

# 岡山地區龍捲風之調查與研究

徐 鐵 岡

## 摘 要

龍捲風為大氣中一種最強烈之旋風，乃屬中小範圍。其極度不穩定的大氣，造成劇烈天氣其發生時間較其它惡劣天氣為短，而損害與破壞性卻是其它惡劣天氣所無法比擬。造成龍捲風之因素，由地面至 400 MB 高空均有不穩定因素構成或聯合形成。本文僅探討岡山地區 62 年 6 月 13 日發生龍捲風之天氣型式，大氣結構與氣團特性。

### 一、前 言

由於龍捲風發生之時間短暫或因其範圍小，故有關之龍捲風資料蒐集甚為缺乏難免造成遺漏。自民國 61 年至 70 年十年間台灣岡山地區，經調查蒐集可得資料僅為 62 年 6 月 13 日 1620 L，該龍捲風行經文康中心，健康村後消滅，省立岡山中學圍牆倒塌，好公道飲食店附近招牌飛舞滿天，一停放之摩托車遭風吹颯倒走，該龍捲風因其歷時短暫範圍較小未造成重大之損害。當時本場岡山測站前後四小時逐時天氣資料如下：62 年 6 月 13 日 12 -

25 1620L 14: 024MB 25 657MB 457MB	25 1635L 14: 024MB 24 657MB 457MB	24 1645L 14: 024MB 24 657MB 457MB	24 1700L 14: 024MB 24 657MB 457MB	24 1800L 14: 024MB 23 657MB 457MB
<12L>	<13L>	<14L>	05L>	06L>
2004L 14: 024MB 23 657MB 457MB	23 2004L 14: 024MB 23 657MB 457MB	23 1904L 14: 024MB 22 657MB 457MB	24 1904L 14: 024MB 23 657MB 457MB	24 1904L 14: 024MB 23 657MB 457MB
<1635L>	<17L>	<18L>	09L>	<20L>

MB 線分析)，找出有關之鋒面與小型氣旋。

三、分析繪製 850、700、500 各等壓面之濕度與等風速線（低層）找出濕舌、乾舌軸線，及最大風軸線。

四、分析繪製 300、200、等壓面等風速線，

20 時。

由以上資料顯示，本場測站未受龍捲風波及，僅風向、風速由 1600 時→1635 時，東南風 8 哩（140°/8KTS）轉為南南西 14 哩（200°/14 KTS），風速增強 6 哩。

### 二、資料蒐集及研究方法

一、蒐集當日地面 850、700、500、300、200，各等壓面之資料及 0800 L 東港與馬公之探空資料。

二、重新分析地面天氣圖（因梯度甚大，以 2

找出最大風速軸線。

五、重新分析當日 0800 L 東港、馬公之探空資料，求其因子並製表。

六、綜合研究與分析。

### 三、龍捲風生成可能需要之大氣條件

龍捲風生成的機制、到目前為止，仍然有甚多的問題，有待我們去研究探討。但氣象專家們一致認為龍捲風的出現必與強烈熱力對流或雷雨同時發生，即如果近地面有一層濕熱空氣，上面又有很厚一層溫度直減率很陡的空氣，這就構成龍捲風生成的初步條件。又 John（1969）提出龍捲風之直接成因，可能是恰好在冷鋒前方的暖空氣之劇烈上升，與冷鋒雷雨同一性質，即暖空氣之劇烈上升作用所造成。在其出現之前，常先有乳房狀積雨雲，表示大氣極不穩定。春季與初夏，沿風變線兩側冷暖氣團溫度之相差，增加至最大值，這種差異常可加強暖空氣之上升作用，使龍捲風因而肇端。

根據以上的說法，顯著的不穩定為一重要因子然而此種情況也可能沒有龍捲風發生，可見一定還有些其他的條件使得周圍空氣流入，填塞低壓區之前，中心得以驟然變深。也許是垂直不穩定和動力激盪相結合，前者提供運動的能量；後者把氣流的強烈切變帶到產生必需旋轉的關鍵點上。

又龍捲風一經生成，強烈的對流運動就能維持這個旋渦，一直到位能消失，摩擦作用將旋風破壞為止，其時間尺度為幾分鐘→幾小時，平均約幾十分鐘，水平尺度為 200 公尺—2 公里，垂直尺度為 < 10<sup>3</sup> cm，其壓力和速度之分佈情況一如颶風，要利用理想渦流特質才便於分析。（圖一）為龍捲風旋渦的理想模式，在漏斗狀氣柱之內是強烈上升運動，氣柱邊緣則空氣下降。



圖一 龍捲風的垂直氣流

根據 Holtan（1971）旋轉風（cyclotrophic wind）公式  $\frac{V^2}{R} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n}$ （氣壓梯度力與離心力平衡），可知在實際天氣現象中龍捲風屬於旋轉風級的運動。又此現象以在低緯度區為多，因為該處柯氏參數（ $f = 2\Omega \sin \phi$ ）小，故可以忽略柯氏力不計。

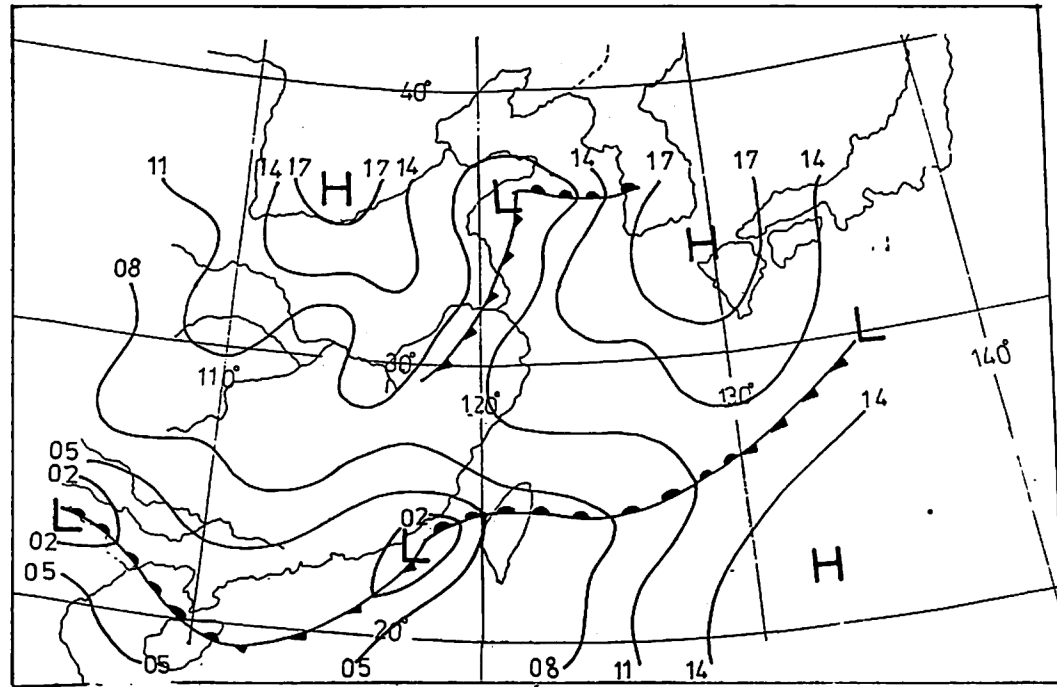
由以上的討論可知龍捲風的生成必須具備許多特殊的條件，所以也只有極少數的地方比較容易育成龍捲風。

### 四、個案研究分析之結果及討論

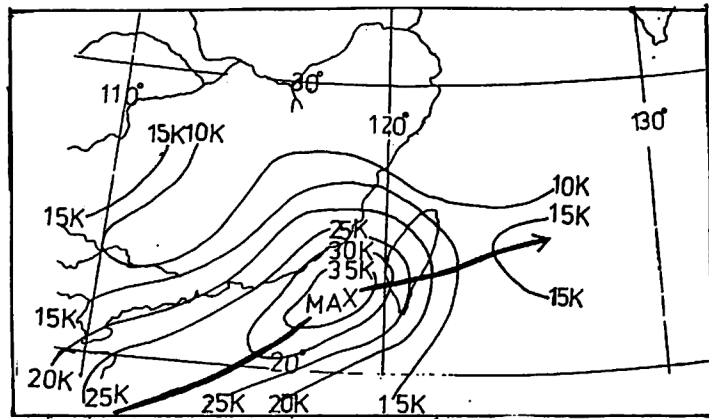
一、一般天氣情勢：

該日 0800 LST 地面天氣圖鋒面正通過本省台中、南部地區尚於暖區中，而本場岡山自 6 月 12 日 0655 LST 起至 6 月 14 日 1617 LST 止即連日下雨（除 6 月 12 日 1125~1405 LST 短暫雨停）由地面圖上（圖二）於馬公西方有一小型氣旋波，西南向之等壓線引進大量之潮濕空氣，強烈的地面及低層風速，於岡山地區附近形成一幅合氣流，是為觸發龍捲風之要件。再由 850MB 及 700MB（圖三，圖四）等風速線分析，均可發現最大風速軸線由東沙經馬公南方海面，西南走向通過台南與岡山之間，500MB（圖五）最大風速軸線向台灣海峽由台灣北部通過，由地面及 850→500MB 低層風速軸線，通過台灣區之判斷，其有利於引進大量之潮濕空氣及氣流之輻合是為有利於龍捲風構成之要件。

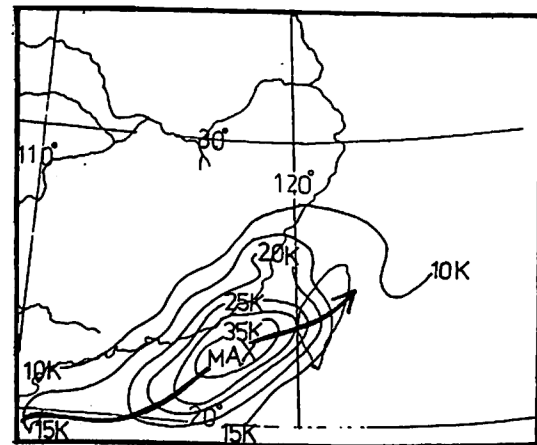
該日 850MB 等壓面上濕度分析（圖六）濕舌軸由東沙西南向通過巴士海峽（台灣南端海面）。700MB 等壓面上濕舌（圖七）由東沙南北向，經大陸東南沿海至東海。乾舌軸線由廣州西南向至南京，本省介於 850、700MB 兩濕舌軸之間，500MB 等壓面之濕度分析（圖八），濕舌軸通過本省南部。由地面至 500MB 此一濕度場垂直分布之位置性不穩定看，是有利於劇烈天氣之發生。



圖二 民國62年6月13日0800L地面天氣圖



圖三 民國62年6月13日0800L 850mb等風速圖



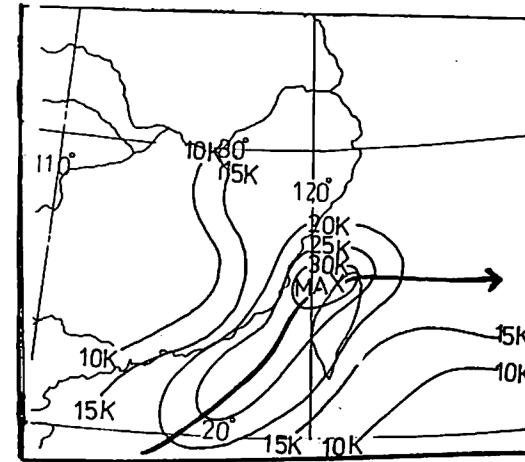
圖四 民國62年6月13日0800L 700mb等風速圖

再由300、200MB(圖九、圖十)等風速線分析圖所示,最大風速軸線由西而至東經於北緯30°N與低層最大風速軸線之比較,顯然其垂直分布形成位置性不穩定,是觸發龍捲風發生要件之一。

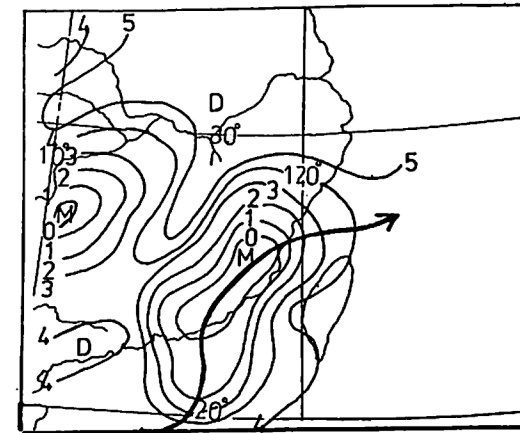
二、大氣垂直結構分析:

分析東港該日0800LST之探空記錄(圖十一

A)自地面至700MB為條件性不穩定( $\frac{\partial \theta_e}{\partial z} < 0$ )見(圖十一B),700MB以上為一穩定性氣層,地面至400MB之大氣,其相對濕度中數高達91%,形成一深厚之濕氣層,風向由地面東南風至400MB順轉為西風即SFC—400MB有暖平流,其間



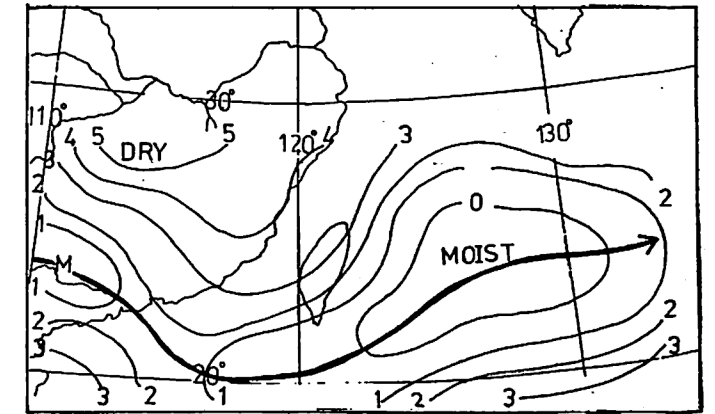
圖五 民國62年6月13日0800L 500mb等風速圖



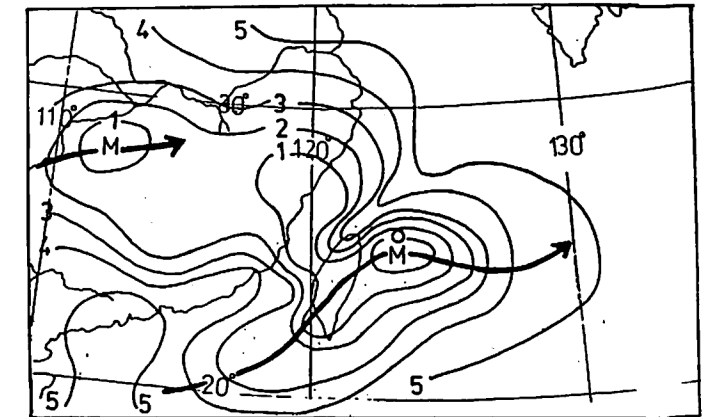
圖七 民國62年6月13日0800L 700mb濕度圖

850—600MB為一深厚之西南氣流層,風速最大到達24哩/時此一低層之強烈西南氣流與地面氣旋西南走向之等壓線,形成地面650MB間之空氣層更為潮濕,並由於地面氣旋波之幅合及傅米二氏穩定指數即大氣II穩定指數為-1.5,總合指數(Total index)41.6(表一)而形成劇烈天氣之有利條件。

由馬公探空資料分析(圖十二A)地面至950MB相對濕度達90%,850→500MB相對濕度低至78%,500—400MB下降至62%,探空曲線SFC至700MB為條件性不穩定( $\frac{\partial \theta_e}{\partial z} < 0$ )見(圖十二B),700MB以上為穩定層。又地面至950MB其相對濕度90%與900MB以上之相對



圖六 民國62年6月13日0800L 850mb濕度圖



圖八 民國62年6月13日0800L 500mb濕度圖

濕度72%形成位置性不穩定,其風向順轉且850MB→600MB有一深厚之西南層,風速高達33哩/時,有利於地面氣旋波幅合及濕氣之充填。大氣II指數為+0.8,總合指數為37,臨界於劇烈天氣之發生。

三、綜合研究

由以上各種有利於龍捲風發生之情況同時存在,如地面小型氣旋,850MB、700MB濕度分布,及各層風速軸線與大氣之不穩定性程度,可見劇烈天氣之發生。

五、結 論

世界上發生龍捲風之記錄以美國最多,我國地理環境以大陸沿海各省春夏季午後發生較多,台灣

表一 東港、馬公62年6月13日00Z各類氣象參數數據

類別	SFC					850 MB			700 MB			500 MB			400 MB		
	P	T	RH	Tb	WW	T	RH	WW	T	RH	WW	T	RH	WW	T	RH	WW
東港	1007	26.7	91	24.5	160°/11KTS	18.8	95.7	200/17	9.3	93.5	230/21	-2.5	95.4	280/27	-12	78.9	
馬公	1010	25.3	96.1	24.5	150°/18KTS	17.8	76.9	210/33	9.3	74.6	228/33	-3	82.5	230/25	-11.5	60	

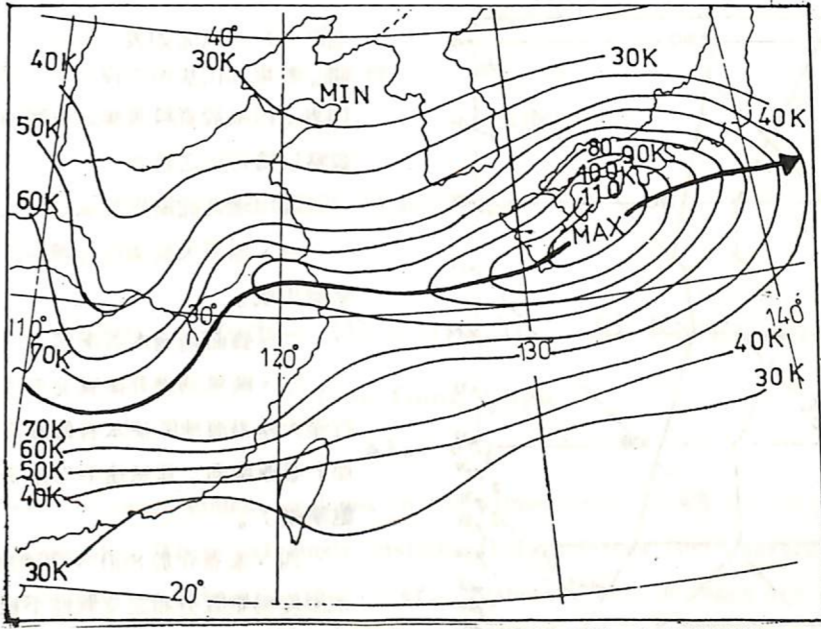
類別	HWBOHT	WB <sub>SFC</sub>	濕度分布	CCL	II	CT/VT	TT	逆溫層	風向垂直變化	風速垂直變化及最大風速層	LFC
東港	16200'	23°C	M	910 MB	-1.5	20.3/21.3	41.6	無	順轉	先增後減 MAX > 29 KTS	830 MB
馬公	14600'	21°C	D/M	990 MB	+0.8	16.2/20.8	37	無	順轉	先增後減 MAX > 33 KTS	970 MB

備註：Wboht 濕球零度高度。II 穩定指數。

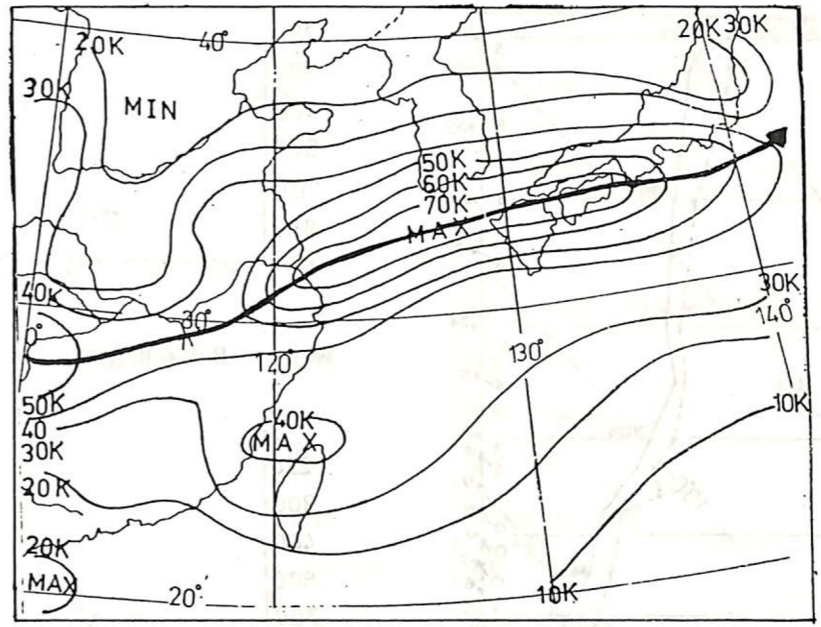
Wbsfc 濕球零度沿  $r_m$  到達地面溫度。

Ct 橫向指數 (Cross Index) V+ 垂直指數 (Vertical Index)

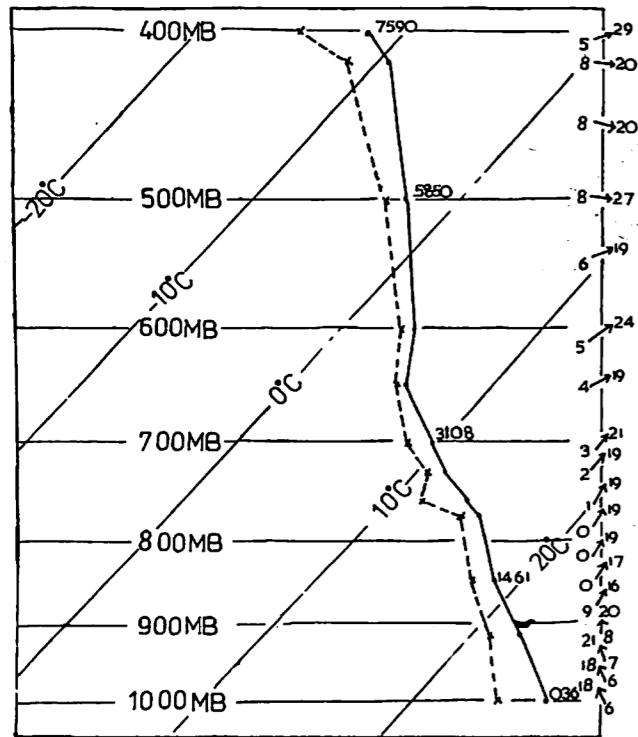
TT 合計總指數 (Total. Totals Index)



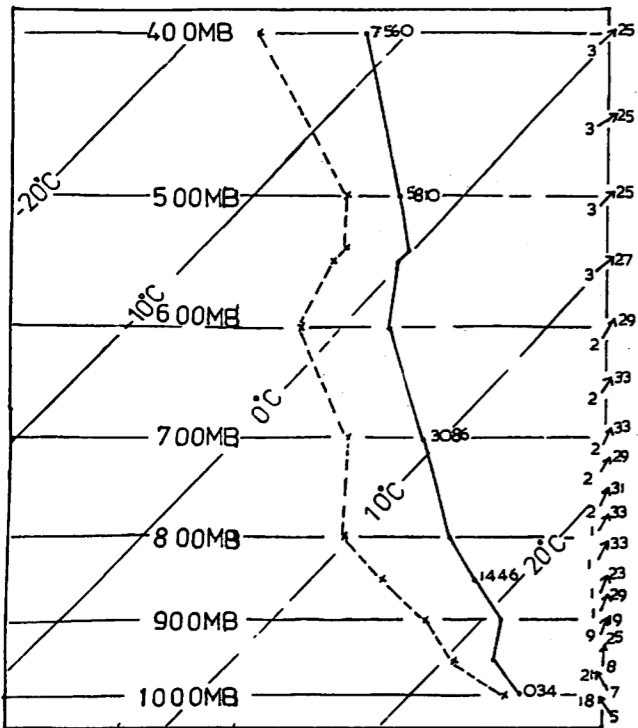
圖十 民國62年6月13日0800L 200 mb等風速圖



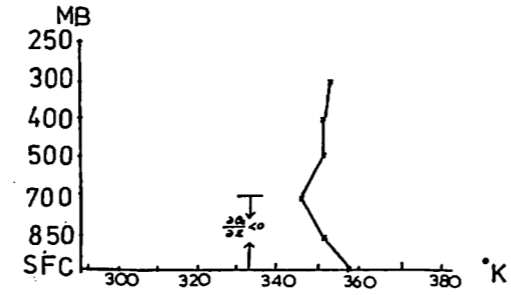
圖九 民國62年6月13日0800L 300 mb等風速圖



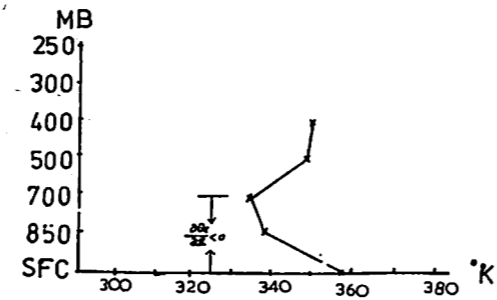
圖十一 A 民國 62 年 6 月 13 日 0800 L 東港探空圖



圖十二 A 民國 62 年 6 月 13 日 0800 L 馬公探空圖



圖十一 B 東港相當位溫 ( $\theta_e$ ) 垂直分佈圖



圖十二 B 馬公相當位溫 ( $\theta_e$ ) 垂直分佈圖

地區亦時有風聞如表二所示，但却缺乏正確記錄時間。本場岡山基地亦復如足，其觸發龍捲風之有效因素，因限於資料蒐集之困難僅歸納與研究成以下數點以為初步之參考。

岡山地區龍捲風形成之要素：

- 一、地面天氣圖於台灣南部岡山附近有一小型氣旋生成。
- 二、鋒面通過本省南部。
- 三、颱風通過菲律賓北部或已變為普通低壓，行至大陸沿海地區使本省低層高空偏向東南或東風而上層西南向，其風速平均達 20 哩 / 時 (1973，鮑學禮)。
- 四、本省介於 850、700 MB 兩濕舌軸之間形成濕度場垂直分布之位置性不穩定。
- 五、850、700、500、300 MB 各層最大風速軸線西南向通過台灣有利於潮濕氣層之充填，或各層有水平風切。
- 六、大氣結構底層為溫度濕之條件不穩定，且有豐沛之水氣供應，中層較為乾燥之空氣。

致 謝

本文承蒙氣象中心劉廣英主任指導，氣象官李華誕，馬汝安給予資料提供及協助彙整，始能順利完成，均在此懇誠感謝。

參考文獻

- 1 John. G. Albright (1969) : physical meteorology.
- 2 許鑑明 (1975) : 龍捲風。

年	月	日	時間 (L)	地 點	災 害 情 況
61	9	5	1700	屏東九如	毀屋 10 餘間，屏東地區降雹(不大)
62	4	20	中 午	潮州	毀屋 2 間
	6	5	中 午		倒屋 10 餘間
	6	13	1620	岡山	本文所述
63	2	17		嘉義水上	中油收費站損壞
	8	6		高雄美濃	房屋六間損毀
64	5	24		屏東萬巒	損毀六間屋頂
	6	20	1800	高雄旗美	香蕉損致一萬株
	8	3	0530	台中清水中學	房屋一棟
	8	25	1530	高雄大樹	房屋十棟
65	7			台東	資料不詳
	7			屏東大橋	資料不詳
66	7	22	1620	旗山	房頂損毀 66 戶

表二 民國 61 年至 66 年間台灣地區發生龍捲風及其災害表

A Case Study Of Tornado At Kangshan Area

Tiee-Gang Shyu

Abstract

Tornadoes are the most violent cyclones in the atmosphere. They are classified into mesoscale or microscale. Their extremely unstable feature brings forth severe weathers. Although their lifes are shorter than all other severe weathers, their damages are incomparable. The cause of tornadoes is probably a combination of unstable elements of a whole layer from the surface up to about 400 mb level.

This paper discusses only one case of tornado which occurred at Kangshan area on June 13, 1973. We have surveyed its weather chart patterns, vertical air structures, and air mass properties.