

地形對雙颱風運動之影響

劉 廣 英 俞 川 心

摘 要

本文就 1960 ~ 1984 年共 25 年間，選擇 49 對在同一時間內分別處在西北太平洋與南海，即在台灣至菲律賓東、西兩側之颱風，分析其相對運動，以探討上述地形對雙颱風相對運動之影響。結果發現，此類雙颱風在地形影響下仍有順轉及逆轉情形發生，但其相對運動之角度變化較西北太平洋上之雙颱風小得很多。除此以外，在上述地形作用下，雙颱風中心相對移動會發生移速，旋轉方向的突然變化，而且地形東方颱風牽引之南海颱風，只有當後者中心恰可通過巴士海峽時，方會由南海移到西北太平洋上。

文中不但詳列各項統計資料，分析運動特徵，並做個案分析，以顯示地形在雙颱風交互運動中的重要性。

壹、前 言

當兩個颱風分別位於台灣至菲律賓的東方及西方海面時，帶給氣象人員最為困擾的是這兩個颱風的未來路徑將如何變化。雖然如案所週知，雙颱風有「鰐原效應」，但劉氏 (1983a, b) 曾對雙颱風運動之特性及其在交互作用控制下雙颱風相對運動的數學分析做過深入之探討，認為雙颱風旋轉運動有時並不合該效應，同時認為台灣至菲律賓之地形對雙颱風相對旋轉運動有很大的影響，但台灣至菲律賓之地形對於分處在南海及太平洋上之雙颱風運動究竟扮演何種角色，其影響程度又如何？原研究並未深入探討，是以本文即以此種地形作為研究重點，祈以作為吾人爾後在預報作業上之參考。

本文採用 1960 ~ 1984 年共 25 年發生在南海及西北太平洋中之雙颱風為研究對象，無論其原生地為何，只要同一時間內有兩個颱風恰處在台灣至菲律賓之東、西兩側海面，即列入統計，共得 49 對風對（如附表一）。其中兩颱風重疊時間未超過 24 小時之資料則未列入。就表一中各風風對，分析其相對運動結果如表二。由表可見當二中心分處在南海及太平洋上時，雖有台灣及菲律賓之地形居其中間，二者仍發生相對旋轉且方向有順轉亦有逆轉。在全部 49 對颱風中，逆轉者有 36 對，佔總數之 74%，

至於相對旋轉的角度超過 10° 者亦有 31 個雙颱風，所佔比例亦甚高約為 65%。一般而言，兩颱風多由成 $319^\circ \sim 140^\circ$ 排列時開始旋轉，逆轉角度最大者達 123° ，最小僅為 1° ，其間之差距相當大。

另由劉等 (1982) 所做之分析知，導致雙颱風相對運動的原因有四：

- 一、駛流作用的差異。
- 二、柯氏效用的差異。
- 三、二颱風渦旋內力的差異。
- 四、二颱風的交互作用。

很顯然的，地形對此四者均有或多或少的影響，這也就是說，當台灣至菲律賓的地形處在二颱風之間時，二颱風的相對運動情形應與無此地形存在時不同，亦即在二颱風相對運動中，如受到地形的影響，其相對路徑一定會有所變化。如 1979 年 10 月，強烈颱風 TIP，當時處在南海地區之 SARAH 颱風，其強度雖一度增強到強烈颱風（中心風速為 90G110 KTS），但其路徑則相當不規則，並不與太平洋上的 TIP 颱風循同一駛流場行進，顯示台灣與菲律賓之地形對受西北太平洋牽制之南海地區的颱風有相當之影響。

1960~1984年共25年南洲及西北太平洋發生颱風統計表 表一

序次	年	月	日	時	位於南海颱風及源地		位於西北太平洋洋區及源地		備	考
					颱風名稱	經度	颱風名稱	經度		
1	1960	6	0400Z 0818Z	MARY	南海	NADINE	菲律賓東方海面			
2	1961	9	0812Z 1000Z	OLGA	南海	PAMELA	關島東北方海面			
3	1962	11	0800Z 1212Z	JEAN	南海	KAREN	關島東南方海面			
4	1966	8	1212Z 1612Z	SUSAN	南海	TESS	琉球東方海面			
5	1966	9	1412Z 1800Z	ELSIE	南海	FLOSSIE	關島北方海面			
6	1968	7	2411Z 2517Z	OLIVE	南海	MARY	關島東南方海面			
7	1968	7	2411Z 2517Z	OLIVE	南海	NADINE	菲律賓東方海面			
8	1968	7	2517Z 2805Z	NADINE	菲律賓東方海面	MARY	關島東南方海面			
9	1968	8 9	3023Z 0523Z	BESS	南海	AGNES	關島東方海面			
10	1968	8 9	3123Z 0523Z	BESS	南海	WENDY	關島東方海面			
11	1968	10	1800Z 1918Z	HESTER	南海	GLORIA	菲律賓東方海面			
12	1968	8	0923Z 1023Z	ROSE	菲律賓北部之東方海面	POLLY	關島西北方海面			
13	1970	10	1400Z 1800Z	JOAN	關島西方海面	KATE	關島東南方海面			
14	1970	11	1423Z 1623Z	OPAL	南海	PATSY	關島東方海面			
15	1972	9	1100Z 1418Z	FLOSSIE	菲律賓東方海面	T.D NO.21	關島東方海面			
16	1972	12	0106Z 0500Z	SALLY	菲律賓東方海面	THERESE	菲律賓東方海面			
17	1972	10	0200Z 0300Z	LORNA	菲律賓東方海面	KATHY	關島東方海面	太平洋上層有二個颱風		
18	1972	7	0700Z 1500Z	SUSAN	菲律賓東方海面	TESS	關島西方海面			
19	1972	7	0600Z 1506Z	SUSAN	菲律賓東方海面	PHYLLIS	關島東南方海面			
20	1972	8	2500Z 2900Z	CORA	菲律賓東北方海面	DORIS	關島西北方海面			
21	1973	7	1300Z 1906Z	DOT	南海	BILLIE	關島東南方海面			
22	1973	10	0406Z 0800Z	OPAL	南海	NORA	關島東南方海面			
23	1973	10	0606Z 0800Z	OPAL	南海	PATSY	關島西方海面			
24	1973	8	0800Z 1300Z	GEORGIA	南海	HOPE	關島東北方海面			
25	1974	9	0500Z 0612Z	TRIX	南海	SHIRLEY	台灣東方海面			
26	1974	11	0300Z 0400Z	FAYE	菲律賓東方海面	GLORIA	關島東南方海面			
27	1975	10	0318Z 0518Z	DORIS	南海	CORA	關島西南方海面			
28	1976	7	2200Z 2400Z	VIOLET	南海	WILDA	關島東南方海面			
29	1976	7	2300Z 2500Z	VIOLET	南海	ANITA	菲律賓東方海面			
30	1976	8	0500Z 0700Z	CLARA	南海	BILLIE	關島北方海面			
31	1976	9	1406Z 1712Z	IRIS	南海	HOPE	關島東方海面			
32	1976	9	1800Z 2106Z	IRIS	南海	JOAN	關島東方海面			
33	1977	9	1606Z 2000Z	DINAH	關島西方海面	EMMA	關島北方海面			
34	1978	7	2400Z 3000Z	AGNES	南海	WENDY	關島西北方海面			
35	1979	10	0300Z 1600Z	SARAH	南海	TIP	關島東南方海面			

貳、台灣至菲律賓兩側颱風之分類 及個案挑選

台灣至菲律賓兩側之颱風其路徑及源地約可分為四類：

- 一、源地分別在南海及太平洋地區生成（含菲律賓東方附近海域），共31對颱風，佔總次數的63%。
- 二、源地同在太平洋地區生成，其中一個穿越菲律賓或巴士海峽後進入南海，此時在太平洋另一颱風則仍留在太平洋上，此類雙颱風有15對，約佔31%。
- 三、源地分別在南海及太平洋生成，後期南海之颱風向東進入太平洋上，此類颱風分別為1966年的ELSIE 颱風，1973年的DOT 颱風及1983年的CARMEN 颱風等3個，約佔6%。
- 四、源地在太平洋，一個進入南海，但後期又再度進入太平洋上，僅1963年有1次，未列入本次研究次數中。

根據以上雙颱風發生源地及路徑，是以太平洋上之颱風中心為中心，將其中 49 個雙颱風（相對旋轉角度大於 10° 者 31 對小於 10° 者有 18 對）加以分析（如表二），其中逆轉角度最大者為 123° ，最小為 1° ，平均逆轉角度在 24.3° ，順轉角度最大者為 37° ，最小為 0.5° ，平均順轉角度為 12.6° ，兩

反 轉 風 旋 轉 度 數 表二

天 数 及 方 法	天 数												備 注
	0~	1~4	5~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	90~99	
逐 日 法	3	6	5	10	5	5	2	1	2	1	0	1	12月一次
逐 月 法	2	2	3	1	1	0	0	0	0	1	0		

雙颱風關係位置及距離統計表 表

南方 射位	北方 射位	逆 旋 角 度				順 旋 角 度				中 心 距 離				30 N.M. 半徑距離				備 註
		最 大	最 小	平 均	距	最 大	最 小	平 均	距	最 大	最 小	平 均	距	最 大	最 小	平 均	距	
319° 140°	229°	123°	1°	24.3°	37°	6.5°	12.6°		J500 N.M.	280 N.M.	1580 N.M.	3200 N.M.	30 N.M.	1240 N.M.				

颱風之中心距離最大者為 3600 哩，相距最小者為 280 哩，另兩颱風 30kt 之半徑相距最遠者有 3200 哩，最近者僅 30 哩，（如表三），所以從其角度變化及 30kt 之半徑變化瞭解地形對雙颱風之影響。

再從表二中可發現，49個雙颱風中其旋轉角度大於 20° 者僅18個（佔37%），較劉氏（1984a）分析所得佔54%少很多。另再從表四中可看出，南海之颱風與太平洋上之之颱風每6小時角度變化情形，絕大部份之變化角度在 $1^\circ \sim 2^\circ$ 間，甚至角度無變化，僅作距離上的調整（兩颱風移近或遠離）。此乃印證地形對雙颱風之旋轉運動有顯着的影響。

双 颱 風 六 小 時 旋 轉 角 度 變 化 表 表四

站名	里程 (km)																				站间距 (km)		站间距 (mi)																	
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
站间距	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0
站间距	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1</																							

又統計旋轉角度大於 10° 的 31 個颱風之中心距離及距離變化分布表（如表五）發現雖然有台灣及菲律賓地形之阻隔，南海之颱風與太平洋海上之颱風，仍然大多數彼此間的運動是逆時鐘的，共有 25 對佔總數的 81%，而順時鐘者僅 6 對佔總數的 19%，亦較原分析 6：4 為少。

又雙颱風之中心距離（ R ）約分別在 $600 \sim 2400$ 哩間，但有 40% 集中在 1400 哩以內，另有 38 % 中心相距 $1600 \sim 2400$ 哩之間，再由表五中之下半部爲 $\triangle R$ 之分布狀況，可見旋轉達 10° 以上雙颱風中心變化情形。由表中可以看出，其（ $\triangle R$ ）之變差分爲二部，一爲 400 哩以內，一部份在 500 哩 $\sim$ 1000 哩之間，其中逆轉接近者，大部份集中在 400 哩之內及 500 $\sim$ 1000 哩之間，逆轉遠離者則集中在 400 哩以內；而順轉接近及遠離者則均小於 100 哩。此種相對旋轉角度及相對距離的分布狀況，亦與整體分析西北太平洋及南海地區雙颱風相對運動所獲之分布顯有不同，此種差異主要係來自地形導致前述影響雙颱風相對運動的四種作用發生變化所致。

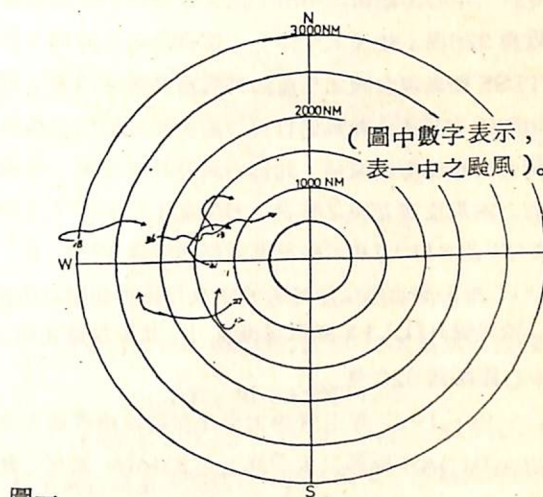
附 錄 ($>10^\circ$) 互 動 風 之 中 心 距 離 及 距 離 變 化 分 布 表

[illegible]

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

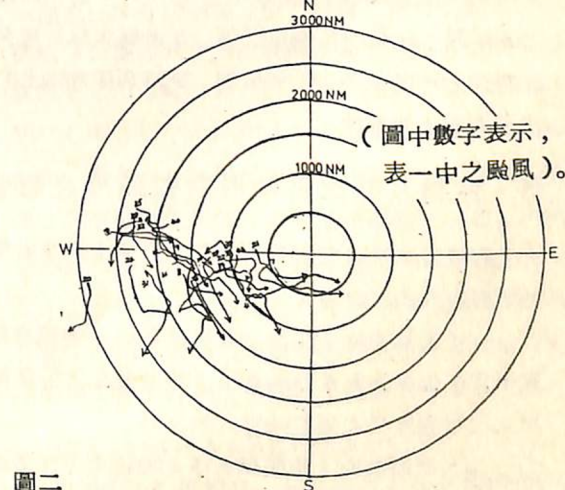
大 小	<	00	200	300	400	500	600	700	800	900	>
原 因	100	199	299	399	499	599	699	799	899	999	1000
定 额	近	2	2	3		4	2	1	1	1	
增 减		2	2	1	1					1	
原 因	近	2		-				1			1
增 减		1									

圖一、二是選擇旋轉角度大於 10° 以上之31對個案，分別為順轉及逆轉的合成相對路徑圖，各對颱風均以太平洋上之颱風中心為中心，而後點繪南海海上颱風每6小時的相對位置，再連接其相關位置而成的相對路徑圖。在31對個案中，順轉的有6個，佔19% 逆轉的有25對，佔81%。



圖一

旋轉角度達 10° 以上之 6 個順轉個案的相對路徑圖



圖二

旋轉角度達 10° 以上之 25 個逆轉個案的相對路徑圖

茲分別取其中之四個案例研討之：

一、如圖一中的1980年5月，南海的GEORGIA颱風與太平洋上關島東南方的FORREST颱風，兩颱風的最早中心距離為2180哩，相對方位 282° 順轉至 319° ，最後分別在福建廈門及菲律賓登陸減弱後中心相距僅900哩，相對旋轉角度為順轉 27° 。

二、又如圖一中的1972年7月，南海的SUSAN颱風及太平洋上的TESS颱風，原來兩颱風的中心距離為3030哩，相對方位為 275° 順轉到 287° ，順轉角度為 12° ，最後中心距離為2300哩，但此時太平洋上另有二個颱風存在。

三、圖二中編號④為1966年6月在南海的SUSAN颱風及太平洋上的TESS颱風，此兩颱風原來方位為 232° 逆轉到 140° ，相對旋轉角度達 92° ，中心距離由開始的1020哩逆轉到終止時接近為320哩，最後太平洋上（宮古島東方海面）的TESS颱風經台灣北部海面到馬祖後減弱消失，而南海的SUSAN颱風則自東沙島的南面經巴士海峽到台灣東部海域減弱，此為台灣及菲律賓東、西兩側之颱風位置互換之特例，另又如1973年7月的DOT及BILLIE兩颱風其逆轉角度達 123° ，且DOT由南海北進，穿越福建省後再在馬祖附近出海，始終受BILLIE颱風環流牽引。其最後終止時之中心距離為620哩。

四、1977年9月由太平洋穿越菲律賓進入南海之DINAH颱風及太平洋上之EMMA颱風，此兩颱風之旋轉角度為逆轉 39° （由 $269^\circ \sim 230^\circ$ ），其中心開始時相距1060哩，至終止時中心相距達2080哩，此為逆轉漸遠之例。在逆轉颱風旋轉角度超過 20° 以上者有16個案例，旋轉角度超過 50° 以上者有4個案例。

叁、台灣及菲律賓地形對雙颱風之影響

經統計本次研究49對南海及太平洋上之雙颱風發現其有共同現象為：

一、南海海面上生成的颱風其強度及半徑均較太平洋上生成之颱風為弱為小。除非是在太平洋海域上已增強至相當強度時進入南海者。

二、南海海面上的颱風其移速均較太平洋者為慢。

三、南海有颱風存在（無論其是否在南海生成），太平洋上同時內亦有颱風存在時，此兩颱風亦會產生相對旋轉，平均旋轉角度在 20° 以內。

四、太平洋上同時有二個以上颱風存在時，南海海面上的颱風經常會呈滯留或在原地打轉。

五、當有明顯之導引氣流，而颱風中心又接近台灣及菲律賓時，南海海域上的颱風及太平洋海上之颱風其行經路徑之變化大體與台灣及菲律賓之間之地形的凹凸處相仿。

六、當颱風路徑與地形之交角成 90° 時，颱風行徑之速度均會減慢，約距接近陸地前210~420哩處，較為顯著。

七、南海颱風與太平洋上之颱風其旋轉方式順轉逆轉均會產生。順轉約佔總數的24%，逆轉約為76%。

八、南海生成之颱風或由太平洋進入南海之颱風，當受到西北太平洋上之颱風作用，而移向或重返西北太平洋時，均經由巴士海峽或台灣北部海面行進，尚無經過菲島或台灣本島者，經由台灣北部外海轉回或移入西北太平洋之颱風，均為已登陸我國大陸後又出海者。

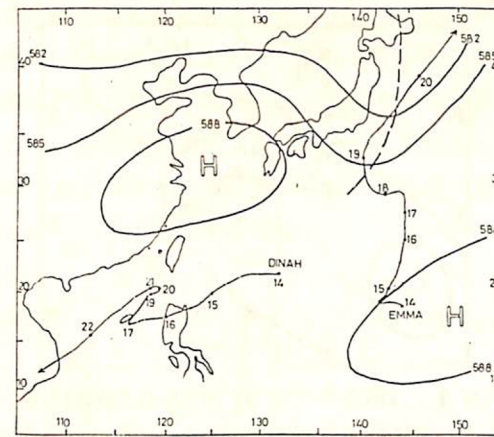
九、受西北太平洋颱風牽引之南海颱風，如中心位於菲島西方，則於接近菲島北方陸地時，會順地形向北移，並於到達巴士海峽後再向東北移動進入太平洋（如71年的FAYE颱風）。如中心已在台灣海峽南部受到牽引後向東北移，則於中心與台灣南端緯度相同時，牽引作用會因中央山脈阻擋而大為減弱並消失。兩種情況的差異，乃因中央山脈高度較菲律賓北部地形高出很多所致。

肆、個案分析

一、1977年之DINAH與EMMA

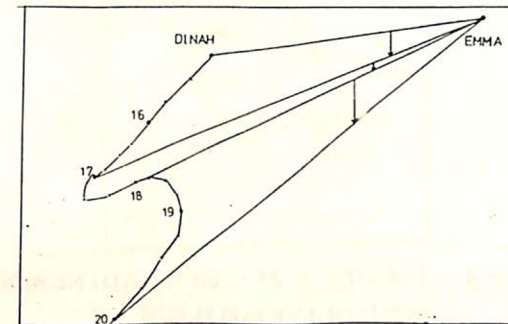
1977年9月15~20日，南海之DINAH颱風與太平洋上的EMMA颱風，此兩颱風為相對逆轉漸遠，其逆轉角度達 39° （由 $269^\circ \sim 230^\circ$ ），中心距離由開始的1060哩到終止時之距離為2080哩，其路徑如附圖三一1及2，此兩颱風雖然為逆轉漸遠，自9月17~19日間的交互影響仍甚明顯，不但南海的DINAH颱風，由西南偏西行進中打轉後回頭向東北移動，即位在日本南方的EMMA颱風，同期間一度由北轉向西移。此二颱風的相互牽引直至同月20日由於二颱風中心已相去極遠，

綜合颱風所在位置、強度、範圍及地形影響最顯著之現象。



圖三~1

1977年9月14~22 EMMA及DINAH颱風路徑及17日之500 MB天氣圖。



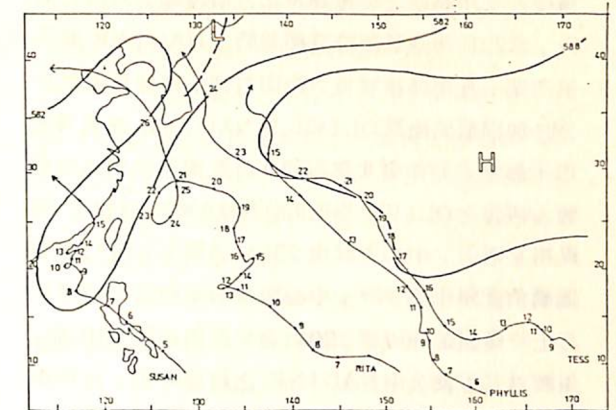
圖三~2 1977年9月15~20日

EMMA颱風相對於DINAH颱風路徑圖。

EMMA颱風且減弱，所生牽引氣流又受台灣地形所阻，加以太平洋高壓西伸致DINAH颱風之駛流場隨之改變，導致其恢復向西偏南引進而在越南登陸。

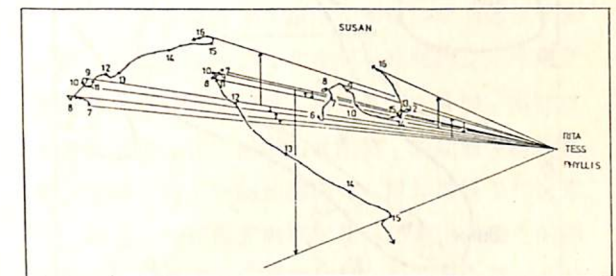
二、1972年之Phyllis, Rita 與 Susan

1972年7月8~24日太平洋海面在13日每隔約12個經度即有一颱風，且其強度均在中度以上，其中RITA颱風之強度為115KTS, 30KT半徑為250哩，南海之颱風SUSAN則為輕度，而30KT之半徑亦達200哩，兩颱風中心相距為1030哩，其半徑間的距離僅580哩，此時500 MB圖上之駛流場對PHYLLIS颱風之移動相當規律，然強烈颱風RITA則是不規則運動，南海之SUSAN颱風未因受RITA颱風牽引而向東移，僅在原地打轉，如圖四一1及2，顯示受台灣地形影響，另RITA颱風在原地打轉則係受PHYLLIS牽引影響，此特例乃



圖四~1 1972年7月8~14日

TESS、PHYLLIS、RITA、SUSAN颱風路徑圖及13日之500 MB天氣圖。



圖四~2 1972年7月6~16日 RITA、TESS、PHYLLIS 颱風相對於SUSAN颱風路徑圖。

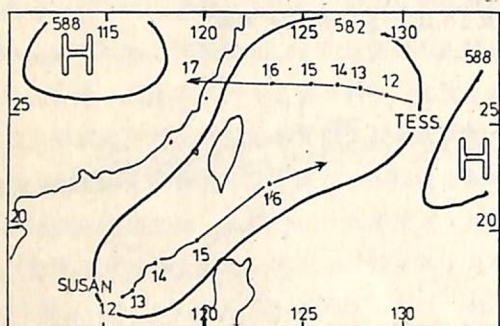
三、1966年之SUSAN與TESS

1966年8月12~16日，南海之SUSAN颱風及宮古島東方海面之TESS颱風，兩颱風開始時之中心距離為1020哩，此兩颱風強度相仿，30KT半徑在15日時約相等，位置適當，未受台灣及菲律賓地形影響而減小相對旋轉運動，且正常的逆時鐘旋轉，分由台灣北部及巴士海峽通過，旋轉角度達 90° （由 $232^\circ \sim 140^\circ$ ），最後TESS颱風登陸福建省，而SUSAN颱風到達台灣東方海面後減弱消失。此兩颱風在15日，其半徑相距僅170哩，中間僅隔着台灣的南北長度而已，500 MB圖上駛流場並不十分明顯，700 MB以下各屬菲律賓亦無高壓存在，而是以台灣地形為中心相對逆時鐘旋轉漸近者的典型牽引作用之個案。（如圖五→1及2）。

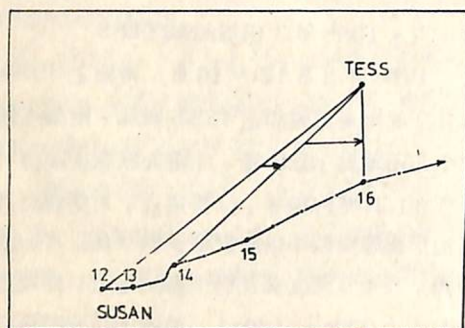
四、1968年之NADINE與OLIVE

1968年7月21日，菲律賓東方海面NADINE

颱風生成，南海海域僅有一T、D環流，NADINE颱風受太平洋高壓之駛流場及北方槽綫導引向西北進行，當22日西南氣流較為顯著時，NADINE颱風呈滯留，且在菲律賓東方海面打轉，南海低壓則於24日加深形成颱風OLIVE，當NADINE颱風移至巴士海峽（菲律賓北部海面）時脫離菲律賓地形影響，南海之OLIVE颱風則向西移且與NADINE颱風相互牽引，中心方位由 258° 逆轉至 211° ，相對運動角度變化達 47° ，中心距離由開始的600哩至終止時僅相距360哩，30kt之半徑僅相距230哩，由圖六—1及2中NADINE之路徑變化，可得知，西南氣流對菲島之地形對其西側及東側之颱風之路徑有甚為明顯之影響。



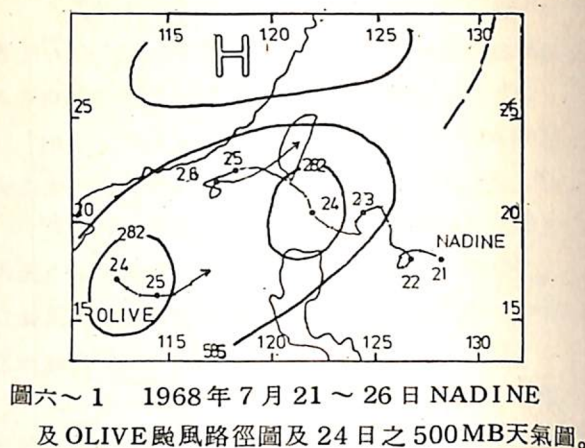
圖五—1 1966年8月12~17日 TESS及 SUSAN 颱風路徑圖及14日之500MB天氣圖。



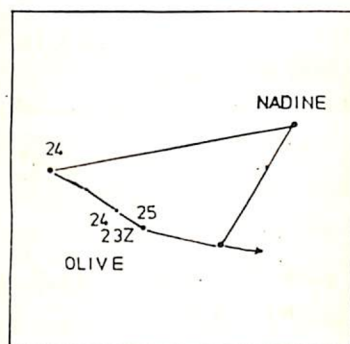
圖五—2 1966年8月12~16日 TESS颱風相對於 SUSAN颱風路徑圖。

五、1982年之 FAYE 與 ELLIS

1982年8月20日 FAYE 與 ELLIS 颱風約在北緯 12° ，同時分別在菲島東方近海（FAYE）及其東方約990哩（ELLIS）處生成。兩颱風中心相對位置為 269° 。ELLIS 颱風因受700MB及500MB層太平洋高壓之導引，穩定的向西北進行。FAYE



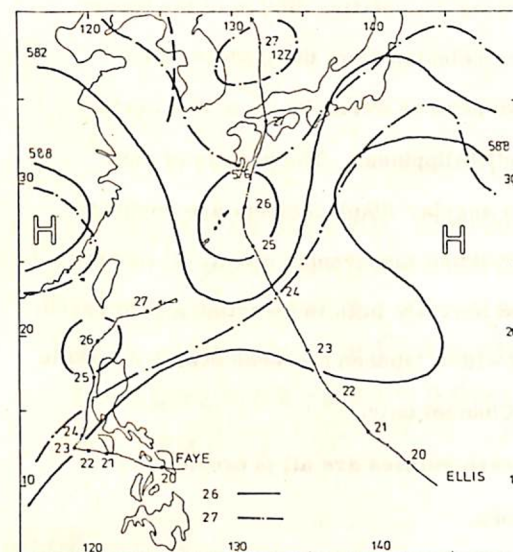
圖六—1 1968年7月21~26日 NADINE 及 OLIVE 颱風路徑圖及24日之500MB天氣圖。



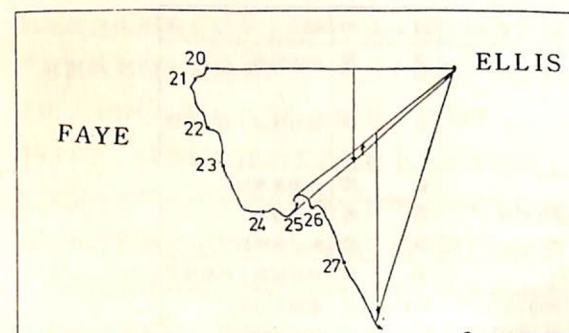
圖六—2 1968年7月24~25日 NADINE 颱風相對於 OLIVE 颱風路徑圖。

颱風則受700MB太平洋高壓之導引向西進行，穿越菲島中部到達菲律賓的西側近海。23日00Z兩颱風中心相距1020哩，30KT之半徑相距僅560哩，此時菲島東、西兩側之颱風雖有牽引作用，但 FAYE 颱風受菲島地形影響並未按「騰原效應」向東移動，反而沿着菲島西側之地形向北進行。直至26日00Z，當 FAYE 颱風移至巴士海峽，脫離菲島地形影響後；隨即明顯的受 ELLIS 颱風牽引轉向東北移動，如圖七—1及2。此時 ELLIS 颱風正移至那霸島東北方海面，兩颱風中心相距810哩，30KT之半徑僅430哩，中心相對位置由 230° 開始逆轉，ELLIS 颱風由那霸島的東北方海面繼續受500MB層之氣流導引向北進行登陸日本時，FAYE 颱風則移至台東東方海面約300哩處。距 ELLIS 颱風中心920哩，兩颱風中心相對位置已逆轉至 198° ，相對旋轉角度達 32° 之多。當 ELLIS 颱風進入日本海後，兩颱風受日本南部（四國島及九州）地形之阻隔，FAYE 颱風則不再向東北進行

，且兩颱風之強度及範圍也相對的減弱。此時 FAYE 颱風雖已變為普通低壓又因受500MB華南之分裂高壓之影響，其進行方向由原來的東北向又折返向西進行，直到該颱風完全在台東外海消失為止。此個案乃充分顯示地形對分別同時處在其兩側的雙颱風之牽引運動有明顯的影響。



圖七—1 1982、8 ELLIS及 FAYE 颱風路徑及26、27日1200Z 500MB天氣圖



圖七—2 1982.8. ELLIS及 FAYE 颱風相對運動路徑圖

伍、結語

南海之颱風於菲律賓東方海面亦有颱風存在時，由於彼此的交互作用，影響行進路徑在台灣天氣預報上有重要之影響，歸納本次研究結果為：

一、南海及太平洋上有颱風同時存在時，此兩颱風雖在台灣至菲律賓地形兩側，仍會發生相對旋轉，其中順轉者約佔24%，逆轉約佔76%，但其旋

轉角度平均小於 20° 。此與全盤統計西北太平洋及南海地區雙颱風（劉；1984）時的統計結果（順轉40%，逆轉60%；旋轉角度亦較大）顯有差異，顯示上述地形對此種相對運動有影響。

二、當兩颱風中心相距在1000哩以內時，若其中心位置適當，即相互牽引之氣流正通過台灣北部外海與巴士海峽時，（台灣恰處在旋轉中心附近），二颱風將有明顯旋轉，颱風中心一過巴士海峽，一由台灣北部外海通過。

三、當相互牽引氣流受地形阻隔時，二颱風之相對運動會停止，後續運動將取決於駛流。

四、當二颱風相互牽引而靠近台灣及菲島地形時，二者路徑均有隨地形變化之現象。

五、在二颱風交互作用下，南海颱風常發生滯留或打轉現象。

六、雙颱風的交互作用在預報作業上難以掌握，而二個以上颱風同時存在時，其間的交互作用及駛流場之分析更加困難，每年8、9月份，兩個以上颱風同時存在之機率相當頻繁，對此種多颱風現象之預報，吾人更應加強研究，以利爾後工作之需。

總之，地形對雙颱風交互作用及由而產生的相對運動特徵會發生顯著的作用，在預報作業以及分析研究均應注意及之。

致謝

本研究資料之整理曾蒙黃幸彥先生及林雪琴小姐之協助方得以完成，在此特致謝意。

參考文獻

- 劉廣英、張儀峰、李紀恩，1982：雙颱風運動特性之分析與探討。第三屆全國大氣科學研討會論文集編。
- 劉廣英，1984a：西北太平洋及南海地區雙颱風運動特性之分析與探討。空軍氣象中心研究報告第027。
- 劉廣英，1984b：純交互作用控制下雙颱風相對運動的數學分析及與實際個案路徑的比較。氣象預報與分析，100期。
- 1960~1984：ANNUAL TROPICAL CYCLONE REPORT U.S.A.

On the Topographic Effect of Binary Systems

Koung-Ying Liu Shuan-Shin Yu

Abstract

In a previous study one of these authors (Liu, 1983) found the topography was one of the very important factors which influence the relative motion of the binary typhoon. In this study 49 binary systems are selected from the typhoon which occurred in the period 1960 to 1984 and the two centres were, in all or in a certain part of their tracks, separated by Taiwan and Philippines. The results of our analysis and study show that: (1) the relative angular displacements are comparably smaller than those occurred in the cases without topographic effect; (2) topographic effect makes the relative motion changed abruptly both in direction and in speed; (3) typhoon in South China Sea and interacted with a typhoon centered over NW Pacific Ocean and move to the Ocean through Bashi Channel only.

Statistical tables, relative tracks and case studies are all presented in this paper. They give the concise look of our work.

(上接 42 頁)

表三 世界各國天氣改造實施結果

國 別	計畫名稱 (年代)	核 粒 子	目 的	結 果
澳 洲	Snowy Mountains (1955—1959)	AgI	增 加	顯著增加
	New England (1958—1963)	AgI	增 加	部份增加, 部份不變
加 拿 大	QVEBEC (1960—1963)	AgI	研 究	無顯著增加
印 度	DELHI (1957—66)	塩粒 (NaCl) (液態, 粉狀)	研 究	顯著增加
	JAIPUR (1960—63)	"	研 究	無顯著增加
以 色 列	(I) ISRAEL (1960—67)	AgI	研 究	部份增加, 部份沒有
美 國	NDPP (1971—72)	AgI-NH ₄ I-Acetone 300-600 gm	研究及增加	增加 2 %
	FACE (1970—75)	AgI (Pyrotechnics)	"	減少 6 %
	Caribbean (1954)	Waterspray (1 m ³ /km)	"	雷達顯示較多回波
	CCOPE (Coop Conv. Pre.E.)	AgI	"	?
	HIPLEX (1976—1981)	"	"	?
	NDCMP (North Dakota)	"	"	?
	Cloud Modification Project, 1979—1982	AgI 混合物	"	?
中 華 民 國	1951, 1952, 1954, 1977	乾冰 AgI	增 加	部份增加 (參考資料, 2)
台 灣	1980, 1982, 1983, 1984			

參 考 文 獻

1 Davis, B.L., 1976: Nucleation Processes in Cloud Physics, SDMT, Rapid City, South Dakota, U.S.A. pp.220.

2 劉廣英、張儀峯, 1984: 台灣北部冬季空中人造雨的分析比較, 氣象預報與分析, 98期, 空軍氣象聯隊空軍氣象中心。