

民國八十五年賀伯颱風侵台期間豪雨原因分析

謝信良 丘台光 徐辛欽
衛星中心 預報中心
中央氣象局

摘 要

賀伯 (HERB) 颱風，係於民國 85 年 7 月 24 日 12Z 在關島東北方海面形成颱風，而在 8 月 2 日 12Z 於福建省減弱為熱帶性低氣壓，生命期共九天，其強度最強發展至強烈颱風。強烈颱風賀伯侵襲台灣地區，其中心在台灣東北部地區登陸，之後通過北部地區，於新竹附近出海。伴隨賀伯颱風而來的豐沛雨量，對台灣地區造成 30 年來罕見災害。在賀伯颱風影響台灣期間降雨方面，以南投山區阿里山附近雨量最大，另外一個較大值在桃竹苗山區，兩者累積雨量皆在 1000mm 以上，以南部、東部及東南部地區降雨較少。

本文乃從謝信良等 (1996) 賀伯颱風歷程及降雨分析報告中截取。針對北部及中部尤其中部山區豪雨成因，從雲系的發展、降水回波的特徵，以及颱風環流影響分別加以探討。

一、前言

陳等 (1993) 研究指出，台灣颱風豪雨可分三類，即 (1) 環流 (綜觀尺度) 雨 (2) 中小尺度型降雨 (3) 地形雨。環流雨係與一地之氣壓與風變化，亦即颱風過境有一定關係，而中小尺度型降雨必須雨量時空變化大且不規則，而地形降雨必須發生於特定地點、降雨每為連續性及與風向量有一定關係。而台灣西部在颱風經台灣北部沿海或北部通過之特定的路徑，因颱風內氣流輻合線與上坡流造成之豪大雨經常伴隨中小尺度型降雨。根據統計民國 39 年至 84 年共發生 22 次超多雨量 (降雨中心 > 1000 mm) 颱風，由其中降雨因素分析，除颱風與東北季風共伴易造成豪雨外，大型強烈颱風造成豪雨占很重要的因素之一。

強烈颱風賀伯 (HERB) 中心由宜蘭登陸，其颱風眼通過台灣北部地區，再由新竹附近出海進入台灣海峽北部，因此風力較強的地區出現在東北部及北部，圖 1 為 7 月 30 日至 8 月 1 日在賀伯侵台期間各地總雨量分布情形，由圖 1 顯示，有三個豪雨中心，最大降雨中心出現在南投、嘉義山區，以阿里山氣象站總雨量最高，為 1987mm，另外一個中心在桃竹苗山區烏嘴山雨量站，累積雨量達 1044mm，高屏山區新發雨量站亦高達 886mm，而在東部及東南部地區降雨較少。

個小時的累積大於 50 mm 雨量分布與颱風路徑對應圖，在圖 2a 顯示颱風中心尚距陸地均 200 公里以外，而台灣已出現二個豪雨帶，一為新竹地區，另一為南投、嘉義山區，二帶之中心雨量均超過 150 mm 雨量。至六小時後 (圖 2b) 颱風距宜蘭不到 100 公里，此時，在竹苗中心之豪雨帶北移至桃竹山區 (即石門水庫地區) 及北縣山區，中心總降雨量達 300 mm 以上，另一豪雨中心則仍在阿里山山區，且降雨量超過 400 mm。圖 2c 顯示颱風中心登陸宜蘭後移至新竹期間，北部的豪雨中心又南移至竹苗山區，而另一豪雨區則以阿里山區為中心向南北擴大，涵蓋南投、嘉義、台南與高雄等山區，其範圍南北約 200 公里，東西有 100 公里，阿里山區則在此天時降雨超過 500 mm。之後六小時 (圖 2d) 颱風出海，移至台灣海峽北部，北部豪雨中心已不復出現，竹苗山區雨量已銳減，但在南投及嘉義山區仍是豪雨不斷，尤其阿里山區六小時累積雨量均超過 500 mm，此時高屏山區有新的豪雨區出現，雨量超過 200 mm。到 8 月 1 日 00Z 至 06Z 颱風中心逐漸遠離，降雨主要集中在高雄縣山區，豪雨中心仍有 150 mm 的累積雨量，其他地區降雨均明顯減少。

謝信良等 (1996) 針對國科會環發會要求提出賀伯颱風災害調查報告，完成其中第二章賀伯颱風歷程及降雨分析報告，本文乃從中截取針對北部及中部尤其中部山區豪雨成因，從雲系的發展、降水回波的特徵，以及颱風環流影響分別加以探討。

由圖 2 為 31 日 00Z 至 8 月 1 日 06Z 間，每 6

二、雲系分析

賀伯颱風從 7 月 24 日 12Z 在太平洋形成後，在海洋上經過長達 5 天的發展，使得颱風聚集了充沛水汽、環流雲系範圍擴大、強度亦迅速增強。7 月 30 日 12Z 中心距宜蘭外海 520 公里左右，颱風最外圍雲帶開始影響台灣，經過 6 小時之後外圍雲帶更明顯接觸到陸地，北部、東北部及西半部山區開始下雨。到了 7 月 31 日 06Z 颱風中心距離台灣 190 公里範圍，颱風外圍對流雲系已開始造成竹苗及中部山區明顯降雨，從此時起至 8 月 1 日 06Z，台灣地區一直受到颱風眼附近及外圍深厚雲帶之影響，各地區均先後出現豪雨，尤以北部及中部山區雨量最為驚人。由 7 月 31 日 10Z 至 8 月 1 日 04Z 每小時之色調強化衛星雲圖分析，賀伯颱風登陸前已有明顯颱風眼出現，整個颱風環流雲系非常寬廣，直徑超過 700 公里。在颱風中心附近眼牆及周圍螺旋狀環流雲帶發展非常深厚，台灣北部及中部上空雲頂溫度約在 $-62 \sim -70^{\circ}\text{C}$ 之間(如圖 3a)。7 月 31 日 14Z 在台灣中部山區，雲頂溫度降至 $-71 \sim -79^{\circ}\text{C}$ 間(圖 3b)，15Z 雲系有明顯發展並向南擴大，中部山區雲頂溫度更降至 $-80 \sim -94^{\circ}\text{C}$ 間(圖 3c)，一直到 7 月 31 日 23Z 在中部阿里山附近山區及南部山區上空均維持有強烈對流雲系存在(圖 3d)，造成南投及嘉義一帶，尤其阿里山區豪雨不斷，並且在高屏山區亦出現豪雨，隨後颱風由新竹出海通過台灣海峽登陸福建雲系才明顯減弱。

三、雷達降水回波分析

中央氣象局五分山都卜勒氣象雷達在 7 月 31 日 13Z 所觀測賀伯颱風於宜蘭附近登陸時之颱風降水回波圖，由圖中可清楚看出環繞賀伯颱風眼附近回波發展強度達到 40dbZ 以上，尤其在北部局部地區回波強度更高達 50-60dbZ。而在颱風環流的右前象限內(相對於颱風進行方向)即在北部海面上，亦有 40dbZ 回波帶存在。另由 7 月 31 日 13Z 桃園中正機場都卜勒氣象雷達所觀測降水回波(圖 4a)發現，有與五分山都卜勒氣象雷達所觀測類似的降水結構，在颱風環流雨帶中蘊藏有線狀、塊狀及小胞狀(cell)強度大於 40dbZ 之中小尺度強對流回波存在。由每小時回波圖顯示，在台灣中部以北在 7 月 31 日 14Z 至 8 月 1 日 00Z 這段時間存在降水回波強度均大於 30dbZ，其中亦隱藏有強度大於 40dbZ 中小尺度對流回波存在。又由台中清泉岡都卜勒氣象雷達站所觀測 3 公里高度賀伯颱風在相同時間降水回波圖(圖 5a-d)分析，可發現除有類似中正機場都卜勒氣象雷達所觀測的結構外，更

清楚看出中部阿里山一帶如箭頭所指位置，一直存在有 30-40dbZ 強烈降水回波。故可預期賀伯颱風於這段期間在北部及中部山區局部區域降雨強度特別大。

四、颱風環流與豪雨發生之關係

賀伯颱風環流範圍甚大，在它通過台灣期間，由於受到中央山脈的阻擋，其氣流場隨著颱風的移動而變形，圖 6a-d 為賀伯颱風過境前後每隔 6 小時地面詳圖分析。由圖中可清楚發現，當颱風在宜蘭外海 190 公里附近時(圖 16a)，台中以吹北偏北至北北西風，以南則為西北風，由於中央山脈在中北部呈東北-西南走向，有利北部及中部山區氣流抬升，首先造成竹苗及中部山區超過 150mm 雨量(圖 2a)。當颱風中心接近宜蘭時(圖 6b)，台灣中部以北之風向逆轉為西北風，以南則轉為西北西風，在中部地區有明顯的匯流現象，北部及中部山區降水明顯增大，6 小時總雨量超過 350-400mm 以上(圖 2b)。又颱風中心移到新竹附近時(圖 6c)，南部地區風向由西北西轉為西南西風與中部一帶之西北流在中部沿海一帶輻合，在此輻合線的下游出現西南風，造成明顯上坡流更有利強烈降水發生，阿里山山區 6 小時總雨量超過 500mm 的雨量(圖 2c)。颱風中心離開台灣陸地時(圖 6d)輻合線西移遠離海岸，西南氣流北抬，北部轉為西南風山區降水逐漸減緩，但中部山區仍是豪雨不斷，6 小時總雨量仍超過 500mm(圖 2d)。最後當颱風由新竹出海到登陸中國大陸後，西部地區轉為偏南氣流，西部山區(除高屏山區外)降水才明顯減緩。

又進一步分析颱風環流與台灣各地雨量分布關係，由賀伯颱風過境時，台灣中央山脈東、西部各地(由北向南)出現降水、流場及風速之時間剖面圖(如圖 7a-b)可清楚看出，在颱風中心離台灣北部陸地一段距離，對中部山區而言，氣流在台灣中部呈現東北氣流至正北氣流與山脈平行(圖 7a)，此時各地降水量很小。當颱風中心靠近宜蘭時氣流轉向北北西氣流與山脈走向呈現交角時，降水開始增加，尤其是山區最明顯。當颱風繼續西行，氣流由北北西逐漸轉為西北氣流(圖 7b)，降水強度亦繼續增加。當氣流由西北轉為偏西至西南氣流時降水強度達到最大，此亦顯示該中部山區之所以引發強降水與其上游颱風內氣流輻合與上坡流增強作用有密切關係。最後當中部山區由西南氣流轉為偏南氣流與山脈走向平行降水明顯減少(圖 7b)。至於中央山脈以東的宜蘭地區在颱風登陸前後，因迎風面及颱風眼通過有較大雨量外，其它如花蓮及台東地區因處於背風面關係降水都很小，一直到颱風

中心穿過北部進入台灣海峽之後，東部轉成西南至偏南氣流才開始有降水發生，其中花蓮地區並出現豪雨。

五、總結

一、綜合以上分析，賀伯颱風在台灣地區引發之豪雨過程，可分成三階段(如圖 8 示意圖)：

第一階段：為當颱風趨近時台灣西部由北風轉為北北西至西北風，北部颱風中心附近最強之對流雲雨系通過該地區，加上迎風面地形抬升作用出現豪雨；而中部地區、尤其南投、阿里山區豪雨，係因賀伯颱風環流雨帶內所蘊藏的中小尺度降水系統不斷由台灣海峽移入該地區，再加上中央山脈地形舉升的作用而引發豪雨。

第二階段：颱風中心移至台灣北部陸地時，南部開始出現西南風上坡流，與中部一帶之西北流產生輻合現象，由於氣流輻合作用持續時間長達 6 小時之久，再加上地形抬升，助長山區豪雨持續及增強，並使豪雨往南部山區擴展。

第三階段：颱風中心遠離時，台灣西部氣流轉為偏南風與山脈平行，山區豪雨才停止。此時南部地區開始出現豪雨。

二、賀伯颱風強度之環流範圍(直徑逾 700 km)，颱風中心通過北部陸地歷時 8 小時，影響台灣的時間長，由於受颱風本身環流雨帶及其所蘊藏之強烈中小尺度降水系統過境影響，加上氣流輻合及地形抬升增強作用，是為造成此次持續性豪雨的主要因素與陳等(1993)的研究發現相似。

三、此次颱風中心路徑通過台灣北部，在台灣北部及中部造成嚴重水災，與謝(1994)之研究分類，在北部及中部山區發生豪雨的颱風類型極為類似。

參考文獻：

1. 陳泰然、李清勝、王時鼎、紀水上、周仲島，1993：豪雨預報技術改進之研究颱風部份研究計劃。交通部中央氣象局 82

年度委託研究計劃 CWB 82-2M-10，276 頁。

2. 謝信良，1994：“嘉南地區颱風降雨特性分析”(NSC 83-0414-P-052-003-B)國科會防災科技研究(83-20 號)。

3. 謝信良、徐辛欽、丘台光，1996：賀伯颱風歷程及降雨分析。國科會賀伯颱風災害調查報告(尚未付印)。

致 謝

本文承蒙王時鼎先生提供分析資料、呂國臣先生及林秀雯小姐協助資料蒐集、製圖，于茜小姐協助打字、校稿，特此一併致謝。

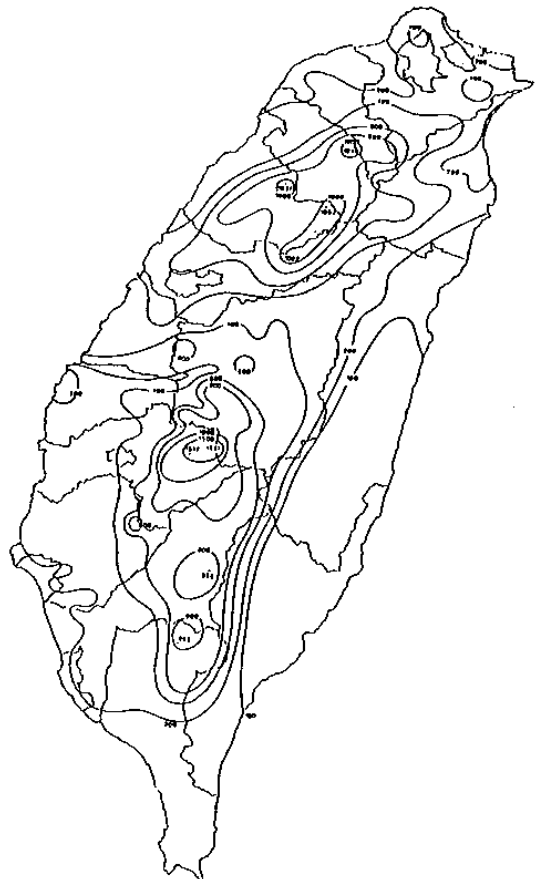


圖 1、賀伯颱風影響期間(85 年 7 月 30 日至 8 月 1 日)台灣地區總雨量(公厘)分布

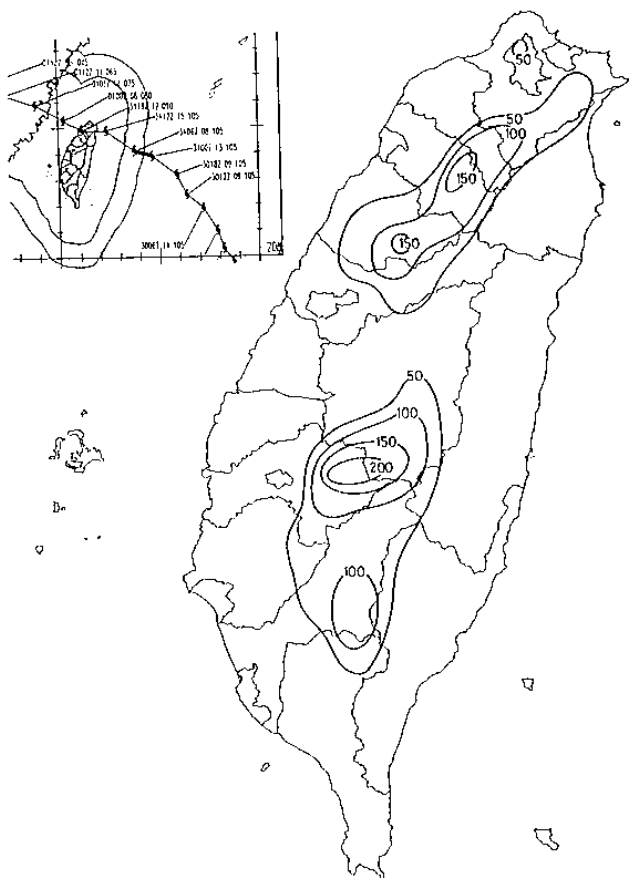


圖 2、a. 85 年 7 月 31 日 8 時至 14 時六小時，累積雨量大於 50 mm 涵蓋區域與颱風相對位置 (如路徑粗線所示)

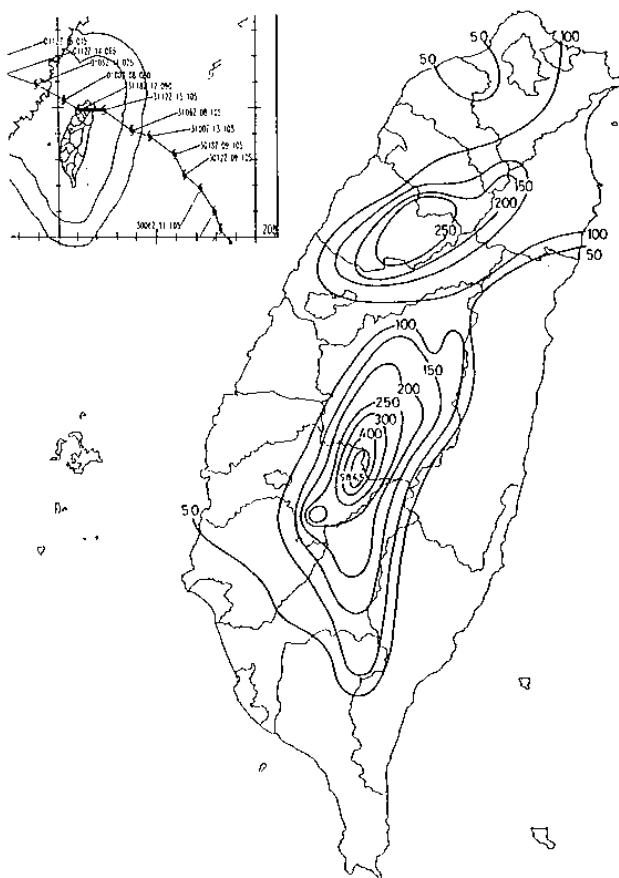


圖 2、c. 說明同 2a. 但為 85 年 7 月 31 日 20 時至 8 月 1 日 2 時

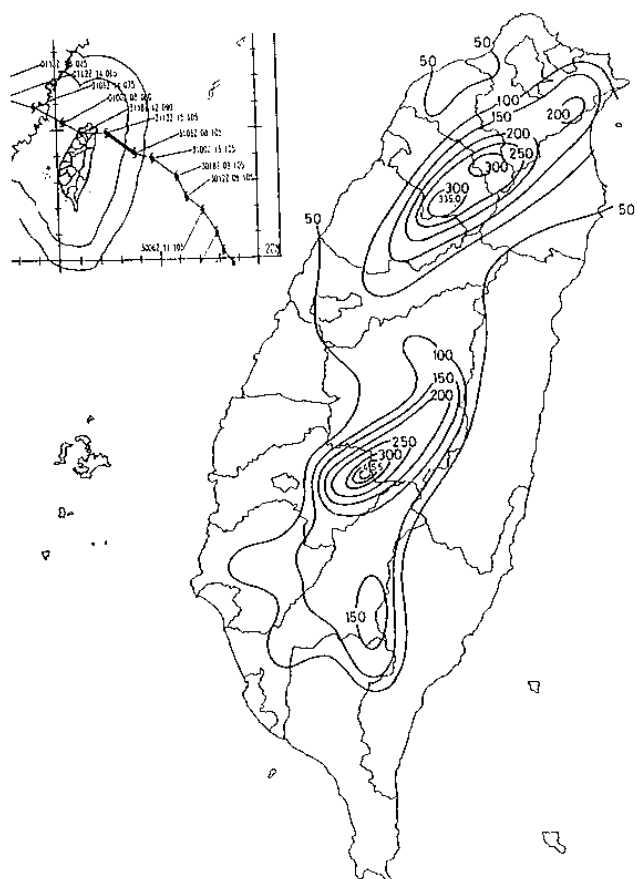


圖 2、b. 說明同 2a. 但為 85 年 7 月 31 日 14 時至 20 時

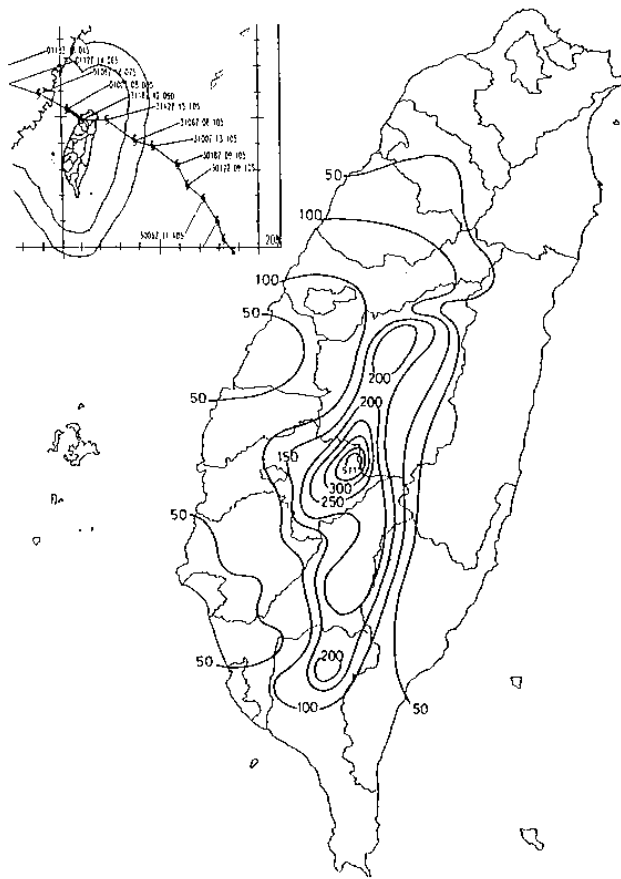
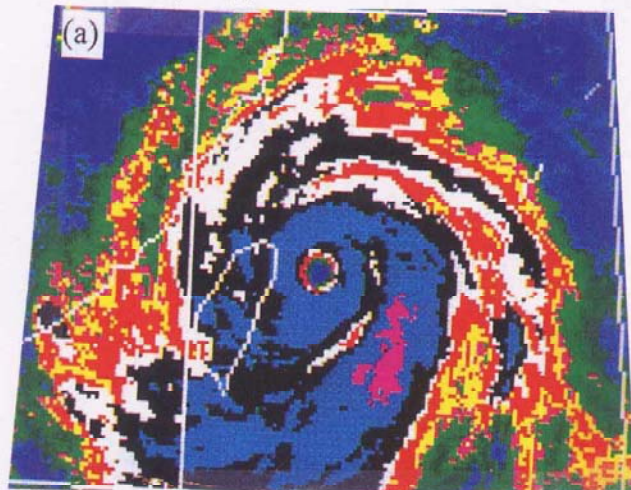
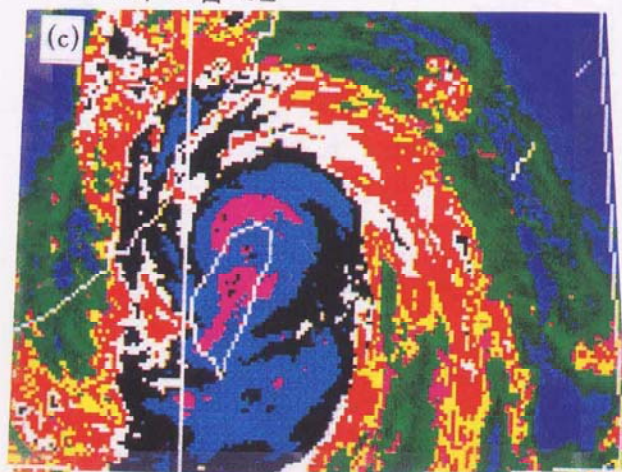


圖 2、d. 說明同 2a. 但為 85 年 8 月 1 日 2 時至 8 時

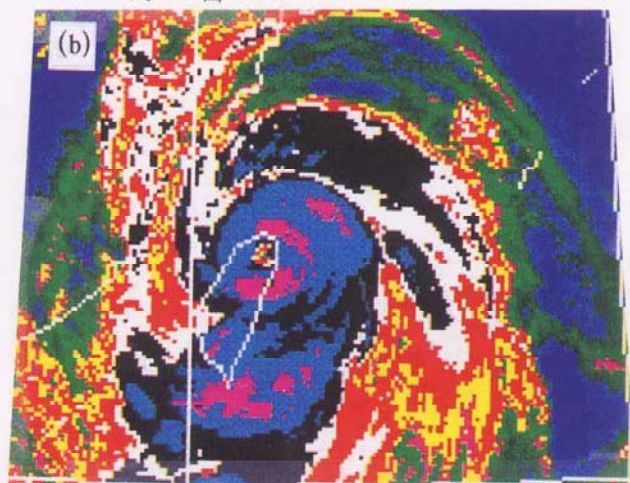
85 年 7 月 31 日 10Z



85 年 7 月 31 日 15Z



85 年 7 月 31 日 14Z



85 年 7 月 31 日 23Z

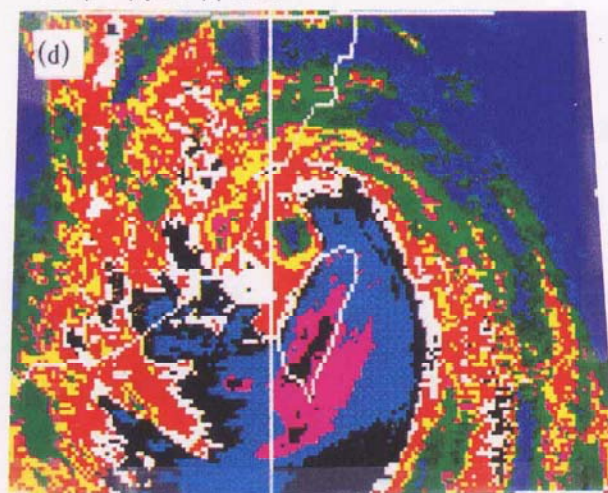


圖 3、a-d 日本 GMS-5 氣象衛星所觀測賀伯颱風每小時紅外線色調強化雲圖

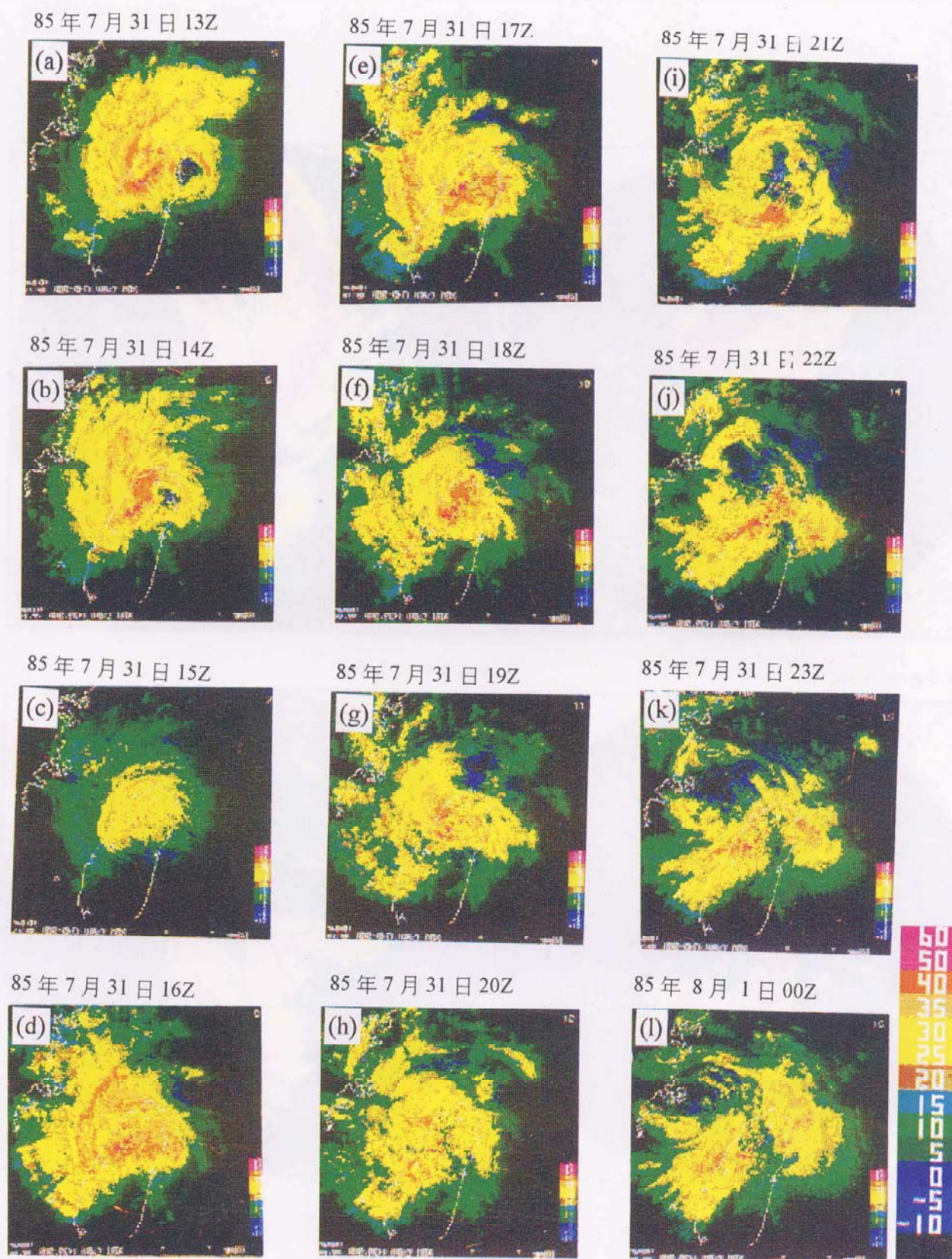
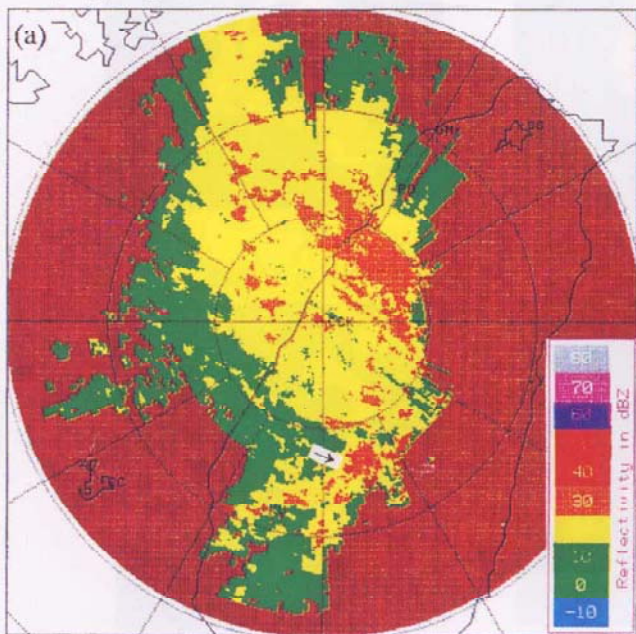
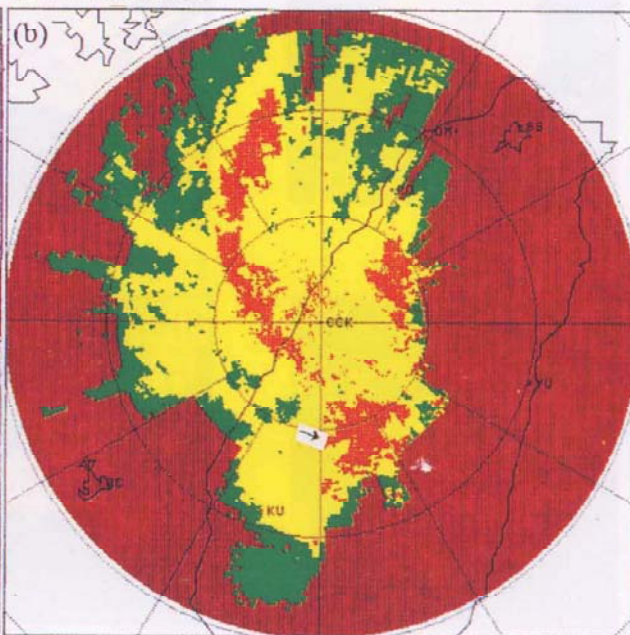


圖 4 、 a-1 桃園中正機場都普勒氣象雷達站所觀測賀伯颱風每小時降水回波 CV 圖

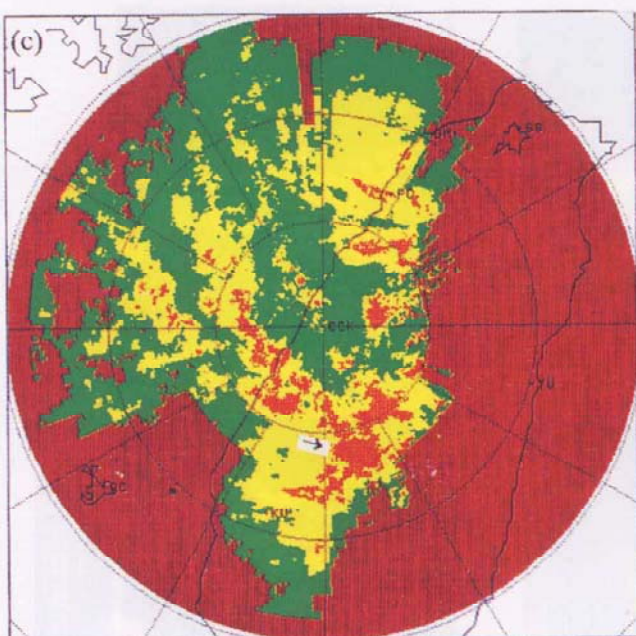
85 年 7 月 31 日 13Z



85 年 7 月 31 日 16Z



85 年 7 月 31 日 19Z



85 年 7 月 31 日 22Z

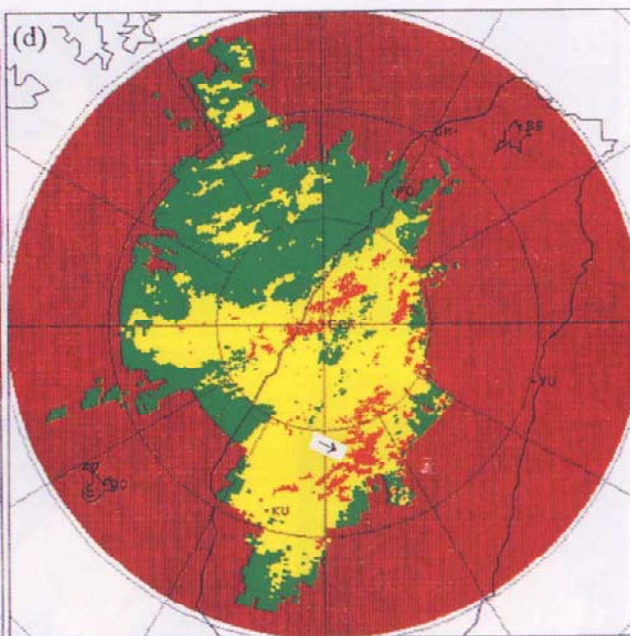
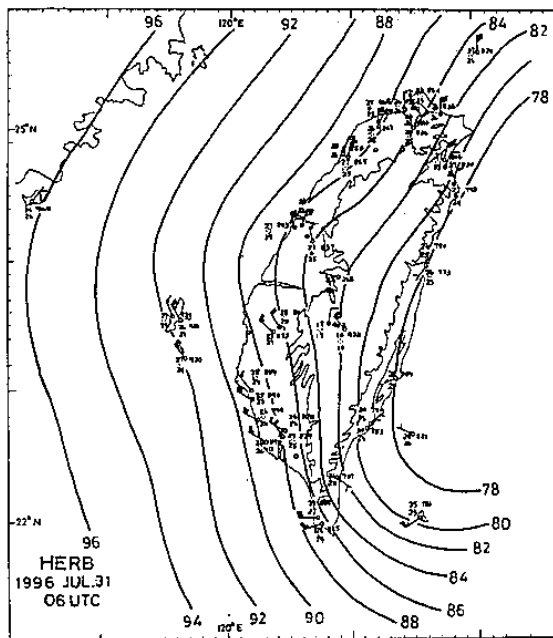
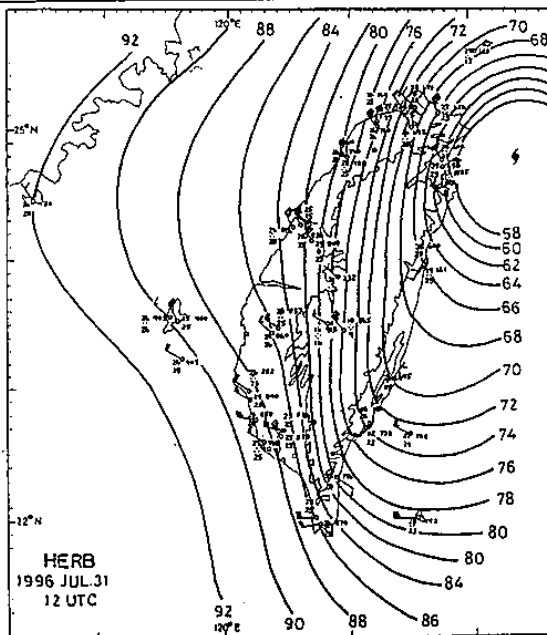
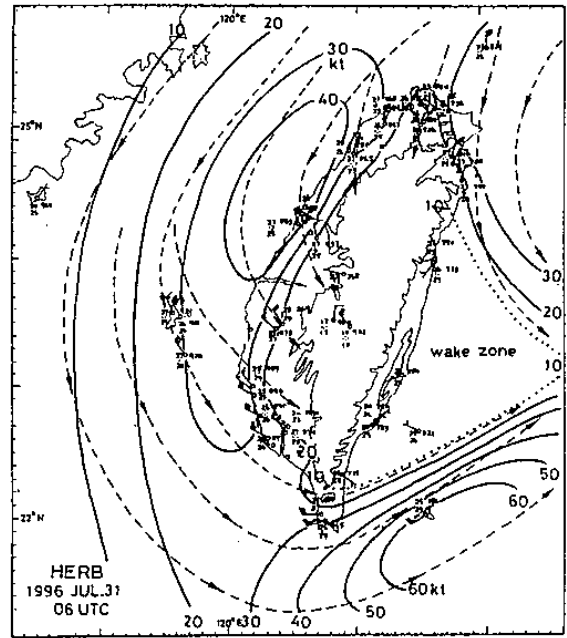


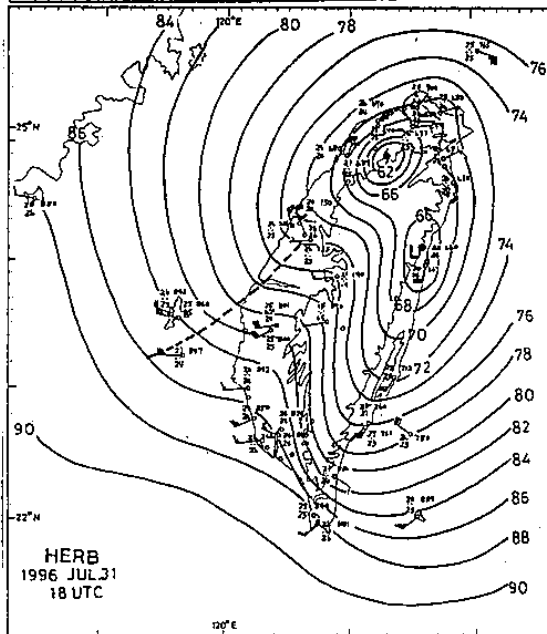
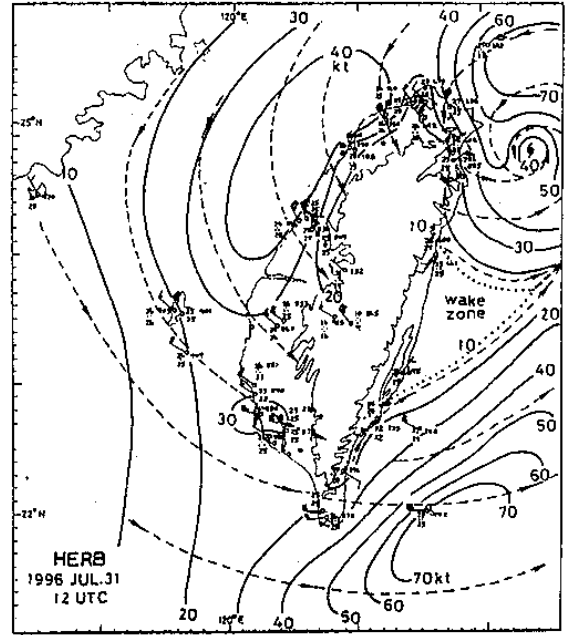
圖 5、a-d 台中清泉岡都普勒氣象雷達站所觀測賀伯颱風每隔 3 小時 3 公里等高度降水回波圖



(a)



(b)



(c)

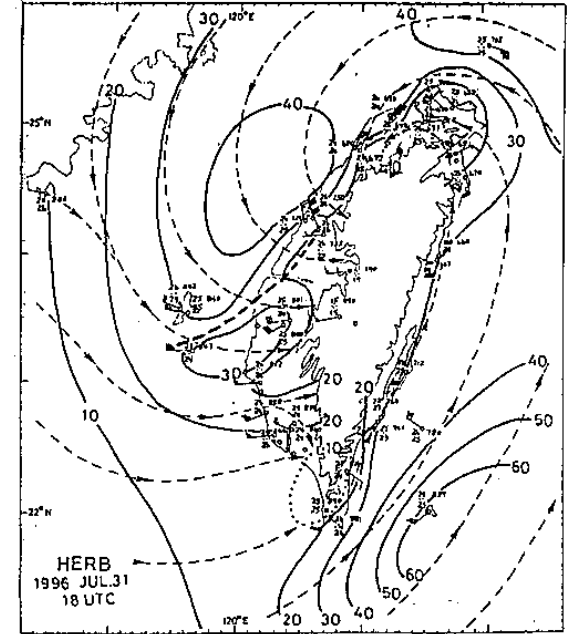
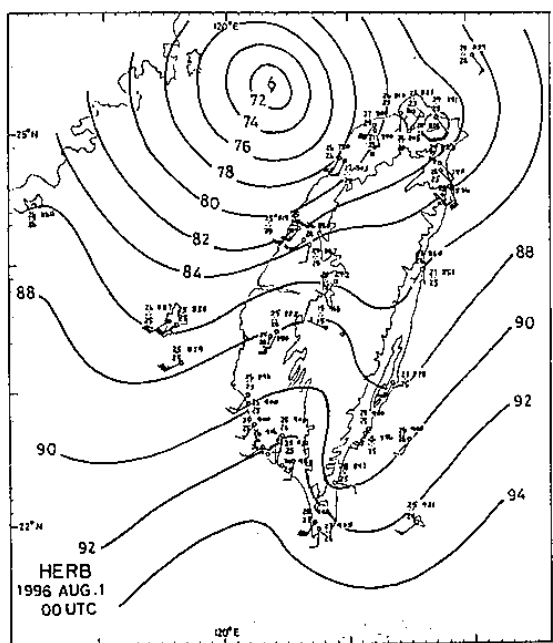


圖 6、a-c 賀伯颱風地面詳圖分析，圖中粗斷線為氣流輻合線，左圖中實線為等壓線，右圖中實線為等風速線，虛線為氣流線



(d)

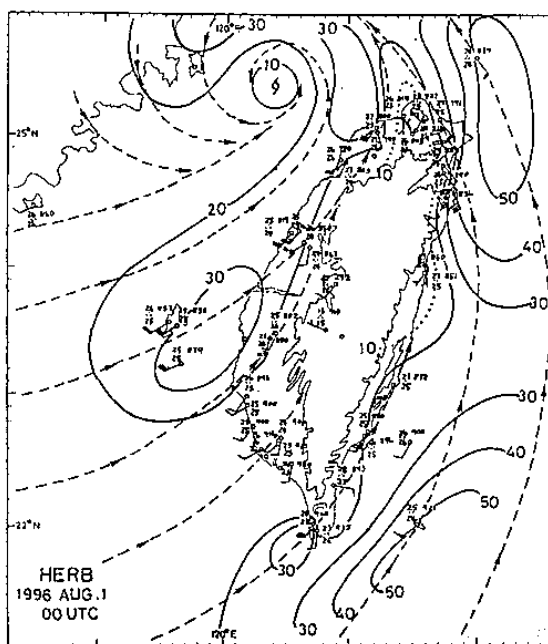


圖 6、d 說明同圖 6a，但時間為 85 年 8 月 1 日 00Z

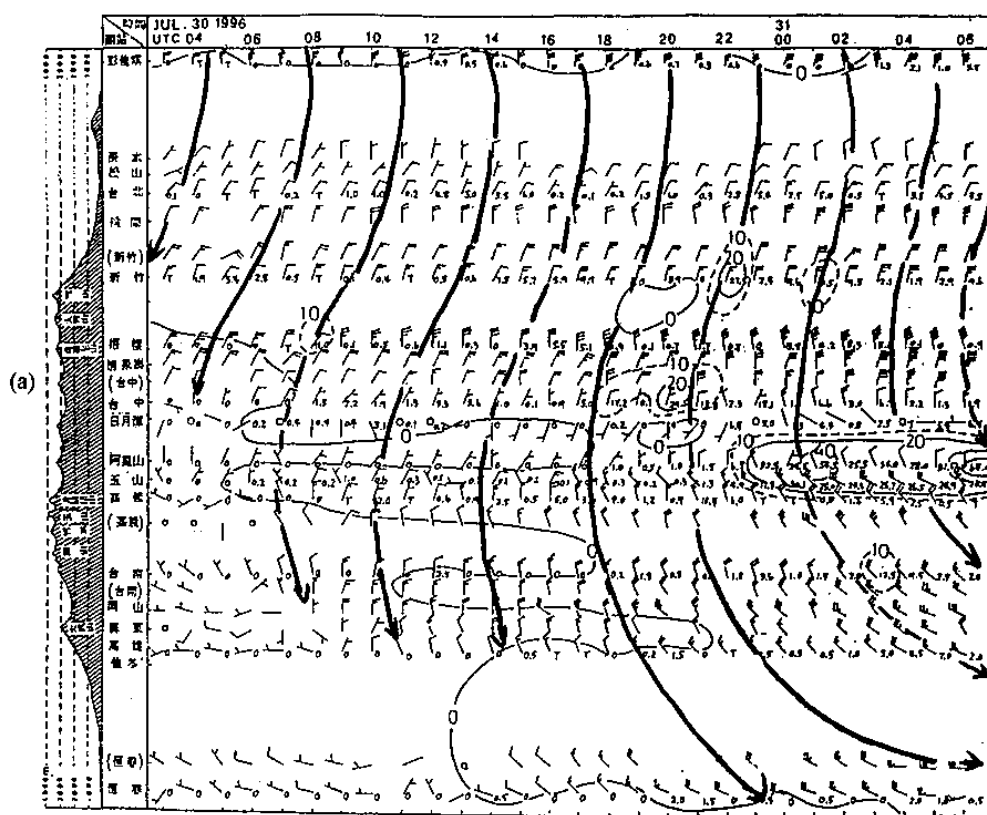


圖 7、a 賀伯颱風過境前後，台灣中央山脈西部各地(由北向南)出現降水時之流場及風速之時間變化剖面圖。圖中細實線表等雨量線，細點線表雨量小於 10 mm，粗斷線表氣流輻合線，粗實線表氣流線

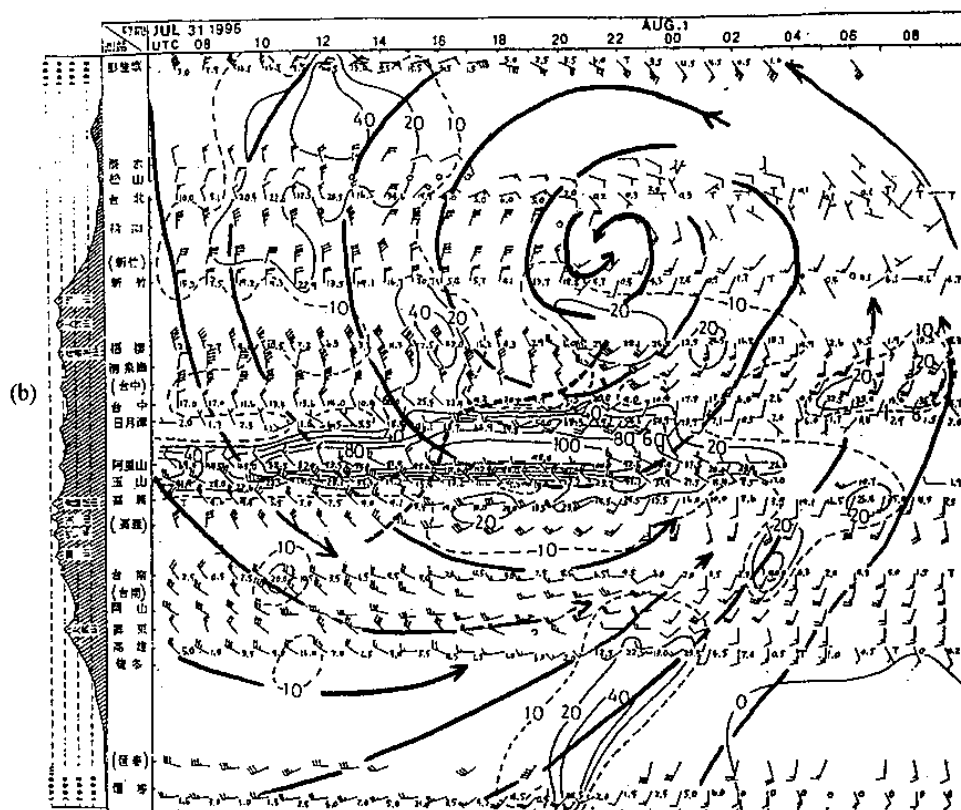


圖 7、b 說明同圖 7a，但時間為 85 年 7 月 31 日 07Z 至 8 月 1 日 08Z

第一階段

第二階段

第三階段

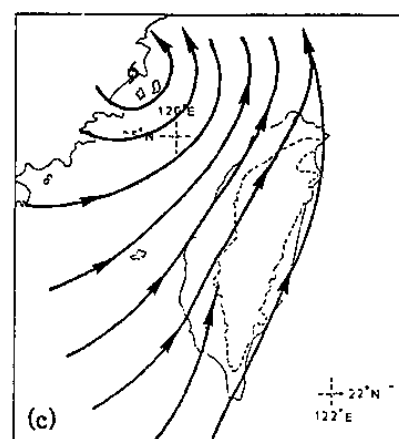
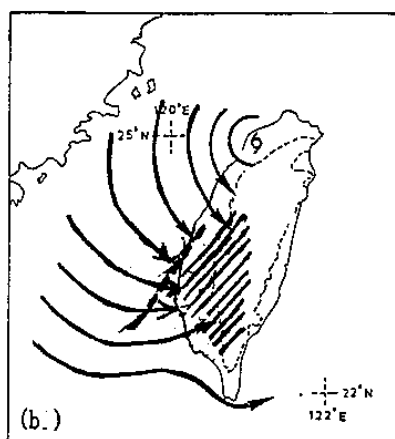
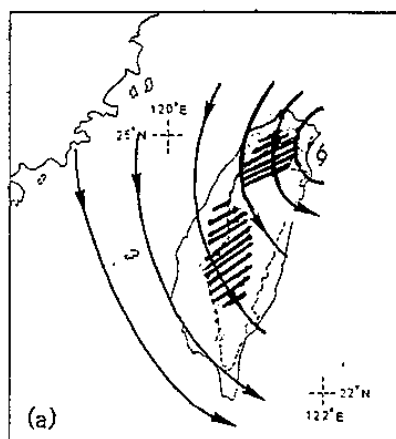


圖 8、賀伯颱風引發台灣西部造成豪雨(斜線區)之示意圖。(a)颱風趨近台灣，西部由北風轉為西北風，北部及中部平地山區開始出現豪大雨。(b)颱風中心登陸台灣及北部時，南部開始出現西南風上坡流，與中部一帶之西北流產生輻合現象，中部平地開始出現豪大雨，山區豪雨加強且持續。(c)颱風中心遠離，台灣西部氣流轉為偏南風與山脈平行，山區降雨明顯減弱。