

# 台灣颱風預報問題

王時鼎

中央氣象局

由於以下的各項因素，而使台灣颱風預報問題，遠較其他任何地區為複雜，即：

(1)台灣在太平洋之西緣，恰在兩支颱風盛行路徑之分支點，路徑之一為向西。另一為轉向呈拋物線路徑之颱風。

(2)南海生成之颱風亦可影響本區。

(3)秋季之颱風在本區除去受副熱帶高壓影響外，並受亞洲大陸冷高壓影響。

(4)境內有平均高度達三千公尺之中央山脈縱貫其間，且其西有台灣海峽，其南有巴士海峽，均可使局地影響，增加其重要性。

(5)就海洋情況言，本區為親潮（冷流）與黑潮（暖流）之會聚處。

以下有關本問題係分為(1)颱風路徑，(2)颱風強度，(3)颱風侵襲時之風雨、浪湧、焚風等，以討論之。

## 一、侵台颱風路徑之預報問題

圖1為筆者根據民38年至68年所歸類之侵台颱風路徑模式圖。藉圖可見，由於中央山脈之存在，無論以任何移向接近台灣之颱風，其路徑均或多或少受到變形，此處茲分為三大類，即：(1)路徑移向中央山脈者，(2)路徑順沿山脈北上者，(3)中心在山脈北側或南側西移者。其進一步之路徑變化及預報要點，各見表1。又由圖1可見，幾有一半之颱風路徑，均與颱風在山脈西側造成之副中心有關。此處茲以表1中(B<sub>2</sub>)類颱風之1967年11月18日Gilda以為例，見圖2。藉圖可見，Gilda颱風登陸花蓮，但及後中心竟蛻變至南方海上之副中心中，此藉圖可明顯見出，但殊難以想像得之。又圖3所示為副中心產生與發展之實驗模擬，藉圖可見由Reynolds數之變化與進入角( $\alpha$ )變化均可造成副中心。有關颱風接近山脈時，其移速亦極為特殊。圖4所示為根據民38至64年共42次颱風移速製成。該圖係以相對速度( $v/v_0$ )表出。藉圖可見，移速因地形影響有高達2.5倍者。又

圖5、圖6與圖7係試圖說明颱風在台灣時，移速及移向不同之原因。藉各圖可見其因素係極複雜。

## 二、侵台颱風之強度預報問題

有關本項問題應分兩方面處理，即：

(1)無重要副中心產生之颱風。

(2)颱風接近山脈時，分裂有多個副中心者。

關於前者，茲取1959年之Joan颱風以為例。此可參見圖8a與b。藉圖8a可見，颱風無視於山脈之存在，係逐步過山。圖8b為過山前後之氣壓與風分佈。藉圖可見山脈之存在，雖使颱風中心部份略有改變，但就整體言影響甚小。

關於後者，茲以上經述及圖2之1967年11月Gilda颱風以為例。當該颱風侵襲花蓮時，花蓮之最大風達90 kts。花蓮雷達站之天線罩並因之而損壞。但藉圖2C及圖9所示，由於該颱風最後分裂為多個副中心，當由台南外海附近之副中心所取代時(圖2C)，其氣壓剖面及風之分佈，已完全失去颱風結構之型式。

由此處討論可見，上述兩類颱風之預報，應分別處理。圖10a, b與11a, b各為自由過山颱風與分裂過山颱風中心氣壓與最大風速之客觀預測圖。特別說明者，分裂過山颱風不但中心氣壓變化平坦，而風場結構亦迥異一般颱風。其最大風非出現於中心，而係在山脈北方之山角上。

另外，自南向北沿山而行之颱風，其強度亦可見迅速之削弱。此處茲舉民66年(1977)7月之Thelma颱風以為例，參見圖12a-d。另外，實驗結果亦指示同樣事實，參見圖13a-h。

## 三、由東北季風共伴環流所引起之颱風路徑與強度預報問題

於入秋，亦即略在9月份以後，台灣附近開始有東北季風之出現。該項季風，每因寒潮影響造成湧動(surge)。同時高空西風帶每亦因之作明顯調整，兼之東北季風係屬較冷氣團，而使颱風處於

完全不利之形勢。故此時，不但颱風路徑造成顯著變化，其強度亦往往如是。圖 14 為歷年來受東北季風及其湧動影響之路徑變化實例。藉圖可見，受季風影響，其路徑有折向西南或竟有向東南倒退，或即在低緯地區引起迅速轉向東北者。例如民 52 年 11 月之 Cora 颱風。該颱風則由於寒潮氣流長驅直入，即在巴士海峽倒退並迅趨消失。另外，如民 68 年 11 月之 Vera 颱風，於 11 月 3 日曾到達超級颱風之強度，但當其移近呂宋島東方近海時，却由於較冷之東北季風驅入，使該颱風強度迅速減弱，而成熱帶低壓。又圖 15 為冬季颱風之活動範圍圖。藉圖可明顯見出亞洲極地高壓對其之影響（王時鼎、張儀峯，1977）。

#### 四、侵台颱風之各地風、雨、焚風及湧浪等預報問題

##### (1) 影響台灣區域各地風雨變化最主要之因素

(A) 背風面分流邊界層 ( separated boundary layer ) 之出現——其重要性對風雨分佈言為在該邊界層風雨均小。圖 16 a, b 即為兩類極端不同之例。圖 16 a 無分流邊界層存在，山脈東西兩方均有甚大之風速，圖 16 b 為在山脈東西兩側均出現有分流邊界層，故東西兩方風速均弱，相信在該區域雨量亦少。必需說明此時有關雨量之分布，係屬推論者，尚需待進一步調查以證實。故是否出現有分流邊界層，不但直接攸關颱風結構、環流、及颱風之是否分裂，且對風雨之預報也直接相關。有充份之理論及證據說明，是否有分流邊界層之產生，係與圖 16 所示氣流進入角， $\alpha$ ，有關。所謂氣流進入角，係指山脈走向與盛行氣流之交角（見彭佳嶼所在處之圖示）。 $\alpha$  小，氣流沿山而行，無分流邊界層產生（圖 16 a）。 $\alpha$  大，無論山脈兩側均可出現分流邊界層，其內為弱風區 ( wake zone )，見圖 16 b。

(B) 氣流之爬山與繞山——此項效應最主要者在迎風面造成豪雨，在背風面則造成焚風。此處筆者等（王、林、俞，1975），曾試圖藉歐拉數 ( Euler number ) 圖，見如圖 17，以區別「繞山」，與「越山」氣流。此或可作是否有迎風面之「豪雨」及背風面之「焚風」之預報參考。又圖 18 為台灣區焚風過境時之 T ( 溫度 ) 與 Td ( 露點溫度 ) 曲線 ( 引自廖學銓，1979 )，以證實焚風

之存在。焚風出現時，每使廣大地區之農作物或樹木之普遍枯萎，此亦為台灣颱風之一項嚴重災害。

##### (2) 台灣各地颱風破壞性風力之預報問題

空軍氣象中心前在國科會經費支援下，曾廣泛展開對本問題之研究。其基本方法為求出各侵台颱風之逐時位置及強度值 ( 中心最大風速 )，而後將各地出現之逐時風速填上，求出其比例值。例如於某時之台北風力為 30 kts，而颱風最大風速為 100 kts，比例值即為 0.3。而後再將颱風強度分為輕度、中度、強烈三類。再就路徑分為東至西向，及西至東向 ( 轉向或來自南海之颱風 ) 兩類。如此計凡六類 (  $2 \times 3 = 6$  )。再將各位置上之上述六類颱風之風力比例值繪成等值線圖。如此，如颱風預測強度及路徑為已知，則立可求得某地可能出現之風力時間分佈。此項圖表所用地點，包括空軍之臺北松山、桃園、新竹、清泉崗、臺中、嘉義、臺南、岡山、屏東、恒春、臺東、花蓮、宜蘭、及離島之馬祖、金門、馬公，以及中央氣象局之基隆與臺北測站。此處茲附臺北松山機場之強烈颱風風力客觀預測圖，如圖 19。用法舉例：如預測某 110 kts 颱風之路徑如圖中斷線所示，則臺北之風速值將自 20% 增至 30%，即  $110 \times 20\% = 22$  kts 及  $110 \times 30\% = 33$  kts。藉圖並可見風力達 40% 者有三區。顯見 A 區之大風由於颱風之直接侵襲，B 區及 C 區則由於氣流之繞山效應。另可見自巴士海峽通過之颱風，臺北之風力亦可達颱風中心風力之 30%。颱風移入台灣海峽後，藉圖可見，台北風力將遞減至在未過山前中心風力之 20%。故藉此項風力預測圖表，地形影響可作定量指示。該各圖表並經事後核驗，效果至佳。此處僅作上述舉例說明，詳見原研究報告 ( 林、曲、俞、王等，1972，1973，1974 )。

另地形對一地風向變化亦甚複雜，此處茲附花蓮風向客觀預測圖，如圖 20。該圖應用，甚為方便。各區所示之風向，即為颱風中心在該處時，花蓮之盛行風向。藉圖可見，至少有四處為風向不定區，且藉此亦可想見，風向不定區域，風力亦必不大 ( 詳見原報告 )。

##### (3) 台灣各地區颱風雨量之預報問題

本問題較之風力預報，猶為複雜，有關問題，中央氣象局前在國科會經費支援下，利用經過選擇之 100 個雨量站 ( 其條件為：資料可靠並已考慮測站分佈之均勻性 ) 資料作過對台灣颱風降雨頗

爲詳細之研究。包括：(A)用比擬法預估颱風侵台期內之降水量（戚啓勳，陳文恭，任立瑜，1972）及吳宗堯，戚啓勳，1973）。(B)求出1950至1975年各侵台颱風台灣日雨量及總雨量分佈圖，及研製迴歸方程，藉作颱風雨量預報之應用參考（魏元恒，謝信良、林民生、蕭長庚，1972）。(C)作出1951至1973年共181個侵台颱風計2943張之手選邊洞卡，以爲台灣各地雨量預報之應用，並進一步作出台灣各地未來六小時颱風雨量預報之逐步復迴歸方程（stepwise multiple regression equation）（吳宗堯、戚啓勳，1974）。由上引述可見國內碩彥在此一方面已頗盡心力，但由於影響颱風且降雨之因素甚多，兼之在台灣區域又受山脈影響，故侵台颱風之雨量預報仍存在有問題。此處筆者與以前在此一方面努力者意見相同，似乎降雨量預報，應在求出「環流雨」與「地形雨」兩方面着手，而後再求出其總和。另外一項爲「分流邊界層」對台灣颱風降雨之影響。因此爲颱風受山脈作用之惟一最大之影響。關於此可參看圖16b。由圖可見在該區內風力均小，故推論其雨量應亦爲最少。另此處茲附中央氣象局所作不同路徑颱風對台灣降雨分佈影響兩例，如圖21及22。藉圖亦可見，台灣地形所造成之「地形雨」部份之重要。

#### (4) 台灣地區之颱風潮預報問題

台灣颱風之另一重要災害爲颱風過境時，沿海地區之颱風潮。受災區域最多爲宜蘭之蘭陽平原與台灣西南方之濱海地區。以下主要爲對台灣西南部颱風潮討論，係完全引自張士韜者（1967）。

所謂「颱風潮」，嚴格言應稱「激浪」（surf）之顯著浪高（significant wave height）。其因素除成浪之本身條件外，尚關乎海岸之暴露型式及程度，灘頭坡度，海底地形，外海水深，潮汐與沿岸水流等。圖23所示爲台灣西南部之海岸地形與沿海水深分佈。藉圖可見沿海岸處均爲淺灘，而距岸約5—6哩外則爲深海。此項海底地形有利於湧浪（swell）之充份發展。而湧浪移近時，由於海底地形突然上升，更有利於湧浪轉成激浪（surf），增加波高，並進而形成碎浪（breaker），而使海水積聚。是以西南沿海，於適當之颱風路徑時，每造成嚴重之颱風潮，而使濱海區域，飽受其害。圖24所示則爲民國55年Judy颱風之路徑及左高區激浪高度時間變化圖。藉圖可見，於5月30日，顯著浪高達17英尺，最大浪高則達23英尺。

另外，圖25與圖26各爲民49年6月之Mary颱風與同年9月之Elaine颱風激浪災區分佈圖。藉圖可見，由於西南部海岸線之特殊型式，兩次颱風之受災區域，幾甚相一致，特別值得注意者，Many颱風係自汕頭附近登陸大陸，但仍帶來台灣西南濱海激浪所造成的嚴重災害。

## 參考文獻

- 王時鼎（1980）：台灣近海颱風運動及強度預報法。空軍氣象中心研究報告018號。
- 王時鼎（1963）：沿台灣中央山脈前進颱風之地形影響研究。氣象預報與分析，第十四期。
- 王時鼎、張儀峯（1977）：冬季台北颱風天氣狀況之氣候學。氣象預報與分析，第七二期。
- 王時鼎（1957）：西伯利亞寒潮對颱風影響之研究，氣象學報，第三卷四期。
- 王時鼎、林則銘、俞家忠（1975）：颱風侵襲時台灣海島對風場分析與預報之影響。大氣科學，二期。
- 曲克恭（1976）：台灣地形與颱風環流之分析研究。氣象預報與分析，第六十八期。
- 曲克恭（1977）：中央山脈對颱風影響之分析研究。氣象預報與分析，第七十二期。
- 林則銘、曲克恭、俞家忠、王時鼎、林財旺等（1972，1973，1974）：侵襲台灣颱風風力之研究。空軍氣象中心研究報告第004，005，006號。
- 吳宗堯、戚啓勳（1973）：用比擬法預估颱風侵台期內之降水量。氣象學報，第十九卷，第三期。
- 吳宗堯、戚啓勳（1974）：台灣地區颱風雨量客觀預報之研究。氣象學報，第二十卷，第四期。
- 徐應環、王時鼎（1960）：台灣近海颱風預報問題。氣象預報與分析，第二期。
- 徐晉淮、羅宇振、王博義（1972）：侵襲台灣颱風之分析研究。氣象學報十八卷，四期。
- 戚啓勳、陳文恭、任立瑜（1972）：用比擬法預估颱風侵台期內之降水量。氣象學報，第十八卷，第三期。
- 張士韜（1967）：南海風暴對本省西南沿海激浪之影響。海軍氣象年報。
- 魏元恒、謝信良、林民生、蕭長庚（1972）：台灣颱風降雨預報之研究。氣象學報，第十八卷，第三期。

Batchelor, G. K., ( 1970 ) : An Introduction to Fluid Dynamics. London, Cambridge University Press.

Brand, S, and Blelloch, J. W., ( 1974 ) : Changes in Characteristics of Typhoons Crossing the Island of Taiwan. Mon. Wea. Rev., 102, 708 - 713

Chang, P. K., ( 1974 ) : Analysis for Flow Field around Buildings, the Catholic Uni. of America.

Furukawa T., ( 1977 ) : Numerical Experiments of Airflow over Mountain. Collected Papers Vol. 7, Japan

Liao, S. Y., ( 1979 ) : Analysis of Typhoon

Modification in Relation to the Foehn Wind over Taiwan. National Central Uni.

Pao, H. P., ( 1976 ) : The Effects of Mountains on a Typhoon Vortex as Identified by Laboratory Experiments. Atmospheric science ( Meteor. Soci. of R. O. C. ), 3, 55 - 66

Hwang R. R., Pao, H. P., and Wang, C. T., ( 1977 ) : Laboratory Study of the Effects on Typhoons When Encountering the Mountains of Taiwan Island. Academic Sinica, Taipei, Taiwan

Schlichting H., ( 1968 ) : Boundary-Layer Theory. McGraw-Hill Inc.

表1 侵台颱風路徑分類及預報要點 ( 參見圖1 )

<p>路中 徑央 移山 向脈 者</p> <p>A - 自由過山</p> <p>B - 分裂過台</p> <p>A<sub>1</sub> - 路徑呈~狀彎曲 A<sub>2</sub> - 路徑方向不變 A<sub>3</sub> - 路徑自西北轉為偏西 B<sub>1</sub> - 北方近海副中心取代 B<sub>2</sub> - 西方近海副中心取代 B<sub>3</sub> - 南方近海副中心取代</p>	<p>預報要點 ( 決定A或B類 ) :</p> <p>1 移向與山脈呈直角, 亦即<math>\gamma</math>角為<math>90^\circ</math>者屬A類, <math>\gamma</math>角在<math>110^\circ</math>至<math>160^\circ</math>之角者為B類。</p> <p>2 接近時彭佳嶼一帶之風向在<math>50^\circ</math>以內 ( 亦即<math>\beta</math>角為<math>30^\circ</math>, 此處係定山脈走向為<math>20^\circ</math> ) 時屬A類, 大於<math>50^\circ</math>或<math>\beta</math>角大於<math>30^\circ</math>時屬B類, 此有關颱風之範圍及導引氣流之方向。</p> <p>3 與颱風中心強度無關, 惟需達颱風強度以上。上以需颱風接近時, 中心移向之相對位置係在蘇澳與大武之間者。</p>
<p>移山 向脈 向平 北行 與者</p> <p>東側</p> <p>西側</p> <p>A - 路徑連續者 B - 路徑不連續者 A - 路徑連續者 B - 路徑不連續者</p>	<p>預報要點 :</p> <p>1 颱風中心距山距離大於50哩者為A類, 小於50哩者為B類。</p> <p>2 均有繞山作反鐘向移動趨勢</p>
<p>在近 北海 方西 或移 南者 方</p> <p>北側</p> <p>南側</p> <p>A - 路徑不受山脈影響者 B - 受山影響, 來時北偏, 去時西南偏者 A - 路徑不受影響者 B - 受山脈影響, 來時偏南, 去時偏北者。</p>	<p>預報要點 :</p> <p>1 中心距山較遠在50哩以上者屬A類, 小於50哩者屬B類。</p> <p>2 與颱風強度有關, 如距山愈近且強度愈弱者, 愈易就地形影響。</p>

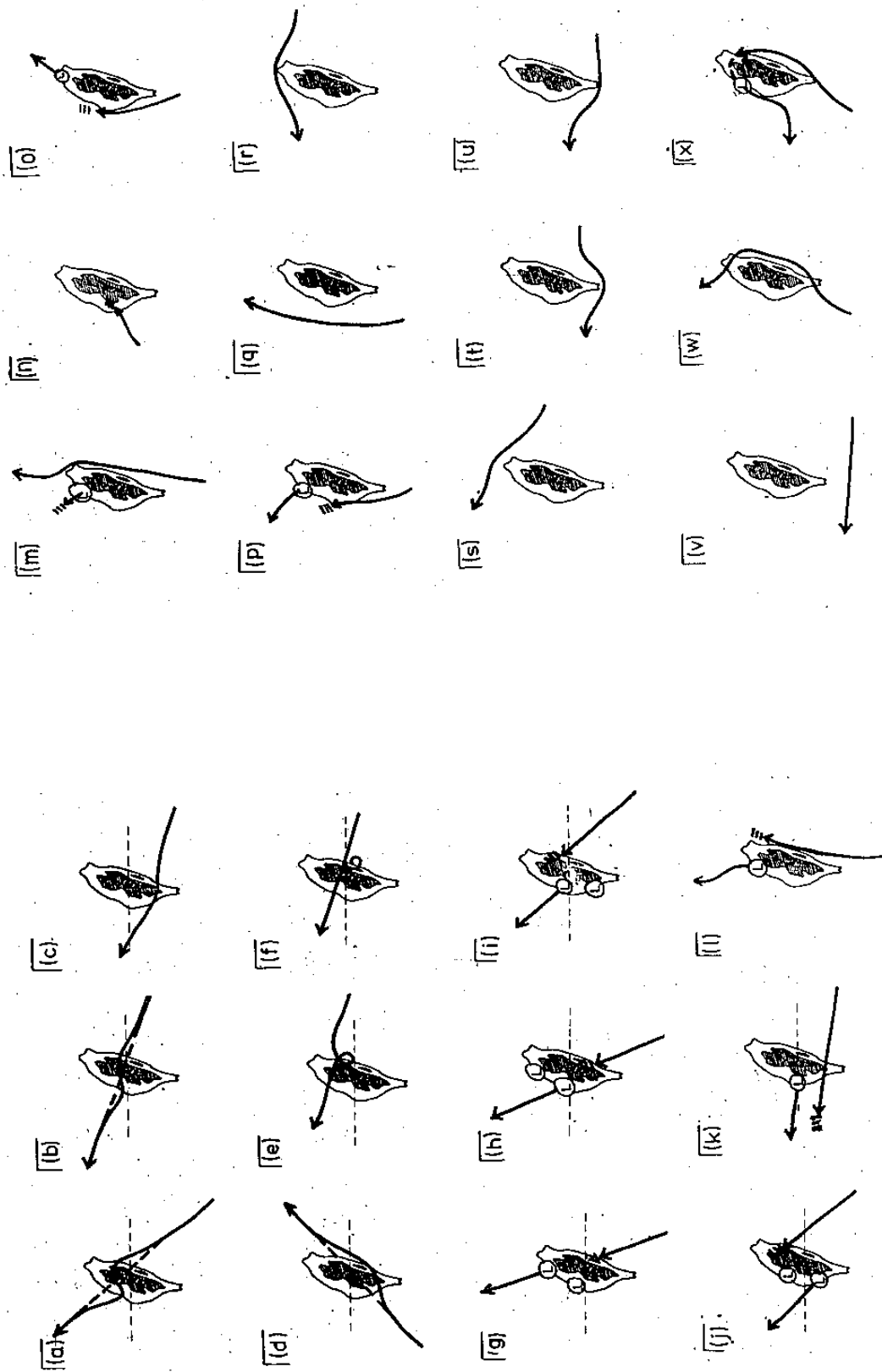


圖 1 侵襲台灣各類颱風之路徑模式圖。其中：圖 a-d. 自由過山 A 型。圖 e. 自由過山 B 型。圖 f. 自由過山 C 型。圖 g-h. 分裂過山 A 型。圖 i-j. 分裂過山 B 型。圖 k. 分裂過山 C 型。圖 l. 沿山脈東側北上颱風路徑不連續型。圖 m. 沿山脈東側北上颱風路徑連續型。圖 n. 過山時消失型。圖 o-p. 西側北上路徑不連續型。圖 q. 西側北上連續型。圖 r-s. 山脈北側西進彎曲型。圖 t-u. 山脈南側西進彎曲型。圖 v. 不彎曲型。圖 w-x. 繞山型

Fig. -1 . Schematic models of track of typhoons in Taiwan.

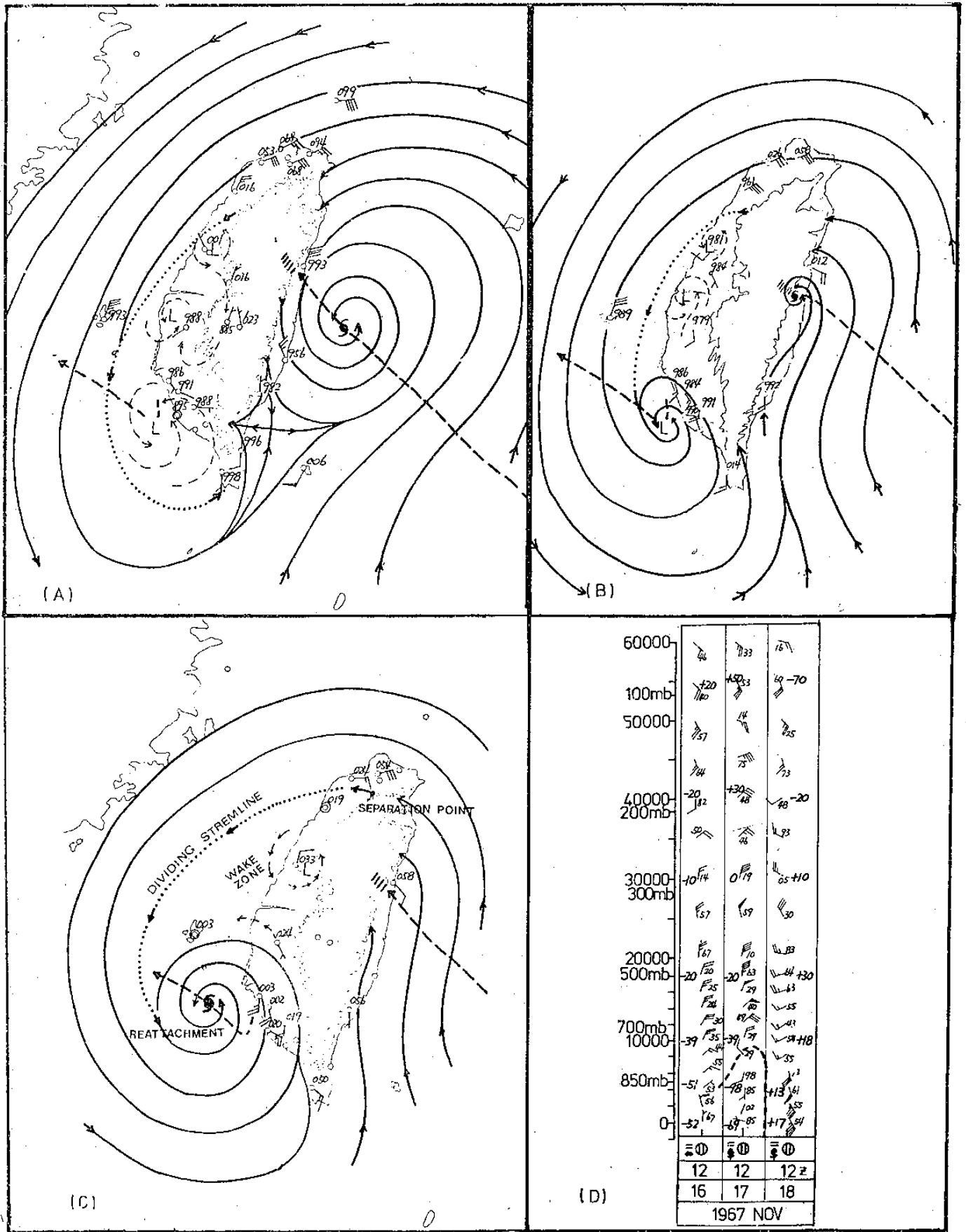
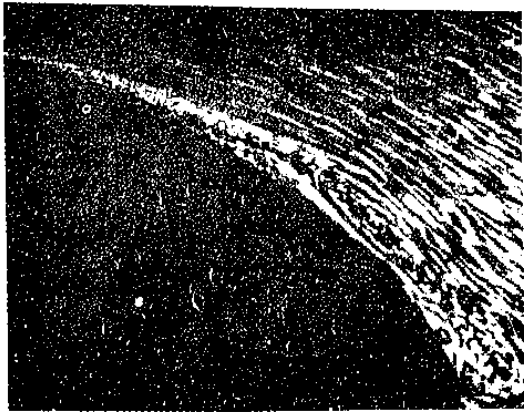
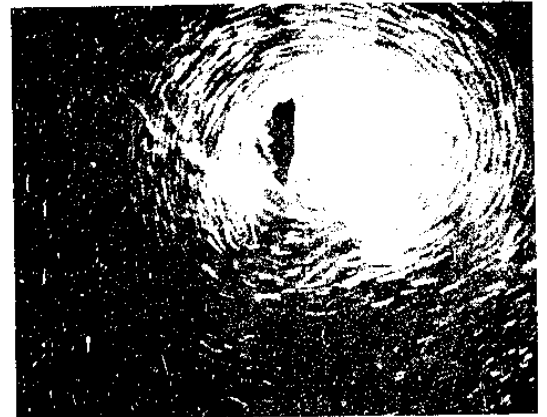


圖 2 L<sub>3</sub> 副中心取代原颱風中心——1967年11月18日 Gilda 颱風之例。圖 a. b. c. 各表 L<sub>3</sub> 副中心在發展階段之流場型式。圖 d. 為16-18日東港高空風圖，藉示尾流副中心之厚度變化。  
 Fig. 2. Example showing the replacement of typhoon Gilda, 1967 by the secondary low, L<sub>3</sub>.



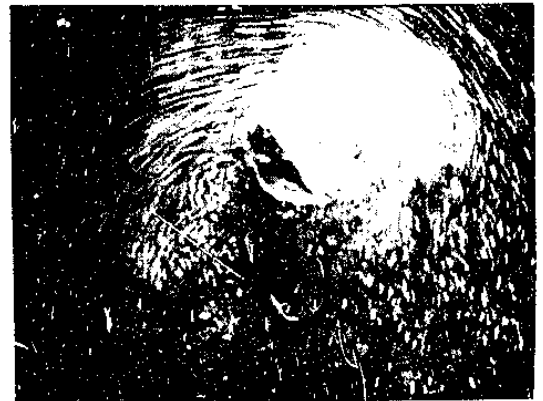
(a)



(c)



(b)



(d)

圖 3 a. 不活躍副中心之模式圖。b. 活躍副中心之模式圖 (均引自 Schlichting 1968)。該兩圖係用以說明分流邊界層中，尾流渦旋之發展情形。

Fig. 3 . Inactive vortex in a separated boundary layer (Schlichting, 1968)  
Active vortex in a separated boundary layer (Schlichting, 1968)

圖 3c-d 副中心生成與氣流進入角 ( $\alpha$ ) 間關係之實驗模式。圖 c 示氣流進入角 ( $\alpha$ ) 小於  $40^\circ$  時，中央山脈背風面之流場。此時係無副中心之生成。圖 d 示氣流進入角 ( $\alpha$ ) 大於  $40^\circ$  時，中央山脈背風面之流場，注意與圖 c 之比較。此時山脈西側已有副中心之產生。該兩圖實驗條件均同， $Ro=0.5$ ， $\beta=0.6$ ，僅隨風走向不同。一為  $\gamma$  角  $90^\circ$ ，一為  $130^\circ$ ，亦即  $\alpha$  角一為  $20^\circ$ ，一為  $60^\circ$ 。(該兩圖係蒙中研院黃榮鑑博士代為製作者)。

Fig. 3 . On the formation of secondary low as a function of incident angle of flow.

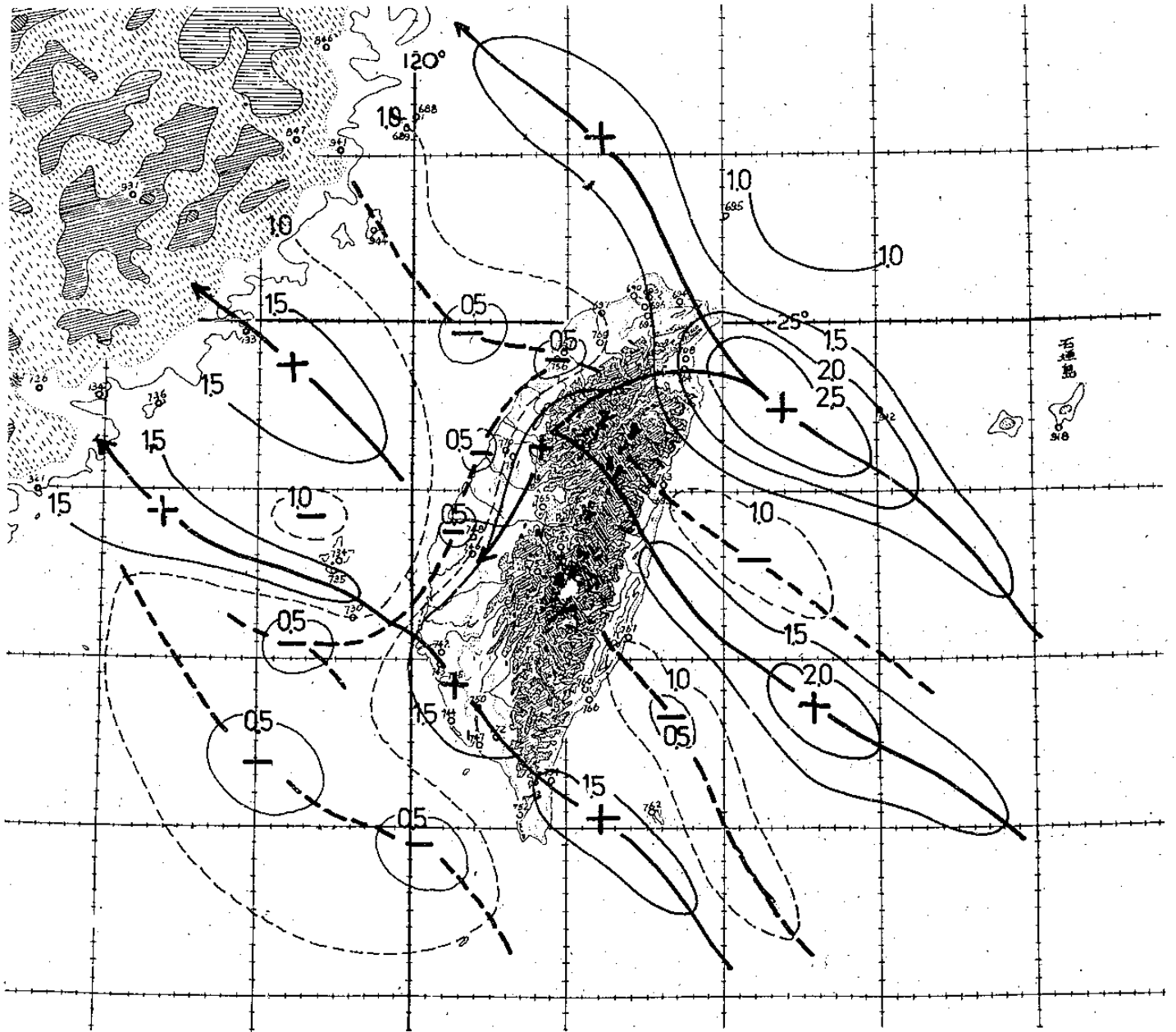
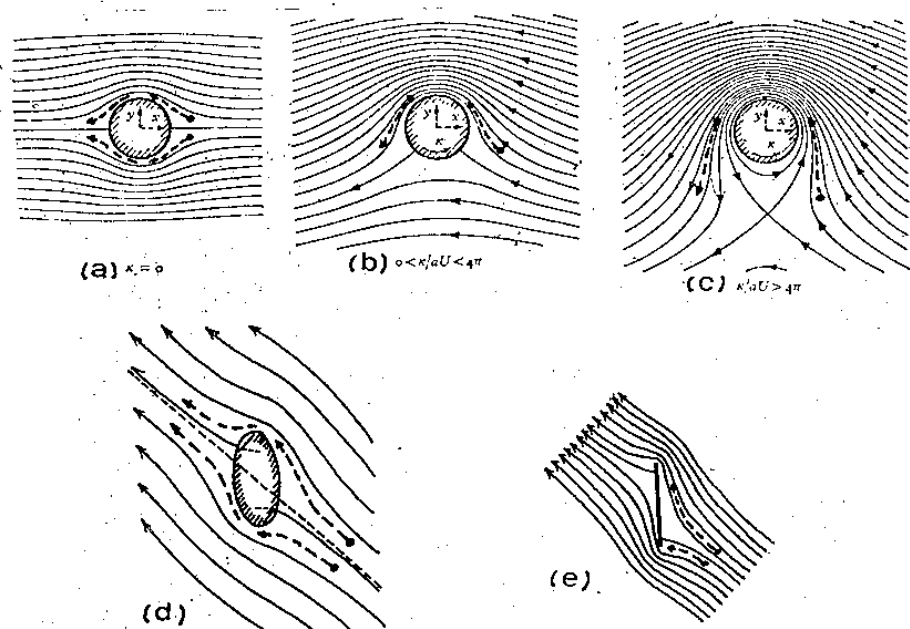


圖 4 a. 根據 1949-1975 年共 42 次西移颱風之移速客觀預測圖。圖中之數字係經標準化者（即：各時之值均除以其原始值作出）。例如台北東北近海之值為 2.5，即該颱風移速將為未就地形影響時之 2.5 倍。b. 颱風移近山脈時，移向移速變化之因素分析（本圖引自筆者 1963 年之文）。

Fig. 4 . Objective forecast diagram of the speed of typhoons influenced by the barrier based on 42 cases.





圖·5 (a)-(c)為二維非旋流體過一具有氣旋式旋轉圓柱之流場模式。(a) $K=0$ 時，(b) $0 < \frac{K}{aU} < 4\pi$ 時，(c) $\frac{K}{aU} > 4\pi$ 時。(d)平直而無環流氣流通過橢圓柱體之流線圖，此時氣流與長軸之交角為 $135^\circ$ ，亦即前述之 $\alpha$ 角。(e)流動以 $135^\circ$ 角度( $\alpha$ 角)繞過平板時之流線圖。各圖中之點線示颱風(點渦旋)之路徑。斷線表點渦旋之運動，係筆者增繪。(Batchelor 1970)

Fig. 5. (a)-(c). Streamline for irrotational flow due to a circular cylinder held in a stream of uniform velocity  $(-U, 0)$  at infinity, with circulation  $K$  round the cylinder (From Batchelor 1970). (d) for an elliptic cylinder held in a stream with  $K=0$ ,  $\gamma=135^\circ$  (e) for a flat plate in a stream with  $K=0$ ,  $\gamma=135^\circ$

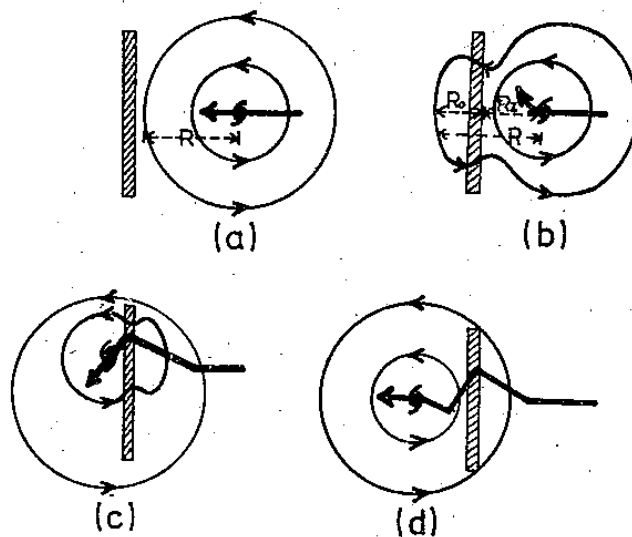


圖 6 颱風過山環流變形(不對稱風場)與路徑變形之關係模式圖。a 颱風接近山脈之時，假定其路徑為向西。b 颱風移近山脈外圍半徑( $R_0$ )部份已受山脈影響時，颱風移向轉而北偏。c 颱風過山後，移向偏南時，此時受西側  $R_0$  部份氣流導引，並移向其幾何中心。d 颱風中心與幾何中心一致時，路徑回復正常。

Fig. 6. Influence of the circulation of a Typhoon on the distortion of its track when it approaches a barrier.

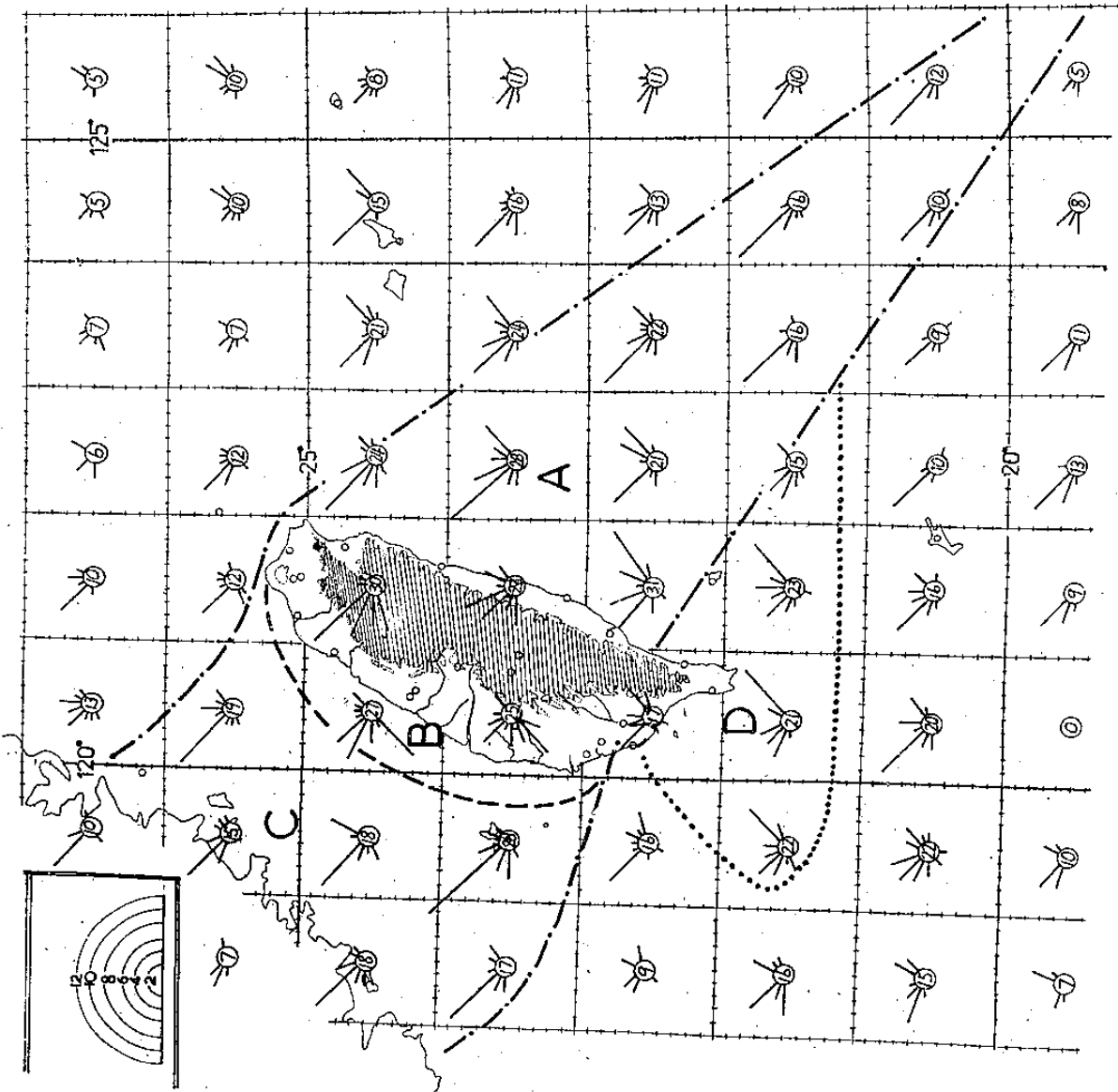


圖 7 a. 台灣近海籍 1959 至 1970 年間經詳細分析所得之颱風走向頻率 (次數) 圖。藉示台灣地形對颱風運動影響之重要。圖中山脈東側虛線範圍 (A 區) 為路徑偏北區，西側者 (B 區) 為路徑偏南區，(C 區) 為路徑轉偏西北之區，(D 區) 為偏東北之區。

Fig. 7 a. Frequency distribution of the direction of motion of tropical cyclones for each 1° square

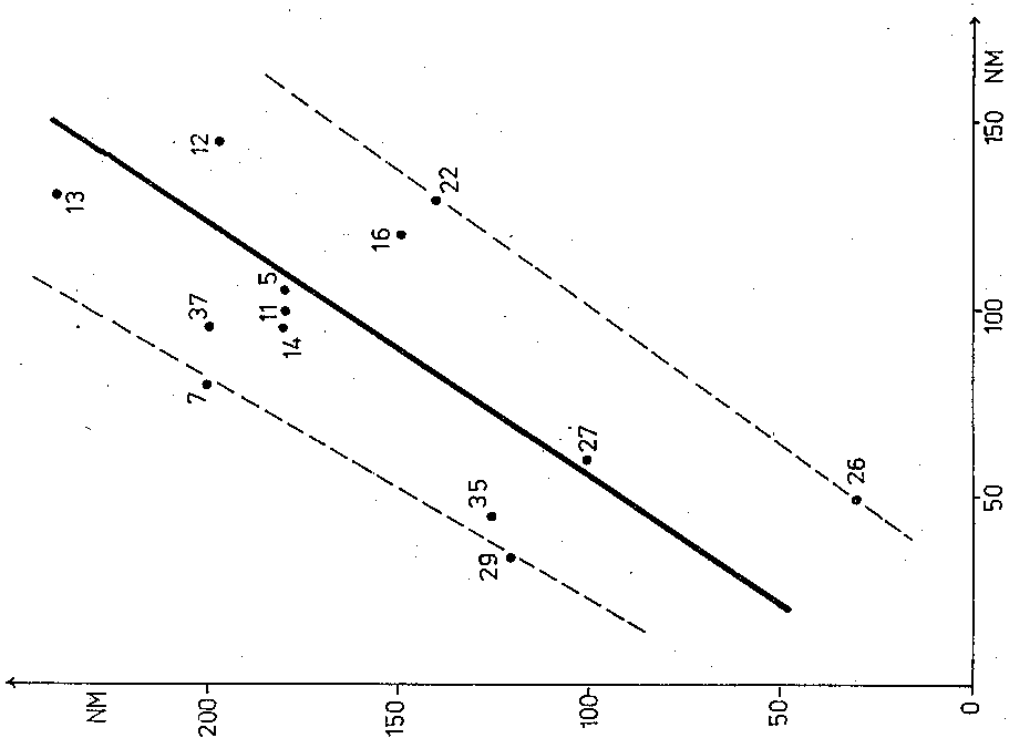


圖 7 b. 颱風在中央山脈東側路徑開始偏北時之距山脈脊線距離與大風半徑 (30 哩/時之風) 大小間之相關圖。

Fig. 7 b. Distance between the Central Mountain Range and typhoon at which its track starts to deviate to the north as a function of the magnitude of its radius of 30 kts wind.

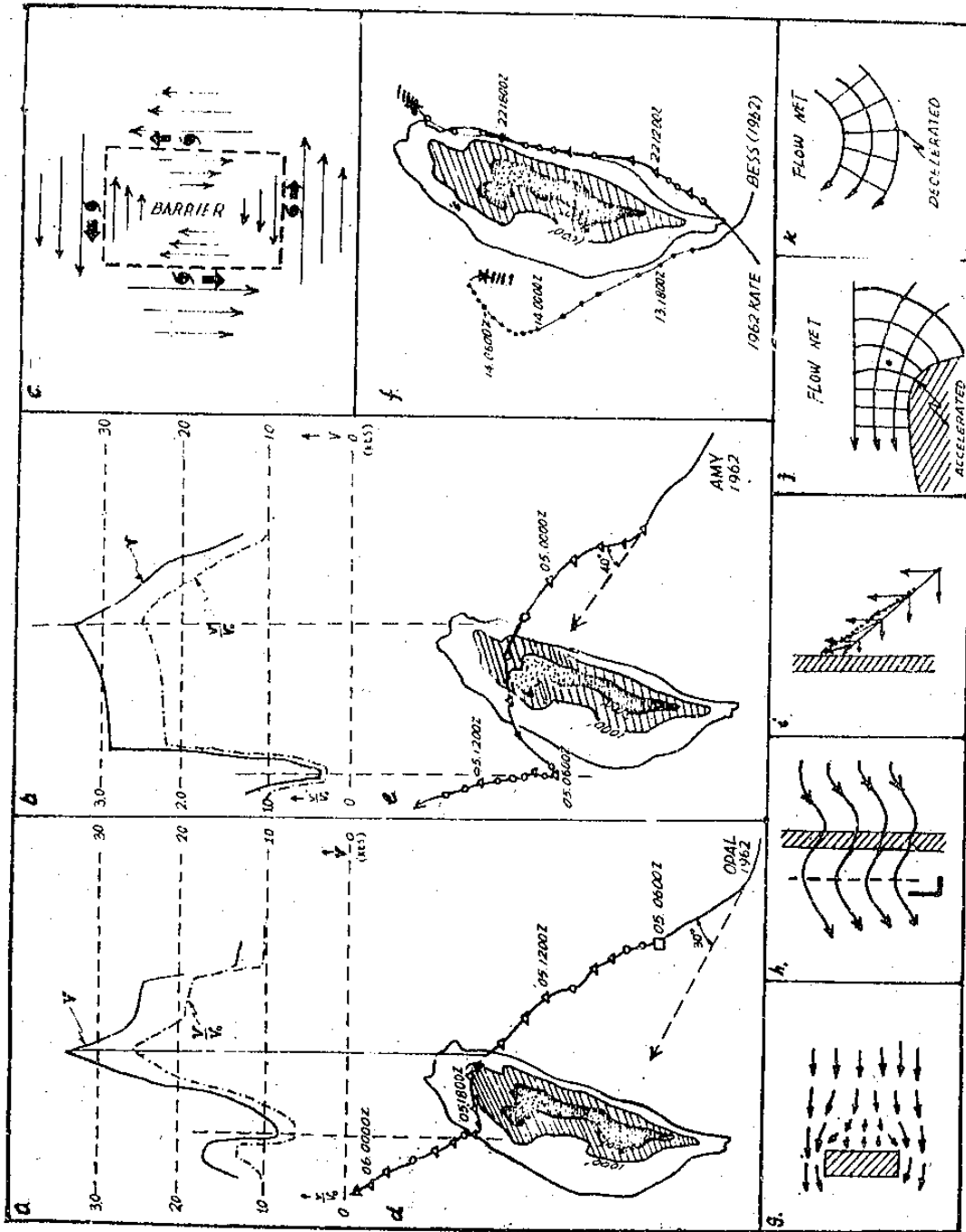


圖 7 C. 颱風移近山脈時，移向移速變化之因素分析 (本圖引自筆者1963年之文)。

CHANGES OF VELOCITIES OF TYPHOONS MOVING ALONG THE MOUNTAIN RANGE.

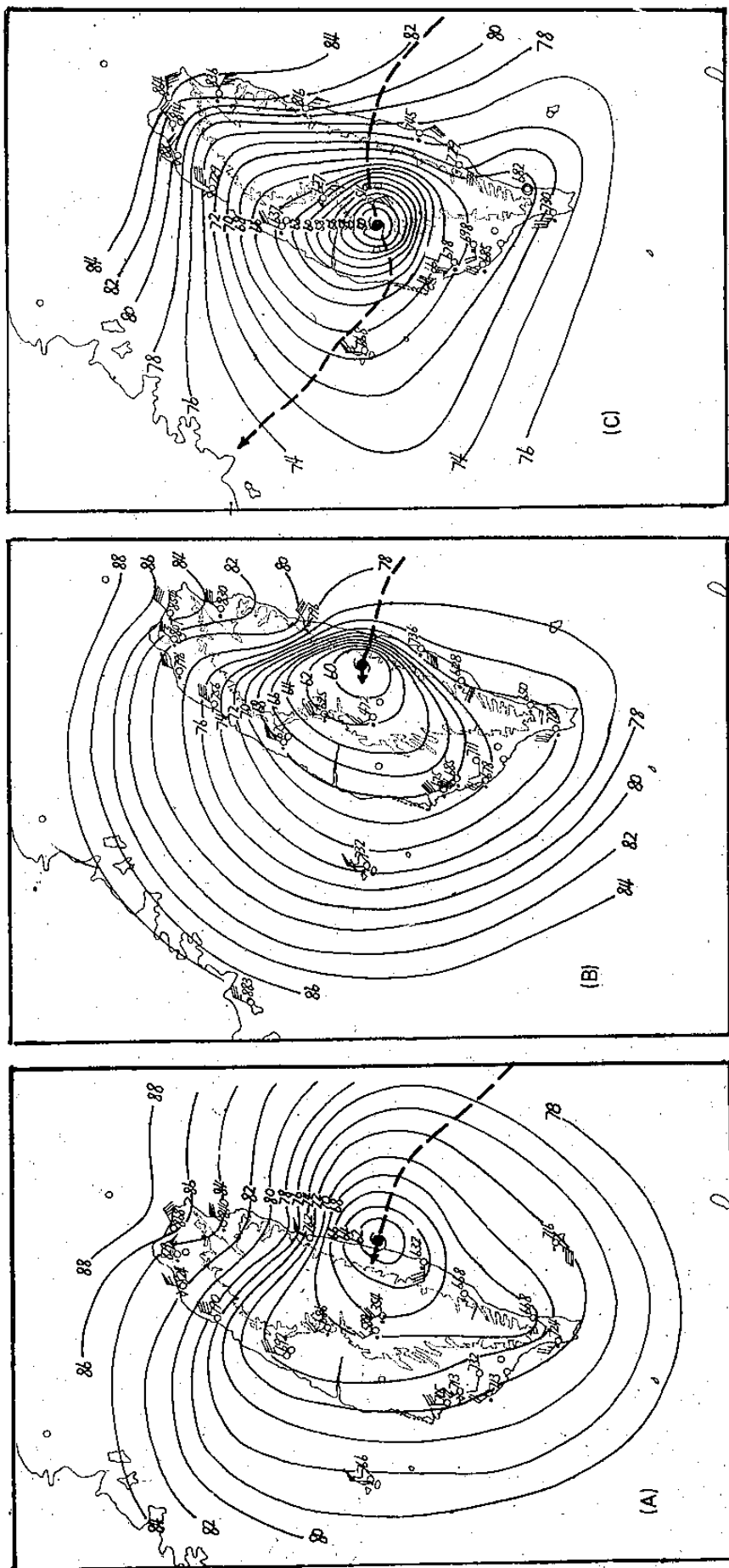


圖 8 a. 自由過山 A 型颱風——1959 年 8 月 29 日 Joan 颱風之例。a. 29 日 13Z 為過山前，b. 14Z 於過山時，c. 15Z 於過山後。

Fig. 8 a. Example of type A of continuous typhoon track (category 1)

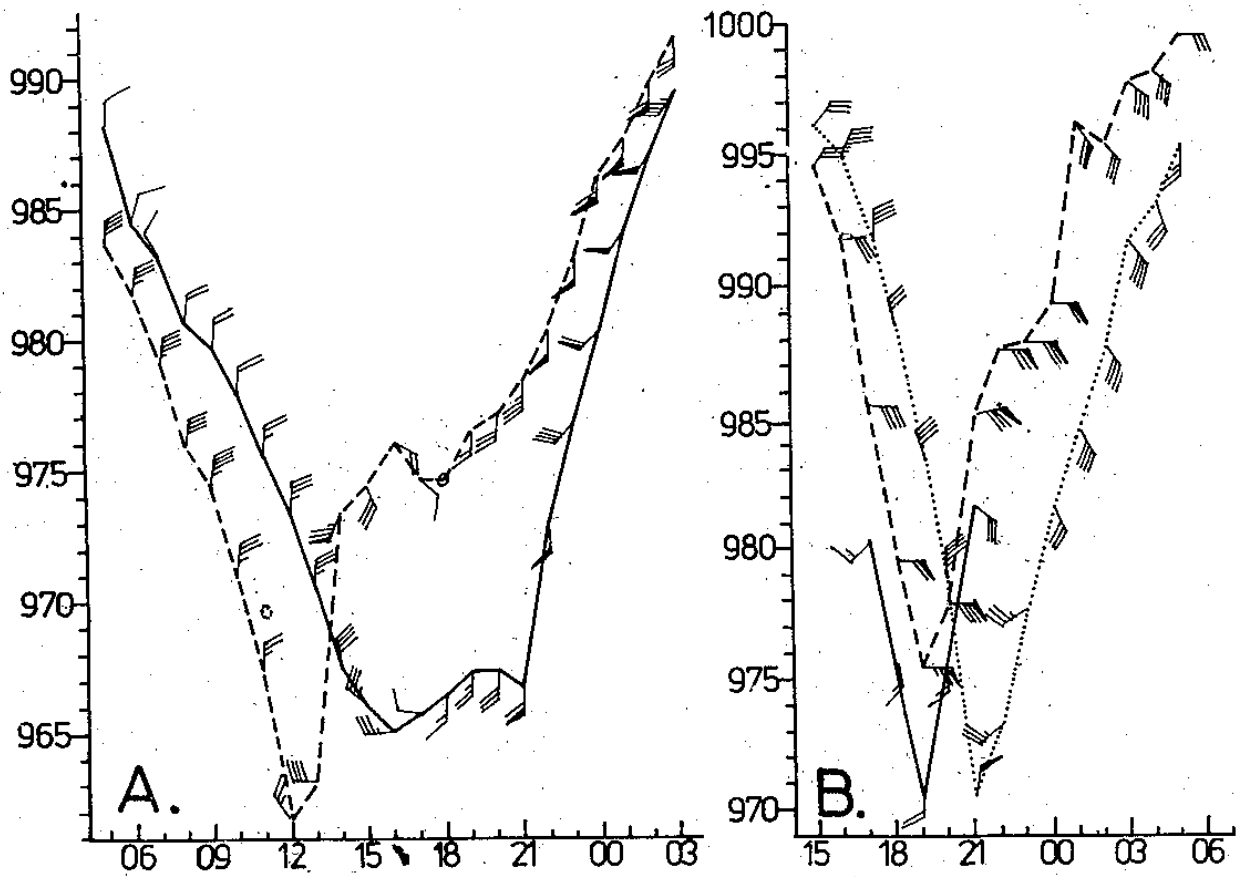


圖 8. b. 自由過山颱風A型類於過山前後，氣壓及風資料之比較。

a. 1959年8月29-30日 Joan, 新港——斷線, 台南——實線。

b. 1961年9月11-12日 Pamela, 花蓮——實線, 宜蘭——斷線, 清泉崗——點線。

c. 1949年9月14日 Nelly, 新港——實線, 台南——斷線。

Fig. 8 b. Comparison of profiles of pressure and wind of typhoon before and after passing over the mountain for type A of continuous typhoon track

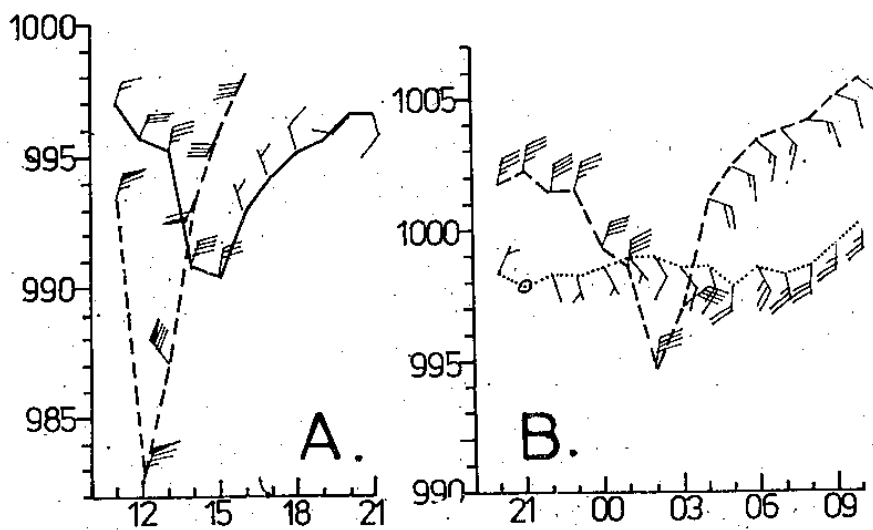


圖 9 分裂過山颱風B型類於山脈東西兩方測站氣壓及風資料之比較。

a. 1959年9月3日 Louise, 花蓮——斷線, 新竹——實線。

b. 1967年11月17-18日 Gilda, 花蓮——斷線, 台南——點線。

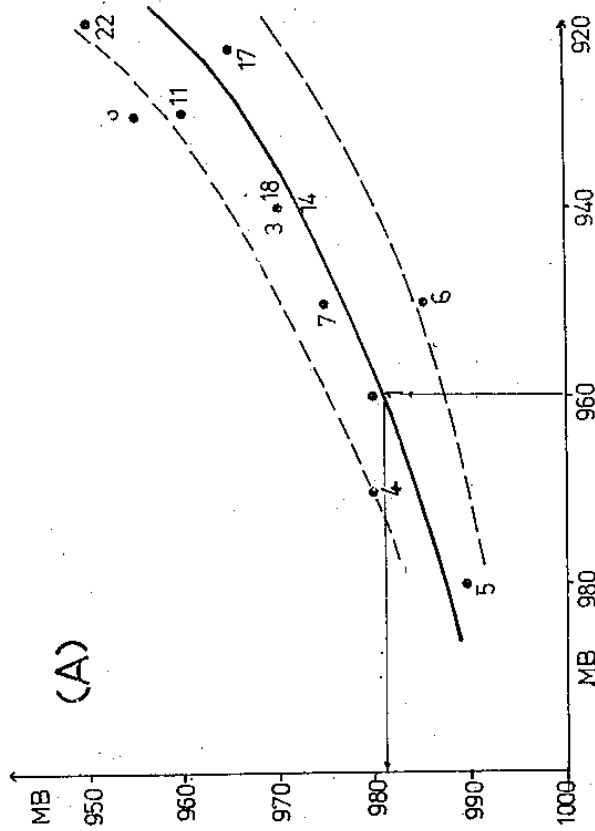
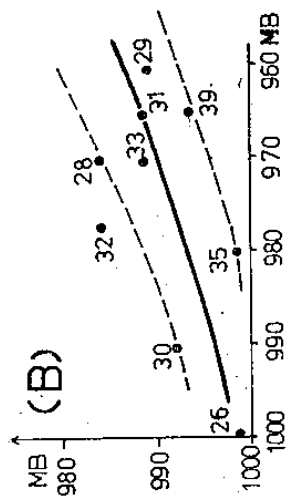


圖 10 颱風過山前後中心氣壓客觀預測圖。a. 為自由過山颱風者。圖中橫標表過山前，縱標表過山後。圖中之數字表颱風之編號數，參見表二。

Fig. 10. Objective forecast diagram for central pressure of a typhoon after passing over the Central Mountain Range (a) category 1, (b) category 2.

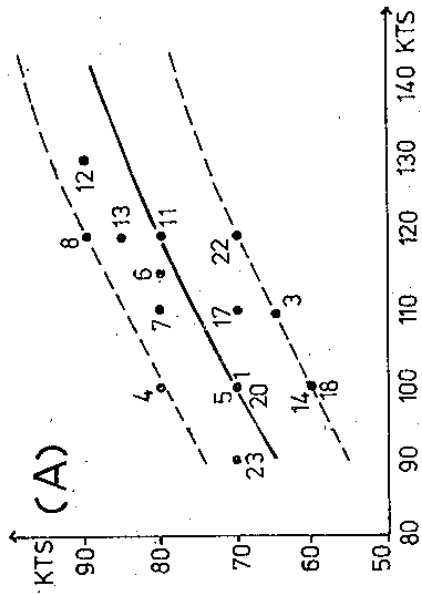
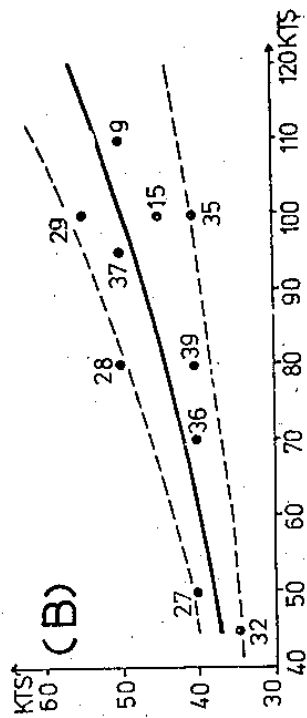


圖 11 過山前後颱風最大平均風速客觀預測圖。a. 為自由過山颱風者。圖中之數字表颱風之編號數，參見表二。

Fig. 11. Objective forecast diagram for maximum sustained wind of a typhoon after passing over the barrier.

(a) category 1, (b) category 2.

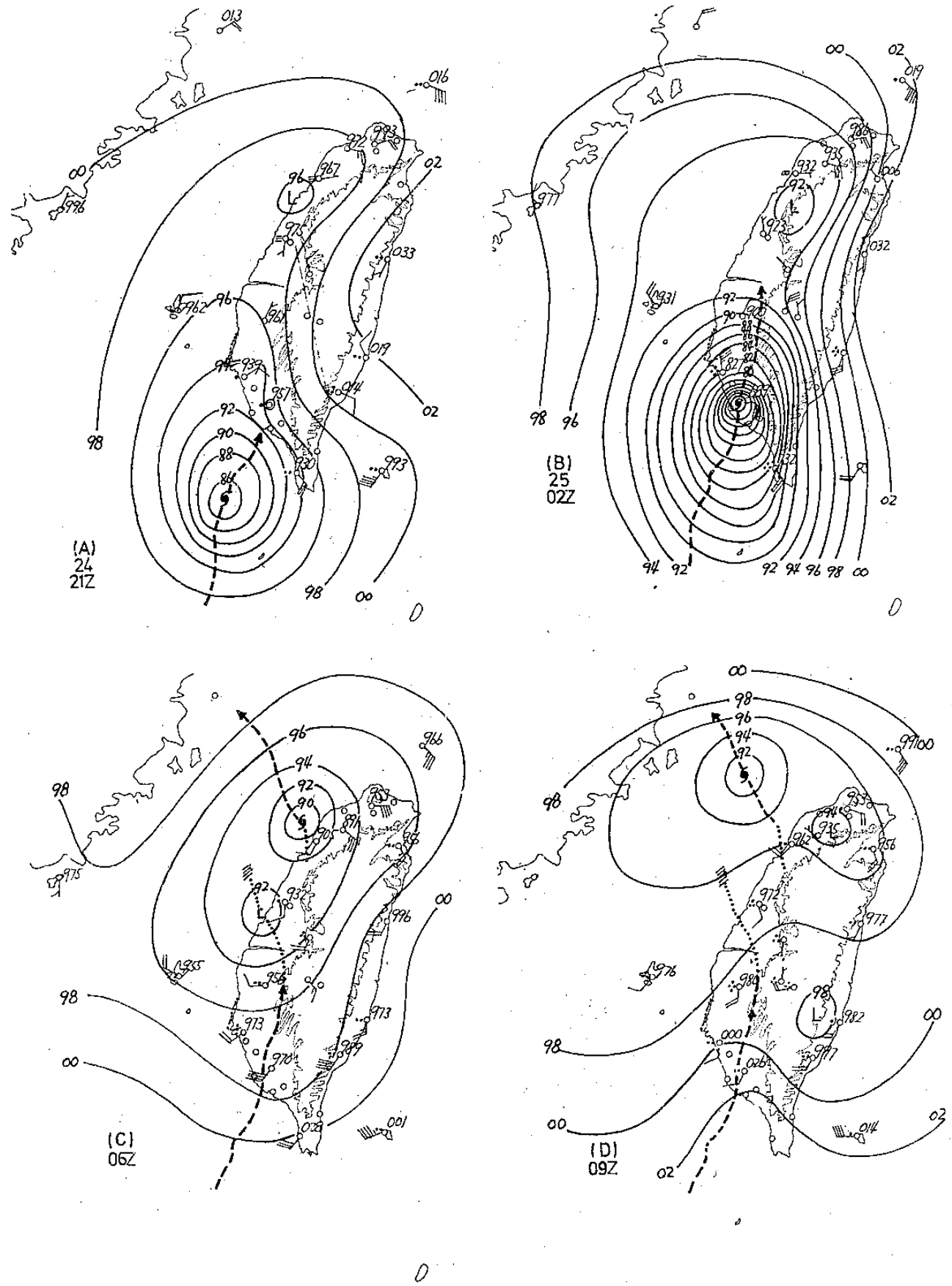


圖 12 與圖4-5 實驗圖渦旋動態 (路徑不連續者) 甚相一致之1977年7月 Thelma 颱風動態圖。圖 a. b. c. d. 表各階段時之颱風流場。注意颱風路徑之不連續。

Fig. 4-8. Field example of Fig. 4-5

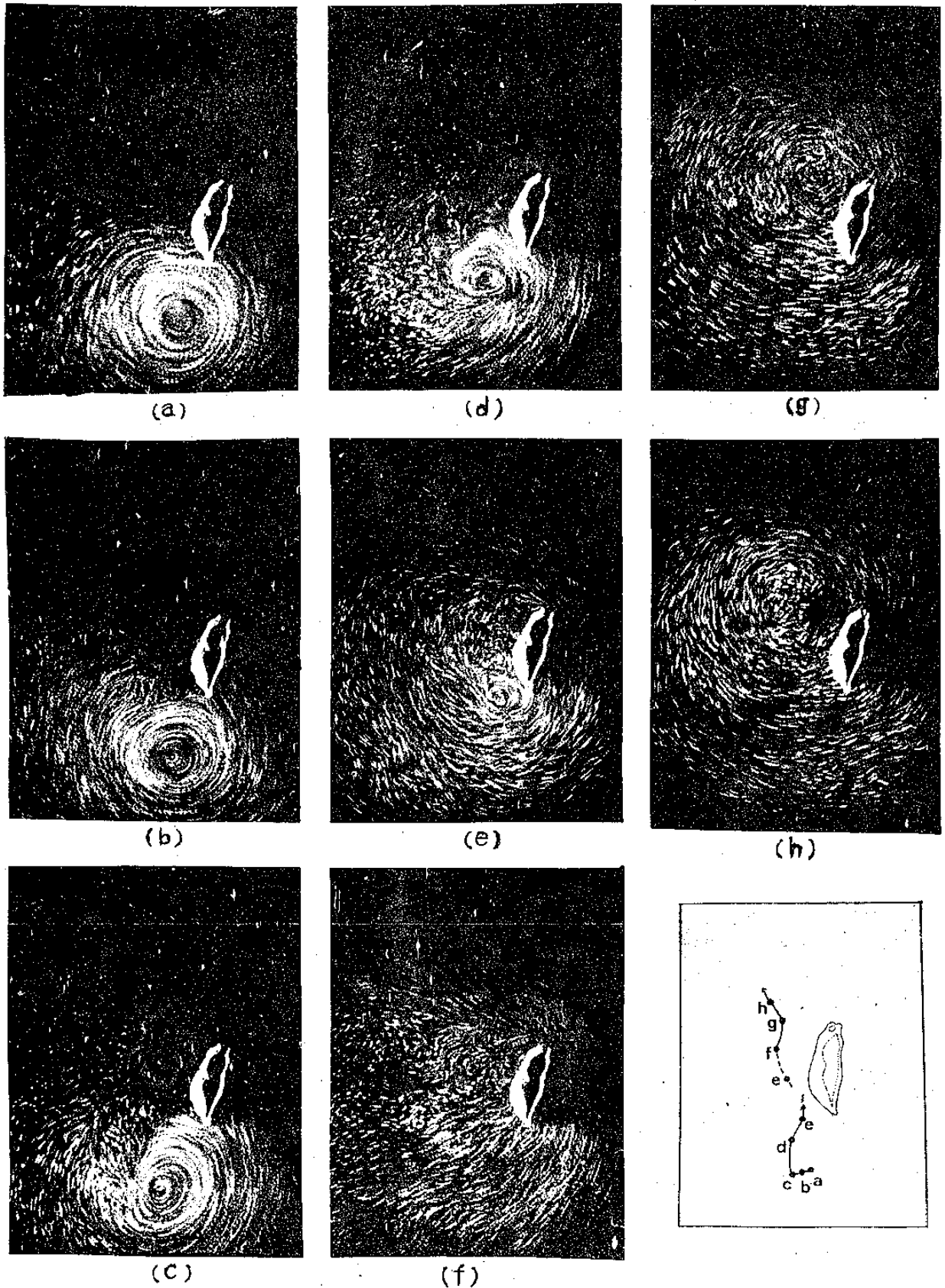


圖 13 同圖 4-3，僅渦旋係在山脈西側北行。藉圖可見，其主中心亦如圖 4-3，係被其副中心所取代，路徑並不連續（參見圖 4-8 Thelma 颱風之例）。

Fig. 13. Same as Fig. 4-3 but to the west side

（註：本圖及其他各附有台灣地形之模型實驗均係為中研院黃榮鑑博士代為製作）



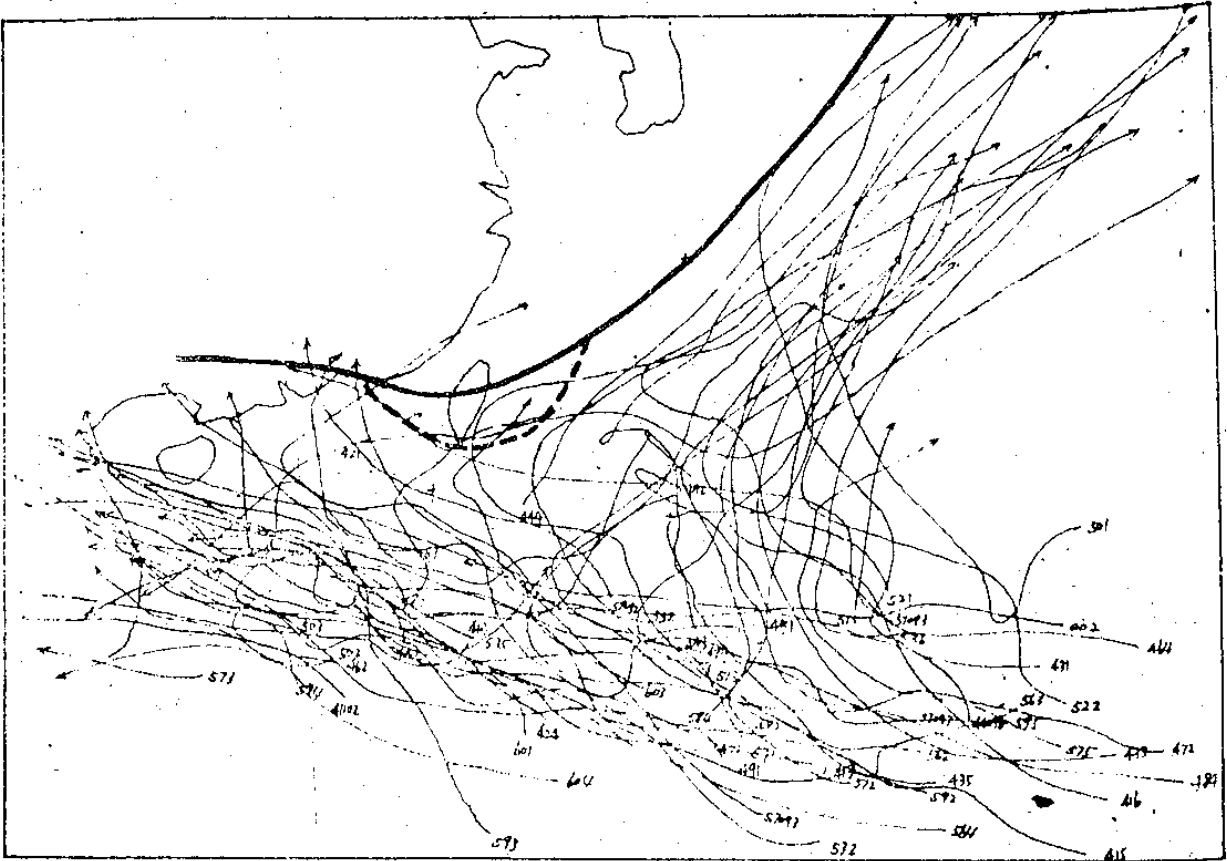
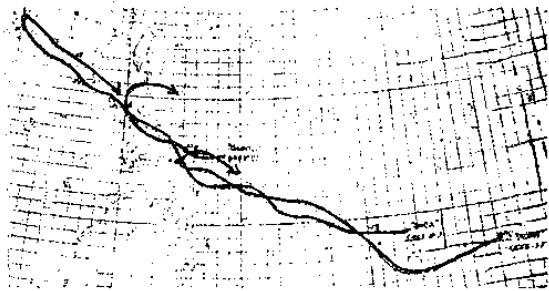
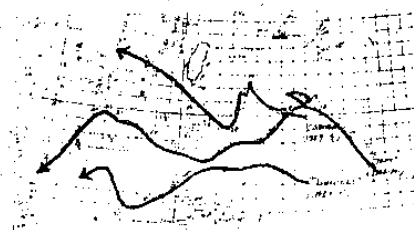


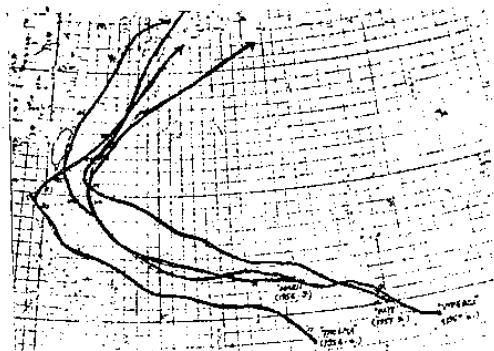
圖14. 民41—60年 (1952—1971) 10月份西太平洋中移過 140°E 以西之全部颱風路徑圖。粗實線表極地高壓之範圍，粗虛線表在臺灣附近颱風之邊界線，圖中各颱風均以代號註明，例 415表民41年10月份第五次颱風份類推。



(A)



(B)



(C)

圖15. 受寒潮影響之颱風實際行徑圖

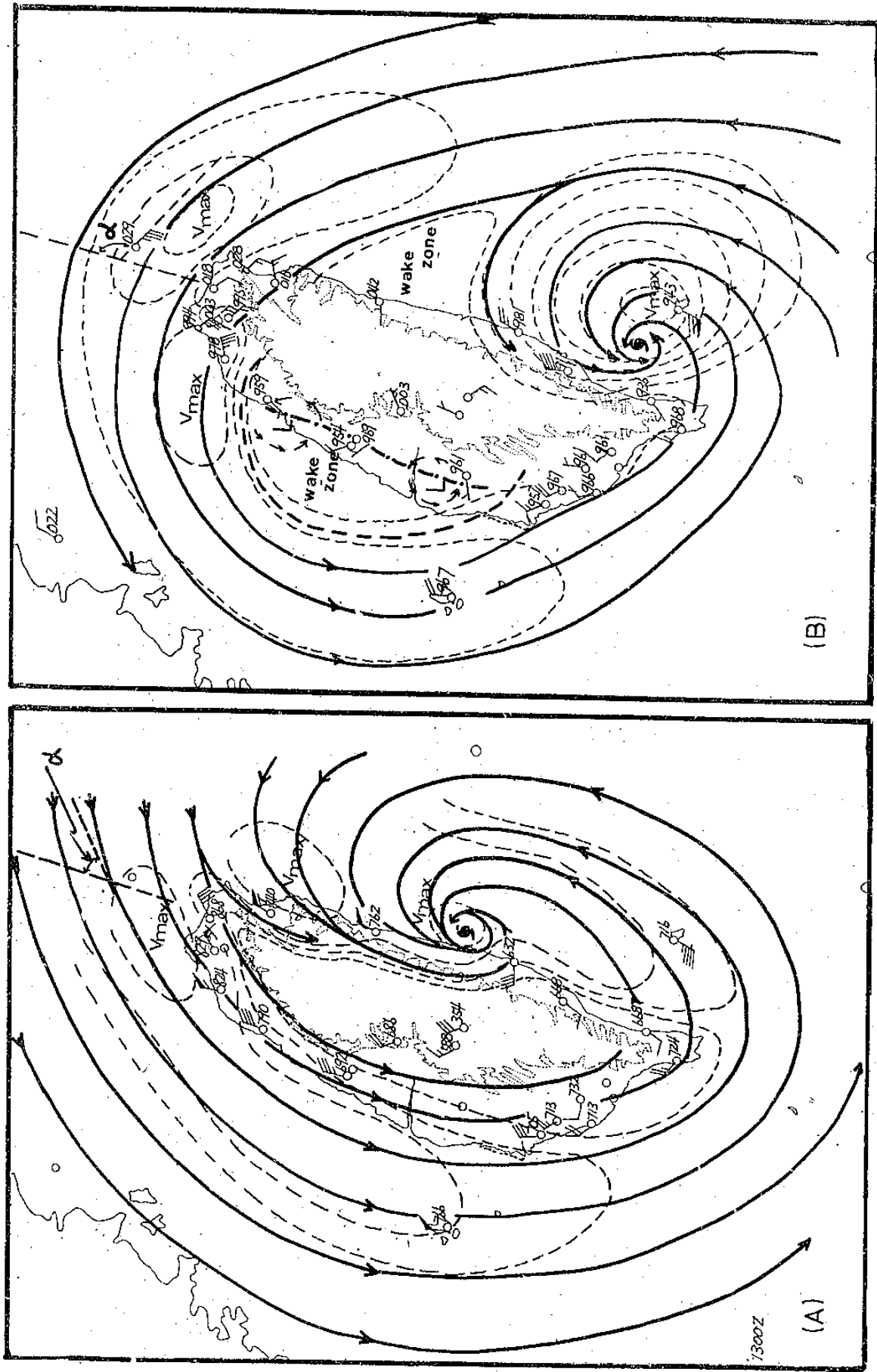


圖 16 a. 山脈西側無副中心發展時之颱風流場——1959年8月29日13Z Joan 颱風流場之例。b. 山脈西側有副中心發展時之颱風流場——1955年8月23日 13Z Iris 颱風流場之例。注意兩圖均屬強烈之颱風，藉此實例可見副中心是否產生係繫於彭佳嶼一帶氣流方向之不同，亦即氣流進入角 ( $\alpha$ ) 之不同。

Fig. 16. a Actual flow field of typhoon Joan without flow separation on the lee of the Central Mountain Range  
 b Actual flow field of typhoon Iris with flow separation on the lee of the Central Mountain Range

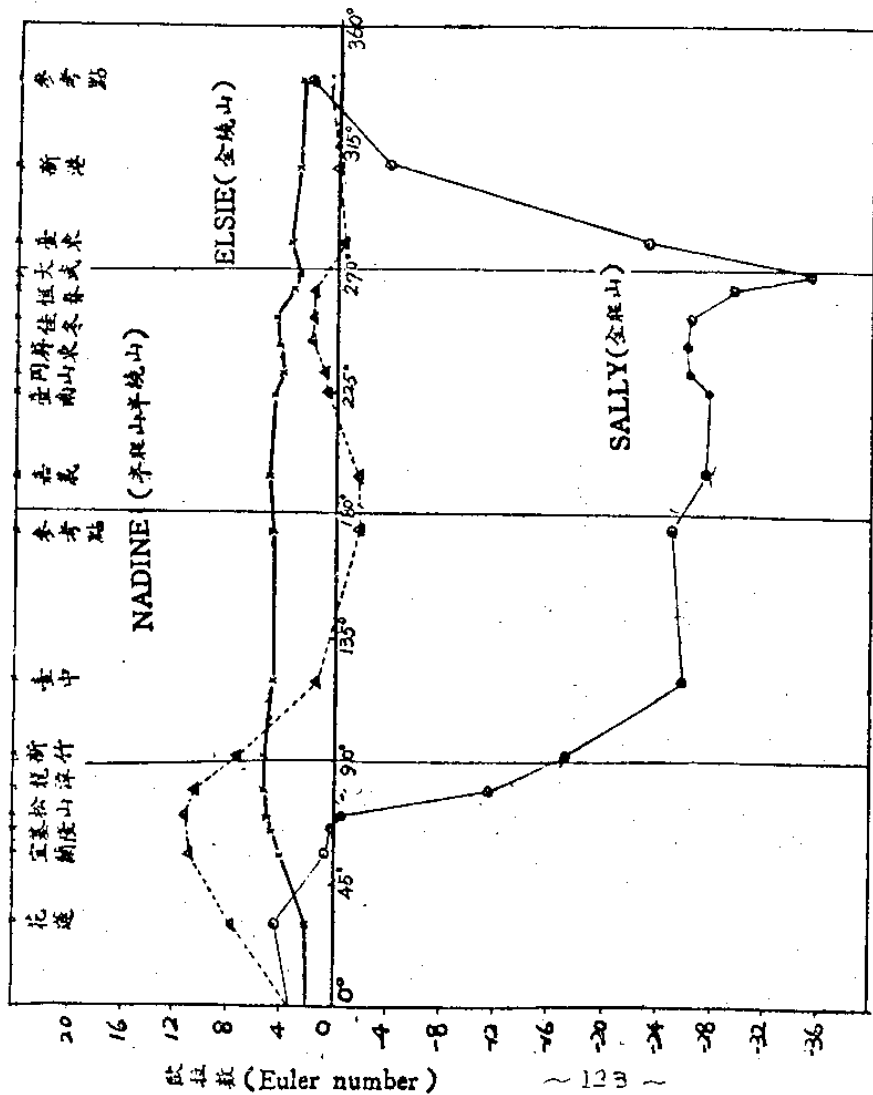


圖 17 根據繞山 (圖十二 Elise 颶風) 繞山 (圖十三 Sally 颶風) 與半繞山半腰山 (圖十一 C, Nadine 颶風) 三類颶風之例所求出環繞中央山脈流線之歐拉數 (Euler-Number  $\frac{P-P_0}{\rho V_0^2}$ ) 圖, 藉圖可見此三類情形下歐拉數之顯著不同。

5. 17. Euler number computed from the stations under the influence of typhoons Elsie (1959), Sally (1961), and Nadine (1971), showing the barrier effects on different typhoon tracks.

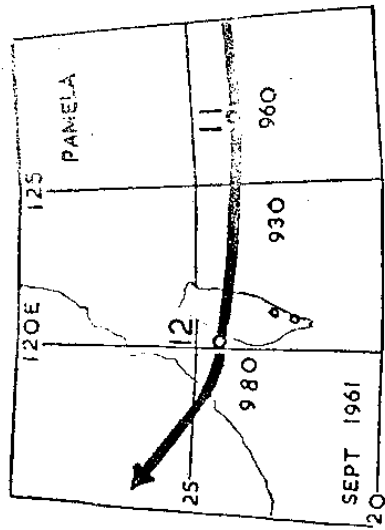


Fig. 18a. At 3 a. m., Sept. 12, 1961, Typhoon "Pamela" landed at the north of Hwailien then moved across the northern Taiwan island. Dominant Fochin wind was observed at Taitung and Tawu. (Liao, 1979)

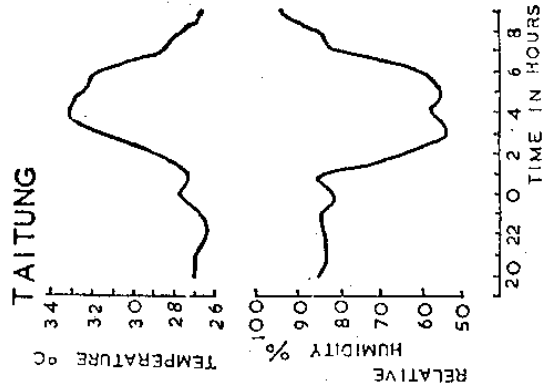


Fig. 18b. Temperature and relative humidity variation at Taitung from Sept. 11 to Sept. 12, 1961.

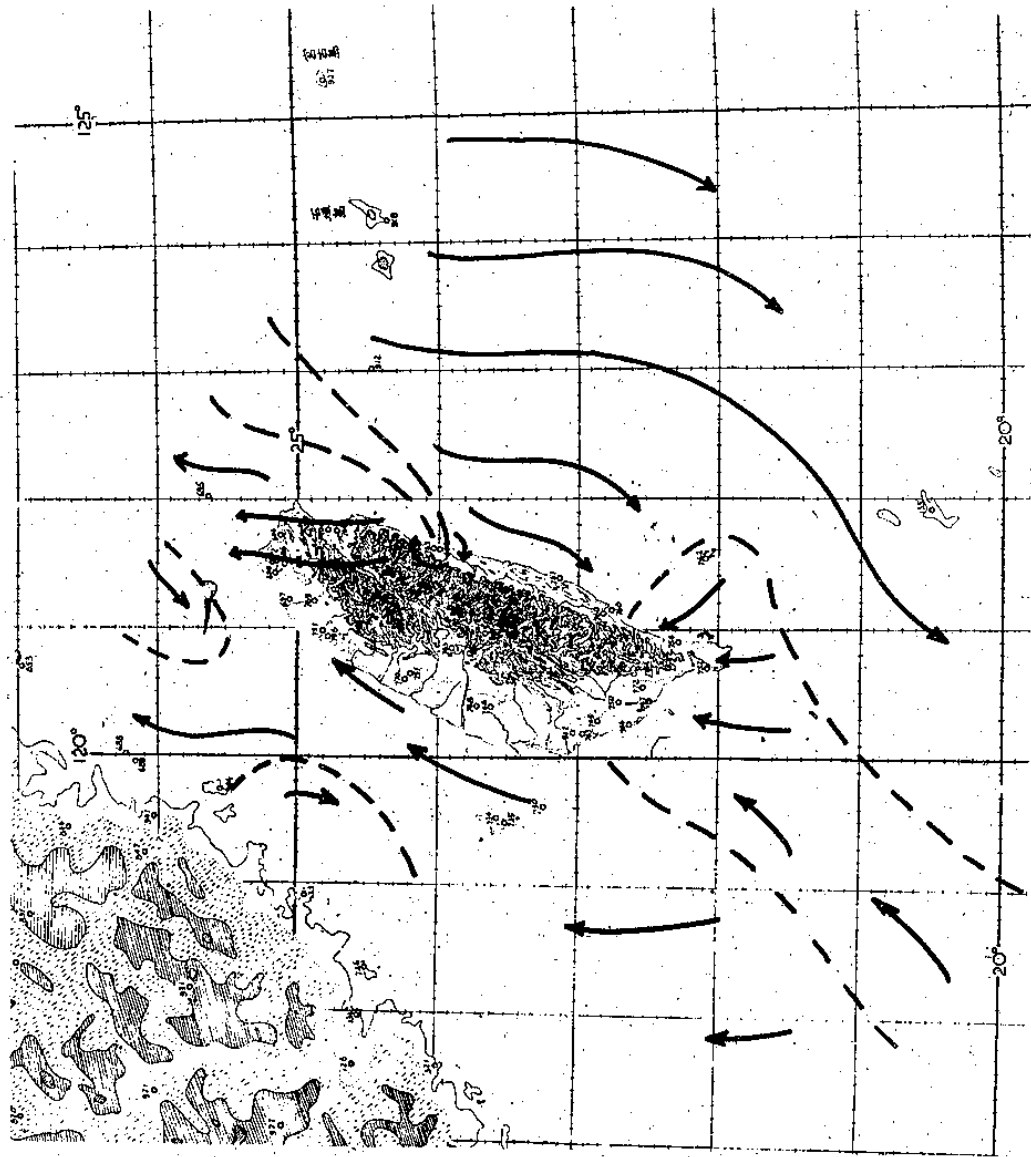


圖 20 強烈颱風風向客觀預測圖——花蓮之例 (引自林、曲、俞、王等1971年之文)。

Fig. 20. Example of the objective forecast diagram of wind direction for

Hualien under the influence of typhoons.

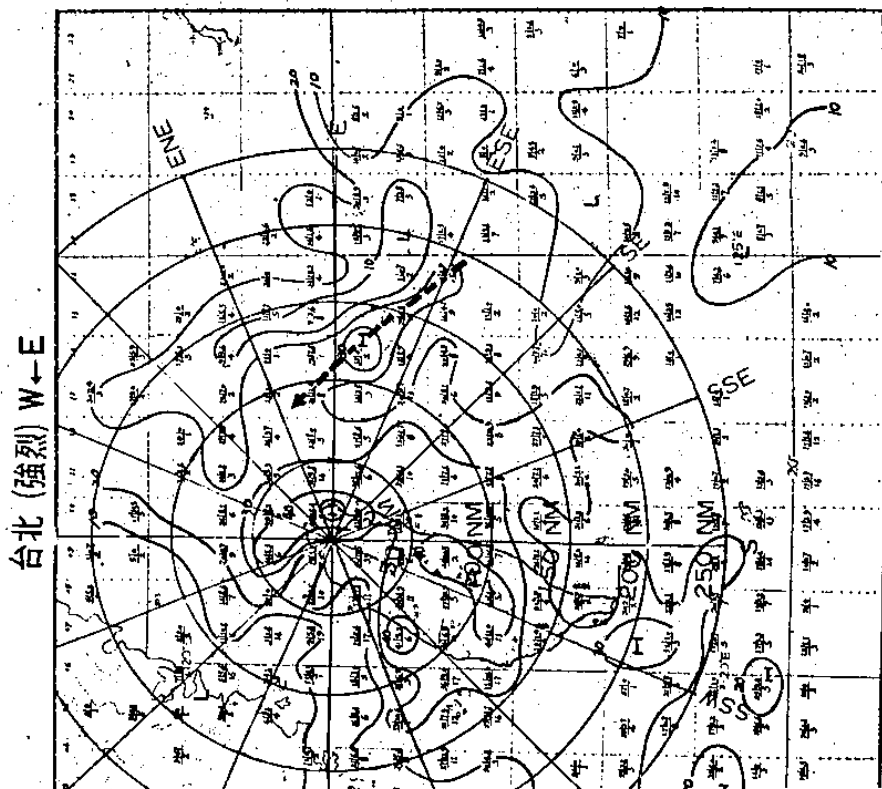
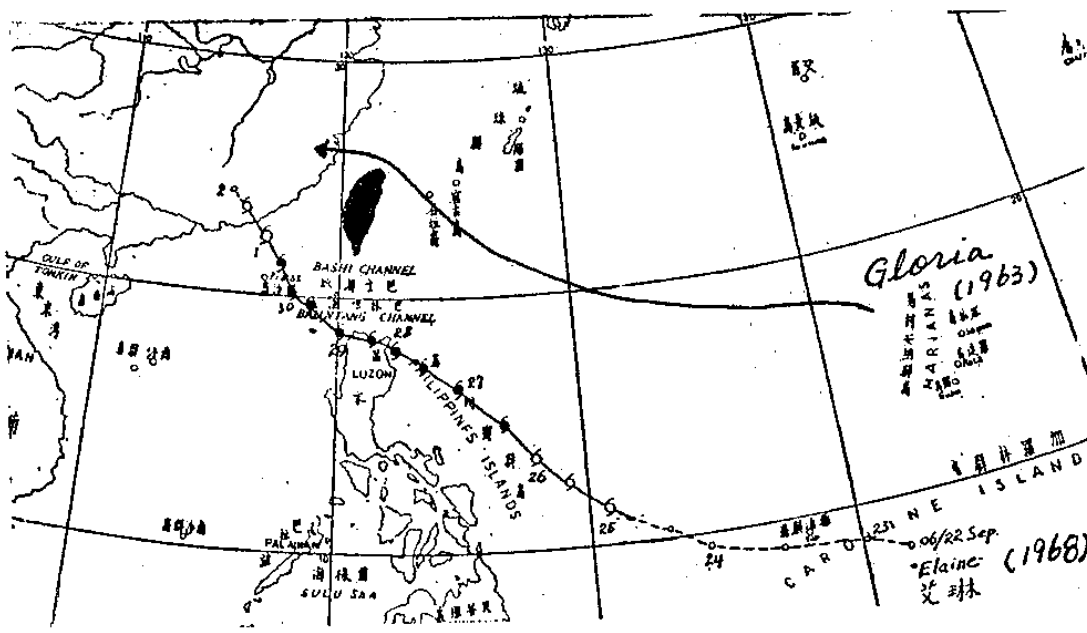


圖 19 強烈颱風風力客觀預測圖——台北松山機場之例

(引自林、曲、俞、王等1974年之文)。

Fig. 19. Objective forecast diagram of sustained

wind for Taipei under the influence of typhoons



葛樂禮及艾琳颱風路徑圖

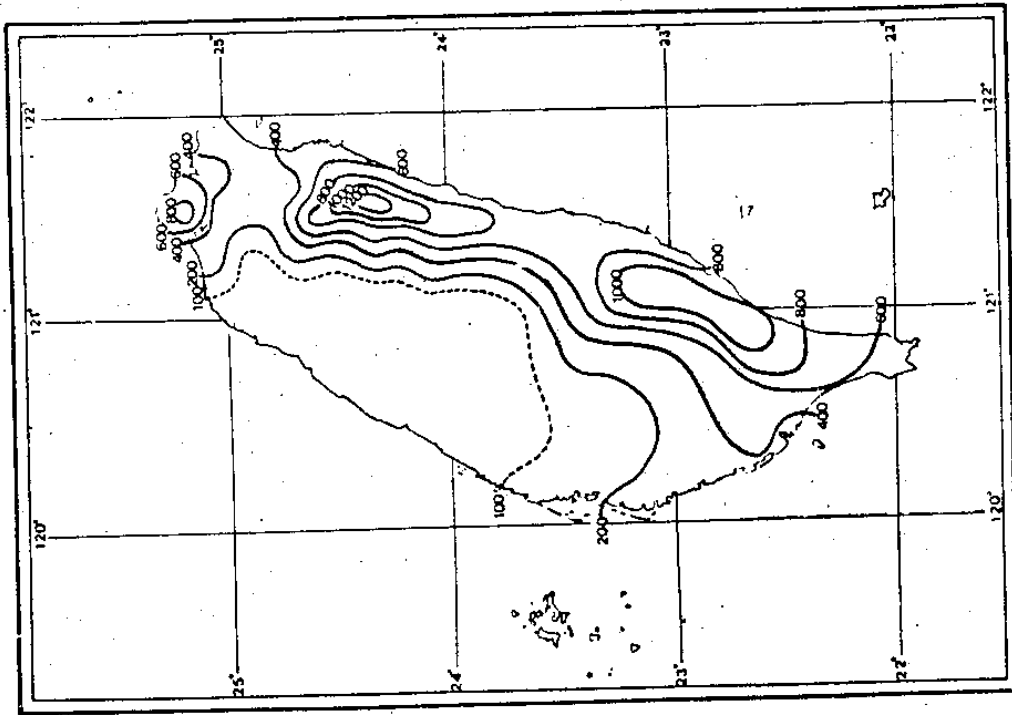


圖 22 民國五十七年艾琳颱風之  
等雨量線分佈

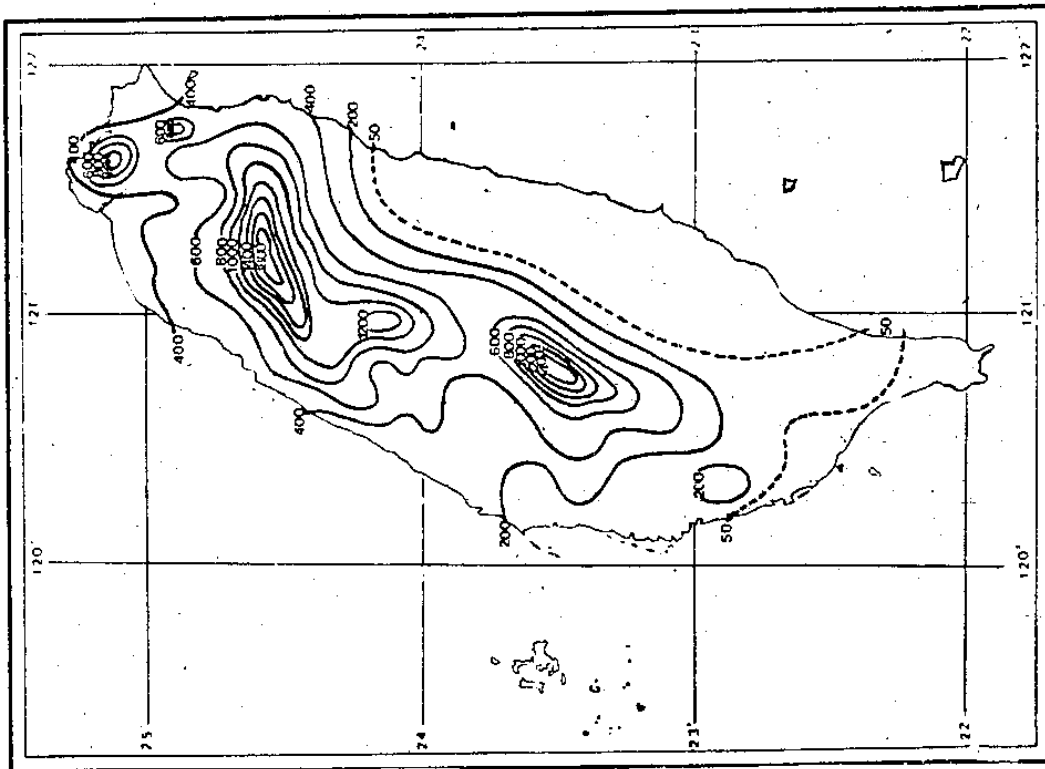


圖 21 民國五十二年葛樂禮颱風之  
等雨量線分佈 (引自徐晉淮等 1972)

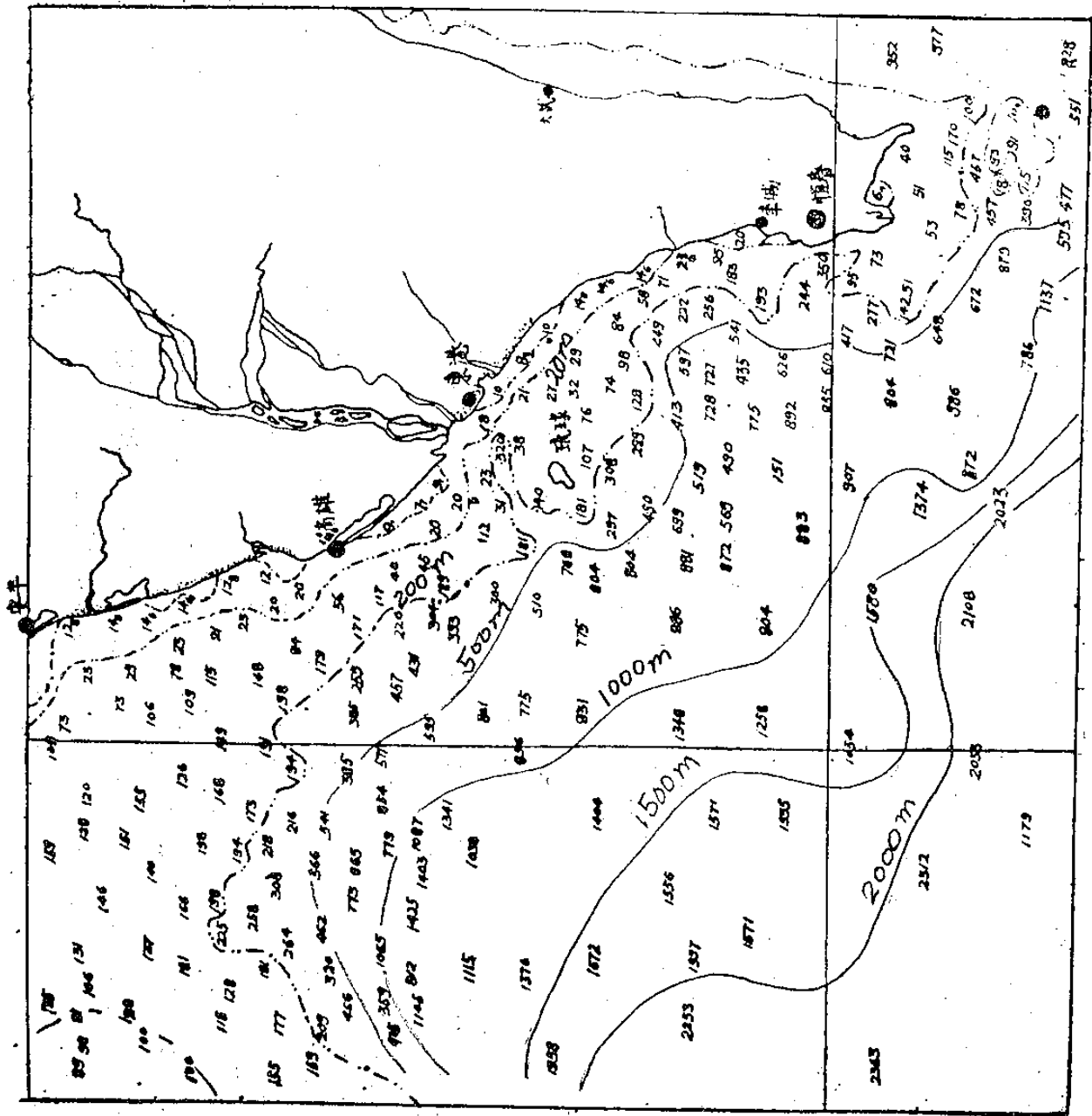


圖 23 本省西南沿海水深分佈圖

(本圖及以下各圖均引自張士韜, 1967)

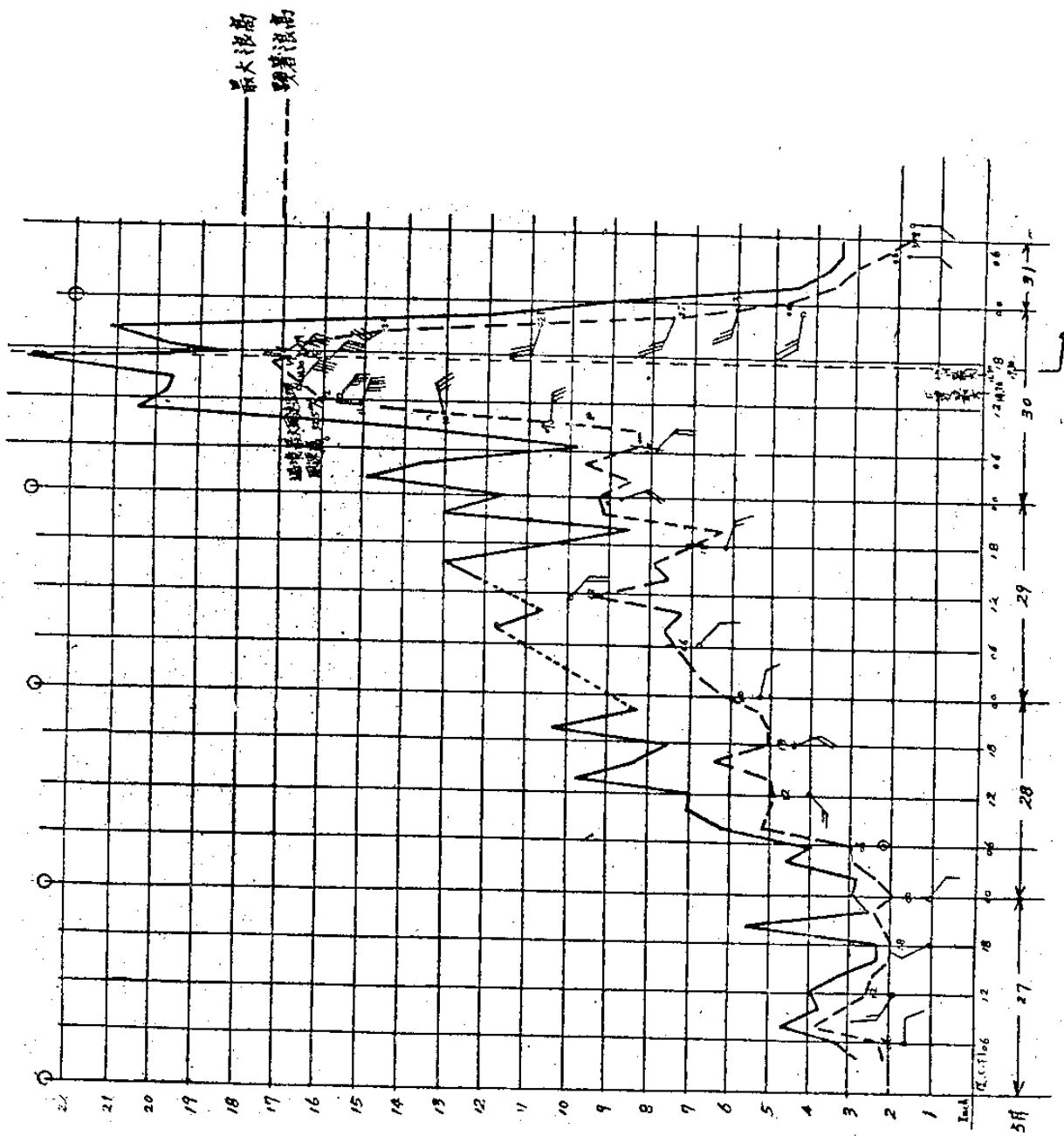


圖 24a 民國55年麥蒂颱風左高區激浪高度變化圖

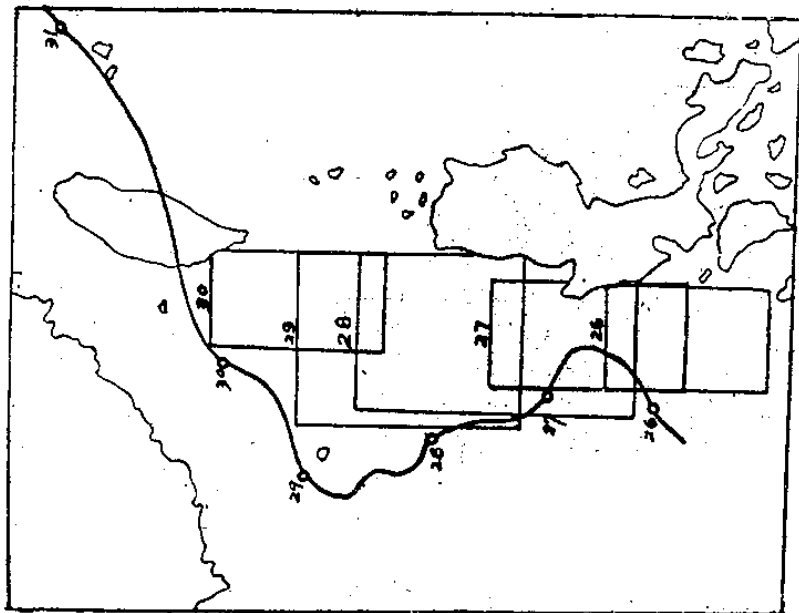


圖 24b 民國55年麥蒂颱風行徑及起浪區變化圖

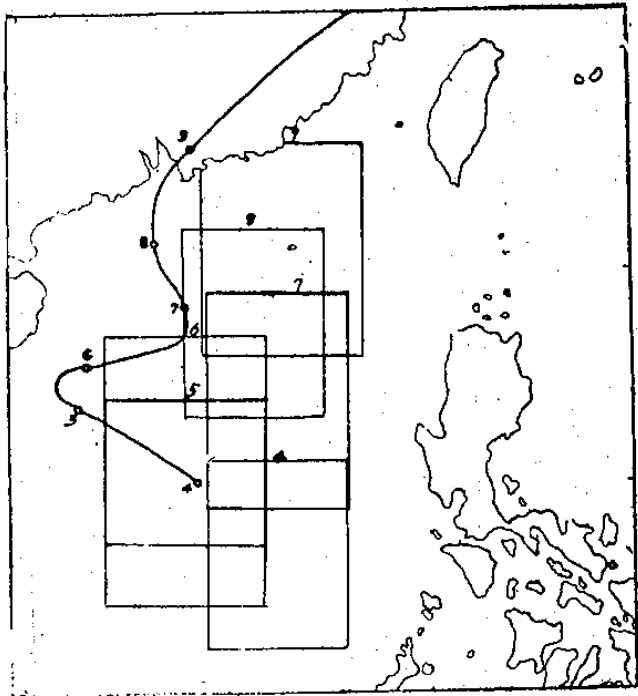


圖 25a 民國49年瑪麗颱風行徑及起浪區變化圖

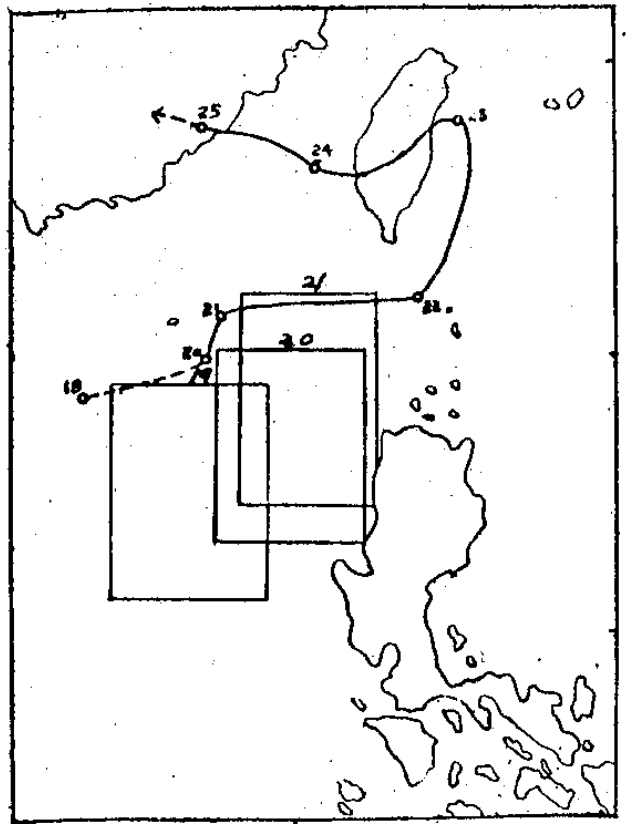


圖 26a 民國49年艾琳颱風行徑及起浪區變化圖

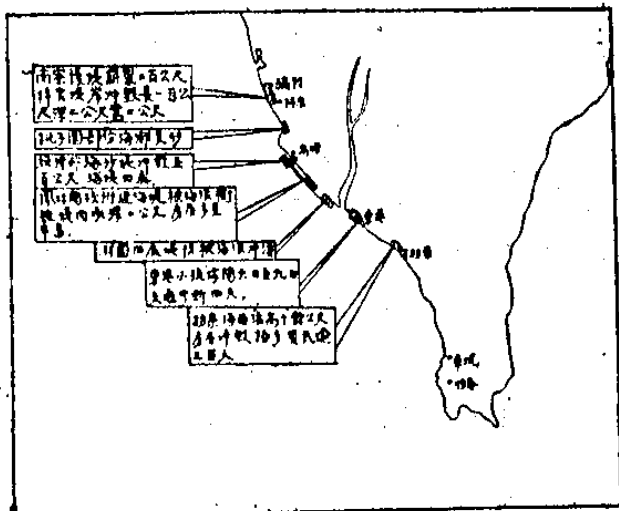


圖 25b 民國49年瑪麗颱風激浪災區分佈圖

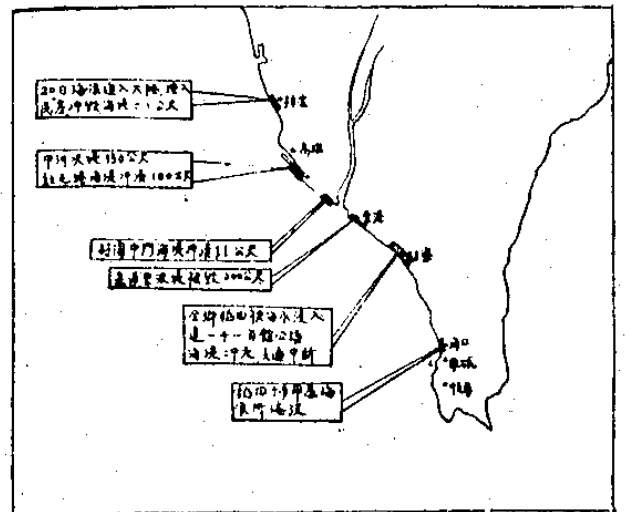


圖 26b 民國49年艾琳颱風激浪災區分佈圖