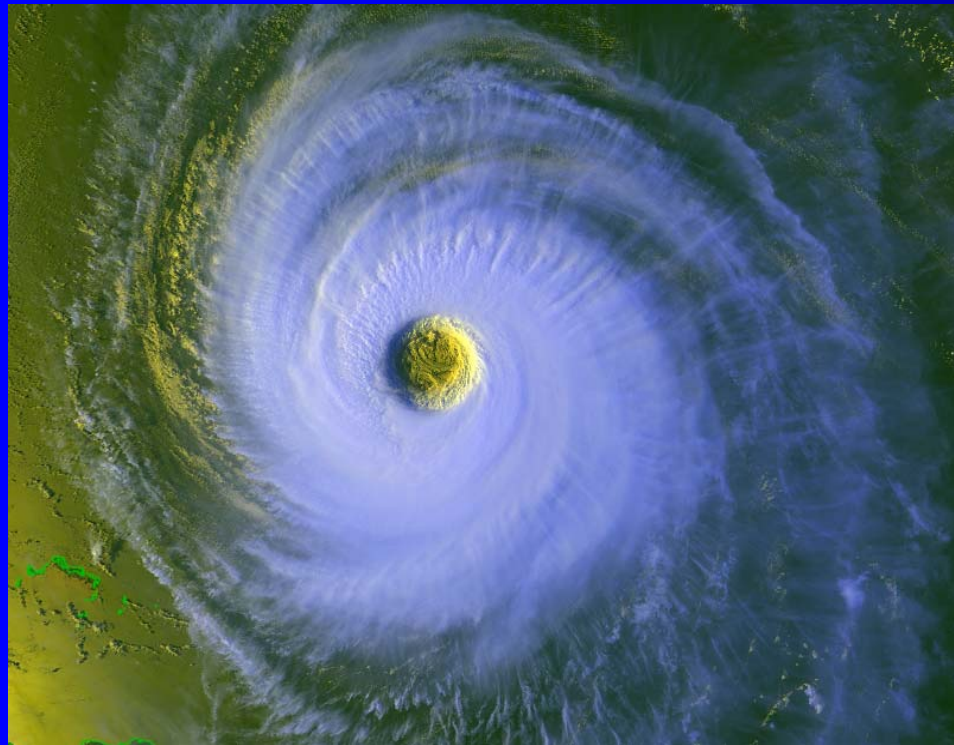


# 狂風不終朝、暴雨不終日-- 談台灣地區之颱風災害與因應對策

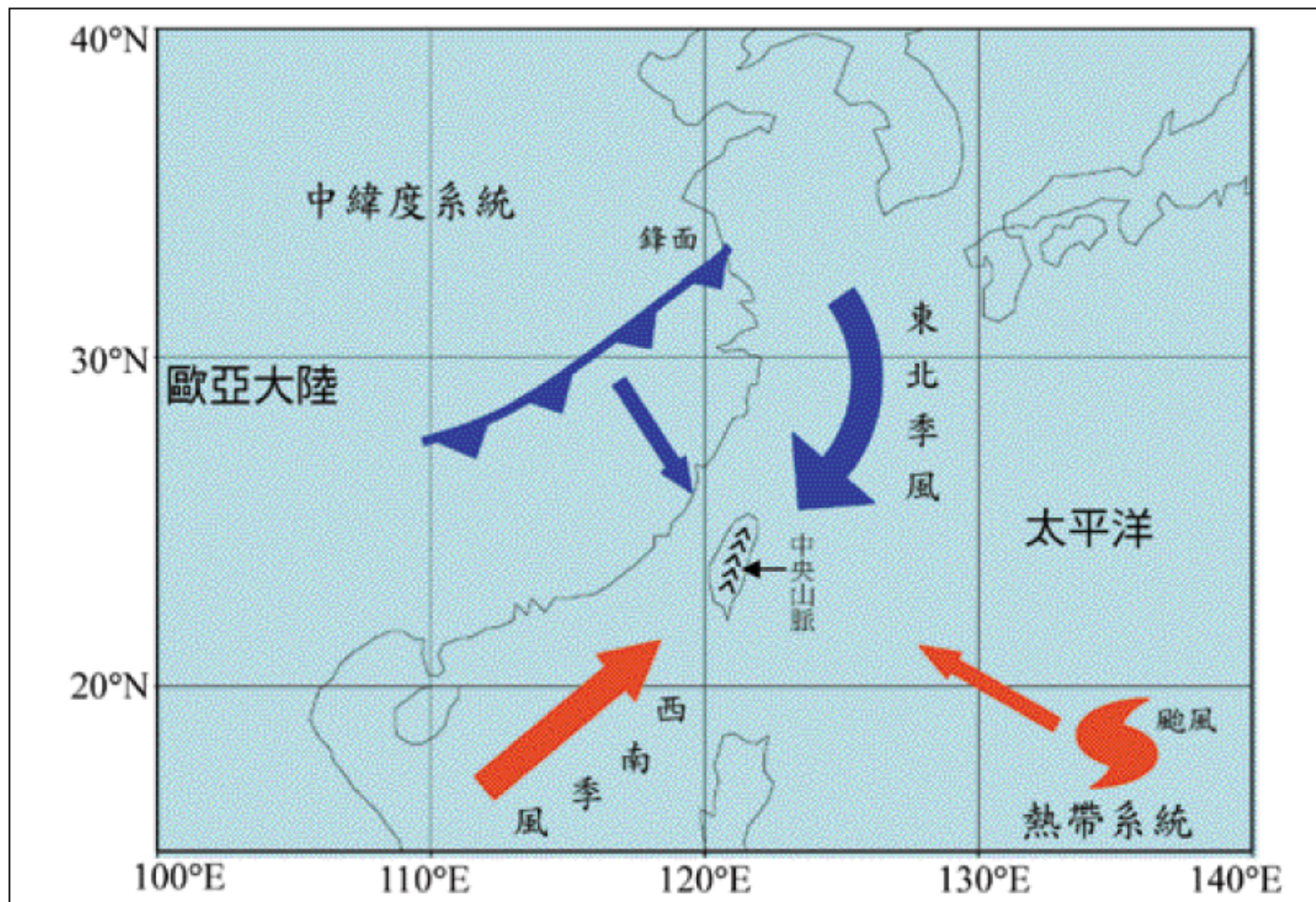
楊明仁

國立中央大學大氣科學系與水文暨海洋科學研究所



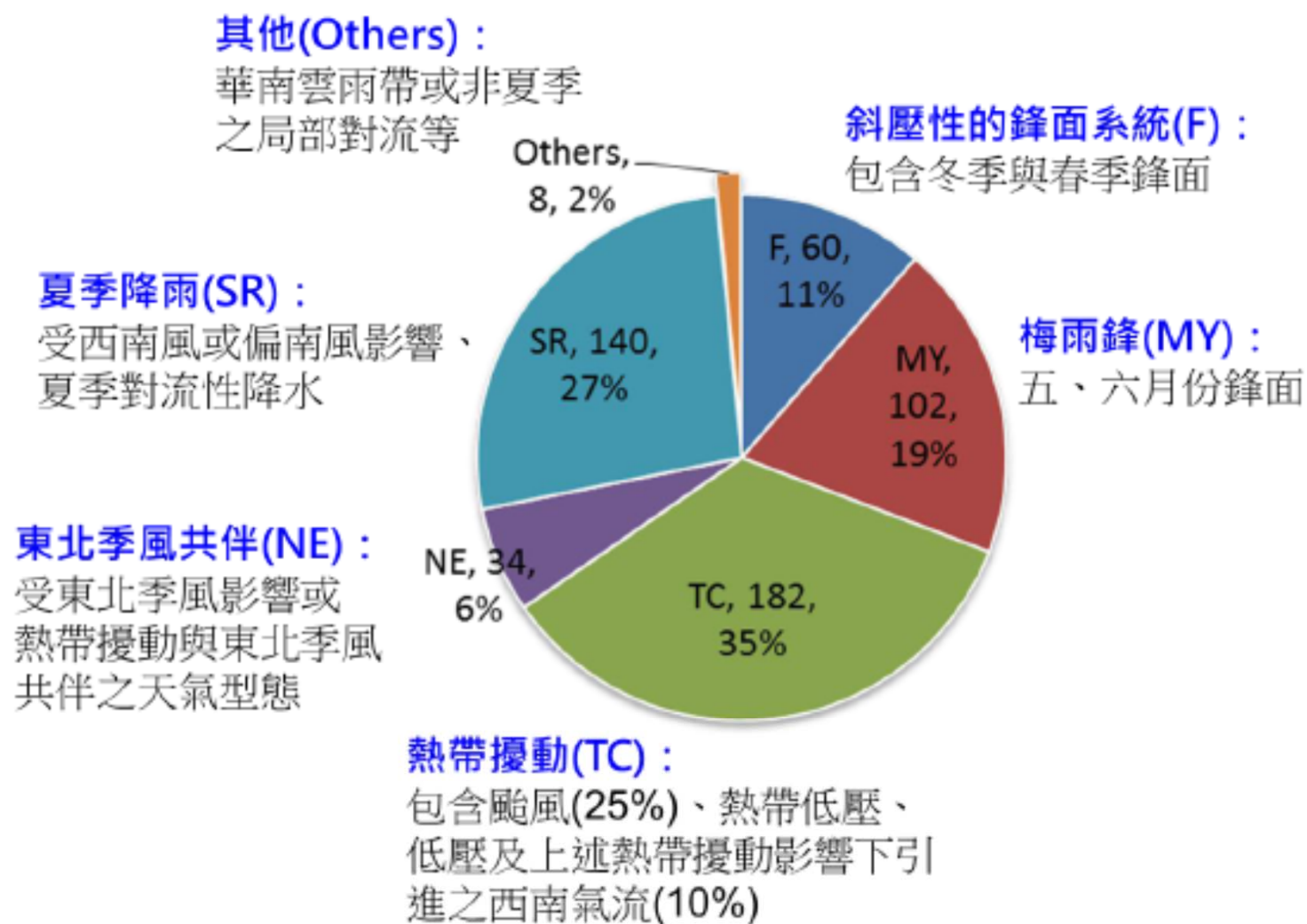
2013年地球科學系統學術論壇 @ 中國文化大學 (3月9日)

# 影響台灣的天氣系統



台灣在海陸分佈、山脈地形、緯度及季風等多重因素影響下，四季分明、天氣多變，各季節均有災變天氣。

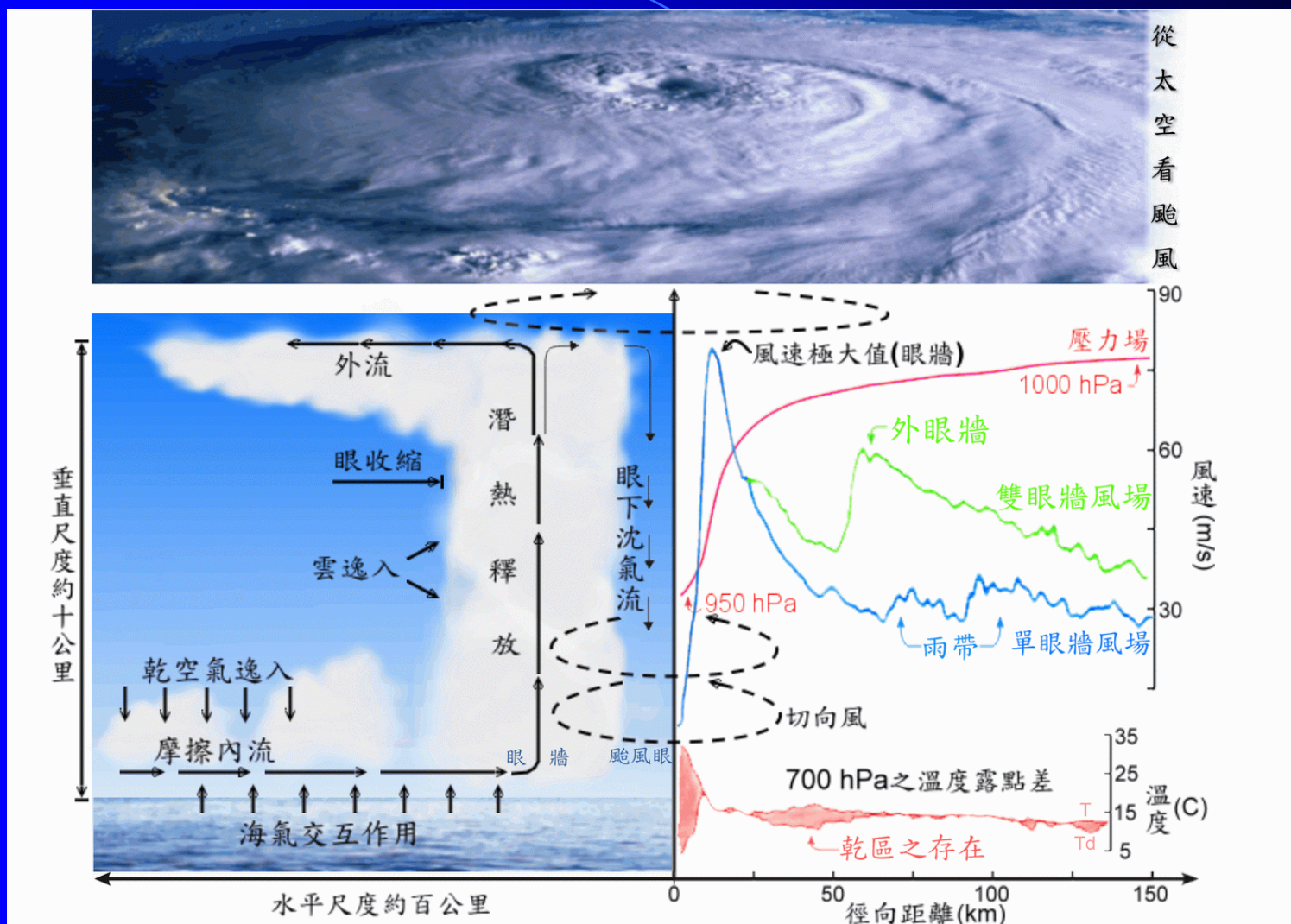
取自陳泰然(2003)



圖一 短延時致災降雨受各類天氣影響的日數與比例

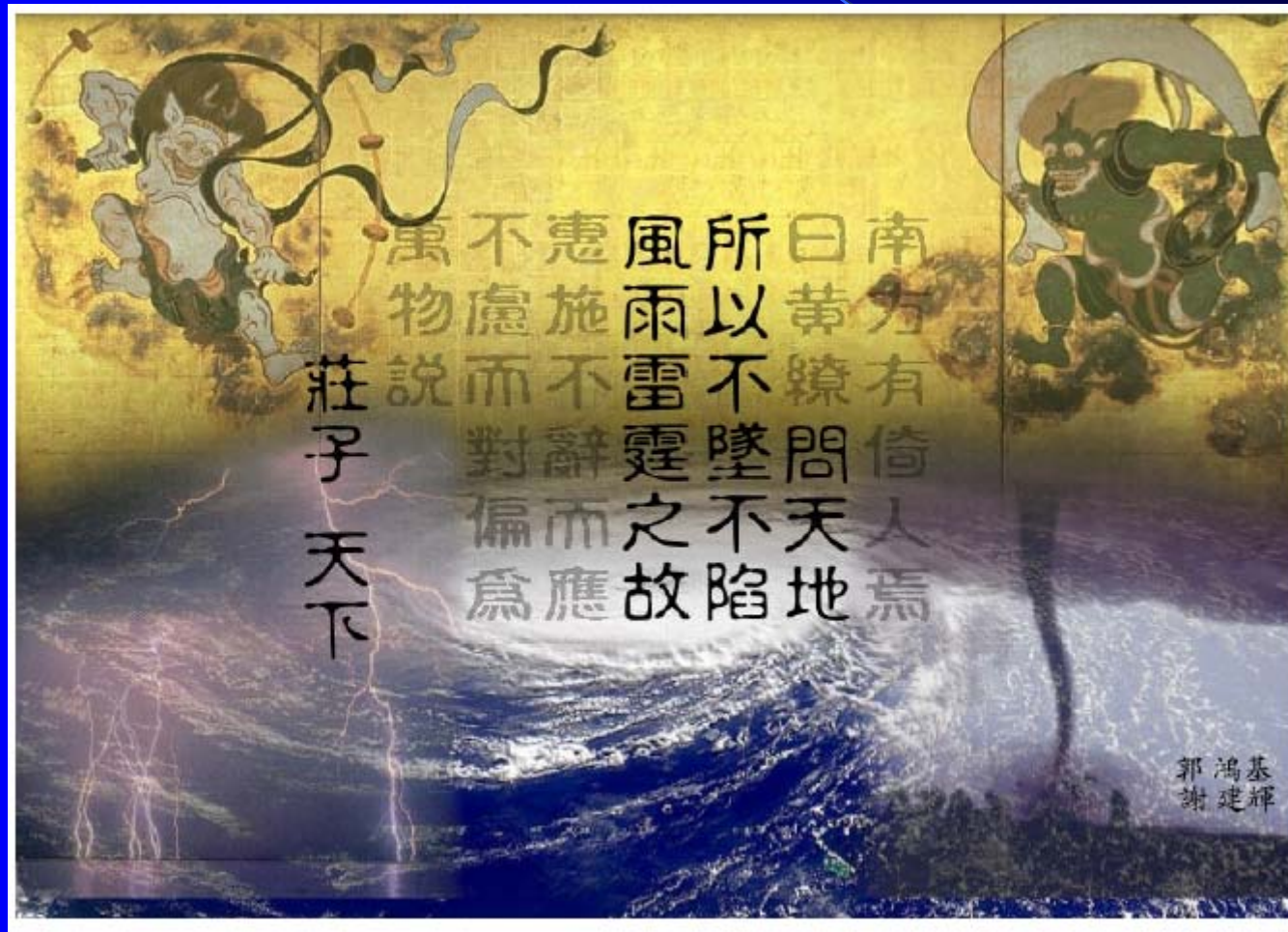
取自NCDR (2012)

# 揭開颱風的面紗---颱風的基本結構



取自郭鴻基,李清勝,吳俊傑(2001)

# 颱風災害—豪雨及強風所致



取自郭鴻基(2004)

# 颱風潛熱與其它 能量的比較

莫拉克颱風的全台灣平均總雨量為600mm

$$600 \text{ mm} = 0.6 \text{ m}$$

$$0.6 \text{ m} * 1000 \text{ kg m}^{-3} * 2.5 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1} = 1.5 \times 10^9 \text{ J m}^{-2}$$

$$1.5 \times 10^9 \text{ J m}^{-2} * 3.5 \times 10^{10} \text{ m}^2$$

$$= 5.3 \times 10^{19} \text{ J} \sim 10^{20} \text{ J}$$

估計颱風潛熱釋放及其他  
能量的比較表

取自郭鴻基(2004)

能量估計值		備註
莫拉克颱風降雨 總潛熱能量	$10^{20} \text{ J}$	可使台灣整層大氣增溫100度
台灣一年用電量	$5 * 10^{17} \text{ J}$	需數百年用電量才相當
全世界核子彈爆炸釋放能量	$2 * 10^{19}$ $\sim 2 * 10^{20} \text{ J}$	與莫拉克颱風同等級
核戰後燃燒釋放能量	$2 * 10^{20} \text{ J}$	與莫拉克颱風同等級
地球一天接受的太陽能量	$1.5 * 10^{22} \text{ J}$	數百個莫拉克颱風
Tunguska隕石撞地球（西元1908年，西伯利亞）	$10^{16} \text{ J}$	莫拉克颱風的萬分之一
火流星撞地球（恐龍滅絕？）	$4 * 10^{23} \text{ J}$	數千個莫拉克颱風

# 颱風災害→數十至百億台幣經濟影響

直接颱風災害（風災、水災、土石流）

颱風放假與防災動員（遷村、撤離）

水資源規劃管理（水庫操作、自來水供應）

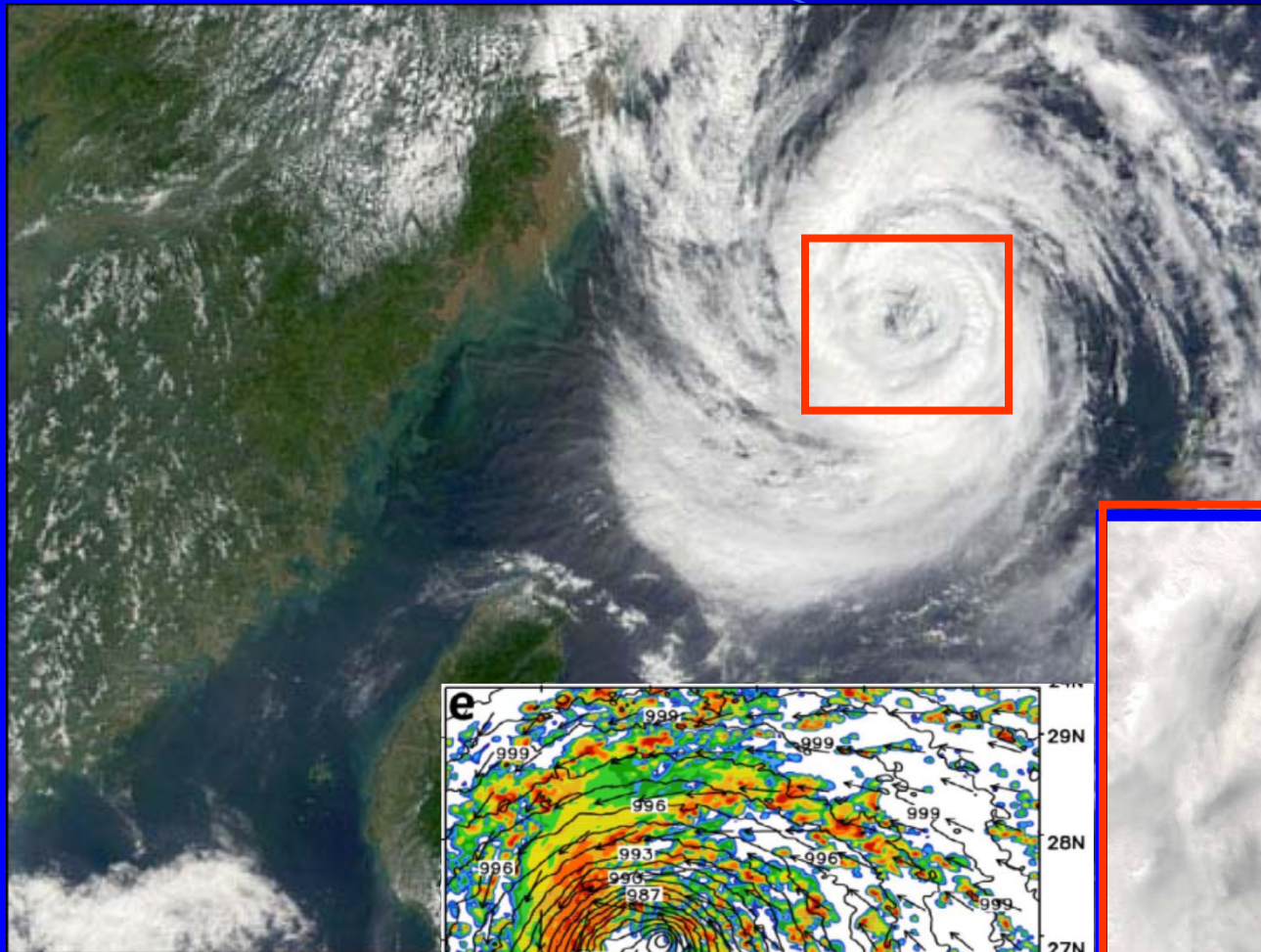
## 科學議題：

颱風路徑預報

颱風伴隨風雨預報

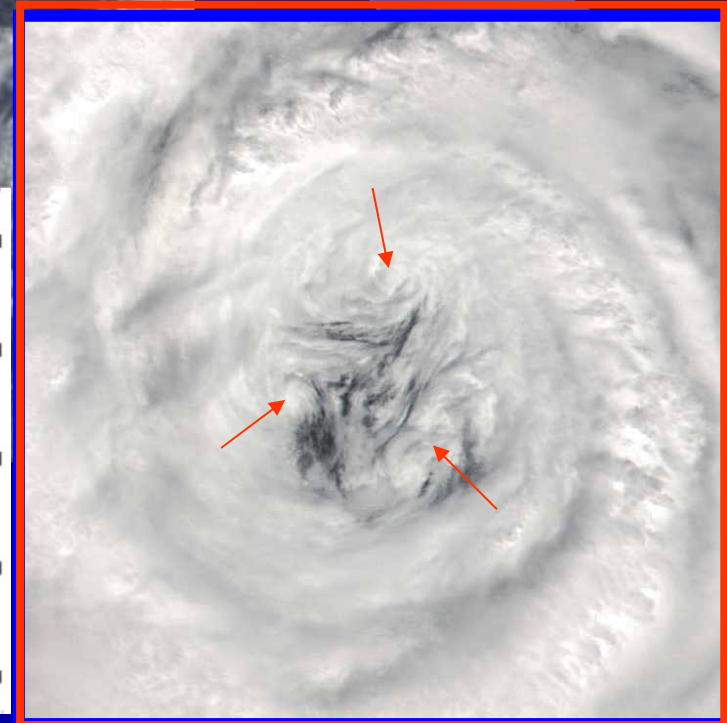
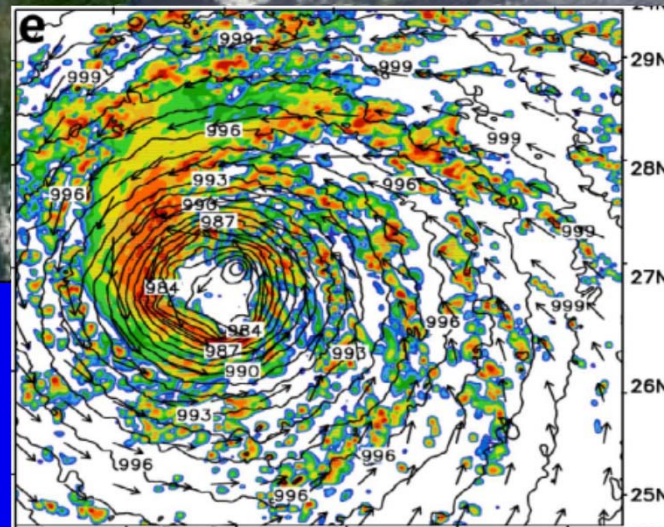
颱風個數季節預報

# 納莉(2001)颱風眼附近的中尺度渦旋



取自郭鴻基(2004)

侵台納莉颱風登陸前  
颱風眼附近觀測到  
3個中尺度渦旋

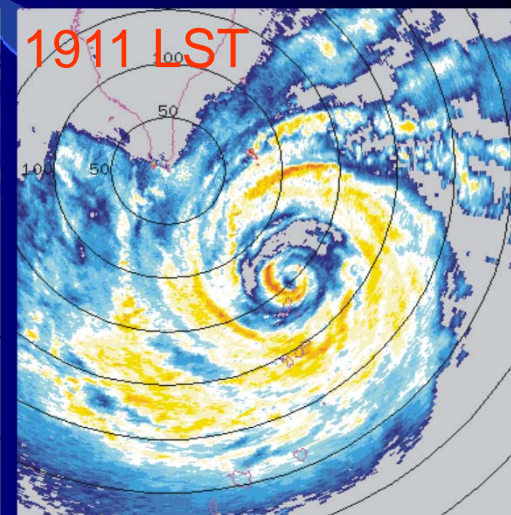
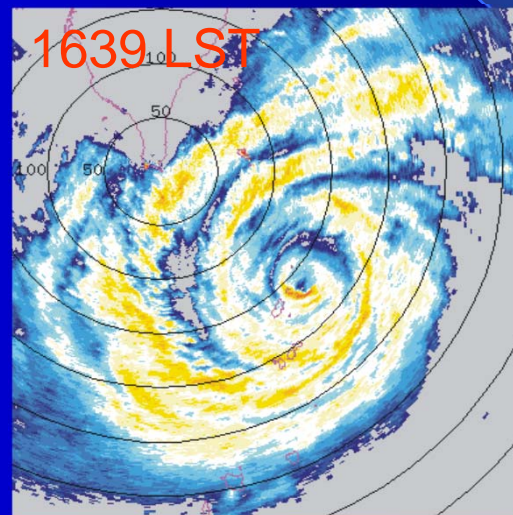
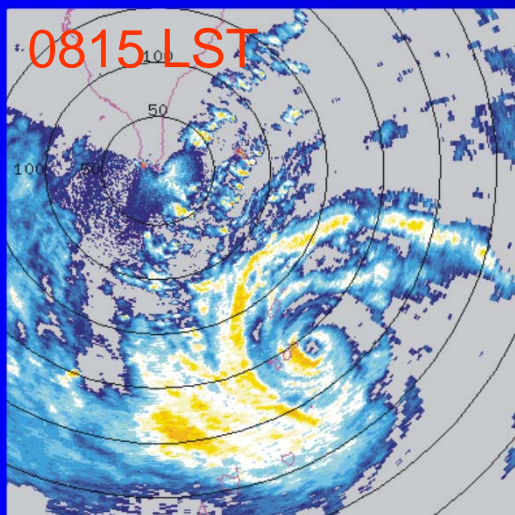


Zhang, Tien, Yang  
(2011; JGR)



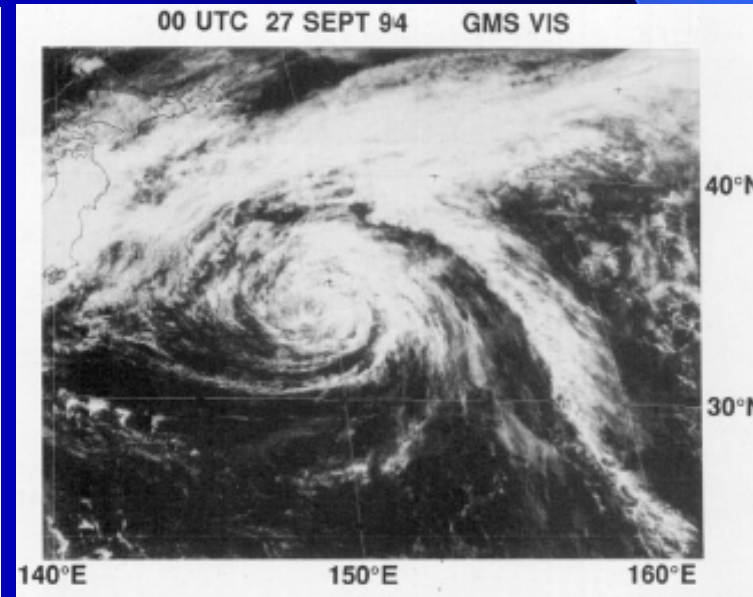
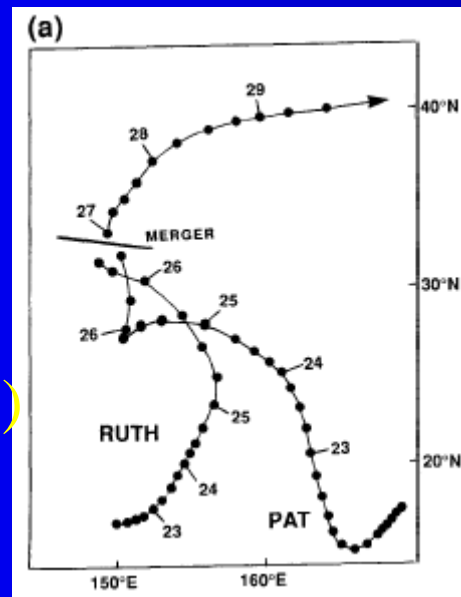
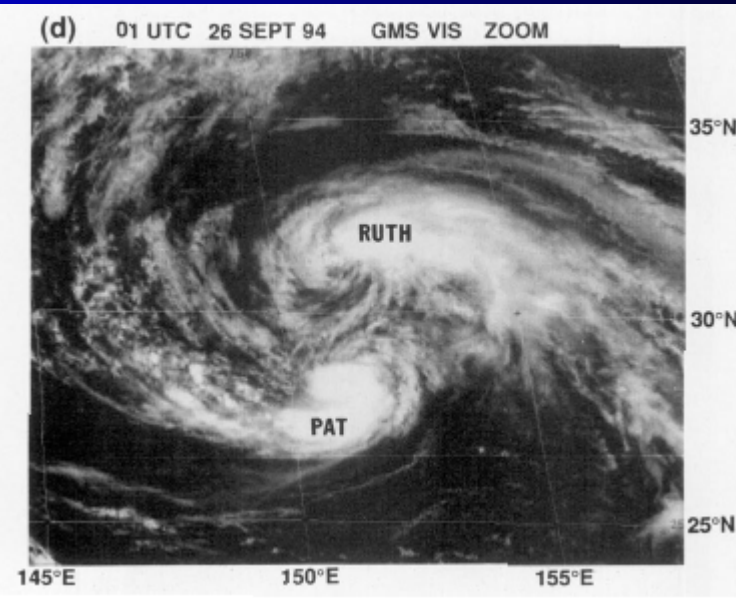
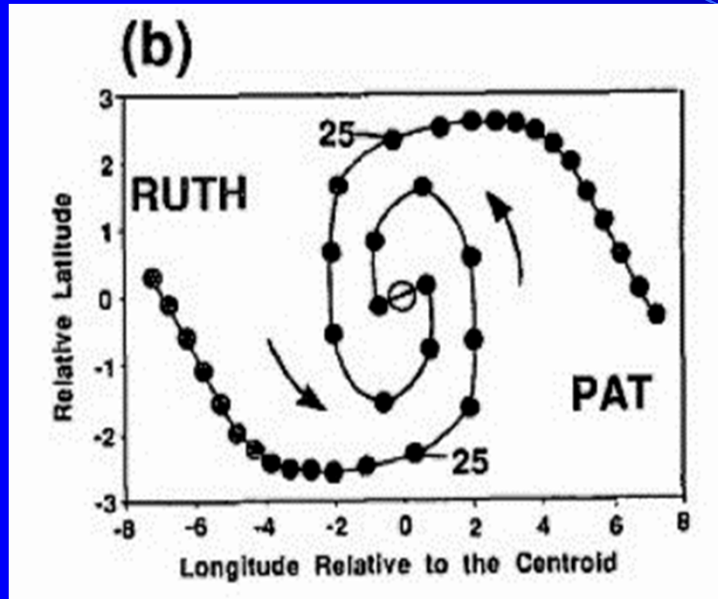
# 利奇馬(2001)颱風：雙眼牆的形成

墾丁雷達  
站觀測圖



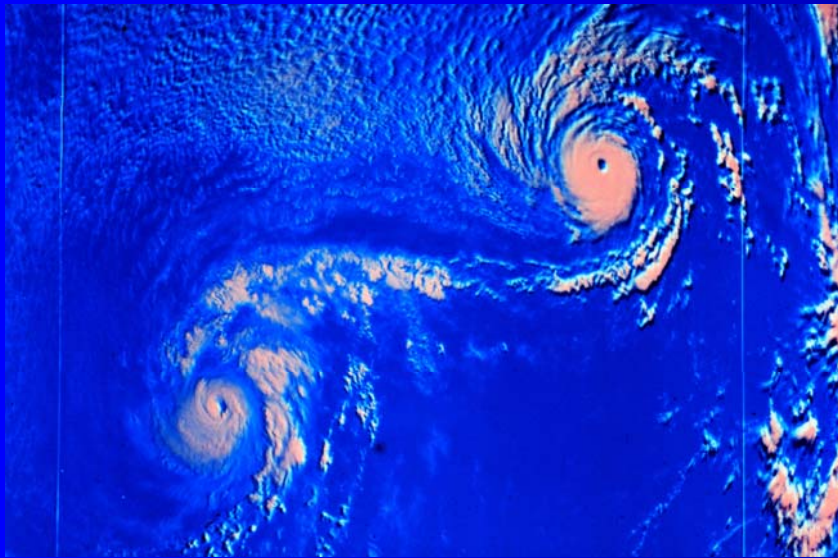
取自郭鴻基(2004)

# 雙颱風合併：颱風派特(PAT) 與羅絲(RUTH)

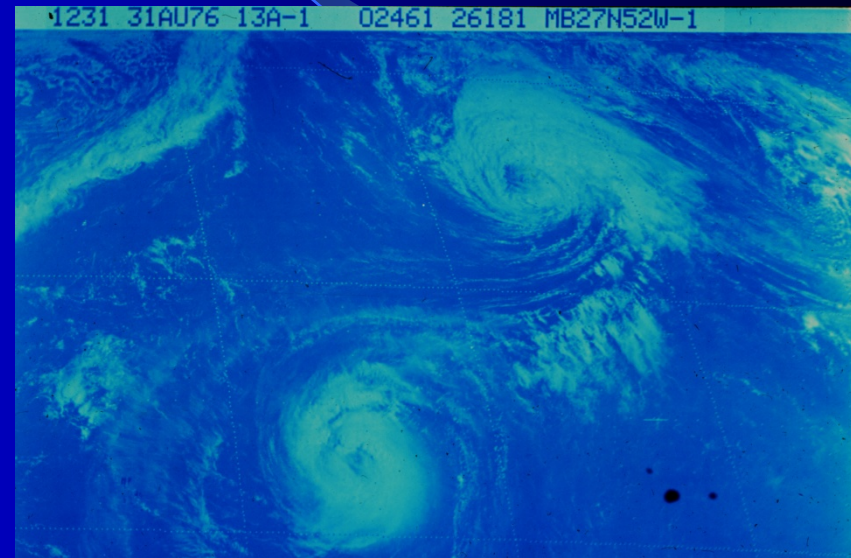


取自郭鴻基(2004)

# 雙颱風的互繞 --- 藤原效應



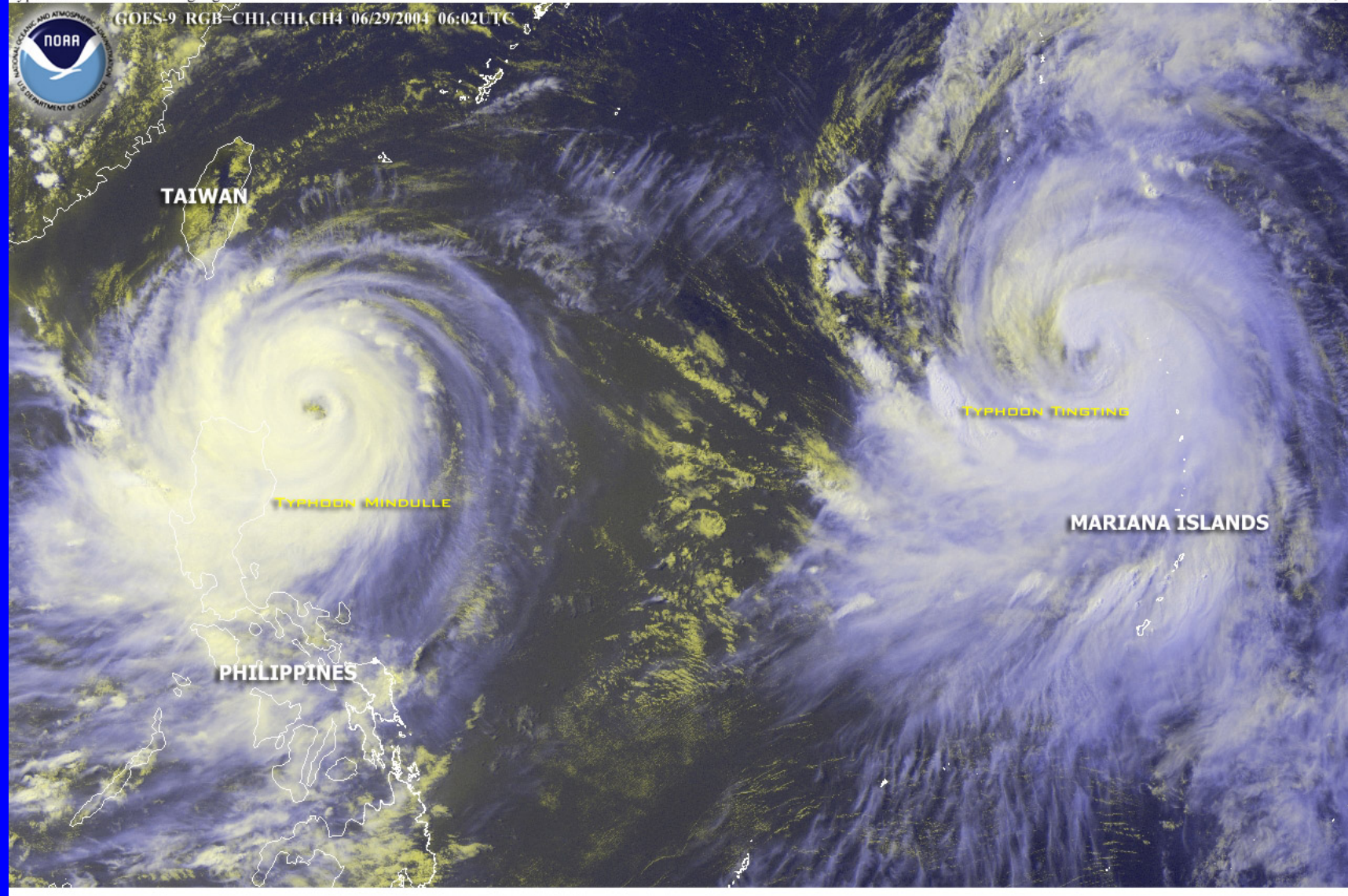
颱風 Ione 與 Kristen



颱風 Emmy 與 Frances

Typhoons Mindulle and Tingting in the Northwest Pacific.

CREDIT: NOAA



# 颱風導致的災害---土石流



南投縣神木村一般型土石流堆積物，含有豐富的黏土、砂、礫石及巨石。



南投縣豐丘礫石型土石流堆積物，含有極豐富的礫石及巨石。

取自詹錢登(2004)

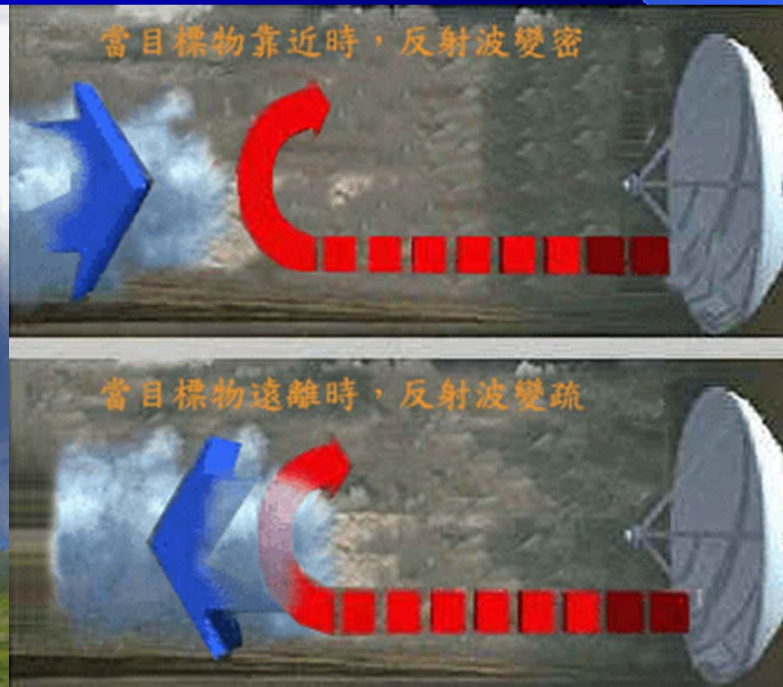
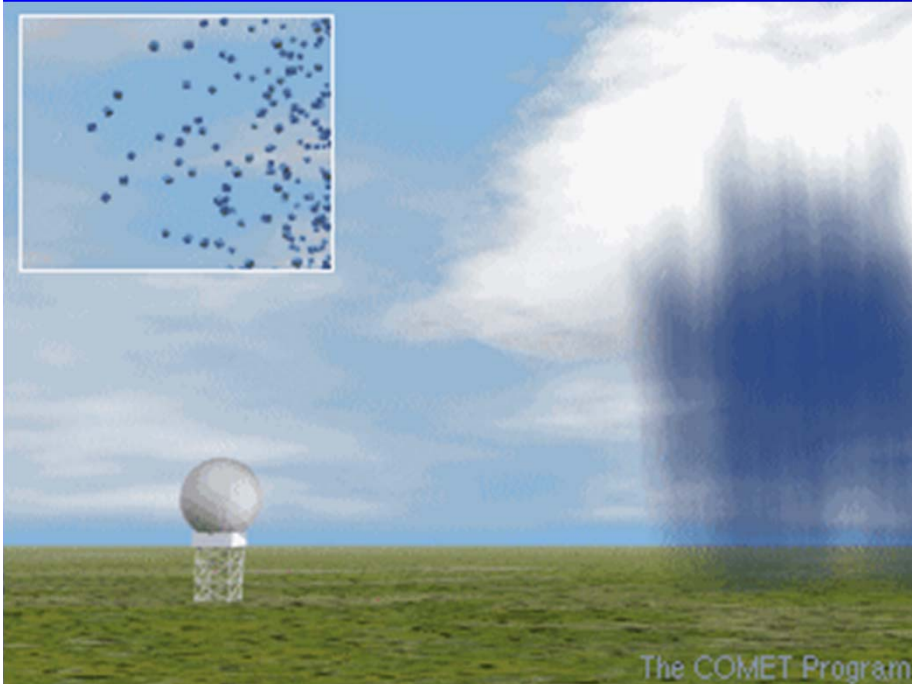
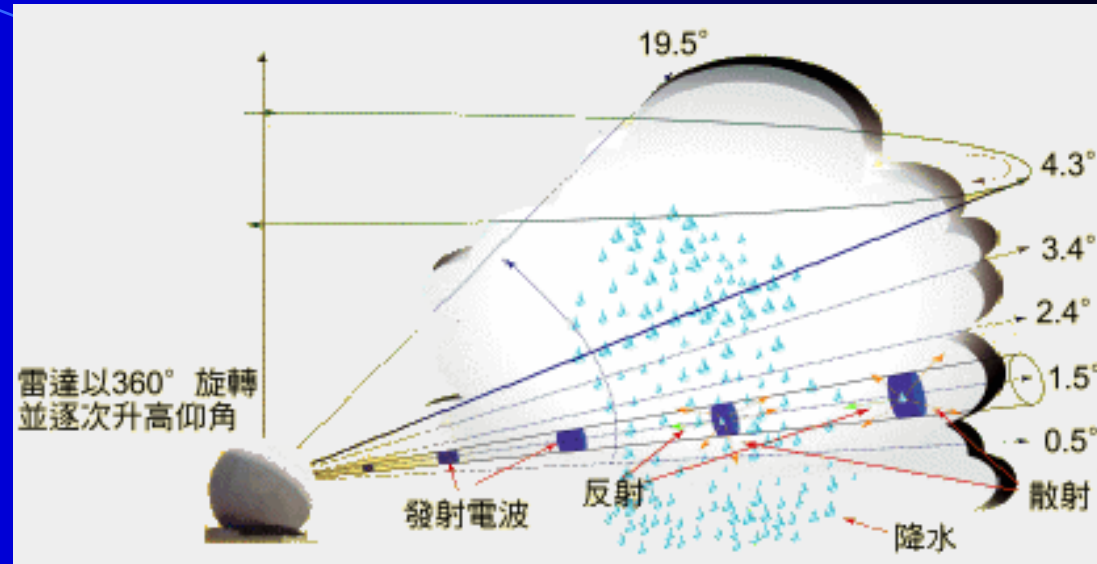


土石流淹沒廟宇 土石流發生時，即便是神明也自身難保，所以平日的防患與預警，實為保全性命財物的不二法門。

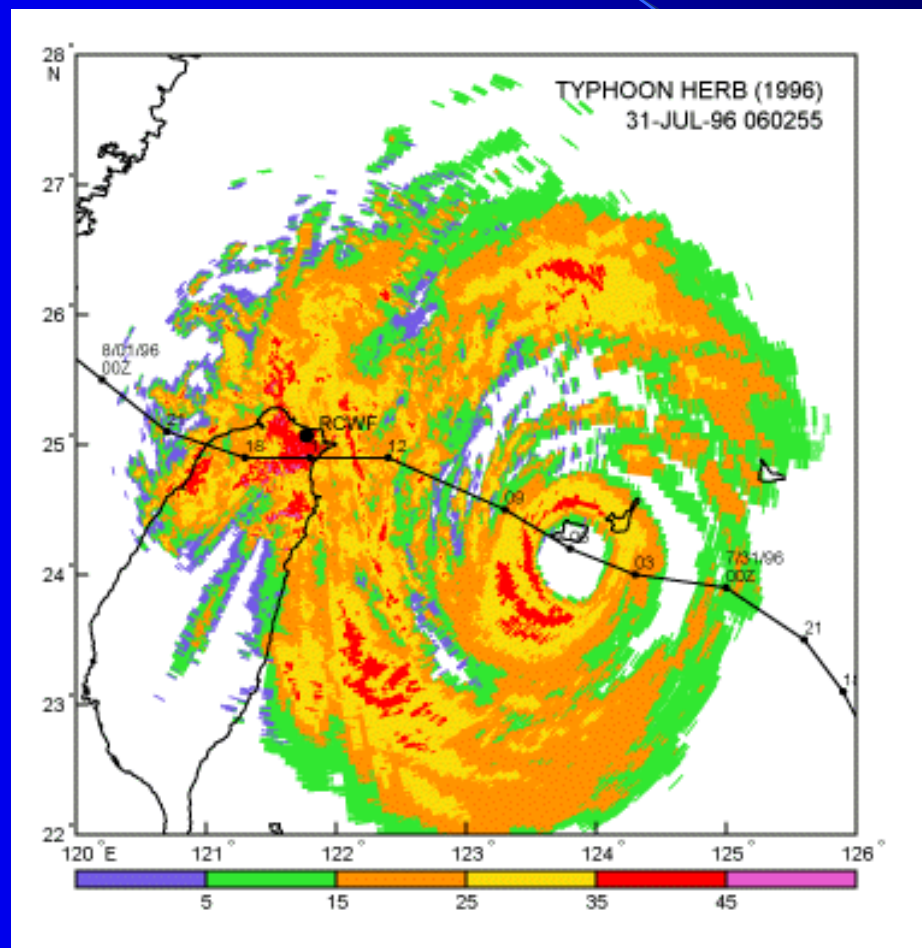
取自詹錢登(2004)

# 都卜勒氣象雷達

- a. 利用反射波強度知雨滴大小
- b. 利用反射波波長變化知移動速度及方向



# 雷達回波圖



取自李文兆(1997)



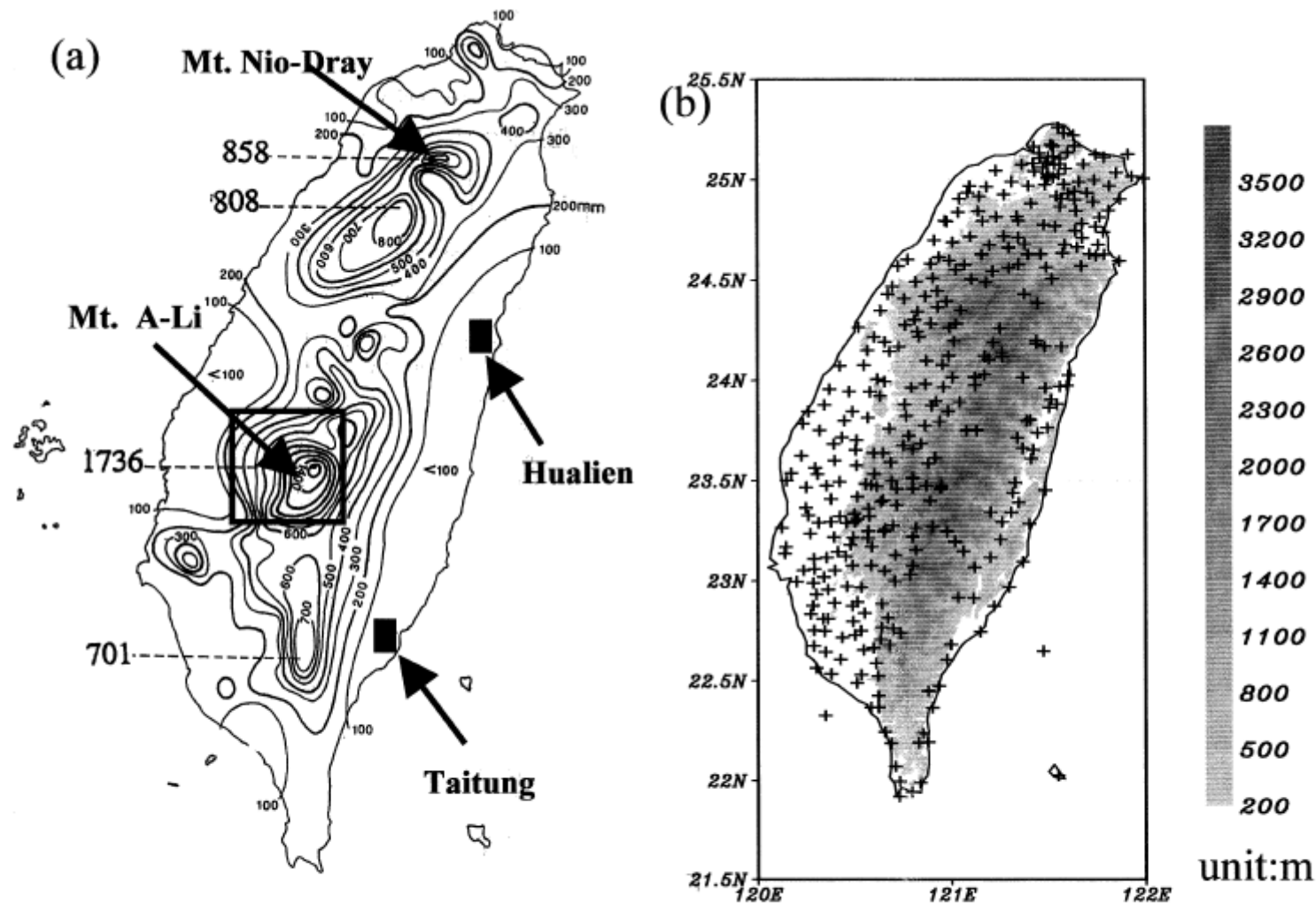
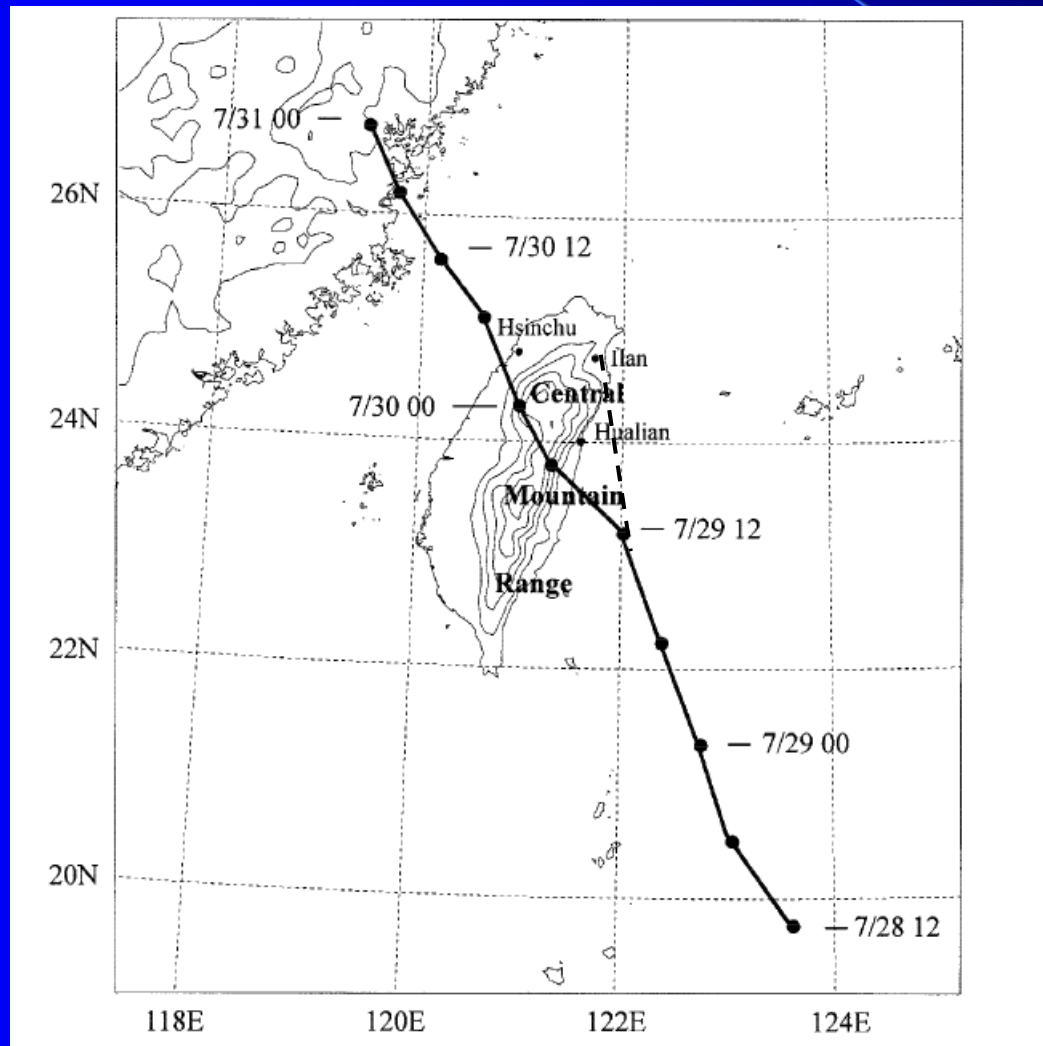


FIG. 1. (a) The 24-h (0000 UTC 31 Jul–0000 UTC 1 Aug 1996) accumulated rainfall (contour interval of 100 mm) during passage of Typhoon Herb (after Shieh et al. 1997). The thickened square box indicates the region (23.3°–23.7°N, 120.6°–121.0°E) for the area average used in Figs. 12, 13, and 15 and Tables 2 and 3. Line AB (along 23.3°N, and from 120° to 122°E) is used for cross-sectional analyses in Figs. 7 and 9. (b) Taiwan terrain shown in shading. The plus signs indicate the locations of the 327 rain gauge stations whose rainfall data are used to plot the rainfall distribution in (a).

取自吳俊傑等人(2002)

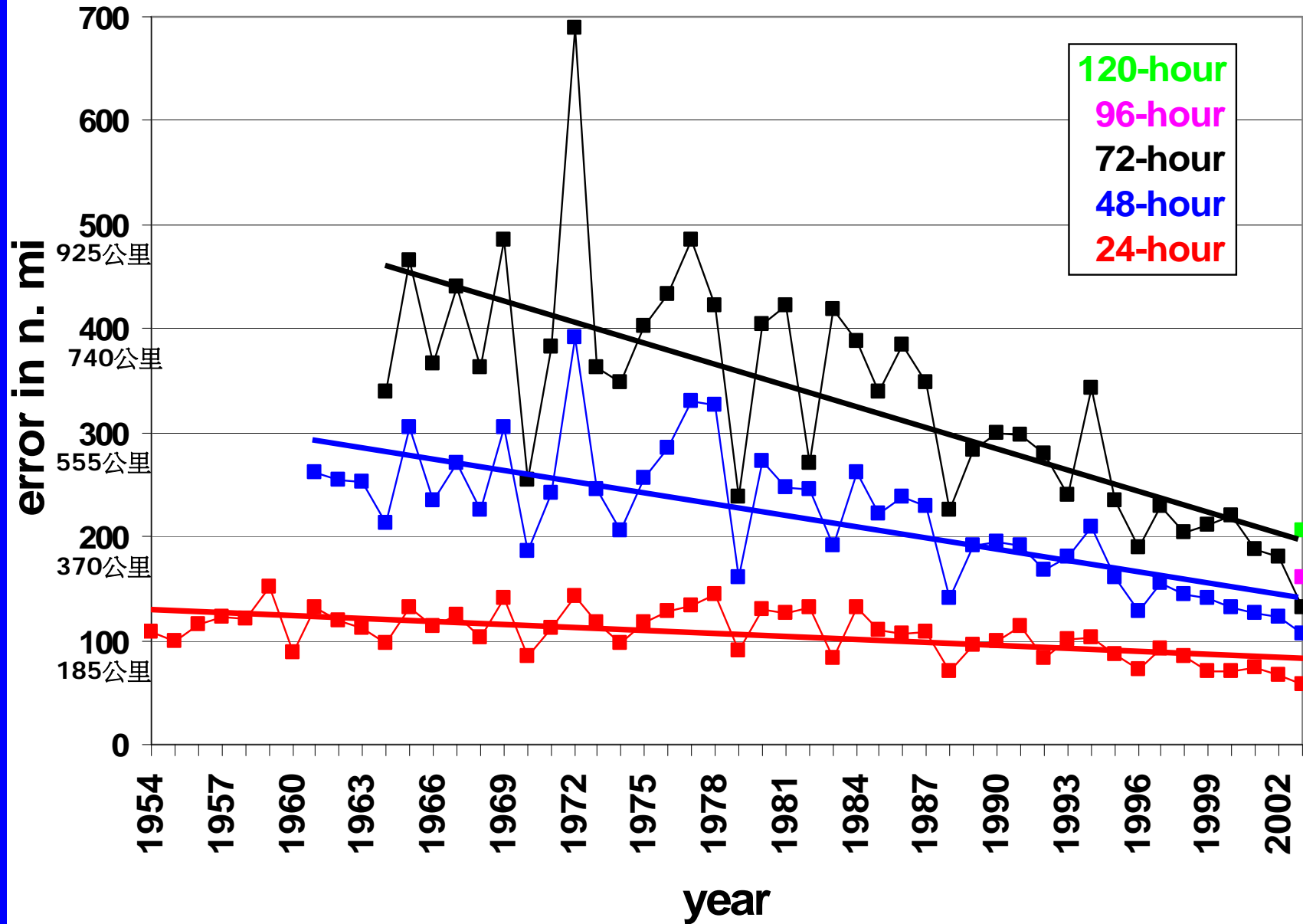
# 桃芝(2001)颱風



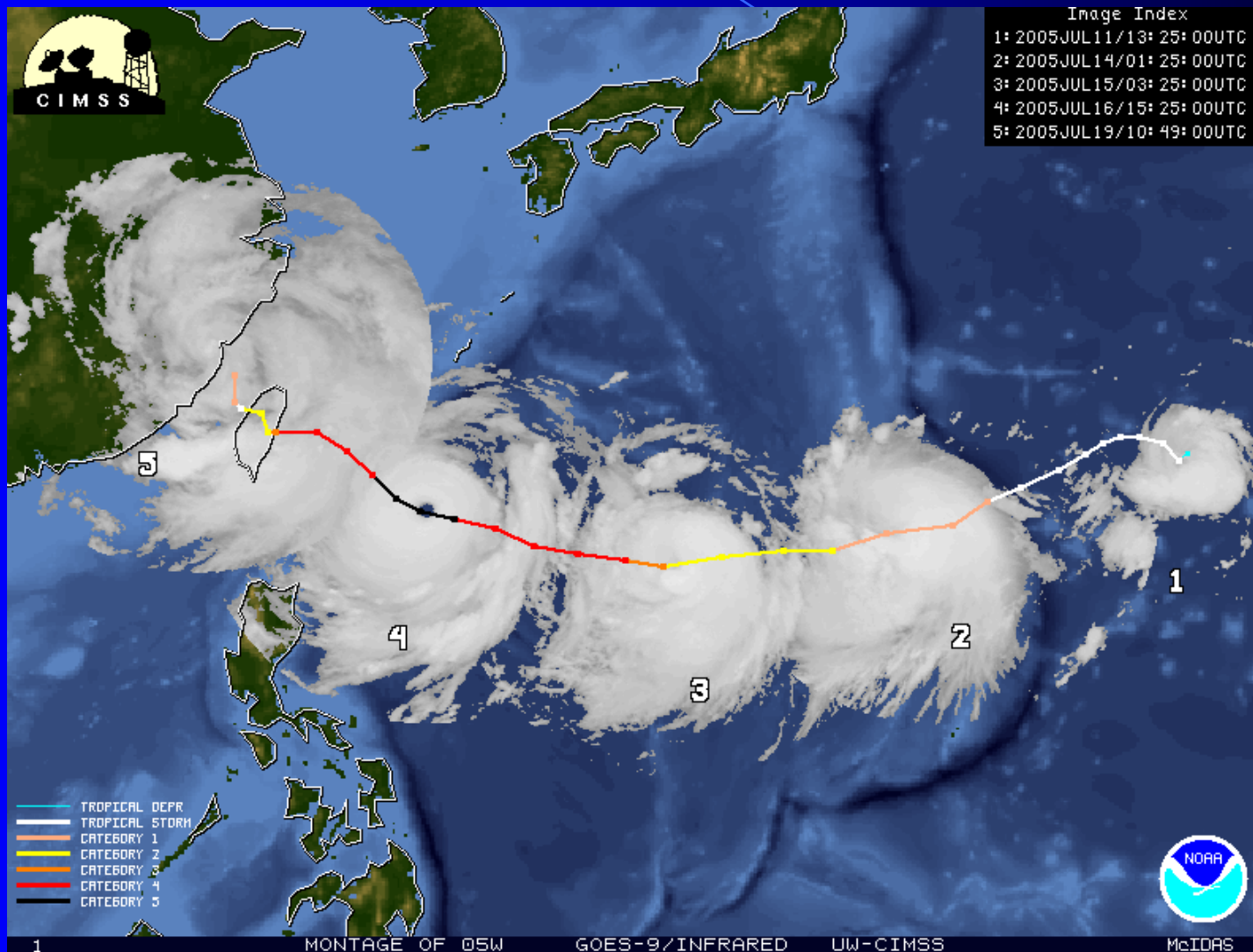
Yang and Ching  
(2005; TAO)

# Tropical Prediction Center Performance Measures

yearly-average official track forecast errors and trend lines, Atlantic basin

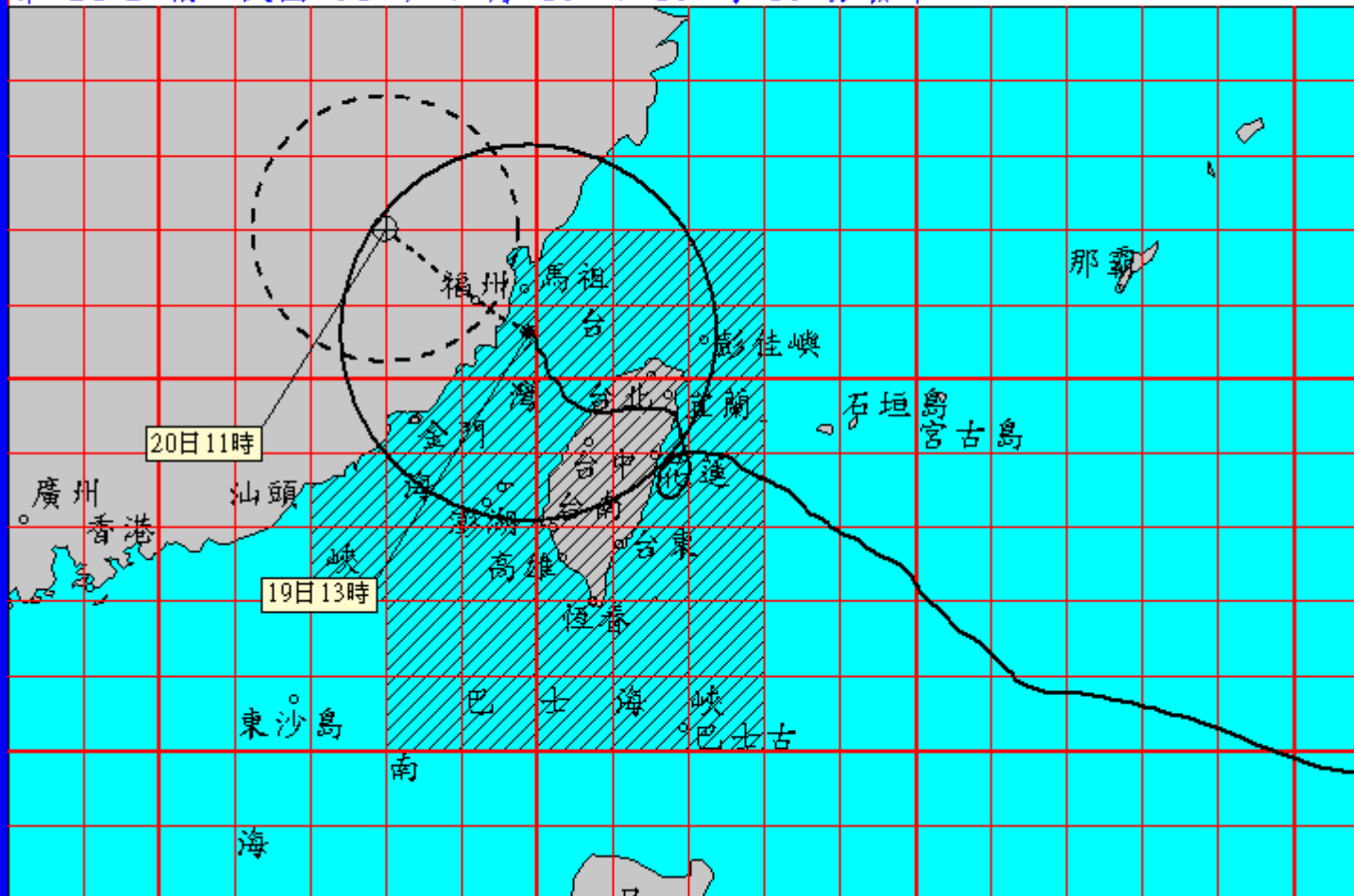


# 海棠(2005)颱風



# 海棠(2005)颱風

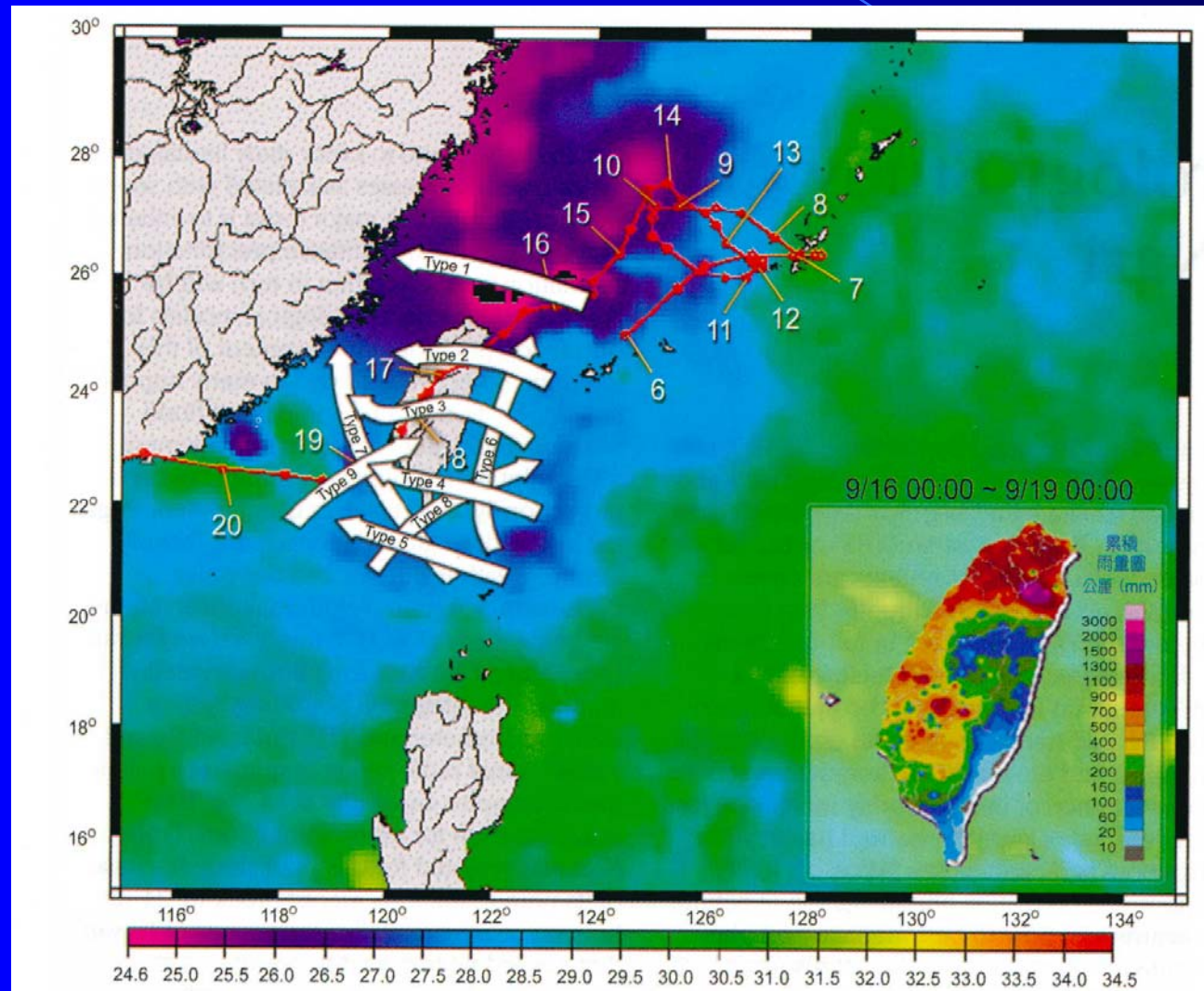
中度颱風 編號第 5 號 (國際命名: HAITANG, 中文譯名: 海棠)  
第 24-2 報 民國 94 年 7 月 19 日 13 時 15 分發布



# 海棠(2005)颱風



# 納莉(2001)颱風



Sui et al.  
(2002; EOS)

# 豪雨成災





# 洪水氾濫



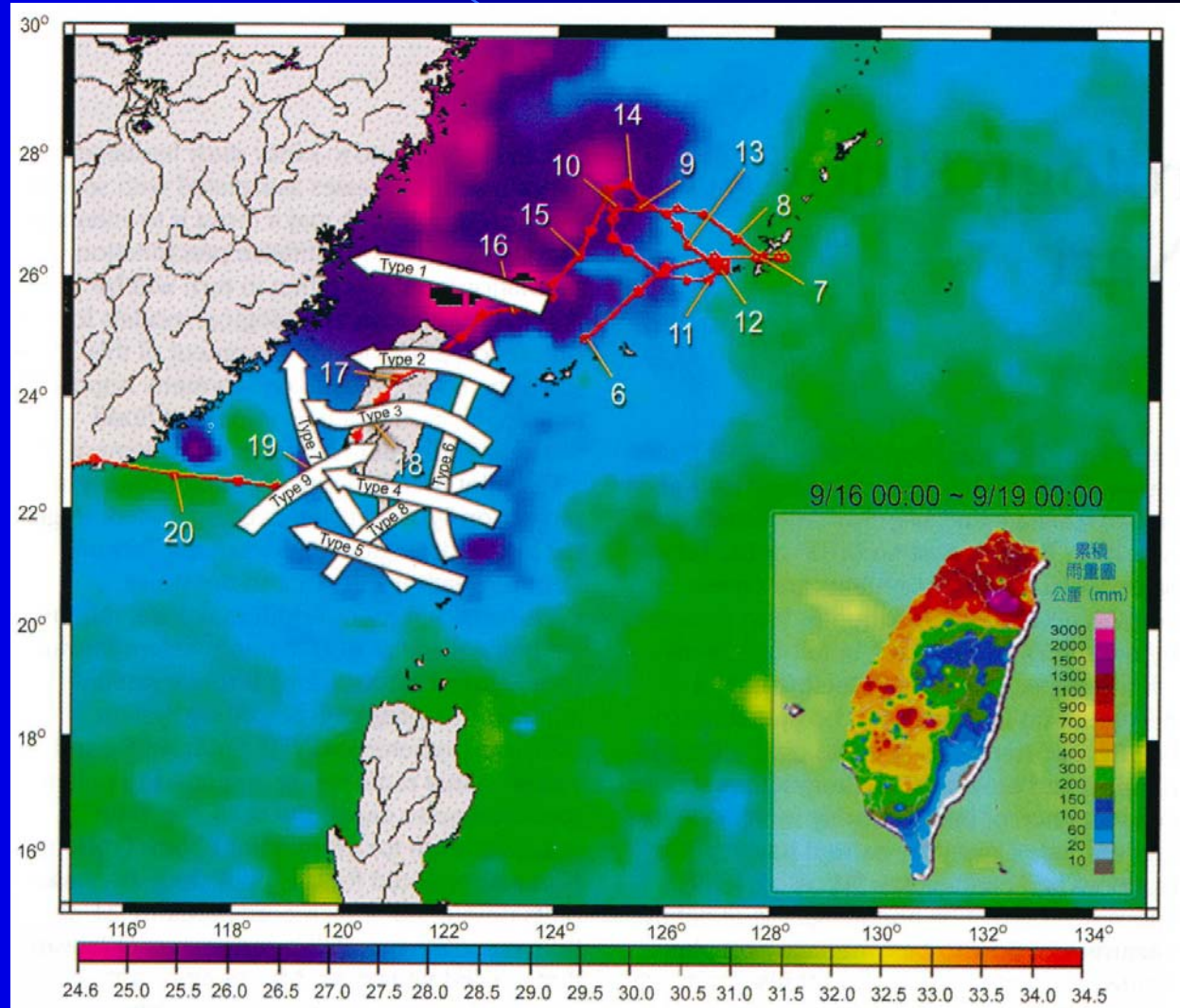
# 河水越堤氾濫



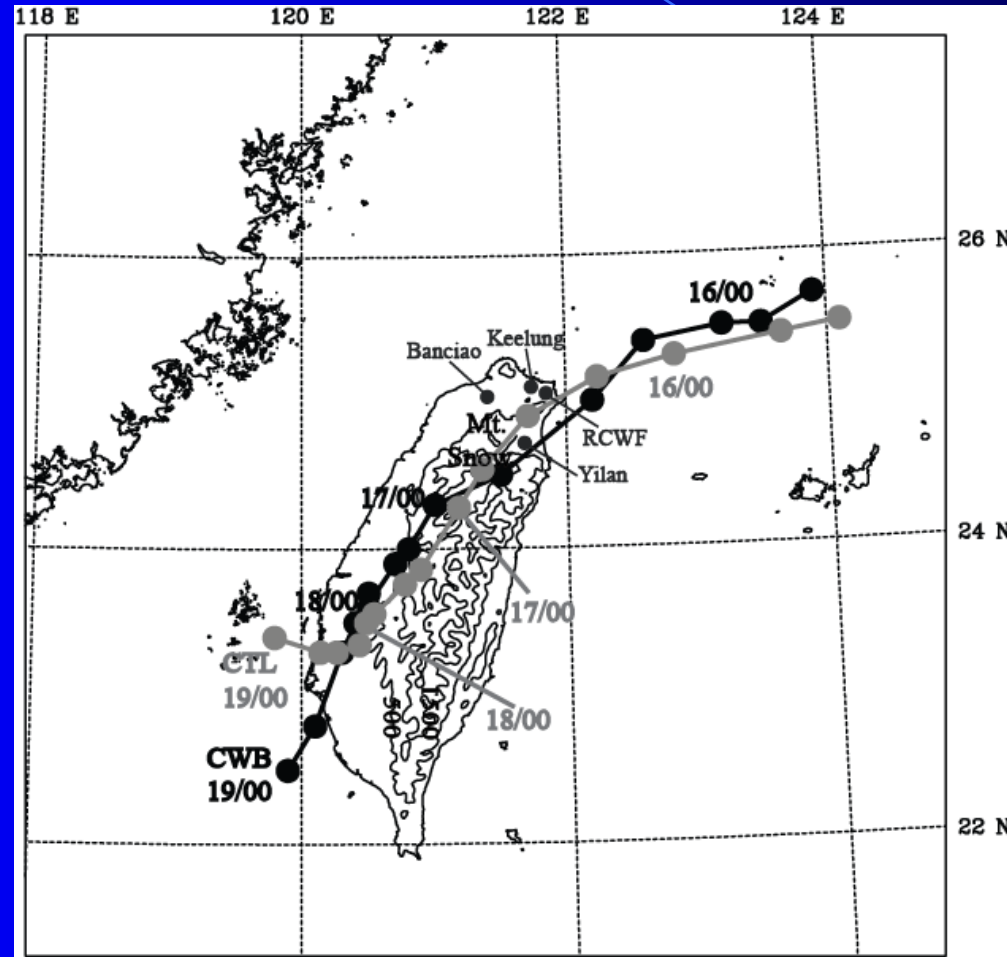
[http://www.ds.as.csi.cmu.edu.tw/~clin/ppt/cv/其他/pages/010017\\_納副副副圖-2.htm](http://www.ds.as.csi.cmu.edu.tw/~clin/ppt/cv/其他/pages/010017_納副副副圖-2.htm)

# 納莉(2001)颱風獨特之處

- 獨特的路徑
- 移動十分緩慢
- 生命期非常長
- 溫暖的海水
- 異常豪雨
- 河水氾濫成災

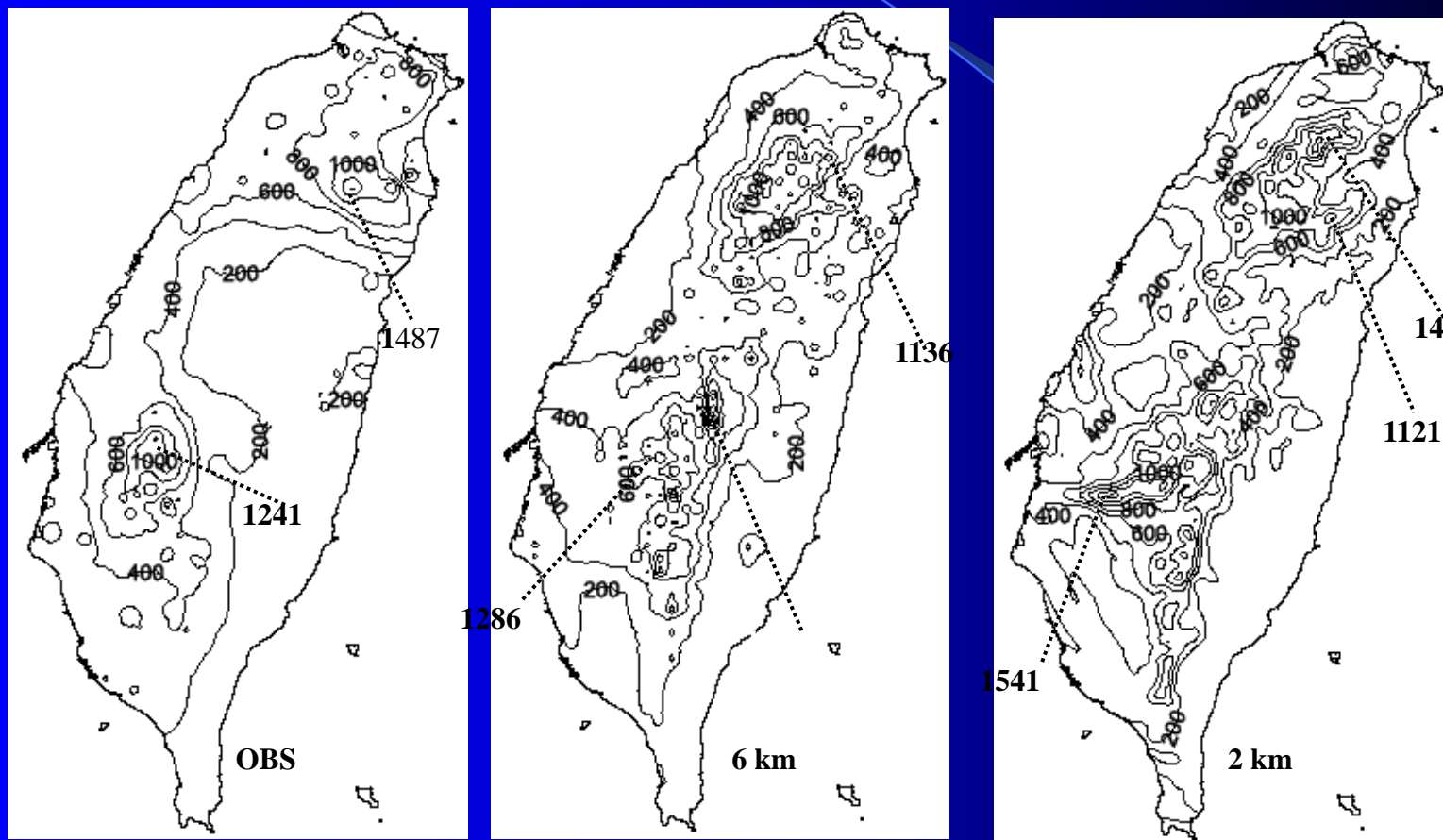


# 電腦模擬納莉颱風之路徑



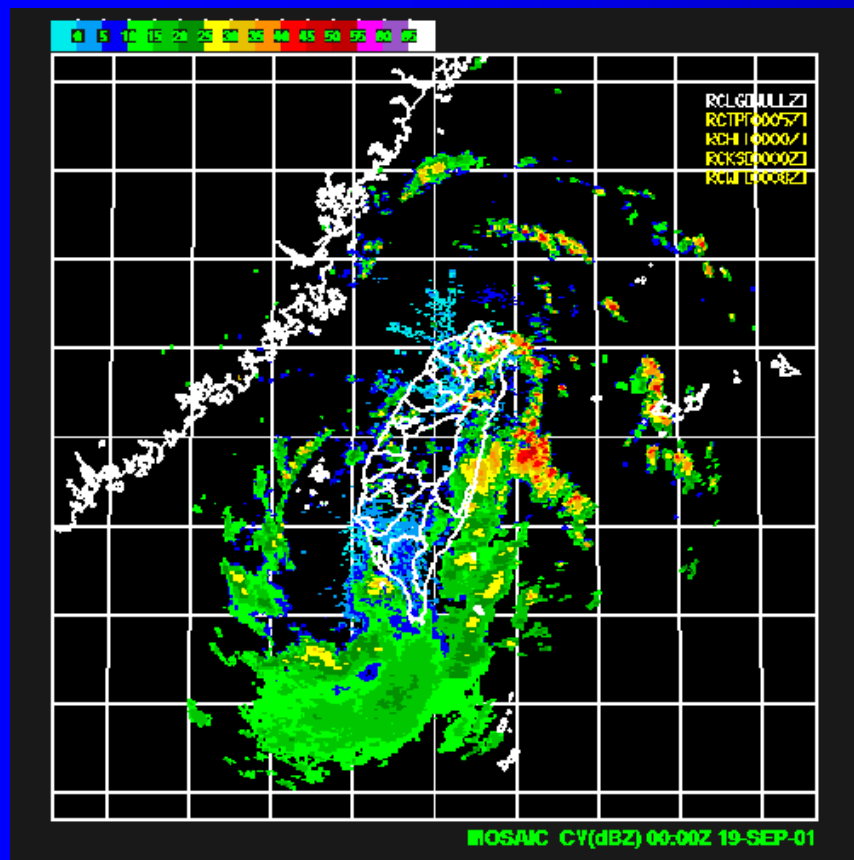
取自 Yang et al. (2008; JAS)

# 電腦模擬納莉颱風之累積雨量

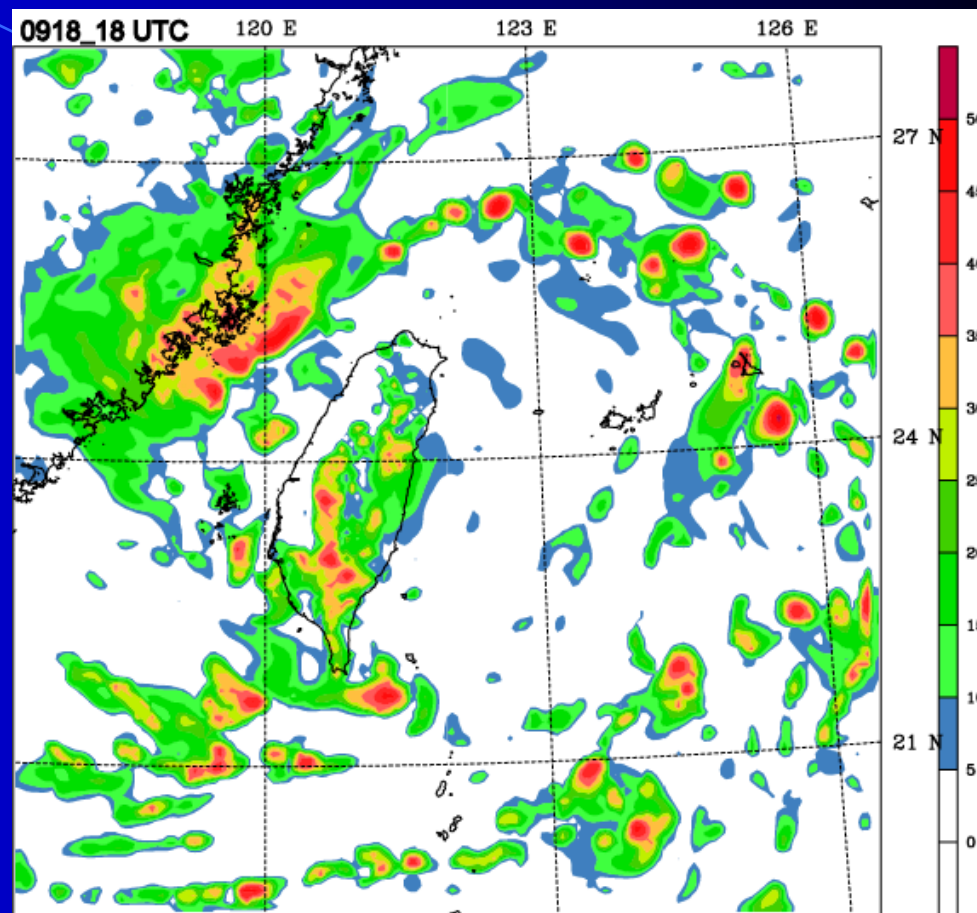


取自 Yang et al. (2008; JAS)

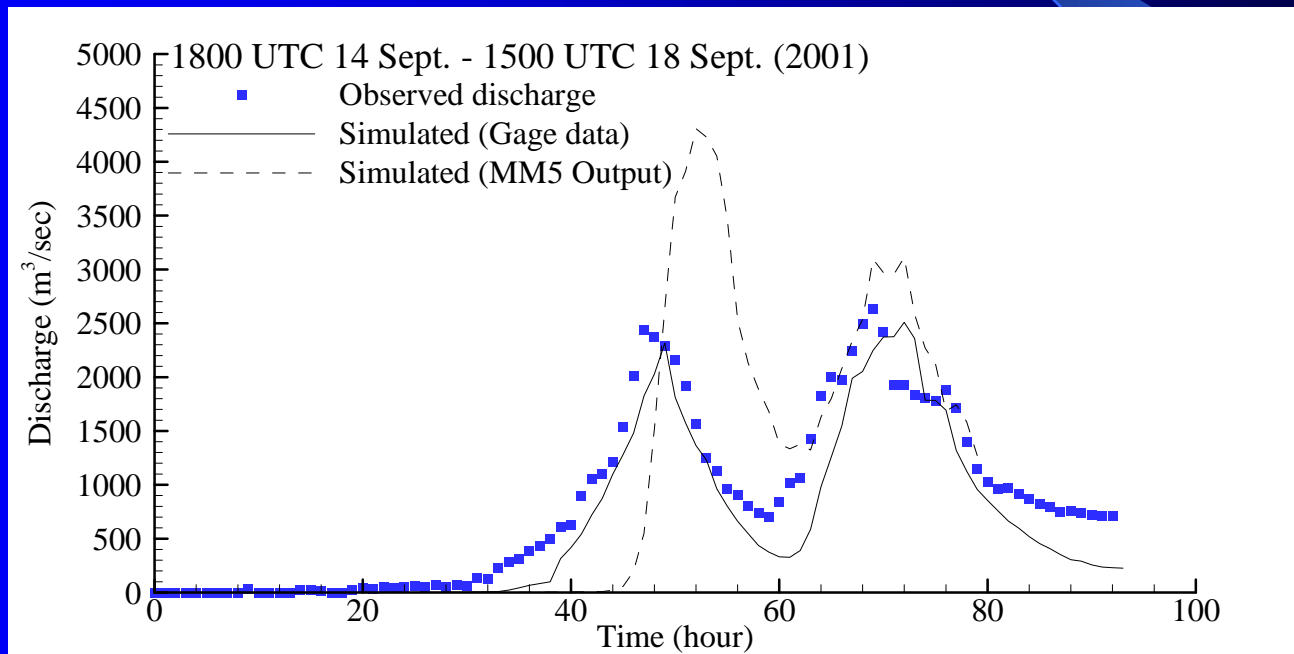
# 雷達回波觀測



# 電腦模擬回波

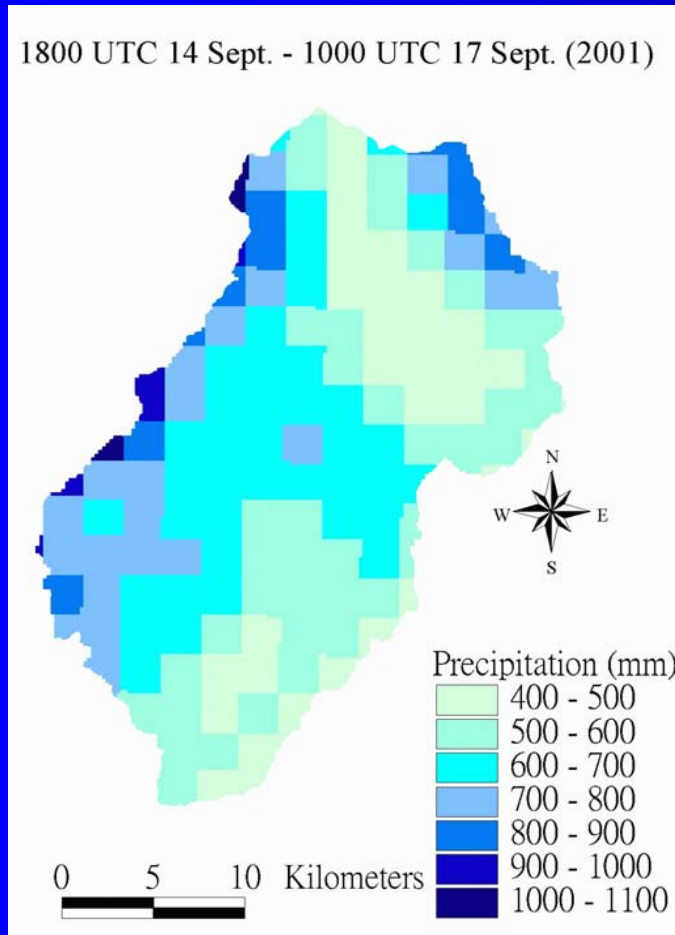


# 納莉颱風期間大漢溪流量模擬

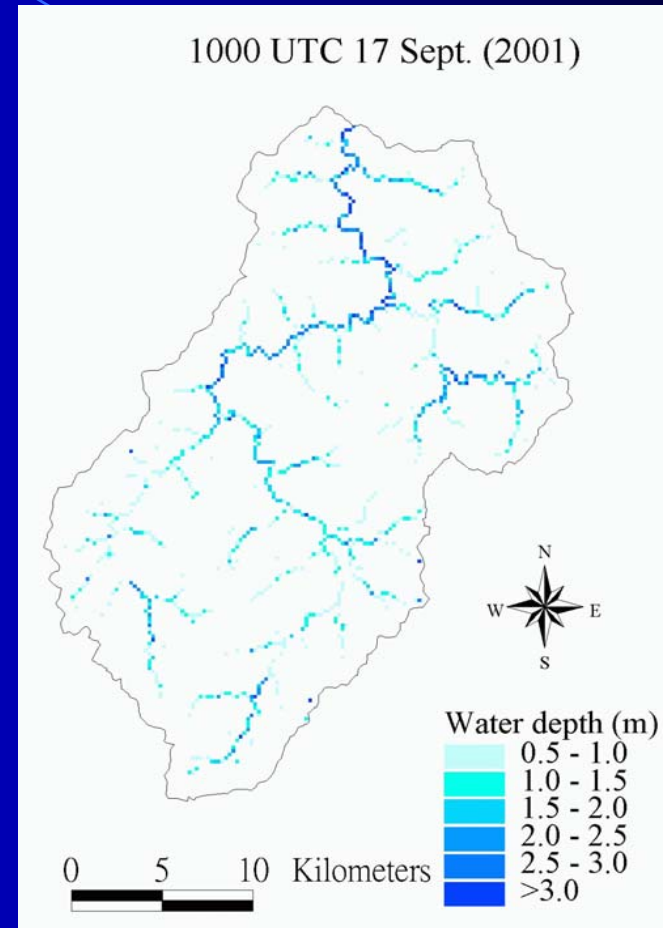


Li, Yang, Soong, and Huang (2005; JHM)

# 納莉颱風期間石門水庫流域水文模擬



累積雨量模擬



河川水位模擬

Li, Yang, Soong, and Huang (2005; JHM)



# 侵台颱風之飛機偵察及投落送觀測實驗

代號：追風計畫

Dropsonde Observation for Typhoon Surveillance  
near the TAIWAN Region (DOTSTAR)

吳俊傑 (計畫主持人)、林博雄 (共同主持人)

國立台灣大學大氣科學系

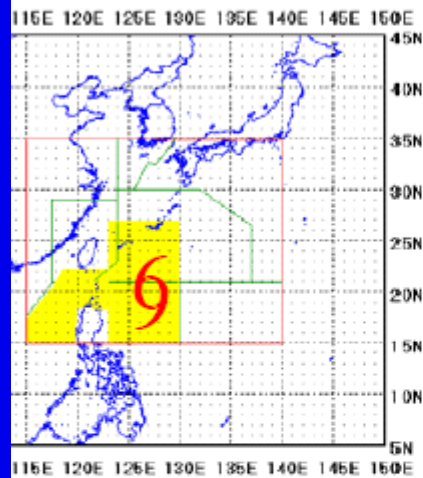
葉天降 (共同主持人)

中央氣象局

謝：國科會、行政院科技顧問組、中央氣象局、民航局、漢翔公司、適航驗證中心等



# Astra jet



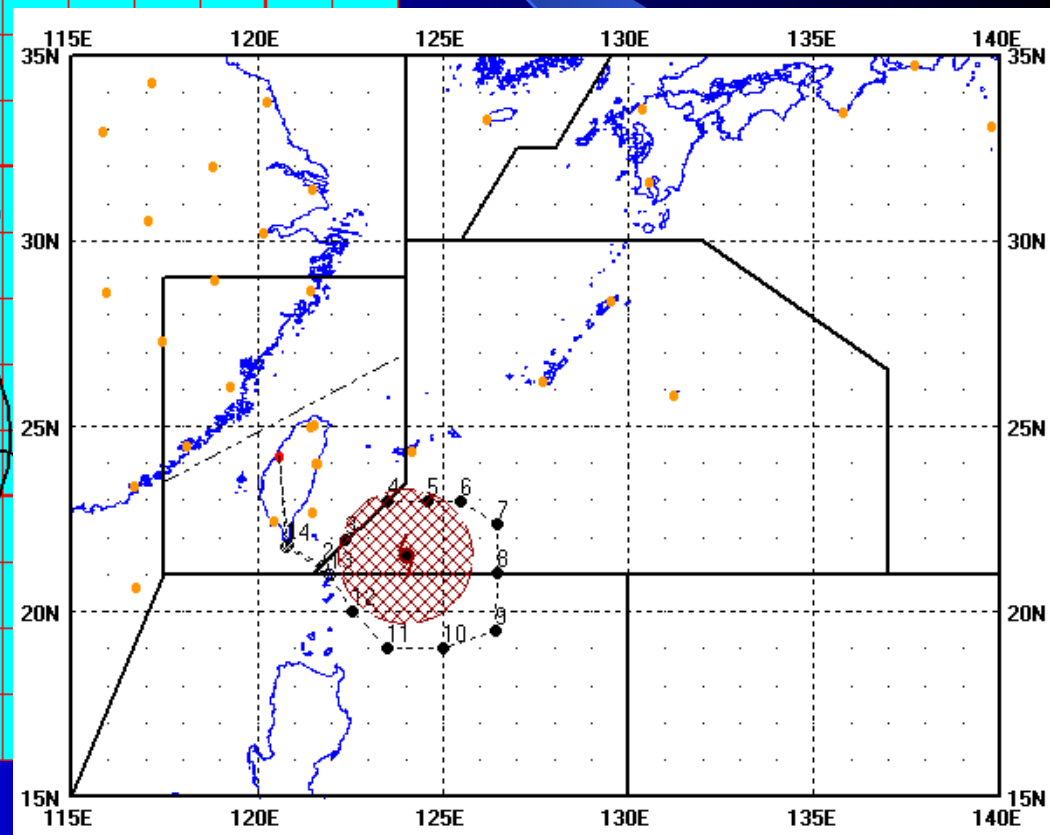
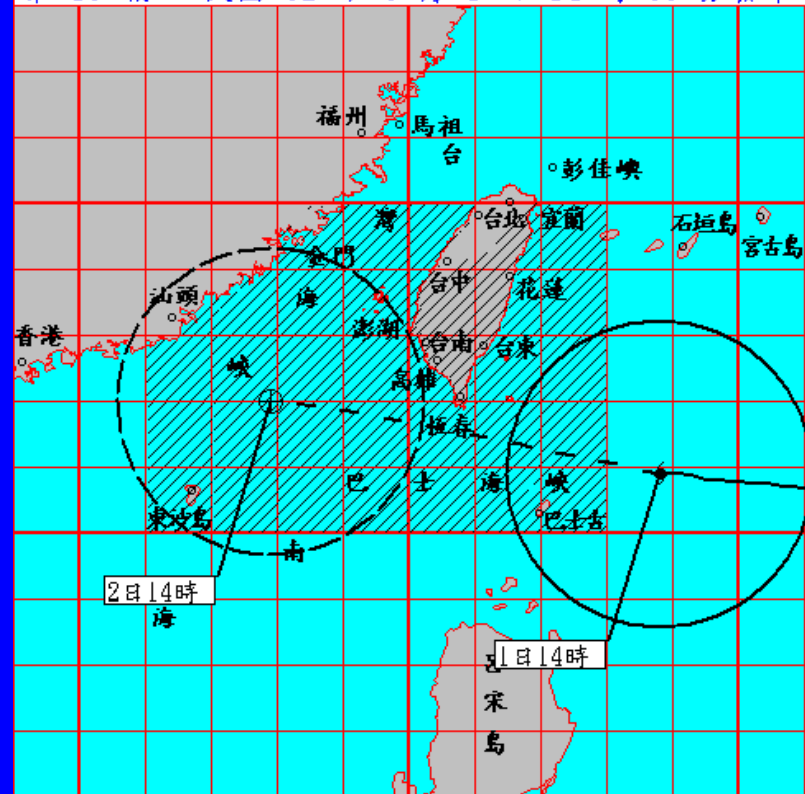
## GPS Dropsonde

取自吳俊傑(2004)

# 侵台颱風之飛機偵察及投落送觀測實驗首航---杜鵑颱風

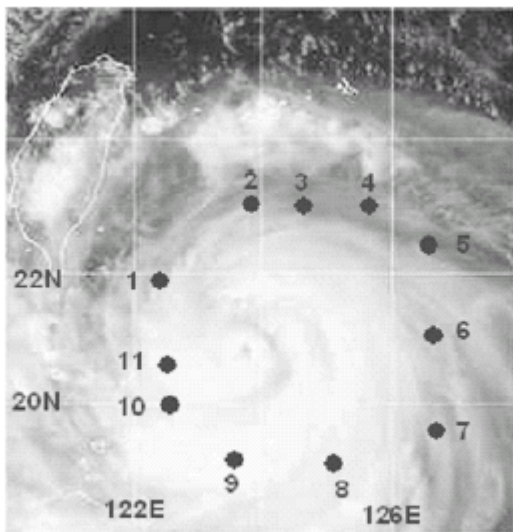
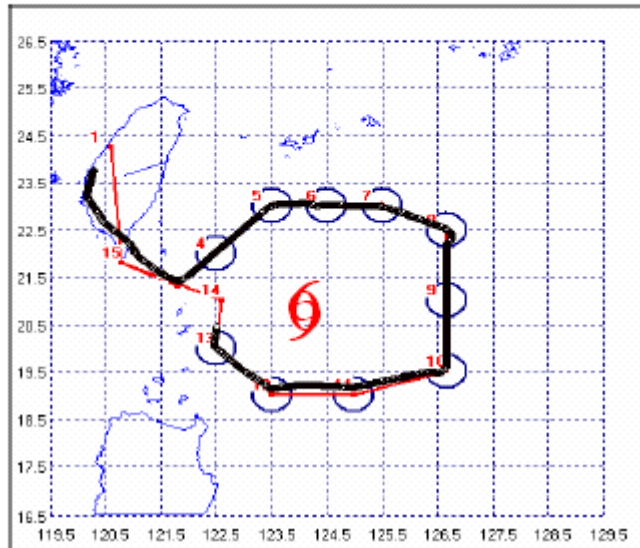
觀測時間：2003年9月1日 - 12:30 - 16:00

中度颱風 編號第 13 號 (國際命名: DUJUAN, 中文譯名: 杜鵑)  
第 10 報 民國 92 年 9 月 1 日 14 時 30 分發布



# #1 mission of DOSTAR - Dujuan

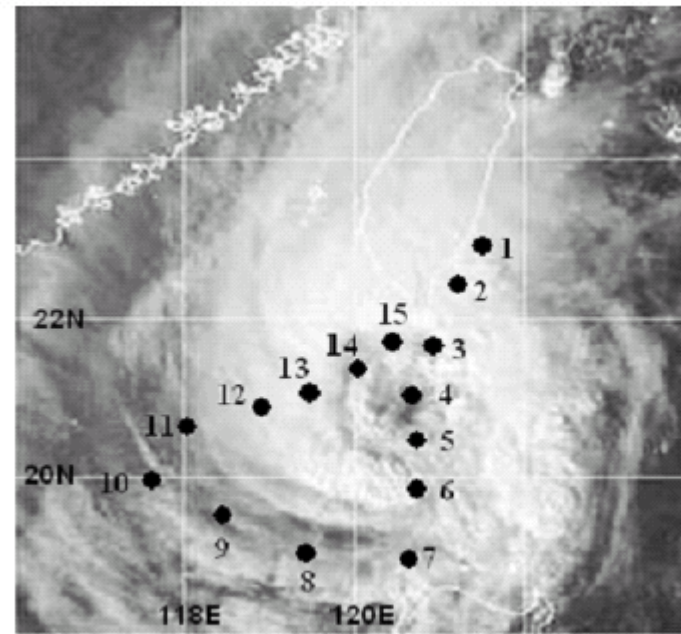
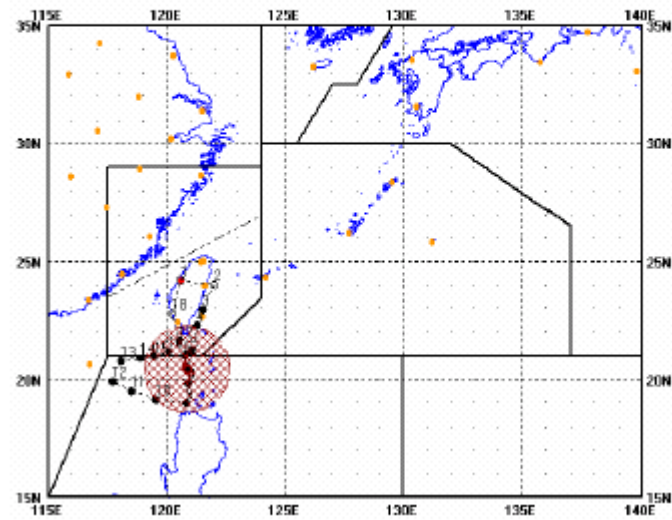
0430 – 0800 UTC 1 September 2003



VIS satellite image time:  
2003/09/01 0525UTC

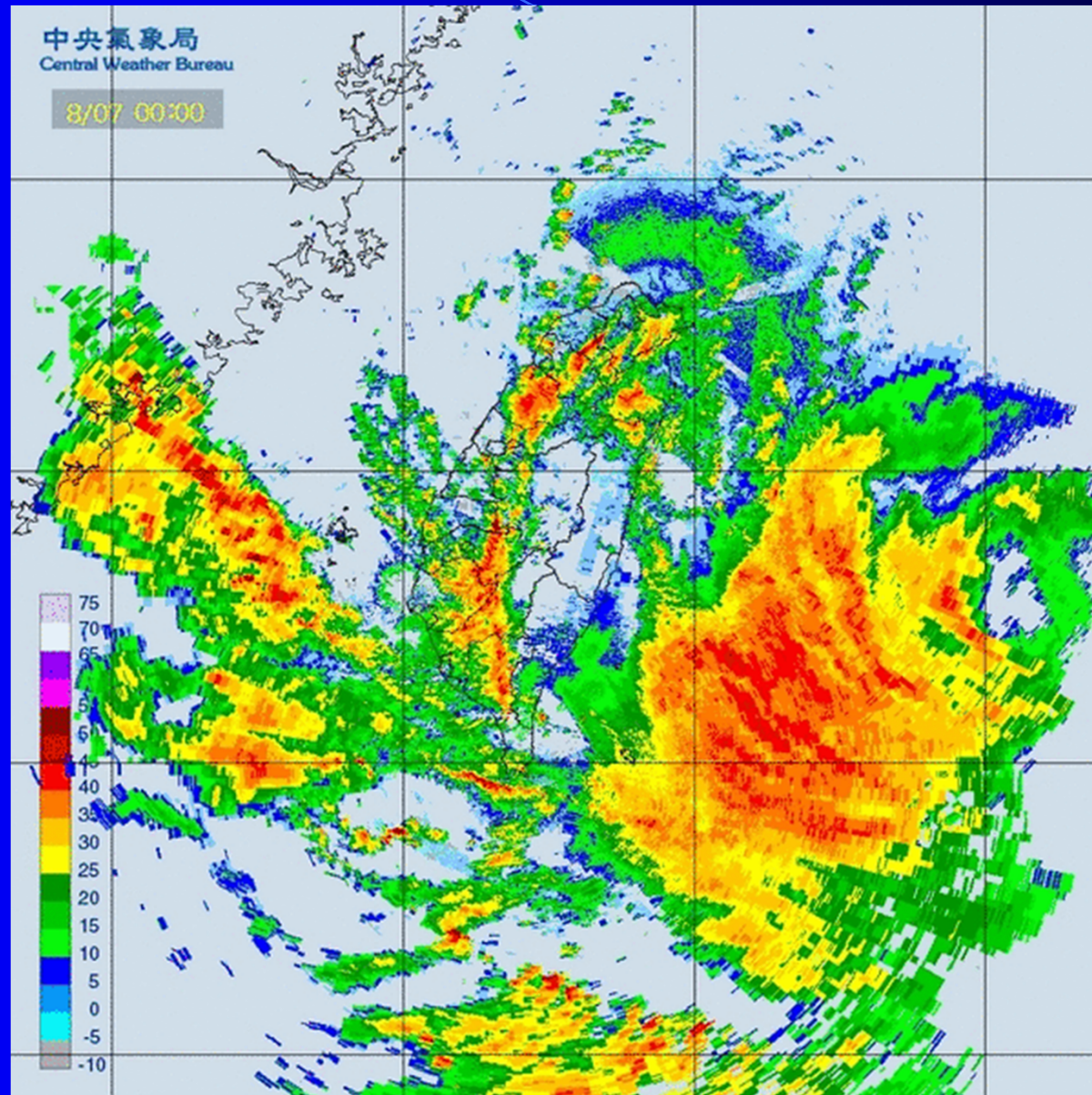
# #2 mission of DOSTAR - Melor

0400 – 0730 UTC 2 November 2003

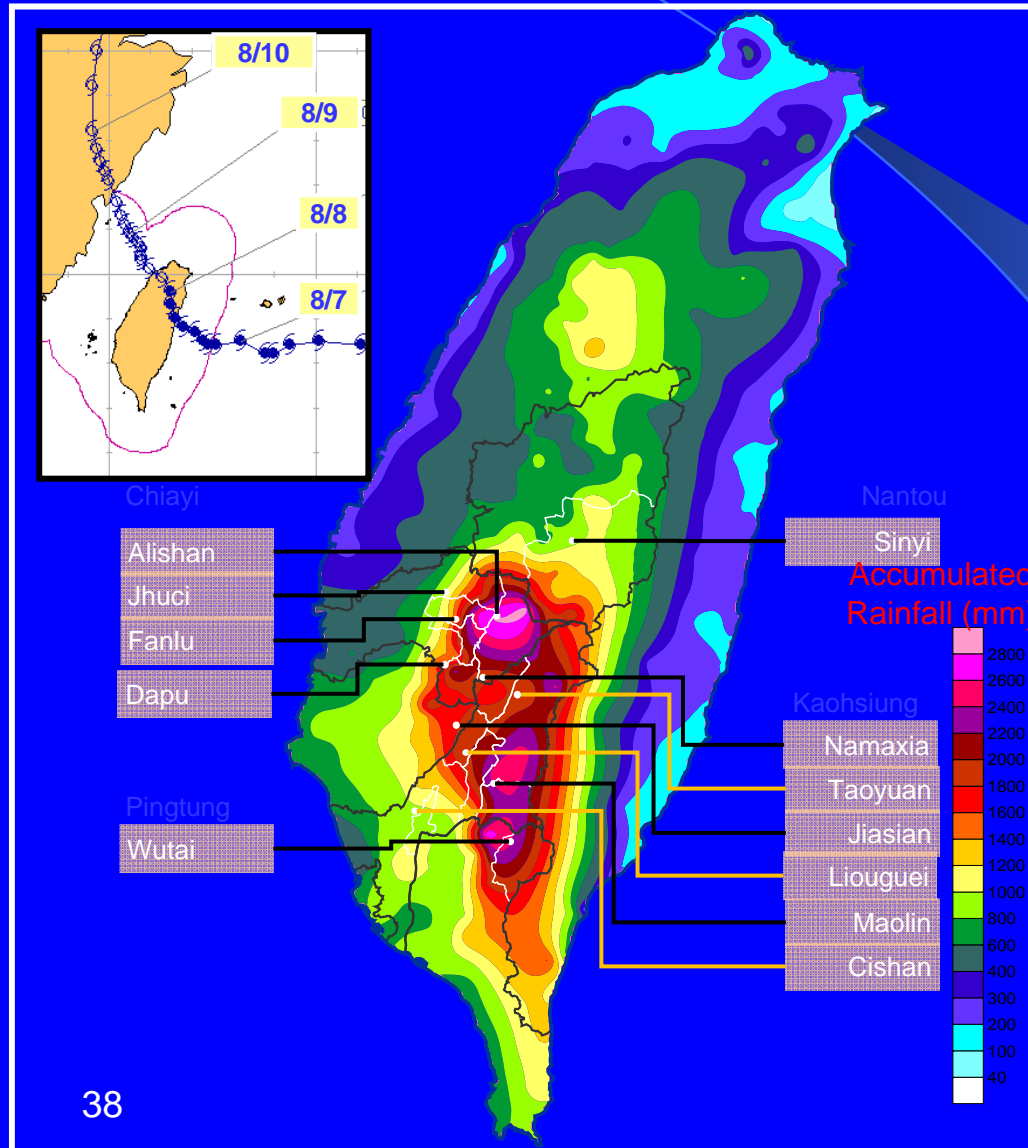


VIS satellite image time:

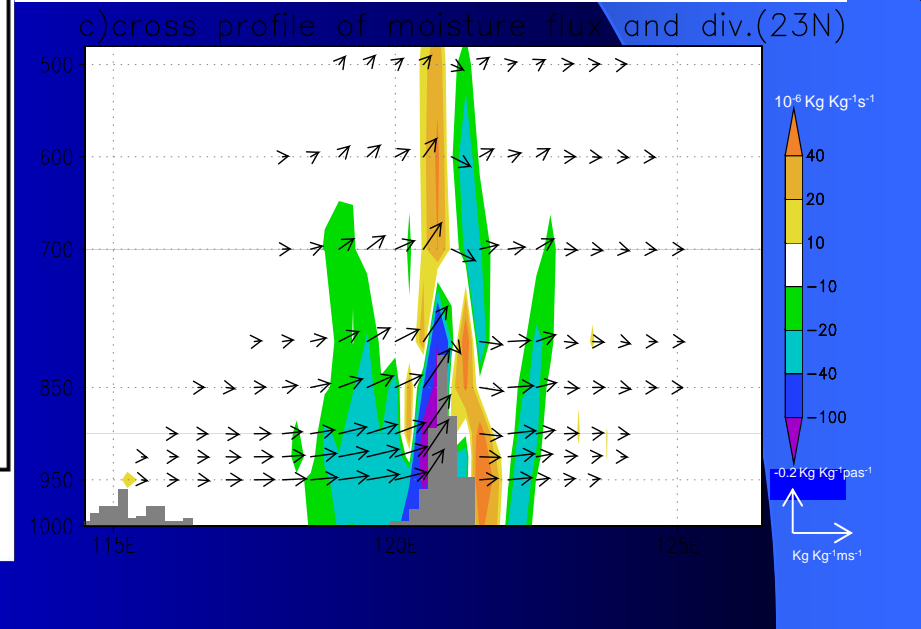
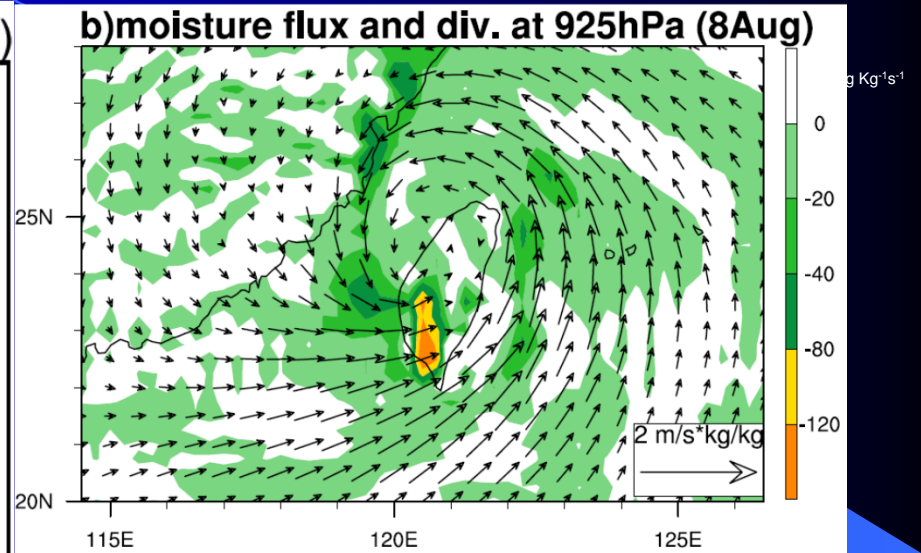
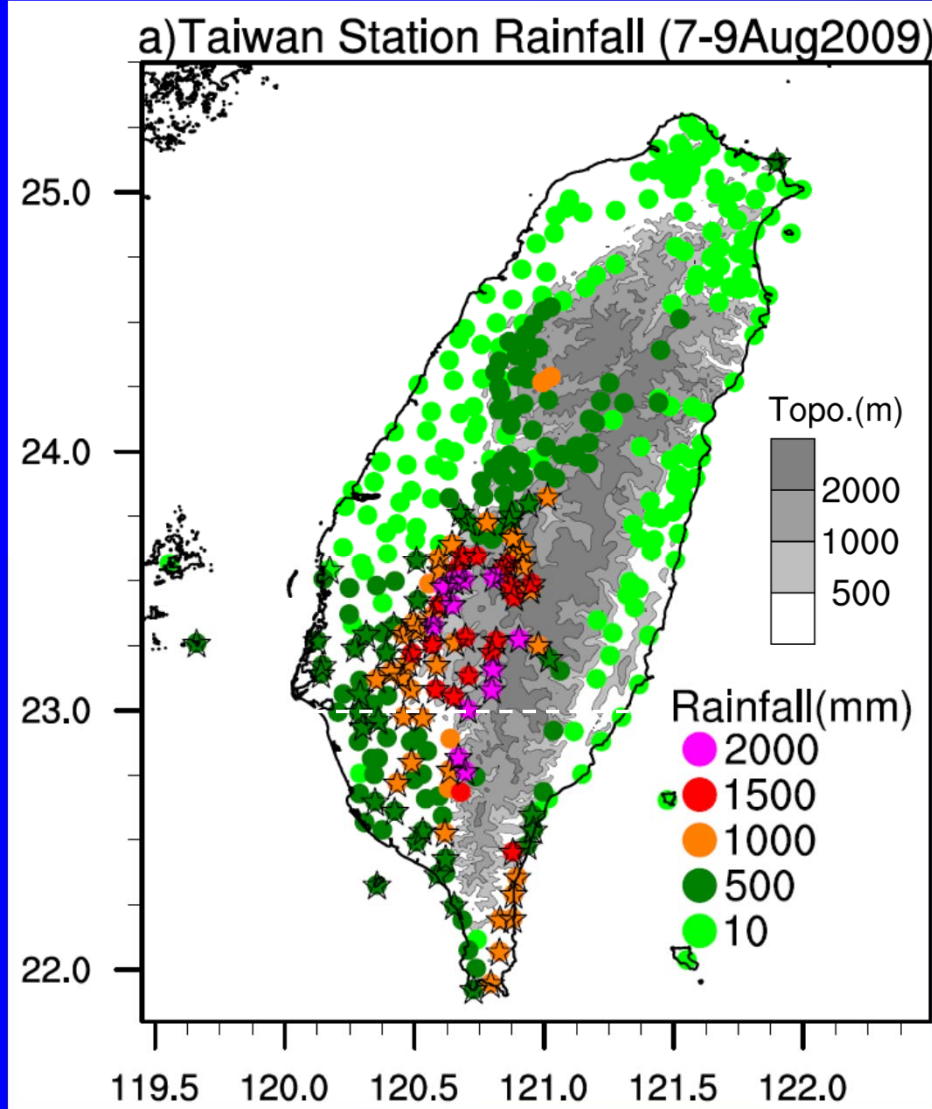
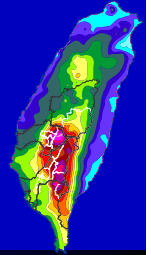
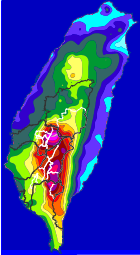
# 莫拉克颱風期間雷達回波



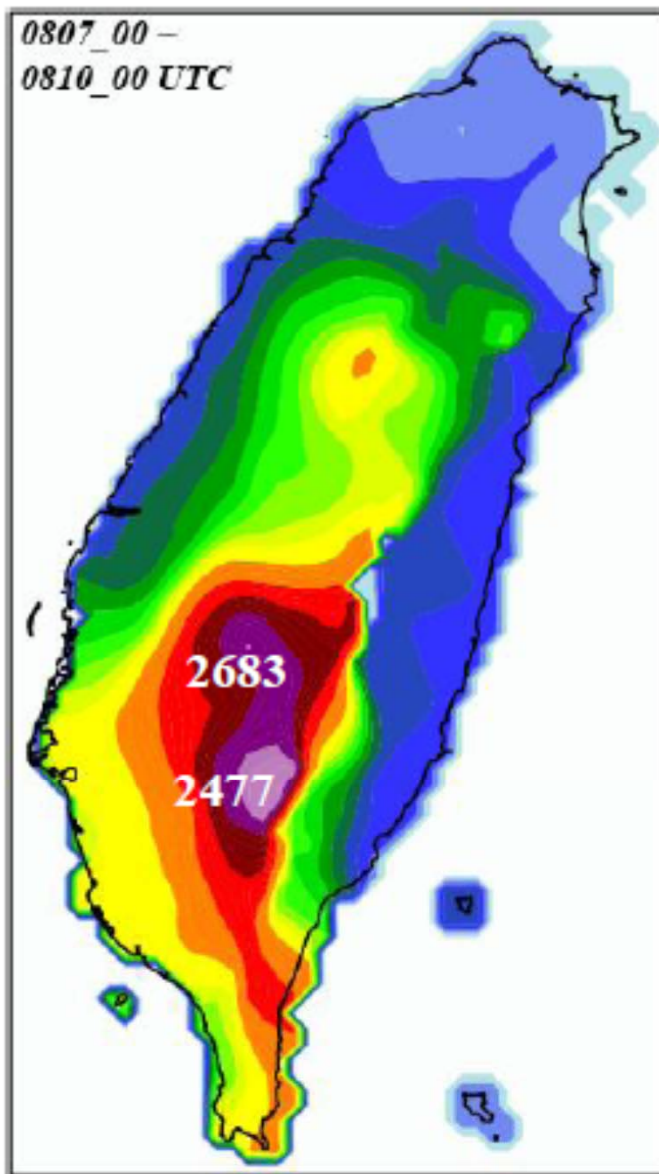
# 破紀錄超大豪雨 長延時的持續性降雨



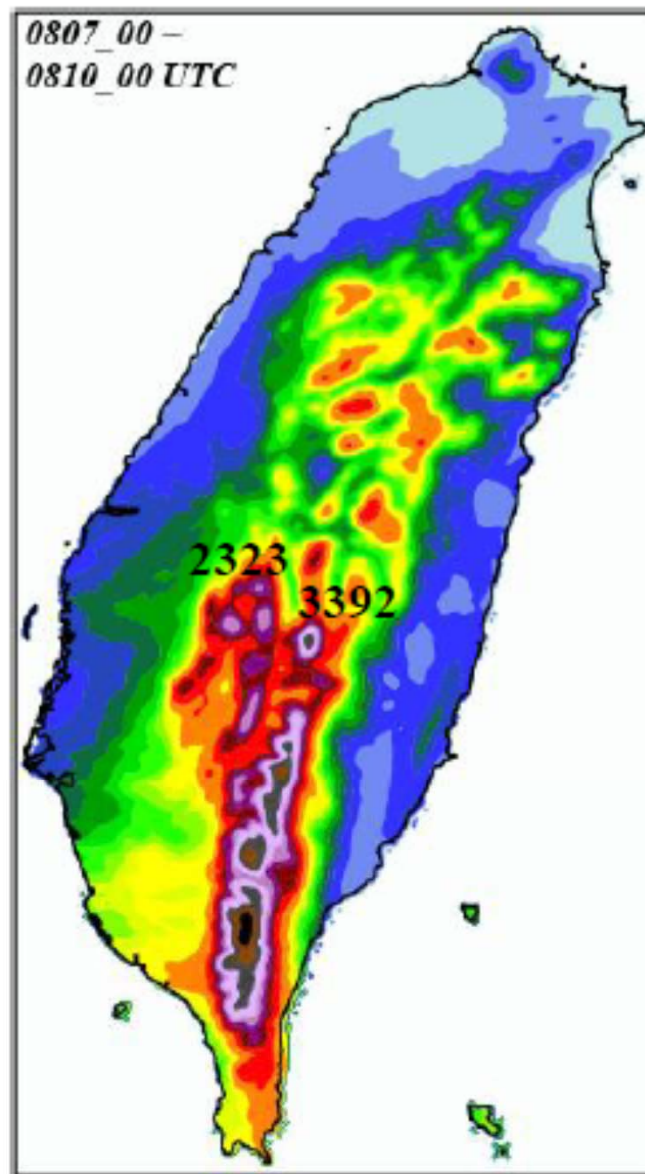
# 地形抬升作用



(d) OBS

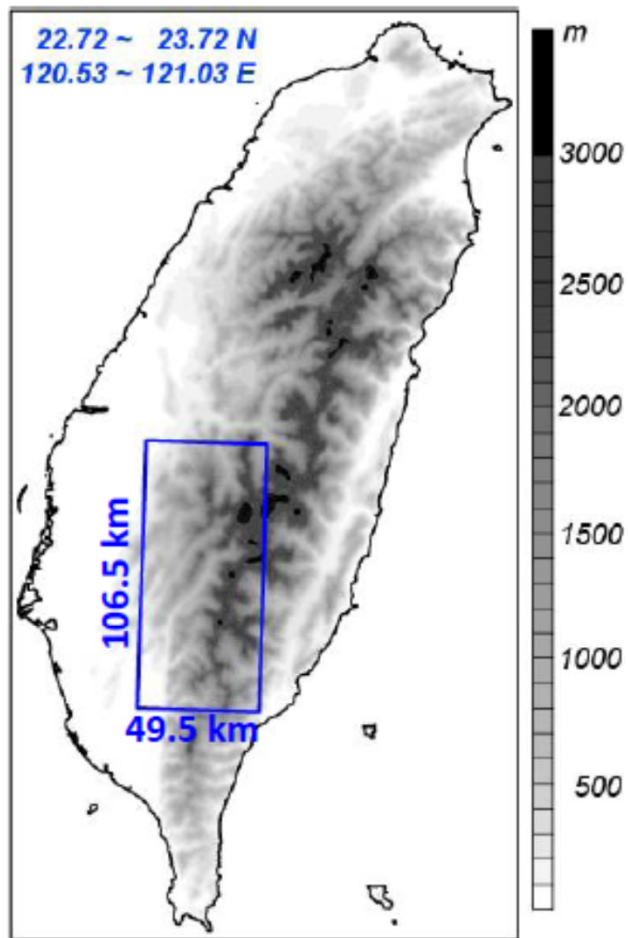


(e) CTL





(a)



(b)

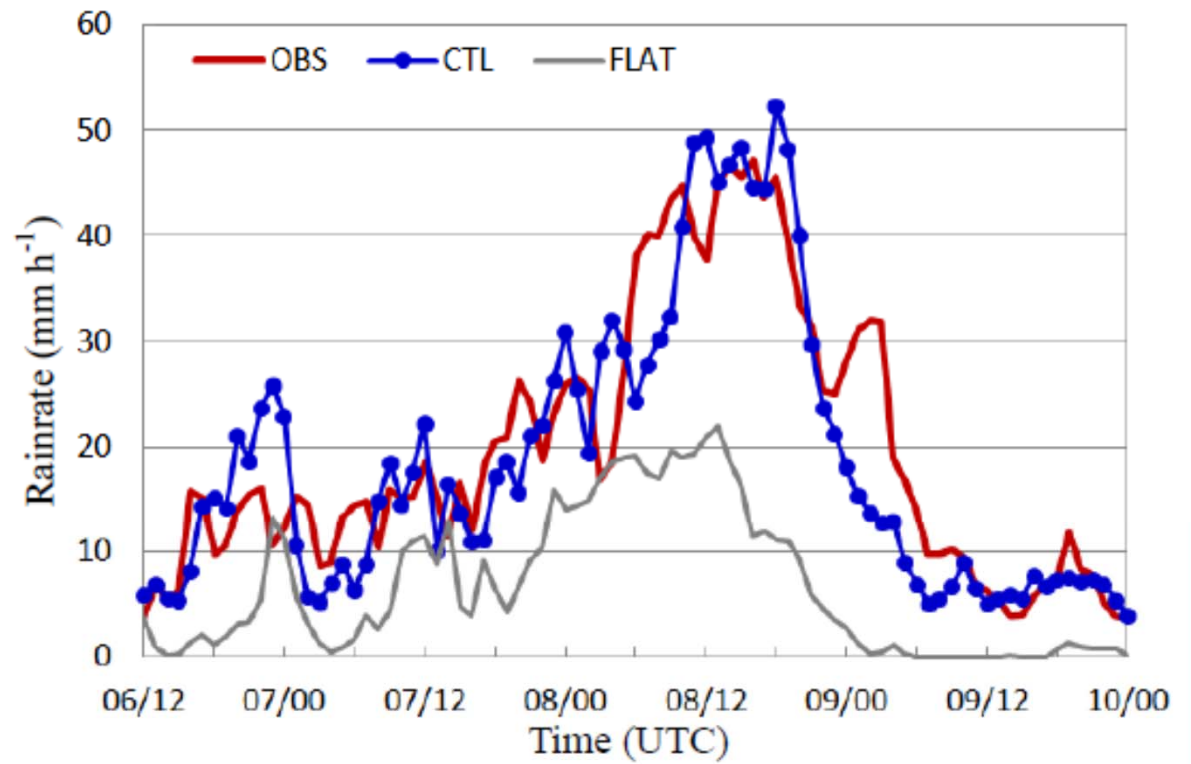
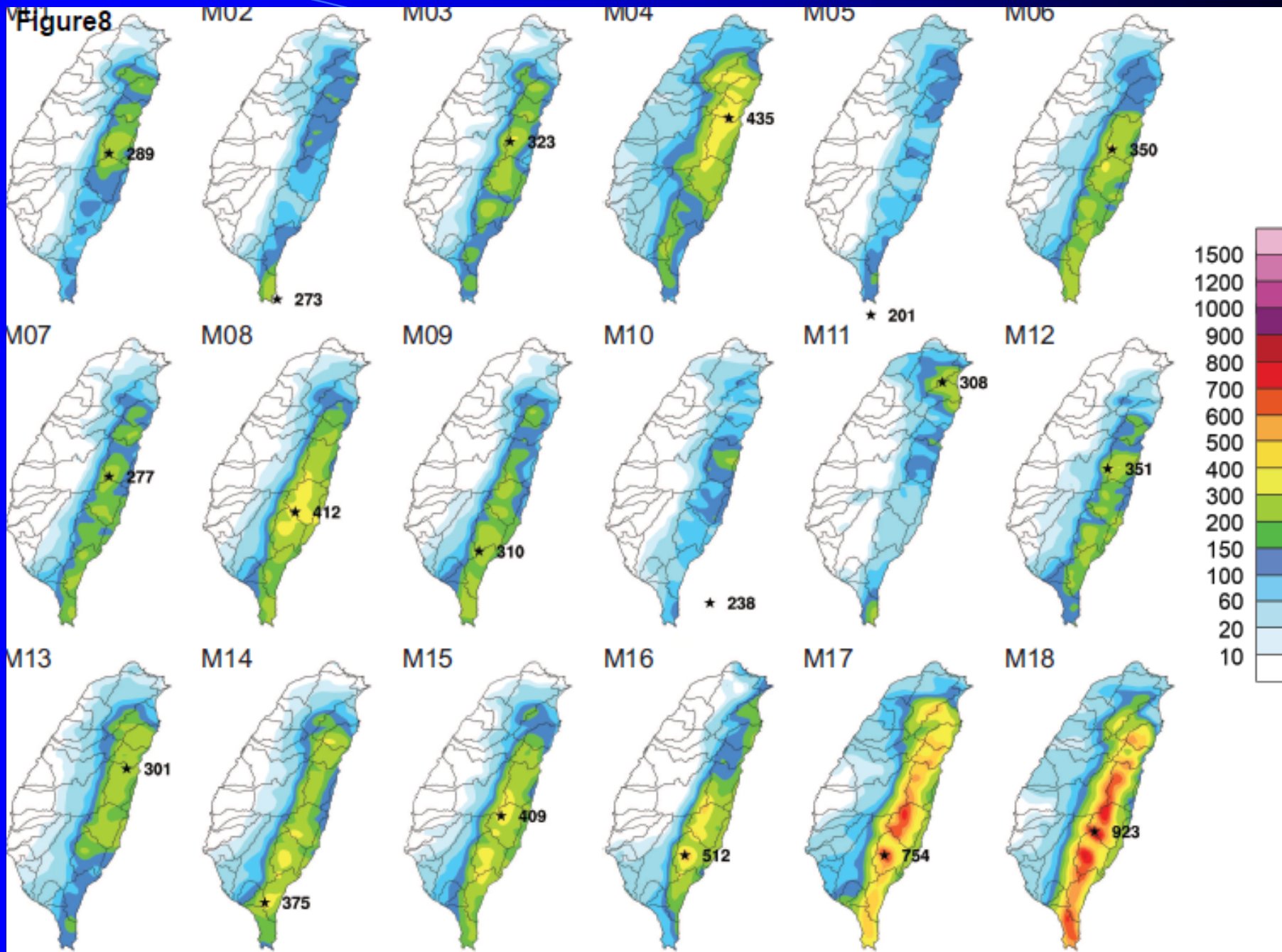
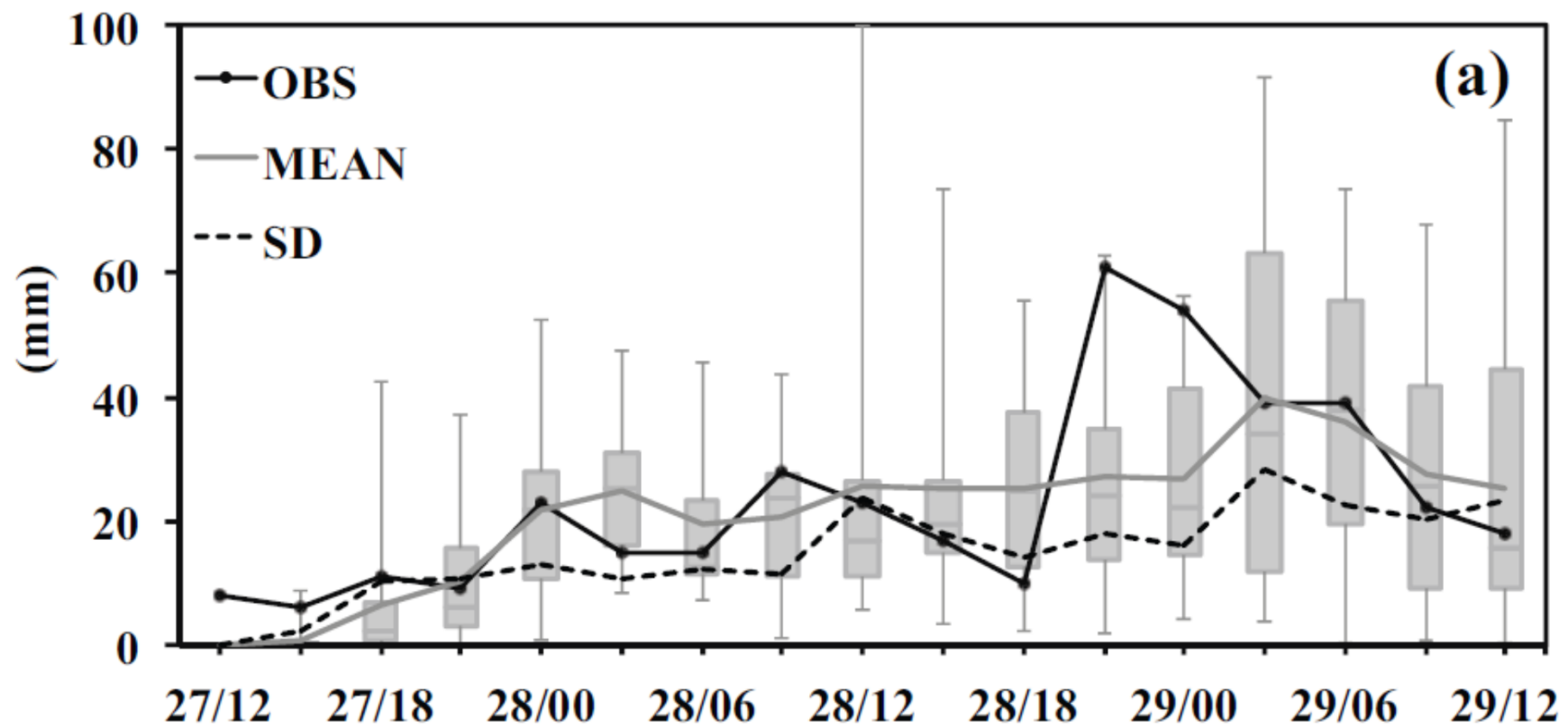


Figure 8



# 定量降水系集預報

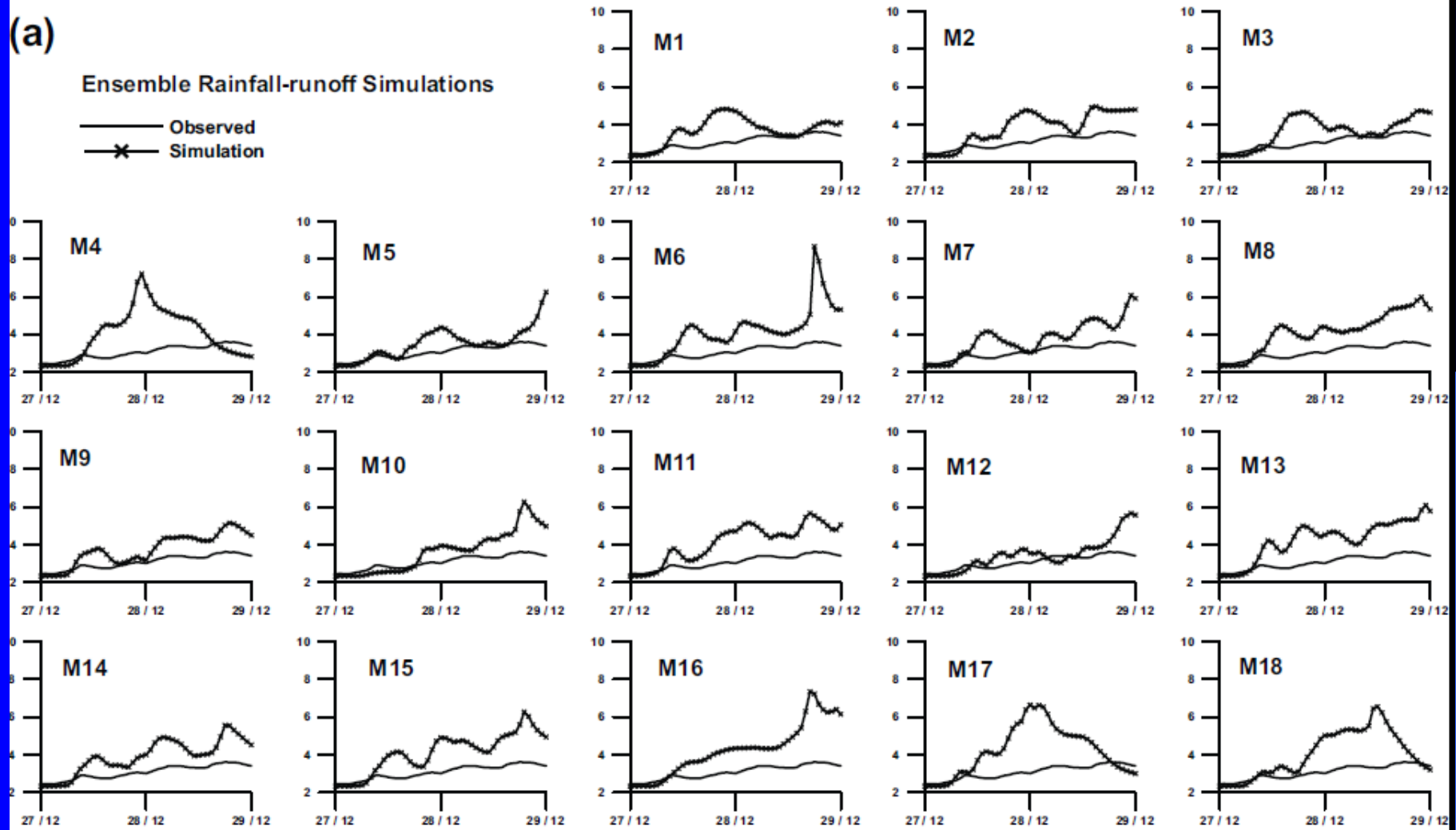


# 河川水位系集預報

(a)

Ensemble Rainfall-runoff Simulations

— Observed  
—×— Simulation



## 結論

- \* 颱風為自然界最具破壞力的旋轉性流體，造成台灣地區最大的氣象及水文災害。
- \* 颱風現象為大氣科學領域中多重尺度交互作用的複雜議題，颱風路徑及伴隨風雨預報為科學上極為困難，但於作業上極為重要的任務。
- \* 定量降水系集預報，發展雷達資料同化技術，提高定量降水預報準確度。
- \* 多一份防颱準備，減少一份災害損失。
- \* 人不可能勝天！應該保護自然，永續台灣。