

全球衛星觀測降雨與雷達降雨資料之差異分析

The Analysis of Global Precipitation Measurement and QPESUMS Rainfall Data

沈志全¹ 張哲豪² 黃冠智¹ 陳冠文¹ 吳一平³
方圖科技股份有限公司¹ 國立臺北科技大學² 經濟部水利署³

摘要

全球降雨觀測計畫Global Precipitation Measurement (GPM)，是一個國際衛星群組架構，以熱帶降雨測量任務 (The Tropical Rainfall Measuring Mission, TRMM) 為基礎，所發展的新的全球降雨觀測技術。

相較於台灣目前有高密度雨量站、QPESUMS等完整的降雨資料可使用；目前在很多國家其降雨資料仍相對不完整。因此，藉由全球降雨觀測計畫(GPM)的資料應用，將有助於未來我國在水文氣象技術輸出的同時，有機會可以克服水文氣象分析所需要的基礎資料不足的問題。並且透過臺灣地面降雨量資料的修正及比對，亦有助於提升未來衛星產品的正確性與可靠度。同時也符合世界氣象局組織(WMO) 推動全球氣候服務框架中，對於水文氣象資料共享的政策。

在GPM所提供的衛星觀測降雨資料，其範圍涵蓋北南緯各60度，而空間解析度為0.1度。在資料傳輸上可透過FTP、OPeNDAP等傳輸機制進行共享。本研究應用水文氣象整合平台(FEWS_Taiwan)，進行GPM衛星遙測降雨量和QPESUMS降雨量資料的比對與分析。在案例上利用2014年至2017年，共7場颱風事件；搭配全台26流域集水區範圍，進行集水區平均降雨量成果探討，以作為後續長期資料分析參考。此外強化GPM資料應用，將有助於未來跨國水文分析與流量預報的合作。

關鍵字：GPM、衛星觀測降雨、QPESUMS、雷達降雨、雨量差異分析

一、前言

在水利署與中央氣象局及水保局合作發展「劇烈天氣監測系統」(QPESUMS)，所提供的雷達觀測降雨量搭配地面雨量站成果可以提供完整的降雨時間與空間分布資訊。

然而，在臺灣有完整的QPESUMS雷達降雨量資訊，但目前仍然有很多國家在降雨量觀測的能量仍然有限。因此，目前降雨量觀測技術除了透過雨量站、雷達等技術外，還有包含衛星觀測，因此若能藉由全球降雨觀測計畫，將有助於台灣瞭解鄰近國家的降雨情況。此外，由於目前在西太平洋與亞洲大陸之間臺灣是颱風路徑重要的位置點，若能透過地面降雨量的資料的修正與比對將有助於提升衛星產品的反演與修正工作，同時也符合世界氣象局組織(WMO)推動全球氣候服務框架，其在水文氣象資料共享的政策。

二、全球衛星降雨資料

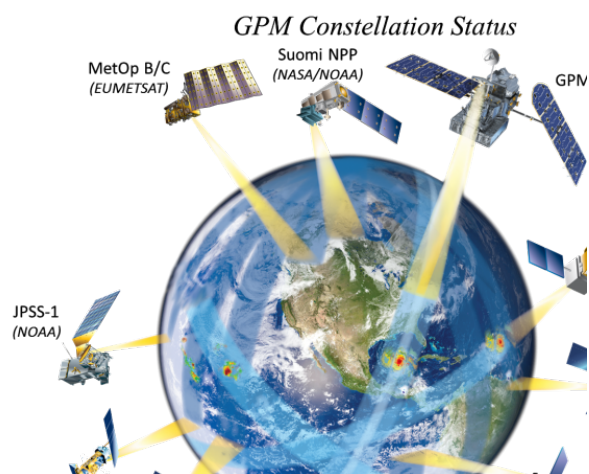
全球降雨觀測計畫全名為Global Precipitation Measurement (GPM)，是一個國際衛星網路群組架構 (圖1)，以熱帶降雨測量任務 (The Tropical Rainfall Measuring Mission, TRMM) 衛星基礎，所發展的新的全球降雨觀測技術。

GPM計畫主要由美國NASA和日本JAXA聯合發起，GPM發起的目標，藉此提昇降雨量監測的技術，並提高對地球水資源和能源循環的了解，以作為後續對於極端事件，與天然災害的預測參考。因此，除了美、日為主導單位，其他協力的研究單位包含：法國CNES、美國NOAA、印度ISRO、歐盟EUMETSAT 等研究單位。透過GPM計畫所共同定義的衛星新標準，其主動與被動感測器等技術，皆是後續在降雨監測衛星發展歷程的重要基礎，也期望標準化的規格制定，能夠讓後續各衛星雨量監測成果，可以趨近於一致。

為了因應GPM架構，在GPM衛星的規格設計上，搭載Ku/Ka波段之雙頻降水雷達(Dual-frequency Precipitation Radar, DPR)，並酬載一個多通道GPM微波成像儀(GPM Microwave

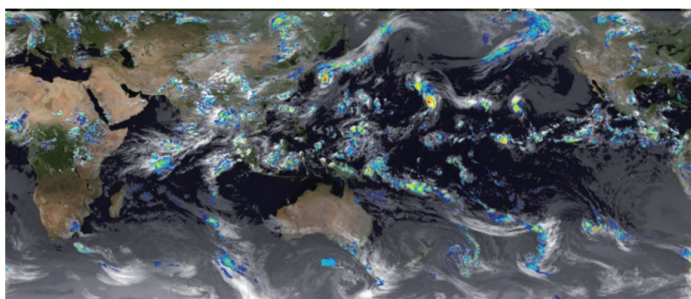
Imager, GMI), 透過多個作業化與研究用的衛星, 來測量降水量。

資料供應方面, 在GPM架構所產生的觀測降雨組合後, 其分布狀況如圖2所示, 範圍涵蓋北南緯各60度範圍, 而空間解析度為0.1度, 時間解析度有含天、小時、半小時等三種; 而以JAXA供應產品可提供即時、近即時、標準、再分析、地面站校正等版本。在資料傳輸上, 則可透過FTP、OPeNDAP等傳輸機制進行共享。在本文使用資料以標準(GSMaP_MVK)V7小時資料版本, 進行資料分析與比對。



圖片來源: NASA GPM

圖1 GPM 衛星群組架構



資料時間: 2014年8月20日

圖片資料來源: JAXA

圖2 GPM 衛星觀測降雨組合後成果

三、衛星降雨與雷達降雨量比對

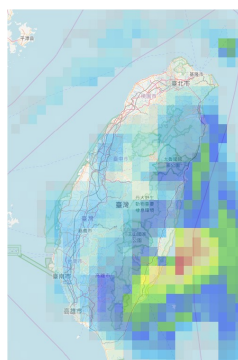
3.1 颱風事件成果挑選

為比較衛星降雨與雷達降雨其降雨量之間的差異性, 利用GPM衛星遙測降雨量和QPESUMS降雨量進行流域集水區降雨量成果比對, 藉此評估衛星降雨與雷達降雨一降雨量之差異, 故共收集2014至2017年共7場颱風事件, 如表1所示, 總共1200個

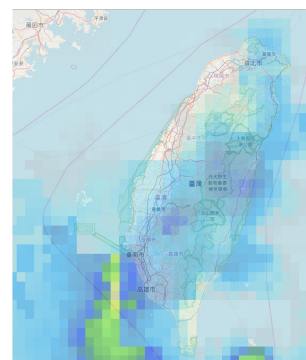
檔案。如圖3為不同颱風事件之衛星觀測降雨資料空間分布成果。

表1 衛星遙測降雨量收集案例

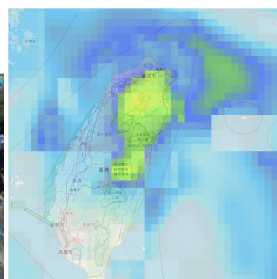
場次	年份	颱風名稱	警報時間	檔案數量
1	2017	尼莎、海棠	07/25~07/30	192
2	2016	梅姬	09/25~09/29	168
3	2016	莫蘭蒂	09/12~09/15	144
4	2015	蘇迪勒	08/06~08/10	168
5	2015	杜鵑	09/26~09/30	168
6	2014	麥德姆	07/21~07/25	168
7	2014	鳳凰	09/18~09/23	192



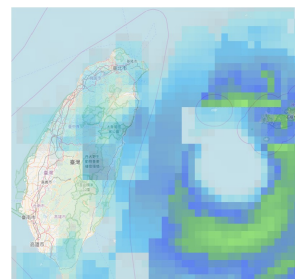
2014年麥德姆颱風



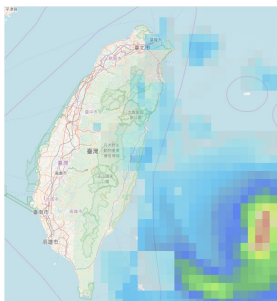
2014年鳳凰颱風



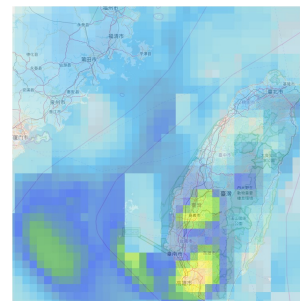
2015年蘇迪勒颱風



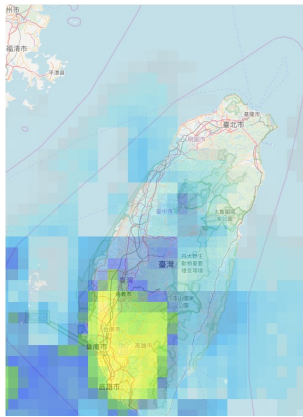
2015年杜鵑颱風



2016年莫蘭蒂颱風



2016年梅姬颱風



2017年尼莎、海棠颱風

圖3 颱風豪雨事件之衛星降雨量空間展示

3.2 降雨量之差異性比較

延續前面全球衛星降雨資料來源，利用2014年~2017年共7場颱風事件，進行成果比對分析流程。颱風對應名稱與資料計算起迄時間，如表2所示。

分析流程為利用雷達降雨與衛星觀測降雨量，計算流域與水位站上游集水區 72 小時平均降雨量。接著以雷達觀測降雨為基準值，而衛星降雨量為比較值進行計算。如圖4、圖5所示為淡水河流域與卑南溪流域，雷達降雨量與衛星觀測降雨量計算之降雨組體圖成果。各流集水區對應的降雨量計算完成後接著進行 R^2 決定係數，與 Nash-Sutcliffe efficiency coefficient，NS 效率係數計算。並且依序將2014~2017年案例完成運算。

將計算成果彙整如表3與

表4所示，由表格中可以發現：2014年麥德姆颱風、鳳凰颱風與2016年莫蘭蒂颱風三場事件中， R^2 決定係數較低，其它4場事件成果 R^2 決定係數較高，在NS效率係數也有相同的趨勢。從上述集水區 R^2 決定係數計算成果，可以發現高屏溪、蘭陽溪、淡水河、和平溪、卑南溪、曾文溪、東港溪、濁水溪、八掌溪、大甲溪、急水溪、朴子溪等流域，衛星觀測降雨與雷達觀測降雨量之成果，在 R^2 決定係數與NS效率係數較理想。而四重溪、中港溪、花蓮溪流域成果為較為不理想。而卑南溪與淡水河流域決定係數成果，如圖6所示。

表2 案例與計算起迄時間

案例	颱風事件	起始時間	結束時間
1	麥德姆颱風	2014-07-21 08:00	2014-07-24 00:00
2	鳳凰颱風	2014-09-19 13:00	2014-09-22 12:00
3	蘇迪勒颱風	2015-08-07 01:00	2015-08-10 00:00
4	杜鵑颱風	2015-09-28 01:00	2015-10-01 00:00
5	莫蘭蒂颱風	2016-09-13 01:00	2016-09-16 00:00
6	梅姬颱風	2016-09-26 13:00	2016-09-29 12:00
7	尼莎-海棠颱風	2017-07-29 01:00	2017-07-31 00:00

表3 各流域 R^2 決定係數計算成果

	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017
事件	麥德姆 颱風	鳳凰 颱風	蘇迪勒 颱風	杜鵑 颱風	莫蘭蒂 颱風	梅姬 颱風	尼莎 海棠 颱風
淡水河	0.337	0.17	0.674	0.818	0.385	0.857	0.533
鳳山溪	0.194	0	0.581	0.444	0.212	0.77	0.302
頭前溪	0.224	0.001	0.507	0.491	0.293	0.688	0.256
中港溪	0.252	0.005	0.162	0.299	0.127	0.565	0.02
後龍溪	0.046	0.008	0.39	0.509	0.162	0.781	0.033
大安溪	0.214	0.002	0.673	0.688	0.273	0.718	0.314
大甲溪	0.564	0.016	0.441	0.766	0.275	0.385	0.461
烏溪	0.563	0.002	0.258	0.314	0.171	0.357	0.405
濁水溪	0.404	0.032	0.36	0.578	0.26	0.76	0.707
北港溪	0.247	0.037	0.531	0.404	0.045	0.332	0.82
朴子溪	0.287	0.039	0.446	0.527	0.088	0.602	0.902
八掌溪	0.368	0.058	0.423	0.636	0.089	0.586	0.887
急水溪	0.29	0.063	0.528	0.486	0.086	0.581	0.86
曾文溪	0.406	0.023	0.582	0.831	0.144	0.581	0.737
鹽水溪	0.327	0.023	0.657	0.717	0.203	0.153	0.639

二仁溪	0.24	0.08	0.489	0.522	0.147	0.326	0.366
高屏溪	0.295	0.493	0.6	0.841	0.78	0.583	0.692
東港溪	0.117	0.47	0.363	0.453	0.723	0.372	0.615
林邊溪	0.148	0.142	0.256	0.299	0.589	0.361	0.459
四重溪	0.088	0.127	0	0.067	0.385	0.091	0.465
阿公店溪	0.289	0.111	0.399	0.46	0.187	0.477	0.395
卑南溪	0.678	0.23	0.727	0.827	0.459	0.332	0.424
秀姑巒溪	0.43	0.378	0.165	0.544	0.232	0.213	0.408
花蓮溪	0.362	0.272	0.149	0.255	0.306	0.423	0.1
和平溪	0.602	0.615	0.372	0.755	0.357	0.535	0.537
蘭陽溪	0.549	0.371	0.58	0.838	0.456	0.808	0.275

濁水溪	0.332	-3.635	0.171	0.467	-0.228	0.207	0.662
北港溪	-0.364	-0.163	0.441	0.364	-3.715	0.149	0.809
朴子溪	0.096	-2.237	0.041	0.431	-2.426	0.506	0.852
八掌溪	0.294	-3.615	0.282	0.517	-4.295	0.561	0.837
急水溪	0.196	-2.048	0.024	0.442	-1.467	0.579	0.78
曾文溪	0.336	-2.208	0.484	0.712	-1.569	0.556	0.607
鹽水溪	-0.003	-4.878	0.614	0.714	0.035	0.125	0.624
二仁溪	0.149	-2.556	0.428	-0.128	-0.158	0.282	0.24
高屏溪	0.141	-0.539	0.396	0.814	0.76	0.572	0.49
東港溪	0.039	0	0.191	-0.495	0.61	-0.425	0.531
林邊溪	0.055	-0.006	-0.034	0.256	0.273	0.259	0.108
四重溪	-1.726	0.007	-0.159	-2.895	0.299	-1.575	0.212
阿公店溪	0.154	-3.16	0.367	-0.679	0.144	0.452	0.218
卑南溪	0.637	0.176	0.662	0.536	0.059	-0.744	0.146
秀姑巒溪	0.278	0.371	-0.272	-3.109	-0.314	-2.263	-0.245
花蓮溪	0.217	0.252	-1.049	-1.045	-0.198	-0.303	-2.36
和平溪	0.15	0.612	0.108	0.716	-0.09	0.277	0.178
蘭陽溪	0.225	0.259	0.548	0.524	0.257	0.523	0.197

表4 各流域 NS 效率係數計算成果

	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017
	麥德姆 颱風	鳳凰 颱風	蘇迪勒 颱風	杜鵑 颱風	莫蘭蒂 颱風	梅姬 颱風	尼莎 海榮 颱風
淡水河	0.187	-0.143	0.602	0.743	0.199	0.827	0.418
鳳山溪	-0.621	-1.516	0.563	0.034	-33.547	0.34	-0.898
頭前溪	-0.237	-1.233	0.304	0.188	-19.947	0.568	0.237
中港溪	-0.189	-0.385	-0.205	0.123	-27.061	-0.685	-0.185
後龍溪	-0.969	-0.275	-0.099	0.456	-29.867	0.756	-0.137
大安溪	0.149	-2.716	0.368	0.675	-10.075	0.399	0.291
大甲溪	0.266	-2.869	-0.011	0.678	-0.821	-0.124	0.427
烏溪	0.456	-1.329	-0.204	-0.201	-4.271	-1.332	0.309

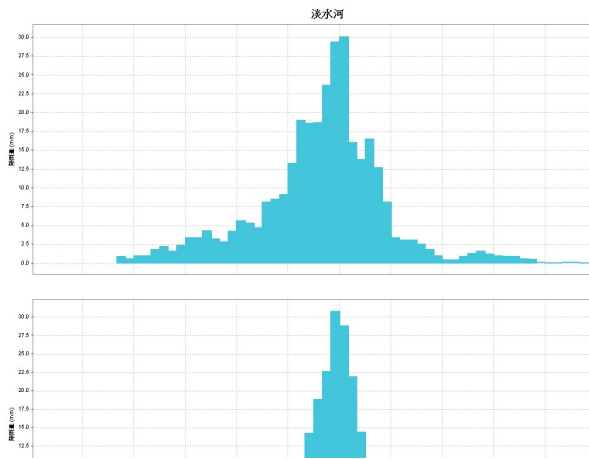


圖4 淡水河流域集水區平均降雨量

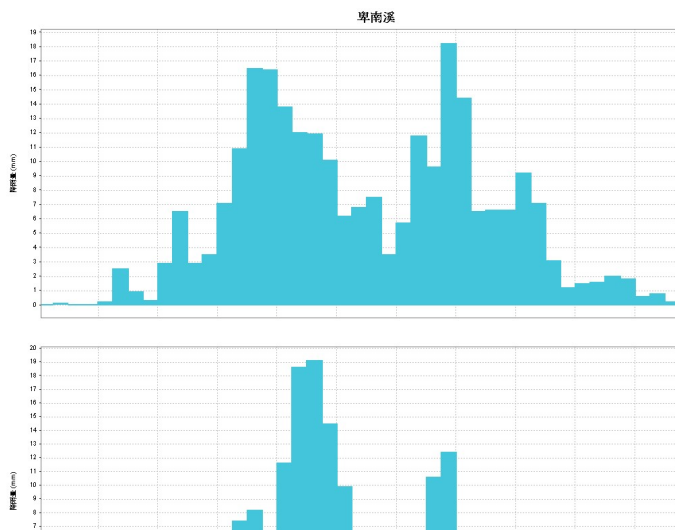


圖5 卑南溪流流域集水區平均降雨量

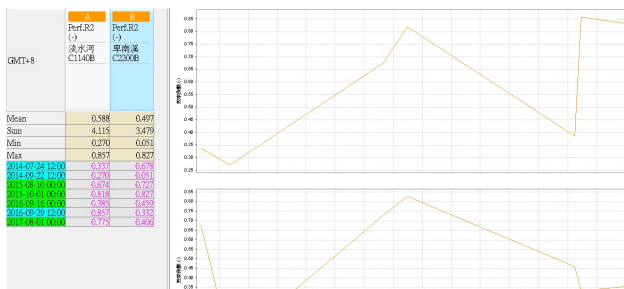


圖6 淡水河與卑南溪流流域 R² 決定係數計算成果

四、結論與建議

本研究使用JAXA的衛星降雨量資料產品與QPESUMS資料成果進行比對，初步比對上可發現以事件進行分類在2014年麥德姆颱風、鳳凰颱風與2016年莫蘭蒂颱風之成過較為不理想。而以流域進行比對則可發現高屏溪、蘭陽溪、淡水河、和平溪、卑南溪、曾文溪、東港溪、濁水溪、八掌溪、大甲溪、急水溪、朴子溪流流域較佳。由於兩種資料觀測

上為不同觀測資料來源與空間解析度尺度上也有所不同，後續可以應用雷達降雨量成果搭配衛星關降雨量成果進行數值上修正與調整，並可採用JAXA應用GsMap不同降雨量產品成果，進行更長時間的成果與案例探討與比對，以有效提升分析成果的可靠度。

此外，由於西太平洋與亞洲大陸之間，臺灣是颱風路徑重要的位置點，透過臺灣地面降雨量的資料的修正與比對，將有助於提升衛星產品的反演與修正工作。也符合世界氣象局組織(WMO)推動全球氣候服務框架，在水文氣象資料共享的政策。本研究將持續進行衛星降雨量長時間資料比對與分析工作，未來能有助於提升臺灣在國際跨國水文分析與預報的參與工作。

五、誌謝

本研究感謝經濟部水利署計畫『雷達降雨網格式資料於水文氣象觀測整合平台之多元增值應用(1/2)』在經費上的補助。同時感謝中央氣象局衛星中心同仁在資料與技術上的支援與協助。

六、參考文獻

1. 經濟部水利署，「雷達觀測資料及多水文模式於水文氣象觀測整合平台之增值應用(1/2)」，國立臺北科技大學，民國103年。
2. 經濟部水利署，「雷達觀測資料及多水文模式於水文氣象觀測整合平台之增值應用(2/2)」，國立臺北科技大學，民國104年。
3. 經濟部水利署，「雷達降雨資料與水文分析作業於水文氣象觀測整合平台之整合應用(1/2)」，國立臺北科技大學，民國105年。
4. 經濟部水利署，「雷達降雨資料與水文分析作業於水文氣象觀測整合平台之整合應用(2/2)」，國立臺北科技大學，民國106年。
5. 經濟部水利署，「雷達降雨網格式資料於水文氣象觀測整合平台之多元增值應用(1/2)」，國立臺北科技大學，民國107年。
6. 張哲豪、沈志全(2011)，「空間資訊應用於即時水文氣象模式整合平臺」，土木水利，4月，32-42。