

臺南地區雷雨發生之天氣型態

林志榮、陳建達、陳益盛、黃柏豪、林冠宏

空軍氣象聯隊第一基地天氣中心

摘要

本研究使用近五年臺南機場氣象資料之統計資料，校驗臺南機場全年雷雨發展之天氣型態，並供氣象人員遇該類天氣系統時能適時應變。研究結果顯示臺南地區於3月至10月均有落雷天氣產生，好發期為7至8月，進一步分析其落雷天氣型態，可分為春、秋季之：鋒面、西南氣流及華南雲帶，及夏季之低壓帶、西南氣流、熱帶擾動、南方雲系、太平洋高壓環流等六類；春、秋二季發生落雷次數雖有鋒面通過，但所佔比例較低，多數發生多集中在夏季，以西南氣流及低壓帶所佔比例最高，當月份於機場上發生落雷日數可達全月份40%左右，而其中並不包括於山區發展未影響臺南機場對流天氣形態，若能加上此一參數，則夏季午後對流發展機率應可接近80%，對飛行實有相當大之影響，不可不慎。

關鍵字：臺南、午後對流、落雷、鋒面、華南雲帶、梅雨、西南氣流

壹、前言

影響臺南機場飛安因素主要為低能見度及落雷，然而現今臺南機場無針對落雷之天氣形態研析報告，無法有效運用於落雷天氣預報，故此藉統計內容並增修訂，做為後續預報落雷發生參考。

一、研究目的

臺灣屬於海島型氣候，水氣充足，且西半部地區多屬平原及臺地地形，臺南機場西側為臺灣海峽，東側為中央山脈，其地形有利於春、秋二季鋒面或華南雲帶對流

雲系抬昇，東面山區有助於夏季午後對流形成，故有效掌握落雷形成時機對於臺南機場甚為重要。隨著氣候逐漸的不穩定，臺灣的地形陡峭複雜，部分的山勢在50公里以內拔起3000公尺以上。如圖1所示，中央山脈由北到南縱貫全島，山脈東側斜坡陡峭，山脈以西坡度較緩(1994年夏季南臺灣午後對流之研究 1994)[1]。

夏季期間，在太平洋副熱帶高壓籠罩下，因海陸及地形斜坡受太陽輻射差異加熱，所引發的海風及上坡風等局部環流的作用，南臺灣午後常有對流性降水發生。

在適當的環流風場及垂直不穩定條件的配合，經常有長生命期(約8 小時左右)的組織性對流系統發生於中南部山區斜坡 (Smolarkiewicz and Rotunno 1990)[2]。

本研究資料來源主要以臺南機場為主，統計近5年來(2014-2018年)的地面落雷危險天氣觀測資料，使用統計學方法及天氣學理論來進行研究，歸納出地區特性及形成落雷天氣特徵，並藉由統計學法了解臺南機場落雷發生時段，調整校驗標準，使落雷校驗表更臻完善。

二、文獻探討

由於午後對流是屬於非常局部性的現象，因此在不同的環境條件下，對流的分布區域、激發、發展及維持的過程均會有所差異。1994 年夏季臺灣地區普遍盛行微弱東風，午後對流大都發生在微弱東或東南風的背風面，最大降雨區的分布明顯偏南(圖2)。

根據個案分析與模擬的結果，將南部地區午後對流的發展過程，分成三個階段以三張簡化的示意圖(圖3)表示，是為中央山脈的東西剖面圖，用來說明對流的初生過程。微弱的環境東風受地形阻擋，在迎風面的低層會產生停滯點以及逆向回流 (Smolarkiewicz and Rotunno 1990)[2]。

因為上波風的建立比海風早，有地表加

熱仍得以越過中央山脈的東風，可以與山脈西側的上坡風產生輻合，在山脈西斜坡激發對流。圖3b 為東西剖面圖，但略偏東北—西南走向，用來說明對流的發展過程。在迎風面的停滯點以及逆向回流，會因地表持續加熱而減弱或消失(Reisener J. M. and P. K. Smolarkiewicz 1994)[3]。

三、專題結構

本研究第貳章為年際分佈，說明年度雷雨天氣大概率分佈之季節；第參章為天氣系統分析，將近五年分析統計結果配合實際天氣系統之雷雨天情形態；第肆章為結論，總結分析結果；第伍章為未來展望；第六章為參考文獻。

貳、臺南機場落雷年際分佈

參考2014至2018年，臺南機場守視範圍內，因雷(TS)、雷雨(TSRA)，不含視區雷(VCTS)等落雷天氣現象，發佈機場危險天氣(HAZAT)之統計日數。

臺南機場守視範圍內月平均落雷日數分布如圖4，最高為8月平均每月佔12.5日，次高為7月平均每月佔12.33次，這二個月份於臺南機場發生落雷日數達當月份之40%之譜，相當於平均每兩日就有乙日有雷雨天氣發生，顯示夏季落雷對飛安影響甚鉅。

再次為5、6及9月，分別為6、7.83及6.67日，達每月之23%機佔當月份之四分之

一；再次為較少之3、4及10月，發生雷雨次數在3次以下，最低為1、2、11及12月均為0次，顯示冬季時未發生雷雨天氣現象。

參、臺南機場落雷天氣系統分析

一、資料來源

本研究收集使用臺南機場測站2014至2018年共5年之機場定時天氣報告(METAR)逐時天氣資料，由天氣現象欄位執行篩選，挑出具有雷雨(TS、TSRA)之天氣現象發生日期與時間，比對每日臺南機場發布危險天氣(HAZAT)紀錄資料，確認為雷雨天氣。

再依據空軍氣象聯隊氣象中心發布之每日預報單比對當日天氣系統，結合當日地面天氣圖及高空天氣圖之各項天氣資料，確認當日天氣系統，俾維資料來源之正確性。

二、資料分析

在資料分析方面，因午後山區對流天氣形態較不穩定，發生雷雨起始時間、起始位置與持續時間均難以掌握，原初步構想以7、8及9月等三個月份之夏季季節做為分析重點，然深入研究後發現，落雷天氣現象僅於1、2、11及12月等冬季月份無發生，故增加統計春、夏及秋等三季均列為研究範圍。

三、分析結果

以近五年資料分析由3月至10月雷雨天氣系統，資料分析結果如下：

3月份，月平均發展雷雨日數0.83日，造成雷雨之天氣系統均為鋒面系統通過臺南地區造之鋒面雷雨，佔100%(圖5)。

4月份，月平均發展雷雨日數2.5日，造成雷雨之天氣系統為：鋒面系統通過及華南雲帶造成臺南地區之雷雨天氣，各佔50%(圖6)。

劉等(1988)[4]，在初冬時期，亞洲大陸為冷高壓所盤據，如華南及臺灣地區為盛行的東北季風所籠罩，往往在華南地區形成雲雨帶而影響臺灣天氣。由於華南的雲帶形成之初，地面系統為無可辨認之綜觀天氣尺度之系統，因此高層的系統為此雲帶生成發展機制，形成雲帶所需的水汽，在低層是因大陸冷氣團經海洋變性，其氣團之溫度及溼度皆增加，水汽含量增多，加上850hPa及700hPa的平流所帶來的暖溼空氣在華南地區匯合，並受動力作用使得雲帶發展，而低對流層的平流層亦有於雲帶的發展，從生成到影響臺灣天氣的時間不一，有時在12時之內就影響，有時最遲至四天之久才影響臺灣，其影響的快慢端視700hPa層上的槽、脊系統的變化而定。因此春初季節，與4月與3月份造成雷雨天氣系統之差異在於影響地面系統之鋒面與低、中層系統之華南雲帶，顯示自4月份開

始，南方較暖之勢力開始增強，在華南一帶形成之擾動亦會隨著700hPa氣流走向進而影響臺灣之雷雨天氣。

5月份，月平均發展雷雨日數2.5日，造成臺南機場雷雨天氣系統為鋒面系統通過，佔100%(圖7)。

經比對4月份天氣形態，5月份僅有鋒面系統，經研判造成原因有以下二點：其一為統計樣本數量不足，其二為5月份至6月份為梅雨季節；張等(2018)[5]指出，臺灣附近及南海地區受到滯留鋒面影響，低層風場呈現不均勻分布的狀況，配合水氣與低層風場輻合加強，致使中尺度對流系統生，在中尺度對流系統發展過程中，其受低層噴流影響，在MCS發展過程中除促進其發展，並使對系統發展旺盛，進而移入臺灣南部，形成劇烈降水。張等(2001)[6]指出，臺灣每年約五月至六月中旬間，存在一明顯降水極值，此極大值由北部地區次高峰往南轉變為主高峰，即為臺灣之梅雨，此期間降水性質屬連續性，間或夾帶雷陣雨及豪雨。故華南雲帶影響時間較久之情況下，視為梅雨天氣形態並結合華南雲帶，以在天氣系統選擇上，由空軍氣象聯隊氣象中心所提供之天氣系統內容有「鋒面及華南雲帶影響」之表現方式，然為求研究單純性，排除過於複雜之複合式天氣系統造成統計上之混亂，又無法達到

研究之目的，故最終決擇以鋒面為主體表現方式呈現。

6月份，月平均發展雷雨日數7.83日，造成雷雨之天氣系統為：鋒面系統佔33.3%，西南氣流佔67.7%(圖8)。

由天氣系統比例可知，6月份鋒面影響大幅度減少，進而取代雷雨發展之天氣系統轉變為西南氣流，童等(2009)[7]指出，盛行於此期間之降水系統可依據其初生之區域分成三大類：陸生型、海生型及混合型，其中又以前兩類為主要群，且兩者個案數發生比率相當，於發展時間上，陸生型主要起始於日間，其發展延時較短，海生型則多於夜間生成，並擁有較長的延時。此外，陸生型多與午後雷雨系統密切相關並無明顯日變化訊息，海生型則無。平均而言，陸生型降水特徵為系統集中，含較大的對流性降比率與閃電密度。海生型則常為大範圍的降水並伴隨較大比率的層狀性降水較小的閃電密度。陸生型多發生於西南氣流較弱的弱綜觀環境下，伴隨有較高的對流可用位能(CAPE)與較低的對流抑制能(CIN)，而海生型則多展展於強盛的西南氣流與較溼潤的大氣條件下，且伴隨著較小的CAPE與較大的CIN。

因此當天氣形態的轉變由北方系統轉變為南方系統影響，對實際守視雷雨天氣現象需要更加具有警覺性。

7月份，月平均發展雷雨日數12.33日，造成雷雨之天氣系統為：西南氣流佔57.1%，熱帶低壓環流與太平洋高壓環流佔14.3%，低壓帶與南方雲系佔7.1%(圖9)。

由天氣系統比例可知，北方勢力造成之鋒面系統在7月份已不復存在，且除了西南氣流、太平洋高壓環流、低壓帶與南方雲系等弱綜觀天氣系統造成的雷雨之外，熱帶擾動(包含颱風、TD等)亦是造成雷雨之成因之一，且比例不低估了14.1%。依據氣象應用推廣基金會[8]，西北太平洋颱風大多形成於間熱帶輻合區(ITCZ)內，在此區內，一對流旺盛，可發展成高聳的積雨雲(Cb)，雲中有強烈的雷雨胞，颱風環流內特別是雲牆(Wall Clouds)中都是積雨雲。

8月份，月平均發展雷雨日數12.5日，造成雷雨之天氣系統為：低壓帶佔50%，西南氣流佔及熱帶低壓環流佔21.4%，太平洋高壓環流佔7.1%(圖10)。

由天氣系統比例可知，8月份由熱帶低壓環流系統造成之雷雨天氣，較7月份大幅度上升15.5%，達到了21.5%，佔去雷雨天氣達五分之一強。

9月份，月平均發展雷雨日數6.67日，造成雷雨之天氣系統為：鋒面及西南氣流佔30%，熱帶低壓環流佔20%，太平洋高壓環流及低壓帶各佔10%(圖11)。

由天氣系統比例可知，9月份鋒面系統造成之雷雨又重回年際循環當中比例達30%，另本月份亦有熱帶低壓環流造成之雷雨，其配比亦不低估了20%，顯示在入秋時節，仍不能低估熱帶擾動對臺灣地區降雨、落雷之影響力。

10月份，月平均發展雷雨日數1日，均為鋒面系統通過臺南地區造之鋒面雷雨佔100%(圖12)。

相較於9月份之天氣系統，10月份就只有鋒面系統而顯得單純許多，歸究其原因為熱帶擾動影響臺灣地區快速的減少與南方暖溼形態的天氣系統受到大陸高壓快速的增強，進而抑制西南氣流及低壓帶，使其影響範圍向低緯度地帶區移動有關。

肆、結論

研究結果顯示臺南地區於全年當中之3月至10月均有落雷天氣產生，好發期為7至8月，其中8月平均每月佔12.5日，次高為7月平均每月佔12.33次，這二個月份於臺南機場發生落雷日數達當月份之40%之譜，相當於平均每兩日就有乙日有雷雨天氣發生。

好發於夏季(7至9月)之落雷天氣系統(表1)，依統計資料顯示主要由低壓帶、西南氣流、熱帶低壓及太平洋高壓環流組成，且發生次數較春、秋兩季顯著增加，

顯示夏季造成之落雷對飛安影響甚鉅。

再次為5、6及9月，分別為6、7.83及6.67日，達每月之23%機佔當月份之四分之一；再次為較少之3、4及10月，發生雷兩次數在3次以下，最低為1、2、11及12月均為0次，顯示冬季時未發生雷雨天氣現象。

另分析熱帶低壓環流(包含颱風、熱帶擾動等)，於7月至9月夏季期間，亦為好發成因之一，所佔比例為14.3%至21.4%，故於熱帶低壓影響期間，仍不能低估熱帶擾動對臺灣地區降雨、落雷之影響力。

進一步分析其落雷天氣型態，可分為春、秋季之：鋒面及西南氣流，及夏季之低壓帶、西南氣流、熱帶擾動、南方雲系、太平洋高壓環流等六類；春、秋二季發生落雷次數雖有鋒面通過，但所佔比例較低，多數發生多集中在夏季，以西南氣流及低壓帶所佔比例最高，當月份於機場上發生落雷日數可達全月份之40%左右。

伍、未來展望

一、增加研究統計資料庫

本次研究僅針對於臺南機場近5年觀測資料進行統計，來了解機場發佈落雷天氣之特性，可作為臺南機場預報上之參考，使預報人員能更掌握臺南機場之氣候特徵，惟囿於觀測資料僅以近五年資料來進行統計，所歸納出的校驗項目有待實際運

用，期許未來以每五年校驗經驗來進行調整修訂，並可利用資料庫進行十年以上統計分析，有利於提升資料之可靠度，俾使落雷校驗表可望達到所預期的預報工具。

二、增加天氣系統之嚴謹性

本次研究為求簡化，僅依據空軍氣象聯隊氣象中心所發布預報單內容，做為天氣系統分析，爾後期能增加中央氣象局所供應之天氣系統，比對本軍發布資料，並結合當日地面天氣圖及高空天氣圖之各項天氣資料，確認落雷當日之天氣系統，俾維資料來源之可靠度。

三、針對天氣系統分析差異

本次研究僅為針對年際落雷天氣進行統計之結果，並未詳細探討不同天氣系統造成之落雷成因，列舉如下：

因4月份起造成雷雨之天氣系統為：鋒面系統通過及華南雲帶通過臺南地區造成之鋒面雷雨，與3月份之差異在於地面系統之鋒面與低、中層系統之華南雲帶，爾後期能深入研析比較鋒面與華南系統通過臺南機場所造成之雷雨天氣時，針對地面層、850hPa、700hPa及500hPa等天氣圖及斜溫圖分析，比較各空層之差異，以進一步增加對中、大型尺度造成落雷天氣現象氣時大氣垂直結構之瞭解。

再如由7月起至9月，開始出現因低壓帶及太平洋高壓環流等弱綜觀系統，所造成之落雷天氣，本篇研究僅統計發生落雷日數，未能詳加探討日變化，實為不足之處，爾後期能針對夏季弱綜觀系統下，針對午後對流、山區對流或海陸風對流造成之垂直大氣變化造成之落雷，對好發時段、發展地區及移動方向詳加分析，能更有效維護飛行安全。

陸、參考文獻

- [1]林熹閔、郭鴻基，「1994 年夏季南臺灣午後對流之研究」，大氣科學，249-280。
- [2]Smolarkiewicz, P., and R. Rotunno, 1990: Low Froude number flow past threedimensional obstacles. Part II: Upwind flow reversal zone. *J. Atmos. Sci.*, 47, 1498-1511。
- [3]Reisener, J. M., and P. K. Smolarkiewicz, 1994: Thermally forced low Froude number flow past three dimensional obstacles. *J Atmos. Sci.*, 51, 117-133。
- [4]劉煥湘、曾忠一，初冬華南雲帶之生成發展及對臺灣北部天氣之變異，1988。
- [5]張文弘、楊宏宇，劇烈降水模擬預報之研究-以西南部梅雨季降水個案為例，2018。
- [6]張培臣、劉廣英，臺灣梅雨季豪雨個案之分析與模擬，(2001)。
- [7]童崇旗、周仲島，西南氣流實驗期間之降水特徵與相關環境型境，2009。
- [8]氣象應用推廣基金會，颱風的生成、發展、生命史
(www.metapp.org.tw/index.php/weatherknowledge/37-typeoon/47-2008-12-24-07-19-37)。
- [9]陳明毅、許恒韶、翁少于、張函，「臺南機場濃霧校驗表分析及修訂」。

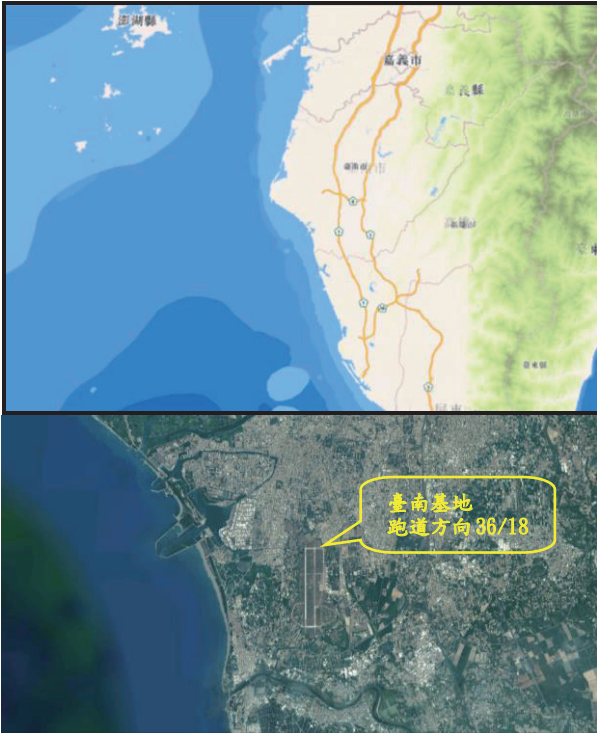


圖1 臺南機場及其週邊地型圖

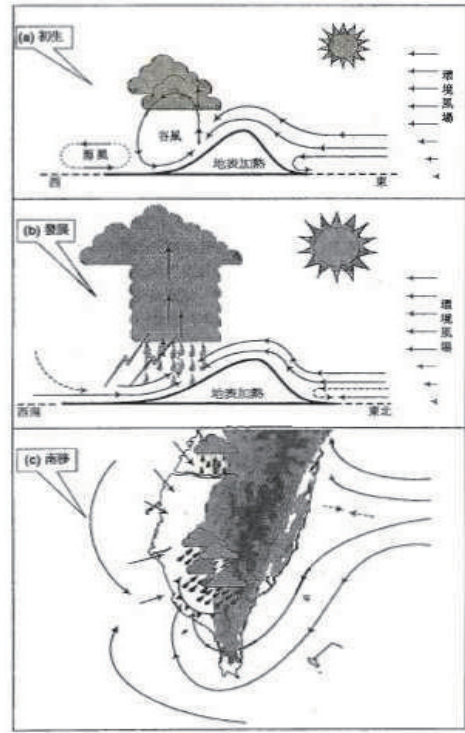


圖3 1994年7、8 月之午後對流總降雨量分布，左上角分別標示日期、總雨量及單站最大降雨量；右下角的灰階表高度是以單位最大降雨量為參考值所繪



圖2 1994年7、8 月之午後對流總降雨量分布，左上角分別標示日期、總雨量及單站最大降雨量；右下角的灰階表高度是以單位最大降雨量為參考值所繪製

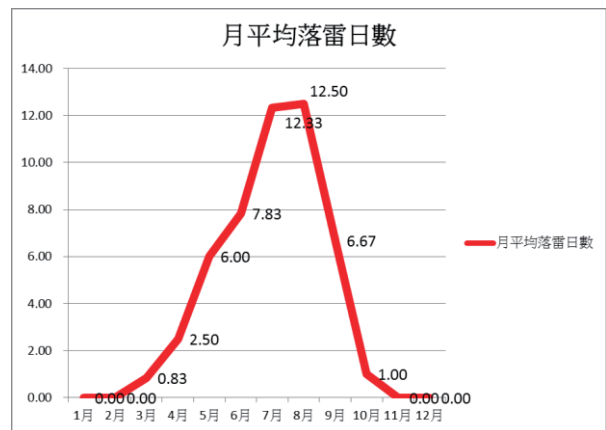


圖4 2014-2018 臺南機場守視範圍內月平均落雷日數分布，最高為8月平均每月佔12.5次，最低為1、2、11及12月均為0次

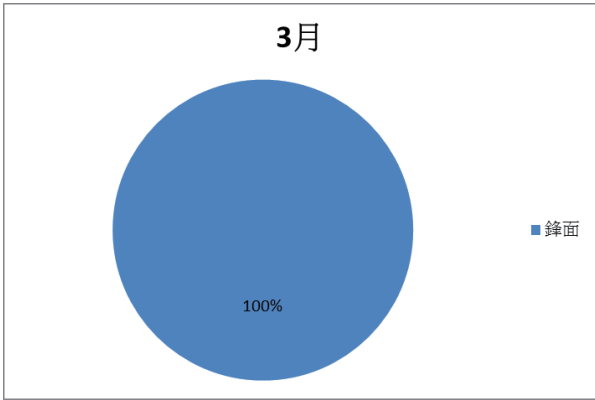


圖5 2014-2018 3月落雷天氣系統比例圖

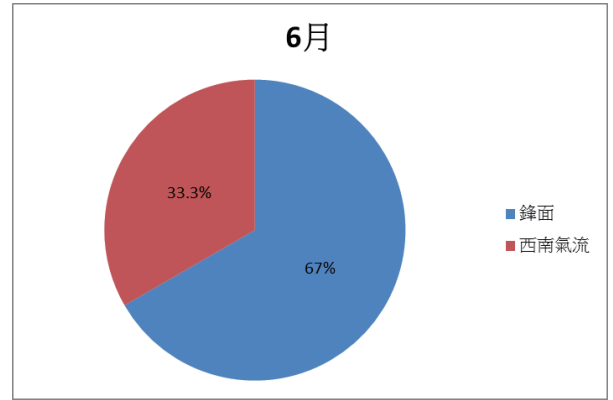


圖8 2014-2018 6月落雷天氣系統比例圖

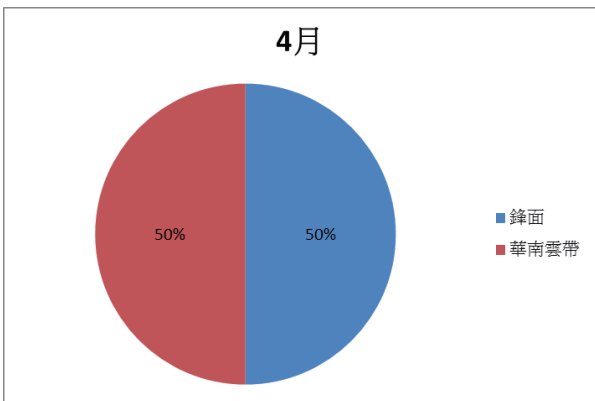


圖6 2014-2018 4月落雷天氣系統比例圖

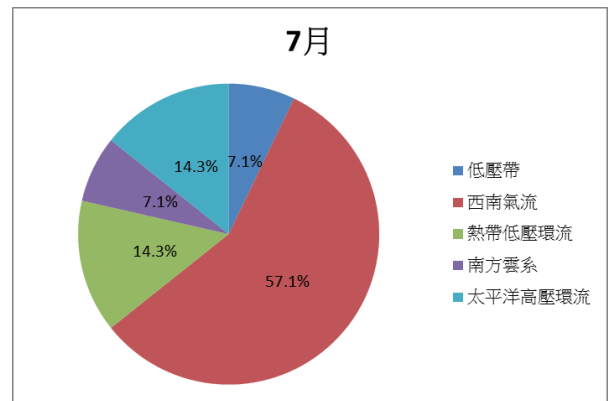


圖9 2014-2018 7月落雷天氣系統比例圖

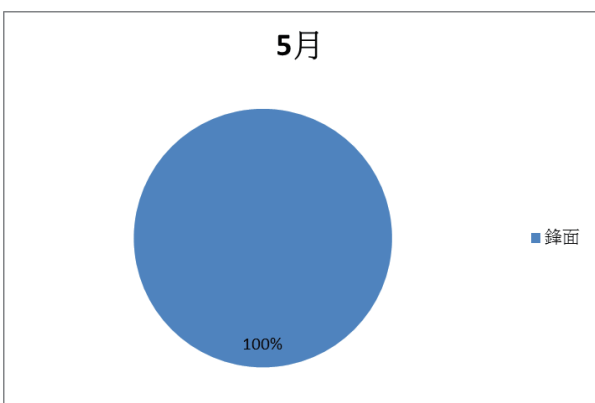


圖7 2014-2018 5月落雷天氣系統比例圖

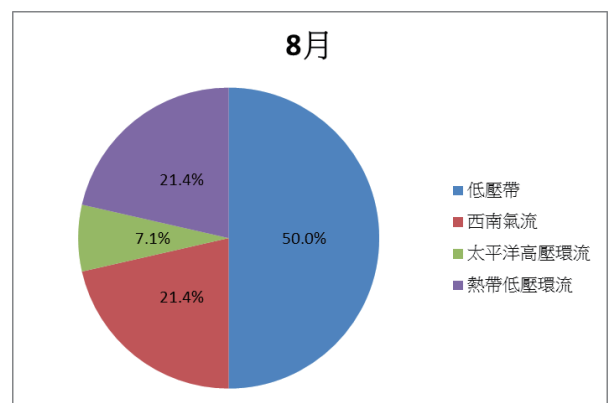


圖10 2014-2018 8月落雷天氣系統比例圖

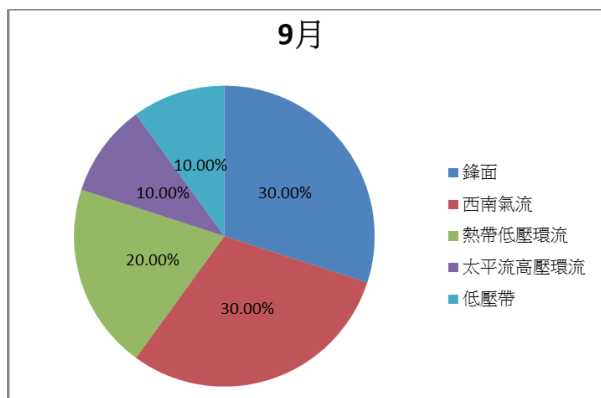


圖11 2014-2018 9月落雷天氣系統比例圖

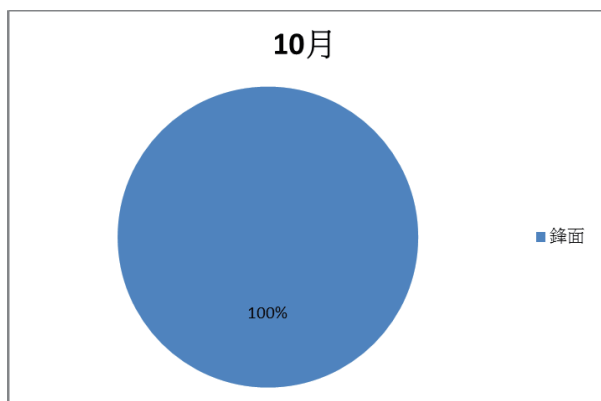


圖12 2014-2018 10月落雷天氣系統比例圖

表1 落雷天氣系統比例 單位：百分比%

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
鋒面	100.0	50.0	100.0	66.7			30.0	100.0
華南雲帶		50.0			7.1			
低壓帶					7.1	50.0	10.0	
西南氣流				33.3	57.1	21.4	30.0	
熱帶低壓環流					14.3	21.4	20.0	
太平洋高壓環流					14.3	7.1	10.0	