

臺灣地區日降水網格化資料庫 之建置(1960-2015)

Constructing a daily gridded rainfall dataset in Taiwan (1960-2015)

翁叔平 楊承道
國立臺灣師範大學地理系

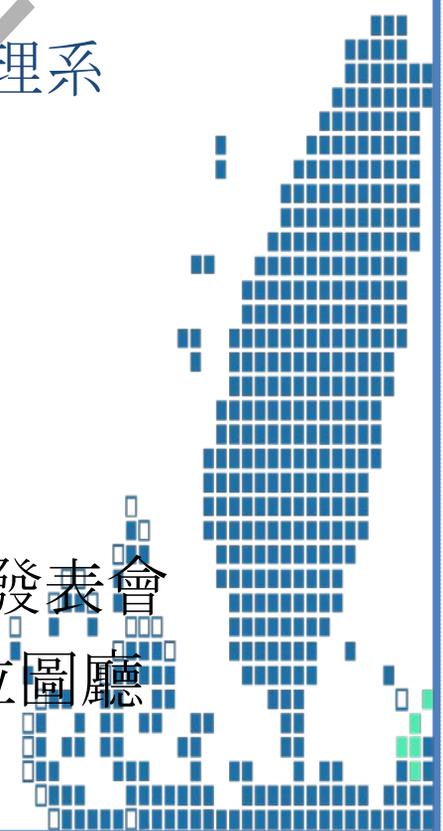


行政法人國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

2017/1/18

TCCIP第二期計畫成果發表會
臺大集思會議中心柏拉圖廳

tccip.ncdr.nat.gov.tw



TCCIP網格化資料庫的開發與利用

- 提供驗証/校正利用RCM(Regional Climate Model)進行區域氣候變遷研究的參考基準 (Osborn and Hulme 1998 ; Déqué et al. 2007; Fowler et al. 2007; Giorgi et al. 2009; Stocker et al. 2013)。
- 提供啟動下游衝擊評估模式時的初始資料(e.g. Haylock et al. 2008)。
- 提供沒有點源觀測(即測站)地區的局部氣候和可能變化在定性上的一定評估。

TCCIP
成果發表會

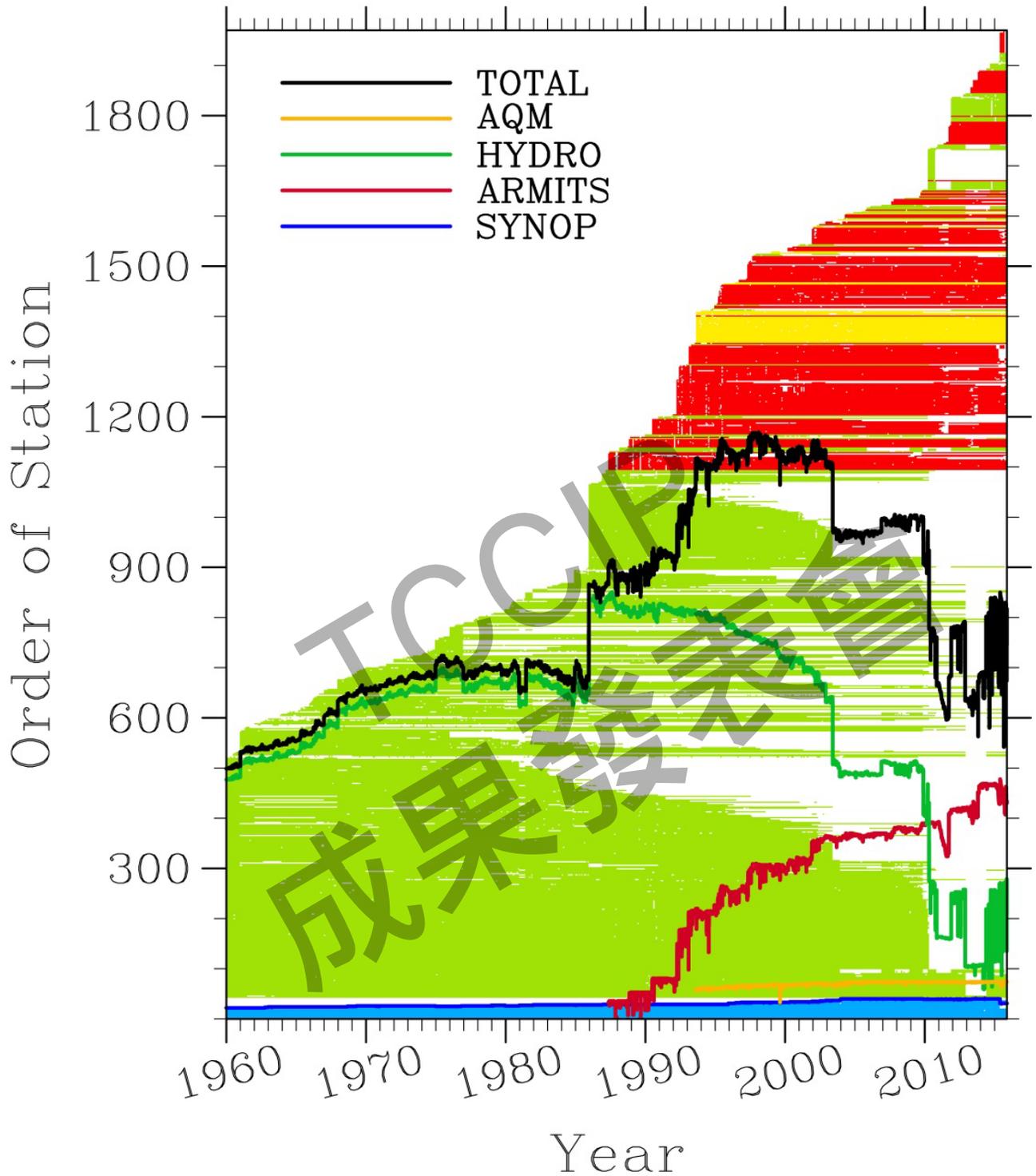
TCCIP網格化觀測資料

資料類別	涵蓋範圍	變數名稱	空間解析度	時間解析度	資料長度
乾旱指數SPEI (Weng 2016 TAO)	臺灣 本島	SPEI	1x1 公里 以及 5x5 公里	10天、20 天 1、3、6、 12個月	1960~2012 年
乾旱指數SPI (Weng 2016 TAO)		SPI		1、3、6、 12個月	1960~2012 年
月溫度 (翁與楊 2012大氣 科學)	澎湖	T _{avg} T _{max} T _{min}	1x1 公里 以及 5x5 公里	月	1960~2012 年
月降雨 (翁與楊 2012大氣 科學)		Rain		月	1960~2012 年
日溫度	蘭嶼	T _{avg} T _{max} T _{min}	1x1 公里 以及 5x5 公里	日	1960~2014 年
日降雨	綠島	Rain		日	1960~2016 /06月

翁叔平、楊承道 2012 臺灣地區月降雨及溫度1公里網格資料庫之建立(1960-2009)及其在近未來(2015-2039)的氣候推估應用。大氣科學, 40(4), 349-369

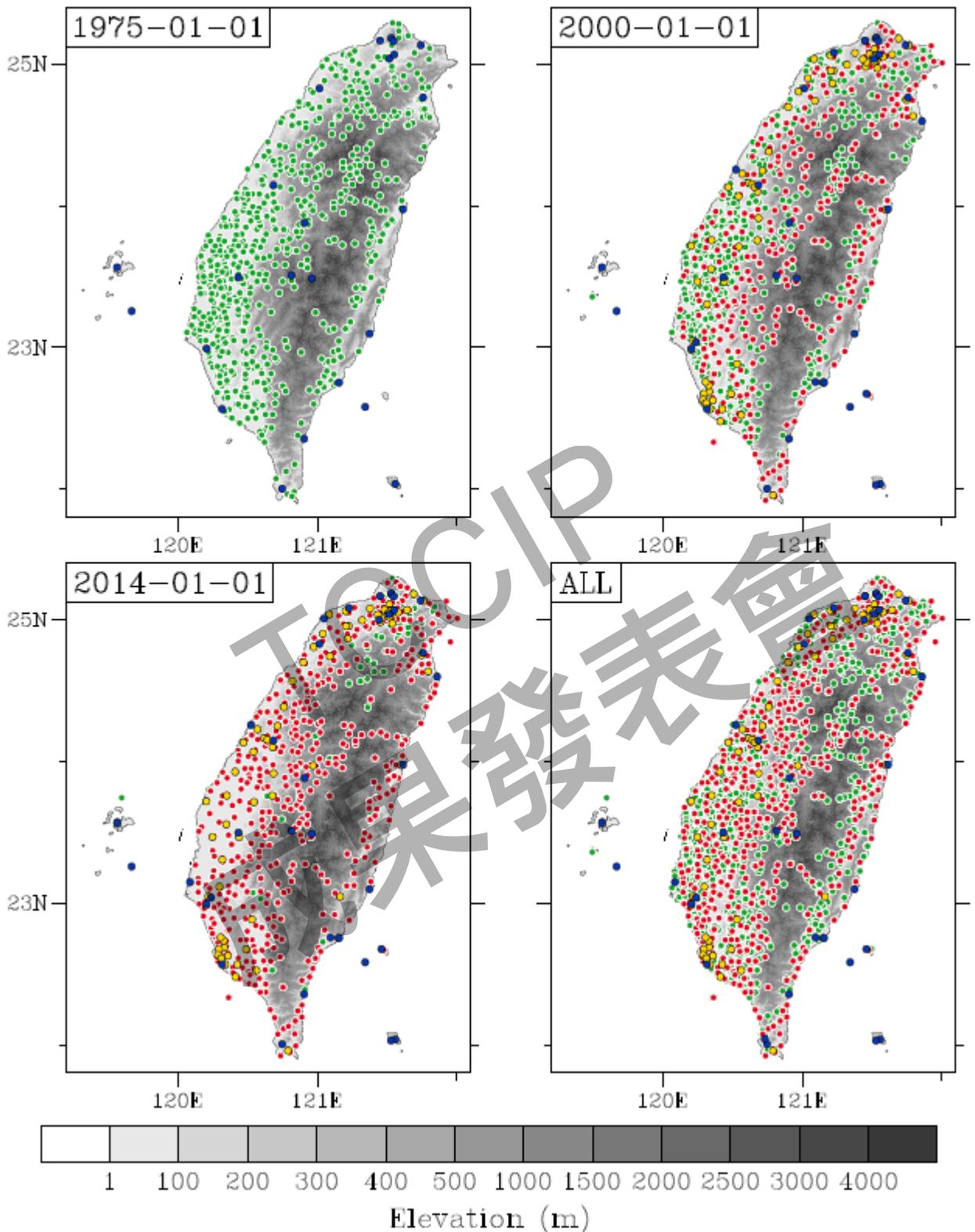
Weng, S.-P., 2016: Constructing a 1-km gridded multi-scalar drought index dataset (1960 - 2012) in Taiwan based on the standardized precipitation evapotranspiration index-SPEI. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 27(5), 1-24. doi: 10.3319/TAO.2016.06.13.02

臺灣地區降水資料網格化



不同顏色線條代表不同單位屬性的日雨量測站數目隨時間的變化，不同顏色的陰影代表不同單位屬性的日雨量觀測資料的缺失情況(留白部份代表資料缺失)。藍色代表氣象局局署測站以及民航局測站的資料概況；磚紅色則為氣象局自動測站的資料情況；綠色為經濟部水利署提供之農業測站資料；金黃色是行政院環境保護署的測站資料；黑色線是全部單位的測站數目隨時間之變化。

臺灣地區降水資料網格化



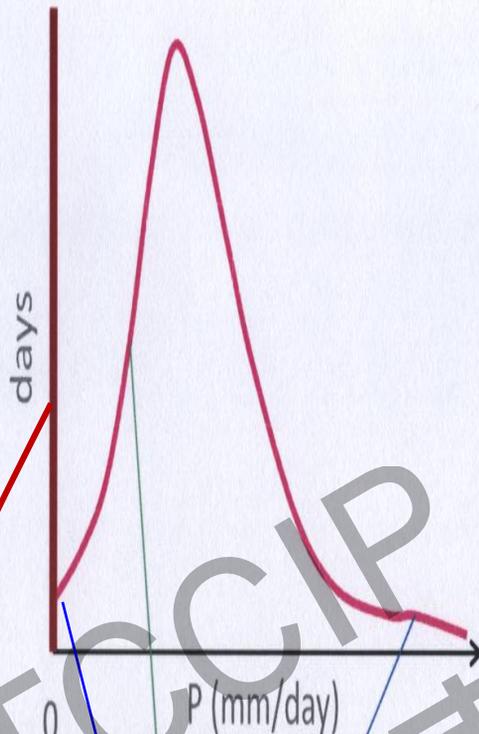
藍色代表氣象局局署測站以及民航局測站的資料概況；磚紅色則為氣象局自動測站的資料情況；綠色為經濟部水利署提供之農業測站資料；金黃色是行政院環境保護署的測站資料。

臺灣地區降水資料網格化

- 日降水時間序列同時具備連續(無雨日)及不連續(有雨日)函數的統計性質

- 日降水量可被視為隱藏式高斯變數 [Latent Gaussian Variable (LGV), Glasbey and Nevison 1997]

Concept of LGV



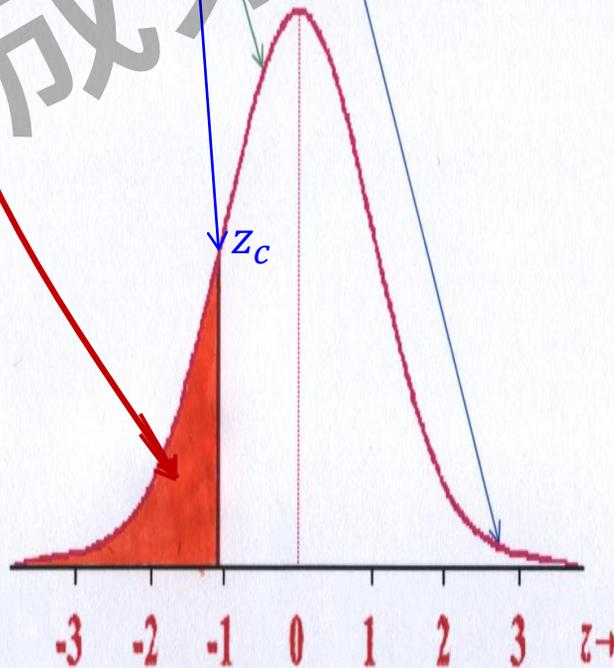
Pros: rainy days and no rain days are modeled simultaneously, and guaranteed to be Gaussian

Cons: lack rigid statistical integrity and modeling (i.e. mapping function F) is determined empirically

No rain days are censored

$$Z = F(P)$$

F must be a reversibly monotonic function



臺灣地區降水資料網格化

執行步驟

[1] **Perform Monotonic transformation**: 將每一測站日降雨量時間序列 r_t ，分月份，但不分測站(稱之為**全域法**)，轉換成數值上可逆的單調函數 z_t :

$$z_t = \begin{cases} \sum_{k=0}^n a_k r_t^{kb}, & \text{if } r_t > 0, \\ \text{censored value}, & \text{if } r_t = 0, \end{cases}$$

時間序列 z_t 取樣自高斯分佈的常態偏差量(normal deviates)。

參數 a_k ($k = 1, \dots, n$)和 b 可由數值方法MLE估算。

power n 決定於 $n = 2, \dots, 11$ 中，所有容許的單調模式中，有最小的RMSE值。

[2] **Data imputation**: 在 z scores上進行測站資料補遺(Simolo et al. 2010)。

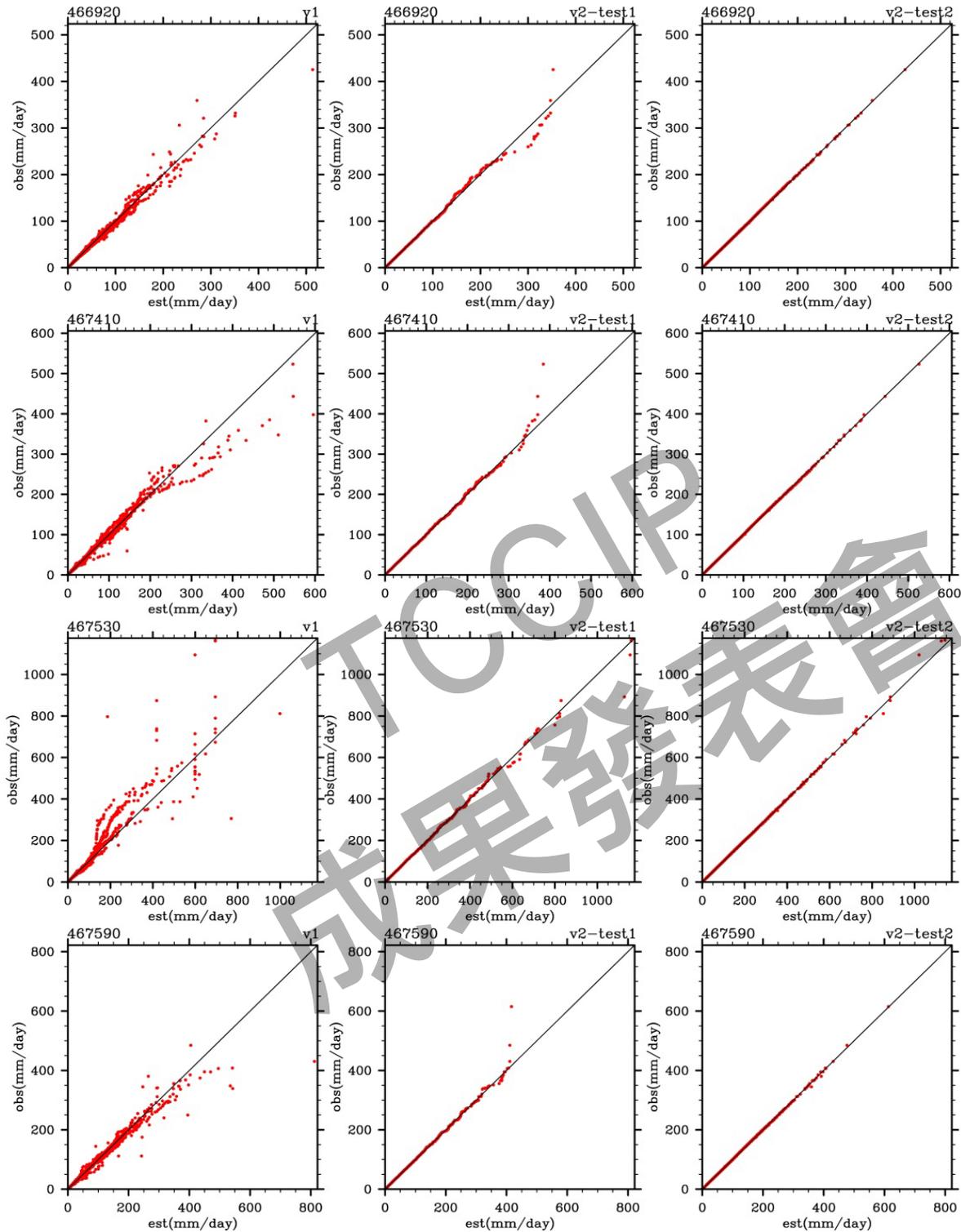
[3] **Localization**: 利用EOFA拆解完整的測站時間序列 $\vec{Z}_t = \sum_i^N EOF_i^z \cdot T_i$ 。保留 N 個特徵向量共解釋99.5%的總變異量。

[4] **Gridization**: 利用Natural Neighbor Interpolation Scheme (Watson 1992)，在每一個特徵向量 EOF_i^z 上，操作網格化(resol. = 1-km x 1-km)，得到網格化的特徵向量場 G_i^z 。

[5] **Aggregation**: 重新組合 $\vec{Z}_t^g = \sum_i^N G_i^z \cdot T_i$ ，得到網格化的 z scores。

[6] **Inverted transformation**: 根據步驟[1]得到的單調函數的反函數，從網格化的 z scores得到對應的網格化降水 r_t^g 。

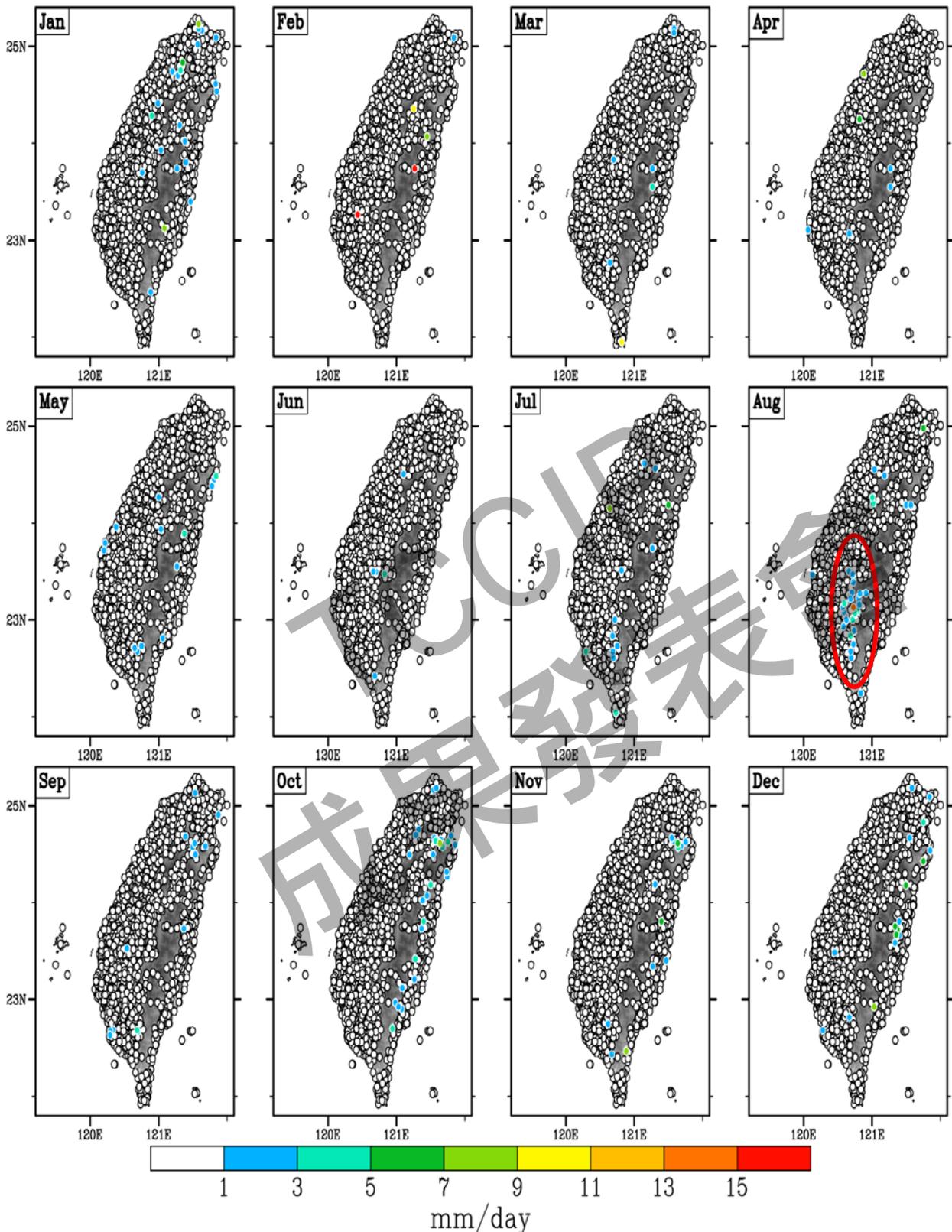
臺灣地區降水資料網格化



全域法的統計模式不確定性最小

臺北、臺南、阿里山、恆春站，不同參數化方法估計降雨量和觀測資料的散點圖，橫軸為模式反演的估計值；縱軸為觀測值，3個欄位由左至右分別為幕次固定($n=2$)的日降雨網格化方法(左邊欄位)；採用分測站、不分月份的方式(中間欄位)；採用不分測站的全域法(但分月份)的方式(右邊欄位)。

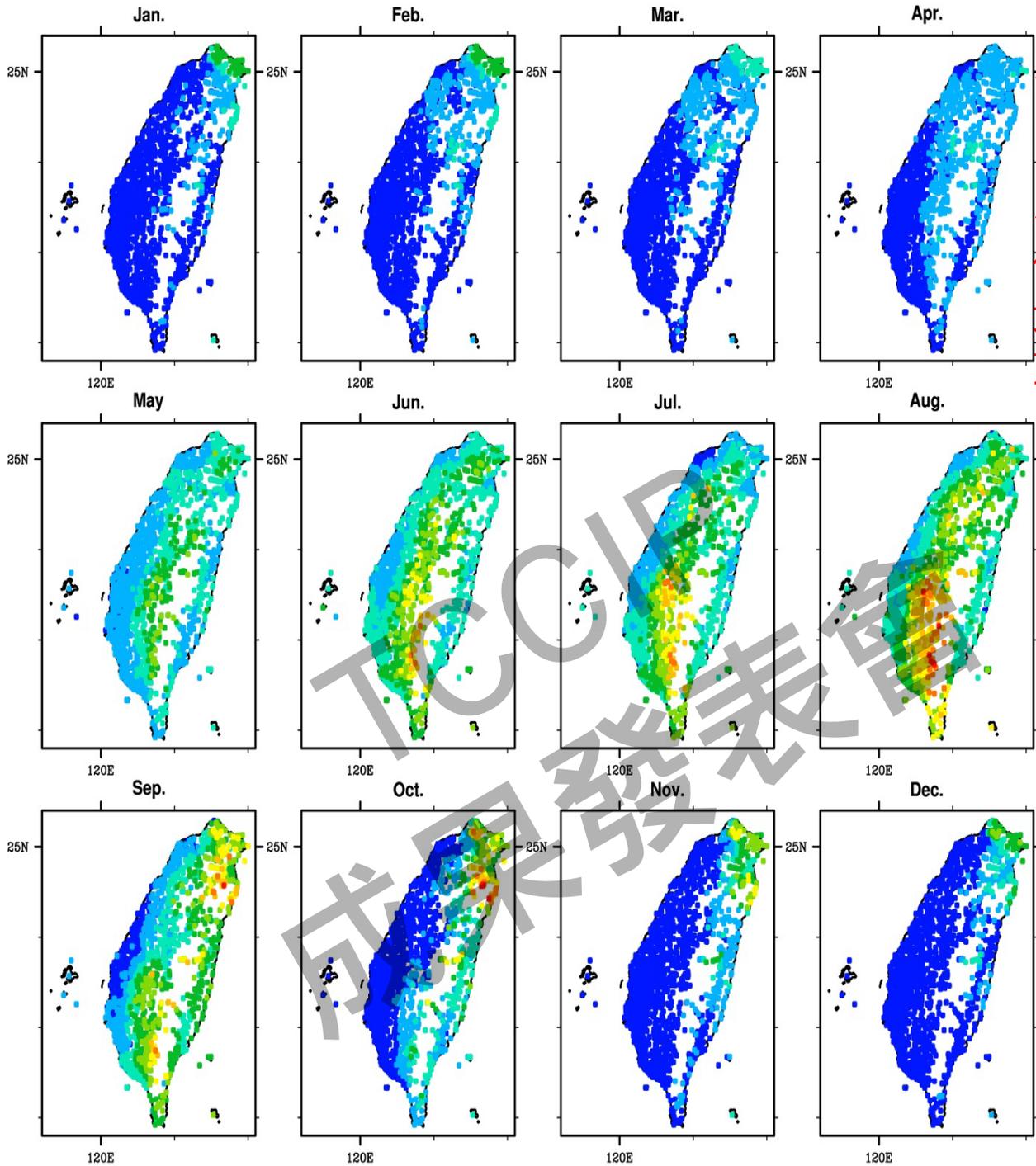
臺灣地區降水資料網格化



統計模式的不確定性在夏季的南部山區較高

全域法統計模型參數反算得到不同月份之降雨估計值與觀測值的均方根誤差(RMSE)，每一圓點代表不同測站，不同顏色代表不同的誤差量。(單位:mm/day)

臺灣地區降水資料網格化



測站資料補遺的不確定性在資料豐度低、降水量大的時空領域較高

■ 0~2 ■ 2~4 ■ 4~6 ■ 6~8 ■ 8~10 ■ 10~12 ■ 12~14 ■ 14~16 ■ >16

每一測站，做標準化降雨資料補遺時，所使用之參考測站的實際降雨觀測資料標準差在不同月份的平均值，每一方塊代表不同測站，不同顏色代表不同標準差的值。(單位:mm/day)

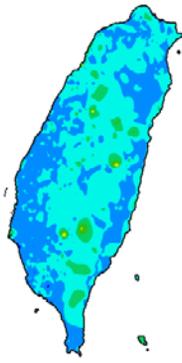
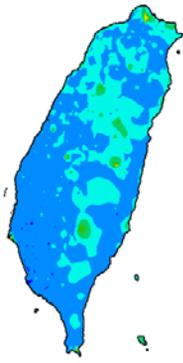
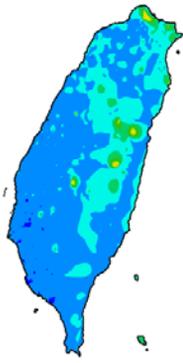
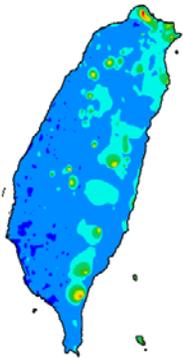
臺灣地區降水資料網格化

1

2

3

4

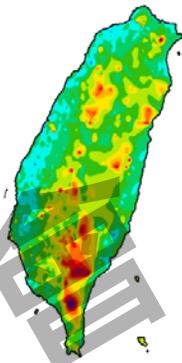
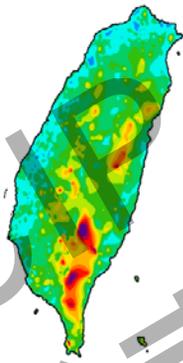
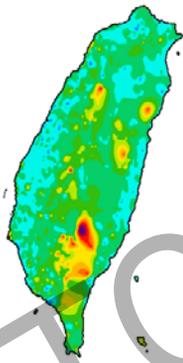
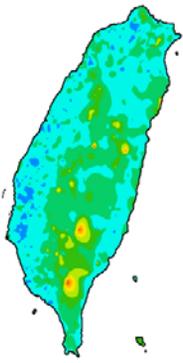


5

6

7

8

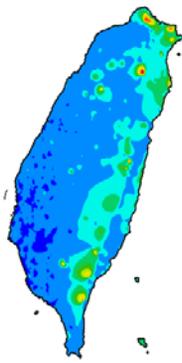
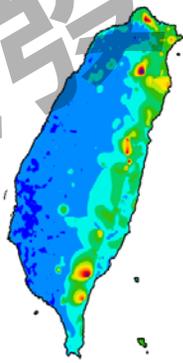
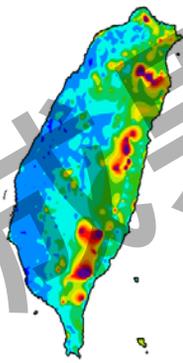
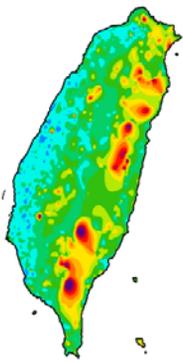


9

10

11

12



網格化的不確定性在資料豐度低、降水量大的時空領域較高



1

5

10

15

20

25

30

35

40

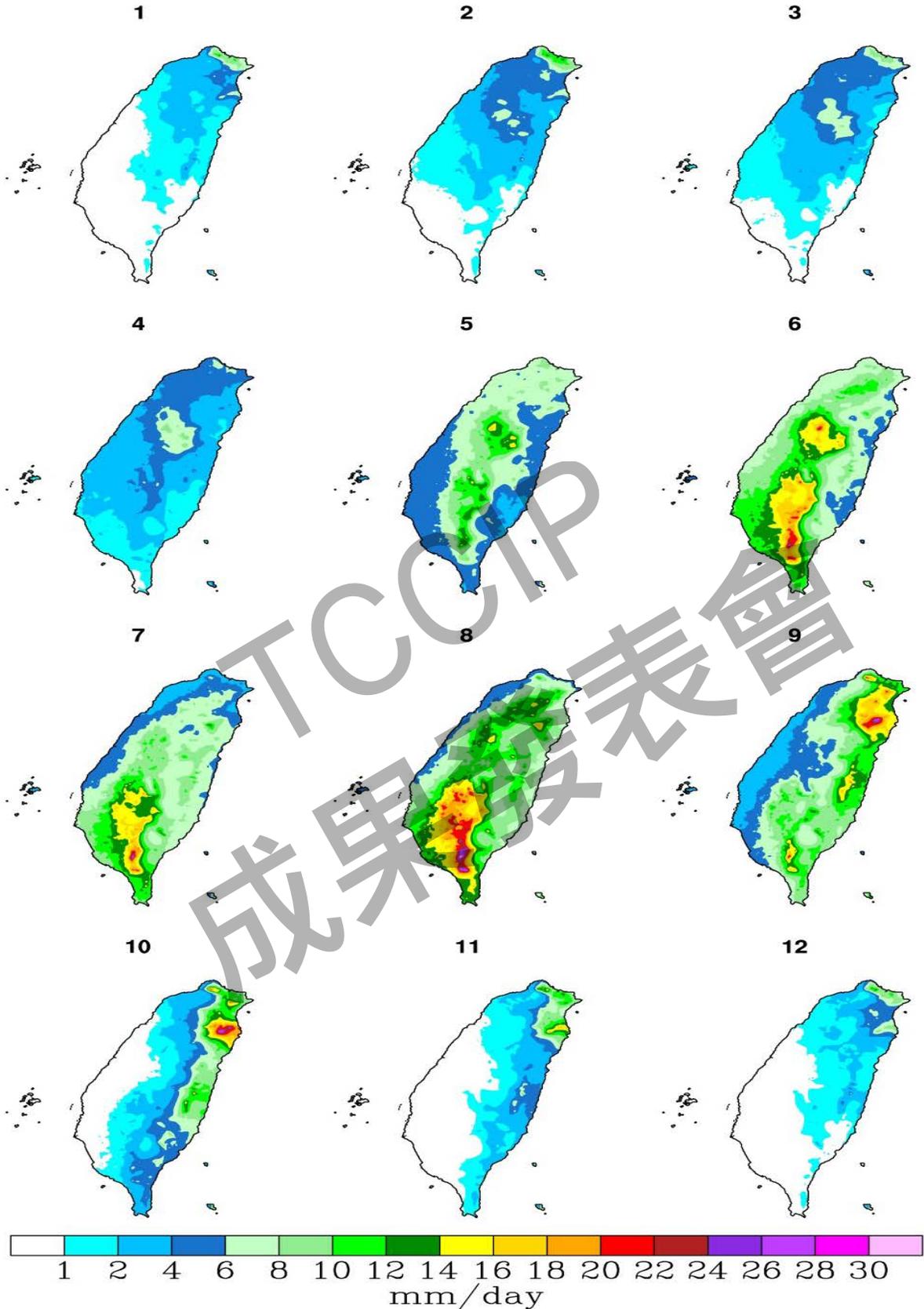
45

50

用拔靴法(Bootstrap)以take-one-out的方式, 分析網格化時的不確定性。利用資料補遺技術, 得到測站標準化降雨資料估計值後, 再用統計模型的參數反算出降雨量, 其和測站降雨觀測資料的均方根誤差(RMSE) 分佈(已內插至1km網格)。(單位:mm/day)

資料不確定性: 模式 < 補遺 < 網格化

臺灣地區降水資料網格化

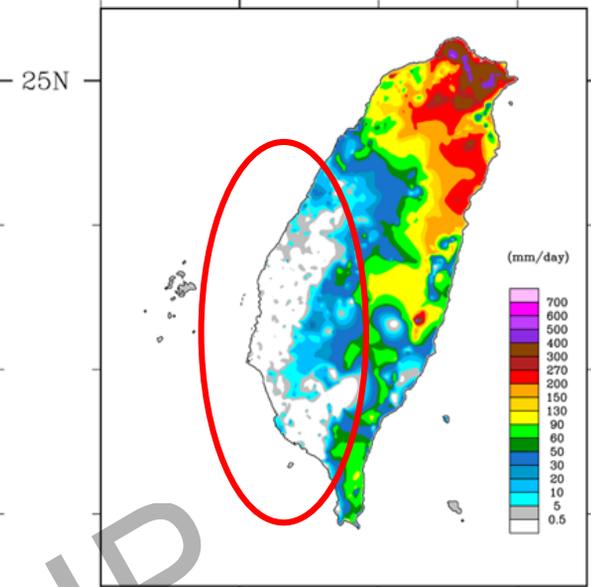
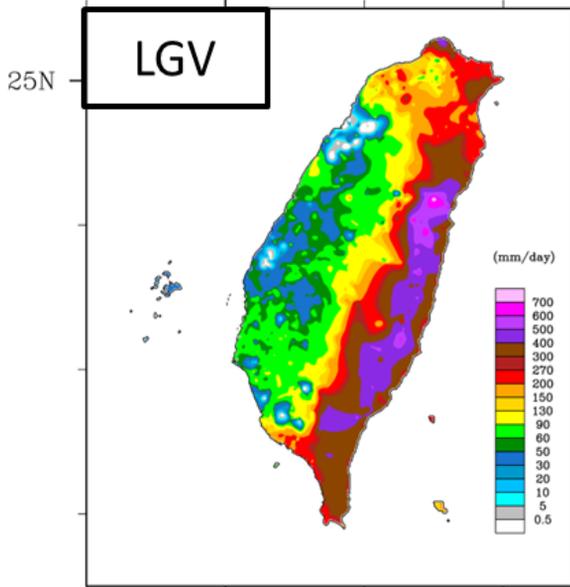


日降雨網格(解析度:1公里)資料庫的月平均氣候場分佈。
(單位: mm/day)

臺灣地區降水資料網格化

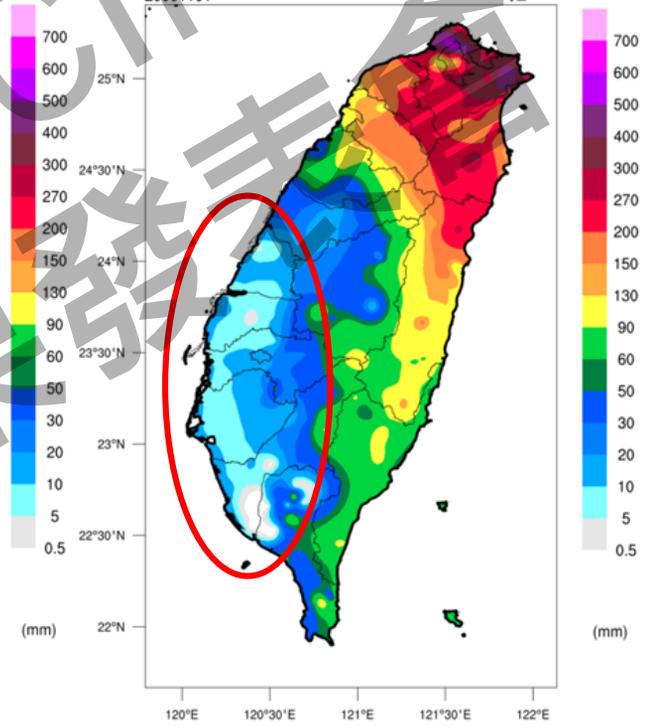
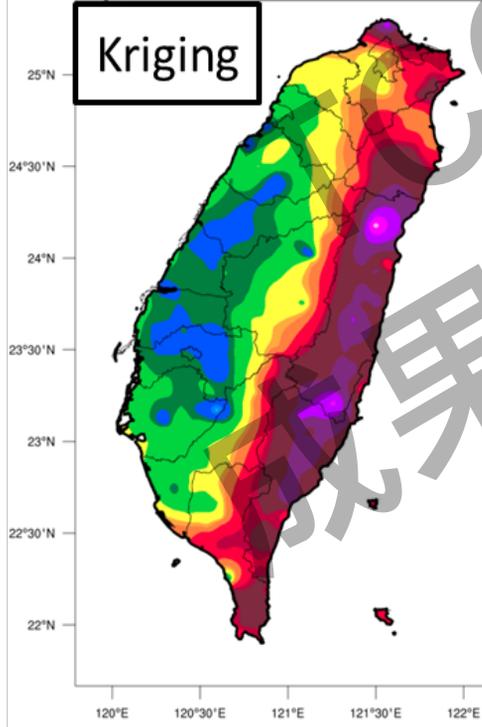
XANGSANE 2000/10/31

XANGSANE 2000/11/1



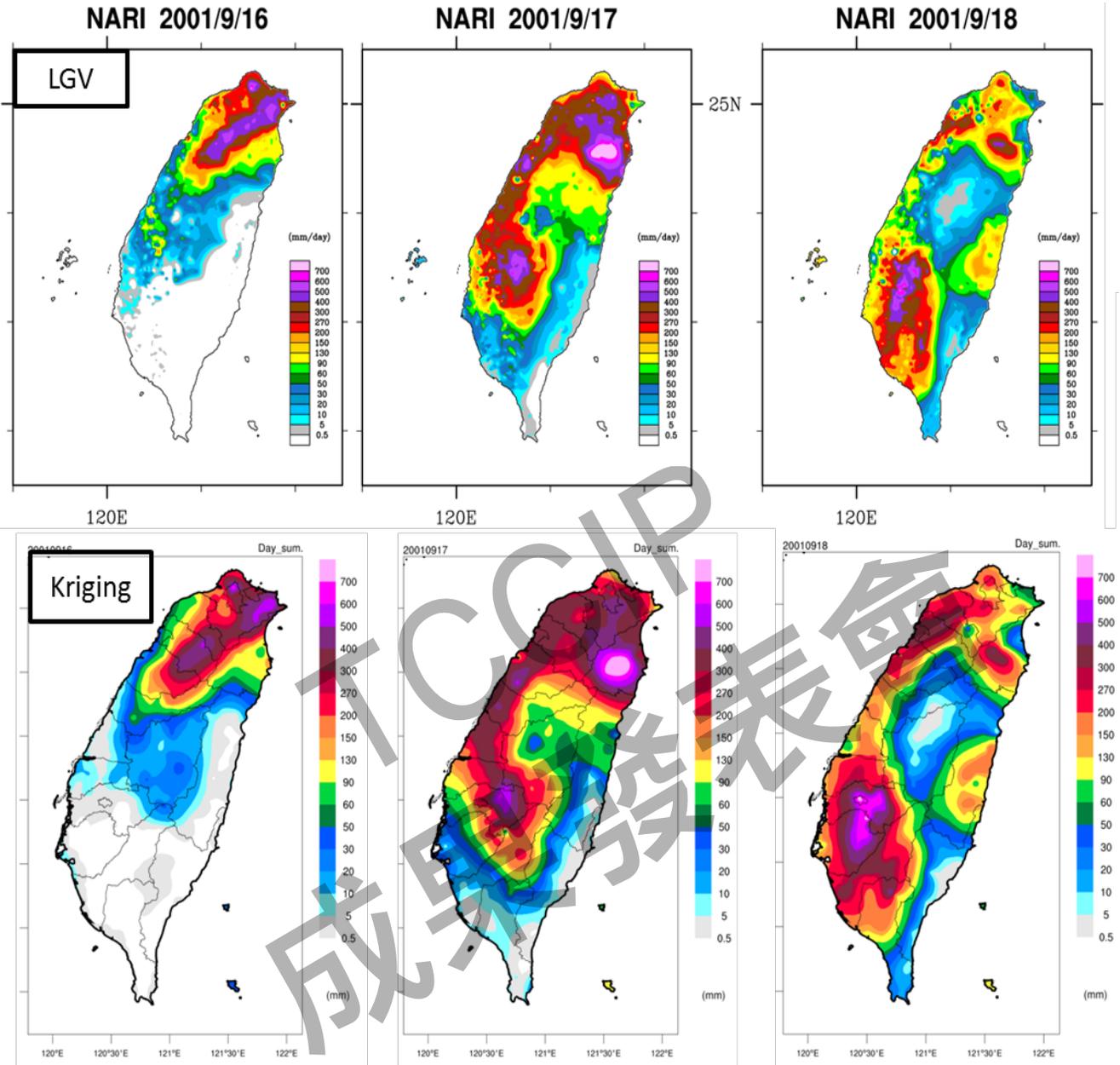
20001031 Day_sum

20001101 Day_sum



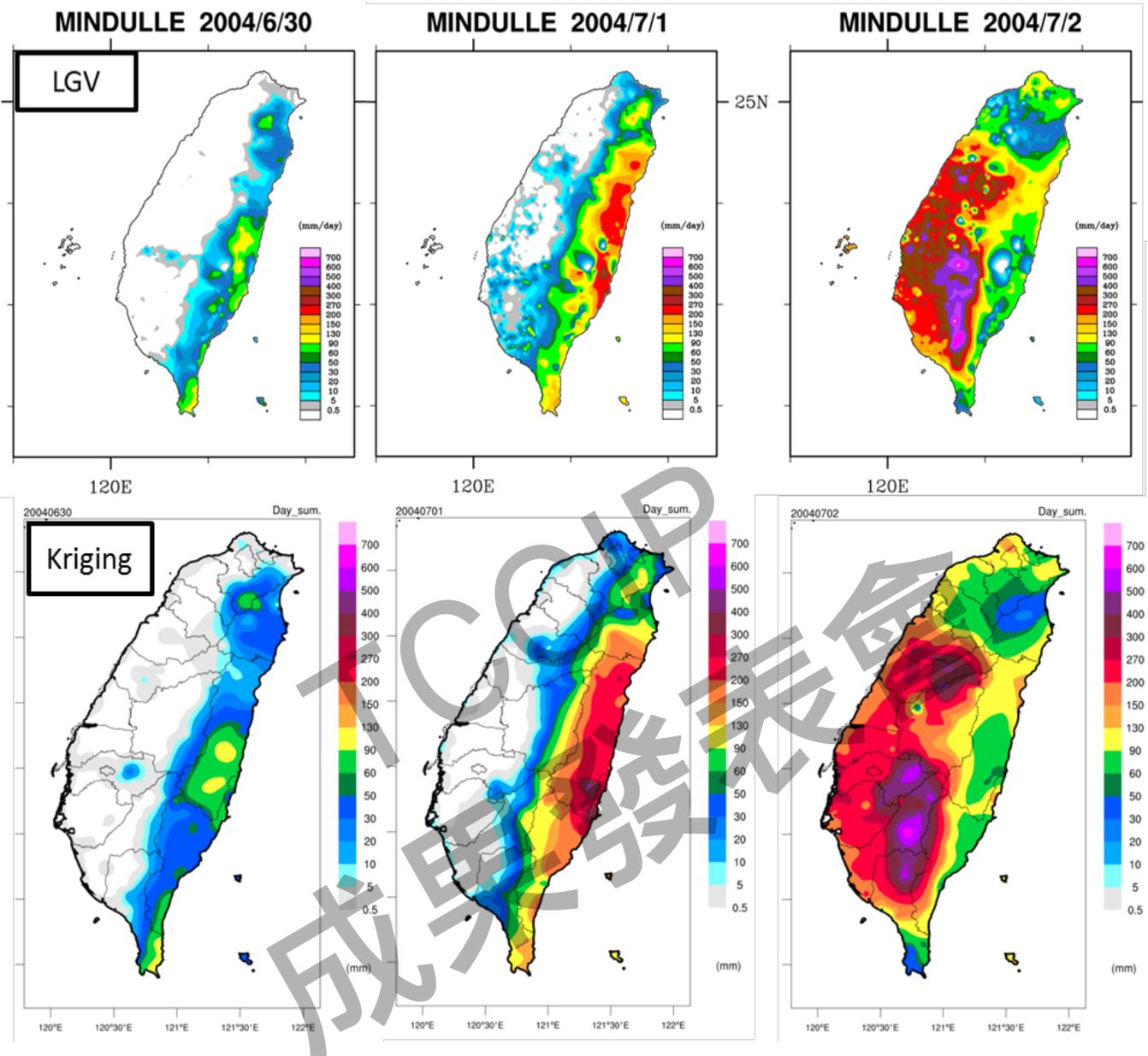
發生在2000年，10月31日~11月1日的**象神颱風**，其影響台灣期間的極端降雨空間分佈。上下排圖例分別來自本計畫產製的日降雨網格資料(LGV) 以及氣象局現有網格資料庫(Kriging)。(單位: mm/day)

臺灣地區降水資料網格化



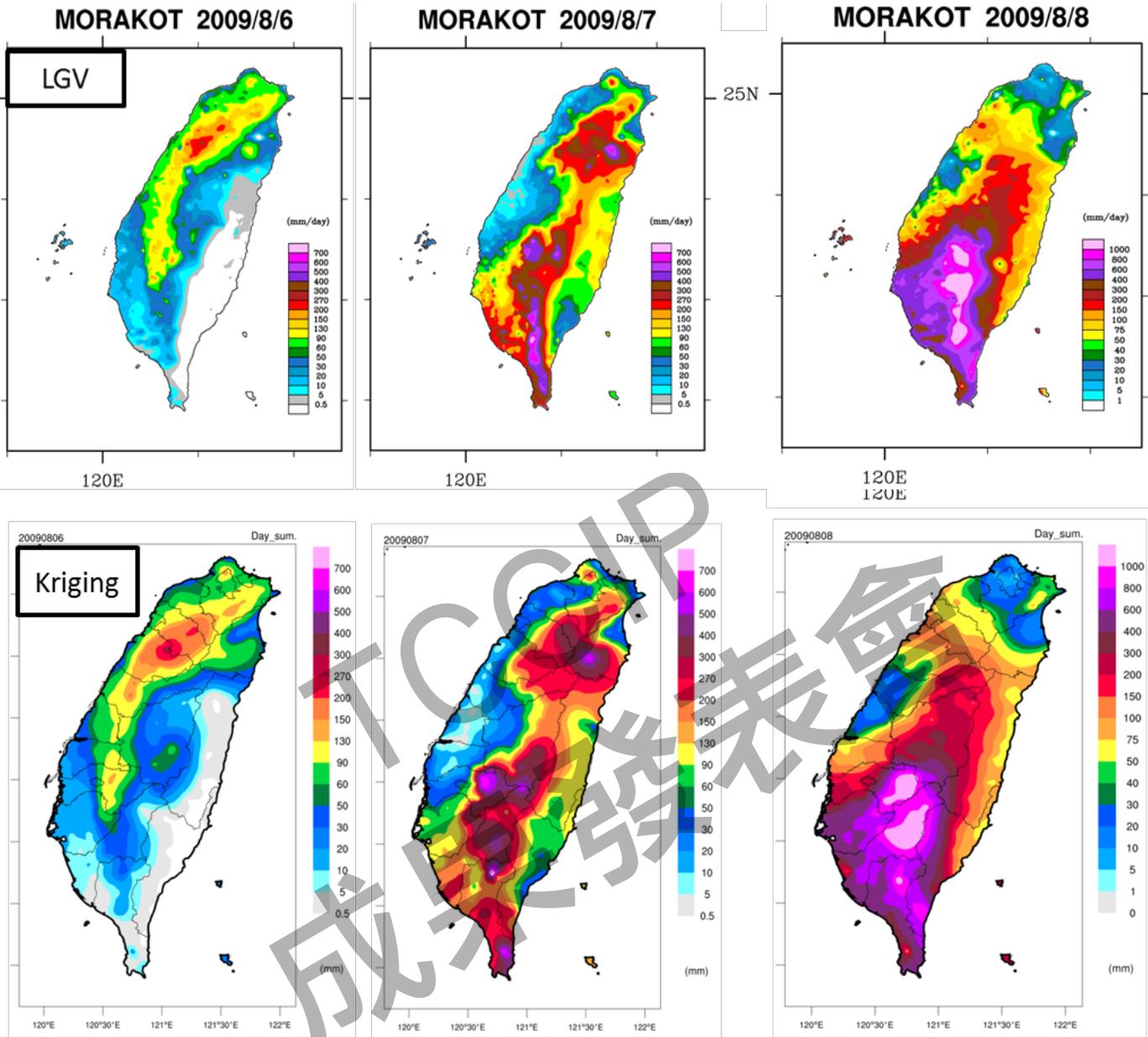
同前圖但為納莉颱風(2001年9月16~18日)

臺灣地區降水資料網格化



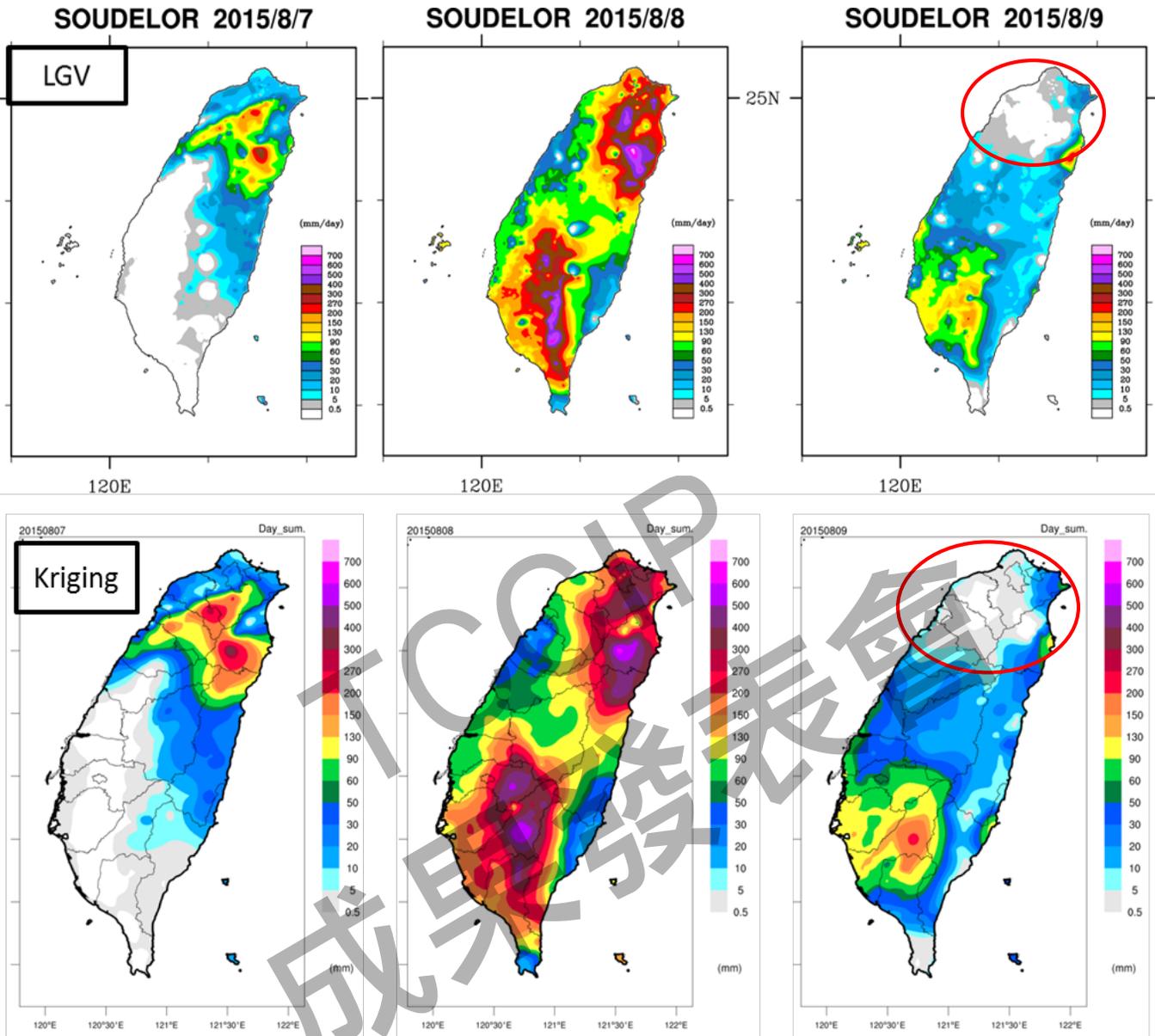
同前圖，但為**敏督利颱風**(2004年6月30日~7月1日)。

臺灣地區降水資料網格化



同前圖，但為莫拉克颱風(2009年8月6~8日)。

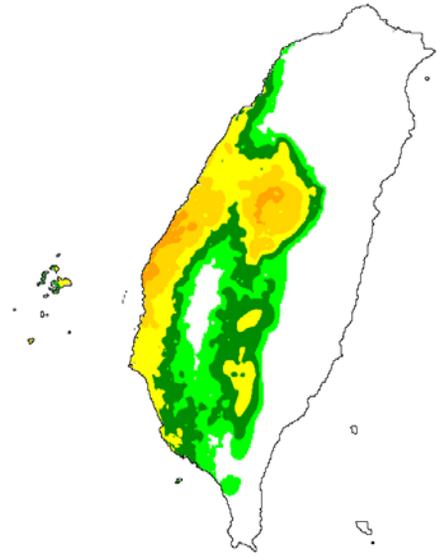
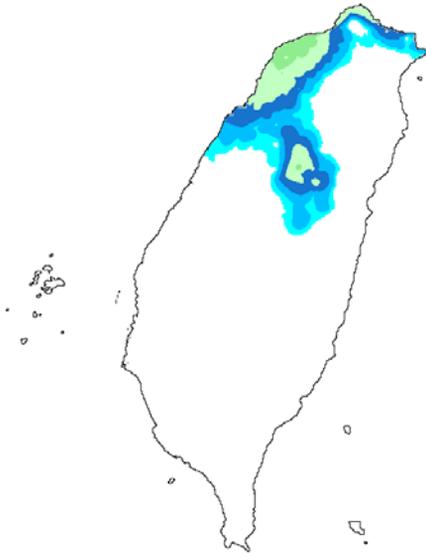
臺灣地區降水資料網格化



同前圖，但為蘇迪勒颱風(2015年8月7~9日)。

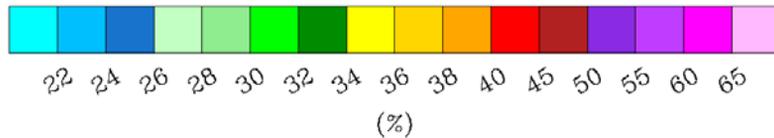
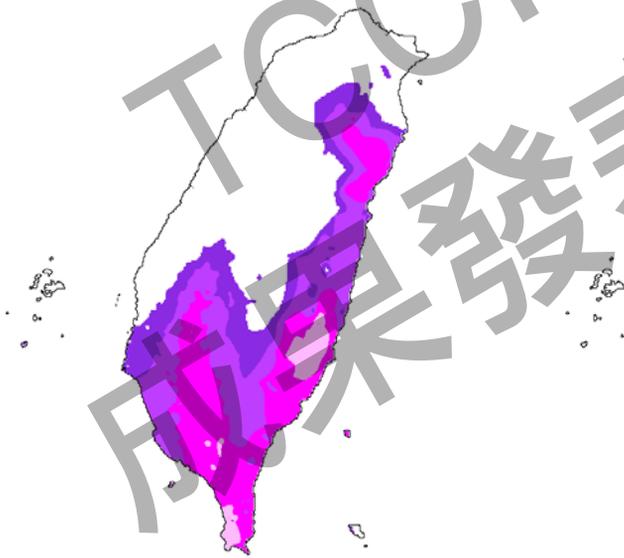
(a) spring ($\geq 20\%$)

(b) meiyu ($\geq 30\%$)



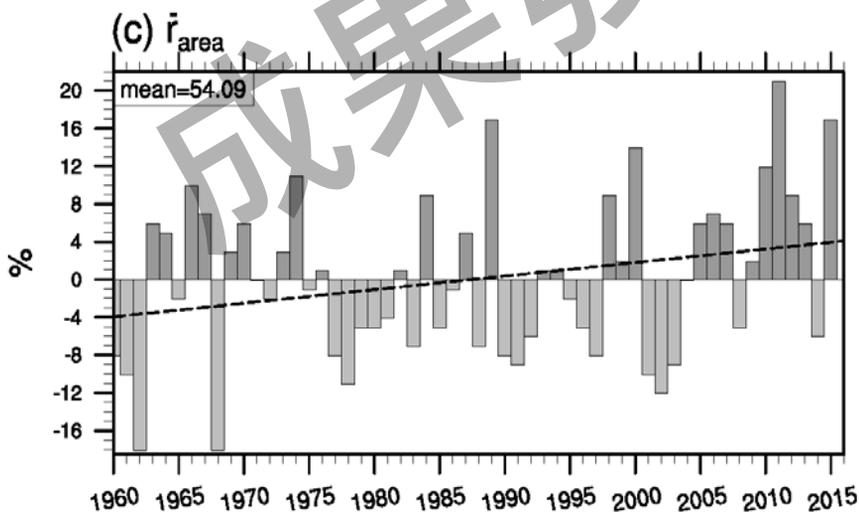
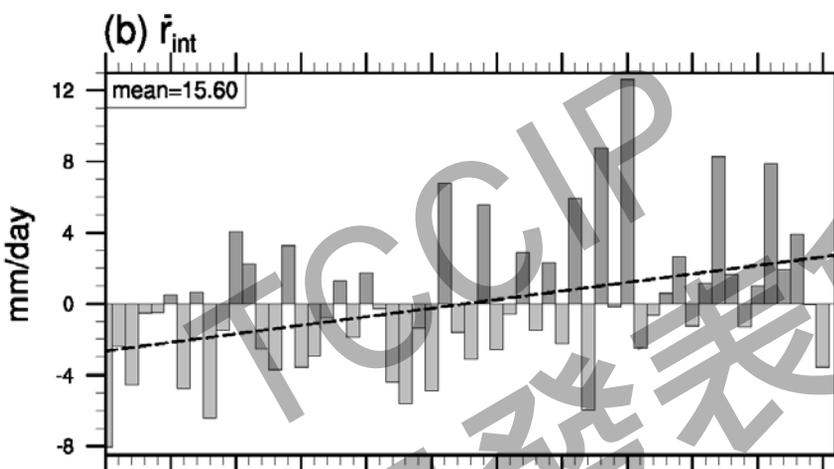
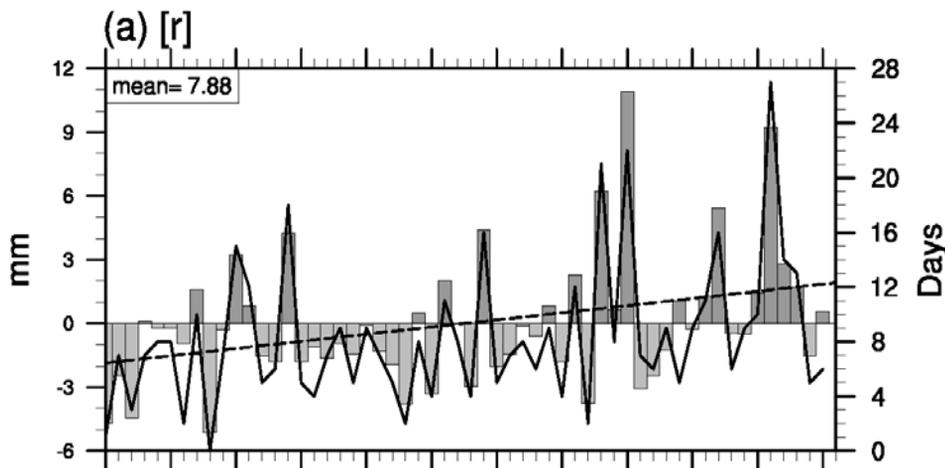
(c) typhoon ($\geq 50\%$)

(d) winter ($\geq 20\%$)



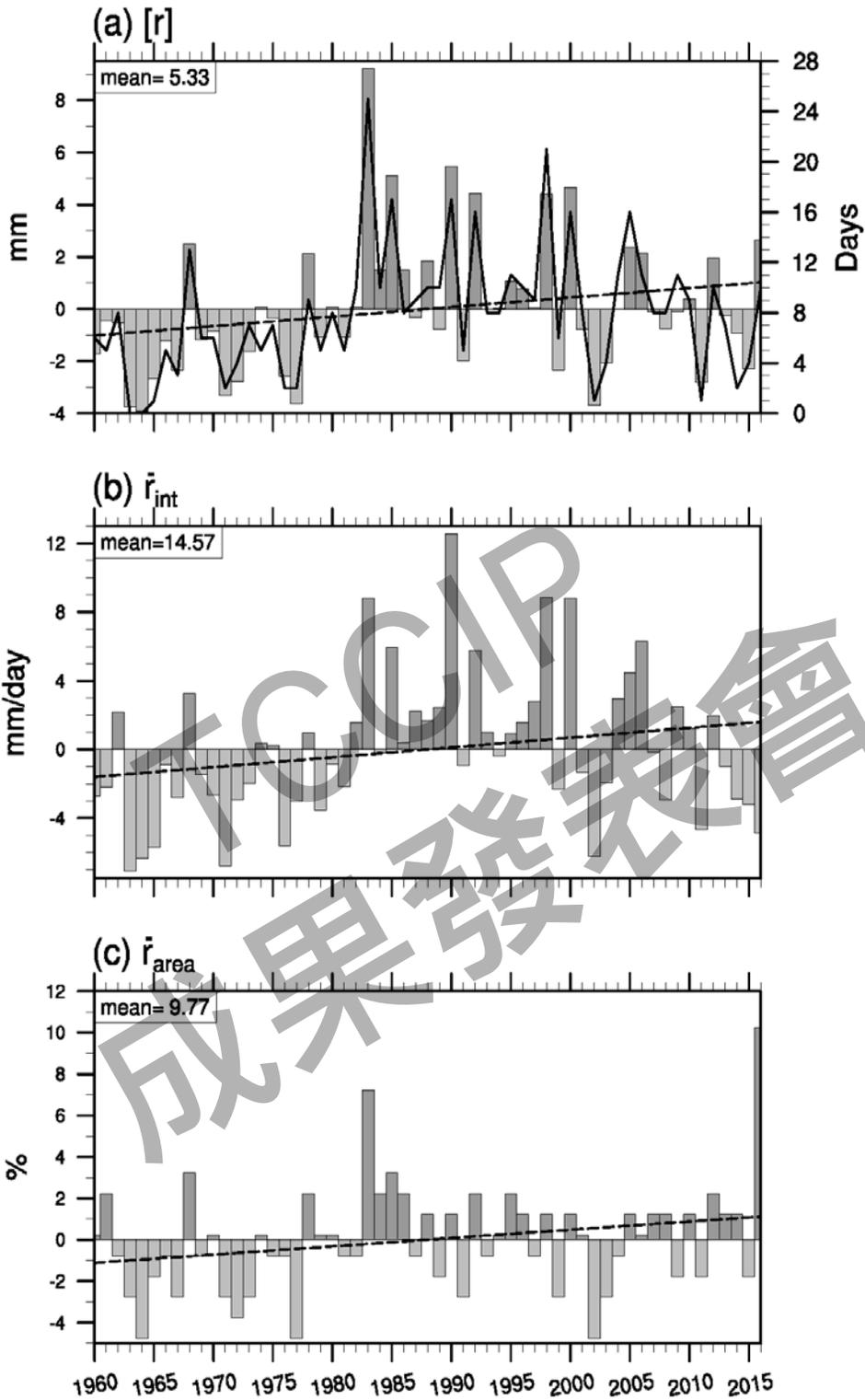
(a)春雨(2~4月)、(b)梅雨(5、6月)、(c)颱風雨(7~10月)、(d)冬雨(11、12、1月), 各雨季, 降雨量貢獻度分佈圖。(春雨和冬雨的定義為降雨量貢獻度大於20%的區域;梅雨為大於30%的區域;颱風雨為大於50%的區域)(單位:百分比)

winter(NDJ)



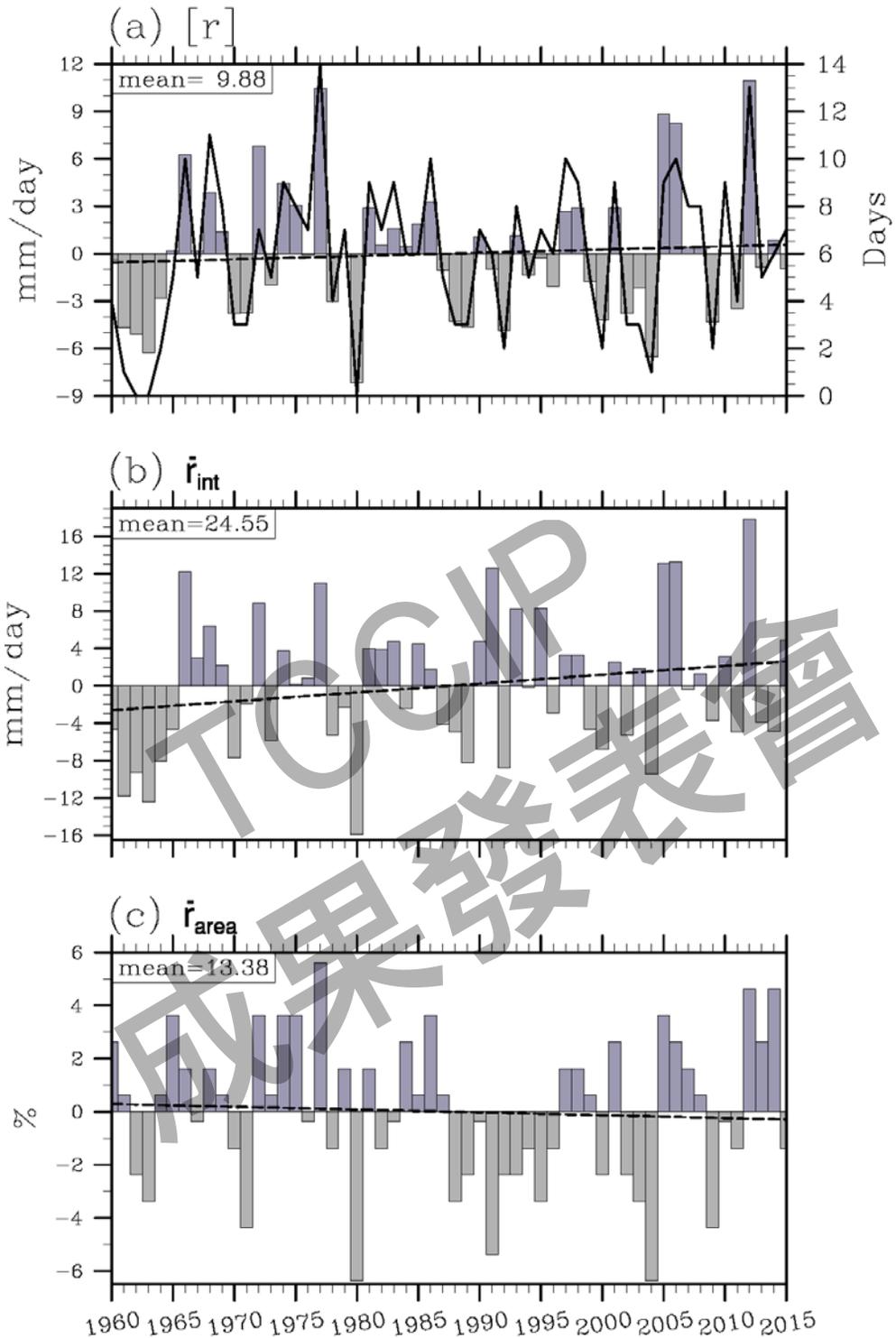
冬雨季時(11~1月), 不同年份, 網格點平均降雨量距平(圖a長條圖)、有雨網格點之平均降雨強度距平(圖b長條圖)、平均降雨面積百分比距平(圖c長條圖), 以及該雨季, TOP10%強降雨日, 在不同年份的日數(圖a實線, 對應Y軸右邊刻度), 圖a~c中虛線為長期線性變化趨勢線, 圖的左上角數字為資料的平均值。

spring(FMA)



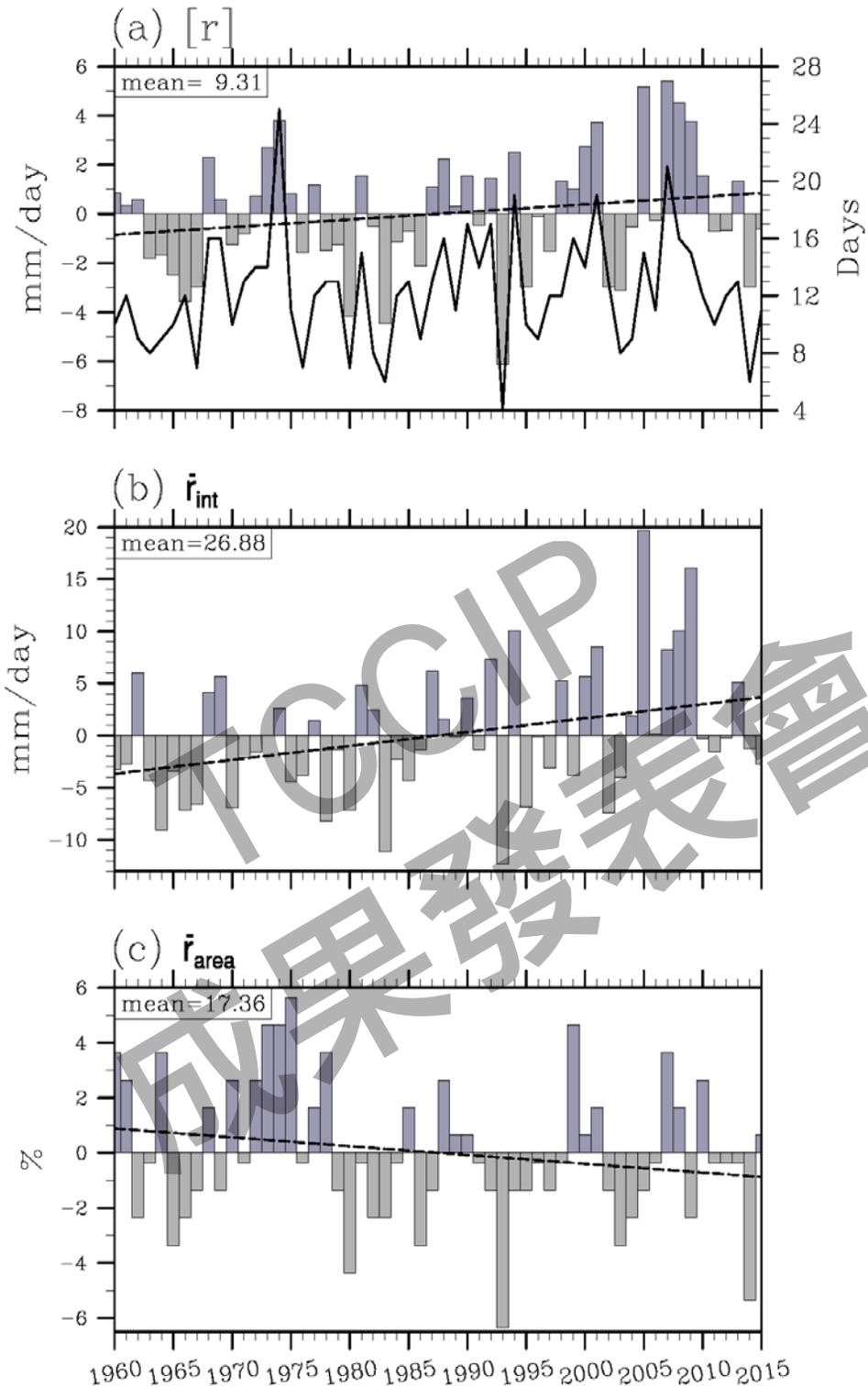
春雨季時(2~4月), 不同年份, 網格點平均降雨量距平(圖a長條圖)、有雨網格點之平均降雨強度距平(圖b長條圖)、平均降雨面積百分比距平(圖c長條圖), 以及該雨季, TOP10%強降雨日, 在不同年份的日數(圖a實線, 對應Y軸右邊刻度), 圖a~c中虛線為長期線性變化趨勢線, 圖的左上角數字為資料的平均值。

meiyu(MJ)



梅雨季時(5~6月), 不同年份, 網格點平均降雨量距平(圖a長條圖)、有雨網格點之平均降雨強度距平(圖b長條圖)、平均降雨面積百分比距平(圖c長條圖), 以及該雨季, TOP10%強降雨日, 在不同年份的日數(圖a實線, 對應Y軸右邊刻度), 圖a~c中虛線為長期線性變化趨勢線, 圖的左上角數字為資料的平均值。

typhoon(JASO)



颱風雨季時(7~10月), 不同年份, 網格點平均降雨量距平(圖a長條圖)、有雨網格點之平均降雨強度距平(圖b長條圖)、平均降雨面積百分比距平(圖c長條圖), 以及該雨季, TOP10%強降雨日, 在不同年份的日數(圖a實線, 對應Y軸右邊刻度), 圖a~c中虛線為長期線性變化趨勢線, 圖的左上角數字為資料的平均值。

不同雨季在不同雨區的平均降雨量($[r]$)、有雨網格點平均降雨強度(\bar{r}_{int})、平均降雨面積百分比(\bar{r}_{area})，以及TOP10%強降雨日數($\bar{r}_{top10\%}$)的百年來線性變化趨勢，以及其統計信心度。(單位:斜率/100年)

	season	$\beta/100yr$	90%	92.5%	95%	97.5%	99%
$[r]$	FMA	3.64			✓		
\bar{r}_{int}	FMA	5.74			✓		
\bar{r}_{area}	FMA	3.99			✓		
$\bar{r}_{top10\%}$	FMA	7.95			✓		
$[r]$	MJ	2.06					
\bar{r}_{int}	MJ	9.50		✓			
\bar{r}_{area}	MJ	-1.06					
$\bar{r}_{top10\%}$	MJ	3.67	✓				
$[r]$	JASO	3.08		✓			
\bar{r}_{int}	JASO	13.31					✓
\bar{r}_{area}	JASO	-3.20		✓			
$\bar{r}_{top10\%}$	JASO	2.86					
$[r]$	NDJ	6.73					✓
\bar{r}_{int}	NDJ	9.62					✓
\bar{r}_{area}	NDJ	14.36			✓		
$\bar{r}_{top10\%}$	NDJ	10.67					✓