

雨量百分等級在颱風豪雨潛勢 預報上之應用研究

王惠民 葉天降

中央氣象局

摘 要

本文使用1998-2008年，中央氣象局265個自動雨量站和25個地面氣象站之時雨量資料及美軍聯合颱風警報中心(Joint Typhoon Warning Center)6小時一次之颱風最佳路徑(best track)，研究當颱風中心在東經118-126度、北緯19-28度範圍時，臺灣地區未來24小時發生豪雨之潛勢預報。方法採用統計學上百分等級(Percentile Rank)。當某一測站某一時段之累積雨量大於或等於某一百分等級時，作為該測站預報未來24小時發生豪雨之指標；而該測站該時段颱風豪雨潛勢預報之最佳雨量百分等級，為以某一雨量百分等級預報豪雨之公正得分(Equitable Threat Score)最高者。

分析結果顯示，以4年間之資料所選取各測站之颱風豪雨發生前3小時累積雨量的最佳百分位等級，作為潛勢預報指標是較佳的選擇。在預測結果的穩定度測試發現，此方法對颱風豪雨個案潛勢預測的結果穩定性高。從1998-2006年資料選取各測站7-10月3小時累積雨量最佳百分等級，預測2007-2008年7-10月各測站颱風豪雨個案之技術得分(Threat Score)分析發現，在豪雨個案相對多的區域，技術得分大多在0.4以上；局部地區更在0.6以上。顯示此方法對於颱風侵襲臺灣地區時之豪雨預報有其應用潛力。

關鍵詞：颱風豪雨、潛勢預報、百分等級。

一、前言

臺灣位於環太平洋沿海，容易受颱風侵襲，近年來如納莉、譚美、桃芝、敏督利、新樂克、卡玫基、莫拉克等不同性質颱風都在各地形成罕見的災難性降雨。因此，颱風豪雨之潛勢與定量預報的準確

性，對於颱風防災警示將有關鍵性的影響。

在定量降水預報方面，Kidder等(2005)及Ferraro等(2005)用被動式微波感應器估算2002年大西洋颱風季，颱風降水24小時雨量大於或等於25.4毫米(1.0吋)的個案，其平均公正得分(Equitable Threat Score；簡稱ETS)為

0.25。王等(2008)曾用統計方法發展颱風雨量推估法，對中央氣象局25個地面氣象站整體對豪雨預報能力作校驗，其公正得分約為0.04-0.05。簡等(2006)針對2004年5月15日~6月15日臺灣地區梅雨季，利用12組不同物理組合的WRF (Weather Research and Forecasting；簡稱WRF)模式之模擬降水和地面氣象站或自動雨量站降水觀測進行定量降水預報校驗，分析結果發現，WRF模式的降雨預報能力隨降雨門檻上升而下降，對小雨的預報能力比大雨好，隨模擬時間增長，預報能力下降。陳(2001)分析美國國家環境預測中心(National Centers for Environmental Prediction；簡稱NCEP)自1961至1993年間，預報員對日雨量 ≥ 25.4 毫米之技術得分(Threat Score；簡稱TS)的逐年分布發現，TS第1天稍大於0.2，而降水強度愈大，預報能力愈差。從過去定量降水預報的得分顯示，它是最嚴峻的天氣預報挑戰之一(陳，2001)。

由於，定量降水預報技術仍有待提昇，而颱風豪雨預報的準確性對於防災警示又有決定性的影響。因此，本文研究颱風豪雨發生前幾小時的觀測雨量與颱風豪雨間的資料統計特性，試圖尋求判別颱風豪雨個案發生與否之穩定可靠的方法，提供颱風防災警示之參考，以期能對颱風豪雨所造成的災害防治能有所幫助。

二、資料及分析方法

本文使用1998-2008年間，中央氣象局265個雨量自動觀測站和25個地面觀測站之時雨量資料(資料分布點如圖1)及美軍聯合颱風警報中心(Joint Typhoon Warning Center)6小時一次之颱風最佳路徑(best track)為研究資料。選取當颱風地面中心在東經118-126度、北緯19-28度範圍內，對上述290個測站於未來24小時發生豪雨(中央氣象局之豪雨定義；即連續24小時累積雨量大於或等於130毫米)之潛勢預報做研究。雨量自動觀測站資料缺漏與重複部份，除補齊和刪除外，另利用乞比雪夫定理(Chebyshev's theorem)將異常資料(測站時雨量值大於當月平均值加十倍標準差以上)挑出，經人工判別後剔除(王等，2010)。

研究方法採用統計學上百分等級(Percentile Rank；簡稱PR)，它是一種個別資料相對於全體資料位置的統計量。首先，分別計算各測站1、3、6及12小時的累積雨量，並由大至小做排序，然後將其分為100等級，PR愈高表示個別資料愈接近全體資料之最大值。當各測站某一時段之累積雨量大於或等於某一百分等級時，便預報未來24小時將發生豪雨。然後計算各時段各測站豪雨預報之公正得分，以某一雨量百分位等級預報豪雨發生之公正得分最高者為此測站颱風豪雨潛勢預報之最佳雨量百分等級。同時，將資料分發展與預報測試兩組，



圖1. 中央氣象局25個地面氣象站(紅色點)與265個自動雨量站(黑色點)位置分布圖。

Fig. 1. The distribution of 25 surface stations and 265 automatic rain gauge stations of Central Weather Bureau.

並改變發展組與預報測試組之分布，測試此方法之穩定性。最後，將資料分7-8月和9-10月做分析，以瞭解此方法在季節上之差異。

1998-2008年間共有48個颱風路徑在選取之區域內，其中7-8月有27個颱風(圖2)，而9-10月則有21個颱風個案(圖3)。颱風路徑行進的方向於7-8月較多由東向西，而9-10月則較多由南往北移動。

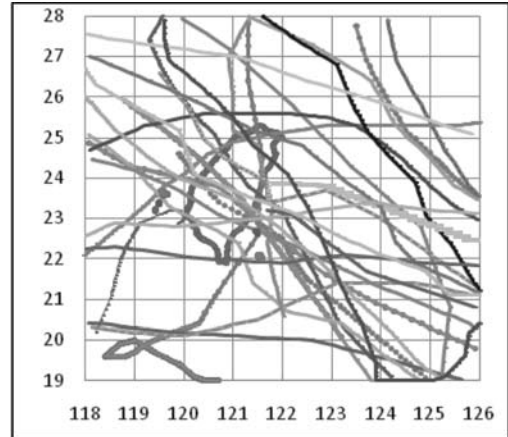


圖2. 1998-2008年間7-8月，颱風地面中心在東經118-126度、北緯19-28度範圍內之最佳路徑圖。

Fig. 2. The best tracks of typhoons in the domain of 118-126 degrees East and 19-28 degrees North in Jul. and Aug. during the period of 1998 through 2008.

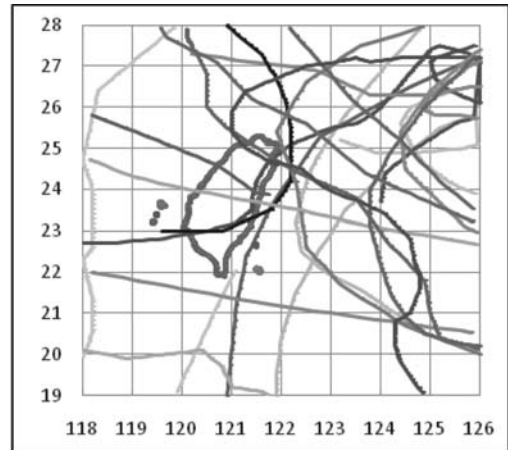


圖3. 同圖2，但為9-10月。

Fig. 3. Same as Fig. 2., except in Sep. and Oct..

表1. 分類統計列聯表。

Table 1 Contingency table of categorical statistics.

Prediction \ Observation	Yes	No
	Nx	Ny
Yes	Nx	Ny
No	Nz	Nw

表1是分類統計列聯表。根據表中不同變數所定義之公正得分(ETS)與技數得分(TS)如下(Schaefer 1990):

$$ETS = \frac{Nx - Nx_{random}}{Nx + Ny + Nz - Nx_{random}}$$

其中

$$Nx_{random} = \frac{(Nx + Nz)(Nx + Ny)}{Nx + Ny + Nz + Nw}$$

而技數得分

$$TS = \frac{Nx}{Nx + Nz + Ny}$$

公正得分與技術得分越高，表示預報表現越好。從兩者的定義比較可知，將技術得分的分子與分母分別減去隨機預報豪雨且命中之個案數，即為公正得分。因此，定義上公正得分較技術得分嚴謹。由於，中央氣象局在定量降水預報校驗方面採用技術得分，為方便參考，本文於後預報校驗之討論也採用相同的指標；而在尋找各測站颱風豪雨潛勢預報之最佳百分等級，則選用公正得分為參考的依據。

三、結果分析

表2是1998-2008年，7-10月期間在本文研究範圍出現的颱風個案，除了1999、2002、2003及2008年，颱風個案數少於4外，其餘均在4至6之間。

圖4是利用1998-2008年之時雨量資料，選取各測站豪雨發生前1、3、6、及12小時，颱風累積雨量最佳百分位等

表2. 1998-2008年，7-10月期間在本文研究範圍出現的颱風個案統計。

Table 2. Numbers of typhoons occurred in the selected domain of this paper in Jul. and Oct. during the period of 1998 through 2008.

年 個 案 數 月	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	7-8	2	0	3	3	2	2	3	3	4	3
9-10	2	1	3	3	1	1	3	3	1	2	1
7-10	4	1	6	6	3	3	6	6	5	5	3

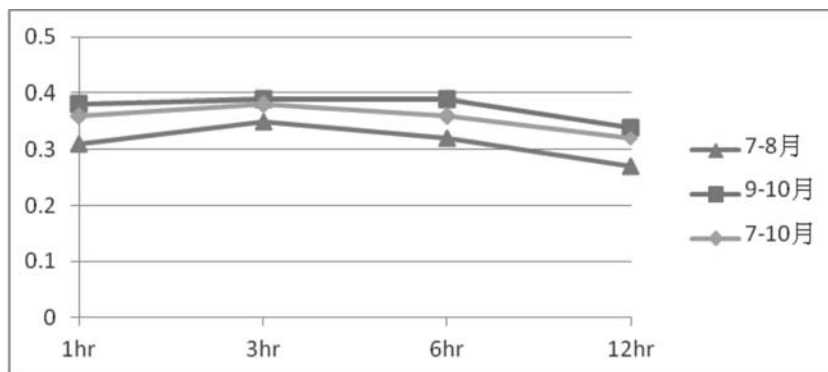


圖4. 利用1998-2008年之時雨量資料，選取各測站豪雨發生前1、3、6、及12小時累積雨量(橫軸)最佳百分等級，預報同期間7-8月、9-10月及7-10月三個時期，290個測站颱風豪雨個案之平均技術得分(縱軸)。

Fig. 4. The mean skill scores(vertical axis) of extremely heavy rain caused by typhoon in three periods of Jul. through Aug., and Sep. through Oct., and Jul. through Oct. during the period of 1998 through 2008 by using the best percentile rank of 1-hr, and 3-hr, and 6-hr, and 12-hr accumulated rainfall amount(horizontal axis)selected from the data of hourly rainfall amount of 1998 through 2008.

級，並預報同期7-8月、9-10月及7-10月三個期間，290個測站颱風豪雨發生個案之平均技術得分。圖中顯示，1小時三個期間之平均技術得分分別為0.31、0.38及0.36；3小時三個期間之平均技術得分分別為0.35、0.39及0.38；6小時三個期間之平均技術得分分別為0.32、0.39及0.36；而12小時三個期間之平均技術得分分別為0.27、0.34及0.32。比較結果以豪雨發生前3小時颱風累積雨量之最佳百分等級，預測颱風豪雨個案之表現最好，故以此作為颱風豪雨潛勢預測指標。

圖5是利用1998-2006年、1999-2006年、2000-2006年、2001-2006年、2002-2006年、2003-2006年、2004-2006年及

2005-2006年，7-10月八組不同資料長度，颱風總個案數分別為40、36、35、29、23、20、17及11。分別選出各測站豪雨發生前3小時颱風累積雨量用以預報豪雨之最佳百分等級後，預測2007-2008年7-10月8個颱風個案，各測站豪雨個案做穩定度測試。從八組資料對290個測站颱風豪雨個案預報所計算出之平均技術得分顯示，採用不同資料發展組所得預報能力變化範圍僅在0.37至0.38之間；而290個測站技術得分的累積值，變化範圍也大約局限在96至100之間(平均每測站之變化值約為0.02)。這些測試結果表示，此方法之預測表現受發展資料長度變化的影響很小，穩定度高。圖5同時顯示以2003-2006年資料

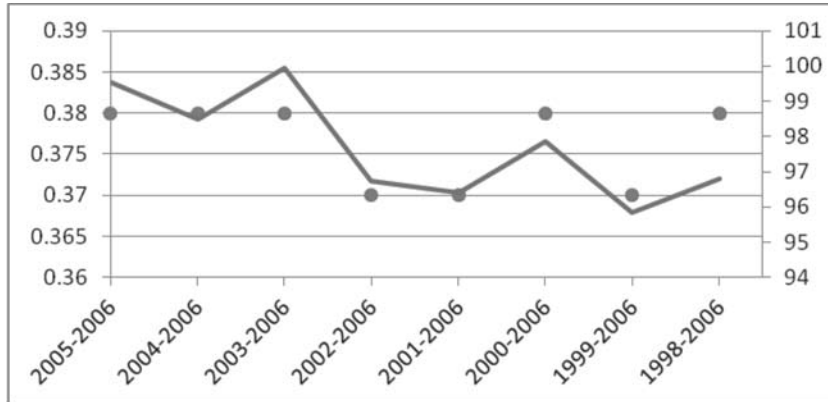


圖5. 利用不同資料長度(橫軸)選取7-10月各測站3小時颱風累積雨量最佳百分等級，預測2007-2008年7-10月290個測站豪雨之平均技術得分(點，左軸)與290個測站技術得分的累積值(曲線，右軸)。

Fig. 5. The mean skill scores(spots, left axis), and the summation of skill scores(line, right axis) of extremely heavy rain forecasts at 290 stations in Jul. through Oct. during the period of 2007 through 2008 by using the best percentile rank of 3-hr accumulated rainfall amount selected from different data sets (horizontal axis) in Jul. through Oct..

所選出各測站豪雨發生前3小時颱風累積雨量之最佳百分等級，預測290個測站颱風豪雨個案之技術得分累積值最高。這顯示以4年之資料長度所選取各測站豪雨發生前3小時颱風累積雨量之最佳百分等級作為颱風豪雨潛勢預報指標應該是較佳的選擇。

圖6是利用1998-2001年、1999-2002年、2000-2003年及2001-2004年，7-10月4組都是4年資料長度，但是不同年份資料，其颱風總個案數分別為17、16、18及18。各組選出各測站豪雨發生前3小時颱風累積雨量用以預報豪雨之最佳百分等級後，各組分別預測2005-2008年、2006-2008年及2007-2008年7-10月各測站颱風豪雨個案，其颱風總個案數分別為19、13及8。計算出各組預報290個測

站颱風豪雨個案之平均技術得分變化。圖中顯示，其平均技術得分變化範圍在0.31至0.36之間，其中以2007-2008年預測結果最佳；2006-2008年預測結果較差(1998-2001年那一組除外)，幅度在5%左右，未達10%以上，差異並不顯著。這顯示預測結果並未為隨預測時間增長、預測次數增加，而使平均技術得分降低，表示此方法對颱風豪雨個案潛勢預測的結果具穩定性。

圖4至6主要是針對290個測站整體，所做的穩定度測試。對個別測站穩定度之測試，是利用2001-2006年、2002-2006年、2003-2006年、2004-2006年及2005-2006年，7-10月五組不同長度資料，其颱風總個案數分別為29、23、

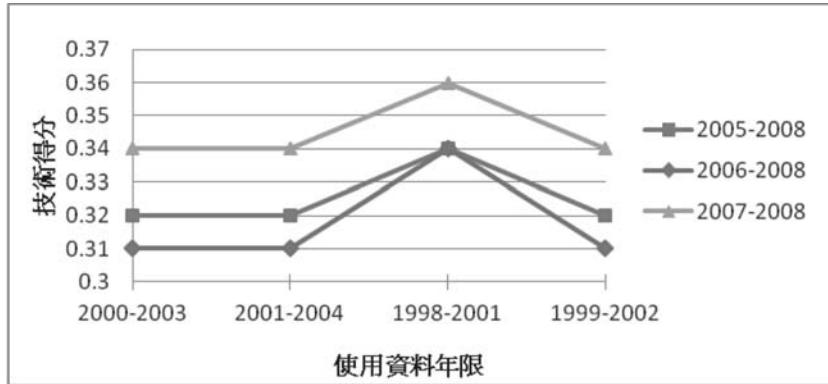


圖6. 利用4組4年不同年份資料，選取各測站7-10月3小時颱風累積雨量最佳百分等級，以預測不同年間7-10月豪雨個案，所計算出290個測站之平均技術得分。

Fig. 6. The mean skill scores of extremely heavy rain forecasts of 290 stations in Jul. through Oct. of 3 different data sets by using the best percentile rank of 3-hr accumulated rainfall amount selected from 4 different data sets.

20、17及11。從各組選出中央氣象局25個地面氣象站豪雨發生前3小時颱風累積雨量用以預報豪雨之最佳百分等級後，預測2007-2008年7-10月，各測站颱風豪雨個案之技術得分。圖7顯示，除了蘇澳、澎湖、大武、阿里山、新竹及成功六站，五組預報測試資料之技術得分差異約在0.1左右，其餘各站差異均相當小。表示大部份測站之颱風豪雨潛勢預測結果受選取最佳百分等級資料長度的影響不大。同時發現，豪雨個案數多(約150個以上)的測站，技術得分相對高(約在0.4以上)；而豪雨個案數少(約50個以下)的測站，技術得分相對低(約在0.1至0.2間)。

圖8是2007-2008年間7-8月颱風地面中心在研究範圍內之路徑圖。分別是2007年的帕布、梧提及聖帕颱風，2008

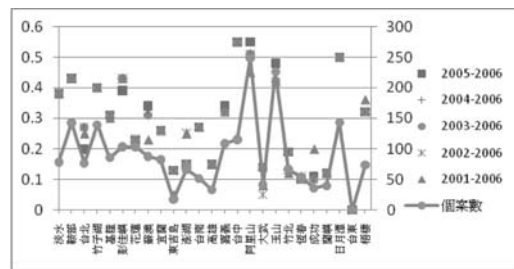


圖7. 利用不同資料長度選取各測站7-10月3小時颱風累積雨量最佳百分位等級，預測2007-2008年7-10月中央氣象局25個地面氣象站豪雨個案之技術得分(左邊座標)，圖中實線為豪雨個案數(右邊座標)。

Fig. 7. The threat scores (left axis) of extremely heavy rain forecasts at 25 surface observation stations of Central Weather Bureau in Jul. through Oct. during the period of 2007 through 2008 by using the best percentile rank of 3-hr accumulated rainfall amount selected from 5 different data sets. The case numbers (right axis) of extremely heavy rain shown in solid line.

年的卡玫基和鳳凰颱風。個案數(圖9)較多的區域(個案數50至150之間)分布在雲林、嘉義以南至高雄、屏東間之平地及山區；蘇澳山區至雪山山區及蘇澳以南至成功間之平地及山區。

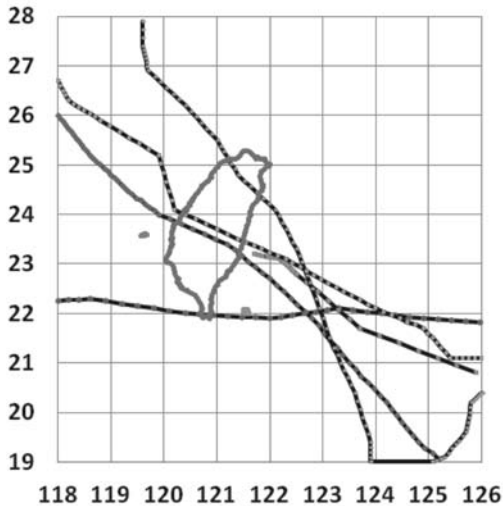


圖8. 2007-2008年間7-8月颱風地面中心在東經118-126度北緯19-28度範圍內之路徑圖。

Fig. 8. The tracks of typhoons in the domain of 118-126 degrees East and 19-28 degrees North in Jul. and Aug. during the period of 2007 through 2008.

圖10是利用1998-2006年資料選取各測站7-8月用以預報豪雨之3小時累積雨量最佳百分等級，預測2007-2008年7-8月各測站颱風豪雨個案之技術得分。圖中顯示，在圖9中豪雨個案數較多的區域其技術得分多在0.4至0.6之間(花蓮至成功間及臺南地區和高雄局部地區除外)，而在圖9中臺中至雲林間颱風豪雨個案較少

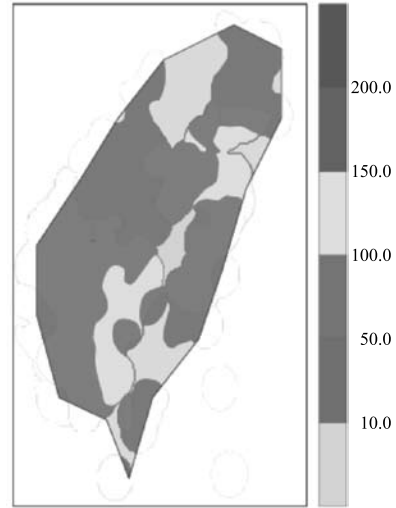


圖9. 2007-2008年7-8月各測站豪雨個案數分布。

Fig. 9. The distribution of extremely heavy rain cases at each station in Jul. and Aug. during the period of 2007 through 2008.

的地區(個案數在50以下)，技術得分也達0.4至0.6。這表示此預測方法之表現不會隨豪雨個案數增加而降低，具有應用之潛力。

9-10月的情形分別是2007年的韋帕及柯羅莎颱風，2008年的辛樂克颱風。其路徑、豪雨個案數分布與豪雨預報技術得分情形如圖11、圖12與圖13。圖12中個案數較多的區域(個案數50至150之間)主要分布在北部地區(平地及山區)、雪山山脈、中央山脈至高雄山區及蘇澳至花蓮地區(平地及山區)。而在圖13中豪雨個案數較多的區域其技術得分多在0.4至0.6之間(除少數北部地區外)；其中雪山山脈地區技術得分更達0.6至0.8之間。

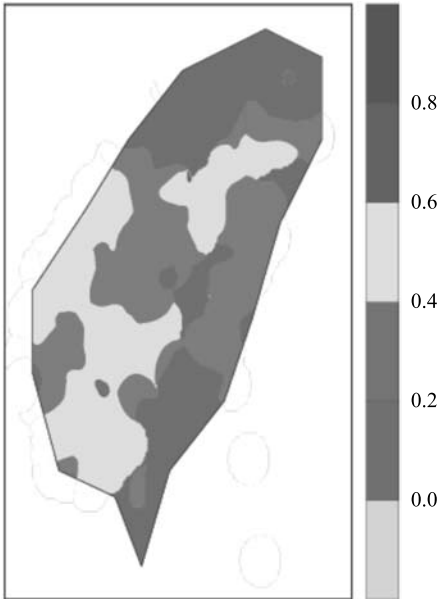


圖10. 利用1998-2006年資料選取各測站7-8月3小時累積雨量最佳百分等級，預測2007-2008年7-8月各測站豪雨個案之技術得分。

Fig. 10. The skill scores of extremely heavy rain forecasts in Jul. and Aug. during the period of 2007 through 2008 by using the best percentile rank of 3-hr accumulated rainfall amount selected from the data during the period of 1998 through 2006.

這再次說明此預測方法對於颱風豪雨發生頻率較高的地區有應用上之穩定性。

圖14是利用1998-2006年資料選取各測站7-8月3小時累積雨量最佳百分等級，而圖15則是同期各測站3小時累積雨量最佳百分等級所對應之最小雨量值。將圖10、圖14與圖15綜合做分析發現，圖10中預測2007-2008年7-8月各測站颱風豪雨個案之技術得分在0.4至0.6的區域中，

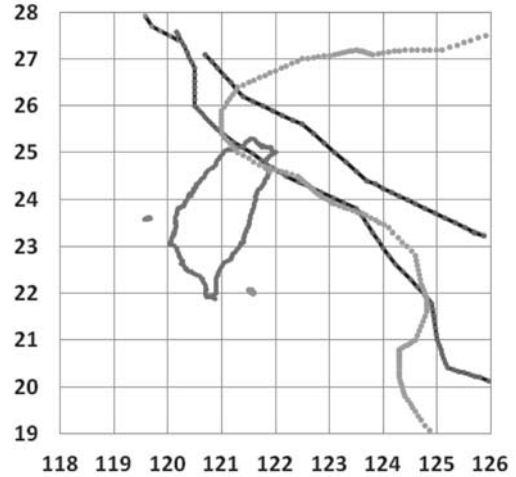


圖11. 同圖8，但為9-10月。

Fig. 11. Same as Fig. 8., but in Sep. and Oct..

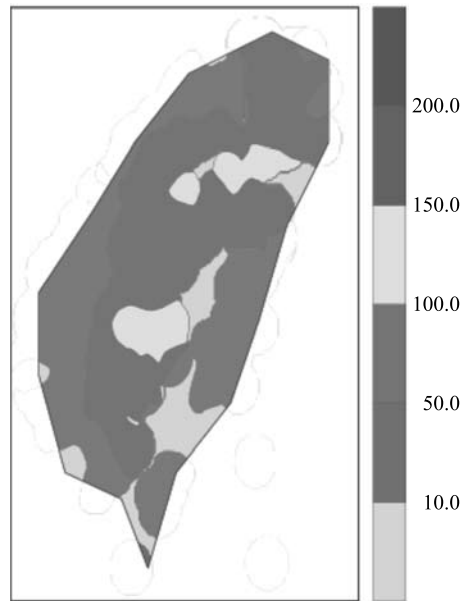


圖12. 同圖9，但為9-10月。

Fig. 12. Same as Fig. 9., except in Sep. and Oct..

對應於圖14中相同地區之3小時累積雨量最佳百分等級大多在70到80之間，再對

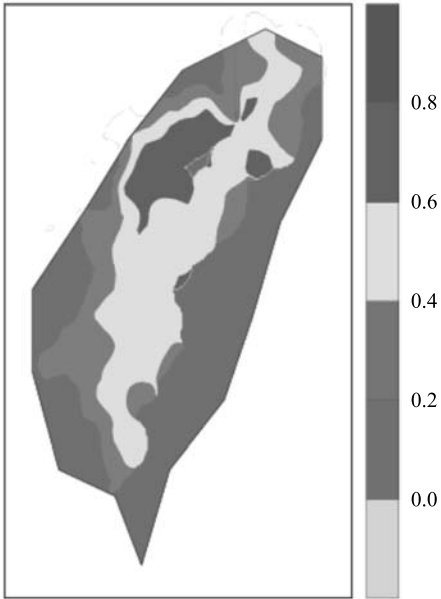


圖13. 同圖10，但為9-10月。
Fig. 13. Same as Fig. 10., except in Sep. and Oct..

應於圖15中相同地區之3小時累積雨量最佳百分等級之最小雨量值大多在12毫米以下。進一步將圖13、圖16與圖17綜合做分析發現，圖13中預測2007-2008年9-10月各測站颱風豪雨個案之技術得分在0.4至0.8的區域中，對應於圖16中相同地區之3小時累積雨量最佳百分等級大多在70到85之間，再對應於圖17中相同地區之3小時累積雨量最佳百分等級之最小雨量值大多在15毫米以下。中央氣象局對大雨定義為：連續24小時累積雨量達50毫米以上，其中至少有1小時雨量達15毫米以上。若以2007-2008年7-10月各測站颱風豪雨個案的預報測試之技術得分在0.4以上的區域，其3小時累積雨量最佳

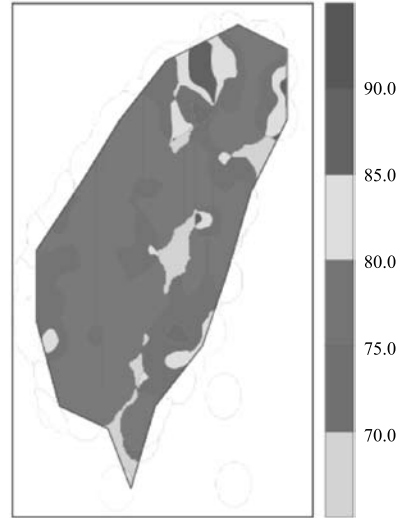


圖14. 利用1998-2006年資料選取各測站7-8月3小時累積雨量最佳百分等級。
Fig. 14. The best percentile ranks of 3-hr accumulated rainfall amount for every station in Jul. and Aug. selected from the data during the period of 1998 through 2006.

百分等級之最小雨量值與大雨定義之1小時雨量標準做比較，其最小雨量值相對低。這表示利用此方法預報各測站颱風豪雨個案技術得分較高的地區，在颱風豪雨發生前3小時累積雨量仍不高的情況下，便能對未來24小時發生豪雨的可能性有良好的預警能力。

另外，從預報技術得分的定義分析可知，其高低主要決定於預報正確個案數(表1中Nx)、未報個案數(表1中Ny)及誤報個案數(表1中Nz)的大小。表3和表4是利用1998-2006年資料選取各測站7-8月及9-10月用以預報豪雨之3小時累積雨量最佳百分等級，預測2007-2008年7-8

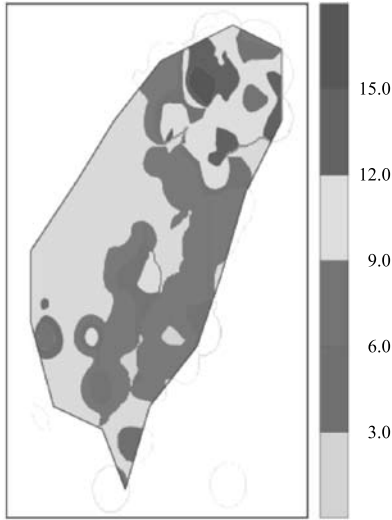


圖15. 利用1998-2006年資料選取各測站7-8月3小時累積雨量最佳百分等級之最小雨量值。

Fig. 15. The minimum values of the best percentile of 3-hr accumulated rainfall amount for every station in Jul. and Aug. selected from the data during the period of 1998 through 2006.

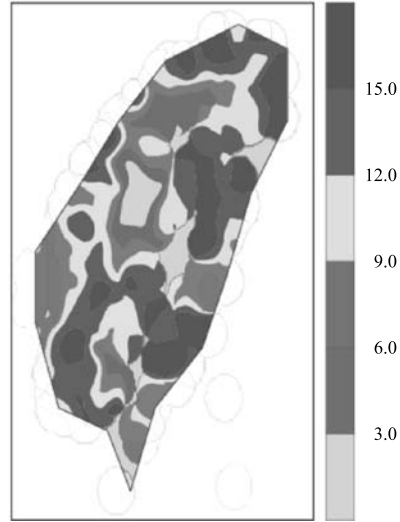


圖17. 同圖15，但為9-10月。

Fig. 17. Same as Fig. 15., except in Sep. and Oct..

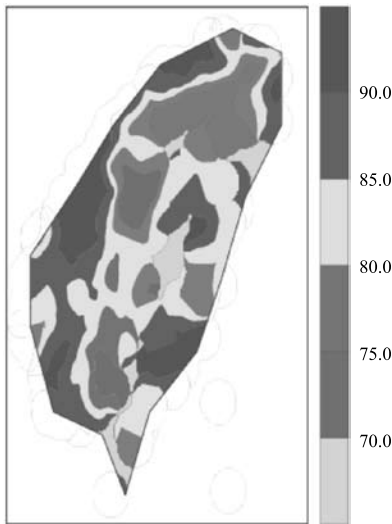


圖16. 同圖14，但為9-10月。

Fig. 16. Same as Fig. 14., except in Sep. and Oct..

月和9-10月各測站颱風豪雨個案之技術得分中，選取中央氣象局25個地面氣象站，豪雨預報技術得分較低(小於0.2)和較高(大於0.4)之統計表。從表3和表4中分析預報技術得分較低的9個測站中，除了表3的大武及表4的嘉義外，其餘7個站誤報的個案數均比未報的個案數多，其中表4中東吉島雖然颱風豪雨個案全部命中，但誤報個案數卻非常高，導致技術得分偏低。另外，分析兩表中預報技術得分較高的10個測站發現，誤報的個案數比未報個案數多的測站有4站，其餘6站誤報的個案數則比未報個案數少。由以上分析發現，在預報技術得分較低的測站，誤報的趨勢較明顯。

從發生豪雨的總個案分析發現，豪雨預報技術得分較低的9個測站，豪雨的個

表3. 1998-2008年，7-8月豪雨預報技術得分較低與較高氣象站之豪雨總個案、命中個案數、誤報個案數、未報個案數和技術得分值。

Table 3. The numbers of extremely heavy rain events, hits, false alarms, misses, and skill scores values of lower and higher skill scores of extremely heavy rain forecast at weather stations in Jul. and Aug. during the period of 1998 through 2008.

類別 站名	豪雨總個案	命中	誤報	未報	技術得分
鞍部	21	8	32	13	0.15
竹子湖	21	6	39	15	0.1
宜蘭	24	7	48	17	0.1
大武	33	7	23	26	0.13
恆春	24	6	28	18	0.12
臺中	33	23	19	10	0.44
玉山	95	39	2	56	0.4
梧棲	33	23	20	10	0.43

表4. 同表3，但為9-10月。

Table 4. Same as Table 3, except for Sep. and Oct.

類別 站名	豪雨總個案	命中	誤報	未報	技術得分
蘇澳	46	15	33	31	0.19
東吉島	17	17	198	0	0.08
嘉義	36	8	21	28	0.14
竹北	44	18	53	26	0.19
鞍部	108	75	32	33	0.54
竹子湖	105	71	27	34	0.54
彭佳嶼	89	67	43	22	0.51
臺中	71	40	20	31	0.44
阿里山	125	75	14	50	0.54
玉山	119	69	17	50	0.51
日月潭	85	70	33	15	0.59

案數均在50以下，而豪雨預報技術得分較高的10個測站中，除了表3中臺中和梧棲外，其餘測站豪雨的個案數均在70以上。顯示豪雨的個案數較多的地區，豪雨預報技術得分有較高的趨勢。

四、結論

本文使用1998-2008年，中央氣象局265個自動雨站和25個地面氣象站之時雨量資料及美軍聯合颱風警報中心6小時一次之颱風最佳路徑資料，並選取颱風地面中心在東經118-126度、北緯19-28度範圍內之颱風個案，利用統計學上百分等級，找出上述290個測站於颱風豪雨發生前3小時累積雨量之最佳百分等級，作為颱風豪雨潛勢預報之指標。經多種預報測試後所得結論如下：

1. 以4年之資料長度所選取各測站颱風豪雨發生前3小時累積雨量之最佳百分等級作為豪雨潛勢預報指標應該是較佳的選擇。
2. 利用4年相同資料長度，但是不同年份資料，所選出各測站7-10月颱風豪雨發生前3小時累積雨量之最佳百分等級，分別預測不同資料長度7-10月颱風豪雨個案，所得290個測站之平均技術得分變化不大，表示此方法對颱風豪雨個案潛勢預測的結果具穩定性。
3. 利用1998-2006年資料選取各測站7-10月颱風豪雨發生前3小時颱風累積雨量之最佳百分等級，並預測2007-2008年

7-10月各測站颱風豪雨個案之技術得分發現，在豪雨個案相對多的區域，技術得分大多在0.4以上，局部地區更在0.6以上，顯示此方法對於颱風接近臺灣地區時，發生豪雨之預報有其應用潛力。

致謝

本文是在國科會NSC 99-2625-M-052-003 資助與中央氣象局支持下完成。

參考文獻

- 王惠民、葉天降與吳石吉，2010：臺灣地區颱風降水估計校驗。*氣象學報*，48，第2期，1-12。
- 王惠民、葉天降與吳石吉，2008：颱風雨量推估法之發展與應用研究，*氣象學報*，47，第3期，1-19。
- 陳泰然，2001：防救災關鍵環節定量降水預報：新世紀最嚴峻的天氣預報挑戰，*天氣分析與預報研討會論文集編*，中央氣象局，1-6，台北。
- 簡芳菁、洪景山、張文錦、周仲島、林沛鍊、林得恩、劉素屏、繆璿如與陳致穎，2006：WRF 模式之敏感度測試第二部份：定量降水預報校驗，*大氣科學*，34，261-276。
- Ferraro, R., P. Pellegrino, M. Turk, W. Chen, S. Qiu, R. Kuligowski, S. Kusselson, A. Irving, S. Kidder and J. Knaff, 2005: The tropical rainfall potential (TRaP) technique. Part II: Validation. *Weather*

and Forecasting, 20, 465-475.

Kidder, S. Q., S. J. Kusselson, J. A. Knaff,
R. R. Ferraro, R. J. Kuligowski and M.
Turk, 2005 : The tropical rainfall potential
(TRaP) technique. Part I : Description and
examples. **Weather and Forecasting**, 20,
456-464.

Schaefer, J. T., 1990 : The critical success
index as an indicator of warning skill.
Weather and Forecasting, 5, 570-575.

A Study on Applying Rainfall Amount Percentile Rank to Typhoon-Related Extremely Heavy Rain Forecast

Huei-Min Wang and Tien-Chiang Yeh
Central Weather Bureau, Taiwan, R. O. C.

ABSTRACT

This paper analyzes hourly rainfall data of 265 automatic raingauge stations and 25 surface weather stations from the Central Weather Bureau and best track data of tropical cyclones at 6-h intervals from the Joint Typhoon Warning Center during 1998-2008 and attempts, through percentile rank statistics, to forecast the potential of extremely heavy rain in the next 24 hours over Taiwan as surface centers of tropical storms/typhoons enter the domain of 118° to 126°E and 19° to 28°N. The accumulated rainfall amount in certain period at a station will serve as the indicator of its extremely heavy rain occurrences for the next 24 hours when the figure equals or exceeds some percentile rank. In addition, the best percentile rank of accumulated rainfall amount in certain period for a station is identified as the highest equitable threat score is achieved.

The results reveal that, based on analyses of four-year data, the best percentile rank of 3-h accumulated rainfall is the optimal indicator for the potential forecast on typhoon-related extremely heavy rain. And instability tests indicate that this method performs stably. Threat scores of extremely heavy rain forecasts for all stations over the period of July through October during 2007-2008 by using the best percentile rank of 3-h accumulated rainfall amount of the same months over 1998-2006 exceed 0.4 in regions with relatively more extremely heavy rain events, and the scores are even greater than 0.6 in some of which. This approach apparently has application potential for extremely heavy rain forecasts in Taiwan during typhoon invasion.

Key words: typhoon-related extremely heavy rain, potential forecast, percentile rank

