

台灣區域環流與長期天氣預報

Regional Circulation over Taiwan with Some
Applications to Long Range Forecasting

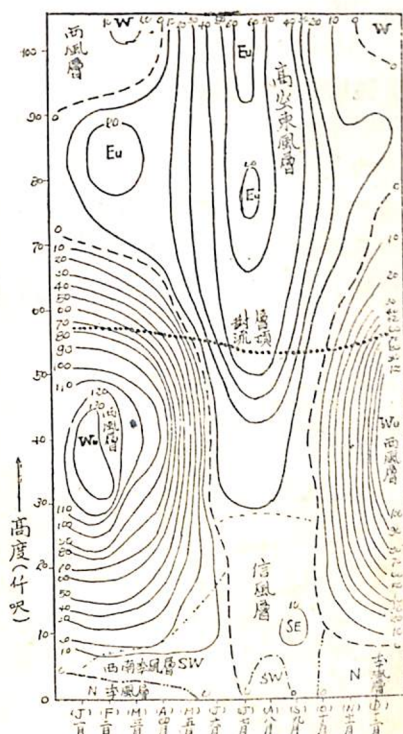
一、前言

爲欲解決長期天氣預報問題，必先對一般環流型式包括大規模風場，溫度場等之變化有一確切認識。近年來，本軍在台利用三處無線電探空站——桃園、馬公、東港——所作探測，其高度經常均達十萬英尺（三十公里）以上，包括測站上空百分之九十氣壓層內氣象因素之觀測，而使對三度空間環流型式之描述及其變化分析爲可能。本文主要即爲就該項資料之分析，並作對台灣區域長期天氣預報應用上之研究報告。

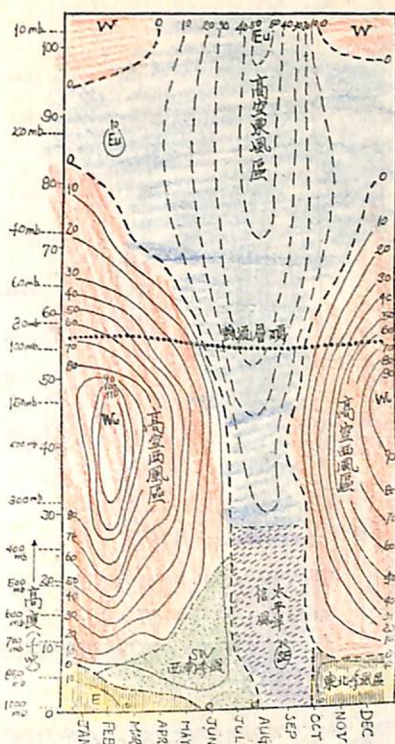
二、台灣區域之環流

(一)風系結構

此爲描述一般環流之基本要項，有關台灣區域出現風系計有：



圖一b 東港上空平均風場時間剖面圖
(0000Z, 民47—50年之平均,
等風速線間隔爲10哩/時)



圖一a 桃園上空平均風場時間剖面圖
(0000Z, 民45—50年之平均),
圖中等風速線間隔爲10哩/時,
低層風系並以斜線表出。

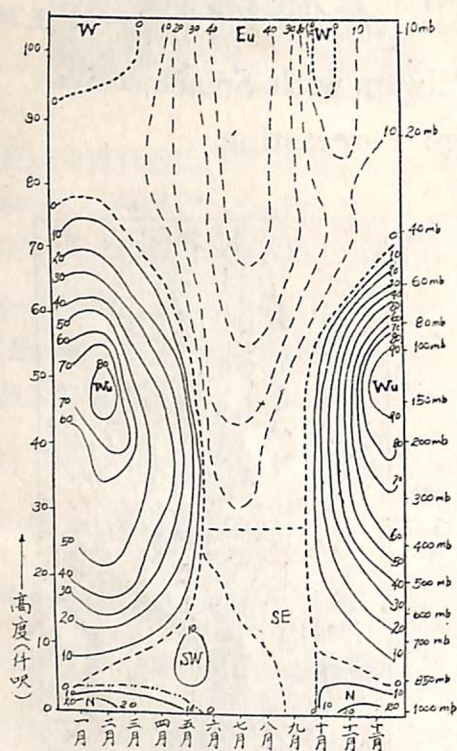
1. 東北季風 (NE Monsoon)
2. 西南季風 (SW Monsoon)
3. 太平洋信風 (Trade Wind)
4. 高空極地西風 (Upper Polar Westerlies)
5. 高空東風 (Upper Easterlies)

以上五大風系之結構型式及其盛行季節均有一定，即：

1. 地面「東北季風」係伴隨「高空極地西風」（參看圖一及二），出現季節限於冬半年。

2. 地面「太平洋信風」係伴隨「高空東風」（參看圖一及二），出現於夏半年（冬季亦出現，但一般均限本島較低緯度）。

3. 「西南季風」主要係伴隨「高空極地西風」，開始於春季，出現於低層「東北季風」之上，至春末及夏季伸展至地面層。上述各風系均可藉一定之平面天氣圖表出，該各天氣圖之模式參見圖二。

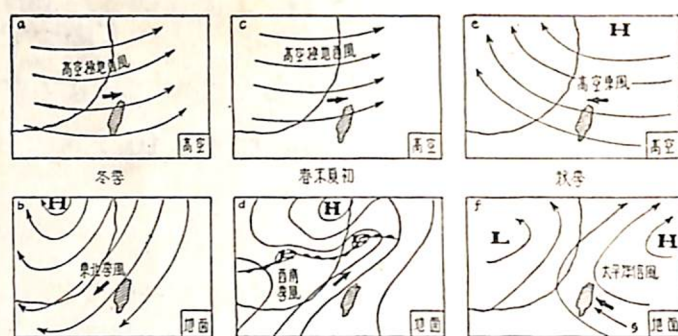


圖一 c 馬公上空平均風場時間剖面圖 (0600Z, 民45—47, 49—50年, 共五年之平均, 等風速線間隔10哩/時)

藉所述之風系及天氣圖模式, 可對台灣區域環流概況有一認識。而此平均風系及圖式, 即為支配台灣區域各地氣候及長期天氣變化之基本因素。

(二) 台灣區域風場之時間變化

圖一 a, b, c 代表台灣北、中、南部平均風場之時間 (逐月) 剖面圖。圖中縱坐標為高度, 自地面至高空十萬英尺 (三十公里) 止。橫坐標為月份, 全年一至十二月。風速為六年 (民四五—五〇年) 之平均, 以等風速線表出。為求配合對台灣區域之天氣研究, 故未分為經流 (Meridional Flow) 及緯流 (Zonal Flow) 分量繪製。虛線為各風系之界限, 點線為隔開對流層與平流層之「對流層頂」。由該三圖可獲一最重要認識, 即: 高空風系出現時間雖隨緯度不同略見參差, 但其出現型式均屬一致, 速率變化亦極規律。冬半年低層之東北季風一般言, 以開始之月——十月份為最厚, 在北部 (桃園) 平均達八千英尺, 向南遞減並隨月份逐次降低, 至翌年五月漸降低至地面, 消失不見。該層之上迄至八萬呎 (二十四公里) 均屬高空西風範圍。風速最大中心平均約位於四萬呎 (200mb), 構成西風氣流之軸心, 亦為噴射氣流 (Jet Stream)



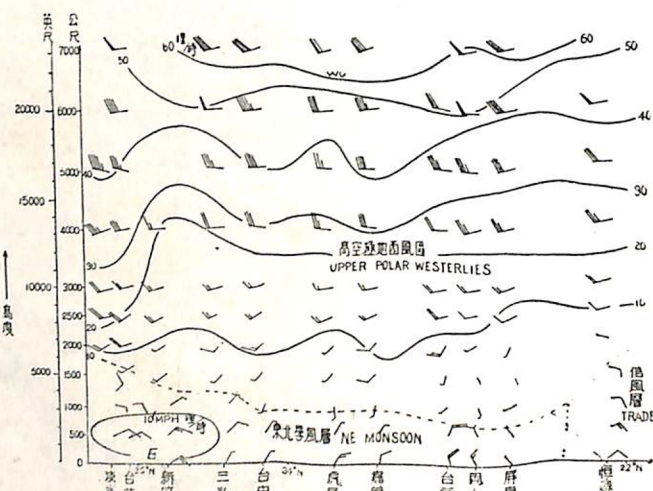
圖二 與圖一台灣區域各風系相連之地面及高空 (700mb) 之標準天氣圖模式。a-b 冬季, c-d 春末夏初, e-f 秋季

中心所在, 隨後夏季開始西南季風漸取代東北季風。約至八月, 台灣區域低層又為太平洋信風所取代。同時信風層上之高空夏季東風至仲夏之八月強度達最大。其風速迄至圖中之最高高度 (三十公里, 即相當於 10mb 層), 仍在遞增中。至十月台灣上空風系又復回復至上述之冬季型式。

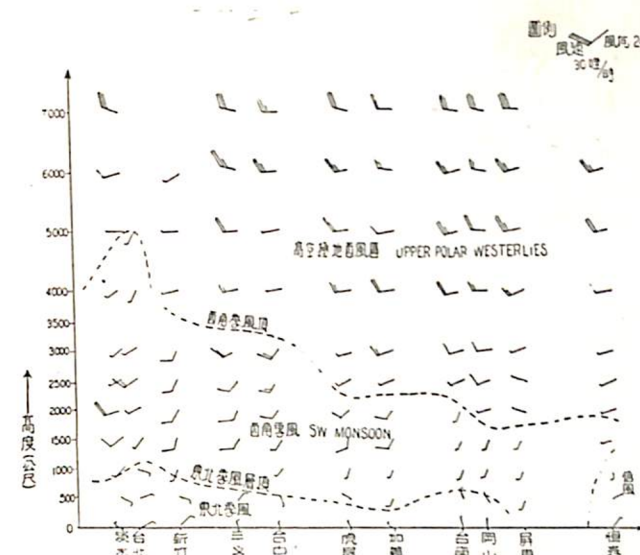
以上各風系之季節變化均極穩定, 逐年變化亦均略近相同 (參考圖從略)。此項事實提供對本區長期天氣預報問題解決之基本有利條件。實際上, 台灣及中國東南地區為全球最大及最穩定之季風制 (Monsoon Regime) 區域。

(三) 台灣區域風場之空間變化

此處係根據民國四十一年, 台灣區域具有最多氣球測風站時之資料以作討論之基礎。計分冬、春、夏、秋四季說明, 分別如圖三 a、b、c、d 所示。圖中縱坐標為高度 (呎), 橫坐標為南北距離, 為沿 121°E, 22°—25°N 之間, 計包括淡水、台



圖三 a 台灣區域元月份南北向風場空間剖面圖 (民41年1月0000Z)。

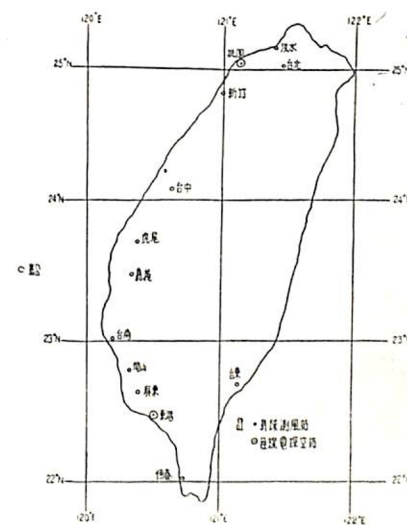


圖三 b 台灣區域四月份南北向風場空間剖面圖 (民41年4月0000Z)。

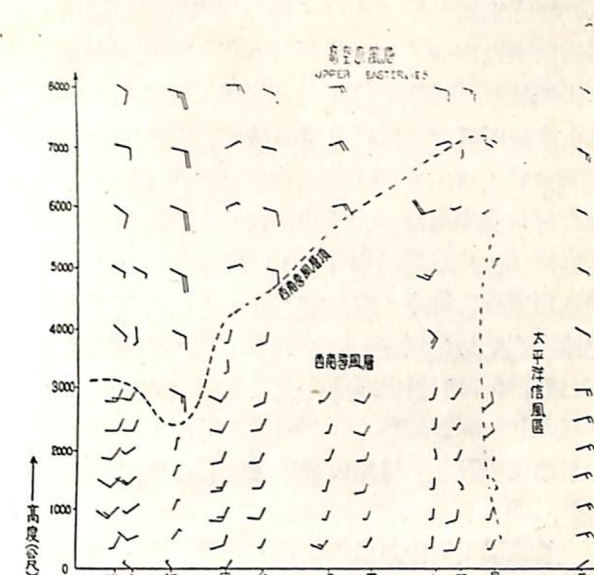
北、新竹、三叉、台中、虎尾、嘉義、台南、岡山、屏東、恆春等十一氣球測風站 (其測站位置各見圖四)。圖中之風以矢線表示, 係月平均資料。茲分別就各季風場之空間變化特徵, 作一說明:

1. 冬季: 以元月份為代表, 見圖三 a。圖中虛線為低層源自蒙古冷高壓之東北季風與高空極地西風間之分界線, 細線為等風速線, 間隔為十哩。就低層東北季風言, 其所及高度係向南遞減, 惟至恆春, 則反見增高, 此以該處已有太平洋信風介入之故。各風系隨空間變化, 藉圖可一目了然, 不另多述。

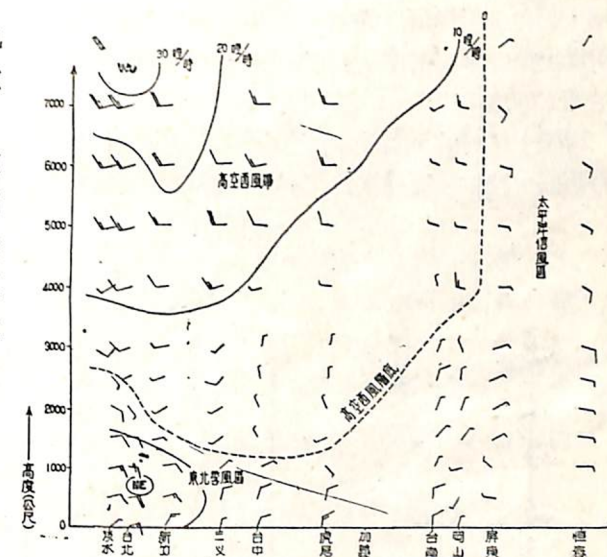
2. 春季: 以四月份為代表, 見圖三 b。各風系



圖四 台灣區域高空風及無線電探空測站位置圖。



圖三 c 台灣區域七月份南北向風場空間剖面圖 (民41年7月0000Z)。



圖三 d 台灣區域十月份南北向風場空間剖面圖 (民41年10月0000Z)。

分佈基本上略同冬季, 惟低層東北季風厚度已遠為平淺, 並顯見與恆春上空之信風系隔開。另外在東北季風層與高空極地西風層之間出現有平均約二千呎厚度之西南季風。西南季風與高空極地西風之差別, 除風向不同外, 另由風之隨高度變化型式亦可看出, 西南季風係隨高度減弱; 反之高空極地西風, 在四萬呎以下者係隨高度增強。本區冬春之間天氣變化有極大差別, 則由於以上所述之西南季風的出現所致。

3. 夏季: 以七月份為代表, 見圖三 c。本季之

氣流型式恰與冬季者相反，即低層風向來自西南，高層則來自東向（可參看圖三 a），此兩完全相反之大規模風系隨季節的交替而出現，即說明台灣區為全球最顯著之季風區（呈直接熱力環流型 Direct Thermal Circulation，冬季陸地較海面為冷，空氣自陸地，向海洋，夏季陸地較熱，空氣復自海洋吹向陸地，由連續方程考慮，低層空氣輻散，必伴隨高層空氣之輻合，故無論冬夏，本區之上下層，氣流方向均呈相反）。同時由圖可見，此西南季風在台灣西南部有最大厚度（一般均向上伸展至五千呎以上），配合地形（西南部為迎風面，並有中央山脈迫使擡升），故造成眾所周知之台灣西南部之夏季雨季。

4. 秋季：以十月份為代表，見圖三 d。在本季之後期（十、十二月）一般言，復還原為冬季之基本型式（參閱圖三 a），季風層厚度猶較仲冬為大，強度亦然。惟一般言，在北回歸線（23.5°N）以南，仍以太平洋信風為主，本季之先期（九月），信風更掩有本區全部。本期中颱風侵襲頻仍，即由於此（信風導引）。

根據上述討論，可見本區各季風系之區域分佈均有不同，特以冬夏差異為尤甚（一屬溫帶天氣型

，一屬熱帶天氣型）。區中各季所呈現於各地之天氣，均自成一型，此即與本文所述及之風場之空間分佈大有關係也。

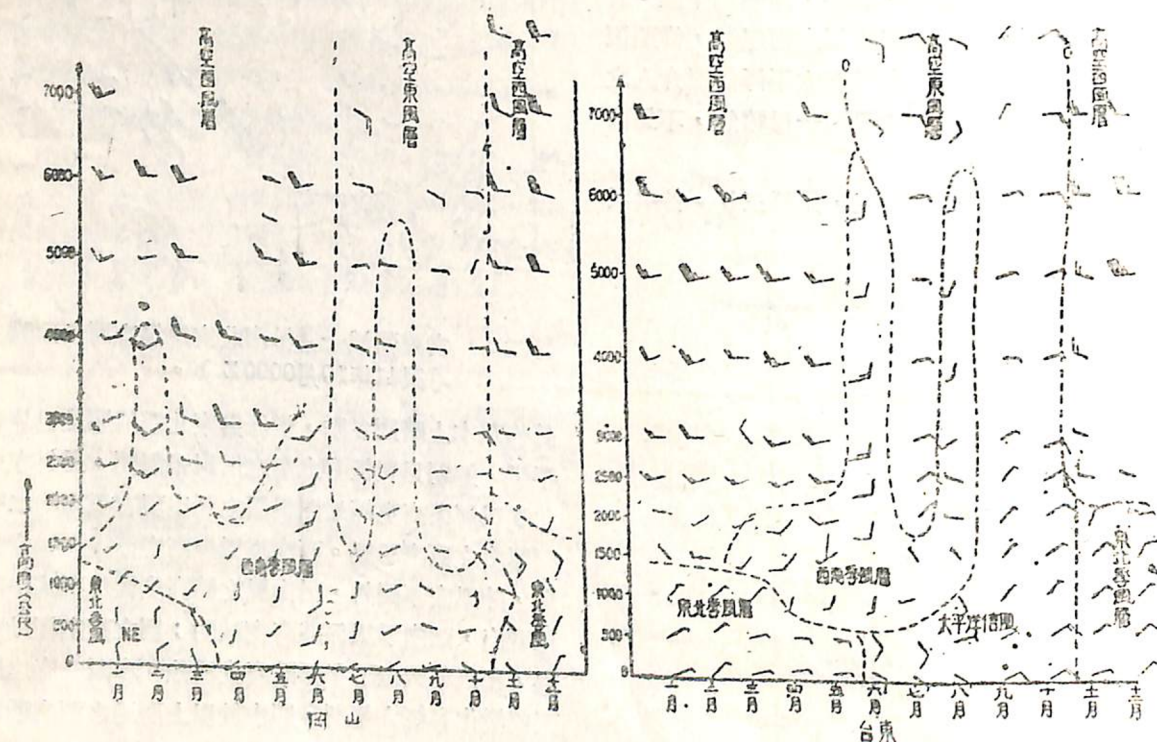
四、中央山脈對台灣平均風場之影響

台灣區東西向之最大闊度不超過 160 公里，故就同一時間風場之東西向分佈言，在基本上應屬一致。但揆諸實情低層之風系却有甚大之差別，此種差異，顯然乃由於縱貫台灣之中央山脈所造成。此可由東西兩側同緯度測站風場剖面圖明顯看出，茲略舉民三十九年台東及岡山二地之風場時間剖面圖為例，（參見圖五），藉供參考。

夏季山脈兩側之低層風可謂完全不屬同一之風系。造成夏季西南部雨季之西南季風僅局限山脈西側。冬季雖同屬東北季風控制，但西部之厚度顯較東部者為淺，且風向亦轉變為偏北來之風。另外值得特殊注意者，此種山脈影響至一千公尺以上（台灣南部情形）已漸趨不顯。民四〇年該兩地之圖亦支持上述事實（附圖略）。

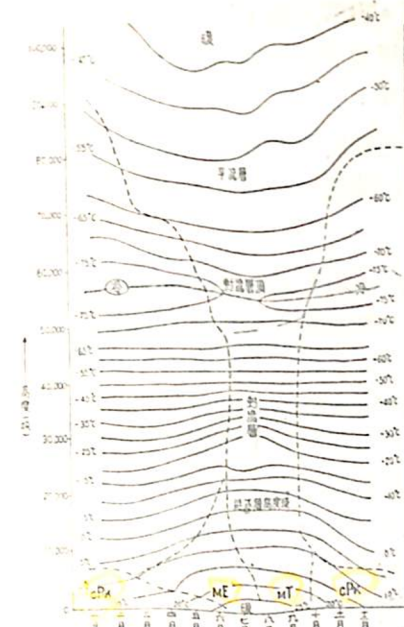
（a）台灣上空之平均溫度場

溫度場與風係直接相關（有關風隨高度變化，一般均藉溫度場決定之熱力風公式解釋）。有關台灣上空之平均溫度場，茲舉民四十九年桃園上空者



圖五 中央山脈對台灣上空平均風場之影響（以民 39 年 1—12 月岡山與台東高空風為例）。

此處係以民四十九年者為例，（參見圖七）。圖中縱坐標代表高度，橫坐標分別代表溫度（°C）與風速（英里/時），茲就風場與溫度場分別討論如下：



圖六 台灣北部上空溫度場時間剖面圖（以民 49 年桃園探空資料為例）。

為例（參見圖六）。圖中縱坐標代表高度，橫坐標代表月份，實線為間隔 5°C 之等溫線。粗實線為對流層頂，虛線為各氣團（即各風系）之分界線。藉圖可一目瞭然自地面至三十公里（十萬呎）高空溫度場分佈及其變化。茲扼要說明：

1. 相對於圖一風場分佈，各風系之溫度均各不同，計可分：

變性極地冷氣團（cPk）——出現於冬半年之低層。

赤道海洋暖氣團（mE）——出現於六至八月。

熱帶海洋暖氣團（mT）——出現於八至九月。

其溫度分佈： $mE > mT > cPk$

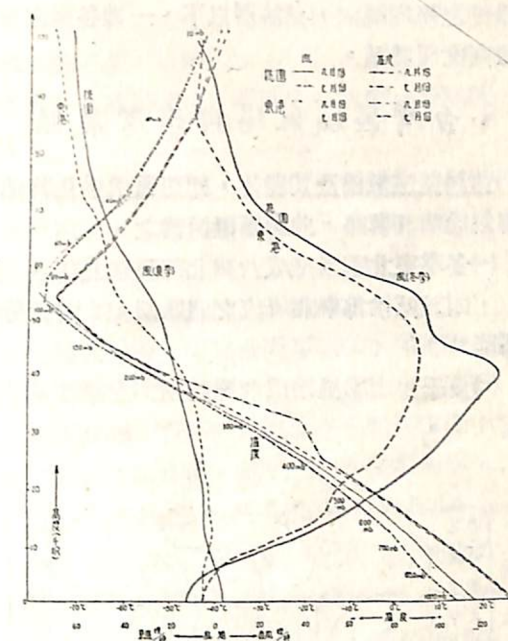
2. 對流層頂之高度全年均少變化，平均約位於六萬呎，惟其溫度值則顯有不同。二月份最低，約 -79°C。七月份最高，約 -74°C。

3. 結冰層高度以二月份為最低，平均約近一萬呎。八月份為最高，約在一萬六千呎左右。

4. 就地面言，溫度以一月份為最低，七月份為最高。在高層顯見落後。

5. 約在四萬四千呎左右，全年溫度均略相同，約為 -60°C。

（b）台灣上空冬夏溫度場與風場比較



圖七 民國 49 年台灣北部（桃園）南部（東港）上空冬夏之風與溫度之比較。

1. 風場剖面：

(1) 冬夏分佈各異，在冬季風速呈波狀分佈，最大出現於近四萬呎高度。夏季呈線狀分佈，最大值出現於圖中高度之最高點。

(2) 冬季，風速平均言遠大於夏季，隨高度之變化率（ $\frac{d\bar{v}}{dz}$ ）亦遠大於夏季。就台灣北部（桃園）與南部（東港）之風差（ $\frac{d\bar{v}}{ds}$ ）言亦以冬季為大。

(3) 桃園、東港兩地，無論冬、夏在 850mb—700mb（五千至一萬呎上空）層內風速差異值最小， $\frac{d\bar{v}}{dz} \div \frac{d\bar{v}}{ds} \div 0$ 。

2. 溫度剖面：

(1) 在對流層頂以上桃園、東港兩地，無論冬、夏，水平溫度梯度（ $\frac{d\bar{r}}{ds}$ ）均近於零，其意為：台灣南北部在該層之上溫度近相等。在該層以下，較為複雜，一般言，夏季 $\frac{d\bar{r}}{ds}$ 小，冬季 $\frac{d\bar{r}}{ds}$ 大，但在 200mb 以上（四萬呎）無論冬夏，南北之 $\frac{d\bar{r}}{ds}$ 均

小。

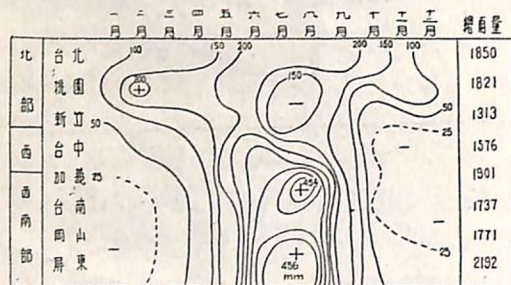
(2)對流層頂處為 $\frac{dr}{dz} < 0$ (其下)及 $\frac{dr}{dz} > 0$ (其上)之分界處,在該層以上一般言,一地冬夏溫度之差均頗大,在該層以下,一地冬夏之溫差係隨高度而遞減。

三、台灣區域風場與台灣氣候

台灣區域氣候及其變化,即可藉風場及其地形影響以說明其要略,此處僅概括言之。

(一)冬季東北季風造成台灣北部及東部之「雨季」,因該區恰為東北氣流之向風面。(雨量分佈參閱圖八)。

(二)夏季西南季風造成台灣西南部之雨季。(參閱圖八)。



圖八 台灣區域自北至南逐月平均雨量 (mm) 分佈圖 (資料時間為民35—50年,部份地區時間稍短)。

(三)夏秋之間以東南信風盛行,而使源自低緯太平洋之颱風,受其導流,常時侵襲台灣。

由於前述以上三種風場均甚穩定,出現時間亦均有一定規律,而造成上述三者吾人區域最顯著之季風氣候特徵。

四、台灣區域長期天氣預報

上經述及,台灣氣候係受制於台灣之風場,是以台灣風場可作為長期天氣預報之基礎。以下所發展之幾種長期預報方法均係歸源於對風場分析,強度變化,距平變化等者,此處茲分述之:

(一)季節性之天氣預報

1. 春秋變易期之時間預測:

春季之結束可視為對冬半年之「高空極地西風」及「低層東北季風」向北退出本區時間之預報,而秋季之開始亦可視為夏季風消退(即夏季高空東風及低層太平洋信風向東南退出本區)時

間之預測。有關於此,筆者曾就民四十五年至五十年冬夏季風之消長隱現作過調查,發現兩者時間均頗一定,即:

冬季風退出本區之時間一般均在六月之中旬與下旬。在該時後,來自北方之冷空氣將不再侵入台灣。

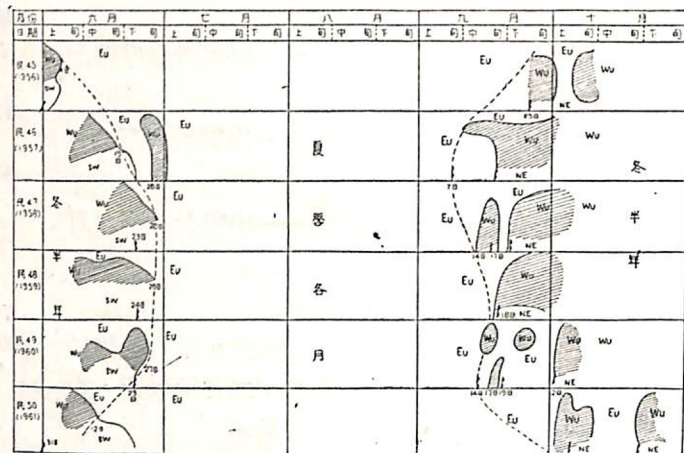
夏季風退出本區之時間一般則在九月下旬或十月之上旬,此實際亦即台灣「颱風季」之結束。

此項結果可示之於如圖九。該圖需少加說明。圖中斜線區域表冬半年代表性之風——高空極地西風,中間空白區域表台灣夏季風持續時間(即高空東風)。圖中並附繪地面之冷面。上述之冬季高空西風及冷面並均註明出現或隱沒日期(見各圖中底下數字),藉便決定每年隱現之時間。而上述結論即藉該項數字決定者。上述變化日期在長江以南均略相近。參閱「氣象預報與分析」一至三期譯述「東亞大氣環流」一文。

由上述冬夏季風隱現時間之所得結論,參以逐年波動之幅度(見圖中之虛線),則可作出未來春秋變易期出現時間之預測。

2. 冬夏半年持續時間之預測:

由圖九中冬夏季風隱現時間之逐年波動曲線(虛線)可得一極重要之認識,即:一年中冬夏季風之出現係具相反之關係,亦即「出現較早,則其隱



圖九 民國45年至50年冬夏季節之交替日期逐年變化圖(引自桃園無線電探空資料)。圖中縱坐標為高度,自地面至高空10公里。橫坐標為時間。斜線區表冬半年高空西風層(Wu),Eu——高空夏季東風層,SW——西南季風,NE——東北季風。虛線表每年交替日期(見圖中數字)之聯線。圖中並附繪冷面符號。

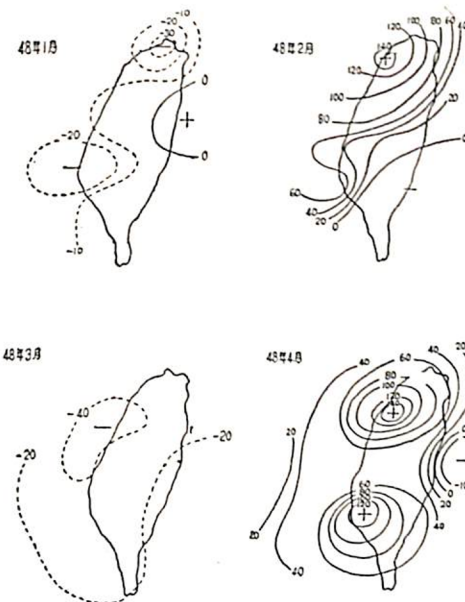
沒亦較遲」(例見圖中民四十五及五十年,該兩年夏季均特長)及「其現較遲,其沒亦早」(見民四十六至四十八年)。更重要之事實為,其逐年變化並非散亂無規,乃係呈正弦式之波動。故祇需獲知該年波動之「相位」,則可約略獲知次年冬夏季之持續日期。

(一)逐月天氣距平變化之預測

1. 冬半年各月——

此處擬藉民國四十八年一月至四月之例以說明:

在該四個月中台灣各地雨量雨日分佈經已獲知



圖十 民國48年1—4月台灣區域雨量距平變化之例(單位mm)。圖中1月份為負距平,2月份正距平,3月份負距平,4月份正距平。交替出現。

,見表一。另外並藉與準平均值比較(因本軍各氣象測站紀錄,最多僅有十餘年之平均值)而求出其正負距平值(參閱表一及圖十)。由距平變化可見:

一月份一負距平(雨量) 二月份一正距平
三月份一負距平 四月份一正距平

由圖十並可見各正負距平中心之區域分佈,由圖亦可見各距平變化值均甚大,特以出現正距平之時。

一月中雨量雨日之多寡與月平均天氣優劣略成比例。故雨量雨日距平變化亦即為該月天氣變化之特徵。由此處所列該四月之例亦可見其天氣

均屬反常,特以二月與四月。現吾人再審察該四月份之環流型式及其變化:

一月份:屬強環流(低指標),該月計有五次強寒潮侵襲台灣。平均界面位置均在台灣以南頗遠(此處備有該月之地面平均圖及界面頻率區域分佈圖,因製圖不便,故略去)。

二月份:屬弱環流,界面則在台灣一帶盤旋(圖略)。

三月份:屬強環流,本月份寒潮猶較二月份多一次,計四次,且均甚強。在東北季風中之時日,亦較二月為多。

四月份:略同二月份,(圖略)。

由上環流分析,可見台灣區域冬季雨量距平係與環流強弱有關,即:

1. 強環流時(實際亦即東北季風較強之時)台灣全區月平均天氣較佳,雨量雨日少於平均值。

2. 弱環流時天氣較劣,雨量雨日多於平均值。

3. 強,弱環流係交替出現,此處之例周期約為一月。與 Monin及Gruza兩氏結論均近似。

筆者調查其他各年相同季節,結果亦甚一致,故上述三點結論相信可用作冬季月平均天氣預測之法則。

2. 夏季各月——

民四十八年七至八月天氣可為此項研究之最佳之例。其雨量雨日資料見表二。雨量距平分佈見圖十一。

吾人如加分類可得:

七月份一正距平(雨量)

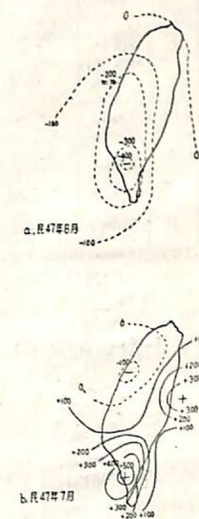
八月份一負距平

由圖可見距平中心分佈位置,並可見正負距平變化值極鉅。

該兩月之環流特徵如后:

七月份:(一)溫妮颱風過台灣中部(中旬)(二)華南低壓(下旬)造成台灣區域之強西南氣流(西南季風),經查逐日雨量統計,該月花蓮、屏東兩顯著之正距平中心,即肇因於此。

八月份:無颱風襲台,僅月末有一熱帶風暴過



圖十一 民國47年7—8月台灣區域雨量距平變化之例。7月份正距平,8月份負距平。

表一 民國48年1—4月份雨日雨量及雨量正負距平統計

地名	台北	桃園	新竹	台中	嘉義	台南	岡山	屏東	台東	花蓮	馬公
一 雨日	16	15	16	6	9	9	7	4	7	16	6
雨量	44.7	103.8	44.9	20.9	1.7	11.9	10.0	19.6	22.2	52.4	1.4
月 偏差	-29.1	-17.1	-9.4	-5.7	-22.9	-6.0	-4.6	-1.3	-4.9	+1.4	-20.3
二 雨日	22	23	24	16	11	12	6	3	10	15	16
雨量	244.5	242.4	219.6	153.1	52.1	99.2	11.3	4.1	23.7	88.2	93.2
月 偏差	+127.7	+142.1	+111.3	+92.2	+22.9	+83.5	-2.2	-7.7	-1.1	+9.6	+55.7
三 雨日	14	15	12	7	3	/	4	2	13	20	5
雨量	66.3	28.7	67.4	24.5	5.4	/	1	0.7	26.0	74.3	16.6
月 偏差	-26.4	-28.4	-45.8	-31.3	-27.0	/	-9.6	-10.6	-2.1	-13.0	-20.0
四 雨日	16	16	18	16	11	7	9	9	12	19	13
雨量	225.1	277.4	298.9	177.9	158.4	197.1	273.8	156.0	174.6	84.9	127.1
月 偏差	+71.9	+103.7	+155.2	+56.9	+66.6	+120.8	+189.0	+89.1	+61.6	-12.3	+47.8

(雨量單位：公厘mm.)

表二 民國47年7—8月份雨日雨量及雨量正負距平統計

地名	台北	桃園	新竹	台中	嘉義	台南	岡山	屏東	台東	花蓮	馬公
七 雨日	14	13	12	12	19	15	13	17	13	12	14
雨量	273.5	75.0	40.8	178.6	453.5	679.5	745.0	978.3	250.2	467.3	209.6
月 偏差	+44.1	-26.2	-80.9	-26.1	+85.1	+277.2	+246.9	+521.9	+67.0	+249.4	+156.5
八 雨日	7	4	7	9	14	14	12	20	9	6	7
雨量	116.6	72.1	50.6	95.3	207.5	75.1	45.4	254.7	285.0	182.8	53.6
月 偏差	-83.1	-70.6	-104.5	-245.9	-246.6	-296.2	-382.2	-357.5	-32.5	-49.8	-159.2

(雨量單位：公厘mm.)

境。上空氣流均弱，缺七月份所述之顯著「西南季風」。

在夏季大規模並較持久之惡劣天氣主要係歸因於颱風與強西南氣流。該年八月份兩者均缺，故宜乎雨量為負距平。

五、結論

(一)台灣區域自地面至十萬呎(三十公里)高空風場，無論在時間或空間上之分佈，均極規律並穩定。綜其出現風系計有五：1.東北季風，2.西南季風，3.太平洋信風，4.高空極地西風，5.高空東風。

(二)台灣區域冬夏風場分佈，恰為相反。冬季低

層為「東北季風」，高層為「高空極地西風」；夏季低層為「西南季風」，高層為「高空東風」。亦即所謂「直接熱力環流」。每年絕不例外。

(三)各風系與台灣氣候之關係：冬季東北季風造成北部、東北部之「雨季」。夏季西南季風造成台灣西南部夏季之「雨季」。夏秋之間之太平洋信風之出現，颱風受其導流，致間時侵襲台灣。

(四)台灣低層風場顯受中央山脈之影響，因低層風場改變，致相同緯度之山脈東西兩側各地天氣與氣候亦各殊。

(五)台灣區域除春夏之交短暫季節外，均屬大氣中動能之「源」區。至全年大氣中角動量之變化及輸送，則較複雜。此處並經已分別就各風系情形作

出其定性分析。

(六)由溫度場分析所得，在四萬四千呎高度已不受低層冬夏溫度變化之影響。其全年值均在 -60°C 左右。對流層頂在台灣平均約在六萬呎高度，其高度之年變化甚微。

(七)由於台灣區域上空之風場溫度場分佈及其變化，均有一定規律可循，故可直接用作長期天氣預報之基礎。此處所發展之長期預報法計分兩類：(1)

(上接第十一頁)

$$-10\log P_{\min} + 10\log R_c$$

簡化之，

$$RG = 85.24 - 20\log r \text{ (強烈風暴發展)} \dots (10)$$

同理，

$$GR = 10\log (0.93 \times 10^3) - 20\log r - 10\log P_{\min} + 10\log R_c$$

風暴	強烈風暴發展臨界值 ($Z=3 \times 10^3$ mm^6/m^3)	強烈風暴發生臨界值 ($Z=10^3$ mm^6/m^3)
GR (db)		
r (哩)		
10	65	71
30	56	62
50	52	57
70	49	54
90	47	52
100	46	51

(以上GR之值取整數db)

(上接第二四頁)

六、結論：

(一)葛萊拉為本年度第二個侵襲本省之颱風，本中心對登陸時間，地點以及最大風等預測，均能提供準確報告，尤其對南部豪雨之預測，更為準確，使人員物資等預作防範，使損失減至最低限度。

(二)本中心工作人員，對颱風警報依據過去經驗，審慎處理，且在時效方面亦作到適時適切之地步。

(三)葛萊拉範圍雖小，但發展十分完整，其行經完全受300mb之駛流所支配。

(四)葛萊拉在花連登陸後，威力瞬即

減弱，而本中心為安全計，致使對陣風之持續時間

季節性天氣預報；(2)逐月平均天氣之預報。

(八)有關季節性天氣預報包括：(1)春秋變易季節轉變時間之預測(2)冬夏季節長短亦即持續性之預測。在台灣所謂夏季為，高空極地西風向北退出本區，在地面則不再受冷空氣之侵襲。

(九)有關逐月平均天氣預報係屬對反常及正常天氣可能出現之預測。以雨量，雨日之距平變化為代表。其與本區環流之若干基本關係，經已得出。

簡化之，

$$GR = 90.5 - 20\log r \text{ (強烈風暴發生)} \dots (11)$$

根據公式(11)我們可以獲得 GR 與測距 r 之值，同時給予風暴發展及發生之可能性。

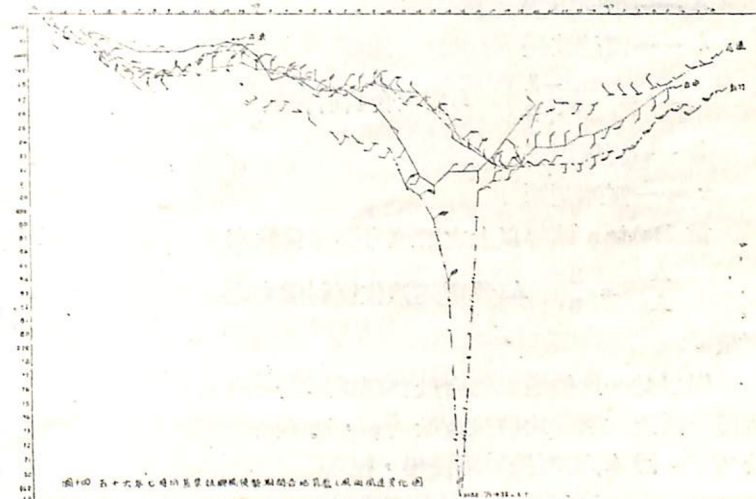
今列一簡表以示例如下：

根據以上之值，若測距為 10 哩之目標，如果 GR 之值在 65—71db 之間可能有強烈風暴在發展中，若超過 71db，則已有強烈風暴發生，其他類推。

六、結論

氣象雷達已在氣象之研究與實際觀測方面佔有很重要的位置，尤其在從事小範圍天氣之研究與觀測的人員不可無氣象雷達之協助，正因為雷達之觀測限於局部之地區，雷達觀測資料研究降雨率以地區性為宜，每一特殊地區應有其特殊之 Z I 關係。

本文之計算僅簡略予以介紹一般性之關係，本省之特殊方程尚有待今後繼續不斷之研究獲得。在未得一確定之結論以前，以上數節所述之方法與結果仍不失為大略估計降雨率之參考，謹以至誠寄望於花蓮雷達站，氣象局與空軍氣象中心之氣象同仁們一致共同努力完成之，使我每年遭受水災之地區得以提前獲得警告而予以預防，使損失減少至最低。



圖十四

預報，較實際為長，風力亦較實際為高。