

民國 105 年颱風調查報告一 第 16 號馬勒卡(MALAKAS)颱風(1616)

許玉金

中央氣象局氣象預報中心

摘 要

馬勒卡(MALAKAS)颱風是民國 105 年在西北太平洋海域發生的第 16 個颱風，也是該年中央氣象局發布警報的第 3 個颱風。9 月 12 日 12UTC 在關島東方海面形成後，向西北西方向移動，強度逐漸增強，暴風圈亦逐漸擴大，9 月 14 日 06UTC 增強至中度颱風，近中心最大風速 35m/s，7 級風暴風半徑 120 公里，颱風強度最強維持在中度颱風等級，近中心最大風速最大有達 45m/s，7 級風暴風半徑亦有擴大至 180 公里，最後，馬勒卡颱風在 20 日 12UTC 減弱為熱帶性低氣壓。中度颱風馬勒卡警報發布期間，中心雖未登陸，但也為臺灣北部及中部山區帶來不少豪雨，局部地區亦有強風出現。其中，在臺北市山區竹子湖氣象站，侵臺期間觀測最大累積雨量達 337.3 毫米；彭佳嶼氣象站出現最大瞬間風速(最大陣風)，測得 38m/s(13 級)，1 分鐘最大平均風速也有 28.1m/s(10 級)。另外，侵臺期間於臺北及臺東氣象站亦有觀測到焚風的現象。

從颱風路徑預測校驗顯示，此次中央氣象局官方對於馬勒卡颱風之預報位置平均誤差分別為 24 小時 61 公里，48 小時 152 公里及 72 小時 221 公里。路徑預報誤差表現和各國主觀及動力客觀模式相比較，中央氣象局在 24 小時的預報表現誤差較小，略差於北京主觀預報，其餘表現不佳，有很大的改進空間。

關鍵詞：馬勒卡、中度颱風、路徑預測校驗

一、前言

馬勒卡(MALAKAS)颱風，編號 1616，係於民國 105 年 9 月 12 日 12UTC 在關島東方海面生成，隨後即朝向西北西方向前進，於 9 月 15 日 18UTC 轉往西北方向移

動，9 月 16 日 18UTC 颱風移動到臺灣東部外海，並轉向偏北方向前進，於 9 月 17 日 18UTC 轉往東北方向移動遠離臺灣，其生命期共維持了 7 天又 20 個小時，於 9 月 20 日 12UTC 減弱為熱帶性低氣壓。颱風生

命初期大多沿著副熱帶高壓南緣移動，在 9 月 16 日臺灣東部外海轉偏北移動，對臺灣的威脅較為降低，颱風雖未登陸，影響期間也無造成重大的人員傷亡及災情損失，但仍為北臺灣山區帶來不少的降雨及強風，行徑的過程也造成臺北及臺東有焚風現象出現。馬勒卡颱風在 9 月 13 日 18UTC 成形，並於 9 月 14 日 06UTC 增強為中度颱風，在臺灣東部外海轉北移動，颱風行進過程中心並無登陸，但暴風圈影響下仍為北臺灣部分地區帶來豪雨及強風，中部山區亦有豪雨出現。颱風警報發布期間，累積雨量最大值是出現在臺北山區的竹子湖，雨量達 337.5 毫米；風力方面，彭佳嶼出現 13 級的瞬間風速，最大平均風也有達 10 級。

本報告以說明馬勒卡颱風的發生經過、強度變化以及颱風侵臺時中央氣象局所屬各氣象站之氣象要素變化為重點，並校驗各種主、客觀颱風預報方法的誤差及表現。

二、颱風的發生經過及處理過程

馬勒卡颱風為民國 105 年在西北太平洋海域發生的第 16 號颱風，也是該年度本局所發布警報的第 3 個颱風，在恆春東南東方，即菲律賓東方海面上形成(北緯 18.7 度、東經 126.2 度)。圖 1 是馬勒卡颱風生成後的路徑圖，表 1 為警報期間的詳述發布紀錄，整體而言，馬勒卡颱風的警報發布

處理過程相對單純。

馬勒卡颱風形成後，即沿著太平洋高壓南緣向西北西移動，強度在 9 月 14 日 06UTC 增強為中度颱風，並持續往臺灣靠近，此時的最高平均風速約 35m/s，7 級風暴風半徑為 120 公里。9 月 15 日 12UTC 最高平均風速增強至 40m/s；18UTC 時之 7 級風暴風半徑擴大至 150 公里。中央氣象局遂於 9 月 15 日 23 時 30 分針對臺灣東部海面、臺灣東南部海面(含綠島、蘭嶼)及巴士海峽發布了海上颱風警報，至 9 月 16 日 8 時 30 分發布了海上陸上颱風警報，陸地警戒區域包括了臺東縣(含綠島及蘭嶼)及花蓮縣，海上警戒區域也增加了臺灣北部海面。隨著颱風持續向西北西並於 9 月 16 日 12UTC 轉偏北移動，海上陸上警戒區陸續增加了臺灣北部海面及臺中、南投以北及宜蘭地區。9 月 17 日 12UTC 馬勒卡颱風轉往東北移動朝日本琉球群島前進，臺灣遂逐漸脫離其暴風圈，並於 9 月 18 日 2 時 30 分解除陸上颱風警報，8 時 30 分解除海上颱風警報(馬勒卡颱風之警報發布情形如表 1 所示)，最後颱風在 9 月 20 日 12UTC 減弱為熱帶性低氣壓。

颱風警報發布期間，有關馬勒卡颱風之路徑、強度變化情形如表 2 所示，中央氣象局衛星中心亦提供逐時定位資料(表 3)以供颱風小組定位之參考。

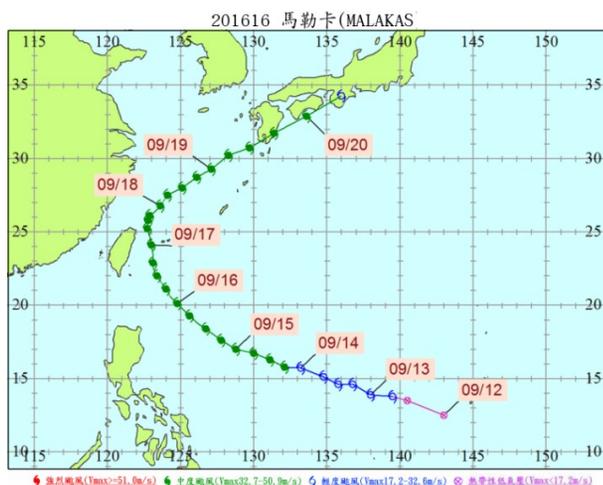


圖 1. 馬勒卡(MALAKAS)颱風的最佳路徑圖。

Fig 1. The best track of typhoon MALAKAS.

表 1. 馬勒卡颱風警報發布經過一覽表。

Table 1. Warnings issued by CWB for typhoon MALAKAS.

警報種類	報數	發布時間			警戒區域		備註
		日	時	分	海上	陸上	
海上	1	15	23	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面(含綠島、蘭嶼)及巴士海峽		中度
海上	2	16	2	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面(含綠島、蘭嶼)、臺灣北部海面及巴士海峽		中度
海上	3	16	5	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面(含綠島、蘭嶼)、巴士海峽及臺灣北部海面		中度
海陸	4	16	8	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	臺東地區(含綠島、蘭嶼)及花蓮地區	中度
海陸	5	16	11	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮及臺東地區(含綠島、蘭嶼)	中度
海陸	6	16	14	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北及基隆地區	中度
海陸	7	16	17	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面(巴士海峽及臺灣北部海面)	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗及臺中地區	中度
海陸	8	16	20	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗及臺中地區	中度
海陸	9	16	23	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮及臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗、臺中及南投地區	中度

海陸	10	17	2	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗、臺中及南投地區	中度
海陸	11	17	5	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面、巴士海峽及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗、臺中及南投地區	中度
海陸	12	17	8	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗、臺中及南投地區	中度
海陸	13	17	11	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺東地區(含綠島、蘭嶼)、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗、臺中及南投地區	中度
海陸	14	17	14	30	臺灣東北部海面、臺灣東南部海面及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺北、新北、基隆、桃園、新竹、苗栗、臺中及南投地區	中度
海陸	15	17	17	30	臺灣東北部海面及臺灣北部海面	宜蘭、花蓮、臺北、新北、基隆、桃園及新竹地區	中度
海陸	16	17	20	30	臺灣東北部海面及臺灣北部海面	宜蘭、臺北、新北、基隆及桃園地區	中度
海陸	17	17	23	30	臺灣東北部海面及臺灣北部海面	臺北、新北及基隆地區	中度
海上	18	18	2	30	臺灣東北部海面及臺灣北部海面		中度
海上	19	18	5	30	臺灣東北部海面及臺灣北部海面		中度
解除	20	18	8	30			中度

表 2. 馬勒卡颱風最佳路徑、強度變化及動向資料表。

Table 2. The best-track positions, intensity and movement of typhoon MALAKAS.

時間 (UTC)	緯度	經度	中心氣壓 (hPa)	移動方向 degree	移動速度 Km/hr	最大風速		暴風半徑	
						持續風 m/s	陣風 m/s	30kts km	50kts km
091200	12.5	143.0	1004			15	23	-	-
091212	13.5	140.5	1002	292	24	15	23	-	-
091218	13.5	139.4	998	270	20	18	25	120	-
091300	14.1	137.8	998	274	27	18	25	120	-
091306	14.6	136.8	988	301	25	23	30	120	-
091312	14.6	135.8	985	270	18	25	33	120	-
091318	15.0	134.7	982	297	20	28	35	120	-
091400	15.6	132.9	978	291	31	30	38	120	40
091406	15.8	132.1	965	275	19	35	45	120	40
091412	16.3	131.1	965	298	20	35	45	120	40
091418	16.7	130.0	965	291	21	35	45	120	40
091500	17.0	128.8	965	285	22	35	45	120	40
091506	17.6	127.8	965	302	21	35	45	120	40
091512	18.4	126.7	950	307	24	40	50	120	50
091515	18.7	126.2	950	302	20	40	50	120	50
091518	19.3	125.6	950	317	30	40	50	150	50
091521	19.8	125.1	950	317	25	40	50	150	50
091600	20.1	124.8	950	317	15	40	50	150	50
091603	20.6	124.3	950	317	25	40	50	150	50
091606	21.1	124.0	945	331	21	43	53	150	50
091609	21.5	123.7	945	325	18	43	53	150	50

091612	22.0	123.4	945	331	21	43	53	150	50
091615	22.5	123.1	940	331	21	45	55	180	60
091618	22.9	123.1	940	360	14	45	55	180	60
091621	23.5	123.1	940	360	22	45	55	180	60
091700	24.1	123.0	940	351	22	45	55	180	60
091703	24.7	122.9	940	351	22	45	55	180	60
091706	25.2	122.7	940	340	19	45	55	180	60
091709	25.7	122.7	940	360	18	45	55	180	60
091712	25.9	122.7	940	42	5	45	55	180	60
091715	26.0	122.8	950	360	7	40	50	150	60
091718	26.1	122.9	950	42	5	40	50	150	60
091721	26.4	123.2	950	42	15	40	50	150	50
091800	26.8	123.5	950	34	17	40	50	150	50
091806	27.4	124.2	950	32	15	40	50	150	50
091812	28.0	125.1	950	60	19	40	50	150	50
091818	28.7	126.1	945	51	21	43	53	150	50
091900	29.3	127.1	945	55	19	43	53	150	50
091906	30.2	128.3	945	49	25	43	53	150	50
091912	30.7	129.7	945	67	24	43	53	150	50
091918	31.7	131.4	960	55	32	38	48	150	50
092000	32.9	133.6	965	57	41	35	45	150	50
092006	34.3	136.0	980	55	45	28	35	150	
092012	34.7	138.1	1002	57	33	15	23		

表 3. 中央氣象局氣象衛星中心對第 16 號馬勒卡颱風之中心定位表。

Table 3. Eye-fixes for Typhoon MALAKAS by the Satellite Center of CWB.

時間(UTC)		中心位置		強度估計		定位
月日	時	緯度	經度	T	CI	準確度
911	2350	12.7	143.1	1.5	1.5	poor
912	0550	13.0	141.8	2.0	2.0	poor
912	1150	13.5	140.6	2.0	2.0	poor
912	1750	13.5	140.0	2.0	2.0	poor
912	2050	13.8	138.6	2.5	2.5	poor
912	2350	13.9	138.0	3.0	3.0	poor
913	0250	14.4	137.4	3.0	3.0	poor
913	0550	14.7	136.8	3.5	3.5	poor
913	0850	14.6	136.5	3.5	3.5	poor
913	1150	14.6	136.1	3.5	3.5	poor
913	1450	14.7	135.4	3.5	3.5	poor
913	1750	15.1	134.9	3.5	3.5	poor
913	2050	15.4	134.2	3.5	3.5	poor
913	2350	15.4	133.2	4.0	4.0	fair
914	0250	15.4	132.7	4.0	4.0	fair

914	0550	15.5	132.1	4.0	4.0	fair
914	0850	16.0	131.9	4.0	4.0	fair
914	1150	16.4	131.0	4.5	4.5	poor
914	1450	16.4	130.4	4.5	4.5	poor
914	1750	16.7	129.9	4.5	4.5	poor
914	1850	16.7	129.6	4.5	4.5	poor
914	2050	16.8	129.1	4.5	4.5	poor
914	2350	16.8	128.8	4.5	4.5	poor
915	0250	17.1	128.4	4.5	4.5	poor
915	0550	17.6	127.8	4.5	4.5	poor
915	0850	18.0	127.3	4.5	4.5	poor
915	1150	18.4	126.7	5.0	5.0	fair
915	1450	18.7	126.2	5.0	5.0	fair
915	1550	18.8	126.1	5.0	5.0	fair
915	1650	19.1	125.9	5.0	5.0	fair
915	1750	19.2	125.6	5.0	5.0	fair
915	1850	19.3	125.4	5.0	5.0	fair
915	1950	19.5	125.3	5.5	5.5	fair
915	2050	19.6	125.3	5.5	5.5	fair
915	2150	19.8	125.0	5.5	5.5	fair
915	2250	20.0	124.9	5.5	5.5	fair
915	2350	20.2	124.7	5.5	5.5	fair
916	0050	20.3	124.6	5.5	5.5	fair
916	0150	20.4	124.4	5.5	5.5	fair
916	0250	20.5	124.3	5.5	5.5	fair
916	0350	20.7	124.2	5.5	5.5	good
916	0450	20.9	124.1	5.5	5.5	good
916	0550	21.0	124.0	5.5	5.5	good
916	0650	21.2	123.9	5.5	5.5	good
916	0750	21.4	123.8	5.5	5.5	good
916	0850	21.5	123.7	5.5	5.5	good
916	0950	21.7	123.6	5.5	5.5	good
916	1050	21.9	123.5	5.5	5.5	good
916	1150	22.0	123.4	6.0	6.0	good
916	1250	22.2	123.3	6.0	6.0	good
916	1350	22.4	123.2	6.0	6.0	good
916	1450	22.5	123.1	6.0	6.0	good

916	1550	22.6	123.0	6.0	6.0	good
916	1650	22.7	123.0	6.5	6.5	good
916	1750	23.0	123.1	6.5	6.5	good
916	1850	23.1	123.1	6.5	6.5	good
916	1950	23.3	123.1	6.0	6.5	good
916	2050	23.5	123.1	6.0	6.5	good
916	2150	23.7	123.1	5.5	6.0	good
916	2250	23.9	123.0	5.5	6.0	good
916	2350	24.1	123.0	5.5	6.0	fair
917	0050	24.3	123.0	5.0	6.0	fair
917	0150	24.5	122.9	4.5	5.5	fair
917	0250	24.7	122.9	4.5	5.5	fair
917	0350	24.8	122.9	4.5	5.5	fair
917	0450	25.0	122.8	4.5	5.5	fair
917	0550	25.3	122.7	4.5	5.5	fair
917	0650	25.3	122.7	4.5	5.5	fair
917	0750	25.5	122.7	4.5	5.5	fair
917	0850	25.6	122.8	4.5	5.0	fair
917	0950	25.6	122.8	4.5	5.0	fair
917	1050	25.7	122.8	4.5	5.0	fair
917	1150	25.8	122.8	4.0	5.0	fair
917	1250	25.8	122.8	4.0	5.0	fair
917	1350	25.9	122.7	4.0	5.0	fair
917	1450	26.1	122.6	4.0	5.0	fair
917	1550	26.1	122.6	4.0	4.5	fair
917	1650	26.1	122.6	4.0	4.5	fair
917	1750	26.1	122.8	4.0	4.5	fair
917	1850	26.2	122.9	4.0	4.5	fair
917	1950	26.3	123.1	4.0	4.5	fair
917	2050	26.4	123.2	4.0	4.5	fair
917	2150	26.6	123.4	3.5	4.0	fair
917	2250	26.7	123.4	3.5	4.0	fair
917	2350	26.8	123.5	3.5	4.0	fair
918	0250	27.1	123.7	3.5	4.0	fair
918	0550	27.4	124.1	3.5	4.0	fair
918	0850	27.7	124.6	3.5	4.0	fair
918	1150	28.0	125.1	4.0	4.5	good
918	1450	28.3	125.6	5.0	5.5	good

918	1750	28.7	126.1	5.5	6.0	good
918	2050	29.0	126.7	5.5	6.0	good
918	2350	29.3	127.2	5.0	5.5	good
919	0250	29.7	127.7	5.0	5.5	good
919	0550	30.1	128.3	5.0	5.5	good
919	0850	30.5	129.1	4.5	5.0	good
919	1150	30.6	129.6	4.0	4.5	good
919	1450	31.0	130.4	4.0	4.5	fair
919	1750	31.7	131.3	3.5	4.0	fair
919	2050	32.0	132.2	3.5	4.0	poor
919	2350	32.8	133.4	3.0	3.5	poor
920	0250	33.2	134.3	3.0	3.5	poor
920	0550	34.3	135.9	3.0	3.5	poor
920	0850	35.2	137.5	3.0	3.5	poor
920	1150	34.7	138.1	2.0	3.0	poor

三、颱風強度及路徑探討

9月12日馬勒卡颱風即在菲律賓東方海形成，由15日至18日500百帕高度場00Z的時序變化(圖2)來看，馬勒卡颱風受到太平洋高壓的影響沿著南緣往西北西移動，在臺灣附近時沿高壓西側往北移動，而在18日時隨著高層北邊西風槽東移的影響，而牽引馬勒卡颱風往東北遠離。就強度來說，馬勒卡颱風在15日的近中心最大風速由35m/s增強至40m/s，16日由40m/s逐漸增強至45m/s，在17日時更增強至55m/s，且17日為影響臺灣地區降雨最為劇烈的一天。

馬勒卡颱風的強度發展可以參考圖3，颱風於12日12UTC生成，14日06UTC增強為中度颱風，估計中心最低氣壓及最大平均風速分別為940百帕及55m/s，暴風圈亦擴大到180公里。

由10天平均的海水溫度(如圖4)分析可知，馬勒卡颱風之移動路徑皆在海水溫度26°C至28°C附近移動，其海水溫度為有利颱風發展之因素之一，隨著颱風移動至臺灣東部海面時，仍維持其中度颱風的強度，但隨著移動的緯度越高，海水溫度降低而逐漸減弱。

由紅外線衛星雲圖顯示，馬勒卡颱風發展至17日12時30分(如圖5b)，颱風環流結構仍完整，且從臺灣東部海面北轉而上時，由於颱風中心位置離臺灣較遠，其暴風半徑並無明顯受地形影響而被破壞，雖中心風速有下降的情況，但颱風強度仍維持為中度颱風。直到17日23時30分，受北方高層槽線東移的影響，轉往東北方朝向日本琉球群島前進。臺灣地區及周邊海面才逐漸脫離其暴風圈，遂解除颱風海上陸上警報。最後於20日晚間8點(12UTC)解除颱風警報。

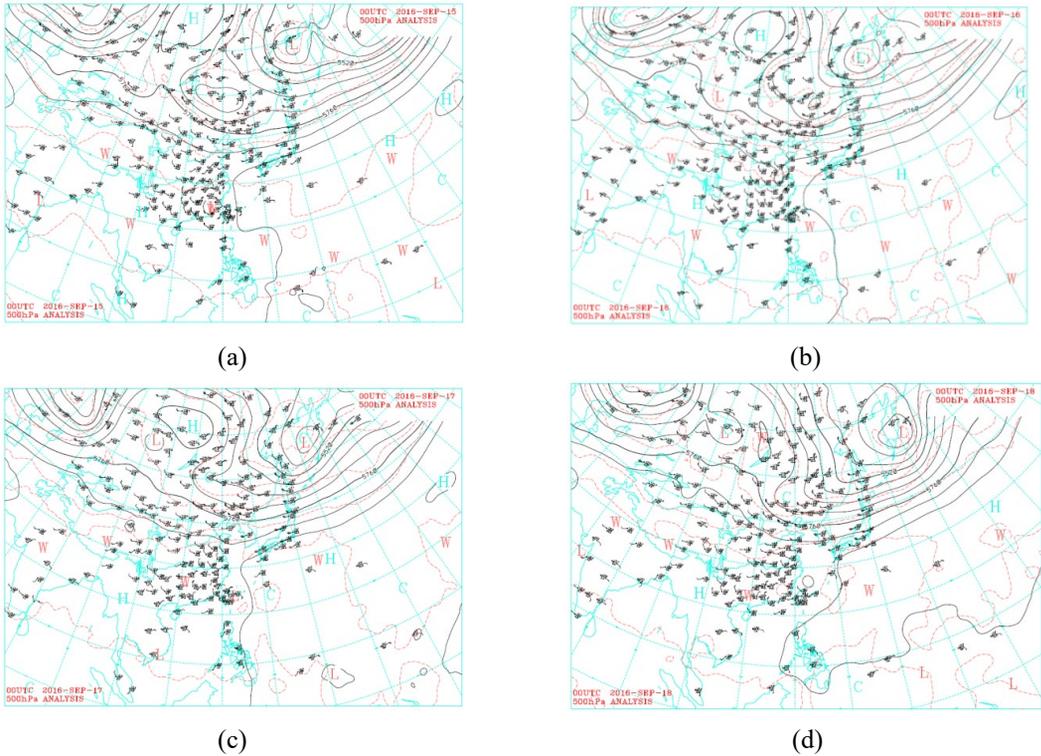


圖 2. 2016 年 9 月 15 日、16 日、17 日、18 日 00UTC 之 500 百帕高度場，黑線為高度場。
 Fig 2. The 500hPa geopotential height at (a)1500UTC (b)1600UTC (c)1700UTC (d)1800UTC Sep 2016.

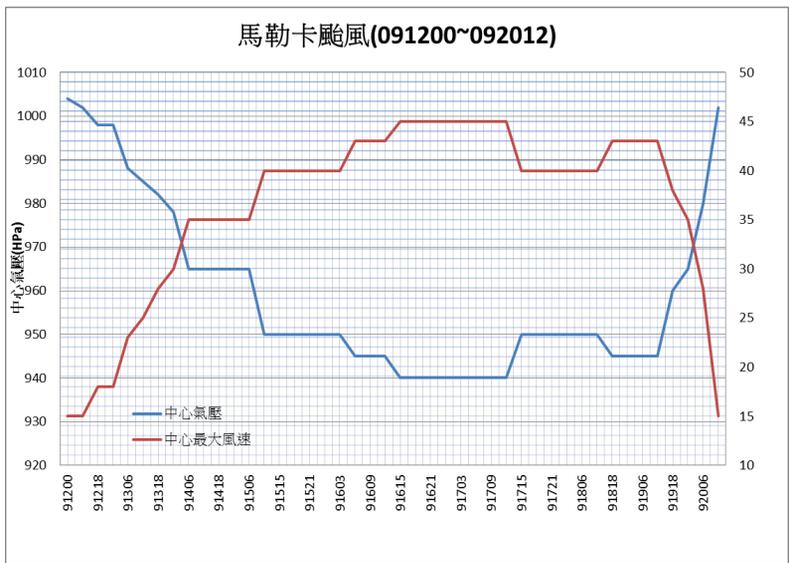


圖 3. 馬勒卡颱風中心氣壓及中心附近最大風速變化圖。
 Fig 3. The variation of the minimum pressure and maximum wind speed of typhoon MALAKAS.

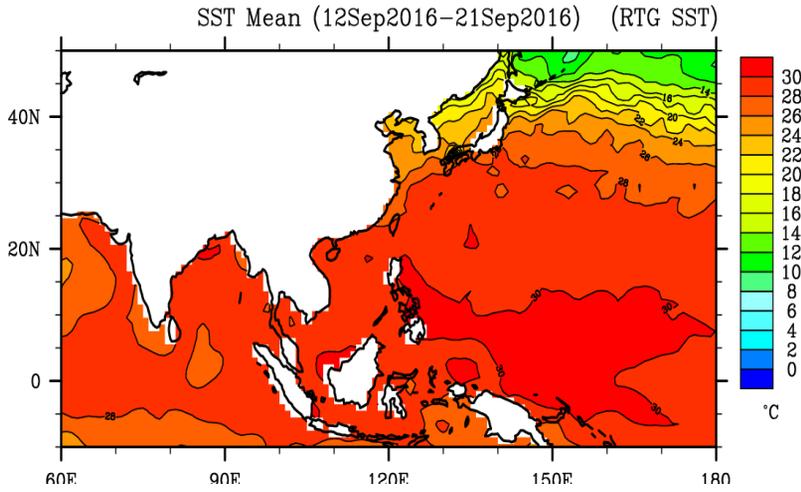


圖 4. 2016 年 9 月 12 日至 21 日 10 天平均的海水溫度。
 Fig 4. The 10-days (12 to 21 Sep 2016) mean sea surface temperature.

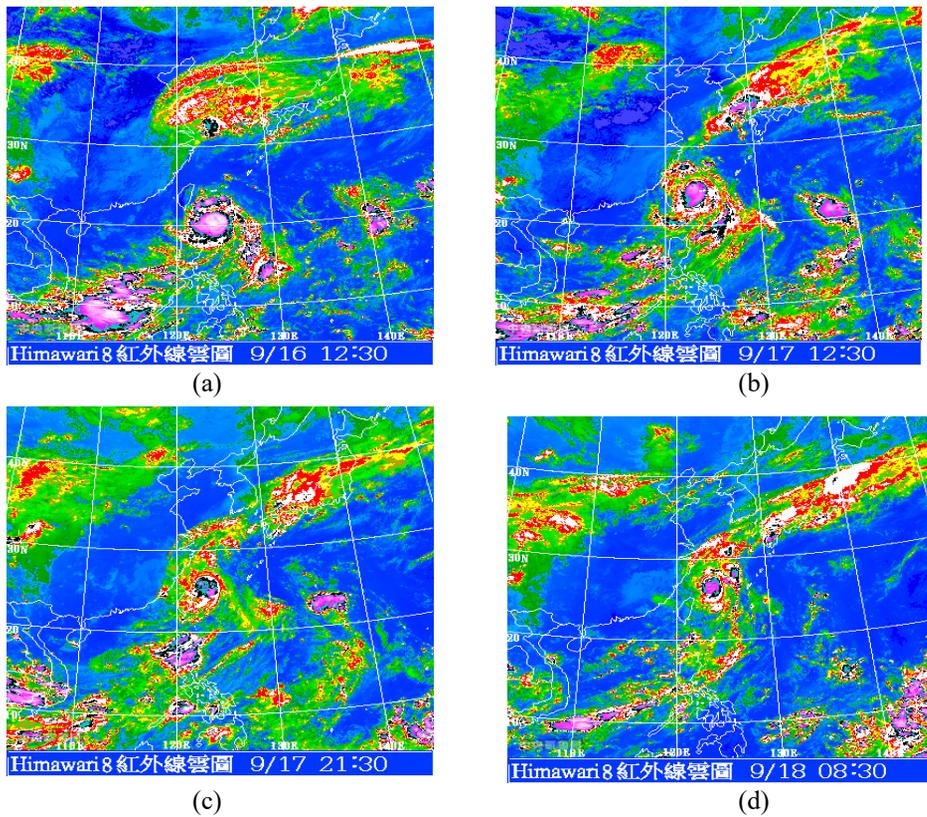


圖 5. 2016 年 9 月 16 至 18 日之的紅外線色調強化衛星雲圖。
 Fig 5. The MTSAT IR color enhanced satellite image at (a)161230 LST (b)171230 LST (c)172130 LST (d)180830 LST Sep 2016.

四、馬勒卡颱風影響期間各地氣象狀態

表 4 為馬勒卡颱風侵臺期間中央氣象局所屬各氣象站氣象要素統計表，圖 6 為馬勒卡颱風影響期間各地日雨量及總雨量分布情形(包含氣象站及自動站資料)。馬勒卡颱風侵臺期間的累積雨量極值區域，主要集中在大臺北山區及嘉義山區，最大降雨量為臺北市山區竹子湖的 337.3 毫米。風力方面，彭佳嶼測得 13 級的最大瞬間風力，最大陣風也有達 10 級。以下就此次颱風侵臺期間各地雨量分布及風力狀況作簡要分析如下：

(一) 降雨分析

表 5 及表 6 分別為中央氣象局各綜觀氣象站以及各自動雨量站 9 月 16 日至 18 日之日雨量及累積雨量統計圖。表 7 為颱風期間 9 月 16、17 日雷達回波圖。顯示 9 月 16 日臺灣地區主要受到颱風外圍螺旋雨帶的影響，宜蘭地區及北部山區、南部山區開始出現降雨。9 月 17 日隨著颱風逐漸在東部外海轉北移動，其外圍環流及螺旋雨帶造成迎風面北部山區及嘉義山區雨勢明顯加大，9 月 18 日颱風逐漸遠離。綜合所有自動站的觀測來看，颱風期間最大的累積雨量在臺北市山區竹子湖，累積雨量達 337.3 毫米，臺北市大屯山第二，累積雨量為 331 毫米。顯示馬勒卡颱風造成北部山區的降雨較為明顯。就以單日雨量來看，9 月 17 日颱風造成的降雨最多，其中嘉義山區有達豪雨以上等級，新北市、桃園市山區及南投有達大雨標準。整體而言，馬勒卡颱

風侵臺期間為北部及中部部分山區帶來豪雨以上的累積雨量。

(二) 風力分析

馬勒卡颱風為近中心最大風速 45m/s 的中度颱風，並維持其強度於臺灣東側北上，颱風中心並未登陸，但其暴風圈也為部分地區帶來了強勁風力。整個颱風期間，馬勒卡颱風的 7 級風暴風半徑最大有達 180 公里，由表 4 可見，颱風期間最大風力都在離島或山區，最大瞬間風速則出現在彭佳嶼，有達 13 級的瞬間風速，蘭嶼則出現了 11 級的瞬間風速。

(三) 焚風分析

馬勒卡颱風警報期間，位處環流背風側的臺北及臺東地區都有出現焚風(氣溫達 36 度，相對濕度小於 50%)的現象，圖 8 為臺北、臺東氣象站氣象要素逐時變化圖。9 月 16 日 11 時馬勒卡颱風正位於恆春半島東南方的海面上，其外圍環流正使臺北站吹西到西南風，因使得臺北氣象站在 9 月 16 日的 12 時 06 分觀測氣溫上升到 35.9 度，露點溫度亦有下降趨勢，相對濕度小於 50%，同時氣壓值亦有下降的情形，此焚風高溫出現時間短暫。隨著颱風移動，風向的偏轉，氣溫也隨之下降。9 月 17 日 12 時馬勒卡颱風移動到臺北東北部的海面上，伴隨的颱風環流在臺東站正好轉吹西南風，氣象站之溫度、相對溼度也開始出現顯著變化，氣溫快速上升，並於 9 月 17 日 13 時 20 分達到最高 36.1℃，同時段露點溫度亦呈現下降趨勢(相對溼度達 48%)。

五、各種颱風路徑預報法校驗

馬勒卡颱風之中央氣象局官方24小時預報位置平均誤差為61公里，48小時預報位置平均誤差分別為152公里，72小時預報位置平均誤差為221公里，與各國主觀路徑預報相比較(圖9至圖11)。在24小時路徑預報誤差上，相差約0到13公里，48小時路徑預報誤差上，相差約-16到43公里，除北京主觀預報(BABJ)外，其他各國主觀路徑預報皆比中央氣象局的預報路

徑誤差為大；72小時路徑預報上，以北京(BABJ)和日本(RJTD)的主觀路徑預報誤差最小，美軍(PGTW)和中央氣象局的主觀預報路徑次之。在客觀預報之參考資料中，與動力系集預報模式(JUNE)相比，中央氣象局之路徑預報在24、48及72小時路徑預報上，表現皆比動力預報模式為差。整體來說，中央氣象局於馬勒卡颱風期間，在24、48、72小時的預報路徑上皆有很大的改進空間。

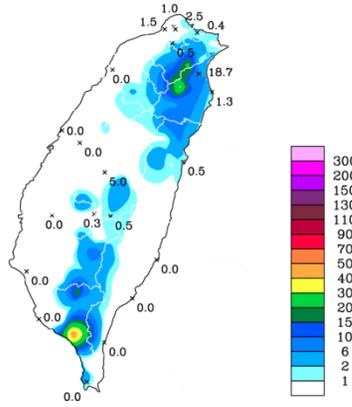
表4. 馬勒卡颱風期間氣象局各氣象站之氣象要素表。

Table 4. The meteorological elements summary of CWB stations during typhoon MALAKAS passage.

測站 站碼	測站 站名	最低氣壓		最高氣溫		最低濕度		最大瞬間風			最大平均風速			最大降水量			
		數值 (hPa)	時間 (LST)	數值 (°C)	時間 (LST)	數值 (%)	時間 (LST)	風速 (m/s)	風向 (度)	時間 (LST)	風速 (m/s)	風向 (度)	時間 (LST)	一小時 (mm)	起始時間 (LST)	十分鐘 (mm)	起始時間 (LST)
466910	鞍部	1404	2016/9/17 14:18	29.4	2016/9/16 12:38	69	2016/9/16 12:34	29.3	360	2016/9/17 19:37	15.9	350	2016/9/18 00:35	36.5	2016/9/17 17:48	9	2016/9/17 17:48
466920	臺北	999.8	2016/9/17 14:32	35.9	2016/9/16 12:06	49	2016/9/16 12:14	15.6	320	2016/9/17 21:26	6.3	290	2016/9/17 20:52	12	2016/9/17 18:35	4	2016/9/17 14:35
466930	竹子湖	1000.2	2016/9/17 15:06	30.2	2016/9/16 12:14	67	2016/9/16 12:40	19	350	2016/9/17 22:24	5.6	340	2016/9/17 22:26	33	2016/9/17 17:51	8	2016/9/17 17:53
466940	基隆	998.1	2016/9/17 15:15	34.1	2016/9/16 12:45	57	2016/9/16 12:19	19.6	340	2016/9/17 22:05	9.2	10	2016/9/17 09:26	7.9	2016/9/17 16:15	3.8	2016/9/17 02:36
466950	彭盛嶼	991.7	2016/9/17 17:18	31.1	2016/9/16 11:37	77	2016/9/17 11:51	38	320	2016/9/17 19:26	28.1	330	2016/9/17 17:28	23	2016/9/17 19:09	7	2016/9/16 16:10
466990	花蓮	996.5	2016/9/17 07:50	32.3	2016/9/16 12:39	58	2016/9/16 11:52	17.6	30	2016/9/17 05:17	10.4	50	2016/9/17 05:21	19.5	2016/9/17 01:48	7.5	2016/9/17 02:00
467050	新屋	1001.8	2016/9/17 14:23	31.9	2016/9/16 11:26	68	2016/9/16 10:05	17.1	360	2016/9/17 21:55	8.6	350	2016/9/17 21:55	10	2016/9/17 07:48	4.5	2016/9/17 08:17
467060	蘇澳	997.2	2016/9/17 13:46	31.1	2016/9/16 13:41	61	2016/9/18 00:07	21.1	250	2016/9/17 10:46	11.6	260	2016/9/17 11:52	14.7	2016/9/17 12:08	6.9	2016/9/17 09:50
467080	宜蘭	997	2016/9/17 13:29	32.6	2016/9/16 13:59	70	2016/9/17 08:06	13.1	270	2016/9/17 13:10	7.6	50	2016/9/17 06:07	9.7	2016/9/16 22:32	6.9	2016/9/16 23:11
467110	金門	1004	2016/9/17 14:46	32.4	2016/9/17 13:22	66	2016/9/18 02:25	11.6	360	2016/9/17 19:31	6.8	360	2016/9/17 19:37	37	2016/9/17 19:17	12.5	2016/9/17 19:43
467300	東吉島	1003.7	2016/9/17 03:07	30.5	2016/9/16 13:02	80	2016/9/16 18:29	9.7	310	2016/9/17 06:41	7.6	310	2016/9/17 06:41	0		0	
467350	澎湖	1003	2016/9/17 15:54	31.9	2016/9/16 10:50	67	2016/9/16 14:33	8.4	310	2016/9/17 09:11	4.6	300	2016/9/17 05:46	0		0	
467410	臺南	1003.5	2016/9/17 15:08	32.7	2016/9/16 14:14	59	2016/9/16 16:51	11.9	30	2016/9/16 09:49	7.1	320	2016/9/16 13:32	T	2016/9/17 11:48	T	2016/9/17 11:48
467440	高雄	1002.4	2016/9/16 17:43	33.3	2016/9/16 10:27	62	2016/9/16 10:10	11.9	330	2016/9/16 14:16	6.7	350	2016/9/16 15:28	0		0	
467480	嘉義	1003	2016/9/17 04:33	33.8	2016/9/16 12:21	59	2016/9/16 13:15	10.3	10	2016/9/16 10:25	6.3	20	2016/9/16 10:26	7.5	2016/9/17 08:20	6.5	2016/9/17 08:22
467490	臺中	1002	2016/9/17 03:54	33.8	2016/9/16 12:16	53	2016/9/16 13:43	9.7	20	2016/9/16 14:00	4.3	360	2016/9/16 16:16	6	2016/9/17 09:49	4	2016/9/17 10:15
467530	阿里山	3092.6	2016/9/17 04:35	20.4	2016/9/16 12:16	61	2016/9/16 11:35	13.4	260	2016/9/17 09:39	4.6	300	2016/9/17 09:41	48.5	2016/9/17 07:06	17	2016/9/17 10:44
467540	大武	998.1	2016/9/17 04:29	33.6	2016/9/17 14:21	53	2016/9/17 14:06	15.3	190	2016/9/17 23:01	6.3	190	2016/9/17 23:05	0		0	
467550	玉山	3089.2	2016/9/17 05:41	13.5	2016/9/16 10:15	70	2016/9/16 11:29	14.4	80	2016/9/16 20:22	9.7	120	2016/9/16 08:42	20	2016/9/17 06:34	6.5	2016/9/17 09:39
467571	新竹(竹北)	1002.1	2016/9/17 03:39	33.6	2016/9/16 12:28	59	2016/9/16 13:15	8	360	2016/9/17 22:34	3.9	360	2016/9/16 13:08	14.5	2016/9/17 03:34	8.5	2016/9/17 20:14
467590	恆春	1002.1	2016/9/17 03:56	34.1	2016/9/16 11:39	51	2016/9/16 11:39	13.4	280	2016/9/17 01:18	6.3	29	2016/9/17 13:54	0		0	
467610	成功	996.2	2016/9/17 13:54	32	2016/9/16 11:05	58	2016/9/17 01:09	15.6	30	2016/9/16 23:00	9	20	2016/9/16 23:02	3	2016/9/17 03:02	0.8	2016/9/17 03:31
467620	蘭嶼	998.5	2016/9/17 04:09	27	2016/9/16 09:56	79	2016/9/17 00:40	32.6	20	2016/9/16 16:31	23.6	30	2016/9/16 16:22	0.4	2016/9/16 20:56	0.4	2016/9/16 21:46
467650	日月潭	1440.7	2016/9/17 05:10	29.4	2016/9/16 11:49	58	2016/9/16 11:49	10.4	290	2016/9/17 13:02	5.1	300	2016/9/17 13:11	9	2016/9/17 14:33	5	2016/9/17 14:52
467660	臺東	996	2016/9/17 13:20	36.1	2016/9/17 15:11	48	2016/9/17 15:11	11.4	50	2016/9/16 14:49	5.1	40	2016/9/16 14:54	0.5	2016/9/17 06:48	0.5	2016/9/17 06:48
467770	梧棲	1001.8	2016/9/17 03:43	31.9	2016/9/16 13:41	62	2016/9/16 15:14	12.8	10	2016/9/18 00:29	7.8	330	2016/9/16 12:17	4	2016/9/17 10:28	3	2016/9/17 10:39
467990	馬祖	1003.3	2016/9/17 14:36	31.5	2016/9/16 11:56	79	2016/9/18 01:45	13.3	20	2016/9/17 16:59	5.5	60	2016/9/17 12:30	1	2016/9/17 10:48	0.7	2016/9/17 10:53

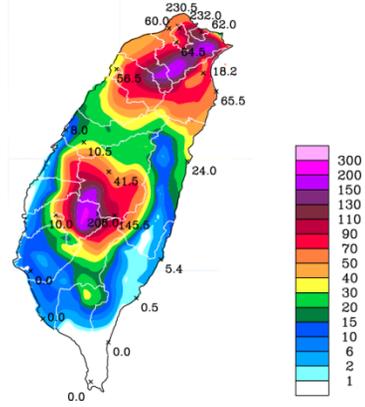
註：鞍部站、阿里山站、玉山站、日月潭站屬高山站，其最低氣壓欄位以重力位高度代表。T：表雨跡。

2016/9/16-2016/9/16 Precp(OBS)



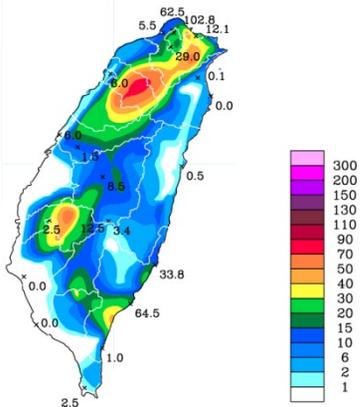
(a)

2016/9/17-2016/9/17 Precp(OBS)



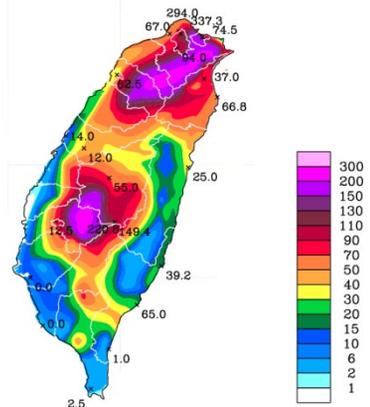
(b)

2016/9/18-2016/9/18 Precp(OBS)



(c)

2016/9/16-2016/9/18 Precp(OBS)



(d)

圖 6. 馬勒卡颱風影響期間 16 日至 18 日各地單日雨量累積(a)-(c) , 及總雨量累積(d)。

Fig 6. Daily rainfalls map of Taiwan at (a)16 (b)17 (c)18 Sep 2016, and accumulated rainfalls map (d) of Taiwan during typhoon MALAKAS passage.

表 5. 馬勒卡颱風侵臺期間各氣象站日雨量及總雨量。

Table 5. The daily and accumulated rainfalls of CWB stations during typhoon MALAKAS passage.

站名	逐日雨量(毫米)			累積雨量
	16	17	18	
彭佳嶼	9.5	102.5	11.0	123.0
基隆	0.4	62.0	12.1	74.5
宜蘭	18.7	18.2	0.1	37.0
蘇澳	1.3	65.5	0.0	66.8
鞍部	1.0	230.5	62.5	294.0
竹子湖	2.5	232.0	102.8	337.3
淡水	1.5	60.0	5.5	67.0
臺北	0.5	64.5	29.0	94.0
新屋	0.0	27.4	0.1	27.5
新竹	0.0	56.5	6.0	62.5
臺中	0.0	10.5	1.5	12.0
梧棲	0.0	8.0	6.0	14.0
日月潭	5.0	41.5	8.5	55.0
阿里山	0.3	208.0	12.5	220.8
玉山	0.5	145.5	3.4	149.4
嘉義	0.0	10.0	2.5	12.5
臺南	0.0	T	0.0	0.0
七股	X	X	X	X
永康	0.0	0.0	T	0.0
高雄	0.0	0.0	0.0	0.0
花蓮	0.5	24.0	0.5	25.0
成功	T	5.4	33.8	39.2
臺東	0.0	0.5	64.5	65.0
大武	0.0	0.0	1.0	1.0
恆春	T	0.0	2.5	2.5
蘭嶼	1.0	0.2	2.3	3.5
澎湖	0.0	0.0	0.0	0.0
東吉島	0.0	0.0	0.0	0.0
板橋	T	70.5	17.5	88.0
金門	9.0	52.0	0.3	61.3
馬祖	0.0	3.6	0.0	3.6
13 站平均	1.7	23.2	12.0	36.9

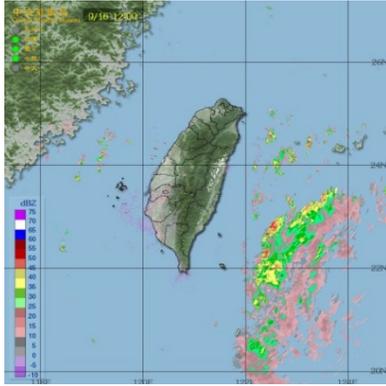
表 6. 馬勒卡颱風期間自動站的前 100 站最大雨量累積表。

Table 6. The auto rainfall stations record before 100 during typhoon MALAKAS passage.

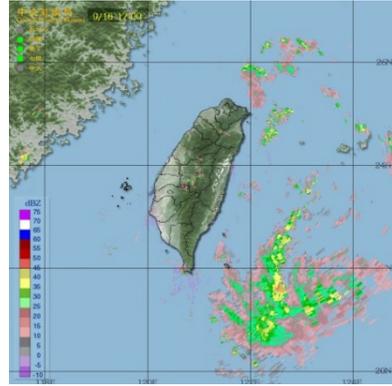
排 序	雨量 (毫米)	測站名稱	測站碼	所在地
1	310.00	大屯山	C0AC40	臺北市
2	275.50	石磐龍	C1M610	嘉義縣
3	266.50	里佳	C0M810	嘉義縣
4	265.50	四十份	C1A9N0	新北市
5	247.00	奮起湖	C0M530	嘉義縣
6	242.50	福山	C0A560	新北市
7	239.00	鳥嘴山	C1D400	新竹縣
7	239.00	坪林	C0A530	新北市
8	237.50	達邦	C0M820	嘉義縣
9	234.50	草嶺	C0K240	雲林縣
10	233.50	龍美	C1M390	嘉義縣
11	220.50	泰平	C0A550	新北市
12	217.00	杉林溪	C1H470	南投縣
13	212.50	桶後	C0A570	新北市
14	207.50	獨立山	C1M480	嘉義縣
15	205.50	瑞里	C1M620	嘉義縣
16	203.50	火燒寮	C0A650	新北市
17	197.50	大鞍	C1H121	南投縣
17	197.50	梅花	C0D360	新竹縣
18	195.50	山美	C0M830	嘉義縣
18	195.50	大湖	C1M570	嘉義縣
19	186.00	鳳凰	C0I090	南投縣
20	185.00	大坪	C0A860	新北市
21	179.00	石碇	C0A640	新北市
22	177.50	屈尺	C0A580	新北市
23	174.50	雙溪	C0A890	新北市
24	171.00	外坪	C1D640	新竹縣
25	165.00	太閣南	C1D420	新竹縣
26	161.50	南礦	C1E670	苗栗縣
26	161.50	白蘭	C1D410	新竹縣

27	161.00	桶頭	C1I131	南投縣
28	154.50	復興	C0C460	桃園市
29	147.50	溪頭	C1I101	南投縣
30	146.00	神木村	C0H9A0	南投縣
31	144.00	望鄉山	C1I450	南投縣
32	141.50	新高口	C1I440	南投縣
33	140.50	中心崙	C1I201	南投縣
34	139.50	龜山	C0C640	桃園市
35	133.50	三和	C0A931	新北市
36	133.00	豐丘	C1I290	南投縣
36	133.00	雪霸	C0D550	新竹縣
37	131.50	信義	C0I080	南投縣
37	131.50	林口	C0A710	新北市
38	129.50	鳳美	C1E480	苗栗縣
39	128.00	天母	C0A9C0	臺北市
39	128.00	五指山	C0A870	新北市
40	125.50	南庄	C0E430	苗栗縣
40	125.50	觀霧 2	C0E860	苗栗縣
41	124.50	埔中	C1I280	南投縣
42	122.50	頭凍	C1M600	嘉義縣
43	121.50	新莊	C0ACA0	新北市
44	120.50	竹山	C0I110	南投縣
45	120.00	大礁溪	C1U610	宜蘭縣
45	120.00	五分山	C0AH30	新北市
46	114.00	文山	C0AC80	臺北市
47	112.50	線浸林道	C1I510	南投縣
48	111.50	中和	C0AG90	新北市
48	111.50	排雲	C1V170	高雄市
49	108.50	泰安	C1E721	苗栗縣
49	108.50	新興橋	C1I340	南投縣
50	107.50	六分寮	C1H971	南投縣
51	106.50	牛鬥	C1U501	宜蘭縣
52	105.50	棋山	C0K560	雲林縣
53	105.00	和社	C1I070	南投縣
54	104.00	石牌	C0A9B0	臺北市

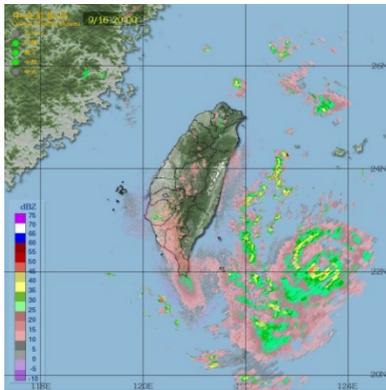
55	103.50	蘆洲	C0AD30	新北市
56	101.50	北關	C1U580	宜蘭縣
57	101.00	內湖	C0A9F0	臺北市
58	99.50	三重	C0A9I1	新北市
59	99.00	雙連埤	C0U520	宜蘭縣
60	98.50	金山	C0A940	新北市
61	97.50	汐止	C0AH00	新北市
61	97.50	卡奈托灣	C1I140	南投縣
62	97.00	山佳	C0A520	新北市
63	96.50	寒溪	C1U670	宜蘭縣
64	96.00	丹大	C1I050	南投縣
64	96.00	公館	C1A730	臺北市
65	95.00	福隆	C0A880	新北市
66	94.50	和中	C0T9D0	花蓮縣
67	93.00	龍潭	C0C670	桃園市
68	92.50	新寮	C1U690	宜蘭縣
69	92.00	達卡努瓦	C1V160	高雄市
70	91.50	大直	C0A9A0	臺北市
71	91.00	二水	C0G880	彰化縣
71	91.00	大尖山	C1I500	南投縣
72	90.00	四堵	C0A540	新北市
72	90.00	太平山	C0U710	宜蘭縣
72	90.00	尾寮山	C0R100	屏東縣
73	89.50	三峽	C0AC60	新北市
74	89.00	八卦	C1E701	苗栗縣
75	88.50	桃園	C0C480	桃園市
76	88.00	鶯歌	C0AD50	新北市
77	87.50	大溪	C0C630	桃園市
77	87.50	土城	C0AD40	新北市
77	87.50	士林	C0A9E0	臺北市
78	86.50	員林	C0G650	彰化縣
78	86.50	打鐵坑	C0D480	新竹縣
78	86.50	梅山	C1V200	高雄市
79	86.00	獅潭	C0E820	苗栗縣
80	84.50	稍來	C1F891	臺中市



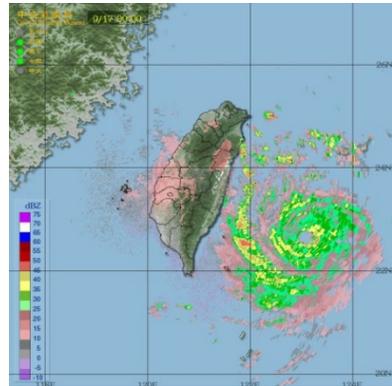
(a)9月16日12LCT



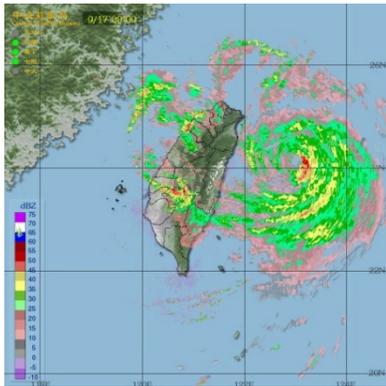
(b)9月16日17LCT



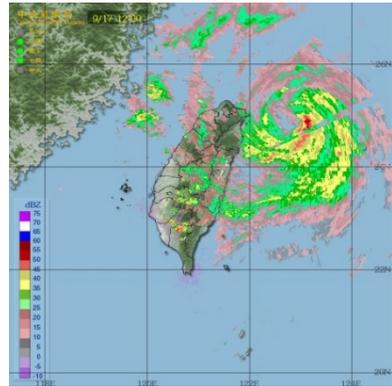
(c)9月16日20LCT



(d)9月17日00LCT



(e)9月17日08LCT



(f)9月17日12LCT

圖 7. 2016年9月16日12LCT至17日12LCT雷達回波圖。

Fig 7. Radar reflectivity image at (a)1612LCT (b)1617LCT (c)1620LCT (d)1700LCT (e)1708LCT (f)1712LCT Sep. 2016.

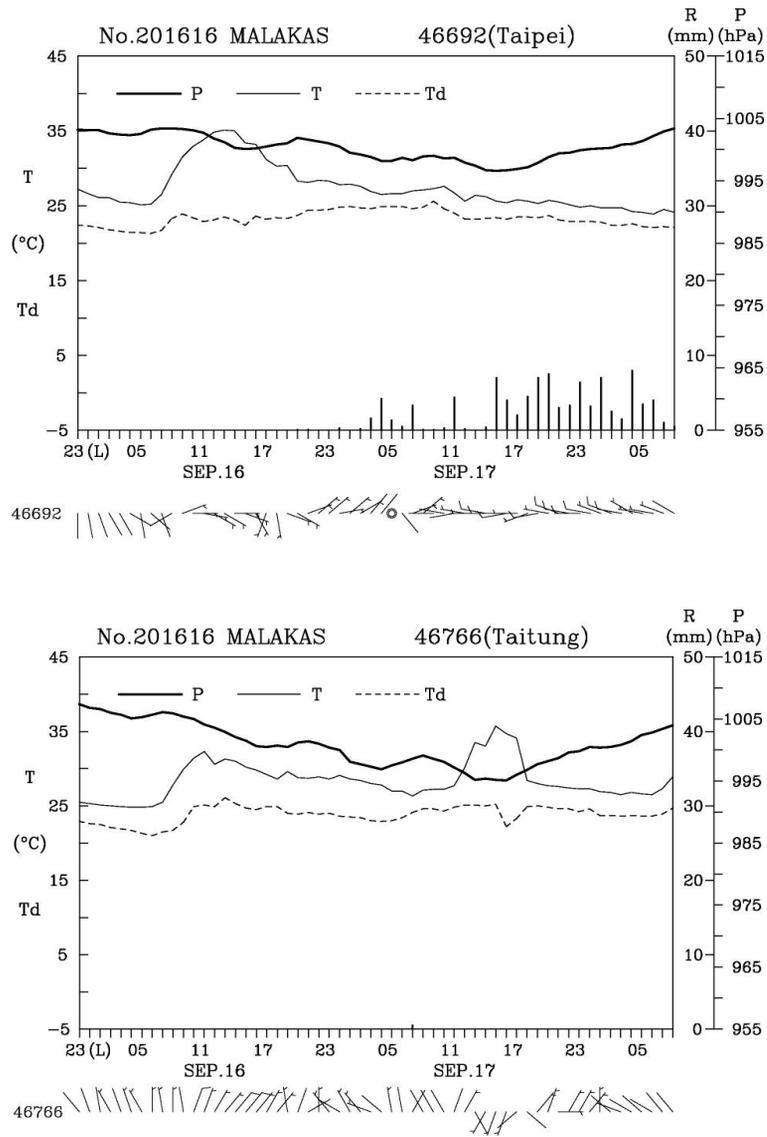


圖 8. 臺北及臺東氣象站 2016 年 9 月 15 日 23 時至 18 日 8 時(地方時)氣象要素逐時變化圖，P 為氣壓、T 為氣溫、Td 為露點溫度。

Fig 8. Time series of weather elements at Taipei and Taitung station from 1523(LST) to 1808(LST) Sep. 2016.

其中各英文代號之意義為：

CWB－中央氣象局官方預報。

RJTD－日本之主觀預報。

PGTW－美軍聯合颱風警報中心之主觀預報。

BABJ－北京之主觀預報。

JUNE－臺灣、日本、美國及歐洲 4 家動力模式 ENSEMBLE。

	CWB		PGTW		RJTD		BABJ		JUNE	
CWB	33	61								
	61	0								
	27	68	29	79						
PGTW	68	0	79	0						
	32	62	26	64	52	72				
RJTD	67	5	73	9	72	0				
	32	62	26	64	45	72	46	69		
BABJ	69	7	71	7	69	-3	69	0		
	26	69	27	70	26	73	26	71	27	87
JUNE	82	13	87	17	82	9	82	11	87	0

A	B
C	D

A 表示 X 與 Y 預報時間相同的次數

B 表示 X 軸上預報方法之 24 小時平均誤差(KM)

C 表示 Y 軸上預報方法之 24 小時平均誤差(KM)

D 表示 X 軸之預報方法比 Y 軸之預報方法好的程度(KM)

圖 9. 馬勒卡颱風各主觀預測及模式之 24 小時預報位置平均誤差比較表。

Table 7. 24-Hour Mean Forecast Position Error(km) of selective techniques for Typhoon MALAKAS (1616).

	CWB		PGTW	RJTD	BABJ	JUNE	
CWB	25	152					
	152	0					
	23	159	25	183			
PGTW	173	14	183	0			
	22	157	22	170	22	176	
RJTD	176	19	176	6	176	0	
	24	151	22	170	22	176	38 137
BABJ	135	-16	144	-26	144	-32	137 0
	22	157	23	172	22	176	22 144 23 205
JUNE	200	43	205	33	200	24	200 56 205 0

圖 10. 馬勒卡颱風各主觀預測及模式之 48 小時預報位置平均誤差比較表。

Table 8. 48-Hour Mean Forecast Position Error(km) of selective techniques for Typhoon MALAKAS (1616).

	CWB		PGTW	RJTD	BABJ	JUNE	
CWB	19	221					
	221	0					
	19	221	21	314			
PGTW	278	57	314	0			
	18	218	18	275	18	279	
RJTD	279	61	279	4	279	0	
	18	218	18	275	18	279	30 168
BABJ	162	-56	162	-113	162	-117	168 0
	18	218	19	289	18	279	18 162 19 364
JUNE	349	131	364	75	349	70	349 187 364 0

圖 11. 馬勒卡颱風各主觀預測及模式之 72 小時預報位置平均誤差比較表。

Table 9. 72-Hour Mean Forecast Position Error(km) of selective techniques for Typhoon MALAKAS (1616).

六、結論

由上述綜合分析可歸納出下列幾點結論：

(一)馬勒卡颱風在為期 6 天 18 小時的生命史中，最強發展至中度颱風，近中心最大風速最強時達 45m/s，7 級風暴風半徑最大為 180 公里，10 級風暴風半徑最大為 60 公里。

(二)馬勒卡颱風於 13 日形成，即朝著太平洋高壓南緣向西北西移動，並於 9 月 14 日增強為中度颱風，且仍持續朝西北西移動，9 月 15 日轉偏西北移動，直到 9 月 16 日 18UTC 才轉北前進，由臺灣東部海面北上而過，中心並未登錄，隨後於 9 月 17 日 06UTC 受北方高層槽線東移影響而轉往東北移動，朝日本前進，且移速逐漸增快，

最後於 9 月 20 日 12UTC 減弱為熱帶性低氣壓。

(三)颱風侵襲期間，由於受颱風環流及迎風面地形抬升作用，雨量總計最大值是出現在臺北市山區的竹子湖，累計雨量達 337.3 毫米，而北部及中部山區也都出現 200 毫米以上的雨量；風力方面，彭佳嶼出現 13 級、蘭嶼出現 10 級的瞬間強風。另外，臺北在 9 月 16 日出現焚風，於 12 時 06 分達到最高 35.9℃；臺東則在 9 月 17 日出現焚風，於 15 時 11 分達到最高 36.1℃。

(四)路徑預報誤差上，中央氣象局官方對於馬勒卡颱風之預報位置，平均誤差分別為 24 小時 61 公里、48 小時 152 公里及 72 小時 221 公里，對於路徑預報準確度仍有很大的進步空間。

Report on Typhoon 1616(MALAKAS) of 2016

Yu-Chin Hsu

Weather Forecast Center, Central Weather Bureau

ABSTRACT

MALAKAS, the 16th typhoon formed over the western North Pacific in 2016, was the third one that influenced the Taiwan area. MALAKAS originated over the west-northwest of Guam at 12UTC, 12 Sep 2016. As it moved west-northwestward, it intensified into a typhoon and continued approaching Taiwan. MALAKAS moved toward Taiwan then moved north on 18UTC, 16 Sep 2016. It moved through Taiwan East Strait then moved northwestward toward Japan. After that its intensity decayed and downgraded into a tropical depression at 12UTC on September 20.

The 24hrs、48hrs and 72hrs mean forecast position errors by Central Weather Bureau were 61km、152km and 221km, respectively.

Key words: MALAKAS、moderate typhoon、typhoon path verification