

改進土壤溫度、濕度分析場對模式預報之影響

林伯勳¹、洪景山¹

¹中央氣象局資訊中心

²National Center for Atmospheric Research

摘要

大氣與陸地之間存在複雜的交互作用，大氣透過降雨及輻射等影響土壤溼度及溫度。土壤溼度及溫度亦會影響地表可感熱及潛熱通量，並進而影響大氣邊界層內之溫度、濕度及風場。也因此，陸氣交互作用在數值預報中扮演了重要的角色，然而要將數值預報中之陸氣交互作用作好是個很大的挑戰，而其中一重要問題為土壤之初始條件。目前中央氣象局已引進美國國家大氣研究中心(National Center for Atmospheric Research, NCAR)所發展之高解析土壤資料同化系統(High Resolution Land Data Assimilation System, HRLDAS)，此系統同化觀測之降水及地面的大氣溫度、溼度等，透過土壤模式的邊界之強迫作用，進而取得較合理之土壤溫度及濕度。

本研究將探討利用 HRLDAS 所同化之土壤分析資料取代美國國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)之全球模式(Global Forecast System, GFS)之土壤資料對 WRF 模式預報之影響。本研究之個案選取 2012 年 6 月 2 日至 2012 年 6 月 3 日，並分析這段時間內台灣西半部無降雨區之土壤溫度、濕度、地表溫度及近地表溫濕度。結果顯示，WRF 模式預報在替換 HRLDAS 土壤分析資料後，會使西半部地區之土壤濕度降低及溫度降低。近地表溫度及濕度受土壤變化之影響，也皆為降低，但變化幅度較土壤小。

一、前言

前人研究指出，大氣與陸地之交互作用是短期天氣預報及區域氣候變遷的重要因素之一(Chen et al. 2001)。而 Husain et al.(2014)指出，較高的土壤濕度會造成較低的近地表溫度和風速，較低的土壤濕度則會造成較暖的近地表溫度及較低的風速。Betts et al. (1997)的研究亦指出，地表特性及初始土壤分析場對模式短期預報之邊界層發展、雲、降水等之表現息息相關。由此可知，土壤分析場的好壞對於模式預報之影響是非常重要的，特別是在地表預報的部分。中央氣象局已引進美國國家大氣研究中心

(National Center for Atmospheric Research, NCAR)所發展之高解析土壤資料同化系統(High Resolution Land Data Assimilation System, HRLDAS)，此系統同化觀測之降水及地面的大氣溫度、溼度等，透過土壤模式的邊界之強迫作用，進而取得較合理之土壤溫度及濕度(洪等人，2014)。故本研究將利用 HRLDAS 之土壤分析資料作為 WRF 模式預報之初始條件，期望透過給予較好之土壤初始條件能改進 WRF 模式對於近地表預報之效能。

二、研究方法

本研究設計兩組實驗：(1) 控制組(以下稱之

D3_1hr)，巢狀網格三層，水平解析度分別為 45、15、5 公里，垂直分為 45 層，模式頂高度 30mb。初始場及側邊界條件為 NCEP GFS 所提供之全球預報場。(2) 實驗組(以下稱之 HWC26C)是在 Cold Start 時替換土壤初始資料，其餘設定皆與控制組相同。本研究選取 2012 年 6 月 1 日 00 UTC 之預報，因為討論區域為台灣本島，故只針對第三層網格進行分析。

三、分析與討論

圖 1 顯示，這兩組預報在台灣地區的降雨分布相當類似，但對於降雨極值及發生極值的位置仍然有些差異。為進一步了解替換 HRLDAS 之土壤資料對預報的影響，故本研究將針對土壤濕度(SMOIS)、土壤溫度(TSLB)、地表溫度(TSK)、2m 濕度(Q2)及 2m 溫度(T2)做討論。

首先，在土壤的部分，結合 HRLDAS 會使預報的 SMOIS 降低(圖 2)，TSLB 也是以降低為主。TSK 受 TSLB 影響，其 HWC26C 與 D3_1hr 之差異與 TSLB 相似，但差異幅度減少許多。而 Q2 和 T2 也受到土壤層影響，Q2 和 T2 皆為降低，但差異幅度也較 SMOIS 及 TSLB 小。

為排除降雨影響，本研究選擇三個個案期間皆未降雨的測站來分析各變數隨時間之變化，分別為台中、嘉義及日月潭測站。圖 7 為 SMOIS 及 QPESUMS 觀測雨量，三個測站在個案期間皆無降雨。台中及嘉義測站，HWC26C 之 SMOIS 明顯較乾，

但在日月潭測站差異則較小。TSLB 的部分，台中及日月潭測站 HWC26C 比 D3_1hr 低，嘉義則差異較不明顯(圖 8)。三個測站之 TSK(圖 9)及 T2(圖 11)差異皆不明顯，而 HWC26C 之 Q2 則明顯較低(圖 10)。

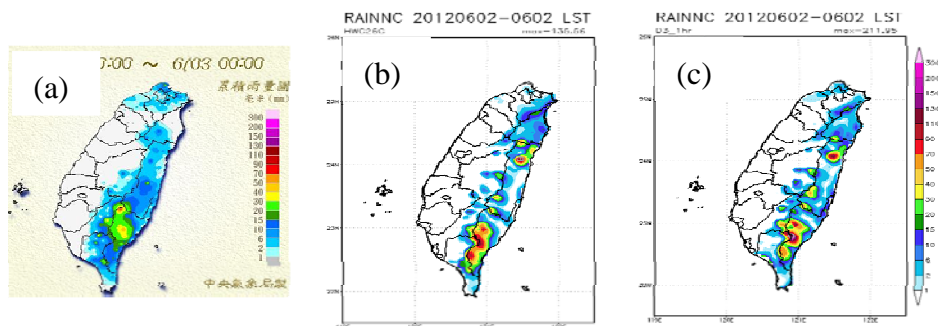
四、總結與未來展望

本文簡單針對有無結合 HRLDAS 對預報影響之比較，初步結果顯示，結合 HRLDAS 後，預報之 SMOIS 會偏乾，而 TSLB 亦會偏冷。而土壤之變化亦會影響低層大氣，故 HWC26C 之 TSK 及 T2 皆較 D3_1hr 冷。

由於目前土壤溫度觀測仍然有限，且土壤溼度尚未有觀測值，因此無法詳細了解 HWC26C、D3_1hr 與實際觀測之關係。未來期望能取得更多土壤之觀測資料，期待能幫助我們更了解結合 HRLDAS 對預報之影響。除此之外，未來也期望能進行更多個案分析，包括無雨及午後熱對流個案，讓評估結果之代表性更為顯著。

五、參考文獻

林梓舜，「地表水文循環過程與大氣耦合作用對土壤溼度以及氣象模擬的影響」，國立中央大學，碩士論文，西元2014年。
洪于瑀、洪景山、蔡佳伶、M. Barlage、F. Chen, 2014: 高解析土壤資料同化系統之效能評估。大氣科學, 42, 29 - 47。



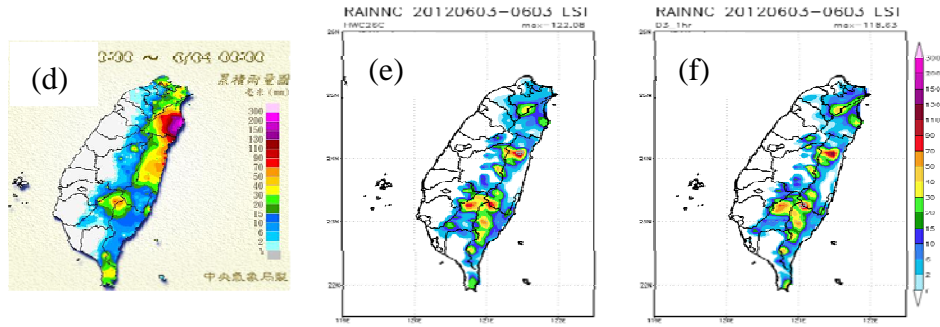


圖 1、(a)為 2012/06/02 LST 氣象局之觀測日累積雨量，(b)為同時間之 HWC26C 雨量圖，(c)為 D3_1hr 之雨量圖。(d)、(e)及(f)同(a)、(b)及(c)，但時間為 2012/06/03 LST。

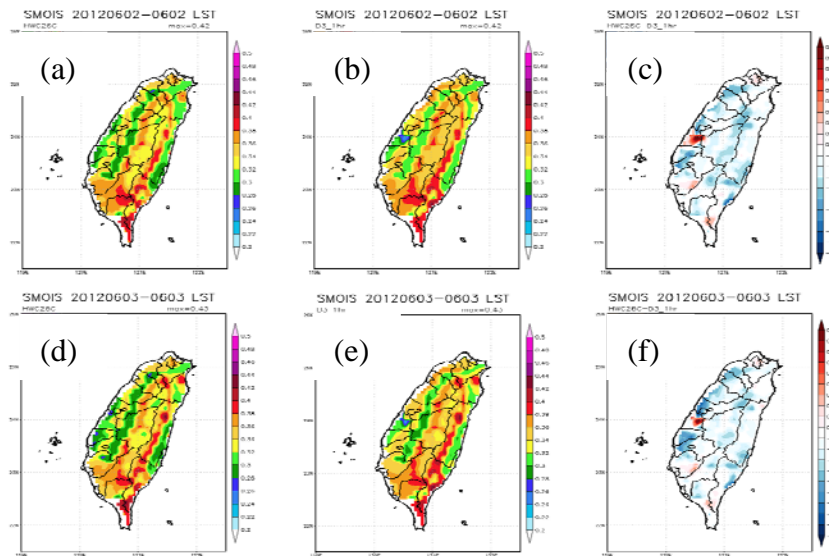


圖 2、2012/06/02 LST，(a) HWC26C 地下 5cm 之單日平均土壤濕度，(b)為同時間之 D3_1hr，(c)為 HWC26C 與 D3_1hr 之差值。(d)、(e)及(f)同(a)、(b)及(c)，但時間為 2012/06/03 LST。

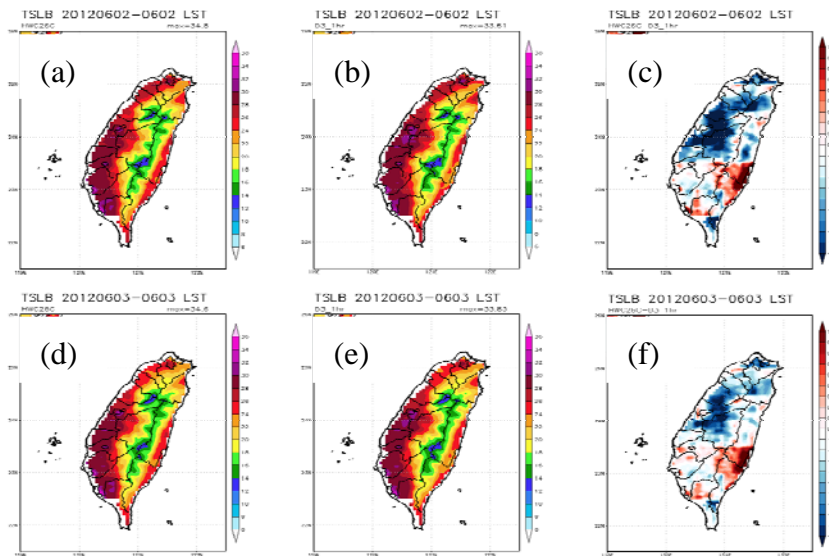


圖 3、2012/06/02 LST，(a) HWC26C 地下 5cm 之單日平均土壤溫度，(b)為同時間之 D3_1hr，(c)為 HWC26C 與 D3_1hr 之差值。(d)、(e)及(f)同(a)、(b)及(c)，但時間為 2012/06/03 LST。

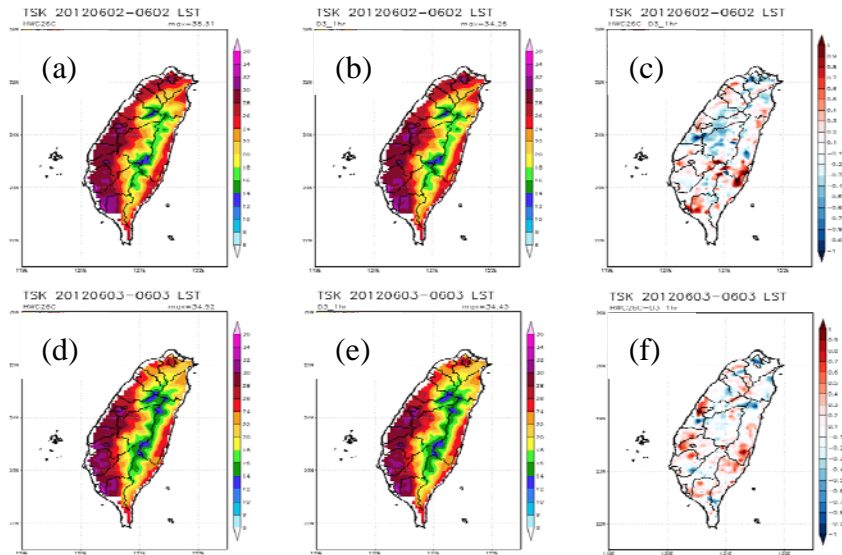


圖 4、2012/06/02 LST，(a) HWC26C 之單日平均地表溫度，(b)為同時間之 D3_1hr，(c)為 HWC26C 與 D3_1hr 之差值。(d)、(e)及(f)同(a)、(b)及(c)，但時間為 2012/06/03 LST。

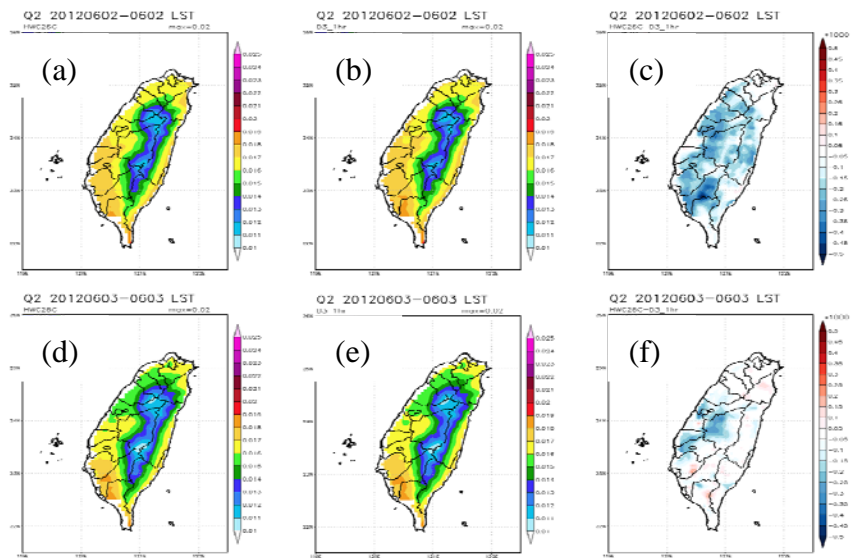


圖 6、2012/06/02 LST，(a) HWC26C 之單日 2m 濕度，(b)為同時間之 D3_1hr，(c)為 HWC26C 與 D3_1hr 之差值。(d)、(e)及(f)同(a)、(b)及(c)，但時間為 2012/06/03 LST。

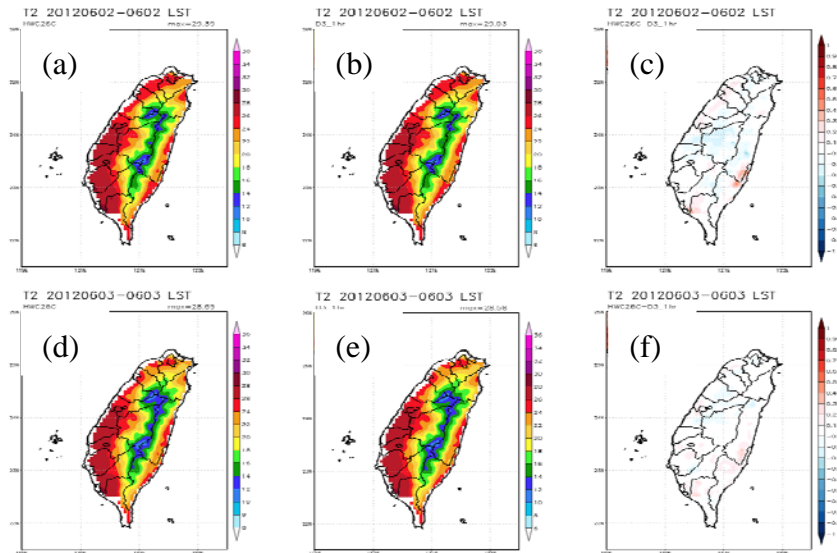


圖 6、2012/06/02 LST，(a) HWC26C 之單日 2m 度，(b) 為同時間之 D3_1hr，(c) 為 HWC26C 與 D3_1hr 之差值。 (d)、(e) 及 (f) 同 (a)、(b) 及 (c)，但時間為 2012/06/03 LST。

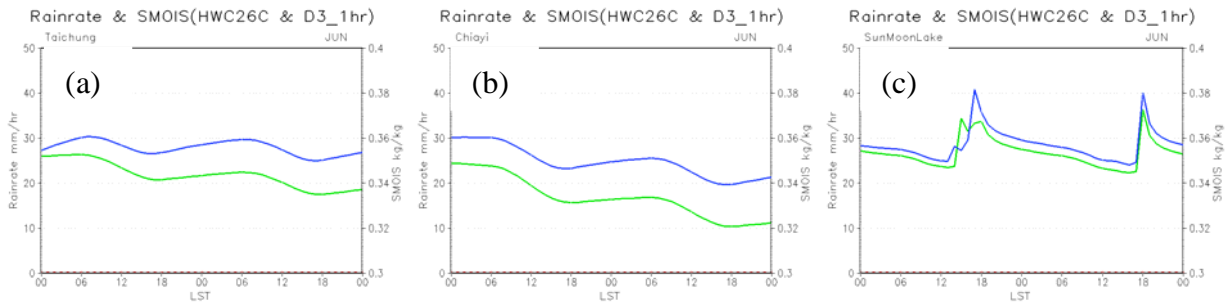


圖 7、2012/06/02 至 06/03 LST，地下 5 cm 土壤濕度時序圖，(a) 氣象局台中觀測站，(b) 嘉義觀測站，(c) 日月潭觀測站。紅點為 QPESUMS 之觀測雨量；綠線為 HWC26C；藍線為 D3_1hr。

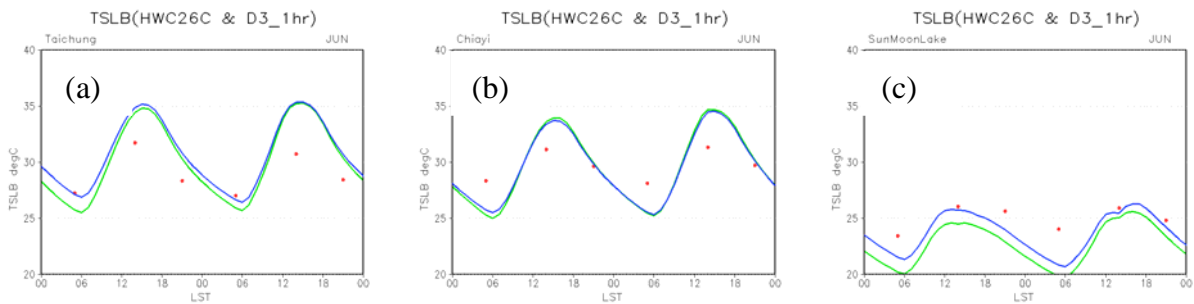


圖 8、2012/06/02 至 06/03 LST，地下 5 cm 土壤溫度時序圖，(a) 氣象局台中觀測站，(b) 嘉義觀測站，(c) 日月潭觀測站。紅點為測站觀測之地下 5 cm 土壤溫度；綠線為 HWC26C；藍線為 D3_1hr。

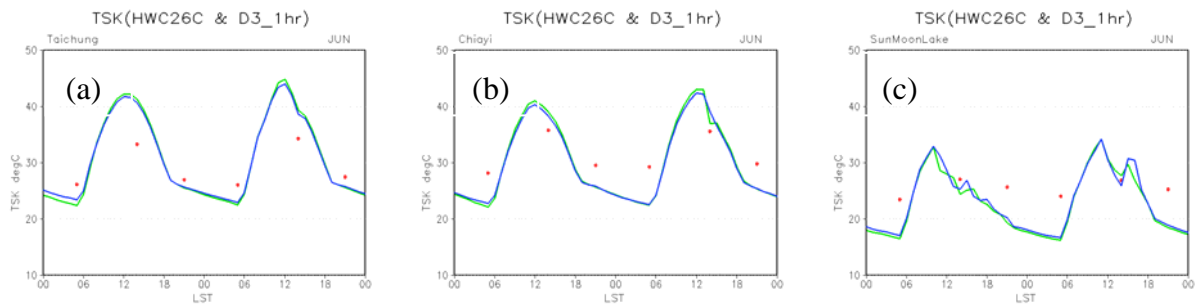


圖 9、2012/06/02 至 06/03 LST，地表溫度時序圖，(a) 氣象局台中觀測站，(b) 嘉義觀測站，(c) 日月潭觀測站。紅點為測站觀測之地表溫度；綠線為 HWC26C；藍線為 D3_1hr。

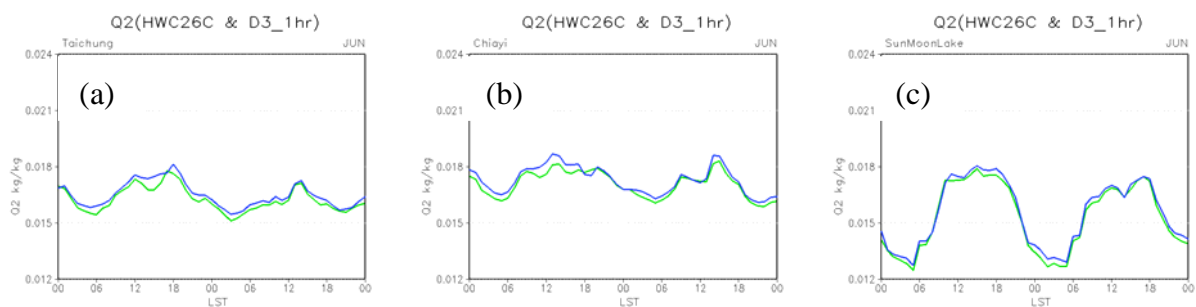


圖 10、2012/06/02 至 06/03 LST，2m 濕度時序圖，(a) 氣象局台中觀測站，(b) 嘉義觀測站，(c) 日月潭觀測站。綠線為 HWC26C；藍線為 D3_1hr。

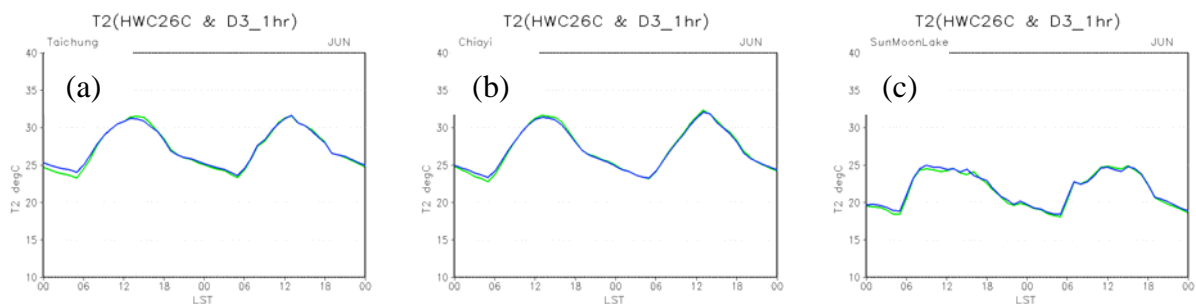


圖 11、2012/06/02 至 06/03 LST，2m 溫度時序圖，(a) 氣象局台中觀測站，(b) 嘉義觀測站，(c) 日月潭觀測站。綠線為 HWC26C；藍線為 D3_1hr。