



交通部中央氣象局

自行研究發展計畫成果報告

西南部沿海長浪與颱風路徑相關分析

103 年 度 研 究 報 告 第 CWB 103-1A-11 號

研究主持人：黃文亭

助理研究員：厲學成、蔡恆雄、朱瑞鼎

研究單位：臺灣南區氣象中心

「西南部沿海長浪與颱風路徑相關分析」

報告提要

颱風侵襲臺灣時，強風豪雨會造成災害，伴隨颱風的長浪對沿岸地區的威脅更是不可忽視，更因為長浪會比颱風先抵達海岸邊，在颱風未到前就先影響沿海地區，也因為颱風未到，沿海的風力並未增強，民眾會因為沿海見似風平浪靜而降低警覺心，不知道長浪的風險正隱藏其中，而造成危險。本文藉由西南部沿海之浮標資料示性波高和最大週期的逐時資料，分析西南部沿海風浪及長浪的特性，加強對長浪的認識，適時提醒民眾應能降低風險、減少損失。

分析結果顯示，西南部沿海的七股、小琉球、鵝鑾鼻都曾觀測到超過 10 米的浪，且 5 米以上的浪均為長浪。2~5 米的浪中七股有較高的比例是由風域區的吹風造成的風浪。

造成西南部沿海觀測波高超過 10 米浪的 5 個颱風中，由臺灣海峽北上的蓮花颱風和泰利颱風，在緯度接近七股時，波高會迅速增大，而較南端的小琉球，雖也有類似的變化趨勢，但增大的幅度比七股小很多；西行通過巴士海峽的杜鵑颱風及天兔颱風，當颱風中心接近鵝鑾鼻東南側海面時，鵝鑾鼻的波高即有增大的趨勢，在颱風中心通過鵝鑾鼻南側之後，波高會再有瞬間增大的趨勢。

造成西南部沿海發生 4 米以上長浪多由颱風系統影響，但較強的鋒面系統或低壓帶亦有機會造成西南部發生 4 米以上長浪，不過如東北季風等造成的長浪，在西南部沿海則未曾觀測到超過 4 米以上的。

僅就波高和最大週期分析結果顯示臺灣附近颱風造成西南部沿海長浪的路徑範圍非常廣，未來若能同時分析波向及海面的風向、風速等觀測資料，以及颱風的強度、暴風範圍、移動速度等，期能有更具體的結果。

「西南部沿海長浪與颱風路徑相關分析」

目錄

一、 研究動機.....	1
二、 資料來源.....	1
三、 波高分析.....	2
四、 長浪分析.....	4
五、 小結.....	6
六、 未來工作.....	6
誌謝.....	8
表.....	9
圖.....	14

一、研究動機

颱風侵襲臺灣時，豪雨會造成災害，伴隨颱風造成的強風巨浪對沿岸地區的威脅更是不可忽視，例如：2012 年輕颱泰利在東沙島海面時，西南部沿海發生長浪，浪高達 10 米以上，臺南北門的海堤被沖破近 100 公尺，海水越過破堤，淹進防汛道路和漁塭；七股海邊土堤被沖毀，還有民眾被長浪打傷。而有時颱風沒侵襲臺灣、未發布颱風警報的時候，其環流引起的長浪，也會造成沿海地區有災情發生。2013 年強颱海燕距離臺南超過 1000 公里，其引起的長浪卻造成臺南外海牡蠣及浮棚式養殖棚架嚴重受損，損失超過億元。可見由颱風引起之長浪對西南部沿海養殖漁業及從事海上活動的民眾是很大的威脅，若能更瞭解颱風與西南部沿海長浪的關係，加強民眾對長浪的認識，適時提醒民眾應能降低風險、減少損失。

在颱風暴風範圍內，因風持續吹動，使海面發生擾動形成波浪，越接近颱風中心的風越大，波浪也越高，對於海域和岸邊結構物的破壞程度也就越大。颱風暴風範圍內的波浪生成後，仍受風不斷吹拂，吹起的波浪傳遞到遠方，慢慢成為波長與週期較長的波浪，由於速度較快，會超越較短較慢的波浪，而離開直接受風力影響的區域（風域 Fetch）。相對於在風域區內還在成長的波浪（也就是風浪 windsea），這種脫離風域區的浪稱為湧浪（swell），也因為這種波浪的波長較長，所以俗稱為長浪。因為長浪的傳播的速度較颱風本身的移動速度快，因此，長浪會比颱風先抵達海岸邊，在颱風未到前就先影響沿海地區，也因為颱風未到，沿海的風力並未增強，民眾會因為沿海見似風平浪靜而降低警覺心，不知道長浪的風險正隱藏其中，而造成危險。

本文針對近年臺灣西南部沿海的浮標觀測資料進行分析，以了解西南部沿海長浪的特性，長浪與颱風的關係，最後將相關分析成果於本中心辦理的各宣導場合進行長浪知識宣導，提醒民眾注意及遠離長浪威脅，保護自身的安全。

二、資料來源

本文使用資料為中央氣象局、觀光局、水利署於台灣西南部沿海建置之浮標資料，由北至南包括七股浮標、彌陀浮標、大鵬灣浮標、小琉球浮標、鵝鑾鼻浮標，權責單位、測站所屬海域、座標、資料時間及相關描述如表 1，資料觀測密度為逐時，本文使用的觀測項目包括示性波高（以下簡稱波高）和最大週期，單

位分別為米及秒，整點之示性波高是以整點前 10 分鐘至整點的所有波浪選取最大的 1/3，平均後所得到的數值；整點之最大週期是整點前 10 分鐘至整點的所有波浪中最大的週期。

長浪的週期較長，依現行作業方式，若波浪週期大於 8 秒，則認為此波浪有長浪的成分，故本文以週期大於 8 秒來定義長浪。

三、波高分析

(一) 波高分佈

為瞭解西南部沿海波高分佈情況，篩選出每個測站每日觀測到的最大波高，再區分 2 米以上不同波高發生的日數，如表 2 所示。因彌陀浮標觀測僅有 4 個月資料，故此處不列入分析。表 2 中 () 內的數字表示週期未達 8 秒的日數，表示該波主要應為風浪、而非長浪。

因每個測站觀測資料長度不一樣，故無法以不同測站間波高發生的日數多寡進行比較分析，但由此統計仍可略見西南部波浪的特性如下：

1. 超過 10 米的浪在七股、小琉球、鵝鑾鼻都曾出現過。
2. 5 米以上的浪均為長浪。
3. 4~5 米的浪中非長浪(即風浪)的比例在七股、大鵬灣、小琉球、鵝鑾鼻分別為 36%、0%、3%、5%，七股風浪的比例明顯高於其他測站。
4. 3~4 米的浪中非長浪(即風浪)的比例在七股、大鵬灣、小琉球、鵝鑾鼻分別為 35%、13%、8%、8%，七股風浪的比例明顯高於其他測站。
5. 2~3 米的浪中非長浪(即風浪)的比例在七股、大鵬灣、小琉球、鵝鑾鼻分別為 62%、17%、22%、15%，七股風浪的比例仍高於其他測站。
6. 由以上 3~5 點顯示，除了七股，3~5 米的浪約 9 成仍有長浪成分，2~3 米以下的浪約 8 成仍有長浪成分。而七股則與其他 3 站較不一樣，3~5 米的浪約 6 成有長浪成分，3 米以下的浪僅約 4 成有長浪成分。也就是說僅由風域區的吹風造成的風浪在七股較其他 3 站都高。

(二) 最大波高

為瞭解西南部沿海曾觀測到的最大波高，及影響之天氣系統，統計西南部沿海測站觀測波高前五名的日期、波高如表 3 所示。波高前五名的日期之天氣圖如圖 1，由天氣圖顯示，造成各站波高前五名當天的天氣都與颱風有關，颱風名稱如表 3 中所列，共有 10 個颱風。

其中杜鵑、蓮花、莫拉克、泰利和天兔颱風影響時在西南部沿海觀測到超過 10 米的浪，颱風路徑如圖 2 所示，其中有 3 個颱風是屬於西行颱風(杜鵑、莫拉克和天兔)，另外兩個是由南海沿臺灣海峽北上的颱風。圖上日期代表觀測波高前五名當天 0000UTC 颱風中心所在位置，其造成最大浪高時的颱風中心位置分別在臺灣海峽南部、巴士海峽、東部外海、北部海面及臺灣北部。

另外海棠、珍珠、碧利斯、如麗和鳳凰颱風影響時在西南部沿海觀測到 5~10 米的浪，颱風路徑如圖 3 所示，其中亦有 3 個颱風(海棠、碧利斯和如麗)是屬於西行颱風，另外兩個亦屬於北上型的颱風，珍珠是沿華南沿海北上、鳳凰是沿臺灣東部海面北上，其造成最大浪高時的颱風中心位置分別在南海、臺灣海峽南部、東部海面、北部海面及華南沿岸。

在西南部沿海觀測到超過 10 米的浪的 5 個颱風(杜鵑、蓮花、莫拉克、泰利和天兔)波高逐時觀測資料如圖 4。各個颱風的情況分別說明如下：

1. 西行的杜鵑颱風通過鵝鑾鼻南側之後，鵝鑾鼻波高瞬間增大，由原本約 2 米浪，3 小時後增至近 6 米，再經過 3 小時後增至最高的 11.45 米(如圖 4(a))。
2. 北上的蓮花颱風在大鵬灣及鵝鑾鼻最大波高約 5 米，且變化緩慢，但在小琉球和七股則瞬間變化較劇烈，當颱風北上過程中接近此二站緯度時，該站波高明顯增加，如七股由原本 3~4 米增加至 6 米，當颱風緯度與七股相當時波高瞬間增至 11 米以上。類似的波高變化也發生在小琉球，因小琉球緯度較七股低，故波高增大的時間較七股早約 3~4 小時，減弱的時間也比七股早一些，但最大波高約 8 米，與七股有 3 米以上的差距(如圖 4(b))。
3. 西行通過臺灣北部的莫拉克颱風，在臺灣東部海面時西南部沿海

的波高即有緩慢增大的趨勢，在 24 小時內由約 2 米增至約 7~8 米，當颱風中心在台灣北部陸地時，西南部沿海觀測到最大波高，但可惜因浮標飄移，七股及小琉球資料中斷，無法再了解颱風出海至臺灣北部海面的後續波高變化(如圖 4(c))。

4. 北上的泰利颱風在小琉球及鵝鑾鼻最大波高約 6 米，變化也相對緩慢，但七股變化極快，在 6 月 20 日 7 時前波高約 5~6 米，6 月 20 日 8 時達最大波高 10.34 米(如圖 4(d))。七股波高瞬間增大的情況與前述蓮花颱風有一樣的趨勢，推論由臺灣海峽北上的颱風，在緯度接近七股時，波高會迅速增大，而較南端的小琉球，雖也有類似的變化趨勢，但增大的幅度比七股小很多，七股這種瞬間波高增加的情況，對海面活動是很大的風險。
5. 西行的天兔颱風在鵝鑾鼻東南側海面時，鵝鑾鼻的波高即有增大的趨勢最大波高已近 10 米，在通過鵝鑾鼻南側後，3 小時內持續再增大至觀測最大的 14.13 米，此也是西南部沿海觀測紀錄中的最大波高。在臺灣西側的小琉球波高增大的時間則較鵝鑾鼻晚一些，在颱風中心通過鵝鑾鼻南側後，小琉球的波高才開始增強，而最大波高約 8 米與鵝鑾鼻有 6 米多的差異(如圖 4(e))。西行通過巴士海峽的颱風杜鵑及天兔，當颱風中心接近鵝鑾鼻東南側海面時，鵝鑾鼻的波高即有增大的趨勢，在颱風中心通過鵝鑾鼻南側之後，波高會再有瞬間增大的趨勢。

四、長浪分析

(一) 天氣系統

前述波高分析已說明在臺灣西南部沿海各浮標站之觀測到最大浪高的前 5 名均為颱風在臺灣附近時，為了解西南部沿海長浪的特性，及引起長浪天氣系統，將西南部沿海觀測到的長浪進行分析。

在此定義為波高超過 4 公尺，因高過 4 米的浪對從事海邊活動或沿海養殖漁業會造成相當程度的威脅，另週期定義如前述必須大於 8 秒。依此標準西南部沿海任一測站觀測到長浪的日期如表 4，對照長浪發生日期的地面天氣圖，大部分日期在臺灣附近都有颱風影響，非颱風影響的日期僅有以下數次：

1. 2004 年 8 月 29 日：日本南方海面有中颱佳芭，但距離臺灣甚遠，海南島附近熱帶性低氣壓中心氣壓 994hPa，伴隨之海面風力超過 20kts(如圖 5(a))。
2. 2006 年 6 月 9 日及 10 日：鋒面在臺灣中南部，鋒前海面西南風超過 25 kts (如圖 5(b)及(c))。
3. 2007 年 8 月 10 日至 13 日：熱帶性低氣壓在海南島附近生成，增強並往東北移動，接近臺灣，中心氣壓 992hPa，伴隨之海面風力超過 20kts(如圖 5(d)~(g))。
4. 2011 年 7 月 18 日：日本南方海面有中颱馬鞍，但距離臺灣甚遠，臺灣附近受低壓帶影響，西南部沿海地面觀測資料並無較強風 (如圖 5(h))。
5. 2012 年 6 月 12 日：鋒面在臺灣北部，鋒前鵝鑾鼻海面西南風超過 30 kts (如圖 5(i))。

可見西南部沿海發生 4 米以上長浪多由颱風系統影響，但較強的鋒面系統或低壓帶亦有機會造成西南部發生 4 米以上長浪，不過如東北季風等造成的長浪，在西南部沿海則未曾觀測到超過 4 米以上的。

(二) 颱風位置

為了解西南部沿岸長浪發生時的颱風位置，將表 4 中所列日期 0000UTC 的颱風中心填在網格上，各網格為經緯度各 1 度，颱風中心在各網格的次數如圖 6，圖中顯示颱風中心在北緯 16 度以北、東經 126 度以西就有機會在西南部沿岸造成 4 米以上的長浪，而且在颱風進入中國大陸後，西南部沿岸的長浪仍持續發生。而次數最多的在鵝鑾鼻西南方的網格，最接近台灣西南部的地方。

依強度區分，圖 7 及圖 8 分別為強烈颱風及中度颱風的次數，顯示若颱風在鵝鑾鼻以東，強烈颱風有機會造成西南部沿海 4 米以上的長浪，且當颱風在東經 125 度時(即距離臺灣西南部約 500 公里)就可能造成 4 米以上的長浪。若是中度則在臺灣附近海域均有機會造成西南部沿海 4 米以上的長浪。

(三) 颱風路徑

為了解造成西南部沿岸長浪的颱風路徑，將表 4 中所列的颱風路徑依年份區分如圖 9，2004 年至 2014 年西南部觀測到 4 米以上長浪對應之颱風路徑。由颱風路徑顯示，西行和北轉的颱風均有機會在西南部沿海觀測到 4 米以上的長浪，西行颱風南至由菲律賓通過(如 2014 年雷馬遜颱風)或北至由台灣北部海面通過(如 2013 年潭美颱風)；北轉颱風東至由東部外海北上(如 2011 年桑達颱風)或西至由華南沿岸北上(如 2006 年珍珠颱風) 均有機會在西南部沿海觀測到 4 米以上的長浪。顯示臺灣附近颱風造成西南部沿海長浪的路徑範圍非常廣，可能還需考慮颱風的強度、暴風範圍、移動速度等才能有更具體的結果。

五、小結

本文分析西南部沿海之浮標資料示性波高和最大週期的逐時資料，結果顯示，西南部沿海的七股、小琉球、鵝鑾鼻都曾觀測到超過 10 米的浪，且 5 米以上的浪均為長浪。2~5 米的浪中七股有較高的比例是由風域區的吹風造成的風浪，且七股的比例遠高於大鵬灣、小琉球、鵝鑾鼻 3 站。

造成西南部沿海觀測波高前五名的颱風共有 10 個，有 6 個颱風屬於西行颱風，另外 4 個屬於北上颱風。在西南部沿海觀測到超過 10 米浪的 5 個颱風中，由臺灣海峽北上的蓮花颱風和泰利颱風，在緯度接近七股時，波高會迅速增大，而較南端的小琉球，雖也有類似的變化趨勢，但增大的幅度比七股小很多；西行通過巴士海峽的杜鵑颱風及天兔颱風，當颱風中心接近鵝鑾鼻東南側海面時，鵝鑾鼻的波高即有增大的趨勢，在颱風中心通過鵝鑾鼻南側之後，波高會再有瞬間增大的趨勢。

造成西南部沿海發生 4 米以上長浪多由颱風系統影響，但較強的鋒面系統或低壓帶亦有機會造成西南部發生 4 米以上長浪，不過如東北季風等造成的長浪，在西南部沿海則未曾觀測到超過 4 米以上的。

2004 年至 2014 年西南部觀測到 4 米以上長浪對應之颱風路徑顯示，西行和北轉的颱風均有機會在西南部沿海觀測到 4 米以上的長浪，西行颱風南至由菲律賓通過或北至由台灣北部海面通過；北轉颱風東至由東部外海北上或西至由華南沿岸北上均有機會在西南部沿海觀測到 4 米。

六、未來工作

本文僅就浮標示性波高和最大週期進行分析，未考量波向及海面的風向、風速的因素，結果顯示臺灣附近颱風造成西南部沿海長浪的路徑範圍非常廣，未來若能同時分析波向及海面的風向、風速等觀測資料，以及颱風的強度、暴風範圍、移動速度等，期能有更具體的結果。

本文初步分析結果將於本中心辦理的各宣導場合進行長浪知識宣導，提醒民眾注意及遠離長浪威脅，保護自身的安全。

誌謝

感謝海象測報中心陳進益技士及陳旻技士提供浮標觀測資料，使本研究報告得以順利完成。

表 1 測站基本資料表

測站名稱	權責單位	所屬海域	座標	資料時間	位置描述
七股資料浮標	水利署	東石安平沿海	東經 120.0083 度 北緯 23.0956 度	2006 年 05 月－ 2014 年 9 月	頂頭額沙洲外海約 1.5 公里，該處水深約 18 公尺。
彌陀資料浮標	水利署	安平高雄沿海	東經 120.1636 度 北緯 22.7639 度	2014 年 6 月－ 2014 年 9 月	高雄市永安港西南外海，該處水深 23 公尺。
大鵬灣資料浮標	觀光局	高雄枋寮沿海	東經 120.4379 度 北緯 22.4172 度	2002 年 11 月－ 2012 年 5 月	東港大鵬灣外海約 2 公里，該處水深約 20 公尺。
小琉球資料浮標	中央氣象局	枋寮恆春沿海	東經 120.3514 度 北緯 22.3139 度	2003 年 9 月－ 2014 年 9 月	小琉球海子口西南方外海約 4 公里，該處水深約 82 公尺。
鵝鑾鼻資料浮標	中央氣象局	鵝鑾鼻沿海	東經 120.8314 度 北緯 21.9006 度	2000 年 11 月－ 2014 年 9 月	墾丁鵝鑾鼻香蕉灣南方外海約 3 公里，該處水深約 40 公尺

表 2 西南部沿海測站觀測不同波高的日數，() 內數字表示週期未達 8 秒的日數。

波高(H)	七股	大鵬灣	小琉球	鵝鑾鼻
$2 \leq H < 3$	380(237)	102(17)	228(51)	365(56)
$3 \leq H < 4$	55(19)	32(4)	71(6)	98(8)
$4 \leq H < 5$	11(4)	17	30(1)	38(2)
$5 \leq H < 6$	5	6	20	16
$6 \leq H < 7$	6	1	11	10
$7 \leq H < 8$	2	0	5	5
$8 \leq H < 9$	1	1	0	1
$9 \leq H < 10$	0	0	0	1
$10 \leq H$	2		1	3

表 3 西南部沿海測站觀測最大波高前五名的日期、波高及影響之颱風名稱。

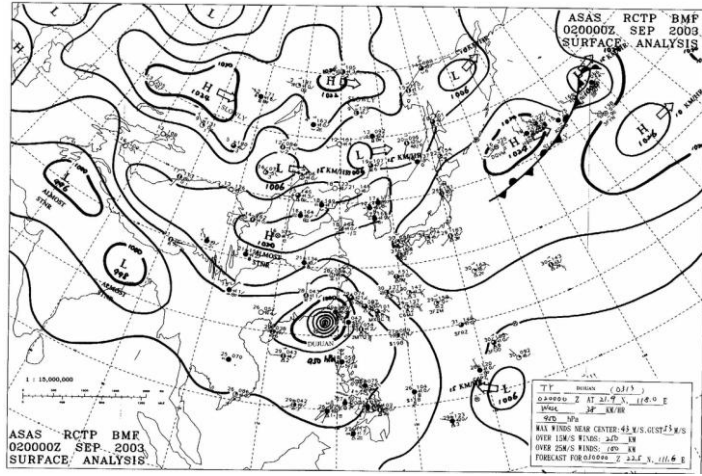
名次	七股			大鵬灣			小琉球			鵝鑾鼻		
	日期	波高	颱風	日期	波高	颱風	日期	波高	颱風	日期	波高	颱風
1	2009/06/21	11.71	蓮花	2009/08/08	8.99	莫拉克	2009/08/08	12.74	莫拉克	2013/09/21	14.13	天兔
2	2012/06/20	10.34	泰利	2005/07/18	6.43	海棠	2014/09/21	8.35	鳳凰	2003/09/02	11.45	杜鵑
3	2008/08/22	9.45	如麗	2009/08/09	5.79	莫拉克	2009/08/07	7.79	莫拉克	2009/08/08	10.72	莫拉克
4	2008/08/21	8.88	如麗	2006/07/14	5.72	碧利斯	2009/06/21	7.56	蓮花	2009/08/07	9.67	莫拉克
5	2009/08/08	8.29	莫拉克	2006/05/18	5.66	珍珠	2008/08/22	7.40	如麗	2014/09/21	9.56	鳳凰

表 4 西南部沿海任一測站觀測到長浪的日期及天氣系統

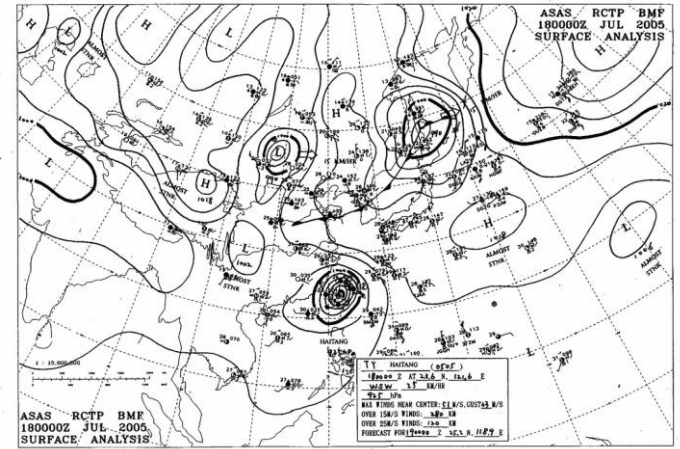
年份	日期	天氣系統
2004	6/28、6/29、6/30、7/1、7/2、7/3	敏督利
	8/29	熱帶性低氣壓
	12/2、12/3、12/4	南瑪都
2005	7/18、7/19	海棠
	8/12、8/13、8/14	珊瑚
	9/1	泰利
	9/22、9/23	丹瑞
	10/2	龍王
2006	5/16、5/17、5/18	珍珠
	6/9、6/10	鋒面
	7/13、7/14、7/15	碧利斯
	7/25、7/26	凱米
	8/3	巴比倫
2007	8/10、8/11、8/12、8/13	熱帶性低氣壓
	8/17、8/18、8/19	聖帕
	10/5、10/6、10/7	科羅莎
2008	6/24、6/25	風神
	7/18	卡玫基
	7/28、7/29	鳳凰
	8/6	卡莫里
	8/21、8/22、8/23	如麗
	9/22、9/23	哈格比
	9/28	薔密
2009	6/20、6/21	蓮花
	7/17、7/18	莫拉菲
	8/7、8/8、8/9、8/10	莫拉克
	9/15	柯普
	10/5	芭瑪
	10/22、10/23	盧碧
2010	8/31、9/1	萊羅克
	9/9	莫蘭蒂
	9/19、9/20	凡那比
	10/18、10/20、10/21、10/22、10/23	梅姬
2011	5/28	桑達
	6/10、6/11	莎莉佳

	7/18	低壓帶
	8/28、8/29	南瑪都
	9/29、9/30	尼莎
2012	6/12	鋒面
	6/19、6/20	泰利
	8/24、8/25	天秤
	8/27、8/28	布拉萬
	9/27	杰拉華
2013	8/2、8/3	燕子
	8/14、8/15	尤特
	8/21、8/22、8/23	潭美
	8/29	康芮
	9/20、9/21、9/22	天兔
2014	7/18	雷馬遜
	7/23、7/24	麥德姆
	9/16	海鷗
	9/20、9/21	鳳凰

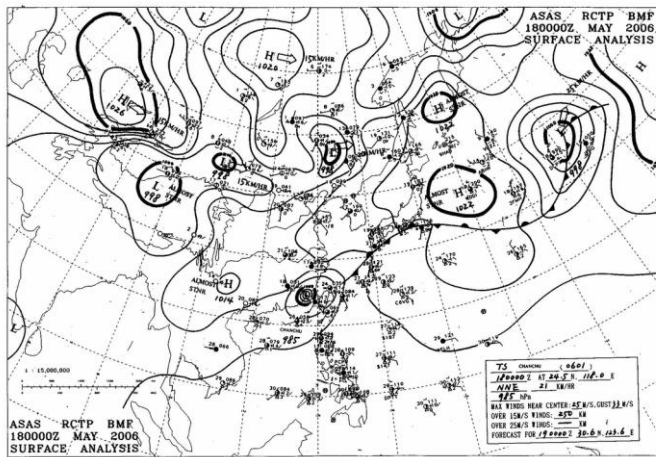
(a)



(b)



(c)



(d)

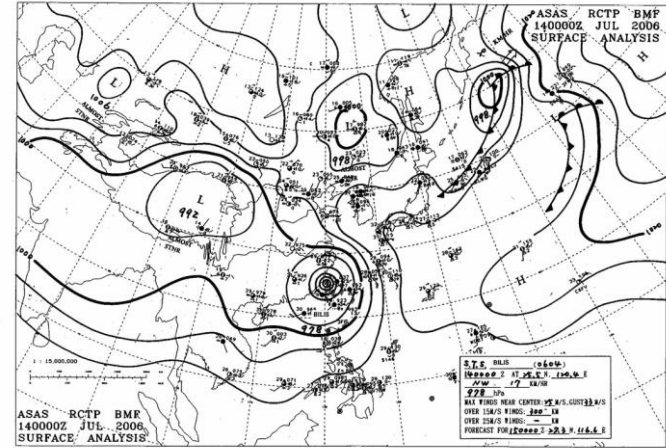
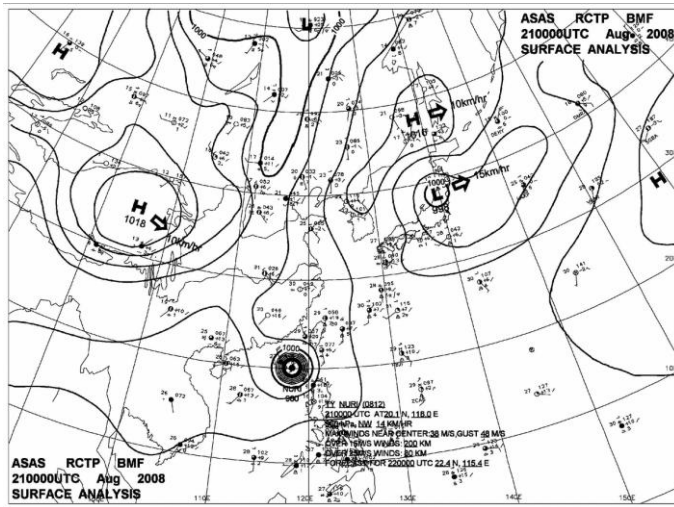
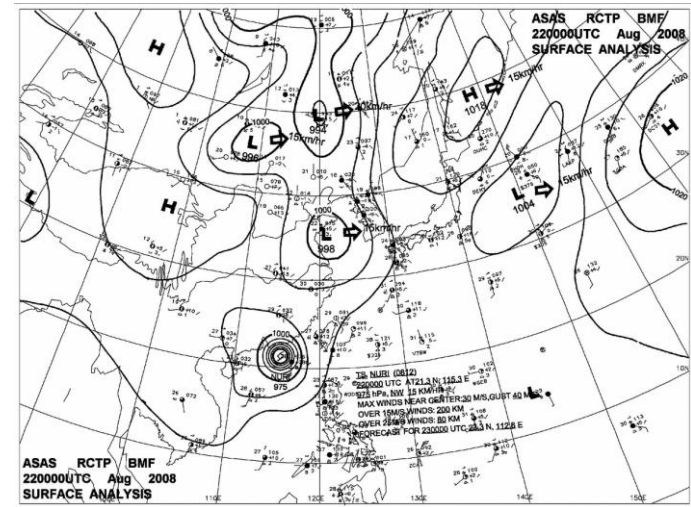


圖 1 (待續)

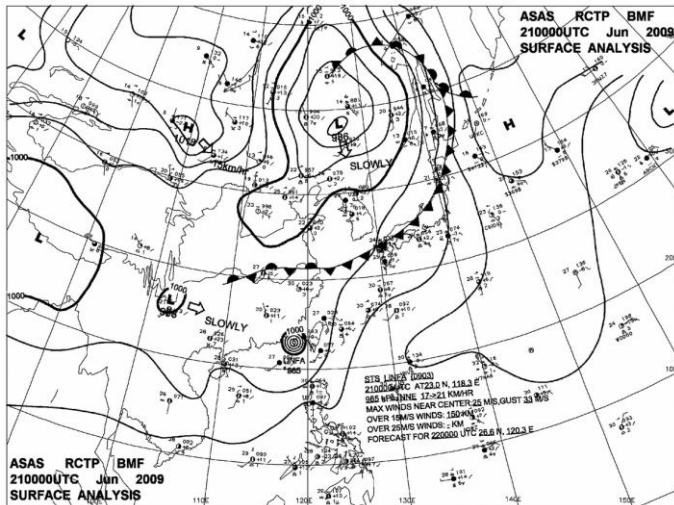
(e)



(f)



(g)



(h)

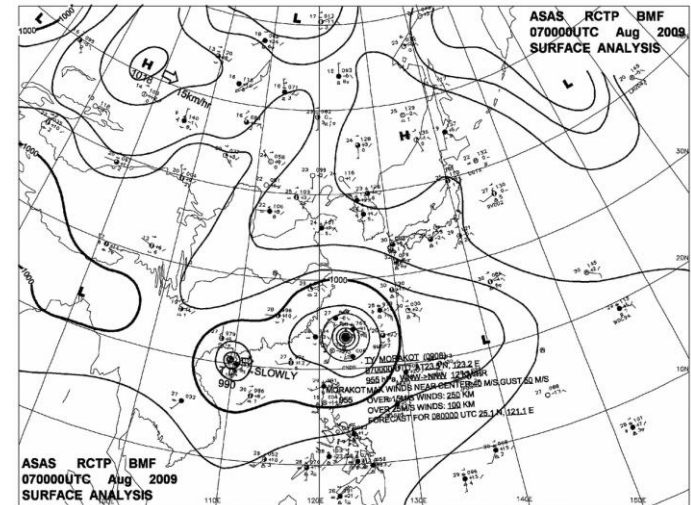
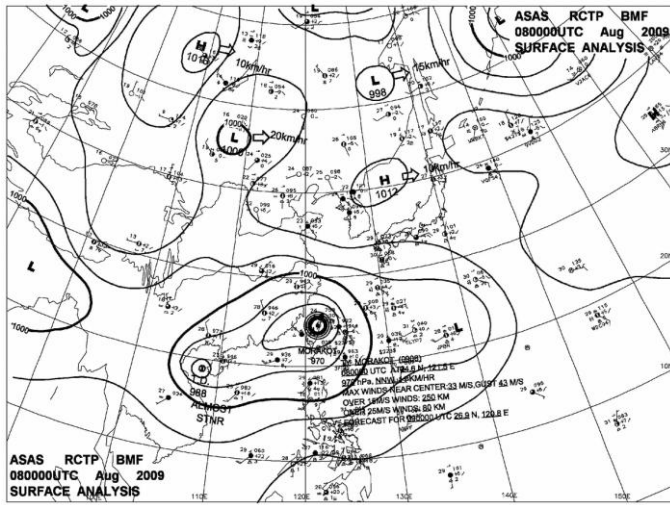
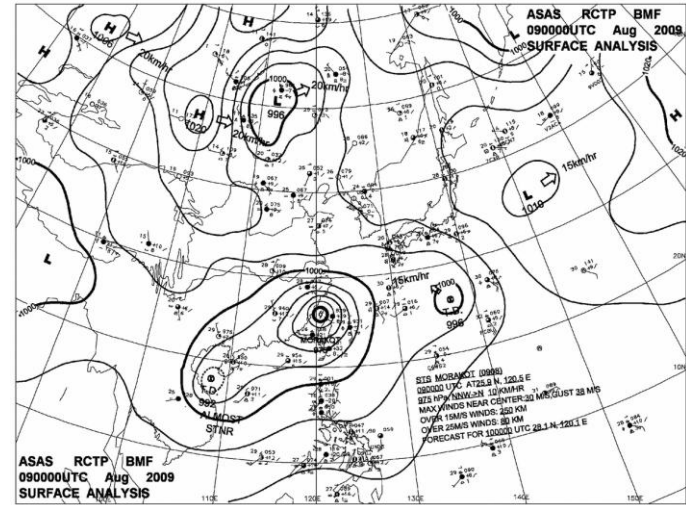


圖 1 (待續)

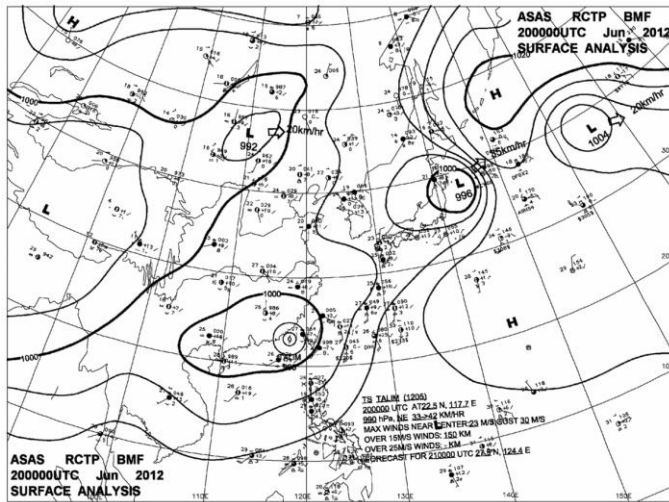
(i)



(j)



(k)



(l)

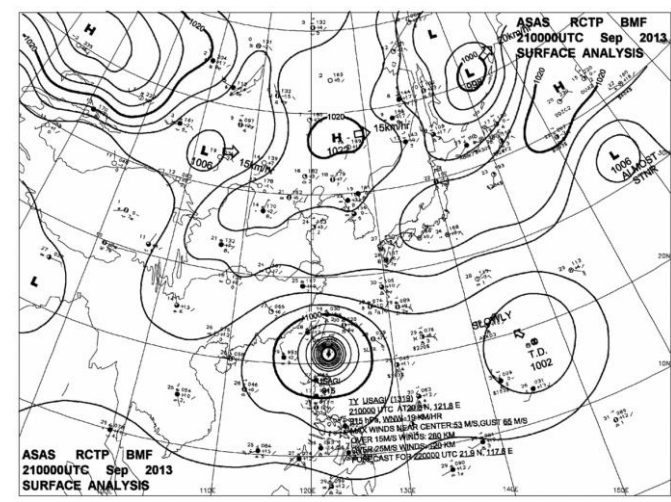


圖 1 (待續)

(m)

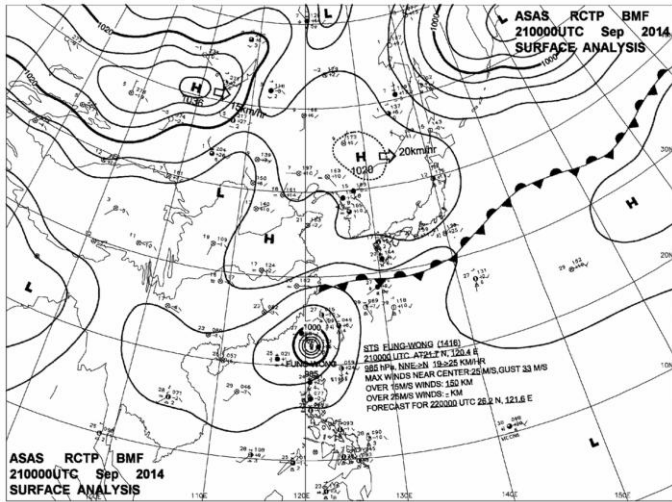


圖 1 (a)2003 年 9 月 2 日 0000UTC、(b)2005 年 7 月 18 日 0000UTC、(c)2006 年 5 月 18 日 0000UTC、(d)2006 年 7 月 14 日 0000UTC、(e)2008 年 8 月 21 日 0000UTC、(f)2008 年 8 月 22 日 0000UTC、(g)2009 年 6 月 21 日 0000UTC、(h)2009 年 8 月 7 日 0000UTC、(i)2009 年 8 月 8 日 0000UTC、(j)2009 年 8 月 9 日 0000UTC、(k)2012 年 6 月 20 日 0000UTC、(l)2013 年 9 月 21 日 0000UTC、(m)2014 年 9 月 21 日 0000UTC 地面天氣圖。

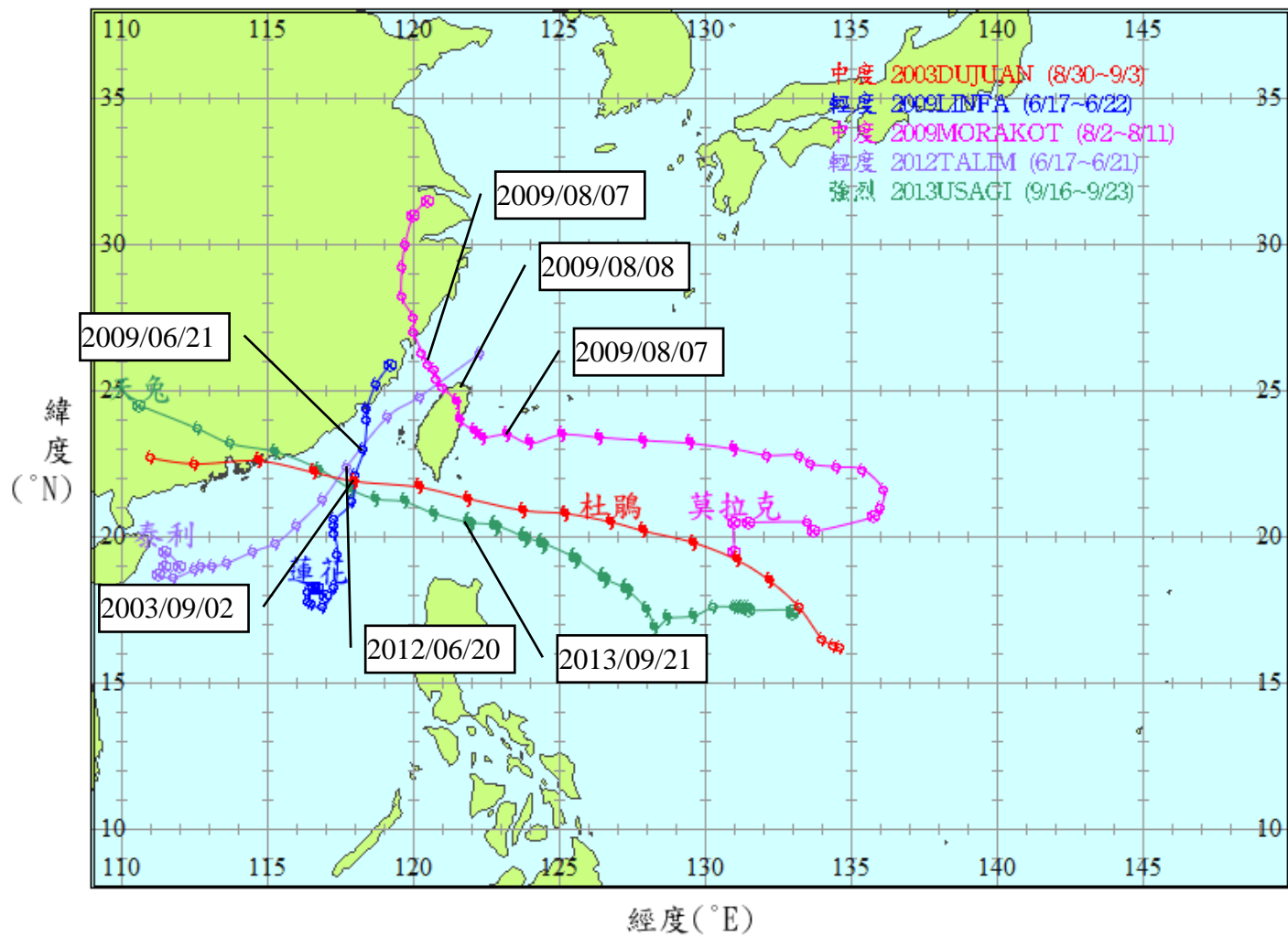


圖 2 西南部沿海觀測波高前 5 名且波高超過 10 米以上的颱風路徑。

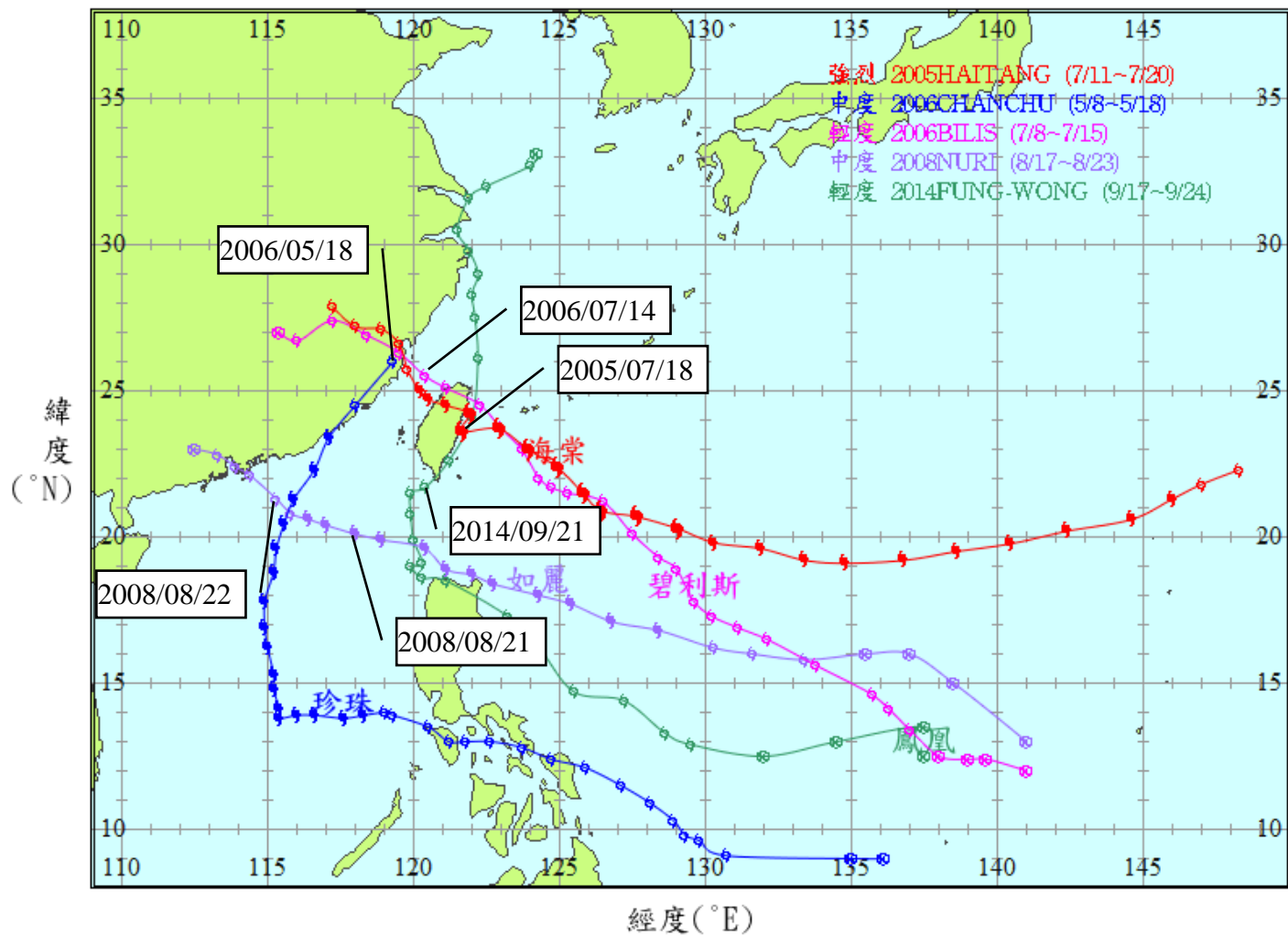


圖 3 西南部沿海觀測波高前 5 名且波高小於 10 米以上的颱風路徑。

(a)

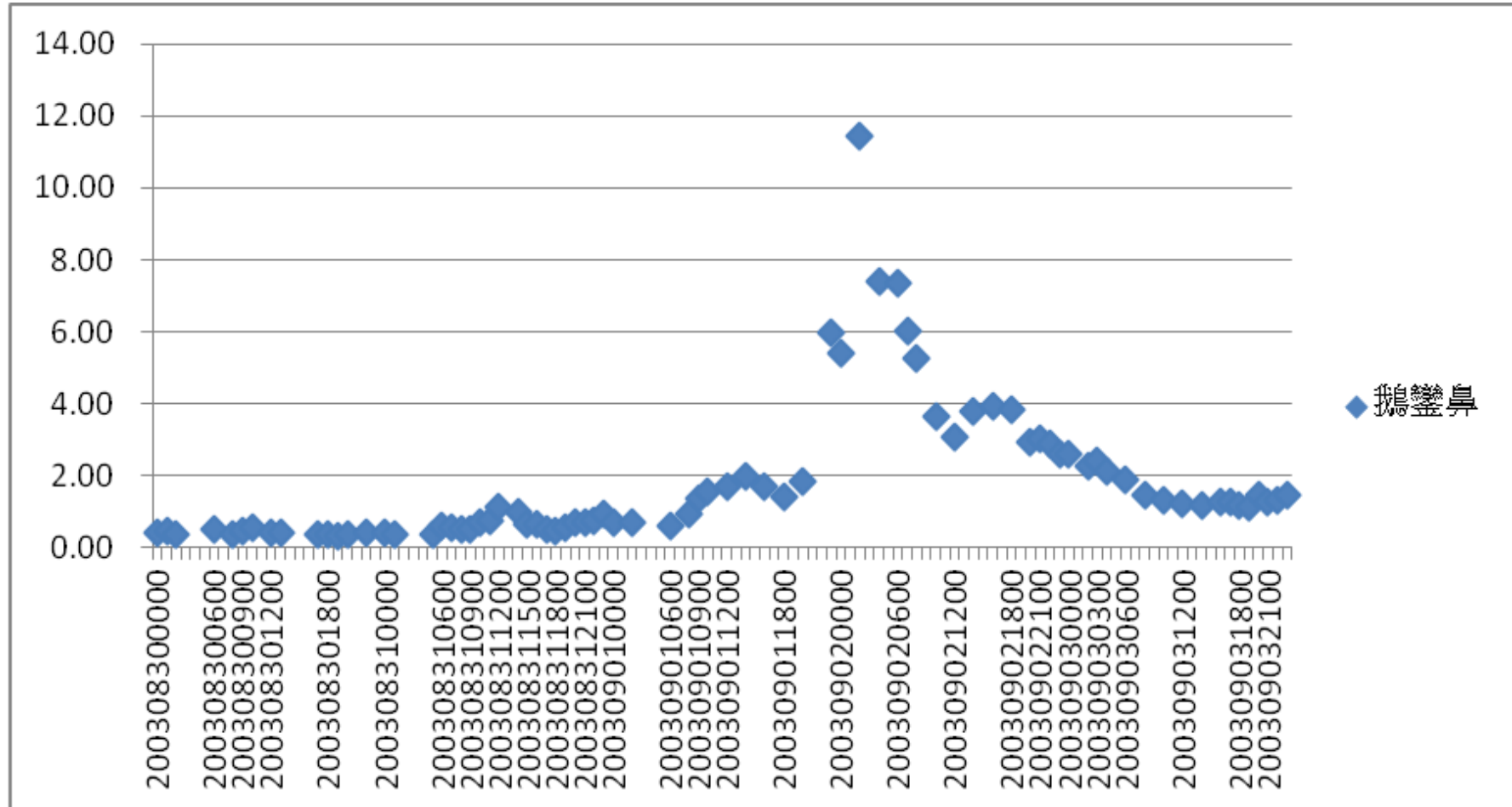


圖 4 (待續)

(b)

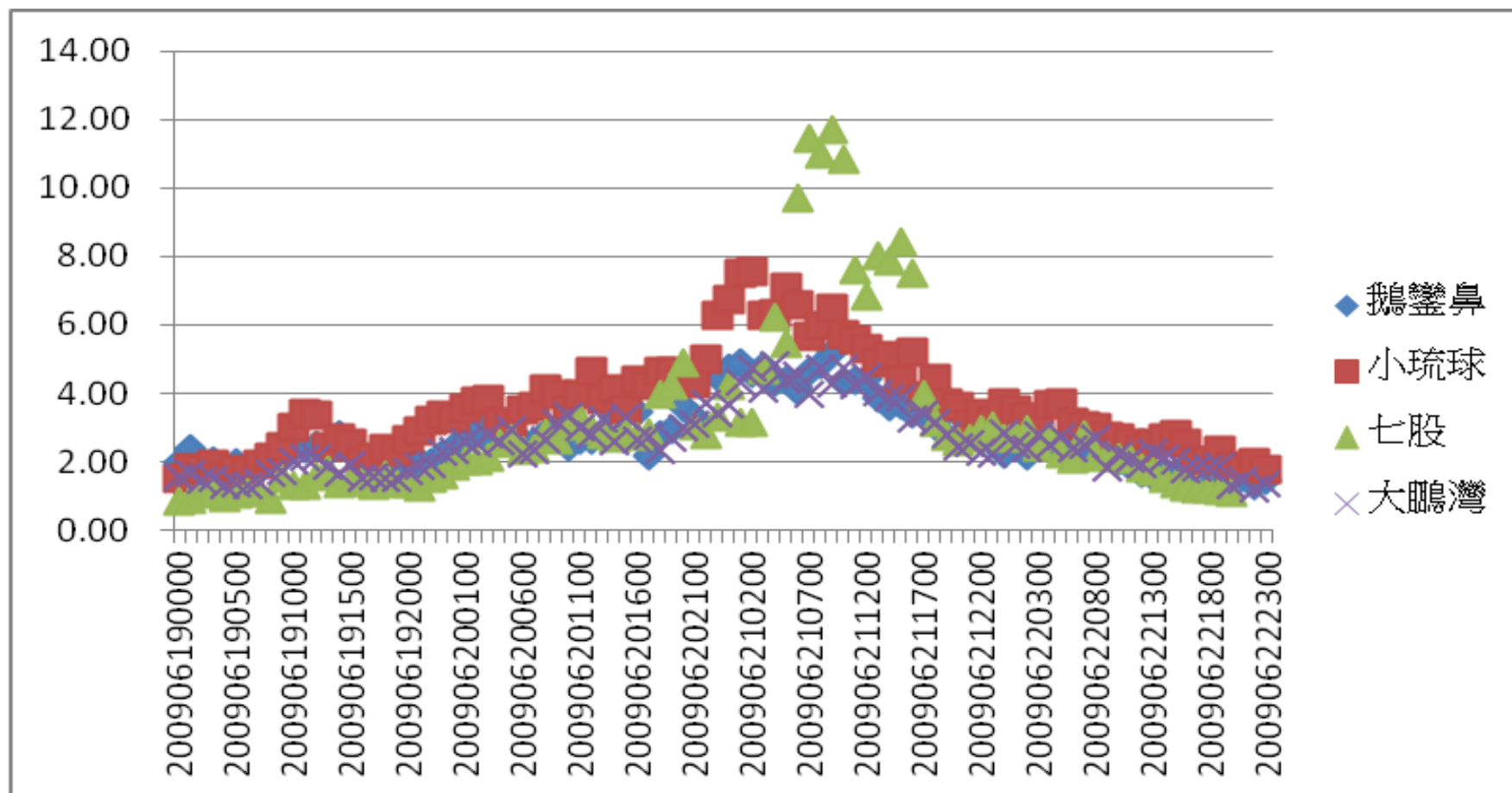


圖 4 (待續)

(c)

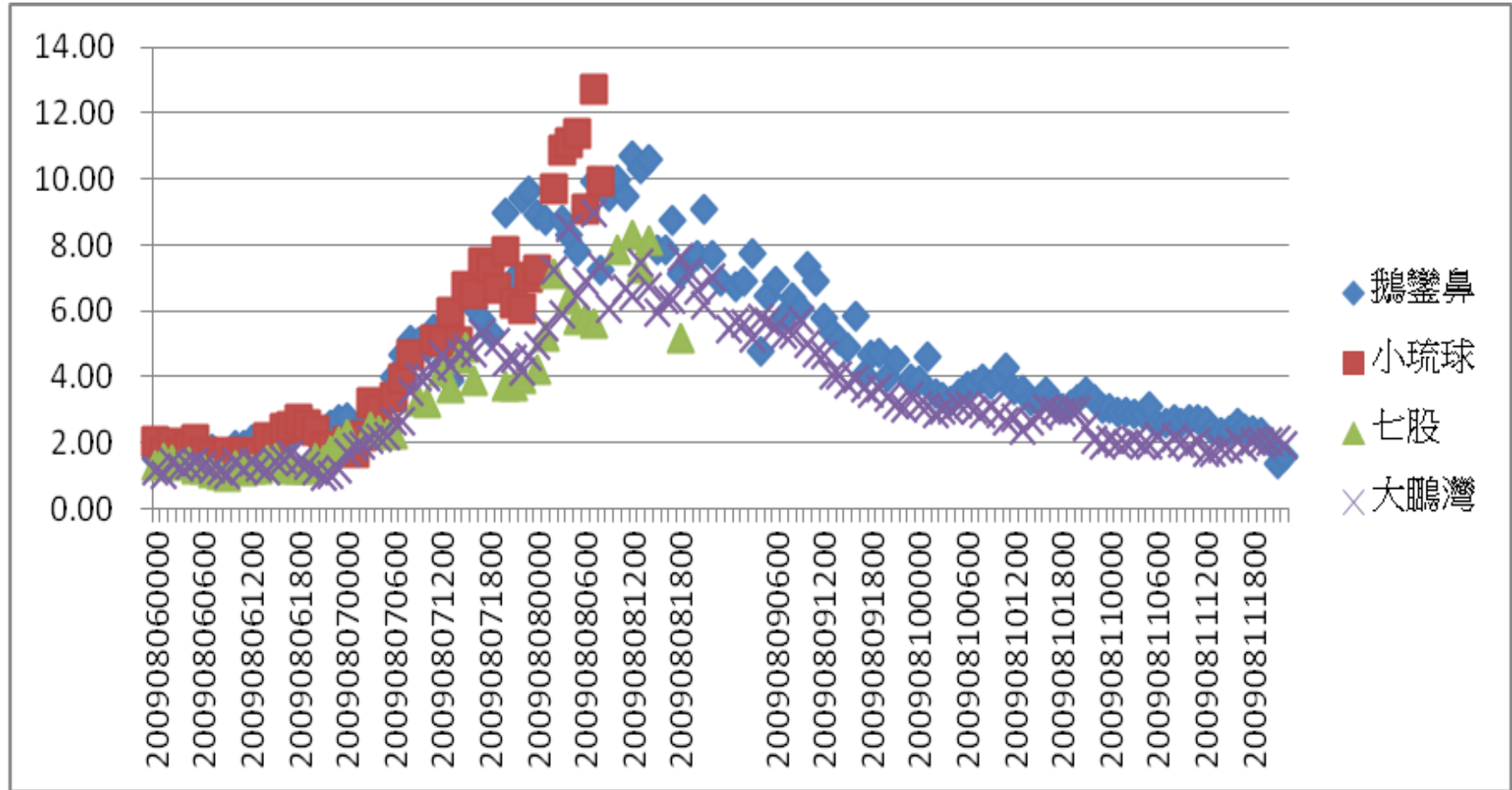


圖 4 (待續)

(d)

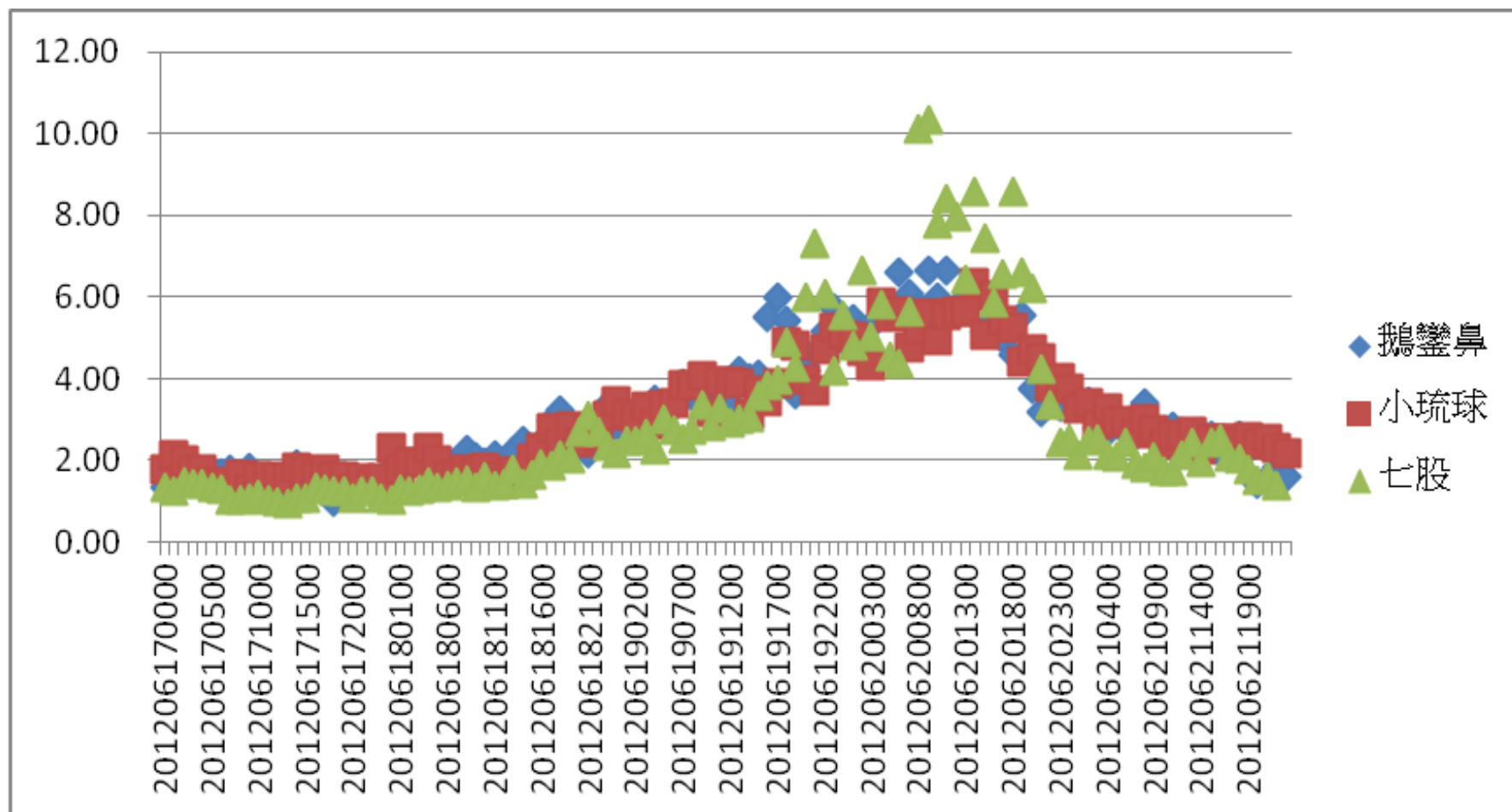


圖 4 (待續)

(e)

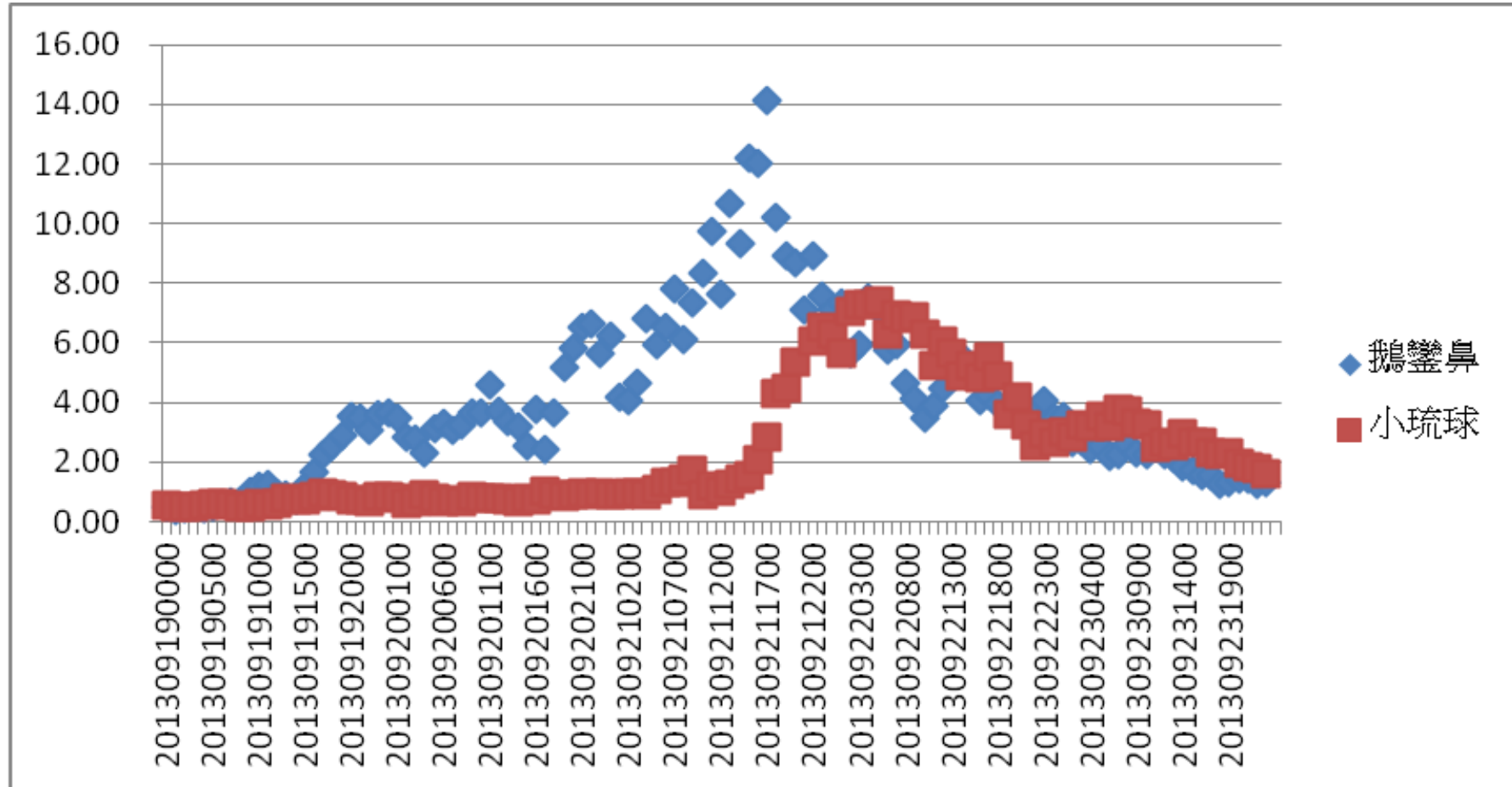
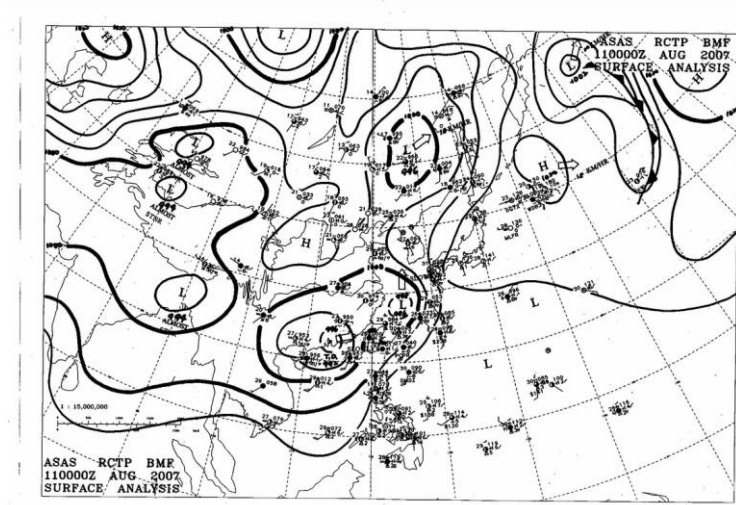
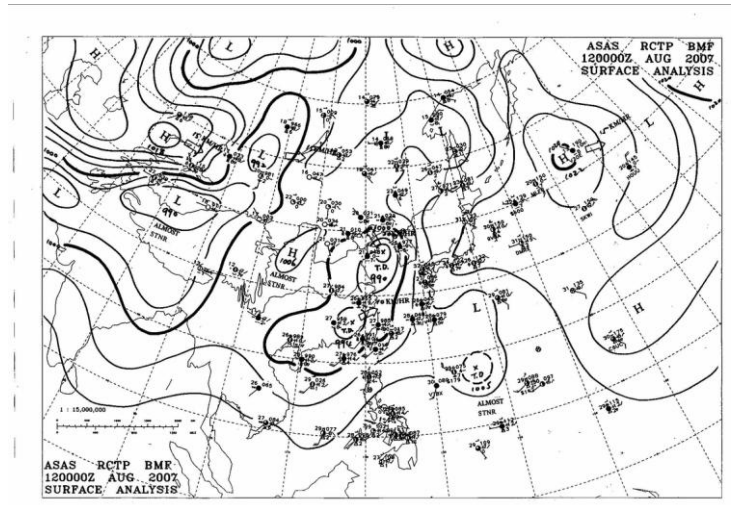


圖 4 (a)杜鵑颱風、(b)蓮花颱風、(c)莫拉克颱風、(d)泰利颱風、(e)天兔颱風西南部沿岸測站波高逐時觀測。

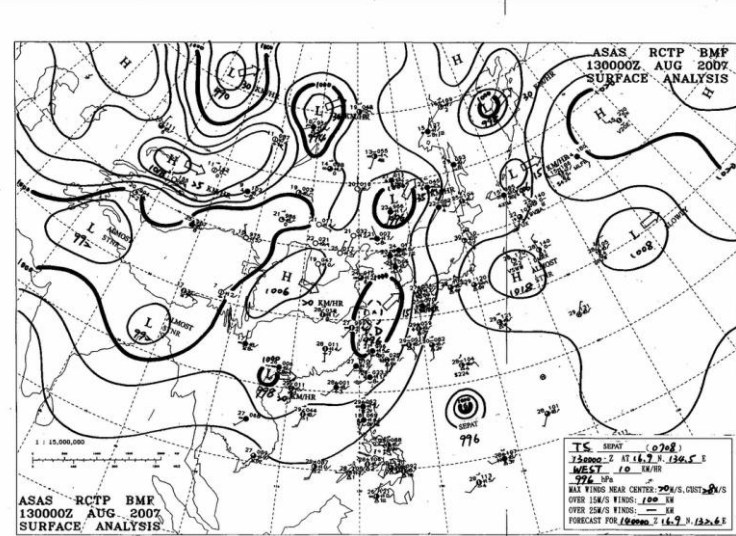
(e)



(f)



(g)



(h)

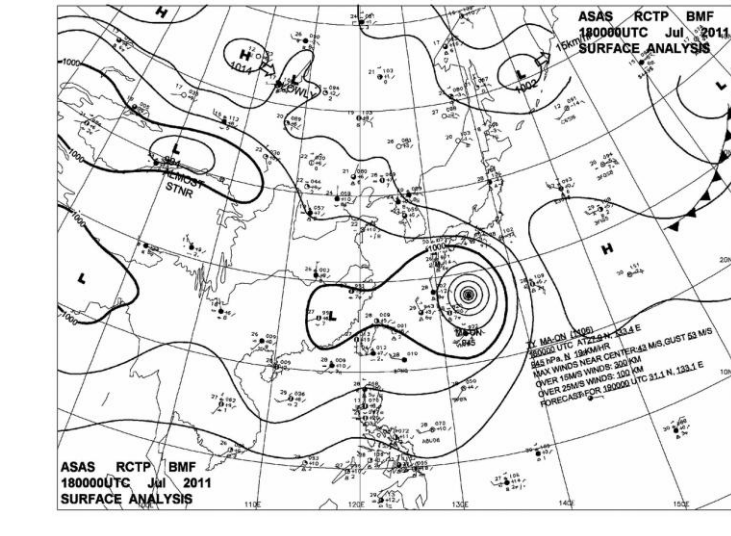


圖 5 (待續)

(i)

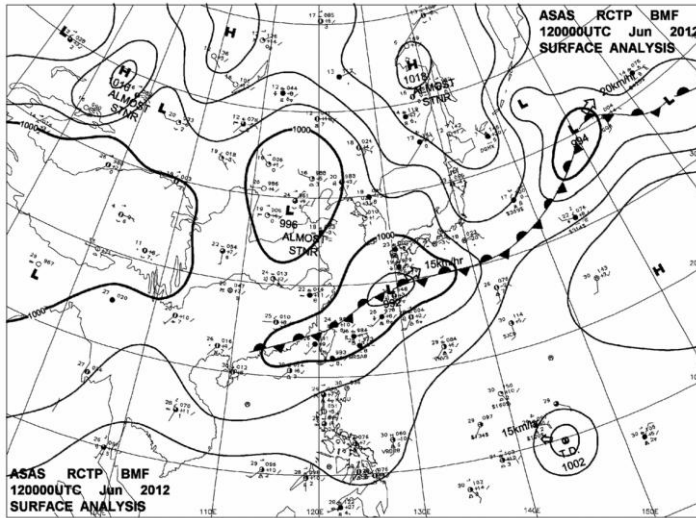


圖 5 (a)2004 年 8 月 29 日 0000UTC、(b)2006 年 6 月 9 日 0000UTC、(c)2006 年 6 月 10 日 0000UTC、(d)2007 年 8 月 10 日 0000UTC、(e)2007 年 8 月 11 日 0000UTC、(f)2007 年 8 月 12 日 0000UTC、(g)2007 年 8 月 13 日 0000UTC、(h)2011 年 7 月 18 日 0000UTC、(i)2012 年 6 月 12 日 0000UTC 地面天氣圖。

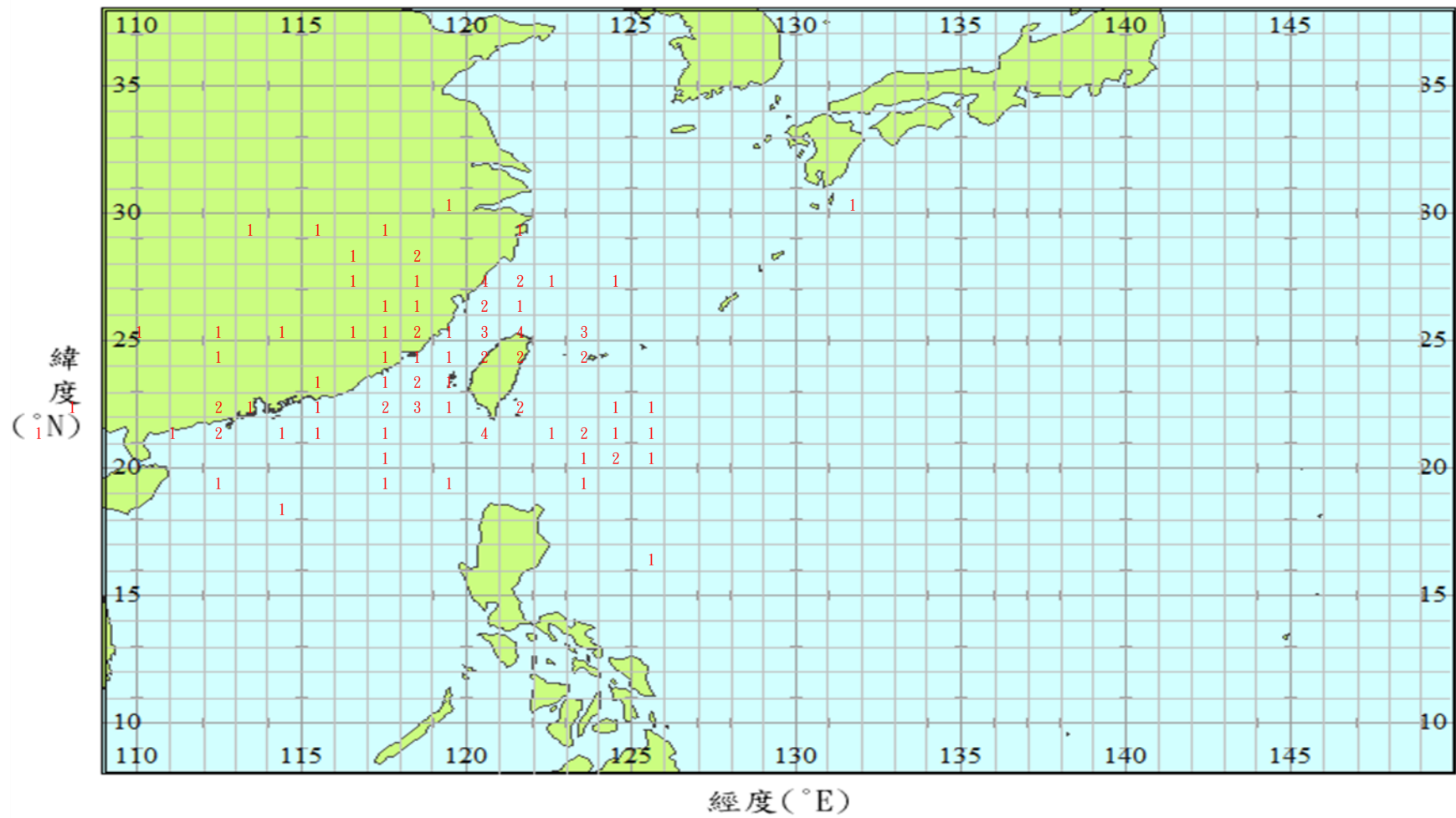


圖 6 西南部沿海波高超過 4 米的颱風中心位置在各網格的次數。

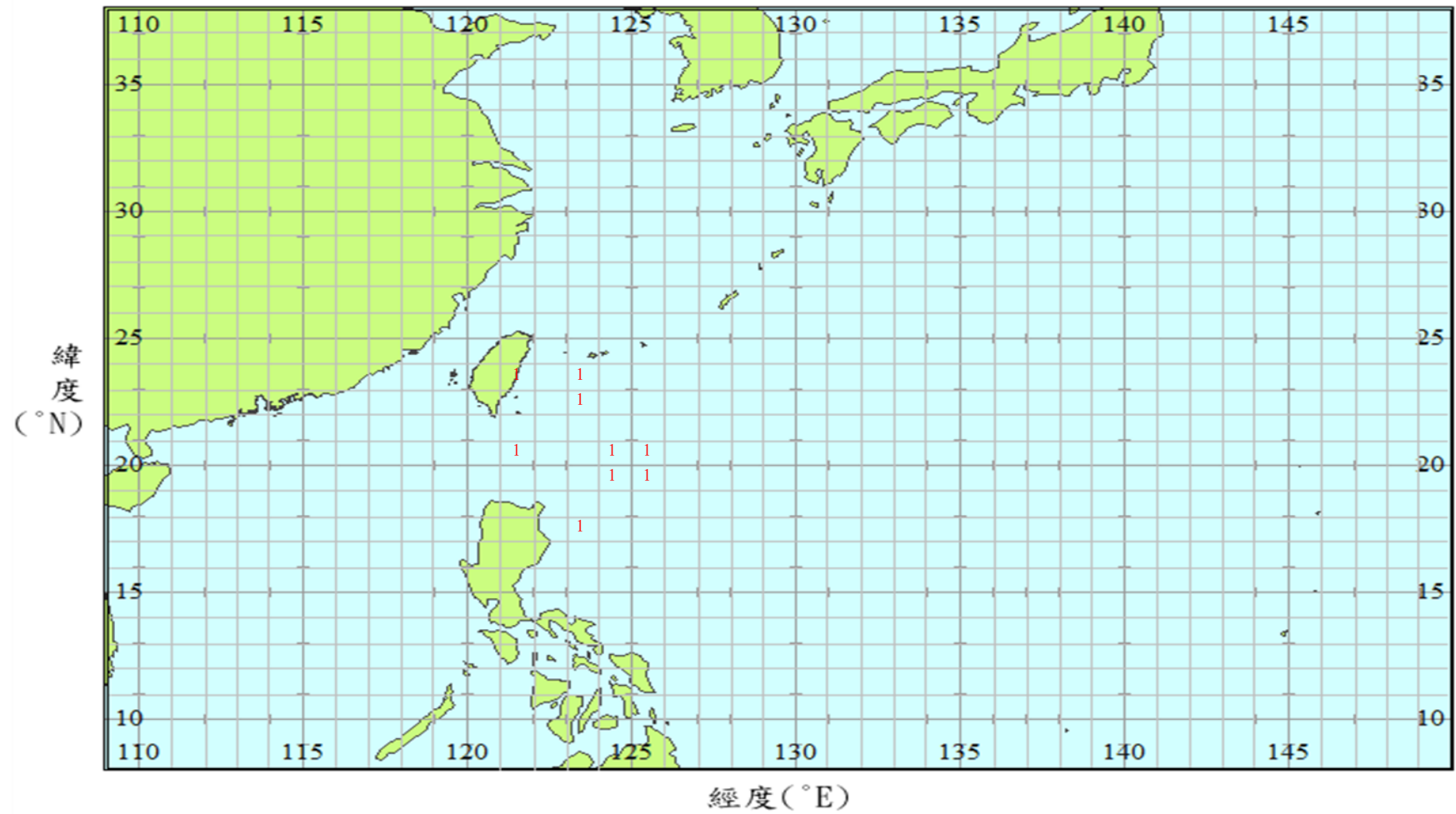


圖 7 造成西南部沿海波高超過 4 米的強烈颱風中心位置在各網格的次數。

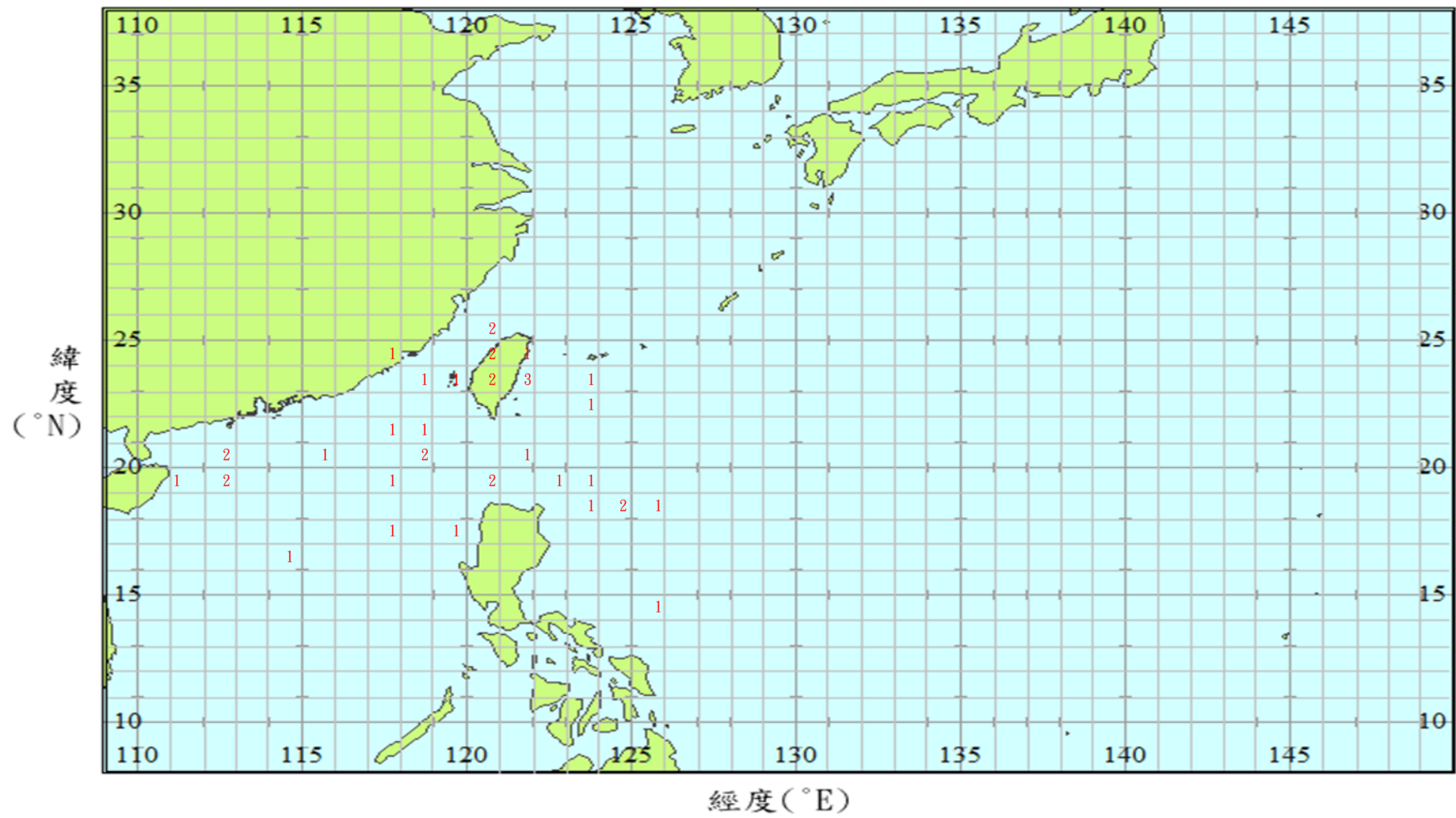


圖 8 造成西南部沿海波高超過 4 米的中度颱風中心位置在各網格的次數。

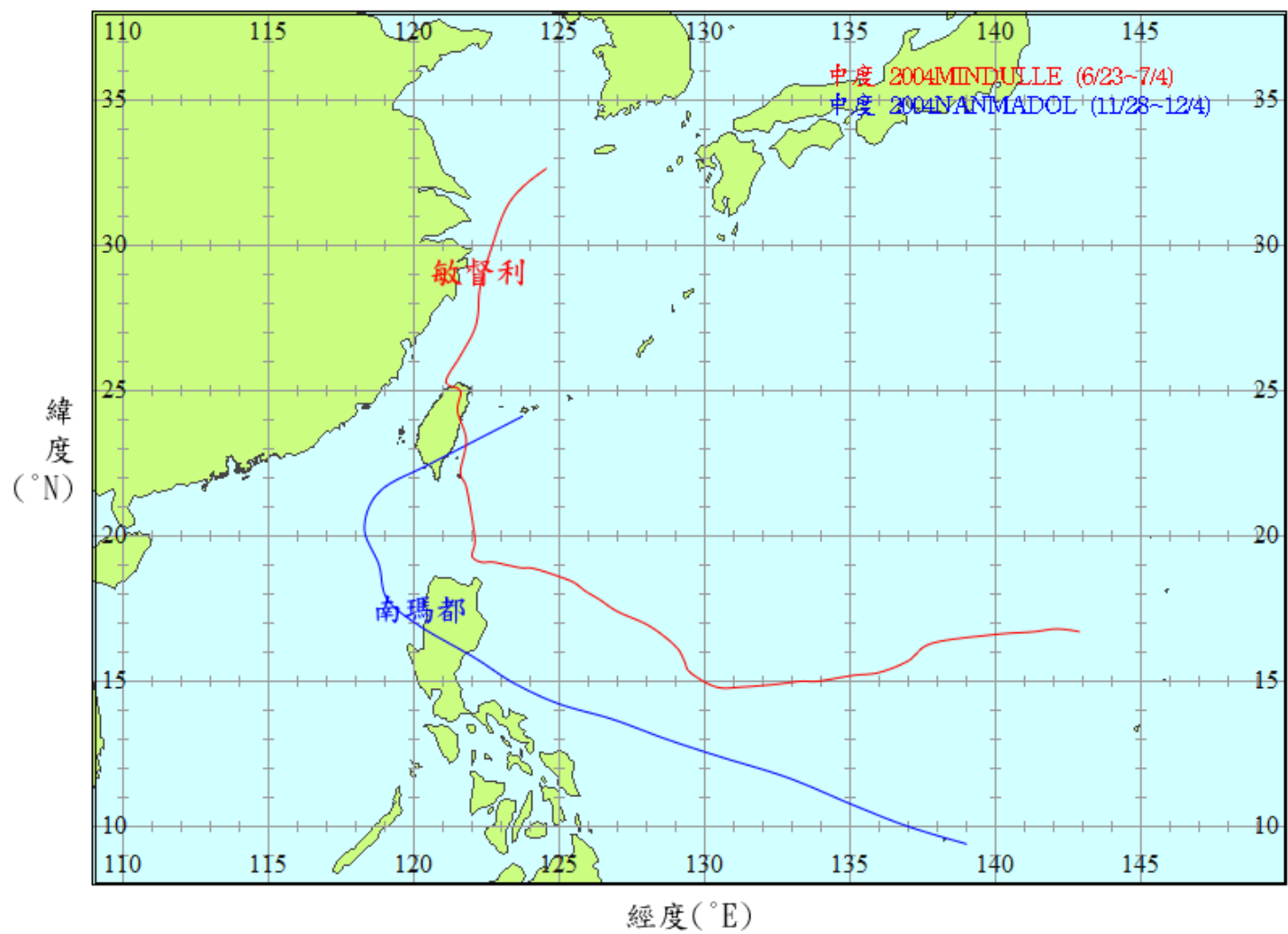


圖 9 (待續)

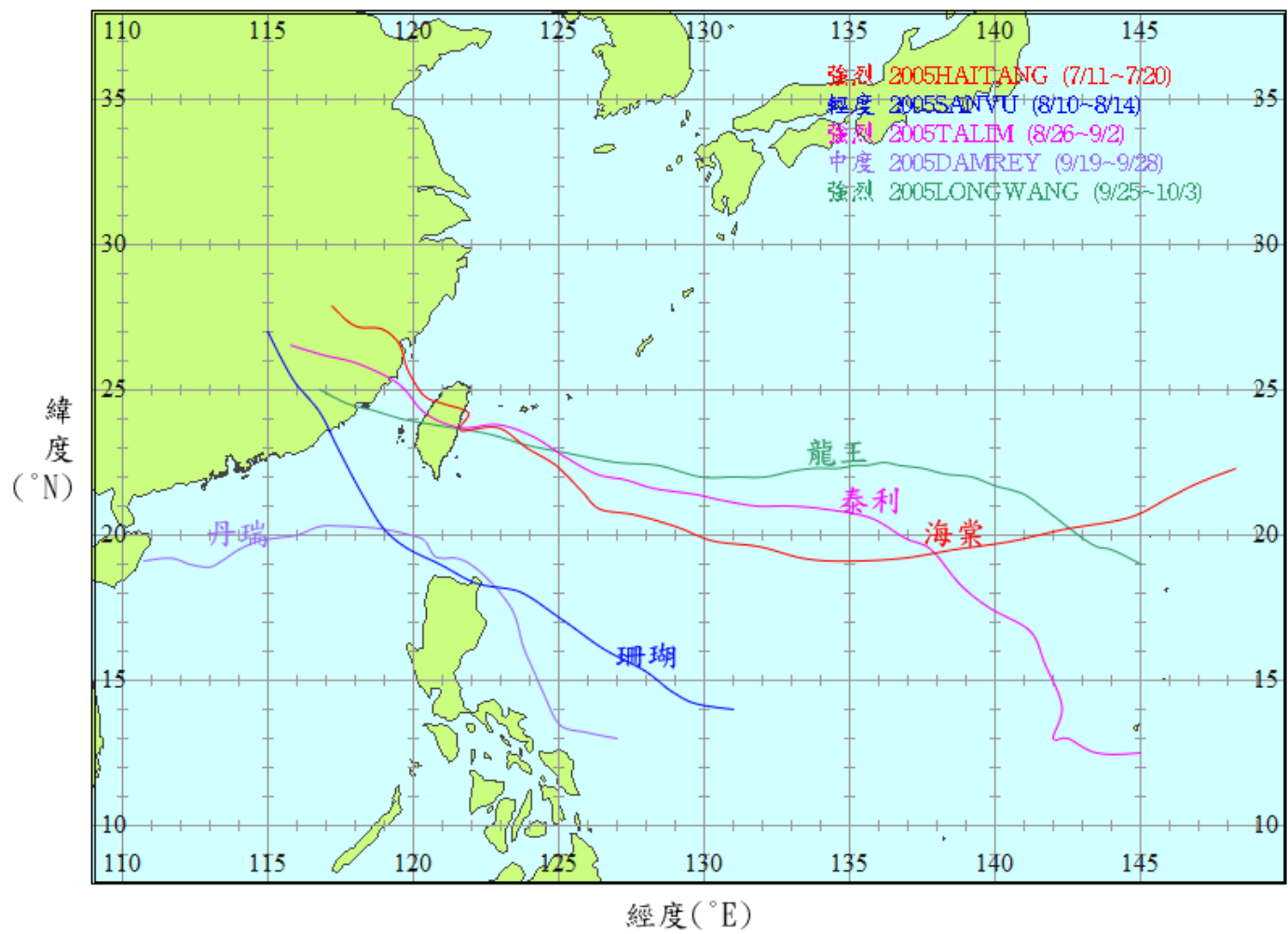


圖 9 (待續)

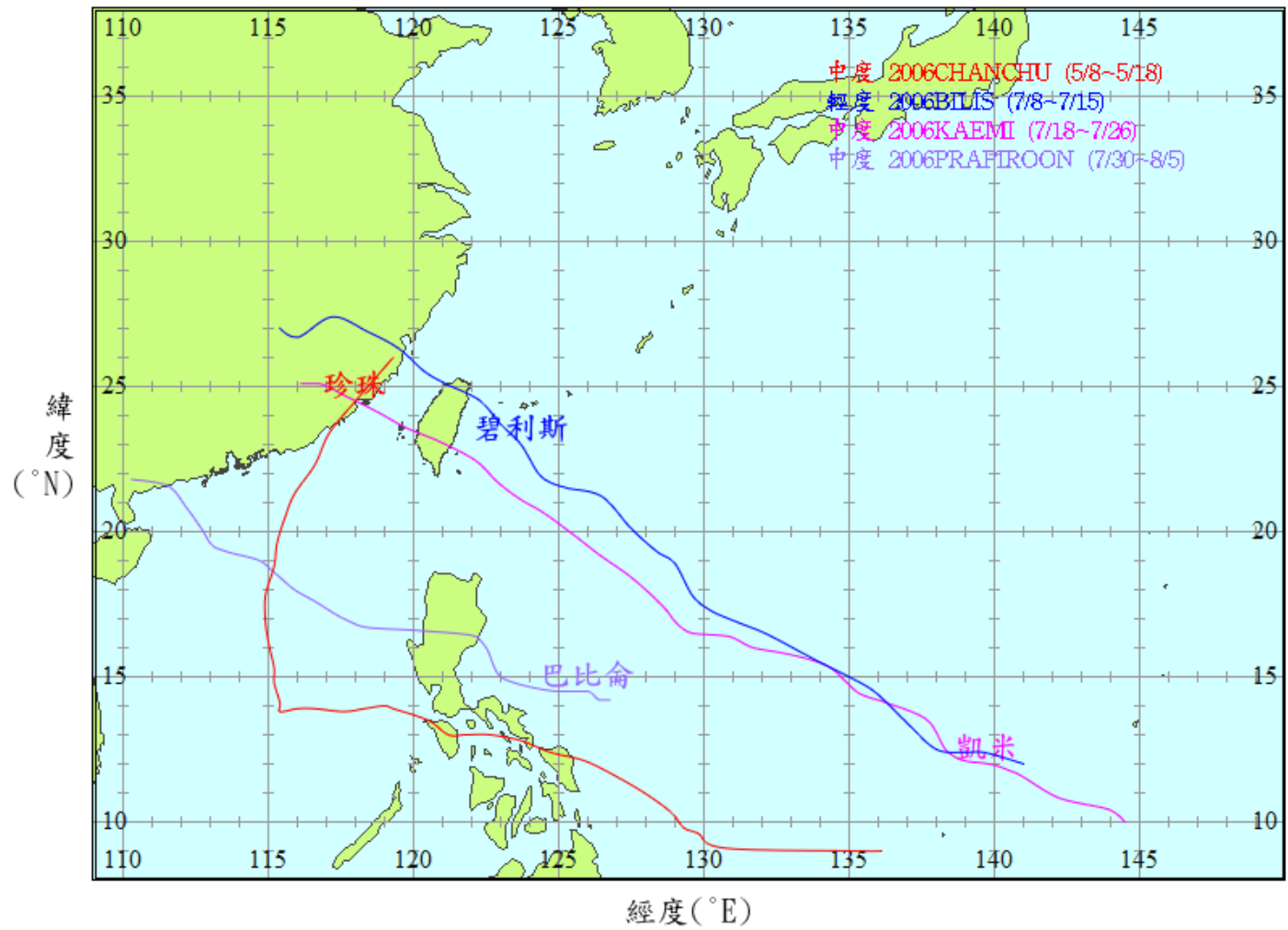


圖 9 (待續)

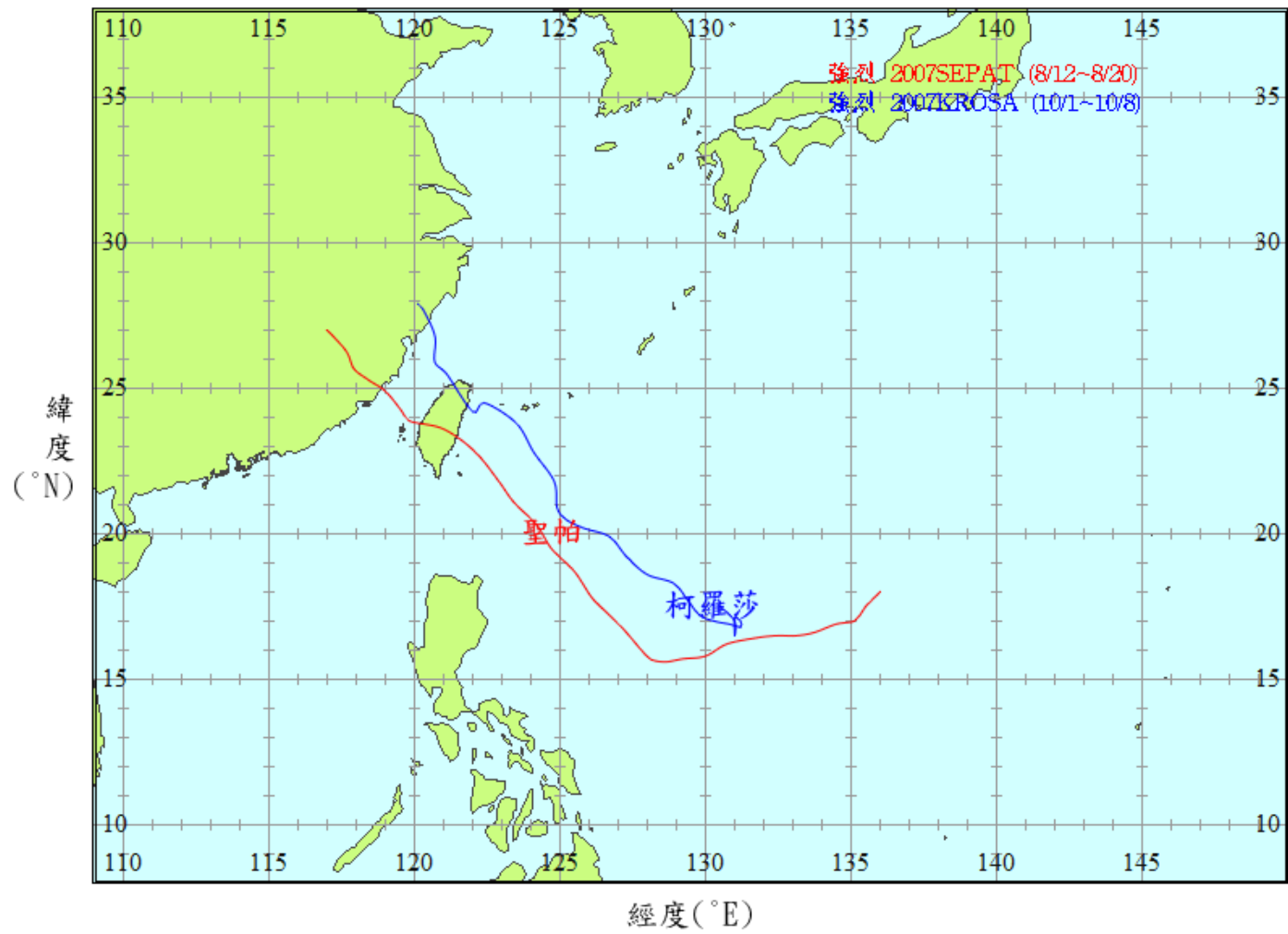


圖 9 (待續)

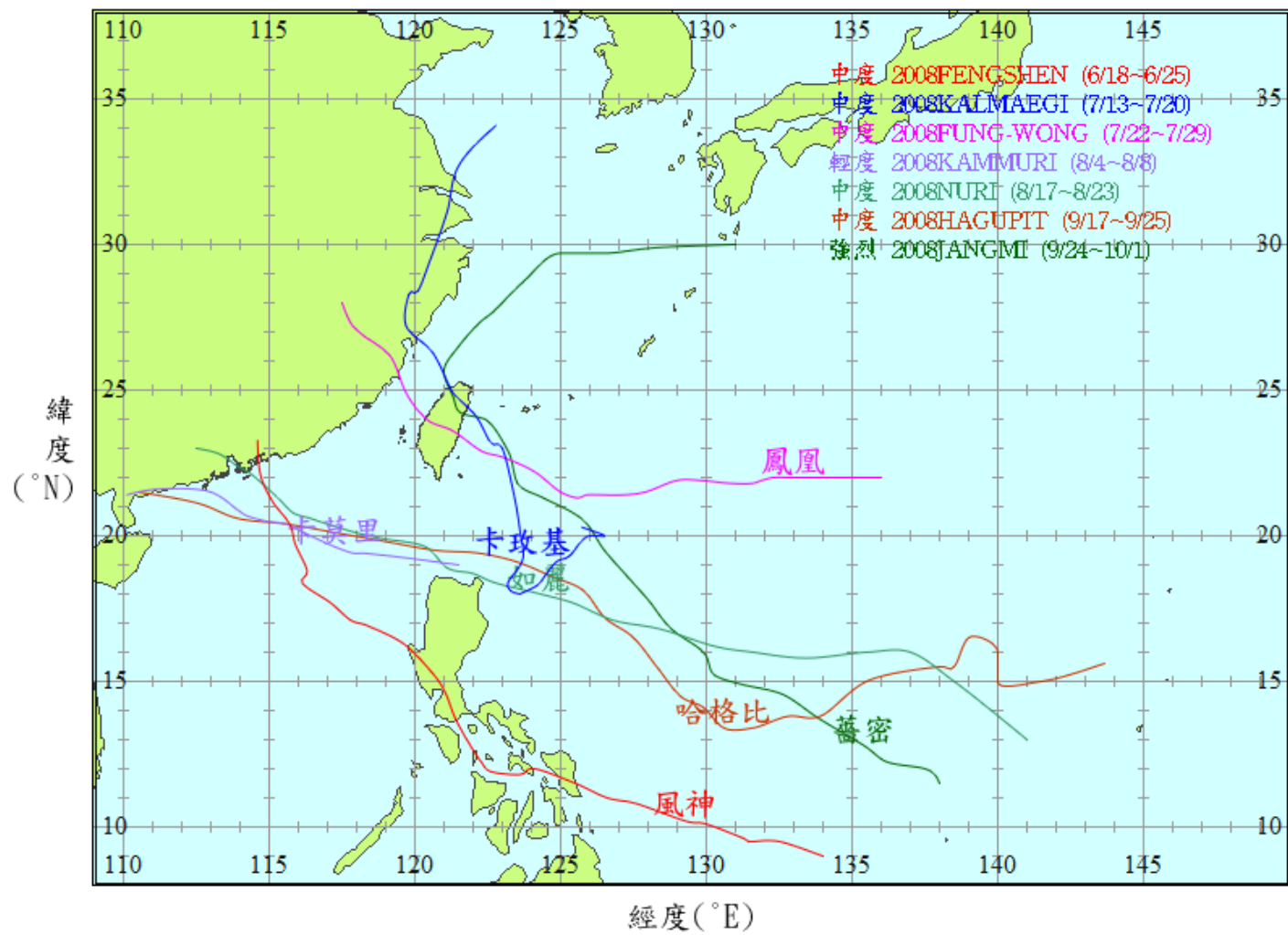


圖 9 (待續)

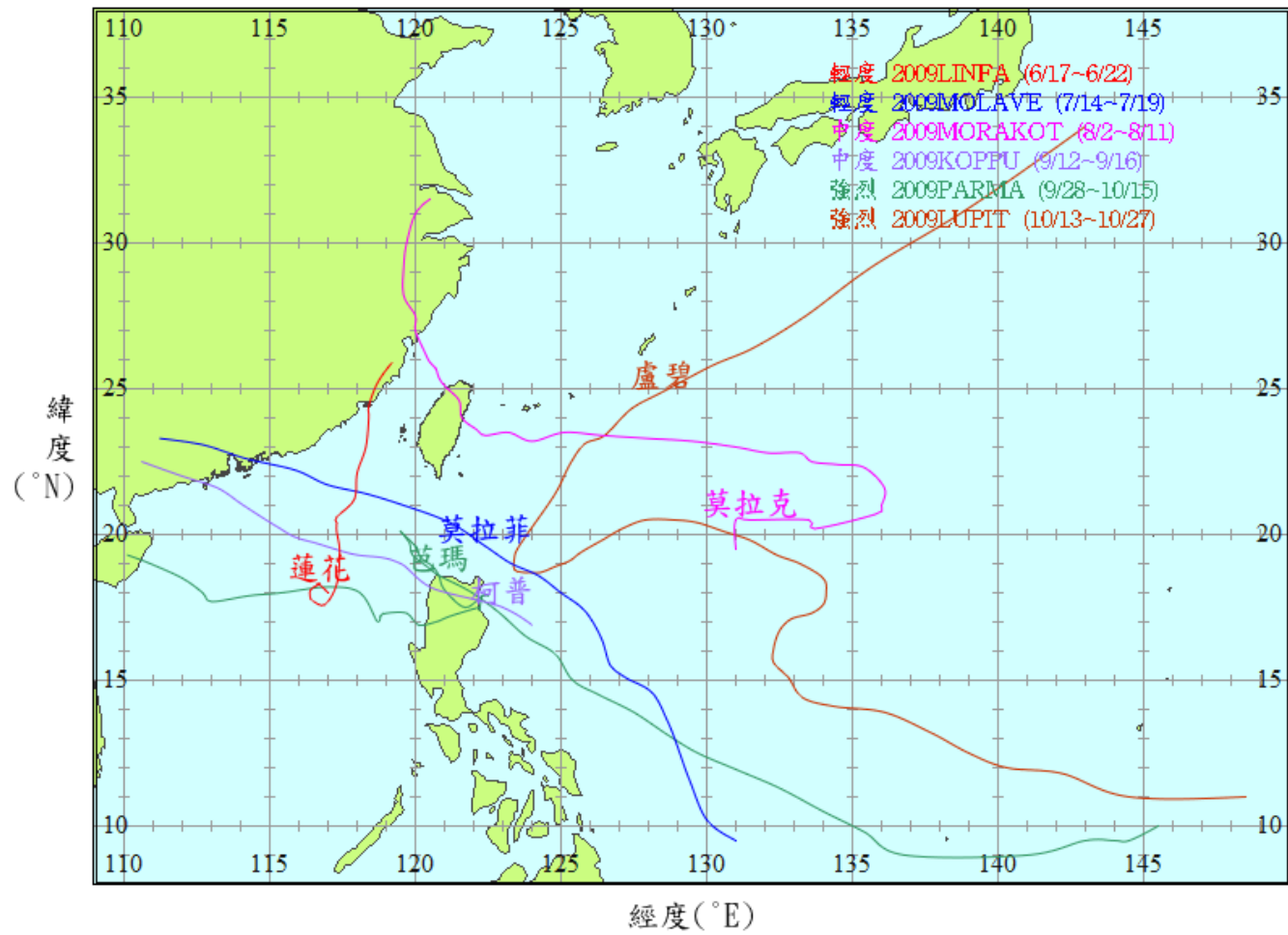


圖 9 (待續)

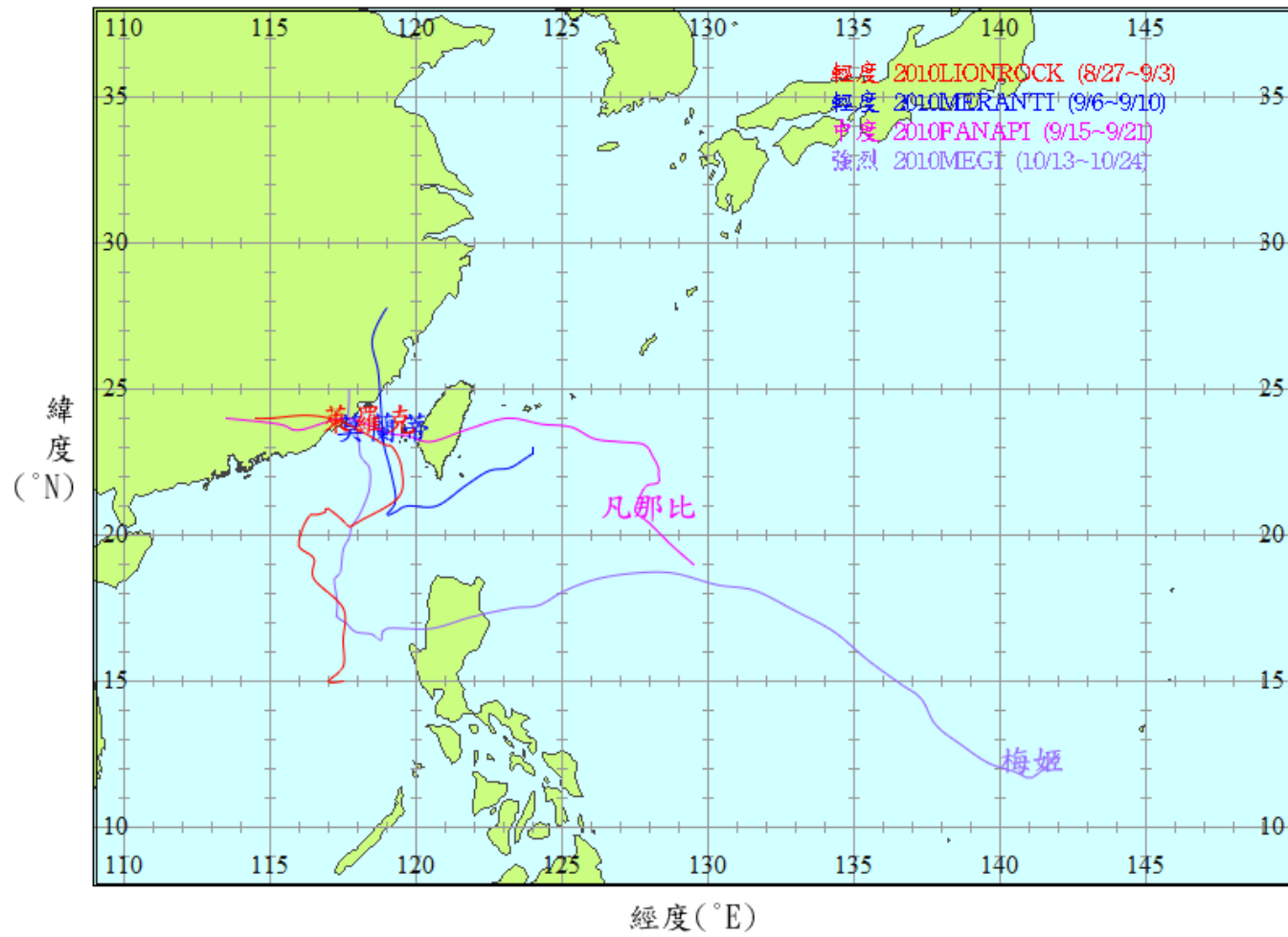


圖 9 (待續)

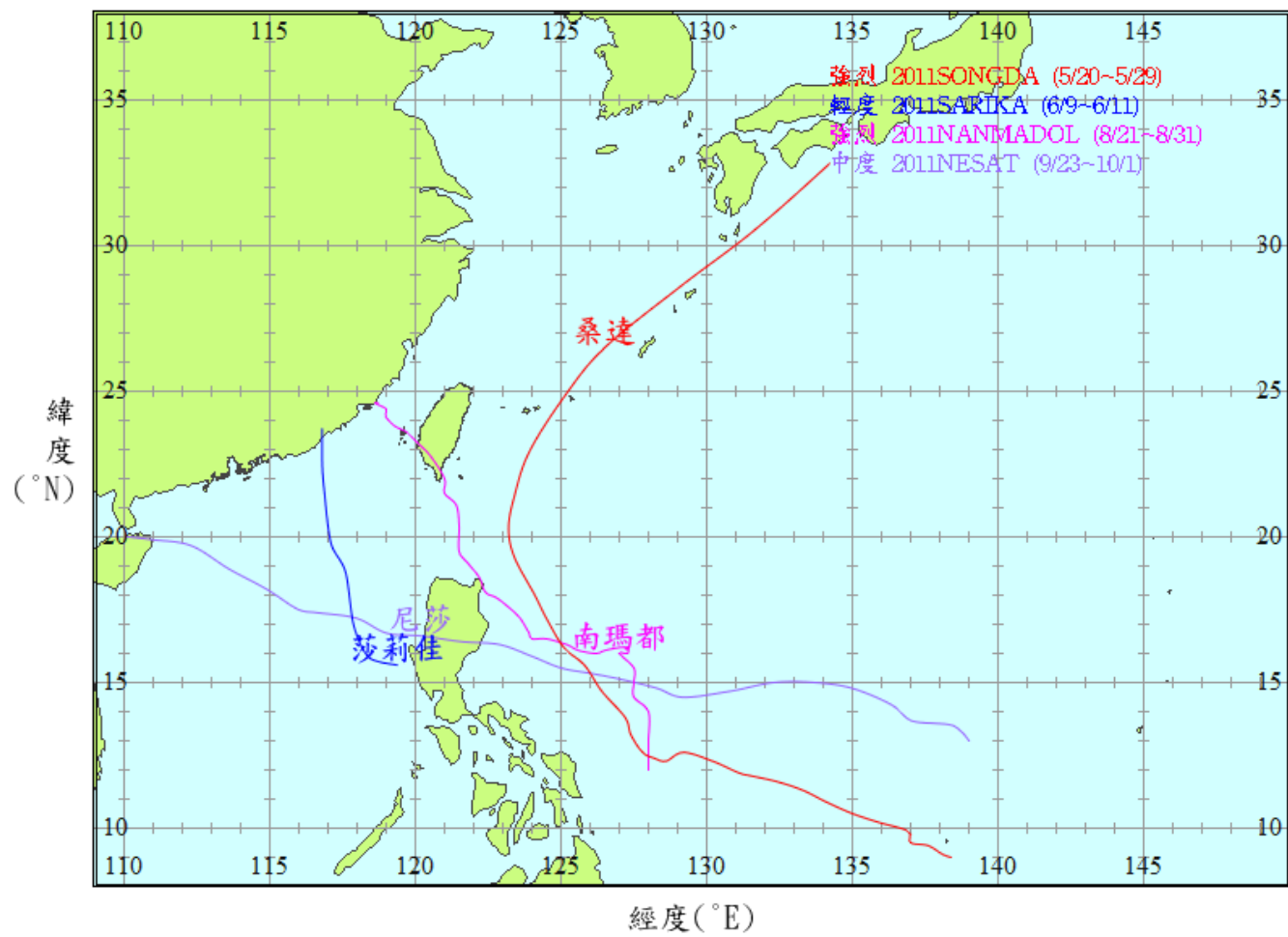


圖 9 (待續)

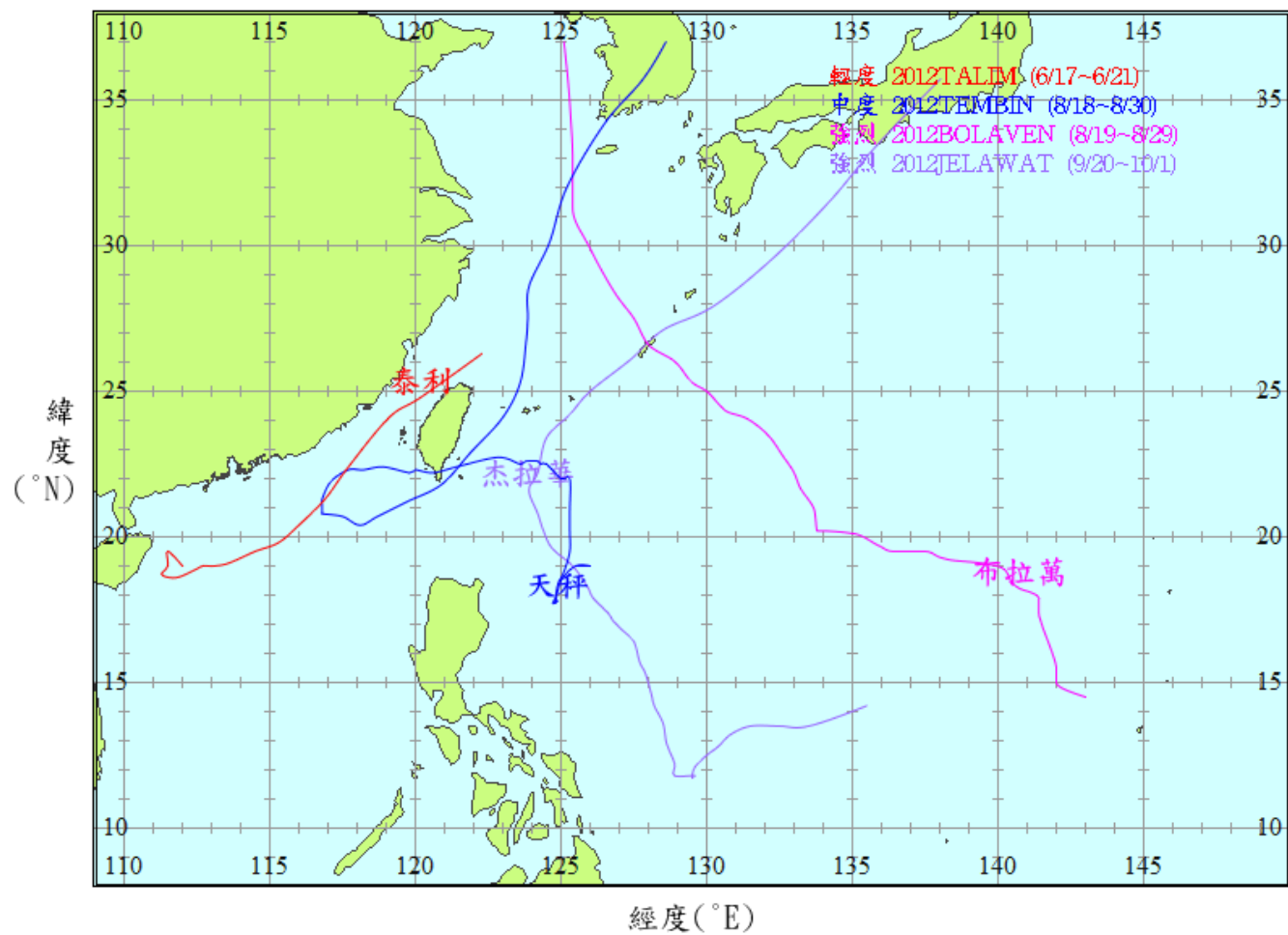


圖 9 (待續)

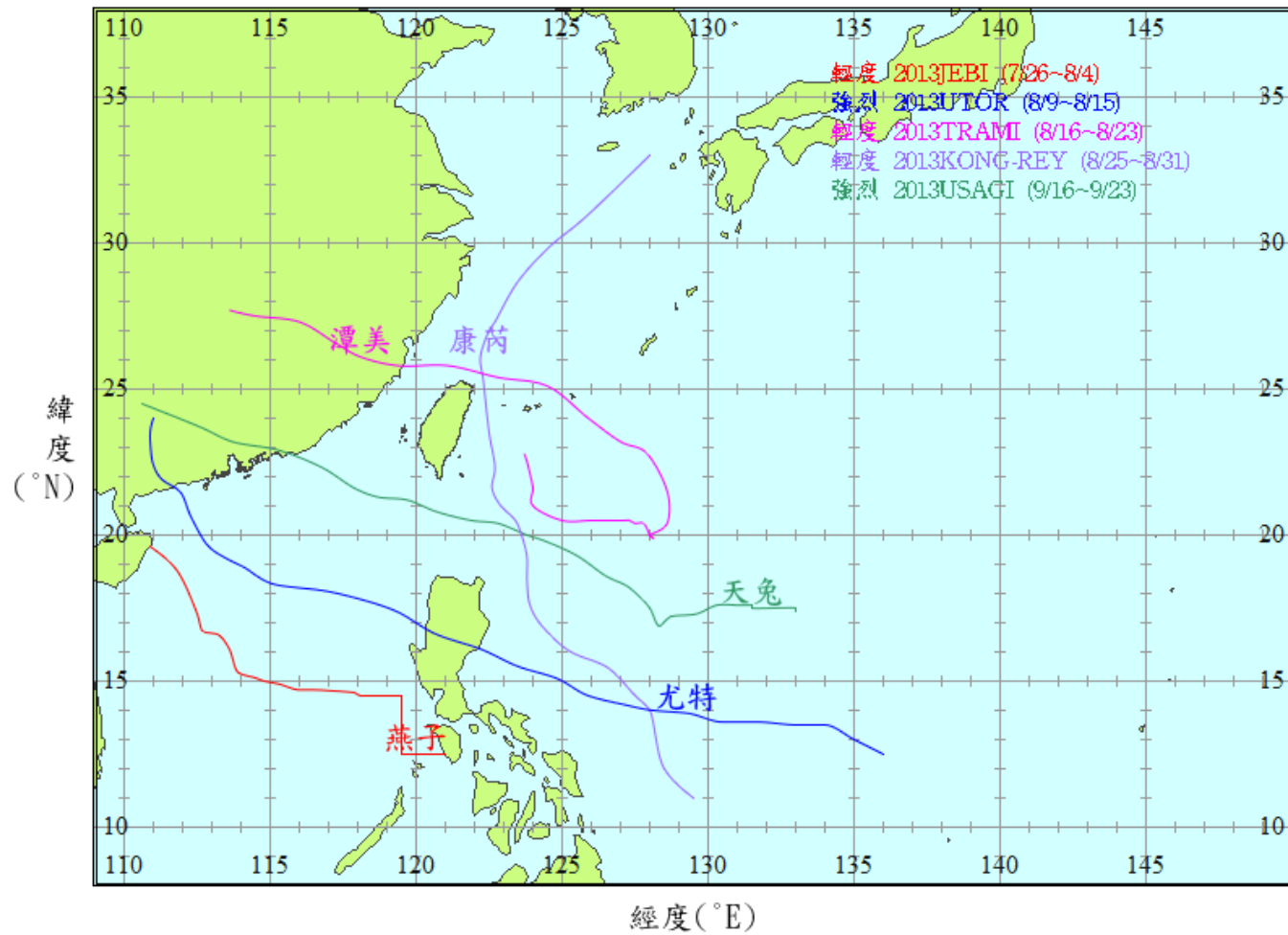


圖 9 (待續)

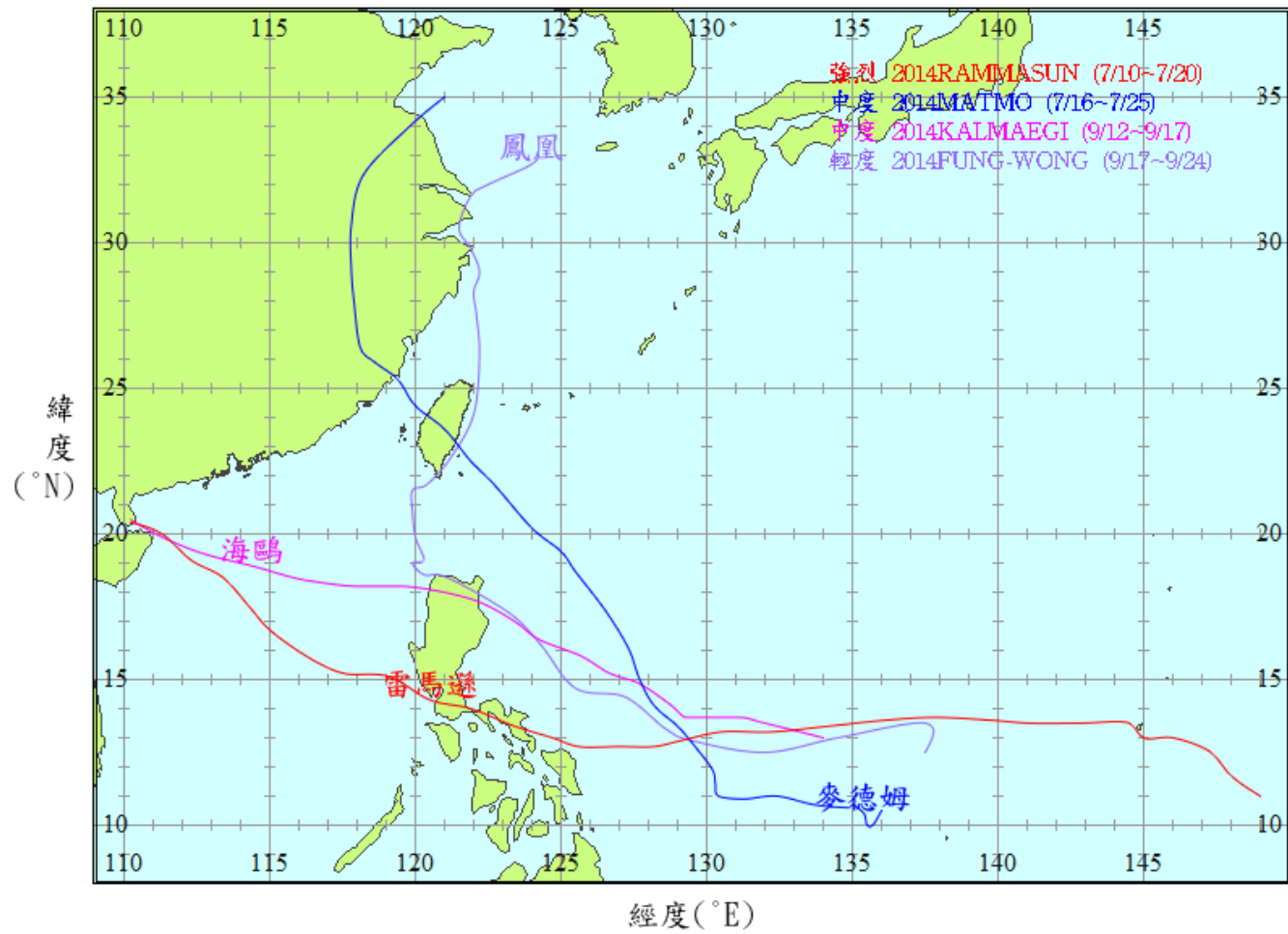


圖 9 2004 年至 2014 年西南部觀測到 4 米以上長浪對應之颱風路徑。