

台灣梅雨季之中幅度降水 與中幅度低壓研究

陳泰然 紀水上

國立台灣大學大氣科學系

中央氣象局

(中華民國六十八年七月十一日收件，同年七月二十五日修正)

摘要

本文以 0.5 度經緯度網格分析 1972 — 1977 年台灣梅雨期內地面中幅度低壓及其與 6 小時平均降水量、6 小時可能最大降水量以及不同降水強度產生之相對機率間之相關。分析結果提供了中幅度低壓於不同地區發生時之降水特徵分布之氣候參考值，此可做為短期降水預報之參考應用。

同時，亦由降水特性分布推論地形效應、大幅度環境與中幅度低壓在決定降水所占的角色。結果顯示梅雨期中幅度降水分布特徵，主要係由地形效應與原已存在於雲帶內之對流雲羣決定。中幅度低壓僅在發生於新竹沿海時直接影響台灣北部地區之降水，當低壓發生於其他地區時，可能僅對地形與大幅度環境所決定的降水分布與降水強度做稍許改變，而不影響降水分布之大局。

一、前言

1975 年 6 月 10 — 15 日之個案分析 (Chen, 1977)，發現梅雨鋒面附近之雷達回波與降水觀測資料存在有組織的中幅度系統。雷達回波並顯示這些系統由台灣海峽或巴士海峽移入台灣上空，局部地形、暖海面與氣溫日夜變化則有調節降水強度與分布之趨勢。陳氏 (1978) 分析同一個案，發現台中附近之地面中幅度低壓形成之後，台灣中南部之地面風向轉為西南，風速加強，雷達回波範圍及強度增加，中央山脈以西降水量顯著增大。該文亦同時分析 1972 — 1977 年 5 月 15 日至 6 月 18 日梅雨期台灣及鄰海地區中幅度低壓數目與降水量關係，結果顯示中央山脈以西之低壓數與西側各站平均降水量有正相關，而東側低壓數與降水量有負相關。

我們知道，若要增進天氣預報能力，很明顯的必須增加對於中幅度過程中的了解，而直接影響局部地區天氣的中幅度環流系統，我們熟知的有海陸風，山谷風、颱風線等。此外，由上述研究結果顯示，梅雨期台灣及鄰海地區之中幅度低壓與台灣地區之降水強度和降水分布顯然具有密切相關。就一個關心局部地區幾小時之詳細降水強度與分布之預報員觀點來看，辨認中幅度天氣系統和降水相關之重要性十分明顯。而且了解地形和動力作用與中幅度降水分布之相關在學術上亦有相當意義。

本文目的在於分析 1972 — 1977 年 5 月 15 日至 6 月 18 日梅雨期之資料，以辨認中幅度低壓與降水強度和分布的相關，以作為短期降水預報之參考，並希望能分辨影響中幅度降水區域之因子，進而推論地形效應、中幅度低壓區摩擦輻合以及大幅度環境在決定降水分布所佔之角色。

二、資料

台灣各地之梅雨期雖彼此略有差異，但皆在五月中旬至六月中旬之間。為研究方便起見，我們以 5 月 15 日至 6 月 18 日訂為梅雨期。選用 1972 — 1977 年間有關資料進行分析。這些包括中央氣象局所存每六小時間距之區域天氣圖 (即乙種圖，比例 1 : 5,000,000)，以及該局所屬 23 個測站梅雨期之逐日與逐時降水資料。各測站分布如圖 1 所示。

所謂中幅度系統係指小於綜觀幅度，範圍在數十至數百公里，而生存期在數小時以上之天氣系統而言。此種系統可由中央氣象局所繪製間隔 6 小時之乙種圖分析求得。本文所謂中幅度低壓係指以一毫巴間距分析氣壓場時，具有封閉等壓線且風場伴有氣旋式環流者。圖 2 為中幅度低壓之實例，有兩中心分別位於台中附近及台東外海。

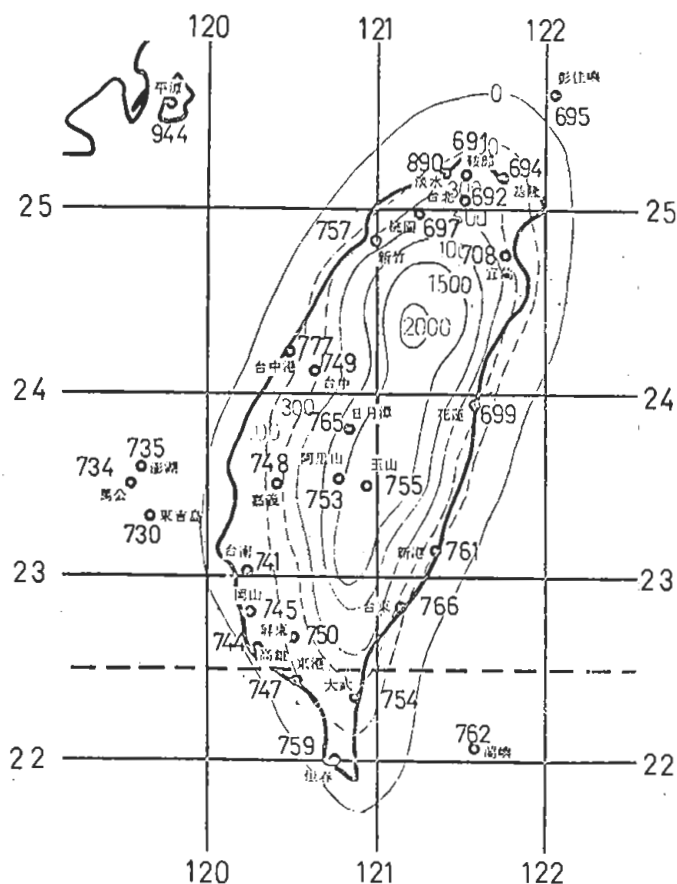


圖 1：台灣地面及探空測站分佈圖

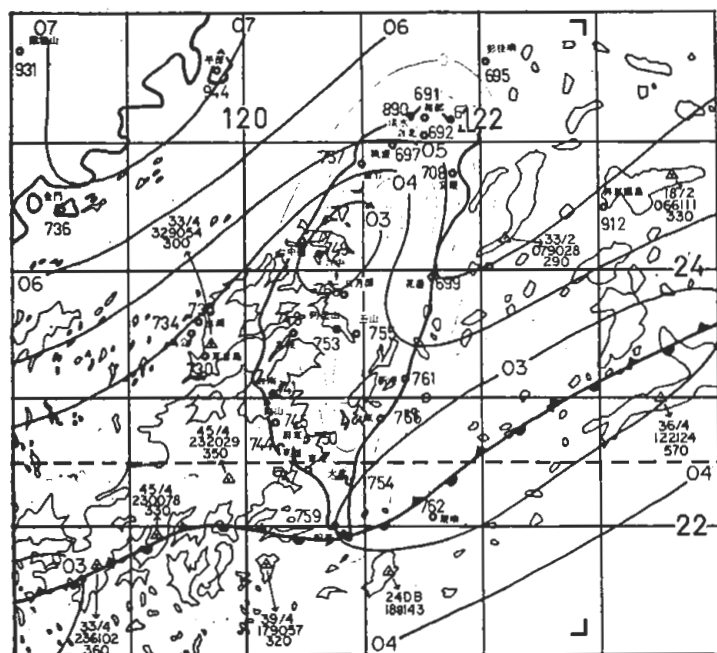


圖 2：民國 64 年（1975）6 月 12 日 06 GMT

地面天氣圖等壓線（毫巴）分佈。高雄與花蓮之雷達回波亦繪入，數字第一行表回波強度（db 及理論降水強度等級，第二行表回波對測站之方位與距離（哩），第三行表回波高度（百呎）。

本文為提供短期定量降水預報之參考應用，故分析低壓出現頻率較高區域之低壓出現時，台灣各地 6 小時之平均總降水量（低壓出現前後各 3 小時），可能最大降水量與各不同降水強度等級發生之相對機率。在此降水強度僅任意分成四級，即無雨（0.0 公厘 / 6 時），小雨（0.1 — 5.0 公厘 / 6 時），中雨（5.1 — 10.0 公厘 / 6 時）及大雨（≥ 10.1 公厘 / 6 時）。此外，本文將最大降水量超過 60 公厘 / 6 時者稱為暴雨。

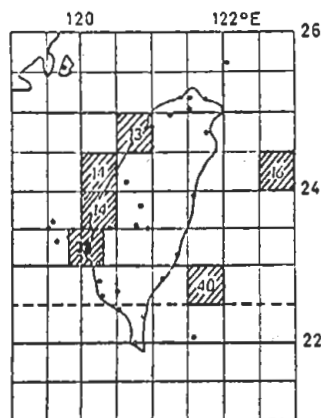


圖 3 民國 61 年至 66 年（1972 ~ 1977）5 月 15 日至 6 月 18 日間地面中幅度低壓出現頻繁之區域方塊。方塊內數字表示低壓出現總數

圖 3 為本期中幅度低壓中心在 0.5 度經緯度方塊內出現較多之六個區域及低壓次數，這些亦為旋生主要區（陳，1978）。為增加資料個數，凡出現於方塊邊界上之低壓亦歸入適當的方塊內計算。其他方塊低壓數太少，其平均降水特性較不具代表性，故本文未予分析討論。

三 結 果

1 中幅度低壓與平均降水量

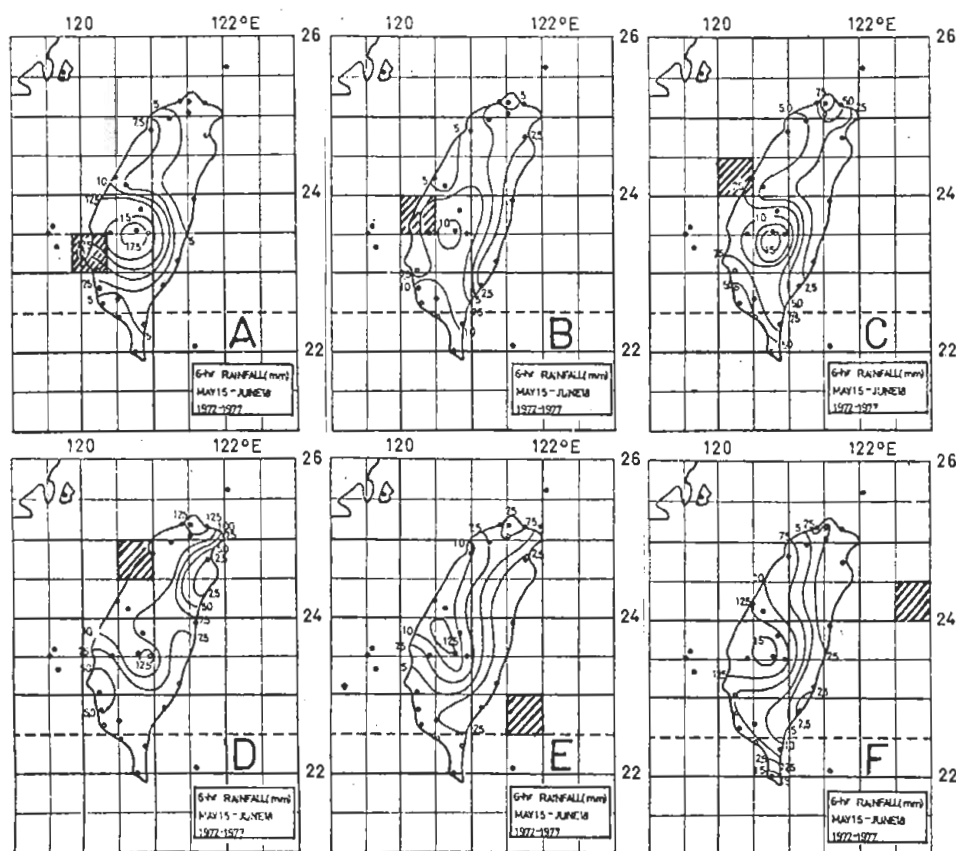


圖 4. 民國 61 年至 66 年 (1972 ~ 1977) 5 月 15 日至 6 月 18 日 間中幅度低壓出現於斜線方塊時各地 6 小時平均總降水量 (公厘) 分布

圖 4 為低壓出現於各方塊內時，各地 6 小時之平均降水量分布。當低壓位於西部沿海時 (圖 4 A 至 4 D)，最大降雨中心發生於阿里山一帶，6 小時之平均降水量在 10.0 — 17.5 公厘之間。最少雨量出現在中央山脈以東地區。除低壓位於嘉義附近外，阿里山一帶最大降雨中心之雨量有隨低壓中心所在之緯度增加而減少的趨勢，而台灣北端之降水量有隨低壓中心所在緯度增加而增加的趨勢。當低壓中心在嘉義附近時，北部地區已可看出相對多雨中心。當低壓中心在新竹附近時，北部地區之雨量已超過阿里山一帶。此外，當低壓在嘉義及台中附近時，低壓中心之北部及／或東部雨量呈現相對最小值。南部高雄屏東地區，除低壓出現在嘉義附近時呈現相對最大值外，皆屬相對最小區域，且此區域有隨低壓中心位置北移而北移之勢。可見台灣地區降水量分布與西部沿海中幅度低壓出現之位置可能具有密切的關係。

低壓中心出現在台灣東方海面時，除阿里山一帶為一最大雨量中心外，當低壓中心位於台東外海

時 (圖 4 E) 有另一相對最大雨量中心出現在台灣北端，而低壓中心位於花蓮外海時 (圖 4 F)，另一最大雨量中心則出現在台灣南端。中央山脈以東地區之雨量仍然呈現最小值。

由上述結果，可知不論低壓中心位於台灣西部沿海或東方海面，最大降水量中心除永遠存在於阿里山一帶外，亦可出現在台灣南北端，但不會發生於中央山脈以東一帶地區。

2 中幅度低壓與最大降水量

梅雨期因雲量多，日照少，且連續性下雨使地面含水量增高，因而地面上雨水之蒸發與滲透作用皆受限制。此時，若有強烈陣雨或豪雨則極易造成洪水現象。因此，短時間之最大降水量研究在豪雨及洪水預報之應用上甚具參考價值。

圖 5 為低壓出現於各方塊內時，台灣各地 6 小時之最大降水量分布。當低壓在台南附近時 (圖 5 A)，最大中心位於阿里山一帶，其 6 小時之最大降水量超過 120 公厘。中央山脈以西之台南至台中一帶 6 小時最大降水量亦超過 60 公厘，以東則出

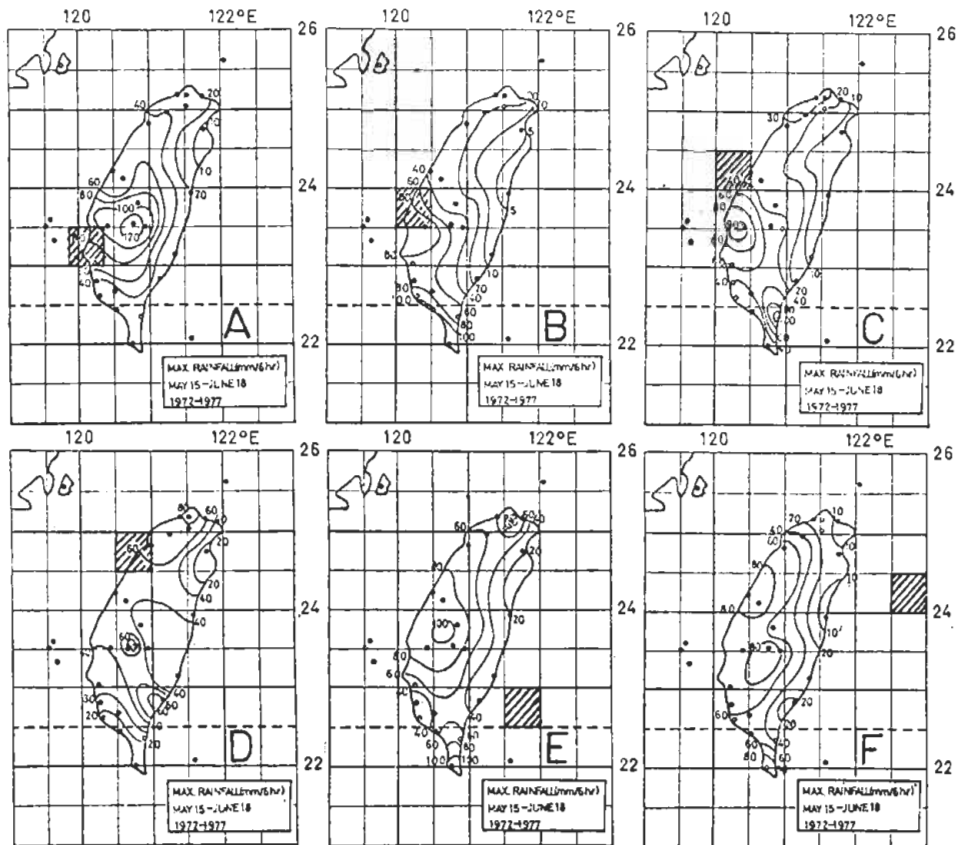


圖 5. 同圖 4，但為 6 小時最大降水量（公厘）分布。

現最小值。低壓中心出現於嘉義以北沿海時（圖 5 B），最大中心在低壓之南方及高雄屏東沿海一帶，其 6 小時最大雨量分別超過 80 及 100 公厘，最小中心仍在中央山脈以東，宜蘭花蓮一帶 6 小時最大降水量僅 5 公厘。當低壓在台中一帶（圖 5 C）時，有兩個中心分別位於嘉義沿海及大武地區。低壓位於新竹一帶時（圖 5 D），台灣北端及阿里山一帶出現大於 80 公厘之最大中心。此時，台東亦出現大於 60 公厘之相對最大中心。不論低壓位置如何，宜蘭花蓮間皆為一最小中心，該區僅當低壓位於新竹一帶時有 20 公厘之降水，低壓出現於西海岸其他地區時的降雨量皆在 10 公厘以下。

低壓中心在東方海面時（圖 5 E 與 5 F），最小降雨區域仍在中央山脈以東一帶。當低壓在台東外海時，最大中心分別出現在阿里山一帶、台灣南端及台灣北端。當低壓位於花蓮外海時，最大中心除出現於阿里山及台灣南端外，亦出現在台中沿海一帶。

由上述結果可知，當低壓出現於台灣西部時，最大降雨中心除可發生於西部外，亦可發生於東南部沿海，但當低壓出現於台灣東方海面時，則最大中心不出現在中央山脈以東地區，但可發生於台灣南北兩端及阿里山區。

3. 中幅度低壓與各級降水強度發生之相對機率

中幅度低壓出現時，各級降水強度發生機率分別示於圖 6 至圖 9。由這些機率分布，可以得出以下幾點現象。

(1) 無雨：不論低壓位置何在，最小機率皆出現在阿里山一帶（圖 6）。當低壓出現於西部沿海時，50% 以上機率僅局現於西南、西北或東南沿海一帶，但當低壓位於東部海面時，50% 以上機率分布地區擴大。低壓位於台東外海時，台東大武之機率超過 80%，低壓位於花蓮外海時，花蓮地區超過 60%。東部地區出現之最大機率，當低壓出現於東部海面時較出現於西部沿海時為大。

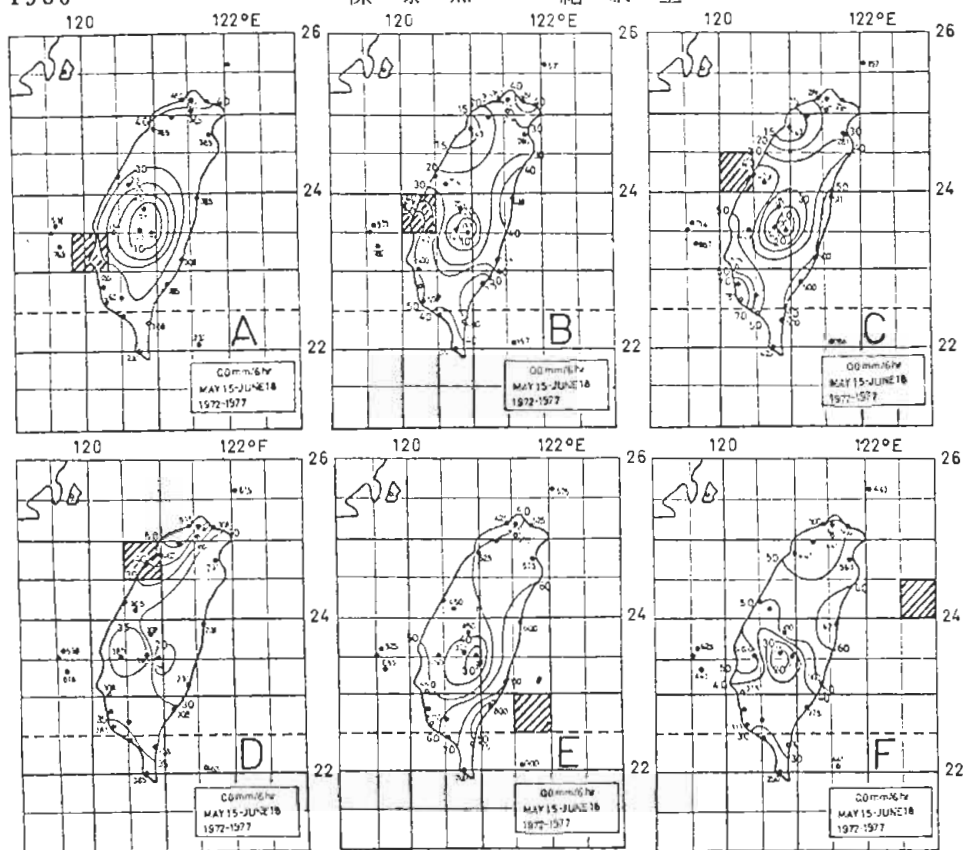


圖 6. 民國 61 年至 66 年 (1972 ~ 1977) 5 月 15 日至 6 月 18 日 間中幅度低壓出現於斜線方塊時各地無雨 (0.0 公厘 / 6 時) 之降水機率分布。

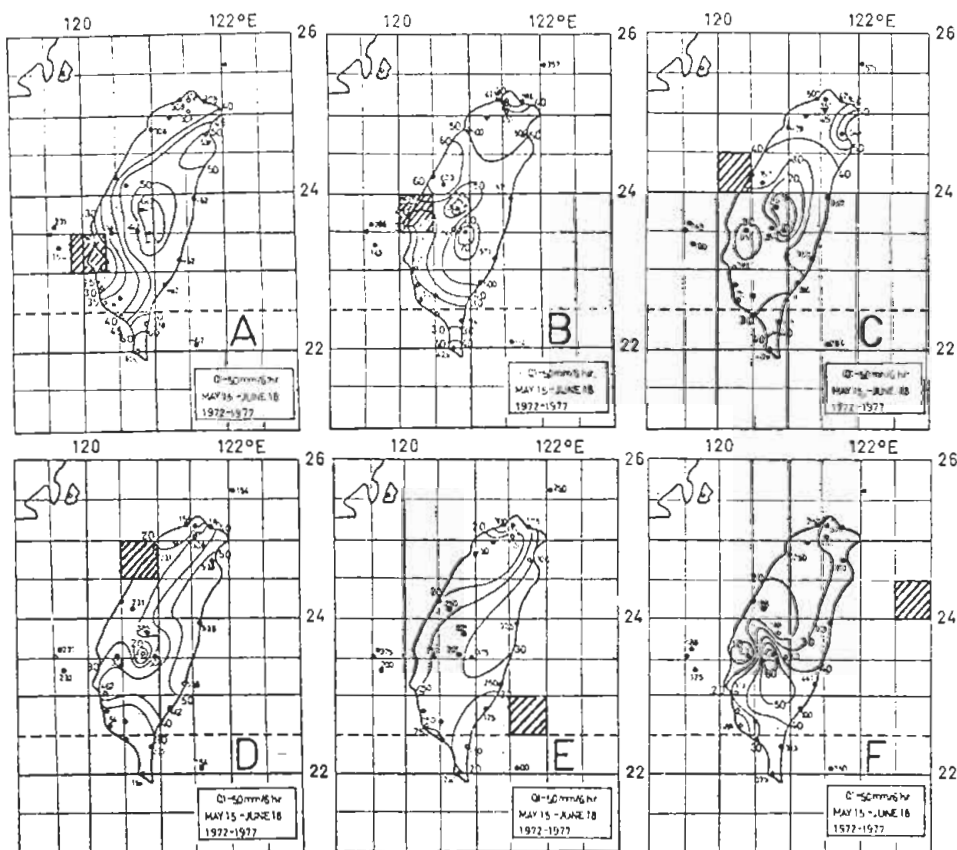


圖 7. 同圖 6, 但為小雨 (0.1 ~ 5.0 公厘 / 6 時) 之降水機率分布。

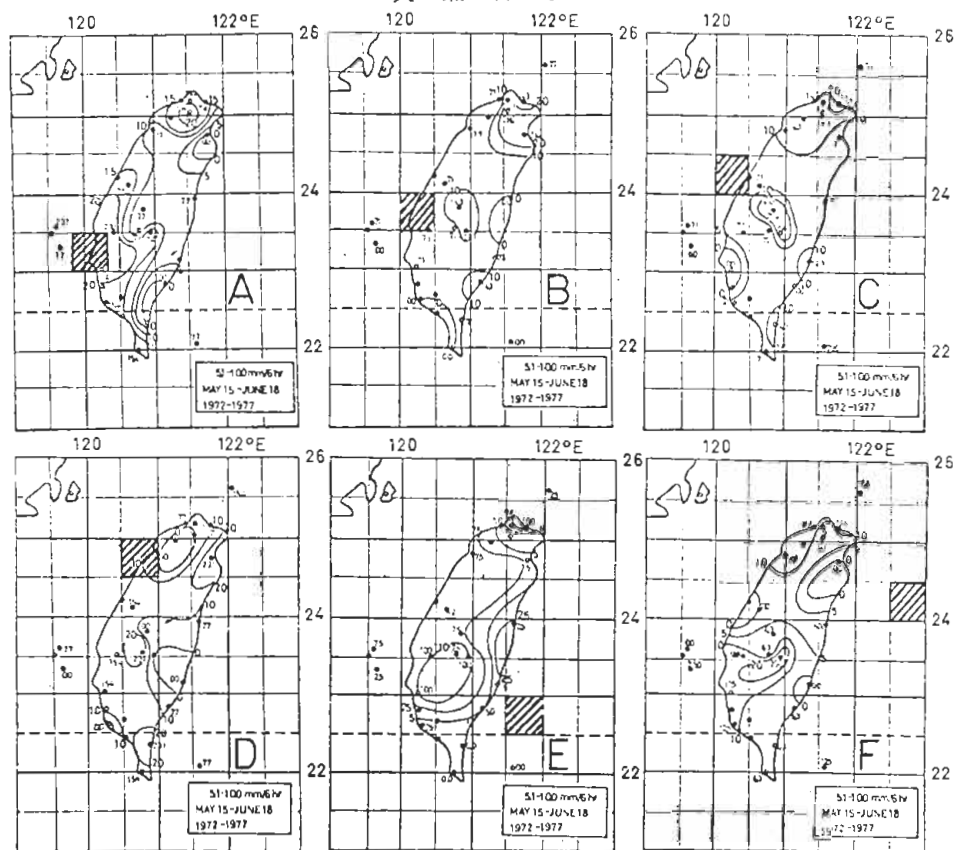


圖 8. 同圖 6，但為中雨（5.1 ~ 10.0 公厘 / 6 時）之降水機率分布。

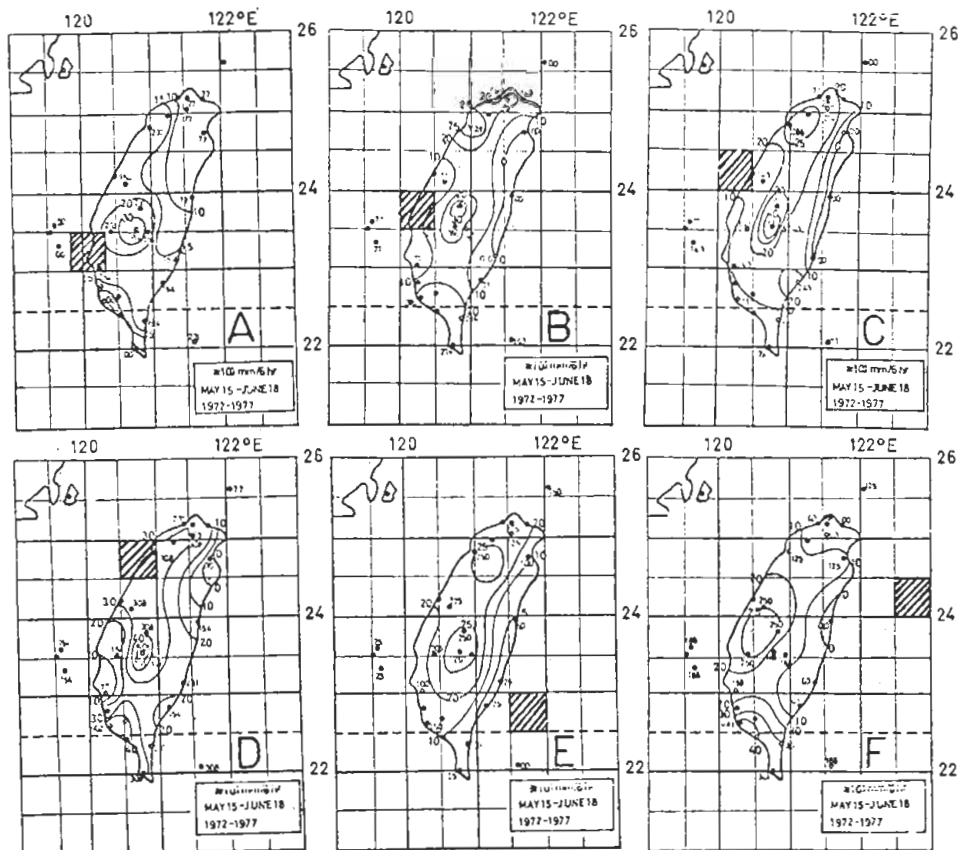


圖 9. 同圖 6，但為大雨（≥ 10.1 公厘 / 6 時）之降水機率分布。

(2) 小雨：機率超過 50 % 的地區，除低壓在嘉義附近時可發生於低壓北方與中央山脈以西之外，其他情況皆出現在中央山脈及以東地區（圖 7）。

(3) 中雨：不論低壓位置何在，絕大部份地區機率皆不及 20 %（圖 8）。當低壓位於台東外海時，除阿里山外，其他各地機率皆不及 10 %。

(4) 大雨：除低壓發生於花蓮外海時，最大機率在嘉義台中沿海一帶及台灣南端外，其他情況，阿里山一帶皆為最大機率中心，新竹桃園地區為副中心（圖 9）。當低壓在台中，新竹沿海時，阿里山機率可達 50 %，其他情況該區機率不及 30 %。不論低壓何在，東部沿海出現大雨機率均小，當低壓在嘉義台中沿海時，東部沿海機率為 0 %，當低壓在新竹時，宜蘭一帶機率為 0 %。在花蓮外海時，花蓮一帶機率亦為 0 %。

四、討 論

不論低壓位置何在，阿里山地區之平均降水量皆出現最大值。這種固定的最大雨量中心顯然歸因於局部地形影響。圖 10 為 1972—1977 年 5 月 15 日至 6 月 18 日期間總降水量之年平均値分布及勻滑地形等高線（陳，1978）。顯然，因梅雨期低層暖濕西南氣流受地形舉升作用，故雨量最大值於地形等高線梯度最大處與西南氣流交角最大之阿里山一帶發生。該圖雨量最小區域在宜蘭一帶，雨量最大與最小中心之連線呈東北—西南走向，此亦顯示梅雨期西南氣流與地形作用在決定平均降水分布之重要。這種因地形效應產生之向風坡最大值與背風坡最小值之雨量分布。不論中幅度低壓發生位置如何均極相近（圖 4）。此亦表示中幅度低壓甚淺，即使當低壓中心位於台南沿海時，阿里山一帶地面應為下坡風，但低對流層之西南氣流仍然導致阿里山一帶旺盛之地形雨（圖 4 A）。易言之，中幅度低壓對於因地形作用產生之降水量特殊分布之影響不若地形作用之大。

梅雨期中幅度低壓時，6 小時之最大降水量分布（圖 5）顯示，暴雨（60 公厘/6 時）除可在阿里山一帶發生外，亦可在西部沿海及台灣南北兩端及台東大武一帶出現。此點表示除地形作用可產生暴雨外，原已存在梅雨鋒面雲帶內之中幅度降水系統可由台灣海峽或巴士海峽移入台灣上空，導致台

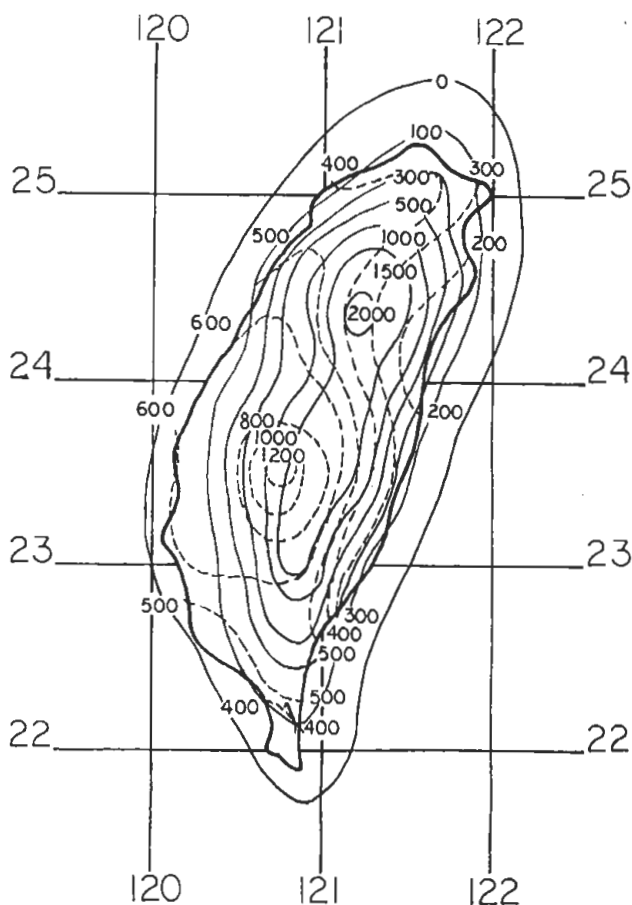


圖 10. 民國 61 年至 66 年（1972～1977）5 月 15 日至 6 月 18 日期間總降水量之年平均値分布。虛線為等雨量（公厘）實線為勻滑地形等高線（公尺）（採自陳，1978）。

灣地區之暴雨現象。衛星雲圖與雷達回波之個案顯示，海峽雲帶內中幅度對流雲群的存在（Chen, 1977；陳和蔡 1978）。台東以北與中央山脈以東之背風面皆無暴雨之機會。此乃因下風坡氣流下沉有抑制對流發生之作用。

當中幅度低壓發生於新竹沿海時，台灣北部盛行東北風，幾與地形等高線平行，地形舉升作用不顯，但暴雨可在北部地區發生（圖 5 D），該區平均雨量亦達最大值（圖 4 D）。而且低壓以南之西部沿海均無暴雨發生。此顯示中幅度低壓與該處暴雨有密切之關係。圖 9 D 所示北部地區大雨機率（30 %）在低壓位於新竹沿海時較低壓位於其他地區時為大。而當低壓位於嘉義、台中沿海時，暴雨中心在低壓南側，但該區大雨機率僅及 10 %，而

無雨機率超過 50 %，此皆顯示中幅度低壓和降水之直接關係在新竹以北地區遠較在其他地區密切。亦顯示當低壓在台中、嘉義時其南側之暴雨中心主要乃由海峽上原已存在的中幅度對流系統而來。由個案及氣候平均值分析顯示梅雨鋒面在台灣北部地區時，600 毫巴以下之大氣為潛在不穩定（Chen 1977；陳和紀，1978）。中幅度低壓附近之摩擦作用引發之近地層上升運動可以作為釋放潛在不穩定度之機制，繼而產生旺盛對流而導致北部地區之暴雨。當低壓在新竹沿海時，低壓環流加強盛行之東北風與西南風，又因台灣北端海岸曲率與低壓環流同屬氣旋式，因而該區低壓所引發之渦旋度與輻合場應較低壓發生於其他地區時為大，較有利於釋放不穩定度與產生對流作用。

當低壓位於台灣東部海面時，西海岸之降水量最大值中心及暴雨區主要乃歸因於原已存在的對流雲系統，而與低壓環流關係較小。東海岸存在之平均降水量最小值及最大降水量之最小值區域則因該區為環境氣流之背風坡，且中幅度低壓環流亦有加強下坡風以抑制對流減少降水量之趨勢。因而，當低壓在台東外海時，台東一帶無雨機率高達 80 %，在花蓮外海時，花蓮一帶無雨機率高達 60 %。

當低壓在花蓮外海時，台灣南端之平均雨量、最大雨量及大雨機率均出現最大值，此表示該區最大中心之存在與低壓之關係密切。此可能係因低壓之產生，使氣旋式環流加強，因而加強台灣南端之盛行西風或西南風，促使地形舉升效果增大，易於釋放大氣之潛在不穩定度之故。此種因中幅度低壓產生而使西南氣流加強，並使雷達回波強度與降水量增加的情形，在陳氏（1978）的個案分析已清楚顯見。圖 4 B ~ 4 D 所示西海岸低壓以南沿每一帶總降水量之相對最大值亦可能部分導因於西南氣流增強之故。

五、結 論

本文利用 1972 ~ 1977 年台灣梅雨期（5 月 15 日 ~ 6 月 18 日）資料，以 0.5 度經緯度網格分析台灣及鄰近海上之中幅度低壓分布，並求出中幅度低壓發生頻繁區域之低壓發生時，台灣地區 6 小時平均降水量分布，6 小時最大降水量分布及不同降水強度等級之發生機率。當低壓發生於台南、嘉義、台中、新竹等沿海與台東、花蓮外海時之降水分

析結果均分別以圖表示。重要結果可歸納於下。

1. 梅雨期地面中幅度低壓發生頻率最大區域在台東外海，其次為花蓮外海與台南至新竹之西部沿海。
2. 不論中幅度低壓發生於台灣東側或西側，6 小時平均降水量、6 小時可能發生之最大降水量，大雨（ ≥ 10.1 公厘 / 6 時）機率等之最大值幾皆發生於中央山脈以西，最小值則在山脈以東。顯示在平均盛行西南氣流下之迎風面與背風面雨量分布之特徵。
3. 地形舉升作用最顯著地區為阿里山一帶，不論低壓發生位置何在，該處皆為平均降水量或大雨機率之最大中心。此亦顯示中幅度低壓甚淺，對於因地形作用產生之降水量特殊分布影響較小。
4. 由 6 小時可能最大降水量之暴雨（60 公厘 / 6 時）分布得知，除地形作用可產生暴雨外，原已存在於梅雨鋒面雲帶內之中幅度降水系統，可由台灣海峽或巴士海峽移入台灣上空，導致暴雨現象。
5. 由暴雨區、大雨機率、無雨區域與低壓位置之相關得知，低壓在新竹沿海時與降水之關係比在其他地區者密切。顯示除地形作用與原已存在的中幅度對流系統外，新竹沿海之中幅度低壓亦為導致暴雨與大雨之機制。
6. 花蓮外海之低壓可能為導致台灣南端雨量增加之重要因素，且嘉義至新竹沿海一帶低壓以南之總降水量相對最大值亦可能部分導因於中幅度發生時所伴隨西南氣流之增強。

本文主要目的在於求得中幅度低壓與降水分布之關係。然而，結果顯示在決定平均降水量，可能最大降水量與不同降水強度之發生機率等分布之主要因素為地形及原已存在梅雨鋒面雲帶內之中幅度對流系統，只有當中幅度低壓出現在新竹沿海時，其環流才顯然直接影響台灣北部地區之降水特性，而當低壓發生於其他地區時，似乎僅能對降水特性做稍許改變而不影響大局。雖然中幅度低壓在決定降水分布特性所扮演之角色並非顯而易見，但低壓出現於不同區域時所具有之不同降水特性分布以及這些降水分布至少由 13 個個案低壓平均而得，因此所得結果或許有相當代表性，可以供作短期降水預報之參考運用。

參 考 文 獻

- Chen, G.Tai-Jen, 1977: An analysis of moisture structure and rainfall for a Mei-Yu regime in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Council., 1, 1-21.
- 陳泰然, 1978: 台灣梅雨期之中幅度天氣系統分析。台灣地區災變天氣研討會論文彙編, 150 ~

157。

- 陳泰然和紀水上, 1978: 台灣梅雨鋒面之中幅度結構。大氣科學, 5, 35 ~ 47。
- 陳泰然和蔡清彥, 1978: 台灣地區梅雨個案之中幅度系統、觀測誤差、與平衡W值之分析。台大天氣科學系研究報告 Mei-Yu-002, 40 頁。

On the Mesoscale Rainfall and Mesolow in the Mei-Yu Season in Taiwan

Tai Jen George Chen Shui Shang Chi

Dept of Atmos Sci., National Central Weather Bureau
Taiwan University

Abstract

Mesolows are analyzed at the 0.5-degree longitude-latitude square grid in the Mei-yu season in Taiwan for the year of 1972-1977. The relationships among the mesolows, the 6-hour averaged rainfall amounts, the 6-hour maximum rainfalls, and the probabilities of various rainfall intensities are studied. Results provide the climatological values of rainfall distribution for the mesolows occurring in different regions. These can be used as reference values in the short range quantitative rainfall forecasting.

Meanwhile, the characteristics of the rainfall distribution are studied to reveal the roles of topography, large-scale environment and mesolow in determining the various aspects of rainfall. Results show that the mesoscale rainfall systems in Mei-Yu season are mainly due to topographical effects and the pre-existing convective cloud clusters within the frontal cloud band. Mesolows are directly responsible for the rainfall in northern Taiwan only when they occur along the Hsinchu coast. As the mesolow occurs in other areas, it appears to be a modifier rather than a major factor in determining the rainfall characteristics.