

淡水河流域豪（大）雨預報

（二）颱風期間之預報

蘇 義 雄

陶 家 瑞

空軍通校氣象訓練班

摘 要

本研究乃利用淡水河流域各集水區內，選取15個雨量測12小時之累積雨量做颱風侵襲台灣北部時與台北探空之間之相關；利用逐步複相關迴歸統計法，進行單站探空與各雨量站12小時降水量之統計，並建立預測方程式。此外民國79年台灣區颱風實驗計劃（TATEX）之資料亦將用來驗證各項預測因子與雨量之相關。本研究是利用探空資料內之溫度、露點值來求取大氣層600HPA以下各層之降水指數（Precipitation Index, I）。主要四個預測因子為（一）600HPA以下9層降水指數之平均（ \bar{I}_9 ），（二）850HPA以下四層降水指數之平均（ \bar{I}_4 ），（三）邊界混合層（Transition Layer）之厚度（Ptr），（四）700HPA之溫度（ T_{700} ）。此外另增加850HPA之風向與風速兩個因子。由以上六個預測因子來討論颱風侵襲期間，各測站雨量對各項因子之相關性，並建立預測方程式，以避免北部複雜地形之影響。其計算結果顯示：各測站之預測雨量對於850HPA風向及風速之影響極為敏感，並有雨量估計過（over estimated）之現象，此法不但可避免北部複雜地形之影響獨自建立各站之客觀降水預報。但對極端的中尺度降水則不易掌握。

一、前 言

淡水河流域是台灣北部最大的河流，人口分布相當稠密，其流域包括北勢溪、南勢溪、景美溪、新店溪、大滿溪、基隆河、和下游淡水河匯集而成。不可諱言，颱風目前仍是臺灣地區現今最大的天然災害之一，尤其是降水豪雨的發生，可能導致山洪暴發，堤防崩潰，影響的層面相當廣泛，再加上山區濫墾現象日趨嚴重，颱風期間降水之研究亦日趨重要。

淡水河流域降水的預報，早期的研究有易與鄭（1983），利用水文學預測洪水流量。郭、蔣、朱與陳（1982），分析1966至1977年十二年颱風資料歸納成八種路徑，以逐步迴歸法來做預報，基本上降水預報較其他各種預報來得複雜，結果亦較差，尤其是在北部複雜地形之影響下，無法掌握預報時效。自Schell（1946）首先提出利用單站探空對12小時降雨量進行統計迴歸，獲得令人滿意之結果。陶、蘇、葉（1988）研究台北、東港探空作梅雨期降水預測，結果相當良好，簡化許多過程，尤其是在颱風期間探空觀測資料的獲取已由12小時，增加至每六小時施放乙次，更能有效掌握時效。本研之目的乃是根據台北探空對淡水河流域內十五個測站之12小時降水量進行預測，並考

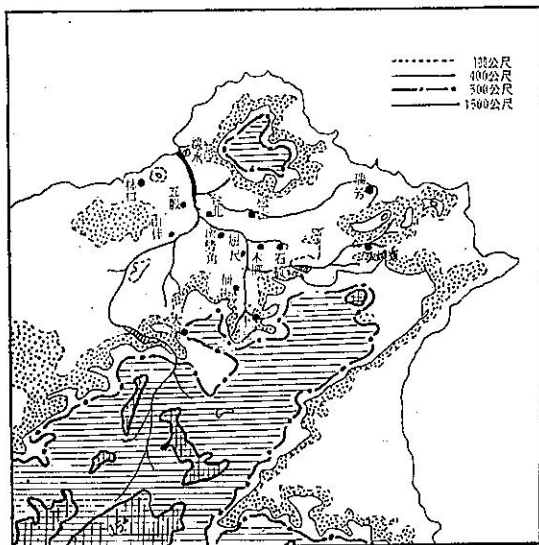
慮風場在複雜地形下的影響，使降雨之預測邁向即時預報之領域。配合翡翠水庫興建完成，選用資料由民國77年至79年，作一初步的試驗，以供日後的參考。

二、資料來源及處理

颱風期間之降水活動，可分為登陸及非登陸影響。凡民國77年至79年（1988—1990）年颱風發佈警報階段有降水現象活動起算，至警報階段解除為止的資料均予以採用，其中測站共有：淡水、山佳、五股、松山、大溪、台北、南勢角、木柵、福山、瑞芳、石碇、屈尺、桶後、下盆、石門等主要雨量站，涵蓋的是翡翠水庫和石門水庫兩水庫之上中下游（如圖一、表一）所示。上述的各雨量站以逐時雨量的資料為主，在颱風警報階段中，倘無雨量則不予計算。對於非登陸型的颱風，倘若在其外圍環流影響而在警報階段中仍合併在內；在侵台的颱風中若有解除警報階段後仍發生降水活動，此時天氣系統不再屬於颱風環流，則予以剔除。此外由於民國79年有TATEX資料，將探空於警報階段每六小時施放一次，因此將資料分成兩部份來處理。一部份資料為12小時探空，另一部份為IOP

期間之雨量相關，以檢視其間之差異。

表二、民國77年至79年侵襲台灣北部之颱風名稱



圖一、淡水河流域各集水區及測站分布圖

項次	年月	颱風名稱	最大風速 (M/S)	登 陸 時 間			
				海	上	陸	上
1	7809	SARAH (莎拉)	51(134K)	9/8 0950-9/13 2030	9/8 1500-9/13 1520		
2	7905	MARIAH (瑪麗安)	40(134K)	5/18 0930-5/19 1450	5/18 1540-5/19 1450		
3	7906	DEBILIA (黛比莉亞)	38(134K)	6/21 1600-6/24 1510	6/21 2130-6/24 0430		
4	7908	YANCY (楊希)	40(134K)	8/17 0950-8/20 1530	8/18 0440-8/20 0415		
5	7909	ANE (亞伯)	45(140K)	8/29 0920-8/31 0910	8/29 1615-8/31 0345		
6	7009	DOT (亞特)	38(134K)	9/6 0950-9/8 2110	9/6 1600-9/8 2110		

下 9 層 I 值之平均值 (\bar{I}_9)，(c) 700HPA 之溫度，(d) 邊界混合層之厚度 (Ptr)，(e) 850HPA 之風向及風速。因北部地形複雜，為避免因地形影響風場之變化過大，故採用 850HPA 之風向風速，以求得風場之一致性 (喬、謝、陳，1982)。以上預測因子中， \bar{I}_9 、 \bar{I}_4 代表大氣中水汽含量，I 值愈大則水汽含量愈大，愈易降水。邊界混合層愈深厚則愈易降水。在風場上則變化相當大，當風速由小變大時在降雨量方面則會增加，尤其是在迎風面更為明顯，但當風速大到某一限度時，雨量不一定愈隨風速增加繼續增加，因此可能為負相關。此外，風向亦是影響各測站雨量之一大因素。

表一、淡水河流或各集水區內節選之測站

四、研究方法

集水區	選用測站
石門集水區 大漢溪下游 至淡水河	大 山 淡 五 林 溪 佳 水 股 口
翡翠水庫集水區 新店溪 景美溪	石 屈 台 木 南 下 錠 尺 北 柵 勢 盆
基隆河	火 瑞 松 大 燒 芳 山 直

為便於統計，首先將各測站 12 小時累積雨量分為兩組：

- (一) 小於 5mm (從有雨無量至 5mm)。
- (二) 大於 5mm (>5mm)。

其中有雨無量 (T) 則以 0.005mm 來計算。將上述之預測因子五項中共六個因子，以逐步複相關與迴歸來統計與雨量之相關，各項在集水區之平均值及預測方程式。由於颱風屬 meso- α 中尺度系統，考慮以 12 小時之累計雨量來做雨量相關，結果勢必不如以梅雨期間綜觀尺度系統來的好。但民國 79 年起之 TATEX 在颱風侵襲台灣區期間，各探空站均加放探空二次，以每 6 小時施放一次，為了改進此種方法之可靠性，同時也以各站每 6 小時之累計雨量做各站因子之雨量相關及預測方程式，與 12 小時之結果相比較，雖然 TATEX 之資料僅有一年之資料，並不足以代表有長期性之結果，但我們亦可由其結果中，找出一些端倪，可供日後參考進之用。

五、各因子與雨量相關分析

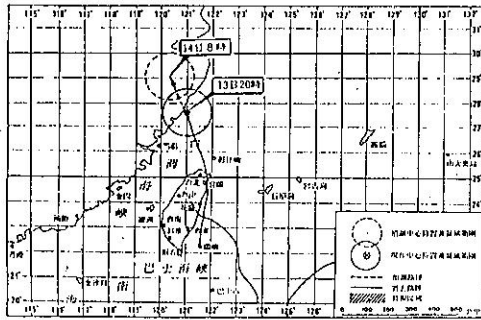
利用各預測因子與各測站雨量之相關，可分析各測站之特性，亦可知地形對其之影響，及其各氣象因子間之關係。此外 12 小時之相關亦可與 TATEX 之結果相比較，以更進一步了解北部各測站之特性。

表三為各雨量站雨量與各預測因子之相關值及表四為各集水區內各因子之平均值。

三、預測因子之選取

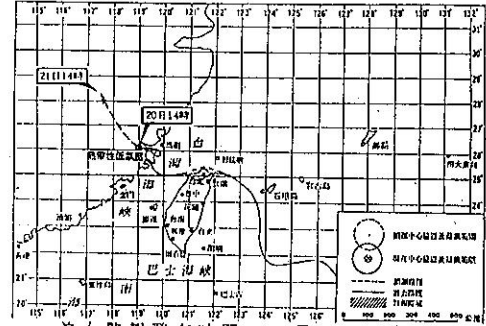
在颱風期間能代表降水的主要因素大氣中充沛的水汽含量，垂直運動及強勁的風速，這些因子均必須由台北板橋探空中求得。其中降水因子以降水指數 (I) 來代表，(I=W/L, Druyan 1982, 陶、蘇等 1988)。求取 (一) 850HPA 以下四層 I 值之平均 (\bar{I}_4)，(二) 600HPA 以

莎拉 (SARAH)



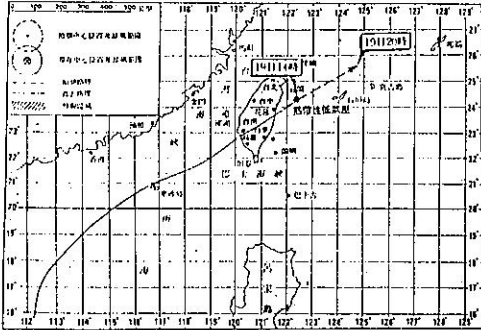
首次警報發布時間：9月8日9時50分

楊希 (YANCY)



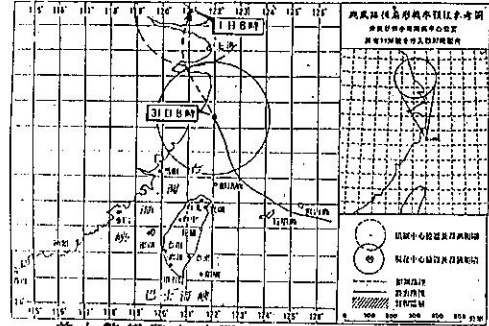
首次警報發布時間：8月17日9時50分

瑪麗安 (MARIAN)



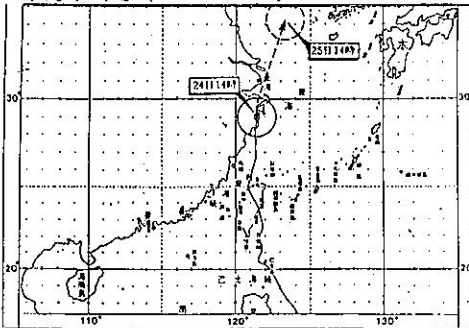
首次警報發布時間：5月18日9時30分

亞伯 (ABE)



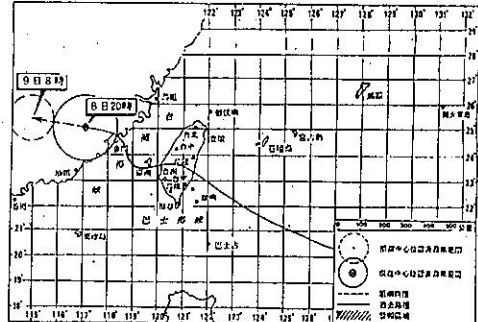
首次警報發布時間：8月29日9時20分

歐菲莉 (OFELIA)



首次警報發布時間：6月21日16時00分

黛特 (DOT)



首次警報發布時間：9月6日9時50分

圖二、侵襲台灣北部地區之颱風路徑

由表三中石門集水區內各站以降水指數而言，除淡水站外，其他四站相關值均在0.2以上，平均為0.31，地勢較高者有較大之雨量，以五股之雨量為最高。以該兩地理位置來看，明顯的有地形雨之作用，此結果與喬、謝、陳，1982年之結果頗為吻合，風向與雨量有負相關，但數值均不大，風速與雨量雖有正相關，但數值也不大，平均為0.038平均風向在 30° - 120° 之間。邊界混合層亦呈現明顯之負相關，即邊界混合層愈厚(氣壓數值愈小)則雨量愈大，以五股最為明顯。700HPa之溫度，則呈現不規則之情況，此乃因地形影響導致不同結果之原因。淡水則因臨近海邊颱風期間大氣水汽含量已相當充沛，且風速已增加，因此，

各因子之相關值均不高，降水指數甚至呈現負相關，但風向、風速均呈正相關，顯示淡水較無地形影響，平均雨量並不大。在翡翠水庫集水區及新店溪與景美溪區內，除台北在平地外，其他多在山區，地勢愈高降水指數之相關則較高，其中以石碇之相關最高($\bar{I}_0 = 0.49$, $\bar{I}_4 = 0.27$)，對850HPa之風速相關，較石門集水區有明顯之昇高，其中以下盆0.42為最高，其主因為其他地勢較高達550m，而風向則大部份呈負相關，且數值亦增大，平均達-0.164。在基隆河流域內火燒寮因地勢較高(380m)，與風速有明顯相關為0.3，與風向呈負相關(-0.34)，而松山站降水指數與雨量相關最高為(0.39)。與風速亦有明顯之相關(0.13)與風向有負

相關。

表三、各測站預測因子與雨量之相關及雨量之平均

集水區或流域	測站名稱 (單位:mm)	各預測因子與雨量之相關						平均 雨量 (mm)	標準 差 (mm)
		19	14	T700	Ptr	V85	D85		
石門集水區 大漢溪下游 至淡水河	大漢溪(350)	0.44	0.29	0.21	-0.06	0.04	-0.15	48.2	59.8
	山仔頂(10)	0.28	0.18	-0.04	-0.13	0.08	-0.02	28.2	23.2
	淡水平(19)	-0.04	-0.14	-0.20	0.02	0.08	0.06	38.6	28.0
	石門(45)	0.52	0.46	0.34	-0.28	0.08	-0.15	63.2	61.4
	林口(250)	0.34	0.23	0.17	-0.03	-0.09	-0.08	49.1	56.4
	石門(140)	0.49	0.27	0.17	0.14	-0.07	0.02	28.2	23.3
翡翠水庫集水區 新店溪 景美溪	新店(90)	0.24	-0.003	0.12	0.09	0.20	-0.26	23.3	17.0
	景美(7)	0.13	-0.06	0.15	0.02	0.26	-0.18	33.1	23.1
	木柵(260)	0.04	-0.10	0.08	-0.23	0.27	-0.07	45.1	32.0
	南勢角(155)	0.30	0.19	0.16	-0.17	-0.05	-0.07	58.6	77.1
	下寮(550)	0.34	0.32	0.38	-0.25	0.42	-0.41	57.8	45.9
	橋頭(600)	0.34	0.12	0.26	0.31	0.25	-0.18	32.6	29.3
基隆河	大漢溪(101)	0.17	0.04	0.50	-0.10	0.30	-0.34	65.3	62.3
	瑞芳(101)	-0.01	-0.06	-0.18	-0.11	-0.16	0.13	47.6	67.4
	松山(7)	0.39	0.13	0.09	0.02	0.13	-0.10	29.2	24.5

表四、各集水區內各因子之平均值

集水區或流域	19	14	T700	Ptr	V85	D85
石門集水區 大漢溪下游 至淡水河	0.31	0.20	0.096	-0.096	0.038	-0.068
翡翠水庫集水區 新店溪 景美溪	0.27	0.13	0.16	-0.013	0.184	-0.164
基隆河	0.18	0.04	0.14	-0.063	0.09	-0.103

由於颱風侵襲的時間並不是很長，且颱風本身屬中尺度系統，以12小時累計雨量來算相關，其結果並不如過去梅雨的結果(陶、蘇等1988)。國科會為了解颱風侵台時之結構，於79年實施了台灣區颱風實驗(TATEX)，以每6小時的累計雨量配合探空求取淡水河流域各測站雨量與各因子的相關。由表六與表四之平均值比較可得知，在降水指數值上TATEX並未改善太多，甚至有些流域有降低之現象，但在其他四個因子(T₇₀₀, Ptr, V₈₅₀, D₈₅₀)均有明顯的提高，尤其是在風速與風向之增加，一些站有明顯的增加趨勢。由表五及表六可知，降水指數在颱風侵襲時因大氣已達到飽和程度，它對於雨量之大小已由主要因子變成次要因子，而改由其他因子取代，其中以風速及風向所扮演的角色，在此時逐漸顯得重要，尤以在近海及地勢較高的測站尤為明顯，如淡水、瑞芳、下盆、木柵等。當然在TATEX期間各站之因子亦有下降者，但由於北部地勢複雜，又因TATEX僅有一年之資料，並不足以證明以上各種現象，但從統計及理論上而言，此種現象之為合理可接受的。

表五、TATEX期間各站雨量與各預測因子之相關

集水區或流域	測站名稱 (單位:mm)	各預測因子與雨量之相關						平均 雨量 (mm)	標準 差 (mm)
		19	14	T700	Ptr	V85	D85		
石門集水區 大漢溪下游 至淡水河	大漢溪(350)	0.02	-0.11	-0.05	-0.35	-0.08	-0.50	36.4	26.2
	山仔頂(10)	0.12	0.02	-0.45	-0.31	0.25	-0.18	29.5	23.2
	淡水平(19)	0.51	0.55	0.05	-0.09	0.74	-0.10	35.5	34.6
	石門(45)	0.98	0.95	-0.10	-0.45	-0.64	-0.18	43.0	45.3
	林口(250)	0.15	0.001	0.01	-0.50	-0.13	-0.62	35.5	26.8
	石門(140)	0.16	0.28	-0.01	0.14	-0.42	0.05	14.1	5.60
翡翠水庫集水區 新店溪 景美溪	新店(90)	-0.37	-0.37	0.26	0.24	0.68	-0.09	21.2	12.6
	景美(7)	0.31	-0.03	-0.01	-0.51	-0.13	-0.23	21.2	15.0
	木柵(260)	-0.10	-0.32	0.23	0.04	0.75	-0.07	41.3	33.3
	南勢角(155)	0.65	0.39	-0.10	-0.55	-0.27	-0.40	28.1	22.7
	下寮(550)	0.17	0.03	0.12	-0.34	0.31	-0.45	56.5	47.7
	橋頭(600)	0.73	0.38	-0.29	-0.89	-0.23	-0.54	17.8	9.4
基隆河	大漢溪(101)	0.03	-0.12	0.26	-0.26	-0.04	-0.29	42.4	39.4
	瑞芳(101)	-0.52	-0.31	0.51	0.74	0.62	0.31	33.6	33.9
	松山(7)	0.82	0.52	0.32	0.13	0.46	-0.17	22.4	16.9

表六、TATEX期間集水區內各站因子之平均

集水區或流域	19	14	T700	Ptr	V85	D85
石門集水區 大漢溪下游 至淡水河	0.36	0.27	-0.11	-0.34	0.03	-0.32
翡翠水庫集水區 新店溪 景美溪	0.22	0.05	0.03	-0.27	0.10	-0.25
基隆河	0.11	0.03	0.36	0.2	0.35	-0.05

六、預測方程

為了檢驗預測因子中含有風場與不含風場兩組預測結果何者為佳？以做為選擇預測因子之依據，因TATEX之資料僅有一年故不做比較及預測之方程式。表七為各測站預測與實際雨量相關，在有風場與無風場之比較結果。

由表七可看出在各站預測與實際雨量之相關上，無風場之預測方程顯然較有風場之預測方程相關為稍高，在估計雨量上，無風場組較實際平均雨量值為接近，而有風場之估計雨量值有明顯之偏高估計之趨勢，而無風場之估計值，卻相當接近。由此可看出預測因子加上風場後其估計方程即呈現不穩定之現象，當然這主要乃是因為風場之變化太大之關係。為了能求得較有代表性的估計雨量值，因此採用不含風場之估計方程式。表八即為各測站之估計雨量方程式。

因颱風侵襲時，不同於梅雨季；需做估計雨量之判定其可信度，故可以免於判別式之判定。

表七、各站有風場與無風場兩種預測相關值與估計值與實際之比較。

站名	預測與實際雨量相關值		估計雨量平均值		實際雨量平均值
	無風場	含風場	無風場	含風場	
大溪	0.60	0.58	48.2	120.8	48.2
山佳	0.39	0.38	28.1	27.1	28.2
淡水	0.82	0.78	38.9	10.0	39.5
五股	0.76	0.71	64.6	98.3	63.2
林口	0.45	0.41	49.6	127.9	49.1
石碇	0.71	0.70	28.1	48.3	28.2
屈尺	0.64	0.61	23.2	31.5	23.0
台北	0.52	0.51	33.0	38.9	33.6
木柵	0.44	0.42	45.0	29.6	45.7
南勢角	0.47	0.44	58.9	141.2	58.6
下盆	0.45	0.36	57.7	67.1	57.8
桶後	0.70	0.69	32.6	46.5	32.6
火燒寮	0.65	0.65	65.2	118.2	65.3
瑞芳	0.36	0.35	47.5	64.5	48.6
松山	0.71	0.71	29.1	44.1	29.2

表八、各測站之估計降水量方程式

集水區或支流流域	測站名稱 (單位:10)	預測方程式
石門集水區	大溪 (350 潭)	$QPF = 2.29 + 24.78(19) - 12.81(14) + 7.08(1700) - 0.08(Ptr)$
	山佳 (10)	$QPF = 61.96 + 6.88(19) - 3.63(14) - 1.18(1700) - 0.03(Ptr)$
	淡水 (19)	$QPF = -17.91 + 4.47(19) - 5.34(14) - 1.98(1700) + 0.004(Ptr)$
	五股 (45)	$QPF = 24.71 + 1.23(19) + 13.54(14) + 2.69(1700) - 0.144(Ptr)$
	林口 (250)	$QPF = 8.74 + 16.39(19) - 8.2(14) + 5.19(1700) - 0.052(Ptr)$
新店集水區	石碇 (140)	$QPF = 23.12 + 12.62(19) - 7.1(14) + 0.1(1700) + 0.05(Ptr)$
	屈尺 (90)	$QPF = 26.35 + 8.98(19) - 5.05(14) + 0.38(1700) - 0.008(Ptr)$
	台北 (7)	$QPF = 26.66 + 9.31(19) - 6.28(14) + 0.75(1700) - 0.004(Ptr)$
	木柵 (260)	$QPF = 134.78 + 9.51(19) - 7.03(14) - 0.24(1700) - 0.088(Ptr)$
	南勢角 (155)	$QPF = 174.5 + 24.35(19) - 14.31(14) + 5.86(1700) - 0.235(Ptr)$
	下盆 (550)	$QPF = 31.76 + 4.73(19) + 0.03(14) + 6.35(1700) - 0.096(Ptr)$
基隆河	桶後 (600)	$QPF = -75.11 + 14.87(19) - 10.24(14) + 0.95(1700) + 0.127(Ptr)$
	火燒寮 (380)	$QPF = 34.53 + 21.7(19) - 14.99(14) + 17.68(1700) - 0.205(Ptr)$
	瑞芳 (101)	$QPF = 371.7 + 12.58(19) - 10.65(14) - 9.69(1700) - 0.209(Ptr)$
	松山 (7)	$QPF = 47.98 + 13.99(19) - 8.27(14) + 0.51(1700) - 0.035(Ptr)$

七、結論

綜而言之，颱風之雨量估計對氣象工作者本身即是一大挑戰，雖然過去亦有不少研究關於此方面者，但均略嫌繁複，為了符合未來即時預報之趨勢，利用探空來做預測，其僅需花上幾分鐘時間，即可經由此項研究顯示12hr之客觀降水預報，不但有根據，且可於

任何測站獨立建立自己的客觀降水預測，再累積各地方性之經驗做必要之調整後，即可有效的提供準確之預報，但對於極端之降水則難以掌握。我們寄望TATEX計劃能夠持續，以便能進一步求得更準確的颱風期間6小時之累計估計降水。

致謝

本研究承蒙中央氣象局李南文先生大力協助提供資料，俾使本研究能順利完成，特此致謝。

參考文獻

- 易、鄭克聲，1983：脊迴歸分析法應用於河流水文特性及洪水流量預測之研究。行政院國科會，防災科技研究報告72~16號。
- 喬鳳橋、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，P53~66。
- 郭文錄、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，P39~52。
- 陶家瑞、蘇義雄、葉文欽，1988：梅雨期間利用探空預報降水量之研究。行政院國科會研究報告，NSC-77-0202-M113-01。
- Druyan, L., 1982: Automated precipitation forecasts using a single station radiosonde profile. Bull. Amer. Meteor. Soc. 63,499-502.
- Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 56,527-530.
- Schell, I., I., 1946: Single radiosonde analysis in local 8hr forecasting of precipitation. Bull. Amer. Meteor. Soc., 27,164-168.

The Nowcasting of Dan-swee River's Field about Abnormal Rainfall - The Typhoon Invasive Periods

Yi - shung Su

Chia - rei Tao

(C & E Academy , C. A. F.)

ABSTRACT

The main purpose of this study is to forecast 12 hr precipitation using the single-radiosonde, Taipei, over the Dan-swee River field. The latest three years (1988 - 1990) radiosonde of Taipei and 12 hr precipitation data are used in this study during the typhoon invasion. The fifteen stations are chosen to build up 12 hr prognostic equations by using the step-wise multiple regression method. In addition the Taiwan Area Typhoon Experiment (TATEX) data in 1990 are used in this study. The six predictors (\bar{I}_9 , \bar{I}_4 , T_{700} , P_{tr} , V_{850} , D_{850}) are calculated from the sounding data. The results show that the prognostic equation are very sensitivity to the wind field. For the better results, only four predictors are employed in prognostic equations. This automated procedure is convenient especially because it requires single-station data, but the need for adjusting depends on individual station. It afford the local meteorologist an opportunity to prepare his own objective precipitation forecasts.