

魯依絲颱風在台灣附近之路徑 與地面結構分析

葉天降¹ 王時鼎¹ 蔡清彥²

¹中央氣象局

²國家科學委員會

(中華民國八十五年三月二十一日收稿；中華民國八十六年四月十日定稿)

摘 要

魯依絲颱風於 1959 年 9 月侵襲台灣，在其中心登陸所在地花蓮一帶造成不少災害，並在中心通過台灣後在阿里山一帶引進時雨量 59 mm，12 小時累積雨量 234 mm 之豪雨。本文主要以雷達和飛機定位資料分析此颱風在登陸前之中心移動情形，並以台灣地區之地面觀測資料分析其地面結構。結果顯示魯依絲颱風在登陸前之路徑較關島聯合颱風警報中心最佳路徑偏左，而在登陸前約六小時再向右偏並加速。在地面結構方面，由觀測可見此颱風結構受地形很大影響，而在原中心受中央山脈阻擋與破壞之同時，在中央山脈西側生成副中心，分析結果並顯示由潛熱釋放之熱力效應不是此副中心生成的主要機制，然而詳細之生成時間、位置與細部結構仍未能由傳統觀測結果得知。

關鍵詞：颱風、地形影響、副中心

一、前 言

台灣位於西太平洋之濱、颱風主要路徑之上，平均每年受 2 至 3 個颱風登陸侵襲。依據中央氣象局之統計，由颱風所導致之災害損失約占災害性天氣所導致總損失的百分之八十。因此，如何更準確的預報颱風並做好防颱減災工作，是台灣地區氣象預報與防災作業最關切的課題。在颱風預報上，缺乏觀測資料加上對颱風結構及移動等物理機制尚未充分了解，因此對颱風之預報不論是在位置或風雨分布上仍有相當幅度的誤差。以中心位置預報誤差為

例，24小時誤差約為200公里，48小時誤差約為350公里(Elsberry, 1995)。而在台灣地區，一方面由於地理尺度小，另一方面又有高聳山脈造成許多複雜之局部現象，因此，些微的中心位置預報差異，可導致在預測風雨分布上相當顯著之差誤。以1995年9月賴恩(Ryan)颱風為例，當其中心接近恆春半島時，一方面暴風半徑縮小，一方面路徑較中央氣象局與大部分之客觀方法所得預報位置偏南，雖然24小時中心位置誤差小於200公里，卻使得台灣本島各地並未如預期的遭受較強風雨侵襲。因此進一步研究這些預報誤差是否因地形影響造成，以及加強研究高聳地形對颱風結構及路徑之影響，將有助於往後此地區颱風之預報工作。

事實上，台灣地形對颱風之影響問題很早即受到我國氣象預報單位所重視，徐(1949)曾歸納七類路徑並注意到副中心之生成，而後王(1954)進一步分析中央山脈對入侵颱風結構之影響。隨後，徐及王(1960)、Hsu(1960)、Li(1963)、曲(1977)都先後有這方面之研究成果。地形對颱風影響受到更廣泛的重視是在1980年之後，王(1980)搜集了更完整的資料，整理並對台灣附近各類(連續/分裂，西進/北進等)移動路徑之颱風提供一些個例，同時再次凸顯颱風可能受中央山脈影響而產生路徑偏折甚至產生副中心，某些副中心並可能進一步發展而取代原來之主中心，造成中心以不連續方式通過台灣，Tsay(1994)也詳細報導了一個案。觀測所得部分結果也由數值模擬(如Chang 1982; Bender et al. 1987; Yeh and Elsberry 1993a、b)和水工模擬(如Pao 1976; Hwang et al. 1977)得到相似的現象。然而一方面由於觀測資料不夠完整，一方面因為現今之數值、水工模擬也有其先天之限制(如解析度、初始場等)，加上地形颱風交互作用之複雜性，因此，目前各種研究結果，尚未達到可供實際作業應用的階段。

近來喬等(1996)以較高解析度模式進行1990年黛特(DOT)颱風侵台模擬，李與蔡(1995)利用民航局中正機場都卜勒雷達資料研究得到侵台颱風伴隨雨帶之特徵。此外，葉(1995)、周等(1995)及陳等(1995)也分別報告利用較高解析度模式模擬與利用雷達觀測分析在台灣附近颱風結構特徵的初步成果。這些研究顯示，新的觀測設備所得資料與更精細完整之模擬結果，可彌補傳統觀測資料在進行類似研究工作之不足。然而，一方面是現今之模式模擬結果不論在路徑或在結構演變上仍和觀測資料有相當程度的差異，另外是現有的雷達設備所能偵測的區域與項目仍未能完全取代傳統觀測，因此需要結合傳統的觀測資料相互印証才能對整體有更完善認識，與更有效的應用模式模擬結果。

在實際颱風預報作業上，類比法之應用仍然受到中央氣象局的重視，並有多項研究與作業系統建立工作正在推展(如蔡等1995; 謝等1996)，而此些工作就仰賴大量過去侵台颱風個案資料之收集、分析與整理。本文則為進行這類工作的一小部分，主要以分析與討論1959年魯依絲颱風侵台時之地面觀測結構為主。此個案雖是發生於1959年，但當時之地面傳統觀測站分佈情形和現今情況相近，且有飛機、雷達等定位資料，因此這些分析結果一方面將有助於了解此颱風在登陸前詳細之中心移動情形和其結構在台灣地區受複雜地形影響

下之演變，同時也可供將來進行模式模擬結果進行比對，以及做為類比應用上分類時之依據。在第二章我們將簡單介紹台灣地形及觀測站分布，第三章則為分析結果與討論，最後為結論在第四章。

二、台灣地形與觀測站分布

台灣之地形尺度南北向延伸約 3.5° 緯度，東西向在較寬地區約達 1.5° 經度(如圖 1)，其中 500 公尺以上高地約占全島總面積三分之二，3000 公尺以上山脊則主要呈南北向，縱貫於台灣中部，而將全島分為東西兩部分。其中，西部有較廣闊之較低地區，地形坡度也較緩；東部地區，較低地形僅在狹長之沿海地區，坡度也都十分陡峭。

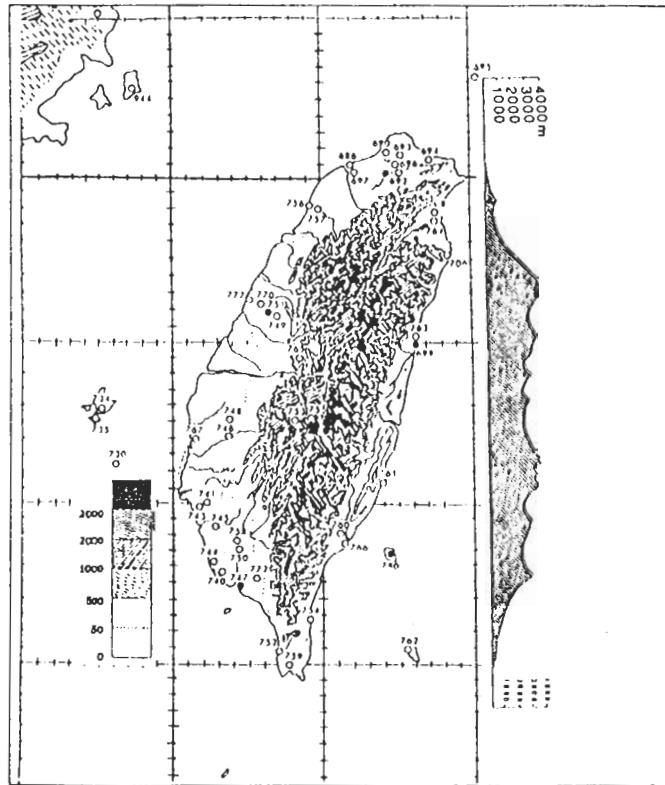


圖 1 台灣地區之地形與測站分布。測站名稱見表一。

在南北兩端之比較上，台灣南端較為狹長，陡峭山脈由此向南延伸。台灣北端則稍為寬廣，主要山脈之北緣大致呈東北、西南走向，不過在北部沿海地區也有大屯、七星等山脈環立，台北市和附近腹地則屬盆地地區。

傳統之地面氣象觀測站主要分散在地形較低地區，環繞全島有台北、新竹、台中等站。高山地區僅在日月潭、阿里山和玉山三處有觀測站。此外，在彭佳嶼、澎湖、綠島、蘭嶼等

表一 台灣地區氣象觀測站之位置與所在高度。

站號	名稱	緯度(N)	經度(E)	高度(M)
46695	彭佳嶼	25° 38'	122° 04'	101.7
46693	竹子湖	25° 10'	121° 32'	607.1
46690	淡水	25° 10'	121° 26'	19.0
46694	基隆	25° 08'	121° 44'	26.7
46692	台北	25° 02'	121° 30'	5.5
46757	新竹	24° 48'	120° 58'	34.0
46708	宜蘭	24° 46'	121° 45'	7.2
46749	台中	24° 09'	120° 41'	84.0
46699	花蓮	23° 59'	121° 36'	16.1
46765	日月潭	23° 53'	120° 54'	1014.8
46735	澎湖	23° 34'	119° 33'	10.7
46753	阿里山	23° 31'	120° 48'	2413.4
46755	玉山	23° 29'	120° 57'	3844.8
46761	成功	23° 06'	121° 22'	33.5
46741	台南	23° 00'	120° 12'	13.8
46766	台東	22° 45'	121° 09'	9.0
46744	高雄	22° 34'	120° 18'	2.1
46754	大武	22° 21'	120° 54'	8.1
46762	蘭嶼	22° 02'	121° 33'	324.0
46759	恆春	22° 00'	120° 44'	22.3
46696	松山機場	25° 04'	121° 33'	7.3
46697	桃園機場	25° 03'	121° 13'	46.0
46756	新竹機場	24° 48'	120° 53'	14.6
46764	宜蘭機場	24° 44'	121° 45'	10.4
46770	清泉崗機場	24° 18'	120° 36'	207.9
46751	台中機場	24° 11'	120° 36'	115.5
46763	花蓮機場	24° 01'	121° 37'	14.3
46734	馬公機場	23° 33'	119° 37'	28.9
76746	嘉義機場	23° 28'	120° 23'	28.0
46743	台南機場	22° 57'	120° 12'	16.0
46745	岡山機場	22° 47'	120° 15'	11.2
46760	台東機場	22° 46'	121° 06'	10.8
46758	屏北機場	22° 42'	120° 28'	30.8
46750	屏南機場	22° 40'	120° 27'	30.4
46752	恆春機場	22° 00'	120° 41'	17.1

外島也有觀測站，各觀測站之位置和所在地高度詳列於表一。其中，各機場觀測站和其所在地之城鎮觀測站一般相距很近，不過機場觀測站由空軍負責作業，其風速、風向資料是一分鐘平均值，而一般城鎮觀測站則由中央氣象局負責作業，其風速、風向資料是 10 分鐘平均值。在本文裡為使各圖表更清晰，當兩者觀測相近時以填列中央氣象局所屬測站觀測資料為主。

三、分析與討論

(一) 中心在台灣附近之行徑

依據美軍關島聯合颱風警報中心(JTWC)之記載，1959年魯依絲(Louise)颱風源起於熱帶低壓系統，在8月30日00UTC時此系統中心位於 14.4°N 、 141.2°E ，最大風速約為 10 m/s ，此系統約以每小時20公里之速度向西移進並緩慢發展，一天之後達颱風強度，為1959年西北太平洋第11個颱風，此時位於 14.5°N 、 136.6°E 。隨後魯依絲颱風仍以偏西方向行進，並維持緩慢增強，9月1日00UTC中心最大風速仍然只有 20 m/s 左右，為輕度颱風。詳細之中心位置(圖2)及中心最大風速變化情形如表二。

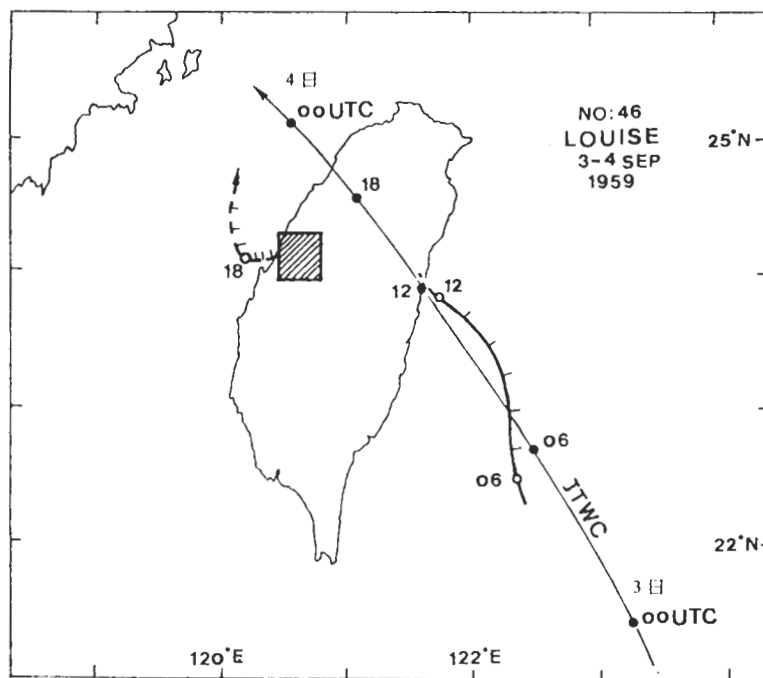


圖2 1959年9月魯依絲颱風在台灣附近時由關島聯合颱風警報中心所分析之最佳路徑(實線)，以及由飛機與雷達定位所得逐時路徑(粗實線)與副中心生成(陰影區)後之移動路徑(虛線)，其中陰影區表不確定其生成時之位置、時間與移動情形。

表二 魯依絲颱風中心在台灣附近時段關島聯合颱風警報中心之最佳路徑資料。

時 間	位 置	最大風速 (kts)
9月2日 00 UTC	16.8°N 126.3°E	75
9月2日 06 UTC	17.8°N 125.3°E	75
9月2日 12 UTC	18.9°N 124.5°E	80
9月2日 18 UTC	20.1°N 123.7°E	90
9月3日 00 UTC	21.5°N 123.1°E	110
9月3日 06 UTC	22.8°N 122.4°E	120
9月3日 12 UTC	23.9°N 121.6°E	110
9月3日 18 UTC	24.6°N 121.1°E	100
9月4日 00 UTC	25.2°N 120.6°E	80
9月4日 06 UTC	25.7°N 120.2°E	50
9月4日 12 UTC	26.2°N 120.1°E	40

由表二可見魯依絲颱風進一步增強主要發生在9月1日之後，尤其是在9月2日12 UTC至9月3日06 UTC間，在此18小時期間，魯依絲颱風由中心最大風速40 m/s之中度颱風，迅速發展成中心最大風速達60 m/s之強烈颱風。在9月3日06 UTC時，中心約在台東東方150公里海面上，本省東南部已進入其暴風範圍，台東與蘭嶼兩地區之風速皆達20 m/s以上，台灣東北部地區以及西南部山區也開始有暴雨發生。而魯依絲颱風中心此時則以每小時25公里之速度向西北直撲本省花蓮地區，颱風中心約於9月3日12 UTC在花蓮登陸，依中央氣象局所搜集颱風災害統計資料顯示，此颱風在花蓮地區造成5艘漁船沈沒，平房全毀約500間，人員死亡6人，災民達6400人，災情相當嚴重。

依據JTWC之最佳路徑中心位置資料顯示，魯依絲在中心離開台灣之後強度銳減，同時行進速度也變慢、方向逐漸轉北，於4日18 UTC左右中心登陸中國福建福州，此時最大風速只維持在17 m/s左右，在登陸之後中心進一步消散，最大風速降低至10 m/s左右而成爲低壓系統。

由JTWC之資料(表2)也顯示魯依絲颱風於3日12 UTC登陸於花蓮附近(23.9°N, 121.6°E)時中心最大風速達55 m/s，而6小時後中心越過山脈位於24.6°N, 121.1°E之時，中心最大風速仍達50 m/s。然而，由中央氣象局所搜集之資料顯示，魯依絲颱風在台灣西北部所造成之災害卻遠較花蓮輕微，不論是平房全毀人數或是災民人數，台灣西部各地之總和皆不及花蓮縣一地的十分之一，同時JTWC所示颱風中心經過桃園縣境其災情也較中心北方之台北縣爲少，這顯示魯依絲颱風在侵襲台灣時，其結構或路徑並不如JTWC所示資料單純，值得進一步分析。

表三 魯依絲颱風在台灣附近時鵝鑾鼻雷達站與關島聯合颱風警報中心(JTWC)飛機偵測颱風中心位置。

月日	時間	鵝鑾鼻雷達偵測 中心位置	JTWC 飛機偵測 中心位置
9月3日	01 : 38 UTC	20.9° N 123.0° E	
9月3日	03 : 15 UTC	22.0° N 122.4° E	
9月3日	05 : 50 UTC	22.2° N 122.7° E	
9月3日	04 : 38 UTC	22.2° N 122.3° E	
9月3日	05 : 15 UTC	22.4° N 122.3° E	
9月3日	05 : 55 UTC	22.5° N 122.3° E	
9月3日	06 : 30 UTC	22.6° N 122.3° E	
9月3日	07 : 00 UTC	22.7° N 122.2° E	
9月3日	07 : 30 UTC	22.7° N 122.2° E	
9月3日	08 : 00 UTC	23.0° N 122.3° E	22.9° N 122.4° E
9月3日	08 : 38 UTC	23.1° N 122.2° E	
9月3日	09 : 00 UTC	23.3° N 122.2° E	
9月3日	09 : 35 UTC	23.3° N 122.1° E	
9月3日	10 : 00 UTC	23.5° N 122.1° E	
9月3日	10 : 30 UTC	23.6° N 121.9° E	
9月3日	10 : 42 UTC		23.6° N 121.8° E
9月3日	11 : 00 UTC	23.7° N 121.8° E	
9月3日	11 : 30 UTC	23.8° N 121.7° E	
9月3日	12 : 00 UTC	23.8° N 121.7° E	
9月3日	12 : 30 UTC	23.9° N 121.6° E	
9月3日	23 : 55 UTC		24.9° N 120.7° E
9月4日	00 : 30 UTC		25.3° N 120.3° E
9月4日	02 : 00 UTC		25.5° N 120.4° E

美軍飛機曾分別在魯依絲颱風靠近台灣時於 3 日 08:00 UTC 偵測得魯依絲中心位於 22.9°N、122.4°E，再於 3 日 10:42 UTC 偵測得中心移至 23.6°N、121.8°E。而空軍所屬鵝鑾鼻雷達(位於 21.9°N、120.8°E 為 FPS-8 型雷達)自 3 日 01:38 UTC 至 12:30 UTC 所做中心定位資料則列於表三，並填列於圖 2。由表 3 清楚的顯示，對魯依絲颱風之中心定位中，美軍之飛機偵測與空軍鵝鑾鼻雷達估計有相當一致之結果，兩者誤差約在 0.1 度左右。在 06 UTC 之前，這些中心皆較 JTWC 最佳路徑偏左，在 08 UTC 後則右偏。而在折向之時，中心移動之速度也有略為增速的跡象。如果較平滑的最佳路徑可視為主要是大尺度影響下中心的移動(Yeh and Elsberry 1993a)，則偏離此平滑路徑的運動或許即為地形作用所致。以魯依絲颱風之情形，此影響造成中心有逆時針繞地形運動的趨勢。

(二) 主要地面結構

在魯依絲颱風之地面結構方面，在 9 月 3 日 00 UTC 時由於中心位於外海，附近並無觀測資料，然而在外圍之宮古島(47927)、石垣島(47918)、彭佳嶼(46695)、嶼那國島(47912)以及附近船舶報告資料都清楚的顯示有氣旋式的颱風環流與氣壓場分布(如圖 3)。而此時，不論是氣流或氣壓分布，在台灣地區都可以看到地形影響的現象，其中最明顯的是中央山脈以東之高壓脊與中央山脈以西之低壓槽，在台灣中、北部東西壓力差約為 2 到 3 hPa，如花蓮與台中兩地間壓力差此時約為 3 hPa。而在中南部低壓區則由颱風中心向西北方延伸至台灣西岸，由西岸各站之資料顯示在西岸已有分離之低壓區，很可惜的是在濁水溪下游地區，並沒有足夠的觀測資料可以確定此分離低壓中心之確實位置，與中心附近氣壓梯度之大小。

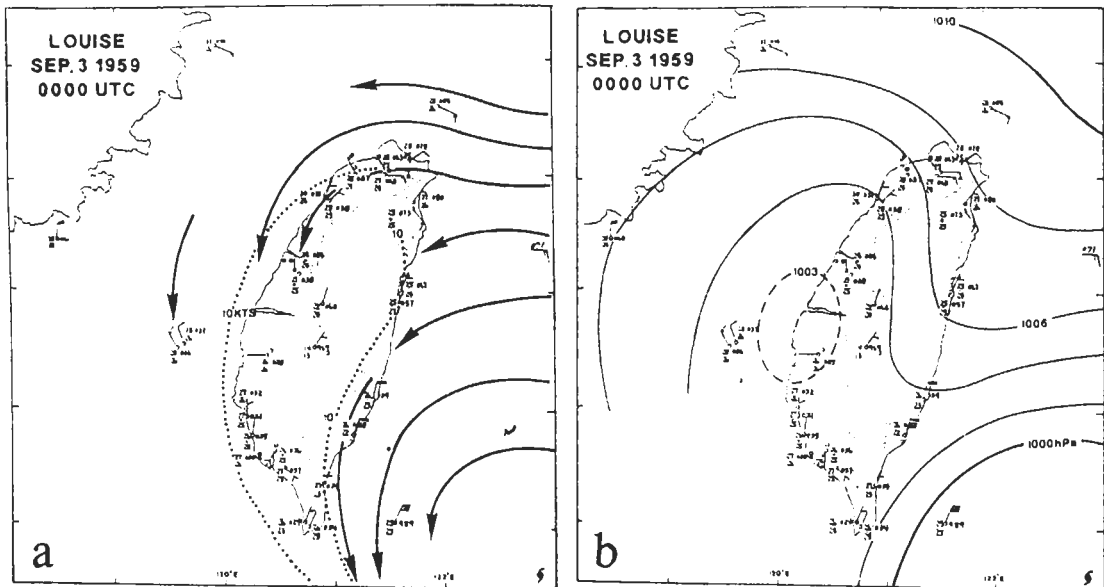


圖 3 1959 年 9 月 3 日 00 UTC 時魯依絲颱風在台灣地區之 (a) 地面觀測與流線 (b) 地面觀測與海平面氣壓分布。中心定位依據關島聯合颱風警報中心最佳路徑資料，唯缺觀測資料供詳細分析。圖 (a) 點線為 10 kts 等風速線。

在風場方面，較強風速分別在蘭嶼、台東、成功、彭佳嶼與澎湖地區，不過此時除蘭嶼地區外，其它地方風速也都在 10 m/s 左右或更小。由氣流線顯示此時底層並沒有明顯的氣流由東越過中央山脈，花蓮、台東等東部地區之風向皆以平行於山脈為主。在東北部地區也是一樣，風向多順著地形(其中除桃園機場之風速、風向和附近地區有較大差異，然而這差異在 01 UTC 時並不存在，因此資料之代表性較值得懷疑)。在西南沿岸，自新竹以南一直至鵝鑾鼻風速都很微弱，而由圖 4 可見這些弱風區在 06 UTC 之前風向變化頻仍，無較明顯而持續的流場存在。

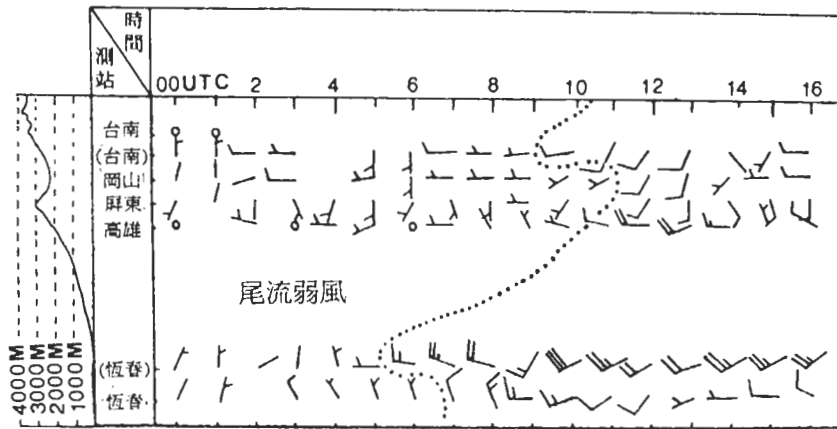


圖 4 1959 年 9 月 3 日 00 UTC 至 16 UTC，台灣西南部地區之觀測風速風向時序變化，點線劃分弱風 (< 5 m/s) 與強風。地名附加括號表機場。高雄與恆春機場間留較大間格表兩者相距較遠，而圖左側概示測站所在緯度上中央山脈山脊高度。

在 03 UTC 時(圖 5)，蘭嶼站氣壓下降約 4 hPa，同時風向由東北轉向西北，此現象顯示颱風中心已經北移。而由於中心的接近，台灣全省各地之氣壓也都下降，東岸之花蓮、台東下降約 0.5 hPa，而西岸新竹、台中一帶下降達 2 hPa 以上，這使得東西脊槽分布更為明顯，也使得 1002 hPa 氣壓線可以很清楚的看到涵蓋相當大區域，並和颱風之中心低壓分離。台中、嘉義、澎湖之氣壓皆在 1002 hPa 以下，不過是否有明顯之中心抑或只是一大低壓帶，

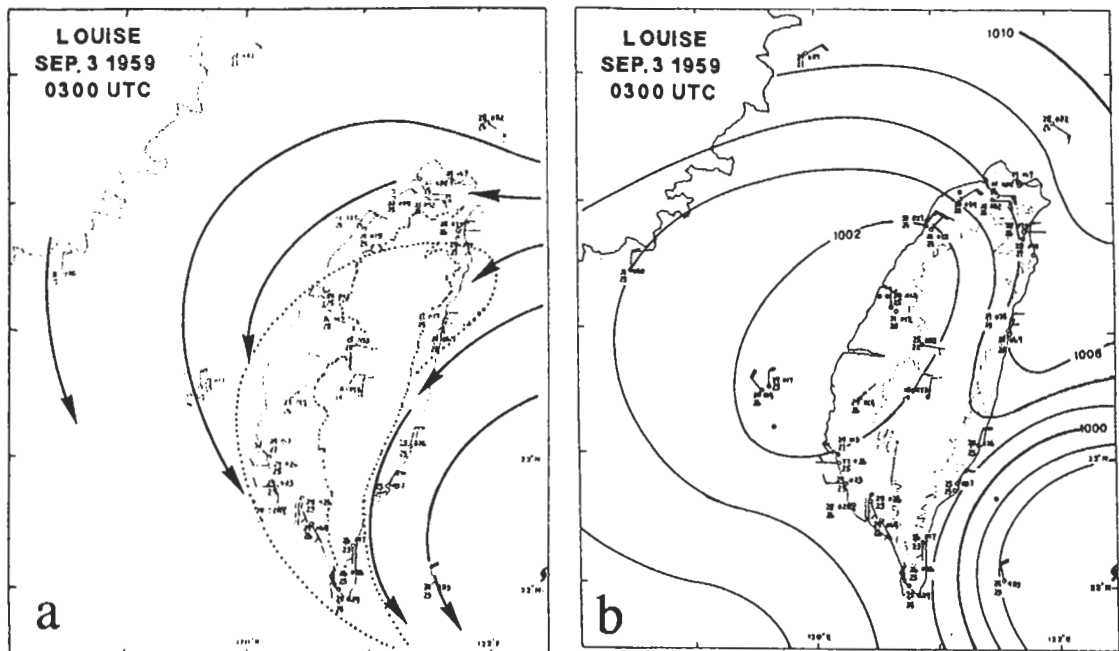


圖 5 同圖 3，唯為 9 月 3 日 03 UTC 之情形。

以及若有中心其確實所在位置則仍不能由現有資料證實。在風場上，00 UTC 至 03 UTC 間本省大部份地區風場並沒有明顯改變，西部地區仍然是弱風區，不過台東、澎湖兩地風速卻也都因中心接近而增強 2 至 3m/s，彭佳嶼站則南風增強，這顯示地形的分流作用。風速更明顯增加地區是在新竹一帶，其風速由每秒 2 至 3 m/s 增強至 10 m/s 左右，不過風向仍然是平行於中央山脈。

在 00 UTC 至 03 UTC 間，另一個比較大改變的是在臺灣中北部地區溫度升高而溼度減少，其間台中站溫度升高 4 度使溫度與露點差達 6 度，台北縣南區、桃園、新竹一帶溫度也都上升到攝氏 30 或 31 度，溫度與露點差也達 6 度左右。在降雨方面，從 00 UTC 至 06 UTC 主要之降雨皆在山脈東部，日月潭、阿里山、玉山等站也都沒有降雨記錄，這種情形和氣流越山在迎風面降雨在背風面形成焚風現象相似。不過，由於各地風向都為平行於山脈，同時進一步由溫度與溫度露點差之時間序列(圖 6)顯示，高溫和高溫與露點差之最大值發生在當地時

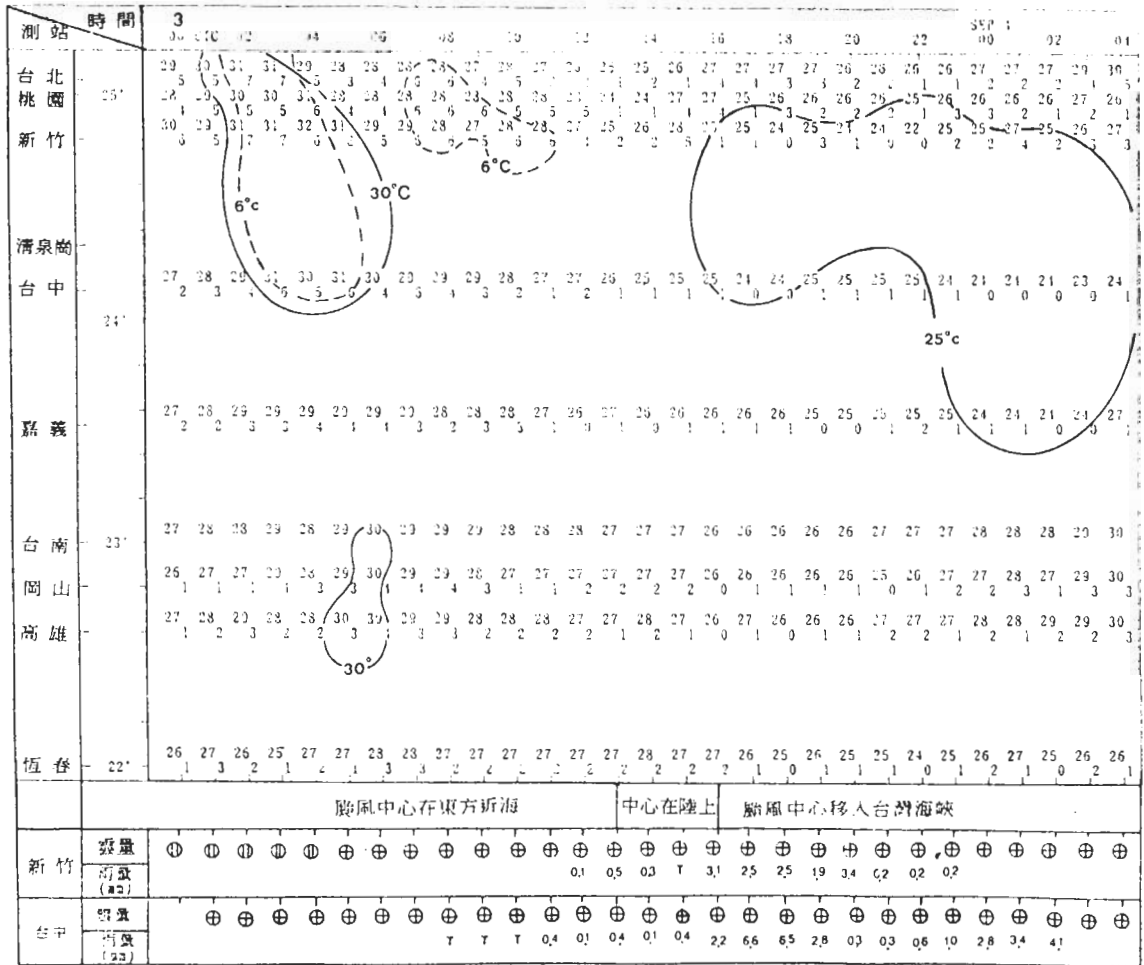


圖 6 1959 年 9 月 3 日 00 UTC 至 4 日 04 UTC 間台灣西部主要測站之溫度與溫度露點差。等值線為溫度 30°C、25°C (實線)；及溫度露點差 6°C (虛線)。圖中並例示新竹與台中兩地之雲量與時雨量(mm/h)。

間下午 2 時(06 UTC)。因此，此種較高溫且較乾燥空氣之發生是主要因為氣流越山、抑或颱風外圍氣流下沉作用、或是白天日照加溫所導致，值得進一步探討。

隨著魯依絲颱風之北移、加強與靠近，蘭嶼站之風向也隨著逆時針方向改變，到 06 UTC(圖 7)蘭嶼所測得風速大約已增強為西風 20 m/s，台東此時之平均風速也增強到 20 m/s 左右，不過主要之風向仍然是平行於山脈。在台灣北部地區東西兩岸之氣壓差也進一步加大，宜蘭與新竹二地之氣壓差此時增加到 8 hPa 左右，在東岸氣流主要分流處大致在宜蘭附近。在台灣南部，屏東西岸之風速也在 06 UTC 之時開始增強，這使得在山脈西側之弱風區縮小，主要涵蓋台中至高雄地區，在此弱風區雖然風速和以前一樣微弱不足以確定氣流情形，不過在嘉南、高雄一帶的風向在 06 UTC 之後比較持續。如圖 8 所示，從 07 UTC 以後，台南、高雄沿岸地區多為西風，然後逐漸加大南風分量，這顯示有氣流由此地區吹向山脈並逐漸北轉。到 09 UTC(圖 9)這現象更為明顯，不過由於濁水河流域並沒有觀測記錄，因此不能進一步判別何時開始有較完整之副渦漩在西岸生成。

在 09 UTC 風場上，另外一些較明顯改變，這些改變包括花蓮地區風速加強以及松山機場有較大北風並且其風向與地形有較大交角，不過再往內陸各站(如台北)之風向仍然維持東風而平行於山脈。更值得一提的是蘭嶼站之風速到 09 UTC 時增強至 33 m/s，而大於 25 m/s 之強風也一直維持到 15 UTC，此種風速之加強在其它颱風來襲時也存在，不過其進一步發生之時機、強風之分布情形以及這現象是因為台灣本島山脈之影響抑或是受蘭嶼站附近地形

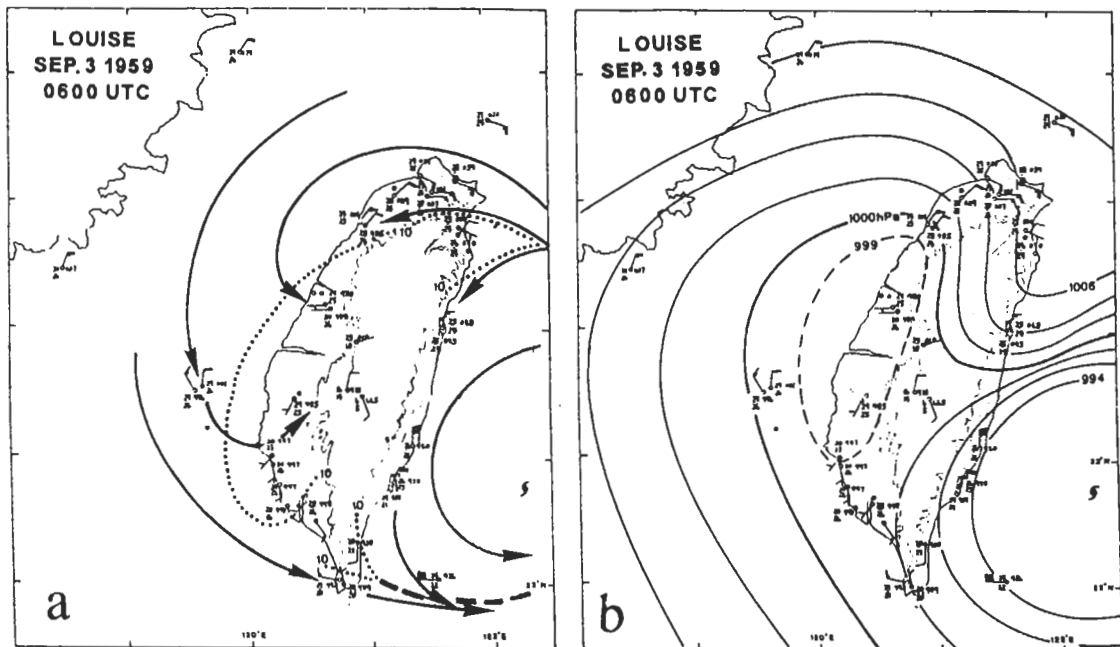


圖 7 相似於圖 3，唯為 9 月 3 日 06 UTC 之情形，同時中心定位係依據飛機與雷達之偵測資料。

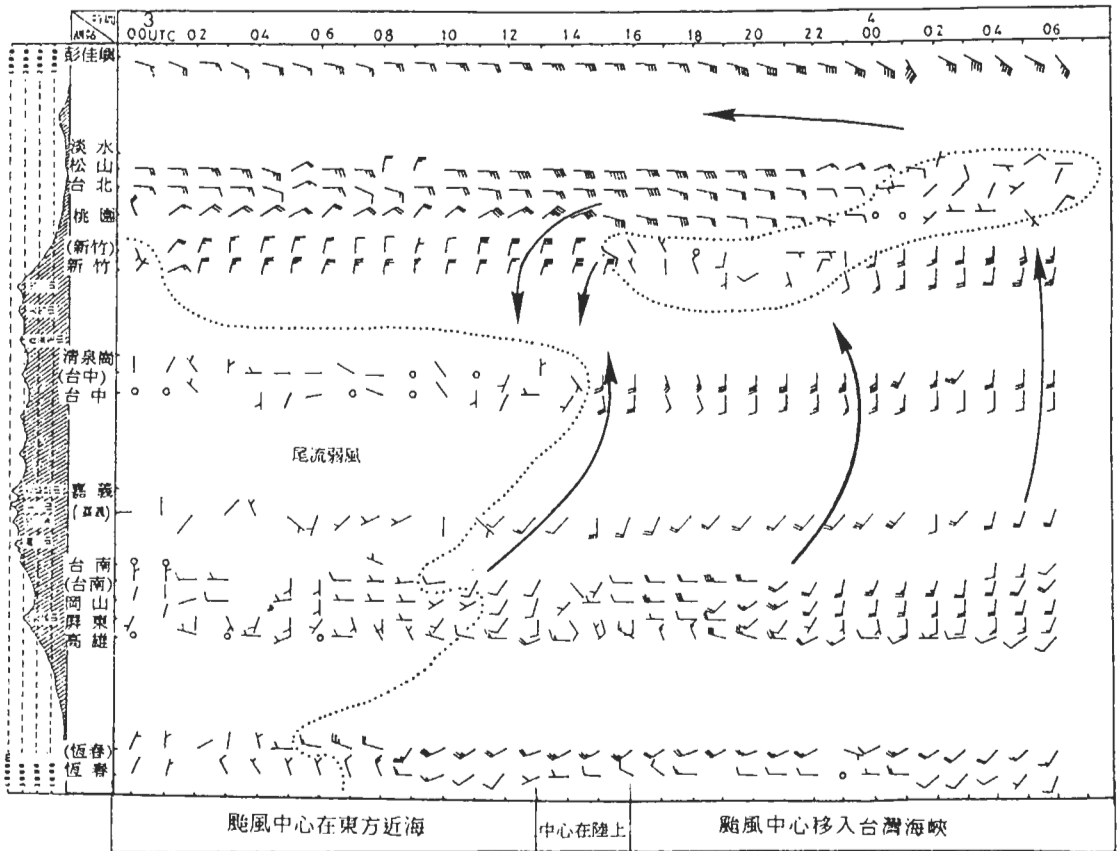


圖 8 1959 年 9 月 3 日 00 UTC 至 4 日 06 UTC 間台灣西部地區主要測站之風速風向時序圖。圖中點線劃分弱風(<5 m/s)與強風區，而箭頭則在凸顯風之流向。

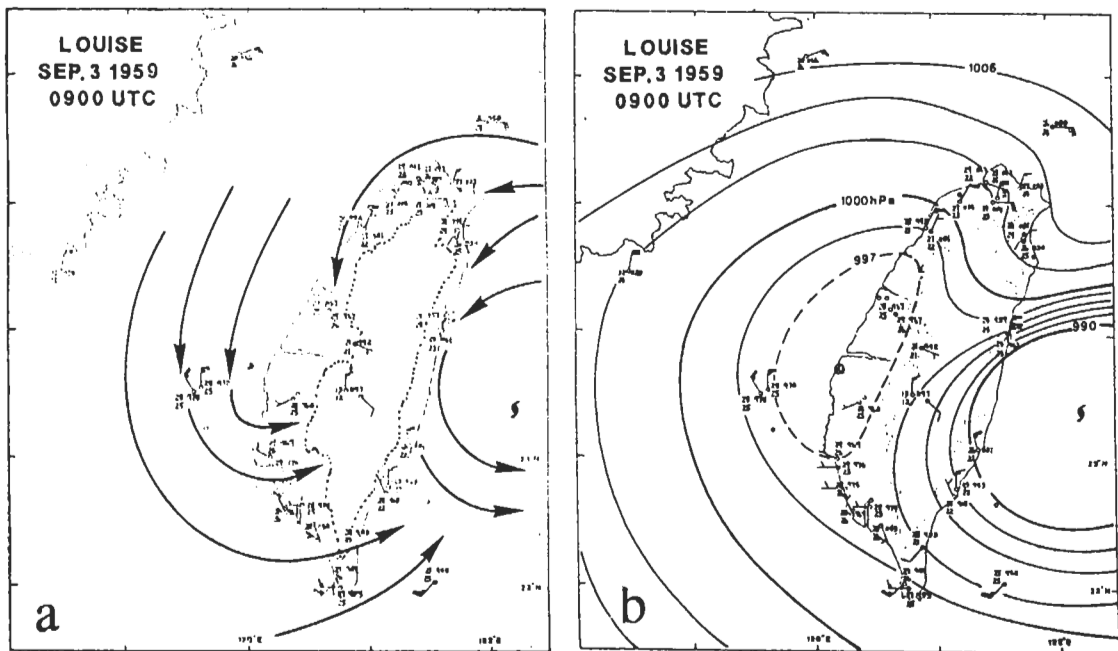


圖 9 同圖 7，唯為 9 月 3 日 09 UTC 之情形。

或建物影響所造成，這些都值得進一步研究。

在 09 UTC 時中西部平原一帶仍然是低壓區，事實上嘉義站之氣壓，從我們分析的開始 (00 UTC) 即是西部各站中氣壓最低的，Chang et al.(1993)之統計結果發現颱風在適當位置時，嘉義站之氣壓較臨近為低而有分離之中心，魯依絲颱風之路徑正是 Chang et al. 所發現最有利於西岸分離低壓中心產生之路徑。由西岸各站氣壓時間序列圖(圖 10)，可見嘉義氣壓值一直延續到 11 UTC 都是最低的，其後北部之台中、新竹有較低氣壓值，而在這段時間內此低壓區並沒有明顯外移情形。

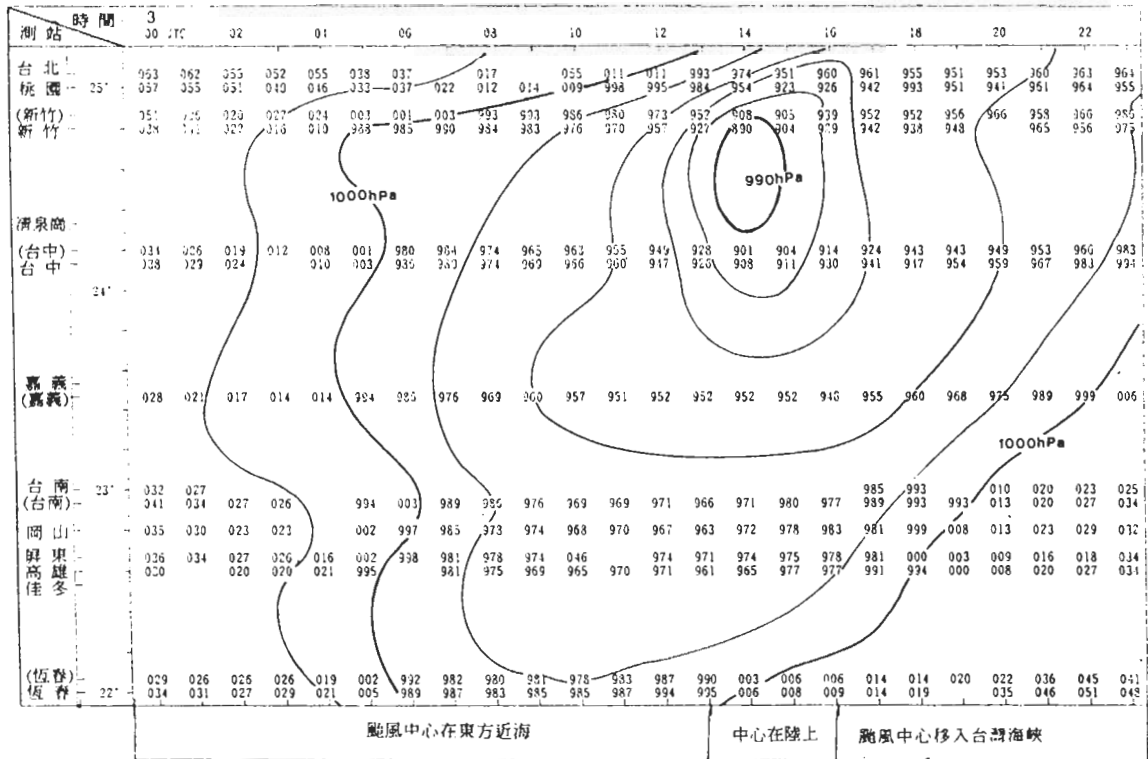


圖 10 1959 年 9 月 3 日 00 UTC 至 23 UTC 間台灣西部主要測站之地面氣壓時序圖。

由花蓮站之自記紀錄(圖 11)顯示，魯依絲颱風來襲期間，於 1150 UTC 也就是 1950 LST 左右達最低之 728 mmHg，在降至最低前，05 UTC 至 06 UTC 變化較緩，這似乎與前文所述中心由最佳路徑之左側移至右側而使得中心接近速度較慢有關。而後，06 UTC 至 09 UTC 氣壓相當穩定的下降，這和中心穩定的接近相一致。09 UTC 至 10 UTC 間氣壓沒有明顯下降的原因，可能主要是因為迎風脊發展。10 UTC 後氣壓便急劇下降，這也和中心移動偏西直衝而來之路徑一致。

由西岸各站之風場時間序列變化(圖 12)可見花蓮與花蓮機場兩站之觀測資料在 10 UTC 以前兩者相當一致，而在颱風中心接近時有較大差異，這差異的原因主要是氣象局所屬測站

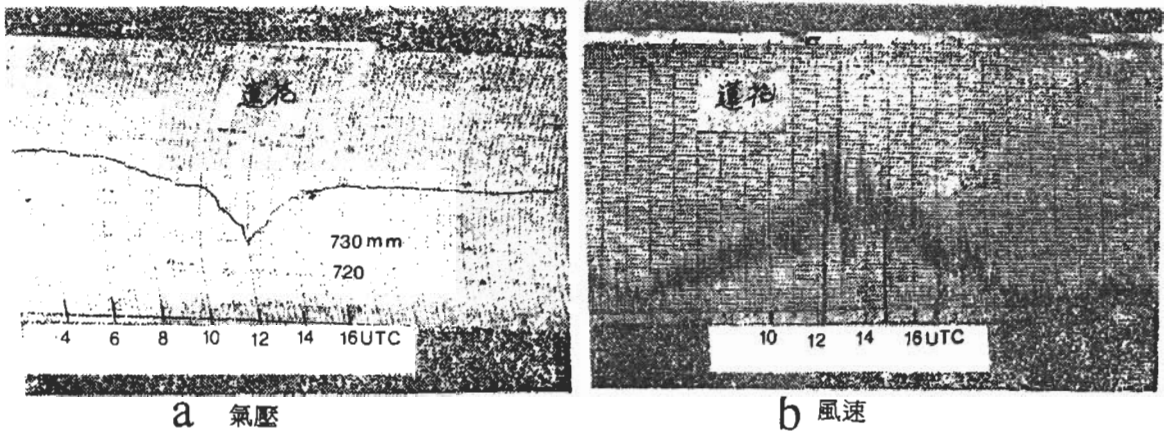


圖 11 1959 年 9 月 3 日魯依絲颱風侵襲期間花蓮氣象站之(a)地面氣壓與(b)瞬時風速自記紀錄。

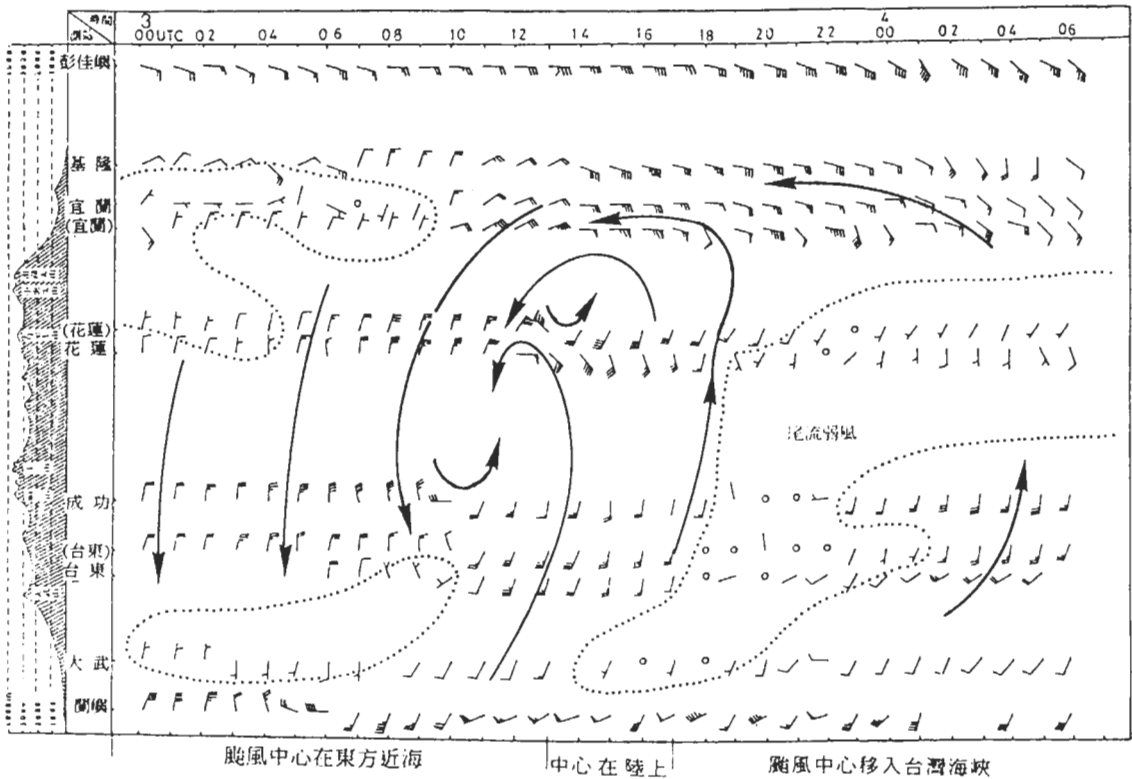


圖 12 相似於圖 8，唯為台灣東岸各站之風場時序圖。

(如花蓮站)之記錄是 10 分鐘之平均，而空軍所屬測站(如花蓮機場)則是 1 分鐘平均，因此使得花蓮機場站較花蓮站所測風速為大。從花蓮站之風速自記紀錄(圖 11b)可見其風速在中心經過時有二最大值，且風向改變(圖 12)，顯示花蓮站曾在魯依絲颱風之最大風半徑(眼)之內，且顯示登陸之初中心附近在地面仍然存在中心對稱的結構。而中心經過之時間大約是

1300 UTC，這比氣壓達最低點(1150 UTC)延後約一小時。事實上由每小時之平均風(圖 12)也顯示花蓮地區最大風發生在 13UTC 左右，較氣壓最小值也是延後約一小時，這點值得防災單位注意，也就是各地區之氣壓上升並不表示當地風力或颱風強度將減弱，局部地區之地形特性或颱風結構之改變會使得氣壓即使上升但風力仍持續增強。

在 12 UTC 中心很接近花蓮時其地面結構如圖 13，在東岸地區氣壓分布顯然因山脈影響而呈南、北拉長之橢圓形，這種情形可由模擬結果(如 Yeh and Elsberry 1993b)看到是因為此時山脈東側中心南方是屬於颱風環流之背風槽，因此而有低壓區；相對的，在山脈西側嘉南一帶則約有 5 m/s 風吹向山而成脊場，不過由於花蓮至成功之間沒有資料，因此不能得到這兩處間之詳細結構以判斷是否有分離之中心。而由風場可見成功、台東一帶地面風主要是沿山脈而無明顯越山現象，因此在東側一帶之背風槽是由較上層氣流過山而造成，這雖沒有探空資料佐證但和模擬之結果相一致。

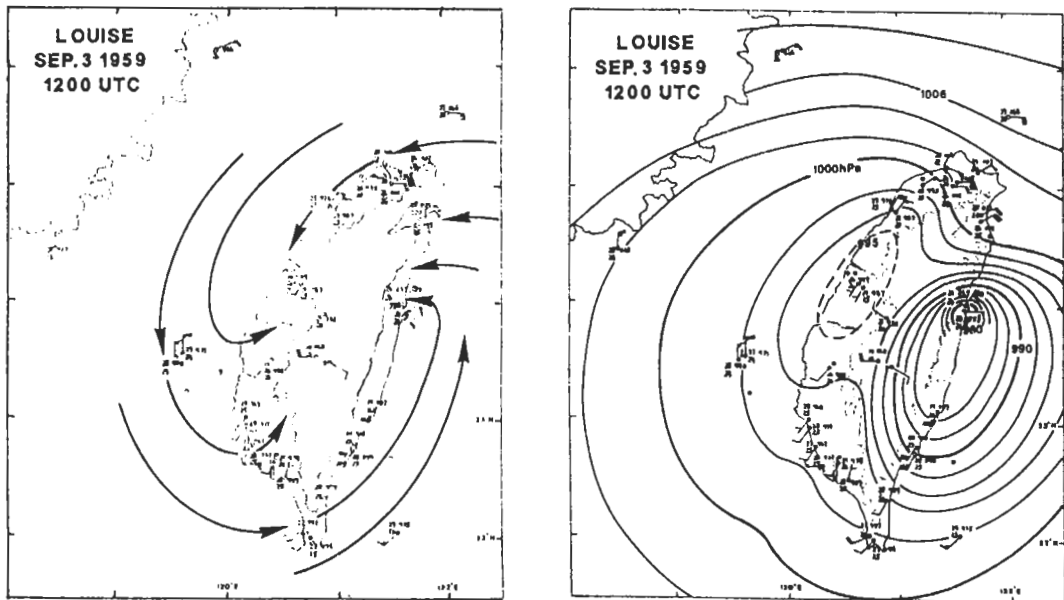
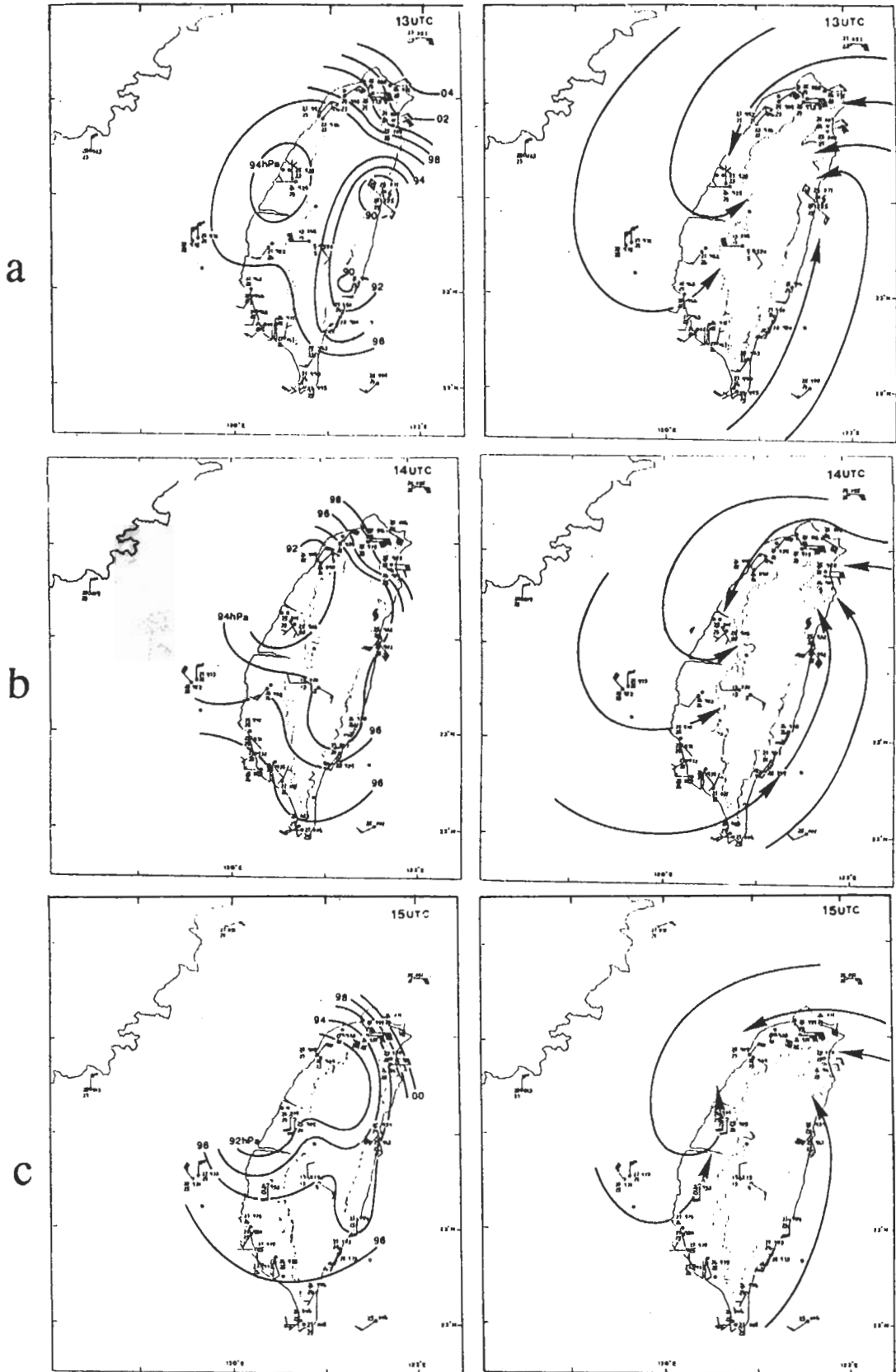


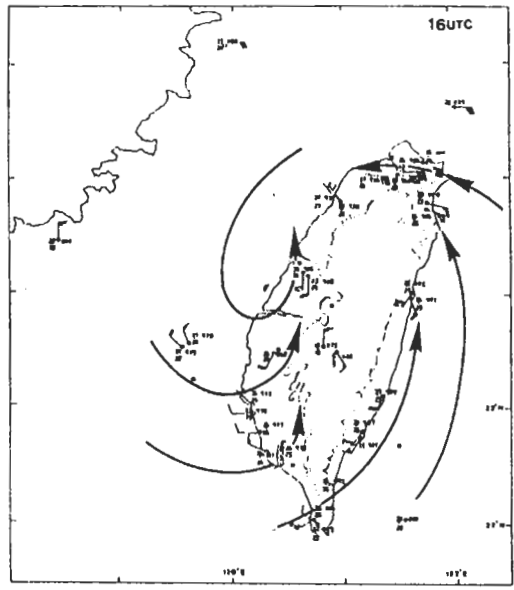
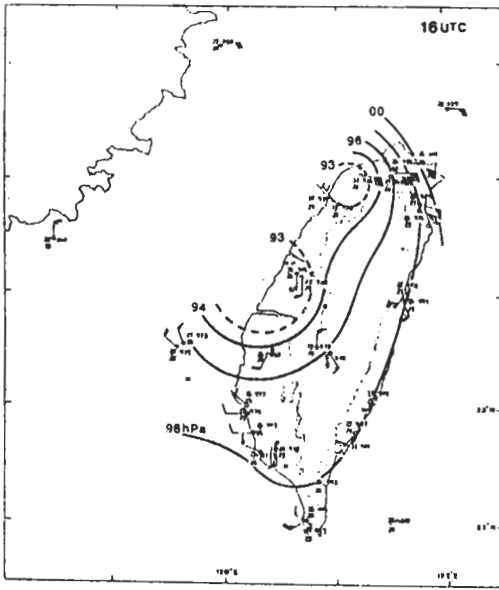
圖 13 相似於圖 7，唯為 9 月 3 日 12 UTC 之情形，而中心位置主要由分析地面觀測資料而得。

(三) 中心登陸後氣壓與流場變化特徵

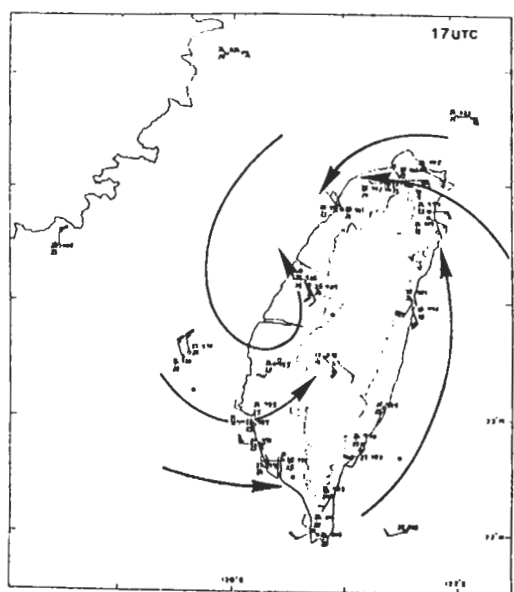
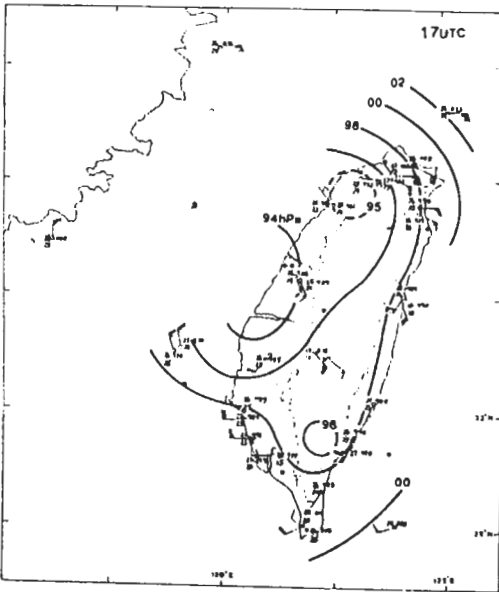
圖 14 顯示魯依絲颱風中心登陸後，由 13 UTC 至 18 UTC 在台灣中北部之地面結構變化，在 13 UTC 時，台灣中北部地區的氣壓分布型態和 12 UTC 時相近，北部有脊場，山脈東西各有低壓區，只是中心附近氣壓強度已有相當大改變，颱風中心附近涵蓋成功至花蓮地區之等壓線，由 12 UTC 的 984 hPa 減弱 6 hPa，花蓮站氣壓值減弱更明顯由 12 UTC 約 978 hPa 減弱 10 hPa 成爲 988 hPa。在西部地區，氣壓則略爲下降，在新竹、台中約下降 2 hPa，這顯示低壓系統繼續西移，只是低壓中心仍受阻滯留於花蓮附近。



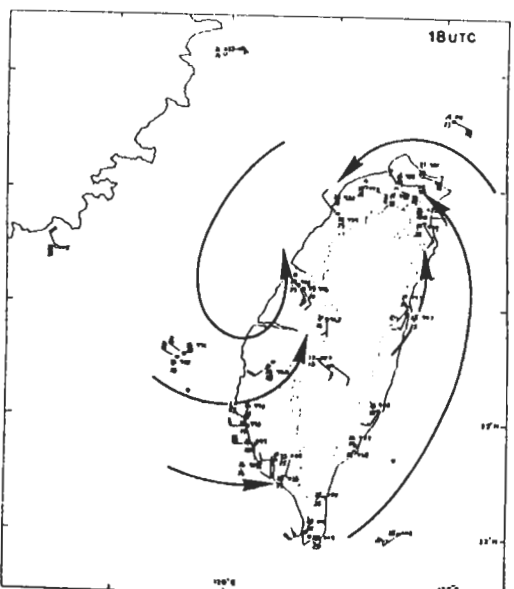
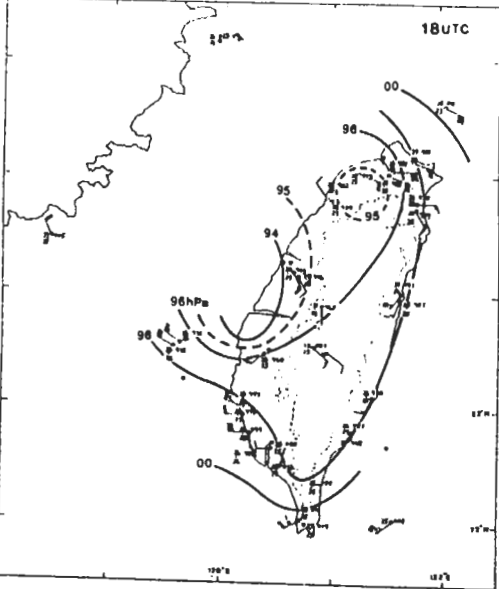
d



e



f



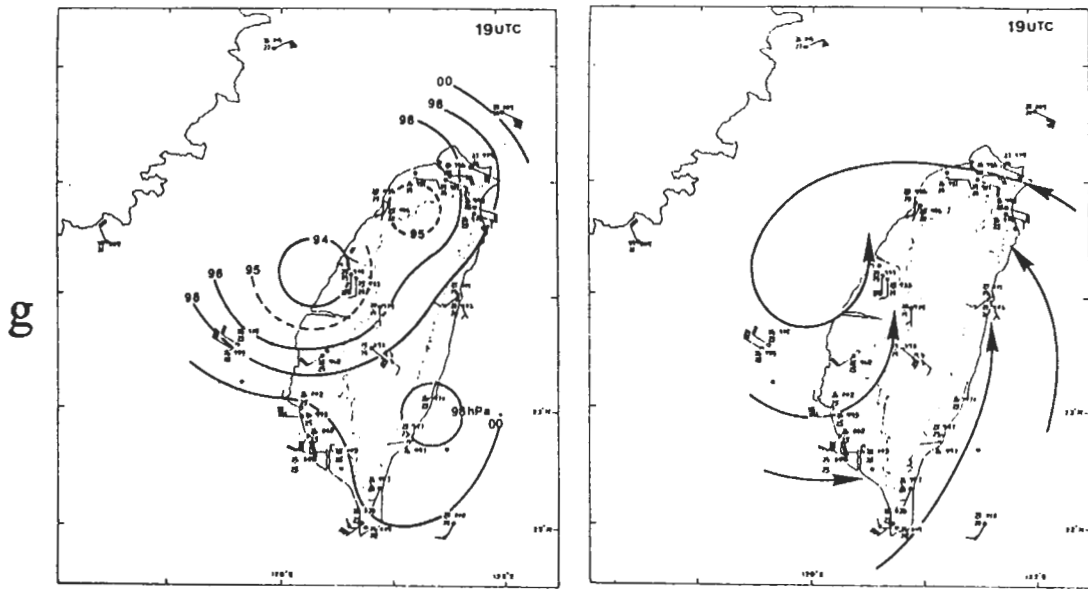


圖 14 1959年9月3日魯依絲颱風中心登陸階段之地面氣壓(左)與流場(右)。
(a)13 UTC, (b)14UTC, (c)15 UTC, (d)16 UTC, (e)17 UTC, (f)18
UTC及(g)19 UTC。

在風場上，這一小時之主要變化是中心以南之成功、台東一帶風速減小，而中心以北包括彭佳嶼、宜蘭、台北地區之風速則增強。花蓮地區風也是增強，由花蓮機場風向相當有系統的轉變(圖 12)，且機場之氣壓稍低於花蓮站，判斷此時中心可能在機場稍偏北。在中央山脈之西側此時受山屏障仍是弱風區，不過較北部之桃園沿海地區風速已由 12 m/s 增強至 22 m/s，而新竹地區沿海由原來 15 m/s 增加至每秒 17 m/s，不過這兩地之風向仍然沒有明顯改變。

另外一處風場重要的改變是發生在日月潭測站的風，13 UTC後日月潭的風維持在 7 m/s 至 10 m/s 左右，而風向由 13 UTC 的南偏西風逆轉成 15 UTC 之南偏東風。台中站的風隨後也在 15 UTC 有大於 10 m/s 南風，而後逆轉至 18 UTC 有南偏東風。雖然在中北部海面沒有觀測資料，不過由於新竹地區有強盛東北風，而日月潭、台中一帶有相當強的南風與系統性的變化，因此判斷在 15 UTC 時在台中西側可能存在有副渦旋，而由台中附近及澎湖風向之變化，如 17 UTC 時台中風向轉為東南顯示 15 至 17 UTC 間，此副渦旋中心可能向西南移動；18 UTC 澎湖風繼續增強且風向逆轉，顯示中心可能繼續向西偏北移動；19 UTC 後澎湖風速減少且風向逆轉，而台中風向也改為偏南，顯示此渦旋中心朝北遠離澎湖。路徑概示於圖 2，不過由於海峽上沒有觀測資料，中心之定位誤差較大。

對原中心位置之研判上，由於北部山區缺乏觀測資料，因此中心位置決定上非常困難，詳細的由花蓮的氣壓變化可見，在中心接近花蓮與遠離花蓮前後兩小時比較，在 12 UTC 後

上升較 12 UTC 前之下降要緩，如果以一個等移速又維持相同強度之颱風，則氣壓之升降應是對稱，以現在的情況，系統應該是在減弱中，因此要維持氣壓上升速度較緩慢的條件將是中心移動速度減慢，同時另外一種效應是背風槽的生長使氣壓變低。

再由宜蘭、台北方面之資料可看到兩站之氣壓大致在 15 UTC 才達到最低，而宜蘭之風速也大致在 15 UTC 達到最大值，因此我們研判 12 UTC 至 15 UTC 間，原來颱風中心之移動方向將有比較大的北向分量，到 15 UTC 左右之中心位置應該還在東經 121.5° 以東。而中心氣壓如果以 12 UTC 978 hPa，在 13 UTC 上升 6 hPa(西岸中部之平均)，則 13 UTC 約為 984 hPa，15 UTC 大約 990 hPa，而後到 16 UTC 上升至 992 hPa(約 3.2 hPa 等速上升)。而由日月潭及阿里山氣壓從 13 UTC 以後逐漸上升來判斷這地區有脊場慢慢生長，如此 14 UTC、15 UTC 詳細之地面結構繪如圖 14(b)及(c)。

值得注意的是 15 UTC 開始，新竹的風速顯著的變小，這顯示中心北抬後背山的靜風區向北移。16 UTC 新竹地區風速更弱風向轉為西北，而桃園出現 8 m/s 西南風，但這不應是渦旋中心已移過山，因宜蘭之風速仍然有 32 m/s，台北地區則在此時達最大之 20 m/s。因此判斷渦旋中心可能仍在山脊附近東側，17 UTC 時大致通過山脊，而在 18 UTC 時移至桃園附近使其風速增大。但此時中心由於受地形嚴重影響，使得中心風速減弱至 8 m/s 左右，到 19 UTC 時原有之渦旋中心已消失。相反的，在中部之副渦旋，雖不能明確的定出地面中心位置與強度，不過在 16 UTC 台中一帶之風速已達 15 m/s，同時也有低於 992 hPa 之氣壓，就如同前述，此渦旋中心似乎慢慢西南移出，到 18 UTC 已成爲系統的中心，中心氣壓估計約為 990 hPa。

(四) 降雨特徵

有關魯依絲颱風所造成之降雨，依颱風位置分爲中心登陸前(3日 00 UTC 至 11 UTC)、中心登陸階段(3日 12 UTC 至 18 UTC)、中心逐漸離開(3日 19 UTC 至 24 UTC)與中心遠離(4日 01 UTC 至 06 UTC)等四階段繪如圖 15。由圖 15 可見，在中心登陸前主要的雨區在台灣東部台東以北的迎風面，最大值在成功。隨中心向西移，在台灣東側之雨區也以反時針的方向移動，在登陸階段(圖 15b)最大之累積雨量移至花蓮，而後移至宜蘭(圖 15c)，不過在時雨量方面(圖未示)其變化並不是穩定的移轉，而是有相當複雜小尺度的變動。

在颱風中心接近期間(圖 15a)，台灣西南部地區雖也有吹向內陸之風向，不過可能因爲風速微弱加上西側地形坡度較緩，因此並沒有降雨發生。即使是在 12 UTC 至 18 UTC 在台灣山脈西側逐漸形成副中心的階段(圖 14)，在相對於副中心形成的位置也沒有特別明顯的降雨中心(圖 15b)，因此研判，此副中心發生之機制將主要由於動力作用所造成，由潛熱所提供之熱力作用較不重要，這和並未考慮熱力因素之水工模擬(如 Hwang et al.1977)也能得到副中心之結果相一致。

台灣中部山區之降雨在圖 15 中四階段裏都相當明顯，其中又以阿里山之累積雨量最

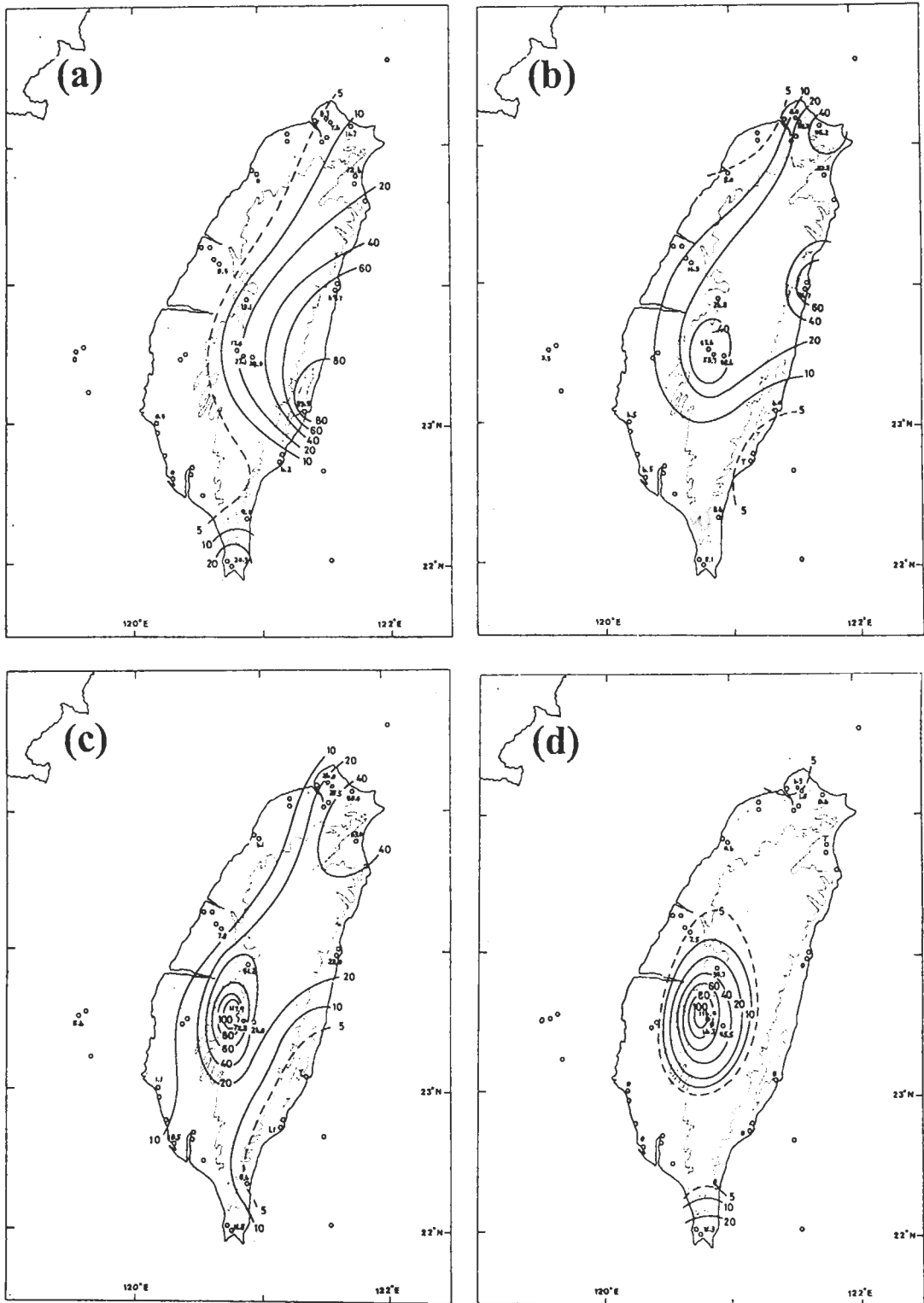


圖 15 魯依絲颱風在(a)接近台灣(3日 00UTC 至 11UTC)，(b)中心在陸地期間(3日 12UTC 至 18UTC)，(c)中心離開台灣(3日 19UTC 至 24UTC)及(d)中心遠離台灣(4日 01UTC 至 06UTC)等四階段在台灣地區造成降雨之累積雨量(mm)。

大。大雨尤其集中於中心已通過台灣之後，在 3 日 19 UTC 至 4 日 06 UTC 12 小時之間其雨量達 234 mm，最大時雨量 59.1 mm 發生在 3 日 22 UTC。在全省大部份地區在颱風遠離(圖 15d)停止下雨時阿里山仍有 116.4 mm 雨量。1996 年賀伯(Herb)颱風在阿里山也同樣有這種降雨現象，只是強度更強。因此，這種因地形影響所造成之降雨與中心離開後颱風外圍氣流所引致降雨之現象值得進一步分析研究。

四、結 論

由以上之資料及分析顯示，魯依絲颱風在侵襲台灣之時，不論在路徑或結構上都受到地形很大的影響，其中在侵台前中心較關島聯合颱風警報中心(JTWC)最佳路徑有左偏而後右偏的情形，在中心登陸前移動有增速的情形，如果較平滑的最佳路徑可視為大尺度氣流所造成的中心移動(Yeh and Elsberry 1993a)，則地形作用使魯依絲颱風在登陸前 5 到 6 小時開始有較明顯逆時針繞地形的移動。在結構上，當中心在山脈東側洋面上時，山脈東、西兩側有明顯迎風脊與背風槽，且在颱風中心來襲前嘉義地區就有一分離的低壓區。配合的風場有迎風的弱風區與背風面的弱風區，當中心北移時此弱風區也北移且有縮小的趨勢。隨後，並於西南部地區先是西風增強而後是南風分量漸增強而形成副渦旋。在形成副渦旋的同時，原中心則有受山阻擋慢慢北移並逐漸不明顯的情形。而由於副渦旋之發展與中心受嚴重破壞使得副渦旋取代了原有中心成為主要系統，因此地面中心呈不連續路徑通過台灣。而由降雨之分布顯示，副渦旋之初生機制因降雨潛熱釋放的熱力效應並不明顯。

在災害之防護上，由魯依絲颱風之個案也顯示，局部地區(如花蓮地區)最大風速發生在最低氣壓之後，因此各地區並不是氣壓上升就表示颱風威力減小。而在大環流上，西岸雖已觀測到低壓與渦旋，並不表示中心已通過山脈，此時原中心可能仍在山脈東側，而此中心是否會在其它地區造成災害，當視此中心被破壞之程度而定。在降雨上，由於地形之影響，分布並不呈中心對稱，而在迎風山區有較大雨勢，部份地區連續豪大雨則可能發生在颱風過後引進之西南氣流。

由本個案研究可見魯依絲颱風接近台灣地區時，在山脈西側有較高溫且較乾燥氣流，然而其氣流方向以平行於山脊為主，此和簡單氣流過山產生焚風現象不盡相同，詳細之形成原因有待進一步探討。

由此研究也顯示台灣地區雖有相當多測站，但在分析更詳細結構，如在分析副中心之位置，副中心壓力梯度與風場以及副中心形成時機等，也發現在關鍵地區並無觀測資料，這關鍵地區是在濁水溪下游、北部山區、中北部外海以及高屏外海。中央氣象局已先後在台灣省各地建立自動雨量觀測站與氣象觀測站，這些觀測站資料之準確度以及實用性需要詳細進行檢驗才能了解。而關於副中心形成時是原於背風面之靜風區，傳統對風觀測之敏感度使得在微弱風速時之解析度較低，要得到此區風場更清晰的演變情形或許需要利用更靈敏(在弱

風時)之測風儀。此外,在風場觀測作業之不一致,如中央氣象局各測站之風向風速為10分鐘平均而空軍各機場為1分鐘平均,也造成分析應用上的不便,若能整合或增加項目,將有助於更精確的研判。

最後,我們認為本研究僅限於地面觀測所得,缺乏高層資料使無法得到更完整的結果。進一步之突破有待建立與應用雷達、剖風儀、實驗飛機等觀測,和進行更精確之模擬研究。

誌 謝

本研究係在行政院國家科學委員會 NSC84-2111-M052-001 補助與中央氣象局之支持下完成。作者們特別要感謝謝維權與陳慧娟小姐協助圖表之製作與打字校對以及二位審查委員提供相當多的寶貴建議。

參考文獻

- 王時鼎, 1954: 颱風橫越台灣中央山脈之研究。中國天氣分析月報, 4卷10期, 10-30。
_____, 1980: 台灣近海颱風運動及強度預報法, 國科會研究報告 NSC67-M0202-05(01), 100頁。
- 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72期, 1-21。
- 李清勝與蔡德攸, 1995: 利用 CAA 都卜勒雷達資料分析四個侵台颱風伴隨雨帶之特徵。大氣科學, 23, 209-235。
- 周仲島、鄧秀明及張保亮, 1995: 臨近雷達颱風中心定位與最大風速半徑的決定, 颱風研究群研討會, 1995/10/21, 台北, 40-43。
- 徐明同, 1949: 颱風經過台灣所受地形之影響, 氣象通訊, 4卷5期, 6PP. (見徐明同教授論文選集, 1995, 海洋大學)。
- 徐應環及王時鼎, 1960: 台灣近海颱風預報問題。氣象預報與分析, 第2期, 7-12。
- 陳台琦、葉世川及陳蕙猛, 1995: 台灣北部颱風的雷達觀測, 颱風研究群研討會, 1995/10/21, 台北, 24-39。
- 喬森、黃清勇及郭英華, 1996: 黛特颱風的 MM5 數值模擬。大氣科學, 24期2號, 123-144。
- 葉天降, 1995: 在較高解析度下颱風侵台數值模擬結果。颱風研究群研討會, 1995/10/21, 台北, 80-83。
- 蔡清彥、王時鼎及葉天降, 1995: 侵台颱風診斷分析(一)分裂過山與非分裂過山颱風特性之比較研究。國科會研究報告 NSC84-2111-M052-001, 155頁。
- 謝信良、王時鼎、鄭明典及葉天降, 1996: 台灣地區颱風預報輔助系統建立之研究。侵台颱風路徑、強度、風力預報之應用研究(I)。中央氣象局專題研究報告 CWB84-1M-01, 356頁。
- Bender, M. A., R. E. Tuleya and Y. Kurihara, 1987: A numerical study of the effect of island terrain on tropical cyclones. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 130-155.

- Chang, C.-P., T.-C. Yeh and J. M. Chen, 1993: Effects of terrain on the surface structure of typhoons over Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 734-752.
- Chang, S. W., 1982: The orographic effects induced by an island mountain range on propagating tropical cyclones. *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 130-155.
- Elsberry, R. L., 1995: Tropical cyclone motion. Chapter 4, Global perspectives on tropical cyclones, R. L. Elsberry (Ed), WMO Report NO. TCP-38.
- Hsu, Y. C., 1960: The problems of typhoon forecasting over Taiwan and its vicinity. Proc. U.S. Asian Military Weather Sympos., 9-12 Feb. 1960.
- Hwang R. R., H. P., Pao and S. T. Wang, 1977: Laboratong study of the effects on typhoons when encountering the mountains of Taiwan island. Academic Sinica. (部份結果參見王 1980).
- Li, C. S., 1992: A preliminary analysis of two typhoons when moving across Taiwan. East Asia and Western Pacific meteorology and climate, W. J. Kyle and C. P. Chang (Eds), World Scientific, 205-212.
- Li, P. C., 1963: Terrain effects on typhoons approaching Taiwan. Proc. U.S. Asian Military Weather Sympos., 3-7 Feb, 1963.
- Pao, H. P., 1976: The effects of mountains on a typhoon vortex as identified by laboratory experiments. *Atmospheric Science (大氣科學)*, **3**, 55-56.
- Tsay, C.-Y., 1994: Orography effects on the structure of typhoon: Analysis of two typhoons crossing Taiwan. *TAO*, **5**, 313-333.
- Yeh, T.-C. and R. L. Elsberry, 1993a: Interaction of typhoons with the Taiwan orography. Part I: Upstream track deflections. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 3193-3212.
- and —————, 1993b: Interaction of typhoons with the Taiwan orography. Part II: Continuous and discontinuous tracks across the island. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 3213-3233.

The Surface Structure and The Movement of Typhoon Louise (1959) over Taiwan Area

Tien-Chiang Yeh¹ Shih-Ting Wang¹ Ching-Yen Tsay²

¹**Central Weather Bureau**

²**National Science Council**

ABSTRACT

Typhoon Louise invaded Taiwan area in September 1959. Strong winds and heavy rainfalls caused lots of damages over northern Taiwan, especially in Hualien area. Severe rainfalls also occurred over A-li-san area after the passage of the typhoon. In this study, detail center locations from radar and pilot fixes are collected and discussed. The surface observations over Taiwan area of typhoon nearby are also analyzed. The results show that the center was to the left of the smoothed track provided by the Joint Typhoon Warning Center, Guam seven hours before the center made landfall. The center then accelerated and shifted rightward to made landfall over Taiwan near Hualien station. After the center made landfall, the original center was found decelerated and greatly affected by the Center Mountain Range. Meanwhile, a secondary center was organized over the west side of the mountain range. However, the detail structure, the exact location, and the exact time of the formation of the secondary center were not well identified. Our analysis also shows that the latent heating effect is not the major mechanism to the formation of the secondary center.

Key words: Typhoon, topography effect, secondary center.