

台灣東南部冬季降水探討

顏自雄 張明仁

空軍氣象聯隊氣象中心

摘要

台灣東南部向來是國人喜愛的觀光景點，因此航空器起降頻繁，而且航機以中、小型客機居多。然而在每年冬、春和初夏之際，此區域常有影響飛安的中尺度天氣現象產生(何等，1994)。台灣東南部外海也會出現長生命期的中尺度渦旋，伴隨中尺度垂直風切、輻合及降水現象(Yu et al., 1999)，其中降水現象常伴有低雲幕或低能見度現象造成航機起降延誤，而劇烈降水時更易有亂流、低雲幕、下衝風及雷電等影響飛航安全之因素出現，而且較大的降水量亦使機場跑道溼滑，影響機師對飛機的控制，增加飛安事件的不確定因素。因此降水現象之氣候統計對機場飛航安全及成本考量是相當重要且必須的。

另外在氣象作業單位執行日常天氣預報時，概念中常認為在變性氣團天氣型態下，盛行風向與台東地區山脈角度呈現幾近直角，潮溼空氣受地形舉升導致凝結降水的效果應較明顯，而且也應使得冬季台東外海常出現的線狀對流較容易移進台東地區，導致降水現象出現。所以變性氣團天氣型態應較東北季風天氣型態更易使台東地區出現降水現象，此想法是否正確須進一步以實際資料驗證。因此本文希望藉由近三年冬季降水資料的收集、整理及初步分析可以對台灣東南部冬季的降水與天氣系統間的關連作進一步了解以利預報及掌握。

本文選取近三年冬季(2001 年至 2003 年 11 月 1 日至翌年 1 月 31 日)降水資料進行統計，定義東北季風、變性氣團等天氣系統，再分析近三年台灣東南部降水之時機主要出現於何種天氣系統之下。從近三年的降水資料來看，冬季時台東地區主要受東北季風影響，降水現象亦主要發生在東北季風的天氣型態下(風向： $350^{\circ}-050^{\circ}$)。

關鍵詞：台灣東南部，冬季降水，天氣型態，飛安

一、前言

由於台灣處於東亞季風區，冬季在大陸冷氣團影響之下，盛行東北季風。另外當大陸性冷氣團向南移動，乾冷空氣除了下沉增溫外，並歷經廣大暖洋面，因可感熱及潛熱通量上傳而變暖，而且水氣通量增加也導致原本乾空氣變濕，由於此變暖變濕的過程使原本冷乾空氣產生變性，也就是當此冷乾空氣到達台灣附近時已變性為又暖又濕。因此台灣地區在冬季時，最常受到東北季風及又暖又濕的變性氣團影響。東部地區在冬季東北季風及變性氣團型態下位處迎風面，在中

央山脈地形阻擋下，東、西部地區常呈現明顯差異之天氣狀況。

雷達觀測研究(Yu et al., 2001)冬季台灣東部海域有時會出現線狀對流，此些對流部份會移進東部陸地造成明顯影響東部地區飛航安全之惡劣天氣現象(包括亂流、低雲幕及低能見度等)。何等人(2001)研究豐年機場七年(1992 至 1998 年)一至六月航空氣象要素，結果顯示台東地區受地形與區域環流之影響，使地面氣象要素容易產生較複雜且急速的變化，對飛航安全造成影響。在降水量方面，一月份降雨量最少，僅 20 mm，六月份最多達 156 mm，而在低於起降標準之能

見度與低雲幕的發生次數上，同樣為一月份最少，五、六月份最多，因此降雨量大小與低於起降標準之能見度與雲幕的發生次數似乎存在相當程度的關聯性。

另外較大降水量現象易使機場跑道溼滑，影響航機起降，雖然機場已有考慮排水設施，但跑道積水與道面的光滑度、坡度、降水速率及當時的風向風速(側風會影響排水狀況)等因素有關，航機在積水的跑道上降落會遇到積水產生之流體衝激阻力與隨之而來的水漂或水滑現象，使得機師失去對飛機方向性的控制(飛安委員會，2000)，因此降水現象的分析對飛航安全因素的考量有其重要性。

另外氣象作業單位執行日常各項天氣預報研判時，不論時短時或中長期預報，對冬季台東地區的天氣預報概念中，常認為在變性氣團天氣型態下，盛行風向與台東地區山脈角度呈現幾近直角，潮溼空氣受地形舉升導致凝結降水的效果應較明顯，而且也使得台東外海冬季常出現的線狀對流應較容易移進台東地區，導致降水現象出現，所以在預報作業的概念模式裏，冬季時變性氣團天氣型態應較東北季風天氣型態更易使台東地區出現降水現象，但是此概念模式是否正確也值得進一步以實際資料驗證。

因此本文將進行台東地區除颱風、鋒面、華南雲雨帶等天氣系統經過時會造成的降水現象外，在何種天氣系統影響下，屬迎風面的東部地區會有降水現象出現。但此問題包括各不同天氣系統的彼此差異(水氣量、高低壓的配置、高層系統、東風層厚度、風切及噴流位置等等問題)、因此初步本文先進行近三年冬季(2001-2003年11月1日起至翌年1月31日)降水資料統計，先定義東北季風、變性氣團等天氣系統，分析近三年台東地區有降水之時機主要出現於何種天氣系統之下，並進行分類統計。未來則將進行不同天氣系統導致台東地區降水之分析研究，瞭解冬季影響台東地區降水之機制。

第二節為研究資料與方法；第三節則為結果與討論；第四節為結論。

二、研究資料與方法

文利用空軍氣象聯隊與中央氣象局之日累積雨量、雷達回波、衛星雲圖、實際觀測資料及 NCEP (National Centers for Environmental Prediction)客觀分析場，分析近三年冬季(2001-2003年11月起至翌年1月)台東地區之降水主要發生於何種天氣系統之下。至於何種天氣系統會造成台東地區降水之議題則會因系統間之差異(水氣、高低壓位置、高低層系統配置及東風層厚度等)呈現不同的結果，此部份則為未來將持續進行之研究。

在進行天氣系統分類之前，需明確定義天氣系統。本文在天氣系統的定義方面純以近地層天氣系統(700hPa 及以下)為主，不考慮高層天氣系統配置與東風層厚度等垂直上的變化。本文定義東北季風型態(圖 1)為大陸冷高壓位置位於中國大陸地區或出海至台灣北方海面，台灣盛行北至東北風向，且澎湖測站風向角度在 350° - 050° 之間；而變性氣團天氣型態(圖 2)之定義則為大陸分裂高壓已出海至日本南方或東南方海面，變性為又暖又溼，台灣東部地區盛行偏東風系(050° - 120° 之間)時稱之。

至於鋒面系統與華南雲雨帶的定義分別，謝與胡(1982)研究 1976 - 1980 年春季(12 至翌年 4 月)華南雲雨帶的降水現象，將華南雲雨帶敘述為「每年 12 月至次年 4 月間，當變性之西伯利亞冷氣團在華南(指 100° E 以東、 30° N 以南之中國大陸)地區駐留一段時間後，常有降雨區出現於廣西、貴州至湖南一帶。此雨區在地面天氣圖上，並無對應之鋒面系統存在，惟在兩區初生期，兩區北側 850(或 700) hPa 上空，均有一條風切線；且 500 hPa 上常有槽線相偕」。該文之重要結論在於強調中下對流層的強烈暖平流為引發此類降水現象的重要因素。而本研究進行分析

時亦發現同樣的結果，因此本文另加上大氣低層(925、850 及 700 hPa)之溫度平流的狀況來決定，若低層有明顯之冷平流，利於溫度梯度的密集，則定義為鋒面，相反的在低層無明顯冷平流現象，但有較明顯之暖平流帶來暖溼空氣而且不利於溫度梯度加大之作用，則定義為華南雲雨帶。至於鋒面其它的特徵如水汽梯度與垂直速度等，由於在鋒面與華南雲雨帶間並不一定存在明顯差異，因此在本研究中暫不列入考慮。

由於本文想瞭解台東地區冬季降水現象主要出現於何種天氣系統，因此目前先不考慮降水量大小，只要測站觀測到大於 0.1 mm/hr(雨跡 T 以上)即算有雨的天氣。

在此相關定義之下，按照日累積雨量圖找出台東地區有降水現象出現之時機，進行後續之相關分類與分析。

三、結果與討論

按照何等(2001)對台東豐年機場 1992 至 1998 年一月份的統計資料顯示(圖未示)，豐年機場全天各時段均有降水現象發生，降水量大約均位於 0.3-1.0 mm 之間，惟清晨(04-07 時)與傍晚(17 時)出現相對較大值(2.5 mm 與 1.7 mm)，此相對極大值應與海陸風環流有關，但其它時段的降水則應與天氣系統較為相關。

表 1 按照天氣系統分類，分為東北季風、鋒面、變性氣團、颱風及其它(包括華南雲雨帶和熱帶雲系)，初步分析看來，近三年台東地區冬季降水日數在 30 日左右(第一年為 25 日，第二年為 29 日及第三年為 34 日)。當不考慮鋒面、颱風及其它移動性系統雲系移進導致台東地區降水情形後，台東地區在近三年冬季受東北季風天氣系統影響的日數最多，而且降水機率達 25% 以上，包括第一年東北季風導致台東地區的降水機率為 $15/57 = 26.32\%$ ，第二年的降水機率為 $14/56 = 25.0\%$ ，而第三年則為 38.89% 。

圖 3 可清楚顯示台東地區近三年冬季不

同系統及降水現象的差異，其中各天氣系統與降水天數的型態相當類似，都以東北季風天氣型態最多，導致台東地區降水日數也最多。但是同樣在東北季風型態下，台東地區未降水的日數較降水日數為多，即並非每次東北季風天氣時均會導致台東地區降水。為何在東北季風天氣型態下，台東地區有時會降水，有時不會？東北季風導致台東地區降水或不降水的主要因子為何？此問題牽涉到包括水氣量與風速的差異、高低層系統的配置、東風層厚度、風切及噴流等因子的作用，本研究的後續工作即在釐清上述因子在東北季風和變性氣團天氣系統是否導致台東地區降水所扮演的角色，何者才是主要導致冬季東北季風影響下台東地區降水的主要因子？

圖 3 除顯示台東地區降水現象發生於東北季風天氣系統次數最多之外，其次為鋒面與華南雲雨帶(此移入性系統降水本文暫不討論)。相較而言在變性氣團天氣系統影響下，降水機率均在 10% 以下，顯示似乎當大陸高壓移出且逐漸變性之後，雖然為台灣東部地區帶來較暖溼的空氣，而且風向與台灣東南部山脈角度較為垂直，但是卻並未為台灣東南部帶來較明顯的降水現象，其降水日數在這近三年冬季的統計結果是相當地少，日數均在一日以下，此點結果與原先認為變性氣團天氣型態下盛行風向與台東地區山脈角度較為垂直，導致舉升作用加強與易使外海線狀對流進入台東陸地等導致降水現象的推論不符。推論應與風速較小無法過山，舉升作用有限，而且也由於氣流無法過山，使得低層氣流在東部形成阻塞(blocking)現象，不利於外海線狀對流的移入，因此不利於降水現象的發生有關。此點仍須進一步深入分析予以釐清。

上述初步分析結果顯示造成台東地區冬季降水現象出現的因子與天氣系統的秉性及風向相關，但真正要釐清其中主要的因子為何，則須深入探討各天氣系統間的差異，包括各系統間垂直結構的差異、水氣量的多寡

及風速的大小等均必須進一步持續研究的課題。

四、結論

從近三年台東地區冬季的降水資料來看，除了颱風、鋒面及華南雲雨帶等移入性降水外，冬季時台東地區的降水主要發生在東北季風的天氣型態下（風向：350°—050°）。此點與原先推論變性氣團天氣型態下，大陸高壓逐漸變性，為台灣東部地區帶來較暖溼的空氣，且盛行風向與台東地區山脈角度較為垂直，應導致舉升作用加強以及易使外海線狀對流進入台東陸地等導致降水現象的推論不符。推論應與風速較小無法過山，因此氣流在東部形成阻塞(blocking)現象，反而不利東部地區降水現象的發生有關。此點仍須進一步深入研究予以驗證。

另外在東北季風型態下，未降水的日數較降水日數為多，為何同樣在東北季風天氣型態下，台東地區有時會降水，有時不會？真正導致台東地區降水現象發生的真正因子為何？

因此包括為何變性氣團之暖溼空氣無法為台東地區帶來較明顯的降水現象？以及東北季風天氣型態下何種因子才是真正導致台東地區發生降水現象的主角等等問題，均為後續研究的重點。

致謝

感謝中央氣象局所提供之資料及空軍氣象中心所有同仁在資料蒐集、問題討論上所給予的支援，特此表達深摯的感謝。

參考文獻

- 何台華、翁興中及張茂興，1994：台灣東部近海中尺度天氣系統對離島飛行安全的影響。中華民國八十三年航空安全研討會論文，367-382。
- 何台華、魏志憲及蒲金標，2001：台東豐年機場冬春季航空氣象要素之季節變化和

日夜變化研究。大氣科學，29，53-73。

謝信良及胡亞棟，1982：華南地區中幅度降水現象之初步探討。大氣科學，9，83-93。

飛安委員會，2000：台灣春夏天氣與溼滑跑道特性。世界民航雜誌，36，22-26。

Yu, C. -K., B. J. -D., Jou and B. F. Smull, 1999: Formative stage of a long-lived Mesoscale Vortex observed by airborne Doppler radar. *Mon. Wea. Rev.*, 127, 838-857.

J. D. Jou, and D. P. Jorgensen, 2001: Retrieved thermodynamic structure of a subtropical, orographically influenced, quasi-stationary convective line. *Mon. Wea. Rev.*, 129, 1099-1116

台東地區冬季降水天數與系統天數統計表

	2001 年 11 月 01 日至 2002 年 01 月 31 日			2002 年 11 月 01 日至 2003 年 01 月 31 日			2003 年 11 月 01 日至 2004 年 01 月 31 日		
	未降水 天數	降水天 數	系統天 氣	未降水 天數	降水天 數	系統天 氣	未降水 天數	降水天 數	系統天 氣
東北 季風	42	15	57	42	14	56	22	14	36
鋒面	7	6	13	7	3	10	17	8	25
變性 氣團	11	1	12	8	0	8	15	1	16
颱風	0	1	1	0	0	0	0	5	5
其它	6	2	8	5	12	17	3	6	9
總計	66	25	91	62	29	91	57	34	91

表1: 台東地區冬季降水天數與系統天數統計表

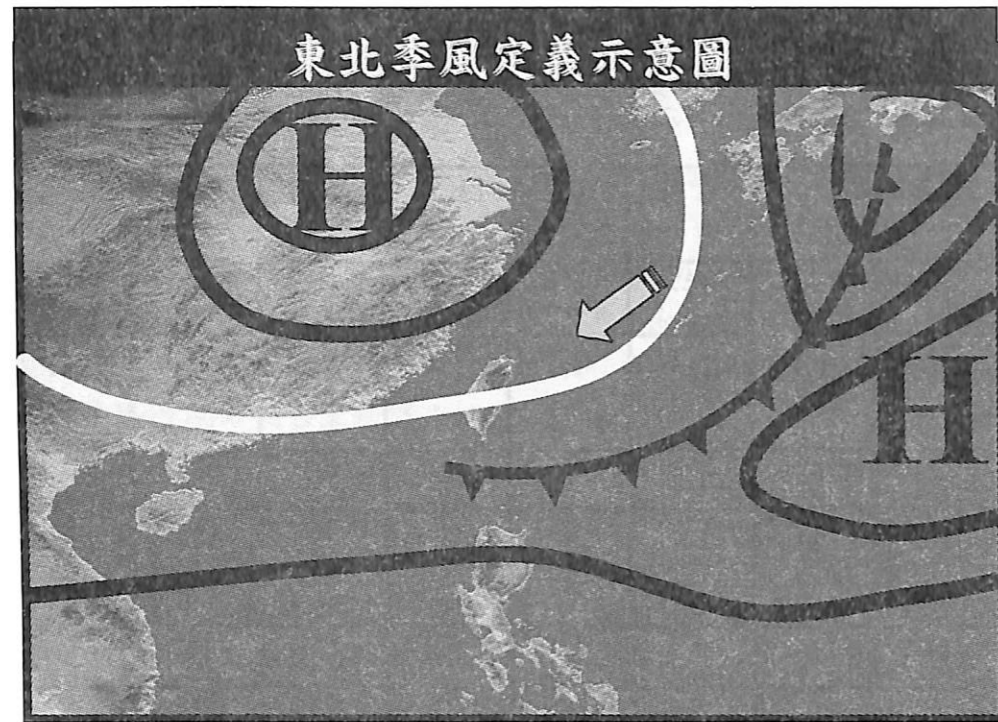


圖1:東北季風定義示意圖

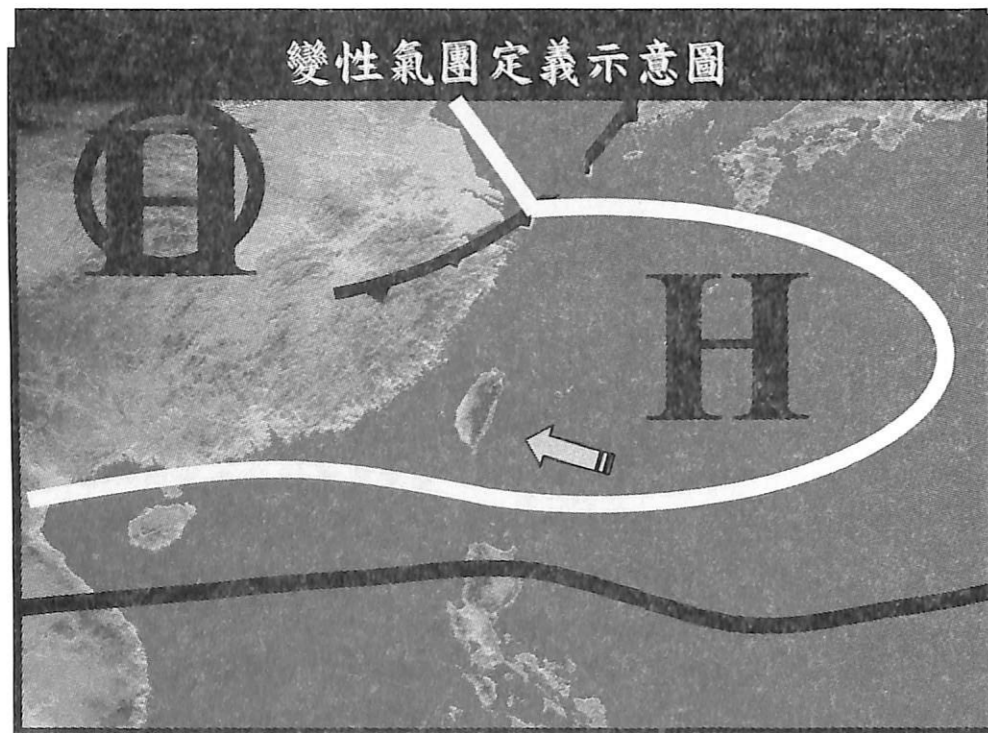


圖2:變性氣團定義示意圖

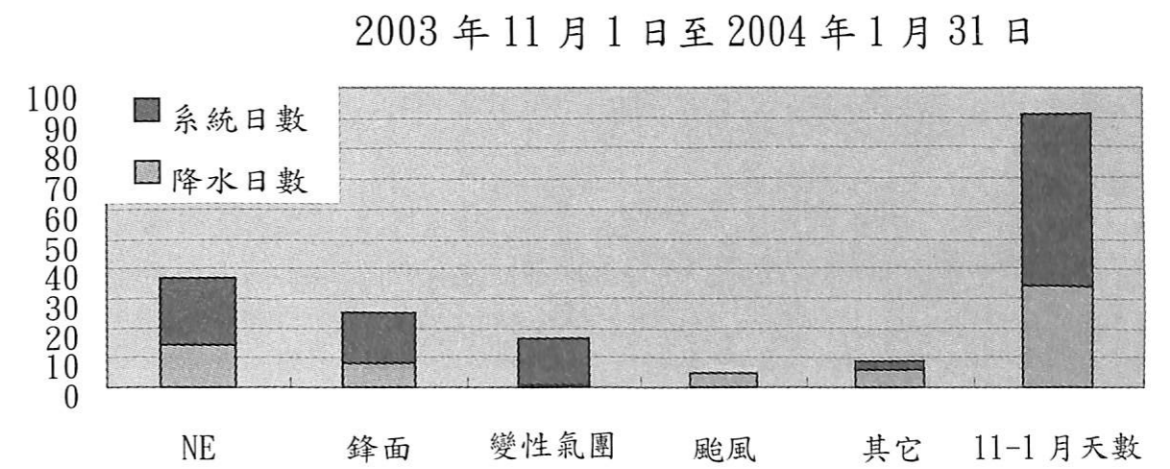
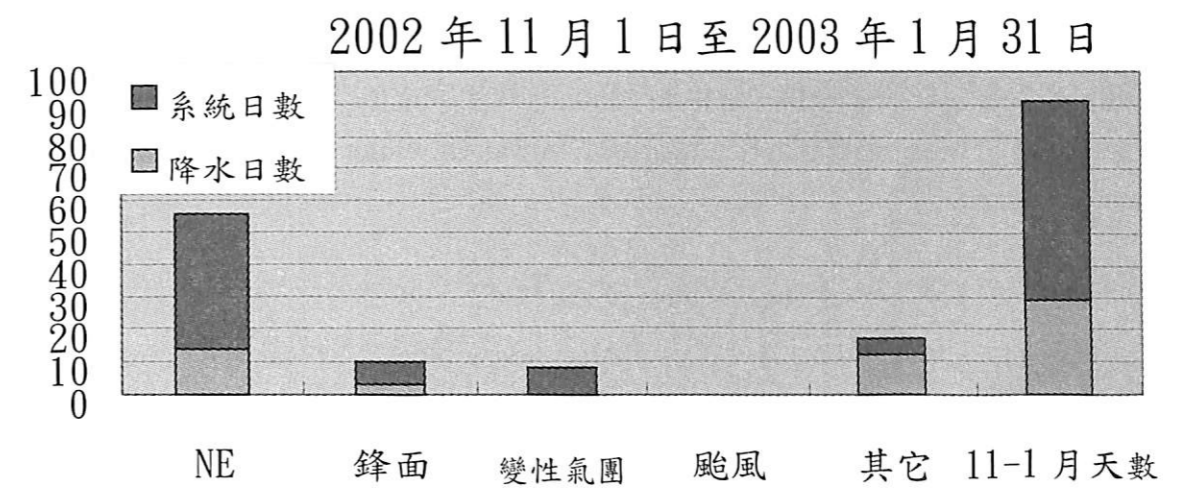
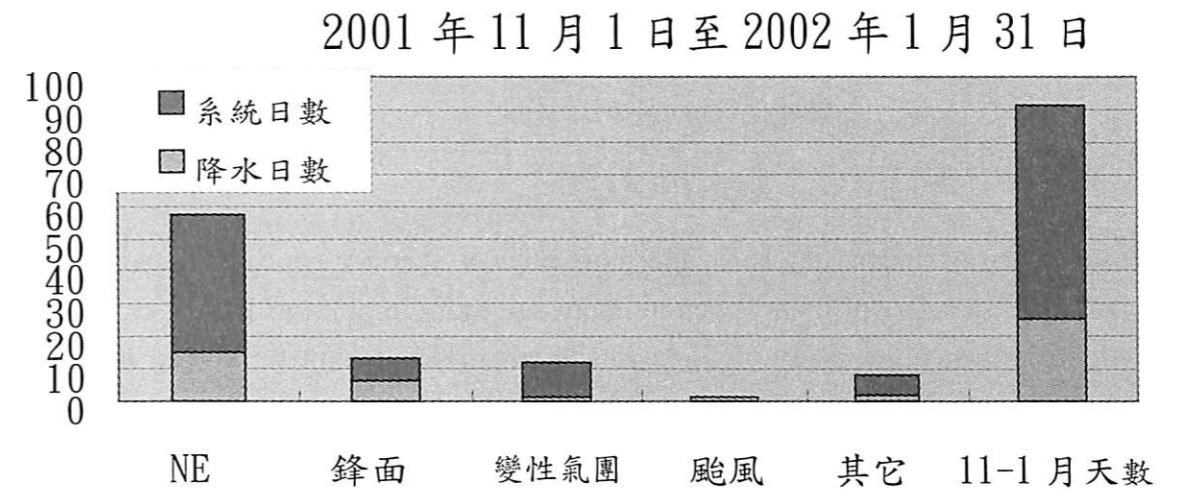


圖3:台東地區2001-2004年冬季降水天數與系統天數圖

To research the rain in south-east of Taiwan in winter

Tzu-Hsiung Yen Ming-Jen Chang

Weather Center, Weather Wing

ABSTRACT

The South-east area of Taiwan is one of the most popular scenery spots and many people travel there by airplane, so safety of flight is getting more and more important. However, there are many factors which influence the safety of flight in this area during winter、spring and initial summer. The long-life and mid-scale vorticity also appears on the ocean near the South-east area of Taiwan and accompanies convergence and precipitation. Besides, we must realize that precipitation bring how many damages to us, because it is a significant and important factor of safety of flight.

In this article, we find out the relation between precipitation in the South-east area of Taiwan and weather system of Taiwan in winter by collecting statistics informations which are accumulative rain in south-east area in Taiwan from 2000 to 2003. Finally, the result of our research is that the phenomenon of precipitation in South-east of Taiwan in winter always happens during North-east monsoon system.