

長浪分級預警標準與評估

陳盈智¹、林芳如²、陳孟詩²、蔡政翰³、董東璟^{1, 4}

¹國立成功大學近海水文中心

²中央氣象署海象氣候組

³國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系

⁴國立成功大學水利與海洋工程學系

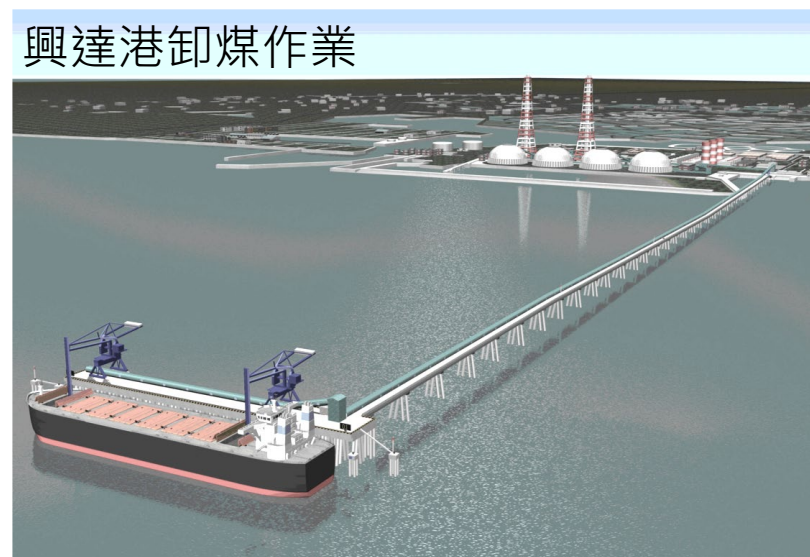
長浪 (Long Wave)

- 長浪是海洋中週期較長的波浪，其能量不易在傳遞過程中衰減。
- 對於「多長」才算長浪，學術上並沒有明確定義。
- 長浪抵達近岸時，易因波浪淺化作用，產生較大的波浪溯上或並衝擊近岸人員或結構物。
- 相關災害如瘋狗浪或港外船舶作業等

瘋狗浪案例



港外船舶作業



長浪即時訊息

氣象局對民眾提供的長浪訊息

現況 ➔ 以示性波高/週期為警戒參數，發布「**長浪即時訊息**」

發布標準 $H_{m0} > 1.5\text{ m}$ & $T_{m02} > 8\text{ sec}$
“無分級警戒”



從實際瘋狗浪事件分析發現，長浪不易反應在兩參數上。

五件比較顯著的長浪引起瘋狗浪案例 (部分案例未達現行湧浪警戒標準)

編號	發生位置	時間	H_{m0} [m]	T_{m02} [sec]
1	新北市鼻頭地質步道	2013/11/9 15:00	1.94	6.5
2	新北市野柳公園	2014/7/8 16:00	4.92	11.6
3	基隆市海大防波堤	2014/10/12 15:00	5.86	10.2
4	花蓮七星潭	2015/4/4	2.00	10.6
5	富岡漁港	2024/09/18	2.02	7.8

ps: 瘋狗浪並非等於長浪，但上述五案例都是研判長浪顯著之案例

長浪分級警戒條件

- 參考日本氣象廳採用**示性波高**與**週期**作為長浪等(階)級的判斷
- 波高分級標準為2公尺跟4公尺，週期為8秒、11.3秒

$2\text{m} < H_{m0} < 4\text{m}$ & $T_p > 8\text{s}$ 為 **中度警戒**

$H_{m0} > 4\text{m}$ & $T_p > 8\text{s}$ 為 **高度警戒**

日本氣象廳湧浪階級 (Swell) (更新日:2019/5/9)

階級	說明
0	海況平靜
1	短或中弱的湧浪(波高小於2m)
2	長而弱的湧浪(波高小於2m)
3	短而略高的湧浪(波高2m~4m)
4	中而略高的湧浪(波高2m~4m)
5	長而略高的湧浪(波高2m~4m)
6	短且高的湧浪(波高4m以上)
7	中且高的湧浪(波高4m以上)
8	長且高的湧浪(波高4m以上)
9	來自兩個或多個方向湧浪混雜的波浪場

※ 湧浪說明:

短: 波長100m未滿、週期8秒以下
中: 波長100~200m、週期8.1秒~11.3秒
長: 波長200m以上、週期11.4秒以上

		示性波高 [m]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
尖峰週期 [sec]	6	1	3	3	6	6	6	6	6	6
	7	1	3	3	6	6	6	6	6	6
	8	1	4	4	7	7	7	7	7	7
	9	1	4	4	7	7	7	7	7	7
	10	1	4	4	7	7	7	7	7	7
	11.3	1	4	4	7	7	7	7	7	7
	12	2	5	5	8	8	8	8	8	8
	13	2	5	5	8	8	8	8	8	8
	14	2	5	5	8	8	8	8	8	8

長浪警戒分級評析

長浪及時訊息：

$$H_{m0} > 1.5 \text{ m} \ \& \ T_{m02} > 8 \text{ sec}$$

分級警戒 (以示性波高、尖峰週期):

中度警戒	$2\text{m} < H_{m0} < 4\text{m} \ \& \ T_p > 8\text{s}$
高度警戒	$H_{m0} \geq 4\text{m} \ \& \ T_p > 8\text{s}$

五件比較顯著的長浪引起瘋狗浪案例

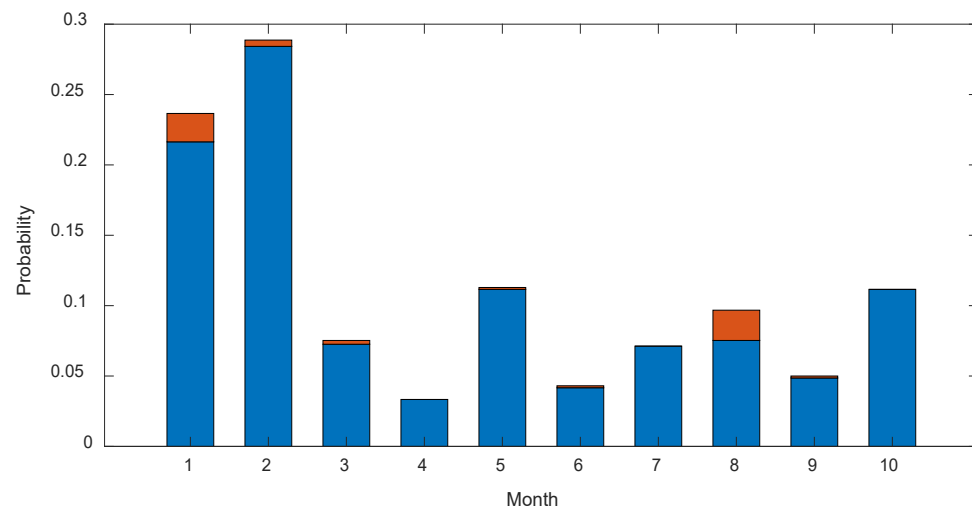
編號	Hm0 [m]	Tm02 [sec]	Tp [sec]	長浪即時訊息	分級標準
1	1.94	6.5	13.6	無	低
2	4.92	11.6	15.3	有	高
3	5.86	10.2	15.4	有	高
4	2.00	10.6	15.5	有	中
5	2.02	7.8	12.2	無	中

➤ 從上述五個案例的分析探討，使用分級標準可以更合理的描述長浪。

長浪分級警戒測試

- 以2023年龍洞浮標與龍洞異常浪光學影像進行交叉比對
- 1-2月期間發布警戒的比例達23-28%，即60天當中約有15天會發布警戒，在3-4月入春之後，警戒比例降為3-7%。
- 2023/1/1-10/31 期間，有3622筆影像，無警戒期間影像有3169筆，其中有92筆含有瘋狗浪案例(5.4%)；中度警戒影像411筆，其中366筆含有瘋狗浪(83%)；高度警戒的案例有12筆，12筆皆有瘋狗浪案例(100%)。

2023年 1 - 10 各月發布長浪警戒統計(中+高)



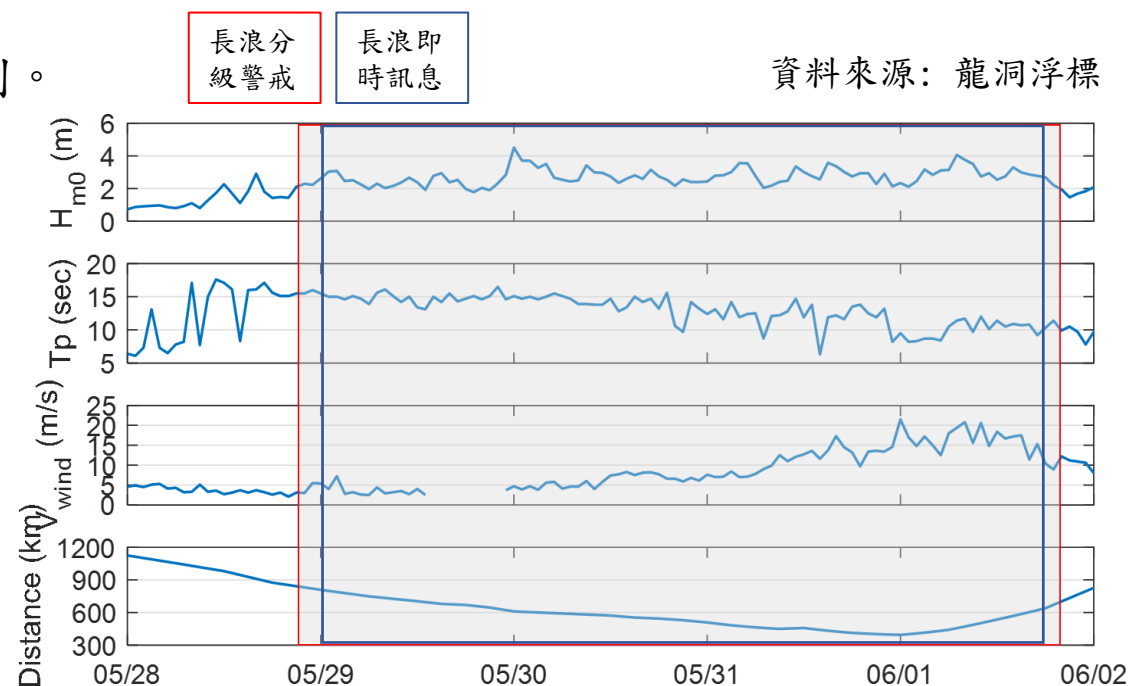
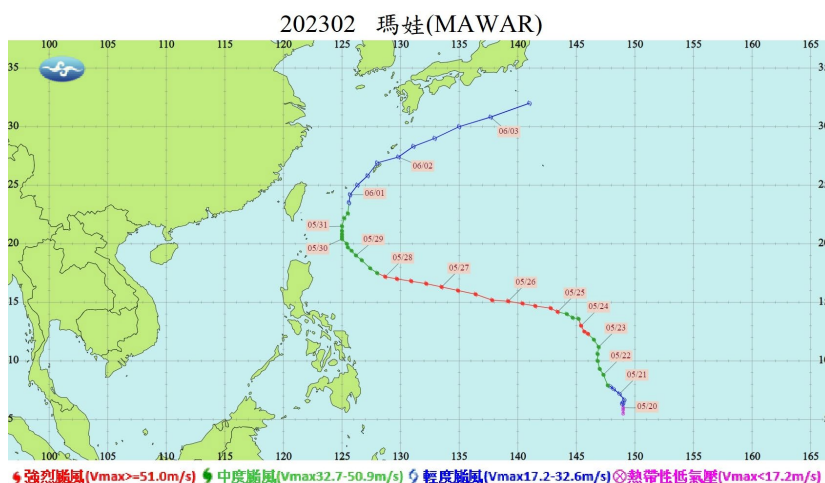
長浪警戒期間分析得到之異常浪影像案例



颱風期間案例

2023/5/28-6/2 瑪娃颱風案例

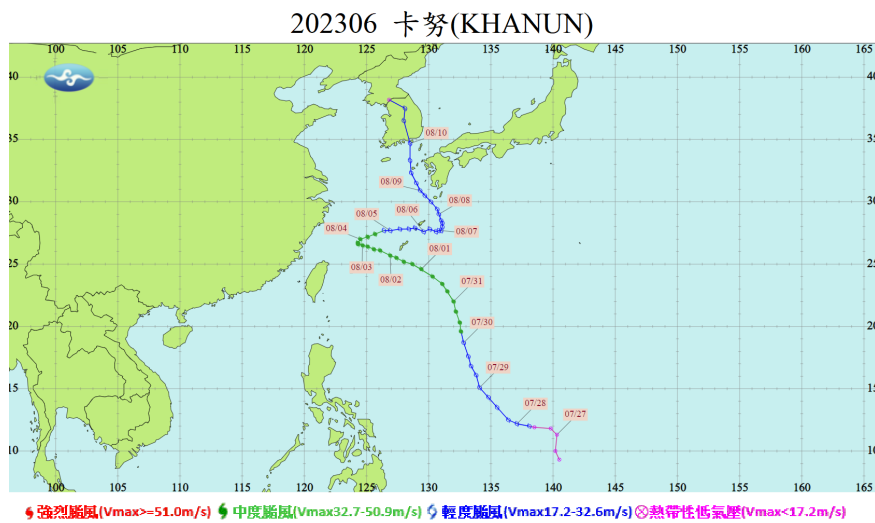
- 長浪**分級**警戒: 2023/5/28 21:00-6/1 22:00
- 長浪**即時**訊息: 2023/5/28 22:00-6/1 20:00
- 發布警戒時，龍洞海域天氣佳且該海域風速小於 5 m/s。
- 龍洞海岸於5/28 14:00即開始陸續發生瘋狗浪案例。



颱風期間案例

2023/8/1-8/4卡努颱風案例

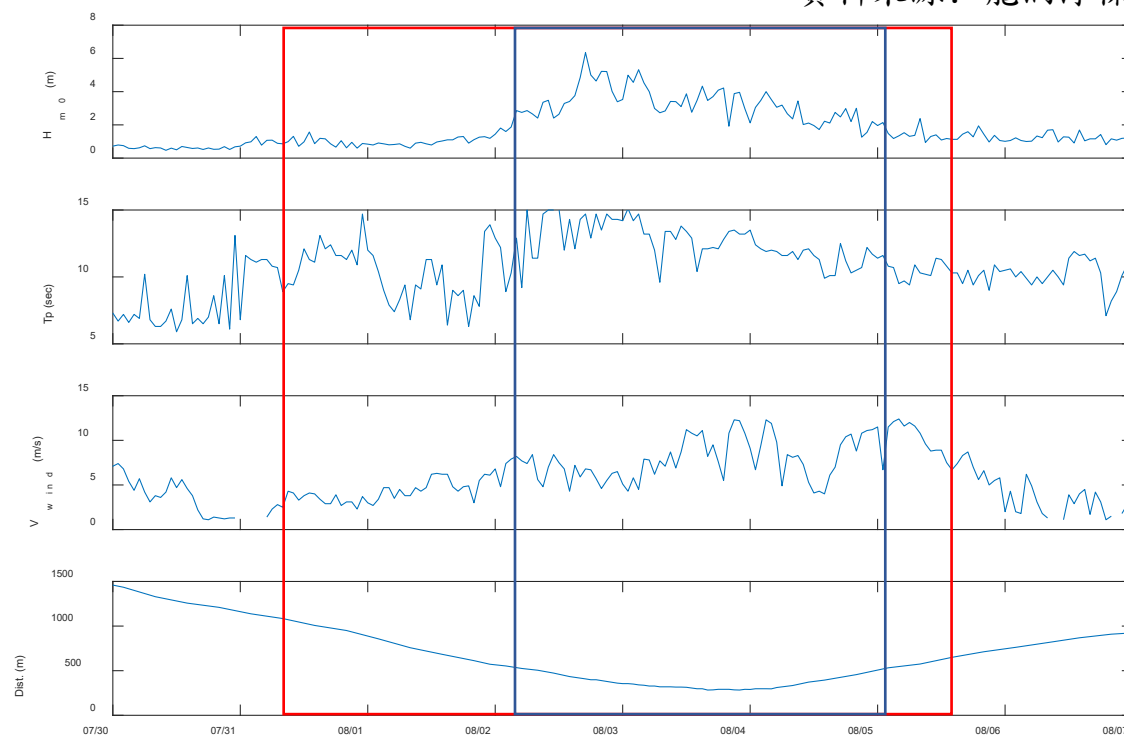
- 長浪**分級**警戒: 2023/7/31 4:00-8/5 14:00
- 長浪**即時**訊息: 2023/8/2 3:00-8/5 1:00
- 龍洞海岸於7/31 8:00即開始陸續發生瘋狗浪案例。



長浪分
級警戒

長浪即
時訊息

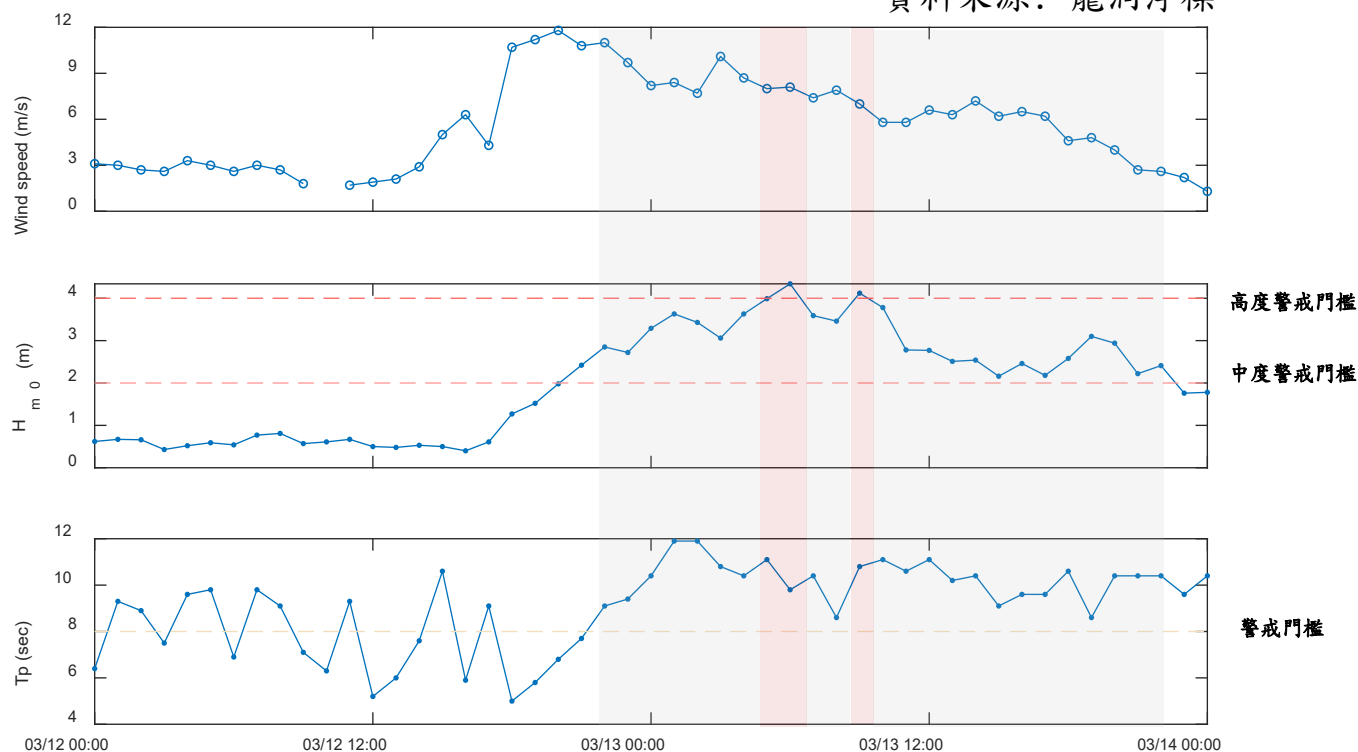
資料來源: 龍洞浮標



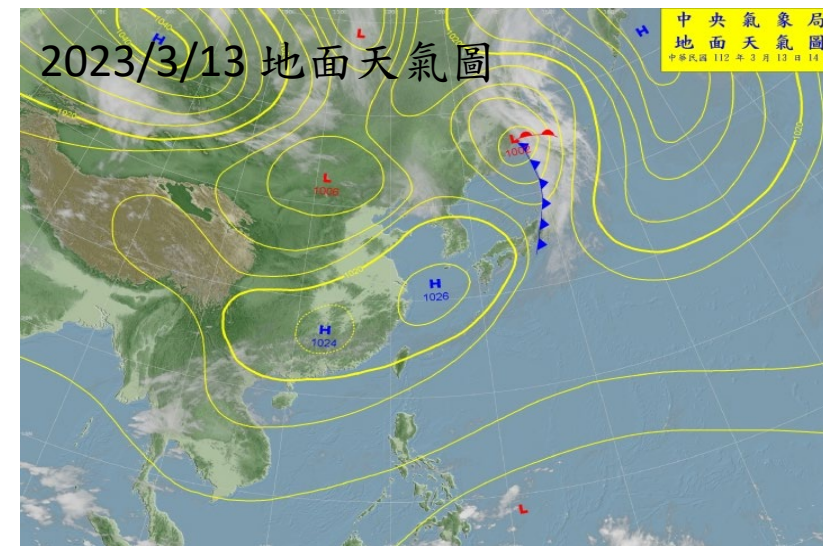
冬春季期間長浪案例

2023/3/12-14 大陸冷高壓東移案例

資料來源：龍洞浮標



：長浪中度警戒 ：長浪高度警戒

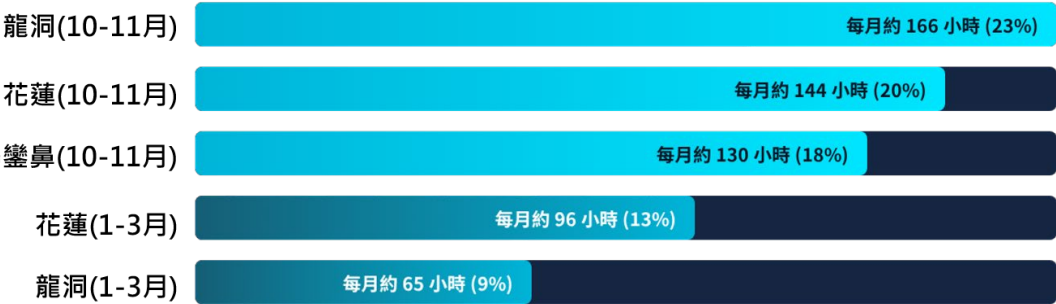


- 警戒開始時間: 2023/3/12 22:00
- 警戒結束時間: 2023/3/13 22:00
- 歷時: 25小時
- 符合高度警戒時間: 3小時
- 東北季風開始顯著影響龍洞海域後 ($V_{wind} > 10\text{m/s}$)，經過4小時符合發布中度警戒標準，期間未達長浪即時訊息發布條件

長浪分級警戒測試

各海域長浪警戒次數統計 (以2024年為例)

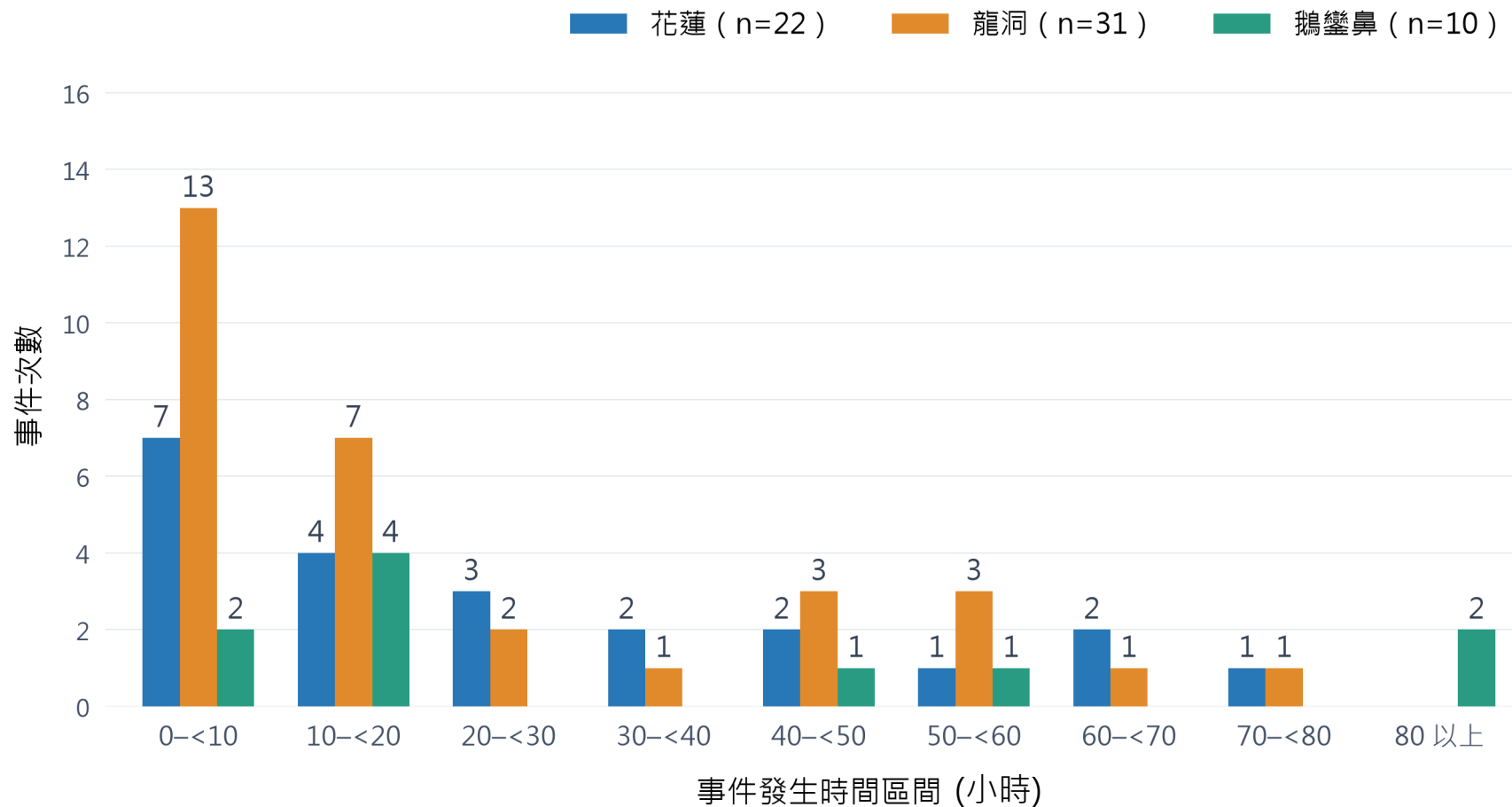
海域	中度風險	高度風險	總警戒筆數	主要好發季節
龍洞	627 筆	49 筆	676 筆	冬季(季風)、秋季(混合)
花蓮	500 筆	20 筆	520 筆	冬季(季風)、秋季(混合)
鵝鑾鼻	248 筆	97 筆	345 筆	夏季、秋季(颱風)



黃點表示中度風險、紅點為高度風險

長浪分級警戒測試

各海域長浪警戒連續發布時間統計 (以2024年為例)



小結

1. 本研究使用參考日本氣象廳提出的長浪標準彙整一套長浪分級警戒建議。
 2. 從顯著長浪引致的瘋狗浪案例顯示，相較於現行長浪即時訊息，分級警戒有助於擴大警戒涵蓋範圍，提升現行提醒機制。
 3. 以2024年為例，東北部海岸受到東北季風與颱風影響，在10-11月有比較高的警戒次數，平均發布中高度警戒約有20%，在屏東鵝鑾鼻海域主要集中在夏秋期間，受颱風影響為主，平均發布警戒時間約為10-15%。
 4. 從本研究分析結果初步檢視顯示長浪分級警戒標準大致可行，然而如何應用，仍需與相關進行更多討論，以符合預報單位需求。
-