

梅雨期東亞區TOVS/NESDIS分析結果之統計特徵

柳中明

國立臺灣大學大氣科學研究所

(中華民國七十六年十一月十九日收稿，七十七年三月五日定稿)

摘 要

國內在發展衛星遙測大氣溫度與濕度剖面的研究上，未來數年仍將以美國NOAA 繞極衛星上之TOVS系統為主體，因此計劃分二步驟，先研究美國NOAA/NESDIS所處理TOVS反演結果之特徵，再據以發展台灣區TOVS反演系統(Taiwan TOVS System; TTS)的初始結構。本文為第一部份結果，主要分析1985年5/26~6/1 TOVS/NESDIS反演所得探空資料的統計特徵，並據以建立迴歸反演法。大致的結論為溫度剖面之均方根差在晴空區內為 2.5°C ，在雲區為 3°C ；迴歸法將能改進以靜力平衡方程式估計之重力高度場；水汽剖面在近地面誤差大，但在水汽含量少的高層則誤差小；溫度遞減率的均方根差約在 1.5°C km 附近，且與所採用的反演法關係不大；近地面氣溫、氣壓場的改進，將對700mb以下大氣反演有極大的影響等。

關鍵詞：衛星遙測、TOVS/NESDIS，梅雨

一、前言

衛星遙測垂直大氣溫度剖面之理論與技術，自King (1956)首次提出構想以來，已有30餘年的發展。而距1969年4月14日NIMBUS-3衛星首次成功地裝載SIRS，進行大氣溫度剖面實測之研究，亦已有18年之歷史。遙測的觀念，由配合繞極衛星進行全球測量，已演進到裝置儀器於同步衛星中，進行長期性監視定點測量。表一內詳列遙測儀器與方法的演進情形。國內近數年內需配合美國NOAA繞極衛星現有儀器，發展TOVS反演處理，以遙測近台灣附近大氣結構。

衛星遙測資料較之傳統探空資料，具備以下三大優點，一是資料涵蓋全世界，相當於一個三維空間的全球大氣結構資料，尤其是包括了探空站稀少的海洋面上資料；二是全部資料為單一個衛星儀器

統一測定，不具有目前各國探空站，採用不同探空儀，使用不同探空作業程序等，在測定大氣結構上的差異性；三是衛星儀器幾乎是在瞬時間內測定垂直大氣結構，不具探空儀隨探空氣球飄流的測定誤差。這些優點顯示衛星資料的客觀獨立性。但在使用此資料時，必須注意到各遙測點的資料時間不是統一定時的，而是因衛星繞極通過遙測點的時間而異。同時衛星資料不是定點垂直大氣資料，而是儀器觀測面積內的平均大氣資料。

衛星資料準確度的研究，最早是Wark and Hilleary (1969)與Hanel and Corath (1969)分析NIMBUS-3溫度場。Staelin et al. (1972)分析NIMBUS-5 NEMS所測定的溫度與濕度剖面，指出在1~20公里高度間，衛

星與探空資料間約有 $1 \sim 4^\circ\text{K}$ 的差距，而最大差別是在近地面與對流層頂。此外，Kapel and Horn (1975)，Arnold et al. (1976)，Smith et al. (1975)，Horn et al. (1976)，Bruce et al. (1977)，Weinreb (1977)，Hillger and Vander Haar (1977) 均曾分析 NIMBUS—5 資料。Peterson and Horn (1977)，Moyer et al. (1978)，Grody et al. (1979)，Knight and Scoggins (1981)，Scoggins et al. (1981)，Carle and Scoggins (1981)，Cheng and Scoggins (1981) 等則分析 NIMBUS—6 資料。Scoggins 一系列研究中，將北美洲分為四區，得到：衛星與探空資料間，平均誤差平方根 (rms)，溫度場約為 2°C ，露點溫度約為 7.5°C ，氣層厚度約為 7 m km^{-1} ，混合比約為 1.34 g kg^{-1} ，可降水雨量約為 0.23 cm ，溫度垂直梯度約為 $1.1^\circ\text{C km}^{-1}$ 。露點溫度與其他測量水汽有關的參數，在鋒面附近較諸於探空資料為平滑，無法表現鋒面特性。此外，各地區衛星遙測特徵不一。

關於 TOVS 資料，Phillip et al. (1979) 曾作初期資料的分析，Brodrick et al. (1981) 則更進一步的以統計與綜觀分析二方式來分析 TIROS—N 與 NOAA—6 二衛星的溫度與濕度場資料。在統計分析上是處理全球整體性資料，結果顯示，各變數的 RMS 值，在近地面與對流層頂處最大，在對流層中層為最小；在無雲狀況下，衛星遙測剖面誤差最小，而當衛星儀器正下方為雲屬遮蓋時，誤差最為嚴重。此外 Schlatter (1981)，Gruber and Watkins (1982) 分析 TIROS—N 與 NOAA—6 資料，亦大致得到相似結論。Schlatter 主要分析探空資料經客觀分析處理，再作空間、時間內差至衛星測點後之資料，其與衛星資料間差距 rms 值在 2°C 以下 (除 $1000 - 850 \text{ mb}$ ， $70 - 50 \text{ mb}$)。

McMillin et al. (1983) 將 3 年來的 TIROS—N，NOAA—6 與 NOAA—7 資料與探空資料作了全球性有系統的分析。McMillin et al.

指出這數年來衛星遙測由於儀器與技術的不斷的改進，遙測結果已有顯著進步，尤其是在雲層密佈的地區，改進至為顯著。其次，長期分析指出，衛星與探空資料的溫度誤差平方值約在 $4 - 5 \text{ K}^2$ ，但由於探空儀器所造成的誤差，應在 $3 - 4 \text{ K}^2$ 。這些誤差乃指：探空儀全世界不一，操作方式不一，測定時間與空間位置與衛星測定時間與空間上的誤差等。是以，由於衛星遙測技術本身所造成的誤差 rms 值約為 $1 \sim 15^\circ\text{K}$ ，這已相當接近過去所一向期望的 1°K 衛星遙測誤差值。Koehler et al. (1983) 分析 FGGE (First GARP Global Experiment) 後期資料，則指出：由於衛星資料在溫度梯度大處表現微弱，且微波資料迴歸溫度剖面，在雲區誤差大，因此衛星資料誤差明顯地與綜觀天氣相配合。即晴朗高壓區誤差小，但雲雨低壓鋒面區誤差大。且由於綜觀系統由西向東移動，衛星誤差亦有由西向東移動的特徵。分析採用衛星資料於預報模式內的預報結果，亦指出同樣誤差特徵。此結果乃指出在運用衛星資料於天氣客觀分析或數值預報初始值時，必須先過濾此衛星資料潛在的誤差特徵，才能掌握其運用價值。

本文為一系列研究發展台灣區 TOVS 反演系統 (TTS; Taiwan TOVS System) 論文中之第一篇，主要目的在分析美國 NOAA / NESDIS 所發展之 TOVS 系統之大氣溫濕度剖面資料，在東亞區之統計特徵。並期望由此經驗中，了解 TOVS 儀器特性，東亞大氣剖面特徵、TOVS 遙測誤差特徵等，以為未來發展 TTS 之準備 (柳等，1987)。由於資料獲取不易，因此本文僅能分析 1985 5 / 26 ~ 6 / 1 等 7 日資料。近日，則將進行 TAMEX 期間 (1987 年 5、6 月) TOVS 資料分析。

以往遙測資料的分析，均專注於全球資料，或北美洲區域，尚無人分析 TOVS 資料在東亞地區台灣附近所具有之特性。Scoggins et al. (1981)，Carle and Scoggins (1981)，Cheng and Scoggins (1981) 等一系列研究，曾將北美洲分為四區，指出衛星資料在各地區具不同之特徵。其原因乃是 NOAA / NESDIS 在反演過程中

，將全球依緯度分爲 5 個區域 ($> 60^{\circ}N$, $60^{\circ}N$ — $30^{\circ}N$, $30^{\circ}N$ — $30^{\circ}S$, $30^{\circ}S$ — $60^{\circ}S$, $> 60^{\circ}S$) , 在每一區域內均採用統一之迴歸係數 , 經驗正交函數等 , 因此區內海陸分佈特性 , 山脈

地形特性等均無法區別。明顯地 , 探空資料多的區域特徵 , 將因統計平均過程而移轉至探空資料寡的區域。

有關 TOVS 儀器特性 , 以及 NOAA / NESDIS

表 1 溫度與濕度剖面遙測儀器與反演方法之演進

衛星/升空日期	儀器	濾光法	反演方法	參考文獻
第一代 NIMBUS-3 (1969, 4, 14)	SIRS (Satellite Infra-Red Spectrometer)	二層窗模式	直接迴歸法	Smith et al. (1978)
NIMBUS-4 (1970, 4, 8)	SIRS-D	二層窗模式	最少資訊法	Smith et al. (1972)
第二代 TIROS Operational Satellite (1972, 10, 15)	UTPR (Vertical Temperature Profile Radiometer)	二相鄰FOV法	最少均方根差法	McMillin et al. (1973)
NOAA2-NOAA5			直接迴歸法	Hayden (1976)
第三代 NIMBUS-5 (1972, 12, 11)	ITPR (Infrared Temperature Profile Radiometer)	N ² 法	最少資訊法	Smith et al. (1974)
	NEMS (Nimbus-E Microwave Spectrometer)		自直接迴歸法	
	SCR (Selective Chopper Radiometer)		Smith 反覆法	
	TIIR (Temperature Measuring Infrared Radiometer)		法解水汽剖面	
第四代 NIMBUS-6 (1975, 6, 12)	HIRS (High-resolution Infra-Red Sounder)	N ² 法與經驗正交函數法	直接迴歸法	Smith and Woolf (1976)
	SCAMS (Scanning Microwave Spectrometer)		經驗正交函數法	1/100mb 以下
第五代 TIROS-N (1978, 10, 11)	TIROS-N Operational Vertical Sounding Unit	N ² 法與經驗正交函數法	直接迴歸法	Smith et al. (1979)
NOAA6-NOAA10	含: HIRS/2 (HIRS version 2) MUS (Microwave Sounding Unit) SSU (Stratosphere Sounding Unit)	修改之N ² 法 (1988, 6, 18) 以後 (McMillin and Dean 1982)	經驗正交函數法	1/100mb 以下
第六代 GOES-D (1982, 9, 9)	VAS (VISSR Atmospheric Sounding)		物理反覆法	Smith et al. (1981)
			同時物理反覆法	Smith and Woolf (1984)
未來	HRIS (High-resolution Interferometer Sounding Unit) AMSU (Advanced MSU)			

反演系統所採用之迴歸法，本文不贅重述，有興趣之讀者請參考 Smith et al. (1979)，Smith and Woolf (1976) 與 Werbowetzki (1981)。

二、梅雨期 TOVS / NESDIS 分析

本文以下 TOVS / NESDIS 代表 NOAA / NESDIS 反演系統所處理之 TOVS 大氣剖面資料，研究重點擺在 1985 年 5 月 26 日 ~ 6 月 1 日梅雨鋒面經過台灣時，TOVS / NESDIS 特徵研究。以下分(1)資料統計特徵，(2)綜觀分析，與(3)迴歸法修正等 3 節說明。

2.1 資料統計特徵

繞極衛星 (NOAA-6 與 NOAA-9) 約費時 100 分鐘環繞兩極一圈，一日約環繞 14 次，是以儀器掃瞄的位置與時間，是不斷在改變的，若以北緯 55°N 為北限，赤道為南限，137.5°E 為東限，102.5°E 為西限，衛星由進入所設定之區域內到離去的時間，約費時 15 分鐘，但再回至本區內，則約需費時 100 分鐘，沿著每一軌道圈，TOVS / NESDIS 約在正垂直軌道進行方向，具 6 個掃瞄處理點，比較 NOAA-6 與 NOAA-9 之掃瞄情形，可發現二衛星彼此約錯開 6 小時，是以台灣地區 1 日內約有 4 次衛星掃瞄經過。

比較衛星遙測與探空氣球觀測，其最大差別即是衛星掃瞄非定時與定點。探空卻是每日固定 2 次—00Z 與 12Z，且定點觀測。因此要比較此二類資料，以了解 TOVS / NESDIS 之統計特徵，勢必需設法將衛星與探空資料在時間與空間上相配合，本文參考 McMillin et al. (1983)，空間上若掃瞄點在探空站半徑 1.5° 範圍內，即假設為同點觀測；時間上則以掃瞄時間為準，將探空資料內差至掃瞄時間，如此假設二者在時間與空間上相配合後，即可分析衛星資料偏離探空資料之統計特徵。

表 2 內區分所研究的資料組合為 6 個不同個案，並定研究範圍區為 (0° ~ 40°N) 與 (80°E ~

160°E)，每一個個案均至少有 150 個以上之探空——衛星配對數據。

個案 1 分析 NOAA-6 在 5 / 26 ~ 6 / 1 間之資料，共有 427 個探空——衛星配對數據，分析中計算(1)平均空間距離，(2)平均地面氣壓偏差 ΔP_s ，(3)地面氣壓偏差之均方根值 (ΔP_s)_{rms}，(4)平均地面氣溫偏差 ΔT_s ，(5)地面氣溫偏差之均方根值 (ΔT_s)_{rms}，(6)垂直上氣溫偏差 ΔT 之平均值 (bias)，均方根差 (rms)，與標準差 (Standard Deviation) 剖面 (圖 1 a, b)，(7)垂直上重力高度差 $\Delta \phi$ 之平均值，均方根差與標準差剖面 (圖 1 c)，(8)垂直上溫度遞減率偏差 $\Delta \gamma$ 之平均值，均方根差則與標準差剖面 (圖 1 d)，(9)垂直上 ΔT 總合，並尋找所有配對數據中具最小和最大

值者，也即為 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{0.1\text{ mb}} \Delta T$)_{min}，和 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{0.1\text{ mb}} \Delta T$)_{max}，以及相應之探空——衛星剖面，(10)為了解

100 mb 以下情形，計算與尋找得 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta T$)

，和 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta T$)_{max}，(11)垂直上 $\Delta \phi$ 總合

，並取得最小值者 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta \phi$)_{min}，和最大值

者 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta \phi$)_{max}，(12)垂直上 $\Delta \gamma$ 總合，並取

得最小值者 ($\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta \gamma$)_{min}，和最大值者 (

$\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta \gamma$)_{max}。此些資料詳列於表 2 中。

由於 NOAA-6 上 HIRS / 2 已失去功能，因此水汽剖面無法計算，且雲區和晴空區無法分辨。個案 1 分析所得為：

1. 近地面大氣氣壓和氣溫遙測偏差大。 ΔT_s 為 25°C，非常不合理，其影響所及為依據靜力平衡方程式所計算得之重力高度，具偏差之平均值在 -100 m 左右，均方根則在 140 m 附近，且垂直上並無明顯變化，同時溫度在 1000 mb 附近具 5.3°

C km⁻¹ 之最大均方根差，溫度遞減率在 1000 mb 附近最大均方根差 4.2 °C km⁻¹。而當

$\sum_{1000\text{mb}}^{100\text{mb}} \Delta T$ 為最大值 (180 °C) 時，分析探空剖面

與衛星剖面，明顯指出在 100 mb 以下，溫度偏差

主要在 800 mb ~ 1000 mb 間，此外，當 $\sum_{1000\text{mb}}^{100\text{mb}}$

$\Delta \phi$ 為最大值 (9354 m) 時，探空一衛星間重力高度差剖面，最主要的即是在 1000 mb 附近具約 - 450 m 之偏差，其偏差同時往上延伸至 100 mb 附近。

2 100 mb 以上遙測數據偏離探空數據甚大，圖 1a 顯示 100 mb 以上 ΔT 之平均值，均方根差與標準差介於 - 10 °C ~ 15 °C 間，且變幅極大，另

表 2 個案 1-6 分析資料

個案	1	2	3	4	5	6	
說明	NOAA-6 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-6 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/26-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E
		地面資料 接近		地面資料 接近	晴空區	雲區	
配位數	427	246	424	225	236	188	
空間距離	103±37km 1.04±0.35	106±37km 1.06±0.35	101±30km 1.03±0.34	102±35km 1.01±0.34	100±32km 1.03±0.36	103±35km 1.03±0.33	
Δp_s (mb)	-18.4	-7.64	-17.8	-8.29	-16.8	-19.11	
$(\Delta p_s)_{rms}$ (mb)	42.9	22.4	44.6	19.6	33.7	52	
ΔT_s (°C)	1.5	0.01	-0.84	-0.52	-1.24	-0.33	
$(\Delta T_s)_{rms}$ (°C)	25	2.6	7.82	2.47	8.11	7.45	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta T)_{min}$ (°C)	76.9	76.9	66.6	66.6	66.6	78.7	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta T)_{max}$ (°C)	463	462	424	424	424	264	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta T)_{min}$ (°C)	16	16	11.5	11.5	18	11.5	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta T)_{max}$ (°C)	180	111	166	166	166	166	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta \phi)_{min}$ (m)	261	261	123	123	165	122	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta \phi)_{max}$ (m)	9354	8456	11643	10088	11643	11027	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta \gamma)_{min}$ (Ckm ⁻¹)	11	11	8.34	8.34	12.6	8.34	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta \gamma)_{max}$ (Ckm ⁻¹)	64	64	79	75	72	79	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta p_w)_{min}$ (mm)	\	\	0.55	0.64	0.55	\	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta p_w)_{max}$ (mm)	\	\	23.5	23.5	23.5	\	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta LT)_{min}$ (m)	\	\	10	28.6	10	\	
$(\sum_{1000\text{mb}}^{10\text{mb}} \Delta LT)_{max}$ (m)	\	\	665	623	665	\	

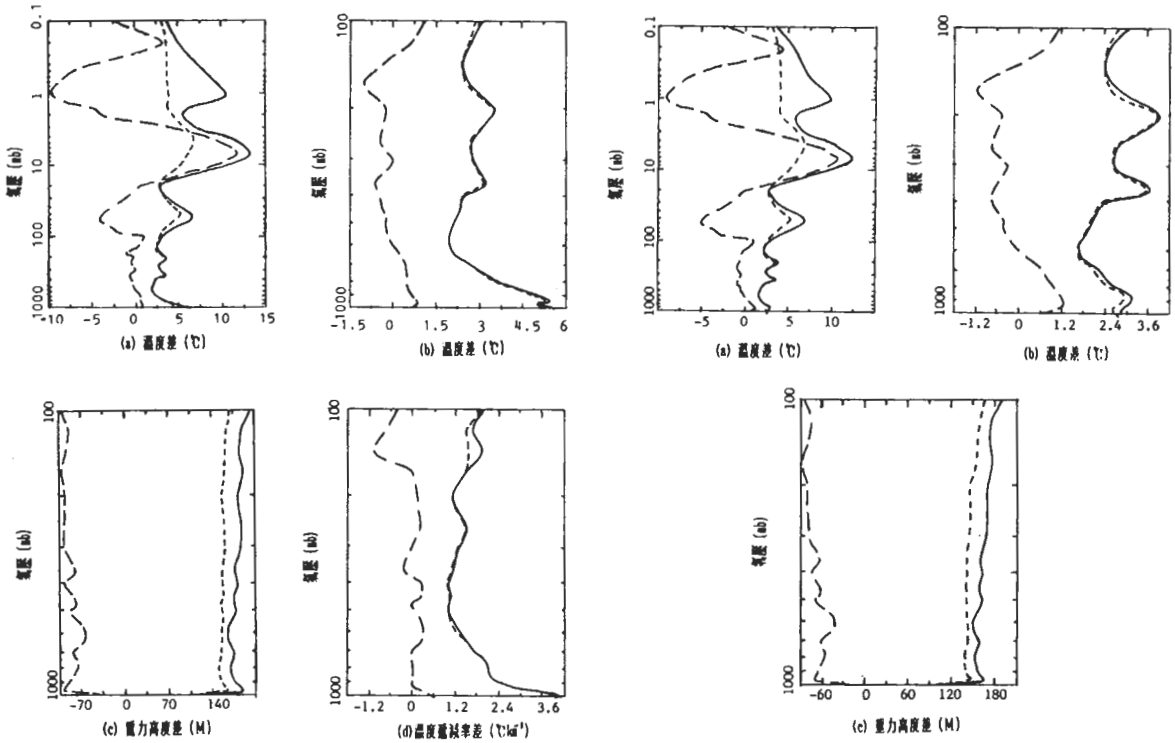


圖 1 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a)溫度差 ΔT (0.1—1000 mb)，(b)溫度差 ΔT (100—1000 mb)，(c)重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d)溫度遞減率差， $\Delta \gamma$ ($^{\circ}\text{C km}^{-1}$)。本圖為個案 1 資料——NOAA—6，5 / 26 ~ 6 / 1 / 85。(參考表 1)。
——均方根差 --- 平均差 標準差

計算得 $\left(\sum_{1000\text{ mb}}^{0.1\text{ mb}} \Delta T \right)_{\text{max}}$ 之最大值为 463°C ，

分析當時大氣剖面，顯示探空—衛星偏差主要即是在 100 mb 以上。

3. 對流層頂附近 (100 mb 附近)，遙測反演偏差甚為顯著，圖 1 b 顯示 ΔT 之平均值在 200 mb 以上數據變化甚大，溫度遞減率差 (圖 1 d) 亦顯

示相似情形，分析最小與最大 $\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta \phi$ 時之大氣剖面。同樣發現 100 mb 附近 $\Delta \phi$ 甚大，而 $\Delta \gamma$ 更

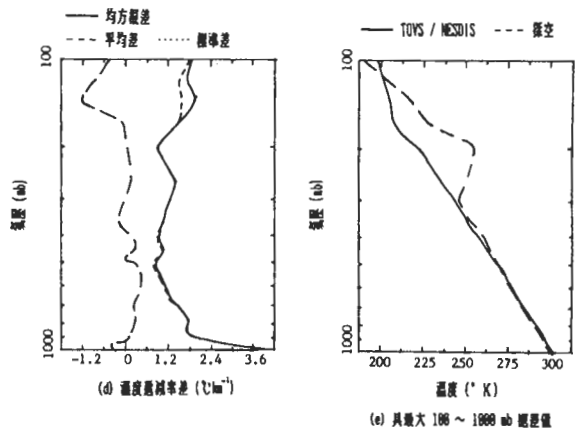


圖 2 TOVS/NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a)溫度差 ΔT (0.1—1000 mb)，(b)溫度差 ΔT (100—1000 mb)，(c)重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d)溫度遞減率差 $\Delta \gamma$ ，與 (e)其最大 100—1000 mb 總差值之溫度剖面。本圖為個案 2 資料——NOAA—6，5 / 26 ~ 6 / 1 / 85，地面資料接近 (參考表 1)。
——均方根差 --- 平均差 標準差

在 400 mb 以上偏離探空剖面甚為明顯。

4. 除以上 3 個缺憾外，溫度遙測之可信度甚佳，與探空剖面之偏差並不大，圖 1 b 顯示 100 mb 以下， ΔT 平均值在 0°C 附近， ΔT 之均方根在 3°C 附近。圖 1 d 顯示 $\Delta \gamma$ 平均值在 0°C km^{-1} 附近，均方根約在 $1.8^\circ\text{C km}^{-1}$ 附近，而當

$$\sum_{1000\text{ mb}}^{100\text{ mb}} \Delta T_{\text{mia}} \text{ 為 } 16^\circ\text{C} \text{ 時，分析顯示探空與衛星數據相當吻合。}$$

設若 NOAA-6 TOVS / NESDIS 遙測數據中，近地面資料偏離探空資料不大時，配對數據的統計特徵會是如何？此問題相當於在詢問地面遙測

偏差小時，整體數據修正的情形如何？為了解此問題，個案 2 乃由個案 1 之 427 個配對數據中，刪去 ΔP_s 大於 50 mb 和 ΔT_s 大於 5°C 之配對資料，而得約 246 個探空—衛星配對數據，並作如個案 1 分析時相似之計算（表 2 與圖 2）明顯地：

1. 近地面氣象資料偏差值顯著減少，（比較圖 2 a, b 與 1 a, b）。
2. 800 mb 以上資料特徵並未受到顯著改變。
3. 重力高度差和溫度遞減率差剖面並未受到地面觀測數據的加強而改變，顯示以靜力平衡方程式估計重力高度的作法值得商榷。
4. 近地面誤差降低後，對流層頂的誤差成爲重

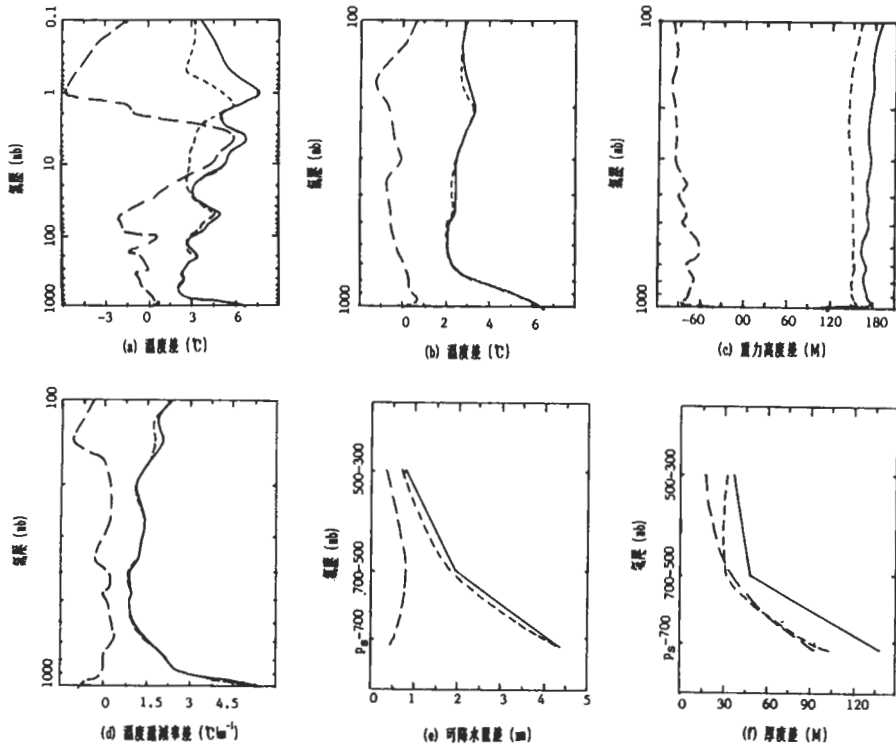


圖 3 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a)溫度差 ΔT (0.1 — 1000 mb)，(b)溫度差 ΔT (100 — 1000 mb)，(c)重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d)溫度遞減率差 $\Delta \gamma$ ，(e)可降水量差 ΔP_w ，(f)厚度差 ΔL_T 。

本圖爲個案 3 資料——NOAA—9，5 / 26 ~ 6 / 1 / 85。（參考表 1）

——均方根差 --- 平均差 標準差

要影響因子，此可由 $(\sum_{1000\text{mb}}^{100\text{mb}} \Delta T)_{\text{max}}$ 之探空—衛星剖面 (圖 2e) 具明顯之差異於 200 mb 附近而得知。

個案 3 分析 NOAA-9 TOVS / NESDIS 在 5 / 26 ~ 6 / 1 間之數據，共有 424 個探空—衛星配對。由於 NOAA-9 HIRS / 2 正常運作，所以能估計水汽剖面，因此表 2、圖 3 中，除已計算個案 1 與 2 中所計算之偏差數據外，尚能分析可降水量 (Precipitable Water ; P.W.) 和氣層厚度 (Layer Thickness ; L.T.) 在 (Ps - 700 mb

)，(700 - 500 mb)，和 (500 - 300 mb) 等三氣層中之探空—衛星偏差，大略而言：

1. NOAA-9 較 NOAA-6 附近地面氣溫之估計誤差較小，但在 1000 mb 附近則反之。

2 NOAA-9 亦具 100 mb 以上偏差大且變化顯著之特徵，近 1000 mb 和對流層頂附近，溫度、重力高度、溫度遞減率等變化大。

3. 100 mb 以下，溫度之平均差在 0°C 左右，均方根在 3°C 左右，重力高度平均差在 -100 m 左右，均方根在 180 m 附近，溫度遞減率之平均差為 -0.5°C km，均方根差為 2°C km。以上

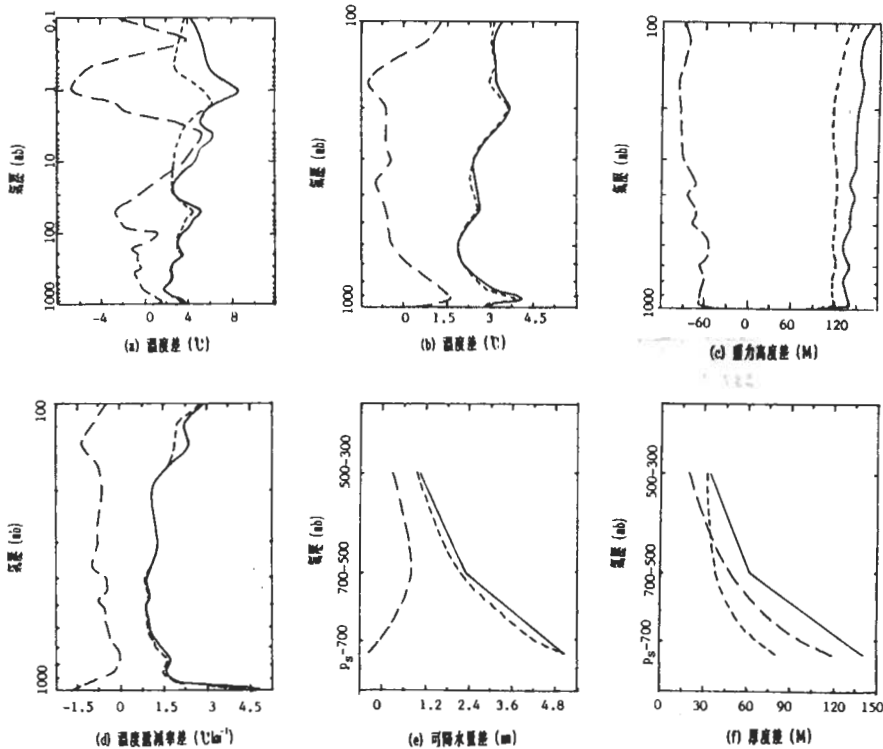


圖 4 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a)溫度差 ΔT (0.1 — 1000 mb)，(b)溫度差 ΔT (100 — 1000 mb)，(c)重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d)溫度遞減率差 Δr ，(e)可降水量差 ΔPw ，(f)厚度差 ΔLT (P_s 為地面氣壓)。

本圖為個案 4 資料——NOAA-9，5 / 26 ~ 6 / 1 / 85，地表資料接近 (參考表 1)。

——均方根差 --- 平均差標準差

均與 NOAA-6 之特徵相似，顯示 TOVS / NESDIS 數據並不因衛星特徵不同，而作顯著改變。

4. 可降水量和氣層厚度的偏差，明顯的具隨高度升高而降低的特徵。 ΔPw 約在 0.5 mm 附近。 $(\Delta Pw)_{rms}$ 則在近地面最大，為約 4.2 mm，在高層最小，約為 0.8 mm，厚度差則介於 25~135 m 間，顯示高層水汽少，氣溫偏差少，靜力平衡方程式之適用性佳。

5. 分析 $\sum_{1000mb}^{100mb} \Delta T$, $\sum_{1000mb}^{100mb} \Delta \phi$, $\sum_{1000mb}^{100mb} \Delta \gamma$

，等最大值與最小值時大氣剖面，大致獲致與 NOAA-6 數據相似特徵。

6. 分析 $\sum_{1000mb}^{300mb} \Delta Pw$ 與 $\sum_{1000mb}^{300mb} \Delta LT$ 在最大值

與最小值時大氣剖面，顯示水汽在近地面之估算極為重要，因為偏差最大，均在 (Ps - 700 mb) 層內。

個案 4 參考個案 2 之處理，刪除 ΔPs 大於 50 mb 和 ΔTs 大於 5°C 之配對數據，並作與個案 4 中相似分析 (表 1, 圖 4)，明顯地個案 4 配對數減少，同時近地面偏差值降低，均與個案 2 所得相似，800 mb 以上溫度偏差分佈亦不受影響，重力高度差和溫度遞減率差的垂直變化也未受改變，反而可降水量差的均方根與標準差略為增加，以上顯示 NOAA-9 TOVS / NESDIS 與 NOAA-6 TOVS / NESDIS 大致具相同特徵，也即加強近地面氣壓與溫度之遙測，對整體剖面之遙測並無顯著影響，而水汽遙測與近地面特徵關係不大，因此二者間反而呈現微弱負相關。

由於 NOAA-9 上之 HIRS / 2 功能正常，因此可以分辨雲區與晴空區，本節以下乃區分研究二區內 TOVS / NESDIS 統計特徵。

個案 5 為晴空區個案 (表 1, 圖 5)，個案 6 為雲區個案 (表 1, 圖 6)，由於在雲區內主要應用 MSU 頻道反演大氣剖面，因此可降水量與厚度資料欠缺，分析後發現晴空區內 ΔT 剖面之均方根值，由 3°C 演進至 2°C，但近地面與 (800-1000 mb) 間均方根差增至 8°C 左右，相當嚴重，雲區

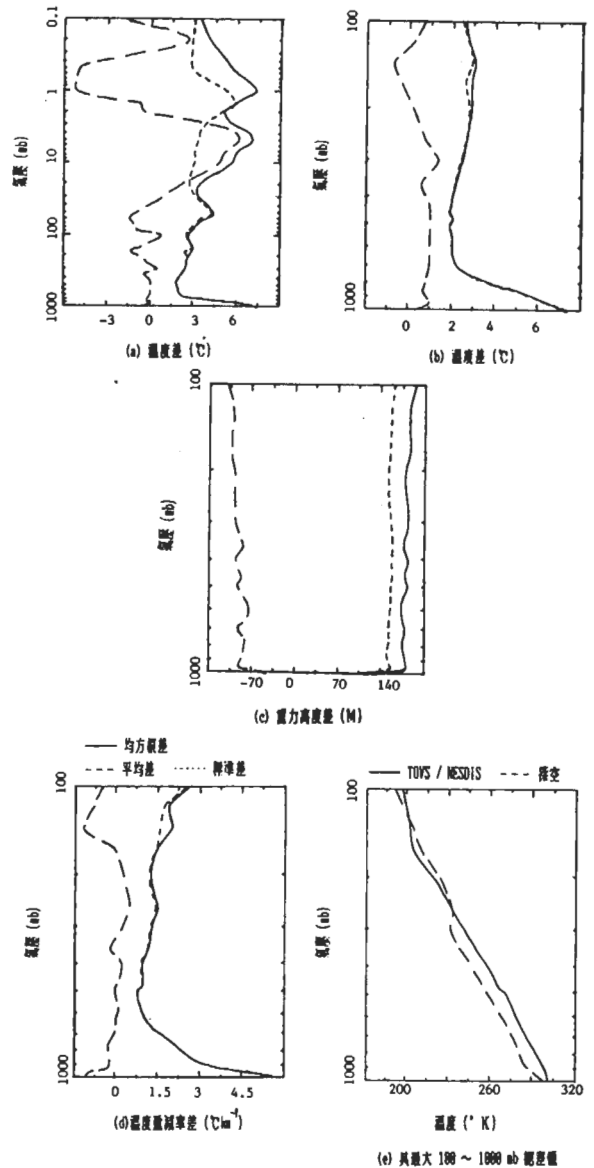


圖 5 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a) 溫度差 ΔT (0.1-1000 mb)，(b) 溫度差 ΔT (100-1000 mb)，(c) 重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d) 溫度遞減率差 $\Delta \gamma$ ，與 (e) 具最大 100-1000 mb 總差值之溫度剖面。本圖為個案 5 資料——NOAA-9，5/26~6/1/85，晴空區 (參考表 1)。——均方根差 --- 平均差標準差

內 ΔT 之均方根在 3°C ，近地面則為 5°C 。其次晴空區內誤差在800 mb以上不隨高度作大改變，但在雲區內變化起伏甚大，其餘重力高度差與溫度遞減率差剖面，則大致相同。

綜結而言100 mb以下，溫度之均方根差約為 3°C ，晴空區內為 2°C ，但近地面與近100 mb附近（對流層頂），偏差大且變幅明顯，100 mb以上則偏差太大，TOVS / NESDIS 可信度低。至於依據靜力平衡方程式所估算之重力高度，顯示與地面誤差相關性大，且與水汽估計誤差有關。因此重力高度平均差為負值（-100m），均方根差與標準差約為180—200 m，同時不具隨高度之明顯變化，溫度遞減率之平均差約在 $-0.5\sim 0^{\circ}\text{C km}^{-1}$ ，均方根差與標準差則在 $1.5^{\circ}\text{C km}^{-1}$ 。

NOAA—6之HIRS / 2無法工作，因此水汽剖面無法估算，NOAA—9所估算之可降水量剖面，則在近地面（Ps—700 mb）誤差大（4.2 mm），高層（500—300 mb）約為0.8 mm，同時用以估算二氣層厚度，其偏差剖面特徵與可降水量相似。

2.2 綜觀分析

1985年5月26日至6月1日期間，梅雨鋒面曾滯留近4日（27日12 Z~31日12 Z）。國內分析研究此個案之論文甚多（廖與羅，1986；Lin and Kau, 1986；Chen et al., 1986等）。大致而言26~29日間，移動性高氣壓由中國大陸進入東海，向東移動，在華南地區形成滯留性鋒面及中尺度低氣壓，而形成梅雨鋒。此鋒爾後緩慢向南移動。28日，梅雨鋒而滯留於台灣北部，因為西南氣流加強，空氣中水汽多且不穩定，在台灣西部形成豪雨。

假設僅考慮TOVS於5/26~6/1/85間進入（ $0^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ ）與（ $102.5^{\circ}\sim 137.5^{\circ}\text{E}$ ）再假設大氣之綜觀尺度狀況在3小時內不作劇烈變化，則大致在00 Z，03 Z，06 Z，09 Z，12 Z，18 Z，21 Z等時間，均可將2—3個軌道掃描資料湊合為同時觀測資料，在00 Z，12 Z時且可配合探空資料，增加觀測資料，此為TOVS可運用於綜觀尺

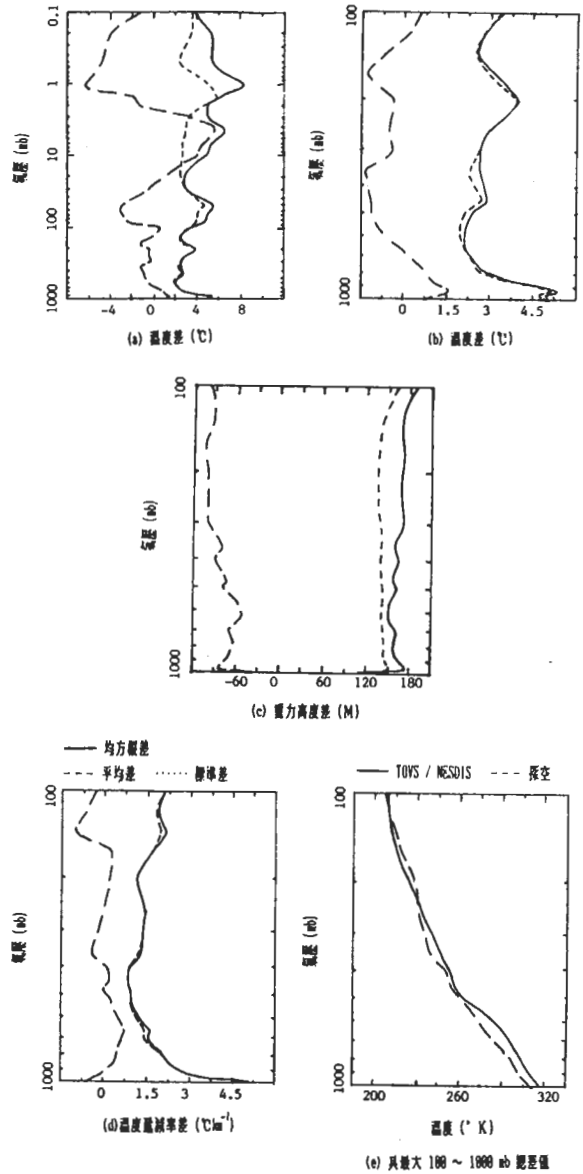


圖6 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a) 溫度差 ΔT (0.1—1000 mb)，(b)溫度差 ΔT (100—1000 mb)，(c)重力高度差 $\Delta\phi$ 與(d)溫度遞減率差 $\Delta\gamma$ ，與(e)具最大100—1000 mb 總差值之溫度剖面。本圖為個案6資料——NOAA—9，5/26~6/1/85，雲區（參考表1）。
——均方根差 --- 平均差標準差

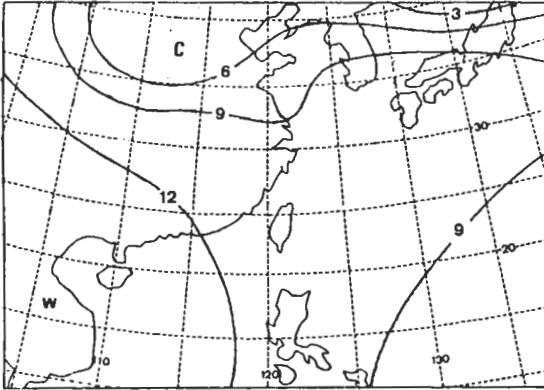
度天氣分析之可能情形。

不過，第 2.1 節已分析 TOVS / NESDIS 資料特徵，得結論為近地面偏差大且重力高度差亦大，因此 TOVS / NESDIS 資料置入 850 mb 一

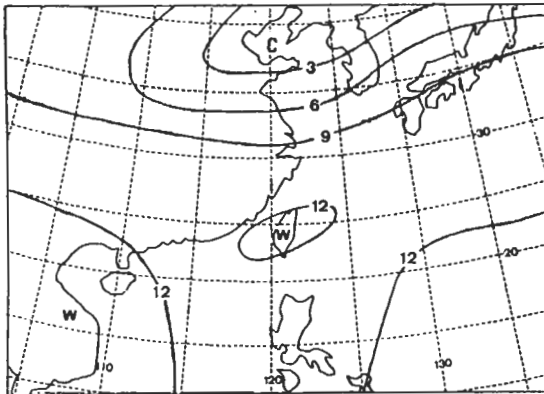
1000 mb 等氣壓層面，作為分析之參考的可靠性，將因資料雜訊太大，而無法信賴。

圖 7 a-i 為 5 / 26 ~ 5 / 28 700 mb 等溫線圖，00 Z 與 12 Z 資料為探空觀測數據，06 Z，18 Z

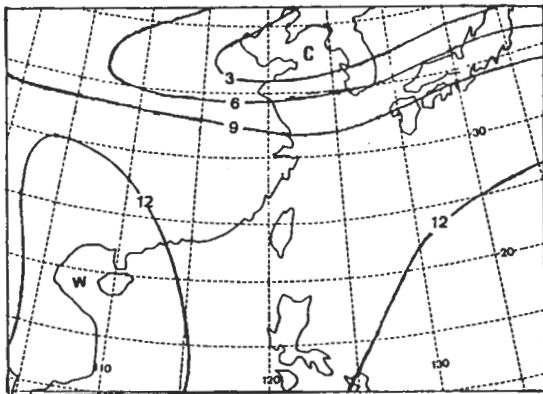
(a) 700 mb 等溫線, 5/26/85, 12Z, 探空



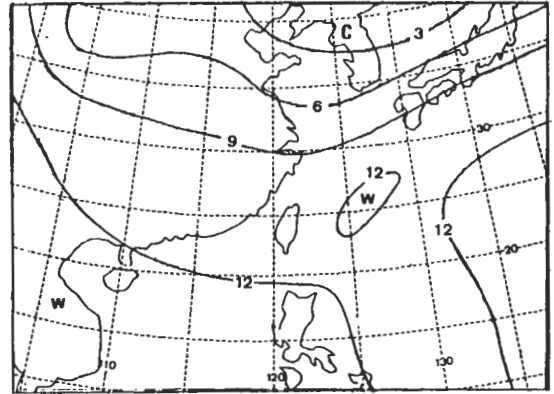
(b) 700 mb 等溫線, 5/26/85, 18Z, TOVS / NESDIS



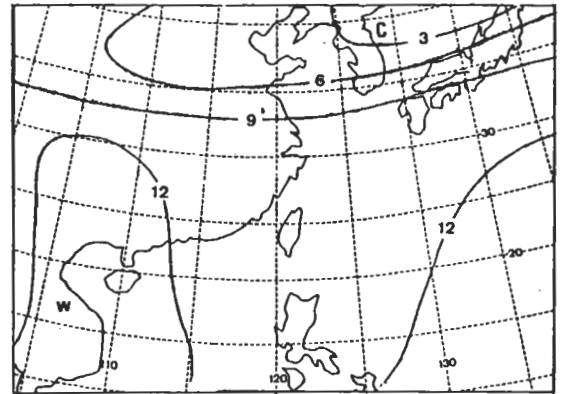
(c) 700 mb 等溫線, 5/27/85, 00Z, 探空



(d) 700 mb 等溫線, 5/27/85, 06Z, TOVS / NESDIS



(e) 700 mb 等溫線 5/27/85, 12Z, 探空



(f) 700 mb 等溫線, 5/27/85, 18Z, TOVS / NESDIS

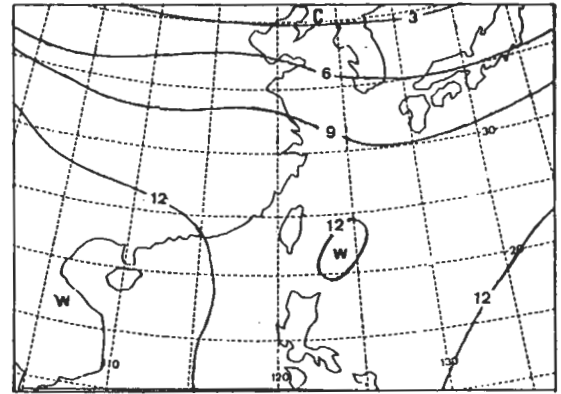
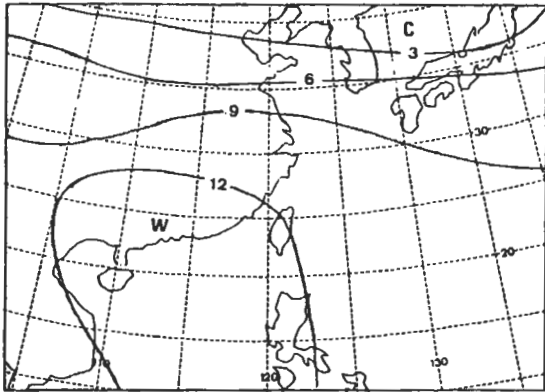
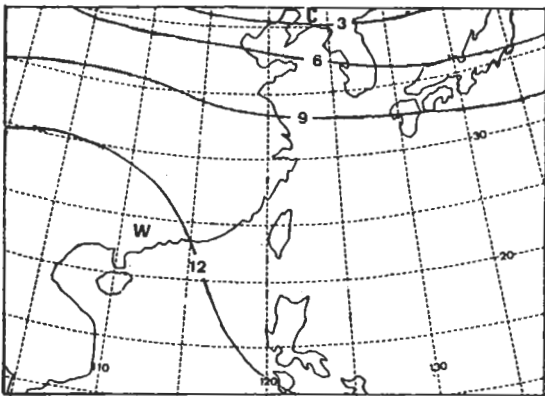


圖 7 5 / 26 12Z ~ 5 / 28 12 Z 700 mb 等溫線

(g) 700 mb 等溫線, 5/28/85, 00Z, 探空



(h) 700 mb 等溫線, 5/28/85, 00Z, TOVS / NESDIS



(i) 700 mb 等溫線, 5/28/85, 12Z, 探空

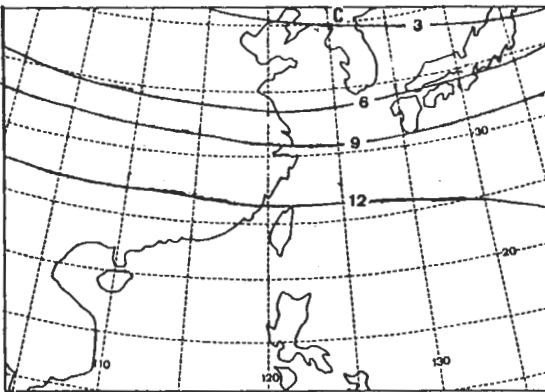


圖 7 : (續)

數據則為 TOVS / NESDIS。仔細研析之：自 5 / 26 12 Z 起韓國與日本間，即有冷空氣滯留。TOVS / NESDIS 數據顯然掌握住冷空氣聚集的特徵，以及氣團範圍，且在台灣附近，分別於 5 / 26 18 Z，5 / 27 06 Z 與 18 Z，定出暖心位置

相當地配合近地面低壓之發展。此點在 00 Z 與 12 Z 之探空資料中並未分辨出，可能是因為台灣附近海洋區內探空站缺乏之故。

同法分析 5 / 27 ~ 5 / 29 500 mb 等高線與等溫線圖，發現北方冷心低壓區長期滯留，其特徵與位置均為 TOVS 數據所恰當保留，但 -6°C 等溫線，5760 m 與 5820 m 等高線的位置則變異極大，另分析 5 / 27 ~ 5 / 29 1000 - 500 mb 等厚度圖，所得與以上結果類似，即北方冷心區特徵明顯，且保留於 TOVS 數據中，但南方 5760 m 與 5820 m 等高

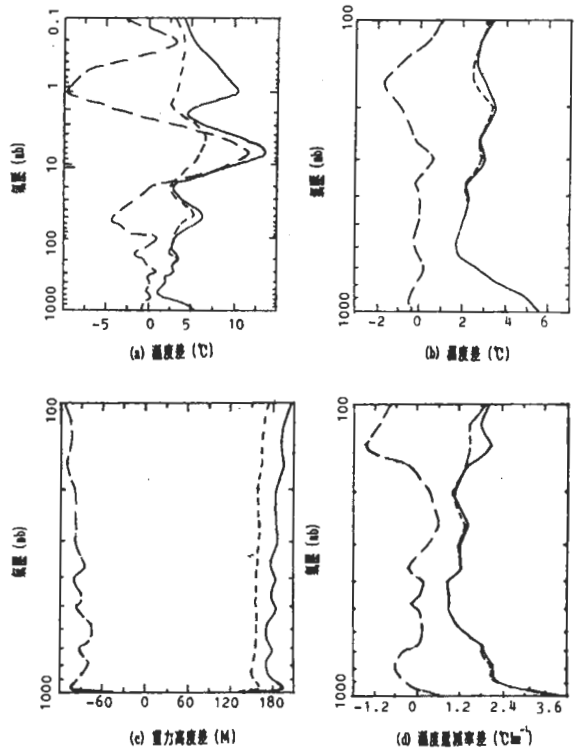


圖 8 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a) 溫度差 ΔT (0.1 - 1000 mb)，(b) 溫度差 ΔT (100 - 1000 mb)，(c) 重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d) 溫度遞減率差， $\Delta \gamma$ ($^{\circ}\text{C km}^{-1}$)。本圖為個案 7 資料——NOAA-6，5 / 29 ~ 6 / 1 / 85。(參考表 3)
——均方根差 --- 平均差標準差

線之位置變異太大。

綜結而言：北方冷心低壓區特徵，在 TOVS / NESDIS 數據中能完整表達，但南方暖空氣高壓區，則無法把握。以上情形，可能均與 TOVS 儀器易受水汽、雲層等影響有關，在北方水汽少，氣溫低，儀器所測亮度溫度接近實際溫度。在南方，水汽大，雲層厚，因此儀器所測亮度溫度偏低，同時

反演過程誤差亦存在。另外位於低層低壓上方之暖空氣 (700 mb) 特徵在台灣附近出現明確，顯示 TOVS / NESDIS 已具中尺度 (meso- α) 天氣形態之掌握，至於 500 mb 以上，由於緯向溫度與重力高度在此段時間內，變動不大，是以 TOVS / NESDIS 數據可信賴度高。

2.3 迴歸法修正

表 3 個案 7-12 分析資料

個案	7	8	9	10	11	12	
說明	NOAA-6 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-6 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-6 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E	NOAA-9 5/29-6/1 (85) 0°-40°N 80°-160°E
配位數	234	245	165	206	162	84	
空間距離	104±38 km 1.03±0.35°	103±38 km 1.03±0.35°	108±39 km 1.07±0.36°	103±35 km 1.05±0.35°	103±35 km 1.10±0.34°	107±34 km 1.11±0.34°	
$\bar{\Delta p}_g$ (mb)	-20	-12.6	-5.5	-20.1	-5.4	-4	
$(\Delta p_g)_{rms}$ (mb)	43.6	36.	20.3	44.9	31.	20	
$\bar{\Delta T}_g$ (°C)	0.12	0.7	-0.67	-0.37	-2.5	0.66	
$(\Delta T_g)_{rms}$ (°C)	23.5	30.8	2.5	7.76	7.07	2.8	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta T)_{min}$ (°C)	80.	41.2	41.2	73.7	34.8	35.	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta T)_{max}$ (°C)	285	221	217	217	230	173	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta T)_{min}$ (°C)	19	19.7	19.7	11.5	23.4	23.4	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta T)_{max}$ (°C)	180	180	108	125	161	127	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta \rho)_{min}$ (m)	261	263	274	123	230	230	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta \rho)_{max}$ (m)	9354	4082	3400	1103	3047	1983	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta \gamma)_{min}$ (CKm ⁻¹)	12.3	8.57	8.57	8.35	15.3	16.7	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta \gamma)_{max}$ (CKm ⁻¹)	64	59	59	79	86	53	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta \rho w)_{min}$ (mm)	\	0.41	0.6	0.67	0.2	0.5	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta \rho w)_{max}$ (mm)	\	28.1	28.	20.6	27.1	20.	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta LT)_{min}$ (m)	\	18.6	18.6	11.3	13.2	26.	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta LT)_{max}$ (m)	\	54.5	39.0	531	295	224	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta T_d)_{min}$ (°C)	\	33.5	42.5	\	30.7	43.	
$(\int_{100,mb}^{5,mb} \Delta T_d)_{max}$ (°C)	\	35.9	225	\	338	311	

表 1 詳列有關遙測儀器與反演方法之演進，吾人可注意到直接迴歸法為作業性反演系統比較可供依賴的起始工具，是以國內發展 TOVS 反演系統演進中，勢必參考之，或可先行建立直接迴歸法反演，以及迴歸係數之獲取等。其最大優勢，即是可供國內系統建立起始場資料。因此本節決定利用 5 / 26 ~ 6 / 1 的 TOVS 觀測與探空資料，建立迴歸法溫、濕剖面反演。

目前 NOAA / NESDIS 所提供 TOVS 資料，已包括晴空下(過濾雲之影響)各頻道之亮度溫度

，若與探空資料作空間與時間之配合後，吾人首先可採用多重迴歸法，計算迴歸係數。但 HIRS / 2 與 MSU 共有 24 個頻道，吾人乃決定僅採用與溫、濕剖面反演關係密切之頻道，如 HIRS / 2 第 1, 2, 3, 11 與 12 頻道 (NOAA-6 無此些頻道)，和 MSU 的 4 個頻道等用於迴歸法中。其次，在計算溫、濕剖面時，由於實際測量之亮度溫度變化甚大，因此迴歸計算乃處理偏離平均剖面之偏差值 (柳與譚，1986)，以加強準確性。

在本節中，決定用 5 / 26 ~ 5 / 28 / 85 之探空

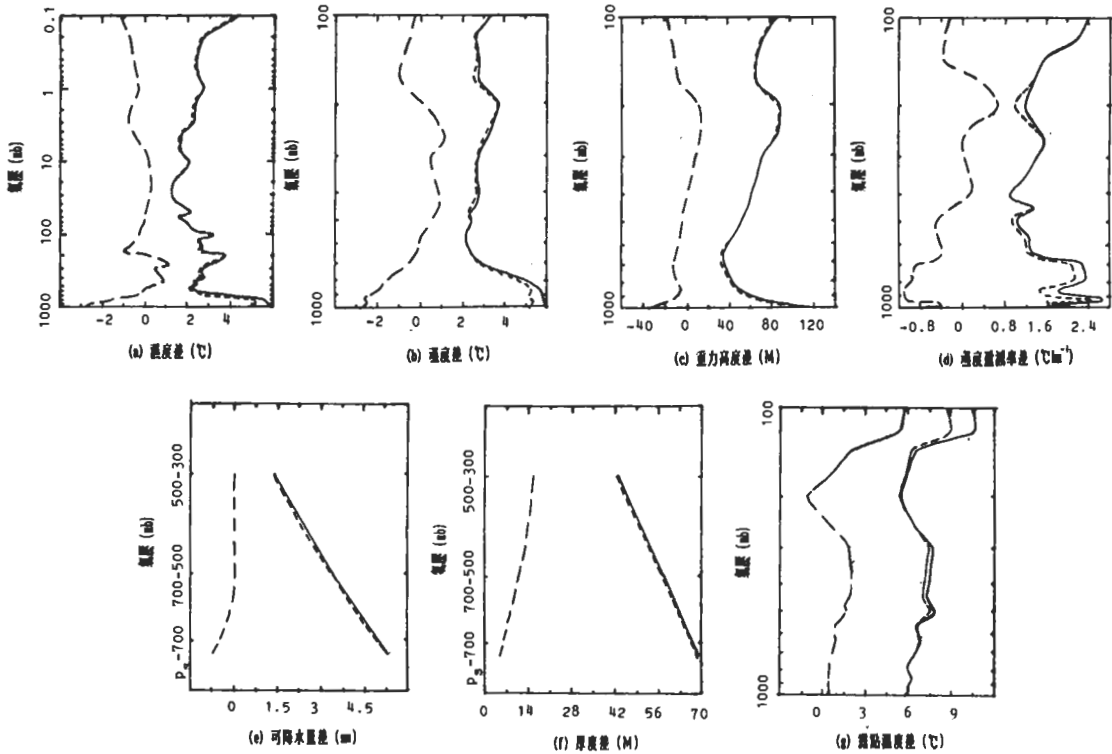


圖 9 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms)，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a)溫度差 ΔT (0.1 - 1000 mb)，(b)溫度差 ΔT (100 - 1000 mb)，(c)重力高度差 $\Delta \phi$ 與 (d)溫度濕減率差 $\Delta \gamma$ ，(e)可降水量差 ΔP_w (f)厚度差 $\Delta L T$ (g)露點溫度差。

本圖為個案 8 資料——NOAA-6，5 / 29 ~ 6 / 1 / 85，迴歸法。(參考表 3)。

——均方根差 --- 平均差標準差

一衛星配對數據，計算平均大氣溫、濕度剖面及迴歸係數，再採用 5 / 29 ~ 6 / 1 / 85 數據為獨立之分析參考。研究中發現細分計算區域，將給予較佳反演結果，因此決定區分為 6 個區域。其為 (0 — 20°N) (80° — 120°E) ， (0 — 20°N) (120° — 160°E) ， (20°N — 40°N) (80° — 120°E) ， (20° — 40°N) (120° — 160°E) ， (40 — 60°N) (80 — 120°E) 與 (40° — 60°N) (120° — 160°E) 。

表 3 詳列分析本節所建議之迴歸法重新計算後

， 5 / 29 ~ 6 / 1 / 85 探空一衛星統計特徵的情形。

個案 7 採用原始 NOAA—6 TOVS / NESDIS 資料，但配合迴歸法個案數，重新分析以為評估迴歸法之參考 (表 3 與圖 8)。個案 8 採用 NOAA—6 TOVS 迴歸法估算 (表 3 與圖 9) ，由於水汽剖面能同時估算，因此雖然 HIRS / 2 不能應用，但仍可利用 MSU 頻道獲得可降水量與露點剖面資料。個案 9 則刪除地表偏差大之數據，再作相似分析 (表 3 與圖 10) 。

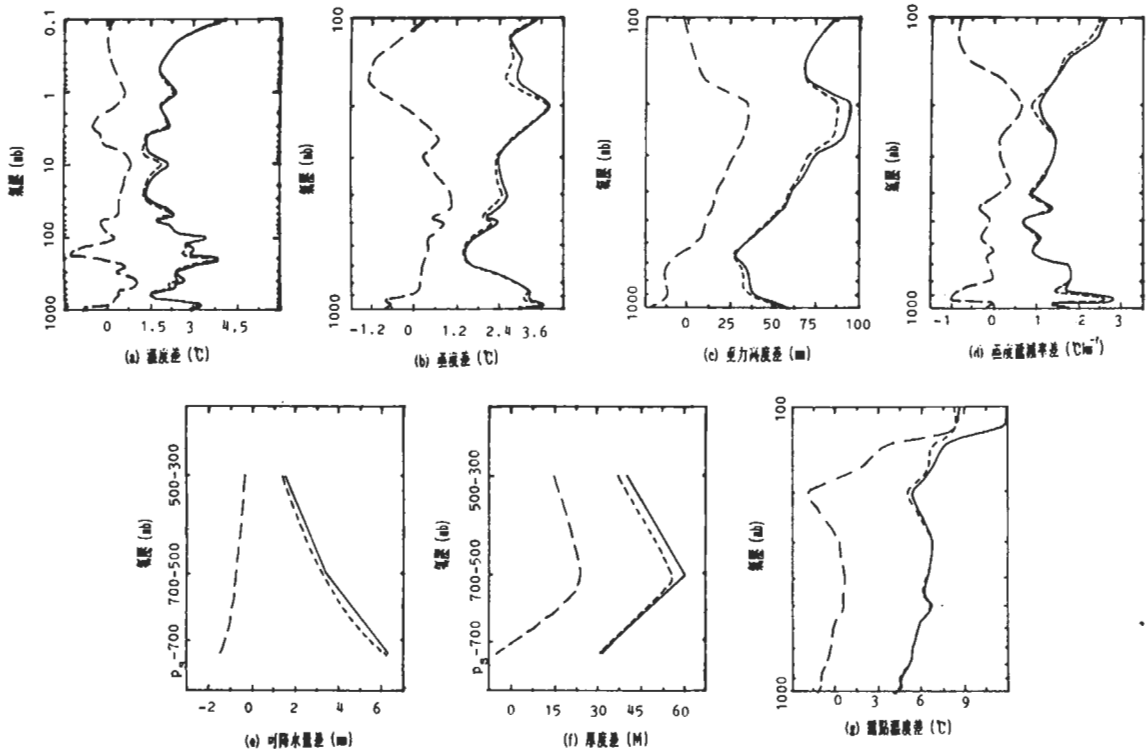


圖 10 TOVS / NESDIS 資料與探空資料相較下之均方根差 (rms) ，平均差 (bias) 與標準差 (Standard Deviation) 值。(a)溫度差 ΔT (0.1 — 1000 mb) ，(b)溫度差 ΔT (100 — 1000 mb) ，(c)重力高度差 $\Delta \phi$ 與(d)溫度遞減率差 $\Delta \gamma$ ，(e)可降水量差 ΔPw ，(f)厚度差 $\Delta L T$ (g)露點溫度差。

本圖為個案 9 資料——NOAA—6 ， 5 / 29 ~ 6 / 1 / 85 ，迴歸法，地表資料接近。(參考表 3) 。

——均方根差 --- 平均差標準差

大致而言：

(1) 迴歸法對 100 mb 以下溫度剖面反演並未作大幅度改進，但若地表氣溫資料有相當之可信度，則 ΔT 之均方根由 3 °C 降至約 2.5 °C，且在 700 mb 附近降至 1.5 °C 附近。

(2) 100 mb 以上溫度剖面，顯然因為掌握平均剖面特徵，因此誤差顯著降低至 2.5 °C 附近，且不再隨高度作劇烈變化，平均差則在 -0.2 °C 左右。

(3) 重力高度剖面之反演，亦因掌握著平均剖面特徵，因此平均差由 -100 m (圖 8 c) 提升至 0 m (圖 9 c)，均方根差則由 180 m (圖 8 c) 降為 80 m (圖 9 c)，在 700 mb 附近最為明顯。

(4) 近地面氣溫、重力高度等反演，並未因使用迴歸法而有改進。因此溫度遞減率剖面在近地面非常不穩定，在高層則亦未見改善，其原因可能與溫度剖面反演無明顯改進有關。

(5) 氣層之可降水量與厚度估算，大致具第 2.1 節中分析 NOAA—9 資料相似之特徵，即是近地面因水汽變化大，偏差較大 (5.3 mm 和 70 m)。

(6) 露點剖面的估算具均方根差 6 °C，顯示迴歸法估算水汽剖面，確實是偏差大。

(7) 設若近地面溫度與氣壓估算偏差小，明顯地 (Ps — 700 mb) 厚度差顯著降低，且 700 mb 以下溫度、重力高度差與溫度遞減率均有明顯改進，但 700 mb 以上則不受影響，水汽剖面遙測亦與之無關，可能若近地面之露點溫度偏差小時，水汽剖面之偏差將降低。

個案 10, 11, 12 乃針對 NOAA—9 TOVS 數據作相似於個案 8 與 9 之研究，有關分析結果之垂直剖面資料，此處從略。大致而言，迴歸法對重力高度場估算改進最大，(平均差 0 m，均方根差 60 m)，其次為 100 mb 以上溫度場 (均方根差為 2.5 °C)，以及氣層厚度 (平均差小於 28 m，均方根差約為 50 m)。對於溫度遞減率，可降水量和露點剖面 (水汽) 之反演，偏差仍非常明顯。至於近地面氣壓與氣溫反演加強，統計特徵除在 700 mb 以下受到影響外，並未影響到 700 mb 以上。

水汽估算的誤差嚴重性，由分析圖 11 有關 5 / 28 00 Z ~ 5 / 28 12 Z 間可降水量等值線之變動而知。依據圖 11 a 與 c，可知相當大量之可降水量 (大於 60 mm) 由西南向日本南方移動。但圖 11 b 與 d，在加入 TOVS 迴歸反演數據，居然發生較低可降水量由南海向華北移入之分支現象，影響實為嚴重。吾人以爲設若近地面水汽數據能完善掌握時，可降水量與露點剖面之誤差將大幅降低。

三、結論

本文分析 1985, 5 / 26 ~ 6 / 1 TOVS / NESDIS 數據所得結論爲：

(1) NOAA—6 的 HIRS / 2 無法工作，所以缺乏水汽資料，且無法分辨雲區，是以近地面氣溫誤差大。在 1000 mb 之溫度均方根差為 5.2 °C。設若控制近地面反演結果，則在 800 mb 以下之溫度剖面將有顯著改進。

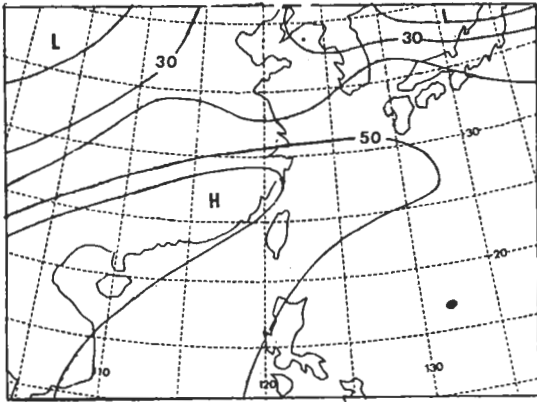
(2) NOAA—9 的 TOVS 儀器功能正常，近地面誤差較小，但水汽估計在近地面最大 (Ps — 700 mb 氣層內 (ΔP_w)_{max} 為 4.2 mm)，不過水汽隨高度遞減，誤差亦有相似特徵。

(3) 大略而言，100 mb 以上溫度剖面的數據不全，因此反演結果誤差甚大。但在 100 mb 以下，溫度的平均差約為 0 °C，均方根差為 3 °C，溫度遞減率的平均差約為 0 °C km⁻¹，均方根差為 1.8 °C km⁻¹，水汽剖面與氣層厚度，則均有隨高度升高而降低的特徵。

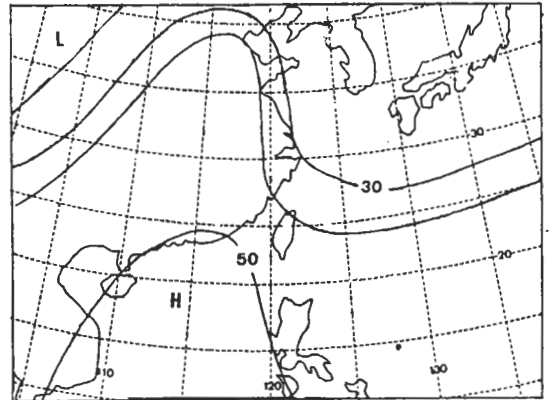
(4) NOAA—9 的 TOVS 資料可以分辨晴空與雲區，分析所得為晴空內溫度之均方根差為 2 °C，雲區內則為 3 °C，晴空內近地面溫度差大，雲區內則小，顯示雲區內採用氣候值，所以平均偏差小。

(5) 綜觀分析 TOVS / NESDIS 資料，顯示在 700 mb 以上資料可信度高，尤其是北方冷心低壓區特徵，能完整表達，此顯然是因 TOVS 在北方水汽少，雲少區域，表現正常之故。南方則水汽大，雲區多，資料雜訊多，不過 700 mb 等溫線圖中，顯示台灣附近低壓上空有暖空氣中心，此點表示

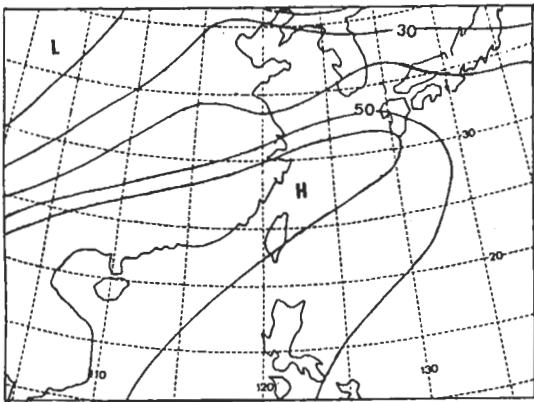
(a) 可降水量 (300 mb ~ Ps), 5/28/85 00Z, 探空



(b) 可降水量 (300 mb ~ Ps), 5/28/85, 09Z, TOVS/迴歸



(c) 可降水量 (300 mb ~ Ps), 5/28/85, 12Z, 探空



(d) 可降水量 (300 mb ~ Ps), 5/28/85, 12Z, 探空 & TOVS/迴歸

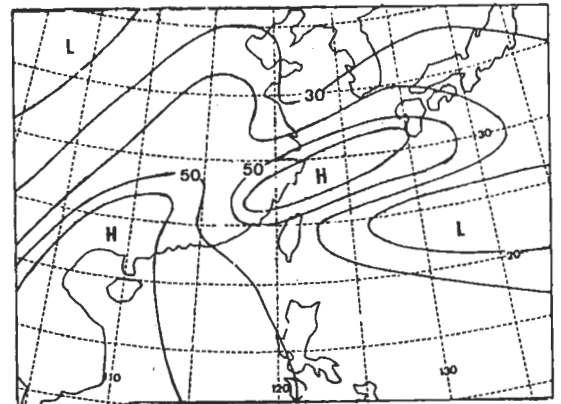


圖 11 5 / 28 00Z ~ 5 / 28 12Z 可降水量等值線圖

TOVS / NESDIS 已見中尺度 (meso- α) 解析能力。

(6) 第 2.3 節中應用 5 / 26 ~ 5 / 28 數據, 建立迴歸係數與平均溫、濕度剖面, 以修正 TOVS / NESIDS 反演結果, 發現溫度剖面在地表誤差低時, 所見之均方根差, 已由 3 °C 降至 2.5 °C, 在 700 mb 附近 降至 1.5 °C 100 mb 以上則由於掌握平均剖面特徵, 均方根亦降至 2.5 °C, 且不再作劇烈變動, 重力高度場之誤差顯著降低 (均方根為 80m), 更顯示以靜力平衡方程式估計重力場的方式, 絕不如以氣候平均值為準的迴歸法為優, 此外水汽剖面的估計, 並未因採用迴歸法而大幅改進。

致 謝

本研究計劃之完成得感謝郝蘊華小姐、林振台先生、朱友琪小姐與季蕙芬小姐等幫忙處理資料、繪圖、打字等, 本研究為國科會研究計劃 NSC 75-0202-M002-15, NSC 77-0202-M002-06 所資助。作者感謝 3 位不知名審查者之指正

參考文獻

柳中明、顏泰崇、沈秀蓉, 1987: 梅雨季台灣區 TOVS 遙測資料處理, (投稿大氣科學)。

- 柳中明、譚允中，1986：衛星遙測垂直大氣溫度剖面—研究受約束之線性反演法，大氣科學 14，77～90。
- 廖學鎔、羅季康，1986：梅雨鋒中尺度天氣系統之雷達分析，第四屆全國大氣科學學術研討會論文集編 pp. 15～23。
- Arnold, J.E., J.R. Scoggins and H.E. Fuelberg, 1976: A comparison between Nimbus-5 THIR and ITPR temperatures and derived winds with rawinsonde data detained in the AVE II experiment. NASA, contractor Report CR-2757.
- Brodrick, H.J., C. Walkins and A. Gruber, 1981: Statistical and synoptic evaluations of TIROS-N and NOAA-6 Retrievals. NOAA Technical Report NESS 86, Washington, D.C.
- Bruce, R.E., L.D. Duncan and J.H. Pierluissi, 1977: Experimental study of the relationship between radiosonde temperatures and satellite-driven temperatures. Mon. Wea. Rev., 105, 493-496.
- Carle, W.E., and J.R. Scoggins, 1981: Determination of wind from Nimbus 6 Satellite sounding data. NASA Reference Publication, 1072.
- Chen, C.S., T.K. Chiou, S.T. Wang and S.M. Lin, 1986: An Investigation of Mesoscale Convective Systems in Mei-Yu Fronts, International Conference on Monsoon and Mesoscale Meteorology.
- Cheng, N.-M and J.R. Scoggins, 1981: Comparisons between Nimbus 6 Satellite and Rawinsonde soundings for several geographical areas. NASA Reference Publication, 1973.
- Grody, N.C., C.M. Hayden and W.C. Shen, 1979: Typhoon tune winds estimated from scanning microwave spectrometer measurements at 55.45 GHz. T. Geophys. Res., 84, 3689-3695.
- Gruber, A., and C.D. Watkins, 1982: Statistical assessment of the quality of TIROS-N and NOAA-6 satellite soundings. Mon. Wea. Rev., 110, 867-876.
- Hanel, R., and B.J., Conrath, 1969: Interferometer experiment on Nimbus 3: Preliminary results. Science, 165, 1258-1260.
- Hayden, C.M., 1976: The use of the radiosonde in deriving temperature soundings from the Nimbus and NOAA satellite data. NOAA Technical Memorandum NESS 76, U.S. Dept. of Commerce, 99pp.
- Hillger, D.W., and T.H. Von der Haar, 1977: Deriving meso-scale temperature and moisture fields from satellite radiance measurements over the United States. J. Appl. Meteor., 16, 715-726.
- Horn, L.H., R.A. Petersen and T.M. Whitteker, 1976: Inter-comparisons of data derived from Nimbus 5 temperature profiles, rawinsonde observations and initialized LFM model fields. Mon. Wea. Rev., 104, 1363-1371.
- Kapela, A.F., and L.H. Horn, 1975: Nimbus-5 satellite soundings in a strongly baroclinic region. Meteorological applications of satellite indirect soundings, Project report, NOAA grant 04-4-158-2, Dept. of Meteorology, Univ. of Wisconsin Madison, 1-19.
- Kau, W.S., and Lin Ho, 1986: A Numerical Simulation of Low Level Jet Stream. International Conference on Monsoon and Mesoscale Meteorology, pp. 9-14.
- King, J.I.F., 1956: The radiative heat transfer of planet Earth. In "Scientific Uses of Earth Satellites" 133-136, Univ. of Michigan Press, Ann Arbor.
- Knight, K.S., and J.R. Scoggins, 1981: Atmospheric structure determined from satellite data. NASA Reference Publication 1071.
- Koehler, T. I., J.C. Derber, B.D. Schmidt and L.H. Horn, 1983: An evaluation of soundings, analyses and model forecasts derived from TIROS-N and NOAA-6 Satellite data. Mon. Wea. Rev., 111, 562-564.
- McMillin, L.M., D.Q. Work, J.M. Siomkajlo, P.G. Abel, A. Werbowetzki, L.A. Lauritson, J.A. Pritchard, D.S. Crosby, H.M. Woolf, R.C. Luebbe, M.P. Weinreb, H.M. Fleming, F.E. Biztner and C.M. Hayden, 1973: Satellite infrared soundings from NOAA space-craft. NOAA Tech. Rept. NESS 65, National Environmental Satellite Service, NOAA, Washington, D.C., 112pp.
- , and C. Dean, 1982: Evaluation of a new operational technique for producing clear radiance. J. Appl. Meteor., 21, 1005-1014.
- , D.G. Gray, H.F. Dralros, M.W. Chalfant and C.S. Novok, 1983: Improvements in the accuracy of operational satellite soundings. J. Climate Appl. Meteor., 22, 1948-1955.
- Moyer, V., J.R. Scoggins, N. Chou and G.S. Wilson, 1978: Atmospheric structure deduced from routine Nimbus

- 6 satellite data. Mon. Wea. Rev., 106, 1340-1352.
- Peterson, R.A., and L.H. Horn, 1977: An evaluation of 500 mb height and geostrophic wind fields derived from Nimbus-6 soundings. Bull. Amer. Meteor. Soc., 58, 1195-1201.
- Phillips, N., L. McMillin, A. Gruber and D. Wark, 1979: An Evaluation of early operational temperature soundings from TIROS-N. Bull. Amer. Meteor. Soc., 60, 1188-1197.
- Reale, A.L., D.G. Gray, M.W. Chalfant, A. Swaroop and A. Nappi, 1986: Higher resolution operational satellite retrievals. Preprint volume: Second Conference on Satellite Meteorology/Remote Sensing and Applications, May 13-16, 1986, Williamsburg, Va. Published by the Amer. Meteorol. Soc., Boston, Mass. 16-19.
- Schlatter, T.W., 1981: An assessment of operational TIROS-N temperature retrievals over the United States, Mon. Wea. Rev., 109, 110-119.
- Scoggins, J.R., W.E. Carle, K. Knight, V. Moyer and N.-M. Cheng, 1981: A comparative analysis of Rawinsonde and Nimbus 6 and TIROS-N Satellite Profile data. NASA Reference Publication 1070.
- Smith, W.L., D.H. Staelin and J.T. Houghton, 1974: Vertical temperature profiles from satellites: results from second generation instruments aboard Nimbus 5. In Approaches to earth survey problems through space techniques, ed. Back, Academic-Verlag, Berlin, 123-143.
- , V.E. Suonn, W.P. Menzel, H.M. Woelf, L.A. Sromovsky, H.E. Revercomb, C.M. Hayden, D.N. Erickson and F.R. Mosher, 1981: First sounding results from VAS-D. Bull. Amer. Met. Soc., 62, 232-236.
- , and H.M. Woelf, 1976: The use of eigenvectors of statistical covariance matrices for interpreting satellite sounding radiometer observations. J. Atmos. Sci., 33, 1127-1140.
- , -----, 1984: Improved vertical soundings from an amalgamation of polar and geostationary radiance observations. Preprint volume: Conference on Satellite Meteorology/Remote Sensing and Applications, June 25-29, 1984, Clearwater Beach, Florida, Published by Amer. Meteor. Soc., Boston, Mass.
- , ----- and H.E. Fleming, 1972: Retrieval of atmospheric temperature profiles from satellite measurements for dynamic forecasting. J. Appl. Meteor., 11, 113.
- , -----, ----- and W.C. Shen, 1975: Nimbus 5 sounder data processing system, part II: Results. VOAA Tech. Memo. NESS 57, NESDIS/NOAA, Washington, D.C.
- , -----, -----, D.Q. Wark and L.M. McMillin, 1979: The TIROS-N operational vertical sounder. Bull. Amer. Meteor. Soc., 60, 1177-1187.
- , ----- and W.J. Jacob, 1970: A regression method for obtaining real time temperature and geopotential height profiles from satellite spectrometer measurements and its application to Nimbus 3 SIRS observations. Mon. Wea. Rev., 98, 582-603.
- Staelin, D.H., F.F. Baroth, J.C. Blinn III and E.J. Johnston, 1972: The Nimbus-E microwave spectrometer (NEMS) experiment. The Nimbus-5 User's Guide, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md., 141-157.
- Wark, D.Q., and D.T. Hilleary, 1969: Atmospheric temperature: Successful test of Remote Probing. Science 165, 1256-1258.
- Weinreb, M.P., 1977: Sensitivity of satellite retrievals of temperature to errors in estimates of tropospheric water vapor. J. Appl. Meteor., 16, 605-613.
- Werbowetzki, A., 1981: Atmospheric Sounding: User's Guide, NOAA Technical Report, NESS 83.

THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF TOVS/NESDIS ANALYSES
OVER EAST ASIA DURING MEI-YU SEASON

C. M. Liu

Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

(manuscript received 19 November, 1987; in final form 5 March, 1988)

ABSTRACT

The research in the field of the satellite remote sounding of the atmospheric structure near Taiwan will be centered around the TOVS system of the NOAA satellite in the recent years. Hence it is planned to first analyze the TOVS data processed by the NOAA/NESDIS in the East Asia to understand the statistical characteristics, synoptic outlook and possible adjustment by the regression method. In this paper, the TOVS/NESDIS data of 1985. 5/26–6/1 are analyzed. It's found that in the clear region, the RMS of temperature retrieval is about 2.5°C comparing to the 3°C RMS value of the cloudy region; the regression adjustment improves the estimation of the geopotential field; the correct estimation of the surface meteorological field affect the accuracy of the retrieved sounding profile at levels below 700 mb.

Key words: Satellite remote sounding, TOVS/NESDIS, Mei-Yu, statistical analysis.