

# 颱風路徑趨勢分析

陳正改

中央氣象局 退休組長

台南市政府災害防救專家諮詢委員會 委員

國立台灣科學教育館地球科學學門 召集委員

中央氣象局/國家災害防救科技中心 志工

e-mail: [joechen8629@gmail.com](mailto:joechen8629@gmail.com)

手機：0928-230-375

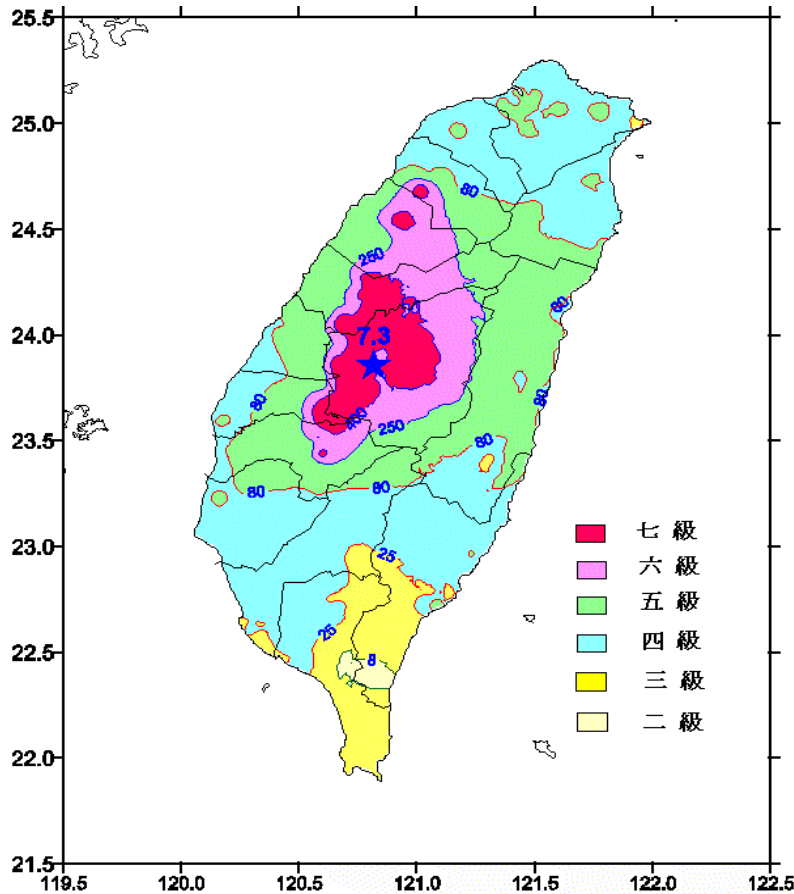
(台南市政府102年度災害防救相關領域系列專題講習會)

(102年7月4日應台南市政府災害防救辦公室之邀，於台南市政府永華行政中心一樓東哲廳向各防救災承辦人員專題演講與經驗分享)

# 前言

- 受到地球溫暖化及全球氣候變遷的影響，**台灣地區發生颱洪災害有擴大的趨勢**；
- 尤其2000年後，瞬間降下破壞力驚人的**豪大雨之頻率逐漸增加**，引發嚴重性、毀滅性甚至**複合型的災害**更是常見。
- 我們面對如此的「遽變」，應採取何種防患措施？這是值得大家省思的。

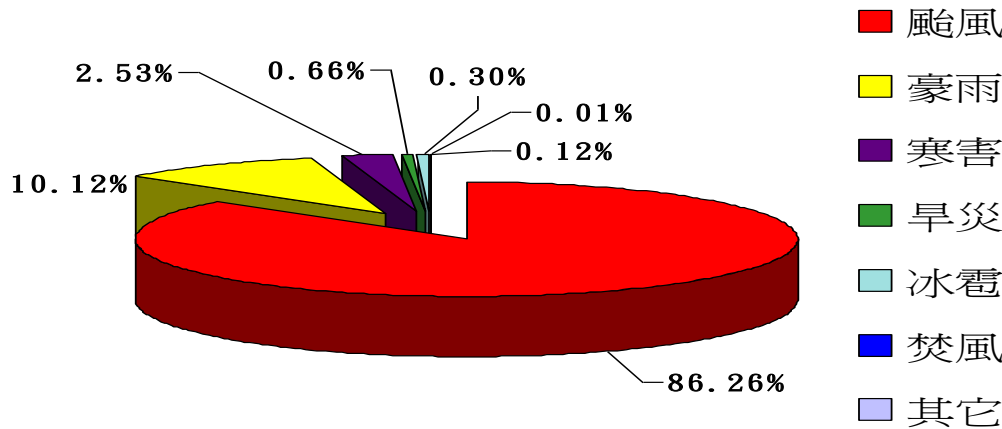
# 921大地震等震度圖



- 921大地震之後，台灣的地質結構受到相當大的破壞，眾多地區的土石鬆動，以致山河變色，
- 每遇豪大雨，就發生嚴重的山崩、土石流災害等。

# 臺灣的氣象災害

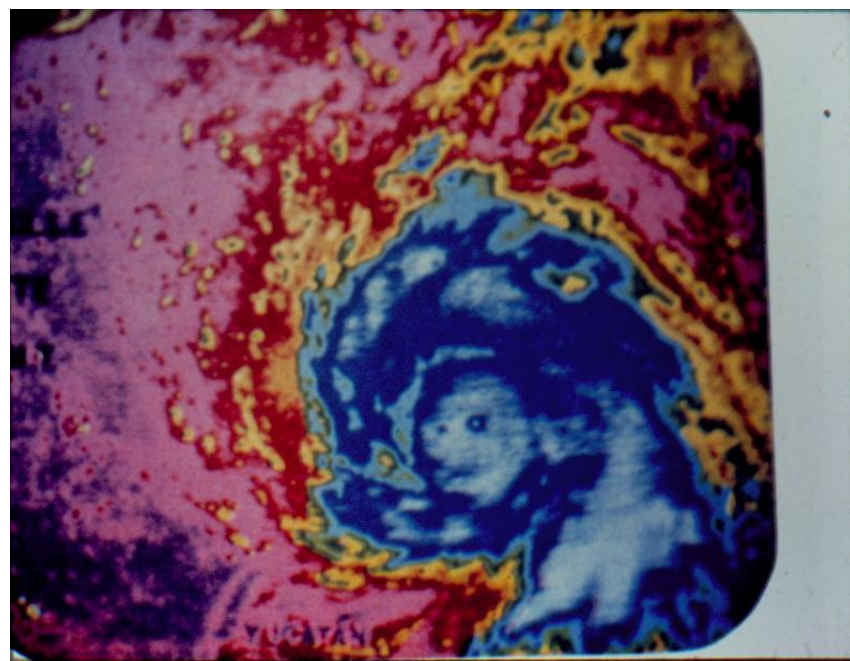
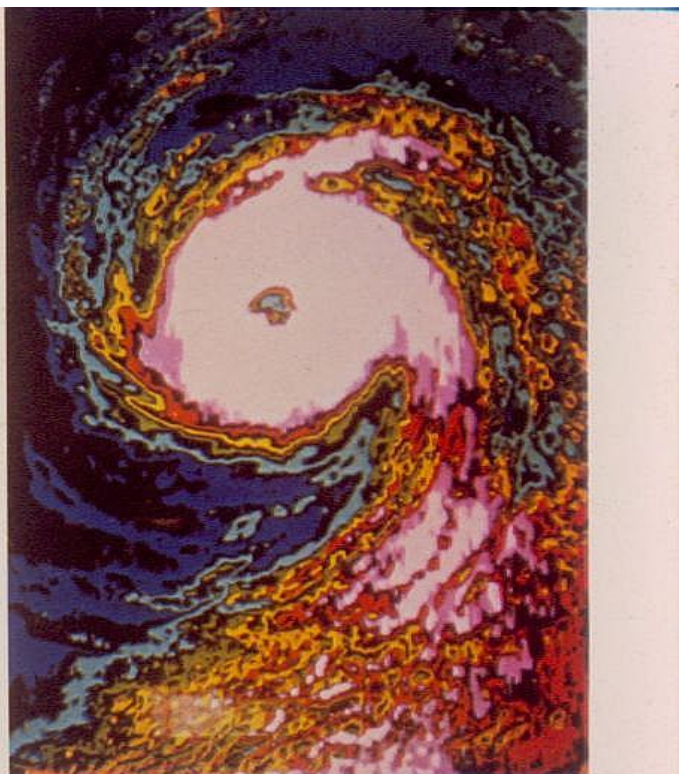
災害分類統計圖



台灣氣象災害分類圖 (1985~2011年)

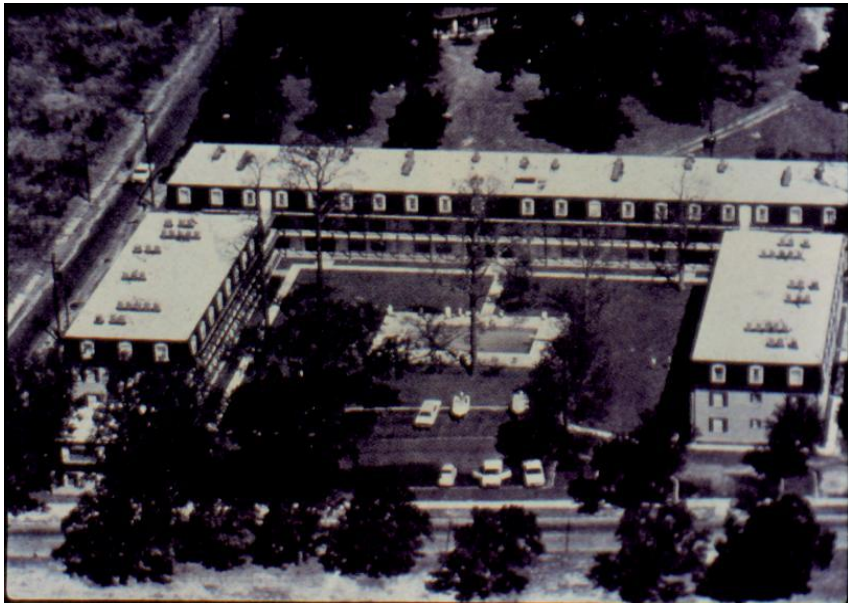
- 台灣因氣象因素而造成每年的直接災害損失高達新台幣165~175億元。
- 相當於GDP的0.12%，每人每年負擔新台幣730元。
- 主要是由颱風及豪雨（包括梅雨）所造成，即達96%，
- 颱風及豪雨對台灣的經建成長之危害是相當的嚴重。

# 颱風的本來面貌



圖五十八 氣象衛星或偵察衛星所攝得的颱風黑白照片，經過密度處理後即可變為各種艷麗的彩色照片，不同的顏色代表不同的雲頂高度，大致也能代表厚度，由此也可推測雨的大小。

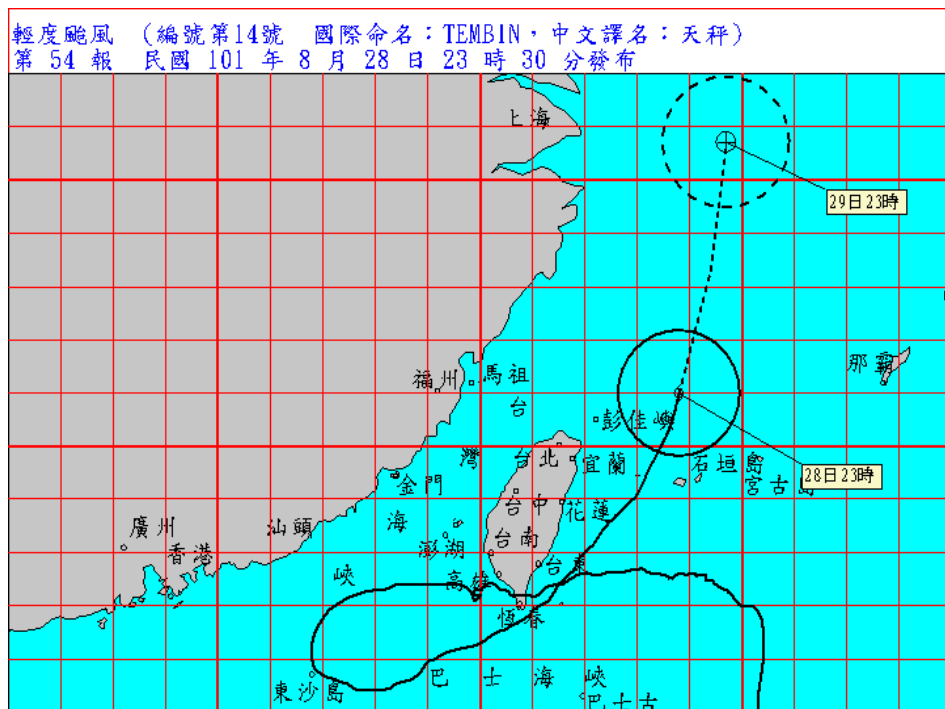
# 災前及災後對照 (複合型災害)



The Richelieu Apts. After Hurricane Camille

# 2012年8月22~28日的天秤颱風

## 兩度進出及肆虐南屏東、南台東和蘭嶼

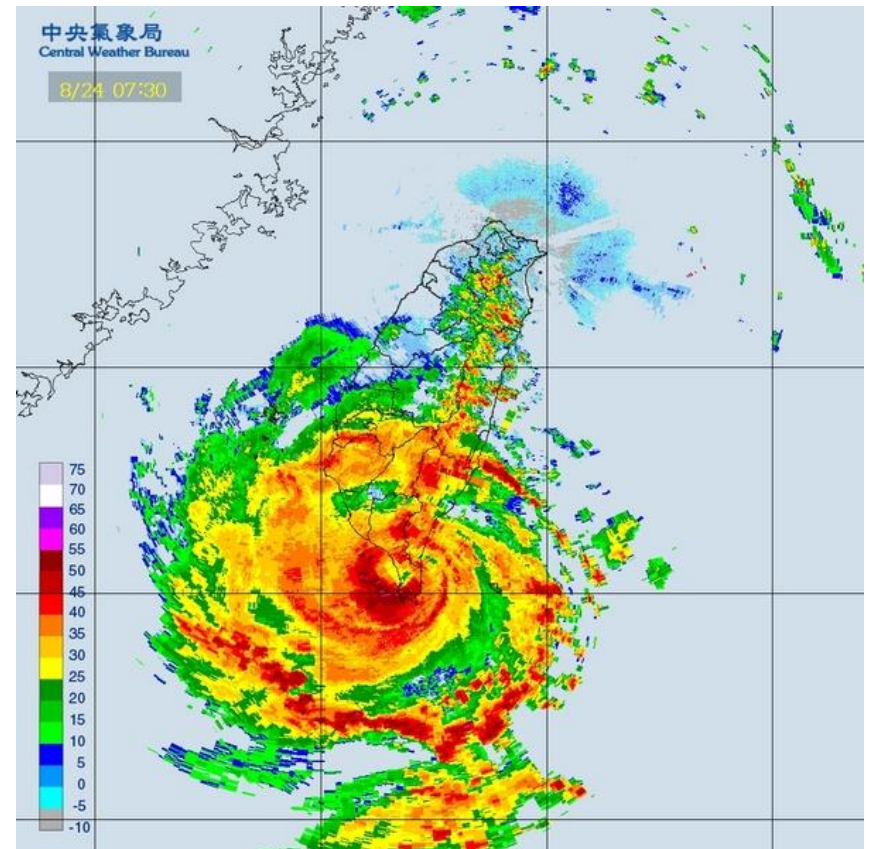
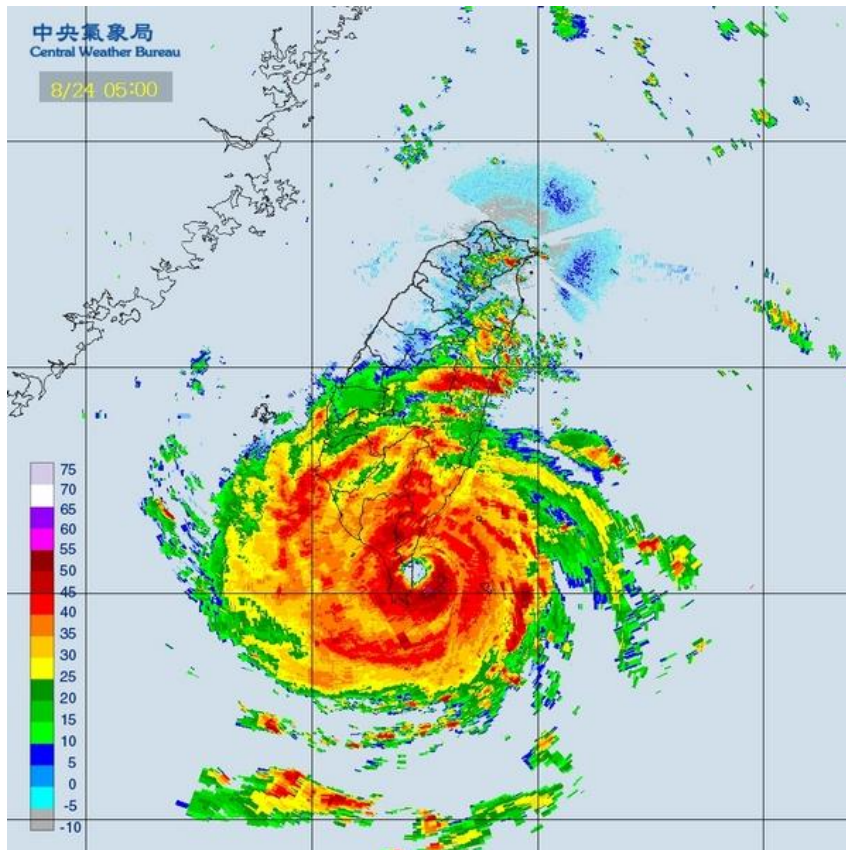


- 2012年8月22~28日的天秤颱風，共發布54報。排行第三名。
- 天秤颱風兩度進出及肆虐台灣南端的恆春半島，為南屏東、台東及蘭嶼地區帶來嚴重災情。
- 颱風中心第一次於8月24日清晨5點左右由屏東牡丹鄉附近登陸（與台東大武壠接），
- 第二次於8月28日凌晨2點掃過鵝鑾鼻近海，之後沿著台灣東方近海北上，氣象局於28日深夜23時解除警報。

# 天秤颱風第一次侵台時雷達照片

(登陸101. 8. 24. 0500) (出海101. 8. 24. 0730)

(颱風眼清晰可見)



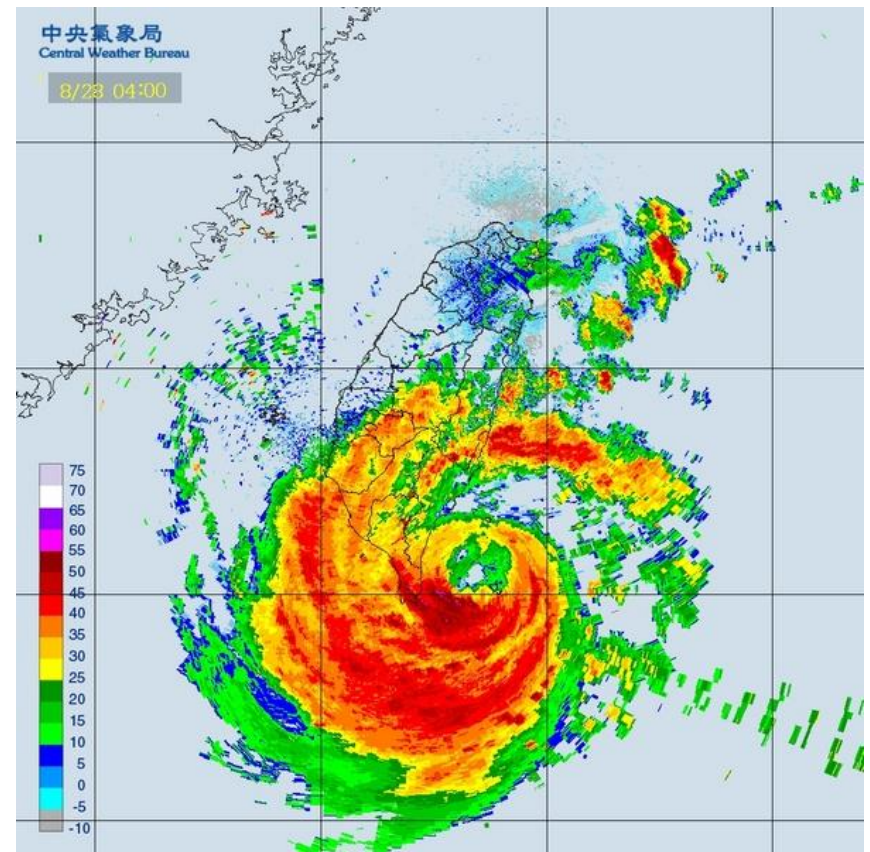
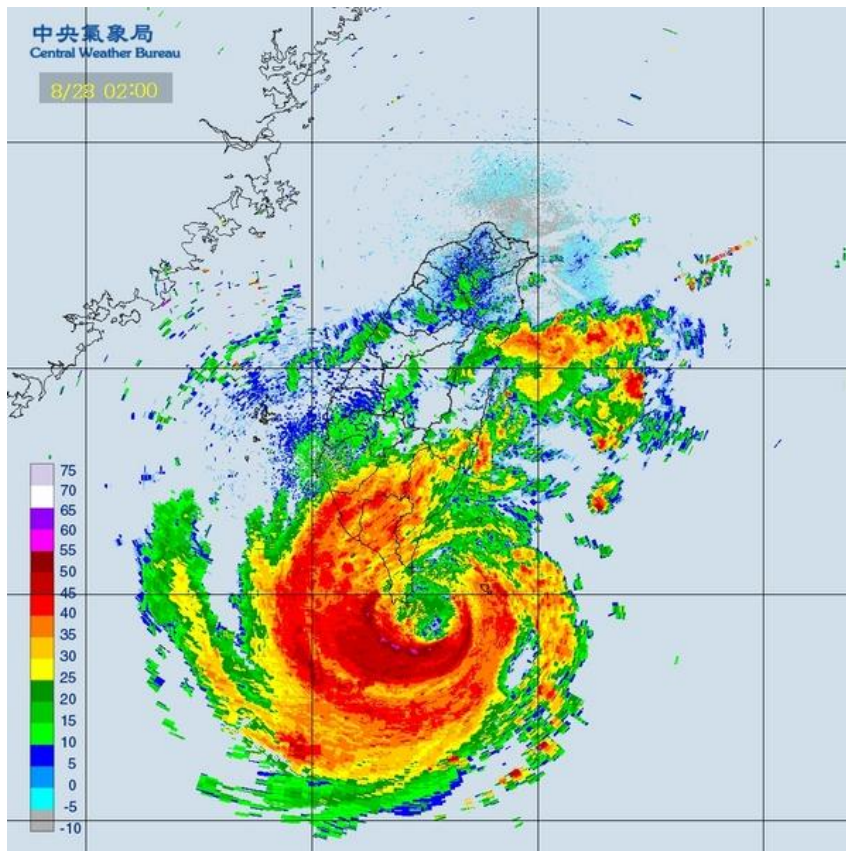


# 天秤颱風第二次侵台時雷達照片

(掃過鵝鑾鼻近海101. 8. 28. 0200)(登陸蘭嶼101. 8. 28. 0400)

(蘭嶼8. 28. 3點的氣壓943. 8hPa，4點933. 7hPa，5點935. 7hPa)

(颱風眼清晰可見，顯示其威力仍然相當的強勁)



# 總統坐鎮中央災害應變中心



- 總統馬英九（中）於去（101）年8月24日晚間到中央災害應變中心，瞭解天秤颱風最新動態及聽取災情簡報，並再度呼籲國人務必提高警覺，做好防颱準備，以防範天秤颱風二度對台灣的侵襲；同時與指揮官內政部長李鴻源（右）、行政院副院長江宜樺（左）交換意見。（中央社記者郭日曉攝）

# 總統視察災區



- 馬英九總統於去（101）年8月30日上午前往受到天秤颱風重創的蘭嶼，實地了解當地災情並指示成立重建專案小組，儘速協助蘭嶼重建。（圖／總統府提供）

# 天秤颱風的最新動態 (101.8.20.04:30)

## 最急件！秘件！內部參考！

- 李局長、侯參議及各位長官：大家早！阿彌陀佛！
- 本週及下週將接連有兩個颱風會侵襲、影響甚至登陸台灣，請及早準備及應變。
- 目前位於台灣東南方近海的今年**第14號天秤颱風**（日本命名，星座）其強度將會繼續增強，並朝北轉西北向台灣接近，根據今早最新的氣象資料研判，此颱風有**可能於本週三至五（22~24日）侵襲甚至登陸台灣，將會對台灣造成嚴重的威脅。**
- 請局長及各位長官應及早因應及準備，以減輕對大台南地區的可能衝擊。
- 另目前位於關島西方的熱帶性低氣壓將會於短時間內發展成今年**第15號布拉萬颱風**（寮國命名，高原的意思），並向西北朝台灣方向移動；根據今早最新的數值天氣預報資料顯示，**此颱風有可能於下週日至二（26~28日）緊接著將侵襲甚至影響台灣地區，不能不小心防範。**



101年8月24日清晨

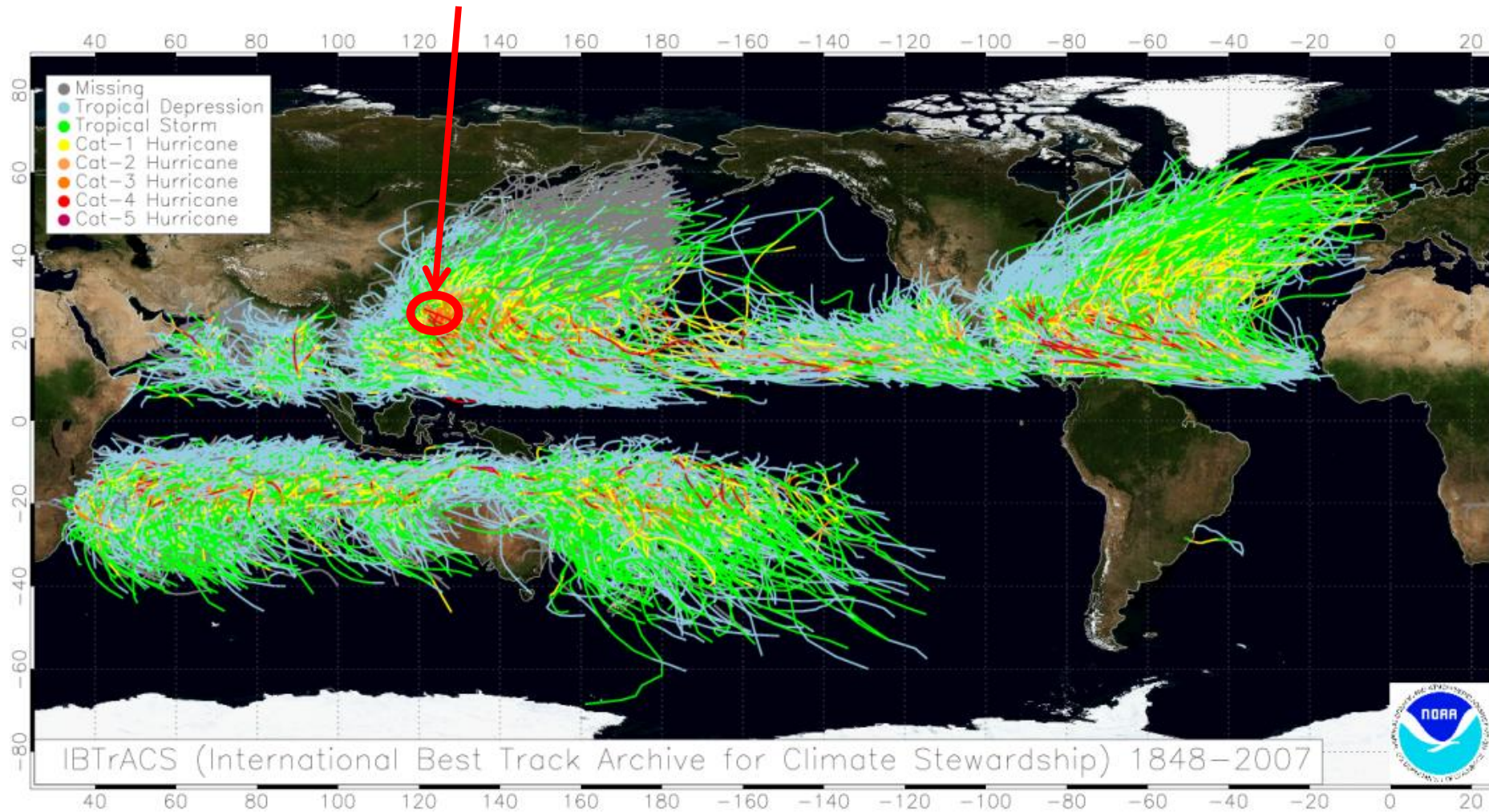
# 天秤颱風最新動態分析(1) (101.8.26.14:00)

- 賴市長最近成為全國知名度最高的首長，因他8月24日清晨作了最睿智、最正確的且是其他縣市首長所不敢，也不願意作的決策，有機會請局長代弟向市長致意，真不愧是最有「前景」的政治人士，祝福賴市長。
- 但個人認為市長之所以能夠作出最正確的決策，還是應歸功於由陳秘書長、李局長、侯參議、林科長等長官所領軍的應變中心的所有幕僚群共同作出正確研判的建議所致，特向秘書長、局長、參議、科長、股長及消防局和災防辦的所有人員致意；當然南區氣象中心及成大防災中心的同仁也功不可滅。
- 台南市政府的防救災團隊是全國第一名，真不是「蓋的」！讚！讚！讚！讚！讚！

# 全球熱帶風暴分布圖

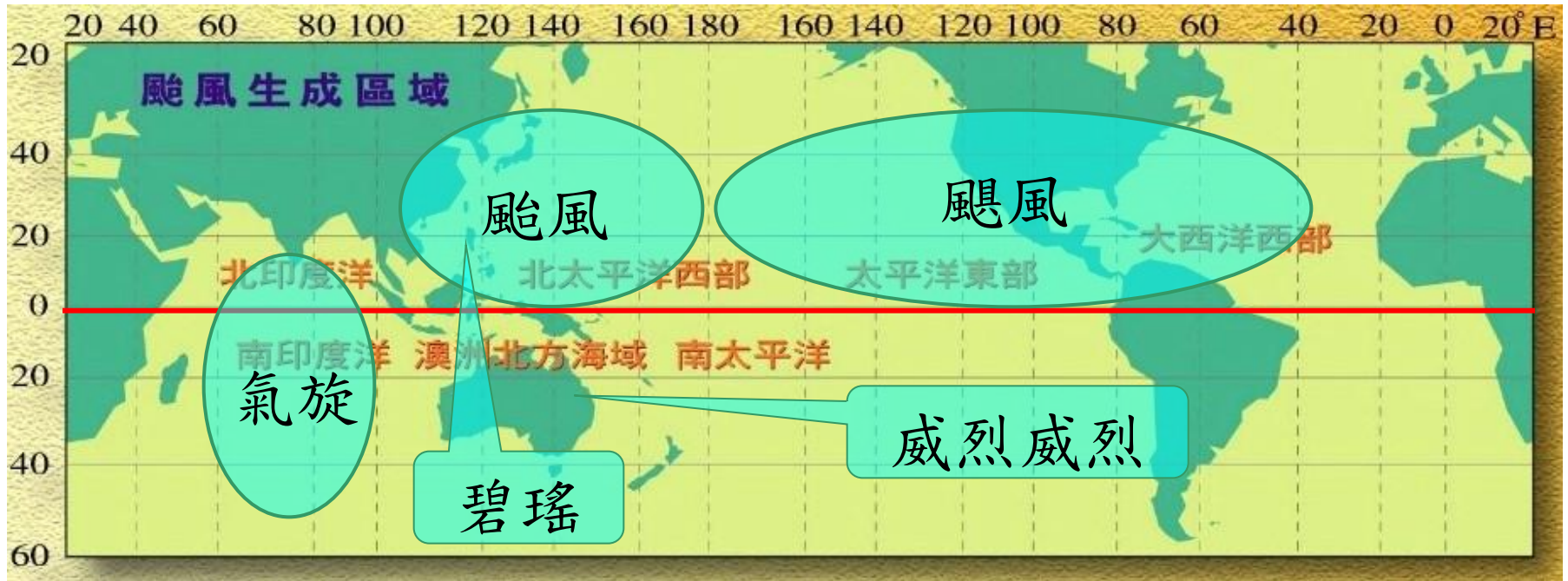
大家可以找得到台灣在那裡嗎？

就在這裡！不但台灣被颱風路徑淹沒，而且還位於強颱風路徑的熱門地區



# 颱風名稱因地域不同而改變

但均屬熱帶氣旋





- 颱風
- 台風
- 大風
- 風篩

# 從外太空看到的颱風外觀

## 颱風的螺旋狀雲系



# 從地面看颱風



從地面看遠處颱風的雲系邊緣，彷彿一座空中城堡。



像不像我？

# 在海面上看颱風

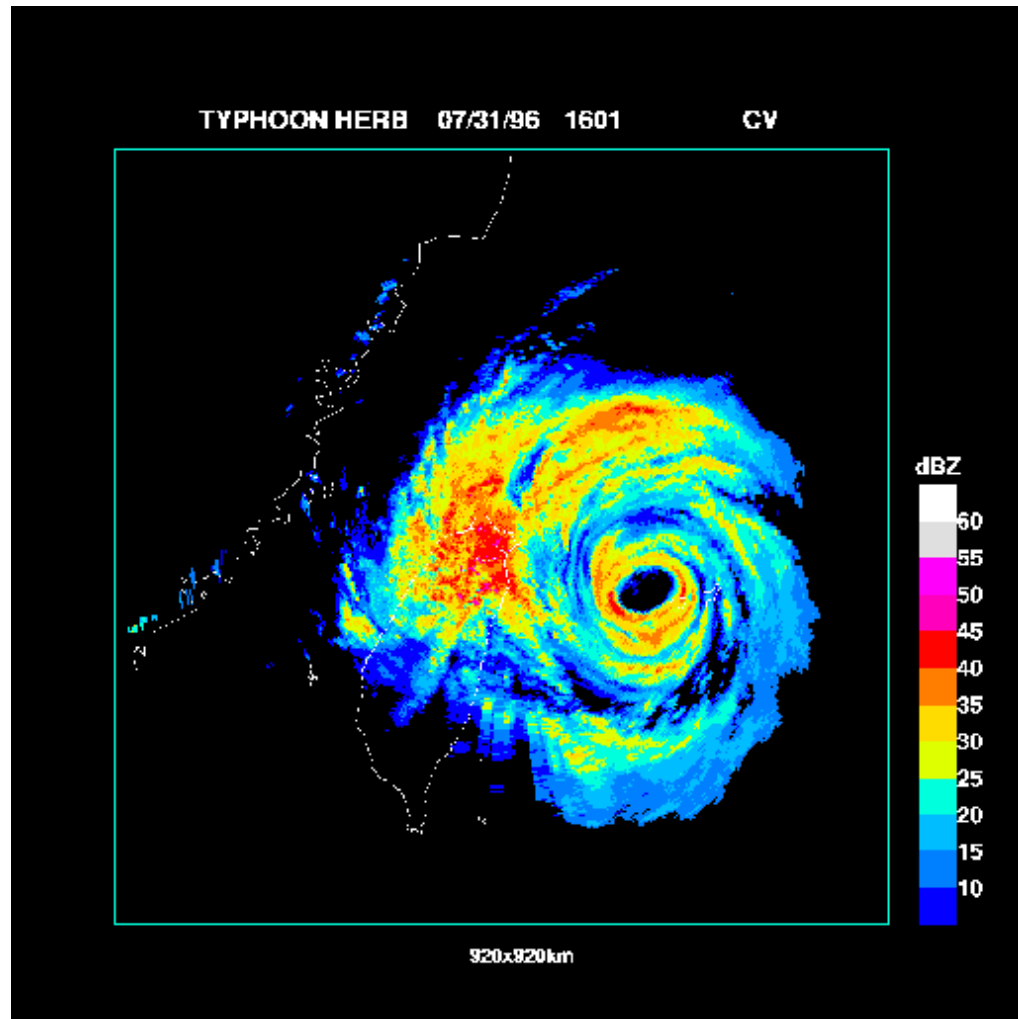
從油輪上看到遠處的颱風

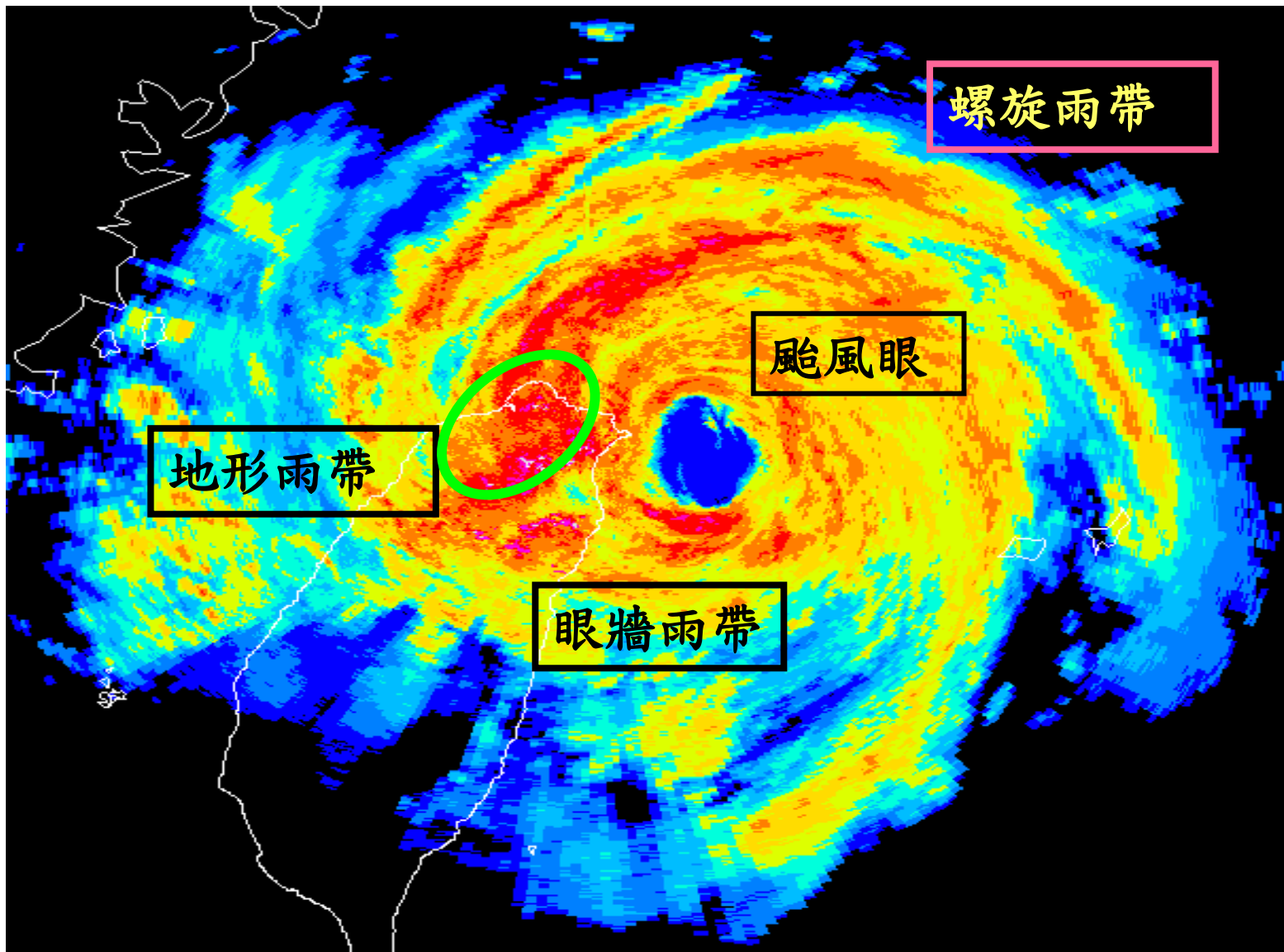
可以清楚看到底層的螺旋狀雲牆及高層的雲



# 用雷達看颱風

颱風的雷達圖。從雷達回波上我們可以看到明顯的橢圓形眼，以及眼的演變過程。





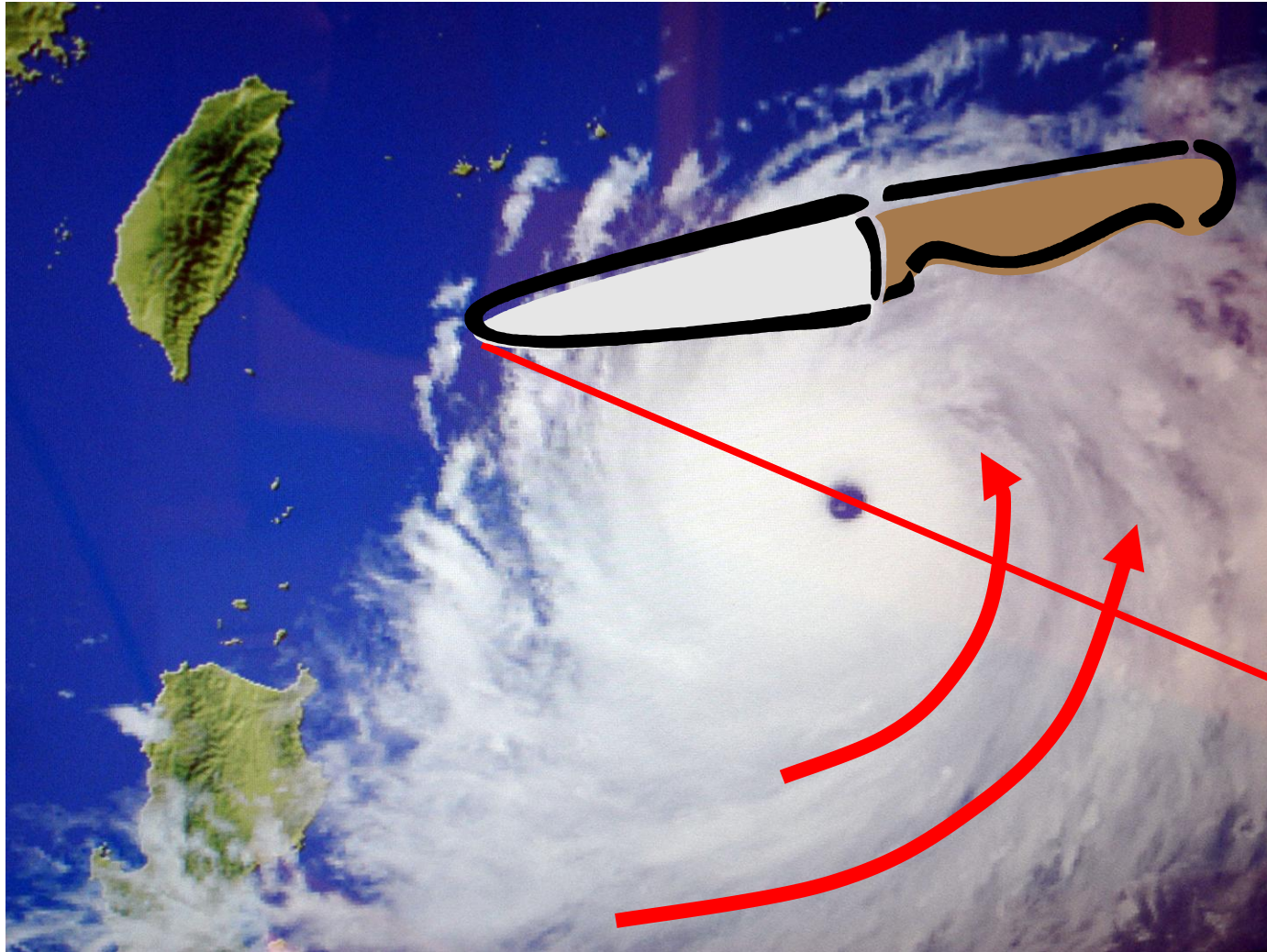
螺旋雨帶

颱風眼

地形雨帶

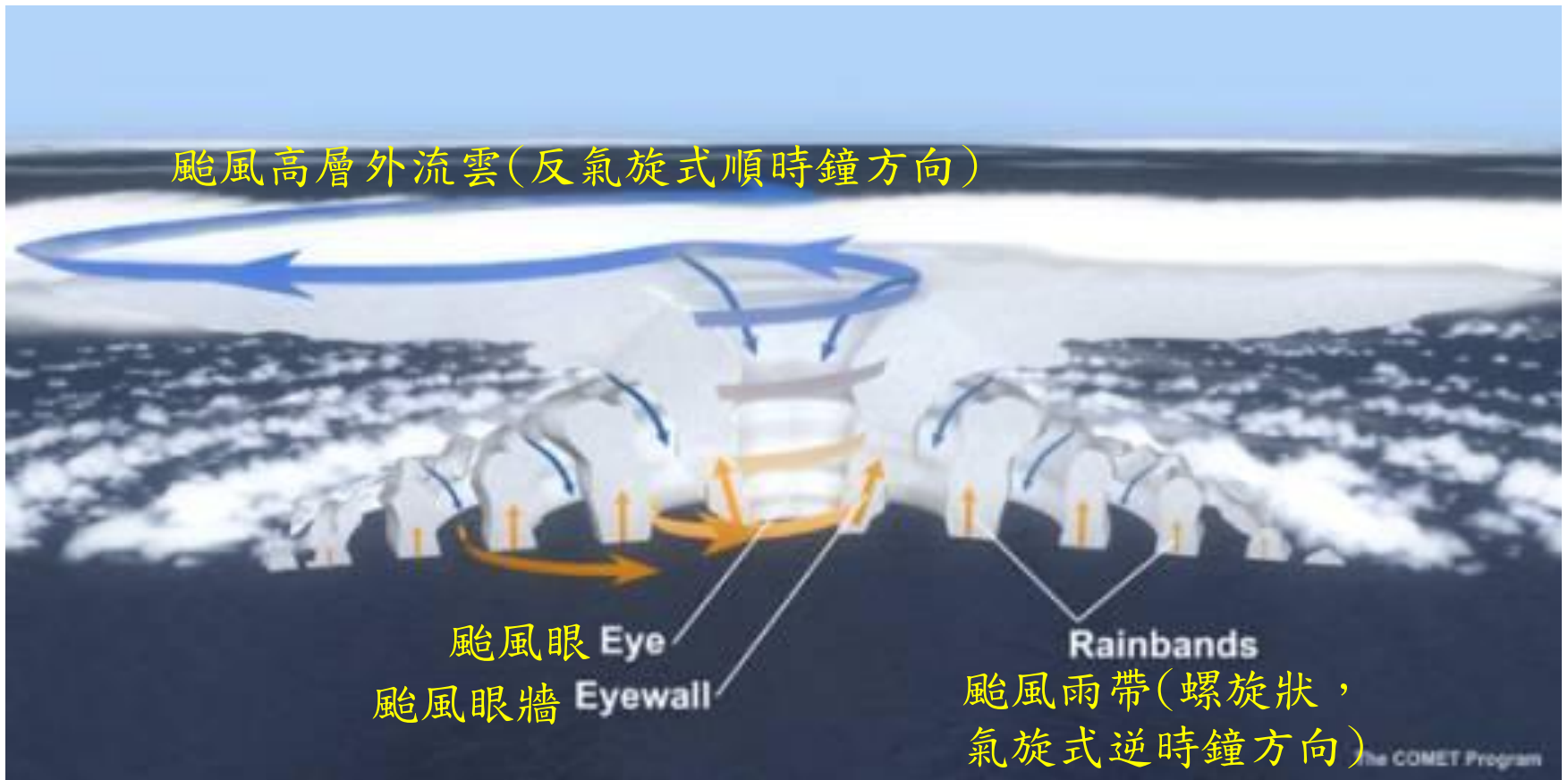
眼牆雨帶

讓我們來揭開颱風的神秘面紗吧！



# 颱風的內部的長像！

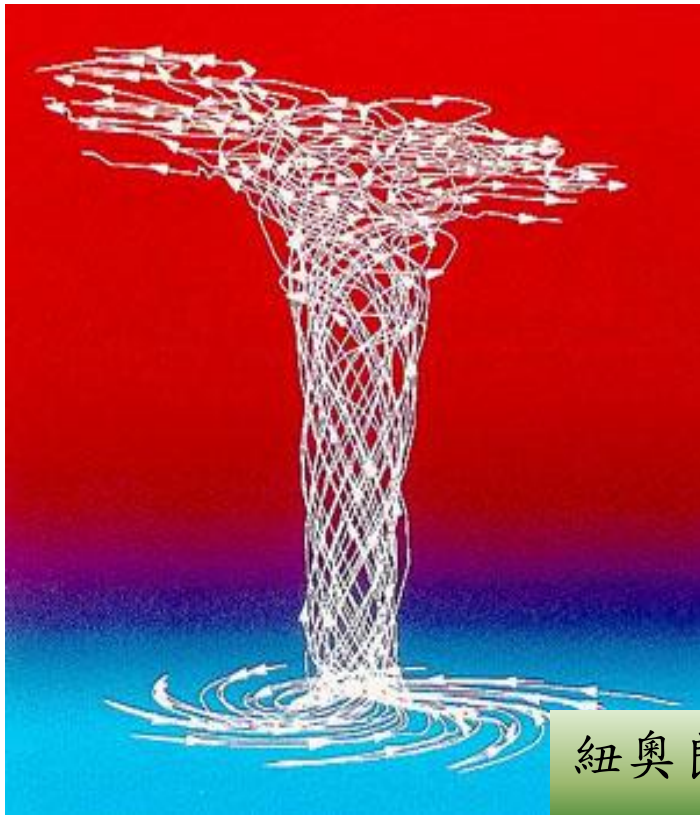
不只是全世界各地不會同時下著雨，颱風裡面，也不是同時都在下雨！而且每個颱風都長得不太一樣喔！





# 颱風內部有非常多劇烈的天氣現象

颱風在眼牆的地方會有最強的水平螺旋風，以及最強的上升氣流。



颱風帶來的驚人降雨！



有時候也會有龍捲風喔！



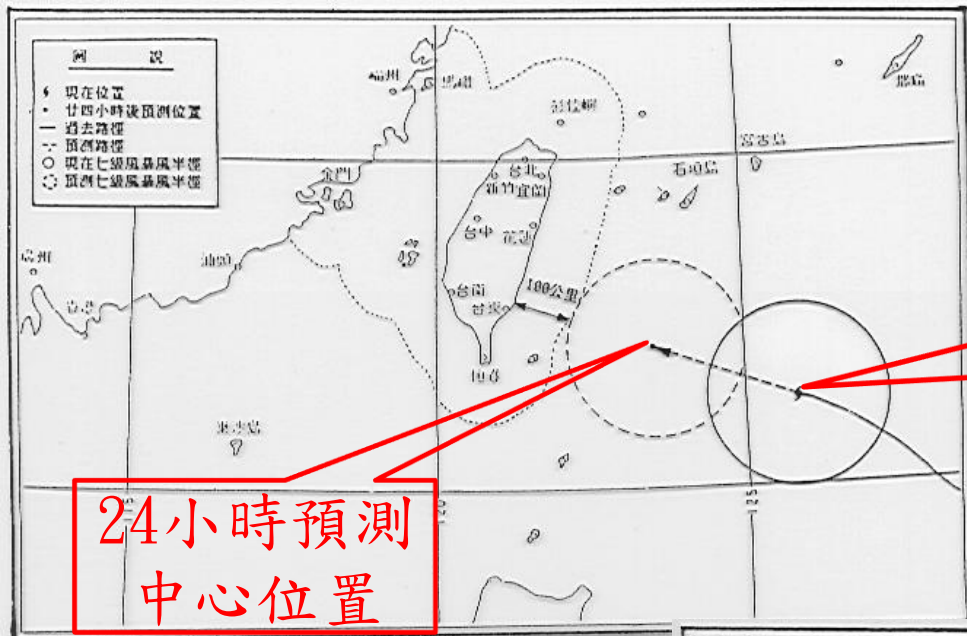
紐奧良市一棟27層高的旅館之玻璃門窗均震碎。17級風可造成每平方公尺450公斤重的風壓

# 颱風造成的災害

- **暴潮**：暴風使海面傾斜，同時氣壓降低，致使海面升高，而導致沿海發生海水倒灌。
- **暴雨**：摧毀農作物，使低窪地區淹水。
- **洪水**：山區暴發，常引起河水高漲，河堤破裂而發生水災、沖毀房屋、建築物、並毀損農田。
- **土石流**：暴雨時沖刷山石，使山石崩裂或發生土石流，擊毀房屋、死傷人畜、阻礙交通，沿山之公路常發生此種災害。
- **病蟲害**：水災後常發生傳染病，如痢疾、霍亂。
- **暴風**：由於風之壓力直接吹毀房屋建築物、吹毀電訊及電力線路、吹壞農作物如高莖作物，並使稻麥脫粒等。
- **焚風**：使農作物枯萎。
- **鹽風**：海風含有多量鹽分吹至陸上，可使農作物枯死，有時可導致電路漏電等災害。
- **巨浪**：狂風時必有巨浪，颱風所產生的巨浪可高達一、二十公尺，在海上造成船隻顛覆沉沒亦時有所聞，此外波浪逐漸侵蝕海岸，而生災變。

# 颱風警報發布標準

## 海上颱風警報 發布標準示意圖

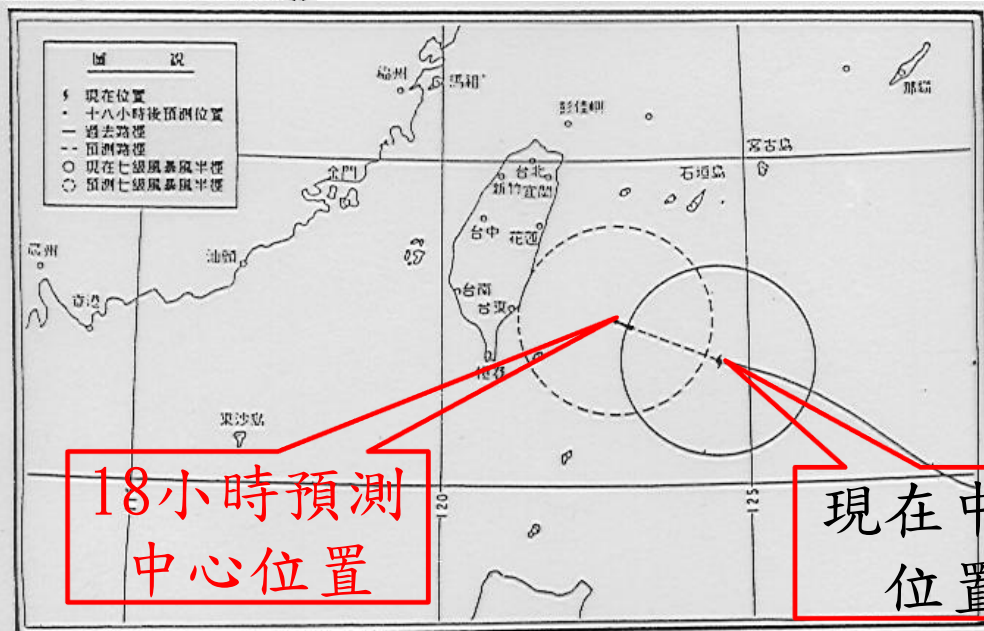


現在中心  
位置

24小時

24小時預測  
中心位置

## 陸上颱風警報 發布標準示意圖



18小時預測  
中心位置

現在中心  
位置

18小時

# 颶風強度分級

輕度

**62**

中度

**118**

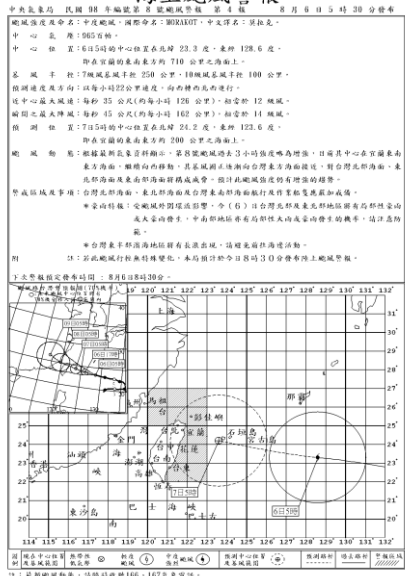
強烈

**184**

近中心最大風速，  
單位：公里/小時

# 警報期間的颱風預報訊息

## 海上颱風警報



- 颱風警報單
- 颱風風雨預報單
  - 警戒區域風力預報
  - 各地區總雨量預報
  - 各地區未來24小時雨量預報 → 預報該區可能出現最大之數值可能範圍
- 所有平常提供的  
 颱風資訊

98年第08號颱風各地區總雨量預測  
 中央氣象局發布

發布時間：98年8月10日4時00分

分區	台北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	雲林	嘉義	南投	台南	高雄	屏東	花蓮	基隆	宜蘭	花蓮	台東	澎湖	金門	馬祖			
總雨量(毫米)	400	400	300	400	400	300	300	300	800	500	800	800	800	800	800	350	350	150	800	100	200	150	150
平地	600	600	450	550	550	600	600	600	1400	900	1400	1200	1400	1400	500	500	300	1200	200	350	300	300	300
山地	500	600	600	700	800	800	-	2400	1500	1700	2200	2200	-	-	-	700	300	1100	-	-	-	-	-
山區	700	800	800	900	1200	1200	-	2900	2000	2200	2700	2700	-	-	-	900	600	1600	-	-	-	-	-

註：此為第8號颱風最後一次報告。

# 海上陸上颱風警報

中央氣象局 民國 98 年編號第 17 號颱風警報 第 22-2 報 10 月 5 日 22 時 15 分發布

## 基本資料

颱風強度及命名：輕度颱風，國際命名：PARMA，中文譯名：芭瑪。

中心氣壓：980百帕。

中心位置：5日22時的中心位置在北緯 19.9 度，東經 119.8 度，  
即在鵝鑾鼻的南南西方約 250 公里之海面上。

暴風半徑：7級風暴風半徑 250 公里，10級風暴風半徑 — 公里。

預測速度及方向：近似滯留後，向南緩慢進行。

近中心最大風速：每秒 28 公尺(約每小時 101 公里)，相當於 10 級風。

瞬間之最大陣風：每秒 35 公尺(約每小時 126 公里)，相當於 12 級風。

預測位置：6日20時的中心位置在北緯 19.3 度，東經 119.9 度，  
即在鵝鑾鼻的南南西方約 310 公里之海面上。

## 預測位置及動態

颱風動態：根據最新氣象資料顯示，第 17 號颱風中心目前仍在巴士海峽滯留打轉，恆春半島在其暴風圈邊緣，北部、東半部地區及恆春半島降雨持續中。預計此颱風滯留後將逐漸向南緩慢移動。

警戒區域及事項：陸上：恆春半島應嚴加戒備並嚴防強風暴雨。

海上：巴士海峽、東沙島海面、台灣東南部海面及台灣海峽南部航行及作業船隻應嚴加戒備。

## 警戒區域 及 注意事項

\*暴雨特報：目前宜蘭山區及花蓮地區已有超大暴雨發生，台北山區已有大暴雨，應嚴防坍方、落石、土石流及山洪爆發，低窪地區應防淹水。今(5日)晚至明(6)日受颱風及其外圍環流影響，東北部及東部地區有局部性大暴雨或超大暴雨，北部、東南部地區及恆春半島有局部性暴雨或大暴雨，山區並有超大暴雨發生的機率，中南部山區亦有局部性大雨或暴雨，屏東地區有局部性大雨，民眾應避免進入山區及河川活動。

\*適逢大潮期間，沿海低窪地區慎防海水倒灌。

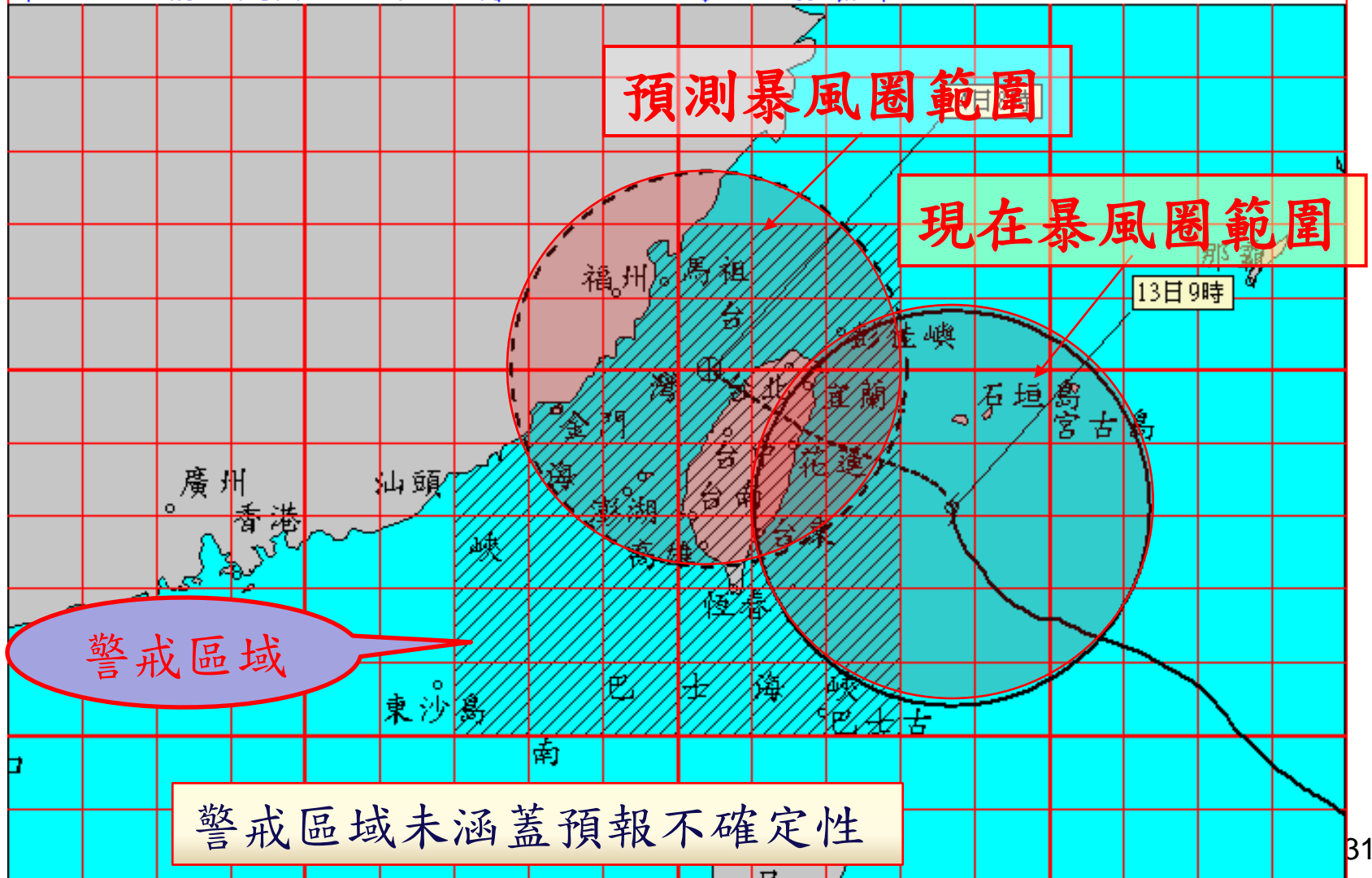
\*自4日0時至5日22時止出現較大累積雨量如下：宜蘭縣寒溪 1174 毫米、花蓮縣和中 745 毫米、台北縣瑞芳 447 毫米、台北市陽明山 411 毫米、基隆市 292 毫米、台東縣長濱 254 毫米、屏東縣檳榔 245 毫米。

\*台灣沿海地區風浪較大，東半部及南部濱海地區有長浪出現，目前沿海地區已有 9 到 11 級陣風出現，請避免前往海邊活動。

下次警報預定發布時間：10月5日23時30分。

# 颱風警報單(動態圖)

輕度颱風 (編號第4號 國際命名: BILIS, 中文譯名: 碧利斯)  
第 11-1 報 民國 95 年 7 月 13 日 9 時 15 分發布



# 颱風風雨預報單實例

98年

## 98年第08號颱風各地區總雨量預測

中央氣象局發布

## 95年第04號颱風各警戒地區風力預測

中央氣象局發布

10日4時00分

發布時間：95年7月12日22時00分

分區	台北市
雨量	平地
24小時有效時間：08時至11日8時	30
雨量(毫米)	80
	50
	100

分區	風力(級)	台北市	台北地區	桃園地區	新竹地區	苗栗地區	台中地區	彰化地區	雲林地區	嘉義地區	南投地區	台南地區	高雄地區	高雄地區	屏東地區	恆春半島	基隆地區	宜蘭地區	花蓮地區	台東地區	蘭嶼綠島	澎湖地區	
		平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風	平均風	陣風
13日 13時	13	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
06時	6	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
13日 13時	13	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
06時	6	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
13日 13時	13	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
12日 18時	18	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9

澎湖地區	金門地區	馬祖地區
200	150	150
350	300	300
-	-	-

註：此為第8

註：沿海地區之陣風較內陸地區強1至2級，請注意。

下次預定發布時間：95年7月13日5時00分



# 路徑潛勢圖 (Potential Track Area)

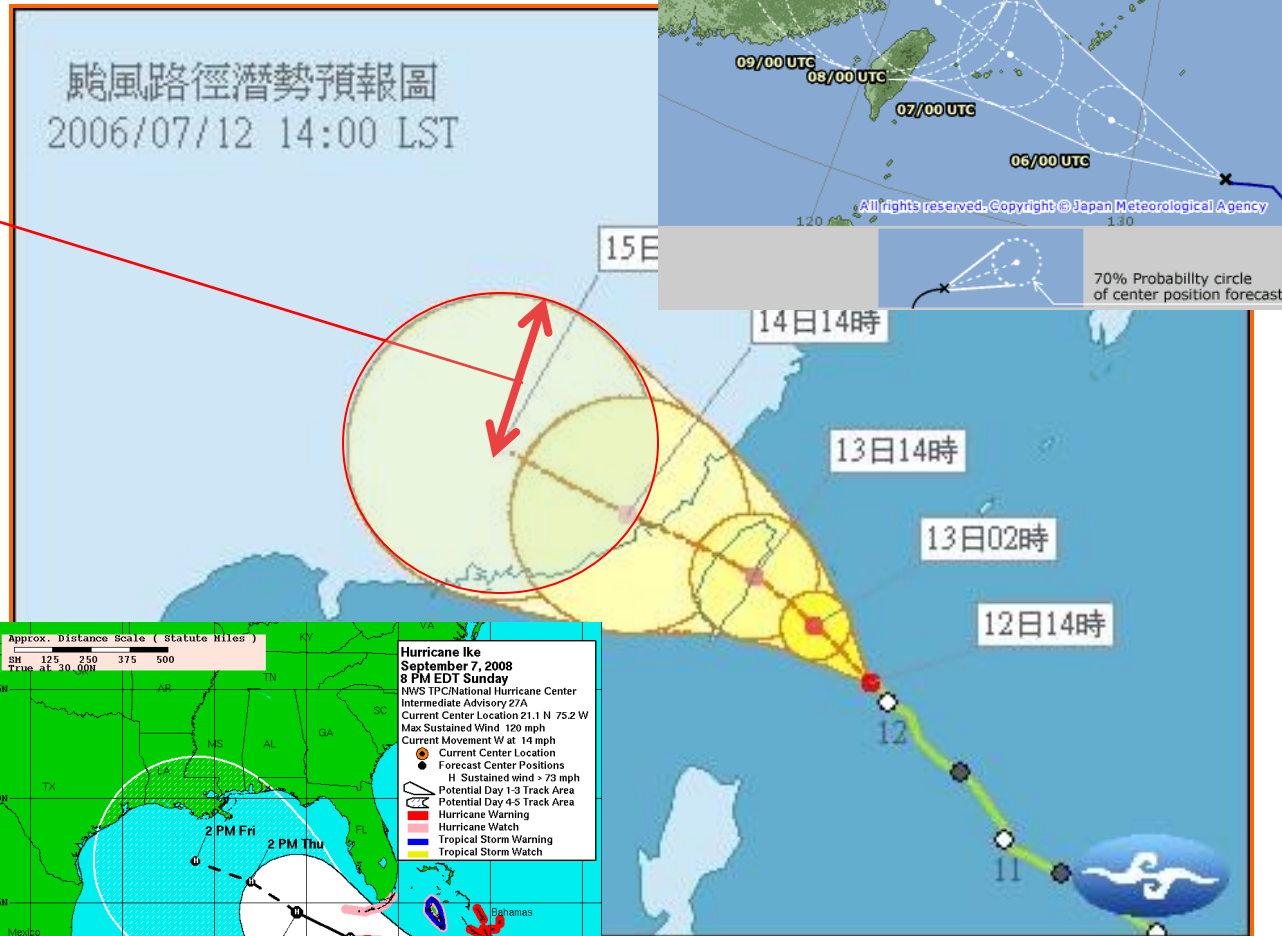
日本

圓圈代表在這個時間點，颱風中心有70%的機會落入這個圓圈內，是為了突顯預報的不確定性。

半徑的大小取決於移向、移速及預報時間有關，是用過去的資料統計得來的。

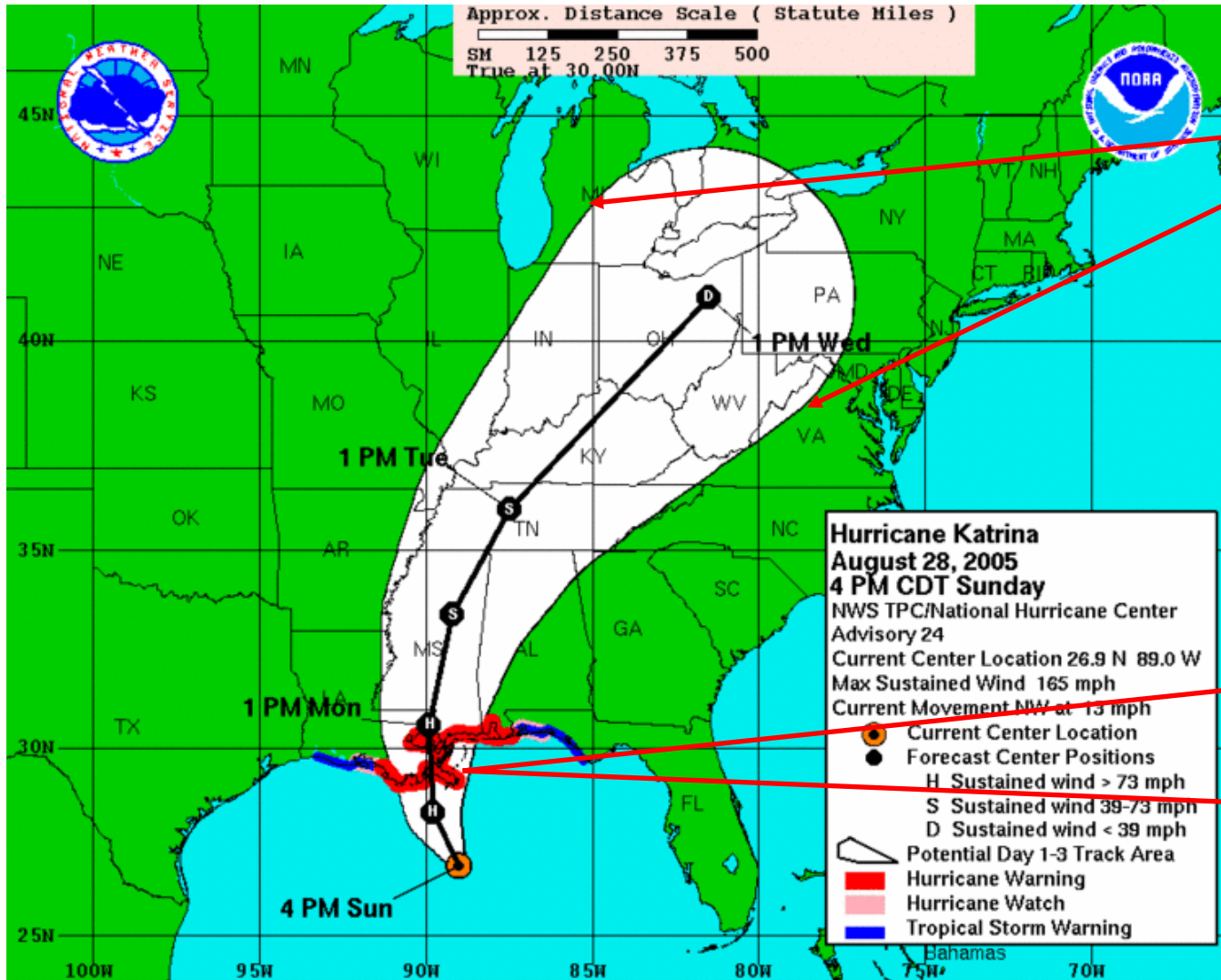
提供機率預報是世界的趨勢！

美國



# 建立正確的防災概念

「他山之石，可以攻錯」—氣象較先進的美國，他們的防災理念，也許可以做為我們防災的參考。

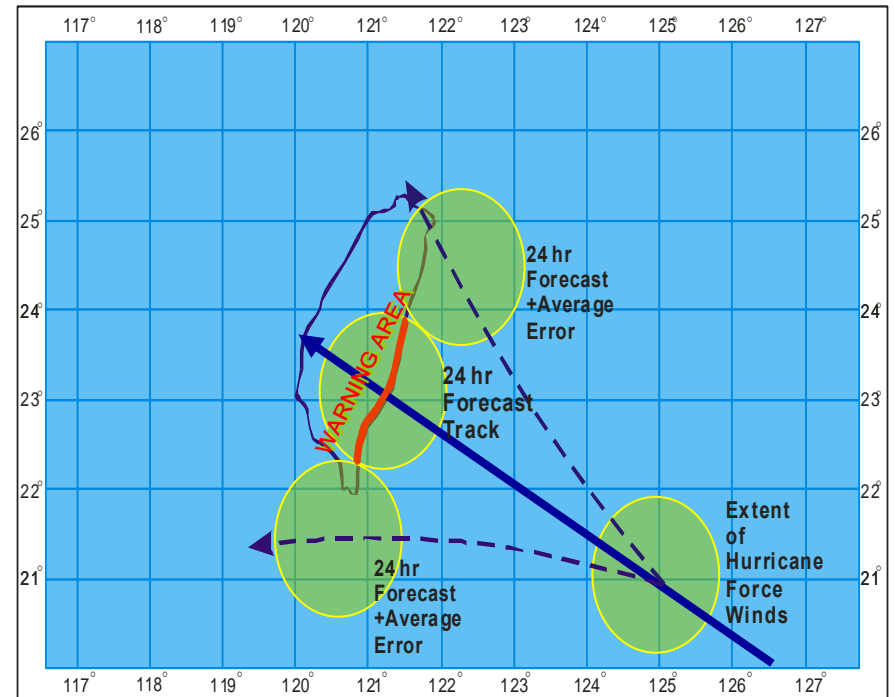
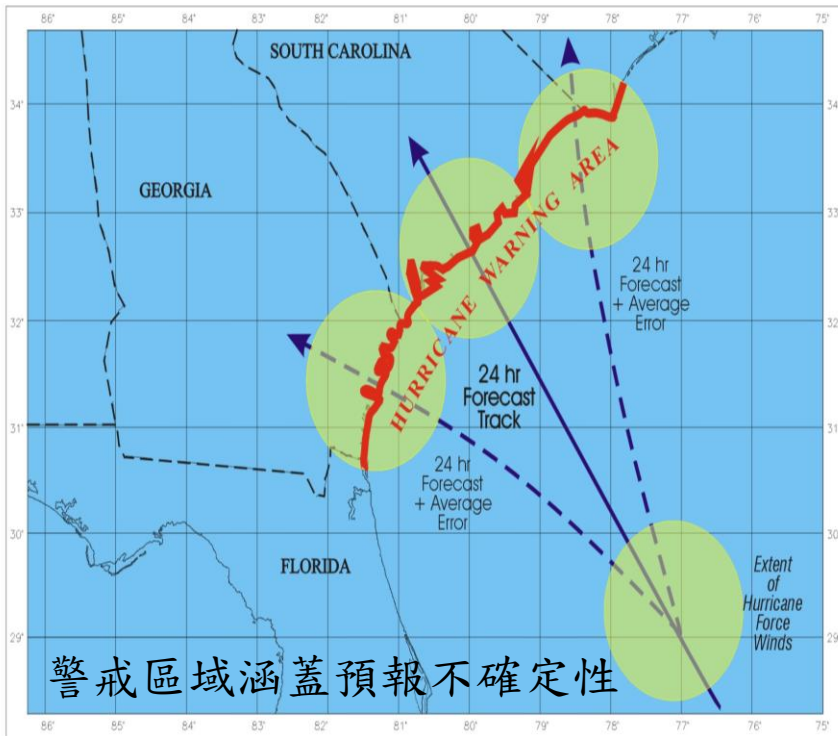


5天後的這個圓圈涵蓋了超過一千公里的範圍。

紅色加上藍色都是警戒區域，一個颶風警戒範圍超過1000公里的海岸線。在美國一個颶風可能要撤離超過百萬以上的居民。

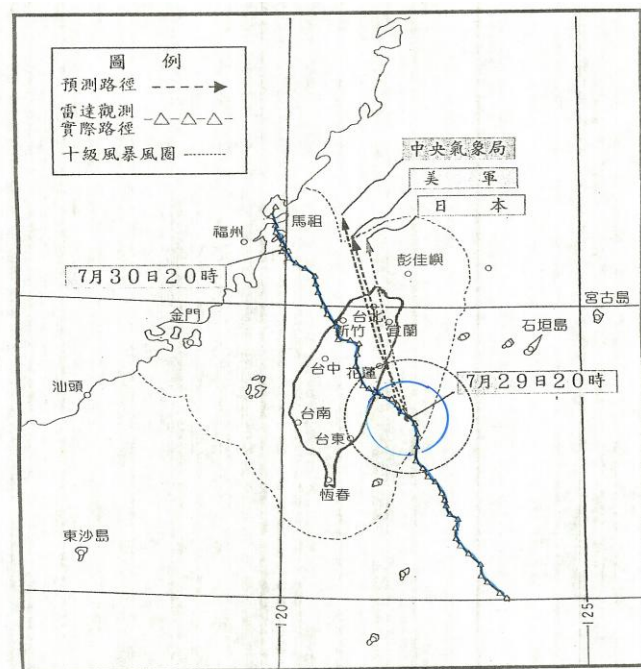
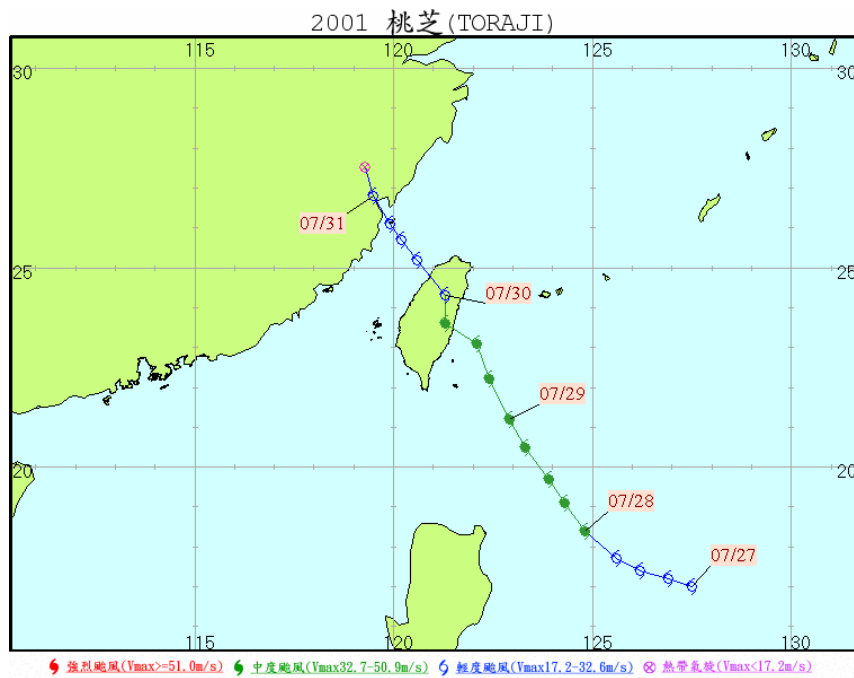
# 美國之防災哲學

## 美國能？台灣能不能？



# 桃芝颱風

(2001年7月28~31日)



8

圖一、桃芝颱風預報與實際路徑比較圖

# 南投竹山災情

## 米堤大飯店災情

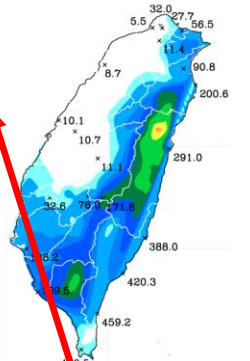


# 動態災情及應變處置

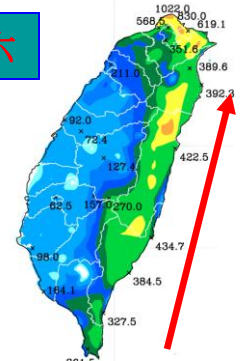
- 7月30日午夜左右於花蓮秀姑巒溪口登陸。
- 桃芝颱風為繼九二一地震之後對台灣（尤其南投及花蓮地區）最直接且最嚴重的衝擊
- 在全臺造成災害性降雨，多處地區發生土石流。
- 氣象局原先預測：桃芝颱風是指向花蓮北部，最後則是由花蓮南部的秀姑巒溪口登陸。引發各界的嚴厲指責。
- 芝颱風侵襲期間，花蓮縣長及南投縣長均不在「應變中心」指揮救災，引發民眾強烈批判及監委的調查。
- 行政院陳錦煌政務委員召集成立「救災應變處置小組」，指示各部會研擬救災因應對策
- 經建會研擬「國土保安計畫—解決土石流災害方案」。

# 侵台颱風路徑與降雨量之關係

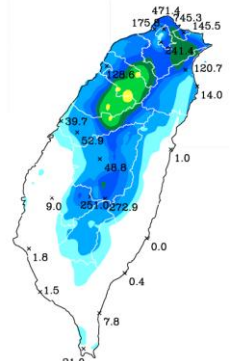
七



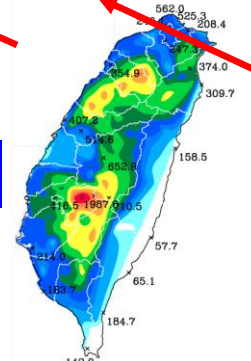
六



—



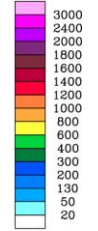
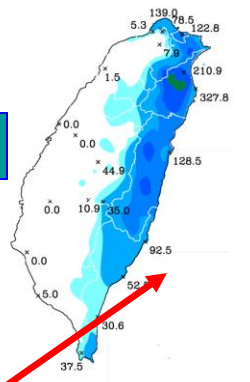
—



2001/5/11-2001/5/13 Precp(OBS)

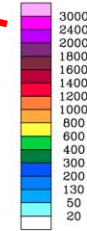
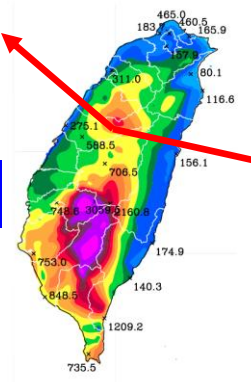
2009/8/5-2009/8/10 Precp(OBS)

八



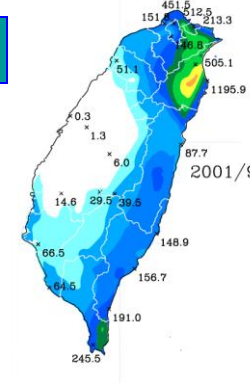
2010/10/21-2010/10/24 Precp(OBS)

—

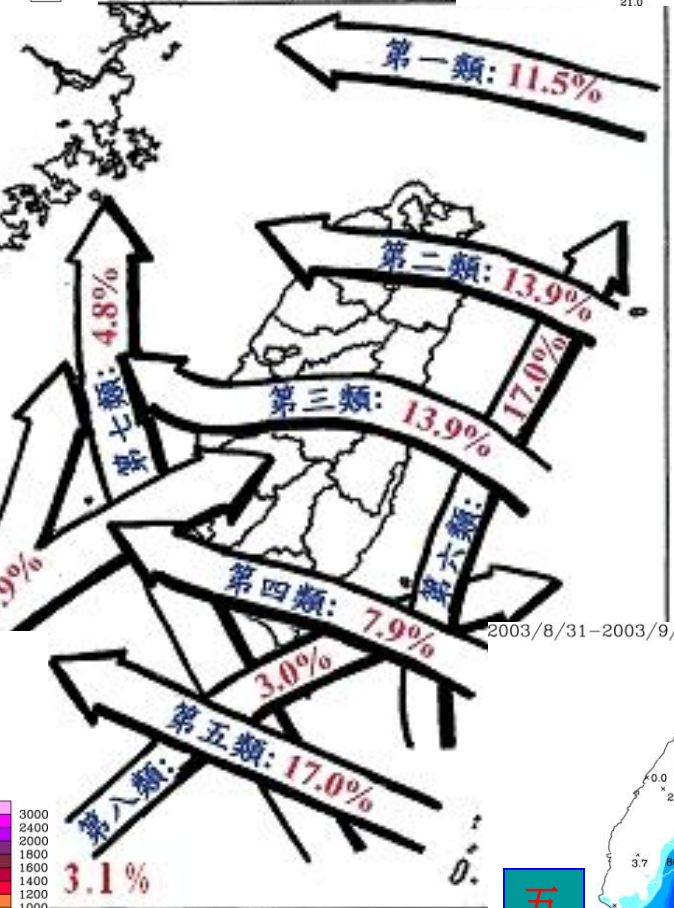


2010/9/17-2010/9/20 Precp(OBS)

九

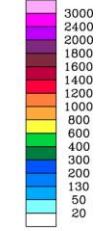
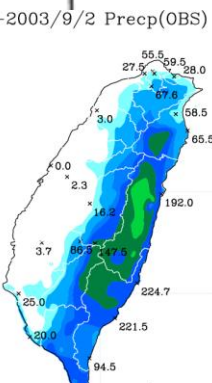


2001/9/8-2001/9/19 Precp(OBS)

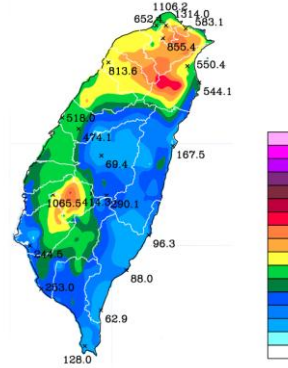


2003/8/31-2003/9/2 Precp(OBS)

四



+

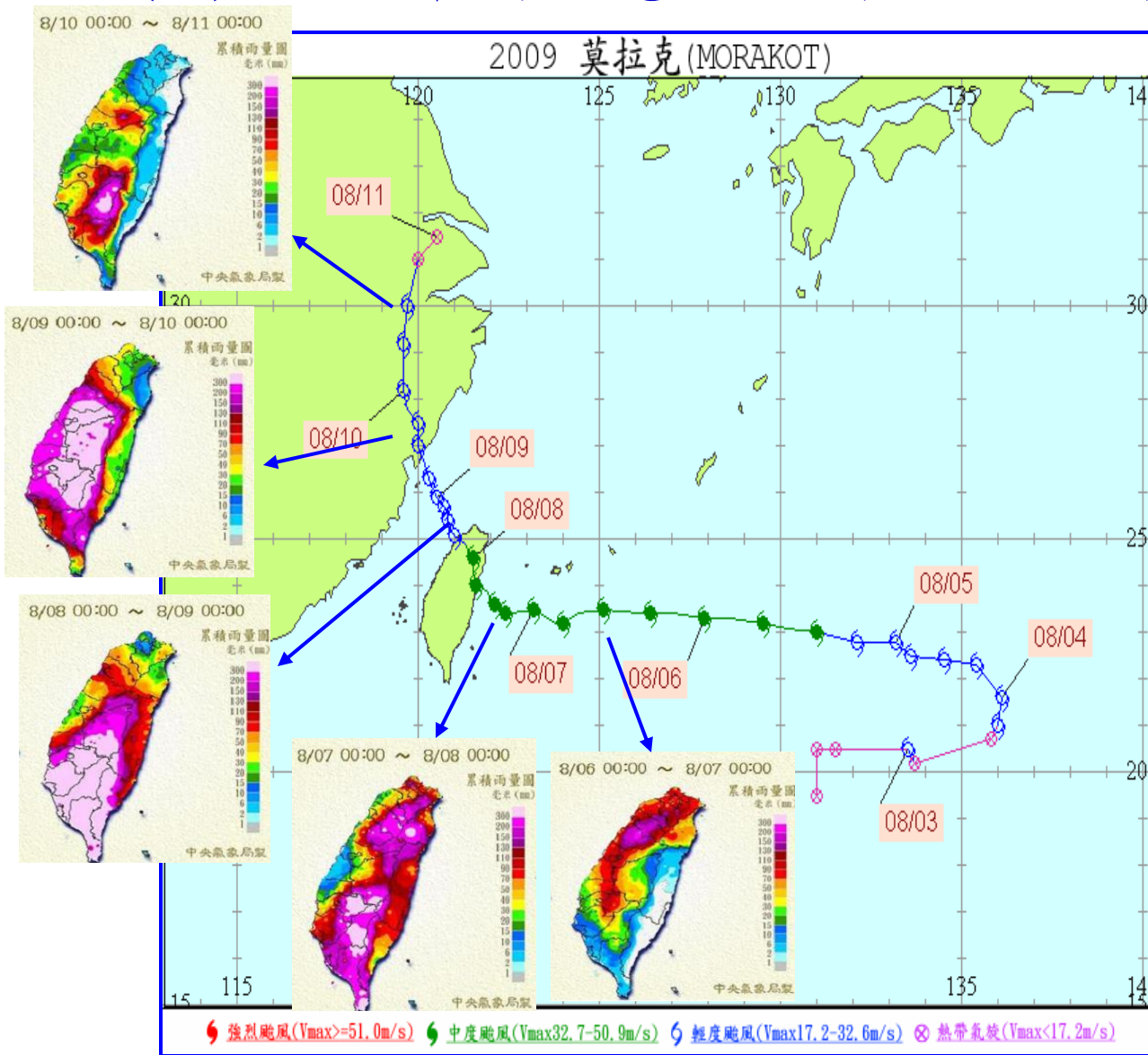


五

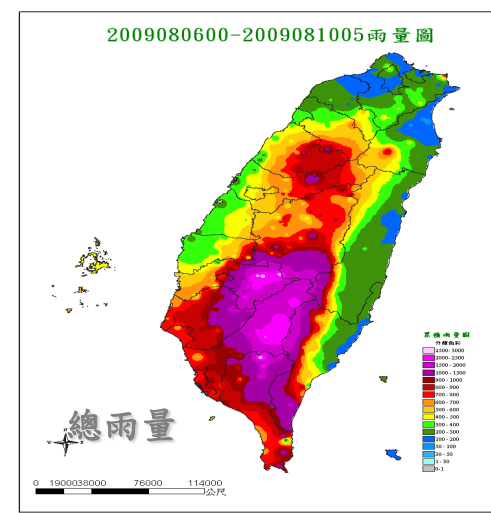


# 一、西北颱個案：

## (1) 2009年莫拉克颱風 (八八水災)



受颱風及西南氣流影響，中南部、東部多處地區降下刷新歷史紀錄的雨量，引發嚴重水患，造成臺南、高雄、屏東及臺東等縣重大災情，鐵、公路多處路基流失造成交通中斷，多處地區發生嚴重土石流災害。673人死亡，26人失蹤，農損逾195億元。



# 造成巨大的災情

- (1) 降雨量超大、瞬間降雨強、降雨時間長；阿里山五天累積雨量高達2,854毫米
- (2) 為複合型的災害(包括水災、淹水、土石流、山崩……)；
- (3) 災害範圍廣(涵蓋嘉義、台南、高雄、屏東、台東、南投等)；
- (4) 受災程度大(人員傷亡達729人、房屋損毀計1,626戶—高雄縣甲仙的小林村均占大部分)；
- (5) 經濟損失巨大，至少新台幣905億元，占GDP 0.75%；
- (6) 影響層面廣(包括政治、經濟、社會、災民安置等，災後重建工程不輸921震災)，創下台灣近50年來天然災害的最大災情。

# 國土之殤

## 小林村坡地災害



2009年莫拉克颱風國土之殤

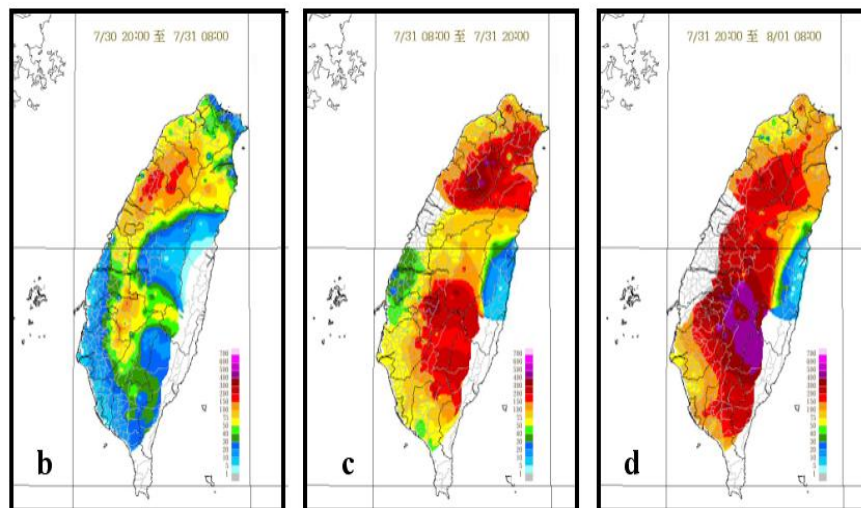
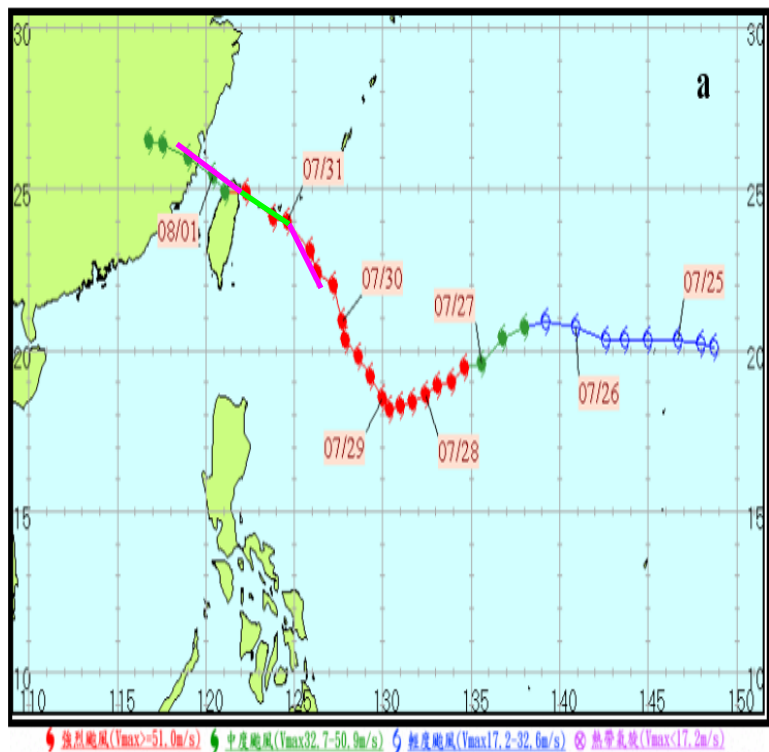


# 莫拉克颱風過後的省思

- 家兄的指責：（1）北部作風颶，南部作水災？請氣象局給個交代！（2）你在氣象局負責防災業務，竟然不曾事先通知鄉親離災、避難？
- 經歷「莫拉克颱風」侵襲而引發「八八水災」事件，看到民眾因遭遇天災而受苦、受難，國家也蒙受重大的危機，我心裏是相當的難過。
- 秉持著「同理心」、「慈悲心」及「關懷情」，我常捫心自問：「我還能作什麼？」
- 於是，在 99年七月我提前退休，擔任志工，
- 希望致力「普化」教育，藉「向災害學習」，將我的專業知識及多年的工作經驗，與大家分享

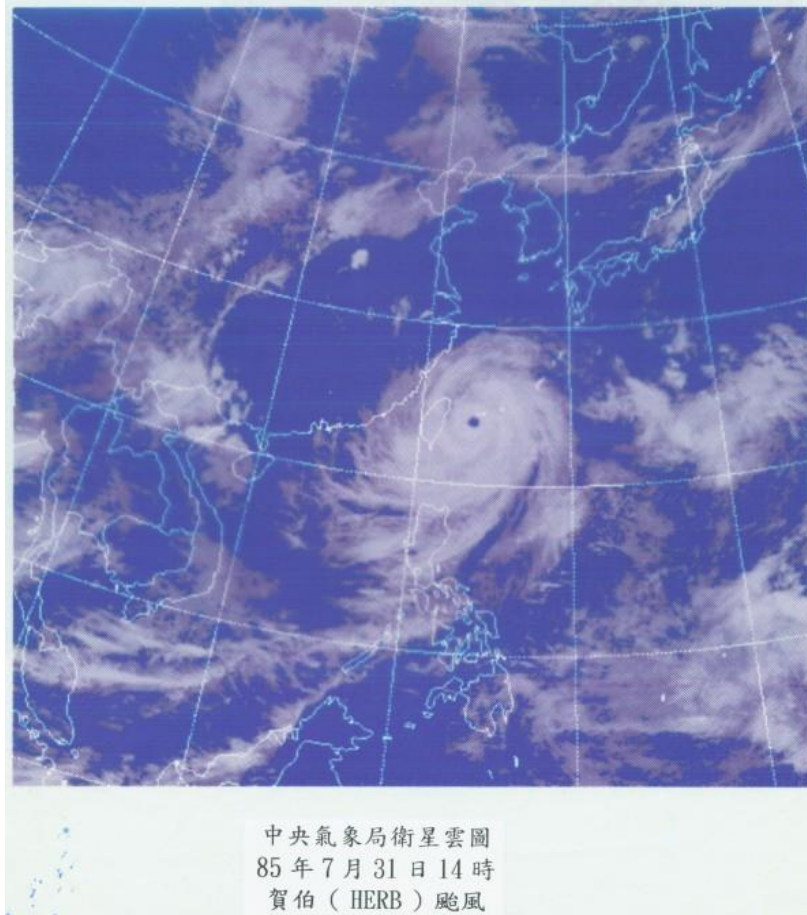
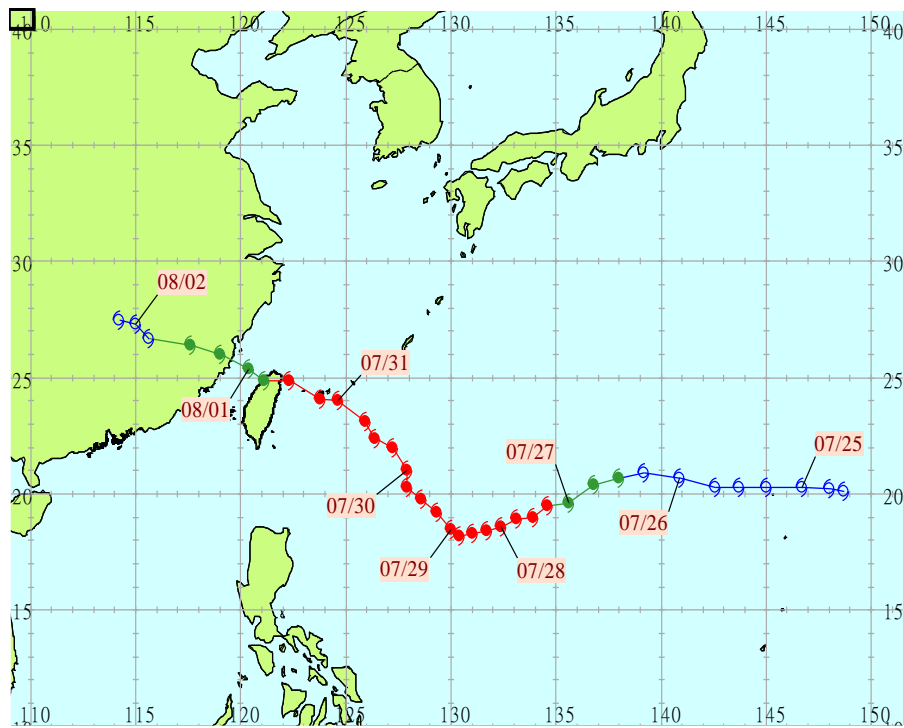
# 一、西北颱個案：

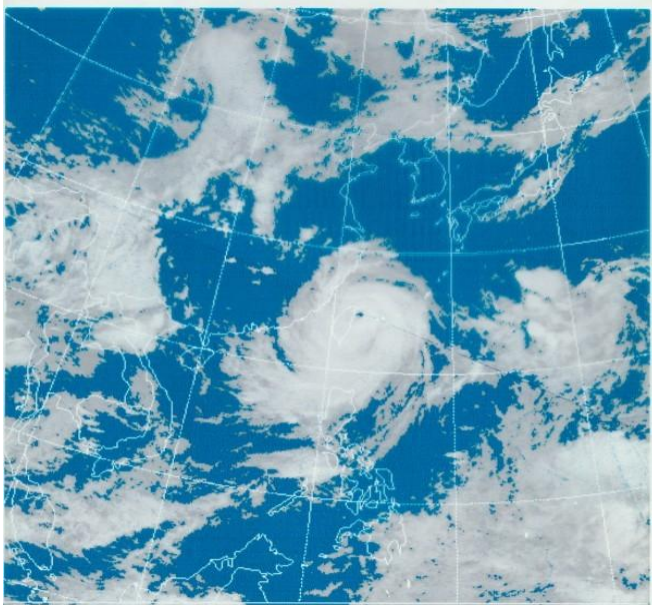
## (2) 1996年賀伯颱風



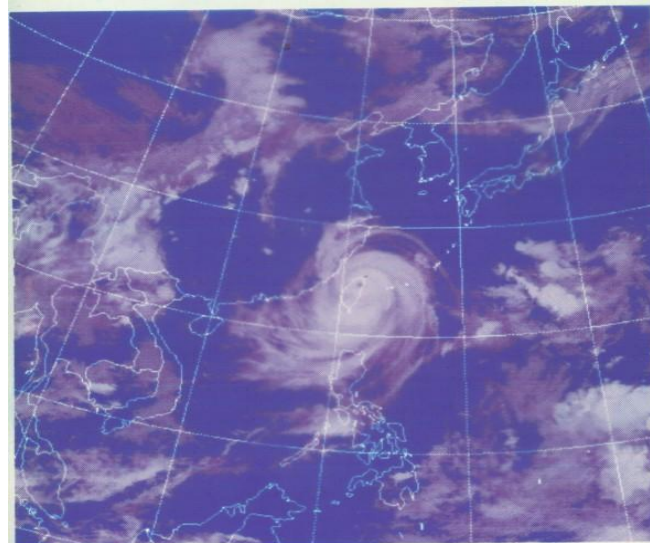
- 全國各地災情嚴重，航空、鐵路交通全面停飛、停駛，公路坍方、橋樑斷裂，嚴重受損。中、南部沿海地區海水倒灌，台北市、縣地區多處嚴重淹水。南投縣水里鄉、信義鄉、鹿谷鄉山洪爆發，多人慘遭活埋。全台電力、電信受損嚴重。阿里山測站於七月三十一日單日降水累計雨量達1094.5公厘，創歷史紀錄。花蓮、台東地區於三十一日深夜有焚風發生。有51人死亡，22人失蹤。農漁損失199億。

# 賀伯颱風 (1996年7月30日~8月1日)





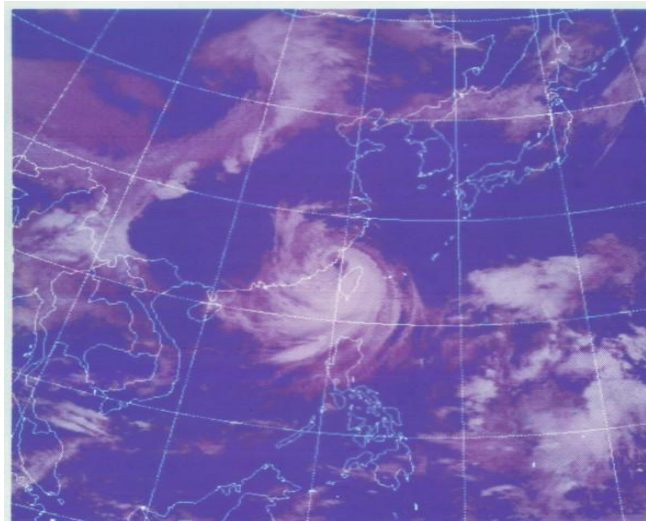
賀伯颱風 85. 7. 31. 20時



中央氣象局衛星雲圖  
85年7月31日22時  
賀伯(HERB)颱風



中央氣象局衛星雲圖  
85年8月01日05時  
賀伯(HERB)颱風



中央氣象局衛星雲圖  
85年8月01日08時  
賀伯(HERB)颱風

# 南投縣信義鄉神木村 土石流災情



阿里山神木村土石流災變現場  
(85年7月31日賀伯颱風侵襲期間)



阿里山神木村土石流災變現場  
(85年7月31日賀伯颱風侵襲期間)



▲土石流堆積在坑溝出口平緩地帶成沖積扇  
(南投縣信義鄉神木村隆華國小附近)



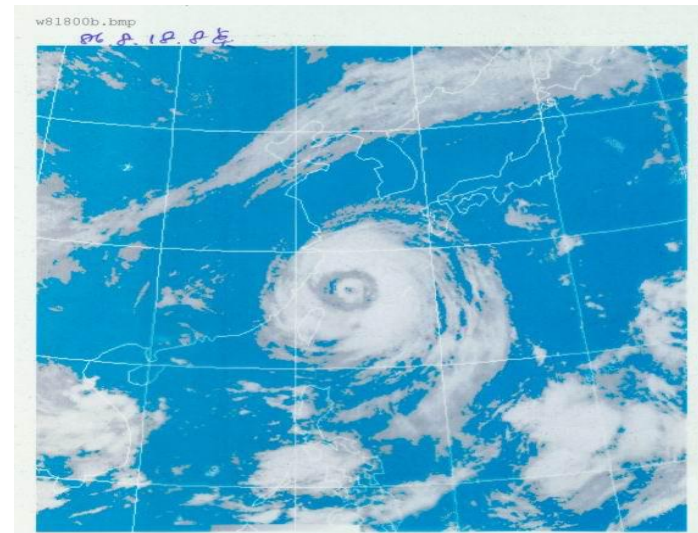
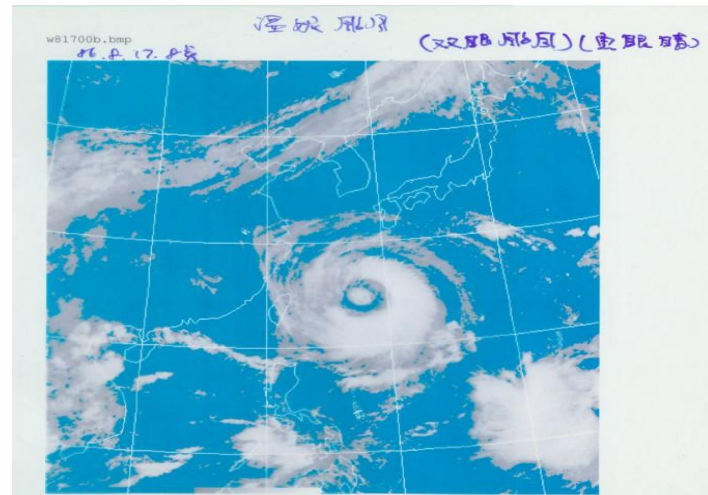
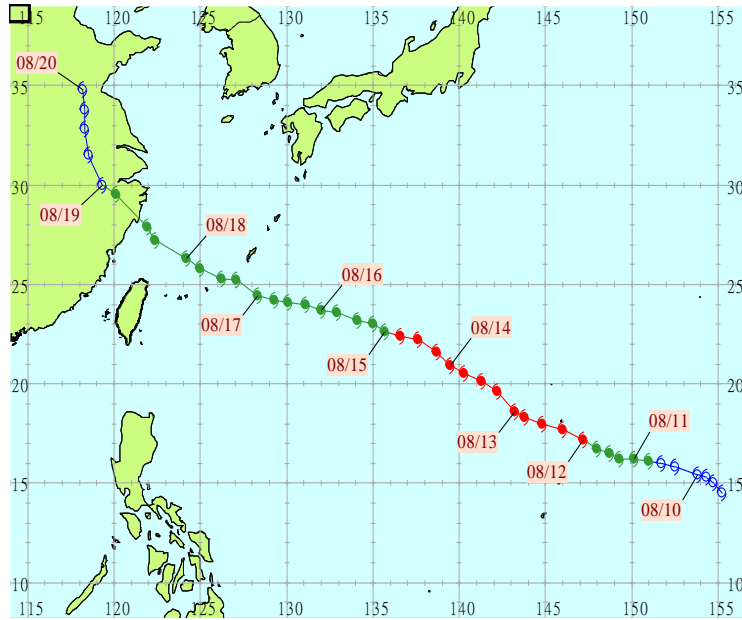
# 動態災情及應變處置

- 颱風環流雲層寬廣，中心通過台灣北部陸地長達八小時之久，為台灣地區帶來豪雨，中部山區（特別是南投）紛紛打破200頻率年的最大日降雨紀錄；
- 阿里山7月31日之日雨量高達1,095毫米，打破設站以來的最大日雨量紀錄；
- 阿里山持續二十四小時最大累積降雨量為1,749毫米，不僅締造了台灣地區的新紀錄，更與世界紀錄（1,870毫米）相差無幾；
- 兩天之總雨量更高達1,987毫米，將近其年平均雨量（4,107毫米）的一半。
- 中部（南投）山區災情（山洪暴發及土石流）之嚴重，與該地降雨強度之大、降雨延時之長和總雨量之多，均有密切之關係。
- 賀伯颱風中心穿越北部陸地，且移速緩慢，淡水河流域完全籠罩在其暴風範圍內長達八小時以上，各集水區出現豐沛且連續的豪大雨，致使板橋、中和、永和及社子島等低窪地區發生淹水現象。
- 因正逢農曆的十五、十六大潮時刻，為台灣帶來強風、豪雨、山洪暴發、土石流及海水倒灌，導致罕見的重大災害
- 連戰院長指示四位政務委員組成「賀伯颱風勘災及督導小組」，由馬英九政務委員擔任召集人，問氣象局意見：「天災」
- 氣象局：（1）建立「以點對點電腦連線傳輸管道」，將颱風、豪雨等災變天氣資訊傳送各級災害防救中心；（2）與中華電信公司簽訂「氣象與地震資訊群呼系統」合約
- 因山坡地管理不力，造成濫墾、濫建，導致嚴重土石流災害，農委員及水保局多名官員被處分

# 一、西北颱個案：

## (3) 1997年溫妮颱風 (1997年8月17~18日)

氣象衛星雲圖顯示溫妮颱風為**雙眼颱風**



# 汐止林肯大郡災變現場



綠木  
骨牌站

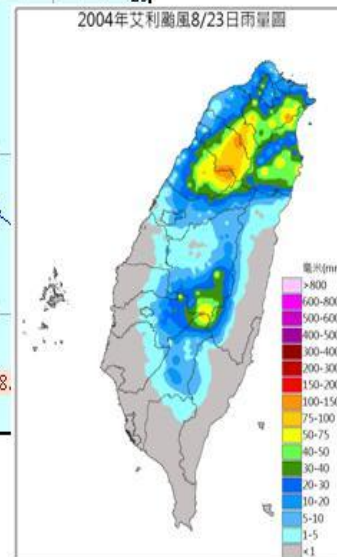
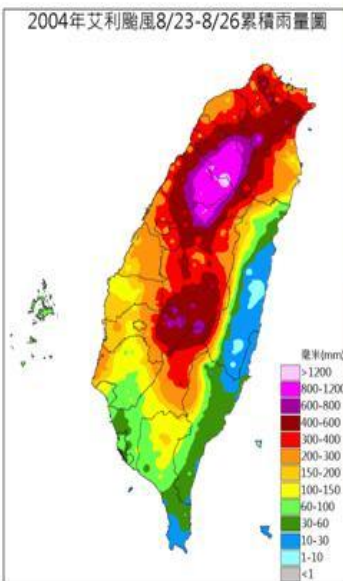
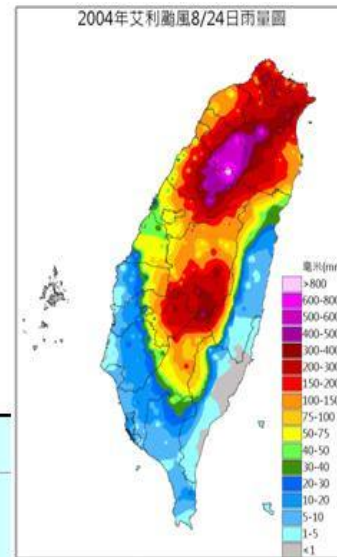
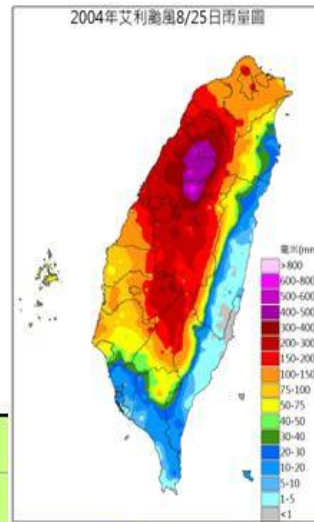
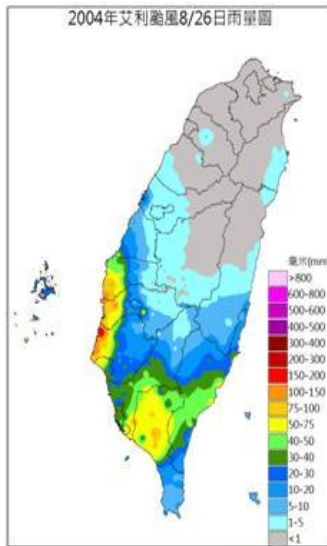
汐止林肯大郡災變現場  
(86年8月18日溫妮颱風侵襲期間)



汐止林肯大郡災變現場  
(86年8月18日溫妮颱風侵襲期間)



# 一、西北颱個案：（4）2004年艾利颱風



- 受颱風外圍環流影響，北部、東北部、中南部有豪雨發生，引發嚴重土石流災情，以新竹縣五峰鄉桃山村最為嚴重；台北三重地區因捷運施工不當，導致淡水河洪水倒灌；石門水庫集水區因原水濁度太高，致使桃園地區大停水。共計有15人死亡、14人失蹤，農林漁牧損失約18億元。

## 2004年艾利颱風造成石門水庫原水濁度飆高



桃園地區無法正常供水達17天

資料來源：經濟部水利署



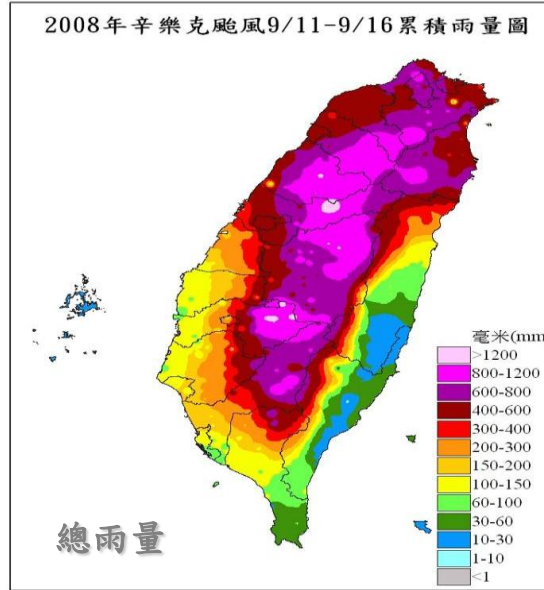
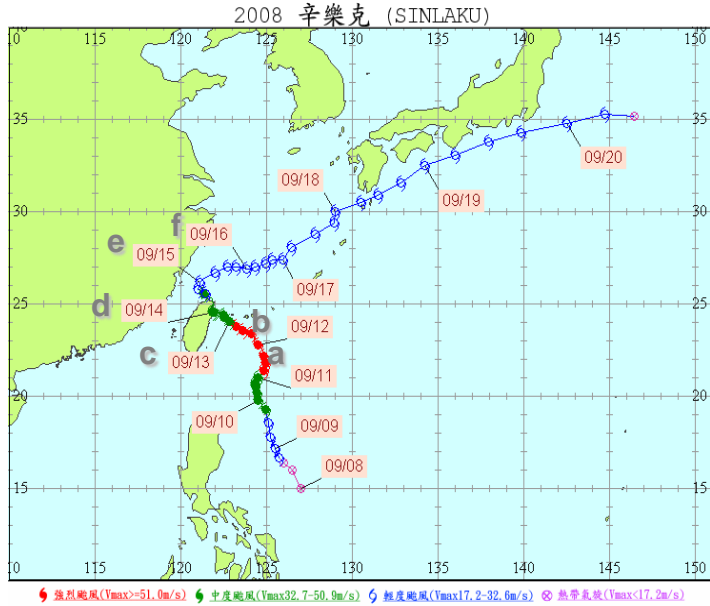
92萬戶用水受影響



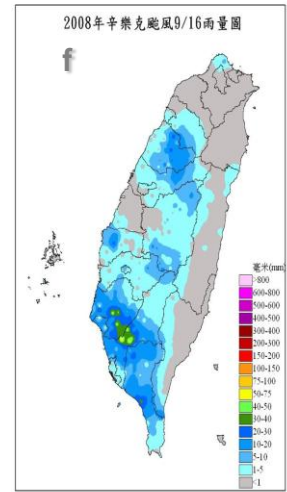
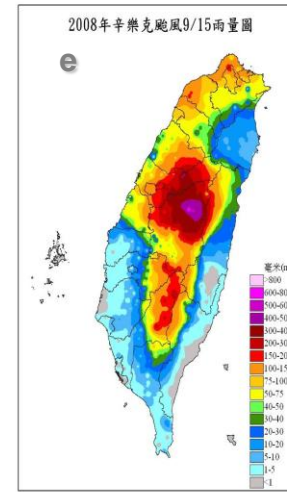
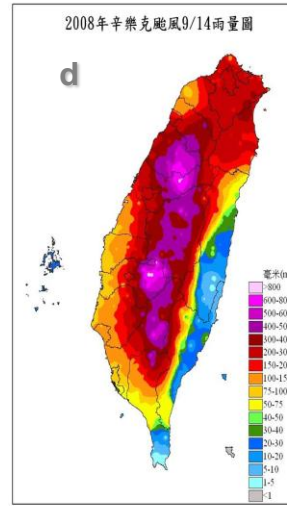
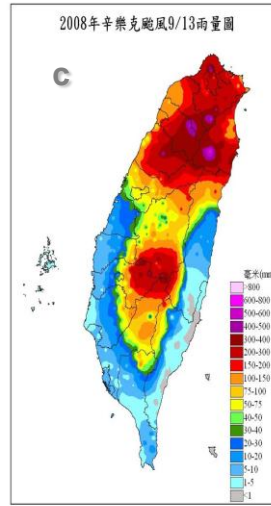
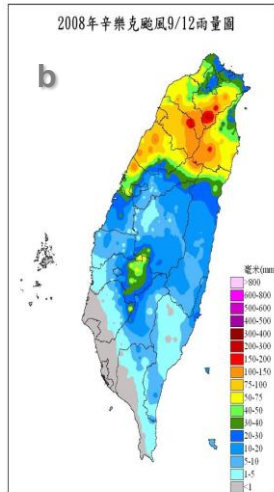
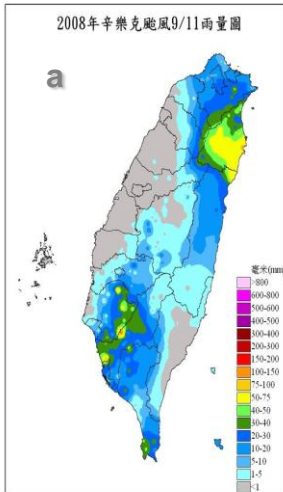
三重市南區淹水(8/24-25)

# 一、西北颱個案：

## (5) 2008年辛樂克颱風 (中秋節)



- **豪雨重創中部地區，尤以南投最為嚴重，造成后豐斷橋、豐丘山崩及廬山溫泉區飯店倒塌等災情。計有14人死亡，7人失蹤，農損約9億元。**



南投縣信義鄉

# 土石流災害與崩塌災害

果園

2008年辛樂克颱風  
引發崩塌災害  
7人罹難

豐丘明隧道

便道

陳友蘭溪

台21線

7人罹難位置

往阿里山

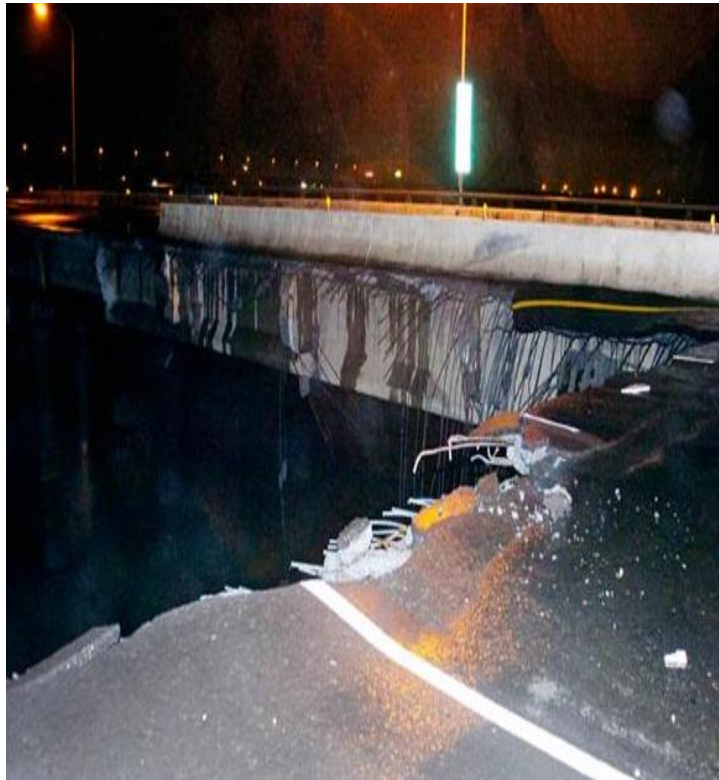


# 廬山溫泉區飯店倒塌(2008年辛樂克颱風)





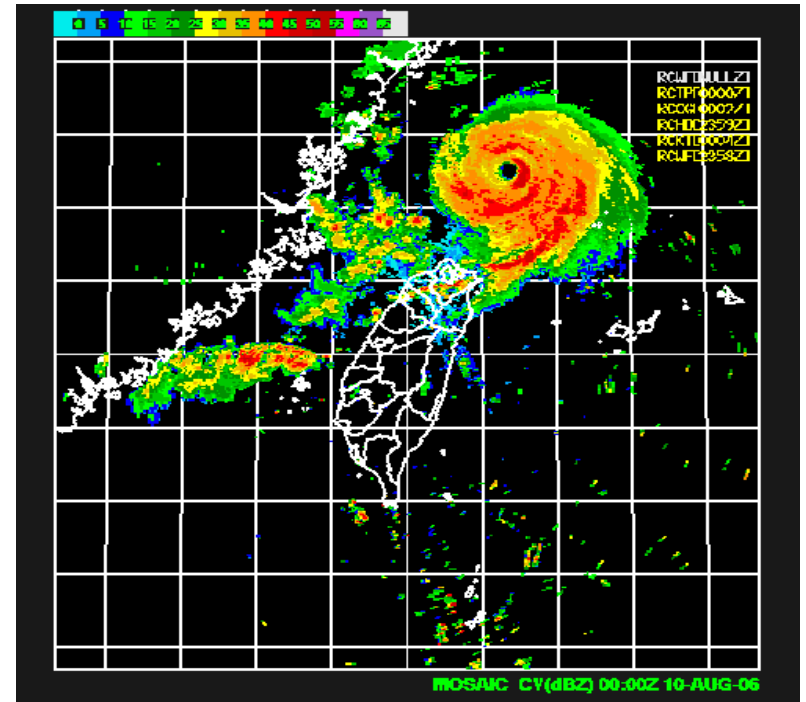
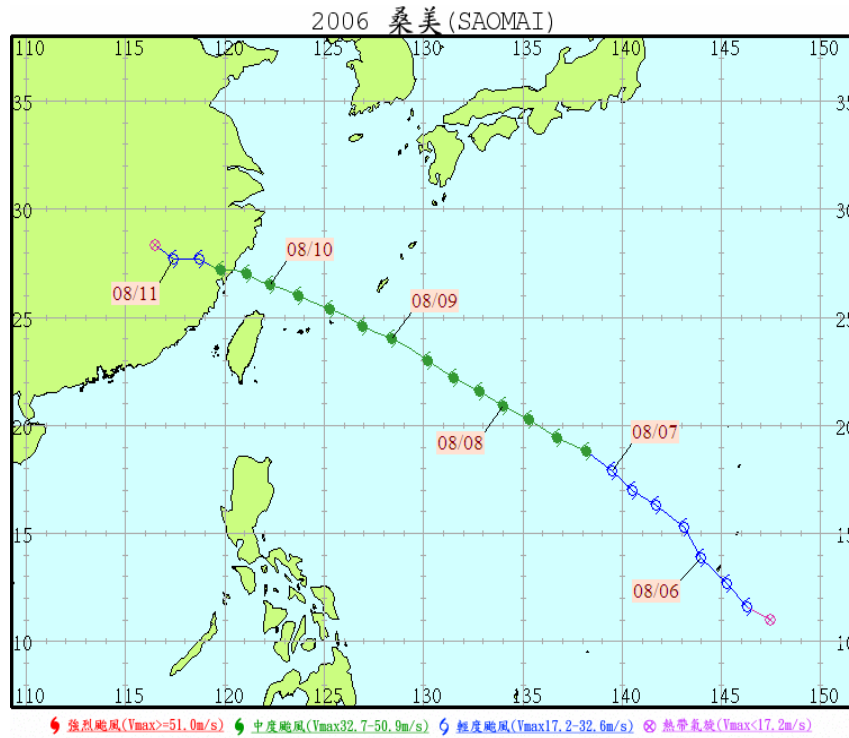
# 后豐斷橋(2008年辛樂克颱風)



# 一、西北颱個案：

## (6) 2006年桑美颱風

### 天佑台灣！台灣無災情

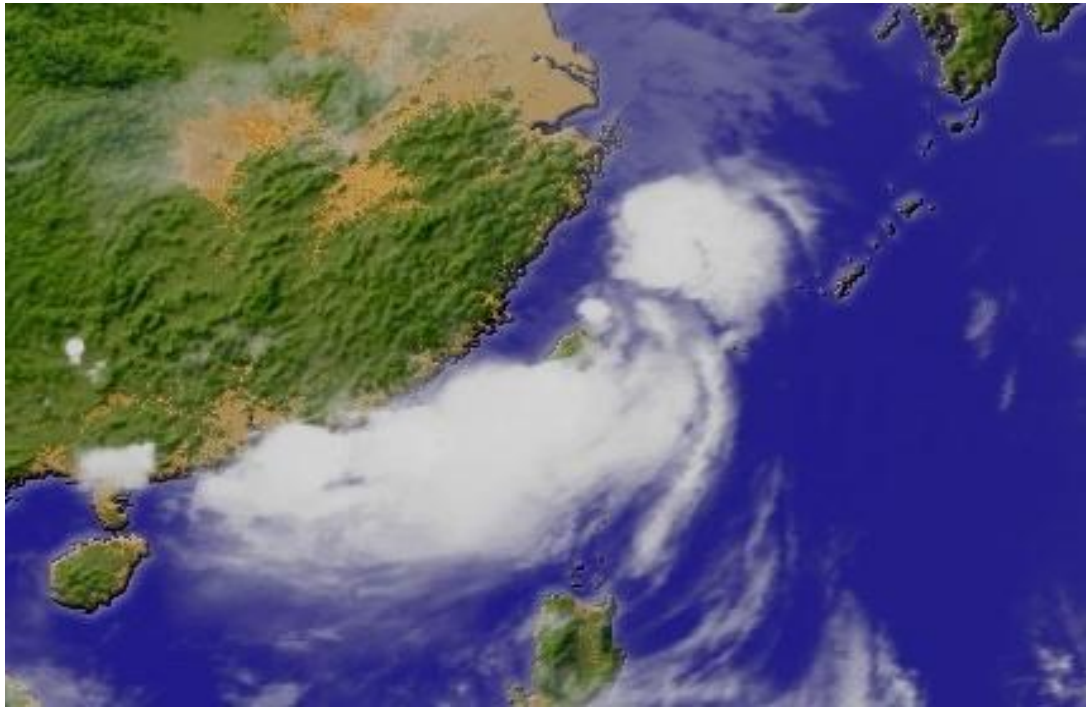


## 應變及處置

- 天佑台灣！環流結構扎實，中心偏北，未對台灣造成災害
- 陳總統蒞臨應變中心，我簡報：「天佑台灣！若颱風中心向南偏半個緯度，約50公里，而朝台灣北部海面通過時，則變成西北颱，台灣將會遭到嚴重的衝擊」。
- 總統終於鬆了一口氣，面帶笑容的說：「真是天佑台灣！」
- 總統問：什麼是「迴南」？

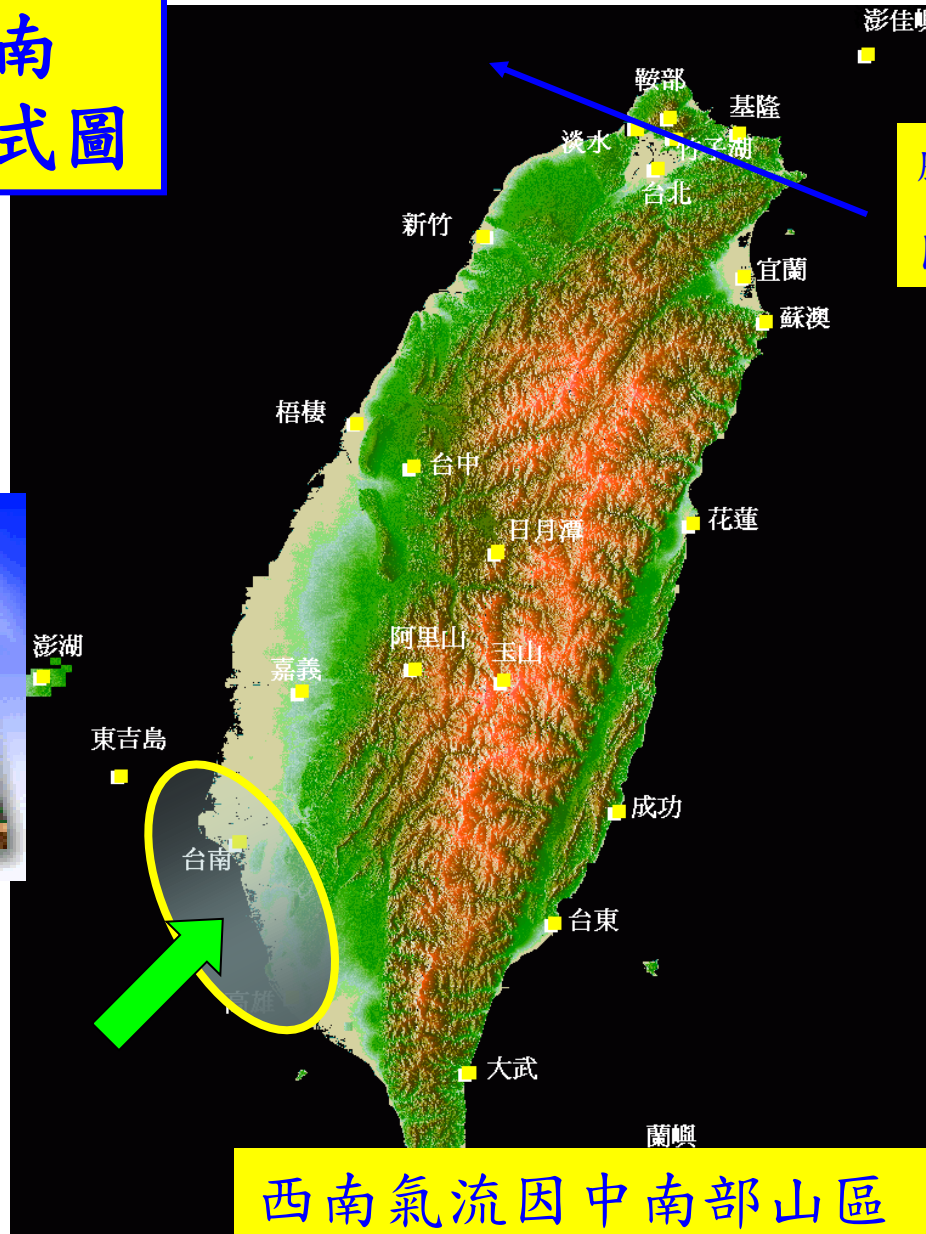
## 二、進入東海的颱風均會引進西南氣流

- 民國70年艾妮絲颱風、民國93年敏督利颱風，皆引進強烈西南氣流，造成了嘉南地區的93水災及中南部地區的72水災。



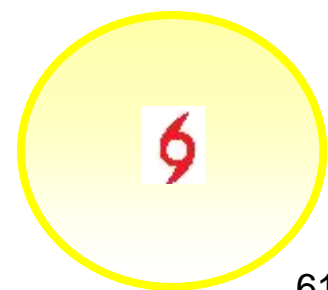
93年7月敏督利颱風所引發西南氣流之衛星雲圖

# 颱風引進西南 氣流概念模式圖



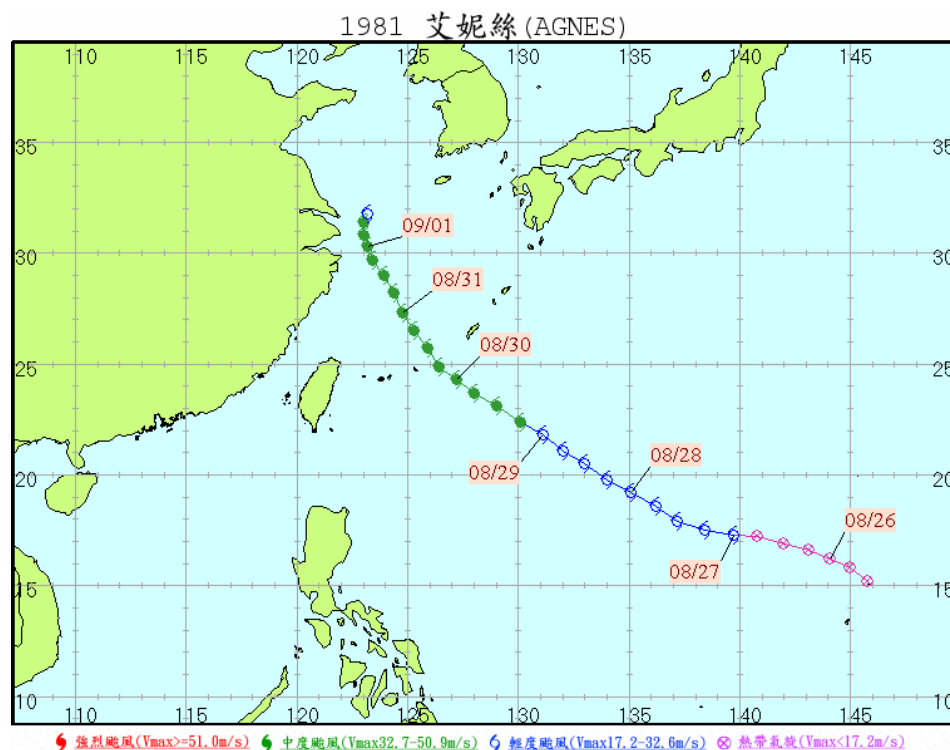
颱風偏北移動後  
開始引進西南氣流

西南氣流因中南部山區  
地形抬升造成劇烈降雨



## 二、沿東部海岸北上進入東海，將引進旺盛西南氣流

### (1) 1981年艾妮絲颱風及九三水災



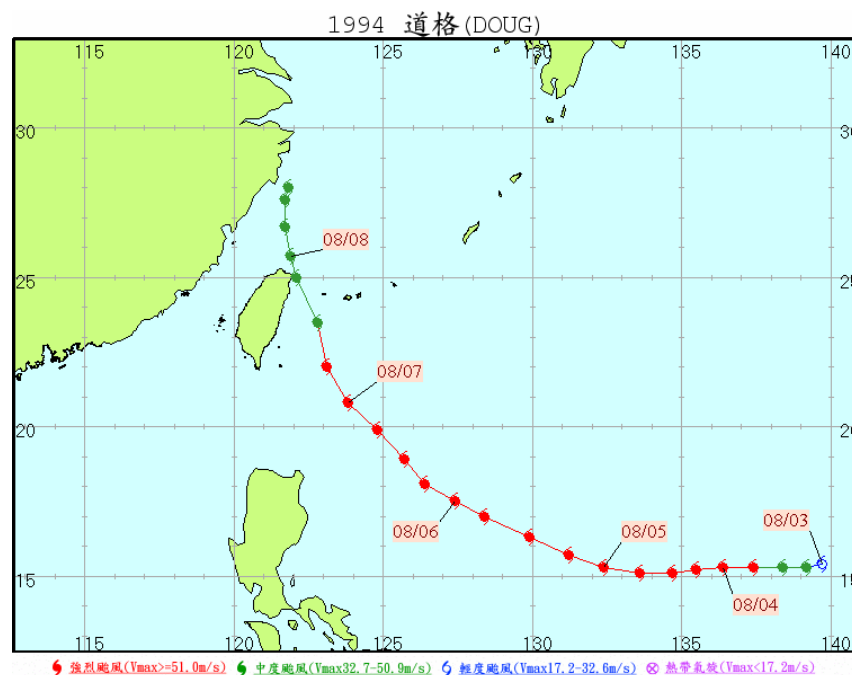
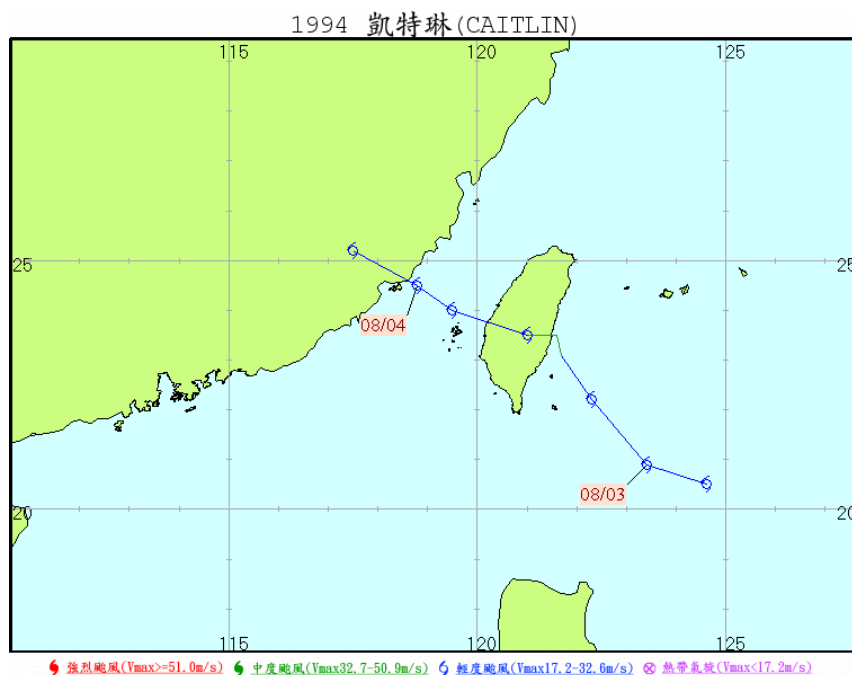
- 艾妮絲颱風未對台灣造成直接侵襲
- 但颱風北上到東海後，引進旺盛西南氣流，導致台灣中、南部地區嚴重之九三水災
- 全台有38人傷亡及失蹤，198間房屋受損，農林漁牧的損失約30億元（當時幣值）
- 曾文水庫洩洪，使南部災情更行嚴重，

# 應變及處置

- 民眾強烈指責，監察院介入調查
- 預測五天雨量1,000毫米；實際七天1,200毫米
- 曾文水庫將責任推給氣象局「雨量預報不準」
- 教訓：山區雨量預測應考慮安全係數（路徑不確定性及地形效應）寧願多報，絕對不能少報（案例：2009年莫拉克颱風及2010年凡那比颱風）
- 「颱風定量降雨預測模式」（根據水汽保守定律和Fulks的降雨公式，計算：颱風環流輻合及地形抬升之作用）（應用於：水庫集水區）（大氣科學70.5. 氣象局研討會71.5. 台灣水利季刊75.9）

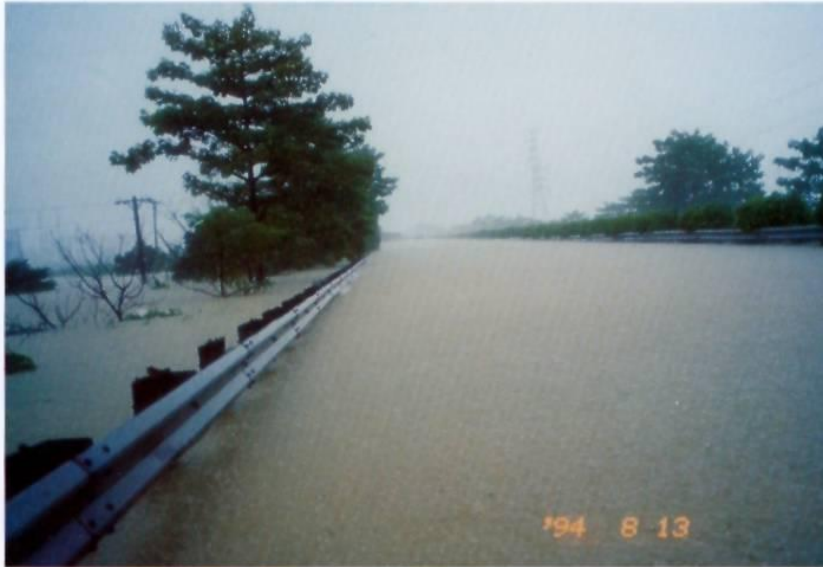
## 二、沿東部海岸北上進入東海，將引進旺盛西南氣流： (2) 1994年道格颱風 (1994年8月7~10日) 及八一二水災

(1994年8月11~14日) 《先有西行的凱特琳颱風 (1994年8月3~5日) 》

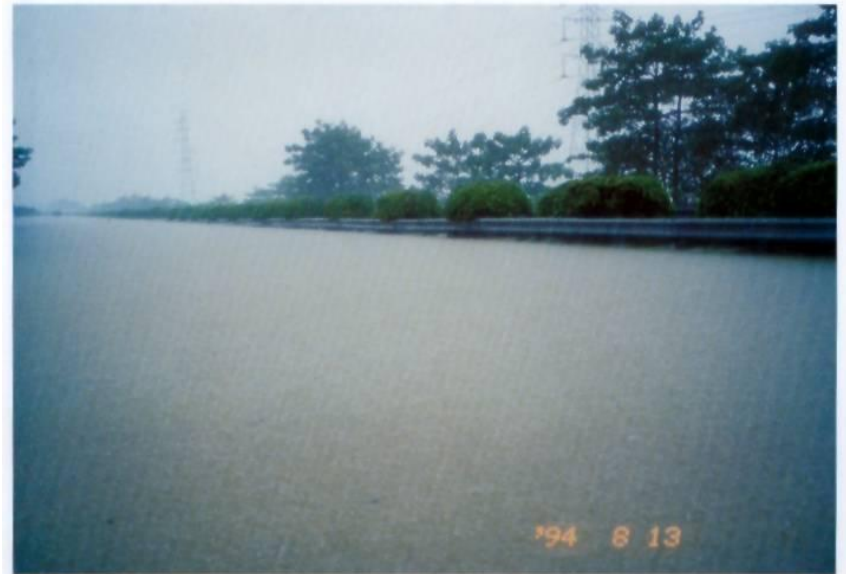




# 國道中山高岡山段路面嚴重積水



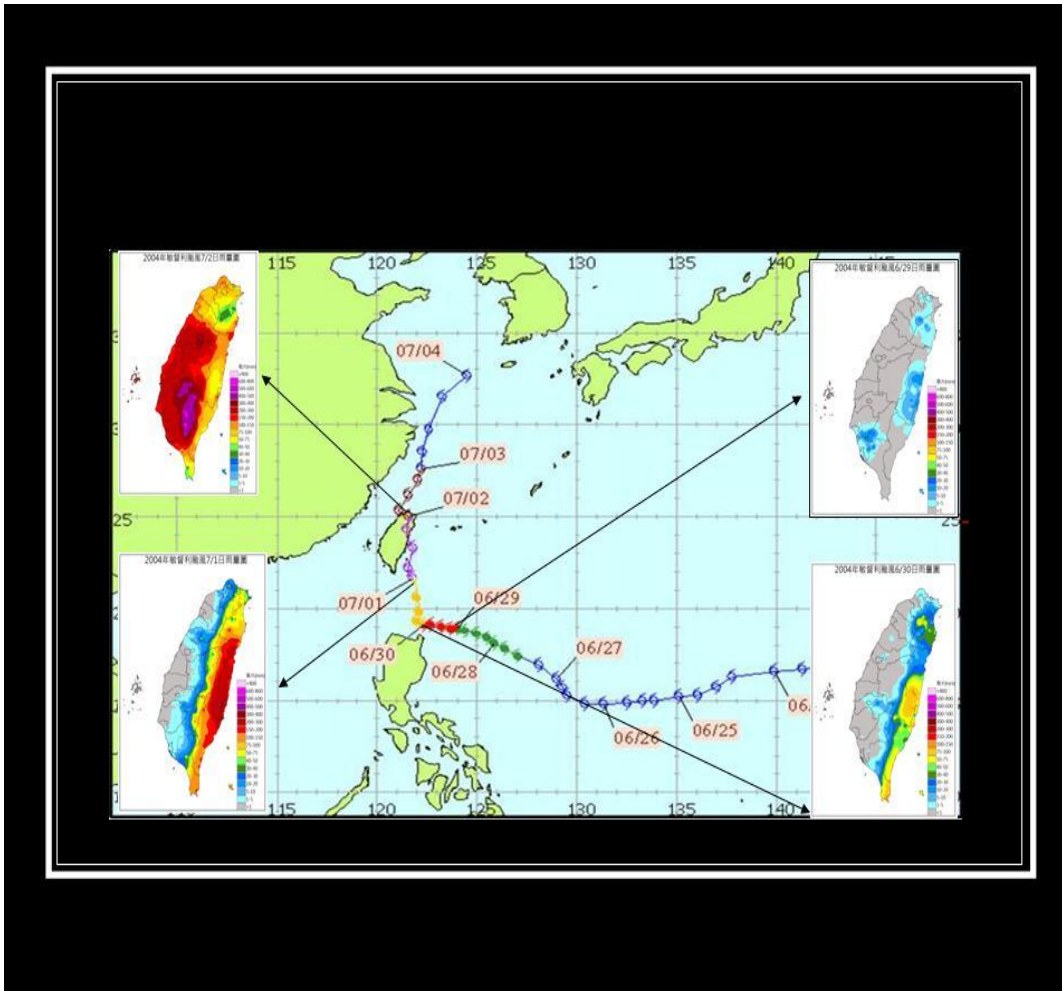
八一二水災時，高速公路岡山段344公里附近路面嚴重積水情形之一（最深曾達1.5公尺）。



八一二水災時，高速公路岡山段344公里附近路面嚴重積水情形之二（最深曾達1.5公尺）。

## 二、沿東部海岸北上進入東海，將引進旺盛西南氣流：

### (3) 2004年敏督利颱風及七二水災



- 受颱風環流及颱風北上期間引進的強烈西南氣流影響，台灣東部及中南部地區連日豪雨，累積雨量高達2,000毫米，造成嚴重的七二水災災情，並引發中部山區嚴重土石流。
- 造成全台有45人死亡及失蹤，農林漁牧損失就高達89億元以上。
- 大甲溪電廠全泡湯，損失百億元以上。

# 2004年敏督利颱風—惡水



# 數百公頃的稻作及瓜田，倒伏及浸泡在水中， 農民的心血全都泡湯

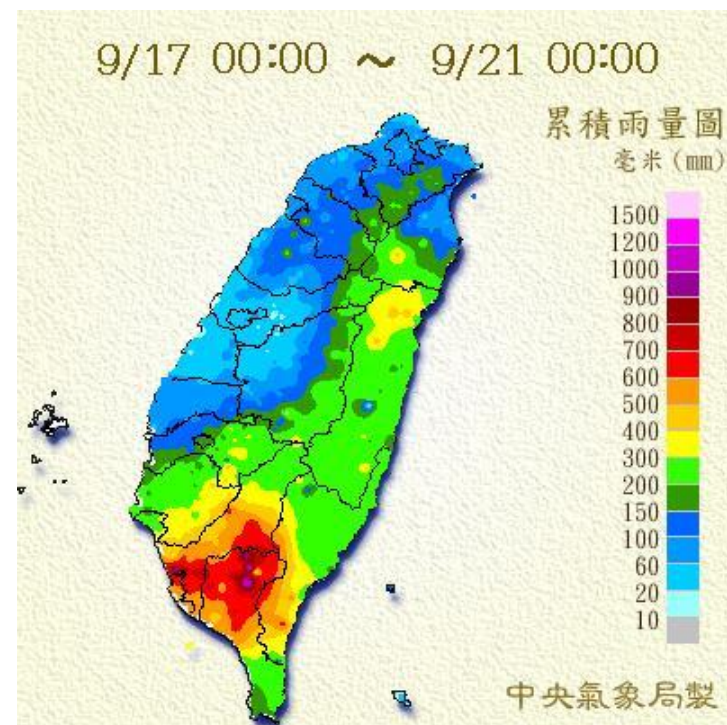
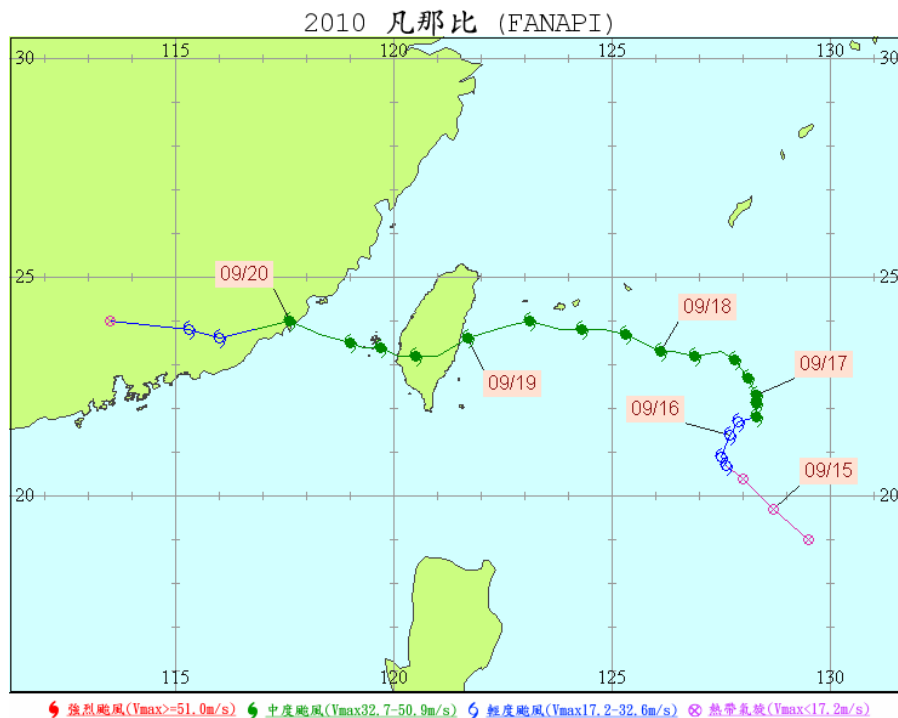
(看到這些照片，腦海中就浮現父親的身影及想到老爸當年面對天災地變時那種傷心、無奈又無助的心情，真是錐心之痛)



# 農民看到自己的良田變河床，傷心又無奈 民眾望著奔騰的河水興嘆



### 三、西行颱風—颱風進入台灣海峽後，中南部除受 颱風環流影響外，亦將引進西南氣流—《迴南》： (1) 2010年凡那比颱風 (9月18~20日)



# 凡那比颱風，風強雨驟， 高雄市區積水嚴重，汪洋一片 文藻外語學院受創嚴重



黃色高雄“海”！

高雄

特 空拍俯瞰災情 黃泥水漫淹剩屋頂

19:00:57 區水淹到大腿 軍方撤離民眾。 ◎明日上班上課

# 動態及災情

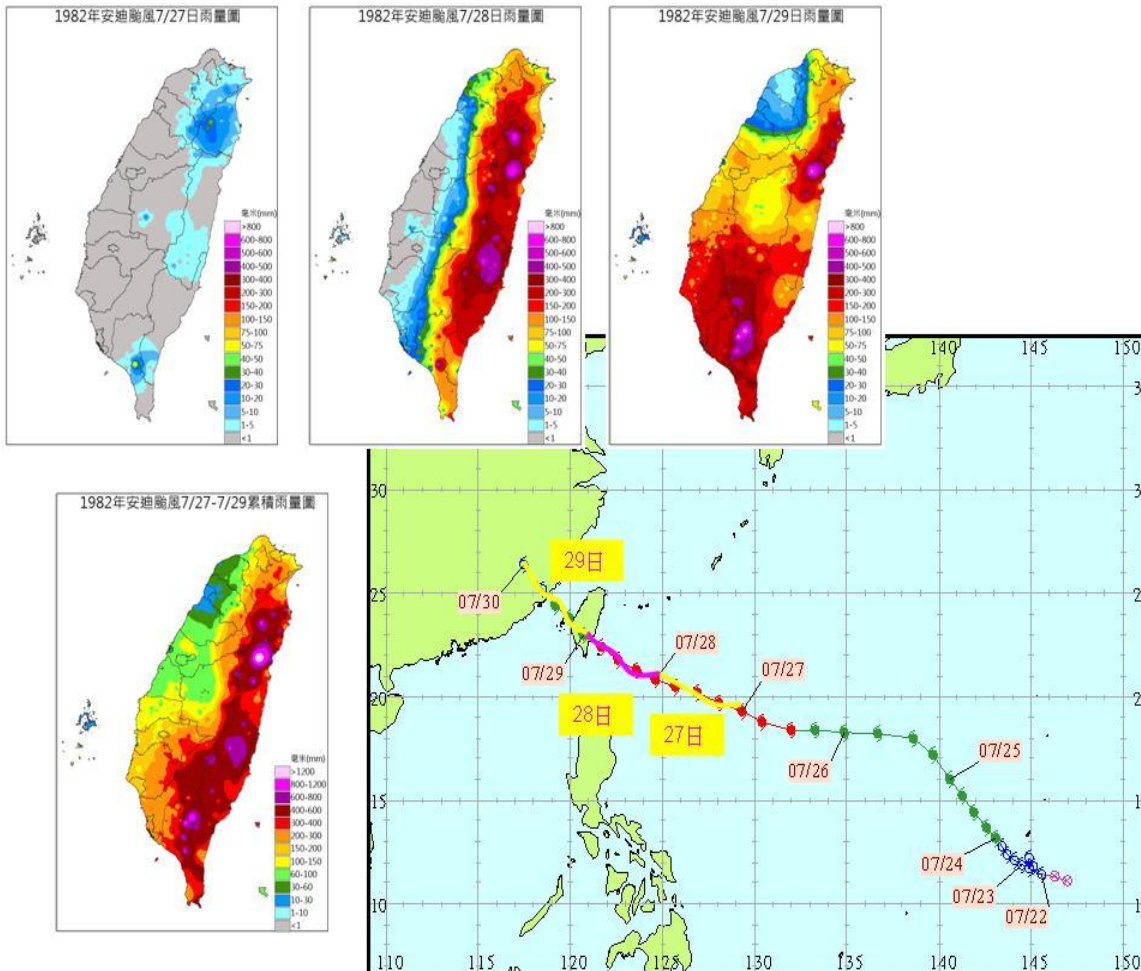
- 受颱風環流影響，南部及東部降下豪雨；造成臺南、高雄及屏東等地區的淹水
- 19日中午到傍晚六點的**關鍵6個小時**，屏東瑪家為626毫米，高雄市中心區包括**左營及鳳山一帶達576毫米**；鳳雄一帶，含高市**楠梓區、高雄大社、岡山、橋頭為539毫米**，均已**超過200年的暴雨頻率**。
- 高雄市的下水道設計是採五年的暴雨頻率，也就是24小時累積降雨量為321毫米（**高雄市雨水下水道設計標準為71mm/hr**）。
- **關鍵的連續6小時之降雨量也超過高雄市河川廿年不溢岸之標準**，低窪地區排洪困難，終於造成市區大淹水。
- 由於**瞬間的降雨量超出河水與排水系統的可容納量**，高雄市有**逾70個里浸泡在水裡**，到處一片汪洋大海——此即是「**九一九水災**」——災情相當的嚴重。



# 高雄市、高雄縣、台南縣(市)、屏東縣 雨水下水道設計標準

縣(市)政府	暴雨設計頻率	設計標準 (mm/hr )
台南市	5年	89毫米/小時
台南縣	1~2年	60~70毫米/小時
高雄市	5年	71毫米/小時
高雄縣	1~5年	50~75毫米/小時
屏東縣	1~2年	50~60毫米/小時

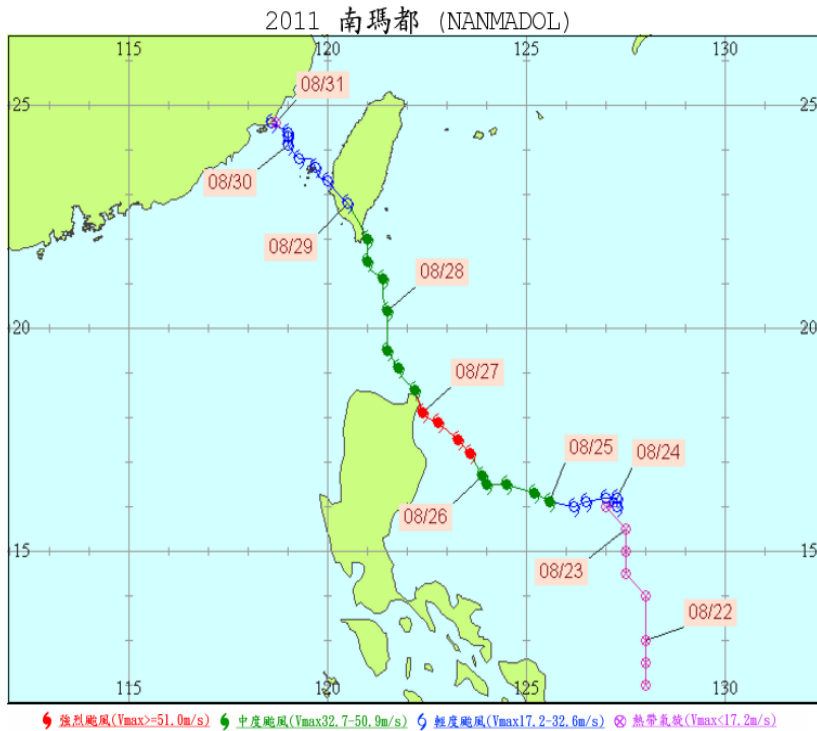
### 三、西行颱風—颱風進入台灣海峽後，中南部除受颱風環流影響外，亦將引進西南氣流—《迴南》： (2) 1982年安迪颱風



- 成功氣象站觀測到歷年全台最大陣風78.4m/s (17級以上)
- 東部、東南部及南部豪雨成災
- 西行颱風進入台灣海峽後將引進西南氣流
- 《迴南》

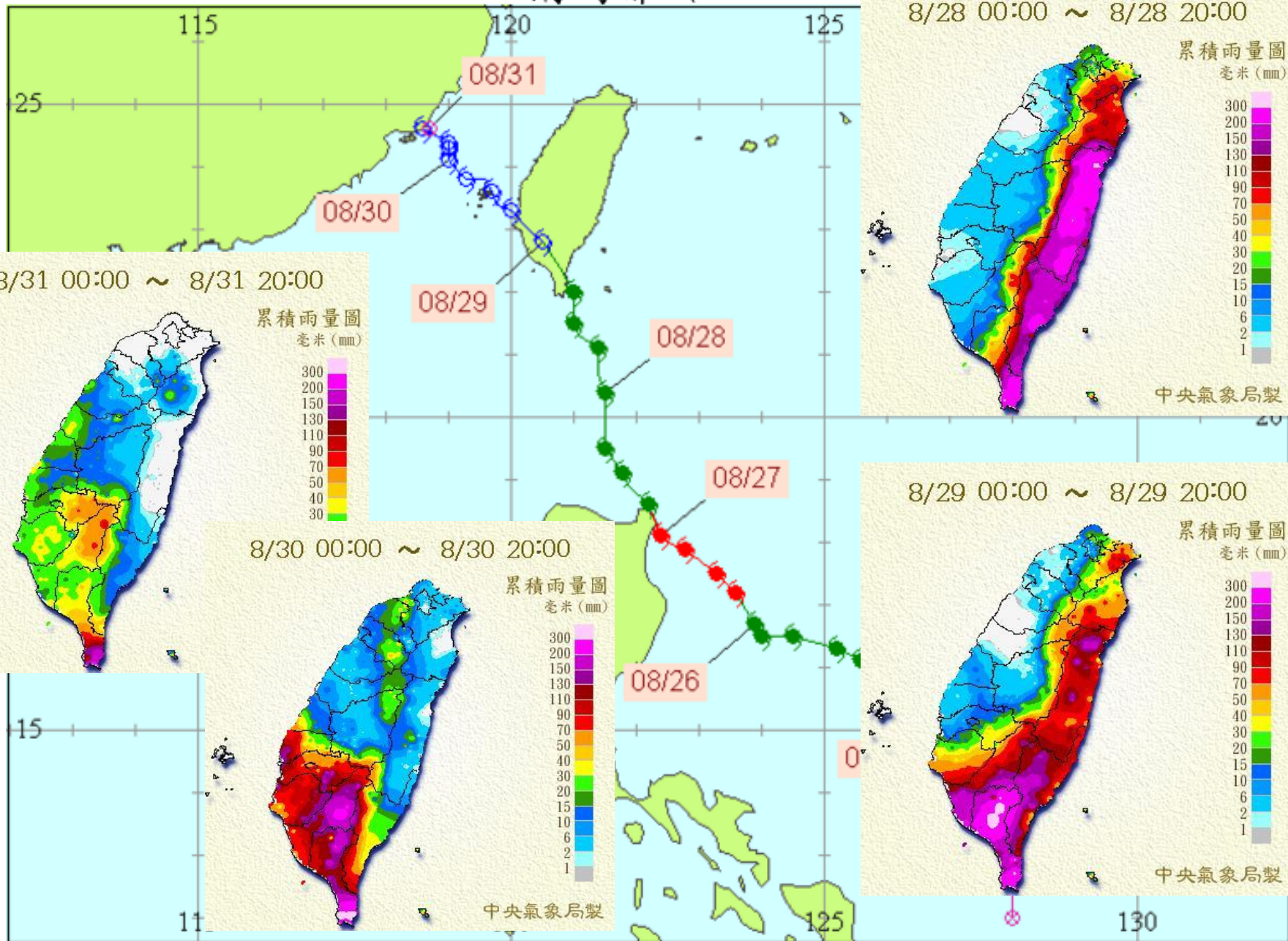
## 四、由海峽北上或直撲台灣：

### (1) 2011年南瑪都颱風 (2011.8.27~31)



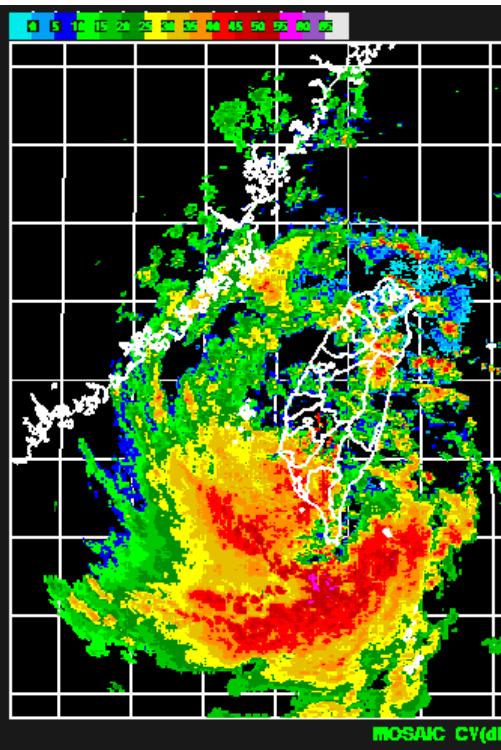
- 颱風中心於8月29日4時20分左右由臺東縣大武附近登陸，
- 29日13時左右在臺南附近出海，進入臺灣海峽，
- 緩慢向西北移動，引進西南氣流一迴南—
- 29~31日在南部造成嚴重水患

# 2011 南瑪都 (NANMADO)

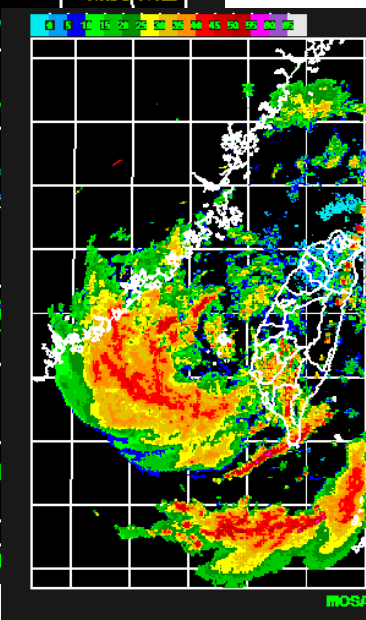


🌀 強烈颱風 ( $V_{max} > 51.0 \text{ m/s}$ )  
 🌀 中度颱風 ( $V_{max} 32.7 - 50.9 \text{ m/s}$ )  
 🌀 輕度颱風 ( $V_{max} 17.2 - 32.6 \text{ m/s}$ )  
 ⊗ 熱帶氣旋 ( $V_{max} < 17.2 \text{ m/s}$ )

合成雷達-CV圖 (2011-08-29-08:00)

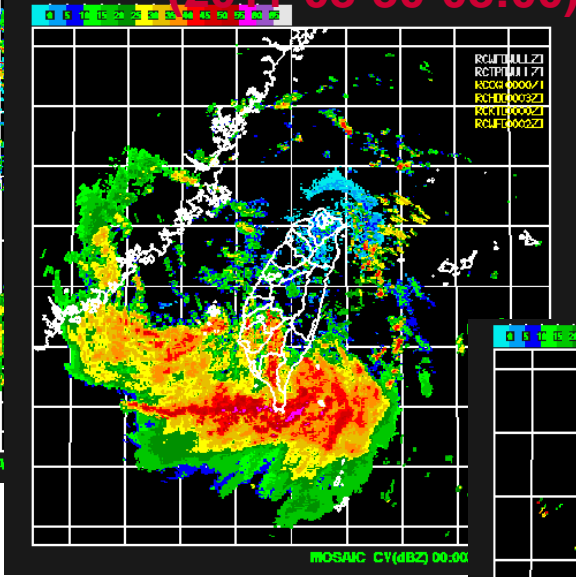


(2011-08-29-20:00)

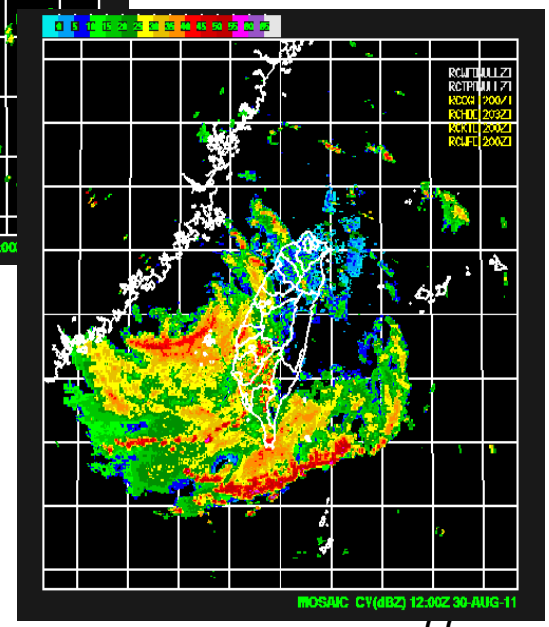


(1) 2011年南瑪都颱風—  
進入台灣海峽後引進西南氣  
流—迴南

(2011-08-30-08:00)

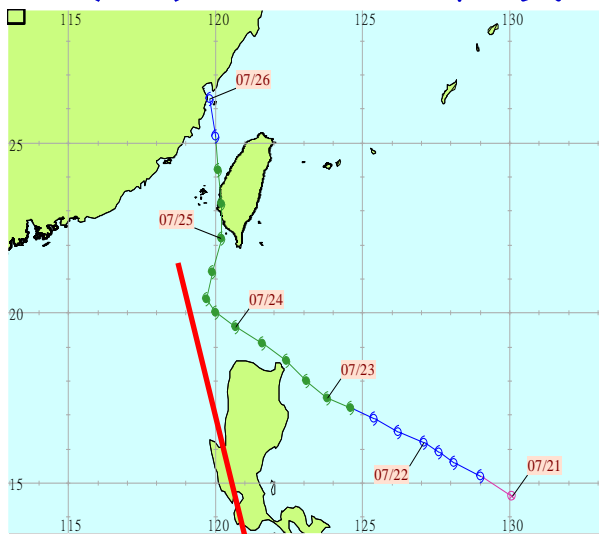


(2011-08-30-20:00)



# 四、由海峽北上或直撲台灣：

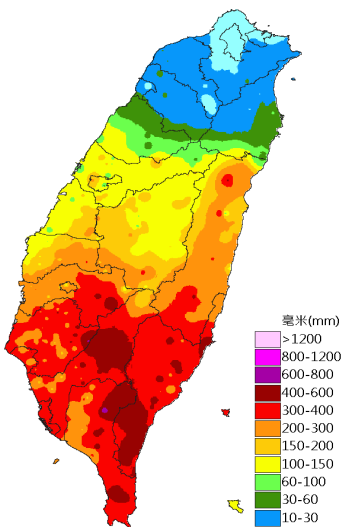
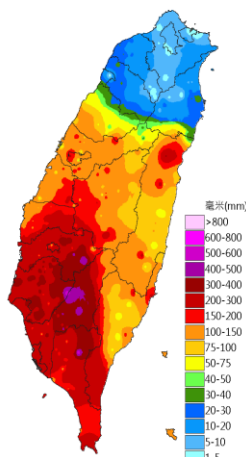
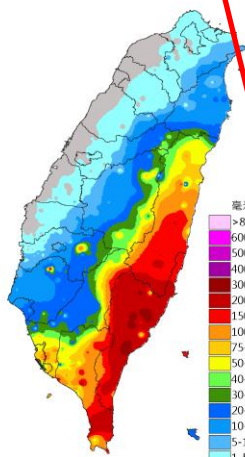
## (2) 1977年賽洛瑪颱風



**動 態：**  
形成後向西北西進行，抵巴士海峽時轉向北至北北東進行，於25日9時10分自高雄附近登陸，而於臺中港附近出海(暴風圈掠過全臺)，由平潭附近登陸大陸。

1977年賽洛瑪颱風7/24日雨量圖

1977年賽洛瑪颱風7/25日雨量圖



賽洛瑪短短幾個小時的侵襲南台灣，造成當時台灣南部數十年來最大的風災，主要受災地為高雄縣、高雄市、屏東縣、台南縣、台南市、台東縣及嘉義縣等地。

小港機場於25日9點38分測得的瞬間風速更達每秒**61.5公尺**，雨量方面高雄氣象站在賽洛瑪颱風侵襲期間，測出總雨量竟達**608.4**毫米。

### 高雄港

台灣最大的港口—高雄港滿目瘡痍，至少數十艘船沈沒或毀損，時價**新台幣**4,000萬元的貨櫃吊架被吹毀8個。

### 臺電

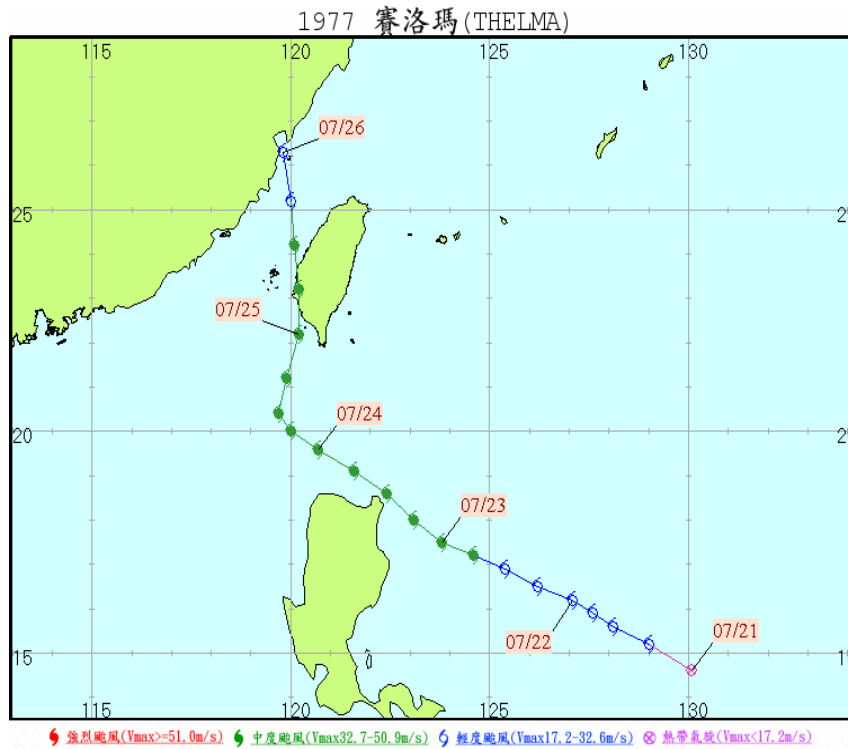
台灣電力公司遭受極大的災害，賽洛瑪將高雄向北供電的通道全部切斷。位於高雄的大林火力發電廠為當年台電最大的發電廠，附近的高雄港變電所為當時台灣南部唯一的超高壓變電所，因為超高壓鐵塔及特高壓線鐵塔被吹斷數十座，供電系統嚴重毀損，南電無法北送，造成台灣許多地區**停電**。

### 災情

總計賽洛瑪在台灣共造成**58人**死亡、失蹤，**298人**受傷，**3,385間**房屋全倒，**22,038間**房屋半倒。

# 賽洛瑪颱風 (1977年7月24-25日)

## 高雄港貨櫃起重機完全被吹毀



# 電力系統遭受嚴重破壞



照片三，66年7月25日賽洛瑪颱風登陸高雄時，台灣電力公司輸電鐵塔被暴風吹毀。



照片四，台灣電力公司電桿從腰部被暴風吹斷，乃因鋼筋配置突然減少，抗風力不足，致有一排電桿折斷部位高度一致。



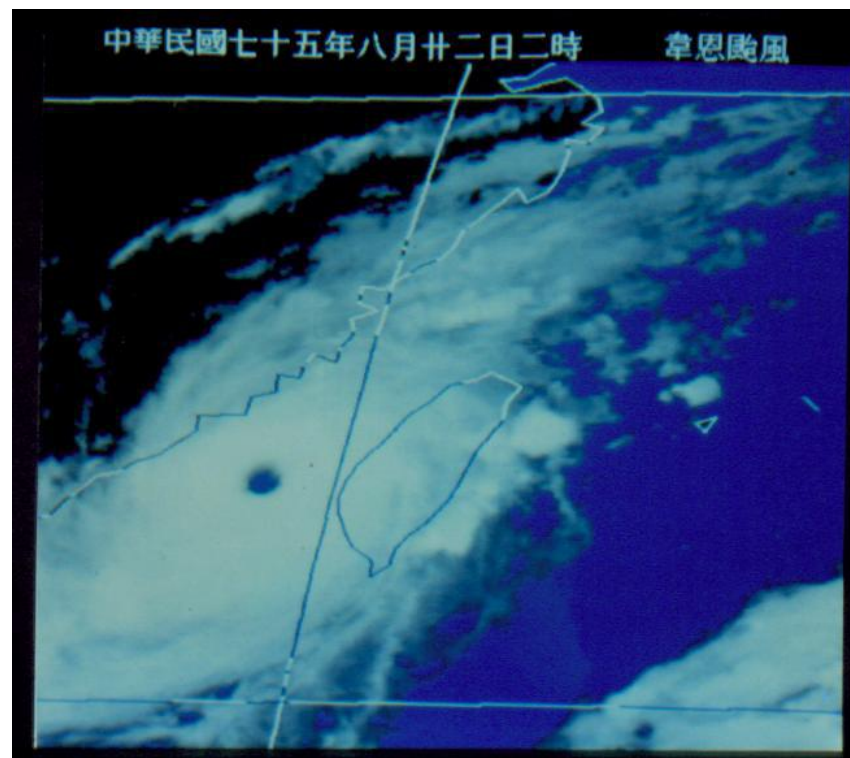
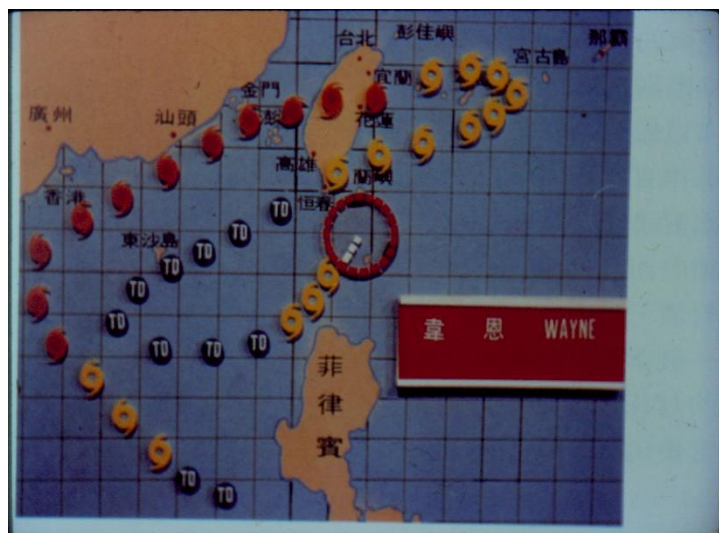
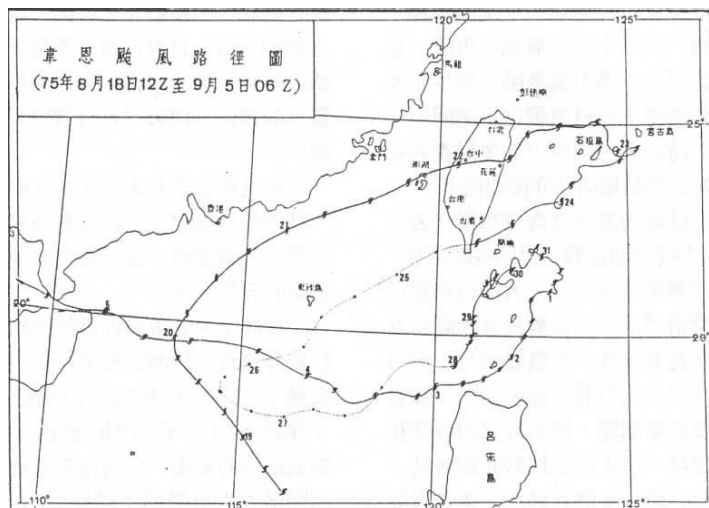
# 動態災情及應變處置

- 於七月二十五日侵襲高雄、屏東一帶，
- 瞬間最大風速每秒達五十三公尺（十六級風），
- 高雄港受災嚴重，八部貨櫃起重機被吹毀，
- 高屏地區台電輸配電鐵塔部份倒塌，電力系統遭受嚴重破壞（損失金額高達百億元以上），
- 中鋼公司鍊鋼廠受到嚴重威脅。
- 南部地區重大災害，賽洛瑪颱風伴隨龍捲風
- 李國鼎資政關切
- 台灣正推動十大建設
- 蔣經國院長於八月一日清晨到氣象局垂詢
- 危機就是轉機
- 大幅度增加預算
- 進用氣象專業的年青人
- 氣象局邁入現代化
- 氣象衛星站的建立

## 四、由海峽直撲台灣：

### (3) 1986年韋恩颱風 (1986年8月22日~9月3日)

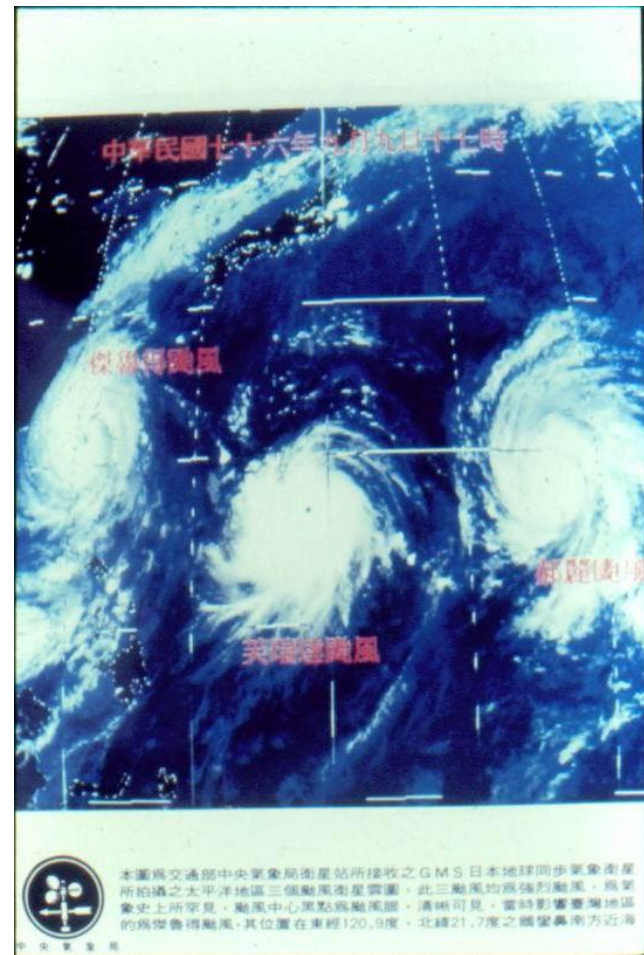
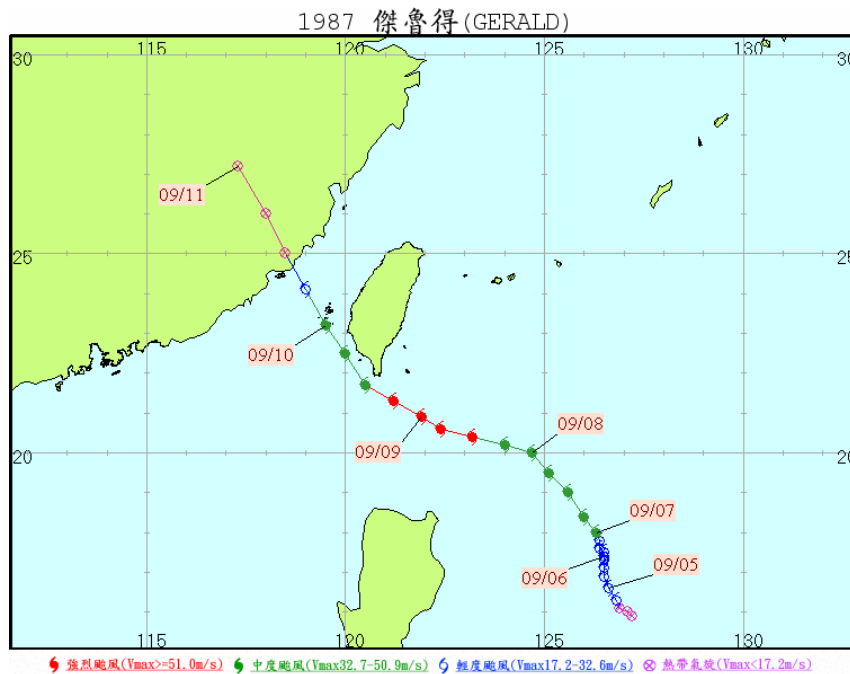
(民生報首先刊登並專題報導) (氣象衛星雲圖--颱風眼清晰可見)



# 四、由海峽北上或直撲台灣：

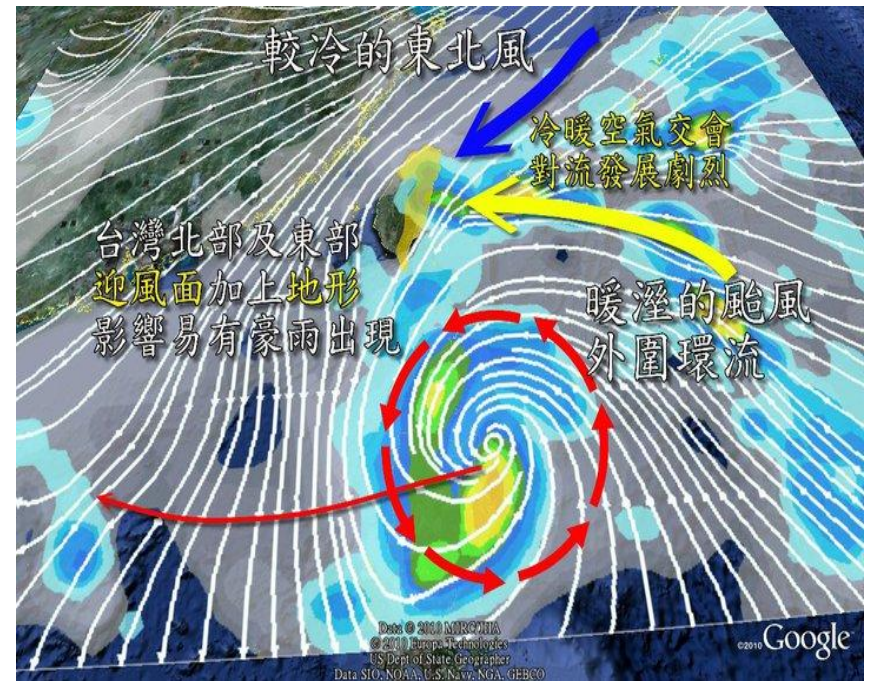
## (4) 1987年傑魯得颱風 (1987年9月7~11日)

### 三個強烈颱風罕見的排成一行 (76.9.9)



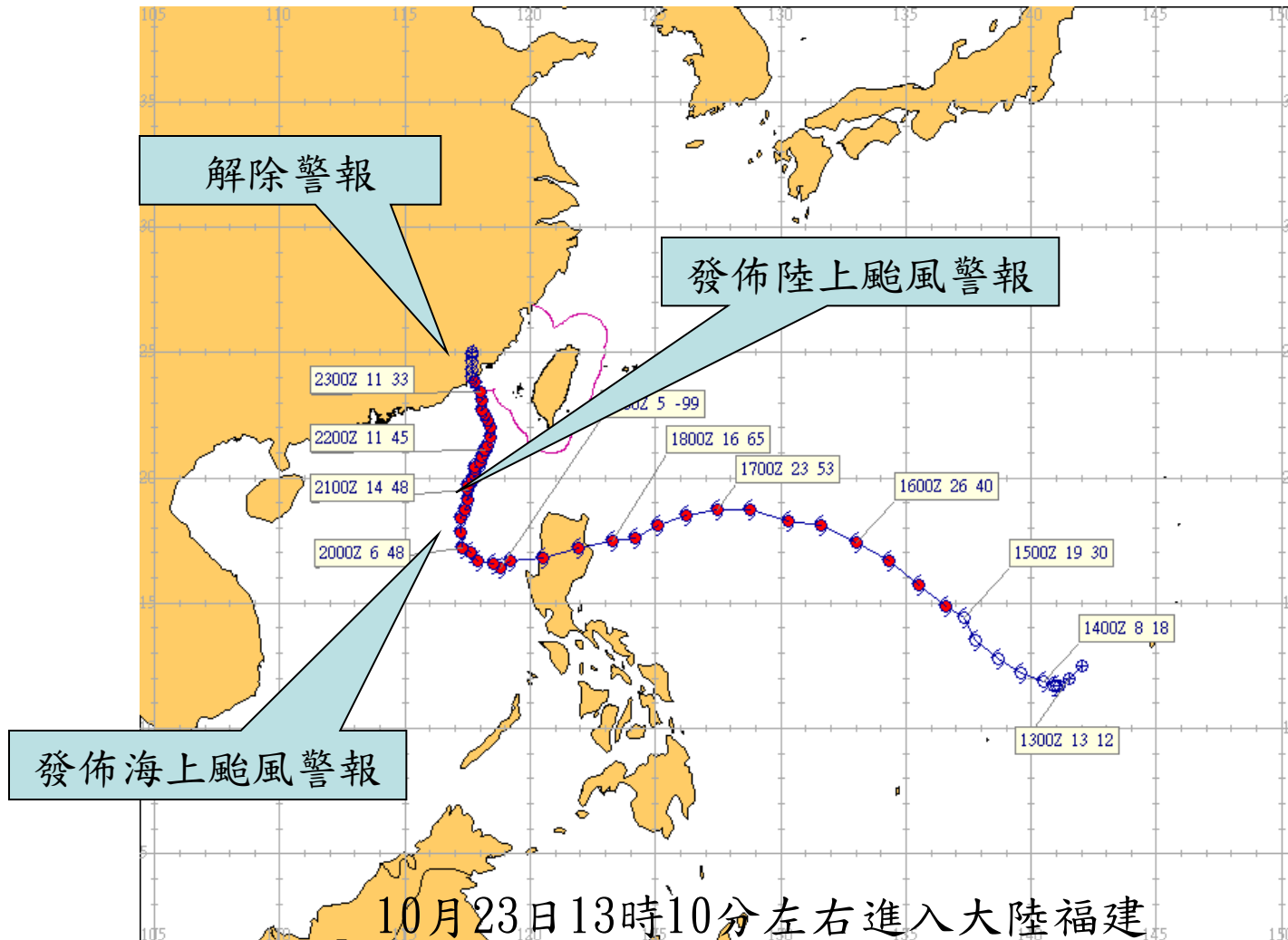
# 五、秋颱

## 東北季風與颱風環流之共伴效應



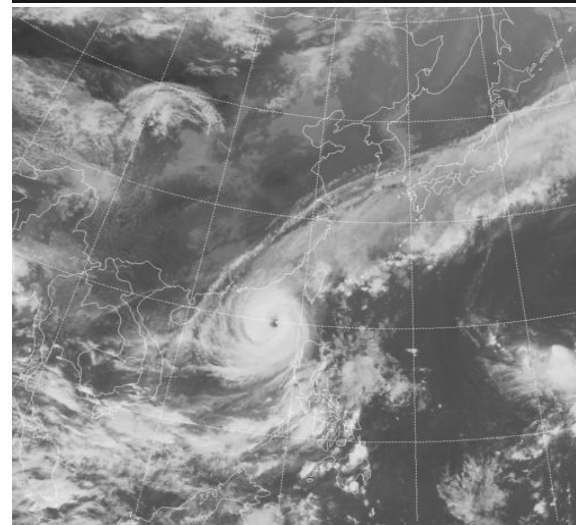
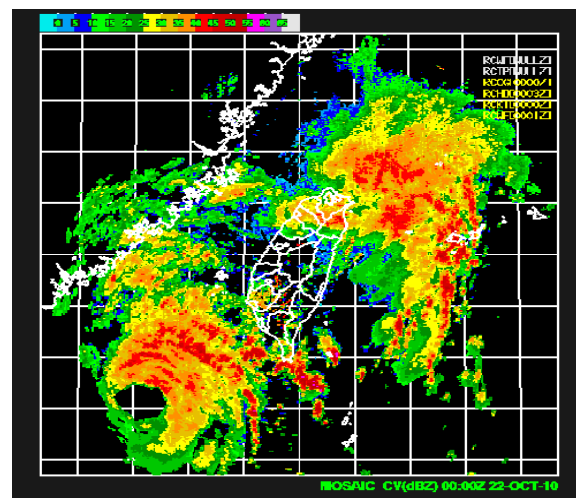
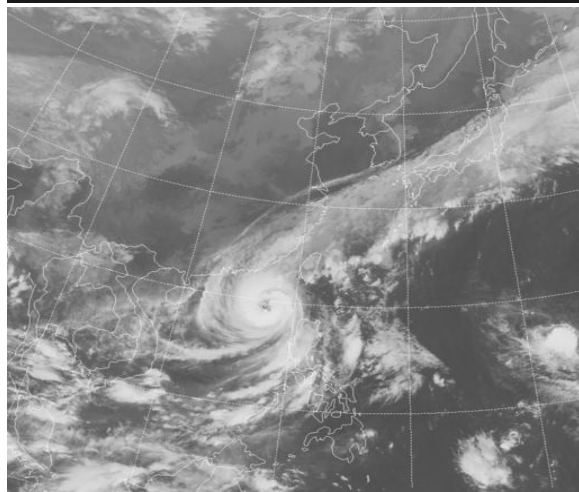
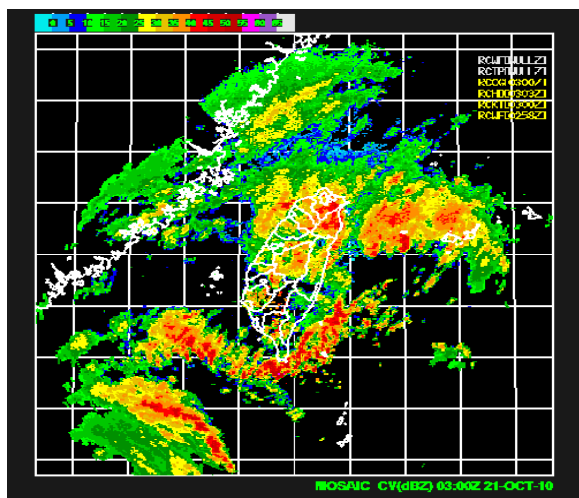
## 五、颱風及東北季風共伴：

### (1) 2010年梅姬颱風 (2010.10.21~23)



# 東北季風及颱風共伴環流之雙重影響

## 梅姬颱風(2010. 10. 21~22)



# 大雨傾注，宜蘭、蘇澳豪雨成災

## 救護人員進入災區全力搶救



# 動態災情及應變處置

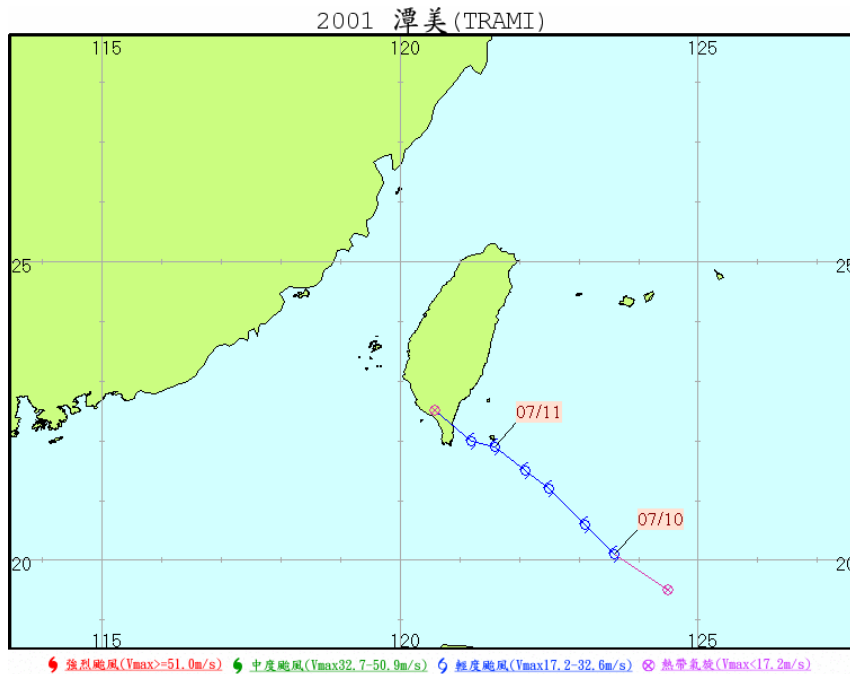
- 受東北季風及梅姬颱風共伴環流之雙重影響，北臺灣降下豪雨，造成宜蘭地區淹水、土石流及蘇花公路多處坍方
- 蘇澳於10月21日下午1點至2點一個小時內就下了182毫米，比台北都會區設計下水道每小時排水的最大容量78.8毫米還多出近100毫米
- 蘇澳21日的降雨量達940毫米，三天(10月21~23日)累積雨量為1,195毫米
- 梅姬颱風帶來驚人雨勢，就是蘇澳及宜蘭地區致災的最大原因。
- 蘇花公路發生重大災變，大陸遊客死傷慘重
- 行政院指示全力搶救。中央災害應變中心動員大批救難人員與重機械，甚至調用海軍和海巡署的艦艇及海鷗救護直升機全力搜尋。
- 公路總局的工程人員及北台灣各縣市的消防人員總動員，交通部毛部長親自坐鎮災變現場指揮搶救。
- 大陸官方關切



## 六、異常路徑--怪颱

### (1) 潭美颱風 (2001年7月10~11日)

**小颱風大災害** (古有明訓) (大家均失於防範)



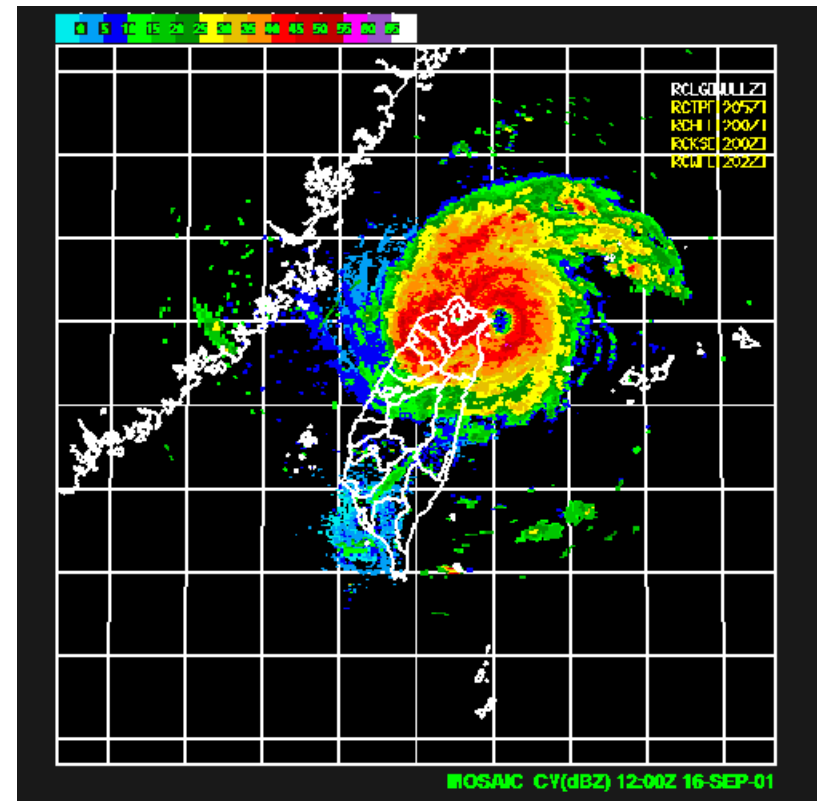
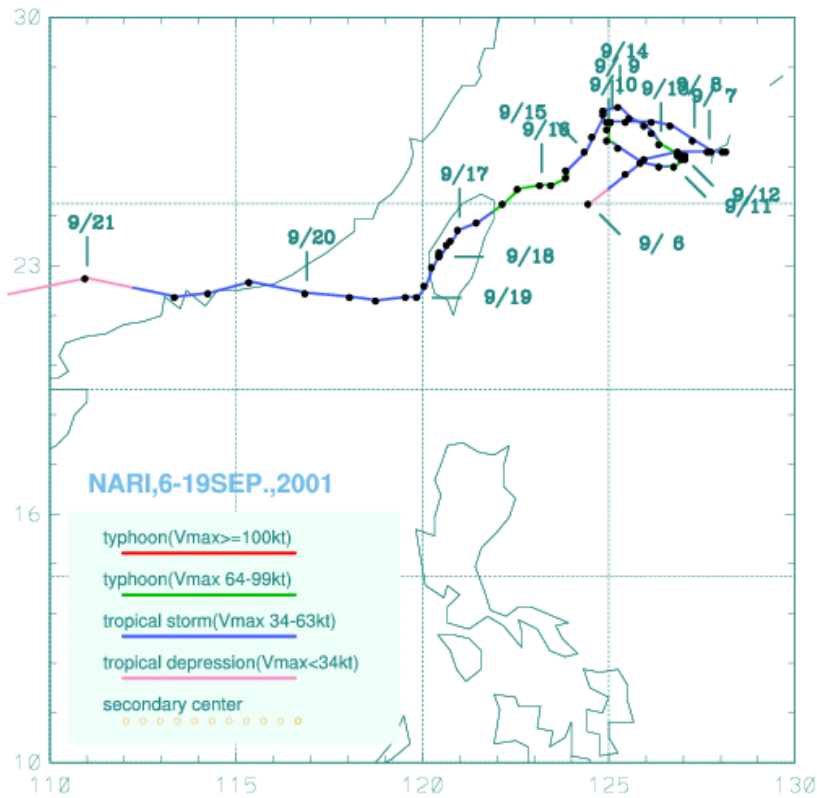
# 動態及災情

- 7月11日17時30分左右於臺東大武附近登陸，之後快速減弱為熱帶性低氣壓。
- 由於颱風引進旺盛西南氣流，高雄地區降下豪雨，致使大高雄地區嚴重淹水，以鼓山、左營及前鎮三區最為嚴重，
- 高雄氣象站11日之累積雨量達470.5公釐，打破近40年來之紀錄，
- 22時至23時之時雨量高達119.5公釐，接近歷史紀錄(126.4公釐)，
- 18時至24時之6小時累積雨量為420.5公釐，佔當日總雨量的89%，
- 鳳山日雨量為466.5公釐，左營亦達436公釐，左營11日20時至21時之時雨量為126.5公釐，
- 顯示不僅降雨量大，而且降雨時間相當集中，
- 全台有5人死亡，農漁牧損失約7千萬元。

# 六、異常路徑--怪颶

## (2) 納莉颱風 (2001年9月15~19日)

其路徑類似75年的韋恩颱風，猶如九彎十八拐



# 納莉颱風災情

## 台北捷運系統完全癱瘓



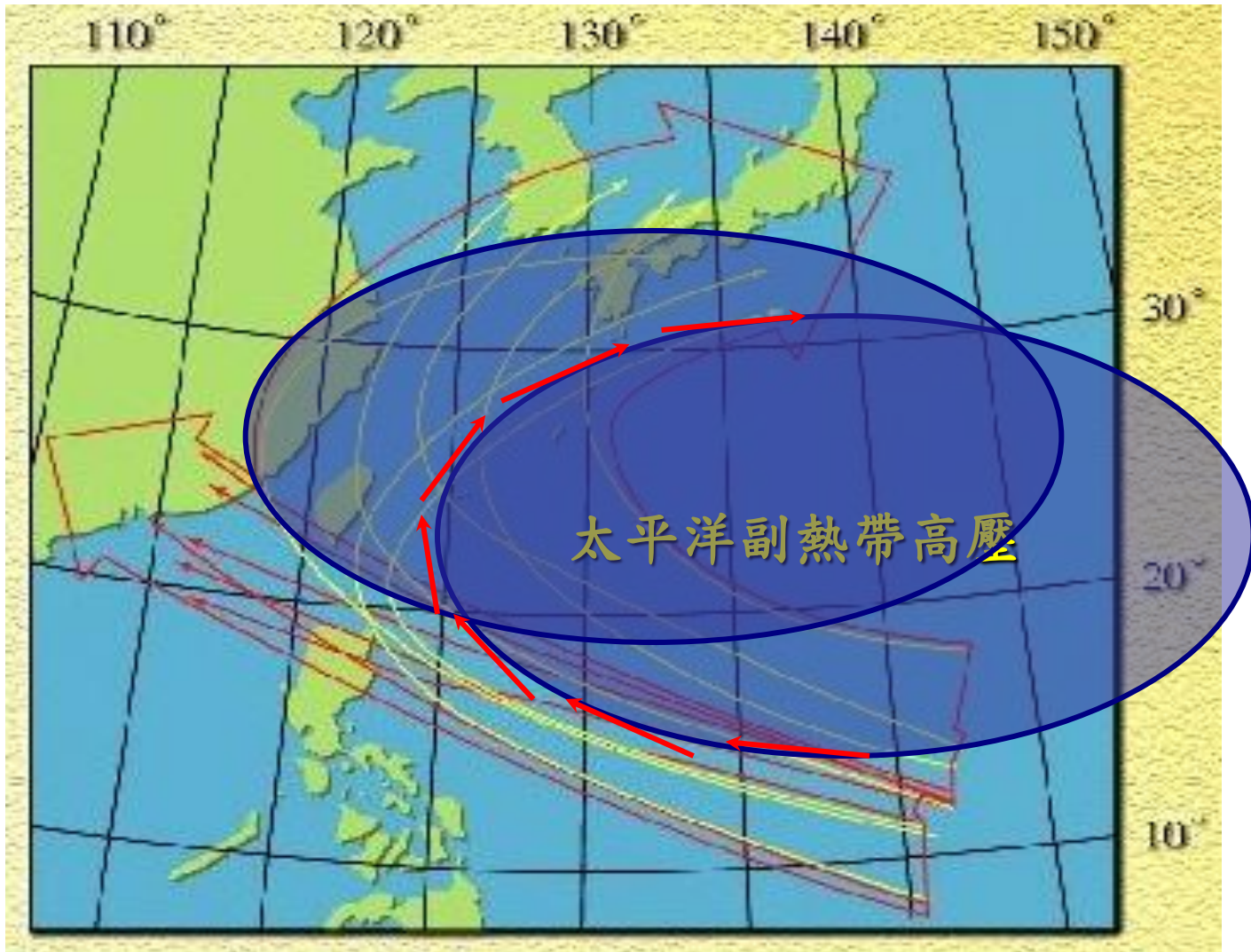
# 納莉颱風滯留台灣長達49小時， 造成北台灣嚴重水患



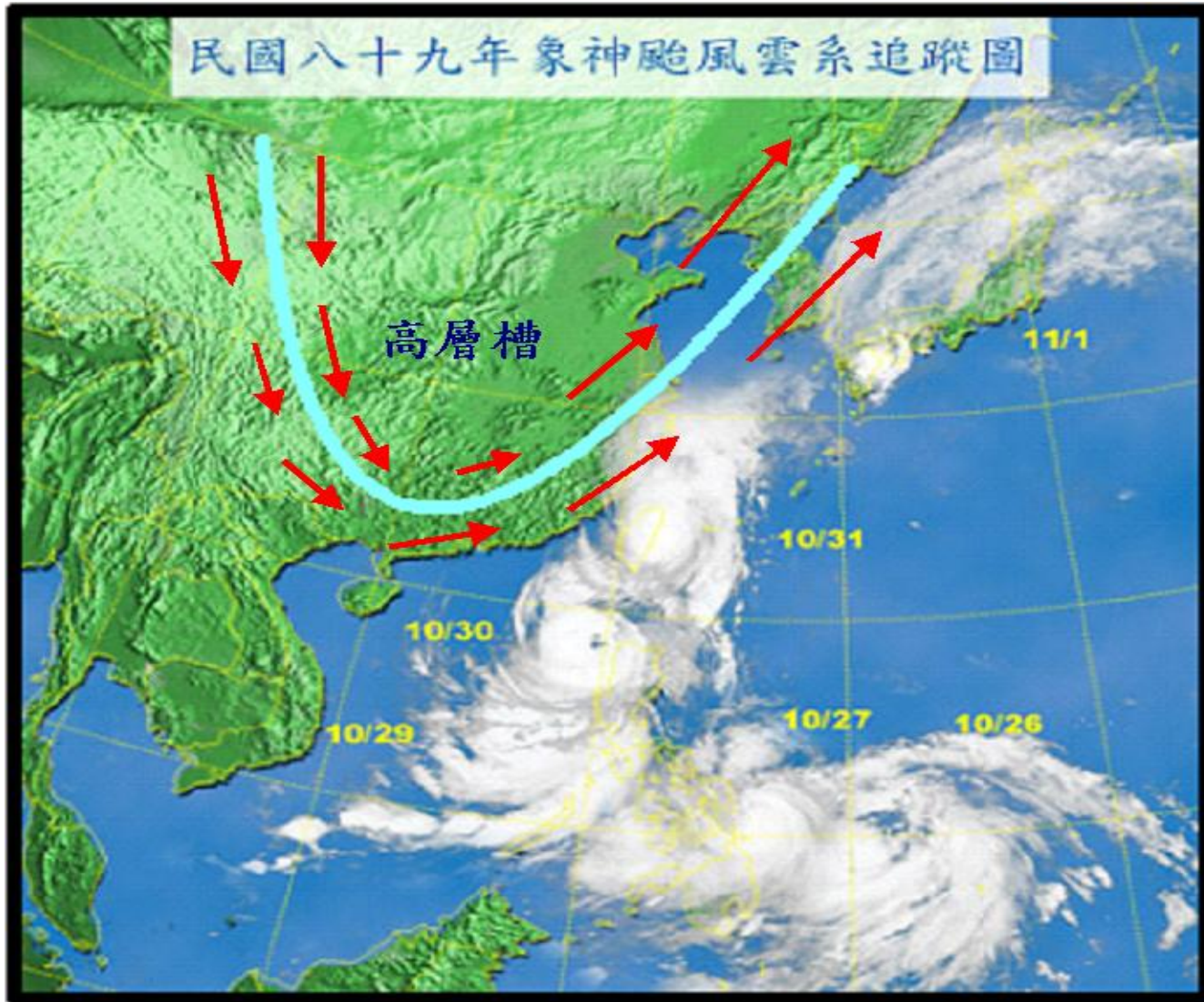
# 動態災情及應變處置

- 颱風停留49小時且貫穿西部走廊，臺灣地區降下豐沛雨量，造成北臺灣嚴重水患，多處地方單日降雨量皆刷新歷史紀錄。
- 捷運臺北車站及臺鐵臺北車站淹大水；多處地區引發土石流災害。
- 馬市長於「納莉颱風檢討會」中說：「我不知道氣象局預報颱風雨量800公釐所代表的意義及嚴重性」
- 我不解：「馬市長是學法律的，可以不知雨量所代表的意義；但工務局長、養工處長和消防局長能不知道嗎？為什麼不向他報告或向氣象局詢問？」
- 某氣象主播事後諸葛，說他自己的預報有多準；每次颱風來襲前均預報台北雨量可達三千毫米，要民眾準備沙包，攪得大家人心惶惶
- 立法委員及媒體指責氣象局縱容氣象主播「不負責任」
- 修訂氣象法，增加「災害性天氣預報及警報，由中央氣象局統一發布」條文及罰則
- 捷運系統停駛近半年，台北交通再度進入黑暗期，民眾抱怨連連，考驗馬市長的應變能力

# 影響颱風的移動—副熱帶高壓

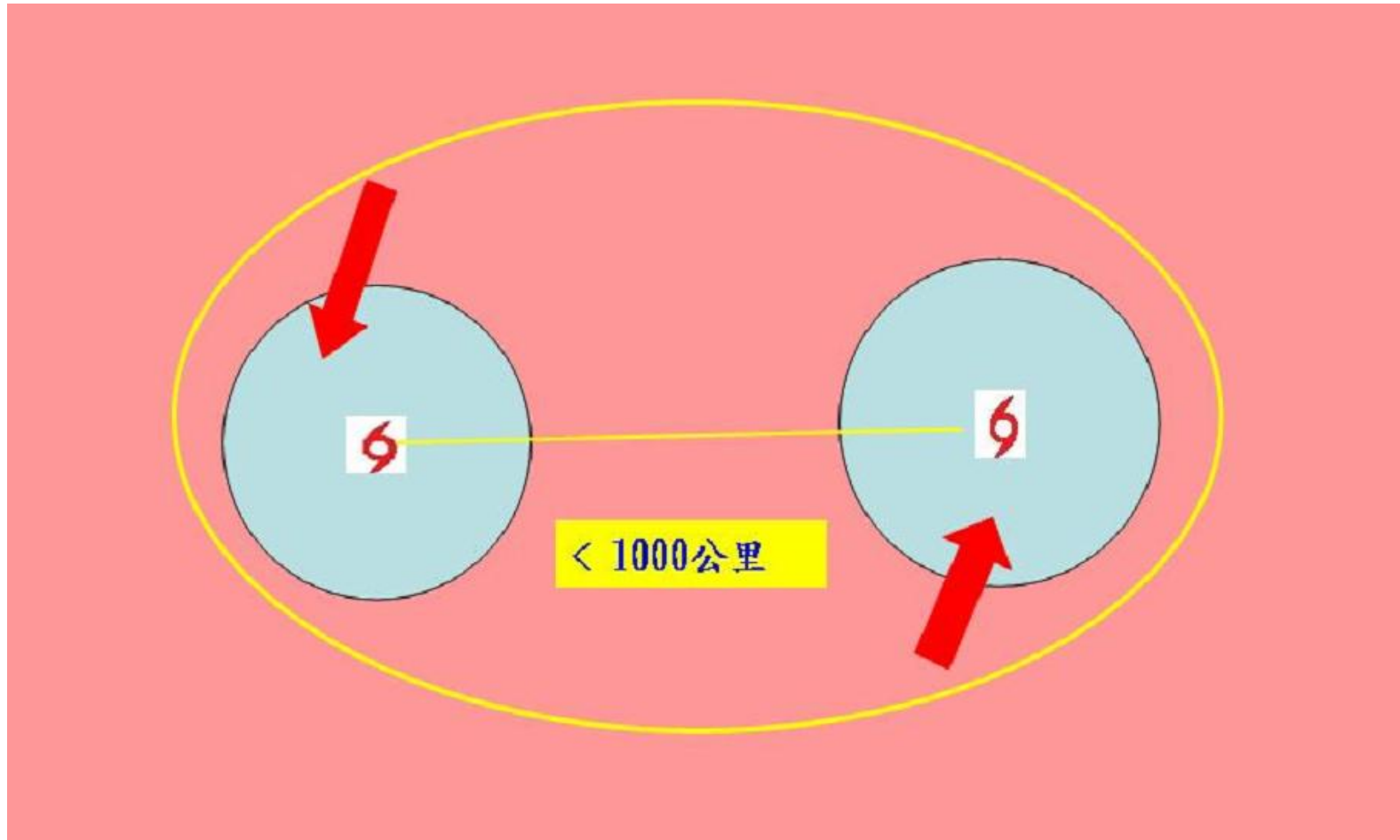


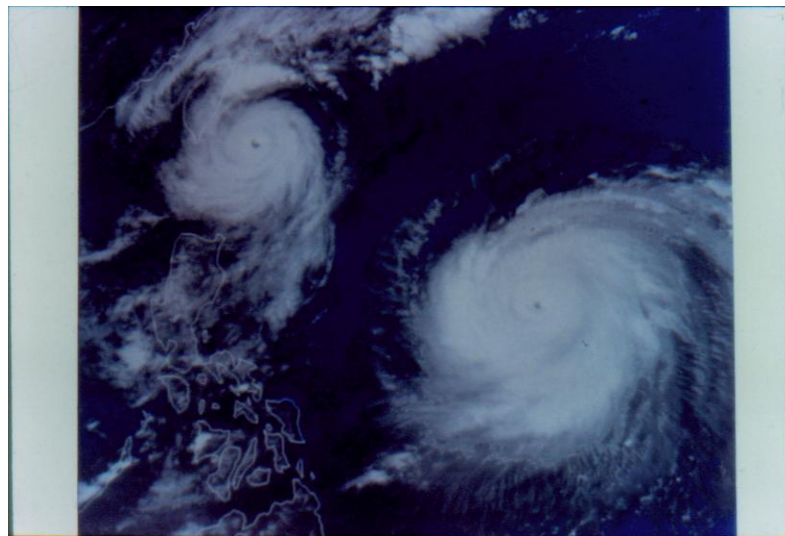
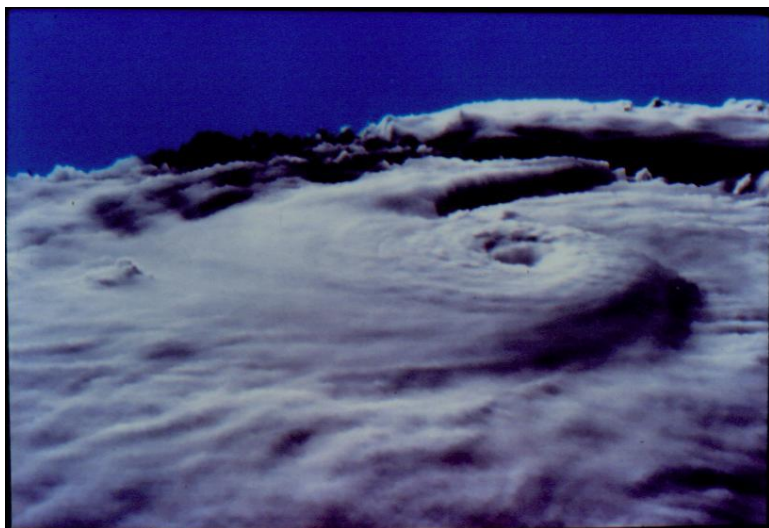
# 影響颱風的移動—高空槽線





# 影響颱風的移動—雙颱(三颱)效應





GMS-3 1985 AUG 30 00Z

GOESSA  
PAT  
RUBY

七十四年八月卅日同時有三個颱風(歐黛莎、派特、魯碧)存在的衛星雲圖，行進時互相牽制緩慢北移，最後移向日本，各自離去。

中華民國七十六年八月十七日十七時

傑森博颱風  
英瑞德颱風  
歐黛莎颱風

本圖為交通部中央氣象局衛星站所接收之GMS日本地球同步氣象衛星所拍攝之太平洋地區三個颱風衛星雲圖，此三颱風均為強烈颱風，為氣象史上所罕見，颱風中心焦點為颱風眼，清晰可見。當時影響臺灣地區的為傑森博颱風，其位置在東經120.9度，北緯21.7度之關島與南方近海。

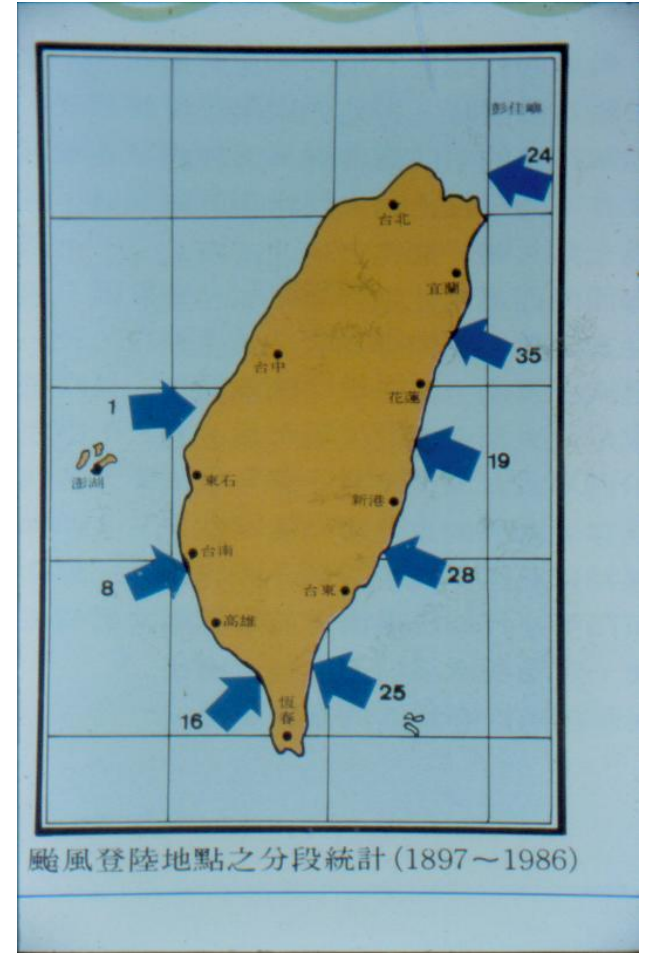
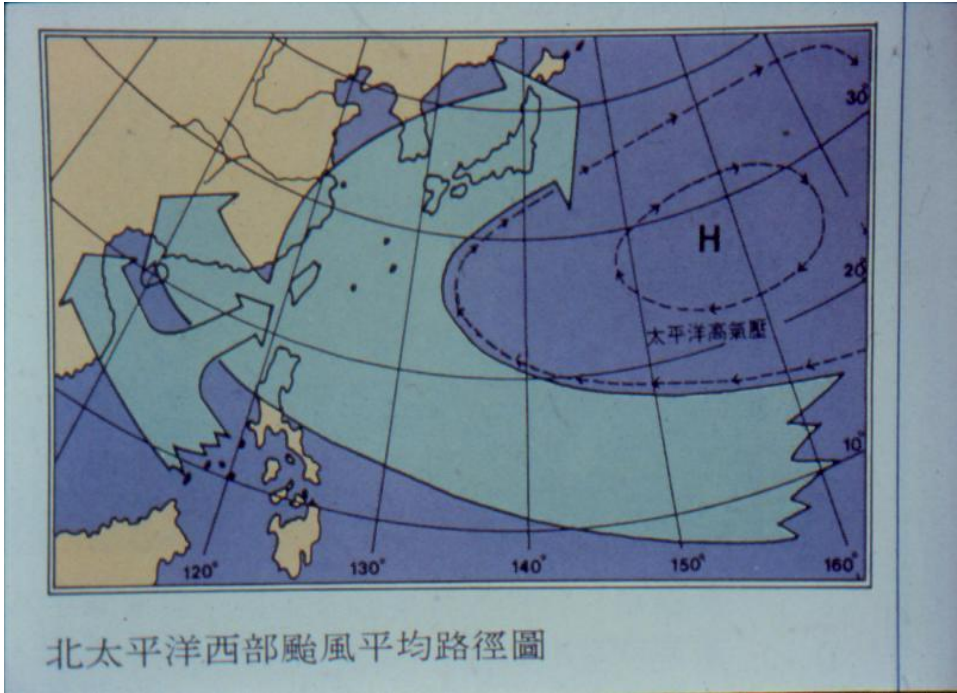
中央氣象局

# 中央氣象局、日本氣象廳及美國聯合颱風警報中心 颱風路徑預報平均誤差之比較

## 美、日、台之24小時誤差比較

單位：公里

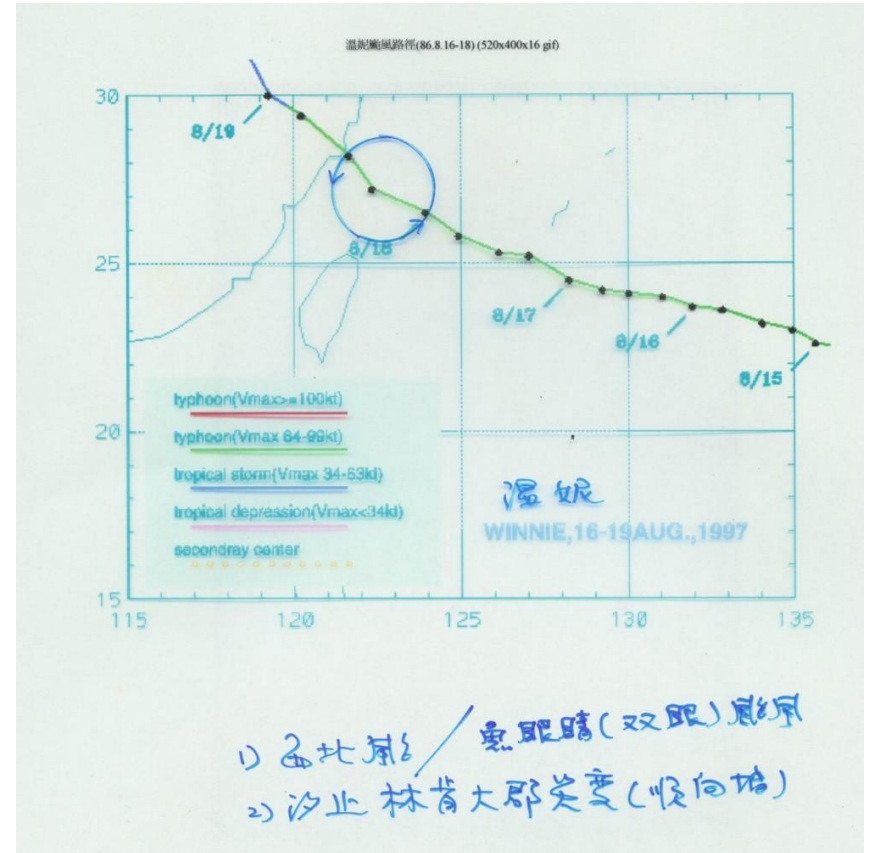
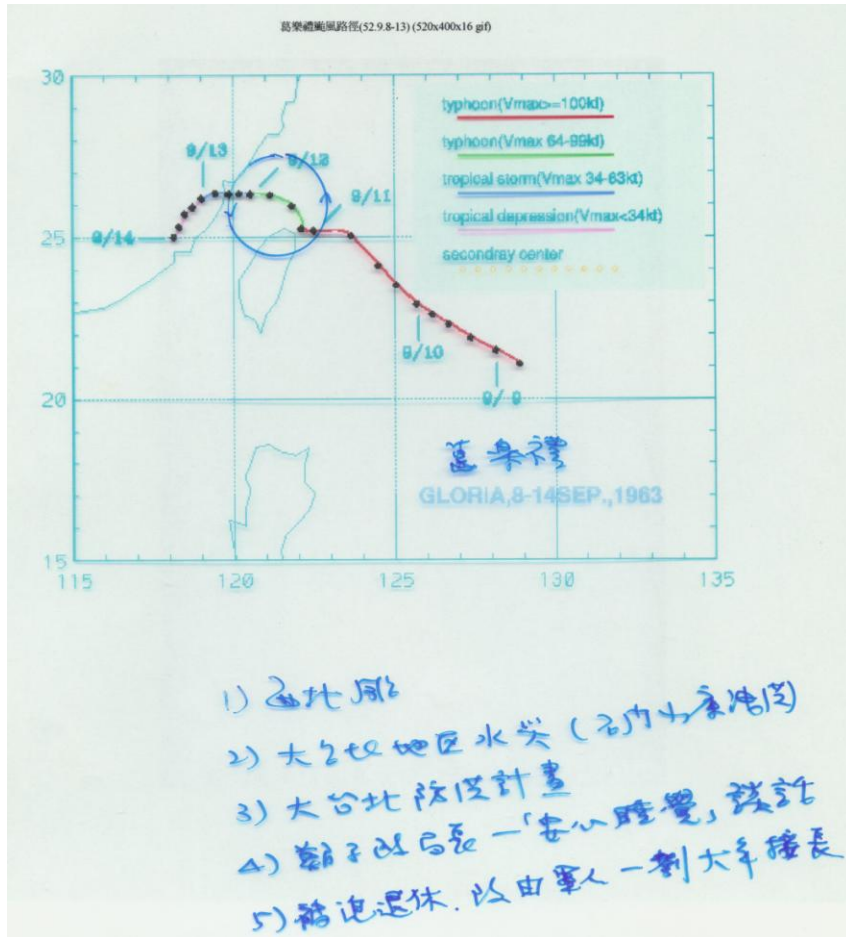
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
台灣 CWB	120	95	101	99	103	110	97	99
日本 JMA	125	104	105	111	112	120	97	102
美國 JTWC	130	104	104	100	103	107	101	103



# 颱風諺語

- 西北颱
- 一雷破九颱
- 風颱回南
- 九月颱 無人知
- 六月十九 無風水也吼
- 颱風草與龍眼樹可預測颱風嗎？

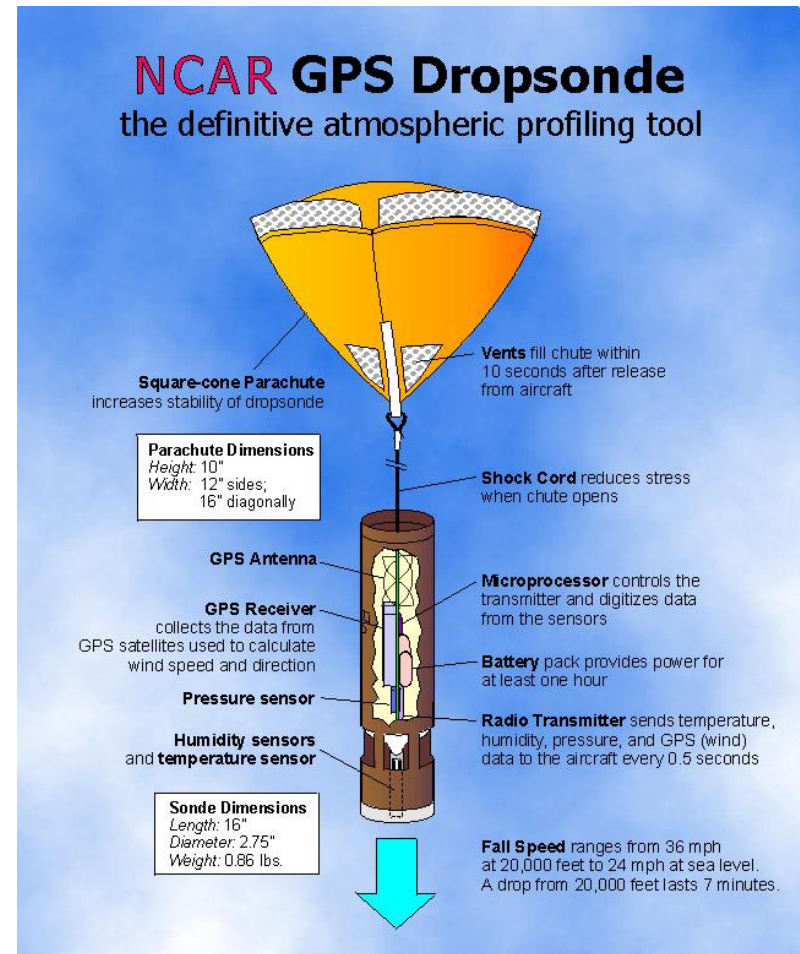
# 西北颱





# 颱風的科學議題 (一)

## 追風計畫 (觀測颱風)

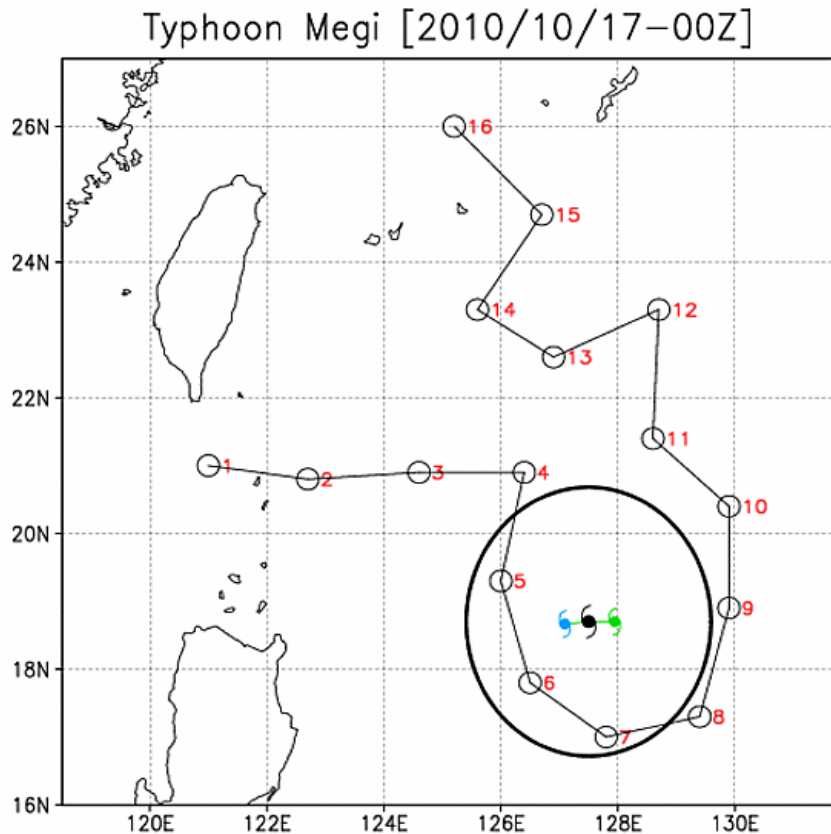




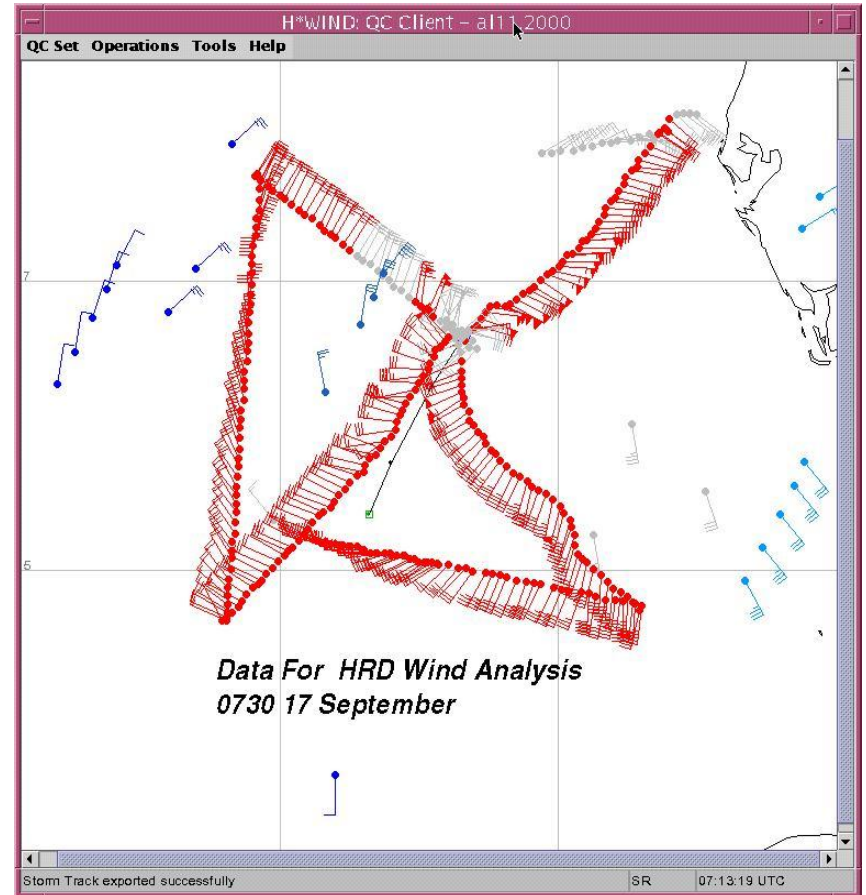
# 追風計畫（觀測區域）

優點：可獲取珍貴資料 改進颱風定位及模式預報能力

缺點：花費昂貴



The storm center = (127.5 18.7)  
The radius of 15m/s wind = 220 km (CWB)



# 颱風的科學議題 (二)

## 颱風改造

- **颱風的利** ( 颱風帶來豐沛的雨量，佔台灣年雨量的60%，是台灣的主要水資源 )
- **颱風的害** ( 強風豪雨，導致嚴重的災害 )
- **颱風改造的緣起** ( 美國本土，1961、63、69 )  
( 菲律賓周圍海域，1973前後 )
- **颱風改造的方法**—丟原子彈或施作人造雨—乾冰 (CO<sub>2</sub>)、碘化銀 (AgI)、鹽巴水 (MgCl及KCl)
- **颱風改造的後遺症及省思**—日本及台灣反對—食物鏈、環境平衡、水資源、洩露天機

# 結語

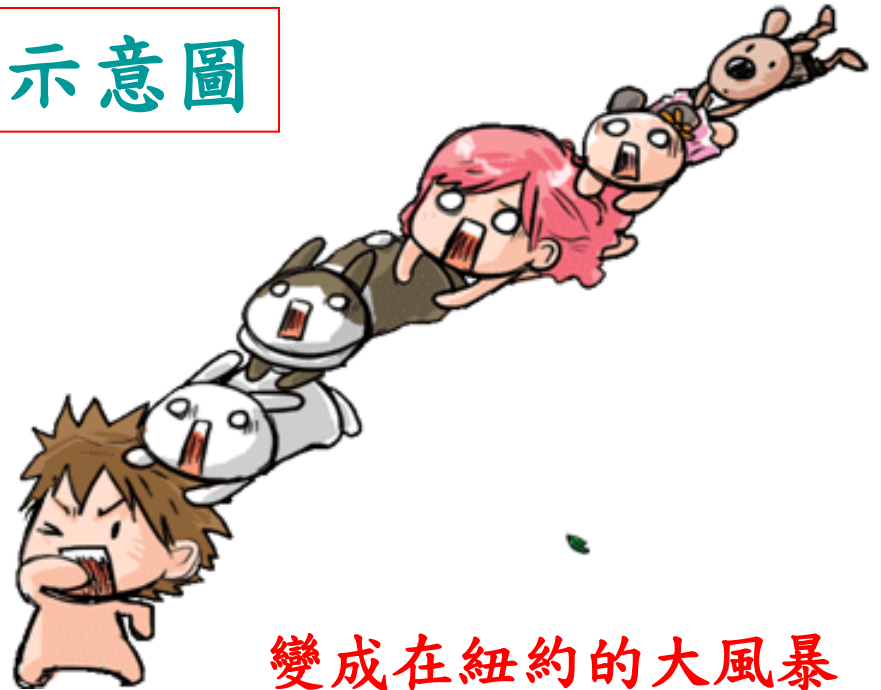
- 「天災總在人們遺忘舊創之時降臨」
- 人定勝天的迷思不在，讓我們重新思考「人定不能勝天，唯有和平共處！」
- 我們不能改變大自然，但是我們可以改變面對大自然的態度！
- 防災就是必要的措施及成本。
- 防災的基本理念
  - 軟體重於硬體 - 健全的防災警覺及充分的防災意識，勝於防災硬體設施
  - 平時重於災時 - 平時有充分準備，使具抗災韌性，並能在災後迅速恢復，免得臨時忙亂失效
  - 地方重於中央 - 災害來臨時，地方首當其衝，地方政府必須確實執行防災措施，才能發揮最大成效。

# 感謝您的聆聽！

在巴西雨林翩翩飛舞的蝴蝶所搨起的氣流

蝴蝶效應示意圖

一個月後



變成在紐約的大風暴