

# 通過台灣北部海上颱風與台灣中南部豪雨之研究

俞家忠

空軍氣象聯隊

(中華民國七十一年五月一日收件)

## 摘 要

本專題係利用民國41—70年通過台灣北部海上之颱風(包括形成於台灣東部近海及其北部海上者)資料,地面及高空圖,探空觀測資料,以及台灣中南部(清泉崗、台中、嘉義、台南、岡山及屏東南場)六個測站之降水紀錄,以研究此區颱風對台灣中南部降水之關係,並以任何一個測站所測得日雨量等於或大於200公厘及任何一個測站所獲總雨量達到等於或大於500公厘之降水強度為豪雨之定義,藉統計求出引起此種中南部地區豪雨之颱風共計18個,其中除形成於台灣東部近海及北部海上者3次外,另15次係自其他地區所移進。引起台灣中南部豪雨之颱風,均發生於6—9月份,其中尤以七八月份佔絕大多數,分別為7及5次。經研究顯示,此類颱風形成台灣中南部豪雨之主要原因,係颱風通過有關地區後,觸發來自低緯並通過南海而抵達台灣之潮濕不穩定氣流所造成。此種利於台灣中南部豪雨氣團之特性,經個案研究獲知,除水汽相當豐沛外,下對流層有較顯著之不穩定現象,自地面至上對流層間,伴有多次冷暖平流存在。此種豪雨之發生,雖與西南氣流有關,但其出現時機並非與台灣中南部發生較強之高空西南風相吻合,而係與低層噴射氣流軸左前方象限中強烈輻合區之到達有密切關係。

## 一、前言

台灣地理環境特殊,氣流受地形影響非常顯著,致各地降水分配頗不均勻;在較長的東北季風期間,處於背風面之西南部地區,雨量極為稀少,而在西南季風之熱季,西南部地區之雨量則相當豐沛。一般而論,6—9月份之總降水量約為年降水量75%左右。此種降水包括部份梅雨、氣團性雷陣雨,以及颱風雨,其中以由颱風直接侵襲或其有關環流所引起之降水最為重要。根據吳宗堯、王時鼎(1981)、俞家忠(1981)對台灣乾旱問題之研究時顯示,颱風雨量之多寡,對台灣乾旱發生關係異常密切。颱風雖為台灣地區熱季降水之主要系統,為吾人解決用水短缺問題。但因降水強度大,兼之有時持續時間久,而水庫(水壩)蓄連不夠普遍,未能充份發生調節作用,致山區大量雨水下流以及山洪爆發之結果,易造成各種水災,局部水災更為普遍,其中尤以台灣中南部地區者為最甚,這是一個相當嚴重的問題,影響所及,不僅關係到人民生命財產的損失更關係到經濟發展,國家強弱。如何能正確預測此種暴雨及水災之發生,預作適當之防範,使災害及其影響減少至最低,是每個氣象學者專家及從業人員共同努力以赴的大目標之一。

根據筆者三十多年從未間斷之實際預報工作經驗及有關零星筆錄資料獲知,部份中南部之豐沛降水,係在颱風離開台灣後或颱風自他處移至台灣北部或東北部距離台灣相當遠之海上後所發生,亦即部份連續性之逐日(並非每小時均有雨)降雨,係出現於颱風所帶來之狂風通過台灣之後,以及颱風暴風半徑從未移入台灣有關範圍內之情況下發生。因鑑於此種型態之降水強度大,不僅引起台灣中南部地區之嚴重災害,影響深遠而重大,而對此類降水之預報相當困難,且以往大家對此方面之研究未臻普遍,故對此一問題加以研究。

本研究係利用民國41—70年通過台灣北部海上之颱風資料、地面及高空圖、探空觀測資料、以及台灣中南部六個(清泉崗、台中、嘉義、台南、岡山及屏東南場)空軍測站之降水紀錄,以研究台灣北部海上颱風對中南部地區降雨之關係。首先,繪出通過台灣北部海上颱風之路徑圖,包括生成於此區之颱風及自他處以各種軌道移入者,並在每個颱風路徑上書明日期,進而計算出在此等颱風情形下之雨量,藉統計方法求出引起台灣中南部豪雨之颱風,並分析其原因,以期對此問題獲得較佳之瞭解。

，進而發展有關預報法則，俾供今後實作預報中及對進一步研究時之參考運用，更望在未來大型防災氣象專題研究中，能收到拋磚引玉之效果。

## 二、通過台灣北部海上颱風對台灣中南部降雨之研析

西太平洋颱風之動向，一般係由太平洋副熱帶高壓所控制，颱風是否能進入台灣北部海上，完全取決於太平洋高壓所在位置及其強度而定。一般而論，進入台灣北部海上之颱風可分成兩大類；一類係在台灣東方近海及北部海上形成者，另一類則自他區移入者，故分別加以研究。

(一)形成於台灣近海及北部海上颱風對中南部降雨之研析：——凡形成於北緯20度以北及東經130度以西之颱風均加以統計，在民41—70年間，共計發生15次颱風，其路徑詳如圖一所示。有關颱風之生成年月日，颱風名稱、形成地點、颱風強度、移動概況、以及經詳細統計所得中南部各測站之雨量情形，詳如表一所示。由圖一獲知，形成於此區之颱風路徑普遍較短，主要由於生成源地所在緯度偏高而距陸地太近之故。此類颱風之行向，以偏西者之6次為最多，形成後向北及漸次轉北之5次為次多，而以形成後向東北及漸次轉向東北者為最少。生成於此區之颱風，以八月份之7個為最多，七月份之6個為次多，而以九月份為最少。亦即有87%係形成於七八月間，其原因可能是平均ITCZ（或稱為季風槽）位置偏北所致。此等颱風有60%屬於輕度，不過民五十三年七月二十日所形成之貝蒂颱風，亦曾達強烈之強度。經詳細分析此等颱風與台灣中南部所獲降水情形後，可歸納為下列要點：

1. 除極少數形成位置特別偏東及偏北者外，一般颱風均可予台灣南部以相當之降水，其中有三次颱風（琪坦、美蘭、歐拉）之降水量相當豐沛，不論日降水量及總降水量均相當多，其中屏南、岡山及清泉崗，日降水量曾分別出現472.5、326.9及289.7公厘之強度，並均曾因豪雨而造成水災。其次，尚有一熱帶低壓及希絲颱風所引起之降水量亦相當多，清泉崗及岡山兩地之最大日降水量，曾分別發生167.2及115.2公厘之強度，各地總雨量亦相當大。圖二所示，為引起中南部各測站平均總降水量在200公厘以上之四次颱風所引起各地雨量分佈情形，除美蘭之雨量以台中一帶為最多外，一

般均以南部者為最多，預報時應注意及之。

2. 生成於此區內之颱風，對台灣中南部所帶來雨量之多寡，可由颱風進行路徑加以區分如下：

(1) 颱風或熱低生成後，移至東經122°以東，漸轉向北至東北行者，一般雨量不多，各地平均總雨量多在80公厘以下。颱風生成地區距台灣愈遠而無明顯西移即轉向北行者，雨量更為稀少。

(2) 颱風生成後凡具有向西移動分力，且能移過東經120°以西而進入大陸者，一般均可導致台灣中南部豐沛之降水量。此又可再分成下述諸況：

A 颱風向西移動速度慢，降水量較多，移動速度快，降水量較少。

B 凡颱風向西移至中國大陸後，如進行方向有偏西南之傾向者，則可產生更大之降水量。

C 凡颱風向西進行，距台灣北部愈近，而通過東經120°後能顯著向西南進行者，則台灣中南部之豪雨最為嚴重。

(二) 通過台灣北部海上颱風引起中南部豪雨之統計分析：

有關進入台灣北部海上之颱風，可區分為：自遠海直接移入之颱風，通過台灣及其近海轉向後移入之颱風，在較低緯地區轉向後經台灣及其近海而移入之颱風。同時為增進吾人對夏季中南部地區較大降雨之充份瞭解，對通過台灣北部後並未明顯進入北部海上之第一類颱風亦包括調查範圍之內。將所有這些颱風製成路徑圖，統計每個颱風情況下台灣中南部各測站之逐日降水量及該次颱風之總雨量，並以任何一個測站日雨量等於或大於200公厘及任何一個測站之總雨量達500公厘以上（含）者，作為豪雨之定義，求出民41—70年間引起台灣中南部地區此種降水強度之颱風，共計15個。此外，形成於台灣近海而引起台灣中南部此種豪雨者有3次颱風，共計18個。此外需加以說明者，地形對雨量之支配關係頗為複雜。同一時間相距頗近之兩地，亦有相差頗大之雨量發生，尤以近山區及山區為然。即以平地而論，雨量差異亦可能很大。例如民57年8月下旬，當颱風崔絲移至台灣東北部遠海時，台灣中南部六個空軍測站之降雨量均不大，各測站最大日雨量均不足100公厘。但同一時間中央氣象局台南觀測站曾觀得每小時84.7公厘之雨量，而永康測站則更有每小時101.6公厘之降水強度，相差之大，可見一般。因此，所求出中南部18

次豪雨，並不見得都能形成水災，也不見得在此種颱風情況下所造成之水災，均已包括在內。如將豪雨定義改為中南部任何測站降水量達每日150公厘(含)以上及總降水量達300公厘(含)以上，則引起豪雨之颱風數目將增為28個。此外，需加以一提的是，一般通過台灣北部海上之各型颱風，除造成上述相當顯著雨量者外，絕多數亦都能引起台灣中南部地區或多或少之降水，惟本專題係以能造成台灣中南部豪雨之颱風為重點，故對那些未能達到相當標準雨量之颱風，不作專門討論，僅於有必要時略為提及。關於造成中南部豪雨之18次颱風，按生成於5—6月、7月及8—9月份，分別繪成路徑圖，詳如圖三A至三C。至於此等颱風之形成日期、名稱，在台灣近海時之路徑分類，距台灣最近時之時間，中南部各地所出現之最大日降水量，颱風所引起之最多總降水量，以及其他等有關降水性質，詳如表二所示。按表中所列降水持續天數，係指因颱風影響或其環流所引起而並無明顯中斷之降水日數而言，表中所列發生系統性大雨與接近台灣時之時距，主要在調查中南部之此類降水與颱風環流本身之密切關係，即決定降水係由颱風本身所引起抑或由其導引而產生。經詳細分析此等颱風路徑與有關降雨情形後，可獲得下列要點：

1. 以颱風路徑論：造成台灣中南部豪雨之18次颱風中，以在花蓮附近登陸於新竹附近出海之第二類颱風及通過北部近海之第一類颱風為最多，幾達半數，以台灣東北部海上較遠地區通過者為次多，共有6次，而以自低緯在台灣附近向東北進行者為最少。顯示第一及第二類颱風在形成中南部豪雨之顯著地位。此種颱風當其位於台灣海峽北部及福建一帶時，即出現豪雨。此種颱風有的繼續西進，有的人中國大陸後轉向北，有的再折向東北行，而重返台灣北部海上，予台灣中南部以相當之降水。在台灣東北部及北部海上呈拋物線向北北東至東北進行之颱風，在形成中南部之豪雨中，非常重要，將在下節中討論。

2. 以生成源地論：在18次颱風中，除民41年7月之琪坦生成於琉球北海面外，其餘大多數生成於台灣東南方與菲律賓東北部海上，在南海形成者有2次，如將民48年8月7日之針尖小熱帶性系統亦列入，則為3次。生成於南海之颱風，其生成季節與台灣中南部豪雨之關係異常密切，一般而言，

5—6月份生成南海而向東北進行通過台灣及附近者，引起中南部之降水持續時間較久，民55年5月及42年6月所生成之兩次裘迪颱風，會依次分別成長達17日及11日之持續降水。其原因係由南海帶來潮濕之西南氣流所引起。有關這方面，將在下節作討論。

3. 以形成月份言：在引起台灣中南部豪雨之18次颱風中，以7月份之7次為最多，8月份之5次為次多，兩者合計佔總數之67%，值得一提的是，9月中旬以後，引起台灣中南部此種強度之豪雨，在過去31年中未曾發生過，此當然由於夏季已過，北來空氣已漸趨活躍，颱風通過台灣北部海上後，可迅速導引北來氣流南下，而不利於中南部之降水。

4. 台灣中南部豪雨情況下之降水情形，分述如下：

(1) 降水持續天數：一一多寡不一，多則17天，少則4天，平均為7.2天，一般以5—6月份颱風過境所引起之降水為最久，而以9月份者為較短。

(2) 發生系統性大雨與接近台灣時之時距(天數)：一一以登陸台灣北部之第一類和接近台灣北部尖端近海通過之第一類颱風，以及有明顯向西移行分力之颱風，均無時距發生。亦即系統性最大降水係在颱風最近時之未來24小時內出現。而颱風距台灣東北方及北方較遠海面通過者，一般均有時距出現，顯示此類颱風在中南部豪雨引發所具之潛在性，應予特別重視。

(3) 出現兩次系統性大雨之時距：一一在18次颱風中有6次會引起台灣中南部地區兩次系統性大雨，其時距在2—6天間，此種颱風均屬轉向東北行者，其中以在台灣東北方轉向者較多，但登陸台灣後轉向者亦有之。

(4) 台灣中南部之各地雨量分佈一一綜合18個颱風所引起中南部之各地雨量，茲按最大日雨量及最多總雨量說明如下：

A 最大日雨量：以台中1046.7公厘為最大而以清泉崗之618.9公厘為次大，此為民48年8月7日由艾玲颱風轉向東北行後所導引南海針尖熱帶低壓系統北上所造成。各地最大日雨量在300公厘(含)以上者，由北向南遞增，台中2次、屏東4次。

B 各地最多總雨量：將18次颱風所降之最

多降雨量加以統計，除嘉義外，其餘測站均曾獲得一次颱風影響下之最多總降水量，但以屏東出現10次為最多，台南4次為次多，亦即屏東有55.6%之機率，而台南有22.2%。由於此等引起台灣中南部豪雨之颱風，多在北部海上或台灣海峽北部，距屏東較遠情況下發生，今降水強度及總降水量均以屏東為最多，顯示地形對此等雨量分佈，關係極為密切，亦顯示南部發生豪雨較中部為頻仍。

### 三、颱風引起台灣豪雨之研究

颱風過境，對一地雨量之多寡，取決於颱風本身之環流雨及氣流受地形影響所導致之地形雨，兩者均可藉計算而得。廖學益(1981)更述及颱風所導致降雨可分為：颱風中心部之渦旋雨、地形雨、颱風外部所導致之降雨，及鋒面所導致之雨，廖氏所謂颱風外部雨，係指颱風進行方向右半圓距中心500--800公里之範圍內，由強烈對流所形成之雲帶所導致之雨。在台灣北部及東北部地區，因颱風所導致之雨量，大致係包括環流雨、地形雨及由鋒面南下後所導致強烈氣壓梯度情況下之共伴環流雨，但因地形關係，中南部地區所獲之颱風雨，則不盡相同。

(一)引起中南部地區夏季豪雨原因之分析：——俞川心及黃中成(1975)將形成台灣南部之豪雨，歸因於颱風、熱帶性低壓，台灣波及雷雨等分別所造成，俞氏等並求出第八類路徑之颱風對台灣南部之降水最具影響，其次為自東向西通過台灣中部之第三類颱風。俞家忠(1970)曾述及沿台灣海峽北上之颱風，對台灣中南部豐沛雨量之重要性。王崇岳(1976)利用500MB研究台灣中南部之暴雨，獲得結果是：850MB低層噴射急流帶與500MB面槽相交右上角區即為暴雨區，在此三角地區之東側因中央山脈之阻擋，與台灣海峽半部地形之輻合，助長暴雨之勢，低層噴射急流之北側常為滯留鋒或副熱帶之輻合區，在此期間，台灣東南方必為一高壓脊，如為一低壓區或低壓槽時，則500MB台灣上空可能西北風出現，無暴雨可能。依據上述統計，並分析多種天氣之結果，筆者認為台灣中南部區域性之豪雨，可歸納為下列因素：

1. 颱風的直接影響：——當颱風位於最適位置，使颱風環流雨及地形雨達到最大強度，即可產生豪雨，如通過此適當地區的經歷時間愈久，則雨量

愈多中南部地區而言，當颱風自海峽南部沿台灣海峽緩慢北上，可使中南部地區產生豪雨。其次，當颱風通過台灣及其近海而抵達台灣海峽北部至福建一帶時，台灣中南部可產生相當強度之豪雨。當然，颱風本身環流之大小，雲系結構等，亦為決定中南部豪雨強度之要件。

2. 颱風通過台灣及其有關地區後所導致之潮濕而不穩定氣團之影響：——當颱風轉向移至韓國至日本一帶時，而低層顯著ITCZ位於南海至台灣一帶時，常可導致潮濕而不穩定的氣流抵達台灣，而造成台灣中南部之顯著降水。在此種情況下，常有小型熱帶性低壓系統，隨西南氣流移向台灣南部，有的被阻於西南部地區，而形成西南部強烈豪雨。有的可連續通過台灣而向東北進行，使台灣西南部地區發生間歇性豪雨。

3. 低層顯著西南風噴射氣流軸左前方極不穩定區之影響：——大家都深切體認，台灣區中南部地區之降雨與西南氣流間之密切關係，經筆者進一步之研究發現，台灣西南部之區域性降雨之開始及降雨強度之大小，並非完全與西南風之強弱成比例，而係與低層西來風噴射氣流軸心前方之顯著輻合區有密切關係。此在下節個案分析中，將予以討論。

4. 不穩定空氣受午後對流影響：——當台灣位於ITCZ附近，台灣空氣相當不穩定，但無明顯熱帶性低壓活動，午後因對流作用，可導致雷陣雨，亦可能形成豪雨。

(二)民國70年9月由艾妮絲颱風導引而產生九三豪雨之個案分析：

民國70年9月初在台灣中南部地區所發生的九三豪雨，係由艾妮絲颱風通過台灣東北部210滬海上漸轉北至東北後所引起之標準情況，為深切瞭解其一切情形，乃予以分析。

1. 地面至500MB天氣圖：——民國70年8月31日1200Z至9月2日1200Z期間，有關地面、850MB、700MB及500MB圖，詳如圖四A至四C所示。由圖顯示，艾妮絲颱風於8月31日距台灣為最近，此時台灣南部地區已出現相當顯著之西南氣流，華南沿海有明顯之輻合區及槽線，但由表中獲知，當時各地降雨量均很少，僅玉山及阿里山之雨量較大。自此以後，隨着颱風北進而漸次更遠離台灣，地面及低層輻合區亦稍有北移，但並不顯著。綜觀此艾妮絲颱風結構，東南方之風系遠較西北方為強。

2 西南氣流與中南部豪雨關係之研究：——就較長時期之觀點言，西南氣流與中南部降水關係頗為密切，為深切體認夏季西南氣流強弱與中南部降水是否存在有正相關，特別颱風期間兩者之相關性，筆者曾翻閱引起大雨期間之西南風情形，發現兩者並非均成比例，亦即純以風速一項很難決定降水情況，而必須考量水平及垂直兩方面之配合，始可大致決定降水情形。即以艾妮絲颱風之東港高空風而言，西南風速大小亦不與中南部降水強弱相一致。民70年8月31日0000Z至9月5日1200Z間東港逐日高空垂直分佈情形（內0312Z及0400Z係馬公資料），詳如圖五所示。圖中並繪有等風速線，下方並附有該日24小時後中南部六個測站之總降雨量及各測站之平均降雨量。顯然，8月31日1200Z時，東港16000呎以下各層，風向已由原來的西北偏西轉為西南偏西，風速亦明顯增大，下對流層最大風速達每小時40哩，已屬相當強烈，至9月2日1200Z時，除低層外，5000呎以上高空風已明顯減弱，至9月3日0000Z，各層高風更普遍減弱。再分析此期間之降水量（詳如表三所示，表中並附有此次颱風之路徑，中南部各測站之每小時最大降水量及出現各種強度降水之時數），發現東港風速大小，並非與中南部之降水強度成正比。為進一步瞭解此種低層西南氣流對台灣中南部降豪雨之影響，乃將8月31日0000Z至9月4日1200Z間之850MB氣流線加以繪製，詳如圖六A及六B，圖中並附有等風速線，顯而易見，此次中南部地區所出現之豪雨係由低層噴射氣流軸心左前方顯著輻合區所造成。

3 氣團秉性分析：——民70年8月31日及9月3日早晨八時東港探空觀測資料，詳如圖七所示。圖中並附有各層高空風，分析此兩曲線及高空風結果，發現自地面至430MB間，溫度普遍下降，其中尤以700—585MB間降得最多，其量達5°C左右。再看9月3日0000Z之高空風垂直剖面，自地面至高層，風向有多次順轉和逆轉，顯示上空冷暖平流作用相當顯著，致引起台灣中南部之豪雨現象。此種潮濕而不穩定氣團，顯然由艾妮絲颱風北上後所導引而抵達台灣，其源地是否來自南海區低緯地帶之赤道氣團，抑或通過赤道來自南半球？有待進一步研究。此種由颱風北上所導引抵達之雲雨帶，與廖學益(1981)所述及距離風中心500—800公里範圍內之雲雨帶是否有所相關，亦有待未來進一步

步研討。

4 南部地區相對渦度及輻散(合)量分析：此次引起台灣中南部之豪雨，其系統係來自傳統氣象資料稀少之南海，致一般由電子計算機所求出之區域性渦度分佈，很難達到準確程度，無法藉正負渦度平流區對天氣影響之觀念來探討中南部之豪雨現象。因此，筆者利用有限增量法(FINITE INCREMENT METHOD)藉有限網格(FINITE GRID)可測出風場中通過一點風向量之改變情形，而計算相對渦度及輻散(合)量。本次計算係採用自然坐標，網格長度(GRID LENGTH)為180哩(三個緯度)相對渦度所用公式為：

$$\zeta_v = \frac{V}{R} - \frac{\partial V}{\partial N} = VK - \frac{\partial V}{\partial N} = V_P \frac{\Delta \alpha}{\Delta S} - \frac{\Delta V}{\Delta N}$$

輻散(合)所用公式為：

$$\text{DIV}_2 V = \frac{\Delta V}{\Delta S} - V_P \frac{\Delta \alpha}{\Delta N} \quad \text{式中 } V_P \text{ 為求相對}$$

渦度測站之風速， $\Delta \alpha$  為風向之變量， $\Delta V$  為風速之變量， $\Delta S$  為沿氣流方向之網格長度， $\Delta N$  為沿法線方向之網格長度，此處採用自然坐標，背風而立，左方為正。

根據上述公式，利用850MB至200MB之各層台灣及其附近高空風資料（氣流線及等風速線），求出七十年九月一日至五日間，每日兩次之相對渦度及輻散(合)量（單位為： $10^{-6} \text{ s}^{-1}$ ），詳如圖八A及八B所示。經分析獲得下列要點：

(1)中、下對流層最大正（氣旋型）渦度區及最大輻合區，兩者分佈相當一致，均以九月三日及其前後時間為最大，此與台灣中南部地區所發生之最大降水頗為吻合，顯示此兩者運用於台灣熱季之天氣預報中，值得特別重視。

(2)當發生最大豪雨期間，輻合層高達500MB，且量亦相當大，300MB及以上為輻散。值得一提的是，當九月三日中、下對流層出現最大時，200MB層上之輻散量亦達最大值。

(3)各日各層所出現之渦度，以850MB( $85 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ )為絕對最大，各層所發生之輻合量，則以700MB( $78 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ )為最大。

(4)由圖八A之渦度圖及圖五之東港高空風獲知台灣中南部豪雨期間，有相當明顯之正渦度平流作用。

#### 四、結論

經由上述研究，獲知通過台灣北部海上之颱風與中南部豪雨之發生，關係異常密切，並獲得下列結果：

(一)造成台灣中南部地區豪雨之颱風，包括生成於台灣東部近海及北部海上，以及來自外區移入者

(二)颱風位於最適當位置，使一地獲得最大強度之環流雨及地形雨時，即可產生豪雨。對台灣中南部而言，當颱風自台灣海峽南部沿台灣西海岸緩慢北上，可導致台灣中南部相當嚴重之豪雨而造成水災。其次，當颱風通過台灣北部及北部尖端近海而抵達台灣海峽北端及福建一帶時，每多引起台灣中南部之豪雨。

(三)通過台灣東北方海上轉向東北行之颱風，當其移至韓國日本一帶時，每可導引來自南海低緯地區之潮濕而不穩定氣流移向台灣，造成台灣中南部嚴重之豪雨。利用 850MB 氣流線分析，為發現南海有低層西南噴射氣流軸存在並向東方移來，當台灣位於此軸心左前方之顯著輻合區內時，即造成台灣中南部豪雨，細心分析此低層噴射氣流軸，可供預報豪雨出現時間之有效依據。

(四)台灣中南部豪雨之是否發生，並非與當時所出現之西南氣流強弱均成比例。而必須考量台灣及其附近整個氣流場始可決定，在今後天氣預報作業上，此點事實應予以重視。

(五)經分析東港探空曲線獲知，中、下對流層溫度顯著下降（以 700MB—600MB 間降低  $5^{\circ}\text{C}$  左右為最多），自地面至高空有多次冷暖平流出現，為台灣中南部發生豪雨之氣團概況，此種潮濕而不穩定之氣團來源，有待進一步研究。

(六)藉有限增量法求出台灣南部（以東港為中心）850 MB 至 200MB 之相對渦度及輻散（合）量獲知，中、下對流層最大正渦度及最大輻合量區，兩者分佈頗為一致，均以九月三日及其前後時間為最大，此與中南部最大豪雨量相當吻合，顯示，此兩者運用於台灣熱季天氣預報中之重要性。

(七)就平均情況言，台灣中南部所發生之豪雨，以屏東為最多，依次向北減少。此種降水分佈，不僅可供預報豪雨時之參考，亦可供將來普遍性籌建防洪、儲水、發電、灌溉多目標水庫之參考。

### 參考文獻

空軍氣象聯隊、1973：西太平洋廿年來颱風概況

空軍氣象聯隊每年颱風路徑圖及颱風資料。

中央氣象局、1977：台灣八十年來之颱風。

徐晉淮、姚慶鈞、王博義、楊逢世、辛江霖、徐辛欽、1973：八十年來颱風路徑圖。

空軍氣象聯隊、各種降水資料，各種地面及高空圖，探空分析。

中央氣象局、台灣累年氣象報告及氣象資料年報。

王崇岳、1977：夏半年 500 毫巴面槽與台灣中南部地區之暴雨，第一屆全國大氣科學研討會論文彙編。268—282

曲克恭、1981：近年來國外颱風雨量研究之評介，颱風預報討論會論文彙編，157—162。

吳宗堯、1978：近年來國內颱風研究之評介，台灣地區災變研討會論文彙編，30—42。

吳宗堯、王時鼎、1981：民國 69（1980）年台灣乾旱研討，大氣科學第八期，95—104

林鞠清、1981：民國 66 年（1977）之颱風，颱風預報討論會論文彙編 57—70。

俞家忠、1970：颱風侵襲下，台灣各地雨量及台北水災之初部研究，氣象預報與分析第 45 期 1—22。

俞家忠、1981：民國 69 年—70 年冷季間台灣區異常天氣之研究，大氣科學第八期 105—126

俞家忠、1981：民國 36—68 年台灣乾旱之研究，中央氣象局颱風研討會論文彙編 55—71。

俞川心、黃中成、1975：台灣南部豪雨成災之分析，氣象預報與分析第 65 期 33—39。

廖學鑑、1981：日本之颱風預報評介，颱風預報討論會論文彙編，129—146。

俞川心、黃中成、1975：台灣南部豪雨成災之分析，氣象預報與分析第 65 期，33—39

TF-OZR2524-2028(6), 1961, The theory and applications of vorticity concepts in weather forecasting, Chanute technical training center, U.S.A.F

### 致謝

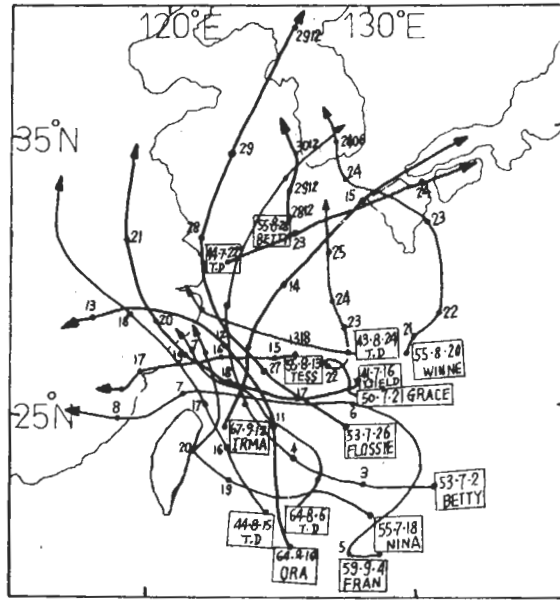
本研究所用有關資料，係由隋承森中校及陳明燁少校等協助提供，文中所有圖係由吳天渠學長及張儀峰、謝維權、李紀恩三位少校繪製，作者除對上述人員深表謝意外，對評審委員們的熱心，更深表誠懇之感謝。

**A Study on The Relationship between Heavy  
Rain over Southwestern Taiwan and Typhoons  
Passing over Seas North of Taiwan**

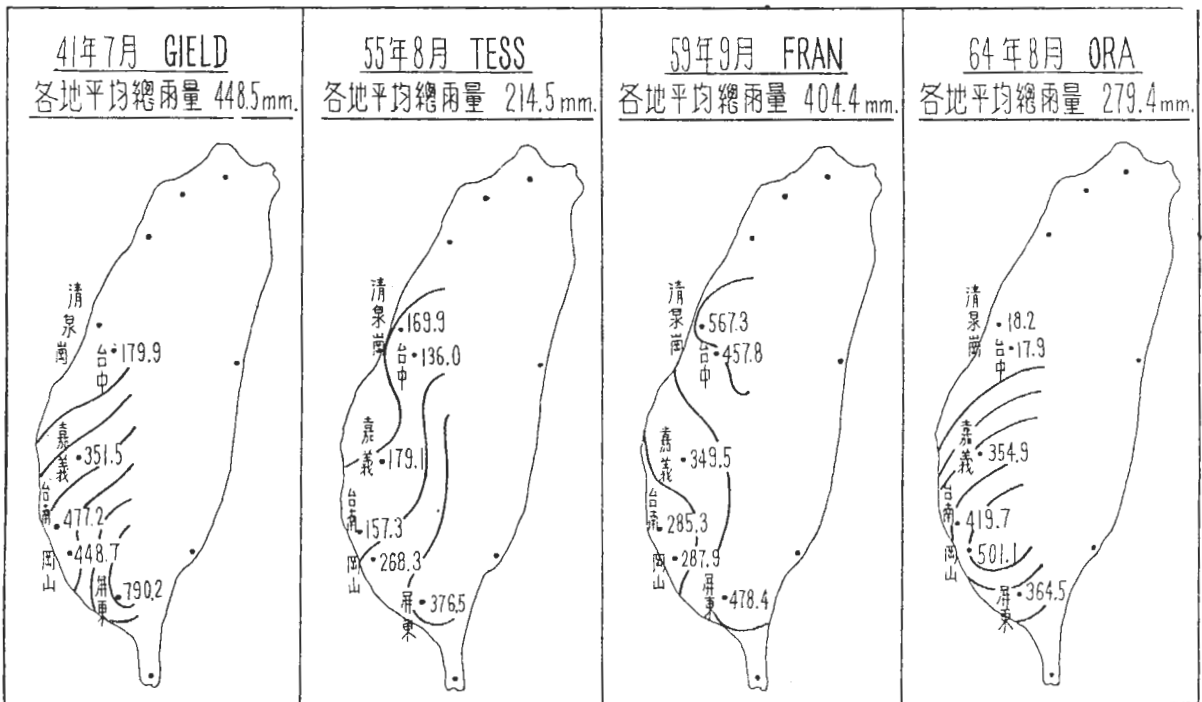
**Chia-Chung Yu  
Weather Wing, C A F**

**ABSTRACT**

This report was based on the data collected and concluded from the Typhoons Passing through the seas north of Taiwan in the Period from 1952 to 1981, Surface and upper charts, and detail rainfall records of six stations ( Chin-Chuan-Kung, Tai Chung, Chiayi, Tainan, Kung-Shan and Ping Tung ) over south-western Taiwan. With these information, the relationship between " heavy rains over south western Taiwan " and " typhoons passing over Seas North of Taiwan " had been studied scientifically. The " heavy rains " is defined as " any station which obtained the Precipitation of 200mm daily rainfall and over, and in the mean time any station Which recorded 500mm of total rainfall and over " . The records showed that there were 18 Typhoons Which Caused heavy rains in South Wester Taiwan. three of them were formed in the seas very close to Eastern and North Taiwan, and the rest 15 came from other areas. Most of these Typhoons occurred in the period from June through September, especially in July ( 7 times ) and August ( 5 times ). After the Typhoon Passing over the Related Areas and Steering Moist Unstable air Flows to Taiwan From low Latitudes and South China Sea Was The Main Reason of Causing Heavy Rains in South Western Taiwan. It is Found by Case Study That the air Mass Favorable to Heavy Rain was Identified as Very Unstable in The Lower Troposphere and existing with many layers of cold advection and warm advection Between Surface and upper Troposphere. These heavy rains were although related with the south west flow. However, The triggering mechanism of occurrence was due to approaching of the intense Convergence zone associated with the left front quadrant of low level jet axis of south west flow .

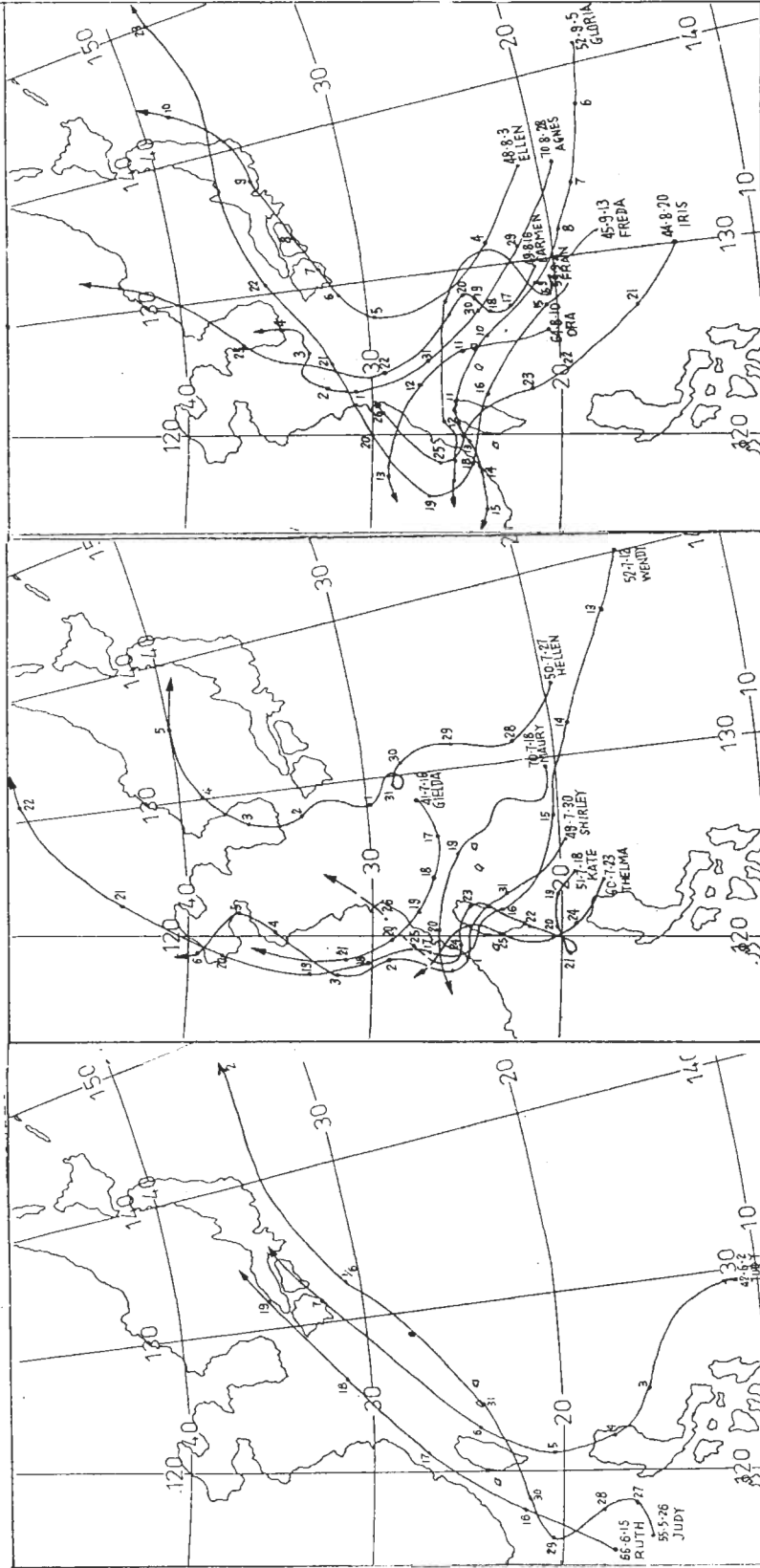


圖一 民國 41-70 年間形成於台灣北部海上及近海之颱風路徑圖



圖二 由形成於台灣近海颱風所引起台灣中南部四次較大雨量 (平均總雨量  $\geq 200$  mm) 分布圖





圖三A

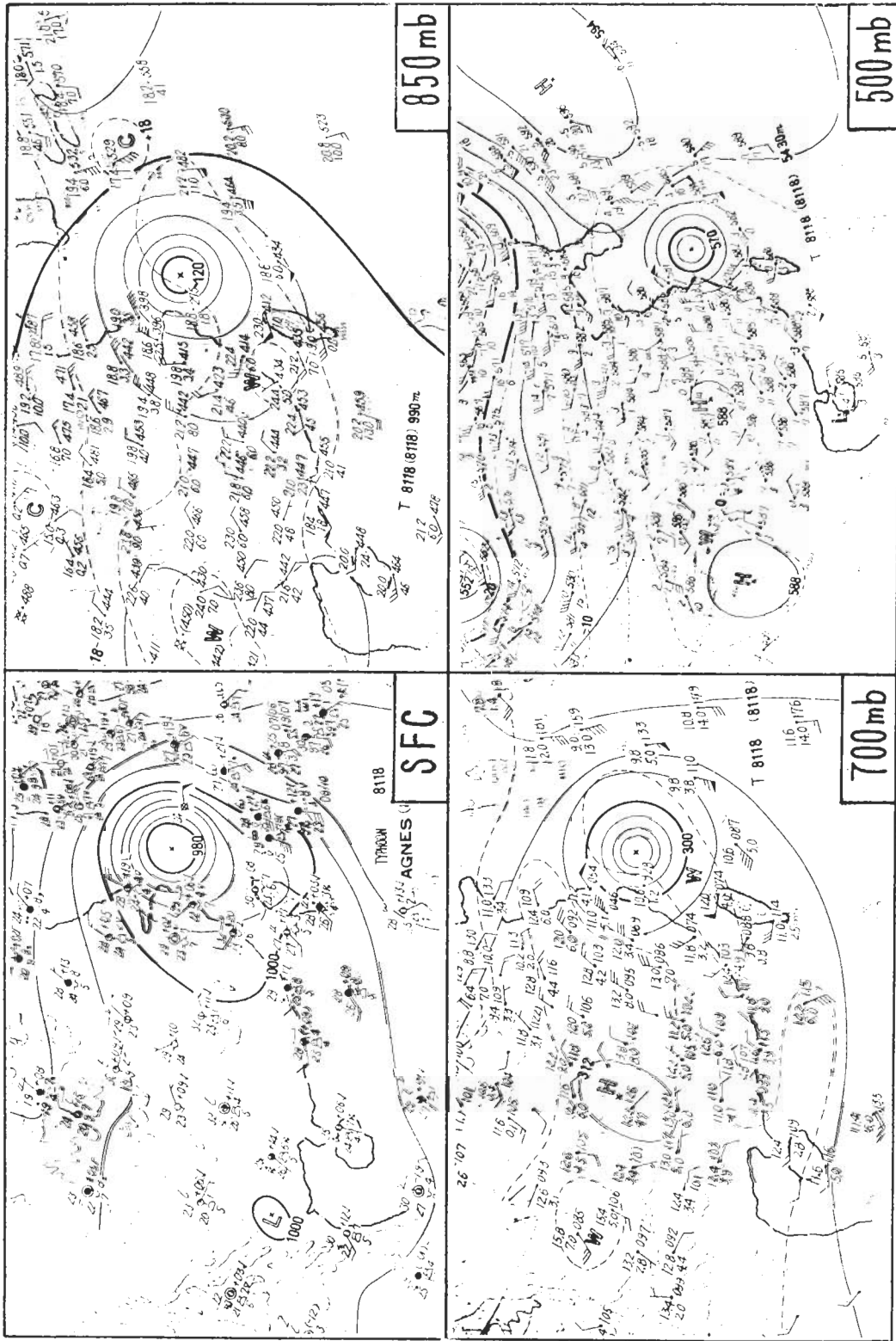
民國 41-70 年間 ( 5 - 6 月份 ) 經過台灣  
北部海上引起中南部豪雨之颱風路徑圖

圖三B

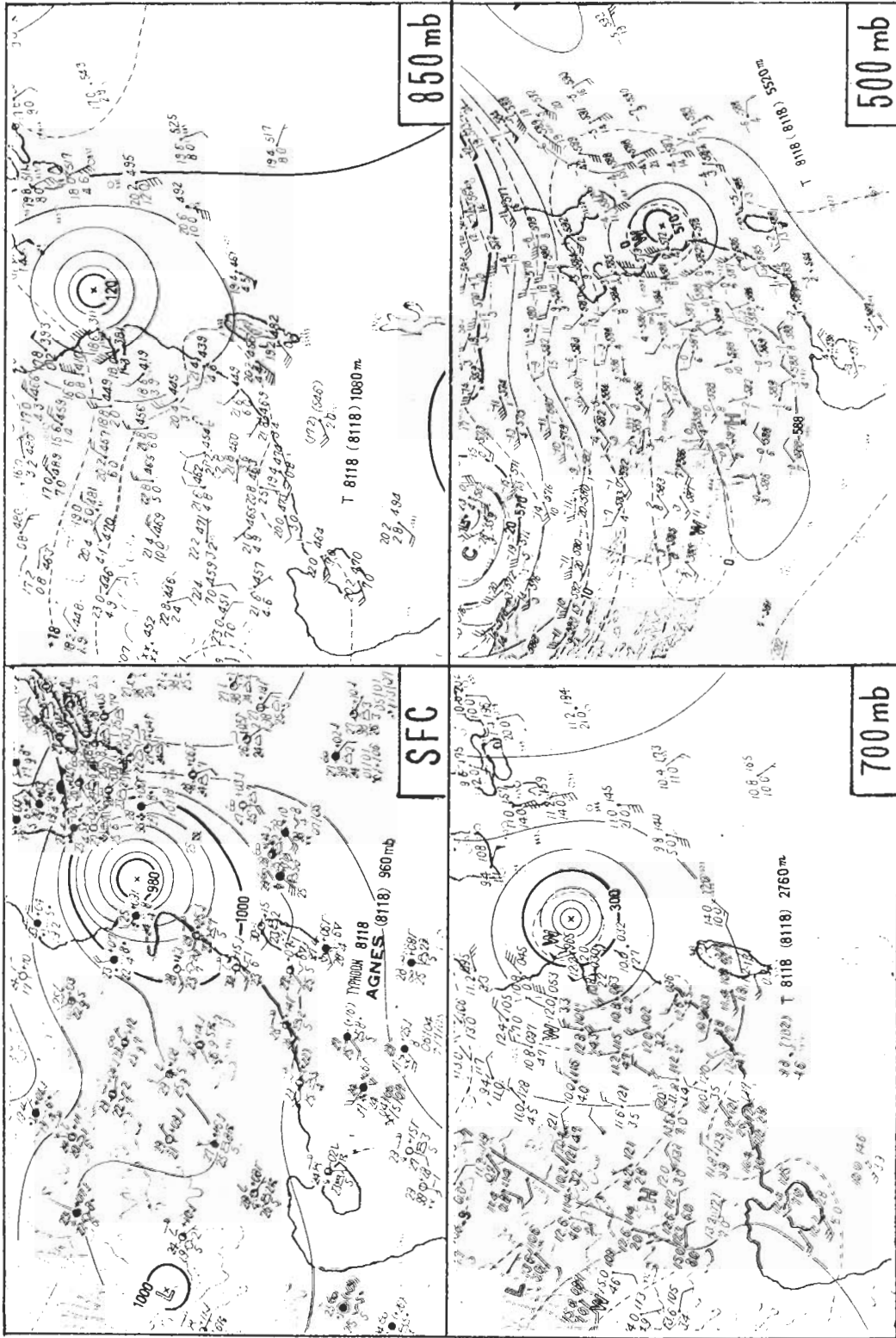
民國 41-70 年間 ( 7 月份 ) 經過台灣北部  
海上引起中南部豪雨之颱風路徑圖

圖三C

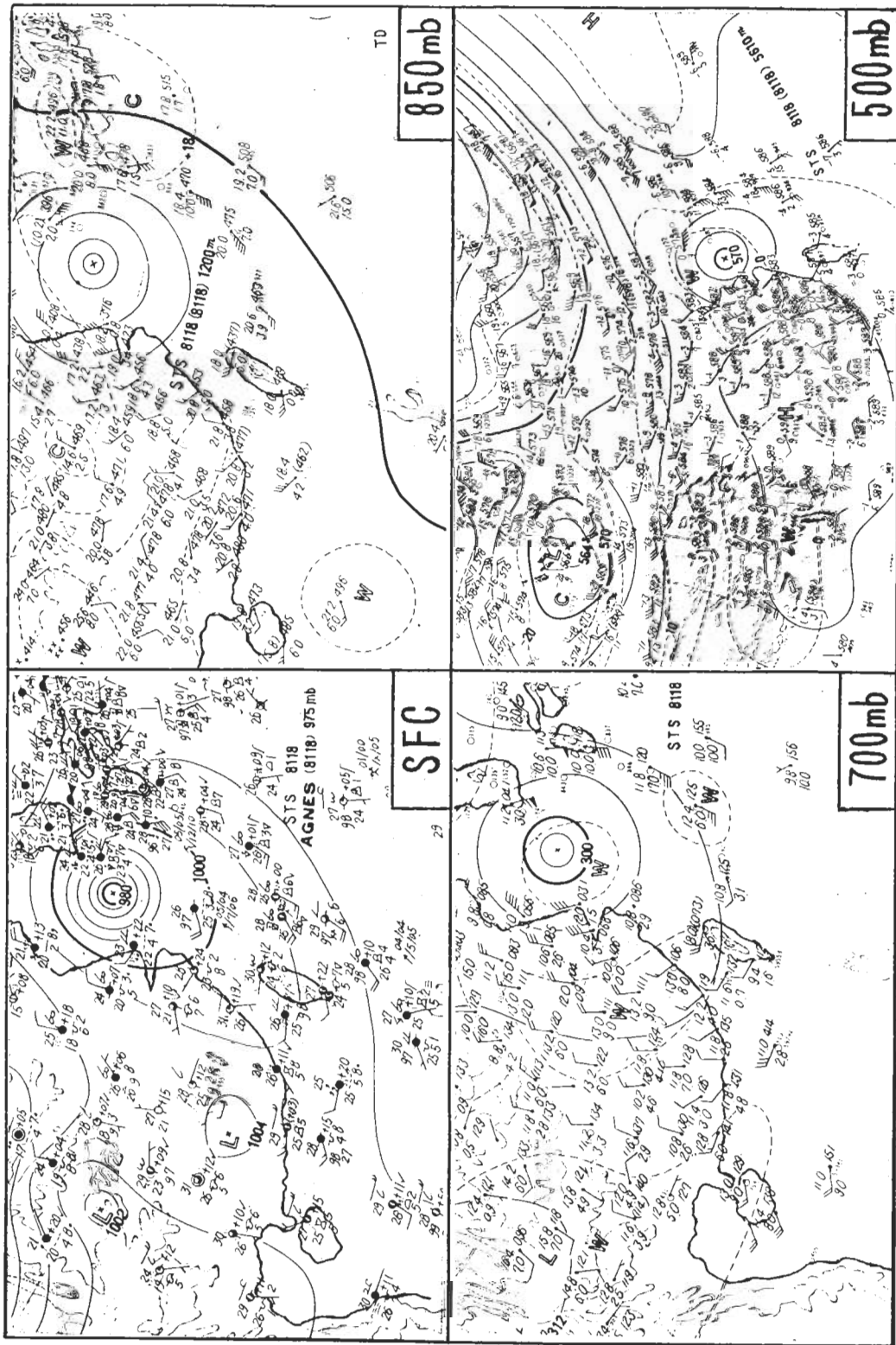
民國 41-70 年間 ( 8 - 9 月份 ) 經過台灣  
北部海上引起中南部豪雨之颱風路徑圖



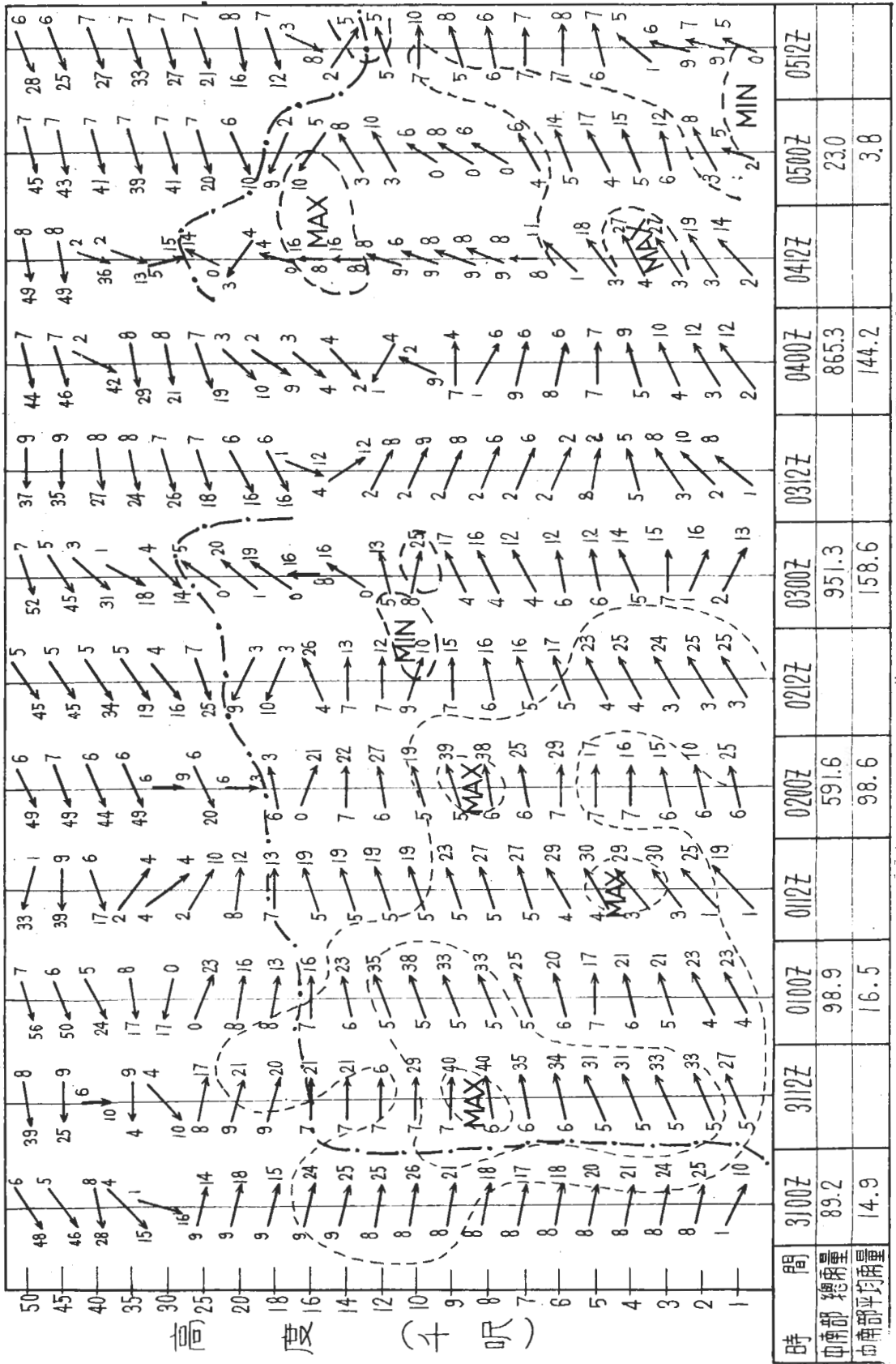
圖四A 民國70年8月31日1200 Z地面及高空圖



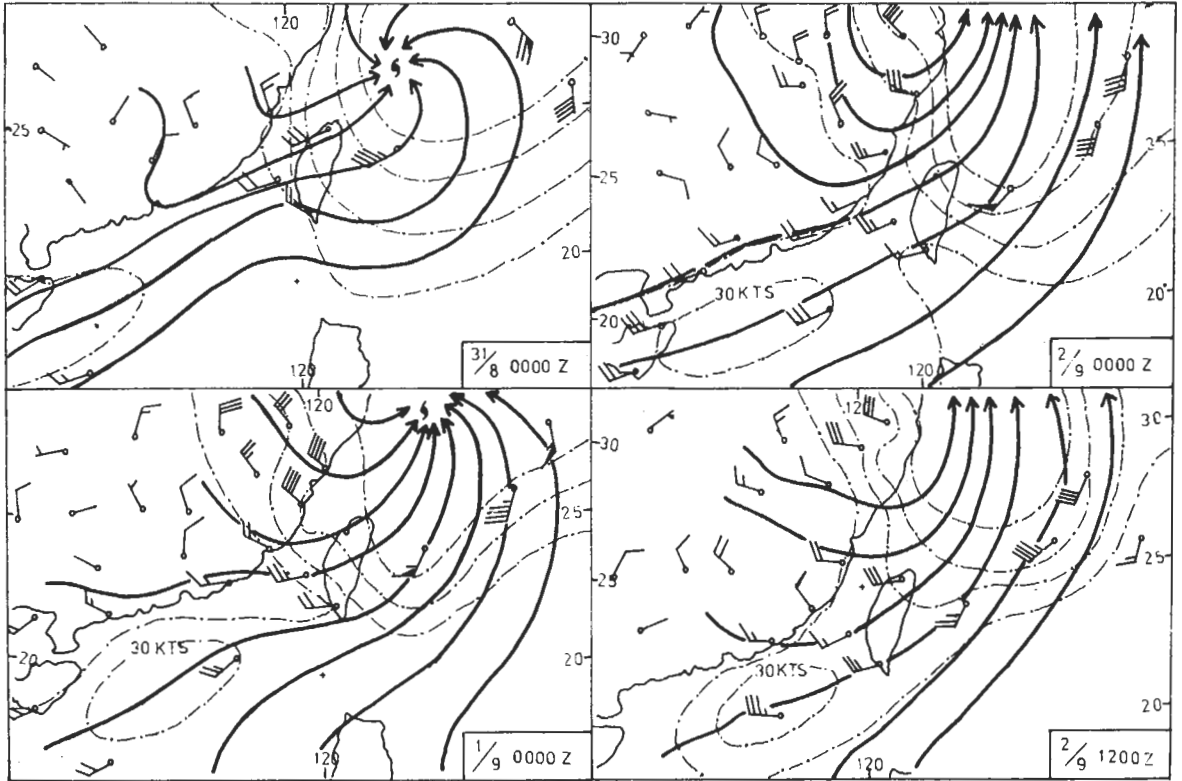
圖四B 民國70年9月1日1200 Z地面及高空圖



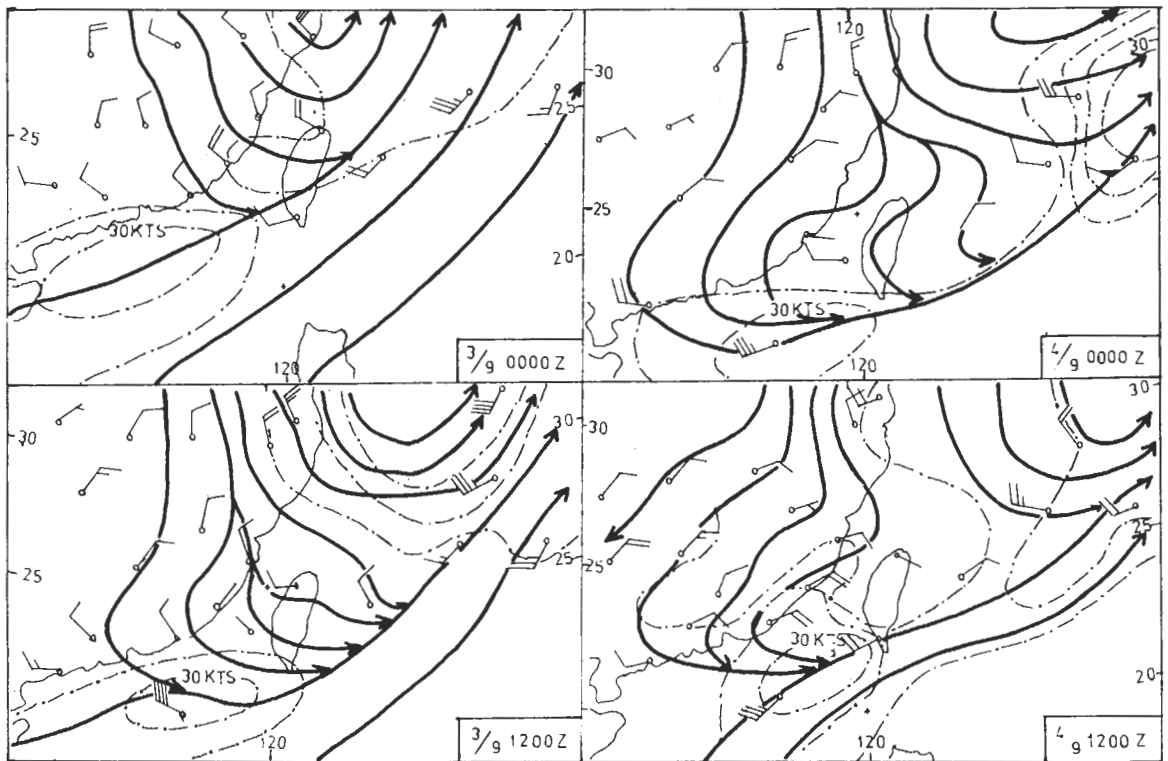
圖四C 民國70年9月2日 1200 Z 地面及高空圖



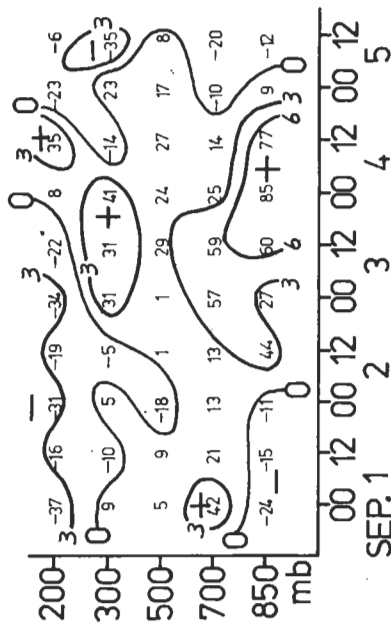
圖五：民國70年9月初東港逐日高空風剖面與中南部地區降水關係圖（0312Z，0400Z係馬公資料）



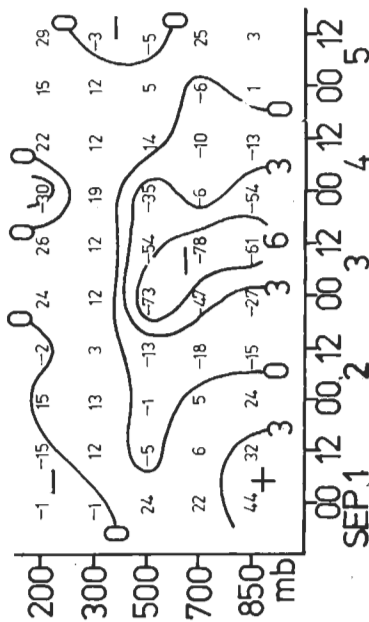
圖六A 民國 70 年 9 月引起台灣中南部九三豪雨之逐日 850 mb 氣流線圖



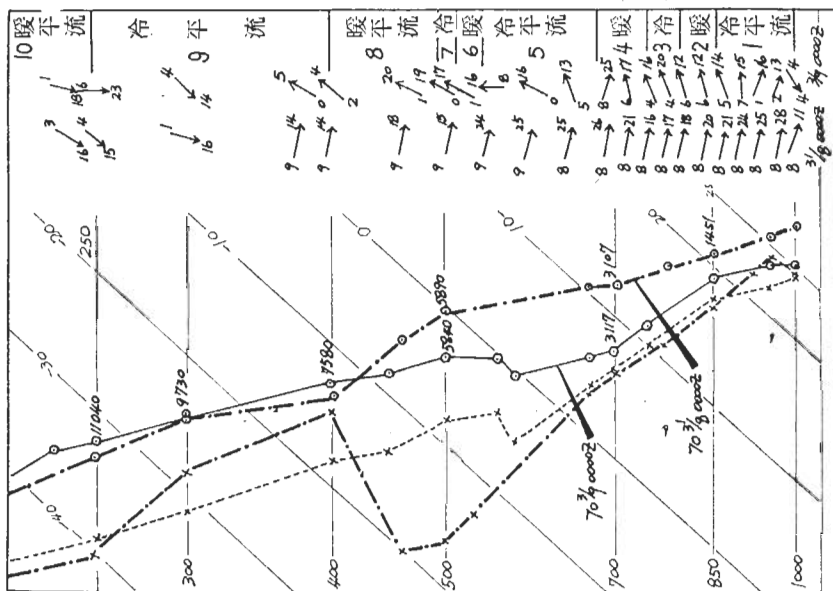
圖六B 民國 70 年 9 月引起中南部九三豪雨逐日 850 mb 氣流線圖



圖八A 民國70年9月九三豪雨期間台灣南部(以東港為中心)各層相對渦度分布圖(單位 $10^{-6} S^{-1}$ )



圖八P 民國70年9月九三豪雨期間台灣南部(以東港為中心)各層之輻散(合)量分布圖(單位 $10^{-6} S^{-1}$ )



圖七 引起台灣中南部地區豪雨之氣團屬性及其高空風之垂直分布比較

表一 民國 41-70 年形成於台灣東方近海及北部海上之颱風 (T. D) 與中南部各測站雨量關係統計表

時 間	形 成 地 點	颱 風 名 稱	颱 風 強 度	移 動 情 形	各 地 總 雨 量				本 次 颱 風 所 出 現 最 大 日 降 水 量		
					清 泉 崗	台 中	嘉 義	總 量		岡 山	屏 南
41 7 16-21	27.0°N 128.5°E	G I E L D	中型中度	向西漸轉西北行，移動緩慢，經歷長。		179.9	351.5	477.2	448.7	790.2	427.5
43 8 24-25	27.5°N 128.5°E	T. D	輕 度	向西北進行，移動快，經歷短。	56.1	123.1	12.0	32.3	50.5	79.0	93.3
44 7 22-24	31.0°N 123.0°E	T. D	輕 度	由中國大陸上之環流形成，向東北東移動。	237.7	170.2	255.9	110.0	125.1	66.1	167.2
44 8 15-18	22.0°N 124.5°E	T. D	輕 度	向西北偏北進行，通過台灣近海。	62.6	76.0	39.9	153.4	122.1	135.0	71.9
50 7 21-25	27.5°N 127.5°E	G R A C E	小型輕度	不規則，並緩慢向西北西進行，在 126°E 以東消失。	53.6	122.6	12.8	27.5	50.5	115.8	35.6
53 7 2-6	23.0°N 131.0°E	B E T T Y	中型強烈	向西漸轉西北移動，然後轉北北東進行。	12.6	35.0	49.6	23.6	19.0	10.1	21.3
53 7 26-29	25.5°N 127.0°E	F L O S S I E	中型中度	向西北移至長江口，轉向北北東，在北韓登陸。	30.4	45.6	68.6	0.8	21.3	119.0	20.1
55 7 18-20	22.0°N 128.0°E	N I N A	小型中度	向西北西在花蓮登陸後折回改向北北西。	53.4	59.1	13.4	10.8	16.2	76.3	34.5
55 8 13-17	27.5°N 126.0°E	T E S S	中型中度	向西進行，在福建登陸後，轉向西南行。	169.9	136.0	179.1	157.3	268.3	376.5	115.5
55 8 20-24	27.5°N 130.5°E	W I N N I E	中型輕度	先向東北而後北至西北，登陸南韓。	T	0	0	0.6	1.3	20.4	20.4
55 8 29-30	31.8°N 126.0°E	B E T T Y	小型輕度	形成後向北進行，移速緩慢，消失於韓國西海岸。	0	0	5.4	0	0	8.5	8.4
59 9 4-8	20.5°N 129.0°E	F R A N	中型輕度	先向東北進行，而後轉向北而西北，最後西而西南西。	567.3	457.8	349.5	285.3	287.9	478.4	289.7
64 8 6-7	23.0°N 126.5°E	T. D	輕 度	先向東北進行，後轉西北，移速快，一天即消失。	T	5.5	46.1	9.3	12.3	44.8	18.9
64 8 10-13	20.7°N 125.5°E	O R A	中型中度	向北轉西北而後西，在浙江登陸。	18.2	17.9	354.9	419.7	501.1	364.5	326.9
67 9 13-15	24.2°N 122.5°E	I R M A	小型輕度	台灣東部近海上形成，向北北東轉東北北進行。	28.2	2.0	31.0	18.9	41.4	78.0	34.2



表二 民國41—70年間通過臺灣北部海上並引起中南部臺雨之颱風有關資料及降水性質

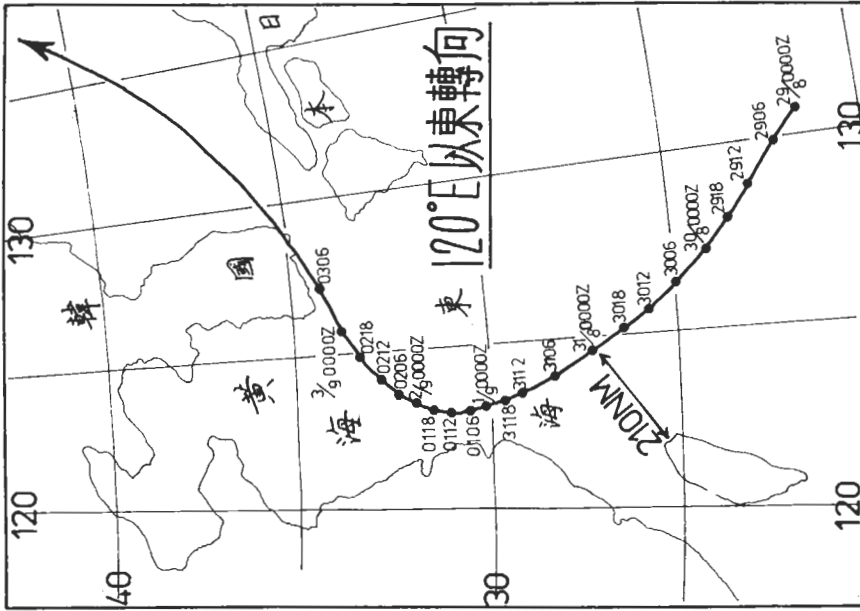
發生時間	颱風名稱	在臺灣附近	時路徑	距台最近		中南部各地24小時						颱風所引起之		降持續天數	發雨時與系統接近之天數	出現兩次之系統時距	連大雨(≥100mm)天數		
				方向	距離	日期	日期	清泉崗	台中	嘉義	台南	岡山	屏東					出現日期	降水量
*55	JUDY	8	登陸南部	5	30	186.9	143.9	196.8	220.3	289.1	198.1	5.30 6.3-11	屏東	856.6	屏東	17	0	4	1
*42	JUDY	6	E/50	6	5	211.2	198.6	65.9	211.9	1.8.3	129.1	6.6 6.12	台南	591.6	台南	11	1	2	4
66	RUTH	7	W/70	6	16 17	66.7	71.6	100.7	278.4	120.9	187.5	6.19-21	台南	900.6	台南	11	2	0	5
41	GIELD	1	NE/150	7	18	121.9	224.6	189.2	235.5	472.5	7.18	屏東	790.2	屏東	7	0	0	2	
49	SHIRLEY	2	登陸	7	31	564.3	607.5	211.5	95.2	93.6	98.4	8.1	台中	716.1	台中	5	1	0	1
*50	HELLEN	遠洋	NE/400	7	30	20.8	30.4	282.3	80.7	217.1	539.7	8.7	屏東	873.7	屏東	8	2	5	1
51	KATE	8及2	登陸	7	22	99.7	132.7	211.2	297.6	178.7	328.9	7.23	屏東	622.4	屏東	4	1	0	2
52	WENDY	2	登陸	7	16	103.1	135.8	150.5	124.9	135.6	247.8	7.16-19	屏東	560.3	屏東	5	0	0	4
66	THELMA	7	登陸	7	25	134.0	90.4	395.7	304.2	240.5	269.9	7.25-27	屏東	810.4	屏東	6	0	0	3
70	MAURY	1	北部尖端	7	19	168.9	178.2	53.4	121.4	257.1	221.2	7.19	屏東	550.8	屏東	6	0	0	3
*44	IRIS	2—3	登陸	8	24	145.8	93.3	263.2	275.9	202.7	211.0	8.24-29	台南	1023.7	台南	8	0	2	1
*48	ELLEN PINPOINT	遠洋	NE/300 登陸中部	8	4 7	618.9	1046.7	135.5	82.6	197.2	136.8	8.7-9	台中	1400.2	台中	5	2	3	4
*49	CARMEN	1	NE/200	8	21	17.7	23.1	23.4	110.8	258.8	374.0	8.23	屏東	715.2	屏東	10	2	6	1
64	ORA	1	N/120	8	12	15.9	11.0	241.3	223.0	326.9	244.3	8.16	岡山	501.1	岡山	5	4	0	2
70	SAGNES	1	ENE/210	8	31	105.5	123.7	189.5	202.1	310.4	265.4	9.2-4	屏東	757.7	屏東	6	2	0	3
45	FREDA	2	登陸	9	16	144.0	120.4	399.7	470.9	325.9	233.2	9.17-18	台南	653.8	台南	4	0	0	3
52	GLORIA	1	N/20	9	11	135.6	23.2	131.8	97.9	44.2	50.8	9.1-12	清泉崗	630.9	清泉崗	6	0	0	3
59	FRAN	1	N/10	9	6	289.7	275.8	202.1	110.9	110.1	178.8	9.7-8	屏東	507.3	屏東	6	0	0	3

表三 民國七十年九月初由艾妮絲 (AGNES) 颱風通過台灣北部海上所引起中南部九三水災之降水情況

測站	每日降水量 (公厘)					總降水量	每小時最大降水強度 (公厘)		各種強度之降雨時數					
	30/8	1/9	2/9	3/9	4/9		5/9	降水量	出現時間	各種強度之降雨時數				
	30/8	1/9	2/9	3/9	4/9		5/9			10	21	31	41	51
清泉崗	15.0	14.9	35.1	105.5	15.9	186.4	13.5	9 3	5-6	1				
台中	18.4	9.9	123.7	72.8	36.3	261.3	13.2	9 4	8-9	3				
嘉義	8.7	6.2	12.6	189.5	85.9	403.7	48.5	9 3	3-4	5 3 3 1				
台南	0.2	12.7	21.7	202.1	151.4	333.91.4	28.0	9 4	17-18	5 3				
岡山	18.0	15.9	123.6	141.5	310.4	619.0	40.0	9 2	19-20	6 4 1				
屏東	28.9	39.3	174.9	239.9	265.4	757.7	64.7	9 3	21-22	12 3 1 1				
台中	16.7	17.9	155.5	95.4	47.2	333.3								
日月潭	46.2	78.9	89.0	46.1	12.9	307.2								
玉山	79.0	111.4	52.5	11.3	18.5	292.0								
阿里山	176.8	282.8	187.3	20.3	25.4	692.5								
嘉義	11.2	11.0	94.4	372.5	95.1	585.3								
台南	0.2	12.7	21.7	202.1	151.4	391.4								
高雄	17.5	15.5	40.4	180.0	146.5	401.6								

說明：1 雲林縣四湖 9月3日 2—5 時共降雨 322.0 mm.  
 2 台南白河 9月3日晚一夜 共降雨 516 mm.  
 3 嘉義 9月3日 2—8 時共降雨 348 mm.

附註：\* 係中央氣象局測站資料



艾妮絲颱風路徑圖