

東北角海岸颱風期間風湧浪與人員落海相關性之探討

饒國清¹ 施孟憲^{2*} 黃清哲³ 滕春慈⁴

1. 國立成功大學近海水文中心系統組組長
2. 國立成功大學近海水文中心系統工程師
3. 國立成功大學近海水文中心主任
4. 中央氣象局海象測報中心主任

*. 臺南市東區大學路 1 號，Email: small@mail.ncku.edu.tw

摘要

台灣海域平均每年有數十起遭受瘋狗浪襲擊而落海的意外事件(蔡與蔡, 2007)。根據國內學者的研究顯示，大部分被浪擊落海之意外事件，多集中於台灣北部及東北部海域。其中，颱風及東北季風期間長浪是東北角海岸釣客及遊客落海主因之一。本文根據氣象局及觀光局東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處委託成功大學近海水文中心，所布放之龍洞及龜山島海氣象資料浮標，蒐集 2013 年 11 月海燕颱風與 2014 年 10 月黃蜂颱風期間的風速及風湧浪資料，探討長浪危險警戒時段與當時發生人員落海的高度關連性。

關鍵詞：瘋狗浪、海氣象資料浮標、海燕颱風、黃蜂颱風、風浪、湧浪

Correlation between Swell and People Falling into the Water during Typhoon Period at Northeast Coast

Kuo-Ching Jao¹ Meng-Hsien Shih² Ching-Jer Huang³ Chuen-Teyr Terng⁴

1. Leader of Engineering Department, Costal Ocean Monitoring Center, Cheng Kung University
 2. Engineer, Costal Ocean Monitoring Center, National Cheng Kung University
 3. Director, Costal Ocean Monitoring Center, National Cheng Kung University
 4. Director, Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau
- *. No. 1, University Road, Tainan, Taiwan, Email: small@mail.ncku.edu.tw

Abstract

There are dozens of accidents induced by the unexpected high waves every year around the Taiwan coasts. Most of these accidents occurred in the north and also north-east coastal areas of Taiwan. The swell during typhoon and winter monsoon should be a dominate factor of these accidents. In this study, the in-situ wave records which were collected by different data buoys over Taiwan waters are applied to discuss the causes of these accidents. The results show high correlation between swell and accident events.

Keywords: Freak wave、Data buoy、Typhoon、Wind sea、Swell

一、前言

台灣海域平均每年有數十起海岸附近遭受瘋狗浪襲擊而落海的意外事件(蔡與蔡, 2007)。而根據國內學者的研究顯示，大部分被浪擊落海之意外事件，多集中於台灣北部及東北部海域，如圖 1 即為台灣各

地發生浪擊落海事件分布圖，由圖 1 明顯看出落海事件在西南海岸較少，東部漸增而北部及東北部則占大多數。

然而根據研究，颱風及東北季風期間長浪是東北角海岸釣客及遊客落海主因之一。其中，颱風發布前

後從颱風處傳到東北角的長浪，以往因為疏忽這潛在危險，常常發生岸邊意外落海事故。然而近幾年，政府在颱風發布前諄諄宣導及管制，這類事件已有逐漸減少趨勢。然而，針對氣象局沒有發布颱風警報的中度以上強度、通過台灣東部遠方的颱風，在海岸活動民眾最容易失去警覺，而導致意外落海事故頻傳。2013年海燕(國際命名:HAIYAN)強烈颱風及2014年黃蜂(國際命名:VONGFONG)強烈颱風，就是最明顯例子。

海燕颱風在2013年11月4日於關島東南方生成(如圖2)，並往菲律賓方向移動，於11月6日強度已到達強烈颱風等級，中心附近風速達到每秒63公尺，11月8日侵襲菲律賓中部造成毀滅性破壞，官方確認逾6300人罹難。而從菲律賓傳來長浪，於11月8日晚上，造成成功鎮新港漁港月光號膠筏搭載3名釣客出海釣魚遭到側浪打翻，1人游上岸，2名許姓釣客失蹤(11月10日中央社)，相隔一日，在11月9日龍洞地質公園因為瘋狗浪，造成8死8傷的重大意外。

黃蜂颱風在2014年10月3日於關島東南方生成(如圖3)，並往日本方向移動，10月8日已達強烈颱風，中心位置約在鵝鑾鼻東南東方1410公里之海面上，中心附近最大風速每秒58公尺，颱風沿著東部遠方海域往日本移動，10月12日強度轉為中度的黃蜂颱風移動至臺北東北東方680公里之海面上，10月13日黃蜂颱風登陸日本，且強度轉為輕度，隨後受地形破壞減為低氣壓。此外，10月6日至12日之間，同時存在強烈東北季風影響，10月10日至13日更是東北季風與颱風外圍環流同時影響台灣周圍海域。根據蘋果日報在10月15日的報導，新北市、基隆市及宜蘭縣的東北角海岸，連續三天均傳釣客落海意外，共有九人遭瘋狗浪捲走，其中三人喪命，還有一人獲救後命危。

本文根據氣象局及觀光局東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處委託成功大學近海水文中心，所布放之龍洞及山島海氣象資料浮標，蒐集2013年11月海燕颱風與2014年10月黃蜂颱風期間的風速、波浪及湧浪資料，並引用氣象局長浪警戒標準(示性波高1.5公尺、平均週期8秒)與本文建議的湧浪警示標準(湧浪示性波高1.5公尺、湧浪平均週期8秒)，探討長浪危險警戒時段與當時發生人員落海的高度關連性。

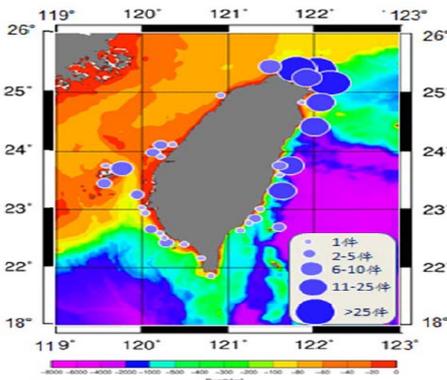


圖1 浪擊落海事件位置分佈圖(災害性瞬變海象之研究(2/4)計畫報告, 民國102年, 中央氣象局)



圖2 海燕颱風路徑(來源: 維基百科)



圖3 黃蜂颱風路徑(來源: 氣象局)

二、東北角海域資料浮標

2.1 浮標位置與功能

東北角海域資料浮標包括在龍洞四季灣外的龍洞浮標、龜山島端尾海域的龜山島浮標及蘇澳港北方約5公里外海域的蘇澳浮標(如圖4)。這些東北角海域浮標每小時提供最新海象資訊，以為政府部門做海岸管理與一般民眾海上休閒活動參考依據。

2.2 浮標觀測系統

海氣象資料浮標觀測系統包括兩組風速風向計、一組波浪儀、一組氣壓計、一組全球衛星定位系統、一組氣溫計及兩組水溫計。

2.3 浮標監控品管

為了確保資料品質與正確性，安裝在浮標系統的觀測儀器皆通過氣象局檢校中心的檢校合格，並與標準站於浮標出廠前進行7天以上資料比對合格。浮標資料在整點10分後透過GPRS數據機回傳至監控中心後，隨即由自動監控程式將資料自動品管與累積即時回傳近24小時的觀測成功率，並由專人定時執行人工品管，確認及過濾回傳資料的品質。



圖4 東北角浮標位置

三、分析方法

3.1 風速及波浪分析方法

資料浮標風速觀測為整點前 10 分鐘記錄一次，取樣頻率為 2Hz，平均風速為 1,200 點原始資料平均值，平均風向為 1,200 點原始風向資料以向量法相加後平均值，陣風為 1,200 點原始資料中每 3 秒之平均值，其平均最大值即為陣風值。資料浮標波浪觀測亦為整點前 10 分鐘記錄一次，取樣頻率為 2Hz。由浮標隨波三維空間運動經過分析可獲得浮標加速度譜，再由浮標加速度譜減去雜訊修正函數後計算一維水位譜，最後利用一維水位譜及方向分布函數之乘積求得方向波譜。其中示性波高 H_s 為 $4.004 \times \sqrt{m_0}$ ，平均週期 T_z 為 $\sqrt{m_0/m_2}$ ，波向為方向波譜能量最大之處所對應之方向；式中 m_0 為波譜總能量， m_2 為波譜二次矩。

3.2 最大波浪尖銳度法分析

波浪在頻率域的分離風湧浪方法採用 Wang and Hung (2001) 所提出波浪尖銳度演算法 (Wave Steepness Algorithm)，此法是美國資料浮標中心 (NDBC) 所採用風湧浪的一維波譜分離法，利用計算波浪尖銳度的最大值來推算風浪及湧浪分離頻率，又稱為二分法，計算數學式如下：

$$\xi(f) = \frac{H_s(f)}{L(f)} = \frac{2\pi H_s(f)}{gT_z(f)^2} = \frac{8\pi m_2(f)}{g\sqrt{m_0(f)}} \quad (1)$$

其中

$$H_s(f) = 4\sqrt{m_0(f)}$$

$$T_z(f) = \sqrt{\frac{m_0(f)}{m_2(f)}} \quad (2)$$

$$m_n(f) = \int_{f_i}^{f_{\max}} f^n S(f) df, \quad n=0, 2$$

每個頻率 f_i 所求得波浪尖銳度為

$$\xi(f_i) = \frac{8\pi \left[\int_{f_i}^{f_{\max}} f^2 S(f) df \right]}{g \left[\int_{f_i}^{f_{\max}} S(f) df \right]^{1/2}} \quad (3)$$

根據 NDBC 的經驗公式，分離頻率 $f_{s\xi}$ 與最大波浪尖銳度推算頻率 f_m 關係式如下：

$$f_{s\xi} = 0.75 f_m \quad (4)$$

此方法在風速小時會造成高估風浪的情形，可用成熟浪 P-M 譜的尖峰頻率來修正，其中

$$f_{PM} = 1.25C/U_{10} \quad (5)$$

根據 NDBC 的經驗 C 為 0.9，風湧浪分離頻率 f_s 是以波浪尖銳度推算分離頻率 $f_{s\xi}$ 及 P-M 譜

(Pierson-Moskowitz spectrum) 推算分離頻率 f_{PM} 兩者中較大頻率來做決定。

3.3 分水嶺分析法

本文以分水嶺法將浮標方向譜之方向上做分區，在 41 分帶頻率及 32 個方位的方向譜能量先進行 9 點的移動平均，接者將方向譜矩陣輸入 Matlab 的內建 Watershed 函數做分群，分完之後的各群能量是由鄰近較低能量指向該群最大能量的尖峰頻率 f_{Pi} 處。

接者再對分群後的方向譜頻率帶及波向帶做風湧浪分離，其中頻率帶是以最大波浪尖銳度法所求得分離頻率 f_s 來分割。若該群能量之尖峰頻率 f_{Pi} 大於分離頻率 f_s 則為風浪；若該群能量之尖峰頻率 f_{Pi} 小於分離頻率 f_s ，但主波向落在風向正負 45 度內則分類為風浪，其他能量群為湧浪。由分水嶺法所得的方向譜，可求得波浪統計值包括湧浪波高、湧浪週期、湧浪主波向、風浪波高、風浪週期及風浪主波向等。

四、結果與討論

4.1 海燕颱風期間風湧浪變化與人員落海之相關性探討

本節主要探討是 2013 年 11 月 4 日生成的強烈颱風海風，11 月 8 日侵襲菲律賓，11 月 8 日晚上在台東造成 3 名釣客出海釣魚遭到側浪打翻，9 日下午 3 點在龍洞地質公園形成的瘋狗浪，造成 8 死 8 傷的重大意外。本文採用東北角龍洞及龜山島浮標在 11 月 4 日至 12 日的觀測資料，分析颱風期間風湧浪變化，做為這次意外事件的人員落海成因之探討。

4.1.1 龍洞浮標的風湧浪變化

由圖 5 可得知，龍洞浮標測到風速均維持在 1~10 m/s，但 6 日早上、10 日早上及傍晚皆有段時間降到 1 m/s 以下，是因為東北季風轉弱關係。這個海域風速變化在這段期間主要是受到東北季風影響，所以從圖 5 得知風向維持在東與東北邊之間，但 6 日、8 日及 9 日測到風向則維持在南向。

龍洞浮標風浪波高從圖 6 可瞭解，在這段期間是隨著浮標風速變化而改變，風浪波高維持在 0.2~2.4m 之間，其中 6、7 及 10 日的大部分時段波高降低到 1m 以內。此外，風浪方向維持在東向至北向之間，接近風速方向，但 6 日、8 日及 9 日則與風向不同，與波浪方向在 6~10 日也有部分時段不同，顯示這些期間波浪主要成分並非風浪。

龍洞浮標分析的湧浪由圖 6 可瞭解，波高變化相較風浪，有比較多時段與整體波高一致，顯示在這期間波浪成分中是以湧浪為主，風浪為輔。至於湧浪的週期方面，都比波浪平均週期來的大。最大湧浪示性波高發生在 11 日晚上，最大湧浪示性波高為 2.3m、平均週期 8.1s、方向 90 度。

在此颱風期間，龍洞浮標觀測到湧浪是否達湧浪警示標準(湧浪波高 1.5m、平均週期 8s)，經檢視圖 6

結果可得知,4日、9日及11日都達到湧浪警示標準,其中在9、11日共有2個時段湧浪突然快速成長,9日湧浪示性波高從約0.2m快速增加到2.0m,11日湧浪示性波高從約0.5m快速增加到2.3m,這種海象條件非常容易發生意外。所以4日、9日及11日應對龍洞地區岸際活動管制,以免因為產生大浪或異常浪將人打落海裡意外發生。至於湧浪方向皆與波浪同方向,在北至東向之間,表示這期間的湧浪是從台灣東北邊東北季風高壓中心傳向東北角海域,但9日當天湧浪則為東南向,研判是從菲律賓東邊傳來海燕颱風的湧浪。

再從圖9~10可看出,海燕颱風雖然距離台灣很遠,但因為颱風強度是該年度最強強烈颱風,所以遠從菲律賓傳來的湧浪,在9日及10日都很明顯。此外因為這段時間也有東北季風,包括6日、7日、11日等,所以這些日期部分時段,風浪有略大於湧浪,但整體而言,這期間仍是以湧浪為主。

4.1.2 龜山島浮標的風湧浪變化

龜山島浮標測到風速由圖7可得知,這個海域風速變化在這段期間主要是受到東北季風影響,均維持在2~11.5m/s之間,但6日白天、10日早上皆有段時間降到2m/s以下,這是因為東北季風轉弱關係。此外,從圖9得知風向維持在北與東北邊之間,但6日、8日~10日期間,浮標測到東南至西南的風向,由圖9研判應是受到海燕颱風外圍環流影響所致。

龜山島浮標風浪波高由圖8可瞭解,在這段期間是隨著浮標風速變化而改變,風浪波高維持在0.2~2.0m之間。其中,4日及11日風浪波高接近2.0m,這應是接近10.0m/s強勁風速,所造成的風浪;6日及10日大部分時段風浪波高降低到0.5m以內,則是風速轉小的緣故。此外,受風力影響,風浪方向維持在東向至北向之間,但6日、8日~10日期間則轉為西南向及南向。

龜山島浮標的湧浪由圖8可瞭解,波高變化相較風浪,有比較多時段與整體波高一致,顯示在這期間波浪成分中是以湧浪為主,風浪為輔。至於湧浪的週期比波浪平均週期來的大。最大湧浪示性波高發生9日中午,最大湧浪示性波高為3.0m、平均週期12.7s、方向203度。

在此颱風期間,龜山島浮標觀測到湧浪是否達湧浪警示標準(湧浪波高1.5m、平均週期8s),經檢視圖8結果可得知,9日~11日都達到湧浪警示標準,其中在9、11日共有2個時段湧浪突然快速成長,9日湧浪示性波高從約1.0m快速增加到3.0m,11日湧浪示性波高從約0.7m快速增加到2.0m,這種海象條件非常容易發生意外。所以9日~11日應對龜山島地區岸際活動管制,以免因為產生大浪或異常浪將人打落海裡,發生意外。至於湧浪方向皆與波浪同方向,在北至東向之間,表示這期間的湧浪是從台灣東北邊東北季風高壓中心傳向東北角海域,但8日晚上、9~10日湧浪則為西南及南向,研判這些時段湧浪是從菲律賓附近海燕颱風造成波浪所傳遞而來。

再從圖8可看出,湧浪大部分時段皆比風浪來的大,而且9日及10日兩者之間差異特別明顯。此外,受到東北季風影響,包括4~5日、7日、11日等日期部分時段,風浪有略大於湧浪,但整體而言,這期間仍是以湧浪為主。

4.1.3 意外落海事件與颱風長浪相關探討

根據2013年11月10日的新聞報導,受菲律賓的強烈颱風海燕傳來的長浪影響,於2013年11月9日下午3點在龍洞灣海洋公園發生瘋狗浪事件,造成8死8傷的重大意外,本文以浮標的湧浪資料及警戒標準間關係說明如下:

由於發生事故地點龍洞灣海洋公園位於龍洞浮標北邊,由圖10可瞭解,事發前一日及當天下午,海燕颱風侵襲菲律賓後正逐漸往西南方海域移動,距離事發地點超過1600公里。所以檢視龍洞浮標在9日早上到下午觀測資料,示性波高變化介於1.71~2.11m,平均週期6.5~7.5s,這些條件尚未到達氣象局長浪警戒標準(示性波高1.5m、平均週期8s)。此外,平均風速6.9~9.6m/s(4~5級風),風向145~192度,風浪示性波高0.5~1.37m、風浪平均週期3.4~5.3s、主波向11~135,所以資料顯示風浪並不大。但是進一步檢視湧浪資料發現,湧浪週期9.2~12.4sec,湧浪示性波高也在0.2~2.0m之間,大部分時間浮標海象已達本文的湧浪警示標準(湧浪示性波高1.5m、平均週期8s),長浪現象是很明顯。

11月9日下午3點事發當時,龍洞海氣象資料浮標風速陣風為10.4m/s(5級風)、平均風速8.1m/s(5級風)、風向176度(南風)、示性波高1.94m、平均週期6.5sec,風浪示性波高為1.37m、風浪平均週期5.1sec,主波向90度,湧浪示性波高為1.44m、湧浪平均週期11.7sec,主波向113度,顯示風速稍強,風浪與湧浪規模相當,湧浪資料雖然未達長浪警戒標準,但已接近湧浪警示標準,此外,意外發生前後湧浪示性波高達2.0m,已超過湧浪警示標準,所以研判海燕颱風方向所傳過來的湧浪應是造成人員被捲入海中之主要原因。

另一方面從南邊龜山島海域也能發現長浪情形,首先檢視龜山島浮標在11月9日下午3點的觀測資料,示性波高2.6m、平均週期9.6s、主波向203度,平均風速7.7m/s、風向178度,湧浪示性波高2.4m、平均週期12.0s、主波向203度,這些資料顯示龜山島海域已達氣象局長浪警戒及本文建議湧浪警示標準,且長浪是從菲律賓處海燕颱風位置方向所傳過來。進一步察看龜山島南岸碼頭視訊站影像資訊,由圖11發現在9日下午4點也拍到很大異常浪,這能間接證明龍洞地質公園人員落海是受到長浪及異常浪侵襲影響可能性。

綜合以上資訊研判,龍洞海域在2013年11月9日早上至下午皆已達本文建議湧浪警示標準,海岸存在異常浪侵襲危險狀態,這與當時發生人員落海有很大關連,此外9日當天波浪由0.2m快速增加到2.0m也是讓人容易發生意外另一個主因。

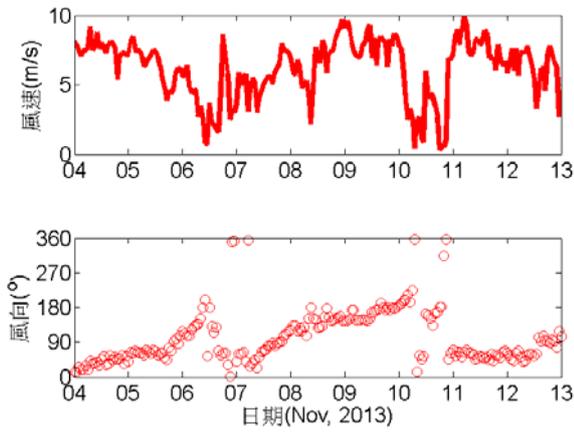


圖 5 龍洞浮標在海燕颱風期間(2013/11/04~2013/11/12)風速變化

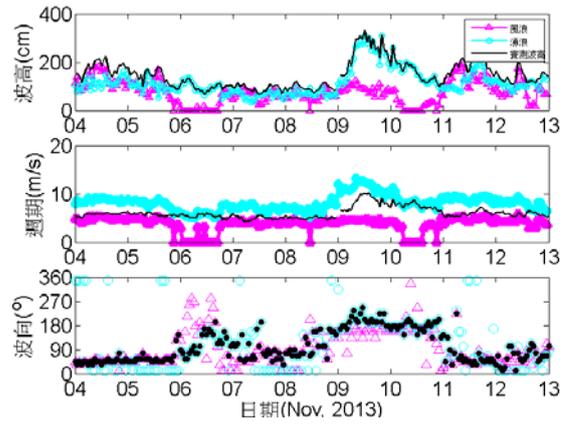


圖 8 龜山島浮標在海燕颱風期間(2013/11/04~2013/11/12)風湧浪變化

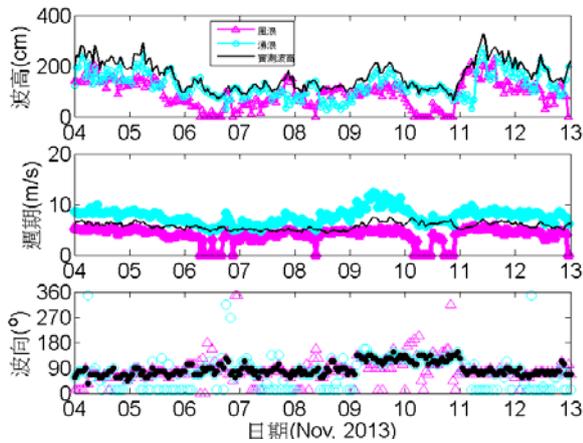


圖 6 龍洞浮標在海燕颱風期間(2013/11/04~2013/11/12)風湧浪變化

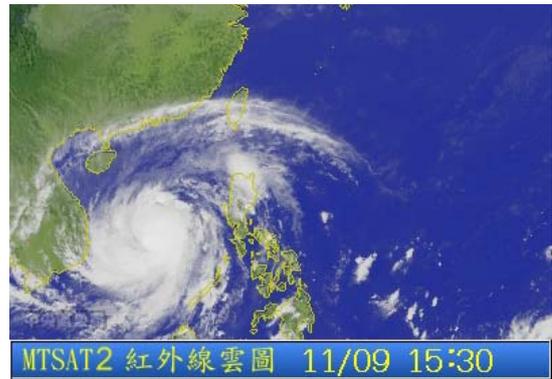


圖 9 海燕颱風衛星雲圖(來源：氣象局)

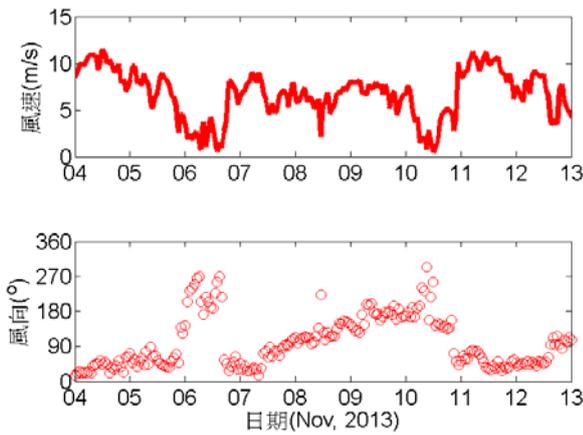


圖 7 龜山島浮標在海燕颱風期間(2013/11/04~2013/11/12)風速變化

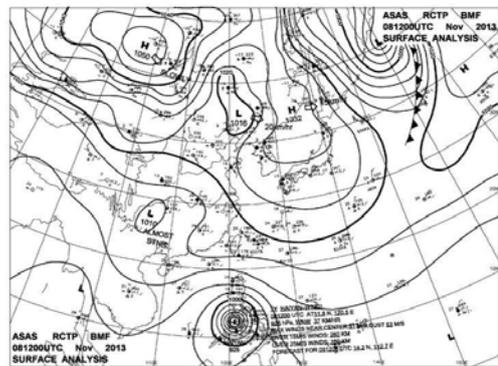


圖 10.2013 年 11 月 8 日晚上天氣圖(來源：氣象局)



圖 11.龜山島南岸碼頭所拍攝到異常浪

4.2 黃蜂颱風期間風湧浪變化與人員落海之相關性探討

本節主要探討是 2014 年 10 月 3 日生成的強烈颱風黃蜂，由關島往日本方向移動，同時間中度颱風巴逢在 3~6 日也往日本，5 日登陸日本後，6 日 20 時轉為溫帶氣旋，而黃蜂颱風在 10 月 13 日登陸日本，期間颱風外圍環流與東北季風在 10 月 10 日至 13 日同時影響台灣周圍海域。10 月 12 日至 14 日新北市、基隆市及宜蘭縣的東北角海岸，連續三天均傳釣客落海意外，共有九人遭瘋狗浪捲走。本文採用東北角龍洞浮標的觀測資料，分析颱風期間 10 月 9 日至 15 日的風湧浪變化，做為這些意外事件的人員落海成因之探討。

4.2.1 龍洞浮標的風湧浪變化

龍洞浮標測到風速由圖 12 可得知，均維持在 4~10 m/s，但 12 日深夜有段時間降到 2 m/s，15 日中午後也有轉弱情形。由圖 12 得知風向維持在東北與西北邊之間，顯示這個海域風速變化在這段期間主要是受到東北季風影響。

龍洞浮標觀測到的風浪波高由圖 13 可瞭解，在這段期間是隨著浮標風速變化而改變，波高維持在 1~2m 之間，其中 12、14 及 15 日大部分時段降低到 1m 以內。此外，風浪方向在 9 日至 12 日，接近風速方向，但與波浪方向不同，顯示這些期間波浪主要成分並非風浪。

龍洞浮標觀測到的湧浪由圖 13 可瞭解，波高變化與整體波高變化一致、規模接近，顯示在這期間波浪成分中是以湧浪為主。至於湧浪的週期皆比波浪平均週期來的大。最大湧浪示性波高發生在颱風靠近日本之前 12 日早上，最大湧浪示性波高為 7.48m、平均週期 12.1s、方向 68 度。

在此颱風期間，龍洞浮標觀測到湧浪是否達湧浪警示標準(湧浪波高 1.5m、平均週期 8s)，經檢視圖 13 結果可得知，9~14 日都達到湧浪警示標準，其中在 11~12 日、13 日共有 2 個時段湧浪突然快速成長，11~12 日湧浪示性波高從約 2.5m 快速增加到 7.5m，13 日湧浪示性波高從約 1.6m 快速增加到 5.8m，這種海象條件非常容易發生意外。所以 9 日起至 14 日深夜應對龍洞地區岸際活動管制，以免因為產生大浪或異常浪將人打落海裡，發生意外。至於湧浪方向皆與波浪同方向，在東至東北向之間，表示這期間的湧浪是從台灣東北邊的巴逢颱風、東北季風高壓中心及黃蜂颱風傳向東北角海域。再從圖 13 可看出，黃蜂颱風雖然沒有直接影響台灣，但從遠處傳來東北角海域的湧浪比颱風外圍環流及東北季風所造成風浪來的大，尤其在 11~13 日浮標測到風速雖然未達 10 m/s 以上強風速，但同時間的波浪卻是相當大，因為其成分都是以湧浪為主的波浪。

4.2.2 龜山島浮標的風湧浪變化

由圖 14 得知，龜山島浮標所測到風速在 12 日以前較為強勁，大部分均維持在 7~12 m/s，但 12 日以

後則有多個波段變化，風速較強皆發生在中午附近時段，最高達 11.5 m/s，但最低也降到靜風狀態，皆發生在凌晨附近時段，且變化幅度也越來越小。這個海域風速變化這段期間主要是受到東北季風影響，所以由圖 14 得知風向維持在東北與西北之間。

由圖 15 可瞭解龜山島浮標風浪波高部分，基本上是隨著浮標風速變化而改變，波高在 12 日以前維持在 1~1.7m 之間，12 日以後降低到 1m 以內。進一步檢視圖 14 及圖 15 可發現，風浪方向與風速方向皆相同。風浪方向與波浪方向在 9~10 日有所不同，顯示這期間應是以湧浪為主。

由圖 15 可得知，龜山島浮標的湧浪波高變化與整體波高變化一致、規模接近，顯示在分析資料期間波浪成分中是以湧浪為主。至於湧浪週期方面皆比波浪平均週期來的大。最大湧浪示性波高發生在颱風接觸日本 13 日凌晨，最大湧浪示性波高為 3.56m、平均週期 12.9 秒、方向 34 度。

在此颱風期間，龜山島浮標觀測到湧浪是否達湧浪警示標準(湧浪波高 1.5m、平均週期 8 秒)，經進一步檢視圖 15 結果，9~13 日都達到湧浪警示標準，其中在 9~13 日湧浪週期達 10 秒以上，這些時段要特別注意。所以自 5 日起至 13 日的期間，應對龜山島及外澳地區岸際活動管制，以免因為產生大浪或異常浪將人打落海裡，發生意外。至於湧浪方向皆與波浪同方向，在東至東北向之間，表示這期間的湧浪是從台灣東北邊的巴逢颱風、東北季風高壓中心及颱風傳向東北角海域，但 9~10 日則為西南向，由圖 3 的黃蜂颱風移動軌跡可發現，這應是颱風由南往北靠近台灣東部海域過程中，從東南邊方向傳來湧浪，在龜山島時因受到地形因素影響，而轉為西南方向關係所致。再從圖 15 可看出，黃蜂颱風雖然沒有直接影響台灣，但其外圍環流及東北季風所造成風浪，比從遠處受季風高壓中心及颱風影響傳來湧浪來的小，尤其 9~13 日，兩者差異更是為大。

4.2.3 意外落海事件與颱風長浪相關探討

黃蜂颱風期間在新北市、基隆市及宜蘭縣的東北角海岸，10 月 11 日至 13 日連續 3 天均傳釣客落海意外，共有九人遭瘋狗浪捲走，其中三人喪命，還有一人獲救後命危。這三起事件的新聞資訊、湧浪資料及警戒標準間關係說明如下：

根據聯合報在 10 月 12 日報導，10 月 11 日釣客落海分別在鼻頭角海域及基隆八斗子漁港，其中鼻頭角海域落海簡姓釣客落海時間點為早上 9 點，事故點最近為龍洞浮標，本文以 11 日龍洞浮標海象資料來分析說明。瑞芳區鼻頭角海岸落海事件發生在 11 日早上 9 點，當時鄰近龍洞浮標由圖 12~13 可得知，平均風速 7.2 m/s(4 級風)、風向 359 度，示性波高 3.81 m、平均週期 8.6 s、主波向 112 度，湧浪示性波高 3.77 m、湧浪平均週期 9.7 s、主波向 113 度，風浪示性波高 0.93m、風浪平均週期 4.3 s、主波向 11 度。這些資料證實事實當時，龍洞海域海象的風速及風浪並不大，但湧浪已達長浪警戒及湧浪警示標準，所以當時長浪

應是造成釣客落海主因，而且示性波高整天多幾乎在 3 m 以上，週期也達 8 s 以上，顯示龍洞海域 11 日整天皆達長浪危險狀態。

根據台視新聞在 10 月 13 日報導，10 月 12 日在基隆海洋大學堤防有男子騎機車觀浪，被撲天捲地而來的巨浪撲倒，連人帶車摔下消波塊，萬里龜吼漁港附近，也有兩名日籍男子衝浪、被捲向外海。事故點最近為龍洞浮標，本文以 12 日龍洞浮標海象資料來分析說明，檢視鄰近的龍洞浮標當日白天的資料，由圖 12~13 可得知，平均風速 2.5~6.4 m/s(2~4 級風)、風向 284~354 度，示性波高 4.01~7.02 m、平均週期 9.9~11.8 s、主波向 45~79 度，湧浪示性波高 3.96~7.01 m、湧浪平均週期 10.6~13.6 s、主波向 45~68 度，風浪示性波高 0.2~0.82 m、風浪平均週期 3.8~5.6 s、主波向 338~23 度。上述資料證實事發當時，龍洞海域海象風速及風浪不大，但由湧浪資料顯示已達長浪警戒及湧浪警示標準，整天皆達長浪危險狀態，所以當日長浪應是造成人員落海主因。

根據自由時報在 10 月 14 日報導，10 月 13 日基隆八斗子漁港及東北角貢寮區龍洞佛祖崖 2 釣客落海。事故點最近為龍洞浮標，本文以 13 日龍洞浮標海象資料來分析說明，檢視鄰近的龍洞浮標當日的資料，由圖 12~13 可得知，平均風速 3.4~8.2 m/s(3~5 級風)、風向 330~48 度，示性波高 1.96~6.05 m、平均週期 7.1~11.3 s、主波向 56~90 度，湧浪示性波高 1.56~5.79 m、湧浪平均週期 8.3~12.6 s、主波向 45~90 度，風浪示性波高 0.26~1.99 m、風浪平均週期 3.7~6.3 s、主波向 349~90 度。上述資料證實事發當日，龍洞海域海象，風速及風浪不大，然而根據湧浪資料顯示，大部分時段已達長浪警戒標準，且全部時段都達到湧浪警示標準，所以整天皆達長浪危險狀態，研判當日長浪應是造成人員落海主因。

綜合以上分析，黃蜂颱風期間東北角海岸 10 月 11 日至 13 日連續 3 天均傳釣客落海意外，以龍洞浮標資料分析結果，浮標海域皆已達氣象局長浪警戒及本文建議湧浪警示之標準，此外 11~12 日及 13 日皆有波浪快速成長情形，所以人員落海與長浪在岸邊所激起異常浪高應有高度關連，而波浪快速成長也是容易讓人發生意外另一個主因。

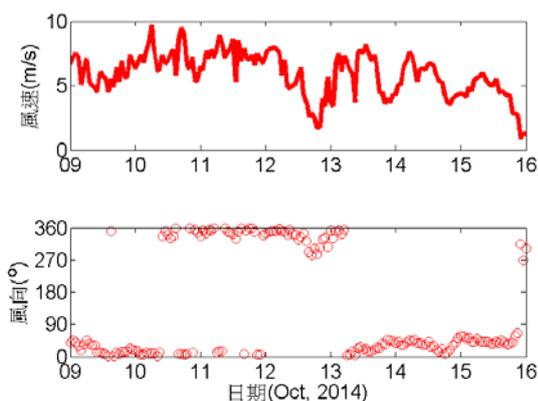


圖 12 龍洞浮標在黃蜂颱風期間 (2014/10/09~2014/10/15) 風速變化

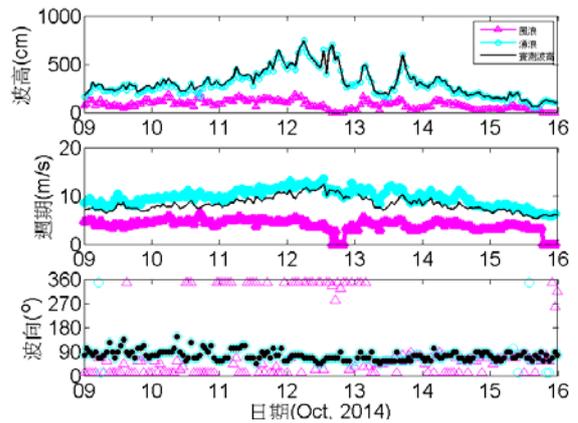


圖 13 龍洞浮標在黃蜂颱風期間 (2014/10/09~2014/10/15) 風湧浪變化

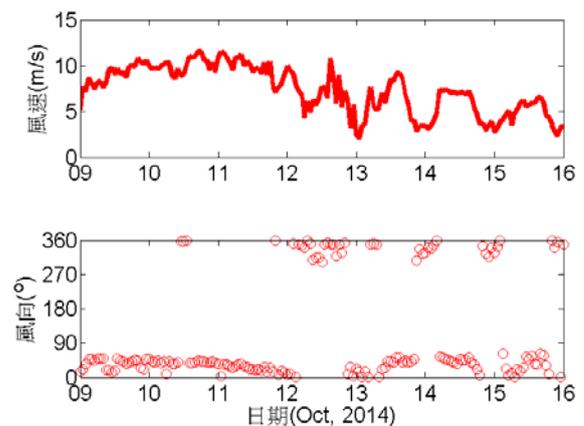


圖 14 龜山島浮標在黃蜂颱風期間 (2014/10/09~2014/10/15) 風速變化

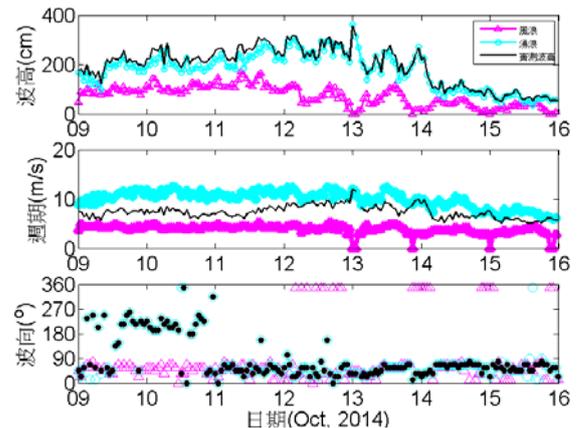


圖 15 龜山島浮標在黃蜂颱風期間 (2014/10/09~2014/10/15) 風湧浪變化

五、結論

本文為了討論長浪與人員落海關連，選擇海岸災害最頻繁東北角海域的龍洞及龜山島海氣象浮標，並以 2013 年 11 月海燕颱風與 2014 年 10 月黃蜂颱風期間的風速、波浪及風湧浪資料，與引用氣象局長浪警戒標準(示性波高 1.5 公尺、平均週期 8 秒)與本文建議湧浪警示標準(湧浪示性波高 1.5 公尺、湧浪平均週期 8 秒)，探討長浪危險警戒時段與當時發生人員落海

的高度關連性。經本文研究發現，這些距離台灣很遠的強烈颱風，在颱風發布期間台灣附近的風場並不強，而引起的風浪也自然不大，這會導致海岸活動民眾容易疏忽其中的潛在危險。但是遠方傳來的湧浪卻很明顯，且已超過長浪的標準，表示這些時段海岸已達到危險狀態，本文並引用龜山島在海燕颱風期間視訊影像，確認長浪在岸邊引起異常大浪情形。所以長浪在事故地點激起異常大浪，應是造成人員落海之最主要原因。此外，本文經比對分析龍洞浮標資料，2013年11月9日下午3點海燕颱風期間與2014年10月13日黃蜂颱風期間的兩個例子而言，本文建議的湧浪警示標準比氣象局公布的長浪警戒，較能有效預警海岸的危險狀態。最後本文研究也發現，風平浪靜時突然快速成長的波浪或湧浪，往往也是造成海岸意外事故的主因之一。

六、誌謝

感謝中央氣象局及觀光局東北角暨宜蘭國家風景區管理處，所提供龍洞及龜山島資料浮標之觀測資料，使本文得以順利完成。

參考文獻

1. 饒國清、施孟憲、陳聖學、黃清哲、滕春慈(2013)，「杰拉華颱風期間台東外洋浮標風波流資料特性分析」，第35屆海洋工程研討會，第701-706頁。
2. 蔡仁智、蔡政翰(2007)，「資料探勘應用於台灣海岸危險波浪發生之研究」，第29屆海洋工程研討會，第541-546頁。
3. Pierson, W.J. and Moskowitz, L. (1964) "A Proposed Spectral form for Fully Developed Wind Seas Based on the Similarity Theory of S.A. Kitaigorodskii," *Journal of Geophysical Reserach.*, pp. 5181-5190.
4. WANG, D. W. and HWANG, P. A. (2001) "An Operational Method for Separating Wind Sea and Swell from Ocean Wave Spectra," *Journal of Atmospheric and oceanic technology*, pp. 2052-2062.