

瑪莉亞颱風期間對北部海域之風湧浪探討

饒國清¹ 施孟憲² 陳聖學³ 黃清哲⁴ 滕春慈⁵

¹ 國立成功大學近海水文中心系統組長

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品保工程師

⁴ 國立成功大學近海水文中心主任

⁵ 中央氣象局海象測報中心主任

摘要

本文以今年度 7 月份強烈颱風瑪莉亞通過台灣東北角及馬祖海域期間，龜山島、龍洞及馬祖資料浮標的湧浪資料，分析長浪對這些浮標所在海岸影響時間，探討現行颱風警報發布來管制海岸之合適性。分析結果顯示，長浪對於海岸影響時間均較颱風警報期程來的長，所以建議權責單位對於氣象局發布長浪警示及颱風警報期間均應管制海岸之活動，以確保人員在海岸活動時安全性。此外，由於瑪莉亞颱風直接通過馬祖浮標所在海域，浮標蒐集到完整颱風對海域影響海象變化。這些寶貴資訊，讓我們可探究颱風對馬祖海域海象變化所造成的影響。

關鍵詞：強烈颱風瑪莉亞、龜山島資料浮標、龍洞資料浮標、馬祖資料浮標、湧浪

Discussion on wind sea and swell in the northern sea area during the typhoon period of Maria

Kuo-Ching Jao Meng-Hsien Shih^{*} Sheng-Hsueh Chen Ching-Jer Huang Chuen-Teyr Terng

^{*} Engineer, Costal Ocean Monitoring Center, National Cheng Kung University

ABSTRACT

In this paper, these swell data of Guishan Island, Longdong and Mazu buoys are used to analyze the impact time of swell on the coast area of these buoys and current typhoon warnings are discussed for controlling the suitability of the coast, during the period of Maria typhoon on July this year, which passed through the northeast corner of Taiwan and the Mazu sea area. The analysis results show that the swell impact time of the coast is longer than that of the typhoon warning period. Therefore, it is recommended that the authority should control the activities of the coast during swell warning and typhoon warning announced by the Central Weather Bureau to ensure that the people are safe on the coast. In addition, since the typhoon Maria directly passed through the sea where the Mazu buoy was located, the marine changes were collected completely by the buoy on the sea. This valuable information allows us to explore the impact of typhoons on the changes of marine in Mazu.

Keywords: Severe typhoon of Maria; Guishan Island buoy; Longdong buoy; Mazu buoy; 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最大多數。

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。本文以今年影響東北及馬祖海域的強烈颱風瑪莉亞為例，並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，所布放之龜山島、龍洞及馬祖等浮標觀測資料，分析颱風期間對台灣東北部海域的風浪及湧浪變化。此外，湧浪分析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 公尺且湧浪週期 7 秒或湧浪平均週期 8 秒且湧浪示性波高 1 公尺)，加上示性波高超過 3 公尺的大浪，探討各浮標鄰近的海岸危險時段，與現行颱風警報海警及陸警發布之海岸管制時段做比較，以提供海岸管轄單位對於颱風期間管制時段合宜性做參考。

根據颱風路徑，發現颱風瑪莉亞中心在通過台灣北部海域後，直接通過馬祖浮標所在海域。根據這次難得資料，探討颱風中心通過海域的海氣象變化，與風湧浪成長及減衰情形，藉以瞭解海上颱風之海氣象變化型態。

二、研究方法

本文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

$$\begin{aligned} H_s(f) &= 4\sqrt{m_0(f)} \\ T_z(f) &= \sqrt{\frac{m_0(f)}{m_2(f)}} \\ m_n(f) &= \int_{f_i}^{f_{\max}} f^n S(f) df, \quad n=0, 2 \end{aligned} \quad (2)$$

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。

三、結果與討論

瑪莉亞颱風(國際命名: MARIA)為 107 年度編號第 8 的強烈颱風。如圖 2 所示，瑪莉亞颱風在關島東南方海面生成後以每小時 30 公里速度，西北西方向快速靠近台灣，107 年 7 月 9 日 14 時 30 分發布海上颱風警報，10 日 18 時其中心在宜蘭東方面海面，其暴風圈正逐漸進入臺灣北部、東北部陸地，各地風雨逐漸增強。11 日 02 時，颱風中心在馬祖東方海面繼續向西北西移動，11 日 11 時，臺灣本島已經脫離暴風圈，馬祖風雨仍大，颱風強度有持續減弱且暴風圈有縮小之情形。11 日 14 時，減弱為輕度颱風，11 日 14 時 30 分解除海上及陸上颱風警報。所以若以颱風警報來判定海岸危險時段，為 7 月 9 日 14 時 30 分至 11 日 14 時 30 分。

3.1 龜山島浮標資料分析

如表 1 及圖 4~5 所示，根據龜山島浮標風湧浪資料初步分析結果，波浪達到氣象局長浪警戒標準(示性波高 1.5 公尺、平均週期 8 秒)，或本文建議的湧浪警示標準(湧浪示性波高 1.5 公尺且湧浪週期 7 秒或湧浪平均週期 8 秒且湧浪示性波高 1 公尺)，或示性波高達 3 公尺的大浪，其時段為 7 月 10 日 16 時 00 分至 7 月 11 日 22 時 00 分，這個時段較颱風警報時段 7 月 9 日 14 時 30 分至 11 日 14 時 30 分來的短，所以龜山島海域海岸管制時間以颱風警報期間為基準即可。龜山島浮標湧浪時間較短，主要兩個原因，當颱風往台灣方向移動時，由於浮標位置在龜山島西邊，所以颱風傳過來波浪受到龜山島遮蔽效應影響。此外，當颱風往馬祖方向移動時，傳往龜山島方向湧浪再度受到東北角海岸在龍洞到三貂角之間區域遮蔽所致。

3.2 龍洞浮標資料分析

如表 1 及圖 6~7 所示，根據龍洞浮標風湧浪資料初步分析結果，波浪達到湧浪及大浪標準，其時段為 7 月 9 日 13 時 00 分至 7 月 12 日 06 時 00 分，這個時段較颱風警報時段 7 月 9 日 14 時 30 分至 11 日 14 時 30 分來的長。進一步由浮標觀測資料可瞭解，在颱風 7 級暴風半徑靠近台灣海域 100 公里內前 24 小時，湧浪已早 1 小時影響龍洞海域，而在颱風離開後 12 小時，湧浪仍然影響龍洞海域。所以建議龍洞海岸管制時間應從颱風警報時段延長為 7 月 9 日 13 時 00 分至 7 月 12 日 06 時 00 分，以確保人員在海岸活動時安全性。

3.3 馬祖浮標資料分析

如表 1 及圖 8~9 所示，颱風所通過的馬祖浮標，依湧浪及大浪警示標準，其時段為 7 月 8 日 23 時 00 分至 7 月 12 日 10 時 00 分，上述危險時段不但比颱風警報發布時間長，也較東北角海域海域長，顯見颱風對馬祖影響時間較台灣本島來的長，建議馬祖海岸管制時間應以此時段為主，如此才能確保人員在海岸活動時安全性。

此外，依據圖 11 風速及氣壓變化，可看出颱風中心(眼)最接近浮標時段，風速會由最強轉弱後，隨即又恢復相同強度風速，即浮標平均風速由 11 日 4 時的 23.9 公尺/秒下降至 11 日 7 時 6.7 公尺/秒，隨即在 11 日 8 時又增加至 24.6 公尺/秒。進一步由表 2 颱風警報期間馬祖浮標海氣象統計極值、圖 10 氣象局公告颱風警報單的颱風中心位置及浮標 GPS 位置可得知，浮標 11 日 7 時剛好在颱風眼處，此時浮標觀測到資料，最低氣壓 957.8 hPa、最大示性波高 10.89 公尺、平均週期 11.0 秒、最大流速 166 cm/s、流向南南西(212 度)。

由以上觀測資料可瞭解，颱風眼由台灣北部海域靠近浮標過程，馬祖海域風速逐漸轉強，使得風浪及風驅流也變大，也因為颱風接近，使得傳到浮標處湧浪也增強。此外，由於颱風為低壓系統，所以讓浮標的氣壓也逐漸下降。颱風眼移動至浮標處時，氣壓降至最低，而且因為颱風眼為靜風區，風速也會大幅下降，但波浪及流速則成長到最大。颱風眼往西北邊移動離開浮標時，風速再度轉至最強，此後所有海氣象觀測資料，隨颱風離開逐漸下降，最後海域恢復至夏季平日海況。

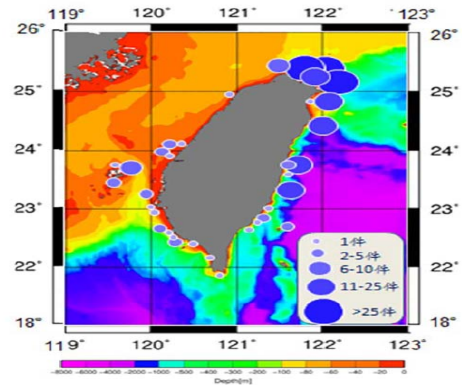


圖 1 浪擊落海事件位置分佈圖(災害性瞬變海象之研究(2/4)計畫報告，民國 102 年，中央氣象局)

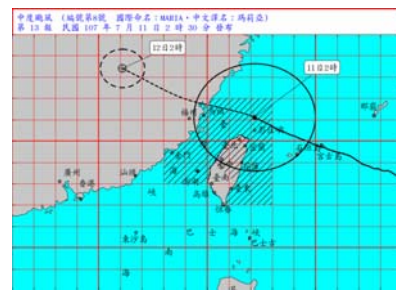


圖 2 瑪莉亞颱風路徑(來源：氣象局)

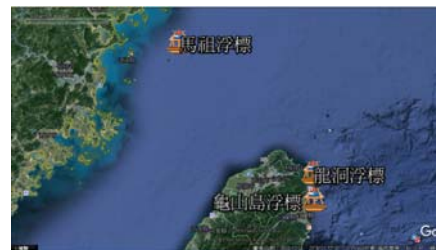


圖 3 浮標位置

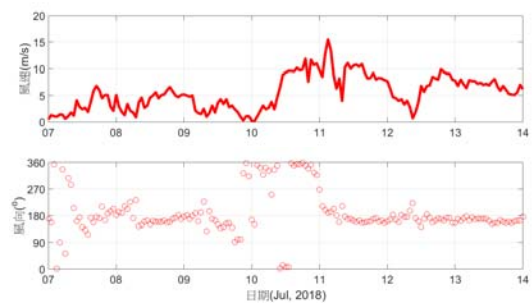


圖 4 龜山島浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13)風速變化

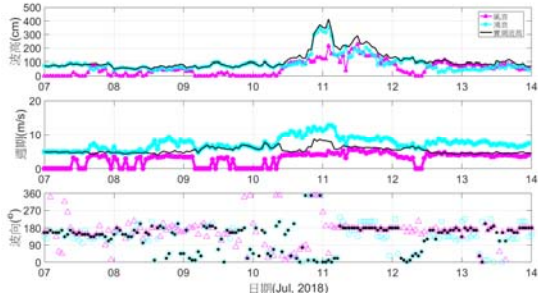


圖 5 龜山島浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13) 風湧浪變化

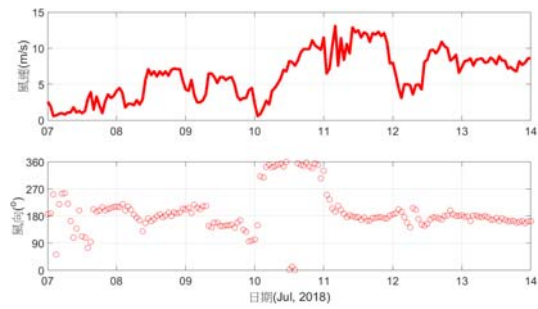


圖 6 龍洞浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13) 風速變化

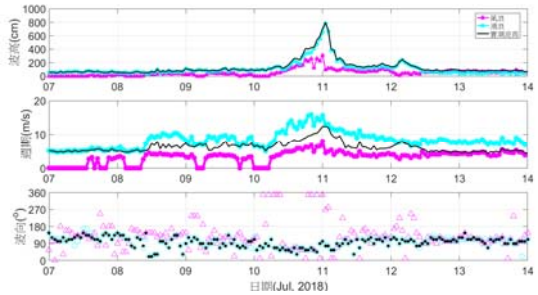


圖 7 龍洞浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13) 風湧浪變化

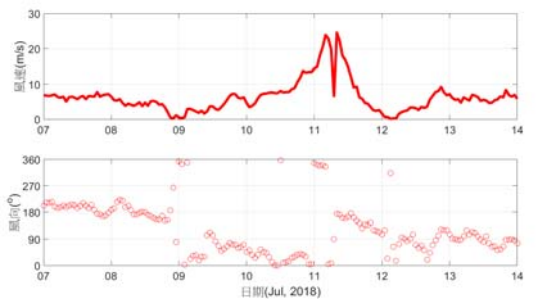


圖 8 馬祖浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13) 風速變化

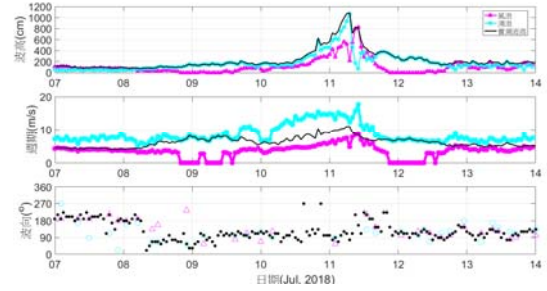


圖 9 馬祖浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13) 風湧浪變化



圖 10 瑪莉亞颱風通過馬祖浮標衛星雲圖

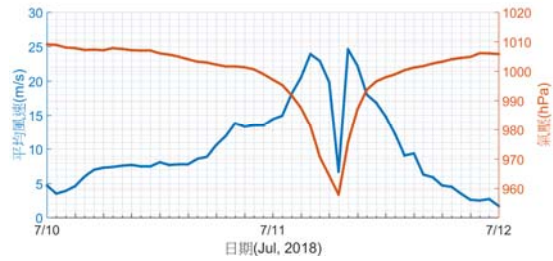


圖 11 馬祖浮標在瑪莉亞颱風靠近期間 (2018/07/10~2018/07/11) 風速及氣壓變化

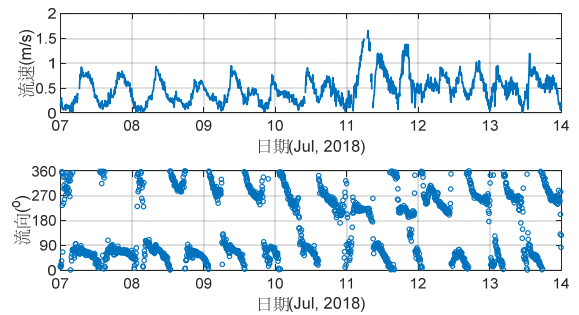


圖 12 馬祖浮標在瑪莉亞颱風期間 (2018/07/07~2018/07/13) 流速變化

表 1 瑪莉亞颱風警報及浮標風湧浪大浪危險時段分析

	颱風警報發布\湧浪大浪警示開始	颱風警報結束\湧浪大浪警報結束
颱風警報	7月9日14時30分	7月11日14時30分
龜山島浮標	7月10日16時00分	7月11日22時00分
龍洞浮標	7月9日13時00分	7月12日06時00分
馬祖浮標	7月8日23時00分	7月12日10時00分

表 2 瑪莉亞颱風警報期間馬祖浮標海氣象統計極值

	極值	發生時間
最大示性波高及對應平均週期	10.89 m 11.0 sec	7月11日07時00分
最大平均風速 對應風向及	24.6 m/s 175°	7月11日08時00分
最大陣風	35.9 m/s 175°	7月11日08時00分
最大流速	166 cm/s 212°	7月11日07時06分
最低氣壓	957.8 hPa	7月11日07時00分

四、結論

本文以今年度7月份強烈颱風瑪莉亞通過台灣東北角及馬祖海域期間，龜山島、龍洞及馬祖資料浮標的湧浪資料，分析長浪對這些浮標所在海岸影響時間，探討現行颱風警報發布來管制海岸之合適性。結果顯示，長浪對於海岸影響時間均較颱風警報期來的長，所以建議管轄單位對於氣象局發布長浪警示及颱風警報期間均應管制海岸之活動，以確保人員在海岸活動時安全性。進一步分析資料，發現龜山島浮標湧浪影響時間較其他兩座浮標短，這是由於浮標觀測到颱風所傳來湧浪，會受到龜山島及東北角海岸在龍洞到三貂角之間區域遮蔽所致。馬祖浮標湧浪影響時間最長，這與颱風離開台灣後往馬祖侵襲，增加對馬祖海域影響有所關係。

此外，由於瑪莉亞颱風直接通過馬祖浮標所在海域，浮標蒐集到完整颱風對海域影響海象變化，這些寶貴資訊，讓我們可探究颱風對馬祖海象造成影響。根據資料顯示，颱風眼靠近浮標過程，風速逐漸轉強，使得風浪及風驅流也變大，也因為颱風靠近，傳到浮標處湧浪也增強，由於颱風為低壓系統，所以讓氣壓也下降。颱風眼移動至浮標處時，氣壓降至最低，此外因為颱風眼為靜風區，風速也會大幅下降，但波浪及流速則成長到最大。颱風眼

往西北邊移動離開浮標時，風速隨即轉至最強，此後所有海氣象觀測資料，隨颱風離開逐漸下降，最後海域恢復至夏季平日海況。

謝誌

本文作者感謝中央氣象局提供龜山島、龍洞及馬祖資料浮標之觀測資料，使本論文得以順利完成。

參考文獻

1. 李汴軍、徐月娟、高家俊、饒國清、施孟憲 (2007)，「深海資料浮標作業能量建立」，*海洋及水下科技季刊*，第17卷第一期，第36-39頁。
2. 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。
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. Mitsuyasu, H. (1981) "Directional Spectra of Ocean Waves in Generation Area," *Proc. Conf Directional Wave Spectra Appl.*, ASCE, pp. 87-102.
5. 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.