

運用本局短期氣候預報系統發展極端指標預報方法

林昀靜、盧孟明

中央氣象局氣象科技研究中心

本研究採用氣象局第二代二步法氣候預報模式(TCWB2T2)的每日預報輸出資料建立極端降水指標，並以 GPCP 的觀測資料做為基準，校驗所建立的極端降水指標的預報能力。根據分析結果，氣候模式在每天的極端降水指標預報大約只有 5 天的預報能力，因此用氣候模式來判斷每天極端降水指標的預報能力，此方式對氣候模式來說過於嚴苛。因此本研究改使用以旬為預報單位，預報未來每一旬的降水是否屬於極端類別，並以梅雨季的預報為例，運用 4 月初始場的資料對 5-6 月梅雨季的預報降雨建立極端降水指標門檻值，以此門檻值判斷模式對臺灣區域的旬預報降雨是否屬於極端，此預報方式在梅雨季的應用上有較好的預報技術。

1. 前言

由於社會經濟的發展，加上極端天氣事件發生頻繁，民眾對於氣候預報服務的迫切需求，不僅侷限於提高預報準確度，預報時效也越來越重要。

從天氣到氣候的多重時間尺度中，目前天氣預報的時效在兩週以內，短期氣候預報則是月以上的時間尺度，兩週到 60 天之內的預報是發展無縫隙預報中最困難的時間尺度。從氣候預報的角度來看，發展季內預報對於無縫隙氣象預報服務相當重要，不僅可以填補中長期天氣預報和季節預報之間的空隙，也是聯接起天氣預報和短期氣候預報的橋樑。除此之外，發展季內預報可以提前預警極端天氣事件的發生，也可以降低極端事件帶來的災害影響。

因此本研究的工作重點為開發以極端天氣為主軸的無縫隙氣候預報資訊，拓展氣候預報資訊的跨領域應用服務。目前先運用氣象局第二代二步法氣候預報模式資料建立極端降水指標，用以預報極端降水發生的可能性。

2. 資料

2.1 TCWB2T2 模式資料

在本報告中使用了氣象局第二代二步法氣候預報模式(TCWB2T2)中的 4 組模式事後預報的輸出資料

(包含兩組海溫模式 CFSv2 及 OPG2.0 加上兩組大氣模式 CWB-GAMT119L40 及 ECHAM5-GAMT42L19)，這 4 組模式是以每天為初始場往後產生 280 天的預測結果。使用的模式變數為降雨量(PCP)。

在接下來的文章及圖說中將使用下述簡寫來代表前述 4 組不同的預報模式。

(1) cfsr-cfs：CWB-GAMT119L40 的大氣模式加上 CFSv2 的海溫模式，模式解析度為 360*180。

(2) cfsr-opg：CWB-GAMT119L40 的大氣模式加上 OPG2.0 的海溫模式，模式解析度為 360*180。

(3) ec-cfs：ECHAM5-GAMT42L19 的大氣模式加上 CFSv2 的海溫模式，模式解析度為 128*64。

(4) ec-opg：ECHAM5-GAMT42L19 的大氣模式加上 OPG2.0 的海溫模式，模式解析度為 128*64。

2.2 觀測資料

全球雨量的觀測資料是使用結合觀測和衛星的降水資料 GPCP(Global Precipitation Climatology Project)，其資料解析度為 144*72。

為了讓模式與觀測資料間有相同的時間長度，因此選擇 1999-2011 年的資料來建立極端降水指標及其校驗。

3. 方法

利用模式資料建立臺灣附近區域的區域降水平均，並以此平均值來當作模式對臺灣地區的預報降雨，採用 WMO 所定義的極端降水指標建立此區域的極端降水門檻值，以此門檻值判斷每一次模式對臺灣區域的預報降雨是否屬於極端。

首先本研究對於臺灣區域的定義有兩個，是為了方便討論範圍大小對於預報能力的敏感度是否有顯著差異，另一原因是因為模式的解析度不同，範圍的大小差異也會影響到用來計算區域平均的格點數。兩個區域的範圍定義如下（如圖 1 所示）：

- (1) TAIWANS：117.5-125E, 20-27.5N
- (2) TAIWANS2：119-123E, 21-26N

極端降水定義是將日降雨量大於等於 1mm 的降雨做排序，取其排序為 95%的降雨值，並將此值定義為極端降水門檻值。

(http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)

雖然模式是以每天為初始場往後產生 280 天的預測結果，但因本研究的主要目的是為了發展兩週到 60 天的預報技術，因此在現階段的研究中先選用前 45 天的模式預報輸出結果來做後續的評估。

預報技術的評估方式首先是將 TCWB2T2 的 4 組模式資料都先計算 TAIWANS、TAIWANS2 這 2 個區域的區域平均值，再以 1999/01/01-2011/12/31 每天為初始場往後 45 天的模式預報資料，以 lead 為單位，計算模式在每個 lead 的極端降水門檻值。

在圖 2 中可以看到模式預報在 TAIWANS 的區域平均值隨 leadtime 的改變(本報告僅畫出 TAIWANS 區域第 1-9 天預報的結果)，圖(a)到(d)分別為 cfsr-cfs、cfsr-opg、ec-cfs、ec-opg 等 4 組模式，圖的橫軸為模式預報的初始日期，縱軸為雨量區域平均值，圖上到下為 lead1-9，圖是以 leadtime 做基準，選出每個初始日期第 1 天的預報結果(lead1)，再計算 5 天初始場其第 1 天預報的平均，將此平均結果畫在第 1 天預報(lead1)的圖上，因為雨量的每日變化較大，計算 5 天的平均

後可以較容易看出雨量變化的趨勢，以同樣方式計算並畫第 2-9 天的預報，圖中灰色線為每年的預報，黑色線為這些年的平均。由於模式在進行計算時需要調整的時間，因此從圖中可以看出 ec-cfs 以及 ec-opg 這兩組模式在第 1 天的雨量預報會沒有資料(如圖 2c、2d)，所以在後續的計算中，ec 這兩組模式在雨量的第 1 天預報結果都無法使用。

如同上述做法，GPCP 觀測資料也採用與模式 lead 相同的時間，計算 TAIWANS、TAIWANS2 這 2 個區域的區域平均值以及觀測的極端降水門檻值。

依據此門檻值判斷每一次的預報是否有達到極端的標準，再與實際觀測比較，將 1999/01/01-2011/12/31 前 45 個 lead 的結果計算每個 lead 在極端類別的預報命中率，依此命中率做為極端降水指標的預報能力。命中率的計算方式是根據在觀測資料實際發生極端降水的天數中有多少天是模式預報也為極端降水。

以下將以 TCWB2T2 的個別 4 組預報模式在 1999-2011 年極端降水類別的預報命中率來評估臺灣地區極端降水指標的預報能力，結果顯示於圖 3(僅顯示 TAIWANS 區域的結果)，圖中橫軸為預報的 leadtime，縱軸為命中率。結果顯示降雨預報 cfsr-cfs 以及 cfsr-opg 這兩組模式在第 1 天預報的極端降水命中率都有 0.6 以上(如圖 3a、3b)，但到第 5 天就降到 0.2 以下，而 ec-cfs 及 ec-opg(如圖 3c、3d)除了領先 1 天的命中無法參考外，在領先 2 天的命中率在 0.4 左右，明顯的比 cfsr-cfs 及 cfsr-opg 差。

由結果可得知，氣候模式在每天的極端降水指標預報大概在 5 天後的預報技術就會變很差，因此用氣候模式來判斷每天極端降水指標的預報能力，此方式對氣候模式來說過於嚴苛，所以本研究接下來將改使用以旬為預報單位，預報未來每一旬降水是否屬於極端的類別。

4. 梅雨季極端指標預報概念

在預報每一旬極端降水發生的可能性評估部分，本研究以梅雨季的極端降水預報為例，運用 4 月初始場的資料對 5-6 月梅雨季的預報降雨建立極端降水指標門檻值，以此門檻值判斷模式對臺灣區域的預報降

雨是否屬於極端。

因為 ECHAM5-GAMT42L19 的兩組模式在第 1 天的雨量預報沒有資料，因此在選用初始場的時候，本研究沒有使用 4/30 的預報結果，僅使用 4/1-4/29 預報 5/1-6/30 的模式預報輸出資料，先計算 TAIWANS、TAIWANS2 這 2 個區域的區域平均值後，再採用前述極端降水的定義，將日降雨量大於等於 1mm 的降雨做排序，取其排序為 95% 的降雨值做為 5、6 月梅雨季的極端降水門檻值。GPCP 也使用 5、6 月的資料建立觀測的極端降水門檻值。

將 5/1-6/30 分成 6 旬，若模式在一旬當中有一天預報會發生極端降水，就將此旬視為會發生極端降水的預報，而觀測只要在同一旬中也有一天實際發生極端降水，則此一句就視為命中的預報。相同的，若模式在一旬當中沒有任何一天有極端降水的預報，實際上也沒有發生，則此旬也是命中的預報。

在 1999-2011 年共 13 年的 4/1-4/29 共 29 天的初始場對此 6 旬的事後預報命中率如圖 4 所示(僅顯示 TAIWANS 區域 cfsr-cfs 的結果)，其中，x 軸為 4/1-29 的初始場，y 軸是 13 年的命中率。從事後預報的校驗結果可以看出 5 月前兩旬的預報能力都不錯，但對 6 月的 1、2 旬預報能力較低。若將 29 天初始場的結果繪製於盒鬚圖中，其結果如圖 5 所示，x 軸為每一旬 4 個模式，y 軸為 13 年的命中率，在 5 月第 3 旬到 6 月第 2 旬的預報技術都比其它旬低。

5. 未來工作

從前述結果來看，雖然 TCWB2T2 對於預報每天是否發生極端降水的技術有限，但對於改使用以旬為預報單位，預報未來每一旬的降水是否屬於極端類別，在梅雨季則是有不錯的表現。未來將校驗此極端降水指標的方法在 2012-2017 年梅雨季的預報能力，以評估此方法的可行性外，也將加入 TCWB2T2 四組模式 MME 的結果一起評比。

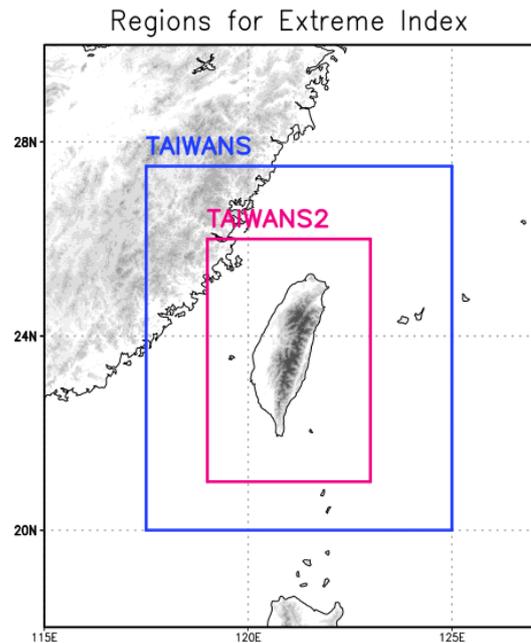
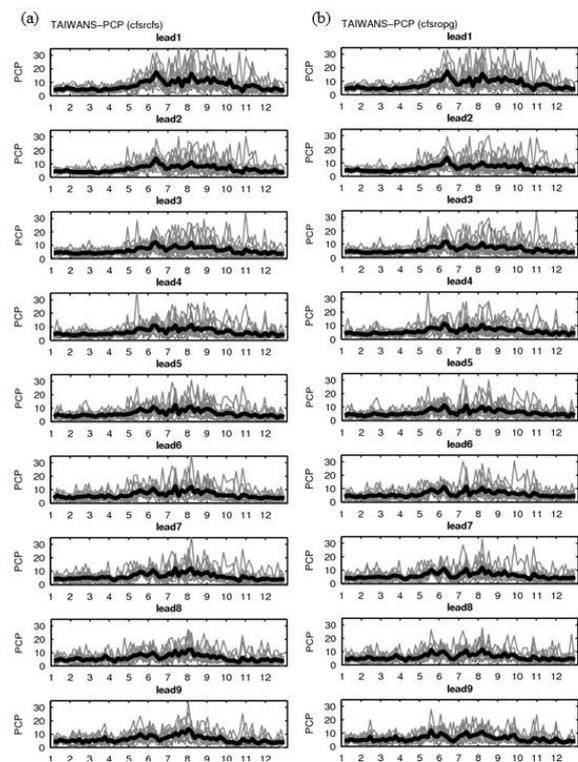


圖 1 臺灣區域極端降水指標的定義範圍



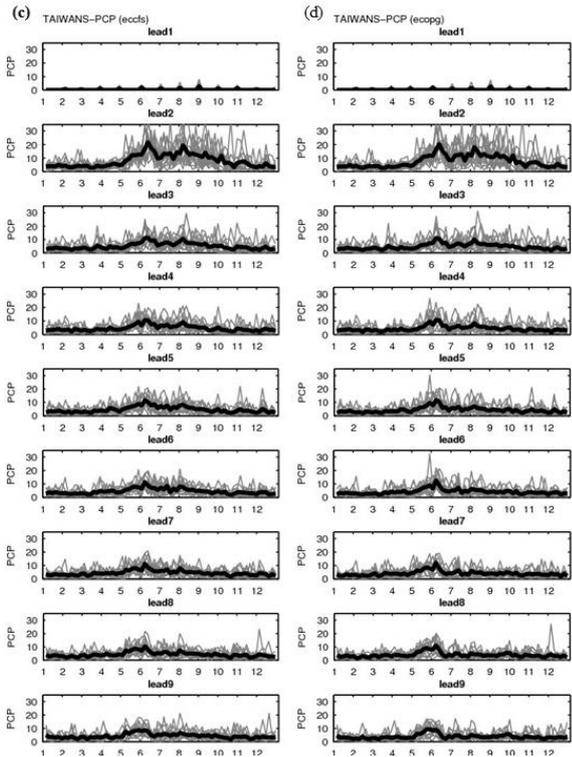


圖 2 模式雨量預報在 TAIWANS 的區域平均值隨 leadtime 的改變，圖(a)到(d)為模式 cfsr-cfs、cfsr-opg、ec-cfs、ec-opg，圖上到下為第 1-9 天的預報。

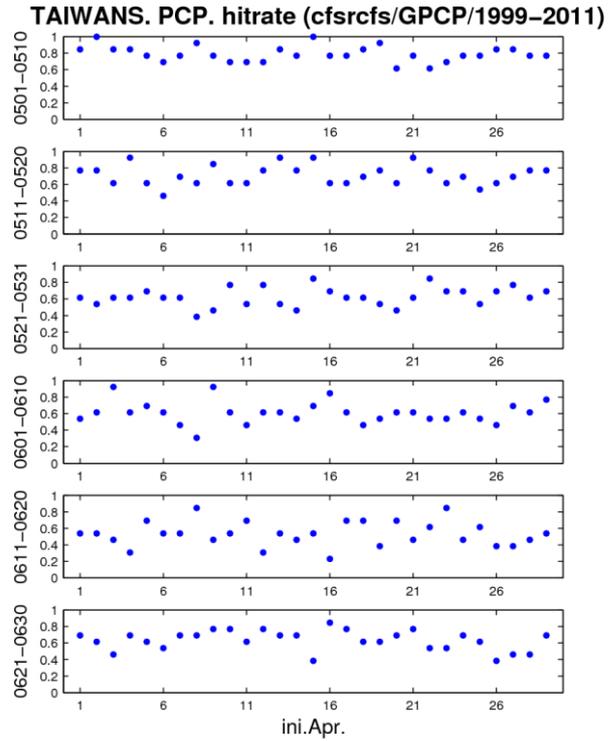


圖 4 在 TAIWANS 區域 cfsr-cfs 模式以 4 月為初始場對 5-6 月共 6 旬的極端降水預報命中率。

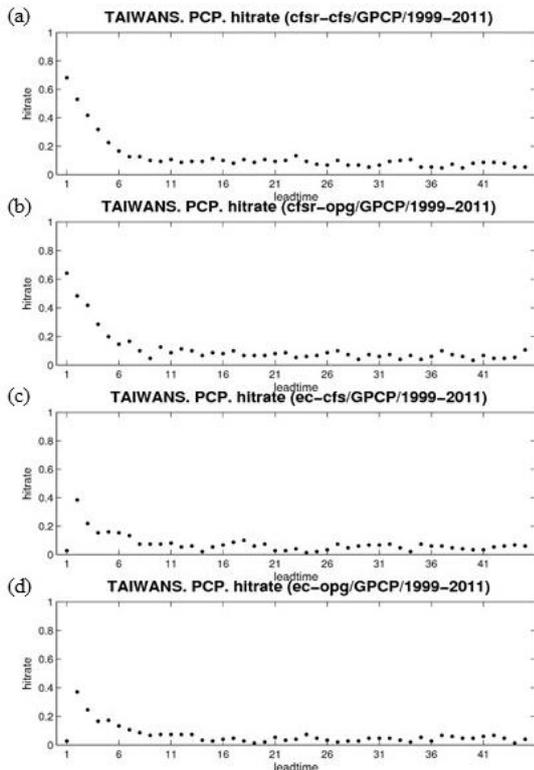


圖 3 TCWB2T2 的個別 4 組預報模式在 TAIWANS 區域 1999-2011 年極端降水類別的預報命中率。圖(a)到(d)為模式 cfsr-cfs、cfsr-opg、ec-cfs、ec-opg。

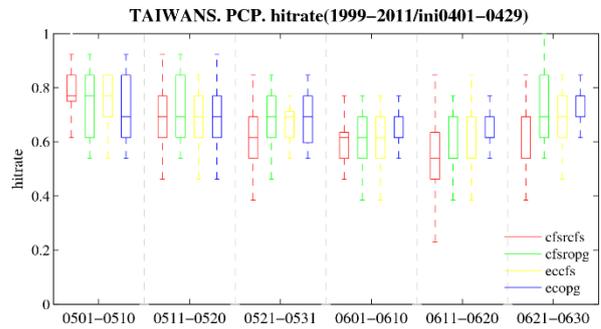


圖 5 在 TAIWANS 區域 4 組模式以 4 月為初始場對 5-6 月共 6 旬的極端降水預報命中率盒鬚圖。