



亞洲大陸夏季之大氣環流結構

陳以明譯

摘要

本文分析1955年7月之亞洲大陸上5,000呎、10,000呎各高度之平均氣流場，並分析1956年7月與8月亞洲上空200mb之平均等高線，並繪製1956年沿75°E、105°E及120°E各子午線之平均氣流及溫度場之垂直剖面圖。亞洲大陸上氣流之立體結構乃由下列三基本氣流所組成：(1)中緯度之西風，(2)高空之熱帶與副熱帶東風及(3)在高空熱帶與副熱帶東風下之西南季風。

此外並探討1956年春夏二季間過渡期中亞洲大氣環流之轉變。經發現在此期間亞洲之大氣環流發生跳躍性之轉變。喜馬拉雅山以南之高空副熱帶西風噴射氣流向北退縮，而在西藏上空建立一副熱帶高壓脊，在南亞(12°N以南)發生一東風噴射氣流。同時，印度之西南季風與長江流域之梅雨亦於此時開始。作者並發現雨帶之北移與中國大陸上空西風之北退與減弱有密切之關係。

一、引言

近年來由於中國大陸探空資料之相當增多，關於亞洲大陸大氣環流之性質，已發現頗多新知識。但研究大多限於冬季之大氣環流問題。亞洲大陸上之環流結構，尤其是中國大陸上夏季之環流，並未會多加探討。本文旨在對於亞洲大陸夏季大氣環流問題提供初步之研討。所用資料主要為1956年夏季者。在此期間，中國大陸上設立若干無線電測風站，故可由無線電測風資料之分佈而確定對流層上部氣流場之結構。此外並計算1950～1955年7月份中國大陸80個以上測站之5,000呎、10,000呎與20,000呎各層之平均風向量，並分析大陸上空之氣流線。由於對流層上部高空風資料之不足，200mb之平均等高圖，乃據1956年7月與8月之資料而繪製。由此項研究乃得下述之結果。

二、亞洲大陸上空之平均氣流場

上述關於遠東夏季風結構之討論，通常乃基於季風與氣團之觀念。一般僉認夏半有三種氣團交互作用，即(1)潮濕不安定之西南季風，亦稱南半球之赤

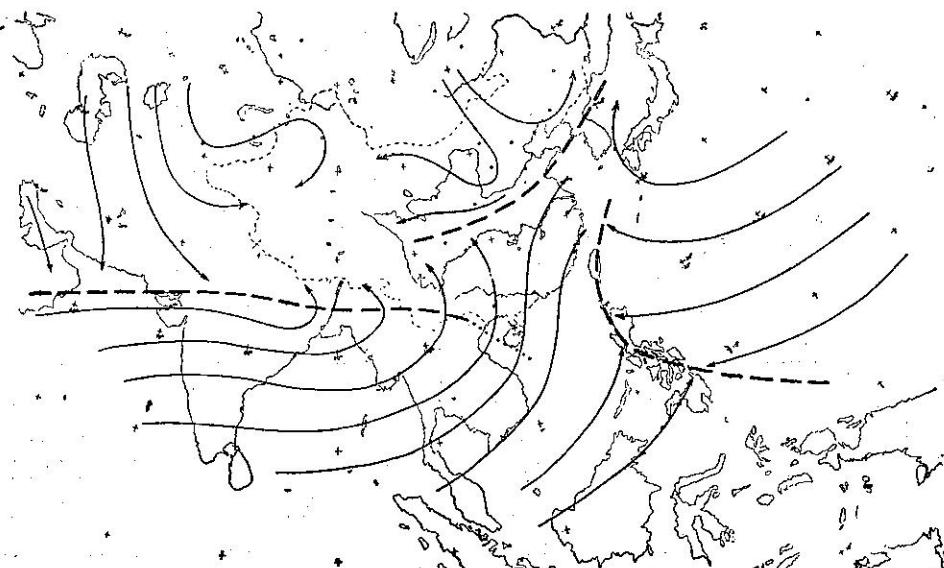


圖 1: 1950～1955 年 7 月 5000 呎之平均氣流線圖

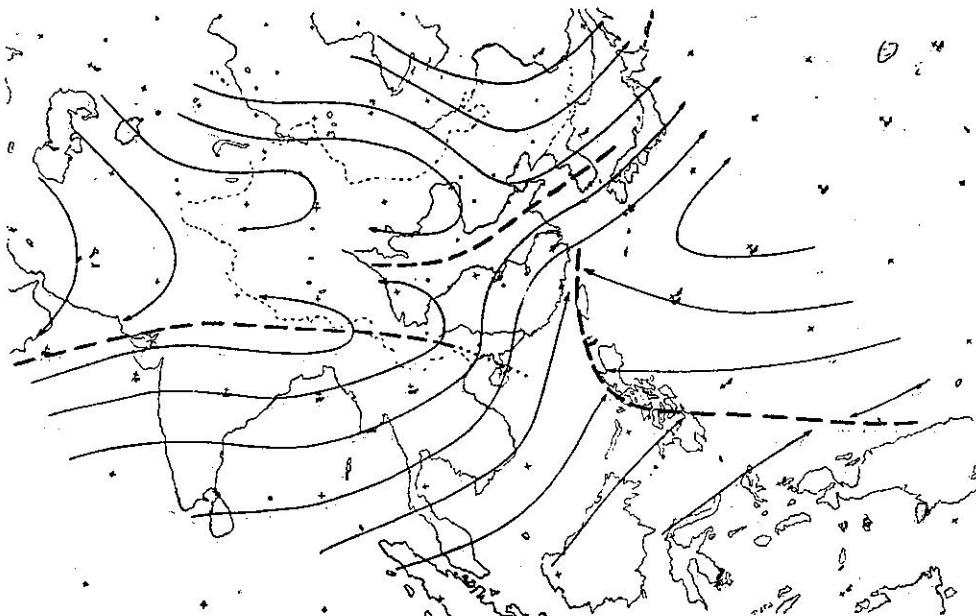


圖2：1950~1955年7月10,000呎之平均氣流線圖

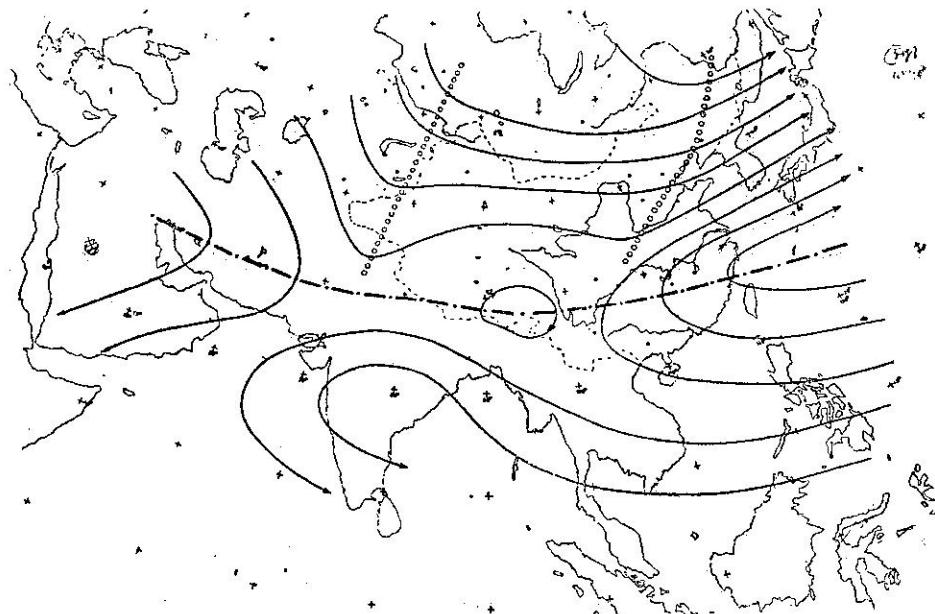


圖3：1950~1955年7月20,000呎之平均氣流線圖

道氣團 (Em)；(2) 東南季風 (Tp) 及 (3) 北來之極地大陸氣團。在1950年前，研究中國夏季氣流場僅憑少數測風之紀錄。因之如 Flohn 氏 (1950) 認為中國夏季之東南季風厚度可達3~4km，而西南季風之厚度僅及400~700m。而馳流於西南季風以上者究係何種氣流則未知悉。現在發現僅憑大陸少數高空紀錄及在氣團分析盛行時代所得之結論並不十分正確。例如謝氏最近指出所謂西南季風與東南季風具有同樣之熱

力結構，即低層潮濕而高層乾燥。因之僅憑氣團而分為西南或東南季風頗不切實際。高空氣流場之結構並不像以前想像的簡單。最先請看1956年7月份5,000呎，10,000呎與20,000呎高度之氣流形態，以及同年7、8兩月200mb之平均等高線，在氣流線圖上，中國上空之紀錄乃據1950~1955之資料計得，至於印度及其他國家者則據1953~1955之資料。在繪製氣流線圖時，作者曾參考印度上空氣流圖 (Ramanathan, 1939)

以及 Brooks 之世界高空氣流圖 (1950)。在高達 10,000 呎之對流層中 (圖 1, 2) 有一季風幅合區，自北非西岸穿越阿剌伯海而延伸至印度，此即間熱帶幅合帶 (ITC)。此幅合帶分隔印度之西南季風與其北

方之東風。當到達緬甸與越南南部時，季風幅合帶漸趨不顯。在中國大陸上另有一氣流幅合帶居淮河以北與黃河以南。六月間停留於長江之幅合帶至七月份移至黃河流域。此一位置已接近大陸極鋒之位置。但在

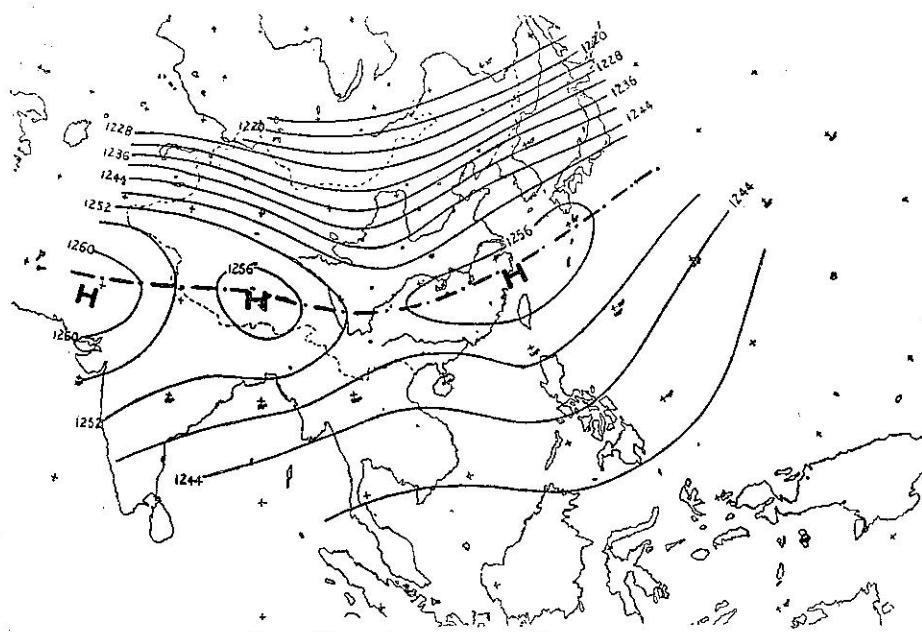
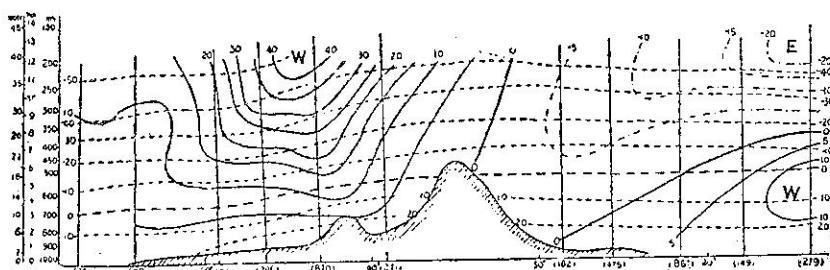


圖 4：1956 年 7~8 月之 200mb 之等高線（單位動力 + 公尺）



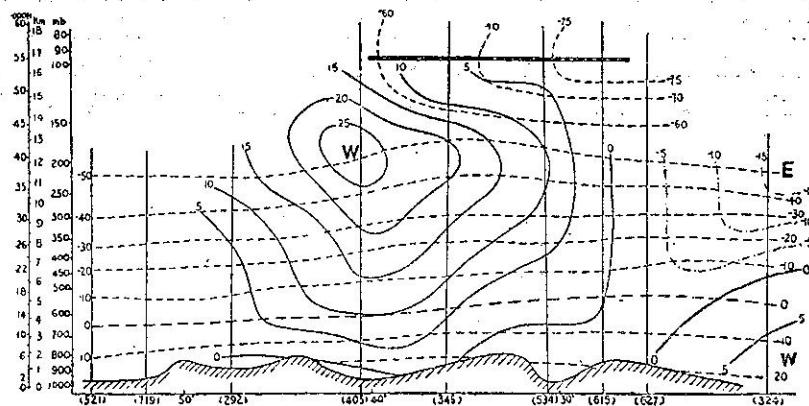


圖 7：1956 年夏季沿 105°E 之緯流風速 (m/s) 與溫度 (°C, 斷線) 之垂直剖面圖

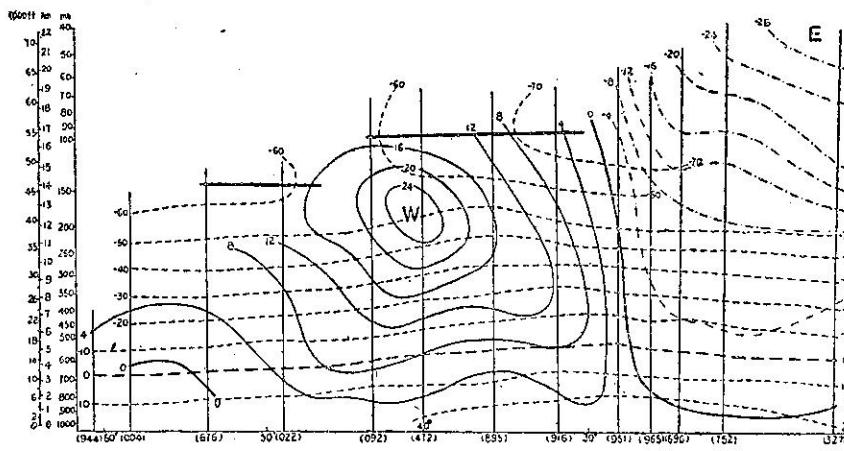


圖 8：1956 年夏季沿 120°E 之緯流風速 (m/s) 與溫度 (°C, 斷線) 之垂直剖面圖

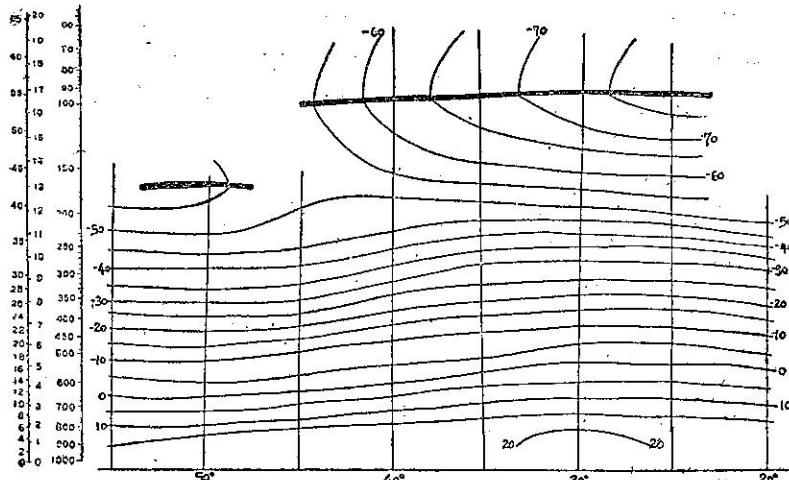


圖 9：1956 年夏季中國大陸 (105~120°E) 上空之平均南北氣溫 (°C) 分佈圖

氣流線圖中，幅合線之位置較地面極鋒略南。此因極鋒之位置不必一定與氣流圖上之幅合線完全吻合，但須同時據溫度場決定。另有一分界線自臺灣伸展經菲律賓而至西南太平洋，分隔西南季風與太平洋之東南季風。在過去之文獻中，由於僅有地面風紀錄可用，印度之季風幅合帶常一直畫至華北。Sawyer 在其 1952 年之著作中，關於間熱帶幅合帶仍沿用此項畫法。Thompson 氏 (1951) 曾提出不同之觀點，彼認為中國大陸上之幅合帶應視為極鋒，此項意見是正確的。但彼將中國大陸之極鋒與印度之幅合帶相連接。由前述之氣流線圖及下述之垂直剖面圖，可知上述之間熱帶幅合帶與極鋒不應相連。大陸上對流層下部之西南風過去認為係赤道氣團，此一觀念亦屬可疑。因在 5,000 呎高度自印度洋經馬來半島至越南，盛行風向偏西而非西南，故不能確定氣團來自赤道。在對流層之中上部（圖 3, 4）沿大陸 27°N ~ 30°N 有一副熱帶高壓之散流軸 (difluent axis)。此散流軸分隔北部溫帶之高空西風與南部之熱帶與副熱帶高空東風。沿此軸出現數分離之反氣旋中心，其一即西藏高原上空之暖高壓。由以上各圖可看出在印度與中國大陸，有熱帶與副熱帶之高空東

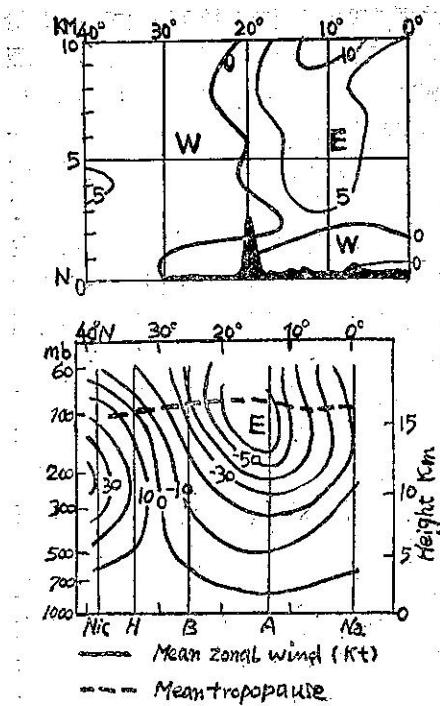


圖10：沿 20° E(據 Ekhart)
及沿 45° E(據 R. C.
Sutcliffe 與 J. K.
Bannon)之平均東
西氣流圖

風馳流於西南季風之上。

三、1956年7、8兩月沿亞 洲大陸不同經度之平均 垂直剖面圖

圖5、6、7及8為沿 75° E, 90° E,
 105° E及 120° E各子午線之東西風分速垂直
剖面圖。在此諸剖面圖中，其中沿 90° E與
 120° E圖中 20° N以南測站之風分速乃據實
測風而計得，其餘則按地轉風計得。印度在
盛行夏季風時之典型風結構最易由沿 75° E
之垂直剖面圖看出。在印度西南季風上有高
空熱帶東風氣流。此項東風之速度向南增加。
吾人可假定東風噴射氣流或出現於 10° N附
近。西南季風在 28° N到達其北方界限。在
喜馬拉雅山之南坡上空，高空與地面均為東
風，此東風稱為印度夏季風之孟加拉氣流，
與其南方之西南季風構成間熱帶幅合帶。在
西藏南部有一近乎垂直之東風與西風分界線
，位於相當於200mb散流軸之位置。一強烈

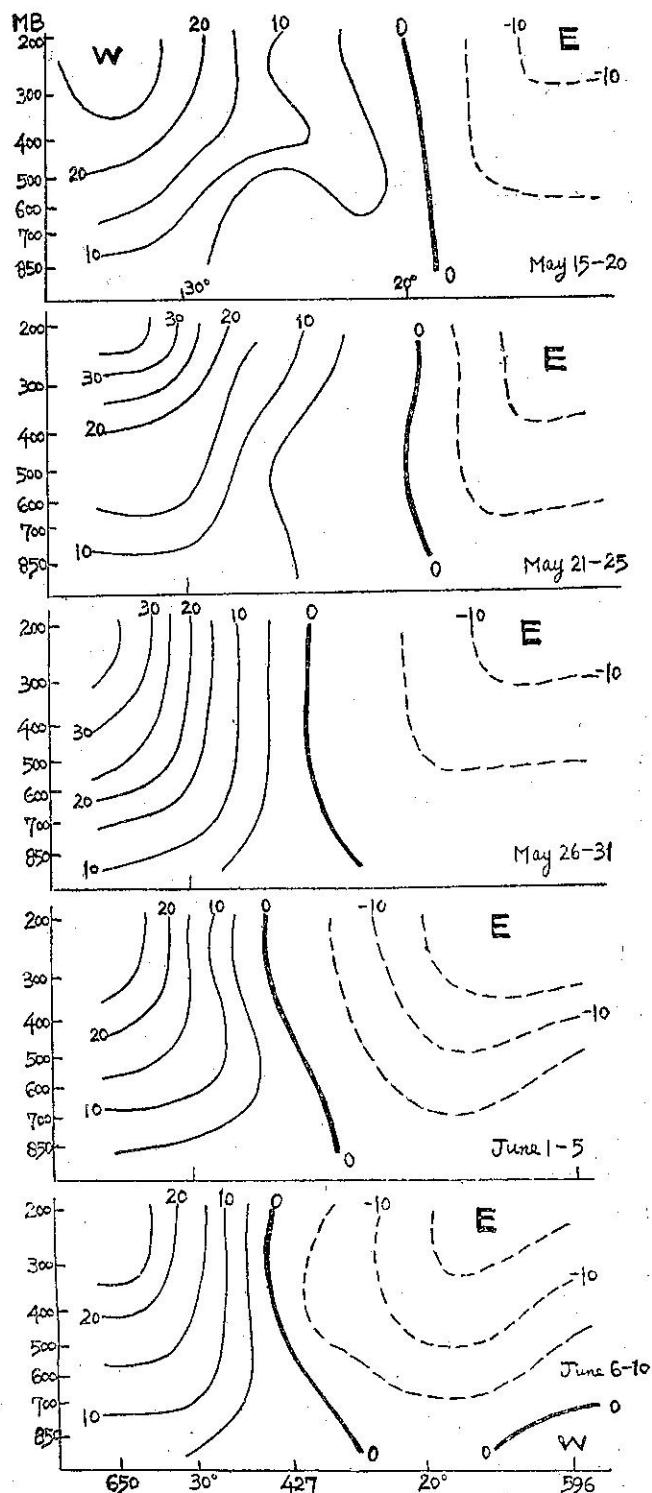


圖11：1956年5月15日至6月10日沿 45° E之緯流
風速(m/s)五日平均垂直剖面圖

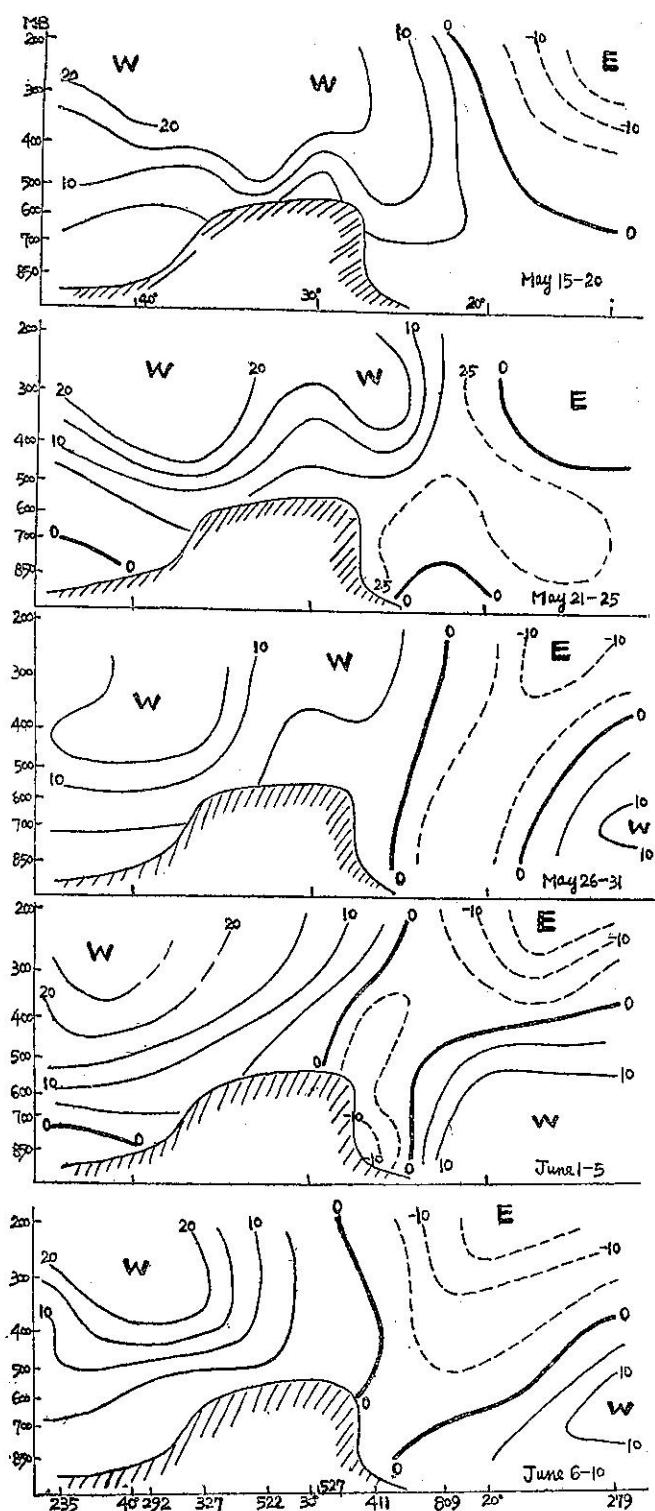


圖12：1956年5月15日至6月10日沿 90°E 之
緯流風速 (m/s) 五日平均垂直剖面圖

之西風噴射氣流存在於西藏北部 45°N 附近。相當於此噴射氣流在溫度場中有一顯著之對流層斜壓區 (Baroclinic zone)。由1956年7月與8月蘇聯阿爾馬阿塔 (Alma-ata) 之西風分速可知：在300mb之速度為22m/sec，在200mb為36m/sec。故可預料在噴射氣流中心之速度更大。加之在阿爾馬阿塔上空之西風甚為穩定，由此間接可知西藏以北高空之噴射氣流甚為穩定。

沿 90°E 之風場乃據六地之實測風資料而繪製。(印度之馬德拉斯、加爾各答、郭海地 (Gauhati) $26^{\circ}11'\text{N}$, $91^{\circ}45'\text{E}$)，新疆之婼羌及烏魯木齊，及西藏之拉薩與察汗烏蘇在繪此一子午線剖面圖時並無參考 75°E 與 150°E 之風場。 90°E 與 75°E 之垂直剖面圖大致相似。塔里木盆地上空之西風下有一層淺薄之東風，該處冬季亦有一層東風存在。上述之情形可能由於西南季風之上亦相似地出現熱帶東風。

沿西藏東側 (150°E 圖7) 風場之結構，仍具有前述二剖面圖同樣之特性。在 17°N 以南，西南季風之上仍有東風出現。在 15°N 以南可能有一東風噴射氣流存在。一西風噴射氣流可見於 40°N 。其中心強度約25m/sec，較其上流 (75°E) 為弱。即西藏以北西風噴射氣流之強度向下流增加，在高空西風下，仍有一層淺薄之東風。

圖8示 120°E 風場之垂直剖面圖。在此子午線上西南季風之蹤跡已趨不顯。在 28°N 有一近乎垂直之西風與東風分界線。此線以北，在 40°N 附近，有一西風噴射氣流，此線之南則有東風氣流區存在。東風噴射氣流在馬尼刺以南附近。如此垂直剖面圖與 Hess 氏 (1948) 所作之夏季 80°W 垂直剖面圖相較，可見西風分界線位置以及西風與東風之噴射氣流之強度均相似。然西風噴射氣流之位置在 120°E 圖上者較諸 80°W 者更偏南。

由此四張垂直剖面圖吾人可見在夏季亞洲大陸上有一西風噴射氣流，位於西藏以北 45°N ~ 40°N 之間，在亞洲南部有一

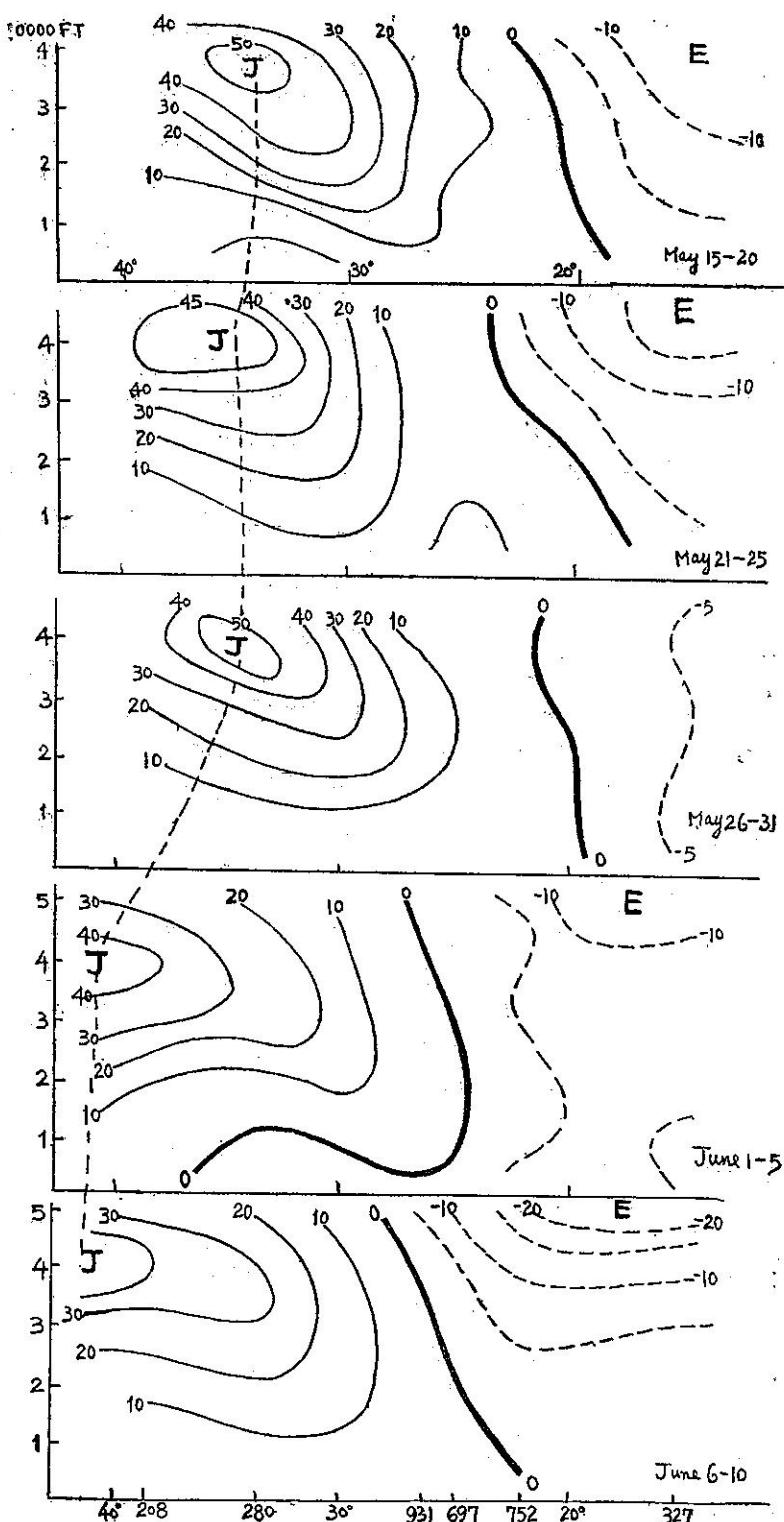


圖13：1956年5月15日至6月10日沿 125°E 之緯流風速
(m/s) 五日平均垂直剖面圖

熱帶或副熱帶噴射氣流，位於 $15^{\circ}\text{N} \sim 10^{\circ}\text{N}$ 之間。

溫度場之結構與風場之結構密切配合。圖9示1956年七八兩月中國($120^{\circ}\text{E} \sim 105^{\circ}\text{E}$)上空之平均溫度場。由圖可見在 $28^{\circ}\text{N} \sim 30^{\circ}\text{N}$ 附近有一高溫脊線。在此脊線之北，在 $35^{\circ}\text{N} \sim 45^{\circ}\text{N}$ 間，相當於高空西風噴射氣流之位置有一顯著之斜壓地帶。脊線以南溫度向南遞減，即相當於東風速度之隨高度增強。

相似之高空溫度場與風場亦可在夏季於中東及北非見之。圖10示 20°E 及 45°E 北非上空風場之垂直剖面圖。(據E. Ekhart 1941, 及 Sutcliffe 與 Bannon, 1954) 在 45°E 之垂直剖面圖上，亞丁(Aden $12^{\circ}27'\text{N}$, $44^{\circ}59'\text{E}$)上空 $100\text{mb} \sim 150\text{mb}$ 有一東風噴射氣流，而在 40°N 以北則出現一西風噴射氣流。西風與東風之分界線約位於 $25^{\circ}\text{N} \sim 30^{\circ}\text{N}$ 。相似地，吾人在 20°E 之垂直剖面圖中之 10°N 上空有一東風噴射氣流，以及在上空之東風之下有西風出現。是以吾人可得結論：在夏季自北非經中東以迄亞洲大陸之風與溫度之結構顯然均勻一致。

因之由上述分析，吾人可斷定夏季亞洲大陸上三度空間之氣流場主要係由三種基本氣流組成：(1)中緯度之西風。(2)高空之熱帶或副熱帶東風，及(3)居高空熱帶與副熱帶東風之下之西南季風。亞洲大陸冬季之氣流場較為簡單，該時除大陸北部近地面有東北季風出現外，整個對流層盛行西風，是以亞洲大陸之大氣環流冬季較夏季為複雜。

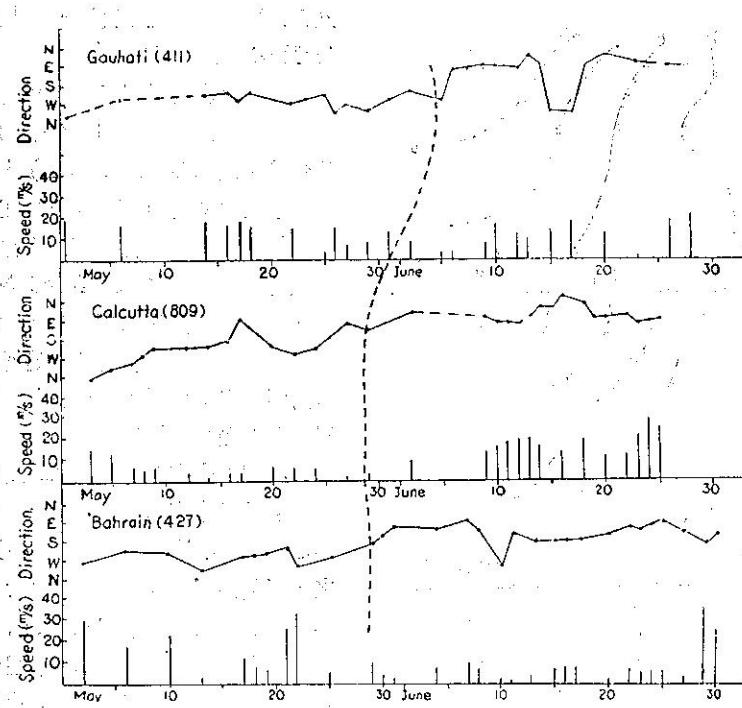


圖14：1956年5～6月巴倫 ($26^{\circ}16'N$, $50^{\circ}37'E$)
加爾各答 (印度) 與郭海地 (Gauhati, 印度)
三地200mb之風

四、1956年夏季開始時亞洲大陸大氣環流之轉變

對1956年夏季開始時亞洲大陸大氣環流之轉變會加分析。對5、6兩月之東西風分速 (據實測風) 之五日平均值分別沿 $45^{\circ}E$ 、 $90^{\circ}E$ 及 $125^{\circ}E$ 三子午線各作垂直剖面圖。由此諸剖面圖發現一有趣之事實，即亞洲大陸各不同子午線上，在1956年夏季開始時大氣環流之轉變，甚為一致。

在 $45^{\circ}E$ 之五日平均垂直剖面圖上 (圖11)，西風與東風之分界線在五月底前始終停留於巴倫島 Bahrain Island ($26^{\circ}16'N$, $50^{\circ}37'E$) 與亞丁之間。然至五月之最後五日，此分界線突移至巴倫。東風噴射氣流在六月初即已出現於亞丁上空。同時高空西風噴射氣流向北撤退。由此可見在五月末與六月初主要之行星風帶沿 $45^{\circ}E$ 子午線顯著北移。

在 $90^{\circ}E$ 之垂直剖面圖上 (圖12)，迄五月底高空副熱帶西風噴射氣流始終停留於西藏以南地區。然在五月之最後五日，西風與東風之分界線突移至喜馬拉雅山南坡。在六月之初此分界線已出現於高原上空。此時以後，垂直剖面圖之結構即與上述圖6之情形相似。此外，自圖12發現印度西南季風之爆發與

南亞副熱帶噴射氣流之北撤以及西藏上空副熱帶脊之生成同時發生。

在 $125^{\circ}E$ 之五日平均垂直剖面圖 (圖13) 上，西風噴射氣流於五月底六月初亦顯示突然之北移與強度減弱。與此同時，東風噴射氣流已在南亞上空生成。如注意天氣圖，可發現1956年長江流域之梅雨季節亦在此同一時期開始。

圖14~15所示為馬尼刺、香港、恒春 (註)、沖繩、加爾各答、郭海地 (Gauhati) 及巴倫島諸地上空200mb (或150mb)高度每日之風向速紀錄，由此諸圖吾人可見於五月底六月初之間，在每一測站上空之風均顯示甚顯著之變化，在巴倫、加爾各答，與郭海地三地之200mb高度，風自完全西向轉為東風，此後西風罕再出現。在巴倫與加爾各答此項轉變發生之時間甚相似，即在五月底。在位於喜馬拉雅山南

坡之郭海地則轉變開始於六月初，此與印度阿薩密地區東南季風開始之平均日期 (六月一日至七日, Das, J.C. 1951) 相符，馬尼刺之風顯示在四、五月間風向變化不定而風速頗小，可能在此時間前後，副熱帶脊持續。然至五月底與六月初，風向突轉為均勻之東風且風速漸增，此點暗示馬尼刺附近上空東風噴射氣流業已建立。在五月底與六月初香港風與恒春之風亦有突然之轉變在此同一時期，沖繩上空之風，亦自穩定之西風轉為輕微之不定向風。一個月後，即在七月上旬，穩定之東風業已建立。在沖繩最初發生變化之時，相當於長江流域梅雨開始之日。

雖則上述分析僅據一年之情況，然作者相信所論之轉變之特性具有代表性。殷氏 (1949) 指出冬季在西藏以南 $30^{\circ}N$ 上空之副熱帶西風噴射氣流，在五月最後一週突移至西藏以北，在此期間西南季風爆發。葉氏等亦指出在1945~1946年，六月初亞洲噴射氣流之南支突然減弱。Flohn氏 (1956) 認為印度西南季風之爆發與西藏上空高空風脊之建立發生於同一時期。Sutcliffe與Bannon二氏 (1954) 曾研究春夏轉變期間中東對流層上部大氣環流之變化，彼等相似地指出中東上空之副熱帶噴射氣流在夏季開始後突然退至北方。此項變化發生之日期每年可能不同，但前後相差

不逾三週。彼等並發見中東上空大氣環流轉變之日與印度西南季風開始之時僅差一或二日。

Suda 與 Asakura (1955) 二氏於研究日本梅雨期間之天氣情況時，指出東亞梅雨季節開始於西南風噴射氣流自喜馬拉雅山南坡移至北坡時，此亦為印度西南季風爆發之時。有此項引用之論證自不同方向探討同一問題，即夏季開始時亞洲大陸上空大氣環流之

轉變問題，由吾人根據1956年情況之分析，所提各作者之觀點可綜合如下，在春夏遞變期間，亞洲上空之大氣環流發生突然之變化。在此時期內，喜馬拉雅山以南之副熱帶西風噴射氣流北退，在西藏上空出現一副熱帶脊線，並有一高空東風噴射氣流在南亞 (12°N 以南附近) 上空生成。同時印度之西南季風爆發，長江流域之梅雨季節亦於焉開始。

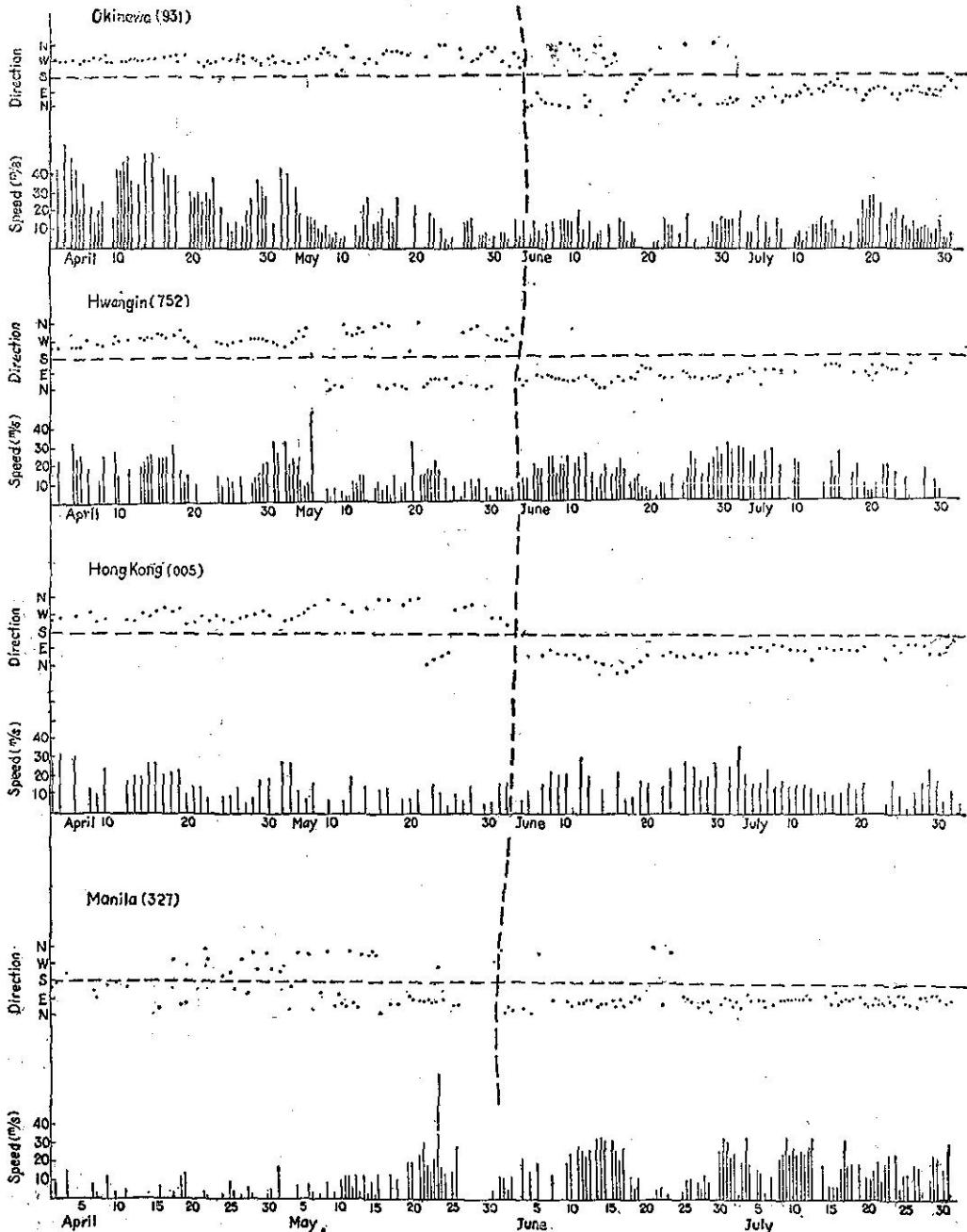


圖15：1956年4~7月遠東（沖繩、恒春、香港、馬尼刺）四測站 150mb 之風

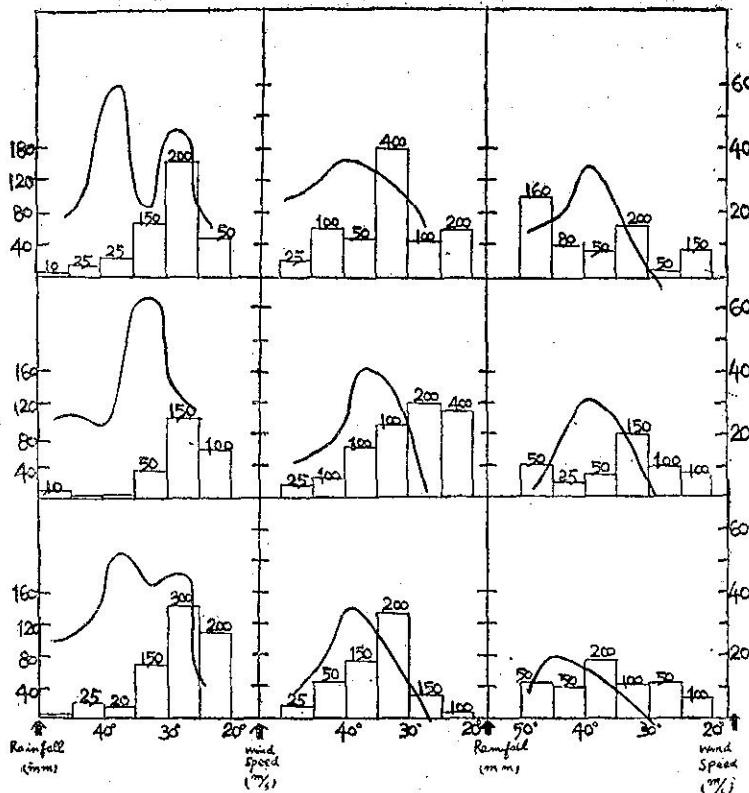


圖16：1956年5~7月沿 120°E 200mb緯流地轉風之10日
平均剖面及中國大陸($110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$)之降水分佈圖。

亞洲大氣環流季節性變化之「特殊性」(singularity)可能有助我中國與日本雨季開始即梅雨季節開始日期之長期預報研究。因之值得進一步作更深入之研究。最近作者正對上述變化發生時之北半球大規模天氣情況 (macroscopic synoptic conditions) 從事研究。

五、中國大陸上空西風噴射氣流之位移與強度變化與雨區之關係

中國大陸上之主要雨帶自春至夏有顯著季節性位移。五月，主要雨帶伸展於長江以南，至六月移至長江與淮河間地區，至七月更北移而至黃河流域。此項中國之氣候特性乃為人所熟知。此種雨帶之移動乃與高空西風之北移一致。圖16示1956年在 120°E 上空200mb之地轉風東西分速之10日平均值每隔5度緯度之分佈，以及在緯度 $110^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 每隔5度緯度之最大降水量。五月中， 120°E 上空之西風噴射氣流結構仍具冬季環流型態。有時為單一噴射氣流，而有

時則成二分支。在此時期，平均降水區集中於長江以南。至六月，隨西風之北移，僅發現一單獨之噴射氣流在 35°N 與 40°N 之間穿越 120°E ，且其強度減弱。此時期與梅雨季節相符。至七月中旬後，西風噴射氣流更北移，並繼續減弱，同時主要雨帶移至淮河以北，而長江流域之梅雨季節亦於此告終。

由1956年夏季亞洲大氣環流之結構與轉變之分析，發現若干新事實。因此項分析僅據1956年一年之資料，若干推得之結論或有待未來進一步研究之修正。故本文僅為一初步之研討。

譯者註：圖15中之 Hwangin (752) 按其編號752應為臺灣南端之恒春，復據圖8沿 20°E 之垂直剖面圖上327(馬尼刺)、752(恒春)與696(臺北)三地間之距離核對，確為恒春無疑，其拼音 Hwangin 或係自中文譯為英文時之誤譯。

原文題目：The Structure of General Circulation over Continent of Asia in Summer.

原文刊載：75th Anniversary Volume of the Journal of the Meteorological Society of Japan.