

應用衛星資料估算侵襲台灣地區之颱風降水

潘大綱 呂貴寶
空軍氣象中心

摘要

颱風是造成台灣地區災損最嚴重的自然災害之一，根據過去二十年的氣候統計資料顯示，台灣地區每年平均至少遭受四個颱風侵襲，伴隨颱風的大風和驟雨不僅影響百姓生活，甚至直接威脅人們的生命與財產；然而，台灣島上中央山脈之中尺度地形效應一方面不僅為颱風行徑造成一定程度之影響，另外亦使颱風風力與降水預報更趨複雜。

本研究依據侵台颱風之來向（西北太平洋與南海）分別收集九個西行（westward）及七個北上（northward）颱風為研究樣本，總計共七十五筆樣本資料。在衛星資料方面，本研究反演 GMS-5 紅外線影像中以颱風眼為中心 25km、50km、100km 及 200km 範圍內的平均亮度溫度、最低亮度溫度、平均亮度溫度之標準偏差及樣本研究區域內之雲面積等參數，藉由統計回歸技術尋找不同參數或多種參數對本島颱風降雨之關聯性。本研究為應用同步衛星資料來客觀估算侵台颱風降水量之初步研究。

研究結果顯示，北上颱風之平均亮度溫度及其標準偏差與降水之相關性，隨颱風半徑減小而增大，顯見北上颱風下系統結構較小之特性；另西行颱風中各參數對降水之相關性，直至加入雲面積參數後始見明顯增加，可見西行颱風中，雲面積對降水具較大影響力。而北上颱風之半徑為 100 公里時，其中之參數對降水之相關性最佳，故北上颱風之雲系結構發展在 100 公里範圍內應較為明顯。

關鍵詞：衛星影像、颱風降水、亮度溫度

(2002 年 11 月 11 日收稿；2002 年 11 月 14 日定稿)

一、前言：

颱風是危害台灣地區最嚴重的天然災害之一，隨著台灣經濟及科技之日趨發達，天然災害帶來的災損卻愈趨嚴重 (Ma et al., 1999)。依據最近的研究結果顯示，準確的預報與適時發布警報對減輕災害造成的損失是同等重要的 (Sui et al., 2002)。

依據過去二十年氣候統計資料顯示，平均每年約有 3.7 個颱風侵襲台灣地區，不論颱風是否登陸或登陸地點為何，伴隨颱風之強風豪雨均嚴重地影響民生活動，甚至威脅生命財產安全；雖然應用衛星影像資料可以解析諸如螺旋雨帶、眼牆、颱風眼直徑及雲系之對稱性等的颱風結構特徵，但中央山脈之中尺度地形特徵卻使得颱風風力及降雨預報變得尤為複雜。

毫無疑問地，颱風強度與其對環境產生

之風力及降水間具正相關性，其對流系統除了加強二次環流外，更提供第二類條件不穩定 (CISK) 過程中之有利條件。

本研究乃應用紅外線衛星影像資料反演颱風之對流結構雲系諸參數 (Griffith et al., 1978)，透過多重線性迴歸建立颱風降水之估算模式，並逐漸修正落實於颱風降水預報作業之中。

二、資料與方法：

本研究中之衛星影像資料為日本同步衛星 GMS-05 中之紅外線第一頻道資料 (10.5~11.5 μm)；地面實測資料為颱風侵襲期間之各地平均降雨量，因衛星影像資料選取時間間隔為六小時，故地面實測降雨資料亦為六小時平均值，而降雨區域則區分為北、中、南及東部四區，由於中央山脈之地形影響，各地之颱風降雨差異頗大，其間之差異性本

文暫不討論，因此對應於衛星影像資料之地面實測降雨量，以取各區域中平均降雨值最大者為樣本值。侵襲台灣地區之颱風隨其行經海域之不同而有不同，這現象通常表現於颱風雲系結構上。本研究將颱風樣本區分為兩類，即西行及北上兩類，西行颱風為行經西北太平洋向西移動進而侵襲台灣地區，北上颱風為行經南海向北方移動進而侵襲台灣地區；若以地理來規範，凡行經北緯 20 度以南、東經 122 度以西之颱風則定義為北上颱風，此外則為西行颱風；本研究共選取九個西行颱風及七個北上颱風為樣本，圖 1 為所有颱風樣本路徑圖，由圖中顯示本研究中所有颱風個案，其暴風半徑均直接影響本省陸地部分區域，故地面實測降雨量應為颱風雲系直接造成。表 1 為本研究中所有颱風個案及其樣本數，由表中顯示所有西行颱風各案共有 46 個樣本，而所有北上颱風中共有 29 個樣本。

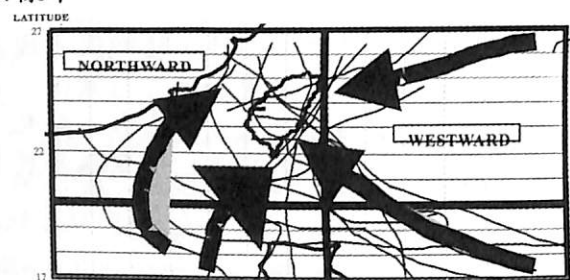


圖 1：所有颱風樣本行進路徑分布圖。

在衛星參數方面，本研究共討論平均亮度溫度 (mean)、亮度溫度之標準偏差 (std)、最低亮度溫度 (mint)、小於 235k 之雲面積 (A235) 及小於 210k 之雲面積 (A210) 等五項參數。同時，本研究更分別以颱風中心向外 25 公里、50 公里、100 公里及 200 公里等範圍為衛星樣本研究區，並在四個區域內分別計算上述五個衛星參數；上述參數中，平均亮度溫度及其標準偏差可以解析颱風雲系結構之分布狀況，最低亮度溫度是對流系統發展強度之展現，而 235K 為產生對流降水之平均溫度，而 210K 則約為台灣地區之對流層頂平均高度，亦即應為對流雲系統開始發展初砧狀雲之高度 (Barrett et al., 1981; Liu et al., 1992)；故上述各範圍五種參數之計算應能表現出颱風雲系結構之分布狀況，其與颱風降水間應具有相當的相關性。

本研究透過多重迴歸方程 (Multivariate regression equation) 計算各參數與地面實測

降水間之相關性，以求取其間最佳相關之組合，並建立最佳之颱風降水估算模式，最後並以西行颱風安珀 (AMBER, 1997) 及北上颱風娜克莉 (NAKRI, 2002) 為驗證颱風樣本，其中各颱風均包括六組樣本參數。

表 1：本研究中之颱風個案及樣本數 (A：西行；B：北上)。

颱風名稱	個案	時間	樣本數
A	OTTO	1998.8.4.06Z~4.12Z	2
	MAGGIE	1999.6.5.18Z~6.00Z	2
	BILIS	2000.8.22.12Z~23.00Z	3
	CHEBI	2001.6.23.00Z~23.12Z	3
	UTOR	2001.7.4.12Z~5.00Z	3
	TRAMI	2001.7.11.18Z~12.00Z	2
	TORAJI	2001.7.29.12Z~30.12Z	5
	NARI	2001.9.16.06Z~19.00Z	12
	LEKIMA	2001.9.25.18Z~29.00Z	14
B	YANNI	1998.9.27.18Z~28.12Z	5
	ZEB	1998.10.15.12Z~16.12Z	4
	BABS	1998.10.27.00Z~27.12Z	3
	DAN	1999.10.8.06Z~9.00Z	4
	KAI-TAK	2000.7.8.12Z~9.12Z	5
	XANGSANG	2000.10.31.12Z~11.1.00Z	4
	CIMARON	2001.5.12.12Z~13.14Z	4

三、結果：

表 2 及表 3 分別為西行及北上颱風中各衛星參數與降水間之相關係數對照表

由表中可見雲面積與降水間之相關係數僅 0.05，此應為高層卷雲污染所致；北上颱風各相關參數與降水間之相關係數均甚低，但約略可以分析出其相關係數隨樣本半徑增大而減小，此大致說明北上颱風之雲系結構明顯較西行颱風小，而北上颱風中小於 210K 之雲面積與降水間之相關係數亦甚低，推估此亦應為高層卷雲污染所致。

西行颱風中平均亮度溫度及其標準偏差兩項衛星參數與降水間之相關係數仍低，但在北上颱風中此相關係數確有顯著增加，尤其加入最低亮度溫度參數時，其相關係數即

有明顯改善，且其相關性隨樣本之半徑範圍減小而增大，此特性說明北上颱風雲系結構較小之特性。

西行颱風中各參數對降水之相關性直至加入雲面積項後始見明顯增加，由此顯見西行颱風中雲面積項對降水具有較大影響力。

北上颱風各樣本半徑中之諸參數與降水間之相關係數顯示，樣本半徑為 100 公里之颱風與降水間之相關性最密切，這可約略說明北上颱風之雲系結構發展在 100 公里範圍內應較為明顯。

全部十四項衛星參數與降水間之相關係數，西行颱風為 0.71，均方根誤差 (RMSE) 為 4.71，北上颱風之相關係數為 0.73，均方根誤差為 4.70；若分別以北上颱風娜克莉 (NAKRI) 及西行颱風安珀 (AMBER) 驗證此颱風降水估算模式，則可分別得到娜克莉颱風之相關係數為 0.91，RMSE 為 3.1 (如圖 2)；安珀颱風之相關係數為 0.57，RMSE 為 7.4 (如圖 3)；圖 3 中西行颱風安珀於 1997 年 9 月 29 日侵台時，於台灣東北部地區持續因中央山脈地形抬升作用而造成大量降水，此地域性之降雨極端值特性將因本颱風降水估算模式之空間及時間平均而被加強。

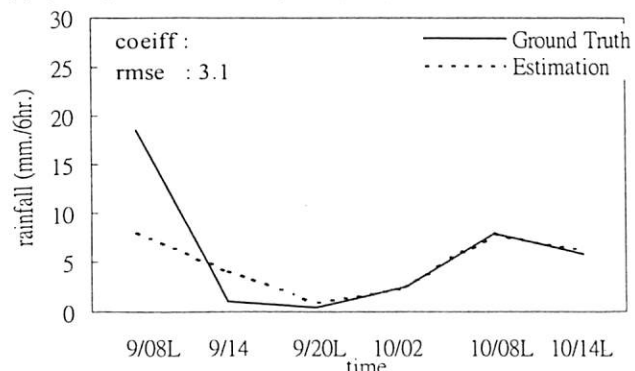


圖 2：納克莉颱風之降水估算。

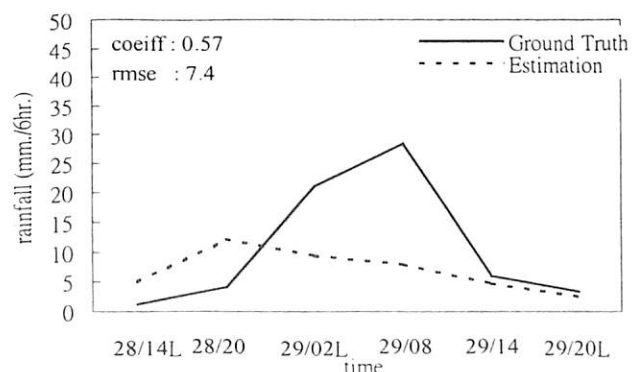


圖 3：安珀颱風之降水估算。

由於中央山脈在加強或阻擋區域性颱風降水中扮演非常重要的角色，颱風侵襲台灣期間，各地風力及降水常因中央山脈之地形影響而有明顯的地區特徵，因此本研究未來將致力於藉地區的分類而分別建立台灣各地區之颱風降水估算模式；另因颱風降水將因其強度及大小不同而有所差異，故將颱風依其強度及大小分類，再分別建立各類別之颱風降水估算模式亦為本研究將努力之方向。

四、致謝：

本研究部分為國科會 NSC90-2625-Z-072-001-AP1 所補助，颱風降水估算則在 NSC91-2625-Z-072-001-AP1 支持下完成。

五、參考文獻：

劉振榮、呂貴寶、徐天佑，1992：應用同步衛星資料估算台灣地區對流降雨。大氣科學，第二十期，第三號，233-265。

Barrett, E.C., and D.W.Martin, 1981：The use of satellite data in rainfall monitoring. Academic Press, 340pp.

Griffith, C.G., W.L. Woodly, P.G. Grube, D.W. Martin, J. Stout, and D.N. Sikdar, 1978：Rain estimation from geosynchronous satellite imagery-visible and infrared studies. Mon. Wea. Rev., 106, 1153-1171.

Ma, K.F., C.T. Lee, Y.B. Tsai, T.C. Shin, and J. Mori, 1999：The Chi Chi Taiwan earthquake: large surface displacement on an inland thrust fault, Eos, Trans. AGU, 80, 605-611.

Sui, C.H., C.Y. Huang, Y.B. Tasi, C.S. Chen, P.L. Lin, S.L. Shieh, M.H. Li, Y.A. Liou, T.C. Wang, R.S. Wu, G.R. Liou, and Y.H. Chu., 2002：Meteorology-hydrology study target typhoon NARI and Taipei flood. Eos, Trans. AGU, 83, 265-270.

Wilk, D.S., 1995：Statistical methods in the atmospheric science. Academic Press, 467 pp.

表 2：西行颱風中各衛星參數與降水間之相關係數對照表。

特徵參數	相關係數	特徵參數	相關係數
A(25)	0.28	B(100)	0.30
B(25)	0.28	A(200)	0.23
A(50)	0.31	B(200)	0.33
B(50)	0.27	D(235)	0.27
A(100)	0.28	D(210)	0.05
A(25)+C(25)	0.28	A(200)+C(200)	0.26
A(50)+C(50)	0.32	D(235)+D(210)	0.34
A(100)+C(100)	0.29	A(25)+B(25)+C(25)	0.29
A(50)+B(50)+C(50)	0.34	A(100)+B(100)+C(100)	0.33
A(200)+B(200)+C(200)	0.38		
A(25)+B(25)+C(25)+ D(235)+D(210)			0.40
A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.45
A(100)+B(100)+C(100)+ D(235)+D(210)			0.47
A(200)+B(200)+C(200)+ D(235)+D(210)			0.46
A(200)+B(200)+C(200)+ A(100)+B(100)+C(100)+ D(235)+D(210)			0.53
A(200)+B(200)+C(200)+ A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.50
A(100)+B(100)+C(100)+ A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.50
A(200)+B(200)+C(200)+ A(100)+B(100)+C(100) + A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.53
A(200)+B(200)+C(200)+ A(100)+B(100)+C(100) + A(50)+B(50)+C(50)+ A(25)+B(25)+C(25)+D(235)+D(210)			0.71
A(25)：半徑 25KM 內之平均亮度溫度 B(25)：半徑 25KM 內之最低亮度溫度 C(25)：半徑 25KM 內溫度之標準偏差 A(50)：半徑 50KM 內之平均亮度溫度 B(50)：半徑 50KM 內之最低亮度溫度 C(50)：半徑 50KM 內溫度之標準偏差 A(100)：半徑 50KM 內之平均亮度溫度 B(100)：半徑 50KM 內之最低亮度溫度 C(100)：半徑 50KM 內溫度之標準偏差 A(200)：半徑 200KM 內之平均亮度溫度 B(200)：半徑 200KM 內之最低亮度溫度 C(200)：半徑 200KM 內溫度之標準偏差 D(235)：半徑 200KM 內小於 235K 之雲面積(PIXEL) D(210)：半徑 200KM 內小於 210K 之雲面積(PIXEL)			

表 3：北上颱風中各衛星參數與降水間之相關係數對照表。

特徵參數	相關係數	特徵參數	相關係數
A(25)	0.13	B(100)	0.03
B(25)	0.16	A(200)	0.10
A(50)	0.15	B(200)	0.11
B(50)	0.10	D(235)	0.13
A(100)	0.12	D(210)	0.07
A(25)+C(25)	0.33	A(200)+C(200)	0.11
A(50)+C(50)	0.26	D(235)+D(210)	0.14
A(100)+C(100)	0.20	A(25)+B(25)+C(25)	0.49
A(50)+B(50)+C(50)	0.44	A(100)+B(100)+C(100)	0.45
A(200)+B(200)+C(200)	0.30		
A(25)+B(25)+C(25)+ D(235)+D(210)			0.51
A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.48
A(100)+B(100)+C(100)+ D(235)+D(210)			0.62
A(200)+B(200)+C(200)+ D(235)+D(210)			0.42
A(200)+B(200)+C(200)+ A(100)+B(100)+C(100)+ D(235)+D(210)			0.64
A(200)+B(200)+C(200)+ A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.57
A(100)+B(100)+C(100)+ A(25)+B(25)+C(25)+ D(235)+D(210)			0.68
A(100)+B(100)+C(100)+ A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.66
A(200)+B(200)+C(200)+ A(100)+B(100)+C(100) + A(50)+B(50)+C(50)+ D(235)+D(210)			0.68
A(200)+B(200)+C(200)+ A(100)+B(100)+C(100) + A(50)+B(50)+C(50)+ A(25)+B(25)+C(25)+D(235)+D(210)			0.73
A(25)：半徑 25KM 內之平均亮度溫度 B(25)：半徑 25KM 內之最低亮度溫度 C(25)：半徑 25KM 內溫度之標準偏差 A(50)：半徑 50KM 內之平均亮度溫度 B(50)：半徑 50KM 內之最低亮度溫度 C(50)：半徑 50KM 內溫度之標準偏差 A(100)：半徑 50KM 內之平均亮度溫度 B(100)：半徑 50KM 內之最低亮度溫度 C(100)：半徑 50KM 內溫度之標準偏差 A(200)：半徑 200KM 內之平均亮度溫度 B(200)：半徑 200KM 內之最低亮度溫度 C(200)：半徑 200KM 內溫度之標準偏差 D(235)：半徑 200KM 內小於 235K 之雲面積(PIXEL) D(210)：半徑 200KM 內小於 210K 之雲面積(PIXEL)			

Statistical forecast on precipitation over Taiwan area during typhoon invasion using GMS-5 data

Peter Da-Gang Pan Kuei-Pao Lu.

Weather Center Weather Wing , CAF ROC

ABSTRACT

Of all natural disasters occurring in Taiwan, typhoons are the most serious. Statistics over the past years has indicated that Taiwan was hit by an average of less than four typhoons annually. The strong wind and heavy precipitation associated with typhoons significantly affect the living and sometimes threaten human lives. The mesoscale topography associated with Central Mountain Range (CMR) complicates the wind and precipitation forecast issues.

In this study we collected typhoon data that attacked Taiwan since 1990. By classifying the invasion direction from Northwestern Pacific and South China Sea, we obtained 9 and 7 typhoons from two groups respectively. Total samples amount to 75 were used in the study. Using GMS 5 data, we first derived parameters such as minimum brightness temperature, mean brightness temperature, standard deviation of brightness temperature and cloud area and cloud cover from satellite data covering the typhoon circulation. Along the distance of 25 km, 50 km, 100 km and 200 km between typhoon and Taiwan land area, observation data were used to test the correlation between satellite parameters and precipitation obtained from statistical results. This study and its on-going research are aimed to provide an objective method using geostationary satellite parameters to forecast the wind strength and precipitation as typhoon invades Taiwan.

Keyword : Satellite imagery, Typhoon Rainfall, Brightness Temperature