

用比擬法預估颱風侵臺期內之降水量*

——臺灣地區颱風雨量客觀預報研究之初步報告——

戚 啓 勳 陳 文 恭 任 立 瑜

A study on the Prediction of Rainfall over Taiwan during Typhoon Invasion by Analog Techniques.

Ke-hsun Chi Wien-cong Chen Li-yu Ren

Abstract

The purpose of this research is to provide a forecasting aid of manual selecting punch cards to predict the following six-hour rainfall over certain areas or places in Taiwan by analog techniques during the typhoon invasion.

After analyzing those predictors primarily selected, the author finds out that the distance from Taipei to the center of typhoon and its direction together with the pressure gradient toward northwest and northeast direction from Taipei are most important for the coming six-hour rainfall prediction. The correlation among radius of gale wind and center pressure and its tendency with following six-hour precipitation is not important. No relation was found with pressure index over the Sea of Okhotsk, mean speed of typhoon within past six hours and the total distance which the storm had traveled over sea surface.

Nine hundred and twenty-six side holes punch cards have been prepared within the period of 1962-1967 including fifty eight storms which had passed through Taiwan or nearby areas.

一、前 言

臺灣地區受颱風之災害以洪水最為嚴重，但洪水預報之發佈則端賴降水量之預估。颱風經過期間預期可以獲得之降水量，其間涉及之因子甚多。在開闊之洋面上，颱風內部雲雨之分佈尚屬均勻，較易預測，但在地形複雜而又有高山阻擋之島嶼，則無論水平方向或垂直方向之氣流型，勢必受嚴重之修正與破壞，降水量因時因地而有極大之差異，萬難據其物理過程計算，或用模型作試驗加以估計。何況臺灣與大陸相鄰，秋季颱風侵襲時，高壓每同時南下，使雨勢之演變格外複雜。唯一可循之途徑似為分析以往歷年來之

實際記錄，找出各種預測因子，而後比照推斷。此種「比擬法」(analog techniques)原理極為簡單，過去用於預測颱風未來之動向，曾獲顯著之成效。

二、假設之前題

此種比擬法係自理論與實際經驗，初步找出所有與一地或一區颱風經過時降水量可能有關係之預報因子，假設此等因子當時之情形，連同局部地理環境，能控制未來某段時間內之降水量。從過去之記錄中加以驗證，將有關者保留，無關者放棄，或另行增加預測因子，各該預測因子並按相關之程度排列。

任何一種預測因子均不斷在改變，故此所謂未

* 本文接受國家科學委員會之補助

來之某段時間，既不能太長，以致在此段時間內各該預測因子變動太大而缺少代表性；也不能太短，以致失去預報上之價值，且製作預報過於頻繁，多有不便。按綜觀天氣之分析預報在正常之情況下既然每天繪四次天氣圖，故而以假設當時之各種預測因子影響未來六小時雨量最為適合，且能適應洪水警告之作業需要。倘其他用途需要預測未來二十四小時內之雨量，則可重疊四次，即第一次所用之各預測因子為實際分析所得，其後每隔六小時之三次則為預報或估計值。各種初步選定之預測因子經過驗證後，即可實際用於降水量之預測。

各地雨量既然相差懸殊，故而其次一個問題即為地理區域之劃分，劃定之區域既不能太大，以致因地理環境之不均勻，而使雨量與各預測因子之相關缺少代表性；也不能太少，以致分區預報過於繁瑣。根據以往歷次颱風侵臺所產生之雨量分佈加以分析，再配合自然環境，本研究決定將臺灣劃分為：北部、中部、南部、東部四區，先以北部為着眼點，而後逐區加以分析研究。與各區雨量相關之預測因子，在程度上可能大有出入。

其次一個問題為如何代表某一地區之雨量，按照水文氣象學之求面積法雖然合理但却不切實際。逐時觀測之雨量記錄唯有中央氣象局（亦即過去臺灣省氣象局）所屬各測候所較為完整，且使用較方便，故本研究決定以淡水、基隆、臺北、宜蘭四處之平均雨量作為北部雨量；嘉義、臺南、高雄、恆春四處之平均雨量作為南部雨量；花蓮、新港、臺東、大武四處之平均雨量作為東部雨量。臺灣中西部本局所屬測站較少，暫以臺中一處代表。此外，高山測站、鞍部、竹子湖、日月潭、阿里山等測候所之記錄可作為估計山地雨量之參考。

我人均知洪水預告對於極端雨量極為重要，歷來颱風中各地測得之最大雨量記錄大都並非氣象局所屬測候所之所在地，例如八七水災為斗六梅林，葛樂禮為桃園巴陵，解拉為宜蘭新寮。可見如需進一步瞭解極端雨量，則必須蒐集全臺灣之各自記雨量站記錄，特別是在山區，整理出每六小時之雨量，繪成等雨量線圖，得到六小時雨量之最大中心，以為估計各區極端雨量之依據。惟以此一部份工作費人力較多，列為下一年之計劃。

三、預測因子之初步選定

分析過去十多年來臺灣地區發生歷次颱風洪水之

原因，初步獲得之預測因子如下：

1. 颱風中心之距離與方位

過去對於颱風雨量之研究，大都集中在分析颱風各類路徑與臺灣各部份總雨量之關係。但颱風路徑唯有事後始能確定，在預報當時無法斷定其未來路徑，以其隨時可能變更，況且路徑之分類極為粗略，缺少客觀依據。故以短暫時間之預報而論，則必須將路徑分解為颱風中心之距離與方位。此兩因子顯然與一地未來六小時內之雨量有關，蓋以颱風區內之雲雨帶大都愈近中心雲層愈厚，且愈近中心雲帶亦愈靠近，故而雨量亦較多。可見距離遠近對一地雨量多寡有關，應為一預測因子。

另一方面，颱風區內雲雨帶之分佈並不均勻此在雷達回波中可以證見。當逼近臺灣時，因氣流受地形影響之變形，雲雨帶自必遭受影響，根據我人之經驗，亦顯示颱風中心在一地之某方位常較在其他方位之雨量為多，可見方位似亦應為預測因子之一。

距離及方位初步以臺北為準，蓋本研究之第一目標為臺灣北部之颱風雨量預估，且預報工作之所在地亦在臺北。

2. 颱風之中心氣壓與暴風半徑

根據一般常理與過去之經驗，凡颱風之聲勢愈強大，則帶來之雨量亦較多。至於如何量度颱風之強大與否，唯有從過去資料中考慮颱風之中心氣壓與暴風半徑。然而此種參數與一地雨量之關係極為微妙，例如以中心氣壓而言，凡中心氣壓愈低，繞入中心之氣流愈強暴雖為眾所習知之事實，但如一地位於背風面則可能因焚風效應更為顯著而產生相反之效果。至於暴風半徑則資料本身有欠準確。故而選定此兩預測因子僅屬試探性質，用以發掘其對於未來六小時之雨量究竟有無關聯。另一方面，颱風強弱對一地雨量之控制力實與距離相互牽制，亦即強大之颱風如距離較遠，帶來之雨量顯然不及一較近之小颱風。易言之，以整個颱風經歷而論，我人無法否定此兩預測因子對於一地雨量之重要性，但以瞬間情況對未來六小時雨量而言，可能無明顯之相關。

3. 颱風中心之氣壓變率

由於颱風生命史中，中心氣壓之不斷改變，大致可以代表其生命階段，故中心氣壓之變率表示其強度趨勢係在增強抑或減弱。此與上面分析之中心氣壓相同，關係同樣微妙。根據我人過去之經驗，若干特例彼此確有關聯，例如民國五十五年之寇拉颱風，其路徑及強度與五十二年之葛樂禮極為相似，但寇拉帶來

之北部雨量遠不及葛樂禮，據事後分析獲悉前者侵臺時正在填充中，後者則在發展極盛時期⁽¹⁾。又如五十七年九月之艾琳與五十六年十月之解拉，中心均遠在呂宋島之北海岸附近經過，其所以使蘭陽區及臺北區發生連續豪雨，據事後分析，除因當時高壓自大陸南下外，另一原因似為此兩颱風中心進入巴布烟海峽前，中心氣壓暴降達 100 毫巴之多⁽²⁾。此一預測因子亦與中心氣壓及氣壓梯度彼此牽制，但在初步分析中似不應予以忽視。亦即吾人必須從以往記錄中尋求過去六小時內颱風中心之氣壓變率對於臺灣北部（或其他地區）之未來六小時雨量有無相關，以及相關之程度如何。

4. 氣壓梯度

我人據過去之經驗，久已獲悉臺灣西北方之氣壓梯度，代表冷空氣之輸入，以其對颱風本身之暖空氣有抬升作用，故其對北部地區之雨量關係特別重要。又如高壓出海，使臺灣東北方之氣壓梯度加深，此時如有颱風逼近臺灣，亦可使若干地區之雨量增多。相反言之，如颱風侵襲前大陸為低壓區，則無冷空氣輸入，僅受颱風本身梯度之影響，預期雨量不致太大。

大陸高壓南下之效應以九、十月間最為嚴重，預報時必須特別注意。此一預測因子如何計量頗有檢討餘地，本研究為節省人力，採取自臺北向西北方及東北方計算緯度五度內平均每一緯度升高之毫巴數，如果向西北方或東北方氣壓反而減低，則為負值。

話雖如此，此種氣壓梯度之計量亦受其他預測因子之牽制，包括中心之距離、方位、及深度（氣壓）等。故與雨量之關係亦不單純。

5. 颱風之移動速度

以整個颱風經過期間一地獲得之雨量而言，如移行迅速則所得之雨量必較少；相反言之，如颱風移動緩慢，由於雨帶在一地上空歷時較久，獲得之雨量必較多。此雖為淺顯之事實，但如對未來六小時內之雨量而言，情況稍有不同。例如一地距中心稍遠，而位於雨帶與雨帶之間，則移動愈緩，停留在此無雨區內愈久，所得之雨量反而愈少。可見此一預測因子亦不簡單，我人必須自過去記錄中尋求事實依據。以五十二年之葛樂禮颱風而言，移動緩慢確為造成空前大水災原因之一。五十八年之芙勞西亦屬如此⁽³⁾。

6. 鄂霍次克海之氣壓指標

根據中外氣象學者之研究⁽⁴⁾，鄂霍次克海上空春季之高壓對於長江流域之梅雨有重大之控制作用。我人分析歷次侵臺颱風則發現鄂霍次克海上氣壓之高低

，對於臺灣地區之雨量具有重大之控制作用。蓋以該處如為一低壓，勢必攝引西南氣流北上，臺灣上空之氣流必較濕潤、炎熱、而不穩定。相反而論，鄂霍次克海如為一高壓，則不利於暖空氣之北上，故本研究亦選定該處之氣壓指標作為預測因子之一，以探究其對於臺灣未來六小時雨量有無操縱能力。

7. 東亞極槽之位置與深度

高空長波控制大規模之天氣已為眾所週知之事實，故東亞極槽之位置與深度顯然對颱風臨近時之雨量具有某種影響力，此項高空預測因子實際上為鄂霍次克海地面低壓指標之反映。假想在 500 毫巴面上，臺灣之北方有一深槽，勢必攝引西南氣流北上。反之，則不利於西南流之深入，惟此一預測因子頗難以客觀方法得到一定數字作公正之評估。

8. 水汽含量

颱風本身氣團內之水汽含量顯然會影響經過地區降水量之多寡，但此項預測因子缺乏資料以為依據。近幾年來，飛機對颱風之偵察雖有中心上空 700 毫巴面上溫度及露點之測定，但該處為颱風眼內之下降氣流所在，能否代表颱風區內空氣之濕潤度頗有疑問，且資料不多，難以作每隔六小時之分析。另一種辦法則採用可能被侵襲地點之探空報告。以臺灣北部而論，當採用臺北或桃園之探空；當然利用南部之東港，相差亦不會大，但無論如何，每天最多只有兩次記錄，故本研究另行選用一種預測因子作為試探，並謀補救，即颱風過去在海上之歷程。按常理推斷，凡歷程愈遠則經暖海面之時間愈長，吸收之水份自必較多。以其與颱風移行之速度及距離等之關係錯綜複雜，不能寄望過高。

綜上可見：此初步選定之預測因子，必須根據以往記錄加以分析驗證，若干因子即使與一地或一區未來六小時之雨量有關，亦不可能有決定性之相關，蓋以各種預測因子彼此牽連，極為複雜，要在全般考慮，一一兼顧，始可得差強人意之結果也。

四、手選邊洞卡之設計

打洞卡 (punched cards) 之使用始於 1880 年，為霍爾勒里斯 (Hollerich) 所發明，故而打洞卡又稱為「霍爾勒里斯卡」。此種卡片分機選與手選兩種。近代發展之手選洞卡技術又有兩種，一種為透光卡，另一種為邊洞卡，透光卡雖有一定之使用價值，但在卡片之質量上及製孔之精確度上，技術要求均較高，且無打孔設備時，製孔較為困難，相反言之，邊

洞卡之技術要求較低，任何一種機選卡片均可用來製作邊洞卡⁽⁵⁾，邊洞卡係在卡片邊緣，打出有系統排列之一排或兩排圓孔。每四個圓孔即可代表十個數字，亦即十個組距之資料。每六個圓孔則可代表四十個組距之資料。如要表示其組距之量，只需將一個或幾個圓孔用鉗子或普通剪刀剪成缺口，例如四個孔一組代表1、2、4、7。如為3則剪1及2，如為5則剪1及4，如為9則剪2及7；餘類推。六個孔即再加A及B兩個都剪去或都不剪，加上剪其中一孔，即可用於四十個組距之預測因子。本研究初步選定之預測因子，除颱風中心之距離、方位、及中心氣壓採用六個孔

表出以外，其餘均只需四個孔。

此種手選邊洞卡頗能適合於用比擬法製作天氣預報，以其操作簡便而用費低廉。將上述初步選定之各項預測因子，分別按其精確度之需要分成若干組距，設計成之邊洞卡如圖1，卡片上包括年月日時，颱風之名稱編號，以及各測站未來六小時內之降水量與各區平均降水量。背後為一幅臺灣地圖，以為將來繪圖之用。

根據此種邊洞卡即可設計整理資料之作業表。為方便計，一種為預測因子之資料，另一種則為每小時及六小時合計與平均之各測站雨量資料。

年 月 日 時		距離(公里)(表1)						方位(10度)(表2)						中心氣壓(毫巴)(表3)						暴風半徑(哩)(表4)						氣壓變率(毫巴)(表5)						移動速度(每時哩)(表6)					
		A B 1 2 4 7						A B 1 2 4 7						A B 1 2 4 7						1 2 4 7						1 2 4 7						1 2 4 7					
● 年 月 日 時		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30																																			
● 距離(公里)(表1)																																					
● 方位(10度)(表2)																																					
● 中心氣壓(毫巴)(表3)																																					
● 暴風半徑(哩)(表4)																																					
● 氣壓變率(毫巴)(表5)																																					
● 移動速度(每時哩)(表6)																																					
● 颱風名稱(中文)：																																					
● 英文)：																																					
● 編號：																																					
● 隨後6小時雨量：(公厘) 自 月 日 時 至 月 日 時																																					
● 較 部																																					
● 淡水																																					
● 嘉義																																					
● 花蓮																																					
● 竹子湖																																					
● 基隆																																					
● 台南																																					
● 新港																																					
● 新竹																																					
● 台北																																					
● 高雄																																					
● 台東																																					
● 台中																																					
● 宜蘭																																					
● 恒春																																					
● 大武																																					
● 日月潭																																					
● 北部平均雨量																																					
● 南部平均雨量																																					
● 東部平均雨量																																					
● 阿里山																																					

圖一 手選邊洞卡之設計

五、資料整理之範圍

我人過去分析之颱風資料，大都以侵襲臺灣之颱風為着眼點，亦即在本區釀成災患者。但本研究則必須以颱風中心進入某特定範圍為對象，五十七年之艾琳與五十六年之解拉，中心遠在一千公里以外，臺灣即發生豪雨。可見雨量預估至少應包括颱風中心在1200公里以內（以臺北為準）。如考慮北部之洪水，則舉凡臺北橋水位超過二公尺之颱風亦應包括在內。一般而論，臺灣地區發佈第一次海上颱風警報後即應估計未來六小時之雨量，針對以上三原則，初步資料整理目標為民國51年起至民國56年止之六年資料，資料之來源如下：

1. 本局之各該時次地面天氣圖及500毫巴圖；
2. 日本氣象廳之印刷天氣圖；
3. 本局及空軍氣象中心之歷年來颱風資料記錄表；
4. 本局歷年來之颱風調查報告，及各屬颱風報告表；
5. 美軍關島聯合颱風預報中心(JTWC)颱風之年報。
6. 日本氣象廳出版之歷年氣象要覽；
7. 本局所屬各測候所之月報表合訂本；
8. 臺北及桃園之探空記錄。

由於資料來源如此浩繁，故受人力限制，若干預測因子無法在第一年內整理完成，以下只能根據部份

年代及部份預測因子先加以分析。此六年資料所包括之颱風名稱，起迄時間，以及製成之邊洞卡數量見表一所示。

表一 本研究計劃初步完成之資料時期及製成邊洞卡數量一覽表

年別	颱風名稱	資料起迄時間 (月, 日, 時)	邊洞卡數
51	1. 賀普 (Hope)	5, 19, 02- 5, 21, 20	12
	2. 瓊安 (Joan)	7, 7, 14- 7, 10, 20	14
	3. 凱蒂 (Kate)	7, 19, 14- 7, 23, 20	18
	4. 娜拉 (Nora)	7, 29, 14- 8, 2, 14	17
	5. 歐伯 (Opal)	8, 4, 08- 8, 6, 20	11
	6. 莎拉 (Sarah)	8, 15, 14- 8, 20, 14	21
	7. 萬達 (Wanda)	8, 29, 14- 9, 1, 08	12
	8. 愛美 (Amy)	9, 2, 14- 9, 6, 14	17
	9. 黛納 (Dinah)	10, 1, 28-10, 4, 08	13
	10. 吉達 (Gilda)	10, 26, 02-10, 29, 08	14
	11. 凱倫 (Karen)	11, 14, 14-11, 16, 08	8
52	1. 羅絲 (Rose)	6, 8, 14- 6, 13, 02	19
	2. 雪莉 (Shirley)	6, 16, 14- 6, 19, 14	13
	3. 崔絲 (Trix)	6, 27, 20- 7, 2, 02	18
	4. 范迪 (Wendy)	7, 14, 14- 7, 17, 20	14
	5. 艾妮絲 (Agnes)	7, 19, 14- 7, 22, 14	13
	6. 卡門 (Carman)	8, 14, 02- 8, 15, 20	8
	7. 費依 (Faye)	9, 4, 02- 9, 7, 08	14
	8. 葛樂禮 (Gloria)	9, 8, 14- 9, 13, 20	22
53	1. 衛歐拉 (Viola)	5, 25, 20- 5, 29, 08	15
	2. 貝蒂 (Betty)	7, 2, 14- 7, 6, 20	18
	3. 都麗絲 (Doris)	7, 14, 02- 7, 16, 08	10
	4. 芙勞西 (Flossie)	7, 26, 08- 7, 29, 08	13
	5. 艾達 (Ida)	8, 6, 08- 8, 9, 08	13
	6. 凱西 (Kathy)	8, 16, 08- 8, 22, 20	28
	7. 魯碧 (Rubby)	9, 2, 02- 9, 5, 14	15
	8. 沙莉 (Sally)	9, 8, 02- 9, 11, 02	13
	9. 蒂達 (Tida)	9, 13, 20- 9, 19, 20	24
	10. 戴特 (Dot)	10, 8, 02-10, 13, 14	23
54	1. 寶佩 (Babe)	6, 30, 02- 7, 4, 20	8
	2. 黛納 (Dinah)	6, 16, 14- 6, 20, 02	15
	3. 驚瑪 (Emma)	6, 22, 14- 6, 25, 20	14
	4. 芙瑞達 (Freda)	7, 12, 20- 7, 15, 08	11
	5. 哈莉 (Harriet)	7, 25, 02- 7, 27, 08	10
	6. 裘恩 (Jean)	7, 31, 14- 8, 6, 08	24
	7. 瑪麗 (Mary)	8, 16, 20- 8, 19, 20	13
	8. 羅絲 (Rose)	9, 1, 14- 9, 5, 14	17

	9. 崔絲 (Trix)	9, 14, 02- 9, 17, 02	13
	10. 費依 (Faye)	11, 23, 20-11, 25, 08	7
55	1. 伊瑪 (Irma)	5, 18, 14- 5, 22, 08	16
	2. 裘迪 (Judy)	5, 26, 08- 6, 1, 02	27
	3. 瑪美 (Mamie)	7, 15, 14- 7, 18, 02	11
	4. 妮娜 (Nina)	7, 17, 14- 7, 20, 14	13
	5. 蘇珊 (Susan)	8, 13, 02- 8, 16, 14	15
	6. 蒂絲 (Tess)	8, 12, 20- 8, 17, 08	19
	7. 艾麗絲 (Alice)	8, 31, 20- 9, 3, 20	13
	8. 寇拉 (Cora)	9, 2, 20- 9, 8, 20	25
	9. 艾爾西 (Elsie)	9, 12, 02- 9, 18, 08	26
	10. 海倫 (Helen)	9, 19, 14- 9, 24, 20	22
56	1. 衛萊特 (Violet)	4, 7, 8- 4, 12, 20	23
	2. 艾妮達 (Anita)	6, 27, 20- 7, 1, 08	15
	3. 畢莉 (Billie)	7, 4, 20- 7, 5, 08	19
	4. 葛萊拉 (Clara)	7, 8, 20- 7, 12, 08	15
	5. 瑪芝 (Marge)	8, 26, 08- 8, 30, 08	17
	6. 娜拉 (Nora)	8, 28, 02- 8, 31, 08	14
	7. 解拉 (Carla)	10, 15, 20-12, 19, 14	16
	8. 黛納 (Dinah)	10, 22, 08-10, 27, 08	21
	9. 吉達 (Gilda)	11, 15, 20-11, 19, 20	17
合 計			926

自上表可知 51 年至 56 年之六年內總共整理颱風 58 個，製成邊洞卡 926 張。第二階段將完成 57-60 年及 49-50 年之六年紀錄，故總計可製成邊洞卡約 2000 張。

六、預測因子之分析與討論

根據初步獲得民國 51 年至 56 年之六年資料，分析個別預測因子與未來六小時雨量之關係，並加以檢討，可以進一步決定預測因子之重要性與取舍，將來可作為電子計算機得出迴歸方程之依據。

(一) 颱風中心臺北之距離

颱風中心之距離顯然與一地或一區未來六小時內之雨量密切關聯，即中心愈近，雨量當愈多。但事實上二者之關係極為複雜。蓋中心距離與颱風之範圍及強度互相牽制，例如同樣距離，強烈颱風勢必較輕度颱風能獲得較多之雨量。颱風環流內之水汽含量關係更大，同樣距離，有些颱風毫無雨澤，另外一些則大雨滂沱。除此而外，與颱風之方位及地形亦有連帶關係。例如同樣距離，中心之方位略有偏差，可使迎風位置一變而為背風位置。

捨此不論，按諸理想，颱風中心到達一定距離以內，降水應開始。中心愈近則雨勢愈強。一旦進入颱風眼內，雨量突然變少或全無雨量。颱風眼一過則重覆原來過程，惟次序相反，即雨勢逐漸減弱，終至於無。

但此種理想之情形，事實上甚少出現。統計 51-56 年穿越臺灣或中心在近海掠過之 56 次颱風中僅有 10 次，約佔 18%，完全無雨者 11 次，約佔 20%，其中 53 年之貝蒂 (Betty) 颱風，中心雖離臺北僅 220 公里而北部竟始終不見降雨。有 6 次颱風在中心最近臺北時，降雨中止，即後方並無降水。中心接近前北部降水停止者有 7 個颱風。二者合計為 13 個颱風，佔總數之 23%。中心遠離後繼續有降水者同樣有 13 個颱風。另降水時斷時續者有個 8 颱風。由此可見颱風內是否有降水，以及經過期間何時有降水已經非常

複雜，況論距離之關係。

另外在統計上也有困難，若干颱風中心離臺北甚遠，臺灣北部出現降水，此種降水是否由於此一颱風所引起殊難加以斷定。又如前後兩個颱風同時在 1200 公里以內，或為具有藤原效應之一對颱風，彼此之中心距臺北遠近不等，北部如有降水，究受何者影響亦難決定，凡此只有靠主觀之研判或予剔除。又如颱風中心遠離後只有極少數颱風能到達 1200 公里，其餘大都在 1200 公里以內消失或轉變為熱低壓；也有一小部份颱風在 1200 公里以內誕生，凡此均足以影響統計數字之準確性。

雖然如此，我人仍無法否定颱風中心之距離與未來六小時內一地或一區雨量之關係。茲統計 51-56 年內颱風中心離臺北之距離與臺灣北部未來六小時內平均雨量之關係，如表二。

表二 颱風中心距離與北部未來六小時內平均雨量之關係

北部未來六小時內之 平均雨量 (公厘)		0	T- <5	5- <10	10- <15	15- <30	30- <45	45- <60	60- <75	75- <90	90- <105	105 以上	合 計
中心距離 (公里)													
不足 100	次 數	2	5	0	0	3	0	0	1	0	0	0	11
	百分比	18	45	0	0	27	0	0	9	0	0	0	100
100—不足 200	次 數	5	11	4	2	2	2	1	1	2	1	1	32
	百分比	16	34	13	6	6	6	3	3	6	3	3	100
200—不足 300	次 數	4	20	4	2	3	1	1	1	1	0	0	37
	百分比	11	54	11	5	8	3	3	3	3	0	0	100
300—不足 400	次 數	24	17	5	3	3	0	0	2	0	0	0	54
	百分比	44	31	9	6	6	0	0	4	0	0	0	100
400—不足 500	次 數	40	21	6	2	3	1	0	0	0	0	0	73
	百分比	55	29	8	3	4	1	0	0	0	0	0	100
500—不足 600	次 數	48	27	6	4	5	0	0	0	0	0	0	90
	百分比	53	30	7	4	6	0	0	0	0	0	0	100
600—不足 700	次 數	53	33	8	3	1	2	0	0	0	0	0	100
	百分比	53	33	8	3	1	2	0	0	0	0	0	100
700—不足 800	次 數	63	15	4	1	5	3	0	1	0	0	0	92
	百分比	69	16	4	1	5	3	0	1	0	0	0	100

800—不足 900	次 數	41	41	6	4	2	0	0	0	2	0	0	96
	百分比	43	43	6	4	2	0	0	0	2	0	0	100
900—不足 1000	次 數	59	36	6	7	2	0	0	0	0	0	0	110
	百分比	54	33	5	6	2	0	0	0	0	0	0	100
1000—不足 1100	次 數	53	25	2	0	1	1	0	0	0	0	0	82
	百分比	65	30	2	0	1	1	0	0	0	0	0	100
1100 以上	次 數	49	20	3	0	1	1	0	0	0	0	0	74
	百分比	66	27	4	0	1	1	0	0	0	0	0	100

表內雨量之組距雖採用每 15 公里，但以 15 公厘以下者佔絕對多數，為求進一步之瞭解，15 公厘以下之組距改為 5 公厘，另加雨量為零之一列。

表內可以看出下列諸種現象：

1. 各雨量組距與中心距離等級之分配相當分散，並未發現有顯著之集中，亦即表示二者之相關並不太密切。

2. 雖然如此，中心距離在 600 公里以內者，與北部平均雨量之相關較明顯，即中心愈逼近，未來 6 小時內之雨量愈多。600 公里以外則不顯著。

3. 中心距臺北不足 100 公里之時機，未來 6 小時內降 5 公厘以下雨之機率最大，約佔一半，其次則為降 15-30 公厘之雨，稍低於三分之一之機會。但無雨亦佔 18%，平均雨量 60-75 公厘則佔 9%。距離不足 100 公里者因次數太少，缺少代表性。

4. 颱風中心距臺北 200-300 公里者，北部無雨之機會最少，而降 5 公厘以下雨之機會最大。但合併中心距離 100-200 公里之組距，未來 6 小時內平均雨

量在 45 公厘以上者顯然佔最多之百分率，大約有 15% 之機會。

5. 中心距離在 300 公里以上者，只有 5 次北部平均雨量在 45 公厘以上。其中有三次中心距臺北在 700 公里以上，北部降 60 公厘以上之雨。此為民國 55 年之艾爾西 (Elsie) 颱風，中心尚在呂宋島以西之南海。

6. 颱風中心距臺北在 300 公里以上時，北部無雨之可能性激增，其中尤以 700-800 公里者無雨之機率最高，800-900 公里時似有減少趨勢。超過 900 公里時，無雨之機會又增加。

7. 颱風中心距臺北超過 900 公里者，雖仍可能有 15-45 公厘之雨（僅 1-2% 之機會），但並無降水達 45 公厘及以上者；至於中心在 700-900 公里者，雖然可能有 60-90 公厘之雨，但機會僅 1-2%。

颱風中心離臺北多少遠，北部地區未來 6 小時以內可望有降水開始，在預報上亦為一重要之課題，統計 51-56 年之 53 次颱風，各中心距離組距之北部開始有雨次數及百分比如表三。

表三 北部未來 6 小時內開始有雨與中心距離之關係

距 離 (公里)	無 雨	不 明	400 以內	400-600	600-800	800-1000	1000 以上	合 計
次 數	7	2	2	7	8	16	11	53
%	13	4	4	13	15	30	21	100

根據表內之數字可見颱風中心距臺北在 800-1000 公里者，臺灣北部未來 6 小時內開始有雨之機率最高，佔 30%；其次為 1000 公厘以上，佔 21%，再次為 600-800 公里，佔 15%；400-600 公里者亦佔 13%。至於中心到達 400 公里以內北部始有雨者，機會不多。各組距之分配相當分散，難以作預報上之參考。

無論如何，颱風中心之距離不失為預測臺灣北部未來 6 小時平均雨量之一預測因子，其他地區或任何一地當亦不例外。

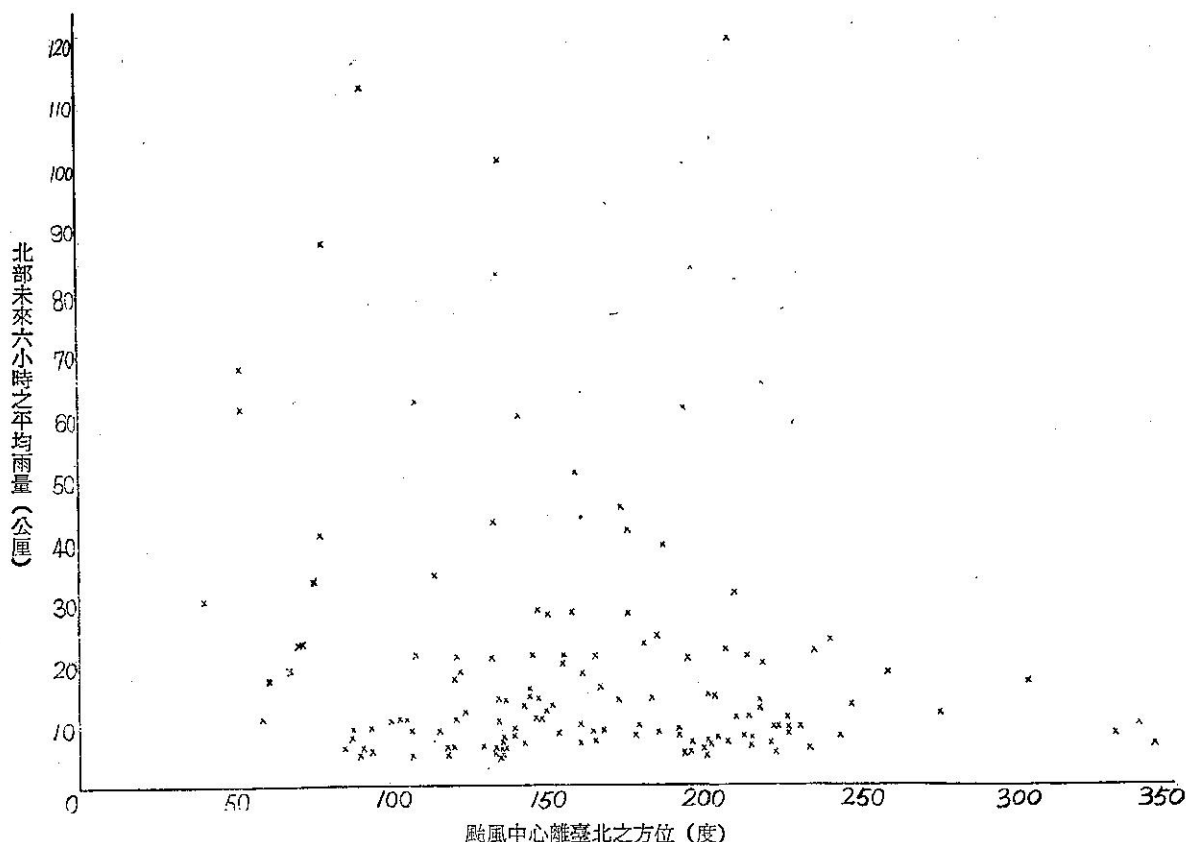
(二) 颱風中心之方位

颱風中心對一地而言之方位，其所以影響該地未來短期內之雨量包含兩種原因：第一，颱風環流內雲

雨帶之分佈，各象限內並不一致，此在雷達回波中可以證見⁽⁸⁾。蓋以颱風本身雖由一單純氣團育成，但脫離源地後，各方流入之空氣稟性各異，故有時東北象限內雲雨回波特別濃密，有時則西南象限內雨量特別豐沛。另一方面則臺灣因有高聳之地形。颱風逼近時，環流受其影響而變形，方位稍異，抬升或迫降效應大相逕庭。例如颱風中心在臺灣東海岸向西北行進，臺灣北部必有豪雨，此即所謂「西北颱」是也。

話雖如此，颱風中心之方位仍與其他預測因子相牽連。單獨分析，未必能找到密切之關係。例如，方位與距離息息相關，以其合併控制雨帶之分佈；與氣壓梯度亦有關連。可見我人無法寄以過高之期望。

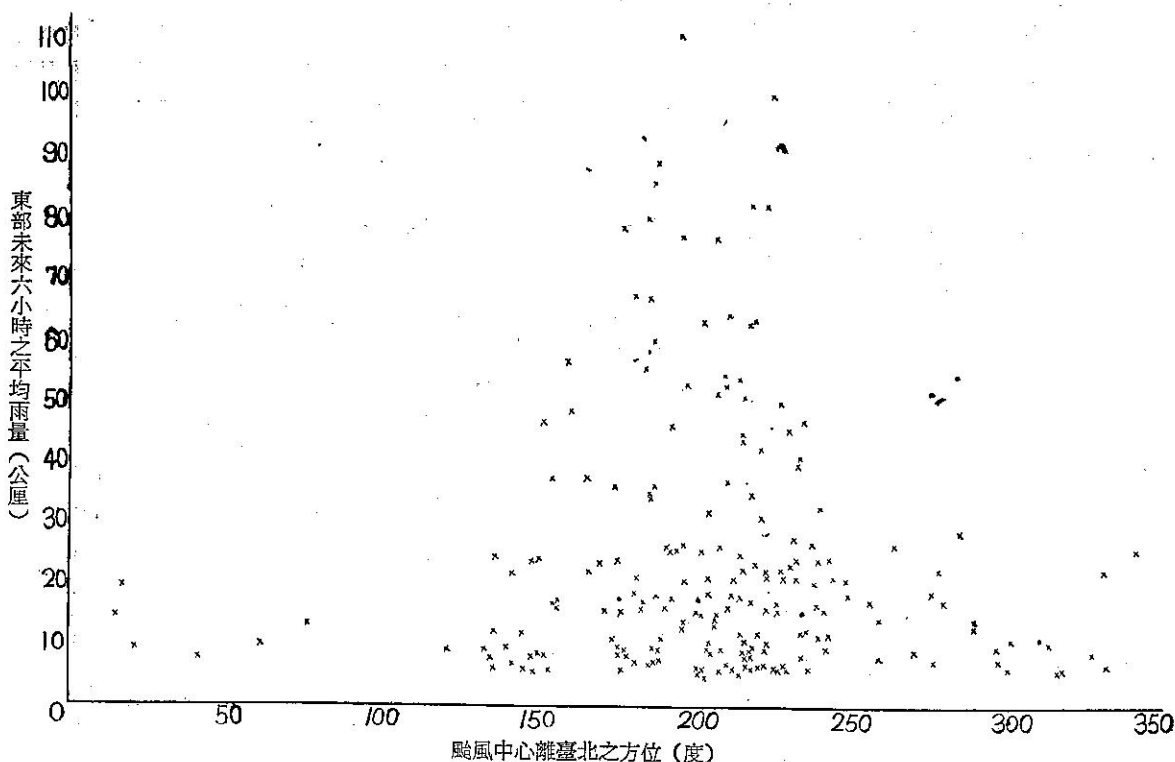
用「點聚圖」(scatter diagram) 分析 51-56 年內颱風中心對臺北而言之方位與隨後六小時內臺灣北部平均雨量之關係，如圖二所示。5 公厘以下之雨量因過於密集，故不得不略去。圖中亦未表出無雨之各次。圖上各點雖然相當分散而零亂，但仍可看出：臺灣北部未來六小時內可望獲得平均雨量在 70 公厘以上者，颱風中心之方位對臺北言大致在 80-230 度之間；50 公厘以上在 50-230 度之間；30 公厘以上者在 40-240 度之間。5-25 公厘者以 80-230 度最集中，由此可以證知：颱風中心之方位確可作為預估未來六小時雨量之因子。



圖二 臺灣北部未來六小時平均雨量與颱風中心離臺北方位之關係 (51-56 年，5 公厘以下雨量不計)

預測北部以外其他地區之未來六小時平均雨量，就距離及方位兩個預測因子而言，按諸理想，應以各該地區之中心地點為準較為合理。但如此則在作業上過於繁瑣。故本研究不論預測東部或南部之未來六小時內雨量，颱風中心之距離及方位均以臺北為準，蓋以東部而論，臺北距臺東之直線距離僅約 250 公里，距花蓮僅約 120 公里。東部地區不論以臺東或花蓮

為準，與臺北及颱風中心具有一定之幾何關係。易言之，如果東部未來六小時平均雨量與以花蓮或臺東為出發點之颱風中心方位具有明顯之相關，則與臺北為出發點之中心方位亦必有良好之相關。今以 51-56 年內，颱風中心每六小時方位與隨後六小時內東部平均雨量作成點聚圖，如圖三。5 公厘以下之雨量仍省去。



圖三 臺灣東部未來六小時平均雨量與颱風中心離臺北方位之關係 (51-56 年, 5 公厘以下雨量不計)

圖中可見颱風中心對臺北而言之方位，與東部隨後六小時之平均雨量關係遠較北部為佳，各點相當集中，大致可將外圍繪成一條曲線。軸線在 200° 。其理由顯而易見，即颱風中心之方位如在臺北之 200° 度附近，東部未來六小時內降大雨之可能性最大。以度數之範圍而言。 175° - 225° 之間有降70公厘以上雨之可能； 150° - 240° 之間有降40公厘之可能。降25公厘以下之雨，以 130° - 250° 最集中，其次為 250° - 330° 之間。至於中心方位在 340° - 130° 者極少有雨，最多不過20公厘之平均雨量。

我人可以推知其他地區未來六小時之平均雨量，亦必與颱風中心之方位具有明顯之相關。故而颱風中心方位對任何地區均為一重要之預測因子。

(三)中心氣壓與暴風半徑

個別颱風之中心氣壓與暴風半徑，代表此一颱風之強度，颱風強大，按諸想像應帶來較大之雨量，然而此係就整個颱風而論，根據我人所整理51-56年之資料顯示：此兩預測因子對於任何一地或一區之未來六小時雨量關聯甚微，尤其是中心氣壓。理由不難指出：颱風強大未必都會帶來豐沛之雨量；相反言之，

則小型微弱颱風也可帶來連朝豪雨。例如58年七月之衛歐拉(Viola)颱風，中心氣壓低達895毫巴，暴風半徑廣達350公里，該颱風穿越巴士海峽期間，僅新港一地雨量超過200公厘，其餘各地之雨量極少⁽¹⁾。而56年10月之解拉(Carla)颱風，中心氣壓最低為900毫巴，暴風半徑200公里，取近似而偏南之路徑，中心在呂宋島北岸經過，臺灣蘭陽區竟下傾盆大雨，宜蘭冬山鄉三天內得到2500公厘以上之雨量⁽²⁾。又如58年10月之芙勞西(Flossie)輕度颱風，中心最低氣壓不過946毫巴，在臺灣東海面折向東北，鞍部得到2000公厘以上之雨量。可見縱使以整個颱風經歷時間而言，中心氣壓亦非重要之預測因子，如以某一時刻之中心氣壓與未來短時間內一地或一區之雨量作分析，更難得到可資利用之相關。蓋此項表示強度之因素已完全被其他較重要之因子(例如距離、方位、氣壓梯度等)所掩蓋。

統計51至56年內颱風中心氣壓與北部未來六小時內雨量之關係，見表四。5公厘以下之雨量不計。表內可以看出各中心氣壓組距內分配相當勻致，表示與北部未來六小時內平均雨量無明顯之相關。所得而言者，中心氣壓在990毫巴以上者，雨量在10公

厘以下者佔 80%之多；雨量之在 20-60 公厘者以中心氣壓在 960-969 毫巴者機會較多。其他由於偶然出現一次而使百分率高者，實不足為憑。

由此可見：如將中心氣壓作為預測因子之一，應居於次要地位。

暴風半徑之資料雖非十分可靠，以其直接影響雨區之範圍，應與一地未來短時期內之雨量具有較密切之相關。茲統計 51-53 年內各次颱風之暴風半徑與臺灣北部未來六小時內平均雨量之關係，如表五所示。

表四 颱風中心氣壓與北部未來六小時平均雨量之相關統計

雨量 (公厘)		氣壓 (毫巴)							合 計
		5- <10	10- <20	20- <40	40- <60	60- <80	80- <100	100 以上	
不足 930	次 數	3	1	2	0	1	0	1	8
	%	37	12	25	0	13	0	13	100
930-939	次 數	3	4	0	1	1	1	0	10
	%	30	40	0	10	10	10	0	100
940-949	次 數	3	4	2	0	1	0	0	10
	%	30	40	20	0	10	0	0	100
950-959	次 數	5	5	3	0	1	0	1	15
	%	33	33	20	0	7	0	7	100
960-969	次 數	8	7	7	4	0	1	0	27
	%	30	26	26	15	0	4	0	100
970-979	次 數	11	4	4	3	1	3	1	27
	%	41	15	15	11	4	11	4	100
980-989	次 數	11	7	3	0	1	0	0	22
	%	50	32	14	0	5	0	0	100
990 以上	次 數	16	2	2	0	0	0	0	20
	%	80	10	10	0	0	0	0	100

表五 暴風半徑 (30KTS) 與臺灣北部未來六小時內平均雨量 (公厘) 之相關 (51-53 年)

雨 量 (公厘)		暴風半徑 (哩)									合 計
		0	T-5	5-10	10-15	15-20	20-40	40-60	60-80	80以上	
不足 100	次 數	74	37	4	1	1	0	0	0	0	117
	%	43	32	3	1	1	0	0	0	0	100
100- <150	次 數	60	21	1	0	2	0	0	0	0	84
	%	71	25	1	0	2	0	0	0	0	100
150- <200	次 數	38	43	8	7	0	2	0	0	0	98
	%	39	44	8	7	0	2	0	0	0	100
200 以上	次 數	5	19	5	4	3	3	1	4	3	47
	%	11	40	11	9	6	6	2	9	6	100

表內可以看出：暴風半徑在100哩以上而不足150哩者，未來六小時內無雨之機率高達71%，雨量在5公厘以下者佔25%；雨量在5公厘以上之機會極少。暴風半徑不足100哩者，北部未來六小時內無雨之機率僅略高於5公厘以下雨量之機率。值得注意者有兩點：5公厘以下之雨量與暴風半徑之關係並不顯著，但200哩及以上之暴風半徑，無雨之機率銳減，而降5公厘以上雨之可能性則激增。北部平均6小時雨量在20公厘以上者，暴風半徑均在150哩以上；平均雨量在40公厘以上者竟全部為半徑200哩或以上之颱風。由此可見暴風半徑作為一種預測因子猶較中心氣壓為有用。

四、颱風中心之氣壓變率

在第三節第3小節中曾經指出：我人之所以將過去六小時內颱風中心之氣壓變率選為預測因子，乃因中心氣壓低降表示颱風加深，升高則表示填充；且自過去經驗中，獲知某種特殊之情況，中心氣壓激降使某一地區發生連綿之豪雨。但一般情況，過去六小時內中心氣壓之變率是否能直接顯示在一地或一區未來短時期內之雨量上則頗有疑問，蓋此一因子與其他預測因子具有複雜之關係。例如颱風中心登陸前有填充現象因氣流減弱，山嶺迎風面之雨量雖可望減少，但背風面之雨量亦可因而增加。又為颱風登陸臺灣後，中心氣壓每激升，此種時機臺灣之地形雨常持續不斷。

統計51-56年內臺灣北部未來六小時之平均量（

到達10公厘及以上者）與過去六小時內中心氣壓變率之關係，如表六所示。

表六 颱風中心氣壓變率與北部平均雨量之關係

雨量 (公厘) 氣壓 (毫巴)	10-20	20-30	30-50	50-100	100以上
-10 以上	1	0	0	0	0
-5 至 -9	4	2	0	1	0
-1 至 -4	3	1	0	1	1
0	21	8	2	4	2
+1 至 +4	1	2	4	0	0
+5 至 +9	7	7	3	0	0
+10 以上	1	0	1	4	1

表內數字相當零亂，無法找出明顯之關係，唯一可以表達者，凡中心氣壓激升時，北部未來六小時內可望獲得較大之平均雨量；中心氣壓不變者，得到豪雨之機會亦不下於中心氣壓激升者。

今如再以北部10公厘以下之雨量及無雨之情況合併統計，找出中心氣壓激降究竟是否較激升時之雨量為多，各次雨量之相差懸殊自可想見。但平均而論，中心氣壓激升後之雨量顯然較暴降後為多，足以推翻當初之設想。此一預測因子顯然亦居次要地位。見表七。

表七 颱風中心氣壓變率（在5毫巴以上者）與隨後六小時內北部平均雨量之關係（51-56年）

中心氣壓變率 (mb)	+15 以上	+10至+14	+5 至 +9	-5 至 -9	-10至-14	-15 以上
次 數	16	52	101	89	16	6
平均 (公厘)	4.4	8.1	6.9	3.4	2.7	0.7

五、颱風中心之移動速率

此一預測因子用於整個颱風經過期間一地或一區所獲得之總雨量較為明顯。至於根據過去六小時內颱風中心之移動速率，推斷一地或一區未來六小時內之雨量則大有問題。我人需分析過去記錄中此二者有無相關，首先應瞭解未來六小時內之雨量受此段時間內之移動速率所支配，故如速率改變可致全盤失算。此其一；一地或一區如位於雨帶以外，颱風移行愈緩，當地無雨之時間反而延長；如在雨帶內則情況正好相反；此其二；颱風中心蒞臨前之一段時間內雨勢逐漸

加強，中心離去之一段時間內則雨勢逐漸減弱；可見移動快慢對於前後方實有相反之效果。

綜上剖析，可見單獨分析過去六小時內颱風移動速率與未來六小時雨量之關係，不僅非常困難，而且在預報上缺少應用價值。邊洞卡之應用，雖可同時考慮距離、方位、暴風半徑等有關因子，但先決條件仍需尋求二者究竟有無相關。假定毫無關係，則此一預測因子應予剔除。

表八為統計51-56年之六年內各次颱風中心過去六小時移動速率與臺灣北部未來六小時內平均雨量之

關係。爲了要考慮距離因子，每一雨量組距內特別再劃分四個距離組距，A 級爲中心離臺北在 200 公里以內，B 級爲中心離臺北 200 至不足 400 公里；C 級爲

400 及以上至不足 600 公里；D 級爲 600 及以上至不足 800 公里。超過 800 公里者不計。本表僅計算中心最接近前之各次。

表八 颱風中心移動速率與北部未來六小時平均雨量之相關 (51-56 年)

雨量 (公厘)		距離級								合 計
		T- <5	5- <10	10- <15	15- <20	20- <40	40- <60	60- <80	80 以上	
速度 哩/每時	類 別	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	
8 以 下	次 數	1 7 8 1 1 27	0 2 7 4 13	0 1 1 0 2	1 6 2 0 3	0 1 1 3 5	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	50
	%	54	26	4	6	10	0	0	0	
8 至 不足 12	次 數	2 8 10 1 5 35	4 2 2 3 11	1 2 3 1 7	0 0 1 1 2	1 2 3 1 7	1 0 0 1 2	2 2 0 0 4	2 1 0 0 3	71
	%	49	15	10	3	10	3	6	4	
12 至 不足 16	次 數	1 3 12 9 25	0 1 3 3 7	0 0 3 0 3	0 0 1 0 1	2 2 1 1 6	1 2 0 0 3	0 1 0 0 1	1 0 0 0 1	47
	%	53	15	6	1	13	6	2	2	
16 及 以 上	次 數	1 0 5 0 6	1 2 1 1 5	0 1 0 0 1	1 0 0 1 2	0 1 0 0 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 1	16
	%	37	31	6	13	6	0	0	6	

自此表內可以看出：颱風中心之移動速率與北部未來六小時之雨量並無任何明顯之相關，同一雨量組距內，各速率組距出現之次數與百分比近似相等；同一中心距離之組距內亦無法發現與中心移動速率有顯著之關係。可見此一預測因子實應予以剔除。

內西北及東北方向之氣壓梯度

颱風侵襲臺灣之風力及雨勢，除受颱風本身之氣壓梯度控制而外，大陸高壓與海上副熱帶高壓之助長聲勢，實不容予以忽視。其間尤以晚來之颱風受大陸高壓南下之影響，冷空氣加入，迫使暖空氣滑上，臺灣北部更加上有利之地形，常可導致若干地區連續豪雨成災。但預測未來六小時內一地或一區之雨量究應如何利用此一預測因子，則先決條件當在於決定如何量度此項預測因子，而後發掘與某一地區平均雨量或某一地點六小時之實測雨量有何關係。

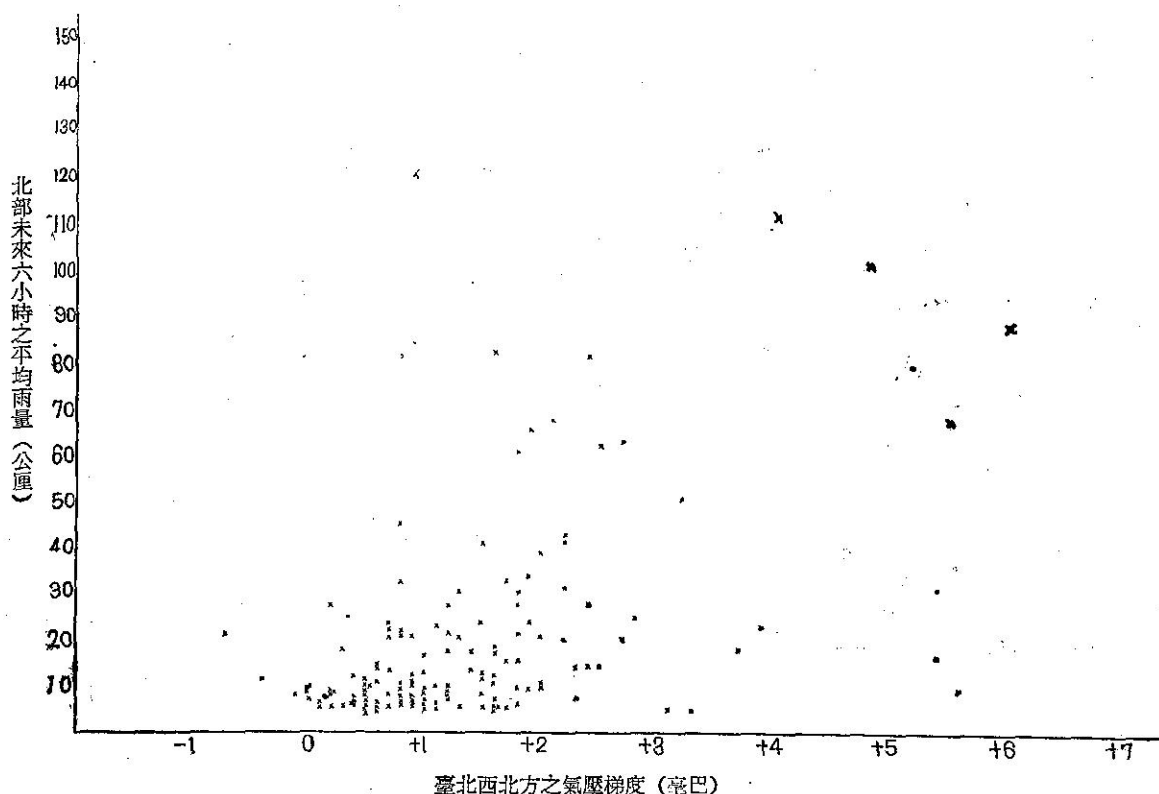
爲簡化手續，本研究係以臺北爲着眼點，向西北

及東北各繪一直線，而後計算緯度 5 度距離內之平均氣壓梯度，倘此一位置（臺北之西北或東北緯度 5 度處）之氣壓反而比臺北之氣壓爲低，則氣壓梯度爲負值。西北方代表與大陸高壓之關係，東北方代表與副熱帶海洋高壓之關係。顯然，此種量度方法未盡合理，亦非純客觀技術，蓋自臺北繪出之方向線未必與等壓線正交，取五個緯度平均值亦未必有充份之代表性。

根據 51-56 年內颱風中心離臺北在 1200 公里以內，地面天氣圖上臺北西北方之平均氣壓梯度與隨後六小時臺灣北部之平均雨量，製成點聚圖，如圖四所示。5 公厘以下之雨量仍不計。圖中各點雖非十分集中，但仍可顯示：北部未來六小時內之平均雨量在 5-10 公厘者，臺北西北方之平均氣壓梯度幾乎完全在 0 至 1.8 毫巴之間；10-15 公厘則在 0.4 至 2.5 毫巴之間；15-25 公厘則大致在 0.7 至 2.8 毫巴之間。至於平

均雨量在 30 公厘以上者，氣壓梯度全部在 0.8 毫巴以上。氣壓梯度在 3 毫巴以上之 11 次，內中有 5 次（約 45%）北部平均雨量在 50 公厘以上；有 3 次（約

27%）在 25 公厘以上。其餘 3 次中 1 次約 10 公厘，2 次為 5 公厘。此三次之所以屬例外均因與過去六小時雨量之相關遠勝於未來六小時。



圖四 臺北西北方之氣壓梯度與北部未來六小時之平均雨量之關係 (51-56 年，5 公厘以下雨量不計)

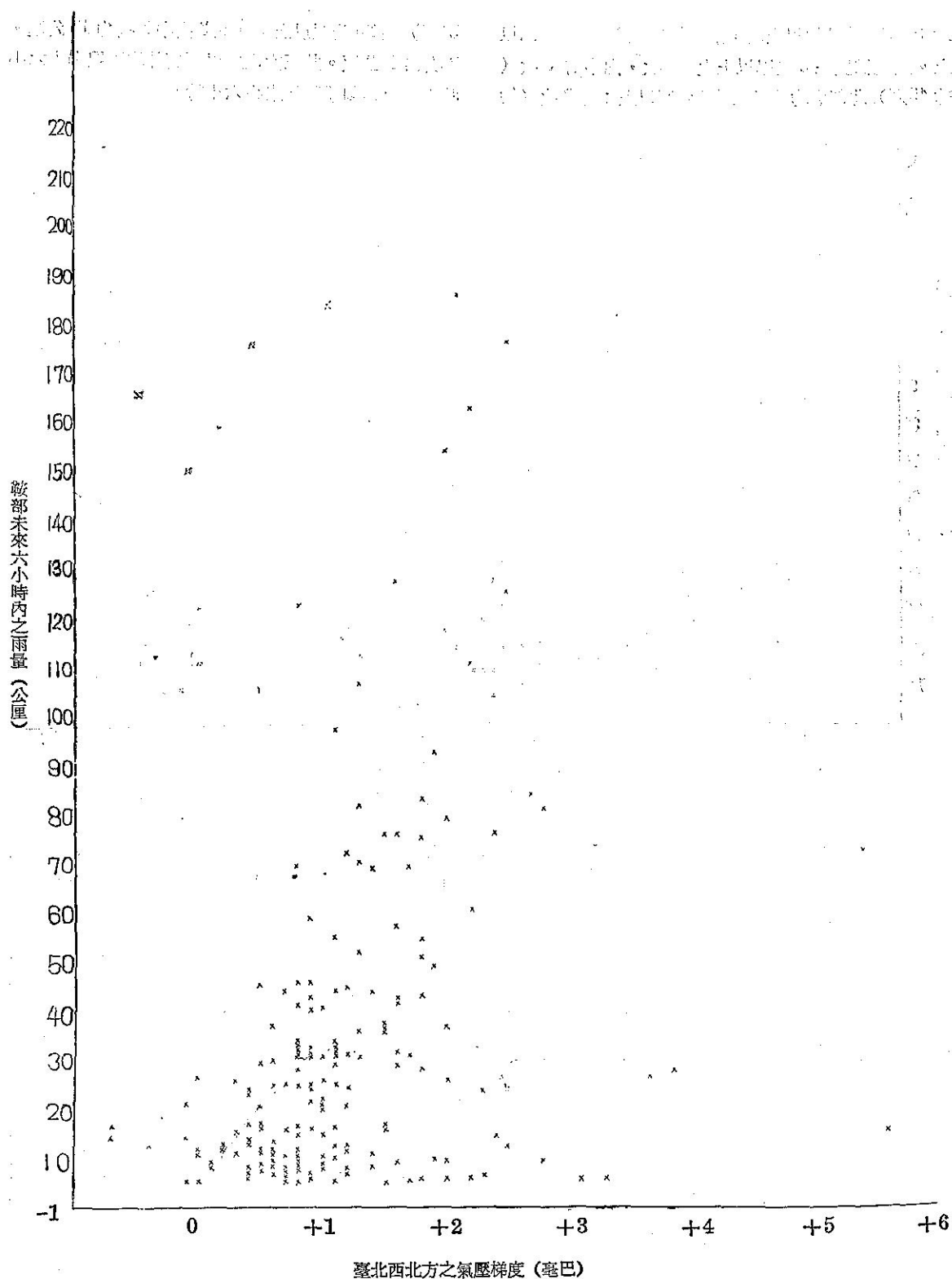
根據以往之經驗，氣象局所屬陽明山鞍部及阿里山兩高山測候所之雨量，對於颱風經過期內之豪雨最富有代表性，亦即凡北部及東北部有大雨時，鞍部雨勢特強；中南部有大雨時，阿里山之雨量特別多。另一方面，我人發現西北方之氣壓梯度主要控制北部雨量，而東北方之氣壓梯度則大都支配中南部之雨量，自氣流線不難解釋其理由。

圖五為臺北西北方向之氣壓梯度與鞍部未來六小時雨量之點聚圖。圖中可見二者之相關較北部平均雨量更為集中。鞍部未來六小時內雨量在 150 公厘以上之 5 次，氣壓梯度均在 2-2.5 毫巴之間。雨量在 115-130 公厘之間者，氣壓梯度之範圍較廣，約自 0.8 各 6.0 毫巴。氣壓梯度之在 3 毫巴以上 11 次，其中有 6 次鞍部未來六小時雨量在 70 公厘以上，佔 55% 之機會，另三次在 15 公厘以上，佔 27%。

我人既未計算 5 公厘以下之各次，故問題在於雨

量甚少或無雨者是否可能有較急之氣壓梯度。表九為 51-53 年臺北西北向氣壓梯度與隨後六小時內北部平均雨量之全部次數統計。

在此表內可以看出：氣壓梯度之為負值者，臺灣北部隨後六小時無雨者有 109 次，佔 83%，其餘 23 次亦在 5 公厘以下，佔 17%。氣壓梯度之自零至不足一毫巴者，北部無雨量 111 次，佔 45%，5 公厘以下有 99 次，佔 40%，5 至不足 10 公厘者 19 次，佔 8%；其餘偶而可以到達 40 至不足 60 公厘，但無到達 60 公厘及以上者。氣壓梯度在 1 毫巴及以上而不足 2 毫巴者，有雨之機會顯然增多，而北部無雨之機會則減少，20-40 公厘亦有 12.5% 之機會，偶而竟有 80 公厘以上者。氣壓梯度在 2 毫巴以上者，雖因次數太少難作定論，但出現豪雨機會之增加仍甚明顯。足見臺北西北方之氣壓梯度與未來六小時內之北部雨量實有密切之關聯。



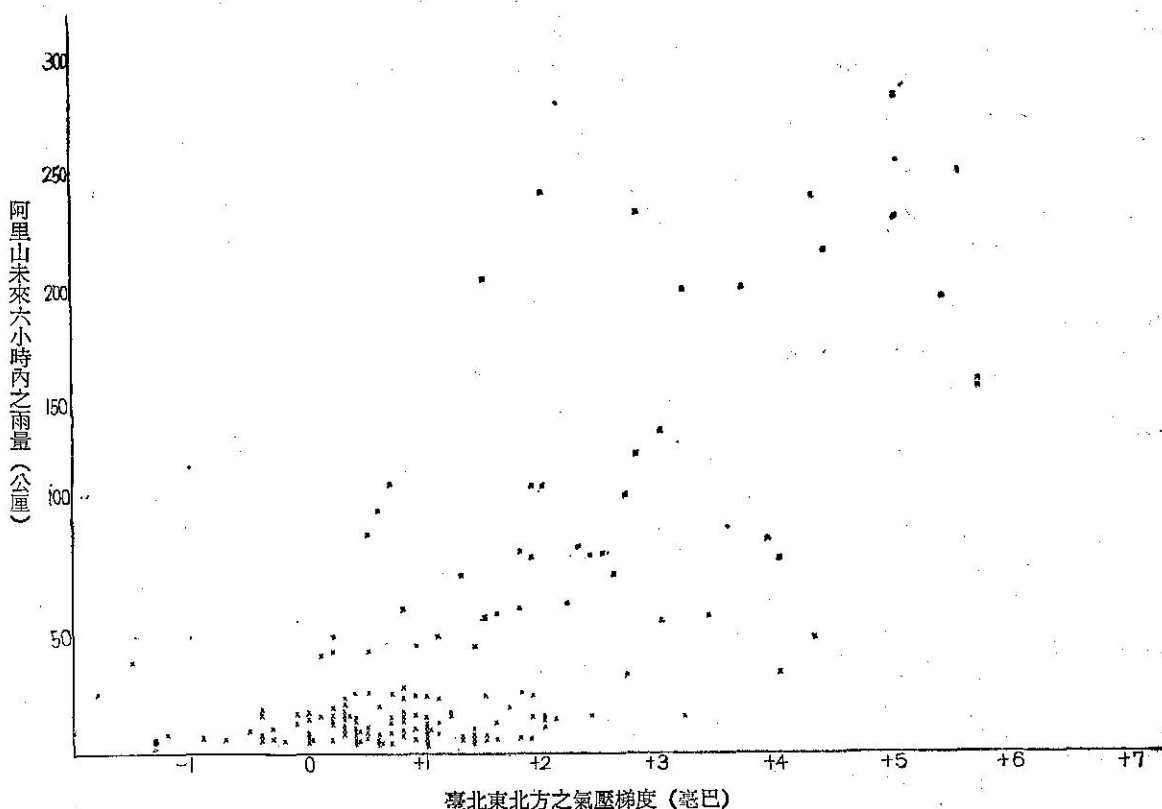
圖五 鞍部未來六小時內之雨量與臺北西北方之氣壓梯度之關係 (51-56年，5公厘以下雨量不計)

表九 臺北西北方氣壓梯度與隨後六小時內北部平均雨量之分組統計 (51-53 年)

雨量 (公厘) 氣壓 (毫巴)	0	T- <5	5- <10	10- <15	15- <20	20- <40	40- <60	60- <80	80 以上	合 計
負 梯 度	109	23	0	0	0	0	0	0	0	132
0- <1	111	99	19	11	1	3	1	0	0	245
1- <2	6	17	6	2	3	5	0	0	1	40
2- <3	0	3	1	1	0	1	0	2	0	8
3- <4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
4- <5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
5 及以上	0	1	1	0	1	0	0	1	1	5

茲再尋求臺北東北方之氣壓梯度與阿里山未來六小時內雨量之相關，仍利用 51-56 年之資料，5 公厘以下不計。得到之點聚圖如圖六所示。各點分佈之外圍大致可繪成一盾形區，向右上方傾斜，表示東北

方之氣壓梯度愈急則阿里山之雨量愈多。氣壓梯度在 -0.4 至 $+2.0$ 毫巴之間，阿里山雨量在 30 公厘以內者佔絕對優勢。由此可見臺北之東北方氣壓梯度與阿里山未來六小時內之雨量亦有良好之相關。



圖六 阿里山未來六小時內之雨量與臺北東北方之氣壓梯度之關係 (51-56 年，5 公厘以下雨量不計)

此外，我人發現：一般而論，西北方氣壓梯度激增，北部或鞍部未來六小時內之雨量必比照增加；但如西北向氣壓梯度增加而北部或鞍部未來六小時雨量非但不增加並且反而銳減時，則中南部或阿里山之雨量必激增，此時東北向氣壓梯度亦必同時增強。51年9月之愛美 (Amy) 颱風以及7月之歐珀 (Opal) 颱風即為實例。另一方面，西北方向氣壓梯度增強時，亦可使阿里山及中南部之雨量先增加，而後雙方氣壓梯度隨同北部及中南部之雨量同時增加。由此可見大陸高壓與海上副熱帶高壓如果同時增強，則颱風經過期間臺灣北部及中南部發生持續性豪雨之可能性極大。此與湯捷喜研究「颱風圈內降雨區之移位與臺灣洪水發生地區預測之研究」所得結果相符⁽⁹⁾。亦即西北及東北方之氣壓梯度為臺灣未來六小時雨量極具價值之預測因子。

(七) 鄂霍次克海低壓指標

我人初步選定鄂霍次克海低壓指標作為預估臺灣地區雨量之一種因子，係根據過去分析之經驗，鄂霍次克海附近如有一潛深低壓，常攝引暖氣流北上，臺灣大都有較大之颱風雨量，此項數值之獲得係估計鄂霍次克海中部之地面氣壓約數。據統計51-53年之資料，證知此項低壓指標對臺灣北部未來六小時之雨量並無直接關聯，見表十所示。

表十 鄂霍次克海低壓指標與北部未來六小時內之平均雨量

雨量 (公厘)		0	T- <5	5- <10	10- <15	15- <20	20- <40	40- <60	60- <80	80 以上	合 計
氣壓 (毫巴)											
不 足 1000	次數	6	9	0	1	0	0	0	0	0	16
	%	38	56	0	6	0	0	0	0	0	100
1000- <1005	次數	15	27	6	4	0	0	1	0	1	54
	%	28	50	11	7	0	0	2	0	2	100
1005- <1010	次數	62	39	7	1	6	2	0	1	0	118
	%	52	33	6	1	5	2	0	1	0	100
1010- <1015	次數	103	37	5	2	0	2	0	1	2	152
	%	68	24	3	1.5	0	1.5	0	0.5	1.5	100
1015- <1020	次數	34	12	2	4	0	4	0	0	0	56
	%	61	21	4	7	0	7	0	0	0	100
1020 及以上	次數	8	18	8	3	0	1	0	1	1	40
	%	20	45	20	7.5	0	2.5	0	2.5	2.5	100

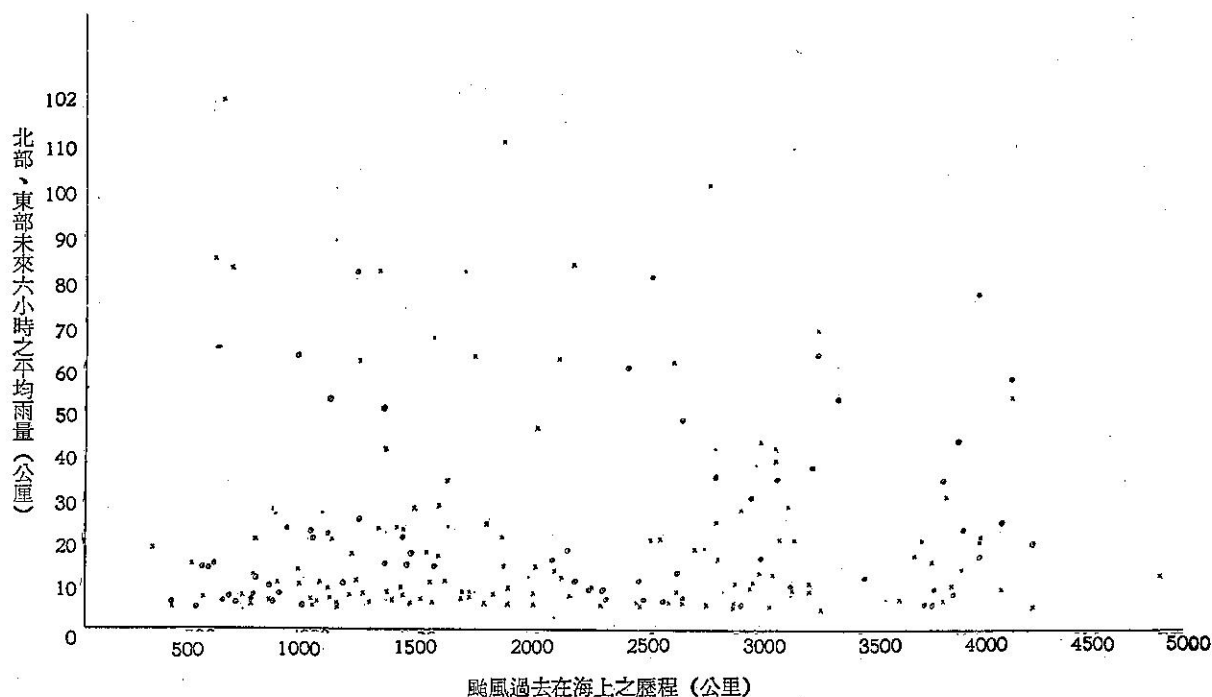
表內並未顯示鄂霍次克海氣壓較低臺灣北部未來六小時有較大之雨量。北部雨量特別多之情況，鄂霍次克海之氣壓亦無指示。表十一為統計臺灣東部平均雨年年之資料，同樣表明與鄂霍次克海氣壓亦無明顯之相關。理由似與颱風中心氣壓變率相同，即在時間上不能配合。足證此一預測因子在修正之邊洞卡中應予剔除。

(八) 海上歷程

颱風在海上之歷程與其發展之程度及含濕量不無關係。按諸想像，凡海上歷程愈長，颱風愈強暴；另一方面則由於攝取之水份較多，雨量可能較豐沛。但此種不甚明顯或無法確定之相關是否被其他預測因子湮滅，則必須得到事實之證明。初步觀察，颱風過去在海上之歷程即使與整個颱風侵襲臺灣之總雨量有關，亦不可能與一地未來短時期內雨量有重要之關係。茲分析51-56年內颱風中心距離臺北在1200公里以內（最接近時在600公里以外者不計）各次颱風之每六小時位置過去海上歷程與隨後六小時北部及東部平均雨量在公厘以上者之關係（中心遠離各次不計）作成點聚圖，如圖七所示。圖中顯示各點分佈極為散漫，海上歷程與雨量毫無關係可尋。可見此一預測因子實應予以剔除（圖中×號示北部雨量，○示東部雨量），其原因係與中心移動速率相似。

表十一 鄂霍次克海低壓指標與東部未來六小時內之平均雨量

雨量 (公厘)		0	T- <5	5- <10	10- <15	15- <20	20- <40	40- <60	60- <80	80 以上	合 計
氣壓 (毫巴)											
不 足 1000	次數	9	3	1	1	0	2	0	0	0	16
	%	56	19	6	6	0	13	0	0	0	100
1000- <1005	次數	15	17	6	2	6	4	3	0	0	53
	%	28	32	11	4	11	8	6	0	0	100
1005- <1010	次數	57	36	7	2	3	6	3	1	0	115
	%	50	31	6	2	3	5	3	1	0	100
1010- <1015	次數	87	48	6	2	2	7	0	3	2	157
	%	55	31	4	1	1	4	0	2	1	100
1015- <1020	次數	24	16	4	1	3	4	2	1	0	55
	%	44	29	7	2	5	7	4	2	0	100
1020 及以上	次數	8	11	5	3	2	7	2	1	1	40
	%	20	27.5	12.5	7.5	5	17.5	5	2.5	2.5	100



圖七 颱風過去在海上的歷程與北部東部未來六小時之平均雨量之關係 (51-56 年, 5 公厘以下雨量不計)

七、網 要

綜上分析，爰作成綱要如下：

1. 控制臺灣各地或各區未來短時期內颱風雨量之預測因子極為複雜，我人無法依據極少數之預測因子加以預估。

2. 各項預測因子中，仍以中心距離佔較重要之地位，中心距離在 600 公里以內者，與北部平均雨量之相關較明顯，不足 100 公里時，未來六小時內有 5 公厘以下雨量佔 50% 之機率，降 15-30 公厘之雨，稍低於三分之一之機會。但無雨亦佔 18%。中心在 200-300 公里時，北部未來六小時內無雨之機會最少。700-800 公里時，無雨之可能性最大。

3. 颱風中心對臺北而言之方向亦為一重要預測因子，北部未來六小時內平均雨量達 70 公厘以上者，中心均位於 80° - 230° ，50 公厘以上者，中心在 50° - 230° ；30 公厘以上者為 40° - 240° ；至於降 5-25 公厘雨者，以 80° - 230° 最集中。東部因位於臺北之南南西方，故獲得颱風中心方位與其未來六小時內平均雨量之相關更佳，雨量集中之軸線在 200° 。中心方位在 175° - 225° 有降 70 公厘雨之可能， 150° - 240° 有降 40 公厘雨之可能； 130° - 250° 有降 25 公厘以下雨之可能。

4. 臺灣西北方及東北方之氣壓梯度顯然為支配臺灣各地區未來六小時內雨量之重要預測因子。北部有雨 5-10 公厘者西北向氣壓梯度均在 0-1.8 毫巴之間，10-15 公厘者在 0.4-2.5 毫巴之間，15-25 公厘者在 0.7-2.8 毫巴之間。平均雨量之在 30 公厘以上者，氣壓梯度均在 0.8 毫巴以下。氣壓梯度在 3 毫巴以上之 11 次，有 5 次（約 45%）北部平均雨量在 50 公厘以上，有 3 次（約 27%）在 25 公厘以上。西北方氣壓梯度之為負值者，北部無雨佔 83%，5 公厘以下佔 17%。

5. 西北方向之氣壓梯度與鞍部未來六小時內雨量之相關更佳。雨量在 150 公厘以下之五次，氣壓梯度均在 2-2.5 毫巴。氣壓梯度在 3 毫巴以上之 11 次，有 6 次雨量在 70 公厘以上。

6. 東北方向之氣壓梯度與阿里山未來六小時內雨量之相關亦佳，表示氣壓梯度愈急，阿里山之雨量愈多，氣壓梯度在 -0.4 至 +2.0 毫巴之間時，阿里山未來六小時雨量不致超過 30 公厘。

7. 暴風半徑與臺灣未來短時期內之雨量亦有相關。暴風半徑之在 100 哩以上而不足 150 哩者，北部未來六小時內無雨之機率為 71%，雨量在 5 公厘以下

者佔 25%，可見雨量之在 5 公厘以上之機率僅 4%。暴風半徑之在 200 哩及以上者，無雨之機率銳減，而降 5 公厘以上雨之可能性則激增。北部未來六小時平均雨量在 20 公厘以上者，暴風半徑均在 150 哩以上，40 公厘以上者全部為暴風半徑 200 哩或以上之颱風。可見暴風半徑尚不失為一有用之預測因子。

8. 颱風之中心氣壓及其變率與臺灣地區未來短時期內雨量之相關並不顯著。唯一可以指出者，中心氣壓在 990 毫巴以上者，北部未來六小時雨量在 10 公厘以下者佔 80%；雨量在 20-60 公厘者以中心氣壓 960-969 毫巴者較多。中心氣壓激升者，北部反而可望獲得較大之雨量。可見二者如選為預測因子，亦必居於次要之地位。

9. 颱風中心之過去移動速率與未來臺灣各地之雨量並無明顯之相關，以其與其他因子具有極複雜之關聯，在時間上亦不能配合。鄂霍次克海之低壓指數以及颱風過去在海上之歷程亦屬類似之情形，此三種初步選定之預測因子應予剔除。

10. 高空圖上及探空報告內之預測因子因限於時間及人力，容待下一步再加分析，我人發現高空風可能為一有用之預測因子，但採用何種高度以及是否同時考慮風向及風速，須予試探後方能決定。

重要參考文獻

1. 臺灣省氣象局颱風調查報告（民國 48-60 年）
2. Annual Typhoon Report, JTWC, 1962-1967.
3. Chieh-hsi Tang: Typhoon precipitation patterns and their relation to floods anticipated in arears of concern within Taiwan, Sino-American Air Forces Technical Meteorological Workshop Preeceedings, 1970.
4. Chu Ping-hai, Chimate of China 1962.
5. 張生恭等：手選邊洞卡在長期天氣預報中的應用 1966.
6. 戚啓勳：葛樂禮颱風侵襲期間臺灣之雨量分析，氣象學報 1964.