



國防科學

台灣高空大氣性質變化之研究 劉衍淮

A Study of Variations of The Atmospheric Properties
Over Taiwan Area

壹、序言

在上一年度內作者曾搜集到許多台灣高空觀測資料，致力於台灣自由大氣之研究，就台北、桃園、東港、馬公、四地多年無線電探空及無線電測風之結果，檢討台灣氣壓與高度、溫度、對流層頂，濕度，風向風速之平均情況，並以台灣大氣與北緯 15° 及 30° 之大氣，作一比較，業已於五十六年十二月在氣象學報第十三卷第四期中發表，為進一步對台灣大氣有更多瞭解，五十七年度乃擇定台灣高空大氣性質之變化為研究專題，於收集到之資料中，研究大氣性質之年中變化，日中變化，以及在冬月夏月所見大氣性質之三日及更多日之週期變化。用於年中變化及日中變化之研究的資料，為台北1955年到1964年之十年無線電探空紀錄，分別刊載於台灣省氣象局編印之民國44年到民國53年高空觀測報告110冊中，在此十年台北高空觀測中，以每日0000 GMT時之觀測為最完全，故取其十年平均值以為各氣壓面高度溫度與濕度年中變化研究之根據。

1957年六月到1958年十二月之期中，台灣氣象局為配合國際地球物理年加強高空探測，將台北無線電探空，增加為每日四次，即0000, 0600, 1200, 1800 GMT各一次，但0600與1800 GMT之觀測，頗多缺漏，於既有四次觀測日，亦多有一次或多次未達相當高度者，以1957年九月到1958年八月之一年而論，作者在高空觀測報告中僅選出57日有四次觀測可用於高空大氣性質年中變化之研究，此57日雖散見於1957年九月到1958年八月的12個月中，但各月日數甚形懸殊，少者月中僅有一日之觀測可

重力位公尺 (gpm)	1000	2000
幾何公尺 (m)	1002	10000
7000	8000	9000
7016	8019	9022
		10027

用，多者月有14日之資料，由於觀測日數分配之不均，故於日中變化之研究，不按月份敘述，而併為四季討論之。每日僅有四次觀測，以之討論日中變化，已甚勉強，更以日數太少，分配又不均勻，故所得結果，不過略示梗概而已。

為研究冬夏月份連續日期大氣性質變化之週期性，作者曾就國際地球物理年中國委員會觀測報告中，摘出桃園空軍天氣中心於1959年一月與七月0000 GMT之全部觀測，加以統計分析，以觀察各氣壓面之高度，溫度，與相對濕度等變化之週期性及上下各層之差異等，藉對日常所見天氣變化有所了解。在國際地球物理年與國際地球物理合作組織中國委員會出版之報告中，尚有其他年代與其他地點之高空推測紀錄，惟其中以桃園與1959年者比較完整，故取為研究根據。

台灣為我國東南沿海之一大島，然南北長不過300公里，東西最寬處亦不過110公里，在拙作「台灣自由大氣之研究」中，已見台北、桃園、馬公、東港四地高空大氣性質，以距離不大，所差甚微，故本文僅以台北、桃園二地之觀測資料，代表台灣大氣之一般情況，實亦無大差誤，茲列出台北桃園二測站地名號碼，經緯度及高度如下表：

測站	地名號碼	北緯度	東經度	高度(m)
台北	46692	$25^{\circ}02'$	$121^{\circ}31'$	8.0
桃園	46697	$25^{\circ}03'$	$121^{\circ}13'$	46.0

本文所討論之大氣性質，計包括各氣壓面高度，溫度與相對濕度之變化。高度係採用重力位公尺 (gpm)，台北與桃園二地之緯度為北緯 25° ，在此一緯度，重力位公尺與幾何公尺數對照如下：

3000	4000	5000	6000
3005	4007	5009	6012
12000	14000	16000	18000
12036	14046	16058	18070

20000	22000	24000	26000
20084	22100	24117	26135

由表可見重力位公尺與幾何公尺在7000公尺以下，相差不過2‰，在12000公尺相差僅及3‰，在18000公尺僅約4‰，在26000公尺始差5‰。在無線電探空氣球所達最大高度31—32公里，相差也不過6‰。故在對流層中，特別是下部，將重力位公尺，直接視為幾何公尺，差誤無多。

文中對大氣各層性質之討論，是以氣壓面或定壓面為準，飛機上的高度表，實即氣壓表，因之，根據高度表所示之一定高度飛行，實即沿一定氣壓面之飛行，各氣壓面之大氣性質，對飛行甚為重要。再則氣壓面高度，在天氣預報上為甚有價值，各預報中心皆根據探空報告，繪製氣壓面等高線圖，以為預報天氣之幫助，等高線也代表等壓線，以500mb等壓面而論，其正常高度約為5800公尺，某區此面為5600公尺，是表示此區須上升200公尺，方達5800公尺之面。氣壓係向上而減，一處高度低，即表示此地氣壓低，高度大就表示氣壓高，風向大致與等高線平行，而風速亦可由等高線之疏密而決定，高度既代表氣壓，故等壓面之高度變化，亦代表等高面之氣壓變化。

貳、年中變化

一、各氣壓面高度之變化

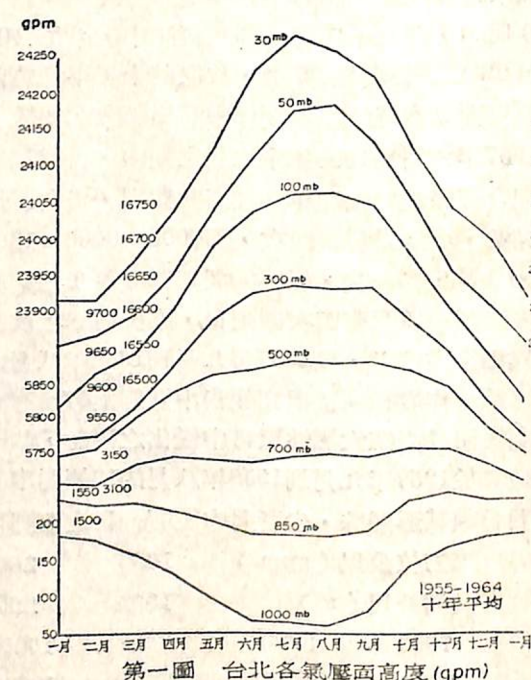
就1955—1964十年0000 G M T之高空觀測平均值而論，台北1000mb之面，高度以一月之188公尺為最高，八月之63公尺為最低，此面高度之年中變差為125公尺，此面之高度變化，大致代表地面附近之氣壓變化，氣壓冬高夏低，由此項高度之年中變化，可以看出850mb之氣壓面，最大高度見於秋末之十一月，最小高度見於六月與八月，年中變化較小，變差平均僅為56公尺。此上各氣壓面高度之變化，逐漸改變，在約可代表3136公尺高度之700mb氣壓面，高度以十月之3156為最高，二月之3106為最低，年差50公尺。四月亦顯為高度大之月，而六月則顯示高度之略減。500mb氣壓面之高度，以七月與九月為最大，5880gpm。一月高度最小，5748gpm，最高最低之差為132gpm，是此面高度變化已與地面附近完全相反，夏高冬低。此面以上之各面，直至觀測所達最大高度，皆呈現與地面附近相反之變化，夏高冬低，變差並隨高度而增。400mb氣壓面平均高度為7543gpm。九月最高，二月最低

28000	30000	31000
28154	30174	31180

，年差182gpm。300mb氣壓面以七月之9735gpm之高度為最大，一月之9520gpm為最小，相差215gpm。200mb與150mb之面，皆以七月之高度為最大，一月高度為最小，年變差為254與263gpm。100mb面之高度，八月最大，七月次大，二者平均只差3gpm，不必信其有何重要性。一月最小，變差298gpm，此上觀測次數迅速減少，故平流層各等壓面高度之平均值，代表性愈高愈差，但一般仍係七月或八月最高，一月或二月最低，變差亦愈向上愈大。70mb面為330，50mb面為333，30mb為396，15mb為447gpm。10mb之面僅三月四月與十一月有一次或數次之觀測，無法斷定其年中變化。

由上述各氣壓面高度之年中變化，當可立知台灣高空各高度面之氣壓的年中變化，夏季地面附近氣層，強烈加熱，氣柱膨脹，空氣上升外流，地面氣壓因而降至最低，冬季情形反是，下層空氣冷卻收縮，高空空氣流入，因而氣壓升至最高，此種現象純由地面之加熱與冷卻所造成，影響所及，愈高愈小。另一方面，夏月下層空氣上升，高空因而氣壓升高，冬月正相反，因空氣下降而高空氣壓最低，此種與地面相反之氣壓年中變化，在700mb面及以上各面之高度變化，業已明顯見之。

第一圖為台北八個重要氣壓面高度之年中變化



第一圖 台北各氣壓面高度 (gpm)

圖，清楚的表示出面附近與高空氣壓面高度變化型之逐漸改變，與上下相反。700mb之面為兩型之過渡，年中變化至微。500mb之高度變化，已與1000mb者相反。更向上，各氣壓面高度年中變化之曲

mb	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年
1000	188	176	158	131	98	69	66	63	82	142	170	181	127
850	1535	1527	1528	1517	1508	1486	1488	1486	1494	1533	1542	1532	1514
700	3108	3106	3132	3142	3140	3134	3142	3147	3143	3156	3154	3130	3136
500	5748	5754	5800	5834	5859	5867	5880	5877	5880	5867	5840	5782	5832
400	7442	7440	7487	7535	7578	7592	7610	7607	7622	7581	7642	7483	7543
300	9520	9525	9562	9619	9685	9725	9735	9730	9734	9684	9636	9566	9643
200	12264	12275	12299	12352	12338	12505	12518	12512	12510	12439	12390	12303	12401
150	14078	14093	14118	14169	14269	14317	14341	14335	14335	14259	14193	14119	14219
100	16468	16512	16539	16601	16697	16739	16763	16766	16749	16673	16599	16534	16637
70	18592	18587	18617	18670	18774	18829	18917	18899	18857	18680	18686	18601	18726
50	20652	20665	20692	20754	20843	20911	20977	20985	20934	20850	20751	20706	20810
30	23919	23915	23970	24041	24126	24230	24281	24258	24221	24122	24040	23996	24093
20	26552	26544	26556	26668	26755	26878	26922	26948	26897	26805	(26842)	26672	26753
15	(28613)	(28476)	(28589)	(28805)	(28787)	(28703)	(28881)	(28923)	(28880)	(28741)	(28700)	(28637)	(28728)
10				(31295)	(30931)								

二、各氣壓面溫度之變化

就台北十年各氣壓面平均溫度之年中變化而論，3000公尺以下大氣中各氣壓面溫度，全以七月者為最高，一月者為最低，惟1000mb之面，七月八月有相等之平均溫度，27.8°C，一月平均為12.1°C，年中溫度變差15.7°C。在700mb之面，最高溫度為七月之11.9°C，最低溫度為一月之-0.2°C

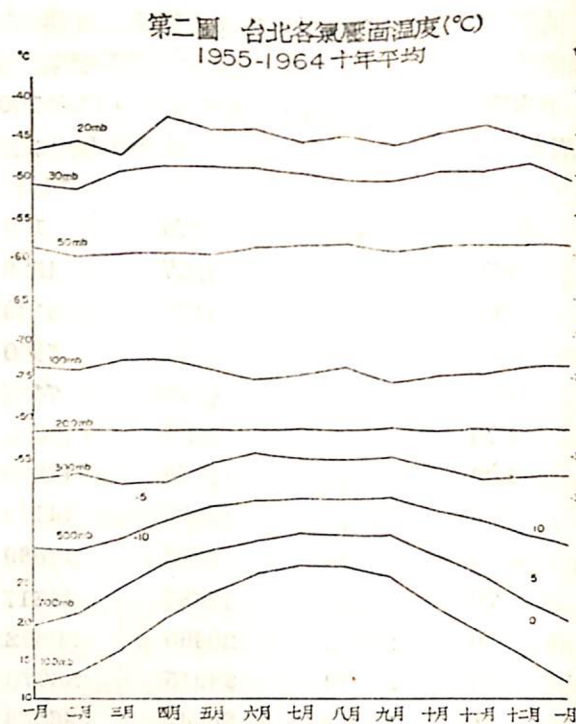
線，隨高度之增而益形尖銳，年變差愈形增大。

附錄1955—1964十年台北0000 G M T各氣壓面各月及年平均高度，單位為重力位公尺 (gpm)：

，變差12.1°C。在500mb之氣壓面，七月八月與九月三個月幾有同高之平均溫度，九月僅比七月八月高0.1°C，而有年中最高溫度-3.7°C。最低溫度-11.0°C，見於二月，變差已減為7.3°C，在400mb與300mb之面，六月溫度最高，三月溫度最低，變差係愈向上愈小。400mb為6.3°C。300mb為5.3°C。在200mb之面，溫度之年中變化甚微，最

高-49.3°C，見於七月，最低-51.9°C，見於十二月，三月四月亦顯有較低之溫度。在大致代表對流層頂之100mb氣壓面，八月溫度最高，平均為-71.9°C，十一月溫度最低，-74.5°C，變差2.6°C。三月見溫度之次高，六月見溫度之次低。在平流層中70mb之面，七月八月溫度同為-65.4°C，是年中最高溫度，而最低溫度-71.2°C，則見於三月，變差驟大，為5.8°C。50mb之面，氣溫之年中變差又小，為2.9°C，八月最高，-57.0°C，二月最低，-59.9°C。30mb之面最高溫度見於六月，為-47.9°C，最低-51.4°C見於二月，年中變差3.5°C。20與15mb之面，因觀測次數太少，結果不可靠，故不討論之。

第二圖畫出自1000mb到20mb九個氣壓面溫度之年中變化，為台北1955—1964十年之平均溫度。1000mb面之溫度曲線，表現出大氣受地面年中加熱與冷卻之影響，而有顯著之冬冷夏熱之變化。此種影響，隨離地高度而減小，在200與100mb之間，變差最小。有如附表所示，在150mb之面，溫度之年中變差僅有1.4°C。第二圖中之曲線，清楚的表示出300mb以上之氣壓面，溫度在年中顯示有兩個或更多之週期。平流層中氣壓面之溫度變化亦頗



顯著，20mb面溫度曲線之不規則，必係觀測次數太少之所致。

附台北1955—1964 0000 GMT 各氣壓面各月平均溫度(°C)

氣壓(mb)	一月	二月	三月	四月	五月	六月
1000	12.1	13.5	16.6	20.5	23.9	26.5
850	5.8	6.8	10.6	14.0	16.8	18.6
700	-0.2	1.0	4.1	7.1	9.1	10.8
500	-10.8	-11.0	-10.0	-7.9	-5.3	-4.1
400	-19.5	-19.9	-20.1	-18.5	-15.5	-13.8
300	-32.3	-31.7	-33.2	-33.0	-29.9	-27.9
200	-51.4	-51.1	-51.7	-51.7	-50.7	-49.9
150	-63.4	-63.2	-63.2	-62.8	-62.6	-63.5
100	-73.1	-73.7	-72.5	-72.6	-73.1	-73.6
70	-68.7	-69.8	-71.2	-70.8	-71.1	-69.0
50	-58.9	-59.9	-59.7	-59.7	-59.0	-57.7
30	-50.8	-51.4	-49.3	-48.7	-48.1	-47.9
20	-46.5	-45.4	-47.1	-42.3	-43.6	(-43.0)
15	(-40.0)	(-41.4)	(-40.7)	(-36.1)	(-35.9)	(-41.2)

氣壓(mb)	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年
1000	27.8	27.8	26.3	22.0	18.7	15.5	20.9
850	19.6	19.4	18.1	13.5	10.8	7.8	13.4
700	11.9	11.6	11.3	8.4	5.6	2.2	6.9
500	-3.8	-3.8	-3.7	-6.1	-7.9	-9.7	-7.0

400	-13.9	-14.0	-13.9	-16.3	-17.8	-19.3	-16.9
300	-28.2	-28.5	-28.4	-30.7	-32.6	-32.6	-30.8
200	-49.3	-49.5	-49.6	-50.9	-51.4	-51.9	-50.8
150	-63.1	-62.7	-63.0	-63.3	-64.0	-63.6	-63.2
100	-72.7	-71.9	-74.1	-74.0	-74.5	-73.6	-73.3
70	-65.4	-65.4	-67.0	-68.7	-69.2	-69.3	-68.8
50	-57.1	-57.0	-58.3	-58.1	-58.5	-58.6	-58.5
30	-48.4	-49.4	-49.6	-49.0	-49.6	-48.8	-49.3
20	-44.6	-43.8	-45.0	-44.1	-43.7	-45.3	-44.5
15	(-39.6)	(-42.1)	(-38.4)	(-42.2)	(-40.7)	(-38.9)	(-39.8)

三、各氣壓面相對濕度之變化

台北無線電探空所作相對濕度之紀錄，以地面至大約一萬公尺或約300mb氣壓面之下層為限。空氣中之水份，來源於地面，愈高愈少，再則溫度隨高度而迅速減低，不能含有超過飽和水汽壓所應有之水汽量，以300mb之面而論，台北十年平均溫度為-30.8°C，此溫度下之飽和水汽壓僅為0.35mb以之與1000mb面平均溫度20.9°C，飽和水汽壓84.7mb相比，可知在300mb之面，由於氣溫之減低，只允許含有1000mb面水汽之1%許。因之，一般可視一萬公尺以上之高空，其濕度已小至難於觀測，無關重要。

台北各氣壓面相對濕度之年中變化，各層甚不一致。在1000mb之氣壓面，變化甚微，以二月之5%為最高，七月之79%為最低，年中變差僅及6%。在850mb之面，相對濕度顯示兩次最高，冬末二月，與秋季之十月與十一月，均為87%，而最低相對濕度78%，見於七月，變差9%。在3000公尺

以上之高空中，年中最低相對濕度，已非見於最熱月七月，蓋盛夏時期，對流強烈，地面水汽被輸達高空，因而700mb之面，冬之二月相對濕度最高76%，此後濕度降低，但五月又形升高，七月相對濕度雖低(63%)，但十月十一月與十二月之平均值，較此尚低，而為62%，年中變差12%。在平均高度為5332公尺之500mb氣壓面及以上，熱季因受對流之惠而濕度高，冷季空氣甚為乾燥之情況極為明顯，500mb氣壓面相對濕度六月最高，69%，十二月最低，32%，變差37%。400mb之面，五月與六月相對濕度同為62%最高，十二月最低，僅29%，變差33%。在300mb之面，相對濕度以五月為最高60%，十二月最低22%，年中變差38%。總之，直至觀測所及之最大高度9600餘公尺高之300mb氣壓面者，全以十二月之相對濕度為最低。

台北1955—1964 0000 GMT 各氣壓面各月及年平均相對濕度(%)

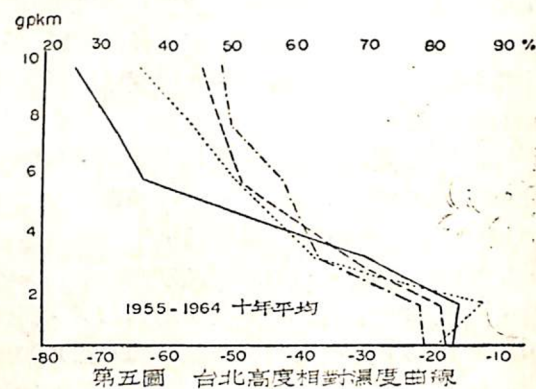
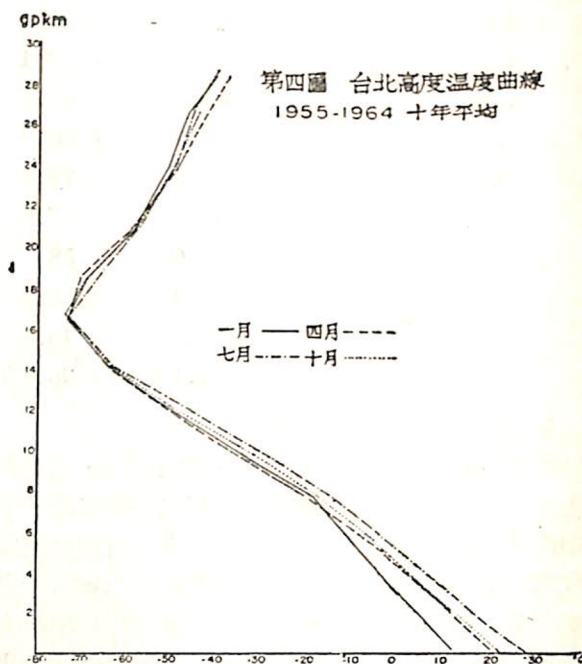
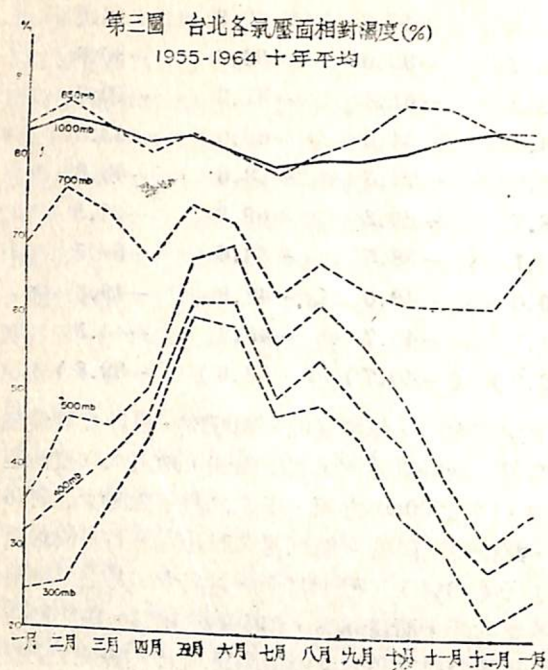
mb	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年
1000	83	85	84	82	83	81	79	80	80	81	83	84	82
850	84	87	84	81	83	81	78	81	83	87	87	84	83
700	69	76	73	67	74	72	63	67	64	62	62	62	68
500	36	47	46	51	67	69	57	62	57	50	40	32	51
400	32	37	42	48	62	62	50	55	49	44	34	29	45
300	25	26	35	45	60	59	48	49	45	35	31	22	40

第三圖清楚的顯示出台北各氣壓面相對濕度之年中變化。850mb之面之相對濕度，在秋冬兩季特高於地面附近之1000mb之面者，700mb面之相對濕度年中變化曲線，指有出三個週期，十二月至四月為一個週期，四月至七月為另一週期，七月至十月為第三個週期，十月十一月與十二月濕度不變，同為年中之最低。500mb面之相對濕度曲線，雖亦

顯示相對濕度中有三個週期，但冬夏差別之大，至為明顯，冬季月份高空特別乾燥。總之，850mb以至300mb之層，各月皆係高度愈大，空氣愈益乾燥，相對濕度之直減率，在夏季頗小，但冬季則特大，有如第三圖各曲線彼此距離之所示。

四、各高度氣溫與相對濕度之變化

1. 氣溫 第四圖為1955—1964十年平均台北一月四



月七月與十月各高度 (gpm) 氣溫所構成之曲線，此四個月可大致代表春夏秋冬四季之情形。由此四條曲線彼此之差距，可清楚的看出溫度之年中變差，愈高愈小，自地面以迄平流層中，全以七月之氣溫為最高，23公里以上之高空四月氣溫之似為最高，可能係觀測次數太少所給之錯誤印象。一月為最冷月之情況，在7公里以上即有改變。7—12公里之高度，四月氣溫似較一月者為尤低。14公里至對流層頂之層，各月溫度差別特小，平流層各高度面溫度之變化又似略大。

2. 濕度 第五圖為1955—1964十年台北一月四月七月與十月之平均相對濕度曲線，用以代表四季高空各層濕度情形，由圖可以清楚的看出在4公里以下之氣層中，一月相對濕度高，七月相對濕度低，僅1.5公里之高度，見特高之相對濕度於十月。4公里以上情形正相反，七月相對濕度高，一月相對濕度低，除在1.5公里上下外，春季四月之相對濕度，恒高於秋季十月者。第五圖也表示出低空相對濕度年中變化小，與4公里以上各高度年中變化之迅速增大。

參、日中變化

1957—1958	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	年
觀測日	14	3	4	7	1	2	8	2	1	10	2	3	57

由於各月日數不等，少者僅有1日，多者達14

1957—1958國際地球物理年期中，台灣省氣象局曾在台北於多數日期每日施放無線電探空氣球四次，以獲取高空大氣性質日中變化之資料，惜此項觀測日中，常有一次或二次氣球未達相當高度氣球即爆炸或有其他原因，記錄停止，因之，真能用於比較各高度大氣性質日中變化之資料，頗顯貧乏。在1957年九月到1958年八月之一年內，日有四次可用觀測之日數，經作者選定共有57日，各月日數如下表：

日，無法討論各月情形，因將12個月合併為秋、冬

、春、夏四季研究各季大氣性質之日中變化。既如此，各季日數仍嫌不等，少者10日，多者21日，故日數特少之季，資料之代表性較遜。四季觀測日數如下：

1957—1958	秋	冬	春	夏	年
觀測日	21	10	11	15	57

勿論就高度，溫度，或相對濕度而言，各等壓面之觀測次數，亦非相等，自1000到300mb間各層在此一年中皆有57日之觀測，而200與150mb之面，則有55日之觀測，100mb面之觀測，有52日者，而70mb者僅27日，50mb面只有12日，30mb面只有4日之觀測，氣象局高空觀測報告中，此57日之紀錄，只49日載有地面溫度，而100mb面之觀測，高度雖有52日之觀測，但溫度則僅有51日之資料。相對濕度之資料，地面有49日者，1000至400mb各層面皆有57日之觀測，而300mb面之相對濕度，只有24日者。

在地面觀測中，每以一日每小時一次之24次或每二小時一次之12次觀測，討論氣象要素之日中變化，今於台北高空大氣性質，欲以一日中每六小時一次之4次觀測，即0000，0600，1200與1800 GMT之觀測為之，自感資料之不足，加以觀測日數稀少，各月各季多寡不均，有如以前所述，其不能充分表示出氣象要素日中變化之形式，自勿待言，但吾人以資料所限，不得已而為之，結果雖非日中變化之全貌，但終可使人略見其變化之梗概也。

一、各氣壓面高度之變化。

1. 最高最低出現時刻

(1)年 就1957九月到1958八月之一年中57日觀測而論，在1000mb之面，高度之最大，有36日，即總數63%見於0800本地時，或0000 GMT，13日或23%見於2000本地時或1200 GMT。高度之最小，34日或60%見於午後之1400時或0600 GMT，19日或33%見於晨0200時即1800 GMT。850mb之面高度之最大，有31日(54%)見於0000 GMT，16日(28%)見於1200 GMT。高度之最小，33日(58%)見於1800 GMT，16日(28%)見於0600 GMT。

GMT	0000		0600		1200		1800		總日數
	max	min	max	min	max	min	max	min	
1000	36	1	2	34	13	3	6	19	57
850	31	5	6	16	16	3	4	33	57
700	24	10	11	14	17	2	5	31	57
500	20	14	16	9	14	6	7	28	57

M T。700mb面之高度最大，24日(42%)見於00 GMT，17日(30%)見於1200 GMT，11日(19%)見於0600 GMT，最小高度31日(54%)見於1800 GMT，14日(25%)見於0600 GMT，10日(18%)見於0000 GMT。此上氣壓面高度最大的出現時刻，更顯分散，500mb之面，最大有20日(35%)在0000 GMT，16日(28%)在0600 GMT，14日(25%)見於1200 GMT，最小有28日(50%)見於1800 GMT，14日(25%)見於0000 GMT。400之mb面高度之最大，0600與1200 GMT各有18日(31.6%)，0000 GMT有15日(26%)，最小有29日(50%)在1800，13日(23%)在00 GMT。在300mb之面，30日(52%)最小見於1800 GMT，12日(21%)在0000，11日(19%)見於1200 GMT。而最大則散見於0600時22日(40%)，0000與1200時各14日(25%)。200mb面之高度，最大見於0600 GMT者有22日(40%)，00 GMT有14日合25%，1200 GMT有12日，占22%。最小有26日(47%)見於1800，13日(24%)見於0000，11日(20%)見於1200 GMT。150mb之面，高度之最大，28日(51%)見於0600 GMT，最小則27日(49%)見於1800 GMT，14日(25%)見於1200 GMT。約為對流層頂之100mb氣壓面，有52日之觀測，28日(54%)最大高度出現於0600，28日(54%)最小高度見於1800 GMT。70mb之面，有27日之觀測，高度之最大，12日(44%)在0600，10日(37%)在0000 GMT。最小有13日(48%)在1200，12日(44%)在1800 GMT。50mb之面，有12日之觀測，最大高度之見於0000與0600 GMT者各5日(41%)，最小高度7日(58%)在1800，4日(33%)在1200 GMT。30mb氣壓面僅有4個觀測日，高度之最大見於0000與0600 GMT各2日(50%)，最小則3日(75%)在1800 GMT，1日(25%)在1200 GMT。

各氣壓面高度之最大(max)與最小(min)各時出現日數：

400	15	13	18	8
300	14	12	22	4
200	14	13	22	5
150	12	10	28	4
100	14	5	28	2
70	10	2	12	0
50	5	1	5	0
30	2	0	2	0

18	7	6	29	57
14	11	7	30	57
12	11	7	26	55
10	14	5	27	55
7	17	3	28	52
1	13	4	12	27
0	4	2	7	12
0	1	0	3	4

等壓面之高度，即代表等高面之氣壓，由上述可知台北地面附近之氣壓，最高有60%見於溫度尚低之晨8時，而最低則61%見於最熱之午後2時。

由850mb面之高度變化，可知在大約1500公尺之高度，氣壓之最高，仍見於晨8時，而最低則見於晨2時。此上直至平流層中之24公里高，氣壓多以晨2時者為最低。最高氣壓1.5至5.8公里多見於晨8時，7.5公里以上則多以午後2時之氣壓為最高，即與地面相反，由此可見午後最熱時，空氣柱膨脹最甚，因有上升運動，最下層氣壓減低，但高空則中則氣壓升高，故高空有與地面相反之日中變化。

(2)秋 1957年九月至十一月之秋季三個月				
有21日各有4次觀測可用，1000至500mb間各氣壓面高度之最大，多見於0000 G M T。500mb以上之高空，則最大多見於0600 G M T，即地面氣溫最高之時間。高度之最小，1000mb之面多在0600 G M T，850至300mb之各層，則多在1800 G M T。200mb氣面以上，多見於1200 G M T，1957秋季三個月21個觀測日各氣壓面高度之最大與最小在一日4次觀測中所占日數如下：				
G M T	0000	0600	1200	1800
mb	max	min	max	min
1000	12	0	1	13
850	12	1	2	6
700	12	2	3	6
500	9	5	5	4
400	6	4	7	5
300	6	5	7	2
200	6	5	8	2
150	5	3	12	2
100	7	1	11	1
70	3	1	7	0
50	1	1	3	0
30	0	0	1	0

各氣壓面高度，最大有60%見於1200 G M T，最小在700mb各有4日見於0600與1800 G M T。500與400mb之氣壓面，6日見於1800 G M T。在300mb氣壓面以上之各層，高度之最大，分見於0000，1200與0600，但最小則集中於1800 G M T。

冬季(1957十二月至1958二月)氣壓高度最大最小在各時出現日數：

(3)冬 1957年十二月至1958年二月之冬季三個月				
台北共有10日各有四次觀測可用。1000mb氣壓面之高度，亦即表示地面附近之氣壓，最高見於本地之晨8時，即0000 G M T，最低見於午後2時，即0600 G M T。850mb面高度之最大，一半見於0000 G M T，一半見於1200 G M T，最小有6日見於0600，4日見於1800 G M T。700mb到400mb之				
G M T	0000	0600	1200	1800
mb	max	min	max	min
1000	6	0	0	8
850	5	0	0	6

3	0	1	2	10
5	0	0	4	10

700	2	2	0	4
500	3	1	1	3
400	3	2	1	2
300	4	1	2	1
200	4	1	2	1
150	3	1	4	1
100	2	1	4	0
70	3	0	2	0
50	2	0	1	0
30	1	0	0	0

(4)春 1958年三月至五月之春季三個月，台北共有11日各有4次觀測可用於日中變化之比較。1000—700mb之各氣壓面高度，皆以0000 G M T為最大出現較多之時刻，而高度之最小，則多出現於0600或1800 G M T。500mb氣壓面高度最大最小之時刻，頗形紊亂。而400至100mb各氣壓面高度之最大，亦分散各時，但最小則集中於1800 G M T。100mb氣壓面，最大高度有6日見於0600，最小高度有6日見於1800，皆超過半數。700mb氣壓面有5日之觀測，高度之最大，0000有3日，0600有2日，而最小則1200有4日，1800有1日。50與30mb二氣壓面，各僅有2日之觀測，故其所顯示之最高最低出現時刻，不足為憑。

(5)夏 1958年六月至八月之三個月				
台北日有4次探空之觀測可用之日數為15，在此15日中，1000mb氣壓面高度之最大，10日見於0000 G M T，最小有7日出現在0600 G M T，5日出現在1800 G M T。850mb面之最大高度，5日在0000，4日在0600，6日在1200 G M T，最小高度有10日見於1800 G M T。自700mb直至100mb各氣壓面高度之最大，皆集中於0600 G M T，即本地最熱之午後2時，此亦即顯示自3000公尺以至對流層頂，各高度之氣壓，全以午後對流最強氣柱膨脹最烈時為最高，				
G M T	0000	0600	1200	1800
mb	max	min	max	min
1000	8	0	0	6
850	9	1	0	4
700	7	2	1	4
500	4	4	2	2
400	3	3	2	1
300	3	2	4	1
200	3	1	4	1
150	3	1	4	0
100	3	1	6	0
70	3	0	2	0
50	1	0	1	0
30	1	0	1	0

故見700至100mb之各氣壓面，高度最大出現在0600 G M T之日數，佔總日數53%至64%，至於氣壓面高度之最小，可謂自850mb直至對流層頂之100mb，皆以見於1800 G M T者為最多，除300與200mb二氣壓面外，其他各面，1800 G M T皆見半數以上之日期，高度最小，即各高度面之氣壓此時最低。70與50mb氣壓面觀測太少，不便討論之。

3	0	1	2	10
5	0	0	4	10

6	0	2	4	10
6	0	0	6	10
6	0	0	6	10
4	0	0	8	10
3	0	0	7	9
2	0	0	7	9
2	0	0	7	8
0	0	0	5	5
0	0	0	3	3
0	0	0	1	1

1958年春季三個月氣壓面高度最大最小出現日數：

(5)夏 1958年六月至八月之三個月				
台北日有4次探空之觀測可用之日數為15，在此15日中，1000mb氣壓面高度之最大，10日見於0000 G M T，最小有7日出現在0600 G M T，5日出現在1800 G M T。850mb面之最大高度，5日在0000，4日在0600，6日在1200 G M T，最小高度有10日見於1800 G M T。自700mb直至100mb各氣壓面高度之最大，皆集中於0600 G M T，即本地最熱之午後2時，此亦即顯示自3000公尺以至對流層頂，各高度之氣壓，全以午後對流最強氣柱膨脹最烈時為最高，				
G M T	0000	0600	1200	1800
mb	max	min	max	min
1000	8	0	0	6
850	9	1	0	4
700	7	2	1	4
500	4	4	2	2
400	3	3	2	1
300	3	2	4	1
200	3	1	4	1
150	3	1	4	0
100	3	1	6	0
70	3	0	2	0
50	1	0	1	0
30	1	0	1	0

故見700至100mb之各氣壓面，高度最大出現在0600 G M T之日數，佔總日數53%至64%，至於氣壓面高度之最小，可謂自850mb直至對流層頂之100mb，皆以見於1800 G M T者為最多，除300與200mb二氣壓面外，其他各面，1800 G M T皆見半數以上之日期，高度最小，即各高度面之氣壓此時最低。70與50mb氣壓面觀測太少，不便討論之。

1958年夏季三個月氣壓面高度最大最小出現日數：

3	0	1	2	10
5	0	0	4	10

	max	min	max	min	max	min	max	min	總日數
1000	10	1	0	7	4	2	1	5	15
850	5	2	4	0	6	3	0	10	15
700	3	4	7	0	3	1	2	10	15
500	4	4	8	0	2	2	1	9	15
400	3	4	8	0	3	2	2	9	15
300	1	4	9	0	4	4	1	7	15
200	1	6	8	1	2	1	3	6	14
150	1	5	8	1	3	1	2	7	14
100	2	2	7	1	3	2	0	7	11
70	1	1	1	0	1	0	0	2	3
50	1	0	0	0	0	0	0	1	1

2. 變差 由台北1957九月至1958八月之一年中57觀測日之0000, 0600, 1200與1800 G M T 4次觀測, 吾人可以觀察各氣壓面高度之日中變化, 而求出日中變差之數值, 4次觀測當然太少, 不足以看出變差之真值, 但總可以由之得到各氣壓面以及各季日變差之比較觀念。1000mb 氣壓面高度之日中變差, 以春季之26gpm為最大, 夏季之19gpm為最小, 年平均為23gpm, 850mb 氣壓面高度之日中變差, 平均雖與1000mb者相同, 而最大則見於夏季27gpm。最小見於秋季為20gpm。700mb與500mb二面高度之日中變差, 形式與850mb者同, 夏最大, 秋最小, 但平均值則高度愈大之氣壓面, 日中變差亦愈大, 年平均, 700mb為29, 500mb為39gpm。自400至100mb之各氣壓面, 高度之日中變差皆以夏季者為最大, 春季者為最小, 高度愈大, 則氣壓面之高度的日中變差亦愈大, 年平均400mb為49, 300mb為60, 200mb為83, 150mb為97, 100mb為121gpm, 這表示高空中高度愈大, 氣壓之日中變化亦愈大, 夏季氣壓之日中變化大, 春季氣壓日中變化小。平流層中氣壓面之高度變化, 或高度之氣壓變化, 更較下層為大, 高度變差之平均值, 70mb為154, 50mb為182, 但此二氣壓面觀測次數太少。70mb顯示最大變差在秋季, 最小變差在冬季, 不甚可靠。50mb面之觀測更少, 但所得日中變差最大最小之季, 與高空一般情形偶合, 夏最大, 春最小。

台北1957—1958四季與全年觀測日所見氣壓面高度平均日中變差 (gpm)

	秋	冬	春	夏	年
1000	23	24	26	19	23

850	20	21	22	27	26
700	23	29	27	36	26
500	33	34	36	52	39
400	47	44	42	61	49
300	58	53	48	79	60
200	82	75	68	106	83
150	103	86	82	118	97
100	134	112	101	138	121
70	209	113	130	165	154
50	187	128	122	(291)	182

各氣壓面高度之日中變化中, 最大變差完全見於夏秋二季。1000mb 氣壓面高度, 曾於秋季見有45gpm之最大日中變差。850mb以至400mb各氣壓面高度, 皆以夏月之最大變差為最大。自300mb至70mb間氣壓面高度之最大日中變差, 全以秋日所見者為最大。

台北各氣壓面高度日中變化中之最大變差 (gpm)

mb	秋	冬	春	夏	年
1000	45	29	36	37	45
850	35	33	43	119	119
700	40	52	53	127	127
500	87	71	59	143	143
400	127	87	65	146	146
300	176	84	71	140	176
200	275	147	103	143	275
150	455	172	144	149	455
100	478	183	203	169	478
70	640	188	226	195	640

二、各氣壓面溫度之變化

1. 最高最低出現時刻

(1)年 1957年九月至1958年八月之一年中, 台北有57日之觀測, 可用於溫度日中變化之研究, 而此57日中僅有49日之記錄, 附有地面溫度。在0000, 0600, 1200與1800 G M T之四次觀測中, 地面溫度在49日中, 有48日出現在午後最熱時刻之0600 G M T, 僅1日見於1800 G M T。1000mb 氣壓面, 57日中有49日, 即86%最高溫度在0600 G M T, 8日或14%分散於其他3個觀測時。自850至150mb之各氣壓面, 最高溫度雖仍多見於0600 G M T, 但除200mb之面0600佔53%外, 在其他各等壓面0600 G M T出現之最高溫度, 皆不及總數之50%。在100與70mb之氣壓面, 0000 G M T出現之日中最高溫度, 佔總數55%與56%, 在50mb 氣壓面, 共有12日有四次溫度觀測, 最高溫度在0000與0600 G M T者各有5日。四次觀測中所見之日中最低溫度, 自地面以迄約為7500公尺高之400mb之各氣壓面, 通以見於1800 G M T者為較多, 但所占總數之百分數

	0000		0600		1200		1800		總日數
	max	min	max	min	max	min	max	min	
地面	0	12	48	0	0	3	1	34	49
1000mb	3	18	49	0	2	7	3	32	57
850	11	19	22	5	12	4	12	29	57
700	13	15	27	6	8	12	9	24	57
500	12	18	28	2	10	12	6	25	57
400	12	21	28	2	10	12	7	22	57
300	12	16	27	5	5	18	13	18	57
200	14	9	29	6	4	20	8	20	55
150	20	6	24	7	5	27	5	14	54
100	28	4	18	3	0	25	5	19	51
70	15	1	12	1	0	13	0	12	27
50	5	1	5	0	1	4	1	7	12
30	1	0	3	0	0	2	0	2	4

(2)秋 1957年九月十月十一月三個月台北有21日每日有四次高空觀測可用於日中溫度變化之研究, 以地面而論, 21日中有19日即90%最高溫度見於本地時午後2時, 即0600 G M T, 而最低溫度則14日即67%見於1800 G M T, 即本地時晨2時。在1000mb 氣壓面18日 (86%) 最高溫度見於0600 G M T, 12日 (57%) 最低溫度見於1800 G M T。在850mb 氣壓面, 極端溫度之出現時刻已形分散, 最高溫度在0000, 0600與1800 G M T各6日, 是各占29%, 而最低溫度則1800 G M T有10日 (48%),

各面頗有差別, 在地面49日中, 34日見於1800 G M T, 佔總數69%。1000mb 氣壓面57日中有32日出現於此一時刻, 佔總數56%。850mb面者占51%, 700mb面者占42%, 500mb面此時之最低溫度, 占44%, 400mb面則此時占39%。300mb 氣壓面最低溫度出現之時刻更見分散, 57日中, 有18日見於1200 G M T, 18日見於1800 G M T, 16日見於0000 G M T, 5日見於0600 G M T。200mb之氣壓面, 共有55觀測日, 日中最低溫度, 在1200與100 G M T各20日, 0000 G M T 9日, 0600 G M T 68日。在150mb, 100mb與70mb之氣壓面, 最低溫度以見於1200 G M T者為最多, 1800 G M T者次之, 50mb之面, 在12日中, 有7日最低溫度見於1800 G M T, 4日見於1200 G M T, 30mb 氣壓面只有4日之資料, 最低溫度見於1200與1800 G M T各2日。1957年九月至1958年八月之一年中各氣壓面溫度之最高 (max) 與最低 (min) 在日中四次觀測時出現日數之分配如下表:

0000 G M T有7日 (33%)。自700至150mb最高溫度仍以出現於0600 G M T者為較多, 最低溫度則散見於1800, 1200與0600 G M T各時, 其中200與150mb二氣壓面之最低溫度, 半數以上見於1200 G M T。大約為對流層頂之100mb 氣壓面, 最高溫度之見於0000 G M T者有14 (67%) 0600 G M T者有7日 (33%), 最低溫度則10日 (48%) 見於1200 G M T, 9日 (43%) 見於1800 G M T。70mb之面, 共有14日有四次觀測, 最高溫度9日 (64%) 在0000 G M T, 5日 (36%) 在0600 G M T, 而最低

溫度則 7 日 (50%) 見於 1800 G M T, 6 日 (43%) 見於 1200 G M T。50mb 面 6 日觀測中, 最高溫度 3 日見於 0600, 2 日見於 0000 G M T, 而最低溫度則

4 日見於 1800, 2 日見於 1200 G M T。

1957 年秋季台北 21 日最高 (max) 最低 (min) 溫度在各時之分配

	0000		0600		1200		1800		總日數
	max	min	max	min	max	min	max	min	
地面	1	4	19	0	0	8	1	14	21
1000mb	2	3	18	0	0	6	1	12	21
850	6	7	6	1	3	3	6	10	21
700	4	4	11	3	3	6	3	8	21
500	4	7	8	2	5	7	4	5	21
400	5	7	13	1	1	5	2	8	21
300	5	5	11	2	0	8	5	6	21
200	3	3	13	1	0	13	5	4	21
150	7	2	10	0	3	14	1	5	21
100	14	1	7	1	0	10	0	9	21
70	9	0	5	1	0	6	0	7	14
50	2	0	3	0	0	2	1	4	6
30	0	0	1	0	0	0	0	1	1

(未完待續)

(下接第 28 頁)

子報復行動, 不僅影響某一個國家的安全, 同時也將對於整個人類的禍福, 予以極嚴重的影響。

(二) 太空競賽——太空人和衛星施放

太空人在沒有防禦的情況下, 如果遇上強烈的太陽耀爆, 將受到輻射危害, 甚至影響生命安全。所以太陽守視及警報系統, 可獲得警報先行予以保護。

在太陽耀爆發生後, 發射出的 X 光和特別強烈的輻射, 使得大氣上層受熱向上膨脹, 較重的大氣舉升至人造衛星所進行的軌道上, 使得衛星的真實軌道由於大氣阻力的影響而變低。也就是說: 由於太陽耀的發生, 使得衛星很快的「失去」高度。在離地面 50—70 哩高空, 大氣密度會因輻射加劇而增加 15%。

由人操作的太空乘具, 如阿波羅太空船, 在太陽耀情形下, 有高能量的微粒子, 電子和阿爾法質點, 其速度通常超過每小時十萬萬英里直指地球, 在如此情況下, 必需事先加以預警, 以作防範, 其中祇有不到一小時的時間可以應用。

(三) 空軍活動

空軍的活動, 已經包括太空在內, 所以為了順利遂行其作戰及訓練任務, 對於太空氣象的要求上

也感迫切。一項重大行動的決定, 首先要考慮的, 就是時間和地點的選取, 會不會受到「日耀」所引起的影響。其他如飛彈和火箭的發射, 長程航空器的飛行等, 其通信及導引系統, 會不會受到干擾? 甚至失靈? 此所以美空軍要在 1960 年即把「太空支援」的任務加在 A W S 的肩上的原因。

(四) 通信

大部份軍事行動的成功有賴於迅速而可靠的通信連繫, 太陽耀爆所發射出來的 X 光常常使地球受日光照射的半球發生通信故障和干擾。極地通信電路及地球上低空的通信網常在耀爆後數天內整個失靈, 所以有效的完整的太陽守視工作, 為確保通信暢通的唯一條件。尤其如越南戰場, 當一個重大的軍事行動在進行中, 如遇突然通信中斷, 其影響所及, 實不能設想, 所以必需在事前加以預警早作準備。

(五) 研究

早在 1609 年, 克卜勒 (Johannes Kepler) 所作第一篇有關人類登陸月球的科學報告, 即曾指示, 對於人類的最大危害是太陽的輻射。今天我們已經知道, 太陽耀爆所發射出的質子, 阿爾法微粒, 較重的核子, 才是最要命的東西。此外, 伴隨耀

(下接第 24 頁)