交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告

地球觀測系統氣象衛星資料在天氣分析之應用

計畫類別：■國內　□國外

計畫編號：MOTC-CWB-94-2M-01

執行期間：94 年 1 月 1 日至 94 年 12 月 31 日

計畫主持人： 陳鍚山

執行單位： 國立中央大學通訊系統研究中心

中華民國　94　年　12　月

交通部中央氣象局九十四年度

地球觀測系統氣象衛星資料在天氣分析之應用

期末報告書

國立中央大學通訊系統研究中心

中華民國九十四年十二月

目　錄

壹、摘要……1

一、計畫目的……1

二、工作項目……1

貳、研究成果……3

一、建立自動化氣象衛星觀測資料估計作業系統環境……3

二、開發 EOS/MODIS 頻道資料 ……5

三、引進或開發 Aqua/AMSR-E 頻道資料解碼程式……29

參、重要參考資料 ……38

壹、摘要

一、計畫目的

近年來由於個人通訊系統發達，與衛星衛星通信頻道接近造成接收系統嚴重干擾，過去的研究報告中指出中央氣象局可能設置備用站的氣象站大多受到嚴重的電波干擾。為因應日益惡化的都會區電波環境，及早規劃設定穩定的氣象衛星資料接收環境，提供一個適合本中心安置同步氣象衛星接收系統的環境與空間，使氣象衛星資料接收作業穩定，以符合災變天氣的全天候環境監測需要。

並由於氣象衛星科技在近年來大幅進步，自從 2002 年國際合作之地球觀測系統（Earth Observing System/EOS）衛星升空作業後衛星之資料量及精確度大幅提高，處理最新衛星資料及開發後續衍生產品所需技術隨之愈趨複雜及專業，因此結合現有本中心的研究人力，充分利用氣象衛星資料引進及開發輔助氣象局天氣分析與預報需求，提昇氣象局對此等資料之氣象應用能力。

二、工作項目

1. 建立自動化氣象衛星觀測資料估計作業系統環境，作為日常天氣分析之用。

2. 開發 EOS/MODIS 頻道資料及影像疊加技術顯示淹水潛勢、地貌分析（土地利用）、沙塵暴等圖像，供環境監測及天氣系統分析預報之用。

3. 引進或開發 Aqua/AMSR-E 頻道資料解碼程式（至 level-1B）以推導大氣溫溼度反演產品，供天氣分析及雨量估計之用。

貳、研究成果

1.建立自動化氣象衛星觀測資料估計作業系統環境，作為日常天氣分析之用。

在觀測資料自動化部份，目前針對位於中央大學內的同步氣象衛星備援站，目前透過網路伺服系統進行自動化作業，首先將定時接收之 GOES9 與風雲衛星資料同步儲存於位於中央大學備援站機房中的檔案伺服器中，根據各業務單位的需求，由檔案伺服器進行資料格式轉換與分類，轉換分類完成後即透過專線網路以 FTP 方式回傳至局本部機房伺服器中，再由局本部根據各站接收品質，決定發送版本，最後，透過網際網路，以 FTP 或電子郵件形式分送至各業務單位。

目前備援站接收情況良好，接收資料部份有二段時間因台電斷電，故接收設備暫緩工作，時間如下:

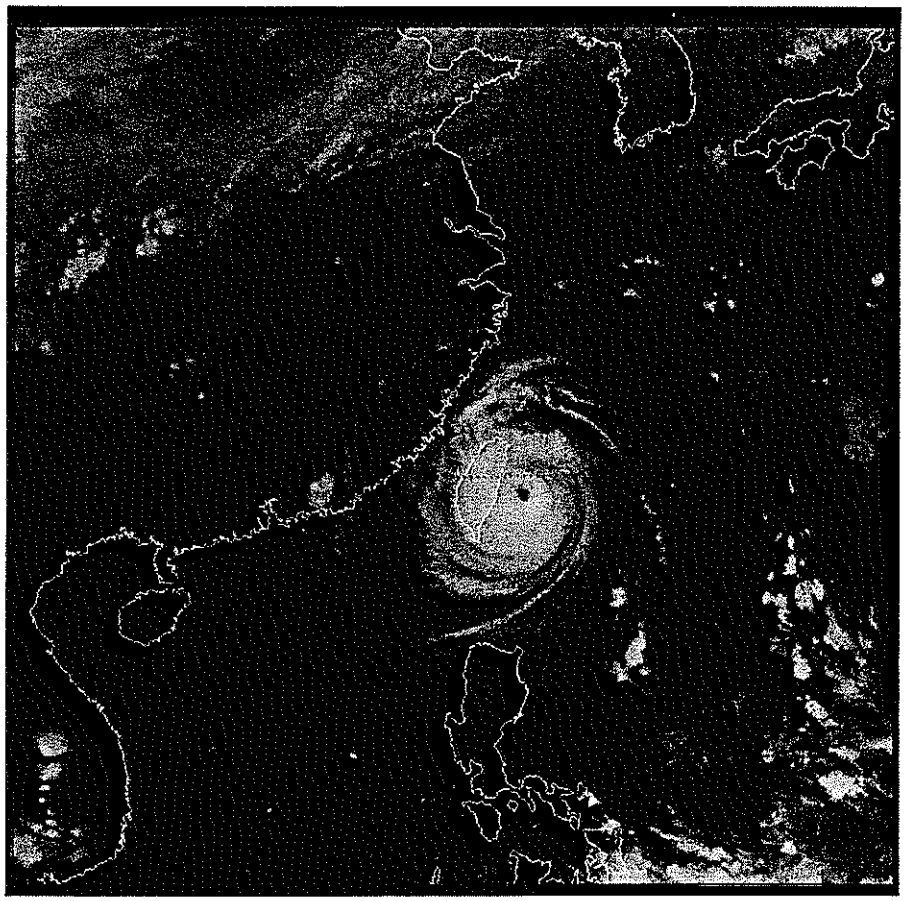
A. 2005 年 2 月 25 日 05:25 至 3 月 1 日 01:01

因學校進行高壓電力維護保養，故電力暫緩提供。此段期間無接收氣象衛星資料；其中 26、27、28 恰逢連續假日，故中央氣象局預先由台北遙測關機，故造成該次停機時間較長。

B. 2005 年 4 月 2 日 12:01 至 4 月 2 日 15:25

因台電進行配電線路改良，故電力暫緩提供，期間無接收氣象衛星資料。

此外，置放備援接收設備的電腦室於元月份重新裝潢佈局為 OA 辦公型式。在衛星接收部分，GOES-9 衛星資料接收至本年 11 月 18 日止，而原本欲銜接接收之日本 MTSAT-1R 衛星，因本計畫案只執行至今年 12 月底止，故取消日本 MTSAT-1R 衛星資料之接收。圖一為 2005 年 10 月 1 日 MTSAT-1R 氣象局本部所接收波段一之影像。



圖一、2005/10/01 MTSAT-1R 影像（龍王颱風）

2.開發 EOS/MODIS 頻道資料

2-1 MODIS 系統介紹

MODIS（Moderate resolution Imaging Spectroradiometer）目前搭載於 EOS（Earth Observation System）的 Terra 與 Aqua 兩顆衛星上，而 MODIS 總共有四十四個標準產品提供科學家研究全球性變遷，這些產品包括海洋學、生物學、與大氣科學等領域，各項標準產品所涉及的領域與說明如下表所示。

表 2-1 MODIS 標準產品所涉及的領域與說明

Calibration	MOD 01	Level-1A Radiance Counts
	MOD 02	Level-1B Calibrated Geolocated Radiances
	MOD 03	Geolocation Data Set
Atmosphere	MOD 04	Aerosol Product
	MOD 05	Total Precipitable Water (Water Vapor)
	MOD 06	Cloud Product
	MOD 07	Atmospheric Profiles
	MOD 08	Gridded Atmospheric Product
	MOD 35	Cloud Mask
Land	MOD 09	Surface Reflectance
	MOD 11	Land Surface Temperature & Emissivity
	MOD 12	Land Cover/Land Cover Change
	MOD 13	Gridded Vegetation Indices (Max NDVI & Integrated MVI)
	MOD 14	Thermal Anomalies, Fires & Biomass Burning
	MOD 15	Leaf Area Index & FPAR
	MOD 16	Evapotranspiration
	MOD 17	Net Photosynthesis and Primary Productivity
	MOD 43	Surface Reflectance
	MOD 44	Vegetation Cover Conversion
Cryosphere	MOD 10	Snow Cover
	MOD 29	Sea Ice Cover

Ocean	MOD 18	Normalized Water-leaving Radiance
	MOD 19	Pigment Concentration
	MOD 20	Chlorophyll Fluorescence
	MOD 21	Chlorophyll_a Pigment Concentration
	MOD 22	Photosynthetically Available Radiation (PAR)
	MOD 23	Suspended-Solids Concentration
	MOD 24	Organic Matter Concentration
	MOD 25	Coccolith Concentration
	MOD 26	Ocean Water Attentuation Coefficient
	MOD 27	Ocean Primary Productivity
	MOD 28	Sea Surface Temperature
	MOD 31	Phycoerythrin Concentration
	MOD 36	Total Absorption Coefficient
	MOD 37	Ocean Aerosol Properties
	MOD 39	Clear Water Epsilon

地球的氣候變遷是目前逐漸被重視的環境議題，一般認為氣候變遷是由於大氣中微量氣體（trace gases）、雲覆蓋（cloud cover）、雲種（cloud type）、太陽輻射（solar radiation）與對流層懸浮微粒（tropospheric aerosols）的影響；為了發展概念性的全球氣候預報模式，因此監測以上的因素是必要的。而分別搭載於 1999 年 12 月 18 日升空的 Terra 衛星，與 2002 年 5 月 4 日升空的 Aqua 衛星上的兩個 MODIS 感測器的特性，包括寬廣的光譜涵蓋範圍、高空間解析度、每日近似全球涵蓋範圍，是唯一被設計來觀測與監測以上或其他變遷的感測器。

MODIS 資料接收與處理之流程如圖 二所示。圖三為 2002 年 7 月 25 日接收之 MODIS 之影像，由於 MODIS 的資料儲存格式為 HDF(Hierarchical Data Format)，因此在使用上需藉助於

HDFLook，ENVI 或 PCI 等可處理 HDF 格式之軟體解讀。但 ENVI 及 PCI 等商用軟體之功能繁多，對於初學者在使用上有較高之門檻限制，且均需付費。而 HDFLook 則是專為 HDF 資料格式所開發之公開處理軟體，且為圖形介面，易為使用者使用。因此可利用 HDFLook-軟體，作為 MODIS 標準產品(Level 1B)後續之處理工具。圖四則是圖三經 HDFLook-MODIS 軟體幾何校正與彩色合成後之影像。由上述資料接收與處理之結果顯示，已成功地完成 MODIS 衛星資料接收與處理系統之建置，由於接收系統的建置係自行整合，未來在系統之維護更新上將更有效率。

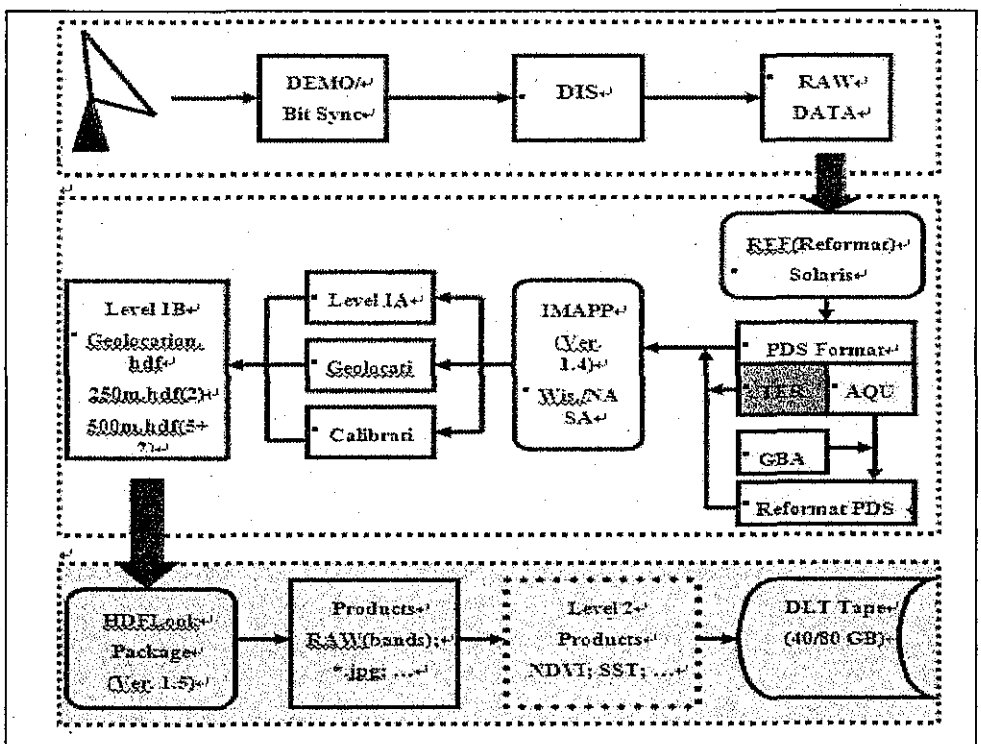


圖 二 、MODIS 資料之接收與處理流程

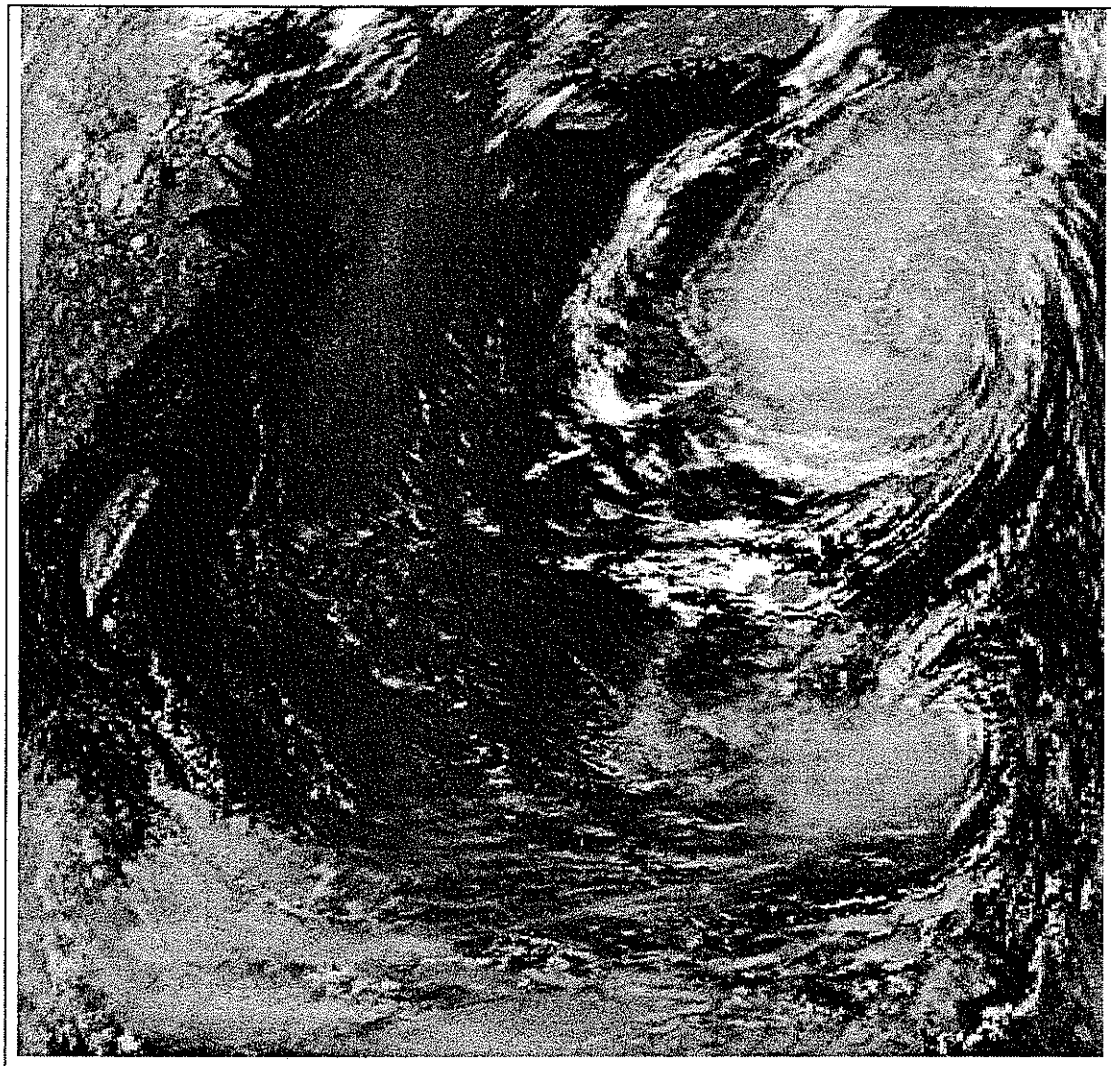


圖 三、Aqua MODIS 之觀測影像，04:42Z 25 July, 2002

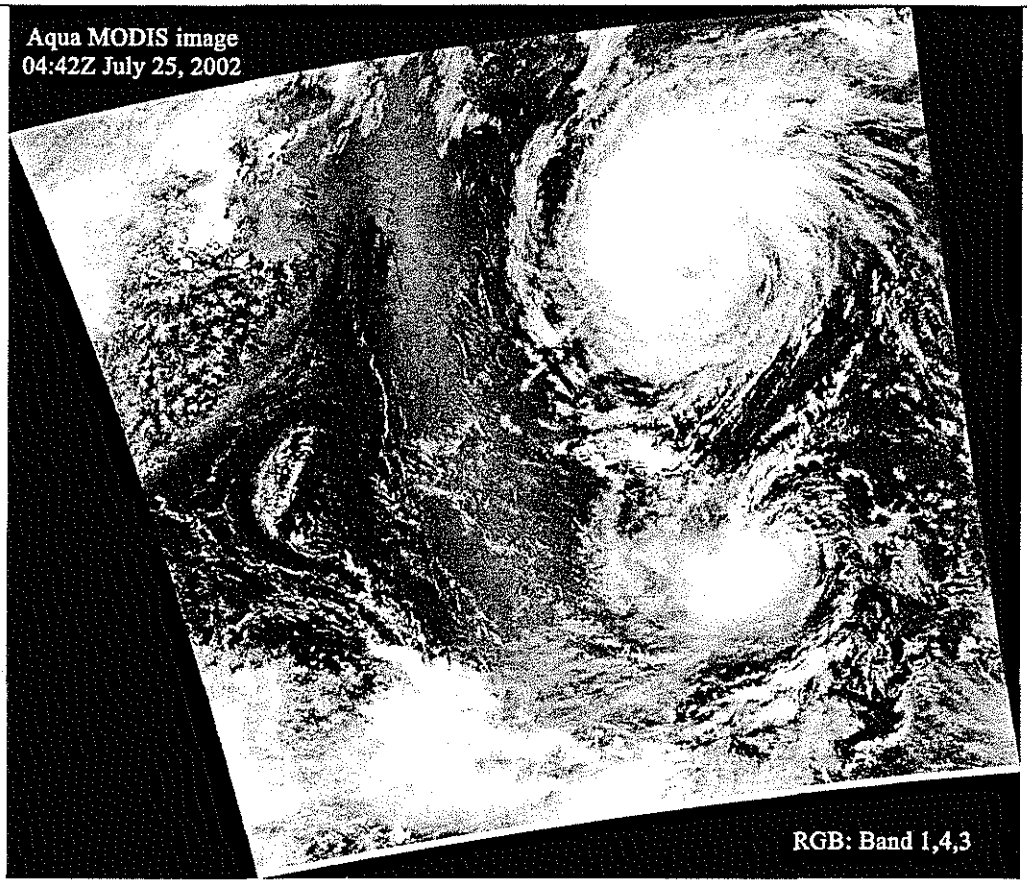


圖 四、同第一張接收影像，為經幾何校正與彩色合成後之成果，04:42Z 25 July, 2002

2-2 中央氣象局 EOS 接收系統作業架構

目前中央氣象局在 EOS 接收系統作業架構上，分別有位於台北中央氣象局的天線及位於新竹科學園區太空計畫室的備用天線，位在台北的天線有兩組接收機及前端處理器，設有四個處理伺服器，並同步提供給相關單位使用。新竹的資料則經由 E1 線路傳送到本系統。執行 24 小時不中斷的作業模式，架構圖如圖五所述。

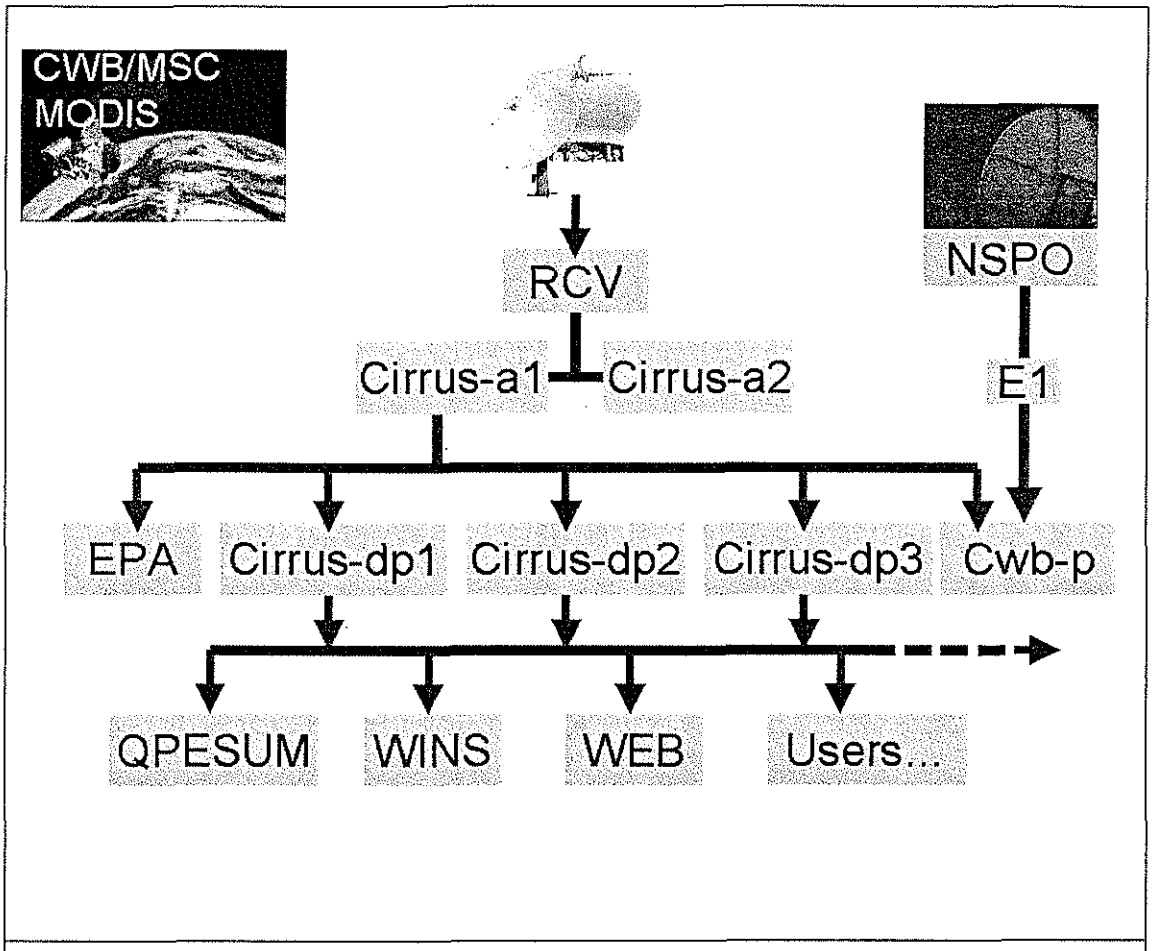


圖 五、中央氣象局 EOS 系統接收架構圖

在 EOS/MODIS 產品部分，表 2-2 中所列的產品目前皆具備生產能力，但受限電腦執行速度與儲存空間，以優先生產使用者需求較大之大氣相關產品為主，資料輸出格式多為 HDF。

已經作業的產品且已進行進一步處理及儲存的產品概述如表 2-2。而水色影像相關產品大多均已產生，但僅取部份產生影像。

表 2-2 、氣象局 EOS/MODIS 產品表

NASA 產品代號	名稱	格式	狀態	儲存檔案
MOD 02	Level-1B Calibrated Geolocated Radiances	HDF	作業中	儲存
MOD 03	Geolocation Data Set	HDF	作業中	儲存
MOD 04	Aerosol Product		作業中	由 EPA 處理
MOD 05	Total Precipitable Water (Water Vapor)		作業中	不儲存
MOD 06	Cloud Product		作業中	不儲存
MOD 07	Atmospheric Profiles		作業中	不儲存
MOD 35	Cloud Mask		作業中	不儲存
MOD 21	Chlorophyll_a Pigment Concentration	TDF/JPG	作業中	儲存
MOD 28	Sea Surface Temperature	TDF/JPG	作業中	儲存
MOD 13	NDVI/EVI	JPG/TIF	作業中	儲存
MOD 09	True Color Image	JPG	作業中	儲存
MOD 14	Fire Products	TDF/JPG	作業中	不儲存

註：TDF 是 TeraScan Data Format

2-3 中央氣象局 MODIS 產品

由 MODIS 資料所產生的高階產品(Level 2) 則涵蓋地表、大氣和海洋三方面，如濾雲(Cloud Mask)、雲參數(Cloud Top)、大氣垂直溫溼剖面(Profile)、植被指數(NDVI)、森林火災(Fire Detection)、

海面溫度(SST)、海洋水色(海水總色素濃度)及氣膠光學厚度(Aerosol optical depth)等產品。以下為幾種產品之簡介:

1. 雲之辨識:

通常雲對於地表資源之遙測是一種干擾,但卻是大氣及天氣系統的重要參數之一。因此,雲的辨識在遙測是非常重要的步驟,且首先必須進行的。一般而言,雲具有低溫且高反射的特性,許多方法(ISCCP,APOLLO,CLAVR 及 CO2 slicing 等) 均利用此一特性進行雲的辨識,但有些雲種(small cumulus , thin cirrus and low stratus at night),因其特性與地面相近而造成辨識上之困難,所幸 MODIS 具有 36 個觀測頻道資料,在雲的辨識,可提供相當的訊息而獲得準確的辨識結果,如圖六所示。

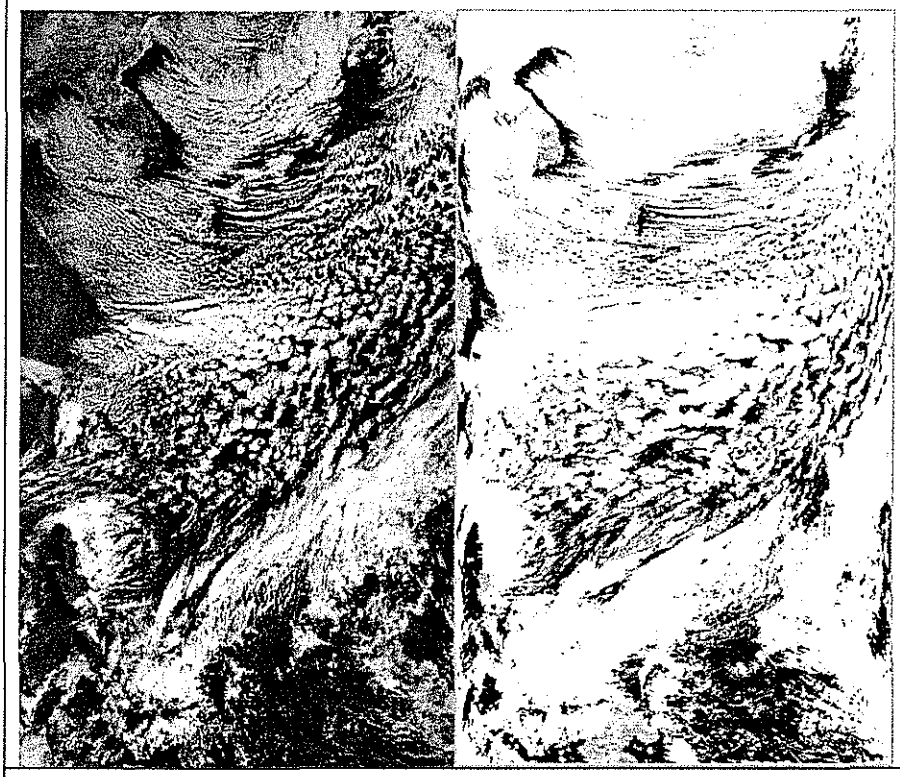


圖 六 、(左) 2003 年 1 月 29 日所接收之 Terra MODIS 影像(RGB: Band 1, 4, 3)。(右) 雲辨識之測試結果。

2. 地表訊息之偵測:

除上述大氣參數之反演外，MODIS 資料亦可提供地表之即時訊息，如植被指數(NDVI)及海面溫度(SST)等。圖七為 2002 年 8 月 29 日接收 Terra MODIS 資料所獲得之 NDVI 分布圖。圖八至圖十一則為 2005 年九月份與十月份 EVI 與 NDVI 之季節變化。

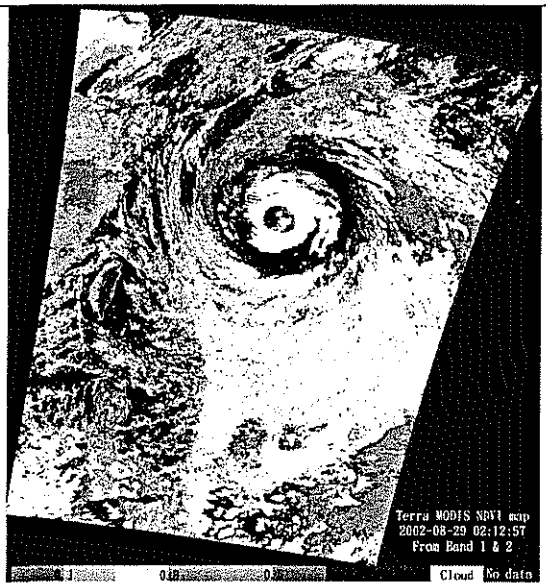


圖 七、由 Terra MODIS 資料所計算之 NDVI 分布圖，2002/08/29

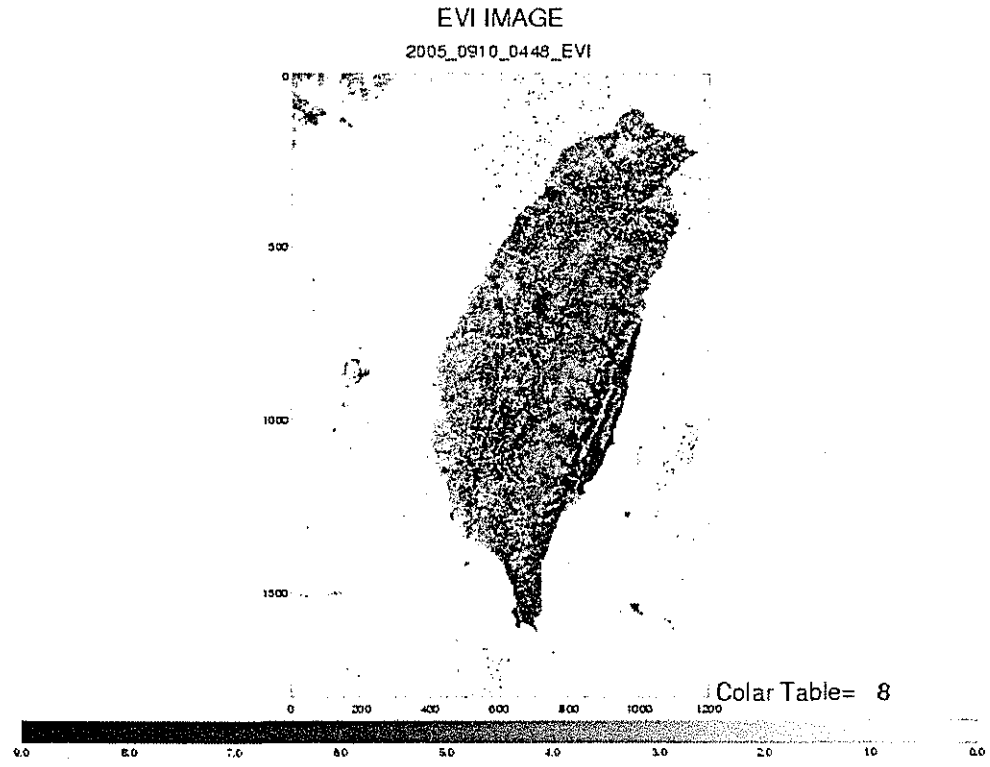


圖 八、由 Terra MODIS 資料所計算之台灣 EVI 分布圖，2005/09/10

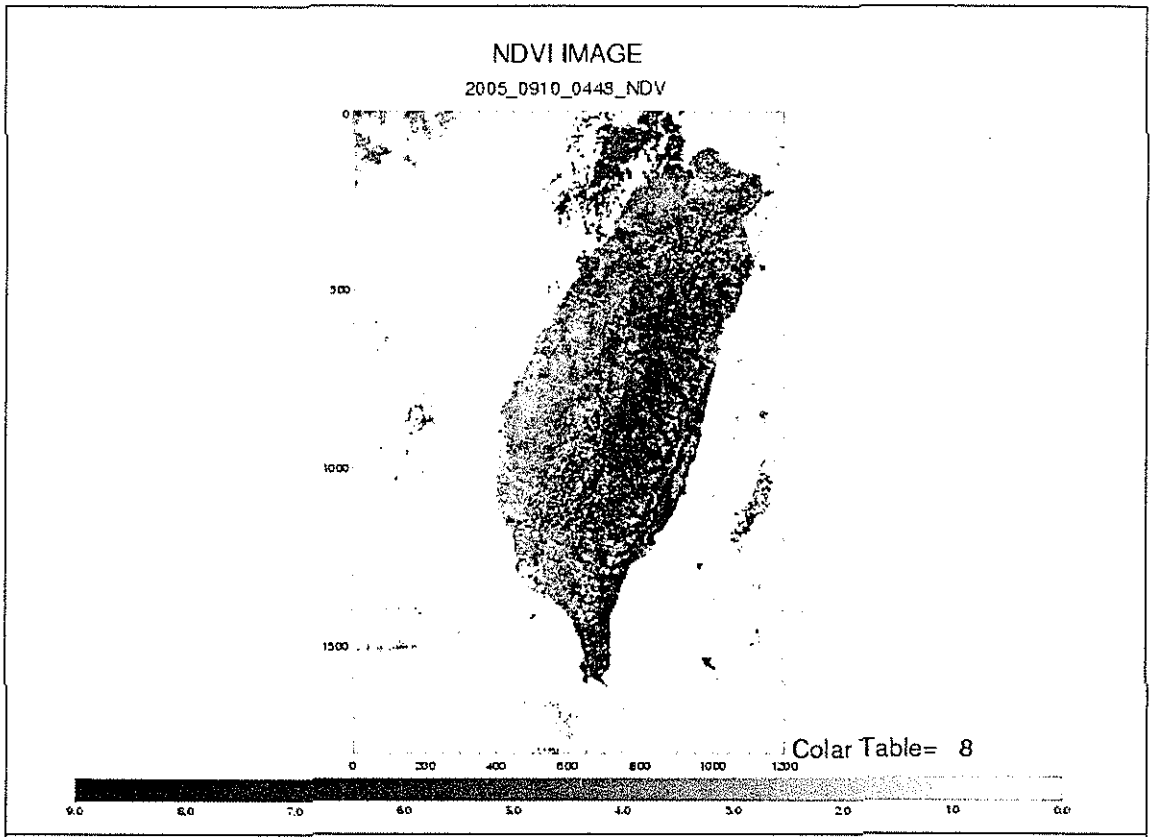


圖 九、由 Terra MODIS 資料所計算之台灣 NDVI 分布圖，2005/09/10

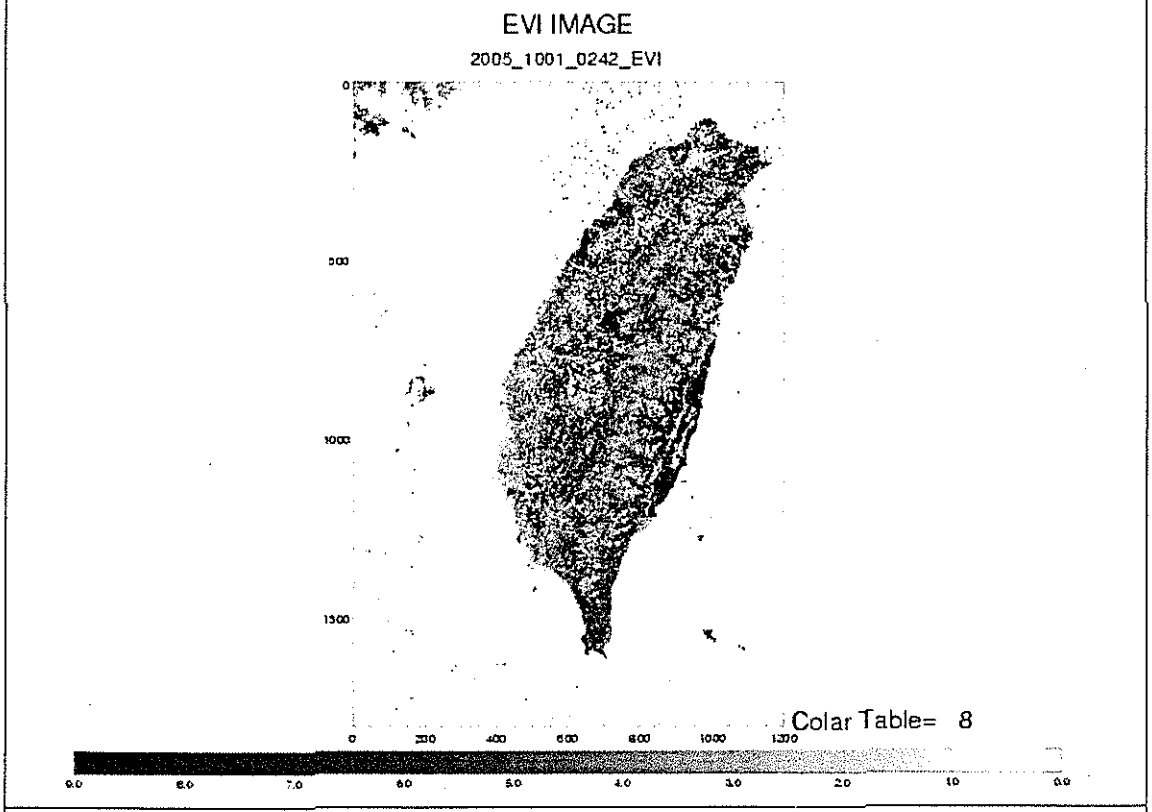


圖 十、由 Terra MODIS 資料所計算之台灣 EVI 分布圖，2005/10/01

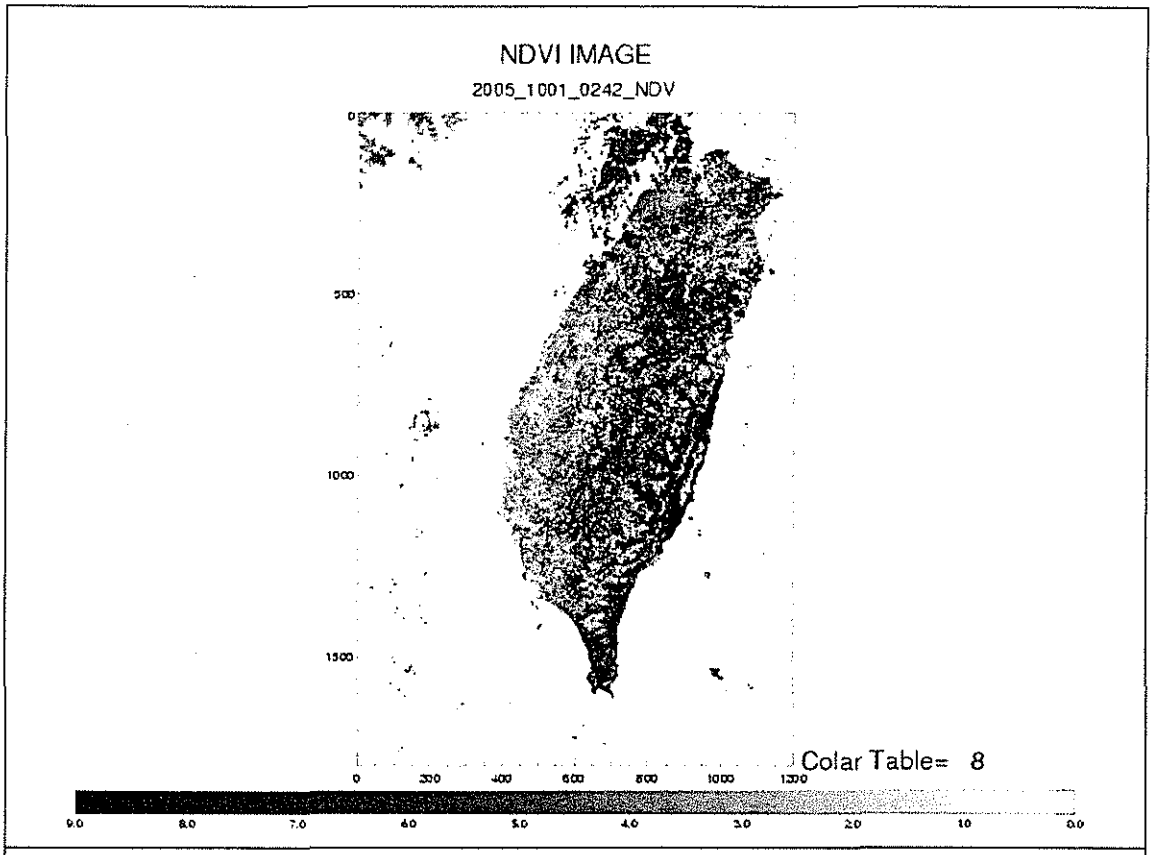


圖 十一、由 Terra MODIS 資料所計算之台灣 NDVI 分布圖，2005/10/01

3. 森林火災之監測:

MODIS 資料亦適用於森林火災之即溫度異常之所在位置，顯示 MODIS 的確具有即時監測森林火災之潛能，值得進一步之研究應用。圖十二與圖十三為利用 MODIS 資料監測台灣地區與中國大陸山東地區溫度異常地點。

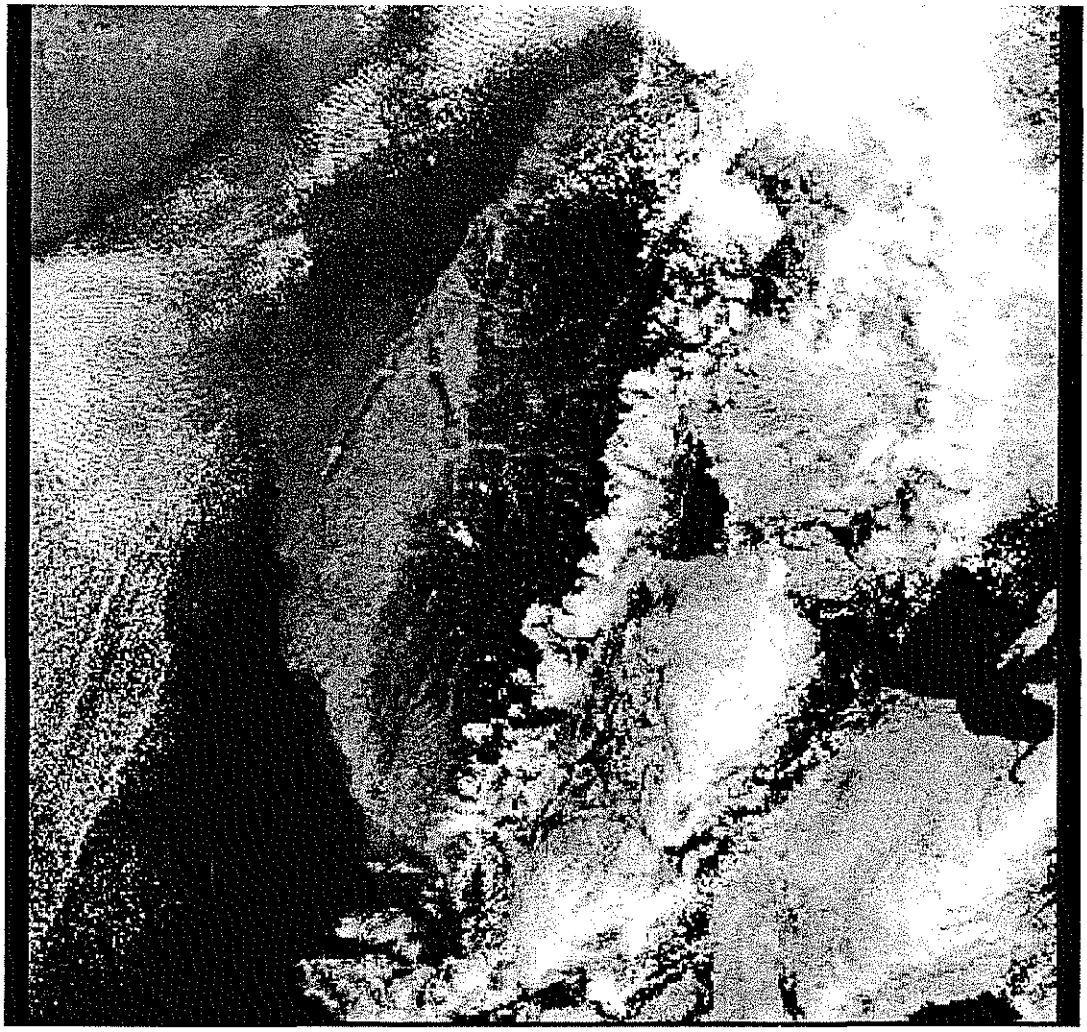


圖 十二、臺灣地區火點顯示圖(中央氣象局提供)。

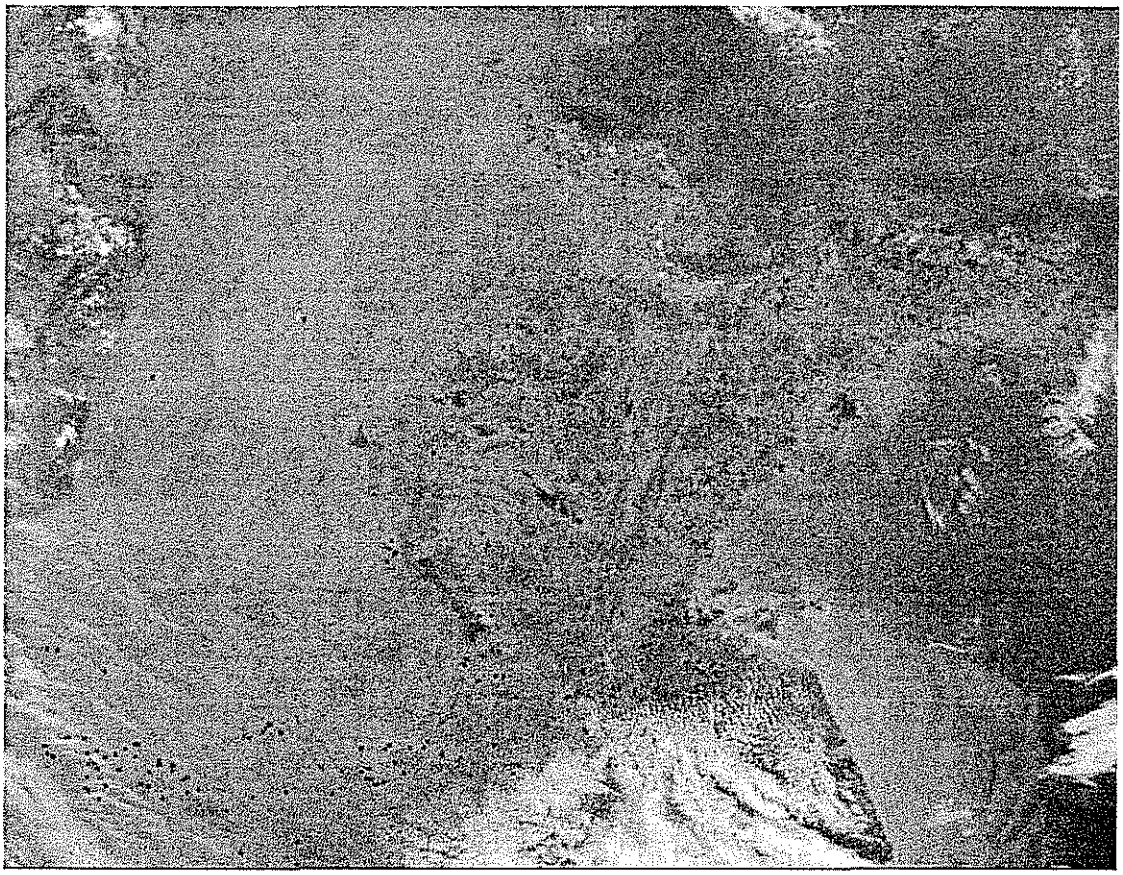


圖 十三、中國大陸山東半島地區火點顯示圖(中央氣象局提供)。

4. 大氣氣膠光學厚度之反演: 圖十四為應用 MODIS 資料估算台灣附近地區之大氣氣膠光學厚度之分布情形。

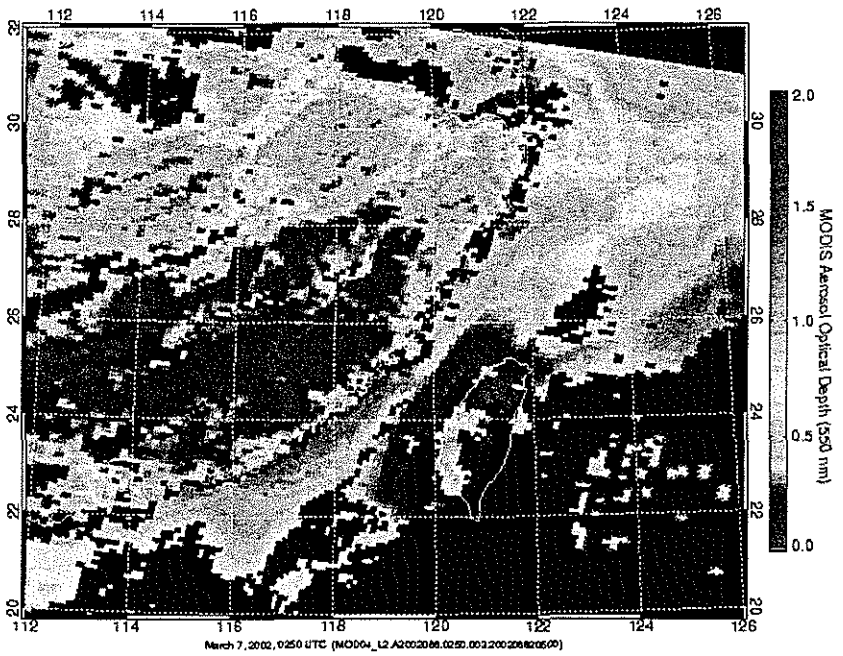


圖 十四、應用 MODIS 資料估算台灣附近地區之大氣氣膠光學厚度之分布情形，March 7, 2002

5.應用案例：本次針對 2005 年十月一日龍王颱風過境，以 MODIS 進行各類型產品處理，利用 MODIS 一日通過兩次的特性，並搭配融合 MTSAT 同步衛星影像，將可提供更多樣性颱風資訊，供業務單位使用。

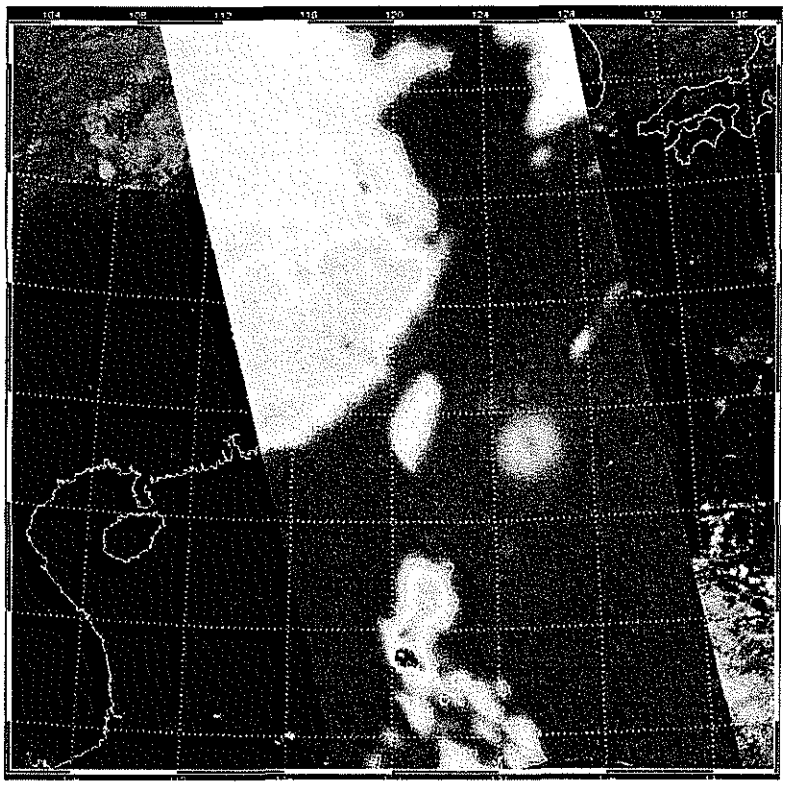


圖 十五、MODIS Band1 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

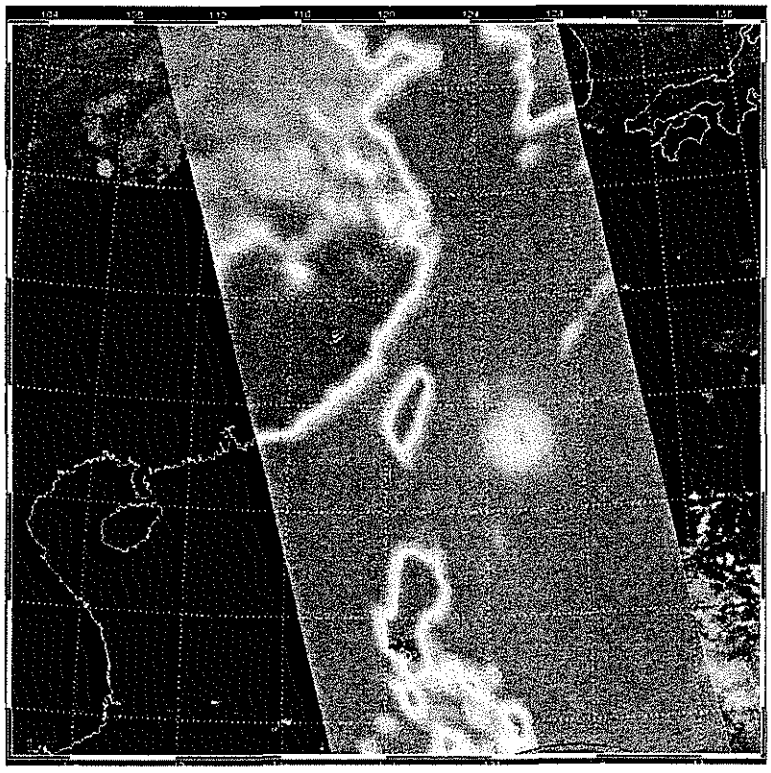


圖 十六、MODIS Band2 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

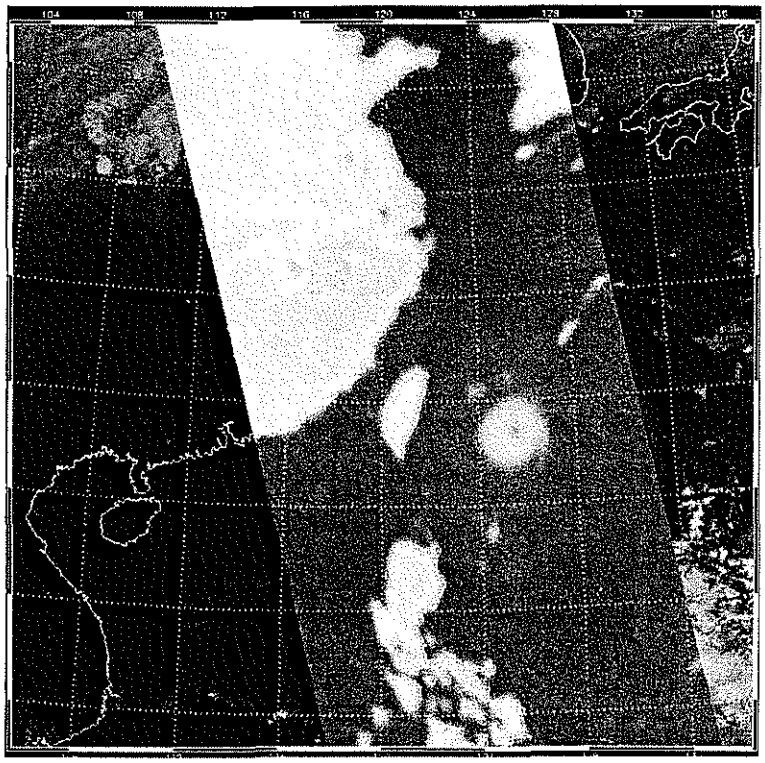


圖 十七、MODIS Band3 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

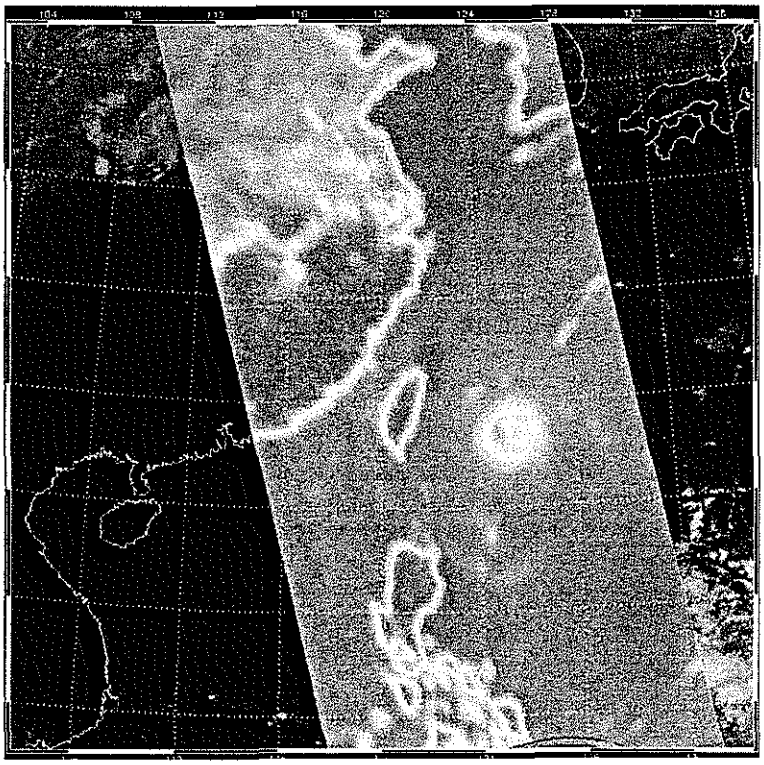


圖 十八、MODIS Band4 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

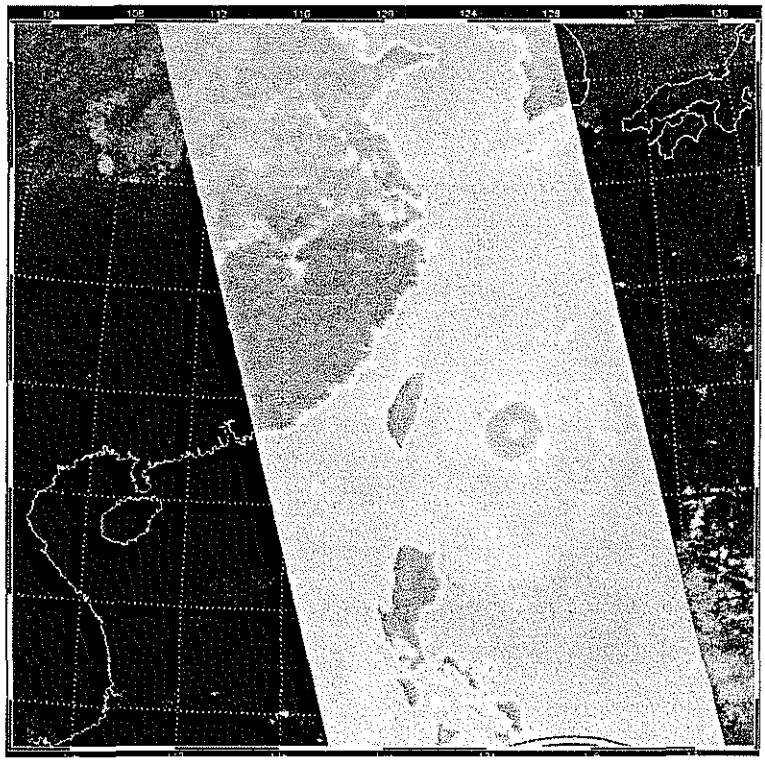


圖 十九、MODIS Band5 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

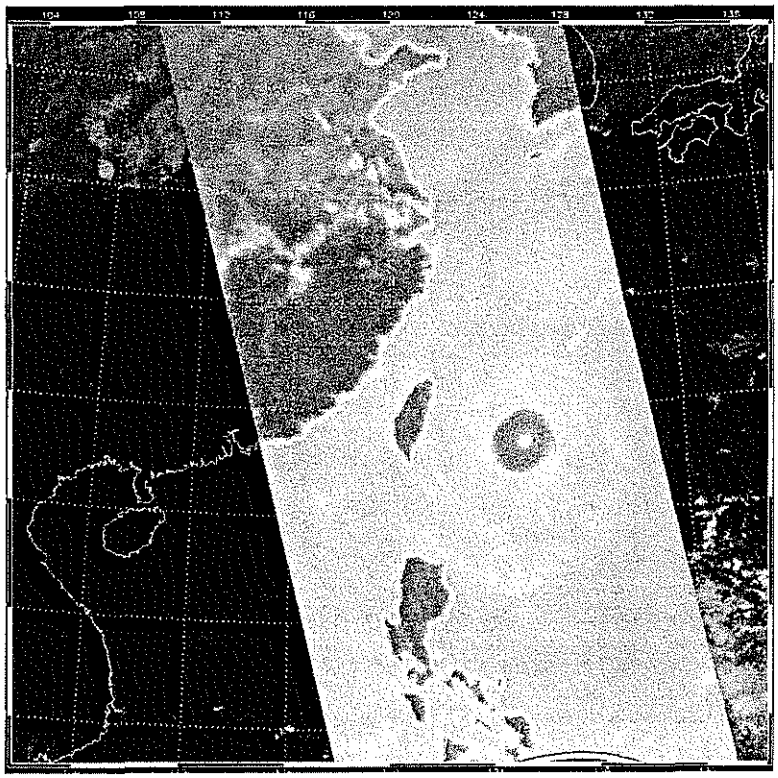


圖 二十、MODIS Band6 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

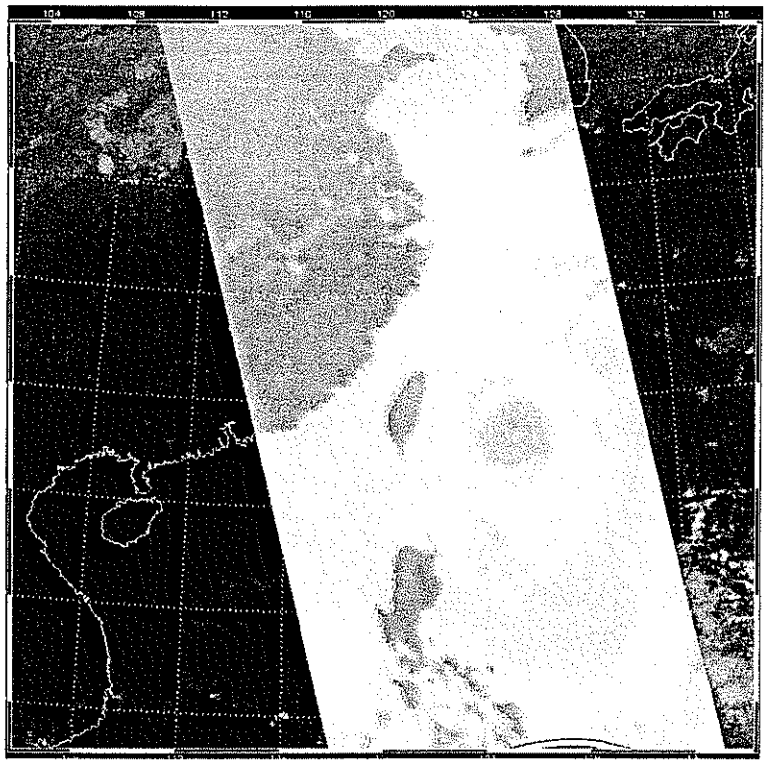


圖 二十一、MODIS Band7 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

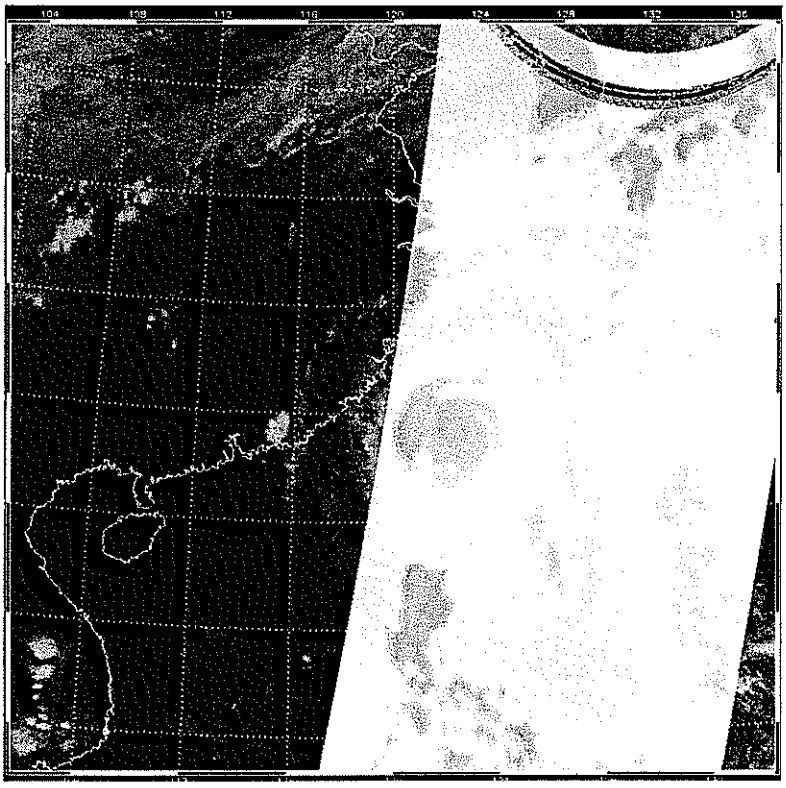


圖 二十二、MODIS Band7 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 下午

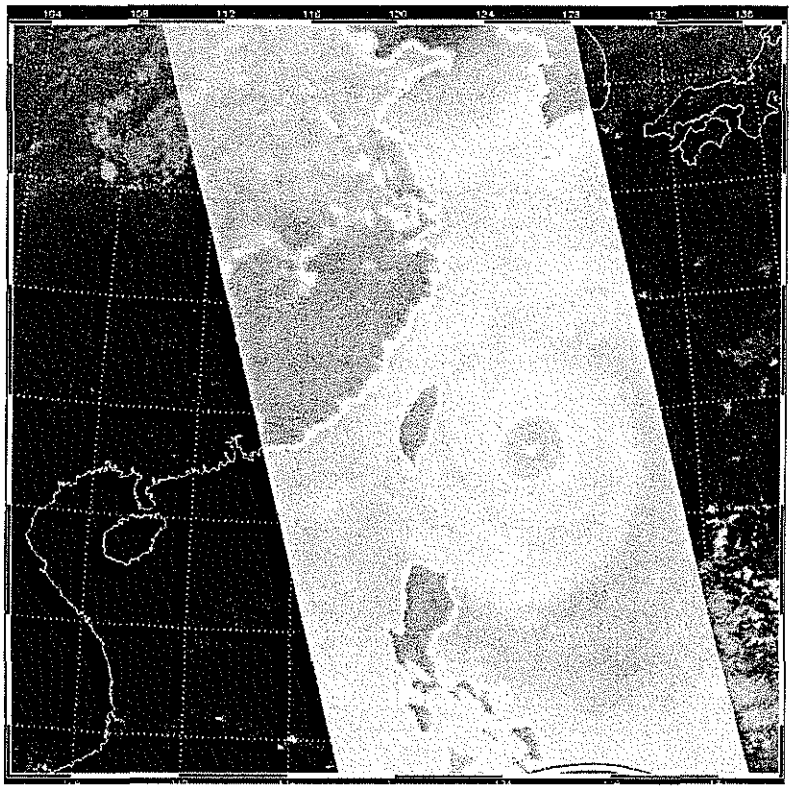


圖 二十三、MODIS Band8 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

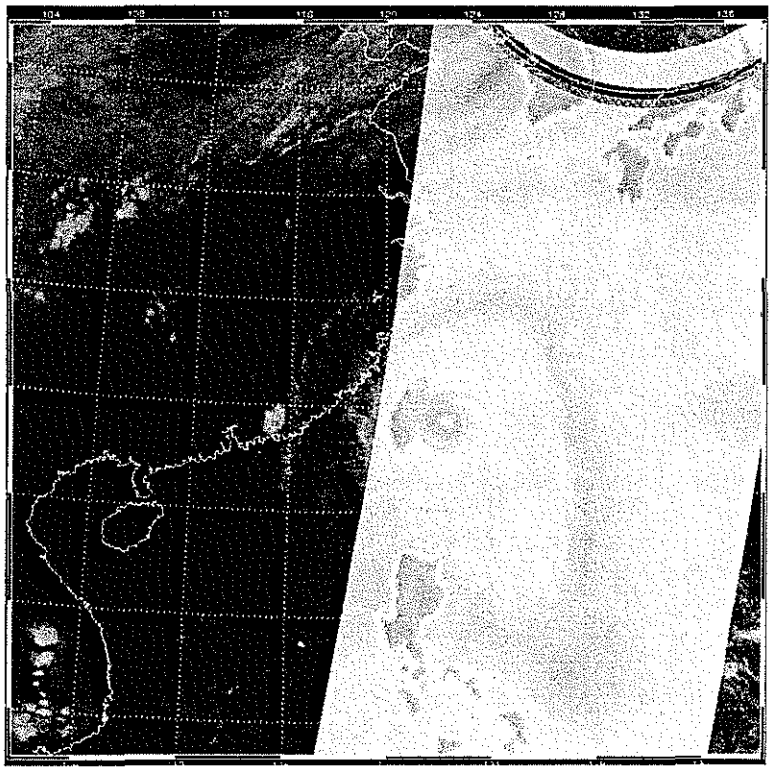


圖 二十四、MODIS Band8 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 下午

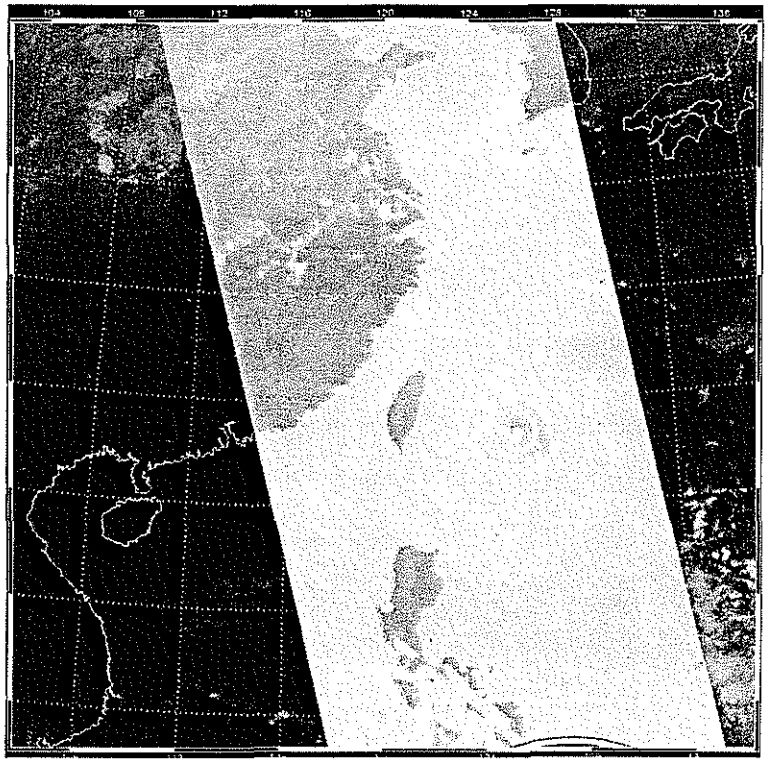


圖 二十五、MODIS Band9 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

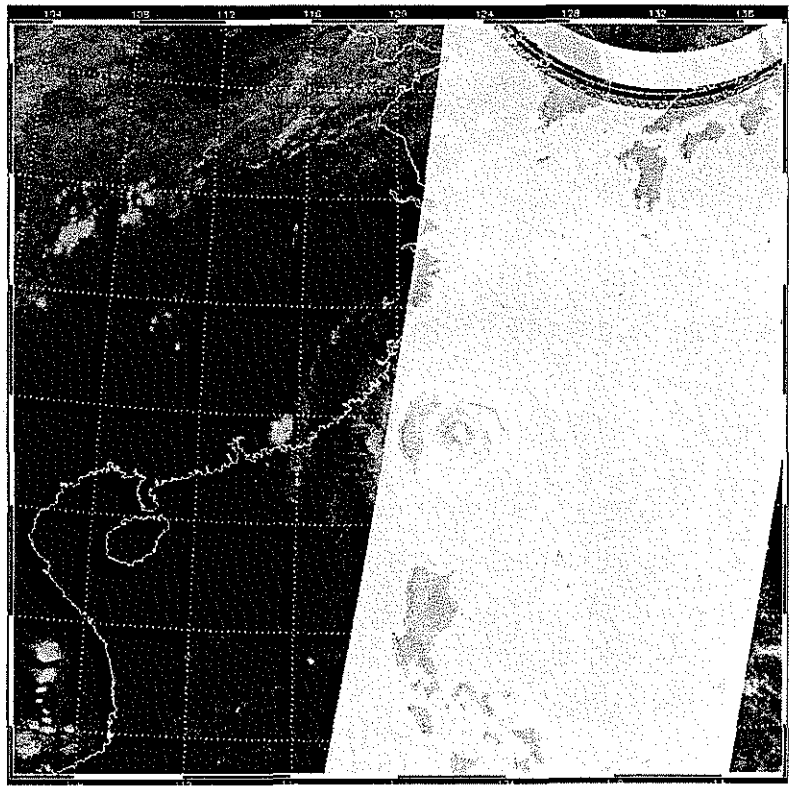


圖 二十六、MODIS Band9 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 下午

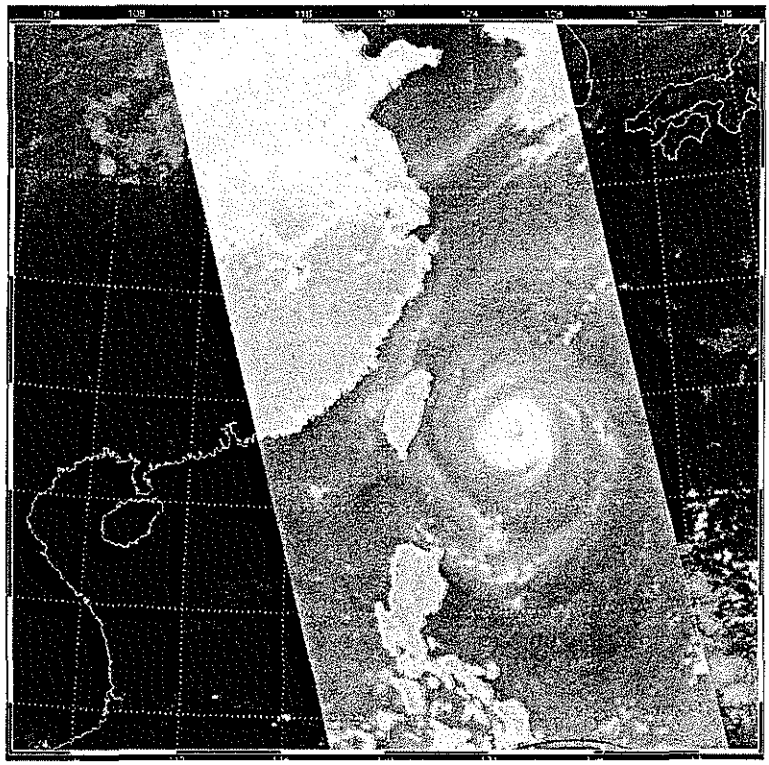


圖 二十七、MODIS Band10 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

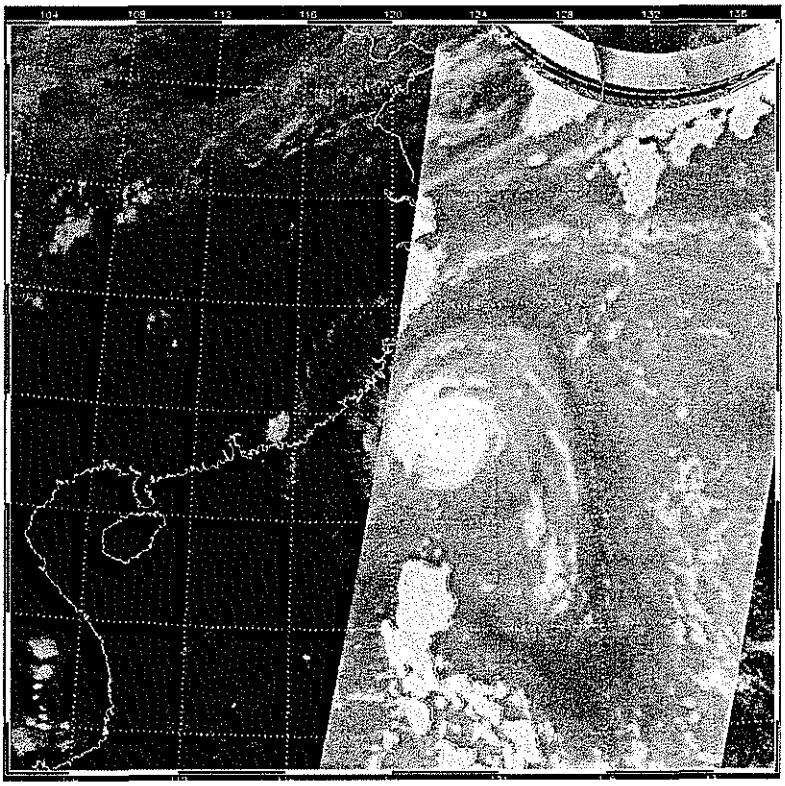


圖 二十八、MODIS Band10 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 下午

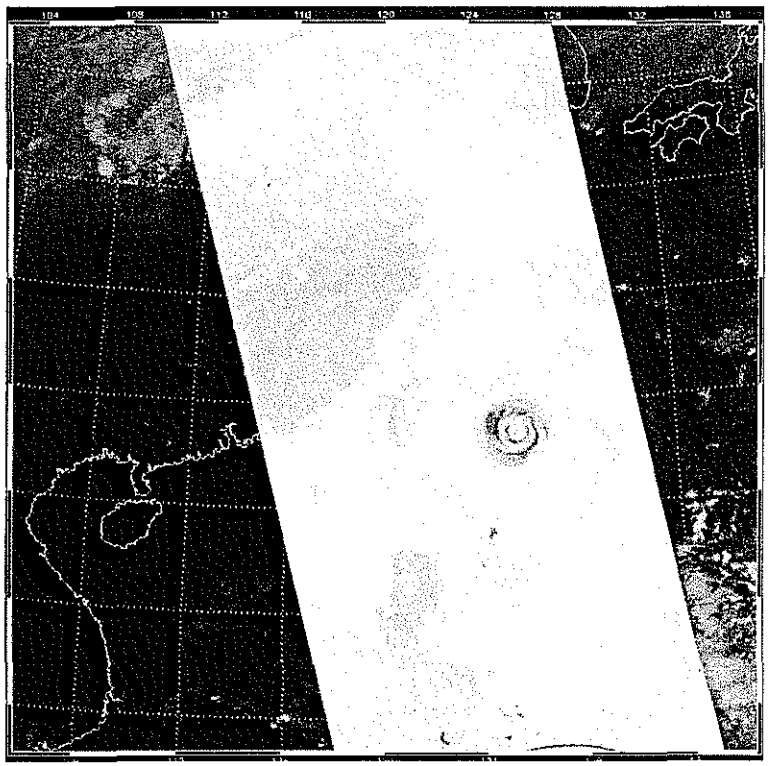


圖 二十九、MODIS Band15 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

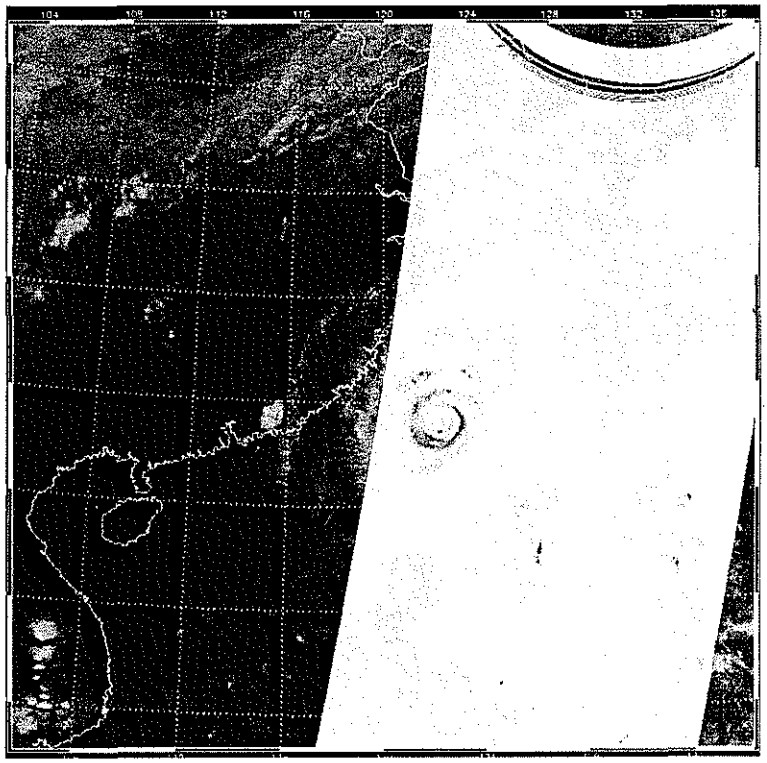


圖 三十、MODIS Band15 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 下午

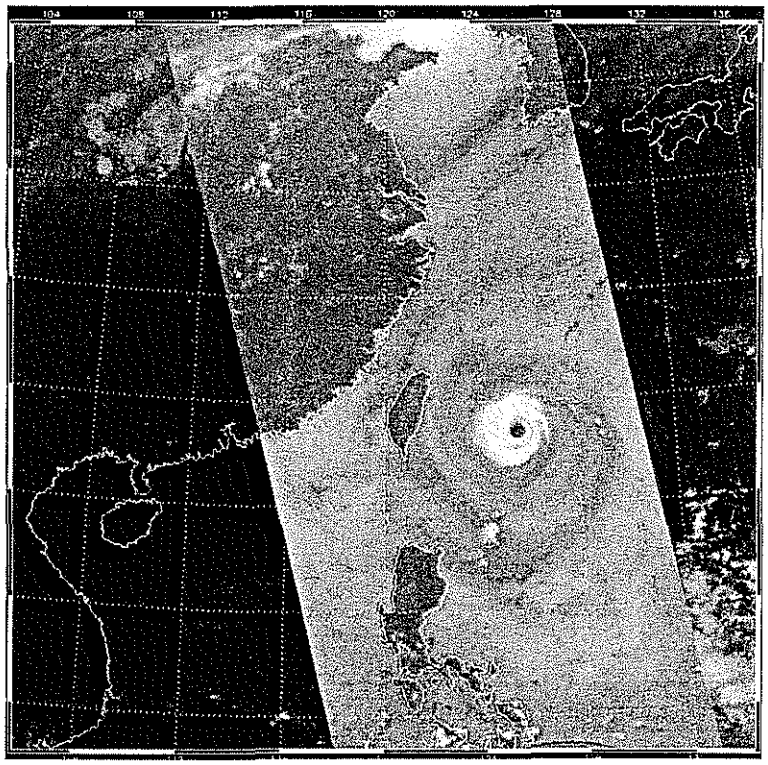


圖 三十一、MODIS Band16 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 上午

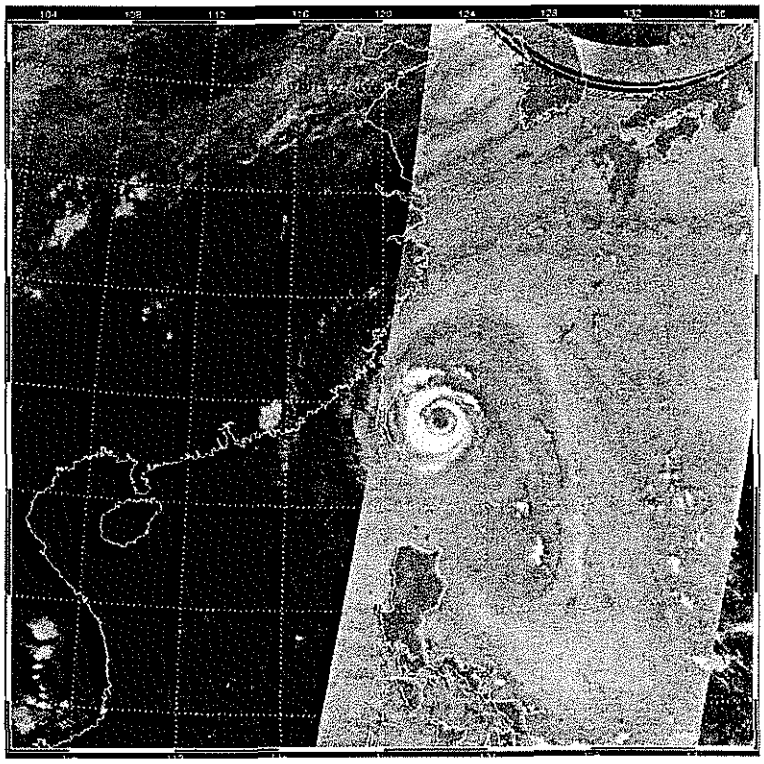
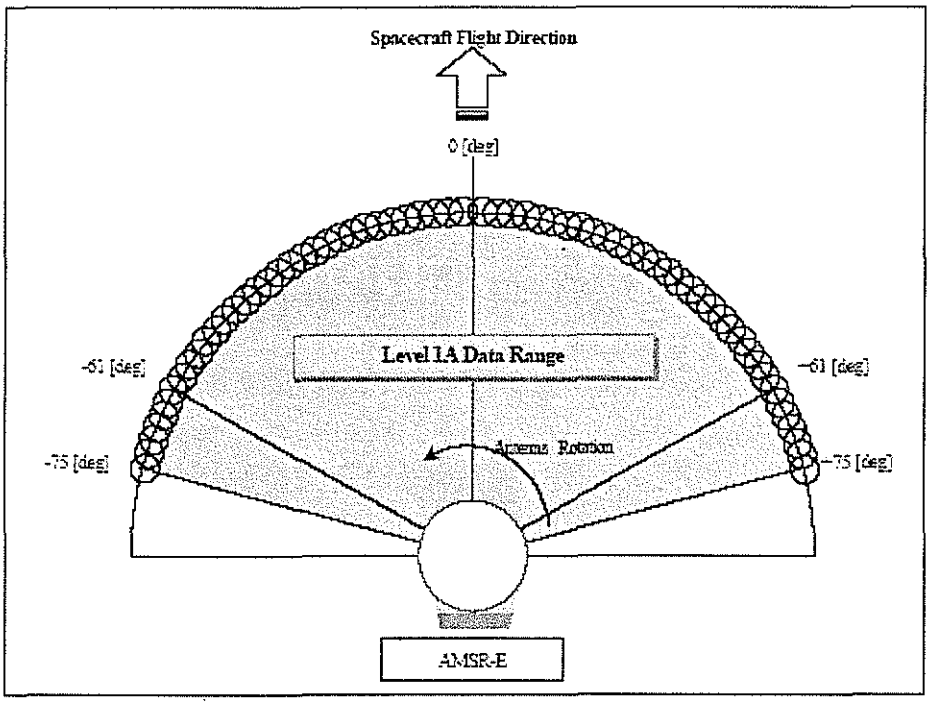


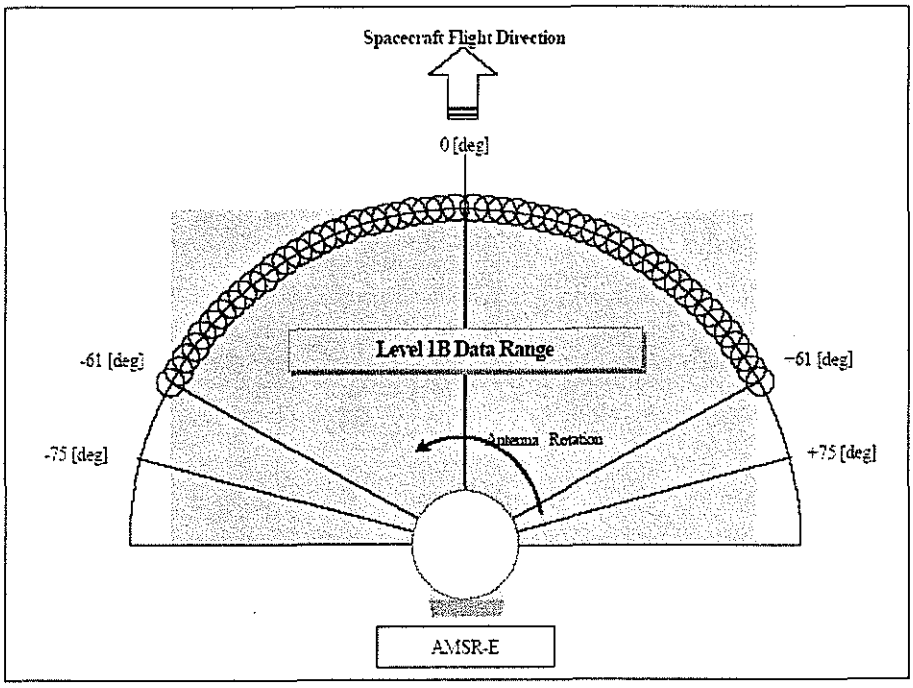
圖 三十二、MODIS Band16 與 MTSAT 融合影像，2005/10/01 下午

3. 引進或開發 Aqua/AMSR-E 頻道資料解碼程式（至 level-1B）

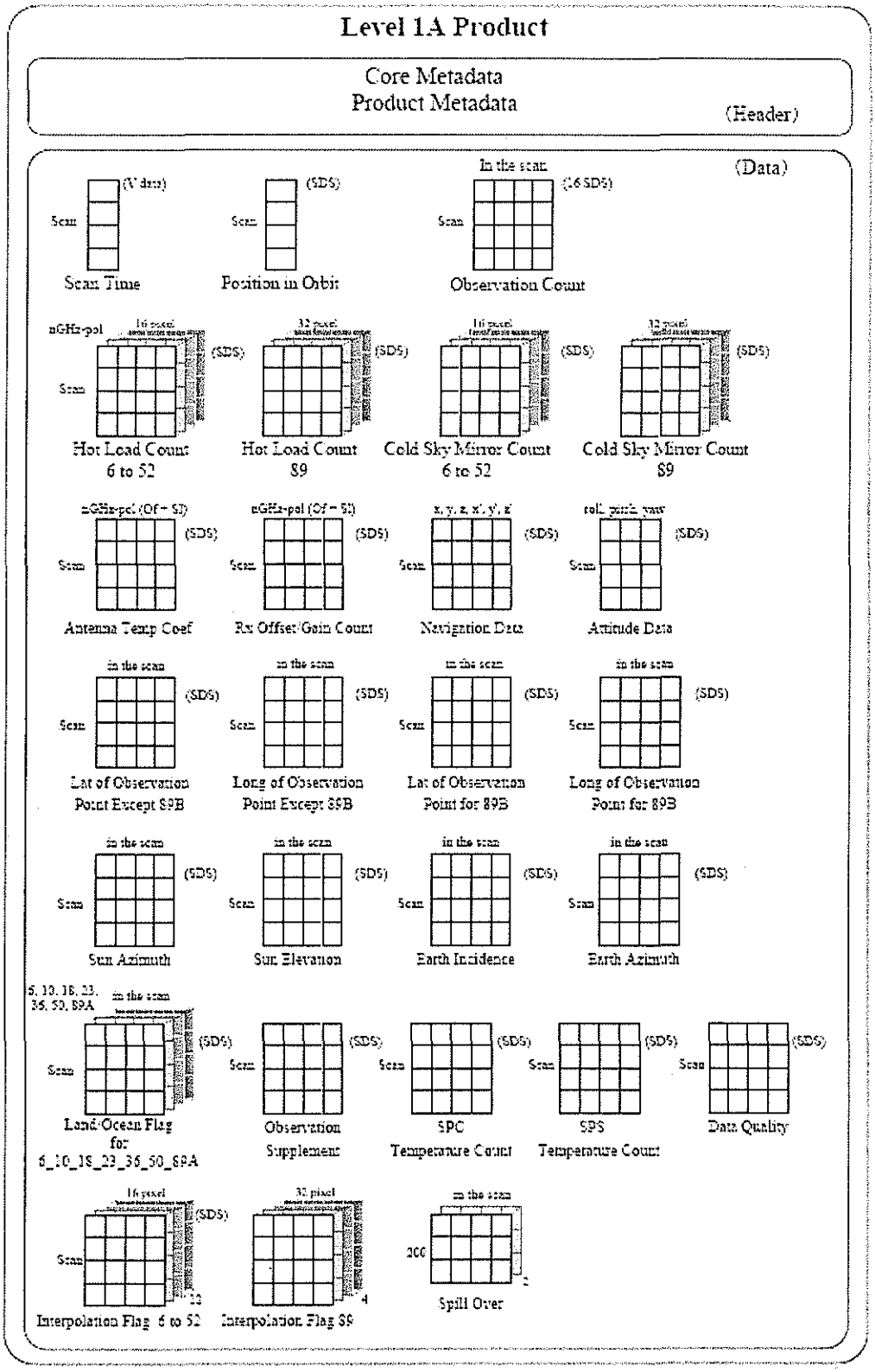
在有關AMSR-E資料處理程式部分，由於AMSR-E是屬於日本航太探測局JAXA所研發的儀器，因此JAXA本身有提供Level 1相關的資料格式，在資料面上L1A記錄了原始觀測資料、校正參數以及衛星幾何參數等資料，L1B則為由L1A所觀測的原始資料與輻射校正轉換係數計算而成的亮溫影像，L1BMap則是將L1B資料投影至地表座標中。L1A原始資料記錄為AMSR-E路經不同緯度時天線掃瞄±75°時所接收能量如圖三十二，圖三十三，在89GHz有486個掃瞄點，其他頻率則有243個掃瞄點。L1B跟L1A不同處除了資料性質差異外，在記錄資料上則記錄天線掃瞄±61°時的資料，在89GHz與其他頻率分別只有392與196個掃瞄點。L1A與L1B檔案均遵循EOS-HDF格式，其結構包含檔頭段與資料段，檔頭段主要為識別資料，資料段則包含掃瞄時間，原始觀測值或亮度溫度，校正參考值，軌道參數，品質資訊等資料。詳細結構上如圖三十五、圖三十六以及表3-1~3-4所示。



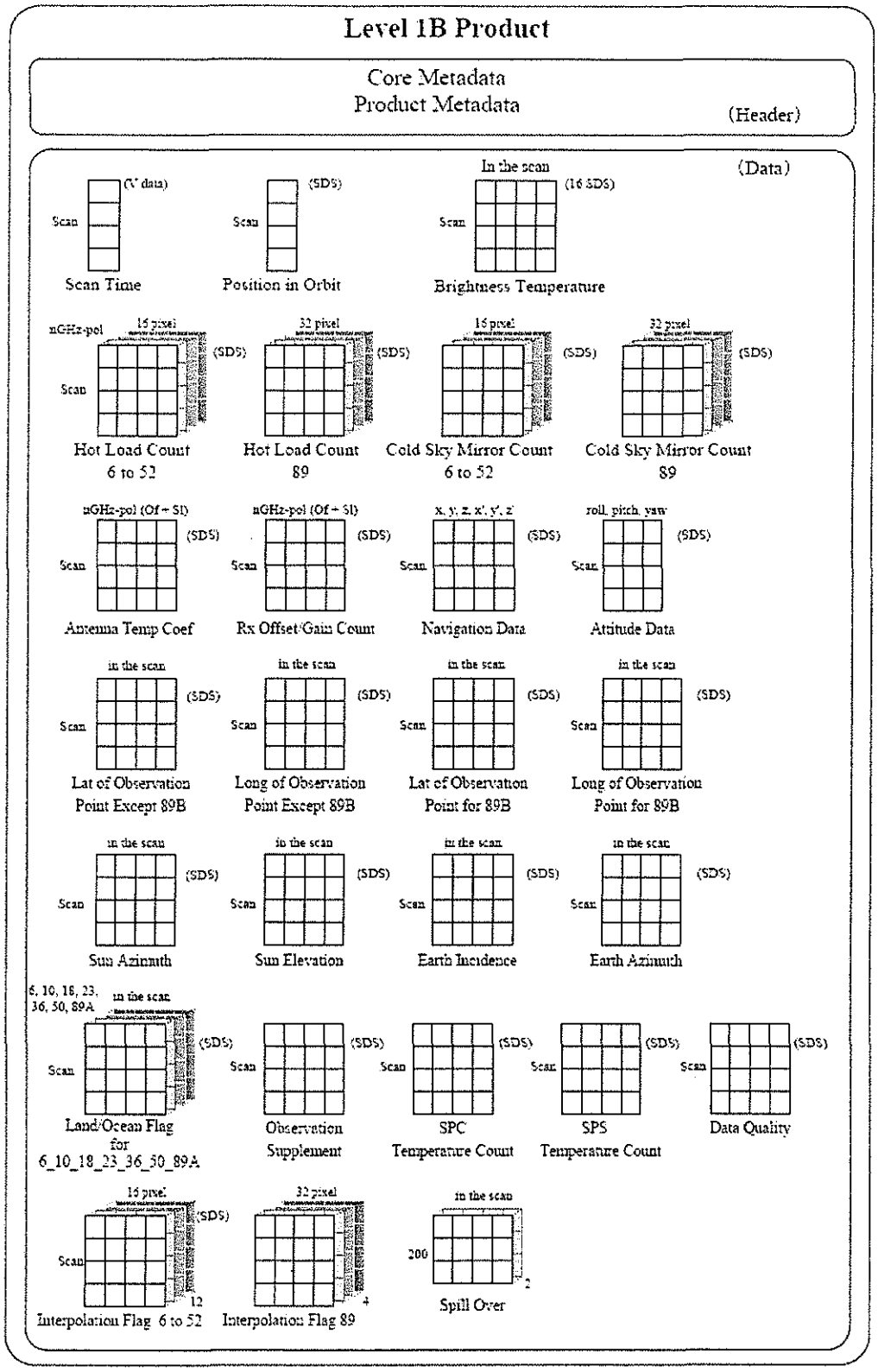
圖三十三　AMSR-E L1A資料每次掃瞄涵蓋範圍示意圖



圖三十四　AMSR-E L1B資料每次掃瞄涵蓋範圍示意圖



圖三十五　L1A詳細資料結構



圖三十六　L1B詳細資料結構

表 3-1 L1A 資料結構表(1/2)

No.	Items	Byte	Type	Scale factor	No. of samples per scan	Units	Dimension
21	Hot_Load_Count_6_to_52	2	signed int	1.0	16	Count	16*nscan*12
22	Hot_Load_Count_89	2	signed int	1	32	Count	32*nscan*4
23	Cold_Sky_Mirror_Count_6_to_52	2	signed int	1	16	Count	16*nscan*12
24	Cold_Sky_Mirror_Count_89	2	signed int	1	32	Count	32*nscan*4
25	Antenna_Temp_Coef(Of-Sl)	4	float	1	32	K+K/Cnt	32*nscan
26	Rx_Offset/Gain_Count	2	unsigned int	1	32	Count	32*nscan
27	Lat_of_Observation_Point_Except_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
28	Long_of_Observation_Point_Except_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
29	Lat_of_Observation_Point_for_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
30	Long_of_Observation_Point_for_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
31	Sun_Azimuth	2	signed int	0.1	243	deg	243*nscan
32	Sun_Elevation	2	signed int	0.1	243	deg	243*nscan
33	Earth_Incidence #2	1	signed char	0.02	243	deg	243*nscan
34	Earth_Azimuth	2	signed int	0.01	243	deg	243*nscan
35	Land/Ocean_Flag_for_6_10_18_23_36_50_89A	1	unsigned int	1	243	%	243*nscan*7
36	Observation_Supplement	2	-	1	27	-	27*nscan
37	SPC_Temperature_Count	2	unsigned int	1	20	Count	20*nscan
38	SPS_Temperature_Count	2	unsigned int	1	32	Count	32*nscan
39	Data_Quality	4	float	1	128	-	128*nscan
40	Interpolation_Flag6_to_52	1	char	1	16	-	16*nscan*12
41	Interpolation_Flag_89	1	char	1	32	-	32*nscan*4
42	Spill_Over	4	float	1	243	mV	243*200scan*2

#2: The Earth Incidence has also sub-attribute "OFFSET". This offset is set as 55.0.

表 3-2 L1A 資料結構表(2/2)

No.	Items	Byte	Type	Scaling factor	No. of samples per scan	Units	Dimension
1	Scan_Time	8	double	1.0	1	sec	nscan
2	Position_in_Orbit	8	double	1.0	1	-	nscan
3	Navigation_Data	6*4	float	1.0	6	m,m/s	nscan
4	Attitude_Data	3*4	float	1.0	3	deg	nscan
5	6GHz-V_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
6	6GHz-H_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
7	10.65GHz-V_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
8	10.65GHz-H_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
9	18.7GHz-V_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
10	18.7GHz-H_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
11	23.8GHz-V_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
12	23.8GHz-H_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
13	36.5GHz-V_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
14	36.5GHz-H_Observation_Count	2	signed int	1.0	243	Count	243*nscan
15	50.3GHz-V_Observation_Count #1	2	signed int	1.0	243	Count	196*nscan
16	52.8GHz-V_Observation_Count #1	2	signed int	1.0	243	Count	196*nscan
17	89.0GHz-V-A_Observation_Count	2	signed int	1.0	486	Count	486*nscan
18	89.0GHz-V-B_Observation_Count	2	signed int	1.0	486	Count	486*nscan
19	89.0GHz-H-A_Observation_Count	2	signed int	1.0	486	Count	486*nscan
20	89.0GHz-H-B_Observation_Count	2	signed int	1.0	486	Count	486*nscan

#1 50GHz and 52GHz are filled with 0 for AMSR-E

表 3-3 L1B 資料結構表(1/2)

No.	Items	Byte	Type	Scaling factor	No. of samples per scan	Units	Dimension
1	Scan_Time	8	double	1.0	1	sec	nscan
2	Position_in_Orbit	8	double	1.0	1	-	nscan
3	Navigation_Data	6*4	float	1.0	6	m,m/s	nscan
4	Attitude_Data	3*4	float	1.0	3	deg	nscan
5	6GHz-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
6	6GHz-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
7	10.65GHz-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
8	10.65GHz-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
9	18.7GHz-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
10	18.7GHz-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
11	23.8GHz-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
12	23.8GHz-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
13	36.5GHz-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
14	36.5GHz-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
15	50.3GHz-V_Birghtness_Temperature #1	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
16	52.8GHz-V_Birghtness_Temperature #1	2	signed int	0.1	196	K	196*nscan
17	89.0GHz-A-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	392	K	392*nscan
18	89.0GHz-A-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	392	K	392*nscan
19	89.0GHz-B-V_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	392	K	392*nscan
20	89.0GHz-B-H_Birghtness_Temperature	2	signed int	0.1	392	K	392*nscan

#1 50GHz and 52GHz are filled with 0 for AMSR-E

* The un-hatched indicates the peculiar information of the level 1B product. (Refer to the level 1A product description for the hatched.)

表 3-4 L1B 資料結構表(2/2)

No.	Items	Byte	Type	Scale factor	No. of samples per scan	Units	Dimension
21	Hot_Load_Count_6_to_52	2	signed int	1.0	16	Count	16*nscan*12
22	Hot_Load_Count_89	2	signed int	1.0	32	Count	32*nscan*4
23	Cold_Sky_Mirror_Count_6_to_52	2	signed int	1.0	16	Count	16*nscan*12
24	Cold_Sky_Mirror_Count_89	2	signed int	1.0	32	Count	32*nscan*4
25	Antenna_Temp_Coef(Of+Sl)	4	float	1.0	32	K+K/Cnt	32*nscan
26	Rx_Offset/Gain_Count	2	unsigned int	1.0	32	Count	32*nscan
27	Lat_of_Observation_Point_Except_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
28	Long_of_Observation_Point_Except_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
29	Lat_of_Observation_Point_for_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
30	Long_of_Observation_Point_for_89B	2	signed int	0.01	486	deg	486*nscan
31	Sun_Azimuth	2	signed int	0.1	243	deg	243*nscan
32	Sun_Elevation	2	signed int	0.1	243	deg	243*nscan
33	Earth_Incidence #2	1	signed char	0.02	243	deg	243*nscan
34	Earth_Azimuth	2	signed int	0.01	243	deg	243*nscan
35	Land/Ocean_Flag_for_6_10_18_23_36_50_89A	1	unsigned int	1.0	243	%	243*nscan*7
36	Observation_Supplement	2	-	1.0	27	-	27*nscan
37	SPC_Temperature_Count	2	unsigned int	1.0	20	Count	20*nscan
38	SPS_Temperature_Count	2	unsigned int	1.0	32	Count	32*nscan
39	Data_Quality	4	float	1.0	128	-	128*nscan
40	Interpolation_Flag6_to_52	1	char	1.0	16	-	16*nscan*12
41	Interpolation_Flag_89	1	char	1.0	32	-	32*nscan*4
42	Spill_Over	4	float	1.0	243	mV	243*200scan*2

#2: The Earth Incidence has also sub-attribute "OFFSET". This offset is set as 55.0.

* The un-hatched indicates the peculiar information of the level 1B product. (Refer to the level 1A product description for the hatched.)

在資料量部分，L1A與L1B記錄資料內容除觀測值外其餘大致相似，觀測資料中各不同極化頻道的每筆紀錄值均為2byte，由於兩者掃瞄取樣點數的差異因此L1A每個檔案(2000scan)約為40.5MB，L1B約為34.3MB(2000scan)。每日最高資料量約為1.1GB(L1A)，1GB(L1B)。

在解碼程式部分，除自行發展外，JAXA網站目前提供名為ADIT (AMSR Data Input Toolkit)之處理程式集，能根據AMSR-E資料格式讀取其HDF檔內的各項資料，此程式集主要提供C與Fortran程式發展平台使用，作業平台則支援SUN,SGI,HP,DEC與LINUX(未支援Fortran)。此外，NASA AMSR-E科學團隊中的電腦程式發展單位TLSCF已開始提供名稱為Delivered Algorithm Packages的AMER-E資料處理程式庫，簡稱DAP，其程式庫包含科學應用軟體，資料處理軟體，品質檢測軟體以及相關查詢文件等資料。主要是將原始資料處理至level 2或level 3之科學應用層面。

參、重要參考資料

(1) Jim Adams, "Global Precipitation Measurement System Requirements Review and Mission Overview," Goddard Space Flight Center, NASA, June 2002.

(2) Michael D. King, "24 EOS Measurements," Goddard Space Flight Center, NASA, March 2000.

(3) J. Bosma, "HRPT/LRPT Direct Broadcast Services Specification," ESA Eumetsat, Metop, ESA, Nov. 2000.

(4) Gardelle Jean-Paul, "Metop Space to Ground Interface Specification," Astrium, Metop, ESA, June 2002.

(5) Michael D. King, "Mission Profiles of the Earth Observing System," Goddard Space Flight Center, NASA, Jan. 2003.

(6) National Environmental Satellite, Data, and Information Service [NESDIS] Orientation.

(7) "NOAA's Ground Segment Project Plan for Participation in the Initial Joint Polar-orbiting System", NOAA, June 1999.

(8) "Satellite to Ground Interface (NOAA N-N'),"Lockheed Martin Space Systems Company, Sep. 2002.

(9) "New Priorities for the 21st Century - NOAA's Strategic Plan for FY 2003- FY 2008 and Beyond," NOAA, Jan. 2003.

(10) Kenneth O. Schwer, "Performance Specification for the Geostationary Operational Environmantal Satellite - GOES-N, O, P, Q," Goddard Space Flight Center, NASA, Aug. 1997.

(11) Mike Haas," NPOESS Aerosol Polarimetry Sensor - An Overview," The Aerospace Corporation.

(12) R. B. Dybdal," Future Meteorological Readout Terminals," The Aerospace Corporation

(13) "Multi-functional Transport Satellite (MTSAT)," Meterological Satellite Center, Japan Meterological Agency.

(14) D. Entekhabi, G. Asrar, A. K. Betts, K. J. Beven, R. L. Bras, C. J. Duffy, T. Dunne, R. D. Koster, D. P. Lettenmaier, D. B. McLaughlin, W. J. Shuttleworth, M. T. van Genuchten, M.-Y. Wei, and E. F. Wood, "Anagenda for land-surface hydrology research and a call for the second international hydrological decade," *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, vol. 80, no. 10, pp. 2043–2058, 1999.

(15) E. Njoku, T. Koike, T. Jackson, and S. Paloscia, "Retrieval of soil moisture from AMSR data," in *Microwave Radiometry for Remote Sensing of the Earth's Surface and Atmosphere*, P. Pampaloni and S. Paloscia, Eds. Utrecht, The Netherlands: VSP, 2000, pp. 525–533.

(16) T. Wilheit, C. D. Kummerow, and R. Ferraro, "Rainfall algorithms for AMSR-E," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 41, pp. 204–214, Feb. 2003.

(17) Joint AMSR Science Team. (2001) AMSR-E Data Management Plan. AMSR-E Team Leader Science Computing Facility (TLSCF), Global Hydrology and Climate Center, Huntsville, AL. [Online]. Available: http://wwwghcc.msfc.nasa.gov/AMSR/data_management_plan.html.

(18) NSIDC. Equal-Area Scalable Earth Grid (EASE Grid). National Snow and Ice Data Center (NSIDC). [Online]. Available: http://nsidc.org/data/ease/index.html.

(19) JAXA, "AMSR-E Data Users Handbook 3rd Edition," March 2005, http://www.eoc.jaxa.jp/amsr-e/index_e.html

(20) JAXA,"AMSR Data Input Toolkit (ADIT) Users Guide Version 1.03 C Edition," Oct., 2003, http://sharaku.eorc.nasda.go.jp/AMSR/tool/index.htm

交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告

侵台颱風風雨統計預報方法之研究

計畫類別：□國內

計畫編號：MOTC-CWB-94-2M-02

執行期間： 94 年 1 月 1 日至 94 年 12 月 31 日

計畫主持人： 樊采虹

執行單位：國立中央大學

中華民國 94 年 12 月

摘要

造成颱風的原因很多，影響其降雨的因素也很複雜，導致颱風資料充滿隨機性，統計學識解釋隨機性的一種工具。本計劃欲利用統計方法就中央氣象局已收集近數十年的資料進行颱風雨量之資料分析，我們將繼已建立之適當迴歸模型，考慮以氣象專家之相關意見建立先驗分布，利用貝氏分析進行降雨量之預測模型。同時亦以類似方法發展風速預測之適當模型。考慮的模型除一般線性迴歸外，尚探討分析類別性資料之羅吉斯迴歸模型與區別分析，以利氣象局日後針對雨量分級制度和風級數之預報。

第一章　　緒論

1.1 研究動機

近年來，民眾聞颱色變，從 1996 年賀伯颱風、1997 年溫妮颱風、1998 年瑞伯颱風及 2000 年象神颱風，均帶來豐沛的雨量和強勁的風速。颱風所夾帶的豪雨，經常造成土壤流失、人員傷亡、甚至經濟上的重大損失。而其所帶來的風力，除了造成傷亡外，更攸關民眾日常作息，如行政院頒布「天然災害停止辦公及上課作業辦法」規定，各機關學校在颱風四小時內可能經過地區，其平均風力達 6 級時，高級中學(含)以下先行停課，7 級以上各機關學校應停止辦公上課。因此，如何提升降雨量與風速的預報，減少災害損失，為刻不容緩的課題。

關於颱風降雨量預報，葉等(1999)曾提及國外現今研究相當少，並沒有成熟方法可供應用。但是在台灣地區，自 1963 年葛樂禮颱風降下 1500 公厘豪雨後，相繼有許多學者發展有效的方法，提供對降雨量的預報。目前中央氣象局降雨預報作業主要是參考吳與謝(1990)的整理，依路徑分類之累積降雨量分佈(魏等 1971)，及王等(1986) 所發展的區域平均法與比值法，作為預報參考依據。王等(1986)提出以每 0.5 經緯度為單位，計算颱風中心位於某一位置時，台灣地區某一地之平均降雨量，作為颱風降雨預測，此預測方法稱為平均法。他們也進一步嘗試用比值法以降雨量與颱風中心最大風速之比值的平均來作為降雨量預報。而葉等(1999)另提出差

異持續法，即假設降雨量與平均值之差異維持不變，利用其差異持續性作為降雨預測。葉等(2000) 利用迴歸模型來描述降雨量和相關颱風因子間的關係。為了使資料具有常態分佈與獨立性，將降雨量資料做轉換(transformation)並依其所在位置劃分成 1x1 經緯度之網格使其滿足常態分佈和獨立性的假設。預報範圍在北緯 22 至 25 度，東經 120 至 125 度內。在此區域內其預報結果較上述所提方法為佳。在此預報範圍之外，未降雨的情形很多，即降雨量為零的資料相當多，因此利用迴歸分析並不恰當。

針對於台灣地區颱風風速的預報，過去有一些專題研究，蔡等(1981)曾分析各類颱風在台灣地區風速之分佈情形，而後依其特性，將侵台颱風路徑分為五類，得到此五類颱風最大平均風速與最大陣風風速在各地之分佈。而此種分佈圖被引用於中央氣象局(1997)颱風預報作業中，做為颱風風速預報基本參考資訊。而葉等(2000)將類似雨量預報之平均法、差異持續法及比值法等應用到颱風風速的預報上。

本計畫主要目的之一是希望將降雨量預報範圍擴大，因此須找出方法來處理很多資料為零的問題。本計畫同時將應用迴歸分析來進行風速預報。由於前面所述有關停課停止上班之規定，如何準確的區分風速達六級、七級以上之颱風預報相形之下也是一很重要的問題。關於這方面，我們考慮分別就區別分析和羅吉斯迴歸模型來對風力級數進行預測和校驗，希望能提高對風速的預報。本計畫引用中央氣象局在台北測站自 1961 至 1994

年間所觀測颱風降雨量、風速及相關天氣資訊。原始資料涵蓋北緯 17 度至 30 度，東經 117 度至 127 度。我們以 1×1 經緯度為單位進行分析。在時雨量及累積雨量之預報將資料範圍定在北緯 20 至 28 度和東經 120 至 125 度；並討論三、六及十二小時後累積雨量之預報。而關於風速之預測，則考慮範圍北緯 22 度至 25 度，東經 120 度至 125 度之資料，就六、十二及二十四小時後之風速做預報。

1.2 研究方法

中央氣象局以往以平均法與比值法做為客觀颱風降水預測的主要依據。對於風速的預報，同樣也是應用平均的概念。降雨量預測方面，葉等(2000)顯示迴歸法優於平均法，不過在範圍上略有限制，主要是當颱風距離測站較遠時，所觀測到之實際雨量為零的個案相當多，所以預測雨量往往高估了實際雨量，故此時以迴歸模型來描述並不恰當。究其緣由，當雨量等於零時表示未降雨，而若此類資料佔很大的比例，表示“未降雨”這一事件發生的機率大於零，故當颱風離測站很遠時，其降雨量之機率分佈不是連續型分佈，與一般迴歸分析的假設悖離，本計畫直接考慮降雨量為一離散和連續之混合模型(mixture model)，將過去颱風之實際降雨量融入模型中，直接對新颱風進行雨量預測。

在風速預報上，本計畫將沿用迴歸法進行分析，並與平均法比較。此外，我們並將風速轉換成蒲福風級(Beaufort scale)，進行風級的預測。

此時由於反應變數是類別資料(categorical data)，我們考慮以區別分析(discriminant analysis)和羅吉斯迴歸模型來預測風級數。區別分析主要是利用過去已觀測到之颱風資訊和風級數，建立區別函數，一旦觀測到新的颱風資訊時，利用區別函數即可預測出風級數。另一方面，我們也可以用歷史颱風資料建立羅吉斯迴歸模型，當觀測到新資料時，可以預測出各風級數的機率，對應較高機率的風級數即為預測風級數。

我們在第二章中以迴歸模型、羅吉斯迴歸模型與區別分析做風速預測。第三章則以混合模型做降雨量預測。第四章為結論與未來研究方向。

第二章　　風速分析

本章將利用迴歸分析、區別分析和羅吉斯迴歸模型對風速進行預測，選擇區域範圍為東經 120 至 125 度,和北緯 22 至 25 度,以台北測站自 1961 至 1994 年所觀測到 145 個颱風風速及相關資料進行分析,我們所預測風速為六小時、十二小時與二十四小時。

2.1 迴歸分析

迴歸模型中解釋變數包含下列各項：

X_1：為颱風當時中心最大風速，單位為公尺/秒。

X_2：為颱風與測站的距離。設測站所在的位置經度為x_s，緯度為y_s，記為(x_s, y_s)，而颱風所在位置之經緯度記為(x,y)，則測站與颱風的近似距離定為 $X_2 = \sqrt{[(x - x_s) \times \cos 20^\circ]^2 + (y - y_s)^2}$。

X_3：為颱風移動的方向角度。設颱風在當時所在經緯度位置為(x_1, y_1)，而其在Δt 前時所在位置之經緯度記為(x_0, y_0)，則颱風移動(x_1, y_1)之近似方向弧度定為 $X_3' = \tan^{-1}(\frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}) + \frac{\pi}{4}$，並將X3’ 限制在0至$2\pi$，其中加$\frac{\pi}{4}$主要使不連續處在颱風移向為西南時，而移動的近似方向角度則為 $X_3 = \frac{360}{2\pi} \times X_3'$。

X_4：為颱風移動的速度。設颱風在當時所在經緯度位置為(x_1, y_1)，而其在Δt 前時所在位置之經緯度(x_0, y_0)，則颱風移動的近似速度定為 $X_4 = \sqrt{[(x_1 - x_0) \times \cos 20^\circ]^2 + (y_1 - y_0)^2} \,/\, \Delta t$

X_5：為台北測站當時所觀測的風速，單位為$公尺/秒$。

X_6：為台北測站當時所觀測的地面氣壓，單位為hpa。

X_7：為日序的轉換。若當時之日序為X_7'，則採與Neumann(1992)相同轉換公式 $X_7 = \sin[(X_7' - 41) \times \frac{\pi}{364.75}]$。

X_8：為台北測站當時之降水量。

而反應變數為 $Y_{\Delta t}$，表 Δt 小時後之風速，我們僅考慮 Δt =6、12和24的情況。

由於考慮颱風的獨立性，故我們將在表2.1內各網格區域分別建立迴歸模式，如欲預測之颱風目前位於I網格區域，而我們欲預測 Δt 小時後此颱風之風速，則先將所有落於此網格之歷史颱風資料取出，記為 $(X_1, Y_{\Delta t}), \cdots, (X_{n_I}, Y_{n_I \Delta t})$，也就是記錄資料中共有$n_I$個颱風降水個案發生於I網格，其中 X_i 表第i個歷史颱風所有解釋變數資料，$Y_{i\Delta t}$ 為該歷史颱風 Δt 小時後之風速紀錄。根據這些颱風風速個案資料，配適迴歸模型

$$Y_{i\Delta t} = \tilde{X}_i + \quad _i, \quad i = 1, \cdots, \ n_I, \qquad (2.1)$$

其中， 為迴歸係數向量， $_i$為 i.i.d. $N(0, \sigma^2)$之隨機誤差。

表 2.1: 資料範圍以經緯度 1 度分 15 區域網格之代號

	120-121 ^{O}E	121-122 ^{O}E	122-123 ^{O}E	123-124 ^{O}E	124-125 ^{O}E
24-25 ^{O}N	3	6	9	12	15
23-24 ^{O}N	2	5	8	11	14
22-23 ^{O}N	1	4	7	10	13

我們依據歷史資料，在每一網格中以逐步迴歸方法(stepwise regression, Draper and Smith (1998))選取具顯著影響的解釋變數，其結果列於表 2.2。由表 2.2 中我們可看出，在預測六小時與十二小時風速時，中心風速與測站當時風速是具有顯著影響的解釋變數。對於預測二十四小時風速時，在各網格中並沒有發現共同具有顯影響的解釋變數，可能是預測時間過長所造成。十二小時內的 R^2 均大於 0.7，意味著模型對於風速具有蠻高的解釋能力。最後我們還應檢測模型的基本假設是否成立，也就是誤差項是否服從 i.i.d. $N(0,\sigma^2)$ 的假設。以網格 1 為例，由圖 2.1 可以看出，殘差值和觀測值並沒有明顯的趨勢，而且殘差值的常態機率圖看出殘差幾乎落在一直線上，顯示應符合模型基本假設。至此，我們確認模型應是合理的，因此一旦有新颱風進入區域網格，我們即可利用已建立好的模型進行預測，每次預測時將其中一筆資料當作是新颱風，其餘的樣本當作是歷史颱風。我們分別計算六、十二與二十四小時風速之真實風速與預測風速的均方誤差(mean square error)及相關係數(correlation coefficient)，結果列於表 2.3，其對應之曲線圖則示於 2.2。

表 2.2: 風速預測迴歸模型中，各區域網格顯著因子及 R^2

網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
六小時	顯著影響之自變數	X3 X5	X5 X8	X4 X5	X3 X5	X3 X5	X1 X2 X3 X7 X8	X1 X3 X4 X5 X6	X1 X5 X6	X1 X5 X7	X1 X2 X3 X4 X5 X7	X4 X5	X1 X3 X5 X7	X3 X4 X5 X7 X8	X1 X5	X1 X2 X5 X7 X8
	R^2	0.92	0.93	0.78	0.91	0.85	0.75	0.94	0.86	0.89	0.92	0.84	0.89	0.86	0.80	0.83
網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十二小時	顯著影響之自變數	X3 X5	X6 X5 X8	X2	X3 X5	X2 X8	X1 X2 X4	X1 X3 X4 X5 X6	X1 X3 X7	X1 X5	X1 X5	X1 X3 X6 X5	X1 X2 X3 X5 X6 X7	X3 X4 X5 X6 X7 X8	X1 X2 X3 X4 X5	X1 X2 X3 X5 X8
	R^2	0.84	0.84	0.71	0.80	0.73	0.66	0.89	0.82	0.76	0.83	0.92	0.86	0.87	0.85	0.85
網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
二十四小時	顯著影響之自變數	X2	X2 X6	X7	X1	X1 X3 X4	X4 X7 X8	X7	X6 X7	X7	X2 X3 X4 X5 X7	X1 X2 X4 X6 X7 X8	X1 X3 X4	X3 X5	X1 X4 X6 X7 X8	X1 X4 X8
	R^2	0.74	0.90	0.71	0.62	0.84	0.80	0.75	0.69	0.57	0.80	0.90	0.75	0.92	0.90	0.76

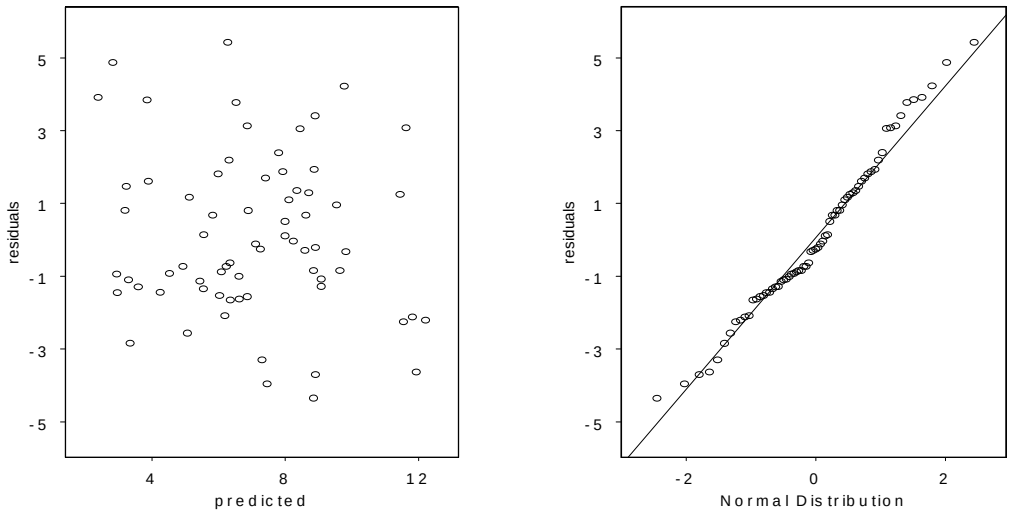


圖 2.1: 殘差值與預測值之散佈圖及殘差值常態機率圖

表 2.3: 平均法與迴歸法預報風速之均方誤差及相關係數表

方法 \ 時段		六小時 風速	十二小時 風速	二十四小時 風速
平均法	均方誤差	18.23	15.20	6.18
	相關係數	0.28	0.39	0.46
迴歸法	均方誤差	7.25	7.86	4.28
	相關係數	0.80	0.75	0.68

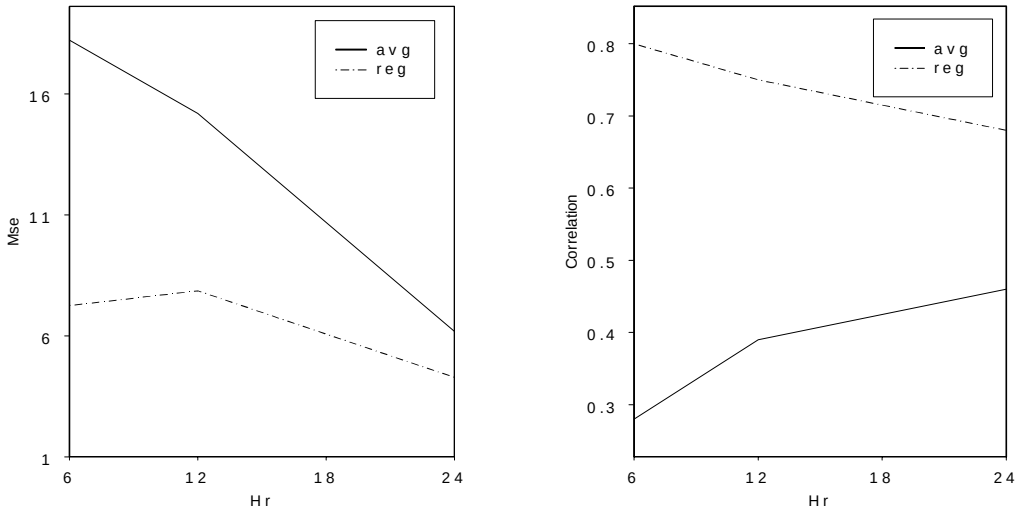


圖 2.2: 平均法與迴歸法預報風速之均方誤差及相關係數圖

由表 2.3 發現，迴歸法在各時段，特別是在十二小時內的預測，其均方誤差皆比平均法小。由於對個別資料的預測能力無法從均方誤差看出，所以我們利用相關係數來評估。整體而言，與平均法相較，迴歸法大大提高了相關係數，也就是迴歸法預測能力較佳。不過值得注意的是，平均法隨著預報時間越長，相關係數有遞增的現象，而迴歸法正好相反，我們推測時間間隔Δt愈長，Δt時後之風速受當時資料的影響也相形減弱了。至於

各時段真實風速與預測風速的散佈圖見附錄一。

2.2 區別分析

2.2.1 模型及方法

區別分析是在全體資料點歸屬群體已知的前提下，找出最能將各群體資料點區別清楚的函數，此一函數稱區別函數。依區別函數，可對新的資料點進行其歸屬群體的分類(classification)或歸類(allocation)，所以區別函數也被用來做為分類準則。本計畫利用Fisher 區別規則(典型區別分析)分析資料，因此本節只將該區別規則做一簡單說明。

已知有 g 個群體，$\tilde{X}_{ij}$為 k 變數(k-variate)資料，表示第 i 個群體的第 j 個觀測值向量，其中 i=1, ..., g，j=1, ..., n_i，n_i為第 i 個群體之樣本數。當群體本身的變異數矩陣Σ與群體間的共變異數矩陣 B_0未知時，可分別以樣本組內交互相乘矩陣 W 估計Σ，樣本組間交互相乘矩陣 B 估計 B_0，即

$$B = \sum_{i=1}^{g}\sum_{j=1}^{n_i}(\tilde{\bar{X}}_i - \tilde{\bar{X}})(\tilde{\bar{X}}j - \tilde{\bar{X}})^T \ ,$$

$$W = \sum_{i=1}^{g}(n_i - 1)S_i = \sum_{i=1}^{g}\sum_{j=1}^{n_i}(X_{ij} - \tilde{\bar{X}}_i)(X_{ij} - \tilde{\bar{X}}_i)^T \ ,$$

其中 $\tilde{\bar{X}}_i = \frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i} X_{ij}$，為第 i 組群體之平均數向量，$\tilde{\bar{X}}$為樣本平均數向量。B 和 W 分別代表樣本中的組間和組內之變異。若組間變異大，而

組內變異小，則各組之變異很容易被鑑別，故區別能力較強，因此 Fisher 區別規則即在找一向量 b，將原資料做線性轉換 $\tilde{Y} = b^T \tilde{X}$，使得 $\tilde{Y}$ 之組間變異

$$B_Y = \sum_{i=1}^{g} \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{\tilde{Y}}_i - \bar{\tilde{Y}})(\bar{\tilde{Y}}_i - \bar{\tilde{Y}})^T = b^T \sum_{i=1}^{g} \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{\tilde{X}}_i - \bar{\tilde{X}})(\bar{\tilde{X}}_i - \bar{\tilde{X}})^T b = b^T B b,$$

和其組內變異

$$W_Y = \sum_{i=1}^{g} \sum_{j=1}^{n_i} (\tilde{Y}_{ij} - \bar{\tilde{Y}}_i)(\tilde{Y}_{ij} - \bar{\tilde{Y}}_i)^T = b^T \sum_{i=1}^{g} \sum_{j=1}^{n_i} (\tilde{X}_{ij} - \bar{\tilde{X}}_i)(\tilde{X}_{ij} - \bar{\tilde{X}}_i)^T b = b^T W b,$$

的比值達到最大。亦即在線性區別問題中，要找 b 使得

$$F = \frac{b^T B b}{b^T W b}$$

最大。而使得 F 最大的向量 b 實為矩陣 $W^{-1}B$ 之最大特徵值(eigenvalue)所對應的特徵向量(eigenvector)(見陳(2000))。

若 $\lambda_1, \ldots, \lambda_r > 0$ 為 $W^{-1}B$ 之 r 個大於 0 的特徵值，$b_1, \ldots b_r$ 為其相對應的特徵向量，則 $b=b_i$ 為使

$$F = \frac{b^T B b}{b^T W b}$$

達第 i 大之向量，i=1,...,r。而 $Y_i=b_i^T X$ 即為典型區別函數，其區別力當然以 Y_1 最強，Y_2 次之，...等等。故 $b_1^T X$ 亦稱為第一個典型區別函數，其餘類推，共有 r 個典型區別函數，其中 $r=\min(p, g-1)$。詳細討論見陳(2000)。

每一組資料固然可以決定 r 個區別函數，但 r 愈大，對應區別函數 Y_i 之區別能力愈低，因此我們其實並不見得需要使用 r 個區別函數，相反的，我們只需用具"顯著性"(significance) 之 Y_i 即可。

2.2.2 風級數預報

行政院頒布「天然災害停止辦公及上課作業辦法」規定，各機關學校在颱風四小時內可能經過地區，其平均風力達 6 級時，高級中學和以下先行停課，7 級以上各機關學校應停止辦公上課。故我們對颱風風速為 6 和 7 級特別有興趣，本節即將預測颱風伴隨之風速是否達到放假的情形。

由於測站所觀測到風速是屬連續型資料，我們得先透過風速與風級數之關係式為

$$V=0.836\times B^{1.5}，$$

其中 B 為蒲福風級數，V 為風速(公尺/秒)，將風速轉成級數。由於平均風力達 6 級停止上課，達 7 級停止上班，所以本計畫將分成二種情況討論:

情形 1：將所有資料之風速分為兩類，即平均風力低於六級(Y=0)者，平均風力大於六級(Y=1)者。

情形 2：將所有資料之風速分為三類，即平均風力低於六級(Y=0)者，平均風力六級(Y=1)者，平均風力大於七級(Y=2)者。

我們仍然利用上節所提到的 8 個颱風因子做為建構區別函數的依據。

區別分析如同迴歸分析，希望能先評估選取有解釋或區別能力高的變

數進入模式內，本計畫利用逐步排除法選出具顯著性的變數。六小時及十二小時顯著變數列於表 2.4 及表 2.5。六小時各網格之區別函數見附錄二。當颱風進入網格，我們將利用表 2.4 及表 2.5 所列變數做為校驗的依據。由於二十四小時風速幾乎都小於 6 級，所以應用區別分析並不合適，因此我們不對二十四小時風速做校驗。

表 2.4: 風速預測區別分析中，各區域網格顯著因子(情形 1)

網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
六小時	顯著影響變數	X1 X2 X4 X5 X6	X2 X8	X8	X1 X5 X6 X8	X2	X1 X5	X1 X4 X5 X7	X1 X4 X5 X6	X2 X3 X5 X8	X1 X4 X5 X6 X8	X1 X4 X5 X6	X4 X5 X6 X8	X2 X3 X4 X5 X8	X1 X2 X3 X5 X6	X2 X5 X8
網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十二小時	顯著影響變數				X5 X6 X8		X1 X4	X1 X2 X4 X5	X1	X1 X2 X5	X1 X2 X4 X5 X6 X8	X1 X5 X6	X1 X2 X3 X4 X5 X6	X1 X2 X3 X4 X5 X7	X1 X2 X3 X4 X5 X6	X1 X2 X5 X8

表 2.5: 風速預測區別分析中，各區域網格顯著因子(情形 2)

網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
六小時	顯著影響變數	X1 X2 X4 X5 X6	X2 X4 X8	X5 X8	X1 X5 X6 X8	X2	X1 X5	X1 X4 X5 X7	X1 X5 X6	X2 X3 X5	X1 X2 X4 X5	X1 X4 X5	X4 X5 X6 X8	X2 X3 X4 X5 X8	X1 X2 X3 X5 X6	X2 X5 X8
網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十二小時	顯著影響變數				X5 X6 X8		X1 X4	X1 X2 X4 X5	X1	X1 X2 X5	X1 X2 X4 X5 X6 X8	X1 X5 X6	X2 X3 X5 X6	X1 X2 X3 X4 X5 X7	X1 X2 X5	X1 X2 X3 X4 X5 X8

由表 2.4 和表 2.5 中我們發現，颱風中心風速及測站風速同樣是相當重要的因素。而表 2.4 與表 2.5 中斜線部分表示該區域內資料只能分為一類，所以預測風級數為低於六級。變數確定後，我們再利用 2.2.1 節所介紹的方法進行分析。在本計畫中，錯誤分類是採用交互驗證分類(cross-validation)，即每次保留一筆資料，以其他資料建立區別規則將此資料做為驗證其分類是否正確。結果見表 2.6 及表 2.7。

表 2.6: 區別分析六小時錯誤分類表

情形 1		預測級數		
		0	1	個數
真實級數	0	1226	142	1368
	1	22	184	206
	個數	1248	326	1574

情形 2		預測級數			
		0	1	2	個數
真實級數	0	1164	160	44	1368
	1	13	66	20	99
	2	4	19	84	107
	個數	1181	245	148	1574

表 2.7: 區別分析十二小時錯誤分類表

情形 1		預測級數		
		0	1	個數
真實級數	0	1230	144	1374
	1	21	126	147
	個數	1251	270	1521

情形 2		預測級數			
		0	1	2	個數
真實級數	0	1200	135	39	1374
	1	11	47	12	70
	2	2	20	55	77
	個數	1213	202	106	1521

由表 2.6 及表 2.7 我們發現，整體正確判斷達到 85%以上。而對於預測六小時風級數，分成兩類時預測風速達 6 級以上之正確率更達 89%。分

成三類時，判斷 6 級風和 7 級風以上之正確率亦分別達 67%和 78%。預測十二小時風級數時，分成兩類時風速大於 6 級的正確預測率達 86%，正確判斷 6 級風和 7 級風以上者分別有 67%和 71%。由此顯示，利用區別分析判斷級數大的風速有很高的正確率，意味著對於颱風來襲時是否停止上班上課的決策極具參考價值。

2.3 羅吉斯迴歸模型

2.3.1 模型與方法

當反應變數 Y 是二元變數(binary variable)時，Y 值只可能是 0 或 1 兩種情況。傳統線性迴歸模型為

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \ldots + \beta_p X_{ik} + \varepsilon_i \qquad i=1, \ldots, n$$

$$= E(Y_i \mid \tilde{X}_i) + \varepsilon_i$$

其中 $\tilde{X}_i=(1, X_{i1}, \ldots, X_{ik})$為 k-維解釋變數向量，$\varepsilon_i$ 為獨立之隨機誤差且 ε_i 具 $N(0, \sigma^2)$分佈。若 Y_i 為二元反應變數，則此時 Y_i 不具迴歸模型中常態分佈的假設，且殘差項 ε_i 亦有此問題。令 $p_i=P(\tilde{X}_i)= E(Y_i \mid \tilde{X}_i)=P(Y_i=1 \mid \tilde{X}_i)$代表反應變數出現 1 的機率，故 $0 \leqq E(Y_i \mid \tilde{X}_i)=P(Y_i=1 \mid \tilde{X}_i) \leqq 1$。此與傳統迴歸模型中$-\infty < E(Y_i \mid \tilde{X}_i) < \infty$之假設有差異。

由於 $0 \leqq E(Y_i \mid \tilde{X}_i) \leqq 1$，其和 $\tilde{X}_i$ 之間並非成直線關係，而是類似分佈函數的形狀，所以很多分佈函數可被考慮用來描述它們之間的關係。

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \tilde{X}_i$$

Berkson(1944)採用 logit 連結函數(link function)，即利用的轉換，使得 $E(Y_i|\tilde{X}_i)$落在$(-\infty,\infty)$之間。即令經轉換後的模型稱為羅吉斯迴歸模型。此時$P(\tilde{X}_i)$可表示為

$$p_i = P(\tilde{X}_i) = \frac{\exp(\sum_{j=0}^{k} {}_j X_{ij})}{1+\exp(\sum_{j=0}^{k} {}_j X_{ij})} \quad ,$$

稱為羅吉斯函數。以往迴歸分析中，常用來估計參數的方法是最小平方法，但是當反應變數是二元變數時，誤差項的變異會隨著解釋變數的變動而有所不同，所以最小平方法並不適用。在羅吉斯迴歸模型中參數估計最常使用的方法是最大概似法(maximum likelihood method)。 之最大概似估計量無解析解(analytic solution)，通常可以牛頓疊代法(Newton-Raphson iterative method)或統計軟體求得近似解，$\hat{}$，即為最大概似估計值。和傳統迴歸模型一樣，解釋變數的選擇對模型的適合性有很大的影響，有別於傳統迴歸模型中以 F 統計量做為選擇的標準，在羅吉斯迴歸模型，是以概似比(log-likelihood ratio)統計量為選擇的依據，在一些條件下，此統計量可以近似卡方(chi-square)分配。變數選擇方法中以逐步選擇法(stepwise)最普遍。詳細介紹參閱 Agresti(1990)。

多元羅吉斯迴歸模型是將二元羅吉斯迴歸模型做一推廣，差別在於反應變數 Y 不是只有兩種可能。假設反應變數 Y 具有 g 種類別

(category)，令$\{p_1, \ldots, p_g\}$為其對應的機率，且滿足$\sum_{i=1}^{g} p_i = 1$。假設$\tilde{X}_i=(1, X_{i1}, \ldots, X_{ik})$，i=1, ..., n，為解釋變數向量。定義 p_{is} 為給定$\tilde{X}_i$之下，出現第 s 種可能結果的條件機率，s=1, ..., g，且

$$p_{si} = \frac{\exp(\beta_s^T \tilde{X}_i)}{\sum_{t=1}^{g} \exp(\beta_t^T \tilde{X}_i)} ,$$

其中 β_s^T 為 k+1 維之參數向量，s=1, ..., g。根據此定義，可建立多分元羅吉斯迴歸模型(polychotomous logistic regression model)，即

$$\log(\frac{p_{si}}{p_{gi}}) = \log\{\frac{\exp(\beta_s^T \tilde{X}_i)}{\sum_{t=1}^{g} \exp(\beta_t^T \tilde{X}_i)} \div \frac{\exp(\beta_g^T \tilde{X}_i)}{\sum_{t=1}^{g} \exp(\beta_t^T \tilde{X}_i)}\}$$

$$= \log\{\frac{\exp(\beta_s^T \tilde{X}_i)}{\exp(\beta_g^T \tilde{X}_i)}\}$$

$$= \beta_s^T \tilde{X}_i - \beta_g^T \tilde{X}_i \quad , \quad i = 1, \ldots, n \ ,$$

其中 s=1, ..., g-1，g 為參考類別(reference category)，p_g和 β_g為其所對應之參數。此模型包含 g-1 個羅吉方程式(logit equations)。而參數 β 之估計量無解析解(analytic solution)，數值計算與二元羅吉斯迴歸模型一樣，皆可以牛頓疊代法(Newton-Raphson iterative method)或統計軟體求得近似解。參閱 Agresti(1990)。

2.3.2 風級數預報

首先在每一個網格上，依據所有歷史颱風資料選取顯著影響的解釋變

數。其結果分別列於表 2.8 及表 2.9。對於六小時後預報，測站當時的風速是相當重要的變數，可能是當颱風靠近網格時，距離測站較近，因此測站當時的風速足以反應在短時間內的預報。十二小時後的預報，則颱風中心風速是顯著的變數，原因可能在於颱風本身的強度會影響氣候狀況，所以颱風的狀態對預報長時段是相當重要的因素。

表 2.8: 風速預測羅吉斯模型中，各區域網格顯著因子(情形 1)

網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
六小時	顯著影響變數	X5	X8	X5	X1 X5 X6	X2 X5	X5	X2 X4 X5	X1 X5 X6	X1 X2 X3 X6	X1 X5	X5	X5 X6	X4	X5 X7	X2 X8
網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十二小時	顯著影響變數				X6		X1 X4	X1 X2 X5	X1	X5	X1 X2 X4 X5	X1 X5	X2 X3 X6 X7	X4	X1 X5	X4 X6

表 2.9: 風速預測羅吉斯模型中，各區域網格顯著因子(情形 2)

網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
六小時	顯著影響變數	X5	X2 X8	X5	X1 X5	X2 X5	X5	X1 X4 X5	X1 X4 X5 X6	X2 X3 X5 X7 X8	X1 X5	X5	X1 X5 X6	X1 X4 X8	X3 X5 X7	X2 X8
網格區域		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十二小時	顯著影響變數				X6		X1 X4	X1 X2 X4 X5	X1	X5	X1 X2 X4 X5	X1 X5	X2 X3 X6 X7	X4 X6	X1 X3 X6 X7	X1 X2 X3 X4

網格內變數確定後，再進行參數估計。當反應變數是二元資料時，可以估算出 P(Y=0|X)，即風速低於 6 級的機率；P(Y=1|X)，即風速高於 6 級

的機率。所以當 P(Y=0|X)大於 P(Y=1|X)時，我們判定風速低於 6 級；反之，當 P(Y=0|X)小於等於 P(Y=1|X)時，我們判定風速高於 6 級。對於風速分為三類的情況，同樣取機率最高的為預測級數。同樣的，在表 2.10 與表 2.11 列出歸類表。並且計算在各類別下正確判斷的比率。

表 2.10: 羅吉斯模型六小時錯誤分類表

情形 1		預測級數		
		0	1	個數
真實級數	0	1339	29	1368
	1	70	136	206
	個數	1409	165	1574

情形 2		預測級數			
		0	1	2	個數
真實級數	0	1340	27	1	1368
	1	55	41	3	99
	2	17	63	27	107
	個數	1412	131	31	1574

表 2.11: 羅吉斯模型十二小時錯誤分類表

情形 1		預測級數		
		0	1	個數
真實級數	0	1347	27	1374
	1	70	77	147
	個數	1417	104	1521

情形 2		預測級數			
		0	1	2	個數
真實級數	0	1358	16	0	1374
	1	44	26	0	70
	2	23	32	22	77
	個數	1425	74	22	1521

由表 2.10 及表 2.11 我們發現，整體正確判斷可達 90%。對於預測六小時風級數，分成兩類時風速大於 6 級的正確預測率為 66%。分成三類時，正確判斷 6 級風和 7 級風以上之百分比分別為 41%和 25%。預測十二小時風級數時，分成兩類風速大於 6 級的正確率為 52%，正確判斷 6 級風或 7 級

風以上則有 37%和 29%。所以雖然整體正確判斷率很高，但是對於級數大的風速，判別能力並不佳。而整體判斷率很高，主要原因是對風速低於 6 級之辨別能力較強，其所佔的比重也較高，因此只看整體判斷率是不夠的。

從數據顯示，迴歸模型、羅吉斯迴歸模型對於風速大於 6 級的參考能力遠比區別分析來得差。所以對於較大風速，應該採用區別分析，因此或可考慮先以迴歸或羅吉斯模型判斷是否風速大於六級，若是，再以區別分析分辨是否大於六級。

第三章　　雨量分析

本章將以混合模型對台北雨量進行分析與校驗，我們首先介紹混何模型及其運算法。

3.1　混合模型(Mixture Model)

假設獨立隨機變數 R_i，i=1,…,n，在 $R_i=0$ 之機率值為 $1-p_i>0$，而當 $R_i\neq 0$ 時，其具常態迴歸模型，即

$$R_i=\begin{cases} Z_i & \text{with probability } p_i \\ 0 & \text{with probability } 1-p_i \end{cases}, \qquad (3.1)$$

其中 $Z_i>0$ 為截斷的常態 $N(\tilde{X}_i^T\beta,\ \sigma^2)$隨機變數，i=1,…,n，$\tilde{X}_i$ 為第 i 個觀測值之解釋變數向量值，β 是未知的迴歸係數向量，且 σ^2 亦未知。亦即 R_i 為常態迴歸模型和在零點具質量(point mass)之混合分佈，$R_i=0$ 之機率為 $1-p_i$；而 R_i 和 Z_i 具同分佈之機率為 p_i。

若已有獨立觀測值$(R_i,\tilde{X}_i)$，i=1,…,n，我們有興趣的除了 p_i 之估計外，尚包含當未來資料解釋變數之觀測值為 $\tilde{X}_0$ 時，對其反應變數 R^* 值之預測。由(3.1)知，給定 $\tilde{X}_i$ 及 β、σ^2 和 p_i 時，

$$\begin{aligned} E(R_i) &= E(R_i|R_i\neq 0)P(R_i\neq 0)+E(R_i|R_i=0)P(R_i=0) \\ &= E(Z_i)p_i+0\times(1-p_i) \\ &= \{\tilde{X}_i^T\beta+\frac{\sigma\times\exp[-\frac{(\tilde{X}_i^T\beta)^2}{2\sigma^2}]}{\sqrt{2}\,[1-\Phi(-\frac{\tilde{X}_i^T\beta}{\sigma})]}\}\,p_i \ 。 \end{aligned} \qquad (3.2)$$

因此，R^* 可將 $\tilde{X}_i=\tilde{X}_0$ 代入(3.2)之右式來估計。然而 β 和 σ 為未知參數，其貝氏估計值可由(3.2)式對$(\beta,\ \sigma^2)$之後驗分布積分而得，即

$$\hat{R}^{*}=\int \{X\beta^{T}+\frac{\times\exp[-\frac{(X\beta^{T})^{2}}{2\sigma^{2}}]}{\sqrt{2\pi}[1-\Phi(-\frac{X\beta^{T}}{\sigma})]}\}\, p^{*}(\beta,\sigma^{2})\pi(\beta,\sigma^{2}\mid \dot{R},\dot{X},\dot{Y})d\beta d\sigma^{2},\quad (3.3)$$

來估計，其中$p^{*}(\beta,\sigma^{2})=\Phi(X\beta^{T}/\sigma)$。至於($\beta$，$\sigma^{2}$)之後驗分布可以 Gibbs 抽樣方法(Geman 和 Geman (1984), Casella 和 George(1992))得其近似樣本，方法如下:引進二元變數Y_i (Albert 和 Chib(1993))，i=1,…,n，令Y_i=1 若$R_i\neq 0$，而Y_i=0 若R_i=0，故$p_i=P(Y_i=1)$。同樣地考慮 probit 模型，也就是$p_i=\Phi(\frac{\tilde{X}_i^{T}}{\quad})$。但在給定資料中，若$R_i$=0，則引進隱藏變數$Z_i^{0}<0$，但$Z_i^{0}\sim N(\tilde{X}_i^{T},\sigma^{2})$。不失一般性，假設觀測資料中$R_1=\cdots=R_r=0$，r<n，而$R_j=Z_j>0$，j=r+1,…,n。令 $\pi(\beta,\ \sigma^{2})$為 β 和 σ^{2}之聯合先驗分佈，則 β,σ^{2}和$\tilde{Z}^{0}=(Z_1^{0},\cdots,Z_r^{0})$之聯合後驗分佈為

$$\pi(\beta,\sigma^{2}\mid \tilde{Z}\,\tilde{R},\tilde{X},\tilde{Y})\propto \pi(\beta,\sigma^{2})$$

$$\times\prod_{i=1}^{r}\varphi(Z_i^{0};\tilde{X}_i^{T},\sigma^{2})\prod_{i=r+1}^{n}\varphi(Z_i;\tilde{X}_i^{T},\sigma^{2})。\quad (3.4)$$

考慮無資訊先驗分佈 $\pi(\beta,\ \sigma^{2})\propto\sigma^{-2}$，則給定$\tilde{R}$、$\sigma^{2}$和$Z_i^{0}$之下 β 的條件後驗分佈為

$$\beta\mid \tilde{Y},\tilde{X},\tilde{R},\tilde{Z}^{0},\sigma^{2}\sim N(\hat{\ }_z,(\tilde{X}^{T}\tilde{X})^{-1}\sigma^{2})。\quad (3.5)$$

其中$\hat{\ }_z=(\tilde{X}^{T}\tilde{X})^{-1}\tilde{X}^{T}\tilde{Z}$，這裡$\tilde{Z}=(Z_1^{0},\cdots,Z_r^{0},Z_{r+1},\cdots,Z_n)$。同樣地從(∨噢)可知給定$\tilde{Y}$、$\tilde{X}$、$\tilde{R}$、$\sigma^{2}$和 β 之下，Z_i^{0}的條件後驗分佈為

$$Z_i^{0}\mid \tilde{Y},\tilde{X},\tilde{R},\sigma^{2},\beta\sim N(\tilde{X}_i^{T},\sigma^{2})，但 Z_i^{0}\leqq 0。\quad (3.6)$$

又給定$\tilde{Y}$、$\tilde{X}$、$\tilde{R}$、$\tilde{Z}$和 β 之下，σ^2的條件後驗分佈為

$$\sigma^2 | \tilde{Y}, \tilde{X}, \tilde{R}, \tilde{Z}, \beta \sim \text{Inverse Gamma}\left(\frac{n}{2}, [(\tilde{Z}-\tilde{X}\beta)^T(\tilde{Z}-\tilde{X}\beta)]^{-1}\right)。 \quad (3.7)$$

在給定 β, σ^2,和$\tilde{Z}^0$之起始值下，經(3.5)、(3.6)和(3.7)反覆疊代抽樣，即可得(β, σ^2)之一組近似後驗樣本，(β_k, σ^2_k)，k=1,…,N，則(3.3)是可由(3.2)式之近似後驗平均值

$$\hat{R}_B^* = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}\max\{[\tilde{X}^*_k + \frac{\sigma_k \times \exp[-\frac{(\tilde{X}^*_k)^2}{2\sigma_k^2}]}{\sqrt{2}[1-\Phi-\frac{\tilde{X}^*_k}{\sigma_k})]}]p_k^*, 0\}， \quad (3.8)$$

來估計，其中$p_k^* = \Phi(\frac{X^*_k}{\sigma_k})$。此$\hat{R}_B^*$即可視為$E(R^*)$之貝氏估計。

3.2 降雨量估計

考慮區域範圍為東經 120 至 125 度，和北緯 20 至 28 度，以台北測站自 1961 至 1994 年所觀測到 145 個颱風時雨量和累積雨量及相關資料進行分析，我們所預測時雨量為一、三、六與十二小時，累積雨量則預測三、六與十二小時。選擇區域範圍內，畫分成 1×1 之經緯度網格，共有 30 個網格。而當颱風進入東經 120 至 125 度，和北緯 22 至 25 度時，我們以迴歸法預測雨量，颱風在此範圍之外，則用混合模型預測雨量。表 3.1 將這些網格以代號區分。

表 3.1 :資料範圍以經緯度 1 度分 30 區域網格之代號

	120-121 ^{O}E	121-122 ^{O}E	122-123 ^{O}E	123-124 ^{O}E	124-125 ^{O}E
27-28 ^{O}N			20	25	30
26-27 ^{O}N			19	24	29
25-26 ^{O}N			18	23	28
24-25 ^{O}N	3	6	9	12	15
23-24 ^{O}N	2	5	8	11	14
22-23 ^{O}N	1	4	7	10	13
21-22 ^{O}N			17	22	27
20-21 ^{O}N			16	21	26

由於東經 120 至 125 度，和北緯 22 至 25 度間，雨量為零的個案數較少，所以可以利用 2.1 節之迴歸模型。故本節考慮的預報範圍為標示於表 3.1 中自 16 至 30 之網格，共 15 個。將以混合模型進行一、三、六和十二小時時雨量與三、六和十二小時累積雨量的預報。

令 $\tilde{X}=(X_1,\cdots,X_8)$，即颱風之中心風速、測站距離、移動方向、移動速度、測站風速、地面壓力、日序與測站雨量等解釋變數。若考慮降雨量 R 為 3.1 節中具常態迴歸模型和在零點具質量(point mass)之混合分佈，即當 R=0，表未降雨，其機率為 1-p；而當降雨時，$R=Z=\sqrt{Y_{\Delta t}}$ 為實際觀測到之根號雨量值，其機率為 1-p。將資料$(\tilde{X}_i, Y_{i\Delta t})$，$i,...,n_I$，參照 3.1 節所述，考慮無資訊先驗分佈，$\pi(\beta,\sigma^2)\propto\frac{1}{2}$，進行貝氏分析，利用$(\beta,\sigma^2)$

之後驗近似樣本，代入(3.8)式中，得 $E(R^*)$之近似後驗分佈，再以其近似後驗平均值做為 $E(R^*)$之估計量。則降雨量估計為$\hat{R}_B^{*2}$ (即(3.8)式之平方)。

表 3.2 為使用平均法、迴歸法和混合法預測時雨量與真實雨量之均方誤差和相關係數。在均方誤差方面，混合法在各時段下皆小於迴歸法和平均法；而混合法除在一小時外，其各時段的均方誤差都比其他方法較低，因此就均方誤差而言混合法是較佳的。在相關係數方面，混合法在各時段下皆高於迴歸法和平均法；而在六小時內混合法又高於其他方法。因此，混合法預測能力優於迴歸模型，原因在於較能準確預測雨量等於零的個案。時雨量與真實時雨量預測之散佈圖見附錄三。

表 3.2: 時雨量預報之均方誤差及相關係數

方法＼時段		一小時雨量	三小時雨量	六小時雨量	十二小時雨量
平均法	均方誤差	17.6	17.2	17.5	11.7
	相關係數	0.42	0.43	0.37	0.23
迴歸法	均方誤差	14.3	15.4	13.2	10.4
	相關係數	0.58	0.54	0.61	0.47
混合法	均方誤差	13.3	13.1	12.2	9.8
	相關係數	0.69	0.60	0.63	0.51

表 3.3 分別為平均法、迴歸法和混合法之預測累積雨量與真實累積雨量之均方誤差和相關係數及其對各時段之曲線圖。在均方誤差方面，混合法在各時段下皆小於迴歸法和平均法；而混合法在各時段的均方誤差都比

其他方法較低，因此就均方誤差而言混合法是較佳的。在相關係數方面，混合法在各時段都高於其他方法。因此，混合模型在累積雨量預測能力優於其他四種方法，原因在於混合模型較能準確預測累積雨量等於零的個案。但相對地累積雨量為零的個案不如時雨量中多，故迴歸法也能得到不錯的結果。

表 3.3: 累積雨量預報之均方誤差及相關係數

方法＼時段		三小時 累積雨量	六小時 累積雨量	十二小時 累積雨量
平均法	均方誤差	125	272	696
	相關係數	0.32	0.57	0.59
迴歸法	均方誤差	79	161	392
	相關係數	0.64	0.78	0.81
羅吉斯法	均方誤差	73	157	387
	相關係數	0.66	0.80	0.82
貝氏法	均方誤差	77	158	389
	相關係數	0.65	0.80	0.82
混合法	均方誤差	66	112	335
	相關係數	0.70	0.82	0.83

第四章　　結論

降雨量與風速預報是天氣預報作業中重要的工作項目之一，而伴隨颱風之豪雨與強風更在許多地方造成嚴重災害，如何增進對其預報準確度，是相當重要的課題。本計畫主要嘗試以迴歸分析、區別分析與羅吉斯迴歸模型以預測台北颱風 24 小時以內之風速及其相對之級速；並應用迴歸模型、混合模型預測颱風離台灣較遠時台北颱風 12 小時以內之時雨量與累積降水。

根據第二章與第三章分析結果，在風速方面，迴歸法對風速預報相關係數達 0.7 以上；區別分析對風速達六級以上之預報正確率達 85%；羅吉斯法對風速達六級以上之預報正確率達 50%以上。在雨量方面，在颱風離台灣較遠時，混合模型在各時段的預報上都優於其他方法。不過，不論何種方法預測結果皆較無法掌握短時間內豪大雨的預測，且往往有低估的現象。不過本計畫所使用的混合模型的確對於雨量為零的個案能較準確的預測。

影響颱風雨量與風速的因素很多，中央氣象局以往所採用的平均法在雨量與風速預測方面有其基本參考價值，但是相當多天氣狀況未考量在平均法中，而迴歸模型、羅吉斯模型和混合模型對雨量與風速預測有明顯的改善。不過，突然間的狂風暴雨仍不易預測準確，是各種方法所面臨到的問題，如何有效處理這類資料，值得深入研究。透過歷史資料及專家意見，

放入適當的先驗分佈，或考慮時間數列模型等，都值得進一步研究。

參考文獻

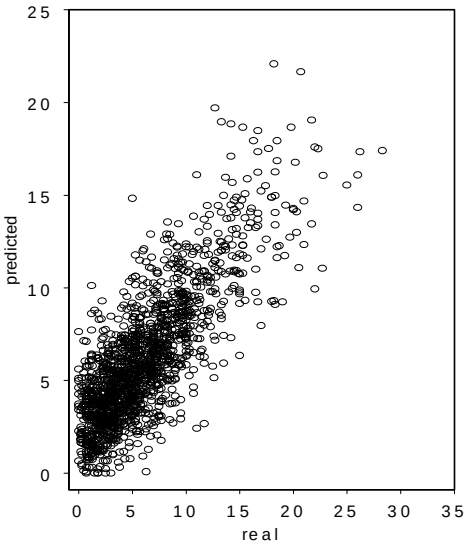
1. Agresti, A. (1990) *Categorical Data Analysis*, : Wiley, New York.
2. Casella, G., and George, E. I. (1992) "An Introduction to Gibbs Sampling," *Amer. Statist*, 46, 167-174.
3. Draper, N.R., and Smith, H. (1998) *Applied Regression Analysis*, John Wilely & Sons, Canada.
4. Geman, S., and Geman, D. (1984) "Stochastic relaxation, Gibbs distributions and the Bayesian restoration of images," *IEEE Trans. Pattern Anal, Mach. Intell*, 6, 721-740.
5. Albert, J. H., and Chib, S. (1993) "Bayesian Analysis of Binary and Polychotomous Response Data," *Journal of the American Statistical Association*, 88, 669-679.
6. 王時鼎、顏清連、陳泰然與謝信良(1986)：台灣颱風降雨特性及預報研究(三)。國家科學委員會防災科技研究報告 74-51，152pp。
7. 葉天降、吳石吉與謝信良(1999)：簡單統計方法於台灣地區颱風降水預測之研究(一)預測方法與台北颱風降水之預測校驗。大氣科學，27，395-412。
8. 葉天降、吳石吉與謝信良(2000)：台灣地區颱風風速之簡單統計預

測。(大氣科學)

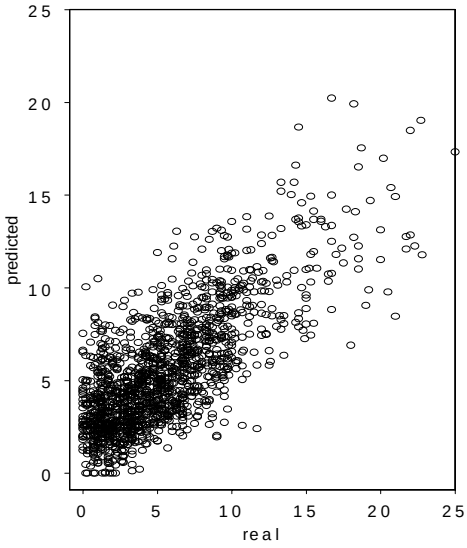
9. 葉天降、樊采虹與李昀寰(2000)：台灣地區颱風降水之迴歸預(一)台北颱風降水線性迴歸預測模式。(大氣科學)

10. 陳順宇(2000)：多變量分析。華泰書局。

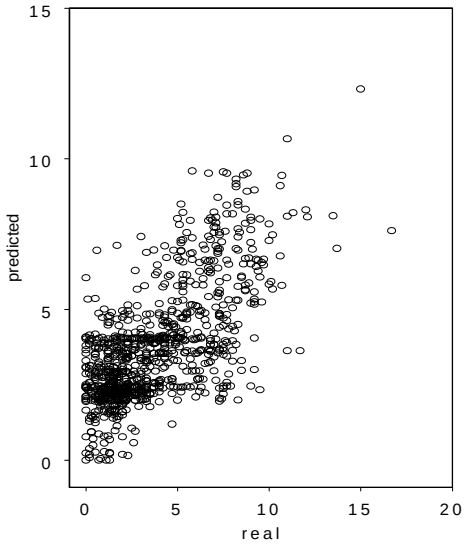
附錄一: 迴歸模型對延時為(a)6、(b) 12 與(C)24 小時風速預測值相對於觀測值之散布圖。



(a)



(b)

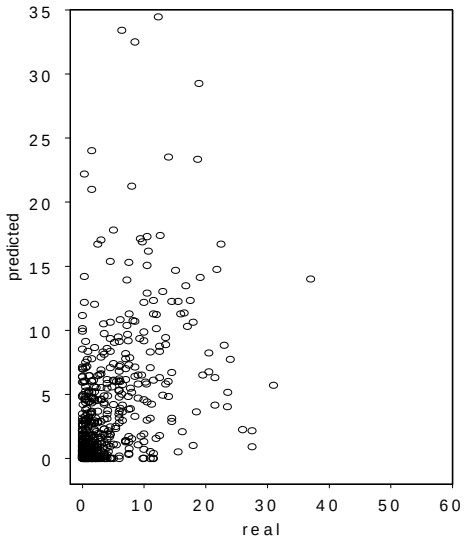


(c)

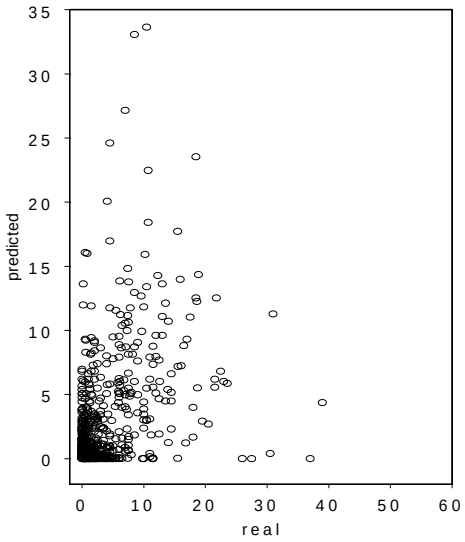
附錄二:　六小時各網格之區別函數

區域	區別函數
1	-45771-0.9X1-115.6X2+523.7X4+63.3X5+91.9X6
2	-43.9+43.2X2+1.5X8
3	-1.1-0.2X8
4	-24754+1.8X1+22.2X5+49.2X6+0.7X8
5	-14.3+17.6X2
6	-6.2+0.2X1-0.2X6
7	-45.5+0.1X1+32.02X4+1.1X5+85.5X7
8	-14606+2.15X1-687.4X4+37.29X5+29.1X6
9	-24.1+23.8X2+0.2X3+0.54X5+0.14X8
10	-37147+0.1X1-4002X4+67.1X5+74.5X6+10.1X8
11	-26284+2.1X1-602.5X4+56.7X5+52.4X6
12	-17357+1713X4+26.71X5+34.28X6+1.05X8
13	-176.7+63.8X2+0.3X3+209.9X4+5.4X5+2.5X8
14	-49209+1.5X1+55.6X2-6.2X3+66.3X5+42.5X6
15	-68.1+46.7X2-0.1X5+0.13X8

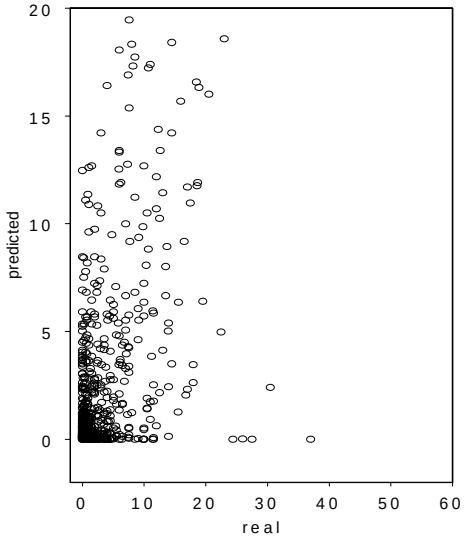
附錄三:混合模型對延時為(a)1、(b)3、(c)6 與(d)12 小時時雨量預測值相對於觀測值之散布圖(大區域)。



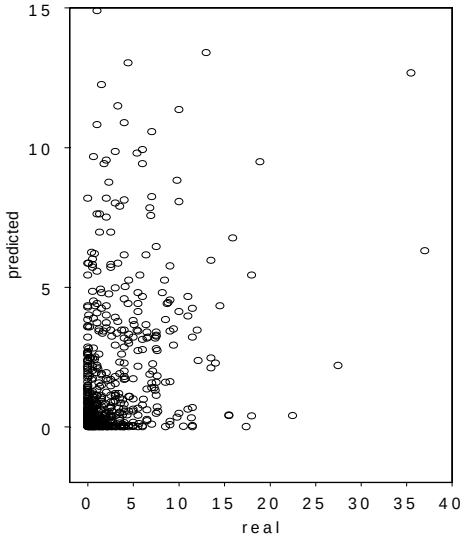
(a)



(b)



(c)



(d)

交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告

氣象資訊規費適用性與氣象服務
整體發展之研究(1/2)

94 年 1 月 1 日 至 94 年 12 月 31 日

計畫類別： 國內 國外

計畫編號：MOTC-CWB-94-2M-03

執行期間：94 年 1 月 1 日 至 95 年 12 月 31 日

計畫主持人：楊馥如

執行單位：中國文化大學財務金融學系

中華民國 94 年 12 月

研究人員

計畫主持人：楊馥如　中國文化大學財務金融學系助理教授

協同主持人：許和鈞　交通大學管理科學系、財務金融研究所教授

研究員：　李宗政　朝陽科技大學企業管理學系助理教授

林惠雪　德明技術學院財稅系講師

研究助理：　吳佳玲　交通大學經營管理研究所碩士生

陳中慧　交通大學經營管理研究所碩士生

摘要

提供氣象資訊的收費係屬政府所提供勞務服務的一環，為規費的一種，本研究將現行氣象資訊規費之適用性進行檢討，並瞭解國際間對氣象資料收費情形。中央氣象局所提供的氣象資訊，一方面必須耗費一定成本來產生；另一方面又供特定人使用。因此，同時符合行政給付及使用給付兩種性質。

本文利用實地訪查與資料蒐集的方式，進行現行規費收費標準的成本分析。氣象規費主要的成本結構有三大類，包括直接成本、直接成本加上間接成本、直接成本加上間接成本以及其他成本等。從氣象局的成本結構與收費金額中得知，目前的作法主要是將成本分攤，由使用者來負擔。由於目前並未考慮利潤，故僅考量成本之回收，並無成本的加成。

在收費的彙總分析上，由 91 年到 93 年的期間當中，本研究發現氣象局規費的收取以「氣象專業服務」項目為大宗，每一年的比例大致相同。以 93 年度為例，其收入為 8,965,600 元，占年度總收入逾六成。其他金額較大之項目包括「地面及高空氣象資料」、「遙測氣象資料」、「地震資料」、「海象資料」、「數值天氣預報模式資料」、「出版氣象資料彙編刊物」等六項，合計約佔三成。至於氣象局每年預決算的情況均為歲出大於歲入，且歲出的金額約為歲入金額的一百倍。

國外氣象資料方面，本研究蒐集了九個國家關於氣象定價的資料，並對於各氣象科目與收費方式進行比較。結果發現，除收費金額有所差異外，包含我國、美國、泰國、新加坡等國家收費單位大都以時間為主要基礎、大陸以使用方式決定計價單位、香港以張數為計價單位、紐西蘭以資料傳輸時間為計價單位、英國以票數（ticket）為收費單位的基礎、日本則以每張光碟為收費基礎。

氣象收費對象上，我國主要分為機關、學校、團體和個人四大類；

丹麥的服務對象較細，依產業別分為二十三類；而新加坡則有十個類型，這些都是根據不同的對象以提供不同氣象資訊的國家。

未來，將針對現行收費標準的合理性進一步探討、建議新的費率收取方式及項目、並對氣象資訊加值服務提供新的思考方向。

目錄

摘要 I

目錄 III

第一章 緒論 1

第一節 研究背景 1

第二節 研究目的 2

第三節 研究方法 3

第四節 研究流程 5

第二章 規費的意義及氣象資訊特性之探討 .. 6

第一節 規費的意義及特性 6

第二節 定價方式簡介 10

第三節 國外氣象資料收費的特性 12

第四節 國內氣象資料收費的特性 14

第三章 現行氣象資料收費標準 15

第一節 現行收費標準的成本分析釋例 15

第二節 現行收費標準的彙整分析與檢討 22

第四章 近三年收費彙總分析 27

第一節 民國 91 至 93 年之氣象資料收費 27

第二節 氣象資料收費趨勢分析 33

第三節 民國 91 至 93 年氣象局之預決算 37

第四節 現行收費標準與實際收費情況之差異 ... 38

第五章 國內外氣象資料的比較 39

第一節 各國氣象資料收費金額之比較 39

第二節　各國氣象服務對象之整理 57
第六章 結論 61
參考文獻 65
附錄 66
附錄 1：民國 91 年度中央政府總決算..... 67
附錄 2：民國 92 年度中央政府總決算..... 69
附錄 3：民國 93 年度中央政府總決算..... 71

第一章 緒論

近年來，由於全球市場漸趨開放，在區域共同市場日漸形成的環境下，已跨越了國家的界線，朝向區域化深耕發展，而經濟上的優勢更是提升區域競爭力的基礎。然而，公營事業往往礙於公益服務性質，無法為本身創造財源。身為公務單位的交通部中央氣象局，一方面受到政府法令規章的限制，必須將所有歲入上繳國庫，無法自行運用；另一方面，又因為民眾對於公共財的心理，任意使用資訊且付費意願不高，使得氣象局在收費制度上存在設計的缺陷。

本研究將對於現行氣象資訊規費之適用性進行檢討，並參酌國際間對氣象資料收費情形，重新審視國內氣象資料的收費標準。

第一節　研究背景

中央氣象局於民國 30 年成立，直屬行政院。後於民國 38 年隨政府播遷來台，於民國 47 年交由台灣省氣象局辦理相關業務，直至民國 60 年 7 月改隸交通部，由交通部主管氣象業務。

這六十多年來，中央氣象局在氣象資料的蒐集、檔案的建立以及訊息的提供上，扮演極為重要的角色。舉凡農、漁、畜牧、養殖、國防、天文、相關研究機關，乃至於一般人民對天氣、颱風、地震等切身相關的資訊需求，均對氣象局的依賴極深。氣象局一直以來也克盡職守，努力提供最正確且即時的氣象資訊予各界。

過去氣象局的資料或同為公家機關而免費提供，或基於服務性質僅象徵性的收取費用，其收費標準較無學理上的依據。民國 92 年氣象法的公佈，使得當時「中央氣象局規費收費費率表」的法規位階已不符合法令的規範。雖然氣象局擬定「交通部中央氣象局規費收費標

準」，並於民國 93 年 6 月提報交通部訂定發布施行之，但依據中央法規標準法第五條第二款的規定，明定關於人民權利義務事項應以法律定之；按法律保留之法理，基於法律授權行政機關訂定命令之事項，應以法規命令定之，不能更以行政規則訂定。查氣象法第三十條第二項明訂氣象法所規範之規費由交通部定之，為法律授權事項，但未訂有得再授權之規定。按上開法理，有關氣象規費收費事項之規定，應由交通部以法規命令訂之。惟氣象局先前「中央氣象局規費收費費率表」為氣象局草擬後報經交通部審議核備實施，其法制程序似有瑕疵。為修正此缺失，中央氣象局已於 94 年 6 月 8 日以中象參字第 0940090776 號函將「中央氣象局規費收費費率表」予以廢止，相關規費之收取，現依「交通部中央氣象局規費收費標準」辦理。因此，「交通部中央氣象局規費收費費率表」已達成其適法性。

有鑑於氣象局經費有限，以及部分民眾希望取得氣象資訊卻又不願意多負擔費用的觀念，導致氣象資源可能不公平地被使用以及資訊產生得成本過高。故希望引用「使用者付費」原理於氣象收費制度上，並配合民國 92 年氣象法的公佈，深入瞭解現行收費制度及收費情形，同時參酌國外氣象資料的收費標準及服務對象，以作為我國氣象規費收費標準之參考。

第二節　研究目的

根據經濟學公共財的定義，公共財相對於私有財，其具有共享(nonrival)以及無排他性(nonexclusive)兩種特徵。共享是指可以讓多人共用而不損及其中任何人的效用；而無排他性指很難禁止他人不付代價，坐享其成，甚至轉售套利。也因為公共財的此兩項特性，對於市場機能在達成最大經濟效率方面所能發揮的功能，構成了嚴重障礙。因為無排他性使得不付費的人也可以共享公共財的好處，社會上存在

著搭便車或坐享其成的人，等著別人付費，將造成願意支付代價從事消費的人必將大減。然而，透過收費的方式，成為可排他性的準公共財，其可由私人生產而達到經濟效率；透過收費，可分辨不同市場區隔的人之不同需求價格，並且可防止轉售圖利之套利行為。在未取價的模式下，將會造成部分人坐享其成，而終致無人願意生產。

過去氣象局的資料或同為公家機關而免費提供，或基於服務性質僅象徵性的收取費用，其收費標準較無學理上的依據。而氣象資料符合經濟學上準公共財之定義，具有共享與排他性。因此，氣象資料若能透過取價，以區隔不同需求市場，將可防止一些商業圖利之行為，進而針對不同用途的對象進行不同的最適取價，譬如一般民生用途、商業用途與學術用途之收費應有差別。

本研究之目的是檢視現行氣象資訊的規費情況，將同時瞭解我國氣象資料收費標準、分析氣象資料收費情形，並比較國外氣象資訊收費之異同。

第三節　研究方法

鑑於各國的氣象制度都有不一樣的定價方式，故本研究先進行資料蒐集，瞭解我國氣象資料收費標準、分析我國氣象資料收費情形，並比較國外氣象資訊收費方式，以作為我國未來氣象資料收費的參考。以下說明為本研究所進行的方式。

一、實地訪查與資料蒐集

實地訪查將針對兩個部份，氣象資訊提供者以及氣象資訊需求者。氣象資訊提供者為氣象局，本研究將先了解現行收費制度的訂定方式、氣象局的成本結構、以及氣象局的預算情況。另外，亦嘗試瞭解不同族群對於氣象資料之運用與目的為何，並探討其潛在客戶之需求。同時收集國內外氣象收費資訊與研究文獻，了解各國收費之訂定

方式與收費標準，配合國內之氣象資訊之需求，以作為日後研究之參考依據。

二、國內氣象資料收費的分析

依據「交通部中央氣象局規費收費標準」可知，中央氣象局之氣象資料可分為九大項。本研究針對其近三年規費實際收費情形予以彙總，瞭解這九大項氣象資料占各年度總收入的比重，並且對總收入金額以及這九大項總金額來做趨勢分析，以顯示近年來該項氣象資料的變動趨勢。另外，因中央氣象局屬政府單位，每年皆需編列預決算，因此進一步對其每年度的歲入歲出情形加以探討，以理解規費收入對氣象局資金來源的貢獻程度。最後，對實際收費情況與現行收費標準作比較分析，檢視是否在現行制度與實際情況下，存在須改善的地方。

三、國內外氣象資料收費的比較

以國內氣象收費項目為基礎，與本研究所蒐集到的國外資料進行差異性比較，共包括大陸山西省臨汾縣、香港、美國、英國、泰國、日本、紐西蘭、新加坡及丹麥等十個國家的比較分析，瞭解各國收費制度的差異，並希望能從國外的收費制度中獲得一些學習，以做為本國訂定未來收費制度的參考。

第四節　研究流程

本研究計畫進行的流程如下：

一、依據「交通部中央氣象局規費收費標準」，進行現行收費標準的分析，探討在現制下的收費導向。

二、從台灣的實際收費情況與民眾購買情形，區別各年度與各項收費比例金額的配置，進行彙整分析。

三、蒐集國外氣象收費標準，比較國內收費與國外收費制度的差異並繪製圖表，以作為調整本國收費制度的參考。

四、提出結論及未來研究方向。

茲將本研究的研究流程列示於圖 1-1。

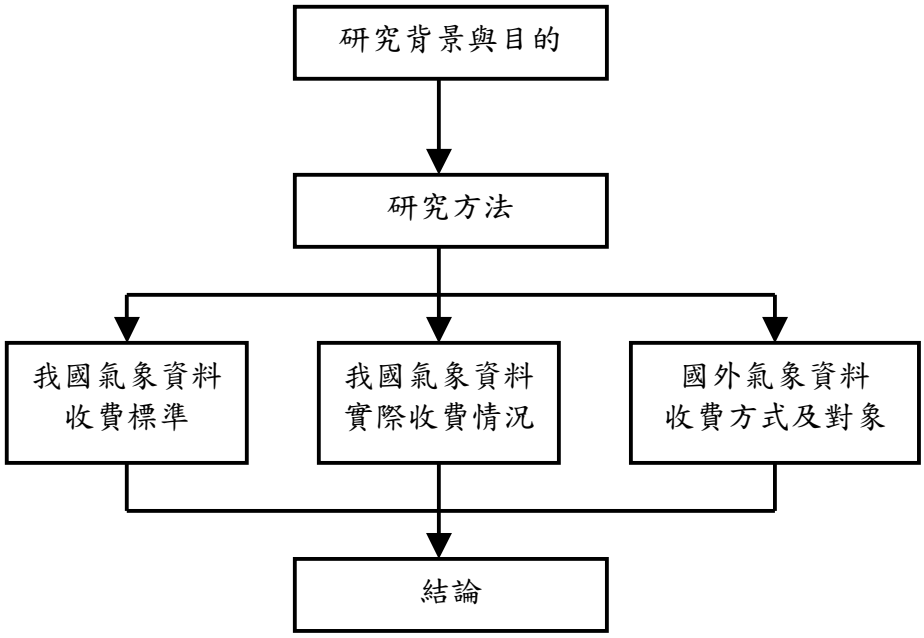


圖 1-1　本研究之研究流程圖

第二章 規費的意義及氣象資訊特性之探討

由於提供氣象的收費係屬政府所提供勞務的一環，為規費的一種，故本章將先對規費做一介紹，再對一般價格訂定方式作說明。最後兩節則針對國內外相關單位對於氣象資料收費特性的異同，做一簡單介紹。

第一節　規費的意義及特性

一、規費與使用者付費原則

使用者付費(user charge)觀念的採行，主要適用於「規費」之徵收，強調其「對等報償性」所隱含的公平理念。此種對政府提供的勞務加以收費，同時還可以發揮市場價格機能的作用，往往使資源配置效率提高，增加整個社會的福利。因此，規費之徵收能同時滿足公平與效率的原則。

政府機關為補償成本與費用的支出，根據其為民眾提供之勞務或公共設施而課徵的收入，稱為規費(user charge; fees)。規費的定義，依 Wagner 的說法為：「規費是一種強制性收入，為個人或團體對公共、國家或其他自治團體—即一般強制性團體，基於公共利益所提供的勞務，或因而發生的支出所給付的特定代價。」此項定義所強調的是規費具有強制性。另根據德國財政學者 Hansmever & Furst 的定義：「規費是對可界定之個人所享有的公共勞務而收取的強制性收入，其徵收額度主要決定於政府的政策目標，但必須兼顧人民的需要結構。」此項定義則強調在公共勞務中的個人利益的界定。由於學者間對於規費所作的定義繁多，迄今仍莫衷一是。歸納言之，規費主要包含以下四個特徵：(1)需由政府機關提供給付；(2)需提供特定給付或為特許；

(3)需對特定人為之；(4)需基於公權力而徵收之。

Bozeman and Straussman(1990)對於使用者付費給予高度評價，認為它可以發揮三項功能：(1)讓公共經理人知道公共服務的需求是多少，以提供適量的公共服務；(2)使用費的收取相當於從公共服務所獲得的效益，符合獲益多者多負擔的公平原則；(3)使用者付費鼓勵公共經理人對於消費者偏好能予以重視及有所反應。

基於此，氣象資料的收費符合規費的定義，應以使用者或受益者付費原則為考量，以為適當的公共財源。

二、規費的種類

根據民國 91 年 12 月 11 日公布的規費法第六條有關於規費的種類部分，規定：「規費分為行政規費及使用規費。」政府機關對特定人所提供的財貨與勞務給付，依其性質可分為行政給付、特許給付及使用給付三種，而所收取的費用分別為行政規費、特許規費及使用規費，依序分述如下：

(一)行政給付：又分為成本性給付與受益性給付。成本性給付是指政府機關在提供財貨勞務的過程中，必須耗費的成本所收取的費用規費，例如：地政書狀工本費、土地分割費及一般水質檢驗費等。受益性給付是指人民自政府機關提供之特定服務，獲取實質效益，所繳納的費用規費，例如：資格證照的發給、專利權之設定。

(二)特許給付：特許之行政行為是指憲法或法律原則上禁止之活動，例外的特別許可人民經營或從事特定行為。例如：民法第 72 條規定：「法律行為有背於公共秩序或善良風俗者無效。」但某些活動為社會基本需求，如經營夜總會、酒家等特種營業，必須獲得特定營業許可證，才能營業。

(三)使用給付：政府機關以公共設施提供特定人使用，即為使用給付。例如圖書館、動物園、公有停車場等。

中央氣象局所提供的氣象資訊，一方面必須耗費一定成本來產生；另一方面又供特定人使用。因此，同時符合行政給付及使用給付兩種性質。

三、規費的徵收標準

由於規費為個人對國家提供之特定勞務所支付之對價。換言之，規費可稱之為「公共價格」(public price)，兼具成本價格與獨佔價格二者的特質。因此，規費價格可歸納成以下兩個特性：(1)價格必須儘可能接近生產的平均成本或邊際成本;(2)其價格為一種潛在的獨佔價格，往往高於成本價格。

目前我國各級政府所徵收的規費，有依法律規定徵收者，也有以行政命令為徵收依據者。茲參考民國 91 年 12 月 11 日公布的規費法第十條有關於收費基準之計費原則訂定如下：「業務主管機關應依下列原則，訂定或調整收費基準，並檢附成本資料，洽商該級政府規費主管機關同意，並送該級民意機關備查後公告之：(1)行政規費：依直接材（物）料、人工及其他成本，並審酌間接費用定之。(2)使用規費：依興建、購置、營運、維護、改良、管理及其他相關成本，並考量市場因素定之。前項收費基準，屬於辦理管制、許可、設定權利、提供教育文化設施或有其他特殊情形者，得併考量其特性或目的定之。」

此外，規費的徵收標準主要可以分成兩種原則，分別為依行政服務所產生的利益決定的「利益報償原則」，和以提供行政服務所額外增加的成本來衡量的「費用補償原則」。

(一)利益報償原則：此原則認為決定規費徵收的主要依據是納稅義務人，從政府機關提供之行政服務所獲得的利益。如果將政府特定活動視為公共財，獲益程度則為享受此公共財的效益，一般衡量效益是指實質效益，無論有形或無形（貨幣或非貨幣）都應包括在內，但在技術上無形效益的衡量較為困難，故以有形（實質）效益為主。

(二)費用補償原則：此類規費是以個人要求國家提供勞務，而發生的成本為徵收的標準，屬於一種成本補償的觀念，而非以個人享有的利益為計算基礎。此處的成本，可以分為直接成本與間接成本，直接成本是指政府直接用在提供服務上所需的人工、物料、勘查及審查等費用，間接成本則包括支援該項服務所需的人工及設備費用。

採用費用補償原則之主張主要認為，納稅義務人並不必然在於享有行政機關提供勞務所得到的特定利益，而在於對某種活動的使用。因此，不同的規費會具有不同的徵收原則，以符合實際運用情形。而由於取得氣象資訊的使用者不一定能由其中得到特定利益，因此，本研究認為應以提供服務所額外增加的成本衡量的「費用補償原則」來考量。

四、規費徵收提高之誘因

規費乃是政府依據職權或法令規定執行政務，如屬為特定對象辦理特定事項，或提供公有設施、財貨、勞務與特定對象使用，或因該特定對象之行為導致增加額外之社會成本者，應收取相對之給付。如果政府提供公共財予特定對象使用，或某特定對象之行為導致增加額外之社會成本，如果不收費或是所收的費用不敷成本，政府為了維持這些服務，勢必要靠全體納稅人繳的稅收來支應，導致未享受到特定服務的民眾，卻必須增加稅賦的不公平。黃世鑫(2002)的報告書中，曾歸納出幾點合理加強規費徵收之誘因，包括：

(一)傳統規費收入成長有限，重要或新興規費面臨調降壓力大。

(二)規費收入過度劃分，影響資源之有效配置。

(三)部分規費收入未能統一管理運用，且預算編列缺乏彈性。

(四)徵收規費阻力大，又缺乏徵收誘因。

(五)訂定或調整收費基準缺乏專業性，複雜性過高。

(六)缺乏徵收規費誘因，徵收意願難以提昇。

第二節　定價方式簡介

為了瞭解財政學上價格變動的原理，以作為之後氣象局收費定價制度的參考，以下本研究參考了李建興(2004)與吳聞聰(1987)的文獻，在本節對於定價制度做一統整與比較。

一、成本導向定價法

成本導向定價法是一種主要以成本為依據的定價方法，包括成本順加定價法、成本加成定價法和目標定價法，其特點是簡便且容易使用，茲介紹如下。

(一)成本順加定價法：即在單位成本的基礎上加上一個利潤百分比，公式表示為：

商品定價=商品成本×（1+固定利潤比例）

(二)成本加成定價法：指在產品的成本上加上一個固定比例的利潤，形成產品的價格，使商品銷售價格保持一定的比例。公式表示為：

商品的定價=商品成本÷（1-利潤率）

(三)目標定價法：針對不同的顧客、品種、效期等設立不同的目標，採取相應不同的定價策略的一種定價方法。

二、需求導向定價法

需求導向定價法是一種以市場需求強度及消費者感受為主要依據的定價方法，可以分為認知價值定價法和反向定價法兩種。

(一)認知價值定價法：這是企業根據購買者對產品的認知價值來製定價格的一種方法。由於企業在制訂價格時，會考慮到買主對產品價格的評判，買主在購買商品時也會對商品進行比較與鑑別，不同的人對商品價值的理解也會不同，所以會形成不同的價格限度。如果價格剛好定在這一限度內，就容易把商品販賣出去，所以它是伴隨現代行銷理念而產生的一種新型定價方法。

(二)反向定價法：指企業依據消費者能夠接受的最終銷售價格，

計算自己從事經營的成本和利潤後，逆向推算出產品的批發價和零售價，因其定價程式與成本加成法相反，故稱為反方向定價法。

三、競爭導向定價法

競爭導向定價法通常有兩種方法，即隨行就市定價法和投標定價法，分別介紹如下。

(一)隨行就市定價法：隨行就市定價法就是企業使自己的商品價格跟上同行業的平均水準。在競爭激烈而產品需求彈性較小，或者供需基本平衡的市場上，這是一種比較穩妥的定價方法。因為此方法可以減少風險，又大體反映了該商品的社會必要勞動時間，從而獲得平均利潤，或者經過降低成本的努力，獲得超額利潤。

(二)投標定價法：一般是指在商品和勞務的交易中，採用投標招標方式，由一個買主對多個賣主的出價擇優成交的一種定價方法，此法也多用來作為公共建設的定價策略之一。

綜上所述，需求導向定價法與競爭導向定價法由於較偏向於以營利為目的，且需要考慮與競爭者間價格的訂定彈性，似乎無法使用在氣象收費的訂定上。而成本導向定價法以成本為依據，既能兼顧成本又可以考量到政府收益，故本研究建議在氣象收費的定價上宜參考成本導向定價法收費。

不管採取何種定價策略，都必須考慮到消費者的利益，尤其在屬於公共財的氣象服務資訊提供上，在訂定收費制度上的定價應該更為小心，以期在考量成本與效益有更大的發揮空間，為社會做出最有利的貢獻。

第三節　國外氣象資料收費的特性

基於國內外地理環境及歷史背景的差異，各國氣象資料收費的方式及項目有相當大的差異，本節及下節將分別說明之。

一、國外特有的收費項目與方式

國外的氣象資料索取的項目和台灣不盡相同，例如日本的富士山積雪量多寡、新加坡的雷雨(thunderstorms)與閃電(lightning)等，會個別列示出來，但台灣則是包含在逐時、逐日及逐月氣象要素項下。

此外，美國的收費項目與方式和台灣的相較下，顯然美國的氣象分類多且雜，此乃因美國幅員遼闊的關係。其制度在種類別外又更往下細分成不同的州別，並且除了提供自己國內區域性氣象資料外，還針對全球型的不同氣象站都有提供氣象資料的服務，諸如中歐、北美洲、地中海、印度洋等，配合著不同年代的歷史資料，收費標準就更加的複雜化。

紐西蘭以資料傳輸方式計價，也與大部分國家不同。例如：透過 MetPhone 傳輸，每分鐘收費 1.3 美元；而如果是 MetFax 傳輸，則是除了第一分鐘 5.4 美元外，之後就是每分鐘 0.99 美元；另外，MetConsult 方式以每通 30 美元計價。

英國則是採用預付系統的方式，民眾可以預先儲存金額，以買卡的方式來付費。對於臨時的用戶可以打電話到服務處取得臨時的帳號，進行儲值工作。而如果是長期用戶，則是直接建立一個帳戶，儲值使用；泰國的收費主要與資料的呈現方式有關，用紙本列印和用磁碟片存取會有不同的差異

二、分類項目的不同

台灣的氣象收費辦法主要是依氣象資料類別分為九大類，分別是地面及高空氣象、遙測氣象、地震、海象、數值天氣預報模式資料、

出版刊物、儀器校驗、專業服務及證照等；而大陸是以週期長度來衡量，如每六小時、每十二小時、每二十四小時來收費；香港、日本、澳洲、荷蘭和美國的分類方式大致與台灣相同，是以氣象資料的種類來分，但種類別則有多寡的差別。

三、收費單位的差別

台灣的氣象收費單位是比較彈性的，依不同的項目有不同的收費單位，例如氣象圖以每張來收費，氣象要素逐月、逐年都訂定的明確而清楚；大陸的氣象要素則是根據原始數值資料，以組碼來計價，氣象圖和預報資訊則是依氣象站來做計價單位；香港的氣象收費主要以全年訂閱為主，另外也有以影印或傳真方式收取費用；而英國的計價單位是以每張儲值卡的票（ticket）為基準，一張票或一個帳戶有標準的收費方式。例如：英國一張票收費 0.5 英鎊，大約合台幣 30 元。

紐西蘭的氣象計價單位是根據資料傳輸所花費的時間分鐘數，或是詢問顧問電話的通數來收費；而日本的計價單位很一致的是以每張光碟片為單位來收取費用；泰國和美國則是與台灣類似，隨資料種類有不同計價單位。

第四節　國內氣象資料收費的特性

本節針對我國特有的收費項目與方式，以及特許執照開放的情形分別說明之。

一、台灣特有的收費項目與方式

台灣特有的部分是遙測氣象，這個部分或許是因為我國氣象局提供資訊不只是給民間大眾，還包括提供給學術研究機構，針對此依對象特別設立了一些諸如氣象衛星影像存檔、衛星儀器觀測路徑等的收費；地震資料的收費則是只有台灣、日本和紐西蘭等地震活動頻繁的地區有此項收費；另外，氣象儀器的部份，如溫度儀、氣壓計、風向感應器等的收費也是其他國外氣象局所沒有的項目；專業服務的收費上，則包括了作業環境及網路系統維護費、用戶機箱月租費等專業特有的收費。

二、特許執照開放民間經營

因應氣象法修訂後，中央氣象局開放經認證的機關或個人可從事一般性天氣預報業務，只要經過資格檢覆合格、通過認證考試者，就可從事一般性的天氣預報，讓氣象主播的專業度提升。由於民間氣象預報單位與政府機關不同，可以提供小眾或特定對象特殊的氣象資訊。經由氣象執照的開放，電視台的氣象主播在擁有執照之後，更可以利用其他資料來輔助預報，民眾也更能多元化的獲得氣象預報資訊。另外，民間業者也利用與國家公園、高爾夫球場、海水浴場以及休閒農場等機構合作，透過收費的方式提供實用的旅遊天氣，增加此領域的競爭。

第三章 現行氣象資料收費標準

根據氣象局「交通部中央氣象局規費收費標準」的規費收費基準，現行氣象資料收費標準是採用成本分析法，也就是確認各項相關成本後求算單位的使用成本再予以加總而得。其中，總成本包括直接成本與間接成本，並有其他因素列計於成本之下。直接成本包括有人工成本、物料成本、設備成本、水電費用以及其他等費用，間接成本則有人工成本、設備成本以及租金成本等。在各收費項目當中，有些項目僅發生直接成本或間接成本，有些則兩者皆發生，另有些除直接及間接成本外，尚有其他因素所產生的成本包含在內。以下兩節將說明並整理現行成本計算方式。

第一節　現行收費標準的成本分析釋例

本研究依據目前氣象資料收費採行的成本分析法，試算並列舉其中三項，包括逐時氣象要素、有感及無感地震定位資料，以及衛星及地面天氣圖等，分別說明如下。

一、逐時氣象要素

首先依據逐時氣象要素進行規費收費的成本分析，此項收費以次為單位。直接成本下之人工成本主要有相關參與人員的平均每小時的成本為300元，以每筆交易時間為0.1小時計算，單價則為30元；而列印耗材等直接成本下之物料成本以次計價，每次2元；設備成本則有資料庫儲存電腦相關軟硬體設備與維護成本一年20萬元，以及電腦軟體採購、開發與維護費用一年60萬元，氣象局估計每年提供10,000次的申請來計算，因此每次申請的單位設備成本為(20萬+60萬)/10,000=80元；水電費一次收取3元；至於其他成本方面有資訊網路及資訊安全

防護投資成本，一年總成本為5萬元，若預估每年有10,000人次申請，則經由使用者分擔之單位成本為5元；逐時氣象要素規費中的間接成本與其他成本均為零；因此，只要將上述之單位成本加總則可得到每單位資料金額，為30+2+80+3+5=120元。表3-1針對逐時氣象要素規費收費進行成本分析。

產生直接成本的收費項目，包括有逐時氣象要素、逐日氣象要素、逐月氣象要素、小型天氣圖、颱風警報單、風花圖、逐時全項地面氣象要素、逐日全項地面氣象要素、台北、花蓮探空資料、氣象衛星黑白雲圖、氣象衛星彩色雲圖、氣象衛星影像存檔光碟片、氣象衛星數位資料存檔光碟片、氣象衛星單項儀器單一觀測路徑資料、強震儀記錄之加速度震波數位資料、災害性地震之強震數位資料彙整資料光碟片、太陽黑子觀測報告、設定費、登記費、逐時潮位觀測資料、逐日高低潮時、潮位觀測資料、逐月潮位統計資料、逐時潮位、高低潮時、逐月潮位資料電子檔、逐日浪高、週期統計資料、逐時浪高週期觀測資料(每站每月)、逐時浪高週期觀測資料(每站兩日)、西北太平洋波浪分析圖、逐時海面風觀測資料、逐日海面風統計資料、逐時海溫觀測資料、逐日逐月海溫統計資料、逐時海面氣溫觀測資料、逐日逐月海面氣溫統計資料、逐時海面氣壓觀測資料、逐日逐月海面氣壓統計資料、潮汐預報表電子檔、每日波浪、天氣分析圖光碟等三十七個項目。

表3-1 逐時氣象要素規費收費成本分析表

	單位	數量	單價	金額 元
壹、直接成本				120
一、人工合計 相關參與人員平均成本300元/小時	時	0.1	300	30
二、物料合計 列印耗材(紙張、碳粉等)	次	1	2	2
三、設備合計 以每年提供10,000次申請計算 (1) 資料庫儲存電腦相關軟硬體設備與(2) 維護 200,000元/年÷10,000 =20	次	1	20	20
(3) 電腦軟體採購、開發與(4) 維護 600,000元/年÷10,000=60	次	1	60	60
四、水電費合計	次	1	3	3
五、其他合計 資訊網路及資訊安全防護投資 50,000元/年÷10,000=5	次	1	5	5
貳、間接成本				0
一、人工合計				
二、設備合計				
三、租金合計				
參、其他因素				0
每單位資料金額 120 元				

資料來源：交通部中央氣象局

二、有感及無感地震定位資料

有感及無感地震定位資料進行的成本分析，包括直接成本與間接成本之計算，並以小時做為計價單位。直接成本中的人工成本包括技士或技佐與課長等人事成本，首先計算出技士或技佐平均時薪(47,768元*14.5個月/年÷2,880時/年= 240.5元／時)，再計算出資料平均重複使用次數250次，因此每次單價為240.5/250=0.962。若以1991年至2003年每月平均約890個地震，則平均處理一個有感地震約0.2時，故每月總工作時數為890　0.2=178時，因此技士或技佐的單位人工成本為171.2元(0.962　178)。課長的人工成本算法如同前述技士或技佐的人工成本。在設備方面，包括個人電腦的租金成本，主要計算每小時單次的使用費用以及單筆每月工作時數，進而求算出每單位設備成本，請參見表3-2之分析。而間接成本方面，則包括服務台工作人員之人事成本。將上述各項單位成本金額加總後，可得到地震定位資料的每單位資料的成本為171.2+62.3+8.9+60.1=302.5元。

其中，有含直接成本及間接成本的收費項目有：月長期天氣展望、季長期天氣展望、氣象雷達資料光碟片、有感地震定位資料、有感及無感地震定位資料、地震震央分布圖、速度型地震儀記錄之震波數位資料、寬頻地震儀紀錄之波形數位資料、強震記錄最大加速度值、有感地震之地震報告單、每站每日全球衛星定位系統觀測之數位資料光碟片、地震季報、用戶之機箱月租費、作業環境及網路系統維護費、基本預報資料之資料使用費、衛星資料、五分山雷達低解析直角座標回波產品、五分山雷達高解析直角座標回波產品、雨量分佈圖、許可證費、換發、補發許可證照費、數值預報模式網格點資料（每一種預報時間點所有參數場每年）、數值預報模式網格點資料（每一種參數場、每一標準層或每一時間每年）、玻璃溫度計、溫度儀、白金及熱電偶感溫器、福丁式水銀氣壓計、氣壓計、氣壓儀、氣壓感應器、溼度計、溼度儀、溼度感應器、傾斗式雨量儀、日照計、日射計、

風向感應器（以轉盤校驗）、風速感應器（以轉速計校驗）、風速感應器（以風洞校驗）、風速風向感應器（以風洞校驗）等三十九個項目。

表3-2 有感及無感地震定位資料規費收費成本分析表

	單位	數量	單價	金額 元
壹、直接成本				242.4
一、人工合計 （一）技士或技佐:平均月薪47,768元*14.5個月/年÷2,880時/年= 240.5元/時；資料平均重複使用次數250次，240.5/250=0.962 每月平均約890個地震（1991-2003年）；平均處理一個有感地震約0.2時，每月總工時=890*0.2=178時	時	178	0.962	171.2
（二）課長:月薪69,285元*14.5個月/年÷2,880時/年=348.8元/時；資料平均重複使用次數250次，348.8/250=1.4 平均檢視整理一個地震進資料庫約0.05時，每月總工時=0.05*890=44.5時	時	44.5	1.4	62.3
二、物料合計				
三、設備合計 個人電腦租金： 三年租金合計5,900,000元÷3年÷12個月÷63台電腦÷240時/月= 10.8元，資料平均重複使用次數250次，10.8/250=0.04，每月單筆總工時178+44.5= 222.5	時	222.5	0.04	8.9

四、水電費合計				
五、其他合計				
貳、間接成本				
一、人工合計：服務台工作人員等	時	0.25	240.5	60.1
二、設備合計				
三、租金合計				
參、其他成本				0
每單位資料金額 302.5元				

資料來源:交通部中央氣象局

三、衛星及地面天氣圖

最後列舉衛星及地面天氣圖進行規費收費的成本分析，此項規費是以年為收費單位，在直接成本的人工成本方面，主要計算總年度值班人員對於單項產品的成本；設備成本則是算出電腦程式開發、電腦程式維護以及電腦設備等每年每個直接用戶所需分攤成本；在人工間接成本方面，則有電腦及網路維護人力的分攤成本，而設備間接成本則有衛星資料處理設備與衛星資料處理設備維護等成本，租金方面則是ADSL與數據專線租金分攤成本；在其他因素方面，則考量到套疊底圖製作分攤與套疊地面天氣圖製作分攤費用等。因此，上述的各項單價成本加總後，可得到每年衛星及地面天氣圖之收費標準，78,840 + 125,000 + 12,500 + 34,000 + 47,304 + 11,800 + 36,000 + 4,969 + 7,500 + 7,500 = 365,413元。

其中，涵蓋直接成本、間接成本以及其他因素成本的收費項目，有台灣十大地震災害圖集、集集大地震特集、地震技術報告彙編、衛星及單一高空天氣圖、衛星及地面天氣圖（向量圖）、氣象雷達涵蓋範圍之合成回波圖、申請核發許可證審查費、申請變更許可證審查費等八個項目。

表3-3 衛星及地面天氣圖（向量圖）規費收費成本分析表

	單位	數量	單價	金額 元
壹、直接成本				250,340
一、 人工合計： 值班人員270*365*24*10人/300個產品 =78,840	年	1	78,840	78,840
二、物料合計				
三、設備合計 電腦程式開發： 25,000,000/10年/20直接用戶 電腦程式維護： 2,500,000/10年/20直接用戶 電腦設備： 伺服器主機170,000/5年	年 年 年	1 1 1	125,000 12,500 34,000	125,000 12,500 34,000
四、水電費合計				
五、其他合計				
貳、間接成本				100,073
一、人工合計 電腦及網路維護人力分攤： 270*365*24*2人/100使用者=47,304	年	1	47,304	47,304
二、設備合計 衛星資料處理設備： 11,800,000/10年/100使用者=11,800 衛星資料處理設備維護： 3,600,000/100使用者=36,000	年 年	1 1	11,800 36,000	11,800 36,000

三、租金合計 (1) ADSL與(2) 數據專線租金分攤：41,404*12月/100使用者=4,969	年	1	4,969	4,969
參、其他因素：				15,000
(1) 套疊底圖製作分攤7,500	年	1	7,500	7,500
(2) 套疊地面天氣圖製作分攤7,500	年	1	7,500	7,500
每單位資料金額 365,413元				

資料來源:交通部中央氣象局

由上述列舉的氣象資料收費標準可知，現行氣象資料收費方式是採行成本分析法，也就是將直接成本、間接成本及其他因素造成的成本，將其分攤至使用者身上。此外，收費標準並不以利潤為導向，因此將必須發生的成本回收後，並無加收其他費用。

由於本研究蒐集規費收費之成本結構的項目中，受限於資料的無法獲得，包括附表五申請數值天氣預報模式資料的六個項目，以及地面氣候資料年報、高空氣候資料年報、颱風調查報告、氣象報告彙編、颱風警報發布概況表、氣候圖集、氣候圖集之黑白附冊、潮汐觀測資料年報、資料浮標波浪觀測年報、資料浮標觀測年報與潮汐表等十一個項目，故目前可提供成本資料的研究項目共為八十四項。

第二節　現行收費標準的彙整分析與檢討

現行氣象資料規費收費是依據成本分析法，本研究根據各收費項目所構成的成本項目分類，歸納出主要成本結構有四大類，包括直接成本、間接成本、直接成本加上間接成本、直接成本加上間接成本以及其他成本，彙整如表3-4所示。

從表3-4的彙整中得知，附表一地面及高空氣象資料的項目(除了長期天氣展望項目外)、附表二遙測氣象資料的項目(除了氣象雷達資料光碟片項目外)，以及附表四海象資料的所有項目，係由直接成本所構成。附表三地震資料的項目(除強震儀記錄之加速度震波數位資料以及災害性地震之強震數位資料彙整資料光碟片兩項目外) ，以及附表七申請氣象儀器校驗之所有項目，絕大多數是由直接成本與間接成本所構成。附表八申請氣象專業服務之項目與附表九核發從事氣象海象預報業務許可證照之項目所構成的成本較無一致性，有些項目由單一直接成本所構成，也有一部份是由直接成本與間接成本所構成，其他收費部分則是由直接成本、間接成本以及其他成本等三項構成。

表3-4 中央氣象局各規費收費項目之成本結構

項　目	計　價　單　位			
附表一申請地面及高空氣象資料之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	逐時氣象要素	✓		
二	逐日氣象要素	✓		
三	逐月氣象要素	✓		
四	小型天氣圖	✓		
五	颱風警報單	✓		
六	長期天氣展望	✓	✓	
七	風花圖	✓		
八	逐時全項地面氣象要素	✓		
九	逐日全項地面氣象要素	✓		
十	台北、花蓮探空資料	✓		
附表二申請遙測氣象資料之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	氣象衛星黑白雲圖	✓		
二	氣象衛星彩色雲圖	✓		
三	氣象衛星影像存檔光碟片	✓		
四	氣象衛星數位資料存檔光碟片	✓		
五	氣象衛星單項儀器單一觀測路徑資料	✓		
六	氣象雷達資料光碟片	✓	✓	

附表三申請地震資料之項目及費額		直接成本	間接成本	其他成本
一	有感地震定位資料	✓	✓	
二	有感及無感地震定位資料	✓	✓	
三	地震震央分布圖	✓	✓	
四	速度型地震儀記錄之震波數位資料	✓	✓	
五	寬頻型地震儀記錄之震波數位資料	✓	✓	
六	強震儀紀錄最大加速度值	✓	✓	
七	強震儀記錄之加速度震波數位資料	✓		
八	有感地震之地震報告單	✓	✓	
九	災害性地震之強震數位資料彙整資料光碟片	✓		
十	每站每日全球衛星定位系統觀測之數位資料光碟片	✓	✓	
附表四申請海象資料之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	逐時潮位觀測資料	✓		
二	逐日高低潮時、潮位觀測資料	✓		
三	逐月潮位統計資料	✓		
四	逐時潮位、高低潮時、逐月潮位資料電子檔	✓		
五	逐日浪高、週期統計資料	✓		
六	逐時浪高、週期觀測資料(每站每月)	✓		
七	逐時浪高、週期觀測資料(每站兩日)	✓		
八	西北太平洋波浪分析圖	✓		
九	逐時海面風觀測資料	✓		
十	逐日海面風統計資料	✓		
十一	逐時海溫觀測資料	✓		
十二	逐日逐月海溫統計資料	✓		
十三	逐時海面氣溫觀測資料	✓		
十四	逐日逐月海面氣溫統計資料	✓		
十五	逐時海面氣壓觀測資料	✓		
十六	逐日逐月海面氣壓統計資料	✓		
十七	潮汐預報表電子檔	✓		
十八	每日波浪、天氣分析圖光碟	✓		
附表五申請數值天氣預報模式資料之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	全球氣象地面觀測電碼資料電子檔			
二	全球氣象高空觀測電碼資料電子檔			
三	中央氣象局全球預報模式數值分析場網格格點資料			
四	中央氣象局全球預報模式數值預報場網格格點資料			

五	中央氣象局區域預報模式數值分析場網格格點資料			
六	中央氣象局區域預報模式數值預報場網格格點資料			
附表六申購中央氣象局出版氣象資料彙編刊物之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	地面氣候資料年報			
二	高空氣候資料年報			
三	颱風調查報告			
四	氣象報告彙編			
五	颱風警報發布概況表			
六	氣候圖集			
七	氣候圖集之黑白附冊			
八	潮汐觀測資料年報			
九	資料浮標波浪觀測年報（民國八十六年至八十七年每年一冊）			
十	資料浮標觀測年報			
十一	潮汐表			
十二	地震季報	✓	✓	
十三	台灣十大災害地震圖集	✓	✓	✓
十四	集集大地震特輯	✓	✓	✓
十五	地震技術報告彙編	✓	✓	✓
十六	太陽黑子觀測報告	✓		
附表七申請氣象儀器校驗之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	玻璃溫度計	✓	✓	
二	溫度儀	✓	✓	
三	白金及熱電偶感溫器	✓	✓	
四	福丁式水銀氣壓計	✓	✓	
五	氣壓計	✓	✓	
六	氣壓儀	✓	✓	
七	氣壓感應器	✓	✓	
八	溼度計	✓	✓	
九	溼度儀	✓	✓	
十	溼度感應器	✓	✓	
十一	傾斗式雨量儀	✓	✓	
十二	日照計	✓	✓	
十三	日射計	✓	✓	
十四	風向感應器（以轉盤校驗）	✓	✓	
十五	風速感應器（以轉速計校驗）	✓	✓	

十六	風速感應器（以風洞校驗）	✓	✓	
十七	風速風向感應器（以風洞校驗）	✓	✓	
附表八申請氣象專業服務之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	作業環境及網路系統維護費	✓	✓	
二	基本預報資料之資料使用費	✓	✓	
三	用戶之機箱月租費	✓	✓	
四	設定費	✓		
五	衛星資料	✓	✓	
六	衛星及單一高空天氣圖	✓	✓	✓
七	衛星及地面天氣圖(向量圖)	✓	✓	✓
八	五分山雷達低解析直角座標回波產品	✓	✓	
九	五分山雷達高解析直角座標回波產品	✓	✓	
十	氣象雷達涵蓋範圍之合成回波圖	✓	✓	✓
十一	雨量分布圖	✓	✓	
十二	數值預報模式網格點資料(每一種預報時間點所有參數場每年)	✓	✓	
十三	數值預報模式網格點資料(每一種參數場、每一標準層或每一時間每年)	✓	✓	
附表九申請核發從事氣象海象預報業務許可證照之項目及費額		**直接成本**	**間接成本**	**其他成本**
一	登記費	✓		
二	許可證費	✓	✓	
三	換發、補發許可證費	✓	✓	
四	申請核發許可證審查費	✓	✓	✓
五	申請變更許可證審查費	✓	✓	✓

資料來源：本研究彙整

第四章 近三年收費彙總分析

依據「交通部中央氣象局規費收費標準」，其氣象資料收費可分為九大項，分別為：一、地面及高空氣象資料，二、遙測氣象資料，三、地震資料，四、海象資料，五、數值天氣預報模式，六、彙編刊物，七、氣象儀器校驗，八、氣象專業服務，九、核發氣象業務許可證。本章節將根據中央氣象局所提供之數據資料，分析實際收費情況，並列表說明。

第一節　民國 91 至 93 年之氣象資料收費

民國 91 至 93 年氣象資料收費的九大項收入列示於表 4-1，就 91 年實際情況為例，該年度氣象資料總收入為 11,657,523 元。其中附表一至附表六，包括「地面及高空氣象資料」、「遙測氣象資料」、「地震資料」、「海象資料」、「數值天氣預報模式資料」、「出版氣象資料彙編刊物」等，由於資料蒐集受限，無法得知個別的金額，故採六個附表之合計總額，其金額為 3,723,923 元，占總收入的比例為 31.9%。另外，其餘的附表七「氣象儀器校驗」、附表八「氣象專業服務」以及附表九「核發從事氣象海象預報業務許可證照」則可得知個別的收入，前兩者的收入金額依序是 536,000 元、7,397,600 元，分別占總收入 4.6%、63.5%，而後者的收入金額則為 0 元，此乃因附表九「核發從事氣象海象預報業務許可證照」的收費項目，在民國 93 年始有民眾申請，故 91 年及 92 年的金額均為 0 元。

92 年的總收入為 12,061,370 元，其中附表一至附表六之合計總額有 3,449,770 元，占總收入之比例為 28.6%；附表七及附表八的收入金額分別為 614,000 與 7,997,600 元，占總收入之比例依序是 5.1%、66.3%。

93 年的總收入為 14,196,294 元，其中附表一至附表六之合計總額有 4,327,694 元，占總收入之比例為 30.4%；附表七及附表八的收入金額分別為 856,000 與 8,965,600 元，占總收入之比例依序是 6.0%、63.2%；附表九的項目於該年度始有民眾申請，其收入金額為 47,000 元，占總收入之比例為 0.3%。

表 4-1 91 年至 93 年中央氣象局規費實際收費情況彙總表　　單位：元

		91年		92年		93年	
		金額	%	金額	%	金額	%
附表一至附表九 總收入		$11,657,523	100	$12,061,370	100	$14,196,294	100
項目代號	收費項目						
附表一至附表六之合計 地面及高空氣象、遙測、地震、海象、數值、彙編刊物資料		3,723,923	31.9	3,449,770	28.6	4,327,694	30.4
附表一　地面及高空氣象資料							
附表一001	逐時氣象要素						
附表一002	逐日氣象要素						
附表一003	逐月氣象要素						
附表一004	小型天氣圖						
附表一005	颱風警報單						
附表一006	長期天氣展望						
附表一007	風花圖						
附表一008	逐時全項地面氣象要素						
附表一009	逐日全項地面氣象要素						
附表一010	台北、花蓮探空資料						
附表二　遙測氣象資料							
附表二001	氣象衛星黑白雲圖						
附表二002	氣象衛星彩色雲圖						
附表二003	氣象衛星影像存檔光碟片						
附表二004	氣象衛星數位資料存檔光碟片						
附表二005	氣象衛星單項儀器單一觀測路徑資料						
附表二006	氣象雷達資料光碟片						

附表三　地震資料							
附表三001	有感地震定位資料						
附表三002	有感及無感地震定位資料						
附表三003	地震震央分布圖						
附表三004	速度型地震儀記錄之震波數位資料						
附表三005	寬頻型地震儀記錄之震波數位資料						
附表三006	強震紀錄最大加速度值						
附表三007	強震儀記錄之加速度震波數位資料						
附表三008	有感地震之地震報告單						
附表三009	災害性地震之強震數位資料彙整資料光碟片						
附表三010	每站每日全球衛星定位系統觀測之數位資料光碟片						
附表四　海象資料							
附表四001	逐時潮位觀測資料						
附表四002	逐日高低潮時、潮位觀測資料						
附表四003	逐月潮位統計資料						
附表四004	逐時潮位、高低潮時、逐月潮位資料電子檔						
附表四005	逐日浪高、週期統計資料						
附表四006	逐時浪高、週期觀測資料						
附表四007	逐時浪高、週期觀測資料						
附表四008	西北太平洋波浪分析圖						
附表四009	逐時海面風觀測資料						
附表四010	逐日海面風統計資料						
附表四011	逐時海溫觀測資料						
附表四012	逐日逐月海溫統計資料						
附表四013	逐時海面氣溫觀測資料						
附表四014	逐日逐月海面氣溫統計資料						
附表四015	逐時海面氣壓觀測資料						
附表四016	逐日逐月海面氣壓統計資料						
附表四017	潮汐預報表電子檔						
附表四018	每日波浪、天氣分析圖光碟						
附表五　數值天氣預報模式資料							
附表五001	全球氣象地面觀測電碼資料電子檔						
附表五002	全球氣象高空觀測電碼資料電子檔						
附表五003	中央氣象局全球預報模式數值分析場網格格點資料						
附表五004	中央氣象局全球預報模式數值預報場網格格點資料						
附表五005	中央氣象局區域預報模式數值分析場網格格點資料						
附表五006	中央氣象局區域預報模式數值預報場網格格點資料						
附表六 中央氣象局出版氣象資料彙編刊物							
附表六001	地面氣候資料年報						
附表六002	高空氣候資料年報						
附表六003	颱風調查報告						
附表六004	氣象報告彙編						
附表六005	颱風警報發布概況表						

附表六006	氣候圖集						
附表六007	氣候圖集之黑白附冊						
附表六008	潮汐觀測資料年報						
附表六009	資料浮標波浪觀測年報（民國八十六年至八十七年每年一冊）						
附表六010	資料浮標觀測年報						
附表六011	潮汐表						
附表六012	地震季報						
附表六013	台灣十大災害地震圖集						
附表六014	集集大地震特輯						
附表六015	地震技術報告彙編						
附表六016	太陽黑子觀測報告						
附表七　氣象儀器校驗		**536,000**	**4.6**	**614,000**	**5.1**	**856,000**	**6.0**
附表七001	玻璃溫度計						
附表七002	溫度儀						
附表七003	白金及熱電偶感溫器						
附表七004	福丁式水銀氣壓計						
附表七005	氣壓計						
附表七006	氣壓儀						
附表七007	氣壓感應器						
附表七008	溼度計						
附表七009	溼度儀						
附表七010	溼度感應器						
附表七011	傾斗式雨量儀						
附表七012	日照計						
附表七013	日射計						
附表七014	風向感應器（以轉盤校驗）						
附表七015	風速感應器（以轉速計校驗）						
附表七016	風速感應器（以風洞校驗）						
附表七017	風速風向感應器（以風洞校驗）						
附表八　氣象專業服務		**7,397,600**	**63.5**	**7,997,600**	**66.3**	**8,965,600**	**63.2**
附表八001	作業環境及網路系統維護費						
附表八002	基本預報資料之資料使用費						
附表八003	用戶之機箱月租費						
附表八004	設定費						
附表八005	衛星資料						
附表八006	衛星及單一高空天氣圖						
附表八007	衛星及地面天氣圖(向量圖)						
附表八008	五分山雷達低解析直角座標回波產品						
附表八009	五分山雷達高解析直角座標回波產品						
附表八010	氣象雷達涵蓋範圍之合成回波圖						
附表八011	雨量分布圖						
附表八012	數值預報模式網格點資料(每一種預報時間點所有參數場每年)						
附表八013	數值預報模式網格點資料(每一種參數場、每一標準層或每一時間每年)						

附表九 核發從事氣象海象預報業務許可證照		0	0	0	0	47,000	0.3
附表九001	登記費						
附表九002	許可證費						
附表九003	換發、補發許可證費						
附表九004	申請核發許可證審查費						
附表九005	申請變更許可證審查費						

由以上分析可知，中央氣象局的實際收費情況，不論哪一年度，其收入來源占最大比例的皆為附表八「氣象專業服務」，分別占各年度總收入的 63.5%、66.3%、63.2%，皆超過一半以上的比例。此項金額主要是與中央氣象局簽訂氣象合約，由中央氣象局提供氣象資料俾供使用的收入，對象包括電視公司、公營事業、民間公司、水庫等單位。另外，占第二大比例的為附表一至附表六之合計數部分，亦即包括「地面及高空氣象資料」、「遙測氣象資料」、「地震資料」、「海象資料」、「數值天氣預報模式資料」、「出版氣象資料彙編刊物」等收入，因礙於資料收集受限，僅可得知此六大附表的合計總額，近三年來依序占總收入的比例為 31.9%、28.6%以及 30.4%。而其餘附表七「氣象儀器校驗」與附表九「核發從事氣象海象預報業務許可證照」占各年度的總收入皆很低，有些甚至為 0 元。本研究以圖 4-1 至圖 4-3 顯示各年度附表一至附表九的九大項收入之比例圓餅圖，更能清楚看出這些項目占各年度總收入的比例。

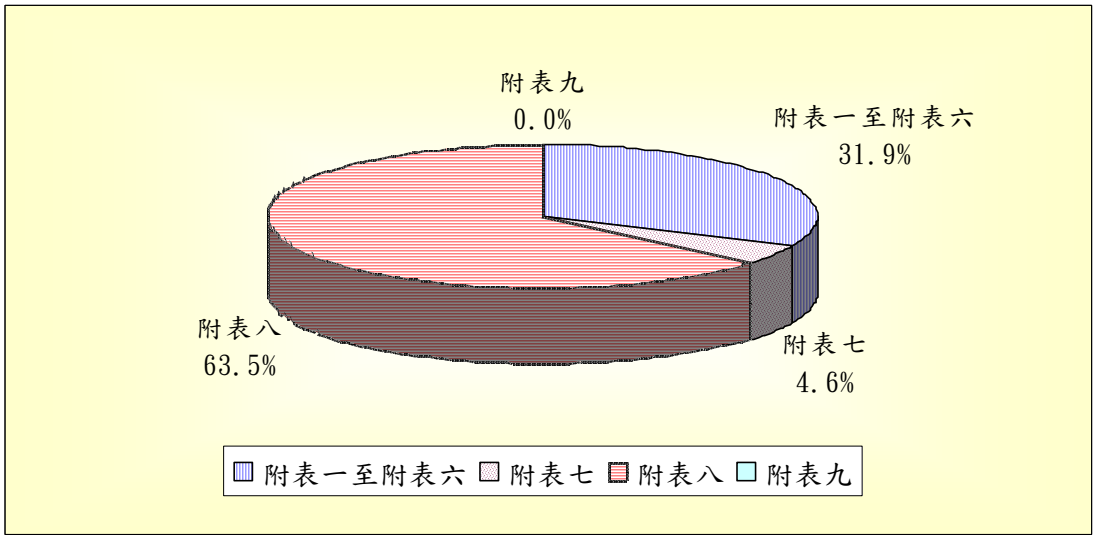


圖 4-1　91 年中央氣象局規費實際收費情況圓餅圖

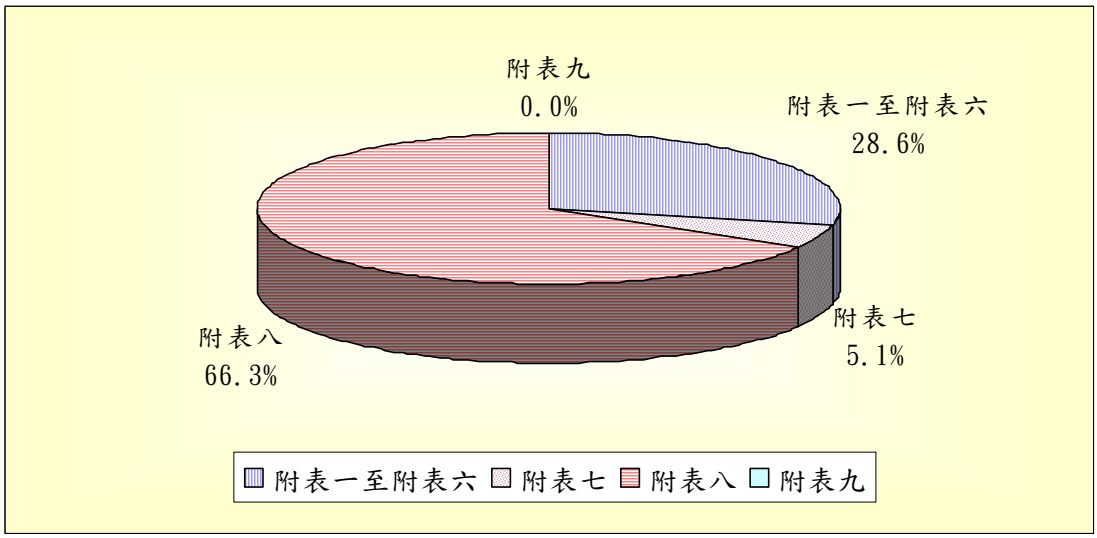


圖 4-2　92 年中央氣象局規費實際收費情況圓餅圖

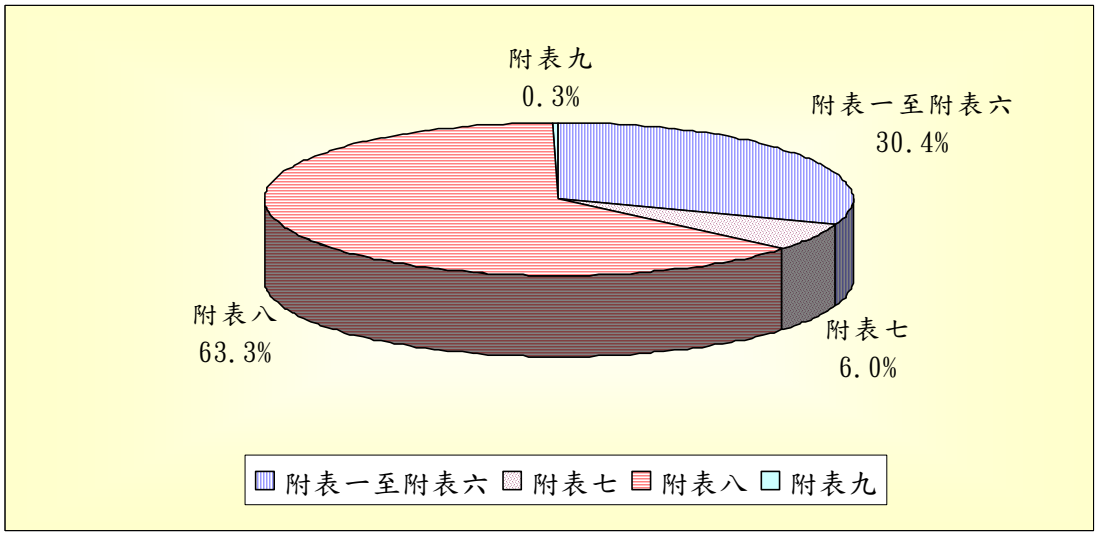


圖 4-3　**93** 年中央氣象局規費實際收費情況圓餅圖

第二節　氣象資料收費趨勢分析

所謂的趨勢分析，係指就三年以上的財務報表之相同項目進行比較分析，以顯示該項目之長期變動趨勢。本研究針對中央氣象局近三年的氣象資料收費情況，以移動基期為基礎，依上一年度之金額為基期，分別計算各年度總收入以及各附表之成長幅度百分比，藉以顯示每年的變動趨勢，請參見表 4-2 所示。說明如下：

各年度的總收入之趨勢分析，即表 4-2 中第一列金額所示，92 年較 91 年成長 3.46%，而 93 年較 92 年的成長幅度為 17.70%。由此可知，近年來的總收入呈上揚的趨勢。

附表一至附表六「地面及高空氣象、遙測、地震、海象、數值、彙編刊物資料」的收費情況並不穩定，先是在 92 年略為減少 7.36%，93 年又大幅增加 25.45%。

附表七「氣象儀器校驗」及附表八「氣象專業服務」則是呈現增加的趨勢。附表七「氣象儀器校驗」近兩年成長幅度分別為 14.55%及 39.41%；附表八「氣象專業服務」則分別為 8.11%及 12.10%。

此外，表 4-2 中並無顯示附表九「核發氣象業務許可證」的收入金額及成長幅度百分比，乃因 91 年及 92 年該項目的收入金額均為 0。在進行趨勢分析時，基期不得為零或負數，以避免趨勢分析失去意義，故不考慮附表九的趨勢分析。

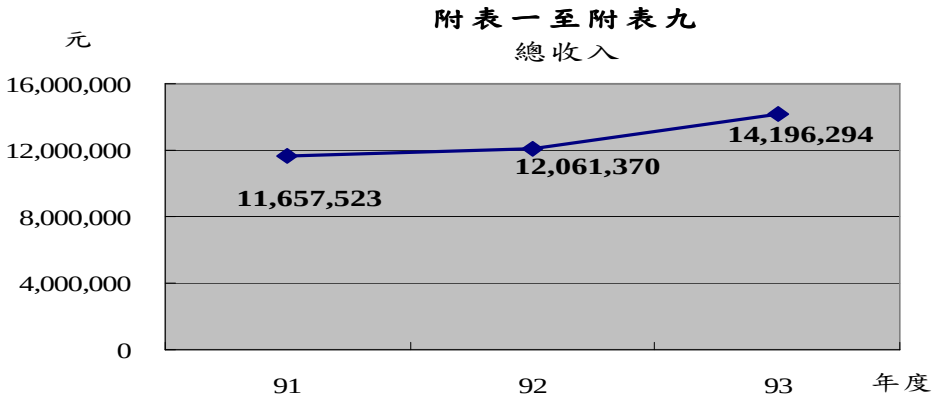
表 4-2 氣象資料收費之趨勢分析表　　單位：元

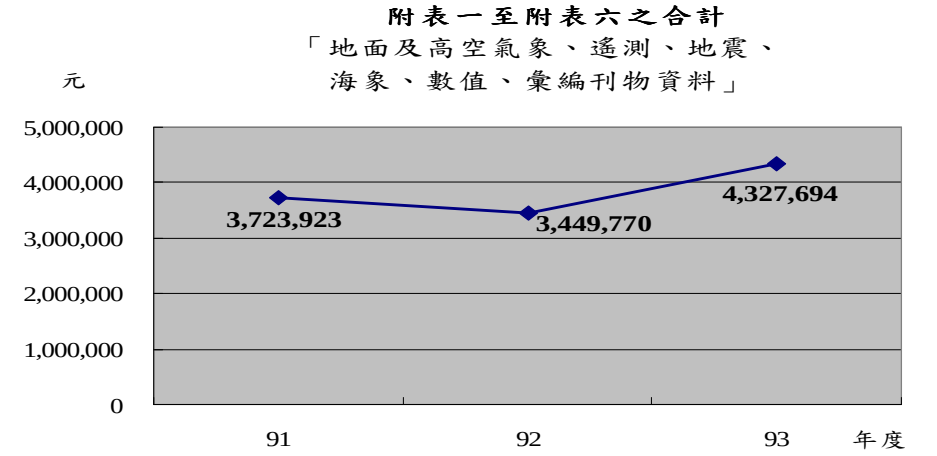
	91年	成長幅度百分比	92年	成長幅度百分比	93年	成長幅度百分比
附表一至附表九 總收入	$11,657,523	—	$12,061,370	3.46%	$14,196,294	17.70%
附表一至附表六之合計「地面及高空氣象、遙測、地震、海象、數值、彙編刊物資料」	3,723,923	—	3,449,770	-7.36%	4,327,694	25.45%
附表七「氣象儀器校驗」	536,000	—	614,000	14.55%	856,000	39.41%
附表八「氣象專業服務」	7,397,600	—	7,997,600	8.11%	8,965,600	12.10%

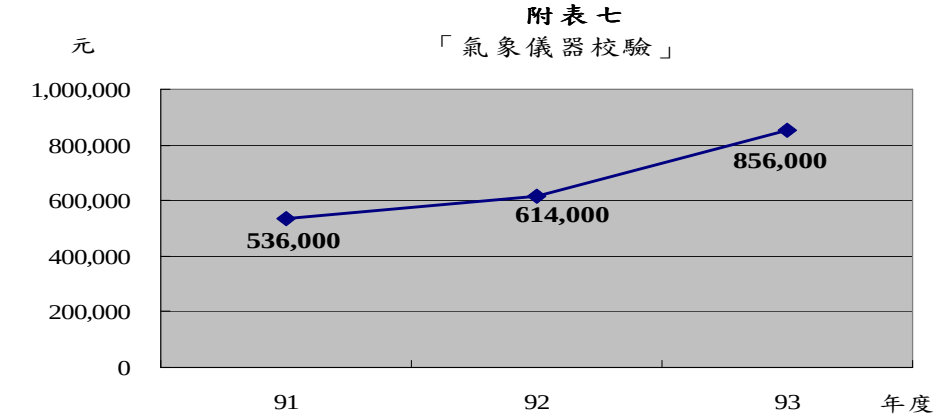
如將表 4-2 之趨勢變化畫成圖形，為趨勢分析圖，如圖 4-4 顯示三個年度各種氣象資料收費的整個增減變化趨勢。

本研究因考量百分比變動係按照金額的不同基礎來計算，例如基礎金額為 10,000 的 30%和基礎金額 1,000,000 的 30%，兩者的變動百分比均為 30%，但其重要性則以後者為重。基於此項原因，故以絕對金額為依據來繪圖。

在圖形的表達方式上，可更直接且明確的瞭解各項目的變化趨勢。由圖 4-4 觀察可知，附表一至附表九之氣象資料總收入、附表七「氣象儀器校驗」以及附表八「氣象專業服務」等，這三個附表的趨勢線是向上發展的，表示 91 年至 93 年這三年的收費情況為呈現上升的趨勢；而附表一至附表六之合計「地面及高空氣象、遙測、地震、海象、數值、彙編刊物資料」的趨勢線則是於 92 年度略為減少，93 年度再往上揚。







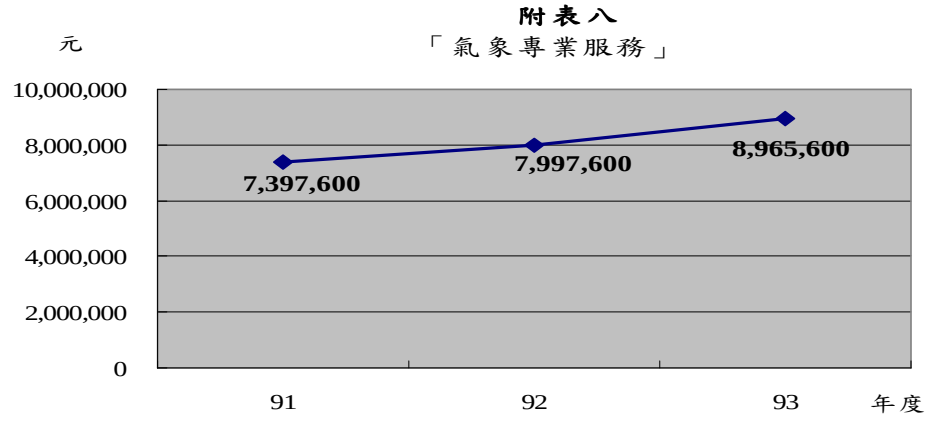


圖 4-4　氣象資料收費之趨勢分析圖

第三節　民國 91 至 93 年氣象局之預決算

中央氣象局隸屬交通部，屬政府單位，每年皆需編列預決算，以利相關作業的進行。本研究嘗試瞭解中央氣象局每年度的歲入歲出情形，以理解規費收入對氣象局資金來源的貢獻程度。

根據行政院主計處所公佈的中央政府總決算（如附錄，依序為91、92、93年），可得知中央氣象局的歲出預決算。此外，歲入預決算的資料來源為氣象局第三科，歲出/歲入預決算按照年度分別彙整於表4-3，並說明如下。

表4-3為中央氣象局91至93年度之歲入/歲出預決算數字，以91年度來看，年度歲入預算數為13,852,000元，歲出預算數為1,273,586,000元，而年度歲入決算數為12,383,850元[註1]，歲出決算數為1,263,078,518元。由上可知，不論是年度預算或年度決算，歲入金額遠遠不及歲出金額，而且兩者間的差異幾乎為100倍。92及93年的歲入歲出情況與

91年類似，皆是歲入不及歲出，相差亦幾乎為100倍。

另一方面，就歲入/歲出預算數與決算數來看，91年度及93年度歲入決算數比預算數少，收入較預算不足；92年度則剛好相反，決算數高於預算數。而三個年度歲出的決算數皆比預算數少，表示歲出的控制情況佳。

由本節的資料可知，這三年來中央氣象局的歲入無法負擔歲出，兩者的差距甚大。而且，透過註1的說明，我們知道佔年度決算數的主要來源為氣象資料規費收入，固然其為主要的收入來源，然而，收入金額遠遠不及支出金額。因此，規費收入是否真的有其重要性，其對氣象局資金來源的貢獻程度值得再進一步商榷。

表4-3 91年至93年中央氣象局預決算－歲入歲出簡明比較分析表 單位：元

	91年		92年		93年	
	預算數	決算數	預算數	決算數	預算數	決算數
歲入	13,852,000	12,383,850	13,951,000	15,788,987	15,951,000	15,564,236
歲出	1,273,586,000	1,263,078,518	1,361,812,000	1,356,515,528	1,419,912,000	1,402,437,682
餘絀	-1,259,734,000	-1,250,694,668	-1,347,861,000	-1,340,726,541	-1,403,961,000	-1,386,873,446

註1：91年歲入決算數為12,383,850元，與第一節所提到的氣象資料總收入11,657,523元不同，主要差異在於前者尚包括非屬氣象資料之收入，如：圖說費、出售廢舊物資、罰金罰鍰、其他雜項收入等。92年與93年情況亦同。

第四節 現行收費標準與實際收費情況之差異

由於「交通部中央氣象局規費收費標準」中將氣象資料分為九大

項，而每九大附表也各自有其細分的子項目，總計有101個子項目。本研究為了充分瞭解氣象資訊給付時的收費情形，試圖從91年至93年的期間中，將實際上的收入金額與101個子項目做配對分析。

然而，根據氣象局所提供的資料顯示，所有收入金額只能與九大附表的項目做配對，無法往下與各細目做連結。故第一節針對民國91年至93年的實際收費情況，仍以九大附表為基準表示，而無法與現行收費標準的101個子項目相配合。

第五章 國內外氣象資料的比較

以下針對本研究所蒐集到的資料，包括台灣與其他十個國家或地區分別為大陸山西省臨汾縣、香港、美國、英國、泰國、日本、紐西蘭、澳洲、新加坡、荷蘭等收費制度的差異性比較，並希望能從國外的收費制度中獲得一些學習，以做為本國訂定未來收費制度的參考。

第一節　各國氣象資料收費金額之比較

在金額比較的部份，我們利用所蒐集到的各國或地區的資料透過彙整的圖表進行交叉比對，以我國收費項目為比較基礎，瞭解各國收費金額上的差異。

一、附表一申請地面及高空氣象資料之項目

針對交通部中央氣象局在民國 93 年 6 月頒佈的規費收費標準

中，由表 5-1 可知，台灣在附表一的申請地面及高空氣象資料的項目中逐時、逐日、逐年氣象要素上都是每一氣象站收費 120 元。日本在此項目的收費金額比台灣略高，折合成台幣約為每張光碟片收費 802 元；而美國在這三個項目的收費差異較大，分別是逐時氣象要素 5,432 元，逐月氣象要素每張光碟片收費 2,328 元，逐日氣象要素則是每份檔案收費 15,520 元，因此美國在氣象要素收費上，對逐日要素收費最高，逐時要素收費次之，最後才是逐月要素；另外，在大陸的部份由於是以組碼來計價，逐時項目是每組碼 1.125 到 2.25 元，逐月項目每組碼 7.53 到 11.25 元，逐日項目每組碼 2.25 到 3.75 元。不同的基準其實不易比較，但平均而言收費也是比台灣來得高；新加坡在此類項目的收費略高於台灣，但比日本低，逐時、逐月、逐日項目收費每個月收費都是 540.88 元。

在表 5-1 中，我們可以看出台灣特有的項目為逐時全項地面氣象要素、逐日全項地面氣象要素、台北花蓮探空資料這三種，而前兩者的收費是每氣象站每月 150 元、每氣象站每年 700 元，而台北花蓮探空資料是每站每月收費 300 元。

每小時降水和雨量的部份，台灣是把它併入逐時、逐日項目中，美國的零售價為 10,864 元，英國收費 60 元，日本是每張光碟片 802 元，新加坡每月收費 540.88 元；而日本有額外的一個項目「衛星資料雲解析事例集」，每張光碟片收費 1,850 元。而紐西蘭、英國、泰國、澳洲、紐西蘭、香港都沒有針對雨量部分的收費。

紐西蘭由於是以資料傳輸來收費計價，所以在附表一的項目下，以電話傳輸是每分鐘 29 元，以傳真機傳輸為第一分鐘 122 元，往後則是每一分鐘加收 22 元，季節性的天氣預測每通收費 678 元；另外，香港在提供「一般氣象、海洋及地震數據」上，影印每張 6 元，傳真每張再加 16 元，「特殊氣象、海洋及地震數據」則是提供資料的成本價，香港獨特的地方在於只有分成以上這兩大類，且是根據標準影印

費用來收費，因此後面的篇幅就不再介紹香港；而日本在上面這兩項同樣是每張光碟收費 540.88 元。泰國的收費方法是以磁碟片容量每 1KB 收費 2 元，紙本列印是每要素 1 元到 8 元不等，分別為每小時要素每月 6 元，每三小時、每日和每日總計數據的要素每月 3 元，氣候學的數據每年每期間單頁 8 元，購買每月一次的數據每年每站 1 元。

美國的氣象收費方式也與其他各國有異，北美無線高空測候器數據以年代來分，越古老的年代收費越貴，資料量越多也越貴，在 1946 年到 1996 年的資料四卷收費 10,864 元，1990 年到 1996 年的數據及收費 5,432 元，而越近期的收費越便宜，1994 年到 1997 年收費 175 元。

另外，英國特有的項目為「昨日的天氣紀錄」和「最新英國預報」，但收費金額為 0 元，「今天和明天兩天的爬升預報」及「五日的天氣預報」的收費為 60 元。

表 5-1 以氣象局規費收費標準附表一為基準**申請地面及高空氣象資料**項目之各國比較　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國(零售價)	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
逐時氣象要素	120/站/月	1.125-2.25/組碼		5432					540.88/月
逐月氣象要素	120/站/五年	7.53-11.25/組碼		每月一次一般氣候CDROM:2,328				802/CD	540.88/月
逐日氣象要素	120/站/項	2.25-3.75/組碼		每日總結的PDF檔:15,520				802/CD	540.88/月
逐年氣象要素		11.25-22.5/組碼						802/CD	540.88/月
累年氣象要素		112.5--150/組碼,按實有年數							
逐候氣象要素		3.75—9.376/組碼							540.88/月
逐旬氣象要素		5.626—7.5/組碼						2,805/CD	
小型天氣圖	70/日/張			PDF:31.04, ERSU File:93.12,全年訂購4,035.2				1,387/CD	
颱風警報/颱風路線	70/張	750/站/年 ，3,750/地區/年						308/CD	
長期天氣展望	180/期	112.5-150/組							
風壓		1,125--1,875/站							
風花圖/風玫瑰圖	120/站/張	2,250--3,000/站							
逐時全項地面氣象要素	150/站/月 700/站/年								
逐日全項地面氣象要素	150/站/月 700/站/年								
台北、花蓮探空資料	300/站/月								
一般氣象、海洋及地震數據			影印6/張.傳真再加16/張						540.88/月

表 5-1 以氣象局規費收費標準附表一為基準**申請地面及高空氣象資料**項目之各國比較(續)　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
特殊氣象、海洋及地震數據			提供資料的成本價						540.88/月
衛星雲解析事例集								1,850/CD	
每小時降水數據				10,864	60			802/CD	540.88/月
北美無線電高空測候器數據--									
1946-1996 4 卷				21,728					
(1990-1996)集				5,432					
(1994-1997)集				175					
以"**電話**"傳輸						29/分鐘			
以"**傳真機**"傳輸						122/第一分鐘 +22/分			
季節性的預測						678/通			
昨天的天氣記錄					0				
最新英國預報					0				
今天和明天兩日爬升預報					60				
天氣報導並且預報					今日:0,5日 預測：60				
以紙本列印為收費依據 --									
購買每小時的數據(每要素/ 站/ 月)							6		
購買每3小時的數據(每要素/站/ 月)							3		
購買每日的數據(每要素/ 站/ 年)							3		
購買每月一次的數據(每要素/ 站/ 年)							1		
每日的總計數據(每站 / 月)							3		
氣候學的數據(單頁/ 年/ 期間)							8		
以磁碟片記錄--購買1 Kb.容量							2		

註:以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣， 泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

資料來源：中央氣象局，本研究整理

二、附表二申請遙測氣象資料之項目

在中央氣象局的規費收費標準附表二的遙測氣象資料部分，把其他各國相似的部份編製成表 5-2，透過比較可以發現只有日本與台灣有相同處，分別是氣象衛星彩色雲圖台灣收費每張 400 元，日本是每張光碟片收費 617 元；另外，氣象衛星影像存檔光碟片台灣是每張光碟片收費 400 元，日本以錄影帶的方式提供此影像存檔資料則收費 2,651 元。英國在此類只分成兩種，衛星圖像收費每份 30 元，表面壓力圖表每份 60 元。

其他各國包括大陸、香港、美國、泰國、新加坡等都沒有遙測氣象方面的收費。而紐西蘭的部分與前面提到的相同，是以資料傳輸來收費計價，以傳真機傳輸為第一分鐘 122 元，往後則是每一分鐘加收 22 元。

從以上的分析，我們可以知道衛星雲圖或影像存檔光碟片項目，日本的收費都是比台灣高；紐西蘭以分計價收費也不便宜；英國每份收費 30 元和 60 元比台灣便宜；而其他各國則沒有此項目的收費。

表 5-2 以氣象局規費收費標準附表二為基準**申請遙測氣象資料**項目之各國比較　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
氣象衛星黑白雲圖	300/張								
氣象衛星彩色雲圖	400/張							617/CD	
氣象衛星影像存檔光碟	400/張							2651/錄影帶	
氣象衛星數位資料存檔光碟	400/片								
氣象衛星單項儀器單一觀測路徑資料	100/筆								
氣象雷達資料光碟	400/片								
以"**傳真機**"傳輸						122/第一分鐘+22/分			
衛星圖象					30				
表面壓力圖表					60				

註:以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣， 泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

資料來源：中央氣象局，本研究整理

三、附表三申請地震資料之項目

由於美國、英國、紐西蘭等國家比較沒有地震這類的特殊氣象，故中央氣象局規費收費標準附表三針對申請地震收費項目的部份，只有日本與紐西蘭可以與台灣作比較。

從表 5-3 中可以看出，地震儀記錄的震波數位資料台灣每次收費 720 元，日本每張光碟片收費 802 元，所以台灣比日本便宜，但差距不多。另外日本比台灣多提供的一項資料是地震年報，也是每張光碟片收費 802 元，這是台灣沒有的項目。有感地震的地震報告單台灣收費每張 70 元，日本則是每光碟片收費 308 元。日本收費較台灣貴，但資料量較多。紐西蘭是以資料傳輸來收費計價，以傳真機傳輸為第一分鐘 122 元，往後則是每一分鐘加收 22 元，和紐西蘭的其他附表項目收費相同。

表 5-3 以氣象局規費收費標準附表三為基準**申請地震資料**項目之各國比較　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
有感地震定位資料	300/季								
有感及無感地震定位資料	300/月季								
地震震央分布圖	300/季								
速度型地震儀記錄之震波數位資料	720/次							802/CD	
寬頻型地震儀記錄之震波數位資料	720/次								
強震儀紀錄最大加速度值	150/12筆								
強震儀記錄之加速度震波數位資料	150/次								
有感地震之地震報告單	70/張							308/CD	
災害性地震強震數位資料彙整光碟	600/片								
每站每日全球衛星定位系統觀測之數位資料光碟	60/片								
地震年報								802/CD	
以"**傳真機**"傳輸						122/第一分鐘+22/分			

註:以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣， 泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

資料來源：中央氣象局，本研究整理

四、附表四申請海象資料之項目

申請海象資料的項目，從表 5-4 中可看出在台灣分別包括潮位觀測資料、潮時、浪高、週期、海溫和西北太平洋波浪分析圖，價格部分台灣在逐時逐日逐月的潮位觀測資料、潮汐預報表電子檔和逐日浪高與週期統計都是每氣象站收費 120 元，另外在海面氣溫與海面氣壓上不管是逐時或逐日都是每氣象站收費 180 元；其他還有西北太平洋波浪分析圖每張 60 元；逐日浪高週期統計資料每兩日每站 100 元、每月每站 400 元；而日本在這些項目上大致與台灣一樣，不過在單位上是每張光碟片收費 802 元，價格比台灣高出很多。

在價格比較高的部份，台灣有逐時浪高週期統計資料、逐時與逐日的海面風觀測資料，都是每站收費 400 元；每日波浪與天氣分析圖光碟每年每張收費 900 元，逐時浪高、高低潮時、逐月潮位資料電子檔是每站每年收費 900 元，除了後面兩項的收費台灣是比日本貴以外，其他項目都是比日本的每張光碟片收費 802 元來的便宜。而其他的國家如前所述，紐西蘭是以資料傳輸來收費計價，以電話傳輸每分鐘 29 元，以傳真機傳輸為第一分鐘 122 元，往後則是每一分鐘加收 22 元。美國的觀測資料以地區來分，分成美國東部、美國中部與美國西部，都是每份 5,432 元，另外成套的資料則收費 16,296 元，等於三個地區的總和 (5,432×3=16,296)。英國在海象部分把資料分成兩部分：沿岸地區(inshore)與離岸地區(offshore)兩種，沿岸部分的氣象報導免費，但今明兩日的天氣預測則收費兩張票(ticket)，根據資料得知一張票收費兩英鎊，大約 60 元台幣，可以買兩張票。所以近海岸區的今明兩日天氣預測是收費 2 英鎊，也就是收費大約為台幣 60 元，而離岸地區兩日到五日的資料收費為 60 元。

表 5-4 以氣象局規費收費標準附表四為基準**申請海象資料**項目之各國比較　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
逐時潮位觀測資料	120/站/月							802/CD	
逐日高低潮時、潮位觀測資料	120/站/月							802/CD	
逐月潮位統計資料	120/站/年							802/CD	
逐時潮位、高低潮時、逐月潮位資料電子檔	900/站/年							802/CD	
逐日浪高、週期統計資料	120/站/月							802/CD	
逐時浪高、週期觀測資料	400/站/月							802/CD	
逐時浪高、週期觀測資料	100/站/兩日							802/CD	
西北太平洋波浪分析圖	60/張							802/CD	
逐時海面風觀測資料	400/站/月							802/CD	
逐日海面風統計資料	400/站/年							802/CD	
逐時海溫觀測資料	180/站/月							802/CD	
逐日逐月海溫統計資料	180/站/年							802/CD	
逐時海面氣溫觀測資料	180/站/月							802/CD	
逐日逐月海面氣溫統計資料	180/站/年							802/CD	
逐時海面氣壓觀測資料	180/站/月							802/CD	
逐日逐月海面氣壓統計資料	180/站/年							802/CD	
潮汐預報表電子檔	120/站/月							802/CD	
每日波浪、天氣分析圖光碟	900/年/張光碟							802/CD	
太陽和氣象表面觀測--									
成套				16,296					
美國東部				5,432					
美國中部				5,432					
美國西部				5,432					
以"**電話**"傳輸						29/分鐘			
以"傳真機"傳輸						122/第一分鐘+22/分			
近海岸(Inshore)					氣象報導：0,今明兩天預測：60				
離岸(Offshore)					2日到5日的計畫:60				

註:以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣， 泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

資料來源：中央氣象局，本研究整理

五、附表五申請數值天氣預報模式資料之項目

數值天氣資料台灣分成五種項目，而國外的部份只有大陸與英國有此類項目，參見表 5-5 可知台灣在全球或區域的預報模式數值分析場網格點資料都是每一分析場收費 100 元，而大陸在這方面則是收費比台灣高，為每年每站 750 元、每年每地區 3,750 元。紐西蘭如前所述，是以資料傳輸來收費計價，以電話傳輸每分鐘 29 元，以傳真機傳輸為第一分鐘 122 元，往後則是每一分鐘加收 22 元，所以比較起來台灣的收費 100 元是偏低的。而英國方面在數值資料雖是免費的，但相對的所提供的資料也很簡略，而且只提供較大城市的氣象，舉例來說在「最新氣象」項目上，亞洲只提供北京、馬尼拉、漢城、新加坡、東京等地。

另外還有一些是大陸特有而台灣沒有的項目，包括了氣候災害技術鑑定每項收費 3,000 元；專題專項氣候診斷分析，視難易度由雙方協商定價，保險諮詢每次 1,500 元，還有一些防雷擊有關的項目如防雷擊設施每地點收費 375 到 3,000 元不等；而額外加收的部份包括 5 千米以外的地區加收交通費、樓層 6 層以上每層加收 3%費用、構築物 20 米或以上，每 5 米加收 5%等，其他則還有包括直擊雷設施安裝按工程量多寡來協商，防雷系統審核 6 層或以下每座 5,626 元、6 層以上每層加收 1,125 元，以及特約雷害技術鑑定每項 1,875 元。由此可知，大陸在防雷設施上訂定有比較詳細的收費基準，且依距離遠近與樓層數的多寡來增減金額，這是明顯不同於台灣之處。

表 5-5 以氣象局規費收費標準附表五為基準**申請數值天氣預報模式資料**項目之各國比較　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
全球氣象地面觀測電碼資料電子檔	50/日				0				
中央氣象局全球預報模式數值分析場網格格點資料	100/每一分析場								
中央氣象局全球預報模式數值預報場網格格點資料	100/每一預報場								
中央氣象局區域預報模式數值分析場網格格點資料	100/每一分析場	750/站/年 ， 3,750/地區.年							
中央氣象局區域預報模式數值預報場網格格點資料	100/每一預報場								
氣候災害技術鑑定		3,000/項							
專題、專項氣候診斷分析		雙方協商,視難易度定							
保險咨詢		1,500/次							
防雷擊設施:現場技術檢測、監理、驗收		3,000--375/點,375--750/點,750--937.6/點,雙方協商							
直擊雷設施安裝		按工程量協商							
防雷系統審核		6層或以下5,626/座 6層以上加1,125/層							
特約雷害技術鑑定		1,875/項							
以"**電話**"傳輸						29/分鐘			
以"**傳真機**"傳輸						122/第一分鐘 +22/分			

註 1:以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣，泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

註 2:英國的全球氣象地面觀測電碼資料電子檔雖是免費，但相對的所提供的資料也很簡略。只提供較大城市的氣象。例如:最新氣象中亞洲只提供北京、馬尼拉、漢城、新加坡、東京。

註 3:防雷擊設施若距離為 5,000 米以外加收交通費;樓層 6 層以上，每層加收 3% ；構築物 20 米以上，每 5 米加收 5%；易燃易爆場所，按總收費加收 15%。

資料來源：中央氣象局、本研究整理

六、附表六申購中央氣象局出版氣象資料彙編刊物之項目

中央氣象局規費收費標準附表六氣象資料的彙編刊物項目，除了大陸和英國沒有外，其他國家都有的。

台灣在地面與高空氣候資料年報是每冊收費 1,000 元，泰國每集折合成台幣收費 398 元，日本則是每張光碟片放四年的資料收費 2,730 元。因此，日本的收費較高，但資料量也較多，包含四年的資料，泰國的收費最便宜。

另外相同處還有災害統計季報，台灣每冊收費 500 元，日本每張光碟片收費 802 元，比台灣稍貴。泰國的出版刊物是每本以三十年為資料集，三十年的泰國氣象資料收費 398 元。而紐西蘭的氣候集也是以一年份多寡來收取不同的費用，海象和衛星圖的部份都是四期收費 226 元、10 期收費 565 元、30 期收費 1,694 元。香港在每月天氣摘要上若是全年訂閱收費 2,167 元，而只購買某個月份則收費 223 元。美國氣候地圖集每冊 5,432 元，台灣則每冊 4,000 元，較美國便宜；另外買美國全球十二年的上空氣候地圖集的收費 10,864 元，買數值碼的形式則收費 3,104 元。

各國特有的部份，包括台灣的颱風調查報告每冊 500 元、氣象報告彙編每冊 5,000 元、颱風警報發布概況表每張 100 元、潮汐表每冊 300 元、太陽黑子觀測報告每冊 100 元等。美國特有的部份就是以地區來分類的光碟片收費，分為美國東部、美國中部、美國西部各收費 3,104 元；另外，泰國的每週天氣預報訂閱一年收費 398 元、旅遊天氣統計收費 159 元，這些都是台灣沒有的項目。

表 5-6 以氣象局規費收費標準附表六為基準**申請氣象資料彙編刊物**項目之各國比較　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
高空氣候資料年報	1,000/冊						398	2,730/4年CD	
颱風調查報告	500/冊								
氣象報告彙編	5,000/冊								
颱風警報發布概況表	100/張								
氣候圖集	4,000/冊			5,432					
氣候圖集之黑白附冊	1,500/冊								
潮汐觀測資料年報	1,000/冊								
資料浮標波浪觀測年報（86年至87年,每年一冊）	1,000/冊								
資料浮標觀測年報	3,000/冊								
潮汐表	300/冊								
地震季報	200/冊								
災害統計	500/冊							802/CD	
集集大地震特輯	400/冊								
地震技術報告彙編	1,000/冊								
太陽黑子觀測報告	100/冊								
美國局部地區及氣象站數據				3,104					

表 5-6 以氣象局規費收費標準附表六為基準**申請氣象資料彙編刊物**項目之各國比較(續)　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
美國海上氣候地圖集				5,432					
全球上空氣候地圖集--									
12年(1980-1991)資料集				10,864					
15年(1980-1991)ASCII形式				3,104					
NCDC 合作的氣象站數據--									
3 CDROM 集				3,104					
美國中部				3,104					
美國東部				3,104					
美國西部				10,864					
國際氣象站的氣候摘要				5,432					
每月天氣摘要(中英對照)			2,167/年						
紐西蘭海象						4期:226			
						10期:565			
						30期:1,694			
最新預測、海象、衛星圖						4期:226			
						10 期:565			
						30期:1,694			
泰國30年氣候資料(1961-1990)							398		
泰國30年氣候資料(1971-2000)							398		
每週天氣報告(每年訂閱費)							398 /每議題		
旅遊的氣候統計							159		

註：以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣，泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

資料來源：中央氣象局、本研究整理

七、附表七申請氣象儀器校驗之項目

蒐集資料的過程中，在中央氣象局的規費收費標準附表七申請氣象儀器校驗之項目發現，從表 5-7 中可以看出各國並沒有特別針對這些項目訂定額外的收費價格。或許是這個部分的定價沒有公開出來，也可能是將這些項目納入其他套裝的收費計價中，故無法得到相同的收費項目。

表 5-7 以氣象局規費收費標準附表七為基準**申請氣象儀器校驗**項目之各國比較 單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
玻璃溫度計	1000/支								
溫度儀	1000/台								
白金及熱電偶感溫器	1000/件								
福丁式水銀氣壓計	2000/支								
氣壓計	1000/台								
氣壓儀	1000/台								
氣壓感應器	1000/件								
溼度計	1000/台								
溼度儀	1000/台								
溼度感應器	1000/件								
傾斗式雨量儀	1000/台								
日照計	1500/台								
日射計	2000/台								
風向感應器（以轉盤校驗）	1000/台								
風速感應器（以轉速計校驗）	1000/台								
風速感應器（以風洞校驗）	5000/台								
風速風向感應器（以風洞校驗）	6000/台								

資料來源：中央氣象局、本研究整理

八、附表八申請氣象專業服務之項目

在氣象的專業服務項目上，各國提供的專業資料不同，因此各國間的差異性大，而且每一個子項目的收費單位差異也更多樣性。唯一具有相同點之處為台灣的辦案諮詢費用收費每次要 750 元，而紐西蘭的相似之處為專業顧問的提供，以每通電話收費 678 元，兩者的差異不大，但台灣大約貴了 72 元。

在氣象專業的各國差異點，主要是台灣提供了作業環境及網路系統維護費每年 450,000 元、用戶的機箱月租費每月每單位 3,000 元、設定費每次 6,000 元、衛星資料每種 260,000 元。另外，比較特別的五分山雷達解析直角座標回波產品，若是高解析度以每一仰角每年收費 300,000 元，若是低解析度則每一仰角收費 300,000 元。

從表 5-8 中可看出大陸提供的專業資料包括了電話氣象傳真服務，其中(1)單點:單價 375，月價 1,875--3,000，(2)區域：單價 750，月價 3,750--7,500 元，技術服務收費方面，普通複合膜彩球普通拱門畸形球每日每個收費 1,500--3,000 元；大型遙控飛艇每日每個 2,25--3,000 元、電子禮炮是每響 187.5--375 元，英國的特殊之處是在建立一個氣象帳戶，收費一個帳戶放二十張票，收費十英鎊(約新台幣 597 元)；美國還額外提供工程天氣數據，收費 3,104 元；泰國若要提供特殊天氣報導或法律上的報告，在任何可購買的情況下則收費 159 元；最後，日本由於緯度較高，因此還提供地區積雪日值的資料，每張光碟片收費 802 元，富士山的氣象觀測每張光碟片收費 1,233 元。

表 5-8 以氣象局規費收費標準附表八為基準**申請氣象專業服務**之各國比較 單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
作業環境及網路系統維護費	450,000/年								
基本預報資料之資料使用費	100,000/年								
用戶之機箱月租費	3,000/一單位/月								
設定費	6,000/次								
衛星資料	260,000/範圍/種								
衛星及單一高空天氣圖	360,000/範圍/種								
衛星及地面天氣圖(向量圖)	360,000/範圍/種								
五分山雷達低解析直角座標回波產品	200,000/每一仰角每年								
五分山雷達高解析直角座標回波產品	300,000/每一仰角每年								
氣象雷達涵蓋範圍之合成回波圖	260,000/年								
雨量分布圖	260,000/每一範圍每年			0					
數值預報模式網格點資料	200,000/每一種預報時間點所有參數場每年								
數值預報模式網格點資料	50,000/每一種參數場、每一標準層或每一時間每年								
辦案諮詢		750/次							
電話氣象傳真服務		(1)單點:單價375,月價1,875-3,000(2)區域:單價750,月價3,750-7,500元							
121電話答詢服務		按國家郵電資費普通類收費							
氣象訊息廣告業務		由雙方協商定價							

註:以 94/4/20 匯率為基準，將各國幣值換算成台幣計算，1 人民幣=3.7504 台幣，1 港幣=4.0509 台幣，1 美元=31.04 台幣，1 英鎊=59.7503 台幣=2 張票，1 紐幣=22.5869 台幣， 泰幣 1 銖=0.7957 台幣，1 日幣=0.2936 台幣，1 加幣=18.98 台幣

資料來源：中央氣象局，本研究整理

九、附表九申請核發氣象海象預報許可證照之項目

中央氣象局的規費收費標準附表九與前面附表七的情況類似，在表 5-9 中可以看出各國並沒有這些項目的額外收費價格。

表 5-9 以氣象局規費收費標準附表九為基準**申請核發從事氣象海象預報業務許可證照**項目之各國比較　　單位：元

項目	台灣	大陸	香港	美國	英國	紐西蘭	泰國	日本	新加坡
登記費	500/次								
許可證費	1,000/張								
換發、補發許可證費	1,000/張								
申請核發許可證審查費	15,000/次								
申請變更許可證審查費	10,000/次								

資料來源：中央氣象局、本研究整理

十、美國特殊之處

由於美國地域幅員廣大，區域間的差距常造成很大急遽的天氣變化，故美國的氣象收費以地區及時間來做分類的收費取價，若是購買 1990-1995 五年份的每小時美國天氣報告收費 5,432 元，而綜合的表面每小時報告依不同地區的五年份收費則為 3,104 元；另外還有世界各地的天氣紀錄項目，從 1981-1990 的各洲收費為 620.8 元，1971-1980 的各洲收費為 434.56 元。在世界天氣項目上，美國的收費方式為，距離現在越近時點的資料，收費越便宜。

第二節　各國氣象服務對象之整理

為了進一步比較各國氣象收費定價針對購買對象而異的的情形，本研究發現以上國家中有八國，包括台灣、大陸、香港、美國、英國、紐西蘭、泰國和日本，都沒有依購買對象來分類，而新加坡則是將氣象資訊使用者分成十類來計價。此外，另有丹麥將對象依產業別分成二十三類來收費。以下分別說明之。

一、台灣

我國氣象局依據「交通部中央氣象局規費收費標準」提供氣象資料給機關、學校、團體或個人等四大對象，根據此法令第二條規定，機關、學校、團體或個人向交通部中央氣象局申請提供氣象資料、儀器校驗、氣象專業服務或發給證照，應依氣象規費標準收費。

依據第七條規定，機關、學校、團體或個人向中央氣象局申請氣象資料專供學術研究用途者，應檢具專供學術研究之證明文件，並依表列費額繳納百分之三十費額。與中央氣象局簽訂氣象學術研究合作契約，其屬中央氣象局之業務需要者，基於互惠原則，得向中央氣象局申請減免本標準各項收費。

二、丹麥

根據丹麥氣象部門(Danish Meteorological Institute)的商業服務對象分類，其服務對象細分為二十三類，其中包括報業、建築產業、電子媒體產業、能源產業、承包商、保險業、學術研究單位、軍事單位、鐵路運輸業、州立政府與國家、官方當局、文化事業、農業、道路交通業、航空業、沿海產業、警察單位、廣播與電視產業、漁業、旅遊業、運輸業。學校以及體育運動事業等。特別是丹麥氣象部門將預測的氣象資料或者先前的氣象資料，將其整理後傳送給各類不同的產業，並針對其不同需求提供服務，分述如下：

(一) 能源產業

氣象資料能夠提供能源交易者與管理者適時且合宜地規劃產能需求，使得利潤最大化。

(二) 建築與營建業

在評估建築與營建等工作時，氣象是相當重要的因素，氣象預測可確保建築與營建時的安全與品質。

(三) 漁業與運輸業

在大霧與暴雨等惡劣氣象狀況之下，氣象預測的預警服務可避免事故的發生，而風速與波浪等因素的資訊也可提供漁業與運輸業的安全預警服務。

(四) 農業

透過雷達圖等氣象資訊，可在收割、灑藥或者播種時，達成成本效益與維持產能等效益。

(五) 保險業

氣象資料可提供保險公司的風險評估，以避免重大損失。

(六) 旅遊產業與休閒產業

氣象資訊的預測提供像是飯店產業的人事資源的調度，並且提供從事戶外活動者預先準備活動備案。

(七) 媒體

透過大眾傳播媒體將氣象資訊直接傳達給一般大眾。

(八) 電信業

可提供傳達氣象預測與警訊的服務。

(九) 學術研究機構

提供資料給學術機構研究，並研究發展像是太陽能、風力與波浪等發電系統。

三、新加坡

根據新加坡氣象部門 (Meteorological Services, National Environment Agency)也將服務對象分為主要的十個類型，並依據不同服務對象提供不同的氣象資料，其中新加坡提供的資料型態有十四項，包括降水、風速與方位、大雷雨、閃電、氣溫、露水(dew point)、溼度(wet bulb)、相對溼度(relative humidity)、能見度、雲量、太陽光(sunshine)、輻射量、蒸發量與氣壓等氣象資料。根據新加坡氣象部門針對使用者的分類，列表如下：

表 5-10 新加坡氣象資料使用者的類型

使用者類型	資料型態	目的
1.外國投資者	十四項資料型態	機器廠房與產能的設計，以及銷售的規劃
2.建築業與營建業、建築工程與承包商	降水、風速、輻射量、太陽光、溫度、相對濕度	契約時間的延展、計畫進度的監控、樁基工程、清潔工作、起重機的方位與地點判定、儲水、窗戶對風的承受力
3.製造業與貿易	十四項資料型態，特別是降水與溫度	銷售計畫、策略規劃、調查報告與診斷
4.環境控制的顧問	氣溫、風速與上層氣流風速、穩定度、混合高度(mixing height)	污染監控與控制
5.海洋運輸與貨櫃運輸業	海上氣候、風速、浪高、溫度、海象、相對溼度	在航程中儲存物品的濕度監控、物品損壞的研究
6.養殖業與園藝業	十四項資料型態	對陸地花莖的設計、植物的選擇、水份規劃
7.法律相關行業、調查員、精算師、保險業	過去的氣象資料、降水、雷擊率、日出與日落時間、月出與月落時間	訴訟與保險索賠
8.政府單位與司法部門	降水與氣溫	供水管理、排水控制、水文目標(hydrological purposes)、 消費能力(power consumption)
9.國外公家學術機構	十四項資料型態	氣候改變的監控、氣候調查與預測
10.航空業	上流氣層資訊	飛行與儀器測試

依據丹麥與新加坡的氣象部門對於氣象服務對象的分類，可瞭解到不同產業對於不同氣象資訊的需求與差異，並依據所提供的資訊達到最適的目的與要求。

第六章 結論

本研究的主要目的在於針對我國氣象資訊的收費情形進行瞭解與分析，並將之與國外收費方式加以比較，以作為我國未來氣象資訊收費制度調整的參考。以下將說明本研究的結論與未來研究方向。

第一節　結論

以下針對本研究的結果分別列示如下，並說明其意涵。

一、 收費標準與成本導向

在收費標準的分析上，本研究根據各收費項目所構成的成本項目分類，歸納出主要成本結構有三大類，包括直接成本、直接成本加上間接成本、直接成本加上間接成本以及其他成本。並發現目前的氣象收費並不以利潤導向，因此將必須發生的成本回收後，並無加收其他費用來增加其收益。

二、 氣象局規費收取以「氣象專業服務」為大宗

中央氣象局規費的實際收費總額從 91 年到 93 年呈現逐年上揚的趨勢。而子項目的部份則是附表一到附表六的收費趨勢較不穩定，附表七與附表八的金額為緩慢成長，而附表九則較低，趨近於零。且在三年中，不論是哪一個年度，佔收入來源最大比例的皆為「氣象專業服務」項目，都超過總金額六成的比重。

三、 氣象局每年歲出遠大於歲入

在年度預算或決算中，由資料可知氣象局每年的歲入金額遠遠不及歲出金額，且兩者差異幾乎為 100 倍。另一方面，從預算與決算兩者的角度來看，91 年度及 93 年度歲入決算數比預算數少，收入較預算不足；92 年度則相反，決算數高於預算數。而三個年度歲出的決

算數皆比預算數少，表示歲出的控制情況佳。

四、我國收費金額較低，收費單位以時間為主要基礎

在與各國氣象收費的比較上面，可以發現日本的收費定價較高，每張光碟片收費折合約為台幣 802 元；台灣與大陸的收費是相對較低廉的，但由於大陸的計價單位是以每組碼為單位，故較缺乏比較的基準。另外台灣在全項地面氣象要素上不論是逐時或逐日資料，是以每氣象站每月 150 元為收費基準，僅酌收成本費用，因此定價偏低。

此外，各國還有一些特殊之處，如紐西蘭是以資料傳輸方式來收費，電話傳輸每分鐘 29 元；英國必須建立氣象帳戶，一個帳戶放二十張票，收費十英鎊（約台幣 600 元）。

五、氣象收費對象之比較

在氣象收費對象上，我國目前主要有機關、學校、團體和個人四大類；丹麥的服務對象細分為報業、建築產業、電子媒體產業、能源產業、承包商、保險業、學術研究單位、軍事單位、鐵路運輸業、州立政府與國家、官方當局、文化事業、農業、道路交通業、航空業、沿海產業、警察單位、廣播與電視產業、漁業、旅遊業、運輸業、學校以及體育運動事業等，總共二十三類，屬於對象分類較細的國家；而新加坡也根據資料使用者的類型分成外國投資者、建築業與營建業、製造業與貿易、環境控制顧問、海洋運輸與貨櫃運輸業、養殖業與園藝業、法律相關行業、政府單位與司法部門、國外公家學術機構、航空業共十個類型，以上三國都是根據不同的對象以提供不同的氣象資訊的國家。

第二節　未來研究方向

在未來研究方向上，本研究擬協助氣象局對於規費收費的標準進行檢討，瞭解並協助標準的重新訂定，以作為未來收費的依據，達成「使用者付費」的目標。同時，亦參考國外氣象資訊提供的對象及方式，對氣象資訊加值服務的提供提出建議。為達成上述目的，本研究未來研究主題將包含以下幾點：

一、現行收費標準的檢討與新費率的訂定

(一)成本導向的合理性

現行氣象資料規費收費主要是依據成本分析法，本研究根據各收費項目所構成的成本項目分類，歸納出主要成本結構有三大類，包括直接成本、直接成本加上間接成本、直接成本加上間接成本以及其他成本。然而，成本法並非價格訂定的唯一方式，且現行成本的分攤方式並不完全適宜。因此，本研究將深入探討現行費率訂定的合理性。

(二)現行收費項目的刪除或整併

在「交通部中央氣象局規費收費標準」中的收費項目總共有 101 項，有些項目可能因不合時宜而漸趨無人購買，或是專業項目都含括在套裝合約中，而不再需要逐筆的計價金額，故未來擬從現況出發，進行現行收費項目的實況調查，而在許多金額類似的科目中，若干科目是否可以合併成單項，也是本研究後續從事的研究方向。

(三)建立費率訂定的調整機制

由於氣象收費屬於政府公辦項目，惟目前缺乏公共基金營運管理制度之建立，以及尚未建立氣象費率公式與費率調整機制。故本研究擬進一步根據現行定價制度之不合理處進行修改與建議，以期作為在考慮國家財政現況與營運制度下的定價參考。並進一步建立氣象費率

的調整機制，俾使主管機關於釐定未來氣象費率政策時能有所依據。

二、氣象資訊加值服務的提供

現在由於受到傳統規章費率的限制，以前消費者取得的都是一成不變的原始氣象檔案。未來由於民營業者與財團法人氣象資訊的提供具多樣性，可能因為每家公司的資料處理不同，每家業者給的附加服務不同。例如：在提供資訊時，根據不同的消費者性別、年齡、職業、星座，而搭配不同的背景圖案與相關新聞訊息，消費者在面對更多選擇下使得氣象局的氣象服務面臨挑戰。

由於氣象執照的開放，面對民間業者的競爭與自由化，中央氣象局為了爭取更多客戶，必須推出更獨特性與具有吸引力的氣象資訊，吸引消費者申請。因此，本研究未來將建議在「氣象資訊加值化」的前提下提供更豐富的氣象資訊，讓消費者有更多的機會選擇自身最適合的資訊項目。

參考文獻

1. Bozeman, B. and Straussman, J.D.(1990) , *Public Management Strategies ：Guidelines for Managerial Effectiveness.*

2.王正、徐偉初(1991)，財政學，國立空中大學，頁 563-575。

3.李建興(2004)，當代財政學，新陸書局，頁 200-207。

4.吳聞聰(1987) ，財政學，台北志光教育文化出版社。

5.施才憲(2001)，財務報表分析，國家圖書館，頁 116-120。

6.徐仁輝(2002)，公共財務管理--公共預算與財務行政，智勝出版，頁 314-319。

7.翁向東(2003)，中國品牌低成本營銷策略，重慶出版社。

8.張則堯(1982)，財政學原理，三民書局，頁 92-98。

9.黃世鑫(2002)，合理加強各項規費及其他服務性收入之研究，行政院財政改革委員會自行研究項目。

10.鄧永成(2004)，中國營銷理論與實踐，立信會計出版社。

附錄

附錄 1：民國 91 年度中央政府總決算
附錄 2：民國 92 年度中央政府總決算
附錄 3：民國 93 年度中央政府總決算

中央政府總決算
歲出機關別決算表

中華民國 九十一年度

科目					預算數			決算數				
款	項	目	節	名稱	原預算數	預算增減數	合計	實現數	應付數	保留數	合計
		3		6029110300 拓展航權	553,000.00	_	553,000.00	549,245.00	_	_	549,245.00
		4		6029110400 航空隊業務	58,646,000.00	_	58,646,000.00	57,634,038.00	_	_	57,634,038.00
		5		6029119800 第一預備金	120,000.00	-120,000.00	_	_	_	_	_
	3			0029210000 **中央氣象局**	**1,273,586,000.00**	_	**1,273,586,000.00**	**1,197,756,968.00**	**1,686,224.00**	**63,635,326.00**	**1,263,078,518.00**
				5229210000 **科學支出**	**446,665,000.00**	_	**446,665,000.00**	**445,371,559.00**	_	_	**445,371,559.00**
		1		5229212000 氣象科技研究發展	446,665,000.00	_	446,665,000.00	445,371,559.00	_	_	445,371,559.00
			1	5229212020 氣象科技研究	73,112,000.00	_	73,112,000.00	72,902,960.00	_	_	72,902,960.00
			2	5229212021 氣象資訊處理研究與開發	176,391,000.00	_	176,391,000.00	175,400,074.00	_	_	175,400,074.00
			3	5229212022 應用氣象研究	18,426,000.00	_	18,426,000.00	18,421,679.00	_	_	18,421,679.00
			4	5229212023 地震測報	178,736,000.00	_	178,736,000.00	178,646,846.00	_	_	178,646,846.00
				6129210000 **其他經濟服務支出**	**826,921,000.00**	_	**826,921,000.00**	**752,385,409.00**	**1,686,224.00**	**63,635,326.00**	**817,706,959.00**
		2		6129210100 一般行政	513,163,000.00	_	513,163,000.00	509,936,078.00	_	_	509,936,078.00
		3		6129211000 氣象測報	309,322,000.00	_	309,322,000.00	240,343,430.00	1,686,224.00	63,635,326.00	305,664,980.00
			1	6129211020 氣象觀測	97,016,000.00	_	97,016,000.00	50,219,130.00	1,669,774.00	44,933,265.00	96,822,169.00
			2	6129211021 天氣預報及颱風測報	44,990,000.00	_	44,990,000.00	44,989,158.00	_	_	44,989,158.00
			3	6129211022 氣象通信及雷達測報	27,548,000.00	_	27,548,000.00	27,523,767.00	_	_	27,523,767.00
			4	6129211027 衛星資料接收及處理	13,095,000.00	_	13,095,000.00	13,080,599.00	_	_	13,080,599.00
			5	6129211030 氣象儀器檢校	30,102,000.00	_	30,102,000.00	29,888,606.00	_	_	29,888,606.00
			6	6129211031 海象測報	21,809,000.00	_	21,809,000.00	21,705,688.00	_	_	21,705,688.00
			7	6129211032 氣象服務業務開發與推展	74,762,000.00	_	74,762,000.00	52,936,482.00	16,450.00	18,702,061.00	71,654,993.00
		4		6129219000 一般建築及設備	2,106,000.00	_	2,106,000.00	2,105,901.00	_	_	2,105,901.00

中央政府總決算

歲出機關別決算表

中華民國 九十一年度

科目					預算數			決算數			
款	項	目	節	名稱	原預算數	預算增減數	合計	實現數	應付數	保留數	合計
			1	6129219002 營建工程	2,106,000.00	_	2,106,000.00	2,105,901.00	_	_	2,105,901.00
		5		6129219800 第一預備金	2,330,000.00	_	2,330,000.00	_	_	_	_
	4			0029310000 **觀光局及所屬**	**5,157,735,000.00**	**33,000,000.00**	**5,190,735,000.00**	**3,988,086,563.00**	**173,894,471.00**	**490,960,934.00**	**4,652,941,968.00**
				6129310000 **其他經濟服務支出**	**5,157,735,000.00**	**33,000,000.00**	**5,190,735,000.00**	**3,988,086,563.00**	**173,894,471.00**	**490,960,934.00**	**4,652,941,968.00**
		1		6129310100 一般行政	245,529,000.00	_	245,529,000.00	241,150,224.00	_	_	241,150,224.00
		2		6129311000 觀光業務	1,404,729,000.00	_	1,404,729,000.00	1,018,084,429.00	1,557,336.00	140,795,093.00	1,160,436,858.00
			1	6129311020 觀光宣傳與推廣	378,601,000.00	_	378,601,000.00	366,830,686.00	_	10,613,026.00	377,443,712.00
			2	6129311021 觀光業務調查與規劃	13,990,000.00	_	13,990,000.00	13,951,732.00	_	_	13,951,732.00
			3	6129311022 觀光從業人員訓練	7,418,000.00	_	7,418,000.00	7,269,443.00	_	_	7,269,443.00
			4	6129311023 觀光業務管理與服務	24,613,000.00	_	24,613,000.00	24,456,870.00	_	_	24,456,870.00
			5	6129311025 觀光資源保育與開發	909,003,000.00	_	909,003,000.00	535,413,734.00	1,557,336.00	130,182,067.00	667,153,137.00
			6	6129311026 國民旅遊事業管理與推廣	71,104,000.00	_	71,104,000.00	70,161,964.00	_	_	70,161,964.00
		3		6129311100 國家風景區開發與管理	3,495,835,000.00	33,000,000.00	3,528,835,000.00	2,719,245,531.00	172,337,135.00	350,165,841.00	3,241,748,507.00
			1	6129311120 東北角海岸國家風景區開發與管理	153,498,000.00	_	153,498,000.00	119,577,545.00	2,442,297.00	30,235,297.00	152,255,139.00
			2	6129311121 東部海岸國家風景區開發與管理	86,375,000.00	_	86,375,000.00	84,673,099.00	_	_	84,673,099.00
			3	6129311122 澎湖國家風景區開發與管理	339,633,000.00	_	339,633,000.00	286,796,319.00	4,524,175.00	34,518,266.00	325,838,760.00
			4	6129311123 大鵬灣國家風景區開發與管理	908,116,000.00	_	908,116,000.00	758,834,039.00	148,051,978.00	638,277.00	907,524,294.00
			5	6129311124 花東縱谷國家風景區開發與管理	390,299,000.00	_	390,299,000.00	211,608,367.00	3,118,438.00	158,416,253.00	373,143,058.00
			6	6129311125 馬祖國家風景區開發與管理	236,087,000.00	_	236,087,000.00	112,849,042.00	11,516,769.00	58,786,544.00	183,152,355.00

中央政府總決算

歲出機關別決算表

中華民國 九十二年度

科目					預算數			決算數				
款	項	目	節	名稱	原預算數	預算增減數	合計	實現數	應付數	保留數	合計
			1	6029110201 空運業務查核	192,000.00	_	192,000.00	192,000.00	_	_	192,000.00
			2	6029110202 航空運輸補貼	15,940,000.00	_	15,940,000.00	15,706,584.00	_	_	15,706,584.00
		3		6029110300 拓展航權	473,000.00	_	473,000.00	316,459.00	_	_	316,459.00
		4		6029110400 航空隊業務	64,595,000.00	_	64,595,000.00	59,244,742.00	_	560,000.00	59,804,742.00
		5		6029119800 第一預備金	120,000.00	-120,000.00	_	_	_	_	_
	3			0029210000 **中央氣象局**	**1,361,812,000.00**	_	**1,361,812,000.00**	**1,356,515,528.00**	_	_	**1,356,515,528.00**
				5229210000 **科學支出**	**528,142,000.00**	_	**528,142,000.00**	**524,356,204.00**	_	_	**524,356,204.00**
		1		5229212000 氣象科技研究發展	528,142,000.00	_	528,142,000.00	524,356,204.00	_	_	524,356,204.00
			1	5229212020 氣象科技研究	93,280,000.00	_	93,280,000.00	91,242,139.00	_	_	91,242,139.00
			2	5229212021 氣象資訊處理研究與開發	234,153,000.00	_	234,153,000.00	232,771,800.00	_	_	232,771,800.00
			3	5229212022 應用氣象研究	19,124,000.00	_	19,124,000.00	19,116,078.00	_	_	19,116,078.00
			4	5229212023 地震測報	181,585,000.00	_	181,585,000.00	181,226,187.00	_	_	181,226,187.00
				6129210000 **其他經濟服務支出**	**833,670,000.00**	_	**833,670,000.00**	**832,159,324.00**	_	_	**832,159,324.00**
			2	6129210100 一般行政	508,600,000.00	1,353,000.00	509,953,000.00	509,782,021.00	_	_	509,782,021.00
			3	6129211000 氣象測報	319,569,000.00	1,000,000.00	320,569,000.00	319,267,291.00	_	_	319,267,291.00
			1	6129211020 氣象觀測	107,027,000.00	_	107,027,000.00	106,235,868.00	_	_	106,235,868.00
			2	6129211021 天氣預報及颱風測報	45,123,000.00	_	45,123,000.00	45,122,398.00	_	_	45,122,398.00
			3	6129211022 氣象通信及雷達測報	33,002,000.00	_	33,002,000.00	32,977,176.00	_	_	32,977,176.00
			4	6129211027 衛星資料接收及處理	26,524,000.00	_	26,524,000.00	26,517,414.00	_	_	26,517,414.00
			5	6129211030 氣象儀器檢校	29,326,000.00	1,000,000.00	30,326,000.00	30,266,073.00	_	_	30,266,073.00
			6	6129211031 海象測報	29,207,000.00	_	29,207,000.00	29,094,292.00	_	_	29,094,292.00

中央政府總決算

歲出機關別決算表

中華民國 九十二年度

科目					預算數			決算數			
款	項	目	節	名稱	原預算數	預算增減數	合計	實現數	應付數	保留數	合計
			7	6129211032 氣象服務業務開發與推展	49,360,000.00	_	49,360,000.00	49,054,070.00	_	_	49,054,070.00
		4		6129219000 一般建築及設備	3,148,000.00	_	3,148,000.00	3,110,012.00	_	_	3,110,012.00
			1	6129219002 營建工程	3,148,000.00	_	3,148,000.00	3,110,012.00	_	_	3,110,012.00
		5		6129219800 第一預備金	2,353,000.00	-2,353,000.00	_	_	_	_	_
	4			0029310000 **觀光局及所屬**	**5,717,510,000.00**	**2,063,390,000.00**	**7,780,900,000.00**	**6,788,161,358.00**	**92,875,587.00**	**597,146,734.00**	**7,478,183,679.00**
				6129310000 **其他經濟服務支出**	**5,717,510,000.00**	**2,063,390,000.00**	**7,780,900,000.00**	**6,788,161,358.00**	**92,875,587.00**	**597,146,734.00**	**7,478,183,679.00**
		1		6129310100 一般行政	255,599,000.00	_	255,599,000.00	240,207,204.00	_	_	240,207,204.00
		2		6129311000 觀光業務	1,185,769,000.00	1,587,579,000.00	2,773,348,000.00	2,460,277,191.00	1,113,175.00	206,185,283.00	2,667,575,649.00
			1	6129311020 觀光宣傳與推廣	295,422,000.00	_	295,422,000.00	292,052,502.00	_	1,538,334.00	293,590,836.00
			2	6129311021 觀光業務調查與規劃	18,960,000.00	_	18,960,000.00	18,947,755.00	_	_	18,947,755.00
			3	6129311022 觀光從業人員訓練	7,519,000.00	_	7,519,000.00	6,116,227.00	_	382,000.00	6,498,227.00
			4	6129311023 觀光業務管理與服務	76,771,000.00	_	76,771,000.00	67,803,176.00	_	_	67,803,176.00
			5	6129311025 觀光資源保育與開發	736,163,000.00	1,549,389,000.00	2,285,552,000.00	1,989,888,080.00	1,113,175.00	201,255,200.00	2,192,256,455.00
			6	6129311026 國民旅遊事業管理與推廣	50,934,000.00	38,190,000.00	89,124,000.00	85,469,451.00	_	3,009,749.00	88,479,200.00
		3		6129311100 國家風景區開發與管理	4,255,615,000.00	475,811,000.00	4,731,426,000.00	4,069,207,015.00	91,762,412.00	390,961,451.00	4,551,930,878.00
			1	6129311120 東北角海岸國家風景區開發與管理	269,781,000.00	24,452,000.00	294,233,000.00	271,878,503.00	397,271.00	18,384,743.00	290,660,517.00
			2	6129311121 東部海岸國家風景區開發與管理	408,680,000.00	16,666,000.00	425,346,000.00	310,158,083.00	27,936,339.00	56,237,481.00	394,331,903.00
			3	6129311122 澎湖國家風景區開發與管理	316,273,000.00	41,248,000.00	357,521,000.00	317,766,014.00	2,495,941.00	26,466,325.00	346,728,280.00
			4	6129311123 大鵬灣國家風景區開發與管理	724,316,000.00	181,438,000.00	905,754,000.00	863,533,412.00	27,162,326.00	15,051,374.00	905,747,112.00

中央政府總決算

歲出機關別決算表

中華民國 93 年度

科目					預算數			決算數				
款	項	目	節	名稱	原預算數	預算增減數	合計	實現數	應付數	保留數	合計
		4		6029110400 航空隊業務	64,564,000.00	_	64,564,000.00	60,578,659.00	_	_	60,578,659.00
		5		6029119800 第一預備金	120,000.00	_	120,000.00	_	_	_	_
	3			0029210000 **中央氣象局**	**1,419,912,000.00**	_	**1,419,912,000.00**	**1,402,437,682.00**	_	_	**1,402,437,682.00**
				5229210000 **科學支出**	**587,772,000.00**	_	**587,772,000.00**	**577,905,912.00**	_	_	**577,905,912.00**
		1		5229212000 氣象科技研究發展	587,772,000.00	_	587,772,000.00	577,905,912.00	_	_	577,905,912.00
			1	5229212020 氣象科技研究	101,097,000.00	_	101,097,000.00	95,724,868.00	_	_	95,724,868.00
			2	5229212021 氣象資訊處理研究與開發	268,303,000.00	_	268,303,000.00	264,805,588.00	_	_	264,805,588.00
			3	5229212022 應用氣象研究	18,269,000.00	_	18,269,000.00	17,794,580.00	_	_	17,794,580.00
			4	5229212023 地震測報	200,103,000.00	_	200,103,000.00	199,580,876.00	_	_	199,580,876.00
				6129210000 **其他經濟服務支出**	**832,140,000.00**	_	**832,140,000.00**	**824,531,770.00**	_	_	**824,531,770.00**
		2		6129210100 一般行政	533,829,000.00	1,453,000.00	535,282,000.00	529,151,978.00	_	_	529,151,978.00
		3		6129211000 氣象測報	291,287,000.00	_	291,287,000.00	289,995,903.00	_	_	289,995,903.00
			1	6129211020 氣象觀測	81,561,000.00	_	81,561,000.00	81,476,074.00	_	_	81,476,074.00
			2	6129211021 天氣預報及颱風測報	40,470,000.00	_	40,470,000.00	40,455,197.00	_	_	40,455,197.00
			3	6129211022 氣象通信及雷達測報	43,213,000.00	_	43,213,000.00	42,891,814.00	_	_	42,891,814.00
			4	6129211027 衛星資料接收及處理	25,715,000.00	_	25,715,000.00	25,440,883.00	_	_	25,440,883.00
			5	6129211030 氣象儀器檢校	27,251,000.00	_	27,251,000.00	27,064,140.00	_	_	27,064,140.00
			6	6129211031 海象測報	26,370,000.00	_	26,370,000.00	26,001,384.00	_	_	26,001,384.00
			7	6129211032 氣象服務業務開發與推展	46,707,000.00	_	46,707,000.00	46,666,411.00	_	_	46,666,411.00
		4		6129219000 一般建築及設備	4,671,000.00	900,000.00	5,571,000.00	5,383,889.00	_	_	5,383,889.00

中央政府總決算

歲出機關別決算表

中華民國 93 年度

科目					預算數			決算數			
款	項	目	節	名稱	原預算數	預算增減數	合計	實現數	應付數	保留數	合計
			1	6129219002 營建工程	4,671,000.00	900,000.00	5,571,000.00	5,383,889.00	_	_	5,383,889.00
		5		6129219800 第一預備金	2,353,000.00	-2,353,000.00	_	_	_	_	_
	4			0029310000 **觀光局及所屬**	**4,885,505,000.00**	**43,027,000.00**	**4,928,532,000.00**	**4,430,619,934.00**	**32,864,737.00**	**322,786,685.00**	**4,786,271,356.00**
				6129310000 **其他經濟服務支出**	**4,885,505,000.00**	**43,027,000.00**	**4,928,532,000.00**	**4,430,619,934.00**	**32,864,737.00**	**322,786,685.00**	**4,786,271,356.00**
		1		6129310100 一般行政	262,782,000.00	_	262,782,000.00	248,695,271.00	_	2,995,355.00	251,690,626.00
		2		6129311000 觀光業務	1,173,913,000.00	_	1,173,913,000.00	1,067,785,675.00	5,156,698.00	69,537,868.00	1,142,480,241.00
		3		6129311100 國家風景區開發與管理	3,446,802,000.00	43,027,000.00	3,489,829,000.00	3,114,138,988.00	27,708,039.00	250,253,462.00	3,392,100,489.00
			1	6129311120 東北角海岸國家風景區開發與管理	224,279,000.00	_	224,279,000.00	215,677,682.00	180,000.00	7,705,048.00	223,562,730.00
			2	6129311121 東部海岸國家風景區開發與管理	284,676,000.00	_	284,676,000.00	274,227,370.00	1,992,115.00	5,444,677.00	281,664,162.00
			3	6129311122 澎湖國家風景區開發與管理	301,093,000.00	_	301,093,000.00	260,548,379.00	2,115,594.00	20,887,282.00	283,551,255.00
			4	6129311123 大鵬灣國家風景區開發與管理	379,469,000.00	_	379,469,000.00	374,303,960.00	_	1,438,693.00	375,742,653.00
			5	6129311124 花東縱谷國家風景區開發與管理	280,178,000.00	_	280,178,000.00	204,545,145.00	_	63,786,329.00	268,331,474.00
			6	6129311125 馬祖國家風景區開發與管理	188,674,000.00	_	188,674,000.00	177,121,233.00	2,095,148.00	7,521,684.00	186,738,065.00
			7	6129311126 日月潭國家風景區開發與管理	391,437,000.00	_	391,437,000.00	371,033,065.00	3,378,702.00	16,518,105.00	390,929,872.00
			8	6129311127 參山國家風景區開發與管理	364,740,000.00	_	364,740,000.00	311,889,417.00	6,791,099.00	35,396,952.00	354,077,468.00
			9	6129311128 阿里山國家風景區開發與管理	442,037,000.00	_	442,037,000.00	413,642,402.00	_	27,733,076.00	441,375,478.00
			10	6129311129 茂林國家風景區開發與管理	255,821,000.00	_	255,821,000.00	164,637,177.00	11,155,381.00	52,488,263.00	228,280,821.00

交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告

台灣地區綜觀尺度天氣預報指引之研究

計畫類別：☑國內　□國外

計畫編號：MOTC-CWB-94-2M-04

執行期間：94 年 3 月 1 日 至 94 年 12 月 31 日

計畫主持人：俞家忠

執行單位：財團法人氣象應用推廣基金會

中華民國 94 年 12 月

台灣地區綜觀尺度

天氣預報指引之研究

（2005 年 3-12 月）

主持人： 俞家忠

(國立台灣師範大學地球科學系兼任教授

財團法人氣象應用推廣基金會董事)

研究助理：鍾昆山

兼任助理：劉韶郁(台大)、薛郁潔(師大)、劉承玨(師大)、

廖珮娟(台大)、陳雨青(師大)

計劃編號：MOTC-CWB-94-2M-04　　中華民國九十四年 12 月

台灣地區綜觀尺度
天氣預報指引之研究

目錄

	頁次
摘要	1
一、 概述	2
二、 所用資料及方法	3
三、 研究成果：	4
研究成果之一：個案研究成果	
一台灣春季特殊天氣個案分析題目表	4-6
1. 台灣春季顯著降水個案分析	
(1) 台灣全島顯著降水各個案綜觀環境條件彙整	8-25
(2) 台灣北部/東北部顯著降水各個案綜觀環境條件彙整	26-31
2. 台灣春季極端最低、最高溫度個案分析	32
(1) 最低溫度	
a.近 26 年來，北、中、南前 20 名最低溫度	32-34
b.形成極端最高溫度綜觀條件彙整	34-38

(2) 最高溫度

a.近 26 年來，北、中、南前 20 名最低溫度 38-46

b.形成極端最高溫度綜觀條件彙整 40-43

濃霧個案分析 44-52

3. 長時間無雨良好天氣個案

研究成果之二：綜觀概念模式圖/預報校驗卡 53

關鍵地區判定台灣天氣概念模式圖 54

1. 預測春季顯著降水綜觀概念模式圖/預報校驗卡 55

a.預測全島顯著降水概念模式圖/預報校驗卡 56-60

b.預測台灣北部/東北部顯著降水概念模式圖

/預報校驗卡 61-63

2. 預測台灣極端溫度模式圖/預報校驗卡

a. 預測最低溫度模式圖/預報校驗卡 64-65

b. 預測最高溫度模式圖/預報校驗卡 66-67

3. 預測台灣濃霧概念模式圖/預報校驗卡 67-70

4. 台灣全區無雨良好天氣個案分析 71

四、 結語 72

五、 致謝 73

六、 參考文獻 74-75

摘要

目前中央氣象局平時預報所依據之不同時段數值預報產品，包括氣象局本身之各種預測及接收來自美國、歐盟、英國、日本…等氣象單位的各種預測圖，一般均相當準確，氣象局預報中心所預測台灣地區未來 24-72 小時及一週的天氣預報亦已相當準確，如果能將從事長期氣象工作及教學所累積之預報經驗，再加上對特殊天氣個案的分析研究，完成一種"看圖識字量化"的簡單預報方法，供預報員參考，尤其對資淺預報員參考必有相當的幫助，所以本研究之終極目標是完成一套顯著天氣預報概念模式圖以及其判讀條件。

本研究已分析台灣全島顯著春雨個案 39 個（目標 25-35 個），台灣北部/東北部顯著春雨個案 14 個，極端最低溫度/最高溫度個案 13 個，濃霧個案 3 個及長時間無雨良好天氣個案 2 個，共完成 71 個特殊天氣個案分析。經過對這些個案的研究，獲得各種天氣圖類型下發生上述特殊天氣現象之綜觀環境條件，並將這些條件加以統計，尋找導致特殊天氣現象之優先次序及權重，進而完成了台灣地區綜觀尺度天氣預報指引之終極目標：

一、 台灣春季全島顯著降水概念模式圖/預報校驗卡

二、 （1）預測台灣春季極端最低溫度概念模式圖/預報校驗卡

（2）預測台灣春季極端最高溫度概念模式圖/預報校驗卡

三、 預測台灣春季濃霧概念模式圖/預報校驗卡

根據中央氣象局的全球模式/中尺度模式、美國 NCEP、NOGAPS、歐盟、英國、日本…氣象單位所發布之不同時段預測圖中之相關資料，以及追蹤氣象局地面、高空圖中有關系統及風場資料，填入預報校驗卡中，即可預測上述特殊天氣之有無或可能性。

此種 "針對台灣地區季節天氣特性，歸納並發展完成的天氣預報指引，供天氣預報之參考"，為中央氣象局 2005 年 5 月中旬對外發布改進氣象預報具體措施四項中之最後一項。

一、 概述：

目前中央氣象局平時預報所依據之不同時段數值預報產品，除氣象局本身外所接收美國、歐盟、英國、日本...等氣象單位的各種天氣圖，一般均相當準確，所預測台灣地區未來 24、48、72 小時及一週的天氣預報亦已相當準確，如果能將從事長期氣象工作所累積之預報經驗加以彙整，再加上對特殊天氣現象個案的分析研究，完成一種看圖識字量化的簡單方法，供預報員參考，尤其對資淺預報員，必有相當幫助，所以本研究之終極目標是要完成一套預報概念模式圖以及其判讀條件。

台灣春季是一個可以發生各種特殊天氣現象。影響春耕至巨的顯著春雨的有無，是大家所關心的，但顯著春雨，尤其是預測開始時間，相當不容易，此外，寒流、下雪、下冰雹、龍捲風，都是春季會發生的特別天氣現象，值得一提的是，近 26 年來一年中絕對最低溫度發生於 3 月，相反的，春季亦可以發生像夏季的溫度，例如台北 2 月份可以發生超過 30℃，3 月發生超過 32℃及 4 月超過 35℃的最高溫度，且 4 月份北、中、南絕對最高溫度 35.6℃係發生於台北而並不是南部，這都與一般常態有顯著之差異。春季的濃霧影響飛機起降及海陸運輸，可總是交通上的頭痛問題，因此本研究的重點是台灣春季的顯著春雨，極端溫度和濃霧的預報問題。凡此種種均顯示春季是一個可以發生多種特殊天氣現象的季節，本研究將對這些經過春季特殊天氣的個案分析、研究，並配合著者長期從事氣象工作所累積之預報經驗來發展台灣地區春季顯著降水、極端溫度、濃霧預報的概念模式圖及其預報較驗卡。

二、 使用資料及方法：

本研究使用資料，包括中央氣象局雨量…等氣候資料，地面天氣圖、高空圖，台灣地區探空資料，部分日本氣象廳地面、850、700 及 500hPa 天氣圖，以及空軍（1980-2000 年）桃園、新竹、清泉岡、嘉義、台南、岡山、屏東、金門、馬祖九氣象站及民航局（1980-2005 年）松山、中正及高雄三氣象站濃霧資料，經由統計求出春季 2-4 月每月發生台灣全區顯著降水，台灣北部/東北部顯著降水個案並作分析。近 26（1980-2005）年來台灣北、中、南前 20 名發生極端最低溫度、最高溫度之日期及溫度，求出最顯著個案作分析。台灣西部及金、馬發生能見度低於 100 公尺及低於 400 公尺之濃霧及日期，已統計完成並作分析（期中報告），經由上述各種特殊天氣之個案分析，研究來尋求形成台灣地區春季特殊天氣之綜觀環境條件，進而完成上述三種特殊天氣預報概念模式圖/預報校驗卡（判讀條件）。

本研究對台灣春季各種特殊天氣個案分析題目表

一、台灣顯著春雨個案分析

1. 1992 年 2 月 9-13 日導致台灣全島顯著降水個案分析
2. 1992 年 2 月 15 日台灣全區顯著降水個案分析(今日有春雷)
3. 1992 年 2 月 22~23 日導致台灣東北部顯著下雨個案分析
4. 1992 年 3 月 4-7 日導致台灣全區顯著降水之個案分析
5. 1992 年 4 月 19 日台灣全島顯著春雨個案分析
6. 1992 年 4 月 22 日台灣全島顯著春雨個案分析
7. 1993 年 3 月 15~20 日導致台灣全島顯著降水個案分析
8. 1994 年 2 月 11-20 台灣全島顯著降雨個案分析
9. 1994 年 3 月 3 日台灣全島顯著降雨個案分析
10. 1994 年 3 月 19-20 日導致台灣全島顯著降水個案分析
11. 1995 年 2 月 19-22 日台灣全島顯著降雨個案分析
12. 1995 年 3 月 1-3 日台灣全島顯著降雨個案分析
13. 1995 年 4 月 1-4 日台灣全島豪大雨個案分析
14. 1996 年 2 月 18-27 日台灣全區長時期顯著降雨個案分析
15. 1996 年 4 月 1-4 日台灣全島顯著降雨個案分析（含低溫）
16. 1996 年 4 月 10-13 日導致台灣全區顯著春雨個案分析
17. 1996 年 4 月 19-20 日台灣全島豪大雨個案分析
18. 1998 年 3 月 10~12 日導致台灣全區顯著降水之個案分析
19. 1998 年 3 月 15-18 日台灣全島顯著春雨個案分析
20. 1998 年 4 月 11-15 日導致台灣全區顯著降水之個案分析
21. 1998 年 4 月 25-27 日導致台灣全區顯著降水之個案分析
22. 2000 年 2 月 20-25 日台灣全省顯著春雨個案分析
23. 2000 年 3 月 10-13 日台灣全省顯著春雨個案分析
24. 2000 年 4 月 1 日台灣全省顯著春雨個案分析
25. 2000 年 4 月 22-30 日台灣全省顯著春雨個案分析
26. 2003 年 2 月 8 日台灣全省降雨個案分析
27. 2003 年 3 月 10 日台灣地區普遍降水之綜觀條件（合歡山下雪）
28. 2003 年 4 月 8-9 日台灣全省降雨個案分析
29. 2004 年 2 月 2-9 日台灣全省顯著春雨個案分析
30. 2004 年 3 月 1 日台灣全省顯著春雨個案分析
31. 2004 年 3 月 5~7 日台灣全省顯著春雨個案分析
32. 2004 年 3 月 24~28 日台灣全省顯著春雨個案分析
33. 2004 年 3 月 30 日台灣全省顯著春雨個案分析
34. 2004 年 4 月 7~8 日台灣全省顯著春雨個案分析

35. 2005 年 2 月 17~22 日台灣全島顯著春雨個案分析
36. 2005 年 2 月 24~27 日台灣全區顯著春雨個案分析
37. 2005 年 3 月 12-13 日春季寒流導致台灣全區顯著降水個案分析
38. 2005 年 3 月 27-31 日台灣顯著春雨個案分析
39. 2005 年 4 月 26 日晨台灣全島普遍降雨個案分析

二、台灣北部、東北部顯著春雨個案分析

1. 1992 年 2 月 22~23 日導致台灣東北部顯著下雨個案分析
2. 1994 年 2 月 25-28 台灣北部、東北部顯著降雨個案分析
3. 1994 年 3 月 8-10 日台灣北部、東北部及中部顯著降雨個案分析
4. 2000 年 2 月 1-6 日台灣東北部顯著春雨個案分析
5. 2000 年 2 月 27 日—3 月 2 日台灣東北部顯著春雨個案分析
6. 2001 年 2 月 25-26 日台灣東北部顯著春雨個案分析
7. 2002 年 2 月 1-2 日台灣東北部顯著春雨個案分析
8. 2002 年 2 月 14-16 日台灣東北部顯著春雨個案分析
9. 2003 年 3 月 29-30 日台灣北部顯著降水個案分析
10. 2003 年 4 月 21-22 日台灣東北部顯著春雨個案分析
11. 2003 年 4 月 25-26 日台灣東北部顯著春雨個案分析
12. 2004 年 4 月 23-24 日台灣北部顯著降水個案分析
13. 2004 年 4 月 27 日台灣北部顯著降水個案分析
14. 2005 年 2 月 11-13 日台灣東北部顯著降雨分析

三、台灣最高溫度個案分析

1. 1996 年 2 月 14-15 日導致台北、台中、台南高溫實例分析
2. 1998 年 4 月 22-23 日導致台北、台中、台南高溫之個案分析
3. 1999 年 3 月 18-20 日導致台北、台中、台南高溫之個案分析
4. 1999 年 3 月 25-26 日導致台北、台中、台南高溫之個案分析
5. 2001 年 2 月 22-23 日南海熱帶低壓導致台北-台中高溫實例分析
6. 2004 年 2 月 28-29 日同步導致台北、台中、台南最高溫度個案分析
7. 2005 年 2 月 15-17 日同步導致台北、台中、台南最高溫度個案分析

四、台灣最低溫度個案分析

1. 1972 年 4 月 1 日導致台灣北、中、南破紀錄低溫個案分析
2. 1974 年 4 月 1 日導致台灣北、中、南破紀錄低溫個案分析
3. 1995 年 2 月 4~7 日導致北、中、南低溫之個案分析
4. 1996 年 4 月 2-3 日導致台灣北、中、南低溫個案分析
5. 2005 年 3 月 4-6 日導致台灣北、中、南低溫個案分析
6. 2005 年 3 月 12-13 導致台灣北、中、南低溫個案分析

台灣春季長時間無雨良好天氣個案分析

1. 1998 年 3 月 28 日起至 4 月 8 日台灣持續良好天氣個案分析
2. 1992 年 2 月 25~29 日台灣全區長達 5 天無雨良好天氣之成因
3. 2000 年 2 月 10~29 日台灣全區長達 20 天無雨良好天氣之成因

濃霧個案分析

1. 1997 年 2 月 25-28 日台灣西部及金門、馬祖外島同步發生濃霧個案分析
2. 1988 年 3 月 11 日台灣西部濃霧個案分析
3. 1984 年 4 月 3-5 日金門、馬祖濃霧個案分析

三、研究所獲成果之一：個案分析

台灣春季顯著春雨個案分析

(一) 概述：

2 月開始，華南地區低層開始有西南氣流活動，並伴有暖平流，當冷空氣南下，常會形成台灣地區顯著降水，這些降水雖以台灣北部及東北部爲最頻繁，但亦有相當數量遍及整個西部地區，因此，將近 14（1992-2005）年來，中央氣象局氣象測站之雨量資料加以蒐集，並統計出台灣全島顯著降水、北部/東北部顯著降水個案，顯著春雨定義如下：

1. 全省春雨的定義：
   a.全省有雨，北部有一站以上日雨量≧50mm。
   b.全省有雨，中、南部有一站日雨量≧20mm。
2. 台灣東北部、北部春雨的定義：
   北部、東北部普遍有雨，有一站以上之日雨量≧50mm。

按此標準統計出全島顯著降雨，北部/東北部顯著降雨個案。

(二) 春季台灣顯著降水個案分析：

依據上述顯著降雨定義，統計出春季台灣全島顯著降雨個案 40 個，台灣北部/東北部顯著降雨個案 14 個，如下表，並選不同地面天氣圖類型，降雨量多，具有代表性個案進行詳細分析。

1. 台灣全島顯著降水個案分析：

已分析完成全島顯著降水個案共 39 個（比預定目標 25-35 個多一個），爲求每個個案可以互相比較，每個個案均列出著降水之綜觀條件，即可從每個個案中，統計出形成顯著降水綜觀環境條件的權重，以供發展預報校驗卡之用。

對台灣顯著春雨個案分析視情況有的非常詳細，從地面、925、850、700、500 及 300-200hPa 各種圖、台灣探空觀測資料以及地面天氣報告等內容很多，有的則比較簡單。完成台灣全島顯著降水個案分析的 39 個個案，請參閱「台灣顯著春雨個案分析表」。

將上述個案分析所獲得導致台灣全島顯著降水之綜觀環境條件分別如下~

(1) 1992 年 2 月 9-13 日導致台灣全島顯著降水個案分析

導致顯著降水之綜觀環境：

1. 中高緯地區有強烈阻塞系統
2. 地面高壓源源不斷南下
3. 鋒面位於巴士海峽、南海
4. 850hPa 風切線位於華南、台灣北部並生成低壓波。
5. 風切線以南顯著西南氣流風，風切線以北有東北風
6. 整個華南及台灣地區風向隨高度順轉，700hPa、500hPa 吹西來風，風速強烈
7. 上對流層噴流軸位於長江口

(2) 1992 年 2 月 15 日台灣全區顯著降水個案分析(今日有春雷)

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1、 台灣北方近海生成台灣低壓。
2、 結構良好的地面鋒面經過台灣南部。
3、 華南 850hpa 有風切線，風切線以南，華南、南海等地吹西南風，並有 LLJ 位於華南。
4、 700hpa 有南支槽，槽前低層有噴流。
5、 上對層噴流軸南移長長江中、下游。
6. 探空顯示台灣地區水汽豐沛。

(3) 1992 年 2 月 22~23 日導致台灣東北部顯著下雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 台灣東北方生成台灣低壓。

2. 鋒面位於台灣及巴士海峽。
3. 850 hPa 風切線位於華南及台灣北方近海。
4. 700 hPa、500 hPa 華南有南支槽向台灣驅近。

(4) 1992 年 3 月 4-7 日導致台灣全區顯著降水之個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 極地大陸冷高壓由河套向南伸到華南、北越。
2. 台灣東北部近海形成台灣低壓。
3. 鋒面經過台灣並在巴士海峽及南海北部徘徊。
4. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以南西南風顯著，並有 LLJ。
5. 700hPa 沿長江流域有風切線，華南地區偏西風，風速較大有 LLJ，此種偏西風受中央山脈影響，中部山區雨量明顯偏多。

(5) 1992 年 4 月 19 日全島顯著春與個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 台灣東北方海上形成台灣低壓
2. 結構良好之鋒面經過台灣
3. 華南地區 850hPa 有顯著風切線，風切線以南、華南、南海地區西南風顯著。
4. 850hPa 有封閉高壓移到長江口並出海，助強 850hPa 風切線。
5. 700hPa、500hPa 有南支槽東移，槽前偏西風，風速較強，有噴流軸。
6. 台灣地區空氣不穩定，水汽豐沛。

(6) 1992 年 4 月 22 日台灣全島顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 結構良好鋒面經過台灣。
2. 850hPa 風切線位於華南，風切線以南顯著西南氣流，並有低層噴流。
3. 850hPa 長江口有小型封閉高壓，助強了 850hPa 風切線。

4. 700hPa、500hPa 南支槽東移，槽前偏西風，此種西風受中央山脈地形影響，乃造成中部山區雨量特別多。

(7) 1993 年 3 月 15~20 日導致台灣全島顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 俄羅斯東北部高壓向西南伸向華南
2. 駐留鋒位於台灣、巴士海峽及南海北部
3. 850hPa 風切線位於華南、台灣，風切線以北有高壓
4. 700hPa 沿長江流域，華南地區偏西北風/25-35kts
5. 華南及台灣地區水汽豐沛
6. 越南、南海有 700hPa 封閉高壓環環流
7. 850hPa 溫度槽由日本東北部海洋向西南伸，經過日本東海至華南

(8) 1994 年 2 月 11-20 台灣全島顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 此個案北部至中部(台中部山區)連續下雨 10 天，嘉義下雨 9 天，台南下雨 7 天，高雄下雨四天，屏東下雨 5 天，是一個長持久性的降水，期間雨量最多是 17-19 日，尤其 17 日北、中、南雨量均多。
2. 極地大陸冷高壓源源不斷南侵，造成華南地區等壓線密集。
3. 台灣北方、東北方海上先後形成 3 次台灣低壓。
4. 鋒面經過台灣，長時間駐留鋒位於巴士海峽及南海北部。
5. 台灣東北方海上之東北氣流與台灣東方海上之偏東氣流在台灣北部及東北部形成顯著合流。
6. 925hPa 黃海、東海吹強勁西北、北、東北及東風，並有低層噴流軸移至台灣北部近海。
7. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線上形成低壓波，風切線以北有封閉高壓，助強了風切線的強度，風切線以南之西南風有低層噴流。
8. 700hPa 沿長江流域有風切線，華南地區有偏西風，並有低層噴流。
9. 700、500hPa 有南支槽活動。
10. 台灣地區空氣中水氣豐沛

註：由於此次之及時降雨，原定休耕之農田，農民搶著耕種、插秧，致

使該年休耕面積僅佔種植面積之 9.9%左右(根據農業季刊資料。)

(9) 1994 年 3 月 3 日全島顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

4. 高壓位於長江口
5. 鋒面位於巴士海峽
6. 台灣東方形成台灣低壓
7. 850hPa 風切線位於華南及台灣北部，風切線以北，東海有封閉高壓。

(10) 1994 年 3 月 19-20 日導致台灣全島顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面在台灣徘徊駐留
2. 850hPa 風切線位於華南、台灣北方近海、台灣北部，風切線以北，東北風風速 10-30kts(由外向風切線方向減小)，風切線以南之華南及北越西南風 20-30kts，顯示有顯著輻合。
3. 700hPa 南支槽線移至華南到越南北部，槽前有低層噴流，位於華南、台灣北方近海，最大風速 25-35kts
4. 500hPa 華西有南支槽，位於東經 105 度，槽前有噴流軸，經華南、台灣北方海上到東海
5. 300hPa 上對流層噴流軸在華南，台灣在噴流軸以南

(11) 1995 年 2 月 19-22 日台灣全島顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 台灣北方海上形成台灣低壓。
2. 鋒面通過台灣，駐留鋒駐留台灣及華南沿海。
3. 大陸高壓南下，脊線伸向華南。
4. 分裂高壓在長江口以北出海。
5. 台灣北方海上之東北氣流與東方海上之東來氣流形成明顯合流（此爲顯著重要之關鍵因子）。

6. 925hPa 在黃海、東海有北、東北、東之低層噴流軸。
7. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以南之華南地區有西南風之低層噴流。
8. 700hPa 沿長江流域有風切線，風切線以南之華南有偏西風之低層噴流。
9. 700-500hPa 有南支槽活動。

(12) 1995 年 3 月 1-3 日台灣全島顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 在台灣東北方形成台灣低壓。
2. 台灣及華南沿海有駐留鋒。
3. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以南有顯著西南風，並有低層噴流。
4. 700hPa 沿長江流域有風切線，風切線以南之華南地區吹偏西風，風速較大，25-40kts。

5. 台灣地區空氣中，水氣較多。

(13) 1995 年 4 月 1-4 日台灣全島豪大雨個案分析

形成全島顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面駐留鋒位於華南及台灣
2. 850hPa 風切線位於華南、台灣北部近海及台灣北部。風切線以南之華南地區西南風顯著，並有低層噴流。
3. 700hPa 沿長江流域有風切線，華南地區偏西風，風速 30-45kts，因地形作用，造成台灣中部山區雨量很多。
4. 700-500hPa 有南支槽東移。
5. 台灣地區空氣中水氣充沛。

(14) 1996 年 2 月 18-27 日台灣全區長時期顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 地面強烈高壓位於貝加爾湖附近，冷空氣源源不斷南下，高壓脊伸到華南及北越。
2. 在台灣東北東、東方形成台灣低壓。
3. 鋒面經過台灣並在巴士海峽及南海駐留。
4. 850 hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以南之西南氣流頗爲顯著。
5. 北緯 40-60 度及東經 70-100 度 500、700 hPa 脊線極爲顯著。
6. 500 hPa 遠東主槽位於日本海、東海。
7. 700 hPa 沿長江流域有風切線。
8. 台灣地區空氣中水氣豐沛。

(15) 1996 年 4 月 1-4 日台灣全島顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 自地面到高空有結構良好的鋒面緩慢移動經過台灣，並在巴士海峽、南海徘徊駐留。
2. ８５０hPa 有顯著風切線在華南及台灣北方近海，風切線以南之華南沿海及南海地區有 Vmax２５－３０kts 之 LLJ。
3. ７００hPa 及５００hPa 並有南支槽活動。
4. 華南及台灣地區７００hPa，Vmax３５－４５kts 及５００hPa，５０－６５kts 之 LLJ。
5. ３００－２００hPa 上對流層噴流軸位於長江流域，強度大，華南及台灣地區在噴流軸之南方且位於入口區之右方，利於地面及低層對流系統之發展。
   * 此期間５０－６０°N，５０－７０°E 範圍內５００hPa 有阻塞高壓，利於印度洋及喜馬拉雅山西部有槽線活動。

(16) 1996 年 4 月 10-13 日導致台灣全區顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀條件：

1. 台灣東北方近海形成台灣低壓。
2. 高壓中心移到山東半島及東海。
3. 鋒面通過台灣及南海北部，並駐留於福建。
4. 850 hPa 風切線位於華南及台灣北方近海。

5. 850 hPa 有封閉小型高壓移到江蘇，即長江口北方，增強 850 hPa 風切線。
6. 700 hPa 沿長江流域有風切線。

(17) 1996 年 4 月 19-20 日台灣全島豪大雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 台灣低壓位於台灣東北方近海
2. 鋒面於 19 日中午由台灣北部向南移到台灣，20 日 00Z 位於巴士海峽
3. 850hPa 有結構良好的風切線，南來氣流非常旺盛，風切線北方有封閉高壓
4. 700hPa 沿長江流域有風切線，華南、福建有顯著西來風。

(18) 1998 年 3 月 10~12 日導致台灣全區顯著降水之個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 3 月 10~12 日強烈高壓位於貝加爾湖附近，主中心無明顯移動。
2. 高壓主軸呈西北-東南走向，伸向日本(有時有封閉高壓中心存在)。
3. 東海南部形成低壓，低壓東北方爲日本高壓脊線的西南部，使得此低壓移動緩慢，在北越、雲南一帶有近乎滯留的低壓，此兩低壓間之鋒面緩慢移到台灣後即趨於徘徊駐留。
4. 地面低壓中心隨高度向西北傾斜，以 0912Z 的低壓中心而言，自地面到 300hPa，均有相當明顯的封閉低壓中心。
5. 925、850、700、300、200hPa 均有噴射氣流軸，軸線向西北傾斜，925hPa 噴流軸位於台灣南部，850hPa 噴流軸位於台灣中部。
6. 925、850、700hPa 風切線明顯，沿風切線上的風速均很小，風切線以北一般北來風較小，顯示有較弱的冷平流，風切線以南的西南風很強(925hPa：W/25~30kts、850hPa：SW/30 ~40kts、700hPa：WSW/30~55kts)，顯示暖平流相當顯著。
7. 925、850、700hPa 低壓中心及風切線以北有東、東北東、東北風之低層噴流。
8. 華南及台灣位於 300hPa 噴流軸南方，台灣海峽南部有分流，台灣地區輻散顯著，上、下偶合良好。

(19) 1998 年 3 月 15-18 日台灣全島顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 高壓在長江口東移出海，雲貴有低壓。
2. 台灣東方海上形成台灣低壓，鋒面經過台灣並駐留於台灣及華南沿海。
3. 俄羅斯東北部高壓帶向南、西南氣流伸向東海，輸送較冷空氣到台灣。
4. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以南西南風顯著。
5. 台灣地區空氣水汽較多。

(20) 1998 年 4 月 11-15 日導致台灣全區顯著降水之個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 伴隨氣旋群之鋒面經過台灣。
2. 太平洋高壓脊線向西南伸到菲律賓。
3. 大陸有高壓移到華南。
4. 伴隨地面鋒面有 850hPa 風切線，風切線以南之華南、南海地區西南風顯著，源源不斷輸送，溫度、濕度不穩定空氣台灣。
5. 台灣空氣中水氣豐沛。

(21) 1998 年 4 月 25-27 日導致台灣全區顯著降水之個案分析

形成此次顯著降水之綜觀環境條件：

1. 長軸呈東北至西南走向之高壓帶，南北跨 30 多個緯度，向東移動，高壓前方有呈東北至西南走向之氣旋群及鋒面系統。
2. 鋒面經過台灣、南海北部至海南島附近。
3. 太平洋高壓強度大，脊線向西南伸到菲律賓及南海。
4. 鋒面上形成台灣低壓。
5. 伴隨地面鋒面有 850hPa 低壓系統及風切線，南海、台灣地區西南風顯著，並有 LLJ，不斷輸送水氣到台灣。
6. 台灣地區空氣中水汽豐沛，空氣頗不穩定。

(22) 2000 年 2 月 20-25 日台灣全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面經過台灣並徘徊駐留於巴士海峽及南海北部。
2. 極地大陸冷高壓與俄羅斯東北部高壓相連結，冷空氣源源不斷下來到華南及台灣。
3. 分裂高壓在長江口以北出海。
4. 850hPa 有顯著風切線位於華南及台灣北方近海，風切線以南華南及南海西南風顯著，並有低層噴流。
5. 700hPa 沿長江流域有風切線，風切線以南地區吹偏西風，風速 40kts，並有 LLJ 軸線。
6. 700 及 500hPa 有南支槽及中緯度槽線。
7. 台灣地區空氣中水氣豐沛，有顯著鋒面逆溫層。

(23) 2000 年 3 月 10-13 日台灣全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 10、12、13 日地面鋒面位於台灣中部並徘徊駐留。
2. 11 日東海有低壓形成。
3. 850hPa 在華南地區有風切線，並在風切線上形成低壓波。
4. 台灣西方台灣海峽有中尺度低壓。
5. 大陸 850、700hPa 有封閉高壓向華北移到山東並出海。
6. 南海有相對性高壓。
7. 700hPa 華南吹西風，30—40kts 有噴流軸，此種西風受地形影響，造成中部的地形雨特別顯著。
8. 台灣地區低、中層水汽豐沛。

(24) 2000 年 4 月 1 日台灣全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 有鋒面移到台灣北方近海。
2. 有 850mb 風切線，且風切線南方有低層噴流（LLJ）。
3. 700hPa 華南有西風低層噴流。

4. 300hPa 華南上空有高層噴流，台灣位於此橫向反氣旋風切之下方，利於對流雲雨之發展。

(25) 2000 年 4 月 22-30 日台灣全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件為：

1. 4 月 21 日，26 日及 30 日分別有 3 次(套)鋒面通過台灣，通過後鋒面均在巴士海峽滯留。
2. 推動冷鋒到達台灣的大陸高壓有 3 套，其中推動 21 日及 30 日鋒面的 2 套高壓由甘肅省南方經四川、湖南向東移動在東海南部出海，另一套推動 26 日鋒面南下的高壓，則自貝加爾湖西南方向東南移動，經河套、長江下游到東海南部。值得一提的是，台灣地區發生最大雨量的時機適當大陸高壓東移到東海南部的期間。
3. 925 及 850hPa 在華南及台灣北方近海有風切線，風切線南風有 SW 氣流之低層噴流(LLJ)。
4. 925 及 850hPa 有封閉性小型高壓環流自大陸向東、東南移動進入台灣北方之東海期間，助強了風切線強度。
5. 700 及 500hPa 有 西風槽及南支槽由西向東趨近，槽前並有 LLJ。
6. 300hPa 西風主槽位於日本海致台灣東方海上，台灣爲槽後西北西(290°)氣流，所控制華中及華南分別有兩支噴流(LLJ)存在，並在東海東部合併在一起，南支噴射氣流軸距台灣北部 3 個緯度處，台灣處於顯著反氣旋型橫向風切情況下，顯示高層有明顯下沉情況。

(26) 2003 年 2 月 8 日台灣全省降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 2 月 7 日晚至 8 日，地面鋒面尾端通過台灣。
2. 2 月 7-8 日，700hPa 有南支槽過境台灣。
3. 根據台北板橋前後高空風分布，8 日 00UTC 自 850hPa 向上各層高空風速明顯增強：850hPa，200/18kts；700hPa，250/26kts；500hPa，235/60kts；400hPa，235/104kts。一般比 0712UTC 增加 25-40kts。
4. 此次明顯降水，事先很難把握，各種預報模式均未能預報出來。

(27) 2003 年 3 月 10 日台灣全島降水個案分析（合歡山及玉山下

雪）

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 俄羅斯東北部強高壓中心位於北緯 55 度及東經 132 度，中心氣壓 1056hPa，強度比 24 小時前增加，其脊線向西南氣流伸經長江下游至華南、北越，北緯 17 度及東經 106 度。
2. 地面中緯度低壓中心位於北緯 40 度及東經 155 度，中心氣壓 980hPa，即日本近海，中心氣壓隨高度向西北偏西傾斜。
3. 衛星雲圖顯示巴士海峽及南海北部有鋒面。
4. 850hPa 東北風顯著，冷舌由日本經東海至華南。
5. 高空 700，500hPa 有南支槽活動。

(28) 2003 年 4 月 8-9 日台灣全省降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 結構良好的地面鋒面經過台灣。
2. 出海高壓東移到日本東方太平洋上，強度增強，脊線向西南伸，經過菲律賓到南海，鋒面南邊西南氣流顯著。
3. 850hPa 風切線位於華南及台灣北部海上，風切線以南之華南、南海地區西南風顯著，特別是南海東部的西南風很強，此爲導致南部雨量特別多的原因。
4. 700hPa、500hPa 有南支槽過境。
5. 台灣地區空氣中水氣豐沛。

(29) 2004 年 2 月 2~9 日台灣地區普遍顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

地面圖—

鋒面：綜合逐日地面天氣系統之變化，可知導致台灣此次連日低溫伴隨顯著降水之成因，主要係低壓生成於長江流域，鋒面通過台灣，後方分別有龐大的大陸冷高壓相連且移動極爲緩慢，冷空氣源源不斷南下移到台灣；2 月 8 日台灣各地有七站達大雨階段、全島顯著降水，則是因爲分裂高壓南移到雲貴境內所南下的冷空氣加強鋒面強度所

致。

高空圖—

925hPa 導致下雨的關鍵因子爲：

(1) 925hPa 風切線在台灣、巴士海峽。

(2) 台灣北部風向爲 E、ESE 而風速(25~35Kts)較大時，降水強度明顯增大。

(3) 925hPa 風切線明顯南移到呂宋島，整個台灣爲偏北風，即雨勢停止。

850hPa 導致台灣顯著降水之關鍵因素是~

(1) 850hPa 風切線長期徘徊於華南，台灣北部的風 ESE-SE / 15~25K。

(2) 850hPa 風切線上常有小型擾動，形成中尺度低壓，多位於新竹外海。

(3) 850hPa 有封閉高壓，北緯 30 度及東經 108~113 度常有分裂高壓出現，強度愈大， 風切線北方的東北風風速愈大，與風切線南方的顯著南來氣流(SSE、S、SSW)間，形成 強烈輻合，台灣北部及西部的兩降水強度愈大。

(4) 2 月 5 日及 8 日全島降雨的觸發機制，均係 850hPa 風切線上在福建廣東形成相當明顯的中尺度低壓所造成。

(5) 台北 850hPa 的 ESE-SE/15~25K，這種東南風可稱爲台灣北部的雨祖宗。

500hPa 導致下雨的關鍵因子爲：

(1) 2 月 2~6 日特別是 2 月 5 日之全島普遍顯著降水之成因(機制)~

a. 北緯 40~50 度及東經 120~140 度之中緯地區有 500hPa 低壓活動。

b. 歐亞之 500hPa 阻塞高壓向東緩慢移動(後漸減弱成顯著脊線)期間，與上述中緯地區低壓間有相當強烈的北北西、西北風，風速 30~60Kts(有噴流軸)，在華南及台灣北部有強烈的西風噴流，此兩種不同的氣流在北緯 30 度(沿長江流域)附近形成明顯輻合。

(2) 2 月 7~9 日中午之全島普遍降水之成因(機制)~

a. 有明顯南支槽(低、中、高層均存在)。

b. 伴隨此槽線前方有強烈噴流，最大風速(0812Z)120Kts，噴流軸位於華南、台灣北方近海。

(3) 500hPa 槽前爲及顯著之正渦度平流區，伴有明顯的高度下降及上升運動，槽線東移過程中，華南及台灣地區均伴有顯著降水，待此槽線東移到東經 122 度後，整個大陸及台灣地區均吹一致的西北風，強烈冷平流及負渦度平流作用作用，造成台灣天氣迅速轉加，使台灣長達 22 天的顯著降水停止，成爲陽光普照溫暖的良好天氣。

※附註：

今年 1 月 18~2 月 9 日中午台灣發生破 10 多年來的低溫紀錄以及伴隨出

現的顯著降水，不僅持續時間相當長、降水量相當多，北部、中部山區更是出現降雪的現象，某些山區積雪厚度相當大。根據媒體報導，師大研究生從事研究的花蓮奇萊山積雪在 1.5 公尺以上；2 月 2~9 日這段期間之降水，山區亦下了雪，積雪相當厚，降雨量以北部爲最多，期間翡翠水庫的累積雨量亦相當多，2 月 8 日之日雨量即高達 73.5mm，使 2~9 日累積雨量達 220mm 左右，連同 1 月 18 日起到 1 月底之累積雨量 130mm 左右，使得台北的翡翠水庫在這段期間(1 月 18 日~2 月 9 日)累積雨量達 350mm 左右，水位由 2 月 2 日 18 時之 154.35 公尺到 2 月 17 日 10 時之 161.41 公尺，上升了 7.06 公尺(儲水量由 210.023 百萬公噸增加到 265.541 百萬公噸，足足增加了 5551.8 萬公噸的儲水量，位水庫增加 16.3 %的儲水)。

此次台灣地區的低溫及顯著降水，中央氣象局所做得預測相當準確，並適時對相關地區發布低溫及豪大雨特報，提醒政府、民間及廣大民眾預作防範，使災害減少到最低，中央氣象局的氣象人員真是勞苦功高。

(30) 2004 年 3 月 1-3 日台灣全島顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面緩慢移到並通過台灣，伴隨此鋒面之低壓形成於雲貴地區，向東北東移動到日本海時，其鋒面即移到台灣。
2. 鋒後伴隨高壓南下之低層冷空氣源源不斷移到台灣，台灣(北部)有顯著鋒面逆溫，暖空氣極爲活躍。
3. 850hPa 有顯著風切線移到華南及台灣，由台灣南、北風向風速之分布，顯示台灣地區由風切引起之輻合量相當大。
4. 台灣低、中層空氣中水汽含量豐沛。
5. 700hPa 以上之中、高層吹西北西、西北風，此種風與中央山脈交角比較大，此爲造成台灣西部冷季明顯降雨之相當重要機制。

(31) 2004 年 3 月 5~7 日台灣全島顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面移到台灣並通過，隨此鋒面之低壓係自俄羅斯西北部向東南移到日本海後，其鋒面即移到台灣。
2. 台灣有顯著鋒面逆溫。
3. 低、中層中緯度低壓移到東經 130 度東方後，其北來氣流與太平洋高

壓明顯西伸之西來氣流，在長江下游及台灣地區形成強烈輻合，台灣各等壓面上 24 小時△Z 明顯上升 40~50gpm。

4. 850hPa 台灣爲東、東北東風，風速 15~25Kts (沒有風切線存在)。
5. 台灣低、中層空氣中水汽含量豐沛 (水汽突然明顯增加)。
6. 700hPa 以上之中、高層吹西北西風。

(32) 2004 年 3 月 24-28 日全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面 24 日晚通過台灣並在台灣及巴士海峽駐留。
2. 2500Z 華南生成低壓(北緯 27 度及東經 118 度、中心氣壓 1012hPa)，26~27 日鋒面在台灣及附近駐留。
3. 地面高壓位於長江口，中心氣壓 1024hPa，長軸呈東北東至西南西走向，伸到長江上游。
4. 850hPa 風切線在華南、台灣附近。在風切線以南方有低層噴流，台北吹偏南風。
5. 北緯 32~35 度及東經 115~126 度範圍內有 850hPa 封閉高壓，助強了華南風切線。
6. 南海 1500gpm 等高線北挺，東沙及西沙 24 小時重力位高度均上升。
7. 700hPa 華南地區偏西風，並有低層噴流，最大風速 40kts。

(33) 2004 年 3 月 30 日全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 俄羅斯東北部阻塞高壓西移，導致中緯度低壓向西退並駐留，此低壓後方之西北氣流與太平洋高壓由南海北挺。
2. 鋒面於 29 日晚至 30 日晨通過台灣，向西經過南海至海南島到附近。
3. 850hPa 風切線在華南地區及台灣北部近海，風切線以南並有低層噴流。
4. 700hPa 長江流域有風切線，華南地區偏西風並有噴流，最大風速 25-50kts。
5. 500hPa 俄羅斯阻塞高壓西伸，及在割離低壓西北方形成阻塞高壓西伸，迫近貝加爾湖東南方形成之中緯度低壓東移後，亦向西退，乃導致 3 月 29 日至 30 日嘉義以北地區之中部、北部及東北部普遍性雷雨。

(34) 2004 年 4 月 7-8 日全省顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面極地大陸高壓快速南移到華南。
2. 鋒面通過台灣，移速快且強度減弱。
3. 850hPa 在華南有風切線。

(35) 2005 年 2 月 17~22 日台灣全島顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 貝加爾湖西南方強烈極地大陸冷高壓，中心氣壓 1074hPa，爆發脊線伸向華南，分裂經河套至長江口出海。
2. 此強烈冷高壓與俄羅斯東北部高壓相銜接。
3. 台灣東方海上形成台灣低壓，向東北緩慢移動。
4. 鋒面經過台灣並駐留在巴士海峽及南海。
5. 伴隨台灣低壓及鋒面有 925、850hPa 封閉低壓，及冷、暖鋒式風切線，暖鋒式風切線右方有強烈東南東、東南氣流，並有低層噴流軸。
6. 925、850hPa 風切線經過台灣、華南沿海，風切線以南有顯著西南氣流，並有低層噴流。
7. 925、850hPa 風切線以北之西北、北、東北、東風，風速 20-30kts，並有低層噴流軸。
8. 850hPa 風切線上在台灣海峽形成低壓。
9. 700hPa 沿長江流域有風切線，並漸向南移，華南吹偏西風，風速 30-40kts，並有低層噴流軸，此種強烈偏西風造成中部雨量很多。

(36) 2005 年 2 月 24~27 日台灣全區顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 貝加爾湖西南方極地大陸高壓在原地徘徊駐留，並與俄羅斯東北部高壓相銜接。
2. 分裂高壓移到河套北方，主軸向東南伸到東海、琉球。

3. 東海形成低壓向東北方移動，鋒面與 24 日下午 2-3 時移到台灣北部，繼續南下至巴士海峽及南海北部駐留。
4. 850hPa 風切線位於華南及台灣北部海上，並南下到台灣北部。
   a. 850hPa 風切線南方有相當顯著的偏南風，並有 LLJ。
   b. 伴隨 850hPa 風切線以北有相當明顯的冷平流及以南有相當明顯的暖平流。
   c. 在風切線上有明顯的低壓擾動。
   d. 風切線北方有不強的封閉高壓活動，風切線以南之南海地區有太平洋高壓向北挺。
   e. 華南及台灣地區 850hPa 水汽豐沛，空氣多達飽和。
5. 沿 700hPa 長江流域有明顯風切線。
   a. 華南地區有明顯偏西風，並有 LLJ。
   b. 700hPa 有小型封閉高壓自西北向東南移動，加強了長江流域風切線的強度。
   c. 長江流域以北有明顯的冷平流。
   d. 700hPa 台灣及華南地區(T-Td)值小，空氣相當潮濕。
6. 500hPa 華南地區及台灣北部近海有噴流軸，最大風速 50-80kts：
   a. 北緯 60 度及東經 130~140 度範圍內有不很強的阻塞高壓系統，使所有系統移動變慢。
   b. 中緯度有封閉低壓移到北緯 40~50 度及東經 120~150 度範圍內。
   c. 伴隨中緯度低壓之槽線，大多位於日本海、東海。
   d. 有不顯著的南支槽經過。
7. 300hPa 南支噴流軸位於華南及台灣北部近海，最大風速 120-140kts，台灣位於噴流軸軸線以南，有強烈橫向風切。

(37) 2005 年 3 月 12-13 日台灣全區顯著降水/及寒流個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 極地大陸冷高壓強度大，向南伸向華南。
2. 11 日中午鋒面通過台灣後，駐留於巴士海峽、南海北部。
3. 長江以南地面圖上 0℃等溫線經過北緯 27 度及東經 105-123 度，長江以南均下雪，雪區以南爲大範圍雲雨區。
4. 850hPa 風切線位於華南及台灣北部。
5. 12 日 850hPa 風切線上在福建地區形成低壓波，向東移動經過台灣海峽。
6. 850hPa 溫度槽（冷舌）由東北向西南氣流伸到華南。

7. 700hPa 沿長江流域有風切線，風切線以南偏西風。
8. 台灣各地普遍低溫。

※台灣降雪情形：

1. 12 日晚上，陽明山(1815-2030L)、太平山、拉拉山降冰珠。
2. 3 月 12 日晚上 8000-1030pm(12 日 2000L-2230L)大屯山主峰(1100 多公尺)下冰珠，峰頂、草地、路面覆蓋一片雪白，約有 5 公分厚(北投區大屯里長勤榮輝先生上山等候下雪看到的現象)。
3. 3 月 13 日 0920-1000L 玉山下雪 40 分鐘，雪厚 1 公分。12 日玉山晚上下雨，使得原本有 120 公分的積雪，逐漸被雨水消融，只剩 103 公分，13 日的飄雪 1 公分，玉山總積雪 104 公分。
4. 3 月 13 日清晨合歡山短暫下雪之後即停。
5. 3 月 13 日凌晨新竹縣尖石鄉短暫飄雪。(尖石鄉海拔 1000 公尺的後山宇老、新光與鎮西堡 13 日凌晨都下了雪，這是入冬以來第 5 次落雪了。
6. 3 月 13 日台南 55 歲有糖尿病男子吳茂榮凍死在客廳椅子上。
7. 到合歡山走走佇佇，單程需時 5 小時，相當辛苦。從昆陽到武嶺間距離不到 3 公里，沿途車子動彈不得，花 3 小時才上武嶺，如多人想看雪，大多失望。
8. 3 月 13 日晚上宜蘭太平山下冰珠，太平山成了銀白的冰世界，林木花草都覆蓋一層冰衣，踩在地面有冰塊裂碎的聲音。
9. 此波寒流上山等候下雪的民眾很多，向陽國家森林公園管理處負責人黃勝峰表示：上萬名到阿里山等候賞雪，新竹尖石鄉 400 多人，12 日有 2300 多人上宜蘭太平山準備賞雪。
10. 花減產 3-4 成，高山養茶減少 7 成，行情將會飆漲新高。
11. 3 月 12 日台灣日報：自 2 月中旬起，農業損失 11 億 2993 萬元，無收面積 5,474 公頃，養蜂被害 482 箱，漁業損失 570 萬元。其中以高接梨穗、茶、草莓的損失最重要。

(38) 2005 年 3 月 29-31 日台灣顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 大陸不斷有高壓南下，且高壓脊線由大陸伸向東南到台灣東方海上及琉球一帶。
2. 福建一帶有低壓波受高壓脊阻擋，無法向東北移動。
3. 鋒面於 3 月 29 日塵移到台灣。

4. 850、700hPa 大陸有封閉高壓中心，自內蒙向東移動到華中及長江口，南海有高壓，華西有低壓，伴隨此華西低壓形成風切線，伴隨時間向南移動。
5. 850hPa 風切線上形成低壓波。
6. 700、500hPa 華南有噴射氣流軸，位於 850hPa 風切線以南地區，且 500hPa 噴流軸位於 700hPa 噴流軸之南方，此種噴流軸之空間分布與冷季的一般分布情形有顯著不同。
7. 700、500hPa 華南及台灣地區的風均爲西風，除噴流軸線上的風 40-60kts 外，一般吹到台灣的西來風亦相當大，利於中部山區的地形雨。
8. 台灣地區空氣秉性不穩定，且水氣相當充沛。

(39) 2005 年 4 月 26 日晨台灣全島普遍降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 高壓移到長江口，中心氣壓 1016hPa。
2. 鋒面駐留於台灣南部、南海北部。
3. 850hPa 風切線位於華南及台灣北部，風切線以南西南風較強。
4. 850hPa 封閉高壓位於長江口，助強了風切線。
5. 今年第 3 號中度颱風桑卡（SONCA）中心位於北緯 20 度及東經 134 度，中心氣壓 950hPa，向東北移動。
6. 衛星雲圖顯示琉球、台灣及華南沿海有顯著鋒面雲帶。
7. 此個案有數站發生雷雨。

2. 台灣北部/東北部顯著降水個案分析：

台灣東北部、北部及北部山區東北季風期的降水，不論降雨量或降雨日都比台灣其他地區爲多，每年 2~4 月發生大雨或豪雨的機會不少，有時此種顯著降水可連續多日，尤其是基隆、宜蘭市、蘇澳最爲顯著，北部顯著降水大多與全島顯著降水同步發生，亦可單獨發生。

特別值得一提的是台灣東北部特殊地形，台灣東北方之蘭陽平原，位於北緯 $24^{O}30'$~$24^{O}56'$及東經 121^{O} ~121^{O} 間，像一個向內彎的半月形，東方面向太平洋，北方、西方及南方均有高低不同的山嶽，宜蘭市位於蘭陽溪北方，爲蘭陽平原的中心，宜蘭市以北地區，山脈呈 NNE-SSW 走向，宜蘭市以南地區，山脈呈 WN-SE 走向，蘇澳以西及以南不遠處即有海拔不高的蕃薯山及小帽山。台灣東北部此種特殊地形之分布，在適當的地面及低、中層氣流配置下，常因強烈輻合導致顯著的地形雨。

爲了解形成台灣北部及東北部之顯著降雨機制，分析了 14 個顯著下雨個案，並將形成北部、東北部顯著降水之綜觀環境條件列出~

(1) 1992 年 2 月 22~23 日導致台灣東北部顯著下雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 生成台灣低壓。
2. 鋒面位於台灣。
3. 850 hPa 風切線位於華南及台灣北方近海。
4. 700 hPa、500 hPa 華南有南支槽向台灣驅近。

(2) 1994 年 2 月 25-28 台灣北部、東北部顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 台灣北部形成台灣低壓
2. 鋒面經過台灣，駐留巴士海峽及南海北部。
3. 強烈大陸冷高壓脊線伸向華南，移動緩慢，台灣東北及東方海上有東北風與東東風形成之顯著合流。
4. 925hPa 黃海、東海地區吹顯著北、東北風，並有低層噴流軸。
5. 850hPa 風切線位於華南地區及台灣北部近海，風切線以北之黃海、東海有北、東北風之低層噴流。
6. 700hPa 沿長江流域有風切線，北緯 30 度以北，東經 110-130 度有強烈西北風，風切線以南之華南地區偏西風速較強，因此，台灣中部及中部山區亦有雨。

(3) 1994 年 3 月 8-10 日台灣北部、東北部及中部顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 地面鋒面通過台灣，鋒面南方之西南氣流顯著，空氣相當不穩定，太平洋脊線向西南伸至巴士海峽。
2. 福建、廣東境內有駐留鋒。
3. 極地大陸高壓南下，並在長江口出海。
4. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，華南及台灣有西南風低層噴流。

5. 700hPa 沿長江流域有風切線，以南之華南地區偏西風，並有低層噴流。
6. 700-500hPa 有南支槽活動。

(4) 2000 年 2 月 1-6 日台灣北部顯著下雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 極地大陸冷高壓源源不斷南下，東海北來風較強，台灣東北部有合流。
2. 台灣東北方海上形成台灣低壓。
3. 鋒面經過台灣至巴士海峽。
4. 925hPa 東海地區北、東北風風速大。
5. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以北之東海地區，吹北及東北風，風速大、強，並有低層噴流。

(5) 2000 年 2 月 27 日~3 月 2 日台灣北部及東北部顯著春雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 貝加爾湖東方高壓向南移到長江口並出海。
2. 925hPa 有封閉高壓，其東方有北、東北風之低層噴流軸，經過台灣北部及福建。
3. 850hPa 華南風切線上形成低壓波，暖鋒式風切線經過台灣，風切線以南風速小，風切線以北有封閉高壓，高壓東方及東南方有北、東北風之低層噴流。
4. 700hPa 沿長江流域以南有風切線，風切線以北地區有封閉高壓，風切線以南有 LLJ。
5. 500hPa 在華南地區有噴流軸，最大風速 100kts。
6. 台灣北部水氣豐沛，低層東北風較大。

(6) 2001 年 2 月 25-26 日台灣東北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面位於巴士海峽。
2. 極地大陸高壓南下至山東並出海，華南、台灣、琉球一帶等壓線呈東西走向。
3. 925hPa 在山東有封閉高壓中心，此高壓右方之東海，有北、東北、東風之低層噴流，向台灣東北部移動。
4. 850hPa 華南有風切線，風切線以北有封閉高壓中心位於長江口。

(7) 2002 年 2 月 1-2 日台灣北部顯著降雨個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 台灣東方形成台灣低壓。
2. 極地大陸高壓南下，台灣東北部東北風強勁。
3. 925hPa 東海吹北、東北風，並有低層噴流。
4. 850hPa 風切線位於華南及台灣北方海上，風切線以北有北、東北之低層噴流。
5. 700 hPa 沿長江流域有風切線，風切線以北西北風，風切線以南偏西風。

(8) 2002 年 2 月 14-16 日台灣北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 極地大陸高壓南下影響台灣。
2. 分裂高壓中心在山東與江蘇間出海。
3. 925hPa 在山東與江蘇間有封閉高壓形成，東海地區有北、東北風之低層噴流。
4. 850hPa 華南、台灣北方海上及台灣北部有風切線，風切線以北有封閉低壓位於山東、江蘇。
5. 700hPa 沿長江流域有風切線。

(9) 2003 年 3 月 29-30 日台灣北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 台灣北方海上形成低壓
2. 鋒面通過台灣
3. 小型高壓由四川進貴州，向東移動
4. 925hPa 在東海，北、東北、東風較大，並有低層噴流。
5. 850hPa 風切線位於華南，風切線以北有小型高壓，東海之北、東北風較強，並有低層噴流

(10) 2003 年 4 月 21-22 日台灣北部、東北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 鋒面移至台灣北部近海
2. 受柯吉拉颱風外圍環流影響
3. 大陸高壓中心南下至黃海北部，向東移至日本海，當高壓中心位於黃海期間與柯吉拉颱風形成共伴環流。
4. 台灣低層東北風很強，受地形影響，形成地形雨。

(11) 2003 年 4 月 25-26 日台灣東北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境分析：

1. 地面鋒面通過台灣。
2. 高壓在長江口出海，台灣東北及東部海上有合流。
3. 925hPa 東海吹北、東北風，風速較大。
4. 850hPa 華南及台灣海上有風切線，以北有封閉高壓位於長江口及東海西部。

註：此個案降水於 26 日蘇澳一站雨 84mm 爲最多，其他地區雨量均不多。

(12) 2004 年 4 月 23-24 日台灣北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀條件：

1. 大陸高壓南下到山東半島。
2. 鋒面通過台灣。

3. 850hPa 有風切線位於華南及台灣北部。
4. 700hPa 有南支槽線。

(13) 2004 年 4 月 27 日台灣北部顯著降水個案分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面鋒面通過台灣。
2. 大陸高壓由北向南移動，高壓右方北來風較大。
3. 850hPa 風切線位於華南及台灣北部。
4. 850hPa 有封閉高壓移到長江下游。
5. 700hPa 有南支槽。

(14) 2005 年 2 月 11-13 日台灣東北部顯著降雨分析

形成顯著降水之綜觀環境條件：

1. 地面高壓出海後之東北、東北東氣流與緯度 20 度附近之東來氣流間形成了輻合。
2. 850hPa 高壓西南方之較強東南氣流向蘭陽地區地形爬升。
3. 700hPa 風切線移到東海所共同觸發。

台灣春季發生極端最低、最高溫度個案分析

一、概述：

2-4 月台灣地區一般爲極地大陸冷氣團所控制，鋒面成週期性南下，台灣天氣主要係由鋒面及鋒後的高壓以及南海南來氣流所支配。平日天氣預報的重點除降雨機率多寡，是否會發生台灣全區或台灣東北部顯著降雨外，還有最低溫度和最高溫度。爲了能研製預測最低溫度、台灣地區低溫、高溫與最高溫度概念模式圖，所以蒐集近 26 年（1980~2005）年台灣北、中、南的前 20 名最低溫度和最高溫度，以台北、台中、台南、高雄資料爲代表加以整理統計，並對導致北、中、南普遍低溫及高溫擇具有代表性的個案 13 個加以詳細分析，因 4 月發生極低溫度，及 2 月發生極高溫度比較不尋常，所以分析 4 月低溫個案 3 個及 2 月高溫個案 4 個，以了解綜觀天氣系統與台灣最低溫度/最高溫度之相關性，請參閱「台灣地區最高、低溫度表」。

二、最低溫度

(一) 1980~2005 年 2~4 月導致台灣北、中、南部地區前 20 名最低溫度發生年月日統計表(依最低溫度排序)

(1) 2 月份

2 月							
台北測站		台中測站		台南測站		高雄測站	
時間	最低氣溫	時間	最低氣溫	時間	最低氣溫	時間	最低氣溫
1995.02.06	6.7	1986.02.12	6.0	1986.02.22	7.9	1987.02.27	8.8
1984.02.07	6.9	1993.02.01	6.3	1995.02.06	7.9	1986.02.22	9.3
1987.02.28	7.1	1986.02.22	6.5	1987.02.28	8.0	1984.02.07	9.4
1987.02.04	7.2	1986.02.11	6.7	1999.02.05	8.0	1987.02.28	9.9
2005.02.20	7.3	1995.02.06	6.8	1999.02.04	8.2	1980.02.01	10.0
1987.02.27	7.5	1999.02.05	6.8	2005.02.20	8.2	1989.02.12	10.2
1987.02.06	7.7	1989.02.12	6.9	1989.02.12	8.5	1980.02.05	10.4
1995.02.04	7.7	2005.02.20	6.9	1980.02.01	8.7	1987.02.04	10.4
1980.02.05	7.8	1987.02.27	7.2	1987.02.27	8.8	1995.02.06	10.4
1992.02.25	8.0	1987.02.28	7.2	1986.02.21	8.9	2005.02.20	10.6
1995.02.05	8.0	1995.02.07	7.2	1984.02.08	9.1	1986.02.21	10.7
1999.02.04	8.0	1980.02.01	7.6	1986.02.28	9.1	1984.02.08	10.8
1981.02.26	8.1	1995.02.05	7.7	1984.02.07	9.2	1984.02.06	11.0
1984.02.08	8.1	1980.02.05	8.1	2005.02.21	9.2	1986.02.28	11.0
1986.02.22	8.1	1987.02.04	8.1	1980.02.05	9.3	1986.02.08	11.2
1981.02.27	8.2	1996.02.11	8.1	1986.02.12	9.4	1990.02.01	11.2
1989.02.12	8.5	1984.02.07	8.2	1996.02.03	9.4	1996.02.03	11.2
1980.02.06	8.7	1993.02.02	8.2	1987.02.04	9.5	1992.02.01	11.3
1987.02.03	8.7	1987.02.05	8.3	1987.02.05	9.5	1995.02.05	11.3
1986.02.28	8.9	1981.02.26	8.5	1989.02.11	9.5	1998.02.05	11.3

(2) 3 月份

3 月							
台北測站		台中測站		台南測站		高雄測站	
時間	最低氣溫	時間	最低氣溫	時間	最低氣溫	時間	最低氣溫
1986.03.03	4.3	1986.03.03	2.1	1986.03.02	6.1	1986.03.02	6.8
2005.03.06	5.6	1986.03.02	4.2	1986.03.03	6.4	1986.03.01	8.2
1986.03.02	5.8	2005.03.06	5.0	1986.03.01	6.6	1986.03.03	8.6
1986.03.01	6.1	1986.03.01	5.9	1986.03.04	7.9	2005.03.05	8.7
2005.03.05	6.7	1986.03.04	6.1	2005.03.06	7.9	2005.03.06	10.1
1986.03.04	7.1	2005.03.05	6.8	2005.03.14	8.4	2005.03.13	10.3
1989.03.09	7.8	1984.03.03	7.4	1989.03.09	8.5	1986.03.04	10.7
1984.03.02	8.0	1986.03.05	7.6	2005.03.05	8.5	2005.03.12	10.9
1984.03.01	8.2	2005.03.07	7.7	2005.03.13	8.7	1989.03.09	11.2
1994.03.04	8.2	1984.03.01	8.0	2005.03.12	8.9	2005.03.04	11.2
1995.03.05	8.5	1989.03.09	8.0	1984.03.01	9.6	2005.03.14	11.3
1995.03.26	8.9	1994.03.04	8.0	1984.03.02	9.8	1983.03.06	11.5
2005.03.12	9.0	1984.03.02	8.3	1989.03.08	9.9	2005.03.07	11.5
2005.03.13	9.0	2005.03.12	8.3	2005.03.04	10.2	1984.03.01	11.7
1983.03.18	9.3	2005.03.14	8.3	1983.03.06	10.4	1989.03.08	11.7
1989.03.08	9.3	2005.03.13	8.4	1989.03.07	10.4	1985.03.31	11.9
2005.03.07	9.3	1986.03.06	8.9	1987.03.26	10.6	1984.03.02	12.3
1992.03.06	9.8	2005.03.04	9.0	1995.03.05	10.7	1989.03.05	12.4
1983.03.17	9.9	1989.03.08	9.1	1983.03.18	10.8	1983.03.05	12.6
1984.03.03	10.0	1989.03.10	9.3	1986.03.05	10.9	1983.03.18	12.6

(3) 4 月份

4 月							
台北測站		台中測站		台南測站		高雄測站	
時間	最低氣溫	時間	最低氣溫	時間	最低氣溫	時間	最低氣溫
1996.04.02	10.0	1996.04.03	10.2	1996.04.03	11.1	1996.04.02	13.1
1996.04.03	10.1	1996.04.02	10.9	1996.04.02	11.9	1996.04.03	13.8
1996.04.01	11.7	1996.04.23	11.8	1991.04.01	12.5	1991.04.01	14.5
1991.04.01	11.8	1985.04.01	11.9	1996.04.23	13.0	1996.04.23	14.6
1980.04.14	12.0	1982.04.11	12.1	1991.04.02	13.2	1985.04.01	14.7
1985.04.02	12.1	1980.04.17	12.2	1985.04.01	13.4	1988.04.08	15.4
1980.04.16	12.3	1991.04.01	12.3	1996.04.04	13.7	1995.04.03	15.4
1980.04.15	12.6	1980.04.14	12.5	1987.04.13	13.8	1980.04.15	15.5
1996.04.20	12.6	1991.04.02	12.5	1980.04.15	13.9	1996.04.01	15.6
1983.04.02	12.7	1996.04.01	12.5	1996.04.22	13.0	1996.04.04	15.6

1995.04.03	12.7	1980.04.15	12.6	1995.04.03	14.1	1996.04.22	15.6
1996.04.04	12.7	1985.04.02	12.7	2004.04.05	14.1	1991.04.02	15.7
1987.04.12	12.8	1996.04.22	12.7	1980.04.14	14.3	1980.04.14	15.8
1982.04.09	12.9	1987.04.13	12.8	1988.04.08	14.3	1985.04.02	15.8
1982.04.10	13.0	1996.04.04	13.0	1996.04.01	14.3	1987.04.13	16.3
1985.04.01	13.0	2004.04.05	13.0	1985.04.02	14.5	1982.04.05	16.4
1987.04.13	13.0	1984.04.23	13.1	1988.04. 09	14.7	1983.04.01	16.5
1993.04.09	13.0	1987.04.12	13.1	1991.04.03	14.7	1982.04.04	16.8
1991.04.02	13.2	1980.04.18	13.3	1982.04.10	14.8	1982.04.07	16.8
1982.04.07	13.3	1998.04.09	13.3	1983.04.01	14.8	1996.04.21	16.8

(二)對 2-4 月導致最低溫度個案分析

(1) 2 月份

個案一：

1995 年 2 月 4~7 日導致北、中、南低溫之個案分析

1. 低溫情況：

6 日台北 6.7℃爲 25 年來最低溫，淡水 5℃新竹 8.7℃、嘉義 6.0℃、台南 7.9℃、宜蘭 7.7℃很多站都是 9 年來的最低氣溫。

2. 導致此次低溫之綜觀環境條件：

（1）強烈極地大陸高壓南下到南海，地面 0℃等溫線南移至長江以南，北緯 26-28 度。

（2）分裂高壓移到長江口後，移速變慢近乎徘徊。

（3）此大陸冷氣團非常乾燥、露點很低。

（4）台灣位於此強烈高壓之南方，空氣極爲乾燥，天氣良好，因冷平流兼之地面長波輻射冷卻，導致台灣各地普遍低溫

(2) 3 月份

個案一：

2005 年 3 月 4-6 日導致台灣低溫之個案分析

1．低溫情形：

站名	3 月 4 日 (單位:℃)	3 月 5 日 (單位:℃)	3 月 6 日 (單位:℃)
彭佳嶼	10.1	6.8	7.2
基隆	10.1	5.8	4.6
宜蘭	10.3	5.5	4.9
蘇澳	10.3	8.0	5.8
鞍部	3.0	-0.8	-0.1
陽明山	4.1	1.6	1.1

淡水	7.0	4.6	3.9
台北	10.6	6.7	5.6
松山	9.9	5.0	3.4
中正	9.7	5.6	4.0
新竹	9.5	6.3	5.2
台中	9.0	6.8	5.0
梧棲	10.3	8.0	7.5
日月潭	2.5	1.0	3.3
玉山	-9.1	-15.2	-13.3
阿里山	-3.7	-6.2	-3.3
嘉義	9.8	7.8	5.4
台南	10.2	8.5	7.9
高雄	11.2	8.7	10.1
花蓮	11.2	10.1	11.5
成功	11.0	9.8	13.0
台東	10.8	10.1	12.6
大武	13.1	11.8	14.7
恆春	13.2	10.4	13.4
蘭嶼	11.4	10.3	13.4
澎湖	11.5	10.8	10.4
東吉島	11.2	10.9	12.1
金門	6.7	6.2	4.2
馬祖	6.0	5.9	4.8
桃園	9.4	6.6	4.4
屏南	10.8	8.8	7.9
屏北	10.0	9.7	7.6

2. 導致此次低溫之綜觀環境條件：

1. 強烈高壓從甘肅北部以每小時平均速度 120 公里向南移到雲南、貴州、廣西的交界處，隨後向東北東、東移動控制台灣地區，非常乾燥，本身溫度很低。
2. 此高壓強度一直維持很大，台灣爲 1032hPa，距高壓中心很近，天氣良好，晚間長波輻射強烈，明顯降低溫度。
3. 華南地區高空吹西北風，風速由強轉弱，850、700、500hPa 風速均小。
4. 此長達三天之低溫係發生於全島顯著降水停止後(溫度以 4 月 6 日爲最低)。

個案二：

2005 年 3 月 12~13 日導致台灣低溫之個案分析

1．低溫情形：

地區	彭佳嶼	基隆	宜蘭	蘇澳	淡水	台北	新竹	台中
3 月 12 日	7.6	8.3	9.7	9.5	6.6	9.0	7.3	8.3
3 月 13 日	8.0	8.7	7.9	9.3	5.4	9.0	7.9	8.4
地區	梧棲	嘉義	台南	高雄	花蓮	澎湖	東吉島	
3 月 12 日	7.8	8.1	8.9	10.9	13.5	9.0	10.1	
3 月 13 日	8.4	8.0	8.7	10.3	11.5	9.6	10.3	

2．導致此次低溫之綜觀環境條件：

1．貝加爾湖西方及西南方強烈高壓中心氣壓明顯增加到 1066hPa，脊線向東南延伸。

2．台灣東方的台灣低壓向東北東移動，其鋒面於 12 小時通過台灣，並在台灣、巴士海峽及南海駐留。

3．分裂高壓分別位於河套及華南。

4．850hPa 風切線位於華南沿海、台灣及琉球南部海域。

5．850hPa 風切線上於台灣海峽形成封閉的小型低壓波。

6．850hPa 溫度槽(冷舌)由庫頁島向西南伸，經過韓國、黃海、東海到華南，12 日 12 UTC 台北 850hPa 溫度降至 0℃。

7．700hPa 沿長江以南有風切線

8．台北探空鋒面逆溫 860~700hPa 氣溫由 2.5℃上升到 8℃，顯示鋒面強度△T/△P=5.5℃/80hPa=+ 0.7℃/100 m。地面吹 90/18kts，850hPa 吹 140/16kts，700hPa 吹 245/36kts，500hPa 以上均吹 290~300/60~80kts。地面至 500hPa 大氣幾乎均飽和。

（3）4 月份

個案一：

1972 年 4 月 1 日導致台灣低溫之個案分析

1. 低溫情形：

發生時間	61 年 4 月 1 日			
地區	淡水	台北	新竹	宜蘭
最低溫度（℃）	8.6	9.3	8.5	9.5

2. 導致此次低溫之綜觀環境條件：

1.分裂高壓位於長江口，中心氣壓 1038hPa

2.鋒面經過台灣後已斷裂東移

3.850hPa 封閉高壓位於長江口，中心值 1545gpm，台北吹東北東風
4.700hPa 南海有封閉高壓，長江上游有低壓，北緯 30~40 度及東經 110 度有槽線。

個案二：

1974 年 4 月 1 日導致台灣北、中、南破紀錄低溫個案分析

1. 低溫情形：

發生時間	63 年 4 月 1 日						
地區	基隆	台中	嘉義	台南	高雄	宜蘭	花蓮
最低溫度（℃）	9.3	9.6	9.2	10.4	11.6	9.6	12.3

2. 導致此次北、中、南低溫之綜觀條件：

綜合上述，獲知形成此次破紀錄低溫之綜觀環境條件：

1.強烈冷高壓整體南移，經華中到華南
2.伴隨中緯度低壓之鋒面，經過台灣移到巴士海峽，台灣爲陰雨天氣。
3.850hPa 有高壓中心移到華南，850hPa 風切線經過台灣南部，冷舌由東海伸到台灣。
4.700hPa 深槽由日本海經東海、台灣北方近海到雲南，經台灣北部 3060gpm 之槽後等高線，南、北跨 20 個(25-45°N)緯度，吹北北西風，風速 25-30kts。台北位於槽前強烈西南氣流中，水分多幾達飽和。
5.500hPa 深槽線自日本海向西南延伸，經韓國、長江口到華南…沿東經 120 度經線上，多吹北、北北西風，風速 40-50kts，南、北跨 30 個(33-63°N)緯度
6.台北板橋探空顯示，850hPa 溫度爲-0.5 度

個案三：

1996 年 4 月 2-3 日導致台灣北、中、南低溫個案分析

（低溫係伴隨全省及外島顯著春雨情況下發生）

1. 台灣各站最低溫度分布：

發生時間	85 年 4 月 2-3 日									
地區	基隆	台北	淡水	新竹	台中	嘉義	台南	高雄	宜蘭	花蓮
最低溫度（℃）	10.3	10.0	8.8	9.4	10.2	10.5	11.3	13.1	10.8	13.9

（低溫情形）

此個案造成台灣北部近 20 年來多站 4 月份之最低氣溫，且亦形成台灣全省及外島顯著春雨，雨量豐沛。

2. 導致 4 月 2-3 日最低溫度之綜觀環境條件

1.強烈大陸冷高壓南下，鋒面於 4 月 1 日經過台灣移到巴士海峽及南海，並呈徘徊、駐留狀態。

2.850hPa 有顯著風切線位於華南及台灣北方近海。

3.分裂高壓移到長江下游，並在長江口出海。

4.華南、台灣地區及四周海域多爲陰雨天氣，台灣地區低溫主要由冷平流所引起。

5.最低溫度發生於分裂高壓移到長江下游及位於長江口期間。

1980-2005 年 2-4 月台北、台中、台南發生前 20 名最低溫度之變動範圍

		2 月	3 月	4 月
北 Tmix		6.7-8.9	4.3-10.0	10.0-13.3
中 Tmix		6.0-8.5	2.1-9.3	10.2-13.3
南 Tmix	台南	7.9-9.5	6.1-10.9	11.1-14.8
	高雄	8.8-11.3	6.8-12.6	13.1-16.8

由上表顯示，台灣北、中、南絕對最低溫度發生於 3 月，次低爲 2 月份。

三、最高溫度：

(一)1980~2005 年 2~4 月導致台灣北、中、南部地區前 20 名最高溫度發生年月日統計表(依最高溫度排序)

(1) 2 月份

2 月							
台北測站		台中測站		台南測站		高雄測站	
時間	最高氣溫	時間	最高氣溫	時間	最高氣溫	時間	最高氣溫
2001.02.22	30.3	1993.02.21	31.3	2001.02.28	32.1	2005.02.17	32.0
2005.02.15	30.2	2005.02.16	30.9	2005.02.17	31.6	2005.02.15	31.1
1989.02.17	30.0	1989.02.17	30.8	2005.02.16	31.3	2001.02.28	30.9
2005.02.16	29.9	1981.02.23	30.7	2005.02.15	31.2	1981.02.16	30.1
2001.02.23	29.7	2004.02.29	30.4	1999.02.01	30.6	2003.02.15	30.0
2003.02.26	29.6	2005.02.15	30.1	1980.02.19	30.4	2005.02.16	30.0
2004.02.29	29.3	2001.02.23	30.0	1999.02.25	30.4	2003.02.22	29.9
2004.02.21	29.2	1999.02.18	29.8	1993.02.07	30.3	1982.02.19	29.8

1999.02.26	28.9	1996.02.15	29.7	1998.02.20	30.3	1984.02.22	29.7
2004.02.28	28.8	2003.02.26	29.7	1998.02.16	30.2	1984.02.23	29.7
1996.02.14	28.5	2003.02.16	29.3	1981.02.16	30.1	1982.02.20	29.6
2002.02.28	28.5	1991.02.28	29.2	2001.02.23	30.1	1991.02.13	29.6
1987.02.11	28.4	1993.02.27	29.2	1999.02.26	30.0	1998.02.18	29.6
2003.02.22	28.1	1999.02.26	29.2	2005.02.07	30.0	1999.02.27	29.6
1980.02.29	28.1	1987.02.12	29.1	1998.02.14	29.8	2004.02.28	29.6
1991.02.28	28.1	1996.02.14	29.0	1993.02.21	29.7	2004.02.29	29.6
1998.02.19	28.1	1991.02.09	28.9	1981.02.23	29.6	2003.02.27	29.5
1990.02.22	27.9	2004.02.22	28.9	1989.02.16	29.6	1998.02.16	29.4
1992.02.29	27.9	2004.02.28	28.9	1994.02.15	29.6	2005.02.07	29.4
2004.02.17	27.9	1984.02.23	28.8	2001.02.24	29.6	1985.02.08	29.3

(2) 3 月份

3 月							
台北測站		台中測站		台南測站		高雄測站	
時間	最高氣溫	時間	最高氣溫	時間	最高氣溫	時間	最高氣溫
1988.03.14	32.5	1996.03.17	33.9	1999.03.19	34.2	1980.03.31	32.6
1987.03.07	32.3	1999.03.18	32.8	2005.03.27	33.3	1980.03.18	32.4
2001.03.24	32.2	2001.03.24	32.5	1996.03.17	33.2	1999.03.19	32.3
1996.03.15	31.8	2003.03.03	32.5	1999.03.18	33.2	2005.03.28	32.3
1999.03.19	31.8	1998.03.09	32.4	1996.03.29	32.8	1982.03.21	32.2
202.03.21	31.8	1992.03.15	32.3	2005.03.22	32.7	1982.03.20	32.1
1988.03.13	31.6	1980.03.08	32.2	1996.03.15	32.6	2000.03.24	32.1
1993.03.26	31.4	1988.03.14	32.1	1999.03.20	32.6	1980.03.29	31.8
1998.03.27	31.3	1996.03.15	32.1	1999.03.25	32.5	1993.03.17	31.8
1991.03.08	31.2	1999.03.19	32.1	2001.03.17	32.5	1999.03.25	31.8
1996.03.16	31.2	1998.03.27	32.0	1996.03.16	32.4	1980.03.07	31.6
1996.03.17	31.1	1991.03.11	31.6	1980.03.31	32.3	1987.03.24	31.6
1999.03.26	31.1	1993.03.24	31.6	1999.03.26	32.3	2001.03.20	31.4
1993.03.24	31.0	1999.03.26	31.6	1980.03.22	32.2	1999.03.18	31.3
1983.03.23	31.9	1987.03.23	31.5	1988.03.13	32.2	1982.03.19	31.2
1991.03.11	30.9	1993.03.26	31.5	1992.03.15	32.1	1984.03.19	31.2
1980.03.28	30.8	1999.03.25	31.5	2001.03.20	32.1	1993.03.15	31.2
1992.03.16	30.8	1981.03.24	31.4	2001.03.25	32.1	1981.03.24	31.1
1990.03.24	30.7	1991.03.08	31.4	1980.03.29	32.0	1996.03.15	31.1
1999.03.05	30.6	1996.03.16	31.4	1996.03.31	32.0	1999.03.20	31.1

(3) 4 月份

4 月							
台北測站		台中測站		台南測站		高雄測站	
時間	最高氣溫	時間	最高氣溫	時間	最高氣溫	時間	最高氣溫

1998.04.24	35.6	2002.04.16	34.7	1994.04.23	35.3	2002.04.20	33.3
2005.04.30	35.0	1991.04.18	34.4	1994.04.28	35.3	2002.04.23	33.3
1994.04.25	34.9	1991.04.28	34.1	1994.04.26	35.1	1981.04.08	33.1
2003.04.23	34.0	1983.04.28	33.9	1994.04.24	35.0	1982.04.02	33.1
1993.04.24	33.9	1995.04.22	33.9	2005.04.30	35.0	2001.04.21	33.1
1991.04.18	33.7	1994.04.25	33.6	1994.04.25	34.6	1983.04.26	33.0
1992.04.29	33.7	1998.04.12	33.6	1994.04.27	34.5	1983.04.27	33.0
2002.04.06	33.7	2002.04.22	33.3	1994.04.29	34.5	2001.04.28	33.0
2003.04.02	33.7	2002.04.23	33.2	2005.04.21	34.5	1980.04.05	32.9
2001.04.30	33.6	1984.04.04	33.1	1994.04.22	34.3	1983.04.28	32.8
1995.04.14	33.5	2001.04.30	33.1	2001.04.30	34.3	2001.04.29	32.8
2001.04.28	33.5	1998.04.24	32.9	2005.04.23	33.9	2005.04.23	32.8
2002.04.16	33.5	2002.04.21	32.9	2005.04.24	33.8	2005.04.30	32.8
2004.04.21	33.5	1991.04.17	32.8	1994.04.19	33.7	1983.04.25	32.7
1991.04.12	33.4	1991.04.2	32.8	2001.04.29	33.7	1999.04.10	32.7
2001.04.29	33.4	1987.04.26	32.7	2005.04.25	33.7	2002.04.16	32.7
2003.04.29	33.4	1991.04.16	32.7	1995.04.28	33.6	1980.04.06	32.6
2003.04.28	33.3	2001.04.29	32.7	2005.04.11	33.6	1981.04.29	32.6
2004.04.20	33.3	2002.04.20	32.7	2005.04.22	33.6	1989.04.19	32.6
2004.04.22	33.3	1994.04.18	32.6	1994.04.30	33.5	2000.04.26	32.6

(二)對 2-4 月導致最高溫度個案分析

(1) 2 月份

個案一：

2005 年 2 月 15-17 日台灣北、中、南高溫個案分析

1. 溫度情形：

日期	台北	台中	台南	高雄
2/15	30.2	30.1	31.2	31.1
2/16	29.9	30.9	31.3	30.0
2/17			31.6	32.0

2. 形成極端高溫之綜觀條件：

A. 地面低壓及鋒面系統自日本經東海南部、台灣北方近海上到華南。

B. 高壓出海變性，太平洋高壓位於日本東南方海上，脊線向西南伸，經呂宋島、巴士海峽至南海。

C. 850hPa 出海高壓向東移到日本東南方海上，脊線向西伸到菲律賓北部及南海。

D. 台灣位於低壓鋒面帶之南及太平洋高壓脊線之北。

個案二：

1996 年 2 月 14-15 日導致台北、台中、高雄高溫高溫實例分析

1. 溫度情形：

日期		北	中	南

2/14	預測	24	28	29
	實際	28.5	29	27.1
	ΔT	+ 4.5	+ 1.0	- 1.9
2/15	預測	23	28	29
	實際	24.7	29.7	26.6
	ΔT	+ 1.7	+ 1.7	- 2.4

2. 形成高溫之綜觀環境條件：

A. 高壓位於在台灣東方海上，脊線向西伸，經過巴士海峽到海南島東方。

B. 低壓中心位於長江下游，鋒面位於華南。

C. 台灣位於低壓及相伴鋒面南方，與日本南海高壓西伸脊線之北方。

D. 台灣吹南來氣流，暖平流顯著。

個案三：

2001 年 2 月 22-23 日南海熱帶低壓導致台北-台中高溫實例分析

1. 溫度情形：

日期		北	中	南	
				高雄	台南
2/22	預測	26	26		
	實際	30.3	27.4	28.9	28.7
	ΔT	+ 4.3	+ 1.4		
2/23	預測	24	24		
	實際	29.7	30.0	28.4	30.1
	ΔT	+ 5.7	+ 6.0		

2. 形成高溫之綜觀環境條件：

A. 台灣位於鋒面以南及熱帶低壓以北間，正被高壓脊線所控制。

B. 台灣位於鋒面以南。

C. 台灣位於熱帶低壓以北，例如南海及菲律賓附近的海面。

D. 台灣受太平洋高壓西伸的脊線所控制。

個案四：

2004 年 2 月 28-29 日同步導致台北、台中、高雄最高溫度個案分析

1. 溫度情形：

日期		北	中	南	
				高雄	台南
2/28	預測	27	26	27	
	實際	28.8	28.9	29.6	28.9

	△	1.8	2.9	2.6	
2/29	預測	28	27	27	
	實際	29.3	30.4	29	28.5
	△	1.3	3.4	2.0	

2. 形成高溫之綜觀環境條件：

A. 低壓鋒面位於東海台灣北方海上及華南。

B. 出海變性高壓位於日本東方海上脊線向西南伸展到台灣及巴士海峽。

C. 台灣位於鋒面以南及高壓脊線以北之暖空氣中。

D. 台灣盛行南來氣流，暖平流顯著。

(2) 3 月份

個案一：

1999 年 3 月 18-20 導致台北、台中、台南高溫之分析

1. 溫度情形：

	北	中	南	
			高雄	台南
3/18		32.8(2)	31.3(14)	33.2
3/19	31.8(5)	32.8(10)	32.3(3)	
3/20			31.1(20)	

2. 形成高溫之綜觀環境條件：

A. 太平洋高壓位於日東方海面。

B. 脊線向西南延伸到巴士海峽。

C. 低壓及鋒面位於東海與台灣北部海上到華南沿海。

D. 台灣位於鋒面以南及高壓脊線以北之暖空氣中。

個案二：

1999 年 3 月 25-26 日導致台北、台中、高雄高溫之分析

1. 溫度情形：

	北	中	南	
			高雄	台南
3/25		31.5(17)	31.8(10)	32.5
3/26	31.1(13)	31.6(14)		32.3

2. 形成高溫之綜觀環境條件：

A. 低壓及相伴之鋒面位於東海，台灣北方海上級華南地區

B. 廣東海南島有低壓

C. 出海高壓位於日本東方太平洋上，其後脊向西南、南、西南西延伸，經過巴士海峽。

D. 台灣位於鋒面南方及太平洋高壓脊線以北之西南氣流中

(3) 4 月份

個案一：

1998 年 4 月 22-24 日導致台北、台中、高雄高溫之個案分析

1. 高溫情形：

日期		北	中	南
4/24	預測	31	31	31
	實際	35.6	32.9	
	△	4.6	1.9	

2. 形成極端最高溫度之綜觀條件：

綜合以上分析，導致此次台灣高溫，尤其名列台北 25 年來第一名 35.6℃高溫的綜觀條件爲：

A. 出海高壓向東、東北東移動，移速很慢、強度不斷增強中心氣壓由 1800Z 之 1019hPa 至 2400Z 增強到 1030hPa，上升 11 hPa。脊線向西南伸經菲律賓東方到南海。

B. 長度超過 2-3000 公里之顯著低壓及鋒面系統，由大陸向南位移速度相當慢，移到台灣北方近海。

C. 台灣處於低壓及鋒面帶以南與太平洋高壓脊線之間。

D. 台灣盛行氣流由偏南，隨著鋒面趨近台灣北部而漸轉爲西南。

E. 台北絕對最高溫度 35.6℃，係出現於午後鋒面到達台灣前，西部氣壓較東部爲高情況下。

1980-2005 年 2-4 月台北、台中、高雄發生前 20 名最高溫度之變動範圍

		2 月	3 月	4 月
北 Tmax		30.3-27.9	32.5-30.6	35.6-33.3
中 Tmax		31.3-28.8	33.9-31.4	34.7-32.6
南 Tmax	台南	32.1-29.6	34.2-32.0	35.3-33.5
	高雄	32.0-29.3	32.6-31.1	33.3-32.6

3.濃霧個案分析

經由對台灣西部地區及金門、馬祖之濃霧統計分析獲知，台灣西部及金馬外島同步發生的個案很多，濃霧單獨發生於台灣西部及單獨發生於金門、馬祖外島的個案更多，因限於時間，僅能擇具有代表性及特殊性之個案分析如下：

(一) 台灣西部與金門、馬祖外島同步發生濃霧個案分析

◆ 1997 年 2 月 25—28 日導致台灣西部及金門、馬祖同步發生濃霧個案分析

一、 1997 年 2 月 18 日前，台灣全區連續發生三波（2 月 1—5 日、6—8 日及 15—18 日）顯著降雨，雨量相當多，台北累積雨量 200mm 以上，高雄近 90mm。自 2 月 19 日起，除 3 月 1—3 日台灣東北部及北部山區有些雨外，台灣出現持續性良好天氣到 3 月 16 日，一般雲量不多，風力不強，台灣西部及金門、馬祖發生濃霧的機會明顯增加，特別是 2 月 25—28 日，台灣西部及外島連續發生了濃霧，不少氣象站的能見度都在 100 公尺（因爲按世界氣象組織【WMO】規定，濃霧時天空狀況不明，VIS 爲 100 公尺），特別是 2 月 28 日的濃霧，可說已到伸手不見五指的情形，涵蓋面積很大，連北方海上的彭佳嶼氣象站 8 時的壓溫資料都是濃霧，天空狀況不明。此濃霧期間對各項交通及海上船艦作業均大受影響。很多國內外班機都無法起降而大亂。

二、 導致 2 月 25—28 日的綜觀環境分析：

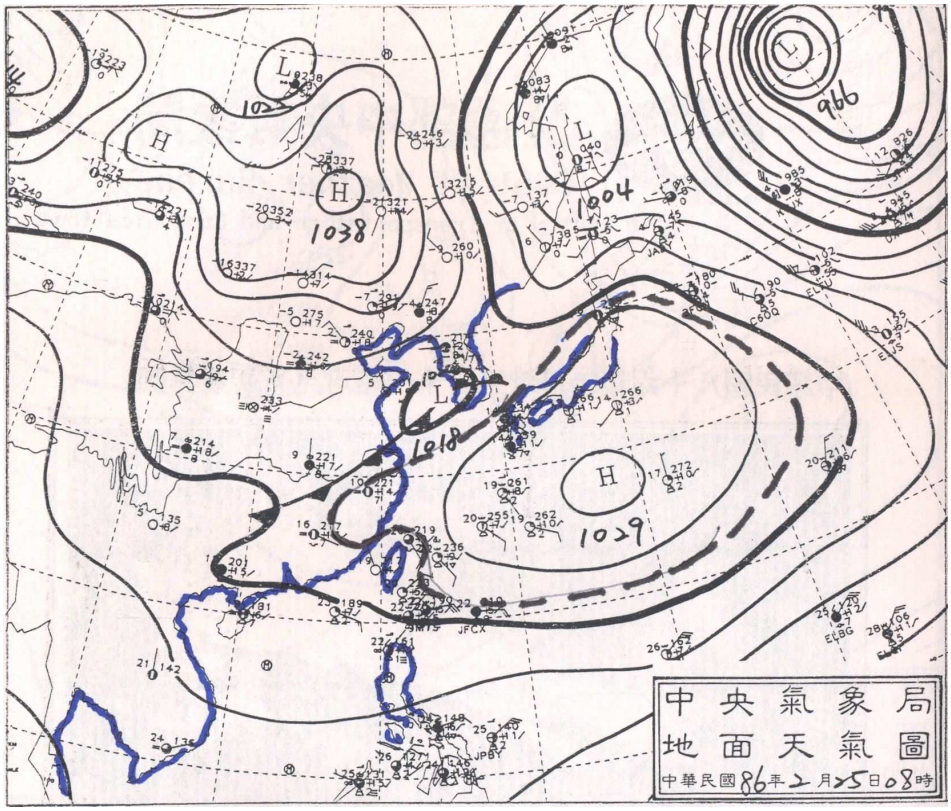
2 月 19 日 00Z 中心強度 1031hPa 高壓移到長江，漸次出海，隨後不斷有高壓移到日本及日本南方海上，25 日黃海南部有低壓鋒面自中心向西南延伸經長江口，日本南方高壓脊線向西伸經台灣北方海上到福建，台灣東方海上吹東南偏東風，台灣西部及金門、馬祖均發生濃霧，25 日 00Z 地面天氣圖如圖所示。隨後 26—27 日長江流域均有鋒面活動，台灣北方均爲出海高壓的脊線所影響，台灣地區濃霧持續。2 月 28 日，原在內蒙向東移動的低壓中心已移至大陸東北，其鋒面自中心向西南延伸經長江口到雲南，高壓中心位於日本近海，中心氣壓 1030hPa，此高壓脊線向西南西伸，經過台灣到廣東西部，福建、廣東交界處有封閉高壓，中心氣壓 1022hPa，28 日 00Z 地面天氣圖詳如圖所示。

綜合上述地面圖之分析，獲得導致台灣西部及金門、馬祖地區同步發生濃霧之綜觀環境條件如下：

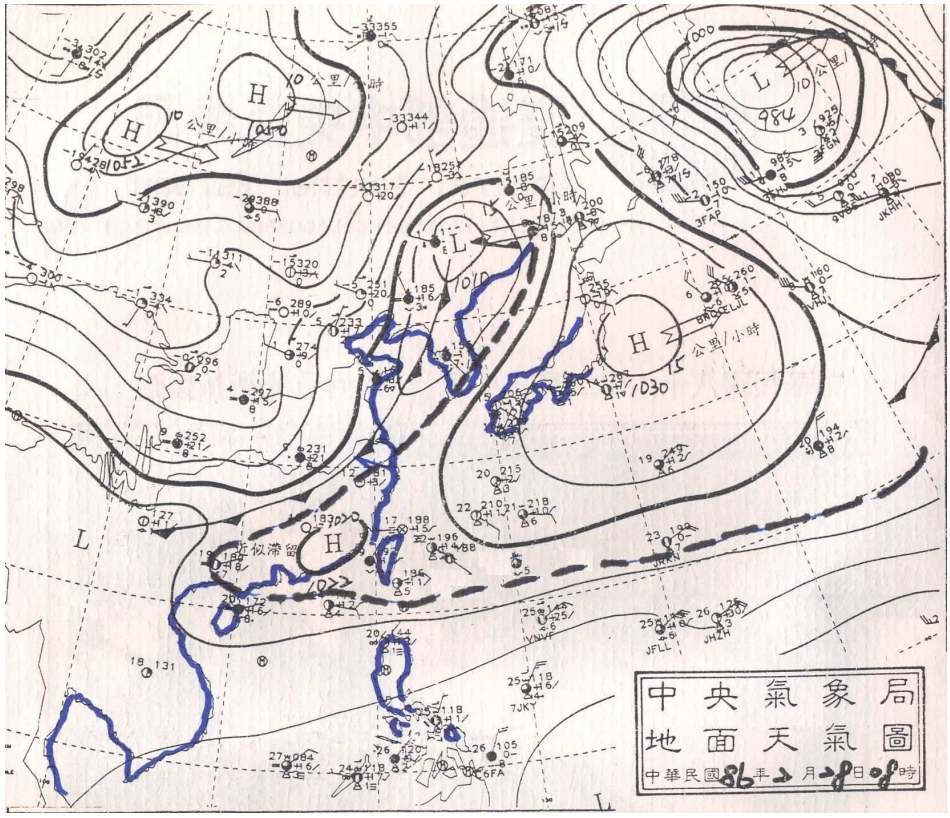
1. 連續有高壓中心出海或自較高緯度移到日本及其東方、 南方海域。高壓脊線向西南西或西南方伸到台灣北方近海及福建。
2. 長江流域、東海北部、韓國至大陸東北一帶，有低壓活動，其鋒面向西南延伸經長江到湖南、廣西。
3. 台灣位於鋒面南方，和出海高壓脊線伸到福建的情況下，台灣東方石垣島、宮古島吹東南偏東風，風速 10kts 左右，暖平流相當明顯。
4. 台灣南、北氣壓梯度小，一般風力微弱，台灣西部有相對性低壓中心，但天氣良好，晚間及清晨地面長波輻射顯著。

1997 年 2 月 25—28 日 8 時地面天氣圖詳如下圖所示：

2 月 25 日 8 時



2 月 28 日 8 時



（二）台灣西部濃霧個案分析

◆ 1988 年 3 月 11 日個案

一、1988 年 3 月 10 日起，台灣西部多個測站發生濃霧，如桃園、清泉崗能見度皆小於 100 公尺，3 月 11 日，自 00LST 起，台灣整個西部地區發生濃霧，即自台北松山至高雄靠台灣海峽很近的清泉崗及嘉義能度均在 100 公尺及以下，霧之濃度隨時間而擴大，天氣狀況不明，當時所有飛機全部停航，地面陸上交通亦大受其影響。到了 9 時以後，因太陽輻射增溫，濃霧漸減，能見度漸增。此個案濃霧期間，金門、馬祖外島並無濃霧出現。

二、台灣西部濃霧發生時間及能見度(公尺)

時間 / 測站	01L	02L	03L	04L	05L	06L	07L	08L	09L	10L
台北松山	VIS 1600							800		
中正機場	800		1000-1200				400	100	1400	
桃園	100		400						100	1200
新竹	800						200		600	1200
CCK	100								400	
台中	400	100 無風								
嘉義	100 C.O								200	400
水溪						100				
台南	1600→1200		800				100	200		
岡山	1600	1200					100	200	1600	

高雄	3000				2500	1600	100	200		
屏北	4800					1000				
馬公							800			
測站 / 時間	**01L**	**02L**	**03L**	**04L**	**05L**	**06L**	**07L**	**08L**	**09L**	**10L**

由表可知，台灣西部濃霧，北自桃園及中正機場經台中、清泉崗、嘉義、台南、到岡山，很多站的能見度均在 100 公尺以下。

三、 綜觀天氣圖特徵：

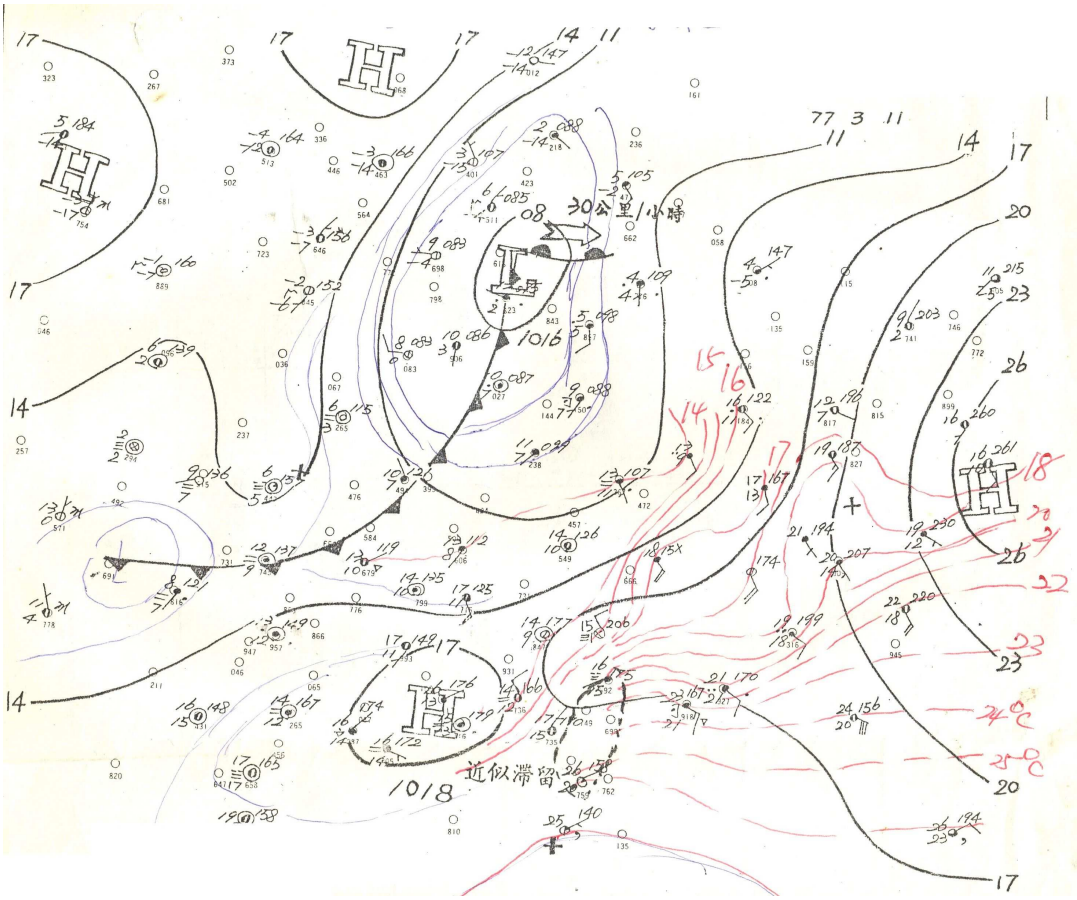
(1)地面大陸出海高壓已移到日本東南方海上，即北緯 33 度及東經 148 度，其西南方之脊線向西南伸到琉球及台灣北部，與另一位於華南之高壓相連接。

(2)低壓中心位於北緯 38 度及東經 117 度，在河北境內，中心氣壓 1006hPa 向東移動，冷鋒自此中心向西南延伸經湖北到貴州省。

(3)台灣受此低壓鋒面南方之暖區，日本東南方高壓西伸脊線所控制。台灣東方海上石垣島及宮古島吹東南偏東風。

(4)台灣地區 3 月 11 日 08LST 之氣壓介於 1017.5 至 1015.8hPa 之間，南北氣壓梯度很小，一般風力微弱，台灣西部有相對性低壓，天氣良好，晚間及清晨地面長波輻射冷卻顯著，利於濃霧的發生。

(5)1988 年 3 月 11 日 00Z 之綜觀地面天氣圖如下：



台灣地區大霧天氣圖類型

(三) 金門、馬祖外島濃霧個案分析

1984 年 4 月 3-5 日個案

1. 概述：

金門、馬祖二站春季之濃霧，由二月起至四月不斷增加，能見度小於 100 公尺之濃霧，以馬祖爲最多，這些濃霧單獨發生和同步發生的個案均很多。金門濃霧最長持續時間，亦隨月份而增加。金門、馬祖 2-4 月濃霧持續最長時間如下表：

金門、馬祖 2-4 月濃霧（VIS≦100 公尺）持續最長時間表		
月 ＼ 測站	金門	馬祖
二月份	**19 小時** 1989 年 2 月 16 日 18L —17 日 13L	**40 小時** 1990 年 2 月 18 日 17L —20 日 09L
三月份	**39 小時** 1983 年 3 月 22 日 17L —24 日 08L	**23 小時** 1985 年 3 月 7 日 11L —8 日 10L 1993 年 3 月 25 日 15L —26 日 14L
四月份	**41 小時** 1984 年 4 月 3 日 17L —5 日 10L	**24 小時** 1994 年 4 月 24 日 11L —25 日 11L

金門 1984 年 4 月 3 日 17—5 日 10L 發生的濃霧，馬祖亦同步發生，但有間斷。其能見度小於 100 公尺之濃霧時間如下：

1984 年 4 月 3 日 16—4 日 02L、(停留 2 小時)、4 月 4 日 04—11L、(停留 4 小時)、4 日 15—5 日 06L、(停留 2 小時)、5 日 08—10L、(停留 4 小時)、5 日 14—18L。

現以此持續時間最長的個案，作分析如下：

2. 綜觀天氣分析：

(1) 地面圖

0212Z 地面高壓位於日本海，中心氣壓 1020hPa，低壓中心位於 29 °N 1000hPa 114 °E。

0300Z 原在日本海之高壓中心已移到日本東方海上，中心氣壓 1029hPa，地面駐留鋒位於華南，華南及東海分別有兩個低壓中心，鋒面在北緯 28 度以南之華南地帶駐留。

0312Z 高壓仍位於日本東方海上，低壓在浙江境內，駐留鋒位於北緯 28 度以南之華南。

0400Z 地面低壓位於東海及華南，即北緯 31 度、東經 127 度及北緯 28 度、東經 115 度。華南鋒面經過北緯 28 度、東經 118 度及北緯 25 度、東經 110 度。

0412Z 低壓中心位於北緯 33 度及東經 128 度，其鋒面自中心起向西南延伸，經北緯 27 度、東經 120 度及北緯 25 度、東經 110 度，已靠近台灣北部。

0500Z 低壓已移到日本南方近海，中心氣壓 996hPa，其冷鋒自中心起經過台灣北部近海到廣西。此鋒面於 5 日 10 時左右通過金門，金門、馬祖濃霧消失。

(2) 福建金門、馬祖上空之風向風速(kts)

氣壓 \ 時間	0212Z	0312Z	0412Z
850hPa	220/20	220/25-30	230/30-35
700hPa	230/25-30	230/30-35	240/40-50
500hPa	270/35-50	270/50-60	260/50-60

3. 分析所獲要點：

從以上分析，獲得導致金門、馬祖長時間濃霧之綜觀及中尺度條件如下：

(1) 在長江以南之華南及東海一帶，始終有低壓及鋒面活動。

(2) 日本、日本東方及南方海上有高壓脊線向西南伸到菲律賓中部及呂宋島一帶。

(3) 福建、廣東均處於鋒面前方之暖區中。

(4) 金門、馬祖上空 850、700hPa 均有顯著西南風之低層噴流，850-700hPa 風速 20-50kts，暖平流非常顯著。

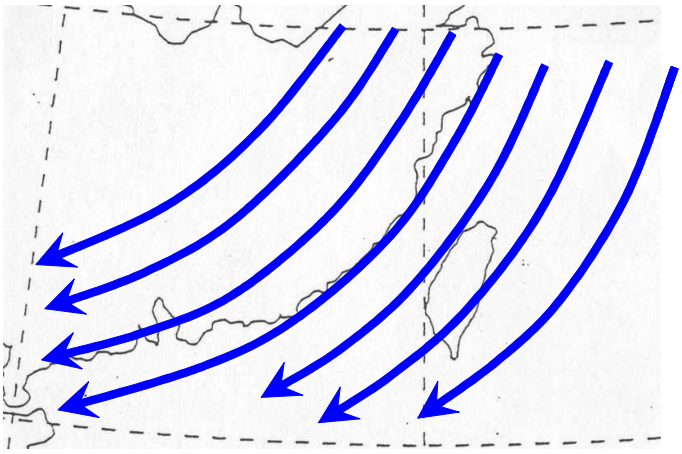
研究成果之二：綜觀概念模式圖/預報校驗卡

經由對台灣春季出現各種特殊天氣之個案分析研究所獲成果，以及家忠從事實際氣象工作與大學教授氣象所累積之天氣預報經驗，發展下列台灣春季預報綜觀概念模式圖及其預報校驗卡。

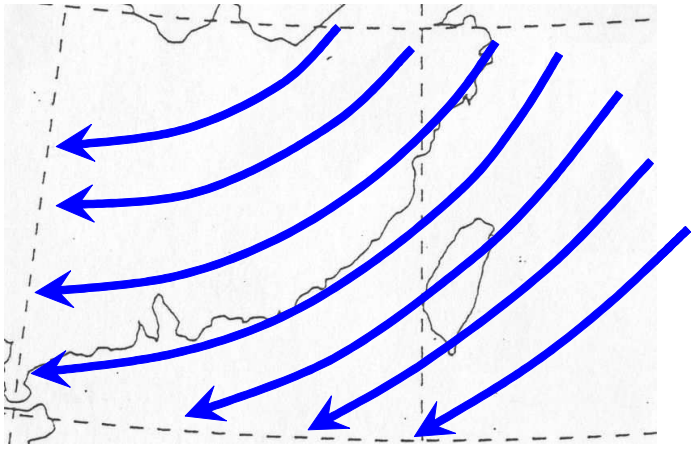
爲了對台灣未來天氣有概念性的了解，是否會有雨？列出關鍵地區判定台灣天氣概念模式圖。

a、b、c 三型顯著降雨機率很高。

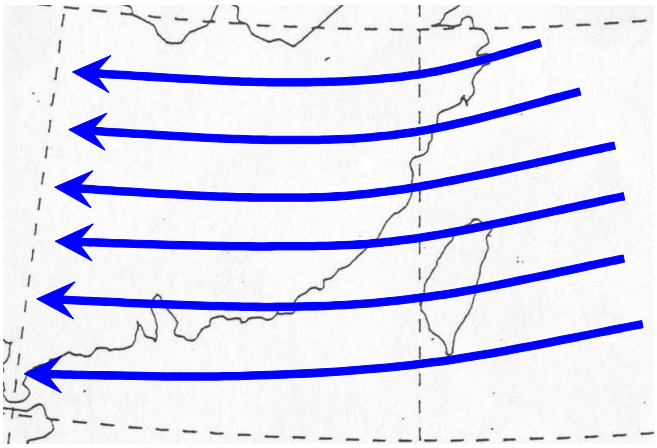
關鍵地區判定台灣天氣概念模式圖



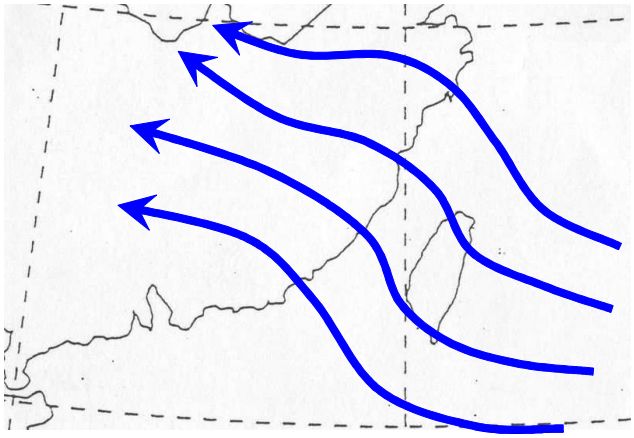
a.最陰冷伴有降水



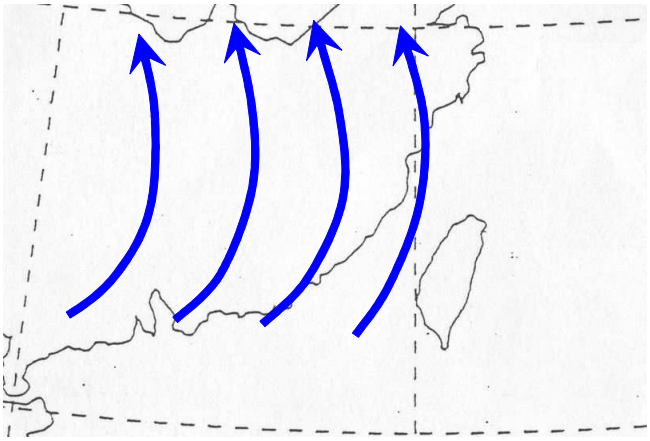
b. 陰冷伴有降水型



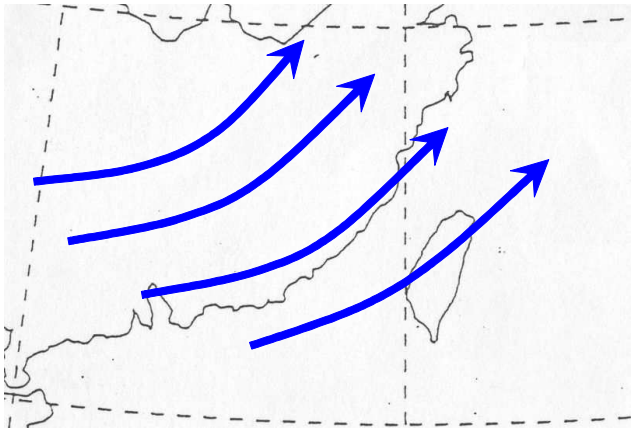
c. 等壓線密集有降雨機會型



d. 天氣變暖?東部有局部雨?
西部有濃霧機會型



e. 天氣暖和?東南部、南部
有局部雨機會型



f. 氣溫較高?西部有局部雨?
金馬有濃霧機會型

一、　預測台灣春季顯著春雨預報概念模式圖/預報校驗卡

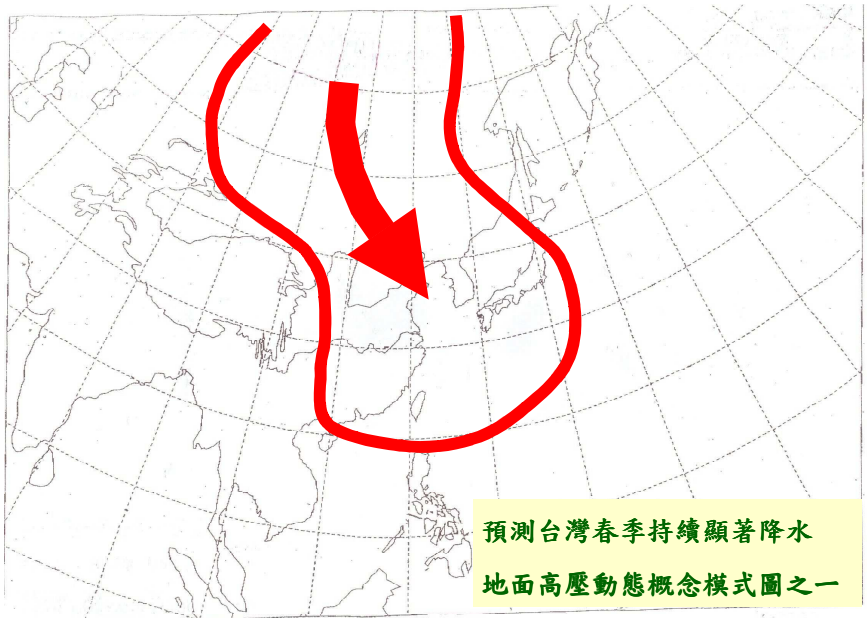
台灣顯著春雨的主宰者，是中、高緯度的大陸冷高壓。台灣是否有顯著春雨？以及顯著春雨持續性如何？可從中、高緯遠距離氣壓系統來決定。

一般有三種情況：

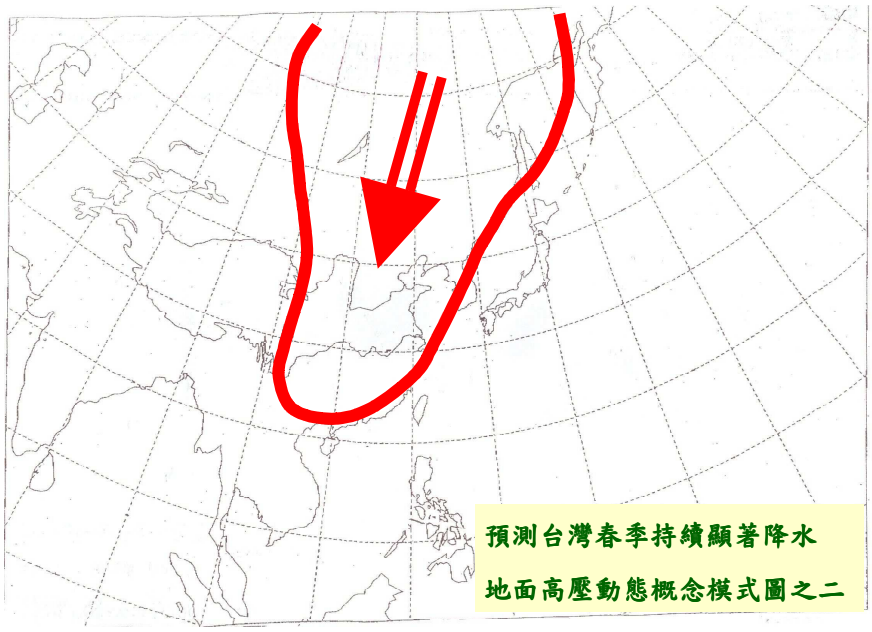
1. 強烈極地大陸高壓向東南偏南、東南移動，脊線伸向華南、東海地區。【如圖 2】
2. 強烈高壓中心自貝加爾湖以東及俄羅斯東北部向西南伸展，脊線伸向華南地區。【如圖 3】
3. 貝加爾湖西方高壓（亦稱蒙古）與俄羅斯東北部高壓聯合而成之高壓。【如圖 4】

（一）台灣全島顯著春雨預報概念模式圖/預報校驗卡

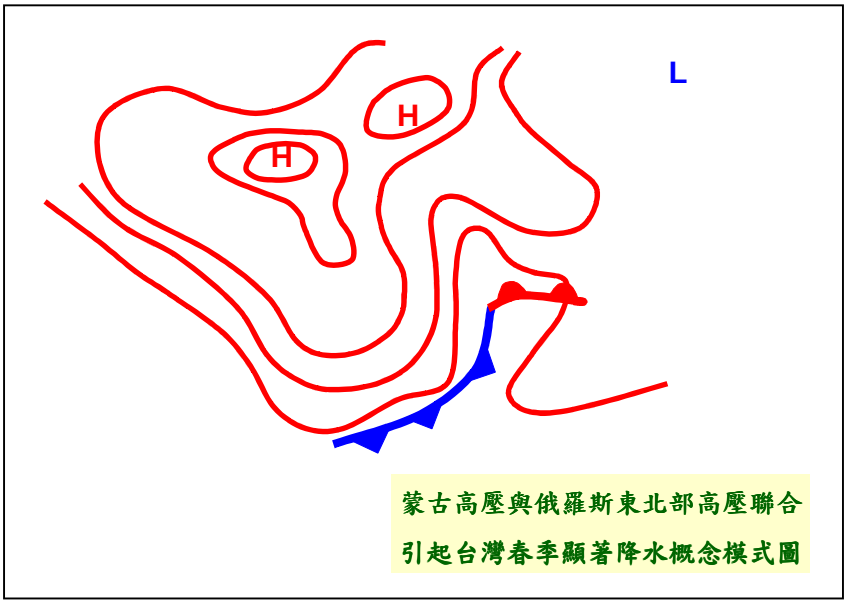
a. 強烈極地大陸高壓脊線伸向華南型



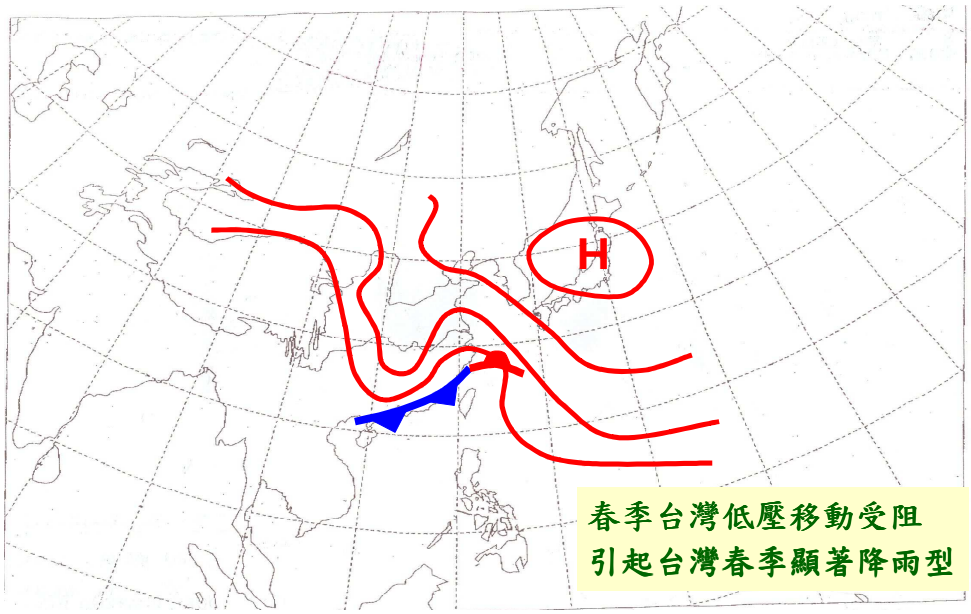
【圖 2】


預測台灣春季持續顯著降水
地面高壓動態概念模式圖之二

【圖 3】


L
H
H
蒙古高壓與俄羅斯東北部高壓聯合
引起台灣春季顯著降水概念模式圖

【圖 4】



【圖 5】

全島春季顯著春雨概念模式圖：

如圖 6 所示，a、b、c、d、e、f 六種類型，每種均有顯著降水機率，所

導致台灣全島春季顯著降水概念模式圖

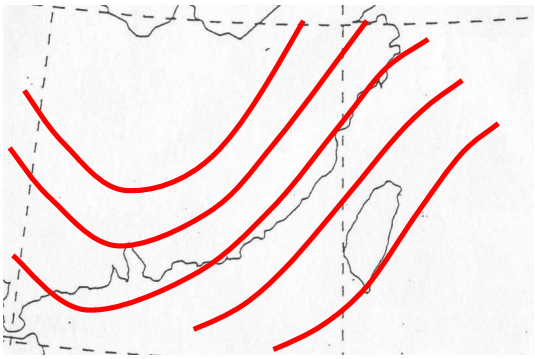


圖 6.a 寒冷顯著

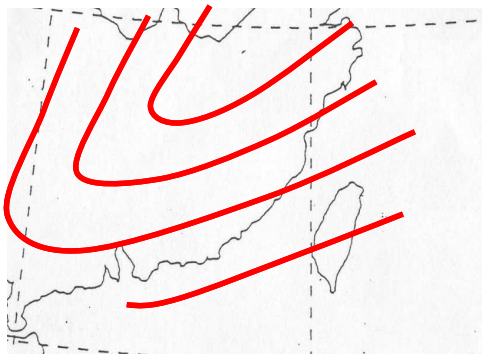


圖 6.b 陰冷顯著

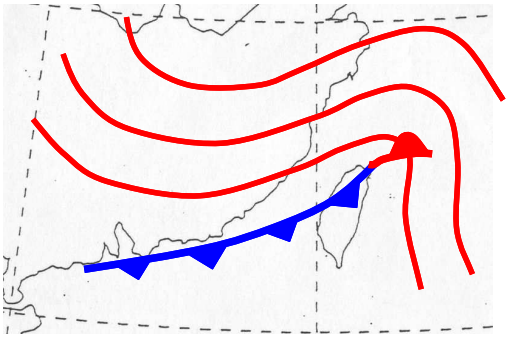


圖 6.c 台灣低壓去路受阻顯著降水型

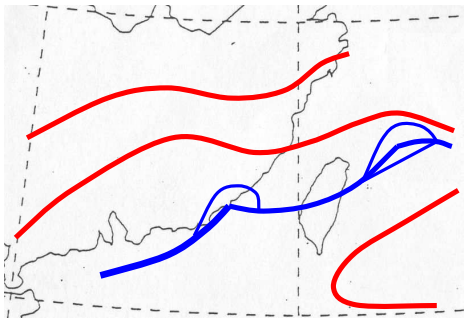


圖 6 .d 台灣波動顯著降水型

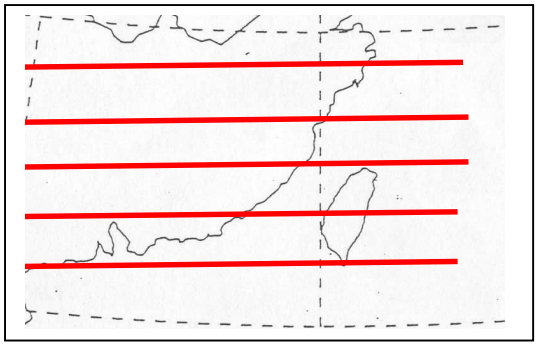


圖 6.e 華南東海等壓線密集降水型

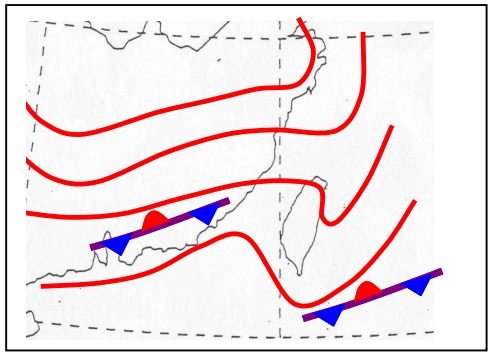


圖 6.f 華南沿海駐留鋒顯著降水型

【台灣全島顯著春雨概念模式圖】

如圖 7，a.（925hPa）、b.（850 hPa）、c.（700 hPa）、d.（500 hPa）縮成一張圖。

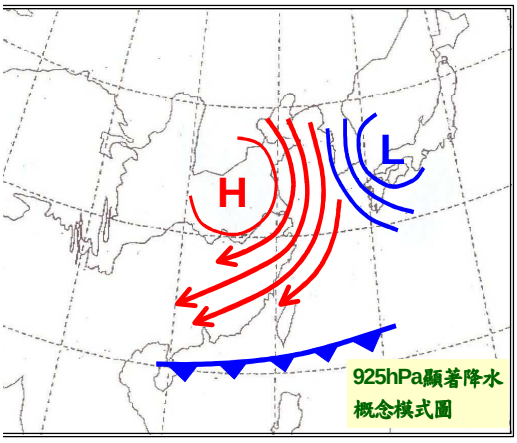


圖 7.a

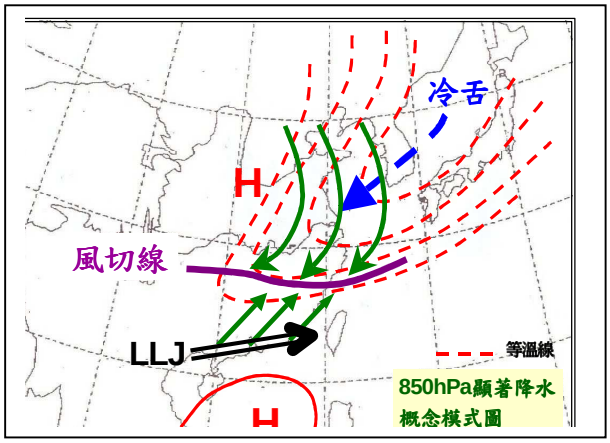


圖 7.b

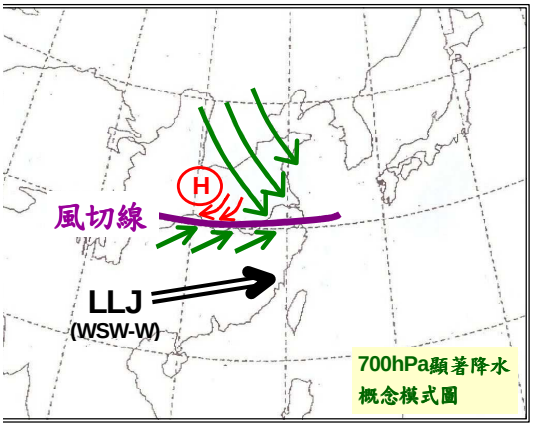


圖 7.c

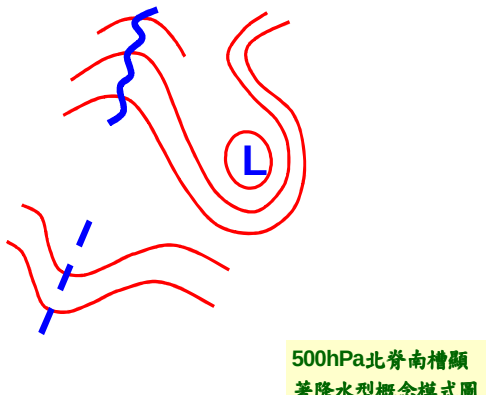


圖 7.d

台灣地區春季顯著降水預報校驗卡

氣壓系統		導致台灣顯著降水因子	是	否
地面系統	1.低壓系統	(1)低壓形成位置在四川、長江流域，有利於台灣區之降水。 (2)台灣北方或東北方形成台灣低壓。 (3)中緯度低壓中心位於日本、日本海、日本南部及東北部海上。	□ □ □	□ □ □
	2.鋒面通過台灣，或駐留台灣、巴士海峽及南海北部	1. 生成於長江上、中游向東北東、東移動所伴隨的鋒面。 2. 生成於福建、台灣及附近海上低壓之鋒面。 3. 東北東至西南西走向或呈東西走向者，鋒面一般移動較慢甚至徘徊、駐留，降水持續時間較久，最利於降雨。 4. 鋒面末(尾)端伴隨有雲貴低壓，一般移動較慢，每利於鋒面駐留，最利於降水。	□ □ □ □	□ □ □ □
	3.地面高壓強度、長軸走向	1.高壓中心長軸自貝加爾湖東北方、東方向南延伸到華中、華南，在北緯 40~60 度及東經 115~130 度 2.高壓主軸自中國東北地區向東南伸向日本，中心在北緯 30~40 度，長軸呈東西向，控制華中、東海及日本 3.貝加爾湖強烈高壓與俄羅斯東北部高壓相銜接，伸向華南及日本。	□ □ □	□ □ □
	4.到達台灣的等壓線上游走向	1. 北緯 50 度-60 度上，經度 140-150。E	□	□
	5.華南雲雨情況	華南大範圍降水區	□	□
高空系統	925hPa	1. 山東、山西有封閉高壓中心。 2. 日本海有低壓中心 3. 黃海、東海及台灣北部地區吹西北、北、東北、東風，並有低層噴流軸，此東北風低層噴流（或通稱東風低層噴流）移到台灣。 4. 台灣地區吹東北或東風。	□ □ □ □	□ □ □ □
	850hPa	1.風切線位於華南、台灣北方海上或台灣本島。 2.風切線上形成低壓波，位於福建、台灣海峽。 3.850hPa 封閉高壓中心位於山東、江蘇地區或東經 125 度以西之海上。 4.風切線以北之東海地區有北、東北、東風並有低層噴流軸。 5.850hPa 中緯度低壓位於日本海或其北邊。	□ □ □ □ □	□ □ □ □ □
	700hPa	1.沿長江流域有明顯風切線。 2.風切線以北之 30-40^{0}N，110-130^{0}E 範圍內吹顯著西北風。 3.風切線以北小型封閉高壓東移。 4.風切線以南之華南地區吹偏西風，並有低層噴流。 5.南支槽活動。	□ □ □ □ □	□ □ □ □ □

	500hPa	1.低壓位於日本海、日本及東北部海上。 2.中緯度槽線顯著，位於日本海、日本及東海。 3.北緯 50 度及東經 80-100 度範圍內有顯著脊線，在北緯 18-30 度及東經 80-100 度範圍內，有槽線即北脊、南槽台灣多雨型。 4.大陸華中、華南有顯著西北風。	□ □ □ □ □ □ □ □
	300hPa	1.上對流層噴流位置偏南。	□ □
	台北探空	1.低層 870-750hPa 有顯著鋒面逆溫。 2.低層吹東、東北風。 3.850hPa 吹東—東南風〈東南風台灣春季雨祖宗，俞註〉。 4.700hPa 吹偏西風，風速大於 20kts 以上。 5.700hPa 向上，吹西北風，風速大。 6.空氣中水氣豐沛。	□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

（二）台灣北部/東北部顯著春雨預報概念模式圖/預報校驗卡

台灣北部/東北部春季顯著降水，不論雨量或雨日，一般均比台灣任何氣象站爲多（不考慮山區自動雨量站）

根據個案調查分析，台灣全島顯著降水，絕大多數個案的雨量均以北部爲最多，所以全島顯著降水模式圖亦適用於台灣北部。

爲北部/東北部春季顯著降水之長江口高壓型（或分裂高壓）

圖 8 爲台灣北部/東北部顯著降水之概念模式圖：8a-f

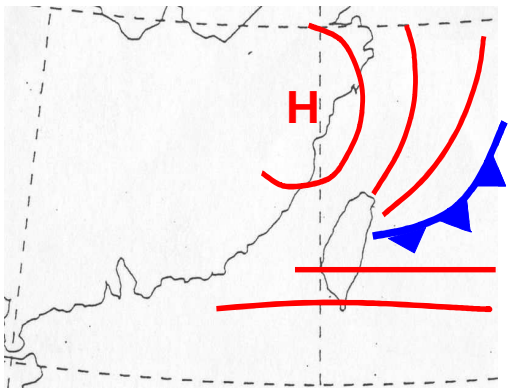


圖 8.a

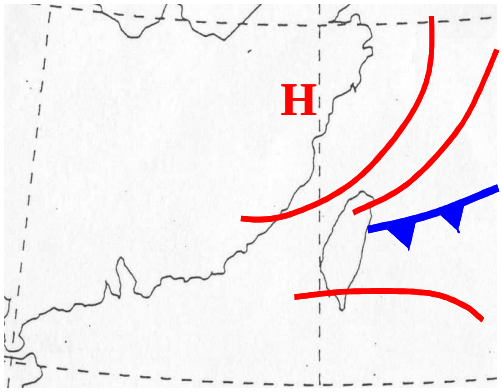


圖 8.b

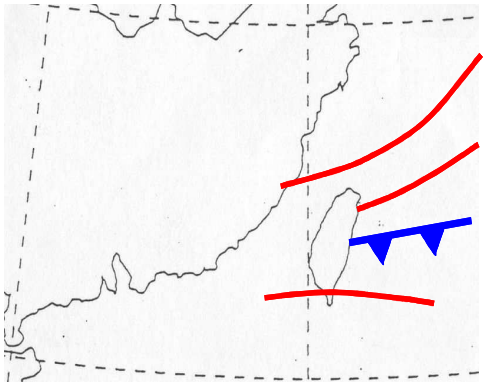


圖 8.c

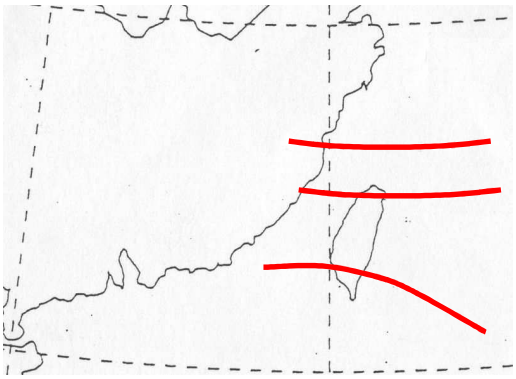


圖 8.d

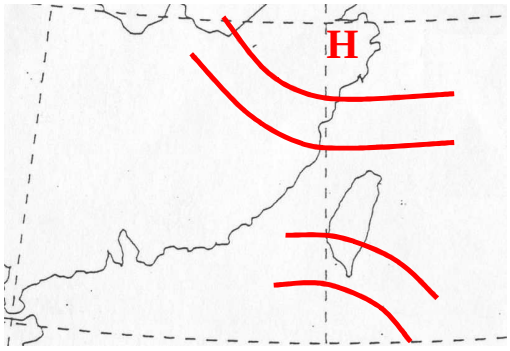


圖 8.e

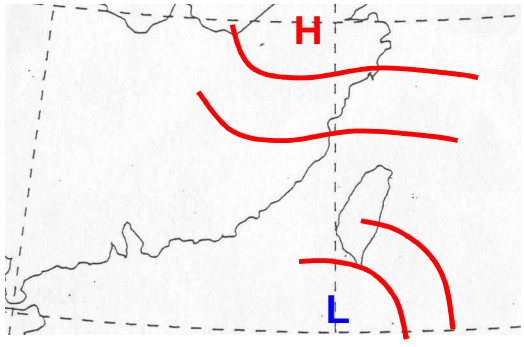
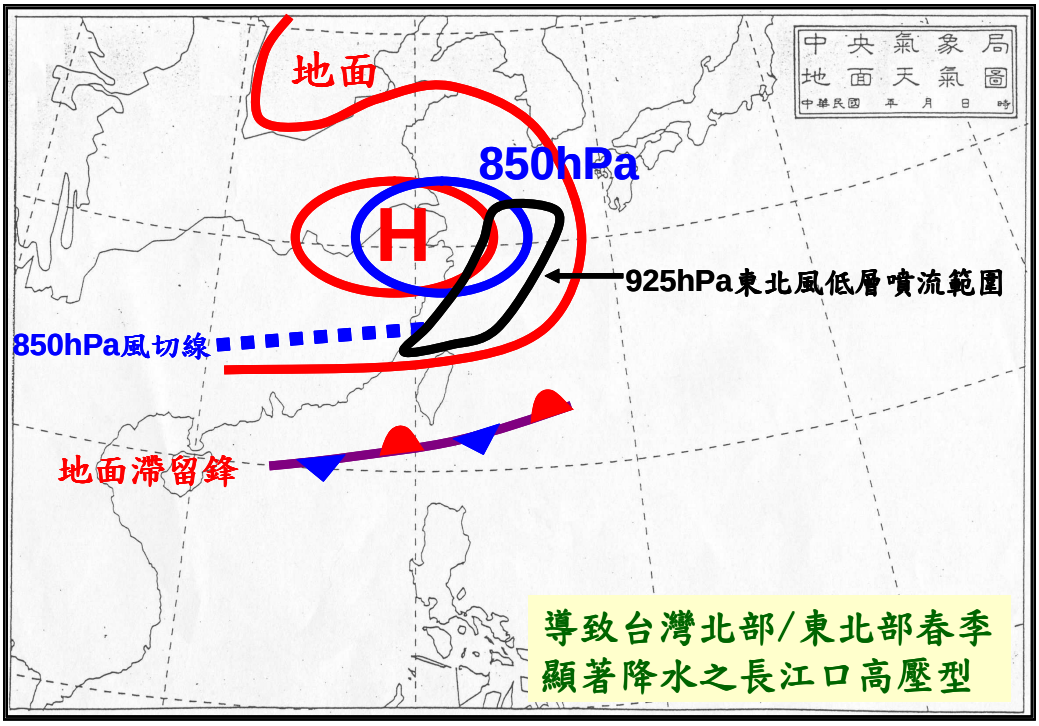


圖 8.f

a. 台灣北部鋒面經過，伴隨海上低層東風噴射氣流型

b. 台灣北部東北氣流與台灣東方東、東南氣流合流型



【圖 9】

形成台灣北部/東北部顯著降水/預報校驗卡：

		校驗項目	是	否
地面		1.鋒面通過台灣，駐留台灣或巴士海峽。	□	□
		2.台灣北方及東北海域生成台灣低壓。	□	□
		3.極地大陸高壓由貝加爾湖南方、東北方，向南移至山東、山西。	□	□
		4.分裂高壓移到長江口出海。	□	□
		5.台灣地區等壓線，台灣北部或北方海上東北至西南走向，台灣南部巴士海峽東至西走向，形成台灣北部之合流。	□	□
高空圖	925hPa	1. 山東、山西有封閉高壓中心。	□	□
		2. 日本海有低壓中心。	□	□
		3. 高、低壓間高度梯度	□	□
		4. 黃海、東海地區吹西北、北、東北、東風，並有低層噴流軸	□	□
		5. 東北風（或通稱東風低層噴流）。	□	□
	850hPa	1.風切線位於華南、台灣北方海上或台灣本島。	□	□
		2.風切線上形成低壓波。	□	□
		3.850hPa 封閉高壓中心位於山東、江蘇地區或東經 125 度以西之海上。	□	□
		4.風切線以北之東海地區有北、東北、東風並有低層噴流軸。	□	□
		5.850hPa 中緯度低壓位於日本海或其北邊。	□	□
	700hPa	1.沿長江流域有風切線。	□	□
		2.風切線以北之 30-40^{0}N，110-130^{0}E 範圍內吹顯著西北風。	□	□
		3.風切線以北小型封閉高壓東移。	□	□
		4.風切線以南有低層噴流。	□	□
	500hPa	1.華南地區風速較大，有噴流軸。	□	□
	台北探空	1.低層有鋒面逆溫。	□	□
		2.低層東、東北風。	□	□
		3.850hPa 東—東南風。	□	□

一、 台灣春季極端溫度預報概念模式圖/預報校驗卡

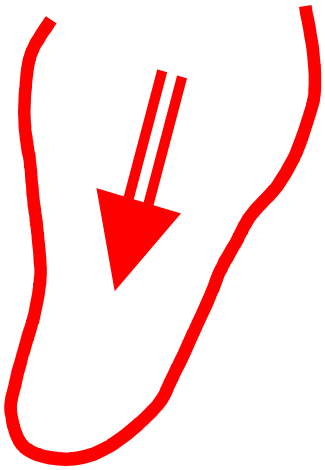
台灣極端溫度，包括最低溫度和最高溫度，極端最低溫度均爲強烈極地冷高壓南下至華南、台灣地區所造成，大致可分成台灣溼冷顯著降水低溫型和台灣空氣乾冷低溫兩型。

（一） 台灣春季最低溫度預報概念模式圖

台灣 2~4 月發生極端最低溫度的天氣圖及其特徵：

1.台灣春季溼冷顯著低溫型：

強烈極地大陸冷氣團南下型，如圖 10（如圖 2 同）所示。冷空氣源源不斷南下，脊線伸向華南、台灣，鋒面經過台灣移到巴士海峽及其南海北部徘徊駐留，台灣在普遍春季雨量很多(多站大雨)情況，最低溫度主要係受冷平流所造成，高、低溫度差異小。

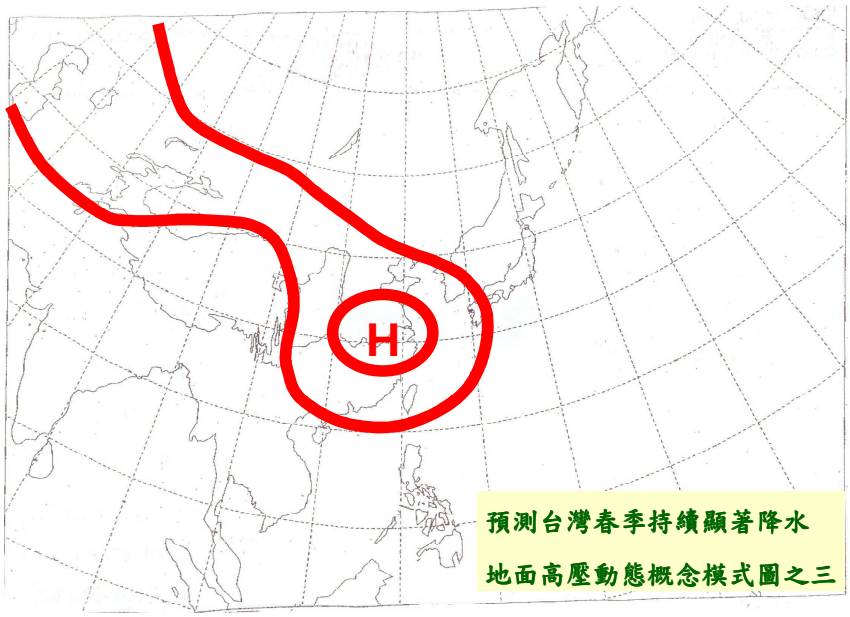


預測台灣春季最低溫度概念模式圖

【圖 10】

2.台灣空氣乾冷低溫型：

強烈高壓大多經新疆沿甘肅走廊快速移至華南、長江口，氣團非常乾燥、寒冷。極地大陸冷高壓南下，最低溫度發生於，分裂高壓中心位於長江口，台灣天氣良好情況下，最低溫度主要係受冷平流及地面長波輻射冷卻兩種作用所成。日出後明顯增溫，最高溫較高，而高、低溫差異大。



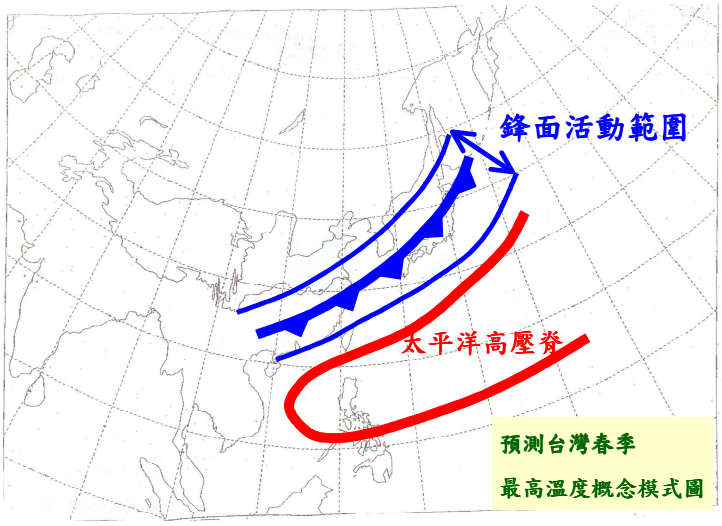
【圖 11】

台灣春季最低溫度預報校驗卡之二

	預報校驗因子	是	否
天氣圖	1. 極地大陸高壓沿甘肅西北走廊移至華南或長江口。	口	口
	2. 極地大陸高壓移動快速。	口	口
	3. 冷氣團所含水氣稀少，相對溼度小，乾燥寒冷。	口	口
	4. 台灣距高壓中心較近，屬輻散範圍。	口	口
	5. 台灣空氣下沉逆溫顯著，雲量稀少，晚間長波輻射冷卻顯著。	口	口

（二）台灣春季最高溫度預報概念模式圖

根據對台灣極端最高溫度個案之研究，形成極端最高溫度只有一型，即台灣爲太平洋高壓西伸脊線與鋒面系統移至華南及台灣北方近海，如圖 12 所示：



【圖 12】

台灣春季最高溫度預測校驗卡：

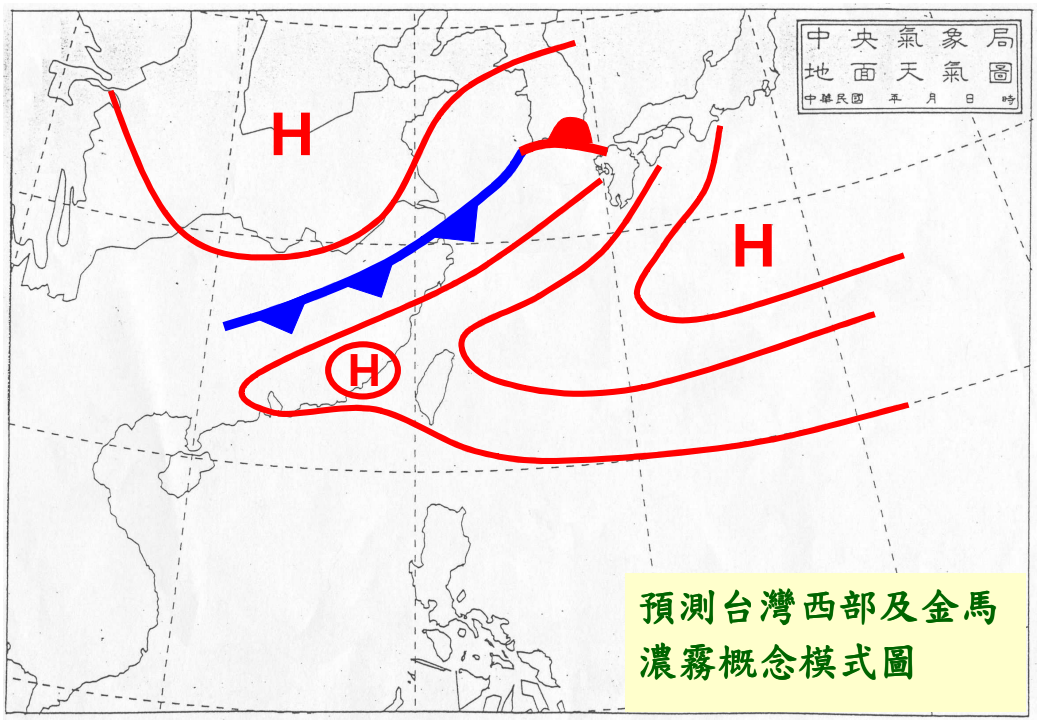
	預報校驗因子	是	否
天氣圖	1.極地大陸高壓出海移到日本，日本東方、東南、南方海上，逐漸變性爲太平洋高壓。	口	口
	2.高壓脊線向西南西伸向台灣，巴士海峽、菲律賓中部到南海。	口	口
	3.壓及鋒面帶位於華南、台灣北方海上及東海。	口	口
	4.台灣位於鋒面以南及太平洋高壓脊線以北之暖區，盛行西南(西南西、西南、西南南)風。	口	口
	5.台灣東西氣壓場西邊高於東邊，相同緯度氣壓差大，可達 4-6hPa。	口	口

	6. 台北絕對最高溫度係發生於低壓在東海且鋒面在台灣北方近海時。	口	口
	7. 如系統移動緩慢，鋒面在台灣北方海上徘徊駐留，則高溫可持續數天。	口	口
	8. 地面低壓及鋒面系統隨高度向西北傾斜。	口	口

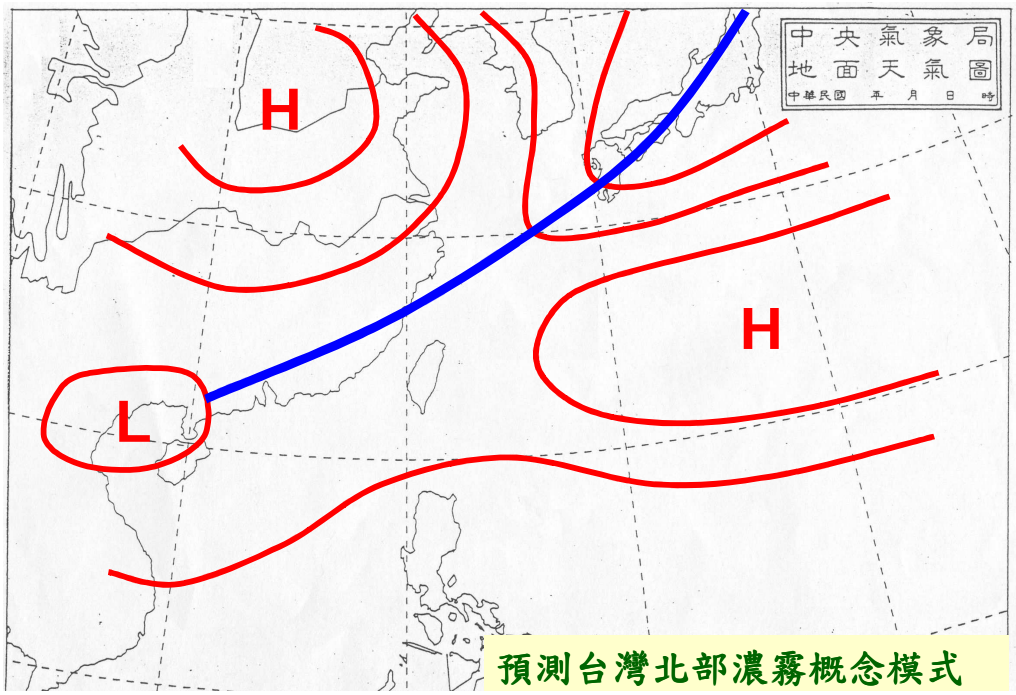
二、 台灣春季濃霧預報概念模式圖

經由對台灣及金門、馬祖外島 2-4 月濃霧資料之統計分析，獲知中央山脈爲台灣濃霧交界帶，台灣東部無濃霧，西部爲濃霧製造廠，可歸納爲全島及金門、馬祖同步發生，台灣西部濃霧（屬平流輻射霧）及金門（屬平流輻射霧）、馬祖（屬平流霧）單獨發生等三種情況，唯台灣北部因地理環境影響，既有平流輻射霧，亦有鋒際霧，非常複雜。

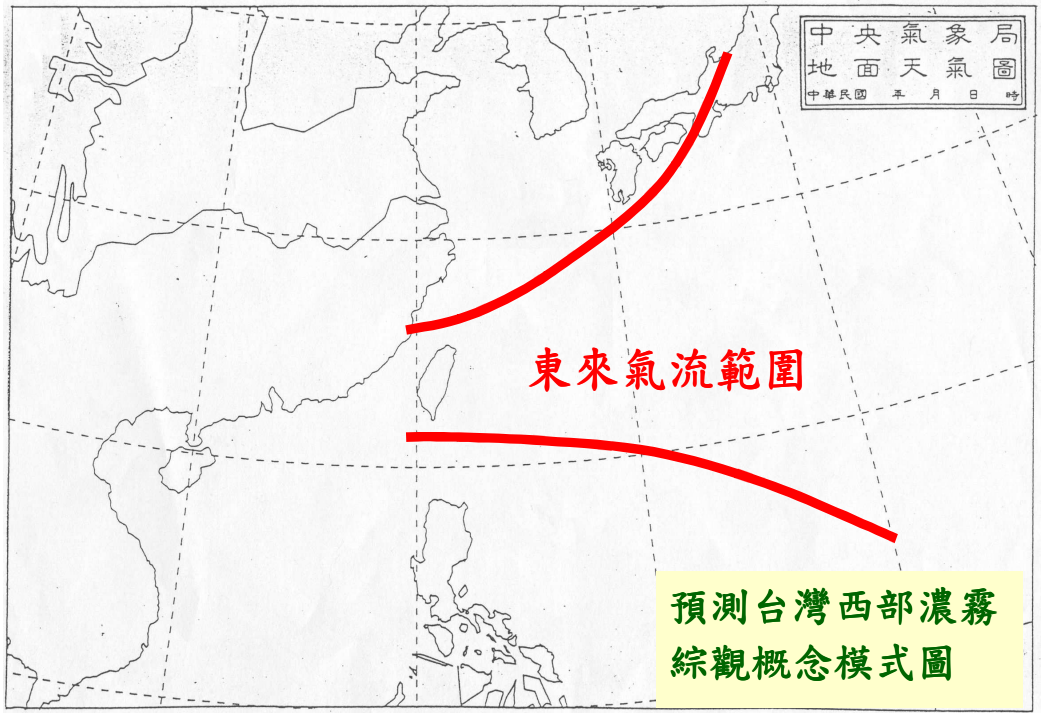
（一） 台灣西部及金門濃霧預報概念模式圖



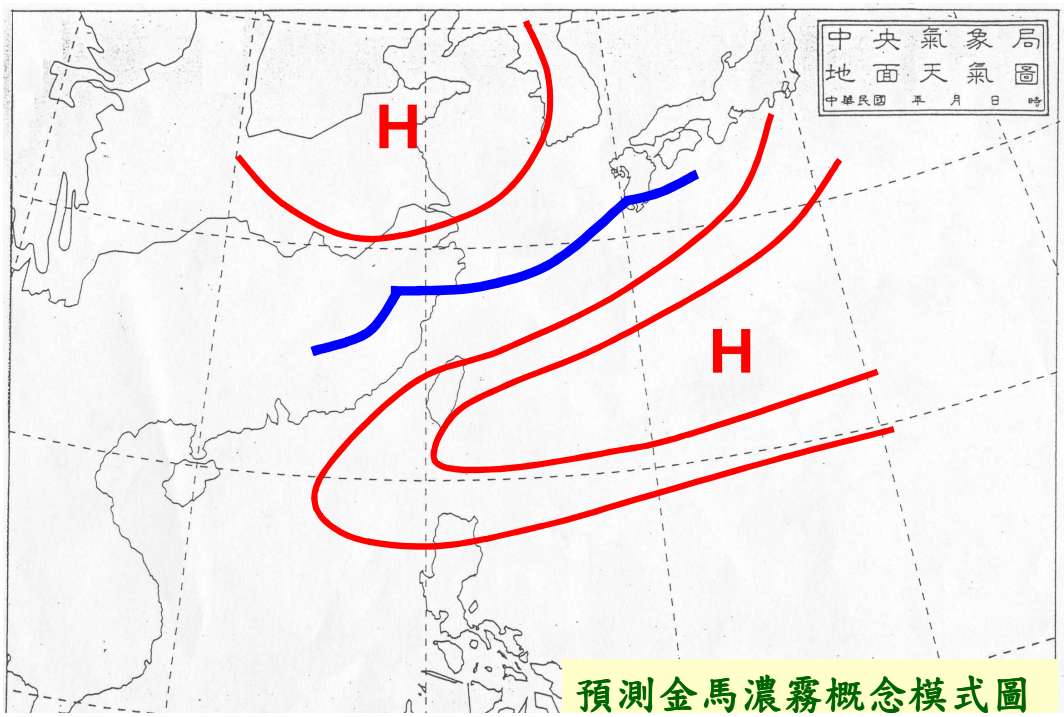
（二） 台灣北部濃霧預報概念模式圖



（三） 台灣西部濃霧預報概念模式圖



（四） 金門、馬祖外島濃霧預報概念模式圖



預測金馬濃霧概念模式圖

台灣西部及金馬外島春季濃霧預報校驗卡

	台灣西部 及金馬外島	是	否	台灣西部	是	否	金馬外島	是	否
天氣圖	1.高壓出海移到日本南部及東部。 2.高壓脊線向西、西南西伸到台灣北部近海至華南沿海。(或華南沿海有封閉小高壓) 3.鋒面及低壓位於東海及長江流域。 4.台灣氣壓梯度很小、風很小。	□ □ □ □	□ □ □ □	1. 高壓出海移到日本及東部海上。 2. 台灣東方爲東來氣流。 3. 東部氣壓比西部高,西部有相對性低壓。 4. 台灣氣壓梯度小。 5. 台灣西部吹北北西風。	□ □ □ □ □	□ □ □ □ □	1. 高壓出海移到日本東南方海上。 2. 高壓脊線向西南伸，經巴士海峽到南海。 3. 低壓及鋒面位於東海、華南(北緯25~28度)。 4. 低層850hPa 吹西南風，風速20~35kts 5.700hPa 吹西南風，風速30~50kts	□ □ □ □ □	□ □ □ □ □
台灣空氣秉性	1.低層有逆溫、空氣穩定。 2.低層風小、中層吹西南風。	□ □	□ □	1.低層有逆溫。 2.低層風小，風向隨高度順轉，中層吹西南風。	□ □	□ □	1. 風向隨高度順轉	□	□

4. 台灣全區無雨良好天氣個案分析

個案一：

1992 年 2 月 25~29 日台灣全區無雨良好天氣之成因

綜合而言，導致此次連續無雨良好天氣的主要成因是~
較強高壓中心移到浙江，所在緯度較低，向東移動速度較緩慢，漸次變性，經過琉球海域後，近乎滯留，台灣爲此高壓西伸脊線所控制，配合高空圖之高壓系統，乃造成台灣連續好天氣。

個案二：

台灣春季長時間(2000 年 2 月 10~29 日)無雨良好天氣個案分析：

形成台灣全區長期不雨天氣良好的綜觀環境條件：

1. 40-55°N、60-140°E 經常有大區域連串的低壓活動。
2. 貝加爾湖及其東方地區高壓活動相對大爲減小，高壓強度亦明顯較小。
3. 移到中國大陸的高壓系統係從新疆沿西北走廊經甘肅、四川到長江流域、華南，所在緯度較低，空氣極爲乾燥。
4. 來自中緯度低壓、長江流域、華南及東海生成之低壓所相伴之鋒面，僅尾端通過台灣北端兩次，故空氣乾燥，台灣沒有任何下雨。
5. 高空南海有高壓，長江以南各層高空風較正常情形小，850hPa10kts，700hPa10-15kts，500hPa30-40kts。

四、結語

經過對過去台灣春季所發生之特殊天氣現象，包括春季顯著降雨，濃霧，極端最高、最低溫度，長時間不雨良好天氣，共 70 多個個案分析研究所獲成果，以及前期對部分春雨個案之研究，外加家忠從事實際氣象工作 50 多年所累積之經驗所獲致之成果，合併研究發展完成之綜觀概念模式圖：

（1）台灣春季顯著春雨預報概念模式圖/預報校驗卡；

（2）台灣春季極端最低及最高溫度預報概念模式圖/預報校驗卡(Synoptic Conceptual Model/Check list)。希望此項成果對預報員日常預報作業能有所幫助。本研究因牽及範圍很廣，從遠距離到台灣附近，研究資料及項目太多，此項成果係多人不斷在假日及夜間加班情況下完成，缺漏之處一定不少，尚期大家不吝斧正。

（3）台灣春季濃霧預報概念模式圖/預報校驗卡；

五、致謝

本研究之完成，蒙中央氣象局辛局長江霖先生、蔡國策顧問清彥博士的指導與鼓勵，紀副局長水上博士的重視與關心，表示十二萬分感激與感謝。

研究期間蒙氣象局科技中心鄭主任明典博士，第一組葉組長天降博士，衛星中心丘主任台光博士，預報中心吳德榮主任、林秀雯副主任、呂國臣課長、蔡甫甸科長、謝明昌課長、簡國基技正提供諸多寶貴資料與寶貴意見，以及預報中心所有同仁的多方協助，特別是蕭家森主任預報員，熱心提供有關資料，其次氣象顧問王時鼎學長提供他對春雨研究的成果及寶貴意見，都深表由衷的感激與感謝。

空軍氣象中心林木春主任，課長林得恩，民航氣象中心林清榮等熱心提供濃霧資料，使研究工作能順利完成，非常感謝。

特別值得一提的是，台大陳副校長泰然博士在百忙中抽出時間，提供卓見，對本研究具有相當貢獻，特別感謝與感激。

參與本研究的工作者有研究助理鍾昆山先生、台大助教劉韶郁小姐、師大地科系薛郁潔、劉承玨、陳雨青同學，大家工作都認真努力，尤其是劉韶郁的工作量爲最重。特別值得一提的是台大研究生廖珮娟同學自動熱心積極參與本研究之工作，對本研究及成果貢獻相當大，在此都一一表示謝意。

六、參考文獻

1. 陳泰然，1985：國內近年大氣科學研究成果納入實際氣象預報作業之可行性研究(續)。國科會防災科技研究報告，73-16 號。
2. George Tai-Jen Chen, Zhinong Jiang, and Ming-Chin Wu , 2003：Spring Heavy Rain Events in Taiwan Warm Episodes and the the Assocated Large-Scale Conditions ，monthly weather review ，131，1173-1188。
3. Zhinong Jiang,George Tai-Jen Chen, and Ming-Chin Wu , 2003：Large-Scale Circulation Patterns the Assocated with Heavy Spring Rain Events over Taiwan in Strong ENSO and Non- ENSO Years，monthly weather review ，131，1169-1182。
4. 王時? 、徐晉淮，1987：台灣春雨之性質生成及大範圍環境條件研究，研究院研究 175 號，NSC75-0202-M052-02。
5. 王時? ，1988：台灣春雨預報之研究，研究院研究 194 號，NSC76-0202-M052-03。
6. 俞家忠，1975：冷季氣壓系統及台灣天氣客觀預報之研究—高壓部分。國科會研究報告，008 號。
7. 劉復誠，1987：台灣地區春季多雨年少雨年 500hPa 高度及海溫距平差異特徵之初步分析。大氣科學，第十五期第二號，233~246 頁。
8. 俞家忠，1976：冷季氣壓系統及台灣天氣客觀預報之研究—低壓部分。國科會研究報告，010 號
9. 俞家忠，1966：台灣北部降水問題之研究。空軍氣象預報與分析，29 期，6~10 頁。
10. 俞家忠，1969：民國五十七年二月份台灣地區降水異常問題之研究。空軍氣象預報與分析，39 期，1~13 頁。
11. 俞家忠，1969：民國五十七年二月份台灣地區降水異常問題之研究。空軍氣象預報與分析，39 期，1~13 頁。
12. 俞家忠，1970：台灣北部降水客觀預報法之研究。空軍氣象預報與分析，

43 期，8~13 頁。

13. 俞家忠，1974 年：利用氣象衛星資料預測台灣低壓及台灣天氣之研究。空軍氣象預報與分析，60 期，1~11 頁。

14. 俞家忠，1975：阻塞高壓與台灣天氣。空軍氣象預報與分析，62 期，1~13 頁。

15. 俞家忠，1980：台灣地區濃霧之初步研究。空軍氣象預報與分析，82 期，1~20 頁。

16. 俞家忠，1980：Some Climatological Aspects of Taiwan Low。PMR，1 &2 期 3 卷，78~90 頁。

17. 俞家忠(共同研究)，1968：中國天氣類型研究(低壓部分)專題報告。空軍氣象聯隊氣象中心，59 頁。

18. 俞家忠(共同研究)，1970：空軍天氣預報法。空軍總司令部，278 頁。

19. 俞家忠，2004：台灣地區春季綜觀尺度天氣預報指引之研究。交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告，MOTC-CWB-93-2M-10。

交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告

高解析天氣曆之作業性應用

計畫類別：■國內　　□國外

計畫編號：MOTC-CWB-94-2M-05

執行期間：　94 年 3 月 1 日至　94 年 12 月 31 日

計畫主持人：　林和

計畫參與人員：　陳俐如

執行單位：國立台灣大學

中華民國　94　年　12　月

交通部中央氣象局94年度政府部門科技計畫期末摘要報告

計畫名稱：高解析天氣曆之作業性應用

審議編號：		部會署原計畫編號：	MOTC-CWB-94-2M-05
主管機關：	交通部中央氣象局	執行單位：	國立台灣大學
計畫主持人：	林和	聯絡人：	傅七寶
電話號碼：	02-33663940	傳真號碼：	02-23633642
期程：	94年3月1日至94年12月31日		
經費：(全程)	900　仟元	經費(年度)	900　仟元

執行情形：

1.執行進度：

	預定（%）	實際（%）	比較（%）
當年	100	100	100
全程	100	100	100

2.經費支用：

	預定	實際	支用率（%）
當年	900仟元	900仟元	100
全程	900仟元	900仟元	100

前言

本計劃嚐試設置一框架,在此架構內,依循亞洲季風的自然季節與突變,建立展期天氣的監測與預警系統.冀望能將過去十餘年,飛躍進展的氣候動力學,納入此系統,而本文所使用之概念,頗具原創性.

在此第一年年度報告,我們特別針對夏,冬轉換過程,予以著墨.這是以前文獻缺乏之處.惟有深入瞭解,亞洲季風系統全年的時空結構,我們才能有所本,進而累積經驗,判斷模式的闕失.

第一章 夏冬季風的不對稱性

1-1 夏季季風之環流

Linho and. Wang (2002) 利用降水的變化特徵將亞洲夏季季風區劃分為印度夏季季風區(ISM)、東亞夏季季風區(EASM)、以及西北太平洋夏季季風區(WNPSM)(圖 1-2)。夏季季風環流結構包含高層的南亞高壓、東風噴流、底層馬斯克林高壓(Mascarene High)、索馬利噴流(Somalia Jet)、孟加拉灣季風槽、及西北太平洋季風槽。依據 Krishnamuti and Bhalme (1976)，夏季季風尤其是南亞部分,可視為一線性正回饋的巨型熱力直接環流,以北印度洋的深對流潛熱釋放，加強底層輻合、及高層南亞高壓透過跨赤道東風噴流,傳送質點沉降到馬斯克林高壓，加強高壓強度再推動索馬利噴流，回到北半球底層西南氣流,輸送赤道暖溼空氣至季風槽,以完成這季風迴路(monsoon loop)：東亞地區則是由西北太平洋之季風槽擔任提供能量之角色，共同維持頂層之南亞高壓。

1-2 冬季季風之環流

冬季季風在低層最顯著之系統為西伯利亞高壓及阿留申低壓，此高低壓配置不僅是冬季季風的成員，也是中高緯行星波的一環，此行星波在斜壓環境中，其結構隨著高度往西邊傾斜，中層 500mb 呈現

的即為東亞主槽。內在動力結構即為不穩定的斜壓波，會振動出綜觀尺度之瞬變，此斜壓系統中背景場和渦流的動力過程，雖有相互依存的關係(Lau, N.C. 1979)，但其中由消散及磨擦效應造成的能量損耗(Hoskins 1983)，需要更有力、跨越半球的環流來維持，也就是緯向的區域哈德里環流（Lau and Li 1984）。意即冬季季風同時擁有動力及熱力兩個回饋機制；但又不同於夏季的熱力直接環流回饋，冬季的熱力環流並不能有效的回饋到對流，使得海洋大陸的對流仍受季內震盪所主宰，在南亞及東亞間的對流呈現相互抑制的翹翹板現象(seesaw patent)。在此環流結構下，冬季季風成員將分為兩部份呈述(圖 1-4)，分別為中高緯的斜壓波系統、東亞以及南亞的局部哈德里環流，其中東亞和南亞之局部哈德里環流在強度上呈現互相抑制之反相位現象。

相對夏季季風迴路,冬季季風的反饋則無此明顯,Hoskins 指出,夏季大氣以非絕熱熱源為核心,大尺度環流呈線性反應.冬季大氣則須考慮到非線性作用,瞬變渦流與大尺度環流共生,必須加入此非線性效應.亞洲冬季季風源於中高緯,該區斜壓不穩定,產生激烈的溫帶氣旋,從氣候平均圖來看,是以近地面之北風為兆。而冬季季風低層環流不論是亞洲大陸和太平洋間、以及南亞大陸和印度洋間的氣壓梯度力反應出之風場皆為強勁北風，故單純北風分量可視為冬季季風之指標。

冬夏季風並非完全對稱,以風向轉換界定季風暗示夏季與冬季視為對稱反向的環流,但夏季季風主體主要在南亞、中低緯和赤道，南風的勢力很難入侵到北緯 40、50 度。因此在中高緯度區域使用風向轉變為季風區指標並不恰當。若單用北風分量為指標，對於赤道輻合引起之北風卻又不具有季節之意義。因此在定義冬季季風區時設立限制如下：

北緯 15 度以北，隆冬一、二月 (1~12ptd)低層 925mb 平均風場需為北風分量；為去除強東、西風帶，北風定義取 16 分法中的 7 份(-11.25陡 -168.25? 北風為-90? 。

北緯 15 度以南，除上述條件外，仍需符合風向反轉之條件。隆冬一、二月(1~12ptd)低層 925mb 平均風場和盛夏七、八月(37~49ptd)

低層 925mb 平均風場轉換要超過 120 度(角度變化 120 度與 Ramage 1971 提出之定義相同)。

在此條件下定義出之亞洲冬季季風區(圖 1-4)可分為東亞冬季季風區和南亞冬季季風區，兩季風區在北緯 15 度以南被底層氣旋式環流的南風所分割，15 度以北則是被 cut-off high 的南風回流所分割。此外再以紅線將冬季一、二月平均雨量大於年平均月雨量之區域劃分出來，這是以冬雨為特徵的特殊區城。

第二章 夏、冬季節轉換之三次突變

分析夏末至冬初之合成降雨量(如圖 2-1)，在五天平均的時間尺度中可看到強降雨區不僅是沿海洋大陸往東南傳遞，其最強降水區另有東西移之跳動，其傳遞方式整理為(圖 2-2)表 2-1。在西北太平洋季風槽結束後，印度洋之強對流區由赤道印度洋往東傳遞到蘇門達臘西邊、再沿地型往北傳，在約北緯 15 度轉往東傳，到西北太平洋後減弱；其後，下一支強對流再由赤道印度洋開始往東傳到蘇門達臘，但此次到達蘇門達臘後並未明顯北傳，而在該處經兩次增強後減弱，取而代之為海洋大陸東邊之對流增強。此對流特徵配合環流場的演變分別在 51、60、68 侯時，有明顯跳躍式的驟變(abrupt change)。圖 2-3 為 925mb 東西風切變線(u=0)，在 46 到 51 侯(綠色)，東西風切變線在西北太平洋呈現滯留狀況，對應西北太平洋季風槽的強降水時期；52 到 59 侯(紅色)，西北太平洋受到東風入侵，東西風切變線相對夏末往南移 10 度，南海部份則是由北緯 25 度跳到 15 度左右，印度洋部份則是無明顯的變化，此時期對應強對流為往北、往東傳遞過程；60 到 70 侯(黃色)，南海的東西風切變線又再往南跳到北緯 5 度左右，印度洋則是為顯著之東風入侵，東西風切變線由原本在海岸跳動變為穩定的在北緯 5 度，對應蘇門達臘季風到冬季季風肇始。高層 200mb 之南亞高壓則是一路南移。

對應熱帶強對流降水區改變及低層環流場轉變，冬夏季節交遞由

三次突兀之轉換完成，由三次突變劃分的兩個轉換過程不論在時間、空間上，皆呈現不同之特性。

2-1 第一次季節轉換(51 侯)—西北太平洋季風槽之突然結束

分析西北太平洋季風槽退卻前後之環流特徵，降水區(圖 2-4)在 49、50 侯時，主要在西北太平洋季風槽輻合帶，在赤道西印度洋有對流開始發展。52、53 侯時，強對流區出現在赤道東印度洋、海洋大陸西邊。其反應東亞夏季季風環流之對流加熱機制、西北太平洋季風槽的退卻，意即東亞夏季季風退卻。

底層環流變化上：原季風槽強降水區為西南風和東南風之輻合(49、50 侯)，但在 52、53 侯時，該區之西南風已被東風所取代。其轉變機制為：隨日照南移，在九月初(51 侯)，迅速冷卻的大陸高壓加上退縮到北緯 25 度至 45 度之間的太平洋副熱帶高壓，整個中緯度皆為高壓帶，赤道相對為低壓帶，此高低壓配置將 25 度以南的東風往西引進到西太平洋，使菲律賓以東之西南風由東風及東南風取代，在圖 2-3 中顯示西北太平洋東西風切變線由北緯 25 度跳到北緯 15 度。

南亞地區、印度洋仍然盛行西南風，但在印度半島有一短槽生成，印度半島西邊(阿拉伯海)有北風分量出現、東邊(孟加拉灣)則為南風增強。此短槽生成機制應為日照相對夏天南移，此時期直射該緯度，使陸地相對海洋較熱而形成熱槽。此時阿拉伯海之北風分量並非反應冬季系統之北風。

同時，中緯度東亞沿岸(35N)反氣旋環流明顯增強，沿岸北風由臺灣北方(30N)往南擴張到南中國海北部(20N)。其反應中高緯地區的割離高壓(cut-off high)趁機茁壯、縱觀尺度瞬變活躍，即中高緯度斜壓波及鋒面系統之活躍。

高層環流在 51 侯前後，南亞地區皆有東風噴流及南亞高壓，但強度相對 51 侯後較 51 候前弱。

此次季節轉換過程在南亞的印度夏季季風區和東亞夏季季風區

相當不同，在 51 侯後東亞夏季季風驟然結束，但南亞之印度夏季季風環流則是只在強度、位置上有所變化。

2-2 第二次季節轉換(60 侯)—蘇門達臘季風肇始

分析 60 侯前後合成之環流特徵，降水區(圖 2-5)在 57、58 侯時，主要在西北太平洋秋槽輻合區(此對流區較西北太平洋季風槽南邊 5 度)；61、62 侯時，赤道西印度洋對流開始發展，其強降水區分別在蘇門達臘及爪哇島高山之西邊。

底層環流場之變化顯示(圖 2-5)，東西風交界線有明顯之改變、往南移約 10 度。在風場轉變特徵上，南中國海南部由西風轉東北風，孟加拉灣由西南風轉東風，阿拉伯海由西北風轉東北風。

高層環流之變化上可看到在圖 2-6 中，高層 200mb 在印度洋上空之東風噴流 61、62 侯相較 57、58 侯強度減弱，且中心由北緯 5 度移到赤道；西風噴流則是明顯增強。南亞高壓由東經 105 度往東延伸到東經 125 度。氣流線呈現南北對稱之反氣旋，在赤道上方形成東風帶，但風速較 60 侯前弱；高層往北的輻散風場質點傳送減弱，且傳送位置較南邊。

分析東亞之冬季季風環流(圖 2-7)：在 61、62 侯時，500mb 東亞主槽往南延伸到北緯 30 度；200mb 噴流中心雖仍在日本東邊，但東亞延岸上空之噴流明顯增強，整個噴流條有往西南延伸之區勢；地面瞬變渦流之熱通量傳送，和高層噴流特性相似，最強之冷平流在日本東邊，但在東亞延岸地區，在 57、58 侯時只傳送到臺灣北邊、約北緯 25 度，在 60、61 侯時往南傳送到臺灣南邊、北緯 20 度以南。

十月底、60 侯前後之環流變化：在東亞、西北太平洋地區，秋槽強降水結束後，呈現冬季系統明顯之南移，且此南移並非僅受天氣尺度之對流影響，其表示中高緯度東亞地區已進入冬季季風之環流型態，中高緯斜壓波之 500mb 東亞主槽南伸，伴隨寒槽爆發之北風進入南海南部。南亞地區，在 60 侯後呈現南北對稱之環流，對流在赤

道東印度洋、對流西邊為西風，此西風由赤道南北邊之氣旋環流所支持，且高層與低層為反向之斜壓結構，為 Rossby Response，此環流結構將自我維持，為蘇門達臘季風重要之回饋機制。因此稱此驟變事件為蘇門達臘季風肇始。

2-3 第三次季節轉換(68 侯)—東亞冬季季風肇始

冬季季風的主體為亞洲大陸和太平洋之間海陸對比形成的高低壓對比，其季風回饋機制除中高緯度斜壓波外，還包括由赤道海洋大陸兩邊對流維持的局部哈德里環流的加熱。因此雖然在九月初時，隨著日照的南北移動，中緯度東亞、太平洋海陸分佈反應的氣壓梯度已開始反向，西伯利亞高壓形成，反應此陸地冷、海洋暖的氣壓梯度的低層風場、925mb 北風也由東亞沿岸開始往東、往南擴張，斜壓波系統已建立。但真正的冬季季風肇始卻是在更晚的十二月初(68 侯)東亞局部哈德里環流建立才發生。

圖 2-8 為東亞冬季季風成員強度隨時間之變化圖。在右邊兩張圖可以看到在九月底時，西伯利亞高壓、阿留申低壓、以及中高緯(40N~45N)的高層 200mb 噴流已經增強，代表冬季季風成員中的斜壓波系統已經建立。但等到 12 月初的 68 侯時，最左邊的圖顯示此時在 140~180E 的對流增強，且對流底下有低壓形成，表示有輻合可以維持對流，第二張圖顯示高層的輻散風場開始增強，往北的輻散風場代表將質點往北傳送，在傳送的同時透過科氏力再加強高空噴流，因此在第三張圖中可見到 35~40N 的高空噴流增強、40~45N 的噴流減弱，反應東亞高層副熱帶噴流南跳的現象。在 68 侯前後的環流變化代表東亞局部哈德里環流的建立，此熱力直接環流回饋機制的啟動代表東亞冬季季風的肇始。

圖 2-9 為局部哈德里環流建立前後環流場的改變，取 70 侯減去 67 侯的合成圖，在雨量方面是呈現海洋大陸東邊增加、西邊減少的翹翹板形態，此對流形態的改變在高層 200mb 激發出高度場變異的

波列，在中高緯度為上下層同相位的正壓結構，在低緯度為上下層反相位的斜壓結構，此波列沿著大圓路徑往北傳遞，在北太平洋的高層低壓變異增強了南緣 30N 的副熱帶西風噴流、減弱北邊 50N 的極區西風噴流，此為西風噴流南跳之原因。

第三章 夏冬轉變之自然季節

環流場的演變過程顯示：由夏末到冬初經過三次明顯跳躍式的驟變，三次驟變事件將夏末至冬初劃分為兩個自然季節。分別對應強對流由赤道東印度洋往北往東傳遞的 51 侯到 59 侯，以及蘇門達臘西邊強降水時期的 60 侯到 67 侯。其不同的自然季節對應截然不同的環流特徵，而第一部份主要針對南亞、印度洋地區做描述，第二部份將針對東亞地區的冬季環流做討論，第三部份為兩環流系統之關連。

3-1 南亞、印度洋之夏季系統

3-1-1 殘夏 51~59 侯

此段時期之環流平均圖(圖 3-1)與圖 1-2、Krishnamuti 提出的夏季季風結構圖相比對：殘夏之強降水區移到北緯 20 度以南，底層環流在印度洋和孟加拉灣仍為西南風；高層 200mb 環流場可以看到南亞高壓位置在中南半島、孟加拉灣上方，南亞高壓將質點往南傳送，在高壓南緣為東風噴流。此環流與夏季季風環流結構相同，皆有秋槽強對流(夏季孟加拉西風槽)、南亞高壓、頂層東風噴流、以及低層的西南風、索馬利噴流，不同在於此時期環流強度較夏季為弱，且環流位置較南邊。51~59 侯之南亞地區仍屬於夏季季風環流型態，故稱其為殘夏。

分析殘夏時各氣候場隨時間之變化(圖 3-2-a,b)，對流之變化為：在 48 侯時，南亞地區的印度夏季季風孟加拉灣西風槽降水(90~100E,

10~20N)先減弱；50 侯時，赤道東印度洋(80~100E)之對流加強；51 侯時，西北太平洋季風槽(130~150E)驟然結束；54 侯時，原在赤道東印度洋的對流往北傳到北緯 10 到 20 度，孟加拉灣西風槽再次增強；55 侯開始對流由孟加拉灣往東一路傳到西北太平洋，直到 60 侯對流減弱。

在高層 200mb 之東西風場分析中顯示(圖 3-2-c)，高層東風噴流由夏天一直持續到 60 侯才轉為西風；低層 925mb 之南北風場分析(圖 3-2-d)則顯示在阿拉伯海(40~60E)的南風在 57 侯、對流移到西北太平洋時減弱，孟加拉灣南風也在此時減弱，但不同於阿拉伯海，孟加拉灣在 64 侯後方無南風分量、轉為北風，阿拉伯海在 58、59 侯就已轉為北風。

接著分析其水平空間之環流演變(圖 3-3)，殘夏環流各成員之消長可整理如表 3-1。底層南風分量在阿拉伯呈現逐漸減弱(58、59 侯)後南退，在孟加拉灣之南風則是對應印度半島熱槽之消長，在 54 侯時風速達最強、之後再減弱南退；東風噴流則是在往東南方移動時不斷減弱，在殘夏結束時移到赤道上方；南亞高壓在殘夏初期和東風噴流一起往東南方移動同時減弱其強度，但在對流移到西北太平洋(56、57 侯)後便不再南退，取而代之為往東移動並延伸至 150E。

殘夏時期南亞對應為一不斷南退之夏季季風環流，並非如同東亞夏季季風般驟然結束，其在南退過程中伴隨強降水區由東赤道印度洋往北、往東到西北太平洋，伴隨印度夏季季風區(54、55 侯)、西北太平洋季風區(58、59 侯)再次之強降水。

3-1-2 秋 60~67 侯

在十月底、60 侯時，強對流由赤道西印度洋移到東印度洋、蘇門達臘西邊，不同於上一次對流傳遞模式，此次對流並未明顯北移，而是在蘇門達臘停留至十二月初，之後再往東跳到海洋大陸東邊(圖 3-2-b)。在圖 3-4 的平均環流場中看到，此時期強降水區落在蘇門達

臘、爪哇島、及南中國海南部，環流場對此加熱產生對赤道南北對稱的 Rossby Response，高層為兩對赤道對稱之反氣旋，兩反氣旋在赤道上方形成東風；低層因地型南北之不對稱使環流對稱性較高層小，赤道以北之氣旋中心在孟加拉灣、以南為東南風轉西風之氣旋式風切，兩氣旋式環流在赤道印度洋形成西風帶，配合高層之東風，和蘇門達臘降水形成東西向之熱力直接環流，對流自我維持，稱為蘇門達臘季風。而此季風效應，主要反應的是太陽在秋天直射赤道，蘇門達臘、海洋大陸相對印度洋為較暖之陸地，屬於陸地暖、海洋冷的夏季季風形態，但因為其發生在秋天，故將蘇門達臘季風歸為夏季型態之秋季季風。

分析此自然季節侯解析度之降雨特徵(如圖 2-1)：於 60 侯強降水之後，對流開始減弱，在 64 侯後赤道偏北對流再度增強、在 67 侯時赤道偏南之對流達到最強。分析各氣候場隨時間之變化，高層 200mb 北半球之反氣旋中心落在蘇門達臘北方約東經 110 度、北緯 10 度左右、強度逐漸增強，且其南北對稱性隨時間加強。分析中層 500mb 之風速場(圖 3-5-a)：顯示在 61 侯時，青康藏高原南側開始出現西風噴流，於 64 侯噴流開始增強;底層 925nb 風場(圖 3-5-b)，在 64 侯時底層北風靠近赤道，67、68 侯時穿越赤道。此底層北風加強輻合及高層輻散風場加強中層噴流(64 侯)，為南亞冬季季風環流之雛型。因此蘇門達臘季風除東西向之回饋機制外，東北風的加強輻合也扮演重要之角色。

3-2 東亞、太平洋之冬季系統

3-2-1 平均場之分析

在九月初、51 侯，西北太平洋季風槽結束後，東亞地區逐漸被冬季季風系統所覆蓋。圖 3-6 描述的是代表冬季季風系統的北風分量擴張的時序圖，最早的北風分量出現在八月初(45ptd 前)，範圍在亞

洲大陸上，主要是受到極區環流影響，屬高緯之系統；約在八月底時(46、47 侯)，東亞沿岸開始出現零星的北風分量，表示已有溫帶氣旋之瞬變生成；在九月初(50、51 侯)時，東亞沿岸有大範圍的北風建立，反應東亞沿岸割離高壓(cut-off high)形成；之後北風的範圍就由東亞沿岸往南、及往東擴張。分析東亞沿岸底層 925mb 的溫度隨時間之變化(圖 3-7-a)，可看到在中高緯地區在八月初溫度便開始逐漸降低，其溫度梯度在九月初到十月初迅速加強，反應日照南移，底層迅速冷卻，在十月初之後中高緯底層溫度變化不大，但強溫度梯度區卻不斷南下到中低緯度。分析中層 500mb 高度場(圖 3-7-b)看東亞主槽的形成，在東經 130 度高度場隨時間變化的頗面圖中，呈現和底層溫度場相同之變化，中高緯度之高度場由八月初開始降低，九月初在十月初東亞主槽迅速加深。分析高層 200mb 西風噴流強度(圖 3-7-c)，其發展過程亦相同。在主槽南邊之氣壓梯度明顯增強，不僅反應底層溫度之降低，也對應了高層的噴流加強。由圖推論，冬季季風環流的斜壓波背景場發展在西北太平洋夏季季風結束前(約八月底，46、47 侯)便開始發展，其後不斷增強且逐漸往南擴張，直到十二月初佔據整個中低緯度，整個過程為平滑的南移而非步階式的跳躍。

3-2-2 瞬變場之分析

分析冬季季風斜壓波瞬變場之溫帶氣旋特性，圖 3-8-a 為東亞沿岸溫帶氣旋密度隨時間之變化圖，由九月(50、51 侯)開始，中緯度北緯 45 度到 50 度之氣旋個數突然增加；於十月中(約 60 侯)時，氣旋活躍區開始往南移動；於十二月初(68 侯)時，氣旋活躍區移到北緯 40 度左右，進入冬季後仍持續增強。其發展過程和底層 925mb 溫度場、中層 500mb 高度場、高層 200mb 風速場的演變特徵皆相同，在八月初便開始形成、在九月初到十月中迅速發展、南移。若是分析中高緯度太平洋之溫帶氣旋特性，在十二月初(68 侯)前後為顯著之溫帶氣旋南跳現象(圖 3-9)，因溫帶氣旋之位置主要在高空噴流之左前及

右後方，此溫帶氣旋位置之南跳正呼應了在圖 3-6 所顯示高層副熱帶東風噴流之南跳現象。

再分析天氣尺度的瞬變渦流在底層的通量傳送(圖 3-8-b)，其平均狀態在八月底開始有冷空氣往南輸送，但強度到十月底(60 侯)時增強，且南下至中低緯之分量增加，到十二月後，中低緯度和中高緯的通量傳送量級相近，表寒潮不斷之南下。其特徵與斜壓波發展之特性一致。

此溫帶氣旋密度、天氣尺度的瞬變渦流和熱帶對流瞬變在相同的時間點顯現突兀之變化，顯示熱帶地區和中高緯地區雖屬於不同之系統，卻擁有相同之自然季節。

3-3 東亞和南亞環流之高層連繫

冬夏轉換之際，南亞地區和東亞地區分別為不同環流系統所盤踞，但在季節的轉換卻有一致的時間點，兩不同之環流可透過赤道對流高層輻散風之質點傳送而連結。強對流加熱時，高層伴隨著南北輻散之質點傳送，此質點傳送透過科氏力加速亦會增強高層東西風速。此時期隨著對流的移動與盛衰、其高層質點傳送之位置、強度亦不同。分析高層 200mb 之輻散風場(圖 3-10)，在夏末(47 侯)高層質點傳送主要由對流中心北緯 20 度往南北輸送，在對流南邊可看到東風噴流；在西北太平洋季風槽結束後的 52 侯，隨著對流的減弱和移動，高層質點以往南傳送為主，其中在秋槽最強時的 55 侯時有部份質點往北傳送到北緯 30 度左右，但大部份仍以往南為主；在蘇門達臘季風開始後(62 侯)，印度洋地區呈現南北對稱之型態，此時對流高層質點輸送亦呈現南北對稱，往北之傳送約到北緯 20、30 度，加強此區的西風噴流，而南邊的東風噴流此時已不明顯，當底層北風到達對流區後(64 侯)，南北對稱逐漸被破壞，往北輸送加強；在對流跳到海洋大陸西邊(68 侯)後，高層質點傳送以往北為主，且範圍往東延伸到中太平洋，配合東亞局部哈德里胞之建立。

於殘夏時，對流高層之質點傳送主要往南，並不會明顯影響到東亞之冬季系統、及副熱帶噴流，但等到對流區移到赤道、南亞高壓開始延伸到東亞時(60 侯)，對於東亞(東經 100 到 120 度)副熱帶噴流系統便有加強做用，其後配何冬季東亞局部哈德里環流的建立(68 侯)，對於東經 140 到 160 度之副熱帶噴流更有使其南跳之作用。

第四章 突變對台灣的影響

51 候突變結束後,台灣近海域的夏季颱風季宣告結束,九月中旬第一波冷鋒開始襲台,但東亞早期的冬季型態並不穩定,因之,第一波冷鋒降臨期,年際變化可有高達三候的方差.這時大尺度對流在 15N 附近整盤.重新沿東西風切線,形成秋槽.

當 ISO 相位在南亞時(十月初到國慶),台灣可經歷一年中最怡人的乾爽天氣.隨後 ISO 相位再次回西北太平洋,秋颱生成的機率徙增,秋颱形成的大尺度環境與夏季截然不同(林與吳 2001),多半在呂宋島兩側,一旦形成,預警的時間相對短促.

在北方東亞主槽與西風噴流的位置,仍然受到南亞殘夏上空,南亞高壓掌控,縱使西伯利亞高壓可能受到極區 AO 影響,但侵台冷鋒會受到 storm track 的位置,強度不同而牽動其機率.

60 候突變全球天氣候系統皆急劇南移,此時台灣可能面臨第一波寒潮來襲.南亞也在這次突變後,全面進入冬季季風領域,此時關注的焦點是深入南中國海的東北氣流,激發婆羅門洲對流,以及殘夏的夏季季風迴路,轉變成一對赤道對稱,全球惟一的赤道秋季季風迴路;蘇門達臘季風.

68 候突變後,跨越南北半球的局部哈德雷環流建立,此時包括台灣的東亞已經和北方冬季季風渾然合為一體,西風噴流進入青康藏高原南側,之後二十候冷鋒自接在副熱帶噴流上形成.

References：

Hoskins, B. J., I.-N. James, and G. H. White, 1983: The Shape, Propagation and Mean-Flow Interaction of Large-Scale Weather Systems. *J. Atmos. Sci.*, 40, 1595–1612.

Krishnamurti, T. N., and H. N. Bhalme, 1976: Oscillation of a monsoon system. Part I: observational aspects. *J. Atmos. Sci*., 33, 1937-1954.

Lau, K.-M., and M.-T. Li, 1984: The Monsoon of East Asia and its Global Associations—A Survey. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 65, 114–125.

Lau Ngar-Cheung and John M. Wallace. 1979: On the Distribution of Horizontal Transports by Transient Eddies in the Northern Hemisphere Wintertime Circulation'. *Journal of the Atmospheric Sciences*: Vol. 36, No. 10, pp. 1844–1861.

LinHo, and B. Wang, 2002: The time-space structure of the Asian-Pacific summer monsoon: a fast annual cycle view. *J. Climate.*, Vol. **15**, 2001–2019

LinHo, and Y.-C. Wu, 2001: The impact of 1975/76 climate shift on tropical cyclone formation in western North Pacific. *Atmospheric Sciences* (in Chinese), 29, 257-272.

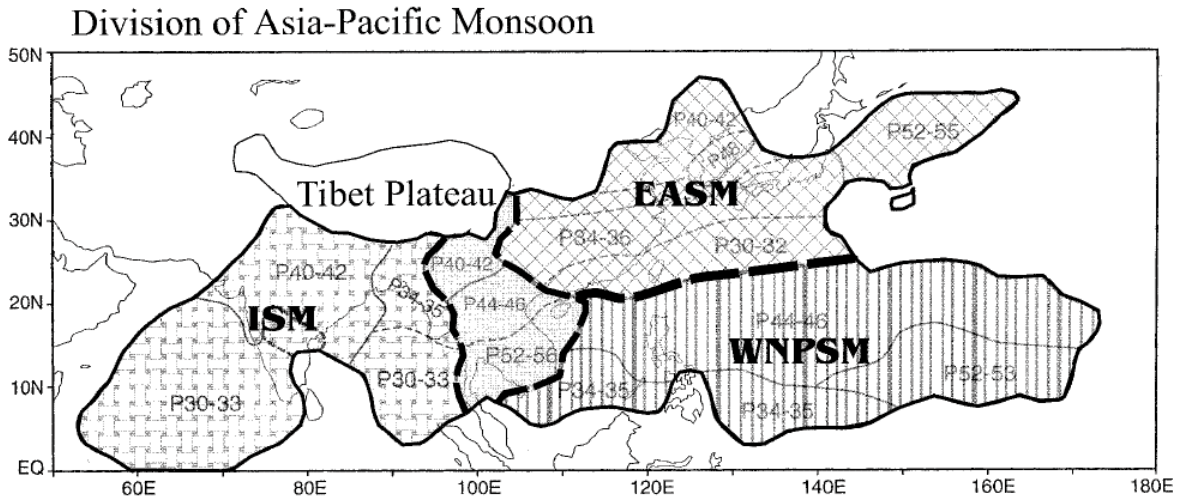


圖 1-1　This map divides the Asian-Pacific monsoon into three subregions. The ISM and western WNPSM are tropical monsoon region. A broad corridor in the Indochina Peninsula separate them The subtropical monsoon region is identified as the EASM. It shears a narrow borderline with the WNPSM. (圖、文取自 Wang and Linho 2002)。

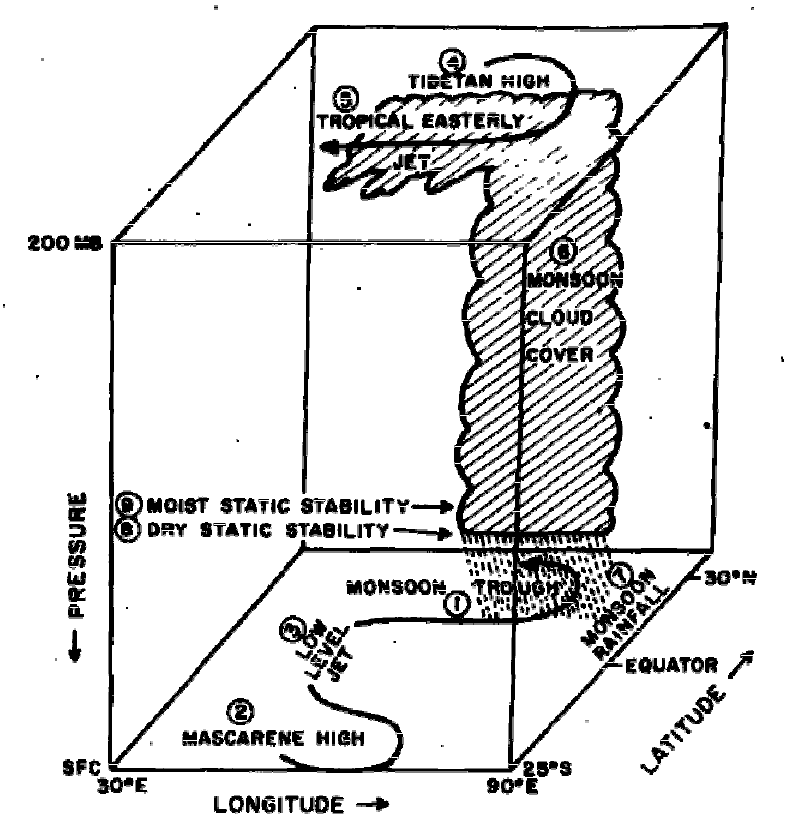


圖 1-2　Schematic diagram of the nine elements of the monsoon system considered in this study. (圖、文取自 Krishnamutri 1976)

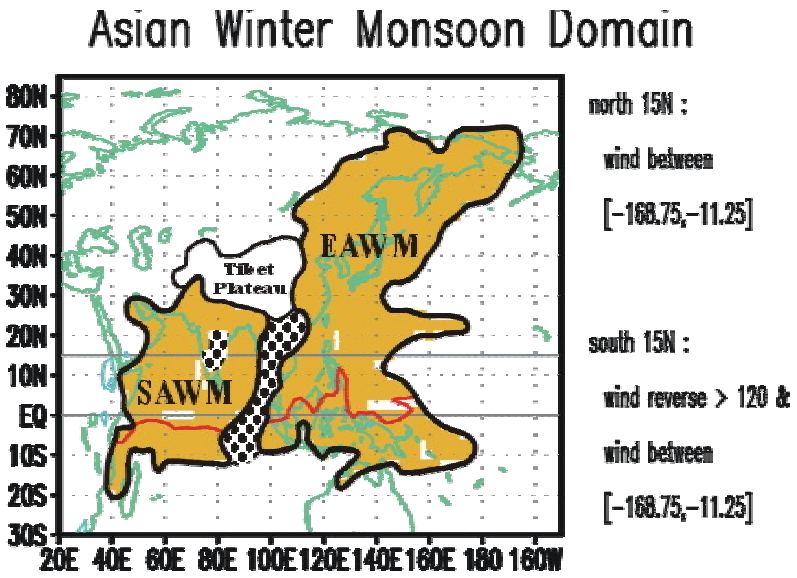


圖 1-3　亞州冬季季風區之劃分。由南風分量劃開東亞冬季季風區(EAWM)及南亞冬季季風區(SAWM)。紅線以南爲冬季一、二月降水較全年平均多之區域。

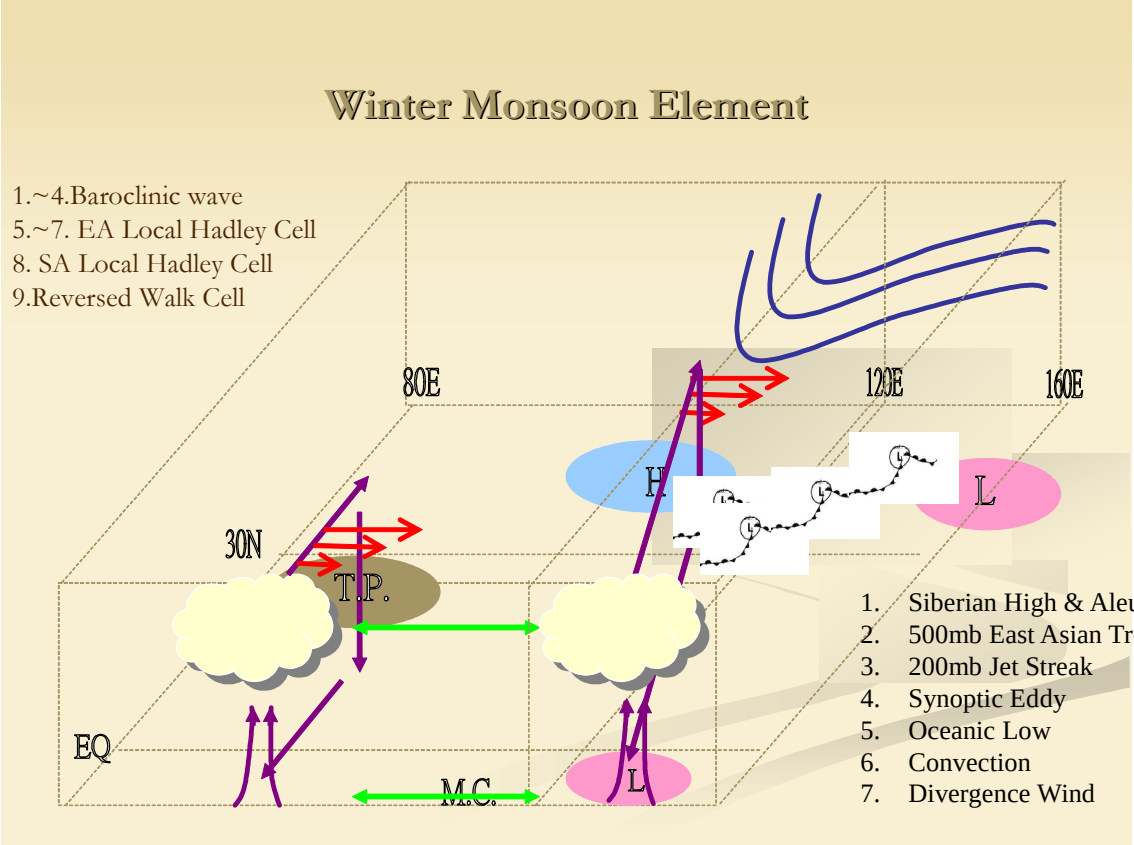


圖 1-4　冬季季風環流示意圖。冬季季風環流分三大部份：中高緯度斜壓波、東亞局部哈德里環流、南亞局部哈德里環流。兩局部哈德里環流成互相抑制之翹翹板型態。

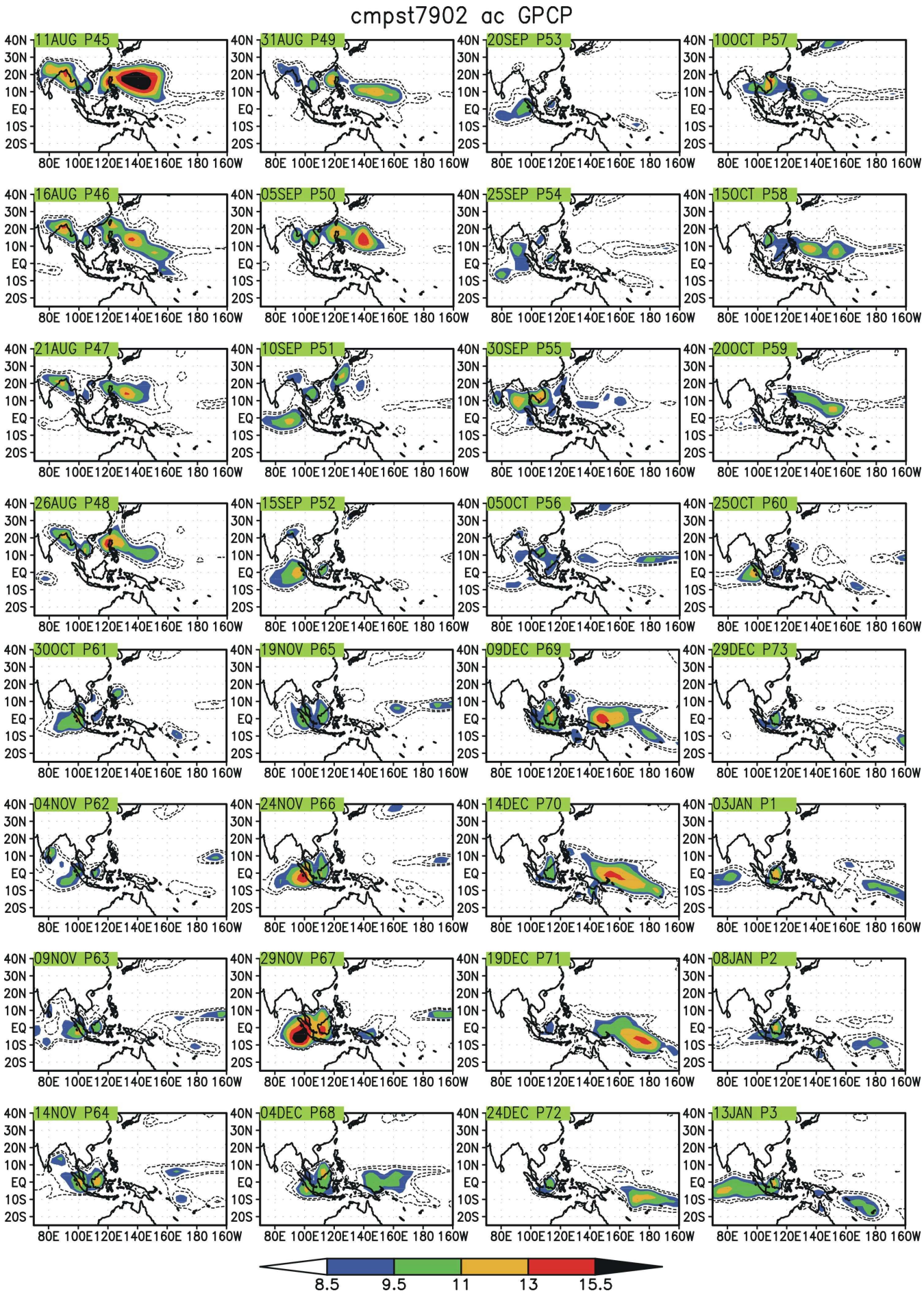


圖 2-1　夏末 45 侯之隔年隆冬 3 侯，合成之年循環 GPCP 降雨量。

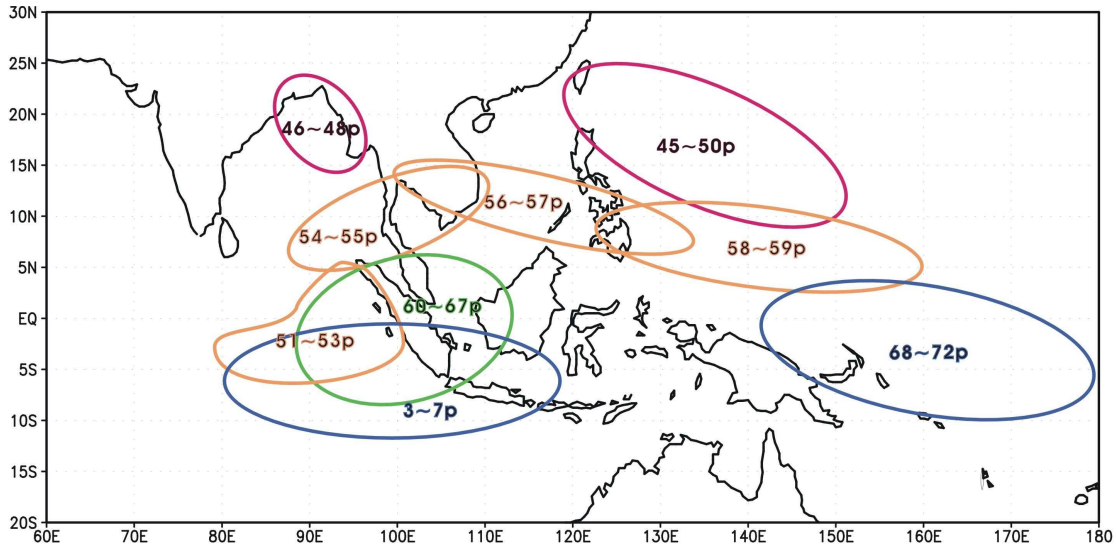


圖 2-2　夏末 45 侯到隔年隆東 7 侯之對流跳動示意圖。

秋季熱帶對流雲團之特徵

南亞、印度洋	Ptd	東亞、太平洋	
南跳	50	Monsoon Gyre	
	51		Monsoon Gyre結束
東赤道印度洋	52		
北移	53		
	54		
孟加拉灣	55		
	56	往東	
	57		
	58	西北太平洋	
	59	南跳	
蘇門達臘西邊	60		秋槽南跳
	61		
	62		
自主維持	63		
	64		
	65		
	66		
對流達最強	67	往東	
	68	赤道西太平洋	局部哈德里環流建立
	69		
	70		

殘夏

秋

表 2-1　夏末 50 侯到冬初 70 侯對流跳動位置之特徵。

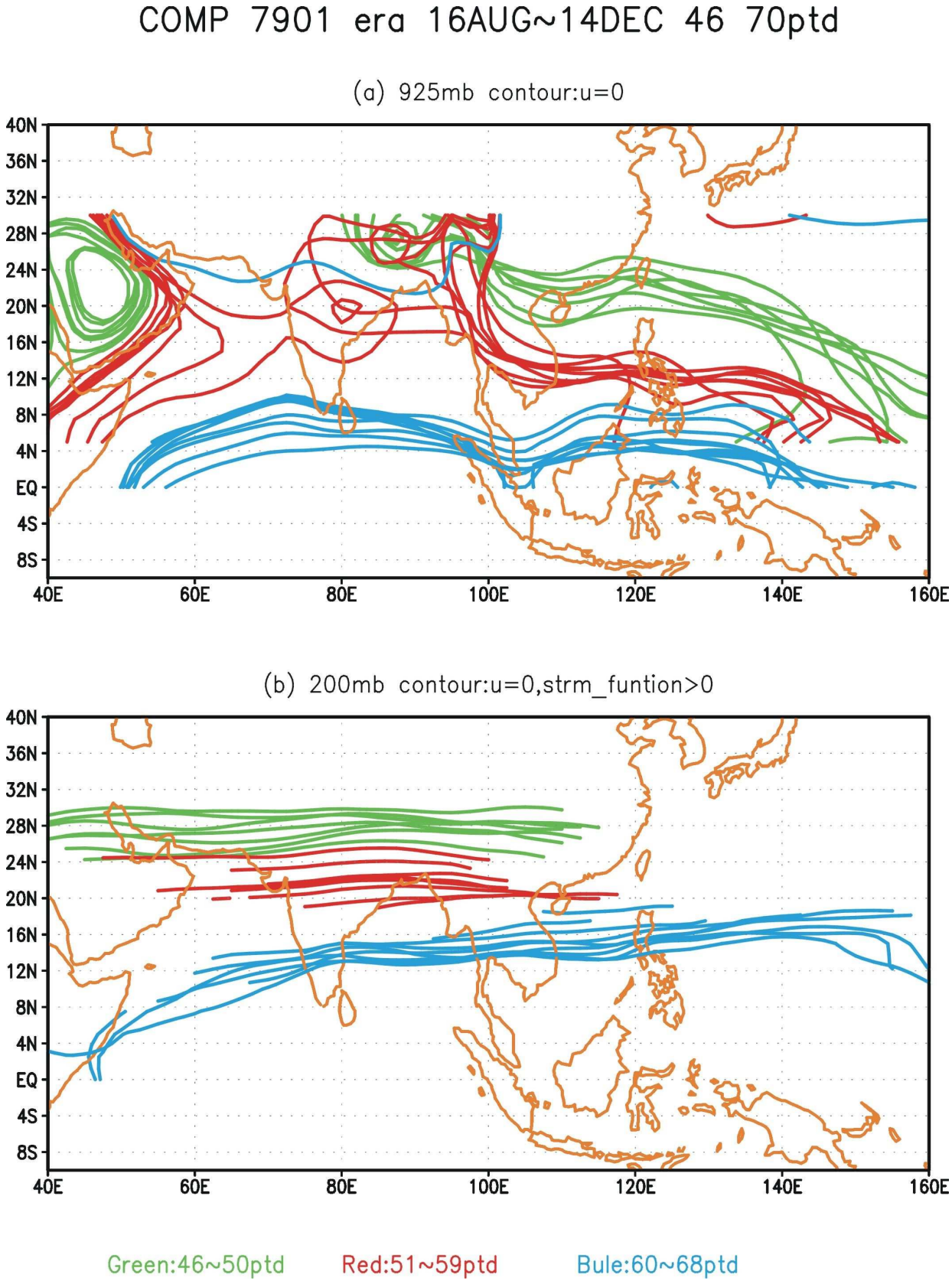


圖 2-3　夏末 46 侯至冬初 70 侯，合成年循環之環流特徵圖。(a) ERA40 925mb 東西風交界線(u=0)，顏色表不同時期：綠色爲 46~50 侯、紅色爲 51~59 侯、藍色爲 60~68 侯；(b) 200mb 高層南亞高壓脊(u=0,流函數>0.5e07)。

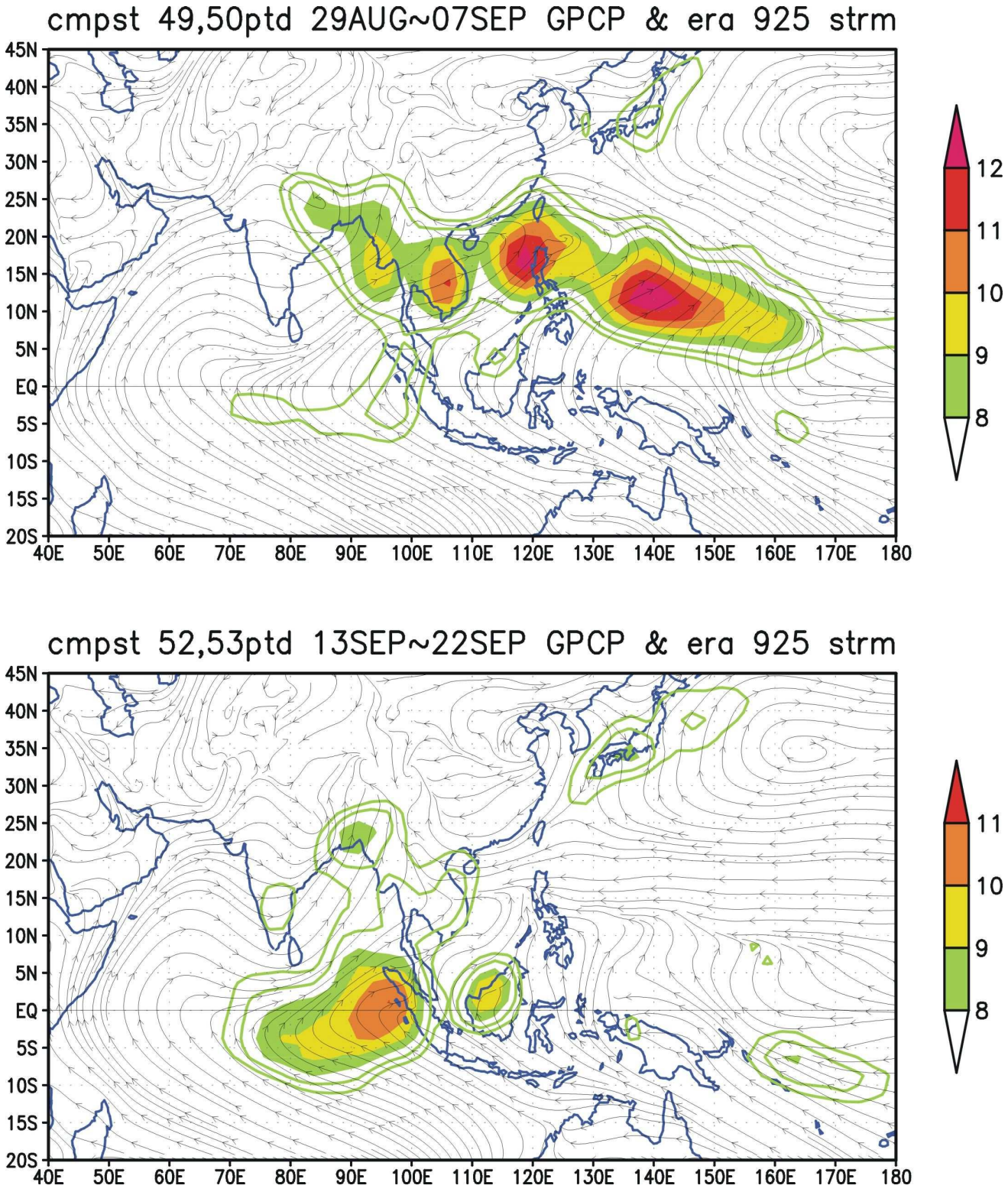
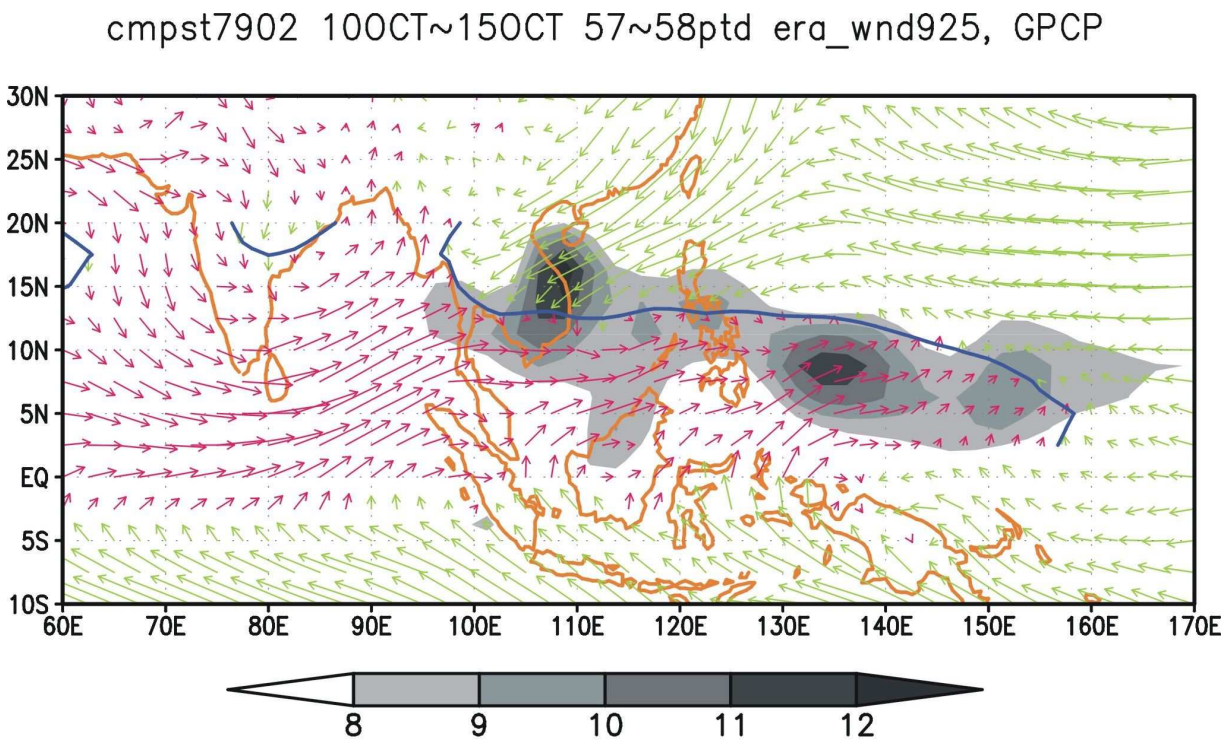


圖 2-4　夏末 51 侯驟變事件前後底層環流合成圖。上圖爲驟變事件前的 49、50 侯，下圖爲驟變後之 52、53 侯。色階和綠色等值線部份爲合成之 GPCP 雨量，氣流線爲 ERA40 925mb 之氣流場。



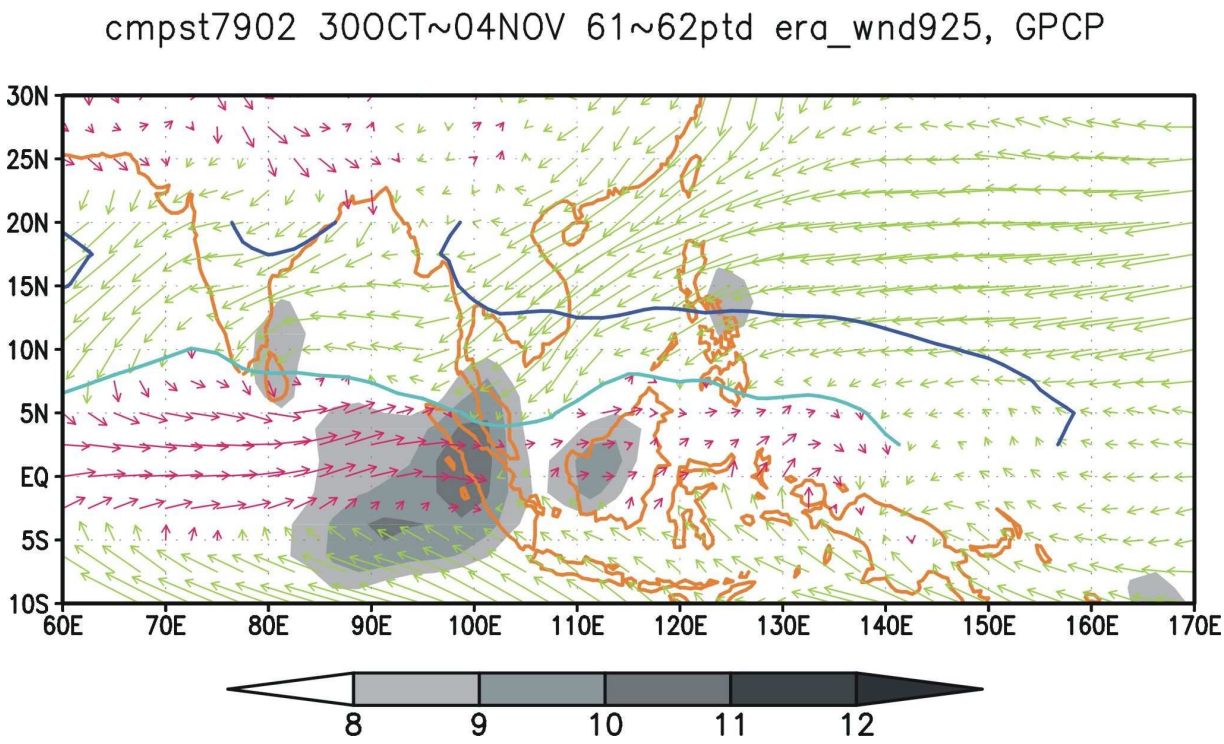
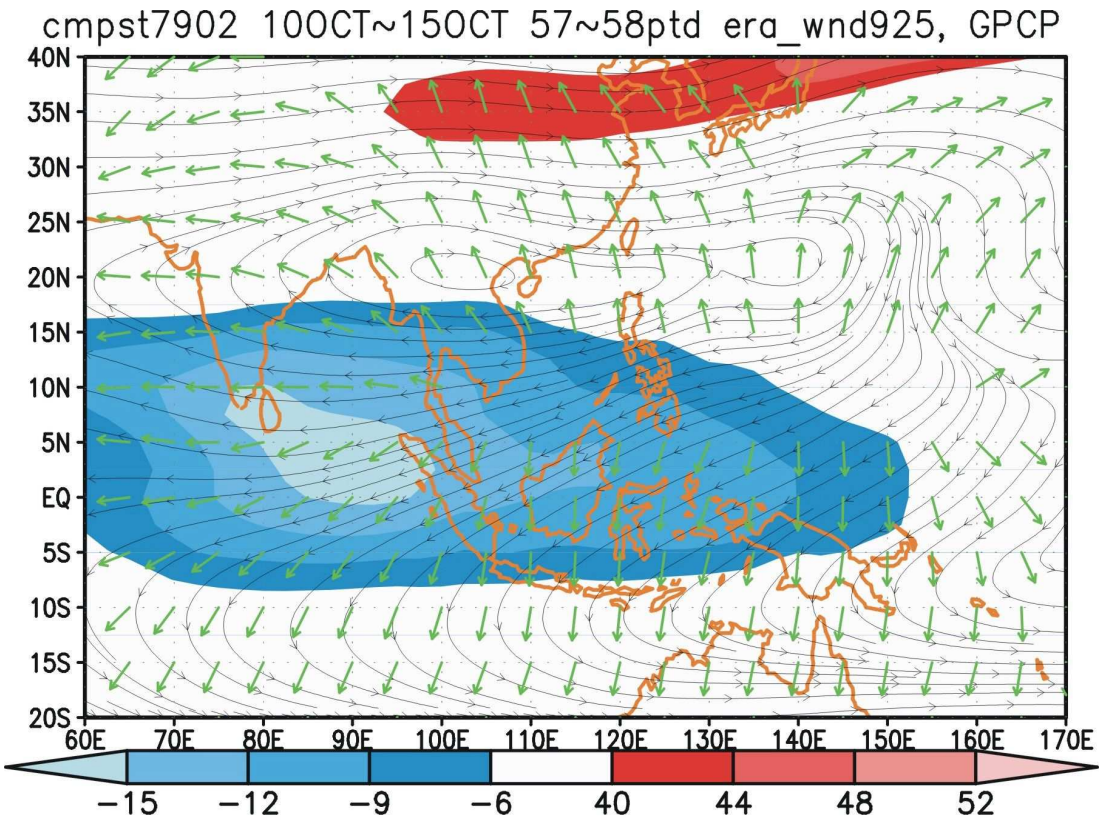


圖 2-5　60 侯驟變事件前後底層環流合成圖。上圖爲驟變事件前的 57、58 侯，下圖爲驟變後之 61、62 侯。色階部份爲合成之 GPCP 雨量，箭頭表示 ERA40 925mb 之風場(綠色爲東風分量、紅色爲西風分量)，等值線爲東西風交界(深藍色表驟變前之 57、58 侯，淺藍色表驟變後之 61、62 侯) 。



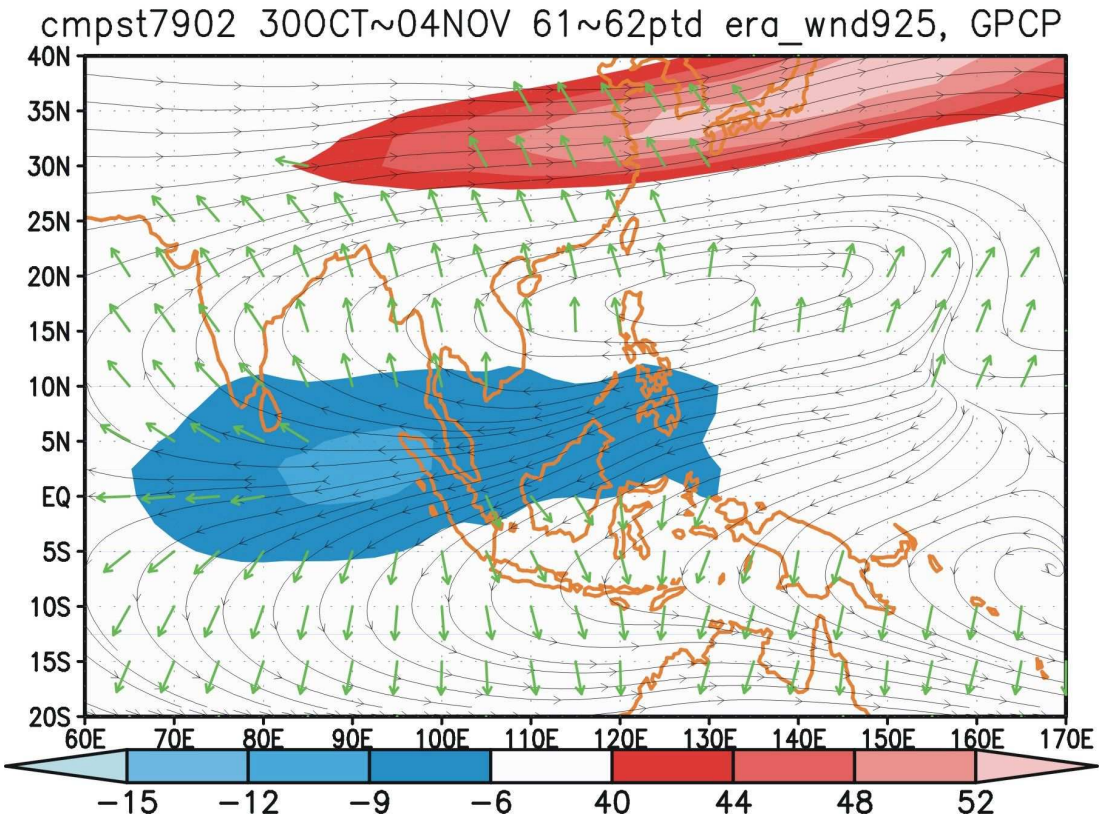
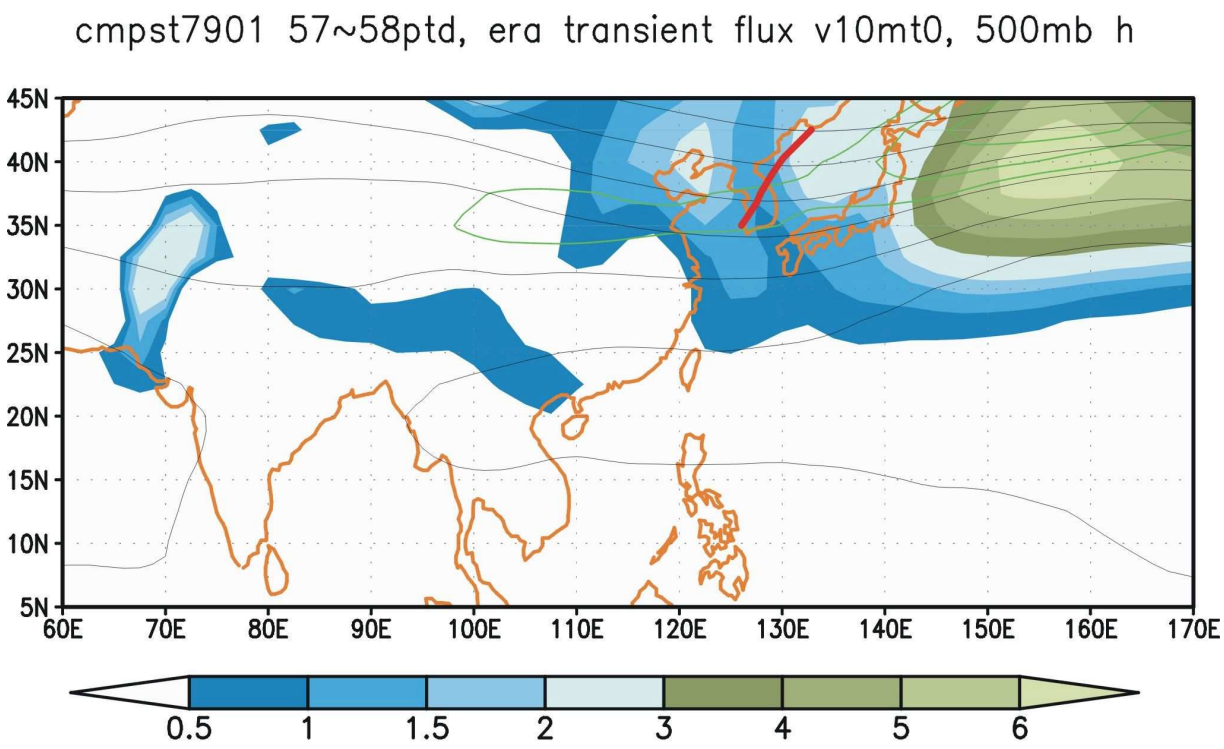


圖 2-6　60 侯驟變事件前後高層環流合成圖。上圖爲驟變事件前的 57、58 侯，下圖爲驟變後之 61、62 侯。色階部份爲合成之 ERA40 200mb 東西風噴流(藍色爲東風噴流、紅色爲西風噴流)；黑色氣流線爲 200mb 之風場；綠色箭頭爲 200mb 之輻散風場。



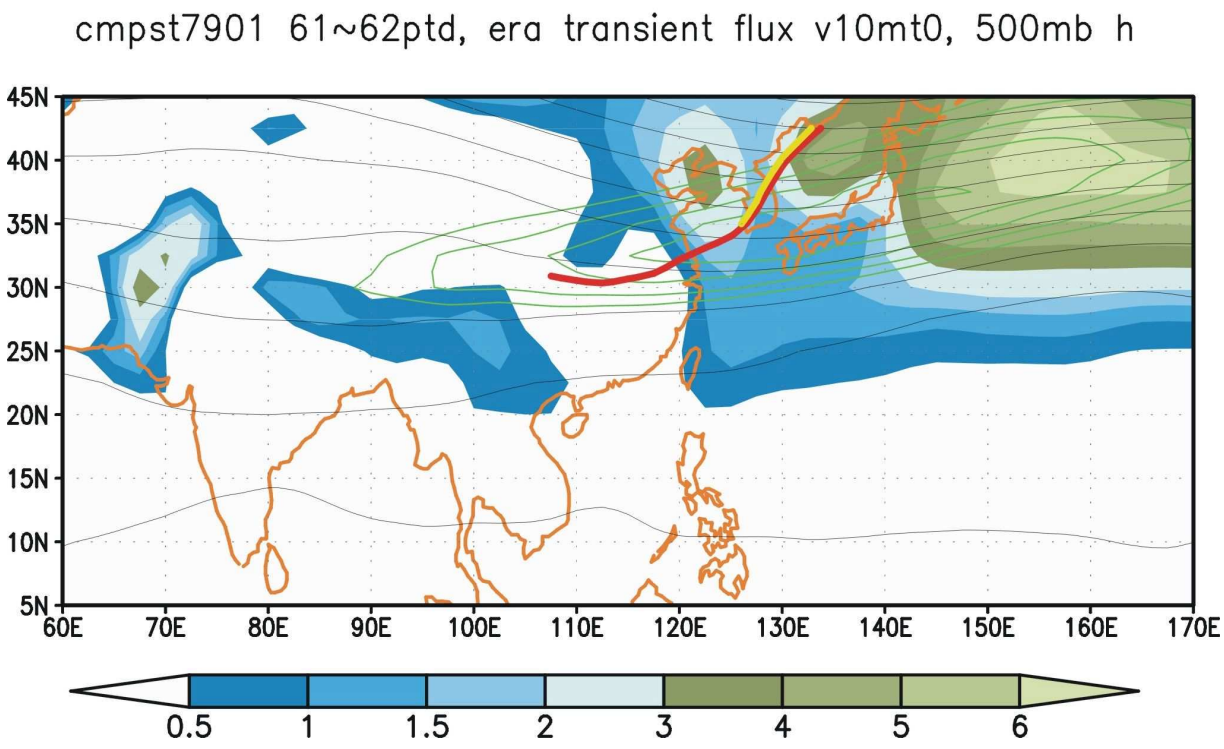


圖 2-7　60 侯驟變事件前後東亞斜壓波合成圖。上圖爲驟變事件前的 57、58 侯，下圖爲驟變後之 61、62 侯。色階部份爲合成之瞬變窩流地表熱通量傳送；綠色等值線爲 ERA40 200mb 之西風風速；黑色等值線爲 ERA40 500mb 高度場；紅色實線爲當時之東亞主槽位置(v=0, vorticity>0)，下圖將驟前 57、58 侯之東亞主槽再用黃線標示以供比較。

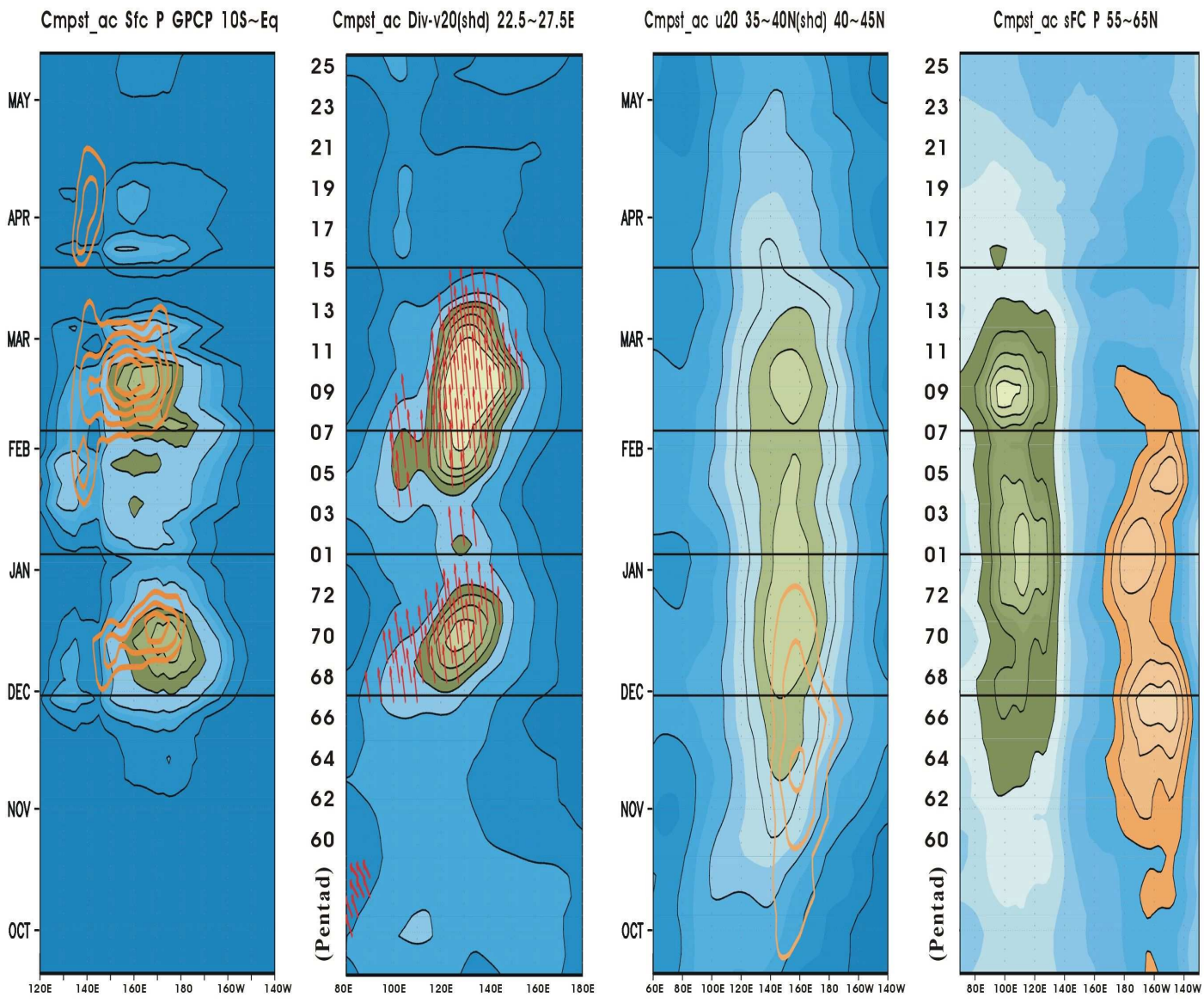


圖 2-8　冬季季風環流系統成員合成之年循環變化，經度-時間之 Hovmuller 圖。(a)南緯 10 度到赤道之平均環流場變化，色階爲海平面氣壓場，橘色等值線爲 GPCP 降雨量；(b)北緯 22.5 度到 27.5 度之平均環流場變化，箭頭爲 200mb 之輻散風場，色階是對於強輻散風風速再做強調；(c)色階爲 200mb 北緯 35 到 40 度平均東西風風速，橘色等值線爲 200mb 北緯 40 到 45 度之東西風風速；(d)北緯 55 到 65 度之平均海平面氣壓場，綠色表高壓、橘色表低壓。

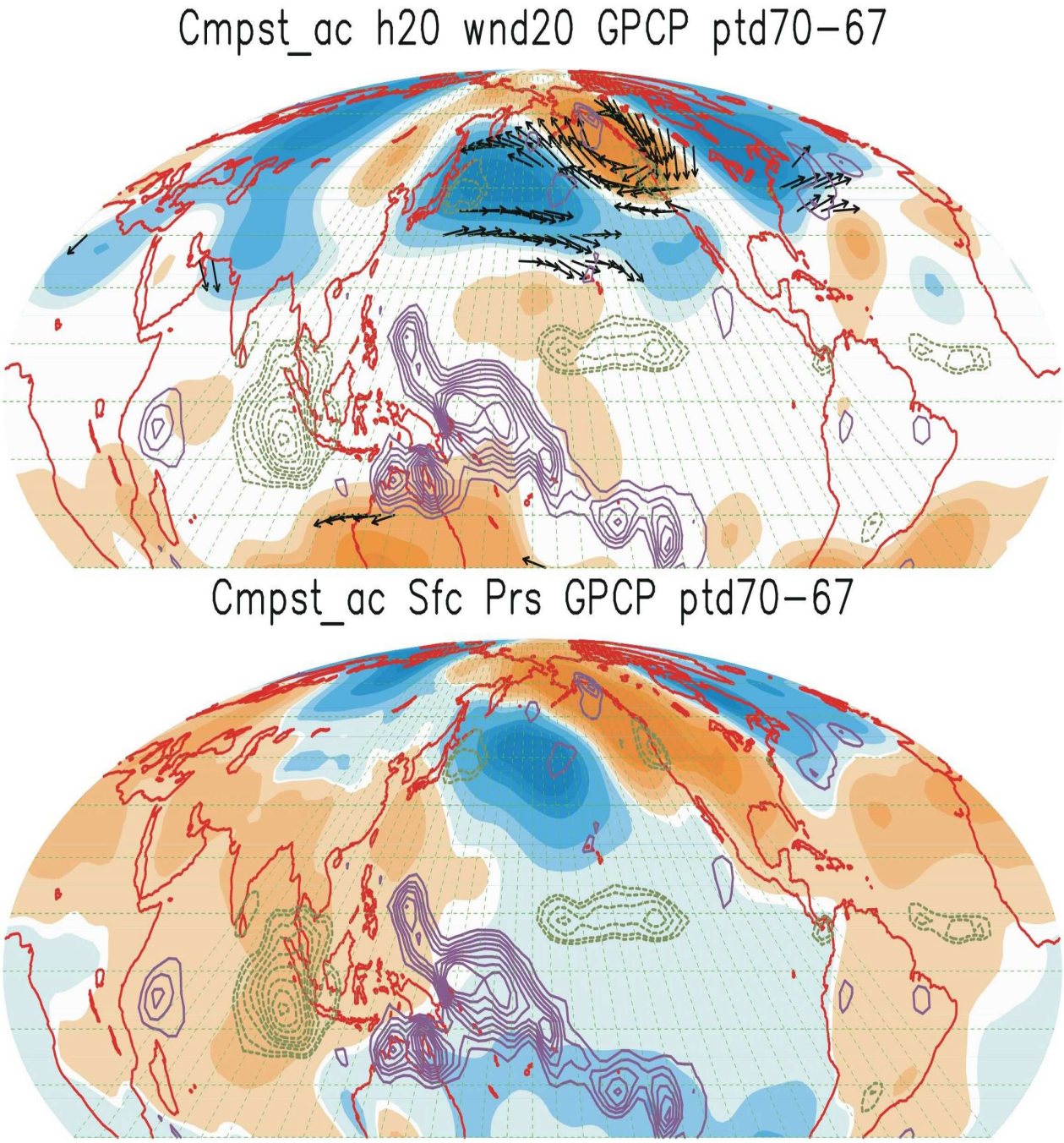


圖 2-9　多初 68 侯驟變事件之環流變化圖(70 侯減去 67 侯)。上圖爲高層 200mb 變異，下圖爲底層之變異。色階爲高度場、及壓力場變異，橘色是正相位、藍色爲負相位；等值線爲雨量之變異，紫色爲雨量增加、綠色爲雨量減少；上圖中之鍵頭爲風場變異，只劃東西分變異大之風場。

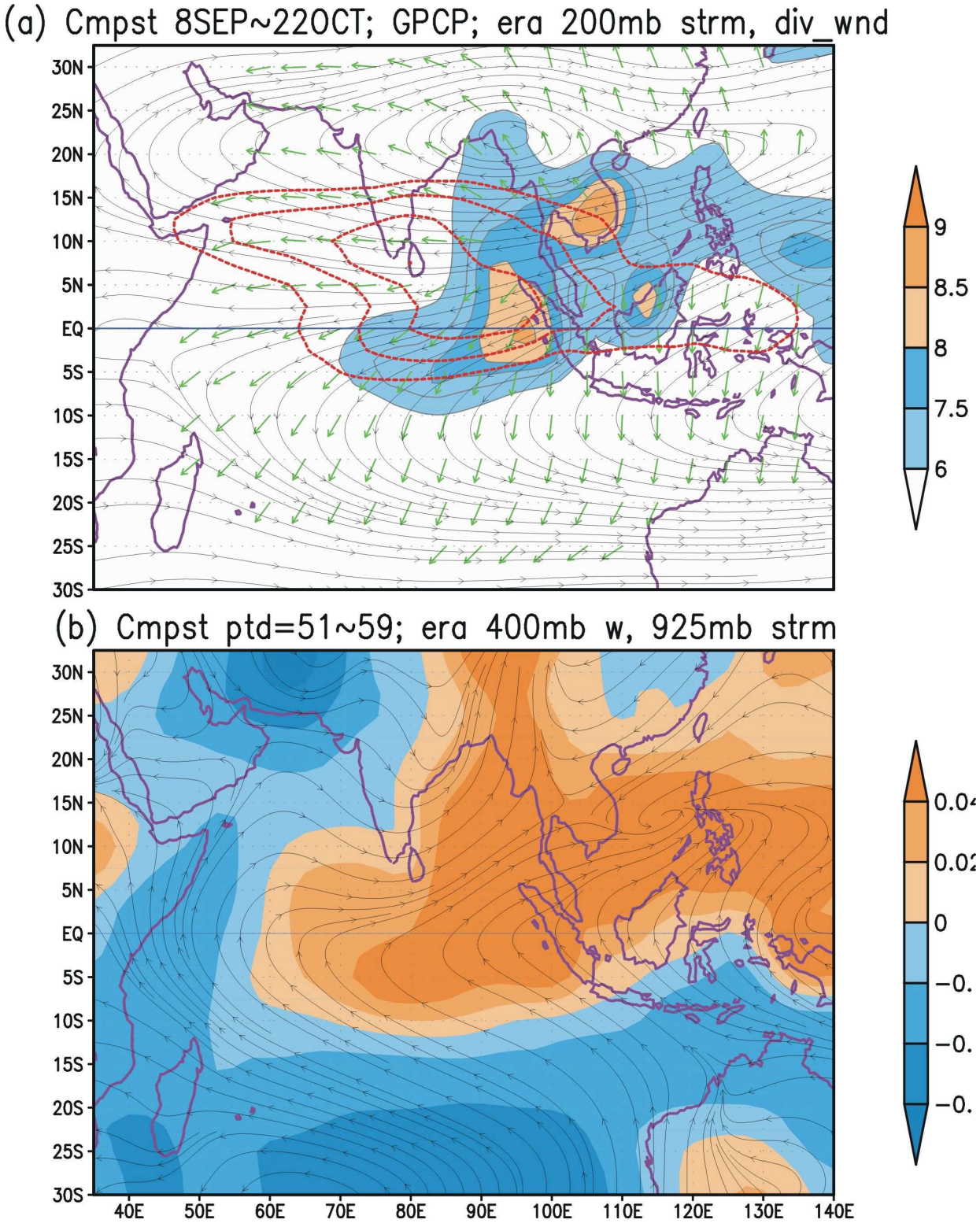


圖 3-1　殘夏 51~59 侯之平均環流圖。上圖爲高層平均環流，下圖爲低層平均環流。(a)色階爲 GPCP 降雨量；氣流線爲 ERA40 200mb 氣流場；綠色箭頭爲 200mb 之輻散風場。(b)色階爲 ERA40 400mb 垂直速度；氣流線爲 ERA40 925mb 氣流場。

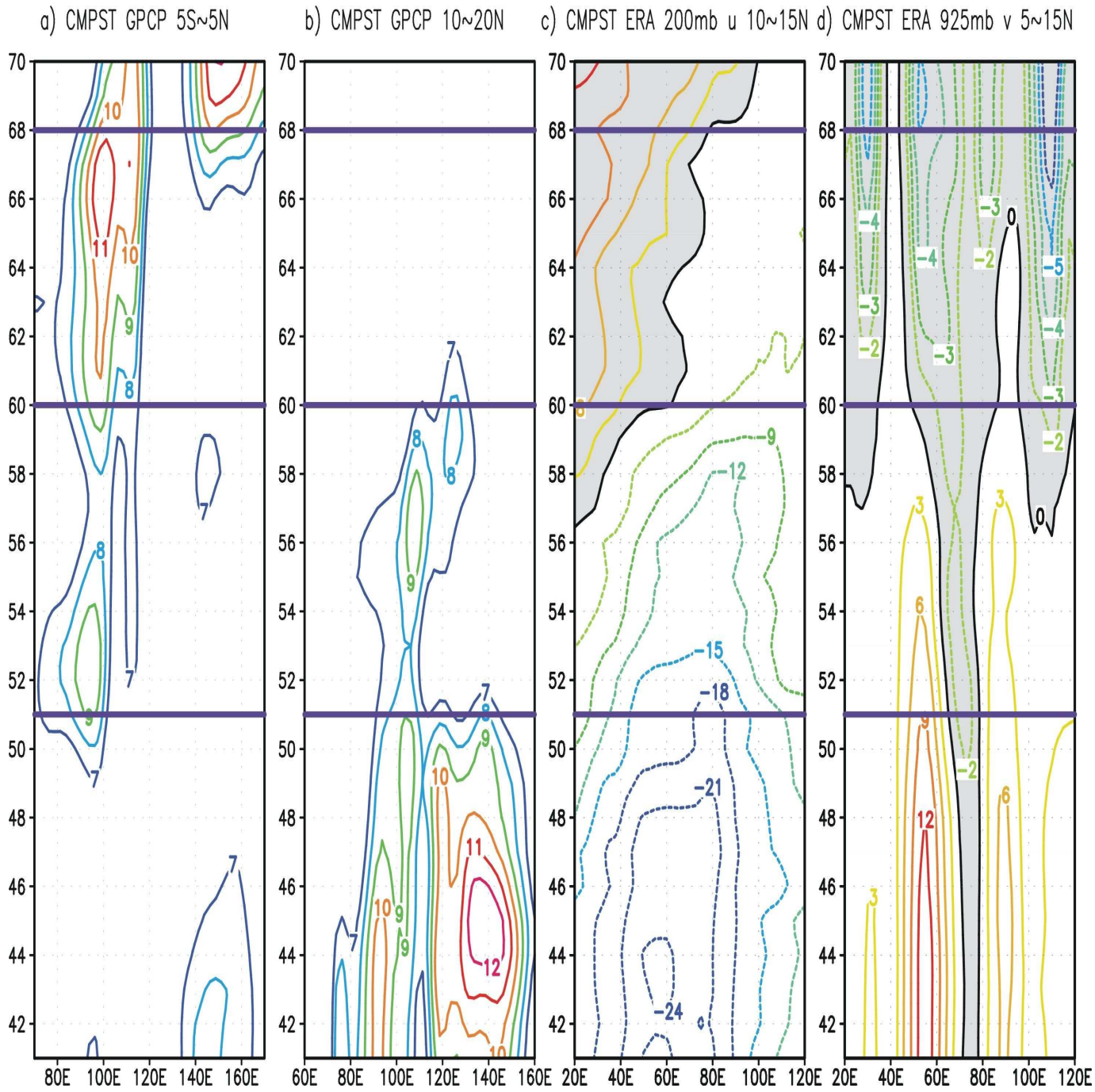


圖 3-2　殘夏環流系統成員合成之年循環變化，經度-時間之 Hovmuller 圖。(a) 南緯 5 度到北緯 5 度平均之 GPCP 降雨量；(b) 北緯 10 度到北緯 20 度平均之 GPCP 降雨量；(c)北緯 15 到 20 度平均之 ERA40 200mb 東西風風速，灰底部份爲西風風場、白底部份爲東風風場；(d)北緯 5 到 15 度平均之 925mb 南北風風場，灰底部份爲北風風場、白底部份爲南風風場。

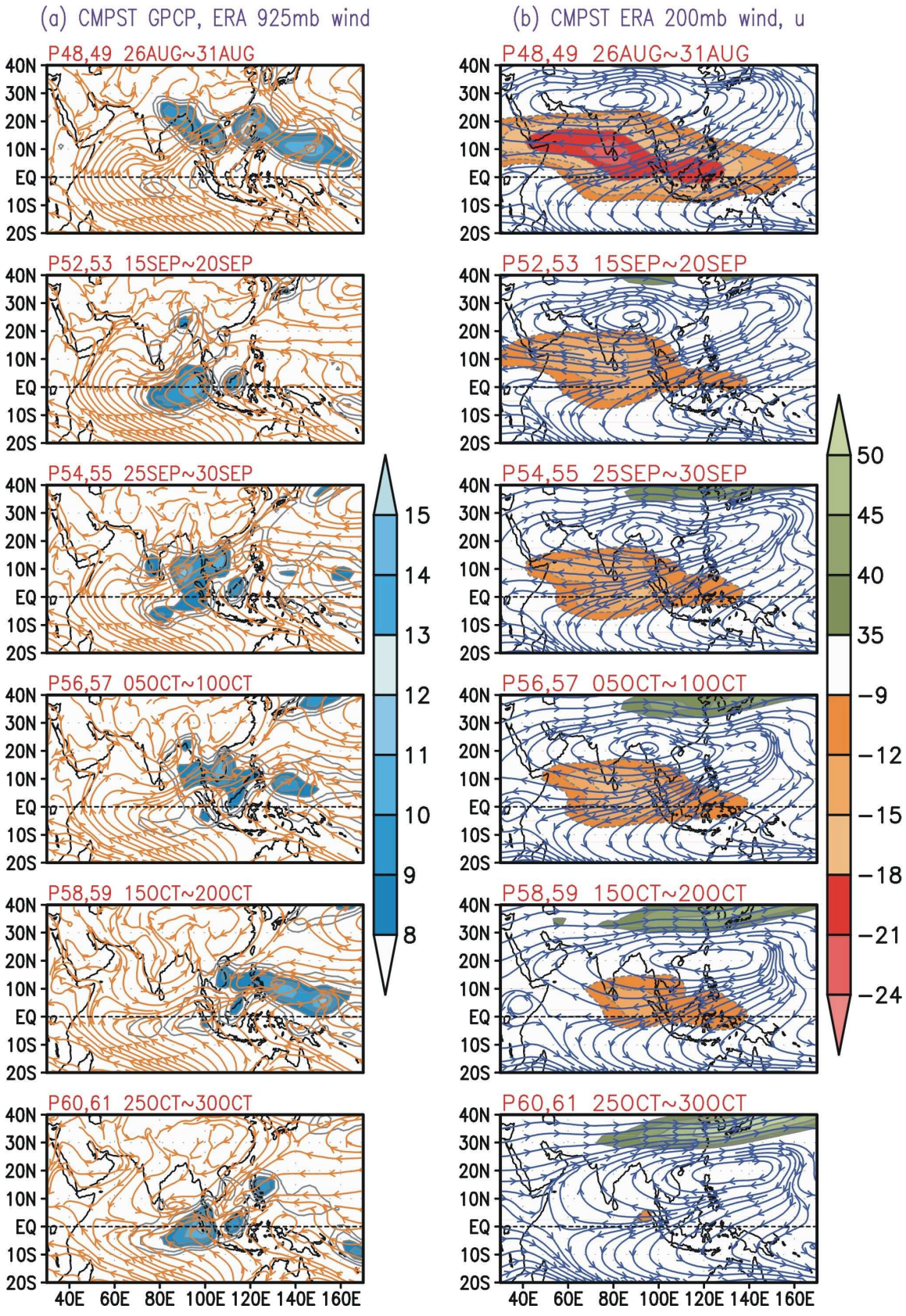


圖 3-3　殘夏環流水平傳遞圖，隨時間取兩侯之平均，由上而下分別爲 48,49 侯、52,53 侯、54,55 侯、56,57 侯、58,59 侯、60,61 侯。(a)左圖爲合成之低層環流，色階爲 GPCP 降雨量；黃色氣流線爲 ERA40 925mb 氣流場；(b)右圖爲合成之高層環流，色階爲 200mb 之東西風風速，綠色表東風，紅色、橘色表西風；藍色氣流線爲 200mb 之氣流場。

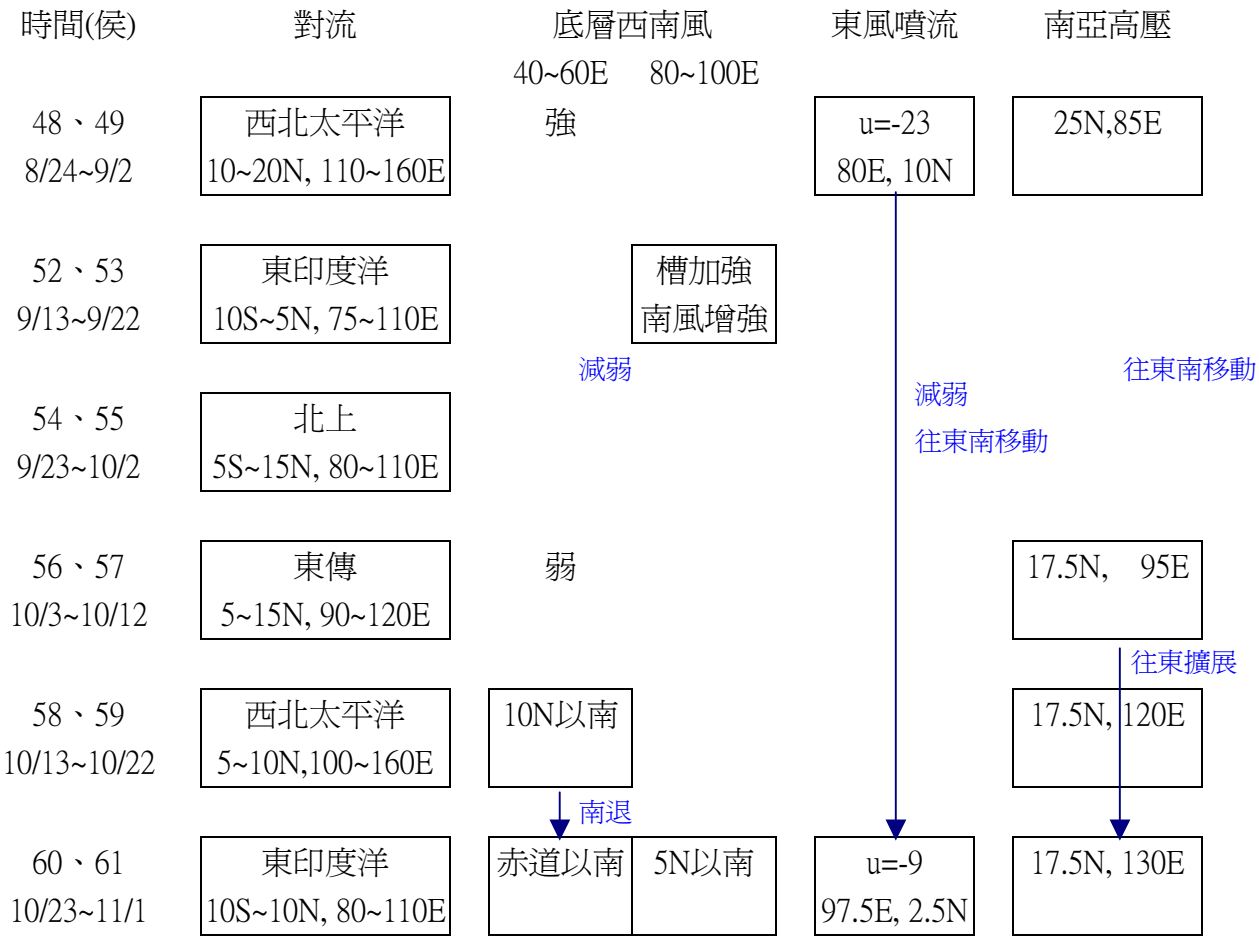


表 3-1　殘夏環流系統成員隨時間之強度、位置表。

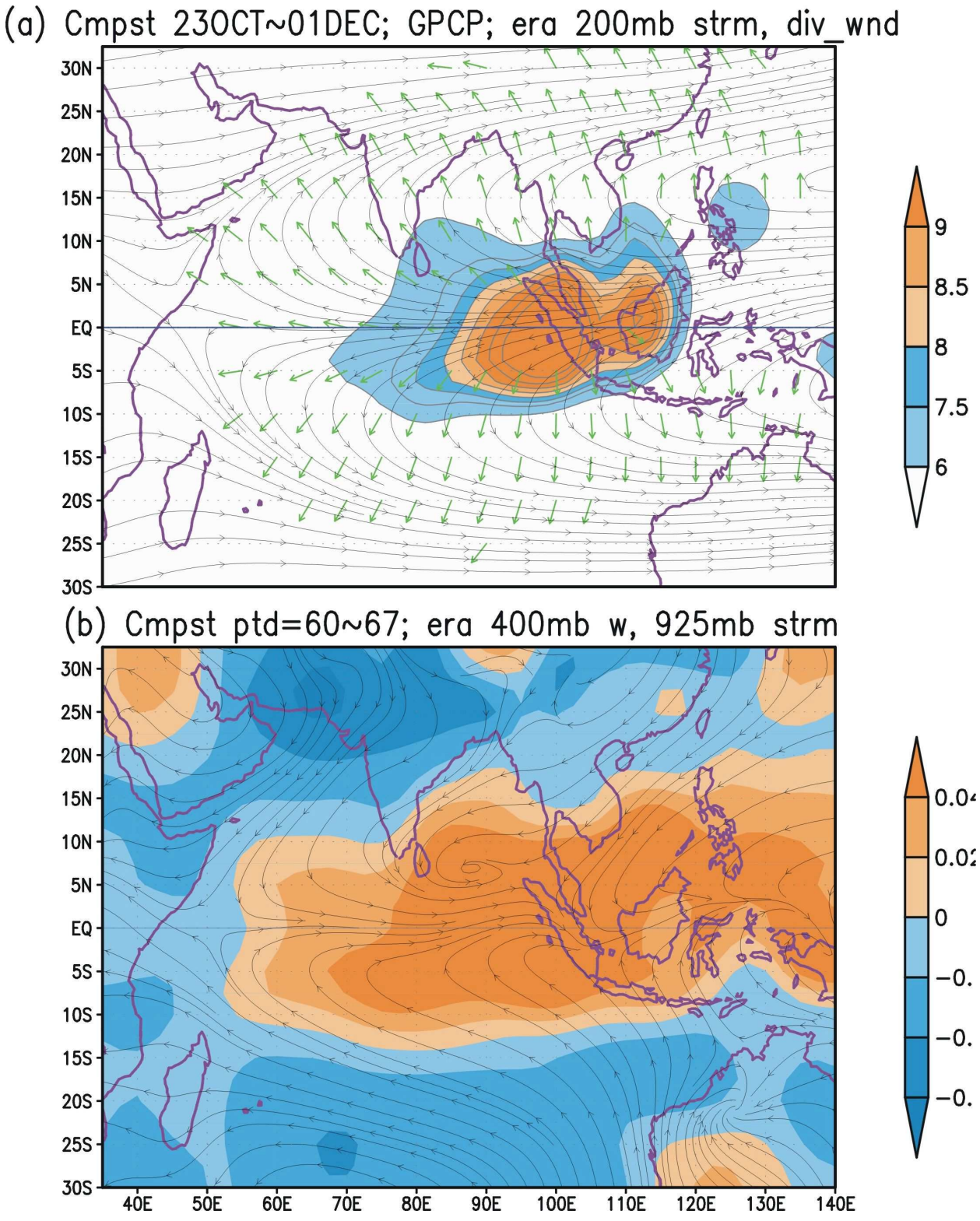


圖 3-4　秋 60~67 侯之平均環流圖。上圖爲高層平均環流，下圖爲低層平均環流。(a)色階爲 GPCP 降雨量；氣流線爲 ERA40 200mb 氣流場；綠色箭頭爲 200mb 之輻散風場。(b)色階爲 ERA40 400mb 垂直速度；氣流線爲 ERA40 925mb 氣流場。

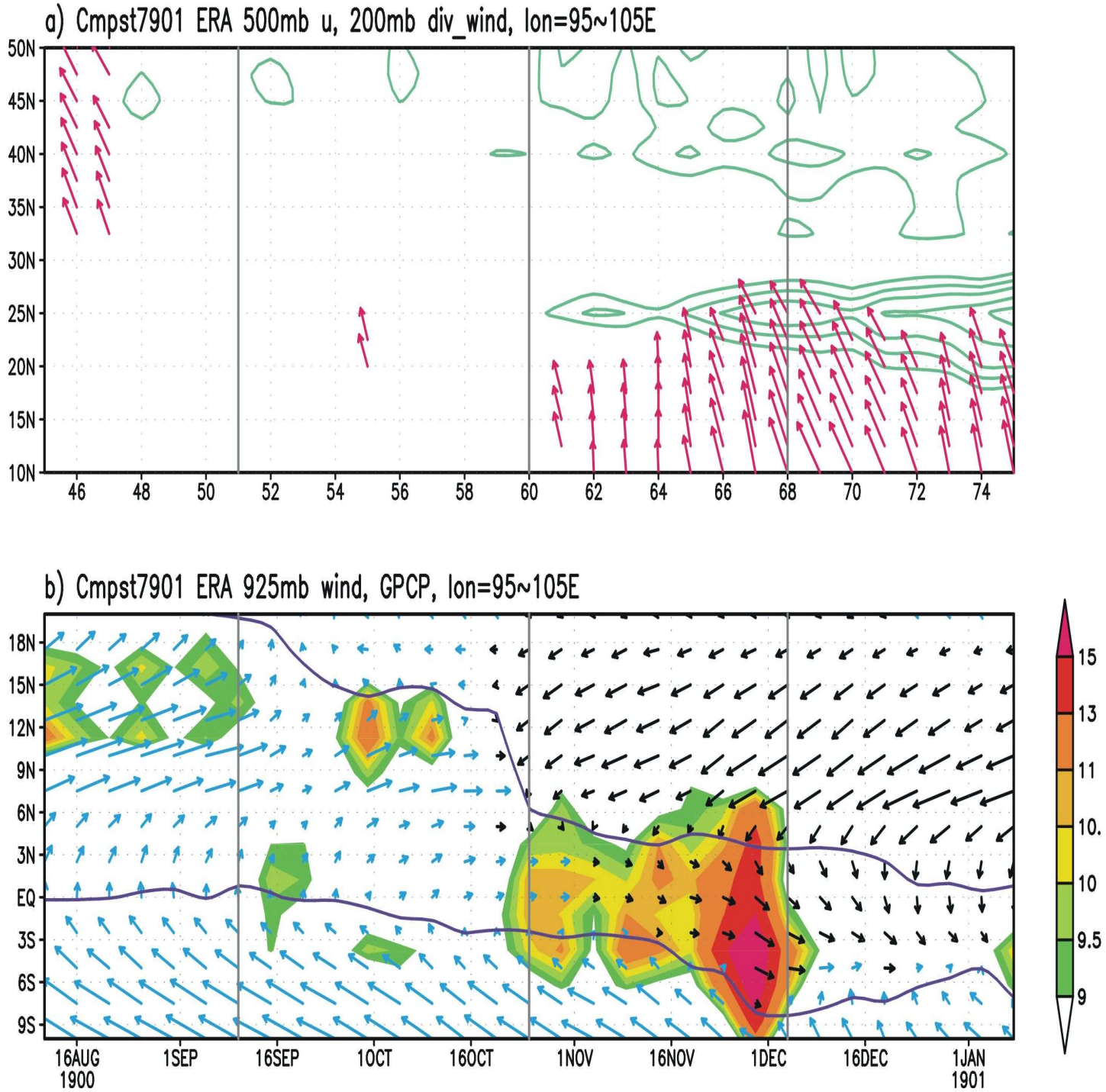


圖 3-5　蘇門達臘環流系統成員合成之年循環變化，緯度-時間之 Hovmuller 圖。(a)東經 95 度到東經 105 度平均之高層環流變化，綠色等值線爲 ERA40 500mb 之東西風風速；紅色箭頭爲 200mb 之輻散風場；(b)東經 95 度到東經 105 度平均之低層環流變化，色階爲 GPCP 降雨量；箭頭爲 ERA40 925mb 之風場，藍色爲南風分量，黑色爲北風分量；紅色等值線爲東西風交界線(u=0)。

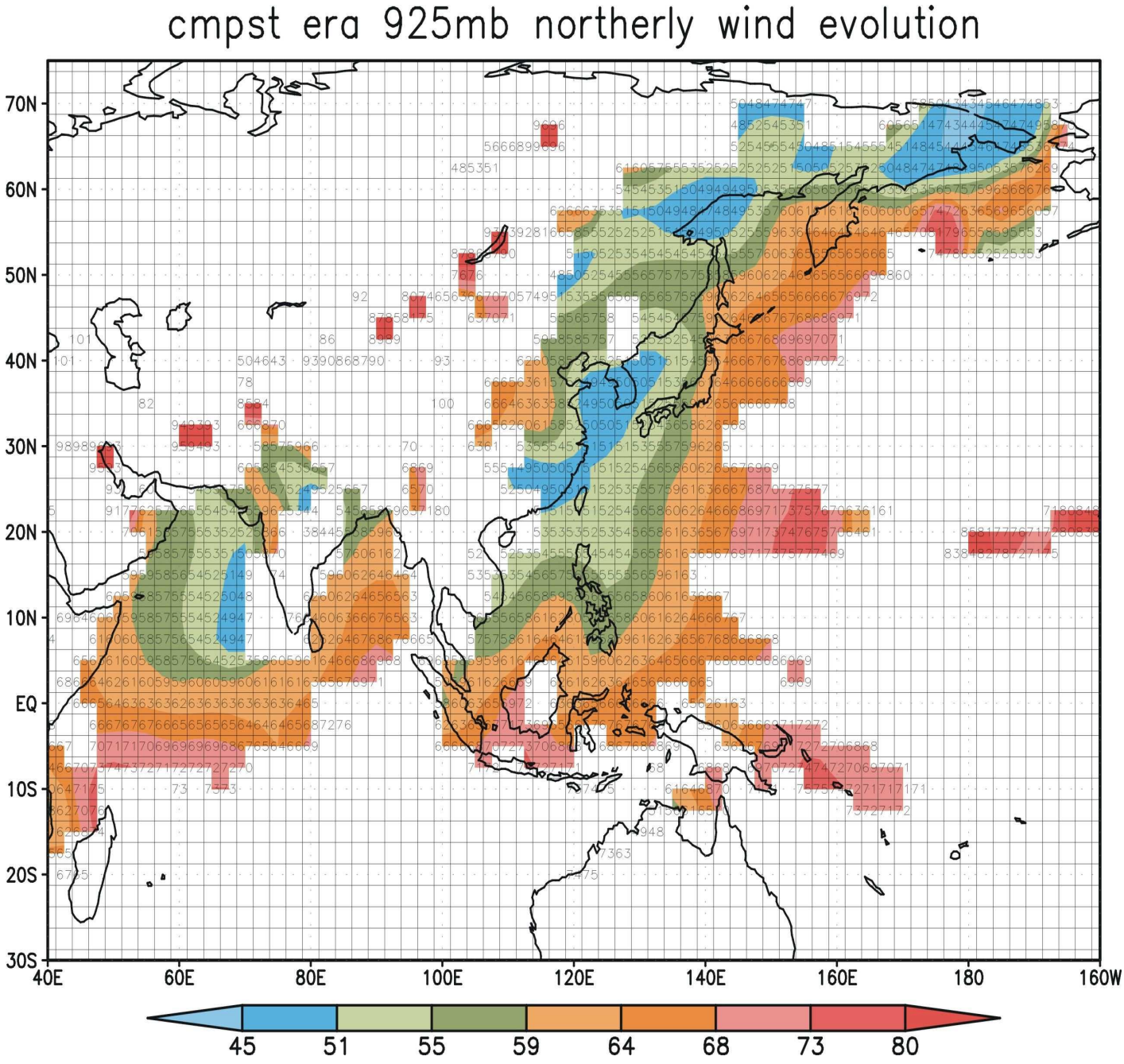


圖 3-6　冬季季風區之北風發展時序圖。數字爲該網格點南風轉北風之時間(定義上爲避免天氣尺度擾動造成之北風，取北風維持最久之轉變時間點)；色階部份將不同時期再做強調。

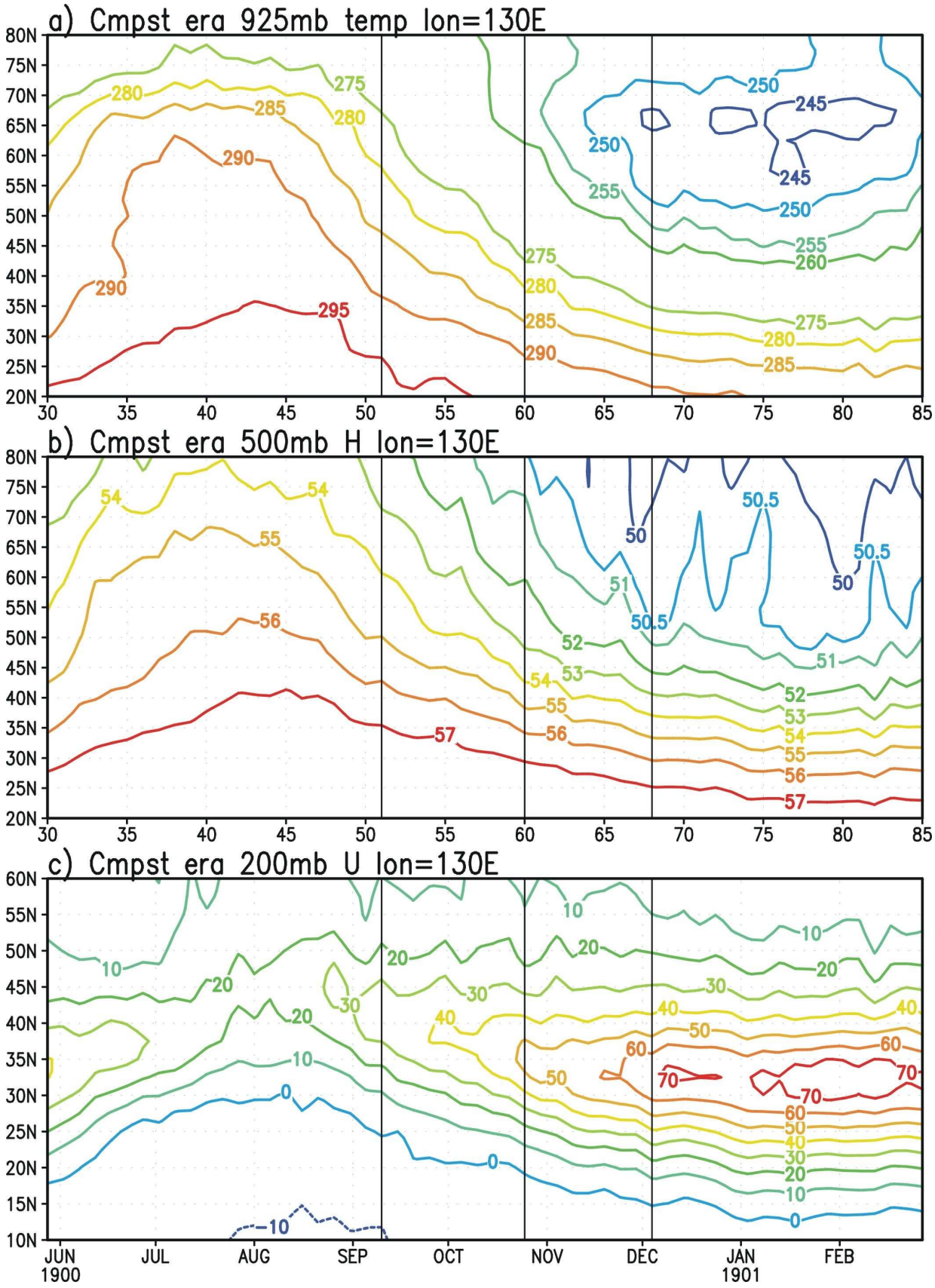


圖 3-7　冬季斜壓波背景場隨時間變化之合成緯度-時間 Hovmuller 圖。(a)東經 130 度 ERA40 925mb 溫度場；(b)東經 130 度 500mb 之高度場；(c)東經 130 度 200mb 之東西風風速變化圖。

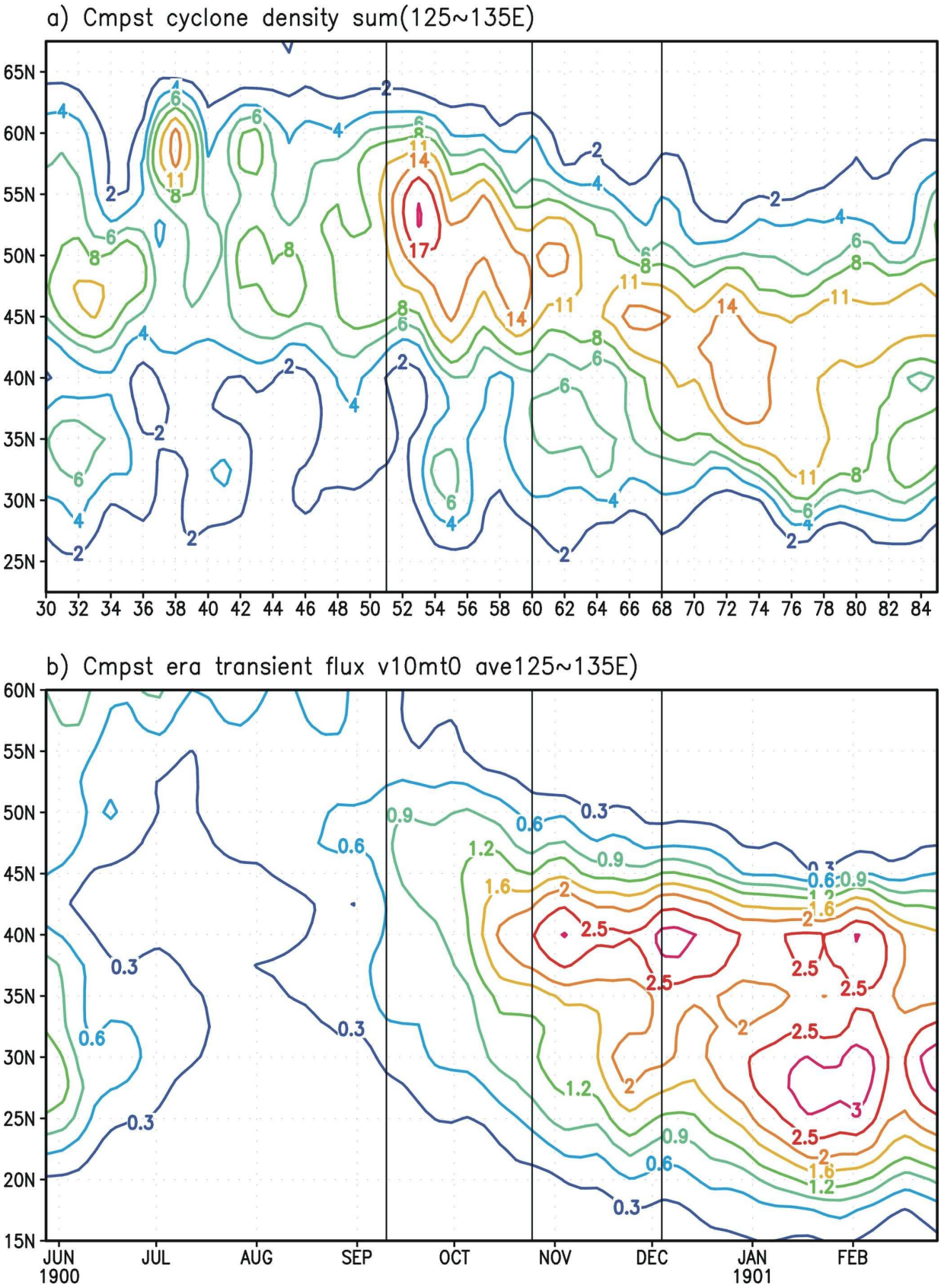


圖 3-8　冬季斜壓波擾動場隨時間變化之合成緯度-時間 Hovmuller 圖。(a)東經 125 度到 135 度氣旋總數之密度變化；(b)東經 125 度到 135 度瞬變渦流之地表熱通量傳送。

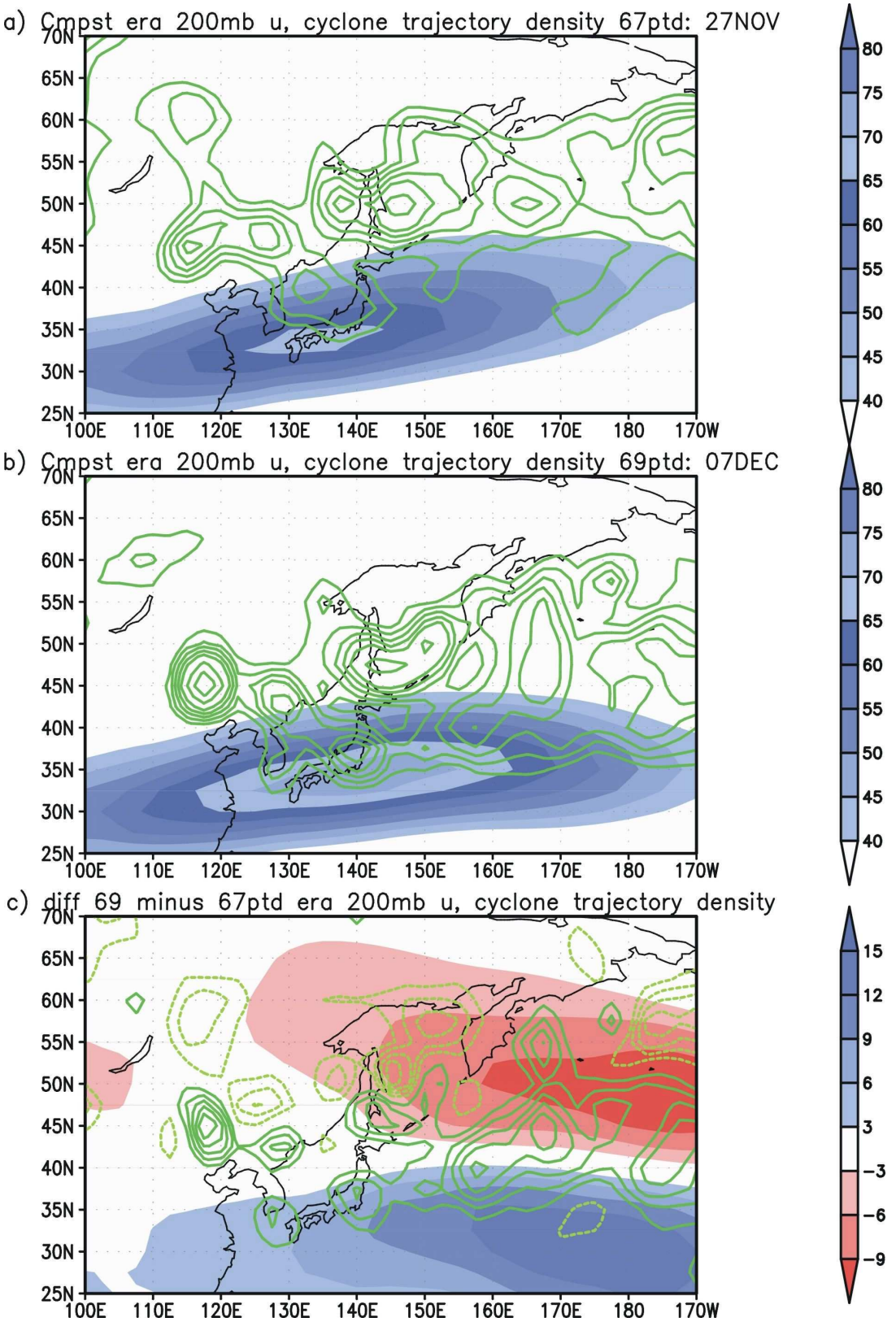


圖 3-9　合成之 68 侯北太平洋風暴路徑(storm_track)位置變化圖。(a)上圖爲 67 侯之合成圖，色階爲 ERA40 200mb 東西風風速；綠色等值線爲該網隔點之氣旋總數(clevs=1,1.5,2,2.5,3,4,5)；(b)中圖與圖(a)相同，不同在時間點爲 69 侯；(c)下圖爲 69 侯減去 67 侯之變化圖，色階爲 200mb 東西風風速變化，紅色表東風變異(西風減弱)，藍色表西風變異(西風增強)；等值線爲溫帶氣旋密度之變化，深綠色爲加強、淺綠色爲減弱(cint=0.5)。

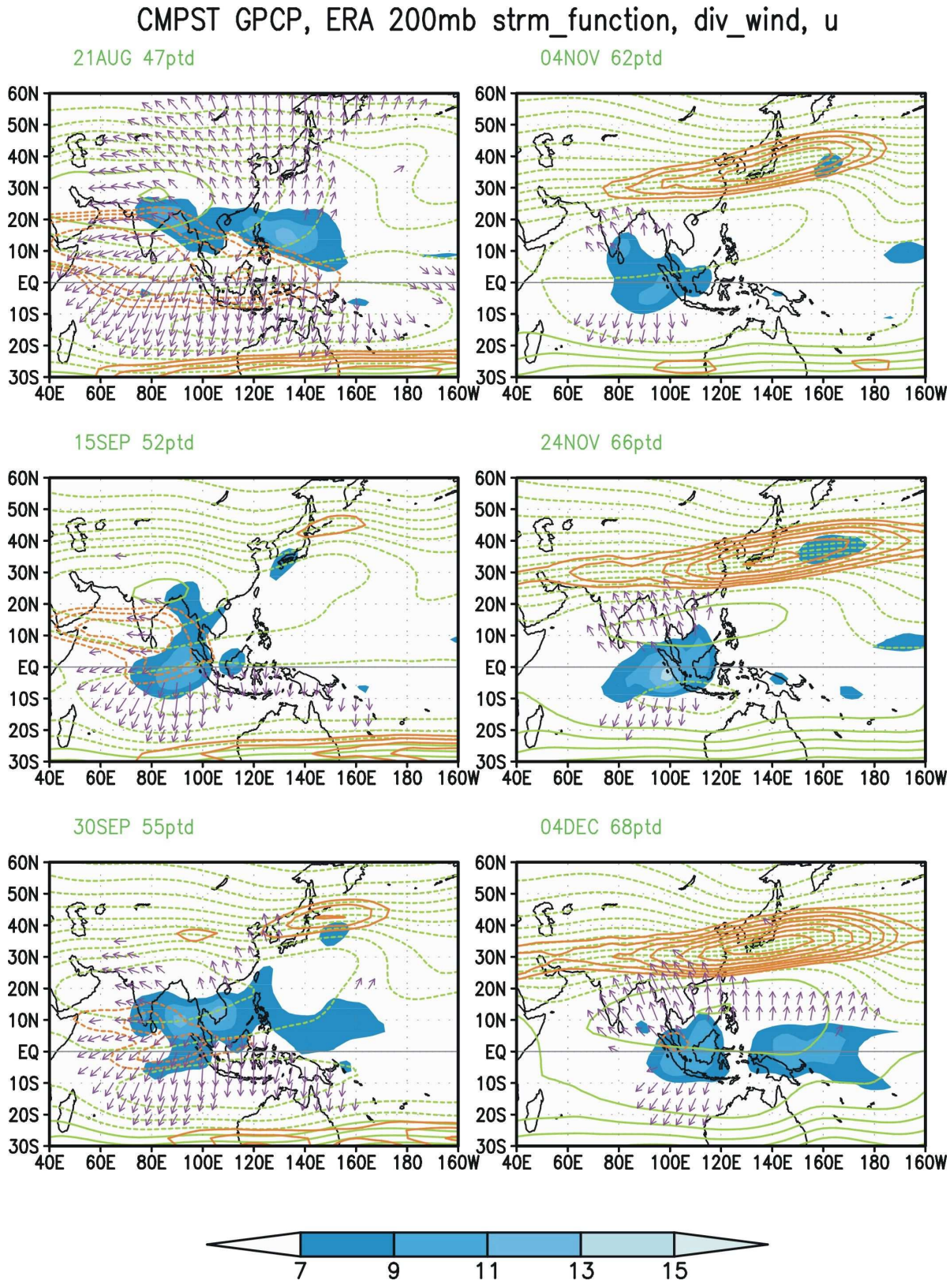


圖 3-10　夏末至冬初合成之高層環流變化圖，色階爲 GPCP 降雨量；綠色等值線爲 ERA40 200mb 流函數值(cint=1*E-07)；橘色等值線爲 200mb 東西風風速(clevs=-30,-35,-20,-16,-14,-12,38,42,46,50,55,60,65,70)；桃紅色箭頭爲 200mb 輻散風場(風速>3.2 m/s)。

交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告

颱風強度與定量降水機率預警作業化研究

One Operational Research of Typhoon Intensity and Quantitative Precipitation Forecast

計畫類別：☑ 國內　　□ 國外

計畫編號：MOTC - CWB - 94 - 2M - 06

執行期間： 94 年 7 月 1 日 至 94 年 12 月 31 日

計畫主持人：李清勝

執行單位：台灣大學大氣科學系

中華民國九十四年十二月

摘要

本計畫之目的在配合中央氣象局颱風預警作業之需求，發展侵台颱風風雨機率預報技術，並建立颱風強度預報方法。全程計劃預計三年完成，本年為第一年計畫；計畫重點為（1）侵台颱風定量降雨機率預報技術之發展，（2）使用空間型態統計與個案分析，探討颱風侵台時各地風力分佈與變化特徵。配合計畫需求，本年計畫中已完成基本資料的收集、整理工作，包括（1）1989～2004 年侵台颱風路徑，（2）台灣地區各地逐時風雨觀測資料，及（3）1989～2004 年中央氣象局歷史颱風個案 24 小時路徑預報資料(含 70％機率之路徑變化範圍資料)。

在定量降雨機率預報技術發展部分，本研究利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局預報颱風路徑之 70％偏差資料，發展颱風定量降雨機率預報技術，並探討其適用性。結果顯示，颱風降雨氣候－持續模式對颱風期間全台降雨型態的掌握，具有一定的能力，且此能力不會受颱風路徑不確定性所影響。其次，本研究利用偏倚評分及 ETS 評分，探討模式在定性、區域及機率預報上的能力與特性；結果顯示，此模式在較小降水的掌握能力上，較大雨來得好。此外，當考慮歷史颱風個案之單獨測站 24 小時累積雨量時，不論是獨立個案或非獨立個案，利用此颱風降雨模式，配合中央氣象局 70％路徑偏差進行定量降雨機率預報時，必須考量測站雨量標準差之變動範圍，預報準確率方可達到八成（但預報雨量範圍偏大）。此結果顯示，因颱風特性的變化和移動雨帶特徵的影響，利用統計法進行測站的定量降雨機率預報，雖有一定的參考價值，但仍有相當程度的改進空間（配合氣象局的預報內容）。

在風力分佈特徵之統計分析方面，本研究應用全台 28 個局屬測站(含外島)與 104 個遙測氣象站之平均風力資料，選取 1989-2004 年間颱風所導致台灣某些地區出現強風(8 級或以上)的個案，並分析幾個個案的風力分布變化特徵、及其與颱風路徑、強度、暴風半徑及台灣地形之相互關係。其次，本研究利用正交經驗函數（Empirical Orthogonal Function, EOF ）分析颱風侵台時的風力分佈特徵。結果顯示，僅利用氣象局傳統測站的島內平地測站進行 EOF 分析，最能突顯風力分佈特徵。再者，根據颱風中心位置進行分區後的風力分析結果顯示，EOF1 與平均場的風力分佈特徵類似，足以解釋不同位置的風力分佈特徵。然而，EOF1 比平均場更能突顯細微的結構，且能提供更詳細的時間、空間變化情形。整體而言，此風力分佈空間型態的分析結果，可作為本計畫下一年發展風力客觀預報方法的基礎；此外，在實際颱風預報作業時，亦可配合作為主觀修正參考之用。

關鍵字：颱風、颱風降雨、風力分佈、機率預報

目錄

摘要 I
目錄 II
表目錄 III
圖目錄 IV
一、前言 1
二、資料處理 2
2.1 颱風路徑資料 2
2.2 降雨及風力資料 3
三、定量降雨機率預報技術之發展 3
3.1　颱風降雨氣候－持續模式之特性探討 4
3.2　利用颱風降雨氣候－持續模式進行定量降雨機率預報之能力評估 5
3.3　小結 7
四、強風機率預報技術之發展 8
4.1 歷史侵台颱風具代表性之強風速個案研究 8
4.1.1 強風個案選取 8
4.1.2 影響台灣出現強風與否之重要因素 9
4.1.3　利用遙測氣象站資料綜合分析 11
4.2 颱風風速統計 14
4.2.1 資料處理 15
4.2.2 實驗設計與結果分析 18
4.2.3 討論與小結 20
五、總結與討論 21
六、致謝 23
七、參考文獻 24

表目錄

表2.1　1989～2004年颱風路徑70%誤差範圍資料。.....25
表2.2　1989～2003年觀測站數資料。.....54
表2.2　1989～2003年觀測站經緯度資料。.....58
表3.1　全台所有測站，歷史颱風個案24小時預報總雨量與實際觀測雨量之相關係數與均方根誤差。.....60
表3.2　BS評分。.....60
表3.3　ETS評分。.....60
表4.1　1989-2004年間侵台颱風造成中央氣象局各局屬測站最大風速達8級及以上最多測站之颱風及資料。.....61
表4.2　經選取颱風個案受台灣地形影響前之七級風(R30)與十級風暴風半徑(R50)，陰影處表示擁有最小暴風半徑的三個個案。.....62
表4.3　1989～2003年侵台颱風個案。。.....63

圖目錄

圖2.1　1992年6月27日9時45分之芭比(BOBBIE)颱風海上陸上台警報單。.....64
圖2.2　1992年6月27日9時45分芭比（BOBBIE）颱風路徑扇形機率預報參考圖。 65
圖3.1　1990~2001年颱風個案，台所有測站之24小時預報平均標準差與累積雨量之比值。 66
圖3.2　1995年賴恩（RYAN）颱風9月21日20時至9月22日20時之路徑圖；實線為颱風實際觀測路徑，虛線則分別為中央氣象局24小時預測路徑（線條II）及70%機率誤差路徑範圍（線條I、線條III）。 67
圖3.3　1995年賴恩（RYAN）颱風9月21日20時至9月22日20時之(a)24小時觀測雨量，及颱風降雨氣候持續模式針對(b)路徑I、(c)路徑II及(d)路徑III之24小時預報雨量。 68
圖3.4　2001年桃芝（TORAJI）颱風7月29日8時至7月30日8時之路徑圖；實線為颱風實際觀測路徑，虛線則分別為中央氣象局24小時預測路徑（線條II）及70%機率誤差路徑範圍（線條I、線條III）。 69
圖3.5　2001年桃芝（TORAJI）颱風7月29日8時至7月30日8時之(a)24小時觀測雨量，及颱風降雨氣候持續模式針對(b)路徑I、(c)路徑II及(d)路徑III之24小時預報雨量。 70
圖4.1　表4-1中經選取之1989～2004期間8個強風個案路徑圖(取自於中央氣象局颱風資料庫) 。 71
圖4.2　表4-1中經選取之1989～2004期間8個強風個案路徑圖。(a)包括5個西行颱風個案，(b)包括3個南北走向颱風個案。圖中黑點代表每個颱風達到最大強度之時間，白點代表台灣本

島測站量測到最大風速之時間。 73
圖4.3 提姆、賀伯、象神及納莉颱風之ECMWF 850 hPa 氣流場。 74
圖4.4 測站資料實驗之颱風中心經過區域，範圍為121.8E～123.8E，22N～25.2N，於1989～2003年共計有31個颱風經過這個區域，其中共有322個時間點（每小時一筆）颱風中心座落於此區域內。 76
圖4.5 CASE 1的平均風場(m/s)(左圖)以及EOF1(中圖)、EOF2(右圖) 。 77
圖4.6 同圖4-5，但為CASE 2。 78
圖4.7 同圖4-5，但為CASE 3。 79
圖4.8 颱風中心位於不同區域實驗所選擇的得四塊區域的位置圖，詳見內文。 80
圖4.9 區域I的平均風場(m/s)(左圖)以及EOF1(中圖)、EOF2(右圖)，右上圖為該區域位置。 81
圖4.10 同圖4-9，但為區域II。 82
圖4.11 同圖4-9，但為區域III。 83
圖4.12 同圖4-9，但為區域IV。 84
圖4.13 Yeh,2002 利用EOF方法預報颱風降雨，上圖為三個主要的EOF mode，下圖是不同mode振福的空間分佈圖。 85
附錄-利用遙測氣象站資料之風力分布圖。 86

一、前言

本計畫的目的在建立颱風侵襲、定量降雨與強風的機率預報技術，並發展颱風強度和暴風半徑的預報方法。整體而言，本計畫三年之研究工作共有四項，分別為（一）、侵台颱風定量降雨機率預報統計方法評估及應用（二）、侵台颱風強風機率預報技術之發展及應用（三）、台灣鄰近海域熱帶氣旋強度預報方法之研發（四）、台灣鄰近海域熱帶氣旋暴風半徑物理機制之探討及預報方法之評估。第一年（本年度）研究工作共有以下兩項：

1. 定量降雨機率預報技術之發展：

   a. 收集 2004 年侵台颱風路徑、台灣地區各地之風雨逐時觀測資料(目前本研究團隊已有 1989～2002 年風雨資料庫）

   b. 收集中央氣象局歷史颱風個案 24 小時路徑預報資料，含 70％機率路徑誤差資料。

   c. 利用現有氣侯-持續模式 (CLIPER) 加上中央氣象局歷史颱風個案 24 小時路徑預報資料，估計 24 小時後 70％機率路徑誤差範圍內，各雨量站總雨量的範圍，並評估此機率預報方法的特性與可應用度。

   d. 進行 CLIPER 模式對 2003～2004 年的颱風個案降雨機率預報實驗，並校驗其結果。

2.強風機率預報技術之發展：

   a. 整理 1989～2004 年侵台颱風各觀測站每小時平均風速資料。

   b. 完成風速空間特徵統計方法之程式撰寫工作。

   c. 利用空間統計方法分析歷史颱風影響台灣時，所造成各地風速大小的時空間分佈特徵。

d. 完成1989～2004歷史侵台颱風具代表性之強風速個案收集與相關資料整理。

e. 針對所選取之個案進行個案研究，並對颱風路徑、強度及暴風半徑之大小、大尺度環流系統特徵進行分類，根據分類結果可得到不同類型的颱風所造成的各地之風速分佈情形。

本報告第二章將說明颱風路徑資料、降雨及風力資料之處理；第三章為定量降雨機率預報計數之發展；第四章為強風機率預報計數之發展；第五章為總結與討論。

二、資料處理

在第一季的工作中，我們已經完成 2004 年侵台颱風路徑、台灣地區各地之風雨逐時觀測資料及 1989～2004 年中央氣象局歷史颱風個案 24 小時路徑預報資料(含 70%機率路徑誤差資料)，並整理 1989～2004 年侵台颱風各觀測站每小時平均風速資料。延續第一季之工作，第二季的主要工作為根據現有氣候－持續模式（CLIPER）之資料庫（1989～2002 年），並利用中央氣象局歷史颱風個案 24 小時 70%路徑預報誤差資料，得到 24 小時後 70%路徑範圍內，總雨量之最大值與最小值的估計值。

2.1 颱風路徑資料

在歷史颱風個案 24 小時路徑預報資料方面，已完成 1989～2004 年共 68 個歷史颱風個案之資料收集；我們將中央氣象局颱風警報單上，所標示之 24 小時颱風路徑預報 70%誤差範圍依序建檔，所有路徑資料如表 2-1 所示，共有 1251 筆路徑資料。由於中央氣象局自 1990 年才開始發佈 70%路徑扇形機率預報參考圖，因此颱風路徑預報 70%誤差範圍資料亦起自 1990 年。

在圖 2-1 是中央氣象局 1992 年芭比（BOBBIE）颱風的海上陸上颱

風警報單，警報單上標示出颱風目前之中心位置及未來 24 小時之預測中心位置；而在颱風路徑圖上，則會另外標示出颱風路徑扇形機率預報參考圖。本研究即利用颱風中心目前位置與 70%機率圓形範圍的兩條切線定出兩切點（圖 2-2 中之 B 和 C），因此每一預報時間即可得到三條颱風預報路徑（圖 2-2 中之 AB、AC 及 AD）；此外，由於颱風降雨氣候－持續模式之範圍為東經 118～126 度、北緯 19～27 度，若颱風目前位置、24 小時預測位置及 70%機率範圍位置超出颱風降雨氣候－持續模式之預報範圍，即不在本研究之考慮範圍。進一步，利用 Akima 內差方法，求出 12 小時之颱風中心位置，結果即如表 2-1 所示。

2.2 降雨及風力資料

而在雨量資料方面，本年度延續中央氣象局 93 年度委託研究計畫「颱風侵襲預警作業化研究」的研究成果（李等，2004），進一步收集 2004 年全省 371 個雨量站之逐時雨量觀測資料。

在風力資料方面，本季已完成中央氣象局局屬傳統測站與遙測氣象站風力觀測資料之收集。並且對各資料筆數和測站數目、每一季的天數和時間做逐一的比對，將資料上短缺或是錯誤的部分加以補足或修正，以利資料的後處理。

在觀測站方面，共收集了 136 個測站的逐時風力資料（包含風向及風速），目前已整理好 1989 年至 2003 年風力資料，有關各年份觀測站數目資料與測站經、緯度資料如表 2-2 與表 2-3 所示。

三、定量降雨機率預報技術之發展

黃等(2004)利用 Lee *at al.* (2005)之颱風降雨氣候模式，進一步發展颱風降雨氣候－持續模式，並利用 1989-2001 年之颱風個案，及 2002 年獨立颱風個案進行校驗評估；結果顯示，利用颱風降雨氣候－持續模式可明顯提升未來 6 小時內降雨預估之準確率。同時，亦較氣候模式更能正確掌握 2002 年颱風個案之降雨趨勢，並可修正氣候模式高估 2002

年颱風個案降雨量的現象，且颱風降雨氣候－持續模式對於降雨變化較為穩定的個案掌握能力較佳。

由於本年度颱風降雨氣候資料庫已新增至 2002 年，本研究即利用此颱風降雨氣候－持續模式，根據我們所收集之 1990～2004 年歷史颱風個案，24 小時 70%路徑預報誤差資料，預報歷史颱風個案 24 小時總雨量之最大值及最小值，並與實際降雨資料比對，以進行個案的分析與校驗。

3.1 颱風降雨氣候－持續模式之特性探討

首先，將針對 70%路徑預報誤差資料所得之三條颱風路徑，計算全台所有測站，歷史颱風個案 24 小時預報總雨量與實際觀測雨量之相關係數，以探討路徑誤差對颱風降雨氣候－持續模式所掌握之降雨型態有何影響，結果如表 3-1 所示。結果顯示，不論是資料庫中之颱風個案（Depndent data cases）或是 2003～2004 年之颱風個案（Independent data cases），根據中央氣象局颱風預報路徑與 70%偏北（右）及偏南（左）路徑，所計算全台所有測站，24 小時預報總雨量與實際觀測雨量之三個相關係數皆相當接近；資料庫中之颱風個案（Depndent data cases）所得結果皆相當接近 0.5，而 2003～2004 年個案（Independent data cases）所得結果則分別為 0.4、0.43 及 0.5，三者亦相當接近。此結果亦顯示，颱風降雨氣候－持續模式對颱風降雨型態的掌握，已有一定的能力，同時，此模式掌握颱風降雨型態之能力，並不會受颱風路徑之不確定性所影響；亦即，颱風降雨氣候－持續模式，對颱風路徑不確定性的敏感度並不高。

進一步，利用偏倚評分（Bias score）來評估不同降水門檻值，在颱風降雨氣候－持續模式預報出現的頻率。降水門檻值即以中央氣象局之豪大雨標準來設定，分別為 24 小時累積雨量大於 50、130、200 及 350 毫米，結果如表 3-2 所示。在 Dependent data cases 方面，當降水門檻值為 50 毫米時，颱風降雨氣候－持續模式對 24 小時累積雨量的預報為些

微的過度預報（over prediction），而當降水門檻值提高至大於 130 毫米時，則為不足預報（under prediction）。而在 Independent data cases 方面，降水門檻值需提高至 200 毫米，模式才會由過度預報轉變為不足預報。

另一方面，我們亦利用 ETS 評分（Equitable Threat Score）來評估颱風降雨氣候－持續模式，在不同降水量上的預報表現，結果如表 3-3 所示。結果顯示，不論在 Dependent data cases 或 Independent data cases 的預報方面，ETS 皆隨著降水門檻值的提高而遞減，且當降雨門檻值由 200 毫米提高至 350 毫米時，ETS 則減少了一半，顯示颱風降雨氣候－持續模式對較小雨量的掌握較大雨來得好。此外，若比較 Dependent data cases 與 Independent data cases 之 ETS，發現當降雨門檻值大於 200 毫米時，Dependent data cases 之 ETS 是 Independent data cases 的 2 倍，顯示模式對於獨立個案的掌握較差。

3.2 利用颱風降雨氣候－持續模式進行定量降雨機率預報之能力評估

以上是就「定性」的方面，探討颱風降雨氣候－持續模式與颱風路徑不確定性之間的關係，以下將進一步就「定量」的方面來討論。首先，利用 1990~2001 年颱風個案，計算全台所有測站之 24 小時預報平均累積雨量與標準差之比值，結果如圖 3-1 所示。結果顯示，除了北部、東南部及中部山區的少數測站之外，大約有超過 70％(270/365)的測站，其標準差與模式預報 24 小時累積雨量之比值大於 1；即全台超過 70％的測站，其歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍大於平均值。此結果亦顯示，當我們利用颱風降雨氣候－持續模式預報各測站未來 24 小時累積雨量時，當預報雨量與實際觀測雨量差異，落在一個標準差以內時，都是可以被接受的結果。

過去，利用颱風降雨氣候模式預估未來 24 小時之降雨量時，皆根據中央氣象局所提供之單一颱風預報路徑，所得結果即為單一雨量值；然而，在雨量預報方面，若只給定一個預報之單一雨量值未免太過絕對，故本研究將嘗試利用中央氣象局所提供之 70％路徑預報誤差範圍，

進行歷史颱風個案 24 小時總雨量範圍預估。根據第二章所述，在每一個預報時間共有三條颱風預報路徑，根據此颱風路徑及颱風降雨氣候－持續模式，將可得到未來 24 小時總雨量預報之最大值與最小值，我們亦稱之為 70%降雨估計範圍。

首先，將選定 1995 年賴恩（RYAN）颱風及 2001 年桃芝（TIRAJI）颱風進行個案分析，初步評估颱風降雨氣候－持續模式在定量降雨機率預報上的適用性；其中，當預報雨量落在 70%降雨估計範圍內時，我們稱為正確預報。

圖 3-2 是 1995 年賴恩（RYAN）颱風 9 月 21 日 20 時至 9 月 22 日 20 時之路徑圖，其中，實線為颱風實際觀測路徑，虛線則分別為中央氣象局 24 小時預測路徑（線條 II）及 70%機率誤差路徑範圍（線條 I、線條 III）。圖 3-3 則為賴恩颱風之 24 小時實際觀測總雨量（圖 3-3a），及颱風降雨氣候持續模式針對路徑 I（圖 3-3b）、路徑 II（圖 3-3c）及路徑 III（圖 3-3d）之 24 小時預報雨量。圖中顯示，賴恩颱風之實際路徑落於路徑 II 及 III 之間，且由全台降雨分布圖來看，亦較接近圖 3-3c 及圖 3-3d 之間；而在此個案中，全台 262 筆有效資料中，預報正確的資料筆數有 188 筆，正確率高達 80%。

圖 3-4 則為 2001 年桃芝（TORAJI）颱風 7 月 29 日 8 時至 7 月 30 日 8 時之路徑圖，同圖 3-2，實線為颱風實際觀測路徑，虛線則分別為中央氣象局 24 小時預測路徑（線條 II）及 70%機率誤差路徑範圍（線條 I、線條 III）。圖 3-5 則為桃芝颱風之 24 小時實際觀測總雨量（圖 3-5a），及颱風降雨氣候持續模式針對路徑 I（圖 3-5b）、路徑 II（圖 3-5c）及路徑 III（圖 3-5d）之 24 小時預報雨量。圖中顯示，不論那一個預報路徑，颱風降雨氣候－持續模式對桃芝颱風之 24 小時降雨預報皆為低估，因此，雖然颱風之實際路徑仍落於 70%之誤差範圍內，但此時段中全台 354 筆有效資料中，預報正確的資料只有 83 筆。

以上的個案分析結果顯示，利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑機率預報，進行定量降雨機率預報時，若不考慮歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動情形，預報的結果將因颱風個案特性不同而有相當大的變動。因此，進一步，我們將把歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍考慮進來，以進行定量降雨機率預報之校驗。

本研究將利用現有氣候－持續模式資料庫（1989～2002 年），進行全台所有雨量站 24 小時總雨量最大值與最小值之預報，並以此方法進行個案分析和校驗，以評估此機率預報方法的特性；進一步將進行 2003～2004 年獨立個案之預報實驗，並校驗其結果。此外，根據歷史颱風個案，24 小時累積雨量變動範圍的分析結果（圖 3-1），校驗時之預報雨量範圍，將為由最小值減去一個標準差至最大值加上一個標準差的區間。

首先，本研究完成 1990～2002 年之歷史颱風個案 24 小時總雨量範圍預報，並將預報結果與實際觀測值比較；結果顯示，在 91929 筆資料中，預報正確的資料筆數共 78893 筆，即在 70%路徑機率誤差範圍內，預報正確的機率為 86%。進一步，利用 2003～2004 年獨立個案進行預報實驗，並校驗其結果；結果顯示，在 39412 筆資料中，預報正確的資料筆數共 33641 筆，即在 70%路徑機率誤差範圍內，預報正確的機率亦達 85%。

透過以上的校驗結果顯示，若考慮歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍，利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑誤差，進行定量降雨機率預報時，將不會受颱風個案特性的影響，使預報結果有極大的變動，而預報準確率將可達到八成。

3.3 小結

本研究嘗試利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%颱風路徑預報誤差資料，發展颱風定量降雨機率預報技術。首先，透過對颱風降雨氣候－持續模式的特性探討發現，模式對颱風降雨型態的掌握

以具有一定的能力，且此能力不會受颱風路徑不確定性所影響。其次，利用偏倚評分及 ETS 評分來瞭解颱風降雨氣候－持續模式定性、區域及機率預報上的能力與特性；結果顯示，颱風降雨氣候持續模式對較小降水的掌握較大雨來得好。

在定量的探討上，首先利用 1990~2001 年颱風個案，計算全台所有測站之 24 小時預報平均累積雨量與標準差之比值，結果顯示，全台超過 70%的測站，其歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍大於平均值；而透過對 1995 年賴恩（RYAN）颱風及 2001 年桃芝（TIRAJI）颱風的個案分析顯示，利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑機率預報資料，進行定量降雨機率預報時，若不考慮歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動情形，預報的結果將因颱風個案特性不同而有相當大的變動。

進一步，將歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍考慮進來，以進行定量降雨機率預報之校驗。結果顯示，不論 Dependent data cases 或 Independent data cases，若考慮歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍，利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑誤差，進行定量降雨機率預報時，預報準確率皆可達到八成。此結果亦顯示，當我們利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑預報誤差資料進行定量降雨機率預報時，需考慮歷史個案的變動特性，才不致使結果因颱風個案不同而有極大的變動。同時，在實際作業的應用上，亦可考慮相同方法在流域平均或各地區平均的雨量預報。

四、強風機率預報技術之發展

4.1 歷史侵台颱風具代表性之強風速個案研究

4.1.1 強風個案選取

在期中報告中，我們初步分析了二十八個局屬測站的平均（十分鐘）及陣風資料，選取在 1989－2004 年，這十六年中的八十六個侵台颱風

個案中，令台灣地區出現八級以上（大風/Gale-force wind）及十級以上（暴風/Storm）的一些個案，並做初步統計。經過更詳細的資料校驗分析後，我們選取八個個案做詳細分析。這八個個案中擁有最多傳統測站達到八級或以上之平均風力，它們包括 1990 年的黛特（Dot）颱風、1994 年的提姆（Tim）颱風、1994 年的道格（Doug）颱風、1996 年的賀伯（Herb）颱風、1997 年的安珀（Amber）颱風、2000 年的碧利斯（Bilis）颱風、2000 年的象神（Xangsane）颱風及 2001 年的納莉（Nari）颱風（見表 4-1 及圖 4-1）。

由表 4-1 的資料中可見，這八個颱風發生在七至九月，是西太平洋熱帶氣旋最容易增強為颱風之季節。其中颱風本身的最大強度至少有 75 kt（黛特及象神），當接近台灣時，幾個個案都還擁有接近 100 kt 之強度。這八個颱風侵台期間引起差不多三分之一的局屬測站達到八級風，及幾個本島測站也達到十級風。

4.1.2 影響台灣出現強風與否之重要因素

（1）路徑類型：

跟期中報告中經我們初步選取的個案一樣，以上八個颱風個案的路徑類型也屬於兩大類：西行經過台灣及南－北偏向的路徑，可見這兩種颱風路徑是最容易引致台灣地區出現強風之基本類型。圖 4-2 進一步分析這些颱風本身達到最大強度時間及台灣本島出現最大風力之時間（表 4-1 中最右邊一欄）。對五個西行過台灣的個案（圖 4-2a），它們都在侵台前達到本身生命週期最大之強度。當接近台灣時，其強度開始受到台灣的地形影響而開始減弱（例如缺乏暖濕海洋的水氣供應及環流低層受地形破壞影響）。而令台灣本島出現最大風力之時間，大部分出現在台灣東岸剛登陸時，其颱風最大風速

半徑（radius of maximum wind）直接吹襲所引起。

對其餘三個南北偏向路徑的颱風（道格、象神、納利）而言，其本身達到最大強度之時間一樣在侵台前（圖 4-2b）。1994 年之道格颱風為一例外，其在東經 129 度附近已達到最大強度，而之後逐漸減弱，不過這可能跟大範圍環流的變化，如風切之加強有關。這三個颱風的重點在於，雖然它們從不完全相同的方向侵台，但都在它們接近台灣東北角時，令本島出現強風。因此在本計畫第二年，利用客觀統計方法分析強風出現之模式時，將以颱風中心位於台灣以東及台灣東北角這兩個位置作為基礎。

（2）暴風半徑（颱風結構）：

當然，除了颱風中心之位置及它本身的強度之外，侵台颱風的暴風半徑也直接影響台灣本島何時會出現強風。所以對預報員來說，理解颱風環流範圍大小（TC size）及影響它變化的因素十分重要。颱風環流之大小通常用兩個參數來表達七級風（~30kt）之暴風半徑（R30）及十級風（~50kt）之暴風半徑。在我們分析的八個颱風個案中，五個屬環流比較大的（黛特、提姆、道格、賀伯及碧利斯，見表 4-2），未受台灣地形影響前的 R30 都在 300－500 km 之間，R50 介乎 100－150 km。其餘三個颱風（安珀、納莉、象神）的環流比較小，R30 只有 150－250 km，而 R50 只有 50－100 km。從過去之研究例如 Liu and Chan（2002）得知，西太平洋颱風的環流大小都有它的氣候特徵，其中三個主要的類型為西南風潮（southwesterly surge）、季末類型（late season，例如出現在 10、11 月之颱風）及副熱帶高壓（dominant ridge）類型。前兩者中都比較容易出現大颱風，而受副熱帶高壓支配的颱風一般環流都比較小。

我們分析的五個環流表較大的颱風都屬於 southwesterly surge

類型。例如，當提姆颱風及賀伯颱風接近台灣時，都有明顯的強西南風進入颱風的環流中（圖 4-3a 與圖 4-3b）。另一方面，當象神颱風位於台灣南面時，西太平洋受到強副高支配，而令象神的環流變小（圖 4-3c）。至於納莉颱風所處的大尺度環流比較複雜（圖 4-3d），但在附近幾個系統的影響之下，納莉的暴風半徑是幾個颱風中最小的。

理解了這些颱風環流大小的氣候特徵之後，另一個重要的因素就是暴風半徑受台灣地形影響而縮小的現象。雖然因為針對颱風結構的觀察資料極為缺乏，要理解這一現象的動力原因需要用數值模擬之方法進行。但這現象幾乎在所有侵台颱風出現，所以對預報員評估颱風臨台時各地出現強風的機會，是很重要的一個要點。

4.1.3 利用遙測氣象站資料綜合分析

對防災作業而言，關鍵之技術在於掌握及預估颱風侵台期間台灣地區各地之風力分布及出現強風之機率。從 1989 年起運作及數目陸逐增加到現有的一百多個自動測站可更有效地用於分析風力之分布及變化。因此以下我們利用這些自動測站資料進一步分析以上幾個颱風所帶來台灣地區之風力分布。

<u>當颱風中心位於台灣東北角以東而帶來強風之個案</u>

此類個案包括道格（Doug）、賀伯（Herb）、象神（XANGSANE）及納莉（Nari）颱風（圖 4-2b）。利用 104 個自動測站所得到的全台風力分布圖可知，當颱風位於台灣東北角以東時，在北部地區（台北縣、台北市）最容易出現強風。（針對 8 個個案的風力分布圖收集在附錄中）我們將以賀伯颱風為例，做較詳細的描述。

由賀伯颱風之路徑可見(圖 4-1d)，它在 1996 年 7 月 31 日接近台灣北部，並於當日 20 時 44 分(當地時間)在基隆與蘇澳間登陸。登陸後其強度開始減弱但繼續以偏西方向移動，其後於 8 月 1 日 4 時在新竹附近出海。賀伯在接近台灣時強度達 110 kt。由各自動測站之風力資料得知，賀伯影響台灣期間強風主要在 7 月 31 日 16 時至 8 月 1 日 6 時出現在北部地區。根據氣象局之路徑資料，賀伯在 7 月 31 日的暴風半徑(R30)大約是 350 公里，R50 則為 150 公里。所以從當日開始台灣東北部就進入了賀伯之暴風半徑之內，而由於東北部沒有受到中央山脈之阻擋，所以持續受到強風吹襲。另一個重要因素為颱風本身之結構會受到地形影響。當賀伯在基隆附近登陸後，其暴風半徑開始減少；R30 在 6 個小時內減為 300 公里而 R50 從 150 公里減少到 25 公里。因此當賀伯穿越台灣時，北部地區持續落在 R50 附近而感受到強風。

當然，道格、賀柏、象神及納莉颱風的路徑皆不相同，因而也會個別為台灣其他區域帶來強風。例如，道格颱風之環流很大，從 1994 年 8 月 7 日 12Z 到當天結束，道格颱風的環流繞過中央山脈而吹襲台灣西部；另外，象神颱風從台灣南部北上，從 2000 年 10 月 31 日開始，當象神颱風經過台灣東部海面時，台灣大部分地區已出現強風；至於納莉颱風個案，由於其路徑較為特殊，從台灣北部一路南下，因此當納莉穿越中央山脈之後，台灣西部地區才開始出現強風。因此，在這裡要強調的是，當颱風中心位於台灣東北角以東時，最明顯的風力分布模式為在台灣北部地區出現強風，唯根據不同颱風個案的路徑、強度及環流範圍之變化，亦會產生其他的風力分布模式。針對這點，本計畫將進一步進行客觀統計分析，計算各模式之相對重要性。

<u>當颱風中心位於台灣東岸以東而帶來強風之個案</u>

此類個案包括提姆（Tim）、安珀（Amber）及碧利斯（Bilis）颱風（圖4-2a）。由 104 個自動測站所得到的風力分布圖可知，當颱風位於台灣東岸以東而尚未登陸時，在北部至西北部地區（桃園、新竹等地），最容易出現強風。我們將針對碧利斯颱風做較詳細的說明。

2000 年之碧利斯颱風與賀伯颱風有類似的行進方向與暴風半徑(R30 大概為 300 公里)但在比較接近中部登陸台灣(圖 4-1f)。碧利斯在 8 月 22 日接近台灣並在 22 時在台東附近登陸，其後於 23 日 2 時在台南附近出海。由於碧利斯是以差不多垂直於中央山脈之方向穿越它，所以強風區是以先在東部後在西部的方式變化。而在南及北部並沒有出現太大之強風。由此可知，因為受台灣的獨特地形影響，即使是兩個強度及大小一樣的颱風從一樣角度接近台灣但在不同地點登陸，所得到的風力分布也會有相當大之分別。

因堤姆、安珀及碧利斯三個颱風都是西行路徑個案，且其三者間的相對差異並沒有前述的四個個案來得大。當提姆、安珀及碧利斯颱風登陸台灣陸地並穿越中央山脈之後，台灣西部地區開始出顯強風，而較明顯的風力分布模式為，台灣西部及東北部的強風區同時出現。此點亦會在接下來的客觀統計分析中檢驗，此分布是否為一個很普遍（出線機率較大）的分布。

在本計劃現階段我們應用全台 28 個局屬測站(含外島)與 104 個遙測氣象站之平均風力資料選取了 1989-2004 年期間颱風所導致台灣某些地區出現強風(8 級或以上)的個案，並簡單分析了幾個個案的風力分布變化與颱風路徑、強度、暴風半徑及台灣地形之相互關係。這些相互關係會在本計劃下半段較詳細之統計分析中再行闡釋。但正如我們在 93 年度氣象局委託計劃「颱風侵襲預警作業化研究（I）」中所發現，各測站之平均風速資料都會傾向偏低以致無法掌握風力之實際分布與變化；再

者，造成破壞的常常是強烈的陣風。故此，本計劃也會嘗試收集各測站之陣風資料並尋求對陣風資料適合之統計方法，冀望能對建立一強風機率預報系統有所幫助。

4.2 颱風風速統計

針對 0~24 小時的侵台颱風風速統計，牽涉到颱風之路徑、強度與暴風半徑的預報，因此本研究計畫的颱風風速機率預報將奠基於此三項預報因子，然而，後兩項的預報以目前的技術而言較為困難，本計畫之第 2、3 年將發展相關預報技術，在此之前，先以路徑預報為基礎，作為侵台颱風風速預報的主要預報因子。如同定量降雨機率預報的策略，風速預報也將以路徑機率預報為基準，發展風速之機率預報。

針對颱風侵台期間各地之風力預報，過去已有一些相關研究，如蔡等（1981）整理 1947～1980 的颱風個案，分析各颱風在台灣地區風速之分佈情形，同時並將路徑分為五類，瞭解不同路徑下各地分佈情形，此分佈圖已被引用至中央氣象局（1997）之颱風預報作業中，作為颱風風速預報之最基本的參考資訊。

王（1987）依據颱風路徑分為西行與北行，依據颱風中心位置做成 0.5x0.5 經緯度網格點的颱風風速氣候平均值，稱為平均法，並可作為風力預報的應用，此方法在李（2004）也測試過，由於風速直接取平均值不似雨量平均單純，因此不容易掌握其真正風力分佈特性，同時王（1987）也測試了比值法，兩者相似，只不過後者為取與颱風中心最大風速的比值，以考慮不同強度颱風可能的影響，目前此方法應用於中央氣象局所建置的專家系統「台灣地區颱風預報輔助系統」中風力預測部分的「風力客觀預報圖」。

葉等（2002）則是使用了持續法與差異持續法（葉等 1999）來進行風力統計預測，同時校驗此兩種方法與平均法，發現風速雖較雨量有持續性，但對延時超過 6 小時之定時風速預報，其分辨 6 級以上風速之準確率相當低，對一段時間內最大風速的預測準確率則稍微提高。修正

後之差異持續法可提高 24 小時內最大風速預測的相關係數，可供作業應用參考。

上述之風力統計分析與預報方法，皆是針對單一測站進行風速分析與颱風中心位置的分析，比較沒有考慮到颱風侵台時風力空間上分佈的相關性，由於台灣有地形阻擋，所有颱風侵台時，風力分佈將受地形影響產生不同的空間分佈情形，因此研究計畫嘗試使用空間分佈的統計方法，分析颱風中心位於不同象限時，台灣風力分佈情形，在利用迴歸分析，得到風力預報值，藉由空間分佈的特性較能掌握各地風力分佈彼此的相關，避免平均法所造成之空間分佈不均勻且因個案相加減所造成量值變小之情形，目前，計畫中所引用之方法為正交經驗函數（EOF，Empirical Orthogonal Function），分析 1989~2003 之傳統氣象站與自動氣象站之每小時風速資料，於颱風侵台時間各個象限之風力分佈情形，此風力分佈空間統計分析的初步成果將成為下一年度發展風力統計機率預報技術的基礎，此一分析方法在 Yeh (2002)也用來嘗試侵台颱風雨量的分析與預報。

4.2.1 資料處理

在進行風速空間統計分佈之前，需要有颱風侵台的路徑資料，同時為有效利用每小時的風速資料，並使統計個數增加提高統計穩定性，颱風的路徑資料需內差為 1 小時，由於所搜集的資料包括美軍聯合颱風警報中心(JTWC)之颱風最佳路徑(Best Track)資料與中央氣象局之颱風路徑資料，兩種資料格式並不相同，為使分析工作順利進行，我們需將兩種資料格式統一，資料格式及處理方式見李等 2003。JTWC Best Track 原始資料為 6 小時一筆，利用 Akima 方法，將資料內差至每小時一筆，此外，中央氣象局之原始資料在 1996 年之前為 6 小時一筆，自 1997 年起則為 3 小時一筆，然而不論是 6 小時或 3 小時一筆資料，也同樣經過 Akima 方法將資料內差至每小時一筆，因此颱風路徑為將 JTWC Best

Track 與中央氣象局之資料格式統一並將內差成 1 小時的颱風路徑資料合併，此研究計畫所分析的颱風為 1989～2003 年侵台颱風，共計有 72 個颱風個案，表 4-3 列出的颱風即為這段時間有發佈警報的颱風個案。

在風場資料方面，我們分別計算了傳統測站與自動氣象站的風速資料，瞭解其空間分佈特性，選擇一組適合 EOF 統計分析的資料，首先我們必須將測站風場資料內差至網格點上，我們採用的內差方法為 Cressman 客觀分析方法（Cressman, 1959）內差為 0.01*0.01 經緯網格點約 1km 解析度的風場資料，其中考量到未來風力預報主要是應用在平地地區上，且分析中也發現高山測站與海上或沿海測站會影響到整體風速分佈的統計特性（由於其風速偏強），所以我們另行將傳統測站的部分拿掉了 8 個測站，分別為彭佳嶼（46695），東吉島（46730），澎湖（46735），阿里山（46753），玉山（46755），蘭嶼（46762），日月潭（46765）與梧棲（46777），進行分析以交叉比對其統計特性，因此我們將內差後的三組資料進行 EOF 分析，瞭解侵台颱風所造成的空間分佈統計特性，此三組資料分別為:

Case 1. 氣象局傳統測站

Case 2. 氣象局傳統測站－8 個站

Case 3. 自動氣象站

此部份的分析主要是選擇何組資料最能合理的呈現出颱風風力分佈情形，因此我們所選取的颱風中心所在範圍如圖 4-4 所示為颱風中心位於東部海域登陸前的區域，範圍為 121.8E～123.8E，22N～25.2N，於 1989～2003 年共計有 31 個颱風經過這個區域，其中共有 322 個時間點（每小時一筆）颱風中心座落於此區域內，我們將此 322 個時間的風速

取出來分別進行氣候平均與 EOF 分析，圖 4-5～圖 4~7 分別代表 Case 1～Case3 的結果，分別討論如下：

Case 1：

從 25 個傳統氣象站的氣候平均來看，強風中心主要是在東部迎風面花蓮地區，風速在中部地區相對的較小（圖 4-5），北部、東北部與中部山地局部地區會出現較大風速，但整體而言風速空間分佈情形較為凌亂，尤其是受到高山測站影響（相對於圖 4-6）。在 EOF1 分析上也出現類似情形，可以發現颱風中心位於東部海面時，風速較大的區域發生在東部地區，EOF2 則突顯了高山測站的極大風速區，顯見高山測站在 EOF 分析時仍舊具有其影響程度。

Case 2：

圖 4-6 顯示無論在平均場或 EOF 的分析，在忽略將高山與海上測站的情形下，我們可以得到較為平滑的地面風場等值線，更能突顯 case 1 所呈現的風速分佈特徵，尤其 EOF2 所呈現地面風場受地形阻擋所造成的影響，更能區分 case 2 與 case 1 不同資料的統計特色。顯而易見，當我們將部分測站忽略後，所得到的統計結果更接近我們的需求。

Case 3：

圖 4-7 顯示自動氣象站的風場分析顯得凌亂許多，雖然仍舊可以掌握颱風中心在東部海面時的風力分佈特徵，但由於資料的長度及品質較為不齊全，如有許多時間部分測站為無效值或東部測站較晚設置等因素，所以在進行分析時，統計特性與結果反而沒有傳統氣象站來得好，因此與 case 2 比較後，針對接下來的分析暫時選擇放棄此組資料，未來當自動氣象站得資料品質愈趨穩定時，仍舊可嘗試對自動氣象站進行分析。

綜合以上分析，為分析 1989~2003 年侵台颱風的風力影響空間分佈的統計分析，我們選擇 case 2，及 17 個傳統測站不含高山、臨海與海上測站，因為其所表現之空間分佈的初步分析結果有助於我們進行下一步的分析。

4.2.2 實驗設計與結果分析

為進一步瞭解此一統計方法是否適用於風力空間統計分析，我們需進行進一步的實驗，亦即颱風中心在不同象限時對台灣的風力分佈影響，如果在不同象限的統計分析結果符合颱風侵台的風力分佈特徵的物理意涵，則利用 EOF 方法作為風力預報的基礎的可能性將大為提高。因此本計畫初步將颱風侵台時的中心位置區域參考 4-1 節個案分析的結果分做四大區，如圖 4-4 所示，分別為東部海面尚未登陸的 I 與 II 區，及登陸後的 III 及 IV 區，此四大分區的範圍、颱風個案及總共具有的時間點個案分別說明及統計如下：

區域 I: 121.8E～123.8E，23.8N～25.2N，16 個颱風，109 個時間點

區域 II: 121.4E～123.4E，22N～23.8N，24 個颱風，217 個時間點

區域 III: 119.8E～121.8E，23.8N～25.2N，18 個颱風，164 個時間點

區域 IV: 119.8E～121.4E，22N～23.8N，22 個颱風,174 個時間點

茲將四個區域的分析結果討論如下，圖 4-9～圖 4-12 分別為區域結果：

區域 I

圖 4-9 顯示當颱風中心在區域 I 時平均風場顯示迎風面的風速較大，背風面在中部地區有極小值，EOF1 佔了將近 60％的變化，其特徵與平均值相近，且呈現同相位的關係，亦即颱風對台灣各地的影響為風速同時增加，只是增加的幅度受地形影響，有空間上的差異，除了山脈東西分佈的差異外，在北部局部地區也有風速較大值出現，可對照圖

4-10 的區域 II 的分析結果，即可突顯出颱風中心偏北時對北部地區的影響。EOF2 雖然所佔的比例較小（14.2%），但這一個模更清楚顯示了中央山脈對風力分佈所造成的影響，兩側為反相位，不過考量到此模的係數為負值，可以解釋為當颱風較為靠近時，迎風面為西部地區，所以西部地區的風速會增加，東部反而成為背風面，風速明顯減少，因此兩個模分別解釋了颱風中心位於區域 I 時對台灣的風力影響，不但在空間上比起平均法多出更多細緻的結構，同時也可呈現時間上的演進序列。

區域 II

此區域為東部海面偏南區域，當颱風中心位於此區域時，所呈現的風力影響分佈如圖 4-10，如前所示，當颱風中心位於東部海面尚未登陸時，無論是平均場或是 EOF1 都呈現東部迎風面風較大，背風面風西部地區風最小，南北兩頭的風居中的情形，由於颱風中心位置較區域 I 偏南，所以北部與東北部局部地區的大風中心並沒有出現，突顯此分析方法能夠解析颱風的特性，同樣的 EOF2 的反相位關係，表現出颱風中心靠近台灣時中央山脈對風力分佈的影響。

區域 III

圖 4-11 顯示的是颱風中心位於區域 III 時所呈現的結果，除了平均風場所呈現的類似特徵外，EOF1 突顯了當颱風中心登陸時對新竹地區的影響，由於颱風中心位置的關係，除了東部地區的風速會增加外，中部以北的地區的風速明顯增加，不再是弱風區，風速增加最少的地方是在西南部地區，此區域特徵再次證明 EOF 分析方法對風場的適用性。同樣的 EOF2 解釋了東西上的差異，但其中仍有較為細緻的結構，及新竹地區的風速增加情形。

區域 IV

當颱風中心登陸台灣西南部地區時，其風力分佈特徵如圖 4-12 所示，平均場顯示，除了東部地區的強風中心外，台灣西南部與南部地區的風速也偏強，EOF1 呈現的強風帶除了東部外，雲嘉南地區也是另一個強風中心，EOF2 此時呈現的不再是東西分佈的差別，反而是西南與東北部分佈的不同，也就是當颱風中心登陸於西南部時，西南部的風速受颱風中心影響，風速會明顯增加。

從以上四個區域的分析顯示以下三個特色：

1. EOF1 佔最主要的變化部分，為同相位，代表對平均風整體的風速增加。
2. EOF1 與平均場的風力分佈特徵類似，足以解釋不同位置的風力分佈特徵，不過 EOF1 更能突顯出更細緻的結構。
3. EOF2 以及其他較為重要的模，可分別解釋颱風影響台灣時受地形、地理位置以及環流本身等不同因素的影響所造成的風力分佈。
4. 比起平均法，EOF 分析能提供更為精緻的時空間變化情形，將有助於我們發展機率統計預報技術。

4.2.3 討論與小結

由以上分析我們認為 EOF 對風力的分析與測試結果可以成為進一步發展預報技術的基礎，EOF 分析於預報上的應用可能性如同 Yeh（2002）所示，我們在選擇適合的區域劃分後，我們可以計算出歷史颱風在主要的 EOF mode 所佔的振福，如圖 4-13 所顯示，當氣象局提供颱風預報路徑時，我們可以經由颱風可能經過的區域將其 EOF 重組（Reconstruction），不同的時間將會又不同的風速分佈情形，預計將可提升風力預報（主要是空間分佈）客觀預報的能力。

分析中發現選擇的區域會影響到分析的結果，目前的分割區域的

選擇為測試區域，重點在檢視此方法的適用性，未來在實際應用時可進行進一步針對分割區域進行敏感度測試，選擇最佳統計預報區域。

目前的測試是將行經該區域的颱風都列為統計的範圍，但我們知道暴風半徑大小，強度，行走路徑等因素都會影響到實際風力分佈情形，所以未來將進一部考慮這些因素對風力分佈的影響，做為進一步測試其敏感度的參數，同實在實際預報時列入考量。

此分析方法注重在空間分佈的特徵，可作為客觀風力分佈預報的基礎，然而極值與陣風並不在此方法的預報範圍內，未來在實際應用時針對最大陣風與可能的極值，仍須配合專家系統、個案分析與主觀修正等方法做出最後決策。

綜上所述，EOF 分析方法提供風力分佈的客觀分析工具，著重於空間型態的分析，未來在進行區域分區與相關因素的敏感度測試後，配合氣象局颱風路徑機率預報資料，將具有發展風力機率預報的基礎，實際應用時可配合主觀個案的分析結果，進行最後預報判定。

五、總結與討論

本計畫第一部份的內容是利用氣象局路徑預報誤差資料，發展颱風定量降雨機率預報技術。首先，透過對颱風降雨氣候－持續模式的特性探討發現，模式對颱風降雨型態的掌握以具有一定的能力，且此能力不會受颱風路徑不確定性所影響。其次，利用偏倚評分及 ETS 評分來瞭解颱風降雨氣候－持續模式定性、區域及機率預報上的能力與特性；結果顯示，颱風降雨氣候持續模式對較小降水的掌握較大雨來得好。

在定量的探討上，首先利用 1990~2001 年颱風個案，計算全台所有測站之 24 小時預報平均累積雨量與標準差之比值，結果顯示，全台超過 70%的測站，其歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍大於平均值；而透過對 1995 年賴恩（RYAN）颱風及 2001 年桃芝（TIRAJI）颱風的個案分析顯示，利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70

%路徑機率預報資料，進行定量降雨機率預報時，若不考慮歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動情形，預報的結果將因颱風個案特性不同而有相當大的變動。將歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍考慮進來，以進行定量降雨機率預報之校驗。結果顯示，不論 Dependent data cases 或 Independent data cases，若考慮歷史颱風個案 24 小時累積雨量的變動範圍，利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑誤差，進行定量降雨機率預報時，預報準確率皆可達到八成。此結果亦顯示，當我們利用颱風降雨氣候－持續模式，配合中央氣象局 70%路徑預報誤差資料進行定量降雨機率預報時，需考慮歷史個案的變動特性，才不致使結果因颱風個案不同而有極大的變動。同時，在實際作業的應用上，亦可考慮相同方法在流域平均或各地區平均的雨量預報

在強風機率預報前期分析的工作上，我們應用全台 28 個局屬測站(含外島)與 104 個遙測氣象站之平均風力資料選取了 1989-2004 年期間颱風所導致台灣某些地區出現強風(8 級或以上)的個案，並簡單分析了幾個個案的風力分布變化與颱風路徑、強度、暴風半徑及台灣地形之相互關係。個案分析中所選擇的 8 個強風個案均發生在七至九月，是西太平洋熱帶氣旋最容易增強為颱風之季節。其中颱風本身的最大強度至少有 75 kt（黛特及象神），當接近台灣時，幾個個案都還擁有接近 100 kt 之強度，這 8 個颱風個案侵台期間引起差不多三分之一的局屬測站達到八級風，及幾個本島測站也達到十級風，這些個案的路徑類型屬於兩大類：西行經過台灣及南－北偏向的路徑，這兩種颱風路徑是最容易引致台灣地區出現強風之基本類型。

分析 1989~2003 年侵台颱風的風力影響空間分佈的統計分析，我們選擇 17 個傳統氣象站測站不含高山、臨海與海上測站，因為其所表現之空間分佈的初步分析結果有助於我們進行風速空間分佈統計分析。EOF 的分析比平均法更能突顯出細緻的結構，同時 EOF 其他重要的模，可分別解釋颱風影響台灣時受地形、地理位置以及環流本身等不同因素的影響所造成的風力分佈，比起平均法，EOF 分析能提供更為精緻的時

空間變化情形，將有助於我們發展機率統計預報技術。EOF 分析方法提供風力分佈的客觀分析工具，著重於空間型態的分析，未來在進行區域分區與相關因素的敏感度測試後，配合氣象局颱風路徑機率預報資料，將具有發展風力機率預報的基礎，實際應用時可配合主觀個案的分析結果，進行最後預報判定。

六、致謝

承蒙中央氣象局對本計畫的支持，謹此致謝。此外特別台灣大學大氣科學所蔡德攸先生、陳嬿竹同學，在計畫執行期間協助資料的收集與處理。

七、參考文獻

中央氣象局，1997：颱風預報作業手冊。交通部中央氣象局。1-1 至 1-8 及 8-1 至 8-22。

王時鼎，1987：台灣颱風風力特性及其預報研究(一) 。行政院國家科學委員會防災科技研究報告 75-46 號。63 頁。

李清勝，吳明進及黃麗蓉，2003，西北太平洋地區熱帶氣旋強度及暴風範圍統計預報方法之研發與應用。氣象局委託研究計畫報告，CWB92-2M-04，共 64 頁。

黃麗蓉、翁進登、李清勝，2004：台灣地區颱風降雨氣候模式之改進研究，第八屆大氣科學研討會

葉天降，吳石吉與謝信良，1999：間單統計方法於台灣地區颱風降雨預測研究(一)預測方法與台北颱風降水之預測校驗。大氣科學，27，395-412。

蔡清彥，周根泉，與陳正改，1981：台灣地區之颱風分布。氣象預報與分析，89，1-9。

葉天降，謝信良，與吳石吉，2002:台灣地區颱風侵台期間測站風速之簡單統計預測，氣象學報，44 卷，第二期，1-16。

Lee, C. S., Huang, L. R., Shen, H. S., and Wang, S. T., 2005: A Climatology Model for Forecasting Typhoon Rainfall in Taiwan. Natural Hazards (in press)

Cressman, G.P., 1959, An Operational Objective Analysis System, Mon. Wea. Rev., Vol 87, No.10, 367-384

Yeh, T.-C., 2002, Typhoon Rainfall over Taiwan Area: The Empirical Orthogonal Function Modes and Their Applications on the Rainfall Forecasting, TAO, Vol. 13, No.4, 449-468

表 2-1　1989～2004 年颱風路徑 70%誤差範圍資料。

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
1990YANCY	1990081802L	(21.9,125.6)	(22.6,124.6)	(22.9,121.7)
			(22.0,124.7)	(21.8,121.9)
			(23.1,124.9)	(23.9,122.2)
	1990081808L	(21.6,124.3)	(22.5,123.5)	(23.0,120.8)
			(21.5,123.4)	(21.1,120.6)
			(23.0,124.2)	(24.1,122.5)
	1990081814L	(22.2,123.8)	(23.5,123.6)	(24.6,122.0)
			(23.4,123.4)	(24.3,121.5)
			(23.7,123.9)	(24.9,122.5)
	1990081820L	(22.6,123.8)	(24.1,124.0)	(25.3,122.7)
			(23.8,123.5)	(24.7,121.8)
			(24.1,124.5)	(25.4,123.8)
1990ABE	1990083002L	(24.5,125.2)	(25.3,123.9)	(25.5,119.9)
			(24.9,123.8)	(24.7,119.8)
			(25.6,124.0)	(26.1,120.1)
1990DOT	1990090702L	(21.1,125.1)	(22.6,123.8)	(23.6,119.6)
			(22.2,123.7)	(22.8,119.5)
			(23.0,124.1)	(24.4,120.1)
	1990090708L	(21.7,123.9)	(23.0,122.8)	(23.8,119.0)
			(22.7,122.6)	(23.1,118.8)
			(23.4,122.9)	(24.5,119.3)
1991AMY	1991071808L	(19.3,125.2)	(20.7,124.3)	(21.6,121.1)
			(19.9,124.2)	(20.1,121.0)
			(21.3,124.8)	(22.8,122.1)
	1991071814L	(19.9,123.8)	(21.3,122.8)	(22.2,119.4)
			(20.8,122.7)	(21.3,119.1)
			(21.6,123.0)	(22.8,119.9)
	1991081708L	(25.0,124.5)	(25.3,123.2)	(25.1,119.6)
			(24.9,123.2)	(24.3,119.5)
			(25.8,123.2)	(26.0,119.5)
	1991081714L	(25.0,123.5)	(25.2,122.3)	(25.0,118.7)
			(24.8,122.3)	(24.1,118.8)
			(25.7,122.3)	(25.9,118.9)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
	1991081720L	(25.0,122.8)	(25.2,122.0)	(25.0,119.8)
			(25.1,122.0)	(24.8,119.8)
			(25.3,122.0)	(25.2,119.8)
	1991081802L	(25.2,121.9)	(25.4,121.0)	(25.2,118.2)
			(25.2,121.0)	(24.8,118.2)
			(25.7,121.0)	(25.8,118.2)
1991NAT	1991092214L	(21.7,123.3)	(21.9,122.7)	(21.8,120.9)
			(21.0,123.0)	(20.2,121.5)
			(22.5,123.1)	(23.2,121.8)
	1991092220L	(21.8,122.5)	(22.0,121.7)	(22.0,119.5)
			(21.0,122.3)	(19.9,120.8)
			(23.0,122.4)	(24.0,121.0)
	1991092302L	(22.0,121.6)	(22.3,120.9)	(22.4,118.7)
			(22.1,120.8)	(21.9,118.6)
			(22.6,120.9)	(22.9,118.6)
	1991092308L	(22.1,120.7)	(22.4,120.1)	(22.4,118.4)
			(21.6,120.3)	(20.9,118.8)
			(23.1,120.5)	(23.9,119.0)
1991RUTH	1991102914L	(19.4,120.3)	(20.7,121.0)	(21.8,120.5)
			(20.7,120.7)	(21.8,119.8)
			(20.7,121.4)	(21.7,121.2)
	1991102920L	(19.8,120.3)	(20.7,120.8)	(21.5,120.4)
			(20.8,121.1)	(21.6,120.9)
			(20.8,120.6)	(21.6,119.8)
	1991103002L	(20.3,120.5)	(21.2,121.4)	(22.0,121.4)
			(20.8,121.7)	(21.1,122.1)
			(21.1,120.7)	(21.8,120.1)
1992BOBBIE	1992062702L	(19.1,124.3)	(20.8,124.0)	(22.2,121.7)
			(21.2,124.4)	(22.9,122.5)
			(20.5,123.6)	(21.6,120.8)
	1992062708L	(20.0,124.2)	(22.1,124.4)	(23.8,122.7)
			(22.1,125.3)	(23.8,124.5)
			(21.7,123.7)	(23.1,120.9)
	1992062714L	(21.2,123.6)	(23.3,124.0)	(25.1,122.5)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(23.5,124.6)	(25.5,123.6)
			(23.3,123.5)	(24.9,121.3)
	1992062720L	(22.1,123.5)	(24.0,124.1)	(25.5,123.1)
			(24.0,124.6)	(25.5,124.1)
			(24.0,123.7)	(25.5,122.0)
	1992062802L	(22.6,123.5)	(24.0,124.1)	(25.2,123.5)
			(24.0,124.5)	(25.1,124.2)
			(24.0,123.8)	(25.1,122.8)
1992POLLY	1992082802L	(21.7,125.1)	(22.4,124.0)	(22.7,120.8)
			(23.1,124.3)	(24.1,121.3)
			(21.6,124.0)	(21.2,120.8)
	1992082808L	(22.2,124.2)	(23.0,123.1)	(23.4,119.8)
			(22.2,123.1)	(21.9,119.8)
			(23.8,123.4)	(25.0,120.2)
	1992082814L	(22.5,123.1)	(23.3,122.1)	(23.6,118.9)
			(22.1,122.0)	(21.3,118.8)
			(24.4,122.4)	(25.8,119.2)
	1992082902L	(23.3,124.1)	(24.0,123.5)	(24.4,121.4)
			(23.6,123.4)	(23.7,121.2)
			(24.4,123.6)	(25.1,121.5)
	1992082908L	(23.5,123.4)	(24.2,122.6)	(24.5,120.3)
			(23.6,122.6)	(23.3,120.1)
			(24.8,122.8)	(25.7,120.5)
	1992082914L	(23.6,122.7)	(24.1,122.0)	(24.3,119.7)
			(25.1,122.7)	(26.3,121.2)
			(22.8,122.2)	(21.8,120.1)
	1992082920L	(23.7,122.3)	(24.1,121.6)	(24.2,119.7)
			(23.0,121.9)	(22.0,120.2)
			(25.0,122.3)	(26.0,121.1)
	1992083014L	(24.1,121.6)	(25.2,121.3)	(26.0,119.8)
			(24.5,121.1)	(24.7,119.5)
			(25.3,121.9)	(26.3,121.1)
	1992083020L	(25.0,121.0)	(26.1,120.8)	(26.9,119.3)
			(25.7,120.5)	(26.1,118.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(26.3,121.2)	(27.3,120.1)
1992OMAR	1992090320L	(22.6,125.1)	(23.6,124.7)	(24.4,122.9)
			(23.2,124.5)	(23.6,122.5)
			(23.9,125.0)	(24.9,123.6)
	1992090402L	(22.7,124.5)	(23.5,124.1)	(24.1,122.6)
			(23.4,124.0)	(23.8,122.2)
			(23.7,124.3)	(24.5,122.8)
	1992090408L	(22.8,123.6)	(23.4,123.1)	(23.8,121.3)
			(22.6,123.0)	(22.2,121.2)
			(24.0,123.5)	(25.1,122.1)
	1992090414L	(23.0,123.1)	(23.5,122.5)	(23.7,120.8)
			(22.6,122.6)	(22.0,121.1)
			(23.9,123.1)	(24.6,122.3)
	1992090420L	(23.2,121.9)	(23.8,121.0)	(24.1,118.3)
			(22.7,121.3)	(21.9,119.4)
			(24.5,121.8)	(25.5,120.3)
1992TED	1992092020L	(19.0,123.8)	(20.2,123.3)	(21.2,121.2)
			(19.6,123.1)	(19.9,120.8)
			(20.6,123.9)	(21.9,122.5)
	199202102L	(19.3,123.1)	(20.6,122.7)	(21.6,120.6)
			(19.6,122.5)	(19.8,120.8)
			(20.7,123.5)	(21.9,122.5)
	1992092108L	(19.8,122.0)	(21.1,121.7)	(22.2,119.8)
			(20.4,121.3)	(20.8,119.2)
			(21.4,122.4)	(22.8,121.2)
	1992092114L	(20.0,121.0)	(21.3,120.7)	(22.4,118.7)
			(20.5,120.4)	(20.7,118.4)
			(21.4,121.4)	(22.6,120.4)
	1992092120L	(20.4,120.4)	(21.2,120.1)	(21.8,118.8)
			(20.8,119.9)	(21.0,118.3)
			(21.3,120.5)	(22.0,119.7)
	1992092202L	(20.2,121.6)	(21.0,121.7)	(21.7,121.0)
			(20.6,121.3)	(20.8,120.3)
			(20.7,122.0)	(21.1,122.0)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
	1992092208L	(20.9,121.6)	(22.4,122.1)	(23.7,121.2)
			(22.4,121.6)	(23.7,120.1)
			(22.5,122.6)	(23.8,122.1)
1993TASHA	1993081808L	(19.5,122.0)	(20.8,121.6)	(21.8,119.4)
			(20.4,121.3)	(21.0,119.0)
			(21.1,121.9)	(22.4,120.1)
1993YANCY	1993090108L	(21.8,125.9)	(22.7,125.2)	(23.2,122.8)
			(22.3,125.1)	(22.5,122.6)
			(23.0,125.4)	(23.9,123.2)
	1993090114L	(22.7,125.6)	(24.3,125.6)	(25.5,124.1)
			(24.1,125.2)	(25.1,123.0)
			(24.5,126.1)	(25.9,125.1)
	1993090120L	(23.3,125.2)	(24.9,125.4)	(26.2,124.1)
			(24.9,126.2)	(26.2,125.8)
			(24.4,124.7)	(25.2,122.8)
1993ABE	1993091114L	(20.7,122.7)	(21.5,122.5)	(22.2,121.4)
			(21.6,122.9)	(22.4,122.2)
			(21.1,122.2)	(21.3,120.8)
	1993091120L	(21.0,122.3)	(21.8,122.1)	(22.4,120.9)
			(22.0,122.7)	(22.8,122.2)
			(21.1,121.9)	(21.0,120.9)
	1993091202L	(20.8,121.5)	(21.2,121.0)	(21.4,119.4)
			(20.8,121.0)	(20.7,119.4)
			(21.6,121.1)	(22.1,119.6)
	1993091208L	(21.0,121.0)	(21.5,120.7)	(21.8,119.7)
			(21.5,120.7)	(21.9,119.7)
			(21.8,121.0)	(22.5,120.2)
1994TIM	1994071002L	(19.9,124.3)	(21.5,123.5)	(22.6,120.5)
			(20.6,123.2)	(21.0,120.0)
			(21.9,124.2)	(23.5,121.9)
	1994071008L	(20.7,123.5)	(22.2,122.8)	(23.3,119.8)
			(22.8,123.4)	(24.5,121.1)
			(21.3,122.5)	(21.5,119.5)
	1994071014L	(21.8,122.6)	(23.6,121.9)	(25.0,118.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(22.7,121.6)	(23.1,118.5)
			(24.1,122.6)	(26.0,120.2)
1994CAITLIN	1994080308L	(20.9,123.4)	(22.1,122.8)	(22.9,120.5)
			(21.6,122.6)	(21.9,120.1)
			(22.4,123.2)	(23.6,121.3)
	1994080311L	(21.6,122.8)	(22.9,122.0)	(23.7,119.0)
			(22.4,121.8)	(22.8,118.8)
			(23.3,122.3)	(24.5,119.8)
1994DOUG	1994080623L	(19.4,125.2)	(21.6,125.0)	(23.4,122.5)
			(20.8,124.3)	(21.8,120.9)
			(21.9,126.1)	(24.0,124.8)
	1994080702L	(19.9,124.8)	(22.2,124.7)	(24.0,122.3)
			(20.6,124.0)	(21.1,121.5)
			(21.9,125.9)	(23.6,125.2)
	1994080705L	(20.4,124.3)	(22.8,124.4)	(24.8,122.2)
			(22.0,125.5)	(23.5,125.2)
			(21.3,123.5)	(21.9,121.0)
	1994080708L	(20.8,123.8)	(23.2,124.0)	(25.2,121.9)
			(22.1,123.1)	(23.0,120.5)
			(22.9,124.9)	(24.6,124.2)
	1994080711L	(21.4,123.4)	(23.9,123.7)	(25.9,121.6)
			(23.0,122.8)	(24.2,120.0)
			(23.6,124.7)	(25.5,123.9)
	1994080714L	(22.0,123.1)	(24.5,123.4)	(26.5,121.4)
			(24.0,122.7)	(25.5,119.9)
			(24.3,124.1)	(26.2,123.1)
1994FRED	1994081923L	(22.6,125.7)	(24.1,125.0)	(25.1,122.1)
			(23.4,124.7)	(23.8,121.6)
			(24.6,125.5)	(26.1,123.1)
	1994082002L	(22.6,125.4)	(23.9,124.6)	(24.8,121.8)
			(23.2,124.4)	(23.5,121.5)
			(24.4,125.1)	(25.8,122.9)
	1994082005L	(22.6,125.1)	(23.6,124.5)	(24.3,122.3)
			(23.0,124.3)	(23.1,122.1)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(24.0,124.8)	(25.1,123.0)
	1994082008L	(22.8,124.9)	(23.9,124.3)	(24.6,122.1)
			(23.5,124.2)	(23.9,121.9)
			(24.2,124.6)	(25.2,122.8)
	1994082011L	(23.0,124.7)	(24.2,124.1)	(25.0,121.8)
			(23.7,124.0)	(24.1,121.6)
			(24.5,124.4)	(25.6,122.3)
	1994082014L	(23.3,124.5)	(24.4,123.3)	(25.2,121.7)
			(24.1,123.7)	(24.5,121.3)
			(24.8,124.2)	(26.0,122.1)
	1994082017L	(23.7,124.4)	(24.8,123.8)	(25.6,121.6)
			(24.4,123.6)	(24.8,121.2)
			(25.1,124.1)	(26.2,122.2)
	1994082020L	(24.0,124.4)	(25.1,124.0)	(26.0,122.2)
			(24.7,123.8)	(25.1,121.8)
			(25.5,124.4)	(26.7,123.0)
	1994082023L	(24.6,124.4)	(25.7,124.1)	(26.5,122.4)
			(25.4,123.9)	(25.9,122.1)
			(25.8,124.3)	(26.8,123.0)
1994GLADYS	1994083117L	(22.8,125.8)	(23.4,124.1)	(23.4,119.0)
			(22.6,124.1)	(21.8,119.2)
			(24.2,124.3)	(25.0,119.6)
	1994083120L	(23.1,125.2)	(24.0,123.6)	(24.3,118.9)
			(23.3,123.6)	(22.9,119.1)
			(24.8,123.9)	(25.8,119.5)
1994SETH	1994100808L	(19.0,125.9)	(20.6,125.4)	(21.8,122.8)
			(20.1,125.1)	(20.8,122.2)
			(20.9,125.8)	(22.5,123.6)
	1994100811L	(19.4,125.6)	(20.8,125.1)	(21.9,122.8)
			(20.4,124.8)	(21.1,122.2)
			(21.2,125.4)	(22.7,123.3)
	1994100814L	(19.7,125.3)	(21.2,124.9)	(22.4,122.6)
			(20.8,124.6)	(21.6,122.0)
			(21.6,125.2)	(23.1,123.1)
	1994100817L	(20.2,125.0)	(21.8,124.7)	(23.0,122.7)
			(21.4,124.4)	(22.2,122.1)
			(22.1,125.1)	(23.7,123.3)
	1994100820L	(20.6,124.6)	(22.3,124.4)	(23.6,122.4)
			(22.0,124.0)	(23.0,121.6)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(22.6,124.8)	(24.2,123.0)
	1994100823L	(20.9,124.4)	(22.5,124.3)	(23.8,122.4)
			(22.3,123.9)	(23.3,121.7)
			(22.7,124.6)	(24.1,123.1)
	1994100902L	(21.2,124.1)	(22.7,124.0)	(23.9,122.2)
			(22.3,123.6)	(23.2,121.5)
			(23.0,124.3)	(24.4,122.9)
	1994100905L	(21.6,123.8)	(23.2,123.7)	(24.4,121.9)
			(22.9,123.3)	(23.8,121.0)
			(23.3,124.1)	(24.7,122.9)
	1994100908L	(22.0,123.7)	(23.6,123.8)	(24.9,122.3)
			(23.5,123.4)	(24.6,121.5)
			(23.7,124.1)	(25.1,123.0)
	1994100911L	(22.4,123.7)	(24.1,124.0)	(25.5,122.7)
			(24.0,123.6)	(25.2,121.9)
			(24.3,124.4)	(25.8,123.4)
	1994100914L	(22.9,123.7)	(24.7,124.2)	(26.1,123.1)
			(24.5,124.8)	(25.8,124.5)
			(24.2,123.5)	(25.2,121.9)
	1994100917L	(23.7,123.8)	(25.5,124.6)	(26.9,123.9)
			(25.1,123.9)	(26.3,122.5)
			(25.0,125.0)	(26.0,125.0)
1995DEANNA	1995060605L	(19.8,119.8)	(20.4,120.7)	(20.9,120.9)
			(20.6,120.4)	(21.2,120.2)
			(20.2,120.9)	(20.5,121.2)
	1995060608L	(19.8,119.7)	(20.4,120.7)	(20.9,120.9)
			(20.6,120.3)	(21.2,120.2)
			(20.2,120.6)	(20.5,120.9)
	1995060808L	(21.8,118.7)	(23.3,120.6)	(24.4,120.9)
			(23.4,120.0)	(24.8,119.7)
			(22.6,120.7)	(23.2,121.2)
1995KENT	1995083002L	(19.4,123.4)	(20.0,122.8)	(20.4,120.7)
			(20.4,123.0)	(21.2,121.2)
			(19.5,122.7)	(19.4,120.6)
	1995083005L	(19.8,123.0)	(20.5,122.4)	(20.9,120.3)
			(20.9,122.7)	(21.8,121.0)
			(19.9,122.3)	(19.8,120.2)
	1995083008L	(20.1,122.3)	(21.3,121.5)	(22.2,118.7)
			(21.8,122.0)	(23.1,119.9)
			(20.6,121.5)	(20.8,118.9)
1995RYAN	1995092117L	(20.1,118.1)	(22.2,121.9)	(23.9,122.7)
			(22.8,120.9)	(25.0,121.0)
			(21.3,122.0)	(22.0,123.3)
	1995092120L	(20.4,118.6)	(22.5,122.3)	(24.1,123.1)
			(21.5,122.6)	(22.2,123.8)
			(23.1,121.5)	(25.4,121.5)
	1995092123L	(20.7,119.2)	(22.9,122.9)	(24.6,123.7)
			(22.0,123.0)	(22.8,124.2)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(23.7,122.2)	(26.1,122.2)
	1995092202L	(20.9,119.6)	(23.0,122.9)	(24.6,123.6)
			(22.1,123.2)	(22.9,124.3)
			(23.4,122.0)	(25.5,121.9)
	1995092205L	(21.1,120.2)	(23.4,123.3)	(25.2,123.8)
			(22.6,123.7)	(23.7,124.7)
			(23.9,122.5)	(26.2,122.2)
	1995092208L	(21.5,120.9)	(23.8,123.9)	(25.7,124.3)
			(24.1,122.9)	(26.3,122.4)
			(23.0,124.3)	(24.1,125.2)
1996CAM	1996052202L	(19.3,118.3)	(20.2,120.6)	(20.9,121.2)
			(19.7,120.6)	(19.9,121.4)
			(20.7,120.2)	(21.8,120.4)
	1996052205L	(19.6,118.6)	(20.6,120.8)	(21.4,121.4)
			(20.0,120.8)	(20.2,121.5)
			(21.0,120.3)	(22.2,120.5)
	1996052208L	(19.7,118.7)	(20.7,121.0)	(21.4,121.6)
			(20.1,120.8)	(20.2,121.5)
			(21.1,120.6)	(22.2,120.9)
	1996052211L	(19.8,119.2)	(20.7,121.6)	(21.3,122.3)
			(20.1,121.4)	(20.1,122.2)
			(21.1,121.2)	(22.2,121.6)
	1996052214L	(19.9,119.6)	(20.9,121.9)	(21.6,122.5)
			(20.3,121.8)	(20.5,122.5)
			(21.3,121.4)	(22.5,121.6)
	1996052217L	(20.0,120.0)	(21.0,122.2)	(21.8,122.8)
			(20.6,122.2)	(20.9,122.9)
			(21.5,121.8)	(22.8,122.0)
	1996052220L	(20.2,120.3)	(21.2,122.6)	(21.9,123.3)
			(20.6,122.5)	(20.8,123.2)
			(21.5,122.0)	(22.6,122.3)
	1996052223L	(20.6,120.7)	(21.5,123.0)	(22.2,123.7)
			(20.9,122.9)	(21.0,123.7)
			(21.9,122.7)	(23.0,123.0)
	1996052302L	(20.6,121.3)	(21.6,124.0)	(22.3,124.8)
			(20.9,123.7)	(21.0,124.5)
			(22.0,123.4)	(23.2,123.8)
	1996052305L	(20.9,121.7)	(21.9,124.4)	(22.6,125.2)
			(21.3,124.4)	(21.3,125.3)
			(22.4,123.9)	(23.6,124.2)
	1996052308L	(20.9,122.0)	(21.9,124.7)	(22.6,125.5)
			(21.2,124.4)	(21.2,125.2)
			(22.4,124.2)	(23.6,124.5)
1996GLORIA	1996072511L	(19.2,122.1)	(20.7,122.1)	(22.0,120.5)
			(20.8,122.5)	(22.1,121.5)
			(20.3,121.7)	(21.2,119.7)
	1996072514L	(19.6,121.8)	(21.1,121.8)	(22.3,120.2)
			(20.5,121.2)	(21.1,119.2)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(21.1,122.4)	(22.3,121.7)
	1996072517L	(19.9,121.6)	(21.4,121.5)	(22.6,119.9)
			(21.5,122.2)	(22.8,121.4)
			(20.7,121.0)	(21.2,119.0)
	1996072523L	(20.0,121.3)	(21.6,121.2)	(22.8,119.4)
			(21.7,123.3)	(23.0,123.5)
			(21.1,120.8)	(21.9,118.8)
	1996072602L	(20.3,121.2)	(21.8,121.1)	(23.0,119.3)
			(22.1,121.4)	(23.5,120.0)
			(21.4,120.8)	(22.2,118.8)
	1996072605L	(20.7,121.2)	(22.2,121.0)	(23.3,119.2)
			(22.5,121.5)	(23.9,120.1)
			(21.5,120.7)	(22.1,118.8)
	1996072608L	(21.1,120.8)	(22.6,120.6)	(23.7,118.8)
			(22.7,121.1)	(24.0,119.9)
			(22.2,120.2)	(22.9,118.0)
	1996072614L	(21.7,120.7)	(23.3,120.7)	(24.6,119.2)
			(23.6,121.2)	(25.2,120.0)
			(23.0,120.3)	(24.0,118.3)
	1996072617L	(22.7,120.7)	(24.3,120.7)	(25.6,119.0)
			(24.5,121.1)	(25.9,120.0)
			(24.0,120.2)	(25.0,118.1)
1996HERB	1996073102L	(23.1,125.9)	(24.2,125.0)	(24.9,122.0)
			(23.7,124.9)	(23.9,121.8)
			(24.7,125.3)	(25.8,122.6)
	1996073108L	(24.0,124.6)	(25.0,123.3)	(25.5,119.5)
			(24.3,123.3)	(24.1,119.5)
			(25.7,123.7)	(26.8,120.2)
	1996073111L	(24.0,124.0)	(24.7,122.8)	(25.4,119.1)
			(24.2,122.8)	(24.0,119.2)
			(25.5,123.1)	(26.5,119.8)
	1996073114L	(24.1,123.8)	(25.1,122.5)	(25.5,118.7)
			(24.4,122.5)	(24.1,118.6)
			(25.7,122.8)	(26.8,119.2)
1997AMBER	1997082720L	(19.7,125.1)	(20.5,124.7)	(21.0,123.0)
			(19.9,124.6)	(20.0,123.0)
			(20.9,125.0)	(21.9,123.5)
	1997082723L	(19.9,124.6)	(20.9,124.0)	(21.7,121.7)
			(20.2,123.9)	(20.2,122.0)
			(21.6,124.4)	(23.0,122.2)
	1997082802L	(23.0,124.2)	(23.0,123.3)	(22.7,120.8)
			(23.4,123.7)	(23.5,122.0)
			(22.3,123.4)	(21.2,120.5)
	1997082805L	(20.4,124.1)	(21.8,123.5)	(22.8,120.8)
			(22.1,124.0)	(23.5,122.0)
			(21.1,123.2)	(21.4,120.6)
	1997082808L	(20.7,123.7)	(22.2,123.2)	(23.4,120.6)
			(22.6,123.6)	(24.1,121.6)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(21.6,122.8)	(22.1,120.1)
	1997082811L	(21.1,123.3)	(22.6,122.7)	(23.7,120.0)
			(23.0,123.2)	(24.5,121.0)
			(21.9,122.5)	(22.3,119.8)
	1997082814L	(21.4,122.9)	(22.9,122.3)	(24.0,119.7)
			(23.4,122.8)	(25.0,120.5)
			(22.3,122.0)	(22.8,119.3)
	1997082817L	(21.7,122.7)	(23.2,122.1)	(24.3,119.5)
			(23.7,122.5)	(25.3,120.1)
			(22.5,121.9)	(23.0,119.2)
	1997082820L	(22.1,122.5)	(23.7,122.0)	(24.9,119.4)
			(23.9,122.4)	(25.2,120.5)
			(23.0,121.7)	(23.6,119.1)
	1997082823L	(22.8,122.2)	(24.3,121.6)	(25.4,118.9)
			(24.6,122.0)	(26.0,120.0)
			(23.6,121.4)	(24.0,118.7)
	1997082902L	(23.4,121.6)	(24.9,121.0)	(26.0,118.3)
			(25.3,121.4)	(26.8,119.2)
			(24.3,120.8)	(24.9,118.0)
1998NICHOLE	1998070905L	(22.6,118.7)	(23.4,119.0)	(24.1,118.5)
			(23.5,119.2)	(24.2,119.0)
			(23.5,118.8)	(24.2,118.0)
	1998070908L	(22.8,118.9)	(23.7,119.3)	(24.4,119.0)
			(23.6,119.6)	(24.3,119.5)
			(23.7,119.1)	(24.5,118.5)
	1998070911L	(22.9,119.1)	(23.5,119.5)	(24.0,119.3)
			(23.5,119.6)	(23.9,119.5)
			(23.5,119.3)	(24.0,118.9)
	1998070914L	(22.9,119.3)	(23.5,119.6)	(24.0,119.4)
			(23.5,119.8)	(23.9,119.8)
			(23.5,119.4)	(23.9,119.0)
	1998070917L	(23.1,119.7)	(23.2,120.1)	(23.2,120.2)
			(23.1,120.0)	(23.0,120.1)
			(23.3,120.0)	(23.4,120.1)
	1998070920L	(23.1,119.9)	(23.2,120.4)	(23.3,120.5)
			(23.1,120.3)	(23.1,120.5)
			(23.3,120.4)	(23.5,120.5)
	1998070923L	(23.1,120.0)	(23.2,120.5)	(23.3,120.6)
			(23.1,120.4)	(23.1,120.5)
			(23.3,120.4)	(23.5,120.5)
	1998071005L	(23.2,120.2)	(23.6,120.3)	(24.0,120.1)
			(23.6,120.4)	(23.9,120.2)
			(23.6,120.2)	(23.9,119.9)
1998OTTO	1998080317L	(19.3,123.6)	(21.5,123.4)	(23.3,120.7)
			(20.8,122.8)	(21.9,119.8)
			(21.9,124.1)	(24.0,122.2)
	1998080320L	(20.1,123.4)	(22.5,123.2)	(24.5,120.4)
			(22.8,123.9)	(25.0,122.0)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(21.8,122.5)	(23.0,119.2)
	1998080823L	(20.8,122.9)	(23.3,122.7)	(25.2,119.8)
			(22.5,122.1)	(23.8,118.8)
			(23.5,123.4)	(25.7,121.5)
	1998080402L	(21.3,122.2)	(23.8,122.0)	(25.7,119.2)
			(23.9,122.8)	(26.1,120.9)
			(23.0,121.4)	(24.2,118.1)
	1998080405L	(21.6,121.9)	(23.7,121.7)	(25.3,119.3)
			(23.9,122.4)	(25.8,120.8)
			(23.1,121.1)	(24.1,118.2)
	1998080408L	(22.0,121.8)	(24.1,121.6)	(25.7,119.3)
			(24.3,122.4)	(26.2,120.8)
			(23.7,121.1)	(24.9,118.1)
1998YANNI	1998092723L	(22.0,123.2)	(23.2,123.2)	(24.2,122.0)
			(23.3,123.6)	(24.3,122.8)
			(23.0,122.9)	(23.8,121.2)
	1998092802L	(22.6,122.4)	(24.2,122.8)	(25.5,121.7)
			(24.4,123.3)	(25.8,122.7)
			(24.0,122.3)	(25.1,120.8)
	1998092805L	(22.6,122.3)	(24.2,122.7)	(25.6,121.6)
			(24.2,123.1)	(25.5,122.5)
			(24.0,122.3)	(25.1,120.8)
	1998092808L	(22.9,122.2)	(23.8,122.4)	(24.5,121.7)
			(23.9,122.6)	(24.7,122.1)
			(23.7,122.1)	(24.3,121.1)
	1998092811L	(23.3,122.2)	(24.3,122.4)	(25.2,121.7)
			(24.5,122.8)	(25.5,122.3)
			(24.3,122.1)	(25.0,121.0)
	1998092814L	(23.7,122.2)	(24.8,122.6)	(25.7,122.0)
			(24.7,122.9)	(25.5,122.7)
			(24.7,122.2)	(25.5,121.3)
	1998092817L	(24.0,122.2)	(25.0,122.6)	(25.9,122.1)
			(25.0,123.0)	(25.8,122.8)
			(25.0,122.3)	(25.8,121.5)
	1998092820L	(24.4,122.4)	(25.7,123.3)	(26.8,123.0)
			(25.6,123.7)	(26.5,123.8)
			(25.8,122.9)	(26.9,122.1)
1998ZEB	1998101505L	(19.1,121.1)	(20.9,122.1)	(22.4,121.4)
			(20.7,122.5)	(22.1,122.3)
			(20.7,121.4)	(22.0,120.1)
	1998101508L	(19.5,121.2)	(21.2,122.2)	(22.6,121.6)
			(20.9,122.6)	(22.1,122.5)
			(21.0,121.6)	(22.3,120.5)
	1998101511L	(19.8,121.1)	(21.6,122.2)	(23.1,121.7)
			(21.3,122.7)	(22.5,122.7)
			(21.6,121.6)	(23.1,120.5)
	1998101514L	(20.2,121.0)	(21.9,122.1)	(23.3,121.7)
			(21.7,122.7)	(22.9,122.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(21.8,121.6)	(23.1,120.7)
	1998101517L	(20.6,121.0)	(22.2,122.1)	(23.5,121.8)
			(21.9,122.6)	(23.0,122.8)
			(22.2,121.6	(23.5,120.8)
	1998101520L	(21.0,121.1)	(22.6,122.4)	(23.9,122.1)
			(22.3,122.8)	(23.3,123.0)
			(22.6,121.8)	(24.0,121.0)
	1998101523L	(21.4,121.3)	(23.0,122.6)	(24.4,122.4)
			(22.6,122.8)	(23.5,123.0)
			(22.9,121.9)	(24.2,121.2)
	1998101602L	(22.6,121.7)	(24.5,123.7)	(26.1,123.8)
			(24.0,124.1)	(25.0,124.7)
			(24.7,122.9)	(26.4,122.2)
1998BABS	1998102705L	(23.4,118.1)	(24.6,119.9)	(25.5,120.2)
			(24.2,120.2)	(24.8,120.8)
			(24.8,119.3)	(26.0,119.1)
	1998102708L	(23.7,118.4)	(25.0,120.5)	(25.9,120.9)
			(24.5,120.8)	(25.0,121.5)
			(25.4,120.1)	(26.8,120.0)
	1998102711L	(23.9,118.5)	(25.1,120.7)	(25.9,121.2)
			(24.6,120.8)	(24.9,121.5)
			(25.4,120.0)	(26.5,120.1)
1999MAGGIE	1999060511L	(19.2,124.1)	(20.2,123.3)	(20.8,120.5)
			(20.6,123.5)	(21.6,121.1)
			(19.8,123.1)	(20.0,120.1)
	1999060514L	(19.6,123.7)	(20.6,122.9)	(21.2,120.3)
			(21.0,123.2)	(22.0,120.9)
			(20.0,122.8)	(20.1,120.1)
	1999060517L	(20.1,123.2)	(21.3,122.2)	(22.0,119.0)
			(21.6,122.6)	(22.8,119.9)
			(20.7,122.1)	(20.9,118.9)
2000KAITAK	2000070805L	(19.8,119.0)	(20.6,119.8)	(20.8,119.9)
			(19.9,119.9)	(20.0,120.2)
			(20.5,119.3)	(21.1,119.0)
	2000070808L	(20.0,119.3)	(20.7,120.2)	(21.3,120.3)
			(20.3,120.4)	(20.4,120.7)
			(20.8,119.7)	(21.5,119.4)
	2000070811L	(20.1,119.4)	(20.8,120.4)	(21.4,120.5)
			(20.4,120.5)	(20.5,120.8)
			(20.7,119.7)	(21.2,119.5)
	2000070814L	(20.1,119.5)	(20.9,120.5)	(21.5,120.6)
			(20.4,120.6)	(20.5,120.9)
			(20.9,120.0)	(21.5,119.8)
	2000070817L	(20.3,119.9)	(21.4,121.3)	(22.2,121.5)
			(21.4,120.6)	(22.4,120.2)
			(20.8,121.5)	(21.2,122.0)
	2000070820L	(20.6,120.4)	(22.1,122.0)	(23.3,122.1)
			(21.8,122.4)	(22.7,122.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(22.2,121.5)	(23.5,121.2)
	2000070823L	(20.7,120.6)	(22.3,122.3)	(23.6,122.3)
			(22.0,122.6)	(23.0,123.0)
			(22.4,121.8)	(23.8,121.4)
	2000070902L	(21.2,121.1)	(23.3,123.0)	(25.0,122.9)
			(22.8,123.5)	(24.1,123.9)
			(23.3,122.5)	(25.1,121.9)
	2000070905L	(21.8,121.3)	(24.3,123.4)	(26.3,123.1)
			(23.8,123.9)	(25.4,124.2)
			(24.1,122.6)	(26.0,121.8)
2000BILIS	2000082123L	(19.9,125.6)	(21.4,124.7)	(22.4,121.3)
			(20.7,124.5)	(21.1,121.0)
			(21.7,125.0)	(23.1,122.1)
	2000082202L	(20.2,125.0)	(21.7,124.1)	(22.8,120.7)
			(21.2,123.8)	(21.8,120.2)
			(22.1,124.4)	(23.5,121.5)
	2000082205L	(20.5,124.5)	(22.0,123.5)	(23.0,120.1)
			(22.4,123.9)	(23.8,121.0)
			(21.4,123.4)	(21.9,120.1)
	2000082208L	(20.8,124.0)	(22.3,123.0)	(23.3,119.6)
			(21.6,122.9)	(22.0,119.6)
			(22.6,123.4)	(24.0,120.5)
	2000082211L	(21.1,123.4)	(22.6,122.5)	(23.6,119.1)
			(22.0,122.3)	(22.5,119.0)
			(23.0,122.9)	(24.5,120.0)
	2000082214L	(21.5,122.9)	(23.0,121.9)	(24.1,118.5)
			(23.5,122.4)	(25.0,119.5)
			(22.5,121.8)	(23.0,118.2)
2000PRAPIRO	2000082823L	(23.1,125.9)	(24.4,125.2)	(25.3,122.5)
			(24.7,125.6)	(26.0,123.5)
			(23.9,125.0)	(24.3,122.2)
	2000082902L	(23.3,125.7)	(24.7,125.0)	(25.6,122.3)
			(24.3,124.8)	(24.8,122.0)
			(24.9,125.3)	(26.1,123.1)
	2000082905L	(23.5,125.3)	(25.1,124.7)	(26.2,122.0)
			(24.5,124.5)	(25.1,122.0)
			(25.4,125.1)	(26.8,123.0)
2000BOPHA	2000090902L	(25.7,125.7)	(25.0,125.0)	(23.9,122.4)
			(24.7,125.3)	(23.3,123.1)
			(25.5,124.8)	(24.9,122.1)
	2000090905L	(25.5,125.3)	(24.6,124.7)	(23.4,122.2))
			(24.4,125.0)	(23.0,123.0)
			(25.0,124.5)	(24.1,121.9)
	2000090908L	(25.4,125.0)	(24.4,124.5)	(23.1,122.3)
			(24.3,124.8)	(22.8,123.1)
			(24.9,124.3)	(24.0,121.9)
	2000090911L	(25.2,124.6)	(24.2,124.2)	(22.9,122.2)
			(24.0,124.6)	(22.5,123.0)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(24.7,124.0)	(23.9,122.1)
	2000090914L	(24.9,124.5)	(23.8,124.1)	(22.3,122.0)
			(23.6,124.6)	(22.0,123.0)
			(24.2,123.9)	(23.1,121.5)
	2000090917L	(24.8,124.2)	(23.6,123.9)	(22.1,121.9)
			(23.4,124.4)	(21.8,122.9)
			(24.0,123.7)	(23.0,121.6)
	2000090920L	(24.5,123.8)	(23.2,123.7)	(21.6,121.9)
			(23.0,124.1)	(21.3,122.8)
			(23.5,123.4)	(22.2,121.2)
	2000090923L	(24.0,123.5)	(22.7,123.5)	(21.0,121.8)
			(22.5,124.0)	(20.8,122.8)
			(23.0,123.1)	(21.6,121.1)
	2000091002L	(23.4,123.2)	(21.8,123.5)	(19.9,122.0)
			(21.8,124.0)	(19.8,123.0)
			(220,123.1	(20.2,121.1)
	2000091005L	(22.9,123.0)	(21.3,23.7)	(19.4,122.7)
			(21.5,124.1)	(19.8,123.7)
			(21.5,23.2)	(19.8,121.8)
2000YAGI	2000102414L	(23.3,127.1)	(23.9,126.0)	(24.1,122.8)
			(24.4,126.2)	(25.0,123.2)
			(23.3,126.0)	(23.0,123.0)
	2000102423L	(23.9,125.8)	(24.6,24.7)	(24.8,121.5)
			(24.1,124.8)	(23.9,121.8)
			(25.1,250)	(25.8,122.2)
	2000102502L	(24.1,125.5)	(24.6,124.7)	(24.8,122.2)
			(24.2,24.7)	(24.0,122.5)
			(25.0,124.8)	(25.5,122.5)
	2000102505L	(24.4,125.3)	(24.9,124.6)	(25.1,122.5)
			(24.5,124.6)	(24.3,122.5)
			(25.2,124.8)	(25.8,122.9)
	2000102508L	(24.7,124.9)	(25.1,124.1	(25.2,121.9)
			(24.7,124.2)	(24.5,122.0)
			(25.5,124.2)	(25.9,122.1)
	2000102511L	(24.9,124.6)	(25.3,123.9)	(25.4,122.0)
			(25.6,124.0)	(26.0,122.2)
			(25.0,124.0)	(24.9,122.1)
	2000102514L	(25.1,124.4)	(25.3,124.0)	(25.4,122.8)
			(25.1,124.0)	(25.0,123.0)
			(25.5,124.1)	(25.8,123.0)
	2000102517L	(25.3,124.4)	(25.5,124.1)	(25.6,123.1)
			(25.3,124.1)	(25.2,123.2)
			(25.7,124.1)	(25.9,123.2)
	2000102520L	(25.6,124.4)	(25.9,124.3)	(26.2,123.7)
			(25.8,124.3)	(25.9,123.8)
			(26.0,124.4)	(26.3,124.1)
	2000102523L	(25.7,124.3)	(26.0,124.2)	(26.3,123.6)
			(25.9,124.2)	(26.0,123.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(26.0,124.3)	(26.2,124.0)
2000XANGSANE	2000103114L	(19.5,120.2)	(21.1,121.8)	(22.4,121.8)
			(20.6,122.2)	(21.5,122.7)
			(21.3,121.3)	(22.8,120.8)
	2000103117L	(20.2,120.4)	(22.6,122.7)	(24.5,122.7)
			(22.1,123.3)	(23.6,123.8)
			(22.8,122.0)	(25.0,121.3)
	2000103120L	(20.7,120.7)	(23.0,123.0	(24.9,123.0)
			(22.5,123.5)	(24.0,124.0)
			(23.1,122.4)	(25.1,121.9)
	2000103123L	(21.8,121.0)	(24.4,123.7)	(26.5,123.8)
			(23.8,124.3)	(25.3,125.0)
			(24.4,122.8)	(26.6,122.2)
2001CIMARON	2001051211L	(19.1,119.9)	(20.4,121.0)	(21.4,120.9)
			(21.1,121.7)	(22.8,121.5)
			(20.4,120.5)	(21.5,120.0)
	2001051214L	(19.3,120.0)	(20.6,121.2)	(21.6,121.1)
			(20.3,121.5)	(21.0,121.8)
			(20.5,120.6)	(21.5,120.1)
	2001051217L	(19.8,120.4)	(21.4,122.0)	(22.8,122.0)
			(21.4,121.4)	(22.8,120.9)
			(21.0,122.5)	(22.0,122.9)
	2001051220L	(20.1,120.8)	(22.0,122.9)	(23.6,123.0)
			(22.2,122.1)	(23.9,121.5)
			(21.5,123.4)	(22.5,124.0)
	2001051223L	(20.2,121.1)	(22.1,123.1)	(23.6,123.2)
			(21.5,123.5)	(22.5,124.0)
			(22.2,122.4)	(23.9,121.8)
	2001051302L	(20.3,121.3)	(22.2,123.4)	(23.7,123.5)
			(21.6,124.0)	(22.6,124.7)
			(22.2,122.5)	(23.8,122.0)
	2001051305L	(20.9,121.6)	(22.8,123.7)	(24.4,123.7)
			(22.2,124.2)	(23.2,124.9)
			(22.9,122.7)	(24.5,122.1)
	2001051308L	(21.1,121.7)	(23.1,123.9)	(24.7,124.0)
			(22.5,124.4)	(23.5,125.0)
			(23.1,124.3)	(24.6,124.7)
	2001051311L	(21.6,122.1)	(23.4,124.4)	(24.9,124.7)
			(22.7,124.8	(23.5,125.6)
			(23.5,123.5)	(25.0,123.1)
2001GHEBI	2001062214L	(19.3,122.4)	(21.3,121.9)	(22.9,119.1)
			(21.6,122.6)	(23.5,120.5)
			(20.6,121.5)	(21.5,118.3)
2001TRAMI	2001071020L	(21.2,122.5)	(22.2,122.5)	(23.1,121.5)
			(22.3,122.8)	(23.2,122.1)
			(22.1,122.3)	(22.8,121.0)
	2001071023L	(21.2,122.4)	(22.2,122.4)	(23.1,121.4)
			(22.2,122.8)	(23.1,122.2)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(21.9,122.2)	(22.5,121.0)
	2001071102L	(21.5,122.1)	(22.4,122.0)	(23.2,121.0)
			(22.2,121.9)	(22.7,120.8)
			(22.4,122.4)	(23.2,121.8)
	2001071105L	(21.7,121.8)	(22.6,121.7)	(23.3,120.7)
			(22.4,121.5)	(22.9,120.1)
			(22.6,122.0)	(23.3,121.3)
	2001071108L	(21.9,121.6)	(22.8,121.5)	(23.5,120.4)
			(22.9,121.8)	(23.7,121.0)
			(22.5,121.3)	(23.0,120.0)
	2001071111L	(22.0,121.3)	(22.8,121.1)	(23.5,120.0)
			(22.5,121.0)	(22.9,119.9)
			(23.0,121.5)	(23.8,120.8)
	2001071114L	(22.0,121.2)	(22.8,121.0)	(23.5,119.9)
			(22.5,120.9)	(22.9,119.8)
			(23.0,121.3)	(23.8,120.5)
	2001071117L	(22.2,121.0)	(23.0,120.8)	(23.7,119.7)
			(23.2,121.1)	(24.0,120.2)
			(22.7,120.6)	(23.0,119.2)
2001TORAJI	2001072814L	(19.1,124.3)	(20.8,124.4)	(22.2,122.7)
			(20.9,125.0)	(22.5,124.0)
			(20.3,123.9)	(21.1,122.0)
	2001072817L	(19.4,124.1)	(21.2,124.2)	(22.6,122.5)
			(21.2,124.8)	(22.8,123.9)
			(20.7,123.8)	(21.8,121.8)
	2001072820L	(19.7,123.9)	(21.6,124.1)	(23.1,122.4)
			(21.5,124.7)	(23.1,123.9)
			(21.0,123.6)	(22.0,121.9)
	2001072823L	(20.1,123.6)	(21.9,123.7)	(23.4,122.1)
			(22.0,124.3)	(23.6,123.3)
			(21.4,123.2)	(22.4,121.3)
	2001072902L	(20.5,123.3)	(22.4,123.5)	(23.9,121.9)
			(21.8,123.0)	(22.9,121.1)
			(22.4,124.1)	(24.0,123.1)
	2001072905L	(20.8,123.1)	(22.6,123.4)	(24.1,121.9)
			(22.6,123.9)	(24.1,123.1)
			(22.1,122.8)	(23.2,121.0)
	2001072908L	(21.2,122.9)	(23.0,123.1)	(24.6,121.6)
			(22.7,122.6)	(23.8,120.6)
			(23.1,123.8)	(24.7,123.0)
	2001072911L	(21.6,122.7)	(23.5,123.0)	(25.1,121.4)
			(23.1,122.3)	(24.2,120.2)
			(23.5,123.6)	(25.0,122.9)
	2001072914L	(22.2,122.4)	(24.1,122.7)	(25.7,121.1)
			(23.7,122.1)	(24.8,120.1)
			(24.2,123.3)	(25.8,122.5)
	2001072917L	(22.7,122.3)	(24.6,122.6)	(26.1,121.1)
			(24.1,122.0)	(25.1,120.1)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(24.6,123.1)	(26.2,122.2)
	2001072920L	(23.1,122.1)	(25.0,122.4)	(26.5,121.0)
			(24.5,121.9)	(25.5,120.1)
			(24.8,122.9)	(26.2,122.2)
	2001072923L	(23.5,121.7)	(25.4,122.0)	(26.9,120.5)
			(24.9,121.5)	(26.0,119.8)
			(25.4,122.6)	(26.9,121.8)
2001NARI	2001091502L	(26.8,124.6)	(26.2,124.2)	(25.4,122.6)
			(26.0,124.6)	(24.9,123.5)
			(26.6,124.1)	(26.2,122.5)
	2001091505L	(26.6,124.5)	(25.9,124.2)	(25.0,122.7)
			(25.7,124.7)	(24.6,123.8)
			(26.4,124.0)	(26.0,122.5)
	2001091508L	(26.4,124.4)	(25.7,124.8)	(24.9,124.4)
			(25.5,124.4)	(24.3,123.2)
			(26.3,123.8)	(26.0,122.1)
	2001091511L	(26.2,124.1)	(25.6,123.7)	(24.7,122.0)
			(25.3,124.1)	(24.2,123.0)
			(26.2,123.5)	(25.9,121.9)
	2001091514L	(25.9,123.9)	(25.3,123.5)	(24.4,121.8)
			(25.1,123.9)	(24.0,122.9)
			(25.8,123.4)	(25.4,121.8)
	2001091517L	(25.8,123.9)	(25.1,123.5)	(24.1,121.8)
			(24.8,124.0)	(23.6,122.9)
			(25.6,123.3)	(25.1,121.5)
	2001091520L	(25.7,123.9)	(25.0,123.5)	(24.0,121.8)
			(24.8,124.0)	(23.6,122.9)
			(25.5,123.3)	(25.0,121.6)
	2001091523L	(25.6,123.7)	(25.1,123.8)	(24.5,123.3)
			(24.9,123.8)	(24.1,123.0)
			(25.4,123.3)	(25.1,122.1)
	2001091602L	(25.5,123.5)	(25.1,123.2)	(24.5,122.1)
			(24.8,123.6)	(24.0,123.0)
			(25.4,123.1)	(25.2,121.9)
	2001091605L	(25.5,123.4)	(25.2,123.1)	(24.8,122.2)
			(25.2,123.3)	(24.8,122.8)
			(25.4,123.2)	(25.2,122.4)
	2001091608L	(25.5,123.2)	(25.4,122.9)	(25.1,122.1)
			(25.2,123.1)	(24.9,122.5)
			(25.6,122.9)	(25.5,122.2)
	2001091611L	(25.4,122.9)	(25.3,122.6)	(25.0,121.7)
			(25.1,122.7)	(24.8,122.1)
			(25.5,122.7)	(25.5,122.0)
	2001091614L	(25.4,122.6)	(25.2,122.3)	(24.9,121.3)
			(25.0,122.5)	(24.5,121.8)
			(25.5,122.3)	(25.5,121.5)
	2001091617L	(25.2,122.4)	(25.0,122.1)	(24.7,121.1)
			(24.8,122.4)	(24.2,121.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(25.3,122.1)	(25.2,121.1)
	2001091620L	(25.0,122.2)	(24.9,121.9)	(24.6,120.9)
			(24.6,122.1)	(24.1,121.5)
			(25.1,121.9)	(25.1,121.1)
	2001091623L	(24.7,121.8)	(24.5,121.5)	(24.2,120.6)
			(24.4,121.7)	(23.9,121.1)
			(24.8,121.6)	(24.8,120.9)
	2001091702L	(24.5,121.5)	(24.4,121.2)	(24.2,120.4)
			(24.2,121.4)	(23.9,120.9)
			(24.7,121.3)	(24.8,120.6)
	2001091705L	(24.5,121.3)	(24.4,121.0)	(24.1,120.1)
			(24.2,121.1)	(23.8,120.5)
			(24.7,121.0)	(24.8,120.2)
	2001091708L	(24.3,121.0)	(24.2,120.7)	(24.0,119.9)
			(23.9,120.8)	(23.3,120.0)
			(24.5,120.7)	(24.5,120.0)
	2001091711L	(24.2,120.8)	(24.1,120.5)	(23.9,119.7)
			(23.8,120.7)	(23.2,119.9)
			(24.4,120.6)	(24.5,119.8)
2001NARI	2001091714L	(24.0,120.8)	(23.8,120.7)	(23.5,120.3)
			(24.0,120.6)	(23.9,120.1)
			(23.6,120.9)	(23.2,120.5)
	2001091823L	(23.0,120.1)	(23.0,119.9)	(22.9,119.3)
			(22.8,120.1)	(22.6,119.8)
			(23.2,120.1)	(23.3,119.8)
	2001091902L	(22.8,120.1)	(22.8,119.7)	(22.6,118.6)
			(22.5,119.9)	(22.0,119.0)
			(23.0,119.8)	(23.1,119.0)
	2001091905L	(22.7,120.0)	(22.7,119.6)	(22.5,118.5)
			(22.4,119.8)	(21.9,118.9)
			(23.0,119.7)	(23.1,118.9)
	2001091908L	(22.5,119.9)	(22.5,119.5)	(22.3,118.5)
			(22.2,119.7)	(21.8,118.9)
			(22.8,119.7)	(23.0,118.9)
	2001091911L	(22.5,119.8)	(22.5,119.4)	(22.4,118.3)
			(22.2,119.6)	(21.9,118.9)
			(22.8,119.6)	(23.0,118.8)
	2001091914L	(22.5,119.6)	(22.5,119.2)	(22.3,118.0)
			(22.3,119.4)	(21.9,118.5)
			(22.9,119.3)	(23.0,118.5)
2001LEKIMA	2001092414L	(19.8,121.5)	(20.3,121.4)	(20.7,120.7)
			(19.9,121.3)	(20.0,120.8)
			(20.3,121.6)	(20.8,121.2)
	2001092417L	(19.7,121.7)	(20.2,121.6)	(20.6,120.8)
			(19.9,121.4)	(20.0,120.5)
			(20.4,121.8)	(20.9,121.2)
	2001092420L	(19.8,121.9)	(20.3,121.9)	(20.7,121.3)
			(20.0,121.7)	(20.1,121.1)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(20.4,122.2)	(20.9,121.9)
	2001092423L	(19.9,121.9)	(20.4,121.9)	(20.8,121.3)
			(20.0,121.7)	(20.1,121.1)
			(20.4,122.1)	(20.9,121.9)
	2001092502L	(20.0,122.0)	(20.6,122.0)	(21.0,121.3)
			(20.0,121.7)	(20.1,121.0)
			(20.5,122.2)	(21.0,122.0)
	2001092505L	(20.2,122.0)	(20.7,122.0)	(21.1,121.4)
			(20.4,121.8)	(20.6,121.2)
			(20.7,122.2)	(21.2,122.0)
	2001092508L	(20.3,122.0)	(20.8,122.0)	(21.2,121.4)
			(20.5,121.8)	(20.7,121.1)
			(21.0,122.3)	(21.5,122.0)
	2001092511L	(20.5,122.0)	(21.0,121.9)	(21.4,121.3)
			(20.8,121.8)	(21.0,121.1)
			(21.0,122.2)	(21.5,121.9)
	2001092514L	(20.8,122.0)	(21.3,121.9)	(21.7,121.3)
			(21.0,121.8)	(21.1,121.1)
			(21.3,122.2)	(21.7,122.0)
	2001092517L	(21.0,122.0)	(21.6,122.0)	(22.0,121.3)
			(21.2,121.8)	(21.3,121.0)
			(21.5,122.2)	(22.0,122.0)
	2001092520L	(21.0,121.8)	(21.5,121.6)	(21.8,120.8)
			(21.1,121.6)	(21.1,120.9)
			(21.5,121.8)	(22.0,121.3)
	2001092523L	(21.1,121.7)	(21.6,121.5)	(22.0,120.7)
			(21.2,121.5)	(21.2,120.8)
			(21.6,121.7)	(22.1,121.2)
	2001092602L	(21.2,121.6)	(21.7,121.4)	(22.0,120.6)
			(21.3,121.3)	(21.3,120.5)
			(21.8,121.6)	(22.3,121.0)
	2001092605L	(21.3,121.5)	(21.8,121.3)	(22.2,120.4)
			(21.4,121.2)	(21.4,120.5)
			(22.0,121.6)	(22.5,121.0)
	2001092608L	(21.4,121.5)	(21.9,121.3)	(22.3,120.4)
			(21.5,121.2)	(21.5,120.4)
			(22.1,121.6)	(22.6,121.0)
	2001092611L	(21.8,121.4)	(22.3,121.2)	(22.7,120.2)
			(22.0,121.1)	(22.0,120.2)
			(22.5,121.5)	(23.0,121.0)
	2001092614L	(22.2,121.2)	(22.8,120.9)	(23.2,119.8)
			(22.2,120.8)	(22.1,119.6)
			(23.1,121.3)	(23.9,120.5)
	2001092617L	(22.5,121.0)	(23.1,120.7)	(23.6,119.6)
			(22.8,120.6)	(22.9,119.3)
			(23.3,121.0)	(24.0,,120.2)
	2001092620L	(22.8,120.9)	(23.4,120.6)	(23.9,119.4)
			(23.0,120.5)	(23.0,119.5)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(23.6,120.9)	(24.2,120.1)
2001LEKIMA	2001092623L	(22.9,120.8)	(23.6,120.6)	(24.1,119.4)
			(23.1,120.4)	(23.1,119.2)
			(23.9,120.9)	(24.7,120.1)
	2001092702L	(23.2,120.6)	(23.8,120.5)	(24.3,119.6)
			(23.5,120.3)	(23.7,119.5)
			(23.9,120.7)	(24.5,120.2)
	2001092705L	(23.3,120.5)	(24.0,120.3)	(24.5,119.3)
			(23.7,120.2)	(23.9,119.1)
			(23.7,120.5)	(24.1,120.0)
	2001092708L	(23.4,120.4)	(24.1,120.2)	(24.6,119.1)
			(23.7,120.1)	(23.9,119.0)
			(24.2,120.6)	(24.8,120.0)
	2001092711L	(23.6,120.3)	(24.2,120.2)	(24.6,119.5)
			(23.9,120.1)	(24.0,119.3)
			(24.3,120.5)	(24.9,120.1)
	2001092714L	(23.7,120.2)	(24.2,120.2)	(24.6,119.7)
			(23.9,120.0)	(24.1,119.5)
			(24.4,120.4)	(24.9,120.1)
	2001092717L	(23.8,120.1)	(24.3,120.2)	(24.7,119.8)
			(24.1,120.0)	(24.3,119.5)
			(24.3,120.4)	(24.7,120.2)
	2001092720L	(23.9,120.1)	(24.3,120.2)	(24.7,119.8)
			(24.2,120.0)	(24.5,119.5)
			(24.2,120.2)	(24.5,120.1)
	2001092723L	(23.9,120.1)	(24.3,120.2)	(24.7,119.9)
			(24.2,120.0)	(24.4,119.6)
			(24.2,120.3)	(24.5,120.2)
	2001092802L	(23.9,120.1)	(24.1,120.1)	(24.3,119.9)
			(24.0,120.1)	(24.0,119.9)
			(24.1,120.2)	(24.2,120.1)
	2001092805L	(24.0,120.0)	(24.2,120.0)	(24.3,119.8)
			(24.0,120.0)	(24.0,119.9)
			(24.1,120.0)	(24.1,120.0)
2001HAIYAN	2001101520L	(23.1,125.8)	(24.3,125.2)	(25.2,122.7)
			(23.7,124.9)	(24.0,122.3)
			(24.6,125.7)	(25.8,123.9)
	2001101523L	(23.4,125.4)	(24.7,124.9)	(25.6,122.6)
			(24.1,124.6)	(24.4,122.2)
			(24.9,125.4)	(26.1,123.8)
	2001101602L	(23.8,125.1)	(25.1,124.7)	(26.1,122.8)
			(24.6,124.5)	(25.1,122.5)
			(25.4,125.1)	(26.6,123.5)
	2001101605L	(24.1,124.7)	(25.5,124.4)	(26.5,122.6)
			(24.9,124.1)	(25.5,122.1)
			(25.6,124.9)	(26.8,123.8)
	2001101608L	(24.4,124.4)	(25.7,124.5)	(26.7,123.4)
			(25.3,124.1)	(25.9,122.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(25.6,125.0)	(26.5,124.5)
2002NAKRI	2002070905L	(22.8,118.7)	(23.8,120.9)	(24.4,121.5)
			(24.0,120.3)	(25.0,120.5)
			(23.1,120.8)	(23.2,121.5)
	2002070908L	(23.2,119.1)	(24.2,121.4)	(24.9,122.1)
			(24.5,120.8)	(25.5,121.0)
			(23.7,121.4)	(23.9,122.1)
	2002070911L	(23.6,119.5)	(24.7,121.9)	(25.4,122.5)
			(25.0,121.5)	(26.0,121.9)
			(24.2,121.8)	(24.4,122.6)
	2002070914L	(23.7,120.0)	(24.7,122.3)	(25.4,122.9)
			(25.0,121.7)	(26.0,122.0)
			(24.1,122.2)	(24.2,123.0)
	2002070917L	(24.0,120.2)	(25.1,122.5)	(25.8,123.1)
			(25.5,122.0)	(26.6,122.2)
			(24.6,122.5)	(24.8,123.2)
	2002070920L	(24.2,120.2)	(25.2,122.5)	(25.8,123.2)
			(25.6,122.0)	(26.7,122.3)
			(24.7,122.6)	(24.8,123.4)
	2002070923L	(24.3,120.3)	(25.1,122.3)	(25.7,122.9)
			(24.7,122.2)	(24.8,122.9)
			(25.3,121.8)	(26.1,122.0)
	2002071002L	(24.3,120.4)	(25.1,122.4)	(25.7,123.0)
			(24.7,122.4)	(24.9,123.0)
			(25.3,121.9)	(26.1,122.1)
	2002071005L	(24.5,120.7)	(25.3,122.7)	(25.9,123.2)
			(24.9,122.6)	(25.0,123.3)
			(25.6,122.1)	(26.4,122.3)
	2002071008L	(24.6,120.9)	(25.6,123.0)	(26.2,123.6)
			(25.0,122.9)	(25.1,123.6)
			(25.9,122.6)	(26.9,122.9)
	2002071011L	(24.8,121.4)	(25.1,123.6)	(25.2,124.3)
			(24.6,123.4)	(24.1,124.0)
			(25.5,123.3)	(26.0,123.8)
	2002071014L	(24.9,121.9)	(25.2,124.2)	(25.1,125.0)
			(24.7,124.2)	(24.2,124.9)
			(25.5,124.0)	(25.9,124.7)
	2002071017L	(25.0,122.4)	(25.2,124.6)	(25.2,125.4)
			(24.7,124.3)	(24.1,124.9)
			(25.6,124.3)	(26.0,124.9)
2002SINLAKU	2002090602L	(26.3,125.3)	(26.2,124.6)	(25.9,122.7)
			(25.8,124.8)	(25.0,123.0)
			(26.7,124.7)	(26.9,123.0)
	2002090605L	(26.3,125.2)	(26.3,124.6)	(26.0,122.7)
			(25.8,124.7)	(25.0,123.0)
			(26.8,124.7)	(27.0,123.0)
	2002090608L	(26.2,125.0)	(26.2,124.4)	(25.9,122.5)
			(25.7,124.5)	(25.0,122.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(26.7,124.5)	(26.9,122.8)
	2002090611L	(26.2,124.8)	(26.1,124.1)	(25.8,122.1)
			(25.7,124.2)	(24.9,122.3)
			(26.7,124.2)	(26.9,122.2)
	2002090614L	(26.2,124.6)	(26.2,123.9)	(26.0,121.9)
			(25.7,124.1)	(25.0,122.2)
			(26.7,124.0)	(27.0,122.1)
	2002090617L	(26.2,124.5)	(26.2,123.8)	(26.0,121.8)
			(25.8,123.9)	(25.1,122.1)
			(26.7,123.9)	(26.9,122.1)
2003KUJIRA	2003042120L	(19.3,124.2)	(20.1,123.9)	(20.8,122.5)
			(19.7,123.7)	(19.9,122.1)
			(20.5,124.2)	(21.5,123.1)
	2003042123L	(19.5,124.1)	(20.3,123.8)	(21.0,122.5)
			(19.8,123.6)	(20.0,122.1)
			(20.6,124.2)	(21.5,123.2)
	2003042202L	(19.5,124.0)	(20.4,123.8)	(21.1,122.6)
			(19.9,123.5)	(20.1,122.1)
			(20.6,124.2)	(21.6,123.4)
	2003042205L	(19.6,123.8)	(20.5,123.6)	(21.2,122.4)
			(20.0,123.4)	(20.2,122.0)
			(20.7,124.0)	(21.6,123.2)
	2003042208L	(19.7,123.6)	(20.7,123.6)	(21.6,122.5)
			(20.4,123.3)	(20.9,121.9)
			(20.8,124.0)	(21.8,123.4)
	2003042211L	(20.1,123.3)	(21.3,123.3)	(22.2,122.2)
			(20.7,123.0)	(21.2,121.7)
			(21.2,123.7)	(22.1,123.1)
	2003042214L	(20.2,123.2)	(21.2,123.2)	(22.1,122.1)
			(20.8,122.8)	(21.2,121.5)
			(21.3,123.6)	(22.2,123.0)
	2003042217L	(20.4,123.2)	(21.4,123.1)	(22.2,122.0)
			(20.9,122.8)	(21.2,121.5)
			(21.4,123.5)	(22.2,122.9)
	2003042220L	(20.5,123.2)	(21.2,123.1)	(21.8,122.3)
			(20.8,122.9)	(21.0,122.0)
			(21.3,123.5)	(22.0,123.0)
	2003042223L	(20.6,123.2)	(21.3,123.2)	(21.9,122.5)
			(20.9,122.9)	(21.1,122.1)
			(21.4,123.5)	(22.0,123.1)
	2003042302L	(20.8,123.0)	(21.6,123.1)	(22.3,122.3)
			(21.4,122.8)	(21.8,121.8)
			(21.6,123.3)	(22.2,123.0)
	2003042305L	(20.8,122.7)	(21.5,122.8)	(22.0,122.2)
			(21.2,122.6)	(21.5,121.9)
			(21.4,123.1)	(21.9,122.9)
2003KUJIRA	2003042308L	(20.8,122.5)	(21.6,122.5)	(22.2,121.8)
			(21.2,122.3)	(21.5,121.5)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(21.5,122.8)	(22.0,122.5)
	2003042311L	(20.8,122.4)	(21.6,122.4)	(22.3,121.5)
			(21.4,122.1)	(21.8,121.0)
			(21.7,122.7)	(22.5,122.2)
	2003042314L	(20.8,122.3)	(21.6,122.4)	(22.2,121.7)
			(21.3,122.1)	(21.7,121.2)
			(21.5,122.6)	(22.0,122.3)
	2003042317L	(21.0,122.3)	(21.9,122.5)	(22.6,121.9)
			(21.6,122.2)	(22.0,121.3)
			(21.7,122.8)	(22.2,122.6)
	2003042320L	(21.1,122.4)	(21.9,122.6)	(22.6,122.1)
			(21.7,122.3)	(22.1,121.5)
			(21.8,123.0)	(22.3,122.9)
	2003042323L	(21.4,122.5)	(22.3,122.7)	(23.1,122.1)
			(21.9,122.4)	(22.3,121.6)
			(22.2,123.1)	(22.9,123.0)
	2003042402L	(21.6,122.5)	(22.4,122.7)	(23.1,122.2)
			(22.2,122.5)	(22.6,121.8)
			(22.3,123.0)	(22.9,122.9)
	2003042405L	(21.8,122.5)	(23.1,123.3)	(24.1,123.0)
			(23.0,122.7)	(23.9,121.9)
			(22.8,123.8)	(23.5,124.0)
	2003042408L	(22.0,122.6)	(23.3,123.5)	(24.4,123.1)
			(23.0,123.9)	(23.8,124.0)
			(23.0,122.8)	(23.9,122.0)
2003NANGKA	2003060208L	(20.0,122.6)	(21.2,123.1)	(22.2,122.6)
			(20.5,123.0)	(20.9,122.9)
			(21.6,122.7)	(22.9,121.2)
	2003060211L	(20.3,119.7)	(21.9,123.5)	(23.1,124.6)
			(21.3,123.6)	(21.8,124.8)
			(22.4,123.0)	(24.1,123.6)
	2003060214L	(20.6,120.3)	(22.4,124.6)	(23.6,125.8)
			(21.5,124.6)	(22.0,126.0)
			(22.7,123.7)	(24.3,124.3)
2003SOUDELOR	2003061702L	(19.0,123.2)	(21.3,124.4)	(23.3,123.5)
			(21.2,123.8)	(23.0,122.5)
			(21.2,125.1)	(23.0,124.8)
	2003061705L	(19.3,123.2)	(21.6,124.5)	(23.6,123.6)
			(21.4,123.9)	(23.2,122.6)
			(21.4,125.0)	(23.2,124.8)
	2003061708L	(19.8,123.2)	(22.1,124.5)	(24.0,123.7)
			(22.0,124.0)	(23.9,122.8)
			(22.0,125.1)	(23.9,124.9)
	2003061711L	(20.3,123.2)	(22.7,124.6)	(24.7,123.9)
			(22.6,124.1)	(24.5,122.9)
			(22.6,125.2)	(24.5,125.0)
	2003061714L	(20.9,123.3)	(23.5,124.8)	(25.6,124.0)
			(23.2,124.2)	(25.2,122.9)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(23.3,125.3)	(25.2,125.1)
	2003061717L	(21.4,123.4)	(24.0,125.1)	(26.1,124.4)
			(24.0,124.4)	(26.2,123.1)
			(23.9,125.7)	(26.0,125.6)
2003MORAKOT	2003080223L	(19.8,123.9)	(21.0,122.6)	(21.8,121.3)
			(20.0,122.5)	(20.0,121.0)
			(21.5,123.5)	(23.8,122.5)
	2003080302L	(20.1,123.6)	(21.1,122.1)	(22.1,120.9)
			(20.1,122.1)	(20.6,120.3)
			(21.5,123.1)	(23.0,122.1)
	2003080305L	(20.5,122.9)	(21.9,121.2)	(22.9,119.5)
			(21.0,121.0)	(21.1,119.1)
			(22.5,122.0)	(23.4,121.0)
	2003080308L	(20.6,122.3)	(21.9,121.0)	(23.2,119.1)
			(21.0,120.3)	(22.0,118.8)
			(22.3,121.8)	(24.0,120.9)
	2003080311L	(20.9,121.8)	(22.0,120.0)	(23.3,118.5)
			(21.0,120.0)	(21.5,118.1)
			(23.0,121.0)	(24.0,120.0)
2003DUJUAN	2003090108L	(20.8,125.2)	(21.1,122.0)	(22.1,119.5)
			(20.8,122.0)	(20.5,120.0)
			(22.0,122.1)	(23.3,120.0)
	2003090111L	(20.8,124.6)	(21.2,121.5)	(22.0,118.7)
			(20.8,121.4)	(20.2,118.9)
			(22.0,121.5)	(23.2,119.5)
2003MELOR	2003110208L	(20.0,120.7)	(20.9,120.0)	(21.6,119.5)
			(20.1,119.5)	(20.0,119.5)
			(21.1,120.9)	(22.2,120.7)
	2003110211L	(20.3,120.5)	(21.0,120.0)	(21.9,119.2)
			(20.5,119.8)	(20.6,119.0)
			(21.8,120.8)	(23.0,120.1)
	2003110214L	(20.6,120.5)	(21.5,120.1)	(22.1,120.0)
			(20.8,119.6)	(21.0,118.9)
			(21.1,121.1)	(22.0,121.3)
	2003110217L	(21.0,120.8)	(21.8,120.8)	(22.9,121.1)
			(21.2,120.0)	(22.1,119.0)
			(21.2,121.8)	(22.0,122.2)
	2003110220L	(21.3,121.0)	(22.1,121.1)	(23.3,121.4)
			(22.0,120.1)	(22.8,119.8)
			(21.9,122.0)	(22.5,123.0)
	2003110223L	(21.5,121.2)	(22.1,121.5)	(23.4,121.7)
			(22.0,120.3)	(22.5,120.0)
			(21.8,122.1)	(22.2,123.0)
	2003110302L	(21.9,121.4)	(22.8,121.7)	(23.7,121.9)
			(22.2,120.5)	(23.2,120.1)
			(22.2,122.1)	(22.8,122.7)
	2003110305L	(22.3,121.6)	(23.2,121.8)	(24.5,122.1)
			(22.9,121.0)	(23.7,120.5)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(22.8,122.2)	(23.3,123.2)
	2003110308L	(22.6,121.8)	(23.2,122.0)	(24.6,122.2)
			(23.0,121.0)	(23.5,120.5)
			(22.8,122.5)	(23.2,123.2)
2004CONSON	2004060811L	(19.1,119.6)	(20.2,120.0)	(21.2,120.3)
			(19.3,120.2)	(19.8,121.3)
			(19.7,119.2)	(20.7,119.2)
	2004060814L	(19.5,119.6)	(20.7,119.9)	(21.8,120.2)
			(20.0,120.5)	(20.3,121.0)
			(20.2,119.1)	(20.7,119.2)
	2004060817L	(19.7,119.8)	(20.8,120.2)	(21.9,120.5)
			(20.1,121.1)	(20.5,121.2)
			(20.3,119.2)	(21.2,119.1)
	2004060820L	(20.0,120.1)	(20.9,120.5)	(22.2,120.8)
			(20.4,120.9)	(20.7121.8)
			(20.6,119.9)	(21.1119.3)
	2004060823L	(20.3,120.5)	(21.5,120.9)	(22.5,121.3)
			(20.7,121.1)	(21.0,121.1)
			(21.2,120.1)	(21.8,119.5)
	2004060902L	(20.5,120.6)	(21.9,121.4)	(22.9,121.8)
			(21.0,121.8)	(21.1,122.8)
			(21.4,120.5)	(22.3,120.1)
	2004060905L	(20.8,120.9)	(21.5,121.7)	(23.3,122.2)
			(21.0,122.1)	(21.5,123.1)
			(21.4,121.1)	(22.8,120.3)
	2004060908L	(21.2,121.3)	(22.3,122.2)	(23.9,123.1)
			(21.7,122.8)	(22.5,124.2)
			(22.1,121.4)	(23.7,121.3)
	2004060911L	(21.7,121.9)	(22.8,122.9)	(25.4,124.9)
			(22.2,123.2)	(23.8,126.0)
			(22.9,122.2)	(25.6,123.2)
2004MINDULLE	2004070105L	(21.1,122.0)	(22.3,121.5)	(23.4,121.2)
			(21.9,122.4)	(21.9,122.9)
			(21.4,121.1)	(21.4,121.1)
	2004070108L	(21.7,121.8)	(23.1,121.2)	(24.7,121.5)
			(22.9,122.0)	(23.8,123.1)
			(22.4,121.6)	(23.7,120.0)
	2004070111L	(21.9,121.6)	(23.4,121.1)	(25.0,121.5)
			(23.2,122.0)	(24.3,123.1)
			(22.7,120.5)	(24.1,120.0)
	2004070114L	(22.2,121.6)	(23.6121.1)	(25.2,121.5)
			(23.3122.1)	(24.3123.0)
			(22.8120.5)	(24.3120.0)
	2004070117L	(22.8,121.7)	(24.0,121.4)	(25.7,122.0)
			(24.0,122.3)	(24.5,123.4)
			(23.7,120.6)	(24.9,120.4)
	2004070120L	(23.3,121.8)	(24.9,121.6)	(26.2,122.6)
			(24.5,122.5)	(24.9,123.8)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(24.3,120.8)	(25.6,120.9)
	2004070123L	(23.9,121.5)	(25.4,121.7)	(26.8,122.7)
			(24.9,122.5)	(25.4,123.8)
			(25.1,120.8)	(26.5,121.0)
2004KOMPASU	2004071408L	(21.2,125.0)	(21.9,122.8)	(22.9,121.4)
			(21.2,122.8)	(22.3,121.0)
			(22.2,123.5)	(23.5,122.5)
	2004071411L	(21.3,124.6)	(22.0,122.5)	(23.1,121.0)
			(21.2,122.3)	(21.1,120.8)
			(22.8,123.1)	(23.9,122.2)
	2004071414L	(21.4,123.5)	(21.9,121.1)	(23.1,119.3)
			(21.0,121.1)	(21.1,119.2)
			(22.5,122.0)	(23.8,120.9)
2004RANANIM	2004081111L	(23.5,126.0)	(24.5,125.0)	(25.5,123.8)
			(24.7,125.7)	(26.2,125.2)
			(23.8,124.8)	(24.0,123.3)
2004AERE	2004082311L	(23.1,125.8)	(24.2,124.6)	(24.8,123.5)
			(24.3,125.5)	(25.0,125.7)
			(23.3,124.4)	(23.1,123.4)
	2004082314L	(23.3,125.3)	(24.5,124.0)	(24.9,122.7)
			(24.6,124.9)	(25.5,124.3)
			(23.6,123.9)	(23.3,122.8)
	2004082317L	(23.5,124.9)	(24.5,123.5)	(24.9,122.2)
			(24.7,124.4)	(25.7,123.7)
			(23.6,123.6)	(23.2,122.3)
	2004082320L	(23.6,124.9)	(24.4,123.7)	(24.9,122.4)
			(24.6,124.6)	(25.4,124.0)
			(23.5,123.8)	(23.3,122.8)
	2004082323L	(24.0,124.8)	(24.7,123.6)	(25.2,122.3)
			(24.8,124.6)	(25.8,123.9)
			(23.8,123.9)	(23.6,122.7)
	2004082402L	(24.5,124.5)	(25.1,123.2)	(25.2,122.0)
			(25.4,124.3)	(25.9,123.6)
			(24.2,123.5)	(23.7,122.9)
	2004082405L	(24.8,124.0)	(25.1,122.7)	(25.2,121.5)
			(25.4,123.5)	(26.1,123.0)
			(24.4,123.2)	(23.8,122.5)
	2004082408L	(24.9,124.0)	(25.1,122.6)	(25.1,121.4)
			(25.6,123.3)	(26.2,122.6)
			(24.4,123.1)	(23.9,122.5)
	2004082411L	(25.0,123.9)	(25.1,122.5)	(25.1,121.3)
			(25.6,123.4)	(26.3,122.6)
			(24.5,123.3)	(23.9,122.6)
	2004082414L	(25.3,123.6)	(25.5,122.2)	(25.6,121.0)
			(26.0,123.0)	(26.7,122.3)
			(24.8,122.8)	(24.3,122.1)
	2004082417L	(25.4,123.2)	(25.5,122.0)	(25.5,120.7)
			(26.0,122.9)	(26.5,122.2)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(24.7,122.6)	(24.2,121.6)
	2004082420L	(25.4,123.0)	(25.5,121.7)	(25.4,120.0)
			(26.0,122.6)	(26.7,121.2)
			(24.9,122.5)	(24.2,121.3)
	2004082423L	(25.5,122.5)	(25.6,121.2)	(25.4,119.4)
			(26.2,121.8)	(26.2,121.8)
			(24.9,121.7)	(24.9,121.7)
	2004082502L	(25.5,122.0)	(25.6,120.4)	(25.3,118.6)
			(26.3,121.0)	(26.8,119.4)
			(24.9,120.9)	(24.0,119.7)
	2004082505L	(25.4,121.7)	(25.3,120.0)	(25.0,118.3)
			(26.0,120.5)	(26.7,119.0)
			(24.6,120.6)	(23.7,119.6)
	2004082508L	(25.4,121.4)	(25.1,119.7)	(24.8,118.0)
			(25.9,120.0)	(26.4,118.7)
			(24.5,120.4)	(23.6,119.3)
2004NOCK-TEN	2004102411L	(20.2,125.2)	(21.6,122.6)	(23.3,121.6)
			(22.1,123.4)	(24.0,123.3)
			(20.7,122.4)	(21.8,120.9)
	2004102414L	(20.6,124.5)	(22.3,122.2)	(24.0,121.7)
			(22.7,123.1)	(24.4,123.4)
			(21.4,120.0)	(22.6,120.7)
	2004102417L	(21.3,123.8)	(23.3,121.6)	(25.0,122.1)
			(23.7,122.5)	(24.9,121.9)
			(22.4,121.2)	(23.7,120.8)
	2004102420L	(21.7,123.3)	(23.3,121.6)	(25.2,122.1)
			(23.5,122.6)	(24.8,123.9)
			(22.4,121.3)	(24.0,120.8)
	2004102423L	(22.4,122.7)	(24.0,121.7)	(25.6,122.0)
			(24.0,122.6)	(25.0,123.7)
			(23.2,121.2)	(24.5,120.6)
	2004102502L	(22.7,122.5)	(24.8,121.8)	(26.2,122.7)
			(24.1,122.8)	(24.3,124.3)
			(24.2,121.0)	(25.5,121.0)
	2004102505L	(23.2,122.4)	(25.0,122.2)	(26.2,123.5)
			(24.7,123.1)	(25.0,124.9)
			(24.6,121.4)	(25.8,121.7)
2004NANMADOL	2004120314L	(19.0,118.8)	(20.7,118.8)	(22.2,121.1)
			(20.1,119.6)	(20.7,122.0)
			(20.2,117.9)	(22.5,119.4)
	2004120317L	(19.6,118.4)	(21.6,119.3)	(23.1,122.3)
			(20.9,120.0)	(21.0,122.9)
			(21.5,118.3)	(23.8,120.1)
	2004120320L	(20.3,118.3)	(22.2,120.0)	(24.0,.123.1)
			(21.4,120.5)	(22.1,124.0)
			(22.5,119.1)	(24.9,121.1)
	2004120323L	(21.0,118.6)	(22.8,120.7)	(24.6,124.0)
			(22.0,121.2)	(22.5,124.6)

颱風名稱	預報起始時間	初始位置	12 小時	24 小時
			(23.3,119.9)	(25.7,122.1)
	2004120402L	(21.6,118.9)	(23.4,121.3)	(25.3,124.7)
			(22.6,121.7)	(23.1,125.3)
			(23.9,120.5)	(26.6,122.9)

表 2-2　1989～2003 年觀測站數資料。

年份 / 測站	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
01A171				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01A211				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01A411				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01A421				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01A431				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01A441				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01B031				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
01C401				V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21C071	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21C081	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21C091	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21C141	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21D151	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21D161	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21D171	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21D351	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
21U111	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
C0A510	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A520	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A530	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A540	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A550	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A560	V	V	V	V	V	V		V			V	V	V	V	V
C0A570	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A580	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A590	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A860					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A870					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A880					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A890					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A920							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A930							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A940							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A950							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A970							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0A980									V	V	V	V	V	V	V
C0A990									V	V	V	V	V	V	V
C0A9A0									V	V	V	V	V	V	V

年份 測站	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
C0A9B0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9C0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9D0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9E0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9F0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9G0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9H0									V	V	V	V	V	V	V
C0A9I0									V	V	V	V	V	V	V
C0C450	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0D360	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0D470		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0E410	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0E420	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0E430	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0E530		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0E580		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0E610		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0F860		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0F900		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0F950		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0G640				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0G650				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0G710				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0H980				V	V	V	V					V	V		
C0H990				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0H9A0											V	V	V	V	V
C0I010				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0I090				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0I110				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0K240				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0K280					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0K290					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0K300					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0K330					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0M410	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0M530					V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0O810	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0O890	V	V	V	V	V	V	V								
C0O900	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0O910	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

年份 測站	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
C0O930	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0R100							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0R150	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0R220				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0R270				V	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V
C0R280									V	V	V	V	V	V	V
C0R340								V	V	V	V	V	V	V	V
C0R350									V	V	V	V	V	V	V
C0R360									V	V	V	V	V	V	V
C0R370									V	V	V	V	V	V	V
C0R380									V	V	V	V	V	V	V
C0R400									V	V	V	V	V	V	V
C0R420										V	V	V	V	V	V
C0S680									V	V	V	V	V	V	V
C0S690									V	V	V	V	V	V	V
C0S700									V	V	V	V	V	V	V
C0S710									V	V	V	V	V	V	V
C0S720									V	V	V	V	V	V	V
C0S730									V	V	V	V	V	V	V
C0S740									V	V	V	V	V	V	V
C0S750									V	V	V	V	V	V	V
C0S760									V	V	V	V	V	V	V
C0S770									V	V	V	V	V	V	V
C0T790							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0T820							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0T840							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0T870							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0T960							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0T9A0												V	V	V	V
C0T9B0												V	V	V	V
C0U600							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0U640							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0U650							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0U710							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0U730							V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0U750													V	V	V
C0V150				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0V250				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0V310				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0V370				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

年份 測站	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
C0X020				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0X080				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
C0Z050									V	V	V	V	V	V	V
C0Z060									V	V	V	V	V	V	V
C0Z070									V	V	V	V	V	V	
H1M231					V	V	V	V	V	V	V				
H1M241					V	V	V	V	V	V	V				
H1M251				V	V	V	V	V	V	V	V				
H1M421				V	V	V	V	V	V	V	V				
H1M431				V	V	V	V	V	V	V	V				
H1O941				V	V	V	V	V	V	V	V				
H1P971				V	V	V	V	V	V	V	V				
L1A791				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
L1A801				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
L1A811				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
L1A821				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
L1A831				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
L1A841				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
總計個數	30	37	37	73	84	84	98	99	128	129	131	127	111	104	103

表 2-3　1989～2003 年觀測站經緯度資料。

測站	緯度	經度	測站	緯度	經度
01A171	24.93	121.61	C0K280	23.63	120.22
01A211	24.89	121.42	C0K290	23.54	120.16
01A411	25.02	121.51	C0K300	23.64	120.60
01A421	25.17	121.53	C0K330	23.72	120.43
01A431	24.78	121.48	C0M410	23.33	120.57
01A441	24.87	121.57	C0M530	23.50	120.69
01B031	25.08	121.69	C0O810	23.22	120.49
01C401	24.82	121.24	C0O890	23.04	120.48
21C071	24.68	121.38	C0O900	23.11	120.29
21C081	24.72	121.35	C0O910	23.29	120.31
21C091	24.63	121.40	C0O930	23.13	120.45
21C141	24.80	121.35	C0R100	22.83	120.68
21D151	24.67	121.30	C0R150	22.71	120.63
21D161	24.55	121.22	C0R220	22.54	120.53
21D171	24.57	121.30	C0R270	22.33	120.35
21D351	24.58	121.35	C0R280	22.07	120.83
21U111	24.63	121.47	C0R340	22.19	120.83
C0A510	24.89	121.41	C0R350	21.92	120.73
C0A520	24.98	121.39	C0R360	21.95	120.79
C0A530	24.94	121.70	C0R370	21.99	120.84
C0A540	24.89	121.74	C0R380	22.37	120.59
C0A550	24.97	121.82	C0R400	22.19	120.68
C0A560	24.78	121.49	C0R420	22.17	120.84
C0A570	24.85	121.59	C0S680	22.92	121.03
C0A580	24.92	121.54	C0S690	22.61	120.99
C0A590	25.05	121.66	C0S700	22.69	121.00
C0A860	25.17	121.62	C0S710	22.92	121.11
C0A870	25.13	121.60	C0S720	23.46	121.49
C0A880	25.02	121.93	C0S730	22.65	121.48
C0A890	25.04	121.86	C0S740	23.12	121.20
C0A920	25.27	121.56	C0S750	23.25	120.98
C0A930	25.24	121.59	C0S760	23.07	121.12
C0A940	25.23	121.64	C0S770	22.48	120.94
C0A950	25.13	121.92	C0T790	24.19	121.31
C0A970	25.01	121.99	C0T820	24.18	121.49
C0A980	25.11	121.46	C0T840	24.02	121.60
C0A990	25.11	121.57	C0T870	23.94	121.50
C0A9A0	25.08	121.53	C0T960	23.66	121.42
C0A9B0	25.12	121.51	C0T9A0	23.81	121.53

測站	緯度	經度	測站	緯度	經度
C0A9C0	25.12	121.53	C0T9B0	23.99	121.53
C0A9D0	25.01	121.50	C0U600	24.82	121.76
C0A9E0	25.09	121.50	C0U640	24.68	121.74
C0A9F0	25.08	121.57	C0U650	24.68	121.58
C0A9G0	25.06	121.59	C0U710	24.51	121.52
C0A9H0	25.03	121.56	C0U730	24.40	121.35
C0A9I0	25.07	121.48	C0U750	24.84	121.95
C0C450	24.97	121.10	C0V150	23.26	120.66
C0D360	24.68	121.20	C0V250	23.08	120.58
C0D470	24.72	121.10	C0V310	22.90	120.51
C0E410	24.51	121.11	C0V370	22.90	120.39
C0E420	24.70	120.91	C0X020	23.33	120.50
C0E430	24.60	120.99	C0X080	23.17	120.14
C0E530	24.41	120.76	C0Z050	23.35	121.21
C0E580	24.44	120.67	C0Z060	23.35	121.31
C0E610	24.45	120.92	C0Z070	23.47	121.37
C0F860	24.26	121.25	H1M231	23.47	120.80
C0F900	24.29	120.90	H1M241	23.47	120.72
C0F950	24.15	121.26	H1M251	23.48	120.58
C0G640	24.08	120.42	H1M421	23.22	120.57
C0G650	23.95	120.58	H1M431	23.40	120.63
C0G710	23.85	120.27	H1O941	23.30	120.50
C0H980	23.94	120.99	H1P971	23.25	120.65
C0H990	24.12	121.27	L1A791	24.91	121.57
C0H9A0	23.54	120.83	L1A801	24.89	121.74
C0I010	24.03	121.17	L1A811	24.90	121.64
C0I090	23.73	120.78	L1A821	24.95	121.64
C0I110	23.76	120.68	L1A831	24.94	121.71
C0K240	23.60	120.69	L1A841	24.97	121.82

表 3-1　全台所有測站，歷史颱風個案 24 小時預報總雨量與實際觀測雨量之相關係數與均方根誤差。

歷史颱風資料	路徑預報資料	相關係數	均方根誤差 (mm/day)
Dependent data cases（1990～2002）	中央氣象局預報路徑	0.50	95.27
	70%偏北（右）路徑	0.47	98.79
	70%偏南（左）路徑	0.49	94.52
Independent data cases（2003～2004）	中央氣象局預報路徑	0.40	86.59
	70%偏北（右）路徑	0.43	88.99
	70%偏南（左）路徑	0.50	84.55

表 3-2　BS 評分。

門檻值（mm/day）	Dependent data cases	Independent data cases
50	1.22	1.32
130	0.92	1.25
200	0.63	0.99
350	0.26	0.53

表 3-3　ETS 評分。

門檻值（mm/day）	Dependent data cases	Independent data cases
50	0.29	0.22
130	0.23	0.13
200	0.17	0.08
350	0.09	0.04

表 4-1 1989-2004 年間侵台颱風造成中央氣象局各局屬測站最大風速達 8 級及以上最多測站之颱風及資料。

序號	颱風（最大強度 Kt）	年	月	路徑類型	接近台灣時颱風中心最大風速(Kt)	風力>=8 級之測站數（分母爲當時有資料之測站數）	風力>=10 級之測站數	風力>=8 級之測站	風力>=10 級之測站	台灣本島出現最大值（m/s）		
										地點	數值	時間
1	黛特 DOT (75)	1990	9	2	70	7/25	3	玉山、東吉島、梧棲、彭佳嶼、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼、東吉島	鞍部	23.8	09/08/08
2	提姆 TIM (125)	1994	7	2	96	8/25	6	玉山、成功、東吉島、花蓮、彭佳嶼、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼、花蓮、成功、蘇澳、鞍部	花蓮	27.7	07/10/22
3	道格 DOUG (130)	1994	8	4	105	10/25	2	玉山、成功、宜蘭、花蓮、基隆、梧棲、彭佳嶼、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼	蘇澳	29.5	08/08/01
4	賀伯 HERB (140)	1996	7	1	96	10/26	4	玉山、成功、東吉島、花蓮、基隆、梧棲、彭佳嶼、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼、鞍部、蘇澳	鞍部	29.7	07/31/20
5	安珀 AMBER (110)	1997	8	2	86	8/27	4	玉山、成功、東吉島、花蓮、彭佳嶼、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼、花蓮、蘇澳	花蓮	27.1	08/29/05
6	碧利斯 BILIS (110)	2000	8	2	96	9/26	4	日月潭、成功、東吉島、花蓮、彭佳嶼、新竹、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼、東吉島、成功	成功	41.7	08/22/23
7	象神 XANGSANE (75)	2000	10	4	70	9/26	3	永康、東吉島、基隆、梧棲、彭佳嶼、台南、鞍部、蘇澳、蘭嶼	蘭嶼、彭佳嶼、鞍部	鞍部	25.6	11/01/10
8	納莉 NARI (100, 90 when near TW)	2001	9	7	66.55	8/26	1	玉山、宜蘭、東吉島、基隆、梧棲、彭佳嶼、鞍部、蘭嶼	彭佳嶼	鞍部	21.6	09/16/20

表 4-2 經選取颱風個案受台灣地形影響前之七級風(R30)與十級風暴風半徑(R50)，陰影處表示擁有最小暴風半徑的三個個案。

	R30 (km)	**R50 (km)**
黛特 Dot (1990)	350	100
提姆 Tim (1994)	300	120
道格 Doug (1994)	300-350	120-150
賀伯 Herb (1996)	350	150
安珀 Amber (1997)	250	100
碧利斯 Bilis (2000)	300	120
象神 Xangsane (2000)	250	100
納莉 Nari (2001)	150	50

表 4-3　1989～2003 年侵台颱風個案。

89 SARAH	92 BOBBIE	94 TIM	97 WINNIE	00 KAITAK	02 NAKRI
90 ABE	92 OMAR	95 DEANNA	98 BABS	00 PRAPIRON	02 RAMMASUN
90 DOT	92 POLLY	95 GARY	98 NICHOLE	00 XANGSANE	02 SINLAKU
90 MARIAN	92 TED	95 KENT	98 OTTO	00 YAGI	03 DUJUAN
90 OFELIA	93 ABE	95 RYAN	98 YANNI	01 CHEBI	03 IMBUDO
90 PERCY	93 TASHA	96 CAM	98 ZEB	01 CIMARON	03 KROVANH
90 YANCY	93 YANCY	96 GLORIA	99 DAN	01 HAIYAN	03 KUJIRA
91 AMY	94 CAITLIN	96 HERB	99 MAGGIE	01 LEKIMA	03 MELOR
91 ELLIE	94 DOUG	96 SALLY	99 SAM	01 NARI	03 MORAKOT
91 NAT1	94 FRED	97 AMBER	00 BEBINCA	01 TORAJI	03 NANGKA
91 NAT2	94 GALDYS	97 CASS	00 BILIS	01 TRAMI	03 SOUDELOR
91 RUTH	94 SETH	97 IVAN	00 BOPHA	01 UTOR	03 VAMCO

海上陸上颱風警報

中央氣象局發布

中度颱風 芭 比(BOBBIE) (編號:9202) 第 1 號 第 4 報 民國 81 年 6 月 27 日 9 時 45 分發布

中 心 氣 壓 ： 948 毫巴。

中 心 位 置 ： 27 日 8 時的中心位置在北緯 20.0 度，東經 124.2 度，即在恆春的東南東方約 4 2 0 公里之海面上。

預測進行速度及方向 ：以每小時 19 公里的速度，向 西北 轉 北北西 進行。

近中心最大風速 ：每秒 48 公尺，相當於 15 級風。瞬間最大陣風每秒 58 公尺，相當於 17 級風。

暴 風 半 徑 ：七級風暴風半徑 200 公里，十級風暴風半徑 100 公里。

預 測 位 置 ： 28 日 8 時的中心位置在北緯 23.8 度，東經 122.7 度，即在花蓮的東方約 1 1 0 公里之海面上。

颱 風 動 態 ：1．根據最新氣象資料顯示，中度颱風芭比暴風圈已進入巴士海峽，並向台灣東部海面接近，其移動方向將由西北轉北北西進行，未來有繼續偏北移動趨勢。

2．芭比颱風有增強爲強烈颱風的趨勢。

警戒區域及警戒事項 ：海上：巴士海峽及台灣東南部、東部海面航行及作業船隻應嚴加戒備。

陸上：恆春半島及台東、花蓮地區應戒備。

下次警報預定發布時間 ： 6 月 27 日 16 時。

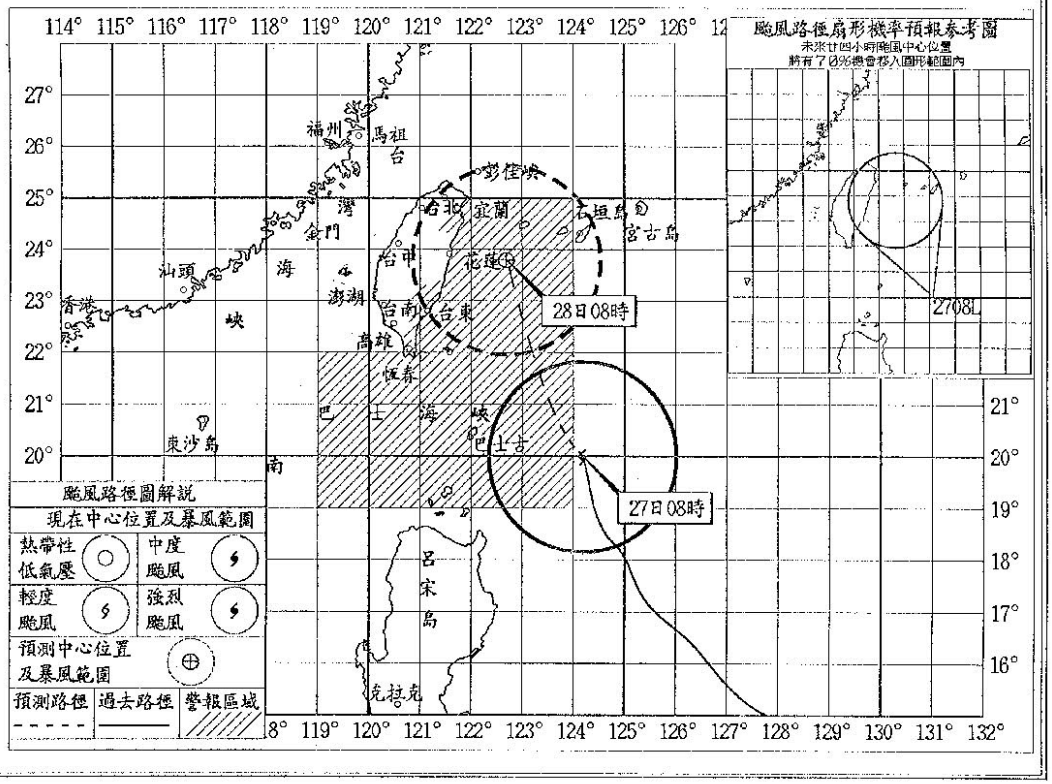


圖 2-1 1992 年 6 月 27 日 9 時 45 分之芭比(BOBBIE)颱風海上陸上台警報單。

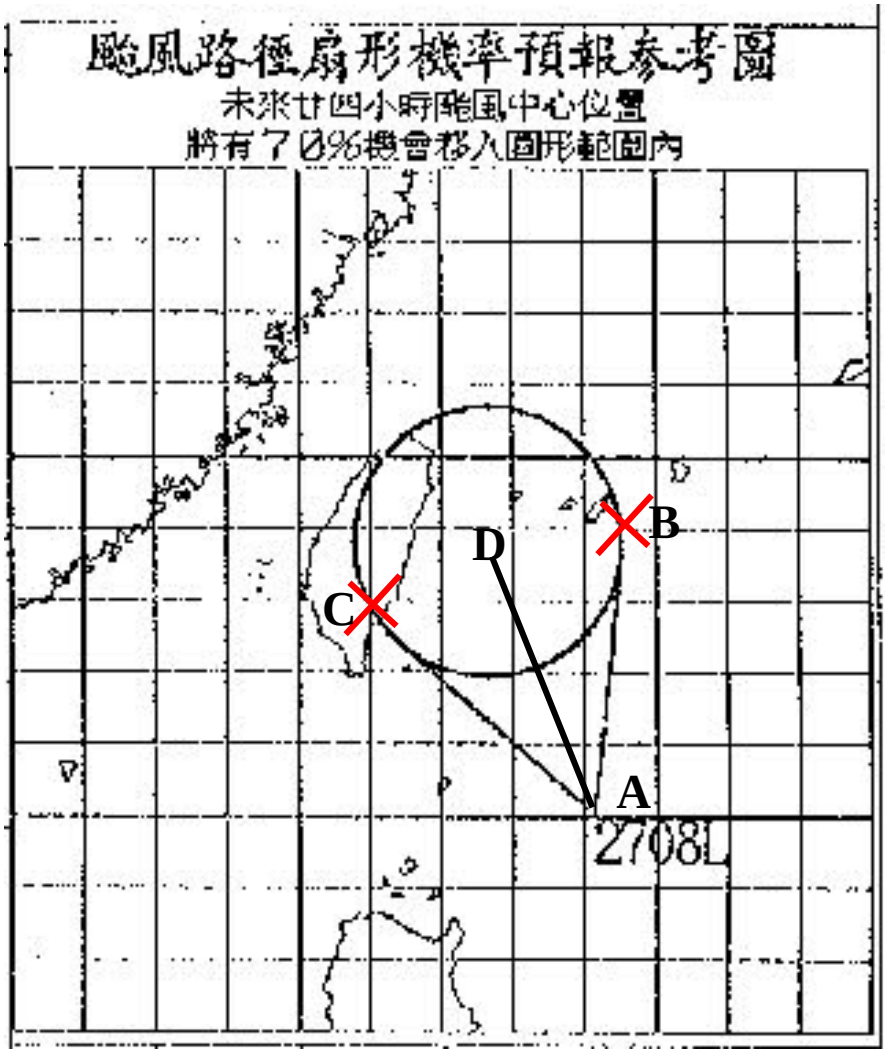


圖 2-2 1992 年 6 月 27 日 9 時 45 分芭比（BOBBIE）颱風路徑扇形機率預報參考圖。

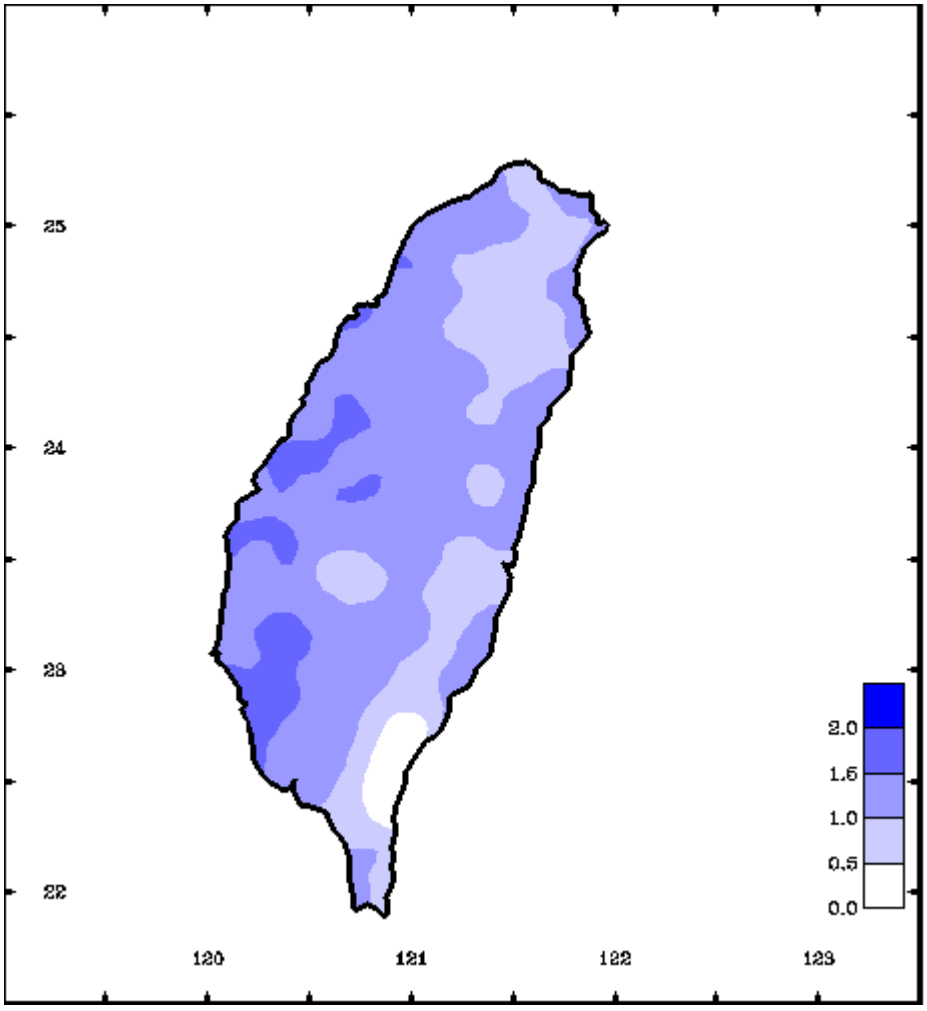


圖 3-1 1990~2001 年颱風個案，台所有測站之 24 小時預報平均標準差與累積雨量之比值。

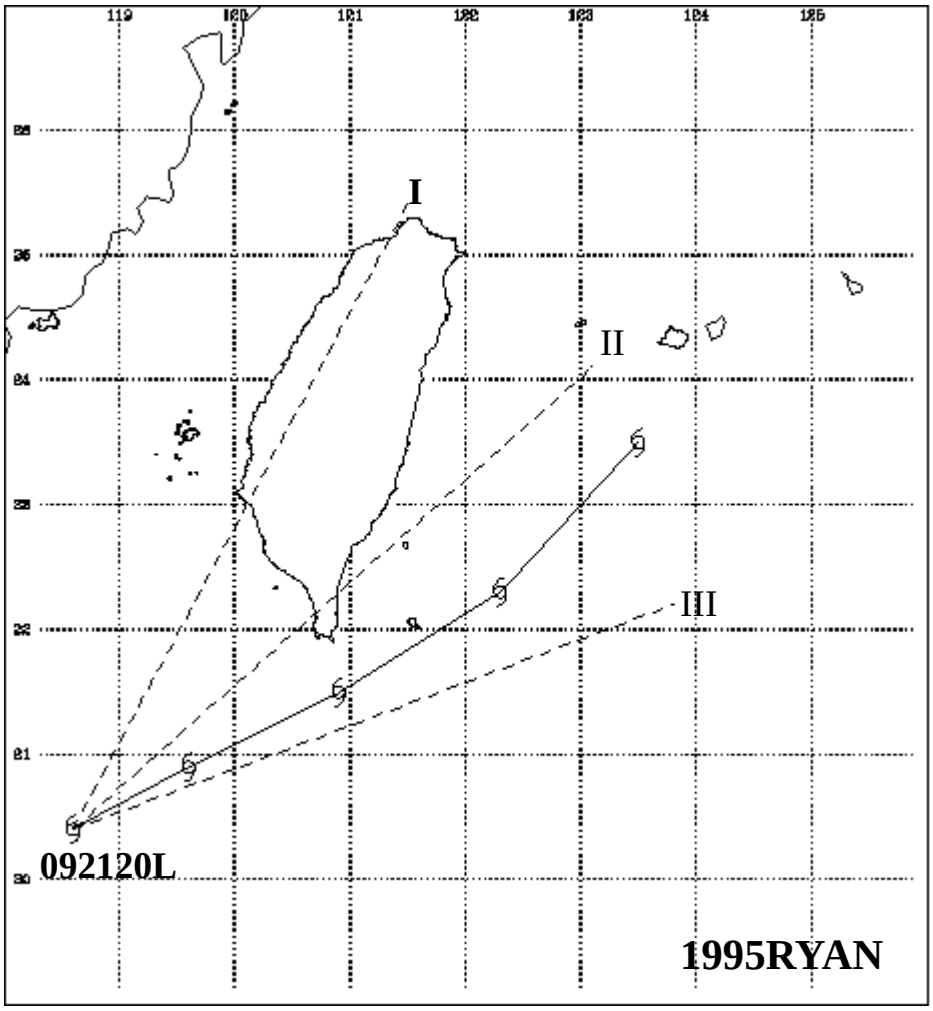
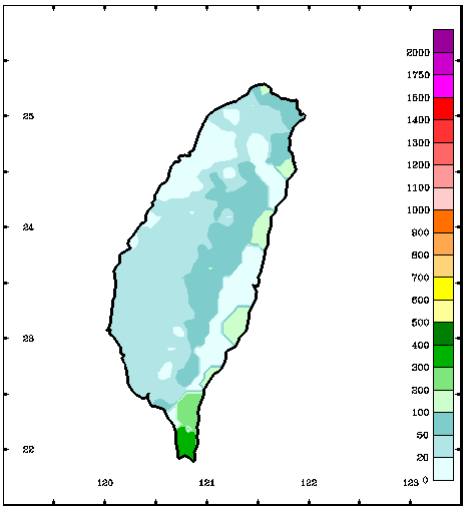
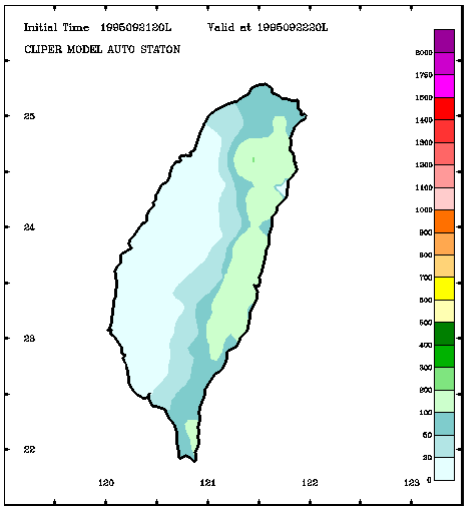


圖 3-2 1995 年賴恩（RYAN）颱風 9 月 21 日 20 時至 9 月 22 日 20 時之路徑圖；實線為颱風實際觀測路徑，虛線則分別為中央氣象局 24 小時預測路徑（線條 II）及 70%機率誤差路徑範圍（線條 I、線條 III）。

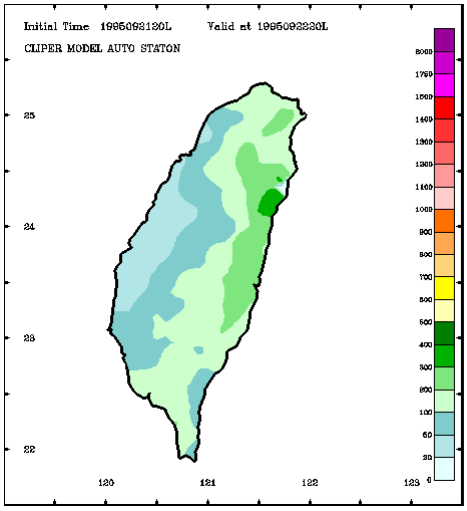
(a)



(c)



(b)



(d)

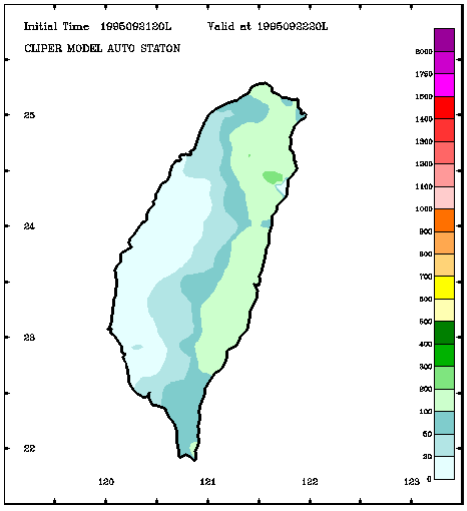


圖 3-3 1995 年賴恩（RYAN）颱風 9 月 21 日 20 時至 9 月 22 日 20 時之(a)24 小時觀測雨量，及颱風降雨氣候持續模式針對(b)路徑 I、(c)路徑 II 及(d)路徑 III 之 24 小時預報雨量。

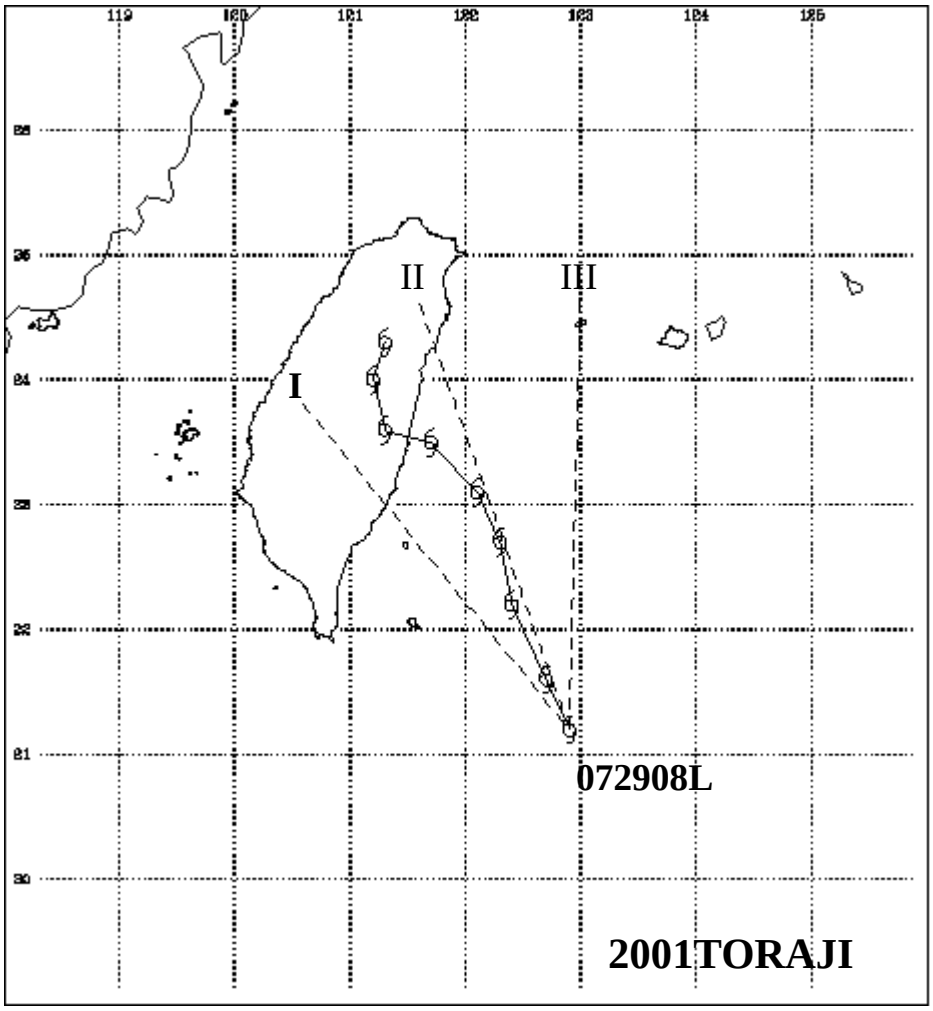


圖 3-4 2001 年桃芝（TORAJI）颱風 7 月 29 日 8 時至 7 月 30 日 8 時之路徑圖；實線為颱風實際觀測路徑，虛線則分別為中央氣象局 24 小時預測路徑（線條 II）及 70%機率誤差路徑範圍（線條 I、線條 III）。

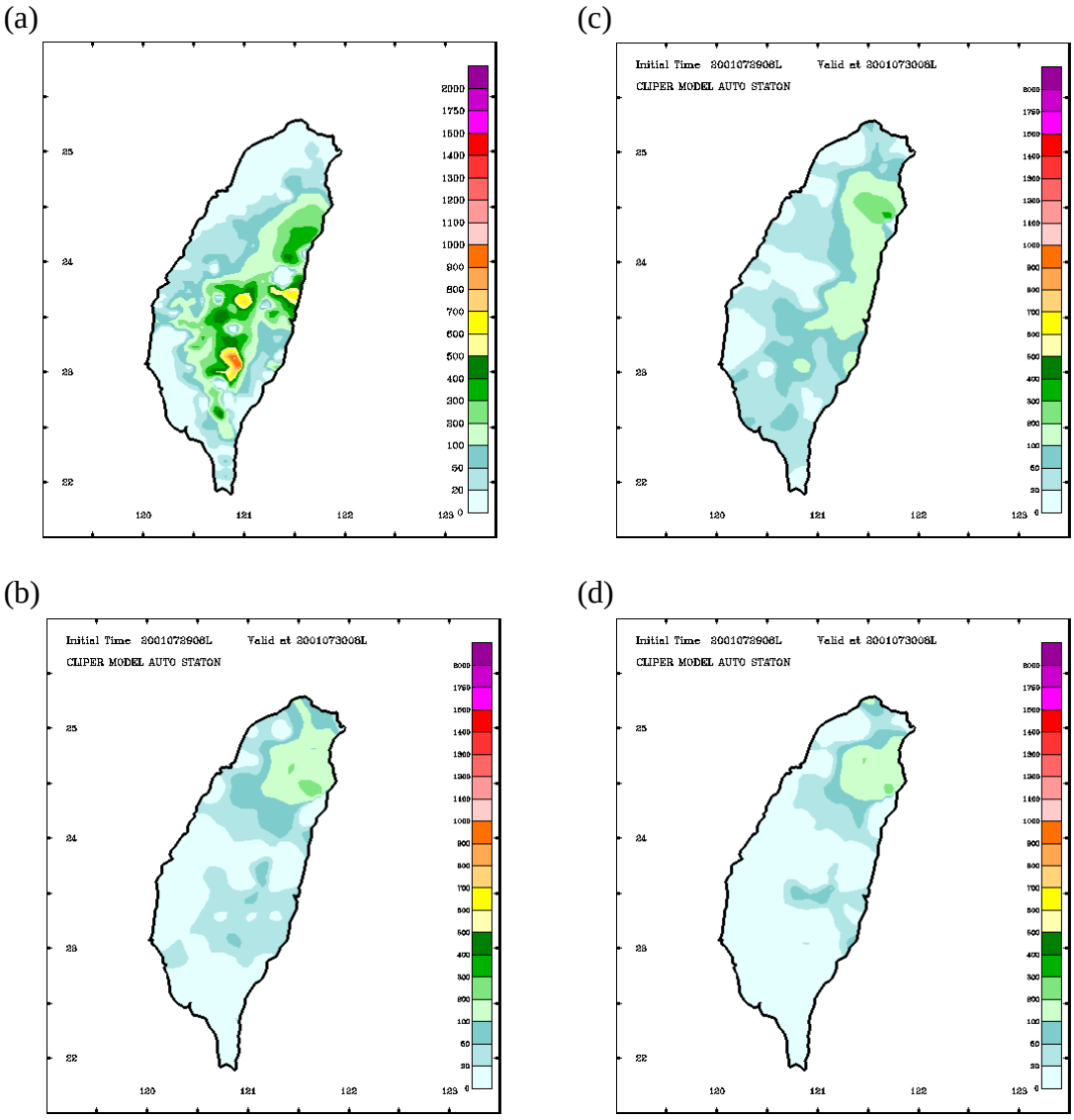
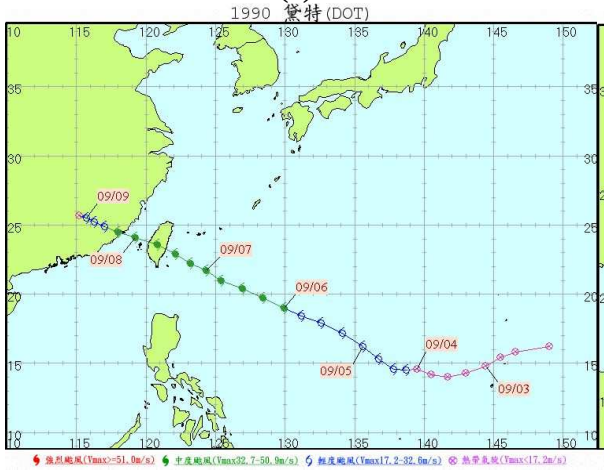
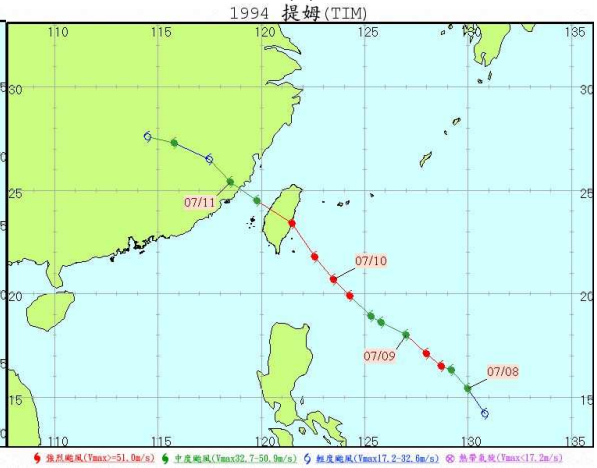


圖 3-5 2001 年桃芝(TORAJI)颱風 7 月 29 日 8 時至 7 月 30 日 8 時之(a)24 小時觀測雨量，及颱風降雨氣候持續模式針對(b)路徑 I、(c)路徑 II 及(d)路徑 III 之 24 小時預報雨量。

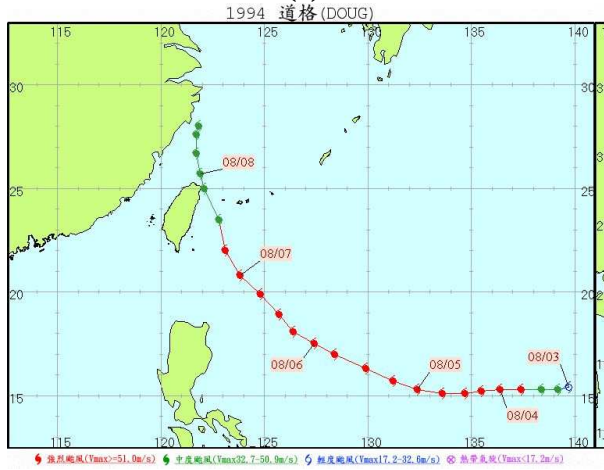
(a)


1990 黛特(DOT)
09/09
09/08
09/07
09/06
09/04
09/05
09/03

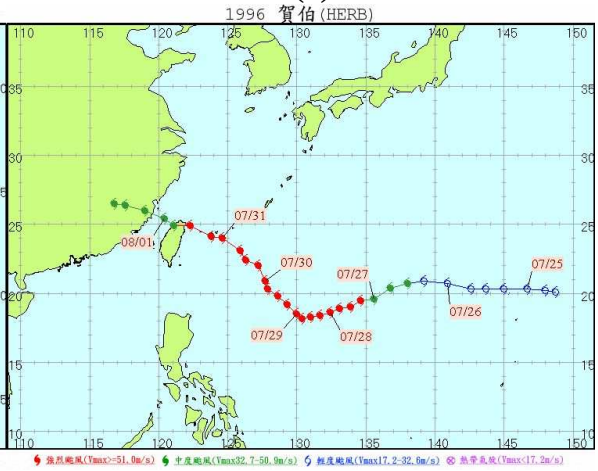
(b)


1994 提姆(TIM)
07/11
07/10
07/09
07/08

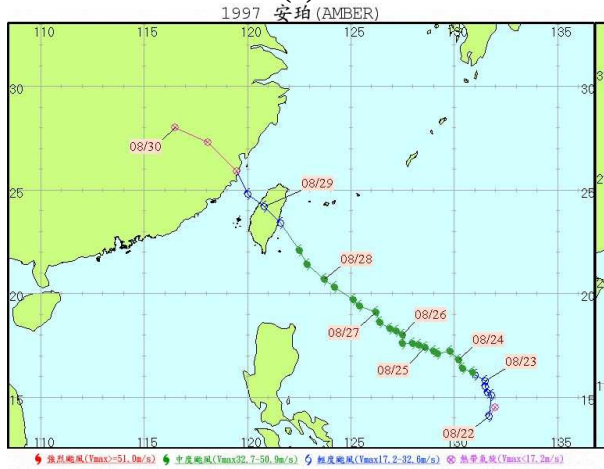
(c)


1994 道格(DOUG)
08/08
08/07
08/06
08/05
08/03
08/04

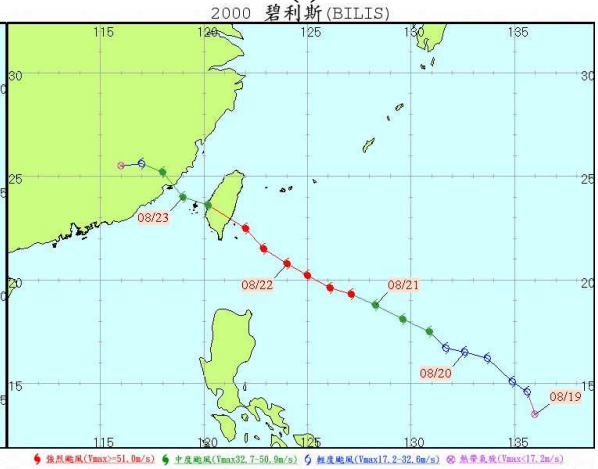
(d)


1996 賀伯(HERB)
07/31
08/01
07/30
07/27
07/25
07/26
07/29
07/28

(e)


1997 安珀(AMBER)
08/30
08/29
08/28
08/26
08/27
08/24
08/23
08/25
08/22

(f)


2000 碧利斯(BILIS)
08/23
08/22
08/21
08/20
08/19

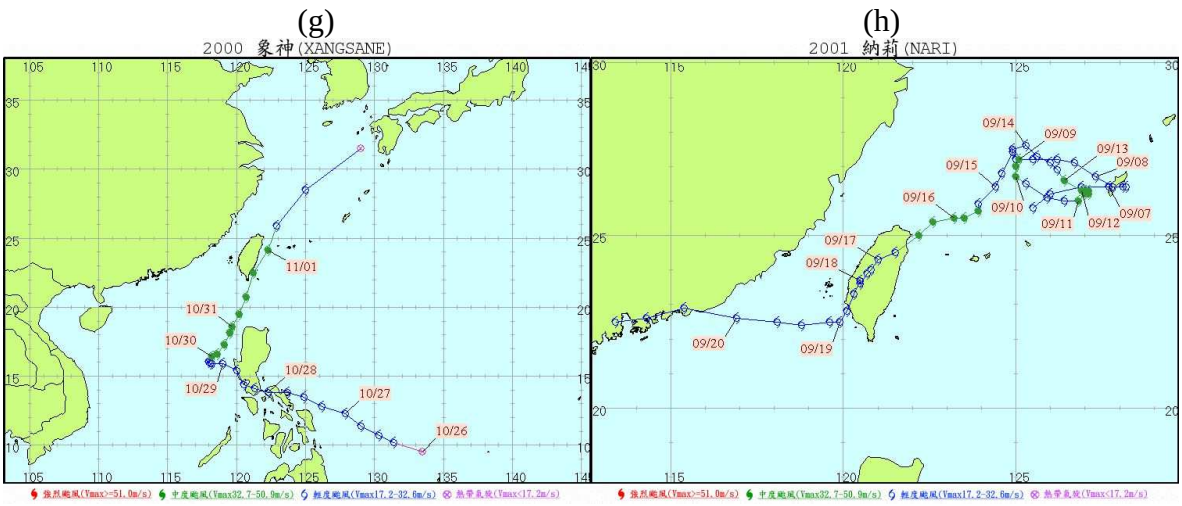
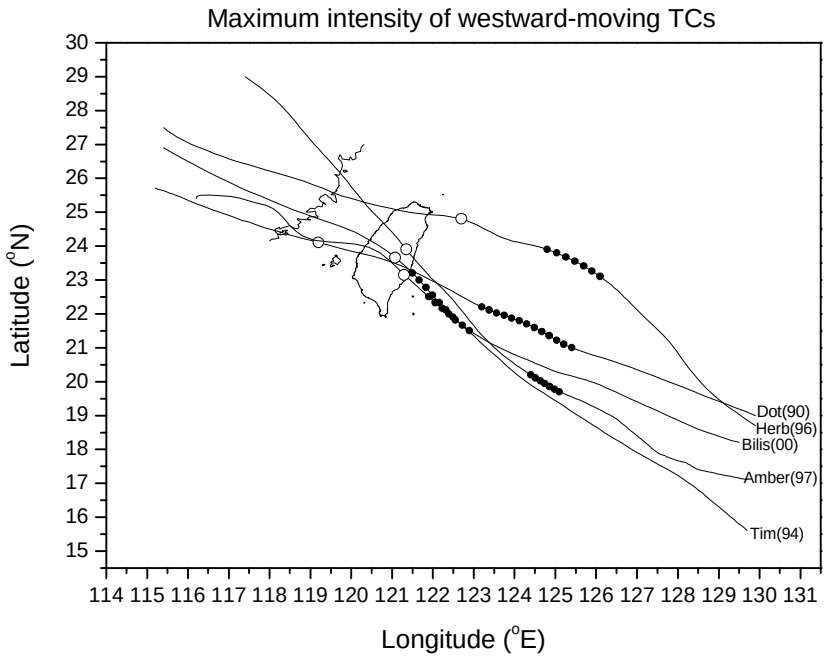


圖 4-1 表 4-1 中經選取之 1989～2004 期間 8 個強風個案路徑圖
(取自於中央氣象局颱風資料庫)

(a)



(b)

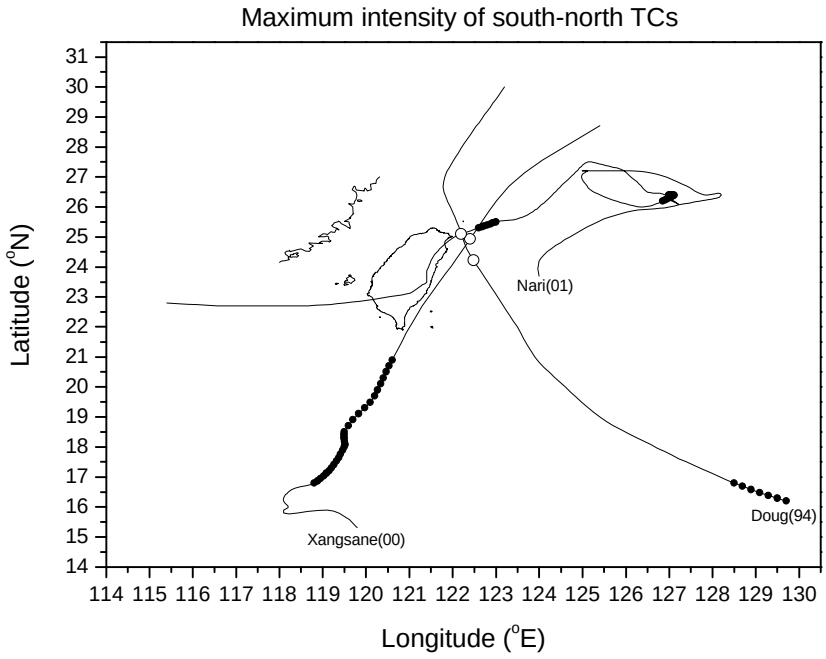
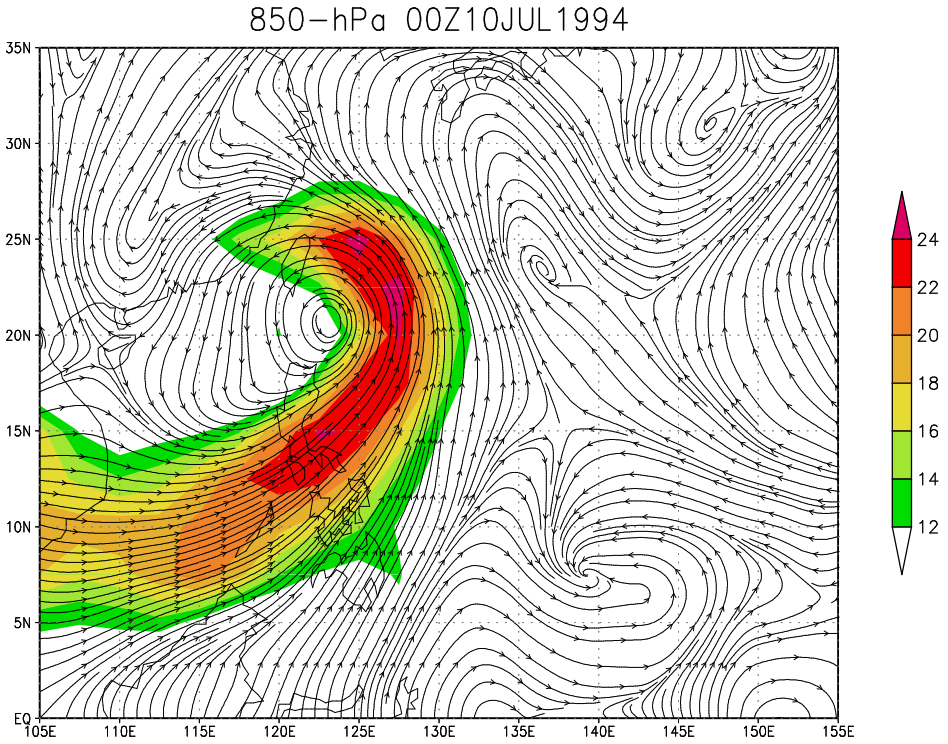
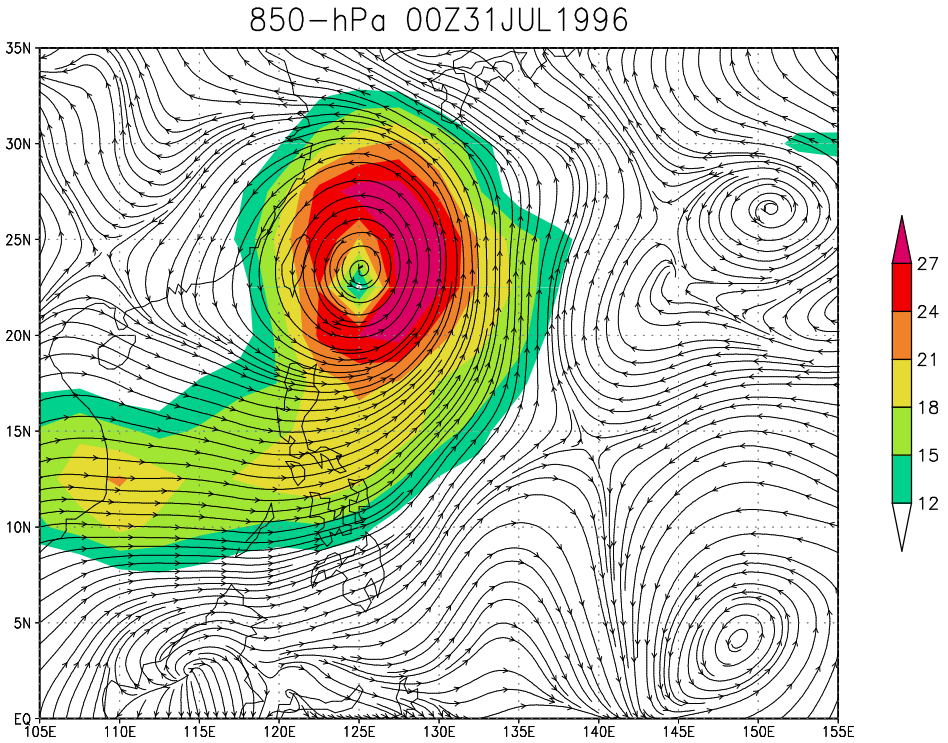


圖 4-2 表 4-1 中經選取之 1989～2004 期間 8 個強風個案路徑圖。(a)包括 5 個西行颱風個案，(b)包括 3 個南北走向颱風個案。圖中黑點代表每個颱風達到最大強度之時間，白點代表台灣本島測站量測到最大風速之時間。

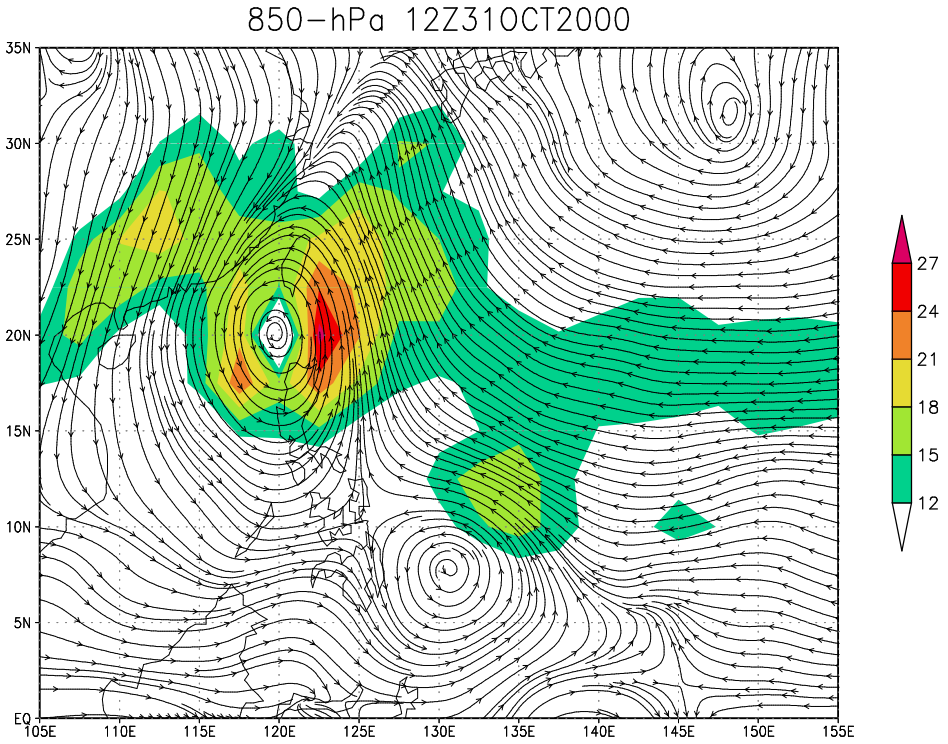
(a) 提姆（Tim）颱風



(b) 賀伯（Herb）颱風



(c) 象神（Xangsane）颱風



(d) 納莉（Nari）颱風

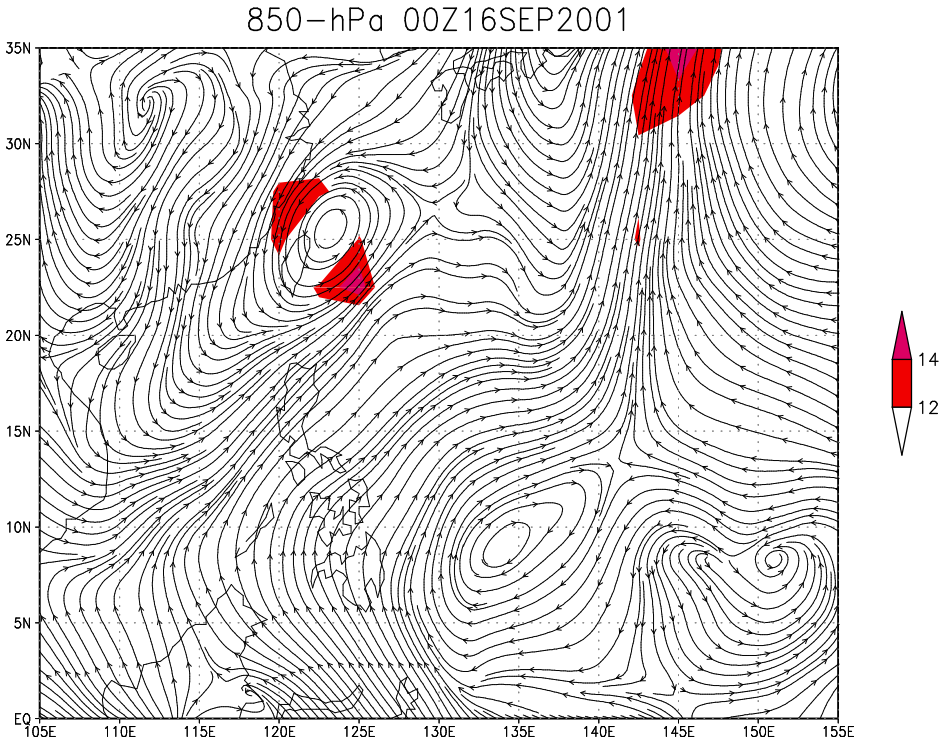


圖 4-3 提姆、賀伯、象神及納莉颱風之 ECMWF 850 hPa 氣流場

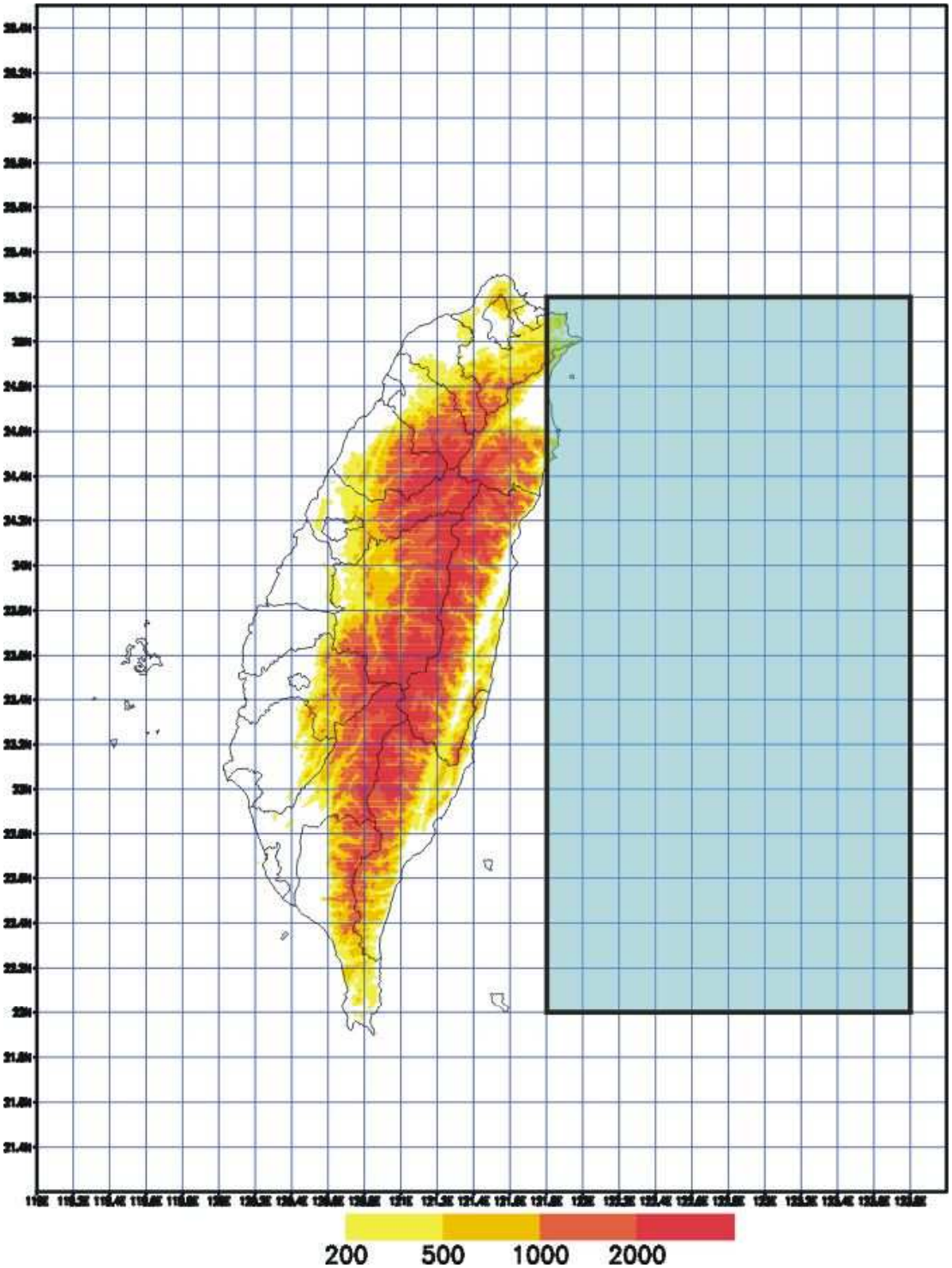


圖 4-4 測站資料實驗之颱風中心經過區域，範圍為 121.8E～123.8E，22N～25.2N，於 1989～2003 年共計有 31 個颱風經過這個區域，其中共有 322 個時間點（每小時一筆）颱風中心座落於此區域內。

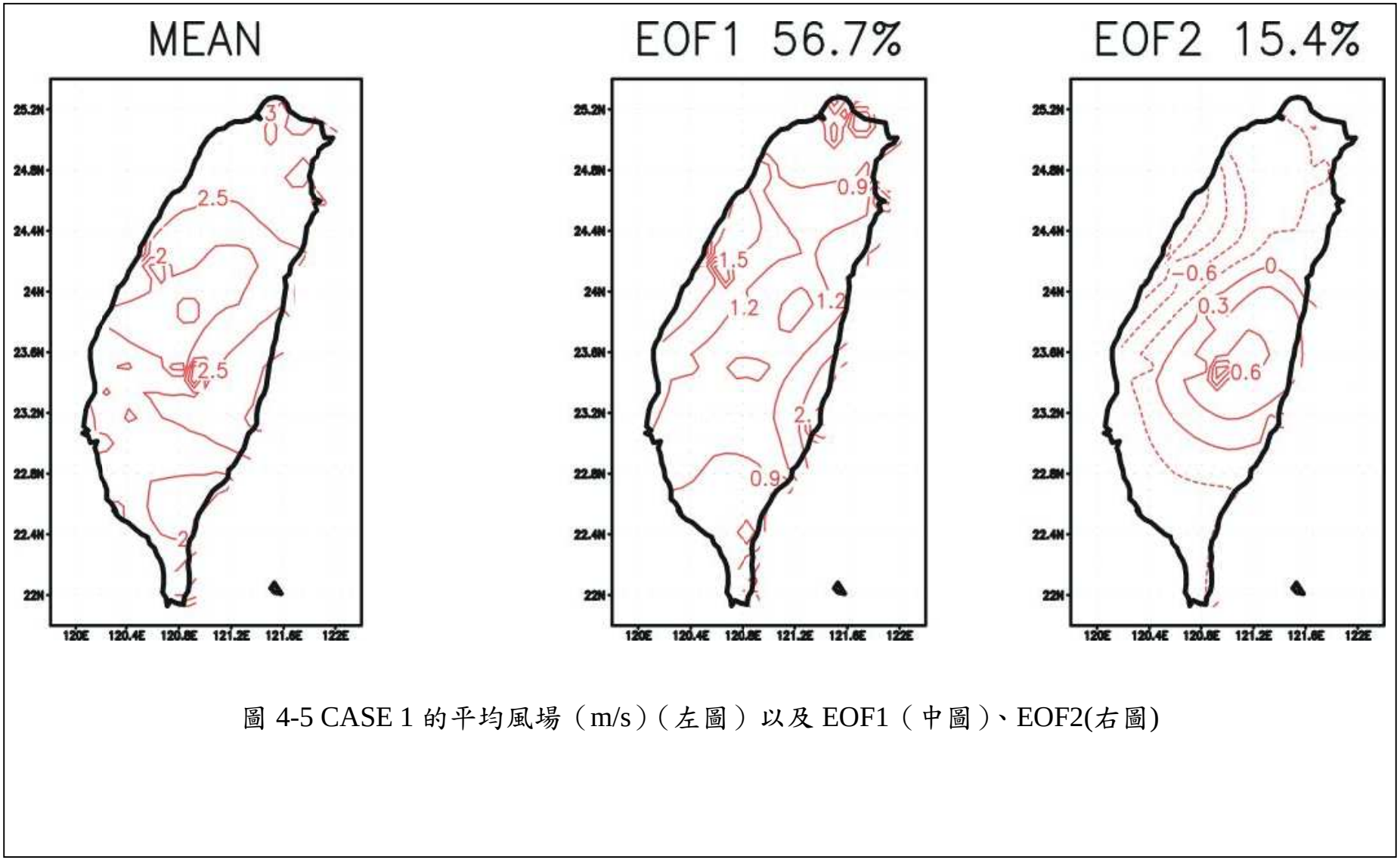


圖 4-5 CASE 1 的平均風場（m/s）（左圖）以及 EOF1（中圖）、EOF2(右圖)

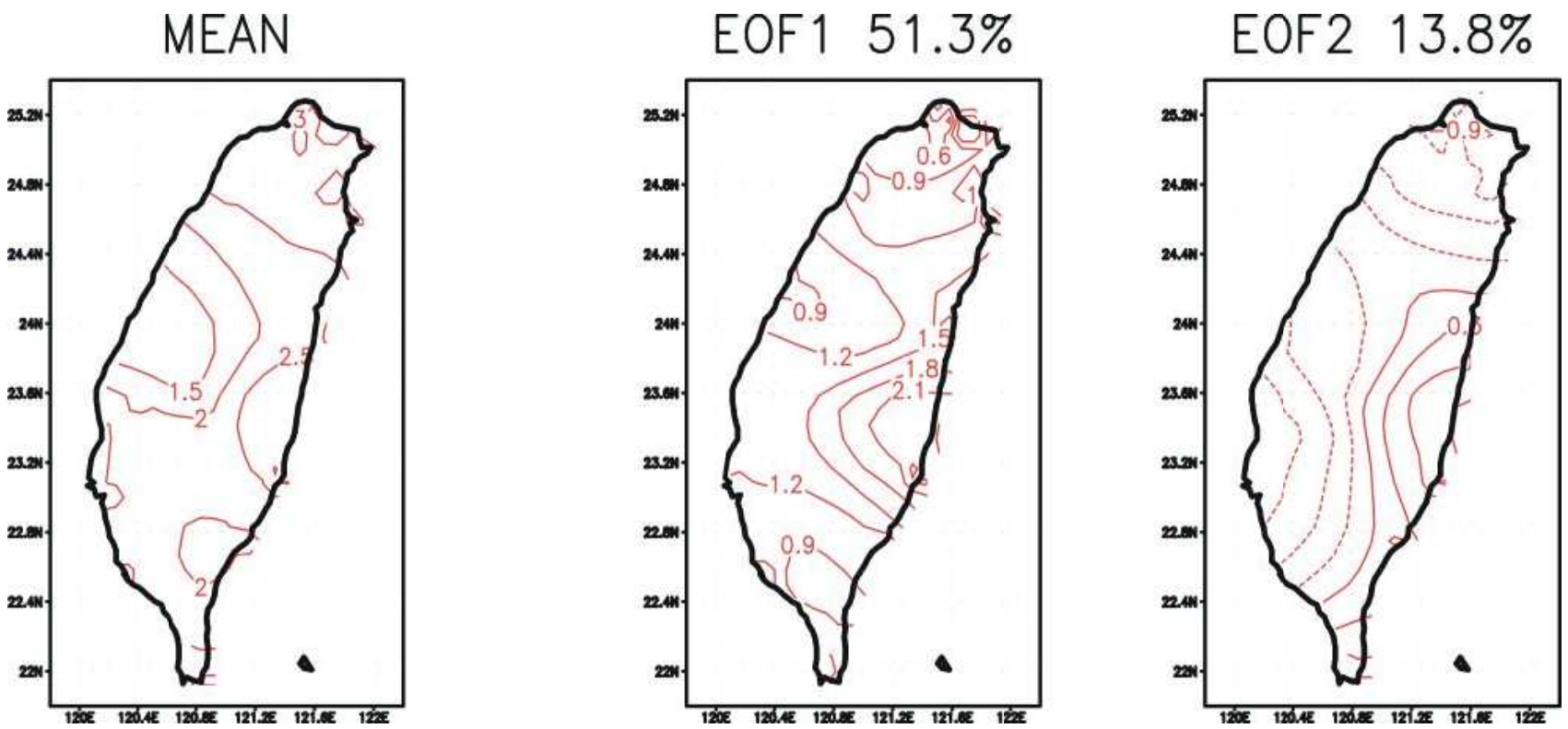


圖 4-6 同圖 4-5，但為 CASE 2

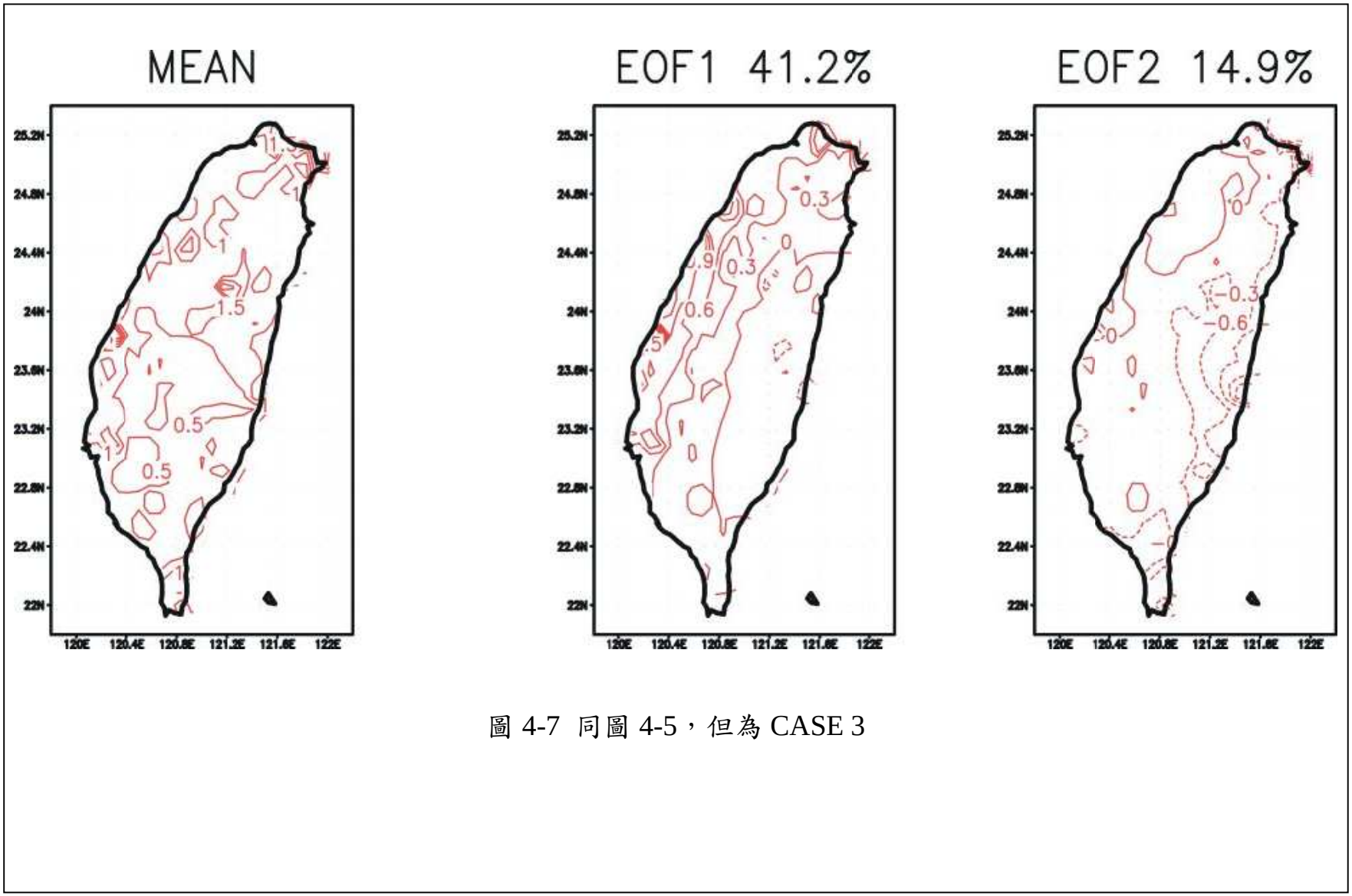


圖 4-7 同圖 4-5，但為 CASE 3

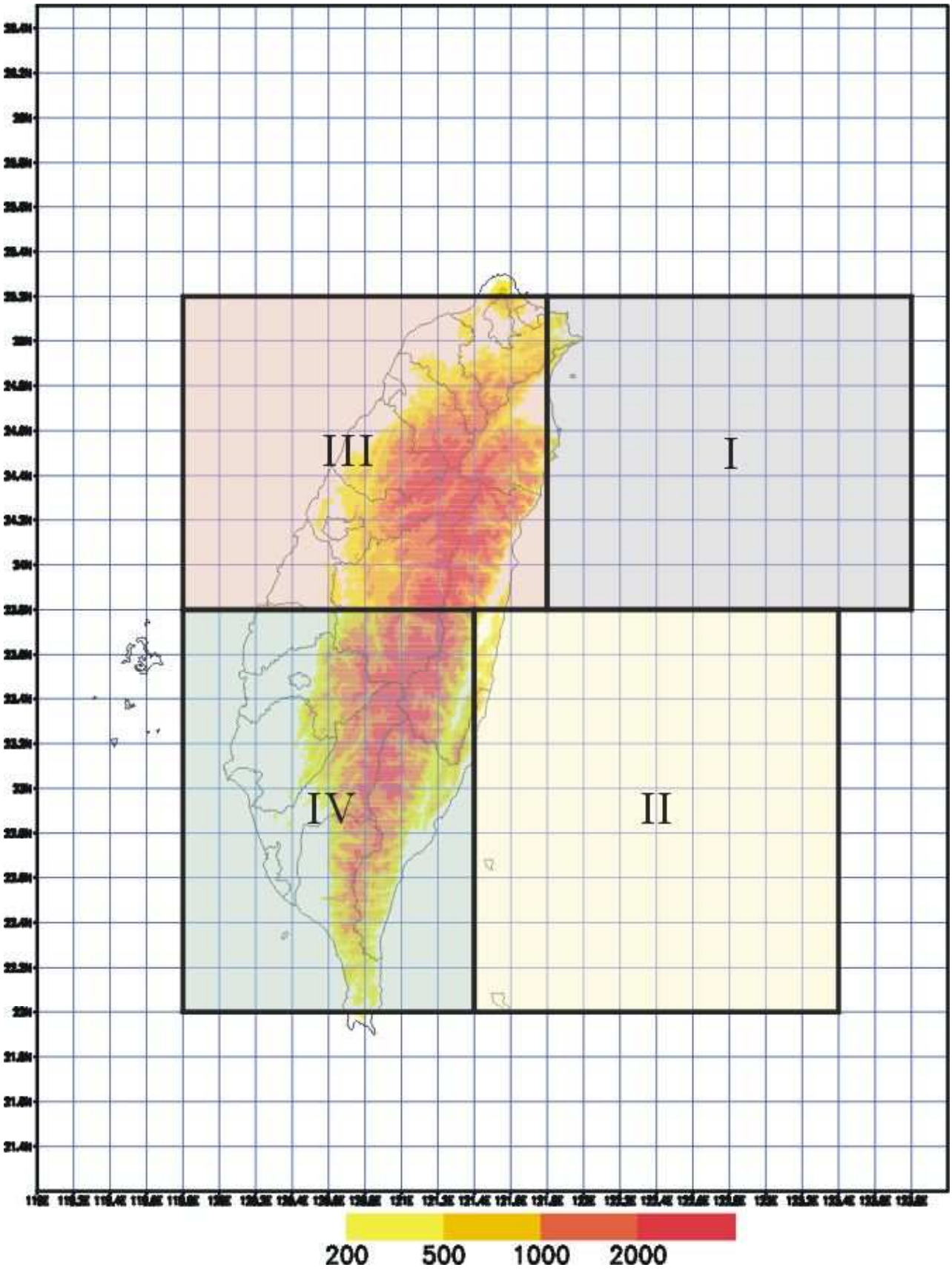


圖 4-8 颱風中心位於不同區域實驗所選擇的得四塊區域的位置圖，詳見內文

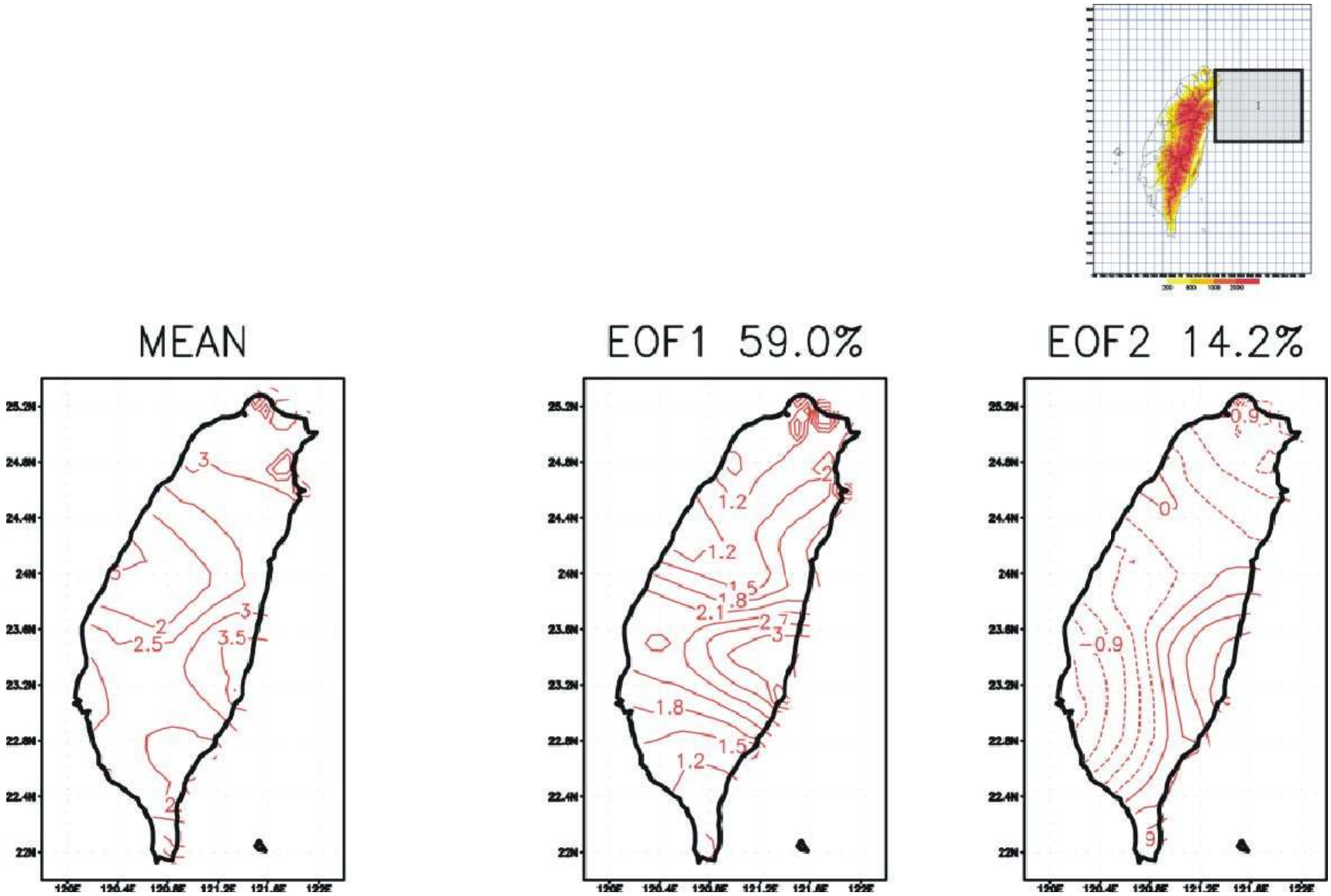
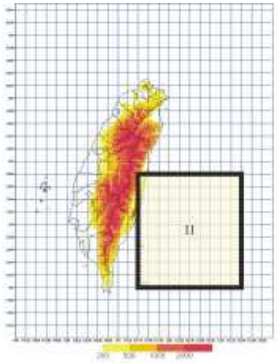


圖 4-9 區域 I 的平均風場（m/s）（左圖）以及 EOF1（中圖）、EOF2(右圖)，右上圖為該區域位置



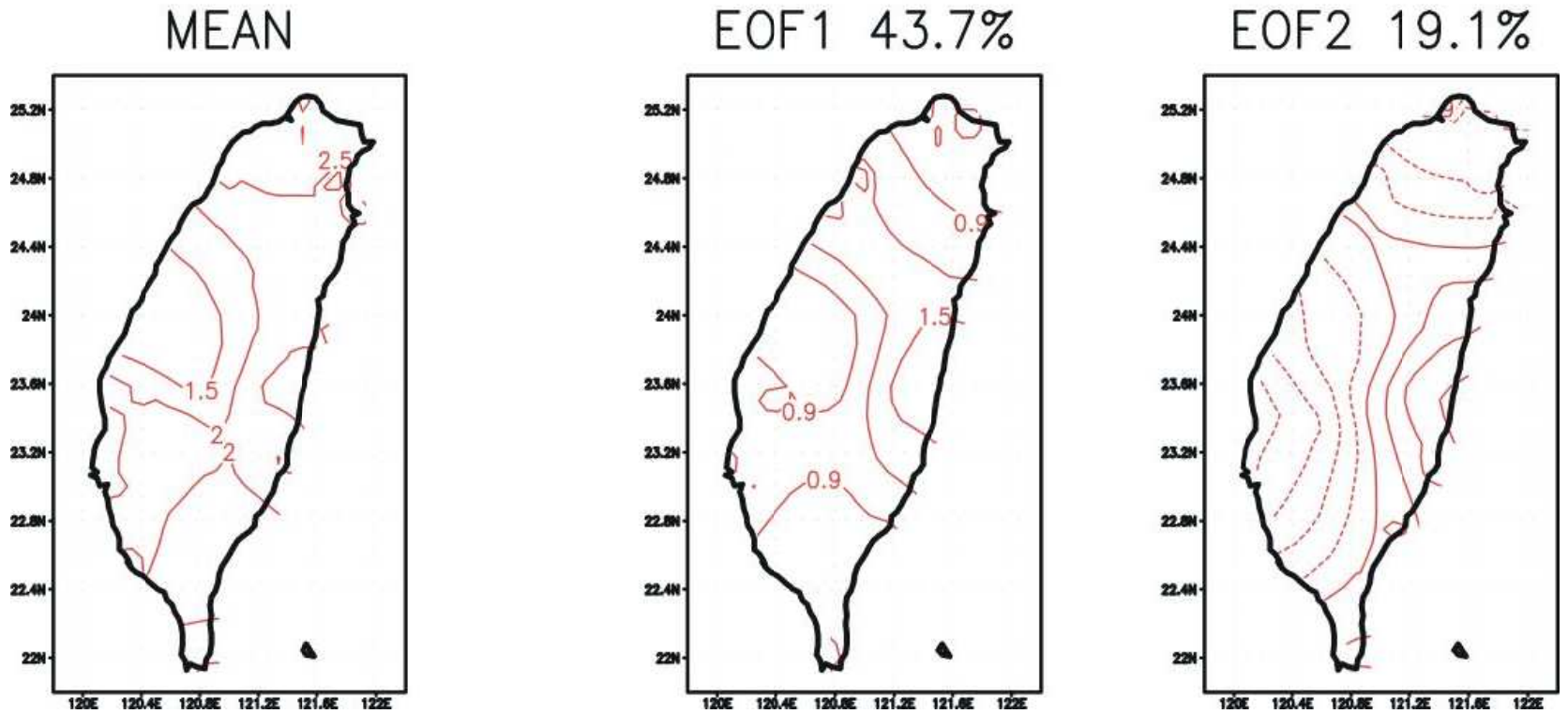
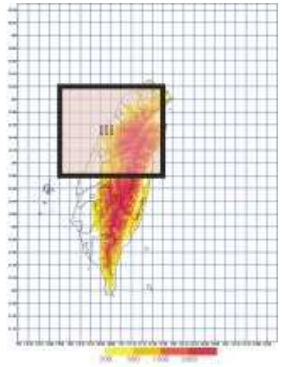


圖 4-10 同圖 4-9，但為區域 II



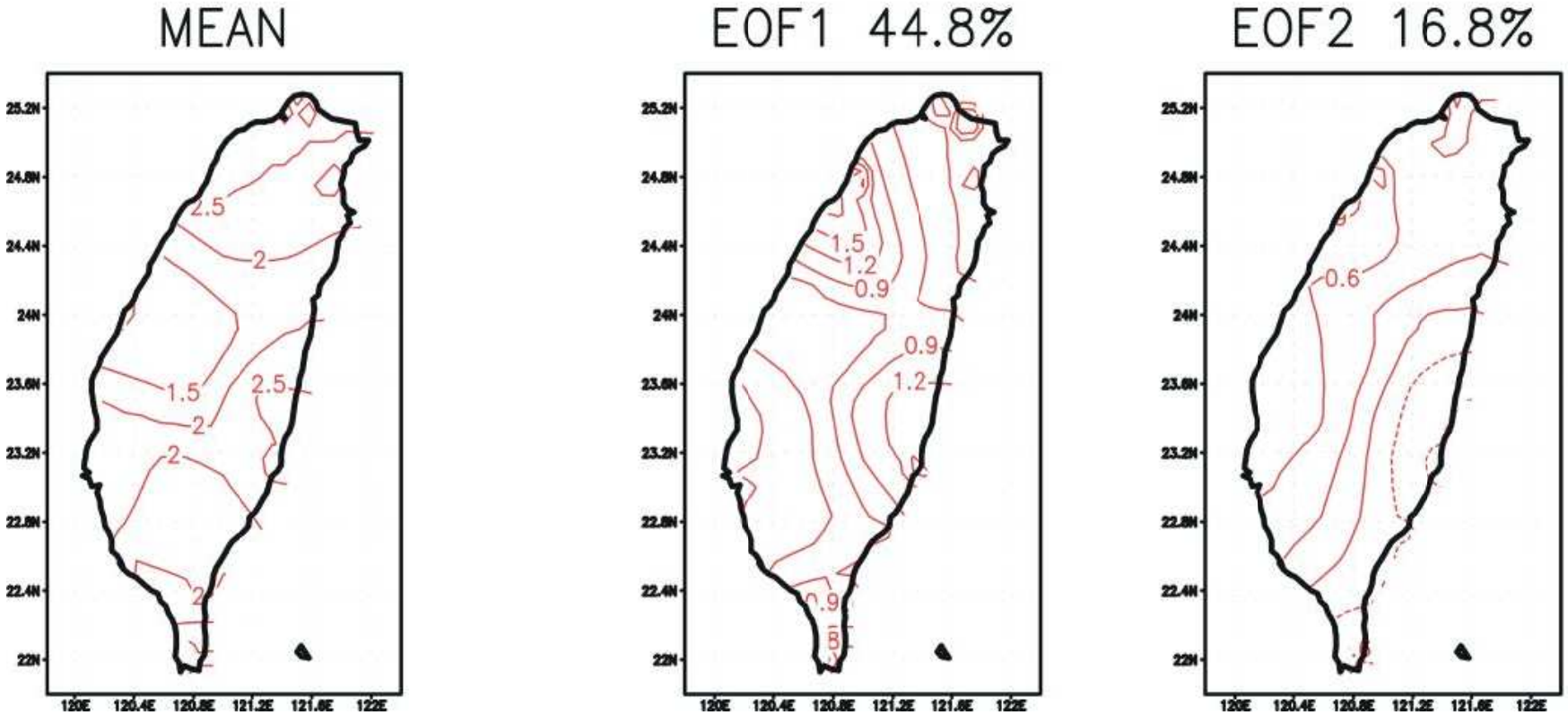


圖 4-11 同圖 4-9，但為區域 III

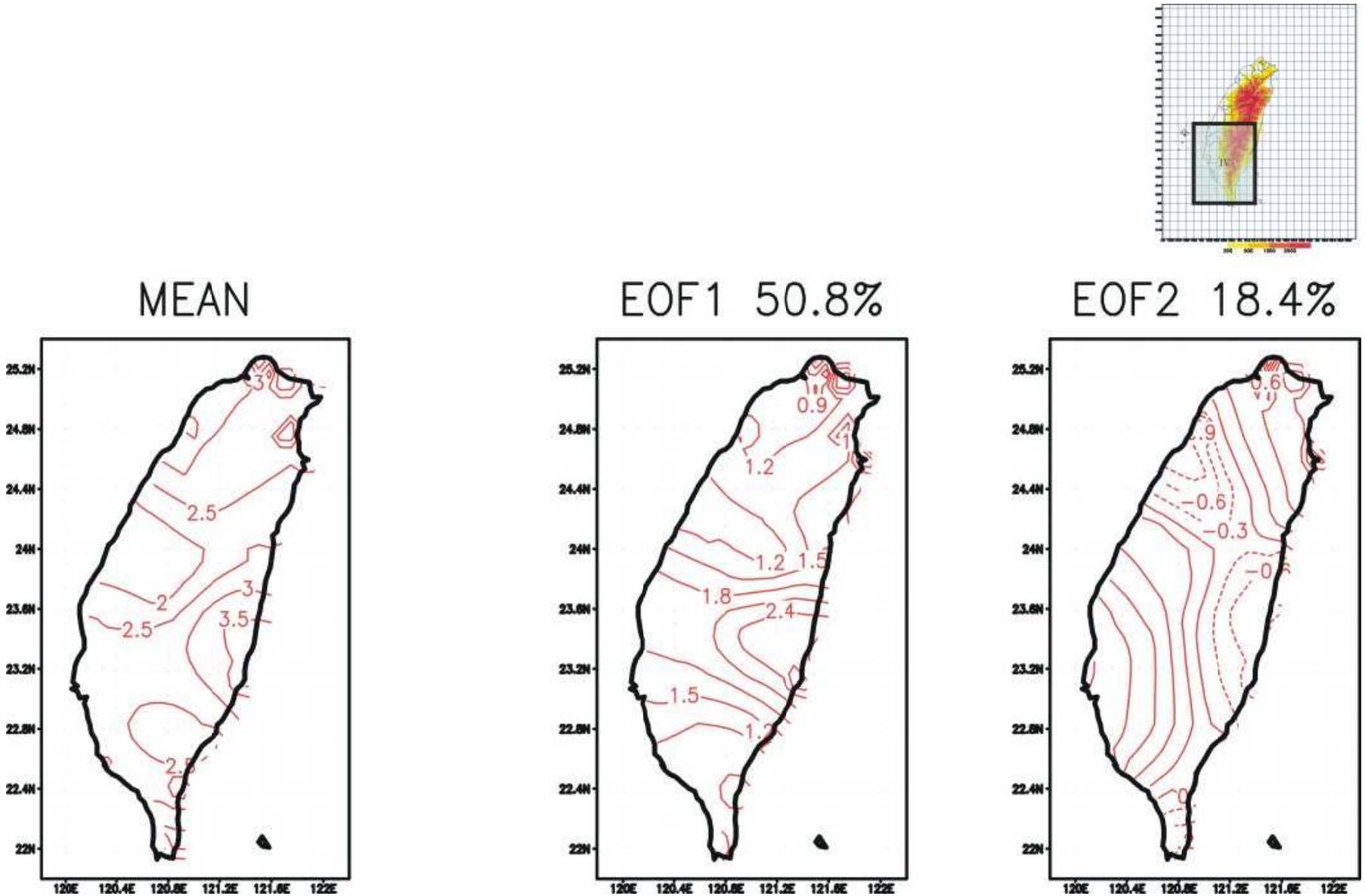


圖 4-12 同圖 4-9，但為區域 IV

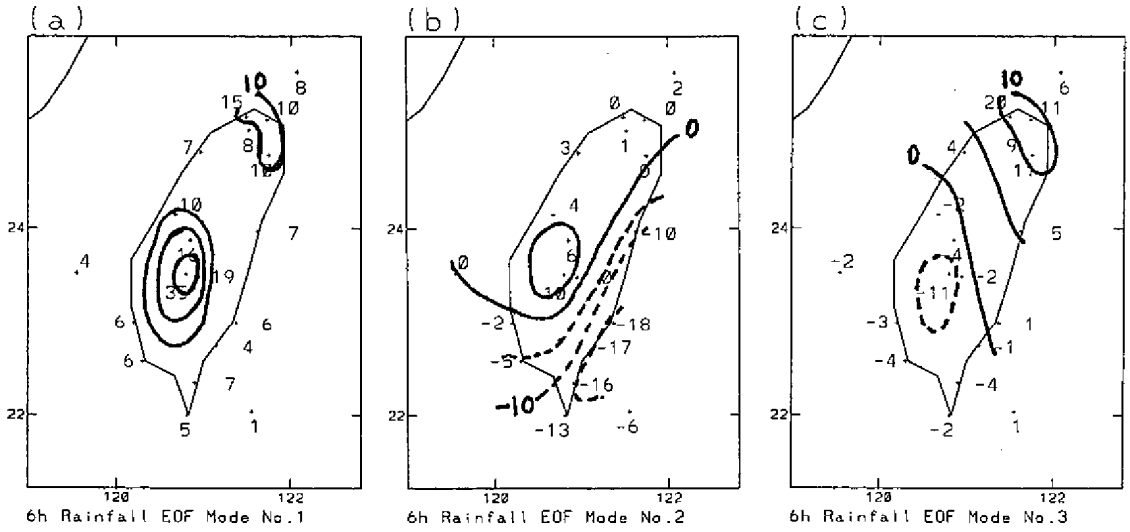
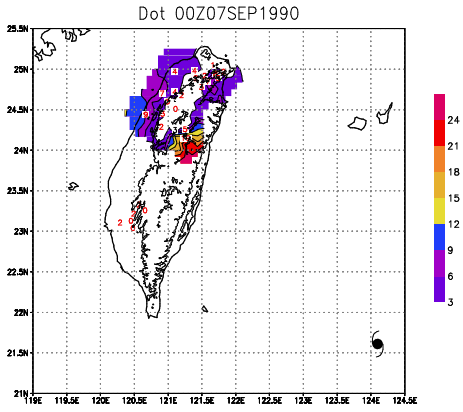
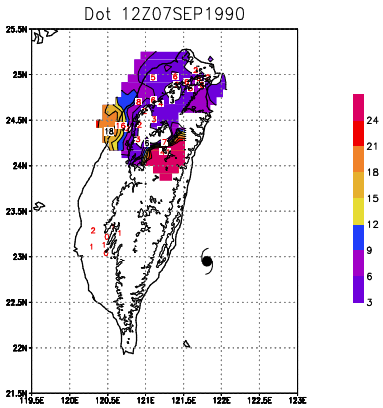


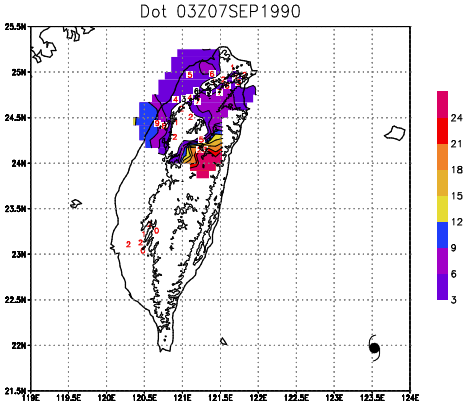
圖 4-13　Yeh,2002 利用 EOF 方法預報颱風降雨，上圖為三個主要的 EOF mode，下圖是不同 mode 振福的空間分佈圖

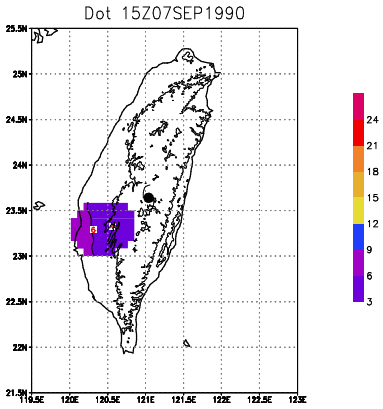
附錄-利用遙測氣象站資料之風力分布圖

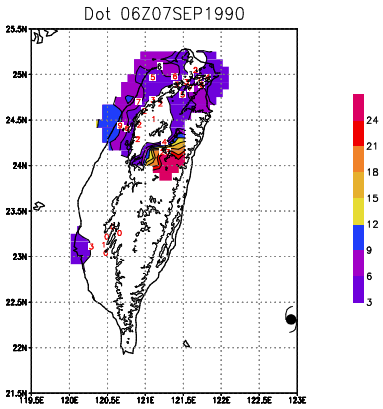
黛特 Dot (1990)

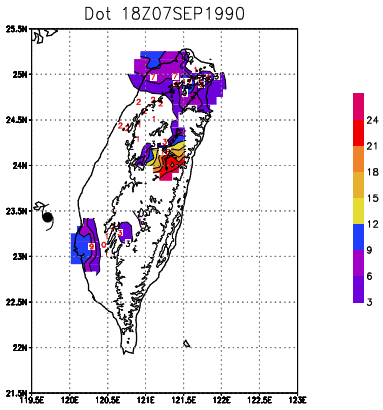


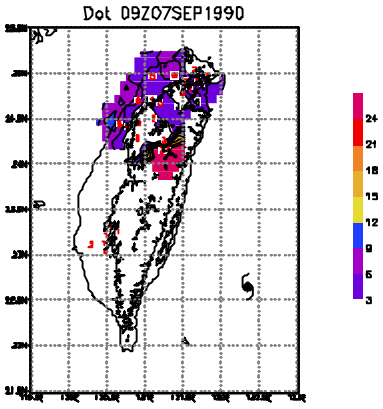


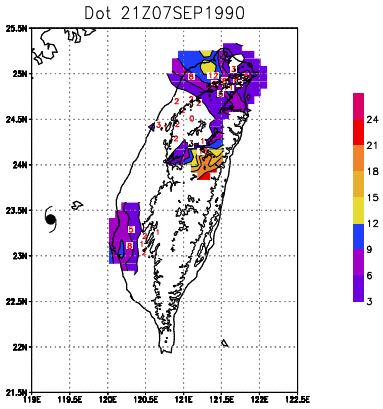




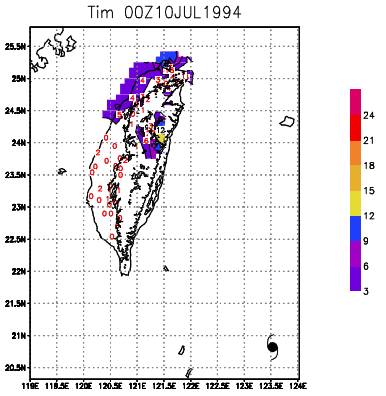


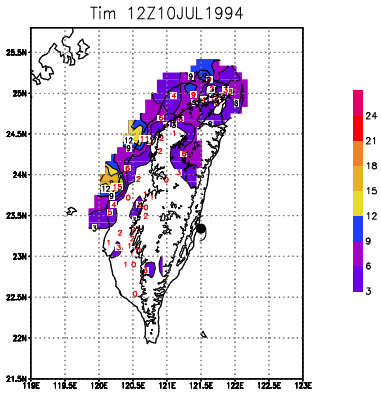


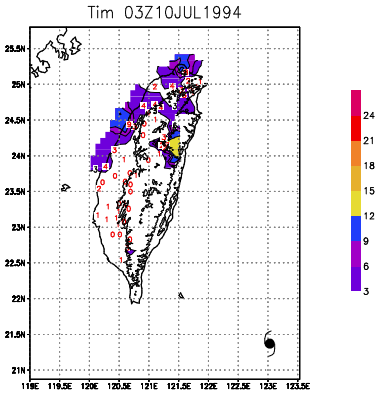


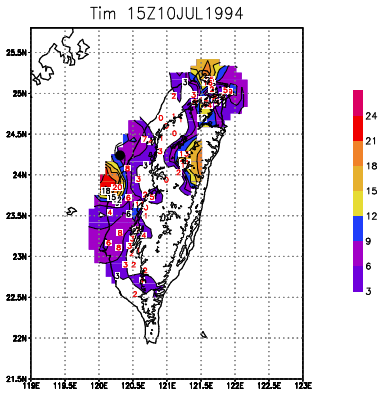


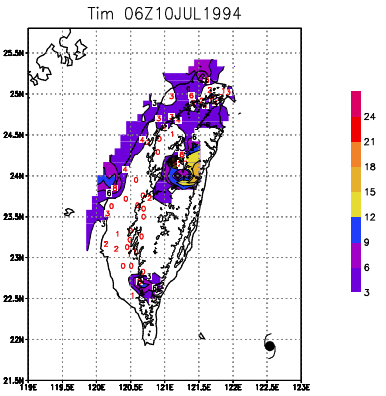
提姆 Tim (1994)

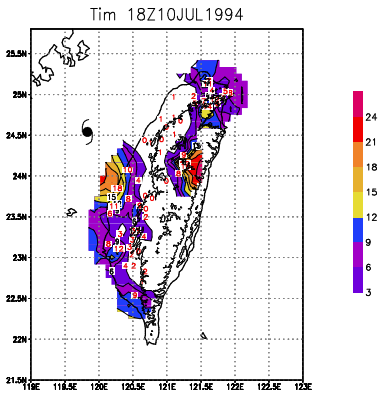

Tim 00Z10JUL1994

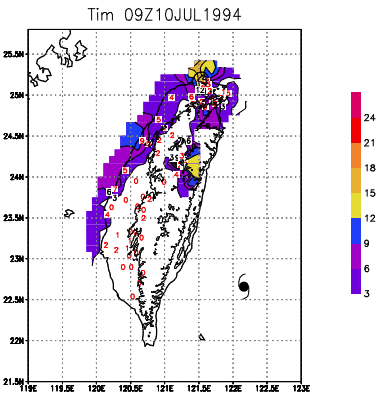

Tim 12Z10JUL1994

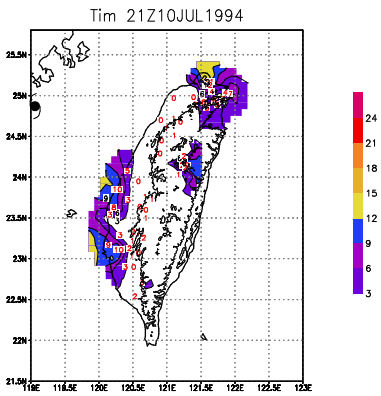

Tim 03Z10JUL1994


Tim 15Z10JUL1994

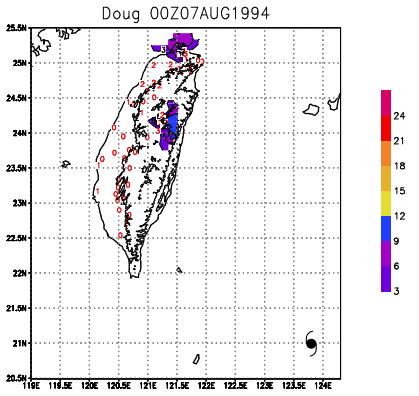

Tim 06Z10JUL1994

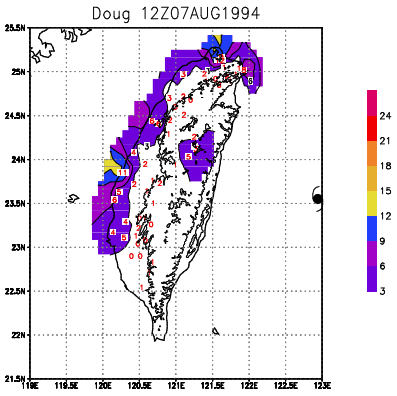

Tim 18Z10JUL1994

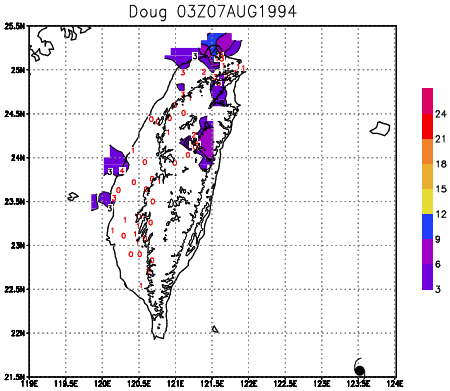

Tim 09Z10JUL1994

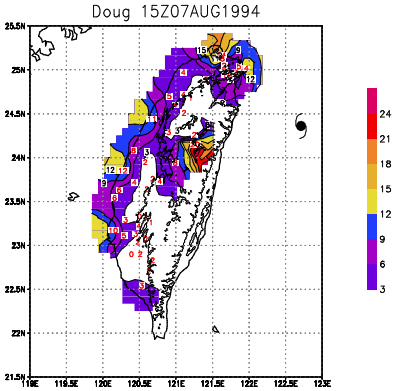

Tim 21Z10JUL1994

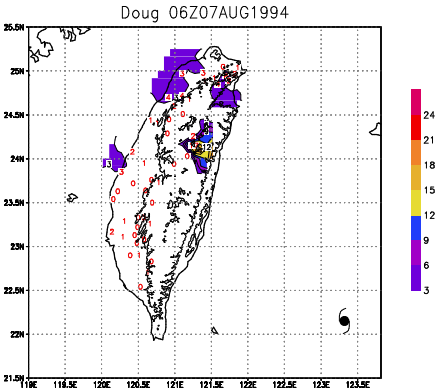
道格 Doug (1994)

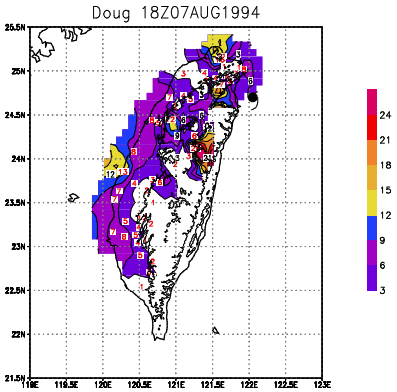

Doug 00Z07AUG1994

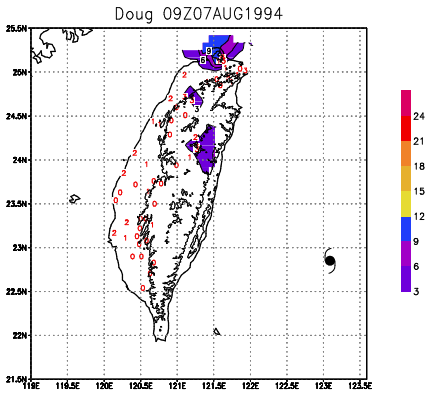

Doug 12Z07AUG1994

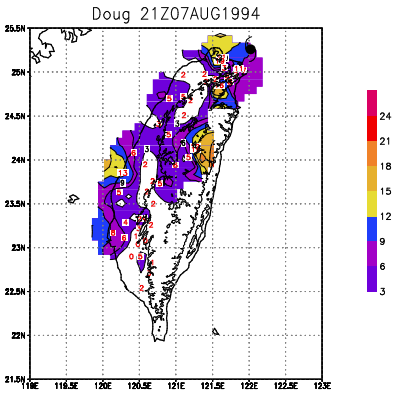

Doug 03Z07AUG1994


Doug 15Z07AUG1994

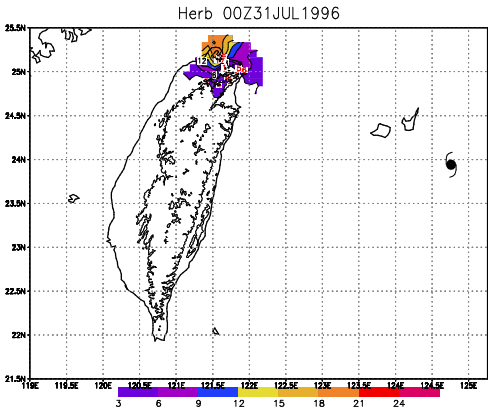

Doug 06Z07AUG1994

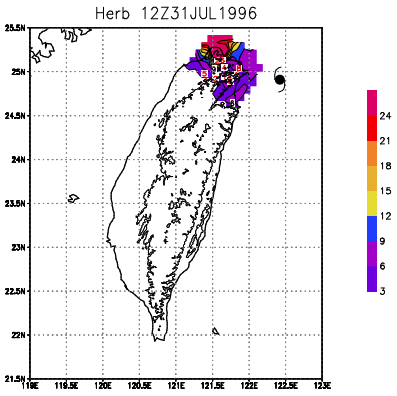

Doug 18Z07AUG1994

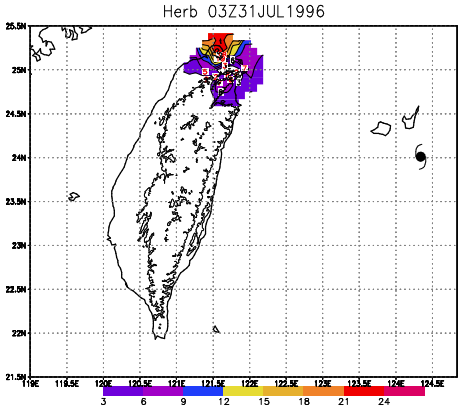

Doug 09Z07AUG1994

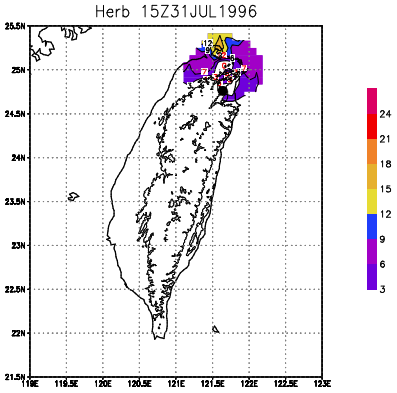

Doug 21Z07AUG1994

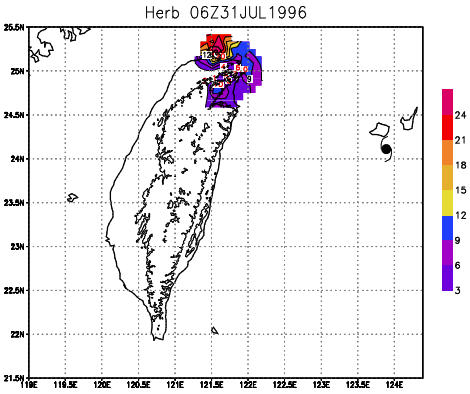
賀伯 Herb (1996)

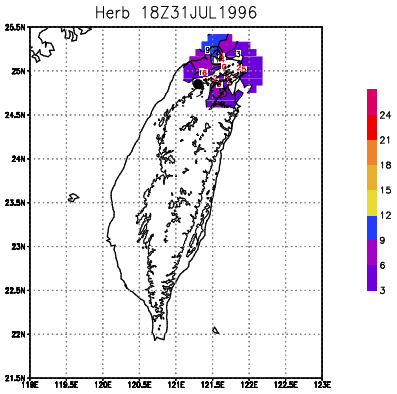

Herb 00Z31JUL1996
3 6 9 12 15 18 21 24

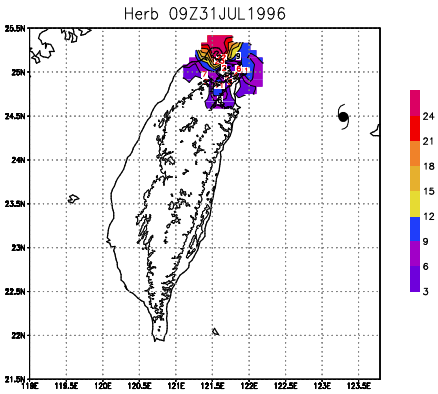

Herb 12Z31JUL1996
24 21 18 15 12 9 6 3

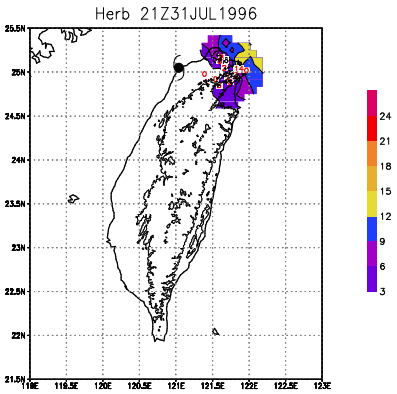

Herb 03Z31JUL1996
3 6 9 12 15 18 21 24


Herb 15Z31JUL1996
24 21 18 15 12 9 6 3


Herb 06Z31JUL1996
24 21 18 15 12 9 6 3

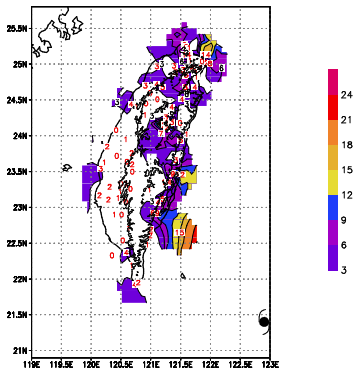

Herb 18Z31JUL1996
24 21 18 15 12 9 6 3


Herb 09Z31JUL1996
24 21 18 15 12 9 6 3

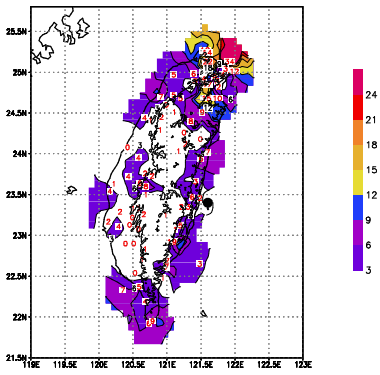

Herb 21Z31JUL1996
24 21 18 15 12 9 6 3

安珀 Amber (1997)

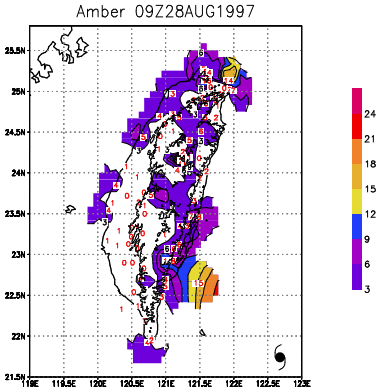
Amber 06Z28AUG1997



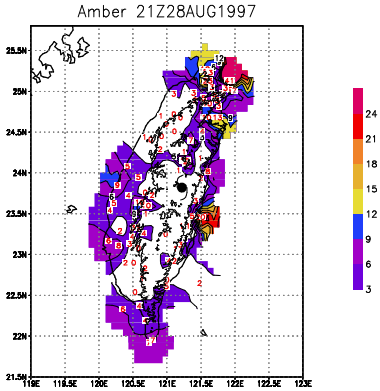
Amber 18Z28AUG1997



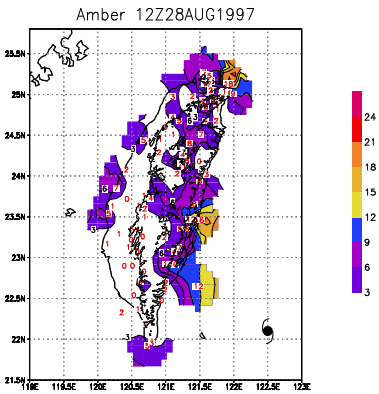
Amber 09Z28AUG1997



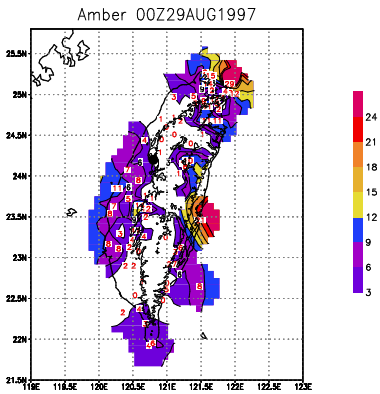
Amber 21Z28AUG1997



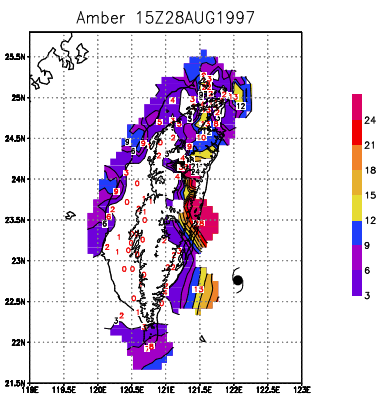
Amber 12Z28AUG1997



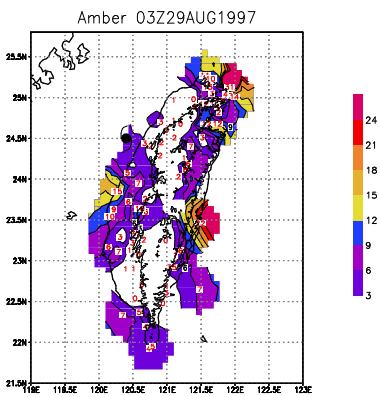
Amber 00Z29AUG1997



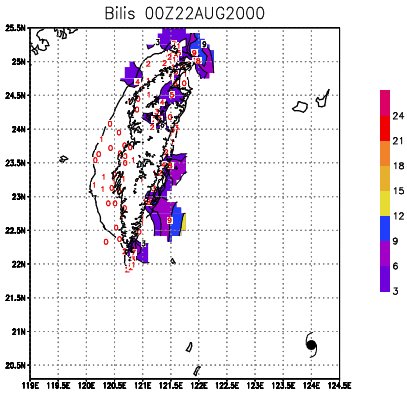
Amber 15Z28AUG1997

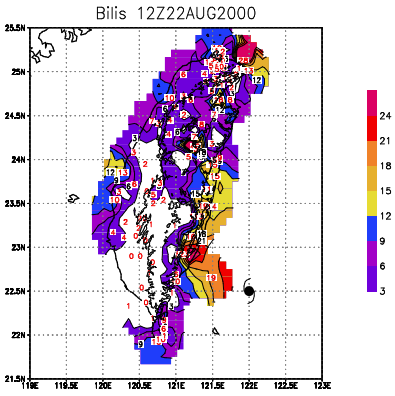


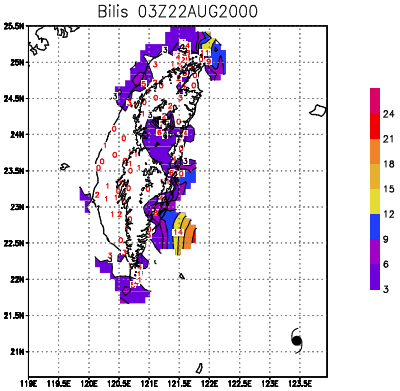
Amber 03Z29AUG1997

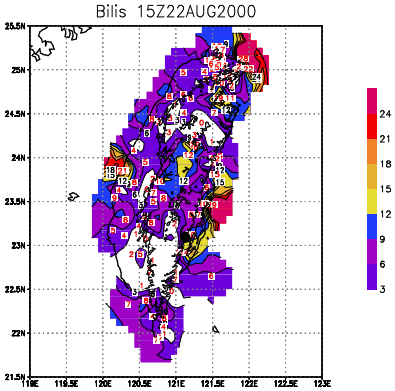


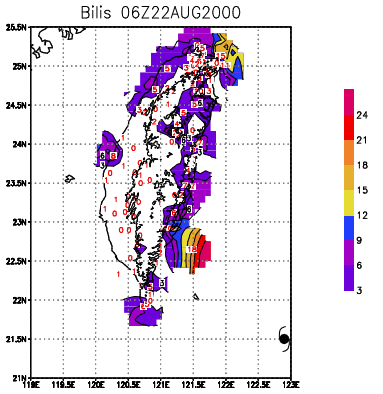
碧利斯 Bilis (2000)

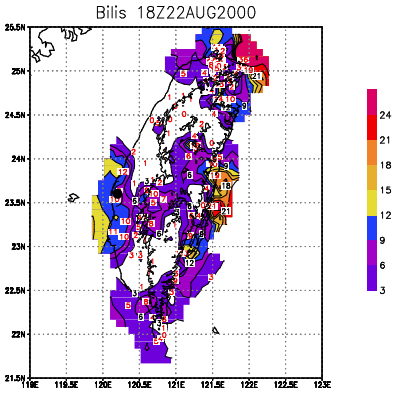


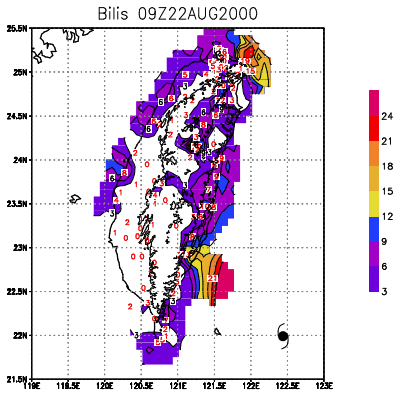


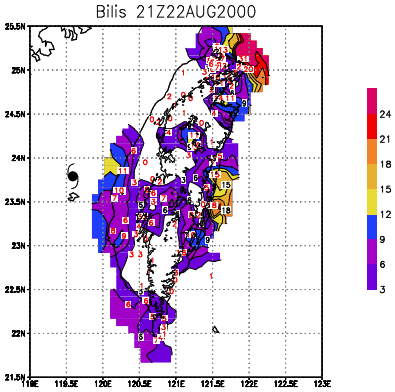




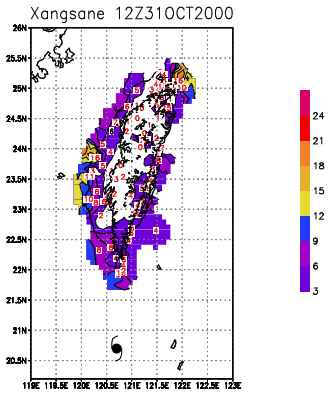


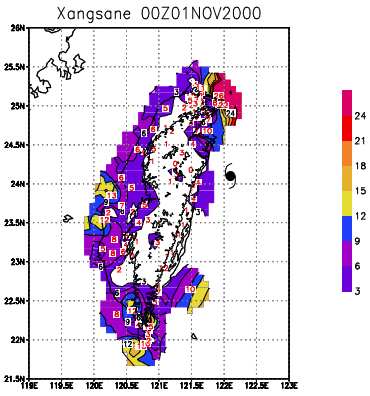


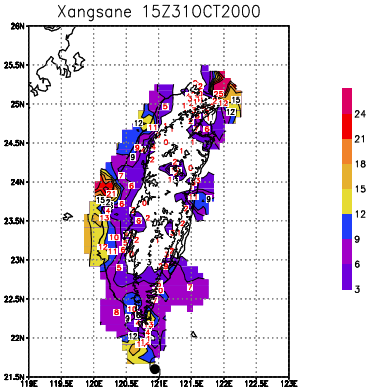


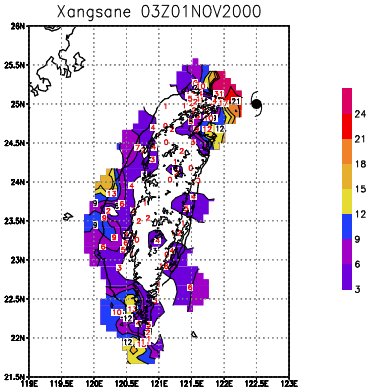


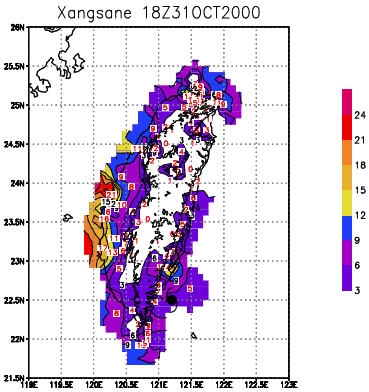
象神 Xangsane (2000)

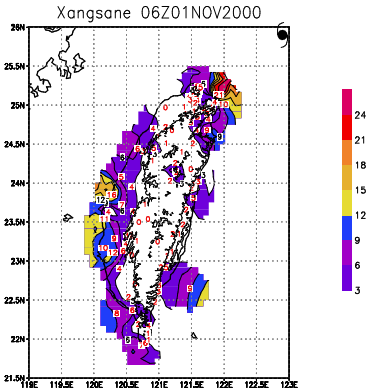


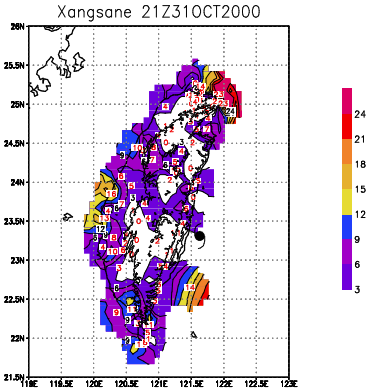


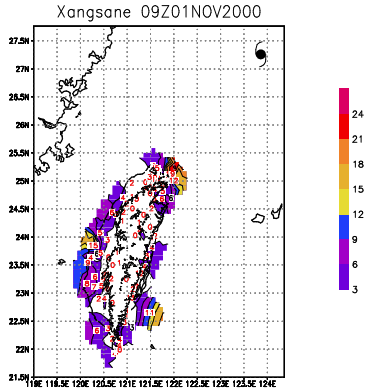






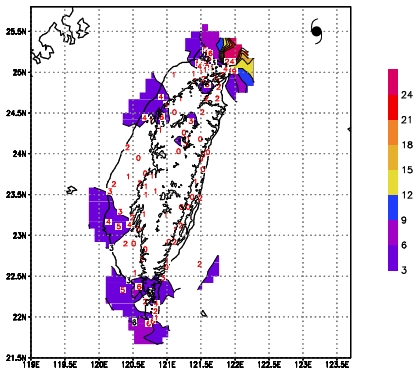




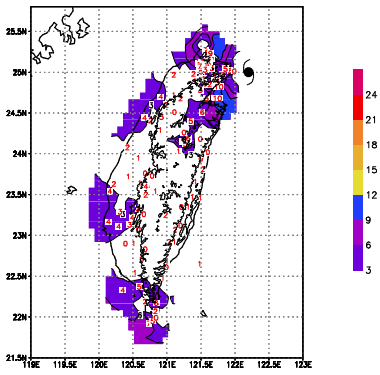


納莉 Nari (2001)

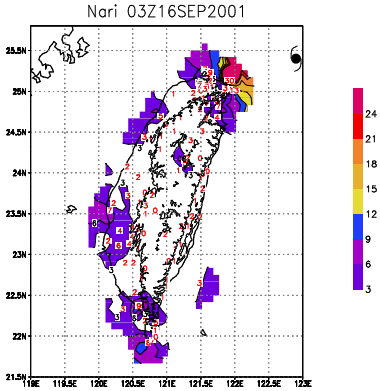
Nari 00Z16SEP2001



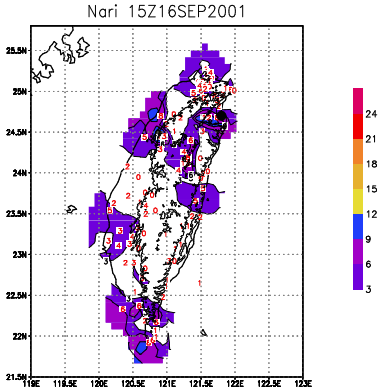
Nari 12Z16SEP2001



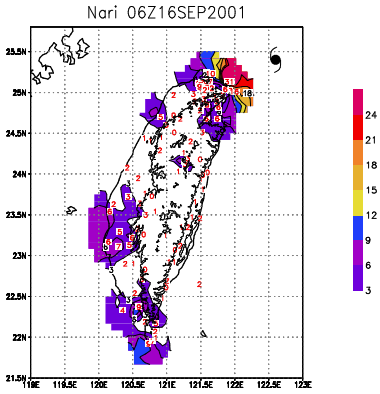
Nari 03Z16SEP2001



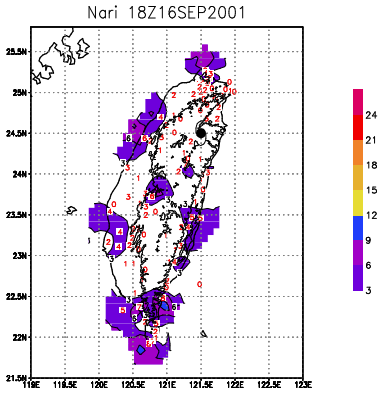
Nari 15Z16SEP2001



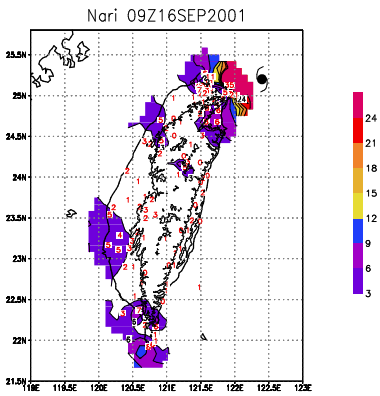
Nari 06Z16SEP2001



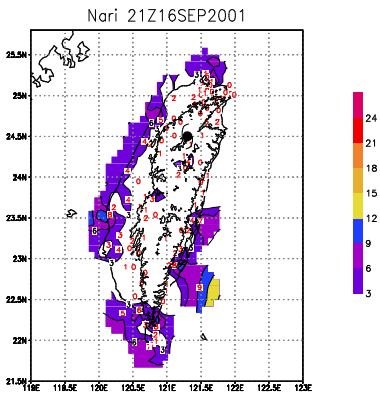
Nari 18Z16SEP2001

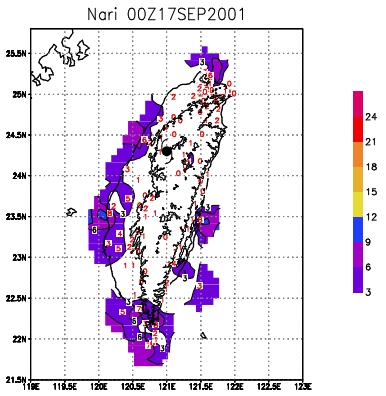


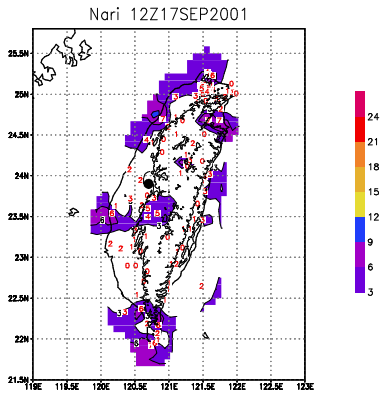
Nari 09Z16SEP2001

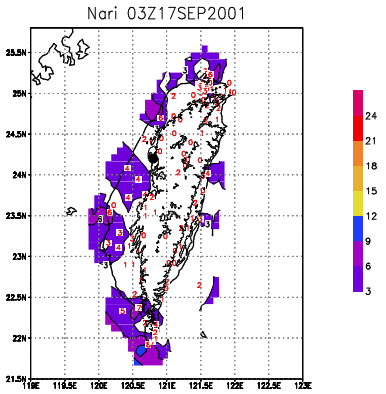


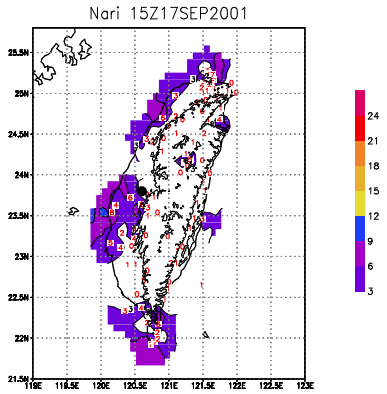
Nari 21Z16SEP2001

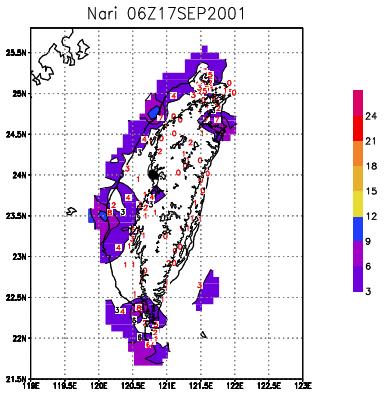


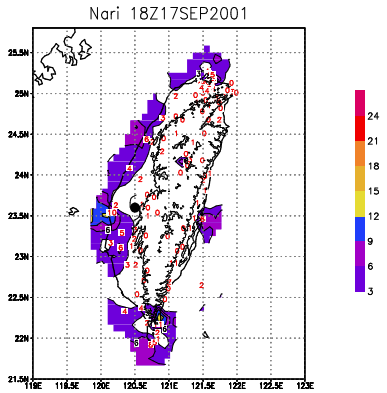

Nari 00Z17SEP2001

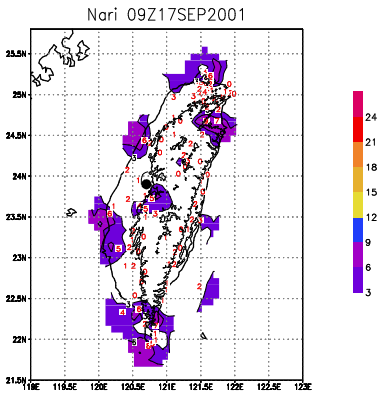

Nari 12Z17SEP2001

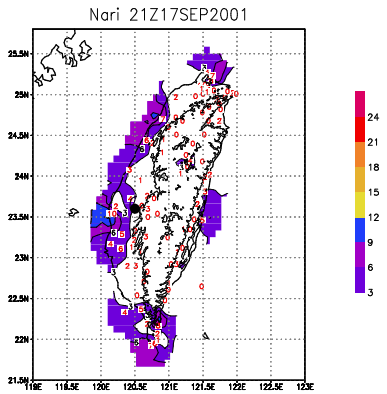

Nari 03Z17SEP2001

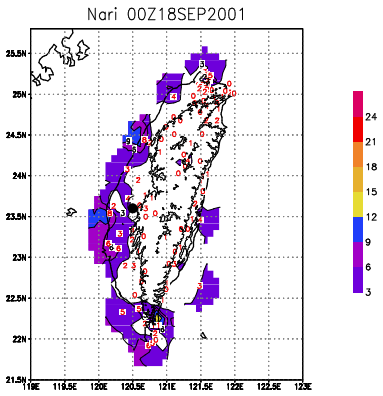

Nari 15Z17SEP2001

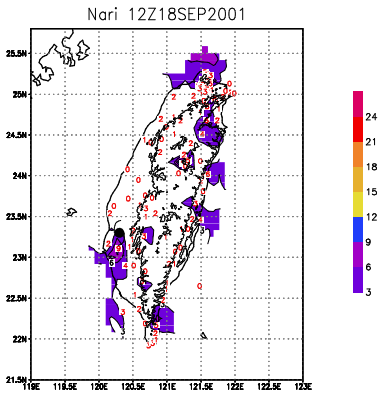

Nari 06Z17SEP2001

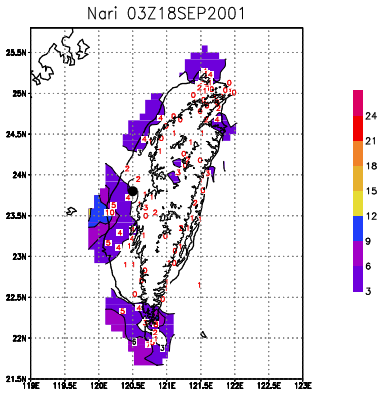

Nari 18Z17SEP2001

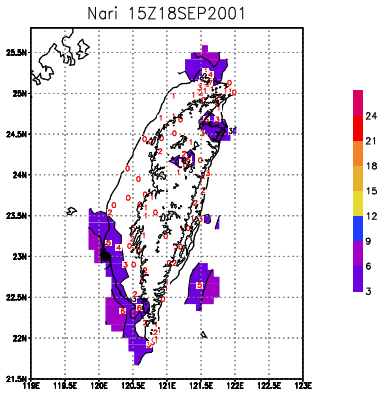

Nari 09Z17SEP2001

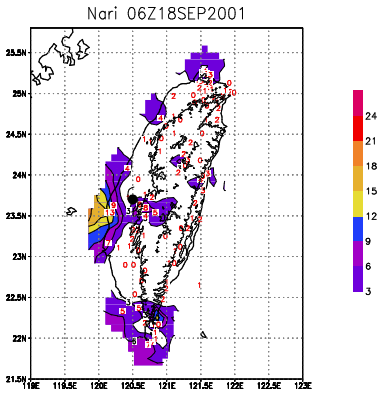

Nari 21Z17SEP2001

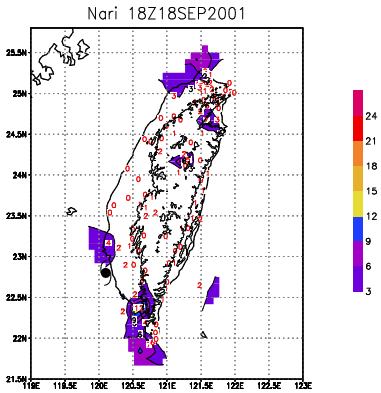

Nari 00Z18SEP2001

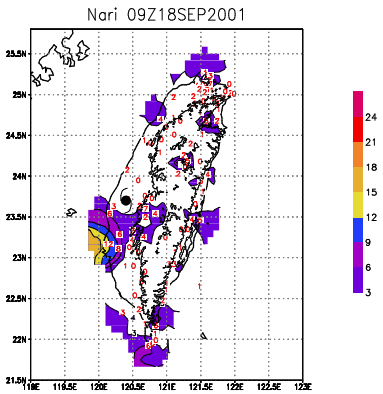

Nari 12Z18SEP2001

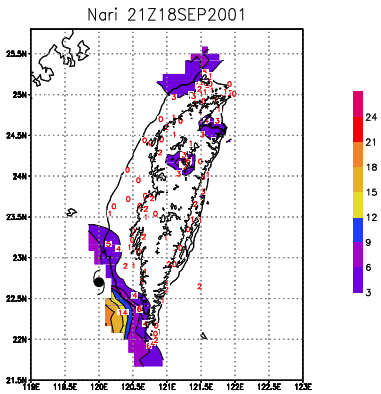

Nari 03Z18SEP2001


Nari 15Z18SEP2001


Nari 06Z18SEP2001


Nari 18Z18SEP2001


Nari 09Z18SEP2001


Nari 21Z18SEP2001