

## 台灣地區逆溫現象型態之研究

劉說安<sup>1</sup>、顏翔崑<sup>1</sup>、楊之遠<sup>2</sup>

1. 國立中央大學 太空及遙測研究中心 yueian@csrsr.ncu.edu.tw

2. 環保署管制考核及糾紛處理處

### 一、中文摘要

本文使用環保署逆溫儀觀測資料，研究台北、台中及高雄逆溫現象的特徵型態，包括逆溫發生率的逐月、逐季及逐時變化，不同高度、強度、厚度及持續時間的逆溫發生率，以增進對逆溫層的瞭解和預測。

關鍵詞：逆溫儀(微波輻射計)、逆溫

### Abstract

The observation data from MTP-5HE of EPA are used to study the temperature inversion phenomenon in the lower boundary layer in Taipei, Taichung and Kaohsiung. Characteristics of temperature inversion at three cities are extracted using different classification methods.

Keywords: temperature profiler (microwave radiometer), temperature inversion

### 二、前言

在逆溫的情況下，溫度隨高度遞增而增加，大氣為靜力穩定的狀態，造成對流層內幾乎沒有任何垂直方向的大氣運動，此時地面污染源排出的空氣污染物無法藉由大氣運動向高空擴散，會大量累積在近地表處。如果逆溫的現象持續相當長的時間，將使空氣品質降低，且當太陽輻射強時，在光化學作用下，多種污染物會轉化

成更具毒性的二次污染物，對人體健康有相當的威脅，所以增進對逆溫層的瞭解和預測是非常重要的。

為了掌握大氣溫度的即時變化，需要以遙測(remote sensing)方法輔助，微波輻射計(逆溫儀)觀測為其中一種方法。微波輻射計[1-3]利用水氣、液態水及氧氣位於微波波段的吸收頻道，取得大氣剖面資訊，具有極高的時間及高程的解析度。逆溫儀則利用氧氣位於微波波段的吸收頻道，可以以相當高的精度獲得近地的大氣溫度剖面[4,5]。

為了增進對逆溫的的偵測，環保署引進三套單頻可變角度地面逆溫儀。其為 Kipp & Zonen 公司的產品，型號為 MTP 5-HE，操作頻率為  $56.7 \pm 2$  GHz，此頻率落在氧氣的微波吸收波段內，對溫度變化較敏感，適合觀測溫度剖面。MTP 5-HE 反應速度快，可用來預測大氣穩定性，操作仰角角度可從 0 度到 90 度，角度增量為 3 度，完成 90 度掃描需時 600 秒。可測高度為 1000 公尺，絕熱狀態時溫度剖面的精確度，在 500 公尺以下為 0.3K，500 到 1000 公尺為 0.4K，逆溫狀態時溫度剖面的精確度，在 500 公尺以下為 0.8K，500 到 1000 公尺為 1.2K。MTP 5-HE 使用水平狀態時量測的亮溫和環境溫度，進行自我校正，以確保資料品質。

本文使用環保署新建置的三套可

變角度地面微波輻射計觀測資料，研究逆溫層中的溫度的即時動態變化，以增進對逆溫層現象的瞭解，裨益對空氣污染診斷的分析。

### 三、結果與討論

我們使用 2002 年 12 月到 2003 年 9 月由逆溫儀獲得之大氣溫度剖面資料，分析逆溫現象。表 1 為在三地 (台北、台中及高雄) 的觀測資料及逆溫發生次數，其中在計算逆溫發生次數時，我們忽略高於 800 公尺以上及溫差小於 0.1 度的逆溫現象，可以發現，台中發生逆溫現象的機率最高，接近 25.1%，高雄也有 22.4%，台北的機率最低，只有 5.6%。圖 1 顯示 92 年 1 月底在高雄輻射計所觀測的溫度分布，圖 2 顯示上下層溫度差大於零的分布圖，顯示除 26 日外每天入夜後，輻射冷卻效應強烈，造成地表逆溫發生。26 日晚間有鋒面接近，使氣溫大幅降低，地表逆溫消失，但有鋒面逆溫發生於高度 400 公尺處。

為了進一步了解置於台北的逆溫儀的效能，我們比對台北站的觀測資料和板橋氣象站的探空資料，比對時間為九十二年一月到七月，由於無法取得原始較高解析的探空資料，使得相當次數的逆溫現象被剔除。我們使用下列方式比對，先在探空資料中搜尋低於一公里逆溫發生的時間，再比對同一時間逆溫儀的觀測資料。在一月到七月間，探空資料共偵測到 96 次逆溫發生，而逆溫儀只有 17 次，約二成的比例，比例如此低的原因，可能和逆溫儀置放的地點有關，附近的高樓會影響低角度觀測的準確度，也有可能和熱島效應或兩地距離有關，需

要進一步研究。

圖 3 為逆溫在三地不同月份發生的機率，其中沒有 10 月及 11 月，對台中及高雄而言，逆溫在冬季及早春發生機率最高，達四成以上，隨氣候變暖後，下降至兩成左右，在夏季除高雄八月數據外更降低至一成以下，台北的資料則有些許的差異性，主要是一、二月發生機率異常降低，其餘趨勢近似。

圖 4 為逆溫在一天不同時段發生的機率，可以看出三地逆溫發生機率都在清晨到最大值，隨太陽出來後，急速下降，到傍晚後，發生機率又開始增加，但台北站的增加速度很緩慢。圖 5-7 分別為三地不同季 (冬、春及夏) 在一天不同時段發生逆溫的機率，對台中和高雄而言，除中午段較不明顯，發生機率的大小排列皆為冬季、春季最後為夏季，高雄在冬季有九成的機會而台中有七成發生逆溫，但高雄在春季降為四成但台中仍有近五成的機率，夏季二者都在二成左右。台北的逆溫發生率比另兩地低很多，所以統計資料有較大的擾動，但基本趨勢相同，且在三季量的變化不大。

圖 8 為三地不同逆溫溫差(逆溫強度)發生機率圖，逆溫溫差愈小愈容易發生，台北站 0.5 度溫差發生機率近五成，其他兩站為三成，台北站衰減率大於另兩站。圖 9 為三地發生高度機率圖，基本上，反演的逆溫層集中在低層大氣，地表逆溫也就是輻射逆溫有最高發生機率，在高雄為五成其他兩站則為三成，另有一極值在 100-200 公尺間。台北站在 700 公尺處有一凸起，較高層的逆溫主要為鋒

面逆溫及沉降逆溫，要正確判斷二者需要當時的氣象配合。

#### 四、結論

分析輻射計資料發現，台中及高雄發生逆溫的現象遠高於台北地區，這可能是由於熱島效應或儀器位置所造成。在季節方面，冬季發生機率最高，其次為春，最後為夏季，但台北地區季節變化較不明顯，且 92 年 1、2 月逆溫發生機率，異常降低。比較逐時觀測發現，半夜到清晨逆溫發生機率最高，在冬季高雄有九成機率發生逆溫，台中也有七成，台北只有兩成。逆溫發生機率隨逆溫強度增加而遞減，最常發生的逆溫為輻射冷卻所造成的地表逆溫。

#### 五、致謝

本研究承蒙環保署補助研究經費，特此致謝。計畫編號為 EPA-92-L102-02-208。

#### 六、參考文獻

- [1] 劉說安，1999，地面雙頻微波輻射偵測大氣中可降水之動態，大氣科學，27，141-158。
- [2] 劉說安、張銓倫，2000：地面雙頻微波輻射偵測大氣中水氣含量及溫度剖線，大氣科學，28(1)，17-26。
- [3] Westwater, E. R., 1993: Ground-based microwave remote sensing of meteorological variables, Chapter 4 in Atmospheric Remote Sensing by Microwave Radiometry, M. Janssen, editor, J. Wiley & Son, N.Y., 145-213.
- [4] Westwater, E. R., Y. Han, V. G.

Irisov, V. Leuskiv, E. N. Kadyrov, and S. A. Viazankin, 1999: Remote sensing of boundary layer temperature profiles by a scanning 5-mm microwave radiometer and RASS: comparison experiments. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 16, 805-818.

[5] Kadyrov, E. N., and D. R. Pick, 1998: The potential for temperature retrieval from an angular-scanning single-channel microwave radiometer and some comparisons with *in situ* observations. *Meteorol. Appl.*, 5, 393-404.

表 1 MTP5 觀測資料

	台北	台中	高雄
總觀測數	39435	38268	34617
逆溫數	2220	9604	7758
比例	5.63%	25.1%	22.4%

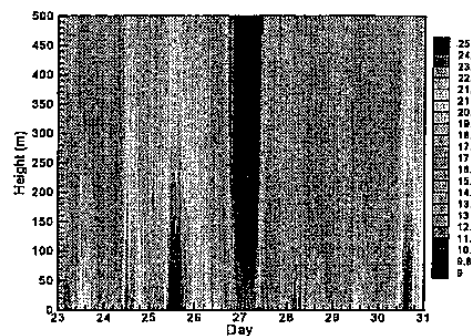


圖 1 92 年 1 底高雄輻射計所觀測到的溫度分布。

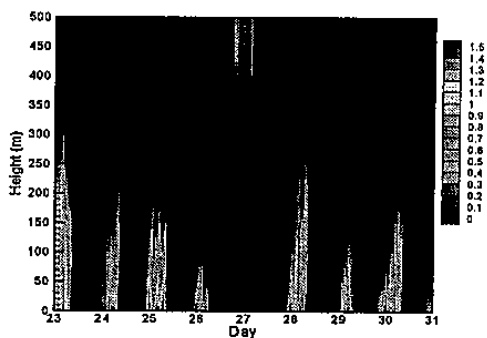


圖 2 92 年 1 底高雄輻射計所觀測到的溫度差分布。

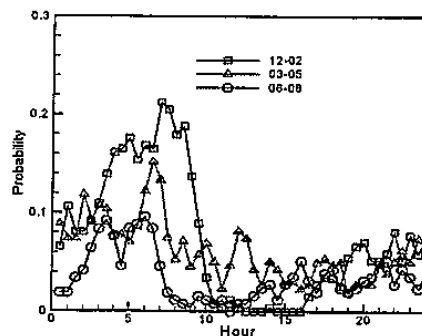


圖 5 逆溫在不同季不同時間發生的機率(台北)。

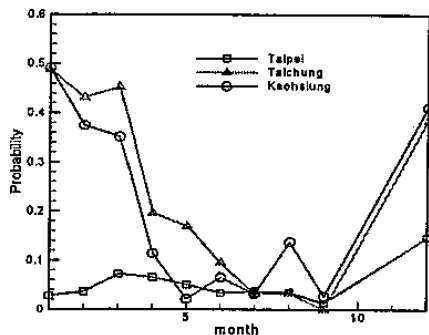


圖 3 逆溫在不同月份發生的機率。

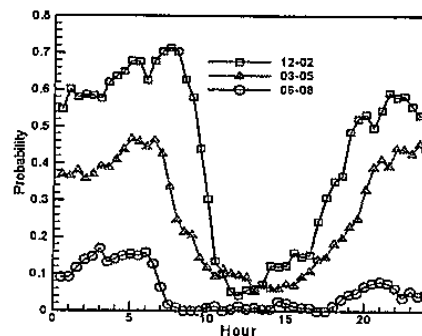


圖 6 逆溫在不同季不同時間發生的機率(台中)。

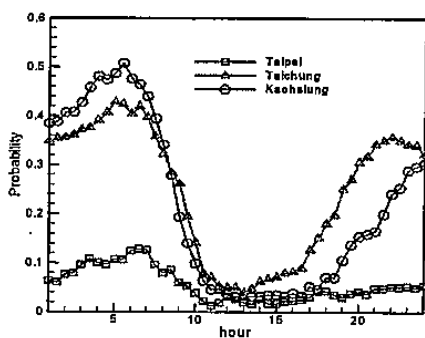


圖 4 逆溫在不同時間發生的機率。

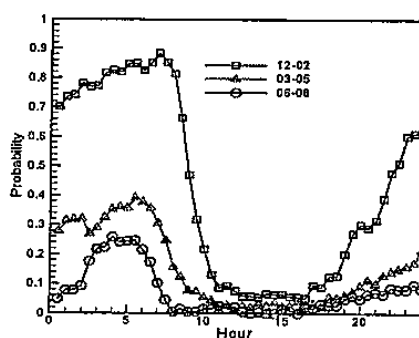


圖 7 逆溫在不同季不同時間發生的機率(高雄)。

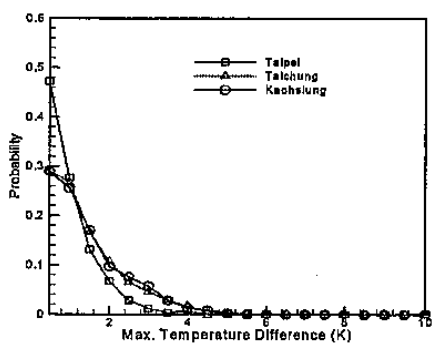


圖 8 不同逆溫溫差發生機率。

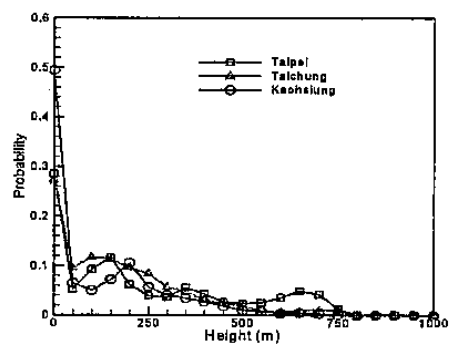


圖 9 逆溫在不同高度的發生機率。