

# 水汽供應與台灣北部各機場冬季雷雨之關係

唐 傳 台

民用航空局台北氣象中心

## 摘 要

台灣北部各機場冬季雷雨發生次數很少，但每次發生，對飛行安全之危害，則與夏季雷雨一般無二。本文就水汽供應的觀點，仔細分析各高度層之水汽向北輸送量，並與最近十年之平均值做一比較，希望藉此能對冬季雷雨之預報有所貢獻。

## 一、前 言

台灣北部各機場冬季雷雨非常少見，最近十年之中，總共只發生了十四次，就是因其發生突然，且嚴重危害飛行安全。所以，如何找出影響此種雷雨發生之重要因子，仔細分析，增加瞭解，必有助於提高往後之預報準確率。本文就台北探空測站(46692)最近十年之冬季探空資料，加以整理、分析，將地面以上，三萬呎以下分成十七層，每一層之水汽含量以此層露點溫度換算之飽和混合比值表示，各層的風向風速亦換算成向北的分風向量，再以此兩數值的相乘積表示此層水汽向北輸送量，十七層之水汽向北輸送量相加，可得出此次探空資料之水汽向北輸送總量。結果發現，冬季雷雨發生前之水汽向北輸送總量約為其十年平均值之3~4倍，而達一顯著之高峯，因此，經由精確計算水汽向北輸送總量，必能提高冬季雷雨發生之預報準確率。鄭邦傑氏在一九七一年之分析指出：冬季惡劣天氣型之差異乃由於大氣垂直分佈之不同所導致，因此，台灣地區冬季預報作業有賴於十分精細之高空分析，始能有良好之成果。

## 二、資料時間及預報範圍

1 本文中所謂冬季係指從每年十二月一日起，至翌年二月底止之期間。資料採用台北探空站最近十年之探空報告，即從民國六十一年十二月一日

地方時零時起，至民國七十一年二月二十八日地方時廿四時止，共十年之冬季資料。

2 文中所謂台灣北部各機場是指：台北松山機場、中正國際機場、桃園機場以及新竹機場而言。

## 三、資料來源

1 以民用航空局氣象中心所保存之46692斜溫圖資料為主，短缺時以空軍氣象中心之斜溫圖補足之。

2 台灣北部各機場冬季雷雨發生之時間，以空軍氣象中心之每日天氣一覽表為準。

## 四、資料之使用

1 水汽部份：

冬季探空露點曲線甚少超過300 M. B. 之高度，本文乃將從地面向上，至探空露點曲線頂端分成十七層，每一層之上限、下限，代表點及厚度，如表一所示。

表一：十七層模式中各層之上限、下限、代表點以及厚度（單位皆為呎）

層次	下 限	上 限	代表點	厚 度
17	27500	32500	30000	5000
16	19000	27500	25000	8500
15	17000	19000	18000	2000
14	15000	17000	16000	2000
13	13000	15000	14000	2000
12	10500	13000	12000	2500
11	9500	10500	10000	1000
10	8500	9500	9000	1000
9	7500	8500	8000	1000
8	6500	7500	7000	1000
7	5500	6500	6000	1000
6	4500	5500	5000	1000
5	3500	4500	4000	1000
4	2500	3500	3000	1000
3	1500	2500	2000	1000
2	500	1500	1000	1000
1	地 面	500	地 面	500

每一層之水汽含量以此層中代表點之飽和混合比值（即每 1000 份之乾空氣中水汽之含量，單位為每千克之克數）表示之，這可從每一層代表點上與露點溫度相對應之飽和混合比線用內插法求得。

## 2 向北分風速部份：

層次之劃分，以及每一層之上限、下限、代表點、厚度等，皆同於水汽部份。將各層中代表點上之風向風速皆投影在南北向之坐標軸上，向北分風速以正數表示，向南分風速以負數表示。其中，民國六十一年、六十二年，兩年 46692 之探空報告每千呎風的資料（即 PPBB 部份），蒐集不易，乃改以 46697 者代替，所幸兩地距離不遠，高空風部份差異不大，當不至影響結果之準確性。

## 五、資料之數量

從民國六十一年十二月一日起，至民國七十

年二月二十八日止，十年冬季之所有可用探空報告計有：

00 Z 之探空：水汽含量及向北分風向量各有 400 次

12 Z 之探空：水汽含量有 833 次，向北分風向量有 827 次。

不論是 00 Z 或 12 Z，也不論是水汽含量或向北分風向量，每次皆有十七層之資料，故總資料數相當龐大，從原始資料之讀取，至各階段之運算，皆經核對，以示慎重。

## 六、水汽向北輸送總量

1 將各層之水汽含量與向北分風向量兩者相乘，再乘以此層厚度之千呎數，即可得出各層之水汽向北輸送量，然後再將十七層之水汽向北輸送量相加，即可得水汽向北輸送總量。

將最近十年內 46692 之可用探空報告分成 00 Z 及 12 Z 兩組，每組分別求出各層之平均水汽含量，平均向北分風向量以及平均水汽向北輸送量，最後可得到 00 Z 及 12 Z 之十年平均水汽向北輸送總量分別為 231.8 及 215.1，如表二所示。

從表二可知，不論是 00 Z 或 12 Z，十年平均水汽向北輸送量在 4000 呎以下皆為負值，4000 呎以上皆為正值。戚啓勳氏一九七八年在中國氣象概論中指出：在冬季我國南部及東南部水汽自太平洋輸入，縱使大陸為冬季反氣旋控制下亦不例外，此段時期來自北方之極地氣團甚具威力，因此來自東南及西南方之水汽被地面附近之極地氣團所攔截，但上層空氣之北進則較下層為遠。兩者不謀而合。

表二：00 Z 及 12 Z 各層之十年平均水汽含量（單位：克/千克），平均向北分風向量（單位：漣/時），以及平均水汽向北輸送量（單位：克/千克）

層次	00 Z 之平均			12 Z 之平均		
	水汽向量	向北分風向量	水汽向北輸送量	水汽含量	向北分風向量	水汽向北輸送量
17	0.20	19.32	19.3	0.14	16.23	11.4
16	0.47	12.78	51.1	0.41	11.33	39.5
15	1.21	7.98	19.3	1.13	7.96	18.0
14	1.63	5.51	18.0	1.52	6.74	20.5
13	2.27	5.53	25.1	2.15	6.49	27.9
12	3.13	6.57	51.4	2.96	6.89	51.0
11	4.08	6.65	27.1	3.96	7.65	30.3
10	4.59	7.22	33.1	4.51	7.96	35.9
9	5.12	7.75	39.7	5.06	7.17	36.3
8	5.62	7.11	40.0	5.55	5.70	31.6
7	6.00	5.36	32.2	5.89	3.73	22.0
6	6.53	3.19	20.8	6.46	1.78	11.5
5	6.96	-0.93	-6.5	6.92	-0.81	-5.6
4	7.38	-4.08	-30.1	7.46	-3.12	-23.3
3	7.81	-6.09	-47.5	7.99	-4.64	-37.1
2	8.37	-5.78	-48.4	8.53	-4.78	-40.8
1	8.98	-2.84	-12.8	9.56	-2.92	-14.0
總計	80.35	75.25	231.8	80.20	73.36	215.1

2 最近十年之中，台灣北部各機場冬季雷雨發生共有十四次，將每次冬季雷雨發生前一次之探空資料取出，算得十四次之水汽向北輸送總量，如表三所示，表中冬季雷雨發生日期項下之六位數字，表示此次雷雨發生之年、月、日。

若將表三中使用 00 Z 探空資料的 6 次（第三、第八、第九、第十、第十一、第十二）平均，可得平均值為 780.2 約為 00 Z 水汽向北輸送總量十年平均值之 3.4 倍。

將表三中使用 12 Z 探空資料的 8 次（第一、第二、第四、第五、第六、第七、第十三、第十四）平均，可得平均值為 869.0，約為 12 Z 水汽向北輸送總量十年平均值之 4.0 倍。

表三 最近十年中，台灣北部各機場冬季雷雨發生日期以及由其前一次探空算出之水汽向北輸送總量（單位：克/千克）

次序	冬季雷雨發生日期	水汽向北輸送總量
1	61,12,18	995.4
2	61,12,20	894.7
3	61,12,21	1147.6
4	63,02,21	709.5
5	67,01,16	886.8
6	68,02,19	654.8
7	68,02,23	645.4
8	69,01,29	800.0
9	69,02,01	520.9
10	69,02,02	823.6
11	69,02,23	502.2
12	69,02,26	887.0
13	70,12,28	1255.8
14	70,12,29	909.2

由此可知，每一冬季雷雨發生前水汽向北輸送總量會突然達到一高峰，約為十年平均值之3~4倍，此現象為冬季雷雨發生之明顯指標之一。

## 七、地面天氣圖類型

將冬季雷雨發生前之地面天氣圖加以分類，有四個主要類型：

1 類型A，如圖一所示，冷鋒非常接近台灣北部，冷鋒後溫度梯度很大，且有一明顯冷舌，冷鋒之前太平洋高壓脊線亦不相讓。水汽向北輸送主要發生在4000~14000呎之間，約佔全部之97%。

2 類型B，如圖二所示，冷鋒在台灣北部海面，冷鋒後之等溫線頗密，冷鋒前，台灣上空盡為強盛之西南風，此外，在台灣東南方海面新生成一低壓中心，水汽向北輸送幾乎全部發生於1000~7000呎之間。

3 類型C，如圖三所示，高壓迴流在台灣東部海面生成一新的界面系統，並向北移動，接近台灣東北方海面。此時，水汽向北輸送幾乎全部發生於5000~12000呎之間。

4 類型D：如圖四所示，冷鋒在台灣北部海面，冷鋒之後有一冷舌，南海有一T.D.向西北方向移動，此時，台灣北部有額外的水汽供應。水汽向北輸送主要發生在4000~14000呎之間，約佔全數之87%。

## 八、冬季連續兩日雷雨之預報

在最近的十年之中，冬季雷雨連續發生兩日的情況，只出現了三次，第一次發生在民國六十一年十二月二十日及二十一日，第二次在民國六十九年二月一日及二日，第三次在民國七十年十二月二十八日及二十九日。分析此三次之特例，發現有三點可供往後預報之參考。

1 一般而言，冬季雷雨之次日，水汽向北輸送總量會急驟減小，但如第二日反較第一日增加時，則預報第二日仍有雷雨。

2 若由第一天下雷雨前之探空資料，算得之

水汽向北輸送在低層（2000或3000呎以下）為負值，表示水汽向南輸送，再往高空，則迅速變為很大的正值，直到12000呎以上才逐漸減小，在此種情形下，若第二日算出之水汽向北輸送總量與前一日相較，只些微降低，且第二日水汽向南輸送擴展到4000呎，同時其上的水汽向北輸送也更向上擴展，至接近20000呎才逐漸減小，則第二日通常亦會發生雷雨。王時鼎氏於一九七〇年之分析指出：大體言，冬季惡劣天氣有一特徵，即：一般均有發展逾常之極地高壓在台灣之北出現，且台灣東北季風層之上，每有反向，來自西南氣流之上滑。即指此種較連續的惡劣天氣而言。

3 若與上述兩項條件不合，則不必預報第二日雷雨。

## 九、結 論

雷雨之發生，不論冬夏，皆須滿足：垂直運動、水汽含量、大氣穩定度三項要素（林，1977）。但是，在實際作業中常發現：垂直運動甚難準確計算，大氣穩定度之表示法亦因指標太多，各有優缺點，且適用地區又不盡相同，故難臻理想。本文將水汽含量及向北分風向量兩項要素合併綜合研究，提供一初期的定量嘗試，希望經試用一段時間後，再檢討改進。

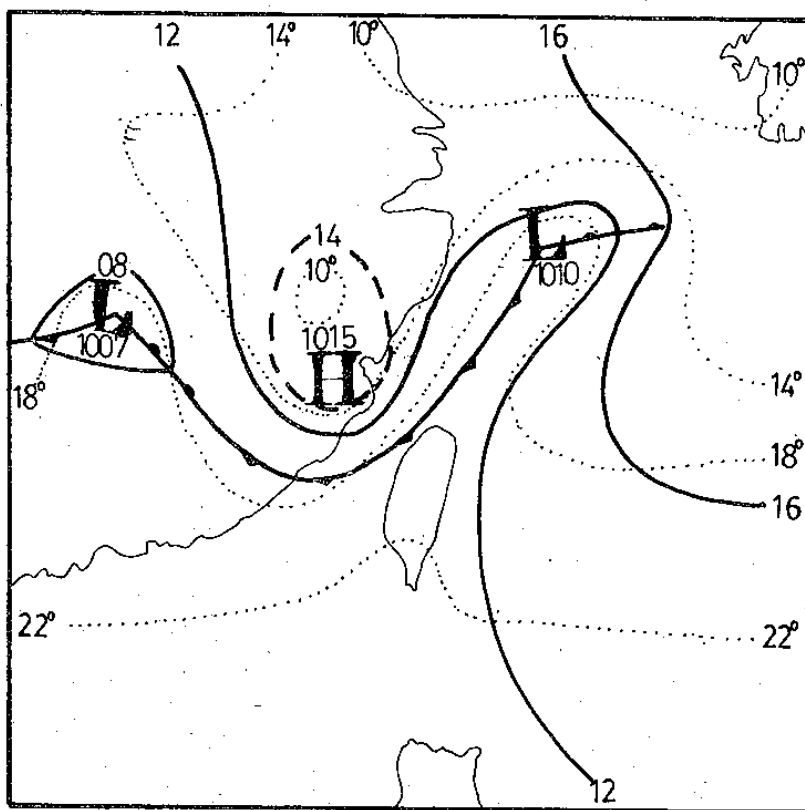
## 誌 謝

本研究蒙民航局氣象中心林主任鞠情，曾副主任憲瑗之鼓勵及指正，並蒙空軍氣象中心允許抄寫部分資料，特此誌謝。

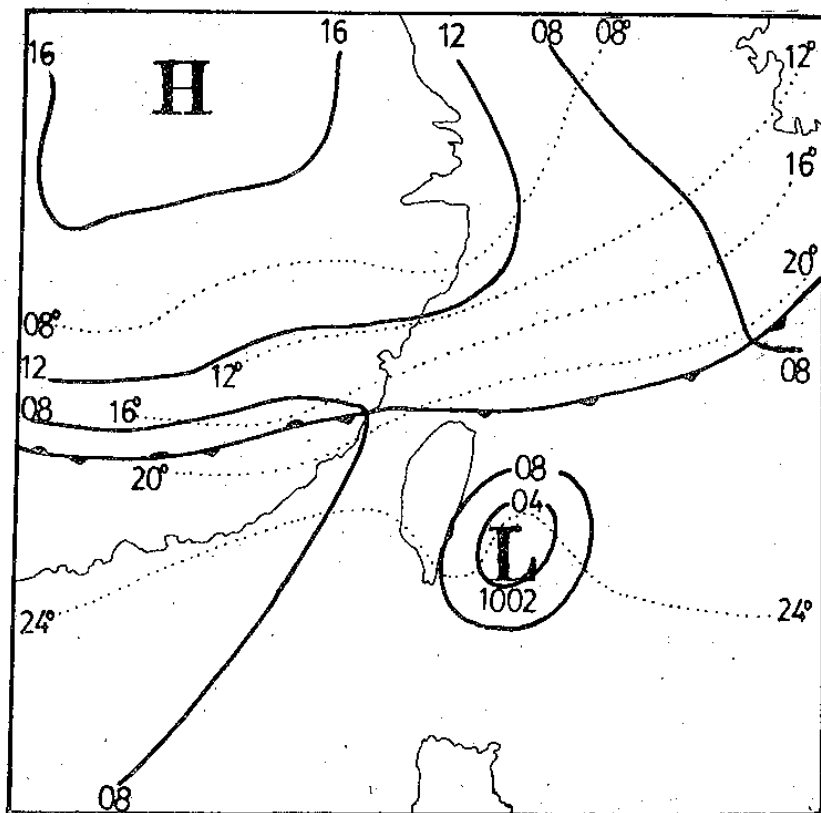
## 參考文獻

- 1 鄭邦傑，1971：台灣冬季持續性惡劣天候之研究。氣象學報，第十七卷第四期，中央氣象局。
- 2 戚啓勳，1978：中國氣候概論，季風出版社，P.87。
- 3 王時鼎，1970：台灣區域冬半年長期惡劣與良好天氣型研究。氣象預報與分析，第四十二期，空軍氣象聯隊，P.8。

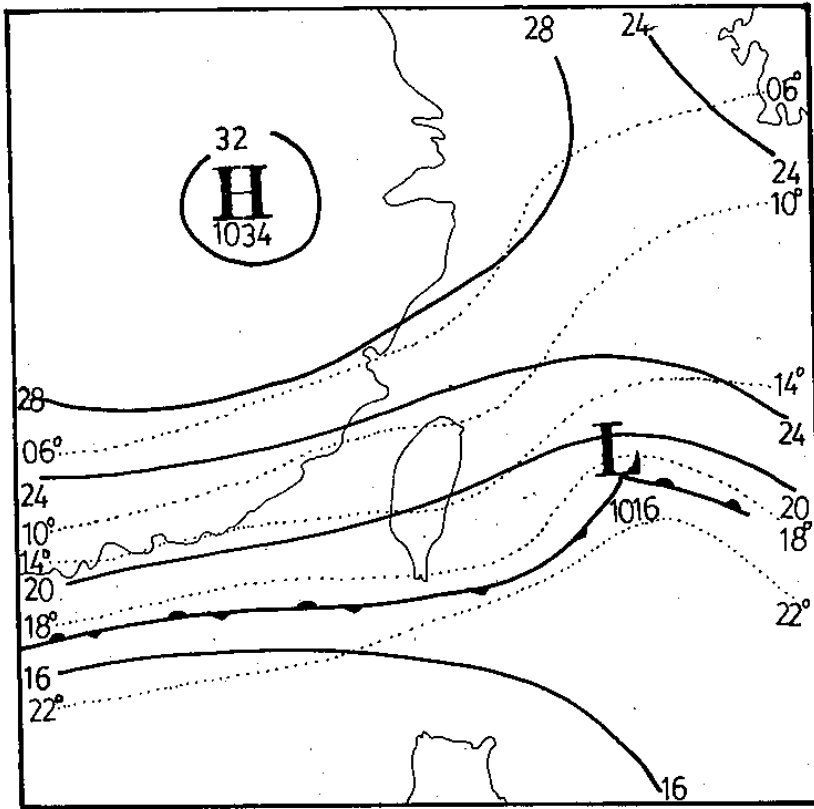
4. 林則銘，1977：危害飛行氣象因素客觀預報之研究——鋒面雷雨之一。氣象預報與分析，第七十三期，空軍氣象聯隊，P.12。



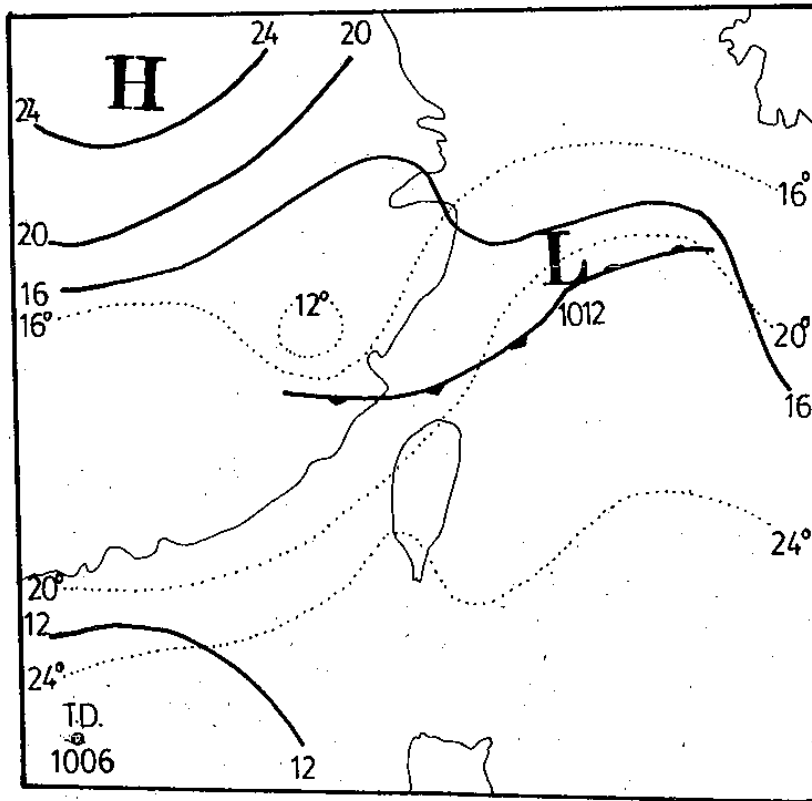
圖一：類型A，民國68年2月19日1200Z地面天氣圖



圖二：類型B，民國68年2月23日1200Z地面天氣圖



圖三：類型C，民國69年2月1日1200Z地面天氣圖



圖四：類型D，民國70年12月28日1200Z地面天氣圖

# A Study on the Relation Between Water-Vapor Supply and the Thunderstorm Occurrence Over the Four Airports on Northern Taiwan in the Winter

**Tang Chuan-Tai**  
**Taipei Meteorological Center, C.A.A.**

## **Abstract**

Although the times of thunderstorm occurrences over the four airports on northern Taiwan are few in the winter, it may be very dangerous for aircraft flight. So, how to predict the happening of this kind of thunderstorm is a challenge for a weather forecaster.

We find that the amount of northward water-vapor transport is one of the most important predictors to thunderstorm occurrence. Therefore, we add up these amounts of water-vapor transportations of a 17-level model in a whole vertical profile, and compare with a ten-year's mean value. By using this method, we are able to predict winter thunderstorm more objectively and accurately than as ever.

