

夏季南亞 100mb 反氣旋之發展與衰亡 樊蔭兮譯

The development and decay of the 100mb Summertime

Anticyclone over southern Asia

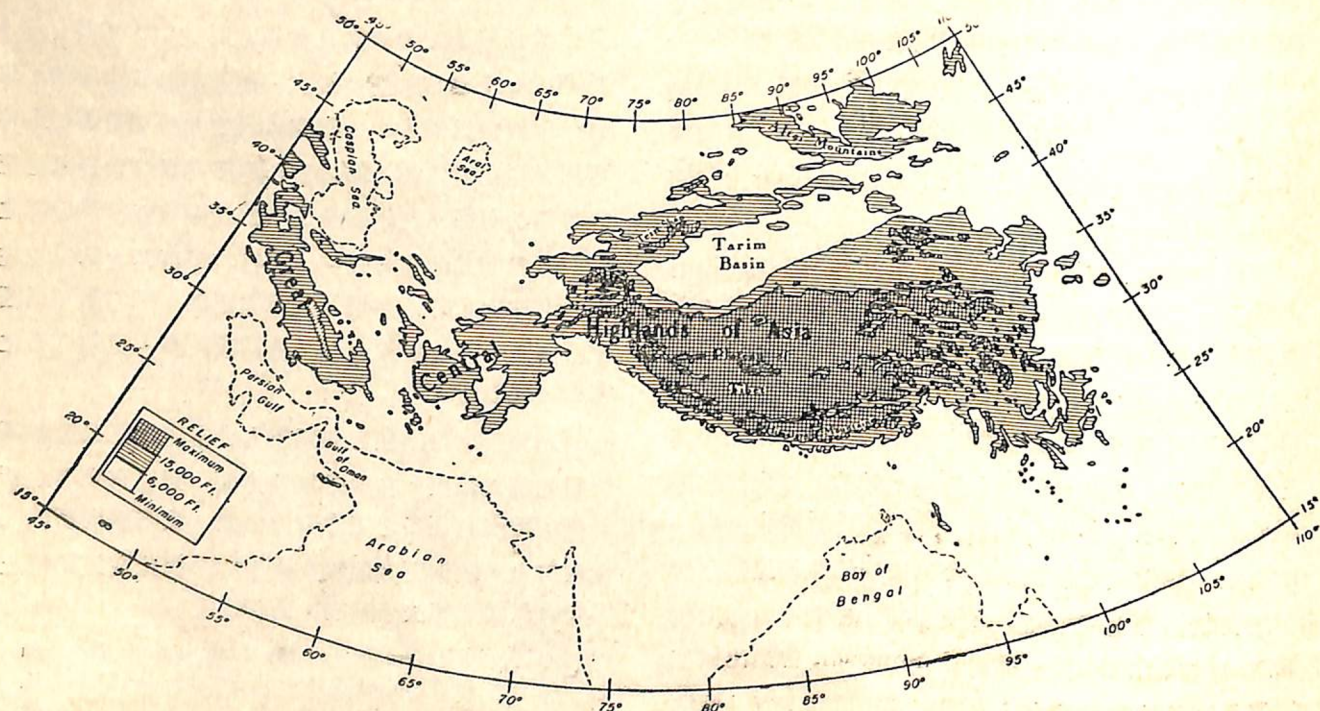
一、撮 要

本篇旨在求能以等壓圖、剖面圖及座標圖等，說明南亞區夏季反氣旋之興衰榮亡，裨同業等對歷來甚少探測研求此區域之天氣現象有所認識，並啟長期預報全球各地天氣演變相關問題鑽研探討之門。最大之反氣旋環流及副熱帶東風噴射氣流，經發現係出現於 100mb 等壓面附近，而其轉棲跡象間有從其主要位置經西藏高原西移至裏海之情形。就匪區資料 100mb 高空圖分析，指出 30°N 之此等高度區，由其波數之經流佈置而發表亞洲反氣旋活動之各有關問題的闡明。對於此等現象及有關高空夏季環流發展之地面西南季風等變度之嘗試研究，暗示其間並無垂直的直接關係，故為求決定其中真正有關之研究，尚須作進一步努力。

二、引 言

從早期人類對南亞氣流之季節性改變的重要文字記載始—B、C、326 年希臘海軍指揮官尼爾迦 (Nearchus) 的航海日記——曾謂東北季風對其從印度至波斯灣的回航將大有裨益。從此而後世人對季風的地面象徵及與季風有關的降水，始漸成為研究該區天氣之要項而有廣泛之文獻出現。然而，第一張有關印度及其鄰近區之平均高空風圖 (10-20km)，於遲至 1950 年前始由韋氏 (Venkiteshwaran) 製成，顯示夏季各月印度區高空之對流層及平流層間存在一甚廣之東風帶。

從夏季東風之被發現後，南亞西南季風研究之風始漸興，由而決定其關係之研究量得以大增。由蘇、班 (Sutcliffe and Bannan) 二氏之研究指出平流層越過亞丁之東風 (12°49'N 45°02'E) 在越過印度之西南季風尚未開始前即已存在。據考、喬二氏



圖一：南亞地形

(Koteswaram and George) 認為在西南季風季節，有低壓形成於孟加拉灣中北部，並間有連接高空東風，以擾亂性姿態出現於阿拉伯海者。最近更由考氏證實此區之夏季東風以接近噴射氣流之風速存在於 150-100mb 層之事實。

此種東風噴射氣流順沿廣大的反氣旋環流南緣逆發噴射，據克氏 (Cruickshank) 表示此一高壓系統發展於盛夏，且中心位亞洲之大中央高地。(參見圖一) 具標準型態甚近橢圓，其脊線平行於此高地之東西軸。夏季中多次此脊線之伸展係沿西北非之大西洋沿岸向東進抵西太平洋。由 100mb 圖知，當強大西風出現於亞洲中緯時，此具噴射氣流之寬廣東風氣流帶，其在脊線以南之部幾可擴及赤道。

在國際地球物理年會中，由於此一反氣旋中心以北地區鮮有高空風資料可資佐證，使對該地區對流及平流層西風之瞭解研究大受限制。總之，吾人有關世界此區之環流知識，已由最近對此區高空研究計劃之擴張與東亞大氣環研究之最新評論之發行文獻等，已可窺見一斑。在此評論中，從地面至對流層頂之冬夏環流型式均經述及。

在國際地球物理年年會中，世界氣象組織之會員國曾盡量謀求增加雷達觀測之高度和數量。這種努力之成功，可見諸從地面至 100mb 甚至更高達 10mb 之環流精確分析及涵蓋量之大大改進，可予說明。

美氣象局「平流氣象研究方案」(The stratospheric meteorology research project) 曾將逐日 100mb 及 50mb 之預報予以連續公佈，並將每月三次的 300mb 圖，天氣圖，從 1957 年 7 月至 1959 年 6 月作逐月分月公佈。這些圖表可為進行夏季 100mb 層南亞反氣旋與衰探討之重要資料來源。

三、1958 年 100mb 層南亞反氣旋之發展

1957-58 年冬南亞 100mb 環流主為西風，但絕少如其他子午線所見之大幅長波存在。多次當長波在中緯度大增受擾時，槽即從南邊穿過，將圍繞全球 10°N—赤道之微弱東風環節予以徹底驅散。1958 年 4 月，此反氣旋環流初步發展，狀如副熱帶高壓帶向北移動而接近 20°N 之情形然。

當反氣旋環流向北移動時，其強度緩慢增強，抵 6 月初此高壓中心之南緣東風接近 13°N，其風速可偶達 50kts。及至 27°N 此高壓即呈不規則向西移動，過印度而達於一固定位置，時適當 6 月中旬。該月之後半月此有噴射氣流速之東風帶可廣

泛涵蓋於從 5°-20°N 之遼闊地帶。由報告知，在印度上空之 100mb 層，在 15°N 附近其最大風速可高達 100kts。此高壓繼續擴展包括南亞最大範圍且逐漸發展為夏季所習見的橢圓標準型態。100mb 的西風帶居此高壓北緣亦變為北向，致 6 月底最大的西風帶被迫而位於西藏高原之北麓。

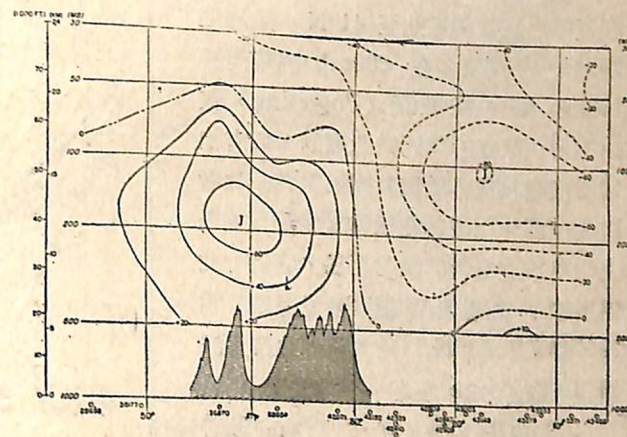
就 100mb 圖知，此高壓之發展增強期係 4-6 月，而西南季風亦適於每年此時嵌入南亞。此種於來臨之後先發之於泰國，二至三週後即以「潰決」姿態而突現於孟加拉灣及印度區之風，於 6 月初為其抵達南亞之正常時季。

為求覓致此高緯東風與西南季風之相關特性，需符合其成就之變度。基此據考氏指出，垂直運動範圍乃結連此高緯東風噴射氣流所出現的進出口區，(加速與減速) 且對南亞及北非的平均雨量分佈密切有關。

有利於 1958 年印度上空西南季風潰決之環境，十分類似於考氏所出示之 1955 年研究案卷。6 月 12 日開始的間熱帶輻合區 (ITC)，寬約 1.5km 於同月 22 日從錫蘭進抵北印；此種情形亦正與高空最大西風從泰國北達印度之事實吻合。然而，1959 年的西南季風竟於 5 月 29 日從錫蘭早發北移。該年 100mb 層之最強東風未現於印度，乃為從泰國突然前進之結果。但當亞洲反氣旋在 80°E 附近獲得發展時，其強度逐漸增強，取代了前一年東風之更東位置。

四、夏季環流

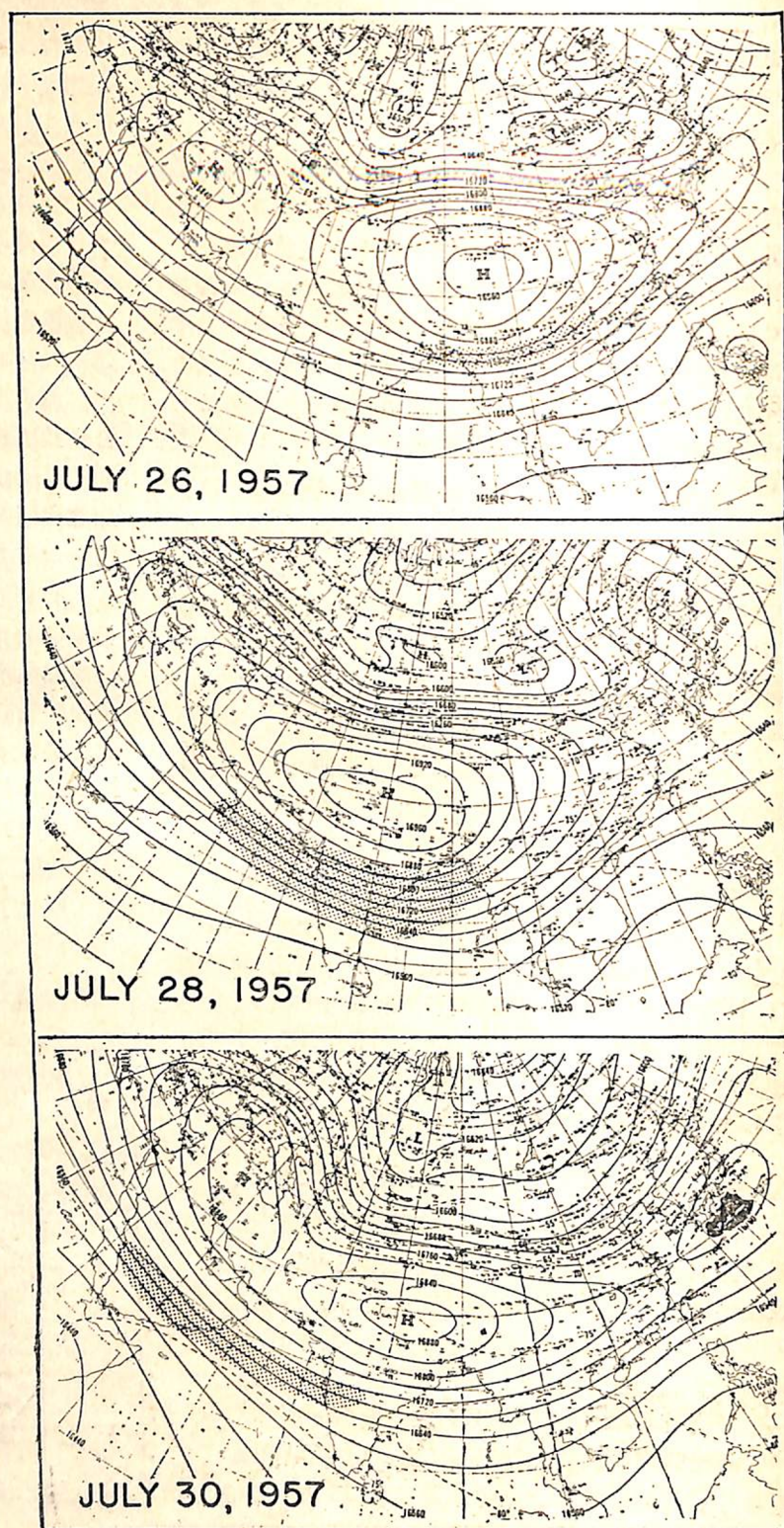
100mb 的反氣旋環流於年中 7-8 月可達其最大強度，此亦符合低空對流層西南季風及副熱帶東風噴射氣流之最強發展期。



圖二：1957 年 7 月沿 80°E 東(斷線)西風分速分佈圖 (包括國際地理物理年顯微卡資料 單位 km)

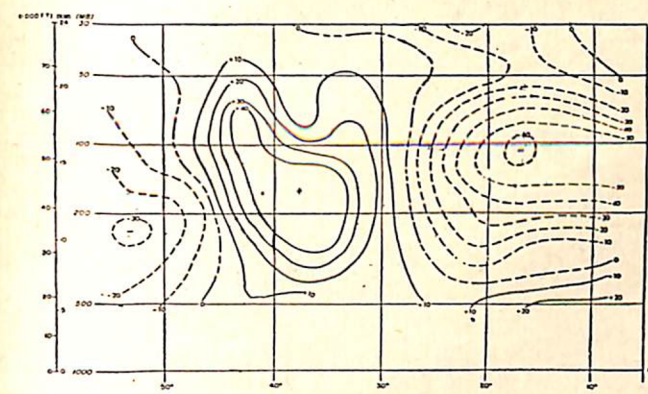
此一夏季高壓發展之天氣圖概況，可以1957年7月份 80°E 之垂直剖面圖予以說明。(參見圖二) 圖中東風噴射氣流中心最大風速為 80kts，正位於 100mb 層以下，此東風之趨勢係從亞洲東南岸加速於通過印度時變為最強帶流，然後於逼近非洲時減速。此風帶由位置及強度可知其有增減之性質存在，其情形可參見逐日 100mb 圖予以證明。(見圖三；1957年7月23、28及30日各圖) 依照圖中 100kts 等風速線運動分析，在東風中最強之噴射氣流，係經過南亞以 28kts 之速向西進行。就逐日連續圖而言，其資料說明反氣旋週期風變之最大值有超過科氏參數之趨勢，特別在強風及最大風帶之向南改變期為然。究竟此種影響是否真實或僅為儀器差誤之結果，迄今尚不得而知。就此祇有分析人員調整等高線間隔，以防止在地轉風間出現負絕對旋率。但總之，負絕對旋率在其他方面亦曾被量出，唯數值甚微而已。此種情形曾發生於熱帶東風噴射氣流例證中。另外阿氏 (Alaka) 表示在熱帶東風噴射氣流中一負絕對旋率之狹窄帶可出現於最大發展週期。從圖八知平均反氣旋性風變，在 24°N 處經過印度，以前述調整等高線觀點可測出 75 % 或更高之科氏參數。

西風經過 80°E 子午線 (圖二)，在夏季之最強期可北至 41°N，風速達 75kts，高度多在 200mb 或略高於 200mb 層。按波氏 (Pogorian) 叙述噴射氣流在春季的向北運動，以有相當溫度場且其外貌與封閉低壓相一致者進過南亞，但由於在低緯對流層頂或以上之可信賴資料之缺乏而甚少成就。此處所顯示之對流層頂 (參見圖四) 為 1957年7月 30°N 以南的亞洲熱帶對流層頂，在 90mb 層有一平均位置，且在 100mb 反氣旋中心之南有一顯著的最大向上增高趨勢。一般而言，最低溫度係發現於對流層頂之最高點，圖四



圖三：100mb 圖，等高線單位公尺，等溫線 °C，陰暗區示地轉風超過 100km

中最低平均溫度 (-77°C) 可謂登峯造極達於巔峯。總之，以僅有的探空資料作穿過此區熱帶對流層頂之分析，其成就也十分主觀乃屬無諱言之事實。此外

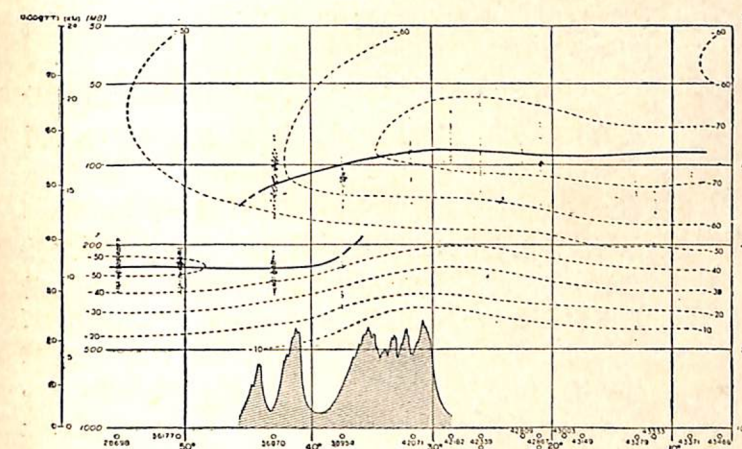


圖四：1957年7月沿 80°E 對流層頂溫度剖面圖。(垂直點為第一對流層頂報告。× 為更高層各對流層報告。)

資料顯示甚多之不符情形使對流層頂等壓變化之幅度層於 135-65mb 間，溫度為 (-65) - (-85°C) 之間。

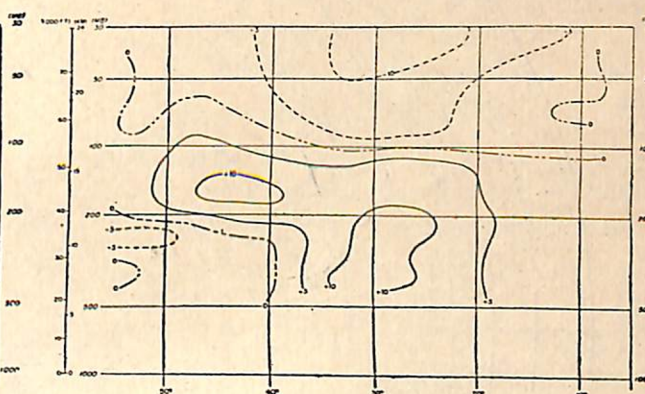
赤道對流層頂之踪跡向北可達中緯度平流層，而呈更大之擴散型終至最後消失止。具此種探空層特性的多個對流層頂，多發現於 40°N 附近地區。

圖五及圖六說明北半球兩個最大大陸上空平均狀態之經度差。兩個所選定的經度 (100°W 及 80°E) 均越過 (100mb) 層高度最大值區。圖五表示出圖二中 80°E 及圖七中帶風分速之差值。其中圖二近 18°N 處之 -60kts 高值東風分速，乃由於經過印度的東風噴射氣流之存在與古巴及墨西哥的此種噴射

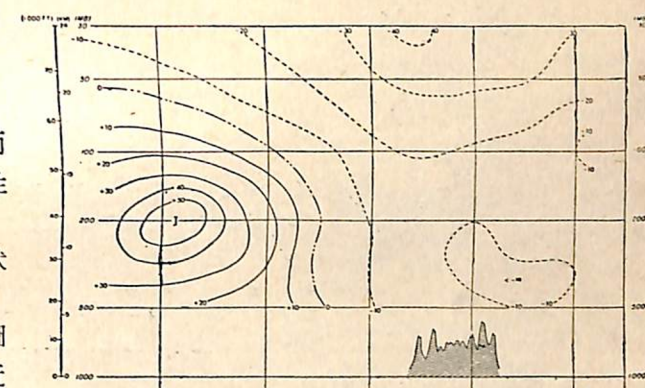


圖五：1957年7月沿 80°E 及 100°W 之東西風分速差圖 (負值表 80°E 處較大之東風分速，正值表同經度之較大西風分速)

氣流之消失所致。中緯度之較大正負值區，其主要原因乃為越過美國之西風噴射氣流，其向北位置或多或少的改變結果。



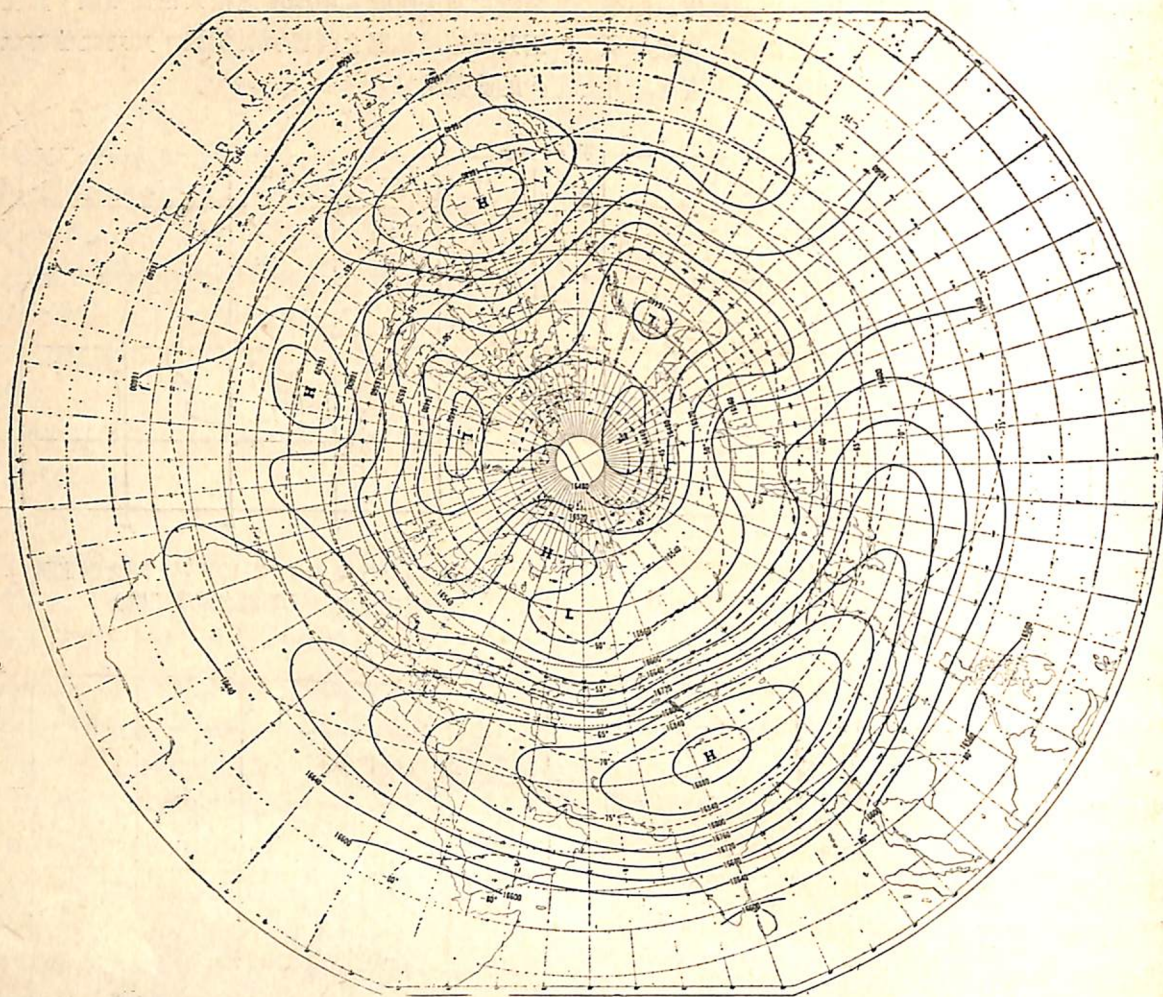
圖六：1957年7月 80°E-100°W 間之溫差圖 (正值表 80°E 處之較高溫度)



圖七：1957年7月 100°W 處之東(斷線)西風分速圖 (資料來源包括國際地球物理年之顯微卡)

圖六說明兩大陸間因其體積與地形之不同所引起之溫度差異、使較溫暖空氣 (正值) 向上伸展達 150mb。在印度北部及西藏高原者可談諸數因；印北之暖空氣主由西南季風中因水汽凝結而釋放潛熱所致。當其跨越喜馬拉雅山及西藏高原時，將日射增暖之空氣在此等高地，引起熱力交換是其主要原因。

在此溫暖空氣層之上，另有一種平流層之冷空氣補償層存在。(參見圖六) 其中大部為東來冷空氣。這些平流層溫度值乃得之於童、佛兩氏 (Teweles and Finger) 之「太陽修正法」(Solar correction method)。此法之設計旨在便利同測站間可應用各式



圖八：1957年7月100mb半球平均圖

儀器測得真正的溫度環流。

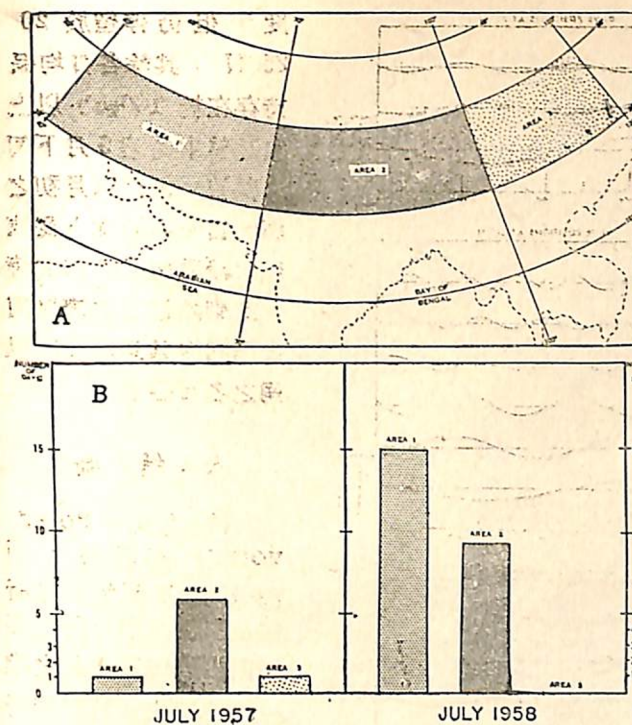
五、夏季南亞 100mb 之反氣旋發展

圖八示1957年7月此高壓之平均位置，其中心近 31°N 83°E 約當西藏高原之西南緣，其中心數值高於 16,800 動力公尺。此實暗示中平流層之導熱與西藏高原之大量輸出能量有關，以驅迫此系統環流作不斷之順鐘向旋轉。1957年7月之最大等高線值為 16,960 動力公尺，亦落於西藏高原。（參見圖九B）但至 1958年7月，16960 動力公尺之等高線最大頻率，則落於圖九B之一區，而該區不包括西藏高原，似此則西藏高原之熱量，尚非貢獻能量維持與決定夏季環流位置之唯一有力因子。

假定在分析與資料準確上無變化，圖九B 所指示者為 100mb 層。地面高度60公尺以上，當其從西藏高原西移時，1958年之數值較已往各年為高。此種高壓中心位置從二區移至一區，部份可歸因於 1958年7月17日西移裏海之故。（參見圖十）在其異位過程

之東北氣流可經常發現於中國大陸沿海。總之，吾人於檢查 100mb 圖時，由於低壓槽迫使高壓中心從西藏高原異位當可明瞭，此區之高度等於或高於世界其他高壓區。此即支持福隆氏 (Flojn) 及前述考氏認為平流層可接受甚為溫暖的西藏高原熱量之討論。

另外，童氏利用富爾氏 (Fourier) 100mb 圖分析的幾項結果，沿數緯度圈之高度，製成1957年7月之資料，如圖十一—十二。在 30°N 的駐留波一號，有一最大波幅，其脊線接近於 75°E 為一明顯的亞洲反氣旋存在證明。此掠過亞洲高地的1957年環流之持久性，乃以甚小之逐日改變反應出一號波的角位置情形（參見圖十一）位於 30°N 的脊線位置與位於 70°N 者相比，前者寬度範圍之逐日變化，僅為20經度之狹隘範圍，而後者之活動空間則廣及東西經度 250° 許。此種涵蓋範圍遼闊大幅度運動之活動原因，主為時季因素（按當時已為該月之後半月期）。總之，此位於 30°N 及 70°N 之兩波的月平均位置則幾近相同經度。



圖九：1957-58年7月 16,960 動力公尺數於每日 1200 GMT 時出現於 A, B 區之頻率圖（圖 B 中之週率比係配合圖 A 者製成）

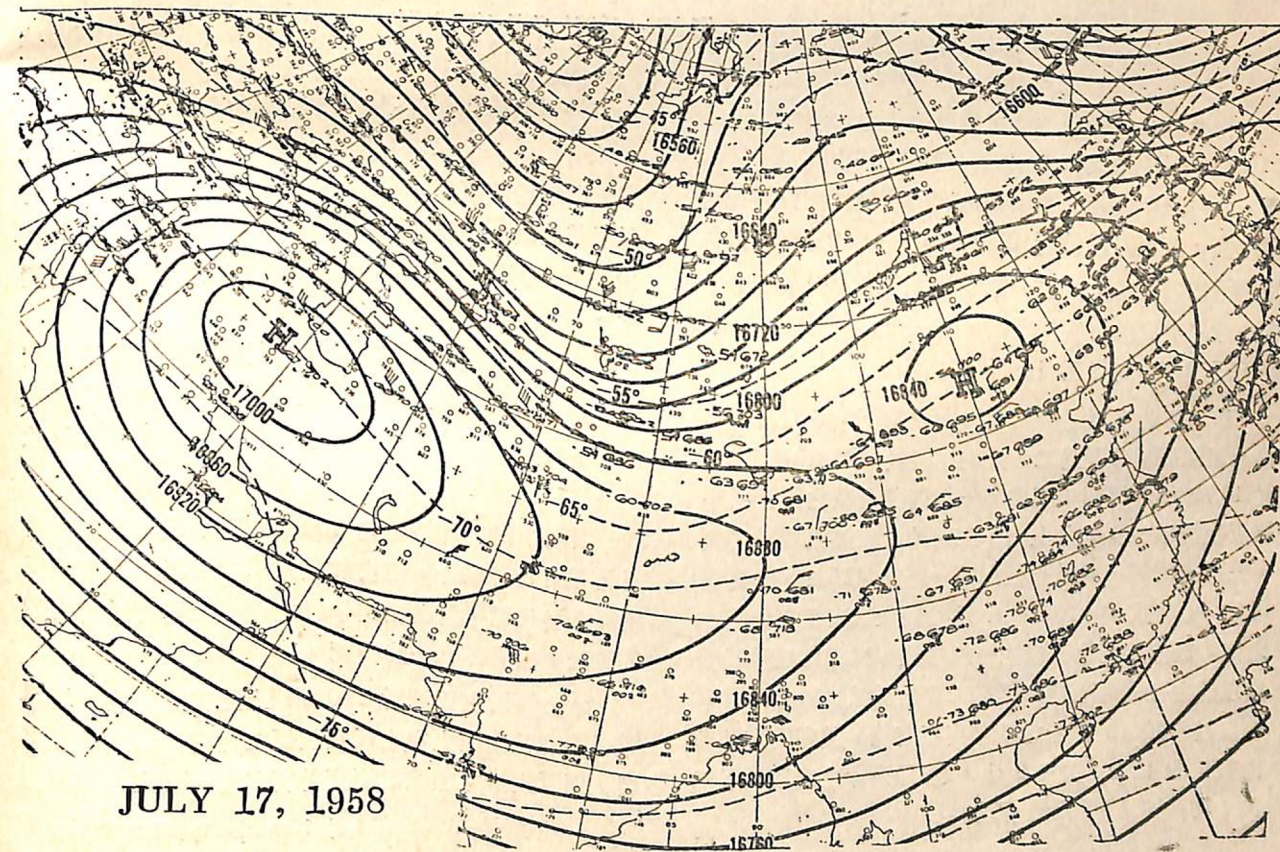
另一位於 100mb 圖之較弱反氣旋環系，其趨勢有從亞洲環系脫離而掠過 180° 遠達北美之跡象，此由二號駐留波可得證明（參見圖十二），注意其從 30°N 向 70°N 伸展之影響勢力，而位 50°N 者，其波幅數值甚接近一號駐留波。

一部份駐留波之波幅大於他波者甚多之故，乃由於其位置的缺乏或此波之根本不存在所致。以位 50°N 者言，此型分類的一項有趣特性，可由週率 4、5、6 之波差在平均高度等高線圖之 70°W 處產生一實質的短波槽可知。其餘平均氣流之特性其情形可能亦與此同。

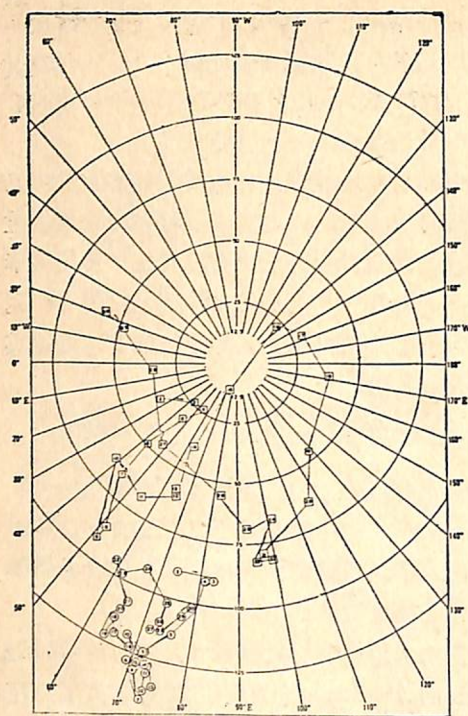
六、南亞 100mb 反氣旋之衰退與消失

以 1957 年秋季之 100mb 圖或可看出亞洲高壓破裂之各階段趨勢。從 8 月 25 日至 29 日，此高壓逐漸加強向東移至西藏高原之東緣，後二日仍繼續東移，其中心高度約降低 160m。

幾於同時，東風噴射氣流從 8 月 25 日的 75kts 增強至 27 日的 100kts。隨此高壓之運動其最大東風區直達此高壓向上流方向東進之南方。8 月 29 日之後，此東風噴射氣流隨此高壓之消失而趨減弱。



圖十：1958年7月17日 100mb 圖

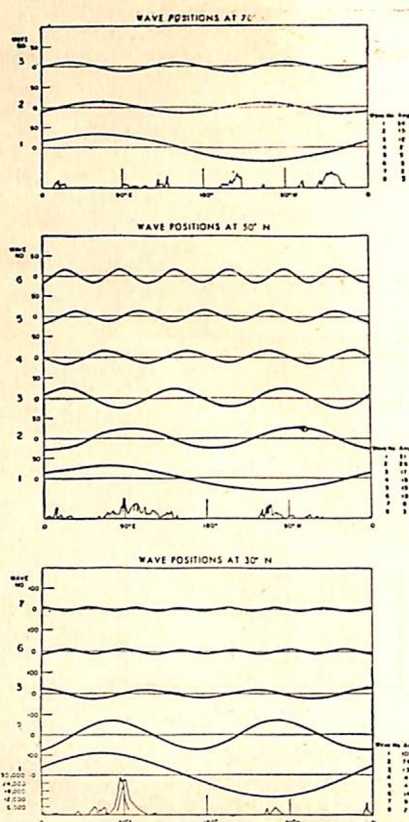


圖十一：1957年7月出現於100mb圖之一號波的逐日角位置（以經度比較）及波幅（公尺）情形。（方塊者表示70°N者之逐日位置，圓圈者為30°N者之逐日角位置）

至9月7日一新的反氣旋環流中心，復逐漸出現於西藏高原，以取代前所東移之高壓。九月後半月期，當其從高亢的臺地區南折時此高壓復衰，直至月杪位近27°N時止。10月初的天氣圖顯示出100mb層有一明晰的最後軌跡，當一高壓中心消逝於副熱帶高壓帶時。然後此高壓帶復迅速南移，至10月中旬退至15°N以南。

1958年此高壓之破裂情形大致如下：8月份的最後一週此高壓分裂為二，分別出現於100mb圖。高度16,720m，相間45經度，一位西藏高原之西，另一接近裏海邊緣。9月上旬，東邊的西藏高原環系消失，使西邊的另一環系一枝獨秀。至9月15日，此高壓以其中心高度的16,880m達其最大強度且正位裏海之南。於停滯此位置幾達一週之後，又迅向西移抵印度以北之位置而漸趨衰落。本月之其餘日數此高壓即徘徊於100mb圖上之西藏高原南麓，其高度高於前此數年的60m。整個9月，掠過南印之東風噴射氣流，均保持50-60kts風速。

10月之首週，此高壓在副熱帶氣壓帶喪失其強



圖十二：1957年7月100mb圖30°50°N及70°N之波位置與波幅情形。（注意30°N者其範圍較大比例較小）

高壓脫離西藏原區達一週或以上時間，說明外力可影響其位置，及其強度被熱能驅迫之情形。此外，由此高壓所顯示之帶運動量亦有重大之年度週期變化。

在此溫暖平流空氣層之上，於西藏及印度極北端復有相當冷的平流空氣層存在。此種冷空氣之被發現，主在中平流層之東風氣流中，乃因從100-50mb此反氣旋之迅速分裂所致。

西南季風之外型雖與100mb夏季環流發展在時間上可謂緊密配合，但有關其東風噴射氣流及南亞反氣旋之發凡點，對於西南季風之關係及實有性質之最後取決，尚需作進一步研究。

本文主旨主為探討100mb上之環流姿態，故為獲悉憑臨此南亞上空之反氣旋環流之高層大氣詳盡資料，則雷文送之加強觀測實勢所必需。（完）

取材於1963年1月 Monthly weather review (九卷一期)

度，但仍停留於20°25°N，其餘各日均保持存在於100mb以上之高層中而達9月下旬之數值。未至11月初之前，當一中緯度之長波擴大擾亂而進抵印度時，此副熱帶高壓帶復南後退回復其15°N以南之冬令位置。

七、結 論

除極旋 (Polar vortex) 本身外，亞洲100mb反氣旋是所能發現於北半球此一等壓面最強與最持久之唯一可能環流。其影響所及，西達非洲大西洋沿岸，南至南亞，東臨太平洋。富爾的100mb分析報告表示出一號波在30°N的高度及經向位置，可為亞洲反氣旋活動之權威聲明。

1958年7月期，此