颱風移近臺灣中央山脈時環流與路徑變形預報及水工實驗結果之引證

王　時　鼎

一、前　　言

本文係爲國科會研究報告「台灣近海颱風運動及強度預報法」中之第三部份，經修訂而成。第一部份爲「颱風移近台灣中央山脈時，環流及路徑變化實例討論」。第二部份爲「論台灣區域颱風環流及路徑變形中副中心所佔之地位」。另外第四、第五部份各爲颱風移近中央山脈時之路徑及強度之分析預報。各部份均自行獨立，但彼此仍均脈絡一貫。代表筆者在此一方面所作數十年努力的一項總結。有關本研究之第一篇報告寫於 1954 年，題目爲「颱風橫越中央山脈之研究」，文中已注意到颱風分裂過山之事實。繼之筆者與徐（ 1960 ）「臺灣近海颱風預報問題」，首先提出中央山脈對颱風路徑變形影響，副中心之產生，以及藉本省探空資料等所示寒潮爆發對颱風路徑影響等。該文由作者之一徐應璟氏曾在菲律賓亞美氣象會議中宣讀，極獲重視。繼之筆者（ 1963 ）「沿臺灣中央山脈前進颱風之地形影響研究」一文，發現了順沿山脈北行颱風之環流變化亦極特殊。其中心亦如越山颱風情形，有在山脈東側蛻變至西側而造成路徑不連續變化之事實。該文曾由李炳支氏在菲國舉行之另一次亞美會議中宣讀。並獲在國外任教某院士敬賞，並爲筆者之獲國科會遴派赴美進修「颱風學」之原始淵源。及後空軍氣象中心在國科會大力支援下展開連續三年之臺灣颱風破壞性風力研究（ 1971 ）（ 1972 ）（ 1973 ）。其中除 1972 年研究因出國未參與工作外，其餘兩者均直接參加。而得對 1949 至 1970 年共 101 次侵臺颱風之逐時資料及詳圖分析，甚下苦心，並與林、俞共同完成「颱風侵襲時臺灣海島對風場分析與預報之影響」（ 1975 ）。首次以邊界層理論觀點，如「分流邊界層」、「尾流渦旋」、「尾流區」等，用以分析颱風副中心之產生，繞山與越山氣流識別及風場分佈與變化。另外曲克恭（ 1976 ， 1977 ） 亦曾藉近年來侵臺颱風資料就臺灣地形與颱風環流作過頗詳細分析，特着重尾流渦旋及風場結構方面。及後筆者業師鮑咸平博士更受筆者等各前文之影響，在美國國家科學基金會（ NSF ） 及我國國科會之支援下，返國在中研院物理所建立了此項水工實驗之模型（ Pao ， 1976 ，Hwang ， Pao ，Wang（黃、鮑、王）1977 ），而使此項颱風地形影響研究，藉實驗模擬建立了更堅強之基礎。而本文主要即爲承繼鮑、黃、王等之水工模型對本問題實驗研究所作另兩項問題之分析。其一爲筆者認爲極有價值之副中心之生成發展，及後取代原颱風之水工實驗模擬。另一爲順沿中央山脈在東側及西側北上颱風之水工實驗模擬。結果證實此兩項實驗均與預期者極爲一致。該項實驗係商請中央研究院物理所黃榮鑑博士及鄭永康先生協助製作完成。而本文主要則爲配合此項水工實驗所作之綜合研究，目的在解決臺灣颱風環流及路徑變形預報問題。

二、走向與中央山脈相交颱風之環流與路徑變形預報及水工實驗結果

本類颱風環流與路徑變形預報，最主要者爲是否自由或分裂過山，實際亦即過山時颱風路徑連續與不連續問題。在定量預報上，可歸結爲對下述因子之考慮與應用。即：

①颱風進入方向（ γ 角）。

②颱風氣流之進入角（ α 角）。

③颱風強度。

④颱風範圍或下述之 Rossby 數。

⑤颱風移近山脈時之相對位置。

⑥颱風附近氣壓系統之影響。

茲分論之：

(1)接近山脈時颱風移向（ γ 角）與環流及路徑變形關係及實驗結果引證

以上六問題中，最主要之關鍵問題即在本者。在未作實例討論前，此處先以筆者委請中研院黃榮鑑博士所作颱風過山時，其他條件均同，而僅以颱風走向不同之水工實驗結果之討論開始。圖 1 及 2 即爲水工模型實驗所攝圖片（有關本項實驗請參見 Pao ， 1975 ，以及 Hwang ， Pao ，Wang ，1977 ）。本項實驗之參數各爲：

	第一組實驗	第二組實驗
$R_0 = \frac{UL}{K}$	0.5	0.5
$\beta = \frac{h}{d}$	0.6	0.6
γ 角	90°	130°

以上各符號意義：

R_0 - Rossby 數。U - 導引氣流速度 。L - 山脈長度。$K = 2\pi VR$，颱風環流強度。其中，V 爲颱風環流最大處之流速，R 爲颱風環流最大處之半徑。β 爲厚度比，h 表山脈高度，d 表颱風（水面）之厚度。γ 表第一組實驗（圖 1 ）颱風之移向。係指山脈走向與颱風移向間之夾角，爲 90°（此處中央山脈走向爲 20°，故如以正北爲 360° 起算，即 90° ＋ 20° ＝ 110° 。 其與山脈夾角爲 110° － 20° ＝ 90° ）。表第二組 γ 角，爲 130°。

由上項參數可見，在該兩組實驗中，所有其他條件均同，僅颱風移向有所差別。此亦即言，有關颱風之範圍、強度、與山脈高度及颱風厚度均同。而颱風移向對山脈言，一爲與山脈正交，即 90°，一爲與山脈斜交，即 130° 。深值注意者，於成正交情形下（圖 1），颱風主中心係逐步過山。即：颱風之主環流不受山脈之影響。但當颱風斜向接近山脈時（見圖 2 之例，此處 γ 角爲 130° ），則顯見颱風主中心於接近山脈時趨於消失。另外，山脈西邊有尾流副中心產生。當颱風主中心消失之同時，尾流副中心成爲颱風環流之旋轉中心。亦即言，尾流副中心已取代爲颱風中心。必須說明者，此處並不含尾流副中心已變性爲以暖心爲其特徵之颱風之含義。在水工實驗上，係呈自由渦旋（ free vortex ）型，而略滿足 $RV = const$ 關係者。由圖 1 及 2 說明一有關環流變化之極重要事實，即：其他條件均同，則颱風強度、颱風厚度、山脈高度均同，而僅颱風移入角不同，即可決定颱風環流與路徑之變形，及最後決定其爲自由過山颱風抑分裂過山颱風。有關本項討論，在實際觀測中已早爲證實（王， 1954 ）。此可參看圖 3 與圖 4 。圖 3 爲自由過山颱風路徑之例，由圖略可見其移入角（ γ ）均在 100° 以內（未偏向前），而分裂過山者，其移入角（ γ ）均大，略均在 120° 以上（圖 4 ）。而筆者委請中研院以移入角（ γ ）不同以爲實驗者，主要即求在實驗中證實此項實際分析所得之結論。由圖 1 、 2 及此處討論，兩者結果完全一致。故由此項事實，可見如原始颱風移向（此處假定即爲導引氣流之方向）大於 120° 時 ，其環流即將分裂，最後並造成颱風「分裂過山」，實際亦即過山時路徑不連續之事實。

(2)颱風氣流之進入角（ α 角）與環流及路徑變形關係及實驗結果之引證

此處所謂氣流進入角係指颱風氣流與中央山脈平均走向間之夾角，實際應用係以彭佳嶼之風向爲代表。例：如彭佳嶼之風向 100° ，其進入角（ α ）即爲 100° － 20°（中央山脈平均走向）＝ 80° 。在以上(1)中之 γ 角討論時，已可得 γ 角 90° 時，颱風爲自由過山，亦即颱風遇山時環流變形小而路徑爲連續。而 γ 角 130° 時 ，颱風爲分裂過山。此時颱風環流有最大之變形，分裂爲數個中心，其路徑則呈不連續現象。此項變化亦可自氣流進入角（ α 角）不同而得之。由圖 1 颱風「自由過山」實驗模擬可見。颱風接近時山脈背風面氣流均係沿山而行（圖 1 a～d ），此亦即氣流之進入角（ α 角）均小，均略小於 40° 。圖 2 爲颱風「分裂過山」

情形，比較圖1除路徑走向不同（γ角）外，其他最大之不同即爲氣流進入角（α角）。藉圖2a～d可見，當颱風移近時，α角均接近90°。此所以於山脈背風面有副中心之產生，及後並有本類颱風副中心取代原中心之事實。故兩類颱風分野之關鍵點即在α角之不同，颱風走向不同（γ角不同）乃在保證氣流進入角（α角）不同而已。一般流力水工實驗，當α角大於20°時，已可有分流渦旋產生。而此處經實際研究α角約需大於40°方可。

(3)颱風風力強度

在中研院爲作之水工模型實驗中，已顯示颱風分裂過山，抑自由過山，與颱風強度無關（就實際之例之條件），而與颱風移向與山脈走向夾角，亦即移入角（γ）有關。證之實際過山颱風之例亦然。由圖4分裂過山颱風路徑內，所附各颱風於過山前中心最大風速值之資料中，可見在本類颱風內有包括最大風速爲115 kts之1961年之颱風June，及1952年最大風速僅50 kts之093號風暴。強度參差不一。故此處結論爲，颱風強度大小與颱風是否分裂過山爲無關。但必須在氣流進入角處風速在20 kts及以上。

(4)颱風風力範圍

按分裂過山颱風須其移入角爲120°以上。此時，在北方山角處之氣流進入角α亦大。因角α之大小決定背風面尾流副中心之存在。而此中心爲颱風是否分裂之必要條件。如颱風範圍甚大時，即山角處氣流進入角，可能爲甚小，如此即尾流副中心根本不可能發展（見上節討論）。故此處有關颱風範圍與颱風環流變形關係之結論爲：颱風範圍大時（與山脈長度相比較，此處所謂大時，係指颱風半徑（R）接近山脈之長度，約180浬，或更大時），分裂過山之機會小。或更詳細言，如R≥180浬時，不一定屬分裂過山型。但颱風之R≤150浬時，即爲分裂過山。按此處R指風速大於30 kts之半徑。此項參數亦可以上述之Rossby數表示，或以Reynolds數表示(參見王、林、俞，1975）。

(5)颱風接近山脈時之相對位置

此項颱風分裂過山，亦即環流具有「最大程度」之變形，係與颱風接近山脈時之與山脈相對位置密切相關。類此分裂過山之颱風見如圖4。由本類颱風之實際路徑可見，其係均在新港以南。因如相對位置偏北時，即北端山角處之氣流進入角，不一定滿足背風面「尾流」副中心之生成條件也（此處認定爲大於40°，愈大愈爲有利）。

(6)颱風接近時，附近有無顯著之氣壓系統

例如當伴隨有東北季風或寒潮時，臺灣海峽爲盛行東北方向之氣流。氣流進入角α，小於40°，「尾流」副中心無由產生。故亦難造成分裂過山之事實。

三、走向與中央山脈平行之颱風之環流與路徑變形預報及水工實驗結果

有關本類颱風環流變形預報，就其是否沿山脈東側或西側向北移行，而各有不同（王，1963）。就水工實驗結果所示，似乎其問題至爲單純。其環流變形之關鍵，係在原始颱風中心距山脈之距離。茲以東側北進颱風言，圖5與6所示颱風實驗結果提供一極佳之指示。圖5之颱風中心係約距山不足30浬範圍內北行。颱風內圈氣流（較不受山脈影響之颱風氣流）之範圍隨時間迅速變小（圖5b及c），其動量隨其東側氣流之交互作用，均漸蛻變至外圈中。至外圈氣流，亦即繞山而轉之氣流，愈見顯著（圖5b，c）。至最後可見，沿中心之旋轉氣流均爲外圈氣流所吸收（圖5d）。致沿海峽北段之「尾流副中心」漸轉重要，而成颱風氣流旋轉中心（圖5f及g）。最後該副中心環流增強而轉變爲「颱風」（就外觀言）。反之當颱風中心距山較遠時（遠至其近中心最大風速區之環流不被山脈所破壞），此時雖氣流亦分爲兩股，一繞山旋轉，一繞中心旋轉（見圖6並比較圖5），但藉圖5，顯見其中心附近之環流均未被山脈所破壞。故在全部過程中，雖有副中心發展，但最後迄未爲副中心所取代。此並可參看實際1962年Kate及1957年Virginia颱風之實例，前者爲副中心所取替（圖7及8）。至於在山脈西側北上颱風情形則遠複雜，例見實驗模式圖（圖9）。藉圖可見颱風環流亦分爲兩部。並顯見由於山脈阻隔，雖中心之環流圈甚小，其動量並非爲繞山氣流所吸收。但由圖9e可見，在颱風接近西南部海岸不久，原中心即趨消失。此想係由於西側均爲低壓槽所在，颱風能量因擴散，地形破壞及被南來氣流所吸收而消失（圖9e）。代之而起者爲遠在距北部頗遠之海峽內之副中心。其路徑並顯見有不連續之現象（略同1977年之Thelma，見圖10）。必須特別說明，當颱風中心如在海峽中部，颱風環流之中心部份未被地形破壞，故仍可北行無阻。例見1949年之Moslia及1977年之Ruth（圖略）。有關沿中央山脈北進颱風過去已作過實例調查（王、1963），其結論可說完全與本處所作實驗模擬一致。上述圖7，8即爲引用筆者1963年文中者。有興趣之問題在，其動態與過山颱風其相一致。颱風中心雖未首遇山脈，但路徑亦有連續與不連續之分，並有蛻變至山脈之另一方者（圖7）。

四、水工實驗模擬所見有關渦旋環流及行徑變形之其他指示

(1)就此處五類水工模型實驗模擬可見，當颱風（自由渦旋，free vortex）充份按近山脈後，氣流主要均分爲兩支，其一爲繞山脈，亦即內在邊界（inner boundary）旋轉，另一爲繞颱風中心旋轉。而所謂不連續路徑，實際由繞原颱風中心旋轉氣流之動能轉爲繞山者所吸收，最後並繞山脈西側之副中心旋轉而已，見圖2，5及9。

(2)各實驗之自由渦旋接近山脈後可見環流範圍均爲擴大，流速則減小。此實際亦即所謂Kelvin環流不變定理。

(3)各實驗之自由渦旋繞內在邊界（山）旋轉氣流，可發現有呈急流型式（jet type），此想係爲Taylor-Proudman二維效應之結果。此實際情形對颱風風力預報影響至鉅，即：特以對台灣北部沿山一帶氣流爲特強，甚至更有大過中心部份之事實。例如本年（1982）7月Andy颱風中心自大武附近過境，最大陣風却係出現於基隆（17級）與台北（14級）。

(4)由實驗模擬可見西進渦旋，北側流速遠大於南側流速；北進颱風則否，東側遠大於西側流速。與實際情形一致。

(5)此項模擬給出另一項極重要之事實，即：渦旋接近山脈後，產生顯著繞山之反鐘向氣流。此項氣流並進而使渦旋（即繞中心旋轉部份）爲該繞山氣流所導引，而使渦旋有繞山作反鐘向旋轉之效應。其實際顯示者，西行渦旋在山脈東側爲向北，西側爲向南（見1與2）。沿山北上渦旋即爲於山脈南端時爲偏東行進，北端時爲偏西行進之事實（見圖5，6及9）。實際路徑亦然（參見圖3，4與8，10）。

(6)本項自由渦旋過山實驗，其所顯示者主要爲地形之「阻擋」（blocking）及「遮蔽」（sheltering）等效應。但比較實際颱風環流與路徑變形型式，竟如此類似。故可見颱風接近中央山脈時該兩效應之重要。

五、摘要與結論

1. 此處之討論重點爲：(1)有關遇山問題係分兩部份，即自由過山及分裂過山，亦即路徑連續與不連續之颱風；以及(2)順沿山脈北上颱風亦係分兩部份，即路徑連續者，以及不連續者。
2. 有關颱風自由抑或分裂過山最主要之因素爲颱風路徑之走向與山脈之交角（γ），如γ≥120°，每爲分裂過山，小於該值爲自由過山。其他因素包括：(a)颱風強度，似不敏感。(b)颱風範圍與接近山脈時之位置。偏南時屬分裂過山A型颱風，偏北每可能屬B型颱風（王時鼎，1980）。其颱風之風力半徑範圍須不影響氣流進入角（α）不小於40°，否則不滿足中央山脈背風面之「分流邊界層」之出現條件（因無分流邊界層，則不可能出現分裂過山副中心取代主中心之先決條件，「尾流副中心」無由產生也）。(c)附近有無顯著氣壓系統，如大陸冷高壓等。
3. 爲了證明上述觀測之事實，筆者並特請中研院爲作水工實驗模擬。結果甚相一致。即：相同厚度比（β）及相同洛斯貝數（R_o）（前者代表颱

風厚度，後者代表颱風之範圍及強度）情形下，僅颱風移向之 γ 角不同，即決定其環流是否爲自由過山抑分裂過山。此處實驗兩例，一爲 γ 角 90°，爲自由過山，一爲 γ 角 130°，則爲分裂過山（參見圖1及2）。

4. 有關順沿中央山脈北進颱風，亦經作水工實驗模擬。計作三例。其 β 值，Ro 值，及 γ 角均相同，而僅距山之距離有別。計東側北上者兩例，各見圖5，6。圖5爲距山不足 30 浬，發現颱風環流中心最後蛻變至山脈西側，亦即路徑不連續之颱風。圖6爲距山 50 浬，則不受山脈影響。另外在山脈西側北上者（圖9），其中心距山30浬以內時，其主中心亦見消失，並爲桃園西方近海之副中心所取代。

5. 以上沿山脈北上颱風之模擬，經與實際之例比較，發現均甚相一致。此處所附實例，計東側北上路徑不連續颱風爲 1962 年之 Kate（圖7）。路徑連續者爲 1957 年之 Virginia（圖8）。西側北上路徑不連續颱風爲 1977 年之 Thelma（圖10）及 1952 年之 Bess（圖略）。故沿山北上颱風環流及路徑變化最主要因素，爲中心距山之距離。初步調查所得之臨界值爲 30 浬。小於該值原颱風將消失，而爲副中心所取代。大於該值則不受影響。

誌　　謝

歲月荏苒，寫本文時，已離開服務達三十餘年之我空軍氣象部隊，並轉入中央氣象局。藉本文發表之機會，筆者將特別對一直以來栽培及鼓勵我在此方面研究探索的長官及師友，表示其感謝與感激之意。其中包括已退休之魏元恒上校，上述之第一篇有關研究（民 43，亦即 1954）即在其督促下完成。已故之徐應璟上校，我們在此方面之合作（民 49，亦即 1960）曾使國際人士刮目相看。在中央氣象局服務近已退休之戚啓勳上校，前任氣象總隊長陸鴻圖上校，以及殷來朝上校，我最初對氣象研究之興趣係由於他們栽培及愛護所誘發。另外，爲彭立與麥文建博士的鼓勵，本文的一些內容，早於民 58（1969）年，於麥文建博士在其之台大大氣科學系任教之課程中，已作專題報告。另外汪群從博士，由於其大力協助，方得以「颱風學」之名，獲國科會遴派赴美進修。另外爲空軍氣象聯隊及氣象中心歷任各長官，使我有機會能非常安定地在氣象中心之最適當工作位置上安心工作。說到這裏，我應該特別感謝在空軍中接受氣象教育時，劉主任衍淮博士，以及亢玉瑾、鍾達三、萬寶康等諸老師苦心孤詣，諄諄善誘。我們所受的氣象課程及當時師資，即使三十年後的今天亦覺無何遜色。又本研究之最後完成，係在筆者轉進「中央氣象局」之後。而此，劉前局長大年及吳局長宗堯在筆者轉任氣象局中，曾予最大之協助與栽培。

至此再直接說到與本研究計劃有關者。本研究在進行期中，蒙中央研究院物理研究所黃榮鑑博士與鄭永康先生協助，爲作各種關鍵颱風路徑之水工模型實驗模擬。另外爲業師鮑咸平博士，蒙其對本問題深感興趣，該項模型即爲其在美國國家科學基金會（NSF）與我國國科會共同支援下，返國建成。而且前在美進修時，在其指導下，已曾作過一些有關渦旋過山的探索工作。且前在美邁阿米熱帶及颱風研討會上，鮑師，曲前聯隊長克恭少將及筆者曾有有關本項專題之合作論文宣讀，甚獲重視。本研究在進行過程中，蒙葉文欽、張儀峯、趙友夔、謝維權、游本麟、王邦蜀、蕭德興、熊曉平等，協助資料統計、分析、製圖又繕寫等工作，均所銘感。在此一併誌謝。又本研究爲行政院國家科學委員會 NSC－67 M－0202－05（01）計劃之一部份，並在其支援下方克完成，在此謹致最高之敬意。

謹以本文賀劉師衍淮七秩晉五華誕．

參 考 文 獻

王時鼎　1954：颱風橫越台灣中央山脈之研究。中國天氣分析月刊，4卷10期。

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，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，第二期。

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第18號。

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。

徐應璟、王時鼎　1960：台灣近海颱風預報問題。氣象預報與分析，第二期。

Batchelor, G. K., 1970 : An Introduction to Fluid Dyamics. London, Cambridge University Press.

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.

Prediction of the Circulation and Track Changes of Typhoons Encountering the Central Mountain Range and Comparison with the Results of Laboratory Experiments.

Wang Shih-Ting

ABSTRACT

Seven factors used to predict a typhoon's circulation and track in the vicinity of Taiwan are discussed in this paper. They are as follows :

(1) Approaching angle (α) , the angle between the typhoon's heading and the orientation of the Central Mountain Range (CMR) .

(2) Incident angle (β) , the angle between the approach flow, indicated by the wind direction at Peng Chia Hsu (46695,25.6° N , 122.1° E) , and the orientation of the CMR .

(3) Landing location, relative to the CMR.

(4) The intensity of the typhoon.

(5) The radius of 30 kts and 50 kts winds of the typhoon.

(6) Other nearby dominant pressure systems.

(7) The distance between the typhoon and the CMR when the typhoon moves parallel to the CMR .

Laboratory experiments were carried out to simulate the observed features. It is suggested that the changes of circulations and tracks of typhoons near Taiwan are primarily due to the mechanical effect of the Central Mountain Range.

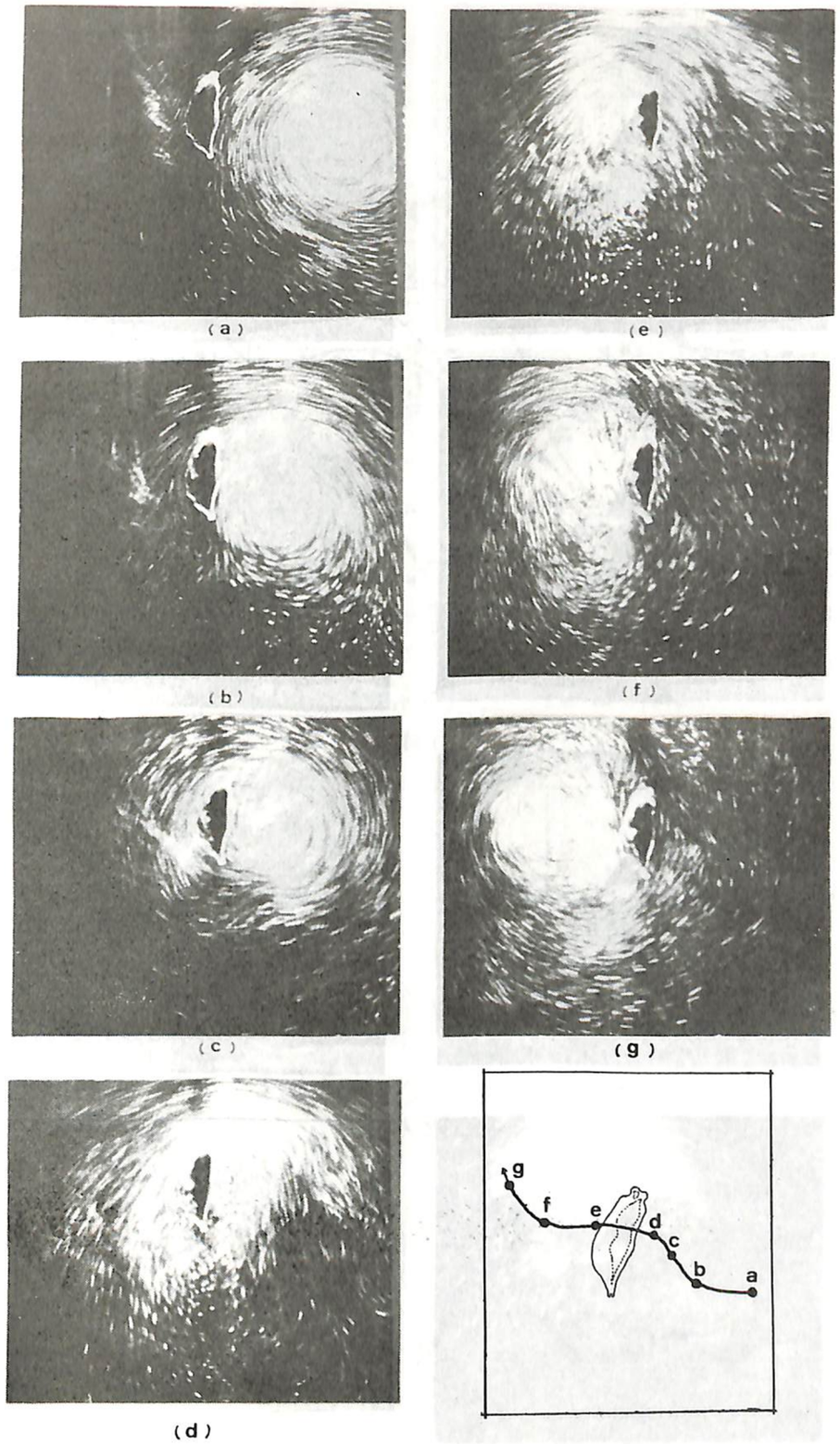

圖1　一自由渦旋（ free vortex ）正向（ γ 角= 90° ）移近台灣中央山脈之流體模型實驗圖。參數設定， $R_0 = 0.5$　$\beta = 0.6$　γ 角= 90°。本實驗係用作自由過山颱風之模擬。其結果示與颱風之「自由過山」與「路徑彎曲」二項特徵，甚見一致（註：本圖及其他各附有台灣地形之模型實驗均係爲中研院黃榮鑑博士代爲製作）。此可參見圖3

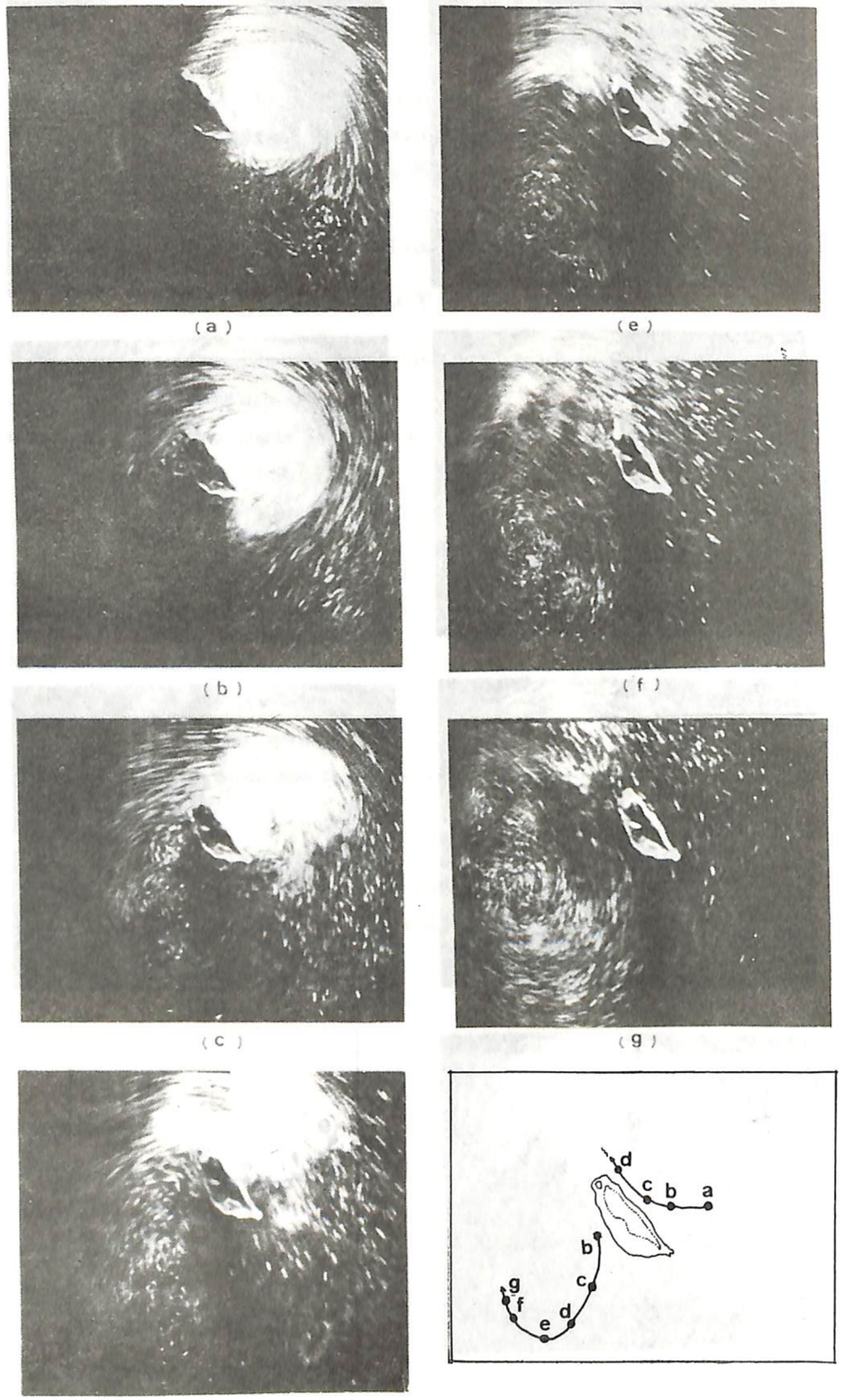

圖2　同圖1，僅γ角爲130°，即斜向接近山脈之「自由渦旋」之實驗圖。示與圖1-2最大之不同爲分裂過山，並由山脈西側之副中心取代（見圖1-h）路徑係呈不連續現象。此並可參見圖4之實際颱風路徑舉例。

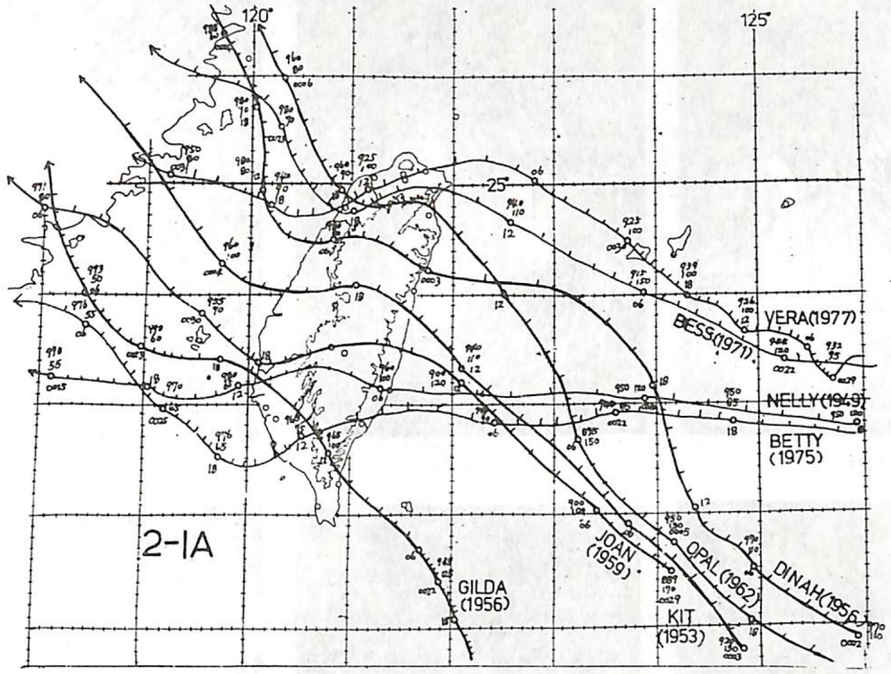

圖3　自由過山颱風（亦即具有連續路徑者）路徑實例。圖中均附各颱風之中心氣壓，最大風速值，及逐時位置（比較圖1）。

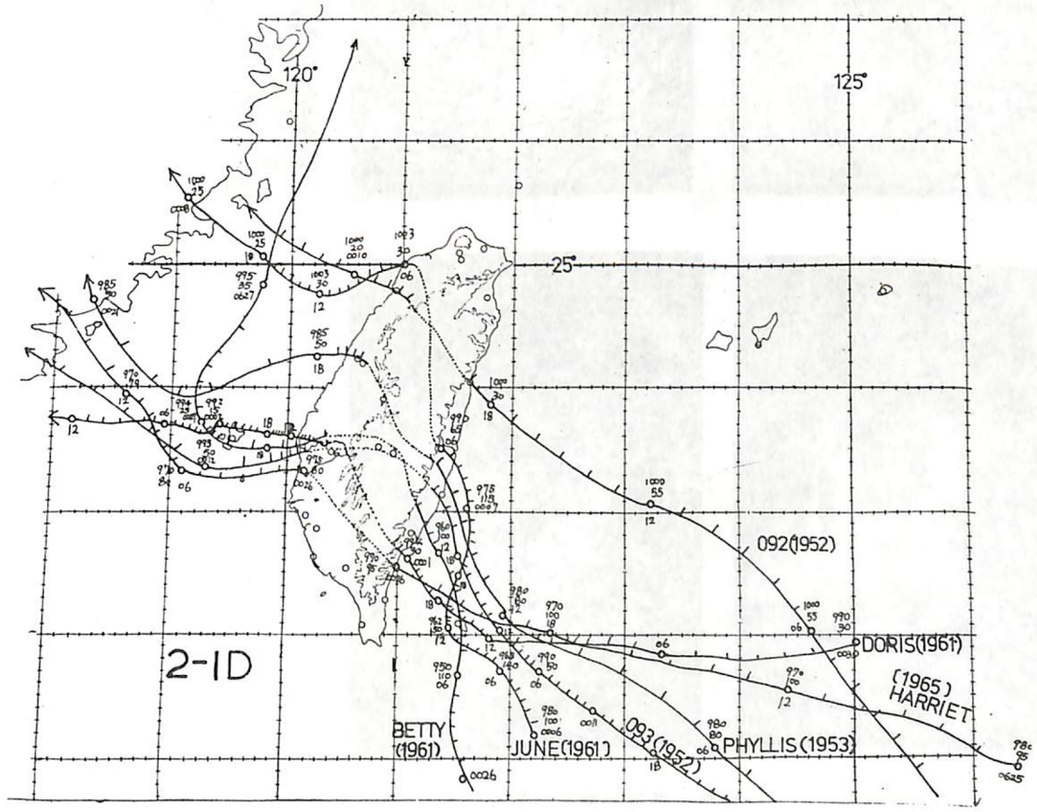

圖4　分裂過山颱風（亦即具有不連續路徑者，見點線）路徑實例。其他說明見圖3（比較圖2）。

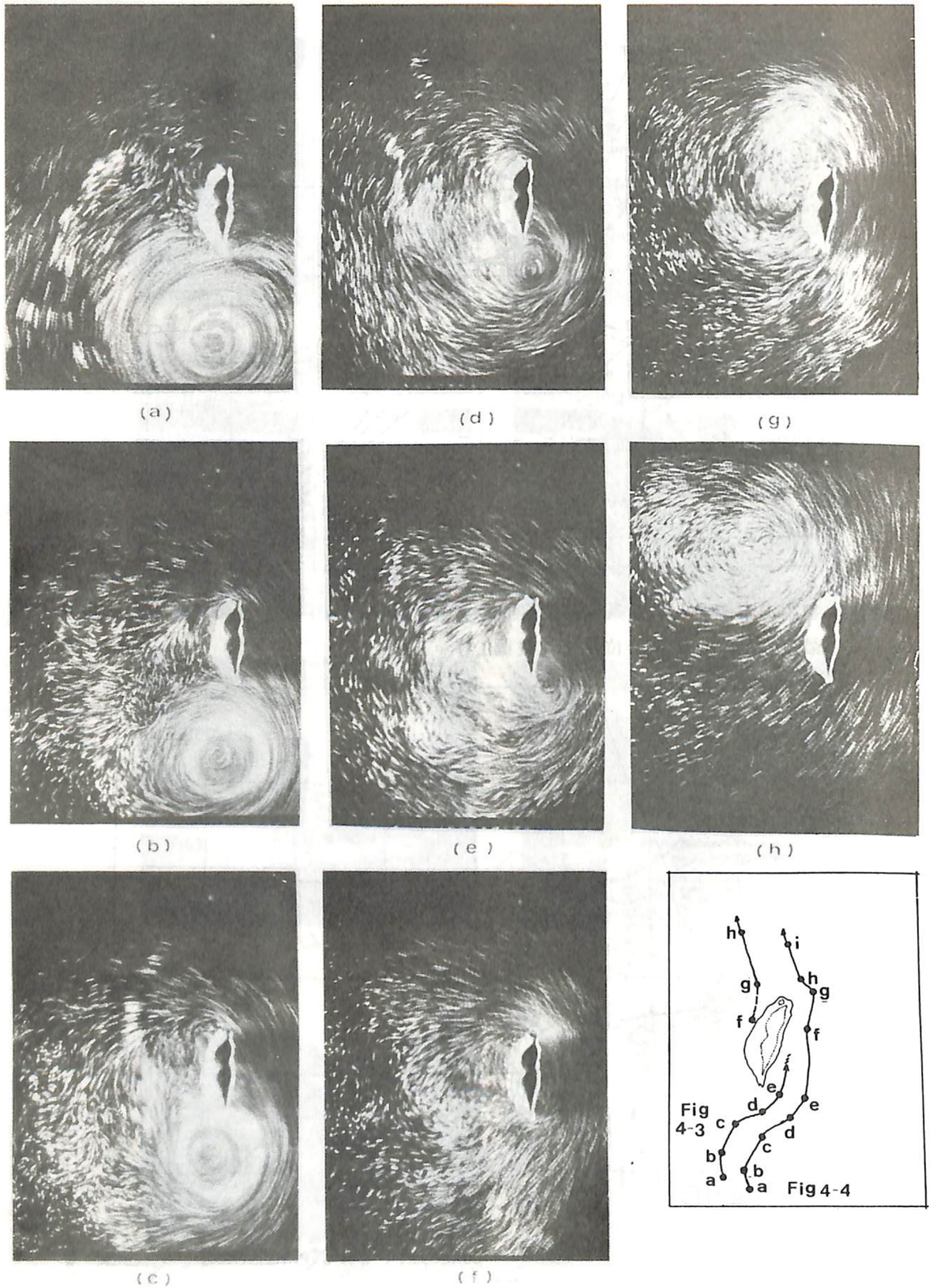

圖5　在山脈東側順君山脈北行颱風之實驗模擬。參數設定，Ro = 0.5，$\beta = 0.3$，γ 角 = 180°。本實驗之「自由渦旋」約距山不足 30 浬，最後並爲在桃園西方外海面之副中心所取代（參見圖 7 Kate 颱風實際之例）。

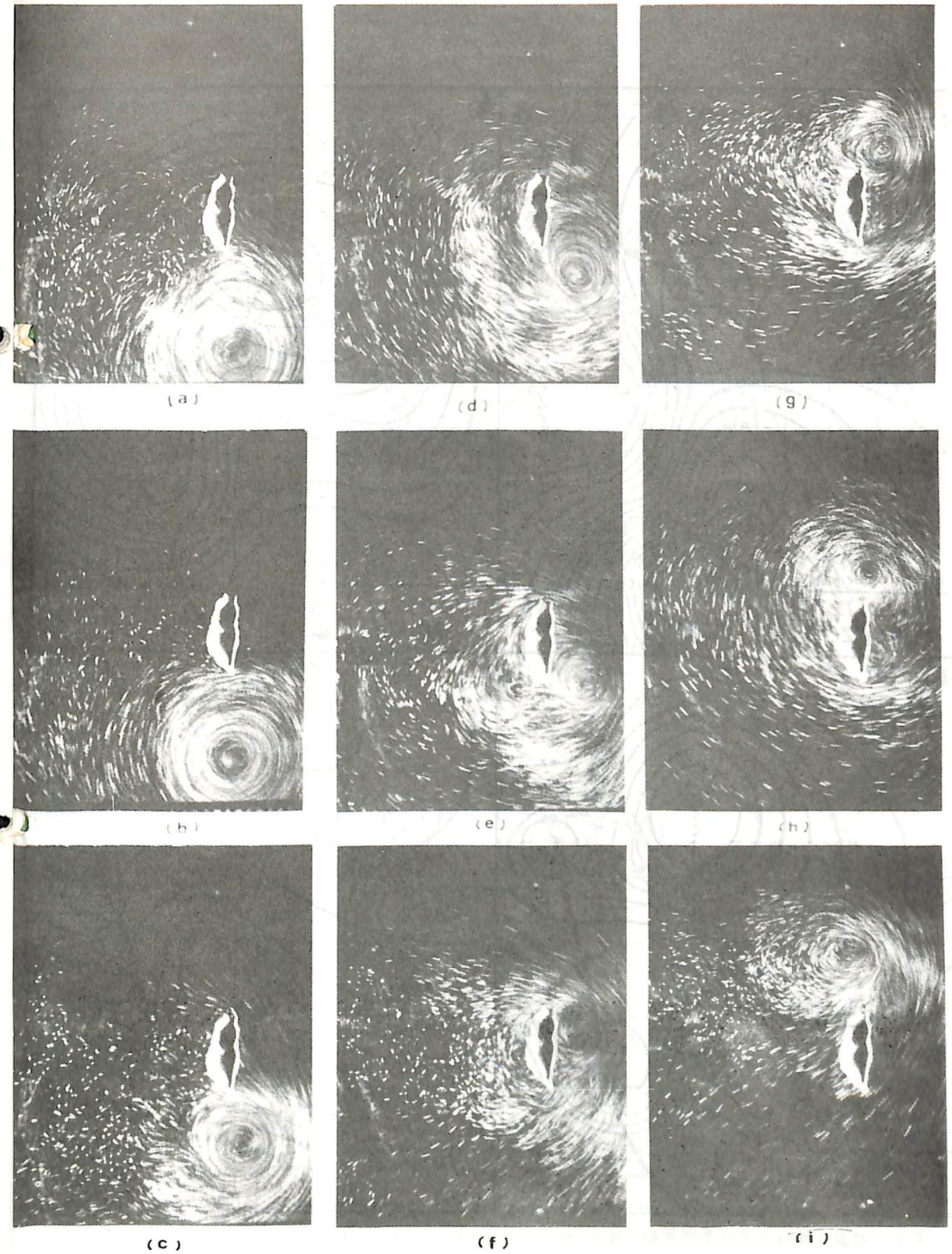

圖6　同圖 5，僅渦旋距山較遠，故受山脈影響小。其主中心均未消失，亦未被取代。惟全般路徑仍見有繞山現象（參見圖 8 Virginia 颱風之例）。

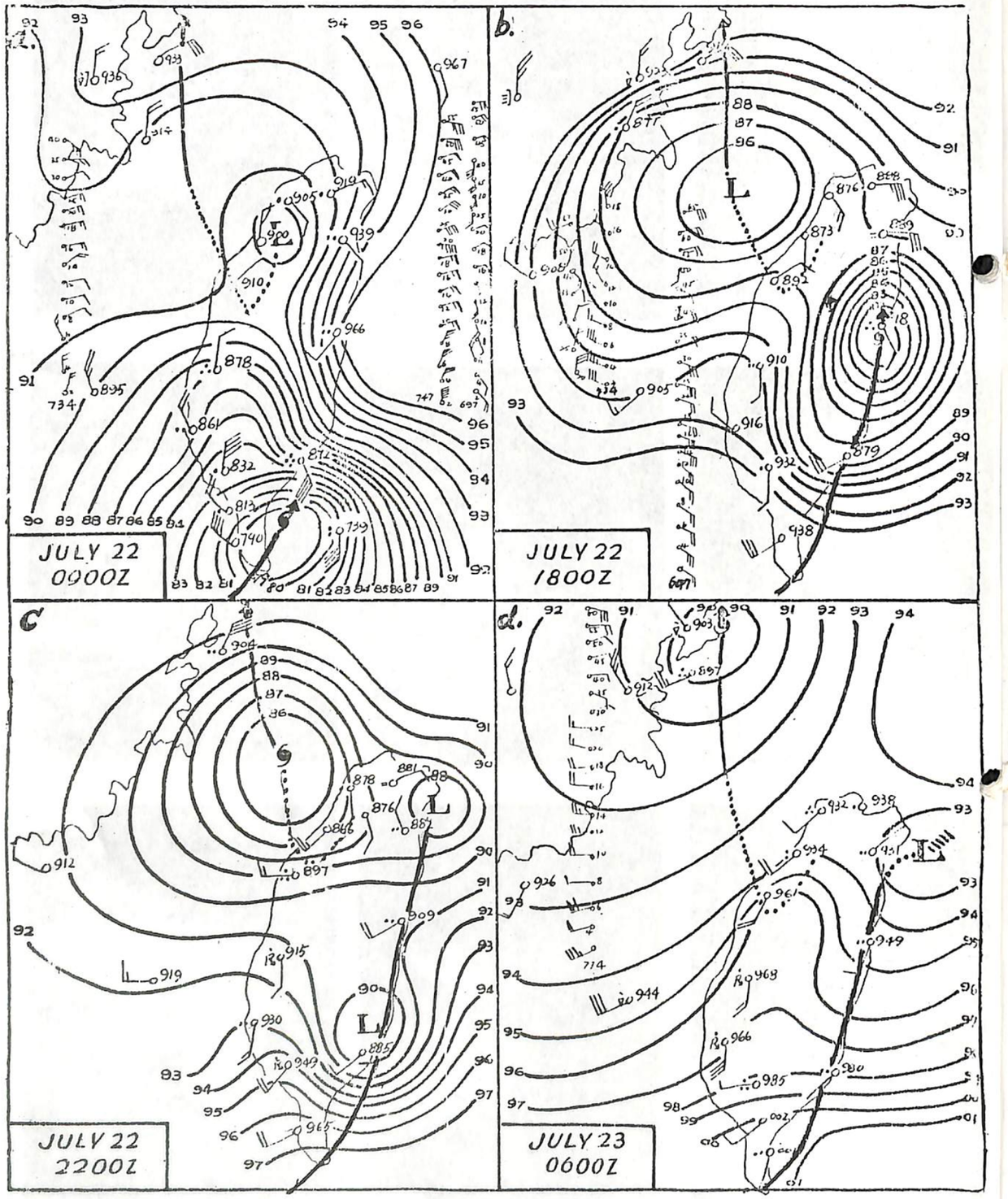

圖 7　與圖 5 實驗圖渦旋動態甚相一致之 1962 年 7 月 22-23 日 Kate 颱風動態圖。圖中附有台灣各探空站之當時高空風資料（本圖係引自筆者 1963 年之文）。

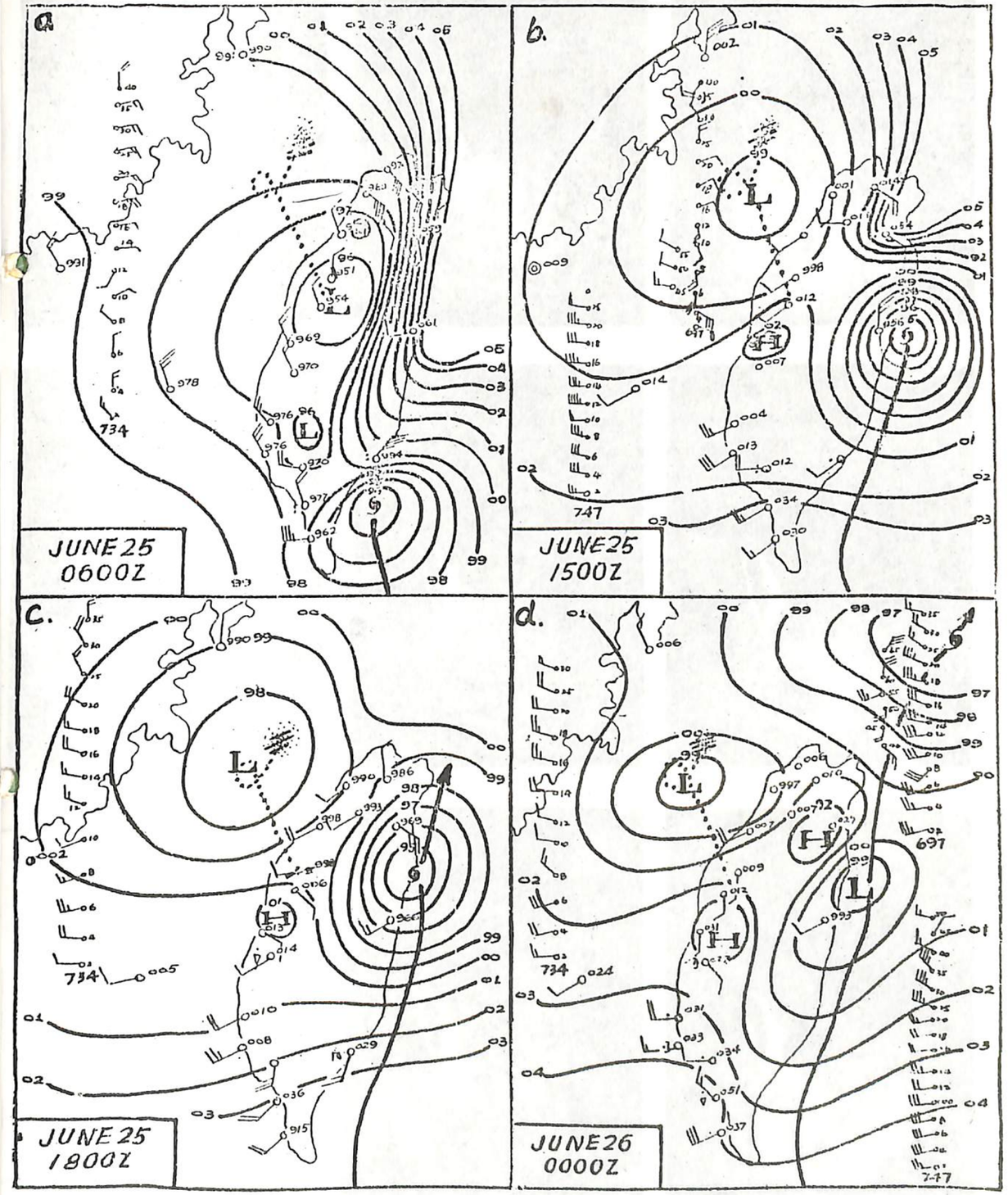

圖 8　與圖 6 實驗圖渦旋動態甚相一致之 1957 年 6 月 25-26 日 Virginia 颱風動態圖。圖中附有台灣各探空站之當時高空風資料（本圖係引自筆者 1963 年之文）。

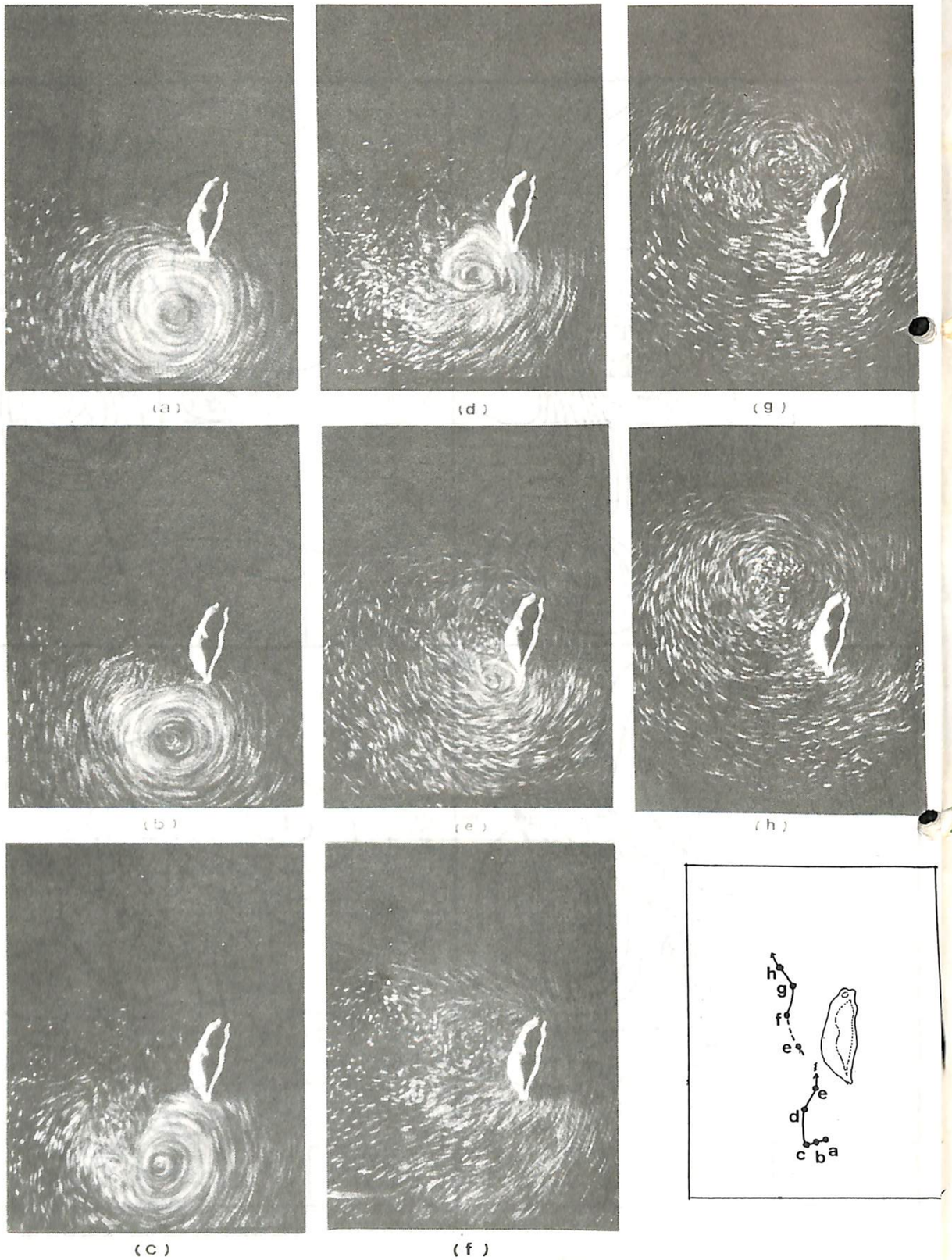

圖 9　同圖 5，僅渦旋係在山脈西側北行。藉圖可見，其主中心亦如圖 5，係被其副中心所取代，路徑呈不連續（參見圖 10 Thelma 颱風之例）。

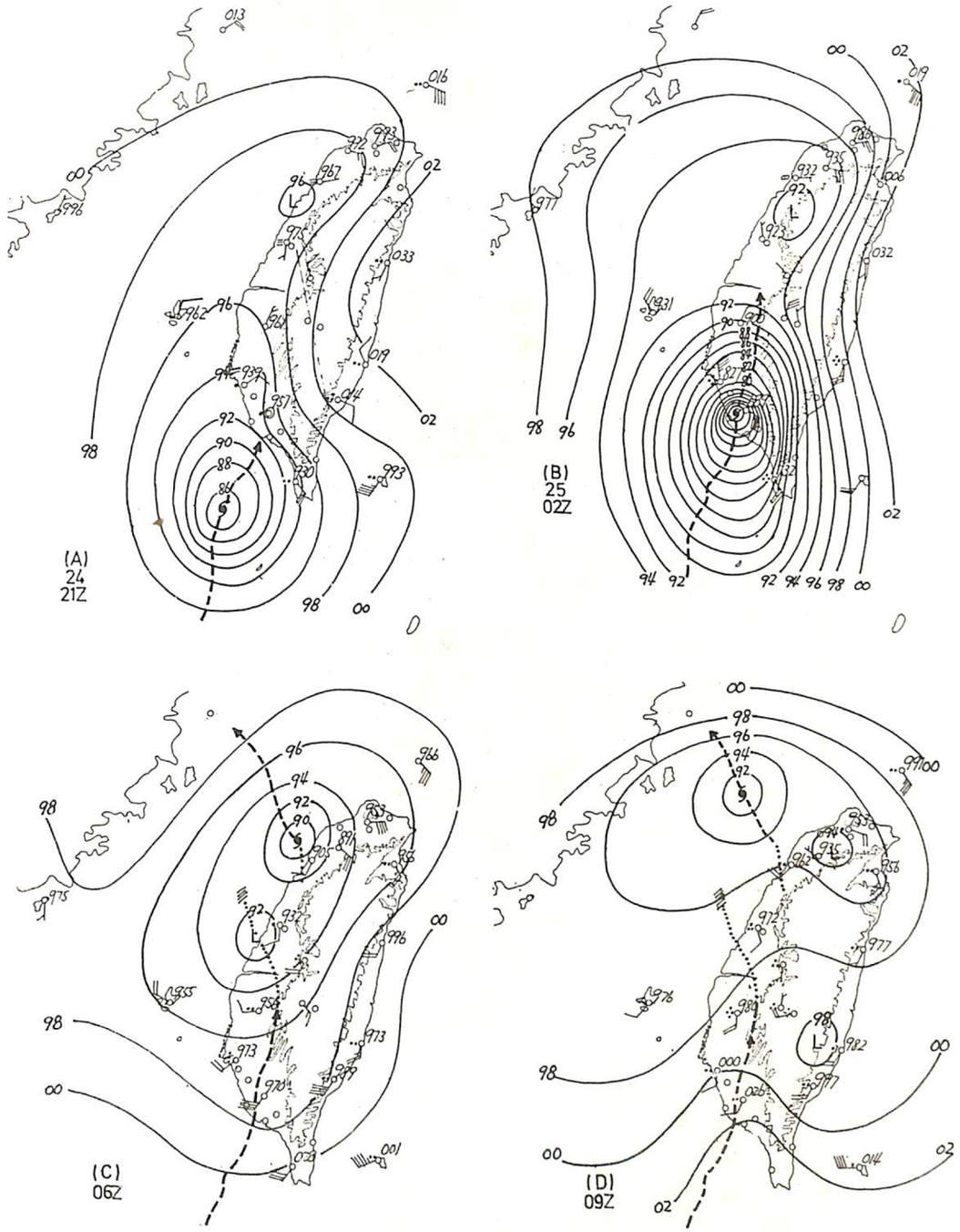

圖 10　與圖 9 實驗圖渦旋動態（路徑不連續者）甚相一致之 1977 年 7 月 Thelma 颱風動態圖。圖(a)(b)(c)(d)表各階段時之颱風流場。注意颱風路徑之不連續。