






# 根據CMIP5模式推估全球氣候變遷 對臺灣梅雨季極端降雨事件頻率的 影響

卓盈旻 盧孟明  
中央氣象局科技中心

2015/09/17



# 前言

-  梅雨季劇烈降雨是臺灣重要的災害性天氣現象，尤其近年來都市快速發展，使得劇烈降水災害發生頻率有增加的趨勢。
-  梅雨期的劇烈降雨主要發生在梅雨鋒面內，目前全球氣候模式仍無法合理模擬梅雨鋒面的氣候特性，因此難以直接利用模式降水資料來研究梅雨季劇烈降雨的變異特徵。
-  為了克服這個限制，所以必需建立一個可以代表臺灣梅雨季劇烈降雨發生頻率的大尺度環流指數，並進一步將指數應用在CMIP5模式資料，推估未來梅雨季劇烈降雨年發生率的變化。

# 研究資料

## ➤ 氣象局人工測站日雨量資料

### 10 西部測站：

淡水(46690), 基隆(46694), 台北(46692)

新竹(46757), 梧棲(46777), 台中(46749)

嘉義(46748), 台南(46741), 高雄(46744)

恆春(46759)

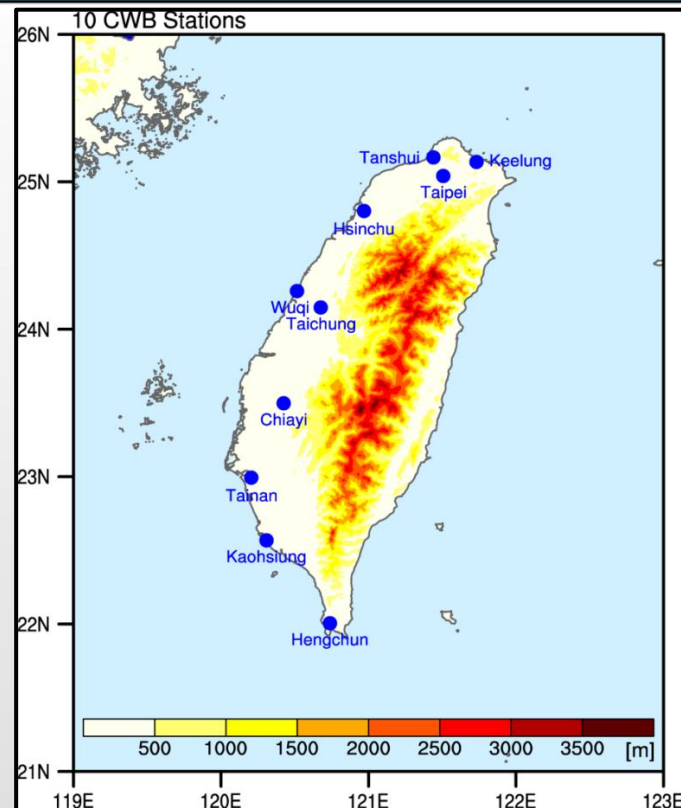
## ➤ 大尺度分析場

NCEP/NCAR-R1 風場日資料 - U850 & V850 ( $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ )

## ➤ 分析時間- 1951~2015 梅雨季(5&6月)

1951~2000: 建立期

2001~2015: 測試期



# 極端降雨事件: $R > R_c$

極端降雨事件的雨量閾值 ( $R_c$ ) :

取1951~2000年中每一年梅雨季(5-6月)期間日雨量的最大值,以50年最大雨量值的中位數作為門檻值。

測站	起始年份	$R_c$ (mm)
淡水 Tanshui	1951	88.6
基隆 Keelung	1951	99.1
臺北 Taipei	1951	89.6
新竹 Hsinchu	1951	118.2
梧棲 Wuqi	1977	112.5
臺中 Taichung	1951	102.3
嘉義 Chiayi	1969	105.7
臺南 Tainan	1951	114.1
高雄 Kaohsiung	1951	105.8
恆春 Hengchun	1951	111.8

所選取的極端降雨事件相當於使用極端值分析方法估計24小時以上累積雨量的重現期距大於1.5年的降雨事件。

只要測站日雨量大於 $R_c$ ,則視為一個極端降雨事件。

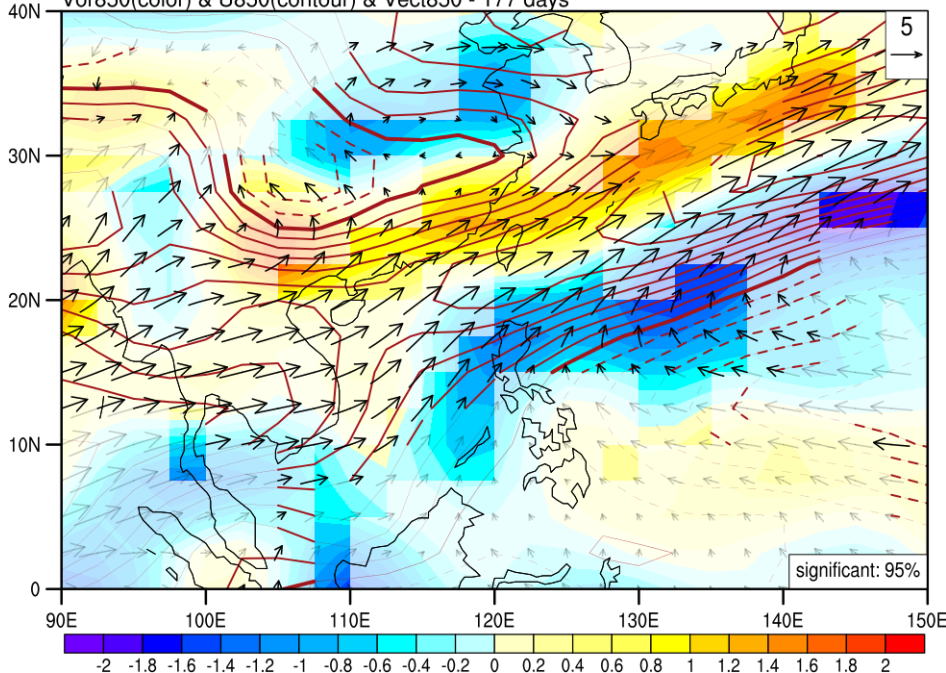
# 極端降雨事件合成分析

1951~2010年梅雨季：有177天至少有一個測站發生極端降雨事件  
(扣除颱風進入臺灣海域300km以內的天數)

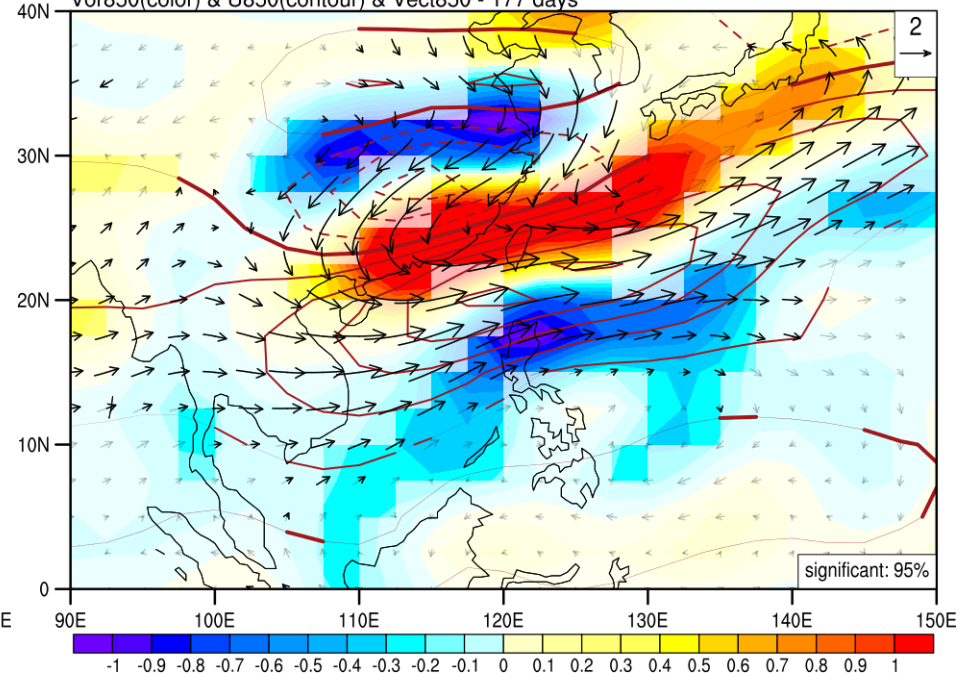
177 days total composite

177 days anomaly composite

1951-2000 Meiyu season (MJ) extreme rainfall (MedYmax) composite  
Vor850(color) & U850(contour) & Vect850 - 177 days

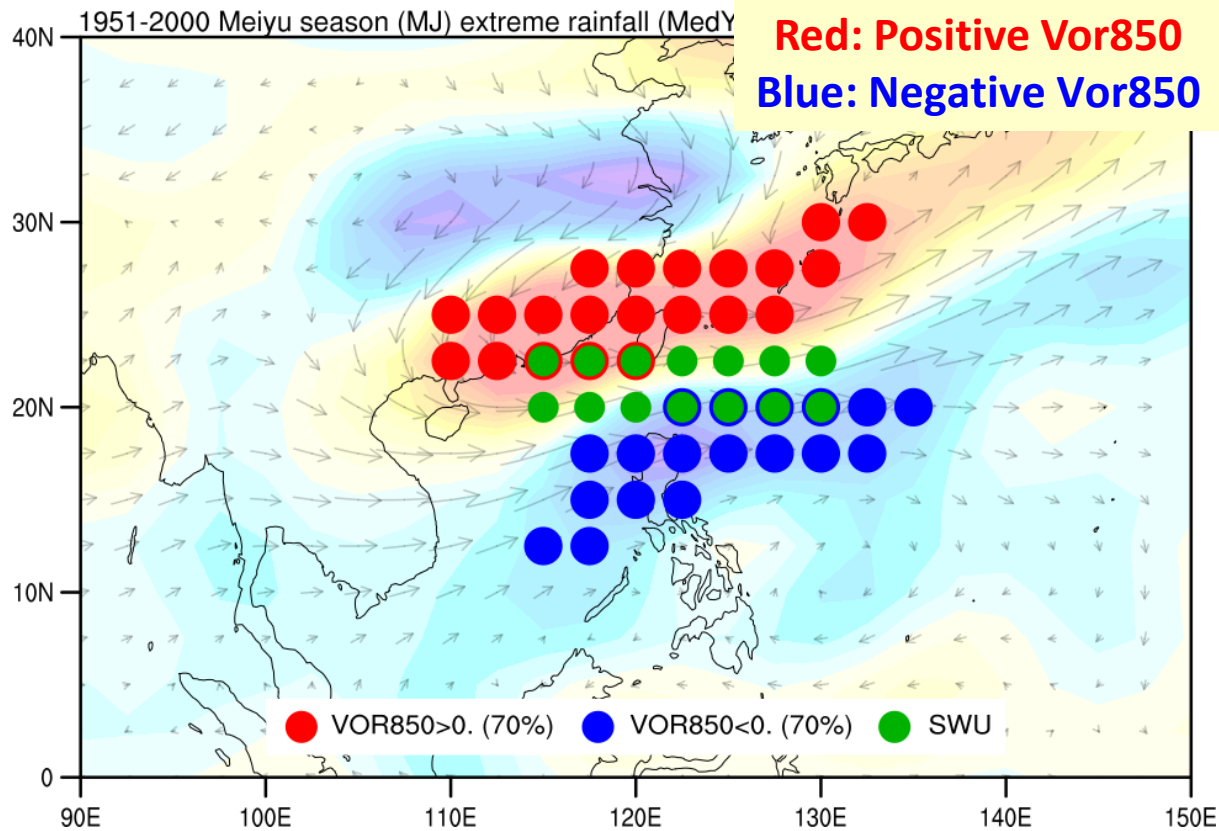


1951-2000 Meiyu season (MJ) extreme rainfall (MedYmax) anomaly composite  
Vor850(color) & U850(contour) & Vect850 - 177 days



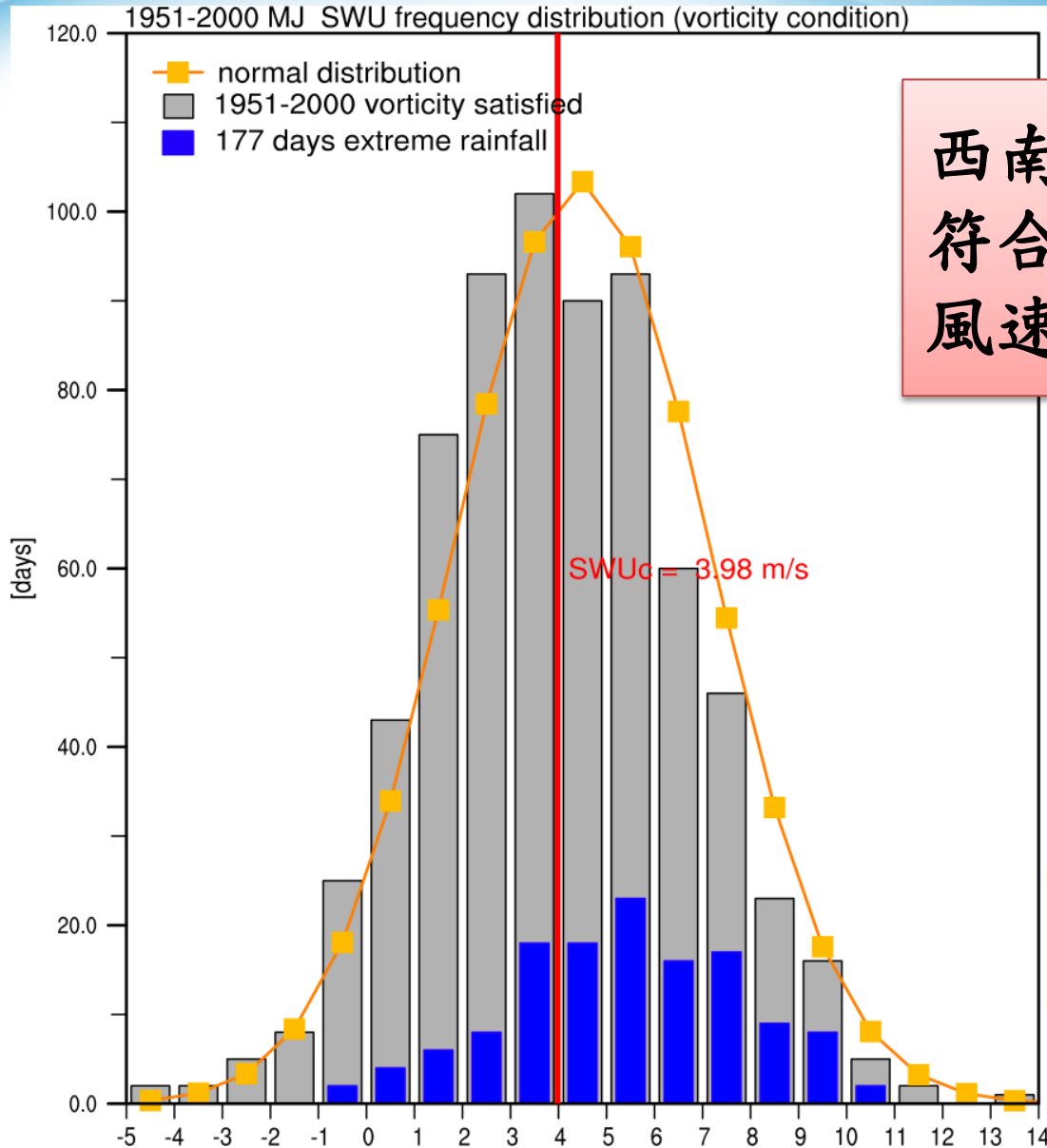
# 極端降雨事件發生的環流條件<sub>1</sub>

渦度條件：臺灣西北和東南部分別存在低壓和高壓環流



SWU：西南氣流區域的平均距平緯向風速

# 極端降雨事件發生的環流條件<sub>2</sub>



西南氣流風速閾值(SWUc)：  
符合渦度條件之下，SWU  
風速分布的第50百分位

灰色：符合渦度條件的風速強度  
藍色：極端降雨事件的風速強度

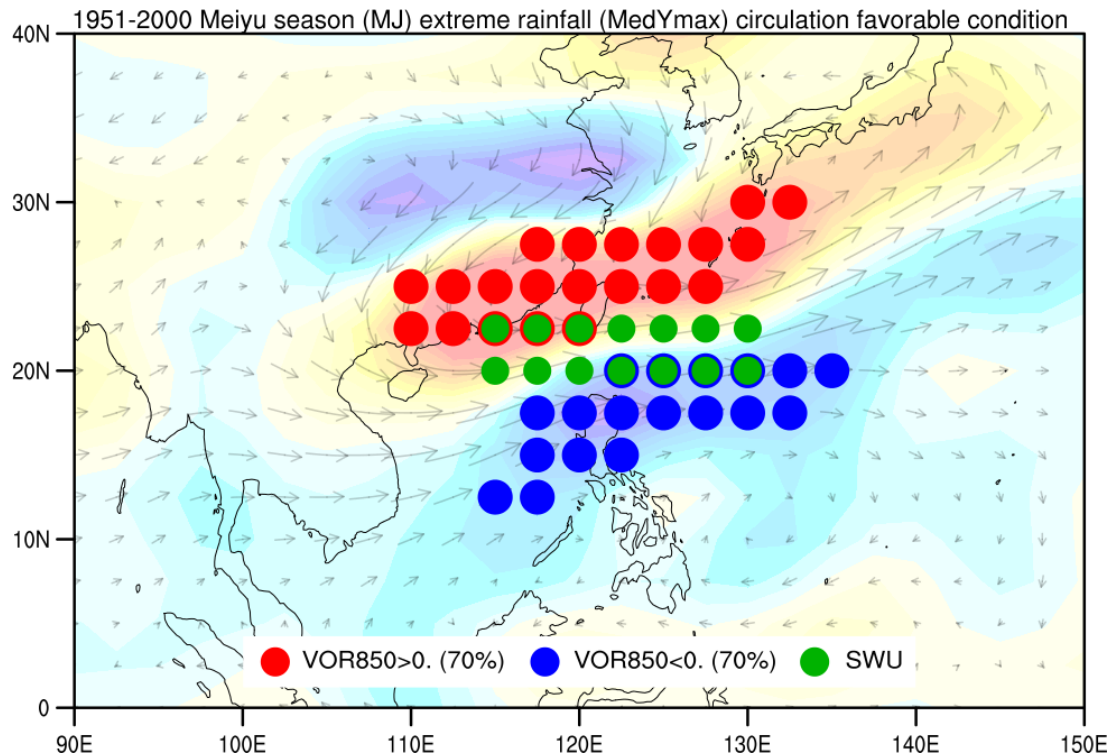
# 大尺度環流指數- SWFI

西南氣流指數 (SouthWest Flow Index) :

(1) 渦度條件：臺灣西北和東南部分別存在正、負渦度場

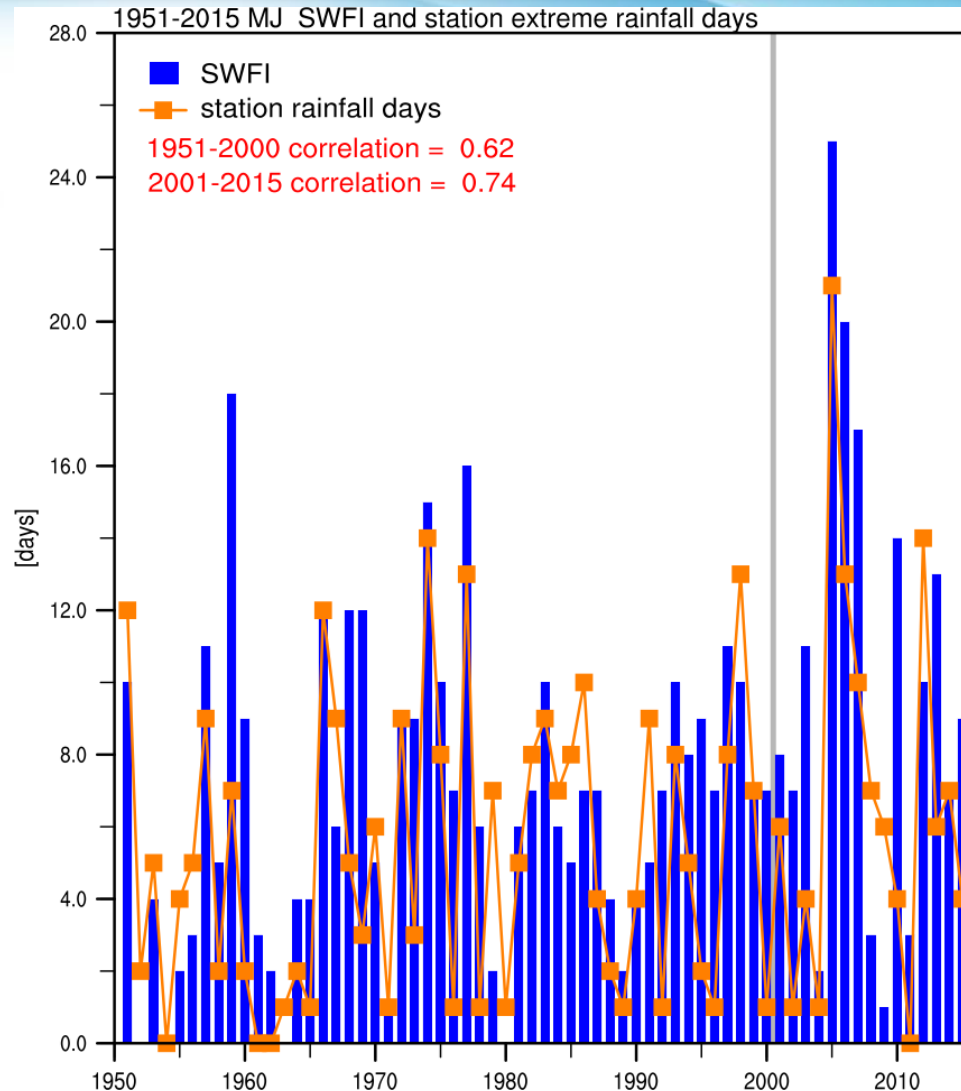
(2) 西南氣流風速(SWU)要大於SWU<sub>c</sub>

每年梅雨季滿足二個環流條件的發生天數。





# SWFI和臺灣梅雨季極端降雨事件相關性



SWFI -- 每年梅雨季滿足二個環流條件的發生天數

臺灣極端降雨事件 -- 每年達到極端降雨事件的日數和測站數

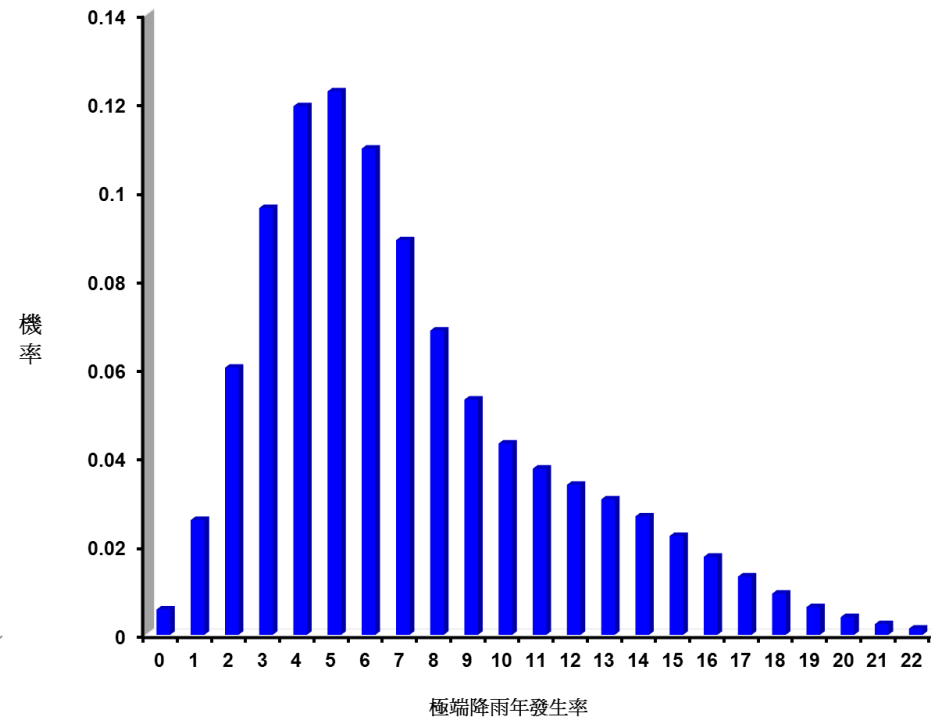
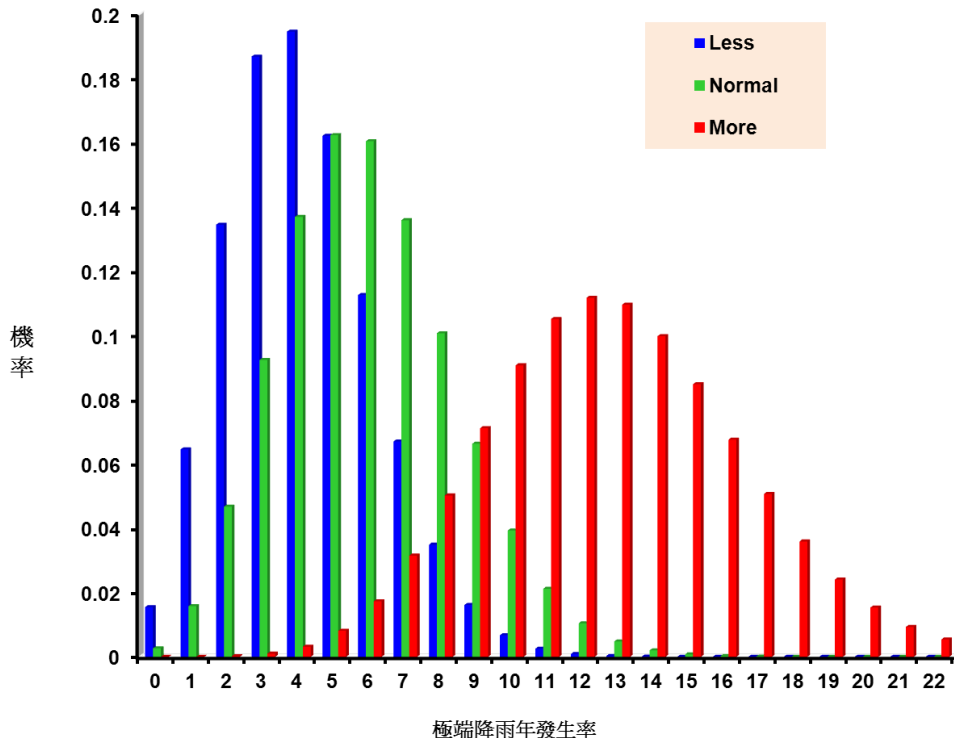
# 統計降尺度推估方法

## 1. SWFI 分類

偏多(more) : 正常(normal) : 偏少(less) = 3 : 4 : 3

2. 以Poisson分布模擬三個類別的極端降雨年發生機率分布
3. 依據三個分類的比例建立極端降雨年發生頻率關係式

$$PDF_{rate} = 0.3 * PDF_{more} + 0.4 * PDF_{normal} + 0.3 * PDF_{less}$$



# IPCC/CMIP5 模式

## 模式挑選-梅雨季氣候特徵

- 台灣附近(100E-140E,5N-35N)雨量：模式與觀測之間 PCC>0.3
- 台灣附近風場(850mb)：模式與觀測之間 PCC>0.3
- 台灣(119E-123E, 21N-26N)梅雨季佔全年雨量的比例 (>15%)

Model Name	Country	Institution
ACCESS1.0	Australia	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization and Bureau of Meteorology
BNU-ESM	China	Beijing Normal University (BNU)
CMCC-CM	Italy	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici
CNRM-CM5	France	Centre National de Recherches Meteorologiques and Centre Europeen de Recherches et Formation Avancees en Calcul Scientifique
HadGEM2-CC	UK	Met Office Hadley Centre
IPSL-CM5A-MR	France	Institute Pierre Simon Laplace
MIROC5	Japan	University of Tokyo, National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
MPI-ESM-MR	Germany	Max Planck Institute for Meteorology
MRI-CGCM3	Japan	Meteorological Research Institute
NorESM1-M	Norway	Norwegian Climate Centre

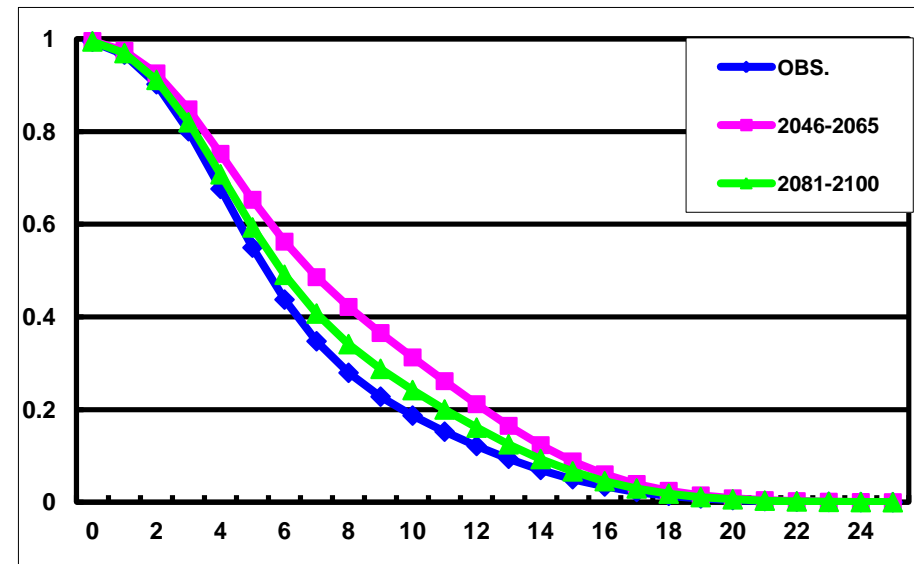
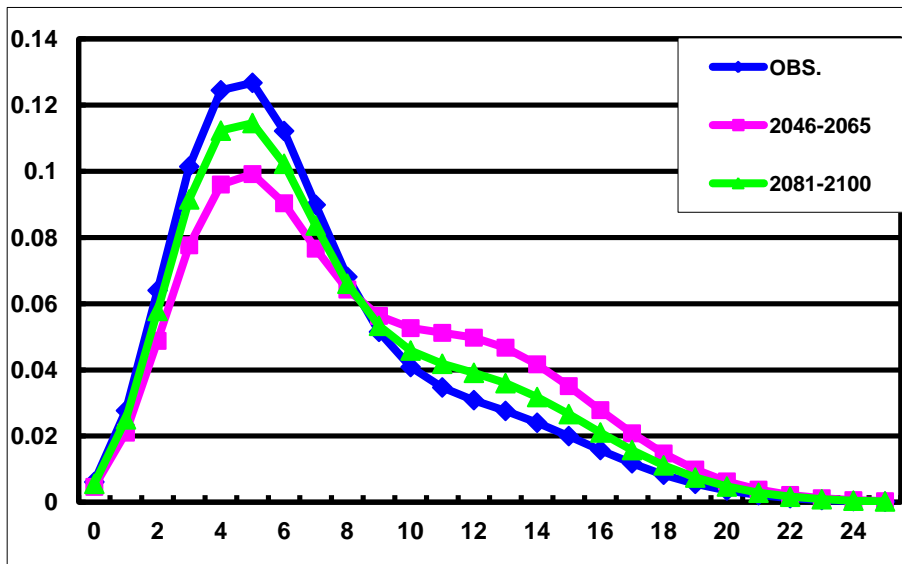
Scenarios: Historical(1986-2005), RCP8.5(Near-term: 2046-2065, Long-term: 2081-2100)

# IPCC/CMIP5 模式未來極端降雨發生機率推估<sub>1</sub>

ratio	More	Normal	Less
Present	0.30	0.40	0.30
Future	0.45	0.30	0.25
change	+0.15	-0.1	-0.05

$$PDF_{rate} = 0.3 * PDF_{more} + 0.4 * PDF_{normal} + 0.3 * PDF_{less}$$

$$\Rightarrow PDF_{future} = (0.3 + 0.15) * PDF_{more} + (0.4 - 0.1) * PDF_{normal} + (0.3 - 0.05) * PDF_{less}$$



CMCC-CM

Present climate (blue) , Near term (pink), Long term (green)

# IPCC/CMIP5 模式未來極端降雨發生機率推估<sub>2</sub>

以各模式目前氣候(historical)極端降雨事件發生頻率累積機率第75百分位做為門檻值，下表顯示模式近未來(Near-trem)和遠未來(Long-trem)超過第75百分位的累積百分比變化。

%	ACCESS_10	BNU_ESM	CMCC_CM	CNRM_CM5	HadGEM2_CC
Near	-20	0	+25	-20	+15
Long	-5	-15	+15	-5	+10
%	IPSL_CM5A_MR	MIROC5	MPI_ESM_MR	MRI_CGCM3	NorESM1_M
Near	-25	+30	0	-20	-5
Long	-25	+25	+30	+5	+35

**ACCESS-10, CNRM-CM5, IPSL-CM5A-MR: NT&LT都是減少趨勢**

**CMCC-CM, HadGEM2-CC, MIROC5: NT&LT都是增加趨勢**

**MRI-CGCM3, NorESM1-M: NT減少,LT增加**

**BNU-ESM: LT減少**

**MPI-ESM-MR: LT增加**

# 結論和未來工作



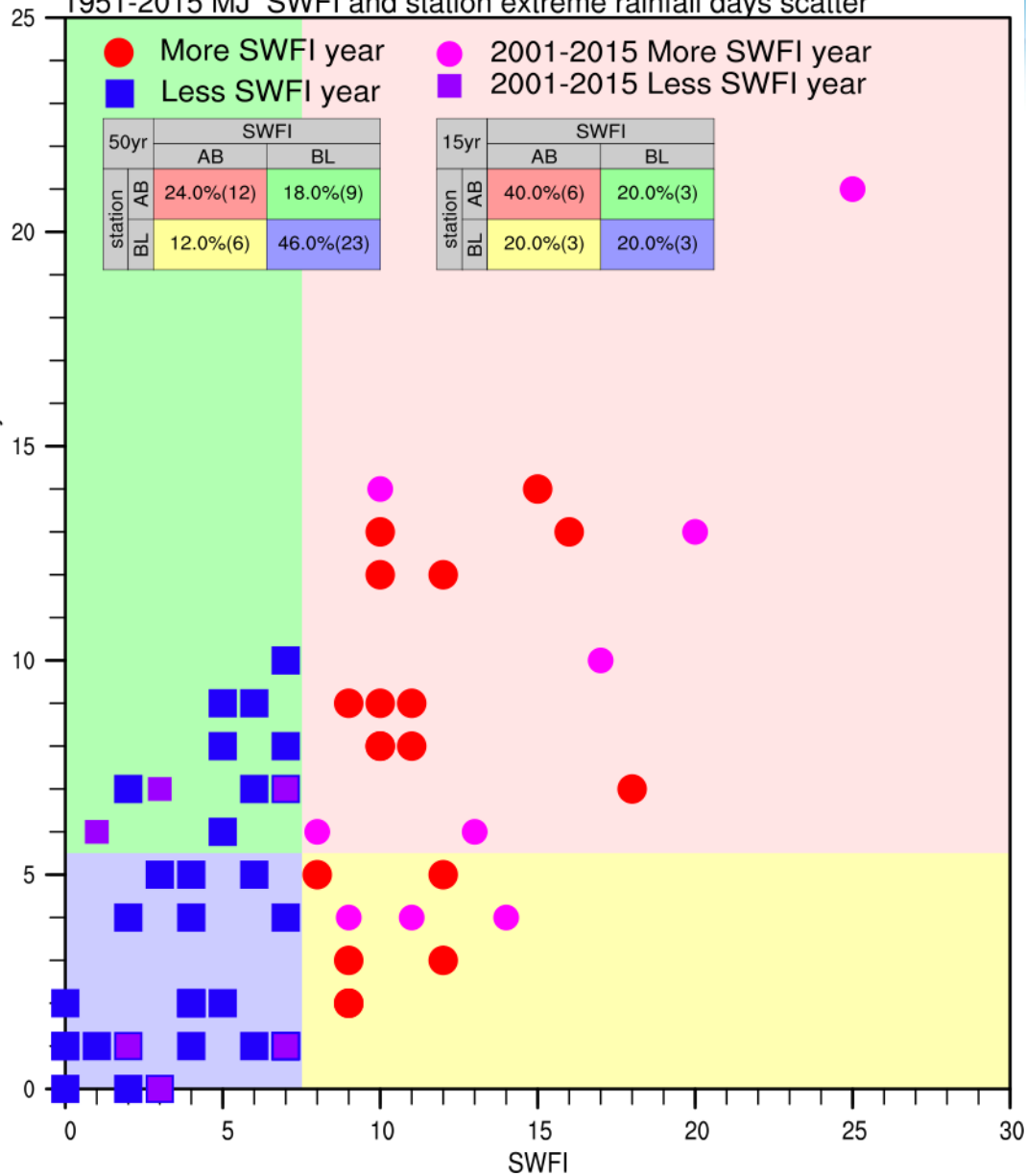
- ☔ 根據梅雨季極端事件發生的大尺度環流特徵，建立西南氣流指數SWFI來代表臺灣梅雨季極端降雨年發生頻率。當SWFI年發生日數偏多(少)，臺灣極端降雨年發生日數日數也偏多(少)。
- ☔ 發展簡化貝氏統計概念的統計降尺度方法，建立臺灣梅雨季極端降雨年發生率關係式，機率分布曲線會隨著西南氣流指數在三類別(偏多、正常、偏少)所佔比例的改變而變化，因此可用以推估氣候變遷對極端降雨年發生率的影響。
- ☔ 根據10個IPCC/CMIP5模式於RCP8.5情境下的推估結果相當分歧，未來將繼續分析其他氣候變遷情境和未來氣候的環流變化來詮釋氣候模式的推估結果。



**Thank you for your attention !!**

# SWFI之應用校驗

1951-2015 MJ SWFI and station extreme rainfall days scatter



KS = Hit Rate – False Alarm Rate (-1 to +1)

$$KS_{\text{scaled}} = (KS+1)/2 \quad (0 \text{ to } +1)$$

**1951~2000:**

**KS<sub>s</sub> score = 0.68**

**2001~2015:**

**KS<sub>s</sub> score = 0.58**