

台灣地區颱風路徑預報誤差之校驗 與客觀預報方法之評估

李清勝

謝信良 林民生

台灣大學大氣科學系

中央氣象局

摘要

本研究收集了1962至1987年間，中央氣象局所發佈的海上陸上颱風警報單，將實際作業時之颱風定位，颱風移動方向和速度，以及24（或12小時）預測之颱風位置，做綜合整理與歸納，利用此份資料校驗分析中央氣象局的颱風預報誤差，以及評估HURRAN法，CLIPER法，ANALOG法及PC法等颱風路徑客觀預報方法在台灣地區的可適用性。結果顯示HURRAN法的24小時平均預報誤差最小（170公里），各月的預報誤差亦最平穩，在預報作業上最有參考價值。中央氣象局的24小時平均預報誤差為（177公里）較HURRAN法和CLIPER法（173公里）為大，但較關島美軍聯合颱風警告中心，JTWC，者（221公里）為小。然而中央氣象局的颱風預報誤差並沒有逐年減小之趨勢，顯示中央氣象局之颱風預報雖已達國際水準，但是預報方法仍有待研究改進。

一、前言

台灣位於西北太平洋颱風路徑的要衝，平均每年有3~4個颱風直接影響本島，至於可能構成威脅且影響鄰近海域漁船作業與航運安全者則更多。根據謝和陳（1986）的統計，在1961~1985年間，台灣地區平均每年因颱風所造成的損失約17.8億元，為各類自然災害之首。近年來，台灣的經濟高度繁榮發展，各種建設突飛猛進，因此遭受颱風等氣象災害的威脅，有日益昇高的趨勢。單一颱風侵襲事件往往可造成鉅大的損失，例如1986年侵襲中部地區的韋恩颱風所造成的損失高達126億元。

颱風所造成的損失，雖然不是人力所能抗拒，但如能事先準確預測颱風未來動向，及早採取各項

因應措施，當可使災害減至最低。即以韋恩颱風為例，如能減少15%的損失，即相當於節省了大約20億元的損失，經濟效益相當高。欲有效的減少颱風所造成的損失，最重要的莫過於提高颱風路徑預報的準確度，不然其他因應的防患措施將只是徒勞傷財而已。

颱風路徑的預報方法，大抵可分成兩大類，即數值預報模式和氣候統計法兩大類。對於較長時間的預報（例如：72小時）數值模式所預測的路徑大抵比氣候統計法好，但對於24~36小時的預報則氣候統計法有其實用上的價值。最近Matsumoto（1985）在發展西北太平洋颱風路徑預測方法的複迴歸分析時，考慮了綜觀天氣條件和數值預報結果（稱為perfect prog）。其所得到的颱風路徑統計預報模式，目前正由美國海軍NEPRF測試中。依

據 Ted Tsui 所提供的資料顯示，Matsumoto 的模式比其他所有方法準確度為高。此點再度證明了氣候統計方法在實際預報作業上的價值。由於此方法採用了綜觀天氣條件和數值模式預報結果，可稱之為天氣、動力統計法。Matsumoto 的模式採用了美國 NMC 的分析和預報的網格點資料，此模式目前並不適合國內採用。隨著氣象局數值預報計劃的推展，在未來的數年中，當有可能逐步研究採行類似技巧，發展適合台灣地區的颱風路徑預報模式。然而在目前則必需就現有的氣候統計模式尋求最適合台灣地區使用者，甚至改進現有的颱風路徑客觀預報方法，以改進颱風路徑預報之誤差。

目前中央氣象局颱風路徑預報作業時，所參考的颱風路徑客觀預報方法，包括 HURRAN 法，CLIPER 法，PC 法，ANALOG 法（或稱 CWB-81）和 ARAKAWA 法。謝等（1986）曾經採用 1957 ~ 1977 年西北太平洋地區颱風最佳路徑資料（Best Track, Annual Typhoon Report, Joint Typhoon Warning Center, JTWC, GUAM）對前面四種方法作有系統的校驗，（ARAKAWA 法因需使用綜觀天氣分析資料，因此不列入校驗。）結果顯示在此四種方法中，HURRAN 法之平均誤差最小，PC 法之平均誤差最大。謝等的結果，當可作為預報作業上之參考，然而此分析採用了關島 JTWC 之最佳路徑資料，此資料乃是事後分析所得，並非實際預報作業時可獲得之資料，因此與實際作業應用上當有出入。再者，校驗的地區包含西北太平洋大部份地區（ $10^{\circ}\text{~}40^{\circ}\text{N}$ 及 $110^{\circ}\text{~}150^{\circ}\text{E}$ 之間），並未強調那些直接對台灣構成威脅的颱風。

本研究將採用相同的分析方法，針對直接或可能對台灣構成威脅的颱風作有系統的校驗，而且採取的資料將以實際預報作業中可獲得的資料為限。在校驗分析中將考慮各種客觀預報方法逐年和各季的預報誤差。此外，我們也將校驗在過去二、三十年中央氣象局颱風路徑預報誤差之改進情形。

二、資料搜集與整理

本研究計劃採用中央氣象局 1962 至 1987 年 9 月，共 26 年，所發佈之海上、陸上颱風警報單上之颱風實際定位和預報位置，總計 173 個颱風。由於氣象局早期所發佈之颱風警報單並未保存完整，早期颱風資料多所流軼，很多的颱風生命史其時間不連續，或某部分資料缺乏（如移動方向缺，或移動速度缺），也有的颱風警報單之時間間隔為 3 小時或 5 小時…（正常乃 6 小時）不等，而警報單上所預報之颱風，有 24 小時後的，也有 12 小時後的，甚或有 6 小時或 18 小時…不等。因為中央氣象局之颱風資料尚未經過整理，亦未錄成磁帶，乃以人力逐一自一疊疊、一本本之颱風警報單上抄下颱風資料（包括定位、預報位置、最大強度、移動方向與移動速度），再逐一鍵入電腦中，然後一一核對，其中所耗之精力及時間蓋不可謂不巨。

為了解決每一個颱風資料之時間間隔不同所帶來之困擾，故將其時間間隔一致化，全部定為 6 小時，超過 6 小時者以內插求得，不足 6 小時者則捨棄不用。經過整理後共得 1807 筆資料（單獨時刻），每筆資料包括時間、颱風名稱、中心位置、最大風速、移動方向與速度以及預測之未來位置（預測時間又分 12 小時和 24 小時兩種）。其中有 202 筆資料的颱風位置由內插得到。如此將可保持資料時間連續性的完整。

在此 1807 筆資料中，有 294 筆資料沒有預報之位置（包括前述之 202 筆內插所得資料）或者預報的時間非 12 或 24 小時以後。剩下的 1513 筆資料中，預報之颱風為 24 小時後的有 1165 筆，為 12 小時後的有 348 筆。

在以下的分析中，將以此份資料為準。首先將校驗中央氣象局颱風路徑預報之誤差。其次將校驗 HURRAN 法，ANALOG 法和 CLIPER 法等三種方法在這些個案中的 24 小時預報誤差。由於 PC 法中 7 ~ 12 月份的預報公式需使用颱風中心地面最低氣壓，而本份資料中並無最低氣壓資料（由風速轉換成最低氣壓時，將產生誤差，目前暫不考慮採用），因此目前無法校驗 PC 法在 7 ~ 12 月份之誤差，但 4 ~ 6 月份的 PC 法預報誤差，則將予計算。

三、中央氣象局颱風路徑預報誤差之校驗

在校驗預報誤差時，將以實際預報作業時所決定之颱風中心位置為標準，計算預報位置的向量誤差。謝等（1986）所採用的資料全部皆為關島

JTWC 之最佳路徑資料，然而此份資料已經人為修勻，與實際作業時所決定之位置可能有些小出入，為了避免人為過程可能造成的不一致，在目前的校驗中將僅採用中央氣象局實際作業時所決定之位置。（而在第五節討論中將以最佳路徑資料為校驗標準再重覆校驗一次。）此外，在計算誤差時目前僅計算向量誤差，以後如作更進一步分析時則可考慮直角誤差。在計算誤差平均值時皆同時計算標準偏差。

如前所述，所有中央氣象局原始颱風警告單上的資料已整理成每六小時一筆，然而部份颱風位置乃是經內插求得，因此在校驗過程中內插所得之颱風位置並未被當作標準來計算預報誤差。此外預報時間非12或24小時之預報亦皆捨去不用。由於預報誤差與預報時間並非成單純的線性關係，12和24小時的預報誤差，將分別計算。

表一和表二中列出了中央氣象局（CWB）24和12小時逐年平均預報誤差和標準偏差（S.D.）。右邊兩行分別是每年預報資料總數和颱風個數。由表中可看出近年來中央氣象局的颱風預報作業之預報時間已較一致，從1985年起所有的預報位置皆為24小時後之位置，即使在1982～1984年中預報時間為12小時之次數也明顯比早期少很多，此種趨勢將使往後的校驗工作較易進行，容易與其他颱風預報作業單位（如JTWC）比較預報誤差，為方便比較，JTWC 的年平均誤差亦列在表一中之括弧內。（資料取自 JTWC, Annual Tropical Cyclone Report, 1986）最下面一列則為全部26年（或25年）的平均誤差和標準偏差，所採用的資料總數與颱風總數。

此份結果顯示中央氣象局的24小時颱風預報誤差（177公里）較之關島 JTWC 之預報誤差（

表一：中央氣象局24小時颱風預報誤差（單位：公里）

年份	年平均	JTWC 預報誤差	標準偏差	資料 個數	颱風 個數
1962	271	(267)	156	20	6
1963	169	(235)	69	42	7
1964	195	(246)	113	32	10
1965	221	(280)	135	23	9
1966	131	(252)	121	26	7
1967	195	(232)	136	25	8
1968	170	(195)	106	27	6
1969	166	(266)	74	16	5
1970	219	(182)	108	9	3
1971	143	(183)	82	19	4
1972	134	(215)	68	16	3
1973	182	(189)	64	22	5
1974	184	(211)	70	25	8
1975	170	(239)	87	21	4
1976	162	(217)	80	31	7
1977	177	(259)	97	31	5
1978	248	(222)	113	18	4
1979	199	(289)	144	40	7
1980	148	(215)	96	31	5
1981	158	(217)	78	26	6
1982	150	(211)	63	54	6
1983	127	(284)	56	39	4
1984	203	(284)	104	42	7
1985	191	(208)	109	48	7
1986	189	(217)	119	81	7
1987	172	—	98	49	6
總 結		177	(221)	105	756
					150

表二：中央氣象局12小時颱風預報誤差（單位：公里）

年份	年平均	標準偏差	資料個數	颱風數
1962	132	98	25	5
1963	82	41	14	2
1964	95	58	22	5
1965	115	71	16	3
1966	63	32	22	4
1967	83	46	37	8
1968	85	56	27	5
1969	129	72	15	2
1970	127	14	3	1
1971	71	42	16	3
1974	75	4	3	2
1977	120	49	12	3
1978	182	73	13	3
1979	94	48	9	3
1980	71	33	7	2
1981	113	72	13	4
1982	101	9	2	2
1983	86	0	1	1
1984	93	54	3	2
總 結		96	63	254
				60

221公里）小了44公里。標準偏差亦較小。在1962～1986年中只有1962，1970，1978和1979四年，中央氣象局的預報誤差較JTWC為高，尤其是1970和1978兩年。至於中央氣象局預報最好的是1983年，年平均誤差僅127公里。由於資料取樣之不同，中央氣象局之預報誤差大小和JTWC 並無一定之關係，例如，在JTWC 年平均預報誤差大於平均值（221公里）之九年中，只有五年（1962，1964，1965，1967和1978）中央氣象局之年平均預報誤差亦大於平均值（

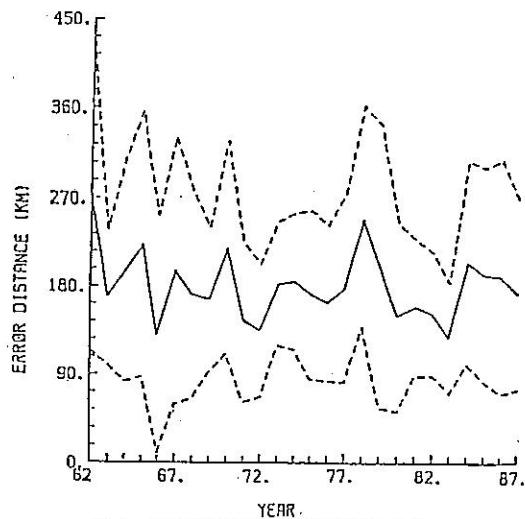


圖 1. 中央氣象局 24 小時颱風路徑預報之年平均誤差（實線）。虛線為平均值加上和減去標準偏差之值。

179 公里）。一般說來，JTWC 年平均預報誤差之逐年變化較中央氣象局者小，此乃因中央氣象局預報責任區較小，颱風數亦少，預報誤差之大小和這些颱風的可預報度有很大的關係，如果侵襲台灣附近地區颱風之路徑變化較小，誤差會較小，反之則較大。

令人意外的，從 1962 年至 1987 年，中央氣象局的颱風預報誤差並沒有明顯的下降趨勢，而是作近乎周期性的循環，圖一顯示了 1962 年至 1987 年之年平均誤差之變化（實線），上下的虛線分別為平均值加上或減去標準偏差之值。幾個誤差較大的年是 1965, 1970, 1978 和 1984 年。

中央氣象局颱風預報時間為 12 小時 19 年（1962 ~ 1984，缺 1972, 1973, 1975, 1976）之平均預報誤差為 96 公里，較 24 小時預報誤差之半數 89 公里稍高。平均標準偏差 63 公里。中央氣象局一般只有在颱風即將侵襲或已登陸台灣時才會做 12 小時預報，因此 12 小時預報年平均誤差之大小與 24 小時者並無直接相關。如同 24 小時預報誤差，12 小時年平均預報誤差並沒有明顯逐年降低的趨勢（圖二）。

表三中列出了中央氣象局 24 和 12 小時預報之月平均誤差，標準偏差和預報個數。由資料顯示七、

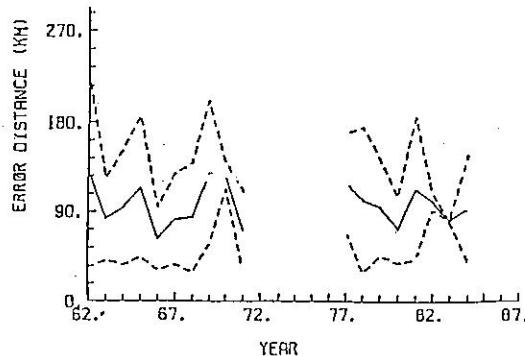


圖 2. 中央氣象局 12 小時颱風路徑預報之年平均誤差（實線）。虛線為平均值加上和減去標準偏差之值。

表三. 中央氣象局 24 小時和 12 小時颱風預報之月平均誤差（單位：公里）

月份	24 小時 颱風預報			12 小時 颱風預報		
	平均	標準偏差	資料個數	平均	標準偏差	資料個數
4	223	115	10	75	24	2
5	226	138	9	103	56	13
6	180	99	65	108	75	28
7	177	101	196	93	56	56
8	189	123	216	104	77	54
9	159	90	211	78	42	64
10	166	79	71	124	73	27
11	216	113	27	83	46	10

八、九等三個月的颱風最有可能影響台灣，六月和十月颱風侵襲的機會減小很多。至於四、五、十一等三個月侵襲之機率非常少。由此份結果顯示，24 小時誤差以九月份最小，只有 159 公里，比平均之 177 公里小了 18 公里，其次是 10 月份之 166 公里。這兩個月的標準偏差也都較小。八月份之平均誤差則較九月份大 31 公里，標準偏差也偏大。七月份之誤差和平均值差不多。12 小時之預報誤差仍然是九月較小，八月較大，標準偏差亦雷同。但是十月份之誤差則跳升為最大。一般說來，誤差平均值大者，其標準偏差亦較大，反之亦然，然而，八月份之標準偏差顯有偏大之情形，顯示八月份颱風之行徑最為善變，不易掌握，平均誤差值因此也較七、九兩月為大。圖三顯示了 24 小時和 12 小時（虛線）預報誤差之逐月變化情形，此圖同時顯示了 24 和 12 小時誤差值變化之不相關性。

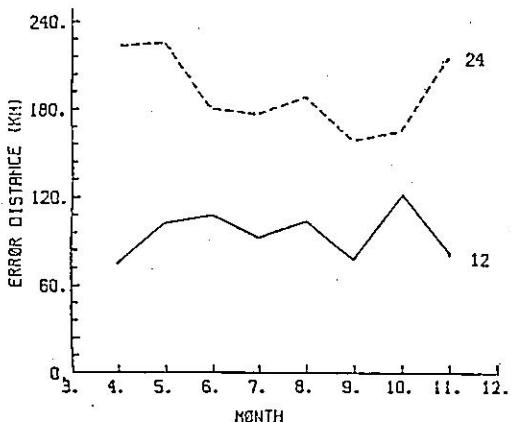


圖 3. 中央氣象局24(實線)和12(虛線)小時颱風路徑預報之月平均預報誤差。

四、颱風路徑客觀預報法之校驗

有關中央氣象局目前採用之四種客觀預報方法中PC法(Aoki and Nomoto, 1977)和CLIPER法(見Neumann, 1972; 徐, 1977)著重在颱風的持續性和氣候統計上之特性。HURRAN法(胡和陳, 1976)和ANALOG法(或CWB-81; 陳, 1980)則著重於選取特徵相似之歷史颱風做或然率統計分析之類比法的應用。在未來18小時內之預報, HURRAN法同時強調了持續性的重要性。有關這四種方法之詳細內容, 謝等(1986)和上述各文中已有詳細之陳述, 本文不再贅述, 惟謝等中所述有關PC法之預報因子及相關係數(其表3a)為Aoki and Nomoto(1977)所發展之原始預報模式, 目前中央氣象局所採用之模式, 已做了相當的改進, 然而基本的模式仍然相同。

本文在作此四種方法之預報校驗時, 皆採用中央氣象局實際預報作業時(REAL TIME)之資料, 亦即颱風警報單之資料。個案數目比謝等(1986)所用者少很多。另外客觀預報方法之預報因子包括了過去24小時乃至48小時之資料。校驗則需24小時後之實際定位, 校驗之資料個數因此亦比中央氣象局預報校驗中之資料個數為少, 而且選取之颱風偏向於對臺灣構成威脅且時間較長之個案。統計結果當然會稍受影響, 但是由結果顯示, 個案

表四. HURRAN法 24小時颱風預報誤差(單位:公里)

年份	年平均	標準偏差	資料個數	颱風數
1962	211	148	21	6
1963	156	84	35	7
1964	166	116	15	5
1965	167	123	16	6
1966	185	126	21	6
1967	125	73	25	7
1968	184	132	38	4
1969	122	67	13	3
1970	189	49	4	2
1971	115	80	12	4
1972	141	79	5	2
1973	127	85	12	2
1974	282	100	10	2
1975	155	171	7	3
1976	191	155	4	2
1977	244	120	20	4
1978	276	164	3	1
1979	169	87	15	5
1980	142	63	14	4
1981	155	76	13	3
1982	131	55	32	4
1983	102	61	28	4
1984	147	120	16	4
1985	238	185	23	6
1986	199	132	67	7
1987	167	98	25	6
總計	170	119	494	109

月份	月平均	標準偏差	資料個數
4	75	10	5
5	170	47	5
6	171	115	49
7	162	108	128
8	173	140	117
9	173	114	155
10	175	111	43
11	229	112	9

數仍非常多, 結果之可信度應不至受到嚴重影響。

表四列出了HURRAN法逐年和逐月之24小時預報誤差平均值, 由於颱風個數和資料個數都比中央氣象局24小時預報之資料個數少, 逐年變化較大, 26年的平均預報誤差是170公里, 比中央氣象局之誤差177公里稍好, 但標準偏差則較大。各月平均預報誤差則顯得較一致, 除了4月和11月(資料個數較少)外, 5至10月之平均預報誤差變化很小, 除了七月份平均誤差值較小外, 其他各月之值幾乎一樣。比較起來, 中央氣象局預報誤差之逐月變化則要大得多。

表五列出了ANALOG法逐年和逐月之24小時預報誤差平均值, 由於資料個數比HURRAN法者大幅減少, 結果顯示標準偏差增大(131公里), 逐年、逐月之變化亦都很大, 但26年之平均預報誤差(187公里)則僅較中央氣象局者稍大, 有趣的是, 中央氣象局和其他各種客觀預報方法之八月份平均誤差, 均較七、九兩月為大, 唯獨ANALOG

表五. ANALOG 法 24小時颱風預報誤差 (單位: 公里)

年份	年平均	標準偏差	資料個數	颱風數
1962	266	150	8	3
1963	204	77	13	4
1964	392	137	3	1
1965	263	134	2	2
1966	114	36	4	2
1967	160	80	9	4
1968	247	187	18	3
1969	93	32	4	2
1970	56	29	4	1
1971	286	59	5	2
1972	95	87	4	2
1973	161	40	4	2
1974	110	13	2	1
1975	133	46	21	4
1976	101	51	13	3
1977	231	50	6	1
1978	134	62	3	1
1979	200	152	57	3
1980	146	57	7	2
總計	184	131	187	43

月份	月平均	標準偏差	資料個數
4	170	71	6
5	74	0	1
6	248	70	9
7	204	164	41
8	168	107	38
9	178	130	88
10	135	79	3
11	272	0	1

法之八月份誤差較七、九兩月為小，顯示 ANALOG 法應較易掌握八月份之颱風，此點當可作為以後應用或研究發展之參考。

表六列出了 CLIPER 法逐年和逐月之 24 小時預報誤差平均值，26 年之平均誤差為 173 公里，比中央氣象局之預報誤差稍小，但較 HURRAN 法稍大，標準偏差 110 公里，為三種方法中最小者，此點顯示在實際應用時，CLIPER 法具有一定的參考價值，尤其是對於行徑怪異之颱風，CLIPER 法之預報誤差增大之幅度較小。在各月平均誤差方面，除了四、五兩月誤差較大外，其他均在平均值左右，而且以九月份之值為最小，僅有 166 公里。

PC 法的逐年結果，暫無統計，但 4、5、6 三個月的月平均誤差分別為 231、268 和 268 公里，標準偏差分別為 106、52 和 94 公里，資料個數則分別為 10、5 和 41。雖然資料個數不多，但很明顯的是 PC 法之預報誤差偏大。謝等 (1986) 的結果顯示 PC 法之預報誤差亦遠較其他方法為大。

五、討論

目前結果顯示 HURRAN 法之長期平均預報誤差最小，其次是 CLIPER 法，再來是 ANALOG 法，PC 法最差，中央氣象局的平均預報誤差，介於 CLIPER 法以及 ANALOG 法之間，然而 HURRAN 法，CLIPER 法，中央氣象局和 ANALOG 法四者之預報誤差，差別並不大，平均誤差依次是 170、173、177 和 184 公里，這些誤差也都比關島 JTWC 之平均預報誤差 (221 公里) 為小，因此中央氣象局之預報誤差，實質上並不一定比關島 JTWC 者好，但是如果說中央氣象局颱風路徑預報之準確度已達國際水準則不為過。然而，在作業時如果僅僅採用 HURRAN 法或 CLIPER 法來作預報，長期平均誤差則較中央氣象局過去之平均預報誤差為小，此結果頗出乎預料之外，可能的原因是中央氣象局於實際預報作業時考慮了安全因素，以至於使預報誤差加大。而且，事實上，這些客觀方法均是七〇年代以後才發展出來之技術。

表六. CLIPER 法 24 小時颱風預報誤差 (單位: 公里)

年份	年平均	標準偏差	資料個數	颱風數
1962	216	106	35	6
1963	166	79	49	7
1964	168	100	31	9
1965	188	121	31	8
1966	178	120	35	8
1967	146	107	49	8
1968	178	123	45	5
1969	170	129	20	4
1970	136	64	8	2
1971	137	71	18	4
1972	157	73	10	3
1973	186	51	16	2
1974	188	66	18	5
1975	131	61	15	4
1976	176	74	17	6
1977	194	98	30	5
1978	336	108	7	3
1979	175	98	29	7
1980	128	87	24	5
1981	131	54	23	6
1982	144	92	43	4
1983	132	60	34	4
1984	177	76	24	6
1985	182	96	36	7
1986	234	183	67	7
1987	159	75	37	6
總計	173	110	751	141

月份	月平均	標準偏差	資料個數
4	201	119	13
5	264	99	9
6	181	113	66
7	168	98	186
8	172	104	183
9	166	122	202
10	179	110	88
11	182	106	24

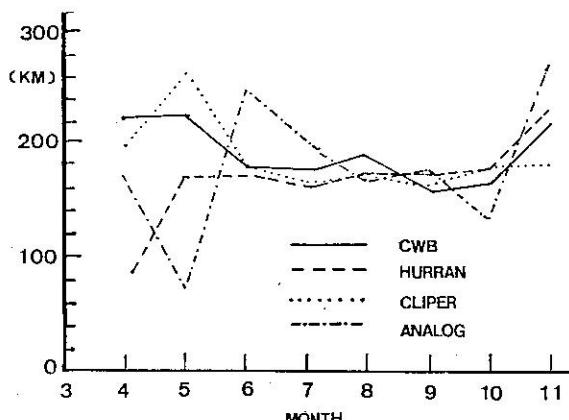


圖 4. 中央氣象局與各種颱風路徑客觀預報方法
24小時預報誤差之月平均值。

謝等（1986）所分析之24小時預報誤差和目前結果相似，平均誤差由小至大依次為HURRAN法（151公里），CLIPER法（166公里），ANALOG法（176公里）和PC法（394公里），然而目前結果之平均誤差均較謝等人所分析之結果為大。差別依次是HURRAN法大了19公里，CLIPER法8公里，ANALOG法8公里。此種差別的產生，主要是謝等所用之資料為最佳路徑資料而且客觀方法在發展過程中所採用的資料也是最佳路徑資料，謝等之誤差因此較目前分析者為小。這些數據同時顯示HURRAN法雖然最有參考價值，但是其預報誤差對於定位誤差亦最敏感。平均24小時內因定位誤差所產生的預報誤差可達13%（19公里/151公里）。CLIPER法和ANALOG法則對定位誤差較不敏感，平均24小時內所產生的誤差均在5%以下。此等結果與客觀預報法之特性有關。HURRAN法在作預報時，前6小時乃完全根據持續法，爾後歷史颱風的影響逐漸加重，至36小時則完全根據歷史颱風的路徑，CLIPER法和ANALOG法則並沒如HURRAN法般特別強調初始位移之權重。

圖四比較了中央氣象局（實線），HURRAN法（虛線）CLIPER法（點線）和ANALOG法（點虛線）24小時平均預報誤差之逐月變化。在颱

風出現頻率較多的六至十月中，HURRAN法和CLIPER法的預報誤差相當的平穩，逐月變化很小。中央氣象局的預報則以九、十兩月份較好，誤差均比HURRAN法和CLIPER法為小，八月份則稍大。六、七、八，三個月的預報誤差則比HURRAN法和CLIPER法為大，因此，在此三個月中，HURRAN法和CLIPER法頗有參考的價值。ANALOG法由於變化太大，且個案較小，其預報參考價值較難評斷。

表七. 1983~1987年中，資料數較多之十個颱風之24小時平均預報誤差

年份	名稱	CWB 資料 個數	資料 個數	
			HURRAN法	CLIPER法
1983	Abby	156	(13)	92
1983	Forrest	94	(11)	104
1984	Wayne	142	(11)	94
1985	Nelson	59	(10)	198
1986	Peggy	166	(14)	103
1986	Wayne	181	(28)	232
1986	Abby	175	(14)	178
1986	Ellen	203	(10)	110
1987	Cary	179	(12)	129
1987	Gerald	65	(11)	121
1987				66

為了瞭解客觀方法在不同類型颱風之應用價值，表七中列出了過去五年中（1983~1987），資料時間較長的十個颱風之中央氣象局以及HURRAN法和CLIPER法之預報誤差，結果顯示HURRAN法和CLIPER法之預報誤差並沒明顯相關，此兩法之預報誤差與中央氣象局之預報誤差亦沒明顯之關係，然而對於行徑怪異的颱風，目前的客觀預報法較難掌握，例如：1986年之韋恩颱風（Wayne）HURRAN法之平均預報誤差是232公里，CLIPER法是299公里，而中央氣象局之預報誤差則僅有181公里，但仍較平均值為高，此結果顯示主觀之預報經驗在颱風路徑預報上仍具有一定價值，然而主觀的經驗亦可能造成誤差之加大，例如：1986年的貝姬颱風（Peggy），HURRAN法之平均預報誤差僅103公里，CLIPER法亦僅131公里，而中央氣象局之預報誤差竟達166公里。如以長期誤差平均來說，客觀方法並不一定比目前中央氣象局之預報差，然而目前之客觀預報方法對路徑怪異之颱風尚欠缺預報能力，因此如何發展

表八. 利用 JTWC 最佳路徑資料評估中央氣象局之
颱風預報 (單位 : 公里)

年份	24 小時 預報誤差		12 小時 預報誤差	
	年平均	標準偏差	年平均	標準偏差
1962	275	135	134	80
1963	182	78	95	47
1964	186	98	117	58
1965	294	214	115	49
1966	141	99	101	126
1967	204	131	94	46
1968	181	114	106	65
1969	218	146	114	78
1970	183	110	146	40
1971	148	77	85	48
1972	170	81	—	—
1973	204	109	197	145
1974	182	95	203	0
1975	151	68	79	22
1976	175	91	120	51
1977	217	124	118	59
1978	270	74	135	73
1979	251	175	204	0
1980	151	92	74	39
1981	162	87	135	72
1982	171	67	121	55
1983	141	62	125	47
1984	230	115	98	51
1985	215	130	—	—
1986	246	167	—	—
總計	198	123	112	72

一種既客觀又能掌握怪異路徑颱風之颱風路徑客觀預報方法仍是一重要課題。

在以上所有分析中均採用了中央氣象局於預報作業時所決定之颱風中心位置。難以避免的此份資料有一定程度之誤差；例如高低中心分離型的颱風，中心位置的決定往往有很大的誤差；再者有些颱風的中心位置並不能很明確的決定，此時預報者主觀的判斷，可能會偏往其先前所預報的位置，為了測試這些因素可能產生的影響，我們另外採用了關島 JTWC 的最佳路徑資料來評估中央氣象局的預報誤差，結果列在表八中 (BEST TRACK 只到 1986，因此 1987 年不列入)，颱風個數和表一所列者大約相同，資料個數則稍多 (表八中從略)。採用最佳路徑評估之平均 24 小時預報誤差是 198 公里，12 小時預報誤差 112 公里，均較前述預報誤差 (177 公里和 96 公里) 為大，誤差的百分比分別是 12% (21 公里 / 177 公里) 和 17% (16 公里 / 96 公里)。雖然部份誤差增大的原因，是因包括了警報發佈末期之颱風，而且有些颱風進入西風帶速度加快，使得誤差變大所帶來之影響。但是這麼大的誤差，再次強調了颱風中心定位的重要性。目前關島的飛機颱風偵察飛行已經停止，因此研究如何利

用衛星資料決定颱風中心位置益形重要。

如同圖一所示，表八的結果顯示中央氣象局的颱風預報誤差並沒有任何下降的趨勢，此等結果推翻了第一作者個人的假設，原先作者以為隨著科技的進步，中央氣象局也改進了花蓮雷達站的設備和增設了地面衛星接收站，按理這些設備應該可以更確實的掌握颱風動態，提高颱風定位的準確度，進而增進颱風預報的準確度，然而結果顯示，中央氣象局僅僅提高了直接觀測颱風的能力，而對於預報誤差的改進，則沒有明顯而具體的成效，可能的原因或為以往中央氣象局並無專責之研究發展單位，研究工作大都是負責實際預報作業人員自行發展，成效顯然有限。在過去一、二年間，中央氣象局已成立科技中心 (任務編組)，有專責人員從事研究工作，因此未來科技中心有必要加強颱風路徑預報的研究工作，以改進預報技術，減少預報誤差。

六、結語

台灣地區每年均受到颱風之侵襲，所造成的損失為台灣各類天然災害之冠，如何準確的預報颱風未來的路徑，進而做好防颱措施，以減少生命財產的損失，長久以來均是國內氣象界努力的目標。雖然中央氣象局的颱風路徑預報的準確率已達國際水準，但是預報誤差並沒有明顯逐年下降的趨勢。長期平均下來，仍比 HURRAN 法和 CLIPER 法等兩種客觀預報方法為差。然而目前的路徑客觀預報方法對於路徑怪異的颱風，仍欠缺預報能力。因此如何改進颱風路徑客觀預報方法，減少誤差，尤其是發展能掌握行徑怪異颱風的天氣、動力統計模式，仍應是中央氣象局未來研究發展的重點。

分析結果同時顯示，颱風定位誤差對於颱風路徑預測的準確度有很大的影響，然而，目前美國關島的 JTWC 已經停止飛機颱風偵察任務，這對於颱風位置的決定，有相當不利的影響。因此，在沒有更好的觀測工具前，如何利用衛星資料，正確的決定颱風中心位置以及強度，應為當前最重要的研究課題之一。

七、誌謝

本研究工作承蒙劉麗真同學協助程式設計和分析結果，陳瑞梅小姐協助資料收集整理，特此誌謝。本研究計劃乃在中央氣象局（計劃編號CWB 76-01-19）贊助下完成。

八、參考資料

陳熙揚，1980：利用類比法預測颱風路徑之研究
，氣象學報，26卷，4期，1-13。

謝信良、劉復誠及王忠山，1986：颱風路徑客觀
預報方法在台灣及鄰近地區應用之初步研究
，氣象學報，32卷，2期，59-38。

謝信良及陳正改，1986：台灣地區氣象災害之調
查研究（II），國科會防災科技研究報告75
- 4號。

胡仲英及陳熙揚，1976：利用客觀比擬法預報颱
風路徑之研究，氣象學報，22，8-16。

徐明同，1977：颱風之路徑與其預報，氣象學報
，23卷，2期，24-34。

Aoki, Tand and S. Nomoto, 1977: A statistical
prediction of Tropical cyclone position Ba-
sed on Persistence and Climatological Factor
(The PC method). J. Met. Soc.Japan, 55.

Joint Typhoon Warning Center (JTWC) 1986: An-
nual Tropical Cyclone Report. NAVOCEANCOMCEN
/JTWC. Guam.

Matsumoto, Clifford R., 1985 : A statistical
method for One-to Three-Day Tropical Cyclone
Track Prediction. Dept. of Atmos. Sci. Paper
No. 379, Colo. State Univ., Ft. Collins, Co,
201 pp.

Neumann, C. J., 1972: An alternate to the
HURRAN tropical cyclone forecast system.
NOAA Tech. Memo. NWS SR-62 32pp.

An Analysis of the Applicability of Typhoon Track
Object Forecast Schemes and Typhoon Forecast
Errors over Taiwan Area

Cheng-Shang Lee

National Taiwan University

Shinn-Liang Shieh Ming-Sen Lin

Central Weather Bureau

Abstract

The purpose of this research project is to analyze the applicability of different typhoon track objective forecast schemes over Taiwan area. The official typhoon forecast errors of Central Weather Bureau (CWB) are also evaluated. A total of 26 years (1962-1978) of data determined by CWB during real-time operation are used. These data include the current and forecast typhoon center positions, the typhoon moving speeds and directions, and the maximum intensities.

Results indicate that the HURRAN method has the smallest averaged 24-hour forecast error(170KM). The monthly variation of error is also smaller. The HURRAN method thus is the most valuable reference tool during typhoon forecast operation. The 24-hour forecast error of CWB is slightly larger than those of HURRAN and CLIPER (173KM) methods. However, the CWB forecast error is considerably smaller than that (221KM) of Joint Typhoon Warning Center(JTWC), Guam. Unfortunately, there is no indication that the typhoon forecast error of CWB is getting smaller over the last 26 years. Considerable effort is still needed in order to improve the typhoon forecast error.