

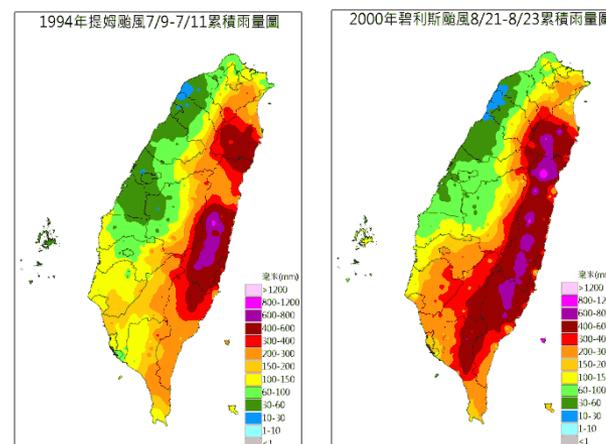
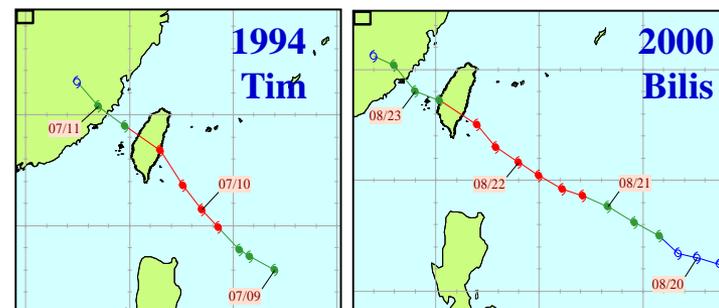
# 颱風降雨動力統計預報指引系統 之建立

台灣颱風洪水研究中心  
黃麗蓉 陳嫻竹 李清勝

2013/5/15

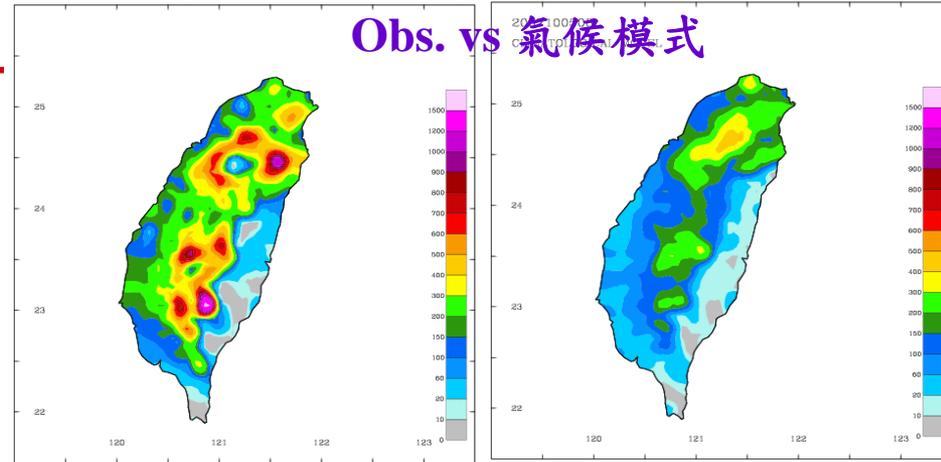
# 一、前言

- 目前以氣候統計法進行颱風降雨預估，已可大致掌握颱風降雨的**分布特徵**。
- 數值動力模式（如MM5、WRF）對台灣地區天氣系統（如中尺度對流系統、颱風等）的預報，常有相當的參考價值。
- 結合**氣候統計模式及動力模式之優點**，發展適用於台灣地區之**颱風降雨整合預報技術**。

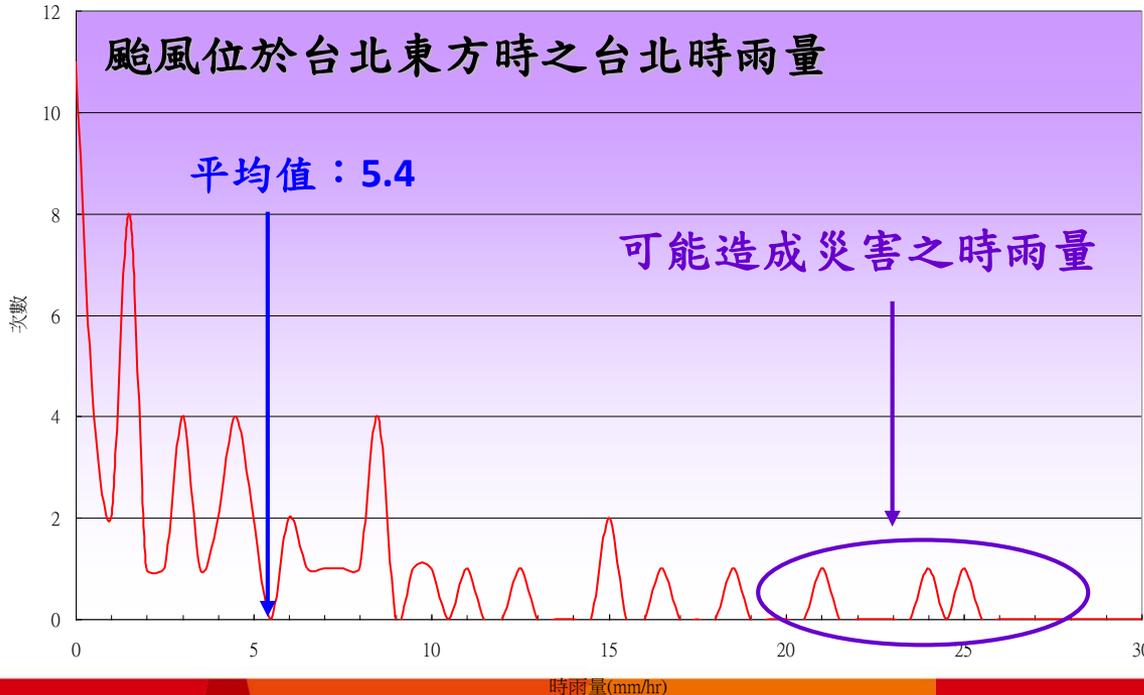


2007 Krosa

2007 100508L ~ 100708L



- 氣候統計法建基於  
 歷史颱風資料的統計應用，  
 考慮氣候統計資料的重現性，  
 對於偏離平均狀況較顯著的颱風  
 預報能力較低，  
 尤其是雨量值的預報。



雖然平均時雨量為5.4毫米，  
 但仍有時雨量高於20毫米  
 的情況發生，

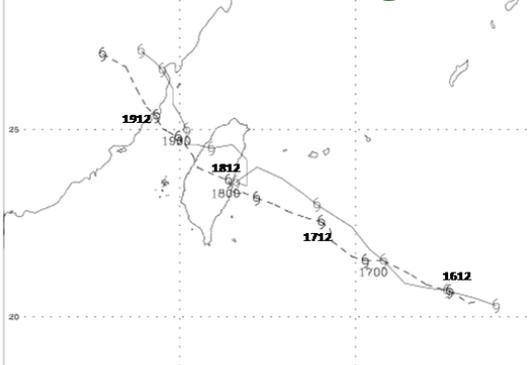
較大時雨量常造成災害，  
 亦為應變作業之重點颱風。

- 李（2007）採用王時鼎先生之颱風路徑分類，建立西行及北行颱風之降雨氣候模式  
相依個案：西行及北行颱風降雨氣候模式之總雨量預估結果，皆較原始氣候模式有所改進  
獨立個案：西行颱風模式在雨量值的掌握較好
- 李（2008）建立之集水區颱風降雨模式，可根據颱風特徵(颱風路徑、強度及環流大小)即時調整模式計算時採用的降雨門檻值，以凸顯颱風個案間的降雨特徵，改善颱風降雨氣候模式容易低估雨量的情形
- 參考李（2008）之方法，利用颱風路徑、強度、暴風半徑、太陽日、颱風登陸地點及颱風移速，提供動力統計模式預報指引，建置完整之動力統計預報指引系統。

## 二、侵台颱風動力統計預報指引系統之建立 承諾·熱情·創新

- 應用現有動力模式(MM5、WRF)，針對1990-2009年歷史侵台颱風個案，進行中尺度(鄉鎮尺度)降雨之數值模擬。
- 控制組模擬之侵台期間最大累積雨量值與觀測值誤差須在**25%**以內。
- 為獲得類似環境下，不同影響因子之全台降雨分布，利用不同**積雲參數化**、**雲微物理參數化**及**初始時間**，設定11組系集成員進行模擬。

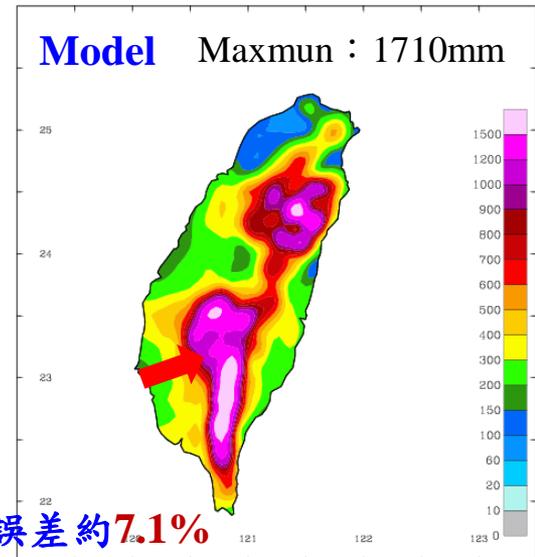
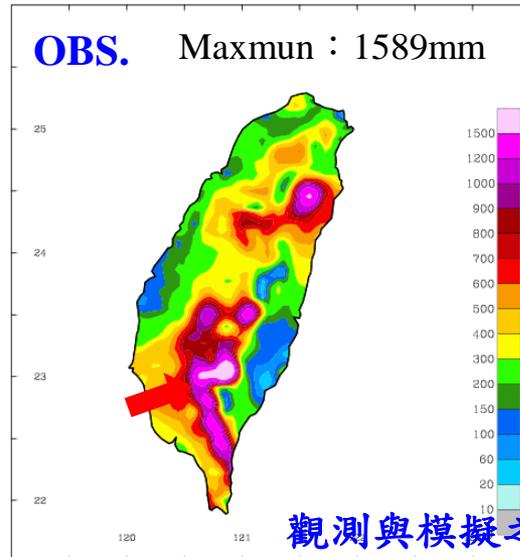
### 2005 海棠(Haitang)颱風



Initial time : 2005071600UTC

雲微物理 : WSM 6-class scheme

積雲參數化 : Betts-Miller-Janjic scheme



觀測與模擬之誤差約**7.1%**



# 最佳模擬結果之模式設定

Year	Typhoon	Cumulus option										Microphysics option						Max.					
		WRF					MM5					WRF				MM5		Model	Obs				
		BMJ	KF	GD	G3	SAS	pKF	Kuo	KF	BM	KF2	Lin	WSM5	FM	WSM6	GCE	Thom			WR	MP	GS	
2002	Nakri						V										V				258	261	
2002	Sinlaku			V										V								308	294
2003	Dujuan	V									V											523	525
2003	Morakot	V											V									446	554
2003	Melor								V										V			505	459
2004	Mindulle		V														V					1205	1072
2004	Haima		V									V										339	331
2004	Nock-Ten		V									V										373	384
2004	Nanmadol							V											V			659	693
2005	Haitang	V												V								1589	1711
2005	Talim	V												V								682	732
2005	Longwang		V											V								680	693
2005	Matsa								V											V		1089	1070
2006	Bopha	V									V											252	217
2006	Chanchu								V											V		263	273
2006	Bilis		V									V										989	841
2006	Kaemi		V												V							468	530
2007	Wutip			V								V										297	240
2007	Sepat		V									V										931	959
2007	Pabuk	V										V										333	373
2007	Krosa			V								V										1108	1079
2007	Wipha		V									V										670	736
2008	Kalmaegi	V										V										717	909
2008	Fungwong		V									V										620	789
2008	Sinlaku			V										V								1293	1498
2008	Jangmi		V									V										563	625
2009	Morakot							V										V				2548	2767

利用控制組及各11組系集成員為背景資料，建立動力統計模式

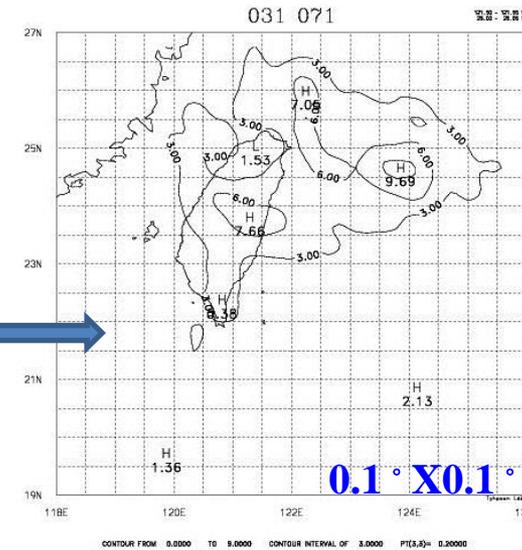
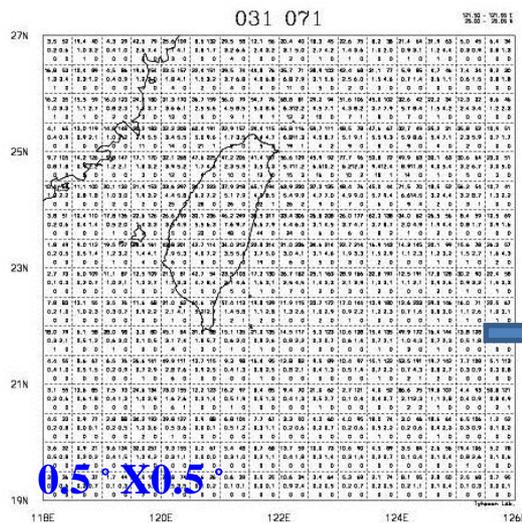
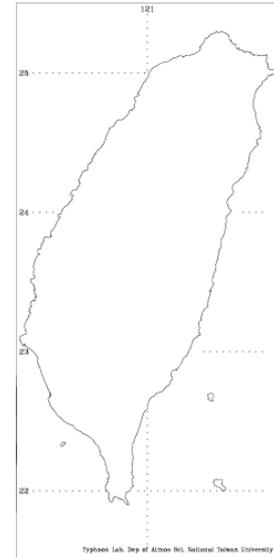
- 參考 Lee et al.(2006) , 建立鄉鎮尺度颱風降雨整合預報技術。

預報網格解析度：0.05 x 0.05度 (台灣地區城鄉尺度)

預報範圍：北緯21.5~25.5度、東經120~122度

共3200個預報網格點

背景資料範圍：北緯19~27度、東經118~126度



計算颱風位於不同網格時之預報網格平均雨量，  
 累積雨量為沿颱風路徑之逐時雨量累加，  
 實際應用時則根據CWB預報之颱風路徑。

### 三、各項預報指引對降雨預報結果影響分析

- 利用相依颱風個案，探討「**單一預報指引**」之影響

假設觀測雨量為 $O_i$ ，預報雨量為 $F_i$ ，資料點數為 $N$

1. 平均降雨率 (Mean Rain Rate)  $\bar{O} = \frac{\sum_{i=1}^N O_i}{N}$        $\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^N F_i}{N}$

2. 最大降雨率 (Max. Rain Rate)

觀測場及預報場之最大降雨

➡ 預報場與觀測場之降雨量值差異

3. 平均絕對誤差 (Mean Absolute Error)  $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i|$

4. 均方根誤差 (Root Mean Square Error)  $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$

5. 相關係數 (Correlation Coefficient)

➡ 預報場與觀測場之降雨分布差異

- 利用「颱風路徑」做為預報指引，針對西行及北行路徑類型之相依颱風個案，測站整體之各項統計參數校驗結果

西行路徑	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	195	187	1476	2850	92	156	0.77
未加入預報指引之動力統計模式	160		1187		91	161	0.77

北行路徑	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	69	94	546	1088	70	119	0.47
未加入預報指引之動力統計模式	100		913		77	126	0.43

- 加入預報指引後，對西行颱風在降雨量的預估有明顯提升。
- 對於北行類型路徑颱風，降雨的分布差異因加入預報指引而減小。

- 利用「颱風強度」做為預報指引，針對強烈、中度及輕度之相依颱風個案，測站整體之各項統計參數校驗結果

強烈颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	445	264.6	3525.4	1987	227	357.4	0.7
加入預報指引之動力統計模式(強烈及中度)	219.9		1114.9		114.6	170.7	0.72
未加入預報指引之動力統計模式	213.4		1133.6		116.7	172.5	0.72
中度颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	157.5	165.8	1989.3	2850	101.5	187.3	0.64
加入預報指引之動力統計模式(中度及輕度)	142.4		1563.1		96.2	175.8	0.69
未加入預報指引之動力統計模式	141.2		1604.8		95.5	177.7	0.68
輕度颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	72	60.1	495.8	911	48	72	0.63
未加入預報指引之動力統計模式	98.9		913.2		63.2	98.5	0.56

- 加入中度颱風模擬成員為背景資料時，可避免過度高估強烈颱風的降雨量。

- 利用「颱風暴風半徑」做為預報指引，針對大颱風及小颱風之相依個案，測站整體之各項統計參數校驗結果

大颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	180.5	201.6	1436.7	2850	93.5	161.6	0.77
未加入預報指引之動力統計模式	161		1186.8		95.4	169.8	0.77

小颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	97.7	89.6	959.6	1462	68.3	117.1	0.67
未加入預報指引之動力統計模式	128		1604		84.4	141.7	0.61

- 加入預報指引後，對大颱風及小颱風，在降雨量及降雨分布差異的預估均有提升。

- 利用「太陽日」做為預報指引，針對不同月份之相依颱風個案，測站整體之各項統計參數校驗結果

8月颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	137.8	163	1293.1	2850	83.6	164.5	0.8
未加入預報指引之動力統計模式	128.1		1186.8		86	171.1	0.79

9月颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	181.6	163.2	1402.2	1601.5	93.3	150.6	0.78
未加入預報指引之動力統計模式	191.9		1604.8		101.2	164.6	0.74

11月颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	66	22.8	303.7	496	49.2	76.6	0.6
未加入預報指引之動力統計模式	72.5		288.4		55.9	80.6	0.56

12月颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	85.4	132.8	625.9	867.5	59.1	79.7	0.79
未加入預報指引之動力統計模式	64.8		235.2		72.5	99.8	0.77

- 單獨使用時無法凸顯其特性，須配合其他預報指引共同使用。

- 利用「登陸地點」做為預報指引，針對不同登陸地點之相依颱風個案，測站整體之各項統計參數校驗結果

登陸第一區	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	334	341.6	1557.7	2850	164.9	252.4	0.66
未加入預報指引之動力統計模式	293.9		1604.8		166.3	261.8	0.64
登陸第三區	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	112.4	86.6	350	261	57.2	74.3	0.41
未加入預報指引之動力統計模式	264.4		913.2		183.6	235.3	0.27
登陸第四區	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	66.9	75.4	433.6	867.5	51.8	72.6	0.62
未加入預報指引之動力統計模式	63.4		235.2		51.6	76.2	0.57

- 對於登陸第三區的颱風相依個案，加入預報指引後可明顯修正原本高估的降雨量，並減小降雨分布差異。



- 利用「颱風移動速度」做為預報指引，針對慢速、中速及快速之相依颱風個案，測站整體之各項統計參數校驗結果

慢速颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	173.1	164.5	1563.1	2850	113.1	200.6	0.71
未加入預報指引之動力統計模式	183.9		1604.8		112.1	200.4	0.71

中速颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	180.6	202.7	1091.6	1987	91.9	142.2	0.7
未加入預報指引之動力統計模式	171		1069.4		92	143.5	0.71

快速颱風	平均降雨率		最大降雨率		平均絕對誤差	均方根誤差	相關係數
	模式	觀測	模式	觀測			
加入預報指引之動力統計模式	77.4	89.1	451.3	1088	62.3	104.5	0.53
未加入預報指引之動力統計模式	70.9		478.3		64.4	109.8	0.48

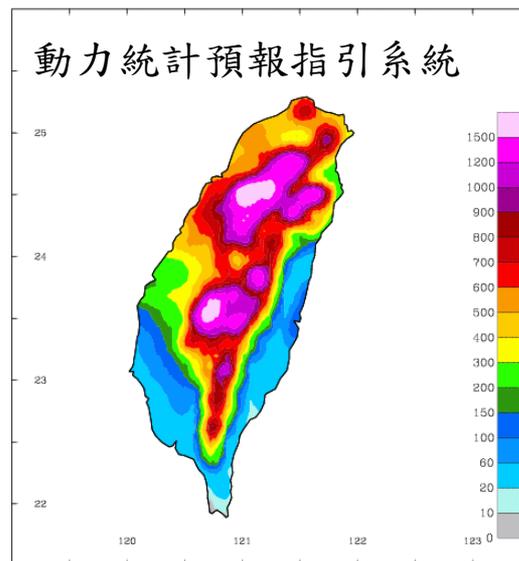
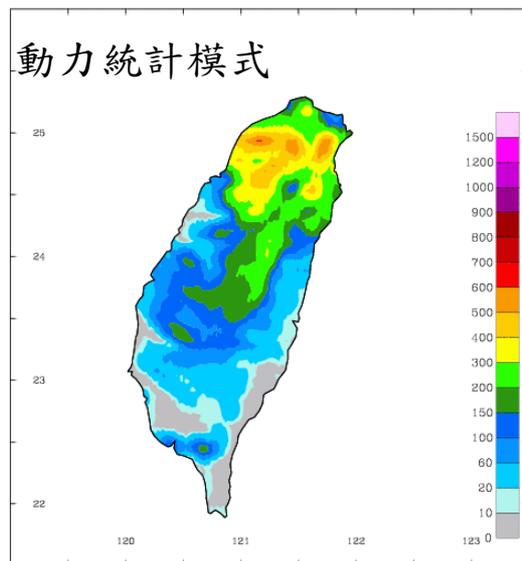
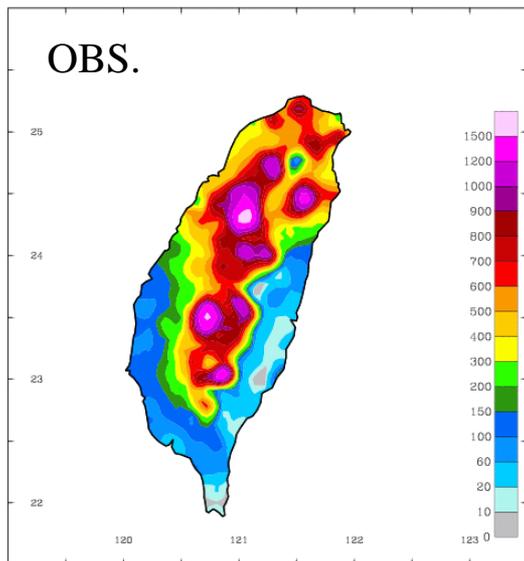
- 加入預報指引後，可稍微減緩動力統計模式高估慢速颱風之平均降雨率。
- 對於快速相依颱風個案，加入預報指引可提升原本低估的降雨量，並減少降雨分布差異。

- 小結

- 加入預報指引對於降雨量或降雨分布的表現大多有改善。
- 某些預報指引若單獨使用時(如太陽日)，可能較無法凸顯其特性。



## 2008 Sinlaku



## 四、總結

- 本研究透過整合**數值動力模式**預報法之**動力一致合理性**，與**統計預報**的**穩定與重現性**之優點，改善侵台颱風降雨預報技術並提供做為鄉鎮尺度颱風降雨預報的參考工具。
- 本研究所發展的**動力統計模式**於預報作業應用時，有**耗費資源很少、計算快速**的優點，且可做為降雨預報的初估值。
- 預報員可參考此模式結果並與系集預報實驗結果互相比較，以**增加預報信心度**。

**報告完畢，謝謝聆聽！**