以MRI-AGCM動力降尺度結果進行臺灣地區梅雨季降雨之分析

林宜穎、鄭兆尊

國家災害防救科技中心

2013.05.15

大綱

① 研究動機

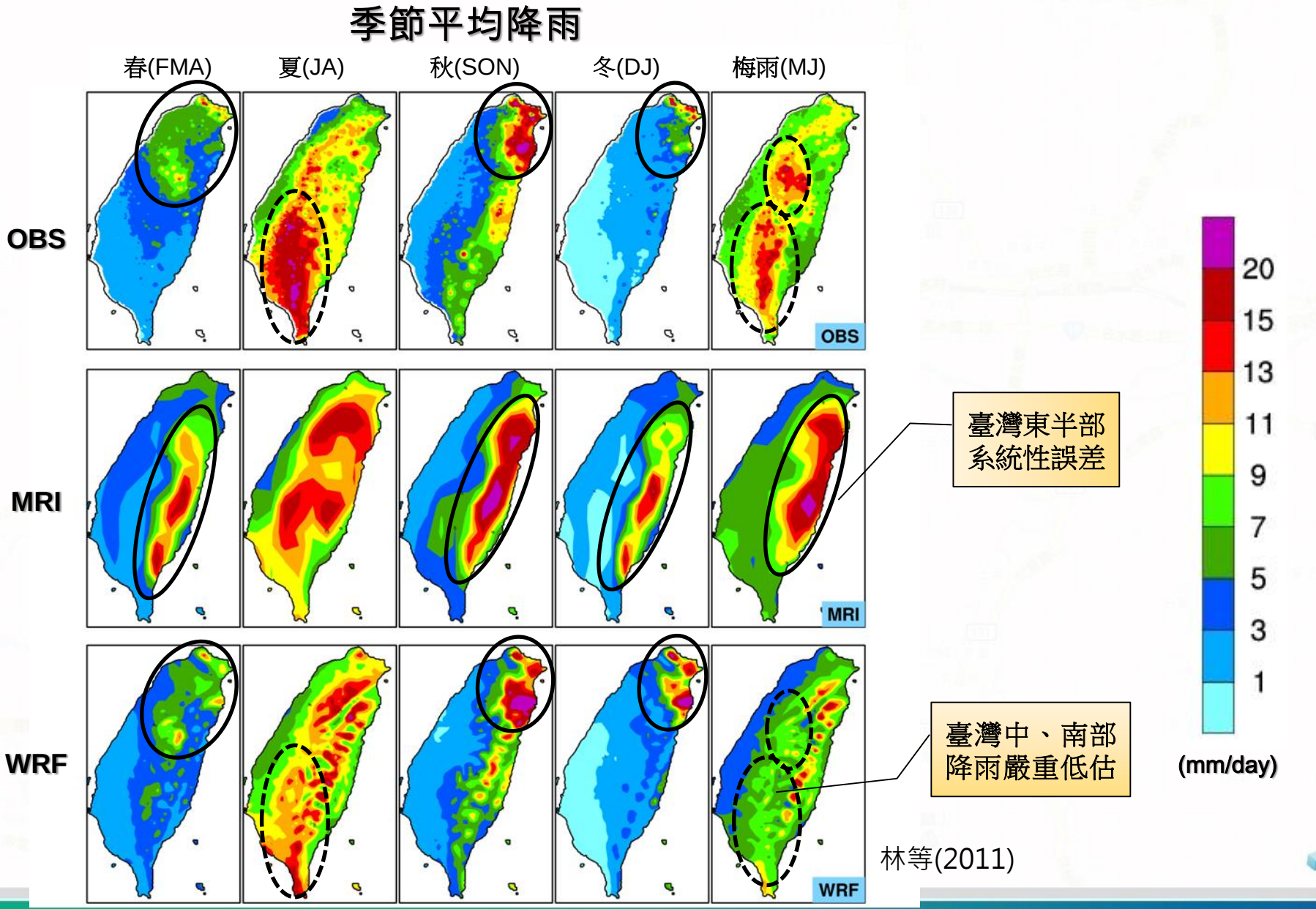
② 模式設定與使用資料

③ 模擬結果

- 降雨空間分布
- 降雨特性
- 降雨推估

④ 結論

研究動機

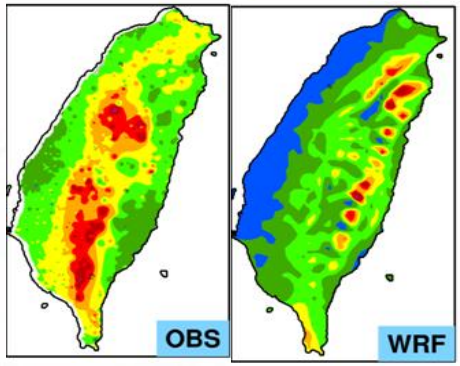

季節平均降雨
春(FMA)
夏(JA)
秋(SON)
冬(DJ)
梅雨(MJ)
OBS
MRI
WRF
臺灣東半部
系統性誤差
臺灣中、南部
降雨嚴重低估
20
15
13
11
9
7
5
3
1
(mm/day)

林等(2011)

研究動機~續

Option	波譜修正	積雲參數化
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗
EXP 3	✓ (300 hPa↑)	✓

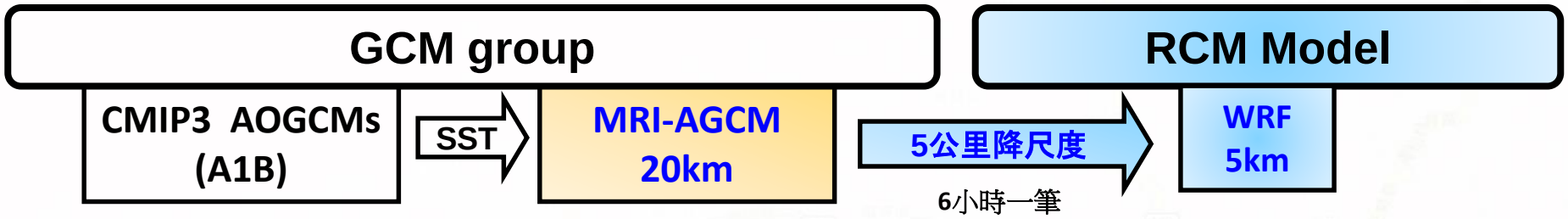
梅雨季平均降雨



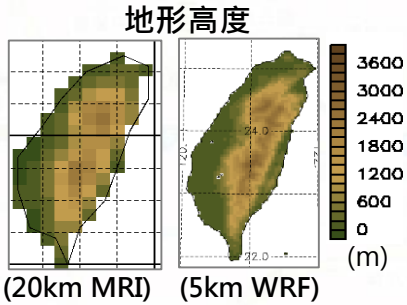
避免降尺度後的氣候偏移太大，採用”**波譜修正(spectral nudging)**“方法，僅針對邊界層以上的風場、重力位、水氣場及溫度場做調整。

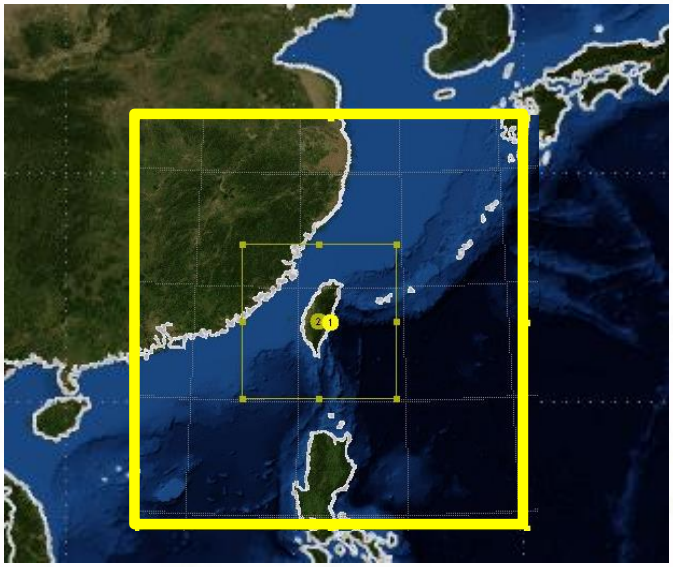
- **波譜修正**是否抑制對流的發展?
- **積雲參數化**是否需要開啟(Δx=5km)?

模式設定與使用資料



MRI-AGCM(日本氣象廳氣象研究所)
全球網格數：1920 x 960
解析度：20公里
垂直方向：60層





WRF模式設定

- 5公里動力降尺度之氣候推估模擬採用3個時間切片：
  現在(1979 ~ 2003)、近未來(2015 ~ 2039)、世紀末(2075 ~ 2099)

物理參數化

- Noah land surface module
- YSU Boundary scheme
- WSM 5-class microphysics
- KF cumulus scheme
- CAM3 LW scheme
- CAM3 SW scheme
- Monin-Obukhov surface layer scheme

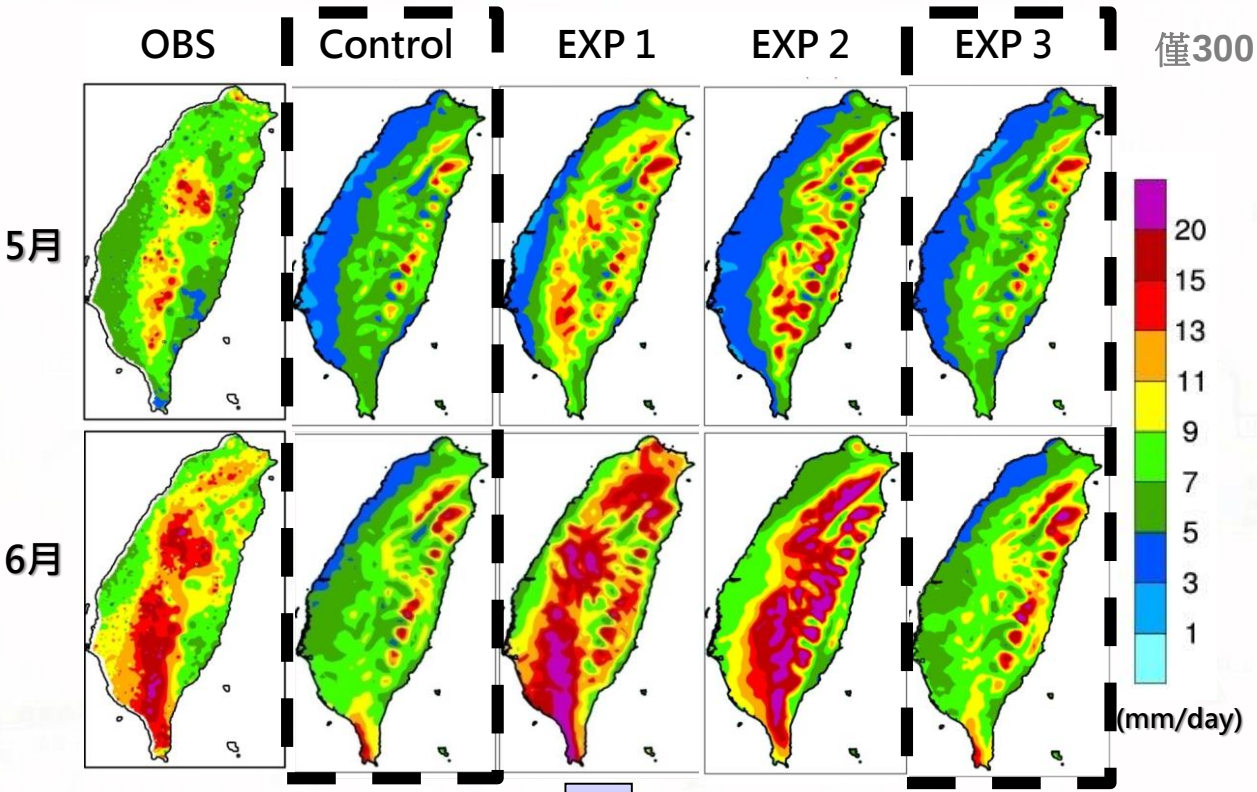
模式設定與使用資料~續

- **TCCIP網格資料**
  - ~1500個測站(氣象局、水利單位、台電……)
  - Monthly(Δx=1 km)，1979-2003
- **CWB自動雨量站資料**
  - Hourly(Δx=1.3km)，1992-2010
- **TRMM衛星降雨估計資料(Tropical Rainfall Measuring Mission)**
  - 3B43V6 (Δx=0.25度)，1998-2007

模擬結果

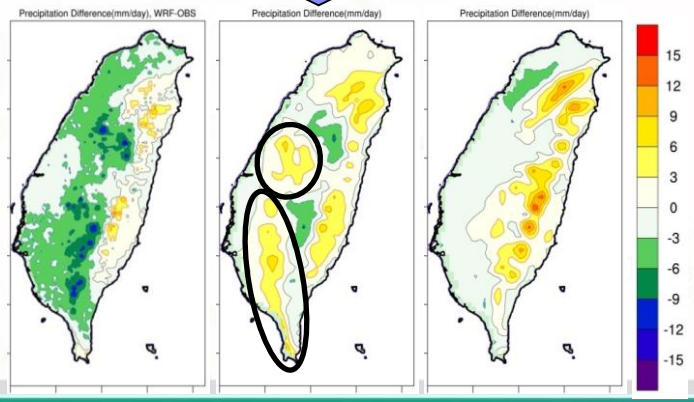
- 降雨空間分布
- 降雨特性
- 降雨推估

模擬結果－降雨空間分布(臺灣地區)



僅300 hPa↑波譜修正

WRF-OBS(與觀測之誤差)

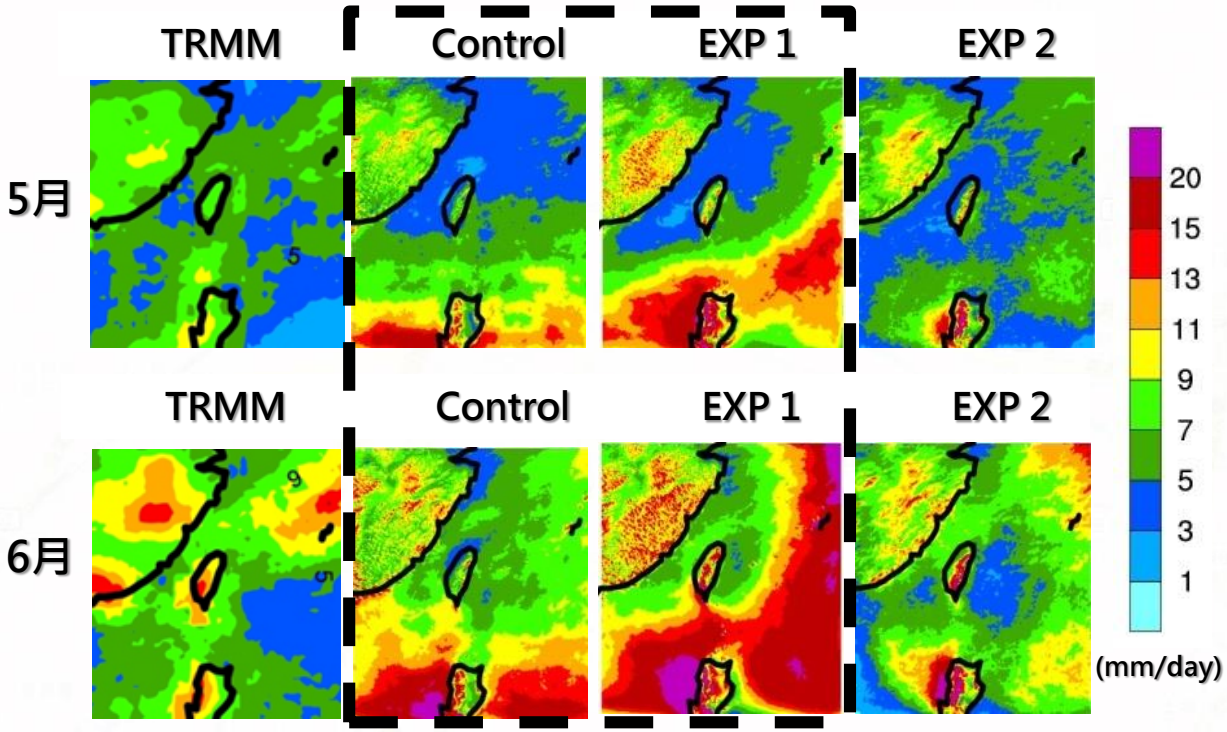


綠色: 低估
黃色: 高估

- **波譜修正**：受到AGCM影響較大，台灣中、南部地區降雨有嚴重低估之情形。
- EXP 1的主要降雨位置偏離。
- EXP 2的結果與觀測值最接近，但東半部仍為高估。

Option	波譜修正	積雲參數
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗
EXP 3	✓300 hPa↑	✓

模擬結果 – 降雨空間分布(5、6月)



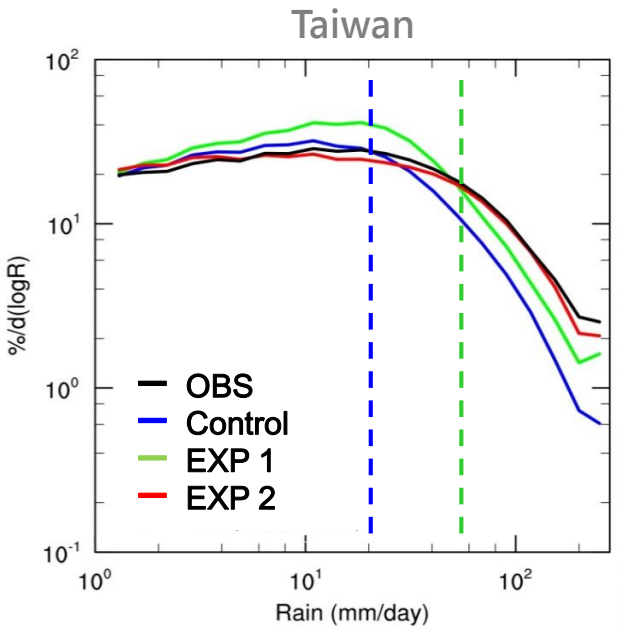
- 積雲參數化使得菲律賓一帶的降雨明顯高估。

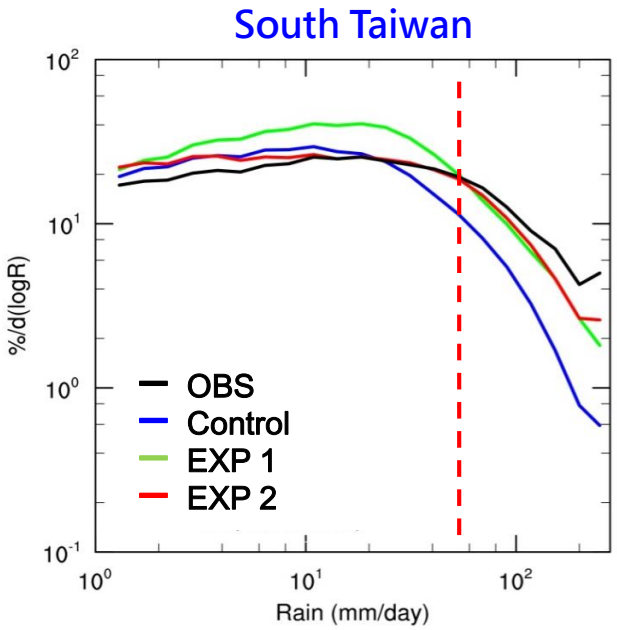
Option	波譜修正	積雲參數
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗

模擬結果

- 降雨空間分布
- 降雨特性
- 降雨推估

模擬結果 – 降雨特性(PDF: Probability Density Function)

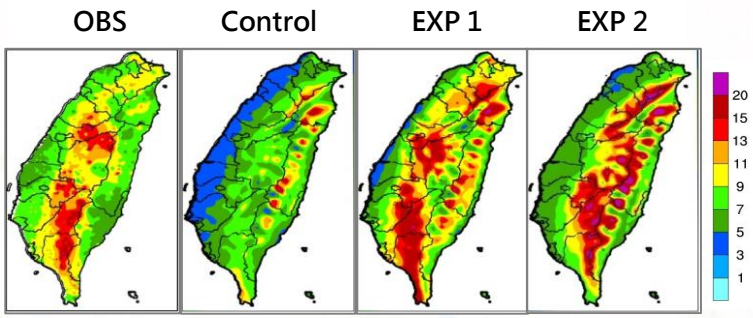




Ctrl:
R>20(mm/day)低估

EXP 1:
R<50(mm/day)高估

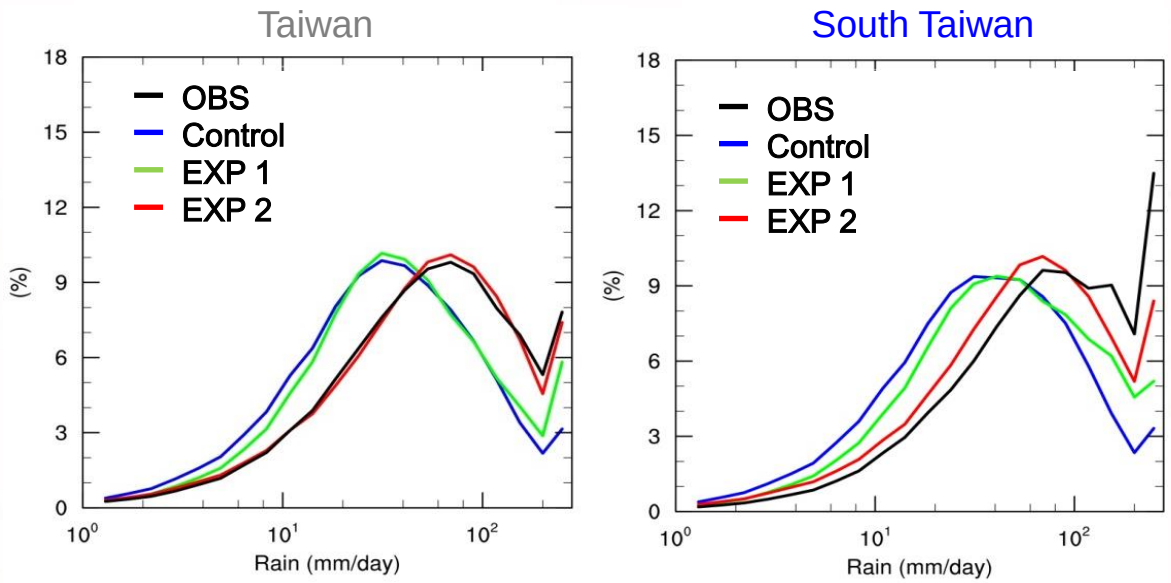
EXP 2:
最接近觀測值，但南部地區
R>90(mm/day)低估



Option	波譜修正	積雲參數
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗

Bin: 1, 1.3, 1.7, 2.2, 2.9, 3.8, 4.9, 6.4, 8.3, 10.9, 14.1, 18.4, 24, 31.3, 40.8, 53.2, 69.3, 90.3, 117.7, 153.5, 200

模擬結果 – 降雨特性



各區間的降雨量佔總降雨量之比例

Ctrl & EXP 1:
主要降雨貢獻: 20<R<40(mm/day)

EXP2 & 觀測很相近:
主要降雨貢獻: 50<R<90(mm/day)

南部地區(EXP 2)

- R<90(mm/day) 的降雨量高估
- R>90(mm/day) 的降雨量低估

R>200(mm/day)
觀測~14%、EXP 2~9%

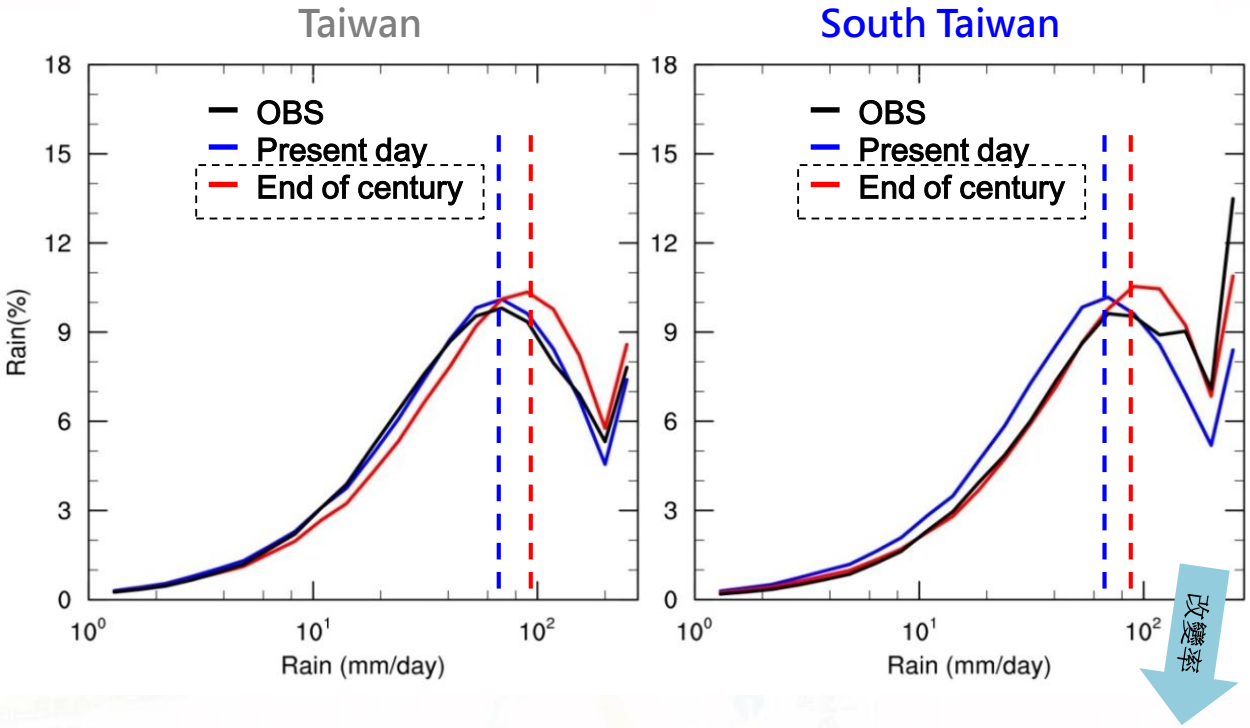
Option	波譜修正	積雲參數
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗

Bin: 1, 1.3, 1.7, 2.2, 2.9, 3.8, 4.9, 6.4, 8.3, 10.9, 14.1, 18.4, 24, 31.3, 40.8, 53.2, 69.3, 90.3, 117.7, 153.5, 200

模擬結果

- 降雨空間分布
- 降雨特性
- 降雨推估(EXP 2)

模擬結果 – 降雨推估(EXP2)

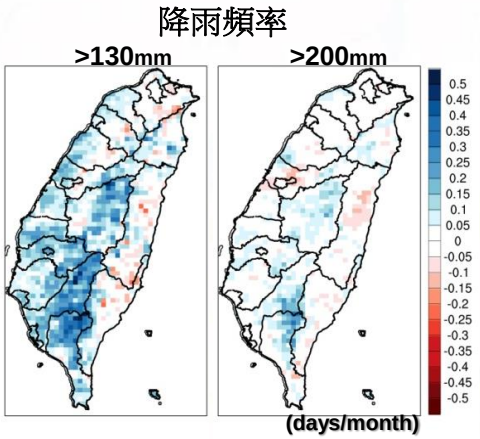


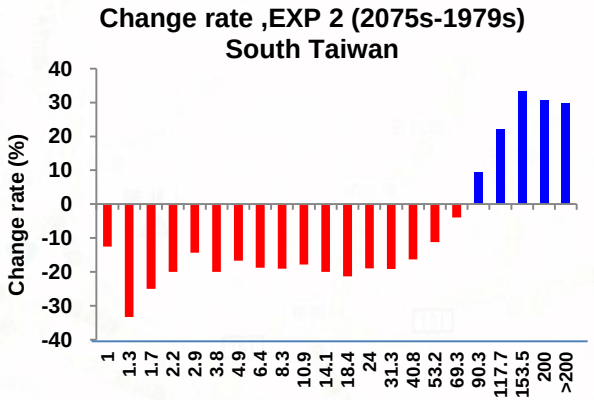
各區間的降雨量佔總降雨量之比例

曲線向右偏移

R<90(mm/day)的降雨量減少，
R>90(mm/day)的降雨量增加。

R>90(mm/day)的降雨量增加約20-30%。



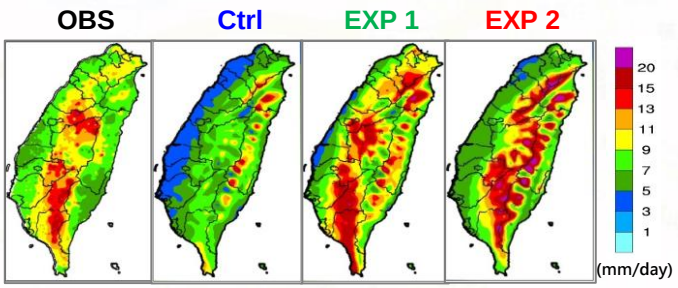


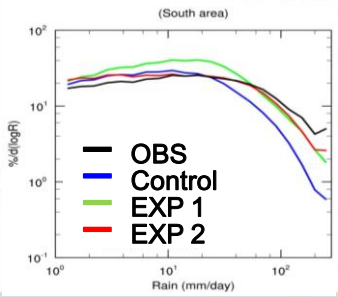
發生極端降雨的頻率增加。

Bin: 1, 1.3, 1.7, 2.2, 2.9, 3.8, 4.9, 6.4, 8.3, 10.9, 14.1, 18.4, 24, 31.3, 40.8, 53.2, 69.3, 90.3, 117.7, 153.5, 200

結論(1/2)

- 本研究使用日本氣象廳氣象研究所發展的大氣環流模式(MRI-AGCM)模擬的氣候推估資料，當作初始場及邊界條件進行5公里動力降尺度(WRF模式)之模擬。
- 為改善林等(2011)模擬梅雨季臺灣中、南部山區降雨低估之情形，設計**3組**實驗重新執行**梅雨季降雨**之模擬，針對**積雲參數化**及**波譜修正**做敏感度測試，探討不同設定對臺灣地區梅雨季降雨模擬之影響。
- **降雨空間分布 & 降雨特性(PDF)**
  - **使用波譜修正與積雲參數化**：受到AGCM影響較大，臺灣中、南部山區為嚴重低估。
  - **不使用波譜調整，使用積雲參數化**：造成菲律賓一帶的降雨高估；在臺灣中、南部降雨位置偏離，R<50(mm/day)的頻率高估。
  - **波譜修正與積雲參數化都關掉**的結果是最接近觀測值，但R>90(mm/day)的降雨低估。





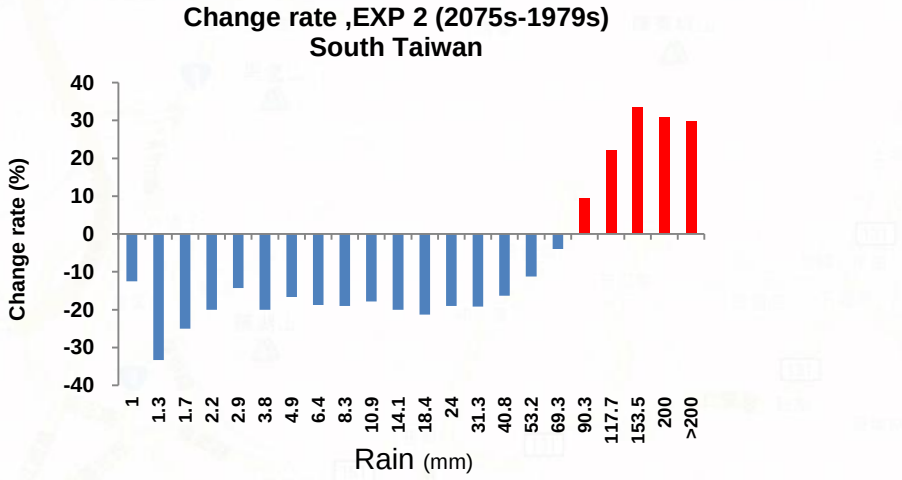
Option	波譜修正	積雲參數
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗
EXP 3	✓300 hPa↑	✓

結論(2/2)

- **未來降雨推估(EXP 2)**

  小雨減少，大雨增加

  - R<90(mm/day)的降雨量減少, R>90(mm/day)的降雨量增加。
  - R>90(mm/day)的降雨量增加約20-30%。
  - 極端降雨的頻率(>130mm & > 200mm)在中、南部山區亦有增加的趨勢。



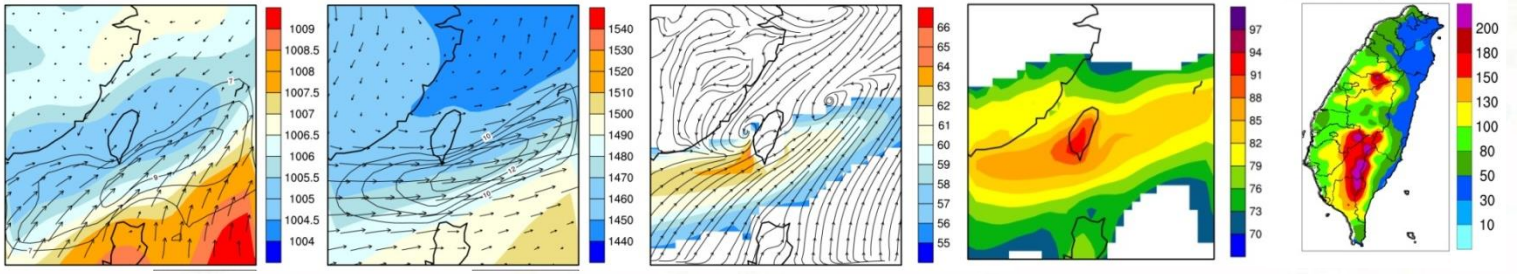
Thanks for your attention!

極端降雨個案之環流場及雨量合成
(剔除颱風個案)

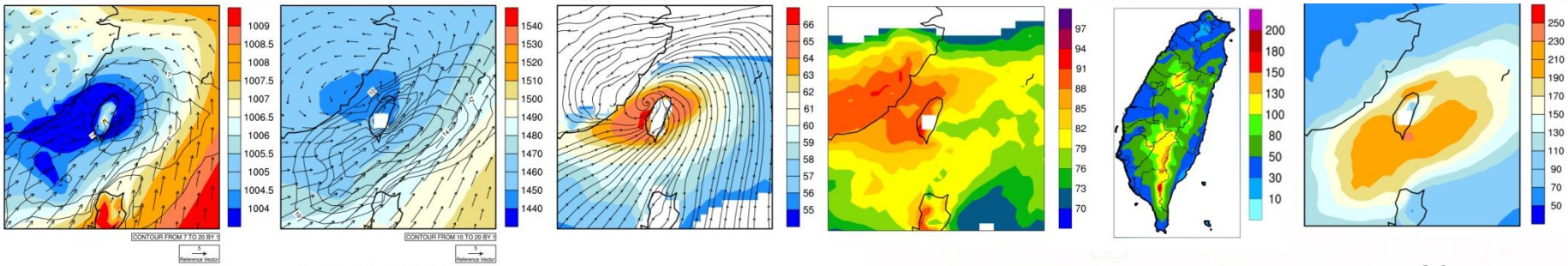
Top2% cases (noTY)

NCEP-CFSR

SLP/wind(10m) | Height/wind(850hPa) | PW/streamline(10m) | RH(850hPa) | Precipitation | Water Vapor (850hPa)

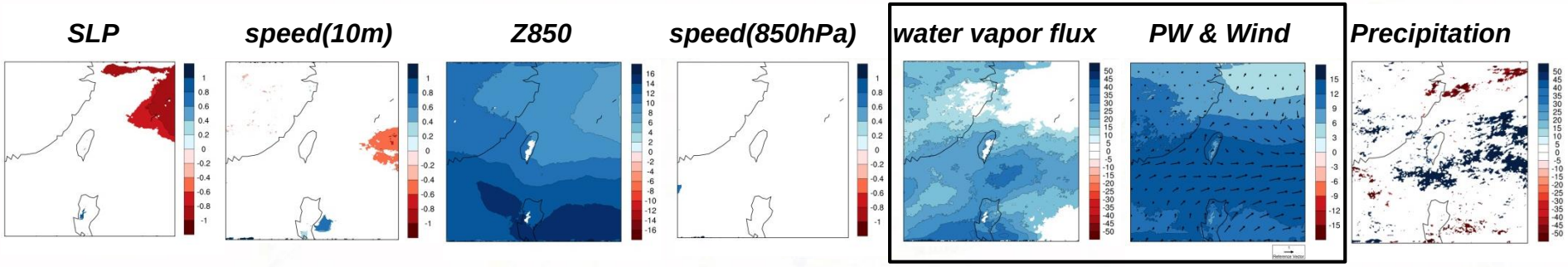


WRF(EXP2)

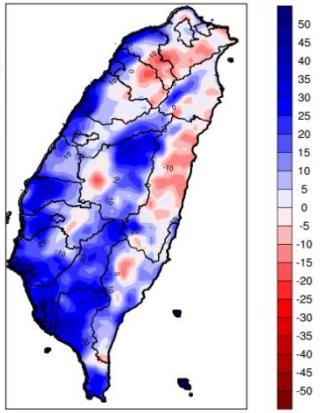


30 cases

The change of Meiyu 90% rain (EXP 2, End of Century)

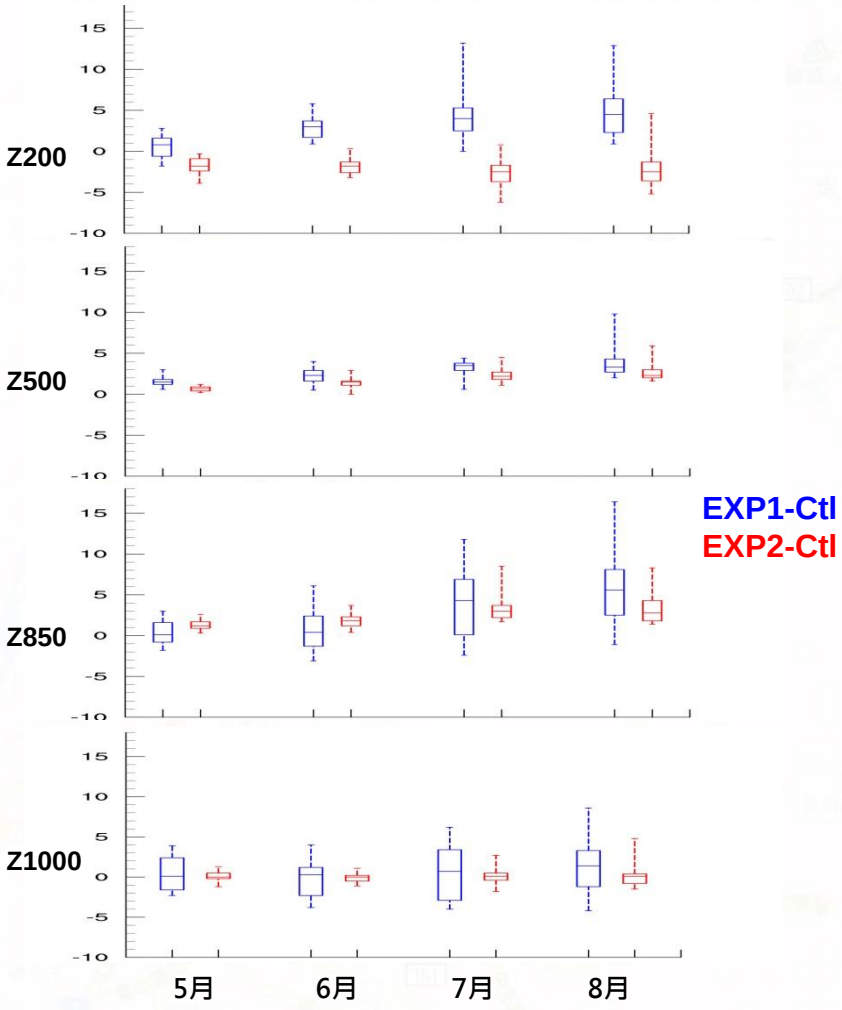


- 可降水量 、水汽通量有增加的趨勢

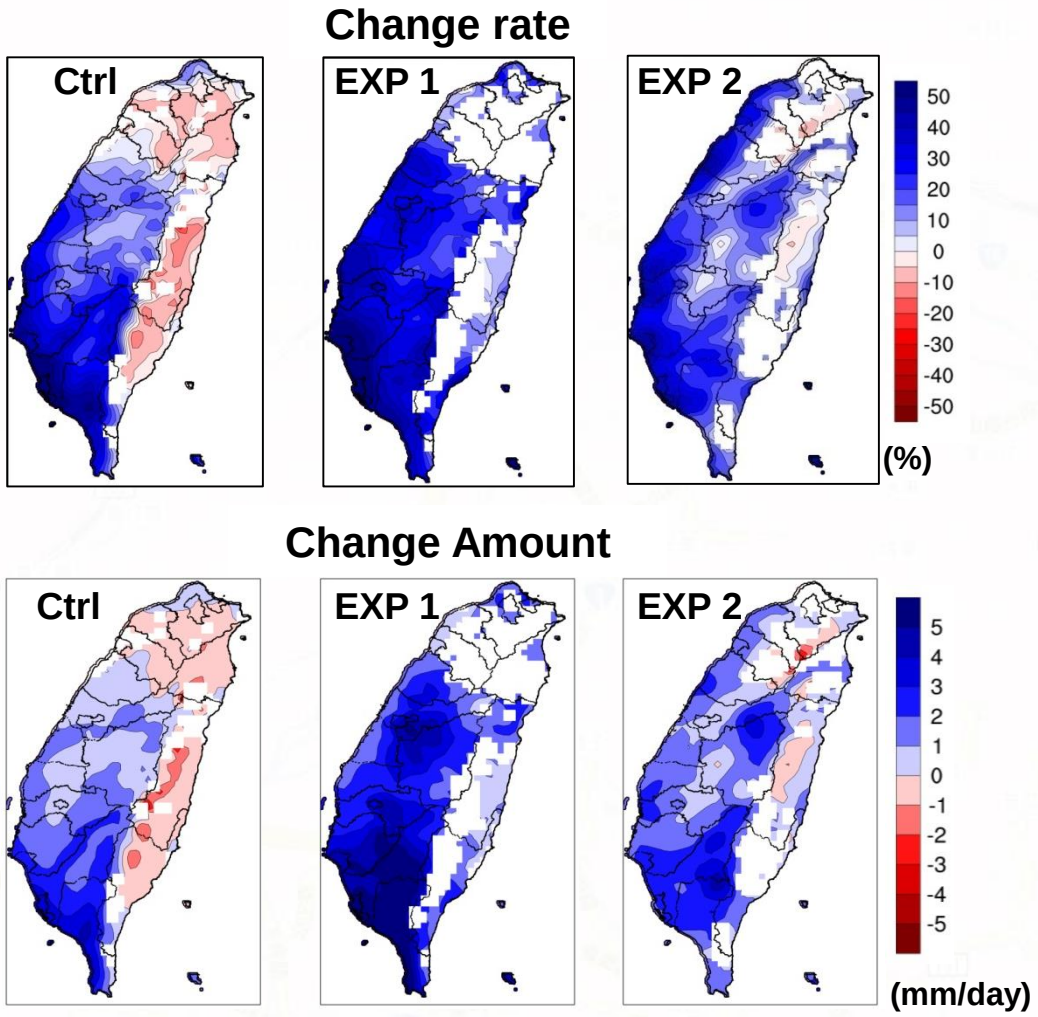


通過 90% 統計檢定

RMSE(WRF & MRI, 高度場)



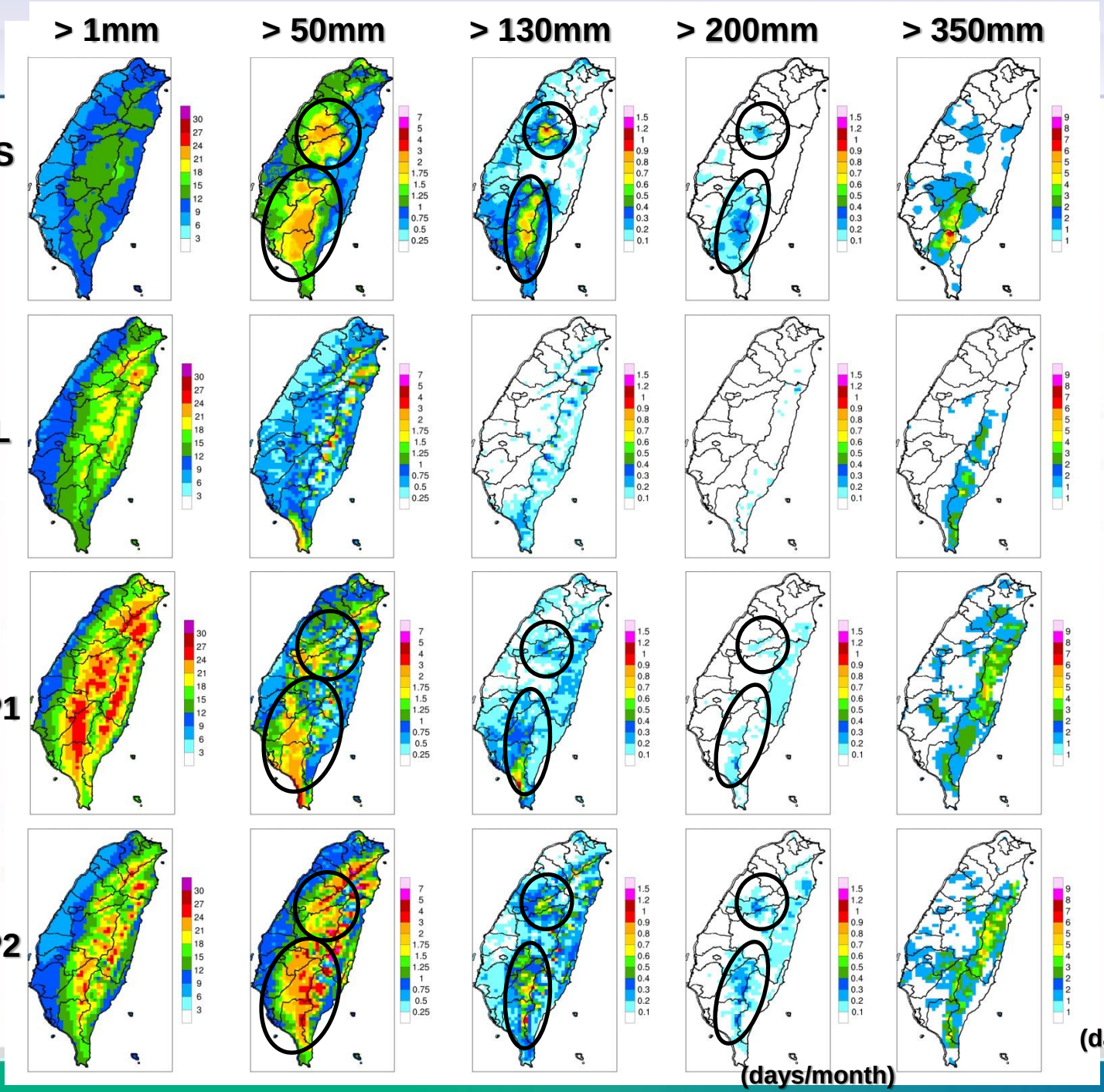
模擬結果 – 未來降雨推估~續



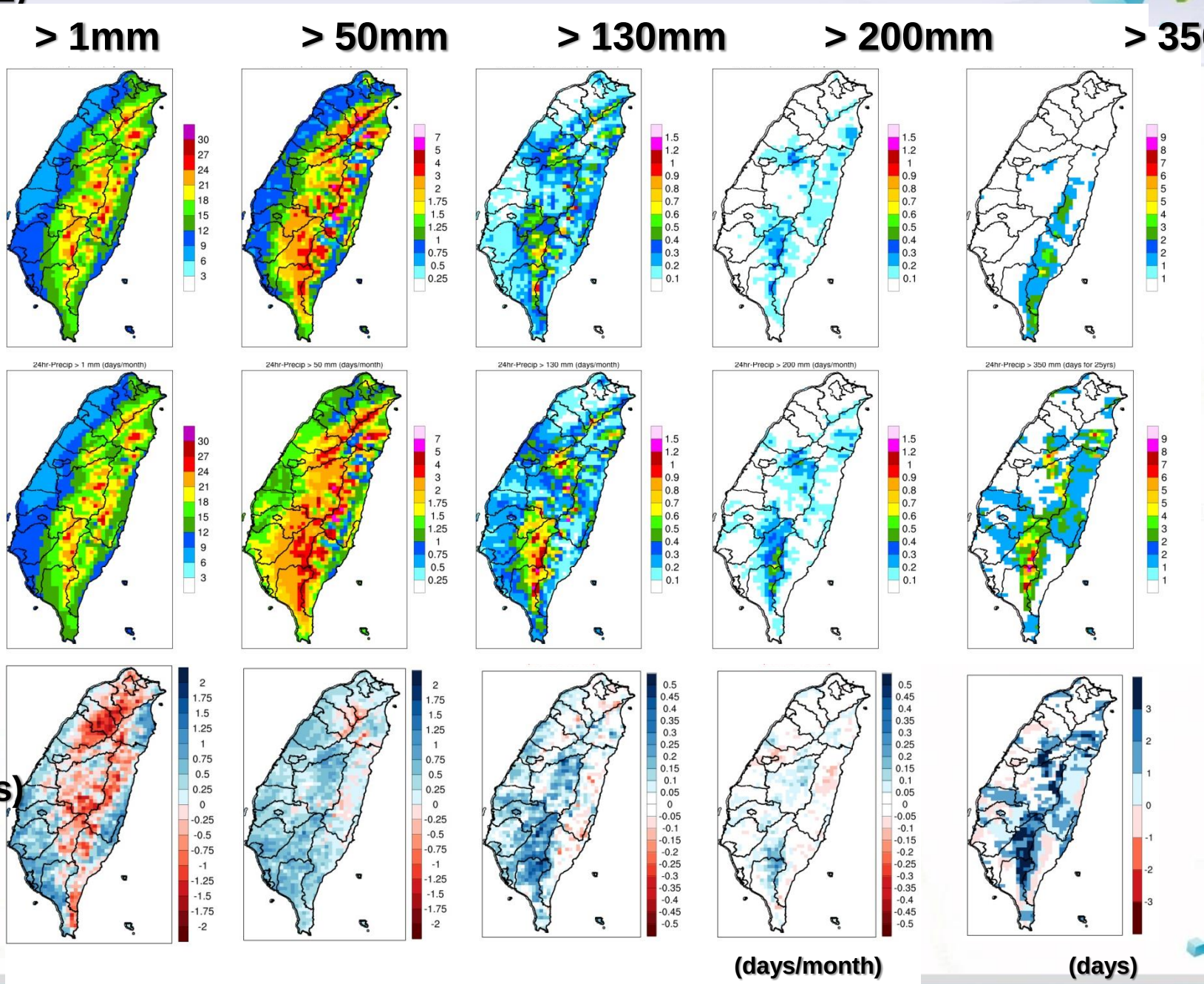
Meiyu rainfall increase in south and central Taiwan in all experiments.

Hot spots are different in EXP1 & 2

The rainfall decrease in north and east Taiwan may be questionable. It can be insignificant.


> 1mm
> 50mm
> 130mm
> 200mm
> 350mm
OBS
CTL
EXP1
EXP2
(25年梅雨季的累積天數)
(days)
(days/month)

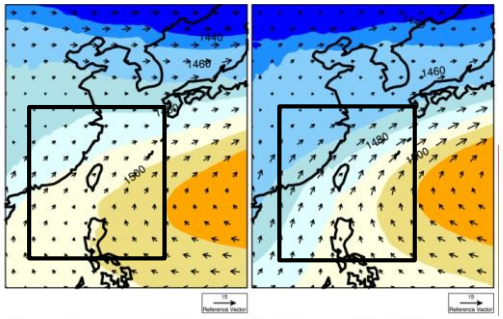
WRF(Rerun2)


> 1mm
> 50mm
> 130mm
> 200mm
> 35
1979-2003
2075-2099
change
(2075s-1979s)
24hr-Precip > 1 mm (days/month)
24hr-Precip > 50 mm (days/month)
24hr-Precip > 130 mm (days/month)
24hr-Precip > 200 mm (days/month)
24hr-Precip > 350 mm (days for 25yrs)
(days/month)
(days)

1979-2003　850hPa 環流場平均

NCEP

5月　　6月

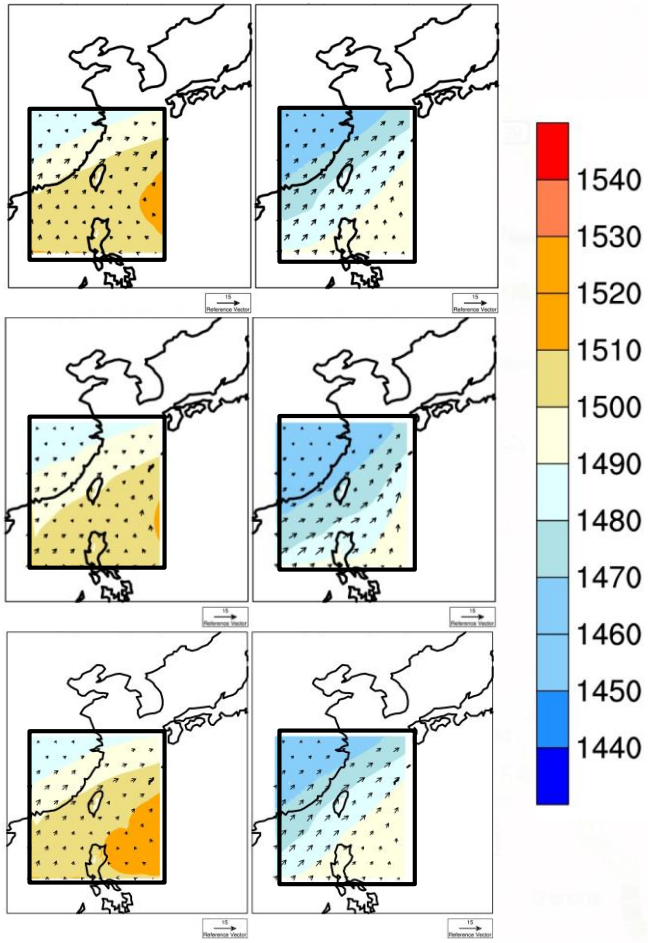


5月　　6月

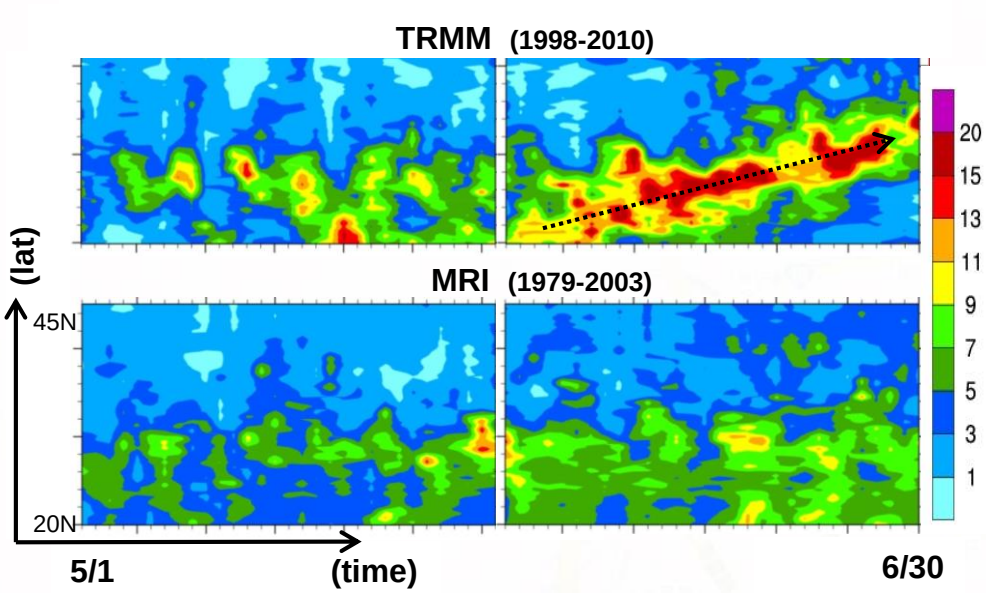
WRF
(控制組)

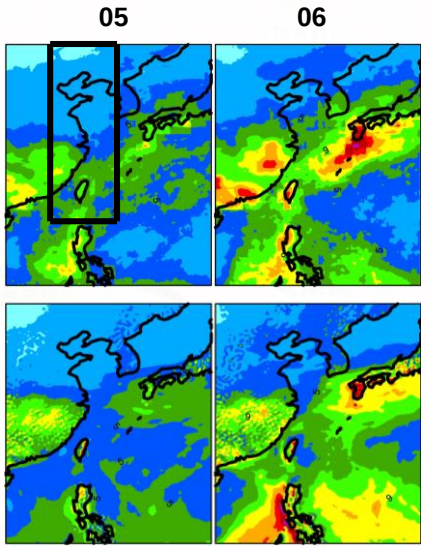
WRF
(實驗組1)

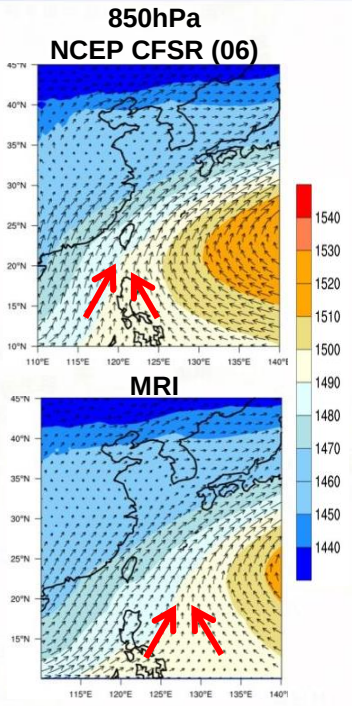
WRF
(實驗組2)



研究動機~續







Option	波譜修正	積雲參數化
Ctrl	✓	✓
EXP 1	✗	✓
EXP 2	✗	✗
EXP 3	✓ (300 hPa↑)	✓

避免降尺度後的氣候偏移太大，採用”**波譜修正(spectral nudging)**“方法，僅針對邊界層以上的風場、重力位、水氣場及溫度場做調整。

- **波譜修正**的方法是否抑制對流的發展?
- **積雲參數化**是否需要開啟(Δx=5km)?