

運用綠島雙偏極化都卜勒氣象雷達探究颱風雲系對臺灣東南部地區之影響以 2018 年 9 月 15 日山竹颱風影響為例

劉信良¹、施宏睿²、趙英宏³、巫鈺惠⁴

空軍第十基地天氣中心

摘要

綠島雙偏極化都卜勒氣象雷達自 2017 年 1 月 6 日啟用迄今，協助臺灣東南部地區天氣守視貢獻顯著，在該雷達重新建置前，臺灣東南部地區雖有中央氣象局花蓮及墾丁等氣象雷達協助觀測機場周遭雲系發展及變化，惟志航機場周遭半徑 10 哩內因地形因素，產生雷達觀測死角，在上二代綠島氣象雷達故障後，接近兩年時間志航機場預報人員因缺少綠島雷達支援，對於當地天氣掌握產生極大影響，所幸綠島雙偏極化都卜勒氣象雷達成立後，為志航機場預報人員守視臺灣東南部地區降雨回波增添助益。

關鍵字：雙偏極化都卜勒氣象雷達、山竹颱風

一、前言

臺灣東南部地區每年遭受颱風侵襲或其外圍環流影響機率甚高，尤以 2016 年尼伯特風災為例，該颱風自 1955 年臺東氣象站測得每秒 51.2 公尺後，相隔 60 年後於 2016 年尼伯特颱風侵襲期間測得瞬間陣風每秒 57.2 公尺，當時綠島舊雷達故障尚未建置新雷達空窗期，無法於尼伯特颱風侵襲前預知可能最大風速，進而提早掌握移動路徑可能變化並及早預警風力雨勢變化。

臺灣東南部地區因與西半部地區分別分布於中央山脈東西兩側，且因東半部地區經濟產能未若西半部地區高，因此臺灣東部地區研究相對西半部地區來的少，也因此對於颱風外圍雲系由東南外海由東南自西北方向旋入東半部陸地時，預測其降雨量未如西半部準確。

另依氣象局(2018)統計之颱風路徑比例中，影響臺灣東南部類別大致為 3、4、5 及 6 類，所占比重高達 53%(如圖 1)，因此綠島雙偏極化都卜勒氣象雷達對於颱風路徑及其強度變化之觀測，可提供氣象人員更準確判斷，並可透過不同雷達回波產品，精確掌握強度變化。

本次研究特別針對 2018 年 9 月 15 日山竹颱風登陸呂宋島後以及出海之強度變化，依據當日天氣分析圖、衛星雲圖等圖資分析

當日系統分布，再利用綠島雙偏極化都卜勒氣象雷達分析其回波及風速強弱變化，據以研究當日臺灣東南部地區降雨趨勢，俾使人員可利用綠島雷達產製之產品，選取合適之圖資分析運用，以提升人員掌握降雨回波消長之能力。

本研究除了針對綠島雷達產品運用外，另結合天氣圖及衛星雲圖交叉比對，並以大、中、小時間及空間尺度分析研究，使人員得以在小時間尺度內作出準確決策與判斷。

二、2018 年 9 月 15 日天氣系統判讀

由天氣圖分析地面及 850hPa、700hPa 及 500hPa 高空天氣圖得知，太平洋高壓軸線分布於北緯 30° 至 35° 之間，山竹颱風雖於 15 日 0140 時登陸呂宋島東北部陸地，惟暴風半徑達 160 哩，雖然暴風半徑僅涵蓋到巴士海峽一帶，但依天氣圖分析臺灣地區位處山竹颱風環流場範圍內(如圖 2)。

地面圖可得知臺灣東南部地區風場為東南東風，風速達 30 至 35 哩，在 850hPa 及 700hPa 臺灣東南部風場為東南東風 40 至 45 哩之間，顯示山竹颱風環流影響至臺灣東半部地區。另相對溼度場分布也集中在東部及其海域，臺灣東半部位處迎風面(如圖 1)，因此天氣屬極度不穩定型態。

三、山竹颱風路徑分析

山竹颱風自 9 月 10 日 17 時生成後，受太平洋高壓駛流場影響持續朝西方向移動，依據中央氣象局颱風資料庫得知，山竹颱風於當日 09 時出海，在受到呂宋島陸地破壞期間，由原本中型強烈颱風減弱為中型中度颱風，惟颱風結構完整，外圍環流對於臺灣東半部地區威脅仍在(如圖 3)。

由雲圖及雷達回波圖(如圖 4、5)分析，當日 0530 時以後，臺灣東半部地區主要對流雲帶分布於花蓮及臺東以南地區，以衛星雲圖顯示發展高度達 46000 呎以上雲層(如圖 6)，惟雷達回波圖可得知在 0830 時以後臺東地區回波強度有顯著減弱趨勢，直到 1130 時以後，綠島附近又有新一波回波產生。

分析主要原因為山竹颱風在受到呂宋島陸地破壞後，於 0900 時出海時友再執行重整，在出海後位於臺灣東南部地區之雲帶有減弱趨勢，在臺東基地實際天氣得知，在 0930 時之後因雨勢趨緩，雲層高度由雲幕 1200 呎上升至 2100 呎，且氣溫也從原本 0900 時 27°C 上升至 29°C(如圖 7)，表示環境有升溫趨勢，另當日東部海域(如圖 8)海水溫度亦達 28°C 以上。

四、山竹颱風對臺灣東南部降雨影響

臺灣地區雖無受到山竹颱風直接侵襲，但外圍雲系在 9 月 14 日晚上開始影響臺灣東半部地區，並於 9 月 15 日降雨強度為最大，臺東臺東基地最大累積日雨量達 65 毫米，當日原本預期為整日降雨天氣，惟自 0900 時起降雨趨緩甚至於 1040 至 1137 時無降雨情況，並於 1230 時自臺東基地東面外海移入之回波產生之降水，使能見度降至 800 公尺，並於 1234 時發生雷雨天氣現象。

本次個案研究將針對山竹颱風遭受呂宋島地形破壞後，環流結構於登陸及出海後期間風場的變化，並利用綠島雷達 120km_4km.uwt 產品(該產品半徑涵蓋 120 公里，觀測高度為 4 公里)。

由 1024 時至 1059 時之間圖資顯示，位於臺東近海之風速，由原本 35 哩/時降低至 5 哩/時，位於臺灣東南部近海之風速，由原本 80 哩/時降低至 10 至 20 哩/時，這段時間正是臺東外海回波最弱時間。

於 1106 時起，綠島南面海域風速提升至 50 哩/時，於 1120 時之後，風速達 50 哩/時之風標均以抵達臺東太麻里外海至大武外海，在搭配綠島雷達 120km_1km_corr.max 產品顯示，1106 時起，綠島南南東海域有回波生成，並於 1141 時進入臺東太麻里至大武地區。

於 1148 時開始，綠島上空風速亦開始增強，並於 1155 時臺東基地外海風速達 50 哩/時以上，搭配綠島 120km_1km_corr.max 產品顯示，1148 時起綠島東北東海面回波開始增強，並搭配風場，回波持續朝西移動，並於 1223 時接近臺東基地外海，臺東基地天氣變化由原本 4000 公尺能見度，因雨勢移入造成能見度降至 800 公尺，並於 1234 時臺東基地發生雷暴天氣(如圖 9 至 14)。

五、綜合研析

經研判當日臺灣地區受到山竹颱風外圍環流影響，東部風場為東向風，屬迎風面地區，且相對溼度均為 90% 以上。

山竹颱風受到呂宋島破壞程度有限，整體颱風環流結構於出海後仍保持完整。

紅外線衛星雲圖顯示，為於臺灣東南部雲帶於 15 日上午 09-12 時顯著消散，臺東基地降雨亦有明顯減弱情事。

當日氣溫因雲層厚度變薄，地表溫度與海水溫度均有升高情事，有利於水氣蒸發造成雲系發展。

颱風受到呂宋島破壞後，外圍風速減弱，因分析圖時間尺度過大(地面圖每 6 小時一張，高空圖每 12 小時一張)，對於雲系強弱變化無法透過地面及高空圖資獲取即時情資，因此綠島雷達 120km_4km.uwt 圖資可彌補時間尺度的不足，藉以觀察臺灣東南部地區及海域風速變化，並透過每 7 分鐘一筆資料，觀察細小時間尺度的變化，進而掌握回

波發展強度與動態。

六、結論

颱風受到地形破壞後，風場的變化與風速的改變是最難以直接觀測，尤以天氣圖資的時間尺度限制，獲得即時風場資料僅能依靠衛星雲圖以及雷達回波圖演算方式獲得。

有賴綠島都卜勒氣象雷達建置，除了有效提供更為及時氣象雷達資訊以外，針對回波移動方向甚至本次個案探討之風場風速變化，亦可使用相關產品加以分析研判。

本文中，山竹颱風環流結構變化正是利用綠島雷達 120km_4km. uwt 圖資觀察其變化，進而輔助驗證降雨回波強弱變化與移動方向，針對本次經驗可提供未來氣象人員使用合適之雷達回波圖加以判讀，進而先期掌握趨勢變化，以有效支援戰演訓任務，提升氣象人員價值。

七、參考文獻

國家災害防救科技中心，2016，2016 年尼伯特颱風災害報告，P1 測得百年風速後，台東氣象站風速塔隨即倒塌(2016 年 7 月 10 日)。自由時報，取自(<http://m.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1757764>)

交通部中央氣象局全球資訊網-氣象百科-颱風百問-影響臺灣地區的颱風路徑分類(<https://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/ty041.htm>)。

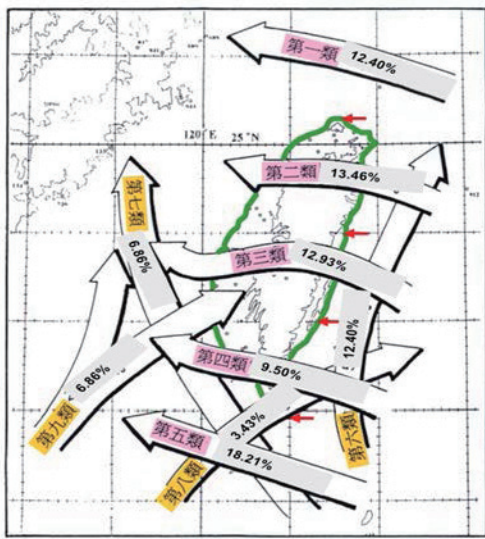


圖 1. 影響臺灣地區颱風路徑分類圖

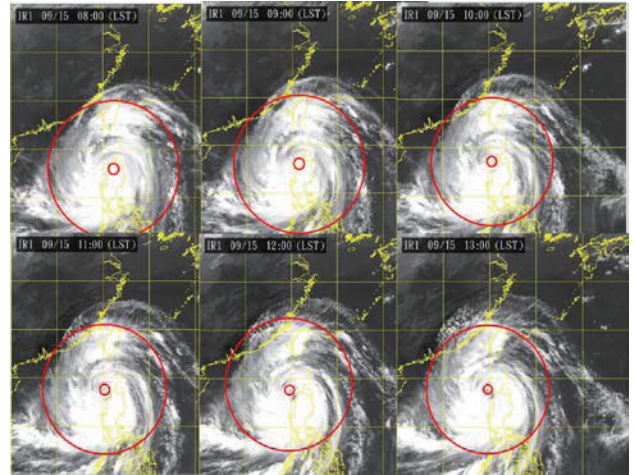


圖4 山竹颱風紅外線衛星雲圖，時間分別為 2018/09/15 00Z、2018/09/15 01Z、2018/09/15 02UTC、2018/09/15 03UTC、2018/09/15 04UTC 及 2018/09/15 05UTC

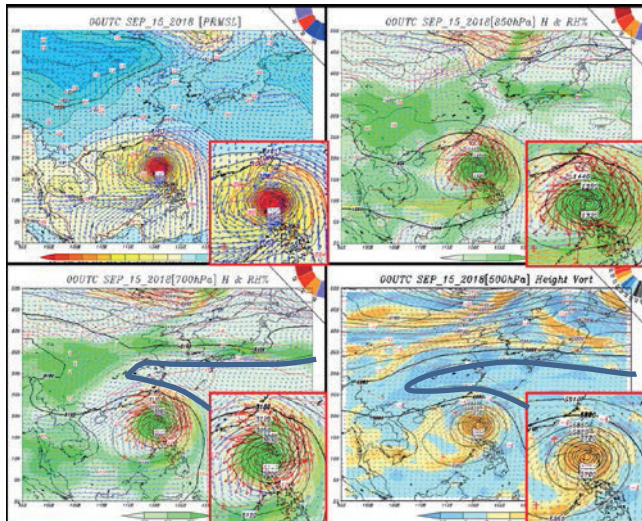


圖2 山竹颱風天氣圖（由左上至右下分別為地面、850hPa、700hPa及500hPa）(2018/09/15 00UTC)

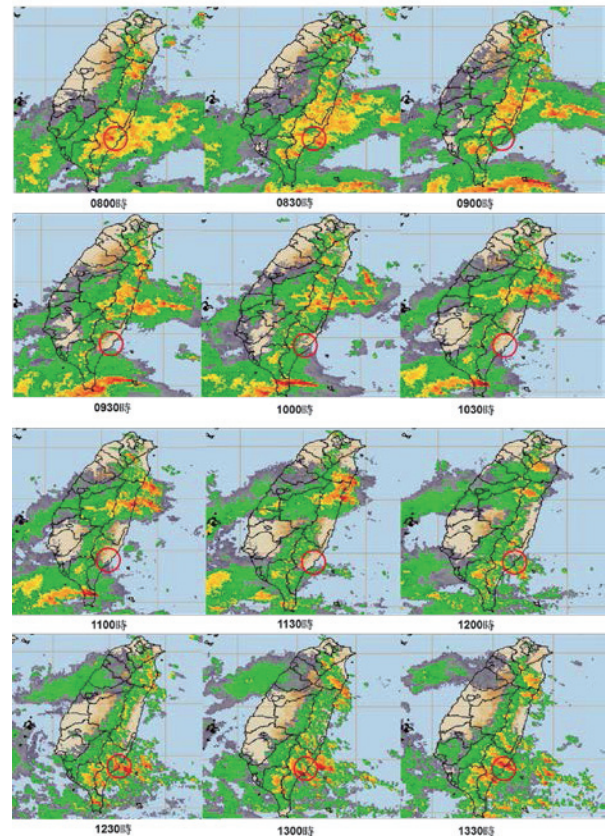


圖5. 山竹颱風期間雷達回波圖，時間分別為 2018/09/15 0800LST每30分鐘一張，至 2018/19/15 1330LST

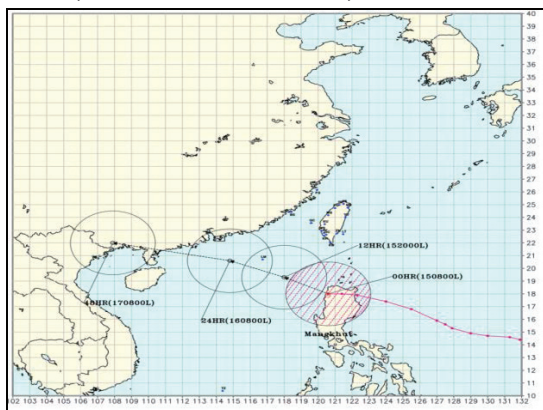


圖3. 山竹颱風2018/09/15 00Z颱風位置及預報路徑

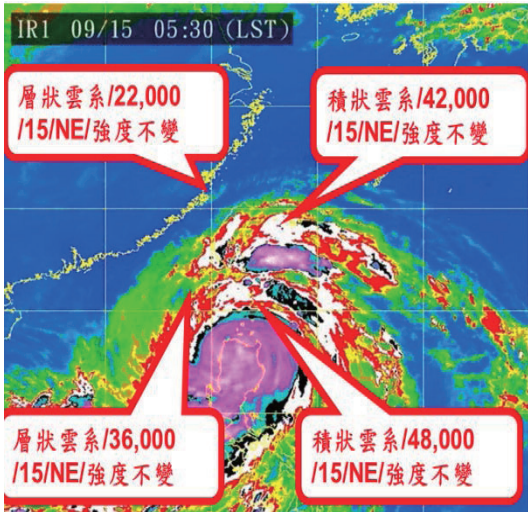


圖 6. 2018/09/15 0530L 紅外線衛星雲圖

臺東	METAR	0915	0630	050	25	34	4000	2 1/2	-RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	26	24	1004
臺東	SPECI	0915	0634	050	25	35	1600	1	RA BR	SCD04 BK.N012 OVC025	24	24	1004
臺東	METAR	0915	0700	030	25	35	1600	1	RA BR	SCD04 BK.N012 OVC025	25	24	1005
臺東	METAR	0915	0730	040	22	33	1600	1	RA BR	SCD04 BK.N012 OVC025	25	24	1006
臺東	METAR	0915	0800	050	23	35	1600	1	RA BR	SCD04 BK.N012 OVC025	26	24	1005
臺東	SPECI	0915	0815	070	25	36	1200	3/4	RA BR	SCD04 BK.N012 OVC025	26	25	1005
臺東	SPECI	0915	0823	070	28	40	0800	1/2	RA FG	SCD04 BK.N012 OVC025	26	25	1005
臺東	METAR	0915	0830	070	29	42	0800	1/2	RA FG	SCD04 BK.N012 OVC025	25	25	1005
臺東	METAR	0915	0900	060	26	37	0800	1/2	RA FG	SCD04 BK.N012 OVC025	27	25	1006
臺東	SPECI	0915	0905	060	24	35	1600	1	RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	27	25	1006
臺東	SPECI	0915	0915	070	26	36	2400	1 1/2	-RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	27	24	1007
臺東	SPECI	0915	0924	070	24	35	3200	2	-RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	27	25	1007
臺東	METAR	0915	0930	050	23	33	3200	2	-RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	27	24	1007
臺東	SPECI	0915	0941	050	22	32	5000	3 1/8	-RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	26	24	1007
臺東	METAR	0915	1000	050	19	29	5000	3 1/8	-RA BR	SCD08 BK.N016 OVC032	27	23	1007
臺東	METAR	0915	1030	040	19	30	6000	4	-RA	SCD10 BK.N021 OVC040	28	23	1006
臺東	SPECI	0915	1040	050	17	27	6000	4	VCSH	SCD10 BK.N021 OVC040	29	23	1006
臺東	METAR	0915	1100	050	18	28	7000	4 3/8	VCSH	SCD10 BK.N021 OVC040	29	23	1005
臺東	METAR	0915	1130	050	20	30	7000	4 3/8	VCSH	SCD10 BK.N021 OVC040	28	24	1005
臺東	SPECI	0915	1137	060	17	29	5000	3 1/8	-RA BR	SCD10 BK.N021 OVC040	27	24	1005
臺東	METAR	0915	1200	060	15	25	5000	3 1/8	-RA BR	SCD10 BK.N021 OVC040	26	24	1004
臺東	SPECI	0915	1207	050	22	35	4000	2 1/2	-RA BR	SCD10 BK.N021 OVC040	27	24	1005
臺東	METAR	0915	1230	050	27	37	0800	1/2	RA FG	SCD08 BK.N016 OVC032	25	24	1004
臺東	SPECI	0915	1234	060	15	37	0800	1/2	TSRA	BK.N008 FEW10CB OVC016	25	24	1004
臺東	SPECI	0915	1251	030	21	31	1000	5/8	TSRA	BK.N008 FEW10CB OVC016	26	24	1003
臺東	METAR	0915	1300	060	20	33	1000	5/8	TSRA	BK.N008 FEW10CB OVC016	25	24	1003

圖 7. 臺東基地 9 月 15 日 0630 至 1300 天氣資料

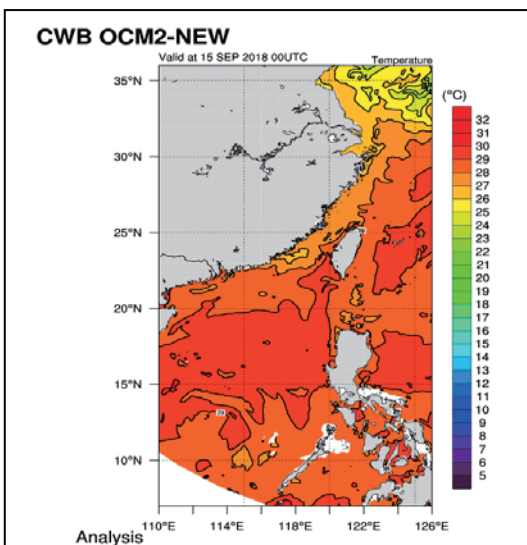


圖 8. 9 月 15 日 臺灣周遭海域海溫

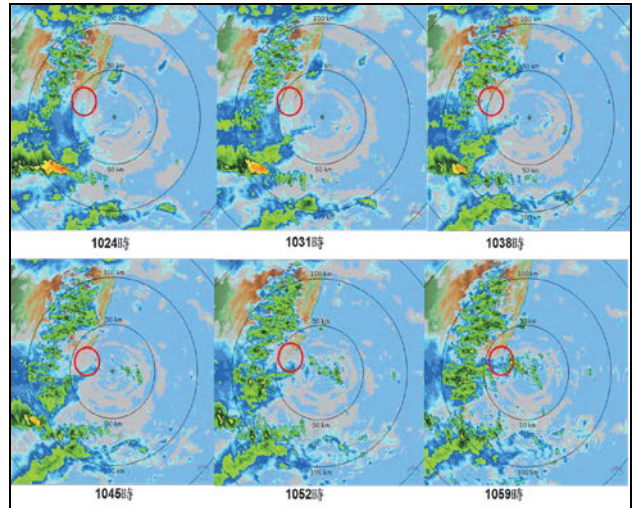


圖 9. 山竹颱風期間綠島雷達回波圖 120km_1km_corr.max 產品，時間分別為 2018/09/15 1024LST 每 7 分鐘一張，至 2018/09/15 1059LST

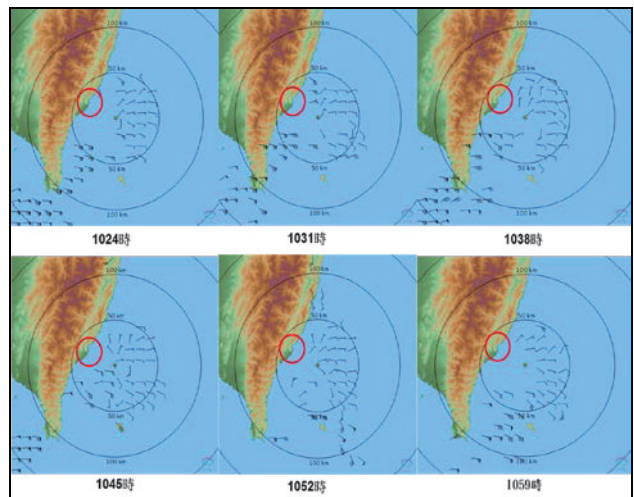


圖 10. 山竹颱風期間綠島雷達回波圖 120km_4km_uwt 產品，時間分別為 2018/09/15 1024LST 每 7 分鐘一張，至 2018/09/15 1059LST

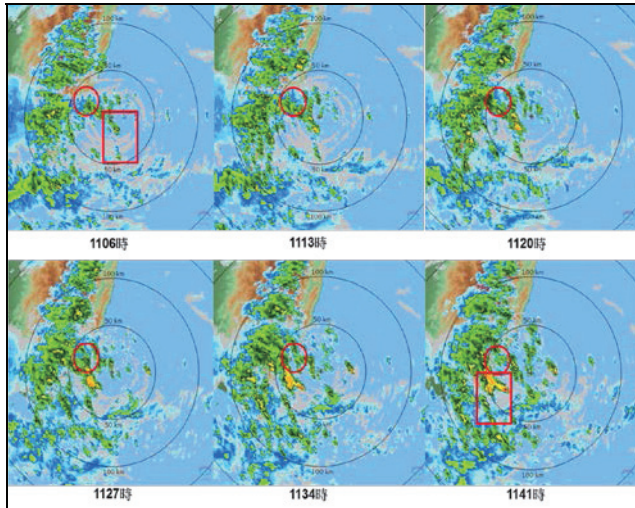


圖 11. 山竹颱風期間綠島雷達回波圖 120km_1km_corr.max產品，時間分別為2018/09/15 1106LST每7分鐘一張，至2018/19/15 1141LST

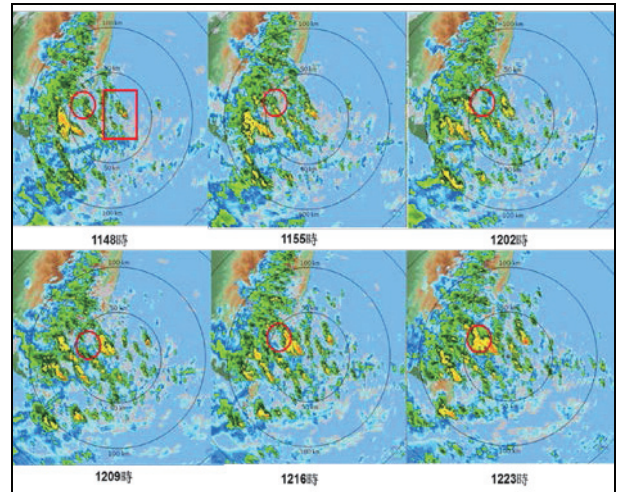


圖 13. 山竹颱風期間綠島雷達回波圖 120km_1km_corr.max產品，時間分別為2018/09/15 1148LST每7分鐘一張，至2018/19/15 1223LST

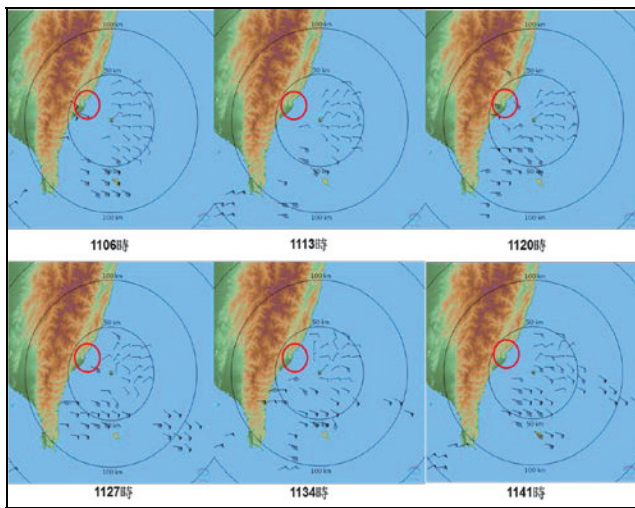


圖 12. 山竹颱風期間綠島雷達回波圖 120km_4km.uwt產品，時間分別為2018/09/15 1106LST每7分鐘一張，至2018/19/15 1141LST

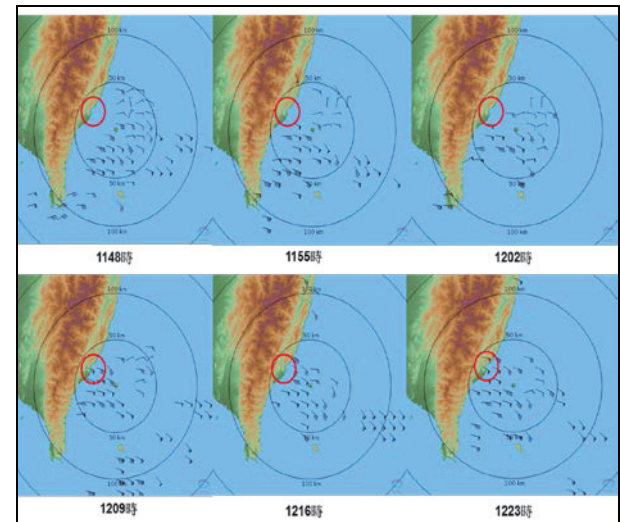


圖 14. 山竹颱風期間綠島雷達回波圖 120km_4km.uwt產品，時間分別為2018/09/15 1148LST每7分鐘一張，至2018/19/15 1223LST