

鋒面過境台灣之土壤溫度特性分析

蔡子衿 吳清吉

國立台灣大學大氣科學系

摘要

土壤溫度是氣-地交互過程的一個重要參數，大氣和土壤的溫差決定地熱通量的大小，進而影響邊界層的發展，天氣系統會影響土壤溫度的變化。為了解鋒面系統對土壤溫度變化的影響，本文使用農業改良場6個測站(桃園、台中、台南、高雄、蘭陽、台東)的逐時土壤溫度觀測資料，配合JMA的地面天氣圖，統計5年期間(1994~1998年)鋒面過境台灣，土壤溫度明顯變化的個案，再作統計分析。分析之前，先對全部觀測資料偵錯、修補。同時將利用普度一維土壤模式對合成個案進行模擬和敏感度測試。

關鍵詞：鋒面，土壤溫度，

一、前言

自由大氣的水氣和熱量大都由地表經邊界層上傳，因此地表特性除了直接影響地面能量和水氣收支之外，也會影響到中尺度或大尺度的環流活動。在邊界層氣-地交互過程中，土壤溫度是一個重要參數，大氣和土壤的溫差以及土壤之間的溫度梯度決定地熱通量的大小，進而改變地表能量收支，影響大氣邊界層發展。

天氣系統也會對土壤溫度造成影響。國內於1994年6月進行「西北台灣局部環流觀測實驗」時，18日有一道鋒面過境，觀音茶葉改良場的土壤溫度除了急劇降低之外，在50cm以上的土壤溫度出現反轉現象，即愈淺的土壤溫度愈低，愈深的土壤溫度愈高，這種情況和常態的土壤溫度垂直分布特性不同。

為了解天氣系統對台灣地區土壤溫度造

成的影響，故而選取1994-1998年的鋒面過境個案以及全台各地農改場的土壤觀測資料進行比對分析，在考慮台灣地區氣候特徵，將選取個案合成，且依照土壤溫度變化區分成四個季節的綜觀型態，使其具代表性而進行探討。

二、資料與方法

為分析鋒面過境台灣對土壤溫度所造成的影響，本文資料來源使用1994-1998年期間，主要有：一、日本氣象廳東亞地區地面、850及500hPa(每日兩次的0000與1200UTC)天氣圖。二、台灣地區六個由中央氣象局輔導的一級農業氣象站(桃園、台中、台南、高雄、蘭陽、台東等站)，6層逐時地溫資料—5cm、10cm、20cm、30cm、50cm、100cm，測站地理位置如圖1所示

資料處理主要分為兩部分進行：

一、首先，為統計5年期間對台灣地區天氣造成影響之鋒面個案，個案選取標準採用下列定義：鋒面系統，若在其生命期中曾移入北緯22至27度、東經119.5至123.5度之矩形區域內，即視為對台灣地區造成影響的個案(張, 1992)。

為了明顯呈現土壤溫度變化的趨勢及溫度梯度，以利估計熱傳導方程之土壤熱擴散係數。在鋒面過境台灣的個案裡，採用任和蔡(1981)定義台灣地區之寒潮為：冷鋒過境後，因大陸冷氣團南下帶來冷空氣，使得台北之最低溫度連續下降兩天達4℃以上者之為寒潮，下降溫度在4~5.9℃稱為中寒潮，在6.0~7.9℃之間者稱為強寒潮，在8℃以上者稱為極強寒潮。將所有鋒面過境個案依

序分類為極強寒潮、強寒潮及中寒潮，統計結果如表 1 所示。

二、針對測站原始觀測資料，為避免儀器故障、人為操作等誤差，先對資料進行偵錯，以每層每年的地溫平均值加減 3 倍的標準差作為信賴度 99.75% 的合理區間，未在此範圍內以及闕漏的資料，5 年期間各個測站計 262944 筆資料中的錯誤率約 0.3%，而這些錯誤值利用線性內插法予以修補。

個案選取、分類以及原始資料處理之後，依照季節，春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)四季，將中寒潮以上的個案選取合成，本文舉桃園茶改場觀測資料為例，分別如春季-圖 2、夏季-圖 3、秋季-圖 4、冬季-圖 5 所示，並加以探討。

三、結果討論

選取桃園茶改場在 1994-1998 年的鋒面過境個案，將下降溫度達中寒潮以上標準的個案依照季節分類而予以合成，達到此標準的個案，時間在夏季僅有兩個案，分別是 1994.6.16-20、1995.6.7-11，而春季因個案眾多，故以強寒潮為標準合成個案。季節的地溫變化大致可以分為冷季和暖季兩種型態。

鋒面通過之前，春、夏兩季白天到達地面短波輻射量較多，下傳的地熱通量變大，愈上層的土壤溫度愈高，5cm 土壤溫度最高溫可接近 30°C，而 100cm 的土壤溫度相較最低，在夏季最為明顯。相對地，秋、冬兩季愈上層的土壤溫度，受地表冷卻影響較低，而 100cm 的土壤溫度相較最高，在冬季最為明顯。

大氣和地表間的溫度差決定可感熱以及地熱通量的大小，當鋒面通過，土壤溫度下降的情況也有差異，愈上層的土壤溫度下降幅度愈大，到了 100cm 土壤溫度變化則不明顯。比較暖季和冷季的個案，暖季溫度下降的情況明顯比冷季劇烈，而上層土壤持續低溫的時間也比較短。

土壤濕度對土壤溫度變化有很大的影響，

降雨時，雲量遮蓋，到達地面的短波輻射減少，低溫的雨水滲入土壤，使上層的土壤溫度降低。另外，潮濕土壤的熱擴散係數較大，造成白天地熱通量容易下傳，上層土壤溫度不易升高，因此土壤溫度日變化範圍變小。圖 6 為選取合成個案的平均逐時降雨量，春、夏兩季在鋒面通過時皆有降水，而夏季更為明顯，每小時降雨量最高達 16mm。從夏季地溫合成圖可以看到，在鋒面通過之後，因潮濕土壤的熱擴散係數變大，土壤的溫度日變化範圍則不明顯，下傳的地熱通量變大且範圍更深，所以 100cm 的土壤溫度在鋒面通過之後不同於其它季節，而是略為上升。

四、結論

本文利用 1994-1998 年的農業氣象站的觀測資料和日本氣象廳的天氣圖，來分析鋒面過境台灣之土壤溫度特性分析，而依照氣候型態的不同而將選取個案分類成四個季節。

不同的氣候會有不同的地溫分布，大致可分成冷季和暖季兩種型態，地溫在上、下層之間的高低值分布是顛倒的情況。

鋒面也分別為冷鋒和梅雨鋒兩種系統，合成比較結果，春、夏季的梅雨鋒過境，土壤溫度的下降較為快速，下降之後的低溫時間持續較短；相對地，秋、冬季的冷鋒過境，土壤溫度的下降較為緩和，下降之後的低溫時間持續較長。

鋒面過境降雨的多寡，對土壤溫度變化有很大的影響，潮濕土壤的熱擴散係數較大，土壤的溫度日變化範圍較小，下傳的地熱通量變大且影響深度更深，而幾乎不變的 100cm 土壤溫度在降雨量多時，溫度因此略為上升。

在邊界層氣-地交互過程中，土壤溫度是一個重要參數，而影響土壤溫度變化的其中一個決定因素就是土壤熱擴散係數。因此要了解大氣與土壤的交互作用過程，除了對土壤溫度進行分析外，對土壤熱擴散係數的探討也很重要。

參考文獻

徐培書，1996：觀音地區地面紊流通量與土壤熱擴散係數之估計，國立台灣師範大學大氣科學研究所碩士論文，69 頁。

吳清吉，萬慧文，1999：西北台灣土壤熱擴散係數和土壤溫度變化之研究，第六屆全國大氣科學學術研討會論文集，488-492 頁。

張智昇，1992：東亞暖季鋒面與台灣地區降水之探討，國立台灣大學大氣科學研究所碩士論文，52 頁。

吳清吉，許武榮，2003：台灣土壤溫度分析和土壤熱擴散係數推估，大氣科學，31，115-130 頁。

Arya, S. P., 1988: *Introduction to micro-meteorology*. Academic Press, 307pp.

Sun, W.-Y. and Bosilovich, M. G., 1996: Planetary boundary layer and surface layer sensitivity to land surface parameters. *Bound.-Layer Meteor.*, 77, 383-378.

Bosilovich, M. G. and Sun, W.-Y., 1997: Monthly simulation of surface layer fluxes and soil properties during FIFE, *J. Atmos. Sci.*, 55, 1170-1184.

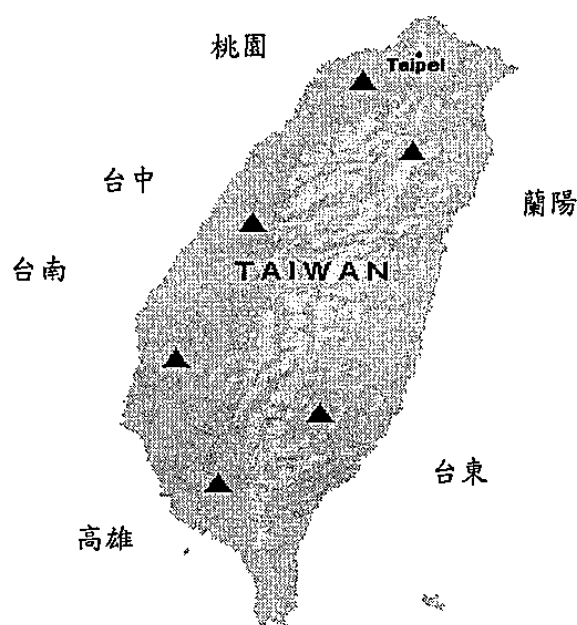


圖 1 六個農業氣象站位置分布

次數/種類	中寒潮	強寒潮	極強寒潮
1994 年	7	2	1
1995 年	3	4	3
1996 年	4	4	2
1997 年	7	1	0
1998 年	8	2	0

表 1 五年寒潮次數統計值

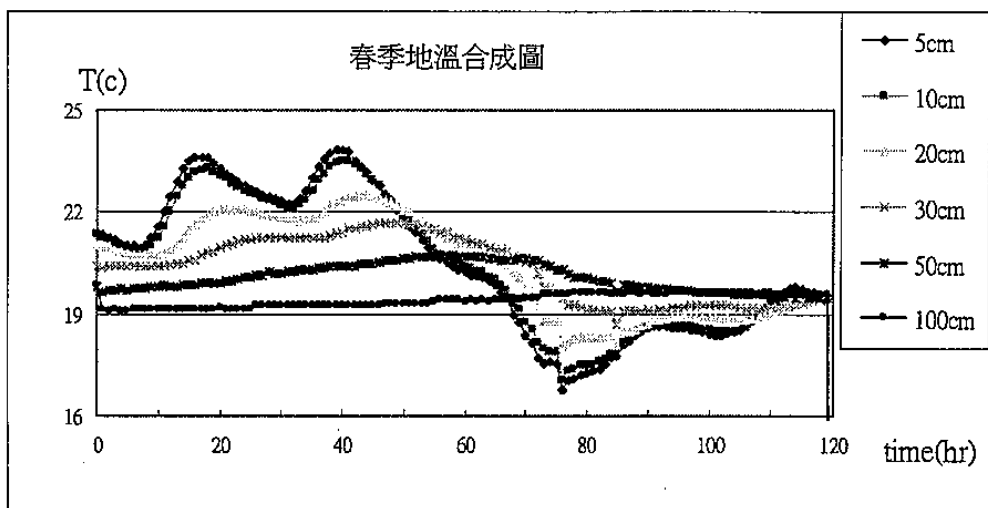


圖 2 桃園茶改場春季地溫合成圖

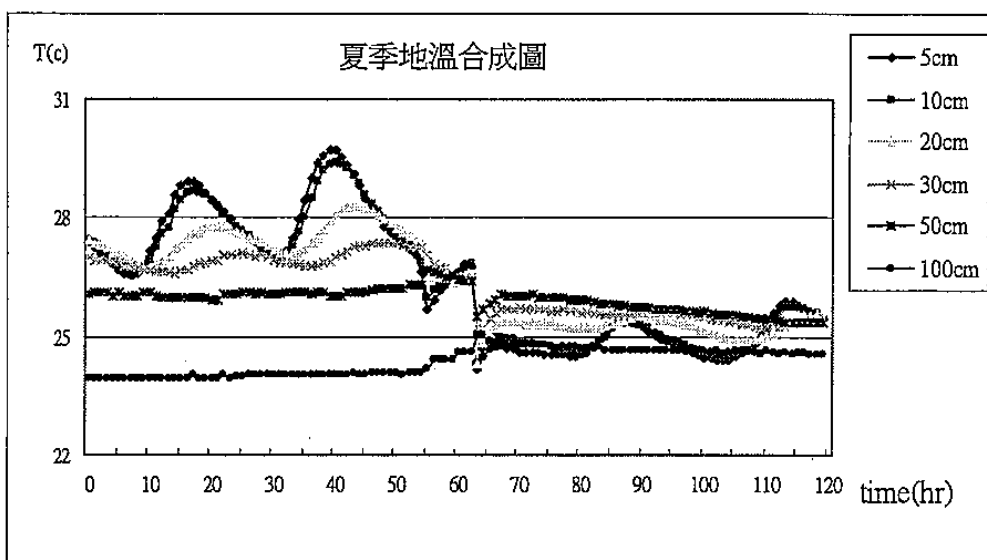


圖 3 桃園茶改場夏季地溫合成圖

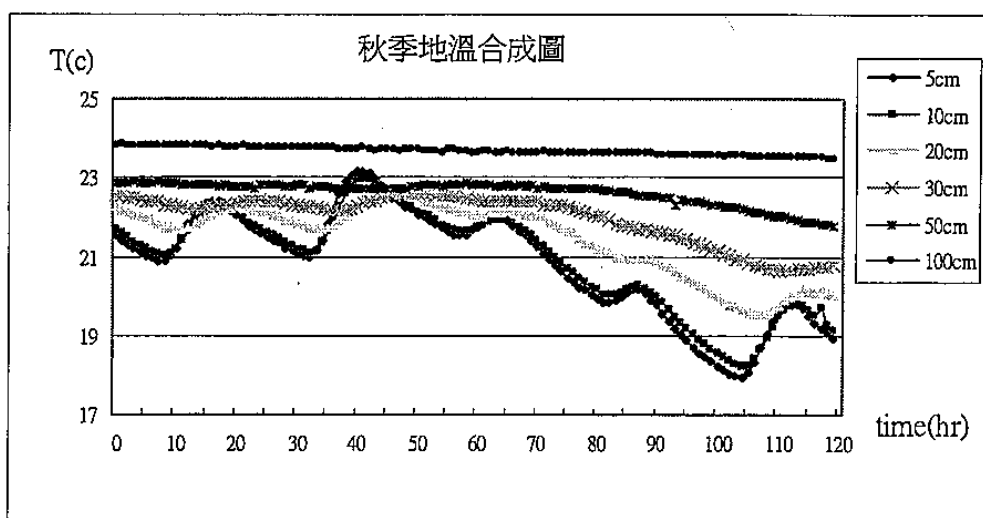


圖 4 桃園茶改場秋季地溫合成圖

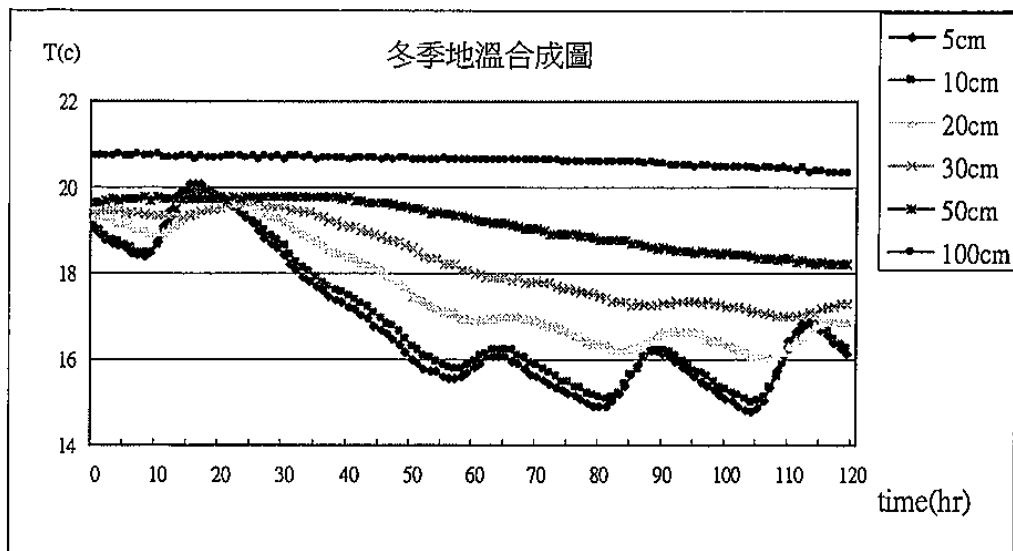


圖 5 桃園茶改場冬季地溫合成圖

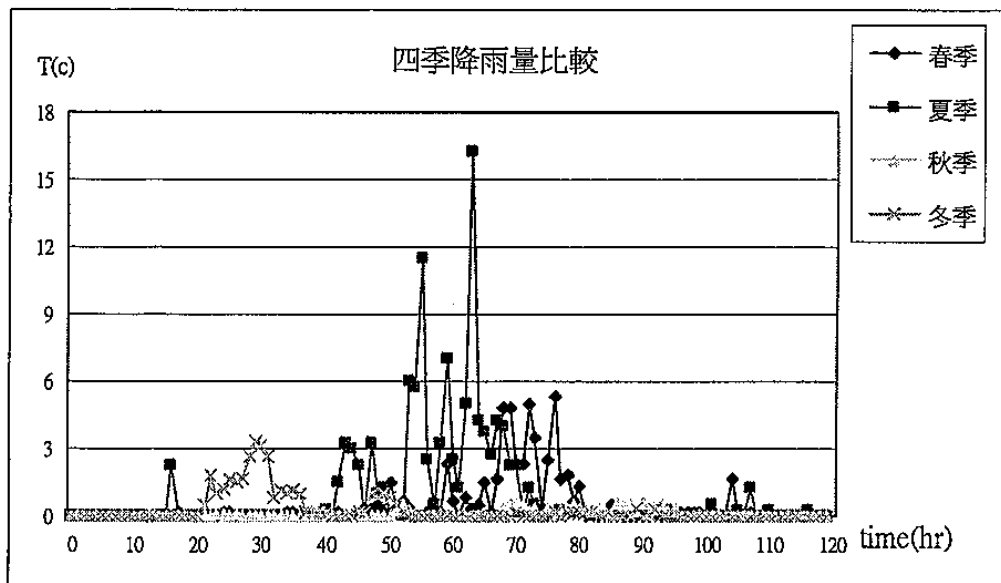


圖 7 桃園茶改場四季選取個案降雨合成圖