

# 台灣地區的瘋狗浪 (一)

劉明禮

氣象科技研究中心

中央氣象局

## 摘 要

台灣東北部海岸，野柳至龍峒及鄰近海岸，在秋末至冬季為瘋狗浪活躍區，發生在局部地區而非較長海岸，為其特徵之一。又所謂「九月狗湧」，是指它開始於農曆九月，且通常於農曆年後鮮少發生；亦即每年陽曆十月至次年一月為瘋狗浪活躍期，此為其特徵之二。再者除東北季風盛行期，強烈冷氣團南下向著台灣而來外；強的鋒面、颱風等強的擾波移向目標地發展，而引發突來像水牆一樣的大浪，形成所謂「人未到聲先到」之情況，此為其特徵之三。

本研究延續劉(1992)對 JANIS 颱風引發的瘋狗浪事故所提出的理念，再取 2000 年 10 月 26 日和 29 日發生在東北部近岸的事件，作海象及氣象的分析，認為發生瘋狗浪的物理機制裡，對海浪持續施力作功是必須的，強的擾波源持續向著台灣北部移行發展且增強，如大陸冷高壓向東南海岸移行伸展且增強，或遠地的颱風向著台灣北部方向移行增強及加速。風浪快速到達近岸時，因地理結構中的凸岬、凹陷和海深淺化坡度而造成反射、折射、繞射及連續體原理等作用，而推擠和聚焦，以及海潮中的大潮或低潮到高潮時段，都將給予風浪施力，導致水柱的上升及衝力，帶來重擊。然而，遠地海洋的惡劣天候特徵，以及風浪到達近岸時，因海深淺化的折射和摩擦作用而減速，得以預見巨浪的特徵呈現，這些都是提供警告，以避免災難的依據。

## 一、前言

一八六七年(清同治六年)的《淡水廳志》記載：十一月二十三日，地大震，結果「雞籠頭金包裡出海，山傾地裂，海水暴漲，屋宇傾壞，溺數百人。」英國駐淡水副領事之報告：「本島北端已發生大震，……，在雞籠，港內海濤洶湧，宛如海底火山爆發，不旋踵間，港口變乾，海水退去復返，……，海濤直衝岸上街市……。」根據田野調查提及此次海嘯事件，當時許多人見海水急速後退，下海去撿魚蝦，沒想到過了不久，濤天大浪滾滾而來，捲走海岸邊活動的人們(陳,1999；徐,1980)。

一九九三年七月十二日，日本東北部近海發生 Richter 7.3 級的海底地震，引發了二次世界大戰後最大的海嘯，震後 2~3 分鐘，許多大浪襲擊奧尻島的海岸及北海道中西部海岸，其中良琉石最大波 8 公尺，奧尻島西岸波高在 10~20 公尺，最大波高 30.6 公尺，第一波造成大水淹沒近碼頭的第一排街道，第二波海浪又向前推進淹沒近碼頭的第二排街道，鎮內水深 5~10 公尺，並引發了火災。一九六四年三月二十八日，北美阿拉斯加州發生北半球有記錄以來最大地震 8.3 級，造成阿拉斯加 115 人死亡，其中 106 人是因為海

嘯所致，海嘯向南向北攻擊，日出後攻擊加州新月城(Crescent City)，和前述的基隆及日本北海道有相似的情況，首波海嘯來時淹大水，當海浪撤退時，內碼頭近乎乾涸，而後到來的大浪高達 6 公尺，造成慘重傷亡，並引發大火。

一九七八年三月二十三日晚上，美國德州大學 Dallas 分校 23 名學生沿著加州海岸作地質調查，從 Santa Barbara 到洛杉磯(Los Angeles)的途中，在離岸邊尚有 10 公尺高的小路，被約 20 公尺高的大浪衝打到石頭後，又被捲入深海，三人中唯有一人生還。

一九八四年七月三日星期天，黎明之前不久，Marques 號船在百慕達(Bermuda)以北 75 海哩處遭遇颶線而沉沒，船長 Stuart Finlay 及八名水手生還，其報告為「一陣強的陣風(heavy gust)襲來，幾乎同時極大的海浪突然而來，打在船上，接著又來第二個大浪，船不到一分鐘內隨即翻覆下沉。」這種陣風應該是歐美水手所謂的先驅者 "The forerunner of more"。

一九九五年九月十五日，伊麗莎白二世皇后號船長 Warwick 報告：「在夜晚裡，看來像座小山浮現，距離應該還遠，不到一分鐘，巨大強力的海浪已到，打到船上似乎是兩個波，一個接著一個而來，當船陷入第一大波所留下的洞(hole)裡，第二個波隨即而來是

個真正的波不是湧……，約有 29 公尺高。」他把船開向波去，結果船已損壞，人卻平安，加拿大的浮標中有一個數據是 30 公尺（98 英尺）。一九八〇年油輪在南非東岸近海遭遇巨浪（heavy waves）的攻擊，一等大副 Philippe Lijour 的報告：「一個巨大海浪，不知從何處升起，重擊船的甲板，多泡沫的大水牆（wall of water）估計約 20 公尺高」

頭城密月灣風浪板玩者被大浪覆蓋後生還的報告：「波前下凹，浪頭升高，像一小型的津波（海嘯），被浪頭後的大片海水一直覆蓋地壓在水裡大半響都浮不出水來……被捲到外海……」。一九八四年中秋節前後，八斗子漁港晚上 10 點左右，吹東北風，見到一層海水浮起，很寬約一般浪的兩倍高度，200 公尺外，接著大浪湧上，越過防波堤。我本人在 2003 年 3 月去八斗子訪問的結果：大浪越過三層樓高的防波堤，瘋狗浪從野柳到基隆沿岸都有，但此時雖有冷高壓南下，也少有瘋狗浪發生。國內學者近幾年來的訪問及初步研究（蔡，1996；許等，1993；莊，1997），所得的主要結果是瘋狗浪活躍於東北季風盛行期，以及颱風來臨的時候，具有湧浪之特徵，浪高數層樓或 10 公尺以上，富貴角到三貂角的沿岸為主要的活躍區。

瘋狗浪和歐美國家的 Rogue 或 Freak 波相同，具有巨大（Max or Extreme）、突發（Unpredictable）的特徵，當然它的破壞性是很嚴重的。本研究以 2000 年 10 月 26 日及 29 日發生在八斗子及頭城的瘋狗浪事件為例，探索其成因及特徵，以求在理論上和定性上對瘋狗浪的物理機制能更加充分瞭解，以增進對瘋狗浪研究的完整性。令人激賞的是歐洲 2003 年對 Rogue 波所訂定的研究目標已有相當的成果，他們的初步結果是：北大西洋地區船難是由惡劣天氣所造成，集中在北美東部、歐洲西岸、有些發生在中北大西洋，這些區域和預期的有義波高的最高者發生地點相吻合。

## 二、發生瘋狗浪的天候及地理特徵

近幾年來國內學者們對瘋狗浪所做的研究調查裡，台灣東北部因颱風所引發瘋狗浪意外事故明顯偏少，因東北季風而起事故佔絕大多數，從過去的經驗，颱風只要掠過台灣北部都造成非常慘重的災害，因為這種高度警戒，免除了赴海邊的冒險及患難。

2-1、惡劣的天氣：颱風、東北季風及大潮；「水

波（Water Wave）通常在作用力不具持續狀況下，將引起分散能量和風阻作用迅速在廣大海洋中減弱，這可由觀測船資料說明。當作用力強且具持續性，則將影響海浪之發展；通常作用力之作用點距離遙遠，則仍不具明顯之影響，但當作用力移行方向和波浪移行方向相同時，組合或重疊作用將發展為強的海浪；Typhoon 和寒潮是典型例子。8 月 6 日 Typhoon Janis 距離 Taiwan 約一千公里，其進行方向偏西北，當颱風增強為強烈時，此偏西北西分量，將更有後浪推前浪和重疊之雙重作用，所以在一千公里距離，且確定或預測有向台灣近海移行發展之強力擾波源出現時，應可發布近海強浪警告。此外冬天寒潮，通常大陸東部近海東北風或北風盛行，東部近海海浪強，寒潮之移行去向，將強之擾動重疊在冬季的海浪中可形成大浪，台灣東北部近海應特別注意此現象。」

（劉，1992） 2000 年 10 月 26 日下午 6 點海洋大學外面港務局貯木池防波堤發生瘋狗浪，緊接著於 29 日凌晨宜蘭頭城石城漁港，以及當日下午 3 點在八斗子綠燈塔堤防各傳出瘋狗浪事故。10 月 23 日 20 時氣象局首度發布雅吉（YAGI）颱風警報（圖二），其中心位置在北緯 22.6 度，東經 130.1 度，向西行進；25 日 21 時增強為中度颱風，中心位置在北緯 25.7 度，東經 124.3 度，行進速度為 9 km/hr，且加速進行，上午 8 時速度增至 16 km/hr，而後減速，於下午 14 時又減為輕度颱風，且速度減少為 9 km/hr；整個行程幾乎是偏西而行，向著台灣東北部海岸，25 日 14 時的位置為北緯 25.7 度，東經 124.3 度，26 日上午 8 時的位置在北緯 26.2 度，東經 125.2 度，以後幾乎在附近徘徊，強度減弱後變成熱帶低壓；在此同時，大陸冷高壓南下，東北季風增強，彭佳嶼的北風，自 25 日凌晨起迅速增強，早上以後風速已達 10 公尺/秒以上，到 26 日凌晨更增強到 15m/s 以上，此一強勁的偏北風持續到 26 日深夜以後才降到 10m/s 以下。26 日恰好是中國曆 9 月的最後一天，很明顯的，雅吉颱風、東北季風及大潮等推波助瀾導致 26 日海洋大學近岸的瘋狗浪。2000 年 10 月 25 日~28 日 09Z 及 29 日 03Z 的地面天氣圖顯示蒙古冷高壓於 25 日至 26 日逐漸向南增強，及向東移行，台灣北方海面盛行偏北風，因冷高壓向東南發展，等壓線均勻密集於大陸東部近岸及沿海。又 26 日向華中伸展的冷高壓逐漸向東移增強，台灣北方偏北風強勁，彭佳嶼 25 日早上 9 點以後，風速以增至 10m/s 以上，26 日平均風速

26日平均風速為12.6m/s, 27日彭佳嶼風速仍強幾乎都在8m/s以上, 平均風速也有9m/s, 此時蒙古冷高壓再度增強, 且強力向東南伸展發展, 28日再度造成大陸東部及近岸, 台灣北方近海地面天氣圖等壓線沿海岸線平行及均勻密集排列, 有利於強勁的偏北風發展, 彭佳嶼風速快速增強, 28日早晨以後幾乎都超過10m/s, 平均風速為10.5m/s, 此時宜蘭天氣明顯惡化, 29日平均風速再增強至11.2m/s。10月25日、26日是中國曆9月的最後兩天28日、29日, 根據基隆潮汐觀測資料顯示都在下午約2點左右潮位最低, 然後海潮上漲, 於晚上9點左右達到另一高潮, 其中又以下午4點以後漲勢較快, 到晚上7點已達當日最高潮位。10月28日、29日為中國曆的10月2日、3日, 根據宜蘭梗枋測潮站紀錄這兩天都在凌晨達到低潮(28日, 0:42; 29日, 1:12), 凌晨2點以後水位快速上升約10~20 cm/hr, 基隆的海潮在中午過後1~2點下降至接近低潮位, 這兩個事件都是低潮位引誘民眾漁釣, 但出現瘋狗浪的意外。根據莊(1997)所列1987-1988年及李(2002)所整理的1995-2000年台灣東北部海岸瘋狗浪事故中超過2/3發生在朔、望月(中國曆的初一, 十五)附近的大潮期。

2-2、瘋狗浪發生的地理特徵：狛狗湧又名三角湧, 較少發生在長直海岸。半三角地形之一為凸出的海岬, 馬祖北竿的后坡浪是個典型例子; 凹陷的海岸地形, 龍洞及世界著名的錢塘江都是造成波浪會聚的危險地方; 海底地形向內陸的明顯淺化(圖一)更助長海浪的急速升高。海浪在近岸時, 因為遭逢幾何型的週遭結構而反射、繞射、折射及會聚(Focus), 海深也是重要的物理因素, 所以三度空間的考慮是必須的。凸出的海岬及淺化的海深通常造成波浪進入海岸時的會聚作用, 在水工試驗中特別強調海底地形及防坡堤轉角所引起的坡浪集中現象(張; 1972), 因為折射作用造成波浪偏向海深淺化的方向以及海底淺化助長了水柱上升所致。

2-3、冬天高空天氣圖的特徵：2000年10月25日12Z~27日12Z 500 hpa 北半球天氣圖(圖六~圖八)顯示極地低壓(Polar Low)已從夏季的環極(Circumpolar)集中現象, 轉變為向南發展的兩大低壓中心, 在亞洲東北部的低壓坡槽以每天10度經度的速度向東移行, 如此則所伴隨而來的波脊, 將北方冷空氣持續強力的向東、向南、向低層大氣伸展、移行增強。1998年1月14日12Z 500 hpa 高空天氣圖(圖

九)顯示坡槽活躍於整個大陸, 向南伸展至南方海岸, 15日00Z地面天氣圖(圖十)顯示冷高壓強力伸展活躍於整個華南地區, 大陸東南部等壓線均勻平行於海岸線排列, 當月16日是中國曆的12月18日, 八斗子漁港當天發生瘋狗浪事故; 2月12日00Z500 hpa 高空天氣圖(圖十一)裡, 因為中緯度大氣已暖化, 極地低壓明顯逐漸集中, 此時大陸冷高壓南下被阻, 通常向南伸展後於北緯30度附近以北, 迅速向東向海擴展開來。

3-4、巨浪的物理機制：震盪中的大海浪所擁有的重力位能以及因表面張力作功所儲存的功能當然較大, 前者和整個浪的體積成正比, 後者和浪的表面積成正比, 因此構成或發展成大浪, 風壓所施予海水的作用力相當大; 由淺水重力波的自由模子

$$C = \sqrt{g/k + \tau k / \rho}$$
 所做的推算最大值約80 km/hr,

這對風浪快速到達攻擊點是有利的, 但水波向四面八方擴散後, 它的能量快速分散及風阻作用, 將造成海浪快速衰減(Decay)其強度。在離岸的大洋中, 擾波持續向目標方向移行且增強, 因而後浪推擠前浪是維持大風浪到達目的地所需的。在近岸的地形結構中, 近乎半三角形的地形和海深地形等外力作用, 迫使海浪推積水柱上升。另外在大潮期及海潮震盪中的由低潮向高潮時段, 對於風浪而言, 都是屬於施力及加速的狀況, 也都是造成瘋狗浪的重要因素。

### 三、討論:

波長愈長, 波速愈快, 為海浪的規律之一; 海嘯或海浪波長約500公里, 週期在10分鐘至2小時, 通常約15分鐘。風浪的週期為15~20秒, 波長約100~200公尺。在大海中, 海嘯的波行速度約500~600哩/小時, 或約970公里/小時, 相當於噴射機的速率, 橫越太平洋, 不到一天的時間。當此種海浪到達海岸時, 波速會劇減至約30~50哩/小時, 或約50~80公里/小時, 這如同急速煞車, 造成的車內乘客推擠狀況相似。波後推擠波前的強大力量, 使波浪的尖銳度立即升高, 而波長減縮, 被壓擠堆積成大型的水牆, 如此所帶來的強大重力及衝力重擊, 將造成非常嚴重的災害。風浪遇到陡峭的海深淺化之海岸或強力陣風持續拍打都有相似的結果, 預期增強或加速向著目標地而來, 因而引發相似於都普勒(Doppler)效應, 則波長減縮, 波高增大, 這在颱風所引起的瘋狗浪原因中很

明顯。東北季風盛行的季節裡，大陸蒙古冷高壓南下且向東南方向移行且增強，高壓向著大陸東南近海再向著台灣北部近海加快伸展，冷氣柱東南部份的等壓線逐漸均勻且平行於海岸線或呈南北走向排列，台灣東北部海面風力持續增強，瘋狗浪易於發生。除此以外，世界著名的錢塘潮有很明顯的地理特徵，喇叭狀海灣，出海口寬 100 公里，在向陸地方向的激浦僅 20 公里寬，至海寧只有 3 公里寬，海水深淺則從出海口 10 公尺深，到激浦只有 2 公尺，巨大海浪是因地形對海浪持續施力，後波擠推前波所致，浪高達 8 公尺以上。1993 年日本奧尻島海嘯測得高達 30.6 公尺的海浪，在歐洲因為船難也測得 20~30 公尺高的巨大海浪，它們應具有共同的力學作用特質。一則為波前因折射及海底摩擦力而減緩，造成後浪推前浪，加上連續體原理而波長減縮，海浪被迫升高；另一則為後浪被加速向前推擠，波長減縮，波高被迫升高，擾波波源持續的發展增強及持續向著目標地加速行進，有利於瘋狗浪之發生。

近百年來，對於風能如何傳送給海水形成風浪的研究，專家學者仍不滿意(湯，1986；Defant，1960；Kinsman，1965；LeBland & Myask，1978)，從 Kelvin - Helmholtz 不穩定論說，到 Jeffreys 考慮海氣交互作用所提的遮蔽效應 (Sheltering effect)，都隱含著風場或壓力場和風浪之間的固定相位差，以及波浪背風面的低壓有利於風浪的發展和移動，但是縱然將水波視為近乎山脈一般的固定形，所面臨的是氣流過山後的分流 (Separation) 狀況，又何況海浪的波高是會變化的、移動的，如此共振理論是較為合理的思考模式，這和劉(1984,1985,1987)所作台灣山脈地形對氣流的強制作用之研究報告，所提出的理論是相似的，認為所有擾波通過台灣山脈都有明顯的波變形或放大是不存在的，研究的結果顯示，近乎台灣山脈尺度的擾波才能有明顯的波變，這和上述的近似共振理論是相通的；在物理學裡，用繞射的觀念來論述背風面 (Leeside) 現象，擾波通過特別的障礙，在某種狀況下，波長和狹縫近似才有可能聚集放大現象。導入紛紜理論，考慮各種波能存在，但嚴格的限定、強制這些波的走向是特定的、是增強的，在機率論裡，隨時間增長，發生共振機率也將隨之增加。例如 Markov Chain 的理論中，醉漢走路，沒有限定如何走走停停，但限制一特定路線，則到達目的地的機率應隨時間的增加而增加。

## 四、結論

1、惡劣天候如颱風、東北季風，海潮中的大潮期及由低潮至高潮的漲潮期，海岸地形中的半三角形凸岬、凹陷及海底深度向海岸淺化的坡度 (Slope) 都提供給海浪發展，波高升高的強制力及做功的重要因素。

2、風浪的水波在傳播過程中，因快速向著各方向擴展，波能密度也迅速減少，除此而外風阻等外力所引發的不平衡及阻力都將減弱風浪之強度。因此岸外海洋擾波持續向著目標地方向加速及加強強度都是有利於大浪的到達；當然近岸因地形所造成的折射、反射、繞射和連續體方程式作用，加上海潮的配合，導致近岸海浪的推積、聚焦作用，為瘋狗浪的動態結構。

3、近岸海深變化所造成的折射現象及海底摩擦作用，都迫使海浪波速迅速減緩；因巨大水牆衝擊，所帶來強的陣風及波前的較明顯波谷，都是提供警覺性逃生的重要訊息；此外遠地海洋中，擾波波源發展移行對近岸海浪的預警至少應在 24 小時之前或接近目標第一千公里左右告知。

## 五、致謝：

本研究從 1992 年的基本理念建立到今年 2003 年，一晃已過了十一年，漫長的歲月中，仍保有一份不捨的企圖，家人及朋友們的支持是非常重要的；特別在論文中，台灣諺語部分，家父 劉榮煌先生給了多方面的協助，謹此深致謝意，他今年恰好滿八十歲，也在此恭祝他身體健康、心神愉快。

本文擷取自本人 92 年度中央氣象局研究報告：台灣地區瘋狗浪之研究。

## 參考文獻

- Defant, A., 1960 : Physical Oceanography II . Pergamon Press, PP598 .
- Kinsman, B., 1965 : Wind Waves . Prentice-Hall Inc, PP676 .
- LeBland, P. H. L. A. MyasK, 1978 : Waves in the ocean . Elsevier Scientific Publishing Co., PP602 .
- 李賢文, 2002 : 瘋狗浪成因、定義及防災宣傳。氣象學報, Vol.44, No.3, 13-29 .

徐明同,1980:台灣之大地震。氣象學報, Vol.26,No.3,32-48。

陳世一,1999:八斗子地方史話。海洋文教基金會,PP270。  
許明光,曾俊超,高家俊,1993:台灣地區瘋狗浪之調查及原因初探。中華民國第十五屆海洋工程研討會論文集,525-534。

莊咨君,1997:瘋狗浪。科學月刊,162-168。

葉永祥,1972:波浪水工模型試驗。交通部交通研究所,PP84。

湯麟武,1986:波浪學綱要。國立成功大學水文實驗室,PP702。

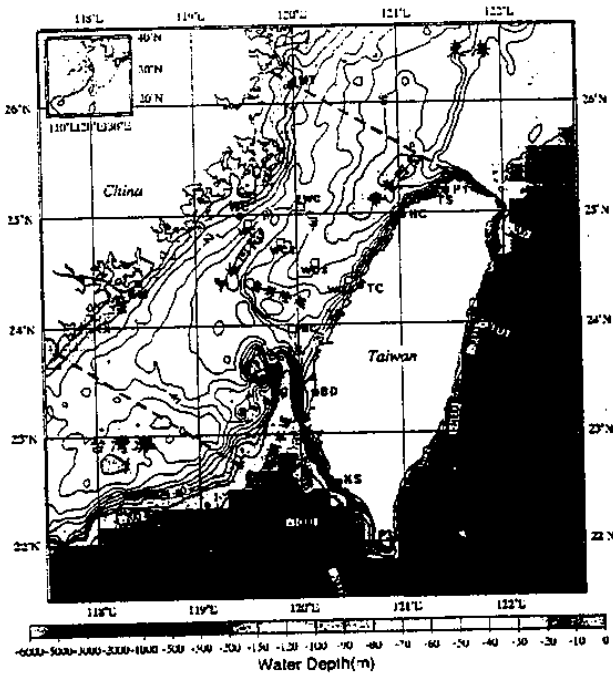
蔡政翰,1996:何謂瘋狗浪及如何避其害?。台灣釣魚 11 月號,PP33-35。

劉明禮,1984:地形強制作用對中緯度大尺度波動之效應。氣象學報,Vol.30,No.2,1-7。

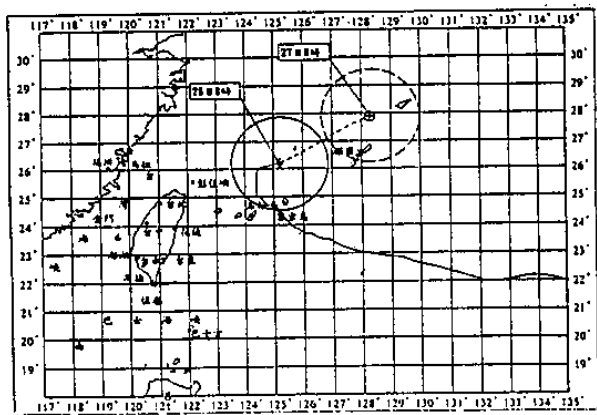
劉明禮,1985:西藏山區與台灣山脈對平均緯流地形作用的參數化。氣象學報,Vol.31,No.1,16-24。

劉明禮,1987:西藏山區對亞洲冬季平均緯流之效應。氣象學報,Vol.33,No.2,24-33。

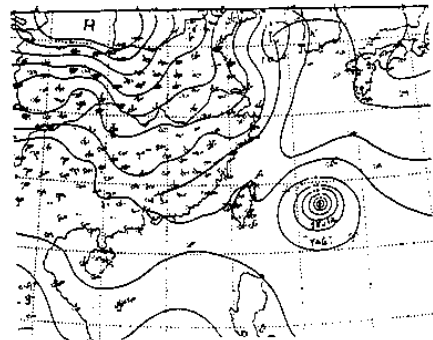
劉明禮,1992:海岸波浪發布之參考原則(未發表)。  
交通部中央氣象局歷年颱風警報發布概況。  
交通部中央氣象局潮汐觀測資料年報。



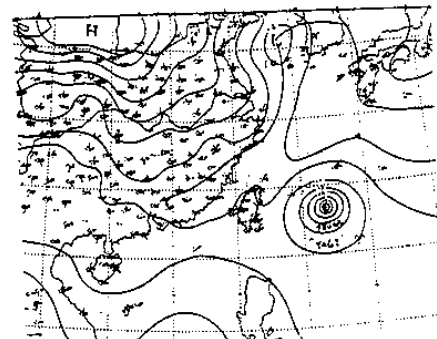
圖一：台灣近岸海底深度圖



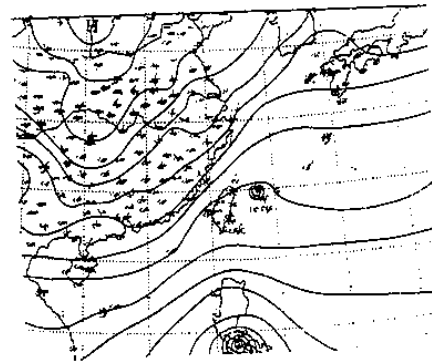
圖二：2000年10月雅吉颱風路徑圖



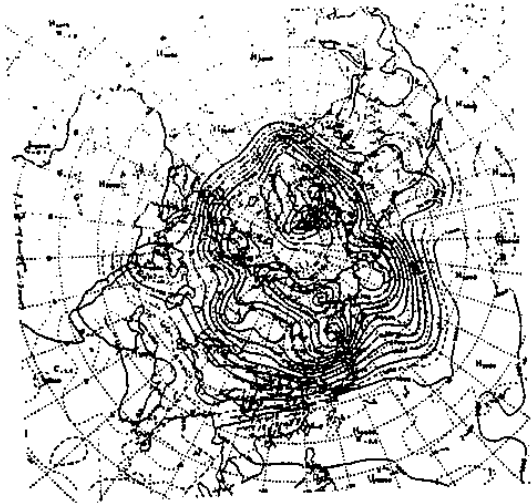
圖三：2000年10月24日09Z  
亞洲地面天氣圖



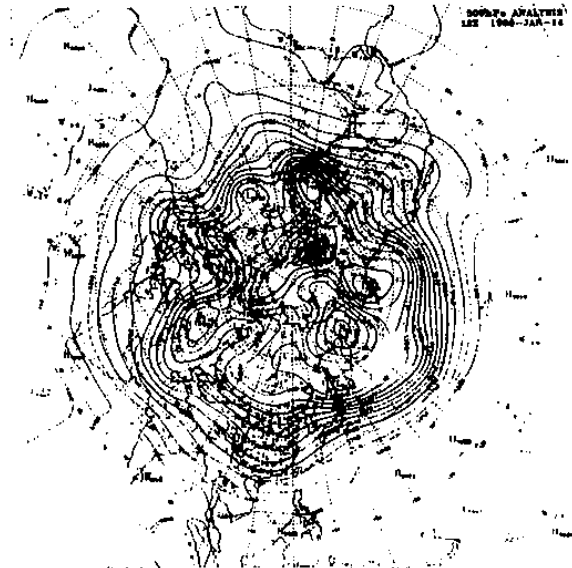
圖四：2000年10月26日09Z  
亞洲地面天氣圖



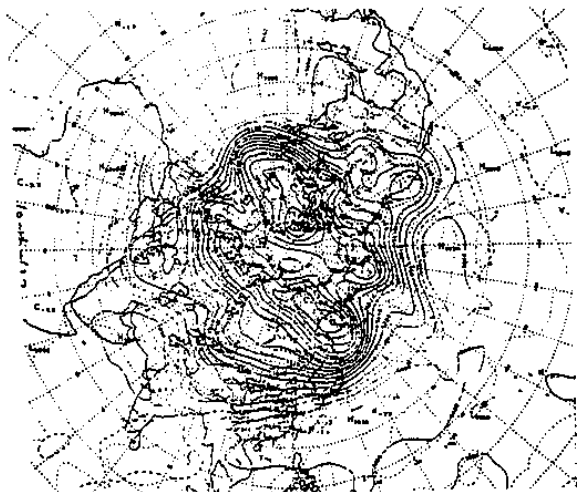
圖五：2000年10月28日09Z  
亞洲地面天氣圖



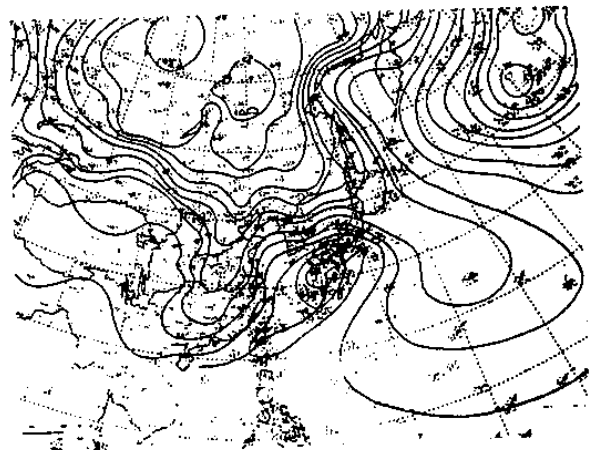
圖六：2000年10月25日12Z 500 hpa  
北半球高空天氣圖



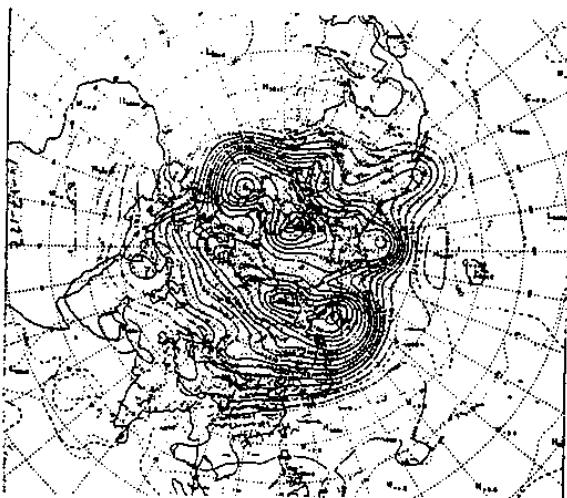
圖九：1998年1月14日12Z 500 hpa  
北半球高空天氣圖



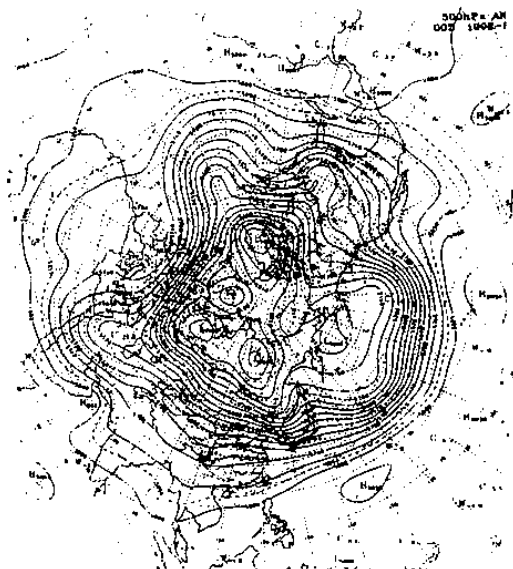
圖七：2000年10月26日12Z 500 hpa  
北半球高空天氣圖



圖十：1998年1月15日00Z  
亞洲地面天氣圖



圖八：2000年10月27日12Z 500 hpa  
北半球高空天氣圖



圖十一：1998年2月12日00Z 500 hpa  
北半球高空天氣圖