

群波與瘋狗浪

蔡政翰¹ 林盈成² 曾相茂³

1. 教授 國立臺灣海洋大學海洋科學系, 基隆市北寧路二號, 電子郵件: chtsai@mail.ntou.edu.tw
2. 研究生 國立臺灣海洋大學海洋科學系, 基隆市北寧路二號
3. 副研究員 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 臺中縣梧棲鎮中橫路二號, 電子郵件: hsiang@mail.ihmt.gov.tw

摘要

近幾年來瘋狗浪漸受媒體重視, 但學界一直對於瘋狗浪是什麼無法下定論。本文根據親身體會過所謂瘋狗浪者之描述及瘋狗浪事件發生時之天氣狀況, 認為瘋狗浪應該是於海象不佳時, 如有颱風過境或強烈季風吹襲時, 發生於水深約十米以上且海底坡度大之防波堤或礁石上之大浪, 因在此種地方大浪可長驅直入打上岸來。另本文恰有 1998 年 9 月楊妮颱風過境時基隆和平島發生一瘋狗浪落海事件時於其外海僅 500 米外之波浪資料, 經分析發現在事件發生時相鄰波之波高相關係數與平均連長(mean run length)皆顯著升高, 意味著當時之群波特別顯著。

關鍵詞: 波高相關係數、連長。

Group waves and dangerous waves at the coast

Tsai Cheng-Han Lin Yin-Chern Tseng Hsiang-Mao

Abstract

Many fishermen lost their lives to the dangerous waves occurred at the coast. This article attempts to clarify "What are these dangerous waves?" by interviewing survivors of the incidents and investigations of the sites where these waves occurred. It was found that these waves were huge waves occurred in high sea states during passages of Typhoons or in the severe monsoon weather. The common features of the sites are that they are breakwaters or rocky shores located in the depths of more than 10 meter. Their coastal bathymetry also has a steep slope. With these two conditions, the huge waves can advance directly onto the shore without breaking and without dissipating their energy. Furthermore, based on the wave data recorded during the September 1998 Typhoon Yani, at which time a fatal incident occurred on the Ho-Ping Island, Keelung. The data were collected just 500m offshore the incident site. This wave data showed significant increase of the correlation coefficient for consecutive wave heights and mean run length at the time of the fatal incidence. This means that there might be a correlation between these dangerous waves and

group waves.

Key words: Correlation coefficient for consecutive wave heights, mean run length

一、緒論

瘋狗浪對於經常在海邊釣魚的人已經是很熟悉的名詞，我們都知道它偶而會發生，但它發生的機會也不很大，所以大部份的經常在海邊活動的人都只將它放在心裡，同時卻也忽略了它的危險性，也就是因為如此，每年都有人因為瘋狗浪而喪失生命。而社會上對瘋狗浪的討論往往只限這類事件發生後媒體上的報導，然而報導後這種事件就被忘掉直到下次事件發生後再會被討論一次。到目前為止報章雜誌似乎都把有人在海邊被海浪捲走都歸類於瘋狗浪所造成，這種歸類法可能過於籠統。不過海洋科學界對瘋狗浪還沒有一個明確的定義卻是很清楚的，以致於科學界還無法教育社會使其正確辨識什麼才是瘋狗浪事件。

直到幾年前，沒有多少人真正投入這方面的研究。其部份原因可能是其發生之隨機性，研究人員很難以儀器量到它。就是有實測資料我們也很難判斷那一個浪就是所謂的瘋狗浪，因為在放波浪儀的地方，若沒有意外事件發生你就很難斷定是不是有瘋狗浪發生？還有在有資料的時間內若有意外事件發生，它很可能不發生在放置的儀器附近。假如又剛好發生在放儀器附近，那麼發生的時間卻又可能儀器在那段時間並沒有記錄資料。因為海洋科學界對瘋狗浪還不是很瞭解，媒體上的報導往往會帶有神秘性，反而誤導使人認為它會神出鬼沒，而不刻意的防範它。本文將最近對此現象的研究並用實測資料來說明所謂的瘋狗浪，希望藉此能增進吾人對其的認識，並解除其神秘性。

二、瘋狗浪的定性描述

近幾年來海洋學界陸續有瘋狗浪的研究報告出現，如許等(1993)、蔡(1996)、李(1998)、陳(1999)等。但因為缺乏直接測量資料，瘋狗浪的研究大部份只能蒐集報紙上的報導，然後作些統計上分析，如許等(1993)與陳(1999)。蔡(1996)根據許等(1993)與學理上的推斷認為瘋狗浪是大的湧浪，而李(1998)認為波浪的淺化與碎波是瘋狗浪發生的機制。但是這些報告還是沒有提出任何直接量到的瘋狗浪資料來佐證。不過根據許等(1993)的報紙消息統計，台灣四周海岸都有發生瘋狗浪的記錄，但其中是以台灣北海岸發生的次數最多，另外在月份上似乎是在每年 5 至 7 月及 10 至 2 月發生最多。根據這分析，瘋狗浪的簡單定義可為：

瘋狗浪為可將人捲入海中之危險大浪，其較常發生於 5 月至隔年 2 月，而發生以

北海岸發生最頻繁。

至於瘋狗浪事件的發生主要是因有下列天氣因素：

1. 外海有颱風
2. 東北季風強勁

由其發生時機可看出在夏季時主要是颱風大湧浪所造成，秋季由颱風或東北季風之大湧浪，而冬季則純粹由東北季風之大湧浪所造成。

表 1 1996-1999 發生於北海岸附近瘋狗浪事件

大約時間	地點	相關天氣系統	落海人數
1996 年 9 月 30 日 21:30	八斗子碧砂漁港防波堤	薩恩颱風(Zane)	10
1997 年 9 月 16 日 04:00	八斗子碧砂漁港防波堤	(1) 歐俐伍颱風於 日本本島 (2)大衛颱風於臺灣 東方 2500 公里	3
1998 年 1 月 16 日 09:00	八斗子碧砂漁港防波堤	東北季風	1
1998 年 9 月 29 日 13:00	和平島公園中山仔礁石	楊妮颱風剛離境	3
1999 年 10 月 1 日 20:00	龍洞遊艇港防波堤	東北季風	1

最近幾年於北海岸附近海域發生五次(表 1)釣魚人因瘋狗浪而落海事件，為了資料的準確性，表上僅列經作者親自到事故現場與當地管轄警察局甚至與經歷事故之生還者驗證過的事件。根據此表，在北海岸線上最易發生瘋狗浪事件的地方至少有：

1. 基隆港東岸防波堤
2. 和平島公園中山仔礁岩岸
3. 八斗子碧砂漁港防波堤
4. 龍洞遊艇港防波堤及附近礁岩岸

若仔細研究這些地點可發現它們有下列共通性：

1. 地點為防波堤及海邊礁石
2. 堤或礁石前水深 10 米以上
3. 堤或礁石前海底坡度大(約 1:5)

很顯然地, 這些地點是位於深水區, 而且其外海無任何遮蔽可以擋浪, 因此大浪可以不破碎而長驅直入打到岸上。然而這還只是基於學理作合理的推論, 為了對事件發生時的情況能更進一步了解, 本作者亦訪問到幾位曾親自經歷過瘋狗浪的人士, 其中一位是於 1989 年東北季風時期某日早上在基隆港東岸防波堤釣魚時忽然看到外海處有一波高比他波浪高約兩倍的浪往岸邊來, 不久這個浪就直接衝上防波堤, 然這一個波浪並沒有破碎。也就是說他看到的是整個海面升上來。另外根據 1998 年 9 月 29 日和平島及 1999 年 10 月 17 日龍洞兩事件生還者的描述。這些打進來的浪是大浪, 其波高高於海岸的防波堤或礁石。因為堤或礁石前水深及坡度很大, 其在岸前的淺化作用可能不大。這種浪是沒有破的浪或可能是已經瀕臨破碎的浪, 但因水面比岸邊高, 進來時就如一面水牆, 發生於和平島的事件就是這種型式。另外龍洞事件是使人感覺海水面忽然升高, 因其水面超過腰部, 其浮力使人無法站穩, 人就被一大股水流帶下海。假如這些大浪於打到岸前就已破碎, 而且水面比岸還低時, 它會形成一股夾帶大量空氣如泡沫般的水往海岸衝, 在其碰到岸受阻後水會垂直往上衝就造成水柱及飛濺。當這種飛濺掉下來時其能量已經消散許多, 其較不具傷害性。這種浪就如圖 1 所示, 這照片是於 1998 年 10 月 17 日瑞伯颱風過境時海洋大學海堤外的大浪, 海堤前之水深只約 2 米, 堤前又有消波塊。這浪進到堤前因受海底及消波塊的影響, 就在堤前破碎。因此浪已碎且水分子是往上衝, 其對堤上兩個人的威脅不很大。

相對的較易致命的浪是浪頭高過人站立的地方, 這種浪可能是已經瀕臨破碎的浪或是沒有破的浪, 因為還沒破, 能量沒被消散, 其能量就存在於一大股水流的形式。而這能量足以將人衝倒。當下個波谷進來時那股先前湧上來的水就隨著往海中退去, 被衝倒的人若頭部已受到撞擊就會在失去知覺的狀態下被帶下海去。若是頭部沒受到撞擊但也被沖下海, 其也很可能因受後來的浪衝擊而頭部撞到岸邊的結構物或礁石而失知覺。在無知覺的情況下存活的機會就很少。當這些大浪來襲時唯一自保的辦法是站穩不使自己被水衝倒。圖 2 是東北季風的湧浪強勁時八斗子碧砂漁港防波堤外之情形。相片中顯示有一大浪其浪高超過西岸防波堤(在面對外海港口左邊約與背景的山平行)前的平臺, 當時若有人在平臺上釣魚, 必會被沖下海, 這個浪就很類似於瘋狗浪。

由前面幾位親歷者所言可知這些所謂的瘋狗浪是一些高的浪, 而當其前進到岸邊時其波峰高於堤面或是礁石頂。這是會造成人落海的必要條件。不過以上說明雖可多少解開瘋狗浪的謎, 但要更深入研究其機制與過程還是需要有實測資料。



圖 1 1998 年 10 月 17 日瑞伯颱風過境時海洋大學海堤外的大浪



圖 2 東北季風的湧浪強勁時八斗子碧砂漁港防波堤外之波浪，其水面已衝上防波堤前之平台

三、實測波浪資料

前面已提過，瘋狗浪研究最主要的困難點在於事件發生現場之波浪資料的取得，不過於 1998 年 9 月 29 日下午 1 時多，楊妮颱風剛過境後，於和平島公園中山仔礁岩岸有三個人被瘋狗浪打到，造成兩傷一失蹤的事件，而於該地點外海離出事地點只約 500 米水深 33 米處(圖 3)有基隆港務局的水下超音波式波浪儀(日本電機公司)，而在事件發生時該波浪儀恰好有記錄資料。因為超音波式波浪儀直接測量海水面上下振動，其資料不須經過任何轉換。此波浪資料記錄方式為每秒兩筆，每小時有約 18 分鐘的記錄。本文的資料分析乃用傳統的方法，個別波高為兩向下零切間之波高，週期為兩向下零切點間之時間，示性波高 H_s 為最大 $1/3$ 波高的平均，極大波 H_{max} 為每筆記錄的最大波高。

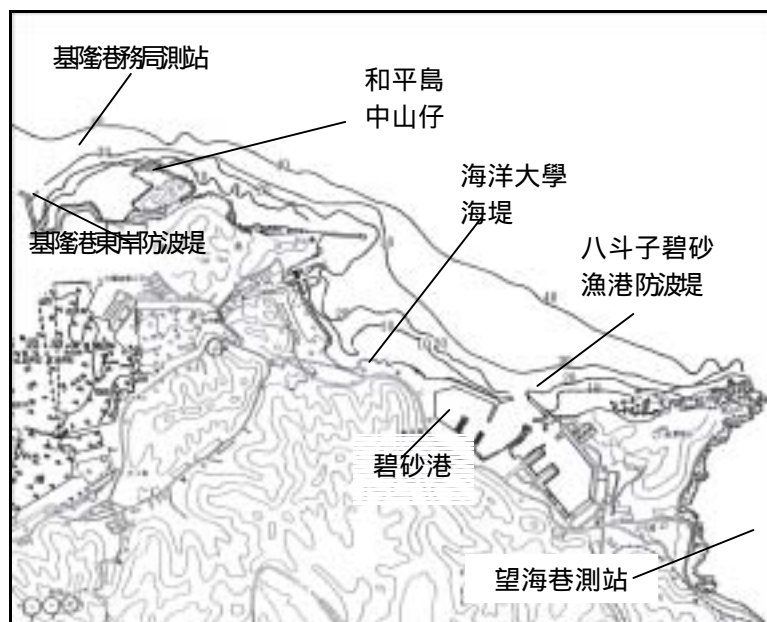


圖 3 測站位置圖

楊妮颱風於 1998 年 9 月 27 日晚上由臺灣東南外海接近臺灣，其前進方向於 28 日早上在台東外海由西北轉向北北東(圖 4)，其在接近臺灣時為一輕度颱風，中心氣壓為 996 hPa，七級風暴風半徑只有 100 公里，於 29 日凌晨到達三貂角東邊約 100 公里，其中心並沒登陸臺灣，只有邊緣掃過臺灣東部及東北海岸。29 日早上 8 時颱風中心已在基隆東北方 240 公里附近，而當日中午北海岸的天氣就幾乎擺脫了颱風的影響，但是北海岸的浪還是很大。圖 5 顯示基隆港外海測到的示性波高，由此圖可看出示性波高約於 29 日 0 時迅速升高，於 13:00 時(即落海事件發生時) 示性波高為 2.7 米，在 17:00 時示性波高更增加至 3.5 米，至於極大波 H_{max} (圖 5) 於下午 1 點時有 4.4 米，而此颱風過境所量到的最大波浪出現於 29 日 17 時，有 6.5 米高。圖上顯示事件發生時(13:00

之記錄)示性波高的確較高但並非該颱風期間最高。

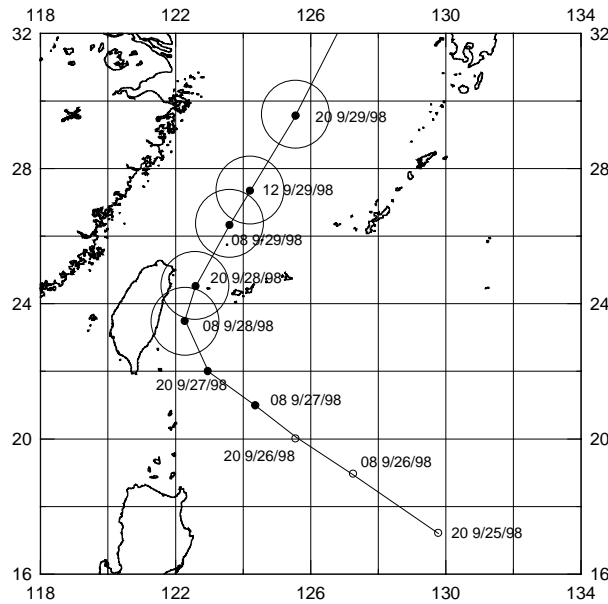


圖 4 楊妮颱風路徑圖(空心圓為熱帶低壓範圍，實心為颱風中心)

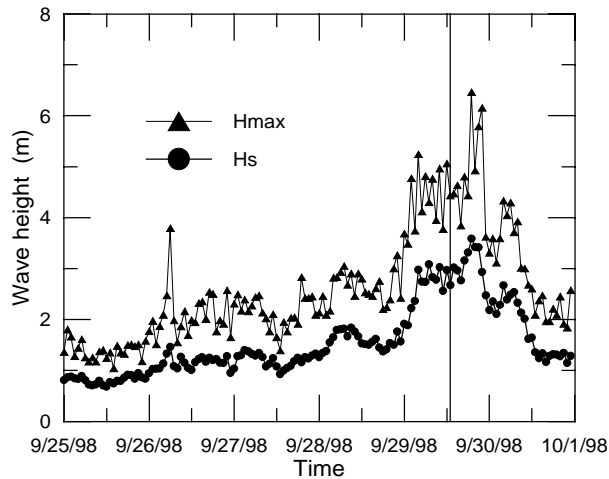


圖 5 瘋狗浪事件發生前後於基隆港外之 H_s 與 H_{max} ，垂直線為事件發生時間

圖 6 為 29 日 13:00-13:18 之基隆港外海的波浪記錄。在看這記錄前，大多數人會預想這圖應該有一個特別高的浪，足以讓人很明確地指出那個浪造成這事件。但此圖並無這種浪，不過卻可看出當時群波現象相當顯著。所謂群波就是幾個大浪連續出現，而群波是否顯著可由相連兩波高之相關係數 (Goda, 1970)

$$\gamma = \frac{(1/(N-1)) \sum_{i=1}^{N-1} (H_i - H_{\text{mean}})(H_{i+1} - H_{\text{mean}})}{(1/N) \sum_{i=1}^N (H_i - H_{\text{mean}})^2} \quad (1)$$

及平均連長 \bar{L} (mean run length) 來看。(1)式中之 H 為波高, 而 H_{mean} 為平均波高。平均連長 \bar{L} 的定義是於一記錄(wave burst)中所有 run 的平均長度。所謂連長 L (run length) 就是連續波高超過界限高度(本文取示性波高)的個數(圖 7), 若連續有 3 個波超過界限高度, L 就等於 3。此兩參數增大表示群波現象較顯著。

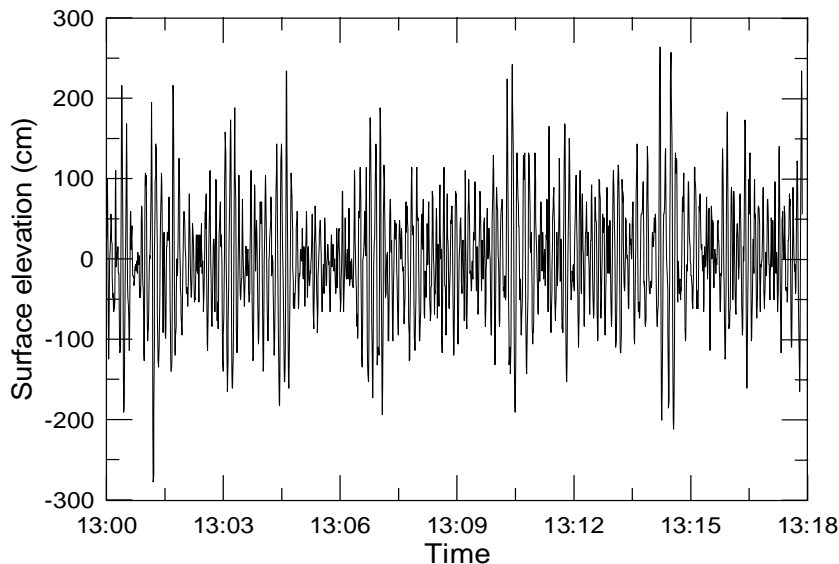


圖 6 於 1998 年 9 月 29 日 13:00 (瘋狗浪事件發生時)基隆港外測到之波浪, 示性波高為 270cm

圖 8 為事件發生前後幾天基隆港外相連兩波高之相關係數 及平均連長。這圖清楚顯示出於事件發生時 及平均連長 \bar{L} 皆升高, 於 26 日 平均值就由約 0.18 跳到 0.35, 同時有上下大幅震盪 在 29 日 12:00 點達極大值 0.58, 而於 13:00 點亦有 0.51。至於平均連長於事件發生前只於 1.1-1.8 間跳動, 其平均值為 1.4, 而且從未超過 2。但於 29 日 13:00 點時卻達這幾天之最大值 2.2。其再當日下午又有一高值 2.1 出現。這兩參數之逐時變化顯示瘋狗浪發生時群波現象確實較顯著。

另外在同一時間於和平島以東 7.5 公里處之八斗子望海巷灣內水深 18 米處亦有一台水下超音波式波浪儀。圖 9 為此儀器量到之示性波高與極大波高。因此測站位於灣內而且水深比基隆港外測站淺, 此站測得之波高比基隆港外的稍低。29 日 13:00 點時示性波高為 2 米。不過若看波高相關係數 及平均連長的逐時變化(圖 10), 之平均值也於 26 日有上跳的現象, 並在 29 日 10:00-12:00 時高達約 0.58。至於平均連長亦於 29 日早上有明顯的升高, 在 29 日 12:00 時出現這幾天之極大值 2.6。因此基隆港與八斗子海域之波浪資料顯示於和平島發生落海事件時段附近基隆海域群波現象的確較明顯。

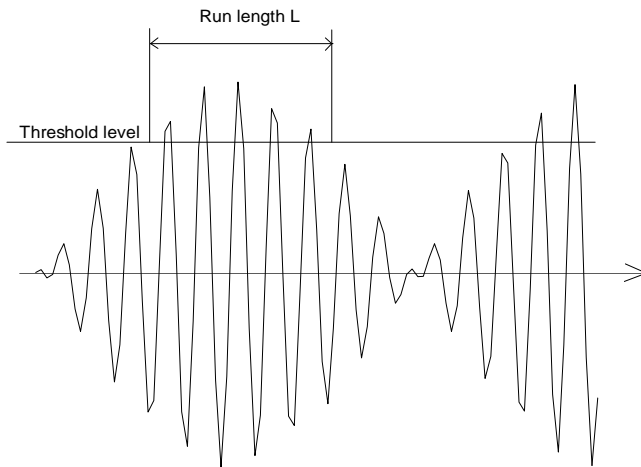


圖 7 連長(run length)定義

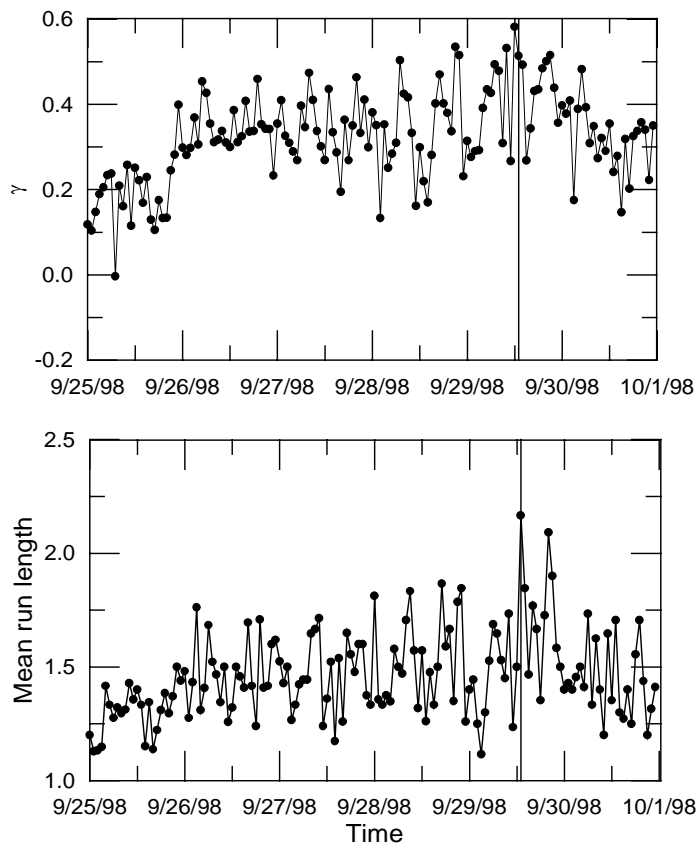


圖 8 瘋狗浪事件發生前後於基隆港外之波高相關係數與平均連長，垂直線為事件發生時間

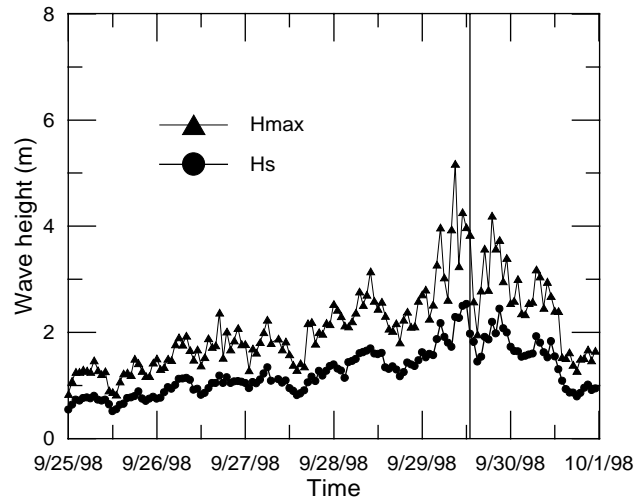


圖 9 瘋狗浪事件發生前後於望海巷之 H_s 與 H_{max} , 垂直線為事件發生時間

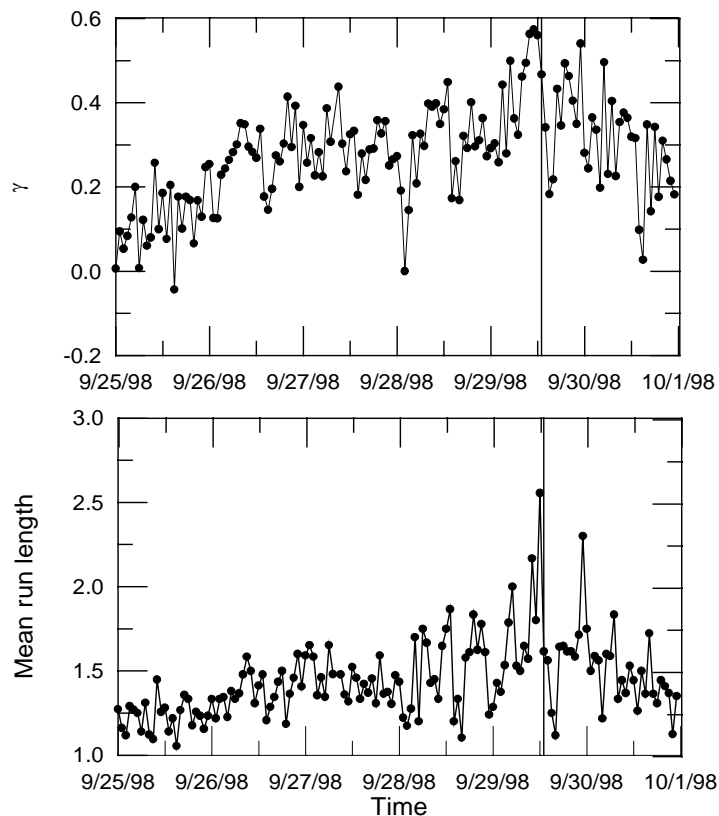


圖 10 瘋狗浪事件發生前後於望海巷之波高相關係數 與平均連長, 垂直線為事件發生時間

四、討論

群波的現象早已在海洋及海岸工程受到重視, 如外海航行的船舶的翻覆往往與群

波有關，於港外拋錨裝卸原油時船舶之穩定性也會受群波的影響，而群波亦影響到海岸結構物及消波塊的穩定性及波浪的上溯(run-up)高度，港池也可能因群波而有共振產生。然而以上之波浪資料似乎意味著群波也與瘋狗浪有關，不過這只是單一個直接證據顯示瘋狗浪與群波之關係，證據雖然有點弱，但是若再考慮群波之成因倒也不會令人對這關係覺得新奇。海上的波浪是由許多不同週期、波高與方向的浪組成，在深水波的範圍內，長週期的浪之前進速度比短週期的波速快，當週期相近的波浪互相重疊就會形成群波(圖 11)，而波峰與波峰合成(同相)之處就會產生較大的浪。其實波浪紀錄中若有特別高的波浪出現的話，該紀錄的平均連長通常是比較長，而且該大浪很少是以單一大浪形式出現，反而是會在一群較大浪之中出現(Sorensen 1993)。陳(1999)分析鼻頭角與成功外海之波浪，他先在各波浪紀錄中之找出單一波高大於示性波高兩倍之浪，並將其定義為異常波，再根據有異常波出現之紀錄的波浪數目算出異常波機率，他發現異常波機率與波高相關係數約呈線性關係，也就是波高相關係數越高異常波機率就越大。雖然這些異常波不一定會在岸邊造成瘋狗浪事件，但這分析也驗證了特別高的波浪是在一群大浪之中。以上的這些現象就與所謂的瘋狗浪一樣，瘋狗浪可能是因為有特別高的浪長驅直入到岸上，因此瘋狗浪的出現自然會與群波有關。另外若仔細看報紙上有關瘋狗浪事件的報導，其往往會說"忽然有一陣大浪打過來"，這也多少反應出目擊者看到群波的進來。其實有經驗的釣魚人若看到大浪開始連續 2-3 個一起進來，他們會感到危險而離開海邊。

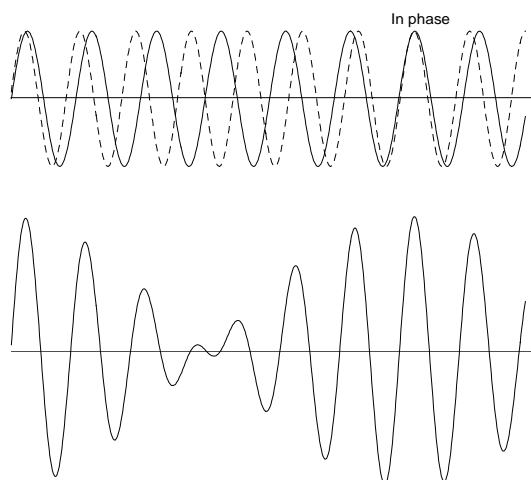


圖 11 群波的形成

至於在瘋狗浪的名稱上本文認為中文名稱可予保留，因為這名稱已被廣泛使用，任何人都知道它指什麼，但卻還不知真正它是什麼，學界只須將瘋狗浪的現象解釋清楚，但不必將其改名，改名反而會造成混淆。不過英文名稱因未有一共識，倒需要加以討論，其名稱當然必須反映出瘋狗浪的現象。根據上面對瘋狗浪的認識本文認為可稱其為 *dangerous waves at the coast*. *Dangerous waves* 很清楚地表示它是危險的浪，但其亦可意味著很大的浪。它在近岸可能使船翻覆，若打上岸可將人沖下海。因此由這名稱可看出這是有危險性的大浪，但因瘋狗浪事件多發生在岸上，因此加入 *at the*

coast, 以與海上的大浪區別。英文的 freak waves (或 rouge waves) 也有很高的浪的意思, 不過有些文獻用它指在外海的單一特別高的浪 (Ochi 1998), 其成因和定義在科學界也還未有定論, 但 freak waves 常被譯為異常波。

李(1998)將瘋狗浪分為兩類型, 第一類型為事件發生時風很強, 海面浪很大, 如季風強盛或颱風過境時。而第二類型則為海面本為平靜忽然有大浪衝向岸邊。第二類型就較類似於上提之 freak waves, 其產生之原因不明。雖然有人認為瘋狗浪應屬於此類型, 但其實仔細看事件發生時的氣象幾乎都可看出其成因。因此所謂的瘋狗浪事件, 包括本文所提之例子, 應皆屬於第一類型, 這型之瘋狗浪很容易可找出引起大浪之天氣系統。其也可能發生於岸上天氣良好而外海遠方有颱風, 而其產生之湧浪可能會對岸邊的人造成威脅。甚至在春夏季午後雷陣雨盛行時, 在雷雨區內之海象會急速變劇, 從事海上活動的人可能來不及上岸而造成事故。

因瘋狗浪實在很不容易觀測到, 直到現在只有本文報告的一筆事故發生時近岸資料。陳(1999)曾對於 1996 年 9 月基隆八斗子及外木山發生時之兩個瘋狗浪事件作波浪分析, 該文亦作出事件發生前後 隨時間的變化, 雖發現八斗子事件發生時 值有升高的現象, 而外木山事件發生時則無。不過其引用的資料是鼻頭角的資料, 離事故地點有 14km, 其資料適用性可能還待商榷。因此實在還需要更多的資料來補強群波與瘋狗浪的關係, 為此就需要在瘋狗浪事件經常發生的地點, 如八斗子碧砂漁港防波堤前作全時波浪測量, 另因為現有的資料, 對於群波到達防波堤或礁石前到底是何種機制使其水面抬昇而上溯還不很清楚, 很有可能因為群波進來而產生近乎規則波之反射, 而使堤前之波高有前後加成作用。為了更了解這些大浪在堤前之變化, 堤前波浪影像的觀測也須同時配合進行, 這也是本文作者正在努力的方向。

參考文獻

1. 許明光、曾俊超、高家俊(1993)「臺灣地區瘋狗浪之調查及成因初探」, 第五屆海洋工程研討會, 第513-524頁。
2. 蔡政翰(1996)「何謂瘋狗浪及如何避其害?」, 臺灣釣魚, 126期, 第33-35頁。
3. 李賢文(1998)「瘋狗浪」之初步研究, 中央氣象局天氣分析與預報研討會II. 海象, 臺北, 第71-475頁。
4. 陳正宏 (1999)「瘋狗浪原因初探」, 國立成功大學碩士論文。
5. Goda, Y., (1970) *Numerical experiments on wave statistics with spectral simulation*, Port and Harbour Research Institute, Report 9, No. 3, pp. 3-57.
6. Sorensen, R. M., (1993) *Basic Wave Mechanics: for coastal and ocean engineers*, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 284.
7. Ochi, M. K., (1998) *Ocean Waves, The Stochastic Approach*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 319.

2001年4月25日 收稿

2001年9月10日 修改

2001年10月2日 接受