

# 淡水河流域豪(大)雨預報

蘇 義 雄

陶 家 瑞

鍾 開 章

(空軍透視氣象班)

葉 文 欽

(空軍氣象聯隊)

## 摘 要

本研究乃利用淡水河流域各集水區最近5年(1986~1990)之雨量，選取二十個雨量站，12小時之累積雨量與台北探空之資料，利用複相關迴歸統計法，進行單站探空與各雨量站12小時降水量之統計，並建立預測模式。利用探空資料內之溫度，露點值來求取大氣層內之降水指數I(Precipitation Index)求取四個預測因子：(一)600HPA以下9層降水指數之平均( $\bar{T}_9$ )。(二)850HPA以下四層降水指數之平均( $\bar{T}_4$ )。(三)邊界混合層之厚度(Ptr)。(四)700HPA之溫度(T700)。並以此四個因子求與降水量間之關係。此法之優點乃是以各雨量站與探空間之關係建立之預測模式，可以避免北部複雜之地形關係及易於獨立建立各單站之客觀降水預測。但對於極端降水及中尺度系統之降水則不易掌握。

## 一、前 言

淡水河流域涵蓋了大台北地區之精華，每年由雨季、颱風及東北季風所帶來之豪(大)雨，對台北地區人民之生命、財產均構成嚴重威脅。在過去研究淡水河流域之降水量，一般均利用日雨量來做預測。王與曲(1983)將淡水河流域之全年降水依天氣型態或季節分成五大類來做預測。易與鄭(1983)利用水文學來預測洪水流量等，郭與蔣(1982)，喬、謝與陳等(1982)針對淡水河流域颱風降水來做預測等。基本上，降雨之預報較其他各種預報來的複雜，結果亦較差，尤其在北部複雜地形之影響下，更是不易。Scheil(1946)首先提出利用單站探空預測降雨的預測法則，Druyan和Sant(1978)利用探空對12小時降雨量進行統計迴歸，獲得令人滿意之結果。陶、蘇和葉(1988)亦利用台北、東港兩站探空做梅雨期間之降水預測，結果亦相當良好。本研究之目的乃是根據台北探空對淡水河流域內各測站之12小時降水量進行預測，使降雨之預測步向即時預報之領域。

## 二、資料與分析

本研究採用之台北板橋探空與淡水河流域各雨量站之逐時雨量，由於各雨量站逐時雨量記錄建立時間不一，故僅採用最近三年之記錄，做12小時雨量之累計。另一方面為考慮降雨之週期變化，不宜採較長時間之統計。

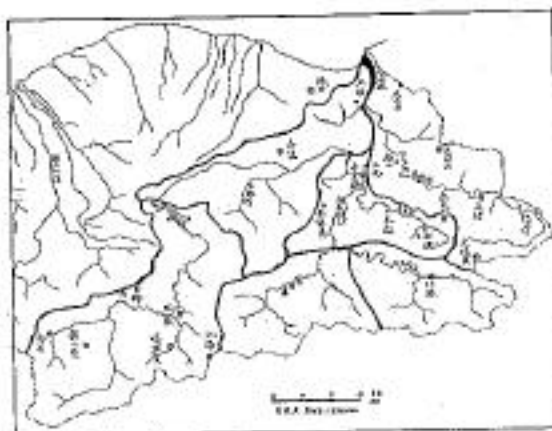
為兼顧淡水河流域內各集水區：石門集水區、大漢溪、翡翠集水區、景美溪、基隆河等流域共選取20個雨量站來做各站之統計及預測(表一及圖一、二)桃、竹地區則未予考慮。

## 三、研究方法

在區域性能代表降水的主要因素即為大氣中水汽之含量及抬升凝結作用，一般在不穩定或有輻合作用之條件下如果有充足的水汽含量能夠致雨的情況下，則降水量應為水汽含量與抬升高度距離之函數(陶、蘇、葉(1988))。本研究利用台北、板橋在600HPA<sup>11</sup>

表一、淡水河流域各集水區內所選之測站

集水區	選 用 測 站
石門集水區	巴陵 陽拉賀 玉峰 鎮西堡 池碧 白石
大漢溪下游至淡水河	山佳 淡水 五股 林口
翡翠水庫集水區	坪林
新店溪景美溪	石碇 台北 木柵 南勢角
基隆河	五堵 火燒寮 瑞芳 松山 大直



圖二、本研究計畫所選取20個測站分布圖



圖一、淡水河流域各集水區及支河域

式中之 $W$ 為混合比( $g/Kg$ )， $L$ 為各觀測層至其舉升凝結層(Lifting Condensation Level: LCL)之氣壓差值，以 $C_b$ 表示( $C_b = 10nb$ )，因此混合比值愈大，愈易導致降水，而抬升之高度愈大愈不易導致降水，故 $I$ 值亦可視之為「降水指數」(Precipitation Index)。在物理上， $W$ 與 $L$ 均非獨立變數(Independent Variables)，但在此它們卻是吾人所欲知與易求之變數。由 $I$ 值所導出之兩個預測因子 $\bar{T}_0$ 與 $\bar{T}_4$ 分別

$$\bar{T}_0 = 1/9 \sum_{i=1}^{n+1} (W/Z)_i$$

$$\bar{T}_4 = 1/4 \sum_{i=1}^{n+4} (W/Z)_i$$

式中 $i$ 為各層之指標， $Z$ 為由各層至其LCL高度( $T = T_i - \gamma Z$ ， $T_d = T_{di} - \gamma_d Z$ )  
 $Z$ 以百公尺計算，在LCL之上 $Z$ 值定為1(為避免數學上無意義之現象)。

第三個預測因子為邊界混合層之高度，此值實仍為潮濕層之頂，此值由 $I$ 來決定之，當 $I$ 值隨高度減小最大之處，即為過渡層之高度，以 $HPA$ 來表示。Krown(1953)曾指出 $P_{tr}$ 之高度在 $600 < P_{tr} < 675mb$ 時，的確會產生降水，表示潮濕層深厚，易導致降水。

以上三預測因子在探空裡之變化，以78年7月28日00Z(表二)探空及76年5月25日12Z兩日不同降雨。各層混合比與降水指數隨高度之變化如圖三、圖四。由圖中可以看出 $W$ 與 $I$ 值之垂直分佈。78年7月28日當日有豐富之降水，因此 $W$ 與 $I$ 在低層均為重合， $Z$ 值為1(表二)顯示各層空氣中水汽均已接近飽和，無須抬升即可產生凝結作用，易於導致較大的降水量，而圖四中 $I$ 指數與 $W$ 相離甚遠，抬升指數 $Z$ 值在850~700mb間達1550公尺空氣中水汽才能凝結，顯示該層空氣相當乾燥，且需要較大之能量抬升才會導致凝

下各定壓層與特性層之溫度( $T$ )、露點( $T_d$ )及氣壓( $P$ )，求取三個預測因子

- (一)從地面至600HPA間9層(每層50HPA) $I$ 值之平均值( $\bar{I}_0$ )。
- (二)從地面至850HPA間最低4層， $I$ 值之平均值( $\bar{I}_4$ )。
- (三)邊界混合過渡層(Transition Layer)之厚度( $P_{tr}$ )。

各層之 $I$ 值以下式得之。

各層之 $I$ 值，乃以下式得之

$$I = W/L$$

結作用，故產生降水機會較小。由以上可知W、I、Z三個參數對於由大氣探空分析降水具有相當明顯之代表性。

表二、78年7月28日00Z台北探空及各層預測因子值，各測站之降雨量(請參考表四)

P(HPA)	T(°C)	Td(°C)	MIXING R	Z(100m)	I-INDEX
1000.	24.0	23.5	19.1	1.0	19.07
950.	21.6	21.2	17.3	1.0	17.31
900.	19.1	18.7	15.6	1.0	15.61
850.	16.4	16.1	13.9	1.0	13.95
800.	14.7	14.3	13.2	1.0	13.16
750.	12.9	12.3	12.3	1.0	12.31
700.	10.6	9.9	11.2	1.0	11.19
650.	8.0	6.7	9.6	1.7	5.73
600.	4.8	3.2	8.1	2.1	3.88

$\bar{I}_9=12.5$ ,  $\bar{I}_4=16.5$ ,  $T_{700}=10.6$ ,  $Ptr=675$

表三、76年5月25日12Z台北探空及各層預測因子(無降水)

P(HPA)	T(°C)	Td(°C)	MIXING R	Z(100m)	I-INDEX
1000.	25.8	24.2	19.9	2.0	9.97
950.	25.7	17.9	14.0	9.7	1.44
900.	23.1	13.1	10.8	12.5	.86
850.	20.4	8.1	8.1	15.4	.53
800.	17.6	5.2	7.1	15.5	.46
750.	14.6	2.2	6.1	15.5	.39
700.	11.4	-1.1	5.1	15.6	.33
650.	7.2	-2.1	5.1	11.7	.44
600.	2.7	-3.2	5.1	7.4	.69

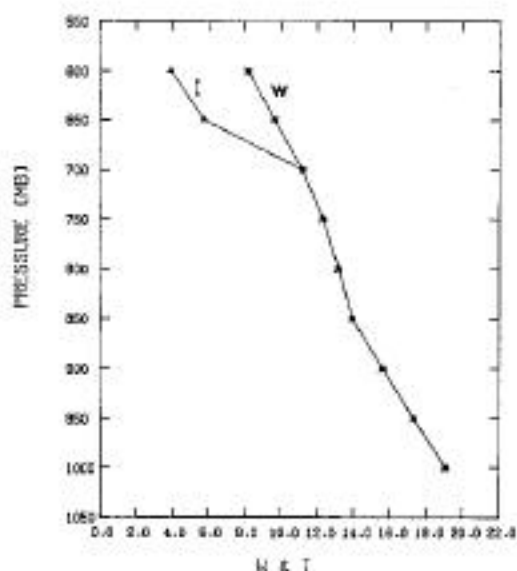
$\bar{I}_9=1.7$ ,  $\bar{I}_4=3.2$ ,  $T_{700}=11.4$ ,  $Ptr=975.0$

#### 四、研究步驟

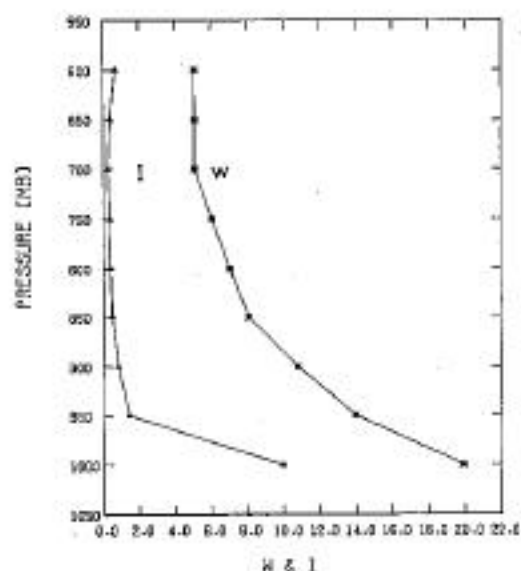
為便於統計，首先將各測站12小時累計雨量分成四個組：

- (1)無降水。
- (2)有雨無量。
- (3)0~4.9mm。
- (4)大於5mm。

其中有雨無量將其以0.005mm來計，第一組資料因均為無降水資料不予統計。將 $\bar{I}_9$ 、 $\bar{I}_4$ 、 $T_{700}$ 與



圖三、78年7月28日00Z W與 I 值之垂直變化(有降水)



圖四、76年5月25日12Z W與 I 值之垂直變化(無降水)

$Ptr$ 及各雨量資料，以複迴歸做統計，以12小時累積雨量為因變數。表五為各測站雨量與各預測因子之相關值。僅就各單項預測因子而言， $\bar{I}_9$ 、 $\bar{I}_4$ 與雨量之相關較其他兩項為高，平均達0.5。 $\bar{I}_9$ 相關最高的測站為坪林、木柵兩站， $\bar{I}_4$ 相關最高之測站為台北、坪林、石碇、及白石相關均達0.6以上。700HPa溫度相關平均相關為0.3，最高之測站為巴陵與池環、嘎拉賀、鎮西堡，數值達0.4以上。以上測站均集中在



表七. 各測站12小時預測累計雨量之預測方程式

測站區或流域	測站名或編號(單位:吋)	預測方程式
石門溪	網寮潭 (1133)	$QPF = -14.57 + 1.16 T_3 + 0.63 T_4 + 0.56 T_7 + 0.002 Ptr$
	白石 (1134)	$QPF = -37.74 + 0.32 T_3 + 2.15 T_4 + 0.64 T_7 + 0.046 Ptr$
	巴陵 (1135)	$QPF = -2.18 + 0.63 T_3 + 1.66 T_4 + 1.17 T_7 + 0.064 Ptr$
	福祿宮 (1136)	$QPF = -14.83 + 0.96 T_3 + 2.74 T_4 + 1.08 T_7 + 0.065 Ptr$
	龍崎 (1137)	$QPF = -1.88 + 1.45 T_3 + 2.54 T_4 + 0.28 T_7 + 0.080 Ptr$
	五結 (1138)	$QPF = -36.39 + 2.39 T_3 + 0.54 T_4 + 0.18 T_7 + 0.047 Ptr$
大漢溪	林口	$QPF = -16.33 + 2.66 T_3 + 0.65 T_4 + 0.55 T_7 + 0.002 Ptr$
	山佳	$QPF = -32.96 + 3.52 T_3 + 0.28 T_4 + 0.58 T_7 + 0.030 Ptr$
	五股	$QPF = -1.24 + 1.32 T_3 + 0.37 T_4 + 1.18 T_7 + 0.085 Ptr$
新店溪	橋頭 (114)	$QPF = -10.99 + 2.94 T_3 + 0.23 T_4 + 0.44 T_7 + 0.031 Ptr$
	橋頭 (203)	$QPF = -47.89 + 4.25 T_3 + 1.49 T_4 + 1.24 T_7 + 0.062 Ptr$
新店溪支流	石碇	$QPF = -11.75 + 0.68 T_3 + 3.32 T_4 + 0.81 T_7 + 0.085 Ptr$
	柑腳坑	$QPF = -1.91 + 0.68 T_3 + 2.45 T_4 + 0.53 T_7 + 0.083 Ptr$
新店溪支流	台北	$QPF = -14.15 + 0.82 T_3 + 2.95 T_4 + 0.74 T_7 + 0.031 Ptr$
	水碓	$QPF = -23.59 + 3.59 T_3 + 0.47 T_4 + 0.53 T_7 + 0.018 Ptr$
新店溪支流	火燒寮	$QPF = -23.55 + 0.72 T_3 + 2.55 T_4 + 1.45 T_7 + 0.013 Ptr$
	松竹	$QPF = 8.69 + 2.25 T_3 + 0.71 T_4 + 2.49 T_7 + 0.001 Ptr$
	五結 (16)	$QPF = -9.90 + 1.35 T_3 + 1.09 T_4 + 0.17 T_7 + 0.005 Ptr$
	松山	$QPF = 8.93 + 1.39 T_3 + 0.19 T_4 + 1.12 T_7 + 0.013 Ptr$
新店溪	大直	$QPF = -34.72 + 3.34 T_3 + 1.99 T_4 + 0.34 T_7 + 0.024 Ptr$

## 五、預測方程式

由以上統計之結果，用迴歸分析可以找出回預測因子相關之係數，而組成一雨量之預測方程式，各站之預測方程式如表七。式中之定額預測降水量以公厘為單位(mm)， $T_3$ 、 $T_4$ 之單位為  $g/Kg \cdot 100m$ ， $T_7$ 為 $^{\circ}C$ ， $Ptr$ 為HPA，式中之正負係數，仍各因子對QPF之貢獻。雖然此預測方程式能夠根據當日探空求出降水量，但此降水量，無法直接運用，必須靠另一判別函數(Discriminant Function)來說明此QPF是否可靠。

## 六、判別分析

(Discriminant Analysis)  
為判別QPF預測值之可信度，特別利用一判別函數來判斷，其求法如多重迴歸統計，首先將所有降水案例分為二大類：

- (1) 0~5mm
- (2) 大於5mm

利用第一組之資料求得判別函數(DF)，各站之DF方程式如表八。經檢驗之結果顯示，當 $DF < 1$ 時，為

無降水之情況，而 $1.5 \leq DF \leq 1$ 時為小雨，當 $DF > 1.5$ 時，其雨量超過5mm。由以上三個階段輔助判定QPF之可信度。例如當 $DF \leq 1$ 時，即使有QPF值，此QPF值亦被認為是無意義(即不會降水)，當 $1.5 \leq DF \leq 1$ 時，QPF值如果僅供做參考，因為由DF值來看，僅有小雨，如果 $DF > 1.5$ 時，此時QPF值即被認為是預測雨量。

由於QPF與DF對於降水量有相當高之相關，但是QPF無法預測出各地之極端降水量，主要原因為，目前之探空時距為12小時，而台灣地區中小尺度天氣系統活動頻繁，探空對於此種中小尺度天氣系統難捕捉。

表八. 各測站判別函數方程式

測站區或流域	測站名或編號(單位:吋)	判別方程式
石門溪	網寮潭 (1133)	$DF = 1.82 + 0.25 T_3 + 0.71 T_4 + 0.66 T_7 + 0.002 Ptr$
	白石 (1134)	$DF = 1.18 + 1.21 T_3 + 1.20 T_4 + 0.07 T_7 + 0.000 Ptr$
新店溪	橋頭 (1135)	$DF = 0.68 + 0.07 T_3 + 0.04 T_4 + 1.04 T_7 + 0.012 Ptr$
	福祿宮 (1136)	$DF = 1.32 + 1.21 T_3 + 0.59 T_4 + 0.32 T_7 + 0.002 Ptr$
新店溪	龍崎 (1137)	$DF = 1.90 + 0.31 T_3 + 0.11 T_4 + 0.37 T_7 + 0.008 Ptr$
	五結 (1138)	$DF = 1.90 + 0.31 T_3 + 0.11 T_4 + 0.37 T_7 + 0.008 Ptr$
大漢溪	林口	$DF = 0.65 + 0.31 T_3 + 0.81 T_4 + 0.82 T_7 + 0.001 Ptr$
	山佳	$DF = 0.82 + 0.20 T_3 + 0.18 T_4 + 0.19 T_7 + 0.003 Ptr$
	五股	$DF = 1.32 + 0.20 T_3 + 0.68 T_4 + 0.63 T_7 + 0.002 Ptr$
新店溪	橋頭 (114)	$DF = 2.65 + 1.04 T_3 + 0.24 T_4 + 0.05 T_7 + 0.003 Ptr$
	橋頭 (203)	$DF = 1.63 + 0.11 T_3 + 0.01 T_4 + 0.02 T_7 + 0.002 Ptr$
新店溪支流	石碇	$DF = 1.65 + 1.81 T_3 + 0.14 T_4 + 0.03 T_7 + 0.013 Ptr$
	柑腳坑	$DF = -1.26 + 0.17 T_3 + 1.33 T_4 + 0.92 T_7 + 0.003 Ptr$
新店溪支流	台北	$DF = 8.96 + 0.84 T_3 + 0.84 T_4 + 0.23 T_7 + 0.007 Ptr$
	水碓	$DF = 8.96 + 0.84 T_3 + 0.84 T_4 + 0.23 T_7 + 0.007 Ptr$
新店溪支流	火燒寮	$DF = 1.33 + 0.03 T_3 + 0.14 T_4 + 0.64 T_7 + 0.001 Ptr$
	松竹	$DF = 1.33 + 0.03 T_3 + 0.23 T_4 + 0.64 T_7 + 0.002 Ptr$
新店溪支流	五結 (16)	$DF = 2.81 + 0.21 T_3 + 0.32 T_4 + 0.07 T_7 + 0.004 Ptr$
	松山	$DF = 0.66 + 0.32 T_3 + 0.03 T_4 + 0.01 T_7 + 0.003 Ptr$
新店溪	大直	$DF = 1.91 + 0.13 T_3 + 0.18 T_4 + 0.01 T_7 + 0.015 Ptr$

## 七、校 驗

由以上統計分析來看，各單項因子與雨量之相關，並不顯著，但其結果卻相當令人滿意。為驗證所得之QPF與DF對於各站之預報能力，針對最近三年122之探空及降雨日做校驗，顯示各站之預測能力均在80%以上，如表九。由統計表上看，地勢較高之石門集水區之預測值較高。在平地之預測則偏低。至於雨量之預測值，則平均偏差值達20%左右。整體而言，利用探空來做單站雨量之預測之方式為一相當具有實用價值且客觀可靠之方法。

表九.各測站實際降雨日與預測降雨日及百分比

站名	預測 降雨日	實際 降雨日	百分比	站名	預測 降雨日	實際 降雨日	百分比
鎮西堡	25	28	92.1%	那林	53	62	85.5%
白音	44	47	93.6%	官廳	71	84	84.5%
巴彥	45	48	93.8%	相樂島	65	81	81.5%
碾北營	26	44	61.2%	合流	84	89	94.0%
無期	28	62	93.9%	木橋	87	93	93.5%
王爺	29	64	89.6%	大柳家	111	123	90.4%
林口	79	81	86.4%	塔子	118	145	81.4%
山咀	94	85	91.7%	五塔	84	78	82.0%
王旗	92	76	83.8%	松山	67	74	89.1%
旗水	74	89	89.5%	大風	77	82	92.8%

## 八、結 論

綜而言之，由探空資料裡計算四個預測因子，僅需花上幾分鐘時間，經由此項研究顯示，12hr之客觀降水預報可達80%左右之準確率，不但優於一般主觀預報結果，且有根據，並且穩定之特性，除此之外，本方法簡單，僅需單站探空資料即可做12小時累積雨量之預測，且此法應用靈活，可應用於任何季節、任何測站獨自建立自己的客觀降水預報，再累積其經驗作必要之調整後，即可有效的提供準確之預報。

## 致 謝

本研究承蒙中央氣象局陳來發、李南文、李尚武先生等人大力協助，提供資料，使本研究能順利完成，特此致謝。

## 參考文獻

- 易任、鄭克登，1983：有迴歸分析法應用於河流水文特性及洪水流量預測之研究。行政院國家科學委員會，防災科技研究報告72~16號。
- 郭文輝、蔣志才、朱曙光與陳正政，1982：淡水河流域颱風降水量預報之研究。中範圍天氣系統研討會論文彙編，39~52。
- 喬福倫、謝信良、陳正政等，1982：石門水庫集水區颱風降水之模擬，中範圍天氣系統研討會，論文彙編，53~86。
- 陶家崧、蘇義雄、葉文欽，1968：梅雨期間利用探空預報降水量之研究。行政院國家科學委員會研究報告，NSC-77-0202-H113-01。
- Druyan, L., 1982: Automated precipitation forecasts using a single station radiosonde profile. Bull. Amer. Meteor. Soc., 63, 499-502.
- Krown, L., 1953: Detailed Radiosonde analysis in local 12hr forecasting of precipitation at Lydda Airport. State of Israel Met. Service, Series Met. Notes, No. 8, 899.
- Schell, I., I., 1946: Single - radiosonde analysis in local 8 - hr forecasting of precipitation. Bull. Amer. Meteor. Soc., 27, 164~168.



# The Nowcasting of Dan-Swee River's Field about Abnormal Rainfall

Yi - Shung Su  
Chia - Rei Tao  
Kai - Chang Chung  
(C & E School, CAF)

Wen - Ching Yeh  
  
(Weather Wing, CAF)

## Abstract

The purpose of this work is to forecast 12 hr precipitation using the single-radiosonde, Taipei, over Dan-Swee River Valley. The latest five years (1986-1990) radiosonde of Taipei and 12 hr precipitation data are used in this study. Twenty stations are chosen to build up 12 hr forecasting equations by using multi-regression method. Four parameters ( $\bar{I}9$ ,  $\bar{I}4$ ,  $I700$ ,  $P_{tr}$ ) are computed from sounding data. The precipitation are determined by prognostic equation and discriminant function. Testing shows good correlation between predications and observations but also the need for adjusting depends on individual station. This automated procedure is convenient especially because it requires only single-station data, affording the local meteorologist an opportunity to prepare his own objective precipitation forecasts.