

系集多模式系統之風速預報評估與陣風推估

蔡金成¹ 王潔如¹ 蕭玲鳳¹ 李清勝¹

台灣颱風洪水研究中心¹

摘要

本研究透過台灣定量降雨系集預報實驗(Taiwan Cooperative Precipitation Ensemble forecast Experiment, TAPEX)20 組系集成員，輸出模式 10 米風速預報資料並透過即時校驗，選取預報能力最佳之成員群，將能改進系集平均之預報。分析個案為 2015 年蘇迪勒與杜鵑颱風，共 10 個預報初始時間，27 個中央氣象局局屬測站。

分析 23 個測站於 2013 至 2015 年 7 月，共 12 個發佈警報颱風期間之風速與最大陣風相關性，獲得各測站風速與最大陣風之線性迴歸式，其結果與王與葉(2015)相近。本研究將藉由觀測資料之風速與最大陣風迴歸式，應用逐時模式風速預報資料，推估逐時最大陣風風速。同時評估不同預報能力之模式風速(系集平均或最佳化系集平均)及不同的迴歸式，對於最大陣風推估之敏感性。期望提升最大陣風風速之預報能力，減少颱風期間強風對於交通與民眾生命財產之災損。

關鍵字：系集預報、風速、逐時最大陣風、基因遺傳演算法

一、前言

台灣定量降雨系集預報實驗(Taiwan Cooperative Precipitation Ensemble forecast Experiment, TAPEX)結合中央氣象局、災防中心及學界，自2010年起進行系集預報實驗。2011至2015年間，台灣定量降雨系集預報實驗於西北太平洋颱風路徑與定量降雨之預報能力已有逐年穩定趨勢(圖 1)。

由於颱風帶來的風雨災害同等重要，為知悉現階段動力模式在颱風期間之風速預報能力，本研究將使用TAPEX系集成員之預報資料，進行模式風速與觀測風速之校驗分析。陣風推估部分，參考王與葉(2015)進行中央氣象局局屬測站颱風期間之風速與最大陣風之分析，獲得各測站之關係式，再透過模式逐時預報之風速推估逐時最大陣風。

二、觀測資料與評估方法

本篇研究選擇TAPEX系集實驗成員包含：不同區域模式、配合初始化方法與物理參數化進行成員擾動，共20組(如表 1)。

(一) 觀測資料

本研究選取的觀測資料時間為2015年蘇迪勒(8月6日至9日)與杜鵑(9月27日至29日)颱風警報期間，共7天。觀測資料為中央氣象局27個局屬氣象站(表 2)之逐時風速與最大陣風。單一測站，每日24筆觀測觀測值，單站累計7日，共有168筆逐時觀測資料。淡水測站於蘇迪勒颱風期間，缺觀測值41筆。

(二) 模式資料

20個系集成員，由ARW-WRF、MM5、Hurricane WRF組成，各成員為三層巢狀網格，最高解析度水平格點距離為3至5公里，模式每日間隔6小時啟動一次，初始時間分別為00Z、06Z、12Z與18Z，每次預報78小時，詳細系集成員之設定如表 1。

模式輸出資料來自於最高解析度之格點預報，網格輸出範圍在北緯21.42至26.54度、東經117.75至122.34度，並透過克利金法內插至27個測站。

分析個案為蘇迪勒(8/6 18Z至8/7 18Z)與杜鵑(9/26 18Z至9/27 18Z)颱風，總計10個預報初始時間。每一個預報初始時間，包含：20個單一成員之預報、系集平均與最佳化系集平均(挑選第1至6小時預報能力)，共計有22種預報資料。

(三) 陣風推估方法

參考王與葉(2015)使用2000至2010年64個颱風個案之線性迴歸式(23個測站)，與2013至2015年7月12個颱風個案之線性迴歸式進行比較(27個測站)。將23個測站之風速預報資料，配合上述兩種不同迴歸式推算各站第1至78小時之逐時最大陣風，並與觀測逐時最大陣風進行校驗。

此外，本研究初步嘗試以基因遺傳演算法(GA)，推算逐時最大陣風，詳細過程將於口頭報告中介紹。

三、 結果與討論

(一)風速校驗

風速校驗共計10個預報初始時間，累計27個測站，20個系集成員、系集平均之風速均方根誤差，如圖 2。進一步透過觀測資料即時校驗，進行最佳化系集平均之測試與評估。

實驗設計包括兩組最佳化策略：第一組實驗由20個成員，挑選第6小時預報能力最佳之前1、2、3、...、20名組成最佳化系集平均，命名為TXB0106h、TXB0206h、TXB0306h、...、TXB2006h；第二組實驗，則挑選第1至6小時平均預報能力最佳之前1、2、3、...、20名組成最佳化系集平均，命名為TXB01t06、TXB02t06、TXB03t06、...、TXB20t06。

圖 3(a)結果顯示，若以第6小時挑選最佳化系集成員之方式，則最佳化系集成員組成較無一致性，選擇前7至8名或前14至15名皆獲得相近之改進幅度。若以第1至6小時平均表現為挑選最佳化系集成員之方式，則以前5至7名之系集平均能提升預報能力，如圖 3(b)。圖 4亦顯示，若以第1至6小時為挑選成員基準，其改進幅度較顯著，以選擇前5名(MEAN_TOP5)組成之最佳化系集平均為例，24小時內之風速預報較系集平均(MEAN)可改進約10%。以第1至6小時平均預報能力挑選最佳化系集成員，不同預報時間之改進幅度多優於僅以第6小時預報能力挑選成員。

以台北站為例(圖 6)，MEAN_TOP5(射入標籤)在逐時預報可修正系集平均(黑點)有較多過度預報之情況。

(二)陣風推估

由王與葉(2015)分析64個颱風(64TY)及2013-2015年7月12個颱風(12TY)之風速與最大陣風線性迴歸式(表 2)，透過模式逐時風速，分別推估逐時最大陣風。兩迴歸式之a係數分別在竹子湖、台東、新竹與鞍部有較大差異，與觀測職校驗後，兩種迴歸式在竹子湖、台東與新竹皆有高估之情況，鞍部測站則以12TY陣風推估較佳，64TY在強風時段則有低估。

23個測站校驗結果顯示(圖 5)：(1)不同的線性迴歸式以統計64個颱風個案之陣風推估較為準確。(2)相同的線性迴歸式，則以最佳化系集平均(MEAN_TOP5)表現最佳。

圖 7為台北站於杜鵑颱風期間之逐時陣風風速與觀測值隨時間之變化，系集各成員以四分位顯示，

最佳化系集平均(MEAN_TOP5，射入標籤)能掌握陣風風速變化之趨勢。圖 7中三角形為基因遺傳演算法(GA)推估之逐時最大陣風風速，在台北測站隨著訓練資料增加，預報能力逐漸提升。整體23個測站的統計結果，基因遺傳演算法(GA)獲得顯著改進，特別針對系集成員風速有顯著高估之測站，基因遺傳演算法可適當修正模式之過度預報(圖未顯示)。

四、 總結與未來工作

(一)總結

2015年蘇迪勒與杜鵑颱風，共計10個預報初始時間，使用TAPEX 20組成員之10米風速預報資料並進行校驗。透過最佳化策略之擬定，以評估第1至6小時平均預報能力挑選成員之實驗結果較為穩定，且挑選前25%(MEAN_TOP5)成為最佳化系集平均能進一步改進系集平均之預報。

陣風推估之方案研究，透過兩種不同颱風個案之迴歸式推估最大陣風，結果以王與葉(2015)使用64個颱風個案(64TY)之結果最佳。使用相同之迴歸式推算陣風，最佳化系集平均(MEAN_TOP5)的均方根誤差較20組系集平均(MEAN)為小，23個測站且10個預報初始時間，第7至78小時均方根誤差前者為9.2(m/s)，後者為10.5(m/s)。藉由基因遺傳演算法推估逐時最大陣風，23個測站的整體表現更優於(MEAN_TOP5)，改進幅度顯著，第7至78小時均方根誤差為6(m/s)。

(二)未來工作

(1)針對2016年尼伯特颱風，應用系集平均、最佳化系集平均與基因遺傳演算法推估逐時最大陣風。

(2)評估風速第1至6小時之最佳化策略，應用與非颱風期間之日常風速期間可行性。

(3)評估基因遺傳演法於風速之推估與改進。

五、 參考文獻

王惠民與葉天降, 2015 “臺灣地區颱風風速與最大瞬間風速之統計迴歸分析”，氣象學報, 52卷, 1期, 1-18

Hinggei Li, Fei Liu, Jonathan R. Hosking and Yasuo Amemiya “Gust Speed Forecasting Using Weather Model Outputs and Meteorological Observations”, RC25087, W1012-060(2010)

表 1、台灣定量降雨系集預報實驗挑選之 20 組系集成員設計表

編號	model	ICs	Cu.	MP	PBL	note	
01	WRF	partial cycle	3DVAR (CV5+OL)	KF	Goddard	YSU	with blending, 2way
02	WRF	partial cycle	3DVAR (CV5+OL)	GD	Goddard	YSU	
03	WRF	partial cycle	3DVAR (CV5+OL)	G3	Goddard	YSU	
04	WRF	partial cycle	3DVAR (CV5+OL)	BMJ	Goddard	YSU	
05	WRF	partial cycle	3DVAR (CV3)	KF	Goddard	YSU	with blending
06	WRF	cold start	3DVAR (CV5+OL)	KF(1)	Goddard	YSU	
07	WRF	cold start	3DVAR (CV5+OL)	GD(3)	Goddard	YSU	
08	WRF	cold start	3DVAR (CV5+OL)	G3(5)	Goddard	YSU	
09	WRF	cold start	3DVAR (CV5+OL)	BMJ	Goddard	YSU	no RO data; VS 06 V3.7.1, e_vert=28, two way, d03cu
13	WRF	cold start	3DVAR (CV3)	KF	Goddard	YSU	
14	WRF	cold start	3DVAR (CV5)	KF	Goddard	YSU	
15	WRF	cold start	3DVAR (CV5+OL)	KF	Goddard	YSU	
18	WRF	cold start	NODA	KF	WSM5	YSU	27/9/3, moving nested
19	MM5	cold start	NODA	Grell	Goddard	MRF	
20	MM5	cold start	4DVAR	Grell	Goddard	MRF	
21	HWRF	cold start	NODA	SAS	Ferrier	NCEP GFS	
22	HWRF	cold start	NODA	SAS	Ferrier	NCEP GFS	cu=Tiedtke
23	WRF	partial cycle	3DVAR (CV5+OL)	Tiedtke	Goddard	YSU	
24	WRF	cold start	3DVAR (CV5+OL)	Tiedtke	Goddard	YSU	
26	WRF	cold start	NODA	KF	Goddard	YSU	

表 2、中央氣象局屬 27 個測站，風速與最大陣風線性迴歸係數。

編號	測站名稱	測站代碼	2000-2010年64個颱風迴歸係數(Y=aX+b)		2013-2015年7月12個颱風迴歸係數(Y=aX+b)	
			a	b	a	b
1	阿里山	467530	3.01	1.07	3.09	0.94
2	竹子湖*	466930	2.84	3.33	3.61	1.74
3	台中	467490	2.57	0.87	2.59	1.09
4	淡水	466900	2.55	2.00	2.44	2.35
5	日月潭	467650	2.44	0.82	2.51	0.89
6	台東*	467660	2.33	1.92	2.58	1.32
7	台北	466920	2.26	1.79	2.31	1.51
8	大武	467540	2.21	1.98	2.03	2.09
9	恆春	467590	2.18	2.03	2.26	1.55
10	嘉義	467480	2.06	1.18	1.83	1.47
11	高雄	467440	2.02	1.15	2.01	1.31
12	澎湖	467350	2.00	1.51	1.97	1.75
13	新竹*	467571	1.93	2.70	2.59	1.42
14	基隆	466940	1.88	2.38	1.84	2.55
15	成功	467610	1.82	2.21	1.88	1.79
16	宜蘭	467080	1.80	1.88	1.91	1.44
17	蘇澳	467060	1.79	3.70	1.78	3.71
18	花蓮	466990	1.75	1.26	1.63	1.35
19	梧棲	467770	1.67	1.83	1.76	1.33
20	鞍部*	467910	1.56	6.24	1.87	4.67
21	東吉島	467300	1.44	0.86	1.41	0.70
22	彭佳嶼	466950	1.43	3.17	1.34	3.42
23	蘭嶼	467620	1.37	5.54	1.43	4.82
24	新屋	467050	-	-	1.68	1.20
25	玉山	467550	-	-	1.25	6.43
26	七股	467780	-	-	1.30	2.05
27	台南	467410	-	-	1.87	1.35

註：2000-2010年64個颱風個案為王與葉(2015)之分析結果。
標記 -，表示未有數據。
*表示兩個迴歸式a係數差異較大之測站(竹子湖、台東、新竹與鞍部)。

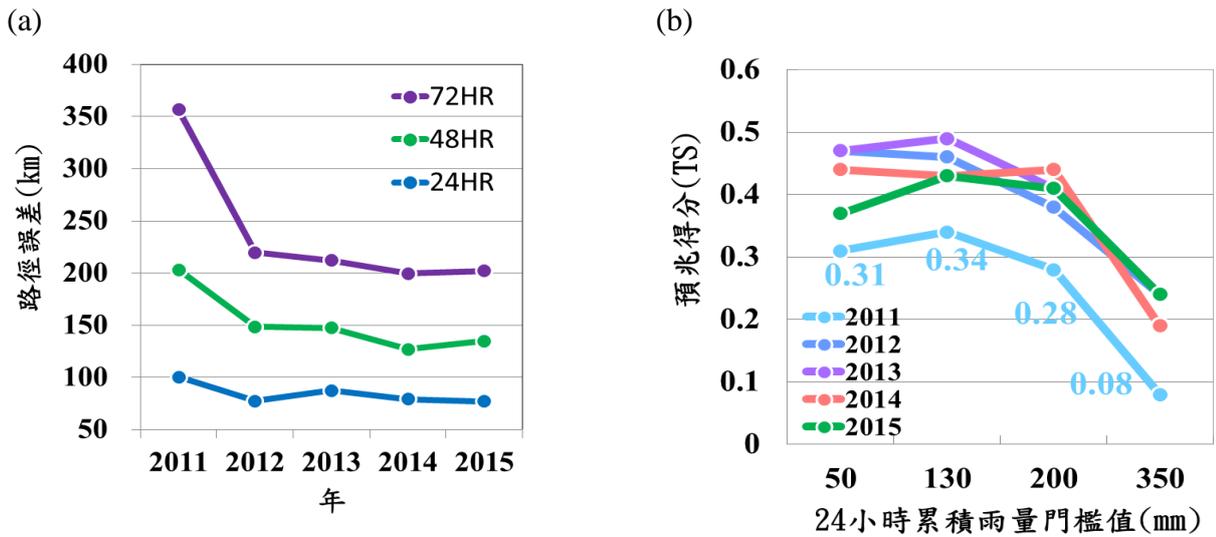


圖 1、2011-2015 年台灣定量降雨系集預報實驗之(a)颱風路徑與(b)降雨預兆得分表現。

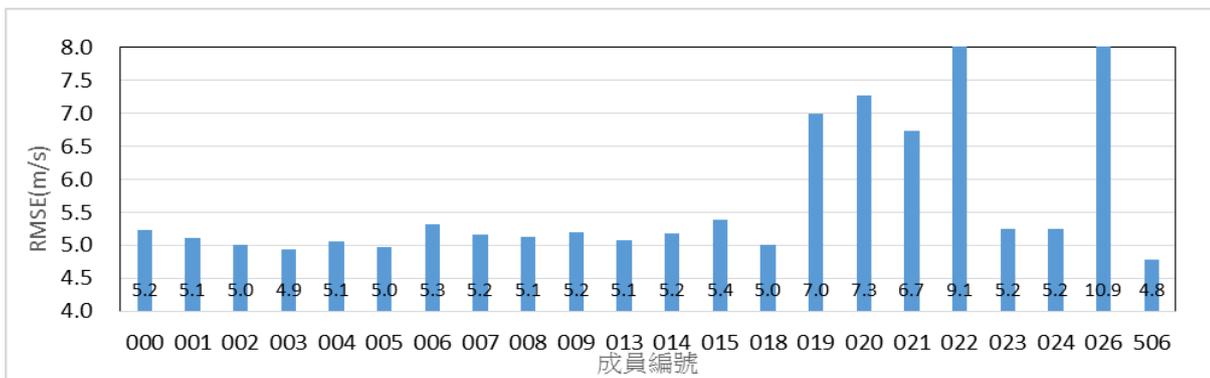


圖 2、分析 10 個預報初始時間，系集成員、系集平均(000)與最佳化系集平均(506)在 27 個測站，第 7 至 78 小時風速之方均根誤差。

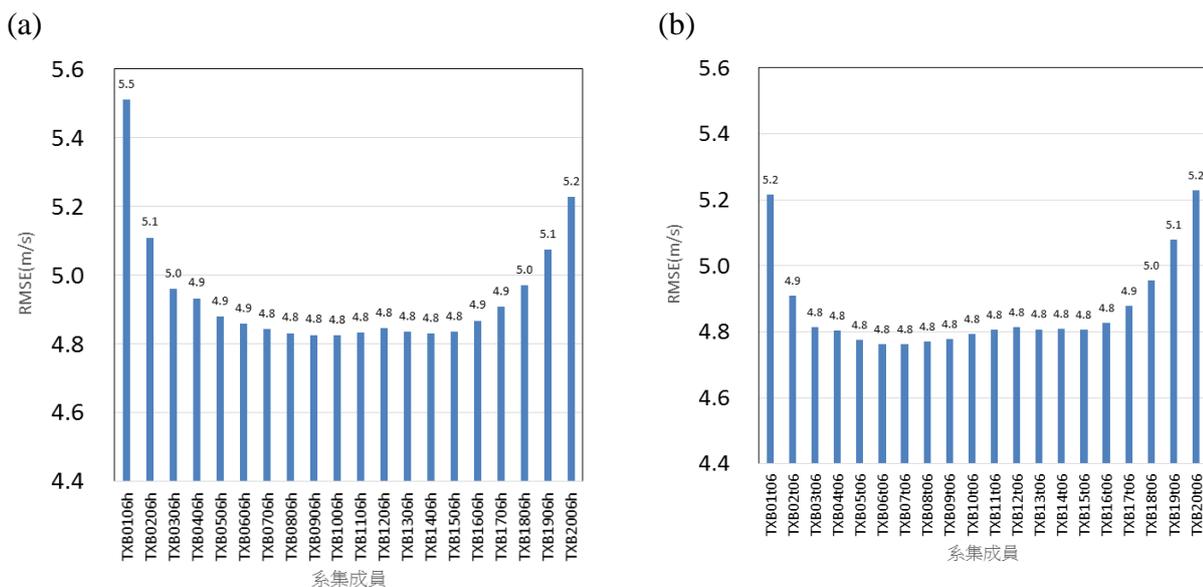
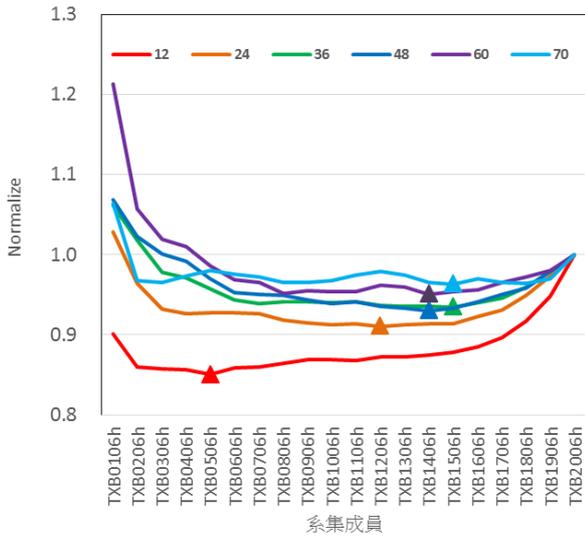


圖 3、不同最佳化策略之預報能力，(a)以第 6 小時預報能力挑選；(b)以第 1 至 6 小時平均預報能力挑選。

(a)



(b)

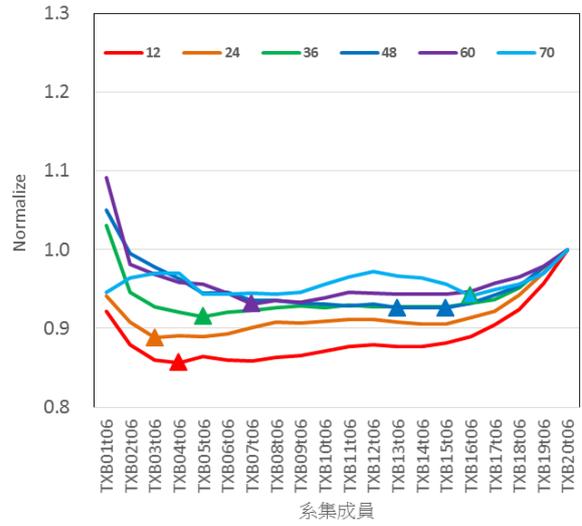


圖 4、不同最佳化策略在不同預報時段之改進幅度與20組系集平均進行正規化：(a)以第6小時預報能力挑選；(b)以第1至6小時平均預報能力挑選。

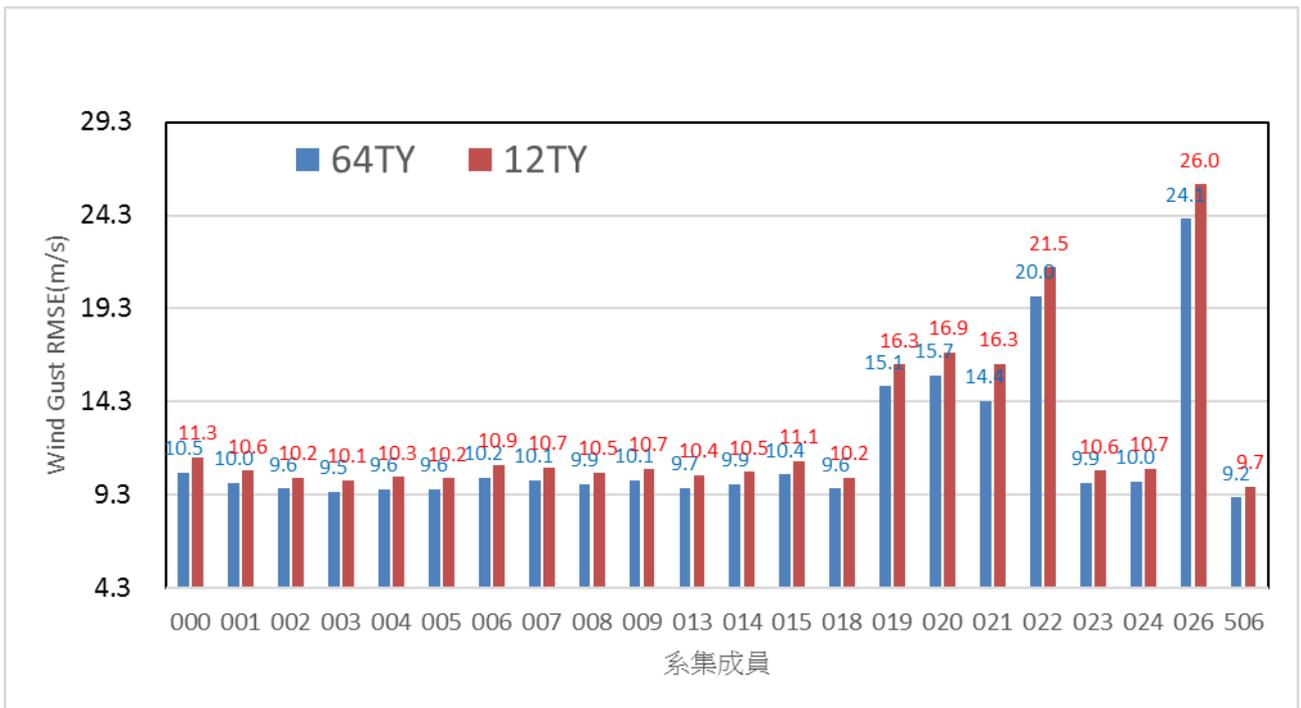


圖 5、系集成員、系集平均(000)與最佳化系集平均(506)以不同迴歸式推算之最大陣風均方根誤差，統計 2015 年蘇迪勒與杜鵑颱風共 10 個預報初始時間。

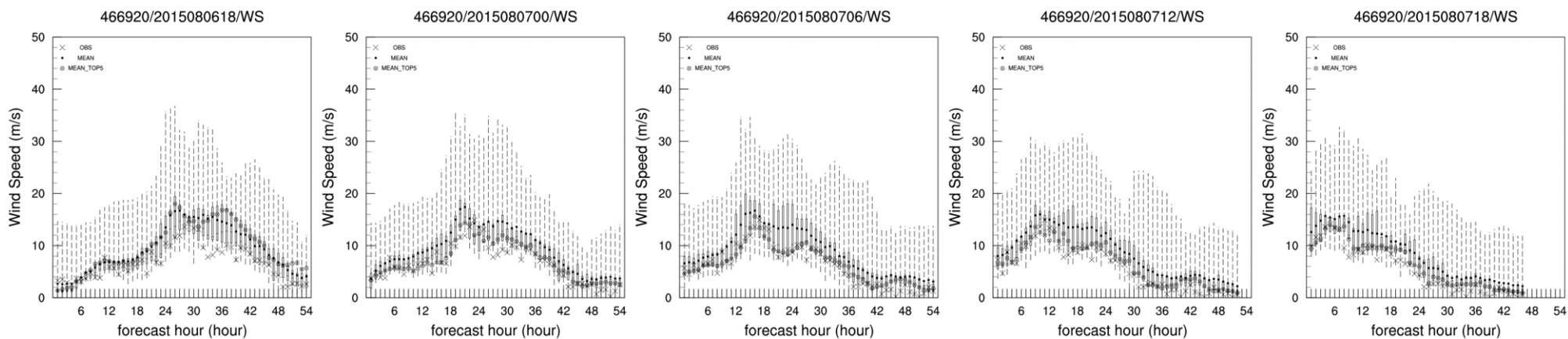


圖 6、台北站(466920)之系集成員(四分位)、系集平均(黑點)、最佳化系集平均(射入標籤)與觀測值(X)於蘇迪勒颱風 5 個預報初始時間之逐時變化。

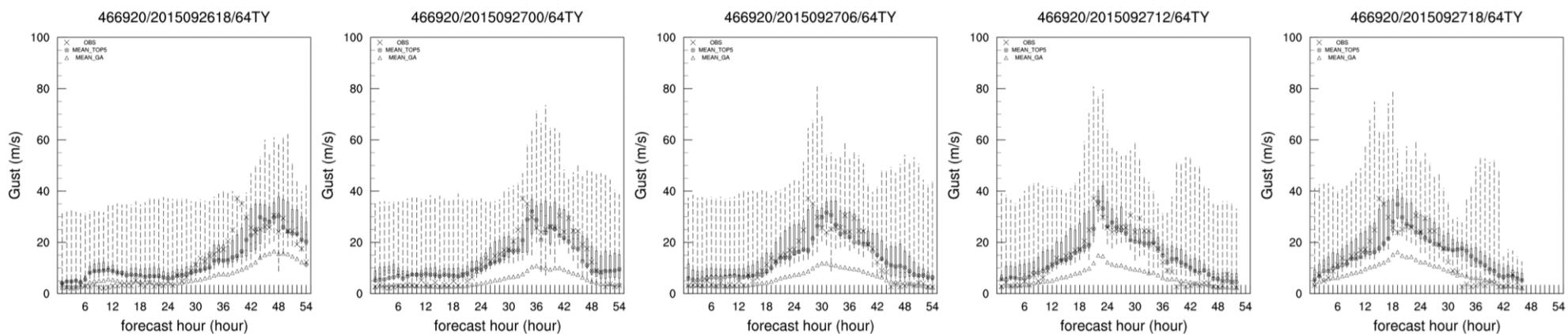


圖 7、以 64TY 迴歸式推估之最大陣風風速在台北站(466920)之逐時變化，四分位為系集成員，最佳化系集平均為射入標籤。基因遺傳演算法推算之最大陣風風速標示為三角形，X 為觀測值。