

與颱風長浪有關之瘋狗浪事件研究

郭人維¹ 潘庭馨¹ 許明光² 陳進益³ 練育貞³ 滕春慈³

國立臺灣海洋大學¹ 臺北城市科技大學休閒事業系² 中央氣象局海象測報中心³

摘要

2013年11月9日，一連串突如其來的大浪襲擊鼻頭角地質公園，16人遭巨浪捲走，其中8人落海溺斃，另8人受傷，這是近年瘋狗浪造成死亡人數最多的慘劇。瘋狗浪以目前科技是無法做到定點預報，但其中許多事件的發生與長浪有關。如果能及時提醒民眾注意長浪可能造成的瘋狗浪，許多悲劇是可以避免的。因此氣象局於本(2015)年7月開始發布長浪即時訊息，藉此提醒在海邊遊玩或工作的民眾防範瘋狗浪。

本研究蒐集新聞報導之瘋狗浪襲擊事件結合前人研究(董東璟等，2014)所蒐集之事件資料，加以彙整分析。經過統計發現瘋狗浪事件時海上有颱風的事件有144筆，比例將近一半。這些事件分別發生在中央氣象局發布颱風警報之前，颱風期間以及颱風警報解除之後。可以合理推論，若海面上有颱風成形，就算颱風距離臺灣很遠，仍然會有颱風產生的長浪傳遞到臺灣，有機會在海邊形成突如其來的瘋狗浪。

本研究專注於與颱風長浪有關之瘋狗浪事件的研究。為了解造成瘋狗浪事件之颱風，在事件發生時的位置，以及造成瘋狗浪事件之長浪產生的地點。本研究蒐集瘋狗浪事件發生時，發生地點最近的浮標站所紀錄之波浪週期(尖峰週期與平均週期)，以及颱風路徑位置資料。藉由微小振幅波理論，推算長浪波速，反推颱風產生長浪之可能位置，藉以了解瘋狗浪事件發生時，颱風所在位置與長浪源區。希望藉由本研究的發現，強化氣象局發布長浪即時訊息的基礎。

關鍵字：颱風、長浪、瘋狗浪。

一、前言

近幾年來，不時會在電視上或報紙上看到瘋狗浪事件的報導。有民眾在岸邊釣魚亦或是在岸邊進行休閒活動時被突然侵襲的大浪捲入海中，家屬焦急的等待海巡署的搜救。其中又以2013年11月9日的事件為最，是近年來傷亡人數最多的瘋狗浪事件。使得瘋狗浪受大眾的注目。

瘋狗浪發生的情況可區分為兩種，一種為當時海況已不佳，民眾不顧氣象局長浪的警訊或海巡單位的警告，強行進入海邊釣魚或進行休閒活動而被大浪捲走；另一種狀況是當時風平浪靜，但台灣附近海域有天氣系統不斷吹拂海面，產生的湧浪傳遞到台灣，而民眾並不知道，又缺乏警覺性，仍然到海邊活動，被突如其來的大浪捲入海中，造成不幸的傷亡。

由於海上浮標布放的數量不夠多，且因電力的限制，無法及時傳送海象資料。因此目前並無法做到瘋狗浪定點的及時速報。鑒於許多事件的發生與長浪有

關。因此中央氣象局依照浮標觀測數據和模式來預測台灣海岸地區是否有長浪發生。並於本(2015)年7月開始發布長浪即時訊息，希望能及時提醒民眾注意可能造成危害的長浪，藉此提醒在海邊的民眾防範長浪，避免瘋狗浪事件的發生。

本研究主要關注與颱風長浪有關之風狗浪事件，藉由蒐集事件發生時，距離事件地點最近之浮標站所測得的波浪平均週期與尖峰週期，以及颱風路徑位置等資料，藉由微小振幅波理論推算出瘋狗浪事件，波源可能的位置。藉此了解事件與颱風之間的關係。

二、研究方法

(一) 浮標觀測資料

中央氣象局在台灣周圍海域佈放了許多資料浮標來觀測海象。每小時觀測一次，每日觀測24次。資料浮標系統記錄整點前10分鐘資料，經由能譜分析轉換推算出示性波高及最大週期，波向則取方向波譜能

量最大之處所對應之方向。示性波高、平均週期及尖峰週期計算方法如下，其中 m_0 為波譜總能量， m_2 為波譜二次矩， f_p 為尖峰頻率。

$$\text{示性波高： } H_s = 4.004\sqrt{m_0} \quad (\text{式 1})$$

$$\text{平均週期： } T_z = \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \quad (\text{式 2})$$

$$\text{尖峰週期： } T_{\max} = \frac{1}{f_p} \quad (\text{式 3})$$

(二) 瘋狗浪事件資料

本研究搜尋網路中有報導瘋狗浪事件的新聞為紀錄加以分析。事件依據「瘋狗浪」、「浪」、「浪襲」等關鍵字搜尋 2005 年 1 月至 2015 年 7 月之新聞，並取董東璟等人於 2014 年發表之「災害性瞬變海象之研究」中收錄 2000 年至 2013 年的瘋狗浪事件資料。比對兩者的資料並扣除重複紀錄事件後，獲得 2000 年 1 月至 2015 年 7 月共 300 筆的瘋狗浪事件。

(三) 微小振幅波理論

在深水中，最基礎的理論為微小振幅波理論，此理論為 1845 年，由 Airy 所提出。依據微小振幅波理論所述，在一些前提假設及推導下，可得頻散關係式

$$\sigma = g k \tanh k d \quad (\text{式 4})$$

其中 $\sigma = \frac{2\pi}{T}$ 表示角頻率； g 為重力加速度， $k = \frac{2\pi}{L}$ 為波數， d 為水深，並可由 $C = \frac{\sigma}{k}$ 得到

$$C^2 = \frac{g}{k} \tanh k \quad (\text{式 5})$$

以及 $\sigma = \frac{2\pi}{T}$ 得到

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad (\text{式 6})$$

其中 C 為波速， L 為波長， T 為周期

淺水時(Shallow water) $\frac{d}{L} < \frac{1}{20}$ ， $k d < \frac{\pi}{10}$ ， $\tanh k d \doteq k d$
 $\therefore C = \sqrt{kd}$ (式 7)

深水時(Deep water) $\frac{d}{L} > \frac{1}{2}$ ， $\frac{d}{L} > \frac{1}{2}$ ， $k d > \pi$ ， $\tanh k d \doteq 1$

$$\therefore C = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T \quad (\text{式 8})$$

(四) 推算

從中央氣象局海象測報中心的資料庫中，蒐集各個事件發生時，最靠近的浮標站的波高、週期等波浪資料。根據微小振幅波理論，以深水波波速公式 $C = 1.56T$ ，分別代入平均週期及尖峰週期，得到事件發生時該波浪可能的波速，並用各個時間點（本研究以日本氣象廳公布的各時間颱風經緯度為基礎）颱風與事發地點的距離，推估此長波可能是颱風在哪個位置（時間）產生的。

三、結果與討論

(一) 統計

根據蒐集近 15 年的瘋狗浪事件進行分析。分析事件發生地點，以縣市區分發生次數(如圖 1)，可以發現以台灣的東部和北部發生的次數較多，其中新北市發生的次數最多共 108 次，其次為基隆市共 56 次。

氣象局官網上敘述瘋狗浪發生時間為每年 5~6 月及 10 月至翌年 1 月。根據本研究的資料分析(如圖 2)，可以發現 9、10 和 11 月發生次數較高，發生的次數皆超過 30 次。與氣象局的敘述略有差異。再以事件發生時太平洋上是否有颱風進行分類，海面上沒有颱風時，以 1、11 和 12 月發生的次數較多，皆超過 20 次，有可能是因為冬天時東北季風不斷吹拂海面，使岸邊的風浪不小。當海面上有颱風時，7 月到 11 月皆發生 15 次以上，其中以 9 月發生的次數最多。

本研究將瘋狗浪事件分成五類，分別為非颱風時期、有颱風但無(沒有)發布颱風警報、尚未發布颱風警報、發布颱風警報和已解除颱風警報等(如圖 3)。其中以非颱風時期發生的比例最高，其高達 52%，可能為其他非颱風的天氣系統造成，如東北季風。第二多的是颱風期間無發布颱風警報的事件，佔 30%。當颱風在太平洋生成後，可能因為距離尚遠或路徑不影響台灣，氣象局不一定會發布颱風警報，但其產生的長浪仍可傳至臺灣沿岸造成危害。此時的天氣型態常為晴空萬里，致使民眾降低警戒心，因而造成傷亡。相對的，在中央氣象局發布颱風警報期間的前後，發生事件的比例總共只有 18%，與無發布颱風警報的比例相比減少很多。有可能是因為民眾知曉颱風的接近，降低了去海邊的意願，進而減少意外發生的機會。

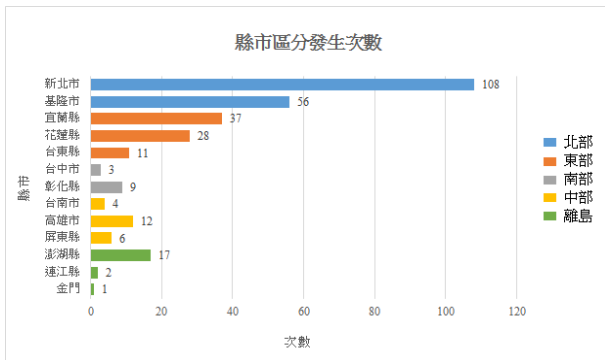


圖 1 瘋狗浪事件發生地點次數統計

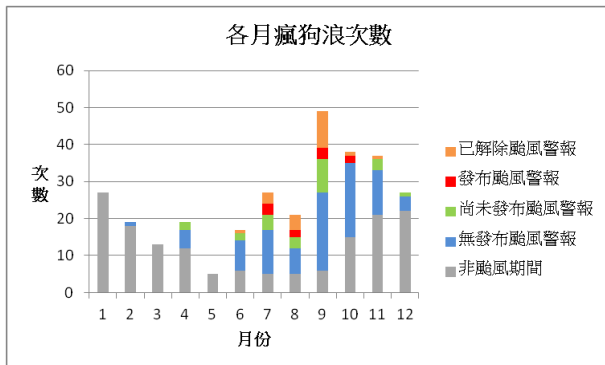


圖 2 瘋狗浪事件月份分布及與颱風有關事件的統計

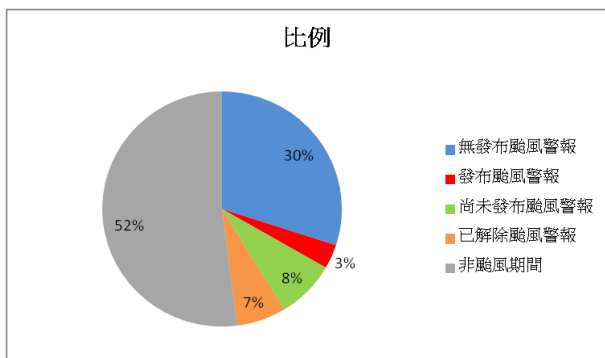


圖 3 瘋狗浪事件發生時警報狀態

(二) 推算波源位置

本研究蒐集瘋狗浪事件發生時，發生地點最近浮標站所紀錄之波浪週期(尖峰週期與平均週期)，以及颱風路徑位置資料。藉由微小振幅波理論，推估長浪波速，反推瘋狗浪事件之長浪，可能是颱風在哪個位置時產生的(圖 4)。本研究推算造成瘋狗浪事件地點與長浪波源距離及傳遞時間。同時也與台灣大學梁乃匡教授根據經驗所發展的長浪預報程式計算結果比較。該程式只須輸入颱風的經緯度、中心最大風速、七級暴風半徑等資訊，便可預報該颱風波浪到達某地時間、浪高等(梁等，2010)。氣象局用此模式推算颱風波浪及週期及到達海岸的時間，並與實測資料比對，發現

此模式大致上還相當準確。比較本研究推估的時間點與梁教授程式所得到的結果，在時間上的差異大致上不大(詳見附錄表 1)。因此本研究推估之瘋狗浪事件地點至長浪波源的距離及傳遞時間是相當可靠的。

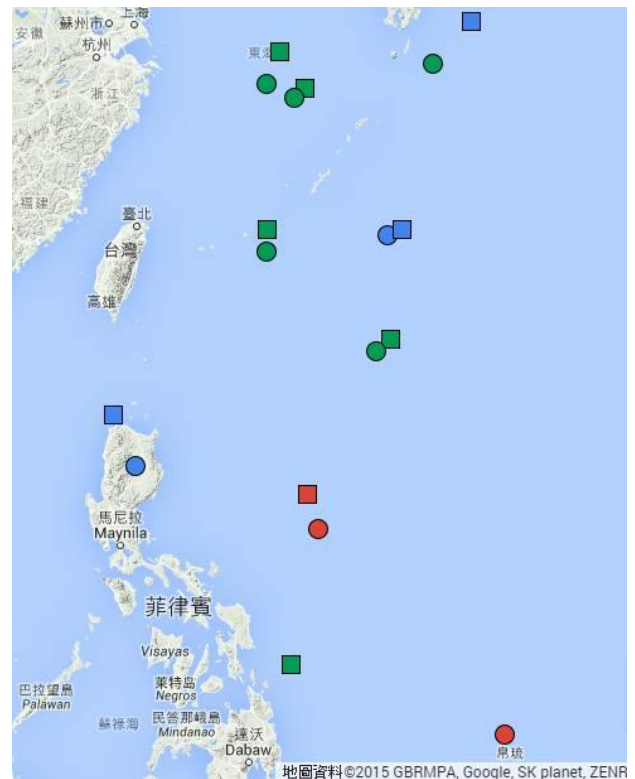


圖 4 四人以上傷亡之事件颱風位置推估

(三) 個案探討

(圖 5)為發生於 2013 年 11 月 9 日 15 時之瘋狗浪事件所推估的颱風位置示意圖，該時間點龍洞浮標站測到的尖峰週期為 14.2 秒，經過推算所得的颱風位置約位於 11.9N,120.5E，對應成時間約為 11 月 8 日 20 時；同理可得平均週期為 6.5 秒，所推算的時間約為 11 月 6 日 14 時至 7 日 2 時；由梁老師的模式計算出的時間則約為 11 月 7 日 2 時，結果與平均週期所推算的相當接近。另外，由天氣圖(圖 6)可看出，當時台灣西北方有一道冷鋒，該鋒面是 9 日 8 時到 14 時之間形成的，且位於歐亞大陸上，強風吹襲海面的時間不夠長，造成長浪的可能性較低，推測此事件因颱風影響的可能性較大。

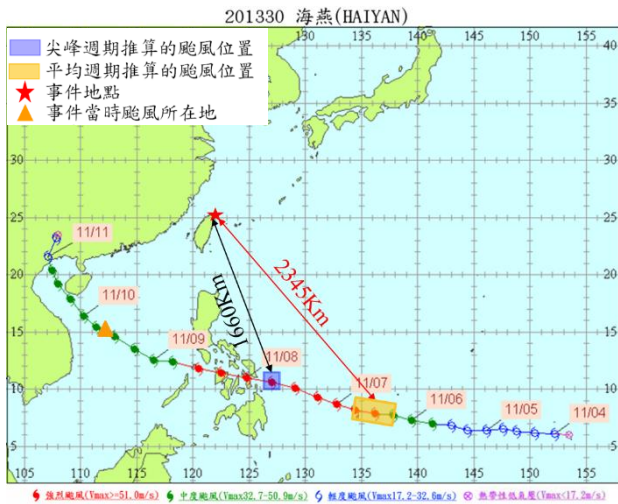


圖 5 瘋狗浪事件與長浪可能來源颱風位置圖

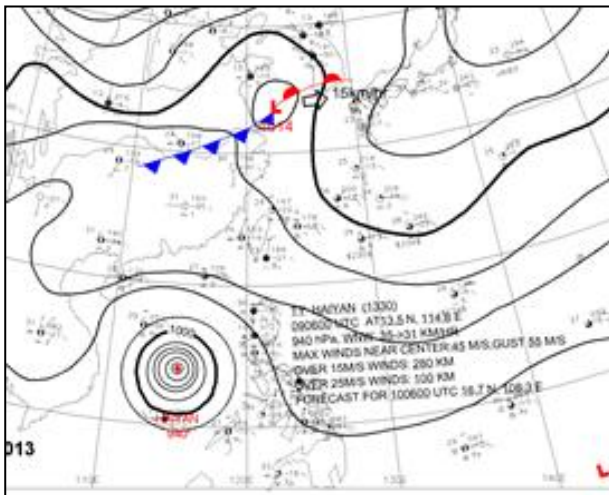


圖 6 2013/11/9 0600(UTC)台灣附近天氣圖

五、結論

本研究分析過去十五年間之瘋狗浪事件，發現近一半的事件與颱風相關，特別是海上有颱風無(沒有)發布颱風警報期間的次數最高。在推估波源位置方面，梁乃匡教授的方法是將 Bretschneider 的經驗圖表法電腦化，同時修正颱風逼近或遠離觀測站時，對湧浪波長及波高所造成的影響。雖然本研究使用最簡單的線性波浪理論來推算波速，沒有考慮颱風移動對湧浪波高及周期所造成的影響。但兩者推算的結果卻相當一致，因此本研究簡化的推算方法是可行的，所推算瘋狗浪產生的時間及地點也相當可靠。

誌謝

感謝中央氣象局海象測報中心提供浮標站資料。同時感謝中央氣象局海象測報中心楊天璋研究助理教導梁乃匡程式的操作方式。部分事件資料取自自由時報電子報及中時電子報，特此致謝。

參考文獻

1. 許明光、會俊超、高家俊 (1993) "台灣地區瘋狗浪之調查及成因初探"，第十五屆海洋工程研討會，513 頁-524 頁。
2. 李賢文(1998)"「瘋狗浪」之初步研究"，中央氣象局 1998 年天氣分析與預報研討會。
3. 董東璟、蔡政翰、蔡仁智(2014)"災害性瞬變海象之研究"，交通部中央氣象局，委託研究計畫成果報告。
4. 梁乃匡、林俊傑、曾相茂(2010)"風湧浪預報經驗的探討"，海洋工程學刊，第 10 卷，第 2 期，第 87-120 頁。
5. 廖斯偉、中央氣象局海象測報中心(2013)"中華民國 102 年資料浮標觀測年報"。

表 1 本研究與梁程式預估長浪傳播時間差值分析

事件日期	颱風	本研究觀測資料推算 (平均週期結果)		梁乃匡風湧浪經驗計算		本研究與梁程 式時間差 (小時)
		推算波源颱風位置 時間	示性波高 (公尺)	計算波源颱風位置 時間	平均 1/3 波高 (公尺)	
2003/9/12	梅米	12 日 6 時	1.08	12 日 4 時	1.5	2
2004/9/27	米雷	27 日 14 時	2.71	27 日 11 時	1.93	3
2007/11/27	米塔	26 日 2 時至 8 時	5.4	26 日 2 時至 8 時	1.06	0
2012/9/26	杰拉華	25 日 3 時	2.02	24 日 13 時	1.66	14
2012/10/14	巴比倫	13 日 14 時	1.33	13 日 14 時	1.92	0
2013/11/9	海燕	6 日 14 時 至 7 日 2 時	1.94	7 日 2 時	1.22	0
2014/7/8	浣熊	8 日 5 時至 14 時	4.29	8 日 5 時	4.64	0
2014/10/6	巴逢	5 日 14 時	2.78	5 日 14 時	1.45	1