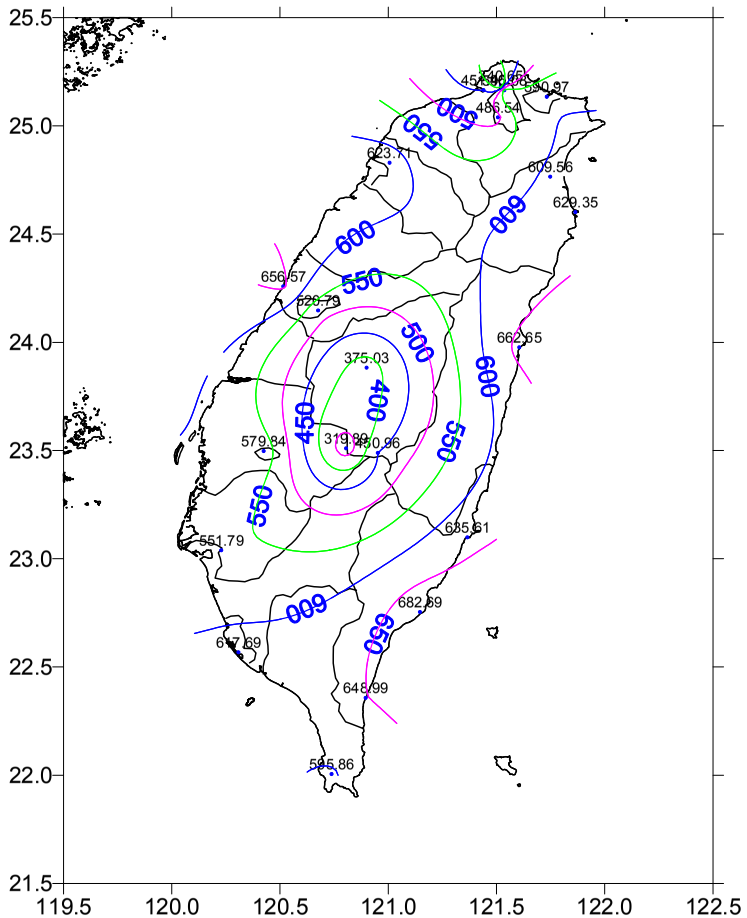


圖 4.47 中央氣象局各氣象測站 2007 年春季-2008 年夏季六季總日照時數分佈圖



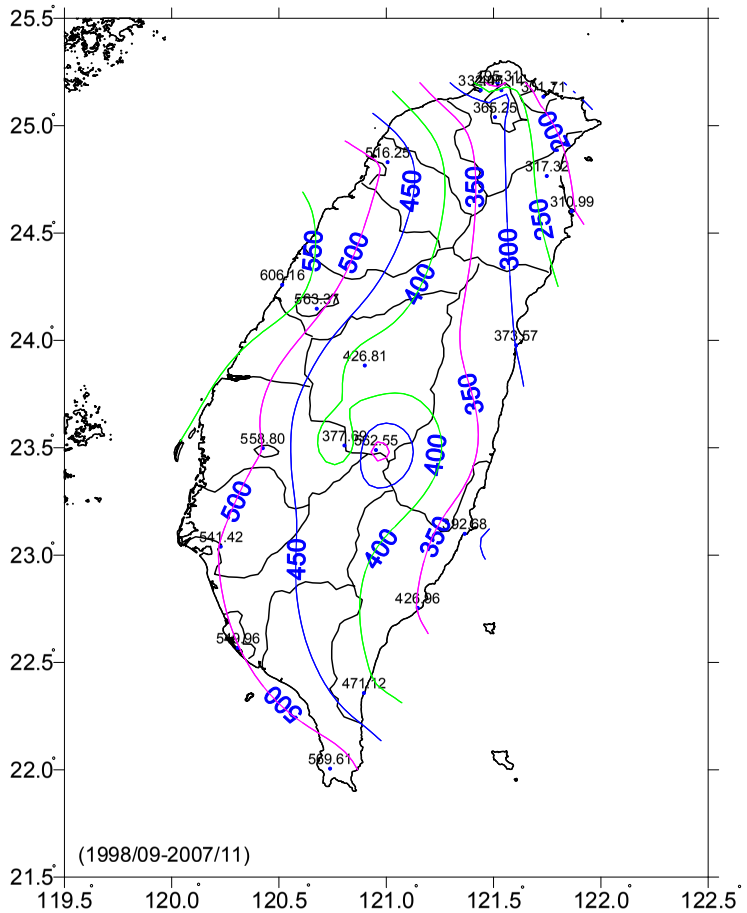
(1998 年-2008 年)

圖 4.48 1998 年-2008 年春季長期總日照時數等位線圖



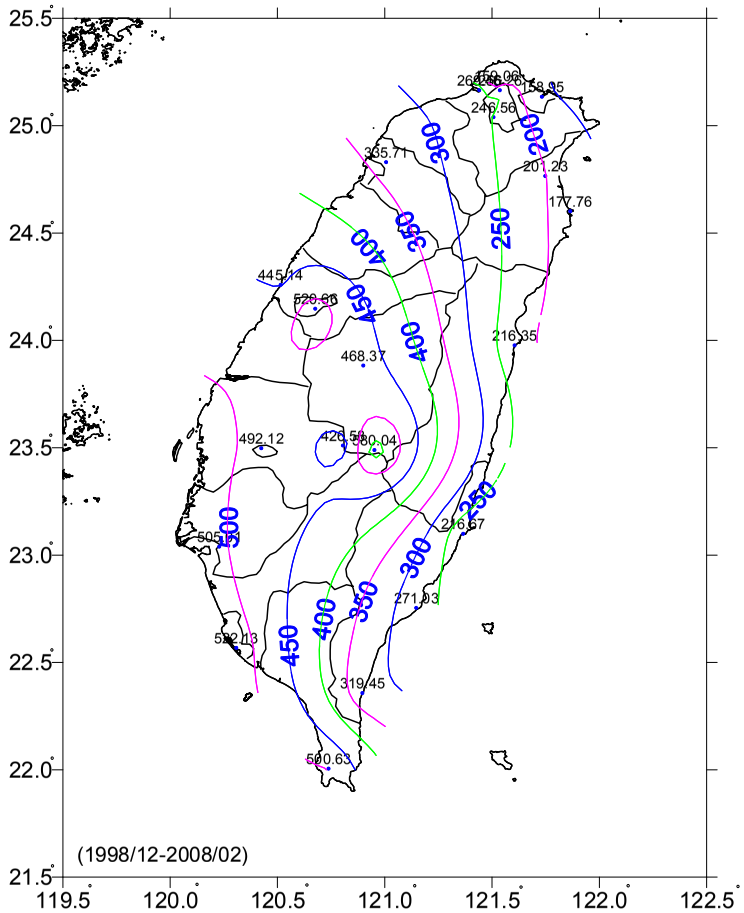
(1998 年-2008 年)

圖 4.49 1998 年-2008 年夏季長期總日照時數等位線圖



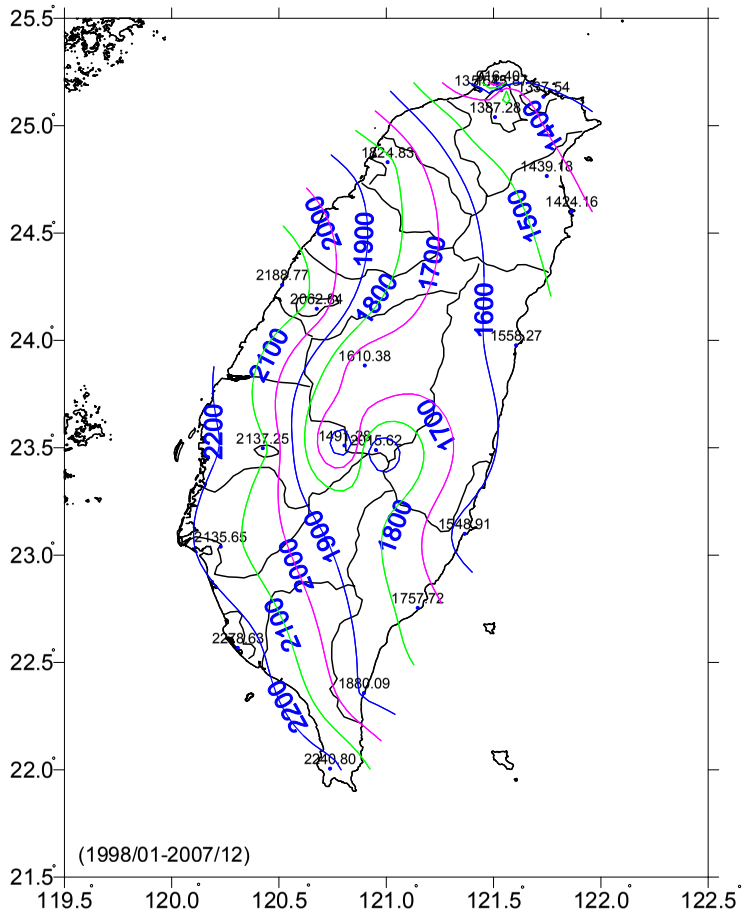
(1998 年-2007 年)

圖 4.50　1998 年-2007 年秋季長期總日照時數等位線圖



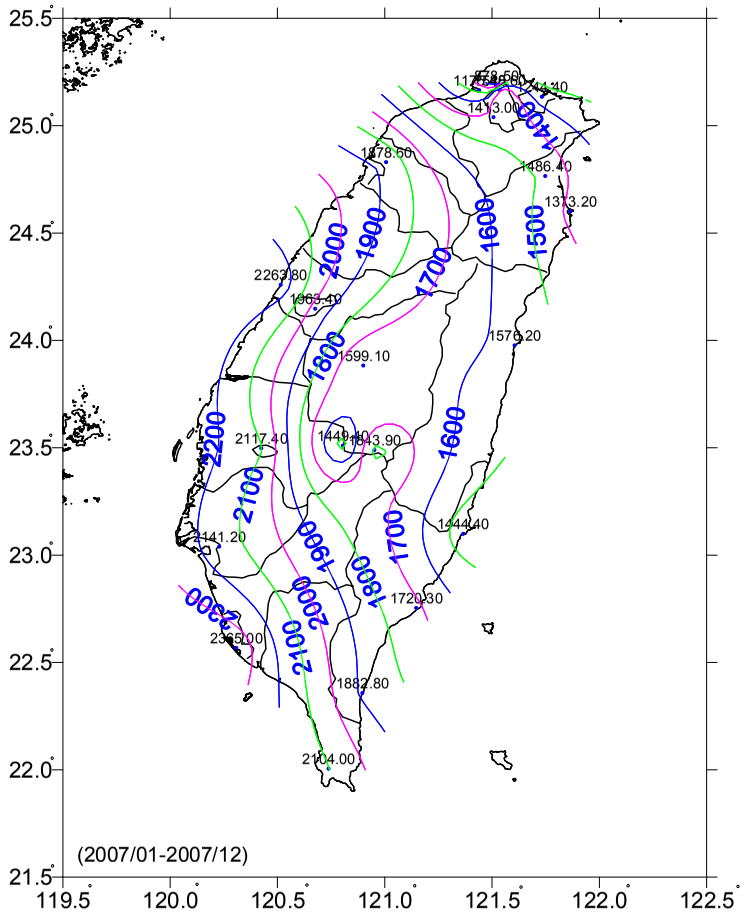
(1998 年-2007 年)

圖 4.51 1998 年-2007 年冬季長期總日照時數等位線圖



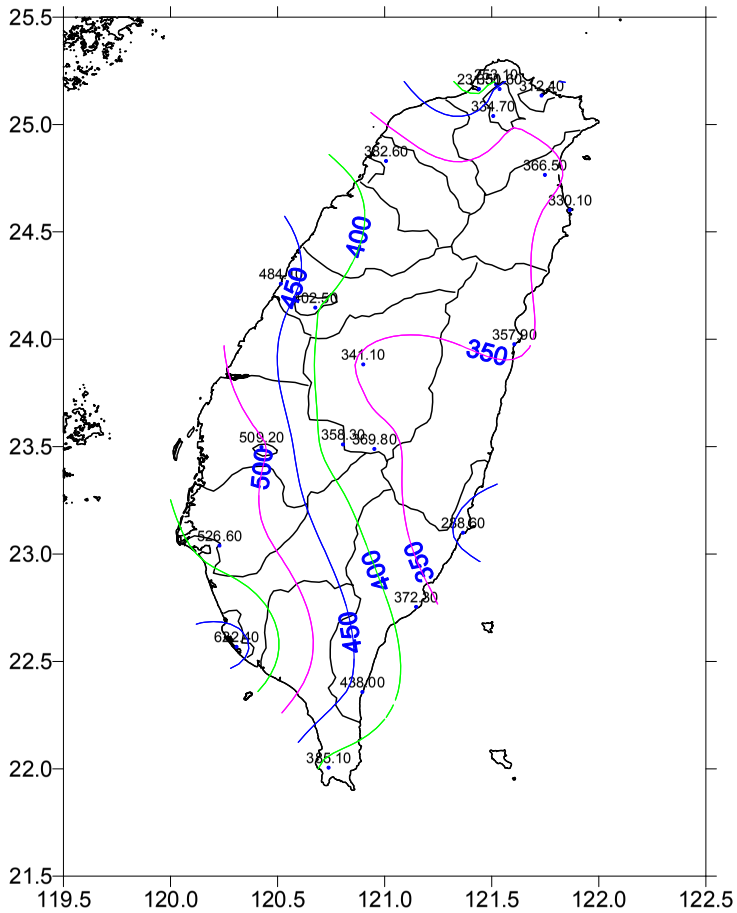
(1998 年-2007 年)

圖 4.52　1998～2007 年平均總日照時數等位線圖



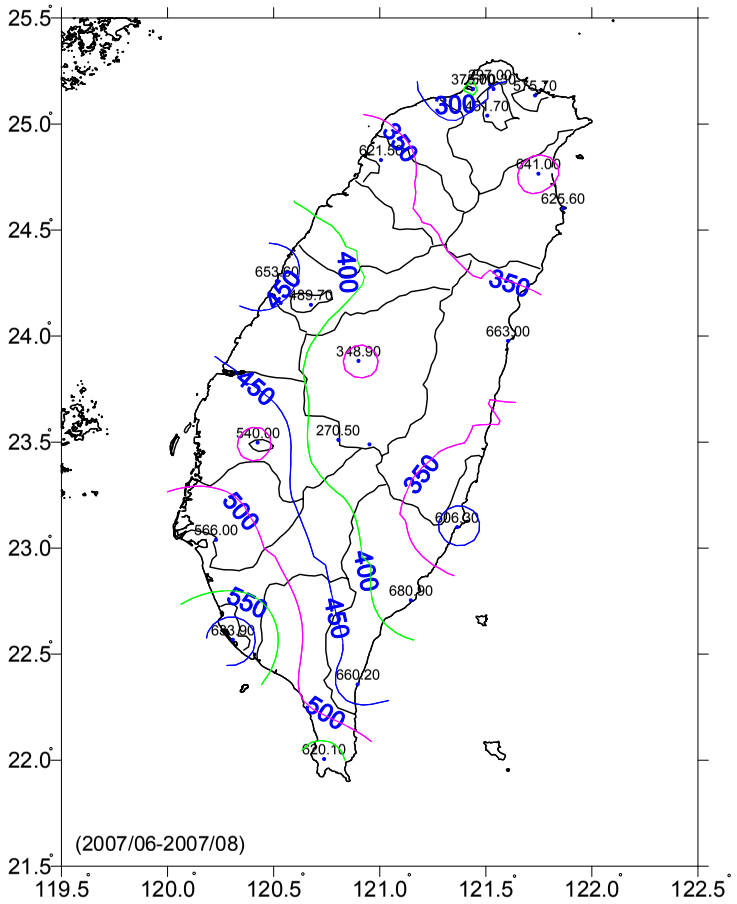
(2007 年)

圖 4.53　2007 年總日照時數等位線圖



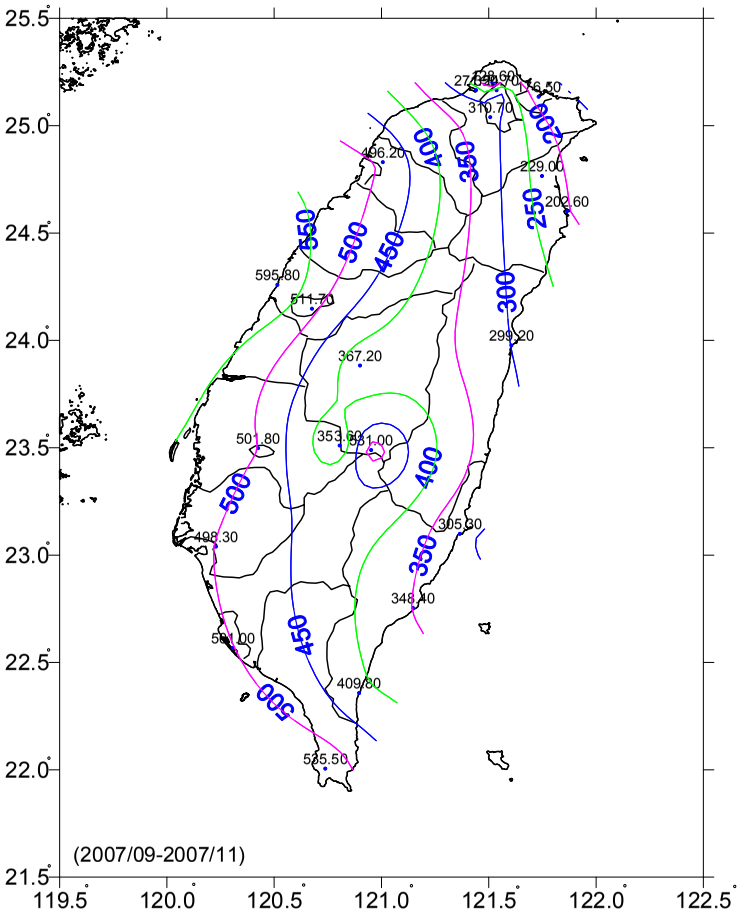
(2007 年 3 月~2007 年 5 月)

圖 4.54　2007 年 3 月~2007 年 5 月總日照時數等位線圖



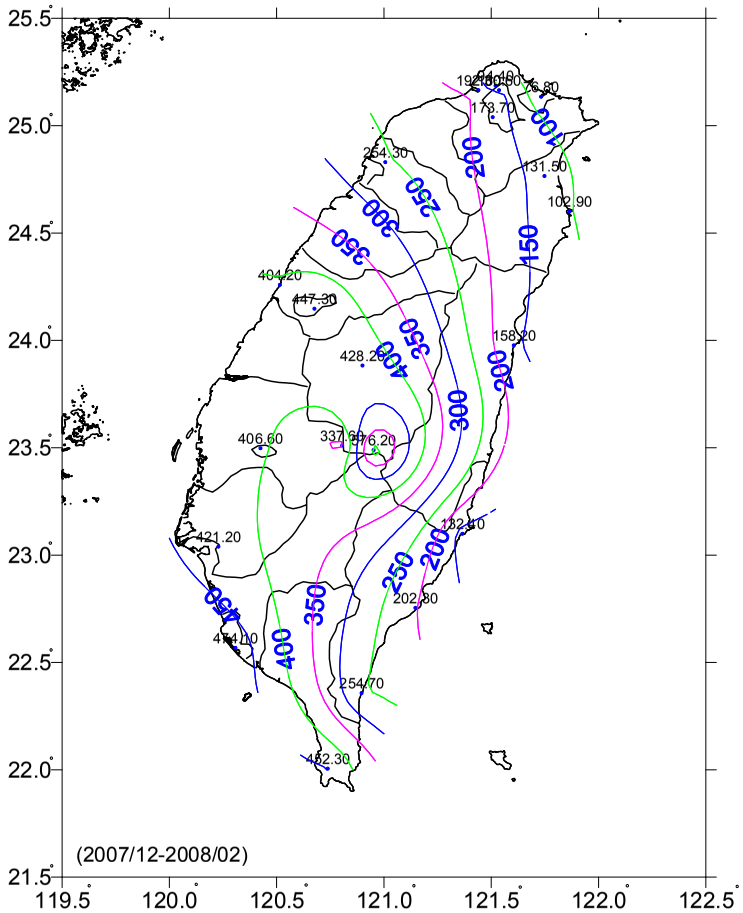
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

圖 4.55　2007 年 6-8 月總日照時數等位線圖



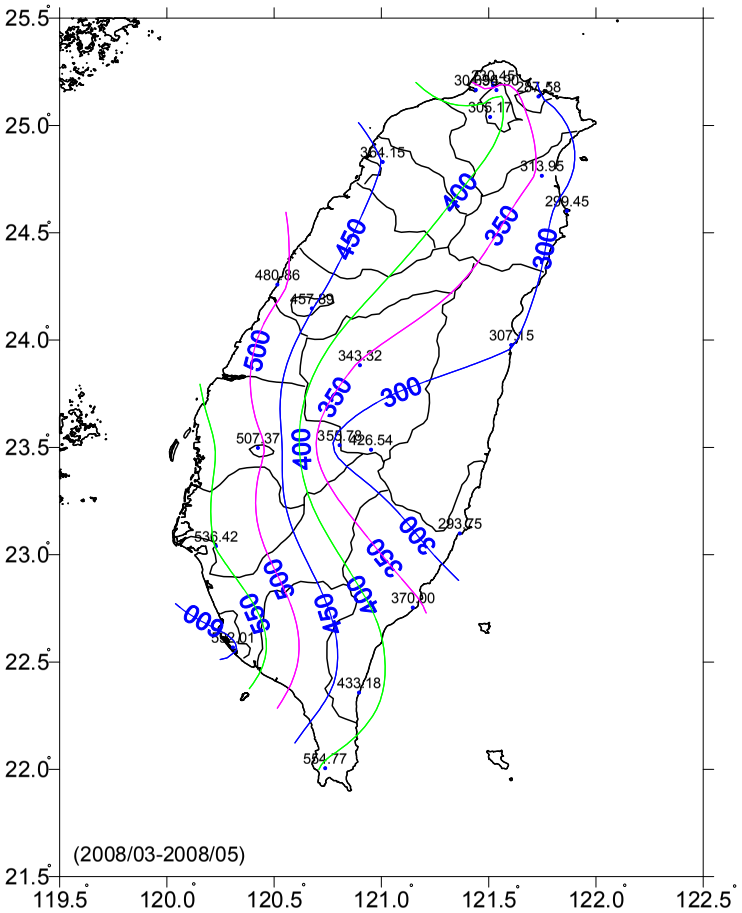
(2007 年 9 月~2007 年 11 月)

圖 4.56　2007 年 9-11 月總日照時數等位線圖



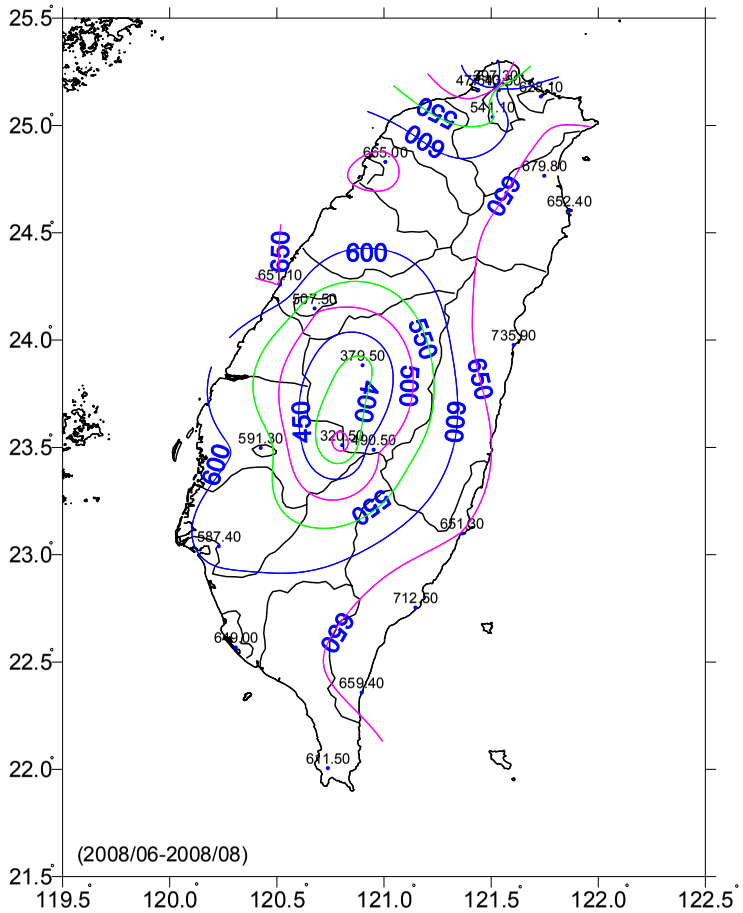
(2007 年 12 月~2008 年 2 月)

圖 4.57 2007 年 12 月~2008 年 2 月總日照時數等位線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.58　2008 年 3-5 月總日照時數等位線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.59　2008 年 6-8 月總日照時數等位線圖

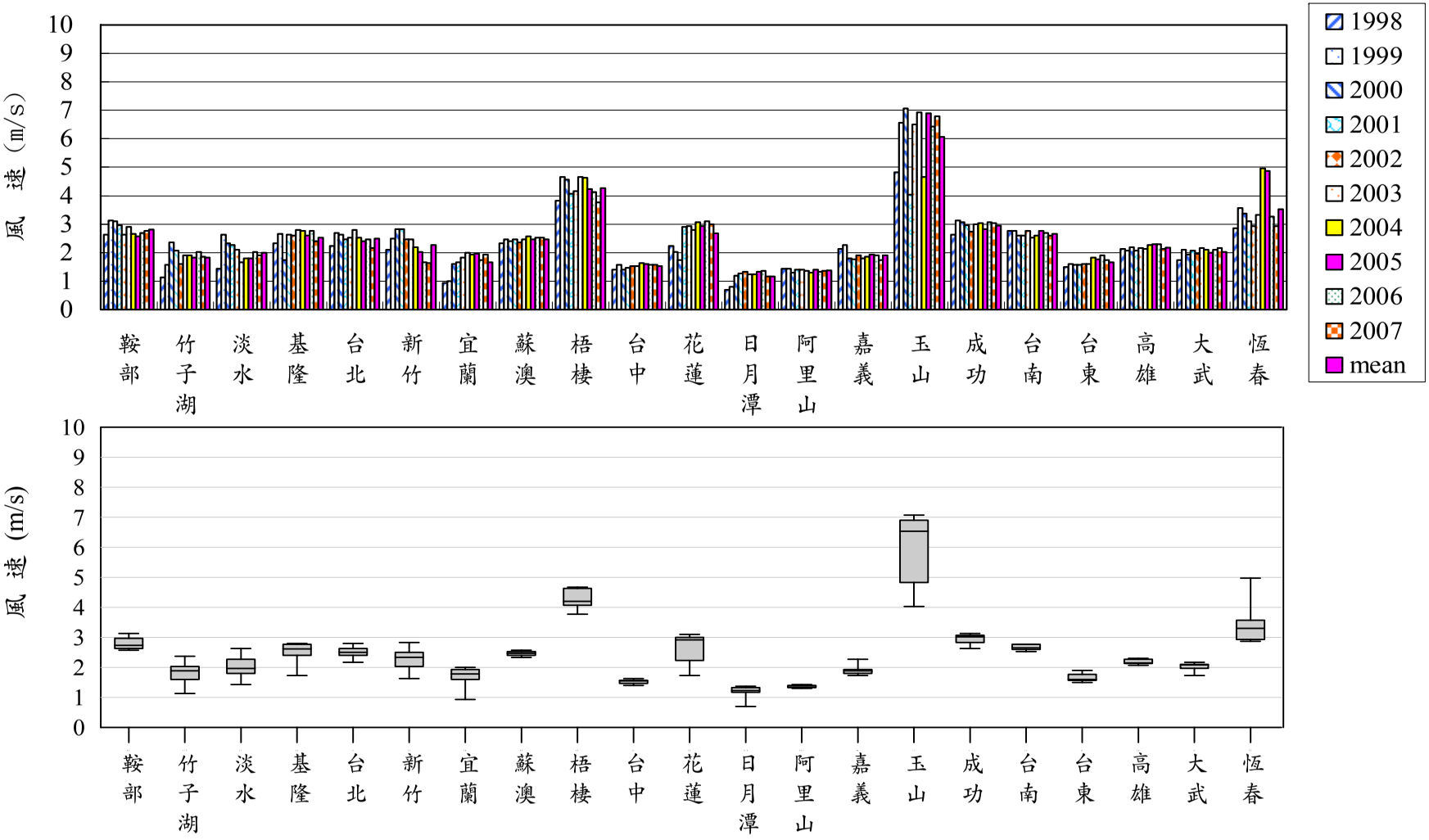


圖 4.60 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年春季平均風速分佈及盒鬚圖

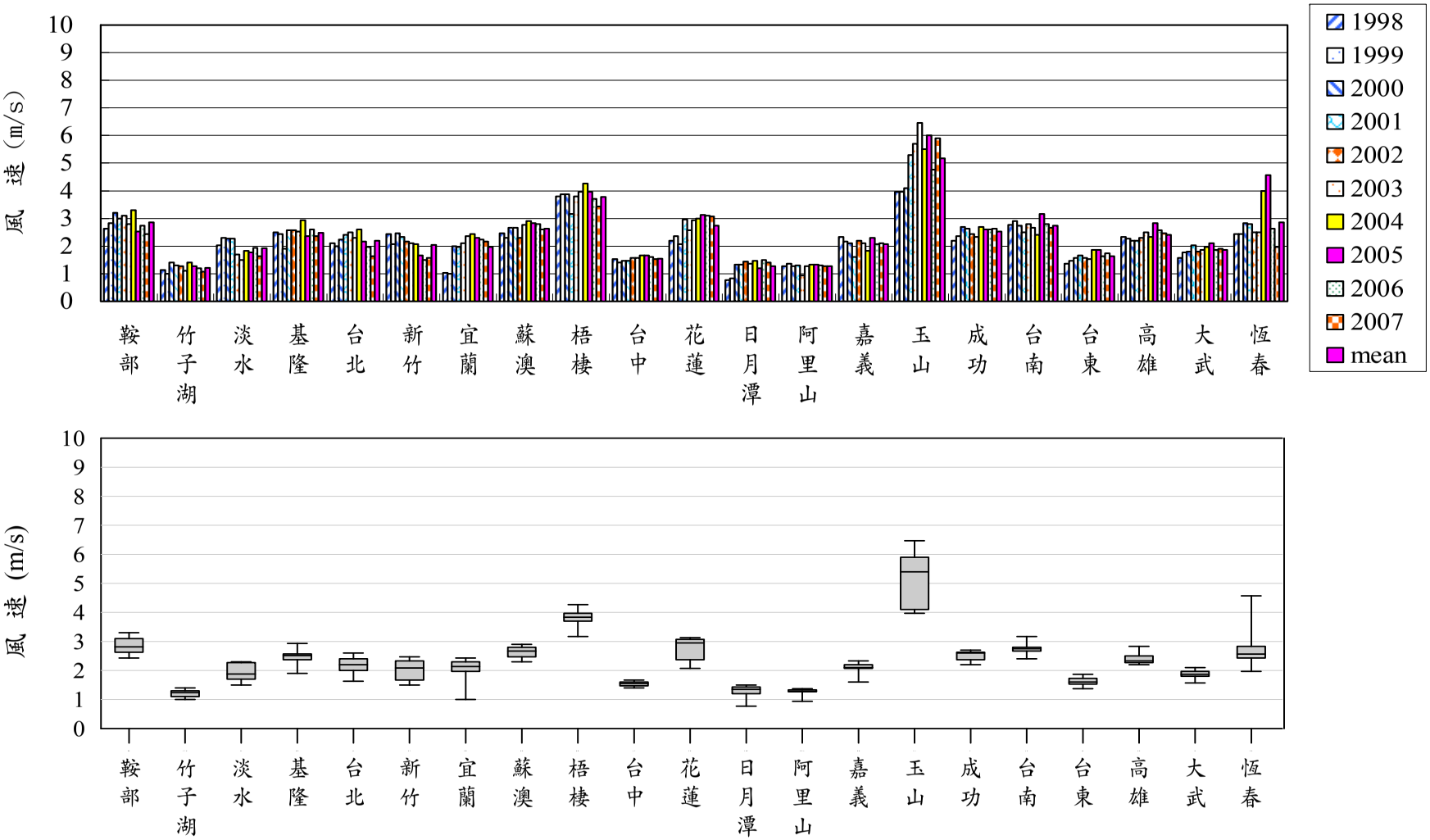


圖 4.61 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年夏季平均風速分佈及盒鬚圖

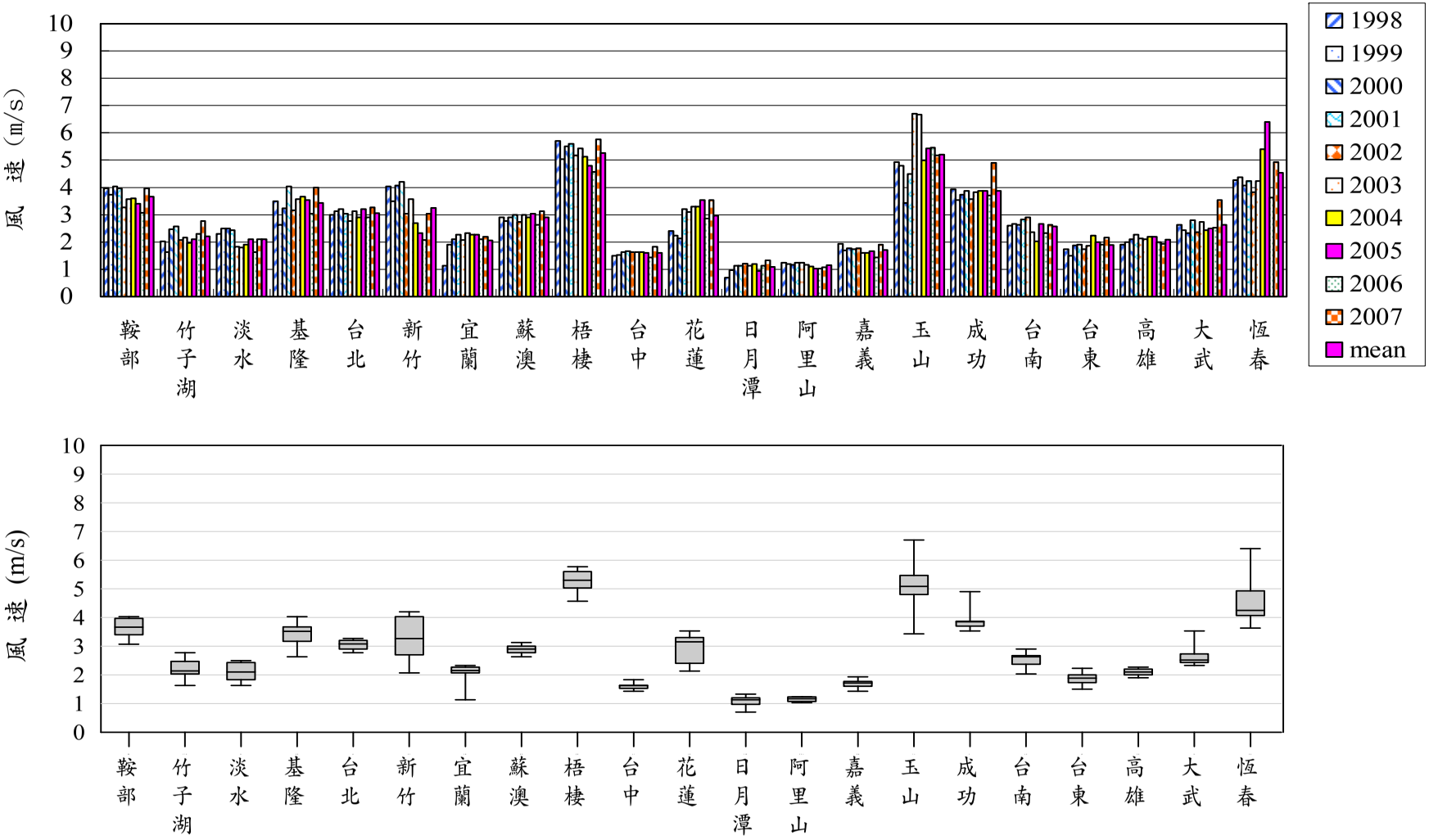


圖 4.62 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年秋季平均風速分佈及盒鬚圖

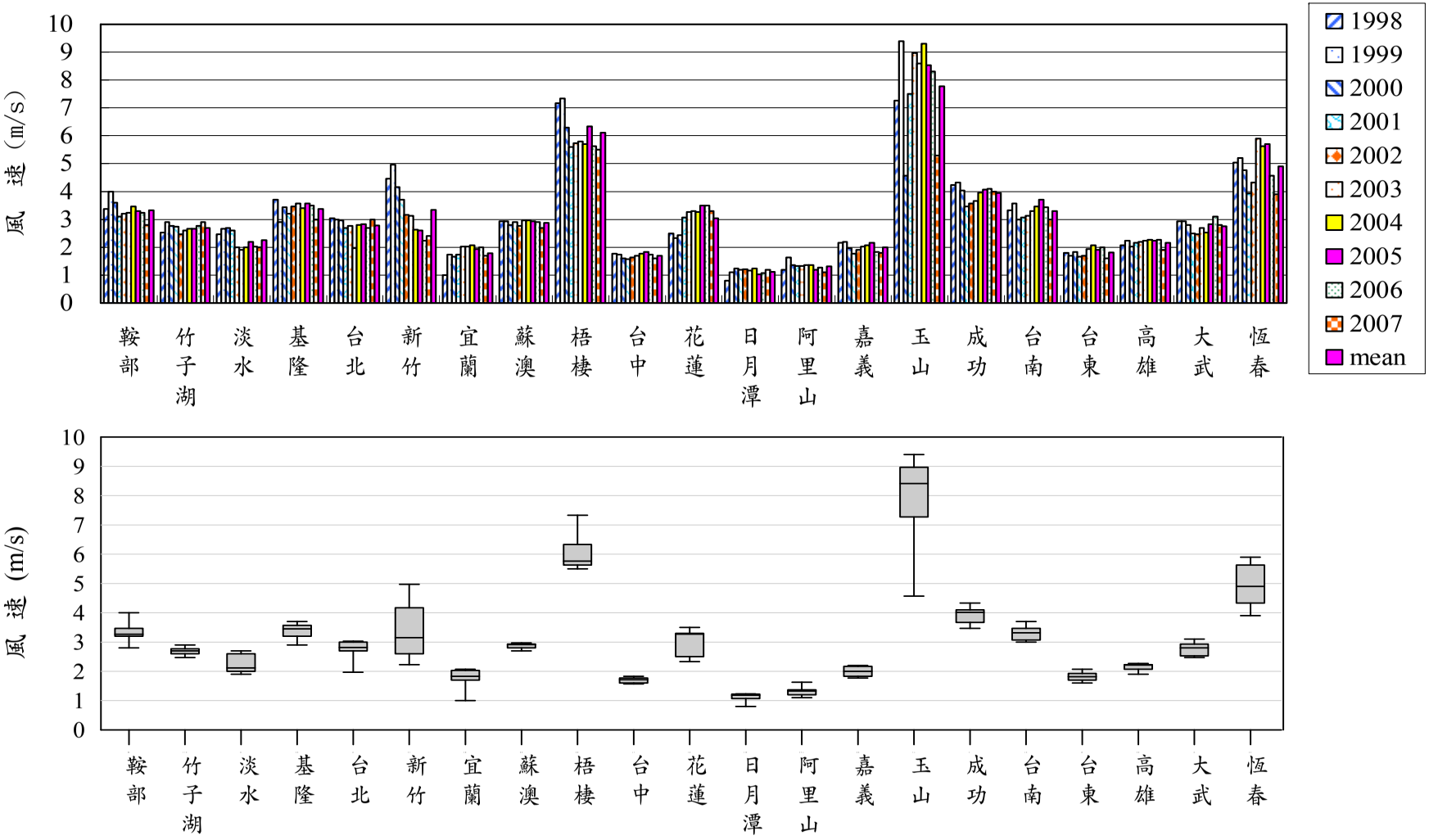


圖 4.63 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年冬季平均風速分佈及盒鬚圖

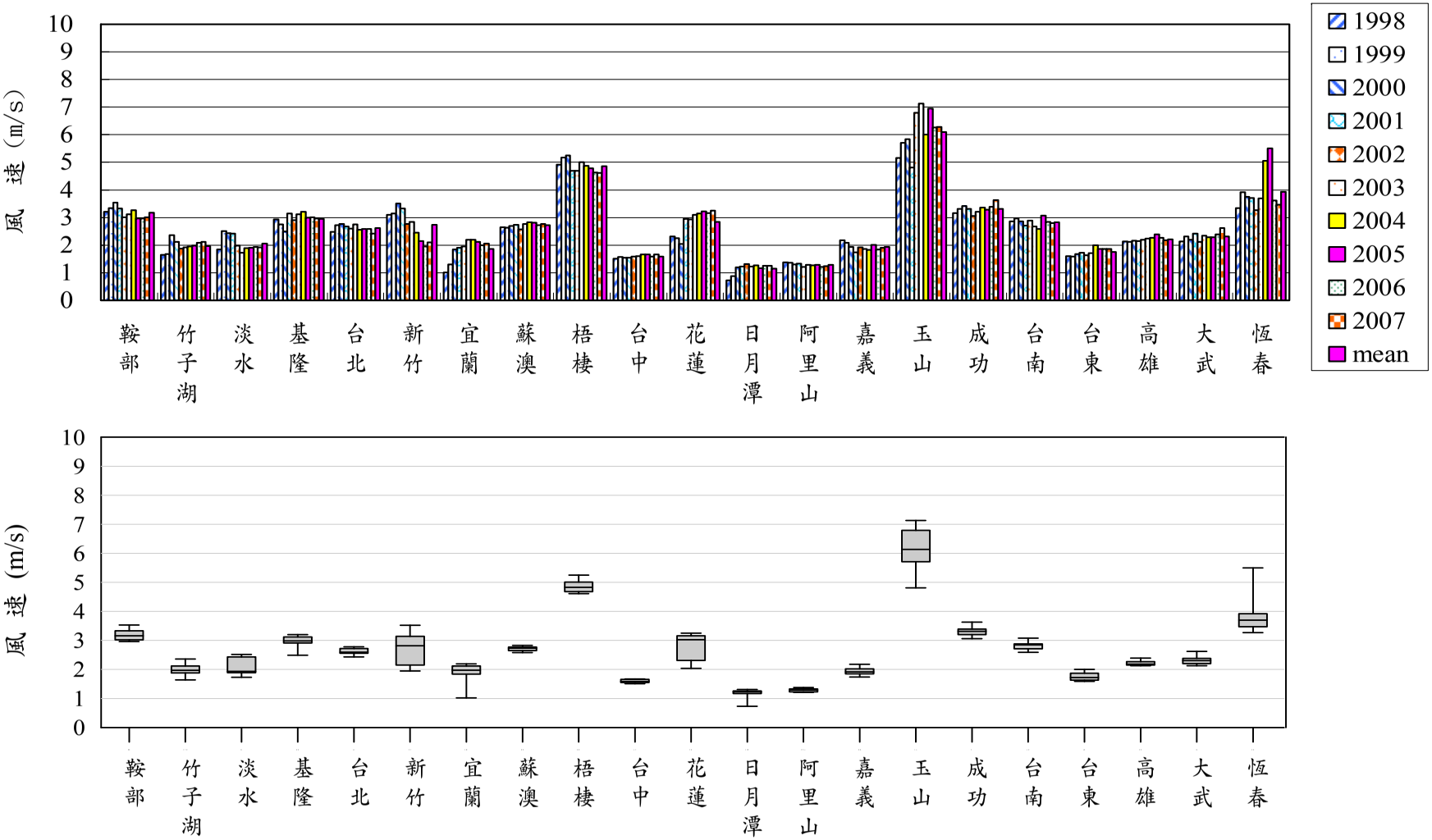
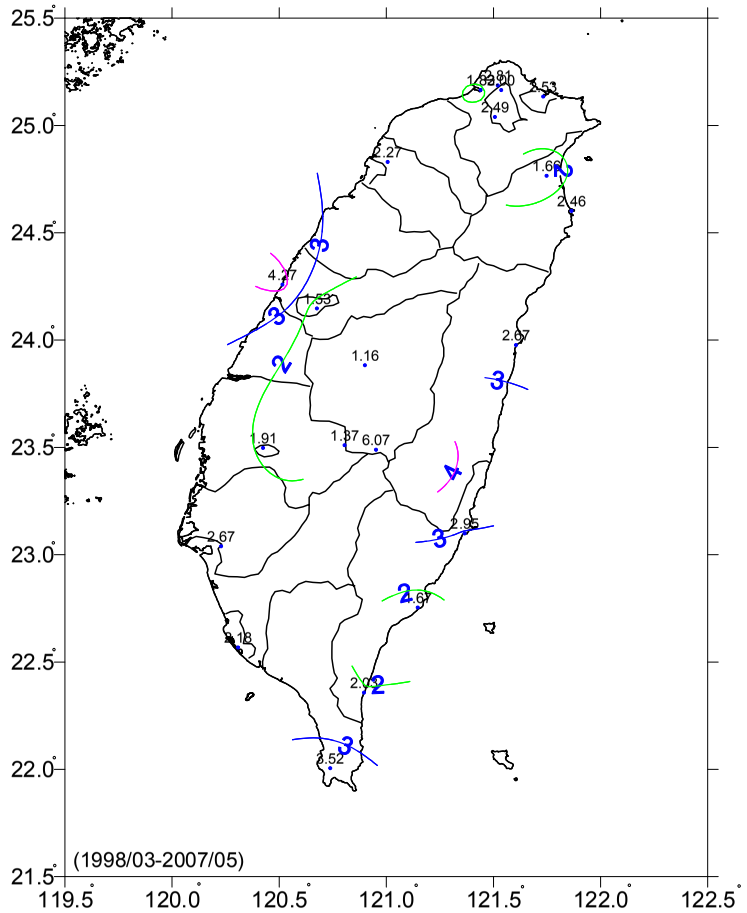
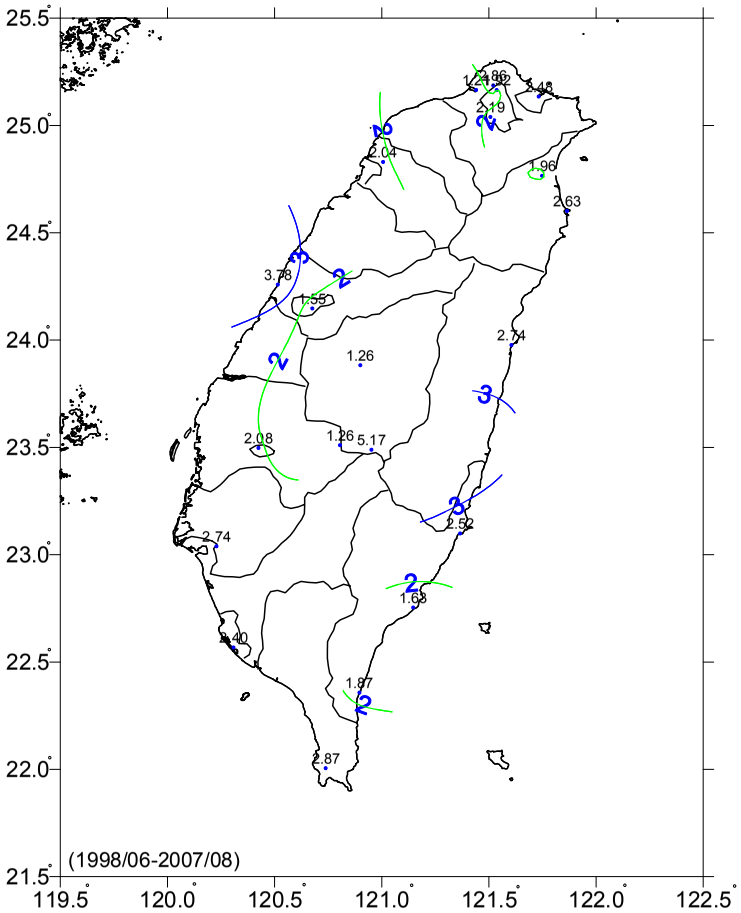


圖 4.64 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年全平均風速分佈及盒鬚圖



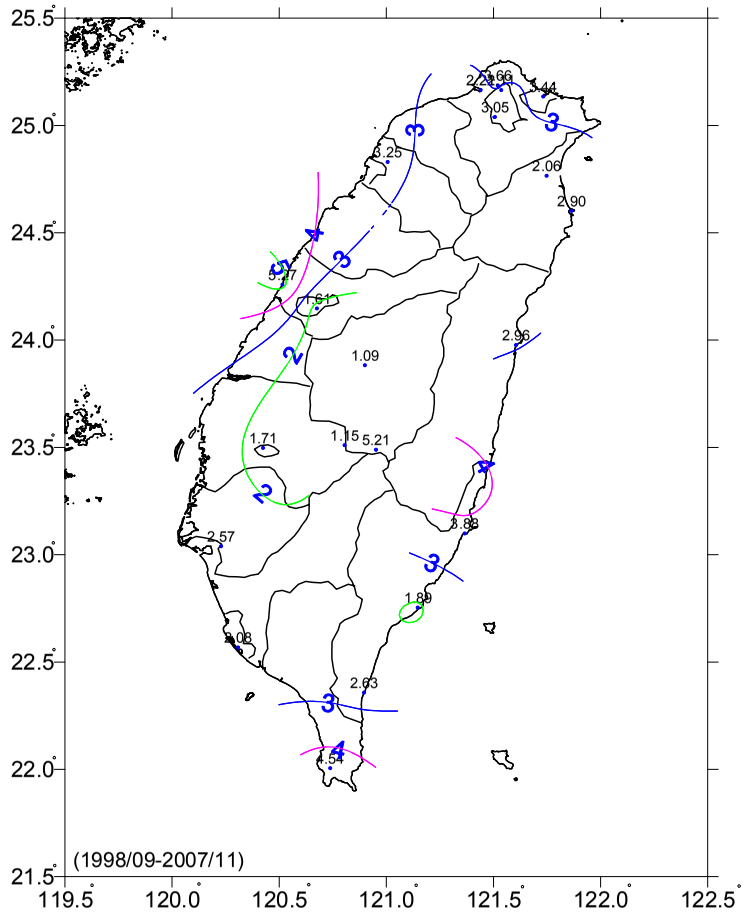
(1998 年-2007 年)

圖 4.65　1998 年-2007 年春季月平均風速等位線圖



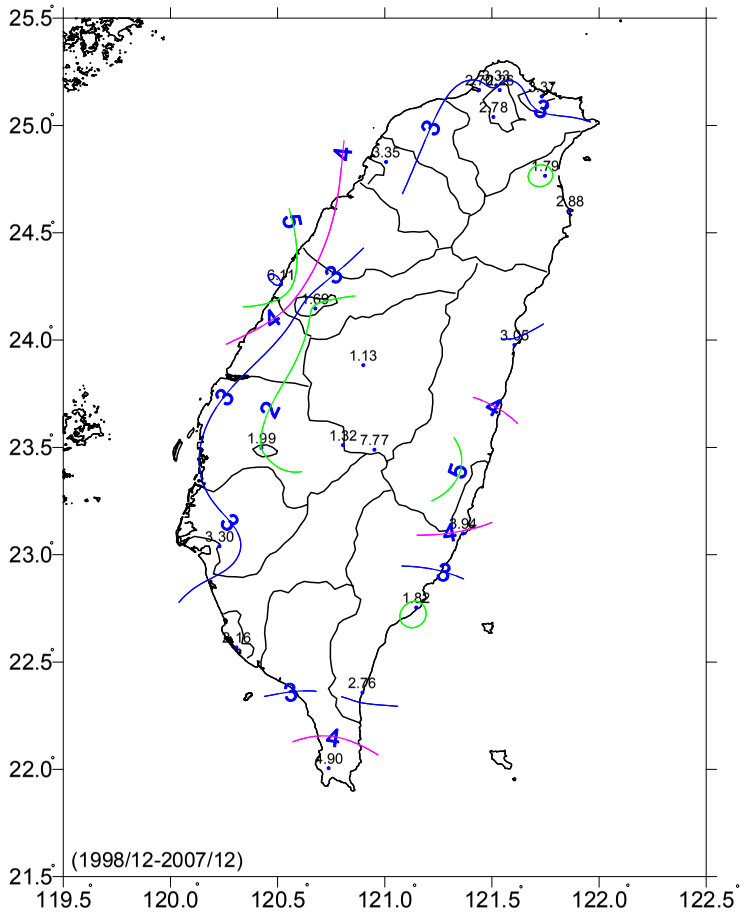
(1998 年-2007 年)

圖 4.66　1998 年-2007 年夏季月平均風速等位線圖



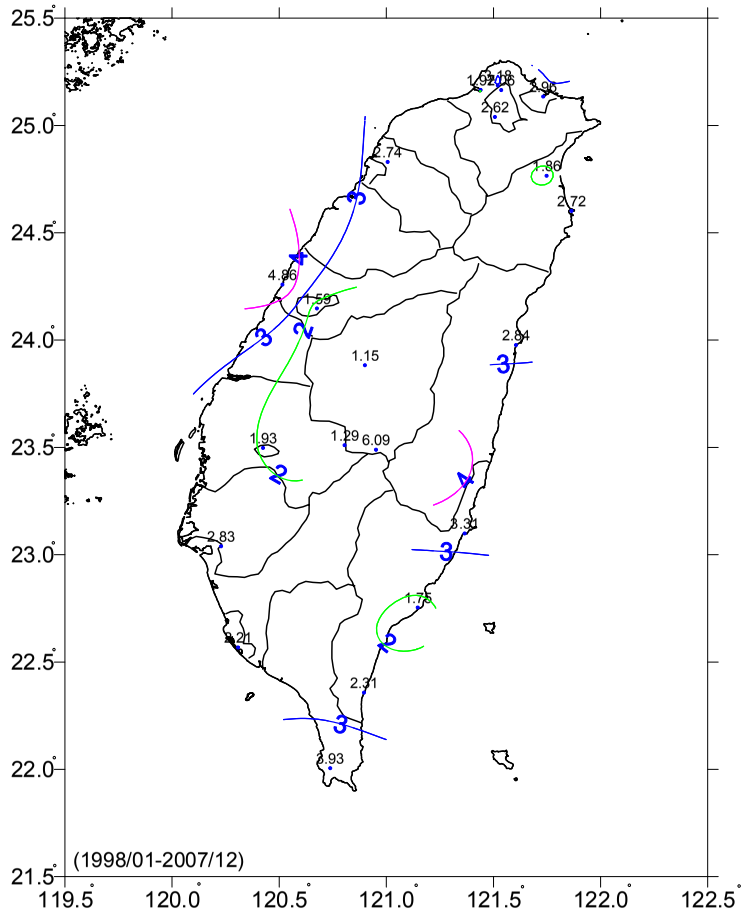
(1998 年-2007 年)

圖 4.67　1998 年-2007 年秋季月平均風速等位線圖



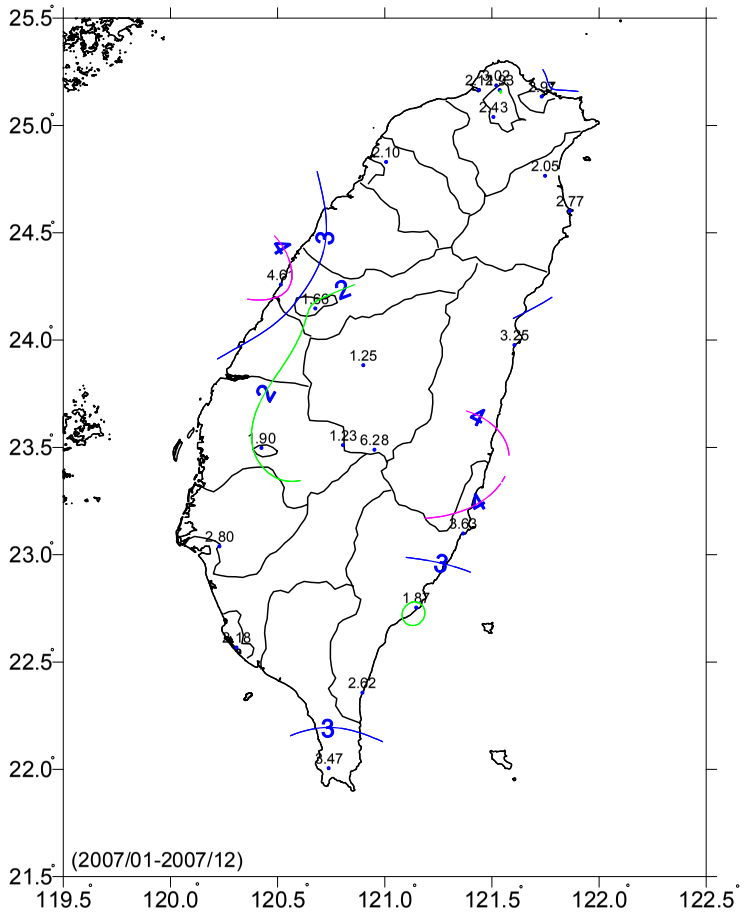
(1998 年-2007 年)

圖 4.68　1998 年-2007 年冬季月平均風速等位線圖



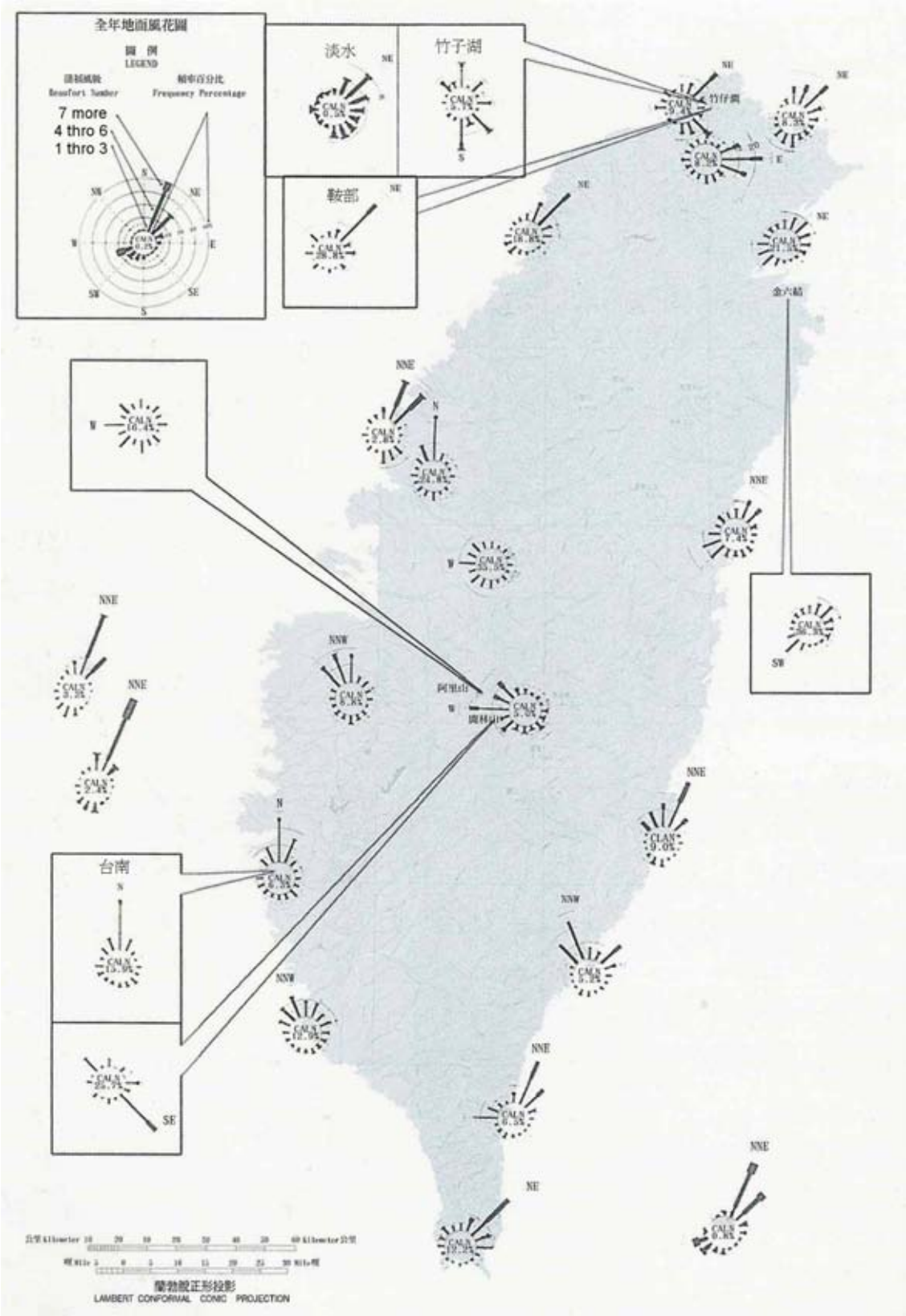
(1998 年-2007 年)

圖 4.69　1998～2007 年平均風速等位線圖



(2006 年)

圖 4.70　2007 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 4.71 全年地面風花圖

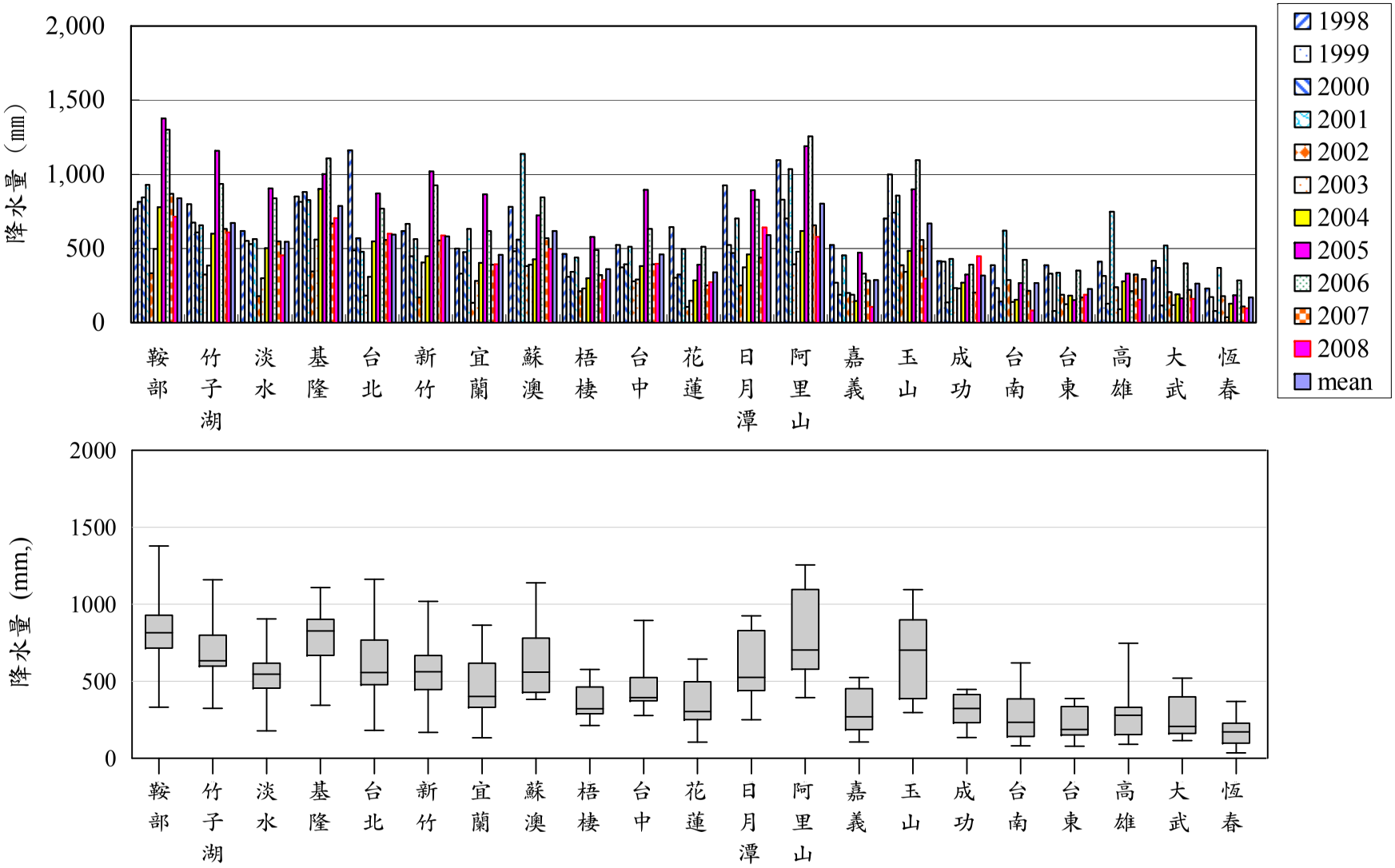


圖 4.72 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2008 年春季累計降水量分佈及盒鬚圖

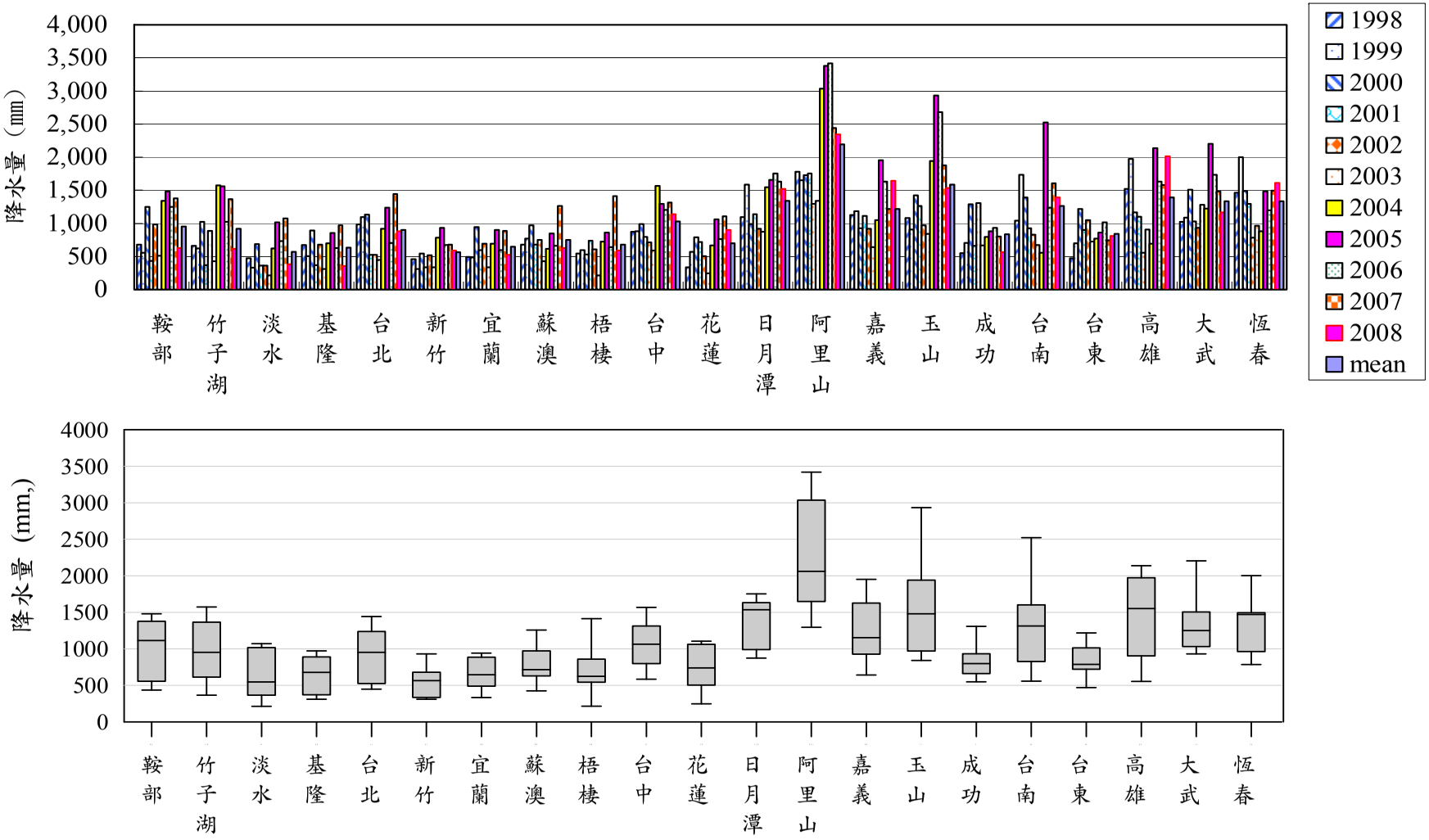


圖 4.73 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2008 年夏季累計降水量分佈及盒鬚圖

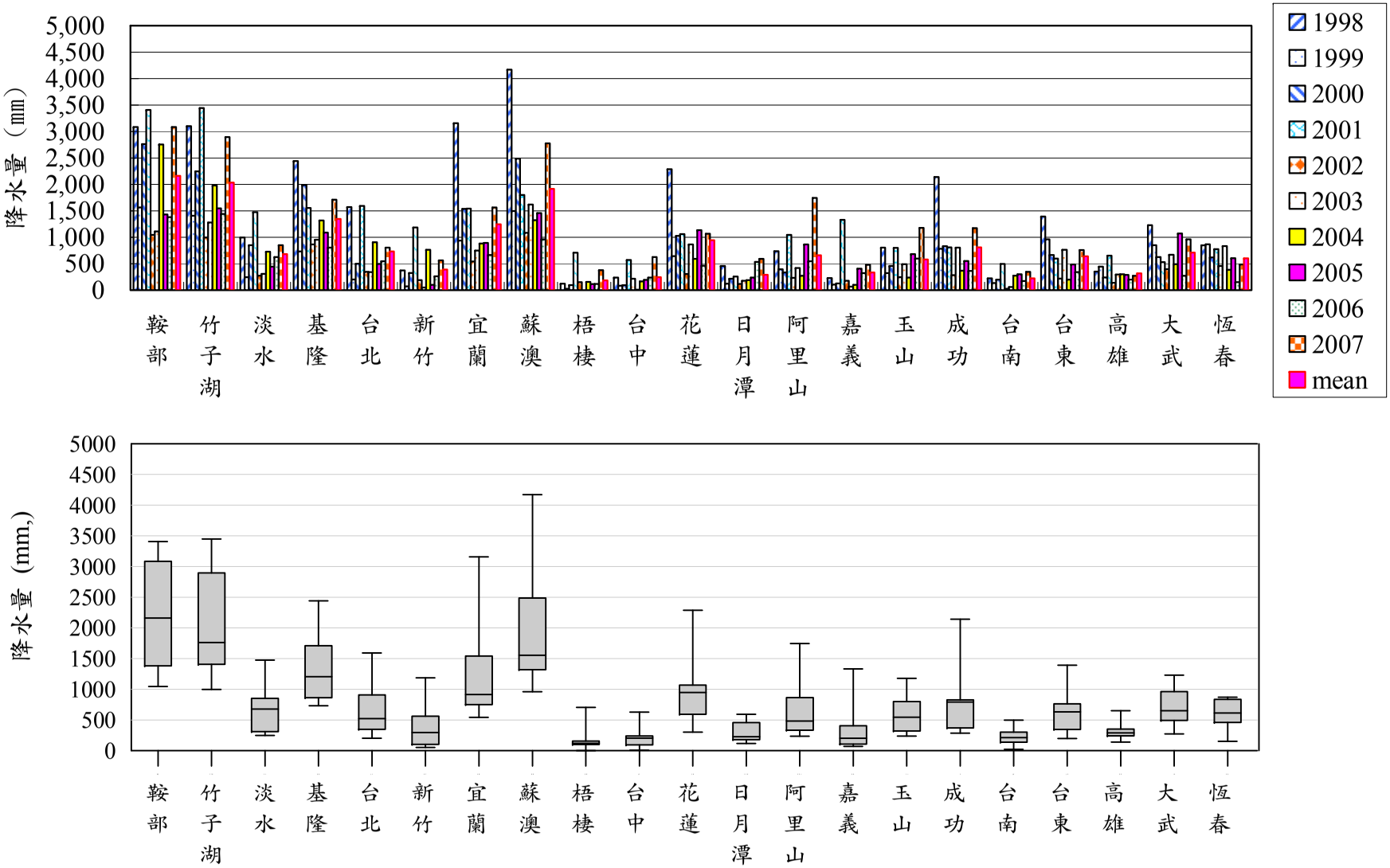


圖 4.74 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年秋季累計降水量分佈及盒鬚圖

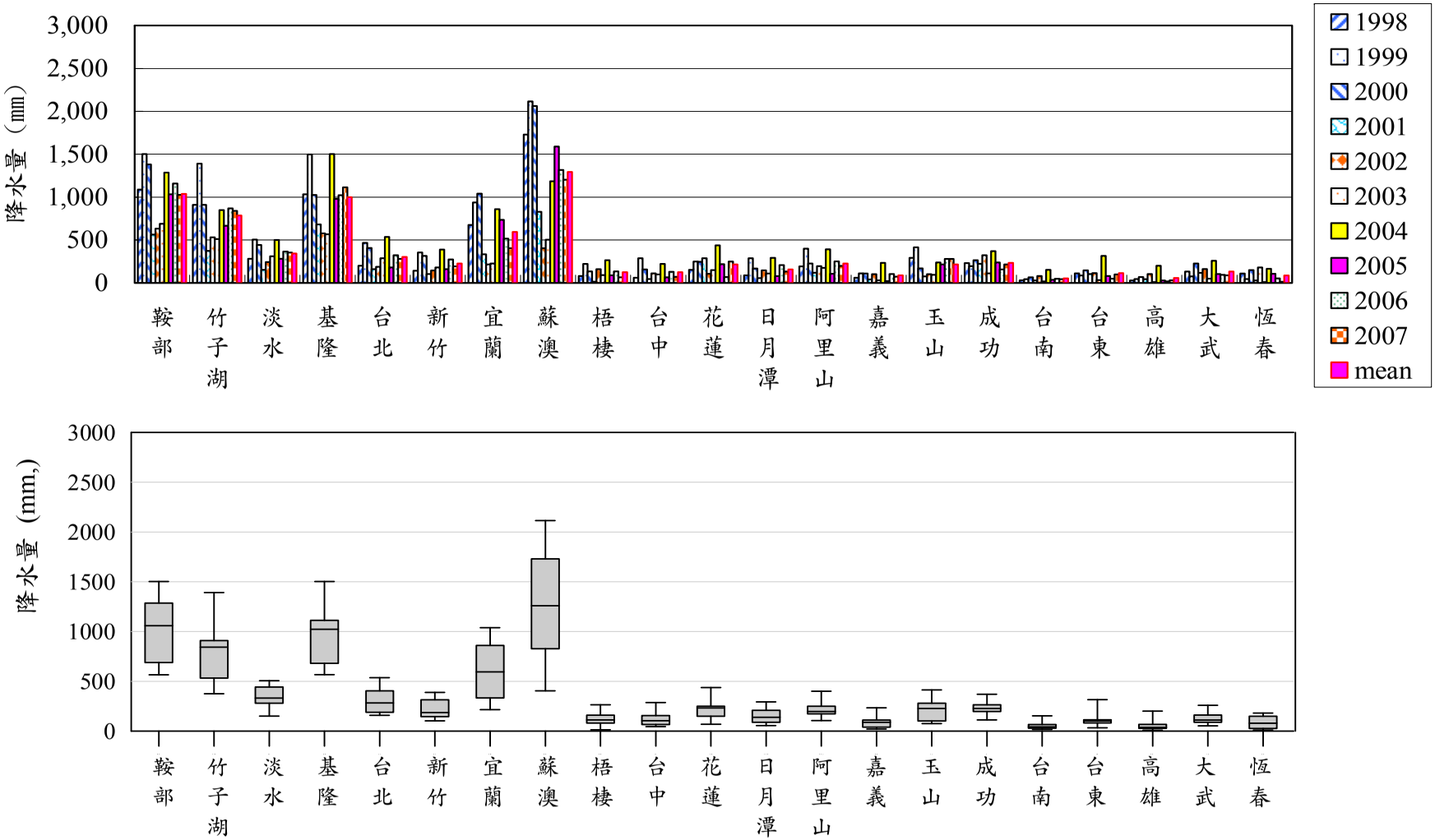


圖 4.75 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年冬季累計降水量分佈及盒鬚圖

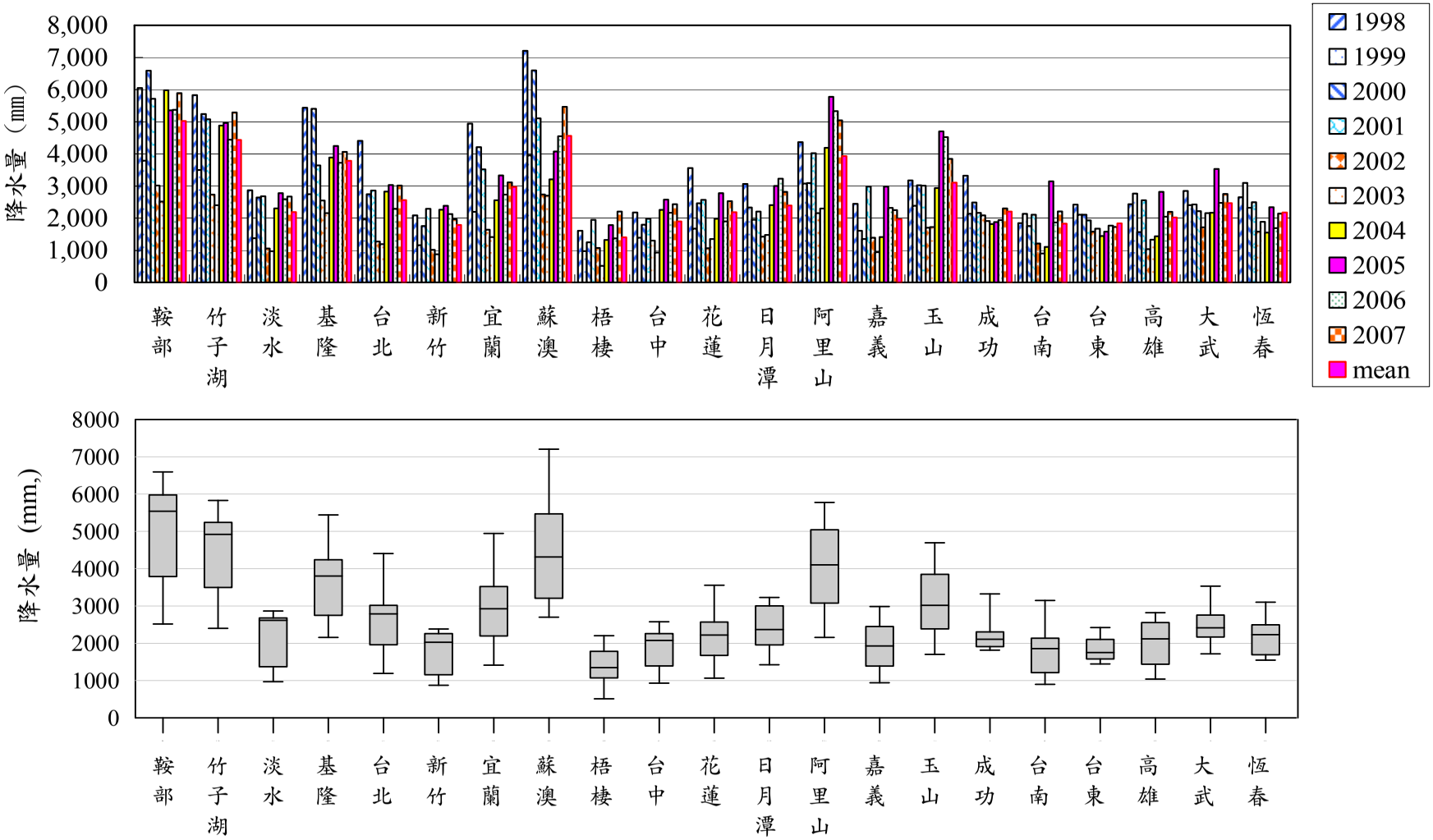


圖 4.76 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年全年累計降水量分佈及盒鬚圖

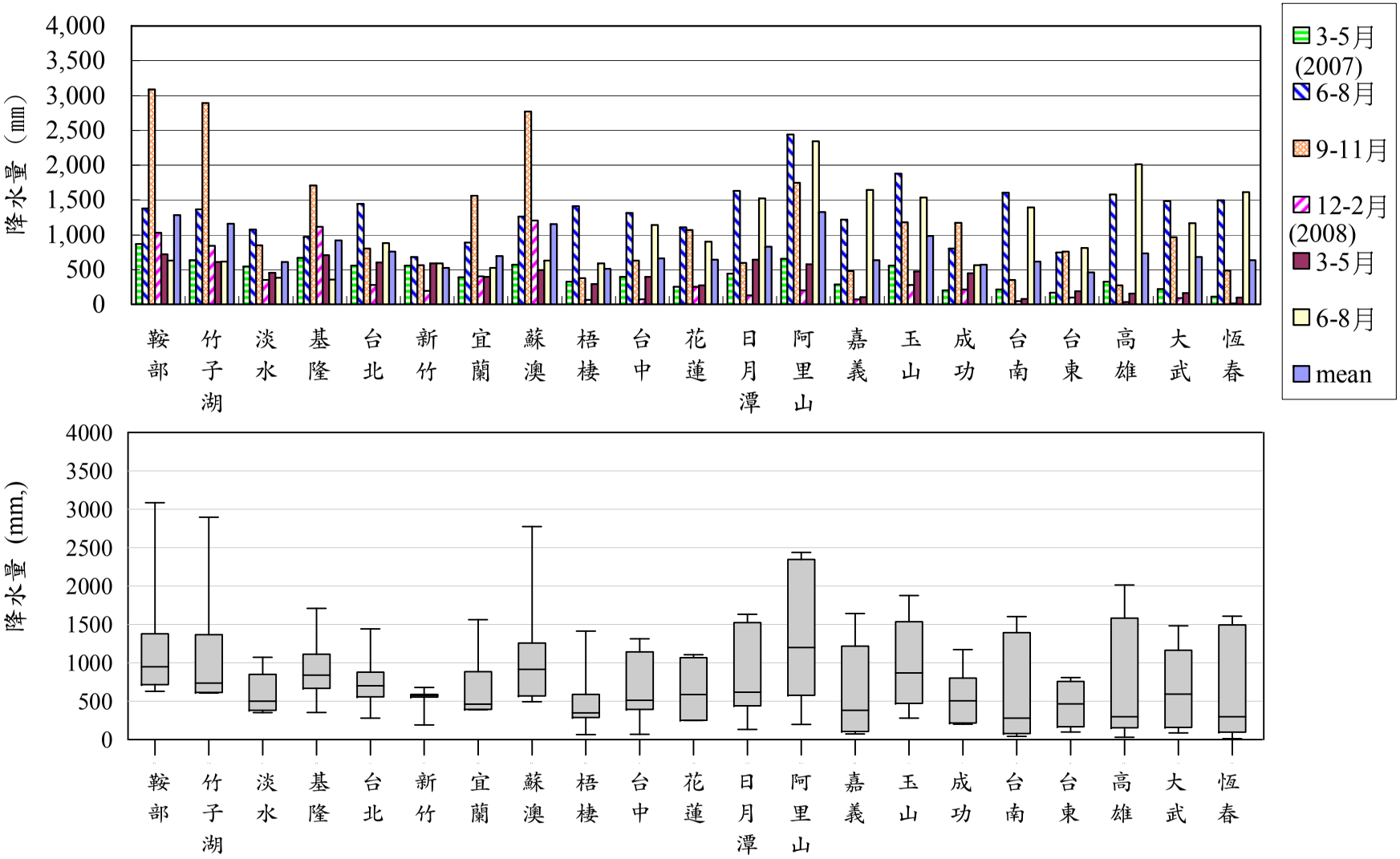
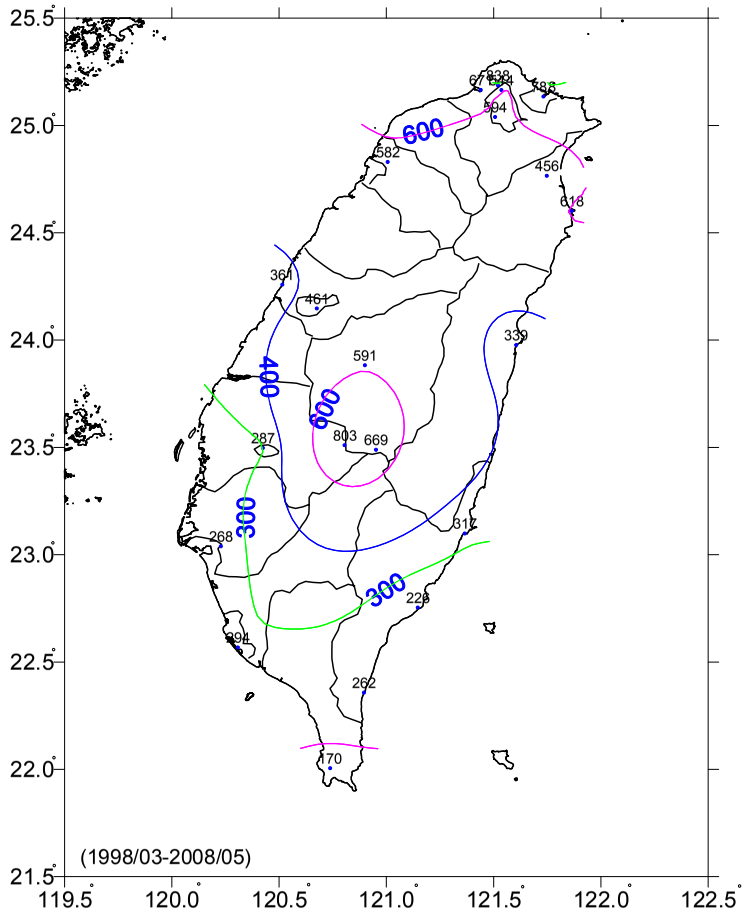
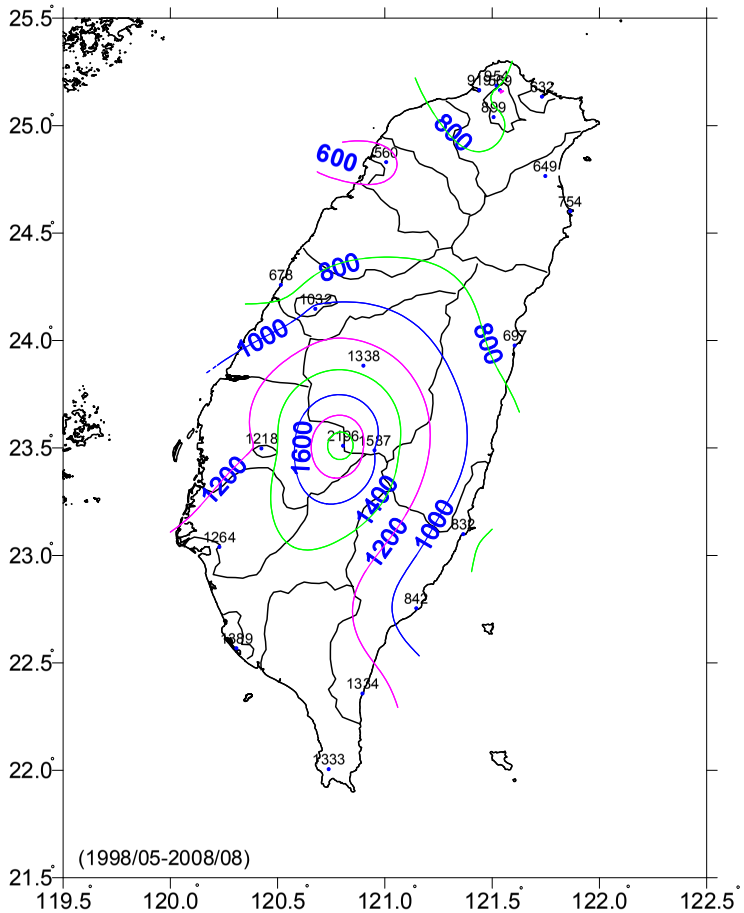


圖 4.77 中央氣象局各氣象測站 2007 年春季-2008 年夏季六季降水量分佈圖



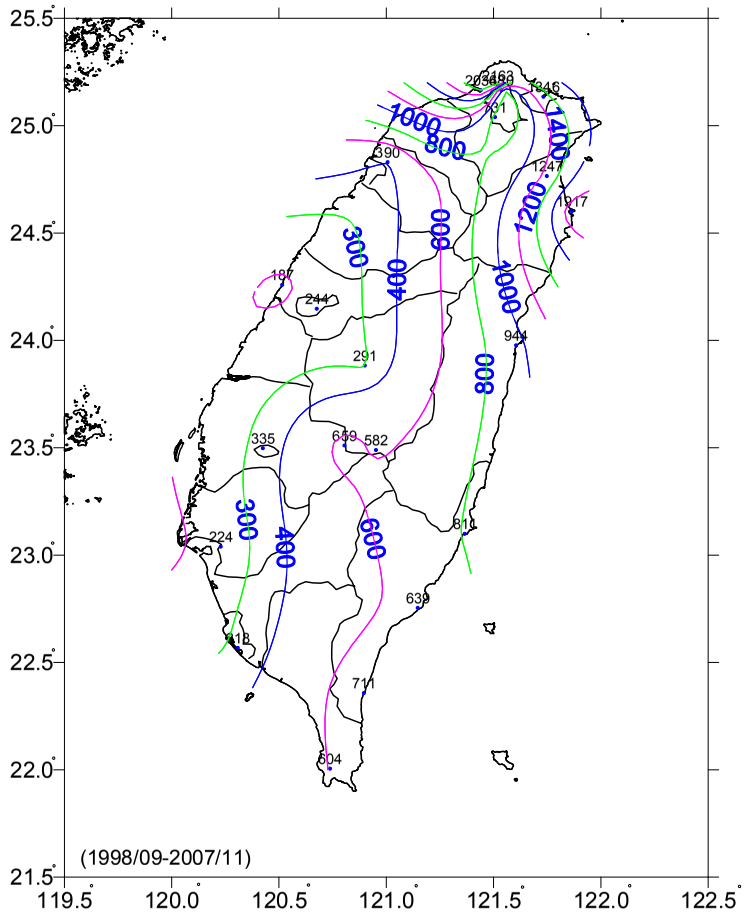
(1998 年-2008 年)

圖 4.78 1998 年-2008 年春季長期累計降水量等位線圖



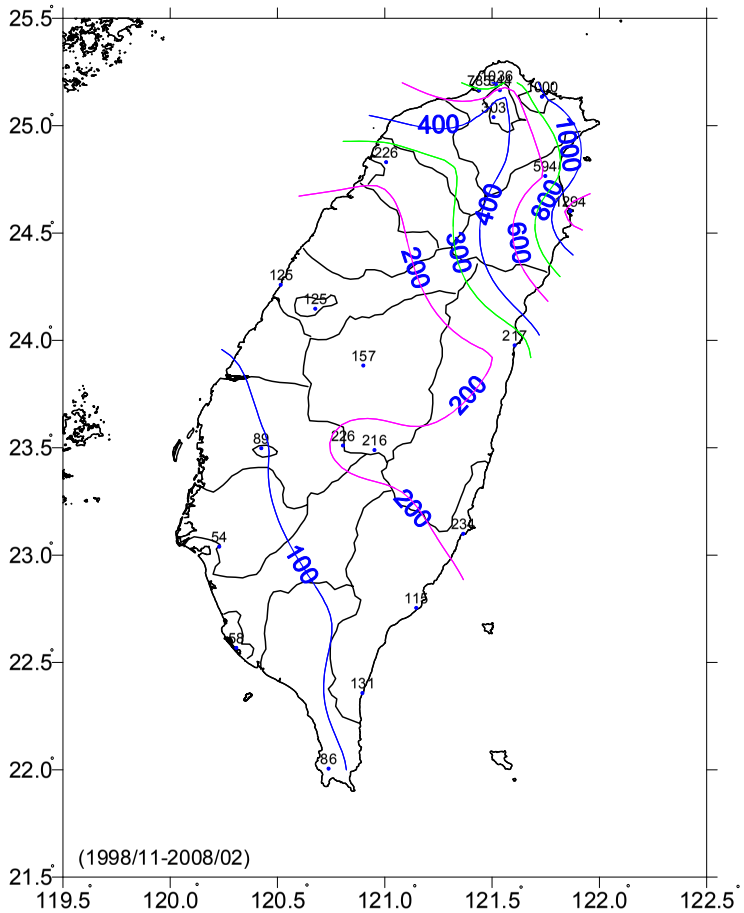
(1998 年-2008 年)

圖 4.79 1998 年-2008 年夏季長期累計降水量等位線圖



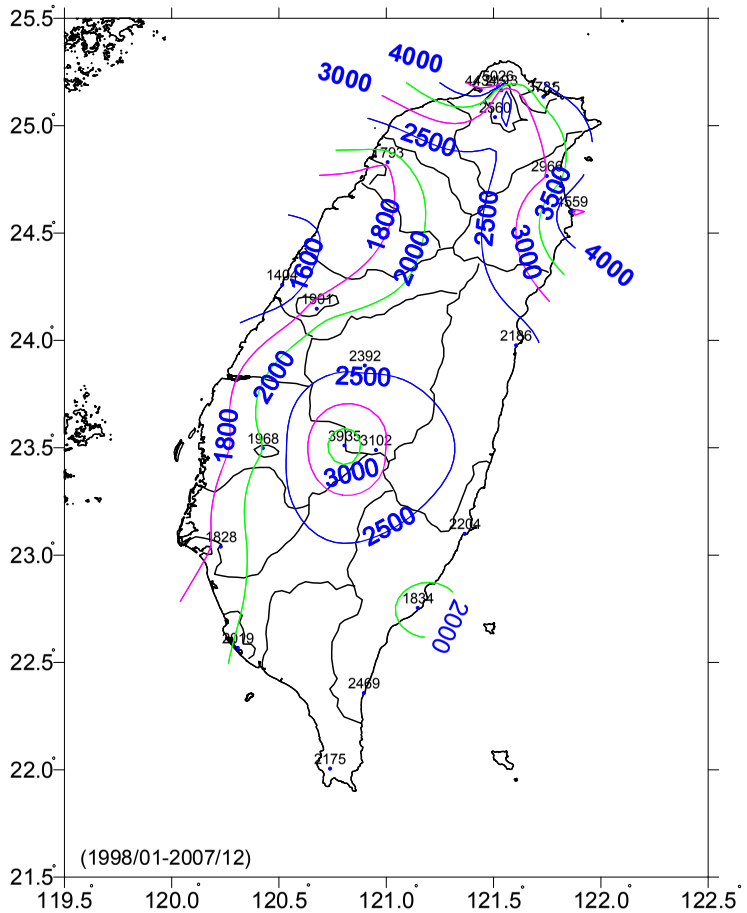
(1998 年-2007 年)

圖 4.80 1998 年-2007 年秋季長期累計降水量等位線圖



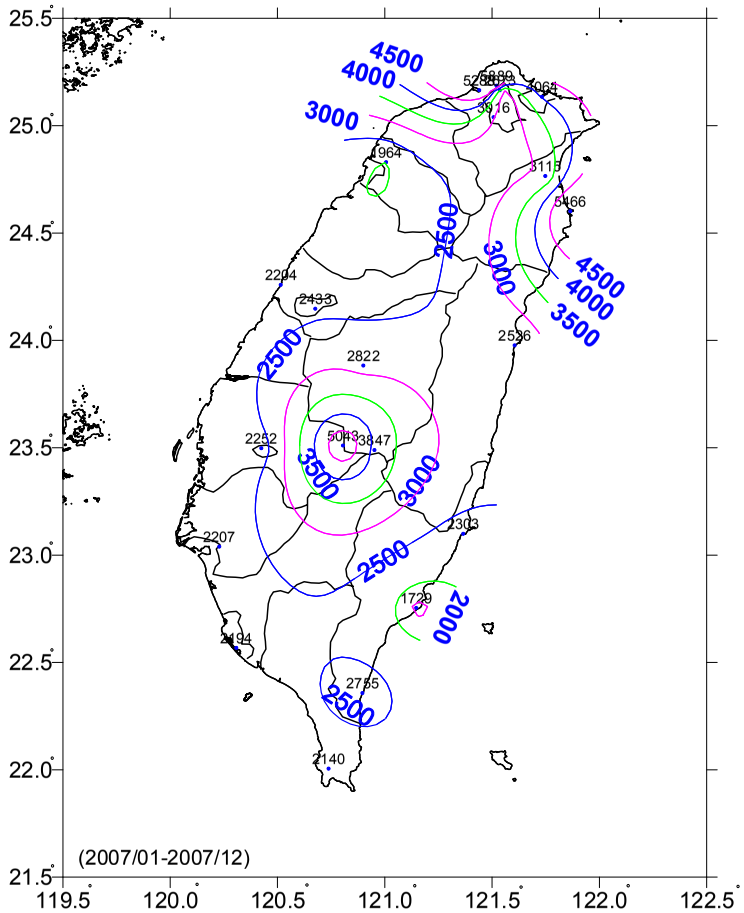
(1998 年-2007 年)

圖 4.81 1998 年-2007 年冬季長期累計降水量等位線圖



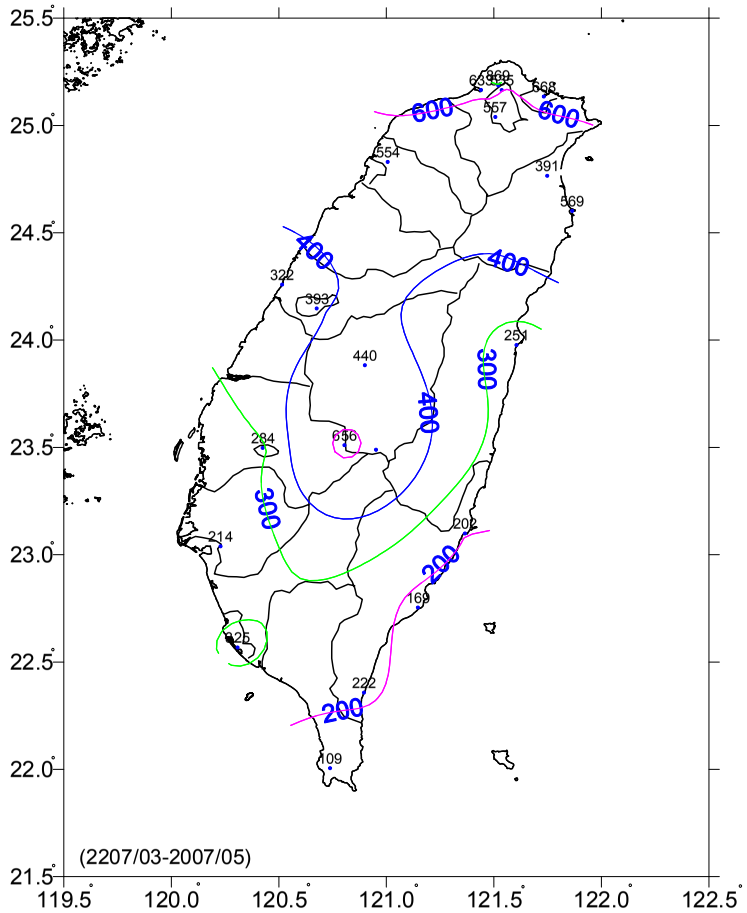
(1998 年-2007 年)

圖 4.82　1998～2007 年累計降水量等位線圖



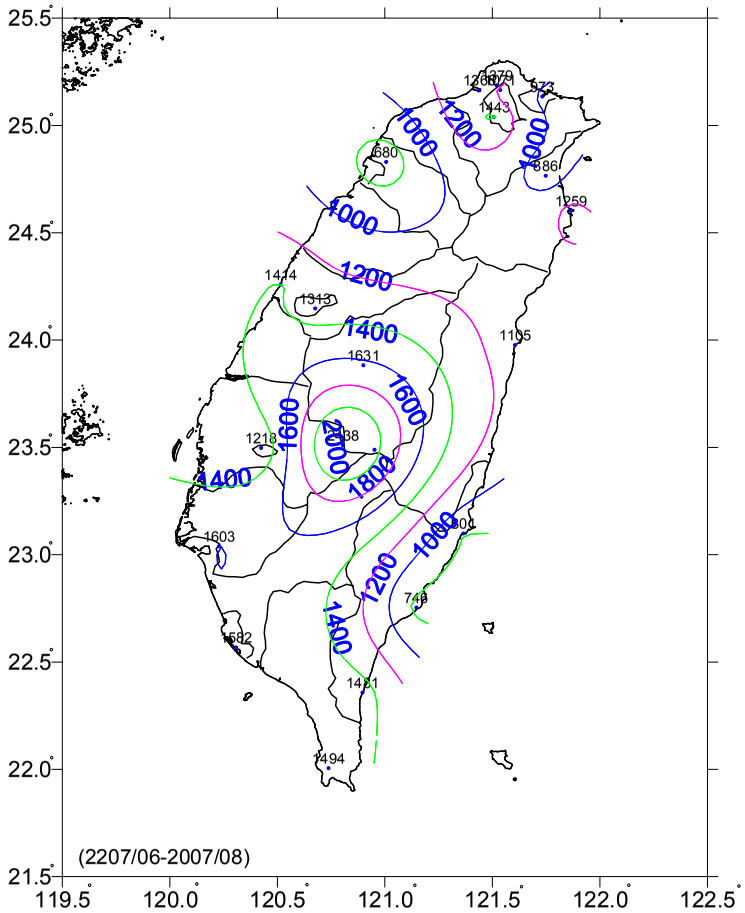
(2007 年)

圖 4.83　2007 年累計降水量等位線圖



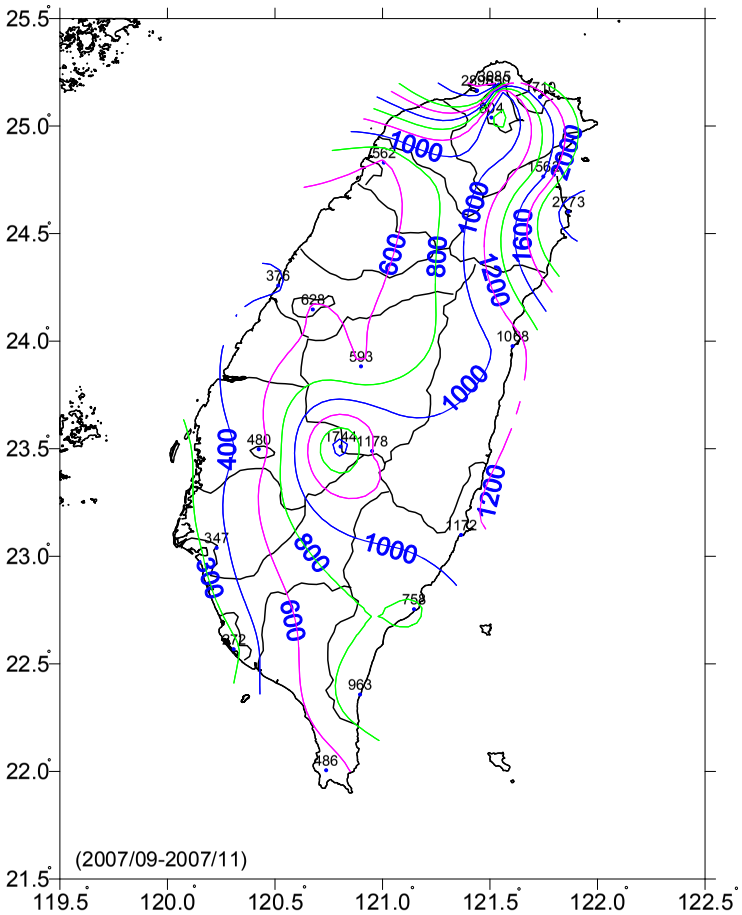
(2007 年 3 月~2007 年 5 月)

圖 4.84　2007 年 3-5 月累計降水量等位線圖



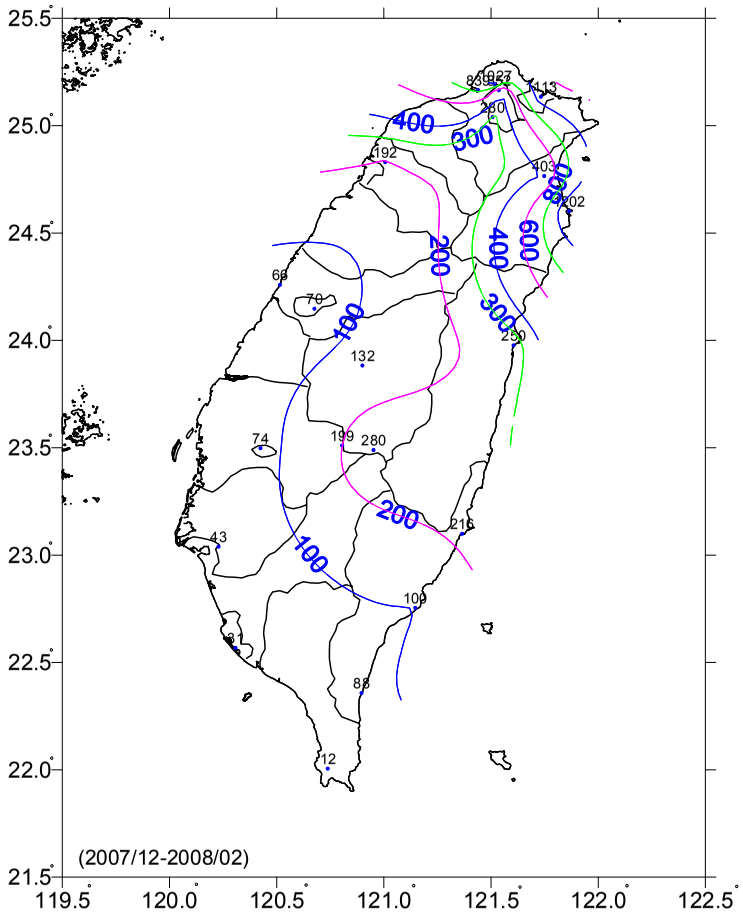
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

圖 4.85　2007 年 6-8 月累計降水量等位線圖



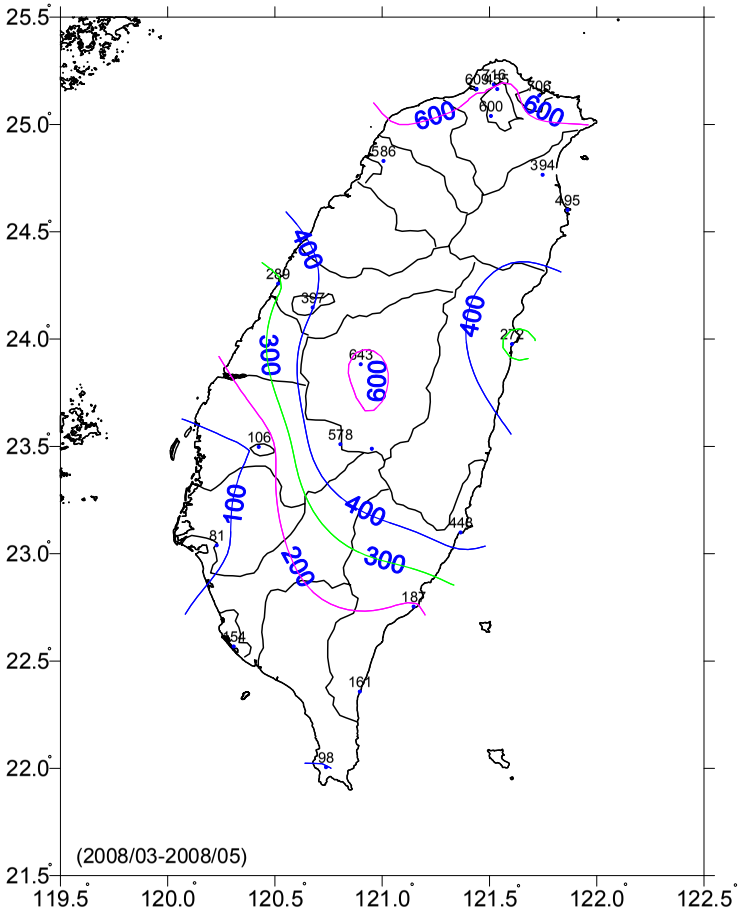
(2007 年 9 月~2007 年 11 月)

圖 4.86　2007 年 9-11 月累計降水量等位線圖



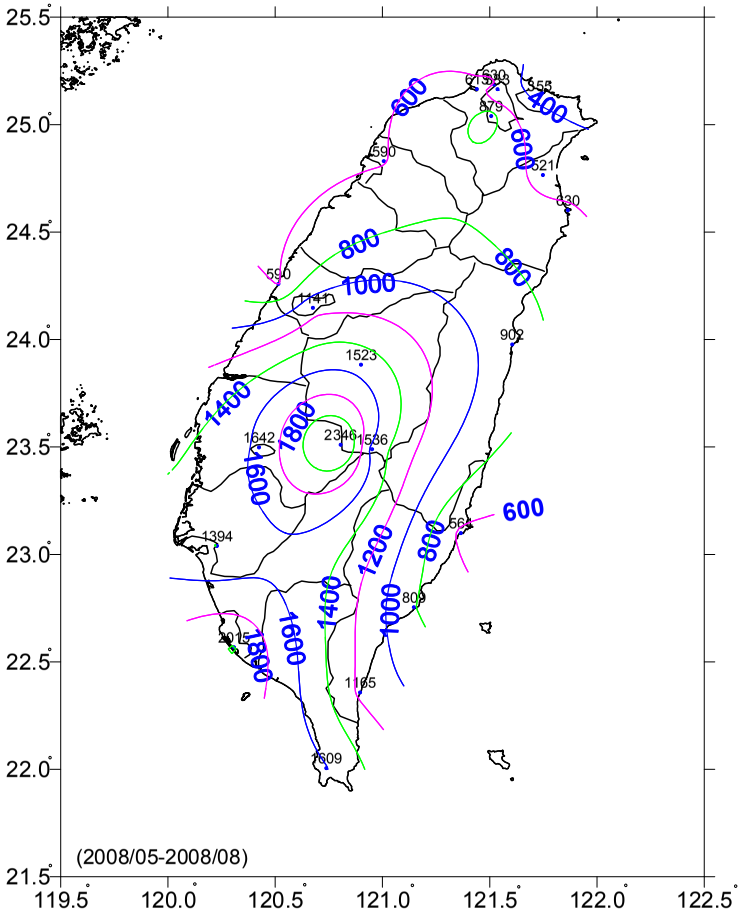
(2007 年 12 月~2008 年 2 月)

圖 4.87 2007 年 12 月~2008 年 2 月累計降水量等位線圖



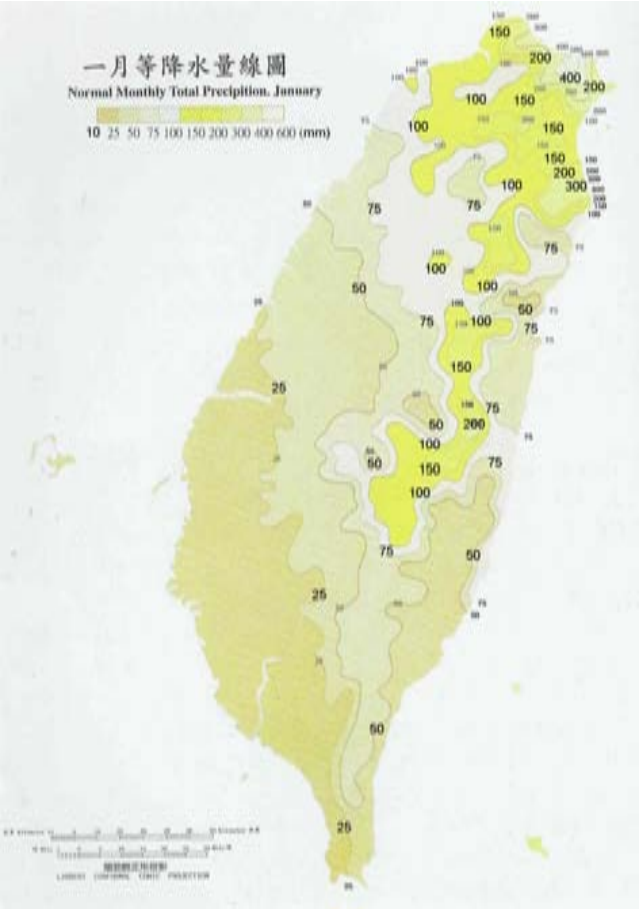
(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.88　2008 年 3-5 月累計降水量等位線圖



(2008 年 6 月~2008 年 8 月)

圖 4.89　2008 年 6-8 月累計降水量等位線圖

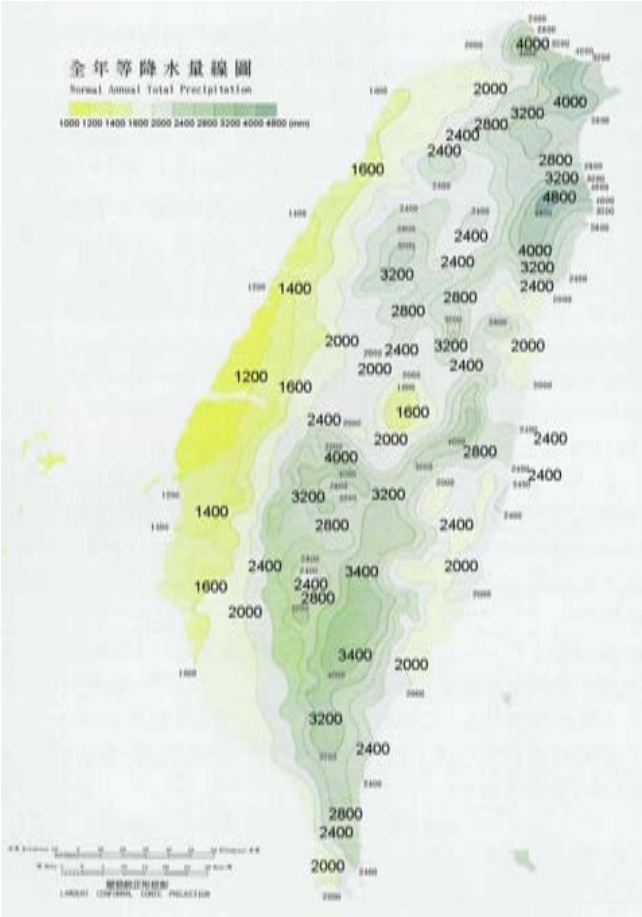


資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4.90 臺灣地區 1 月等降水量線圖

資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4.91 臺灣地區 7 月等降水量線圖



資料來源：中央氣象局「臺灣地區氣候圖集」

圖 4.92 臺灣地區全年等降水量線圖

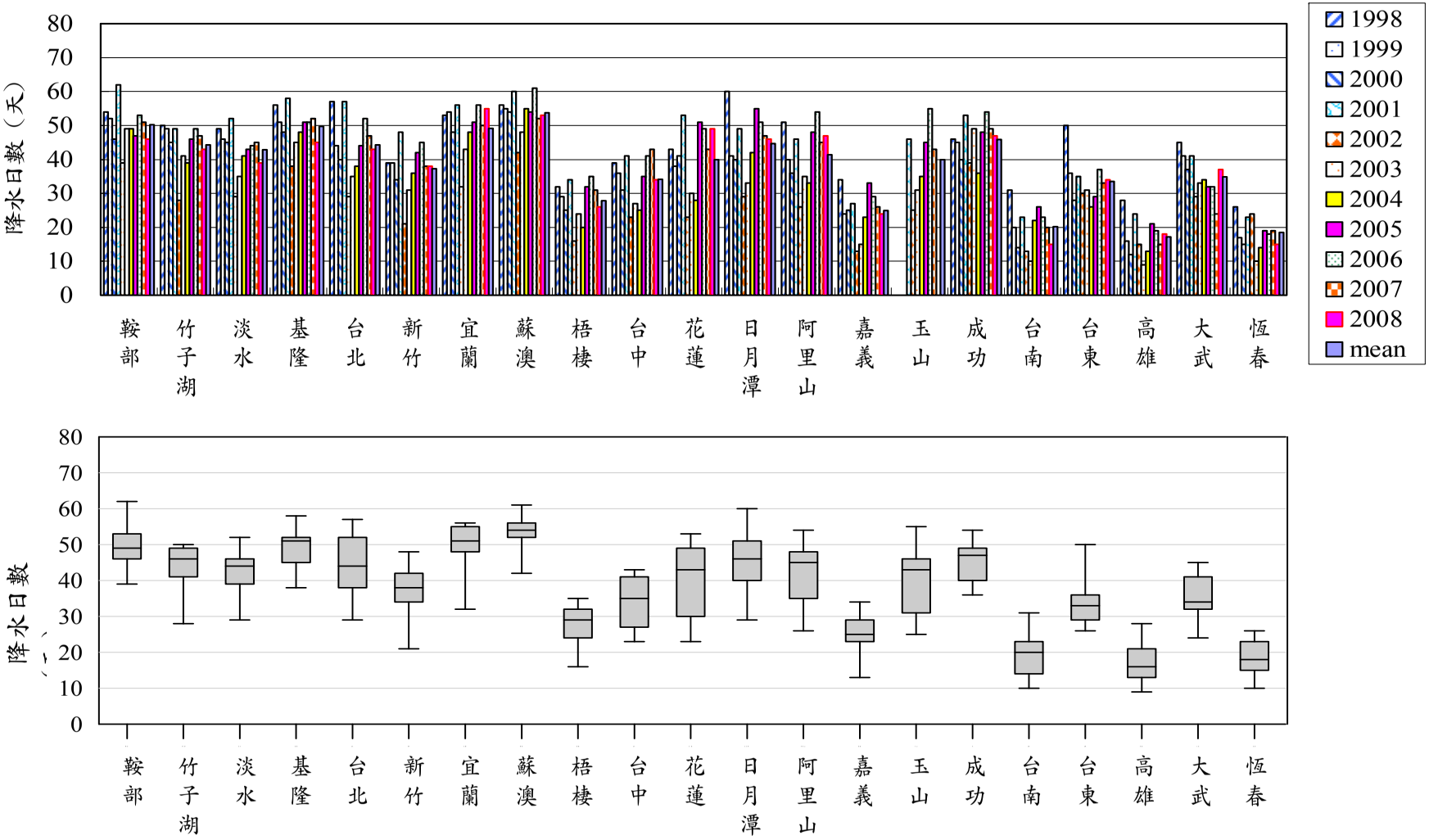


圖 4.93 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2008 年春季降水日數分佈及盒鬚圖

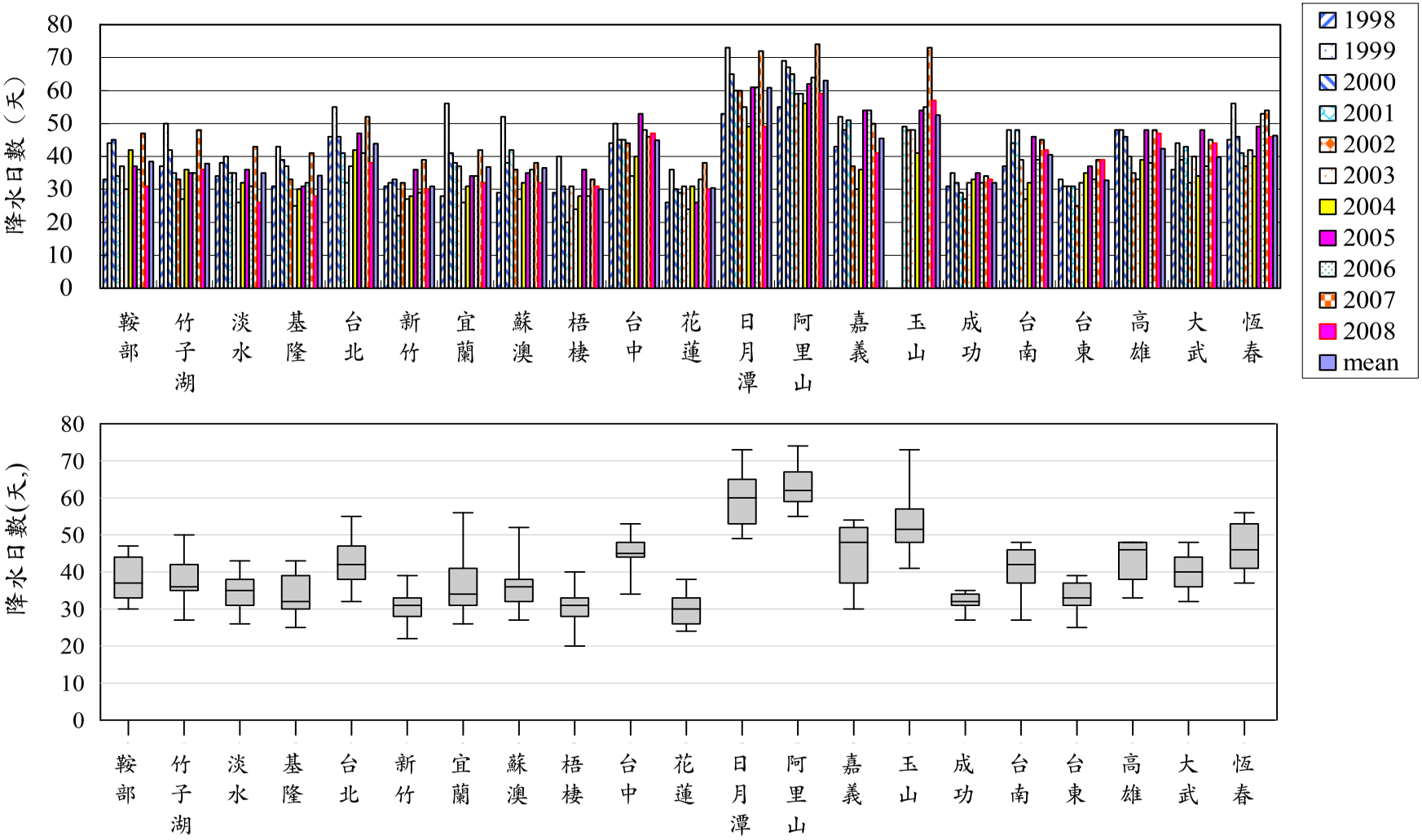


圖 4.94 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2008 年夏季降水日數分佈及盒鬚圖

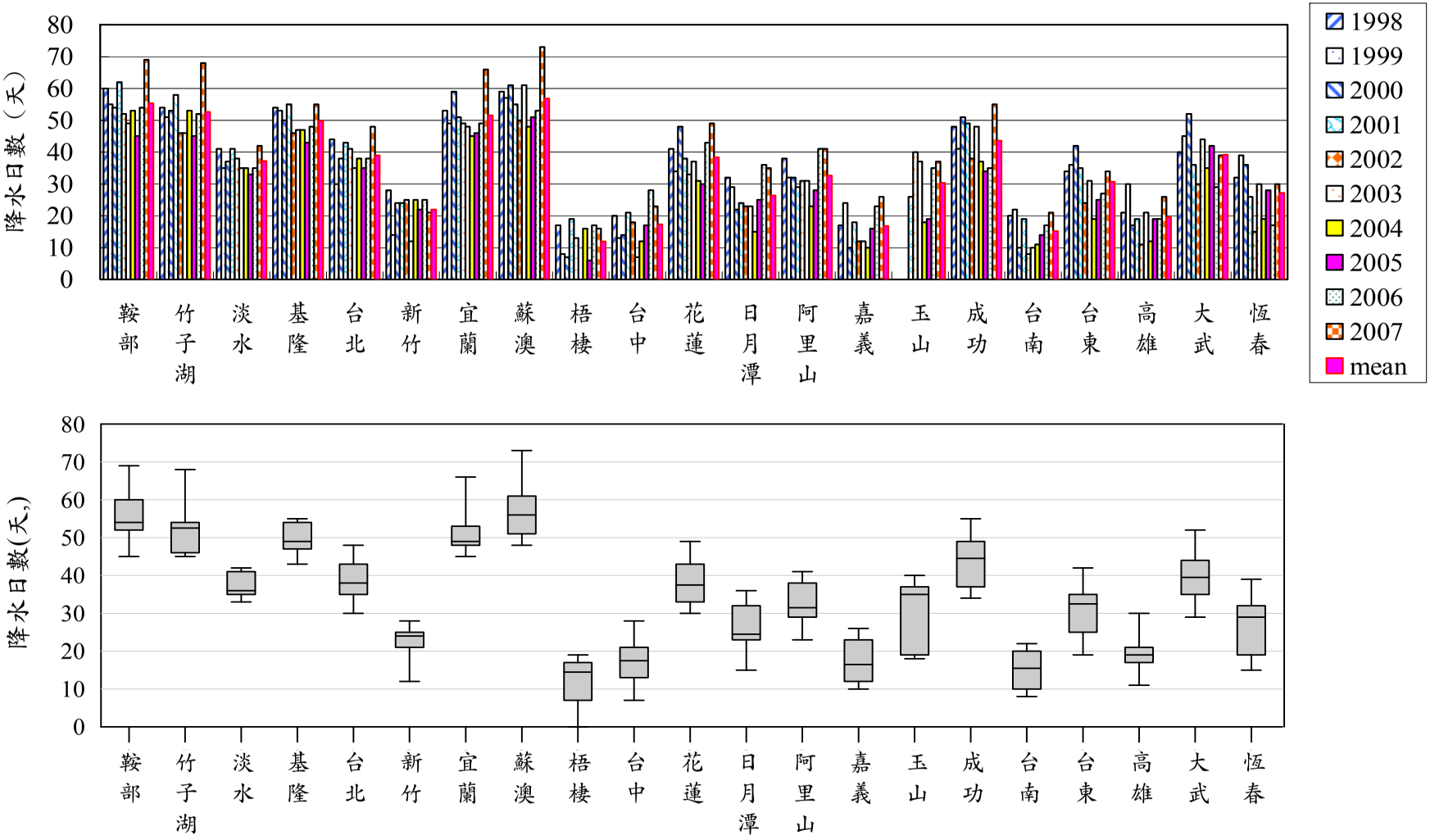


圖 4.95 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年秋季降水日數分佈及盒鬚圖

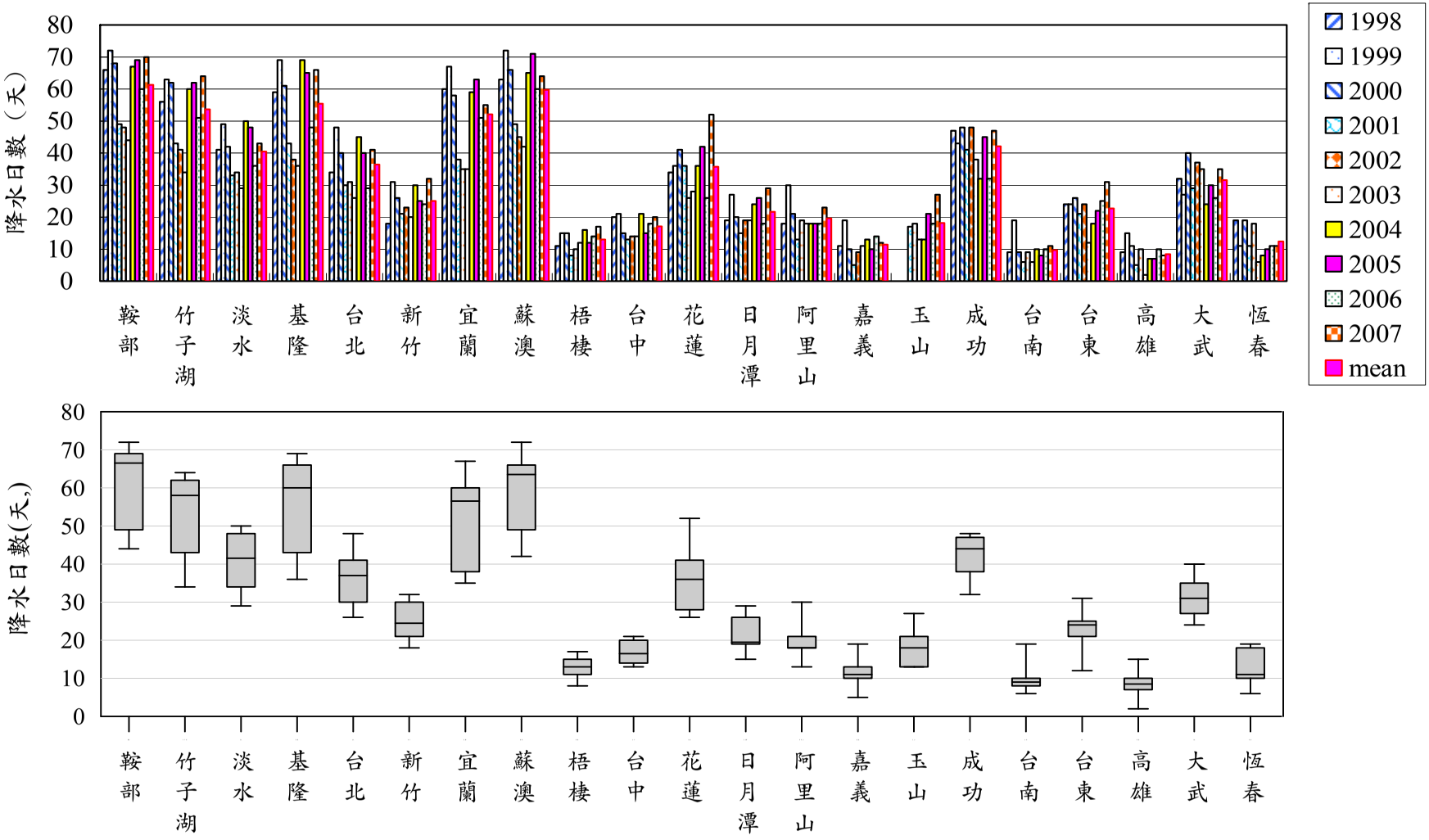


圖 4.96 中央氣象局各氣象測站 1998 年-2007 年冬季降水日數分佈及盒鬚圖

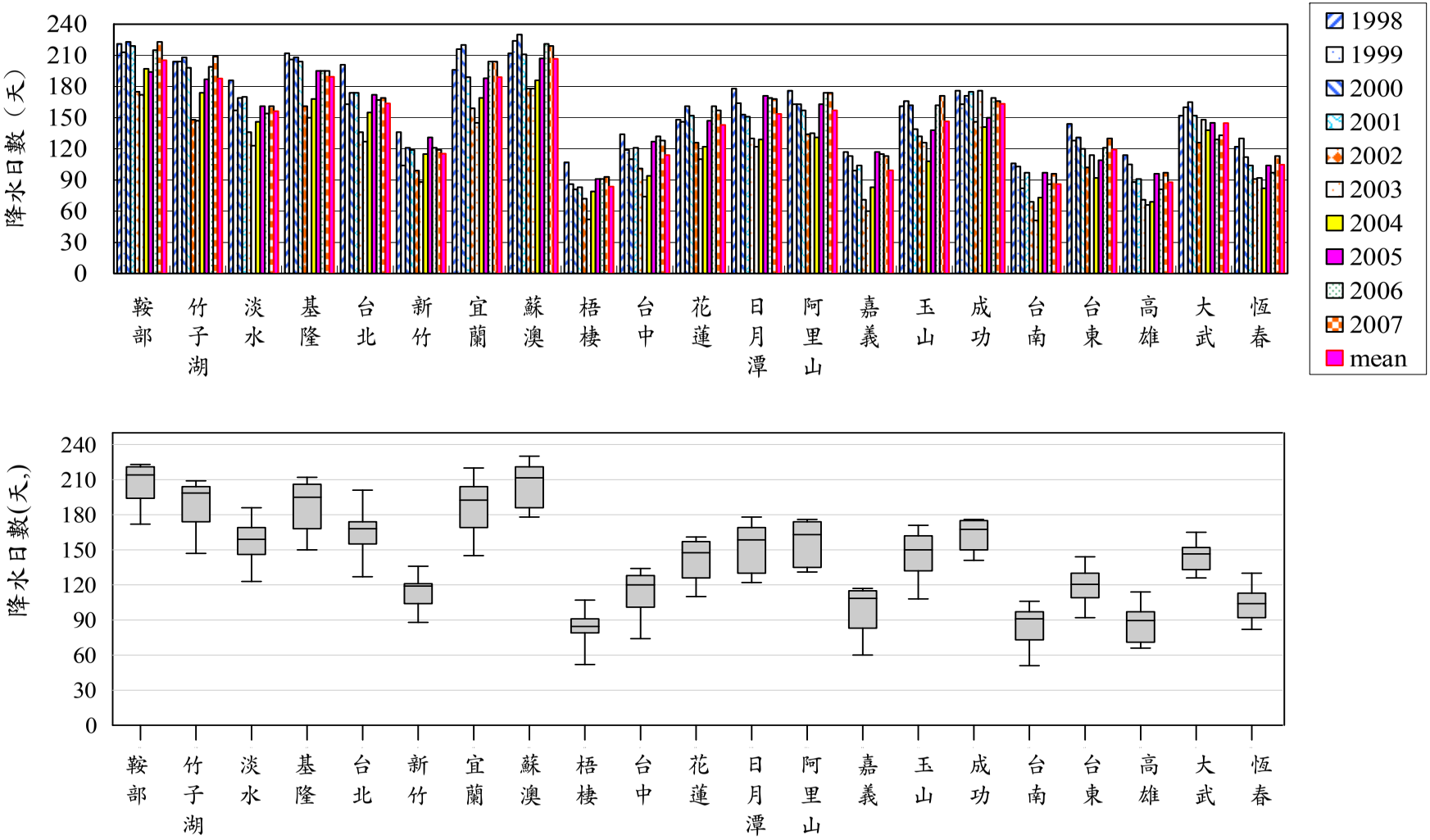


圖 4.97 中央氣象局各氣象測站 1998-2007 年全年降水日數分佈及盒鬚圖

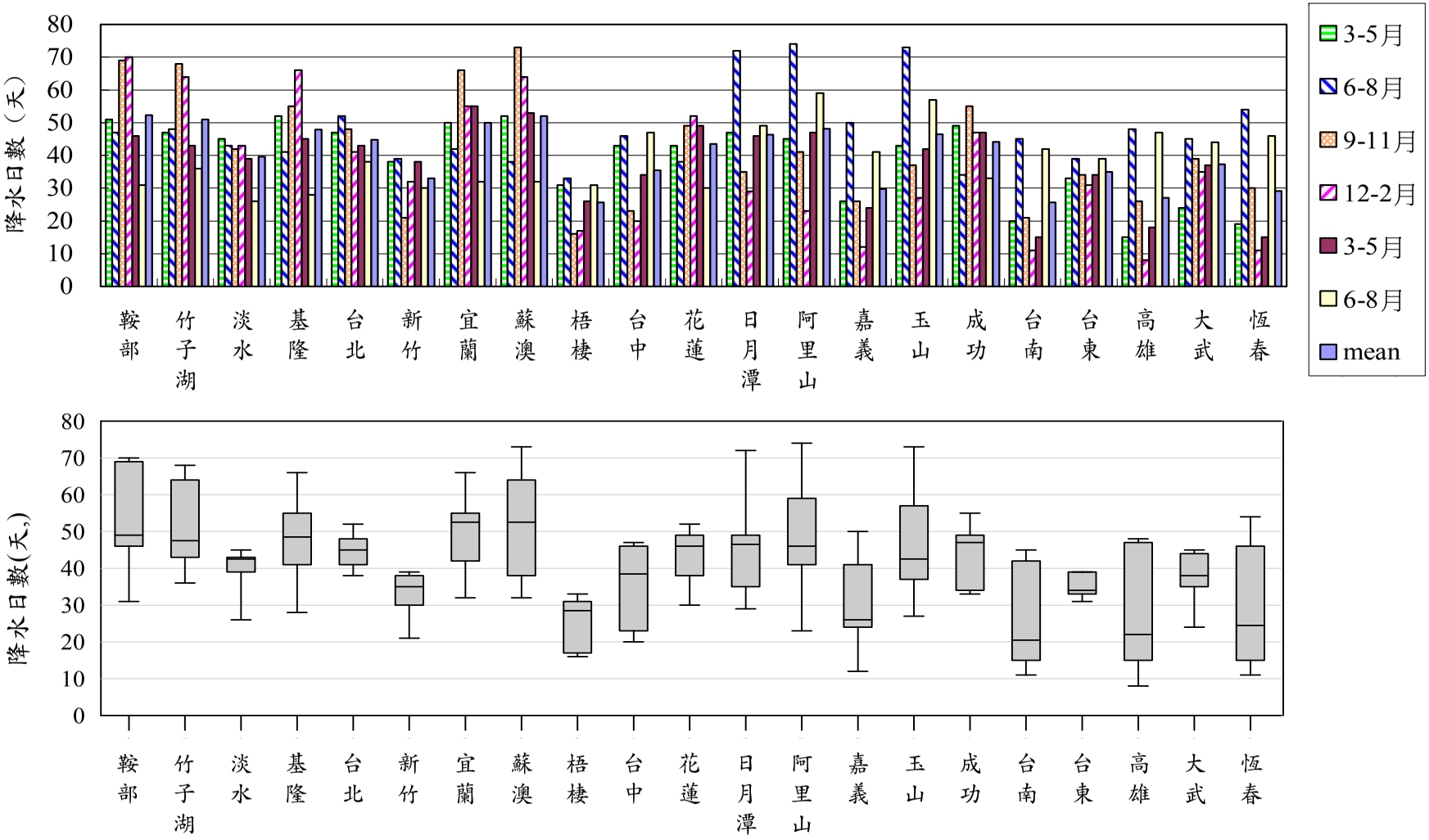
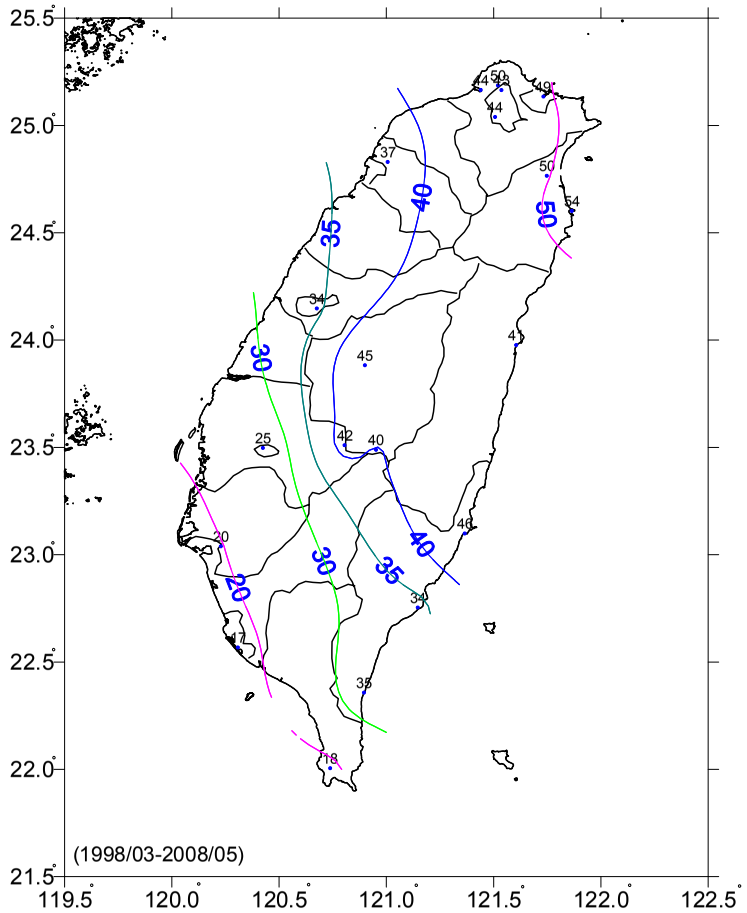
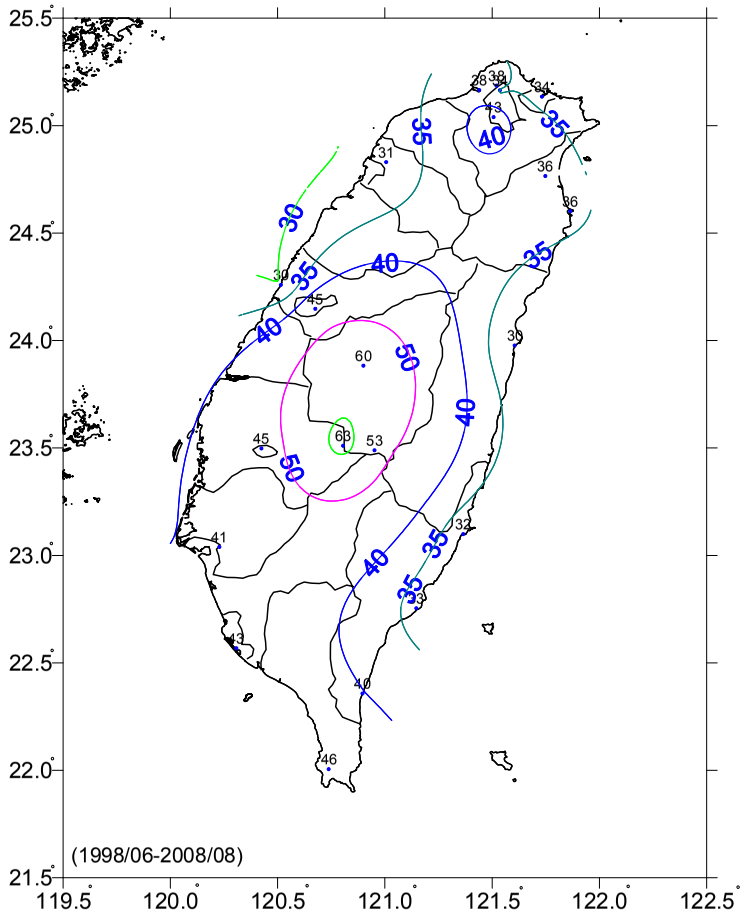


圖 4.98 中央氣象局各氣象測站 2007 年春季-2008 年夏季六季降水日數分佈圖



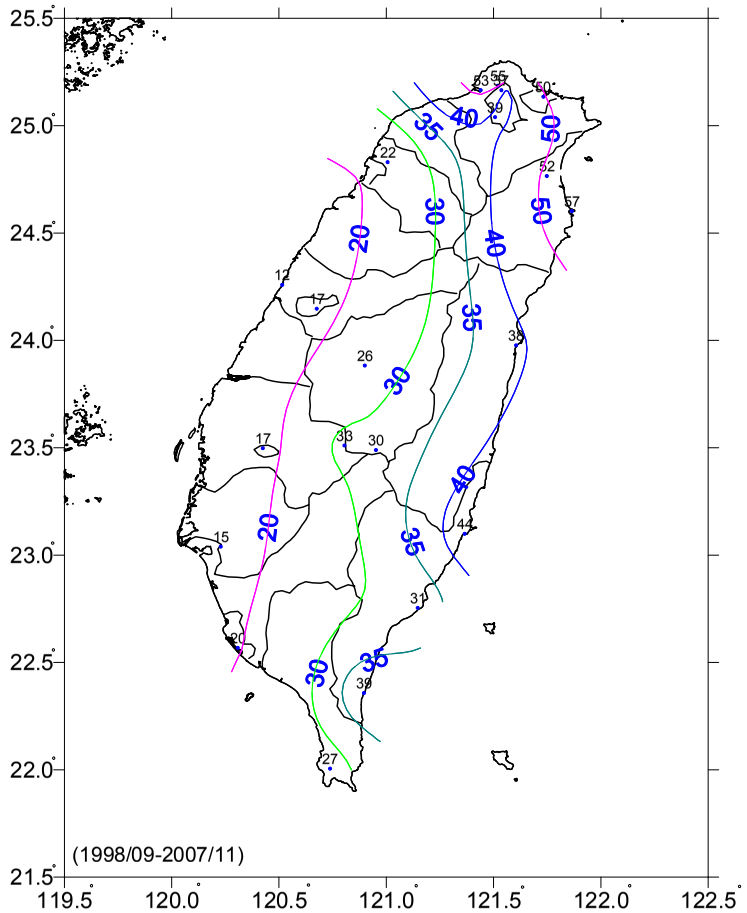
(1998 年-2008 年)

圖 4.99　1998 年-2008 年春季長期降水日數等位線圖



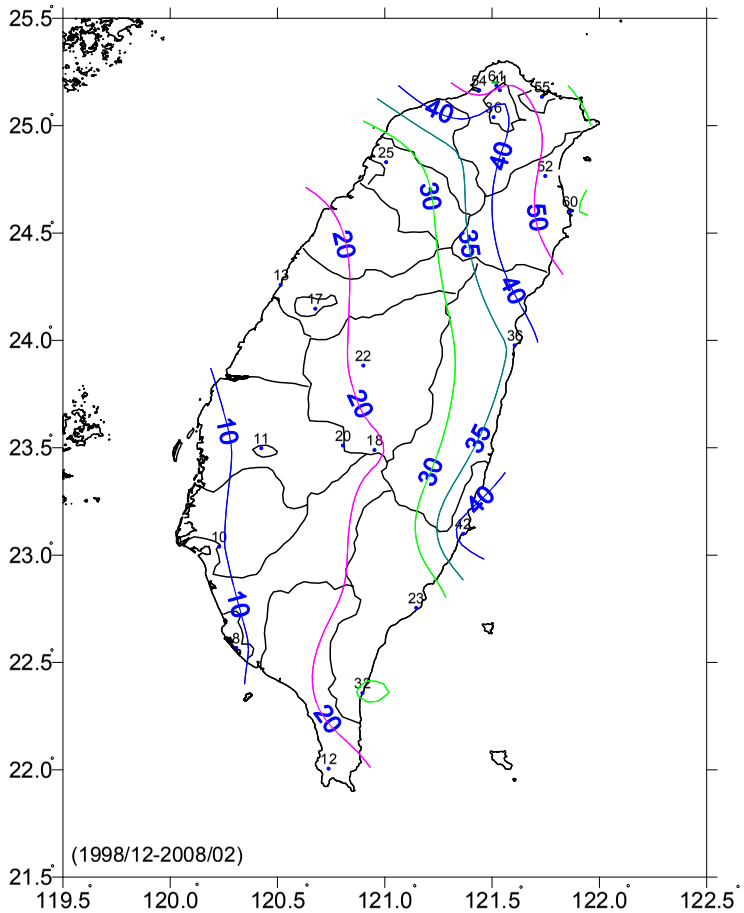
(1998 年-2008 年)

圖 4.100　1998 年-2008 年夏季長期降水日數等位線圖



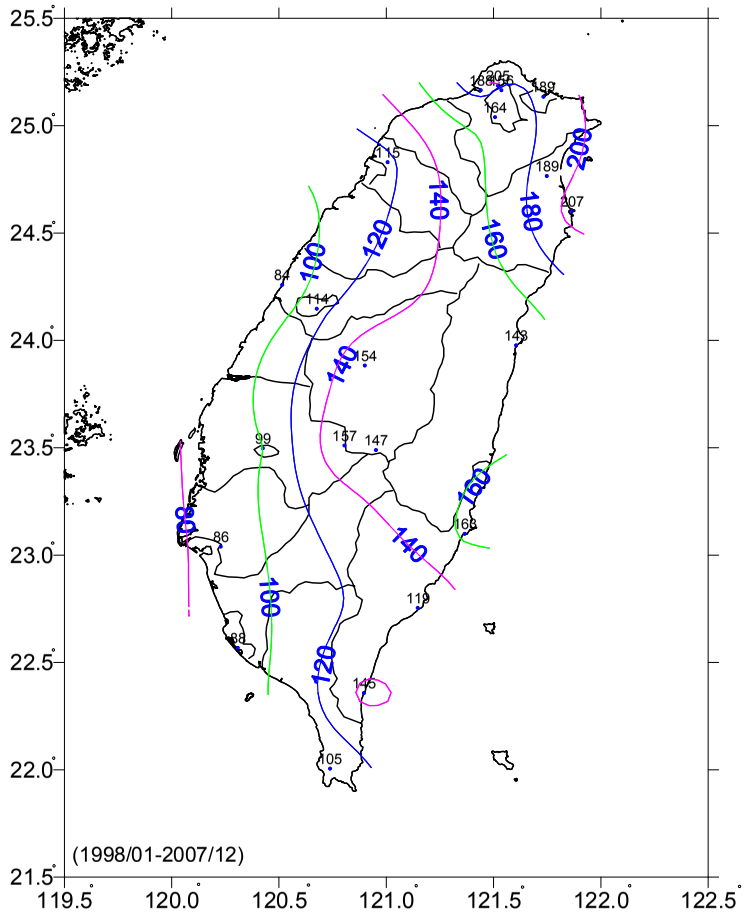
(1998 年-2007 年)

圖 4.101　1998 年-2007 年秋季長期降水日數等位線圖



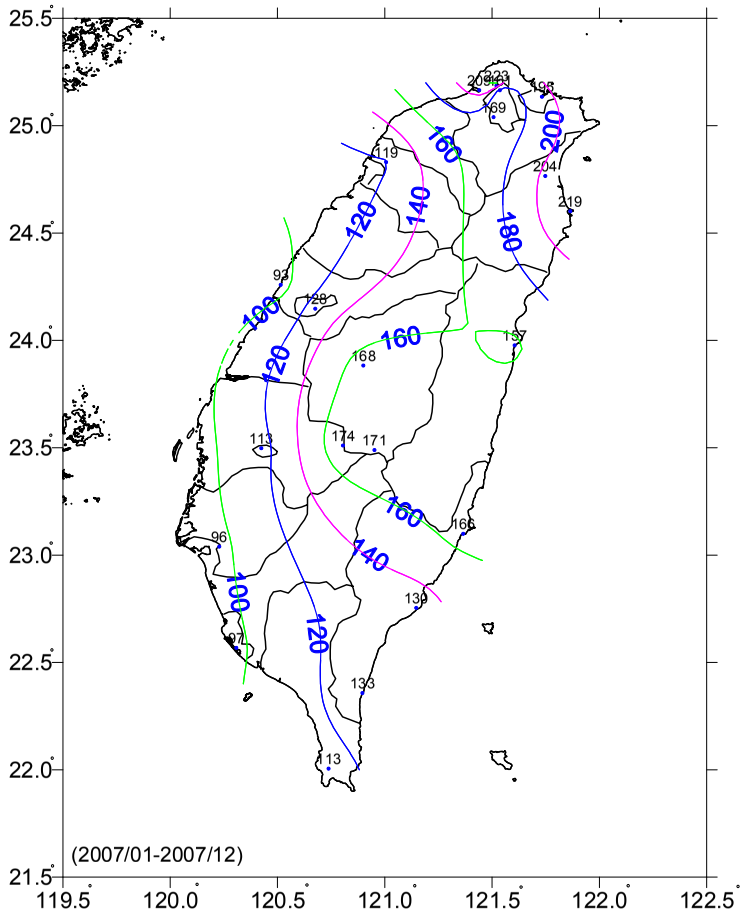
(1998 年-2007 年)

圖 4.102　1998 年-2007 年冬季長期降水日數等位線圖



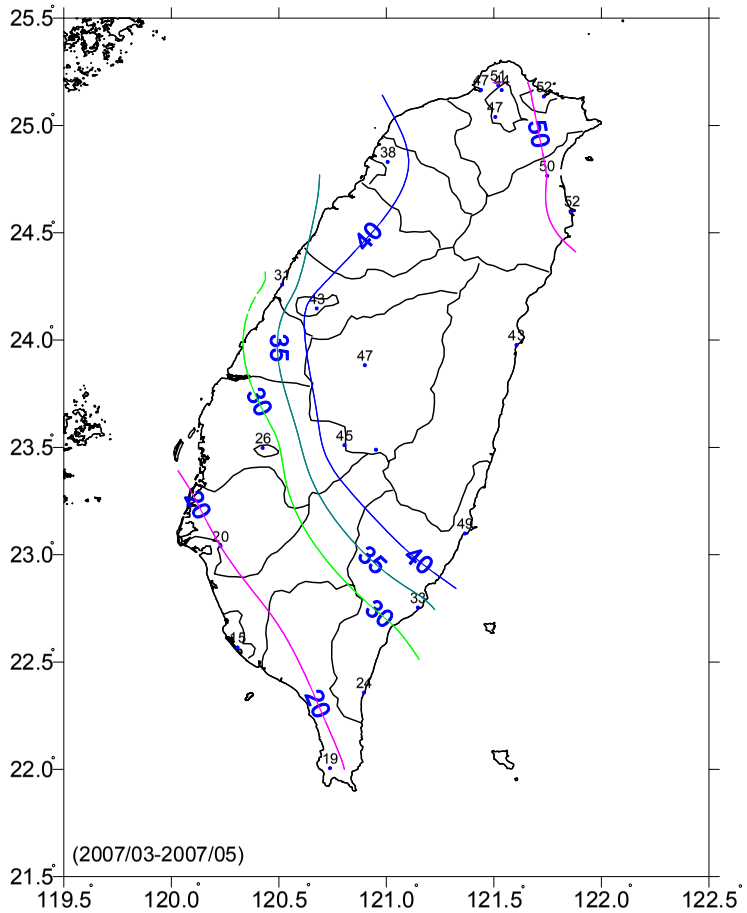
(1998 年-2005 年)

圖 4.103　1998～2007 年降水日數等位線圖



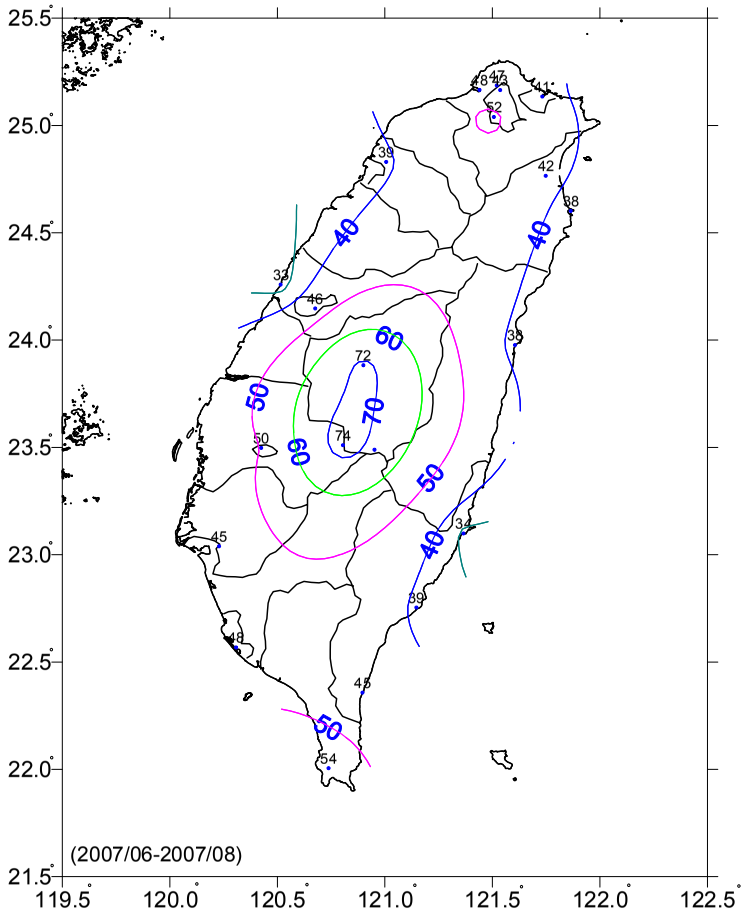
(2006 年)

圖 4.104　2007 年降水日數等位線圖



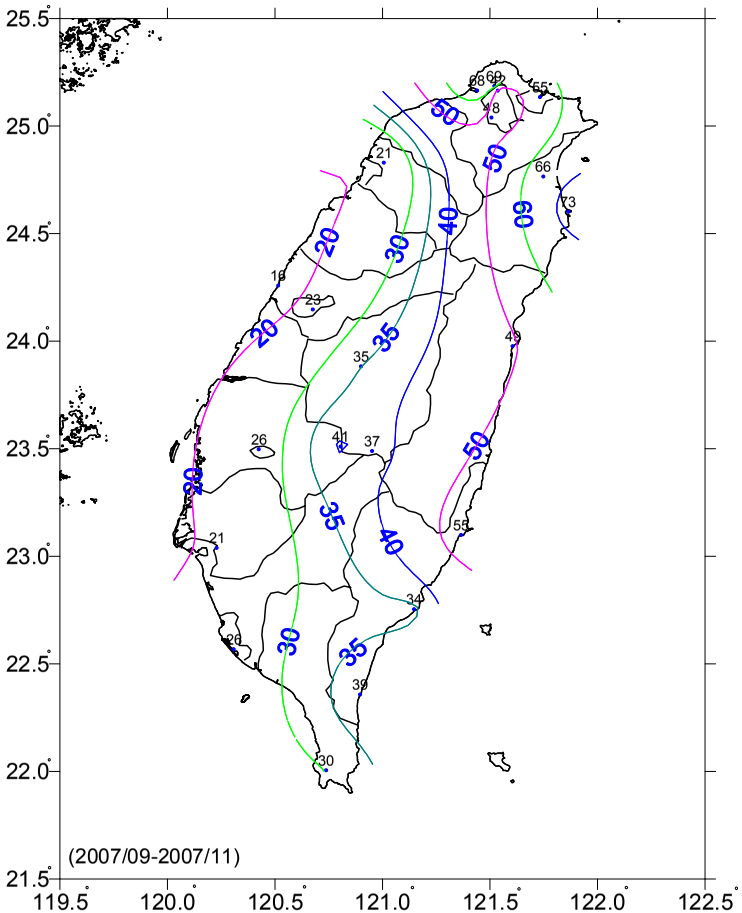
(2007 年 3 月~2007 年 5 月)

圖 4.105　2007 年 3-5 月降水日數等位線圖



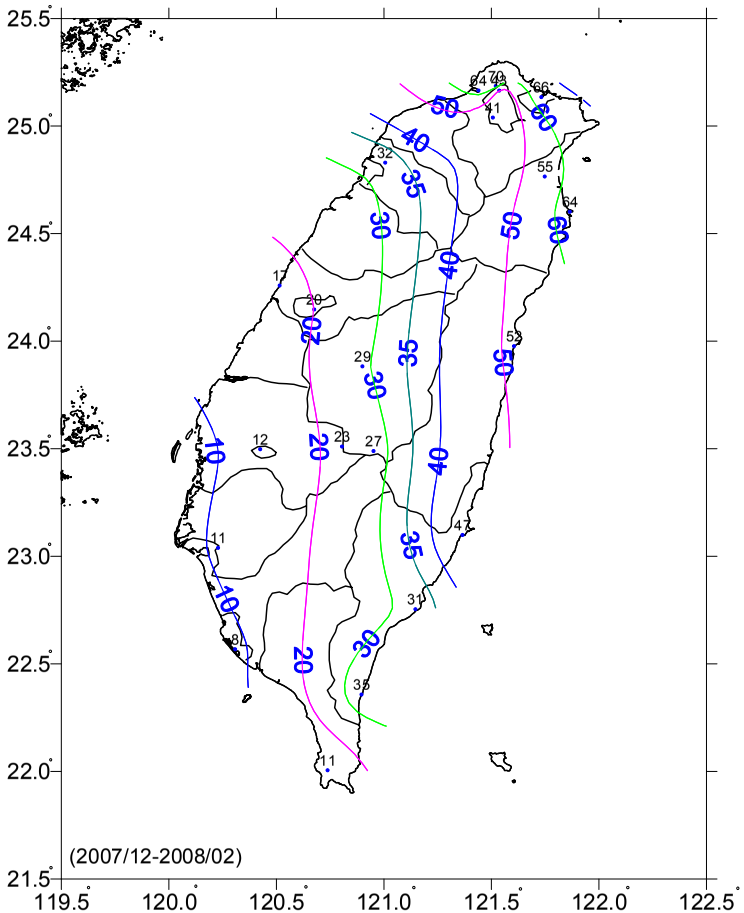
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

圖 4.106　2007 年 6-8 月降水日數等位線圖



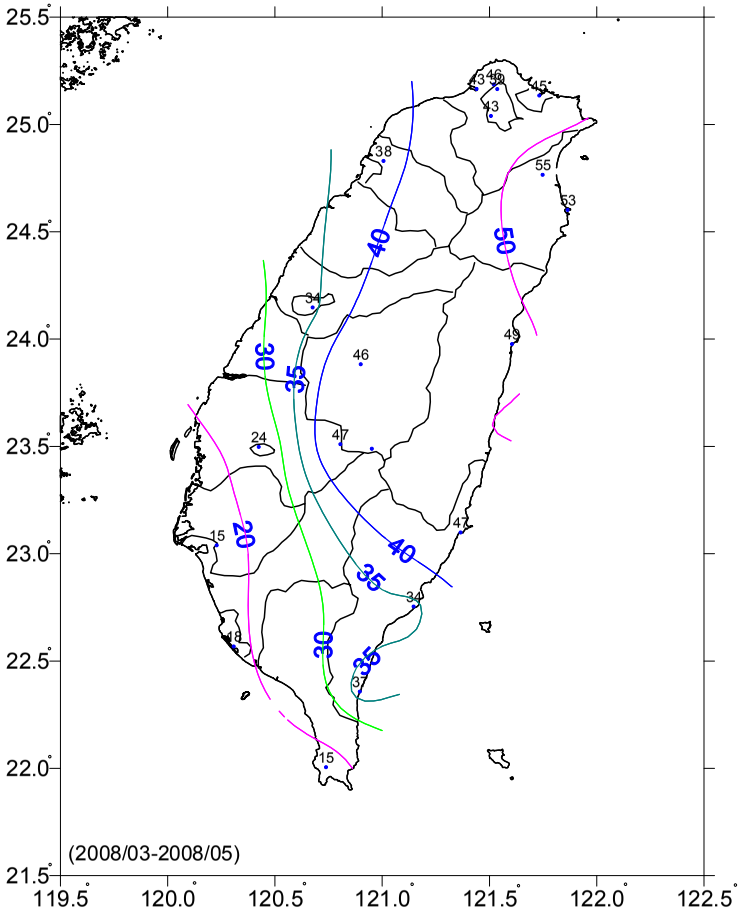
(2007 年 9 月~2007 年 11 月)

圖 4.107　2007 年 9-11 月降水日數等位線圖



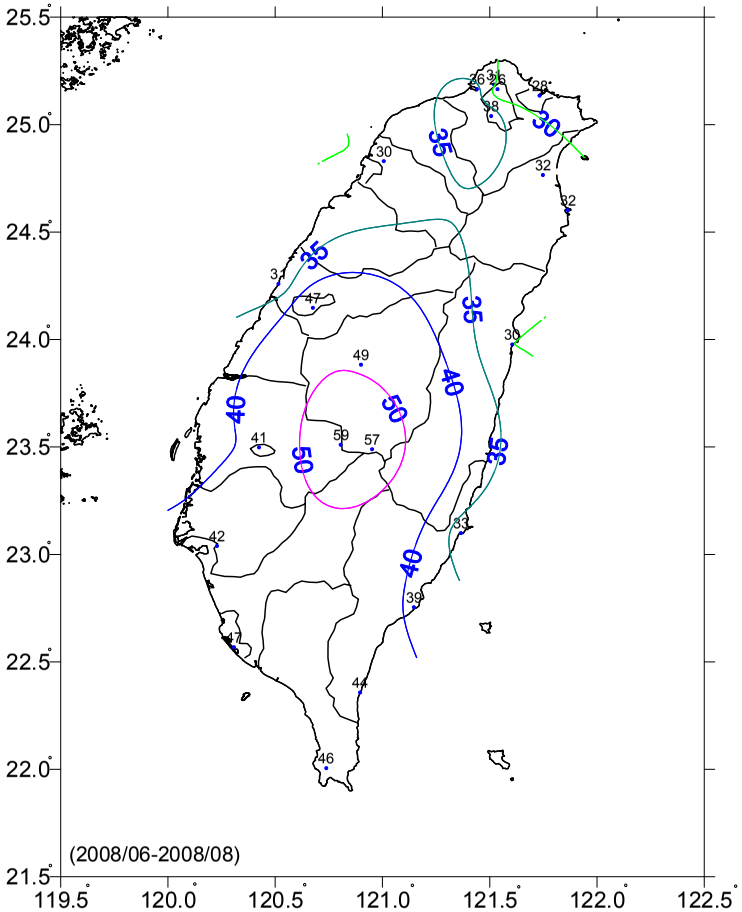
(2007 年 12 月~2008 年 2 月)

圖 4.108 2007 年 12 月~2008 年 2 月降水日數等位線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.109　2008 年 3-5 月降水日數等位線圖



(2008 年 6 月~2008 年 8 月)

圖 4.110　2008 年 6-8 月降水日數等位線圖

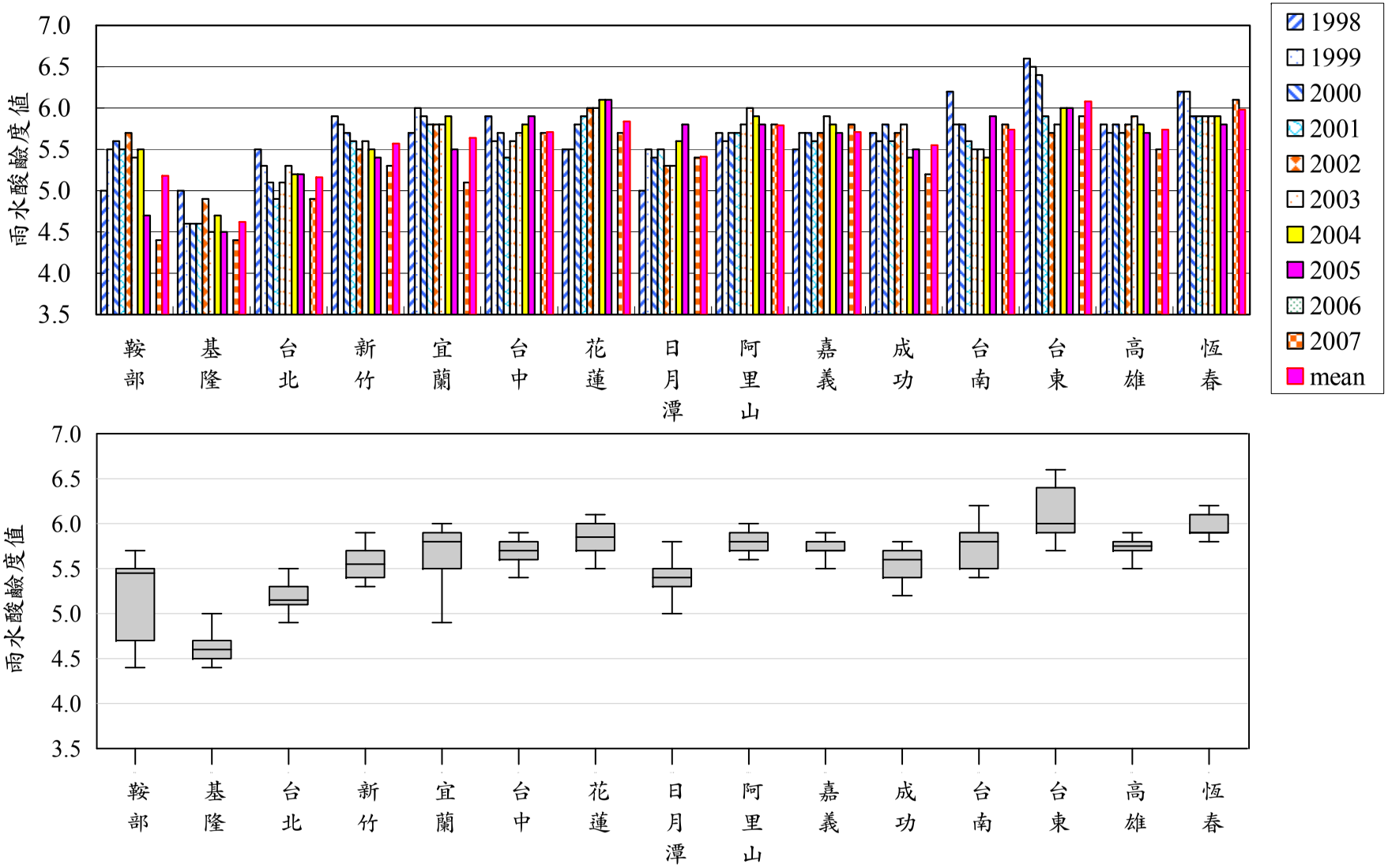


圖 4.111　中央氣象局各氣象測站 1998 年～2007 年雨水酸鹼度值分佈及盒鬚圖

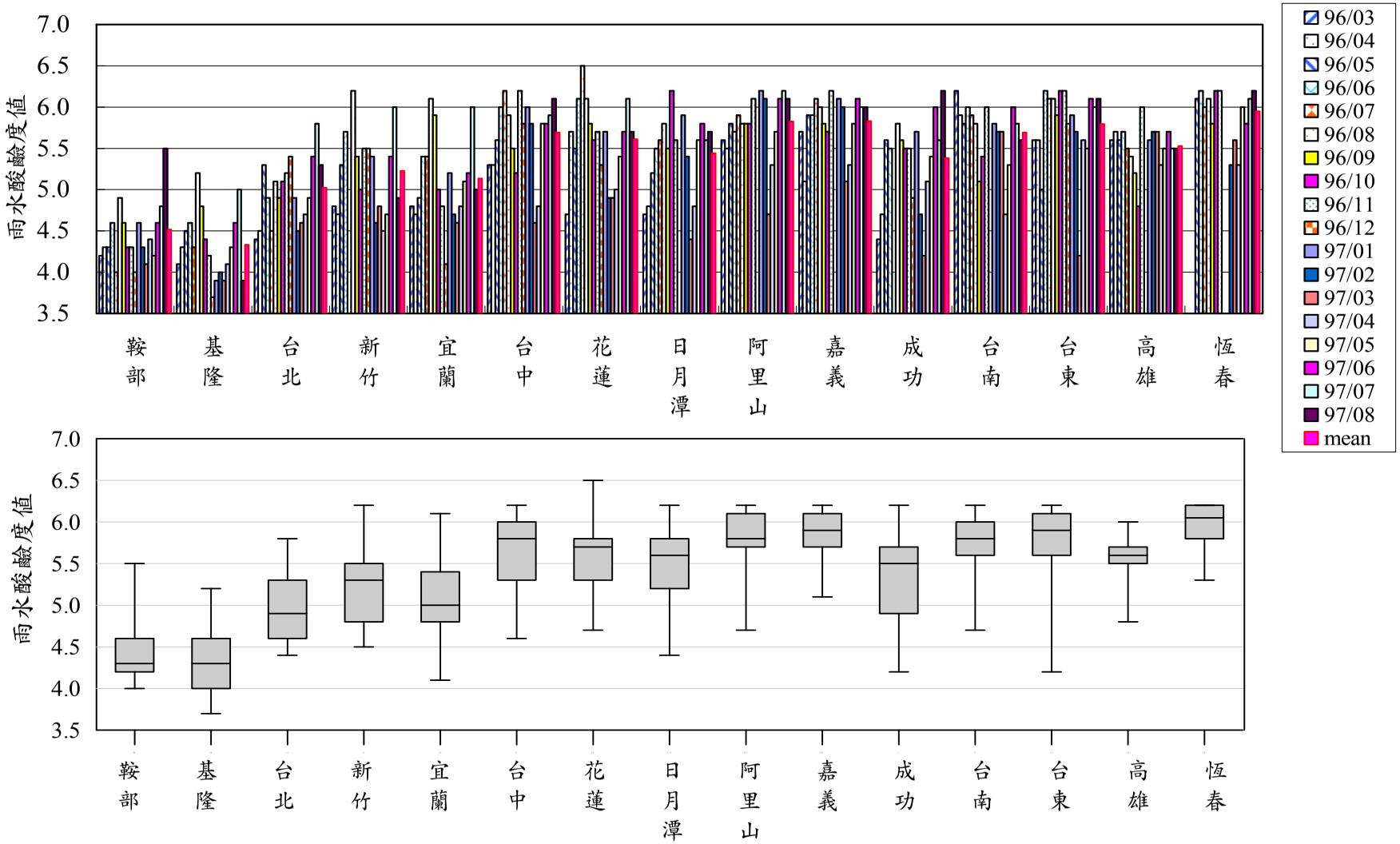
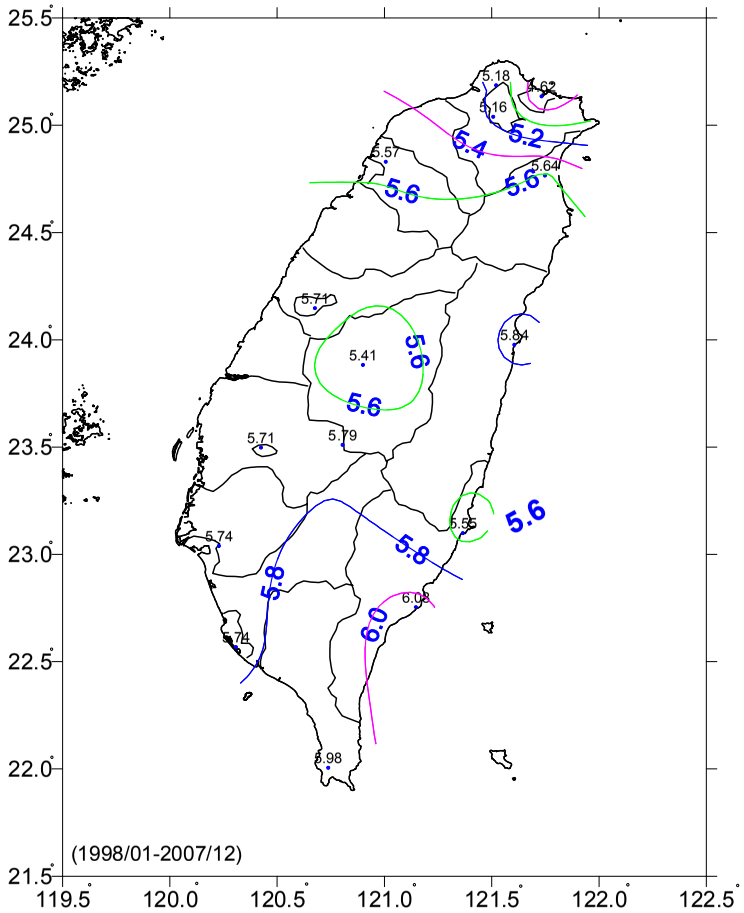
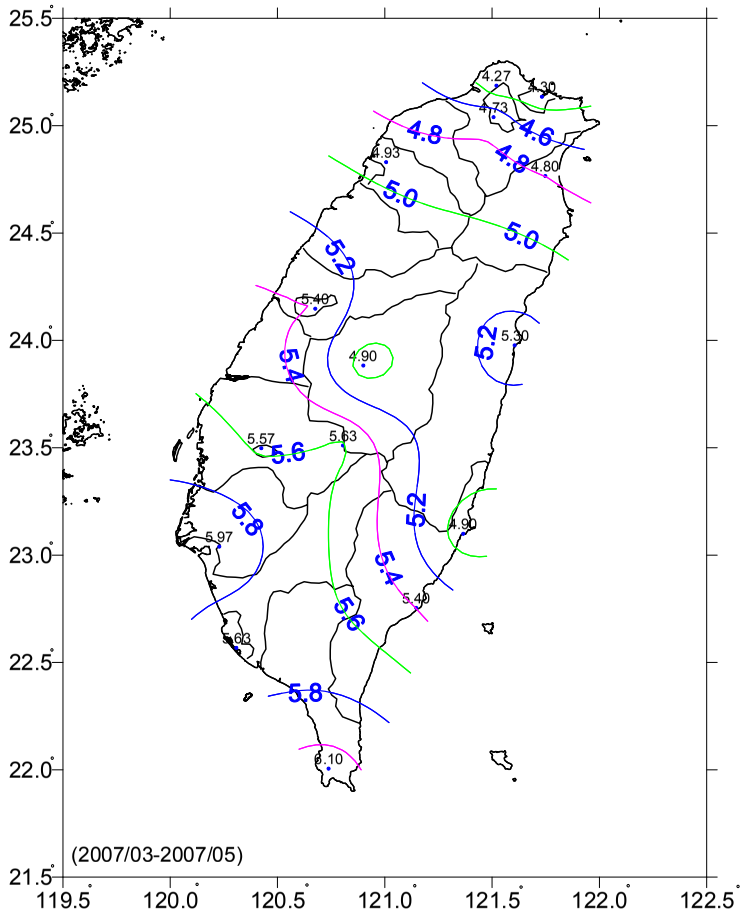


圖 4.112 中央氣象局各氣象測站 2007 年 3 月至 2008 年 8 月雨水酸鹼度值分佈及盒鬚圖



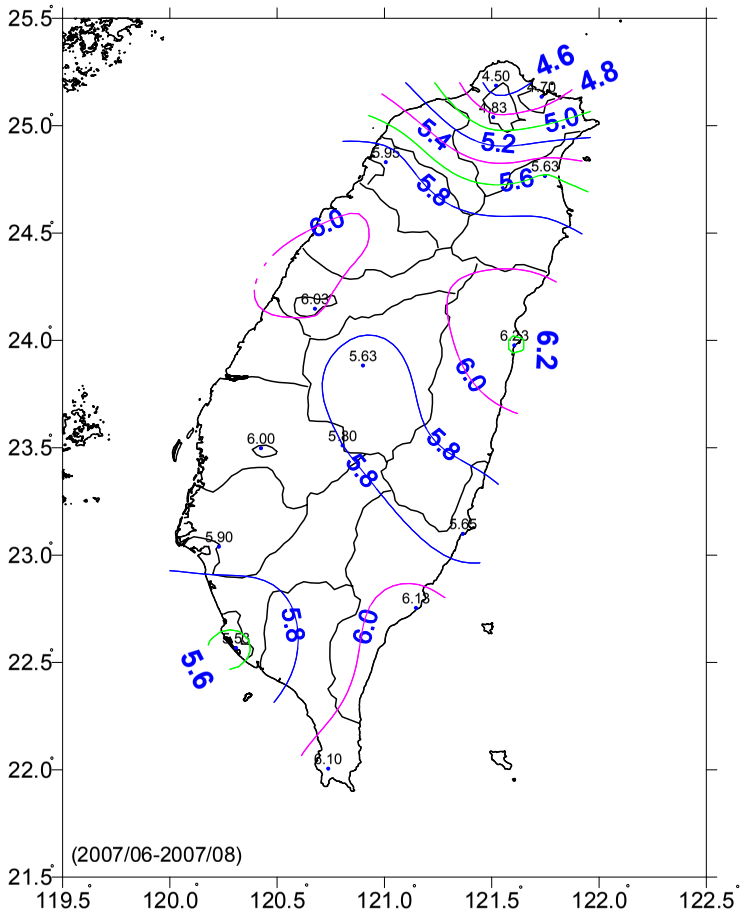
(1998 年-2007 年)

圖 4.113　1998 年～2007 年雨水酸鹼度值等位線圖



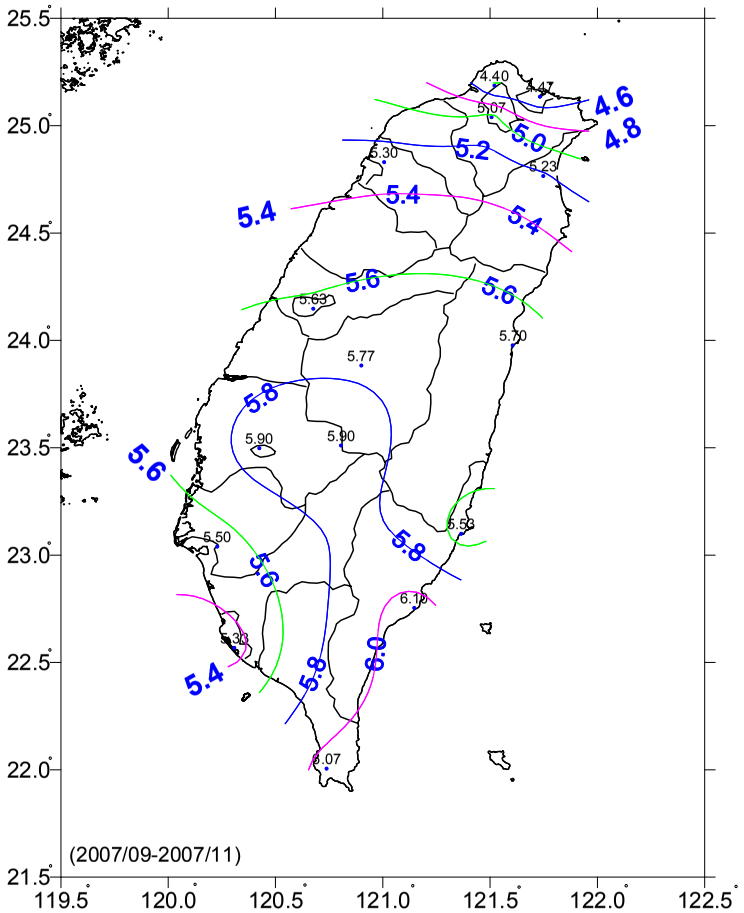
(2007 年 3 月~2007 年 5 月)

圖 4.114　2007 年 3-5 月雨水酸鹼度值等位線圖



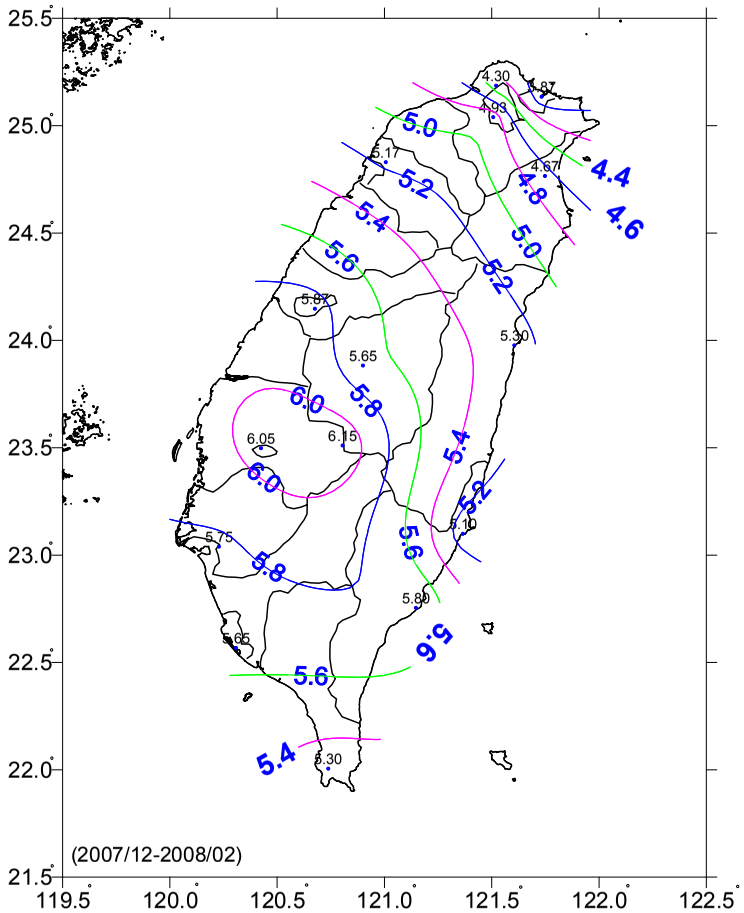
(2007 年 6 月~2007 年 8 月)

圖 4.115　2007 年 6-8 月雨水酸鹼度值等位線圖



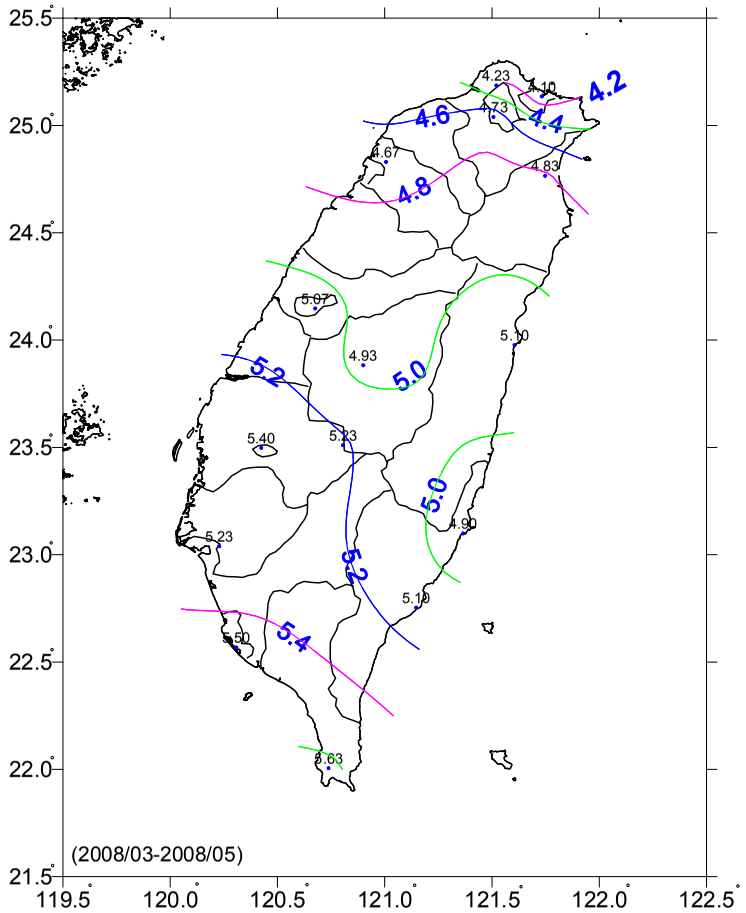
(2007 年 9 月~2007 年 11 月)

圖 4.116　2007 年 9-11 月雨水酸鹼度值等位線圖



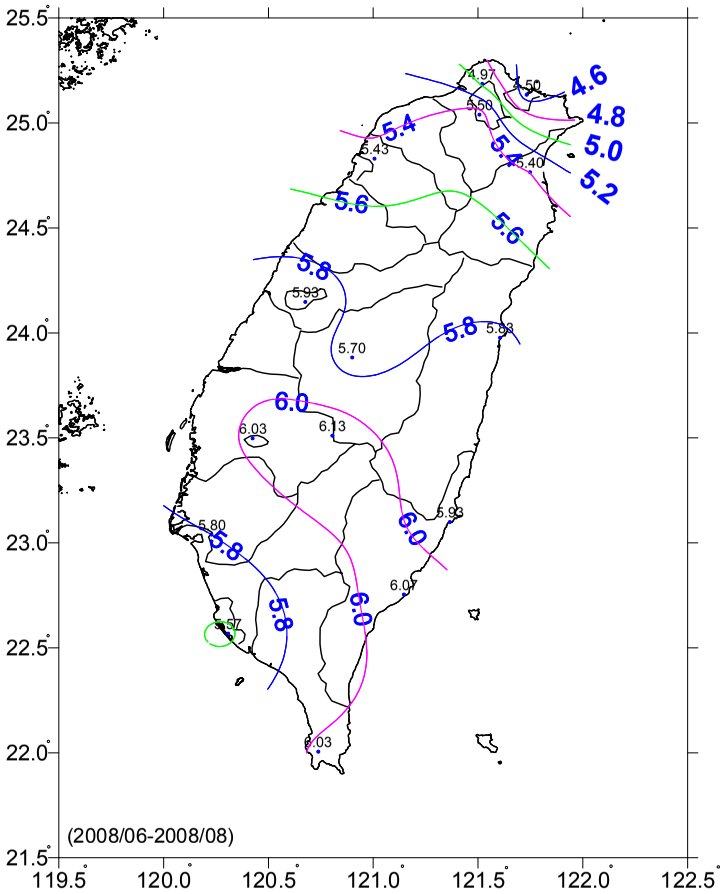
(2007 年 12 月~2008 年 2 月)

圖 4.117　2007 年 12 月~2008 年 2 月雨水酸鹼度值等位線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月)

圖 4.118　2008 年 3-5 月雨水酸鹼度值等位線圖



(2008 年 6 月~2008 年 8 月)

4.119　2008 年 6 月~2008 年 8 月雨水酸鹼度值等位線圖

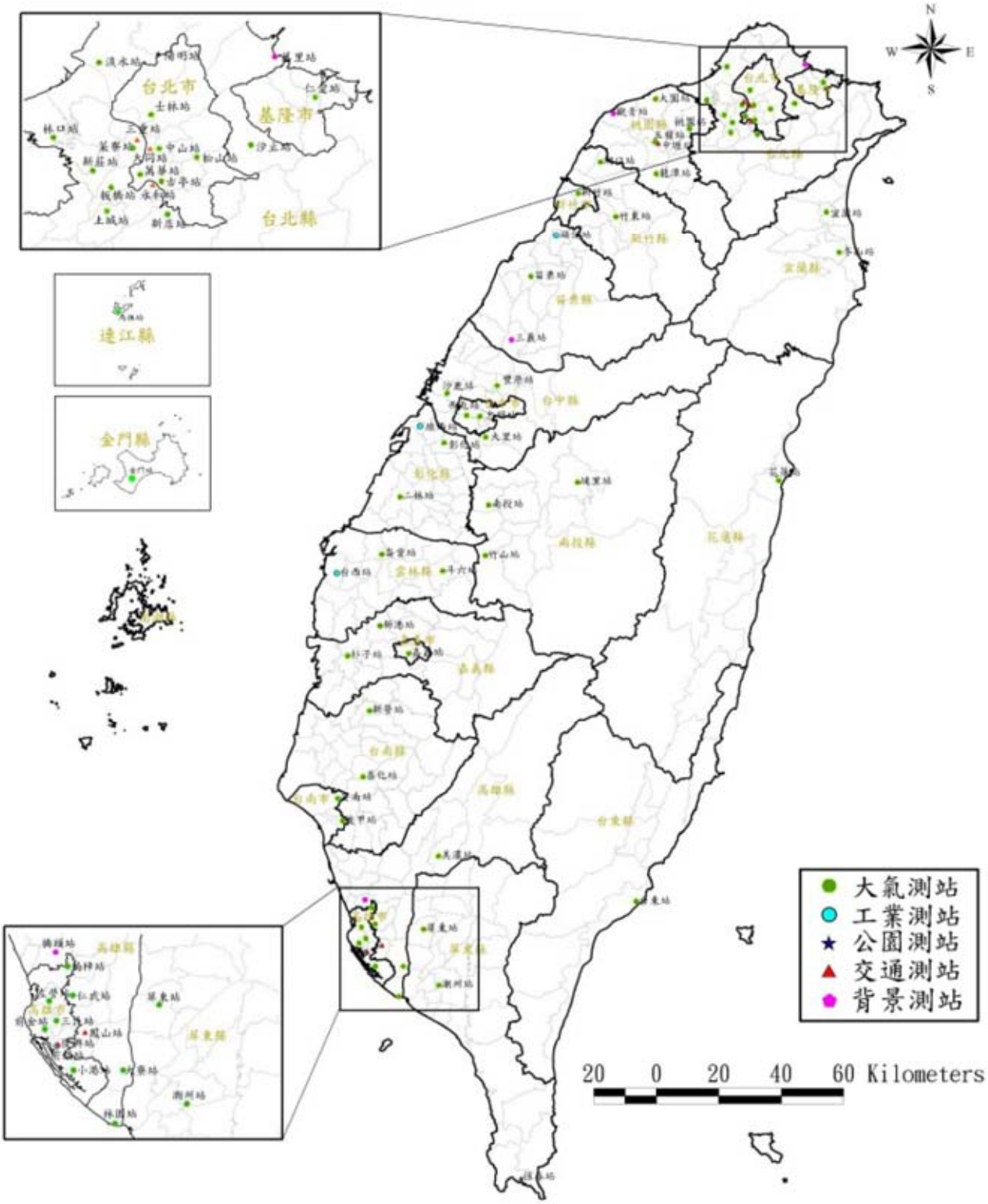
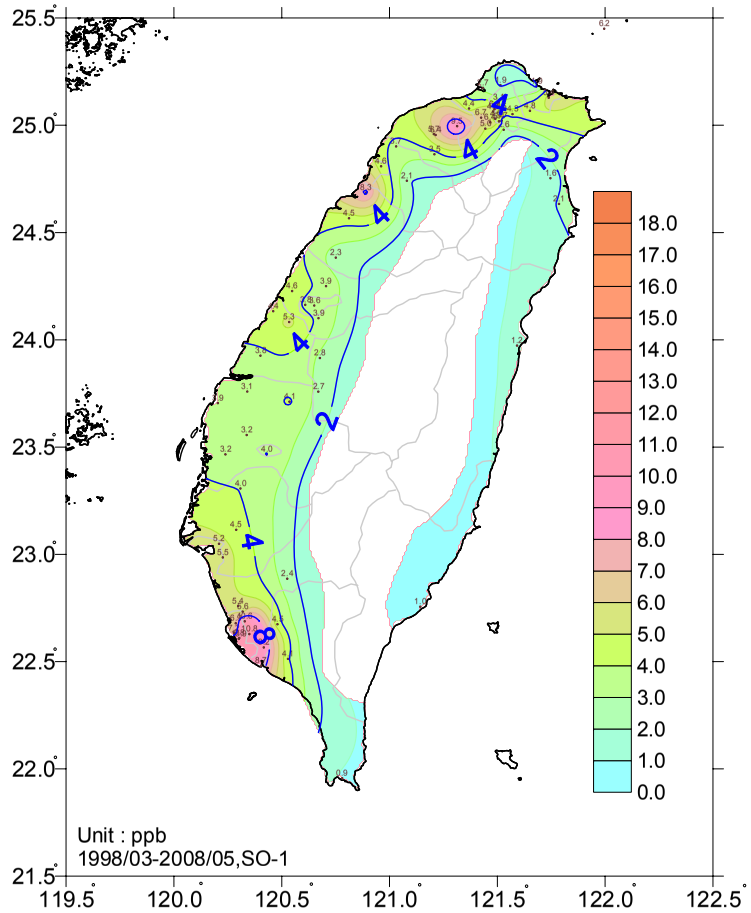
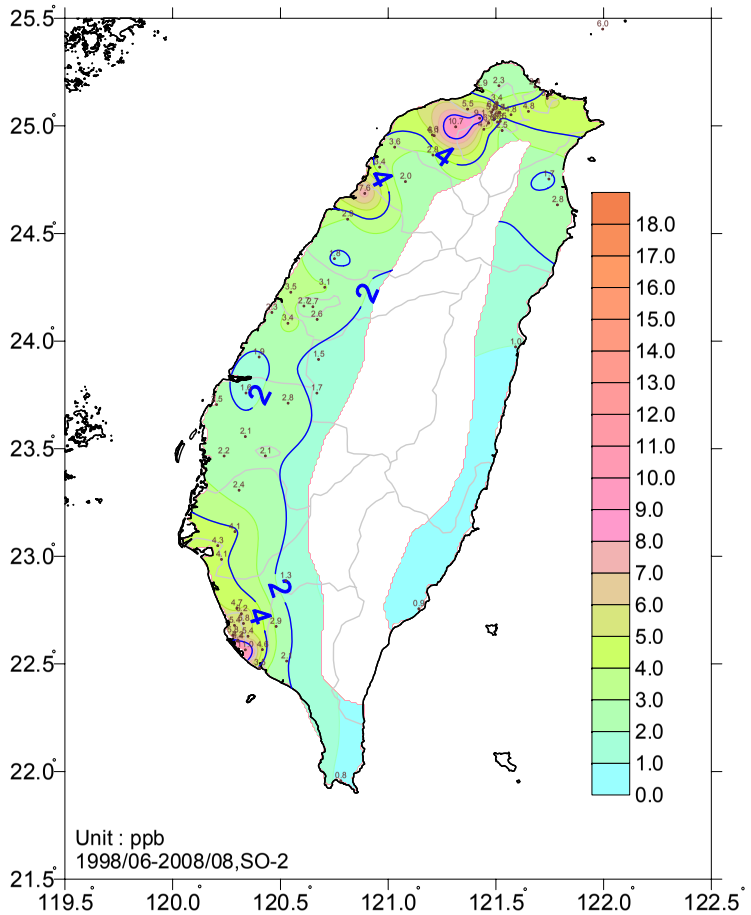


圖 4.120 環保署監測站位置分佈圖



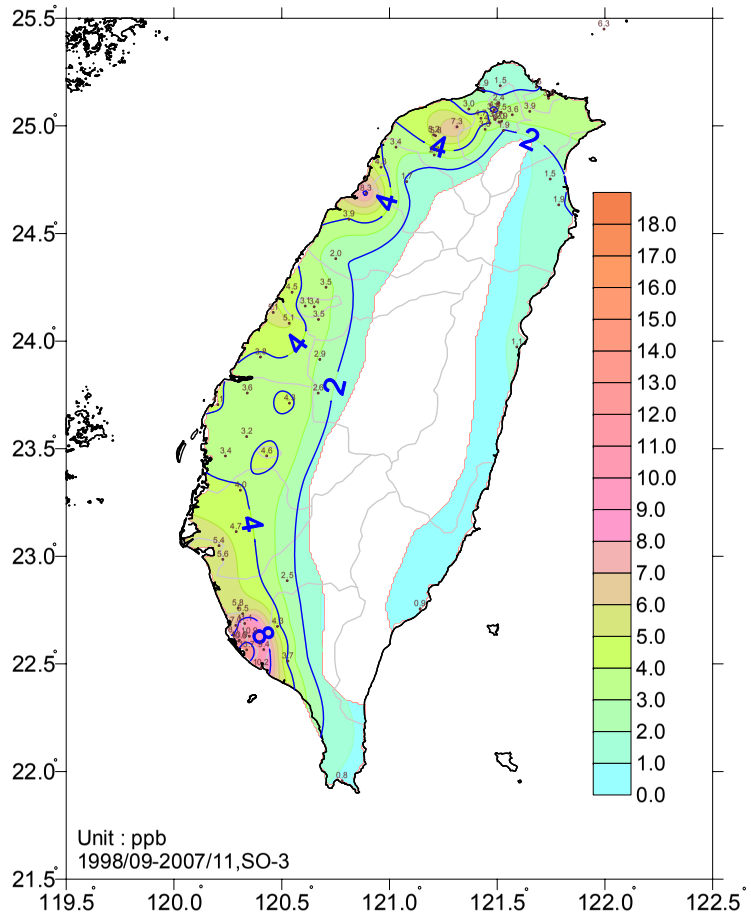
(1998 年 3 月~2008 年 5 月，SO_2)

圖 4.121　1998 年-2008 年春季 SO_2 濃度等位線圖



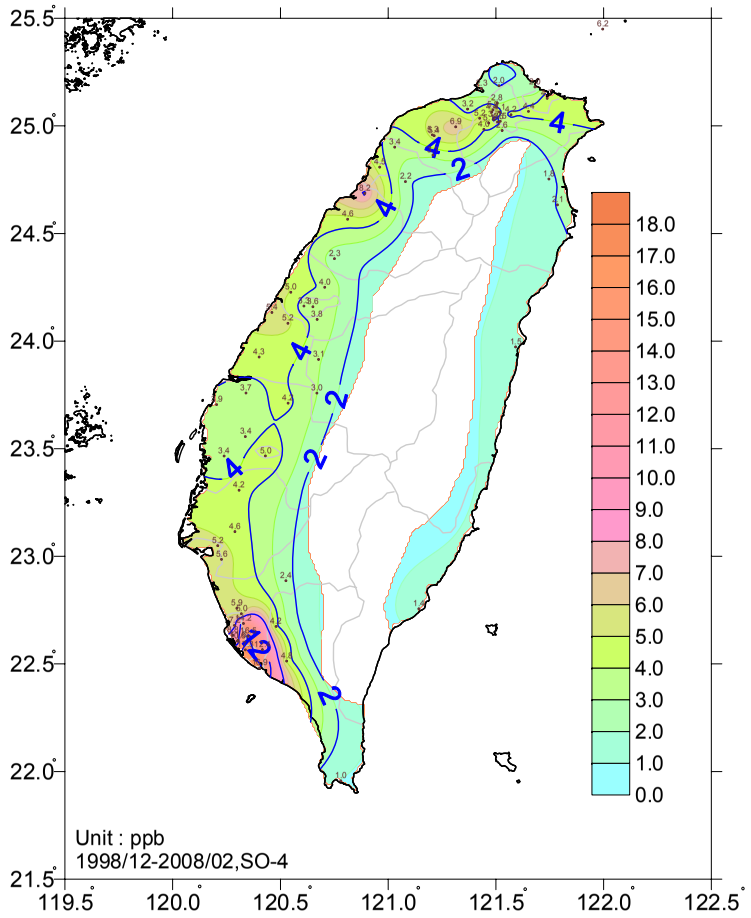
(1998 年 6 月~2008 年 8 月，SO_2)

圖 4.122　1998 年-2008 年夏季 SO_2 濃度等位線圖



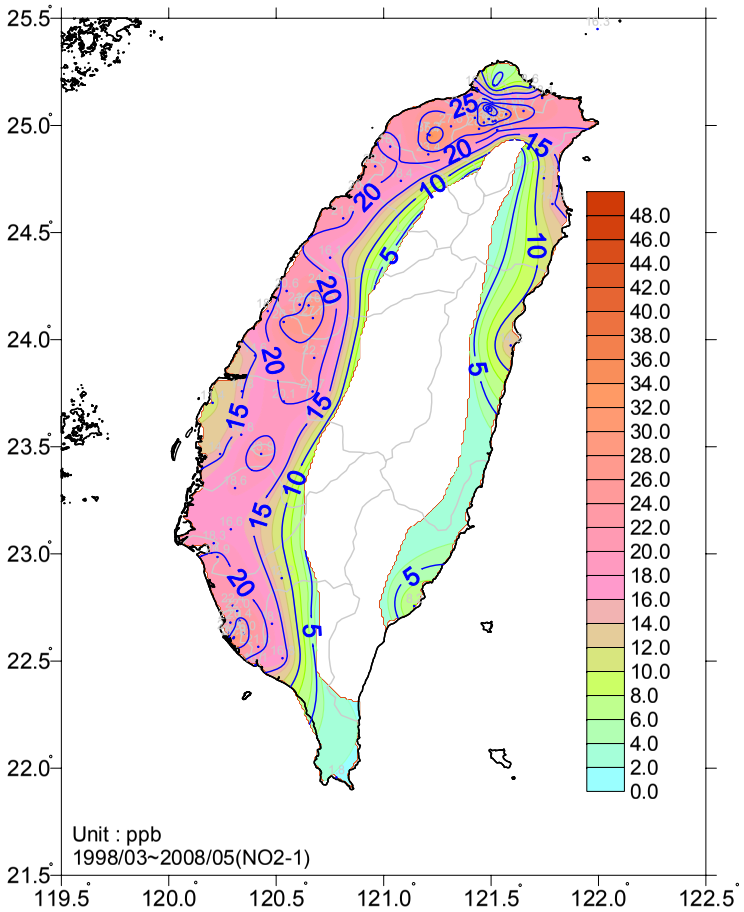
(1998 年 9 月~2007 年 11 月，SO_2)

圖 4.123 1998 年-2007 年秋季 SO_2 濃度等位線圖



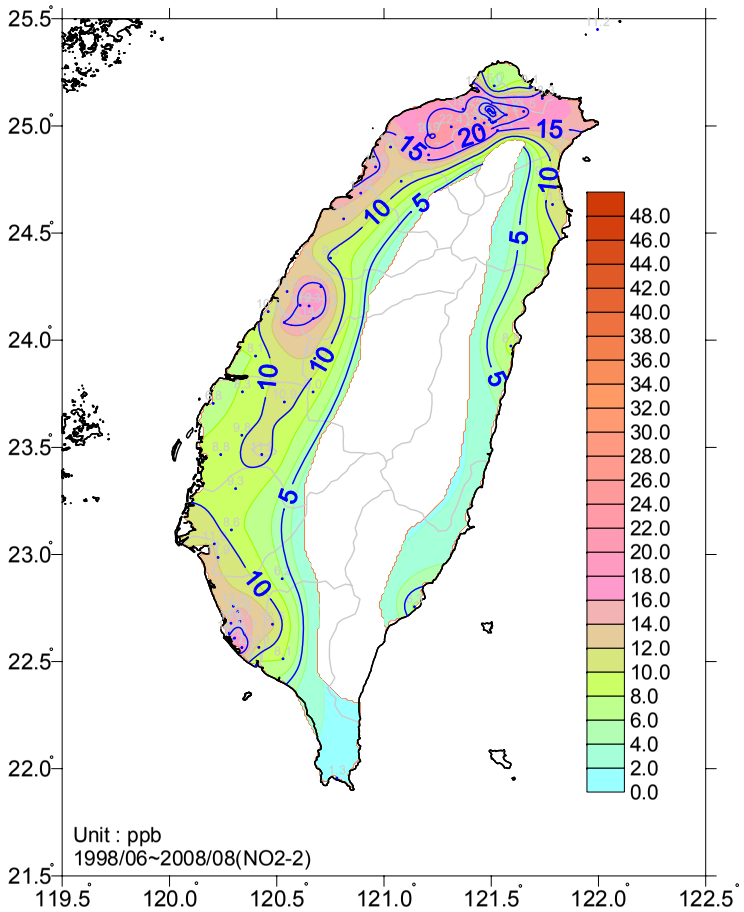
(1998 年-2007 年冬季，SO_2)

圖 4.124 1998 年-2007 年冬季 SO_2 濃度等位線圖



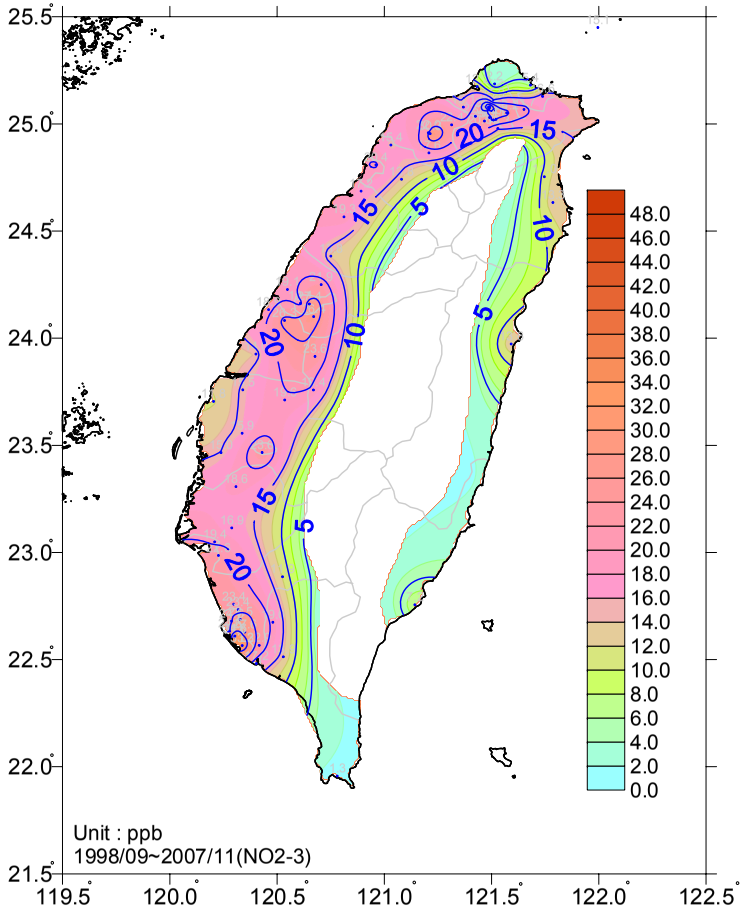
(1998 年-2008 年春季，NO_2)

圖 4.125 1998 年-2008 年春季 NO_2 濃度等位線圖



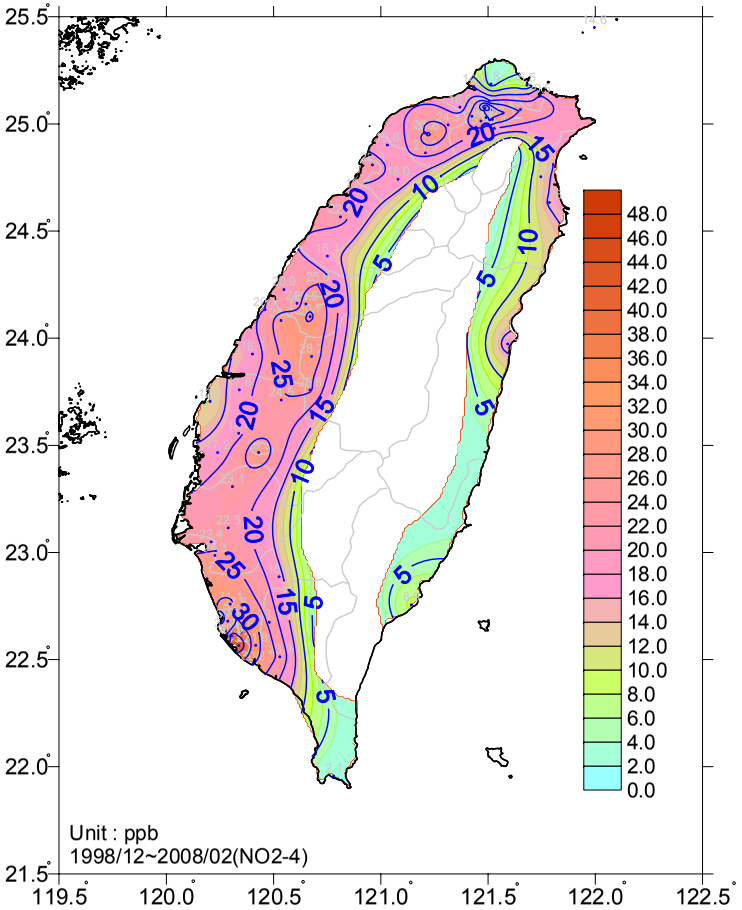
(1998 年-2008 年夏季，NO_2)

圖 4.126 1998 年-2008 年夏季 NO_2 濃度等位線圖



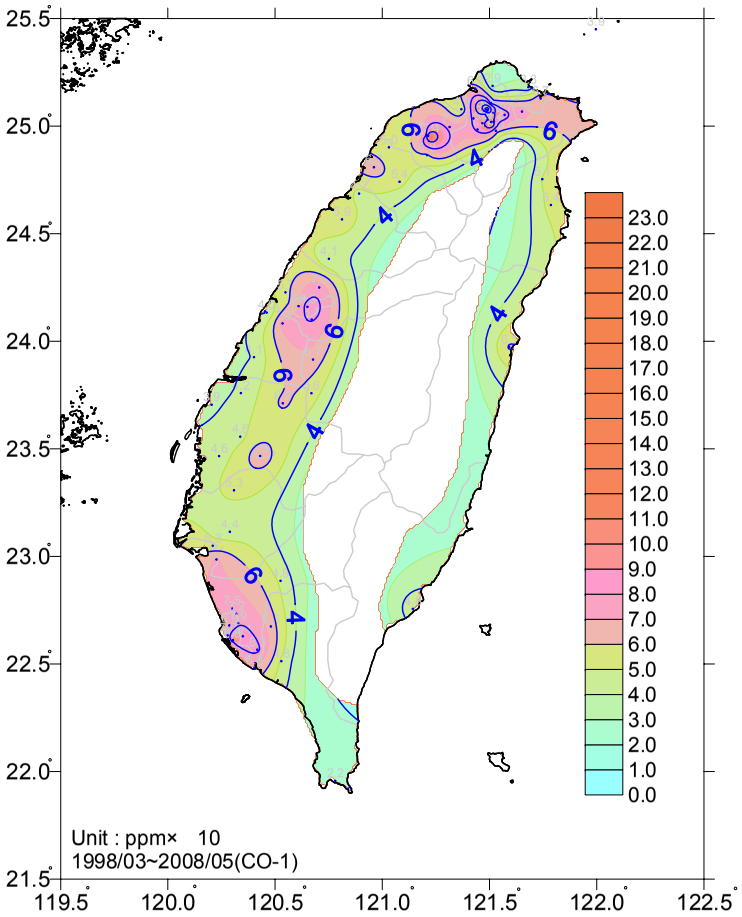
(1998 年 9 月~2007 年 11 月，NO_2)

圖 4.127 1998 年-2007 年秋季 NO_2 濃度等位線圖



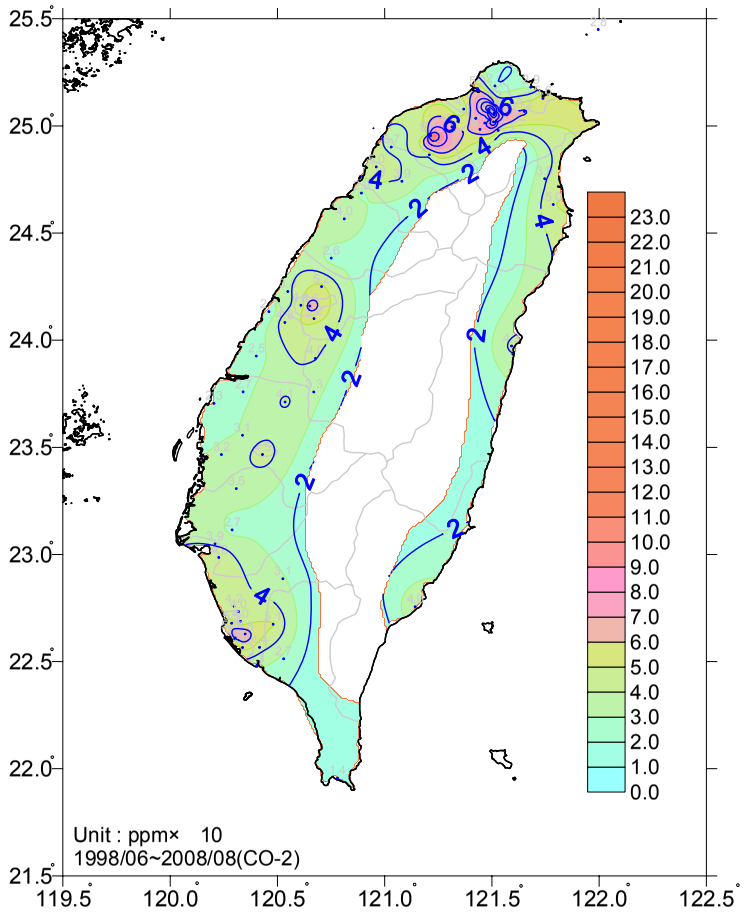
(1998 年-2007 年冬季，NO_2)

圖 4.128 1998 年~2007 年冬季 NO_2 濃度等位線圖



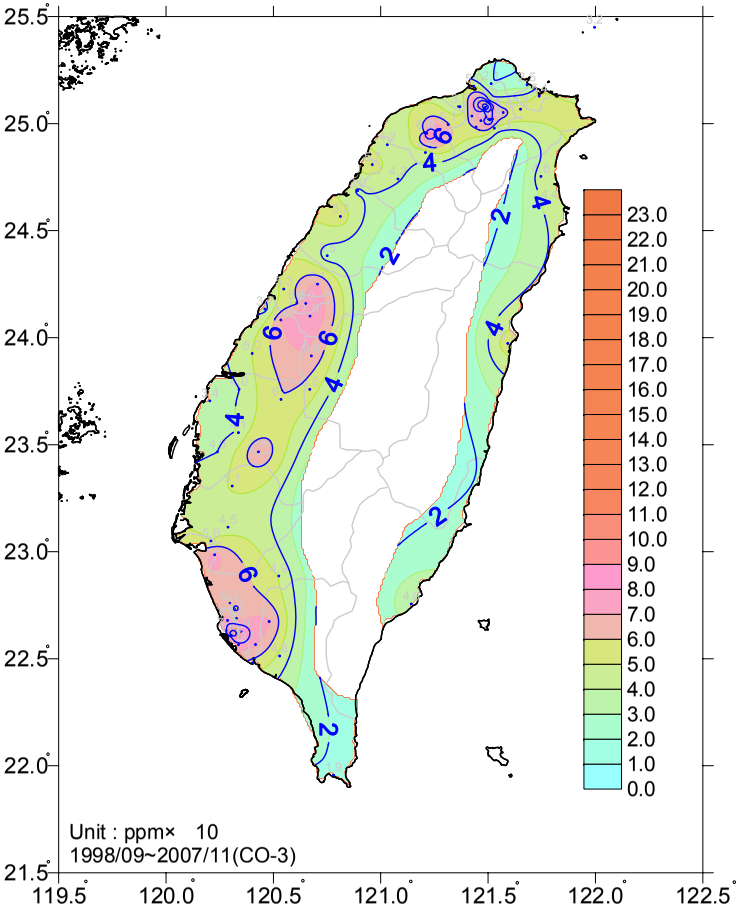
(1998 年-2008 年春季，CO)

圖 4.129 1998 年-2008 年春季 CO 濃度等位線圖



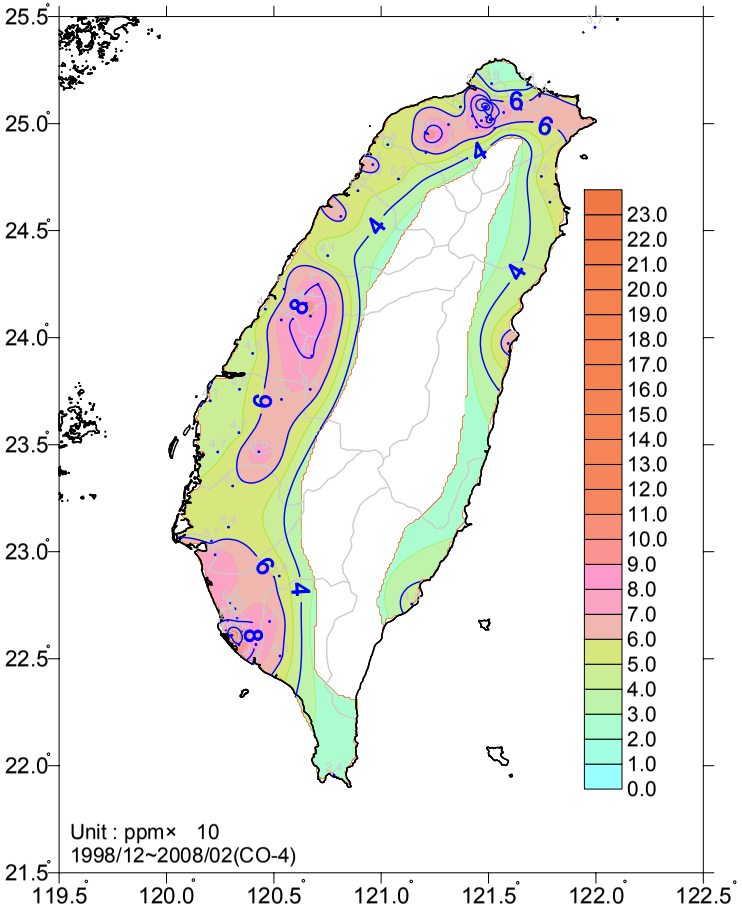
(1998 年-2008 年夏季，CO)

圖 4.130 1998 年-2007 年夏季 CO 濃度等位線圖



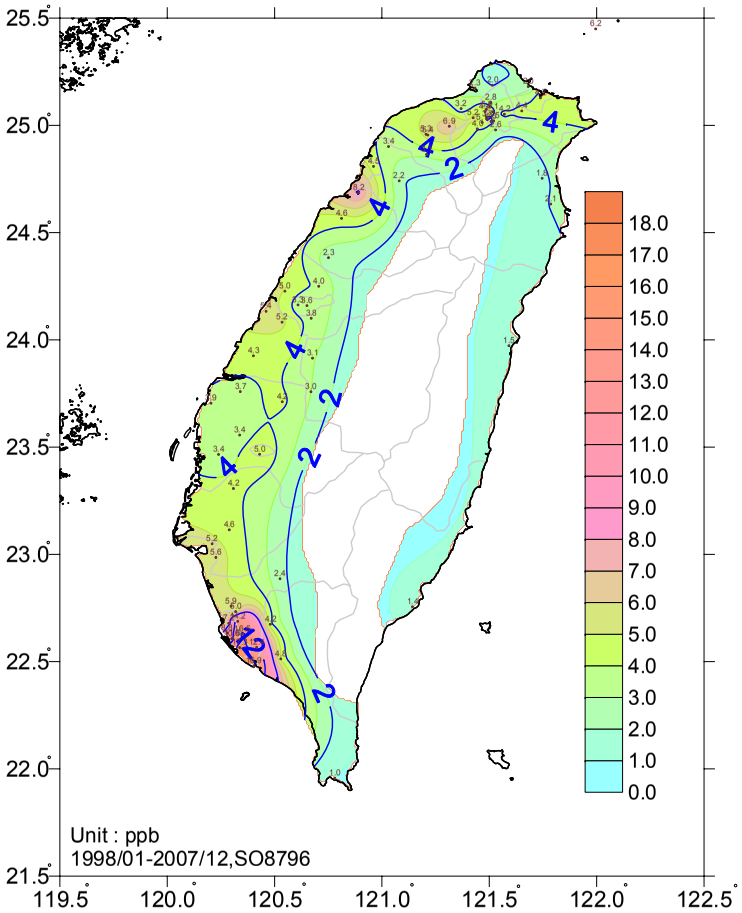
(1998 年 7 月~2007 年 11 月，CO)

圖 4.131 1998 年-2007 年秋季 CO 濃度等位線圖



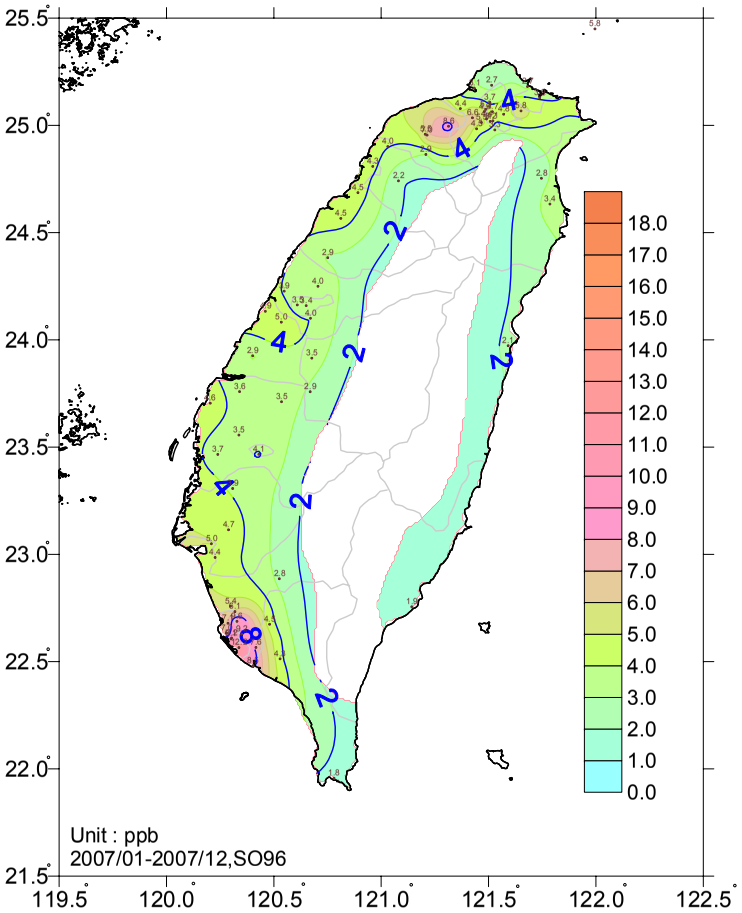
(1998 年-2007 年冬季，CO)

圖 4.132 1998 年~2007 年冬季 CO 濃度等位線圖



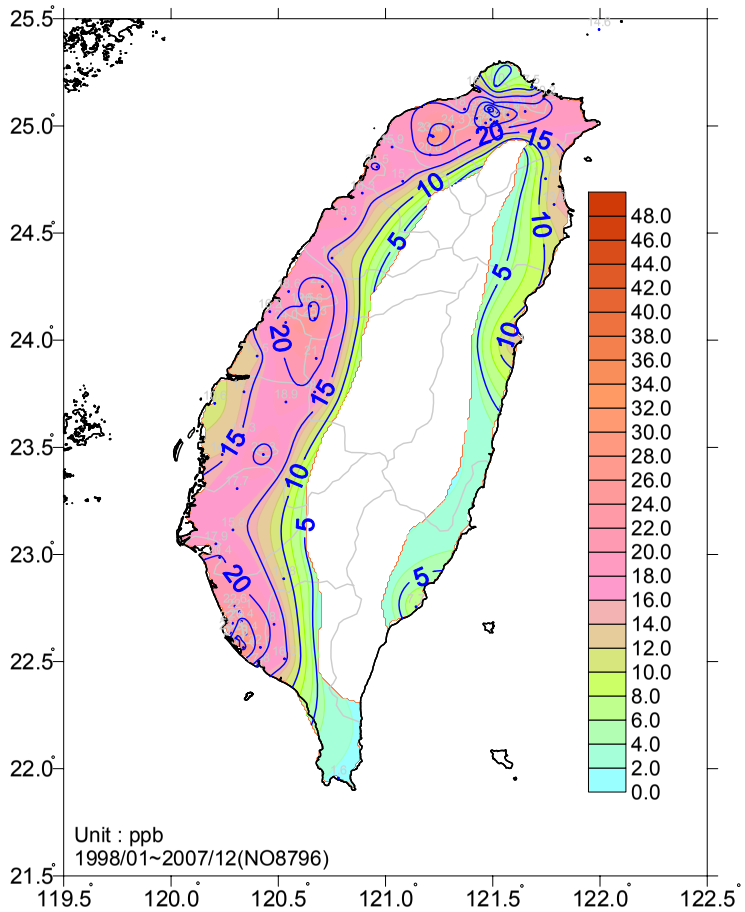
(1998 年 1 月~2007 年 12 月，SO_2)

圖 4.133　1998～2007 年 SO_2 濃度等位線圖



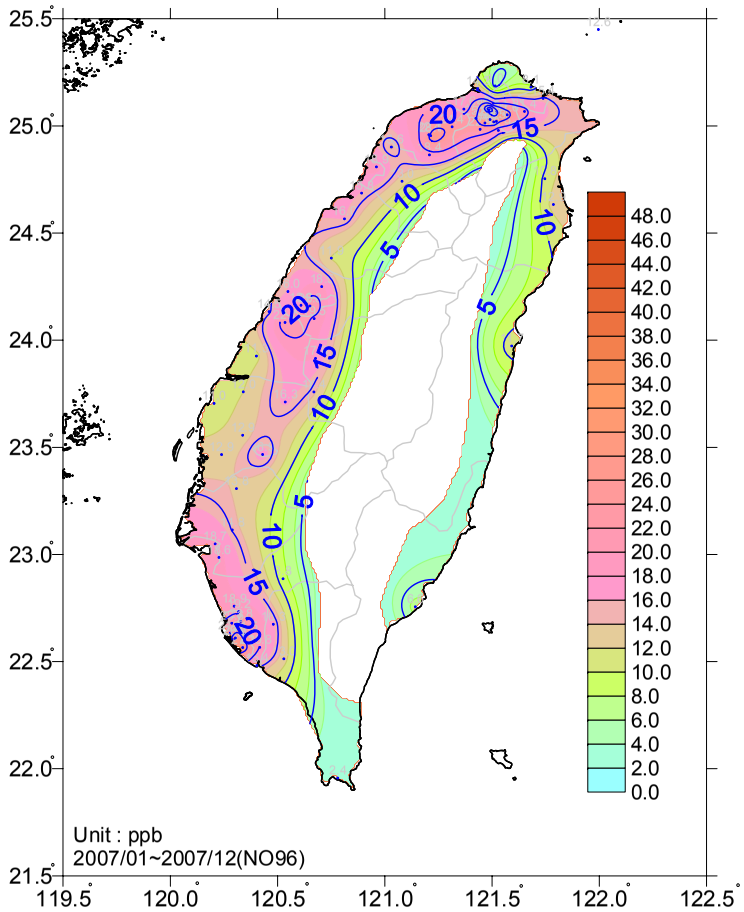
(2007 年 1 月~2007 年 12 月，SO_2)

圖 4.134　2007 年 SO_2 濃度等位線圖



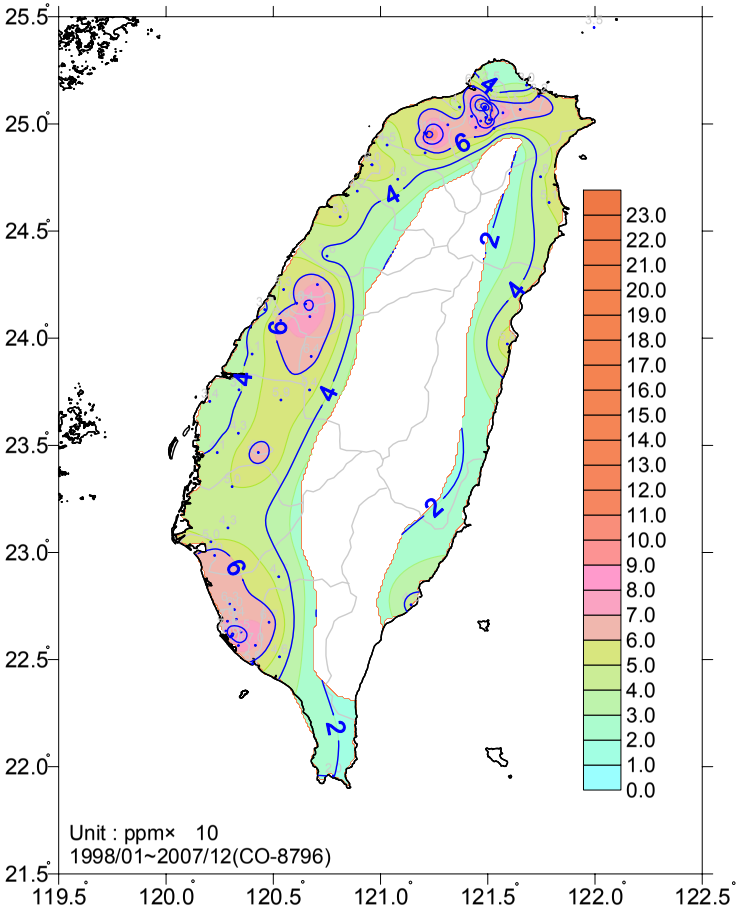
(1998 年 1 月~2007 年 12 月，NO_2)

圖 4.135 1998～2007 年 NO_2 濃度等位線圖



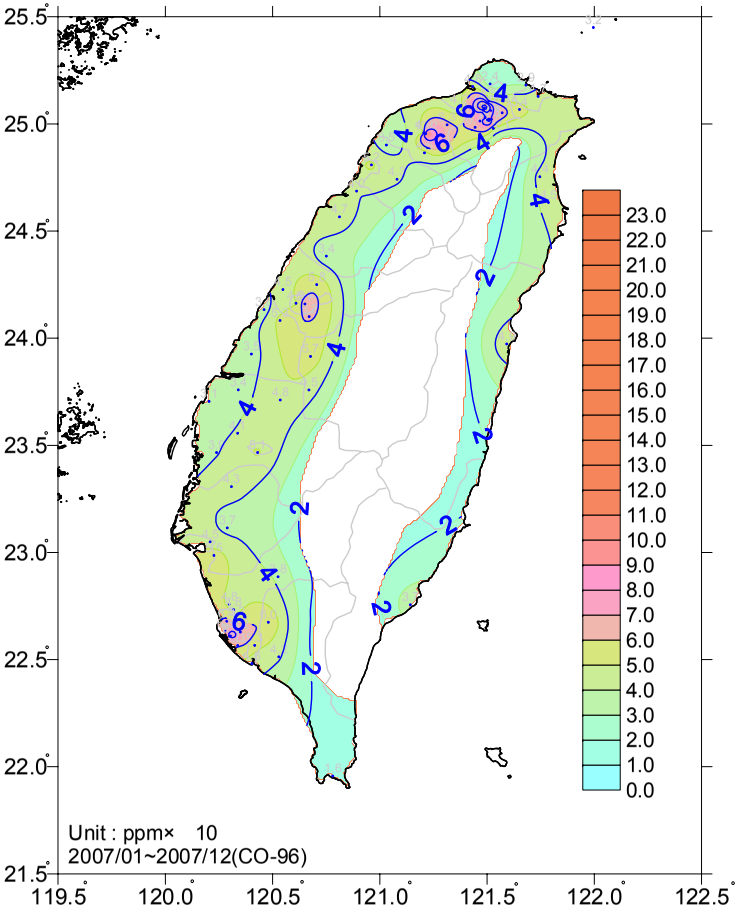
(2007 年 1 月~2007 年 12 月，NO_2)

圖 4.136 2007 年 NO_2 濃度等位線圖



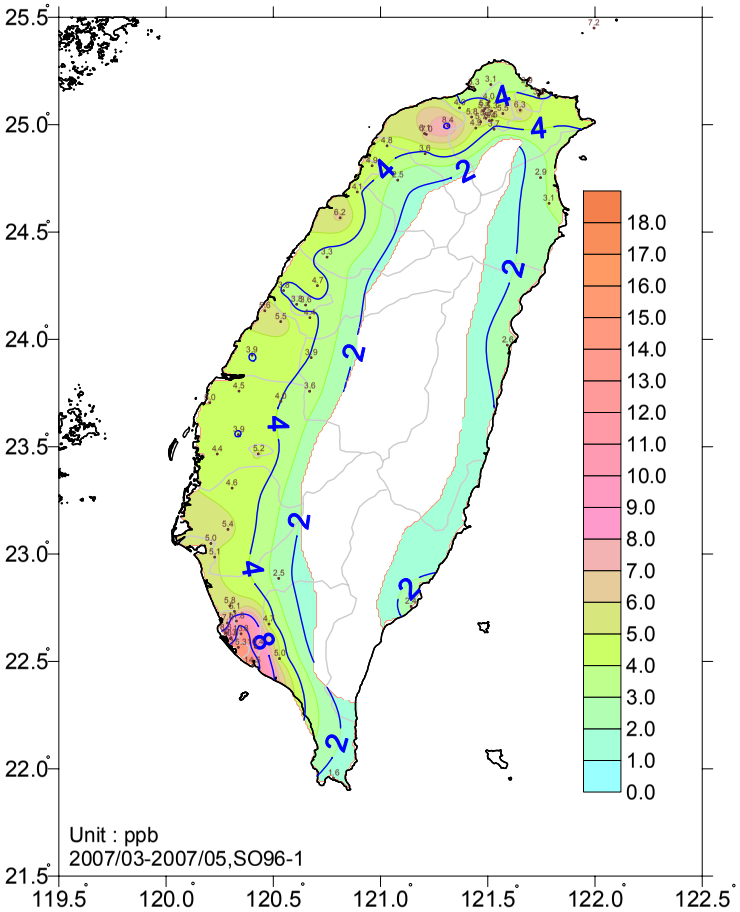
(1998 年 1 月~2007 年 12 月，CO_2)

圖 4.137 1998～2007 年 CO 濃度等位線圖



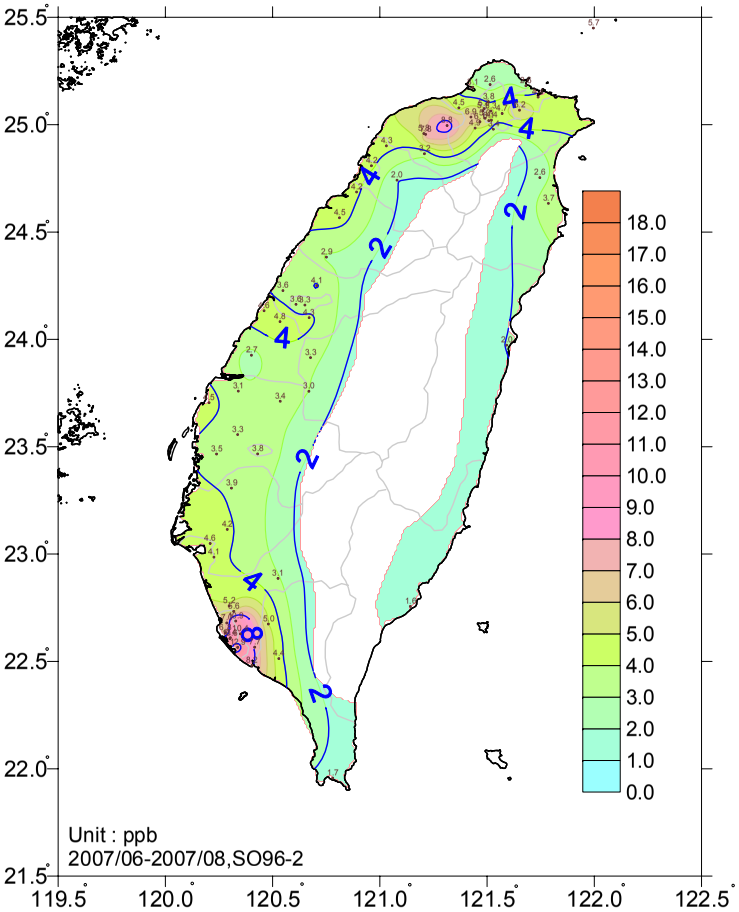
(2007 年 1 月~2007 年 12 月，CO)

圖 4.138 2007 年 CO 濃度等位線圖



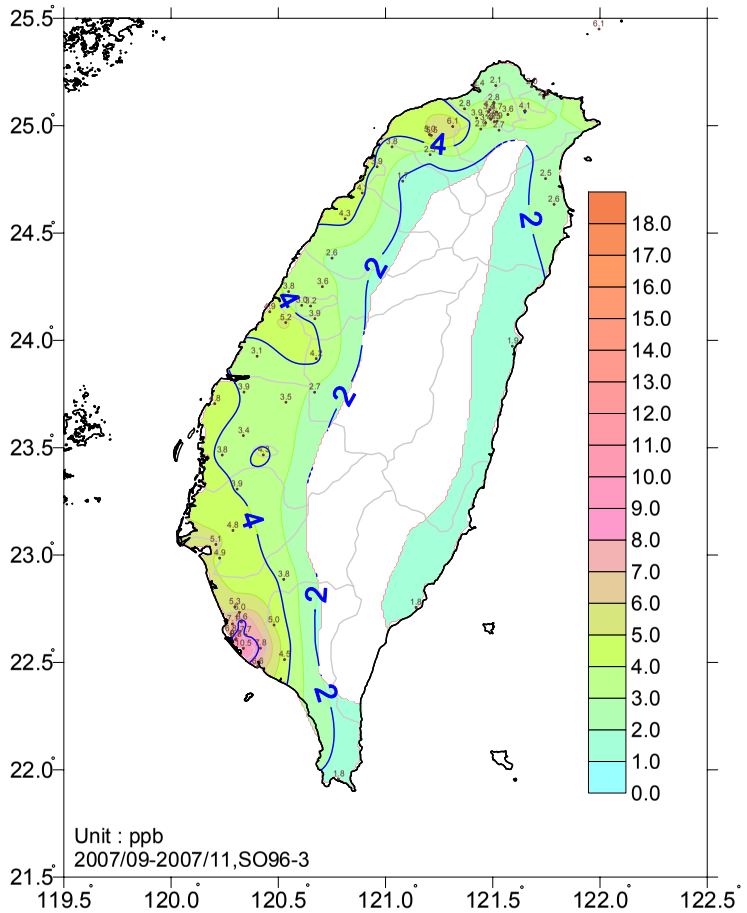
(2007 年 3 月~2007 年 5 月，SO_2)

圖 4.139 2007 年春季 SO_2 濃度等位線圖



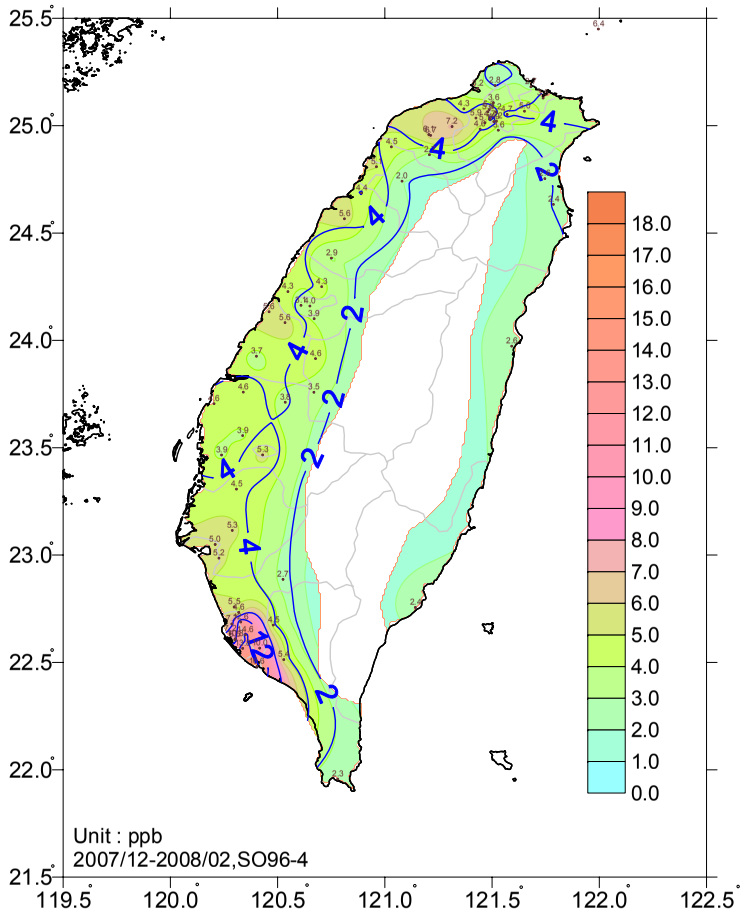
(2007 年 6 月~2007 年 8 月，SO_2)

圖 4.140　2007 年夏季 SO_2 濃度等位線圖



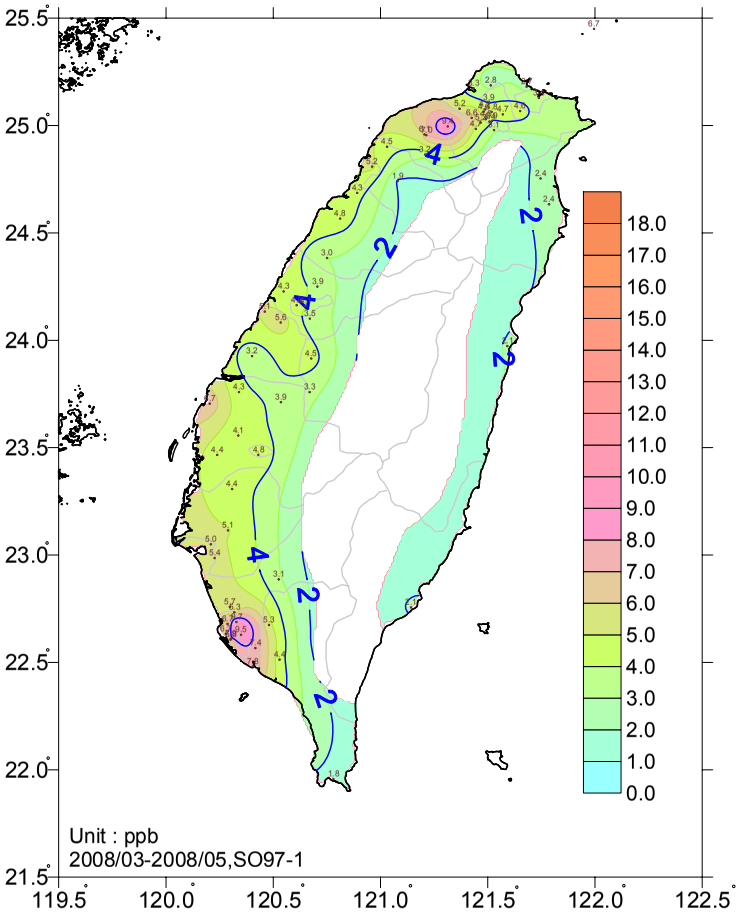
(2007 年 9 月~2007 年 11 月，SO_2)

圖 4.141 2007 年秋季 SO_2 濃度等位線圖



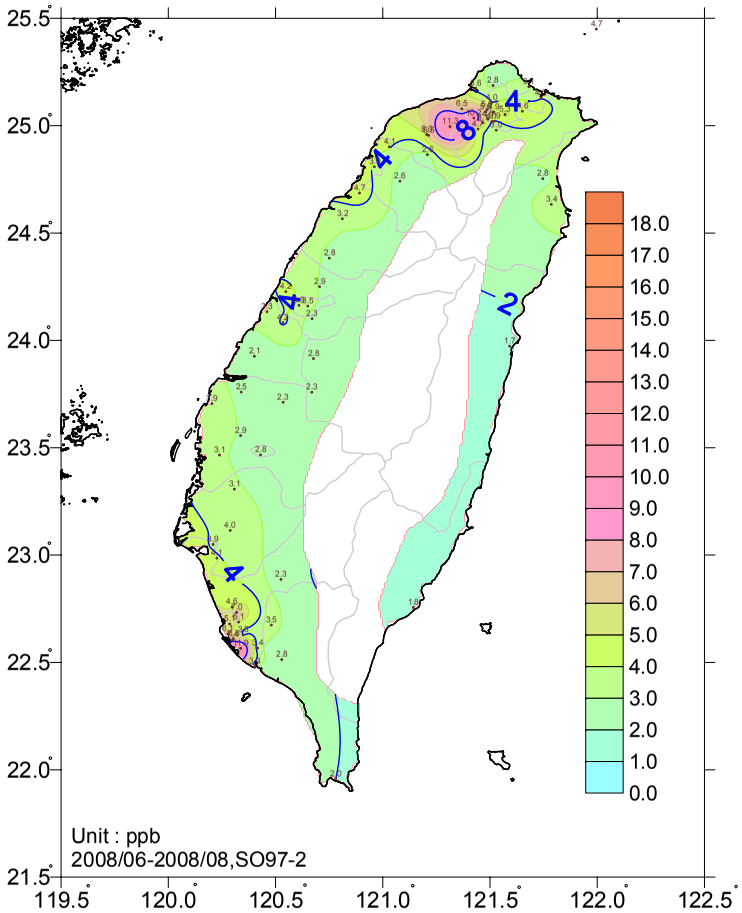
(2007 年 12 月~2008 年 2 月，SO_2)

圖 4.142 2007 年冬季 SO_2 濃度等位線圖



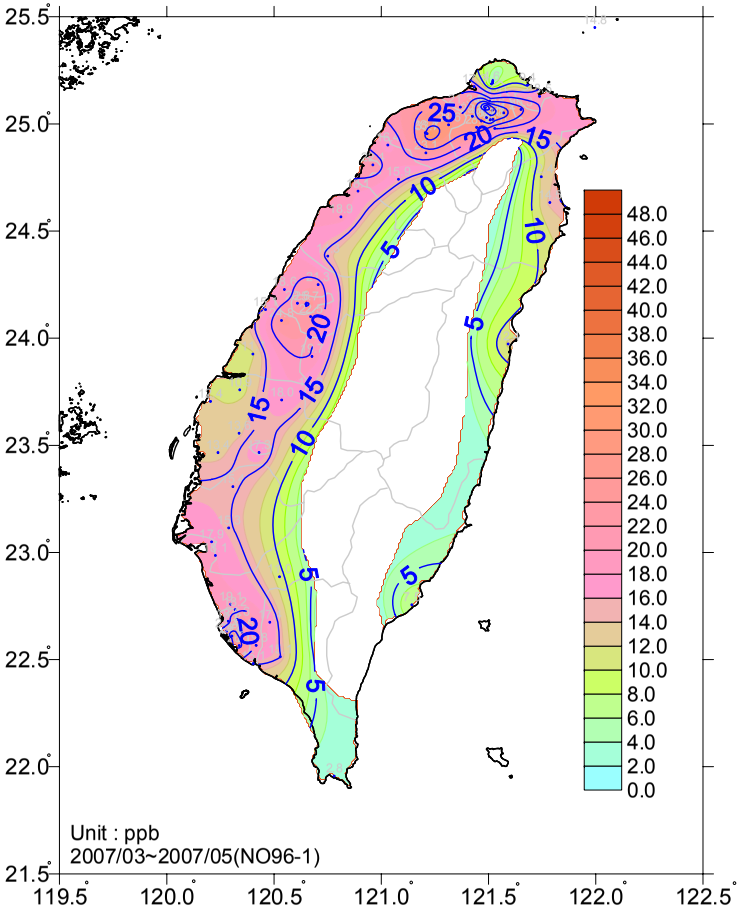
(2008 年 3 月~2008 年 5 月，SO_2)

圖 4.143 2008 年春季 SO_2 濃度等位線圖



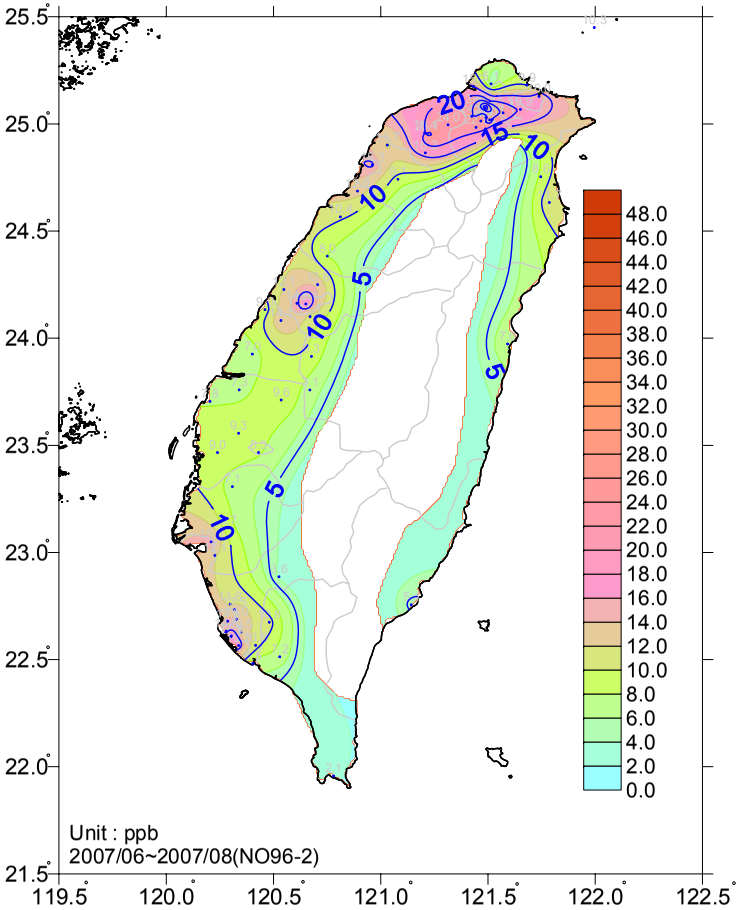
(2008 年 6 月~2008 年 5 月，SO_2)

圖 4.144 2008 年夏 SO_2 濃度等位線圖



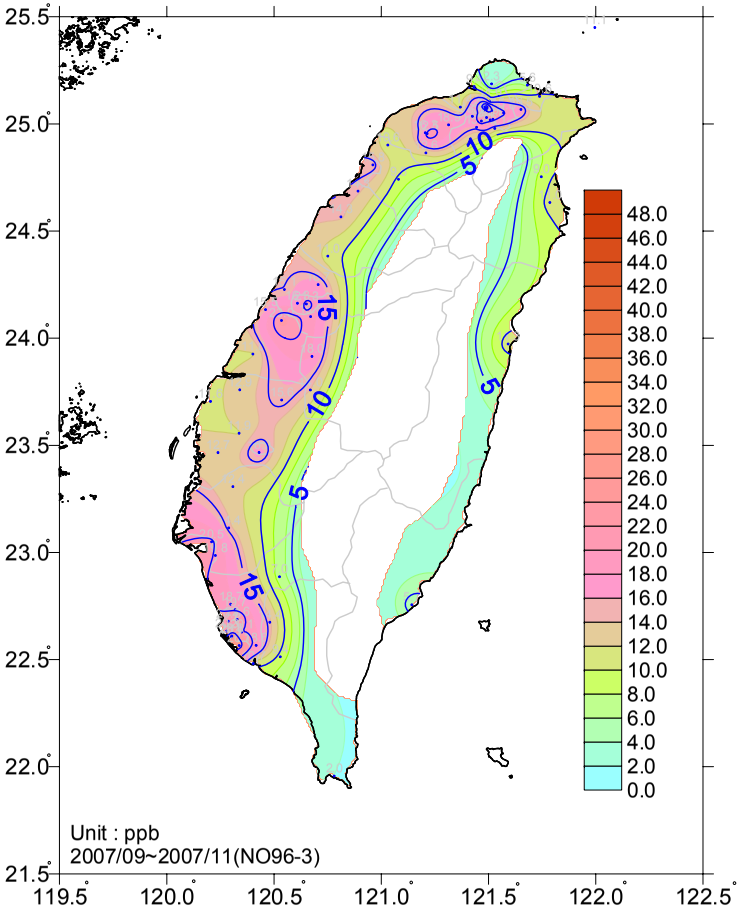
(2007 年 3 月~2007 年 5 月，NO_2)

圖 4.145　2007 年春季 NO_2 濃度等位線圖



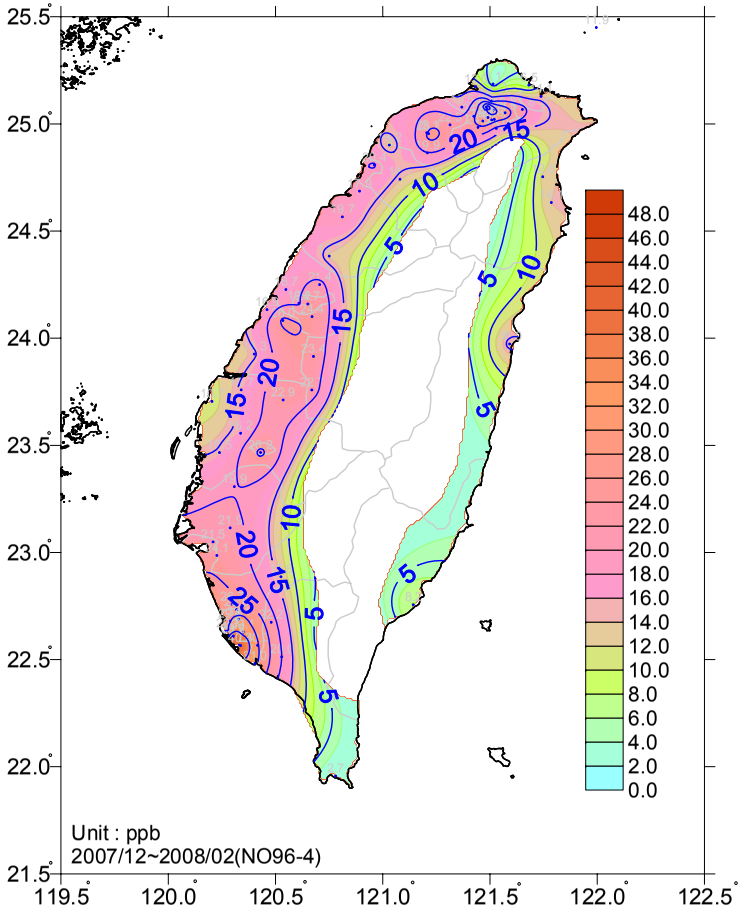
(2007 年 6 月~2007 年 8 月，NO_2)

圖 4.146　2007 年夏季 NO_2 濃度等位線圖



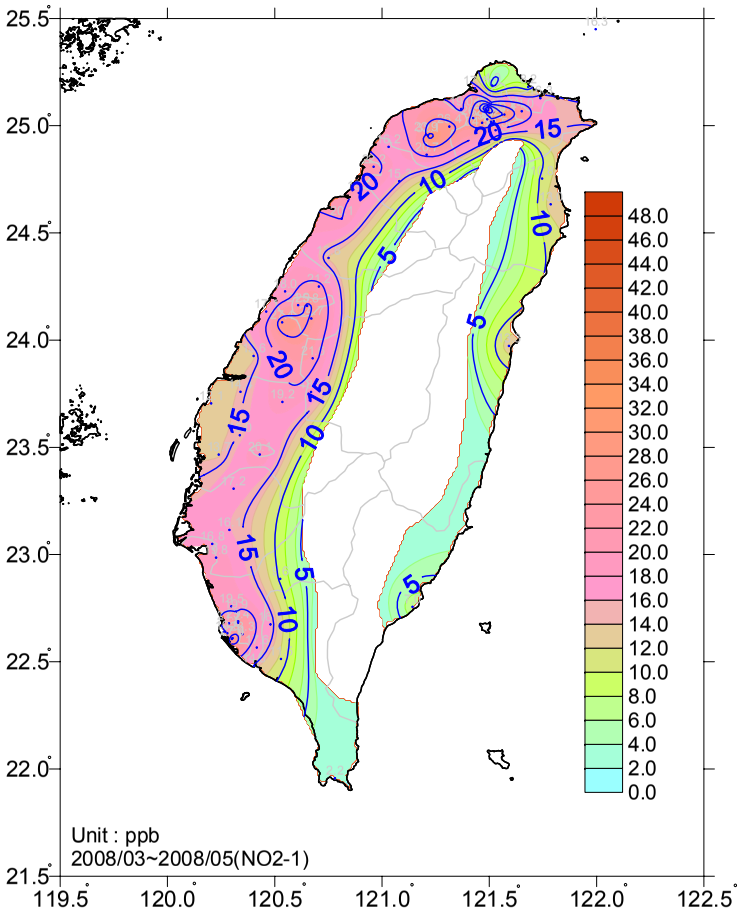
(2007 年 9 月~2007 年 11 月，NO_2)

圖 4.147　2007 年秋季 NO_2 濃度等位線圖



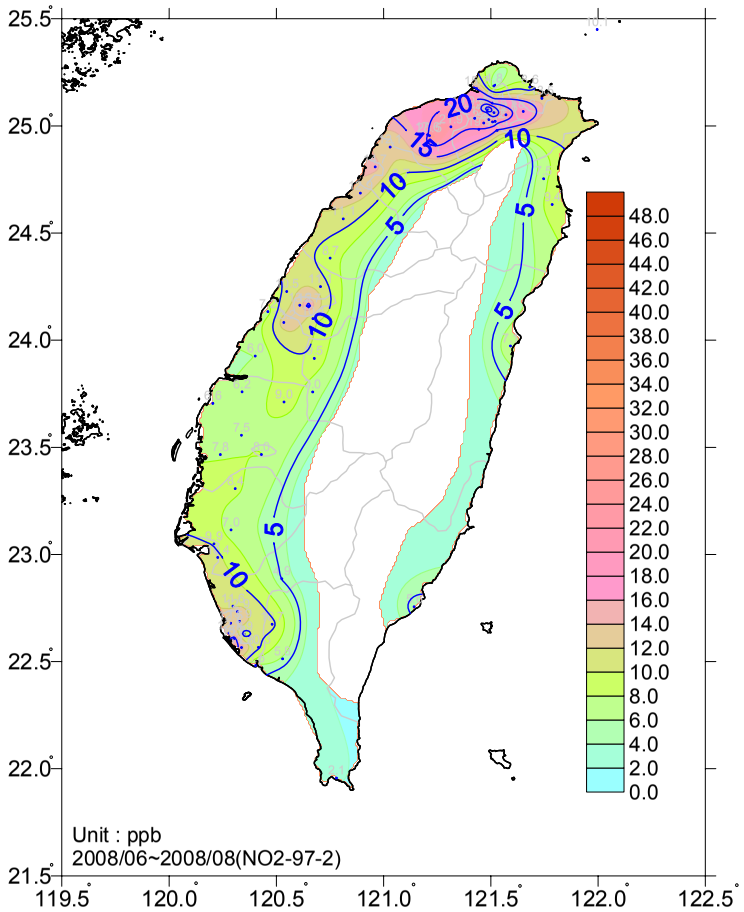
(2007 年 12 月~2008 年 2 月，NO_2)

圖 4.148　2007 年冬季 NO_2 濃度等位線圖



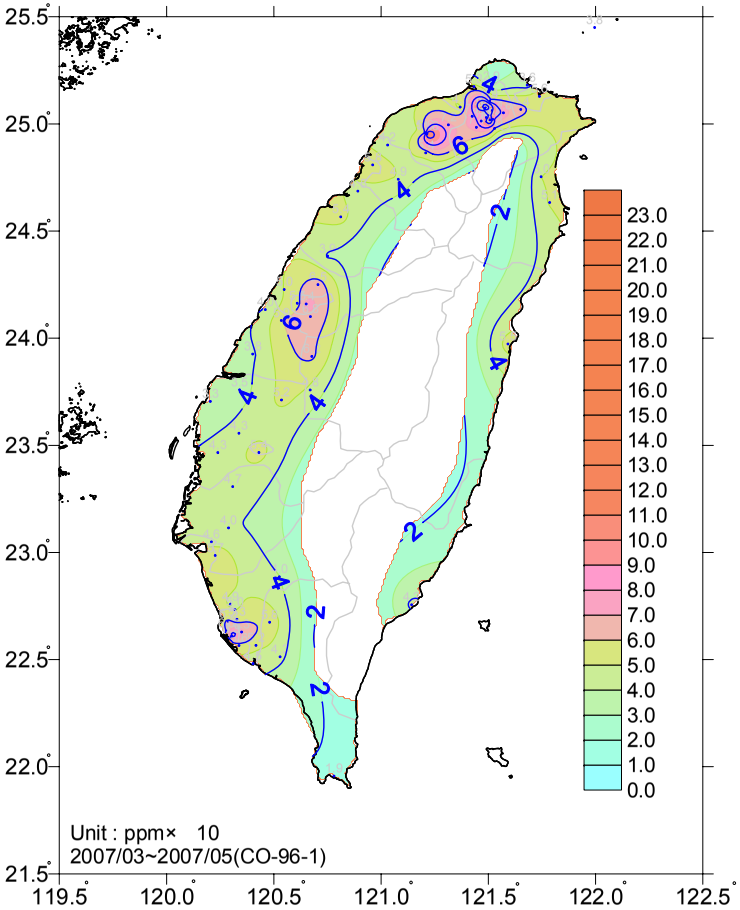
(2008 年 3 月~2008 年 5 月，NO_2)

圖 4.149　2008 年春季 NO_2 濃度等位線圖



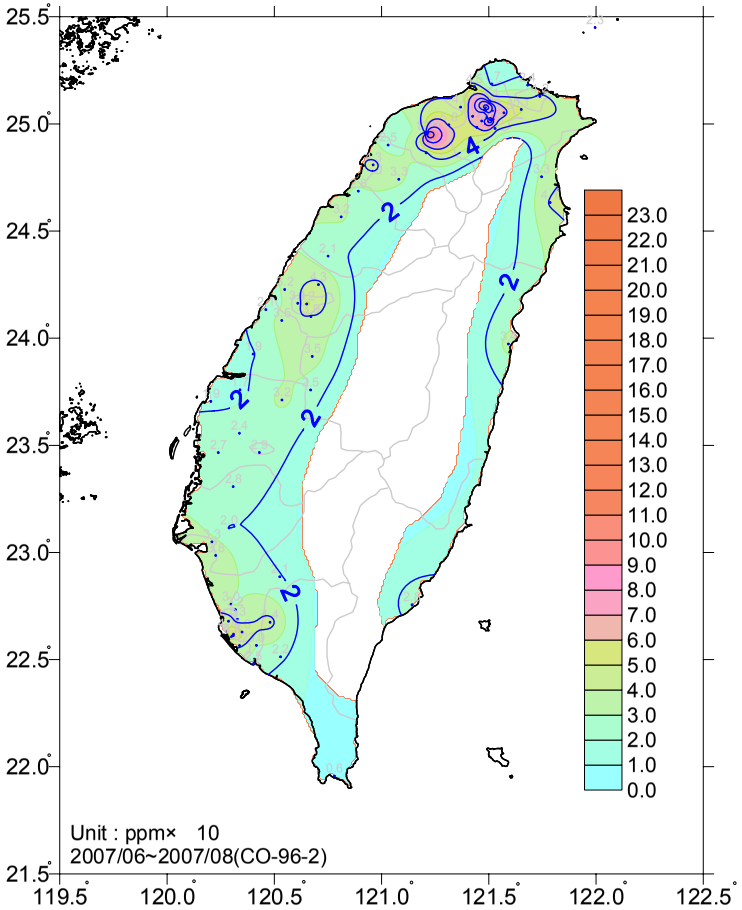
(2008 年 6 月~2008 年 8 月，NO_2)

圖 4.150　2008 年夏季 NO_2 濃度等位線圖



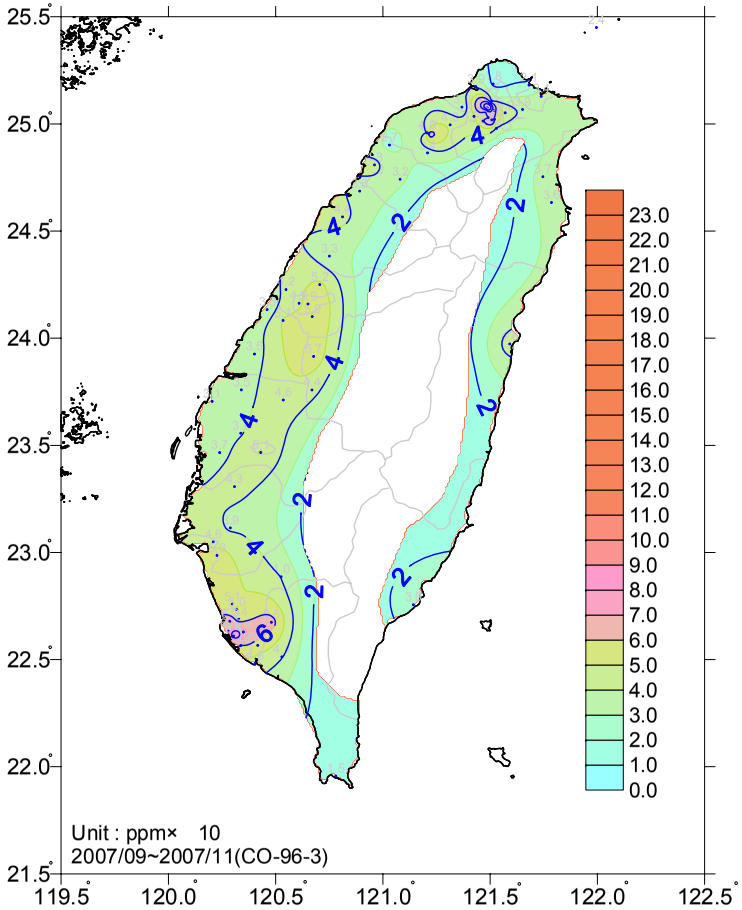
(2007 年 3 月~2007 年 5 月，CO)

圖 4.151　2007 年春季 CO 濃度等位線圖



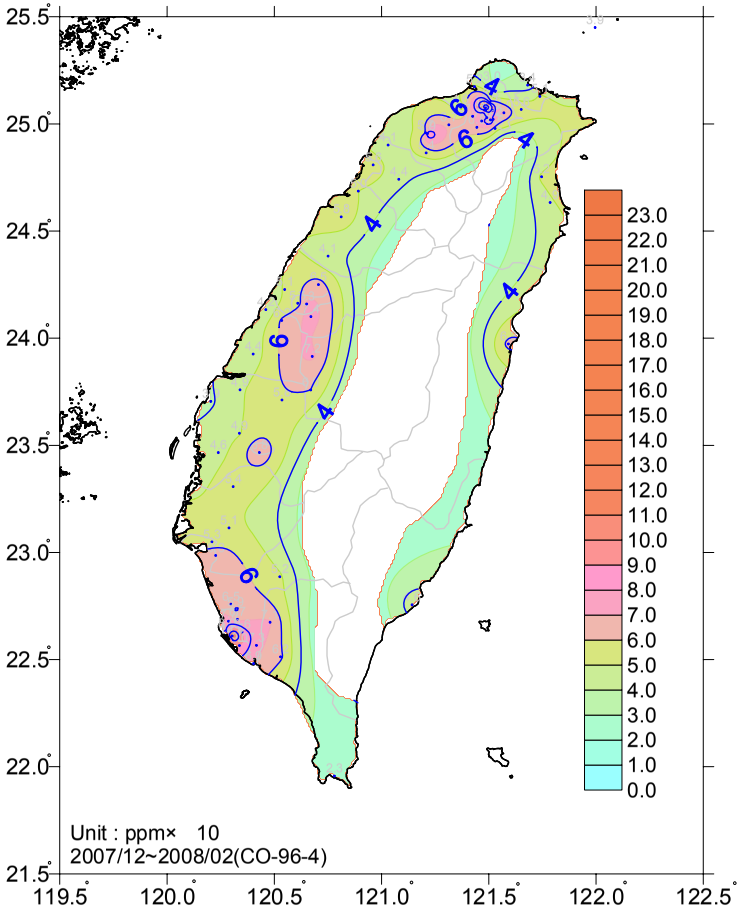
(2007 年 6 月~2007 年 8 月，CO)

圖 4.152　2007 年夏季 CO 濃度等位線圖



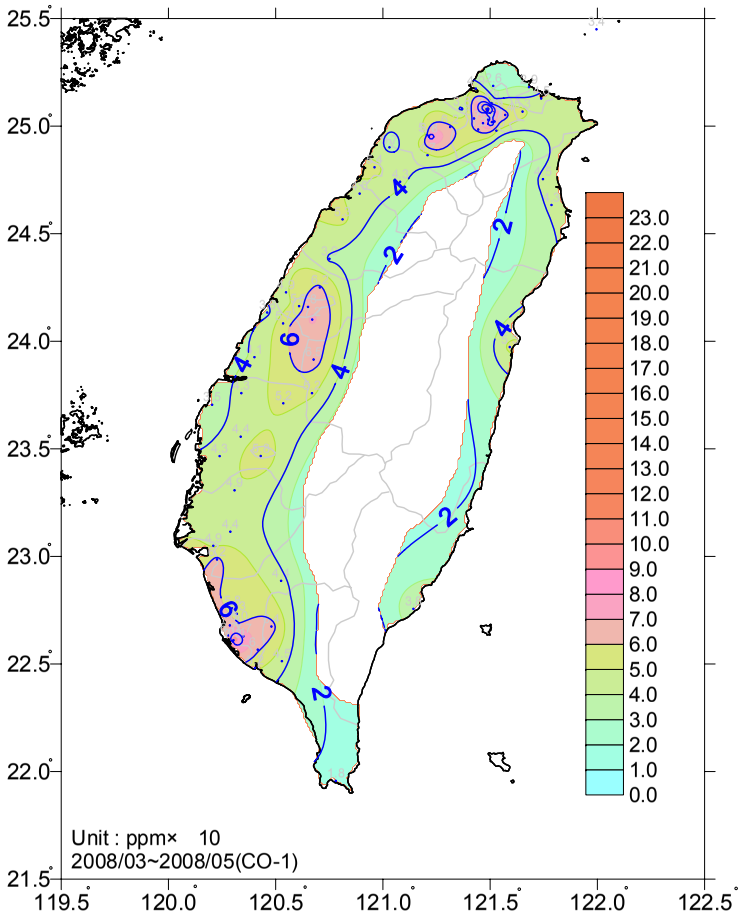
(2007 年 9 月~2007 年 11 月，CO)

圖 4.153　2007 年秋季 NO 濃度等位線圖



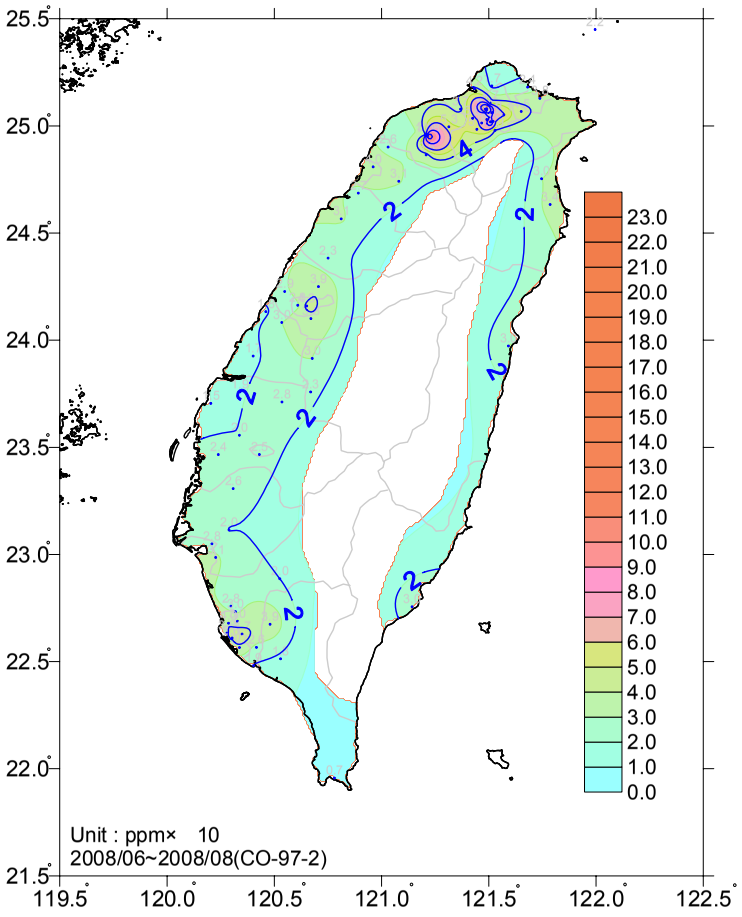
(2007 年年 12 月~2008 年 2 月，CO)

圖 4.154　2007 年冬季 CO 濃度等位線圖



(2008 年 3 月~2008 年 5 月，CO)

圖 4.155　2008 年春季 CO 濃度等位線圖



(2008 年 6 月~2008 年 8 月，CO)

圖 4.156　2008 年夏季 CO 濃度等位線圖

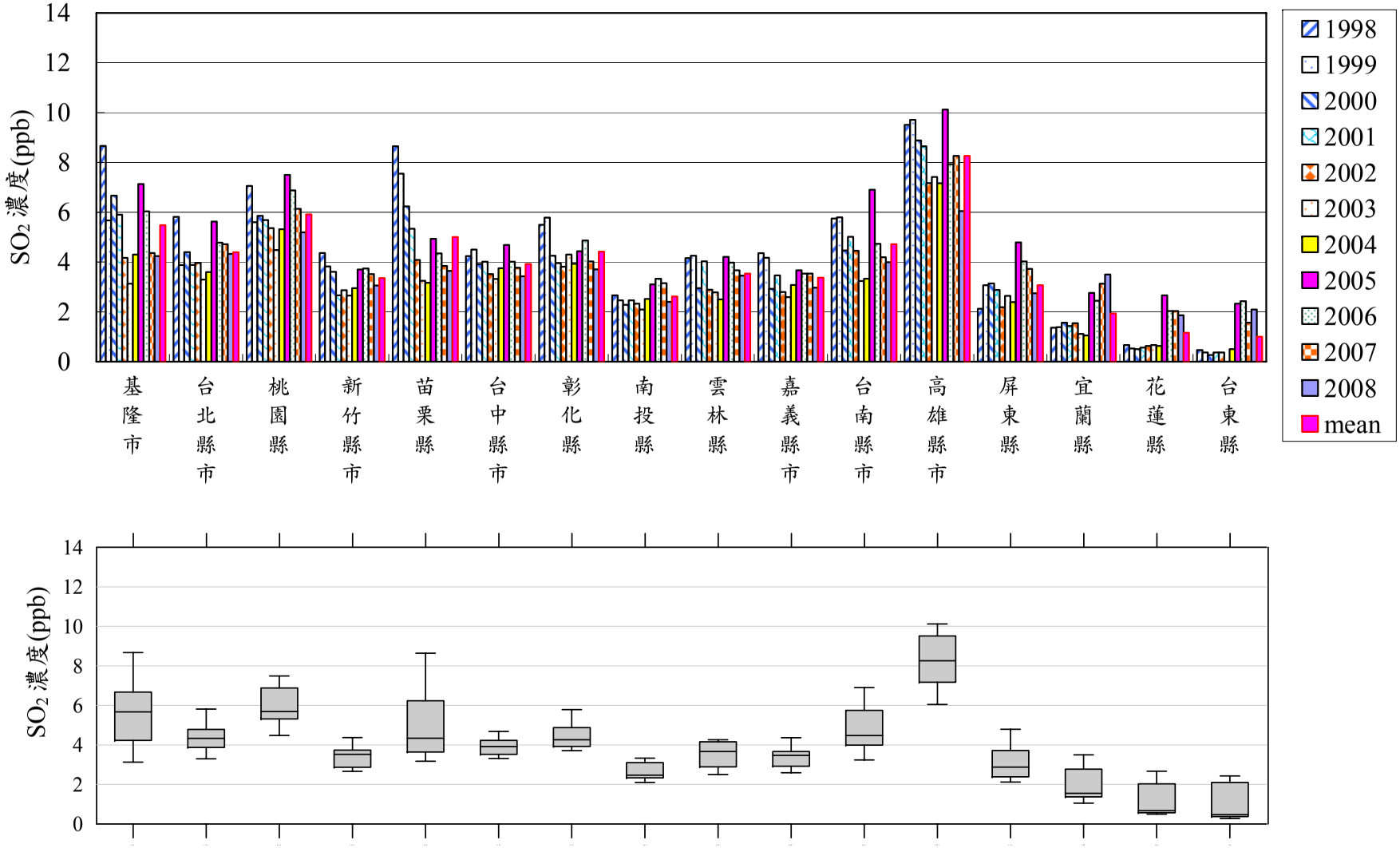


圖 4.157 各縣市 1998 年-2008 年春季 SO_2 濃度分佈圖

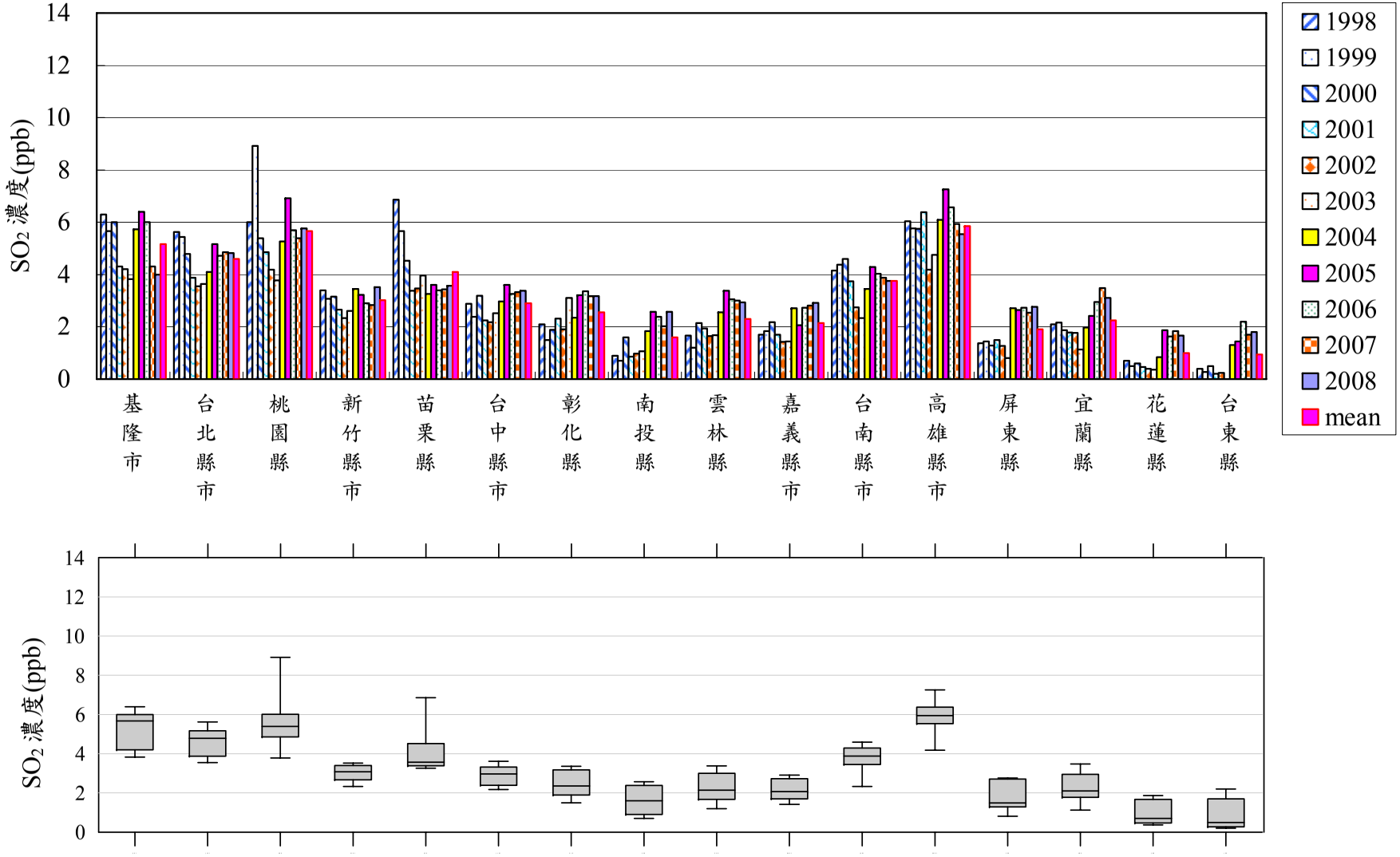


圖 4.158 各縣市 1998 年-2008 年夏季 SO_2 濃度分佈圖

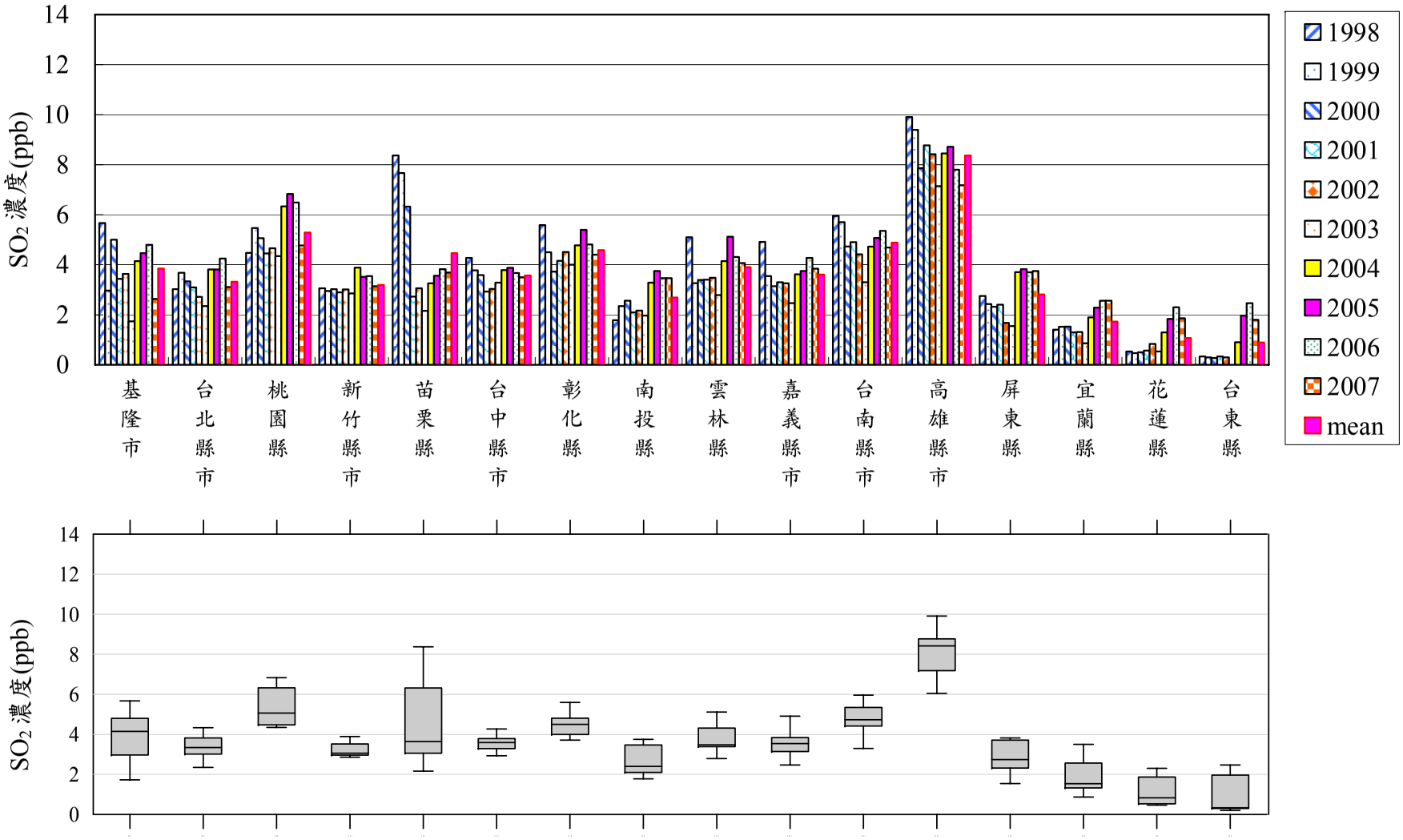


圖 4.159 各縣市 1998 年-2007 年秋季 SO_2 濃度分佈圖

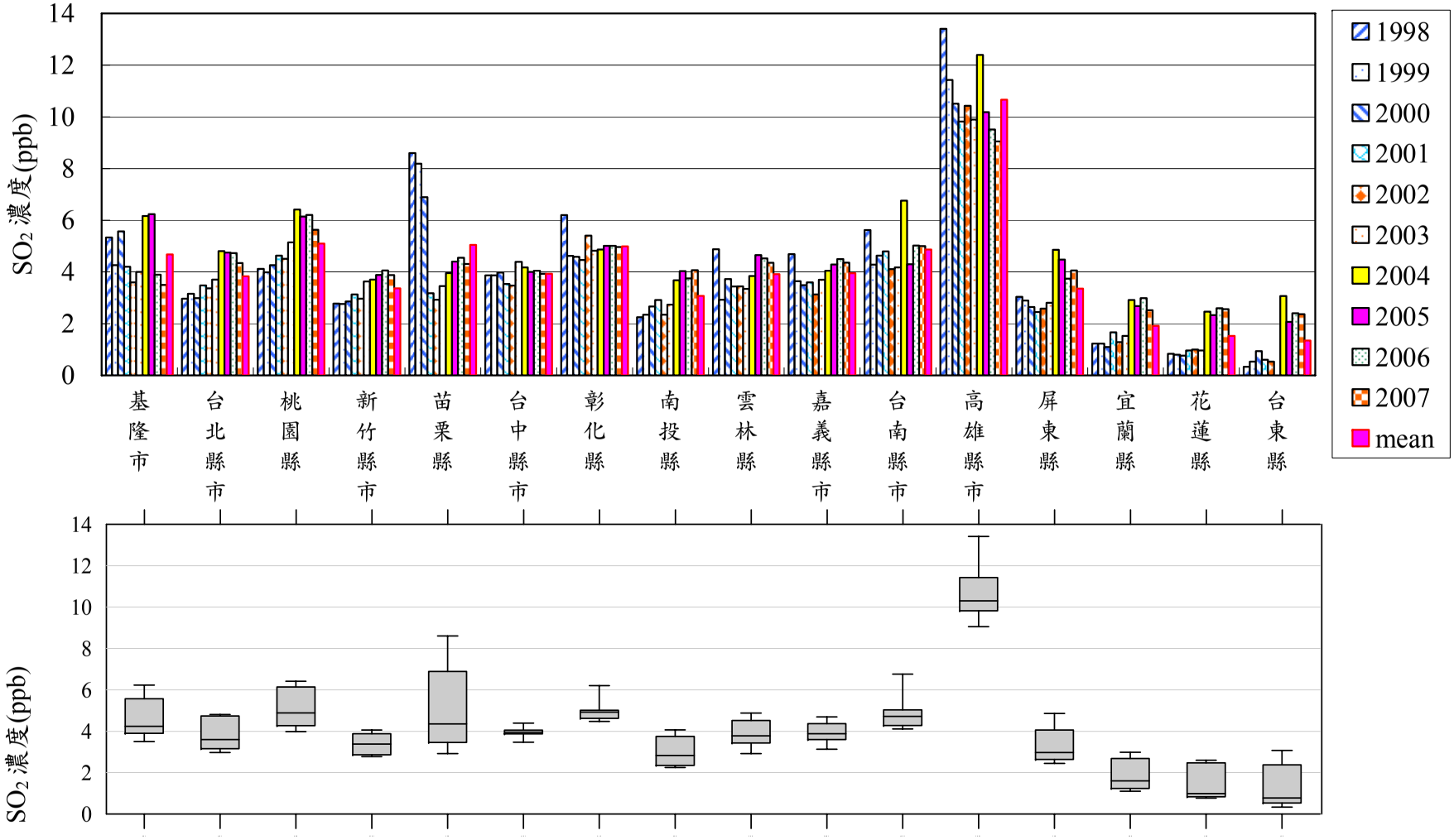


圖 4.160 各縣市 1998 年~2007 年冬季 SO_2 濃度分佈圖

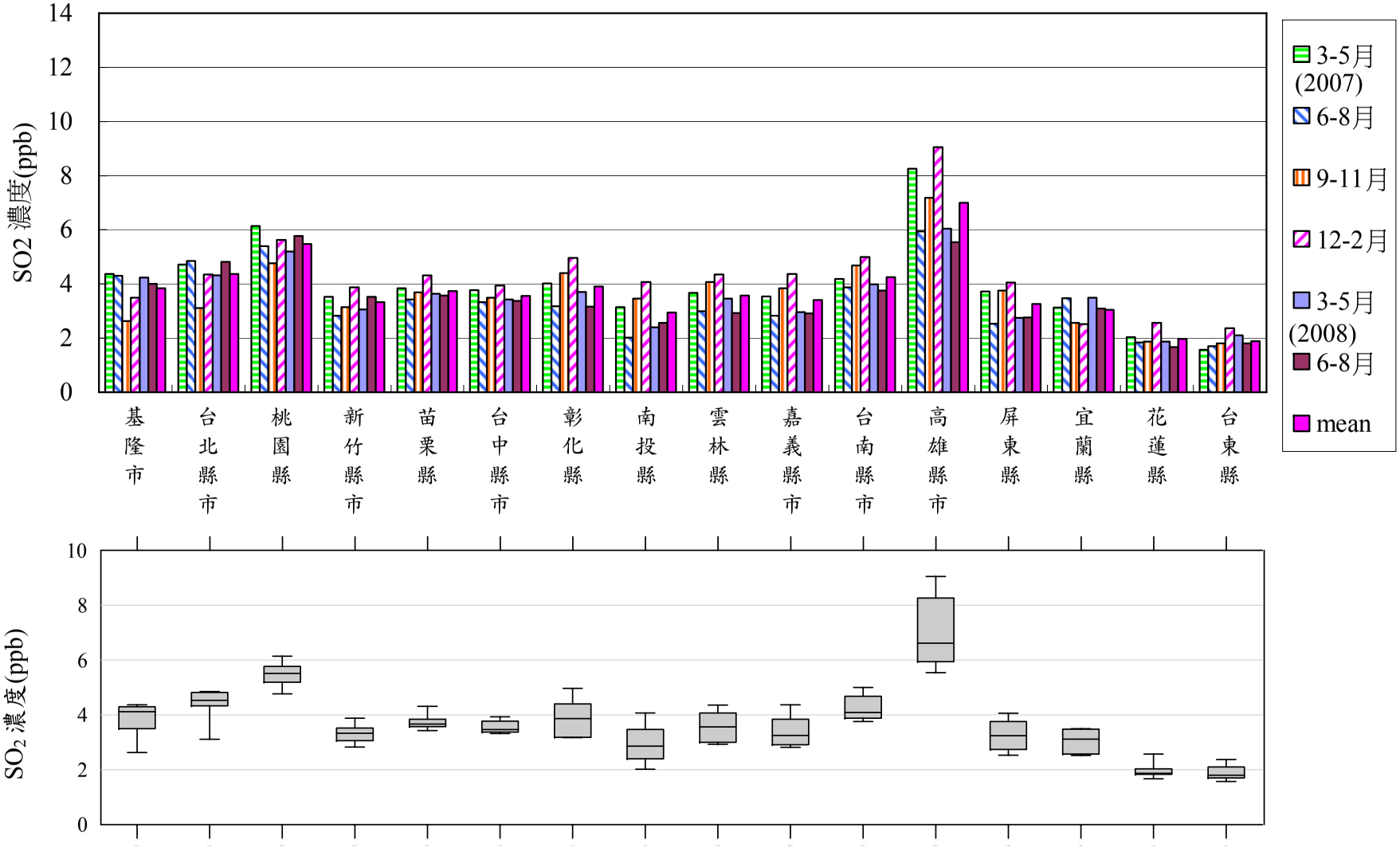


圖 4.161 環保署各縣市 2007 年春季-2008 年夏季六季 SO_2 分佈柱狀圖

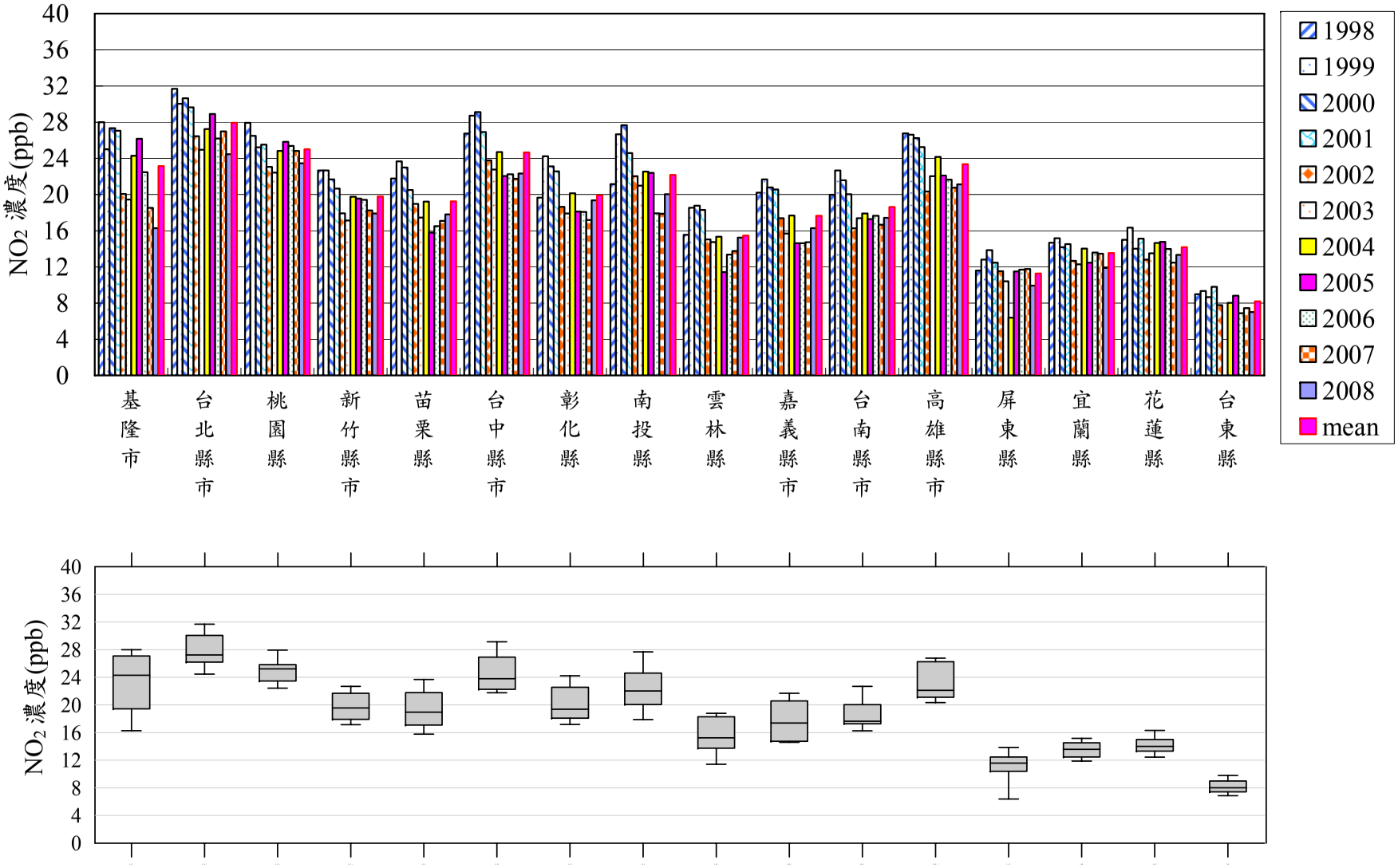


圖 4.162 各縣市 1998 年-2008 年春季 NO_2 濃度分佈圖

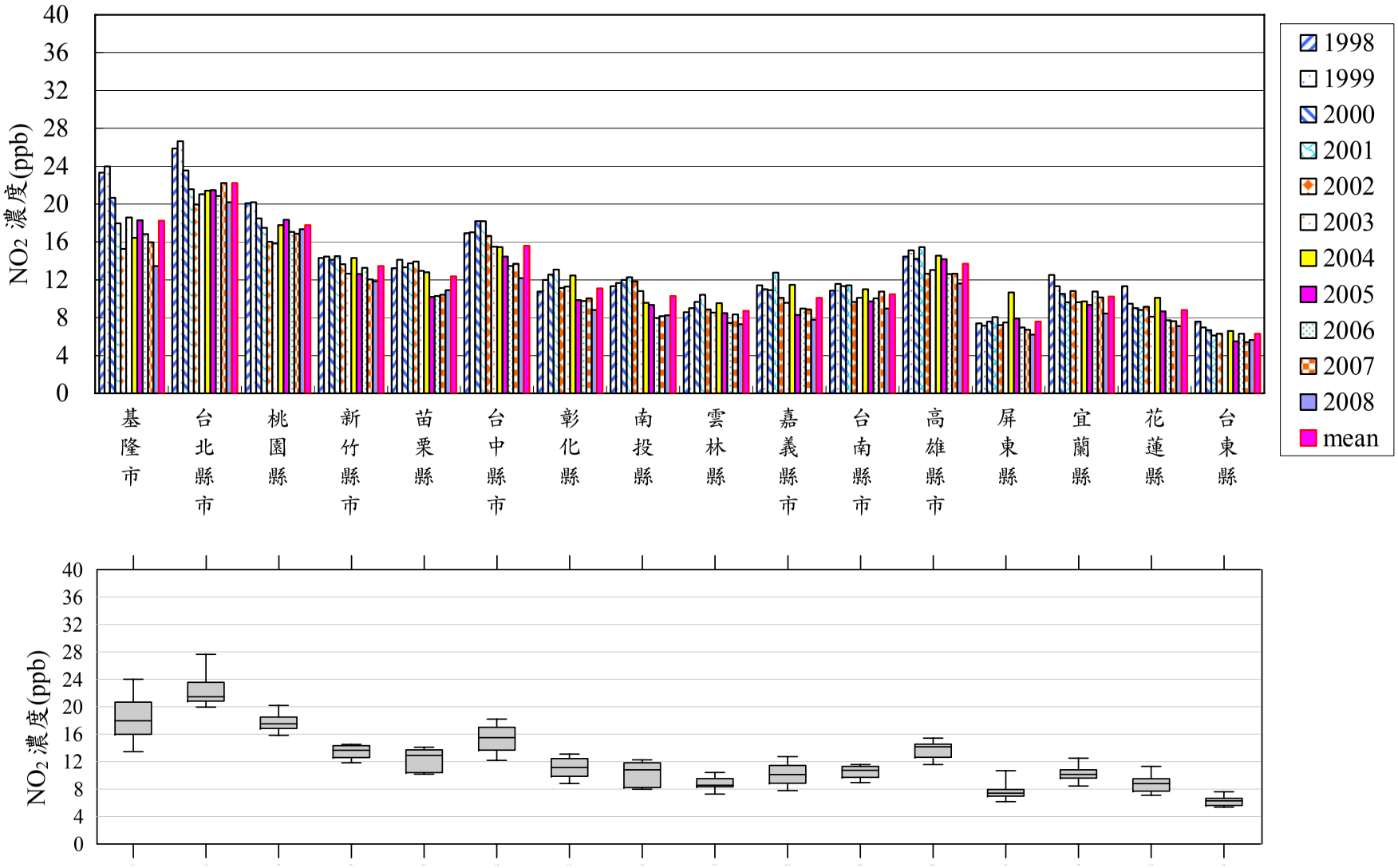


圖 4.163 各縣市 1998 年-2008 年夏季 NO_2 濃度分佈圖

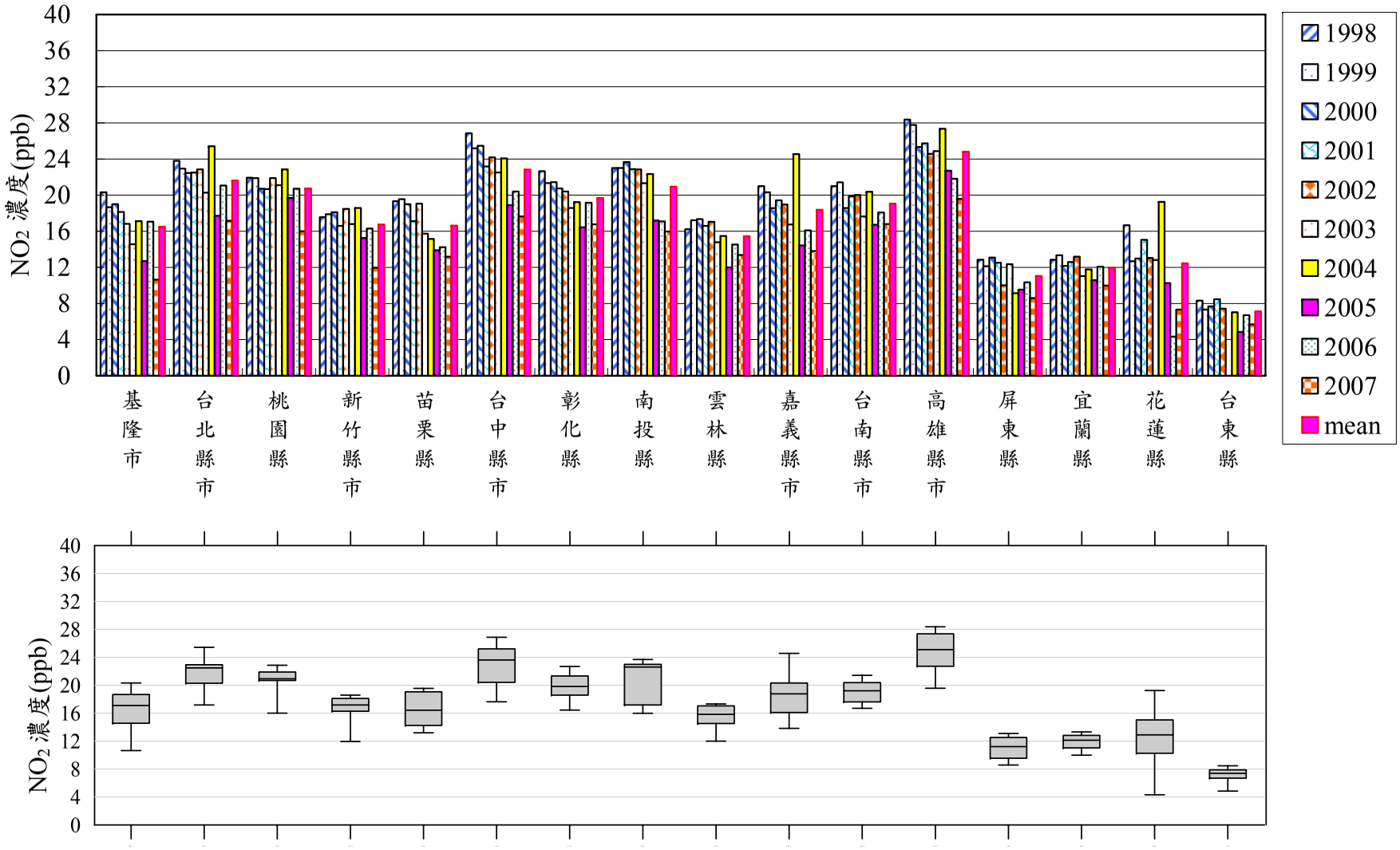


圖 4.164 各縣市 1998 年-2007 年秋季 NO_2 濃度分佈圖

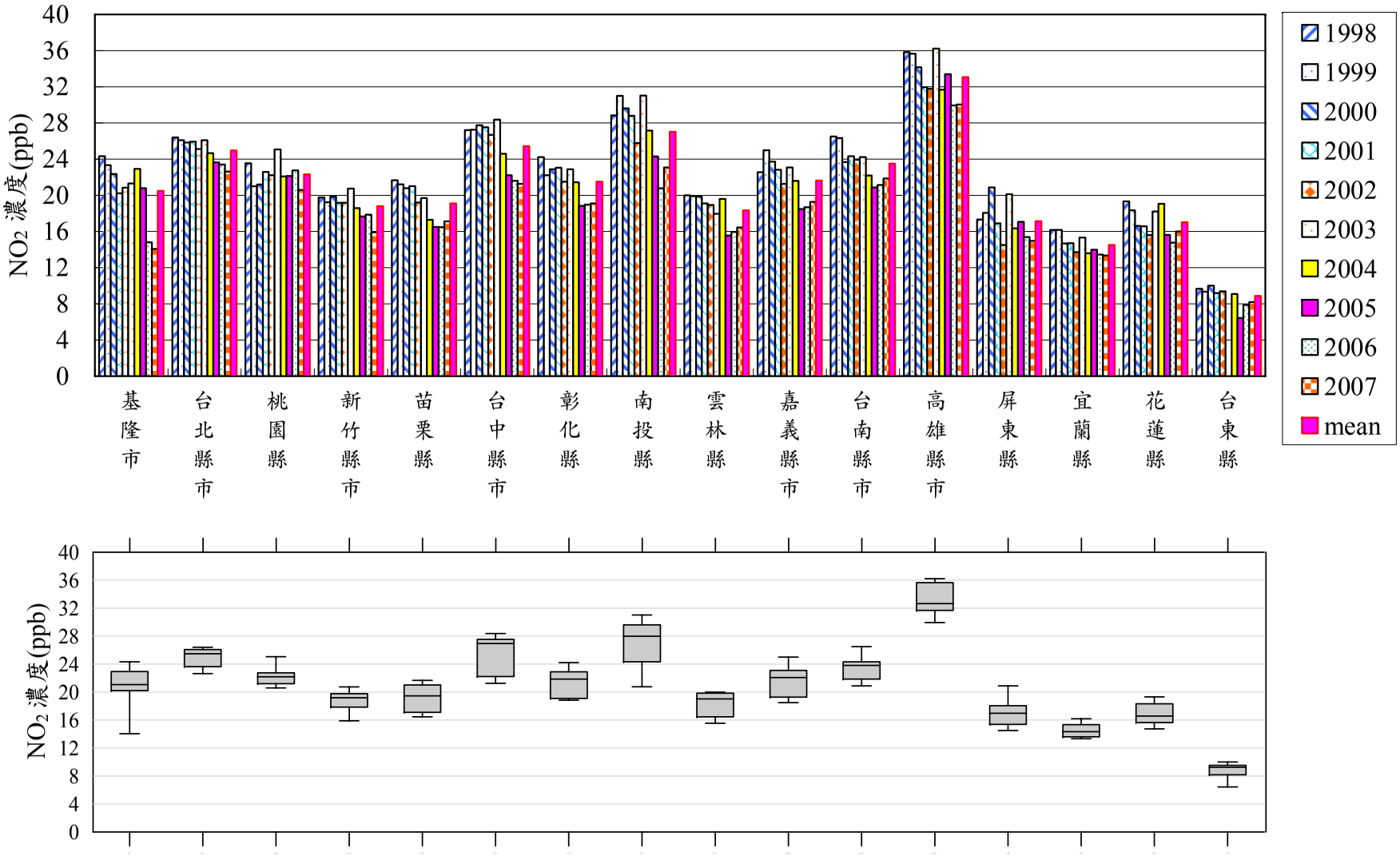


圖 4.165 各縣市 1998 年~2007 年冬季 NO_2 濃度分佈圖

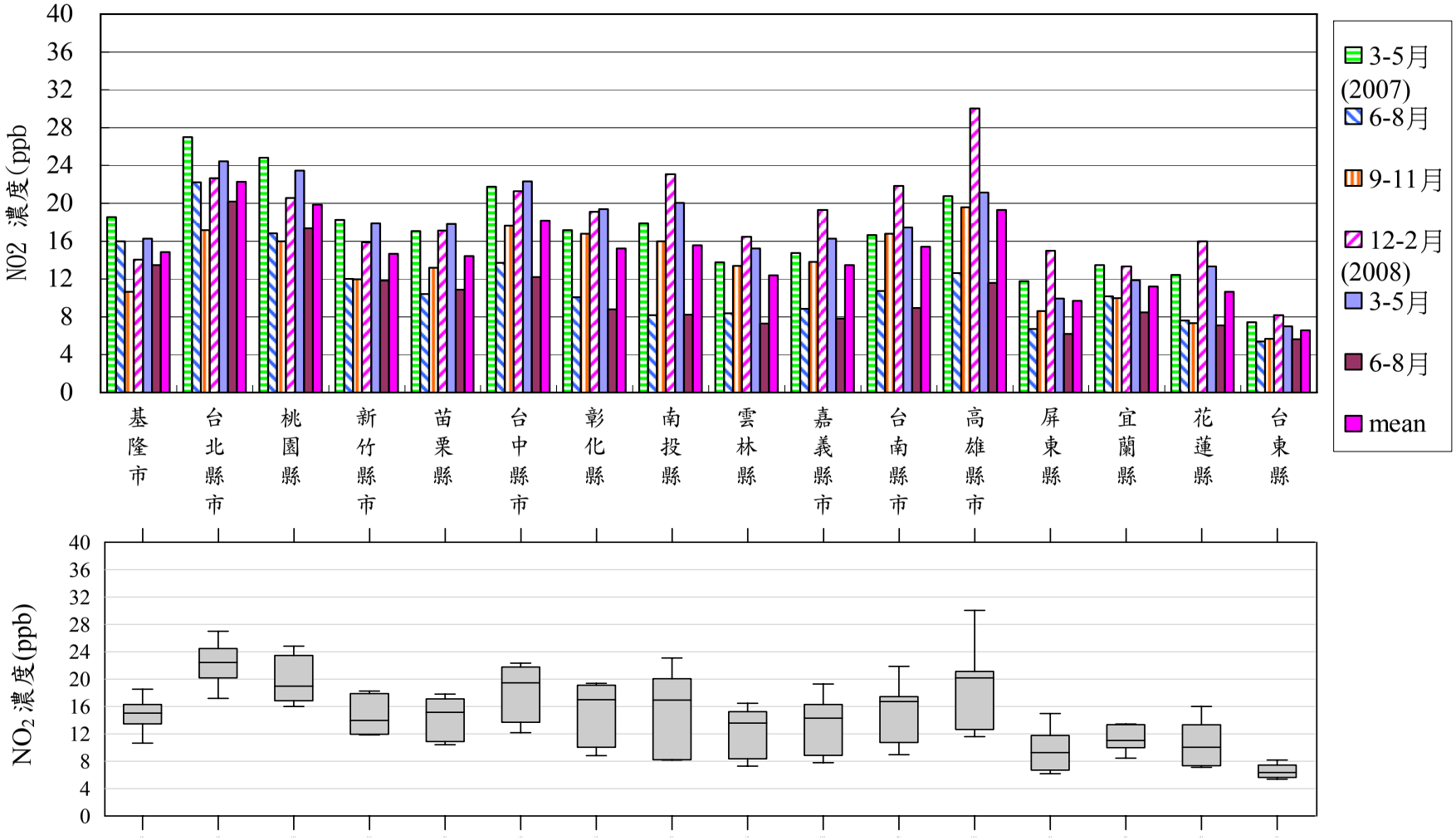


圖 4.166 環保署各縣市 2007 年春季-2008 年夏季六季 NO_2 分佈柱狀圖

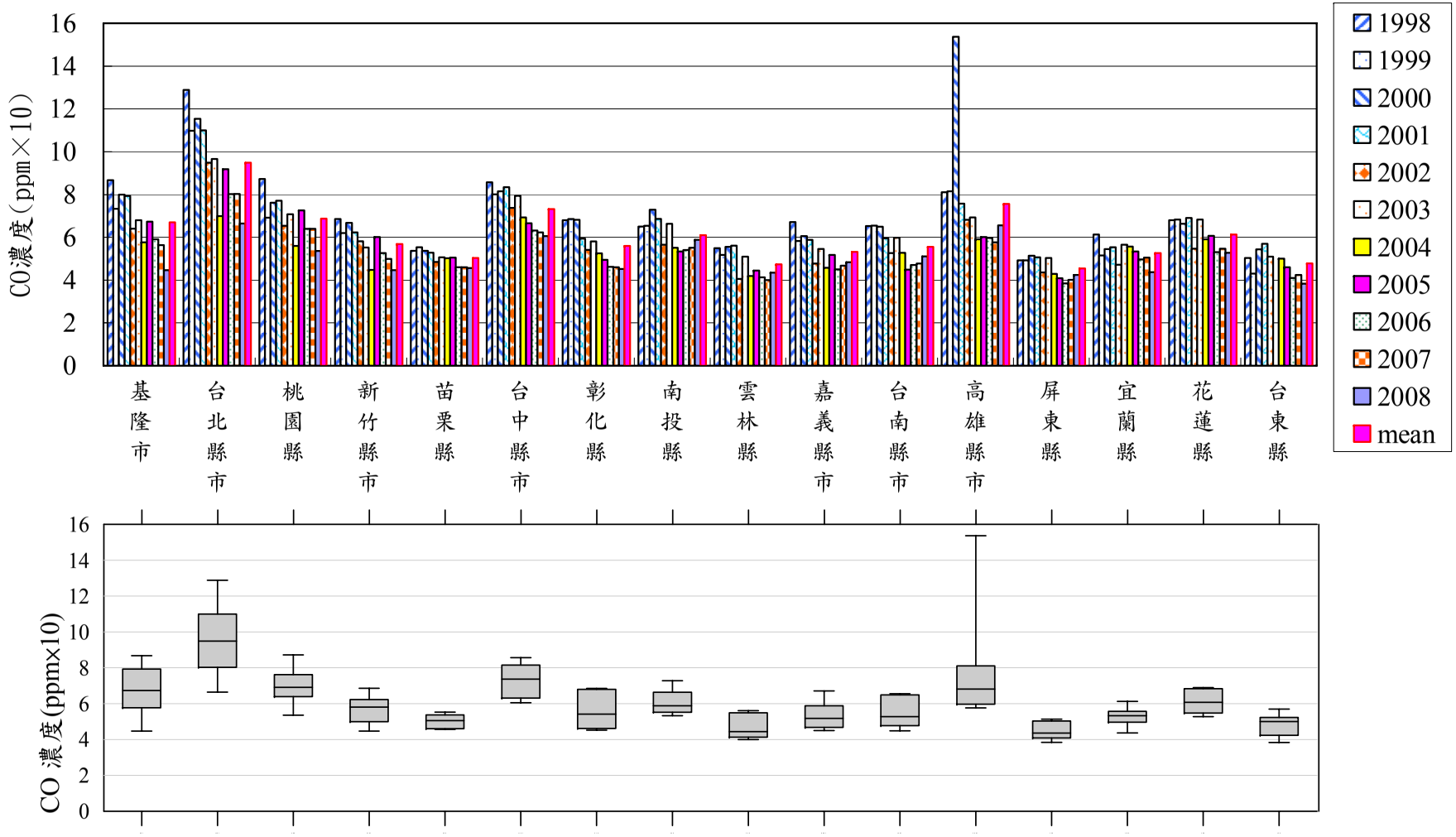


圖 4.167 各縣市 1998 年-2008 年春季 CO 濃度分佈圖

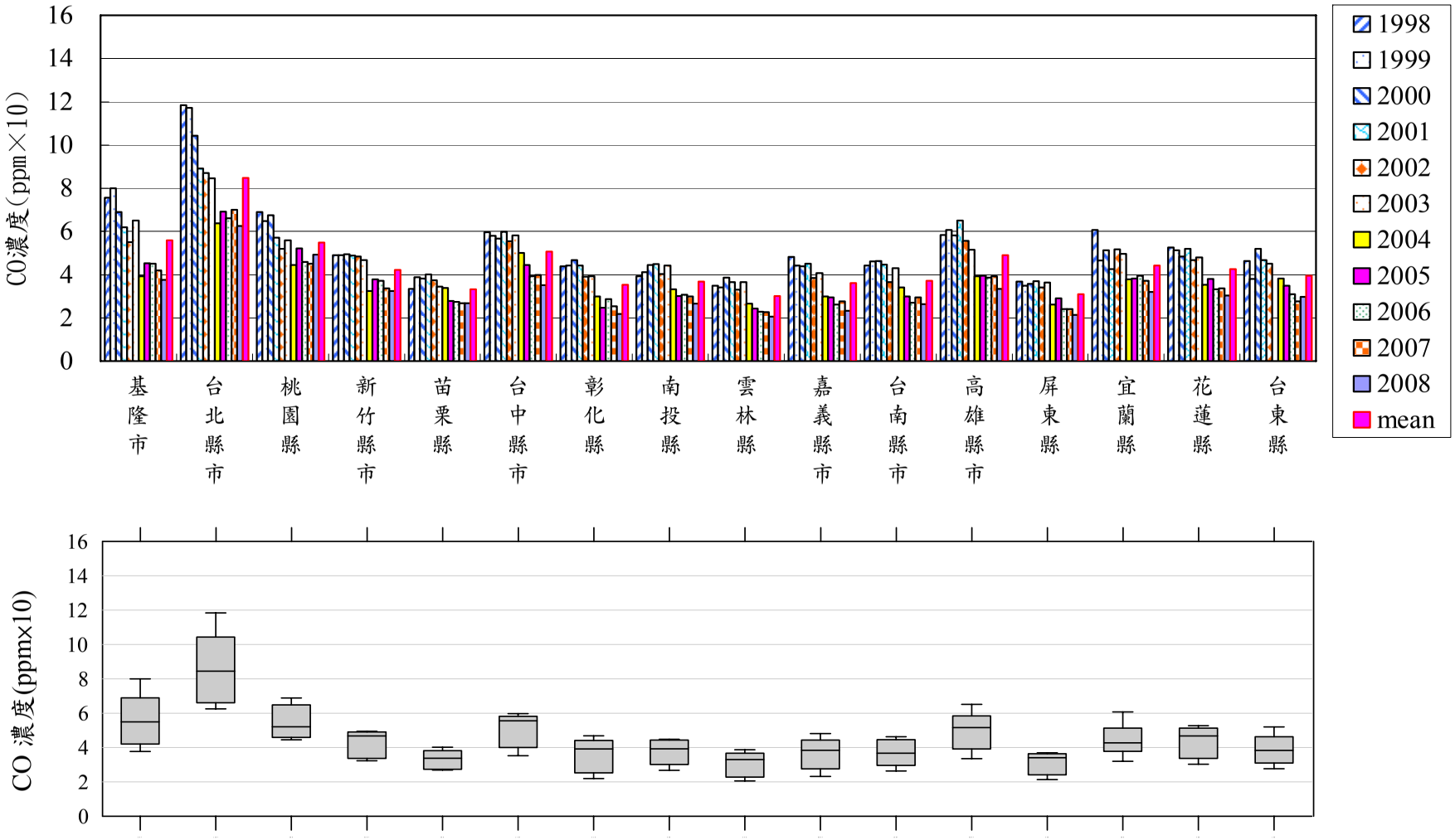


圖 4.168 各縣市 1998 年-2008 年夏季 CO 濃度分佈圖

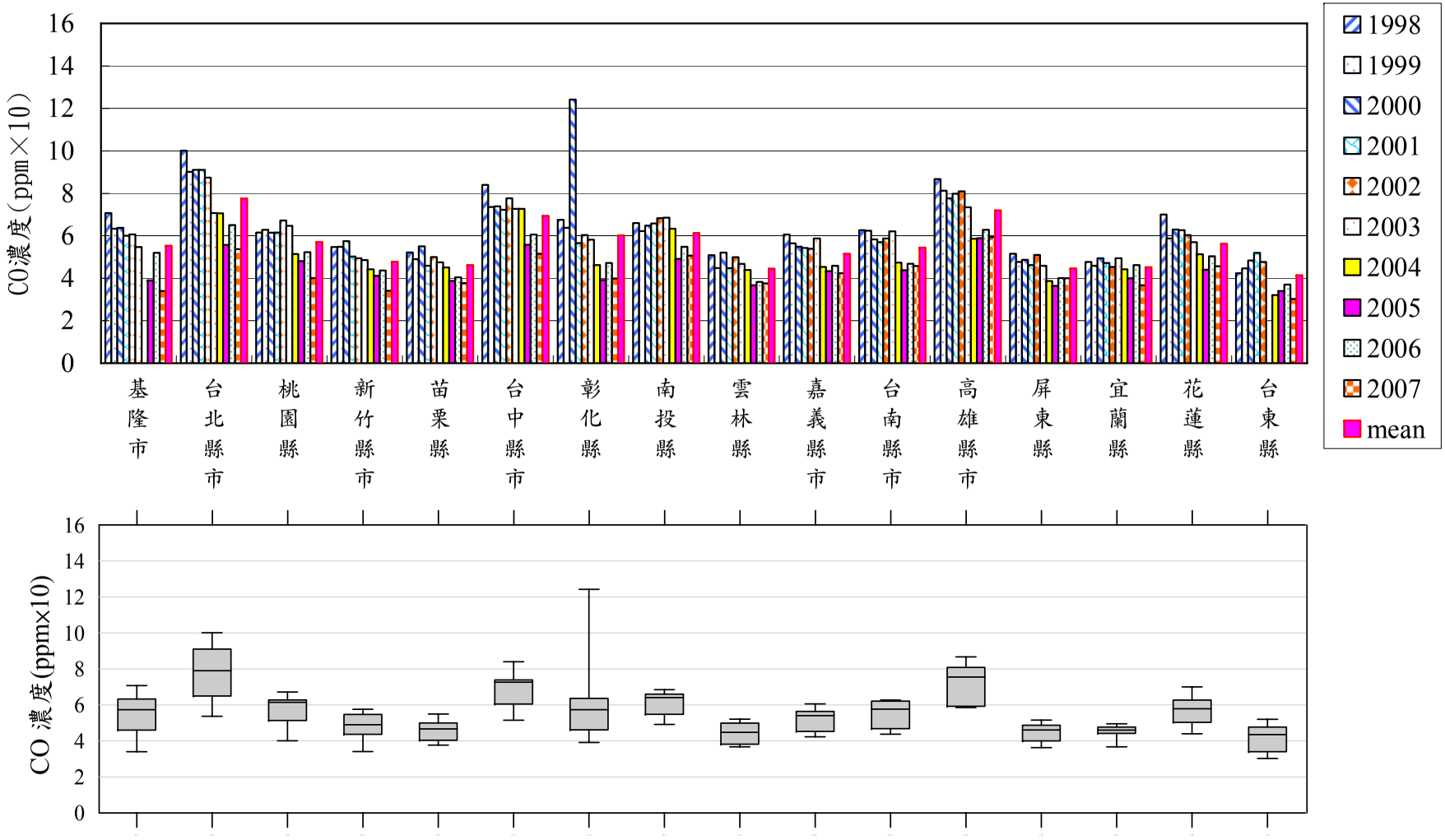


圖 4.169 各縣市 1998 年-2007 年秋季 CO 濃度分佈圖

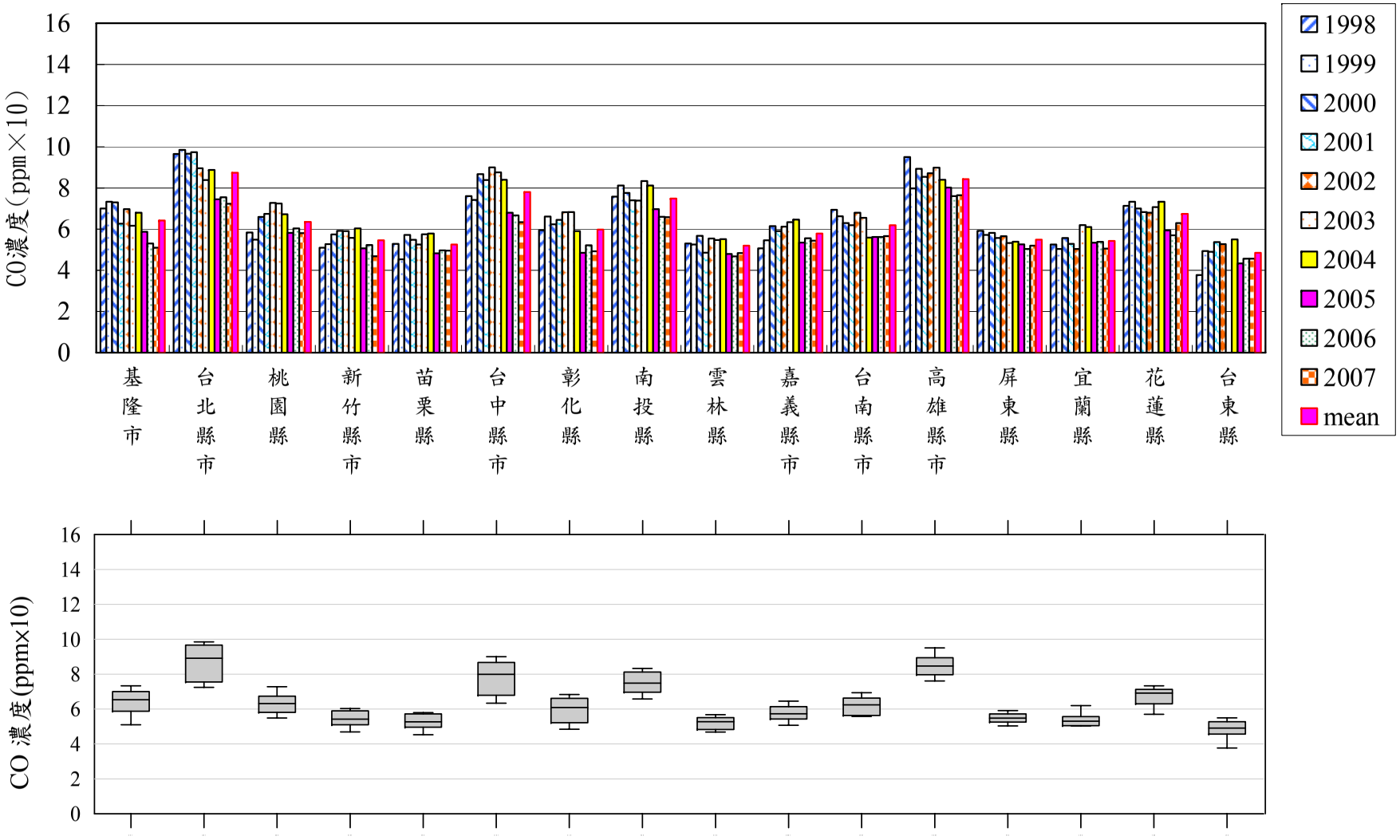


圖 4.170 各縣市 1998 年~2007 年冬季 CO 濃度分佈圖

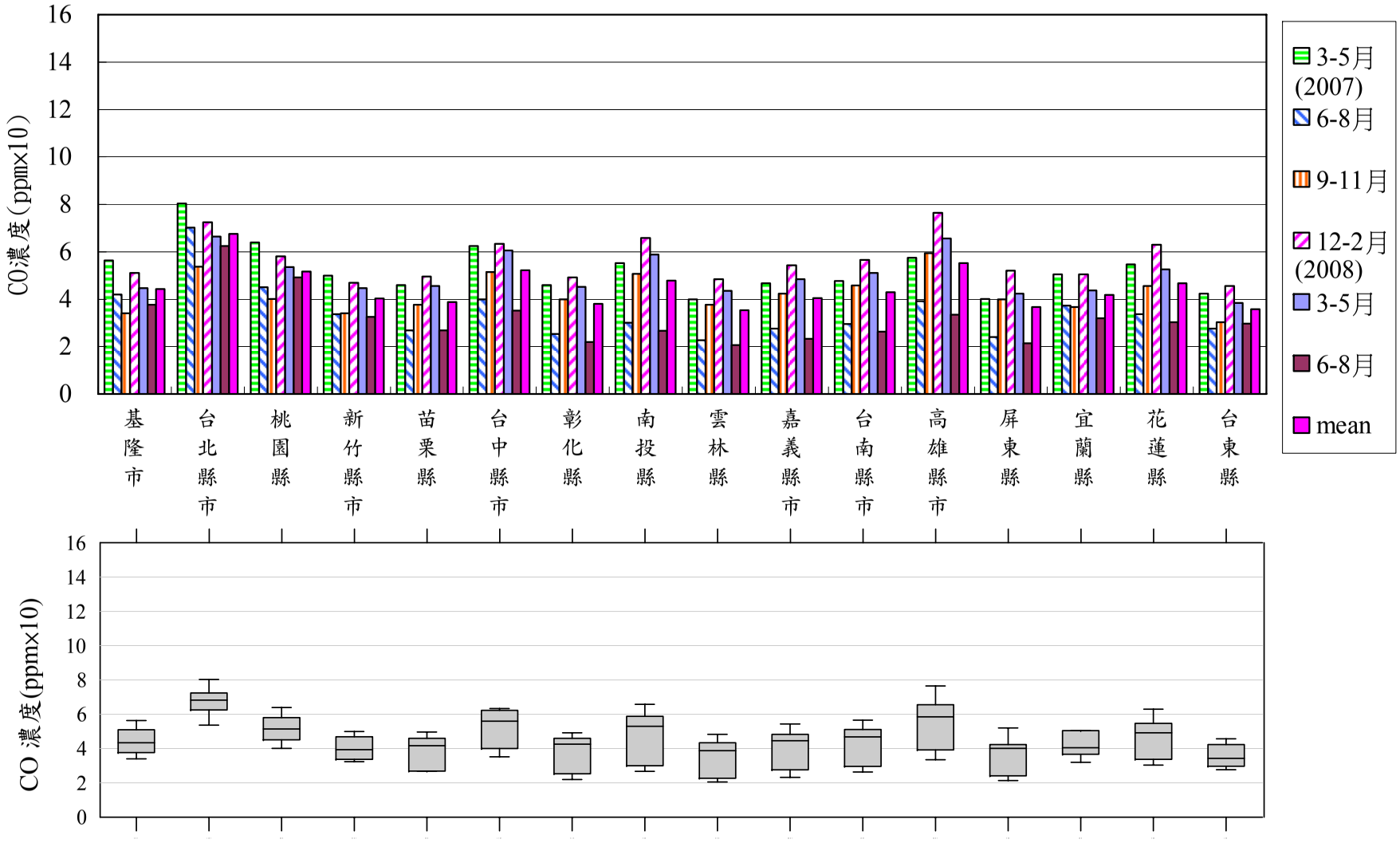


圖 4.171 環保署各縣市 2007 年春季-2008 年夏季六季 CO 分佈柱狀圖

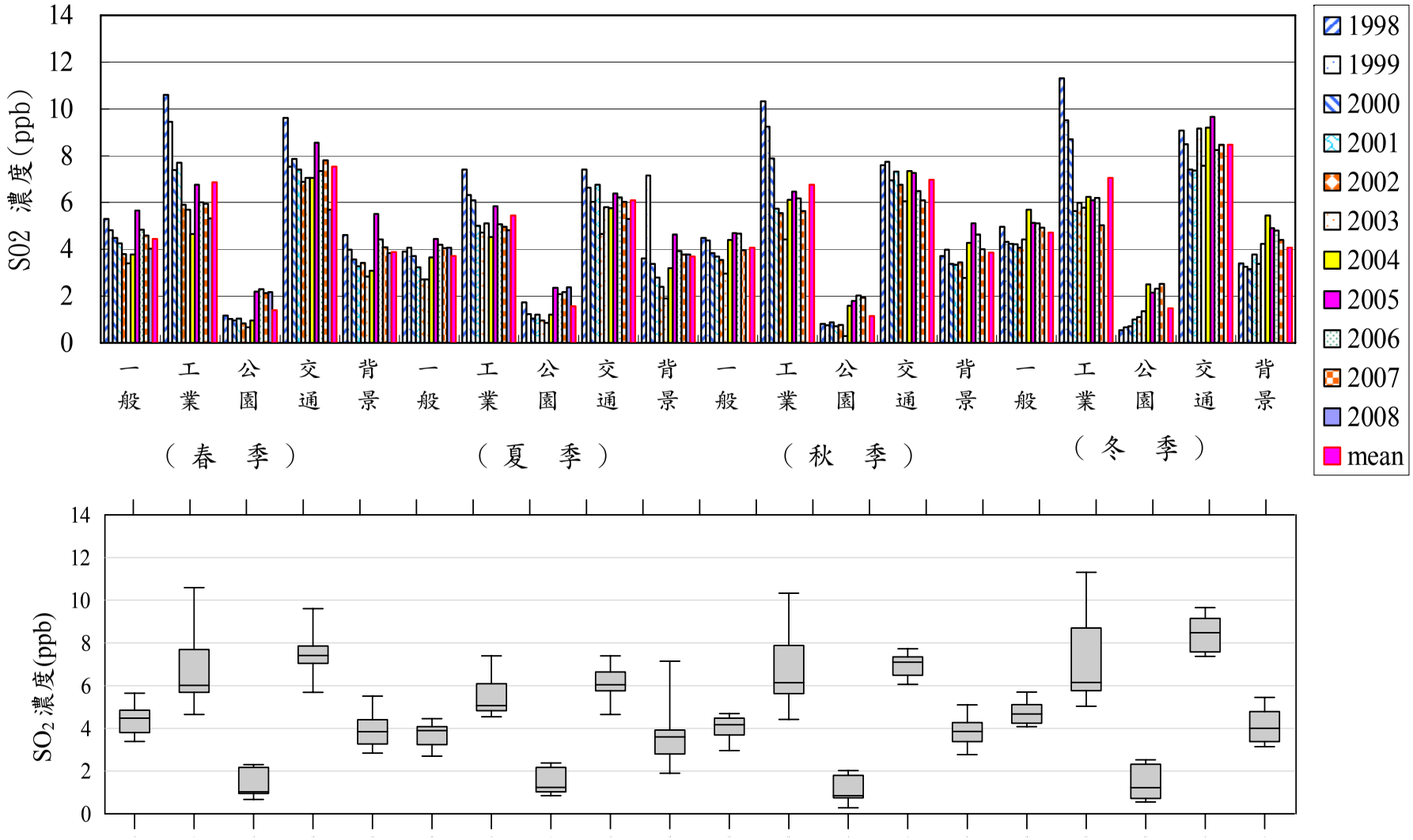


圖 4.172　各類型測站相對於 SO_2 之比較

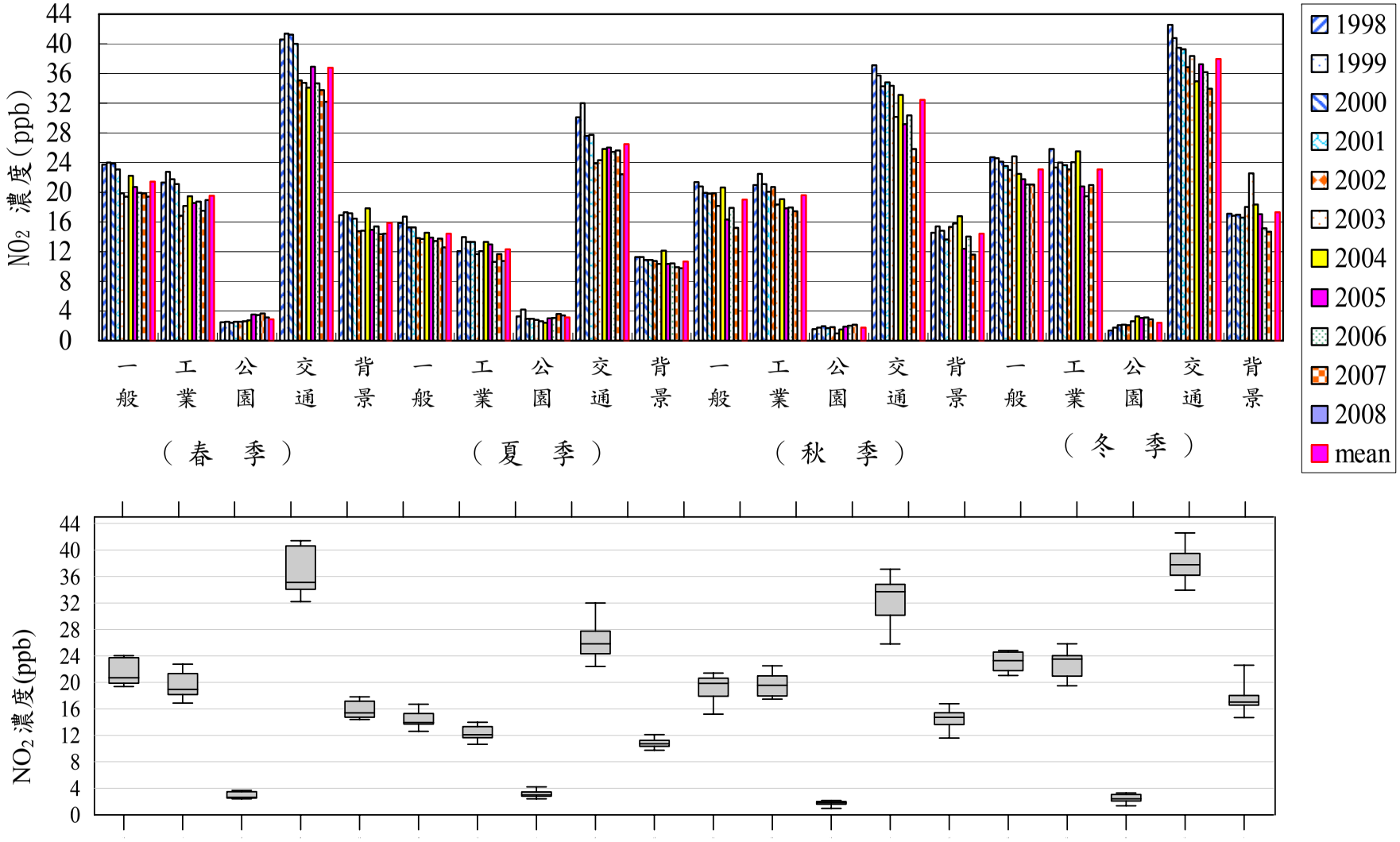


圖 4.173 各類型測站相對於 NO_2 之比較

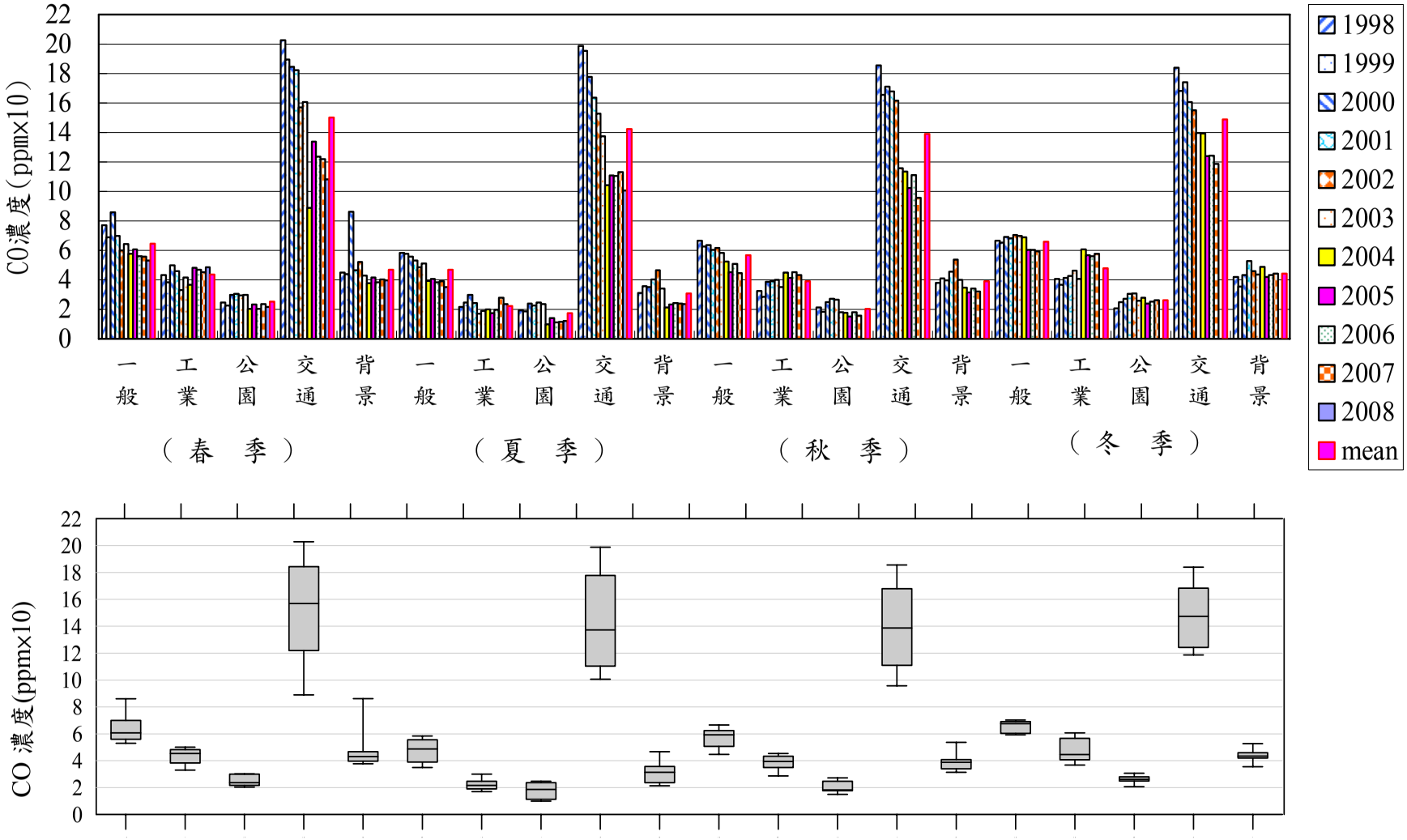


圖 4.174 各類型測站相對於 CO 之比較

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

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

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

為選擇長期、固定及安全的試驗場址，本計畫協調交通部港務局、交通部公路總局、交通部鐵路管理局、行政院海岸巡防署海岸巡防總局、經濟部工業局工業區服務中心、內政部營建署國家公園管理處、臺灣高速鐵路股份有限公司、臺北自來水事業處、臺灣電力公司、臺灣中油公司、中鋼公司、臺塑石化股份有限公司與學校，於各機關所屬單位內設置大氣腐蝕試驗裝置，合計共有 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，現地暴露試驗調查共有 88 個試驗點，各試驗點所在位置之經緯度、高程與距海岸線的距離如附件一所示；表中，Cl 表示氯鹽沉積量調查位置，SO_2 表示二氧化硫沉積量調查位置，Exp. 則表示現地暴露試驗調查之位置。

5.2 氯鹽沉積速率調查

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；當結構物與海岸距離超過 3 公里以上時，陸地側(背海風面)與靠海側(迎海風面)混凝土表面的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(臺中)：臺中港試驗線，包括臺中港區內 1 處、港研中心 1 處與市區民宅 3 處，共 5 處。
4. 中部工業區海域(雲林)：臺塑六輕麥寮工業區試驗線，包括六輕工業區內 5 處。
5. 西南部地區海域(高雄)：高雄港試驗線，包括高雄港區內 4 處與過港隧道管理中心 1 處，共 5 處。
6. 南部地區海域(恆春)：核三廠試驗線，包括核三廠區內 4 處與恆春市區民宅 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(臺東)：臺東成功漁港試驗線，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：臺電核能一廠、臺電林口電廠、新竹外湖安檢所、臺電通霄電廠、苗栗外埔安檢所、臺中五甲安檢所、臺電臺中電廠、彰濱工業區、彰化王功安檢所、嘉義東石安檢所、臺南成大安南校區水工試驗所、高雄縣興達火力電廠、中鋼公司、臺電大林電廠、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、花蓮橄仔樹安檢所、花蓮石梯安檢所、臺東東河金樽安檢所、臺東富崗伽蘭安檢所、臺東尚武安檢所，共 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，規劃之試驗點包括臺北市陽明山國家公園管理處、北橫公路(公路總局第一區養護工程處復興工務段)、阿里山(公路總局第五區養護工程處阿里山工務段)、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 5-1 所示，分佈如圖 5.1 所示。圖 5.2 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；各試驗點之安裝與四次採樣時間如表 5-2 所示。

表 5-1 氯鹽沉積速率調查全省試驗點建置

試驗線(點)規劃		所在地區	環境分類
垂直海岸線之試驗線	基隆試驗線	基隆市	海洋環境、鄉村環境
	桃園試驗線	桃園縣觀音鄉	海洋環境、鄉村環境
	臺中港試驗線	臺中縣梧棲鎮、沙鹿鎮	海洋環境、鄉村環境
	臺塑六輕試驗線	雲林縣麥寮鄉	海洋環境、工業環境
	高雄港試驗線	高雄市	海洋環境、都市環境
	核三廠試驗線	屏東縣恆春鎮	海洋環境、鄉村環境
	蘇澳港試驗線	宜蘭縣蘇澳鎮	海洋環境、鄉村環境
	花蓮港試驗線	花蓮市、花蓮縣吉安鄉	海洋環境、鄉村環境
	臺東成功漁港試驗線	臺東縣成功鎮	海洋環境、鄉村環境
西部濱海沿線規劃試驗點	臺電核能一廠	臺北縣石門鄉	海洋環境
	臺電林口發電廠	臺北縣林口鄉	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
	臺電通霄電廠	苗栗縣霄電鎮	海洋環境、工業環境
	苗栗外埔安檢所	苗栗縣後龍鎮	海洋環境
	臺中五甲安檢所	臺中縣清水鎮	海洋環境
	臺電臺中電廠	臺中縣	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
	臺南水工試驗所	臺南縣安南區	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
	臺電大林電廠	高雄市	海洋環境、工業環境
	屏東臺電楓港變電站	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
	臺中站	臺中縣烏日鄉	都市環境
	嘉義站	嘉義縣太保市	鄉村環境
	左營站	高雄市	都市環境

表 5-1 氯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	臺北澳底安檢所	臺北縣貢寮鄉	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
	宜蘭南澳安檢所	宜蘭縣蘇澳鎮	海洋環境
	花蓮太魯閣國家公園管理處	花蓮縣秀林鄉	鄉村環境
	花蓮橄仔樹安檢所	花蓮市	海洋環境
	花蓮石梯檢所	花蓮縣豐濱鄉	海洋環境
	臺東金樽安檢所	臺東縣東河鄉	海洋環境
	臺東伽蘭安檢所	臺東市	海洋環境
	臺東尚武安檢所	臺東縣大武鄉	海洋環境
對照組試驗點	臺北市陽明山國家公園管理處	臺北市	鄉村環境
	公路總局第一區養護工程處復興工務段	桃園縣復興鄉	鄉村環境
	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
	臺北自來水事業處	臺北市	都市環境
	公路局二區工程處	臺中市	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 氯鹽沉積速率採樣調查時間

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
1	核一廠	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
2	基隆試驗線 0m	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
3	基隆試驗線 100m	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
4	基隆試驗線 300m	2007/5/18	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
5	基隆試驗線 1Km	2007/5/18	2007/8/15	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
6	基隆試驗線 3Km	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
7	澳底安檢所	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
8	梗枋安檢所	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
9	礁溪火車站	2007/5/17	2007/8/15	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
10	龍德工業區	2008/5/15	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/20
11	蘇澳港試驗線 0m	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/21
12	蘇澳港試驗線 100m	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/21
13	蘇澳港試驗線 300m	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/21
14	蘇澳港試驗線 1Km	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/30	2008/5/15	2008/8/21
15	南澳安檢所	2007/5/16	2007/9/6	2008/1/30	2008/5/16	2008/8/21
16	太魯閣國家公園	2007/5/16	2007/8/16	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/26
17	花蓮港試驗線 0m	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/16	2008/6/4	2008/8/26
18	花蓮港試驗線 100m	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/16	2008/6/4	2008/8/26
19	花蓮港試驗線 300m	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/5	2008/8/27
20	花蓮港試驗線 1Km	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/5	2008/8/27
21	花蓮港試驗線 3Km	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/16	2008/6/5	2008/8/27
22	橄仔樹安檢所	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/27
23	石梯安檢所	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/27
24	成功試驗線 0m	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/9	2008/8/27
25	成功試驗線 300m	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/9	2008/8/27
26	金樽安檢所	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/9	2008/8/28
27	伽蘭安檢所	2007/5/29	2007/9/4	2008/1/14	2008/6/9	2008/8/28
28	尚武安檢所	2007/5/29	2007/9/4	2008/1/14	2008/6/10	2008/8/28
29	核三廠試驗線 0m	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
30	核三廠試驗線 100m	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14

表 5-2 氯鹽沉積速率採樣調查時間（續 1）

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
31	核三廠試驗線 300m	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
32	核三廠試驗線 1Km	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
33	核三廠試驗線 3Km	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
34	楓港變電站	2007/6/6	2007/9/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
35	大林火力電廠	2007/6/5	2007/8/28	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/13
36	中鋼公司	2007/5/25	2007/8/29	2007/12/5	2008/4/8	2008/7/23
37	高雄市區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/8/7
38	高雄港試驗線 0m	2007/5/25	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
39	高雄港試驗線 100m	2007/5/25	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
40	高雄港試驗線 300m	2007/5/24	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
41	高雄港試驗線 1Km	2007/5/24	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
42	高雄港試驗線 3Km	2007/5/24	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
43	高鐵左營站	2007/6/5	2007/10/3	2008/1/24	2008/5/29	2008/8/6
44	興達火力電廠	2007/6/4	2007/8/28	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/13
45	成大水工所	2007/6/5	2007/9/17	2007/12/27	2008/4/9	2008/7/24
46	東石安檢所	2007/6/12	2007/9/17	2007/12/28	2008/4/9	2008/7/22
47	高鐵嘉義站	2007/6/12	2007/10/3	2008/1/24	2008/5/29	2008/8/6
48	臺塑六輕試驗線 0m	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
49	臺塑六輕試驗線 100m	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
50	臺塑六輕試驗線 300m	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
51	臺塑六輕試驗線 1Km	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
52	臺塑六輕試驗線 3Km	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
53	王功安檢所	2007/6/13	2007/9/26	2008/1/7	2008/5/20	2008/8/5
54	彰濱工業區	2007/5/29	2007/9/14	2008/1/8	2008/5/20	2008/8/5
55	高鐵臺中站	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
56	臺中市區	2007/6/11	2007/9/26	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
57	臺中火力電廠	2007/6/4	2007/8/27	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/12
58	臺中港試驗線 0m	2007/5/28	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
59	臺中港試驗線 100m	2007/5/28	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
60	臺中港試驗線 300m	2007/5/30	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29

表 5-2 氯鹽沉積速率採樣調查時間（續 2）

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
61	臺中港試驗線 1Km	2007/5/30	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
62	臺中港試驗線 3Km	2007/5/30	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
63	五甲安檢所	2007/6/15	2007/9/13	2008/1/4	2008/5/8	2008/7/30
64	通霄火力電廠	2007/6/4	2007/8/27	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/12
65	外埔安檢所	2007/6/15	2007/9/13	2008/1/4	2008/5/8	2008/7/30
66	外湖安檢所	2007/6/14	2007/9/13	2008/1/10	2008/5/27	2008/8/19
67	高鐵新竹站	2007/6/23	2007/10/1	2008/1/10	2008/5/27	2008/8/19
68	桃園試驗線 0m	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
69	桃園試驗線 100m	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
70	桃園試驗線 300m	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
71	桃園試驗線 1Km 觀音工業區	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
72	林口火力電廠	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
73	臺北市區	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
74	陽明山國家公園	2007/6/1	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
75	北橫巴陵	2007/7/4	2007/10/31	2008/2/4	2008/5/13	2008/8/11
76	阿里山	2007/6/20	2007/10/2	2008/1/18	2008/5/28	2008/8/5
77	南橫天池	2007/6/27	2007/10/12	2008/1/17	2008/5/29	2008/9/3

圖 5.1 氯鹽沉積速率調查位置

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，$R(Cl^-)$ ($mg/m^2/day$)，依下式計算：

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

式中， $R(Cl^-)$= 氯化物沉積速率($mg/m^2/day$)

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 5-3 為各試驗點四次採樣與一年期之氯鹽沉積速率計算結果。四次採樣的調查期間分別為 2007.05-2007.09，2007.09- 2008.01，2008.01-2008.05，2008.05-2008.08，而一年期的調查期間則為 2007.05-2008.08。

一般而言，2007.05-2007.10 調查期間，氯鹽沉積速率介於 0.2 $mg/m^2/day$ (太魯閣國家公園與北橫巴陵)至 32.14 $mg/m^2/day$(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 $mg/m^2/day$；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 $mg/m^2/day$ 與 21.05 $mg/m^2/day$，再者為高雄港、桃園大潭海岸附近、臺北縣石門鄉核能一廠、臺塑六輕工業區、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 $mg/m^2/day$ 至 3.09 $mg/m^2/day$ 之間。

2007.09-2008.01 之氯鹽沉積速率介於 0.15 $mg/m^2/day$ (陽明山國家公園)至 183.44 $mg/m^2/day$ (林口火力電廠)，較高的沉積速率發生在西

海岸北部至中南部的沿海區域，如桃園大潭至麥寮六輕之間，各測點所測得的氯鹽沉積速率介於 112.5 mg/m^2/day 至 11.5 mg/m^2/day，其次為東海岸之花蓮港 0m 處、橄仔樹、石梯安檢所等，氯鹽沉積速率分別為 19.82 mg/m^2/day、33.3 mg/m^2/day 與 16.82 mg/m^2/day。

2008.01-2008.05 之氯鹽沉積速率介於 0.26 mg/m^2/day (阿里山)至 31.52 mg/m^2/day (林口火力電廠)，較高的沉積速率發生在西北海岸核一廠至桃園大潭之間、東北海岸基隆以及彰濱工業區與雲林麥寮工業區附近。至於臺灣南部海岸以及東部海岸區域，氯鹽沉積速率較小，介於 1.00 mg/m^2/day (興達火力電廠)至 2.10 mg/m^2/day (臺東金樽安檢所)之間。

2008.05-2008.08 之氯鹽沉積速率介於 0.02 mg/m^2/day (北橫巴陵)至 48.96 mg/m^2/day (基隆澳底安檢所)，較高的沉積速率發生在東北海岸基隆、林口火力電廠與西海岸新竹外湖安檢所至彰濱工業區之間，且東部海岸中南部由臺東成功至伽蘭安檢所之間的氯鹽沉積速率亦在 2.85 mg/m^2/day 至 12.54 mg/m^2/day 之間。至於臺灣南部海岸的氯鹽沉積速率較小，介於 1.17 mg/m^2/day (興達火力電廠)至 0.38 mg/m^2/day (高雄港試驗線 1Km)之間。

由於濕燭法的原理為使用一個濕纖維織物表面，在已知面積的條件下暴露一段時間，再以化學分析法測定其氯鹽沉積量；因此在纖維織物維持濕潤的狀況下，附著在纖維織物上的氯鹽會隨暴露時間的增加而累積，但在雨天時因為雨水的潑濺，燭心上部份的氯鹽沉積也可能被洗去，因此比較一年期與四季的氯鹽沉積速率值，一年期的氯鹽沉積速率多大於單季取樣的沉積速率。在 2007.05-2008.08 一年期的暴露時間內，臺灣本島的氯鹽沉積速率介於 0.13 mg/m^2/day (北橫巴陵)至 99.84 mg/m^2/day (桃園試驗線 0m)之間，較高的沉積速率發生在東部海岸的臺北縣貢寮鄉澳底安檢所、宜蘭南澳安檢所、花蓮橄仔樹安檢所與臺東伽蘭安檢所，以及西部海岸的苗栗外埔安檢所、林口火力電廠、彰濱工業區與臺塑六輕工業區，至於南部海岸地區，高雄港試驗線 0m 處的氯鹽沉積速率亦達到 11.74 mg/m^2/day，僅有山區的試驗位

址，氯鹽沉積速率無顯著變化，如北橫巴陵為 0.13 $mg/m^2/day$，阿里山為 0.23 $mg/m^2/day$，南橫天池為 0.29 $mg/m^2/day$。

表 5-3 各試驗點之氯鹽沉積速率(單位：mg/m^2/day)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
1	核一廠	8.55	9.46	11.23	7.69	40.32
2	**基隆試驗線 0m**	2.08	7.37	14.42	-	-
3	**基隆試驗線 100m**	4.66	0.38	10.85	4.67	20.61
4	**基隆試驗線 300m**	0.81	0.25	4.62	2.33	8.75
5	**基隆試驗線 1Km**	0.65	1.08	2.15	0.85	3.14
6	**基隆試驗線 3Km**	0.88	0.32	4.65	3.12	7.69
7	澳底安檢所	14.25	-	23.76	48.96	97.69
8	梗枋安檢所	5.51	4.92	6.15	15.20	15.99
9	礁溪火車站	0.34	0.37	0.56	2.43	4.60
10	龍德工業區	3.73	0.68	2.08	2.86	4.95
11	**蘇澳港試驗線 0m**	2.07	1.53	3.09	4.80	14.80
12	**蘇澳港試驗線 100m**	1.43	1.27	2.38	2.35	20.91
13	**蘇澳港試驗線 300m**	1.21	0.87	1.56	4.37	8.10
14	**蘇澳港試驗線 1Km**	0.46	0.51	0.60	0.92	2.68
15	南澳安檢所	5.76	1.76	3.01	3.54	21.38
16	太魯閣國家公園	0.20	0.25	0.30	0.13	0.83
17	**花蓮港試驗線 0m**	3.43	12.80	4.82	4.47	18.31
18	**花蓮港試驗線 100m**	2.12	19.82	3.18	2.66	23.09
19	**花蓮港試驗線 300m**	0.47	2.84	1.22	0.95	3.83
20	**花蓮港試驗線 1Km**	0.53	2.32	1.47	0.63	4.43
21	**花蓮港試驗線 3Km**	0.59	2.03	0.76	0.46	2.52
22	橄仔樹安檢所	3.03	33.30	2.04	5.57	20.76
23	石梯安檢所	23.67	16.82	4.17	4.31	19.40
24	**成功試驗線 0m**	26.15	4.76	1.73	2.54	12.56
25	**成功試驗線 300m**	3.67	3.45	1.92	2.85	10.89
26	金樽安檢所	20.46	2.90	2.10	1.46	6.20
27	伽蘭安檢所	32.14	8.26	3.21	12.54	76.31
28	尚武安檢所	2.72	1.16	1.02	0.59	2.67
29	**核三廠試驗線 0m**	3.37	9.23	2.80	3.04	10.20
30	**核三廠試驗線 100m**	0.68	4.67	2.07	1.45	3.72
31	**核三廠試驗線 300m**	1.03	6.87	2.32	0.91	3.73
32	**核三廠試驗線 1Km**	2.37	3.71	1.94	1.07	3.12
33	**核三廠試驗線 3Km**	1.32	1.11	0.88	0.76	2.87

表 5-3 各試驗點之氯鹽沉積速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
34	楓港變電站	0.59	1.31	1.32	0.39	1.48
35	大林火力電廠	5.11	5.08	4.61	1.76	6.07
36	中鋼公司	4.98	2.95	0.75	0.50	2.39
37	高雄市區	0.58	1.86	0.44	0.38	1.17
38	**高雄港試驗線 0m**	3.40	10.96	2.74	1.84	11.74
39	**高雄港試驗線 100m**	8.96	8.79	2.44	1.08	11.40
40	**高雄港試驗線 300m**	2.10	3.15	1.71	0.80	5.02
41	**高雄港試驗線 1Km**	2.11	2.88	1.47	0.38	2.28
42	**高雄港試驗線 3Km**	1.23	1.26	0.78	0.79	2.07
43	高鐵左營站	0.36	0.70	0.46	0.20	1.75
44	興達火力電廠	1.48	0.99	1.00	1.17	4.86
45	成大水工所	1.10	1.63	0.52	0.36	3.56
46	東石安檢所	2.23	6.87	3.25	1.47	6.12
47	高鐵嘉義站	0.69	0.75	0.58	0.24	0.93
48	**臺塑六輕試驗線 0m**	3.49	80.20	9.71	2.51	58.55
49	**臺塑六輕試驗線 100m**	6.81	61.36	20.32	3.48	41.54
50	**臺塑六輕試驗線 300m**	3.28	29.05	10.58	1.22	17.24
51	**臺塑六輕試驗線 1Km**	5.02	46.54	9.98	4.22	23.63
52	**臺塑六輕試驗線 3Km**	1.04	12.54	2.63	0.39	4.84
53	王功安檢所	1.17	11.52	8.35	1.63	7.41
54	彰濱工業區	15.27	18.22	26.44	6.06	55.15
55	高鐵臺中站	0.34	1.36	0.52	0.05	0.25
56	臺中市區	0.66	1.01	0.40	0.08	0.31
57	臺中火力電廠	0.92	15.58	11.54	1.78	18.24
58	**臺中港試驗線 0m**	3.09	9.94	4.90	4.72	13.07
59	**臺中港試驗線 100m**	0.87	14.06	2.66	0.61	5.07
60	**臺中港試驗線 300m**	0.71	13.70	2.79	0.16	2.20
61	**臺中港試驗線 1Km**	0.76	12.14	2.06	0.95	1.68
62	**臺中港試驗線 3Km**	0.57	3.17	1.27	0.62	1.09
63	五甲安檢所	1.79	33.12	4.53	3.31	14.53
64	通霄火力電廠	1.14	11.33	2.47	3.16	5.06
65	外埔安檢所	21.05	79.56	7.94	24.43	88.82
66	外湖安檢所	11.67	13.38	9.11	16.69	51.90

表 5-3 各試驗點之氯鹽沉積速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
67	高鐵新竹站	0.58	0.79	0.26	0.15	0.87
68	**桃園試驗線 0m**	8.83	112.51	2.91	6.21	99.84
69	**桃園試驗線 100m**	2.08	19.21	3.27	2.03	9.25
70	**桃園試驗線 300m**	2.47	38.29	2.93	3.48	11.82
71	**桃園試驗線 1Km**	2.05	6.89	2.29	1.63	6.11
72	林口火力電廠	7.83	183.44	31.52	12.74	67.15
73	臺北市區	0.48	0.73	0.93	0.21	1.03
74	陽明山國家公園	0.34	0.15	1.49	0.24	1.79
75	北橫巴陵	0.20	0.45	0.32	0.02	0.13
76	阿里山	0.31	0.25	0.26	0.04	0.23
77	南橫天池	0.27	0.20	0.33	0.13	0.29

註：- 表示試體遺失

5.2.3 氯鹽沉積速率季節性之比較

本研究四次採樣調查的期間分別為 2007.05-2007.09，2007.09-2008.01，2008.01- 2008.05，2008.05-2008.08，相當於臺灣氣候之夏季至初秋、初秋到冬季、冬季至春末與春末至夏季期間。圖 5.2 至圖 5.5 為四次採樣期間內之氯鹽沉積速率等位圖，圖 5.6 則為一年期之氯鹽沉積速率調查結果，圖中，紅色部份表示氯鹽沉積速率大於 10 mg/m^2/day 的區域。根據四次採樣調查結果，臺灣西部海岸的氯鹽沉積速率以初秋到冬季(2007.09- 2008.01)最為嚴重，由臺北縣石門鄉核能一廠一直到嘉義縣東石鄉，氯鹽沉積速率多大於 10 mg/m^2/day，且約在 6 ~ 80 mg/m^2/day 之間；而在夏季至初秋(2007.05- 2007.09)以及春末至夏季(2008.05-2008.08)，因主要調查期間均為夏季，所以兩次所得之氯鹽沉積速率相近，即在林口火力電廠、桃園大潭至苗栗通霄電廠之間以及彰濱工業區附近的氯鹽沉積速率較大，約為 6 ~ 15 mg/m^2/day；冬季至春末(2008.01- 2008.05)，臺北縣石門鄉核能一廠至桃園大潭間以及彰濱工業區與麥寮工業區附近氯鹽沉積速率較大，約在 4 ~ 8 mg/m^2/day 左右。

至於臺灣東部海岸的氯鹽沉積速率則以夏季至初秋(2007.05-2007.09)最為嚴重，分佈於臺北縣貢寮鄉澳底安檢所附近以及花蓮石梯檢所至臺東伽蘭安檢所之間，氯鹽沉積速率約為 15 ~ 30 mg/m^2/day；而初秋到冬季(2007.09-2008.01)，較大的氯鹽沉積速率發生在花蓮橄仔樹安檢所至花蓮港試驗線之間，約為 19 ~ 30 mg/m^2/day；至於冬季至春末(2008.01 -2008.05)，臺北縣貢寮鄉澳底安檢所至宜蘭梗枋安檢所的氯鹽沉積速率較高，約為 6 ~ 24 mg/m^2/day 左右；但在春末至夏季(2008.05-2008.08)期間，不僅臺北縣貢寮鄉澳底安檢所至宜蘭梗枋安檢所的氯鹽沉積速率仍維持較高的沉積速率(約為 15 ~ 48 mg/m^2/day 之間)，且臺東伽蘭安檢所附近的氯鹽沉積速率亦高達 12.6 mg/m^2/day。

臺灣南部海岸的氯鹽沉積速率與西部海岸以及東部海岸相較，氯鹽沉積速率較小，四次調查的結果多小於 10 mg/m^2/day。簡言之，臺灣本島一年期(2007.05-2008.08)累積的氯鹽沉積速率，除南部海岸較低

外(僅高雄港試驗線 0m 與核三廠試驗線 0m 處大於 10 mg/m^2/day，分別為 11.7 mg/m^2/day 與 10.2 mg/m^2/day)，西部海岸從雲林麥寮以北至北部海岸的核一廠，以及自核一廠至東部海岸的臺東伽蘭安檢所附近，其一年累積的氯鹽沉積速率多大於 10 mg/m^2/day，如圖 5.6 所示。

比較四次調查期間內的氯鹽沉積速率，顯然的，夏季至初秋(2007.05-2007.9)調查期間東海岸中部至南部沿海區域氯鹽沉積速率較高；但在初秋到冬季(2007.09-2008.01)調查期間，氯鹽沉積速率較高的位置則發生在西海岸北部至中南部的沿海區域，且有往內陸延伸的趨勢。由於臺灣位於亞洲東南近海的季風區內，季風現象明顯，尤其以冬季的東北季風最為強烈。每年的 4 月間，夏季風已徐徐吹入，但是由於大陸上的冷氣團依然間歇地抵達，使得風向變化頻仍，因此 4、5 月間是轉換期。6 月以後，大陸上低氣壓已有相當發展的程度，促使空氣向北消退，夏季季風也跟隨而上，一直到 8 月才是最盛期，盛行吹西南風和東南風，即中央山脈以東吹東南風，以西則吹西南風，但當颱風或熱帶性低氣在臺灣附近時，亦會有短時期的東北風。9 月以後，大陸上高氣壓勢力增強，迫使夏季季風南退，開始吹東北風，但有時夏季季風依然北上，這時期也是轉換期。10 月以後風向逐漸穩定，12 月到 2 月為最盛期，3 月以後，逐漸衰減。因此推論兩次氯鹽沉積速率調查的差異應是 2007.05-2007.09 期間，東部海岸受夏季季風以及颱風的吹襲，海風挾帶大量的氯鹽，造成該區域空氣中氯鹽含量增加所致；而 2007.09-2008.01 期間，西海岸北部至中南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽有顯著增加的趨勢。圖 5.7 為氯鹽沉積速率第一次與第二次採樣之比較圖；圖中，綠色、藍色與紅色的區域均表示第二次氯鹽沉積速率增加的地方，即在西海岸核能一廠至臺塑六輕的沿海區域與東海岸花蓮港附近，氯鹽沉積速率都有明顯增加的趨勢，其中尤以林口火力電廠與桃園大潭海岸附近為甚。此外，再以高鐵沿線各站為例，2007.09 - 2008.01 期間之氯鹽沉積速率均大於 2007.05-2007.09 之調查結果，且新竹站以南至左營站之間第二次調查結果分別為：新竹站(0.79 mg/m^2/day)、臺中站(1.36 mg/m^2/day)、嘉義站(0.75 mg/m^2/day)與左營站(0.70 mg/m^2/day)，顯示高鐵沿線在

2007.09-2008.01 期間，除臺中地區的氯鹽沉積速率較大外，其餘地區均相近(~0.75 mg/m^2/day)。

至於冬季至春末(2008.01- 2008.05)的調查期間，東北季風由盛轉弱並進入夏季季風的轉換期，所以在此期間臺灣北部海岸自臺北縣石門鄉核能一廠至桃園大潭附近以及彰濱工業區與麥寮工業區附近，氯鹽沉積速率仍因東北季風的影響而維持偏高的趨勢。換句話說，臺灣氯鹽沉積速率的分佈受東北季風的影響甚巨，西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽會有顯著增加的趨勢；而夏季季風對臺灣南部海岸空氣中的氯鹽量並無顯著的影響；至於東部海岸因受夏季季風以及颱風的吹襲，海風挾帶大量的氯鹽，會造成該區域空氣中氯鹽含量增加。

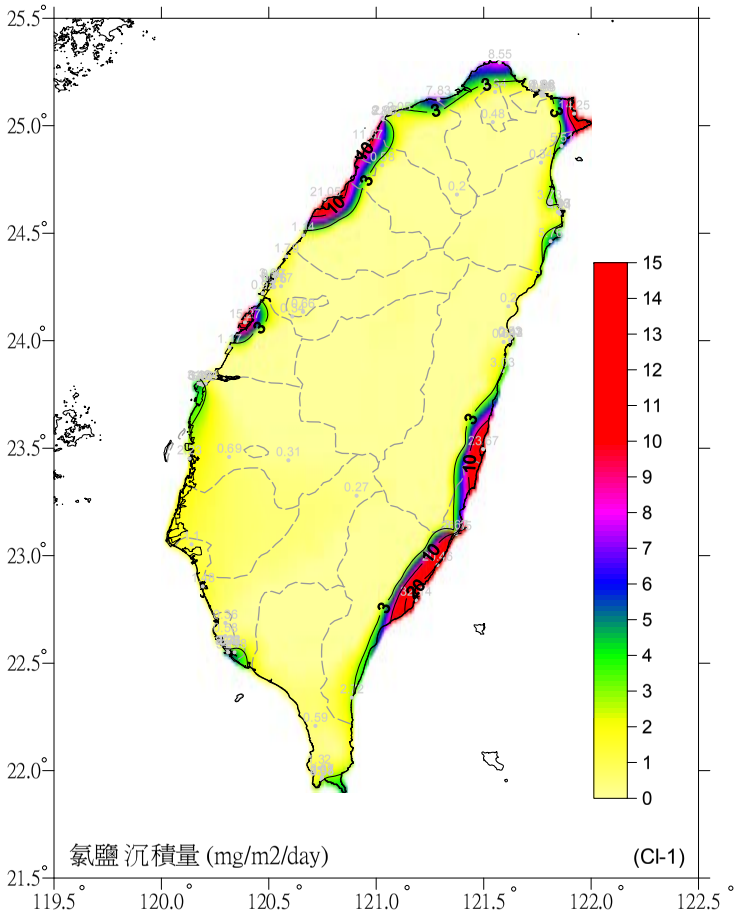


圖 5.2　2007.05-2007.09 氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)

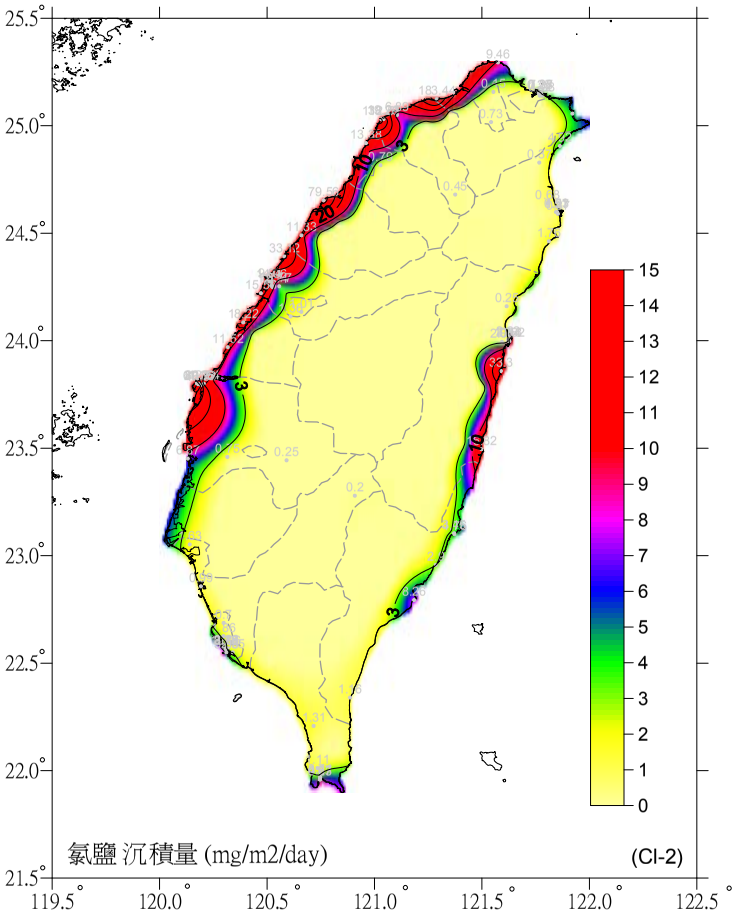


圖 5.3　2007.09-2008.01 氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)

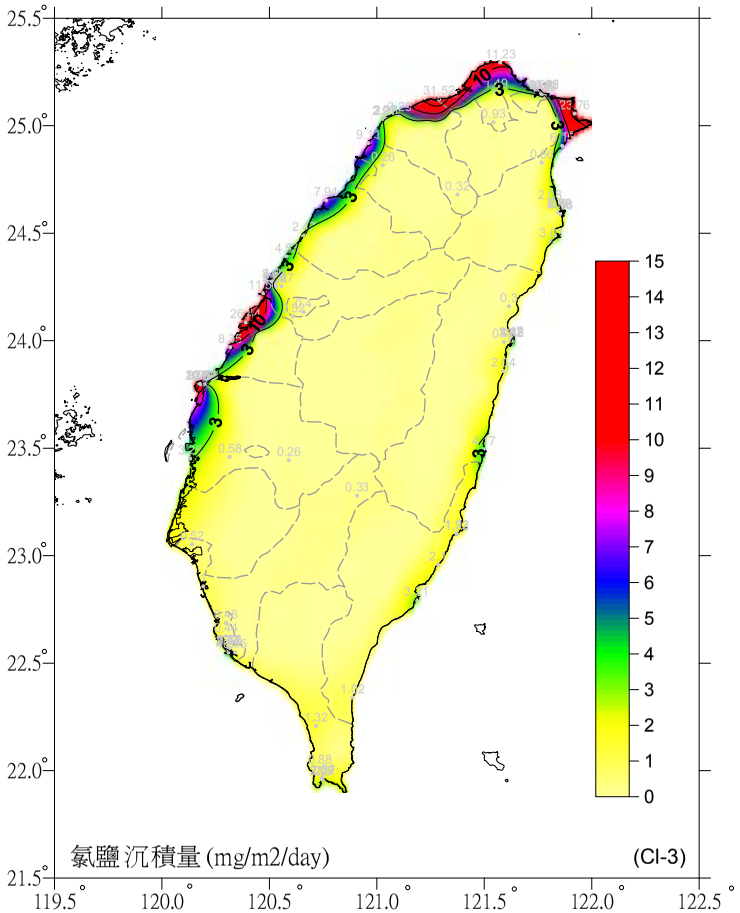


圖 5.4 2008.01-2008.05 氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)

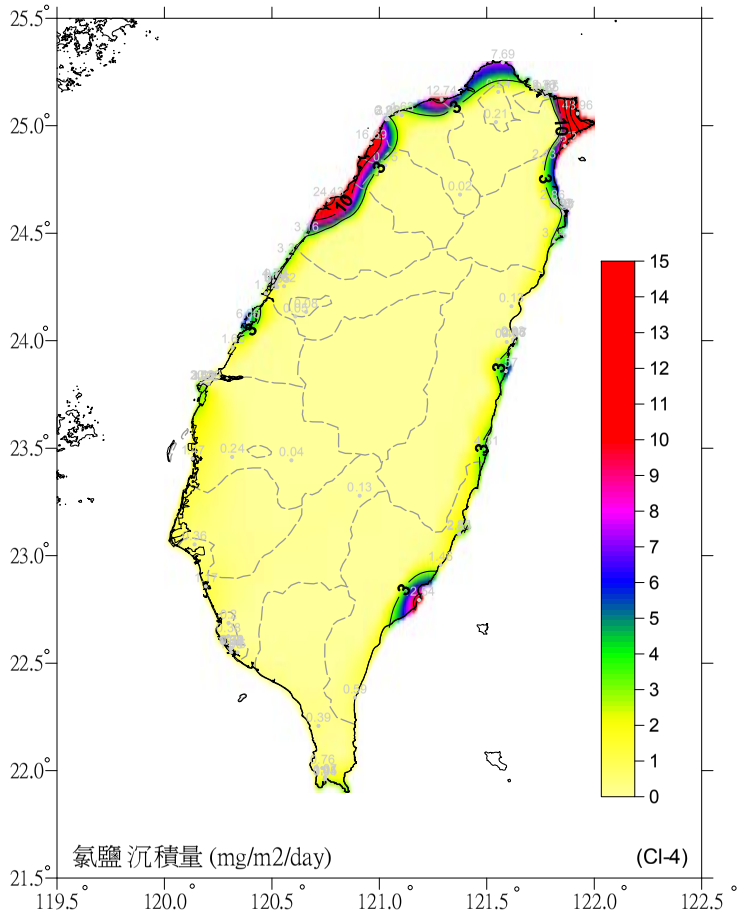


圖 5.5 2008.05-2008.08 氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)

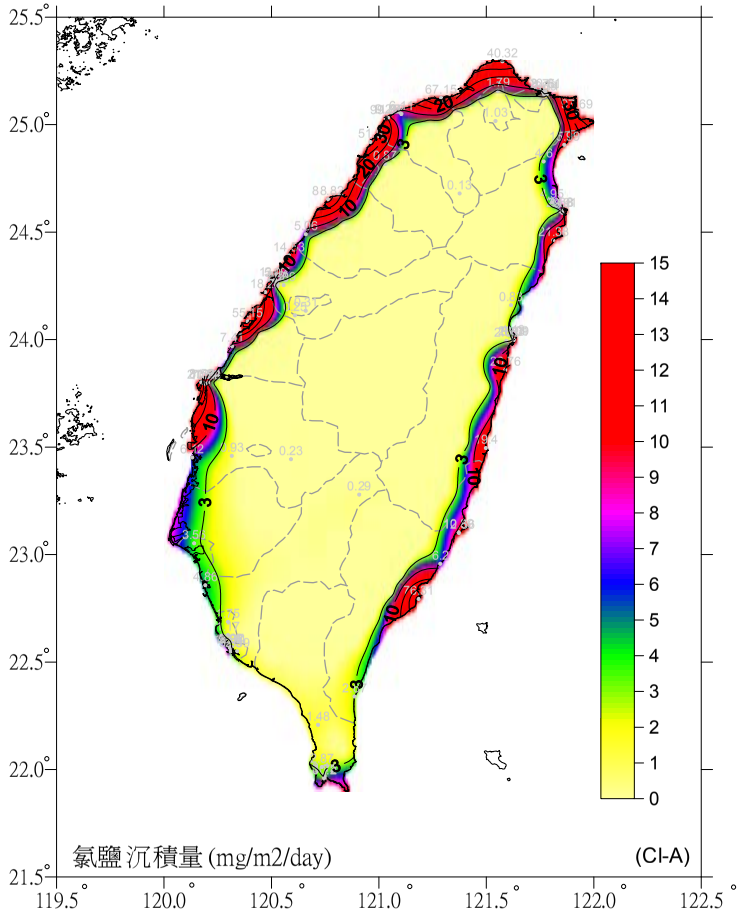


圖 5.6　2007.05-2008.08 氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)

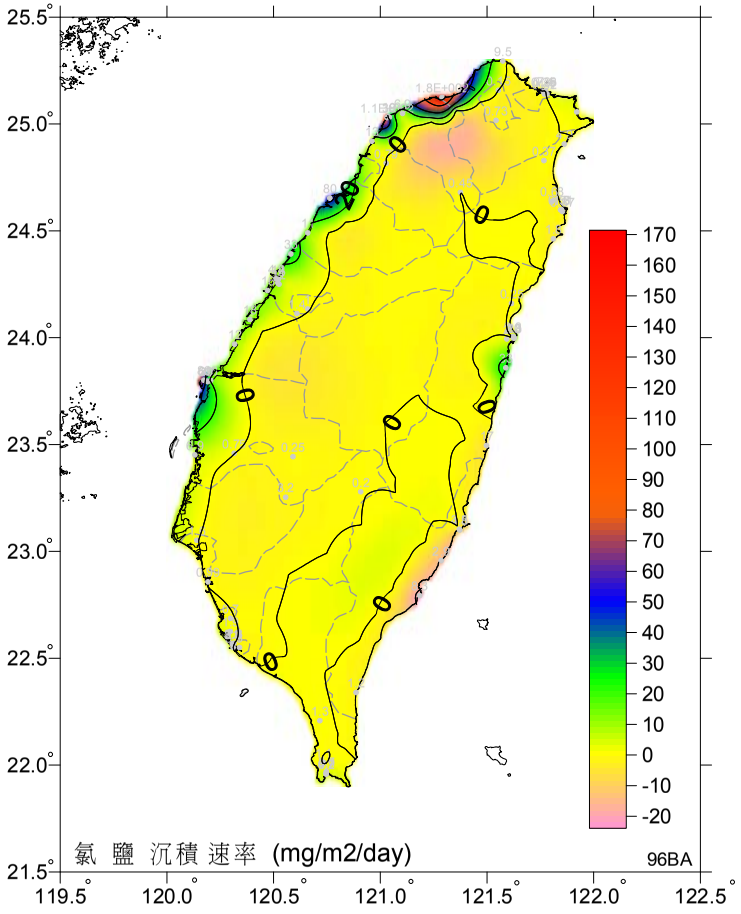


圖 5.7　第一、二次調查期間氯鹽沉積速率比較

5.2.4 氯鹽沉積速率颱風期之比較

為瞭解颱風侵襲對氯鹽沉積速率之影響，本研究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，因此颱風期之氯鹽沉積速率調查時間為 2007/8/15 至 2007/9/6，調查位置為東部海岸蘇澳港至花蓮港之間。表 5-4 與表 5-5 分別為 2007 年 5 月中旬至 8 月中旬(聖帕颱風前)與聖帕颱風時之氯鹽沉積速率計算結果，圖 5.8 為聖帕颱風前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。

表 5-4　2007 年 5 月中旬至 8 月中旬各試驗點之氯鹽沉積速率

項次	安裝地點	Cl 濃度 (mg/L)	暴露面積 (cm^2)	暴露天數 (day)	計算結果 ($mg/m^2/day$)
1	龍德工業區	64.06	94.25	91	3.73
2	蘇澳港試驗線 0m	33.98	94.25	87	2.07
3	100m	23.67	94.25	88	1.43
4	300m	20.00	94.25	88	1.21
5	1Km	8.00	94.25	93	0.46
6	南澳安檢所	102.15	94.25	94	5.76
7	花蓮港試驗線 0m	60.19	94.25	93	3.43
8	100m	37.08	94.25	93	2.12
9	300m	8.32	94.25	93	0.47
10	1Km	9.27	94.25	93	0.53
11	3Km (花蓮火車站)	10.34	94.25	93	0.59
12	橄仔樹安檢所	53.12	94.25	93	3.03

表 5-5 聖帕颱風侵襲之氯鹽沉積速率計算結果

	安裝地點	Cl 濃度 (mg/L)	暴露面積 (cm^2)	暴露天數	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

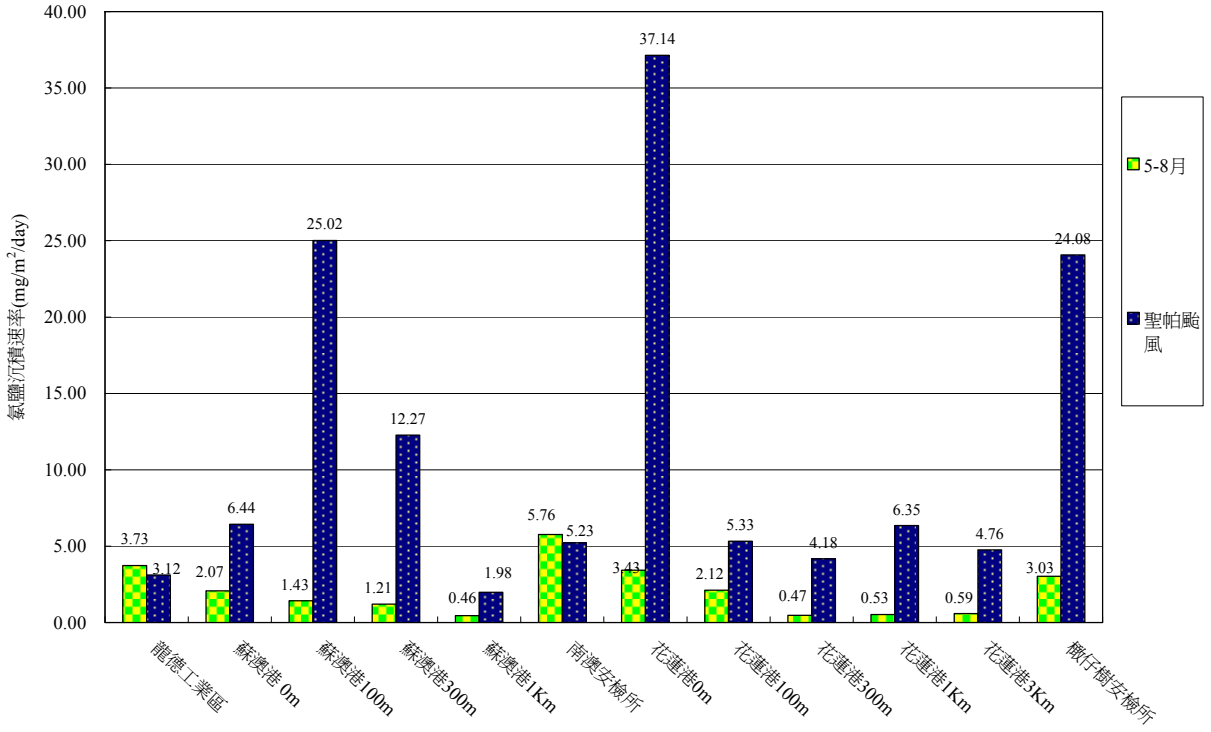


圖 5.8 氯鹽沉積速率於 2007 年 5 月中旬至 8 月中旬與聖帕颱風侵襲時之比較

5.2.5 氯鹽沉積速率與距海岸線距離之關係

空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分佈受到風速、風向、局部地形的影響，距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小。以第二次調查為例，沿海地區如桃園大潭 0m 為 112.51 mg/m^2/day，外湖安檢所為 13.38 mg/m^2/day，外埔安檢所為 79.56 mg/m^2/day，五甲安檢所為 33.12 mg/m^2/day，臺中港試驗線 100m 為 14.06 mg/m^2/day，彰濱工業區為 18.22 mg/m^2/day，六輕試驗線 0m 為 80.2 mg/m^2/day，高雄港試驗線 0m 為 10.96 mg/m^2/day；但在內陸山區，陽明山國家公園之氯鹽沉積速率為 0.15 mg/m^2/day，北橫巴陵為 0.28 mg/m^2/day，阿里山為 0.25 mg/m^2/day，南橫天池為 0.20 mg/m^2/day。至於垂直海岸的試驗線，因同一試驗線各試驗位址間的距離較近(離海岸距離分別為 0m、100m、300m、1km 與 3km)，若某一位址有建築物遮避，則「距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小」的現象可能較不明顯。如蘇澳港試驗線，其 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，第一次與第二次量測時蘇澳港臨海 0m 處的氯鹽沉積速率最大，但在聖帕颱風調查期間(2007.08.15 -2007.09.06)，蘇澳港 100m 處的氯鹽沉積速率卻最大，此現象再次說明了試驗位址相近之氯鹽調查結果，會受到風速、風向與局部遮避的影響而產生差異。

圖 5.9 為四次調查與一年期暴露之垂直海岸試驗線於距海岸 0m、100m、300m、1000m、3000m 之平均氯鹽沉積速率；顯然的，臺灣全年期之試驗結果，臺塑六輕試驗線與桃園大潭試驗線的平均氯鹽沉積速率較高。此外，一年期氯鹽沉積速率與距海岸線距離的關係如圖 5.10 所示，與本所過去研究「橋梁混凝土表面氯離子含量與海岸距離之關係」成果相同，即空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分佈，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，且距離海岸超過 3000m 以上時，氯離子的沉積速率已明顯減少。

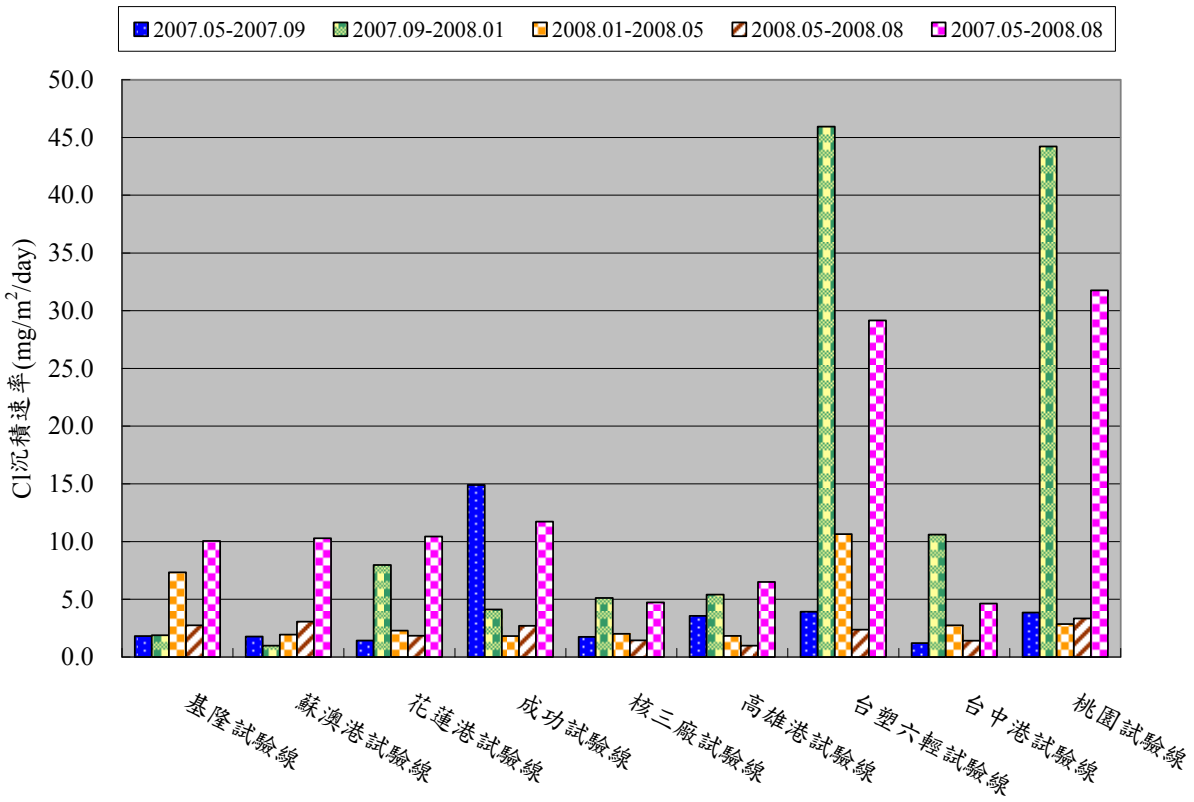


圖 5.9 四次調查與一年期之垂直海岸試驗線平均氯鹽沉積速率

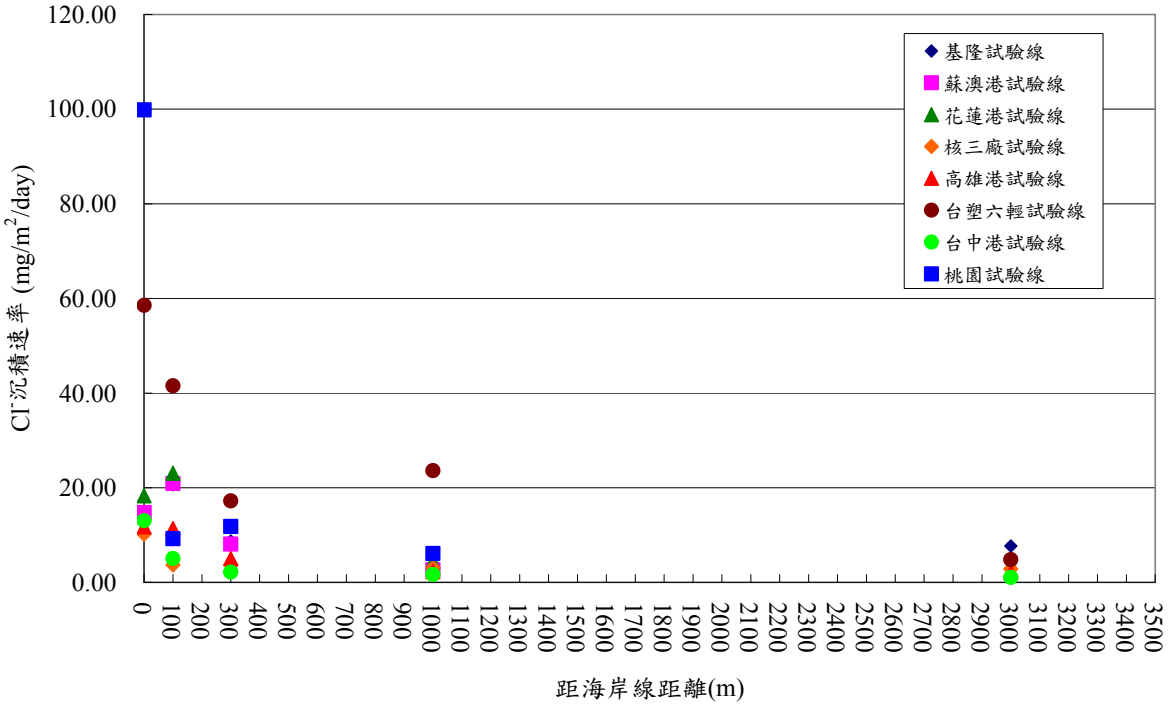


圖 5.10 一年暴露期之氯鹽沉積速率與海岸線距離的關係

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 5-6 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、臺電深澳、林口、大潭、通霄、臺中、興達、大林發電廠與核能三廠，共有 10 個試驗點。
4. 臺灣西部南北縱向：高鐵沿線車站，地點包括高鐵新竹站、臺中站、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，包括臺北市陽明山國家公園管理處、太魯閣國家公園管理處、北橫公路(公路總局第一區養護工程處復興工務段)、阿里山(公路總局第五區養護工程處阿里山工務段)、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，在硫磺區如臺北自來水事業處陽明山淨水站亦有 1 個試驗點。

二氧化硫沉積速率調查位置共有 54 個試驗點(如圖 5.11 所示)，包括都市地區 3 個試驗點，全臺工業區 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。採樣調查時間如表 5-7 所示。

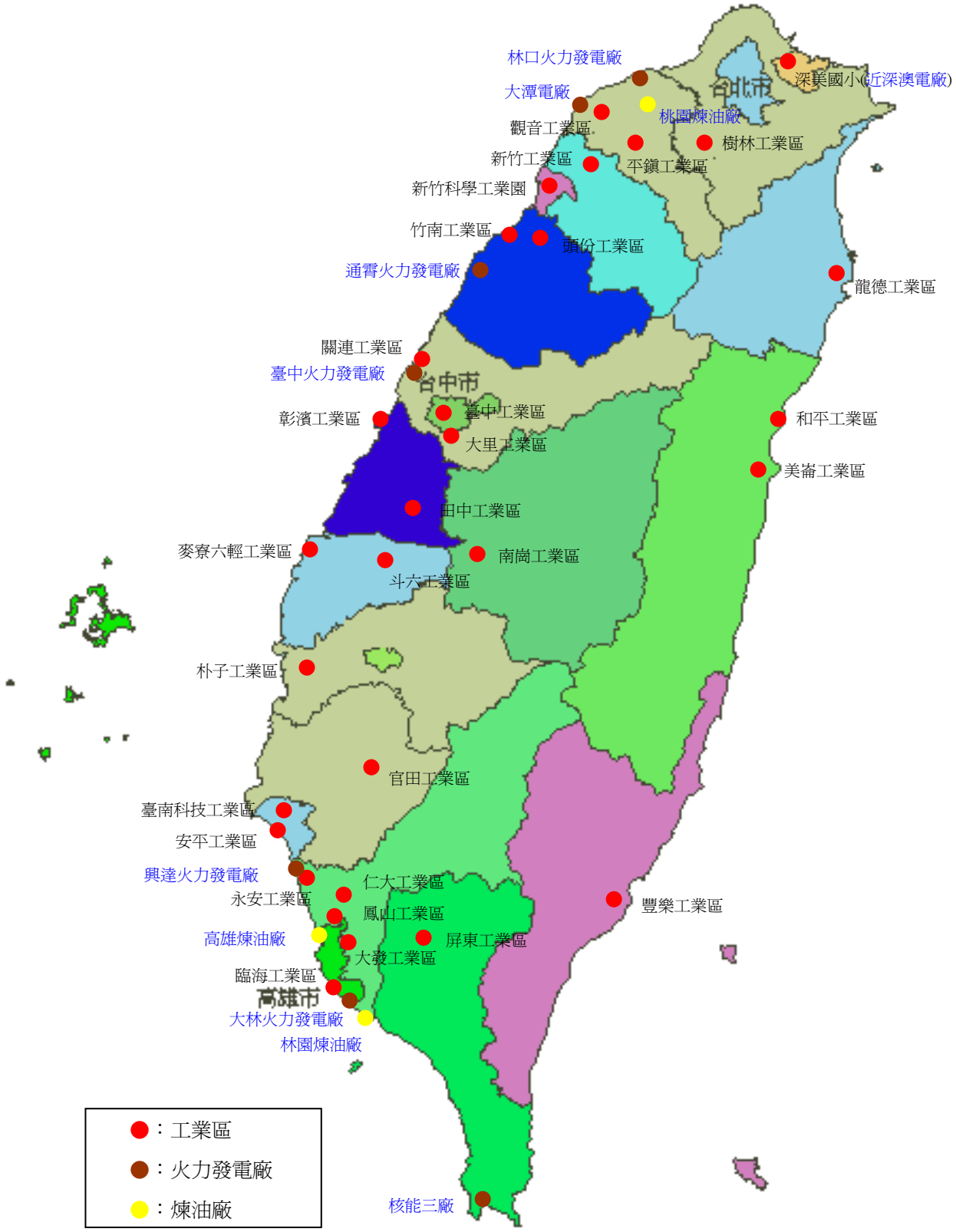


圖 5.3.1　工業區與石化、火力電廠之二氧化硫沉積速率調查位置表

表 5-6 工業區二氧化硫沉積速率調查試驗點

縣(市)	工業區
臺北縣	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
臺中縣	大里工業區、臺中港關連工業區
臺中市	臺中工業區
南投縣	南崗工業區
彰化縣	彰濱工業區、田中工業區
雲林縣	臺塑六輕工業園區、斗六工業區
嘉義縣	朴子工業區
臺南縣	官田工業區
臺南市	安平工業區、臺南科技工業區
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
臺東市	豐樂工業區

表 5-7 二氧化硫沉積速率採樣調查時間

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
1	基隆試驗線 3Km	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
2	礁溪火車站	2007/5/17	2007/8/15	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
3	龍德工業區	2007/5/15	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/20
4	和平工業區	2007/5/16	2007/8/16	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/26
5	太魯閣國家公園	2007/5/16	2007/8/16	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/26
6	美崙工業區	2007/5/31	2007/8/16	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/26
7	豐樂工業區	2007/5/30	2007/9/4	2008/1/14	2008/6/10	2008/8/28
8	核三廠試驗線 1Km	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
9	屏東工業區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/27	2008/4/8	2008/7/23
10	中油林園廠	2007/5/25	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/7/23
11	大林火力電廠	2007/6/5	2007/8/28	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/13
12	中鋼公司	2007/5/25	2007/8/29	2007/12/5	2008/4/8	2008/7/23
13	鳳山工業區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/5	2008/4/8	2008/7/23
14	大發工業區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/7/23
15	高雄市區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/8/7
16	高鐵左營站	2007/6/5	2007/10/3	2008/1/24	2008/5/29	2008/8/6
17	高雄煉油廠	2007/5/25	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/7/23
18	仁大工業區	2007/5/24	2007/8/29	2007/12/5	2008/4/8	2008/7/23
19	永安工業區	2007/6/5	2007/9/18	2008/12/27	2008/4/9	2008/7/24
20	興達火力電廠	2007/6/4	2007/8/28	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/13
21	安平工業區	2007/6/5	2007/9/17	2007/12/27	2008/4/9	2008/7/24
22	成大水工所	2007/6/5	2007/9/17	2007/12/27	2008/4/9	2008/7/24
23	官田工業區	2007/5/23	2007/8/22	2007/12/5	2008/4/9	2008/7/24
24	朴子工業區	2008/6/20	2007/9/17	2007/12/28	2008/4/9	2008/7/22
25	高鐵嘉義站	2007/6/12	2007/10/3	2008/1/24	2008/5/29	2008/8/6
26	斗六工業區	2007/5/23	2007/8/22	2007/12/5	2008/4/10	2008/7/22
27	六輕工業區	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
28	彰濱工業區	2007/5/29	2007/9/14	2008/1/8	2008/5/20	2008/8/5
29	田中工業區	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/4/10	2008/7/22
30	南崗工業區	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/4/10	2008/7/22
31	大里工業區	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
32	高鐵臺中站	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
33	臺中市區	2007/6/11	2007/9/26	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
34	臺中工業區	2007/6/11	2007/9/26	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30

表 5-7 二氧化硫沉積速率採樣調查時間（續）

項次	試驗地點	安裝日期	第一次採樣	第二次採樣	第三次採樣	第四次採樣
35	臺中港關連工業區	2007/5/29	2007/9/14	2008/1/4	2008/5/9	2008/7/29
36	臺中火力電廠	2007/6/4	2007/8/27	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/12
37	通霄火力電廠	2007/6/4	2007/8/27	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/12
38	竹南工業區	2007/6/15	2007/9/17	2008/1/4	2008/5/8	2008/8/5
39	頭份工業區	2007/6/15	2007/9/13	2008/1/4	2008/5/8	2008/8/5
40	工研院	2007/5/22	2007/9/12	2008/1/21	2008/6/2	2008/8/25
41	新竹工業區	2007/6/23	2007/9/12	2008/1/27	2008/6/8	2008/8/19
42	平鎮工業區	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
43	高鐵新竹站	2007/6/23	2007/10/1	2008/1/10	2008/5/27	2008/8/19
44	桃園試驗線 300m	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
45	觀音工業區	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
46	林口火力電廠	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
47	樹林工業區	2007/5/21	2007/8/21	2007/12/18	2008/5/27	2008/8/19
48	桃園煉油廠	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
49	臺北市區	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
50	陽明山國家公園	2007/6/1	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
51	陽明山硫磺區	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
52	北橫巴陵	2007/7/4	2007/10/31	2008/2/4	2008/5/13	2008/8/11
53	阿里山	2007/6/20	2007/10/2	2008/1/18	2008/5/28	2008/8/5
54	南橫天池	2007/6/27	2007/10/12	2008/1/17	2008/5/29	2008/9/3

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：

$$R(SO_2) = \frac{(m_1 - m_0) \times 16.67}{A \times t \times 1000} \quad \text{.....(5-2)}$$

式中， $R(SO_2)$= 二氧化硫沉積速率(mg/m^2/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 5-8 為各試驗位址二氧化硫沉積速率計算結果。四次採樣調查的時間與氯鹽沉積速率調查的時間相同，分別為 2007.05-2007.09，2007.09- 2008.01，2008.01- 2008.05，2008.05- 2008.08，而一年期的調查時間則為 2007.05-2008.08。

第一次調查期間(2007.05-2007.09)，陽明山的硫磺區的二氧化硫沉積速率最大(646.03 mg/m^2/day)，其餘介於 7.04 mg/m^2/day (南橫天池)至 325.30 mg/m^2/day(高雄煉油廠)之間。較高的沉積速率發生在高雄煉油廠(325.30 mg/m^2/day)、大發工業區(257.88 mg/m^2/day)、彰濱工業區(247.98 mg/m^2/day)、桃園煉油廠(239.72 mg/m^2/day)、大林火力電廠(226.86 mg/m^2/day)、中鋼公司(210.43 mg/m^2/day)、中油林園廠(207.39 mg/m^2/day)，其值均大於 CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準(P3, 200 mg/m^2/day)。至於六輕工業區，因硫酸化平板設置的位置不在石化廠廠區內，故僅測得該區域之背景值約為 110.08

mg/m^2/day。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高(132.61 mg/m^2/day)、臺中站次之(75.90 mg/m^2/day)、嘉義站再次之(58.49 mg/m^2/day)、新竹站最低為(40.73 mg/m^2/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 mg/m^2/day)外，二氧化硫沉積速率僅介於 9.23 mg/m^2/day(太魯閣國家公園)與 31.78 mg/m^2/day(豐樂工業區)之間。

2007.09-2008.01 第二次調查期間內，二氧化硫沉積速率仍以陽明山的硫磺區最高，約為 2454.07 mg/m^2/day，其餘介於 6.87 mg/m^2/day (南橫天池)至 585.31 mg/m^2/day(大林火力電廠)之間。其中較高的沉積速率發生在中油林園廠(515.26 mg/m^2/day)、大發工業區(19.84 mg/m^2/day)、彰濱工業區(299.32 mg/m^2/day)、桃園煉油廠(292.69mg/m^2/day)、六輕工業區(石化廠區外，約 276.65 mg/m^2/day)與高雄煉油廠(240.24 mg/m^2/day)。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高(151.60 mg/m^2/day)、嘉義站次之(90.13 mg/m^2/day)、臺中站再次之 66.34 mg/m^2/day)、最低為新竹站 (61.31 mg/m^2/day)。東部海岸因無石化工業區或電廠的設立，除龍德工業區(249.09 mg/m^2/day)外，二氧化硫沉積速率僅介於 7.76 mg/m^2/day(太魯閣國家公園) 與 35.13 mg/m^2/day(和平工業區)之間。

第三次調查(2008.01-2008.05)，陽明山的硫磺區的二氧化硫沉積速率仍最高，為 1568.51 mg/m^2/day，其餘介於 5.76 mg/m^2/day (南橫天池)至 449.29 mg/m^2/day(陽明山國家公園)之間。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分布以左營站最高(108.07 mg/m^2/day)、嘉義站次之(92.43 mg/m^2/day)、臺中站再次之 86.95 mg/m^2/day)、最低為新竹站 (72.02 mg/m^2/day)。此外，本次調查期間在臺塑麥寮石化廠區內距海岸 300m 處亦設置了二氧化硫採集器，該處之二氧化硫沉積速率為 205.37 mg/m^2/day。

第四次調查期間(2008.05-2008.08)，二氧化硫沉積速率仍以陽明山的硫磺區最高，約為 1368.95mg/m^2/day，其餘介於 3.29 mg/m^2/day (南橫天池)至 257.68 mg/m^2/day(臺塑六輕試驗線 300m)之間。較高的沉積速率發生在中鋼公司(254.76 mg/m^2/day)、大發工業區(223.05

mg/m^2/day)、桃園煉油廠(222.31 mg/m^2/day)，其值均大於 CNS 13401 (ISO 9223)的最高分類標準(P3, 200 mg/m^2/day)。高鐵沿線二氧化硫沉積速率的分佈由大到小依序為左營站、臺中站、新竹站、嘉義站，分別為 54.63、50.11、22.99、21.55 mg/m^2/day。

一年期的暴露時間內(2007.05-2008.08)，臺灣本島的二氧化硫沉積速率以陽明山的硫磺區最高，為 1277.75mg/m^2/day，陽明山國家公園次之，為 238.15 mg/m^2/day，其餘介於 4.24 mg/m^2/day (南橫天池)至 186.82 mg/m^2/day (龍德工業區)之間；較高的沉積速率發生在桃園煉油廠、高雄煉油廠、中油林園廠、大林火力電廠等石化廠與火力電廠以及臺塑麥寮工業區、觀音工業區、大發工業區等，僅有山區的試驗位址，二氧化硫沉積速率無顯著變化，如北橫巴陵為 6.78 mg/m^2/day，阿里山為 9.99 mg/m^2/day，南橫天池為 4.24 mg/m^2/day。

各石化廠與火力電廠、高鐵沿線、都市地區以及重要工業區之二氧化硫沉積速率彙整如表 5-9 所示。

表 5-8 各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果(單位：mg/m^2/day)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
1	基隆試驗線 3Km	97.49	42.20	55.50	31.40	29.54
2	礁溪火車站	16.35	12.38	29.39	10.52	20.25
3	龍德工業區	167.46	249.09	219.66	184.29	186.82
4	和平工業區	13.39	35.31	25.45	13.11	15.09
5	太魯閣國家公園	9.23	7.76	14.65	14.49	7.67
6	美崙工業區	12.55	19.94	25.30	19.67	12.50
7	豐樂工業區	31.78	29.00	32.80	20.57	11.57
8	核三廠試驗線 1Km	16.43	17.92	21.28	12.62	8.50
9	屏東工業區	54.98	85.36	97.46	32.95	41.67
10	中油林園廠	207.39	515.26	290.96	199.02	123.36
11	大林火力電廠	226.86	585.31	176.32	96.84	118.60
12	中鋼公司	210.43	189.62	365.11	254.76	86.15
13	鳳山工業區	83.34	183.49	349.85	58.23	56.82
14	大發工業區	257.88	341.60	390.78	223.05	172.08
15	高雄市區	195.93	127.03	169.24	55.64	94.82
16	高鐵左營站	132.61	151.60	108.07	54.63	101.24
17	高雄煉油廠	325.30	240.24	158.04	196.76	125.80
18	仁大工業區	175.39	136.89	119.93	87.41	81.63
19	永安工業區	147.27	195.83	198.53	114.20	63.83
20	興達火力電廠	175.22	73.03	111.03	41.56	52.10
21	安平工業區	101.73	190.31	136.75	80.46	97.40
22	成大水工所	84.25	47.34	38.86	43.61	26.18
23	官田工業區	103.65	134.75	180.30	78.98	71.22
24	朴子工業區	98.29	106.49	147.78	88.78	65.70
25	高鐵嘉義站	58.49	90.13	92.43	21.55	46.20
26	斗六工業區	52.09	67.89	147.76	44.87	59.90
27	六輕工業區(石化廠區外)	110.18	276.65	164.30	103.96	111.67
28	彰濱工業區	247.98	299.32	236.86	89.33	24.64
29	田中工業區	174.00	258.12	305.85	120.43	154.88
30	南崗工業區	75.13	57.33	91.89	57.04	38.07
31	大里工業區	53.14	69.09	76.17	22.08	32.15
32	高鐵臺中站	75.90	66.34	86.95	50.11	30.93
33	臺中市區	48.62	82.61	86.05	28.56	26.42
34	臺中工業區	120.08	88.89	97.94	59.02	42.88

表 5-8 各試驗點之二氧化硫沉積速率計算結果(續)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
35	臺中港關連工業區	110.51	121.22	97.02	152.91	76.85
36	臺中火力電廠	112.47	167.31	157.32	137.41	109.62
37	通霄火力電廠	51.71	67.46	340.44	32.97	43.65
38	竹南工業區	114.17	226.11	370.43	14.73	62.54
39	頭份工業區	114.91	140.21	191.37	97.48	90.70
40	工研院	51.72	120.83	105.20	43.17	46.82
41	新竹工業區	45.87	83.79	117.03	58.34	43.32
42	平鎮工業區	137.67	272.41	149.14	36.44	49.72
43	高鐵新竹站	40.73	61.31	72.02	22.99	32.77
44	桃園試驗線 300m	98.18	70.84	98.82	46.92	48.88
45	桃園試驗線 1Km (觀音工業區)	134.51	199.60	233.85	143.21	168.34
46	林口火力電廠	54.33	50.50	103.03	44.15	51.54
47	樹林工業區	170.34	117.22	143.60	120.15	78.58
48	桃園煉油廠	239.72	292.69	268.17	222.31	164.45
49	臺北市區	89.28	56.52	80.66	35.30	28.24
50	陽明山國家公園	112.15	268.30	449.29	177.53	238.15
51	陽明山硫磺區	646.03	2454.07	1568.51	1368.95	1277.75
52	北橫巴陵	12.41	10.31	7.61	7.13	6.78
53	阿里山	16.73	12.80	14.27	11.60	9.99
54	南橫天池	7.04	6.87	5.76	3.29	4.24

表 5-9 特定試驗位址之 SO_2 沉積速率計算結果(單位：mg/m^2/day)

試驗地點	試驗調查期間				
	96.05-96.09	96.09-97.01	97.01-97.05	97.05-97.08	96.05-97.08
高鐵新竹站	40.73	61.31	72.02	22.99	32.77
高鐵臺中站	75.90	66.34	86.95	50.11	30.93
高鐵嘉義站	58.49	90.13	92.43	21.55	46.20
高鐵左營站	132.61	151.60	108.07	54.63	101.24
桃園煉油廠	239.72	292.69	268.17	222.31	164.45
高雄煉油廠	325.30	240.24	158.04	196.76	125.80
中油林園廠	207.39	515.26	290.96	199.02	123.36
林口火力電廠	54.33	50.50	103.03	44.15	51.54
大潭火力電廠	98.18	70.84	98.82	46.92	48.88
通霄火力電廠	51.71	67.46	340.44	32.97	43.65
臺中火力電廠	112.47	167.31	157.32	137.41	109.62
興達火力電廠	175.22	73.03	111.03	41.56	52.10
大林火力電廠	226.86	585.31	176.32	96.84	118.60
六輕試驗線 300m	-	-	205.37	257.68	-
六輕工業區 (石化廠區外)	110.18	276.65	164.30	103.96	111.67
觀音工業區	134.51	199.60	233.85	143.21	168.34
彰濱工業區	247.98	299.32	236.86	89.33	24.64
仁大工業區	175.39	136.89	119.93	87.41	81.63
大發工業區	257.88	341.60	390.78	223.05	172.08
中鋼公司	210.43	189.62	365.11	254.76	86.15
龍德工業區	167.46	249.09	219.66	184.29	186.82
臺北市區	89.28	56.52	80.66	35.30	28.24
臺中市區	48.62	82.61	86.05	28.56	26.42
高雄市區	195.93	127.03	169.24	55.64	94.82

5.3.3 二氧化硫沉積速率季節性之比較

圖 5.12 至圖 5.15 為四次採樣期間內之二氧化硫沉積速率等位圖，圖 5.16 則為一年期之二氧化硫沉積速率調查結果；圖中，黃色表示二氧化硫沉積速率為 0~10 mg/m^2/day 的區域，綠色表示沉積速率為 10~35 mg/m^2/day 的區域，藍色表示沉積速率為 35~80 mg/m^2/day 的區域，粉紅色表示 80~200 mg/m^2/day 的區域，紅色則為大於 200 mg/m^2/day 的區域。。顯然的，二氧化硫沉積量的分佈取決於工業區、石化廠與火力電廠所在的位置與其生產頻率有關，受季節變化影響的較少，所以四次調查的結果有相似的分佈情形。但有趣的是在西海岸觀音工業區與彰濱、麥寮工業區附近，初秋至冬季(2007.09 -2008.01)與冬季至春末期間，二氧化硫沉積速率均有顯著增加的趨勢。參考中央氣象局在此調查期間內的酸雨資料(表 5-10)，臺灣北部的基隆、臺北與新竹均有酸雨情況發生，且宜蘭、金門、馬祖亦都有顯著的酸雨情形。由於宜蘭、金門、馬祖這些區域內均無工業區、石化廠與火力電廠的設立，且屬於鄉村環境，因此可合理的推論，在秋季與冬季時大陸沿岸石化廠或火力電廠產生的二氧化硫可能藉由東北季風的挾帶而侵襲臺灣，以致造成臺灣北部與西部沿海的二氧化硫沉積速率增加。

表 5-10 中央氣象局各氣象站 2007 年 3 月至 2008 年 9 月雨水酸鹼度值月平均資料

月份\站名	基隆	鞍部	臺北	新竹	臺中	日月潭	嘉義	阿里山	臺南	高雄	恆春	臺東	成功	花蓮	宜蘭	金門	馬祖	平均
2007/03	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
2007/04	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
2007/05	4.5	4.3	5.3	5.3	5.6	5.2	5.9	5.8	5.8	5.6	6.1	5.0	5.6	5.5	4.9	4.7	4.8	5.3
2007/06	4.6	4.6	4.9	5.7	6.0	5.5	5.9	5.7	6.0	5.7	6.2	6.2	5.5	6.1	5.4	5.2	5.2	5.5
2007/07	4.3	4.0	4.5	-	6.2	5.6	6.1	5.9	5.9	5.5	6.0	6.1	-	6.5	5.4	-	-	5.5
2007/08	5.2	4.9	5.1	6.2	5.9	5.8	6.0	5.8	5.8	5.4	6.1	6.1	5.8	6.1	6.1	5.6	5.4	5.7
2007/09	4.8	4.6	4.9	5.4	5.5	5.5	5.8	5.8	5.1	5.2	5.8	5.9	5.6	5.8	5.9	4.8	4.6	5.3
2007/10	4.4	4.3	5.1	5.0	5.2	6.2	5.7	5.8	5.4	4.8	6.2	6.2	5.5	5.6	5.0	5.6	5.1	5.4
2007/11	4.2	4.3	5.2	5.5	6.2	5.6	6.2	6.1	6.0	6.0	6.2	6.2	5.5	5.7	4.8	5.6	4.4	5.5
2007/12	3.7	4.0	5.4	5.5	5.8	-	-	-	-	-	-	5.8	4.9	5.3	4.1	4.7	4.2	4.9
2008/01	3.9	4.6	4.9	5.4	6.0	5.9	6.1	6.2	5.8	5.6	-	5.9	5.7	5.7	5.2	4.1	4.2	4.7
2008/02	4.0	4.3	4.5	4.6	5.8	5.4	6.0	6.1	5.7	5.7	5.3	5.7	4.7	4.9	4.7	4.4	3.8	4.2
2008/03	3.9	4.1	4.6	4.8	4.6	4.4	5.1	4.7	5.7	5.7	5.6	4.2	4.2	4.9	4.6	4.0	4.0	4.8
2008/04	4.1	4.4	4.7	4.5	4.8	4.8	5.3	5.3	4.7	5.3	5.3	5.6	5.1	5.0	4.8	4.1	4.5	4.5
2008/05	4.3	4.2	4.9	4.7	5.8	5.6	5.8	5.7	5.3	5.5	6.0	5.5	5.4	5.4	5.1	4.1	4.9	5.3
2008/06	4.6	4.6	5.4	5.4	5.8	5.8	6.1	6.1	6.0	5.7	5.8	6.1	6.0	5.7	5.2	5.3	5.5	6.0
2008/07	5.0	4.8	5.8	6.0	5.9	5.6	6.0	6.2	5.8	5.5	6.1	6.0	5.6	6.1	6.0	5.5	5.9	5.9
2008/08	3.9	5.5	5.3	4.9	6.1	5.7	6.0	6.1	5.6	5.5	6.2	6.1	6.2	5.7	5.0	5.5	5.7	6.2
2008/09	4.9	4.5	5.6	5.6	5.2	5.7	5.4	6.1	5.5	5.1	5.6	5.8	5.6	5.8	6.0	4.0	4.7	5.7
平均值 Mean	4.4	4.4	5.0	5.2	5.6	5.4	5.8	5.8	5.7	5.5	5.9	5.8	5.3	5.6	5.1	4.8	4.8	5.3
最高值 Max	5.2	5.5	5.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0	6.2	6.2	6.2	6.5	6.1	5.6	5.9	6.2
最低值 Min	3.7	4.0	4.4	4.5	4.6	4.4	5.1	4.7	4.7	4.8	5.3	4.2	4.2	4.7	4.1	4.0	3.8	4.2

備註 :- 表示未下雨或是雨量不足。pH 值小於 5 定義為酸雨。

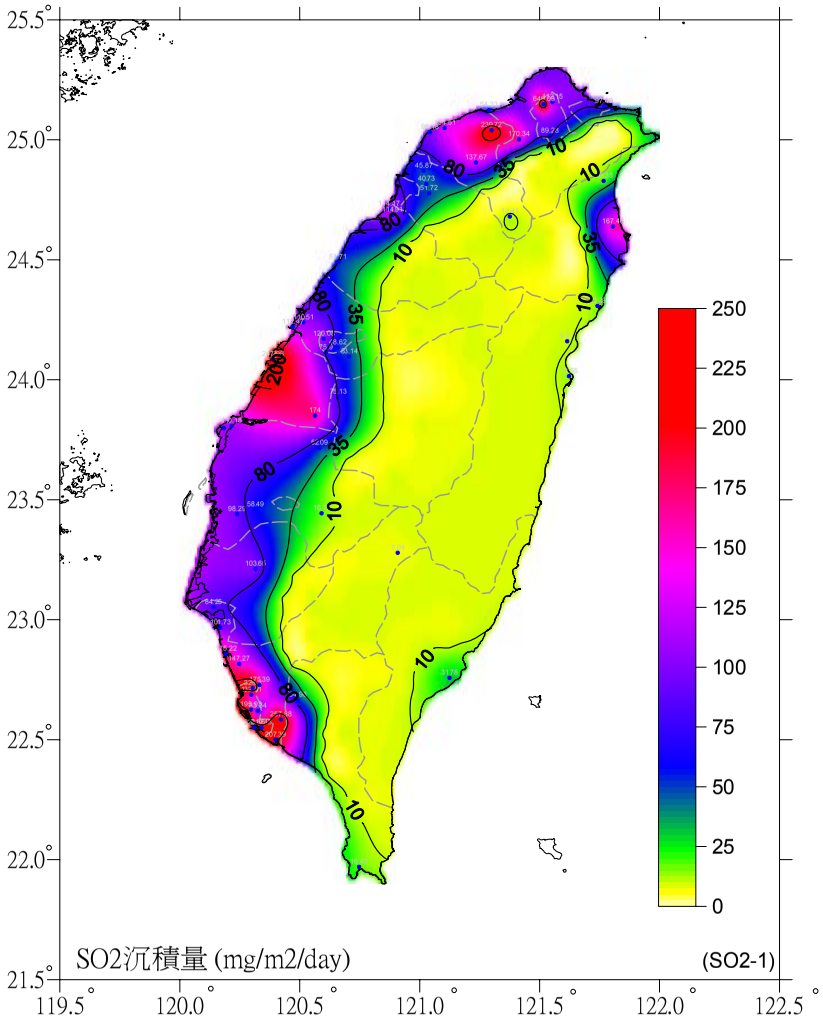


圖 5.12　2007.05-2007.09 SO_2 沉積速率(mg/m^2/day)

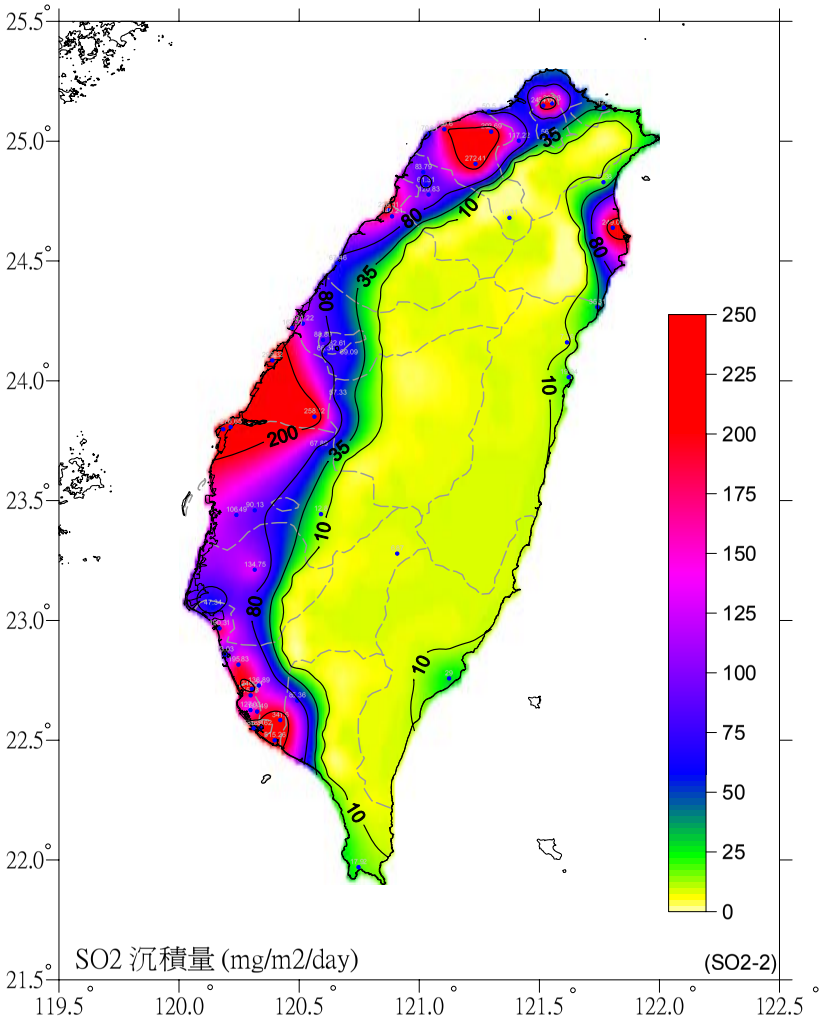


圖 5.13 2007.09-2008.01 SO_2 沉積速率(mg/m^2/day)

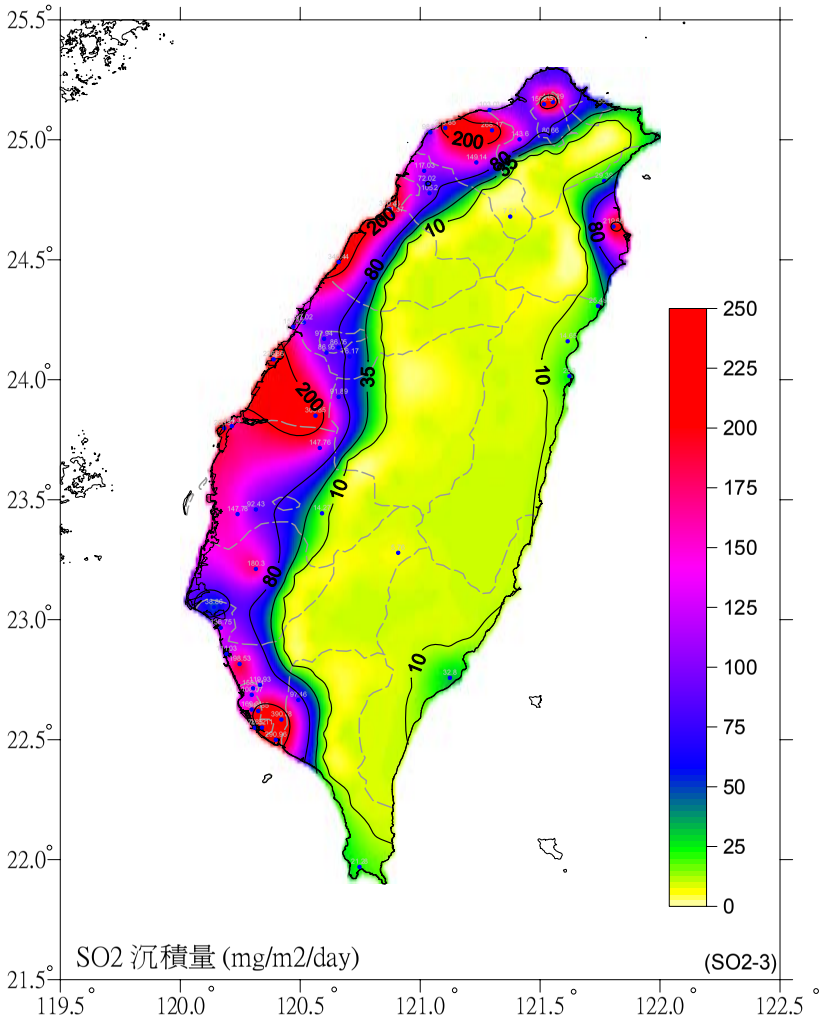


圖 5.14　2008.01-2008.05 SO_2 沉積速率(mg/m^2/day)

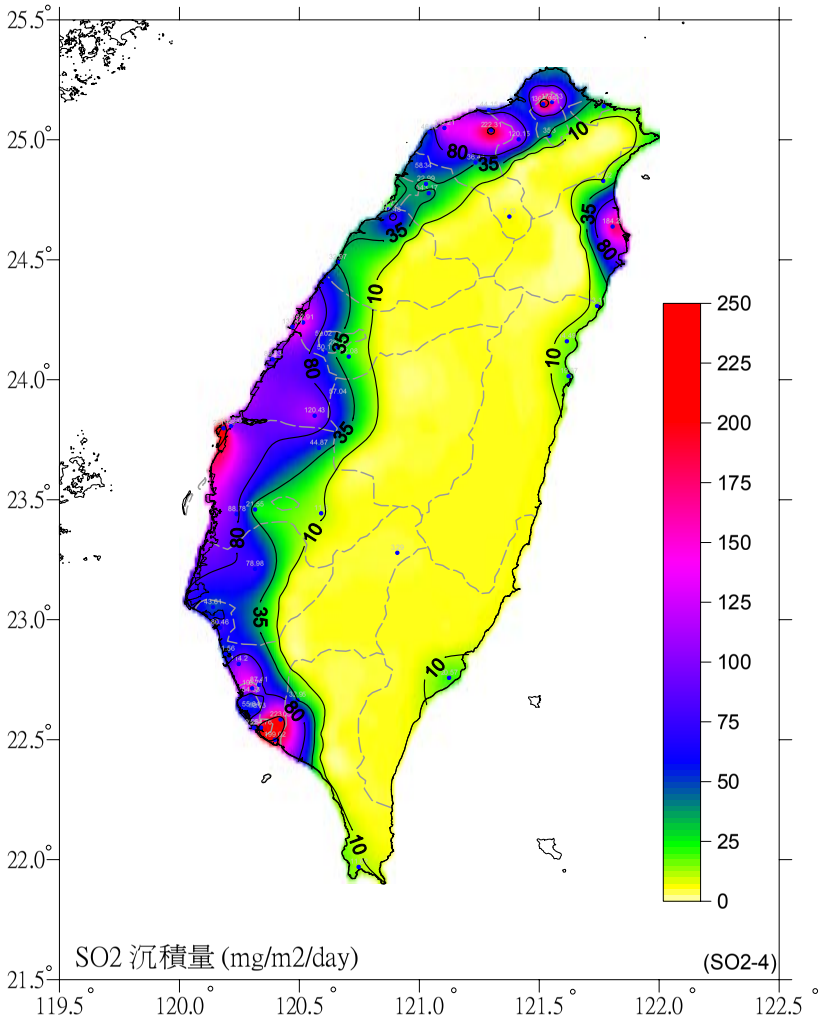


圖 5.15　2008.05-2008.08 SO_2 沉積速率(mg/m^2/day)

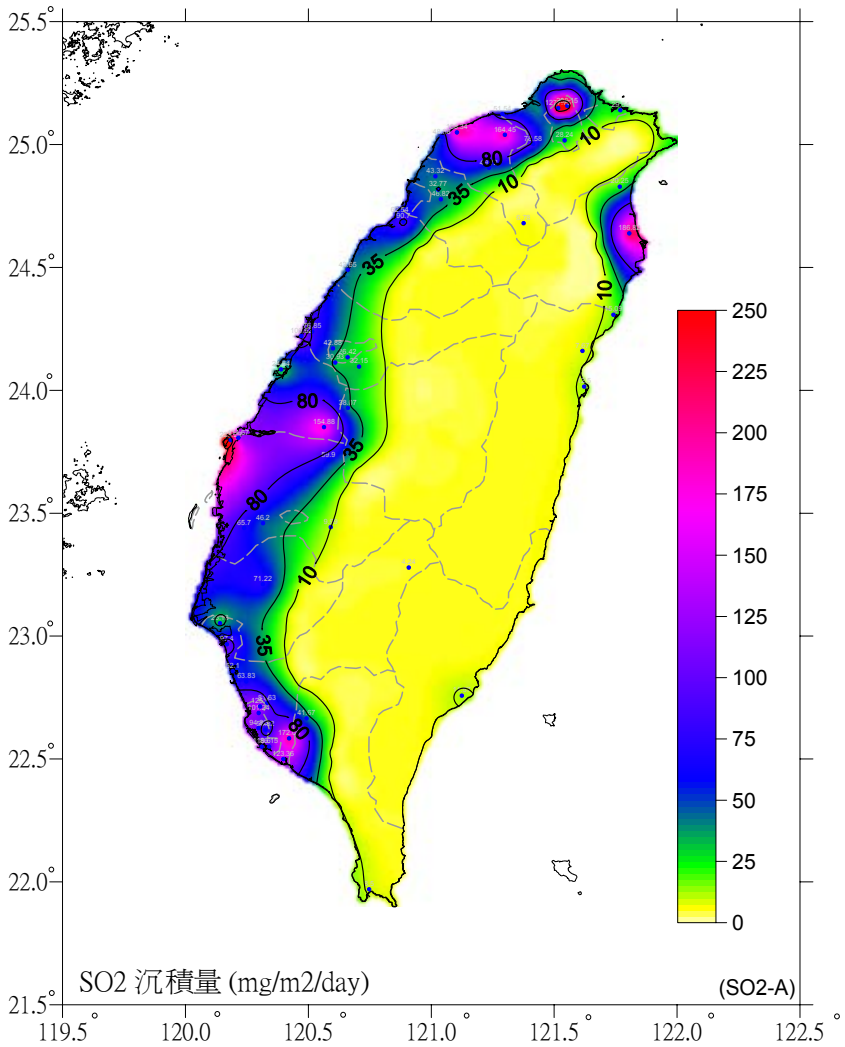


圖 5.16　2007.05-2008.08 SO_2 沉積速率(mg/m^2/day)

5.4 濕潤時間百分比

表 5-11 為各測點四次調查期間與一年期之濕潤時間百分比，其計算方法為利用中央氣象局氣象站逐時記錄之相對濕度資料，統計試體暴露期間內相對濕度大於 80%的小時數，再除以總暴露時間(小時數)。若測點所在位置無氣象站，則以鄰近的氣象站資料推估，選用氣象站的名稱如表中括號內所示。圖 5.17 與圖 5.20 分別為為四次採樣期間內之濕潤時間百分比等位圖，圖 5.21 則為一年期之調查結果。顯然的，因為第一次與第四次調查期間為夏季，所以全臺相對濕度均較高，但第二次與第三次調查期間為秋、冬轉春之季，臺灣受東北季風的影響呈現北濕南乾的現象。綜合言之，臺灣各地於 2007.05 至 2008.08 約一年期間內，相對濕度大於 80%的小時數至少佔全年時數之 30%以上，且雲林麥寮地區更可高達 62.6%，僅次於山區如阿里山 86%、南橫天池 85.3%、北橫巴陵 84.8%、陽明山 78.1%。

表 5-11 各測點試驗期間濕潤時間百分比(單位：%)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97. 8	96.5-97.8
1	核一廠	41.5	46.0	55.3	53.6	49.1
2	**基隆試驗線 0m**	28.4	53.2	43.9	34.1	39.9
3	**基隆試驗線 100m**	28.4	53.2	43.9	34.1	39.9
4	**基隆試驗線 300m**	28.4	53.2	43.9	34.1	39.9
5	**基隆試驗線 1Km**	25.6	43.2	43.9	34.1	36.7
6	**基隆試驗線 3Km**	28.4	53.2	43.9	34.1	39.9
7	澳底安檢所 (基隆)	28.4	53.2	43.9	34.1	39.9
8	梗枋安檢所 (基隆)	28.4	53.2	43.9	34.1	39.9
9	礁溪火車站 (蘇澳)	51.4	51.8	53.1	45.2	50.4
10	龍德工業區 (蘇澳)	52.2	62.3	52.9	45.0	53.1
11	**蘇澳港試驗線 0m**	51.4	62.3	52.9	44.5	52.8
12	**蘇澳港試驗線 100m**	51.2	62.3	52.9	44.5	52.7
13	**蘇澳港試驗線 300m**	51.2	62.3	52.9	44.5	52.7
14	**蘇澳港試驗線 1Km**	51.7	62.1	53.2	44.5	52.9
15	南澳安檢所 (蘇澳)	51.8	62.1	53.2	44.5	52.9
16	和平工業區 (花蓮)	60.0	44.7	45.2	51.1	50.3
17	太魯閣國家公園	60.0	44.7	45.2	51.1	50.3
18	美崙工業區	57.7	44.7	45.2	51.1	49.7
19	**花蓮港試驗線 0m**	60.0	41.5	45.3	51.1	49.5
20	**花蓮港試驗線 100m**	60.0	41.5	45.3	50.3	49.3
21	**花蓮港試驗線 300m**	60.0	41.8	45.5	50.3	49.4
22	**花蓮港試驗線 1Km**	60.0	41.8	45.5	50.3	49.4
23	**花蓮港試驗線 3Km**	60.0	41.5	45.6	50.3	49.4
24	橄仔樹安檢所(花蓮)	60.0	41.8	45.2	50.9	49.5
25	石梯安檢所 (花蓮)	59.2	41.8	45.2	50.9	49.3
26	**成功試驗線 0m**	35.1	20.1	42.8	49.8	36.9
27	**成功試驗線 300m**	35.1	20.1	42.8	49.8	36.9
28	金樽安檢所 (成功)	35.1	20.1	42.8	46.6	36.1
29	伽蘭安檢所 (臺東)	31.1	19.6	42.3	43.8	34.2
30	豐樂工業區 (臺東)	31.4	19.6	42.3	43.7	34.2

表 5-11 各測點試驗期間濕潤時間百分比(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97. 8	96.5-97.8
31	尚武安檢所 (臺東)	31.1	19.6	42.3	43.7	34.2
32	**核三廠試驗線 0m**	54.5	12.0	16.0	58.2	35.2
33	**核三廠試驗線 100m**	54.5	12.0	16.0	58.2	35.2
34	**核三廠試驗線 300m**	54.5	12.0	16.0	58.2	35.2
35	**核三廠試驗線 1Km**	54.5	12.0	16.0	58.2	35.2
36	**核三廠試驗線 3Km**	54.5	12.0	16.0	58.2	35.2
37	楓港變電站 (恆春)	54.5	16.0	16.0	58.2	36.2
38	屏東工業區 (高雄)	44.6	33.7	14.6	56.5	37.4
39	中油林園廠	44.5	35.5	16.4	40.3	34.2
40	大林火力電廠	45.3	30.2	14.2	42.8	33.1
41	中鋼公司	44.1	35.5	16.3	40.3	34.1
42	鳳山工業區	44.6	35.7	16.3	40.3	34.2
43	大發工業區	44.6	35.5	16.4	40.3	34.2
44	高雄市區	44.6	35.5	16.4	42.3	34.7
45	**高雄港試驗線 0m**	44.0	36.8	16.4	56.2	38.4
46	**高雄港試驗線 100m**	44.0	36.8	16.4	56.2	38.4
47	**高雄港試驗線 300m**	44.1	36.8	16.4	56.2	38.4
48	**高雄港試驗線 1Km**	44.1	36.8	16.4	56.2	38.4
49	**高雄港試驗線 3Km**	44.1	36.8	16.4	56.2	38.4
50	高鐵左營站	46.2	24.0	17.2	57.8	36.3
51	高雄煉油廠	44.5	35.5	16.4	40.3	34.2
52	仁大工業區	44.2	35.5	16.3	40.3	34.1
53	永安工業區 (高雄)	43.6	33.2	14.4	40.1	32.8
54	興達火力電廠(高雄)	45.0	30.2	14.2	42.8	33.0
55	安平工業區 (臺南)	36.8	44.3	25.9	25.5	33.1
56	成大水工所	36.8	44.3	25.9	25.5	33.1
57	官田工業區 (臺南)	36.0	41.3	30.1	25.5	33.2
58	東石安檢所 (麥寮)	58.4	57.8	59.4	63.6	59.8
59	朴子工業區 (嘉義)	43.9	58.5	58.7	54.1	53.8
60	高鐵嘉義站 (嘉義)	45.5	58.7	59.4	52.0	53.9

表 5-11 各測點試驗期間濕潤時間百分比(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97. 8	96.5-97.8
61	斗六工業區（嘉義）	36.6	58.0	57.6	54.5	51.7
62	**六輕試驗線 0m**	60.1	58.8	63.6	68.0	62.6
63	**六輕試驗線 100m**	60.1	58.8	63.6	68.0	62.6
64	**六輕試驗線 300m**	60.1	58.8	63.6	68.0	62.6
65	**六輕試驗線 1Km**	60.1	58.8	63.6	68.0	62.6
66	**六輕試驗線 3Km**	60.1	58.8	63.6	68.0	62.6
67	六輕工業區	60.1	58.8	63.6	68.0	62.6
68	王功安檢所（麥寮）	60.0	53.2	63.3	70.2	61.7
69	彰濱工業區（梧棲）	41.3	45.1	58.3	36.8	45.4
70	田中工業區（臺中）	28.8	29.1	40.7	40.9	34.9
71	南崗工業區（臺中）	28.8	29.1	40.7	40.9	34.9
72	大里工業區（臺中）	28.8	29.1	39.0	43.9	35.2
73	高鐵臺中站（臺中）	28.8	29.1	39.0	43.9	35.2
74	臺中市區（臺中）	30.5	27.6	39.0	43.9	35.2
75	臺中工業區（臺中）	30.5	27.6	39.0	43.9	35.2
76	關連工業區(梧棲)	41.3	43.9	61.9	35.6	45.7
77	臺中火力電廠(梧棲)	43.4	46.9	64.8	37.7	48.2
78	**臺中港試驗線 0m**	41.2	45.1	59.8	35.6	45.4
79	**臺中港試驗線 100m**	41.2	45.1	59.8	35.6	45.4
80	**臺中港試驗線 300m**	41.4	45.1	59.8	35.6	45.5
81	**臺中港試驗線 1Km**	41.4	45.1	59.8	35.6	45.5
82	**臺中港試驗線 3Km**	41.4	45.1	59.8	35.6	45.5
83	五甲安檢所（梧棲）	38.2	43.8	62.1	35.6	44.9
84	通霄火力電廠（梧棲）	43.4	46.9	64.8	37.7	48.2
85	外埔安檢所（梧棲）	38.2	43.8	62.1	35.6	44.9
86	竹南工業區（新竹）	33.1	28.2	49.7	36.7	36.9
87	頭份工業區（新竹）	33.3	28.6	49.7	35.8	36.8
88	外湖安檢所（新竹）	33.0	29.1	46.7	36.8	36.4
89	工研院（新竹）	36.1	30.1	47.5	35.7	37.3
90	新竹工業區(新竹)	32.1	31.6	47.1	34.9	36.4

表 5-11 各測點試驗期間濕潤時間百分比(續 3)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97. 8	96.5-97.8
91	平鎮工業區 (新竹)	33.5	27.7	48.9	36.2	36.6
92	高鐵新竹站	32.6	20.0	46.7	36.8	34.0
93	**桃園試驗線 0m**	44.2	43.9	56.2	49.6	48.5
94	**桃園試驗線 100m** (淡水)	44.2	43.9	56.2	49.6	48.5
95	**桃園試驗線 300m** (淡水)	44.2	43.9	56.2	49.6	48.5
96	**桃園試驗線 1Km** (淡水)	45.3	43.9	56.2	48.8	48.5
97	林口火力電廠 (淡水)	44.2	43.9	56.2	49.6	48.5
98	樹林工業區 (臺北)	35.3	39.0	48.7	34.2	39.3
99	桃園煉油廠 (臺北)	32.4	38.2	52.9	34.3	39.5
100	臺北市區	33.5	42.8	47.8	37.2	40.3
101	陽明山國家公園	83.2	84.3	71.2	73.6	78.1
102	陽明山硫磺區)	83.2	84.3	71.2	73.6	78.1
103	北橫巴陵	84.0	85.4	88.2	81.4	84.8
104	阿里山	84.1	87.9	85.8	86.3	86.0
105	南橫天池	86.2	83.6	87.5	83.9	85.3

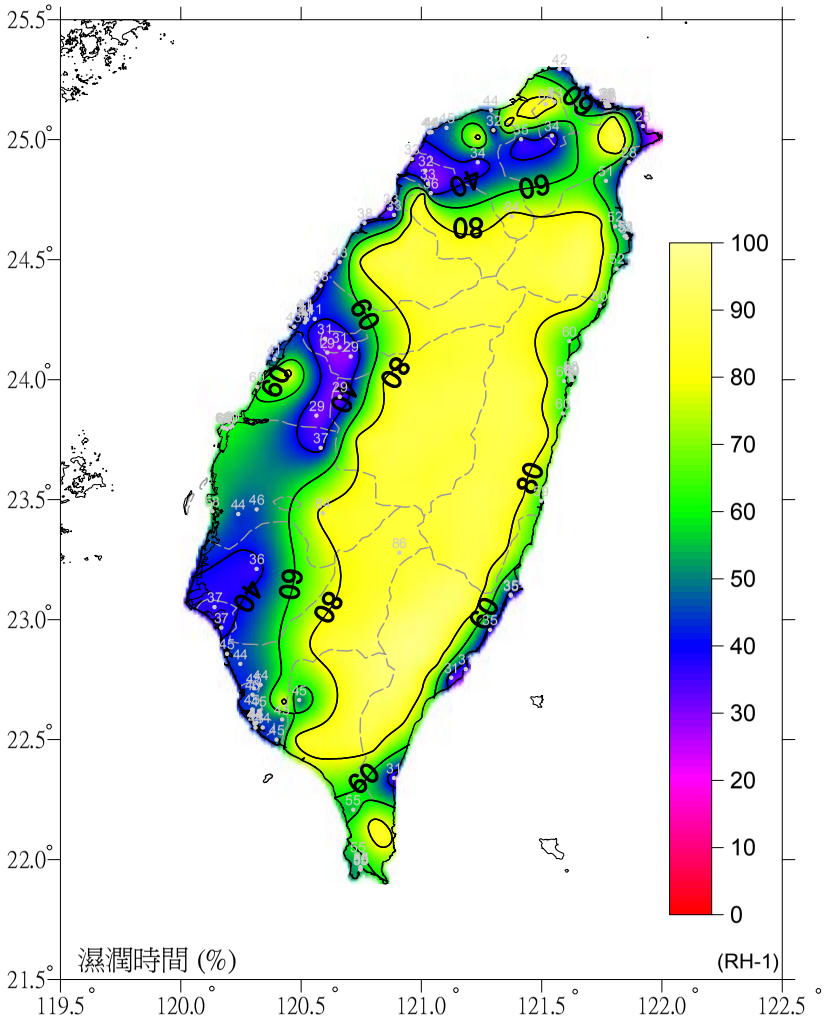


圖 5.17　2007.05-2007.09 濕潤時間(%)

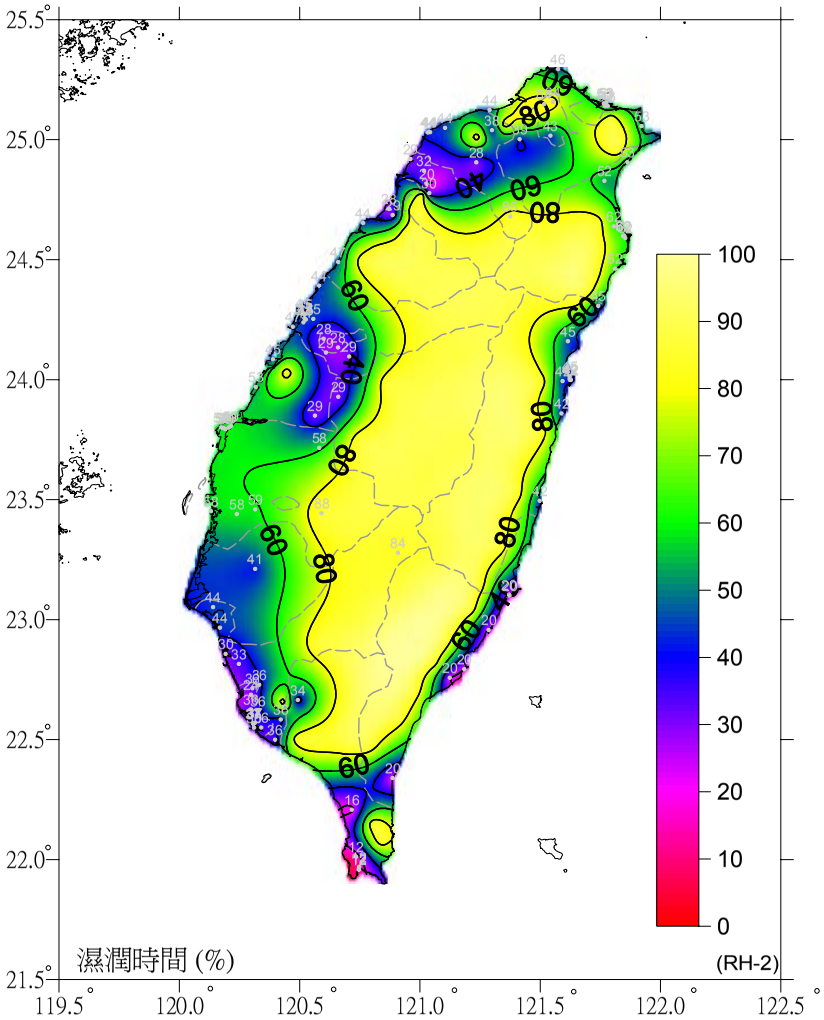


圖 5.18　2007.09-2008.01 濕潤時間(%)

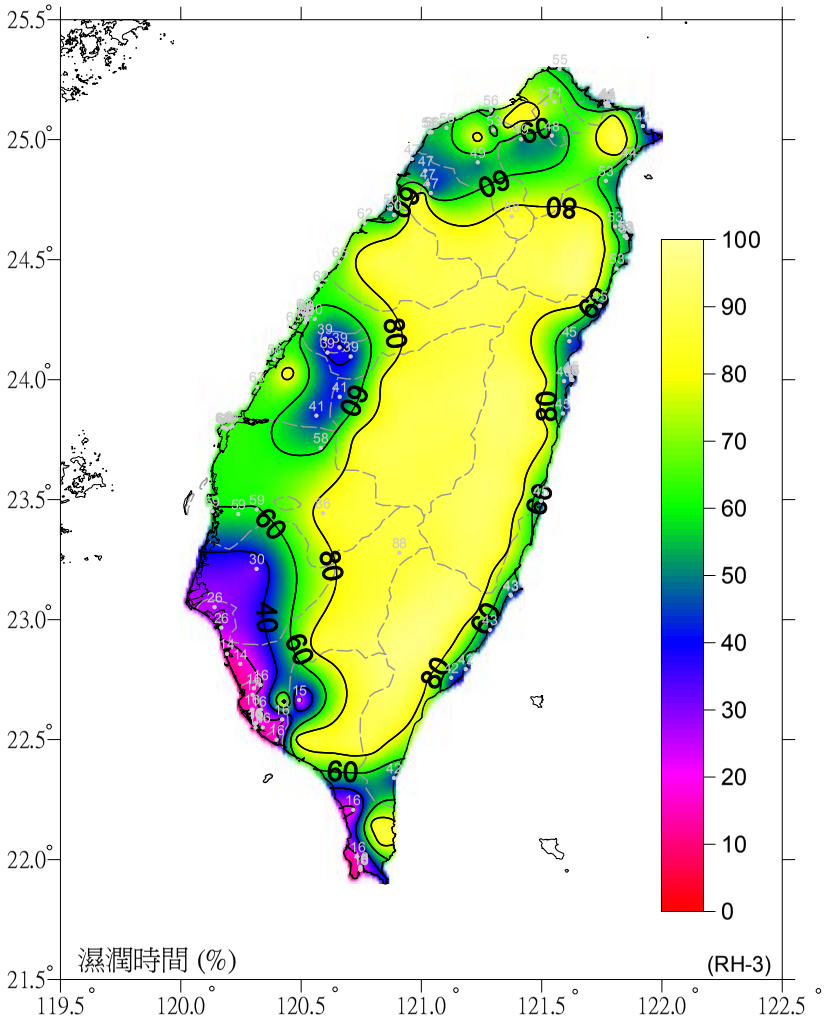


圖 5.19　2008.01-2008.05 濕潤時間百分比

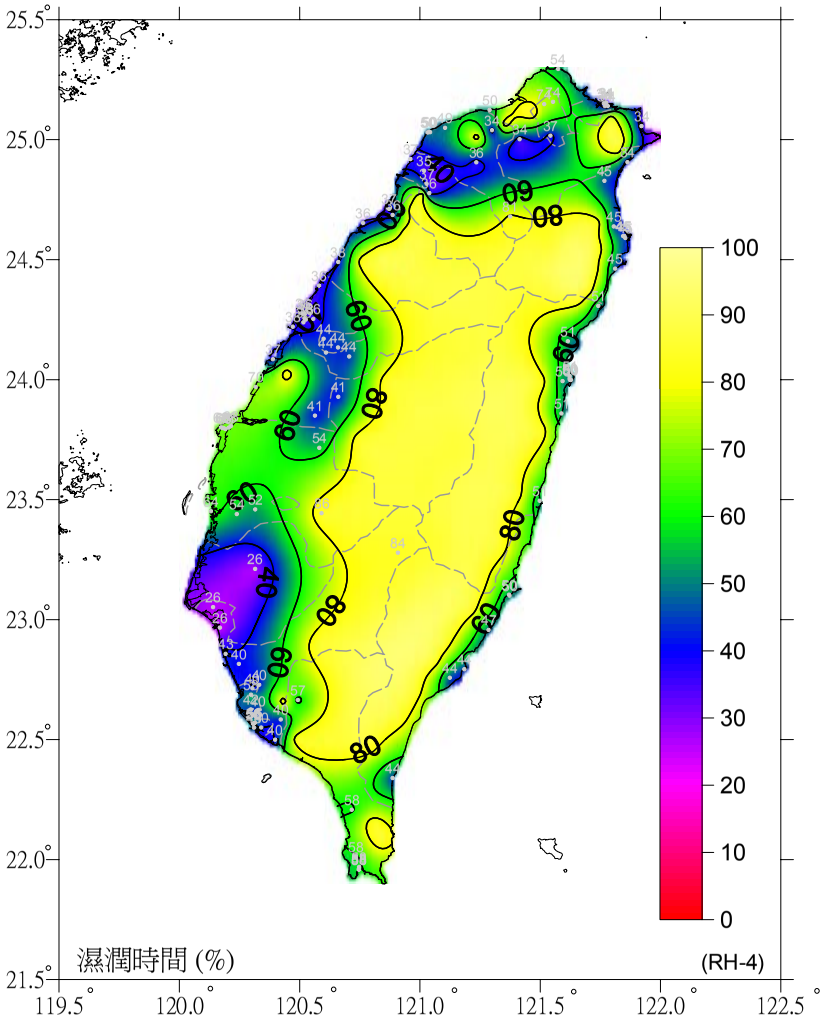


圖 5.20　2008.05-2008.08 濕潤時間百分比

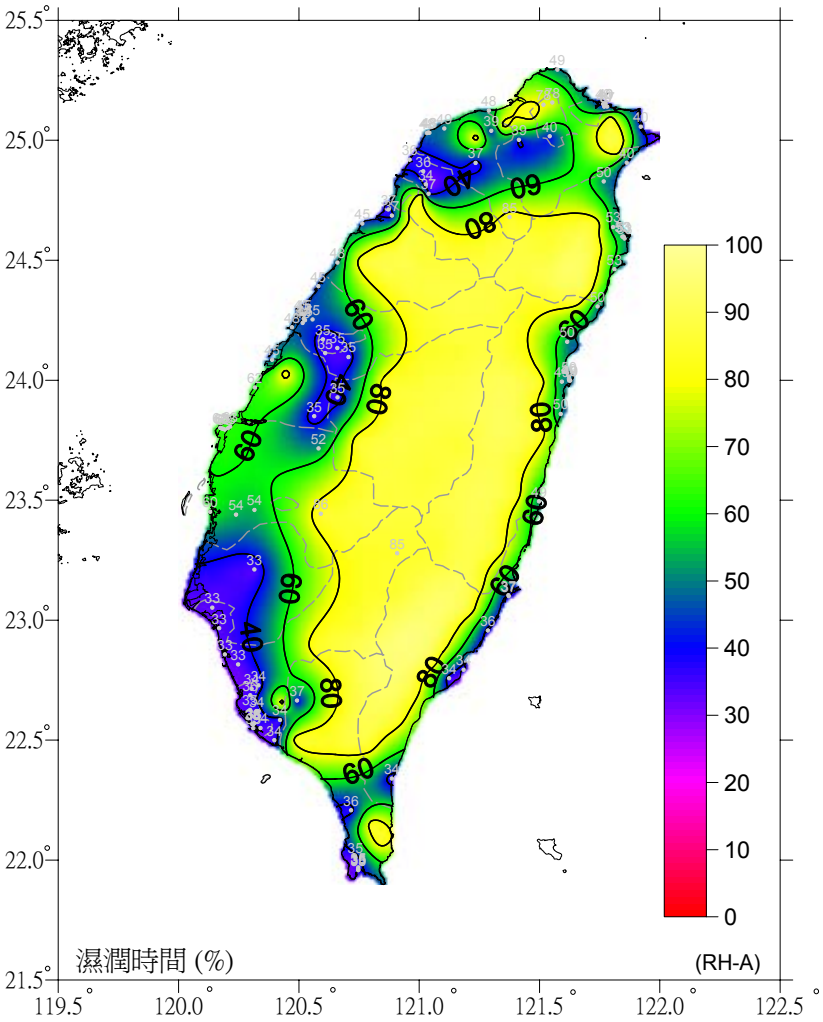


圖 5.21　2007.05-2008.08 濕潤時間百分比等位圖

5.5 腐蝕因子環境分類

參考 CNS 13401 (ISO 9223)，大氣腐蝕環境的分類可採用試片腐蝕速率量測與環境因子進行區分，若採用環境因子進行分類，選擇的參數則包括濕潤時間(τ)、空氣中的氯鹽沉積速率(S)與二氧化硫沉積量(P)。其中，濕潤時間是以全年中溫度高於 0 ^{o}C，相對濕度大於 80%之小時數或百分比計算，氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)是以 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(mg/m^2/day)測定或是空氣中的 SO_2 濃量(μg/m^3) 計算；其中，各參數的量測時間均至少為一年以上。表 5-12 至表 5-14 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 5-15 則為相對於表 5-12 至表 5-14 之分類結果，將大氣腐蝕環境分為 C1, C2, C3, C4 與 C5 五個等級，C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。

依據 CNS 與 ISO 規範，若要以腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類，濕潤時間、氯鹽與二氧化硫的沉積速率至少應經過一年以上的連續量測，彙整 2007.05-2008.08 一年調查期間之腐蝕因子檢測數據進行大氣腐蝕環境分類，結果如表 5-16 所示；若測點所在位置無實測的腐蝕因子數據，則以鄰近的腐蝕因子資料推估，選用測點的名稱如表中括號內所示。

表 5-12 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 5-13 氯鹽沉積速率分類

氯鹽沉積速率 $mg/m^2/day$	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 5-14 二氧化硫(SO_2) 沉積量分類

SO_2 沉積速率 $mg/m^2/day$	SO_2 濃度 $\mu g/m^2$	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 5-15 大氣腐蝕環境分類(以環境因子分類)

碳鋼															
	τ1			τ2			τ3			τ4			τ5		
	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3
P_0-P_1	1	1	1 or 2	1	2	3 or 4	2 or 3	3 or 4	4	3	4	5	3 or 4	5	5
P_2	1	1	1 or 2	1 or 2	2 or 3	3 or 4	3 or 4	3 or 4	4 or 5	4	4	5	4 or 5	5	5
P_3	1 or 2	1 or 2	2	2	3	4	4	4 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 5-16 利用 2007.05-2008.08 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積量分類	SO_2 沉積量分類	碳鋼大氣腐蝕分類	鋅與銅大氣腐蝕分類	鋁大氣腐蝕分類
1	核一廠	τ_4(淡水)	S1	P1 (基隆 3Km)	C3	C3	C3
2	**基隆試驗線 0m**	τ_4	S1	P1 (基隆 3Km)	C3	C3	C3
3	**100m**	τ_4	S1	P1 (基隆 3Km)	C3	C3	C3
4	**300m**	τ_4	S1	P1 (基隆 3Km)	C3	C3	C3
5	**1Km**	τ_4	S1	P1 (基隆 3Km)	C3	C3	C3
6	**3Km**	τ_4	S1	P1	C3	C3	C3
7	澳底安檢所	τ_4 (基隆)	S2	P1 (基隆 3Km)	C4	C4	C3 or C4
8	梗枋安檢所	τ_4 (基隆)	S1	P1 (礁溪火車站)	C3	C3	C3
9	礁溪火車站	τ_4(蘇澳)	S1	P1	C3	C3	C3
10	龍德工業區	τ_4(蘇澳)	S1	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
11	**蘇澳港試驗線 0m**	τ_4	S1	P3 (龍德)	C5	C4 or C5	C4 or C5
12	**100m**	τ_4	S1	P3 (龍德)	C5	C4 or C5	C4 or C5
13	**300m**	τ_4	S1	P3 (龍德)	C5	C4 or C5	C4 or C5
14	**1Km**	τ_4	S0	P3 (龍德)	C5	C4 or C5	C4 or C5
15	南澳安檢所	τ_4(蘇澳)	S1	P1 (和平)	C3	C3	C3
16	和平工業區	τ_4(花蓮)	S1 (南澳)	P1	C3	C3	C3
17	太魯閣國家公園	τ_4	S0	P0	C3	C3	C3
18	美崙工業區	τ_4(花蓮)	S1 (花蓮 1Km)	P1	C3	C3	C3

表 5-16 利用 2007.05-2008.08 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類（續 1）

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積量分類	SO_2 沉積量分類	碳鋼大氣腐蝕分類	鋅與銅大氣腐蝕分類	鋁大氣腐蝕分類
19	**花蓮港試驗線 0m**	τ_4	S1	P1 (美崙)	C3	C3	C3
20	**100m**	τ_4	S1	P1 (美崙)	C3	C3	C3
21	**300m**	τ_4	S1	P1 (美崙)	C3	C3	C3
22	**1Km**	τ_4	S1	P1 (美崙)	C3	C3	C3
23	**3Km**	τ_4	S0	P1 (美崙)	C3	C3	C3
24	橄仔樹安檢所	τ_4(花蓮)	S1	P1 (美崙)	C3	C3	C3
25	石梯安檢所	τ_4(花蓮)	S1	P1 (美崙)	C3	C3	C3
26	**成功試驗線 0m**	τ_4	S1	P1 (豐樂)	C3	C3	C3
27	**300m**	τ_4	S1	P1 (豐樂)	C3	C3	C3
28	金樽安檢所	τ_4(成功)	S1	P1 (豐樂)	C3	C3	C3
29	伽蘭安檢所	τ_4(臺東)	S2	P1 (豐樂)	C4	C4	C3 or C4
30	豐樂工業區	τ_4(臺東)	S0 (花蓮 3Km)	P1 (豐樂)	C3	C3	C3
31	尚武安檢所	τ_4(臺東)	S0	P1 (豐樂)	C3	C3	C3
32	**核三廠試驗線 0m**	τ_4(恆春)	S1	P0 (核三 1Km)	C3	C3	C3
33	**100m**	τ_4	S1	P0 (核三 1Km)	C3	C3	C3
34	**300m**	τ_4	S1	P0 (核三 1Km)	C3	C3	C3
35	**1Km**	τ_4	S1	P0	C3	C3	C3
36	**3Km**	τ_4	S0	P0 (核三 1Km)	C3	C3	C3

表 5-16 利用 2007.05-2008.08 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類（續 2）

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積量分類	SO_2 沉積量分類	碳鋼大氣腐蝕分類	鋅與銅大氣腐蝕分類	鋁大氣腐蝕分類
37	楓港變電站	τ_4(恆春)	S0	P0 (核三 1Km)	C3	C3	C3
38	屏東工業區	τ_4(高雄)	S0 (高雄市區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
39	中油林園廠	τ_4	S1 (大林電廠)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
40	大林火力電廠	τ_4	S1	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
41	中鋼公司	τ_4	S0	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
42	鳳山工業區	τ_4	S0 (高雄市區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
43	大發工業區	τ_4	S0 (中鋼)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
44	高雄市區	τ_4	S0	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
45	**高雄港試驗線 0m**	τ_4	S1	P3 (高雄市區)	C5	C4 or C5	C4 or C5
46	**100m**	τ_4	S1	P3 (高雄市區)	C5	C4 or C5	C4 or C5
47	**300m**	τ_4	S1	P3 (高雄市區)	C5	C4 or C5	C4 or C5
48	**1Km**	τ_4	S0	P3 (高雄市區)	C5	C4 or C5	C4 or C5
49	**3Km**	τ_4	S0	P3 (高雄市區)	C5	C4 or C5	C4 or C5
50	高鐵左營站	τ_4	S0	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
51	高雄煉油廠	τ_4	S0(高鐵左營站)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
52	仁大工業區	τ_4	S0(高鐵左營站)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
53	永安工業區	τ_4(高雄)	S1 (興達電廠)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
54	興達火力電廠	τ_4(高雄)	S1	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4

表 5-16 利用 2007.05-2008.08 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類（續 3）

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積量分類	SO_2 沉積量分類	碳鋼大氣腐蝕分類	鋅與銅大氣腐蝕分類	鋁大氣腐蝕分類
55	安平工業區	τ_4(臺南)	S0 (臺南市區)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
56	成大水工所	τ_4	S1	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
57	官田工業區	τ_4(臺南)	S0 (臺南鄉村區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
58	東石安檢所	τ_4 (麥寮)	S1	P2 (朴子)	C4	C3 or C4	C3 or C4
59	朴子工業區	τ_4(嘉義)	S0	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
60	高鐵嘉義站	τ_4(嘉義)	S0	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
61	斗六工業區	τ_4(嘉義)	S0 (鄉村區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
62	**臺塑六輕試驗線 0m**	τ_5 (麥寮)	S1	P3	C5	C5	C5
63	**100m**	τ_5	S1	P3	C5	C5	C5
64	**300m**	τ_5	S1	P3	C5	C5	C5
65	**1Km**	τ_5	S1	P3	C5	C5	C5
66	**3Km**	τ_5	S0	P3	C5	C5	C5
67	六輕工業區	τ_5	S0	P3	C5	C5	C5
68	王功安檢所	τ_4 (麥寮)	S1	P3 (臺塑六輕)	C5	C5	C5
69	彰濱工業區	τ_4(梧棲)	S1	P1	C3	C3	C3
70	田中工業區	τ_4(臺中)	S0 (臺中市區)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
71	南崗工業區	τ_4 (臺中)	S0 (臺中市區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
72	大里工業區	τ_4 (臺中)	S0 (臺中市區)	P1	C3	C3	C3

表 5–16 利用 2007.05-2008.08 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類（續 4）

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積量分類	SO_2 沉積量分類	碳鋼大氣腐蝕分類	鋅與銅大氣腐蝕分類	鋁大氣腐蝕分類
73	高鐵臺中站	τ_4(臺中)	S0	P1	C3	C3	C3
74	臺中市區	τ_4(臺中)	S0	P1	C3	C3	C3
75	臺中工業區	τ_4(臺中)	S0 (臺中市區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
76	關連工業區	τ_4(梧棲)	S0 (臺中港 1Km)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
77	臺中火力電廠	τ_4(梧棲)	S1	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
78	**臺中港試驗線 0m**	τ_4	S1	P2 (關連工業區)	C4	C3 or C4	C3 or C4
79	**100m**	τ_4	S1	P2 (關連工業區)	C4	C3 or C4	C3 or C4
80	**300m**	τ_4	S0	P2 (關連工業區)	C4	C3 or C4	C3 or C4
81	**1Km**	τ_4	S0	P2 (關連工業區)	C4	C3 or C4	C3 or C4
82	**3Km**	τ_4	S0	P2 (關連工業區)	C4	C3 or C4	C3 or C4
83	五甲安檢所	τ_4(梧棲)	S1	P2 (通霄電廠)	C4	C3 or C4	C3 or C4
84	通霄火力電廠	τ_4(梧棲)	S1	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
85	外埔安檢所	τ_4(梧棲)	S2	P2 (通霄電廠)	C4	C4	C4
86	竹南工業區	τ_4(新竹)	S0 (鄉村區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
87	頭份工業區	τ_4(新竹)	S0 (鄉村區)	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
88	外湖安檢所	τ_4(淡水)	S1	P1 (高鐵新竹站)	C3	C3	C3
89	工研院	τ_4(新竹)	S0 (高鐵新竹站)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
90	新竹工業區	τ_4(新竹)	S0 (高鐵新竹站)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4

表 5-16 利用 2007.05-2008.08 之腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類（續 5）

項次	試驗地點	相對濕度分類	氯鹽沉積量分類	SO_2 沉積量分類	碳鋼大氣腐蝕分類	鋅與銅大氣腐蝕分類	鋁大氣腐蝕分類
91	平鎮工業區	τ_4 (新竹)	S0 (鄉村區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
92	高鐵新竹站	τ_4	S0	P1	C3	C3	C3
93	**桃園試驗線 0m**	τ_4(淡水)	S2	P2 (桃園 300m)	C4	C4	C4
94	**100m**	τ_4	S1	P2 (桃園 300m)	C4	C3 or C4	C3 or C4
95	**300m**	τ_4	S1	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
96	**1Km**	τ_4	S1	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
97	林口火力電廠	τ_4(淡水)	S2	P2	C4	C4	C4
98	樹林工業區	τ_4(臺北)	S0 (臺北市區)	P2	C4	C3 or C4	C3 or C4
99	桃園煉油廠	τ_4(臺北)	S0	P3	C5	C4 or C5	C4 or C5
100	臺北市區	τ_4	S0	P1	C3	C3	C3
101	陽明山國家公園	τ_5	S0	P3+	C5	C5	C5
102	陽明山硫磺區	τ_5	S0	P3+	C5	C5	C5
103	北橫巴陵	τ_5	S0	P0	C3 or C4	C3 or C4	C4
104	阿里山	τ_5	S0	P0	C3 or C4	C3 or C4	C4
105	南橫天池	τ_5	S0	P0	C3 or C4	C3 or C4	C4

5.6 現地暴露試驗

現地暴露試驗試驗點建置的數量以涵蓋氯鹽沉積量與二氧化硫沉積量調查位置之 75%為原則，全國合計共有 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 5.22 所示；各次試體之安裝與採樣時間如表 5-17 所示。

表 5-17 金屬試片安裝與採樣時間

項次	試驗地點	安裝日期	第一次取樣	第二次取樣	第三次取樣	第四次取樣
1	核一廠	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
2	基隆試驗線 0m	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
3	基隆試驗線 300m	2007/5/18	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
4	基隆試驗線 1Km	2007/5/18	2007/8/15	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
5	基隆試驗線 3Km	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
6	澳底安檢所	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
7	梗枋安檢所	2007/5/17	2007/9/7	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
8	礁溪火車站	2007/5/17	2007/8/15	2008/1/30	2008/5/14	2008/8/20
9	龍德工業區	2008/5/15	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/20
10	蘇澳港試驗線 0m	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/21
11	蘇澳港試驗線 300m	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/31	2008/5/15	2008/8/21
12	蘇澳港試驗線 1Km	2007/5/17	2007/9/6	2008/1/30	2008/5/15	2008/8/21
13	南澳安檢所	2007/5/16	2007/9/6	2008/1/30	2008/5/16	2008/8/21
14	和平工業區	2007/5/16	2007/8/16	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/26
15	太魯閣國家公園	2007/5/16	2007/8/16	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/26
16	花蓮港試驗線 0m	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/16	2008/6/4	2008/8/26
17	花蓮港試驗線 300m	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/5	2008/8/27
18	花蓮港試驗線 1Km	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/5	2008/8/27
19	花蓮港試驗線 3Km	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/16	2008/6/5	2008/8/27
20	橄仔樹安檢所	2007/5/16	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/27
21	石梯安檢所	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/4	2008/8/27
22	成功試驗線 0m	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/9	2008/8/27
23	成功試驗線 300m	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/9	2008/8/27
24	金樽安檢所	2007/5/30	2007/9/5	2008/1/15	2008/6/9	2008/8/28
25	伽蘭安檢所	2007/5/29	2007/9/4	2008/1/14	2008/6/9	2008/8/28
26	豐樂工業區	2007/5/30	2007/9/4	2008/1/14	2008/6/10	2008/8/28
27	尚武安檢所	2007/5/29	2007/9/4	2008/1/14	2008/6/10	2008/8/28
28	核三廠試驗線 0m	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
29	核三廠試驗線 300m	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
30	核三廠試驗線 1Km	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
31	核三廠試驗線 3Km	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
32	楓港變電站	2007/6/6	2007/10/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/8/14
33	屏東工業區	2007/6/6	2007/9/4	2008/1/23	2008/5/22	2008/7/23
34	中油林園廠	2007/5/25	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/7/23
35	大林火力電廠	2007/6/5	2007/8/28	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/13
36	中鋼公司	2007/5/25	2007/8/29	2007/12/5	2008/4/8	2008/7/23

表 5-17 金屬試片安裝與採樣時間（續 1）

項次	試驗地點	安裝日期	第一次取樣	第二次取樣	第三次取樣	第四次取樣
37	大發工業區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/7/23
38	高雄市區	2007/5/24	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/8/7
39	高雄港試驗線 0m	2007/5/25	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
40	高雄港試驗線 300m	2007/5/24	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
41	高雄港試驗線 1Km	2007/5/24	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
42	高雄港試驗線 3Km	2007/5/24	2007/8/22	2007/12/6	2008/5/21	2008/8/7
43	高鐵左營站	2007/6/5	2007/10/3	2008/1/24	2008/5/29	2008/8/6
44	高雄煉油廠	2007/5/25	2007/8/28	2007/12/6	2008/4/8	2008/7/23
45	仁大工業區	2007/5/24	2007/8/29	2007/12/5	2008/4/8	2008/7/23
46	興達火力電廠	2007/6/4	2007/8/28	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/13
47	成大水工所	2007/6/5	2007/9/17	2007/12/27	2008/4/9	2008/7/24
48	官田工業區	2007/5/23	2007/8/22	2007/12/5	2008/4/9	2008/7/24
49	東石安檢所	2007/6/12	2007/9/17	2007/12/28	2008/4/9	2008/7/22
50	朴子工業區	2008/6/20	2007/9/17	2007/12/28	2008/4/9	2008/7/22
51	高鐵嘉義站	2007/6/12	2007/10/3	2008/1/24	2008/5/29	2008/8/6
52	斗六工業區	2007/5/23	2007/8/22	2007/12/5	2008/4/10	2008/7/22
53	臺塑六輕試驗線 0m	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
54	六輕試驗線 300m	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
55	六輕試驗線 1Km	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
56	六輕試驗線 3Km	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
57	六輕工業區	2007/6/13	2007/10/2	2008/1/7	2008/5/28	2008/9/2
58	王功安檢所	2007/6/13	2007/9/26	2008/1/7	2008/5/20	2008/8/5
59	彰濱工業區	2007/5/29	2007/9/14	2008/1/8	2008/5/20	2008/8/5
60	田中工業區	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/4/10	2008/7/22
61	高鐵臺中站	2007/6/12	2007/9/19	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
62	臺中市區	2007/6/11	2007/9/26	2008/1/8	2008/5/7	2008/7/30
63	臺中火力電廠	2007/6/4	2007/8/27	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/12
64	臺中港試驗線 0m	2007/5/28	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
65	臺中港試驗線 300m	2007/5/30	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
66	臺中港試驗線 1Km	2007/5/30	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
67	臺中港試驗線 3Km	2007/5/30	2007/9/14	2007/12/25	2008/5/9	2008/7/29
68	五甲安檢所	2007/6/15	2007/9/13	2008/1/4	2008/5/8	2008/7/30
69	通霄火力電廠	2007/6/4	2007/8/27	2008/1/22	2008/4/7	2008/8/12
70	外埔安檢所	2007/6/15	2007/9/13	2008/1/4	2008/5/8	2008/7/30
71	頭份工業區	2007/6/15	2007/9/13	2008/1/4	2008/5/8	2008/7/30
72	外湖安檢所	2007/6/14	2007/9/13	2008/1/10	2008/5/27	2008/8/19

表 5-17 金屬試片安裝與採樣時間（續 2）

項次	試驗地點	安裝日期	第一次取樣	第二次取樣	第三次取樣	第四次取樣
73	工研院	2007/5/22	2007/9/12	2008/1/21	2008/6/2	2008/8/25
74	新竹工業區	2007/6/23	2007/9/12	2008/1/27	2008/6/8	2008/8/19
75	平鎮工業區	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
76	高鐵新竹站	2007/6/23	2007/10/1	2008/1/10	2008/5/27	2008/8/19
77	桃園試驗線 0m	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
78	桃園試驗線 300m	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
79	桃園試驗線 1Km (觀音工業區)	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
80	林口火力電廠	2007/6/14	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/12
81	樹林工業區	2007/5/21	2007/8/21	2007/12/18	2008/5/27	2008/8/19
82	桃園煉油廠 (淡水)	2007/6/11	2007/9/11	2008/1/3	2008/5/6	2008/8/19
83	臺北市區	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
84	陽明山國家公園	2007/6/1	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
85	陽明山硫磺區	2007/6/21	2007/10/11	2008/1/28	2008/5/13	2008/8/1
86	阿里山	2007/6/20	2007/10/2	2008/1/18	2008/5/28	2008/8/11
87	南橫天池	2007/6/27	2007/10/12	2008/1/17	2008/5/29	2008/8/5
88	北橫巴陵	2007/7/4	2007/10/31	2008/2/4	2008/5/13	2008/9/3

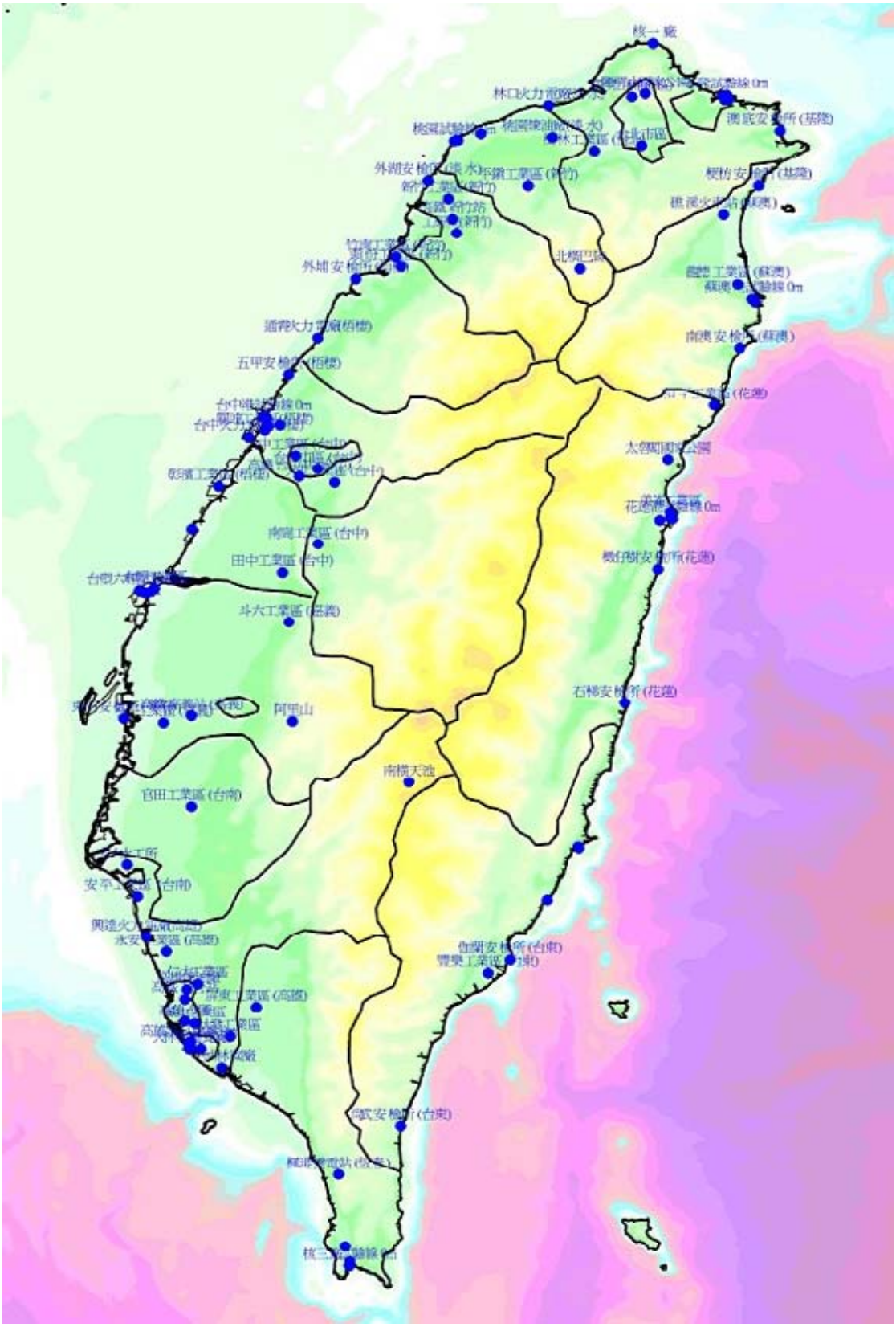


圖 5.22 現地暴露試驗(碳鋼、鋅、鋁、銅螺旋狀試片)試驗點分佈圖

5.6.1 螺旋狀試片

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

5.6.2 試片腐蝕生成物清除與測試

碳鋼、鋅、鋁、銅四種螺旋狀金屬線材之大氣腐蝕速率量測，依照 CNS14122 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕–試片腐蝕生成物清除法，以適當的清洗方式除去試片表面腐蝕生成物，量測其重量損失，並依金屬材料的暴露時間，計算其大氣腐蝕速率。為確保除去腐蝕生成物的化學清洗方法不會損壞底材金屬，先依照 CNS14122 規範，使用腐蝕試片進行重複清洗，以制定檢量標準，作業流程如圖 5.23 所示。針對不同金屬，化學清洗法使用的化學藥品及各項條件如表 5-18 所示。

表 5-18 化學清洗法使用的化學藥品及各項條件

材料	化學藥品	時間（min）	溫度（^{o}C）	備註
碳鋼	以 500mL HCl（ρ=1.19g/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，ρ=1.84 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，ρ=1.42 g/mL）	1~5	室溫 (23.5)	去除額外之沉積物及塊狀之腐蝕生成物，以免造成基底金屬過度流失

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

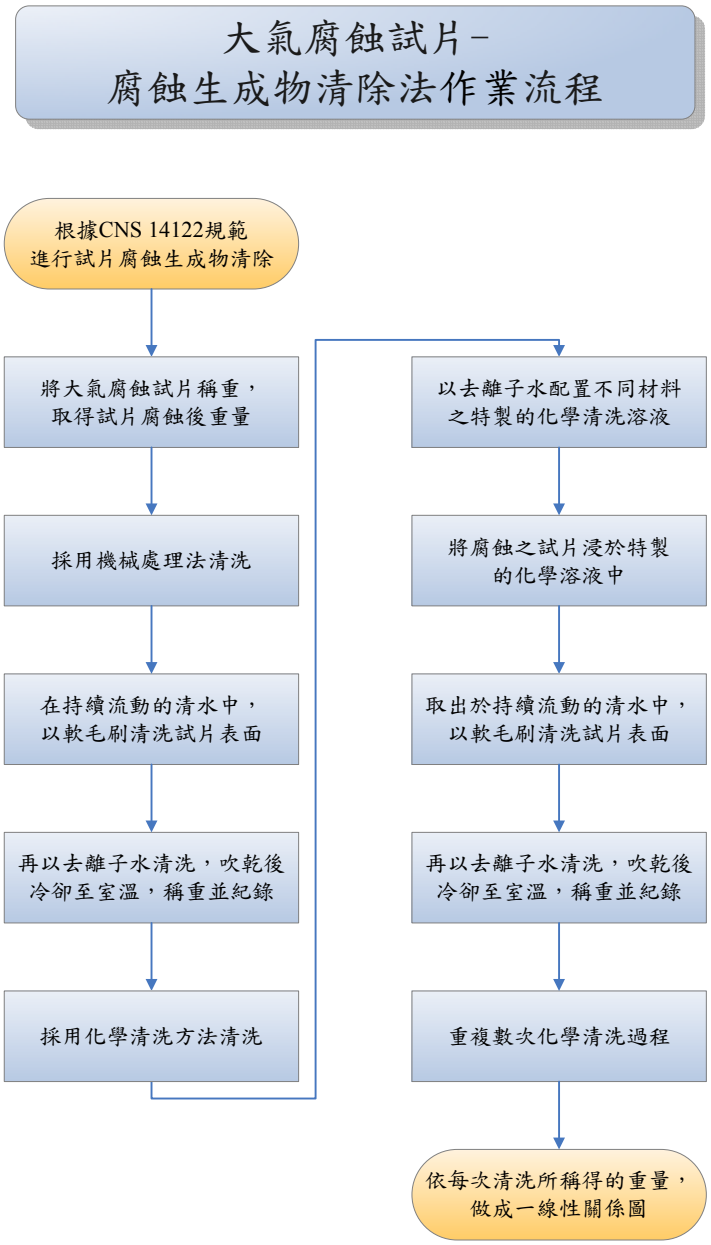


圖 5.23 腐蝕生成物清除法作業流程圖

5.6.3 腐蝕速率計算與調查結果

螺旋狀標準試片之腐蝕速率單位以 μm/y 表示，計算公式依據 CNS 13753 規範，如下：

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

式中， R_{corr}=腐蝕速率(μm/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)

金屬的腐蝕速率在初期暴露時最大，隨後會逐漸下降而最終到達一穩定值；表 5-19 即為 CNS 13401 規範中以各金屬最初第一年之腐蝕速率來區分腐蝕環境，表中除鋁金屬外，碳鋼、鋅、銅金屬的腐蝕速率單位均可以 μm/yr 表示；主要原因是因碳鋼、鋅、銅金屬在大氣環境中的腐蝕現象為均勻腐蝕，但鋁金屬則為局部腐蝕，所以鋼、鋅、銅金屬的腐蝕速率可以 μm/yr 表示，但鋁的腐蝕速率須以 $g/m^2/yr$ 表示。今彙整四次採樣與一年期之各金屬之腐蝕速率計算結果，如表 5-20 至表 5-23 所示。

第一次調查期間(2007.05-2007.10，夏季至初秋)，除了陽明山硫磺區的試片腐蝕速率特別大之外(碳鋼= 875μm/yr、鋅= 10.2μm/yr、銅= 55.2μm/yr、鋁= 16.692 $g/m^2/yr$)，針對碳鋼金屬，大氣腐蝕速率介於 9.6μm/yr (南橫天池)至 398.2μm/yr (新竹外湖安檢所)之間；鋅金屬介於 1.5μm/yr (雲林斗六工業區)至 44.1μm/yr (桃園大潭試驗線 0m)之間；銅金屬介於 0.6μm/yr (南橫天池)至 20.6μm/yr (蘇澳龍德工業區)之間；而鋁金屬則介於 0.136 $g/m^2/yr$ (南橫天池)至 22.483 $g/m^2/yr$ (彰化王功安檢所)之間。

第二次調查期間(2007.09-2008.01，初秋到冬季)，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 19.1μm/yr (南橫天池)至 480.2μm/yr (臺塑六輕試驗線 0m 處)之間；鋅金屬介於 1.7μm/yr (北橫巴陵)至 157.7μm/yr(桃園大潭試驗線 0m)之間；銅金屬介於 1.1μm/yr (南橫天池)至 53.3μm/yr (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 1.133 g/m^2/yr (屏東工業區)至 40.974 g/m^2/yr 六輕試驗線 1Km 處)之間。

第三次調查期間(2008.01-2008.05，冬季至春末)，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 19.1μm/yr (南橫天池)至 480.2μm/yr (臺塑六輕試驗線 0m 處)之間；鋅金屬介於 1.7μm/yr (北橫巴陵)至 157.7μm/yr(桃園大潭試驗線 0m)之間；銅金屬介於 1.1μm/yr (南橫天池)至 53.3μm/yr (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 1.133 g/m^2/yr (屏東工業區)至 40.974 g/m^2/yr(六輕試驗線 1Km 處)之間。

第四次調查期間(2008.05-2008.08，春末至夏季)，碳鋼金屬大氣腐蝕速率以陽明山硫磺區最高，為 803.9μm/yr，其餘介於 11.2μm/yr (南橫天池)至 414.5μm/yr (新竹外湖安檢所)之間；鋅金屬介於 1.8μm/yr (雲林斗六工業區)至 45.7μm/yr(新竹外湖安檢所)之間；銅金屬介於 2.2μm/yr (阿里山與雲林斗六工業區)至 66.7μm/yr (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 0.279 g/m^2/yr (南橫天池)至 26.293 g/m^2/yr (苗栗外埔安檢所)之間。

至於一年期暴露試驗(2007.05-2008.08)金屬的腐蝕速率，碳鋼金屬大氣腐蝕速率介於 19.2μm/yr (南橫天池)到 594.1μm/yr (陽明山硫磺區)之間；鋅金屬介於 1.1μm/yr (北橫巴陵)至 125.7μm/yr(桃園大潭試驗線 0m)之間；銅金屬介於 0.9μm/yr (北橫巴陵)至 33.9μm/yr (陽明山硫磺區)之間；而鋁金屬則介於 0.177 g/m^2/yr (太魯閣國家公園)至 14.196 g/m^2/yr(六輕試驗線 1Km 處)之間。

表 5-19 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	$g/m^2/yr$ μm/yr	$\gamma_{corr}\leq 10$ $\gamma_{corr}\leq 1.3$	$\gamma_{corr}\leq 0.7$ $\gamma_{corr}\leq 0.1$	$\gamma_{corr}\leq 0.9$ $\gamma_{corr}\leq 0.1$	可忽視 —
C2	$g/m^2/yr$ μm/yr	$10<\gamma_{corr}\leq 200$ $1.3<\gamma_{corr}\leq 25$	$0.7<\gamma_{corr}\leq 5$ $0.1<\gamma_{corr}\leq 0.7$	$0.9<\gamma_{corr}\leq 5$ $0.1<\gamma_{corr}\leq 0.6$	$\gamma_{corr}\leq 0.6$ —
C3	$g/m^2/yr$ μm/yr	$200<\gamma_{corr}\leq 400$ $25<\gamma_{corr}\leq 50$	$5<\gamma_{corr}\leq 15$ $0.7<\gamma_{corr}\leq 2.1$	$5<\gamma_{corr}\leq 12$ $0.6<\gamma_{corr}\leq 1.3$	$0.6<\gamma_{corr}\leq 2$ —
C4	$g/m^2/yr$ μm/yr	$400<\gamma_{corr}\leq 650$ $50<\gamma_{corr}\leq 80$	$15<\gamma_{corr}\leq 30$ $2.1<\gamma_{corr}\leq 4.2$	$12<\gamma_{corr}\leq 25$ $1.3<\gamma_{corr}\leq 2.8$	$2<\gamma_{corr}\leq 5$ —
C5	$g/m^2/yr$ μm/yr	$650<\gamma_{corr}\leq 1500$ $80<\gamma_{corr}\leq 200$	$30<\gamma_{corr}\leq 1500$ $4.2<\gamma_{corr}\leq 8.4$	$25<\gamma_{corr}\leq 50$ $2.8<\gamma_{corr}\leq 5.6$	$5<\gamma_{corr}\leq 10$ —

資料來源：CNS 13401 (ISO 9223)

表 5-20 碳鋼金屬之腐蝕速率(單位：μm/yr)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
1	核一廠	226.7	388.1	230.7	351.0	290.9
2	**基隆試驗線 0m**	126.4	254.2	218.7	151.3	247.0
3	**基隆試驗線 300m**	68.9	249.5	179.4	100.4	247.2
4	**基隆試驗線 1Km**	57.7	173.2	176.0	72.6	112.6
5	**基隆試驗線 3Km**	58.7	205.8	148.3	69.3	113.5
6	澳底安檢所	158.8	325.5	274.3	210.9	323.7
7	梗枋安檢所	129.9	212.7	39.3	172.4	155.2
8	礁溪火車站	24.4	58.2	55.0	63.6	27.3
9	龍德工業區	170.6	87.8	104.3	141.6	141.1
10	**蘇澳港試驗線 0m**	64.2	117.8	106.9	116.0	71.9
11	**蘇澳港試驗線 300m**	52.5	107.5	82.6	91.7	62.0
12	**蘇澳港試驗線 1Km**	68.3	101.7	93.4	87.9	72.6
13	南澳安檢所	103.5	112.2	102.7	108.4	101.6
14	和平工業區	44.0	60.0	71.0	72.4	33.7
15	太魯閣國家公園	25.2	29.6	42.9	48.4	32.5
16	**花蓮港試驗線 0m**	95.6	170.0	129.8	140.9	137.2
17	**花蓮港試驗線 300m**	45.9	139.4	95.1	111.1	102.1
18	**花蓮港試驗線 1Km**	45.3	145.0	65.2	82.1	92.5
19	**花蓮港試驗線 3Km**	25.8	106.2	66.5	58.5	69.6
20	橄仔樹安檢所	143.2	169.0	180.3	157.6	174.3
21	石梯安檢所	80.7	170.9	161.4	116.2	105.6
22	**成功試驗線 0m**	162.4	155.9	93.6	221.7	122.2
23	**成功試驗線 300m**	84.8	125.3	81.7	131.9	84.3
24	金樽安檢所	158.5	133.7	98.4	188.4	85.2
25	伽蘭安檢所	105.5	105.4	72.4	145.6	88.6
26	豐樂工業區	51.7	64.7	64.8	104.3	33.2
27	尚武安檢所	47.8	83.2	58.7	91.6	33.2
28	**核三廠試驗線 0m**		141.9	111.5	176.5	89.4
29	**核三廠試驗線 300m**	100.0	114.0	125.3	136.0	59.9
30	**核三廠試驗線 1Km**	85.6	71.7	58.6	128.0	59.7
31	**核三廠試驗線 3Km**	62.0	74.3	46.5	121.2	55.1
32	楓港變電站	72.0	52.8	61.6	92.4	36.5
33	屏東工業區	48.0	58.6	25.4	64.5	34.7
34	中油林園廠	116.4	102.7	59.6	113.7	61.5

表 5-20 碳鋼金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
35	大林火力電廠	150.0	114.5	69.0	136.0	84.5
36	中鋼公司	105.6	119.9	70.8	131.7	59.5
37	大發工業區	98.9	89.7	66.9	82.1	55.3
38	高雄市區	71.9	67.4	58.6	76.2	72.8
39	**高雄港試驗線 0m**	142.2	113.9	68.6		
40	**高雄港試驗線 300m**	122.3	95.8	63.8	123.3	117.1
41	**高雄港試驗線 1Km**	93.8	101.0	62.5	100.5	89.1
42	**高雄港試驗線 3Km**	87.7	98.0	57.6	91.3	84.0
43	高鐵左營站	78.2	65.7	61.6	93.4	61.2
44	高雄煉油廠	157.1	95.7	64.8	130.4	74.2
45	仁大工業區	86.5	86.9	46.9	82.0	69.7
46	興達火力電廠	158.1	73.1	117.6	132.4	66.1
47	成大水工所	88.6	101.6	69.2	69.9	57.1
48	官田工業區	63.1	84.3	90.4	79.1	39.2
49	東石安檢所	143.3	169.3	168.1	148.5	101.3
50	朴子工業區	71.6	77.8	82.6	103.7	79.4
51	高鐵嘉義站	37.4	95.1	89.3	51.8	47.8
52	斗六工業區	35.8	49.4	35.0	34.0	34.5
53	**臺塑六輕試驗線 0m**	176.3	480.2	264.0	155.8	191.2
54	**六輕試驗線 300m**	146.0	362.0	182.7	97.2	130.1
55	**六輕試驗線 1Km**	96.2	436.3	184.1	142.3	167.6
56	**六輕試驗線 3Km**	82.1	316.8	144.6	117.7	124.2
57	六輕工業區	93.6	387.9	207.1		173.0
58	王功安檢所	56.1	362.9	241.5	150.5	164.8
59	彰濱工業區	61.9	265.9	201.2	97.7	132.1
60	田中工業區	63.9	71.1	85.4	102.7	38.4
61	高鐵臺中站	57.6	57.3	66.2	80.8	45.5
62	臺中市區	42.7	38.8	54.6	66.6	46.7
63	臺中火力電廠	88.7	294.7	260.2	141.1	127.1
64	**臺中港試驗線 0m**	69.4	262.7	207.2	137.2	104.2
65	**臺中港試驗線 300m**	42.9	224.0	128.4	96.1	59.3
66	**臺中港試驗線 1Km**	49.3	148.0	146.4	107.7	65.5
67	**臺中港試驗線 3Km**	32.3	112.8	108.7	130.0	43.5
68	五甲安檢所	63.0	227.0	165.5	180.6	131.9

表 5-20 碳鋼金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
69	通霄火力電廠	55.4	97.9	171.8	74.3	66.5
70	外埔安檢所	141.6	461.3	399.9	225.0	159.2
71	頭份工業區	77.6	121.9	155.0	101.0	100.0
72	外湖安檢所	398.3	296.6	273.9	414.5	298.4
73	工研院	39.3	54.6	89.0	76.7	67.5
74	新竹工業區	62.3	105.4	92.9	68.5	77.7
75	平鎮工業區	70.2	107.6	118.1	88.4	56.3
76	高鐵新竹站	47.3	80.8	85.1	75.1	62.7
77	**桃園試驗線 0m**	243.1	398.6	287.9	267.3	273.3
78	**桃園試驗線 300m**	140.2	307.0	148.8	191.5	254.5
79	**桃園試驗線 1Km** (觀音工業區)	105.5	340.1	205.1	125.8	231.0
80	林口火力電廠	139.0	336.5	258.3	287.5	254.9
81	樹林工業區	57.7	68.7	77.2	77.9	44.7
82	桃園煉油廠	97.5	124.5	116.7	167.3	157.6
83	臺北市區	46.1	112.0	94.5	126.0	65.9
84	陽明山國家公園	68.4	226.5	173.7	171.7	168.9
85	陽明山硫磺區	875.0	424.3	532.6	803.9	594.1
86	阿里山	53.5	36.2	33.0	28.6	25.6
87	南橫天池	9.6	19.1	18.8	11.2	19.2
88	北橫巴陵	23.7	28.9	54.0	25.3	19.2

註：- 表示試片遺失

表 5-21 鋅金屬之腐蝕速率(單位：μm/yr)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
1	核一廠	4.9	14.9	17.0	13.8	12.1
2	**基隆試驗線 0m**	3.8	17.0	21.0	12.4	7.0
3	**基隆試驗線 300m**	1.9	11.4	17.6	8.3	4.4
4	**基隆試驗線 1Km**	5.3	4.9	12.0	6.0	2.5
5	**基隆試驗線 3Km**	2.8	6.6	9.8	4.9	2.7
6	澳底安檢所	5.7	19.5	8.6	15.0	9.5
7	梗枋安檢所	4.4	15.1	5.1	14.5	6.1
8	礁溪火車站	3.1	2.7	2.3	3.3	1.3
9	龍德工業區	3.9	7.3	4.4	3.8	2.8
10	**蘇澳港試驗線 0m**	3.4	8.1	4.8	5.2	4.4
11	**蘇澳港試驗線 300m**	4.2	6.4	3.1	3.4	3.4
12	**蘇澳港試驗線 1Km**	4.1	8.8	3.5	3.8	3.6
13	南澳安檢所	7.7	8.2	3.6	6.7	4.9
14	和平工業區	2.9	4.8	3.1	2.0	2.8
15	太魯閣國家公園	3.8	4.2	2.4	1.9	2.0
16	**花蓮港試驗線 0m**	6.3	9.2	6.1	11.2	5.3
17	**花蓮港試驗線 300m**	3.4	10.8	3.4	10.2	3.5
18	**花蓮港試驗線 1Km**	3.6	8.6	2.9	9.8	2.9
19	**花蓮港試驗線 3Km**	3.5	5.3	2.9	5.4	2.5
20	橄仔樹安檢所	18.8	31.9	17.5	16.8	8.8
21	石梯安檢所	5.5	18.1	6.4	5.4	4.2
22	**成功試驗線 0m**	11.5	5.6	9.4	17.5	6.4
23	**成功試驗線 300m**	4.4	5.5	9.6	8.0	4.9
24	金樽安檢所	13.8	11.3	9.4	20.0	9.6
25	伽蘭安檢所	8.2	10.4	12.4	8.5	7.8
26	豐樂工業區	2.6	3.1	2.4	3.7	1.1
27	尚武安檢所	1.9	8.4	3.7	7.3	3.2
28	**核三廠試驗線 0m**		16.4	11.3	6.8	9.1
29	**核三廠試驗線 300m**	4.4	12.8	4.9	6.1	4.7
30	**核三廠試驗線 1Km**	3.9	6.9	6.1	4.5	4.5
31	**核三廠試驗線 3Km**	4.2	7.1	3.4	5.2	3.0
32	楓港變電站	5.6	3.6	2.8	3.9	2.6
33	屏東工業區	4.1	2.8	1.8	4.8	1.6
34	中油林園廠	6.5	3.5	2.3	4.6	3.3

表 5-21 鋅金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
35	大林火力電廠	10.5	3.7	4.5	5.4	8.7
36	中鋼公司	4.3	3.6	1.6	4.6	2.5
37	大發工業區	5.6	3.5	2.9	4.3	2.8
38	高雄市區	2.6	2.8	1.9	3.4	2.5
39	**高雄港試驗線 0m**	7.9	4.9	1.9	-	-
40	**高雄港試驗線 300m**	5.7	4.0	2.1	6.7	4.6
41	**高雄港試驗線 1Km**	3.2	4.9	1.3	4.7	4.5
42	**高雄港試驗線 3Km**	3.0	4.2	1.2	3.1	3.4
43	高鐵左營站	3.1	1.8	2.4	3.3	2.4
44	高雄煉油廠	5.1	2.6	1.6	3.2	2.2
45	仁大工業區	3.9	2.7	1.3	3.5	2.4
46	興達火力電廠	7.3	15.8	3.7	3.7	3.2
47	成大水工所	4.6	12.3	4.1	2.1	3.7
48	官田工業區	3.0	3.1	2.8	2.8	1.5
49	東石安檢所	7.9	8.5	6.5	3.4	5.9
50	朴子工業區	2.3	3.4	2.7	2.9	2.2
51	高鐵嘉義站	2.2	4.4	6.2	5.4	1.6
52	斗六工業區	1.5	3.3	0.9	1.8	1.4
53	**臺塑六輕試驗線 0m**	6.3	54.0	12.6	5.1	13.0
54	**六輕試驗線 300m**	4.2	52.4	7.4	4.5	10.0
55	**六輕試驗線 1Km**	3.3	64.8	18.9	4.1	14.8
56	**六輕試驗線 3Km**	3.5	55.4	9.0	1.9	8.6
57	六輕工業區	3.3	47.9	7.7	-	5.0
58	王功安檢所	4.4	52.0	39.8	5.1	11.6
59	彰濱工業區	31.3	10.5	15.5	6.1	9.6
60	田中工業區	2.2	3.6	2.4	2.7	1.3
61	高鐵臺中站	4.2	5.0	2.9	2.2	1.9
62	臺中市區	2.5	2.3	0.8	2.6	1.5
63	臺中火力電廠	4.9	17.6	15.4	4.6	10.0
64	**臺中港試驗線 0m**	3.8	14.0	6.9	9.8	5.8
65	**臺中港試驗線 300m**	3.6	10.3	3.8	6.3	4.5
66	**臺中港試驗線 1Km**	3.5	13.0	6.4	7.6	4.3
67	**臺中港試驗線 3Km**	3.0	6.2	2.6	4.0	2.7
68	五甲安檢所	11.8	12.6	7.1	5.1	7.5

表 5-21 鋅金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
69	通霄火力電廠	3.5	10.3	13.7	3.7	5.7
70	外埔安檢所	19.1	45.6	24.7	29.1	30.0
71	頭份工業區	2.8	5.1	5.3	10.1	3.8
72	外湖安檢所	25.9	19.3	30.2	45.7	21.2
73	工研院	4.9	5.5	5.6	11.7	3.9
74	新竹工業區	1.8	3.4	5.1	2.9	2.9
75	平鎮工業區	3.3	5.8	4.4	5.5	2.7
76	高鐵新竹站	1.9	3.1	2.7	2.2	3.5
77	**桃園試驗線 0m**	44.1	157.7	37.9	13.1	125.7
78	**桃園試驗線 300m**	13.1	27.5	7.6	8.1	15.4
79	**桃園試驗線 1Km (觀音工業區)**	4.4	11.2	4.0	4.8	9.9
80	林口火力電廠	15.6	8.5	6.5	27.8	35.8
81	樹林工業區	3.5	4.4	3.6	6.3	1.9
82	桃園煉油廠	3.5	4.6	4.7	3.2	2.9
83	臺北市區	4.0	5.5	4.9	11.5	3.4
84	陽明山國家公園	4.8	9.1	6.6	5.3	4.5
85	陽明山硫磺區	10.2	12.6	16.9	10.8	20.5
86	阿里山	3.0	4.2	5.3	3.5	1.3
87	南橫天池	2.3	2.1	3.9	4.1	1.9
88	北橫巴陵	1.6	1.7	3.6	2.9	1.1

註：- 表示試片遺失

表 5-22 銅金屬之腐蝕速率(單位：μm/yr)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
1	核一廠	12.9	11.3	7.7	12.8	6.8
2	**基隆試驗線 0m**	7.2	7.8	7.2	7.6	3.3
3	**基隆試驗線 300m**	6.0	4.2	7.0	6.1	2.8
4	**基隆試驗線 1Km**	4.9	3.8	6.8	4.6	2.5
5	**基隆試驗線 3Km**	4.8	4.8	7.5	4.6	2.4
6	澳底安檢所	8.0	9.3	6.9	12.0	5.0
7	梗枋安檢所	13.6	6.0	6.6	9.6	4.1
8	礁溪火車站	2.4	1.9	2.1	4.6	1.5
9	龍德工業區	20.1	32.4	12.1	14.0	11.2
10	**蘇澳港試驗線 0m**	4.8	6.2	7.6	6.3	3.5
11	**蘇澳港試驗線 300m**	3.5	2.7	2.1	3.5	2.9
12	**蘇澳港試驗線 1Km**	6.0	4.2	3.9	4.7	2.4
13	南澳安檢所	4.5	3.3	5.0	8.4	3.2
14	和平工業區	3.9	3.8	2.4	5.7	1.7
15	太魯閣國家公園	3.1	1.5	2.5	3.4	1.8
16	**花蓮港試驗線 0m**	7.6	8.6	6.5	11.3	3.6
17	**花蓮港試驗線 300m**	3.7	5.0	4.7	5.7	3.2
18	**花蓮港試驗線 1Km**	4.1	4.8	3.9	5.8	2.1
19	**花蓮港試驗線 3Km**	1.6	2.6	2.0	3.2	1.6
20	橄仔樹安檢所	9.8	12.4	9.2	14.6	5.2
21	石梯安檢所	7.7	9.1	6.7	8.9	3.3
22	**成功試驗線 0m**	6.1	4.8	5.0	4.3	4.7
23	**成功試驗線 300m**	9.1	4.4	4.6	3.9	3.9
24	金樽安檢所	12.5	15.2	9.0	10.1	4.6
25	伽蘭安檢所	14.2	12.1	13.3	13.9	7.4
26	豐樂工業區	6.0	4.1	3.8	8.1	2.6
27	尚武安檢所	4.1	3.1	5.1	3.1	2.1
28	**核三廠試驗線 0m**	10.4	12.0	13.0	11.0	8.9
29	**核三廠試驗線 300m**	6.7	11.5	8.2	7.4	5.4
30	**核三廠試驗線 1Km**	4.9	10.2	8.0	6.6	4.7
31	**核三廠試驗線 3Km**	4.7	9.5	7.3	4.2	4.4
32	楓港變電站	4.6	5.3	7.6	3.1	2.2
33	屏東工業區	3.8	2.0	1.5	7.4	2.5
34	中油林園廠	10.6	23.4	3.3	10.2	4.2

表 5-22 銅金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
35	大林火力電廠	9.6	5.2	3.2	8.6	3.3
36	中鋼公司	7.3	8.4	3.0	5.2	4.5
37	大發工業區	7.3	4.1	3.4	6.3	3.7
38	高雄市區	4.0	3.9	2.5	3.1	2.7
39	**高雄港試驗線 0m**	5.6	3.5	2.5	-	-
40	**高雄港試驗線 300m**	6.2	4.7	3.2	5.5	4.9
41	**高雄港試驗線 1Km**	4.5	2.9	1.7	4.8	2.3
42	**高雄港試驗線 3Km**	3.5	2.2	1.1	3.6	2.8
43	高鐵左營站	3.5	2.2	3.4	3.5	2.0
44	高雄煉油廠	10.6	17.4	2.2	9.2	3.9
45	仁大工業區	4.6	3.3	4.4	7.4	2.6
46	興達火力電廠	9.9	10.7	7.4	7.2	3.1
47	成大水工所	5.1	5.7	3.4	5.5	4.0
48	官田工業區	8.6	7.5	6.7	5.3	5.0
49	東石安檢所	9.2	9.3	6.0	6.7	4.3
50	朴子工業區	2.9	2.2	4.6	3.1	2.8
51	高鐵嘉義站	2.6	5.3	4.6	3.0	2.6
52	斗六工業區	1.7	1.6	1.3	2.2	1.4
53	**臺塑六輕試驗線 0m**	9.5	29.5	18.3	23.7	9.4
54	**六輕試驗線 300m**	9.4	22.0	14.4	12.0	6.5
55	**六輕試驗線 1Km**	7.6	22.2	16.7	7.5	7.7
56	**六輕試驗線 3Km**	9.5	22.1	14.4	5.9	7.6
57	六輕工業區	13.1	20.1	10.3	-	6.4
58	王功安檢所	13.3	25.0	18.1	13.2	5.6
59	彰濱工業區	8.5	22.9	19.0	9.8	5.0
60	田中工業區	2.4	2.8	2.2	4.5	2.2
61	高鐵臺中站	2.6	2.8	2.3	2.6	1.9
62	臺中市區	2.1	1.9	1.5	3.3	1.6
63	臺中火力電廠	6.0	27.7	19.4	23.8	5.1
64	**臺中港試驗線 0m**	4.4	16.7	9.2	9.1	5.4
65	**臺中港試驗線 300m**	3.3	7.3	6.0	5.5	4.8
66	**臺中港試驗線 1Km**	3.9	4.7	8.3	6.4	4.6
67	**臺中港試驗線 3Km**	2.4	4.1	4.1	4.3	2.4
68	五甲安檢所	6.7	14.6	10.9	8.5	10.8

表 5-22 銅金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
69	通霄火力電廠	4.7	26.7	8.0	5.4	4.6
70	外埔安檢所	12.1	25.4	22.2	22.9	15.4
71	頭份工業區	2.6	4.5	6.0	6.7	5.5
72	外湖安檢所	8.9	10.0	7.5	9.7	7.0
73	工研院	3.0	4.0	5.4	4.0	1.7
74	新竹工業區	2.7	3.7	2.9	4.4	3.5
75	平鎮工業區	2.7	3.8	4.0	3.4	3.4
76	高鐵新竹站	3.0	2.8	2.9	2.9	1.8
77	**桃園試驗線 0m**	16.5	24.3	22.2	24.7	14.5
78	**桃園試驗線 300m**	11.3	12.0	9.1	9.8	6.6
79	**桃園試驗線 1Km (觀音工業區)**	5.1	8.0	6.3	5.2	3.4
80	林口火力電廠	10.0	20.4	11.5	10.6	8.0
81	樹林工業區	2.2	3.8	3.6	2.9	2.8
82	桃園煉油廠	3.6	4.6	4.7	3.6	2.9
83	臺北市區	2.5	4.0	2.8	4.7	4.1
84	陽明山國家公園	14.1	20.9	16.2	9.6	7.9
85	陽明山硫磺區	55.2	53.3	62.8	66.7	33.9
86	阿里山	2.0	2.0	2.2	2.2	1.1
87	南橫天池	0.6	1.1	0.7	2.8	1.3
88	北橫巴陵	1.0	1.3	1.6	2.3	0.9

註：- 表示試片遺失

表 5-23 鋁金屬之腐蝕速率(單位：g/m^2/yr)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
1	核一廠	5.360	12.524	15.756	11.393	7.321
2	**基隆試驗線 0m**	3.127	7.545	14.338	4.645	3.235
3	**基隆試驗線 300m**	1.297	4.908	11.480	1.019	2.884
4	**基隆試驗線 1Km**	1.360	4.500	11.803	0.812	0.672
5	**基隆試驗線 3Km**	0.386	6.343	12.863	0.617	0.577
6	澳底安檢所	3.042	8.814	21.807	2.445	3.736
7	梗枋安檢所	3.341	7.044	11.526	2.474	1.824
8	礁溪火車站	0.753	1.210	1.153	0.257	0.411
9	龍德工業區	3.090	6.488	8.714	1.706	1.716
10	**蘇澳港試驗線 0m**	2.958	8.463	8.022	3.199	3.615
11	**蘇澳港試驗線 300m**	1.277	2.635	2.766	1.004	2.273
12	**蘇澳港試驗線 1Km**	2.683	3.614	4.202	0.973	1.015
13	南澳安檢所	1.562	4.708	6.741	1.505	2.352
14	和平工業區	1.263	2.580	1.373	2.002	1.163
15	太魯閣國家公園	0.526	2.198	2.369	0.585	0.177
16	**花蓮港試驗線 0m**	4.367	6.988	3.492	4.840	3.364
17	**花蓮港試驗線 300m**	1.684	4.328	2.523	1.236	2.496
18	**花蓮港試驗線 1Km**	1.420	4.474	3.000	1.092	1.396
19	**花蓮港試驗線 3Km**	0.316	4.186	1.854	0.912	1.115
20	橄仔樹安檢所	5.208	10.966	6.362	5.659	4.321
21	石梯安檢所	2.272	8.362	3.216	1.431	2.735
22	**成功試驗線 0m**	4.841	10.562	5.909	5.111	2.526
23	**成功試驗線 300m**	1.926	7.261	5.175	2.081	1.754
24	金樽安檢所	2.766	7.188	6.510	2.806	2.165
25	伽蘭安檢所	2.717	10.562	7.946	3.043	2.471
26	豐樂工業區	1.098	6.235	4.675	1.820	1.513
27	尚武安檢所	1.482	5.978	3.647	1.514	1.129
28	**核三廠試驗線 0m**		9.595		2.121	3.547
29	**核三廠試驗線 300m**	2.057	10.162	2.461	1.857	2.176
30	**核三廠試驗線 1Km**	1.049	7.589	2.501	1.370	1.715
31	**核三廠試驗線 3Km**	1.291	8.941	5.164	0.810	1.263
32	楓港變電站	0.972	2.000	1.009	0.850	0.680
33	屏東工業區	0.504	1.133	2.138	0.794	0.622
34	中油林園廠	3.974	33.499	2.733	3.014	1.993

表 5-23 鋁金屬之腐蝕速率(續 1)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
35	大林火力電廠	2.306	9.975	7.453	6.325	1.560
36	中鋼公司	3.227	10.423	3.602	2.147	1.357
37	大發工業區	2.017	4.454	3.355	1.910	1.122
38	高雄市區	1.059	3.133	2.655	1.381	1.454
39	**高雄港試驗線 0m**	5.821	9.636	6.754	-	-
40	**高雄港試驗線 300m**	5.217	8.266	6.174	7.518	5.518
41	**高雄港試驗線 1Km**	1.829	4.795	1.710	4.663	3.677
42	**高雄港試驗線 3Km**	1.829	3.517	1.638	4.210	2.279
43	高鐵左營站	1.008	2.099	4.300	3.227	1.718
44	高雄煉油廠	2.140	34.564	1.991	2.724	3.439
45	仁大工業區	1.647	22.476	2.440	1.680	1.593
46	興達火力電廠	2.677	6.191	5.796	3.353	2.393
47	成大水工所	1.397	6.806	4.981	0.857	1.087
48	官田工業區	0.745	3.688	3.227	1.018	0.794
49	東石安檢所	2.495	17.133	11.296	7.697	2.230
50	朴子工業區	0.979	8.543	2.726	3.390	1.663
51	高鐵嘉義站	0.300	13.066	8.826	0.956	1.103
52	斗六工業區	0.426	1.982	2.897	2.572	0.668
53	**臺塑六輕試驗線 0m**	7.763	25.053	20.216	4.387	13.729
54	**六輕試驗線 300m**	3.969	25.203	24.887	5.281	13.189
55	**六輕試驗線 1Km**	3.402	40.974	35.523	2.185	14.196
56	**六輕試驗線 3Km**	3.315	35.883	22.637	2.295	10.764
57	六輕工業區	15.919	28.946	19.193	-	7.204
58	王功安檢所	22.483	34.498	18.225	13.812	9.738
59	彰濱工業區	17.929	24.873	21.515	12.141	7.731
60	田中工業區	1.196	4.100	3.436	1.732	0.532
61	高鐵臺中站	0.847	3.925	3.786	0.414	1.402
62	臺中市區	0.905	4.096	1.089	0.857	1.296
63	臺中火力電廠	8.819	28.392	24.205	8.826	6.284
64	**臺中港試驗線 0m**	6.130	31.466	19.755	6.497	5.813
65	**臺中港試驗線 300m**	1.493	15.235	6.728	1.178	3.214
66	**臺中港試驗線 1Km**	2.488	12.197	9.789	2.948	1.655
67	**臺中港試驗線 3Km**	0.498	11.296	6.372	0.423	1.153
68	五甲安檢所	3.388	22.063	17.079	6.812	5.729

表 5-23 鋁金屬之腐蝕速率(續 2)

項次	試驗地點	試驗調查期間				
		96.5-96.9	96.9-97.1	97.1-97.5	97.5-97.8	96.5-97.8
69	通霄火力電廠	1.268	11.056	9.809	4.975	3.723
70	外埔安檢所	9.036	27.032	21.571	26.293	12.515
71	頭份工業區	1.345	8.697	11.308	1.916	5.400
72	外湖安檢所	19.205	18.428	18.873	16.300	10.361
73	工研院	7.197	6.763	9.318	3.830	1.321
74	新竹工業區	2.092	9.046	5.314	4.565	1.845
75	平鎮工業區	1.315	8.535	4.172	2.002	1.428
76	高鐵新竹站	1.387	6.901	5.332	3.378	1.373
77	**桃園試驗線 0m**	14.743	30.744	25.884	20.443	11.810
78	**桃園試驗線 300m**	7.344	17.326	11.009	12.923	9.891
79	**桃園試驗線 1Km (觀音工業區)**	3.735	20.468	16.943	11.812	2.684
80	林口火力電廠	10.989	17.708	19.871	18.798	8.575
81	樹林工業區	1.263	5.980	3.501	1.140	1.317
82	桃園煉油廠	2.367	7.729	8.862	4.068	2.309
83	臺北市區	0.951	6.840	2.420	2.003	1.688
84	陽明山國家公園	4.320	6.173	4.932	6.694	3.366
85	陽明山硫磺區	16.692	9.193	4.841	14.731	10.083
86	阿里山	0.233	2.152	3.400	0.453	0.487
87	南橫天池	0.136	1.597	0.646	0.279	0.370
88	北橫巴陵	0.444	1.311	1.076	1.060	0.410

註：- 表示試片遺失

5.6.4 各金屬腐蝕速率季節性之比較

本研究四次採樣調查的期間相當於臺灣氣候之夏季至初秋、初秋至冬季、冬季至春末與春末至夏季期間。圖 5.24 至圖 5.28 為碳鋼金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示碳鋼腐蝕速率為 1.3~25 μm/yr 的區域，綠色表示腐蝕速率介於 25~50 μm/yr 的區域，藍色表示腐蝕速率為 50~80 μm/yr 的區域，粉紅色表示 80~200 μm/yr 的區域，紅色則為腐蝕速率大於 200 μm/yr 的區域。圖 5.29 至圖 5.33 為鋅金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示鋅腐蝕速率為 0.1~0.7 μm/yr 的區域，綠色表示腐蝕速率介於 0.7~2.1 μm/yr 的區域，藍色表示腐蝕速率為 2.1~4.2 μm/yr 的區域， 粉紅色表示 4.2~8.4 μm/yr 的區域，紅色則為腐蝕速率大於 8.4 μm/yr 的區域。圖 5.34 至圖 5.38 為銅金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示銅腐蝕速率為 0.1~0.6 μm/yr 的區域，綠色表示腐蝕速率介於 0.6~1.3 μm/yr 的區域，藍色表示腐蝕速率為 1.3~2.8 μm/yr 的區域，粉紅色表示 2.8~5.6 μm/yr 的區域，紅色則為腐蝕速率大於 5.6 μm/yr 的區域。圖 5.39 至圖 5.43 為鋁金屬四次調查期間與一年期之腐蝕速率等位圖。圖中，黃色表示鋁腐蝕速率小於 0.6 $g/m^2/yr$ 的區域，綠色表示腐蝕速率介於 0.6~2 $g/m^2/yr$ 的區域，藍色表示腐蝕速率為 2~5 $g/m^2/yr$ 的區域， 粉紅色表示 5~10 $g/m^2/yr$ 的區域，紅色則為腐蝕速率大於 10 $g/m^2/yr$ 的區域。此外，中央山區部份因本研究試驗點的設置僅有 3 處，若採用內插方式繪製等位圖，可能會因數據過少而有錯誤的可能，所以圖面留以空白並不繪製等位圖。

一般而言，各金屬(碳鋼、鋅、銅、鋁)在東北季風期(即初秋到春末，2007.09 至 2008.05 兩次調查期間)的腐蝕速率較夏季季風期(2007.05-2007.09 與 2008.05-2008.08)為高，推論其原因應是試驗期間大氣腐蝕因子之差異所致。即在東北季風期期間，西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽會有顯著增加的趨勢，此外，大陸沿岸石化廠或火力電廠產生的二氧化硫亦可能藉由東北季風的挾帶而侵襲臺灣，再加上此調查期間內之相對濕度為北

濕南乾的現象，以致各金屬在東北季風期的腐蝕速率較高。換句話說，東北季風所帶來的潮濕與空氣中氯鹽與二氧化硫含量的增加，增加了各金屬的腐蝕速率；且相對濕度的大小與空氣中氯鹽以及二氧化硫含量，是為金屬腐蝕速率決定的主要因素。

圖 5.44 至圖 5.47 分別為碳鋼、鋅、銅、鋁金屬於垂直海岸試驗線(0m、300m、1 Km 與 3Km 腐蝕速率平均值)之比較。針對碳鋼金屬(圖 5.44)，東北季風期間在西海岸桃園大潭試驗線、臺中港試驗線與麥寮六輕試驗線以及北海岸之基隆試驗線的腐蝕速率均有顯著的增加，但在高雄港試驗線與核三廠試驗線無太大的變化，而東海岸的試驗線，僅花蓮港試驗線在 2007.09-2008.01 期間內有些許的增加。至於鋅金屬與鋁金屬，全年期在西海岸腐蝕速率增加的趨勢與碳鋼相同，但在東海岸的變化較小(圖 5.45 與圖 5.47)；而針對銅金屬，銅的腐蝕速率在西海岸較東海岸為大且以桃園大潭試驗線與臺塑麥寮試驗線最為嚴重(圖 5.46)。圖 5.48 至圖 5.51 為石化廠、火力電廠、工業區、高鐵沿線與都市地區等特定測站各金屬之腐蝕速率比較。

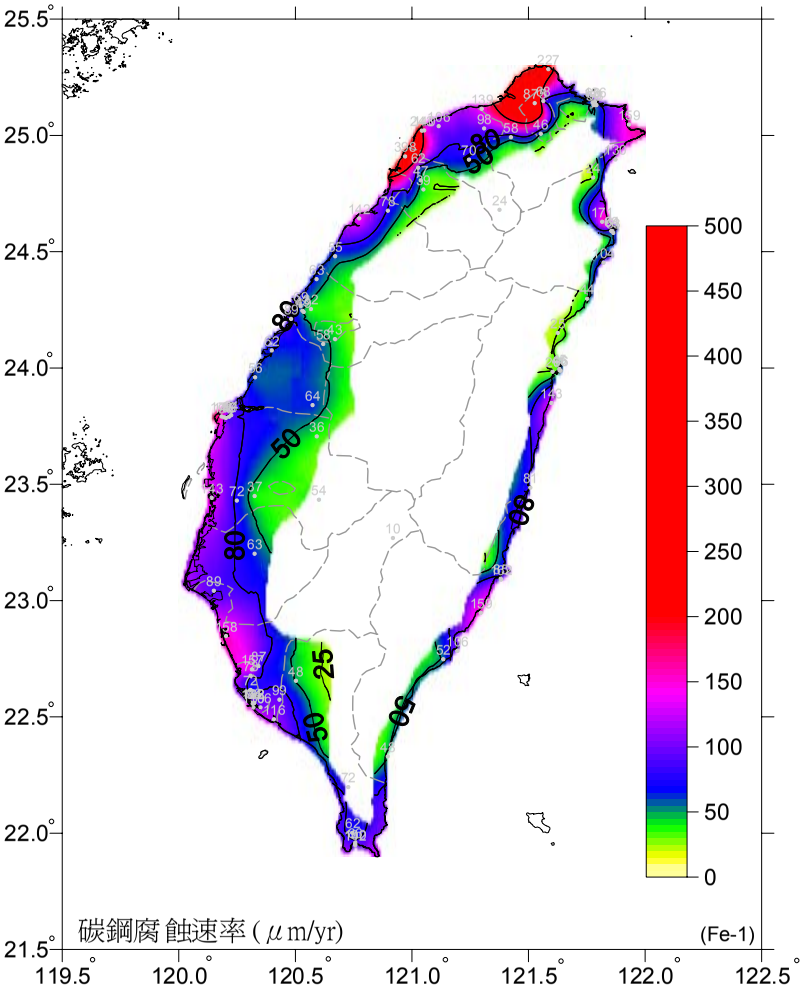


圖 5.24　2007.05-2007.09 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

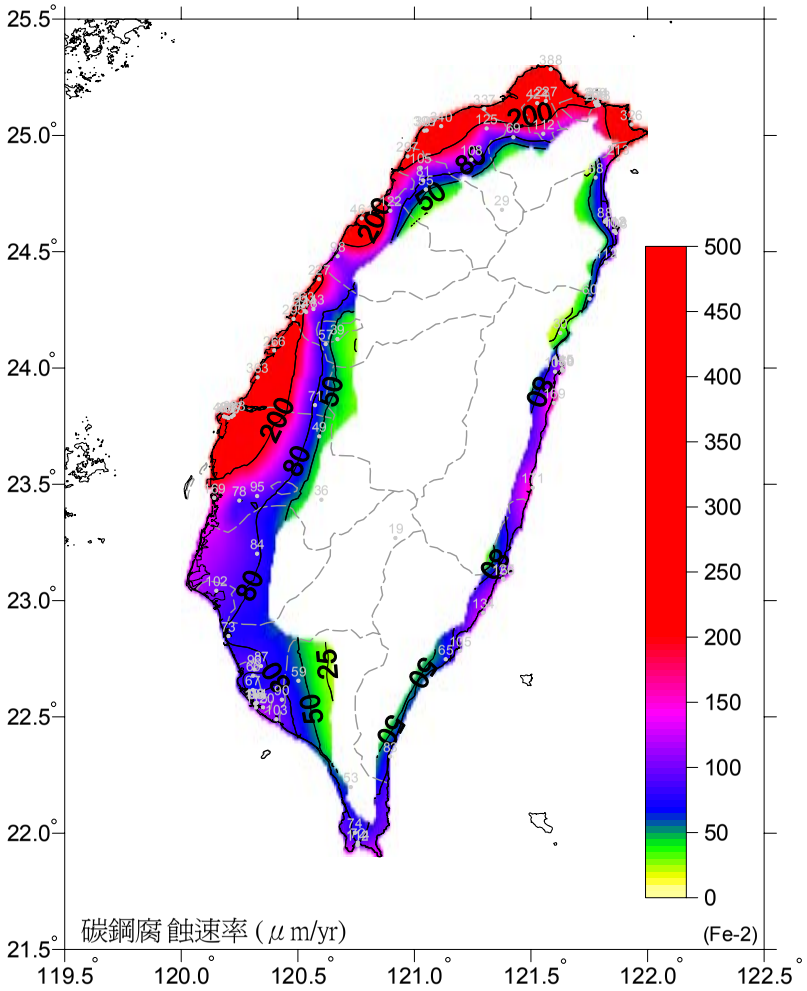


圖 5.25　2007.09-2008.01 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

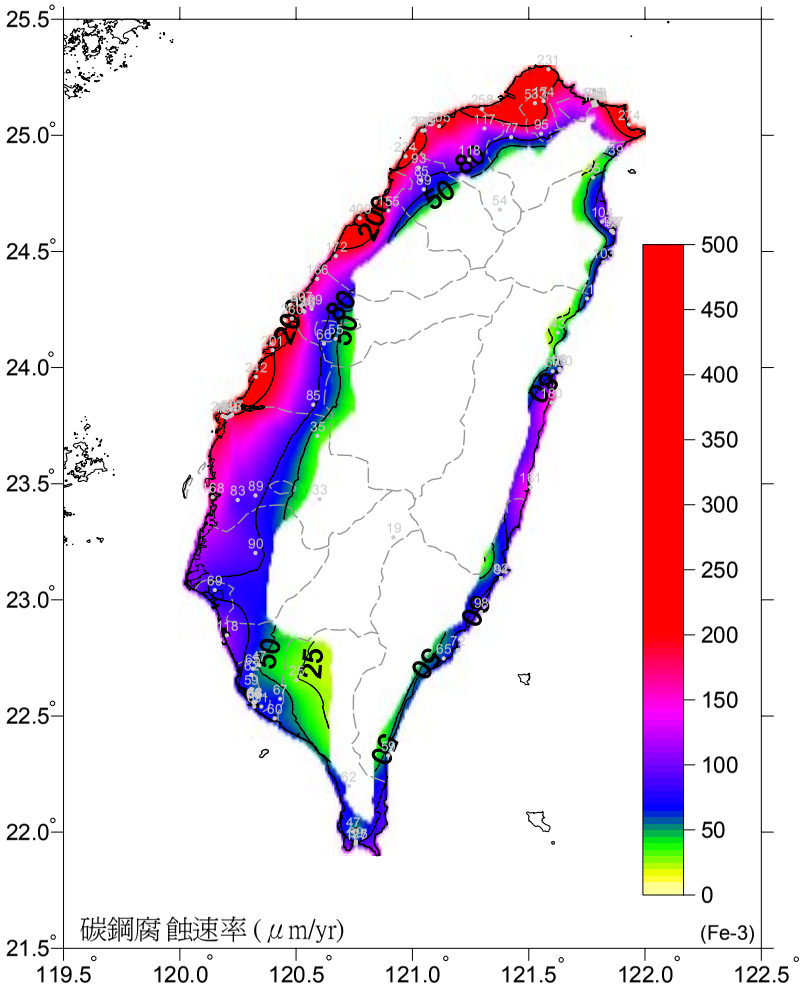


圖 5.26　2008.01-2008.05 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

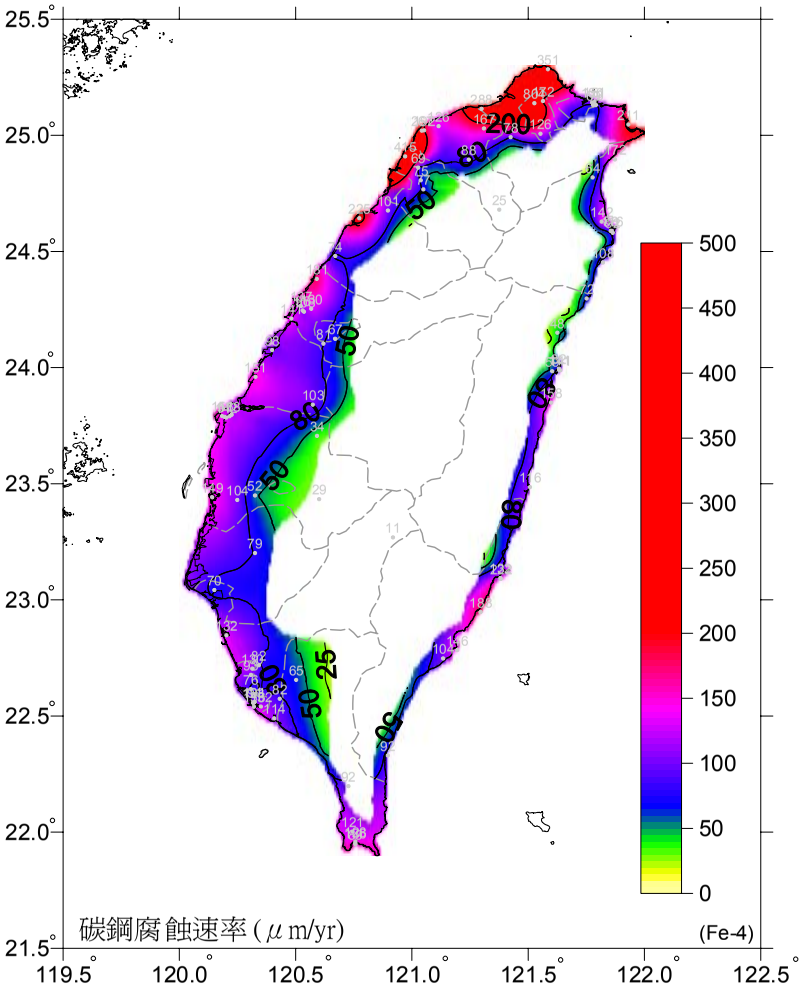


圖 5.27　2008.05-2008.08 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

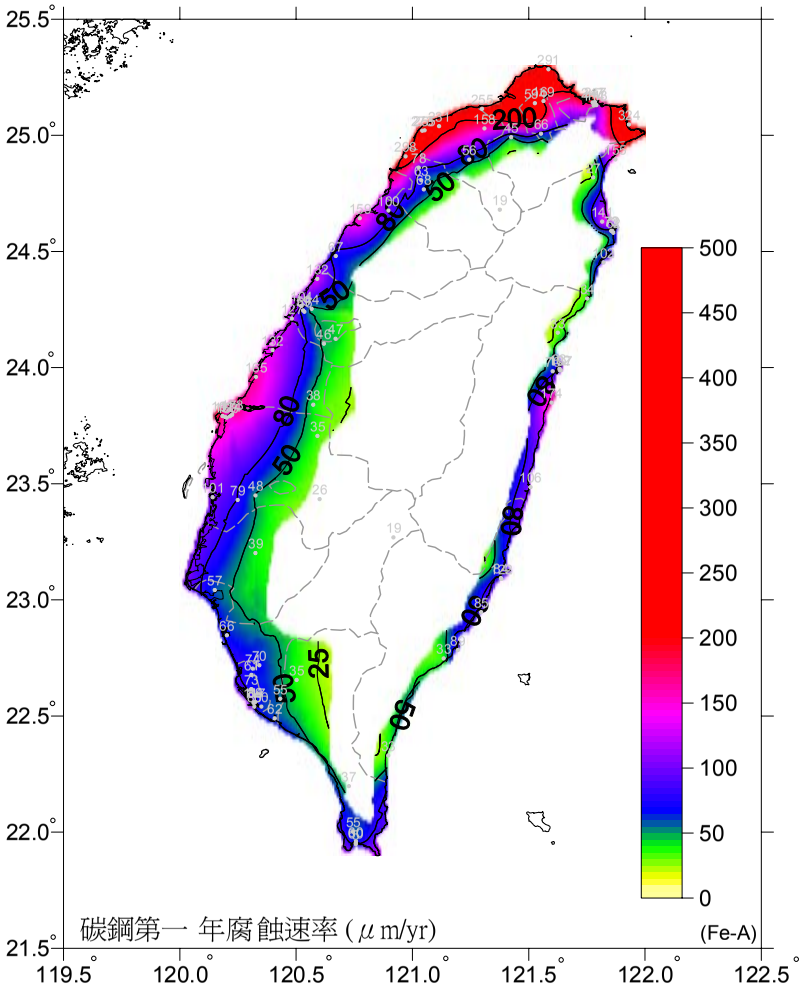


圖 5.28　2007.05-2008.08 碳鋼腐蝕速率(μm/yr)

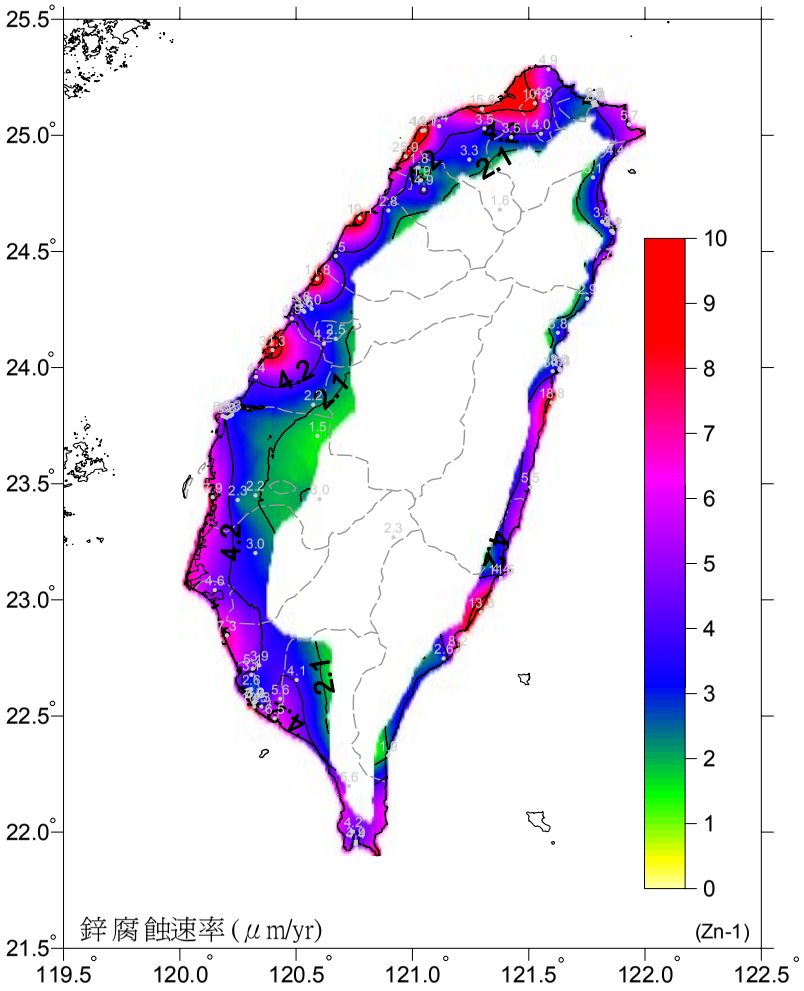


圖 5.29　2007.05-2007.09 鋅腐蝕速率(μm/yr)

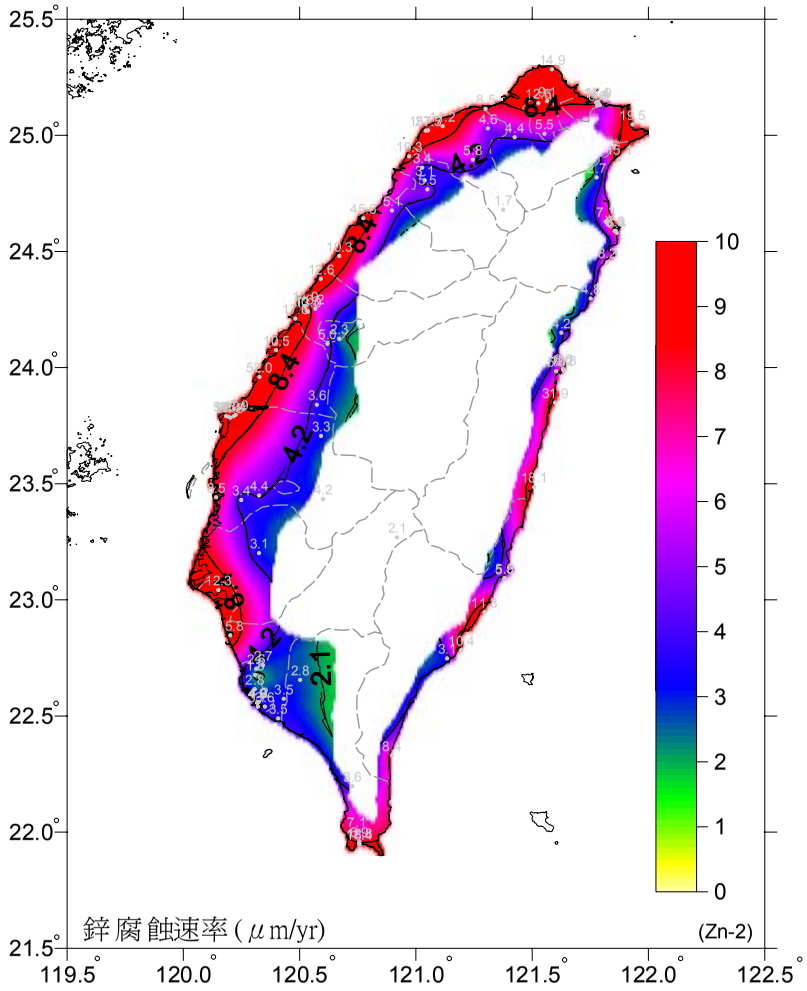


圖 5.30　2007.09-2008.01 鋅腐蝕速率(μm/yr)

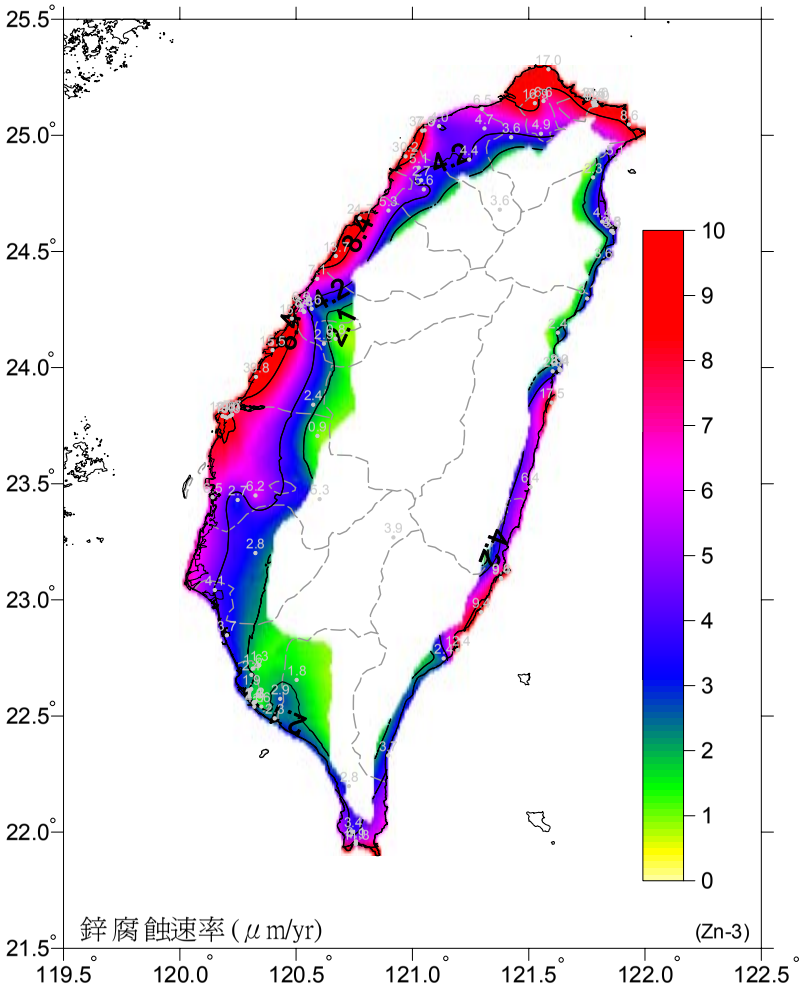


圖 5.31　2008.01-2008.05 鋅腐蝕速率(μm/yr)

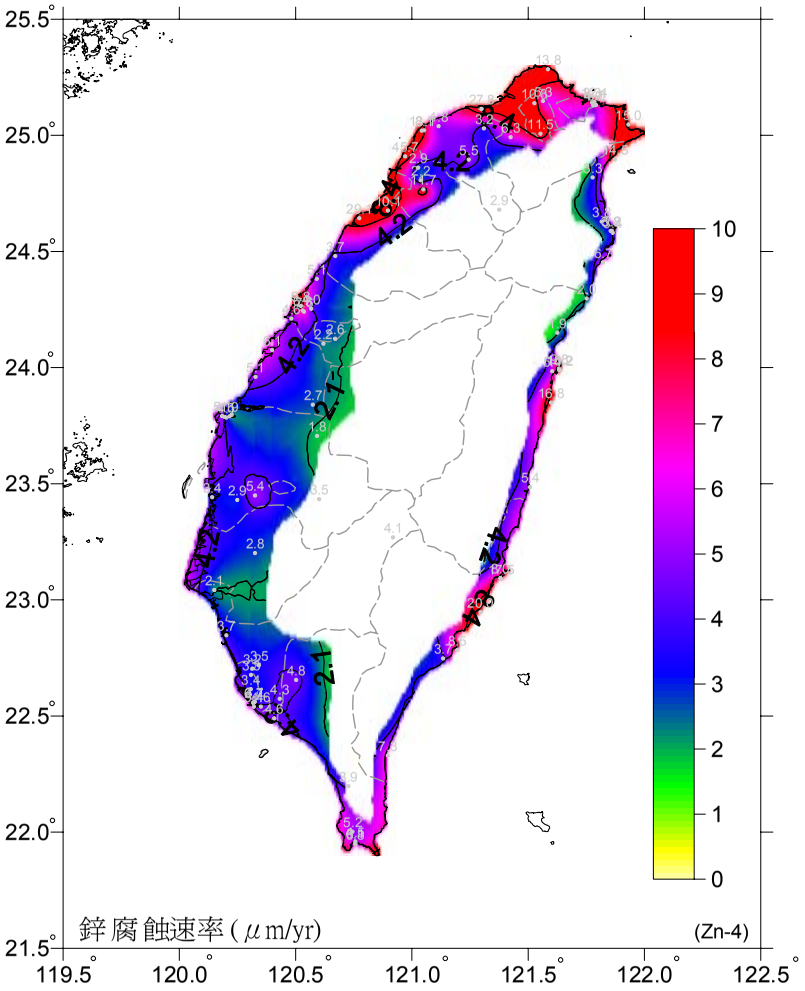


圖 5.32　2008.05-2008.08 鋅腐蝕速率(μm/yr)

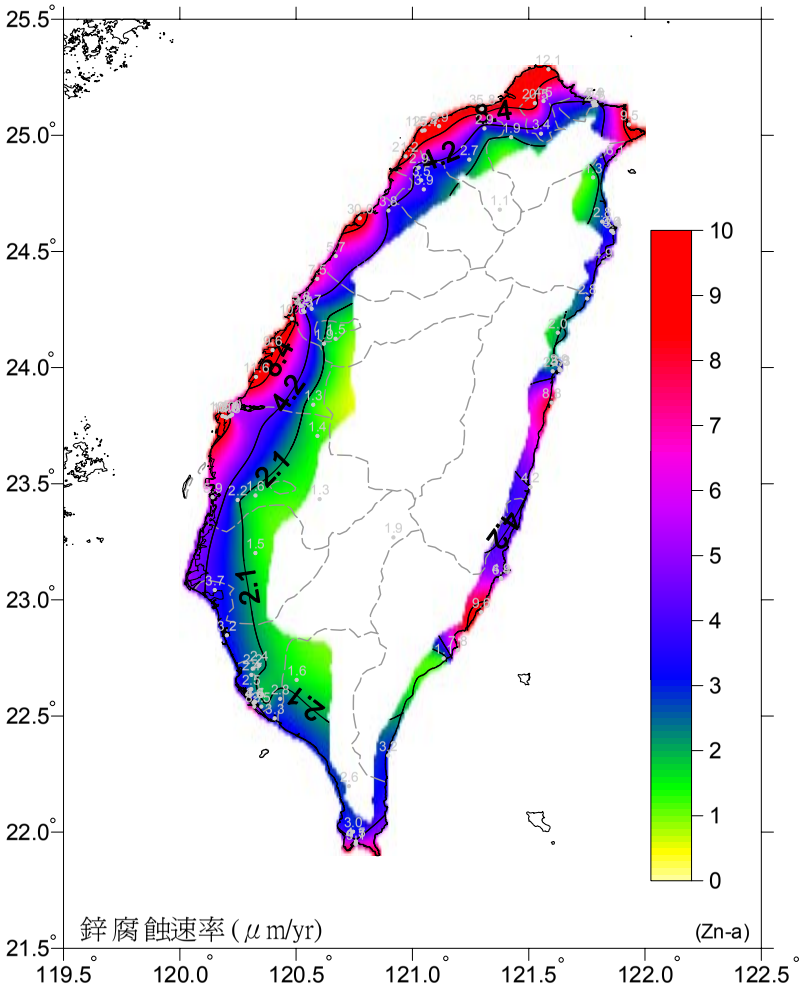


圖 5.33　2007.05-2008.08 鋅腐蝕速率(μm/yr)

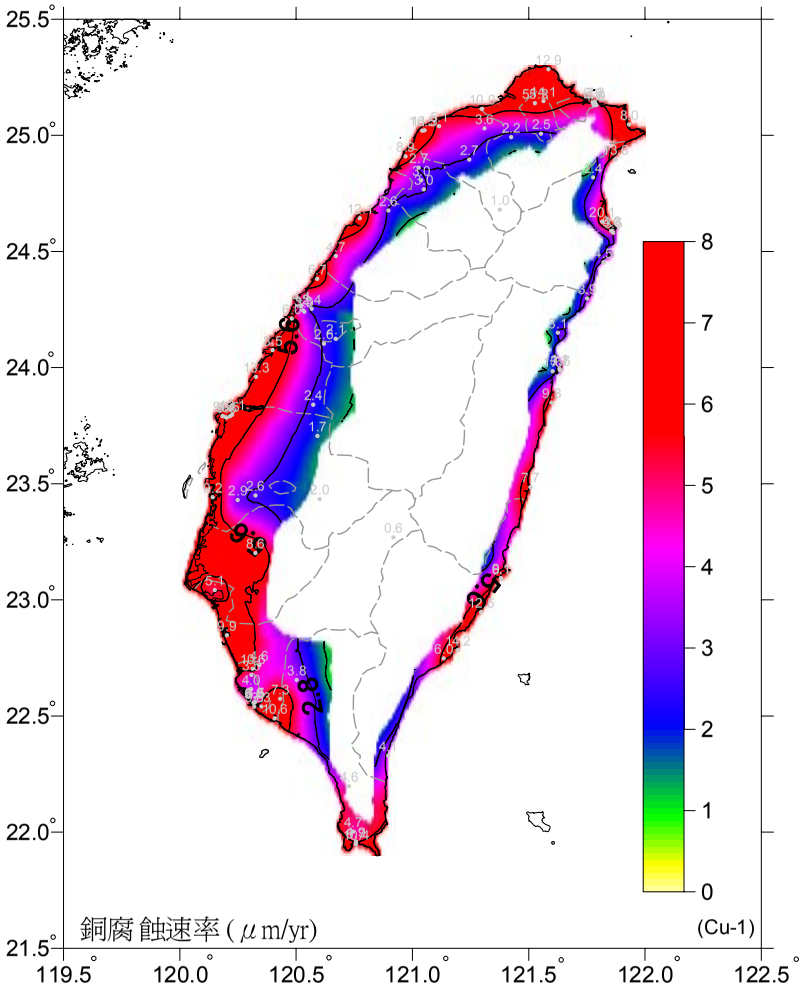


圖 5.6.34　2007.05-2007.09 銅腐蝕速率(μm/yr)

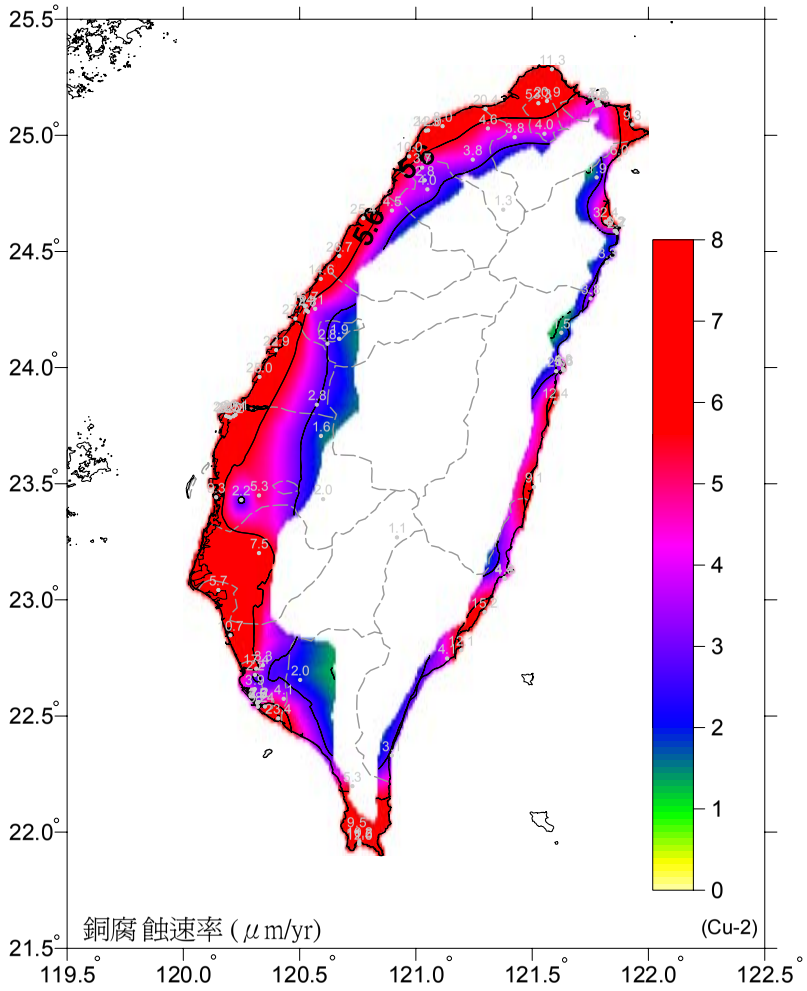


圖 5.6.35　2007.09-2008.01 銅腐蝕速率(μm/yr)

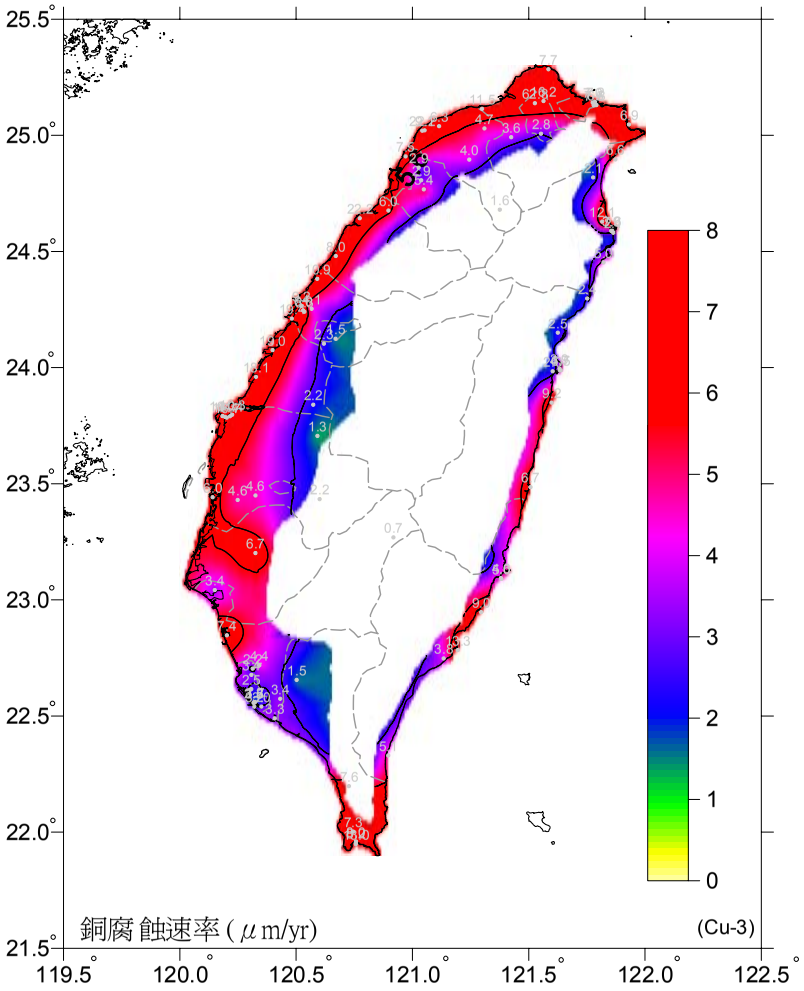


圖 5.36 2008.01-2008.05 銅腐蝕速率(μm/yr)

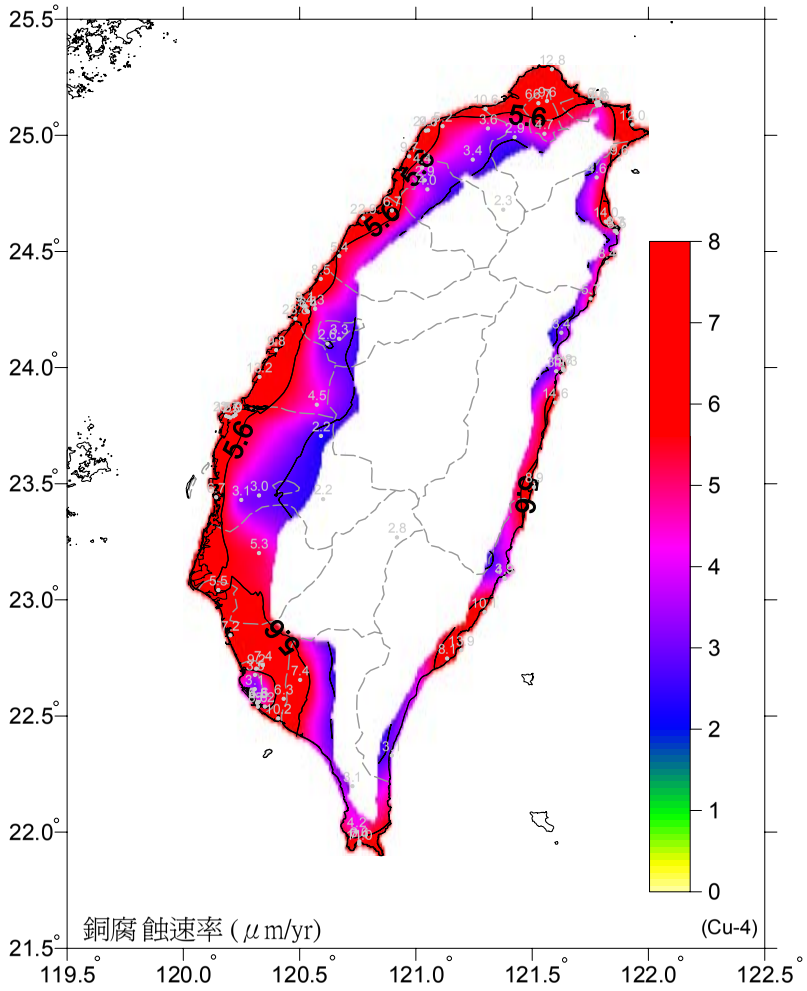


圖 5.37　2008.05-2008.08 銅腐蝕速率(μm/yr)

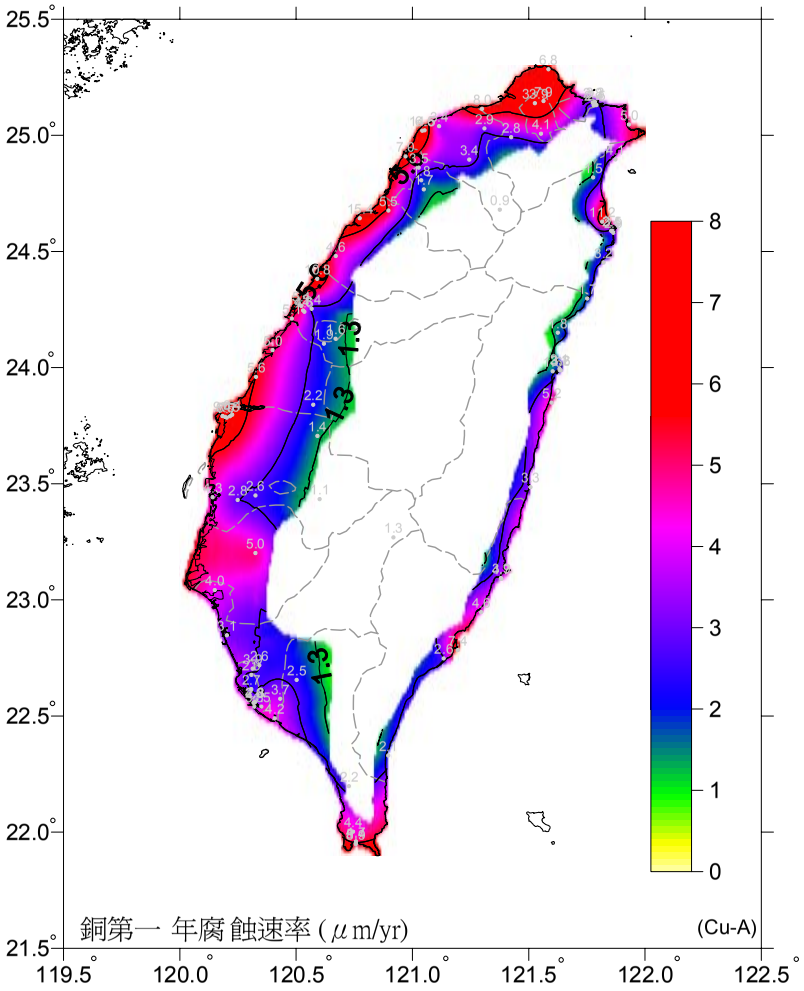


圖 5.38　2007.05-2008.08 銅腐蝕速率(μm/yr)

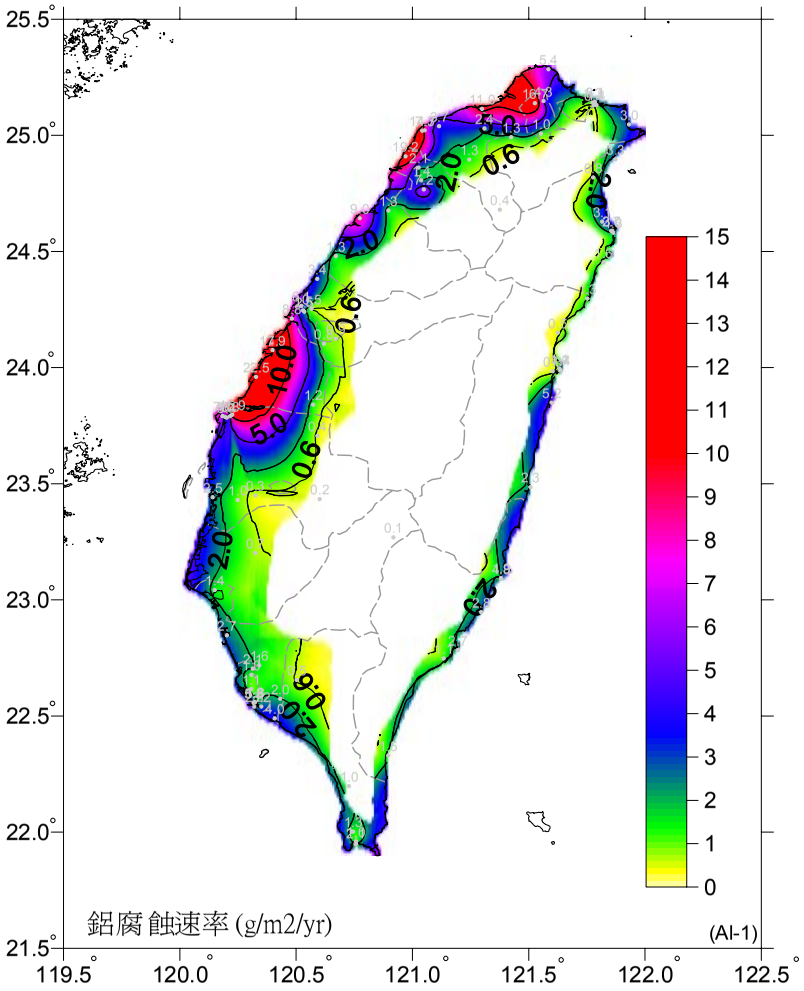


圖 5.39　2007.05-2007.09 鋁腐蝕速率(g/m^2/yr)

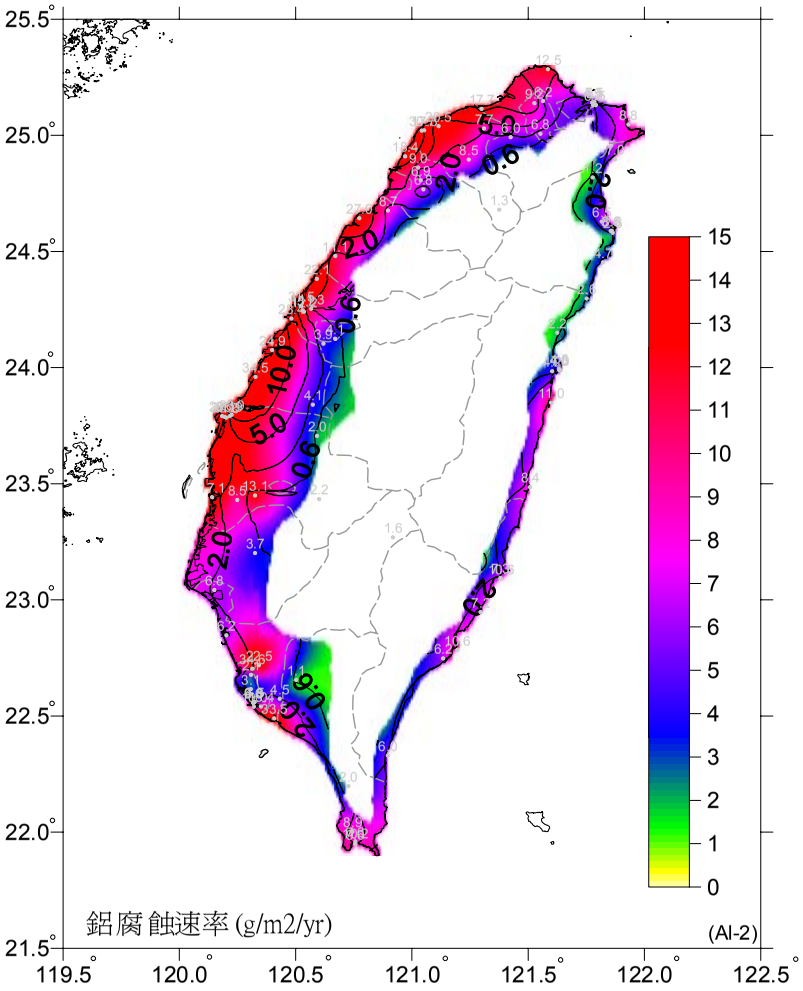


圖 5.40　2007.09-2008.01 鋁腐蝕速率(g/m^2/yr)

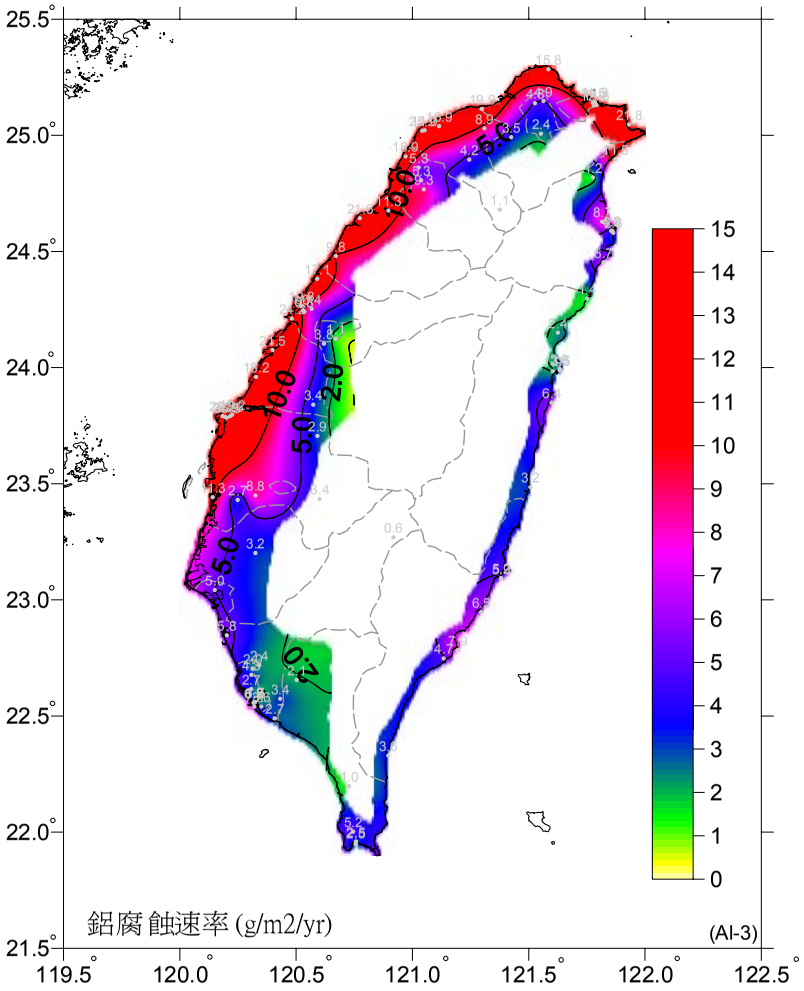


圖 5.41　2008.01-2008.05 鋁腐蝕速率(g/m^2/yr)

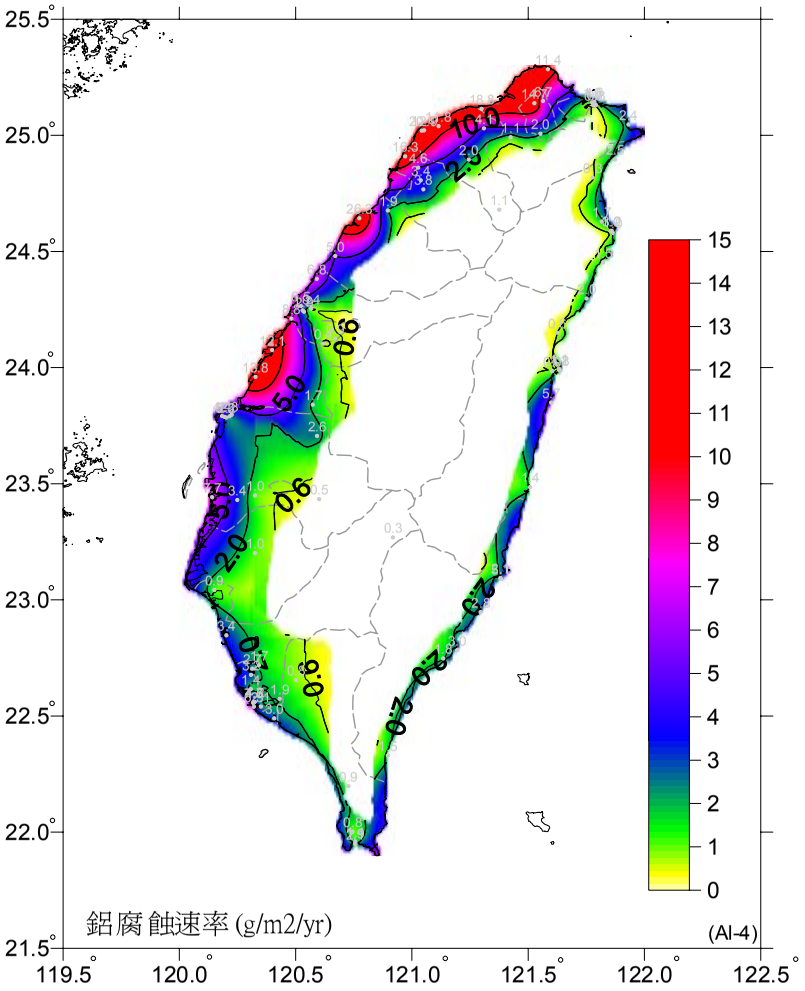


圖 5.42　2008.05-2008.08 鋁腐蝕速率(g/m^2/yr)

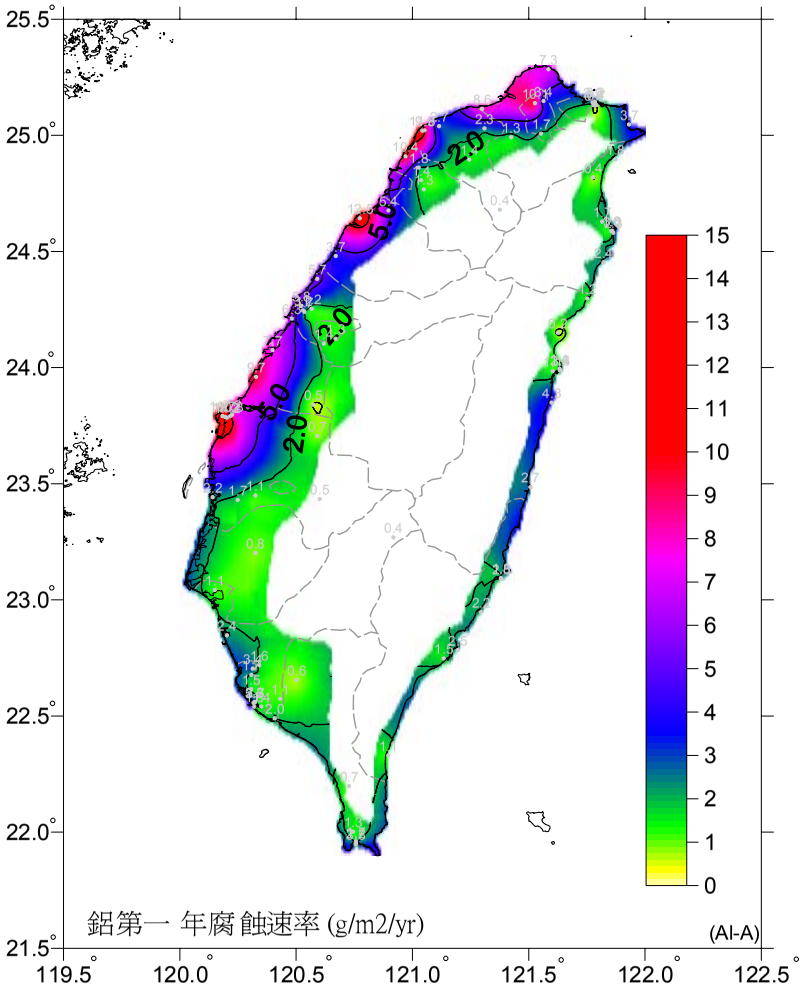


圖 5.43　2007.05-2008.08 鋁腐蝕速率(g/m^2/yr)

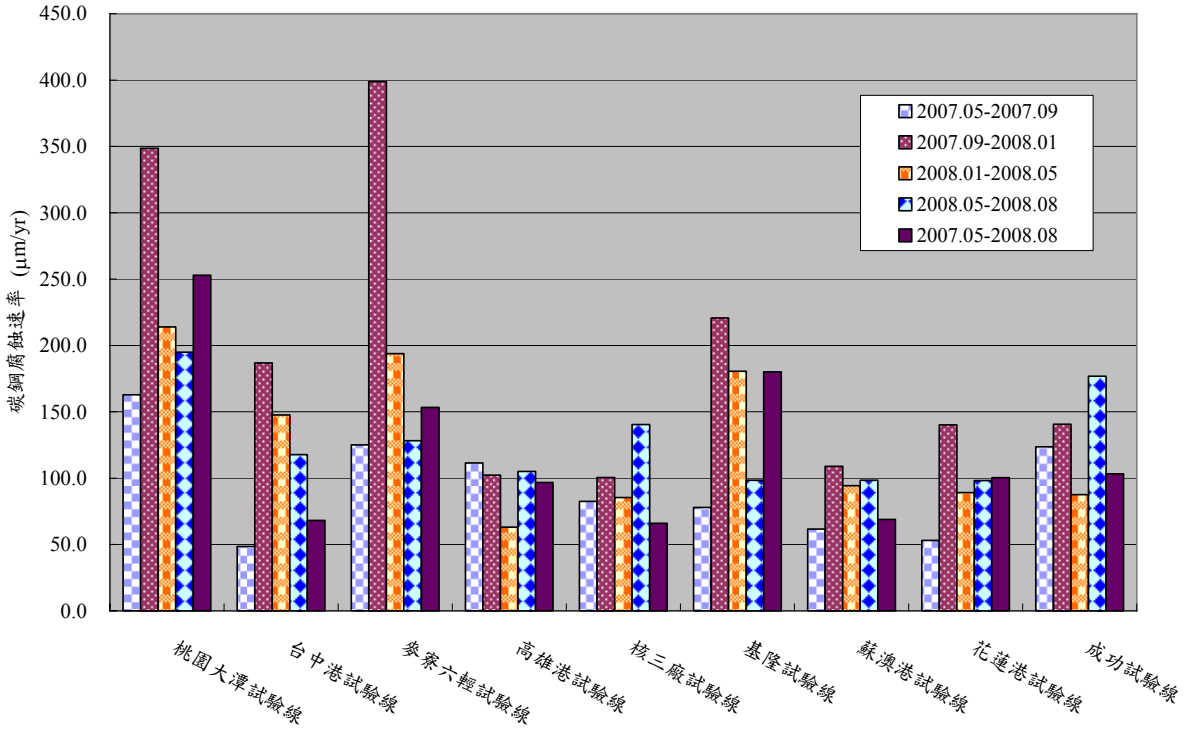


圖 5.44 垂直海岸試驗線碳鋼平均腐蝕速率比較

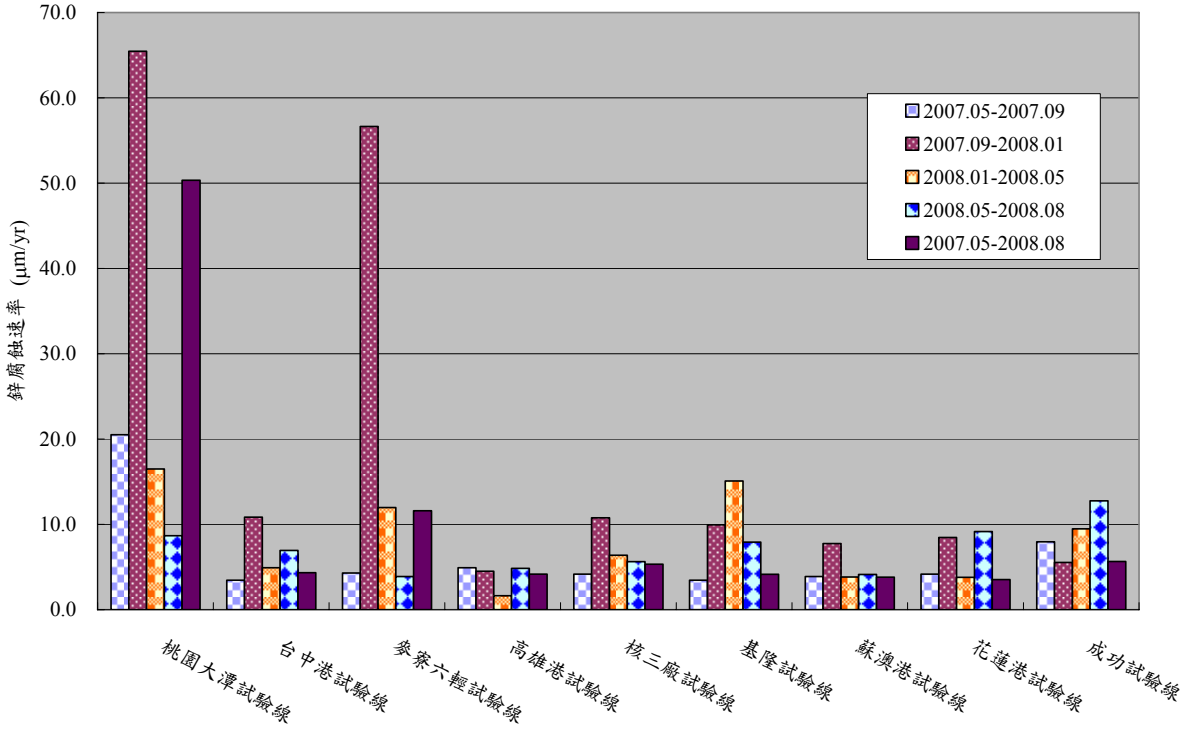


圖 5.45 垂直海岸試驗線鋅金屬平均腐蝕速率比較

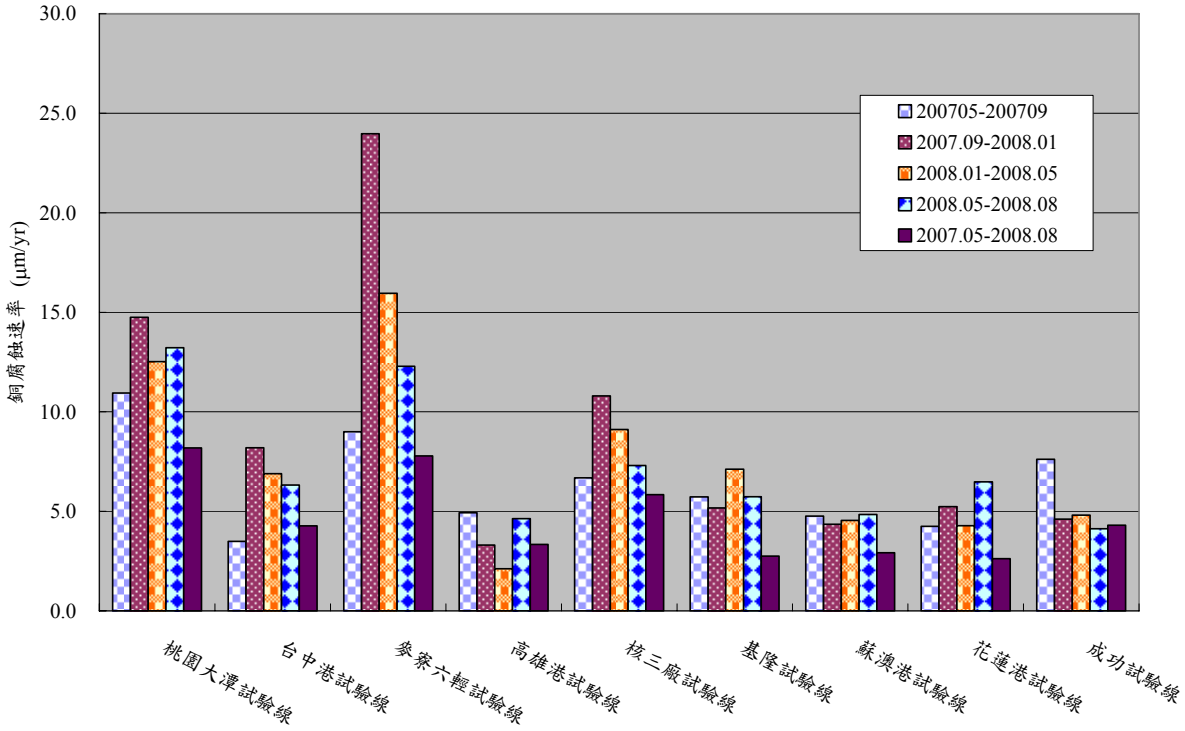


圖 5.46 垂直海岸試驗線銅金屬平均腐蝕速率比較

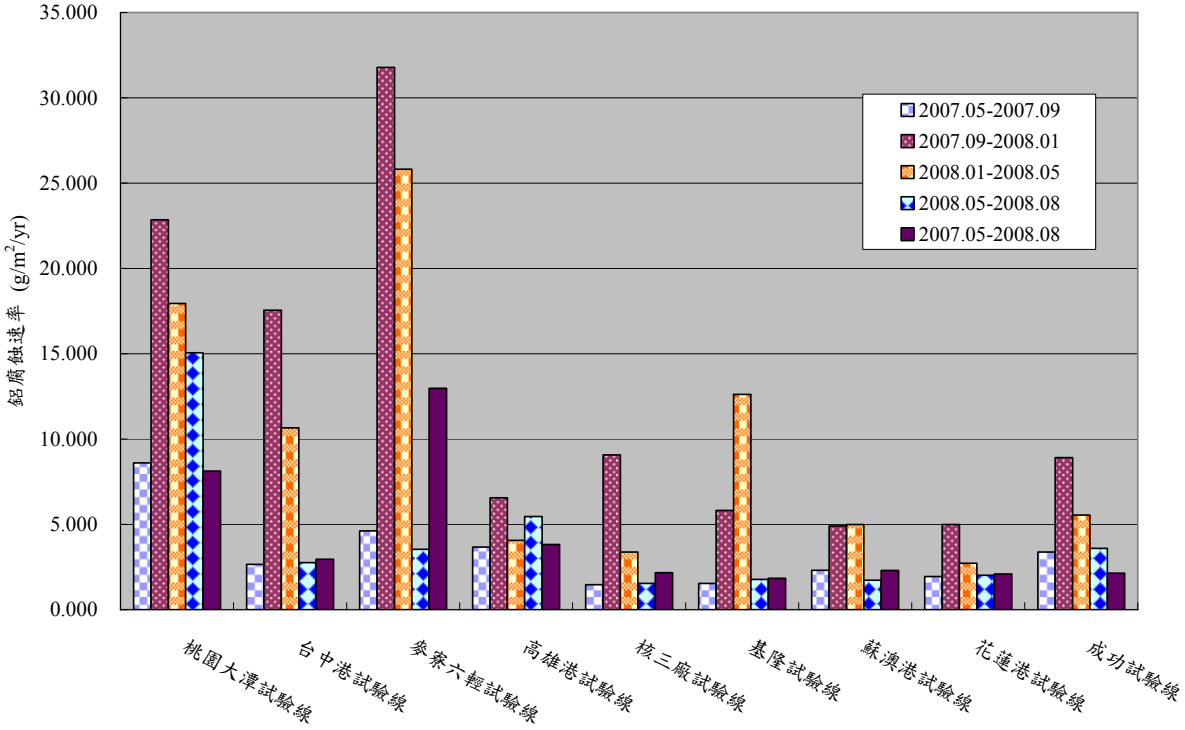


圖 5.47 垂直海岸試驗線鋁金屬平均腐蝕速率比較

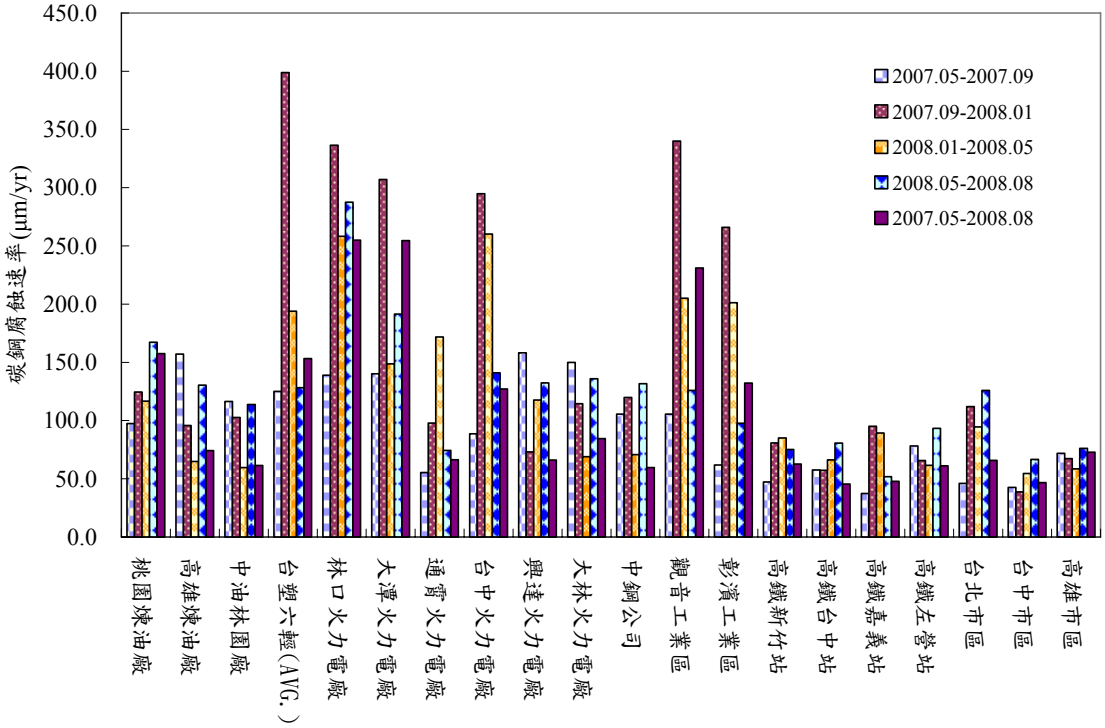


圖 5.48 特定測站碳鋼腐蝕速率比較

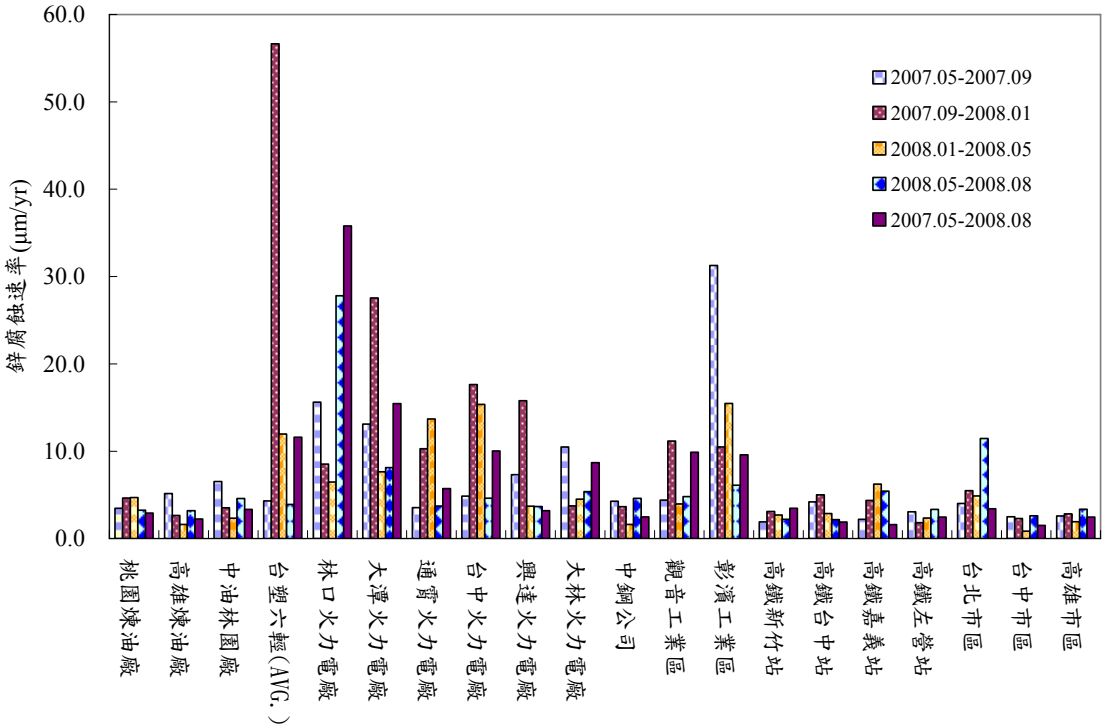


圖 5.49 特定測站鋅金屬腐蝕速率比較

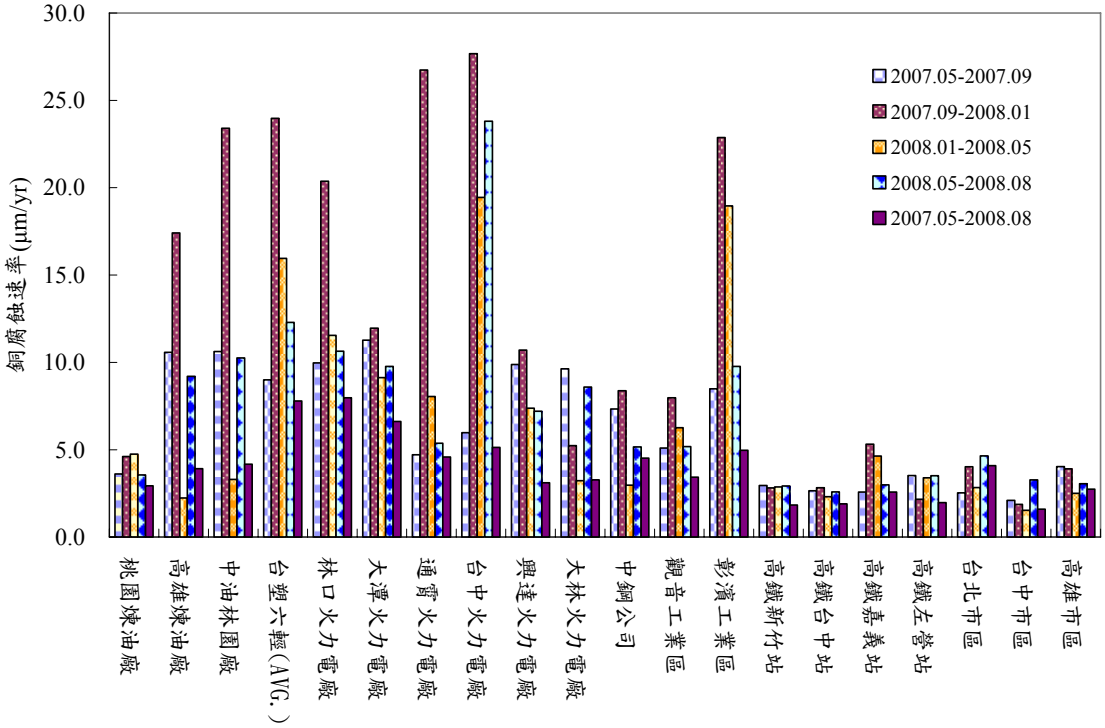


圖 5.50 特定測站銅金屬腐蝕速率比較

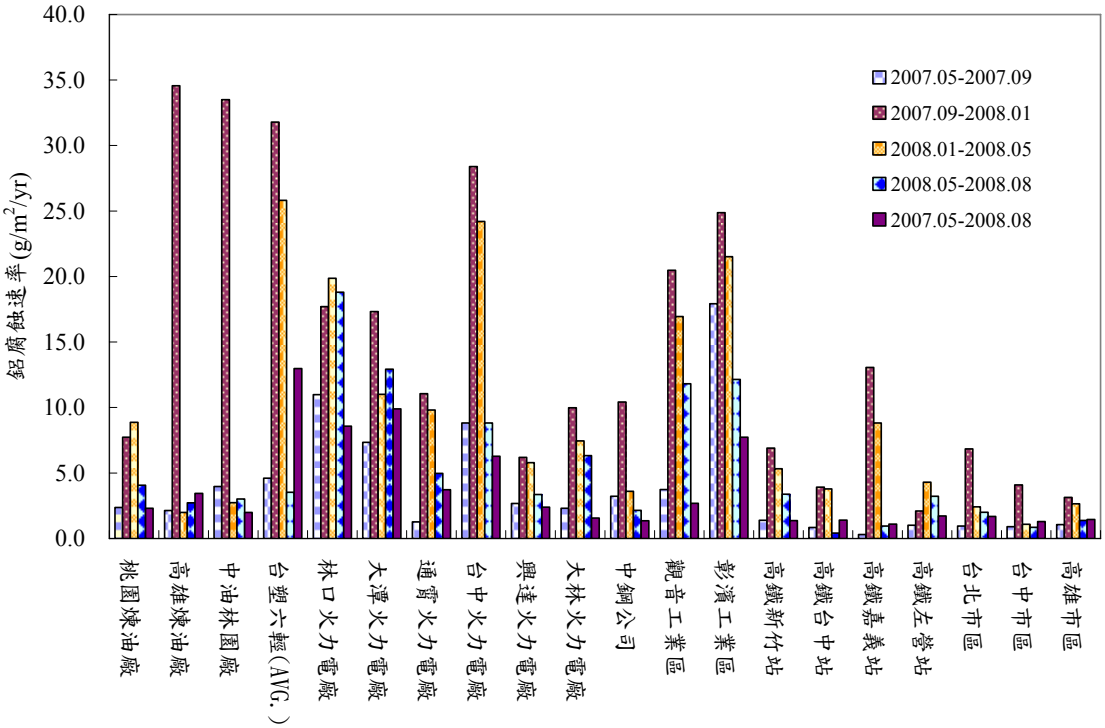


圖 5.51 特定測站鋁金屬腐蝕速率比較

5.6.5 各金屬大氣腐蝕環境分類

CNS 13401 (ISO 9223)大氣腐蝕性分類可根據標準金屬試片在某環境中進行自然暴露，並以最初第一年的腐蝕率大小來決定大氣腐蝕環境分類，其分類標準如表 5-19 所示，可分為 C1, C2, C3, C4 與 C5 五個等級；C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。今彙整 2007.05-2008.08 (15 個月)試片之腐蝕速率進行各金屬的大氣腐蝕分類，結果如表 5-24 所示。表中，C5+表示金屬的腐蝕速率已超過 CNS 13401 規範中所規定之 C5 的腐蝕速率。

圖 5.52 至圖 5.55 分別為碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在 2007.05- 2008.08 (15 個月)暴露期間之大氣腐蝕分類等位圖；圖中等位線區間的顏色依表 5-19 中各金屬最初第一年之腐蝕速率來區分，C5 等級以上(C5+)以紅色表示，C5 等級以粉紅色表示，C4 等級以藍色表示，C3 等級以綠色表示，C2 等級以黃色表示，C1 等級則以淡黃色表示。

一般而言，除了在山區的試驗位址外，碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為 C3 以上，沿海地區則為 C5 等級，甚至在西北部海岸，碳鋼、鋅、銅的腐蝕環境可達 C5+。在平行海岸線方面，以高鐵沿線為例，針對碳鋼與鋅金屬，臺灣西部之大氣腐蝕環境分類可以大甲溪為界，大甲溪以北地區(如通霄以北之苗栗、新竹、桃園、臺北市)多為 C4 等級，大甲溪以南臺中市至臺南縣市之間多為 C3，但高雄縣市附近則為 C4。

至於銅金屬，其在臺灣全島地區的腐蝕狀況，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 至 C5+等級，山區腐蝕環境為 C3 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為 C4 等級。而針對鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 等級，山區腐蝕環境為 C2 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為 C3~C4 等級。

比較採用環境因子腐蝕分類(章節 5.5)與採用試片腐蝕速率分類的結果，發現使用環境因子進行之大氣腐蝕分類較為和緩；如以碳鋼為

例，核一廠試驗點若採環境因子分類為 C3 等級，但以腐蝕速率分類則為 C5+等級，其間的差異甚巨。經檢討，推論應是濱海區域實測之氯鹽沉積速率未確實反應現場氯鹽沉積量所致。因為濕燭法的原理為使用一個濕纖維織物表面，在已知面積的條件下暴露一段時間，再以化學分析法測定其氯鹽沉積量；但在東北季風與颱風侵襲臺灣時，持續強勁的風速會將部份纖維織物吹破或減薄，以致影響實際的氯鹽累積而造成較小的腐蝕等級。換句話說，本研究自 2007.05 至 2008.08 調查期間，濱海地區持續累積的氯鹽採集裝置可能因纖維織物的破裂、減薄而使量測到的氯鹽沉積量變小，以致 ISO 分類僅在 S0-S1(< 60 $mg/m^2/day$)的範圍內，但若採用 S2 (60~300 $mg/m^2/day$)修正並進行環境因子腐蝕分類，則濱海地區的腐蝕等級可為 C5。因此，如何確保濕燭法纖維織物不受強風破壞的方法應審慎研究，而本計畫在濱海地區所得一年期之氯鹽沉積速率應視為「2007.05-2008.08 期間較低的氯鹽沉積速率，實際之氯鹽累積量應大於此量測值」。

表 5-24 各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果(試驗期間：96.05-97.08)

項次	試驗地點	碳鋼	鋅	銅	鋁
1	核一廠	C5+	C5+	C5+	C5
2	**基隆試驗線 0m**	C5+	C5	C5	C4
3	**基隆試驗線 300m**	C5+	C5	C5	C4
4	**基隆試驗線 1Km**	C5	C4	C4	C3
5	**基隆試驗線 3Km**	C5	C4	C4	C2
6	澳底安檢所	C5+	C5+	C5	C4
7	梗枋安檢所	C5	C5	C5	C3
8	礁溪火車站	C3	C3	C4	C2
9	龍德工業區	C5	C4	C5+	C3
10	**蘇澳港試驗線 0m**	C4	C5	C5	C4
11	**蘇澳港試驗線 300m**	C4	C4	C5	C4
12	**蘇澳港試驗線 1Km**	C4	C4	C4	C3
13	南澳安檢所	C5	C5	C5	C4
14	和平工業區	C3	C4	C4	C3
15	太魯閣國家公園	C3	C3	C4	C2
16	**花蓮港試驗線 0m**	C5	C5+	C5	C4
17	**花蓮港試驗線 300m**	C5	C5+	C5	C4
18	**花蓮港試驗線 1Km**	C5	C5	C4	C3
19	**花蓮港試驗線 3Km**	C4	C4	C4	C3
20	橄仔樹安檢所	C5	C5+	C5	C4
21	石梯安檢所	C5	C5	C5	C4
22	**成功試驗線 0m**	C5	C5	C5	C4
23	**成功試驗線 300m**	C5	C5	C5	C4
24	金樽安檢所	C5	C5+	C5	C4
25	伽蘭安檢所	C5	C5	C5+	C4
26	豐樂工業區	C3	C3	C4	C3
27	尚武安檢所	C3	C4	C4	C3
28	**核三廠試驗線 0m**	C5	C5+	C5+	C4
29	**核三廠試驗線 300m**	C4	C5	C5	C4
30	**核三廠試驗線 1Km**	C4	C5	C5	C3
31	**核三廠試驗線 3Km**	C4	C4	C5	C3
32	楓港變電站	C3	C4	C4	C3
33	屏東工業區	C3	C3	C4	C3
34	中油林園廠	C4	C4	C5	C3
35	大林火力電廠	C5	C5	C5	C3

表 5-24 各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果(續 1)

項次	試驗地點	碳鋼	鋅	銅	鋁
36	中鋼公司	C4	C4	C5	C3
37	大發工業區	C4	C4	C5	C3
38	高雄市區	C4	C4	C4	C3
39	**高雄港試驗線 0m**	-	-	C5	-
40	**高雄港試驗線 300m**	C5	C5	C5	C5
41	**高雄港試驗線 1Km**	C5	C5	C5	C4
42	**高雄港試驗線 3Km**	C5	C4	C5	C4
43	高鐵左營站	C4	C4	C4	C3
44	高雄煉油廠	C4	C4	C5	C4
45	仁大工業區	C4	C4	C4	C3
46	興達火力電廠	C4	C4	C5	C4
47	成大水工所	C4	C4	C5	C3
48	官田工業區	C3	C3	C5	C3
49	東石安檢所	C5	C5	C5	C4
50	朴子工業區	C4	C4	C4	C3
51	高鐵嘉義站	C3	C3	C4	C3
52	斗六工業區	C3	C3	C4	C3
53	**臺塑六輕試驗線 0m**	C5	C5+	C5+	C5+
54	**六輕試驗線 300m**	C5	C5+	C5+	C5+
55	**六輕試驗線 1Km**	C5	C5+	C5+	C5+
56	**六輕試驗線 3Km**	C5	C5+	C5+	C5+
57	六輕工業區	C5	C5	C5+	C5
58	王功安檢所	C5	C5+	C5	C5
59	彰濱工業區	C5	C5+	C5	C5
60	田中工業區	C3	C3	C4	C2
61	高鐵臺中站	C3	C3	C4	C3
62	臺中市區	C3	C3	C4	C3
63	臺中火力電廠	C5	C5+	C5	C5
64	**臺中港試驗線 0m**	C5	C5	C5	C5
65	**臺中港試驗線 300m**	C4	C5	C5	C4
66	**臺中港試驗線 1Km**	C4	C5	C5	C3
67	**臺中港試驗線 3Km**	C3	C4	C4	C3
68	五甲安檢所	C5	C5	C5+	C5+
69	通霄火力電廠	C4	C5	C5	C4
70	外埔安檢所	C5	C5+	C5+	C5+

表 5-24 各金屬之腐蝕速率之大氣腐蝕分類結果(續 2)

項次	試驗地點	碳鋼	鋅	銅	鋁
71	頭份工業區	C5	C4	C5	C5
72	外湖安檢所	C5+	C5+	C5+	C5+
73	工研院	C4	C4	C4	C3
74	新竹工業區	C4	C4	C5	C3
75	平鎮工業區	C4	C4	C5	C3
76	高鐵新竹站	C4	C4	C4	C3
77	**桃園試驗線 0m**	C5+	C5+	C5+	C5+
78	**桃園試驗線 300m**	C5+	C5+	C5+	C5
79	**桃園試驗線 1Km (觀音工業區)**	C5+	C5+	C4	C4
80	林口火力電廠	C5+	C5+	C5+	C4
81	樹林工業區	C3	C3	C4	C3
82	桃園煉油廠	C5	C4	C4	C4
83	臺北市區	C4	C4	C5	C3
84	陽明山國家公園	C5	C5	C5+	C4
85	陽明山硫磺區	C5+	C5+	C5+	C5+
86	阿里山	C3	C3	C3	C2
87	南橫天池	C2	C3	C3	C2
88	北橫巴陵	C2	C3	C3	C2

註：- 表示試片遺失

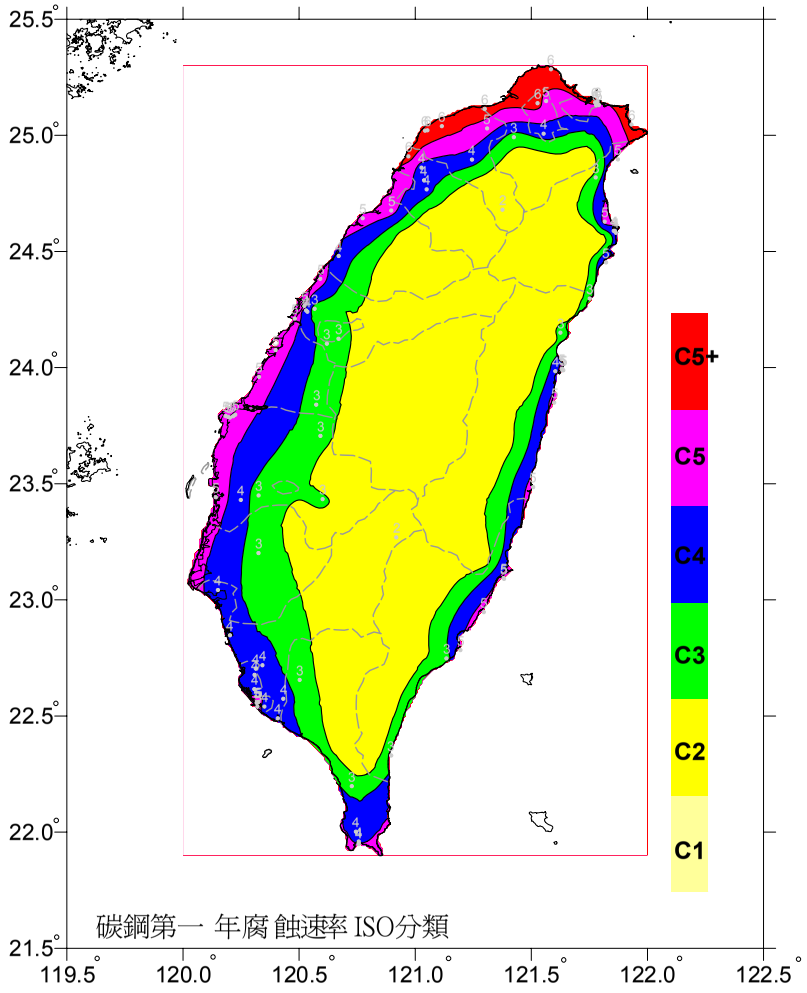


圖 5.52 碳鋼第一年腐蝕速率 ISO 分類

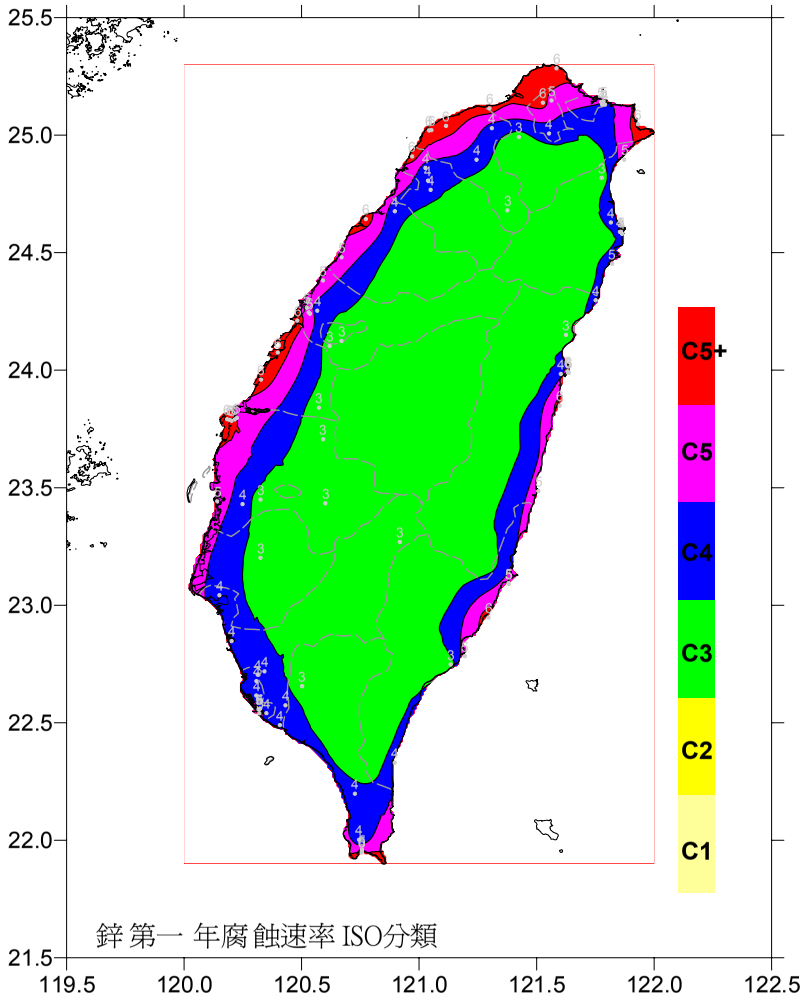


圖 5.53 鋅第一年腐蝕速率 ISO 分類

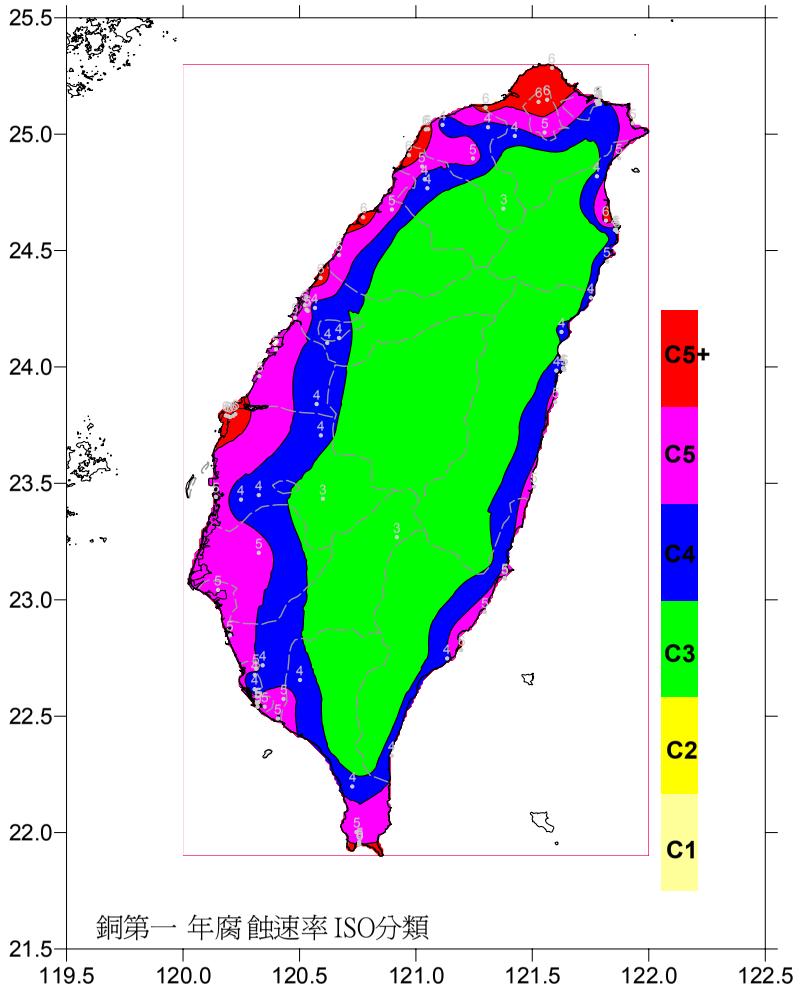


圖 5.54 銅第一年腐蝕速率 ISO 分類

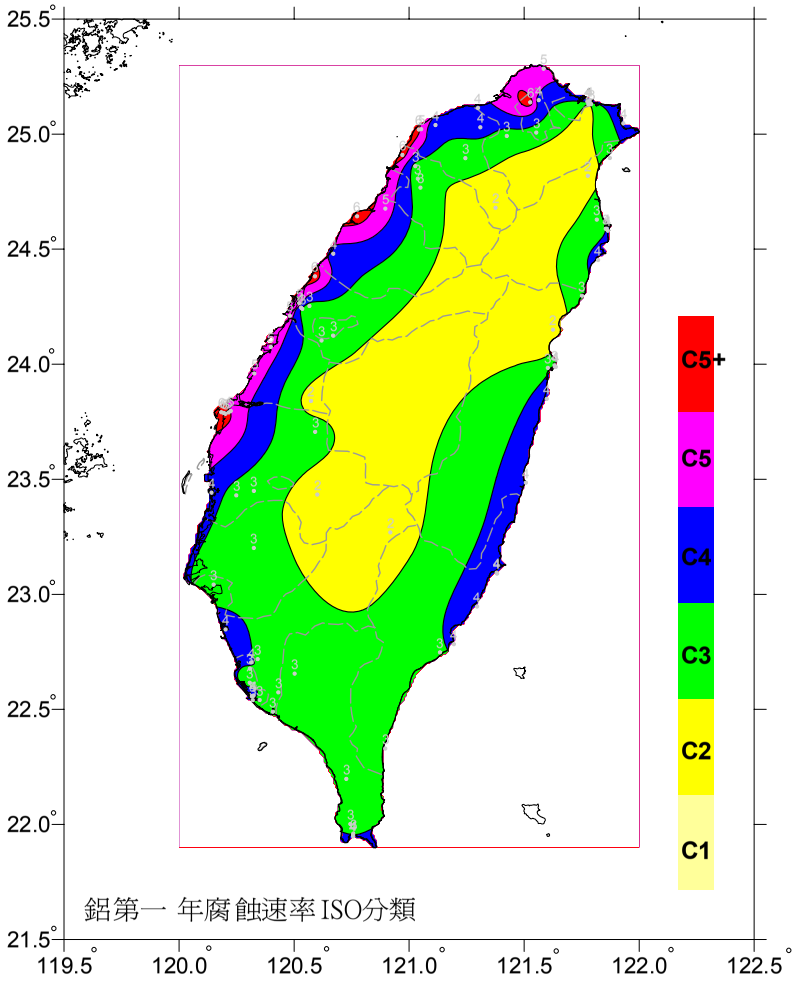


圖 5.55 鋁第一年腐蝕速率 ISO 分類

5.6.6 板狀試片建置

依據 CNS 13757，量測大氣腐蝕速率的試片有兩種，一種為螺旋狀試片而另一種為板狀試片；為避免螺旋狀試片在長期(一年期以上)暴露後因腐蝕而消耗殆盡，今參考 ASTM G 50-76[7] “Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals”規範製作板狀試片，藉以瞭解金屬長期(一年期以上)的腐蝕速率。試片準備如下：

1. 試片種類：碳鋼、鋅、銅、鋁，其成份將依據 CNS 13757(ISO 9226)規範準備。
2. 試片尺寸：依據 ASTM G 50-76，長度 150 mm、寬度 100 mm、厚度 5 mm 的試片。
3. 試驗期程：10 年。
4. 取樣頻率：6 次，即第 1、2、3、5、8、10 年每年一次。
5. 試片數量：以重量損失法進行腐蝕速率量測，每一試驗點各金屬各須 24 片試片(每次取樣 3 片，重複取樣 6 次，5 片備用，1 片為對照)，共 96 片試片。
6. 試驗地點：選擇足以代表本島不同腐蝕環境之區域，如腐蝕嚴重的鹽害區、工業區，以及腐蝕較輕微的鄉村區(對照組)等 3 處。鹽害區將選定為臺中火力電場，工業區將選擇麥寮工業區，而鄉村區則為溪頭森林區。
7. 大氣暴露試驗架設置：大氣暴露試驗架依據 ASTM G50-76 標規範設置；試驗架離地距離大於 760 mm，試片設置角度與垂直面成 30° 角且面向南方，試片固定座採用絕緣材料。

本研究板狀試片設置時間為 2008 年 10 月上旬，現場安裝相片如下：

臺中火力電場

臺中火力電場

麥寮工業區

麥寮工業區

溪頭森林區

溪頭森林區

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，在此資料庫中將包括：

1. 關於本計畫：主要是介紹本計畫的背景，使用的規範、大氣腐蝕環境分類的量測方法。另外亦說明試片材料的選取製作及試片取樣頻率。
2. 國內資料蒐集分析：主要是由氣象局與環保署之氣象資料與空氣監測資料為主，透過專業的分析判斷，以盒鬚圖的方式呈現，讓使用者可以快速的了解臺灣過去 10 年的氣象與空氣概況。
3. 現地試驗資料：包括季節性與一年期之腐蝕因子如濕潤時間、氯鹽沉積速率與二氧化硫沉積速率，以及碳鋼、鋅、銅、鋁金屬之腐蝕速率分析比較。
4. 專家數據庫：此為會員專區，須輸入帳號跟密碼，才可進入該系統。將分析結果以圖資方式配合臺灣地圖導入，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、資料處理介面、查詢使用等介面程式設計。系統架構及流程如圖 6.1 所示：

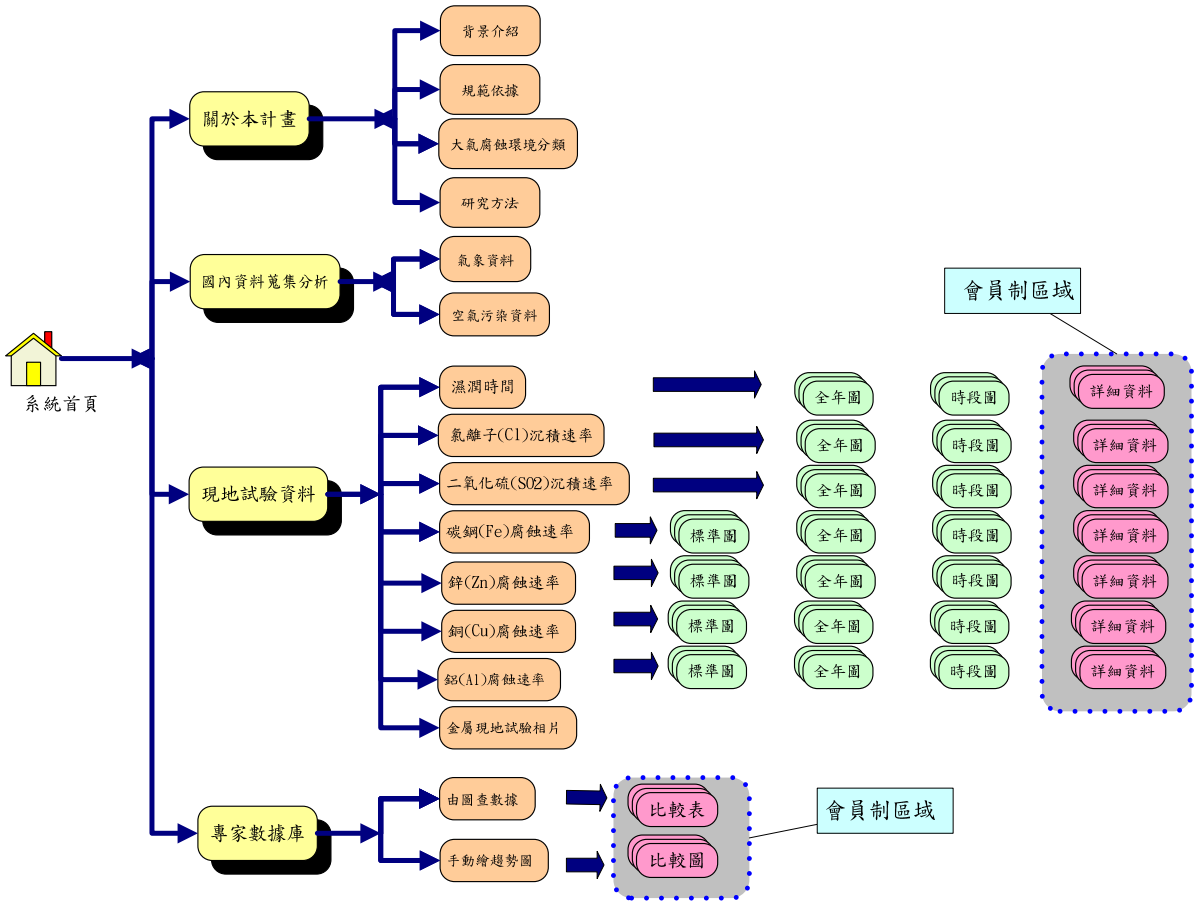


圖 6.1 系統架構及流程

6.3 電腦環境規劃

為方便管理及整合資料，本系統採用目前廣為使用的 Microsoft WINDOWS/XP 為作業平台，選用 SQL Server 為資料庫，圖文介面則使用 TeeChart 7.14 來撰寫，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。

6.4 系統說明

1. 登入首頁：輸入網址後，進入本系統的主網頁。由首頁可以再點選進入進階選項---『關於本計畫』、『國內資料蒐集分析』、『現地試驗資料』、『專家數據庫』，如圖 6.2。

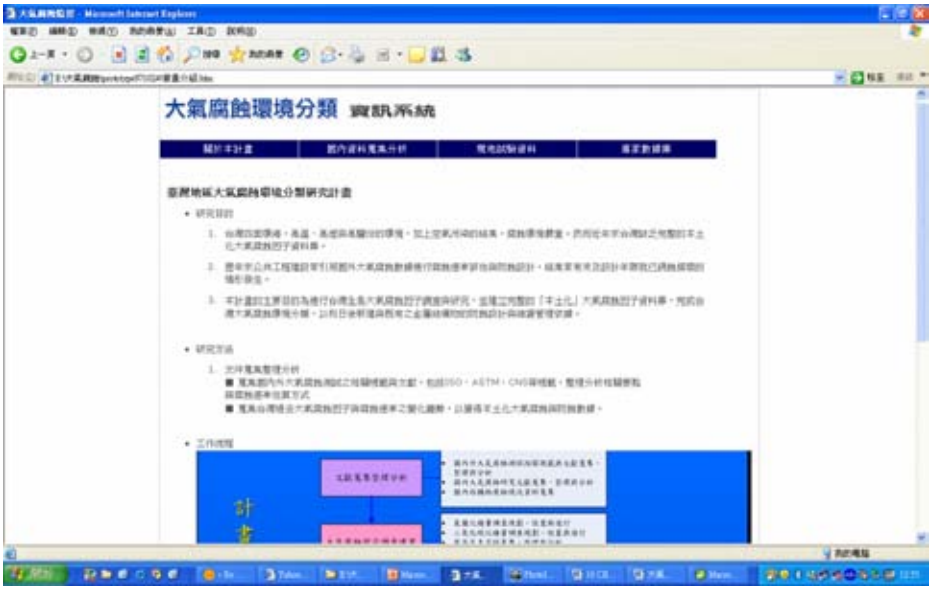


圖 6.2 資料庫首頁

2. 【關於本計畫】：由首頁進入此分項後，可以看到與本計畫相關各項簡介，使用者可以透過這些說明更了解本計畫執行之目的與布驟。

(1) 『背景介紹』：由這個網頁可以了解本計畫的研究目的、研究方法與工作流程，如圖 6.3。

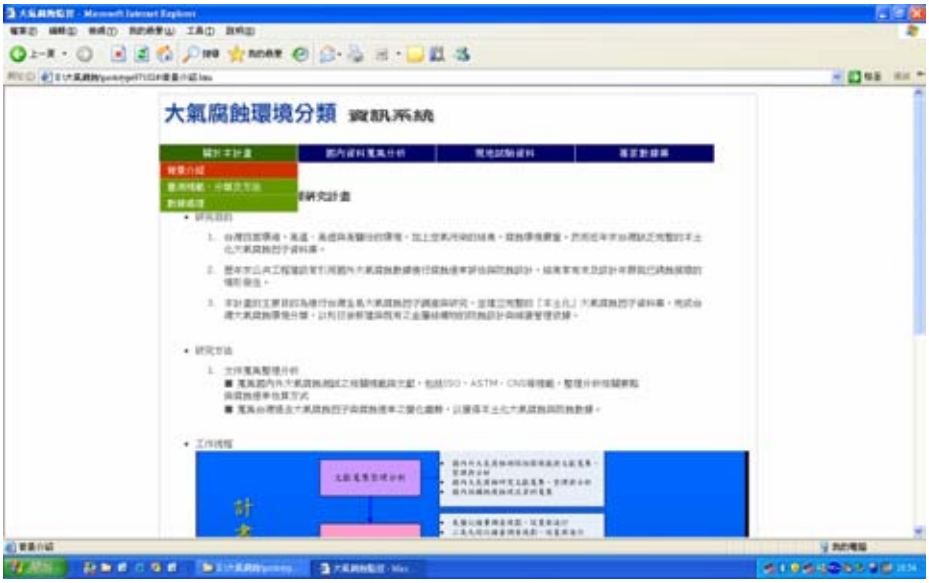


圖 6.3 資料庫網頁—關於本計畫

(2) 『使用規範與方法』：由首頁進入此分項後，可以看到本計畫所依據之大氣腐蝕規範、大氣腐蝕環境分類(ISO 9223)、濕潤時間、氯鹽沉積速率、二氧化硫沉積速率、與碳鋼、鋅、銅、鋁金屬腐蝕速率之量測方法，如圖 6.4。

圖 6.4 資料庫使用規範與方法

(3) 『試片處理』：由首頁進入此分項後，可以看到本計畫現地暴露試驗的試片製作材料及試片取樣頻率，如圖 6.5。

圖 6.5 試片處理

3. 【國內資料蒐集分析】：主要是由氣象局與環保署之氣象資料與空氣監測資料為主，透過專業的分析判斷，以盒鬚圖的方式呈現，讓使用者可以快速的了解臺灣過去 10 年的氣象與空氣概況。

(1) 『氣象資料蒐集分析』：此網站主要蒐集氣象局提供的氣溫、相對濕度、日照時數、太陽輻射、風速、降水量、降水日數的資料，並透過整理及分析，將資料以圖表的方式呈現，如圖 6.6。

圖 6.6 氣象資料整理與分析

(2) 『環保署資料蒐集分析』：此網站主要整理分析環保署空氣品質監測資料，如：SO_2 、NO_2 、CO 的資料，並透過整理及分析，將資料以圖表的方式呈現，如圖 6.7。

圖 6.7 空氣品質監測資料整理與分析

4. 【現地試驗資料】：此分項的資料主要為季節性與一年期之濕潤時間、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。

(1) 『濕潤時間』：首先呈現本年度的濕潤時間百分比圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的百分比圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.8 為『濕潤時間』網站的圖。

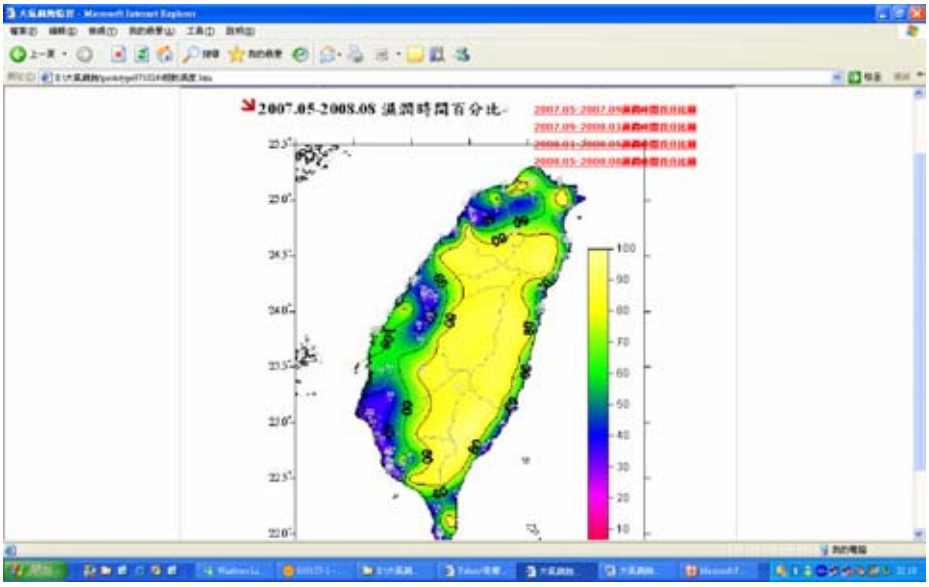


圖 6.8 濕潤時間百分比等位圖

(2) 『氯鹽沉積速率』：首先呈現本年度的氯鹽沉積速率圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的氯鹽沉積速率圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.9 為『氯鹽沉積速率』網站的圖。

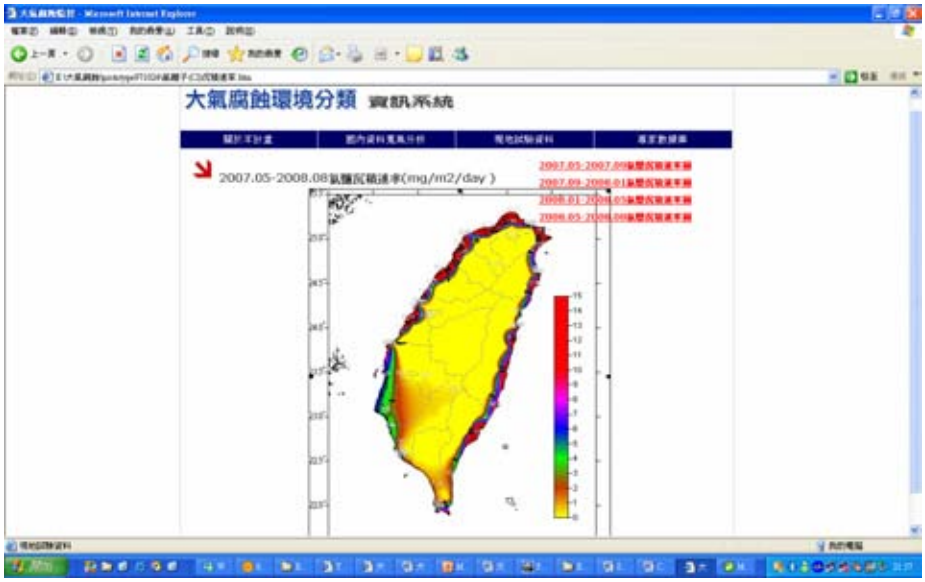


圖 6.9 氯鹽沉積速率等位圖

(3) 『二氧化硫(SO_2)沉積速率』：首先呈現本年度的二氧化硫(SO_2)沉積速率圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的二氧化硫(SO_2)沉積速率圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.10 為『二氧化硫(SO_2)沉積速率』網站的圖。

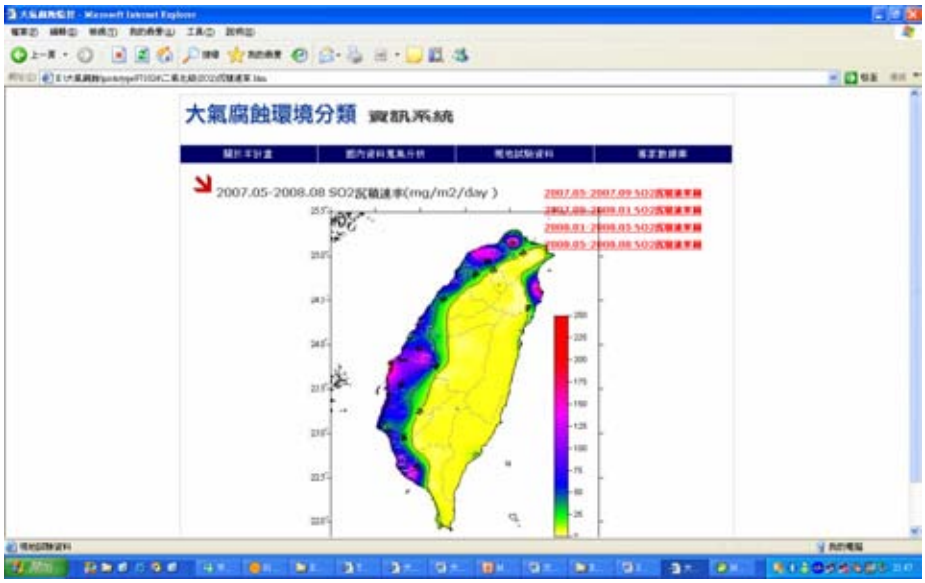


圖 6.10 二氧化硫沉積速率等位圖

(4) 『碳鋼(Fe)腐蝕速率』：首先呈現本年度的碳鋼(Fe)腐蝕速率圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的碳鋼(Fe)腐蝕速率圖、碳鋼第一年腐蝕速率 ISO 分類圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.11 為『碳鋼(Fe)腐蝕速率』網站的圖。

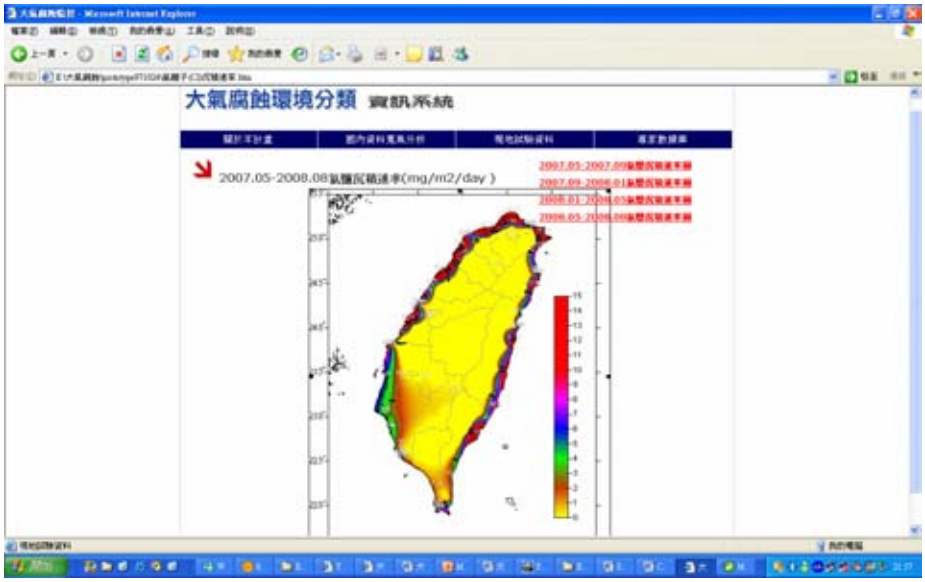


圖 6.11 碳鋼腐蝕速率

(5) 『鋅(Zn)腐蝕速率』：首先呈現本年度的鋅(Zn)腐蝕速率圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的鋅(Zn)腐蝕速率圖、鋅(Zn)第一年腐蝕速率 ISO 分類圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.12 為『鋅(Zn)腐蝕速率』網站的圖。

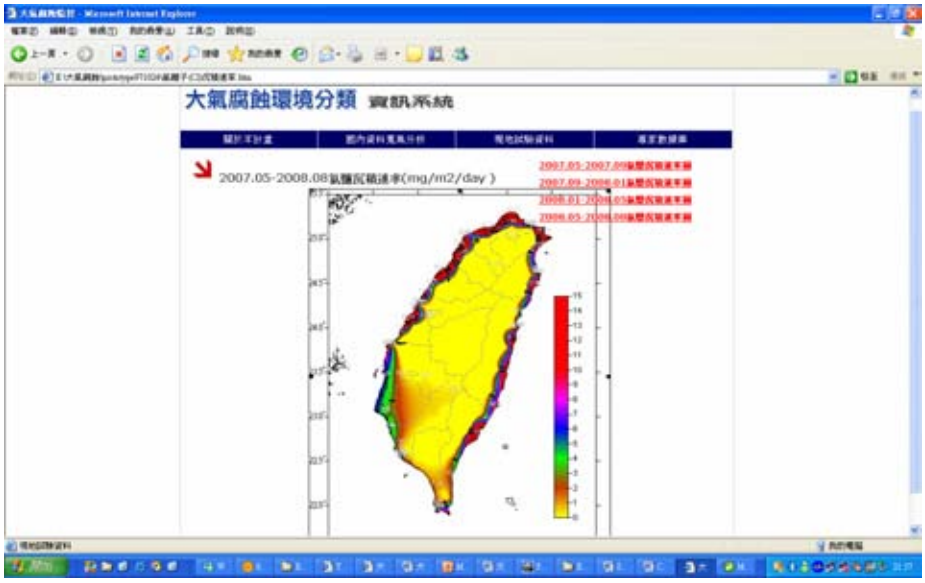


圖 6.12 鋅腐蝕速率

(6) 『銅(Cu)腐蝕速率』：首先呈現本年度的銅(Cu)腐蝕速率圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的銅(Cu)腐蝕速率圖、銅(Cu)第一年腐蝕速率 ISO 分類圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.13 為『銅(Cu)腐蝕速率』網站的圖。

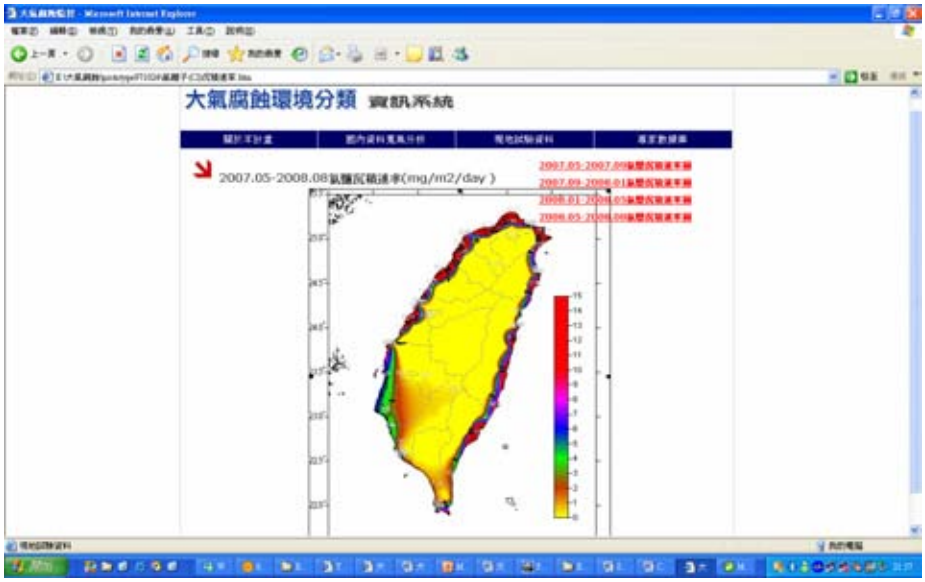


圖 6.13 銅腐蝕速率

(7) 『鋁(Al)腐蝕速率』：首先呈現本年度的鋁(Al)腐蝕速率圖，於圖上右上方提供本年度四個季節的鋁(Al)腐蝕速率圖、鋁(Al)第一年腐蝕速率 ISO 分類圖，供使用者進階查詢，若需要更進一步的數據資料，需進入會員專區-【數據資料庫】。圖 6.14 為『鋁(Al)腐蝕速率』網站的圖。

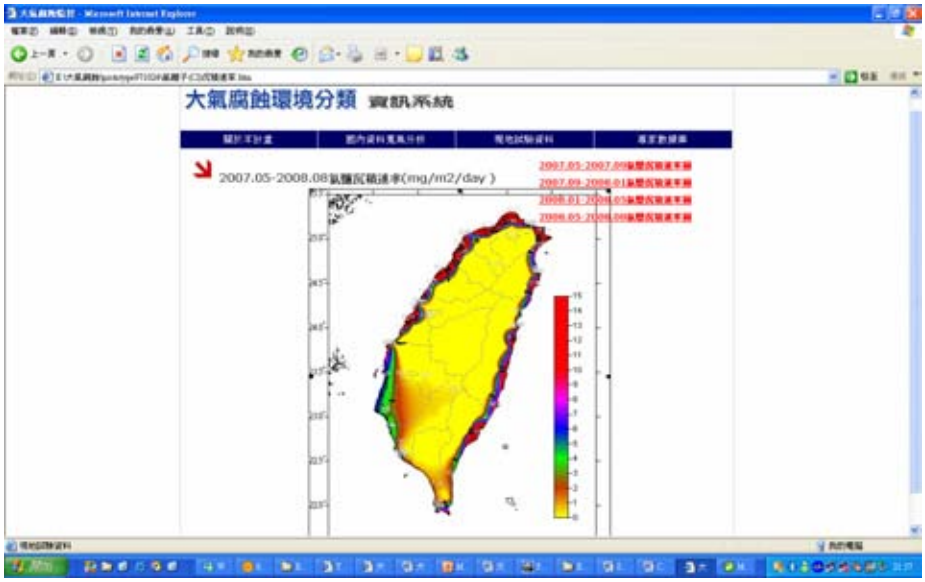


圖 6.14 鋁腐蝕速率

5. 【專家數據庫】：此為會員專區，須輸入帳號跟密碼，才可進入該系統。將分析結果以圖資方式配合臺灣地圖導入，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。點選【專家數據庫】下任何分項都會先出現會員登入畫面，如圖 6.15。

圖 6.15 專家會員登入

(1) 『由圖查數據』：首先呈現一張臺灣地圖，臺灣地圖上有現地暴露試驗的 105 的點，供使用者用滑鼠點選該點後，出現該點的相關位置資訊及在該點做的各種試驗數據，如圖中於點選基隆試驗線後，系統出現該試驗線的相關位置資料，請參考圖 6.16。

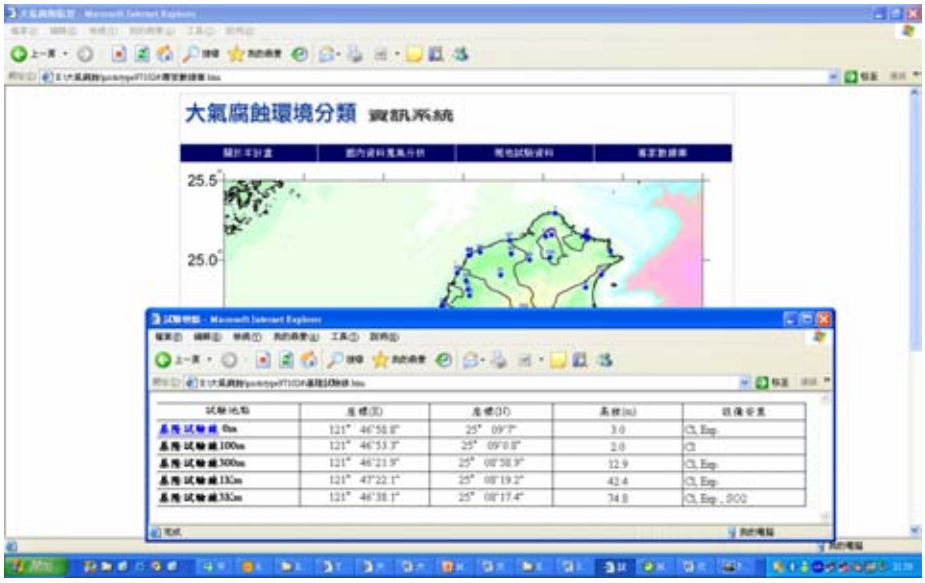


圖 6.16 點選試驗點位置查詢數據

(2) 『手動繪圖比較』：提供使用者自己動手選擇要比較的腐蝕因子及數據，系統將依據使用者的選擇繪出比較的柱狀圖，請參考圖 6.17。

圖 6.17 手動繪圖比較

第七章 結論

臺灣為一海島，地處熱帶/亞熱帶，高溫、高溼與高鹽份的存在，造成金屬在大氣中容易腐蝕劣化，且工業發展的結果，伴隨產生的是工業污染，再加上車輛急劇成長所排放的高腐蝕性廢氣，更造就臺灣地區成為一高腐蝕性的大氣環境。因此，大氣腐蝕劣化因子的調查與研究，尤其重要。

本計畫主要成果包括：（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，完成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）完成臺灣大氣腐蝕環境分類之工作。研究成果可提供公路局、港務局及相關單位金屬材料選用之依據，以達到符合各地區腐蝕環境，確保各公共工程如橋梁、碼頭等重大建設構造物，達到或超出設計使用年限，並避免或減少工安事件發生，降低社會成本及提高經濟效益。主要結論敘述如下：

1. 臺灣西部海岸的氯鹽沉積速率以初秋到冬季(2007.09- 2008.01)最為嚴重，而東部海岸的氯鹽沉積速率則以夏季至初秋(2007.05-2007.09)最為嚴重，至於臺灣南部海岸的氯鹽沉積速率，與西部海岸以及東部海岸相較，氯鹽沉積速率較小，四次調查的結果多小於 10 $mg/m^2/day$。。

2. 西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽會有增加的趨勢；但夏季季風對臺灣南部海岸空氣中的氯鹽量並無顯著的影響；至於東部海岸因受夏季季風以及颱風的吹襲，海風挾帶大量的氯鹽，會造成空氣中氯鹽含量增加。。

3. 空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分佈，受到風速、風向、地形局部遮避的影響；距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小，且距離海岸超過 3000m 以上時，氯離子的沉積速率已明顯減少。

4. 二氧化硫沉積量的分佈取決於工業區、石化廠與火力電廠所在的

位置與其生產頻率有關，受季節變化影響的較少，所以四次調查的結果有相似的分佈情形。

5. 在秋季與冬季時大陸沿岸石化廠或火力電廠產生的二氧化硫可能藉由東北季風的挾帶而侵襲臺灣，以致造成臺灣北部與西部沿海的二氧化硫沉積速率增加。

6. 臺灣各地於 2007.05 至 2008.08 約 15 個月內，相對濕度大於 80%的小時數至少佔全年時數之 30%以上，且雲林麥寮地區更可高達 62.6%，僅次於山區如阿里山 86%、南橫天池 85.3%、北橫巴陵 84.8%、陽明山 78.1%。

7. 在東北季風期期間，西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽與二氧化硫有顯著增加的趨勢，再加上此期間內之相對濕度為北濕南乾的現象，以致碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在東北季風期的腐蝕速率較高。

8. 除了在山區的試驗位址外，碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為 C3 以上，沿海地區則為 C5 等級，甚至在西北部海岸，碳鋼、鋅、銅的腐蝕環境可達 C5+。

9. 在平行海岸線方面，以高鐵沿線為例，針對碳鋼與鋅金屬，臺灣西部之大氣腐蝕環境分類可以大甲溪為界，大甲溪以北地區(如通霄以北之苗栗、新竹、桃園、臺北市)多為 C4 等級，大甲溪以南臺中市至臺南縣市之間多為 C3，但高雄縣市附近則為 C4。

10. 銅金屬其在臺灣全島地區的腐蝕狀況除濱海地區之腐蝕環境為 C5 至 C5+等級，山區腐蝕環境為 C3 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為 C4 等級。而針對鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為 C5 等級，山區腐蝕環境為 C2 等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為 C3~C4 等級。

參考文獻

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

ASM International, Ohio, 1988.

14. I. Odnevall and C. Laygraf, “Atmospheric corrosion”, ASTM STP 1239, W.W. Kirk and Herbert, H. Lawson, Eds., Philadelphia, 1995.

15. “Outdoor atmospheric corrosion”, ASTM STP 1421, H.E. Townsend Ed., West Conshohocken, PA, 2002.

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	高程(m)	距海岸距離 (Km)	設備安裝
1	核一廠	121° 34’58.1”	25° 17’34”	68.8	0.21	Cl, Exp.
2	**基隆試驗線 0m**	121° 46’58.8”	25° 09’7”	3.0	0.03	Cl, Exp.
3	**基隆試驗線 100m**	121° 46’53.3”	25° 09’0.8”	2.0	0.13	Cl
4	**基隆試驗線 300m**	121° 46’21.9”	25° 08’58.9”	12.9	0.49	Cl, Exp.
5	**基隆試驗線 1Km**	121° 47’22.1”	25° 08’19.2”	42.4	1.02	Cl, Exp.
6	**基隆試驗線 3Km**	121° 46’38.1”	25° 08’17.4”	74.8	1.61	Cl, Exp., SO_2
7	基隆澳底安檢所	121° 55’45.1”	25° 03’17.8”	4.0	0.18	Cl, Exp.
8	基隆梗枋安檢所	121° 52’15.3”	24° 54’16.5”	1.1	0.03	Cl, Exp.
9	礁溪火車站	121° 46’30.8”	24° 49’36.7”	6.0	4.85	Cl, Exp., SO_2
10	龍德工業區	121° 48’50.6”	24° 38’12.4”	4.0	3.27	Cl, Exp., SO_2
11	**蘇澳港試驗線 0m**	121° 51’26.7”	24° 35’49.4”	1.6	0.09	Cl, Exp.
12	**蘇澳港試驗線 100m**	121° 51’25.8”	24° 35’44.4”	2.0	0.16	Cl
13	**蘇澳港試驗線 300m**	121° 51’42.7”	24° 35’18.9”	1.6	0.29	Cl, Exp.
14	**蘇澳港試驗線 1Km**	121° 51’9.8”	24° 35’48.3”	3.9	0.57	Cl, Exp.
15	南澳安檢所	121° 49’10.9”	24° 27’39.4”	7.3	0.11	Cl, Exp.
16	和平工業區	121° 44’58.5”	24° 18’20.9”	18.0	0.91	Exp., SO_2
17	太魯閣國家公園	121° 37’23.9”	24° 09’30.6”	91.5	3.67	Cl, Exp.,

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離（續 1）

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	高程(m)	距海岸距離 (Km)	設備安裝
18	美崙工業區	121° 37’49.7”	24° 00’47.6”	18.0	1.26	SO_2
19	**花蓮港試驗線 0m**	121° 38’8.6”	23° 59’48.3”	2.0	0.04	Cl, Exp.
20	**花蓮港試驗線 100m**	121° 38’5.5”	23° 59’52.3”	1.1	1.12	Cl
21	**花蓮港試驗線 300m**	121° 37’53.0”	23° 59’51.0”	11.4	0.47	Cl, Exp.
22	**花蓮港試驗線 1Km**	121° 37’49.4”	24° 00’13.4”	10.0	0.59	Cl, Exp.
23	**花蓮港試驗線 3Km**	121° 36’4.4”	23° 59’32.4”	8.8	2.54	Cl, Exp.
24	橄仔樹安檢所	121° 35’47.4”	23° 51’26.8”	11.4	0.08	Cl, Exp.
25	石梯安檢所	121° 30’21”	23° 29’36.9”	1.6	0.04	Cl, Exp.
26	**成功試驗線 0m**	121° 22’50.0”	23° 05’54.1”	0.0	0.01	Cl, Exp.
27	**成功試驗線 300m**	121° 22’43.4”	23° 06’8.2”	19.7	0.35	Cl, Exp.
28	金樽安檢所	121° 17’36.3”	22° 57’19.1”	2.1	0.03	Cl, Exp.
29	伽蘭安檢所	121° 11’34.0”	22° 47’30.1”	7.6	0.01	Cl, Exp.
30	豐樂工業區	121° 07’56.8”	22° 45’21.7”	15.0	2.53	Exp., SO_2
31	尚武安檢所	120° 53’40.3”	22° 20’17.4”	10.4	0.05	Cl, Exp.
32	**核三廠試驗線 0m**	120° 45’16.6”	21° 57’23.1”	3.6	0.02	Cl, Exp.
33	**核三廠試驗線 100m**	120° 45’14.6”	21° 57’26.3”	13.6	0.13	Cl
34	**核三廠試驗線 300m**	120° 45’17.0”	21° 57’39.1”	41.4	0.48	Cl, Exp.
35	**核三廠試驗線 1Km**	120° 45’18.7”	21° 58’4.80”	22.8	1.22	Cl, Exp., SO_2

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離（續 2）

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	高程(m)	距海岸距離 (Km)	設備安裝
36	**核三廠試驗線 3Km**	120° 44’33.9”	22° 00’36.4”	18.0	4.01	Cl, Exp.
37	楓港變電站	120° 43’30.1”	22° 12’22.1”	70.3	3.9	Cl, Exp.
38	屏東工業區	120° 30’1.6”	22° 39’48.5”	24.2	22.2	Exp., SO_2
39	中油林園廠	120° 24’22.1”	22° 29’52.8”	3.8	1.92	Exp., SO_2
40	大林火力電廠	120° 19’6.5”	22° 32’53.9”	4.0	0.28	Cl, Exp., SO_2
41	中鋼公司	120° 20’55.0”	22° 32’55.2”	3.6	2.62	Cl, Exp., SO_2
42	鳳山工業區	120° 19’59.4”	22° 37’3.9”	7.0	5.99	SO_2
43	大發工業區	120° 25’46.6”	22° 34’56.0”	9.0	10.75	Exp., SO_2
44	高雄市區	120° 18’19.3”	22° 37’26.1”	3.7	4.12	Cl, Exp., SO_2
45	**高雄港試驗線 0m**	120° 18’54.5”	22° 33’53.6”	1.0	0.01	Cl, Exp.
46	**高雄港試驗線 100m**	120° 18’56.8”	22° 33’53.1”	1.5	0.05	Cl (鐵絲固定)
47	**高雄港試驗線 300m**	120° 19’2.8”	22° 33’57.1”	2.0	0.28	Cl, Exp.
48	**高雄港試驗線 1Km**	120° 19’10.9”	22° 34’0.5”	2.1	0.51	Cl, Exp.
49	**高雄港試驗線 3Km**	120° 19’19.5”	22° 34’6.3”	1.9	0.81	Cl, Exp.
50	高鐵左營站	120° 18’22.0”	22° 41’7.3”	9.0	4.29	Cl, Exp., SO_2
51	高雄煉油廠	120° 18’42.0”	22° 42’44.3”	14.0	5.22	Exp., SO_2
52	仁大工業區	120° 20’24.6”	22° 43’35.8”	14.0	8.44	Exp., SO_2
53	永安工業區	120° 15’20.0”	22° 48’50.0”	8.1	4.32	SO_2

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離（續 3）

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	高程(m)	距海岸距離 (Km)	設備安裝
54	興達火力電廠	120° 12’1.5”	22° 51’20.2”	1.1	0.97	Cl, Exp., SO_2
55	安平工業區	120° 10’36.5”	22° 57’53.4”	2.0	1.25	SO_2
56	成大水工所	120° 08’54.4”	23° 03’2.0”	1.0	5.2	Cl, Exp., SO_2
57	官田工業區	120° 19’23.6”	23° 12’35.0”	20.1	30.01	Exp., SO_2
58	東石安檢所	120° 08’21.3”	23° 27’0.2”	1.2	0.02	Cl, Exp.
59	朴子工業區	120° 14’49.3”	23° 26’17.7”	6.0	9.46	Exp., SO_2
60	高鐵嘉義站	120° 19’24.6”	23° 27’27.4”	13.0	17.26	Cl, Exp., SO_2
61	斗六工業區	120° 35’23.6”	23° 42’50.8”	73.3	41.26	Exp., SO_2
62	**臺塑六輕試驗線 0m**	120° 10’53.7”	23° 47’58.8”	3.0	0.06	Cl, Exp.
63	**六輕試驗線 100m**	120° 11’15.1”	23° 47’50.1”	3.0	0.28	Cl
64	**六輕試驗線 300m**	120° 11’32.2”	23° 47’45.9”	3.0	0.77	Cl, Exp.
65	**六輕試驗線 1Km**	120° 12’0.8”	23° 47’34.9”	4.0	1.67	Cl, Exp.
66	**六輕試驗線 3Km**	120° 12’50.4”	23° 47’55.1”	3.0	2.9	Cl, Exp.
67	六輕工業區	120° 13’23.2”	23° 48’18.9”	3.9	2.47	Exp., SO_2
68	王功安檢所	120° 19’32.1”	23° 58’5.3”	2.4	0.18	Cl, Exp.
69	彰濱工業區	120° 23’49.4”	24° 05’0.1”	5.0	0.23	Cl, Exp., SO_2
70	田中工業區	120° 34’18.6”	23° 50’54.5”	43.2	27.29	Exp., SO_2
71	南崗工業區	120° 40’7.7”	23° 55’36.5”	123.5	31.26	SO_2
72	大里工業區	120° 42’51.3”	24° 05’41.1”	73.3	27.48	SO_2

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離（續 4）

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	高程(m)	距海岸距離 (Km)	設備安裝
73	高鐵臺中站	120° 37’3.5”	24° 06’40.6”	27.9	16.39	Cl, Exp., SO_2
74	臺中市區	120° 40’4.1”	24° 07’57.4”	64.0	19.75	Cl, Exp., SO_2
75	臺中工業區	120° 36’28.6”	24° 10’8.0”	114.0	12.72	SO_2
76	關連工業區	120° 31’26.0”	24° 14’13.8”	4.0	1.44	SO_2
77	臺中火力電廠	120° 28’46.7”	24° 13’9.4”	2.0	3.44	Cl, Exp., SO_2
78	**臺中港試驗線 0m**	120° 31’14.4”	24° 16’25”	5.0	0.15	Cl, Exp.
79	**臺中港試驗線 100m**	120° 31’46.4”	24° 16’15.2”	4.3	0.37	Cl
80	**臺中港試驗線 300m**	120° 31’41.4”	24° 15’15.4”	4.0	0.97	Cl, Exp.
81	**臺中港試驗線 1Km**	120° 32’1.6”	24° 14’55.2”	4.0	1.82	Cl, Exp.
82	**臺中港試驗線 3Km**	120° 33’53.9”	24° 15’5.9”	7.1	4.48	Cl, Exp.
83	五甲安檢所	120° 35’20.5”	24° 23’24.8”	1.4	0.06	Cl, Exp.
84	通霄火力電廠	120° 40”6.6	24° 29’18.8”	3.4	0.28	Cl, Exp., SO_2
85	苗栗外埔安檢所	120° 46’18.7”	24° 39’4.2”	3.7	0.06	Cl, Exp.
86	竹南工業區	120° 52’49.5”	24° 42’36.4”	25.0	1.78	SO2
87	頭份工業區	120° 53’41.8”	24° 41’4.1”	13.0	4.13	Exp., SO_2
88	新竹外湖安檢所	120° 58’7.7”	24° 55’3.5”	3.9	0.04	Cl, Exp.
89	工研院	121° 02’50.3”	24° 46’32.3”	117.7	13.32	Exp., SO_2
90	新竹工業區	121° 01’30.1”	24° 52’8.6”	89.0	7.02	Exp., SO_2
91	平鎮工業區	121° 14’33.4”	24° 54’13.8”	188.7	24.41	Exp., SO_2

附錄 1 大氣腐蝕試驗位置經緯度、高程與距海岸線的距離（續 5）

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	高程(m)	距海岸距離 (Km)	設備安裝
92	高鐵新竹站	121° 02’9.9”	24° 48’53.0”	44.1	10.98	Cl, Exp., SO_2
93	**桃園試驗線 0m**	121° 02’25.9”	25° 01’41.9”	4.0	0.11	Cl, Exp.
94	**桃園試驗線 100m**	121° 02’48.9”	25° 01’50.8”	2.3	0.18	Cl
95	**桃園試驗線 300m**	121° 03’2.3”	25° 01’46.4”	3.6	0.55	Cl, Exp., SO_2
96	**桃園試驗線 1Km (觀音工業區)**	121° 06’45.9”	25° 02’51.6”	28.1	2.23	Cl, Exp., SO_2
97	林口火力電廠	121° 17’51.7”	25° 07’20.1”	6.9	0.02	Cl, Exp., SO_2
98	樹林工業區	121° 25’21.8”	25° 00’0.8”	5.6	15.91	Exp., SO_2
99	桃園煉油廠	121° 18’28.2”	25° 02’16.4”	87.5	8.92	Exp., SO_2
100	臺北市區	121° 33’3.2”	25° 00’54.7”	10.0	21.59	Cl, Exp., SO_2
101	陽明山國家公園	121° 33’41.9”	25° 09’21”	625.2	11.75	Cl, Exp., SO_2
102	陽明山硫磺區	121° 31’29.1”	25° 08’47.6”	184.1	11.36	Exp., SO_2
103	北橫巴陵	121° 23’1.9”	24° 40’41.9”	590.4	45.38	Cl, Exp., SO_2
104	阿里山	120° 35’56.9”	23° 26’30.5”	254.9	45.9	Cl, Exp., SO_2
105	南橫天池	120° 54’59.6”	23° 16’37.6”	2262.0	50.8	Cl, Exp., SO_2

註：Cl 為氯鹽採集器、SO_2 為二氧化硫採集器、Exp.為碳鋼、鋅、銅、鋁金屬螺旋試片之安裝

附錄 2 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-97-H1DB002

計畫名稱：「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究（2/2）」

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
中華大學航空及機械研究所葉明勳教授	
1.資料、數據相當完整，惟校正工作宜再謹慎。	遵照辦理。
2.第 223 頁圖 5.5.1 的標示，可否考慮將曝放地點標示出來。	因空間的關係，若將所有試驗地點均標示出來將會造成圖形中的字體重疊，因此將標示部份試驗位置。
3.曝放時間與統計時間考慮與春夏秋冬分法脫勾。	遵照辦理。
4.第 50 頁之全年太陽輻射量資料太舊，是否有新資料更新。	將找尋較新資料更換。
臺灣科技大學王朝正 教授	
1.東部地區之試驗點很多都在安檢所，離海岸很近，請問離岸後腐蝕的減少傾向是否和西部相同。	東海岸濱海地區因有海岸山脈的阻隔，離岸後腐蝕減少的傾向與西海岸不同，在全島等位線圖的繪製上已加入海岸山脈的界線。
2.第 174 頁提到：腐蝕速率受風速、風向…影響，請問可以影響腐蝕分類可能範圍。（從 C？到 C 多少）	臺灣為一海島，濱海地區腐蝕速率會受到海風中挾帶氯鹽的影響，而風速與風向為其影響參數，此為一事實結果；至於可以影響腐蝕分類的範圍，則有待後續研究推論。
3.不同採樣季之腐蝕速率，部份差異很多，能否就此提出說明，如中鋼 SO_2 從 57.97 降到 26.72 μm/yr.。	檢核結果，第二次 SO_2 數據分析時遺漏換算公式：$R(SO_2)=\frac{(m_1-m_0)\times 16.67}{A\times t\times 1000}$ 中應乘以係數 16.67，以致數據變小，將立即修正。
4.同上，於後之期末報告，若數據變異很大的時候，請加以說明是因氣候因素或其他的人為、非人為因素所造成。	遵照辦理。

5.本報告中部份原因推測，請加註佐證資料之圖表號碼，以避免流於臆測。	遵照辦理。
中國鋼鐵公司新材料研究發展處 劉宏義博士	
1.本計劃係第二年之期中報告，內容主要蒐集進 10 年氣象與空污資料、大氣腐蝕因子調查及現地曝露試驗結果，工作內容繁複，且已較第一年有更具代表性之結果，值得肯定。	
2.大氣腐蝕因子調查結果，報告對於 2007.05～2007.10 與 2007.09～2008.01 兩次 Cl-沉積速率明顯不同有很好的推論，但對於 SO_2 沉積量之差異，則未見合理說明，建議補充之。(第 189 頁)	報告中 SO_2 沉積量之差異是為因人為因素所造成，將立即進行修正、比較。
3.第二次 SO_2 沉積量普遍較低，但在工業區的腐蝕速率都上升，作者推論是 Cl-與相對溼度惟金屬腐蝕速率的主要決定因素，但如何以此來說明工業區的測試結果。(第 237 頁)	檢核結果，第二次 SO_2 數據分析時遺漏換算公式：$R(SO_2)=\frac{(m_1-m_0)\times 16.67}{A\times t\times 1000}$ 中應乘以係數 16.67，以致數據變小，是為因人為因素所造成，將立即進行修正。
4.少數打字錯誤，請一併修正：第 11 頁第 3 行（幅→輻）、第 13 頁第 11 行（重複→片）、第 16 頁第 5 行（少一個、）、第 21 頁第 12 行（同第 11 頁）、第 234 頁第 7 行（界→介）。	遵照辦理。
港灣技術研究中心 朱金元科長	
1.春夏秋冬 4 季分別改為春季 3-5 月、夏季 6-8 月、秋季 9-11 月、冬季 12-2 月，與相關報告是否一致，是否會產生報告之間認知上之差異請檢討。	報告中近 10 年氣象資料的分析是依據臺灣現地狀況將中央氣象局之數據資料進行春、夏、秋、冬的敘述，與相關報告一致；但本研究試驗遍及全臺，無法在同一時間進行試體的佈放與收取，故與春、夏、秋、冬之固定時程不同。期末報告時本研究之現地試驗結果將依據各試驗點之實際暴露時間進行敘述。

2.二次調查時間上重疊（2007.05-2007.10 及 2007.09-2008.1）原因為何？是否會造成不同測站間資料比較時間上的不一致？各測站調查時間如不一致，則比較分析之結果其說服力有疑慮。請再檢討	本研究試驗遍及全臺，每次採樣的時程約為一個半月，但顧及每一試體的暴露時間均約為三個月，以致在敘述上二次調查時間有所重疊。各測站調查時間雖不一致，但幾乎均在相近的時間內完成，資料分析結果應可進行趨勢性的比較。
3.同一測站二次調查之結果差異太大，請檢討其原因	報告中 SO_2 沉積量之差異是為因人為因素所造成，本團隊將立即進行修正、比較。
港灣技術研究中心 陳桂清研究員	
1.報告內容豐富，惟部份內容在第一年報告中已有詳實闡述，建議重複之內容大幅精減或刪除。	遵照辦理。
2.SO_2 沉積量兩次（季）測得之數據差異很大，建議再檢核並與環保署或中央氣象局之數據比對，檢查可能原因為何？	報告中 SO_2 沉積量之差異是為因人為因素所造成，本團隊將立即進行修正、比較。
3.資料庫建置至今尚未有所描述，建議儘速建構並與委託單位就基本架構、功能性….等進行意見交換。	遵照辦理。
港灣技術研究中心 張道光副研究員	
1.請整合現地暴露試驗第一季與第二季各金屬之腐蝕速率之比較圖表，以利相互比較。	pp.225 至 pp.232 已有敘述。
2.報告之圖表應該穿插於文章中，並非排在各章節後面。	考量本研究之圖表甚多於文章敘述部份，若圖表穿插於文章中將會造成讀者閱讀的不便；建議圖表仍排在各章節後面。
3.請說明網路版資料庫建置軟體有哪些？何時可開放資料庫之測試。	將選用 SQL 為開發工具，目前正在建構中，於 9 月中應可進行測試。

附錄 3 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-97-H1DB002

計畫名稱：「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究（2/2）」

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
中華大學航空及機械研究所葉明勳教授		
1.研究成果整體完整性佳，頗具參考價值。		
2.金屬材料之腐蝕速率（表 5.6.3～表 5.6.6）表示 1 年期與各季的差異，宜再詳述。	表 5.6.3～表 5.6.6 為碳鋼、鋅、銅、鋁四種金屬在不同暴露時間的腐蝕速率，由於試體暴露時間主要涵蓋夏季季風期、東北季風期以及東北季風至夏季季風期之轉換期間，並非完全依照春、夏、秋、冬四季進行採樣，因此表 5.6.3～表 5.6.6 的腐蝕速率是以試體暴露的調查期間來作區分，在本文第 5.6.3 節中已有說明。	同意處理方式
3.若干校稿部份宜修正，例如： a、p13「每次取樣 3 片，重複取樣 6 次」，取代「每次取樣 3 片重複，取樣 6 次」。 b、p43 表 4.1.3 請註明出處。 c、p187 倒數第 7 行，何謂「….迫使空氣向北消退…..」	a. 遵照辦理。 b. 資料來源為中央氣象局之網站。 c. 將「…迫使空氣向北消退…」修訂為「…促使空氣向北消退…」。	同意處理方式
4.資訊系統建議可適當適度開放業界、學界使用，以利資源共享。	請委辦單位裁示。	參考辦理

臺灣科技大學王朝正 教授		
1.大氣腐蝕分類應持續性地做調查。	請委辦單位裁示。	參考辦理
2.報告 p274 列有 C5+ 之定義，但 ISO 並無 C5+ 之分類。建議直接在表 5.6.2（p243)的適當位置給予 C5+定義。另 C5I、C5M 若可行，也一併定義。	表 5.6.2 之大氣腐蝕環境分類為 ISO 9223 之定義分類，但 C5+為本研究自行定義之腐蝕等級，表示金屬的腐蝕速率已超過 ISO 9223 規範中所規定之 C5 的腐蝕速率；由於 C5+並非 ISO 中之定義，故不宜直接放入 ISO 表格中(表 5.6.2)。 C5I、C5M 為 ISO12944-2 中針對 C5 等級之工業環境與海洋環境所使用塗料系統的區分，在 ISO 9223 中並無定義。而本研究之大氣腐蝕環境分類主要是依據 ISO 9223 之定義分類，並非進行塗料系統選擇，所以建議不要將 C5I 與 C5M 定義於 ISO 9223 之大氣腐蝕環境分類中。	同意處理方式
3.表 5.6.7（p276）建議加註試驗期間。	遵照辦理。	同意處理方式
4.如 p276 所見，同一位置現地暴露分析所得的大氣腐蝕分類，常因材料而有不同，如中鋼 Cu：C5，Al：C3，這該如何使用？請於報告或日後的網頁資料顯示時予以說明。	不同金屬在相同的腐蝕環境下因受腐蝕因子的影響會產生不同的腐蝕產物，所以呈現出的腐蝕速率也有所不同。本研究的主要目的就是要瞭解碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣各地區的腐蝕狀況，以中鋼為例，Cu：C5，Al：C3 的區分將可作為日後該地區附近使用金屬材料的選擇或防蝕工法選用時之參考依據。	同意處理方式

崇右技術學院 蘇南 副校長（書面審查）		
1.本報告內容豐富，闡釋詳實，頗具實務應用價值。		
2.建議考慮把資料庫放在港灣技術研究中心的網站上，並製作操作手冊予委託單位，且也對委託單位人員進行教育訓練。	遵照辦理。	同意處理方式
3.建議增加英文摘要，圖目錄及表目錄，另也請在文中將參考文獻 (p297) 的編號直接載明，俾增加可讀性。	遵照辦理。此外，參考文獻(p297)的編號在第三章文獻回顧中已有載明。	同意處理方式
4.建議就"臺灣大氣環境腐蝕分類"在予補充，以精益求精，符合 p6 之預計完成工作項目。	遵照辦理。	同意處理方式
中國鋼鐵公司新材料研究發展處 劉宏義博士（書面審查）		
1.腐蝕劣化因子調查完整，數據之整理及說明均很完善，相當難得。		
2. 以下數點請補充 a、 p52 圖 4.1.1 缺圖說。 b、 p211 SO_2 沉積速率的顏色範圍應重疊，文中 120～200 未重疊。 c、 p274 及圖 5.6.31 看不出碳鋼及鋅金屬大氣腐蝕分類，可以大甲溪為界，反而可以發現距離海岸線之大小與腐蝕有關。 d、 p275 討論環境腐蝕因子分類與試片腐蝕速率分類有差異，建議採用試片所得結果，因為	a. 將在報告定稿時修正。 b. 顏色範圍修正為黃色表示二氧化硫沉積速率為 0~10 $mg/m^2/day$ 的區域，綠色表示沉積速率為 10~35 $mg/m^2/day$ 的區域，藍色表示沉積速率為 35~80 $mg/m^2/day$ 的區域，粉紅色表示 80~200 $mg/m^2/day$ 的區域，紅色則為大於 200 $mg/m^2/day$ 的區域。 c. 感謝委員提醒指教，將在報告定稿時修正。 d. 本研究之大氣腐蝕環境分類是採用試片腐蝕速率分類結	同意處理方式

Cl-沉積量可能有誤差。但本次所使用試片腐蝕速率係 1 年之結果，速率會偏高，誤差可能更大，請說明。 e、 p284 圖缺圖說，且第一階層 4.2 項與 p283 分類不同，請修改。	果；由於 ISO 9223 是進行碳鋼、鋅、銅、鋁金屬的腐蝕環境分類，其分類是依據試片第一年之腐蝕速率來區分；而要瞭解各金屬長期(10 年或 10 年以上)的腐蝕速率，在依據 ISO 9223 分類後，還須參考 ISO 9224 中相對應環境之腐蝕速率，方可得知各金屬在各腐蝕環境中的長期腐蝕速率。 e. 將在報告定稿時修正。	
3.少數打字錯誤，請一併修正：p16 第 12 行（界面→介面）；p32 第 9 行（圖 4.1.88→圖 4.1.92）；p283 第 21 行（界面→介面），p290 第 1 行（等位→等位圖）。	將在報告定稿時修正。	同意處理方式
港灣技術研究中心 陳桂清研究員		
1.環保署監測之 SO_2 數據與本研究測得之 SO_2 數據，如何比對？	環保署監測之 SO_2 數據為空氣中懸浮 SO_2 的含量，表示的單位為 ppb；而本研究測得之 SO_2 數據為二氧化硫在二氧化鉛硫酸化平板之沉積速率，單位為 $mg/m^2/day$。兩者表示的意義不同，前者為懸浮量而後者為沉積量，兩者間可能存在累積性的定性而非定量的關係；在後續研究中希望可嘗試找出其間之經驗換算關係。	同意處理方式
2.有些測點 SO_2 一年期之沉積量，為何比每一季測得之沉積量低？如何解釋？這種現象合理嗎？	二氧化硫的採集與分析方式均是依據 ISO 9225 規範執行，在採樣與分析上應無問題，惟 SO_2 一年期之沉積量較一季測得之沉積量低的原因可能是因二氧	同意處理方式

	化硫採集器(二氧化鉛硫酸化平板)受雨水潑濺而造成附著物濃度降低所致。	
3.部分試驗點之金屬腐蝕速率,其一年期與每季之腐蝕速率數據差異性很大？趨勢如何解讀？合理嗎？	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，因此，一年期與每季之腐蝕速率自然有所差異。此外，腐蝕速率為單位時間單位面積的重量損失，而本研究所測得之重量損失數據，一年期者均較一季者為大，在除以較長的暴露時間下，一年期的腐蝕速率可能會較一季之腐蝕速率為小。	同意處理方式
4.p276 試驗點中鋼與高雄港（1Km，3Km）之腐蝕分類等級差異性很大？合理嗎？	高雄港試驗點為垂直海岸線佈設，即使是在 1Km 或 3Km，均離海岸線較近且為空曠處，受氯鹽的影響相對的比在較內陸的中鋼試驗點嚴重，以致於：碳鋼在高雄港 1Km 與 3Km 處為 C5，在中鋼試驗點為 C4；而鋅在高雄港 1Km 處為 C5，但在 3Km 處與中鋼試驗點同為 C4；銅均為 C5 等級；鋁在高雄港 1Km 與 3Km 處為 C4，在中鋼試驗點則為 C3。	同意處理方式
港灣技術研究中心 張道光副研究員		
1.報告內之中英文摘要與圖表目錄並未建立，請補充，報告編排應從第一章、第二章、第三章、……，而非一、二、三、……。	將在報告定稿時修正。	同意處理方式
2.p52 缺少圖說。p 144 圖 4.2.23 SO2 之 2 應為下標。	將在報告定稿時修正。	同意處理方式

3.表 5.5.5（p227）與表 5.6.7（p276）可否整合為一個表，以利比較腐蝕速率與腐蝕因子之關聯性。	採用環境因子腐蝕分類與採用試片腐蝕速率分類的結果有所差異，經檢討，推論應是濱海區域實測之氯鹽沉積速率未確實反應現場氯鹽沉積量所致。即在東北季風與颱風侵襲臺灣時，持續強勁的風速會將部份纖維織物吹破或減薄，以致影響實際的氯鹽累積而造成較小的腐蝕等級。有鑑於此，本研究僅採用試片腐蝕速率進行大氣腐蝕環境分類，故未將環境因子腐蝕分類併入同一表格。	同意處理方式

附錄 4 期末報告簡報資料

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究 (2/2)

期末報告

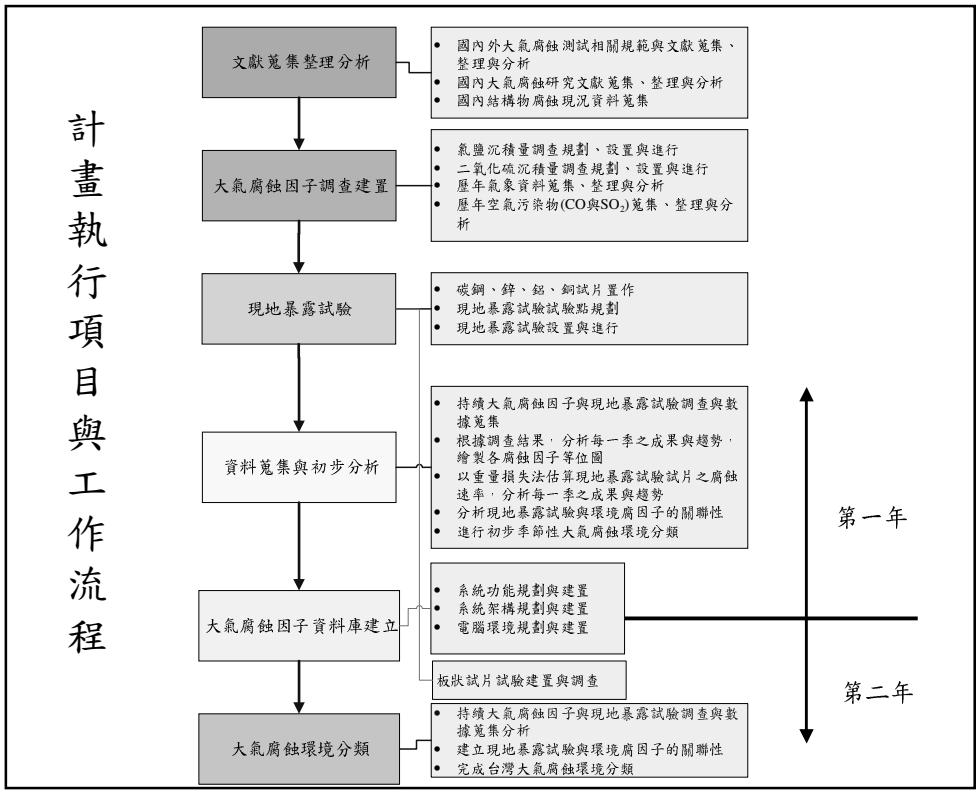
簡  報

工業技術研究院 材料與化工研究所

中華民國97年11月17日

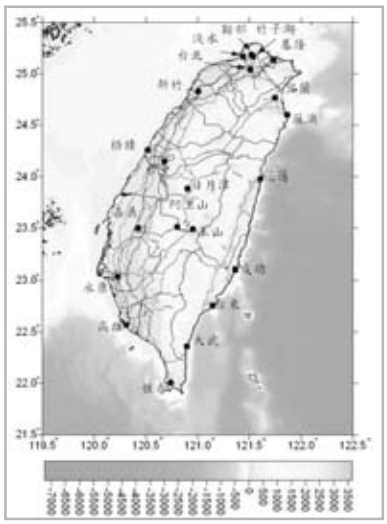
計畫背景分析

- 本計畫的主要目的為進行台灣全島之大氣腐蝕因子調查，完成大氣腐蝕環境分類，並建立完整的「本土化」大氣腐蝕因子資料庫，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。
- 計畫執行時間為兩年，本年度為第二年之調查研究。



國內氣象資料蒐集分析

- 參考中央氣象局1998-2007年氣候資料年報及2007年~2008年8月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，即春季為3~5月，夏季為6~8月，秋季為9~11月，冬季為12~2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

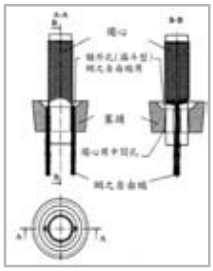
環保署空氣品質監測資料分析

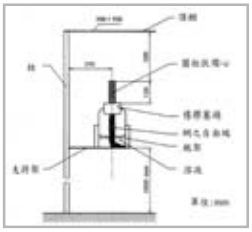
以環保署1998~2008年8月監測數據作為參考資料，並以行政區域作為分區規劃之原則來取代環保署之單一測站；另外，為避免不同類型之監測資料特性無法顯現，另外針對一般測站、交通、工業、國家公園及背景站監測資料進行分析。

環保署監測站位置分佈圖

氯鹽沉積量採集裝置-濕燭法

- 濕燭法(ISO 9225)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mg/m^2/day表示。
- 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。

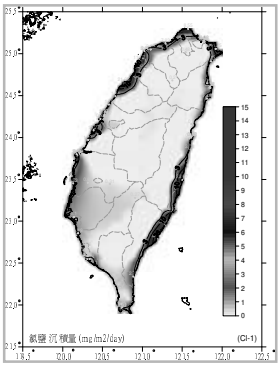




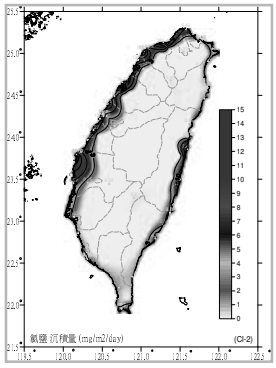
氯鹽沉積量的調查位置共77個試驗點，包括：

- 垂直海岸線41個試驗點
- 平行海岸線個29試驗點
- 3個都市試驗點
- 4個參考對照試驗點

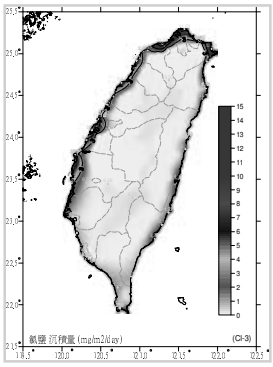
氯鹽沉積速率季節性之比較



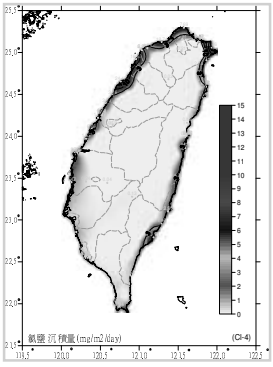
2007.05-2007.09
夏季季風期



2007.09-2008.01
東北季風期

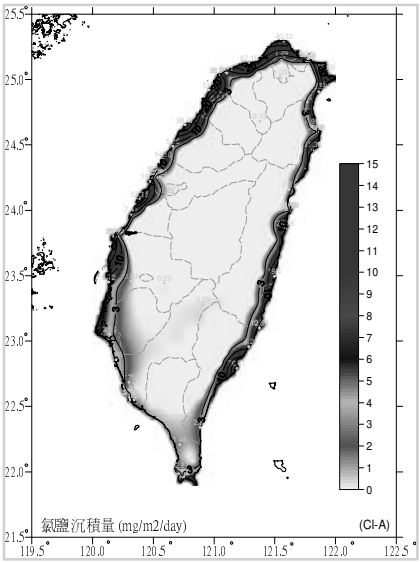


2008.01-2008.05
東北季風轉換期



2008.05-2008.08
夏季季風期

氯鹽沉積速率



2007.05-2008.08一年期之氯鹽沉積速率(mg/m^2/day)

氯鹽沉積速率季節性之比較

- 臺灣西部海岸的氯鹽沉積速率以初秋到冬季(2007.09-2008.01)最為嚴重，而臺灣東部海岸的氯鹽沉積速率則以夏季至初秋(2007.05 -2007.09)最為嚴重，至於臺灣南部海岸的氯鹽沉積速率與西部海岸以及東部海岸相較，氯鹽沉積速率較小，四次調查的結果多小於10 mg/m^2/day。
- 換句話說，臺灣本島一年期(2007.05-2008.08)累積的氯鹽沉積速率，除南部海岸較低外，西部海岸從雲林麥寮以北至北部海岸的核一廠，以及自核一廠至東部海岸的臺東伽蘭安檢所附近，其一年累積的氯鹽沉積速率多大於10 mg/m^2/day 。

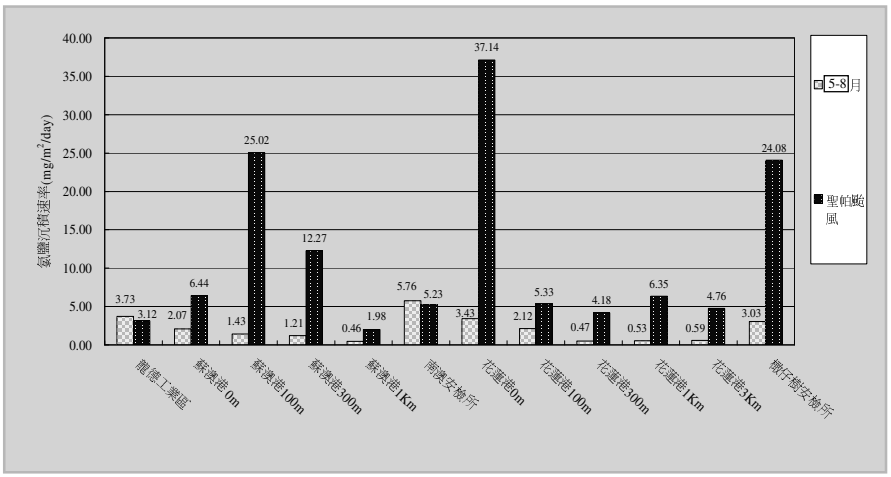
氯鹽沉積速率季節性之比較

- 夏季季風期(2007.05-2008.09)，東海岸中部至南部沿海區域氯鹽沉積速率較高；但在東北季風期(2007.09-2008.01)，氯鹽沉積速率較高的位置則發生在西海岸北部至中南部的沿海區域，且有往內陸延伸的趨勢。
- 由於臺灣位於亞洲東南近海的季風區內，季風現象明顯，尤其以冬季的東北季風最為強烈。每年的4月間，夏季風已徐徐吹入，但是由於大陸上的冷氣團依然間歇地抵達，使得風向變化頻仍，因此4、5月間是轉換期。6月以後，大陸上低氣壓已有相當發展的程度，迫使空氣向北消退，夏季季風也跟隨而上，一直到8月才是最盛期，盛行吹西南風和東南風，即中央山脈以東吹東南風，以西則吹西南風，但當颱風或熱帶性低氣在臺灣附近時，亦會有短時期的東北風。9月以後，大陸上高氣壓勢力增強，迫使夏季季風南退，開始吹東北風，但有時夏季季風依然北上，這時期也是轉換期。10月以後風向逐漸穩定，12月到2月為最盛期，3月以後，逐漸衰減。

氯鹽沉積速率季節性之比較

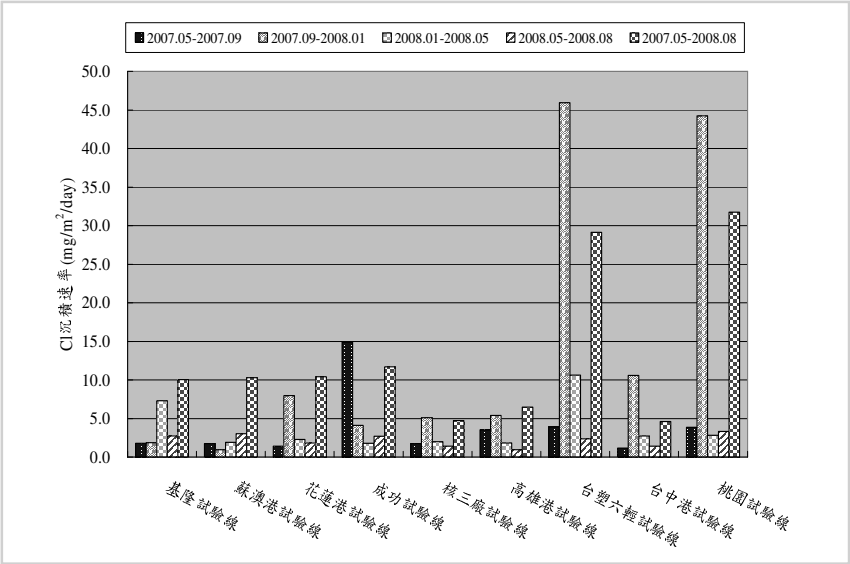
- 夏季至初秋與初秋到冬季兩次氯鹽沉積速率調查的差異應是2007.05-2007.09期間，東部沿海受夏季東南季風以及颱風的吹襲，海風挾帶大量的氯鹽，造成東部海岸空氣中氯鹽含量增加所致；而2007.09-2008.01期間，西海岸北部至中南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，西部海岸空氣中的氯鹽有顯著的增加。
- 至於冬季至春末(2008.01- 2008.05)，東北季風由盛轉弱並進入夏季季風的轉換期，所以在此期間臺灣北部海岸自臺北縣石門鄉核能一廠至桃園大潭附近以及彰濱工業區與麥寮工業區附近，氯鹽沉積速率仍因東北季風的影響而維持偏高的趨勢。

氯鹽沉積速率颱風期之比較



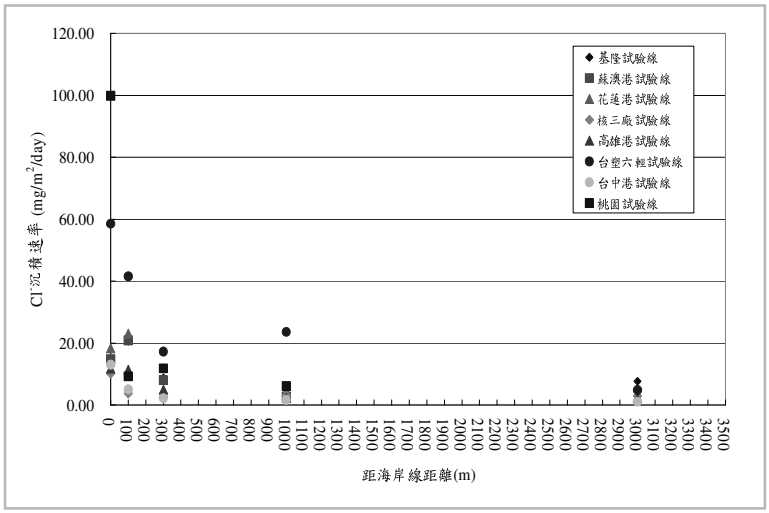
2007年5月至8月上旬氯鹽沉積速率與聖帕颱風侵襲時之氯鹽沉積速率比較

聖帕颱風於2007年8月17日由臺灣東部海岸登陸，因此颱風期之氯鹽沉積速率調查時間為2007/8/15至2007/9/6，調查位置為東部海岸蘇澳港至花蓮港之間。



四次調查與一年期之垂直海岸試驗線平均氯鹽沉積速率

氯鹽沉積速率與海岸線距離的關係



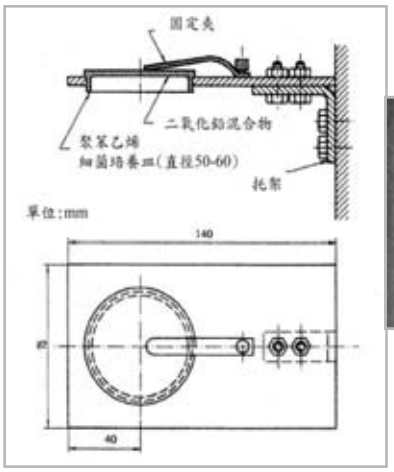
空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分佈，受到風速、風向、局部地形的影響，距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小，且距離海岸超過3000m以上時，氯離子的沉積速率已明顯減少。

二氧化硫沉積量採集裝置

- 依據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$mg/m^2/day$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 。

二氧化硫沉積量採集裝置

CNS 13754 (ISO 9225)

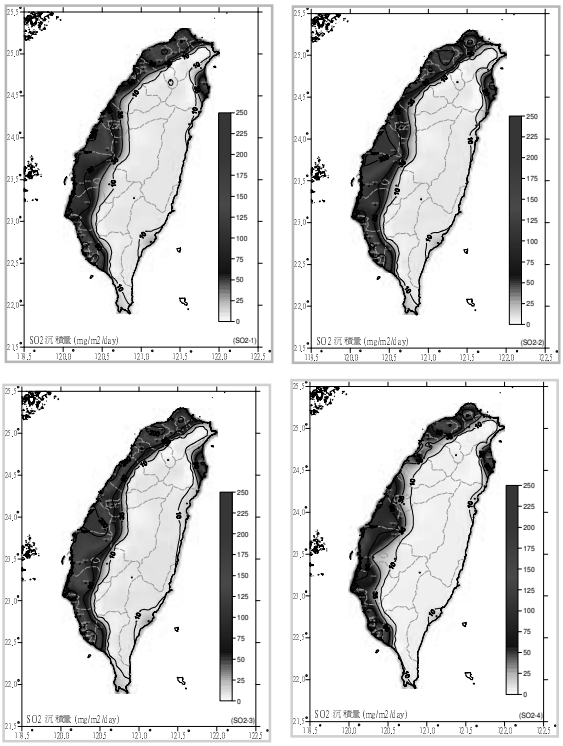


為減少吸附酸雨沉降或懸浮硫酸氣體，試驗盤朝下放置

二氧化硫沉積量的調查位置共54個試驗點，包括：

- 都市地區3個試驗點
- 全臺工業區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
- 1個硫磺溫泉區試驗點
- 6個參考對照試驗點

SO_2沉積速率季節性之比較



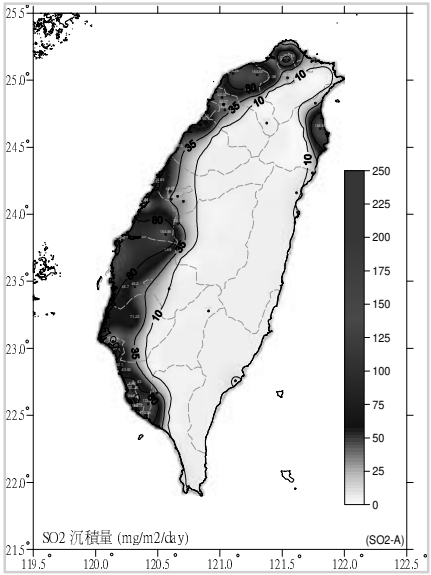
2007.05-2007.09夏季季風期

2007.09-2008.01東北季風期

2008.01-2008.05東北季風轉換期

2008.05-2008.08夏季季風期

SO_2沉積速率



2007.05-2008.08一年期之SO_2沉積速率(mg/m^2/day)

SO_2沉積速率季節性之比較

- 二氧化硫沉積量的分佈取決於工業區、石化廠與火力電廠所在的位置與其生產頻率有關，受季節變化影響的較少，所以兩次調查的結果有相似的分佈情形。
- 但有趣的是在西海岸觀音工業區與彰濱、麥寮工業區附近，東北季風期間(2007.09 -2008.01) ，二氧化硫沉積速率均有顯著增加的趨勢。

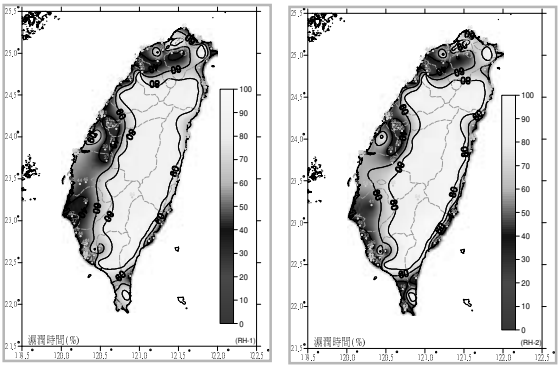
月份\站名	基隆	鞍部	台北	新竹	台中	日月潭	嘉義	阿里山	台南	高雄	恆春	台東	成功	花蓮	宜蘭	金門	馬祖	平均
2007/03	4.1	4.2	4.4	4.8	5.3	4.7	5.7	5.6	6.2	5.6	-	5.6	4.4	4.7	4.8	4.2	4.1	4.9
2007/04	4.3	4.3	4.5	4.7	5.3	4.8	5.1	5.5	5.9	5.7	-	5.6	4.7	5.7	4.7	4.5	4.6	5
2007/05	4.5	4.3	5.3	5.3	5.6	5.2	5.9	5.8	5.8	5.6	6.1	5.0	5.6	5.5	4.9	4.7	4.8	5.3
2007/06	4.6	4.6	4.9	5.7	6.0	5.5	5.9	5.7	6.0	5.7	6.2	6.2	5.5	6.1	5.4	5.2	5.2	5.5
2007/07	4.3	4.0	4.5	-	6.2	5.6	6.1	5.9	5.9	5.5	6.0	6.1	-	6.5	5.4	-	-	5.5
2007/08	5.2	4.9	5.1	6.2	5.9	5.8	6.0	5.8	5.8	5.4	6.1	6.1	5.8	6.1	6.1	5.6	5.4	5.7
2007/09	4.8	4.6	4.9	5.4	5.5	5.5	5.8	5.8	5.1	5.2	5.8	5.9	5.6	5.8	5.9	4.8	4.6	5.3
2007/10	4.4	4.3	5.1	5.0	5.2	6.2	5.7	5.8	5.4	4.8	6.2	6.2	5.5	5.6	5.0	5.6	5.1	5.4
2007/11	4.2	4.3	5.2	5.5	6.2	5.6	6.2	6.1	6.0	6.0	6.2	6.2	5.5	5.7	4.8	5.6	4.4	5.5
2007/12	3.7	4.0	5.4	5.5	5.8	-	-	-	-	-	-	5.8	4.9	5.3	4.1	4.7	4.2	4.9
2008/01	3.9	4.6	4.9	5.4	6.0	5.9	6.1	6.2	5.8	5.6	-	5.9	5.7	5.7	5.2	4.1	4.2	4.7
2008/02	4.0	4.3	4.5	4.6	5.8	5.4	6.0	6.1	5.7	5.7	5.3	5.7	4.7	4.9	4.7	4.4	3.8	4.2
2008/03	3.9	4.1	4.6	4.8	4.6	4.4	5.1	4.7	5.7	5.7	5.6	4.2	4.2	4.9	4.6	4.0	4.0	4.8
2008/04	4.1	4.4	4.7	4.5	4.8	4.8	5.3	5.3	4.7	5.3	5.3	5.6	5.1	5.0	4.8	4.1	4.5	4.5
2008/05	4.3	4.2	4.9	4.7	5.8	5.6	5.8	5.7	5.3	5.5	6.0	5.5	5.4	5.4	5.1	4.1	4.9	5.3
2008/06	4.6	4.6	5.4	5.4	5.8	5.8	6.1	6.1	6.0	5.7	5.8	6.1	6.0	5.7	5.2	5.3	5.5	6.0
2008/07	5.0	4.8	5.8	6.0	5.9	5.6	6.0	6.2	5.8	5.5	6.1	6.0	5.6	6.1	6.0	5.5	5.9	5.9
2008/08	3.9	5.5	5.3	4.9	6.1	5.7	6.0	6.1	5.6	5.5	6.2	6.1	6.2	5.7	5.0	5.5	5.7	6.2
2008/09	4.9	4.5	5.6	5.6	5.2	5.7	5.4	6.1	5.5	5.1	5.6	5.8	5.6	5.8	6.0	4.0	4.7	5.7
平均值 Mean	4.4	4.4	5.0	5.2	5.6	5.4	5.8	5.8	5.7	5.5	5.9	5.8	5.3	5.6	5.1	4.8	4.8	5.3
最高值 Max	5.2	5.5	5.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0	6.2	6.2	6.2	6.5	6.1	5.6	5.9	6.2
最低值 Min	3.7	4.0	4.4	4.5	4.6	4.4	5.1	4.7	4.7	4.8	5.3	4.2	4.2	4.7	4.1	4.0	3.8	4.2

中央氣象局各氣象站2007年3月至2008年9月雨水酸鹼度值月平均資料

SO_2沉積速率季節性之比較

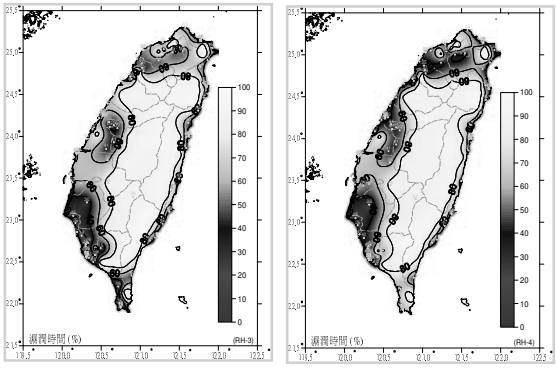
- 由於宜蘭、金門、馬祖這些區域內均無工業區或石化廠與火力電廠的設立，且屬於鄉村環境，但有嚴重酸雨的情況。
- 因此可合理的推論，在秋季與冬季時大陸沿岸石化廠或火力電廠產生的二氧化硫可能藉由東北季風的挾帶而侵襲臺灣，以致造成臺灣北部與西部沿海的二氧化硫沉積速率增加。

濕潤時間
季節性之比較



2007.05-
2007.09夏季季風期

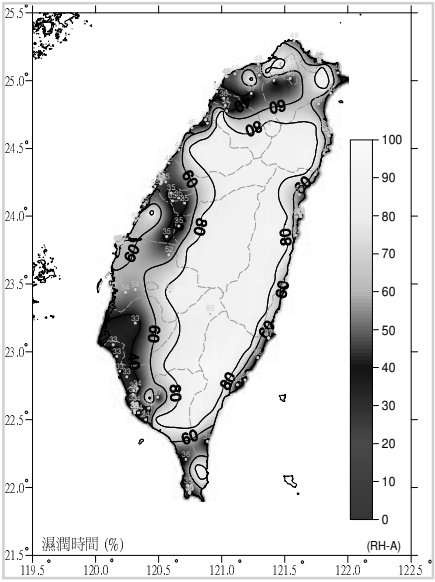
2007.09-
2008.01東北季風期



2008.01-2008.05
東北季風轉換期

2008.05-2008.08
夏季季風期

濕潤時間百分比



2007.05-2008.08一年期之濕潤時間百分比等位圖

現地暴露試驗-螺旋試片

■ 試片製作

依據ISO 9226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：

- 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。

螺旋試片試驗點分佈圖

共88個試驗點

試驗點建置的數量以涵蓋氯鹽沉積量與二氧化硫沉積量調查位置之75%為原則。

螺旋狀試片腐蝕速率計算

- 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。

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

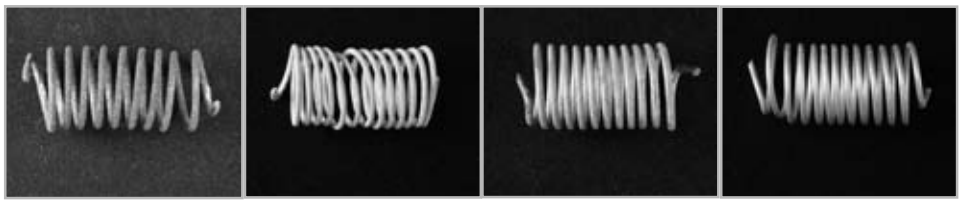
式中， Rcorr=腐蝕速率(μm/y) ，Δm=質量損失(mg)

d=線材直徑(mm) ，m=試片原始質量(g)

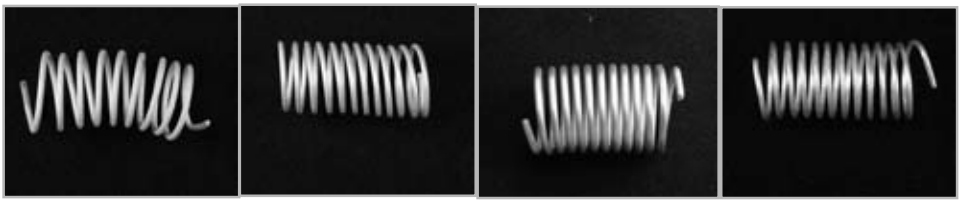
t=暴露時間，年(yr)

線材試片清洗前後外觀

清洗前

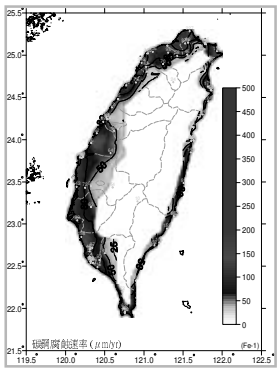


碳鋼　　鋅　　銅　　鋁

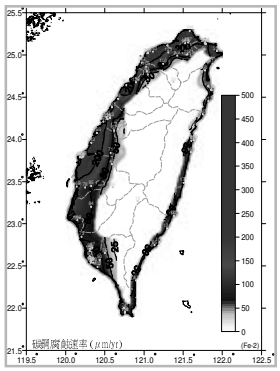


清洗後

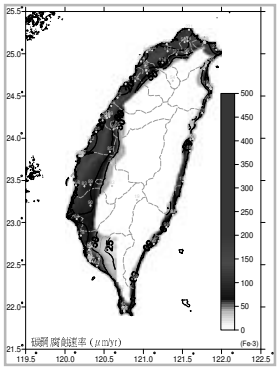
碳鋼腐蝕速率季節性之比較



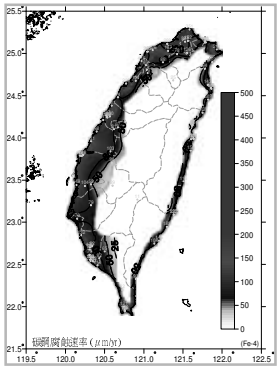
2007.05-2007.09夏季季風期



2007.09-2008.01東北季風期

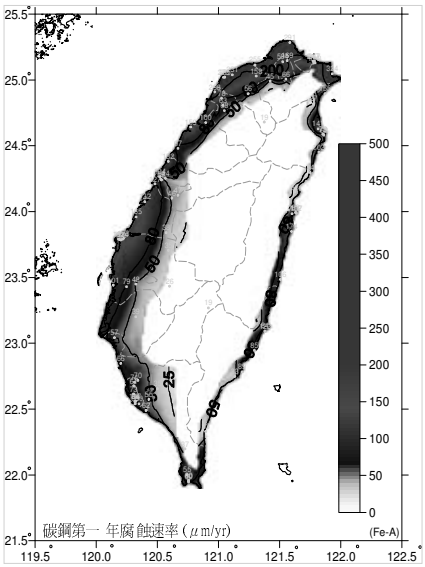


2008.01-2008.05東北季風轉換期

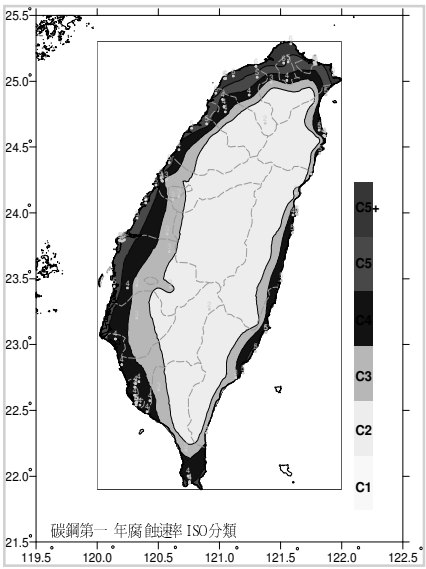


2008.05-2008.08夏季季風期

碳鋼大氣腐蝕環境分類

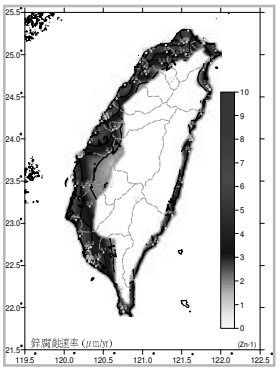


2007.05-2008.08一年期碳鋼腐蝕速率(μm/yr)等位圖

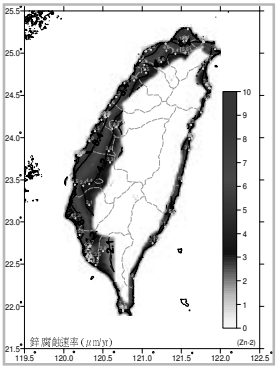


碳鋼第一年腐蝕速率ISO分類

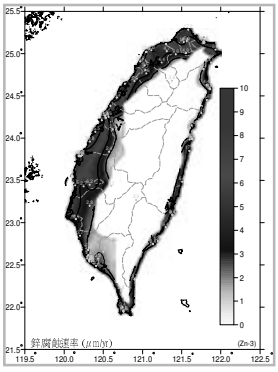
鋅腐蝕速率季節性之比較



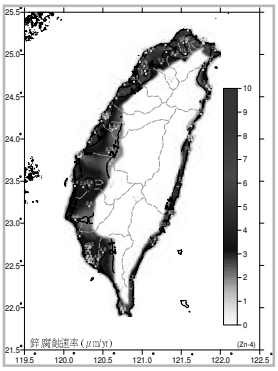
2007.05-2007.09夏季季風期



2007.09-2008.01東北季風期

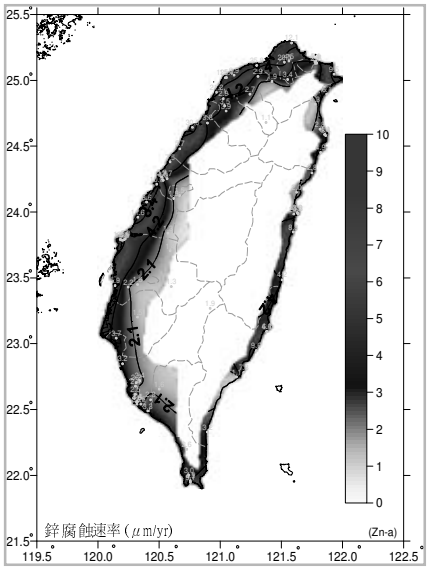


2008.01-2008.05東北季風轉換期

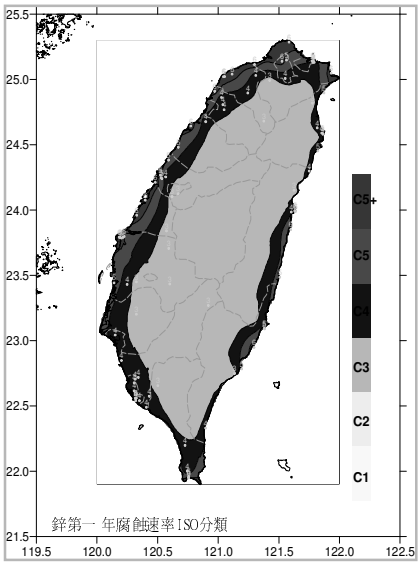


2008.05-2008.08夏季季風期

鋅大氣腐蝕環境分類

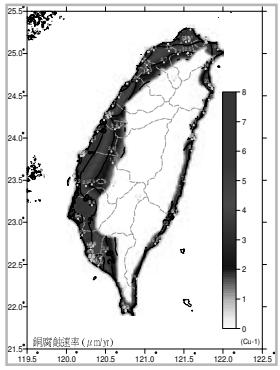


2007.05-2008.08一年期鋅腐蝕速率(μm/yr)等位圖

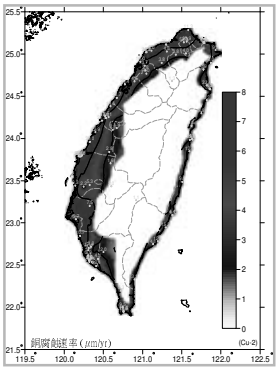


鋅第一年腐蝕速率ISO分類

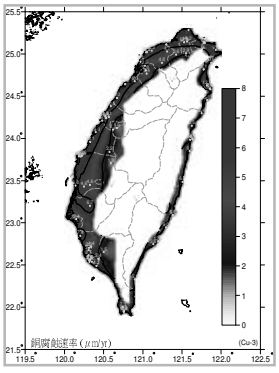
銅腐蝕速率季節性之比較



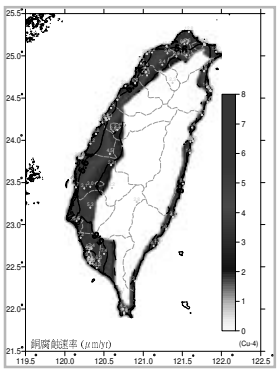
2007.05-2007.09夏季季風期



2007.09-2008.01東北季風期

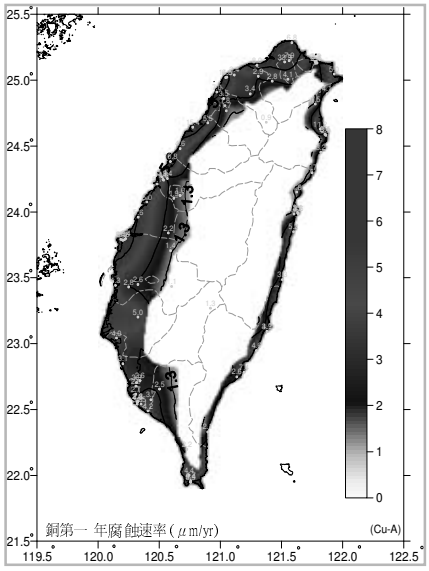


2008.01-2008.05東北季風轉換期

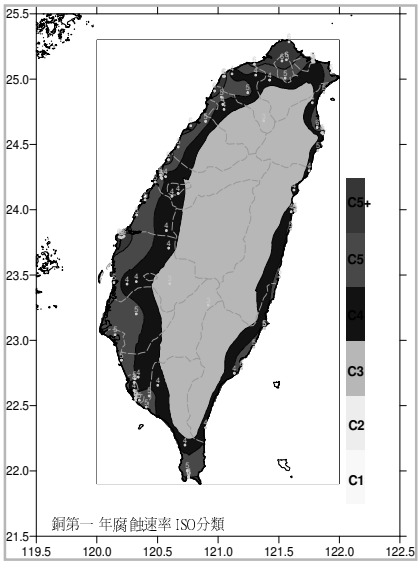


2008.05-2008.08夏季季風期

銅大氣腐蝕環境分類

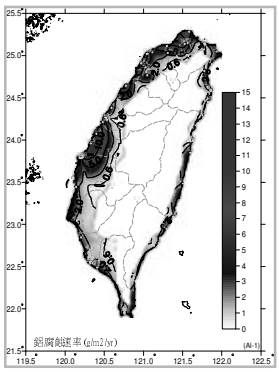


2007.05-2008.08一年期銅腐蝕速率(μm/yr)等位圖

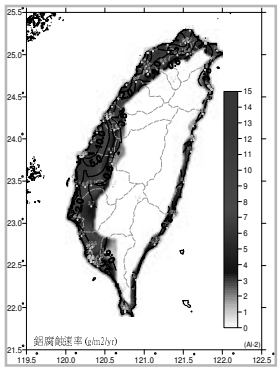


銅第一年腐蝕速率ISO分類

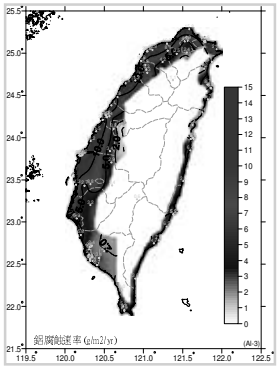
鋁腐蝕速率季節性之比較



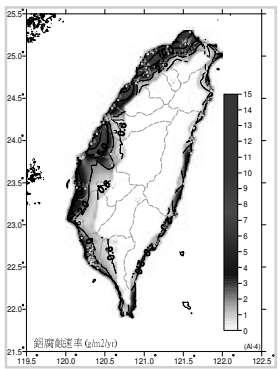
2007.05-2007.09夏季季風期



2007.09-2008.01東北季風期

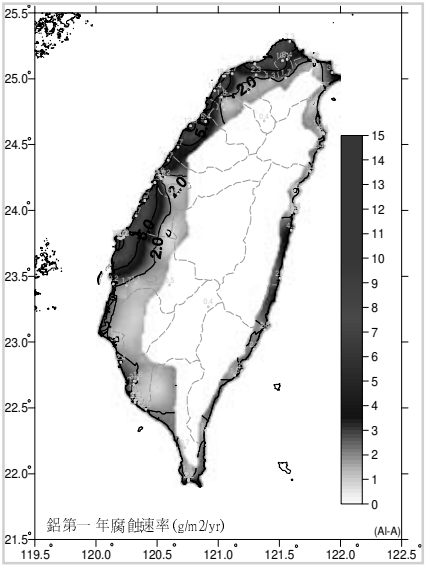


2008.01-2008.05東北季風轉換期

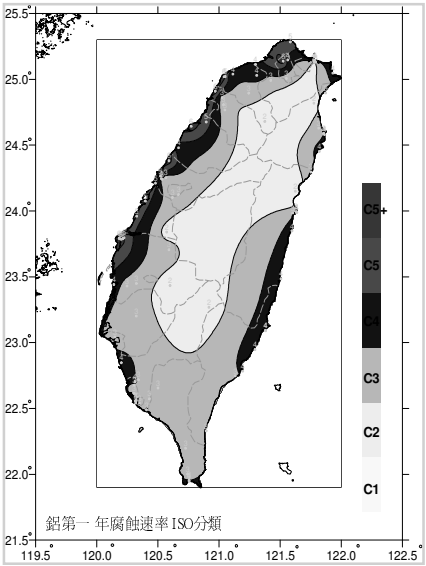


2008.05-2008.08夏季季風期

鋁大氣腐蝕環境分類



2007.05-2008.08一年期鋁腐蝕速率(g/m^2/yr)等位圖

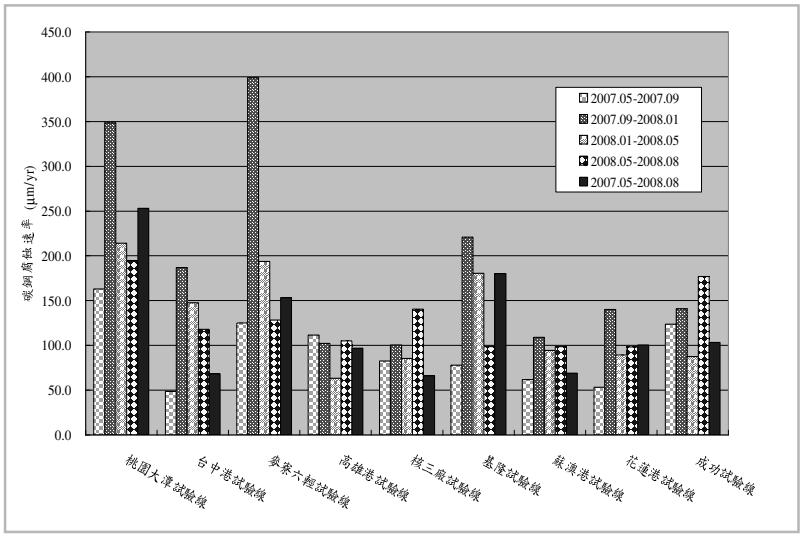


鋁第一年腐蝕速率ISO分類

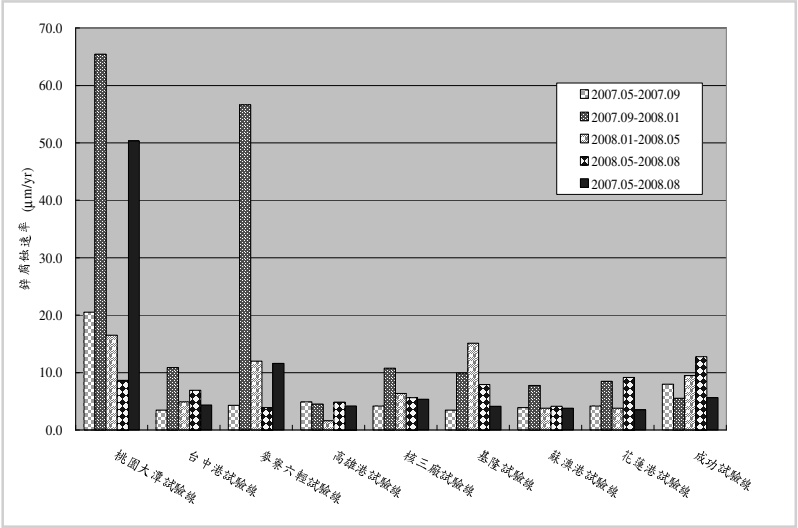
金屬腐蝕速率季節性之比較

- 各金屬(碳鋼、鋅、銅、鋁)在東北季風期的腐蝕速率較夏季季風期為高，推論其原因應是試驗期間大氣腐蝕因子之差異所致。即在東北季風期期間，西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽會有顯著增加的趨勢，此外，大陸沿岸石化廠或火力電廠產生的二氧化硫亦可能藉由東北季風的挾帶而侵襲臺灣，再加上此調查期間內之相對濕度為北濕南乾的現象，以致各金屬在東北季風期的腐蝕速率較高。
- 換句話說，東北季風所帶來的潮濕與空氣中氯鹽與二氧化硫含量的增加，增加了各金屬的腐蝕速率；且相對濕度的大小與空氣中氯鹽以及二氧化硫含量，是為金屬腐蝕速率決定的主要因素 。

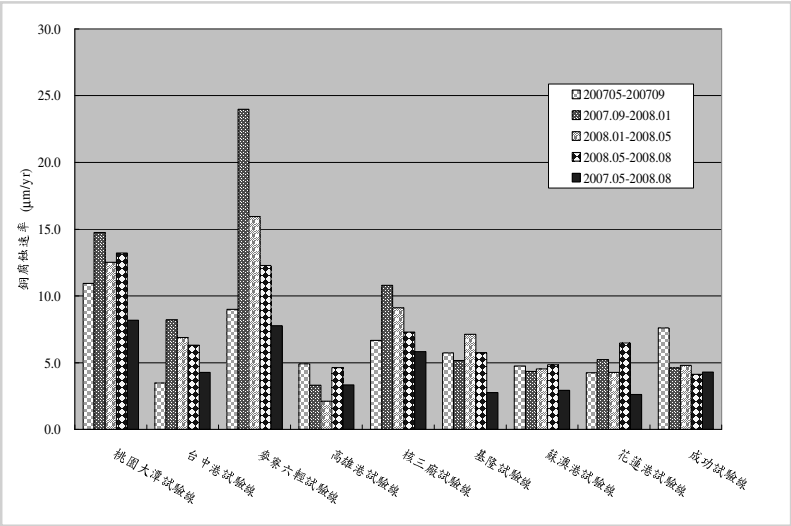
垂直海岸試驗線碳鋼金屬平均腐蝕速率比較



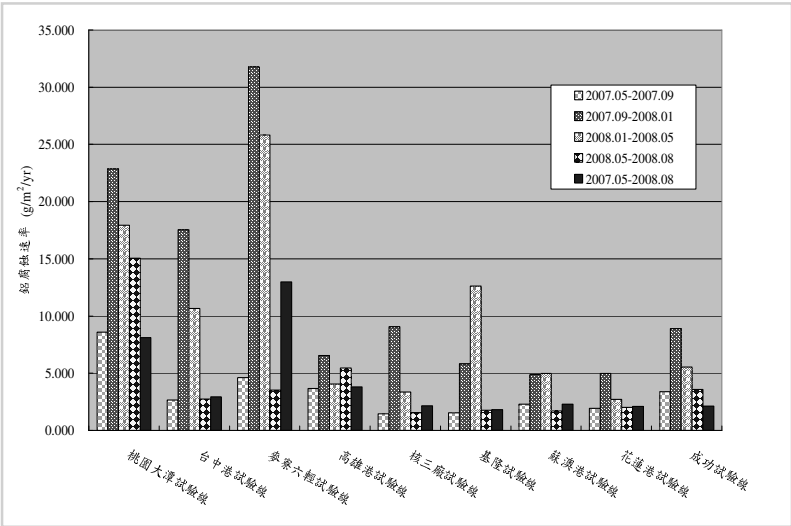
垂直海岸試驗線鋅金屬平均腐蝕速率比較



垂直海岸試驗線銅金屬平均腐蝕速率比較



垂直海岸試驗線鋁金屬平均腐蝕速率比較



臺灣大氣腐蝕環境分類

- 一般而言，除了在山區的試驗位址外，碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在臺灣的大氣腐蝕環境分類多為C3以上，甚至在西北部海岸，碳鋼、鋅、銅的腐蝕環境可達C5+。
- 針對碳鋼與鋅金屬而言，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(如通霄以北之苗栗、新竹、桃園、臺北市)多為C4等級，大甲溪以南臺中市至臺南縣市之間多為C3，但高雄縣市與恆春核三廠附近為C4，沿海地區則為C5至C5+等級。
- 針對銅金屬，除濱海地區之腐蝕環境為C5至C5+等級，山區腐蝕環境為C3等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為C4等級。
- 至於鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為C5等級，山區腐蝕環境為C2等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為C3等級。

板狀試片建置

鹽害區-
臺中火力電場

工業區-
麥寮工業區

鄉村區-
溪頭森林區

設置時間：2008年10月上旬

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
- 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。

結 論

- 西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽會有增加的趨勢；但夏季季風對臺灣南部海岸空氣中的氯鹽量並無顯著的影響；至於東部海岸因受夏季季風以及颱風的吹襲，海風挾帶大量的氯鹽，會造成空氣中氯鹽含量增加。
- 空氣中氯鹽含量輸送到內陸的分佈，受到風速、風向、地形局部遮避的影響；距海岸線愈遠，氯鹽沉積速率愈小，且距離海岸超過3000m以上時，氯離子的沉積速率已明顯減少。
- 二氧化硫沉積量的分佈取決於工業區、石化廠與火力電廠所在的位置與其生產頻率有關，受季節變化影響的較少，所以四次調查的結果有相似的分佈情形。

結 論

- 在秋季與冬季時大陸沿岸石化廠或火力電廠產生的二氧化硫可能藉由東北季風的挾帶而侵襲臺灣，以致造成臺灣北部與西部沿海的二氧化硫沉積速率增加。
- 在東北季風期期間，西海岸北部至中部、南部的沿海區域受強烈東北季風的影響，空氣中的氯鹽與二氧化硫有顯著的增加，再加上此期間內之相對濕度為北濕南乾的現象，以致碳鋼、鋅、銅、鋁金屬在東北季風期的腐蝕速率較高。

結 論

- 針對碳鋼與鋅金屬而言，以高鐵沿線為例，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(如通霄以北之苗栗、新竹、桃園、臺北市)多為C4等級，大甲溪以南臺中市至臺南縣市之間多為C3，但高雄縣市附近為C4，沿海地區則為C5至C5+等級。針對銅金屬，臺灣全島地區除濱海地區之腐蝕環境為C5至C5+等級，山區腐蝕環境為C3等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境均為C4等級。至於鋁金屬，除濱海地區之腐蝕環境為C5等級，山區腐蝕環境為C2等級外，臺灣各試驗位址的腐蝕環境多為C3-C4等級。

簡報完畢
敬請指正