

南台灣初夏低空風切之個案分析

宋偉國、鄧資嘉

空軍航空技術學校

摘要

本文以1987年TAMEX期間選取東港探空站代表台灣南部大氣結構，分析低空風切形成的可能性，並與以板橋為代表的北台灣風場作一比較。5月1日-6月30日61天中，東港500公尺以下風速達10m/s以上的個案僅有4個個案，相較於北台灣而言，北部有11個個案達10m/s以上，主要是有些綜觀系統如梅雨鋒僅影響到台灣北部而已。東港500公尺以下的風速達8m/s以上者有16個個案，此16個個案有9個與北部低空風切同時存在，均屬同一梅雨鋒或低壓槽系統所影響。與北部無關的7個個案中，有2個是屬於華南低壓槽與副熱帶太平洋高壓形成氣壓梯度力後，透過地轉過程加強風速所致。1個則是颱風外圍環流所影響。其他4個低空風切個案，均處於副熱帶太平洋高壓下，其中5月6日1200UTC 500公尺風速突然增強，與上、下層間形成顯著垂直風切，其動量來源是透過華南沿海動量東傳或是透過高層動量下傳，則需更高時間解析度或數值模擬加以驗證。

一、前言

影響航機飛行的因素包含能見度、雲幕、積冰、閃電、水平風切及垂直風切等現象，造成這些現象可能有鋒面、中尺度對流系統、雷雨、低層噴流等天氣系統及局部環流、地形山岳波等局部地區效應。台灣地區處於亞熱帶範圍，初夏華南鋒面系統南下，加上熱帶地區暖濕氣流北上，每年五至六月的梅雨期，梅雨鋒、中尺度對流系統及低層噴流等現象顯著，彼此間形成交互作用(宋1994)。另一方面，台灣地形陡峭，氣流、山脈和大氣穩定間的相關性，均影響局部環流特徵。因此台灣地區有著相當複雜的天氣現象，過去國內大學與研究機構對於低層噴流與對流間的相關性、鋒面和地形交互作用、鋒面與對流、低層噴流交互作用等現象已有許多的了解(宋與李1996;吳與王1985;陳1978)，至於這些天氣現象對於飛航安全的影響性的研究，則多半為作業單位如民航局或空軍氣象聯隊所關注。蒲與李(1990)研究低層噴流通過台灣時，低層最大風速增強至40kts以上，3000ft以下均有中度至強度亂流。陳與劉(1990)研究1983年9月28日、1986年3月13日及1988年1月19日三次民航機意外事件，均顯示當時有惡劣天氣大雷雨、雷雨亂流等現象。葉等(1990)以台灣各探空站資料，建

立並分析飛航氣象環境。近年來國內逐步引進中尺度觀測系統如都卜勒雷達、WINS等，對於飛航天氣預報的掌握，有更多的發展。

天氣系統中，對於飛機進場與離場有顯著影響的低層噴流，其所形成的風切，依照美國航空總署及國家海洋大氣總署的規定，1500英尺(500公尺)以上的風切稱為高空風切，此種風切對於飛行安全影響較小，1500英尺以下的風切稱為低空風切，對航機安全影響很大。美國1964年至1985年的統計數字顯示，因為低空風切而導致飛機失事事件有26件(張，1996)。由於飛機進場與離場時，風切現象發生在近地層，飛行員較無足夠高度與時間來修正高度、速度等有關應變動作，易發生飛行事故。例如順風風切時，會使得飛機空速突然減少而往下墜落，進場的飛機可能因此墜毀在跑道頭之前，造成飛機失事。低空風切的形成，可能透過雷雨陣風鋒面和下降氣流或是山岳波等過程，一般伴有顯著天氣系統時，可以透過雷達等觀測事先偵測氣流的分布，通知航機避開低空風切所導致的亂流現象，但是在天氣晴朗下，則對於低空風切的預報相當困難。本文目的乃是嘗試透過探空資料與綜觀天氣圖的分析，對於低空風切的形成做個案探討，期望對飛航更多一層安全保障。

二、資料來源與研究方法

依照一般大氣亂流強度分類，3-12kts(1.6-6m/s)為輕度亂流、12-21kts(6-11m/s)為中度、21-30kts(11-16m/s)為強烈、30kts(16m/s)以上為極強烈亂流。強烈程度以上的亂流將使飛機空速時，易發生大變動，飛機可能無法控制。1987年TAMEX實驗期，提供密集觀測資料可以研究低空風切現象，本文以東港探空站作南台灣風場代表，板橋探空站為北台灣代表，TAMEX 5月1日至6月30日期間，東港測站500公尺以下具10m/s以上的西南風，僅有5月6日1200UTC與6月23-25日兩個個案(表1)。由於南部500公尺以下滿足風速10m/s以上的個案很少，本文以南部低層強風速帶500公尺以下具有8m/s以上的風速作為個案選取標準，透過綜觀天氣與其大氣穩定度等結構，探討南部低空風切形成的可能原因。

三、低層風場結構分佈

南台灣500公尺以下風速大於10m/s以上的個案僅有4個，北台灣板橋測站則有5月14日1200UTC等11個個案，北台灣低層強風速區多半伴隨綜觀尺度系統如梅雨鋒等現象，其低層噴流成因已有文獻分析(許，1991)，本文不在此多作探討。南台灣500公尺以下風速大於8m/s以上的16個個案中，有9個個案伴隨北台灣風速的增強，南、北台灣低層風速增強多為同一綜觀系統梅雨鋒、華南低壓槽所致。以6月20日0000UTC為例(圖1)，台灣位於太平洋副熱帶高壓與廣西低壓槽間，衛星雲圖顯示梅雨鋒面與廣西低壓槽擾動伴隨顯著對流雲系(圖2)，台灣地區處於無對流雲狀態下。東港風場從地面往上增強(圖3)，在1300-1900公尺達到最大值12m/s，500公尺風速約7m/s，0300UTC則地面至1000公尺垂直風切略增加，500公尺風速增強至9m/s左右。台北風速垂直分佈中，6月20日0000UTC時(圖4)，1500公尺以下的風速在7m/s以下，0300UTC時，風速已增至10m/s以上(圖4)。此種南、北台灣風速均隨地面增強至850hPa以上，垂直風切隨時間增加，主要是綜觀天氣系統形成的氣壓梯度力，地轉過程造成850hPa風場的增強。

無伴隨台北低層風速增強的7個個案中(表1)，5月

20日0600UTC與5月25日0600UTC兩個案均有綜觀系統鋒面或低壓槽影響。以5月20日0600UTC個案為例，5月20日0000UTC 850hPa天氣圖顯示(圖5)，雲南、貴州一帶低壓槽與副熱帶太平洋高壓間伴隨低層噴流，對流雲分佈於噴流區(圖6)。東港風速自地面隨高度增強至1500公尺(圖7)，最強風速約7m/s。0600UTC時，500公尺風速略增強3m/s左右。板橋測站5月20日0000UTC與0600UTC 1500公尺以下的風速均在5m/s以下(圖8)，南部風場的加強與北部似無關係。東港位溫垂直分佈中(圖9)，5月20日0000與0600UTC比較顯示，300公尺以下溫度隨日照而升高，地面溫度由298°K(25°C)增至302°K(29°C)，地面至1000公尺僅降2°C左右，大氣處於弱穩定狀態。東港低空風切的形成主要仍是透過氣壓梯度力的增強，透過地轉調整加強南部風速。6月19日0000UTC個案(表1)東港低空風切的形成則是有颱風中心在廣東沿海，其外圍環流影響到台灣西南側所致(圖10,11)。其他四個個案(表1)南台灣均在副熱帶太平洋高壓範圍下，以5月6日1200UTC為例，850hPa天氣圖顯示華南地區梅雨鋒前盛行西南氣流(圖12)，暖平流區伴隨對流雲帶(圖13)，南台灣位於副熱帶太平洋高壓範圍。5月6日0000UTC時東港1500公尺以下的風速均在5m/s以下(圖14)，1200UTC時500公尺風速增強為12m/s，形成顯著低空風切。位溫垂直分佈上，5月6日0000UTC與1200UTC大氣均處於弱穩定狀態(圖15)，顯示低空風切的形成並非透過山岳波傳遞動量所致。由於0000UTC至1200UTC間缺乏資料，無法確切瞭解此個案低空風切形成過程，由850hPa天氣圖(圖12)顯示華南西風動量達10-15m/s，可能透過動量水平傳送至南台灣或是紊流上下傳送動量所致，唯為何在500公尺高度風速增強最大，而非在其他高度上，是否地形有其角色，此均須要更多資料加以分析探討。

四、結語

本文以1987年TAMEX期間選取東港探空站代表台灣南部大氣結構，分析低空風切形成的可能性，並與以板橋為代表的北台灣風場作一比較。5月1日-6月30日61天中，東港500公尺以下風速達10m/s以上的個案僅有4個個案，相較於北台灣而言，北部有11個個案達10m/s以

上，主要是有些綜觀系統如梅雨鋒僅影響到台灣北部而已。東港500公尺以下的風速達8m/s以上者有16個個案，此16個個案有9個與北部低空風切同時存在，均屬同一梅雨鋒或低壓槽系統所影響。與北部無關的7個個案中，有2個是屬於華南低壓槽與副熱帶太平洋高壓形成氣壓梯度力後，透過地轉過程加強風速所致。1個則是颱風外圍環流所影響。其他4個低空風切個案，均處於副熱帶太平洋高壓下，其中5月6日1200UTC500公尺風速突然增強，與上、下層間形成顯著垂直風切，其動量來源是透過華南沿海動量東傳或是透過高層動量下傳，則需更高時間解析度或數值模擬加以驗證。

參考文獻

吳宗堯與王時鼎，1985：變易季節台灣北部地形加劇鋒面性質降雨機制及結構之初步分析。*天氣分析與預報研討會*，中央氣象局，73-88。

宋偉國，1994：TAMEX期間華南梅雨鋒面系統之數值模擬。*博士論文*，台灣大學大氣科學研究所，195頁。

宋偉國與李東明，1996：台灣地區梅雨鋒面結構之診斷分析。*氣象預報與分析*，148，1-10。

許瑛珺，1991：TAMEX期間台灣地區低層噴流之研究。*碩士論文*，台灣大學大氣科學研究所，89頁。

陳泰然，1978：台灣梅雨期之中幅度天氣系統分析。*台灣地區災變天氣研討會論文集編*，國科會，150-157。

陳紹成與劉昭民，1990：近年來台灣地區與氣象有關之我國民航機意外事件。*氣象預報與分析*，124，55-59。

張政仁，1996：風切對飛行的影響及因應之道。*空軍軍官雙月刊*，67，26-30。

葉文欽、張儀峰及鄭哲聖，1990：台灣區域飛航氣象環境之特徵分析。*氣象預報與分析*，123，1-18。

蒲金標與李景焜，1990：低層噴流與飛航天氣之分析：1983年6月1日-3日個案分析。*氣象預報與分析*，

124，33-44。

表1：東港500公尺以下風速10m/s、8m/s及板橋500公尺以下風速10m/s以上之個案。東港“*”記號表示與板橋風速增強有關，括弧內表伴隨之綜觀天氣，其中「副高」為副熱帶太平洋高壓，「LLJ」為低層噴流簡寫。

東港: 500m以下, 風速10m/s以上	東港: 500m以下, 風速8m/s以上	板橋: 500m以下, 風速10m/s以上
5月6日1200UTC(副高)	5月6日1200UTC(副高)	5月14日1200UTC(鋒面)
*6月23日0000, 1200UTC(低壓槽)	5月7日1200UTC(副高)	5月16日0900UTC(鋒面)
*6月24日0000, 2100UTC(低壓槽)	5月11日1200UTC(副高)	5月22日0600, 0900UTC(低壓槽)
*6月25日0000, 0600UTC(低壓槽)	*5月13日1500, 1800UTC(鋒面)	5月28日0600, 1200UTC(鋒面)
	*5月16日0600, 0900UTC(鋒面)	6月2日0600, 0900UTC(LLJ)
	*5月18日0000UTC(鋒面)	6月10日1200, 1800UTC(鋒面)
	5月20日0600UTC(低壓槽)	6月16日0000-17日1200UTC(鋒面)
	5月25日0600UTC(低壓槽)	6月21日0000, 1200UTC(LLJ)
	*5月27日15, 1800UTC(鋒面)	6月22日0000UTC(低壓槽)
	*5月28日0600UTC(鋒面)	6月23日00, 06, 2100UTC(LLJ)
	5月30日0600UTC(副高)	6月24日0000, 1200UTC(LLJ)
	6月19日0000, 2100UTC(颱風)	
	*6月20日0900UTC(低壓槽)	
	*6月23日0000, 1200UTC(低壓槽)	
	*6月24日0000, 2100UTC(低壓槽)	
	*6月25日0000, 0600UTC(低壓槽)	

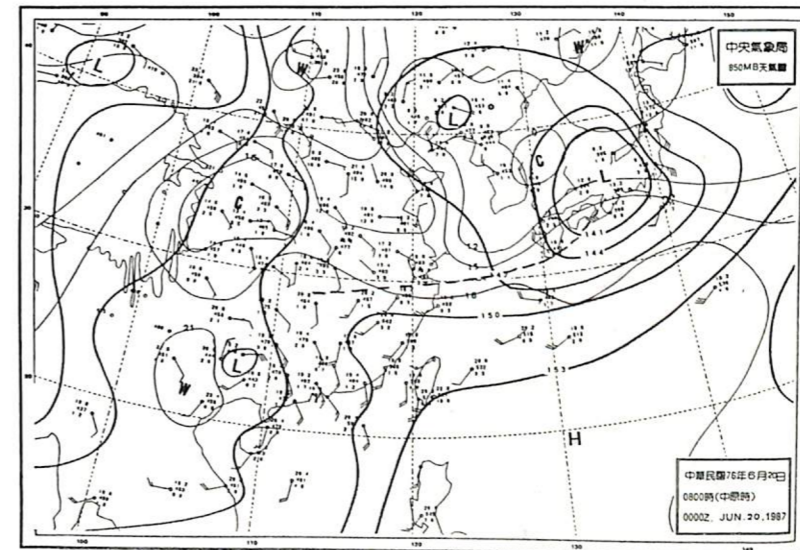


圖1：1987年6月20日0000UTC850hpa天氣圖。粗實線為3dam間距之等高線，細實線為3°C間距之等溫線，粗虛線為850hpa鋒面位置。

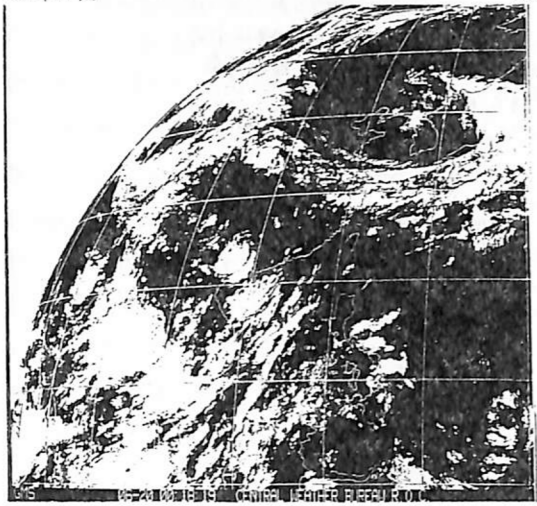


圖2：1987年6月20日0000UTC紅外線衛星雲圖。

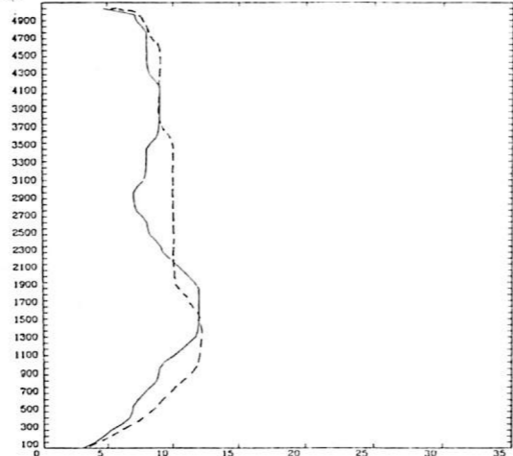


圖3：1987年6月20日東港風速垂直分佈。實線為0000UTC風速，虛線為0300UTC風速，橫軸為風速值(m/s)，縱軸為高度(m)。

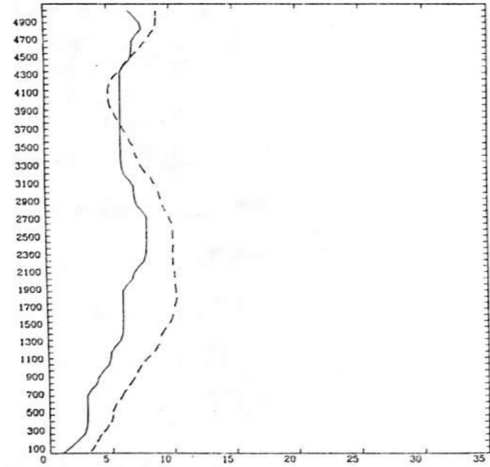


圖4：1987年6月20日板橋風速垂直分佈。實線為0000UTC風速，虛線為0300UTC風速，橫軸為風速值(m/s)，縱軸為高度(m)。

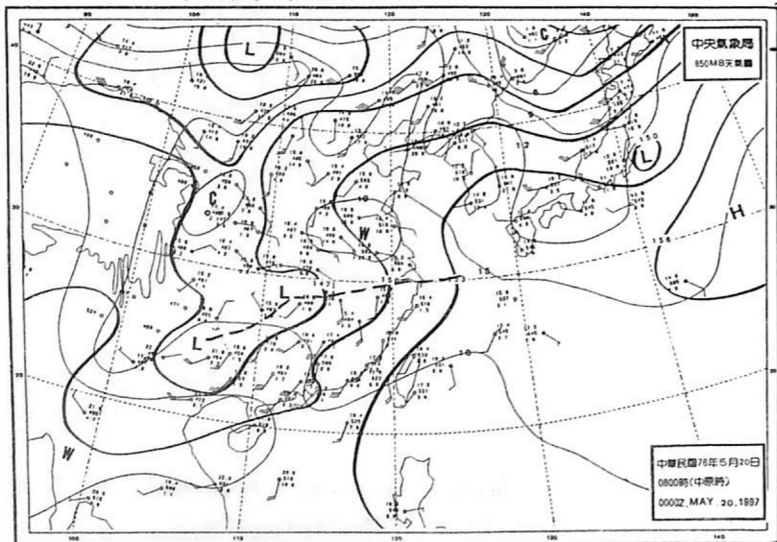


圖5：1987年6月20日0000UTC850hpa天氣圖。



圖6：1987年6月20日0000UTC紅外線衛星雲圖。

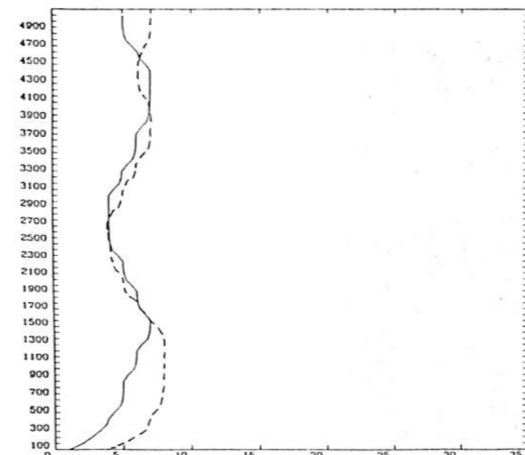


圖7：1987年6月20日東港風速垂直分佈。實線為0000UTC風速，虛線為0300UTC風速，橫軸為風速值(m/s)，縱軸為高度(m)。

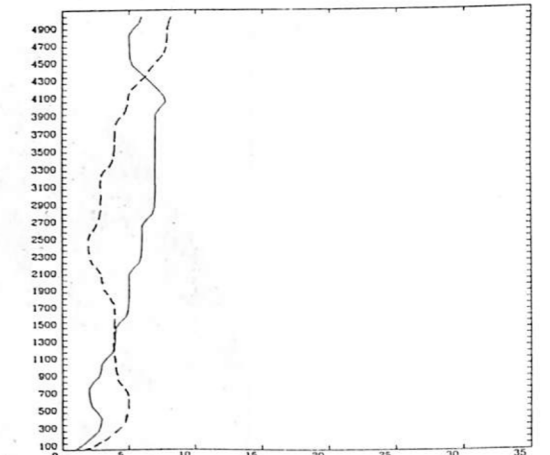


圖8：1987年6月20日板橋風速垂直分佈。實線為0000UTC風速，虛線為0300UTC風速，橫軸為風速值(m/s)，縱軸為高度(m)。

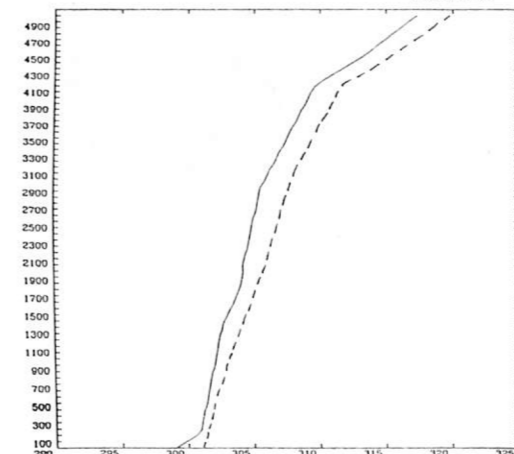


圖9：1987年5月20日東港位溫垂直分佈。實線為0000UTC風速，虛線為0600UTC風速，橫軸為位溫值(k)，縱軸為高度(m)。

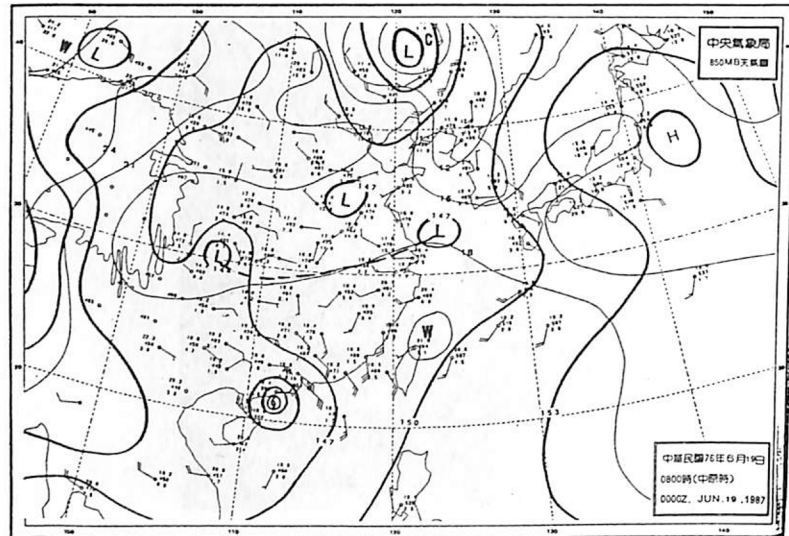


圖 10：1987年6月19日0000UTC 850hpa 天氣圖。粗實線為3dam 間距之等高線，細實線為3°C 間距之等溫線，粗虛線為850hpa 鋒面位置。

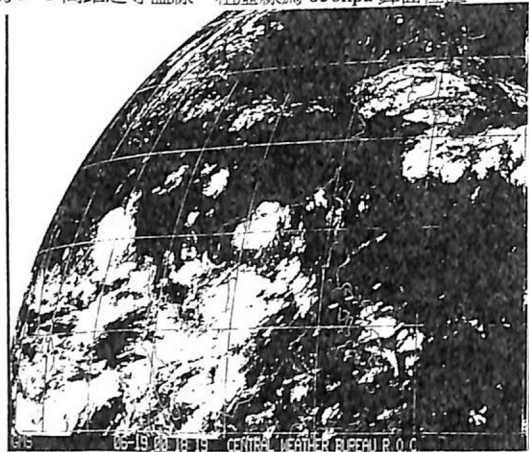


圖 11：1987年6月19日0000UTC 紅外線衛星雲圖。

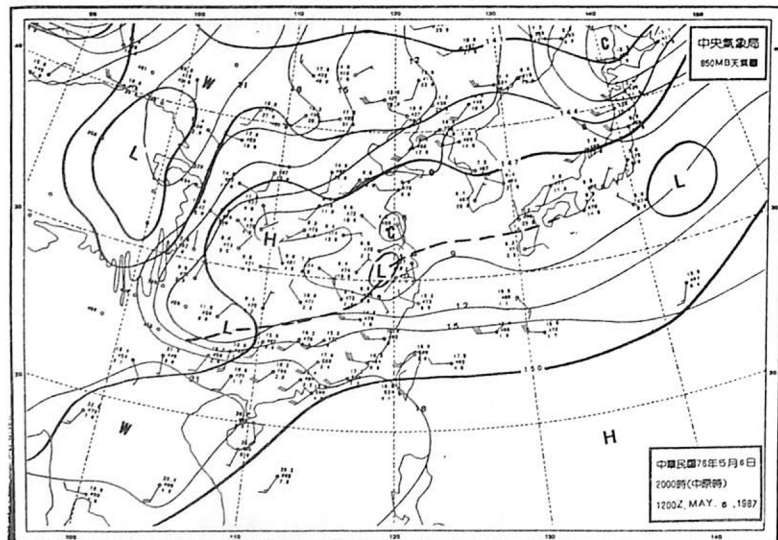


圖 12：1987年5月6日1200UTC 850hpa 天氣圖。粗實線為3dam 間距之等高線，細實線為3°C 間距之等溫線，粗虛線為850hpa 鋒面位置。



圖 13：1987年5月6日1200UTC 紅外線衛星雲圖。

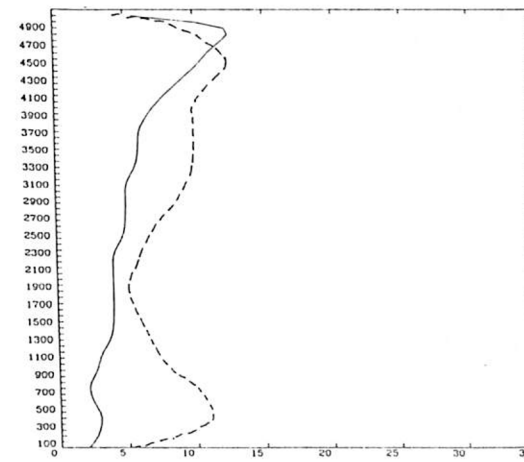


圖 14：1987年5月6日東港風速垂直分佈。實線為0000UTC 風速，虛線為1200UTC 風速，橫軸為風速值(m/s)，縱軸為高度(m)。

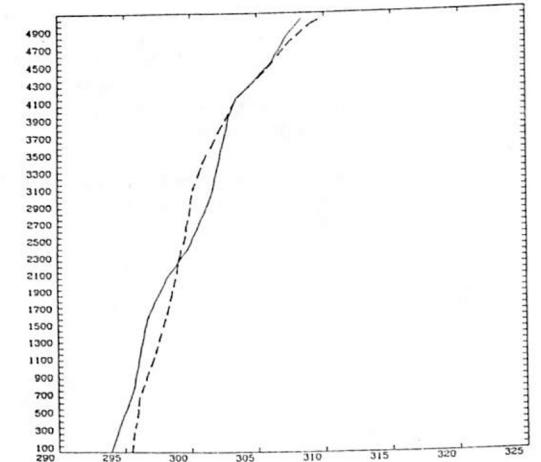


圖 15：1987年5月6日東港位溫垂直分佈。實線為0000UTC 風速，虛線為0600UTC 風速，橫軸為位溫值(k)，縱軸為高度(m)。