

海陸風效應對花蓮基地天氣之影響

王義發 沈海城 廖伯睿 林清吉 魯中民

空軍氣象聯隊第九天氣中心

摘要

本研究重點在海陸差異的加熱效應形成海陸風環流，針對花蓮地區的海陸風效應，從地形及季節的變化，做資料的分析、整理、統計求其結果，使氣象人員瞭解花蓮地區海陸風效應的特性，增加預報的準確性，讓研究的經驗得以傳承。

本研究使用花蓮基地 72 年至 86 年地面觀測資料，對基地海陸效應風場做一統計，使氣象人員掌握風向變化時間，做出準確之預報，避免更換跑道頻率過高，造成訓練飛行之困擾；另外亦針對花蓮基地 84 年至 86 年符合海陸風效應現象之地面天氣圖，做一分析比較，藉由天氣圖的統計資料，做出花蓮基地符合海陸風效應之天氣預報。最後，在海陸風效應的型態中，我們對 88 年的冬夏兩季，依季節的特性校驗我們所得到的數據資料，也都有令人滿意的結果，使我們在預報上能更客觀，更加準確。在海陸差異的加熱效應，雖然天氣沒有多大變化，但是變化前後仍有許多影響花蓮基地之天氣現象；在未來我們也期許，能夠有較完整的資料，讓我們去探討、研究海陸風花蓮高空層的結構，在花蓮地區的變化是如何？有何影響？使氣象預報更加完善、準確。

一、前言

海陸差異的加熱效應會形成海陸風環流，花蓮地區的海陸風效應又是如何？是否受到花蓮特殊地形的影響？對花蓮的天氣又有何作用？為探求這些問題的相互關係，使我們對預報作業更加完善，因此，必須做有效的資料分析、歸納、整理、統計其結果，使氣象從業人員增加預報的法則及準確率，讓研究的經驗得以傳承。

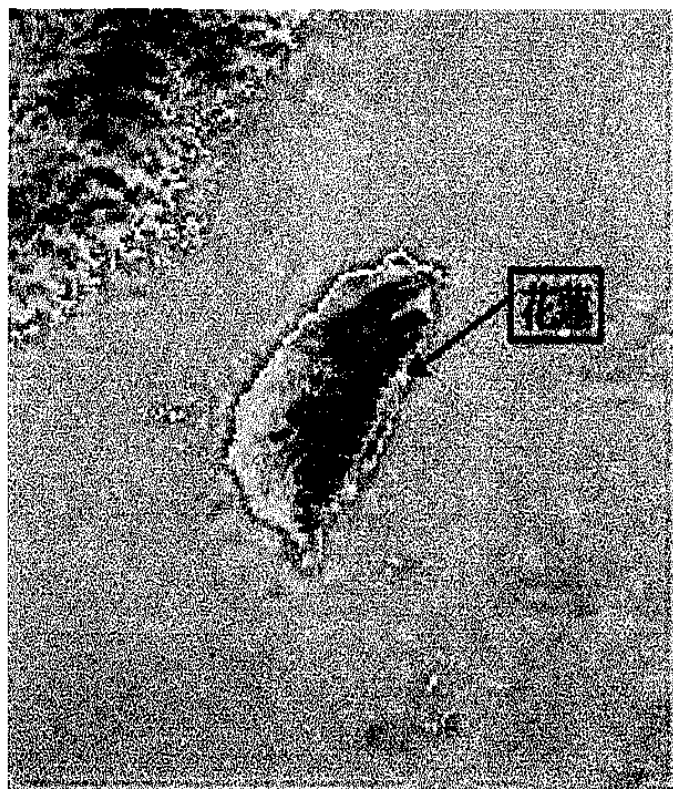
二、本場地形及天氣概要：

(一) 花蓮地形特色

花蓮地區東臨太平洋，北到西有高聳的中央山脈，南有海岸山脈，為三面環山一面臨海，腹地窄長之地勢，受到海洋及地形的影響顯得相當直接。(如右圖)

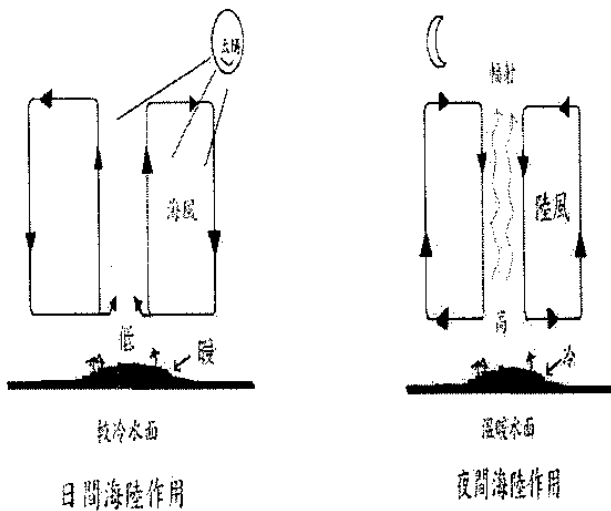
(二) 天氣概要

風從哪裡來？以氣象觀點來看是冷熱空氣差



異所造成之相對運動，而明顯之風場大部分來自於天氣系統(如颱風、東北季風等)，海陸風則是發生在海洋沿岸及廣大湖泊沿岸，尤以夏季為甚。

海陸風為海陸差異加熱效應所產生的環流，海陸交界處，由於水的比熱比陸地大，在白天陸地受熱後溫度上升比海面大，陸地溫度高，因而其上的空氣密度較海面上小，於是暖空氣(陸地)上升，冷空氣(海上)下沉，為補足陸地上暖空氣之流失，近地面風由海面吹向陸地，稱為海風。夜晚陸地溫度低於海面，形成與白天相反的熱力環流稱之為陸風。(如下圖)



海陸效應及山嶺地形對於大氣運動扮演著重的角色，學者曾研究 TAMEX(台灣地區中尺度實驗)期間之密集觀測資料發現，台灣地區海陸風環流在綜觀環境風場微弱情況下，一直是盛行現象，全島濱海地區，白天吹海風、夜晚吹陸風的交替情形尋常可見，而研究亦顯示，海陸邊界層的特性除受地表加熱而有良好發展外，也與地形、綜觀天氣型態及季節有密切關係。

三、花蓮基地海陸風季節變化特性：

對風而言，大尺度氣壓梯度(大環境風場)微弱時，地表的差異性就顯得格外重要。因此，經常可以觀測到海陸風、山谷風等局部環流的存在。反之在明顯天氣系統影響時，局部環流往往被淹沒殆盡。所以海陸風觀測必須在大尺度的氣壓梯度風很小的情況下進行才有意義。因此將資料作一適當區

分有其必要性。為清楚顯現出局部環流之特性及影響，故將資料加以區分探討。

我們配合花蓮地區氣候特性，以 72 年至 86 年為資料時間，定出以下選取條件，並加以統計分析。

- 一、 日夜風向明顯反向。
- 二、 風速在每小時 10(含)海裡以下。
- 三、 雲量小於七分(含)以下。
- 四、 下雨(小雨)時數小於三小時(含)。

由十五年資料中，符合上述條件者共計 455 天，其中以夏季最多，冬季次之，梅雨季最少(如圖表 A)。而花蓮基地夜間吹西南風方向的陸風，白天吹東北向的海風，且幾乎就只有這兩個方向。在四百五十五天的統計資料中顯示，08:00 時以後海風逐漸取代陸風，其中又以 10:00 時最為明顯，陸風則於 20:00 時之後逐漸取代海風，其中以 21:00 時為最高峰，且持續到第二天的 09:00 時，海陸風的轉換相當明顯。(如圖表 B)

圖表 A：花蓮基地 72 年至 86 年海陸風次數統計表

年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
72年	0	0	1	1	2	3	5	4	3	1	3	1	24
73年	1	0	0	0	0	1	7	4	4	1	1	1	20
74年	1	1	0	3	2	0	3	7	4	1	3	1	26
75年	0	0	0	1	1	9	8	6	1	1	0	1	28
76年	1	1	1	2	3	1	4	12	3	5	3	2	38
77年	1	3	1	0	1	8	5	11	2	0	0	5	37
78年	1	1	0	2	2	8	4	7	4	2	1	6	38
79年	1	0	0	0	1	2	10	8	2	1	1	2	28
80年	0	0	0	1	3	0	7	7	2	0	1	3	24
81年	2	1	0	0	1	3	9	8	4	4	2	1	35
82年	6	0	1	2	1	5	1	6	1	3	1	2	29
83年	0	1	0	0	0	2	11	2	4	5	8	0	33
84年	2	0	0	3	1	9	5	6	7	1	2	2	38
85年	3	1	2	2	0	5	5	7	6	2	1	1	35
86年	0	0	0	1	6	2	1	4	4	1	1	2	22
合計	19	9	6	18	24	58	85	99	51	28	28	30	455

圖表 B：花蓮基地 72 年至 86 年海陸風轉北、轉南風向統計表

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合計	
轉北	0	0	0	0	1	1	6	3	1	1	6	4	2	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	55
轉南	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	3	8	1	2	4	9	1	7	4	3	4	55	

雖然我們選出的海陸風個案(455天)統計資料，可明顯看出海陸風在各個季節均有出現，但以夏季最為頻繁，次者為冬季，而以梅雨季最少。原因是台灣在夏季主要受太平洋副熱帶高壓影響，氣壓梯度微弱，一般而言天氣良好，加上日射強烈，導致海陸冷暖空氣差異顯著，使得沿海地區海陸風盛行。至於冬季則因東北季風盛行，海陸風只在冷高壓出海勢力減弱時才出現，此乃因大尺度風場微弱之故，相較之下，出現頻率較夏季為低。而梅雨季海陸風出現頻率較少，主要原因在於下雨日數多，使海陸間空氣對比不明顯之故。

由於海面摩擦阻力比陸地小，在氣壓梯度力相同的條件下，在近海的風能潛力比陸地大 50% 左右，由全年及夏季的比較，可看出花蓮基地夏季海陸風效應的風速較全年其它海陸風效應之風速為高，表示了夏季時海陸風的強度較其它季節來得強，原因是夏季太陽輻射強烈，使得海陸加熱有明顯之差異，導致環流強盛。

四、海陸風對本場天氣影響：

在海陸風資料的選取中，我們也發現並無明顯之天氣系統影響花蓮基地，大致而言，在海陸風的效應中，白天出現疏雲佔有很大的比例，主要是有利海陸風效應之作用，而對於大尺度明顯之風場則不在此次的研究之中。

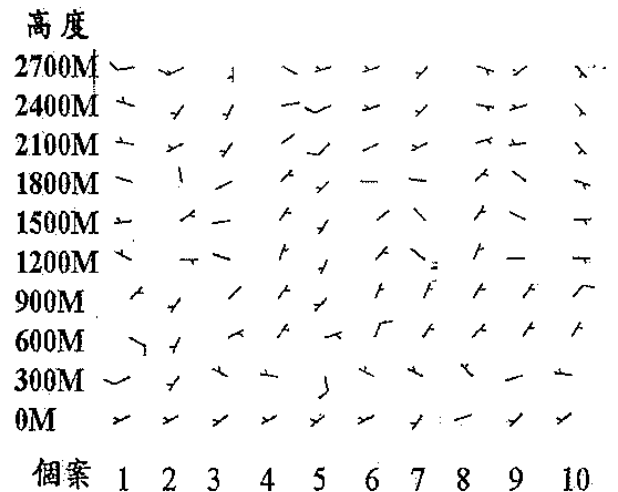
海陸風效應對花蓮基地之影響主要是風向的轉換，海風自 10：00 時完建立，可持續至 18：00 時，之後風向開始轉成陸風，而陸風在 20：00 時逐漸建立，於次日之 09：00 時停歇。在這轉換的時間中，對飛機起飛、降落有明顯之影響，在海風未完全建立以前，若飛機在南向跑道待命起飛，在飛機的前置作業時間內，倘若風向有顯著之改變，符合更

換 跑道之條件，則飛機必因更換跑道，從待命起飛的南向跑道，再滑行到北向跑道，不僅影響飛行時間，更使得人員產生作業上的困擾，因此，我氣象值勤人員便必須掌握風向轉換的時間，提供予高勤官參考，避開風向更換之時間點，使各項作業人員有充份之準備，不致影響飛行。

在海陸風效應高空風的變化是如何呢？我們從過去的資料中，以 00Z 及 12Z 的探空資料作分析，找尋可能影響本場天氣的因子，尤於觀測的時間正處於本場海陸風轉換時期，因此高空風的變化顯的有些紊亂(00Z 較穩定)，所以我們分析了 00Z 的變化，圖一為夏季個案中十個典型例子(00Z)，由圖一中發現：

- 一、 大致而言，近地面為西南風。
- 二、 南風轉為北風型態的高度約位於 600 公尺。

圖一：高空風變化圖



海陸風的垂直變化，在陸風轉為海風時期，陸風發展的高度約 600 公尺，因此可以推估在最強盛時期，海風以致於陸風均將高於此一高度。

五、海陸風對本場危害天氣發生前置時間分析：

在海陸風天氣型態下，可不可能有午後雷陣雨之發生？我們從十五年 455 天的統計資料中，選出有降水(含 17TS 及 95TS)之天氣現象，共計有 22 次發生降水現象(含七月份 17TS 三次、九月份 17

TS 一次及七月份 95TS 一次) 佔 4.8% , 其中七、八、九月有 16 次佔 73% (如圖表 C), 而以七月份為最高峰, 有 8 次佔 36% , 午後雷陣雨天氣只有一次 (七月份發生), 僅佔海陸風天氣型態 455 天中之 0.2% ; 其中值得注意的是 22 天降水型態中, 在午後 1500 時之後發生降水現象共有 19 次佔 86% , 而在 1700 時出現最高峰, 降水有 7 次佔 32% (如圖表 D)。

圖表 C：花蓮海陸風型態發生降水月平均統計表

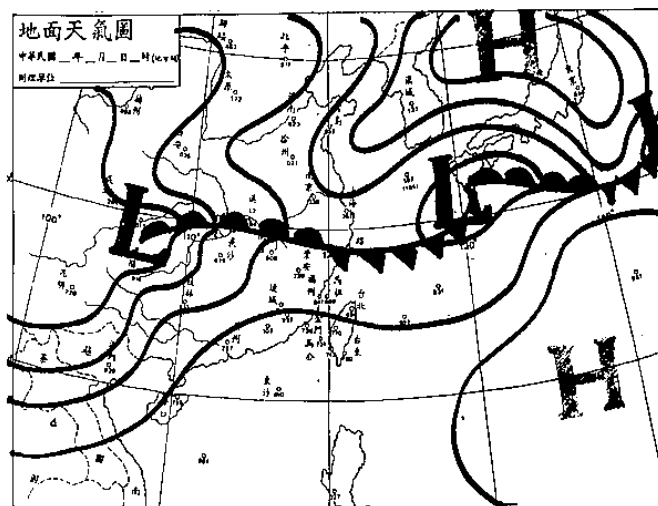
年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
72 年	0	0	0	0	2	2	8	3	5	0	1	1	22
至 86 年													

圖表 D：花蓮海陸風型態發生降水時間之統計表

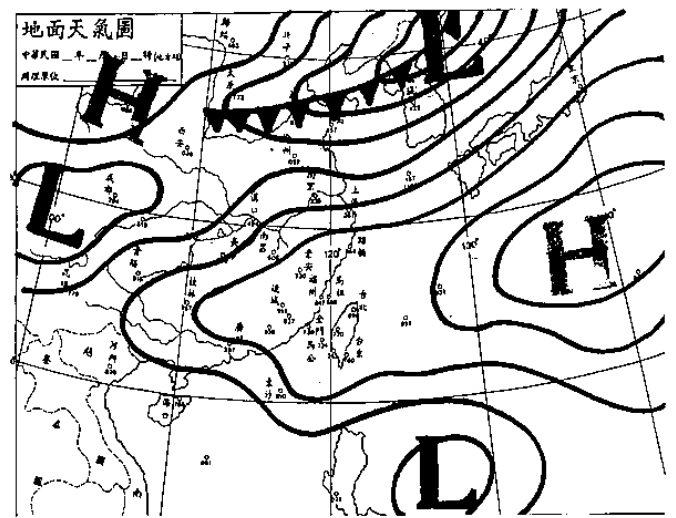
時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	11	11	11	11	12	22	22	22	22	合計	
次數										0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2		
72 至 86 年	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	7	2	3	1	1	0	22

雖然海陸風效應之天氣型態在本場並無明顯之雷雨影響, 但是統計資料中還是可以看出, 在海陸風出現最頻繁的夏、冬兩季, 夏季最容易有局部降水現象發生, 主要還是因為夏季受太平洋高壓影響, 氣壓梯度微弱, 加上日射強烈, 致使海陸冷暖空氣差異顯著, 有利對流性雲發展, 較容易有局部降水之現象發生。(如圖二及圖三之夏季海陸風平均天氣圖)

圖二：夏季海陸風效應之地面圖型態一

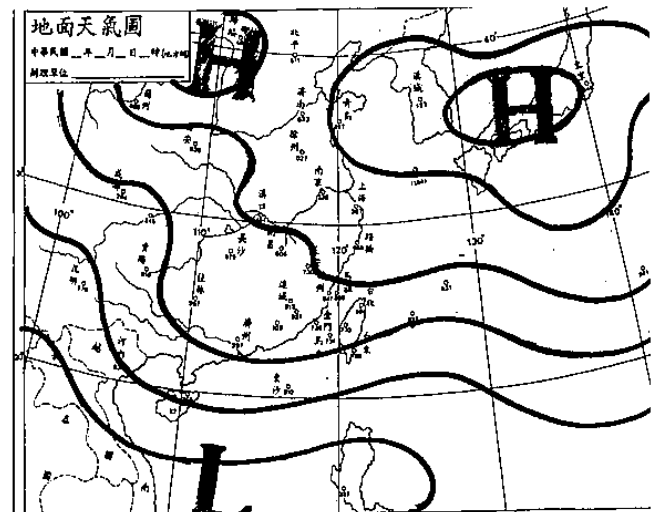


圖三：夏季海陸風效應之地面圖型態二

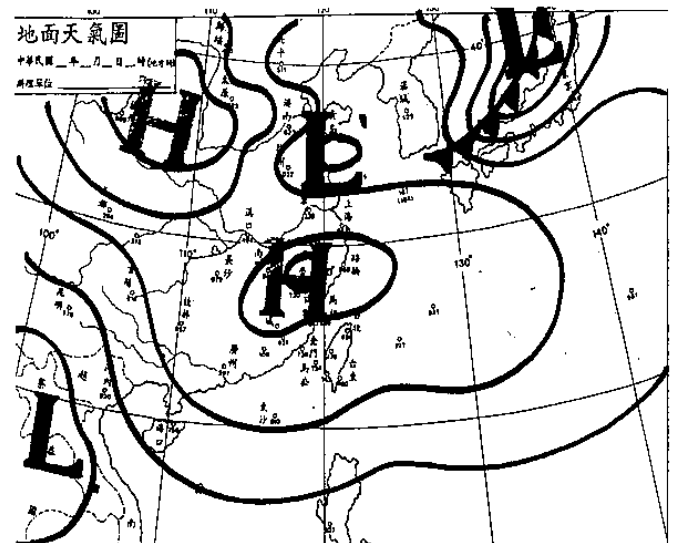


冬季因為東北季風盛行, 海陸風效應只在冷高壓出海勢力減弱時才出現, 如圖四及圖五。

圖四：冬季海陸風效應之地面圖型態一



圖五：冬季海陸風效應之地面圖型態二



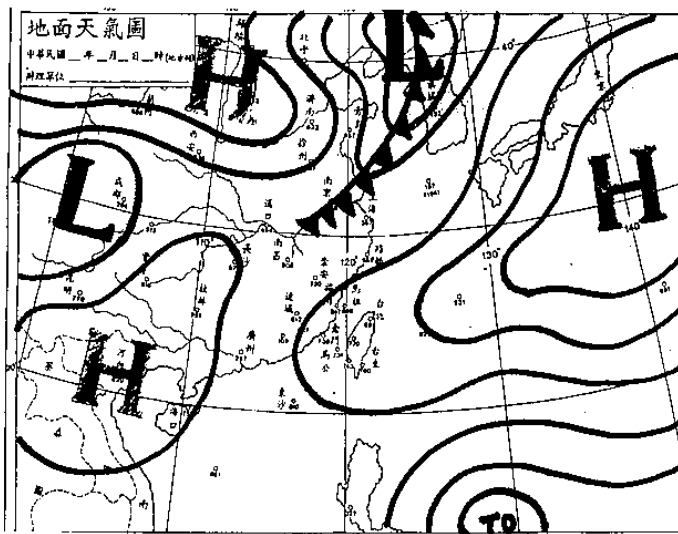
為了瞭解夏、冬兩季海陸風效應對本場危害天氣發生前置時間分析, 我們也選取了二個符合海陸

風效應地面圖型態的個案來探討、分析與比較。

一、民國88年8月19日

從圖六88年8月19日0800時之地面天氣圖中可以看出夏季受到太平洋高壓影響，在圖二及圖三與圖六之比較下，天氣系統大致相同，並沒有很大的差異，在風向方面於1200時開始由海風取代陸風，到了晚上2000時陸風逐漸取代了海風，與我們所做的統計資料除了早上海風稍為延後取代陸風外，夜間陸風取代海風的時間則相當吻合，另外在降水方面則於次日的0200時發生，與統計資料1500時之後逐漸有降水現象發生，有較大之時間差，但仍以傍晚以後為主。

圖六：88年8月19日0800時地面天氣圖



二、民國88年11月23日

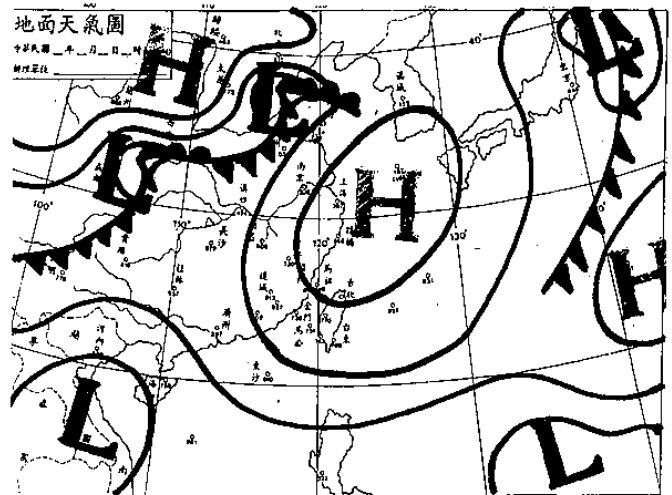
圖七是民國88年11月23日0800時之地面天氣圖，在冬季型態的地面平均圖中，圖四及圖五主要的天氣系統乃是分裂高壓出海勢力減弱的型態，與個案在民國88年11月23日0800時之地面天氣圖比較下，亦無多大之分別，仍然是分裂高壓出海勢力減弱的天氣系統，在風向方面0900時開始由海風取代陸風，到了晚上2000時陸風逐漸取代了海風，與我們所做的統計資料相當吻合。

六、結論

一、海陸風乃由於海陸差異加熱效應的產生的一種環流現象，不僅與天氣型態有關，更遷涉到季節，日夜、地形等影響。

二、海陸風有明顯的日夜相反風向，白天由海上吹入，夜晚則是由南方內陸向北吹出，白天因擾動

圖七：88年11月23日0800時地面天氣圖



層厚，海風風速比夜晚的陸風大。

三、大致而言，海陸風均是夏季較明顯且強盛，其它季節較微弱。

四、花蓮背倚中央山脈，夜間陸風常受山風影響，但山風作用力微弱，持續時間並不長。在陸風完全建立後，山風就被陸風取代，又花蓮腹地窄長，三面環山，一面靠海，使海陸風的分析較為複雜。

五、海風自10:00時完建立，可持續至18:00時，之後風向開始轉成陸風，而陸風在20:00時逐漸建立，於次日之09:00時停歇。

六、陸風轉為海風時期，陸風的發展高度約600公尺。在海陸風強盛時期，海風以致於陸風發展高度應高於此高度。

七、午後雷陣雨天氣只有一次（七月份發生），僅佔海陸風天氣型態455天中之0.2%，降水現象共計有22次（含七月份17TS三次、九月份17TS一次及七月份95TS一次）佔4.8%，其中七、八、九月有16次佔73%，降水現象大多集中在夏季。

八、在午後1500時之後發生降水現象共有19次佔86%，而在1700時出現最高峰，降水有7次佔32%。

七、參考文獻：

- 一、空軍各基地危險天氣預報研究兵要。
- 二、空軍天氣預報手冊。
- 三、林沛練、盛陽帆，1990：TAMEX期間台灣地區海陸風特性之初步分析。天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，133-144。

四、洪秀雄、林沛練，1982：臺灣地區海陸風之眼研究—第一部：簡單地形之影響。中範圍天氣系統研討會論文集編，中央氣象局，403-413。

五、空通訓 3019 氣象學，10-1 至 10-3。

六、林元弼、包澄瀾、湯明敏、陳森娥編著，天氣學，明文書局出版，355-356。