

全球溫室氣體對台灣極值溫度之影響研究

沈鴻禧¹ 王建国² 鍾永明³ 張隆男¹

¹國立中央大學大氣物理研究所

²中央氣象局氣象衛星中心

³交通部科技顧問室

摘要

自工業革命後，大氣中的溫室氣體濃度不斷地持續增加，全球平均地表溫度亦較工業革命前上升 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ (Halpert, 1996)。張等(1996)亦分析台灣地區主要測站近百年來地面溫度，顯示亦以 $0.008\sim 0.016^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 的趨勢緩緩上升。

台灣地區每日最低溫及最高溫，是否亦受全球溫室氣體增加而有增溫現象？故本研究分析台北、基隆、台中、阿里山、台南、恆春、花蓮及台東八個測站近百年地面極值溫度觀測之年平均值，以最低溫為例，長期而言，每一站均有一緩緩上升趨勢，各測站地面溫度變化趨勢：台北($0.019^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，基隆($0.018^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，台中($0.013^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，阿里山($0.021^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，台南($0.021^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，恆春($0.007^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，花蓮($0.019^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)及台東($0.021^{\circ}\text{C}/\text{Yr.}$)，不同地區均有一近似的上升趨勢。相對而言，最高溫的溫度變化，其緩緩上升趨勢並不明顯，此隱含著最高溫的溫度變化，大氣系統內部之自然變異遠較溫室氣體所產生之影響為大。

此外，亦分析每日平均溫度，以攝氏 28°C 為臨界溫度，以台北、恆春及台東為例，顯示近百年來每年超過攝氏 28°C 的天數，有逐年緩緩上升的趨勢，顯示因溫室氣體增溫之效應，不但會影響長期氣候，亦會對逐日之天氣系統，產生間接性的影響，即意味著發生連續高溫或是乾旱的機率較以往增加。

一 前言

自工業革命後，大氣中溫室氣體濃度不斷地持續增加，全球平均地表溫度亦自1890年至今上升約 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ (Halpert, 1996)，另外張等(1996)亦分析台灣地區主要測站近百年來地面溫度，顯示亦以 $0.008\sim 0.016^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 的趨勢緩緩上升。

但是上述所增加的溫度，又是如何的分佈呢？仍然維持原有溫度的自然分佈(normal distribution)嗎？除了影響全球及台灣地區

之氣候(year-to-year)外，是否會對逐日(day-to-day)之天氣變化產生影響？

上述問題並不容易回答，一般而言，可能有下列三種情形：1)在一天均勻的分佈；2)增加在每日極高溫上面；3)或是增加在每日極低溫上面。當然前述兩種因素，均會造成持續高溫(熱浪)或是乾旱出現的次數增加，這也就是本研究考慮的重點之一。此外，所謂阻隔情形(blocking situation)，即台灣夏季時，太平洋高壓西移至台灣時，則會阻隔夏季西南季風對台灣的影響，較易出現持續高溫的天氣型態，為簡化問題起見，此點尚不在本研究考慮範圍之內。然而以上三種情形，都較難從理論

研究或是大氣環流模式(GCM)的結果，獲得極值溫度方面的解答(DeGaetano, 1996)。

故為回答上述問題，本研究擬就台灣長期地面觀測溫度之近百年資料，包括每日最高的地面溫度月平均、每日最低的地面溫度月平均以及每日平均的地面溫度，進行定量分析，以瞭解臺灣地區極值溫度受全球溫室氣體影響之程度。

二、資料組與研究方法

本研究包含中央氣象局八個測站近百年地面溫度最大值、最小值年平均資料及日平均溫度：台北站(1897-1996年)、基隆站(1903-1996年)、台中站(1897-1996年)、阿里山站(1941-1996年)、台南站(1897-1996年)、恆春站(1897-1996年)、花蓮站(1897-1996年)及台東站(1897-1996年)，括號內之數值為各測站有效觀測資料之年份。

本研究中在計算五年滑動平均， $Y_j = (T_{j-2} + T_{j-1} + T_j + T_{j+1} + T_{j+2})/5$ ， j 為年份， Y_j 為滑動平均之時間序列，目的在於過濾短週期之擾動，而保留長週期之變化，譬如十年以上之週期。一般而言，地面溫度的年際變化，受2-4年週期之影響，較難看出其受氣候變遷之影響，故一般須做五年滑動平均，藉以檢驗是否有一逐步上升之趨勢(stepwise increasing)，即溫室效應之影響(IPCC, 1996)。

本研究的目的是，在於預估極值溫度的上升之趨勢大小，故吾人可將新得到之滑動平均(Y_j)之時間序列做線性迴歸，即利用上述所計算出五年滑動平均進行線性迴歸法，可令 $Y_j = a * X_j + b + \epsilon_j$ ， ϵ_j 為誤差， Y_j 溫度滑動平均的時間序列， X_j 為年代， a 為變化趨勢， b 為截距，再假設 ϵ_j 為最小時，分別將 Y_j 對 a 及 b 微分後設為零，求出唯一解 a 及 b 。

三、趨勢分析

3.1 最低溫趨勢分析

為了瞭解台灣地區地面溫度最低溫之變化情形，所謂最低溫是指每一天空中出現的最低溫做年平均所得，為方便說明起見，圖一至圖三分別是台北、恆春及台東站之近百年地面最低溫之逐年分佈，最粗實線為五年滑動平均，

定性而言，均可見有一緩緩上升(stepwise increasing)之趨勢。

以最低溫為例，各測站地面溫度變化趨勢：台北(0.019°C/Yr.)，基隆(0.018°C/Yr.)，台中(0.013°C/Yr.)，阿里山(0.021°C/Yr.)，台南(0.021°C/Yr.)，恆春(0.007°C/Yr.)，花蓮(0.019°C/Yr.)及台東(0.021°C/Yr.)，不同地區均有一近似的上升趨勢。

3.2 最高溫趨勢分析

圖四至圖六與圖一至圖三同，但為最高溫之變化趨勢，所謂最高溫是指每一天空中出現的最高溫做年平均所得，相對而言，最高溫的溫度變化，其緩緩上升趨勢並不明顯，反而是上下之週期震盪為主要因子，綜觀各測站之地面溫度變化趨勢：台北(0.008°C/Yr.)，基隆(0.00127°C/Yr.)，台中(0.007°C/Yr.)，阿里山(-0.011°C/Yr.)，台南(0.0004°C/Yr.)，恆春(0.0108°C/Yr.)，花蓮(-0.0009°C/Yr.)及台東(0.002°C/Yr.)，此隱含著最高溫的溫度變化，「大氣系統內部之自然變異」遠較「溫室氣體所產生之影響」為大。

四、臨界值分析

溫室氣體增溫是否會對逐日(day-to-day)之天氣變化產生影響？何謂高溫(或是熱浪)之臨界溫度，目前較不易界定，故本研究初步以台灣地區政府單位建議之開冷氣之溫度，即攝氏28度，做為本研究之臨界溫度，為方便說明，亦以台北、恆春及台東站做為說明。

以各站每日平均溫度做研究基礎，並統計一年內超過28°C之天數，圖七至圖九分別是台北、恆春及台東站的逐年分佈圖，各站均有一緩緩上升之趨勢，三個站於九0年代超過28°C之天數，均在80天左右；顯示因溫室氣體增溫之效應，不但會影響長期氣候，亦會對逐日之天氣系統，產生間接性的影響，此意味著發生持續熱天的機率會增加，即意味著出現乾旱或是熱浪的機率較以前增加。

五、結論與討論

台灣地區每日最低溫及最高溫，是否亦受全球溫室氣體增加，而有增溫現象？本研究分析台北、基隆、台中、阿里山、台南、恆春、花蓮及台東八個測站近百年地面溫度，綜

觀最低溫觀測之年平均值，長期而言，每一站均有一緩緩上升趨勢，不同地區均有一近似的上升趨勢。

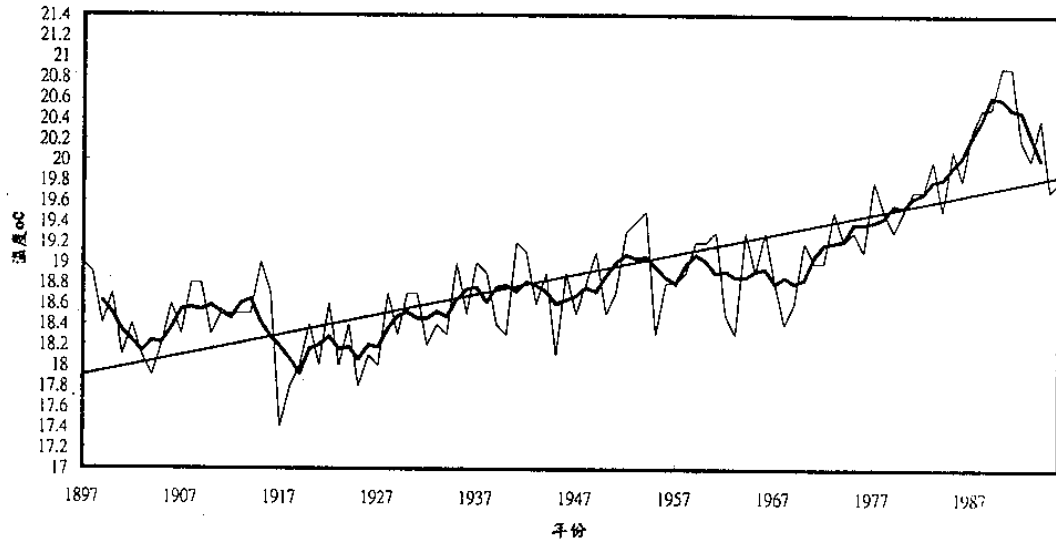
相對而言，最高溫的溫度變化，其緩緩上升趨勢並不明顯，此隱含著最高溫的溫度變化，大氣系統內部之自然變異遠較溫室氣體所產生之影響為大。

此外，以攝氏28度為臨界溫度，以台北、恆春及台東之每日平均溫度為基礎，顯示近百年來超過攝氏28度的天數，有逐年緩緩上升的趨勢，顯示因溫室氣體增溫之效應，不但會影響長期氣候(year-to-year)，亦會對逐日(day-to-day)之天氣系統，產生間接性的影響，此意味著發生連續高溫或是乾旱的機率較以往增加。

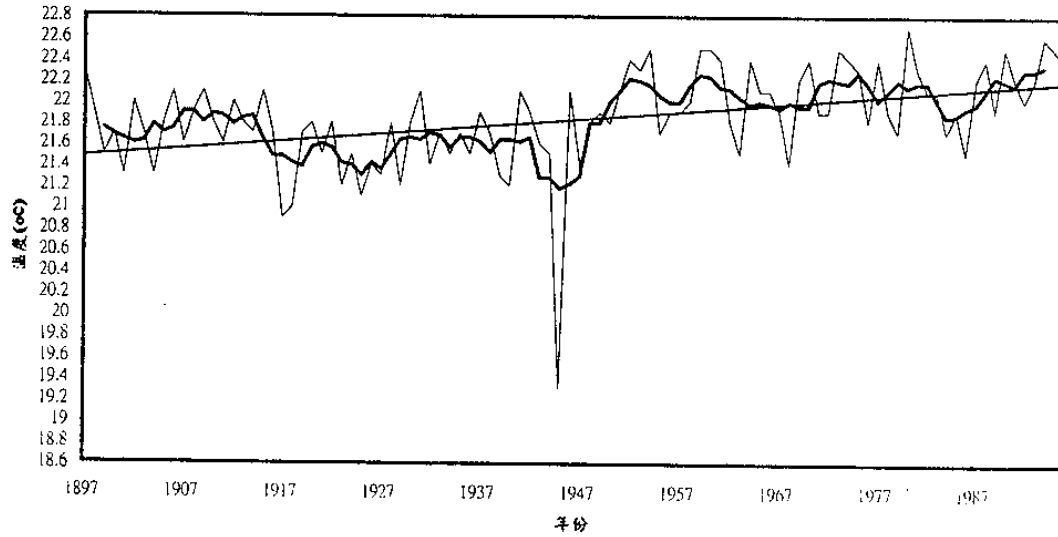
六、主要參考文獻

- 張隆男,張哲明,林沛練,沈鴻禧,1997: 全球氣候變遷對台灣影響之研究:季節變化。全球氣候變遷在台灣研討會，1997年9月，中央研究院，p6-11.
- Halpert,M.S., G.D. Bell, V.E. Kousky, and C.F. Ropelewski ,1996:Climate assesment for 1995. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**,S1-S44.
- IPCC,1996: Climate Change 1995: The Science of Climate Change. *Cambridge University Press*, 572pp.
- DeGaetano,A.T.,1996: Recent trends in maximum and minimum temperature threshold exceedence in the northern United States.*J.Climate*,**9**,1646-1660.

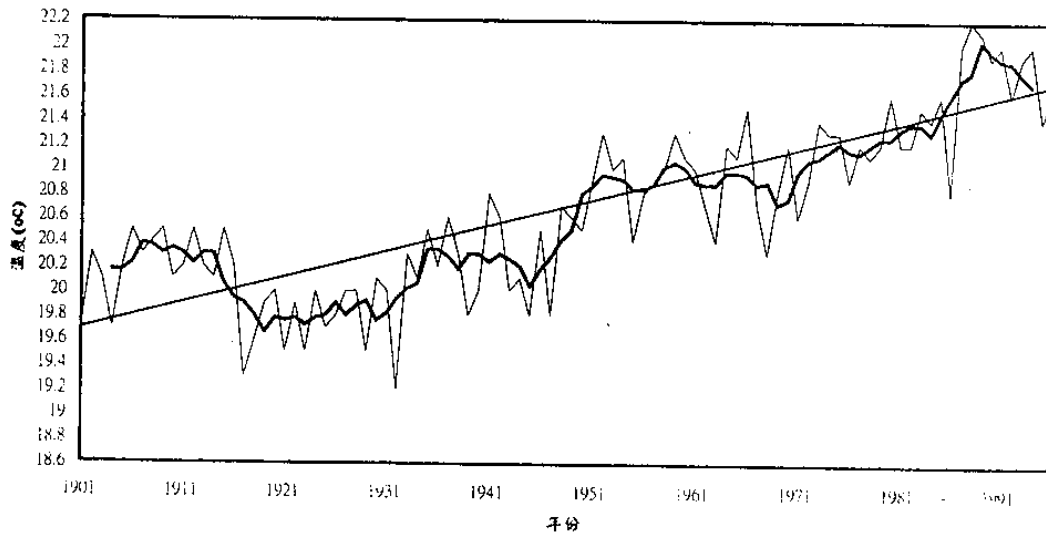
圖一：台北測站地面溫度最低溫年平均(細實線)及五年滑動平均(最粗實線)
 暨估計曲線 $y_i = 0.01974199526X_i - 19.54920769$ (中粗實線)



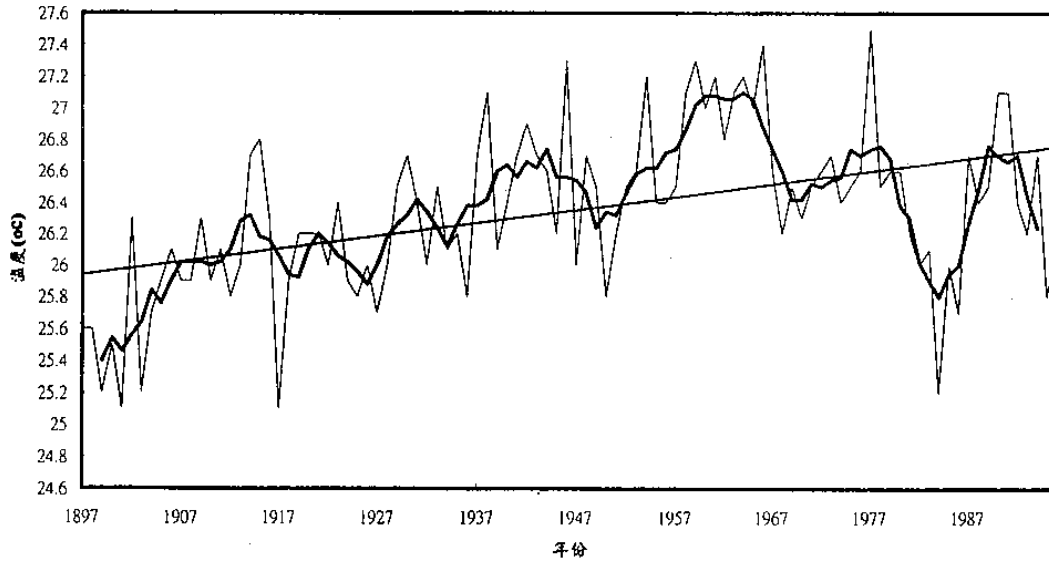
圖二：恆春測站地面溫度最低溫年平均(細實線)及五年滑動平均(最粗實線)
 暨估計曲線 $Y_i = 0.00723X_i + 7.7545$ (中粗實線)



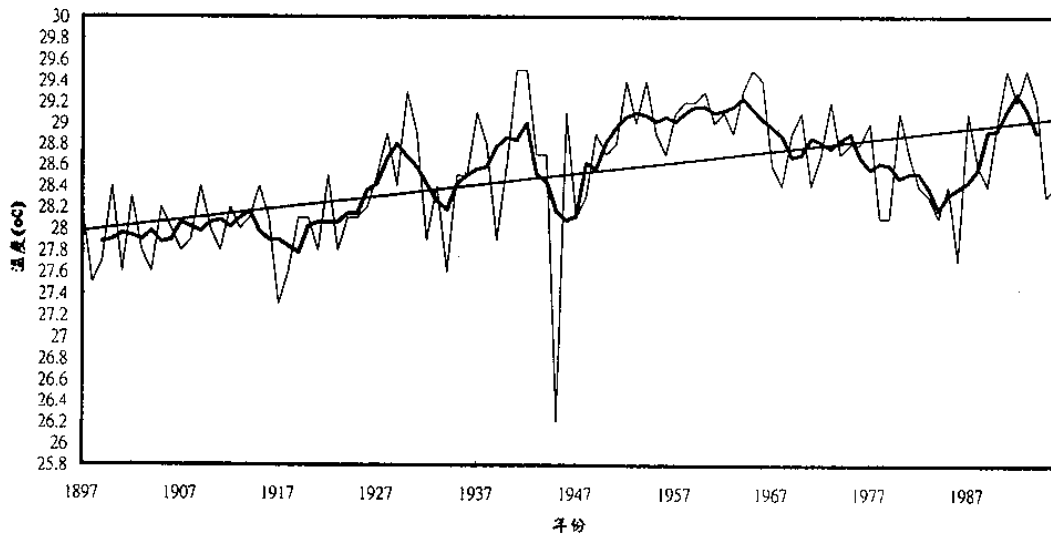
圖三：台東測站店面溫度最低溫年平均(細實線)及五年滑動平均(最粗實線)
 暨估計曲線 $Y_i = 0.02122X_i - 20.654$ (中粗實線)



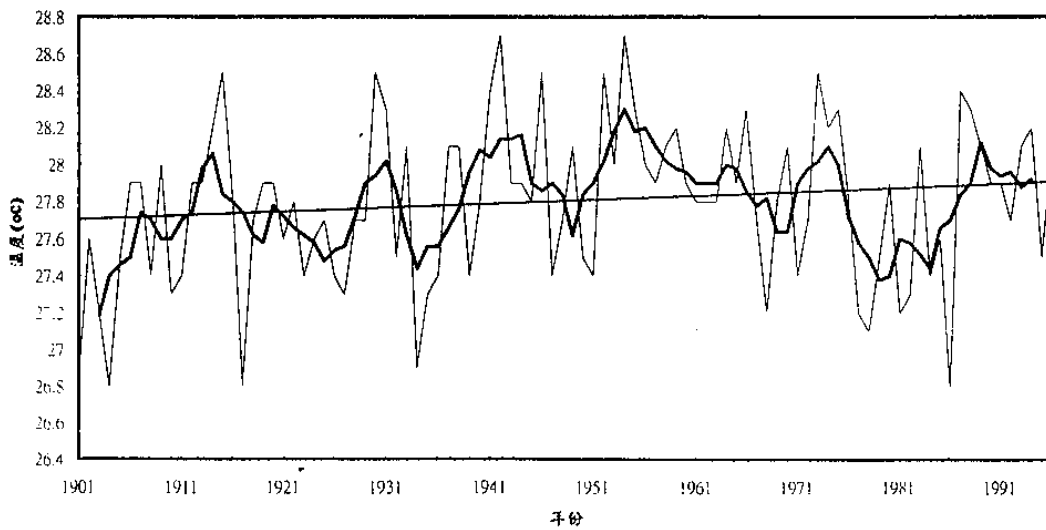
圖四：台北測站地面溫度最高溫年平均(細實線)及五年滑動平均(最粗實線)
 暨估計曲線 $Y_i = 0.0082768211X_i + 10.2361$ (中粗實線)



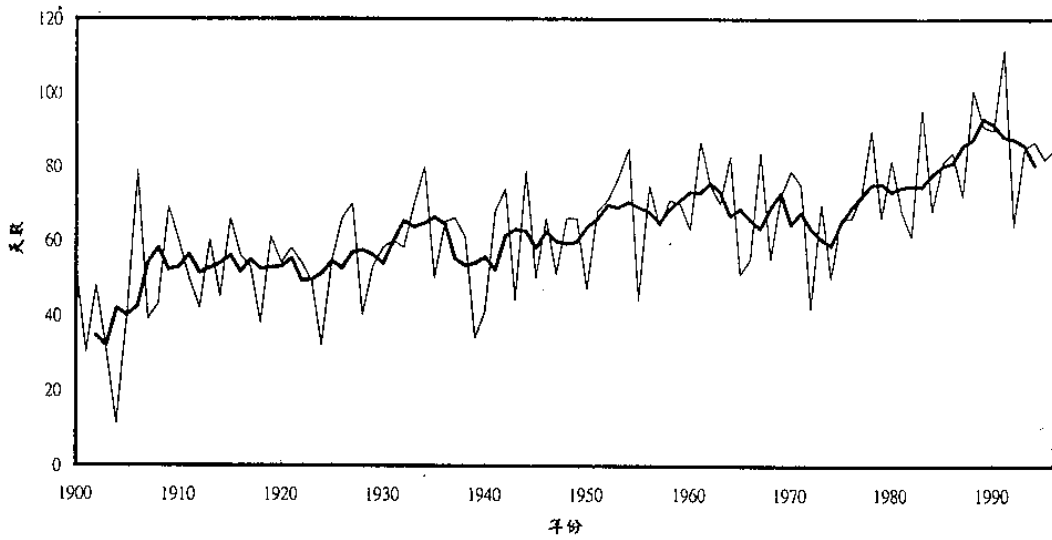
圖五：恆春測站地面溫度最高溫年平均(細時線)及五年滑動平均(最粗實線)
 暨估計曲線 $Y_i = 0.010888X_i + 7.3189$ (中粗實線)



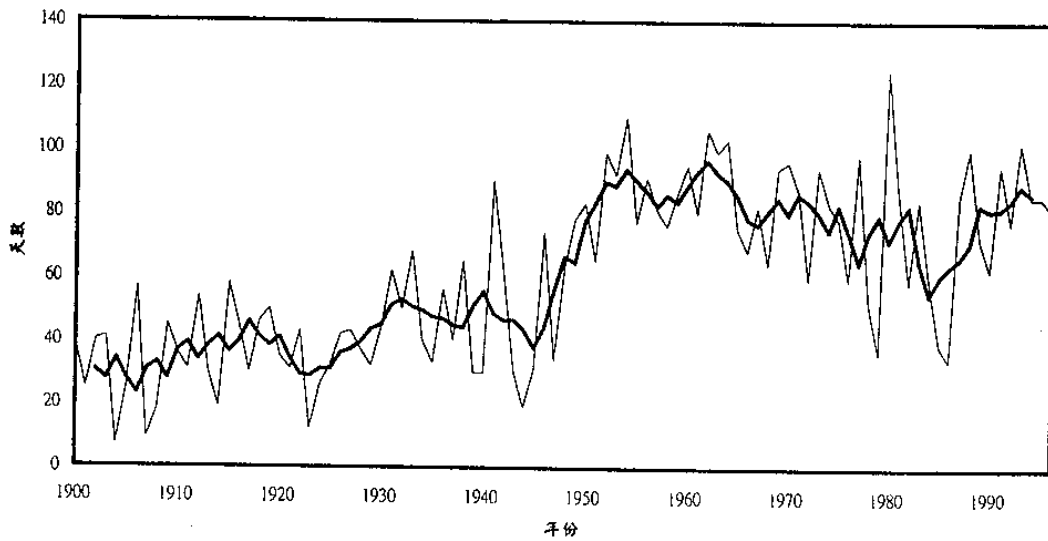
圖六：台東測站地面溫度最高溫年平均(細實線)及五年滑動平均(最粗實線)
 暨估計曲線 $Y_i = 0.00214X_i + 23.628$ (中粗實線)



圖七：台北測站日平均溫度超過28 C之天數逐年分佈圖(細實線)
暨五年滑動平均(粗實線)



圖八：恆春測站日平均溫度超過28 C之天數逐年分佈圖(細實線)
暨五年滑動平均(粗實線)



圖九：台東測站日平均溫度超過28 C之天數逐年分佈圖(細實線)
暨五年滑動平均(粗實線)

