

臺灣大氣中對流層頂之研究

劉 衍 淮

A Study of the Tropopause in the Atmosphere over Taiwan

Yen-huai Liu

Abstract

The tropopause is a transition layer between the troposphere and the stratosphere. It is noted that the tropopause is lowest over high-latitude stations and highest near the equator, with the maximum slope in middle latitudes. The height of the tropopause varies also with the weather and has direct connection with the conditions in the troposphere.

There are three raob stations in Taiwan having published data of tropopause. They are Taipei, Taoyuan and Tungkong.

1. *Mean tropopause* From the 10-years observation made at Taipei and 5-years observation made at Taoyuan, it is found that the characteristics of the mean tropopause are as following:

0000GMT

Tropopause	Height (gpm)	Pressure (mb)	Temperature (°C)	Number of observation
Taipei	16,431	104.0	-74.0	2,625
Taoyuan	16,734	97.8	-76.4	1,625
Difference	303	6.2	2.4	

Taoyuan and Taipei are only about 30 km from one another in west-east direction. The differences in the characteristics of the tropopause over these two stations are really too big. They are caused by the different instrumentation and the different periods of observation.

The two stations Taoyuan and Tungkong have the same instrumentation and periods of observation and the mean tropopause characteristics over these two stations are as following:

Tropopause	Height (gpm)	Pressure (mb)				
Taoyuan	16,734	16,594	140	97.8	100.4	
Tungkong	16,690	16,573	117	98.0	100.2	
Mean	16,712	16,584	128	97.9	100.3	
Temperature (°C)			Wind velocity (kts)			
Taoyuan	Tungkong	Difference	Taoyuan	Tungkong	Difference	
0000GMT	-76.4	-77.3	0.9	42	33	9
1200GMT	-77.1	-77.9	0.8	39	31	8
Mean	-76.8	-77.6	0.8	41	32	9

Taoyuan is located north of Tungkong and has a latitude $2^{\circ}35'$ higher than that of Tungkong. The tropopause over Taoyuan is higher and warmer than that over Tungkong. In a former report, "A Study of the Free Atmosphere over Taiwan" the author pointed out that the surface temperature at Tungkong is higher than that at Taoyuan, but the lapse rate of temperature in the troposphere is greater over Tungkong than over Taoyuan. So, the tropopause over Tungkong is colder and lower.

2. *Annual variation of the tropopause* The tropopause over Taipei was highest in May, 16,659 gpm, and lowest in July, 16,183 gpm, with an annual range of height 476 gpm. In January the tropopause was 179 gpm higher than in July. The tropopause over Taoyuan was highest in April, 17,134 gpm, and lowest in August, 16,885 gpm, and the annual range was 749 gpm. The tropopause over Tungkong was highest in May, 16,927 gpm, and lowest in August, 16,060 gpm, and the annual range was 867 gpm. The tropopause both over Taoyuan and over Tungkong was higher in January than in August, and the difference of height between these two months was 391 gpm at Taoyuan and 680 gpm at Tungkong.

Byers in his "General Meteorology" wrote that.....At all latitudes it (tropopause) is higher in summer than in winter.....Blair and Fite in their "Weather Elements" also said that.....the tropopause is higher in summer than in winter. These statement does not hold for the tropopause over Taiwan, and it is highest in spring and lowest in summer. It is higher in winter than in summer.

From January to April, the mean wind direction at tropopause level over Taiwan was W, and the strongest wind occurred in winter. In May, the wind veered to north. Taoyuan tropopause had N wind in June, and Tungkong had NE wind in June. In July and August there were E or ENE winds at the tropopause over Taiwan. The wind backed in September over Taoyuan and in October over Tungkong and NW or W winds blowed in November and December at the tropopause over Taiwan. The smallest wind speed at tropopause level occurred in September at Taoyuan and in October at Tungkong.

3. *Extremes of the tropopause* The maximum and minimum height (H), pressure (P) and temperature (T) and the maximum wind velocity (V) of the tropopause over Taiwan ever occurred are as following:

	H (gpm)	P (mb)	T (C)	V (kts)
Absolute maximum	19,274	181	-60.7	—
	Taoyuan	19,120	-64	185
	Tungkong	18,730	-66	125
Absolute minimum	12,873	68	-86.6	—
	Taoyuan	13,940	-85	—
	Tungkong	13,970	-88	—

Absolute range	Taipei	6,401	113	25.9	—
	Taoyuan	5,180	85	21	—
	Tungkong	4,760	82	22	—

4. *Diurnal variation* From June 1957 until November 1958 there were 64 days with 4 observations daily, at 0000, 0600, 1200, and 1800 GMT, about the tropopause over Taipei. In average, the tropopause was highest at 1200 GMT, and lowest at 0000 GMT. The difference of height between 0600 and 0000 GMT was only 1 gpm, and 0600 GMT is the warmest time of the day in Taiwan. So, it is quite possible, just like the lowest tropopause occurred in the warmest month of the year, the lowest tropopause in a day, will occur at the warmest time, 0600 GMT in Taiwan.

In these 64 days, the maximum range of tropopause height in a day was 2,328 gpm and the minimum range in a day was 212 gpm. Mean diurnal range of tropopause height of the 64 days was 1,052 gpm. The warmest time of the tropopause was 0000 GMT, but the temperature at 0600 GMT was only 0.1°C lower than that at 0000 GMT. The coldest time of the tropopause was 1800 GMT. The greatest tropopause temperature range in a day was 11.1°C, and the smallest range in a day was 2.0°C. The mean temperature range of the tropopause over Taipei was 5.0°C.

5. *Variations in 10 years* The annual means of the tropopause over Taipei during 1955-1964 varied considerably. The tropopause over Taipei was highest in 1960 and lowest in 1964 and the range of it was 614 gpm. The tropopause over Taipei was warmest in 1957 and coldest in 1962, and the range of temperature was 3.6°C.

The seasonal mean tropopause over Taipei was highest in spring 1960, lowest in winter 1964 and the range of the tropopause height was 1,030 gpm. The mean temperature of the tropopause in a season was highest in spring 1957 and lowest in autumn 1962. The range of the tropopause temperature was 6.3°C.

The monthly mean tropopause over Taipei was highest in May 1957 17,149 gpm, and the lowest in December 1955, 15,725 gpm, and the range of height was 1424 gpm. The monthly mean temperature of the tropopause over Taipei was highest in March 1959 and lowest in December 1959. The two extremes were -69.9 °C and -77.1 °C and the range was 7.2 °C.

6. *Multiple tropopauses over Taiwan?* There are 12 observations made at Taipei during 1955-1964, indicating that two overlapping tropopauses were there in the atmosphere. The first one occurred between 11,675 and 16,033 gpm and the second one was located between 16,730 and 19,828 gpm. The number of such observations are too few and it was never reported by the other rawinson stations like Taoyuan and Tungkong that multiple tropopauses were observed. So, it is quite doubtful that there were real multiple tropopauses in the atmosphere over Taipei. The 12 observations of multiple tropopauses may be erroneous.

7. *Tropopause and surface pressure* Petterssen in his book "Introduction to Meteorology" wrote that……the height (of tropopause) varies with pressure at sea level, the higher the sea level pressure, the higher the tropopause Blair and Fite in their "Weather Elements" stated that……the tropopause is higher when the surface pressure is higher than when it is low. The author examined the 0000 and 1200 GMT surface pressure at Taoyuan and Tungkong on the days having highest and lowest tropopause in the months 1964 and 1965, and found that these statement made by Petterssen and Blair and Fite about the relationship between surface pressure and tropopause meet not the fact over Taiwan. The author found that, only 31% of the observations made at Taoyuan 35% of the observations made at Tungkong were higher surface pressure when the tropopause was highest in the month, and lower surface pressure when the tropopause was lowest in the month. 42% at Taoyuan and 42% at Tungkong were in contrast with what Petterssen and Blair and Fite said. 27% at Taoyuan and 23% at Tungkong were equal surface pressures or nearly the same surface pressures when the tropopause was highest and when it was lowest of the month.

8. *Tropopause and surface weather* The author studied the tropopause conditions on rainy days in winter and summer months over Taoyuan and Tungkong and found the following rules:

(1) Before rain the Taoyuan tropopause is at first very low and then rises suddenly. The precipitation becomes very intensify when the tropopause reaches its peak height.

(2) When the tropopause rises over Taoyuan and sinks over Tungkong rain will fall in 12 or 24 hours.

(3) The higher the tropopause over Taoyuan than that over Tungkong, the heavier and the more durable the rain will be.

(4) When the tropopause over Taoyuan is very cold and the wind at that level is very strong, in contrast with the conditions at the tropopause over Tungkong, the rain at Taoyuan can persist for several days.

(5) When both Taoyuan and Tungkong have cold and low tropopause, and it is higher over Taoyuan than over Tungkong, it rains also.

壹、概論

自地面至無線電探空觀測一般所達高度（30公里上下）的大氣層，按垂直溫度分佈，可分為三部分；下部溫度隨高度作正常的減低，是為對流層，上部溫度隨高度之變化很小，或隨高度而增，叫做平流層，對流層與平流層間的界面薄層，被稱為對流層頂。對流層頂也可以說是平流層底。氣象學上特別注意對流層，因為風暴雲雨，完全在此層發生，但是也並不忽略對流層頂和平流層，因為這兩個較高的層次，和對

流層及地面所出現的天氣情況及其變化，常有直接的關係。

對流層頂只是對流層與其上平流層中間的過渡區薄層，其高度視緯度與天氣情況而異，在赤道上最高，約達18公里，兩極上最低，平均僅約8公里，中緯度上對流層頂傾斜最甚。冬季熱帶上空17公里高，溫度降至 -75°C 以下，而在北極此同一高度溫度高於 -60°C ，對流層頂溫度約為 -55°C 。夏季極地上空平流層溫度高於 -45°C ，而赤道上空17公里高度面溫度低於 -75°C ，是平流層溫度，極地與赤道相差約達 35°C

之多。

上世紀末年，歐洲科學家發現平流層時，曾以之爲同溫域。這在歐洲的平均緯度上是正確的，但是低緯度上和極區地點，並非如此，熱帶平流層的特徵是溫度逆增，極區夏季也是如此，冬季在極區的上空，因爲溫度向上繼續減低，對流層頂不易確定。

在有的天氣形勢下，對流層與平流層間不見有明顯的不連續，特別是想由幾處探測資料，確定大區對流層頂時爲然。一站見有對流層頂，而他站無之，或出現於不同高度。因之，氣象學家一般同意多重對流層頂的學說，在大區上空，並非有一個連續的對流層頂，而是有多個片段的對流層頂，作階梯式的重疊，赤道附近高度大溫度低，兩極附近高度小溫度高。這些片段對流層頂的高度和溫度，隨時隨地不同，至於由平均資料所繪出之連續對流層頂之線，僅代表簡化了的形式。

貳、本研究所用資料

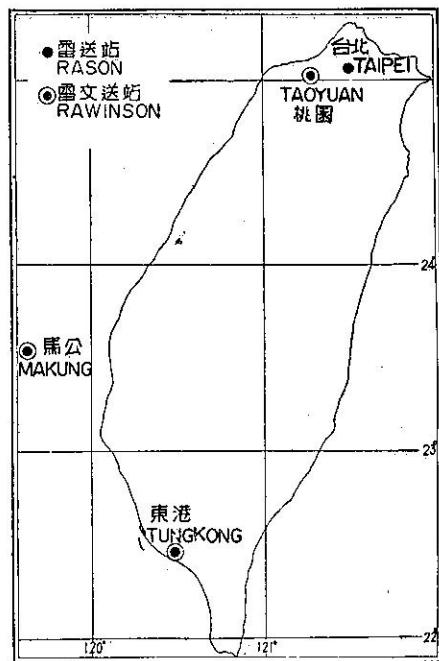
用於本研究的資料，爲臺灣北部臺北桃園二地及南部東港共三地的觀測，臺北測站屬臺灣省氣象局，使用日式無線電探空儀，觀測高空各層氣壓溫度與濕度，桃園及東港二測站爲中國空軍所設，使用美製器材，作高空氣壓溫度濕度以及風向風速的觀測，三站地名號碼，地理位置及拔海高度如下：

測站 Station	地名號碼 Index No.	北緯度 (N)	東經度 (E)	高度(公尺) (m)
臺北 Taipei	46692	25°02'	121°31'	8.0
桃園 Taoyuan	46697	25°03'	121°13'	48.0
東港 Tungkong	46747	22°28'	121°26'	3.1

臺北 0300 與 0000 GMT 對流層頂資料次數
Taipei 0300 and 0000 GMT Tropopause Observation Numbers

月份 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year
1955	20	17	26	24	31	27	25	0	0	0	20	28	218
1956	27	25	26	25	31	26	28	27	29	30	29	31	334
1957	30	24	29	24	26	21	25	24	26	25	27	26	307
1958	23	23	27	27	25	21	19	21	16	17	25	23	267
1959	20	16	21	18	15	14	23	14	20	19	17	23	220
1960	22	21	25	23	27	22	20	22	25	14	23	24	268
1961	21	15	17	18	22	21	24	28	19	22	19	19	245
1962	12	21	23	28	22	25	22	27	27	25	26	29	287
1963	27	18	27	21	16	21	22	23	21	23	20	23	262
1964	16	8	26	25	24	17	20	21	18	20	14	8	217
總計	218	188	247	233	239	215	228	207	201	195	220	234	2625

第一圖表示出臺灣三個探空測站的地理分佈。



第一圖 台灣探空測站

FIG. I RASON AND RAWINSON STATIONS IN TAIWAN

觀測時間臺北1955（民國44年）至1957年3月爲格林威治標準時（GMT）0300，即我國中原標準時之1100時，自1957年4月起，改爲0000 GMT，即本地之0800時，並偶於0600, 1200, 1800 GMT，增加觀測一次，臺北共有1955-1964共10年之觀測，因0300與0000相距較近，故爲平均之計算，合併使用之。在1955-1964的10年中，臺北0300與0000 GMT探空觀測中得有對流層頂資料之次數如下：

本文所用桃園與東港二地之觀測資料，限於1957年7月至1960年6月計3年與1964, 1965之2年共5年的觀測，前3年之資料，曹澄生君曾於1960年10月出版之氣象預報與分析中發表之，後2年的資料是國際地球物理合作組織中國委員會所公佈之太陽寧靜年在

觀測報告中二地1964與1965兩年的觀測，此5年的資料，包括0000 GMT 與 1200 GMT 兩次的觀測。桃園東港二測站在5年各月探空及測風之有對流層頂資料總次數如下表：

無線電探空 (Times of Rason Observations in 5 years)

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計 Total
0000 GMT													
桃 園 Taoyuan	137	117	140	140	135	130	141	134	131	140	143	137	1625
東 港 Tungkong	140	111	146	124	132	133	130	115	127	142	145	146	1591
1200 GMT													
桃 園 Taoyuan	117	99	114	114	101	99	124	102	90	96	102	120	1278
東 港 Tungkong	113	86	107	94	97	100	99	78	99	104	100	129	1206

無線電測風 (Times of Rawin Observation in 5 years)

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計 Total
0000 GMT													
桃 園 Taoyuan	111	105	125	139	134	130	141	134	131	140	138	131	1559
東 港 Tungkong	101	84	102	122	132	133	130	115	127	142	143	131	1462
1200 GMT													
桃 園 Taoyuan	89	90	98	113	100	98	124	102	90	96	100	110	1210
東 港 Tungkong	72	66	75	93	97	100	98	78	99	104	100	116	1098

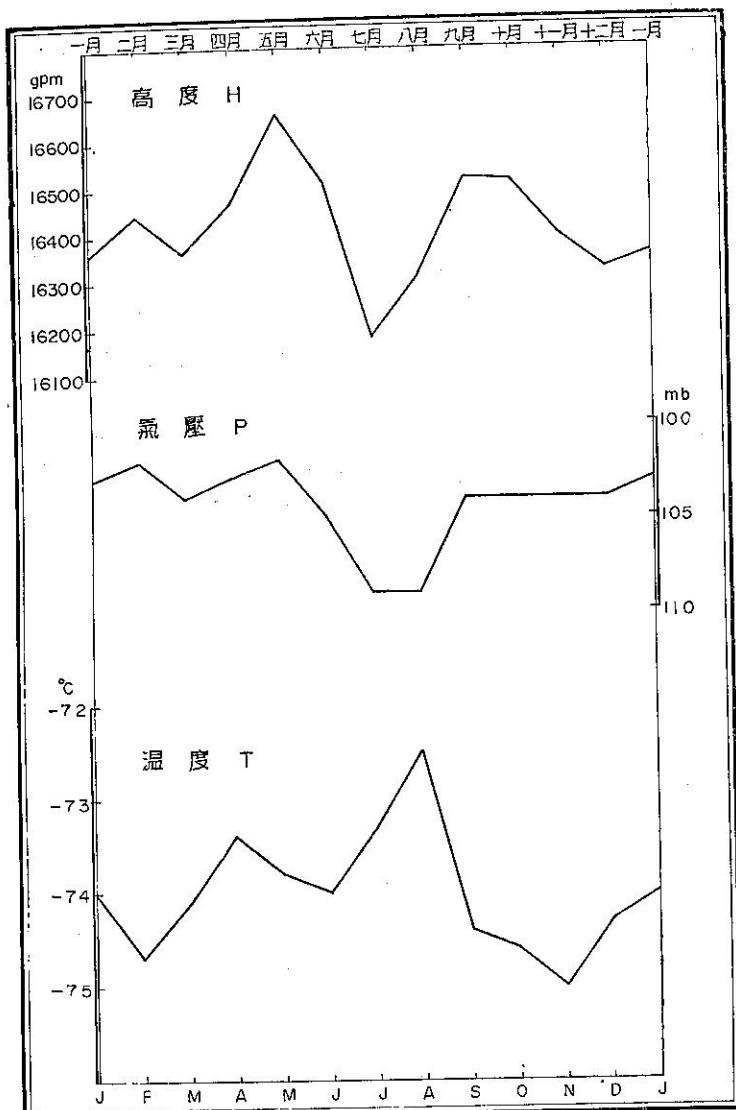
參、臺灣對流層頂之平均值及年中變化

(一) 臺北 0000 GMT 觀測

根據1945-1964的10年0000 GMT 總數2,625次的無線電探空觀測中的對流層頂資料，臺北對流層頂的平均值為高度 16,431 gpm，氣壓 104 mb，溫度 -74.0°C。其年中變化則高度以5月之16,659 gpm為最高，7月之16,183 gpm為最低，一月高度 16,362 gpm，高於7月179 gpm。年中變差為476 gpm，對流層頂之氣壓，以7月與8月的同為109 mb為最高，而最低氣壓 102 mb 見於冬季之2月與春季的5月，變差 7 mb。2月與5月雖有相同的氣壓低值，但2月對流層頂的高度，却比5月者低 214 gpm。一如7月與8月雖有相同的氣壓高值，但高度並不相等，8月高於7月 131 gpm，臺北對流層頂的月平

均氣溫，以8月的 -72.5°C 為最高，11月的 -75.0°C 為最低，年中變差 2.5°C。

由第二圖中臺北對流層頂年中各月平均高度，氣壓與溫度所構成的曲線觀之，可見高度氣壓與溫度的年中變化，似有3個週期，高度與氣壓相符，高度之第1次最高，亦即氣壓的第1次最低，見於2月，高度的第2次最高，即氣壓的第2次最低見於5月，年中第3次最大高度，見於9月，而9月氣壓則非最低，9月至12月，各月全為 104 mb，可能是觀測之正確性有問題。高度之3次最小，見於3月，7月與12月。臺北對流層頂溫度的年中變化，也見3個週期，最高出現在1月，4月與8月，最低見於2月，6月與11月。對流層頂高度與溫度年中有3個週期的現象，頗值得注意。



第二圖 1955-1964 0000GMT 台北平均對流層頂

FIG. 2 1955-1964 0000GMT TAIPEI MEAN TROPOAUSE

1955-1964 臺北 0000 GMT 各月平均對流層頂
(1955-1964 Taipei 0000 GMT Monthly Mean Tropopause)

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year	變差 Range
高 度 Height 16000+gpm	362	445	363	468	659	515	183*	314	521	517	404	328	431	476
氣 壓 Pressure (mb)	103	102*	104	103	102*	105	109	109	104	104	104	104	104	7
溫 度 Temp. (°C)	-74.0	-74.7	-74.1	-73.4	-73.8	-74.0	-73.3	-72.5	-74.4	-74.6	-75.0*	-74.3	-74.0	2.5

如將年中12個月合併為四季，以12月1月與2月為冬，3月4月與5月為春，6月7月與8月為夏，9月10月11月為秋，則臺北10年 0000 GMT 各季平均對流層頂的情況如下：

	冬	春	夏	秋	變 差
高 度 Height 16000+gpm	378	497	337*	481	160
氣 壓 Pressure (mb)	103*	103*	108	104	5
溫 度 Temp. (°C)	-74.3	-73.8	-73.3	-74.7*	1.4

由表可見臺北對流層頂，以春季為最高，16,497 gpm，夏季為最低，16,337 gpm，此二季高度差160 gpm，冬季高度大於夏季 41 gpm，冬季氣壓亦低於夏季者 5 mb。由以上所述臺北10年對流層頂之各月平均亦已看出春季5月之高度最大，夏季7月之

高度最小，變差 476 gpm，1月高於7月 179 gpm，故白義爾斯 (Byers) 在其名著普通氣象學第3版第47頁所云對流層頂在各緯度上都是夏高於冬，以及布萊爾 (Blair) 與傅艾特 (Fite) 之天氣要素一書第5版第97頁所稱對流層頂夏高於冬之說，皆不適用於臺灣，蓋由桃園東港二地之觀測，知二地對流層頂也是春季最高，夏季最低，冬高於夏，臺灣對流層春季最高之事實，曹淦生、魏元恆二君皆曾指出之。

臺北對流層頂溫度之季平均，以夏季者為最高，-73.3°C，秋季者為最低，-74.7°C，相差 1.4°C，冬季高於秋季 0.4°C，低於夏季 1°C，春季溫度之數值，正界於冬夏二季數值之間，高於冬季者 0.5°C，低於夏季的也是 0.5°C。

(二)桃園東港二地 0000 與 1200 GMT 觀測

根據桃園東港二地1957年7月至1960年6月的3年和1964年1月到1965年12月共5年的觀測，對流層頂的各月平均值如下：

5 Years Mean Tropopause 0000 GMT

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year	變 差 Range	資料次數 No. of obs.
高度 Height 16000+gpm															
桃 園 Taoyuan	806	654	788	1140	938	810	408	380*	704	546	754	850	734	760	1625
東 港 Tungkong	696	638	614	934	966	726	260	110*	492	466	580	670	594	856	1591
氣壓 mb Pressure															
桃 園 Taoyuan	94.2	97.0	95.2	90.4*	94.4	98.4	106.6	105.8	99.6	100.8	96.6	94.4	97.8	16.2	1625
東 港 Tungkong	97.4	98.8	99.4	94.6	94.2*	99.4	107.0	110.4	103.6	100.4	99.8	98.0	100.4	16.2	1591
溫度 °C Temp.															
桃 園 Taoyuan	-77.4	-76.0	-75.0	-76.6	-76.0	-76.2	-76.0	-75.0	-76.4	-76.2	-78.0*	-77.8	-76.4	3.0	1625
東 港 Tungkong	-77.8	-76.8	-77.4	-77.8	-77.4	-77.6	-75.4	-75.0	-77.4	-77.4	-78.8*	-78.6	-77.3	3.8	1591
風速 kts Wind velocity															
桃 園 Taoyuan	68	68	69	40	29	23	37	29	21*	27	41	62	42	47	1559
東 港 Tungkong	48	43	43	32	21	28	41	33	23	17*	26	43	33	31	1462

1200 GMT

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year	變差 Range	資料次數 No. of obs.
高度 Height 16000+gpm															
桃園 Taoyuan	745	658	650	1128	945	763	440	390*	658	545	600	775	690	738	1,278
東港 Tungkong	788	578	538	913	888	728	325	010*	480	550	463	645	573	903	1,206
氣壓 mb Pressure															
桃園 Taoyuan	95.0	96.8	96.3	90.0	94.5	98.0	104.5	105.3	100.3	100.5	98.8	97.3	98.0	15.3	1,278
東港 Tungkong	95.8	99.0	100.3	93.3*	95.5	98.8	106.5	112.0	103.3	100.5	101.8	97.8	100.2	18.7	1,206
溫度 °C Temp.															
桃園 Taoyuan	-77.5	-76.5	-77.5	-77.3	-76.8	-77.5	-76.8	-75.0	-76.8	-77.0	-78.5*	-78.3	-77.1	3.0	1,278
東港 Tungkong	-79.5	-78.8	-78.0	-78.5	-77.8	-78.0	-76.3	-75.0	-77.5	-78.3	-79.0	-79.0	-77.9	4.5	1,206
風速 kts Wind velocity															
桃園 Taoyuan	65	62	55	33	25	21	34	27	18	22	41	60	39	47	1,210
東港 Tungkong	47	43	38	28	19	23	40	31	21	16*	29	41	31	31	1,098

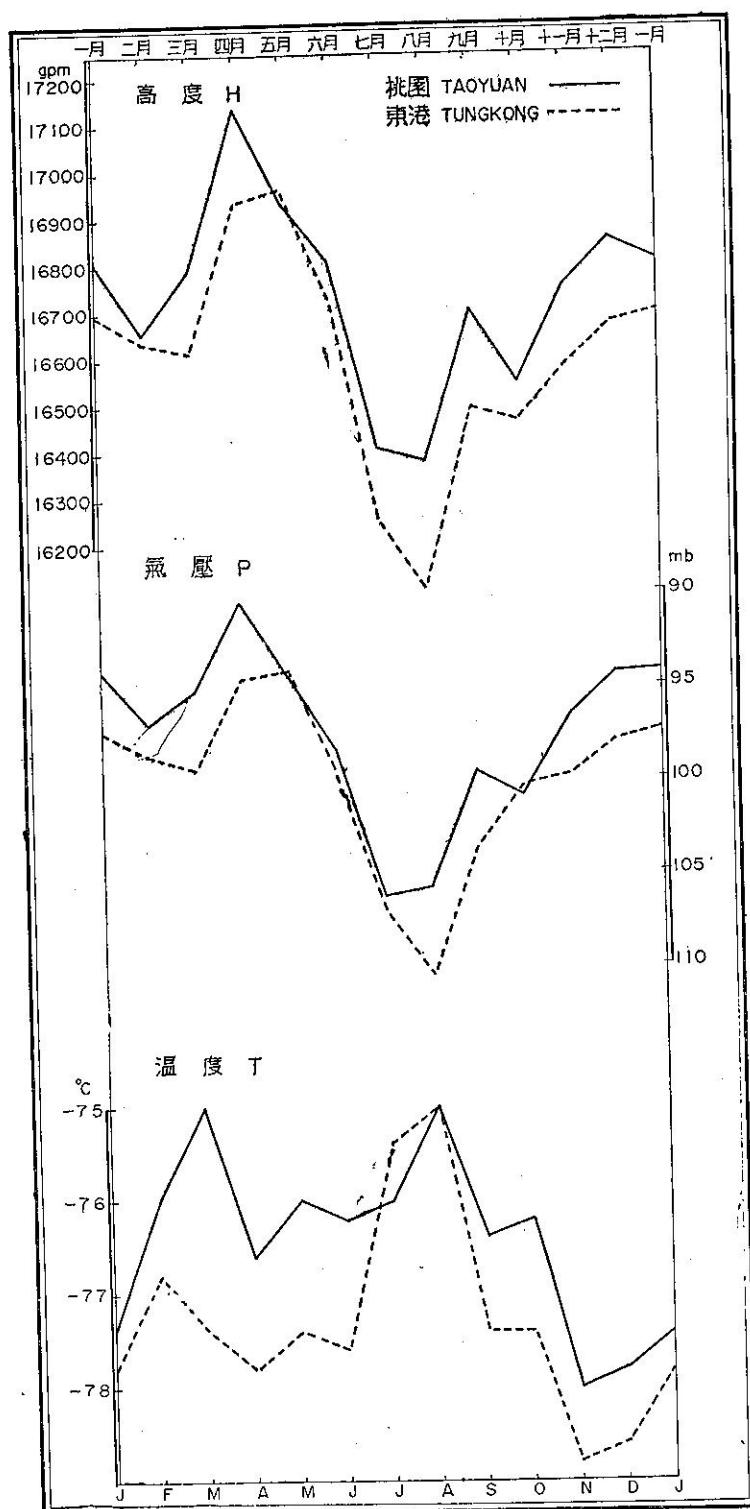
1. 0000 GMT 觀測

0000 GMT 5年之年平均對流層頂在桃園，高度為 16,734 gpm，氣壓為 97.8 mb，溫度為 -76.4°C，與臺北 0000 GMT 之10年平均對流層頂相比較，桃園高度大於臺北 303 gpm，氣壓低於臺北 6mb，溫度比臺北低 2.4°C，臺北桃園二地一東一西相距不過 30 km，對流層頂何以有如此大的差別，必係以二地所用測量儀器不同，標準有別所致，觀測年代不同尚在其次。0000 GMT 東港對流層頂 5 年平均數值，高度為 16,584 gpm，高於臺北 163 gpm，低於桃園 140 gpm，東港平均氣壓為 100.4 mb，低於臺北 3.6 mb，高於桃園 2.6 mb。東港溫度為 -77.3°C，低於臺北 3.3°C，低於桃園 0.9°C。

0000 GMT 桃園東港二地對流層頂 5 年平均風速，桃園為 42 kts，東港為 38 kts，桃園較強 9 kts。

就桃園東港二地對流層頂之年中變化而論，有如第三圖之所示，0000 GMT 桃園對流層頂高度，以

4 月之 17,140 gpm 為最大，8 月之 16,380 gpm 為最小，7 月高度亦小，僅高於 8 月 28 gpm。而氣壓之最高見於 7 月，為 106.6 mb，最低見於 4 月，90.4 mb，桃園年中變差，高度為 760 gpm，氣壓為 16.2 mb，由第三圖可見桃園 0000 GMT 對流層頂平均溫度，以 8 月的 -75.0°C 為最高，11 月之 78.0°C 為最低，變差 3.0°C，東港各月平均對流層頂，高度以 5 月之 16,966 gpm 為最高，8 月之 16,110 gpm 為最低，變差 856 gpm，氣壓與高度正相反，5 月 94.2 mb 最低，8 月 110.4 mb 最高，變差 16.2 mb，溫度以 8 月的 -75.0°C 為最高，11 月的 -78.8°C 為最低，變差 3.8°C。就 0000 GMT 各月平均風速而論，桃園以 1 月與 2 月之 68 kts 為最大，9 月之 21 kts 為最小，變差 47 kts，6 月風速次小，23 kts 東港風速以 1 月的 48 kts 為最大，2 月 3 月之同為 43 kts 次大，10 月之 17 kts 為最小，5 月之 21 kts 為次小。有如第四圖所示，桃園東港二地對流層頂平均風速之年中變化，形成 W 字形之曲線。



第三圖 0000 GTM 五年平均對流層頂
FIG. 3 0000 GTM MEAN TROPOPAUSE IN 5 YEARS

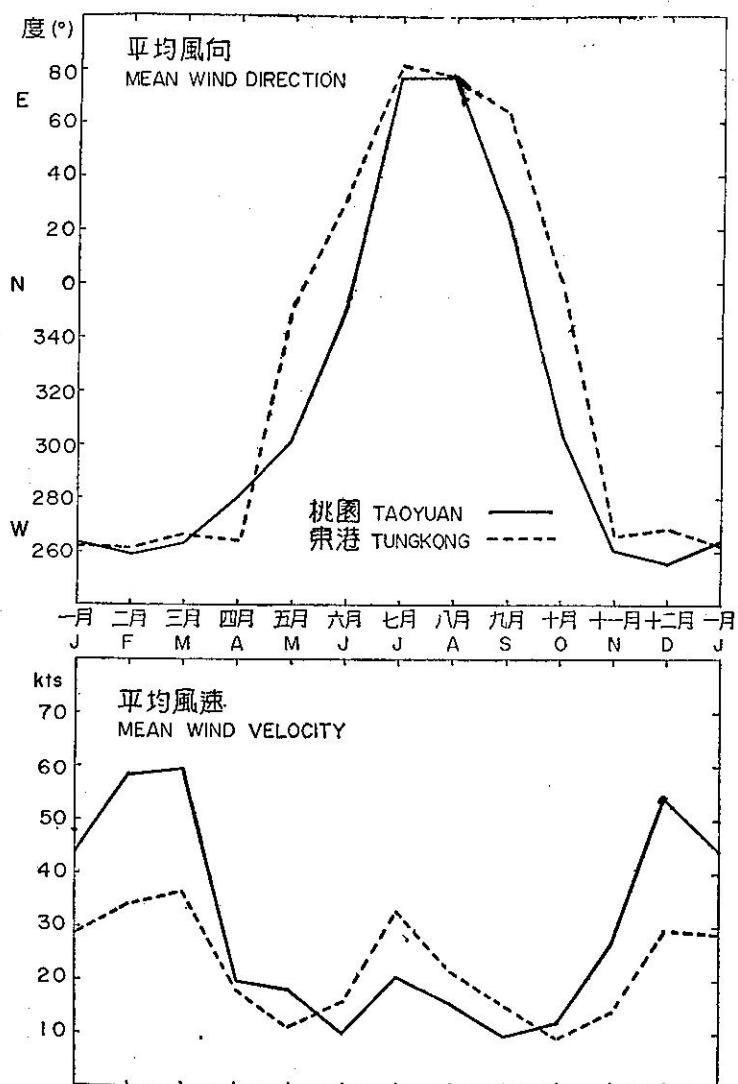
比較 0000 GMT 臺北桃園東港三地對流層頂高度氣壓與溫度三者的年中變化，可見其屬於同一形式，僅最高最低出現的月份，相差一個月，以高度而論，臺北東港最大同見於 5 月，而桃園最大高度見於 4 月，最小高度臺北見於 7 月，桃園東港同見於 8 月。7 月 8 月高度皆較 1 月 2 月者為小。對流層頂溫度，三地同以 8 月者為最高，11 月為最低。桃園東港二測站儀器程式與工作方法完全相同，故二地之對流層頂高度氣壓與溫度的曲線，比較接近，三地對流層頂高度氣壓與溫度的差別，全以春季三個月者為最大。

以 0000 GMT 臺北桃園東港三地平均各月對流層頂最大高度而論，桃園高於東港 174 gpm，臺北

則低於東港 307 gpm，三地之平均最小高度，桃園高於東港 270 gpm，臺北高於東港 73 gpm。對流層頂最熱月八月的平均溫度，桃園東港同為 -75.5°C ，而臺北則為 -72.5°C ，對流層頂最冷月 11 月，桃園暖於東港 0.8°C ，而臺北則暖於桃園 3.0°C ，此月對流層頂平均高度，臺北低於桃園 350 gpm，故有如此大之溫度差，但二地距離如此近，而對流層頂別如此大，必係因觀測資料之不合所致，而非真有如此大的差別。

2. 1200 GMT 觀測

就 1200 GMT 觀測之 5 年平均對流層頂而論，桃園高度為 16,690 gpm，比同期 0000 GMT 對流

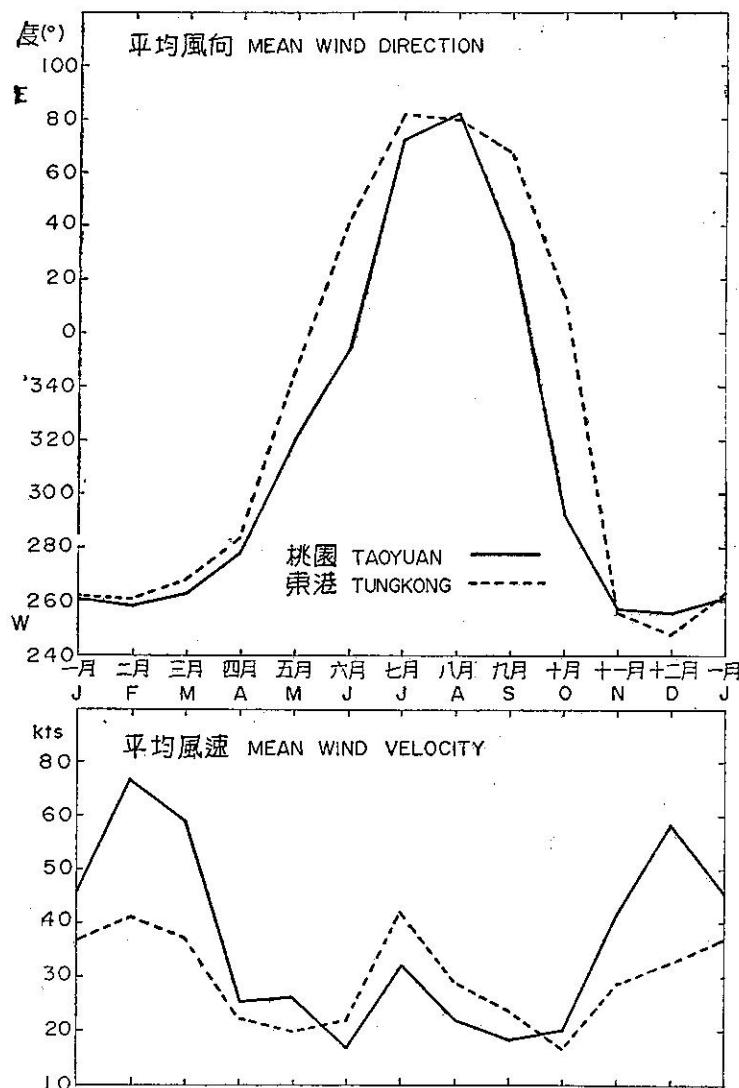


第四圖 1964-1965 0000GMT 對流層頂平均風向風速
FIG. 4 1964-1965 0000GMT TROPOAUSE WIND DIRECTION AND VELOCITY

層頂平均高度略低 44 gpm，東港對流層頂平均為 16,573 gpm，比同期此地 0000 GMT 對流層頂高度僅低 21 gpm。桃園高於東港 117 gpm。1200 GMT 對流層頂氣壓，桃園 98.0 mb，高於 0000 GMT 之平均值 0.2 mb。東港對流層頂氣壓 100.2 mb，比東港 0000 GMT 之氣壓低 0.2 mb，比同時桃園對流層頂氣壓高 2.2 mb。桃園對流層頂溫度為 -77.1°C ，高於同時東港之 -77.9°C 計 0.8°C 。比本地 0000 GMT 之溫度低 0.7°C ，東港對流層頂平均溫度，1200 GMT 者低於 0000 GMT 者 0.6°C ，1200 GMT 對流層頂平均風速，桃園為 39 kts，比 0000 GMT

者弱 3 kts，東港為 31 kts，比 0000 GMT 者弱 2 kts，此時風速桃園較東港為強 8 kts。

就 1200 GMT 桃園東港二地各月對流層頂之五年平均值觀之，高度皆以 4 月為最大，桃園 17,128 gpm，東港 16,913 gpm，桃園高於東港 215 gpm，同以 8 月的高度為最小，桃園 16,390 gpm，東港 16,910 gpm，桃園高於東港 380 gpm。氣壓 4 月最低，8 月最高，4 月桃園 90.0，東港 93.3，桃園較低 3.3 mb，8 月桃園 105.8，東港 112.0，桃園低於東港 6.7 mb，1200 GMT 對流層頂溫度，桃園東港全以 8 月為最高，桃園 -75.5°C ，東港 -75.0°C ，東港



第五圖 1964-1965 1200 GMT 對流層頂平均風向風速

FIG. 5 1964-1965 1200 GMT TROPOAUSE WIND DIRECTION AND VELOCITY

較暖 0.5°C 。最低溫度，桃園見於 11 月，為 -78.5°C ，東港則見於 1 月， -79.5°C ，東港較冷 1°C 。二地風速，皆以一月為最強，平均值桃園 65 kts，東港 47 kts，桃園較強 18 kts，最小平均風速，桃園見於 9 月，18 kts，東港見於 10 月，16 kts。6 月至 9 月的 4 個月，東港有較桃園為大之對流層頂平均風速，但在年中之其他 8 個月，則對流層頂風速，桃園大於東

港。

3. 0000 與 1200 GMT 觀測之平均

如將桃園東港二地 5 年觀測資料中 0000 與 1200 GMT 之二次觀測合併，計算其平均，則得二地對流層頂平均高度，氣壓、溫度與風速的各月及年平均數值如下：

Mean Tropopause of 0000 and 1200 GMT

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year	變差 Range
高度 Height 1600+ gpm														
桃園 Taoyuan	776	656	719	1,134	942	787	424	385*	681	546	677	813	712	749
東港 Tungkong	742	608	576	924	927	727	293	060*	486	508	522	658	584	867
氣壓 mb Pressure														
桃園 Taoyuan	94.6	96.9	95.8	90.2*	94.5	98.2	105.6	105.6	100.0	100.7	97.7	97.9	97.9	15.4
東港 Tungkong	96.6	98.9	99.9	94.0*	94.9	99.1	106.8	111.2	103.5	100.5	100.8	97.9	100.3	17.2
溫度 $^{\circ}\text{C}$ Temp.														
桃園 Taoyuan	-77.5	-76.3	-76.3	-77.0	-76.4	-76.9	-76.4	-75.3	-76.6	-76.6	-78.3*	-78.1	-76.8	3.0
東港 Tungkong	-18.7	-77.8	-77.7	-78.2	-77.6	-77.8	-75.9	-75.0	-77.5	-77.9	-78.9*	-78.8	-77.6	3.9
風速 kts Wind velocity														
桃園 Taoyuan	67	65	60	37	27	22	86	28	20*	25	41	61	41	47
東港 Tungkong	48	43	41	30	20	26	41	32	22	17*	28	42	32	31

就此 5 年 0000 與 1200 GMT 之平均對流層頂而言，最大高度桃園見於 4 月，為 17,134 gpm，東港見於 5 月，16,927 gpm，最小高度桃園 16,385，東港 16,060 gpm，同見於 8 月，高度之年中變差，桃園 749 gpm，東港 867 gpm，二地高度 1 月者皆大於 8 月者，桃園 1 月較 8 月高 391 gpm，東港 1 月高於 8 月 682 gpm，對流層頂在冬月高於夏月之情形，至為明顯，氣壓之最低，二地同見於 4 月，桃園為 90.2 mb，東港為 94.0 mb，東港 5 月氣壓高於 4 月氣壓 0.9 mb，而 5 月竟有最大的高度，似不合理，但 5 月高度僅高於 4 月者 6 gpm，故雖有統計

資料上的差誤，惟差誤並不大，氣壓之平均最高，桃園見於 7 月與 8 月，同為 105.6 mb，東港見於 8 月，111.2 mb 氣壓變差，桃園 15.4 mb，東港 17.2 mb。對流層頂溫度，二地最高同見於 8 月，桃園 -75.3°C ，東港 -75.0°C ，最低同見於 11 月，桃園 -78.3°C ，東港 -78.9°C ，變差桃園 3.0°C，東港 3.9°C，是東港對流層頂高度與溫度之年中變差，皆大於桃園者。對流層頂的平均風速，二地皆以一月為最大，桃園 67 kts，東港 48 kts，最小風速在桃園為 20 kts，見於 9 月，在東港為 17 kts，見於 10 月。6 月到 9 月的 4 個月，對流層頂之平均風速，東港大於桃園，在其

他 8 個月反是，桃園大於東港，風速變差，桃園 47，東港 31 kts。

4. 季平均

如將上述桃園東港二地 5 年 0000 與 1200 GMT 對流層頂性質的各月平均值，再行合併計算四季之平均，則見桃園東港二地對流層頂各季平均高度，氣壓、氣溫與風速如下：

	冬 Winter	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	變 差 Range
高度 Height 16000+gpm					
桃園 Taoyuan	748	929	523*	635	406
東港 Tungkong	669	809	360*	505	449
氣壓 mb Pressure					
桃園 Taoyuan	96.5	93.5*	103.1	99.5	9.6
東港 Tungkong	97.8	96.3*	105.7	101.6	9.4
溫度 °C Temp.					
桃園 Taoyuan	-77.3*	-76.6	-76.2	-77.2	1.1
東港 Tungkong	-78.4*	-77.8	-76.2	-78.1	2.2
風速 kts Wind velocity					
桃園 Taoyuan	64	41	29*	29*	35
東港 Tungkong	44	30	33	22*	22

由表可見桃園東港二地對流層頂之季平均值中，高度氣壓與溫度的季變形式，完全一致，高度在桃園

與東港二地全係春季最大，夏季最小，與臺北對流層頂高度之季變化相同，非若白義爾斯 (Byers) 與布萊爾 (Blair) 等書中所謂對流層頂高度，夏高於冬。氣壓則係春季最低，夏季最高。溫度夏高冬低，與臺北對流層頂溫度之夏高秋低微有不符。實以冬秋兩季之平均溫度相差無幾，臺北為 0.4，桃園為 0.1，東港為 0.8°C。臺北為 10 年資料，而桃園東港為 5 年資料，由資料之不一致，可以見有此項差別。以對流層頂的季平均風速而論，二地皆係冬季有最大的風速，桃園在夏秋兩季見有相同的最小風速，而東港則秋季見有最小風速。在夏季，東港風速強於桃園，其餘三季則桃園有較東港為強之風速。

對流層頂年平均高度，桃園高於東港 128gpm，而對流層頂之年平均溫度，東港低於桃園 0.8°C。就此 5 年平均而論，對流層上部及平流層，桃園暖於東港，東港雖有較桃園為高之地面溫度，但對流層中溫度之直減率較大，空氣比較不穩，故有較冷之對流層頂。兩地對流層頂之高度差，夏季最大，得 163gpm，冬季最小，79 gpm。兩地對流層頂高度之差別，雖以夏季為最大，但二地夏季對流層溫度却相同。是在夏季，南部之東港，其對流層上部及下部平流層有較北部桃園者為低之溫度。二地對流層頂溫度差，以春季者為最大，1.2°C，此季對流層頂高度，桃園大於東港 120 gpm，桃園溫度亦高於東港 1.2°C。對流層頂之季平均風速，在冬季，桃園強於東港 20kts，夏季東港強於桃園 4 kts，春秋兩季之平均風速，桃園強於東港 11 與 7 kts。

5. 兩年平均風向與平均風速

1964 與 1965 兩年桃園共有 639 次 0000 GMT 之對流層頂風向風速資料，601 次 1200 GMT 之觀測資料。在此二年中，東港對流層頂風向風速資料 0000 GMT 者 610 次，1200 GMT 532 次。由此資料，得有以下之結果：

1964-1965 平均風向 (Mean wind direction)

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0000												
桃園 Taoyuan	264	259	263	280	309	850	77	77	23	303	260	256
	W	W	W	W	WNW	N	ENE	ENE	NE	NW	W	WSW
東港 Tungkong	263	261	266	264	351	33	80	77	64	360	266	269
	W	W	W	W	N	NE	E	ENE	ENE	N	W	W

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1200												
桃園 Taoyuan	261	259	263	278	321	353	72	82	32	292	257	256
	W	W	W	W	NW	N	ENE	E	NNE	WNW	WSW	WSW
東港 Tungkong	262	261	268	284	347	42	82	80	67	13	256	248
	W	W	W	WNW	NNW	NE	E	E	ENE	NNE	WSW	WSW

由表可見桃園對流層頂在1月至4月的四個月中全吹西風(W)，5月對流層頂風向已顯著北轉，0000 GMT 為 WNW 風，1200 GMT 為 NW 風，6月全為北風(N)，7月全為 ENE 風，8月在0000GMT 為 ENE，1200 GMT 為 E 風，9月桃園對流層頂風向又作逆轉，0000 與 1200 GMT 全為 NNE 風，10月繼續逆轉，0000 GMT 吹 NW 風，1200 GMT 吹 WNW 風，11月更逆轉為 W 風與 WSW 風，12月則 0000 GMT 與 1200 GMT，全為 WSW 風。

東港1月至3月0000與1200 GMT 對流層頂之

平均風向亦為 W，4月則 0000 GMT 仍為 W 風，但 1200 GMT，已為 WNW 風，5月此層風向 N 與 NNE，6月則東港對流層頂風向在上下午全為 NE 風，7月全為 E 風，8月為 ENE 及 E 風，9月全為 ENE 風，10月為 N 風與 NNE 風，11月與12月，0000 GMT 為 W 風，1200 GMT 為 WSW 風。

為補充上述 1964-1965 兩年之平均風向，再將此二年平均風速列出，俾對桃園東港二地對流層頂情況，有進一步的明瞭，二地此二年平均風速如下 (kts)

Mean wind velocity (kts)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year
0000 GMT													
桃園 Taoyuan	54.0	68.2	69.5	29.3	28.1	20.2	30.8	25.8	19.7*	22.1	36.9	64.1	39.5
東港 Tungkong	38.7	44.0	46.6	28.3	21.4	26.1	42.8	31.7	25.0	19.4*	24.4	39.7	32.3
1200 GMT													
桃園 Taoyuan	45.7	67.0	59.5	25.5	26.5	16.9	32.1	22.2	18.5*	20.1	41.7	58.1	36.1
東港 Tungkong	36.9	41.2	37.5	22.4	20.0	22.0	42.2	29.1	23.9	17.0*	28.9	32.8	29.5

此二年各月對流層頂平均風速，在 0000GMT，桃園與東港同以 3 月之風為最強，與前述 5 年平均中之以 1 月風速為最強有別，1200 GMT 之最大風速，桃園東港皆見於 2 月，亦非如 5 年平均之最大見於 1 月。最小風速 0000 GMT 桃園見於 9 月，而東港則見於 10 月，1200 GMT 之最小風速，桃園見於 6 月，9 月為風速次小之月。東港見於 10 月，而 5 月為風速次小之月，兩地之對流層頂，在 7 月皆見相當大的平均風速，第四圖與第五圖表示出 0000 與 1200 GMT 對流層頂風向風速之年中變化。

關於對流層頂風向風速與高度及溫度之關係，我們可以看出對流層高度最大之 4 月，為對流層頂西風

顯然減弱之月，而高度最小的 8 月，則是東風減弱之月。此兩年對流層頂之最高溫度，桃園見於高度最小之 8 月，此月東風已較七月為稍弱。東港見於 7 月，為東風頗強之月，對流層頂溫度之最低，兩地皆見於 11 月，為風向逆轉，恢復為西風之月份。

肆、臺灣對流層頂之極端值

(一)臺北 0000 GMT 觀測

根據 1955-1964 之 10 年臺北 2625 次 0000 GMT 無線電探空觀測，求得臺北對流層頂有如下之高度、氣壓與溫度的絕對極端數值。

1955-1964 臺北對流層頂

	高 度 gpm	年 Year	月 Month	日 Day	氣 壓 mb	年 Year	月 Month	日 day	溫 度 °C	年 Year	月 Month	日 day
絕對最高 Absolute maximum	19,274	1958	8	25	181	1958	4	22	-60.7	1961	3	13
絕對最低 Absolute minimum	12,873	1961	3	13	68	1958	8	25	-86.6	1961	1	3
絕對變差 Absolute range	6,401				113				25.9			

臺北對流層頂之平均高度，雖以盛夏之7月為最低，8月次低，但絕對最高高度 19,274 gpm 則見於1958年夏季之8月25日，絕對最低高度 12,873 gpm 見於平均高度相當大之春初3月，為1961年3月13日，絕對變差 6,401 gpm。臺北對流層頂10年中之絕對最高氣壓 181 mb，見於 1958年4月22日，及1961年3月13日。絕對最低氣壓 68 mb，見於1958年8月25日高度絕對最大之日。氣壓絕對變差 113 mb。臺北對

流層頂之絕對最高溫度，-60.7°C，見於高度絕對最低之1961年3月13日，而絕對最低溫度 -86.6°C，則見於1961年1月3日，該日高度雖大，為 17,556 gpm，但並非最大。此日對流層頂上下有最冷之氣團。溫度之絕對變差為 25.9°C。

至於 1955-1964 之10年中臺北對流層頂在各月所見之最高最低數值，可由下表見之：

1955-1964年 月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year
高度 Height 1000+gpm													
最 高 Maximum	8583	8193	8783	8802	8684	8344	7834	9274	8046	7985	8291	8055	9274
最 低 Minimum	4112	4594	2373*	2944	3553	4792	4302	3912	5152	4966	4761	2994	2873
變 差 Range	4471	3599	5910	5858	5131	3552	3532	5362	2894*	3019	3530	5061	6401
氣壓 mb Pressure													
最 高 Maximum	148	136	181	181	164	138	148	156	128	131	125	139	181
最 低 Minimum	70	75	70	70	73	78	84	68*	80	81	76	80	68
變 差 Range	78	61	111	111	91	60	64	88	48*	50	59	59	113
溫 度 °C													
最 高 Maximum	-62.6	-66.3	-60.7	-61.1	-63.2	-66.6	-64.6	-62.7	-68.7	-64.4	-68.4	-61.8	-60.7
最 低 Minimum	-86.6*	-80.6	-81.0	-81.1	-80.0	-80.3	-79.5	-79.8	-80.3	-81.5	-84.2	-81.0	-86.6
變 差 Range	24.0	14.3	20.3	20.0	16.8	13.7	14.9	17.1	11.6*	17.1	15.8	19.2	25.9

就各月份所見最高最低值而論，臺北對流層頂高度變化最大之月為3月，此月所見最高高度為 18,783 gpm，而最低高度 12,873 gpm，則為臺北對流層頂

之絕對最低高度，因而3月有最大之高度變差 5,910 gpm，臺北對流層高度變差最小之月為9月，此月極端高度之差，僅為 2,894 gpm。氣壓變差最大月份為

3月與4月，變差 111 mb。最小月份為9月，變差 48 mb，此月高度變差亦最小。對流層頂溫度之變差，以1月者為最大，變差 24.0°C，此月亦即見有絕對最低溫度 -86.6°C 之月，但此月最高溫度亦頗高，-62.6°C。溫度變差小之月為9月，此月高度變差，

氣壓變差皆最小，故溫度變差亦最小，僅為 11.6°C。

如將臺北 10 年 2,625 次對流層頂各年高度、氣壓、溫度三者的最高及最低出現月份加以統計，則得表如下：

最高最低在各月出現次（或年）數

Times of occurrence max. and min. in months of the year

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
高 度 Height												
最 高 Maximum	1	2		4	1				1			1
最 低 Minimum	1		2	3	2			1	1			
氣 壓 Pressure												
最 高 Maximum			1	4	3			1	1			
最 低 Minimum	1	2		5	1			1				
溫 度 Temp.												
最 高 Maximum	1		2	3	1			3				
最 低 Minimum	3							1	1	4	1	

由表可見臺北對流層頂之中最高高度，10年中有 4 年見於 4 月，2 年見於 2 月，[最低則 3 年見於 4 月，各 2 年見於 3 月與 5 月。氣壓之最高，4 年見於 4 月，3 年見於 5 月，氣壓之最低，5 年見於 4 月，2 年見於 2 月。對流層頂溫度之中最高值，3 年見於 4 月，3 年見於 8 月，2 年見於 2 月。溫度之中最低，4 年見於 11 月，3 年見於 1 月。總計臺北對流層頂高度氣壓與溫度 3 者 10 年之 60 個極端值中，有 19 個見於 4 月，8 個見於 5 月，1 月與 8 月各 7 個，3 月 11 月各 5 個，2 月 4 個，7 月 2 個，9 月 10 月與 12 月各 1 個，6 月無之。是知勿論就對流層頂之高度、

氣壓抑或溫度而言，4 月份為變化最頻最甚之月，5 月次之。反之，6 月為對流層頂性質變化最少之月份，從未出現年中之極端值。

(二)桃園與東港的觀測

1. 桃園

由 1957 年 7 月到 1960 年 6 月的 3 年和 1964 年 1 月到 1965 年 12 月的 2 年共 5 年的觀測，桃園 0000 GMT 1,625 次壓溫探測及 1559 次測風，1200 GMT 1278 次壓溫探測及 1210 次測風，求得各月及年對流層頂高度氣壓溫度與風速之極端值如下：

桃園 (Taoyuan)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year
0000 GMT													
高度 Height 10000+gpm													
最 高 Maximum	8,900	8,360	8,770	8,720	8,510	8,180	7,950	7,750	7,960	7,890	8,220	8,500	8900
最 低 Minimum	5,120	3,960*	4,050	5,120	4,710	4,950	4,680	4,140	5,060	4,960	49,00	3,990	3960
變 差 Range	3,780	4,400	4,720	3,600	3,800	3,230	3,270	3,610	2,930	2,990	3,320	4,510	4810
氣壓 mb Pressure													
最 高 Maximum	125	150	150	125	135	134	137	150	130	135	128	150	150
最 低 Minimum	66*	73	67	68	72	77	81	83	80	81	72	71	66
變 差 Range	59	77	83	57	63	57	56	67	50	54	56	79	84
溫度 °C Temp.													
最 高 Maximum	-77	-66	-69	-71	-72	-68	-68	-69	-71	-66	-72	-67	-66
最 低 Minimum	-84	-82	-83	-82	-82	-84	-84	-81	-83	-81	-85*	-85*	-85
變 差 Range	13	16	14	11	12	10	16	12	12	15	13	18	19
風速 kts Wind velocity direction													
最 大 Wind speed	134	169	130	100	173	65	79	70	50	96	135	139	173
風 向 Wind direction	W	W	W	W	W	NE	ENE	E	NE	W	W	W	W
1200 GMT													
高度 Height 10000+gpm													
最 高 Maximum	9,120	8,230	8,410	8,170	8,480	8,000	7,890	7,930	7,600	8,200	7,950	8,580	9,120
最 低 Minimum	4,460	4,880	4,080	5,080	5,310	5,200	4,900	4,670	4,500	4,900	5,220	3,940*	3,940
變 差 Range	4660	3350	4380	3690	3170	2800	2,990	3,260	3,100	3,300	2,730	4,640	5,180
氣壓 mb Pressure													
最 高 Maximum	136	150	150	125	125	128	134	139	140	129	125	150	150
最 低 Minimum	65*	73	75	68	72	79	82	81	85	76	78	69	65
變 差 Range	71	77	75	57	53	49	52	58	55	53	47	81	85

溫度 °C Temp.													
最 高 Maximum	-71	-67	-68	-71	-71	-72	-71	-67	-72	-64	-73	-66	-64
最 低 Minimum	-83	-85	-82	-83	-80	-82	-82	-81	-82	-84	-84	-85	-85
變 差 Range	12	18	14	12	9	10	11	14	10	20	11	19	21
風速 kts Wind velocity direction													
最 大 風 向	185	128	131	106	81	53	80	56	44	82	128	157	185
	W	W	SW	W	WSW	ENE	E	NE	NNE	WNW	WSW	SW	W

0000 GMT 桃園對流層頂之最大高度 18,900 gpm，見於 3 月，最小高度 13,960 gpm，見於 2 月，變差 4,940 gpm。氣壓之最高為 150 mb，曾數見不鮮。2 月 3 月 8 月與 12 月皆見如此高之氣壓。最低 66 mb，見於 1 月，故 0000 GMT 桃園對流層頂氣壓之變差為 84 mb。桃園 0000 GMT 對流層頂溫度，最高為 -66°C，見於 2 月與 10 月，最低 -85°C，見於 11 月與 12 月，變差為 19°C。以桃園 0000 GMT 5 年中所見對流層頂之極端值與臺北 10 年中所見同時觀測中者相比，則見除桃園有較低之最低氣壓外，高度氣壓與溫度之最高，皆不及臺北最高值之高，而高度與溫度之最低值，亦不若臺北者之低。0000 GMT 桃園對流層頂之最大風為 173 kts 之西風，見於 5 月。1 月至 5 月，與 11 月及 12 月的 7 個月，皆見有超過 100 kts 之強烈西風，是在臺灣北部，在此 7 個月中皆可見有強烈西風之噴射氣流。

1200 GMT 桃園對流層頂之極端值，在 1,278 次觀測中，最大高度為 19,120 gpm，見於 1 月，最小高度為 13,940 gpm，見於 12 月。變差 5,180 gpm，氣壓之最低為 65 mb，見於 1 月，最高 150 mb，見於 2 月 3 月與 12 月。變差 85 mb。溫度最高 -64.0°C

，見於 10 月，最低 -85°C，見於 2 月與 12 月，變差 21.0°C。在桃園 1,210 次之 1200 GMT 對流層頂風速之觀測中，最大風速為 185 kts，見於 1 月，12 月所見之 157 kts 次之，這都是西風的速度。夏季對流層頂盛行東風，桃園所見夏季東風之最大速度，為 7 月所見之 80 kts。

桃園 5 年 0000 與 1200 GMT 共 2,903 次觀測中，對流層頂之最大高度為 19,120 gpm，最小高度為 13,940 gpm，氣壓最低 65 mb，最高 150 mb，溫度最高 -64°C，最低 -85°C，除最高氣壓與最低溫度同見於 0000 與 1200 GMT 外，其他極端數值，全見於 1200 GMT 之觀測中，是桃園對流層頂之變化，在本地時 2000 (1200 GMT) 大於 0800 (0000 GMT) 者。

2. 東港

東港在 1957 年 7 月至 1960 年 6 月與 1964 年 1 月至 1965 年 12 月 5 年中，0000 GMT 對流層頂壓溫觀測有 1,591 次，測風 1,462 次，1200 GMT 之觀測，計壓溫 1,206 次，測風 1,098 次，由此項資料得出如下之對流層頂高度、氣壓、溫度之極端值與最大風速：

東 港 Tungkong

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year
0000 GMT													
高度 Height 10000+gpm													
最 高 Maximum	8220	8620	8580	8520	8320	8090	7510	7440	7520	7890	8180	8230	8620
最 低 Minimum	4630	4910	4590	4860	5230	4940	4130	4220	4870	3970*	4700	4200	3970
變 差 Range	3590	3710	3990	3660	3090	3150	3380	3220	2650	3920	3480	4030	4650

氣壓 mb Pressure														
最 高 Maximum		140	130	140	135	125	132	150	150	133	150	136	127	150
最 低 Minimum		75	70*	70*	72	75	77	85	89	85	81	75	74	70
變 差 Range		65	60	70	63	50	55	65	61	48	69	61	53	80
溫度 °C Temp.														
最 高 Maximum		-69	-71	-71	-69	-71	-73	-69	-66	-71	-67	-70	-70	-66
最 低 Minimum		-84	-83	-84	-85	-83	-88	-83	-81	-83	-82	-86	-85	-88
變 差 Range		15	12	13	16	12	15	14	15	12	15	16	15	22
風速 Kts Wind velocity														
最 大 Max.		104	99	103	91	48	70	173	113	53	67	84	90	113
風 向 Wind direction		W	W	W	W	W	ENE	ENE	ENE	NW	W	W	ENE	
1200 GMT														
高度 Height 10000+gpm														
最 高 Maximum		8730	8300	7850	8050	8100	8280	8530	7300	7790	7870	8480	8240	8730
最 低 Minimum		5100	5000	4900	4990	5080	5280	4580	4320*	4970	4720	5130	4670	4320
變 差 Range		3630	3300	2950	3060	3020	3000	3950	2980	2820	3150	3350	3570	4410
氣壓 mb Pressure														
最 高 Maximum		127	128	134	141	131	125	140	150	133	132	127	136	150
最 低 Minimum		68*	73	80	75	78	76	73	89	83	80	71	74	68
變 差 Range		59	55	54	66	53	49	67	61	50	52	56	62	82
溫度 °C Temp.														
最 高 Maximum		-71	-72	-73	-71	-72	-72	-70	-68	-72	-67	-74	-72	-67
最 低 Minimum		-84	-83	-85	-84	-83	-82	-81	-83	-83	-83	-87*	-85	-87
變 差 Range		13	11	12	13	11	10	11	15	11	16	13	13	20
風速 Kts Wind velocity														
最 大 Max.		125	92	79	96	50	58	75	55	47	83	79	112	125
風 向 Wind direction		SW	WSW	SW	W	NW	ENE	E	E	ENE	WNW	W	SW	SW

0000 GMT 東港對流層頂高度之最高為 18,620 gpm，見於 2 月，最低為 13,970 gpm，見於 10 月，變差 4,650 gpm，氣壓之最低為 70 mb，見於 2 月與 3 月。最高 150 mb，見於 7 月、8 月與 10 月，變差 80 mb，溫度之最高 -66°C 見於 8 月，最低 -88°C 見於 6 月，變差 22°C。東港 0000 CMT 1,462 次測風紀錄中，對流層頂最大風速為 113 kts，出現於 1964 年 8 月 11 日，風向 ENE，是臺灣南部夏季盛行之高層東風中，亦有噴射氣流之強風，時速達 100 路，東港對流層頂第二大之風速為出現於 1 月中之 104 kts 之西風。

1200 GMT 東港對流層頂之極端值，高度最大為 18,730 gpm。見於 1 月，最小 14,320 gpm，見於 8 月，變差 4,410 gpm，小於 0000 GMT 之變差 240 gpm，最低氣壓為 68 mb，見於 1 月，最高氣壓 150 mb，見於 8 月，非若在 0000 GMT 觀測中之數見於多個月份，變差 82 mb，溫度之最高，以 10 月者為最，-67°C，最低溫度 -87°C，見於 11 月，溫度變差 20°C，最大風速 125 kts，風向 SW，見於 1 月，比同時桃園所見最大西風強度小 60 kts。

綜合東港 5 年所作 0000 與 1200 GMT 共 2,797 次壓溫觀測與 2,560 次測風，可見對流層頂最大高度為 18,730 gpm，見於 1 月與 1200 GMT，低於桃園同期之對流層頂最大高度 390 gpm。最小高度東港為 13,970 gpm，見於 10 月與 0000 GMT，高於桃園對流層頂最大高度 30 gpm，東港高度變差 4,760 gpm

。氣壓最低為 68 mb，見於 1 月與 1200 GMT，與最大高度相符，最高 150 mb，則多見於 0000 與 1200 GMT 皆會見之。溫度最高 -66°C 見於 8 月及 0000 GMT，最低 -88°C 見於 6 月與 0000 GMT，變差 22°C。由此可知東港 0000 GMT 有較大的高度變化，故溫度變化亦較大。最大風速為 125 kts，為 1 月中 1200 GMT 所見 SW 風之強度，第二最大風速為 8 月中 0000 GMT 所見 ENE 風之強度。在桃園夏季對流層頂之東風，尚未見如此大的強度。

伍、臺北對流層頂之日中變化與十年中之變化

(一) 日中變化

在國際地球物理年 (IGY) 之期中，臺北除每日 0000 GMT 之無線電探空觀測外，又每於 0600，1200，及 1800 GMT，增加觀測 3 次，借此每日 4 次之觀測，並非日日有之，且即使有 4 次觀測之日，此 4 次觀測亦未必全達對流層頂，故在 1957 年 6 月到 1958 年 11 月之 548 日中，僅有 64 日，每日有 4 次對流層頂之觀測，且此 64 日在各月之分配，甚不均勻，2 月與 7 月全缺，1 月 5 月各僅 1 日。多者如 1957 年 9 月有 14 日，故取月平均，則其代表性不一，大多數可謂並無代表性，各月 0000，0600，1200，與 1800 GMT，平均高度、氣壓與溫度如下：

1. 各時平均值

平均高度 Mean height (1000+gpm)		0000	0600	1200	1800	變差 Range	觀測日數 No. of days with obs.
1957	6 月	6353	7158	6335*	6520	823	3
	8 月	6459*	6592	6531	6469	134	5
	9 月	6472*	9823	6644	6799	351	14
	10 月	6778	6349*	6670	6871	522	3
	11 月	7438*	7530	7679	7592	241	4
	12 月	6588	6202*	6867	6285	665	7
	1 月	5299*	7182	7162	6461	1883	1
	3 月	6663	6481*	7038	7222	741	8
	4 月	6334*	6923	6972	7424	1090	2
	5 月	6446	7144	8035	6332*	1703	1
1958	6 月	6783	6269*	6508	6281	514	10
	8 月	6010	5693	5443*	6095	652	2
	11 月	6625	6502*	6873	6928	426	4
	平均 Mean	6597*	6598	6756	6722	159	64

平均氣壓 mb Mean pressure		0000	0600	1200	1800	變 差 Range	觀測日數 No. of days with obs.
1957	6月	107.3	95.3*	106.7	103.3	12.0	
	8月	105.4	104.0*	104.0	104.4	1.4	
	9月	104.4	99.8	101.2	98.1*	6.3	
	10月	96.7	103.7	97.7	95.3*	8.4	
	11月	87.0	86.3	82.3*	84.3	4.7	
	12月	101.6	105.0	93.3*	102.7	11.7	
	1月	121.0	89.0	87.0*	98.0	34.0	
	3月	98.3	101.5	91.6	88.9*	12.6	
	4月	104.0	94.5	92.0	85.5*	18.5	
	5月	102.0	92.0	78.0*	103.0	25.0	
1958	6月	99.6	96.8*	103.4	105.8	9.0	
	8月	113.0*	121.0	124.0	114.5	11.0	
	11月	100.8	103.0	97.3	94.3*	8.7	
	平均 Mean	101.7	100.0	98.2	98.2	3.5	

平均溫度 °C Mean temp.		0000	0600	1200	1800	變 差 Range	觀測日數 No. of days with obs.
1957	6月	-70.7	-70.8	-74.8*	-74.6	4.1	
	8月	-70.6	-71.3	-73.4	-75.3*	4.7	
	9月	-73.5	-74.4	-76.4	-77.3*	3.8	
	10月	-70.8	-72.9	-76.9*	-76.1	6.1	
	11月	-73.4	-73.9	-77.6*	-76.5	4.2	
	12月	-75.3	-74.8	-77.4*	-76.4	2.6	
	1月	-70.3	-75.0*	-74.5	-74.5	4.3	
	3月	-75.7	-74.7	-77.8	-78.3*	3.6	
	4月	-72.5	-76.0	-76.2*	-75.9	3.7	
	5月	-74.5	-74.2	-79.0*	-76.4	4.8	
1958	6月	-76.2	-74.4	-76.4	-77.5*	3.1	
	8月	-73.6	-73.2	-75.7*	-75.2	2.5	
	11月	-74.4	-75.1	-77.1*	-76.7	2.7	
	平均 Mean	-73.9	-74.0	-76.5	-76.8*	2.9	

就此64日之平均而言，臺北對流層頂高度，日中以0000 GMT之16,597 gpm為最低，1200 GMT之16,756 gpm為最高，平均變差為159 gpm。此似與桃園東港二地5年平均之顯示1200 GMT對流層頂高度略小於0000 GMT者不合。甘陶爾(Arthur J. Kantor)曾指出在加拿大北緯50°到80°間之探空觀測顯示對流層頂高度之日中變化不定，在Moosonee一月0000 GMT高於1200 GMT 100 m而在Churchill則低於1200 GMT 150 m。在7月0000 GMT對流層頂有的地方較高80m，也有的地

方較低50m。就臺北64日之平均而言，對流層頂平均高度0000 GMT較低於0600 GMT 1m，1200 GMT亦僅高於1800 GMT 34m。資料既少，而差別又如此小，故知在低緯度如臺北，對流層頂高度之日中變化，除見0000與0600顯然低於1200與1800 GMT者外，此64日之資料的統計，並未能指示出明確之日中變化。

臺北對流層頂氣壓之日中變化，在此64日之資料中，顯示以0000 GMT之氣壓為最高，101.7 mb，1200與1800 GMT有等低之氣壓98.2 mb。變差

3.5 mb。臺北對流層頂溫度之日中變化，平均以0000 GMT 之 -73.9°C 為最高，但0600 GMT 為 -74.0°C ，僅低於 0000 GMT 0.1°C 。最低溫度見於 1800 GMT，為 -76.8°C 。溫度之日中變差平均為 2.9°C 。

2. 最高最低出現頻率

就此64日每日4次觀測所見之對流層頂極端值，在0000、0600、1200與1800 GMT之分佈而言，64日之最高高度，有20日見於0600，為最多，各17日見於1200與1800 GMT，10日見於0000 GMT，最少，64日之最低高度，19日見於0000 GMT，最多。0600 GMT有18日次之，1200 GMT 15日又次之，1800 GMT 12日最少。

就對流層頂之氣壓而論，64日之最高氣壓，21日見於0600，17日見於0000，16日見於1200，10日見於1800 GMT。最低氣壓各19日見於1200與1800 GMT，17日見於0600，9日見於0000 GMT。由上述可知 0600 GMT，即本地時 1400，對流層頂之高度與氣壓變化最甚。1200 GMT 次之，0000與1800 GMT 出現極端值之日數較少。

64日臺北對流層頂的溫度，最高出現在0000 GMT 者有32日，佔50%，另29日或45%見於0600 GMT，而出現於1200僅2日，1800 GMT 僅1日。

3. 日中變差

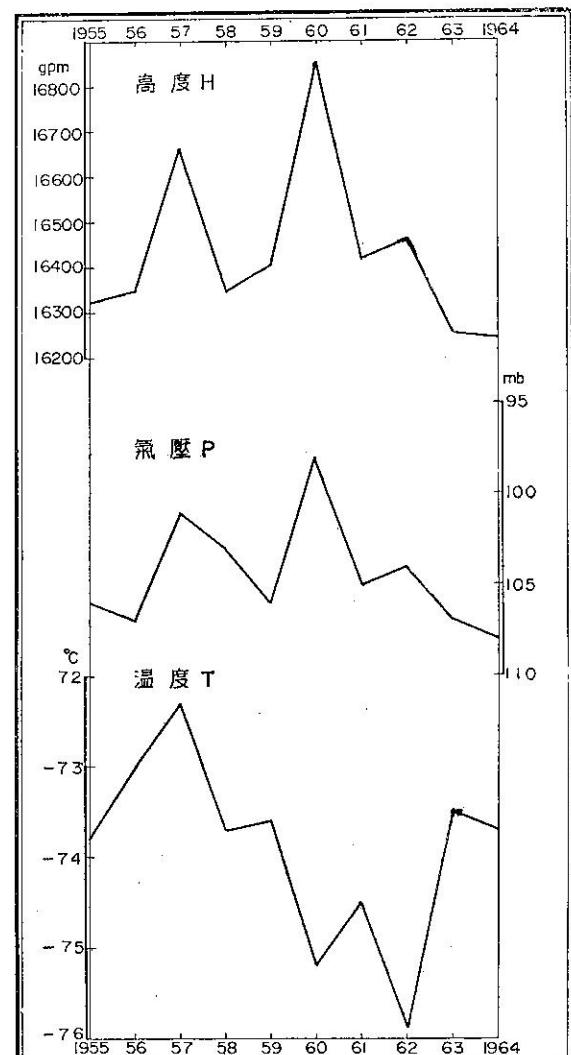
以上所述之日中變差，係先將0000，0600，1200與1800 GMT 每日4次之觀測，分別將高度，氣壓，溫度三者計算其各時平均值，而由此平均值所顯示之最高最低值，得出平均變差。如此所得之日中變差，殊為渺小。高度變差僅為 159 gpm ，氣壓變差僅為 3.5 mb ，溫度變差僅為 2.9°C 。

如將臺北64日之觀測，先求出各日之變差，然後對此64日之高度，氣壓與溫度的變差，予以平均，則得較上述平均之變差為大得多的變差之平均，計

	高度 (gpm) Height	氣壓 (mb) Pressure	溫度 ($^{\circ}\text{C}$) Temp.
日變差之平均 Mean daily range	1052	18	5.0

一日內之最大變差，高度者為 $2,328 \text{ gpm}$ ，見於1958年3月28日。該日氣壓變差為 43 mb ，溫度變差 6.1°C ，此日高度之最高見於1200 GMT，最低見於0600

GMT，0600 GMT 氣壓與溫度皆最高，高度變差之最小為 212 gpm ，見於1957年11月21日，此日1800 GMT 高度最大，1200 GMT 高度最小，此日氣壓變差 2 mb ，溫度變差 3.4°C 。氣壓之日中變差以1958年6月10日之 44 mb 為最大，此日溫度變差 11.1°C ，亦為64日中溫度之最大變差，此日高度變差 $2,160 \text{ gpm}$ 。



第六圖 台北對流層頂平均值10年中之變化
FIG. 6 VARIATION OF TAIPEI TROPOAUSE MEAN VALUES IN 10-YEARS

(二) 十年中之變化

1. 年平均之變化

1955-1964 的10年中，臺北對流層頂之年平均高度、氣壓與溫度如下表：

年平均 Annual means	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	變差 Range
高度 (16000+gpm) Height	321	348	664	348	404	857	417	456	251	243*	614
氣壓 (mb) Pressure	106	107	101	103	106	98*	105	104	107	108	10
溫度 (°C) Temp.	-73.8	-73.0	-72.3	-73.7	-73.6	-75.2	-74.5	-75.9*	-73.5	-73.7	3.6

1960年為10年中臺北對流層頂最高之年，年平均高度為 16,857 gpm，1964年則為10年中對流層頂最低之年，其年平均高度僅為 16,243 gpm，故年平均高度之變差為 614 gpm，此10年中之年平均氣壓與平均高度正相反，1960年最低，98 mb，1964年最高 108 mb，至於10年中對流層頂之各年平均溫度，不見與高度或氣壓有何關聯。1957年最暖，-72.3°C，

1962年最冷，-75.9°C，此二年相差 3.6°C，第六圖表示出10年中臺北對流層頂年平均高度氣壓與溫度之變化。

2. 季平均之變化

如將一年中之12個月合併為4季，則從10年中臺北各季對流層頂之平均高度，平均氣壓與平均溫度如下：

臺北對流層頂	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	變差 Range
高度 (16000+gpm) Height											
冬 Winter	732	203	662	426	508	565	483	347	222	021*	711
春 Spring	305	092*	768	389	532	1051	250	591	495	481	959
夏 Summer	—	323	576	301	206	938	589	387	025*	167	913
秋 Autumn	—	603	649	375	403	873	392	500	262*	329	611
氣壓 (mb) Pressure											
冬 Winter	103	107	101	101	101	100*	102	104	104	109	9
春 Spring	106	110	100	104	102	94*	108	100	102	104	16
夏 Summer	—	108	104	110	110	99*	104	107	113	111	14
秋 Autumn	—	102	101	105	106	99	105	103	108	107	9
溫度 (°C) Temp.											
冬 Winter	-75.0	-73.0	-72.8	-72.4	-74.6	-76.1	-76.1	-76.2*	-74.3	-72.7	3.8
春 Spring	-72.7	-72.3	-70.1	-74.4	-73.1	-75.7*	-73.1	-75.2	-74.4	-73.5	5.6
夏 Summer	—	-73.1	-72.1	-73.5	-72.2	-74.0	-73.8	-75.9*	-71.8	-73.2	4.1
秋 Autumn	—	-73.6	-74.2	-74.7	-74.3	-75.0	-75.0	-76.4*	-73.5	-75.4	2.9

就臺北對流層頂之季平均值而論，高度冬以1955年之16,732 gpm 為最高，1964年之16,021為最低，變差711 gpm，春季以1956年之16,092 gpm 為最低，1960年之17,051 gpm 為最高，變差959 gpm，1960年誠為臺北對流層頂高度最大氣壓最低之年，此年夏秋二季亦見有10年中最大季平均高度，16,938與16,873 gpm，夏秋二季最低高度，16,025與16,262 gpm，皆見於1963年。10年中季高度之變差，冬為711 gpm，春為959 gpm 夏為913 gpm，秋為611 gpm。

對流層頂季氣壓之最低，見於1960年，最高則冬見於1964年，春見於1956年，夏秋見於1963年。季氣壓之最高值為113 mb，見於1963年夏季，最低值94 mb，見於1960年春季，10年中各季氣壓變差為：冬9，春16，夏14，秋9 mb。

對流層頂之季平溫，冬以1958年冬之-72.4°C為最高，1962年冬季之-76.2°C為最低，變差3.8°C。

春季則最高溫-70.1°C 見於1957年，最低溫-75.7°C，見於1960年，變差5.6°C。夏季最高溫度見於1963年，-71.8°C，最低見於1962年，為-75.9°C，變差4.1°C。秋季溫度亦為1962年最低，1963年最高，分別為-76.4與-73.5，相差2.9°C。1962季年之冬，夏，秋三季皆為10年中對流層頂最冷之季，春季溫度亦僅次於1960年春季，而為第二冷之春季，故1962年對流層頂之年平溫為10年中最低者。

3. 月平均之變化

1955-1964之10年各月臺北對流層頂性質的月平均值，高度以1957年5月之17,149 gpm 為最高，1964年2月之15,700 gpm 為最低，10年中月平均高度變差為1,449 gpm。氣壓以1960年3月與4月之平均為93 mb 為最低，1963年7月之118 gpm 為最高，變差25 mb。溫度之月平均，以1957年3月之-69.9°C 為最高，1962年2月之-77.9°C 為最低，變差8.0°C。

1955-1964 歷年各月臺北對流層頂高度氣壓與溫度之平均值
Mean height, pressure, and temperature of Taipei tropopause

月 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 Year
高 度 10000+gpm Height													
1955	6,751	6,718	6,529	5,934	6,453	6,390	6,181	—	—	—	6,208	5,725*	6,321
1956	6,246	6,040	6,017	6,292	5,966*	6,276	6,383	6,300	6,606	6,602	6,616	6,323	6,348
1957	6,470	6,952	6,421	6,734	7,149	6,906	6,529	6,294*	6,565	6,636	6,746	6,564	6,664
1958	6,742	6,387	6,437	5,770*	6,959	6,554	5,855	6,194	6,518	6,246	6,362	6,148	6,348
1959	6,401	6,437	6,280	6,524	6,792	6,297	6,134*	6,188	6,436	6,351	6,423	6,686	6,404
1960	6,322*	6,653	7,046	7,121	6,986	6,890	6,833	7,091	6,824	7,000	6,795	6,719	6,857
1961	6,676	6,397	5,758*	6,400	6,602	6,764	6,615	6,387	6,366	6,626	6,183	6,225	6,417
1962	6,027*	6,874	6,267	6,654	6,853	6,333	6,448	6,370	6,358	6,612	6,531	6,140	6,456
1963	5,868	6,292	6,560	6,599	6,325	6,413	5,764*	5,899	6,609	6,150	6,027	6,506	6,251
1964	6,121	5,700*	6,310	6,647	6,503	6,323	6,088	6,090	6,405	6,429	6,152	6,243	6,243
平 均 Mean	6,362	6,445	6,363	6,468	6,659	6,515	6,183*	6,314	6,521	6,517	6,404	6,328	6,431
氣壓 mb Pressure													
1955	96	97	101*	112	105	107	111	—	—	—	107	115	106
1956	106	108	110	106	113	109	107	109	103	102	101*	106	107
1957	103	95*	104	100	95*	99	105	109	104	101	98	105	101
1958	96*	103	102	115	96*	102	116	111	104	107	105	103	103
1959	102	102	106	102	99	108	109	112	106	106	105	98*	106
1960	104	98	93*	93*	96	100	100	97	100	97	99	98	98
1961	98*	103	117	104	102	101	103	107	107	101	108	106	105

1962	109	95*	104	99	98	107	106	107	107	101	102	107	104
1963	110	102	100*	100*	107	106	118	115	103	110	110	101	107
1964	108	115	106	101*	104	106	113	113	106	108	108	105	108
平均 Mean	103	102*	104	103	102*	105	109	109	104	104	104	104	104
溫度 °C Temp.													
1955	-75.4	-76.4*	-71.6	-72.7	-73.8	-73.1	-74.1	—	—	-73.9	-73.2	-73.8	
1956	-74.0	-74.0	-71.4	-73.7	-71.7	-72.5	-74.5	-72.3	-74.8*	-73.0	-73.1	-71.1	-73.0
1957	-71.0	-73.1	-69.9	-70.2	-70.2	-72.2	-71.9	-72.2	-73.8	-73.7	-75.2*	-74.3	-72.3
1958	-72.2	-73.5	-75.1	-73.4	-74.6	-75.3	-73.7	-71.5	-74.5	-74.8	-74.8	-71.5	-73.7
1959	-73.7	-73.1	-73.1	-72.8	-73.4	-73.5*	-72.0	-71.0	-74.3	-73.4	-75.2	-77.1*	-73.6
1960	-75.9	-76.3*	-75.9	-76.1	-75.0	-74.4	-74.0	-73.7	-73.7	-75.3	-76.0	-76.3	-75.2
1961	-75.9	-76.1	-71.1	-73.1	-75.2	-74.7	-74.1	-72.5	-74.2	-76.2	-74.6	-76.3*	-74.5
1962	-75.2	-77.9*	-74.3	-74.9	-76.3	-76.0	-76.2	-75.5	-74.9	-76.4	-77.8	-75.4	-75.9
1963	-74.7	-75.3	-75.5*	-74.4	-73.4	-74.0	-70.6	-70.9	-74.8	-73.4	-72.4	-73.0	-73.5
1964	-71.9	-71.4	-73.2	-72.9	-74.4	-74.7	-72.3	-72.6	-74.6	-74.8	-76.9*	-74.9	-73.7
平均 Mean	-74.0	-74.7	-74.1	-73.4	-73.8	-74.0	-73.3	-72.5	-74.4	-74.6	-75.0*	-74.3	-74.0

隆、複對流層頂問題

地球大氣的對流層和其上平流層中間，並不經常是有一個連續的界面，對流層頂，而是能有多個幾乎水平的對流層頂片段，形同階梯，部分重疊，特別是在大的水平溫度差的地區，常見有這種複對流層頂 (Multiple tropopauses)。世界氣象組織 (W. M. O.) 曾通告自1954年開始，適用以下的對流層頂定義：

1. 第一層是大氣的最下層。此層上部氣溫直減率減小到每公里為 2°C 或小於此數，此一直減率平均等於 2°C 或小於 2°C 的氣層，厚度至少有2公里，稱為對流層頂。

2. 第一層的對流層頂以上的更高層中平均溫度直減率超過每公里 3°C ，厚度至少有 1 公里，其上又出現有如 1. 項規定之標準，則該層應被稱為第二對流層，其上是第二對流層頂。

3. 其他更高層次的對流層頂，可參照第二對流層與第二對流層頂的標準定出之。

對流層頂的高度，在赤道上最高，兩極最低，中緯度上傾斜最甚，故複對流層頂現象，應以中緯度上為最多見，臺灣位於低緯度，複對流層頂現象，理應罕見，故在空軍所屬桃園與東港二探空站已公佈之資料中，未見有一個以上之對流層頂的紀錄。但在臺灣省氣象局臺北高空觀測報告中，偶然見有第二對流層頂的資料。在 1955-1964 之10年高空觀測報告中，共見12次。其中1955年1次，1961年9次，1964年2次，1961年之9次中竟有5次出現在該年3月。此項資料之真實性若何，何以其他7年完全無類似情形，頗難斷定，在此12次紀錄中，第一對流層頂之高度，自 11,675 至 16,038 gpm 不等，而第二對流層頂之高度則介於 16,730-19,828 gpm 之間，第一對流層頂溫度自 -55.4 至 -73.7 不等，第二對流層的溫度為 -66.5° 至 -77.5°C ，在此有兩個對流層頂的12天中，有10天雲量在 8 以上，有 3 天降雨，9 天有霧或靄，1955、1961、1964、3 年 12 天臺北雙對流層頂 (Double tropopause) 之高度，氣壓與溫度如下：

年 Year	月 Month	日 Day	時 Time	第一對流層頂 First tropopause			第二對流層頂 Second tropopause		
				高度 (H) gpm	氣壓 (P) mb	溫度 (T) $^{\circ}\text{C}$	高度 (H) gpm	氣壓 (P) mb	溫度 (T) $^{\circ}\text{C}$
1955	3	26	0300	11,675	218	-55.4	16,988	93	-66.5
1961	1	25	0000	15,344	123	-71.0	18,259	75	-77.0

	1	29	0000	16,083	109	-73.7	19,828	65	-74.3
	3	8	0000	15,731	115	-72.7	18,200	75	-77.5
		9	0000	15,695	117	-70.1	19,064	66	-76.2
		13	0000	12,873	181	-60.7	18,110	107	-68.7
		17	0000	14,348	141	-66.2	16,730	95	-70.1
		19	0000	13,246	173	-62.4	15,830	96	-69.3
	6	1	0000	14,792	138	-71.3	17,512	87	-74.5
	6	27	0000	15,380	127	-71.1	18,171	79	-74.0
1964	4	14	0000	13,174	174	-62.1	17,213	90	-69.7
	8	14	0000	14,267	149	-63.6	17,345	90	-67.4

柒、對流層頂與地面氣壓及天氣之關係

(一) 對流層頂與地面氣壓

彼得遜 (S. Petterssen) 在其氣象學 (Introduction to Meteorology) 一書第11頁中，講到對流層頂的高度和地面氣壓的關係，說是海面氣壓愈高，對流層頂也愈高。在布萊爾 (T. A. Blair) 的天氣要素 (Weather elements) 第五版一書第 97 頁也會說對流層頂在地面氣壓高時較在地面氣壓低時為高。為了求證這些著名的氣象學課本中所說的對流層頂高度和地面氣壓的關係，是否適用於臺灣，作者曾就1964與1965兩年各月0000與 1200 GMT 桃園東港二地對流層頂高度最大與最小外的地面氣壓數值，加以分析，結果顯示上述二氏書中所云地面氣壓高則對流層頂高的說法，不適用於臺灣。桃園兩年共24個月0000與 1200 GMT 對流層頂共有 48 個最高與最低數值中，同一個月份中高度最大而地面氣壓亦較高度最小時為高，即與上說相符之次數僅為 15，是只佔總數之 31%，對流層頂高度最大而地面氣壓低，高度最小而氣壓高，就是和上述完全相反的情形有 20 次，在 48 之總數中佔 42%，同月內對流層頂最高時與最低時地面氣壓完全相同之數為 5，約合 10%，而對流層頂最高與最低時地面氣壓幾近相同，相差僅 1 mb 之例有 8 個，約佔總數 17%。

以同樣方法分析東港 1964 與 1965 兩年之 24 個月 0000 與 1200 GMT 之對流層頂最高最低時之氣壓數值，亦得和桃園者大致相同之結果。48 次中有 17 次，即 35% 與上述書中之所說相符，20 次即 42% 與之正相反，同月內最高最低之對流層頂而有相同地面氣壓之次數為 4，佔 8%。對流層頂最高最低時地面氣壓近乎相等，相差僅 1 mb 者有 7 次，佔 15%。以：

a = 對流層頂最高最低與地面氣壓之高低一致

b = 對流層頂最高最低與地面氣壓之高低正相反

c = 對流層頂最高最低而地面氣壓完全相等

d = 對流層頂最高最低而地面氣壓相差 1 mb 桃

園東港二地在 1964 與 1965 兩年各月所見 4 種情況

之次數與百分數

桃園 Taoyuan	a	b	c	d	總計 Total
1964					
0000	4	4	3	1	12
1200	3	5	1	3	12
1965					
0000	5	6	0	1	12
1200	3	5	1	3	12
總計 Total	15	20	5	8	48
%	31	42	10	17	100

東港 Tungkong	a	b	c	d	總計 Total
1964					
0000	3	6	0	3	12
1200	6	4	2	0	12
1965					
0000	5	4	1	2	12
1200	3	6	1	2	12
總計 Total	17	20	4	7	48
%	35	42	8	15	100

由此可知臺灣對流層頂，與地面氣壓無明確之關係，對流層頂高，地面氣壓高，對流層頂低，地面氣壓低之情形 (a)，桃園與東港所見只佔 31% 與 35%，即 1/3 左右，對流層頂高地面氣壓低，對流層低地面氣壓高之情形 (b)，二地同見 42%，a 與 b 兩種情形既不多，對流層頂最高最低而地面氣壓相同 (c) 與幾

近相同(d)之情形更少,c與d合佔之百分數。桃園27%,東港23%,即僅合1/4上下。

1964與1965兩年各月0000與1200 GMT 對流層頂高度最大最小及同時地面氣壓如下表

0000 GMT

月 Month	最 大 高 度 (1000+gpm) Maximum height		地 面 氣 壓 (1000+mb) Surface pressure		最 小 高 度 (1000+gpm) Minimum height		地 面 氣 壓 (1000+mb) Surface pressure	
	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong
1964								
1	8,900	8,150	014	012	5,280	4,800	014	018
2	8,360	7,590	017	023	5,750	4,970	012	017
3	8,480	7,600	014	011	5,600	4,590	014	021
4	8,430	8,520	003	015	5,880	5,000	008	014
5	8,290	7,680	002	010	5,560	5,530	006	008
6	7,770	7,400	000	006	5,430	4,940	003	008
7	7,950	7,420	002	006	5,020	4,130	004	007
8	7,660	7,210	001	997	5,200	5,000	997	006
9	7,960	7,480	004	008	5,980	5,170	000	009
10	7,600	7,600	005	012	6,030	5,690	009	011
11	7,960	7,530	013	015	5,210	5,650	012	012
12	7,910	7,600	022	016	5,190	5,010	016	015
1965								
1	7,750	7,700	006	014	5,510	5,180	015	028
2	8,170	7,480	017	013	5,110	5,600	008	018
3	7,800	8,580	015	015	4,970	5,160	012	014
4	8,500	8,000	012	015	5,860	5,020	010	010
5	8,150	8,100	005	006	5,860	5,230	007	007
6	8,180	7,880	003	007	5,740	5,320	005	005
7	7,430	7,140	001	010	6,130	4,590	003	007
8	7,360	7,070	998	004	5,310	5,230	002	006
9	7,310	7,500	007	011	5,810	4,870	006	008
10	7,390	7,080	007	016	5,010	3,970	015	016
11	7,420	7,770	014	022	5,860	4,860	011	019
12	8,230	8,230	019	017	5,550	5,180	010	019

1200 GMT

月 Month	最 大 高 度 (1000+gpm) Maximum height		地 面 氣 壓 (1000+mb) Surface pressure		最 小 高 度 (1000+gpm) Minimum height		地 面 氣 壓 (1000+mb) Surface pressure	
	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong	桃 園 Taoyuan	東 港 Tungkong
1964								
1	9,120	8,040	012	022	4,670	5,700	017	—
2	7,750	7,810	014	019	5,380	5,000	019	015
3	8,410	7,790	013	021	5,610	5,240	009	016
4	8,560	8,050	006	010	5,890	5,770	005	012
5	8,380	7,910	003	010	5,820	5,500	001	006

6	7,810	7,870	001	005	5,890	5,280	005	008	
7	7,890	7,090	002	009	5,340	4,580	004	005	
8	7,390	7,300	001	002	5,090	4,590	001	007	
9	7,510	7,480	004	005	5,700	5,530	005	007	
10	8,200	7,620	003	010	5,260	5,580	007	008	
11	7,840	8,480	011	014	5,220	5,140	007	014	
12	8,110	7,730	018	016	4,990	5,010	017	016	
1965									
1	8,000	7,840	015	017	4,460	5,770	012	020	
2	8,230	7,660	016	014	5,030	5,670	015	012	
3	7,540	7,680	007	009	4,970	5,130	014	014	
4	8,770	7,500	006	014	5,850	6,220	015	014	
5	7,790	7,700	004	007	6,100	5,270	003	005	
6	7,790	7,620	005	007	6,080	6,160	996	008	
7	7,860	7,600	000	004	6,000	5,290	002	010	
8	7,750	6,880	996	004	4,670	4,780	007	011	
9	7,600	7,610	006	011	6,140	5,270	007	009	
10	8,010	7,180	015	014	4,900	4,720	012	017	
11	7,820	7,520	011	015	5,270	5,130	011	017	
12	8,580	8,240	013	018	5,220	5,690	016	019	

(二) 對流層頂與地面天氣

作者曾就桃園東港二地1964與1965兩年冬季1月2月與夏季7月8月對流層頂高度溫度與地面天氣，特別是有雨日之天氣，加以對照，發現降雨與對流層頂高度有關，一般而論，桃園降雨之前多先見對流層頂特低，而後突然升高，高度最大時降水最強大。桃園對流層頂高，東港對流層頂降低，12或24小時後常有雨，對流層頂高度桃園高於東港愈多，則雨愈大愈能持久，桃園對流層頂特冷，有強風，而東港情形相反，桃園能連續降雨多日。桃園東港對流層頂特冷，高度中等，東港略高於桃園，亦可降雨。在夏月勿論東港或桃園降雨之前，必見對流層頂的突然變化，與冬月相同，東港或桃園之降雨，必見對流層頂高度，在桃園較在東港為高得多，或者說是對流層頂高度，在臺灣北部比在南部為高得多。在相反情形下，南部之東港有較北部之桃園者為高的對流層頂則不見降雨。茲將所選桃園東港二地1964與1965兩年冬月（1月與2月）夏月（7月與8月）雨日對流層頂情況分述如下：

1. 冬月

(1) 1964年1月1日0000 GMT 桃園之對流層頂特低，為15,280 gpm，東港之對流層有大致相同之高度，24小時後桃園對流層頂升高為16,990 gpm，

而東港者反略低，在2日0000時對流層頂高度，桃園高於東港1,700 gpm，開始降雨，直至3日1200GMT，雨已止，桃園對流層降至最低，低於東港者2,080 gpm。

(2) 1954年1月14日0000 GMT 東港對流層頂本高於桃園者480 gpm，但至1200 GMT 則已相反，對流層頂桃園高於東港500 gpm，桃園降雨。

(3) 1964年1月16日與17日桃園東港二地皆有高度中等而特冷之對流層頂，直至18日0000才是東港高於桃園，17日桃園降毛雨，而18日0000 GMT 桃園與東港皆降雨。

(4) 1964年1月23日0000 GMT 桃園降雨，直至次日1200 GMT 對流層頂高度桃園大於東港，25日0000 GMT 開始，直至31日桃園仍然天天降雨，但對流層頂高度成相反情形，東港高於桃園，28日29日對流層頂溫度特低，降雨則特強。

(5) 1964年2月19日1200 GMT 對流層頂高度桃園高。東港2000 gpm，桃園開始降毛雨，20日0000 GMT 桃園對流層頂高達18,360 gpm，高於東港3,410 gpm之多，毛雨加強，直至27日陰雨連綿，21日1200 GMT 以後直至27日1200 GMT 對流層頂高度多以東港者為略高，此期間桃園之對流層頂西風甚強，19日，25日與27日0000時皆會強至每小時116

涅。

(6) 1965年1月1日，桃園之對流層頂於12小時躍升1,830 gpm，而東港者變化甚微，2日桃園即開始降雨，由毛雨而變為強雨，3日 1200 GMT 以後對流層頂高度，東港者較桃園者為大，直至7日0000時以後，桃園方不見雨，6日0000時桃園之對流層頂曾突高，高於東港 1,190 gpm。

(7) 1965年1月15日0000時之對流層頂，桃園高於東港 1,610 gpm，東港對流層頂特暖，24小時後桃園降雨，東港對流層頂升至比桃園者為高，下午即見雨止。

(8) 1965年1月24日 0000 GMT 桃園降雨，當時之對流層頂桃園高於東港 890 gpm，下午雨止。

(9) 1965年2月6日 0000 GMT 對流層頂高度桃園高於東港 310 gpm，桃園降大雨，1200 GMT 對流層頂則是東港高於桃園 1,570 gpm，此後雨止。

(10) 1965年2月21日 0000 GMT 對流層頂，桃園高於東港 330 gpm，東港對流層頂特冷，12小時後桃園即見毛雨，22日 0000 GMT 桃園仍有毛雨，對流層頂高度，桃園與東港之差別甚小，23日0000時桃園大雨，對流層頂高度桃園大於東港 1,970 gpm。

2. 夏月

(1) 1964年7月3日 1200 GMT 東港降雨，當時對流層頂，桃園高於東港 930 gpm。

(2) 1964年7月12日 1200 GMT 桃園東港都有陣雨，當時對流層頂高度，桃園高於東港 1,250 gpm。

(3) 1964年7月16日 0000 GMT，東港降雨，當時桃園有月中最大之對流層頂高度 17,950 gpm，比東港高出 2,460 gpm 之多。

(4) 1964年7月27日 0000 GMT 桃園陣雨，當時對流層頂雖只有 16,270 gpm 之高，比東港僅高 90 gpm，但對流層頂之溫度在月中為最低值，東港亦甚低，在前一日臺灣之對流層頂已顯甚冷。

(5) 1964年8月7日 1200 GMT，東港受颱風影響曾降雨，8日 0000 GMT 至 9日 000 GMT 桃園各時皆見雨，對流層頂高度在 7 日 1200 GMT 桃園高於東港 230 gpm，8日 0000 GMT，桃園高於東港 280 gpm，6日至8日，東港對流層頂特冷，0000 GMT 見有 -80°C 之低溫。

(6) 1964年8月12日 1200 GMT 東港降雨，當時對流層頂桃園高於東港 1,600 gpm，對流層頂氣溫頗低，直至13日 0000 GMT 東港尚降雨，對流層頂桃園高出東港 1,870 gpm。

(7) 1964年8月17日與18日 0000 GMT 東港降雨兩日，此時對流層頂皆不特高，桃園高於東港 260 與 490 gpm，溫度較平常為低。19日與20日桃園降大雨，與颱風有關，19日對流層頂高度，桃園東港在 0000 GMT 完全相等，1200 GMT。桃園略低 60 gpm，桃園見有最低之對流層頂溫度 -81°C，20日 0000 GMT 雨最大，當時對流層頂桃園高於東港 820 gpm，直至21日 0000 GMT 桃園尚降雨，對流層頂在桃園比東港高 1,130 gpm。

(8) 1964年8月26日東港曾有雷雨，1200 GMT 對流層頂高度，桃園高出東港 950 gpm，27日 0000 GMT 桃園有最大之對流層頂高度，17,660 gpm，同時東港則特小，僅 14,900 gpm，二地對流層頂溫度皆高於正常，桃園 -73°C，東港 -72°C，二地皆未見雨。

(9) 1965年7月5日 0000 GMT 以前東港曾降陣雨，對流層頂桃園高於東港 630 gpm。

(10) 1965年7月15日 0000 GMT 桃園降雨，當時對流層頂為 16,250 gpm；同時東港僅為 14,590 gpm，相差 1,660 gpm。

(11) 1965年8月18日受颱風影響，桃園降雨終日，對流層頂在 0000 GMT，桃園高於東港 540 gpm 是日 1200 GMT，東港亦降大雨。

(12) 1965年8月21日 0000 GMT 東港發生雷雨，對流層頂桃園略高 310 gpm。

捌、結論

(一) 平均 由臺北 1955-1964 之10年 2,625 次 0000 GMT 觀測，桃園 1957-1965 期中 5 年 1,625 次 0000 GMT 的觀測，求得對流層頂平均值如下：

0000 GMT	高度(gpm) Height	氣壓(mb) Pressure	溫度(°C) Temp.
臺北 Taipei	16431	104	-74.0
桃園 Taoyuan	16734	97.8	-76.4

臺北桃園二地，一東一西直線距離不過 30 km，而平均對流層頂高度相差 303 gpm，氣壓差 6.2 mb，溫度差 2.4°C，殊屬過大，原因主要的為二地無線電探空所使用之儀器、方法與標準不同，加以觀測期限又有差別，有以致之。

桃園與東港二地有相同之儀器與設備，工作方法與標準亦完全相同，就 5 年中二地 0000 與 1200 GMT 之觀測，得出如下之平均對流層頂：

GMT	高度 (gpm) Height				壓氣 (mb) Pressure			溫度 (°C) Temp.			風速 (kts) Wind velocity		
	桃園 Taoyuan	東港 Tungkong	差 Difference	桃園 Taoyuan	東港 Tungkong	差 Difference	桃園 Taoyuan	東港 Tungkong	差 Difference	桃園 Taoyuan	東港 Tungkong	差 Difference	
0000	16,734	16,594	140	97.8	100.4	2.6	-76.4	-77.3	0.9	42	33	9	
1200	16,690	16,573	117	98.0	100.2	2.2	-77.1	-77.9	0.8	39	31	8	
平均	16,712	16,584	128	97.9	100.3	2.4	-76.8	-77.6	0.8	41	32	9	

桃園在東港之北，緯度比東港高 $2^{\circ}35'$ ，而同期觀測之平均值，竟見桃園有較東港者為高為暖之對流層頂，似與一般情形不合，但如知二地對流層溫度分佈之差異，即不難瞭解其何以如是，作者在臺灣自由大氣之研究中，曾指出東港雖有較桃園為高地面溫度，但在對流層中有較大的溫度垂直梯度，故對流層頂有較低之溫度與較低之高度。

(二)年中變化 就各月對流層頂之平均高度而論，臺北5月之16,659 gpm為最高，7月之16,183 gpm為最低，變差476 gpm，1月亦高於7月179 gpm，桃園以4月之17,134 gpm為最高，8月之15,385 gpm為最低，變差749 gpm，1月高於8月391 gpm，東港以5月之16,927 gpm為最高，8月之16,060 gpm為最低，變差867 gpm，1月高出8月680 gpm，是臺灣之對流層頂，以春季之4月或5月為最高，夏季之7月或8月為最低，冬季之1月，高於夏季之7月或8月者，自義爾斯(Byers)與布萊爾(Blair)等氣象學教本中所云對流層頂高度，夏高於冬之說，完

全不適用於臺灣，臺灣對流層頂之年中變化，實與相反，冬高於夏，春季最高，夏季最低。

對流層頂溫度之年中變化，臺北以8月之-72.5°C為最高，11月之-75.0°C為最低，變差2.5°C，桃園東港也是8月最高，11月最低，變差桃園3.0°C，東港3.9°C。

1964-1965 對流層頂的平均風向與平均風速，顯示桃園在1月至4月之期中，西風盛行，2月或3月平均風速最大，5月對流層頂風向，有明顯的向北順轉，6月桃園對流層頂吹北風，東港上空則多東北風，7月8月二地對流層頂有東風或東北東風，9月桃園對流層頂見有風向之逆轉，東港則以10月為高空風向逆轉之月，此後又吹西北風與西風，5月與9月或10月風向轉變之月風速弱。風速最小之月，在桃園為9月，在東港為10月。

(三)極端值 在臺北10年之觀測中，與桃園東港二地5年之觀測中，得對流層頂高度，氣壓，溫度與風速之極端值如下：

	臺北 (Taipei)			桃園 (Taoyuan)				東港 (Tungkong)			
	高度 (gpm) Height	氣壓 (mb) Pressure	溫度 (°C) Temp.	高度 (gpm) Height	氣壓 (mb) Pressure	溫度 (°C) Temp.	風速 (kts) Wind velocity	高度 (gpm) Height	氣壓 (mb) Pressure	溫度 (°C) Temp.	風速 (kts) Wind velocity
絕對最高 Absolute max.	19,274	181	-60.7	19,120	150	-64	185	18,730	150	-66	125
絕對最低 Absolute min.	12,873	68	-86.6	13,940	65	-85	—	13,970	86	-88	—
絕對變差 Absolute range	6,401	113	25.9	5,180	85	21	—	4,760	82	22	—

因臺北觀測期限較長，故見有特高之絕對最高與特低之絕對最低。

四日中變化 1957年6月到1958年11月之期中，

臺北有64日每日有0000，0600，1200與1800GMT之4次達對流層頂之無線電探空紀錄，由此可以略窺對流層頂之日中變化，就平均觀之，高度以1200GMT

者為最大，0000 GMT 者為最小，惟 0600 GMT 之高度，僅高於 0000 GMT 者 1 gpm。觀測太少，而差別又如此之小，故高度未必真以 0000 GMT 者為最低。蓋按常理，0600 GMT 是臺灣本地時 1400，為日中最熱時刻，臺灣對流層頂既以最熱月者為年中之最低者，則日中最熱時刻，亦似應見於日中最熱時之 0600 GMT。

在此 64 日中，一日內對流層頂高度變差之最大，為 2,328 gpm，最小為 212 gpm，平均變差 1,052 gpm。對流層頂溫度之日中變差，最大為 11.1°C，最小 2.0°C，平均為 5.0°C，平均以 0000 GMT 之溫度為最高，但 0600 GMT 僅低 0.1°C，1800 GMT 溫度最低。

(四)十年中之變化 在 1955-1964 之 10 年中各年臺北對流層頂之平均值，高度以 1960 年者為最大，1964 年者為最小，相差 614 gpm。溫度以 1957 年者為最高，1962 年者為最低，相差 3.6°C。

以各年臺北對流層頂之季平均值而言，高度以 1960 年春季之 17,051 為最高，1964 年冬季之 16,021 為最低，相差 1,030 gpm。季溫度以 1957 年春季之 -70.1°C 為最暖，1962 年秋季之 -76.4°C 為最冷，相差 6.3°C。

以臺北 10 年之 120 個月之月平均對流層頂而論，1957 年 5 月之 17,149 gpm 為最高，1955 年 12 月之 15,725 gpm 為最低，相差 1,424 gpm，1959 年 3 月最暖，-69.9°C，1959 年 12 月最冷，-77.1°C，溫度差 7.2°C。

(五)複對流層頂問題 在臺北 10 年 2,625 次之對流層頂觀測中，有 12 次測得上空有兩個對流層頂，第一對流層頂見於 11,675-16,033 gpm 之高度，第二對流層頂見於 16,730-19,828 gpm 之間，以資料太少，此項雙對流層頂之真實性，頗成疑問，在桃園與東港二地，尚無雙對流層頂之報告。

(六)對流層頂與地面氣壓 在彼得遜(Petterssen)所著之氣象學與布萊爾(Blair)所著天氣要素二書中皆會說地面氣壓高時對流層頂高，或地面氣壓愈低則對流層頂也愈高，作者曾就桃園與東港二地 1964 與 1965 兩年 0000 及 1200 GMT 各月對流層頂最高與最低之地面氣壓加以分析，結果顯示二氏對流層頂高低與地面氣壓高低之關係，並不完全正確，至少可說是不適用於臺灣，對流層頂最高，地面氣壓高與對流層最低地面氣壓低之例，在桃園只佔總數 31%，在東港只佔總數之 35%。而情形正相反，即對流層頂最

高時地面氣壓低，與對流層頂最低時地面氣壓高之例，在桃園與東港皆佔 42%，而對流層頂最高最低時地面氣壓相等或僅差 1 mb 之例，在桃園佔 27%，在東港佔 23%，由此可知臺灣對流層頂之高低與地面氣壓之高低，並無明顯之關係。

(八)對流層頂與地面天氣 作者曾就桃園東港二地 1964 與 1965 兩年 1 月 2 月及 7 月 8 月有雨日之對流層頂情形，加以分析，發見就大體而論，對流層頂與地面有雨天氣之關係如下：

1. 桃園降雨之前，先見對流層特低，繼而突然升高，高度最大時，降水特強。
2. 桃園對流層頂升高，東港對流層頂降低，12 或 24 小時後常有雨。
3. 對流層頂桃園者高於東港者愈多，則降雨愈大愈持久。
4. 桃園對流層頂特冷，且有強風，東港情形相反，則桃園降雨多日。
5. 桃園東港對流層頂皆特冷，而高度不大，東港略高於桃園，亦可降雨。

參考資料

1. 臺灣省氣象所，高空觀測報告 10 冊，民國 44 年至民國 53 年。
2. 國際地球物理年中國委員會觀測報告，第 1、2 冊，民國 50 年 8 月。
3. 國際地球物理合作組織中國委員會太陽寧靜年觀測報告，民國 54 年 12 月，55 年 12 月。
4. 曹澄生，臺灣地區對流層頂特性之統計研究，氣象預報與分析，第 5 期，民國 49 年 10 月。
5. 魏元恒，臺灣對流層頂及平流層風系之研究，氣象學報，11 卷 3 期，民國 54 年 9 月。
6. 林紹豪，臺北平均大氣，國立臺灣大學理學院地理學系研究報告，第 2 期，民國 53 年 11 月。
7. 亢玉瑾，臺灣上空氣流之初步研究，國立臺灣大學理學院地理學系研究報告，第 3 期，民國 54 年 11 月。
8. 劉衍淮，臺灣自由大氣之研究，氣象學報，13 卷 4 期，民國 56 年 12 月。
9. 劉衍淮，氣象學，臺灣省立師範大學，民國 54 年 9 月。
10. Thomas A. Blair and Robert C. Fite, Weather Elements, 5th Edition 1965, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs

- N. J.
- 11. Horace R. Byers, General Meteorology, 3rd Edition, 1959 McGraw Hill Book Co. New York
 - 12. Sverre Petterssen, Introduction to Meteorology, 2nd Edition 1958, McGraw Hill Book Co. New York
 - 13. K. Mitra, General Aspects of Upper Atmospheric Physics, Compendium of Meteorology 1951 American Meteorological Society, Boston
 - 14. Allen E. Cole and Arthur J. Kantor, Tropical and Subtropical Atmospheres, Journal of Applied Meteorology, Vol. 2, No. 1, February 1963
 - 15. Arthur J. Kantor, Tropopause Height Variations over Canada, Journal of Applied Meteorology, Vol. 6, No. 3, June 1967

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用之獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繪寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、惠稿文責自負，詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十一、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

保密防諜·人人有責

匪諜自首·既往不究