

台灣地區大氣穩定度之分佈

路心誠 劉崇治 趙類思

空軍氣象中心

摘 要

大氣垂直穩定度的分佈，不論是以氣象的觀點、環保的觀點，甚至以飛航安全為著眼都是非常重要的。就台灣地區大氣垂直穩定度的氣候分佈而言，目前仍沒有相關的文獻可供參考。故本文嘗試利用民國 84 年板橋、馬公、東港及花蓮 0000UTC 逐日的探空剖面分析，期望透過大氣逆溫層的分佈來歸納出本省大氣垂直穩定度的分佈特徵。初步的結果顯示，逆溫層出現的頻率各地皆以冬季最多，春秋次之，夏季最少。並且逆溫層出現的空域各季節、各月均有所差異。不同的天氣系統其逆溫層的發生機率及出現空域也有所不同。逆溫層的分佈與天氣現象的發生亦有其相關性。此外由於台灣地形特殊，不同的區域，逆溫層的發生亦有其特殊性。

本文僅是利用探空資料來加以分析，目前仍是一初步探討的階段，然而由於明瞭本省各地區穩定度的分佈特徵的確相當重要，後續再加入 1200UTC 資料的分析必能歸納出大氣穩定度之日夜變化。此外探討大氣穩定度與近地層能見度的相關也是值得嘗試的。

關鍵詞：穩定度、逆溫層、穩定層

一、前言

一般而言，大氣垂直穩定度大小之決定及監測，一直是氣象從事人員、飛行人員及環保團體所關心的氣象因子之一。因為就氣象的觀點來看，大氣狀況若屬於不穩定，則一旦水汽充沛，很有可能因受到熱力或動力機制之激發而生成旺盛之對流系統，造成惡劣的天氣現象。反之，大氣狀況若屬於穩定，則即使水汽充沛，亦不致造成激烈之天氣現象，不過由於大氣較為穩定，反而造成近地層能見度和空氣品質的惡化。因為空氣品質惡化的主要因素，

除了污染物排放量的增加外，大氣擴散能力的降低也是扮演相當重要之角色，當大氣屬於中性或穩定時，大氣中之懸浮粒子被局限在空氣中，近地面之污染不斷累積，使空氣品質惡化、而降低能見度（陶等 1995）。進而直接地影響飛航的安全。因此近地層大氣垂直穩定度和惡劣天氣的發生以及空氣品質的好壞，有很密切的關係，故明瞭全省穩定度的分佈情形，應該是相當重要而且急迫的。關於近地層氣象方面的研究已有不少，例如台灣北部地區局部環流之分析（蔡等，1981）、有關鋒面及雷雨天氣系統影響下之低層風切（劉等，1980）以及台灣地區探空因子之探討（劉等，1985）。

國外方面，Ball（1960）、Lilly（1968）、Pant（1978）等人在近地面邊界層方面亦有一些文獻可供參考。然而關於穩定度分佈方面的研究則很少見，基於這個出發點，本文嘗試透過台灣地區北、中、南、東等四區探空資料來分析不同季節、不同區域穩定度之分佈情況，期望透過這樣的初步分析，能夠歸納出其時間、空間分佈上的特性，並提供一概念模式以利其他相關研究進一步之應用。

本文中所謂垂直大氣穩定層乃是指逆溫層存在的空域，關於探空資料的選取，則以民國八十四年板橋、馬公、東港及花蓮四家探空測站分別代表本省北、中、南、東之探空特性。在此必須特別說明的是，由於傳統上各三月之四季分法，在台灣地區常常無法很明顯地表現氣候特徵，本文利用劉等（1985）透過台灣地區月平均大氣曲線基本資料的核算所訂出的季節分佈，也就是 4～5 月為春季、6～9 月為夏季、10～11 月為秋季、12～3 月為冬季，來加以討論。

二、資料蒐集及研究方法

本文蒐集民國八十四年一月至十二月台灣地區板橋、馬公、東港及花蓮等四家探空測站全年全月之 0000UTC 探空資料，以代表本省北部、中部、南部以及東部地區的探空分佈。並繪製溫度及露點垂直剖面曲線，由此探空曲線找出垂直大氣剖面各逆溫層，並且按各月逐日標出逆溫層存在的空域以及所受之天氣系統與出現的天氣現象。由各地區各月出現逆溫層的日數除以總日數，再乘以百分之百以求得各地各月份出現逆溫層的機率（即可能出現日數），並就各地各月份逆溫層出現之空域找出最可能出現的位置及其所佔之百分比。透過不同的天氣系統及天氣現象歸納出不同季節、不同地區逆溫層存在的高度以及出現的頻率等氣候特性。

三、討論

一般來說，氣包學說為決定大氣穩定或不穩定的基礎，經常用以估計及分析大氣穩定度的程序，幾乎皆使用氣包法，若一空氣塊未達飽和程度，則其做垂直運動時溫度之變化將沿乾絕熱線改變，反之，若一空氣塊達飽和時，則其做垂直運動時溫度之變化將沿濕絕熱改變。假如空氣塊經垂直位移後，其溫度較周圍環境為高則將受正浮力作用而繼續向上，反之則下降。氣塊有返回其原位置的傾向時，大氣謂之穩定，若氣塊有遠離原來位置之傾向時，謂之不穩定。如氣塊溫度與環境溫度相同時，大氣謂之中性。圖 1～3 分別為穩定大氣、不穩定大氣及條件不穩定大氣之典型示意圖。因此大氣若想穩定，則環境之溫度遞減率必須小。大氣中逆溫層的環境溫度隨高度不降反升，因此不論空氣塊的溫度垂直遞減率為何，大氣環境的溫度總是比空氣塊的溫度高，故上升之空氣塊始終有回復到原來位置的傾向，故大氣是穩定的。

圖 4～15 分別為台灣地區北、中、南、東，1～12 月逆溫層出現之空域、天氣系統、天氣現象示意圖。圖中“.”表當日有降水發生，“=”則為有霧生成，“R”為有雷雨發生，H、F、SW、L、T 分別表示天氣系統為高壓、鋒面、西南氣流、熱帶低壓及颱風。表一為各月份逆溫層出現機率以及最可能發生空域之一覽表。

由圖 4～5 及表一可知，北部地區 1、2 月份逆溫層出現的機率有 90 % 以上，中部地區則為 96 % 以上，南部地區則為 100 %，東部地區則為 96 % 以上，逆溫層出現的空域分為地面至 500 呎以及 5000～15000 呎兩層，不過中部及東部地區較缺乏地面逆溫，而南部地區則有明顯的地面逆溫存在，此外 1、2 月份台灣地區若是受大陸高壓影響，北部及南部地區常出

現地面逆溫，易產生霧，如天氣系統是受鋒面或華南雲雨帶以及東北季風影響，一般而言，北部低層不會出現逆溫，低層大氣為不穩定有降水情形發生；但對南部而言，由於位於中央山脈背風面之下沉氣流區，大氣反而穩定。因此除鋒面系統影響外，降水現象與地面逆溫有明顯之負相關，而霧的現象則與地面逆溫有很好的正相關。由圖 6 及表一可知，三月份逆溫層出現的機會稍微減少，北部地區只有 80.7 %，其餘地區則減少成 93.5 %，至於東部地區幾乎沒有地面逆溫，降水現象仍與地面逆溫呈現負相關，反倒是霧的生成則與地面逆溫沒有太大的相關性。

由圖 7 及表一可知四月份北部地區出現逆溫之機率為 92.7 %、中部地區則為 77.4 %、南部地區為 70.0 %，東部地區則仍可維持在 93.3 %，但各區地面逆溫出現的機會則明顯之減少，天氣現象與逆溫層之相關性似乎不高。由圖 8 及表一可知，從五月份起，各地之逆溫層出現次數明顯地減少，北部地區有 38.7 %，中部地區為 51.6 %，中南部也不超過 77 %，不過東部地區開始有地面逆溫出現，因此東部地區天氣相對地較為穩定，而其他各地大氣開始變得不穩定，降水的機會增大，此外也有雷雨出現，當雷雨出現時，大氣中出現逆溫之機會並不大，即使出現亦不會太厚，另外雨日仍多（類似 1、2、3 月），但逆溫層之次數與存在之高度則有所不同，此點也許意謂著降水類型之改變。

由 6～9 月份之逆溫層分佈可知，各地逆溫層出現機率仍低，7 月份中部地區甚至只有 9.7 %，但東部地區地面逆溫出現的機會增大，此與春、冬季恰好相反。探討其原因，主要是受地形影響，當西南氣流過山產生下沉氣流，導致東部地區低層大氣較穩定。有時降水現象出現時，地面逆溫仍然有出現，此可能與其他空域天氣系統有關，此外霧的存在和地面逆溫似乎沒有很好之相關，不過雷雨生成時，逆溫

層出現的情形仍不是很明顯。

由 10～11 月之逆溫層分佈可知，本省因極地大陸高壓勢力逐較增強，各區逆溫層出現的機率開始增大，皆可維持在 80 % 以上，南部地區之地面逆溫開始增加。而 12 月份之逆溫特徵與分佈類似 1、2 月份。

圖 16 為各地各月份發生逆溫層機率之曲線圖，由圖中可知不論各地，逆溫層的發生頻率皆是以夏季最低（中部七月僅 9.7 %），冬季最高（最高可達 100 %），春秋兩季則居中（發生頻率為 33 % 到 93 %）。

由表一並可得知各地各季逆溫層發生之平均高度。其中南部及東部地區分別在冬季及夏季有明顯之地面逆溫存在（地面到三千呎），此與天氣系統及地形雙重影響可能有很大之相關。北部地區大致而言秋冬逆溫層較高（5000～10000 呎），而春夏則較低（2000～5000 呎），中部地區則無明顯之特徵。

四、結論與建議

本文僅就民國 84 年板橋、馬公、東港及花蓮四探空測站之逐日 0000UTC 溫度及露點曲線加以分析，歸納出本省各區域穩定層（亦即逆溫層）分佈的情形以及其與天氣系統及天氣現象之氣候相關性，得到以下數點之結論：

1. 全年台灣地區逆溫層出現頻率以冬季最多，春秋其次，夏季最少。由逆溫層的高度來看，各月各地區亦有所差異，北部地區春、夏兩季較低（2000～5000 呎）、秋冬則明顯升高（5000～10000 呎）；中部地區無明顯之變化；南部地區冬季常有地面逆溫出現（地面至 1000 呎），其餘各季逆溫層平均可維持在 5000～10000 呎；東部地區則是夏季有地面逆溫出現（地面至 2000 呎），其餘各季逆溫層出現的高度多半都在 5000～10000 呎左右。

2. 在冬季台灣地區受大陸高壓影響，北部及南部地區常出現地面逆溫，易產生霧，如天

氣系統是受鋒面或華南雲雨帶以及東北季風影響，一般而言，北部低層不會出現逆溫，低層大氣為不穩定有降水情形發生；但對南部而言，由於位於中央山脈背風面之下沉氣流區，大氣反而穩定。

3. 在冬季各地地面逆溫的出現有明顯的差異，南部最多，東部次之，北部再次，中部最少。

4. 春季逆溫的存在與天氣現象之相關不像冬天那麼顯著；春末開始對東部地區而言地面逆溫發生次數有逐漸增加之趨勢，天氣較穩定，而其他地區之逆溫層發生次數減少，天氣較不穩定。

5. 台灣地區 5、6 月屬於梅雨季，各地逆溫層有逐減少的趨勢，大氣較不穩定，易出現豪雨及雷雨。

6. 台灣東部地區在夏季有明顯的地面逆溫出現（地面至 2000 呎）探討其原因，主要是受地形影響，當西南氣流過山產生下沉氣流，導致東部地區低層大氣較穩定。

7. 秋季極地大陸高壓勢力逐漸增強，逆溫層的出現開始增加，大氣較為穩定，其分佈也有所改變，特別是東部及南部地區有相反的變化。

基本上來講，大氣穩定層的分佈除了和天氣系統及天氣現象有關外，相信它和大氣近地層之能見度也有很大之關係，若能由此兩者之特徵，歸納出彼此之間的相關性，必定對激烈天氣現象發生的掌握與飛航安全之提升有相當程度的助益。此外，本文僅分析 0000UTC 之資料，若是能再分析 1200UTC 之資料，應該能夠分析出逐日之日夜變化，此外大氣垂直穩定度與近地層能見度之間的關係性也是可以預期的，因此後續的進一步研究是值得嘗試的。

五、致謝

本文之完成，蒙聯隊長俞將軍以及氣象中

心李主任之悉心指導、預報課王課長以及全體同仁的幫忙整理資料，長期課邱課長及田俊雯小姐之繪圖與校稿，才使得本文能以最短的時間完成，在此表達謝意。

參考文獻

- 陶家瑞、楊宏宇、洪忠和，1995：台灣北部地區嚴重空氣污染與大氣邊界層個案研究。氣象預報與分析，142 期，12-26 頁。
- 蔡清彥、周根泉，1981：台灣北部地區局部環流之觀測分析及數值模擬。台大大氣科學研究報告。Lo-CIR-03，16 頁。
- 劉廣英、陶家瑞，1980：低層風切的成因與預報。大氣亂流與飛航安全研討會論文集編。235-259 頁。
- 劉廣英、葉文欽、張儀峰，1985：台灣區探空氣象因子量氣候參考值分析。行政院國科會專題研究計畫。NSC-74-0202-M072-05。
- 劉廣英、葉文欽，1986：台灣區各節性合成垂直探空特徵之研究。氣象預報與分析，107 期，1-17 頁。
- Ball, k., 1960: Control of inversion height by surface heating, Quart. J.R. Met. Soc. 86, 483-493.
- Lilly, D.k., 1968: Models of cloud topped mixed layers under a strong inversion. Quart. J.R. Met. Soc., 86, 292-308.
- Pant, M.C., 1978: Vertical structure of the planetary boundary layer in the west Indian Ocean during the India summer monsoon as revealed by ISMEX data. Indian J. Met. Hydrol. Geophys., 29, 88-

The Distribution of Stability for Taiwan Area in 1995

Shin-Cheng Lu Lei-Shih Chao Chung-Chih Liu

Weather Wing CAF

ABSTRACT

It's important for weather forecaster, environmentalists and pilots to understand the distribution of stability for Taiwan area. But this kind paper is very scarce. The goal of this paper is to get the distribution by using the sounding data of Pan-Chiao, Ma-Kong, Tung-Kang and Hua-Lien.

The results indicate that there are several Characteristics about inverse layer (stable layer) in different areas, months and seasons. The inverse layer is related to weather system and phenomena.

All of the results of this paper are preliminary. Hence it is worth going into in some detail.

Keywords: stability, inverse layer, stable layer.

表一 台灣地區各地各月份逆溫層發生機率及可能空域

平地 地區 月值	臺灣北部		臺灣中部		臺灣南部		臺灣東部	
	出現逆溫 機率(%)	最可能 空域(千呎)	出現逆溫 機率(%)	最可能 空域(千呎)	出現逆溫 機率(%)	最可能 空域(千呎)	出現逆溫 機率(%)	最可能 空域(千呎)
一	91.3	07-12(68%)	100	02-04(55%) 05-10(55%)	100	00-01(84%) 06-10(71%)	96.8	05-10(70%)
二	92.9	05-10(58%)	96.4	01-04(73%)	100	00-02(70%) 05-10(70%)	100	05-10(80%) 10-15(61%)
三	80.7	05-10(50%) 00-02(50%)	93.5	00-03(66%) 12-18(59%)	93.5	02-05(52%)	93.5	05-10(76%) 10-15(52%)
四	92.7	03-06(67%)	77.4	02-04(61%) 05-10(57%)	70.0	03-07(76%)	93.3	05-10(71%)
五	38.7	02-05(70%)	51.6	02-05(50%)	67.7	07-13(55%)	77.4	04-10(71%)
六	50.0	02-04(60%)	35.5	03-08(64%)	33.3	05-10(50%)	73.3	00-01(68%) 03-07(64%)
七	64.5	01-04(50%)	09.7	01-03(100%)	45.0	02-07(85%)	61.3	00-02(50%)
八	54.8	03-08(59%)	19.3	00-03(50%)	41.9	01-04(69%)	45.2	00-02(50%)
九	63.3	05-10(63%)	33.3	05-10(50%)	66.6	05-10(60%)	61.3	05-10(74%)
十	83.9	05-10(56%)	83.9	02-04(79%)	83.9	05-10(69%)	80.6	05-10(83%)
十一	93.3	05-10(58%)	83.3	02-05(68%)	83.3	06-10(63%) 00-05(67%)	83.3	05-10(73%)
十二	100	03-05(51%) 05-10(68%)	90.3	02-04(85%) 07-14(61%)	96.8	00-01(78%)	96.8	05-10(57%) 10-15(63%)
備 考								

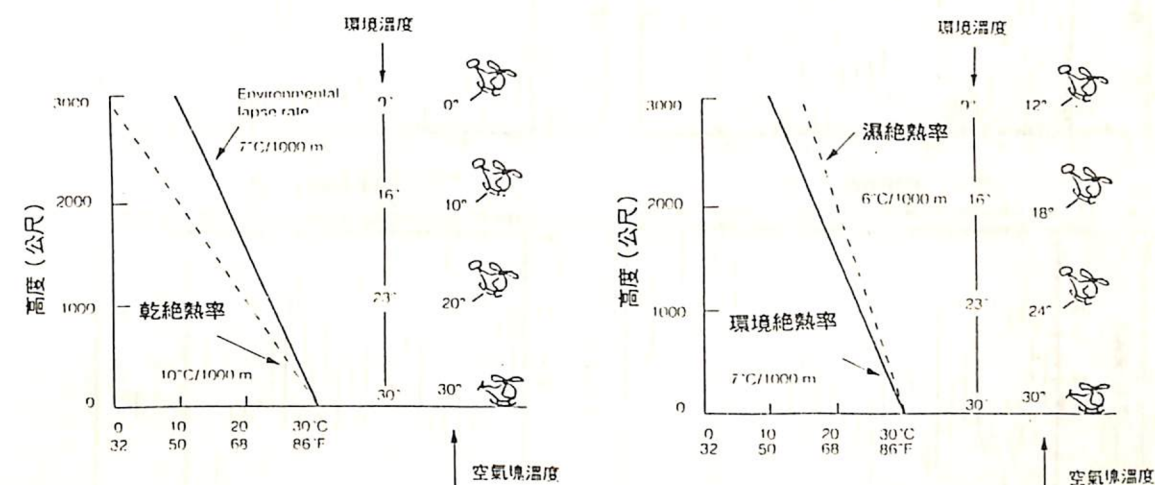


圖 2：不穩定大氣溫度垂直剖面示意圖

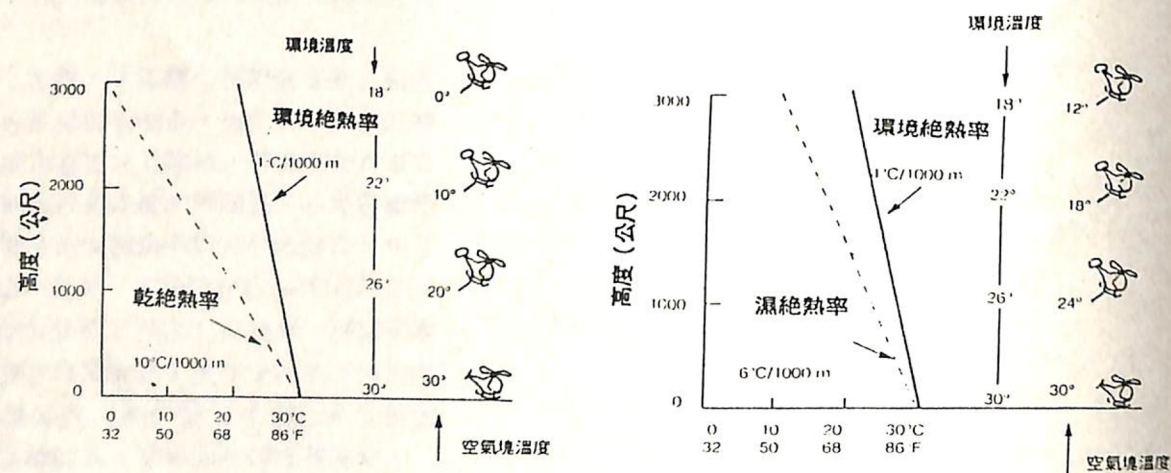


圖 1：穩定大氣溫度垂直剖面示意圖

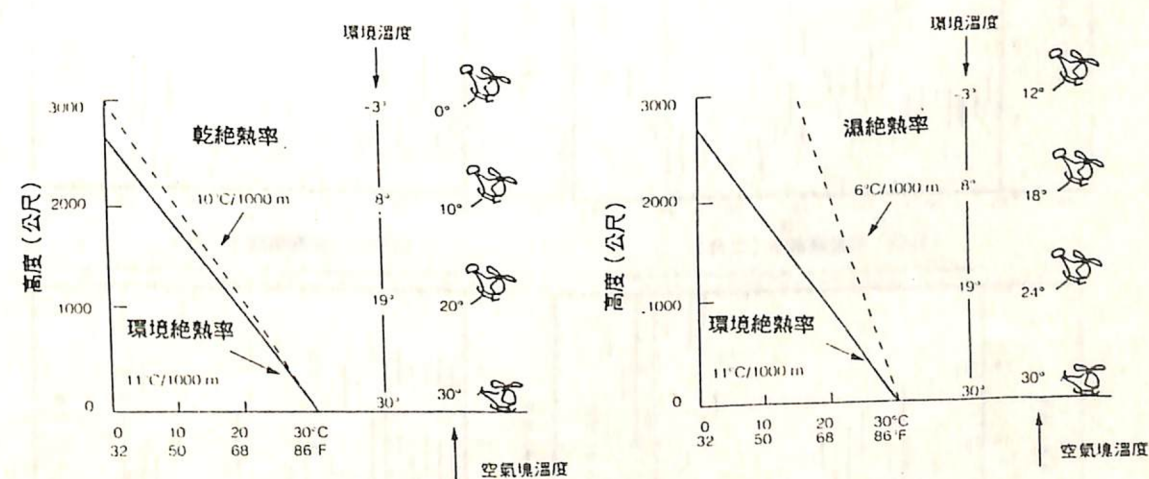


圖 3：條件不穩定大氣溫度垂直剖面示意圖

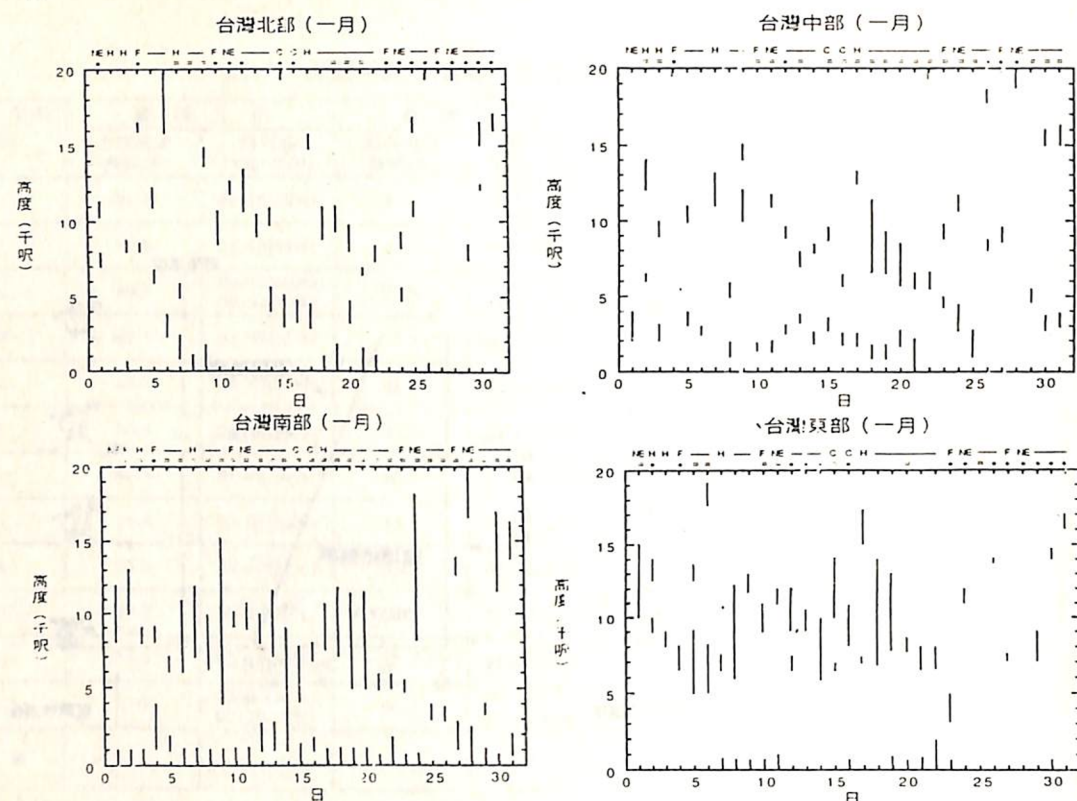


圖 4：台灣地區 1 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

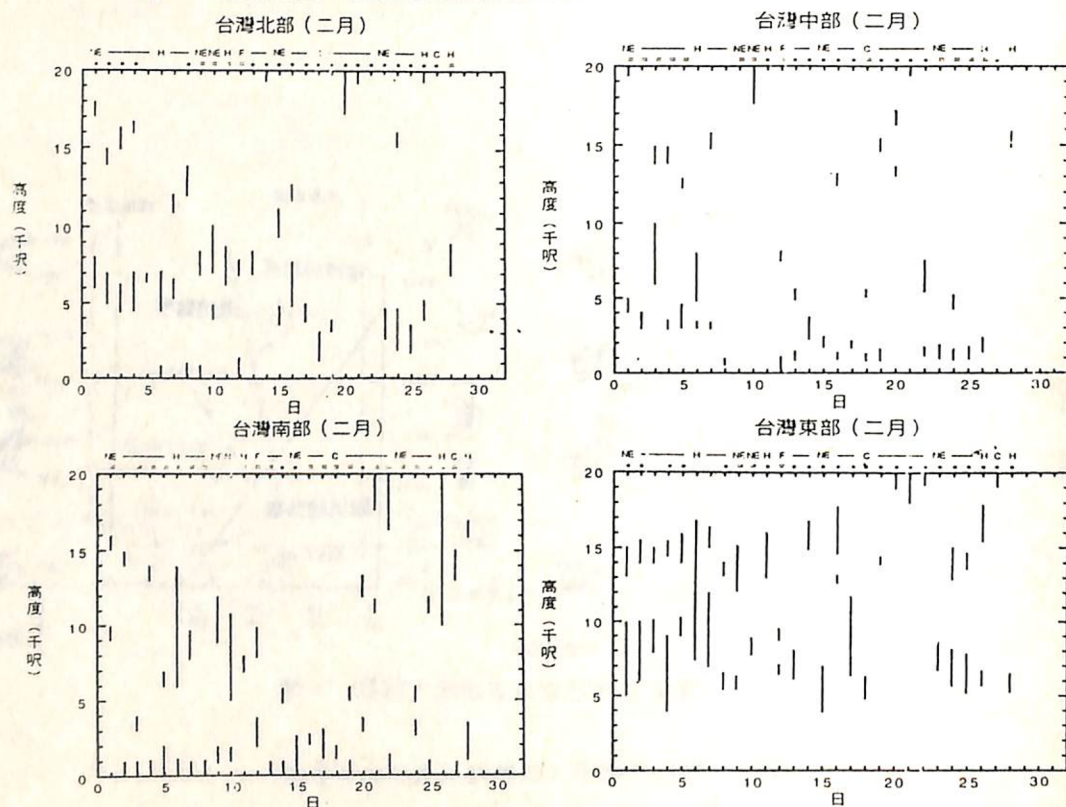


圖 5：台灣地區 2 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

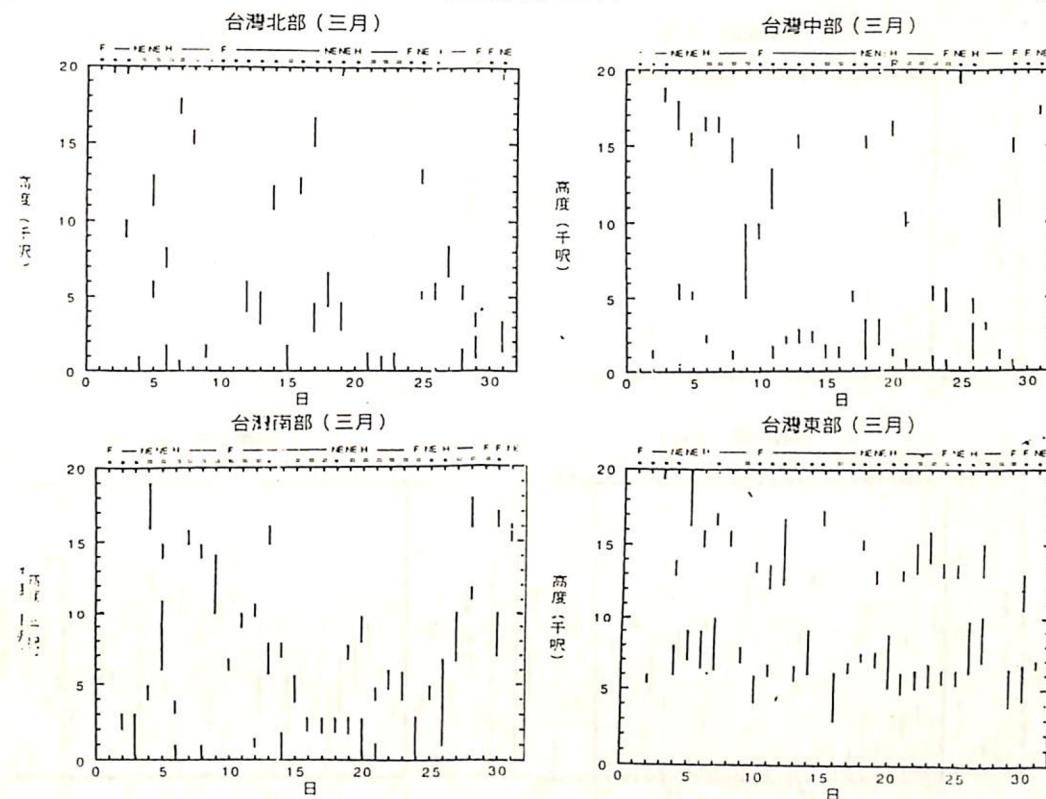


圖 6：台灣地區 3 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

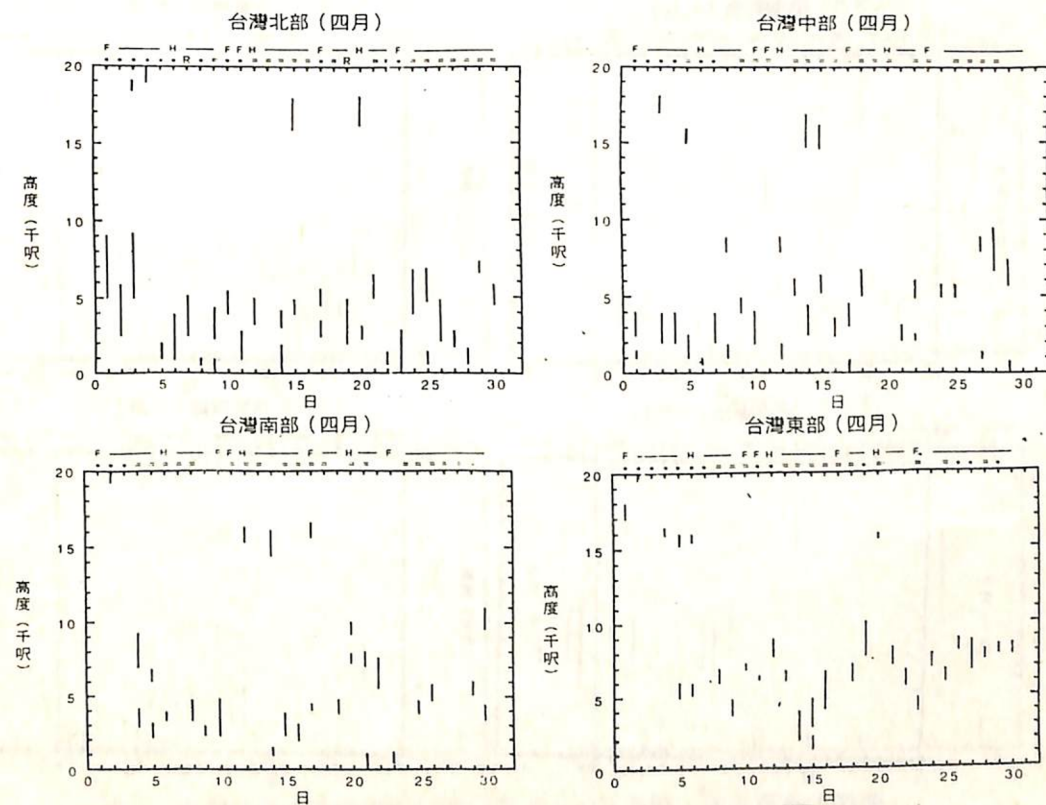


圖 7：台灣地區 4 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

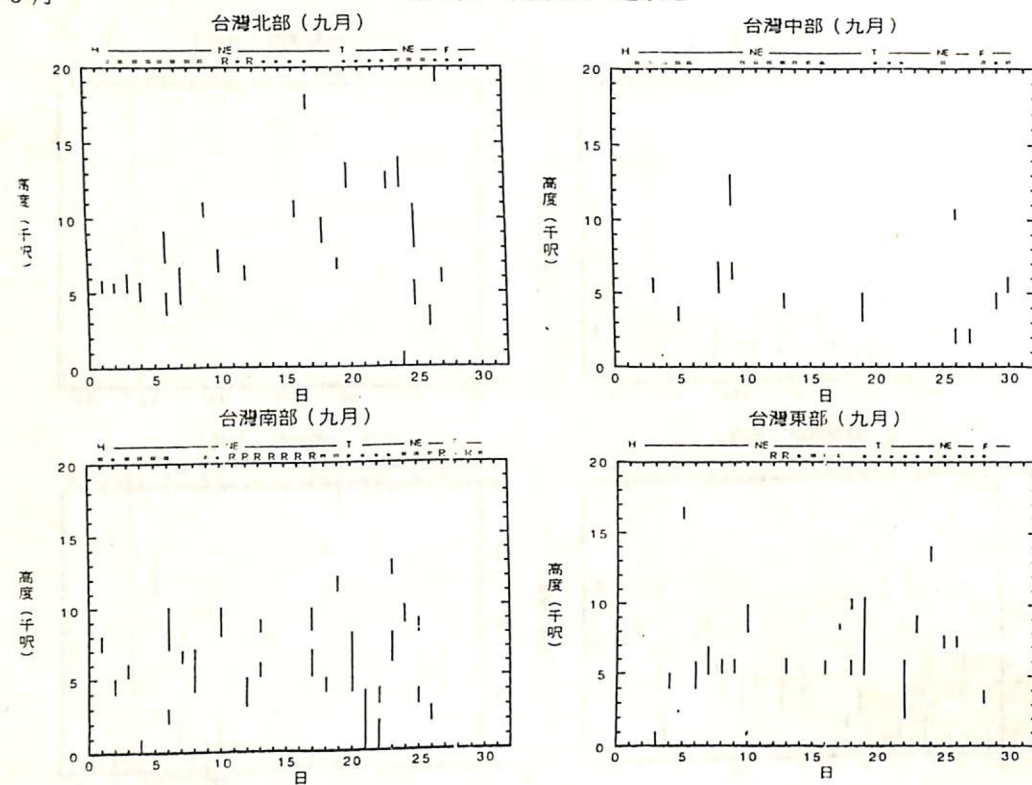


圖12：台灣地區9月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖
台灣北部 (九月) 台灣中部 (九月) 台灣南部 (九月) 台灣東部 (九月)

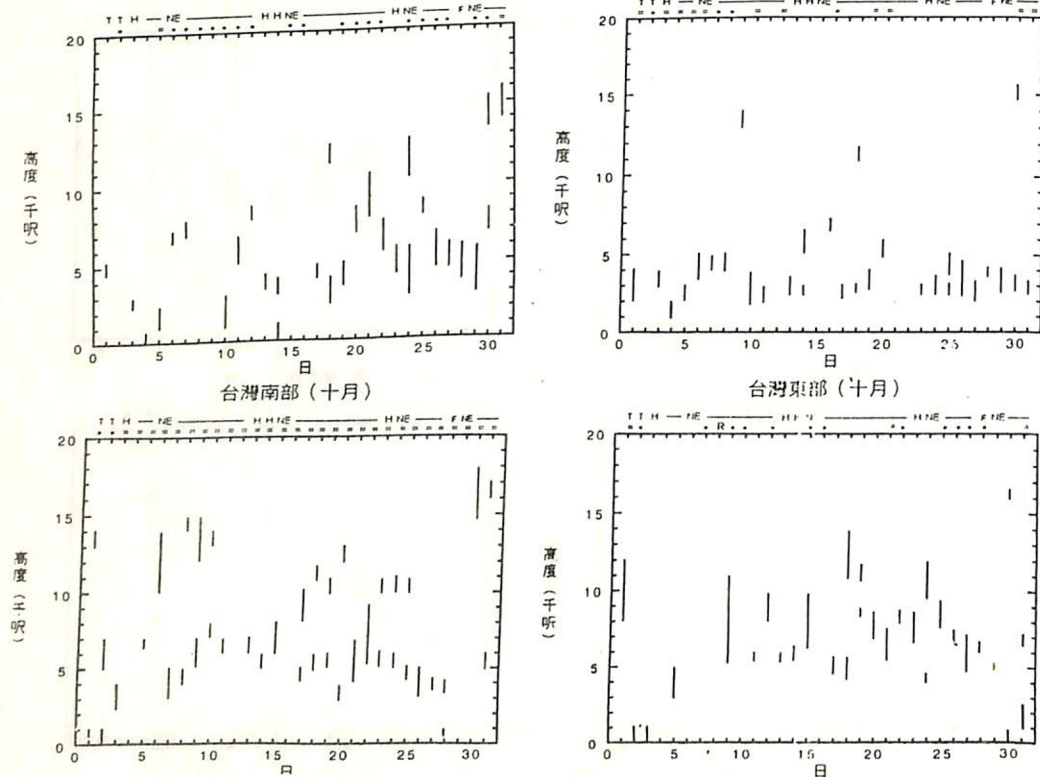


圖13：台灣地區10月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

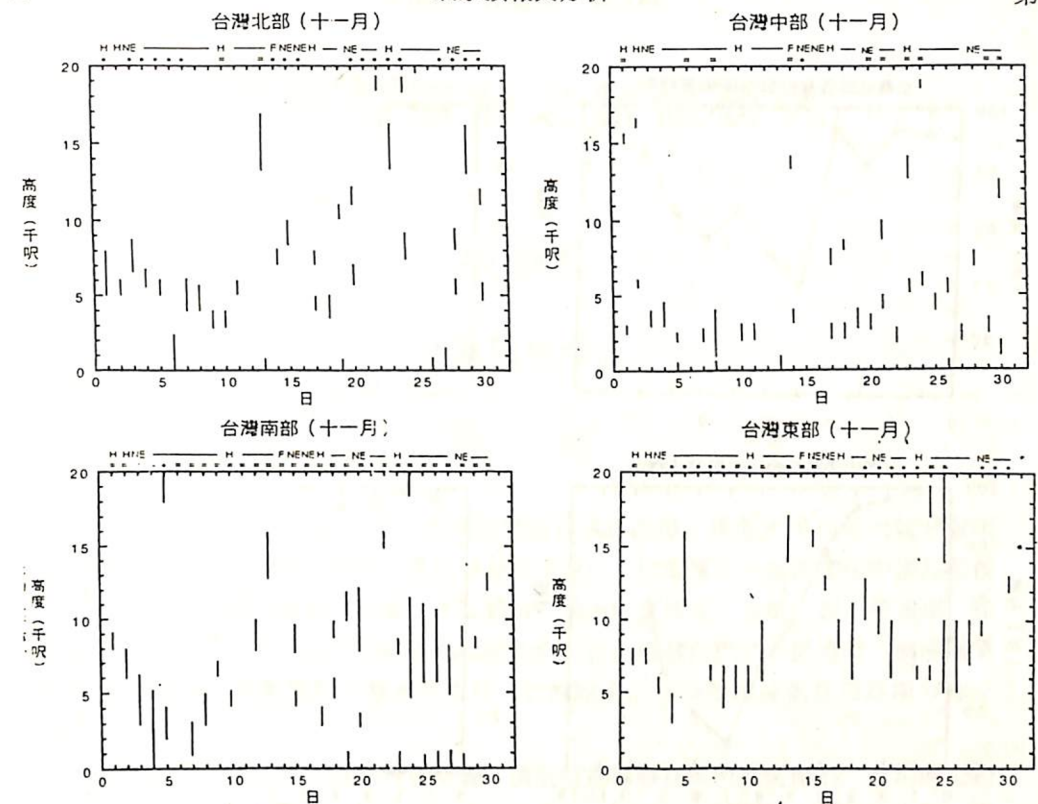


圖14：台灣地區11月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖
台灣北部 (十一月) 台灣中部 (十一月) 台灣南部 (十一月) 台灣東部 (十一月)

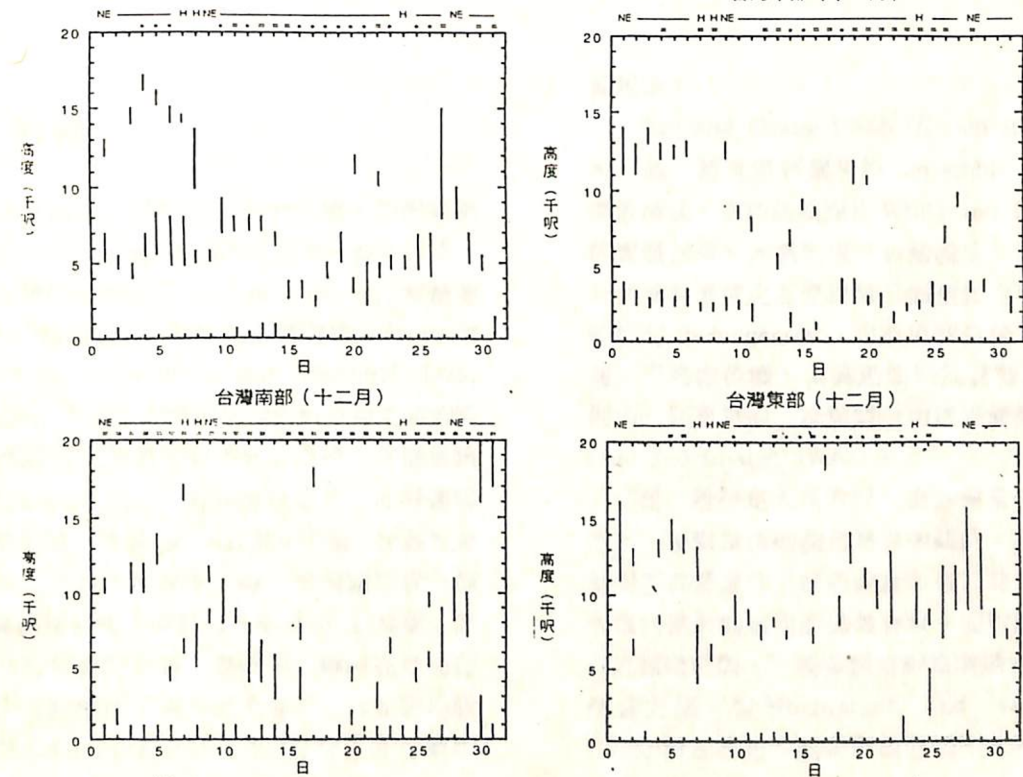


圖15：台灣地區12月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

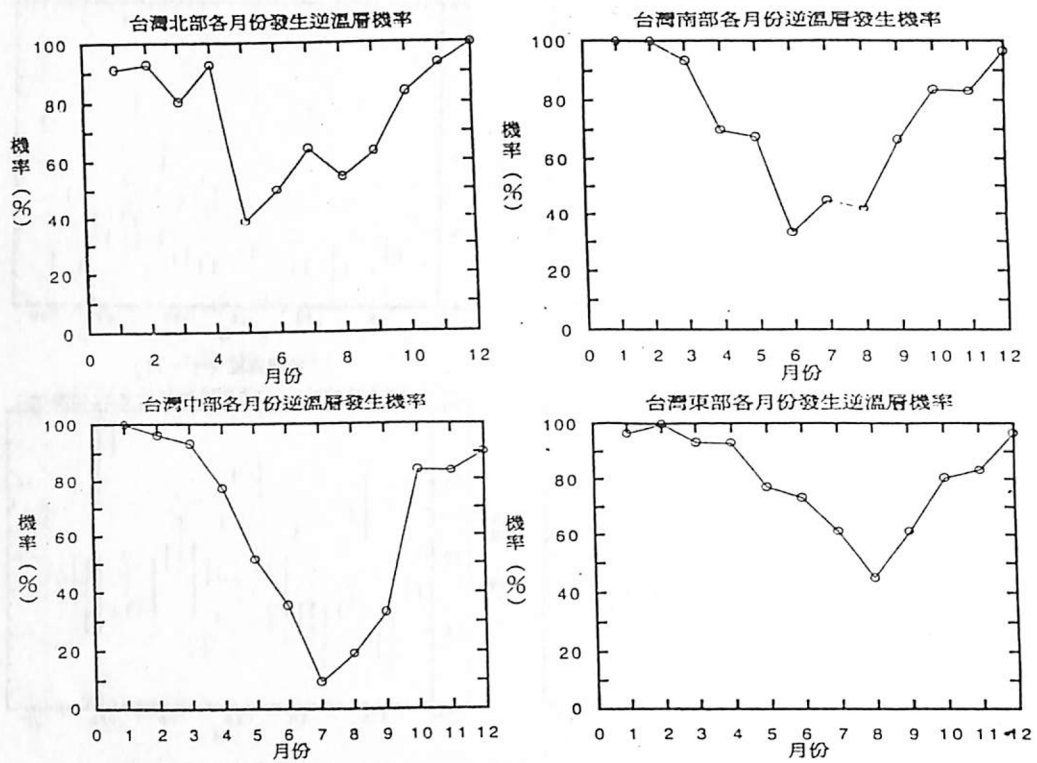


圖16：台灣地區各月份逆溫層發生機率之曲線圖

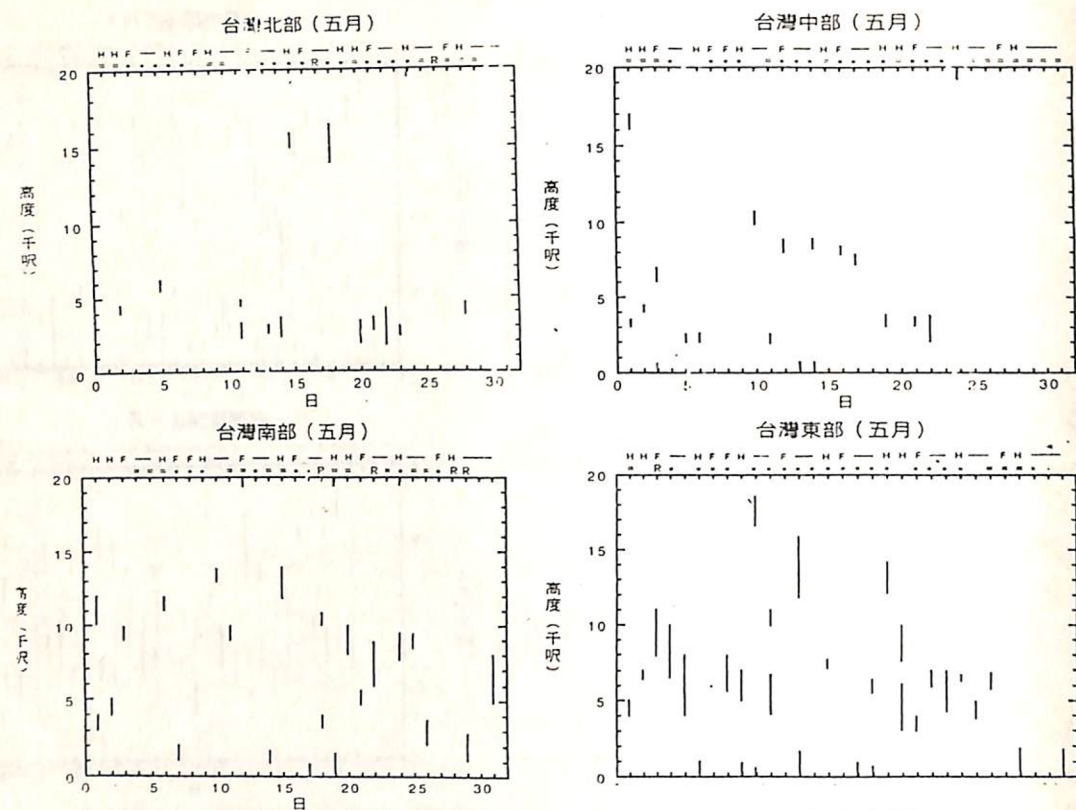


圖 8：台灣地區 5 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

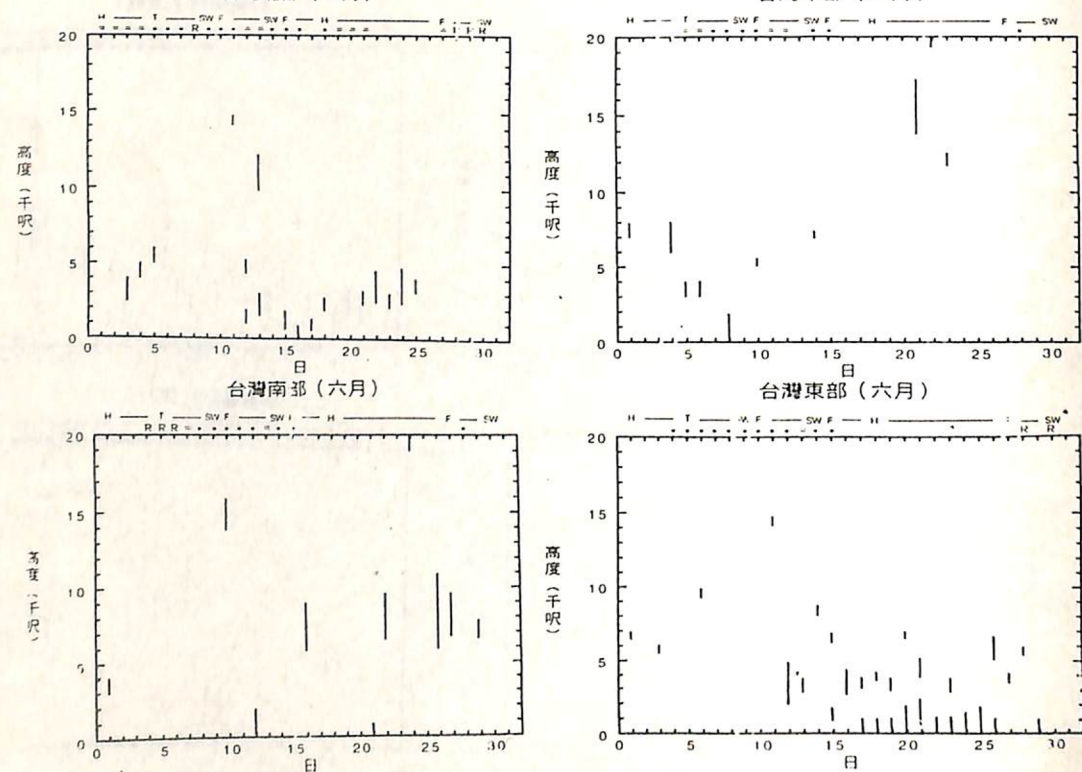


圖 9：台灣地區 6 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

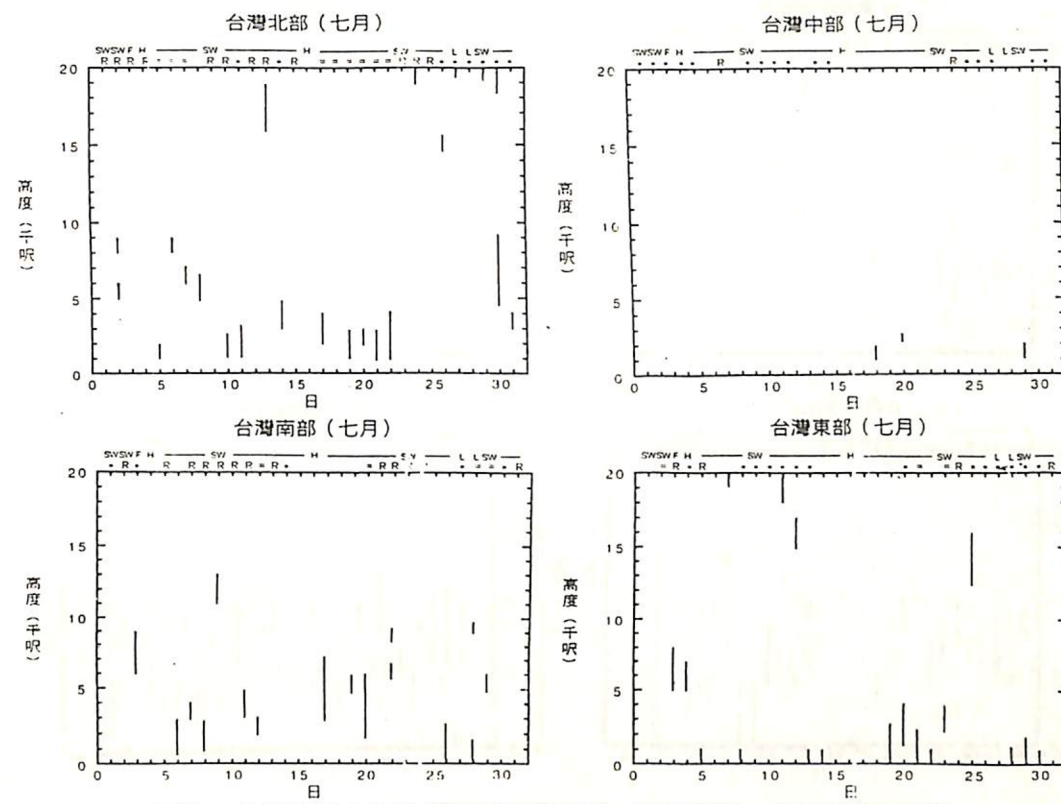


圖 10：台灣地區 7 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖

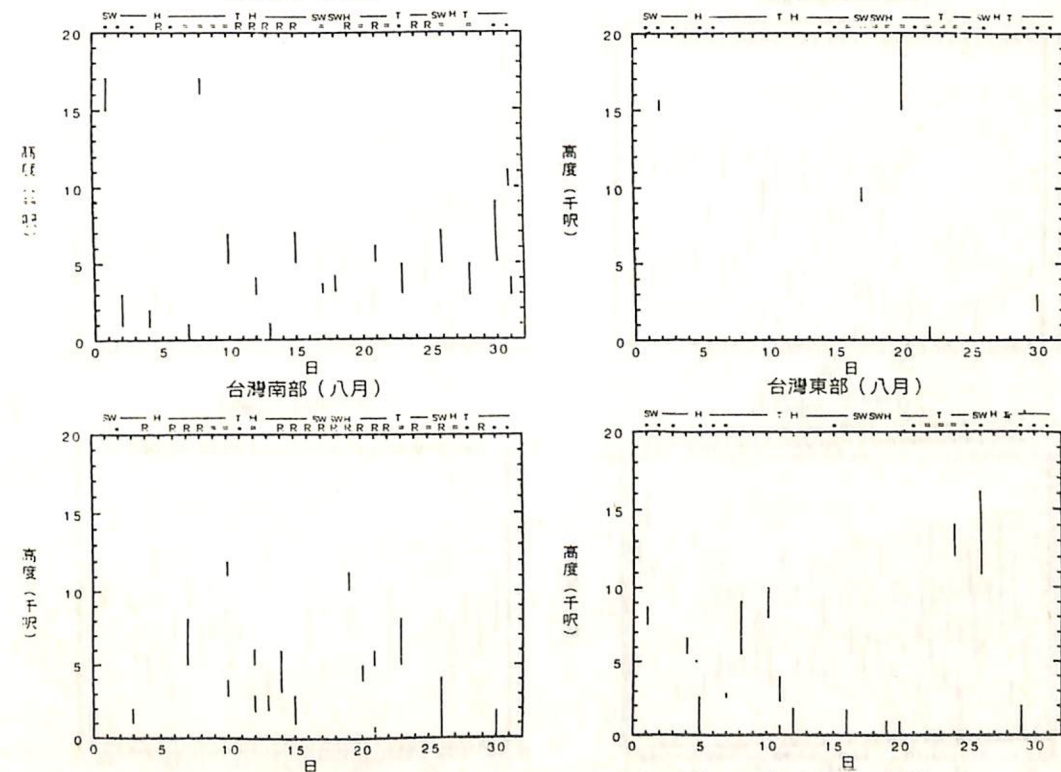


圖 11：台灣地區 8 月份逆溫層出現空域、天氣系統、天氣現象示意圖