

# 民國八十八年丹恩 (DAN) 颱風分析檢討

吳福山 柳慶芳 馮自成

空軍氣象中心

## 摘要

丹恩(DAN)颱風是民國八十八年十月三日08時在台東東南方580浬海面上形成颱風，自地面和高空天氣圖顯示，副熱帶高壓呈東西向控制著西太平洋及華東地區，引導颱風向西方向移動，四日20時在移近呂宋島附近之暖水海域時，增強為中度颱風，向西越過呂宋島後，由於高空槽線的適時牽引，於停滯一天後，強度再次增強並順著副熱帶高壓西緣氣流導引其北上，次受台灣及大陸兩地形夾擊，強度減弱後，於九日08時登陸廈門地區，生命期總計六天又十八小時；其間綠島地區降水量為205mm，岡山119mm，而在環流中心附近的金門地區雨量高達356mm，最強陣風達75kts，給金門地區帶來不少災損。

## 壹、前言

丹恩(DAN)颱風為88年西北太平洋上第20個達到颱風強度的熱帶擾動(關島編號：99W26)，也是本軍第三個對東沙及台澎金馬等地發佈侵襲警告的颱風，雖然丹恩颱風未對台灣本省造成直接侵襲的影響，但對台灣海峽及金門地區卻構成不小的威脅，由於移動路徑特殊歷年罕見，受高空駛流場的驅動很明顯，值得深入研究探討；丹恩於10月7日凌晨以近乎直角轉彎方式向北轉進撲向海峽南部海域，一度威脅本省中南部地區，因該地無中央山脈的地形屏障，勢必造成嚴重的災損，所幸高層副熱帶高壓阻擋，導引颱風朝金門及廈門北上，其後颱風環流結構又受到台灣與大陸地形的兩面夾擊破壞，強度減弱相當快速，使影響程度減至最低，故災損情況輕微。

## 貳、發生經過、路徑及處理過程：

(一) 發生地點：丹恩(DAN)颱風於 88 年

10月03日08時生成於北緯17.6度、東經130.0度，即在台東東南方580浬洋面上，以06-08浬/時速度向西(270度)方向移動，10月06日20時起轉為西北(300-320度)方向，速度亦減小為05浬/時，10月7日08時起轉為北向(360-010度)，以速度04-06浬/時持續移動，並於10月09日10時向廈門附近登陸減弱並消散，其生命其總共歷時六天又18小時。

(二) 颱風型別與強度：丹恩(DAN)颱風自10月03日08時由熱帶低壓發展成小型輕度颱風，暴風半徑60浬，受東風氣流引導，颱風穩定地朝西移動，至10月04日20時在移近呂宋島附近之暖水海域時，強度增強為小型中度颱風，風速為每小時65浬/時，最大陣風80浬/時，暴風半徑達80浬，其移動方向仍保持西行並通過呂宋島東北角，局部環流結構雖受到地形破壞，但不致影響整個環流的強度，由於太平洋高壓勢力居高不退，使颱風順利的前進到南海區域，其後在原地停滯打轉約一天，受到當地暖池效應影響，水溫增高，水汽補充充分，所

以很快又恢復原來的強度，一直到10月07日08時起，受北方高空槽線導引，颱風明顯有北移趨勢，10月08日02時丹恩穩定的向台灣海峽南部逼近，此時由於洋面面積縮小，水汽供應相對減弱，其後受地形破壞其結構，同時北方有冷空氣入侵，使丹恩強度迅速減弱為輕度颱風，而於10月09日10時於廈門附近登陸華南地區並持續減弱為普通低壓向東北方向移動消散。

(三) 路徑：颱風路徑(如圖1)所示，圖右為日期時間及中心所在經緯度，大致可區分為四個路徑階段，第一路徑階段為西北西行：丹恩(DAN)颱風於10月02日20時於北緯16.7度、東經132.7度，由熱帶積雲簇發展成熱帶低壓(TD)，距離台東東南方約720哩的洋面，最初移動方向為西北西(300度)，而於10月03日08時增強為輕度颱風，位置在北緯17.6度、東經130.0度，移動方向仍為西北西(300度)，這段期間沿副熱帶高壓的南緣，以7-8哩/時速度向西北西方(300度)移動至北緯18.4度。第二路徑階段為西行：自10月03日20時以後，颱風中心位置界定在北緯18.4度，爾後即穩定朝西(270度)向呂宋島逼近。第三路徑階段為停滯：颱風於10月06日08時到達南海地區後，受北方高空槽線牽引影響，颱風出現停滯打轉情況。第四路徑階段為北行：颱風於10月07日08時起越過東沙島，由於位於太平高壓勢力西緣末端與華南高壓勢力相接處，兩者勢力相當且彼此牽制，擠迫颱風向北移動(360-010度)，全省受颱風環流威脅，各單位進入防颱作業程序。

(四) 處理經過：丹恩颱風於10月02日20時形成熱帶低壓，本中心隨即發佈熱帶低壓警告，提醒相關單位重視，並嚴密守視其未來動態；10月03日08時發佈第一次颱風警告；10月04日20時增強為中度颱風，因接近呂宋島北部，對本省東南部地區發佈大雨警告；10月05日20時因暴風圈逐漸接近海峽

南部，對東沙島發佈 W36 警報，06 日 05 時發佈 W24 警報，06 日 17 時發佈 W12 警報，07 日 02 時發佈 W06 警報，06 日 05 時發佈 W00 警報；06 日 08 時對馬公、金門等地發佈 W36 警告，08 日 05 時發佈 W24 警報，08 日 17 時僅對金門發佈 W12 警報，09 日 05 時發佈 W06 警報，09 日 08 時發佈 W00 警報，以上為本中心對整個颱風處理作業概況。

### 參、颱風影響期間各地的氣象狀況：

(一) 雨量：(參考圖 2 及表 1)丹恩颱風一路沿著副熱帶高壓的外緣，先西行經呂宋島，環流已先行遭地形破壞，所以類型上屬於小型颱風，雖在南海地區水汽稍有補充增強，但因北上進入台灣海峽卻因洋面縮小及地形的再度破壞(參見圖 3)，所以影響本省的雨量相當有限，且登陸大陸地區後水汽被攔截，無法有效引進西南氣流，故對本省降雨方面，僅迎風面的東南部地區，有較高的累積雨量，綠島最大為 205mm，其次為台東的 171mm，再其次為南部地區(高雄：146mm，岡山：119mm，台南：103mm)。台東地區雨量較高可能因為颱風趨近呂宋島時已增強為中度颱風，經過呂宋島時受地形破壞其環流結構，使對流雲系擴散北抬至該地區，復因北方鋒面雲系牽引颱風雲系，兩者交互作用之下，使台東地區降水時間得以持久，因此該地累積雨量最多，另位於迎風面的花蓮、佳山等地也有不少的累積雨量，分別為 108mm 及 105mm；金門地區因颱風登陸該地，所以有極高的降雨量為 357mm。中部及北部因受山脈阻隔的影響，降水並不顯著，總累積降雨量在 T(雨跡)到 4mm。

(二) 風速：由於丹恩颱風於 10 月 09 日其暴風半徑最接近本省，故以當日的風向風速時間序列來作說明，由各地的風向來判斷，各地均為東南風至南風之間，說明了颱風中心在本省之左方並向北移動，就最大陣風大於

25kts 以上的時間而言，南部地區於 09 日上午 07 時前即脫離颱風環流的影響，次為馬公於下午三時脫離，最後是金門於晚間 23 時脫離；南部地區最大陣風為 27kts，馬公為 54kts 出現在早上 08 時，而於下午 18 時風力減弱為 34kts 以下；金門地區於 05 時至 19 時風力大於 34kts，最大陣風 75kts 出現在 07 時(參見表 2)，所以丹恩颱風對金門及馬公地區造成的破壞最大，西部地區風災程度極小；再以各地最大陣風的強度做比較(參見圖 4)，以中部及東部地區之低峰值看來，中央山脈阻擋了大部分的氣流，削減了颱風的強度，風力集中在渦旋中心附近，另因值秋天之際，「秋颱效應」常使颱風風力破壞威力增強，但此次颱風期間，未見大陸高壓南下，因此中部以北及東部地區風力普遍不大，顯見颱風僅單純受到高空氣流導引而向北偏轉。

(三) 氣壓：由於丹恩颱風行進路線是經由東沙島北轉到達台灣海峽南部，再登陸廈門地區，因此這裡僅選擇屏東、東沙、馬公及汕頭等測站之逐時氣壓值作一比較(如圖 5)，從東沙測站氣壓變化得知，自 10 月 06 日 14 時開始，氣壓趨勢明顯下降，本中心於 10 月 05 日已研判到東沙地區將受颱風侵襲，遂於晚上 20 時對東沙地區發佈 W36 警報，以及早做好防颱準備工作；而於 07 日 05 時東沙氣壓下降至 997HPA，至 14 時下降至 995HPA，所以 14-17 時是颱風中心通過東沙的時間；至於其他三個測站氣壓下降變化則較為緩和，屏東及汕頭於 07 日 14 - 20 時達最低(1004HPA)，馬公則在 08 日 02 時以後達最低(1002HPA)。由以上各站氣壓曲線分布之比較，可知丹恩颱風中心氣壓較低淺，北行速度相當慢，而在北上期間，海水溫度逐漸變冷，加上台灣及大陸地形大肆削弱環流強度，因此愈往北走強度愈弱。

### 肆、綜觀天氣系統概述：

#### (一)地面天氣圖概述：

由於 10 月 03 日至 06 日，丹恩颱風均受太平洋高壓的南緣之東風氣流導引，移動方向持續穩定的向西移動，顯見太平洋高壓的勢力是恆穩的位在北緯 18-25 度之間，其勢力向西伸展至本省附近；低壓及鋒面系統則位於韓國一帶活動，因緯度偏高，對南方系統無貢獻；大陸高壓則位於蒙古，其勢力僅及華中一帶，菲律賓附近海域則為低壓地帶，這裡僅列出 08 日的地面圖作為颱風北轉前進的參考依據(如圖 6-a 所示)。由於太平洋高壓勢力依舊維持於本省附近，然大陸高壓系統已由原先南北向型態轉為東西向型態，另鋒面系統因大陸高壓的向東推擠，已由華中移到日本，並向西南延伸至本省東方洋面，丹恩颱風受到此鋒面雲系的牽引作用，向西速度減緩並出現較長時間停滯打轉；09 日以後，大陸高壓系統更向東移，迫使鋒面向東北方向移動，丹恩颱風雖向北移入海峽南部區域，但受大陸高壓所帶來之冷空氣南侵阻擋，大幅減弱了颱風強度，由中度轉為輕度，加以鋒面向東移動，對颱風牽引作用減弱，使丹恩颱風向廈門一帶登陸，對本省威脅終告減輕。

#### (二)高空天氣圖概述：

丹恩颱風形成之初，500HPA 以下太平洋副熱帶高壓正逐漸增強並向西伸展至華東地區，大陸變性高壓還在甘肅一帶活動，槽線位置偏高，自東北地方向西南延伸至安徽附近，高空導引氣流為東風，使颱風穩定的沿北緯 18.5 度向西移動，並吸取水氣，使環流逐漸增強，歷經 36 小時增強為中度颱風；到 07 日以後 850HPA 以下副熱帶高壓西退至台灣東部近海，大陸華中及華南地區受大陸分裂高壓控制，華南沿海從南風氣流改吹東北風氣流，700、500HPA 高空圖已有槽線建立在華中沿海，台灣地區正好位於分裂高壓及副熱帶高壓交界缺口處，此時颱風由南海受北上氣流導引往台灣海峽接近中，08、09 日 500HPA 以下

在臺灣東方之高壓一直存在且保持其強度，使颱風北上還未及進入西風帶中即已登陸廈門，迅速減弱為普通低壓，隨高空槽線移向浙江消散殆盡。丹恩颱風侵襲本省其間之高空850、700、500、300HPA(如圖6b至圖6e)。(三) 颱風侵襲期間台灣地區地面氣壓之分布：

為清楚了解丹恩北轉進入台灣海峽之際，台灣地區因特殊地形所形成的氣壓分布情況，特別將台灣各地瞬時氣壓以每隔一 HPA 分析一根等壓線(參見圖7)，由圖中大致可知，丹恩環流由西南逼近時，在台灣的東部：花蓮及台東分別有高壓存在，說明了台灣東部氣壓較高，有阻擋颱風向東北偏移的作用，而在台灣西北部及南部地區分別有一副低壓產生，均為氣流繞山作用所衍生。

**伍、雲圖分析：**

就衛星雲圖而言是颱風守視的最佳利器，在即時作業上雖然數據化的衛星資料不易做迅速之分析研判及運用，但是由於其時間解析度高，故若應用動態顯示則不僅可對颱風移動、強度變化、環境場特徵等立即且有效地做初步估擬。以下就丹恩颱風期間之部份雲圖加以討論。

圖8(a)為10月02日1900UTC之紅外線衛星雲圖，從雲圖中我們可以發現，丹恩正從一堆有組織的熱帶積雲簇逐漸向中心集結形成旋轉環流中心，並以東經130度為主軸，雲團結構呈南北向分布，太平洋高壓勢力並不強，主要勢力控制在東經135度以東，所以熱帶低壓的東北象限出現較為活躍的對流雲，此時熱帶低壓受副熱帶高壓的導引向西北西方向移動。10月03日0300UTC衛星雲圖顯示，如圖8(b)所示，丹恩颱風生成之初，雲型呈現圓形形態，但環流中心並不明顯，移動速度緩慢朝西北西方向移動由於鋒面雲系仍位於北緯30度以北，顯見副熱帶高壓的所控制的

緯度較高，使颱風生成的緯度偏高，致影響本省的機會偏大。10月03日2000UTC衛星雲圖顯示，如圖8(c)所示，因熱帶洋面提供足夠的水汽，致使颱風持續增強，雲系範圍約佔7個經度，速度穩定的維持在5-6哩/時朝西前進，颱風的西北象限已經有對流雲系發展並向台灣東南部逼近。10月04日1900UTC衛星雲圖顯示，如圖8(d)所示，丹恩颱風向西移至呂宋島北部時已增強為中度颱風，環流因受地形破壞，雲系範圍擴大，並稍稍影響巴士海峽、台東及恆春等地區，此時仍受到高空駛流場控制向西越過呂宋島，強度稍有減弱跡象。10月05日2000UTC衛星雲圖顯示，如圖8(e)所示，此時丹恩因受地形嚴重破壞其環流結構，高、低層環流中心明顯不一致，強度亦減弱為輕度，此時注意到位於日本至黃海之高空槽線，已逐漸移出海，並開始對颱風產生牽引作用，造成丹恩在移出呂宋島後，停留在原地打轉現象，加上當地海水溫度較高，可提供充沛的水汽，以供應颱風動量發展之所需能量，因此丹恩在此停滯約24小時，足夠使遭破壞之環流雲系重新整合，而台灣南部地區風雨開始逐漸增大起來。10月07日0700UTC衛星雲圖顯示，如圖8(f)所示，高空槽線雲系因向東移離，致使丹恩颱風偏轉東北的分力減小，只好沿著副熱帶高壓的西緣往北切進廈門地區，對本省直接侵襲的威脅情況減輕，但其外圍環流雲系仍覆蓋住本省大部分的區域，帶來南部及東南部地區豐沛的降水。

**陸、結論：**

綜合前述分析與探討，可歸納以下數點結論：

- (一) 丹恩颱風自生成至減弱為熱帶低壓為止，生命其僅六天又18小時，其全程行徑在前期受副熱帶高壓脊線所主宰，穩定地向西移動，速度維持在5~8哩/時，後期受高空槽線牽引、副熱帶高壓西伸

勢力的阻擋及大陸分裂高壓冷空氣減弱破壞，使颱風產生停滯後北移，最後消失在華南地區。

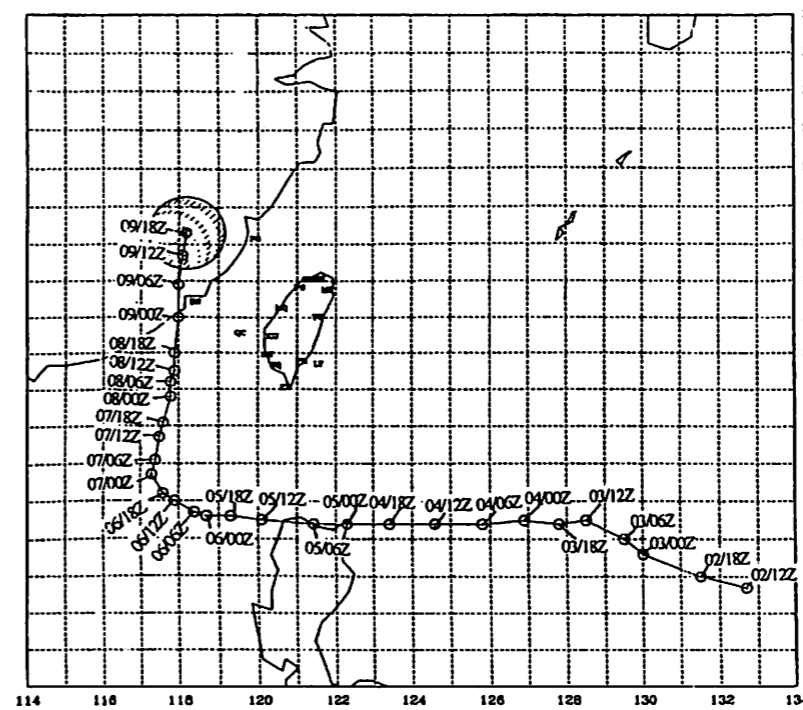
- (二) 就丹恩颱風之後期發展，強度變化及移動方向研判，因受制於大陸分裂高壓及副熱帶高壓兩方氣壓勢力之擠迫而北移，故一直以緩慢恆穩的速度偏北行進，進入西風帶中時，已受地形破壞、水汽短缺而減弱為普通低壓。

- (三) 丹恩颱風在侵台過程中，累積總雨量最多為金門的356mm，本島地區以東南部為最多，南部次之，東北部再次之，中北部因位在背風面，故雨量極少；風力方面最大陣風75kts出現在金門，十分鐘平均風為60kts，次之馬公為53kts，十分鐘平均風為29kts，南部高雄的風力達37kts；而在氣壓方面，東沙最低氣壓為995HPA。

(四) 衛星雲圖分析中，丹恩颱風在進入南海後，因環流結構遭地形破壞，致高、低層環流中心不一致，使颱風出現較長時間之停滯打轉現象，若當颱風呈現不對稱雲型時，即為颱風轉向時機，宜嚴密守視。

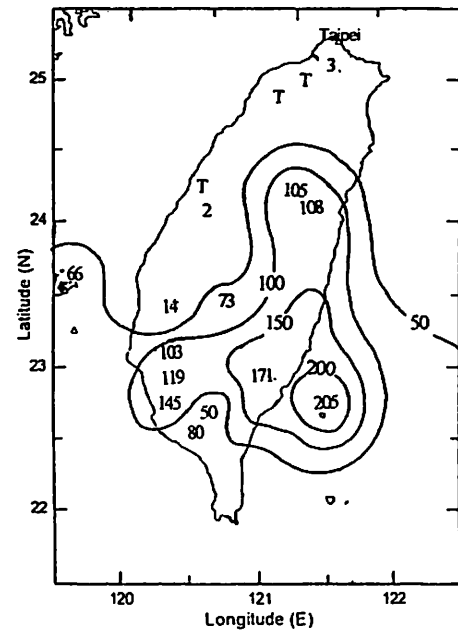
**參考文獻：**

1. 游安吉、王義發、潘大綱，1992：民國八十一年歐馬(OMAR)颱風分析檢討，氣象預報與分析，134，33~42。
2. 伍婉華，1995：民國八十二年颱風調查報告——塔沙颱風(9311)，氣象學報，Vol. 41 No.3，219~234。
3. 劉廣英，1979：關於颱風運動的幾個小問題，氣象預報與分析，80。
4. 中央氣象局，1997：颱風百問。

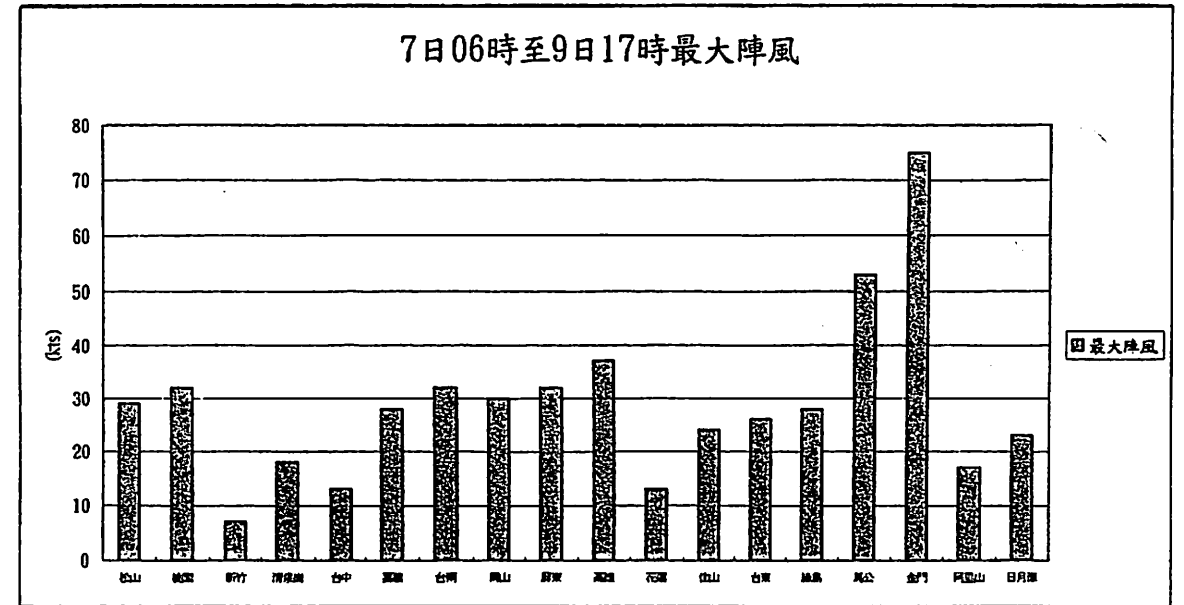


圖一：1999年10月2日20時至9日02時丹恩颱風路徑圖

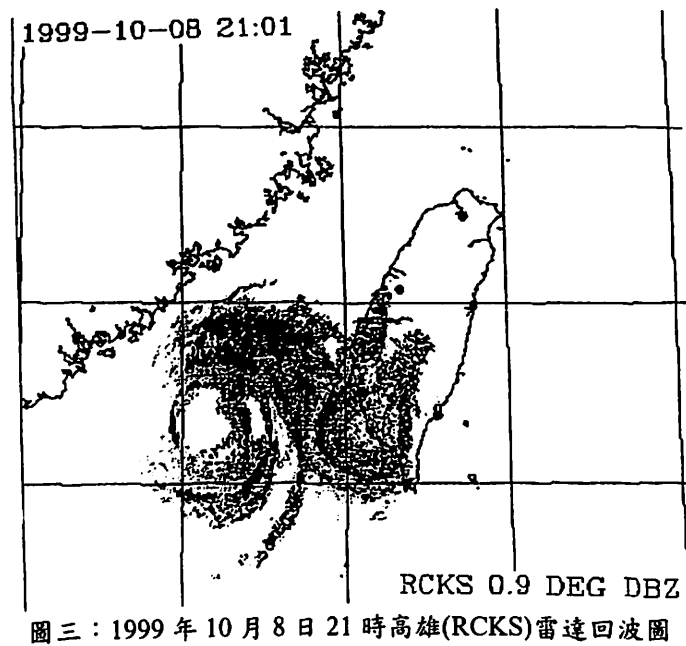
88100212	16.7	132.7
88100218	17.0	131.5
88100300	17.6	130.0
88100306	18.0	129.5
88100312	18.5	128.5
88100318	18.4	127.8
88100400	18.5	126.9
88100406	18.4	125.8
88100412	18.4	124.6
88100418	18.4	123.4
88100500	18.4	122.3
88100506	18.4	121.4
88100512	18.5	120.1
88100518	18.6	119.3
88100600	18.6	118.7
88100606	18.7	118.4
88100612	19.0	117.9
88100618	19.2	117.6
88100700	19.7	117.3
88100706	20.1	117.4
88100712	20.7	117.5
88100718	21.1	117.6
88100800	21.8	117.8
88100806	22.2	117.8
88100812	22.5	117.9
88100818	23.0	117.9
88100900	24.0	118.0
88100906	24.9	118.0
88100912	25.7	118.1
88100918	26.3	118.2



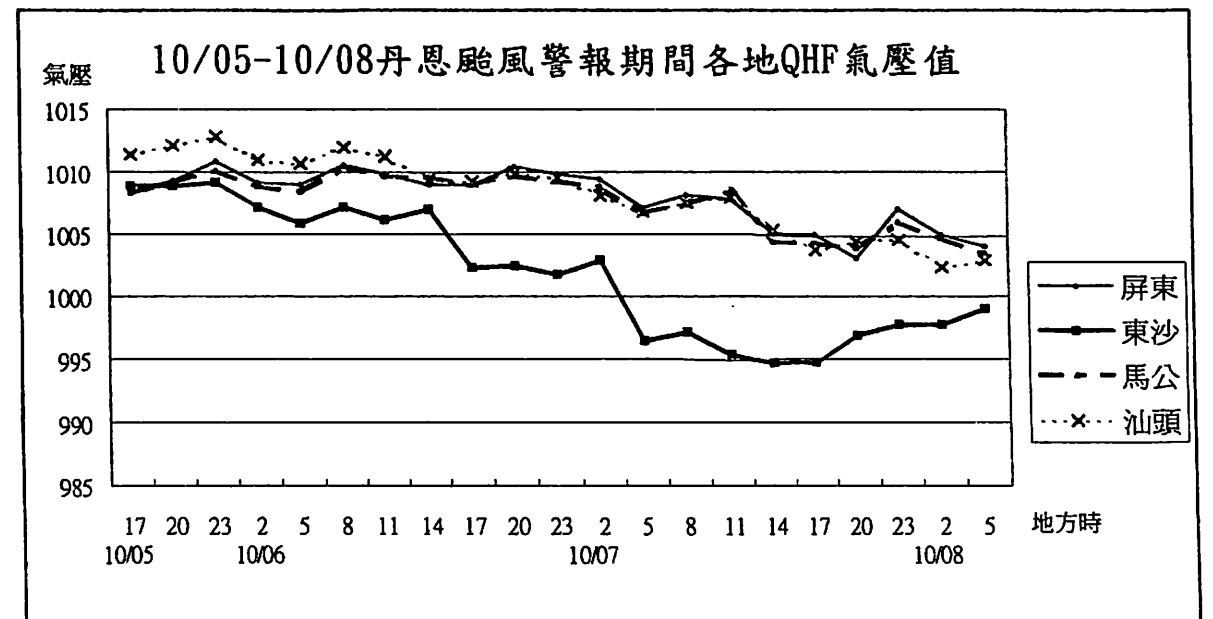
圖二：丹恩颱風期間實際累積雨量分布圖



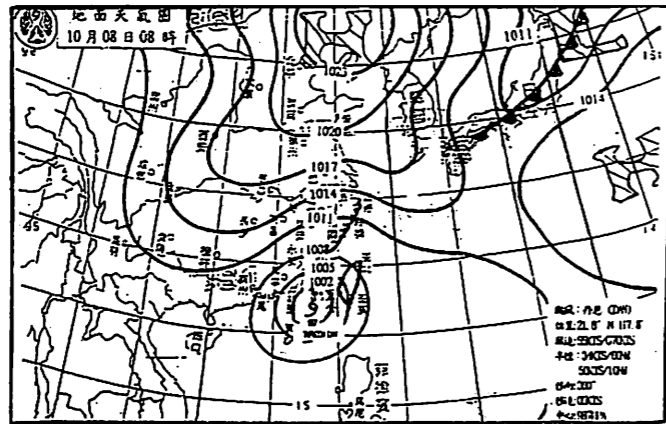
圖四：1999年10月7日06時至9日02時台灣各地出現最大陣風統計圖



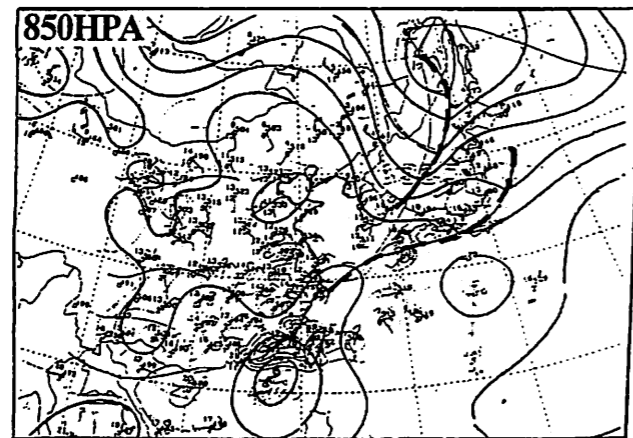
圖三：1999年10月8日21時高雄(RCKS)雷達回波圖



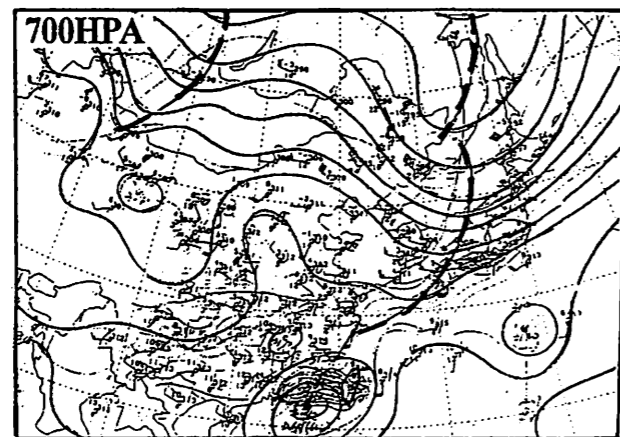
圖五：1999年10月5日18時至8日05時台灣各地QHF氣壓值



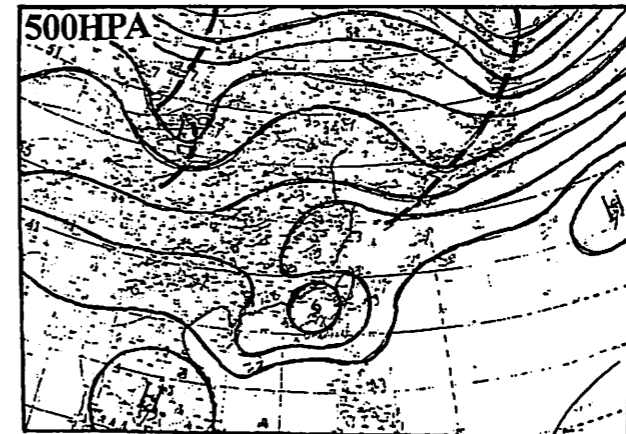
圖六(a)：1999年10月8日08時地面天氣圖



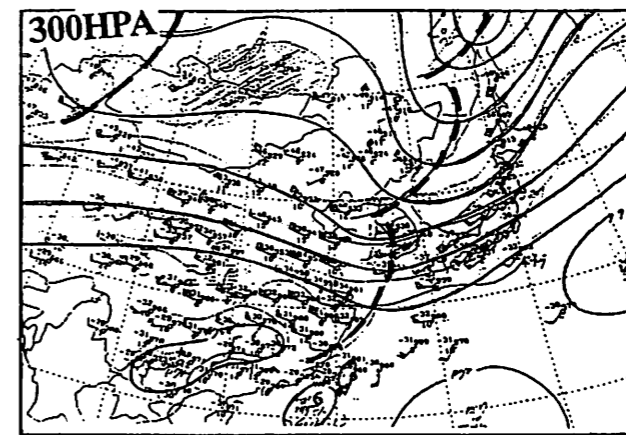
圖六(b)：1999年10月8日08時850hpa高空圖



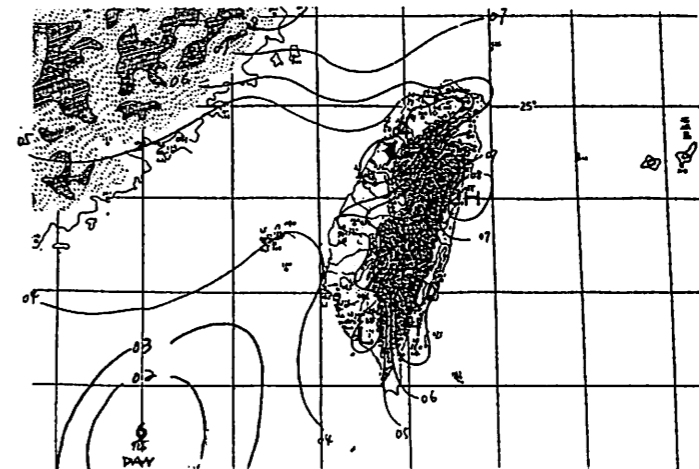
圖六(c)：1999年10月8日08時700hpa高空圖



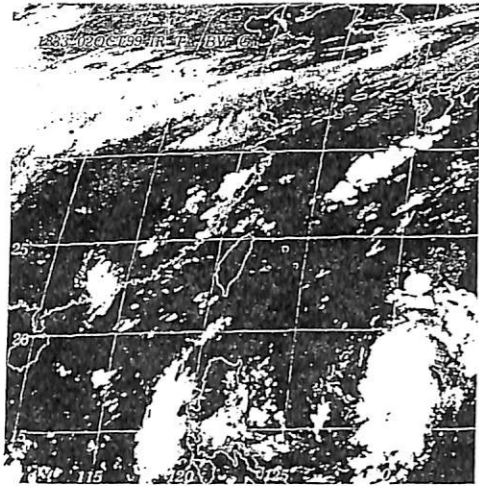
圖六(d)：1999年10月8日08時500hpa高空圖



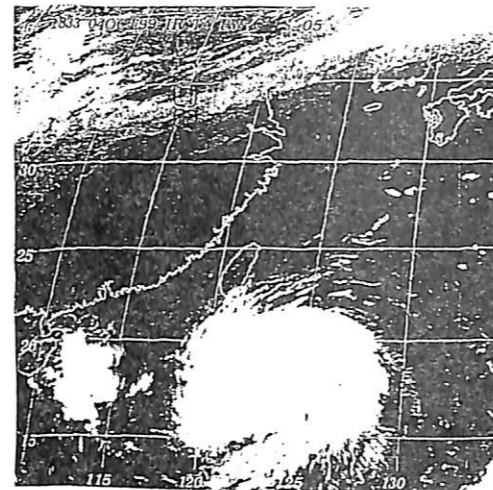
圖六(e)：1999年10月8日08時300hpa高空圖



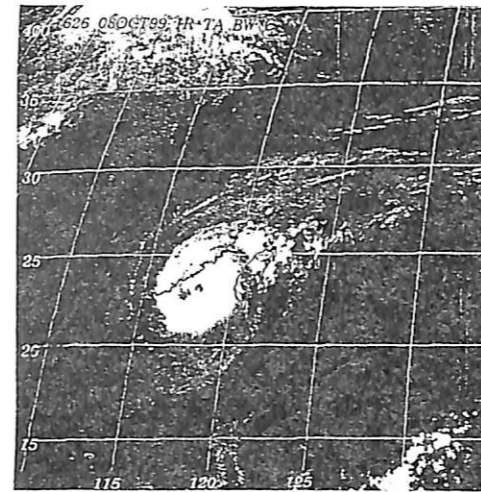
圖七：1999年10月8日06時台灣地區地面氣壓分布圖，等壓線每1hpa分析一根



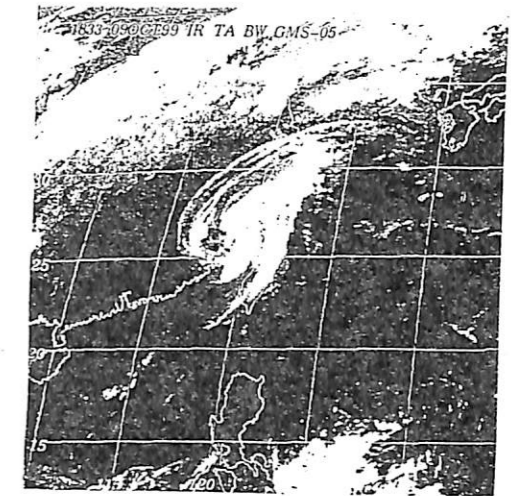
圖八(a)：1999年10月2日1900UTC  
GMS-5IR 雲圖



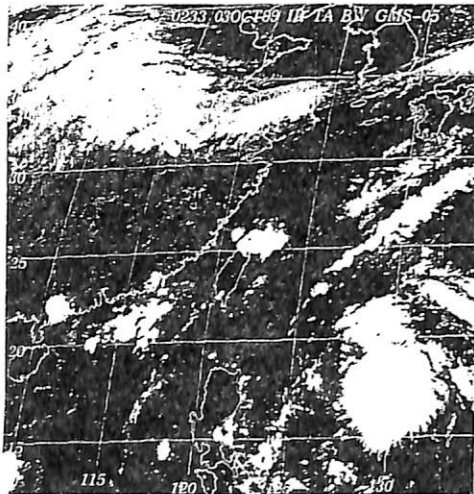
圖八(d)：1999年10月4日1900UTC  
GMS-5IR 雲圖



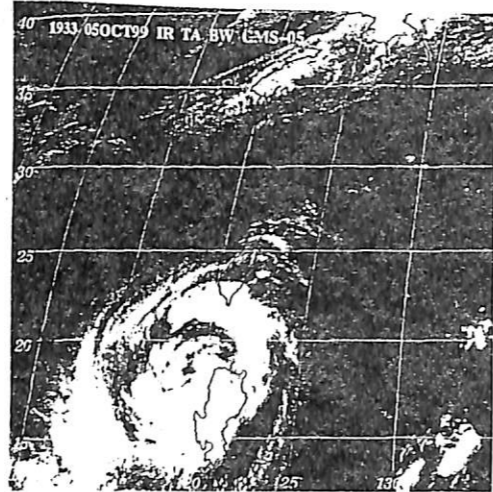
圖八(g)：1999年10月8日1700UTC  
GMS-5IR 雲圖



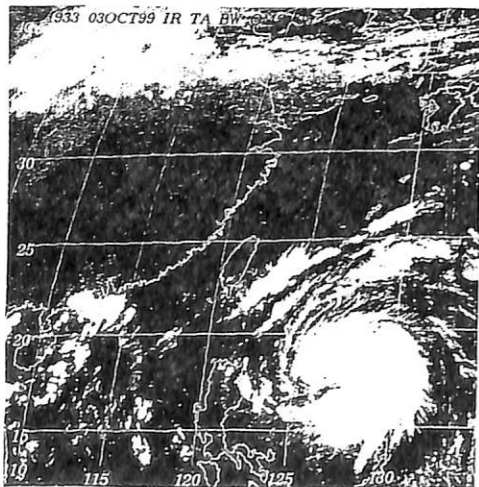
圖八(h)：1999年10月9日1900UTC  
GMS-5IR 雲圖



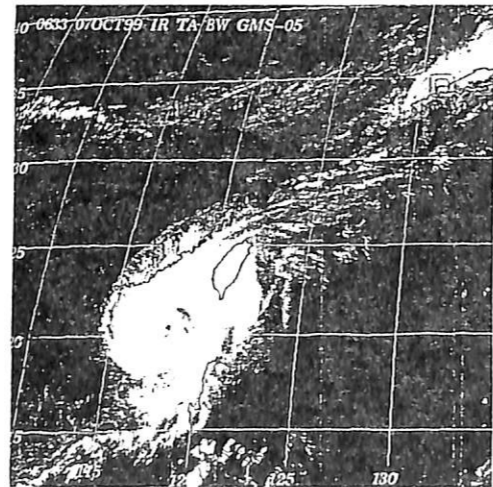
圖八(b)：1999年10月3日0300UTC  
GMS-5IR 雲圖



圖八(e)：1999年10月5日2000UTC  
GMS-5IR 雲圖



圖八(c)：1999年10月3日2000UTC  
GMS-5IR 雲圖



圖八(f)：1999年10月7日0700UTC  
GMS-5IR 雲圖

丹恩颱風實際風力雨量統計表

資料時間：88年10月7日06時至10月9日17時

地區	累積雨量 (mm)	恆常風及 最大陣風 (KTS)	最大陣風 出現時間	地區	累積雨量	恆常風及 最大陣風 (KTS)	最大陣風 出現時間
松山	4.0	090/19 G29	10/8 0449L	高雄	145.7	180/37	10/8 0850L
桃園	0.3	100/21 G32	10/7 2257L	花蓮	107.7	220/13	10/8 1027L
新竹	T	030/07	10/7 1000L	佳山	105.1	190/13 G24	10/8 1000L
清泉崗	T	020/18	10/7 1000L	台東	171.4	120/16 G26	10/8 1728L
台中	1.7	010/13	10/7 1600L	綠島	205.1	160/12 G28	10/8 2000L
嘉義	13.9	108/17 G28	10/9 0430L	馬公	65.6	190/29 G53	10/9 0900L
台南	102.8	140/22 G32	10/8 2111L	金門	356.5	040/60 G75	10/9 0730L
岡山	119.1	130/16 G30	10/8 0051L	阿里山	73.0	230/17	10/8 0330L
屏南	80.3	170/17 G32	10/8 2351L	日月潭	13.9	140/23	10/8 0545L
屏北	50.4	170/14 G29	10/9 0000L				

表一：1999年10月7日06時至9日17時台灣各地實際風力及雨量統計表

丹恩(DN)颱風警報期間各地風向風速統計表 88年10月09

時間測站	01L	02L	03L	04L	05L	06L	07L	08L	09L	10L	11L	12L	13L	14L	15L	16L	17L	18L	19L	20L	21L	22L	23L	24L
馬祖 689					05011 G21	03011	04007	06003	06003	12004	21004	24003	25003	28011	30007	28003	28012							
松山 696	09017	17004	14002	08003	05004	10009	10009	08007	10009	12005	09007	09010	10010	10007	07004	09005	08005	06004	06002	26001	34001	00000	00000	00000
清泉崗 670	11003	27004	06005	05004	27004	35001	00000	06003	00000	14004	07007	08004	10003	32003	35005	03003	08002	00000	00000	00000	22005	19006	20004	18002
馬公 734	15024 G42	16025 G46	15024 G44	13022 G42	16025 G43	17024 G43	17023 G52	18023 G54	19023 G53	18023 G48	19027 G43	19027 G42	19025 G40	19023 G37	20022 G35	20020 G34	21022 G34	20020 G34	21018 G30	21016 G28	20014 G24	20014 G24	20010 G23	20012 G24
金門 736	04015 G26	05015 G27	04016 G25	07016 G31	07018 G34	07027 G38	04060 G75	05061 G74	06064 G74	07064 G73	06062 G72	09060 G70	15033 G65	20054 G66	24049 G60	26038 G46	24023 G41	23022 G41	25024 G40	23022 G32	21019 G29	21016 G26	21014 G25	22012 G22
嘉義 746	17004	17009	15003	17003	18015 G25	17015 G25	17014 G27	19014	18014	18011	18003	13003	23010	20012	22013	19011	19003	18005	19007	19005	19003	19003	19007	20007
台南 743	13017 G28	13016 G27	15016 G28	14015 G27	15015 G25	16014 G25	16013 G25	17013	15016	16015	15016	17019	16018	18015	18014	19012	17011	19011	19009	19007	20009	18007	17006	18008
岡山 745	13013 G30	13016 G29	16015 G29	14014 G24	15013 G27	36010 G21	16013 G26	16012 G24	16010 G22	16011 G22	15011 G23	17013 G23	17012 G22	17014 G24	17011 G21	18007 G17	18009	18003	17003	17003	16007	16008	17003	19007
高雄 740	14013 G28	15019 G29	16014 G24	16013 G25	16013 G23	16015 G27	17014	15012 G22	15015	16014 G24	16012 G22	17015	17016	17013	17011	17013	19009	19003	18010	19009	19009	19009	19003	18009
屏東 750	16010 G20	14013 G24	16011 G23	14010 G22	15012 G23	16010 G21	16007 G18	16010	15003 G18	15003 G18	16003 G18	16003 G20	15010 G20	16010 G20	15003 G21	16007 G18	18003 G17	19004	17004	18004	18005	00000	00000	00000
台東 760	10010	12010	13012	09003	04003	06003	03005	04003	24004	25005	23004	22004	26004	15005	19003	11004	00000	34004	00000	00000	00000	00000	00000	27003
東沙 810		27012			27012			24010			24010			23012			23007			23005			22004	

表2. 1999年10月9日01時至9日24時台灣各地實際風向風速一覽表

，框線部份分別大於25哩/時及35哩/時