

NCEP GFS 海溫錯置修改對模式預報之影響

林伯勳¹、洪景山²

中央氣象局資訊中心

摘 要

NCEP GFS 海溫分析場的資料處理過程中，從原始資料轉換至等經緯網格資料時，可能會因為內差導致海岸附近海陸溫錯置的問題。海陸溫錯置會對模式的潛熱通量、可感熱通量、低層溫度、濕度、局部環流及降水等造成影響。對於氣象局 WRF 模式而言，模式初始場陸點的溫度錯置，會隨著模式積分過程而快速調整，因此對模式預報的影響較小。但海溫不會隨模式預報而改變，所以海溫錯置的問題在模式預報過程會一直存在。本研究特別針對海溫錯置的問題提出解決的方案，以改善海岸附近海溫錯置的問題。

本研究設計兩組實驗，分別為控制組（CTL）與實驗組（MODSST）。兩組實驗皆使用現行作業模式設定，但不做資料同化，兩組實驗的差異在於 MODSST 有做海溫修正，而 CTL 沒有。實驗所選定之個案為 2014 年 7 月 10 日 06 UTC，預報時間為 48 小時。個案實驗結果顯示，海溫修正使台灣及中國沿海海溫明顯下降，尤其在宜蘭外海，海溫最高下降 7°C 以上，修正效果相當明顯，且修正後的海溫分布明顯較修正前合理。海溫降低使模式預報之潛熱及可感熱通量降低，造成由海面進入大氣的熱能及水氣減少，故造成預報之低層溫度及濕度降低。而模式預報之低層溫度及濕度降低會使中低層大氣穩定度及局部環流的改變，最後導致模式預報的降水也改變。而由實驗結果可發現，修正海溫的確可以有效改善模式對於沿海降水過度預報的情形。

一、前言

海洋與大氣之交互作用對於天氣與氣候變化影響甚據，海溫的高低會影響潛熱及可感熱通量，造成大氣與海洋間能量及水氣交換的改變。因此，海溫在大氣與海洋間的交互作用扮演重要角色。

NCEP GFS 海溫分析場從原始資料內插至等經緯網格時，可能會因為內差問題而在海岸附近出現海陸溫錯置的問題，造成海岸附近部分格點的海陸溫錯誤。中央氣象局使用 NCEP GFS 海溫分析場作為本局 WRF 模式之初始場，所以 WRF 模式初始場的海陸溫也會產生海陸溫錯置的問題。因為海陸溫錯置問題對於 Domain 3 影響較大，所以本文均針對 Domain 3 進行討論。陸溫錯置的部分，因為本局 WRF 模式在 Domain 3 有耦合 HRLDAS 之地表溫度，所

以初始場陸溫錯置的問題會被修正，且地表溫度會隨預報做調整，所以陸溫錯置問題對 WRF 模式影響較小。海溫在模式預報過程中並不會改變，所以海溫錯置的問題在模式預報過程中會一直存在，此問題會造成模式在預報的過程中導致錯誤的潛熱及可感熱通量，並進而影響模式溫度、水氣、局部環流、垂直穩定度及降水的預報，所以本研究將針對海溫錯置的問題進行討論。

為改善 NCEP GFS 海溫分析場海溫錯置對 WRF 模式預報所造成的影響。必須先修正 NCEP GFS 海溫分析場海溫錯置的問題，產生較正確的海溫分析場。再利用修正後的海溫當作 WRF 模式的海溫初始場，即可改善 WRF 模式因海溫錯置所產生的預報誤差。

二、研究方法

本研究針對改善 NCEP GFS 海溫分析場之海溫錯置問題的海溫修正方法如下：修改 WRF 模式 ungrib 輸出的 intermediate 檔；(1) 找出海岸附近海陸格點分類為海點的格點（以下稱之 F 點），(2) 找出 F 點周圍的海點，且海溫值正常的格點（以下稱之 G 點），利用所有 G 點內插 F 點上新的海溫值，並取代 F 點上原來的海溫值。執行以上步驟後，即可得到一筆修正海溫錯置後的海溫分析場，WRF 模式使用修改後的海溫分析場當作海溫初始場，即可改善因海溫錯置所產生的預報誤差。

本研究設計兩組實驗：(1) 控制組使用現行作業模式設定（以下稱之 CTL），有耦合 HRLDAS，但不做資料同化，(2) 實驗組之模式設定同 CTL，但有進行海溫修正，即其海溫初始場是使用海溫修正後的海溫分析場（以下稱之 MODSST）。個案選定 2014 年 7 月 10 日 06 UTC，預報 48 小時。模式網格設定如圖 1，為三層巢狀網格，解析度分別為 45/15/5 公里，垂直共有 45 層，初始及側邊界採用 NCEP 全球模式的預報場。本研究著重於分析 5 公里解析度（Domain 3）之模式預報結果。

三、分析與討論

NCEP GFS 海溫分析場在海岸附近會有海溫錯置的問題，圖 2a 為 2014 年 7 月 10 日 06 UTC 的海溫分析場，台灣及大陸沿海有明顯海溫偏高的情形。進行海溫修正後，如圖 2b，沿海海溫偏高的問題有明顯改善，部分格點的海溫降低超過 4°C 以上（圖 2c）。對於 WRF 模式而言，CTL 實驗中，海溫分析場沒有進行修正，所以海溫分析場在內插成 WRF 模式的海溫初始場，海溫錯置的問題仍然存在（圖 3a），尤其宜蘭海岸附近的海溫高達 37°C，明顯不合理。若針對 NCEP GFS 海溫進行海溫修正，即 MODSST 實驗，海溫錯置的問題明顯被修正（圖 3b），尤其宜蘭外海修正效果最為明顯，海溫最高下降約 7.6°C（圖 3c）。由以上結果可知，海溫分析場的海溫錯置問題對 WRF 模式的海溫初始場影響相當

大。

在 WRF 模式裡，在其他大氣環境條件相同的情況下，海溫越高，則模式的可感熱及潛熱通量就越大。由圖 4a 及圖 5a 可以發現，因為初始場海溫過高，導致台灣沿海模式的可感熱及潛熱通量過大，即有過多的熱能及水氣由大氣的下邊界傳送至大氣。且因為海溫過高的問題在模式預報期間一直存在，所以可感熱及潛熱通量過大的問題也不會消失（圖 4b、圖 4c；圖 5b、圖 5c）。初始場海溫經修正而降低後，模式的可感熱及潛熱通量也降低，代表由下邊界進入大氣的熱量和氣水減少（圖 4d 至 4f 及圖 5d 至 5f）。對於模式大氣而言，來自下邊界的熱量和氣水供應減少了，最直接的影響就是模式的 2 米溫度及溼度降低。由實驗結果可以看到，CTL 實驗中，台灣沿海都有過暖且過濕的情況，尤其是宜蘭外海最為明顯（圖 6a 至 6c 及圖 7a 至 7c）。而有進行海溫修正的 MODSST 實驗，因為模式的可感熱及潛熱通量降低，所以低層大氣變乾且變冷（圖 6d 至 6f 及圖 7d 至 7f）。模式的低層大氣變乾，會造成中低層大氣的對流不穩定度降低及大氣可降水量減少；低層大氣變暖，會造成中低層大氣的穩定度增加。所以以上兩個因素都可能造成模式的降水減少。圖 8a 為 CTL 實驗的 48 小時雨量，圖中顯示，宜蘭及宜蘭外海有較大的模式預報降水發生，此情況與實際觀測有明顯差異（圖 8c），顯示模式對於該地區的降水有過度預報的情形。而 MODSST 實驗裡，宜蘭及宜蘭外海的降水過度預報明顯被改善，且台灣中部山區的模式降水也有減少（圖 8b）。

四、小結

NCEP GFS 海溫分析場存在著海溫錯置的問題，而氣象局的 WRF 模式使用 NCEP GFS 海溫分析場作為其海溫初始場，所以 WRF 模式預報就會受到海溫錯置的影響。在 WRF 模式裡，錯誤海溫初始場會對可感熱及潛熱通量影響，透過可感熱及潛熱通量影響低層溫度及濕度，再透過低層溫度及濕度的改變影響大氣的垂直穩定度、局部環流及可降水量等，最後便會對降水產生影響。且對於氣象局的 WRF

模式而言，海溫並非預報變數，所以海溫不會隨著預報改變。因此，若初始場海溫有錯，那此錯誤在整個模式預報過程中都會存在，所以分析場海溫錯

置的問題對 WRF 模式預報影響相當大。

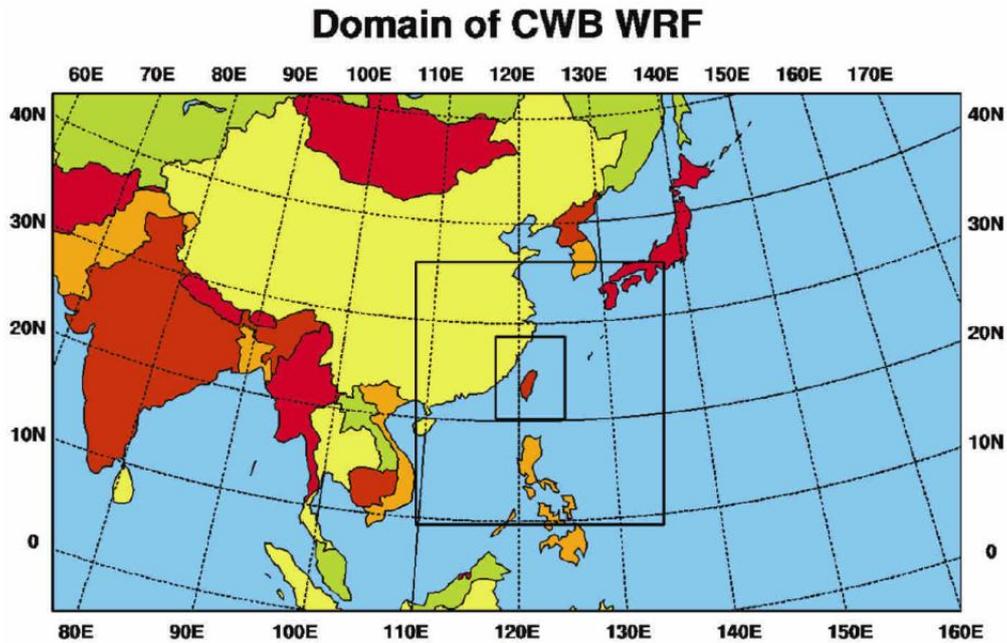


圖 1、中央氣象局現行作業模式 WRF 之網格設定，解析度分別為 45、15 和 5 km。

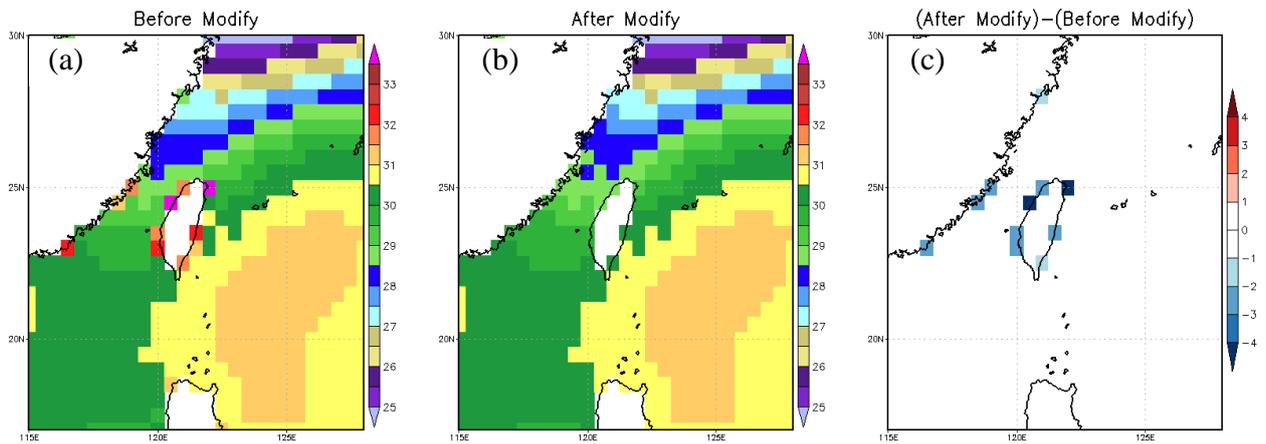


圖 2、(a)為 2014 年 7 月 10 日 06 UTC 之 NCEP GFS 0.5° 海溫分析場；(b)同(a)，但有做海溫修正；(c)為 (a)和(b)的差異，單位為°C。

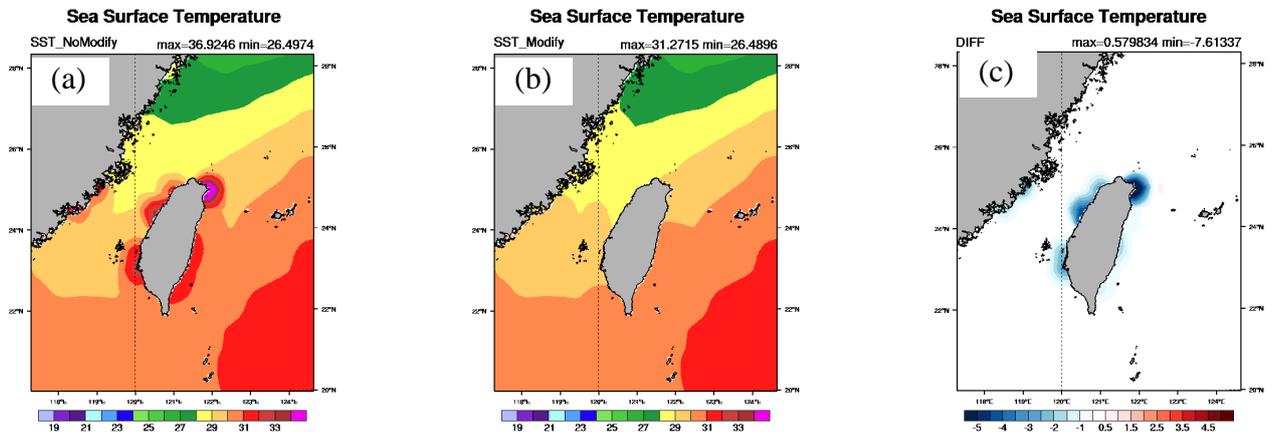


圖 3、(a)為 2014 年 7 月 10 日 06 UTC，WRF 模式 Domain 3 的海溫初始場；(b)同(a)，但有做海溫修正；(a)和(b)的差異，單位為°C。

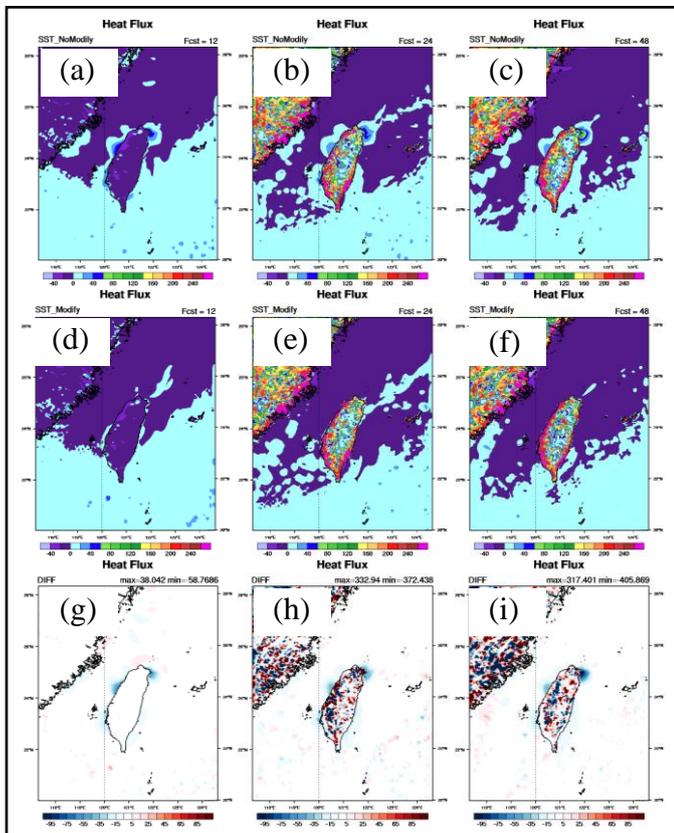


圖 4、(a)至(c)為 CTL 實驗 Domain 3 的模式預報可感熱通量，時間分別為預報之 12、24 及 48 小時。(d)至(f)同(a)至(c)，但為 MODSST 實驗之結果。(g)至(i)分別為(d)至(f)減(a)至(c)。單位為 $W m^{-2}$ 。

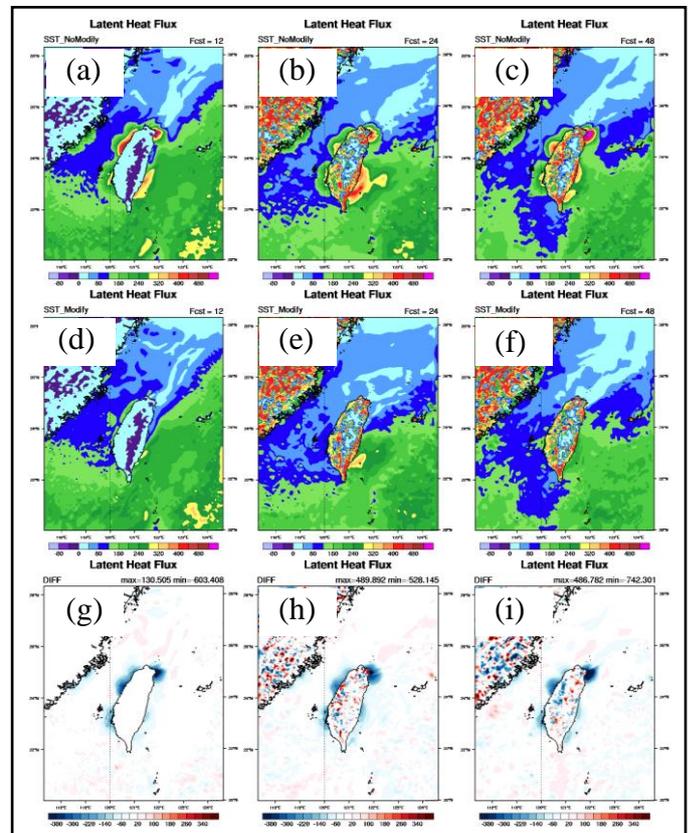


圖 5、同圖 4，但為模式預報之潛熱通量。單位為 $W m^{-2}$ 。

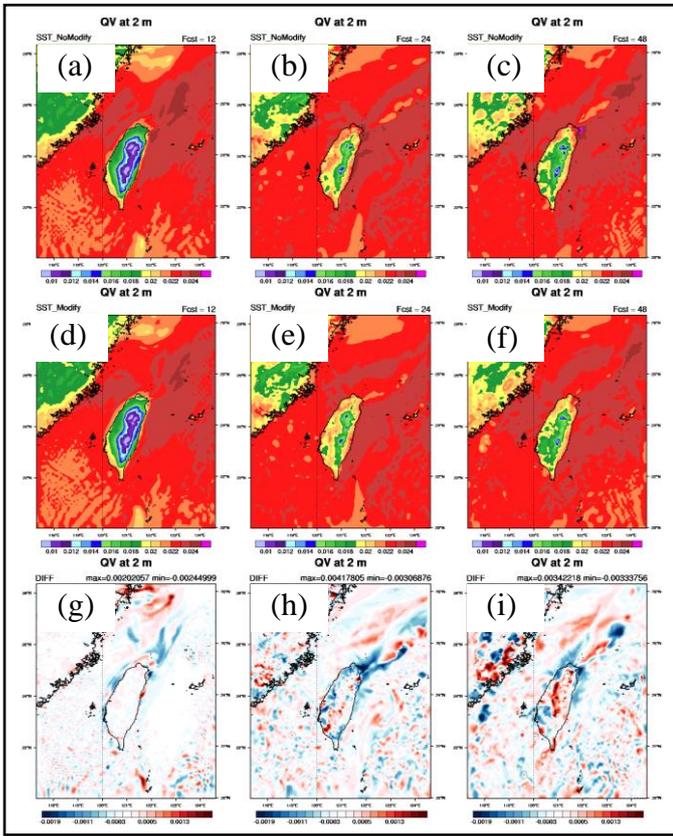


圖 6、同圖 4，但為模式預報之 2 米濕度。單位為 kg kg^{-1} 。

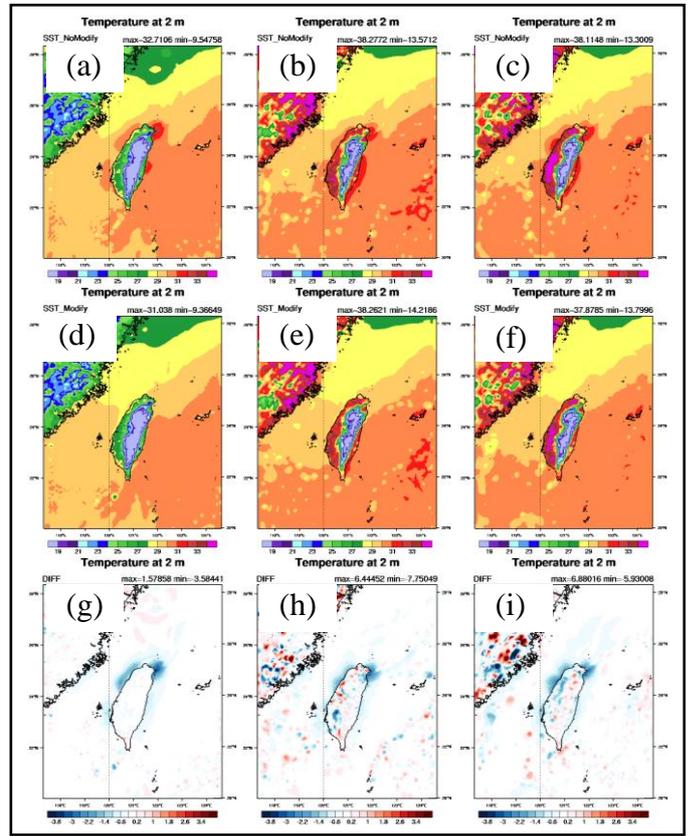


圖 7、同圖 4，但為模式預報之 2 米溫度。單位為 $^{\circ}\text{C}$ 。

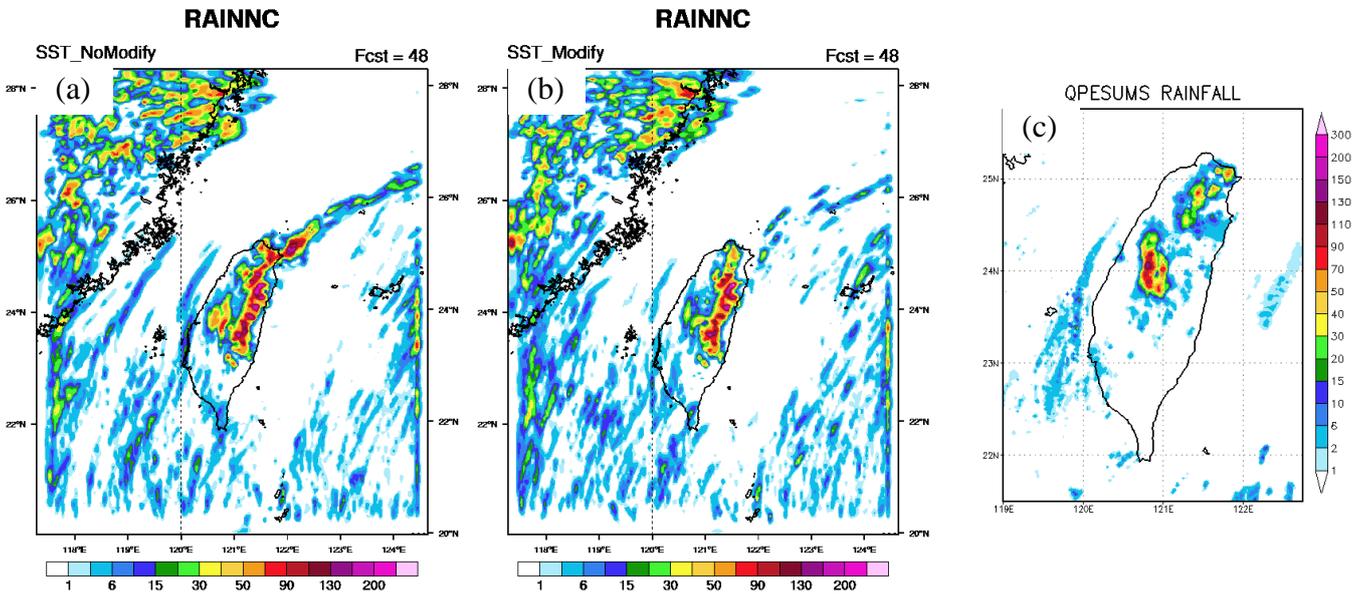


圖 8、(a)為 CTL 實驗的模式預報之 48 小時累積雨量；(b)同(a)，但為 MODSST 實驗；(c)為相同時段的觀測累積雨量。單位為 mm。