

## 作業化深海資料浮標建置與觀測成果

饒國清<sup>1</sup> 施孟憲<sup>2</sup> 黃清哲<sup>3</sup> 滕春慈<sup>4</sup> 林燕璋<sup>5</sup> 呂理弘<sup>6</sup>  
高家俊<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 國立成功大學近海水文中心組長

<sup>2</sup> 國立成功大學近海水文中心工程師

<sup>3</sup> 國立成功大學近海水文中心主任

<sup>4</sup> 中央氣象局海象測報中心主任

<sup>5</sup> 中央氣象局海象測報中心副主任

<sup>6</sup> 中央氣象局海象測報中心課長

<sup>7</sup> 國家實驗研究院海洋中心主任

### 摘要

中央氣象局海象測報中心爲了增加臺灣附近海域觀測資料，進而提昇海象及颱風之預測能力，於 2009 年，2010 年委託國立成功大學近海水文中心，分別於台東外洋(水深 5600 米)及東沙島布放深海資料浮標(水深 2600 米)，這兩座深海資料浮標分別於 2009 年 8 月、2010 年 5 月正式加入氣象局海象觀測網，成功蒐集臺灣海峽南端及臺灣東南海域的海氣象資料。尤其是 2010 年中度颱風梅姬直接通過東沙島資料浮標，測到示性波高 13.09 公尺、平均週期 10.0 秒，是目前深海資料浮標建站以來的最大波高觀測。由於深海浮標的觀測資料能每小時即時回傳，這些颱風期間伴隨颱風環流的海氣象即時觀測資料，不但可以協助預報員綜合分析研判颱風強度大小及未來動向，還可以提供預報員在颱風靠近臺灣時長浪警報的依據。

關鍵字：中央氣象局、資料浮標、深海、作業化

## Operational Data Buoys on Deep Water – Establishment and Results

Kuo-Ching Jao\* Mon-Shen Shi Ching-Jer Huang Terng-Chuen Teyr Yann-Jang Lin  
Lee-Horng Leu Chia-Chuen Kao

\* Leader of R&D Department, Coastal Ocean Monitoring Center, National Cheng Kung University

### ABSTRACT

To enhance forecasting capabilities, the Marine Meteorology Center of CWB entrusted COMC of NCKU from 2009 to 2010 to design and deploy deep water buoy, located at offshore of Taitung and Pratas with depth of 5,600 m and 2600 m, respectively. Those two deep water buoys are incorporated in marine observation network of CWB from August 2009 and May 2010, and successfully collect marine data in Southern of Taiwan Straits and Southeastern of Taiwan. Above all, the moderate typhoon MEGI passed directly Pratas buoy in 2010, the maximum significant wave height to be 13.09 m, Maximum mean period to be 10.0 s were measured. Because the deep water data buoy can transmit observed data in real time on hourly basis, and the meteorology and marine data owing to circulation in the duration of typhoon, not only assist forecaster to determine the strength and trace of typhoon but also announce swell alarm during typhoon period.

Keywords: CWB; data buoy; deep water; operation

## 一、前言

為監測台灣環島海氣象資料，交通部氣象局、觀光局及經濟部水利署近年來已經於台灣四周海域佈放了數個資料浮標，包括花蓮、新竹、龍洞、龜山島、大鵬灣、小琉球、馬祖、金門、蘇澳、鵝鑾鼻、七股、澎湖及台東等資料浮標（莊士賢、高家俊等，2002）。這些資料浮標皆佈放在近海區域，由於水深有限及受地形影響，其資料僅代表範圍較小的區域性近岸海氣象特性。對於位於颱風侵襲頻繁的台灣海域而言，因為測站位於近岸，在觀測到即時颱風資料的同時，颱風已經對於台灣海岸及陸地造成了影響，對於颱風預測災害預警之幫助有限。此外近幾年在颱風過後常伴有旺盛的西南氣流，往往會造成台灣西南部豪大雨，釀成大災害。氣象局因此決定將資料浮標觀測位置拓展至離岸更遠之外海，於2006年5月在台東外海約250公里處(加瓜海脊)成功佈放一座深海資料浮標，當地水深為4800米，當年成功觀測6個颱風的資料，此資料浮標更在珊珊颱風發佈海上警報期間，提供了第一手觀測資料，讓氣象局掌握颱風的規模及強度（李汙軍、徐月娟等，2007）。

氣象局為了延續上述研究成果及增加臺灣附近海域的觀測資料，於2009年在臺灣東南邊海域；2010年在臺灣西南邊海域，佈放台東外洋(水深5600米)及東沙島(水深2600米)深海資料浮標。這兩個浮標站分別位於颱風是否影響台灣的關鍵位置，不但能協助預報員更完整掌握颱風環流的現況以及未來動向的預測，其所在位置的水深較深，也可提升浮標觀測資料的代表性。

## 二、深海資料浮標站建置

### 2.1 深海資料浮標佈放位置

#### 2.1.1 台東外洋資料浮標

台東外洋資料浮標位置決定是根據颱風路徑統計而定。經由近十年通過台灣附近的颱風路徑顯示，平均影響或侵襲台灣本島之颱風有超過67%於侵台之前通過台灣東方之海域，由台灣東岸海域西行最常見之侵台颱風路徑(圖1)。因此2006年時是將資料浮標佈放於台東外海約250公里(加

瓜海脊)處，如此便可提前24小時掌握這些颱風環流特性，以及其行進之平均速度。但是該海域是台灣黑鮪魚漁船作業密集區，為了避開漁船作業時對浮標造成的意外事故，所以2009年起將資料浮標往東南邊移動70公里(圖2)，水深達5600公尺，如此將預警時間再延長3~7小時，協助預報員提早掌握颱風環流暴風半徑的大小，提昇颱風未來動向預報的能力。

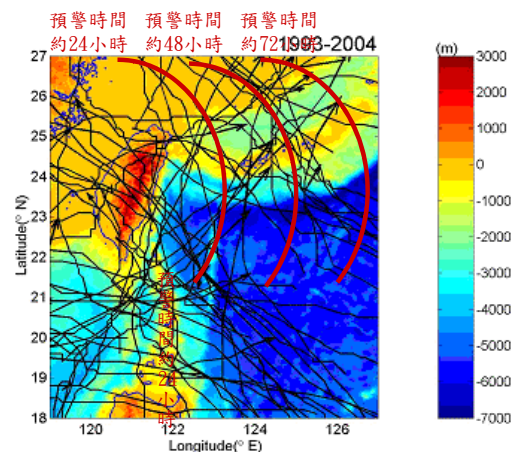


圖 1. 近十年侵台颱風之路徑統計及預警時間



圖 2. 深海資料浮標位置圖

#### 2.1.2 東沙島資料浮標

有3個主要因素決定東沙島資料浮標的位置，首先是能量測西南氣流的強弱，其次是掌握由菲律賓通過臺灣西南方的颱風動向，第三是避開漁船作業區及海底電纜佈設區，最後選定距離台灣西南部230公里處的海域，水深為2600公尺。

### 2.2 深海資料浮標系統規劃及設計

### 2.2.1 觀測儀器及資料擷取系統

氣象局的深海資料浮標觀測項目以及觀測儀器與近岸資料浮標基本上是一樣的，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。其中只有風速計的選擇有所差異，氣象局近岸資料浮標採用是兩組螺旋槳風速計，因為螺旋槳的風速及風向軸承會因長時間旋轉及瞬間較強轉動而有磨損情形，所以深海資料浮標其中一組螺旋槳風速計以超音波風速計來取代。此外設置了一組夜間警示燈及雷達反射器，主動警示資料浮標附近船隻。警示燈的感光元件在燈光不足時會啟動警示燈進行 4 秒 1 閃，在資料浮標附近 4 海浬內船隻皆可提前預警而避開航行。

深海資料浮標資料擷取系統設計分為 3 個部分，第一部份為開機、擷取觀測資料、分析及儲存，為整點前 12 分鐘至整點後 7 分鐘；第二部分為資料傳輸，從整點第 8 分鐘至第 15 分鐘；第三部分為休眠時間，此部分時間可大幅節省耗電，提高資料浮標於天候不佳時持續運作的穩定性。



圖 3. 資料浮標觀測系統示意圖

### 2.2.2 能源系統

深海資料浮標的能源系統分為主要能源及次系統能源，其中主要能源由 3 片 65 瓦特的多晶矽體太陽能板與 6 個 80 安培小時的密閉式鉛酸電池所構成，太陽能板及主要電源使用之充耗比為 1.5：1。主要電源是供應資料浮標的觀測系統及資料擷取系統，在天候不佳時可連續正常供電 1 個月以上；次系統能源由 3 片 12 瓦特的單晶矽體太陽能板及 52 安培小時的鋰電池組構成，太陽能板及系統電源使用之

充耗比為 5：1。次系統電源是供應資料浮標的獨立發報衛星系統，在天候不佳時可連續正常供電 1 個月以上。

### 2.2.3 傳輸系統

深海資料浮標因為離岸約 200 公里以上，無法像近岸資料浮標一樣，透過無線電、GSM 系統或是 GPRS 系統傳輸，因此使用衛星通訊設備傳輸。

深海資料浮標設有銻計畫衛星傳輸系統，主要是其具備下列優點：通訊時間無死角；提供即時傳輸功能；具備雙向傳輸功能；體積小重量輕且符合儀器艙內溫濕度及空間條件；水平面上無方向性且適用於海上之天線，不受資料浮標在海上轉動搖晃影響；耗電量低且處於開機狀態；系統穩定且通訊費較低；與資料浮標內資料擷取系統介面相容；具 RS-232 介面。

深海資料浮標內共有兩套銻衛星傳輸設備，一套主傳輸系統、一套次傳輸系統，分別置於資料浮標的資料擷取系統、獨立發報系統內。主傳輸系統可透過 SBD(Short-Burst Data) 方式由資料浮標端回傳觀測資料及 GPS 值至資料監控中心；次傳輸系統亦透過 SBD 方式回傳衛星數據機內 GPS 接收值至監控中心，為監控資料浮標位置的備援系統。

### 2.2.4 殼體及錨繫系統

考量水深及海象條件，氣象局深海資料浮標錨繫設計參照美國資料浮標中心(NDBC, National Data Buoy Center)的設計(鄧中柱, 2003)。台東外洋資料浮標及東沙島資料浮標水深分別為 5600 公尺及 2600 公尺，採用反垂懸錨繫設計(圖 4)，錨繫安全抗拉力與錨繫受比為 3：1 以上。錨繫材質方面共分 3 個部分，最上端為鐵鍊及高強度尼龍繩，主要功能為防止魚咬及加掛儀器，中間部分為減輕錨繫重量及拖曳力，使用直徑較小的高強度尼龍繩，最下端為音響釋放儀、玻璃浮球與鐵鍊，音響釋放儀及玻璃浮球是為了利於回收，玻璃浮球是為讓繩索拉離底床，避免與底床摩擦造成斷裂，最下端用鐵鍊避免與底床摩擦容易斷裂。而資料浮標殼體則以近海資料浮標之現有

設計為基礎，在考量深海錨繫所增加重力及拖曳力，增加其預浮力，提高資料浮標在海上隨波性。

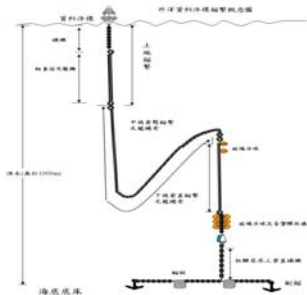


圖 4. 深海資料浮標錨繫概念圖示

### 三、觀測成果

2009 年 8 月、2010 年 5 月成大近海水文中心受氣象局委託分別完成台東外洋資料浮標、東沙島資料浮標的布放。至 2010 年底台東外洋資料浮標，共經歷了 6 個颱風，其中 2 個颱風經過其附近海域；而東沙島資料浮標也經歷了 5 個颱風，其中 3 個颱風通過其附近海域，1 個颱風從其北方經過，台東外洋資料浮標、東沙島資料浮標，均完整記錄了颱風期間的海象變化情況(表 1)。本文以 2009 年及 2010 年影響臺灣東、南部海域甚深的芭瑪及梅姬 2 個颱風，分別詳細描述臺灣資料浮標觀測值的變化。

2009 年 8 月 14 日台東外洋資料浮標布放完成後，於同年 10 月經歷中度颱風芭瑪。芭瑪颱風在菲律賓東方海面形成後向西北移動，由巴士海峽通過然後進入台灣海峽南部(圖 5)。芭瑪颱風影響期間，台東外洋資料浮標波高觀測值大部分時間較東岸近海資料浮標的波高值大(圖 6)，於 10 月 7 日 16 時觀測到最大的示性波高 5.67 公尺，對應週期 9.0 秒；10 月 7 日 18 時測到最大平均風速 12.8 公尺/秒。

10 月 3 日芭瑪颱風進入巴士海峽後，中心呈現滯留打轉，5 日晚間轉向東南移動，6 日於呂宋島西北部再次登陸，此時芭瑪颱風外圍環流與東北季風的共伴效應使得北部東北部風速增大，最大風速發生在 10 月 5 日 21 時龜山島資料浮標，測得最大平均風速 16.0 公尺/

秒(圖 7)。

芭瑪颱風其中心距離台東外洋資料浮標最近，所以台東外洋資料浮標量測之海平面氣壓值均較台灣東岸其它近岸資料浮標站為低，最低海平面氣壓值為 1001.6 百帕(如圖 8 所示)。

2010 年 5 月 25 日東沙島資料浮標布放完成後，於同年 10 月經歷中度颱風梅姬(10 月 21 日至 23 日)，梅姬在關島西南西方海面生成後往西北方向移動，穿過呂宋島進入台灣海峽後轉向北北西移動，在 22 日通過東沙島資料浮標附近(圖 9)。梅姬颱風最接近台東外洋浮標時(10 月 18 日)，造成週期 9 秒，7 米的最大示性波高(圖 10) 及最大平均風速 13.1 公尺/秒(圖 12)。梅姬穿過呂宋島後轉北北西移動，臺灣東部、南部海域風速、波高逐漸增加。10 月 21 日龍洞測得最大示性波高 6 米(圖 10)，最大平均風速 14 米/秒，龜山島則測到 18 米/秒的最大平均風速(圖 12)；10 月 22 日梅姬最靠近東沙島資料浮標時，測得最大示性波高為 13.09 公尺、週期 10 秒(圖 11)及最大平均風速為 31.4 公尺/秒(圖 13)。圖 14 和圖 15 分別為臺灣東部、南部各資料浮標氣壓時序圖，兩個深海資料浮標在 21 日梅姬海上颱風警報發佈前後，分別測到 1001.2 百帕及 974.1 百帕的最低氣壓。且因為梅姬颱風通過東沙島海域，非常接近東沙島資料浮標，資料浮標量測之海平面氣壓、風速、風向等時序資料，協助預報員對颱風強度、暴風範圍等現況以及未來颱風動向的掌握，是非常重要的即時觀測資料。

表 1. 深海浮標颱風觀測紀錄(2009/9~2010/12)

| 颱風\浮標                      | 台東外洋浮標             | 東沙島浮標              |
|----------------------------|--------------------|--------------------|
| 芭瑪(中度)<br>2009/10/3~10/6   | 沒經過附近、<br>測到資料     | 尚未建站               |
| 萊羅克(輕度)<br>2010/8/31~9/2   | 沒經過附近、<br>測到資料     | 8/31 通過、<br>測到資料   |
| 南修(輕度)<br>2010/8/31~9/2    | 沒經過附近、<br>測到資料     | 沒經過附近、<br>測到資料     |
| 莫蘭蒂(輕度)<br>2010/9/9~9/10   | 9/7 北方經過、<br>測到資料  | 9/8 通過、<br>測到資料    |
| 凡那比(中度)<br>2010/9/17~9/20  | 9/18 北方經過、<br>測到資料 | 9/19 北方經過、<br>測到資料 |
| 梅姬(中度)<br>2010/10/21~10/23 | 沒經過、<br>測到資料       | 10/22 通過、<br>測到資料  |

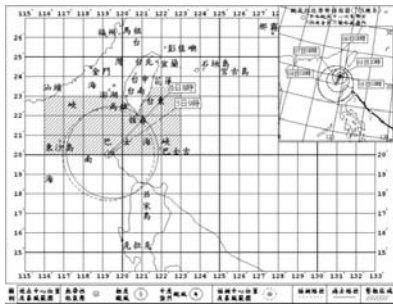


圖 5. 2009 年芭瑪颱風路徑圖

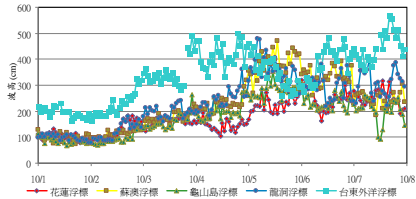


圖 6. 2009 年芭瑪颱風過境前後之台灣東部海域波高時序圖

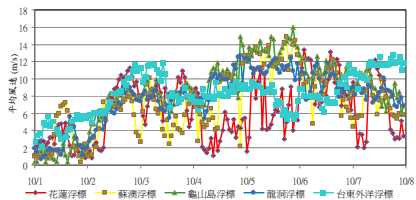


圖 7. 2009 年芭瑪颱風過境前後之台灣東部海域風速時序圖

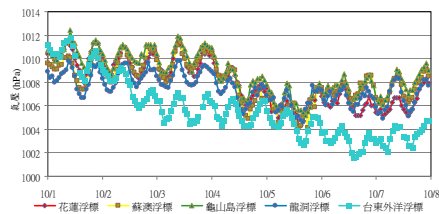


圖 8. 2009 年芭瑪颱風過境前後之台灣東部海域氣壓時序圖

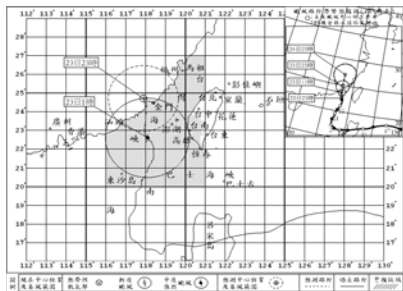


圖 9. 2010 年梅姬颱風路徑圖

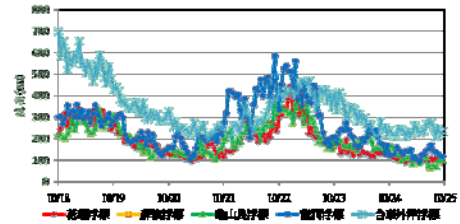


圖 10. 2010 年梅姬颱風過境前後之台灣東部海域波高時序圖

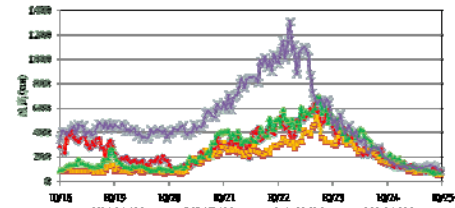


圖 11. 2010 年梅姬颱風過境前後之台灣南部海域波高時序圖

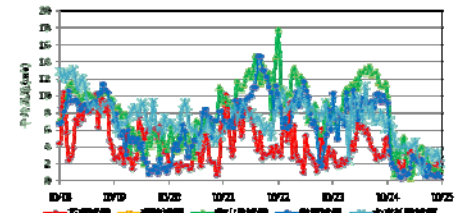


圖 12. 2010 年梅姬颱風過境前後之台灣東部海域風速時序圖

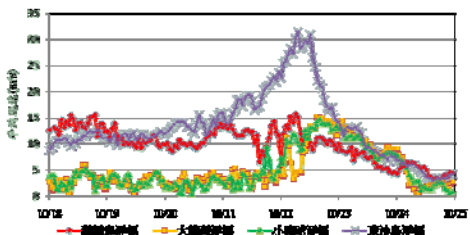


圖 13. 2010 年梅姬颱風過境前後之台灣南部海域風速時序圖

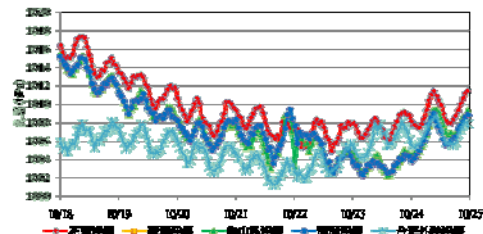


圖 14. 2010 年梅姬颱風過境前後之台灣東部海域氣壓時序圖

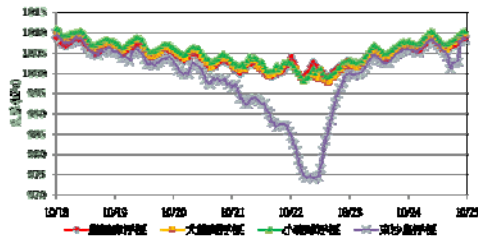


圖 15. 2010 年梅姬颱風過境前後之台灣南部海域氣壓時序圖

#### 四、結論

氣象局委由國立成功大學近海水文中心分別於 2009 年、2010 年布放台東外洋資料浮標及東沙島資料浮標，二座作業化深海資料浮標，作業期間成功蒐集颱風環流影響下的海氣象資料。其中 2010 年在中度颱風梅姬影響期間，東沙島資料浮標測得週期 10 秒，13.09 公尺的最大示性波高、31.4 公尺/秒最大平均風以及 974 最低海平面氣壓，是目前深海資料浮標測得之最大觀測值。

由於這些颱風期間觀測資料，是每小時即時回傳，所以藉由即時回傳之海氣象資料，包括氣壓、風速、風向、波高及波向等，不但可以協助預報人員綜合研判颱風強度大小及未來動向，還可以提供預報人員在颱風靠近台灣時長浪警報之依據。

#### 謝誌

深海資料浮標的作業化與專業船隻協助有很大關係，到目前深海資料浮標能順利作業要感謝政府相關部門，包括海軍、農委會水試所、海巡署、國研院海洋中心與台大海洋所等單位大力協助。但深海資料浮標未來若要發揮颱風期間作業化效益，建議政府仍須編列足夠船費及航次，如此才能讓深海資料浮標可以順利執行布放、維護及回收作業。

氣象局目前營運的兩座深海資料浮標對於颱風期間已能提供臺灣海峽南端及臺灣東南海域的即時海氣象資料，發揮其輔助氣象預報功效，但若要擴及台灣四周海域的預報輔助需求，建議在宜蘭及花蓮外海、北部海域及台灣海峽等區域，逐年再布建深海資料浮標測

站。此外建議氣象局透過局內及跨部會的合作，整合更多防災及研究需求，例如加掛 GPS 測水位系統及溫鹽組等，進一步擴增海嘯觀測及預警與內波研究等功能，如此可再提昇深海資料浮標的海洋環境監測及防災應用能力。

#### 參考文獻

1. 黃明志、高家俊(1991)，「海象監測自動化技術可行性及系統發展規劃」，成大造船系、水研所，台南。
2. 高家俊、莊士賢等(1999)，「海象資料浮標即時測報系統運用於南沙海域之評估第二年度報告」，交通部科技顧問室報告 009013880395。
3. 莊士賢、高家俊等(2002)，「近海水文網基本站之建置-近海水文觀測站網建置」，近海水文中心研究報告 RAA1008，經濟部水利署委託。
4. 鄧中柱(2003)，「深海浮標之可行性研究」，中央氣象局研究計畫期末報告。
5. 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。