

## 2018 年 9 月山竹颱風引發臺東地區水龍捲事件調查

曾俊傑<sup>1</sup> 王文清<sup>2</sup> 劉清煌<sup>3</sup> 景崇文<sup>4</sup>

臺東大學防災科技資訊中心<sup>1</sup> 臺東大學資訊管理學系<sup>2</sup>  
中國文化大學大氣科學系<sup>3</sup> 臺東縣消防局大武分隊<sup>4</sup>

---

---

### 摘要

2018 年山竹颱風(MANGKHUT)的暴風圈雖未侵襲台灣，但其寬廣的環流卻也為台灣局部地區帶來超大豪雨。這些降雨時段主要集中在 9 月 15 日及 16 日，其分布多半位於颱風環流迎風面的東部及屏東山區，兩日之累積雨量以屏東西大武山最多，累積雨量超過 1000 毫米。山竹颱風的外圍環流發展旺盛，台東外海一帶分別於 9 月 15 日在尚武、台東市、都歷、基翬，及 16 日在華源等五處引發水龍捲，其中尚武、基翬及華源之水龍捲甚至登陸，而以尚武漁港的水龍捲造成近千萬元船隻、民宅受損的情形最為嚴重。本文之目的就這些水龍捲進行現地勘查，以確認災害發生的地點及受損情形，期為後續之研究探討建立相關基礎資料。

### 壹、颱風動態及其影響

山竹颱風形成源自於關島東方海面上的熱帶擾動，9 月 7 日發展成颱風後受太平洋高壓駛流導引，一路幾乎以偏西方向移動，移行過程中由於海溫及垂直風切適合環流發展，颱風強度不斷增強，暴風半徑也逐漸擴大。路徑於接近菲

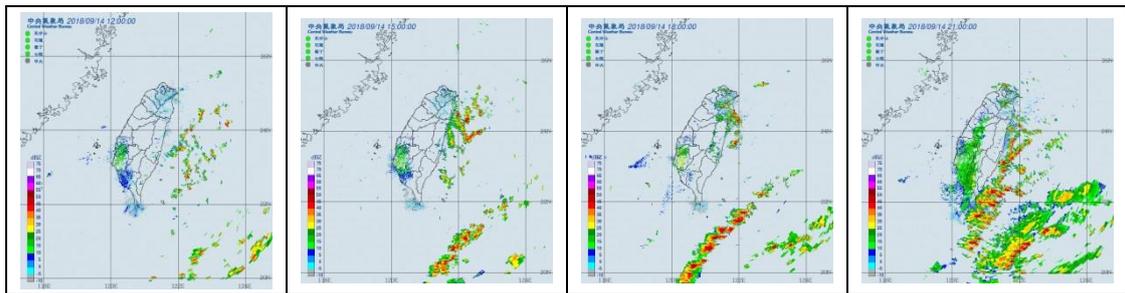
律賓東方海面時，轉為西北西行進，由於預估朝向菲律賓北部及巴士海峽而來，颱風暴風圈將觸及近海 100 公里範圍，中央氣象局遂於 14 日 11 時 30 分發布海上颱風警報，此時颱風中心氣壓為 905 百帕，近中心最大風速每秒 58 公尺，瞬間最大陣風達每秒 73 公尺，七級暴風半徑 320 公里，十級暴風半徑 120 公里。15 日 2 時 30 分山竹颱風登陸菲律賓呂宋島北部陸地，仍以西北西方向繼續朝中國大陸前進。當山竹颱風七級暴風圈逐漸遠離，對台灣及其周邊海域威脅降低後，中央氣象局於 15 日 20 時 30 分解除海上颱風警報。山竹颱風在經港澳後，最終於 16 日 17 時登陸廣東。颱風路徑如圖一所示。



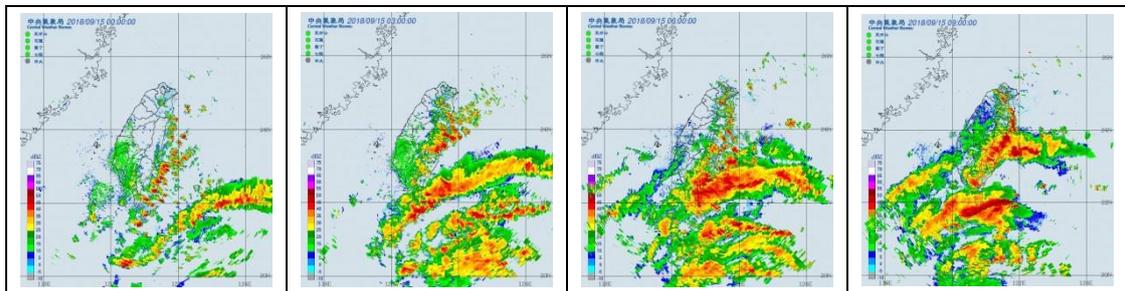
圖一 山竹颱風路徑圖，資料引自中央氣象局網站

山竹颱風在 14 日發布海上警報後，初期從雷達回波圖上所見，僅零星且結構鬆散回波形成於台灣東部海面上，部分回波雖移入陸地，但降雨並不多，真正較有結構的雨帶出現在 15 日零時左右，亦即山竹颱風即將侵襲呂宋島的前夕，這些颱風外圍的螺旋雨帶一波一波的進入台灣東南海域，加上與地形的交互作用，使得降雨區主要集中在颱風環流迎風面的台東及屏東山區(圖二、圖三、圖四)。15 日 09 時隨著颱風中心進入呂宋島西側海面後，台灣東南海域的雷達回

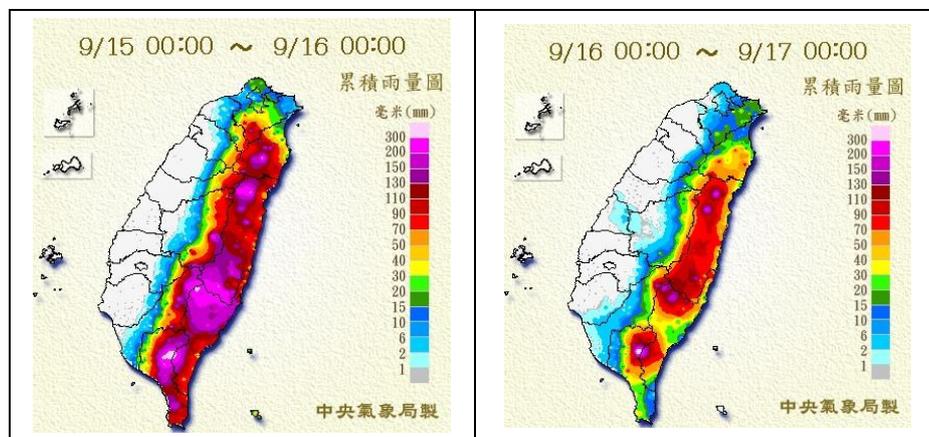
波型態亦為之改變，回波自螺旋雨帶的線狀結構漸轉變為小型條狀或帶狀，散佈於海面及陸地上(圖五)。而於 16 日凌晨後，回波型態又隨山竹颱風的遠離而有所變化，此後回波的生成大多集中在山坡至沿海地帶，直至消散為止(圖六)。山竹颱風除帶來局部地區的強降雨外，也帶來長浪，以致部分海岸地區受到暴潮衝擊與威脅。



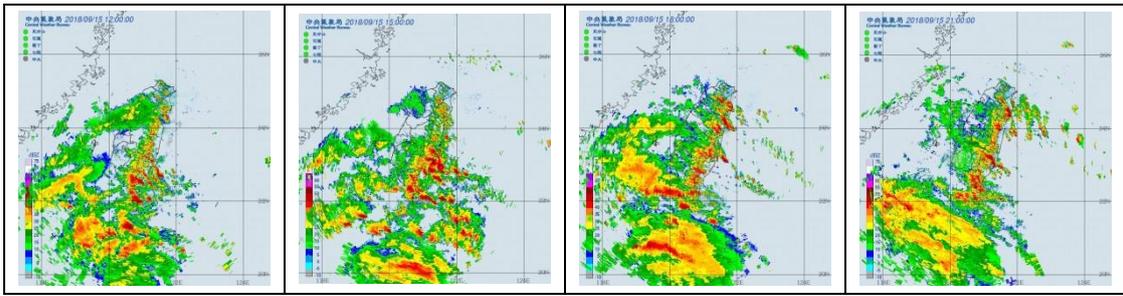
圖二 9 月 14 日 12 時至 21 時間隔 3 小時整合雷達回波圖，資料引自中央氣象局颱風資料庫



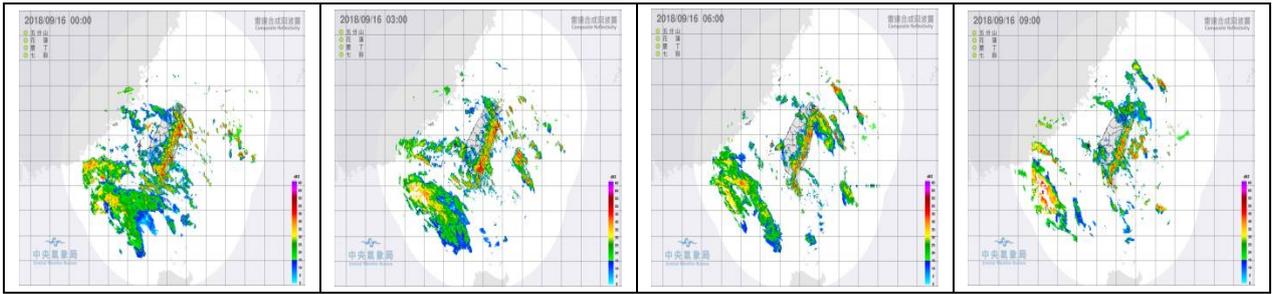
圖三 9 月 15 日 00 時至 09 時間隔 3 小時整合雷達回波圖，資料引自中央氣象局颱風資料庫



圖四 山竹颱風 9 月 15 日及 16 日降雨分布圖，資料引自中央氣象局颱風資料庫



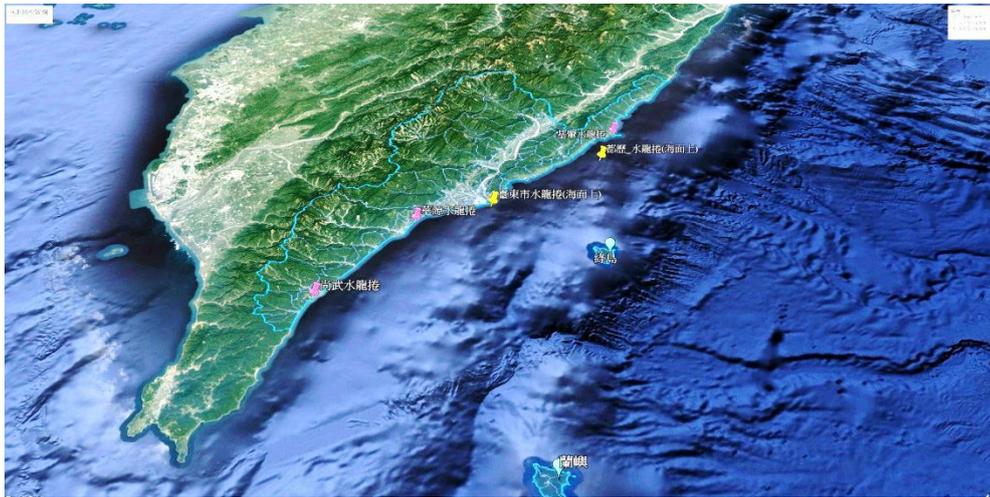
圖五 9月15日12時至21時間隔3小時整合雷達回波圖，資料引自中央氣象局颱風資料庫



圖六 9月16日00時至09時間隔3小時整合雷達回波圖，資料引自中央氣象局颱風資料庫

## 貳、水龍捲事件調查與分析

山竹颱風在台東地區所帶來的影響除豪大雨、暴潮外，主要是颱風外圍環流所引發的水龍捲，其中以對尚武漁港的傷害最大，相關損失近千萬元，各地所發現的水龍捲位置如圖七所示。經實地現場勘查訪問，各地水龍捲事件摘要如表一所示。從出現時間點來看，15日4個水龍捲發生的時間相當接近，約在下午15時前後。時間雖相近，但發生地點最北的成功鎮基翬與最南的大武鄉尚武距離有100公里之遙。



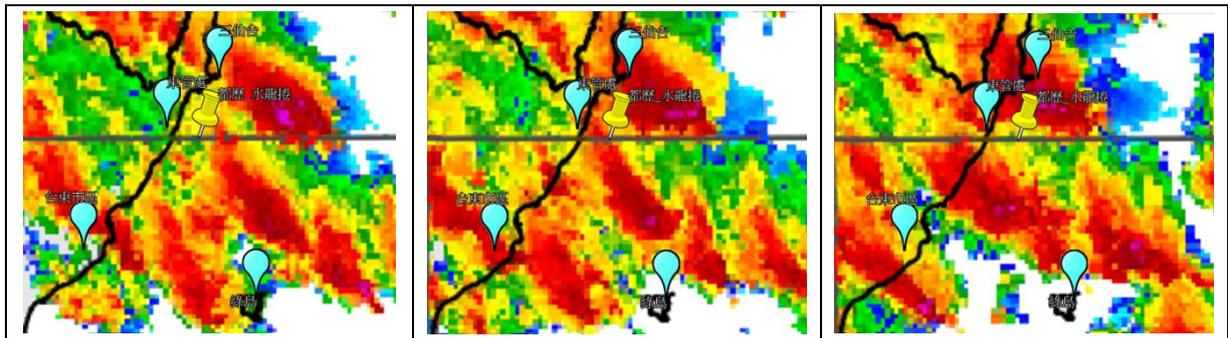
圖七 水龍捲位置圖，紅色標誌表水龍捲有登陸，黃色標誌表未登陸。底圖引自 google earth。

表一 台東各地水龍捲資料摘要表

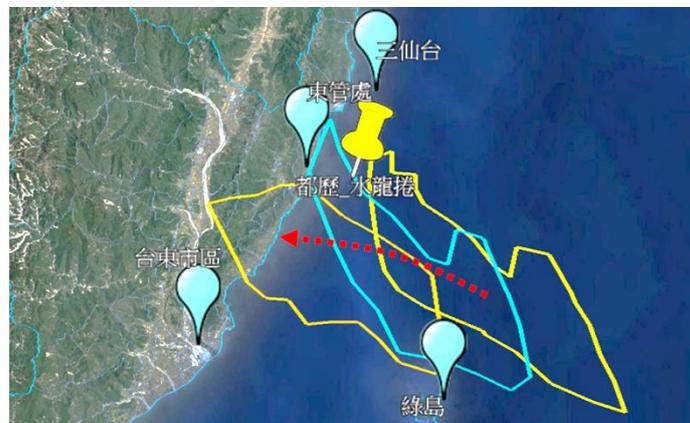
項次	地點	可能出現時間	災情	備考
1	成功鎮 都歷外海	0915/14:20	無	未登陸；
2	台東市 海濱公園外海	0915/14:40	無	未登陸；
3	大武鄉 尚武	0915/14:50	民宅 30 戶(3 戶嚴重受損)、船筏 26 艘(19 艘受損、7 艘沉沒)	登陸；民宅受災戶災情仍待縣府社會處最後確認(30 戶係來自大武鄉公所受理資料)
4	成功鎮 基翬漁港	0915/15:20	無	登陸；
5	太麻里 華源	0916/05:20	無	登陸；

註:可能出現時間，為現勘訪問及經雷達回波比對後推估水龍捲出現的時間，與媒體報導時間有所不同。

最早出現水龍捲的地方是成功鎮都歷外海，15 日 14 時 10 分雷達回波圖顯示，三仙台以東海面至綠島附近海域有強回波的對流胞出現，回波強度可達 60~65dBZ。14:10 時至 14:30 時的雷達回波時序顯示，這些強回波以西移的方向自海上移向陸地(圖八)。而在都歷外海的對流胞自 14 時起，逐漸移向都歷，14:20 分強回波區涵蓋水龍捲位置，因此，推估水龍捲應在 14:20 分左右出現(圖九)。



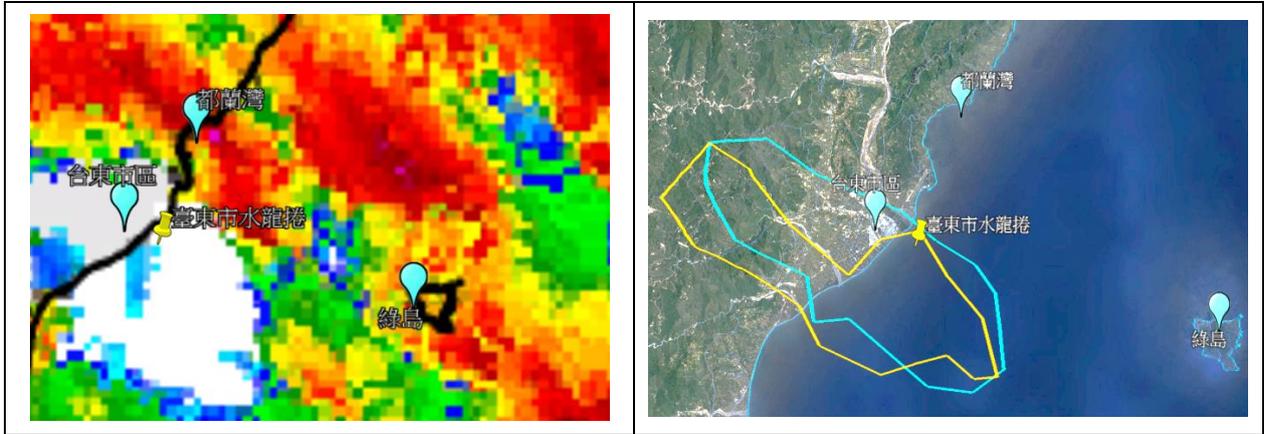
圖八 由左至右為 14:10 分至 14:30 分每 10 分鐘之整合雷達回波圖，底圖引自 google earth。



圖九 14:10 分至 14:30 分每 10 分鐘回波強度達 40dBZ 以上的區域位置圖，黃色圖框為 14:10 分位置，依序時間為藍色、橘色。紅色虛線表回波移動方向。底圖引自 google earth。

接著發生的是 14:40 分於台東市海濱公園外海及 14:50 分大武鄉尚武的水龍捲。台東市海濱公園外海的水龍捲方面，檢視 14:50 分這個時間點的雷達回波，海濱公園外海並無明顯強回波，鄰近地區的強回波是位在台東市北方的都蘭灣

外海。但從 14:30 分及 14:40 分的雷達回波圖可發現，此時段有強回波出現，因此推估水龍捲的出現有可能在 14:40 分左右(圖十)。



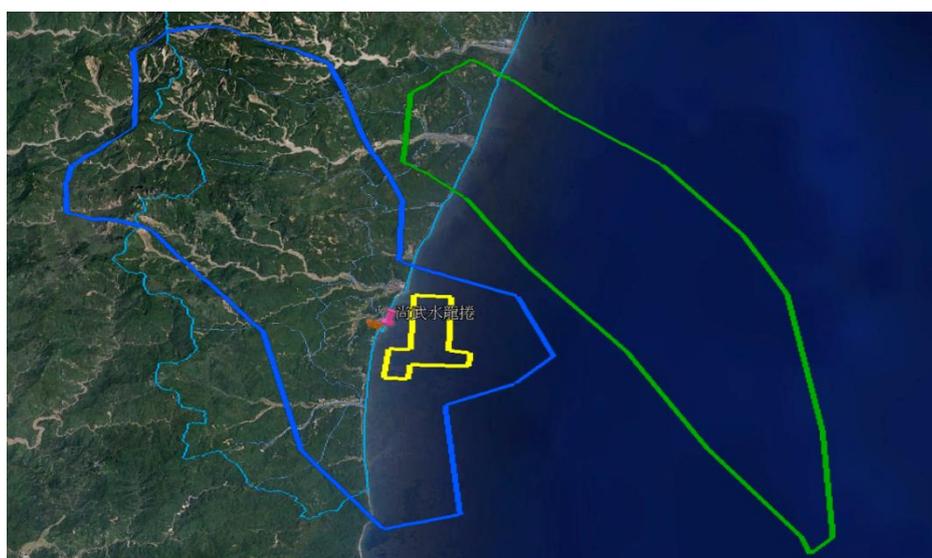
圖十 左圖為 14:50 分整合雷達回波圖；右圖為 14:30 分及 14:40 分回波強度達 40dBZ 以上的區域位置圖，藍色圖框為 14:30 分時，橘色為 14:40 分。底圖引自 google earth。

而由現勘所見房舍受損及樹木倒伏與折枝方向，所推估的大武鄉尚武水龍捲路徑如圖十一所示。水龍捲自港口處經港區至尚武國小所行路徑約為 1 公里，所造成的災損主要是停靠於內港區躲避颱風的 26 艘船筏及鄰近港區的 30 戶商家與住家，估計損失近千萬元之多。慶幸的是，水龍捲的路徑較偏南，並未經過主要街道與住宅區，災損相對較小。

就 14:40 分及 14:50 分雷達回波分析(圖十二)，可見尚武港附近的強回波自海上向西移行進入陸地，移行過程中回波強度有所增強，於 14:50 分在尚武港外海約 2 公里處即出現達 65dBZ 強度的回波。從商家所提供的影片可知，水龍捲來襲的時間在 14:51~52 分間，因此推估水龍捲發生時間在 14:50 分左右。



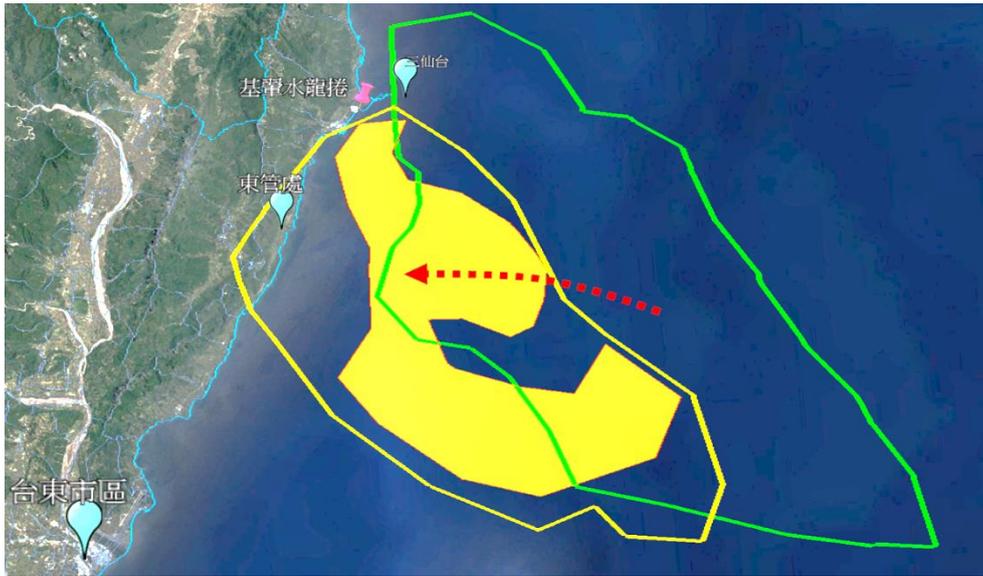
圖十一 尚武水龍捲可能路徑及房舍與船筏受損示意圖。底圖引自 google earth。



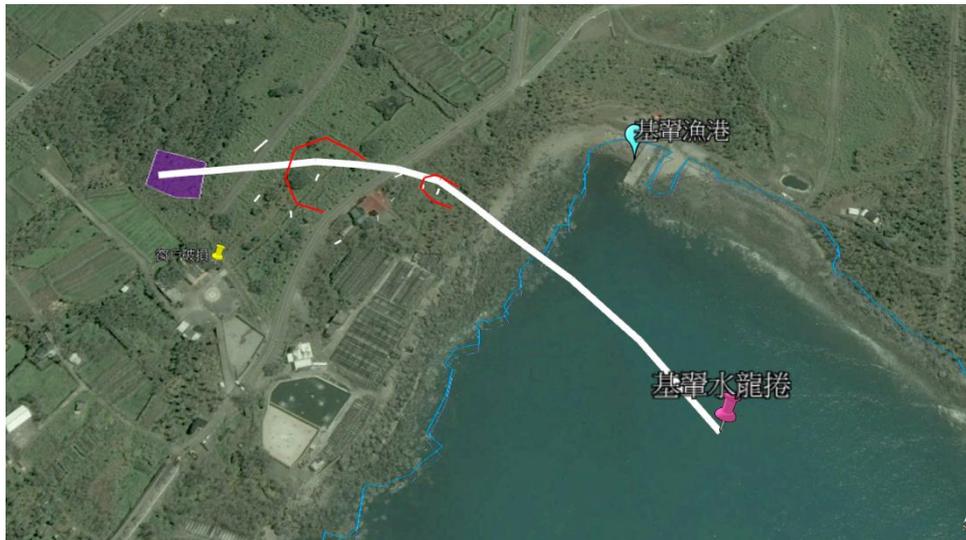
圖十二 14:40~50 分回波強度為 40dBZ 以上區域示意圖，綠色圖框為 14:40 分，藍色圖框為 14:50 分；黃色圖框是 14:50 分回波強度 60dBZ 以上範圍。底圖引自 google earth。

9 月 15 日最後出現的水龍捲是位於成功鎮基翬漁港，發生時間是在 15:20 分左右，強風造成房舍搖晃並有窗戶掉落情形。15:10 分及 15:20 分都有較強回波出現(圖十三)，尤其 15:20 分的 60dBZ 強回波相當接近水龍捲發現位置。從現勘情況所見樹木傾斜或折枝方向，研判水龍捲移行路徑如圖十四所示，自發現

地點至登陸消散約行進 600 公尺。



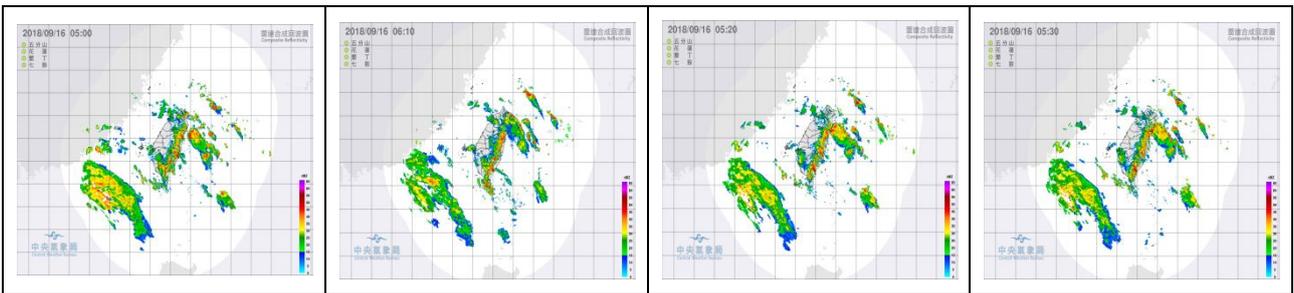
圖十三 9月15日15:10分(綠色)及15:20分(黃色)回波強度達45dBZ以上區域示意圖，黃底紅框則是15:20分回波達60dBZ的範圍；紅色虛線箭頭表回波移動方向。底圖引自 google earth。



圖十四 成功鎮基翬漁港水龍捲可能路徑示意圖。底圖引自 google earth。

9月16日的水龍捲出現在太麻里華源的東方海面上，經訪查當地居民獲知水龍捲出現時間約早上05:30分。而檢視05:00分至05:30分雷達回波圖(圖十五)，發現05:30時的對流胞回波已經位在陸地上。而此對流胞於05:00分時係位在華

源外海，以西北西方向朝陸地接近，其中的回波強度最強達 55dBZ，對流胞於登陸陸地後，回波強度甚至達到 60dBZ 以上，因此這水龍捲出現的時間有可能提前至 05:20 分左右。水龍捲的路徑如圖十六所示，水龍捲從海面西行於台九線 400.6K 位置登陸，越過南迴鐵路後即消散，就所觀測到的發生地點至登陸消散，行經路線約為 600 公尺。



圖十五 由左至右為 9 月 16 日 05 時 00 分至 30 分每 10 分鐘之雷達回波圖，引自颱風資料庫。



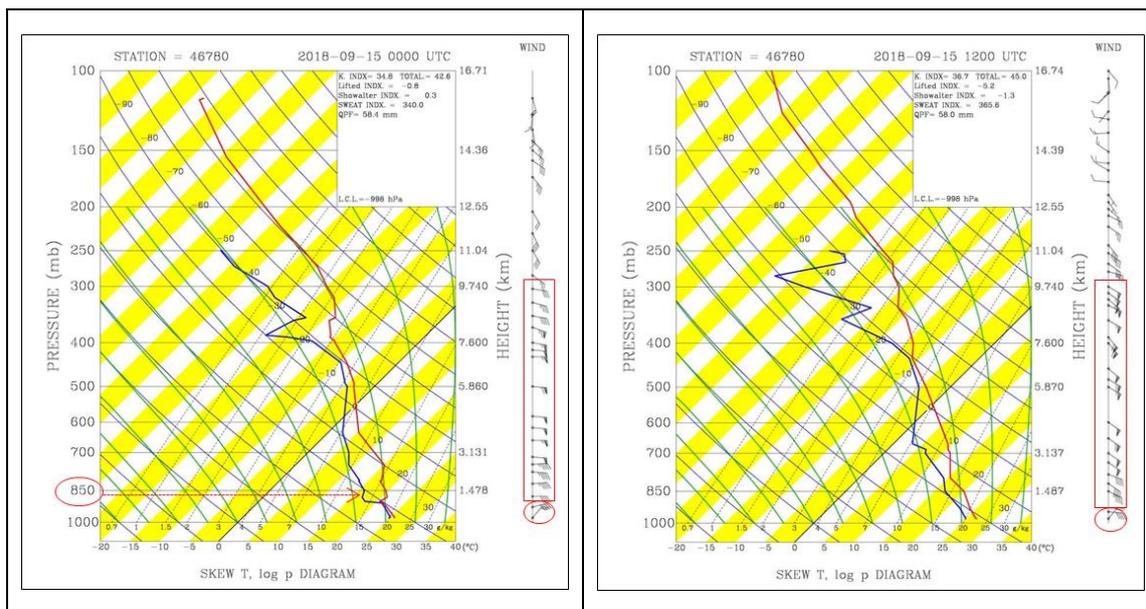
圖十六 華源水龍捲路徑(左)及 9 月 16 日 05:20 分回波強度達 60dBZ 範圍，以綠色色調標示示意圖(右)。底圖引自 google earth。

### 參、結語

山竹颱風行經菲律賓北部之際，其外圍環流於台灣東南海域所促發的小尺度對流發展，計於台東地區引發五處水龍捲現象，此五處水龍捲散佈於南北近 100 公里長的海域。發生於台東市及都歷的水龍捲未登陸，而基翬、華源及尚武

的水龍捲則有登陸情形，其中尚武的水龍捲於登陸後，移行近 1 公里造成重大災情，另基鞏及華源的水龍捲雖登陸移行，幸所經之處為人煙稀少地區，未有災損發生。

此回伴隨山竹颱風的外圍環流所引發的水龍捲，值得注意之處在其數量及分布，這在台東地區可說甚為少見。而其促發環境，從雷達及衛星資料顯示，非自雨帶，係發展於自外海西行的對流胞中，對流胞在移行過程中不斷增強，回波強度往往在接近陸地前達到最強，因此應有地形因素存在。而從綠島探空 15 日 00Z 及 12Z 資料可見(圖十七)，高空 300mb 以下有強風，風速可達 65kt，近地面層風場存有風切，而於 15 日 00Z 時的 850mb 附近有逆溫存在。此次水龍捲發生時間之研判，除探空資料的時間解析顯有所不足外，降雨雨帶的改變及地形可能的影響，使得災害應變的掌握時機顯得力有未逮，就災害管理作為僅能進行災後復原工作。



圖十七 9 月 15 日 00Z(左)及 12Z(右)綠島探空斜溫圖(自行繪製)。

水龍捲是大氣中極具破壞力的劇烈天氣現象，易釀重大災害，但水龍捲的時間及空間尺度相當小，並不易掌握，要能災害預警是有其困難。此回造成船筏及房舍受損係來自水龍捲的登陸，但審視水龍捲的分布不難想像其對台東地區的航空及鐵路等大眾運輸的威脅。因此更凸顯極短時的守視、預警及通報的重要性，但以現有資料研判激發水龍捲的機制仍有其不足之處。是以，本文初步僅就災情進行現地勘查與瞭解，建立相關基礎資料，至於激發水龍捲的機制尚待後續的研究與探討，希最後成果能為劇烈天氣守視及災害預警作業提供相關研判及決策參考。

### 謝誌

感謝科技部計畫編號 MOST 107-2119-M-143-002 研究經費及臺東大學防災資訊科技中心同仁的協助。

### 參考資料

中央氣象局網站 [https://www.cwb.gov.tw/V7/index\\_home.htm](https://www.cwb.gov.tw/V7/index_home.htm)

中央氣象局颱風資料庫 <http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/>