

一、前言

於第一部份藉波譜分析方法對亞洲區域高空波動特性之研究一文中已提出，以言亞洲區域高空波動特性必須同時考慮下述數項重要之強迫因素 (forcing factors) 即：

(1) 廣大陸海分佈所造成之溫差對比——此每可藉亞洲高壓所造成週期性寒潮空氣噴流 (polar air outbreak) 或稱季風湧動 (monsoon surge) 作為指示器 (indicator)。

(2) 伸展至對流層中之廣大青藏高原之影響——其影響係多方面者。包括動力 (dynamic) 熱力 (thermodynamic) 及機械 (mechanical) 性影響。關於此筆者已作初步之專題分析 (王時鼎, 1976)。

(3) 熱帶太平洋區域正壓效應 (barotropic effect) ——在 Holton (1972) 「大氣動力學概要」第十二章之因次分析中，已曾論及，在無降水之熱帶區域最接近正壓大氣之性質。而高空極地西風 (polar westerlies)，特以冬半年具有高度之斜壓狀態者，一旦移至熱帶太平洋區域，必將遭受激烈變化。特以臺灣係在中低緯度交界之處，故該項效應，殊難漠視。

(4) 亞洲中緯沿海噴射氣流效應——西藏高原造成亞洲區域之西風分流，但此兩支西風復又於下游方向匯合，兼之熱力風效應，而使沿東海岸外造成全球最強之噴射氣流，而此進而復影響高空波動及地面氣旋波波幅之放大。

如以相同緯度線不同點上之高空時間序列資料，取樣作波譜分析 (spectral analysis)，以求出各點上不同頻率之波動動能大小及其隨空間變化 (各特定點上)，上述各效應，則可作出統計上之決定。此亦為本研究第一部份：「藉波譜分析對亞洲區域高空波動特性之研究」之目的。但此係就「現象」所得之「結果」，屬概括性者。有上述之指

示後，如再以天氣圖作為研判依據，則更俱實際預報之意義，此亦為此處研究之目的。必須說明，因題目大廣，故選擇最為重要之特性作為分析研究之對象。

二、在不同「區域環流指標」下亞洲高空波動之特性

由於全球性「西風環流指標」(westerlies circulation index) 並不能明確關聯「區域環流」(sector circulation) 之特徵。故筆者 (1975) 曾專作出亞洲區域 $70^{\circ}-160^{\circ}\text{E}$ 之間之 $35^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$ 緯度之 500mb 層「區域環流指標」(sector circulation index)，及求出十年之統計。並作廣泛的與天氣圖及天氣關係之調查。發現深可作亞洲區域無論高空及地面環流特徵之代表。故此處之討論，則係根據該項分類。延用資料為 1975 年元月至二月共兩個月者。何以應用該時間之資料，在本研究第二部份「藉傅氏分析法對亞洲及太平洋區域超長波特性的研究」中，已略說明。為便於相互比較，且過去筆者對高空環流特性研究 (1975)，亦曾引用該時日之例。故此處仍延用該時期之資料，藉可供相互參證。以下茲依據，區域環流指標 (S.C.I.) 不同，以探討之。

(一) 高指標環流下亞洲區域 500mb 層波動特徵

(1) 就波長言——波長長短不居，但波幅則甚小。例如：1975 年 2 月 1 日 12Z 500mb 圖，其波長竟達 90° 經度 (在 45° 線上)。其環流指標值參見圖 1，其天氣圖則見圖 2。另外，例如圖 3 所示之 1975 年元月 25 日 12Z 500mb 圖，在 45°N 線上，其波長，平均約僅 30° 經度，其指標值參見圖 1。

(2) 就移速及強度言——槽線運動速度穩定，強度變化亦小。且甚少受亞洲東海岸溫差之強迫 (forcing) 影響。實際此時均無強寒潮。雖沿海有地面波動發展，但均有顯著東移速度。此處茲以圖 4，1975 年元月 19—25 日，自新疆移出之槽線為例

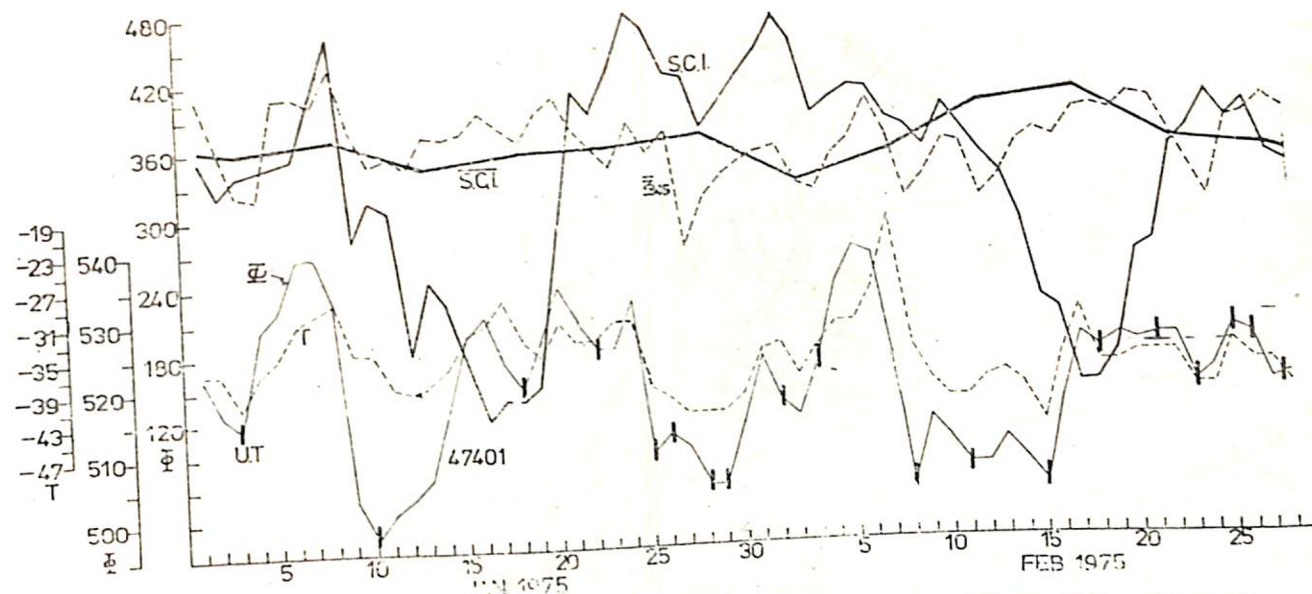


圖 1. 1975 年元月 1 日至 2 月 28 日亞洲區域 500mb 層西風環流指標 (數) (S.C.I.)， 45°N 線上平均等高線 (Φ)，以及日本北海道 401 測站 500mb 層高度 (Φ) 與溫度 (T) 逐日變化圖 (並附槽線過境日期)。圖中粗實線為平均環流指標值。

。圖中繪出逐日槽線位置，地面波動中心位置及強度，以及鋒面位置。另並繪出元月 22 日 12Z 波動在日本東方近海時之 500mb 天氣圖如圖 5。藉上資料可見，雖臺灣波伴生有冷平流且顯見加深，但終以缺乏「穩定」之寒冷季風以為助力 (forcing)，故高空波動雖過東海岸，而不加深。

(二) 低指標環流下亞洲區域 500mb 層波動特徵

(1) 就波長言——於低指標時，往往均為長波。1975 年元月 10 日 12Z 500mb 圖，提供一甚佳之例 (見圖 6)。在該例 45° 經度線上之波長達 100° 經度 ($40^{\circ}-140^{\circ}\text{E}$)，該時之環流指標值見圖 1。

(2) 就移速及強度言——在亞洲區域高指標與低指標環流型式之分野，每僅於槽線移至亞洲沿海時才顯出。此亦即言，由於沿海槽之發展，方形成低

指標 (數) 環流。圖 7 所示即為，1975 年元月 3 日位於西歐槽線東移，迄至 8 日移至亞洲沿海，以海岸區斜壓效應，槽線加深造成低指標之例。藉圖可見低指標環流下高空波動最主要特徵為：

- (a) 槽線在亞洲沿海轉為緩移或甚至滯留不動。
- (b) 槽線增強，實際所表現者為波幅增大，波槽變潤，槽線長度向南增加，以及低壓中心出現顯著封閉環流。
- (c) 當槽線移至沿海時，高空西風與其上之波動同時見有顯著偏南之分力。

(三) 亞洲區域高低環流指標轉變與高空波動之發展

(1) 由高轉低——以上討論已孕含指標轉變問題，此可藉準地轉式理論之重力位趨勢方程作最佳之描述。該方程可寫之如下：

$$\underbrace{(\nabla^2 + \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial^2}{\partial p^2})}_{A} \chi = \underbrace{-f_0 \vec{V}_g \cdot \nabla}_{B} (\frac{1}{f_0} \nabla^2 \phi + f) + \underbrace{\frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} (-\vec{V}_g \cdot \nabla \frac{\partial \phi}{\partial p})}_{C}$$

500mb 重力高度下降 正渦度平流 冷平流隨高度減少率

如無冷暖空氣平流，則 (C) 項等於零，即一地渦度，亦即高度變化 (χ)，僅受渦度平流影響。高空波動既不增強亦不減弱，僅係隨地轉風以平流。此實際亦即上述高指標情形下高空波動之特性。而何以波動在亞洲沿海才轉為低指標型式，即因 (C) 項之介入。低層因溫度較低之季風氣流進入，致等壓面厚度下降，而使槽線加深。於槽線

後方有繼續不斷冷空氣貫入，致如上述，槽線在沿海滯留，波幅增大，並變潤。以上所述之例 (圖 7)，筆者並經作傅氏分析 (王時鼎 1976)，證實係由於波數為 4, 5 及 6 ($N=4, 5$ 及 6) 之洛士貝波動，在沿海加深造成。與上藉重力位趨勢方程所作結論一致。注意此時 $N=1, 2$ 及 3 之超長波，波幅並不增大，反略有減小趨勢，因此時可用位能 (

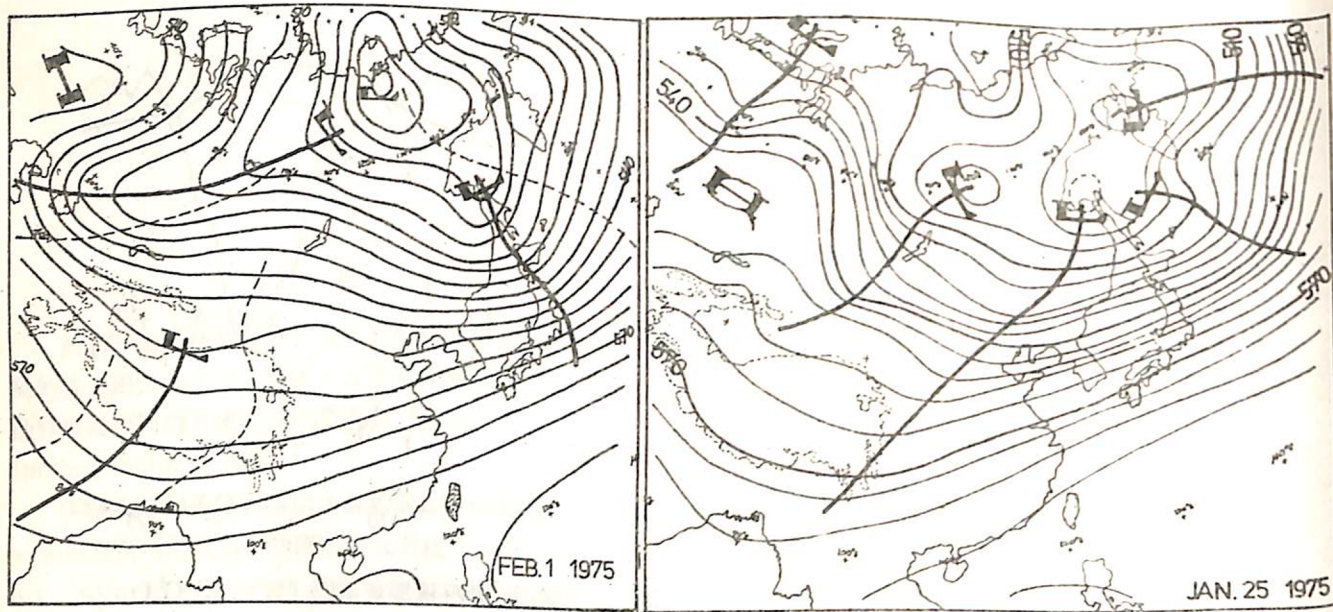


圖2. 1975年2月1日12Z 500mb圖，示亞洲區域高指標型式下波動特徵——波長長，波幅小，長波之間易生成小波。圖中並附24小時後槽線移動位置。

圖3. 1975年元月25日12Z 500mb圖示高指標型式下波動特徵——波長短，波幅小，且兩者隨時間之變化亦小。

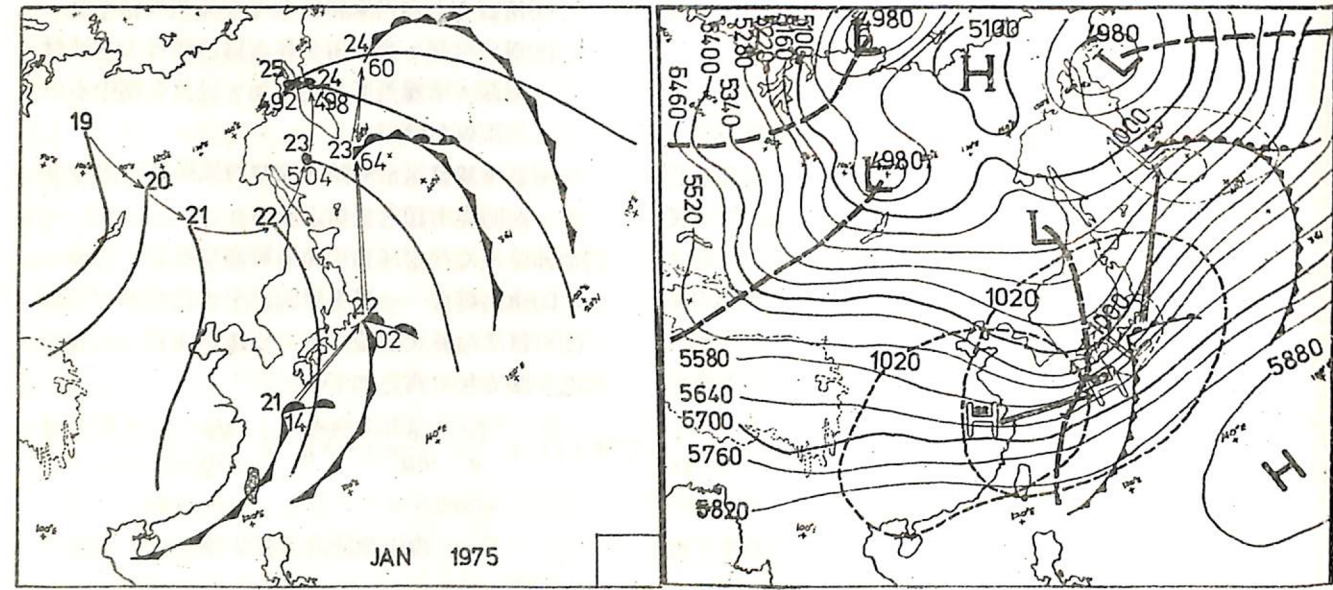


圖4. 1975年元月19~25日自新疆移出之槽線逐日運動圖。圖中並附槽至沿海所伴生之地面波動與鋒面之逐日位置（注意：與槽線及槽線中心之相對位置變化）——示高指標環流下，槽線運動特徵。

圖5. 1975年元月22日12Z波動在日本東方近海時之500mb天氣圖。並附地面圖型式——示地面發展程序並不影響高空槽之加深，而使區域環流仍保持高指標型式。

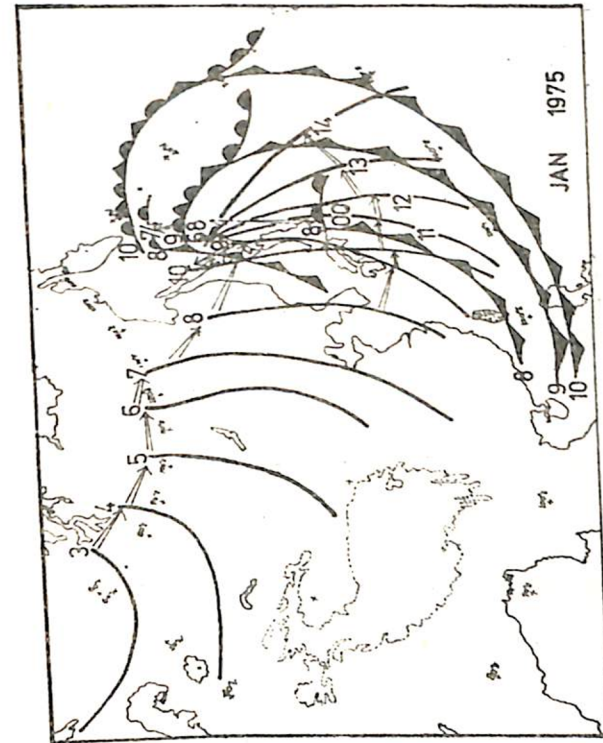


圖7. 1975年1月3~14日500mb層位於西歐槽線運動圖。圖中並附槽線至沿海後伴生地面氣旋與鋒面之逐日位置——示波槽移至亞洲沿海加深轉為低指標環流型式之例。

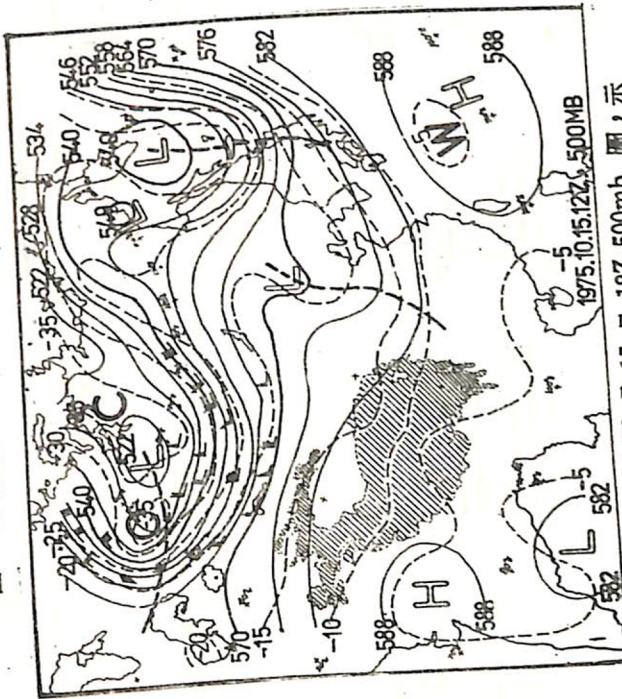


圖10. 1975年10月15日12Z 500mb圖，示由於西藏高原（包括天山山脈）之北區域，等溫線集中，熱力風增大，而使該區500mb層以上，於夏秋之季平均而言，有較亞洲其他區域為大之風速（本圖係為一例，並參見圖9）。

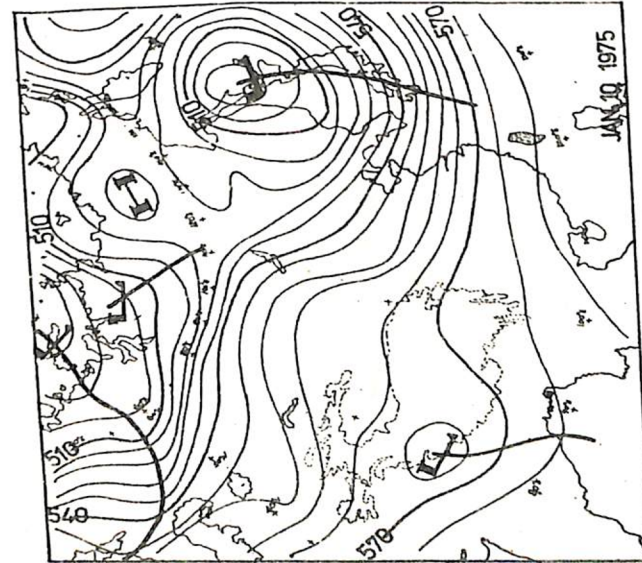
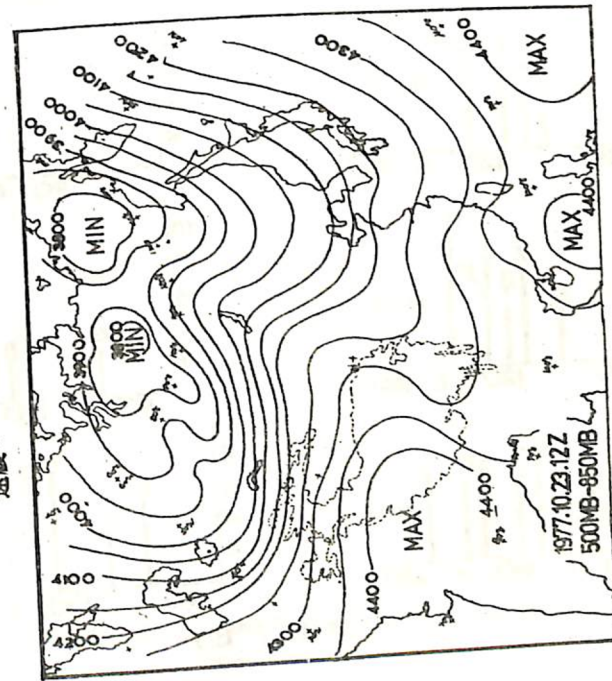


圖6. 1975年元月10日12Z 500mb圖示低指標，環流下之波動特徵——波長長，波幅大，相速緩。



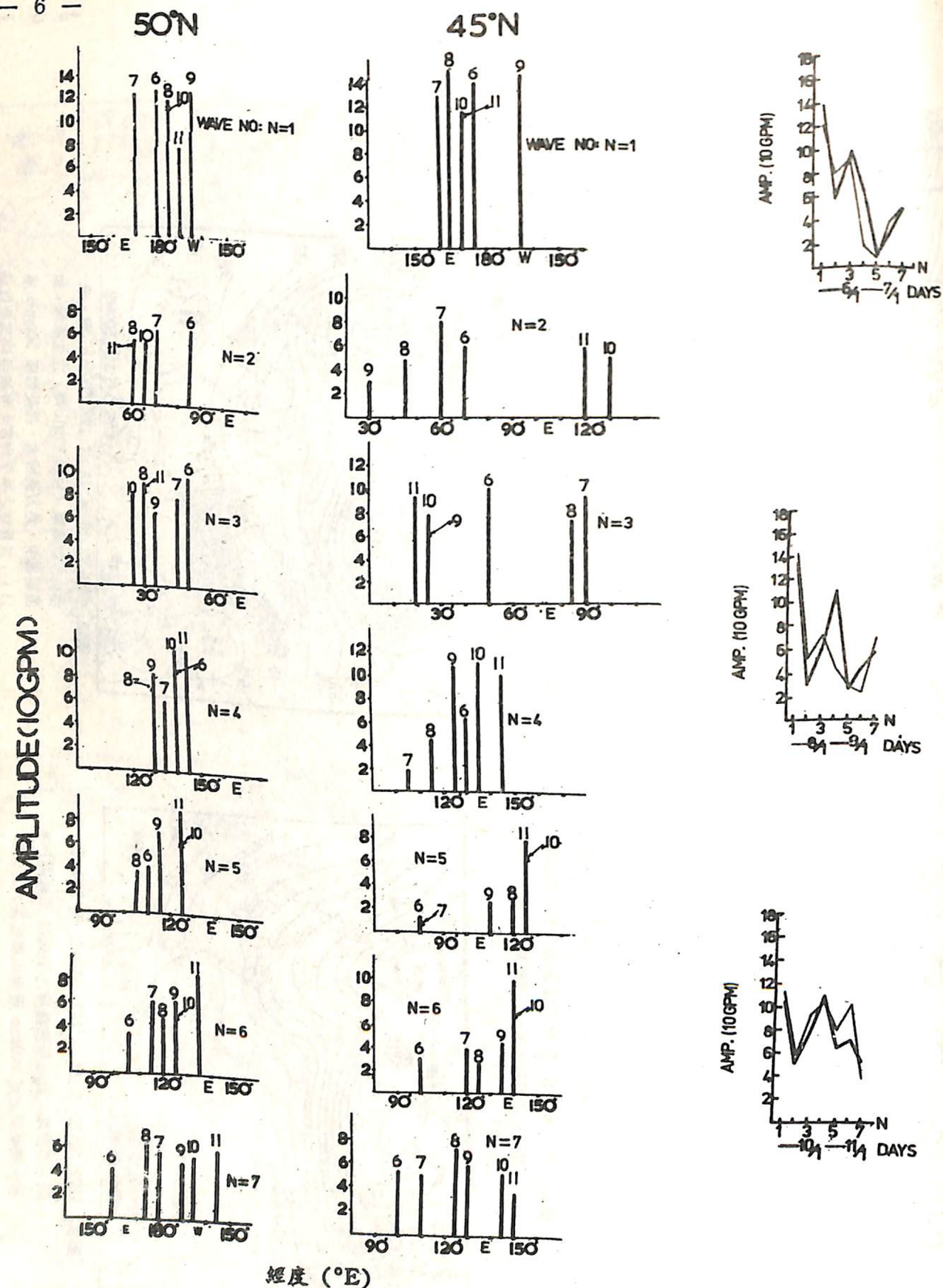


圖8. 1975年1月6~10日高空波動在沿海顯著發展期間(參見圖6及7),藉傅氏分析法所求得波數由1至7波動在亞洲區域之槽線位置及波幅逐日變化圖(引自王時鼎1976)。

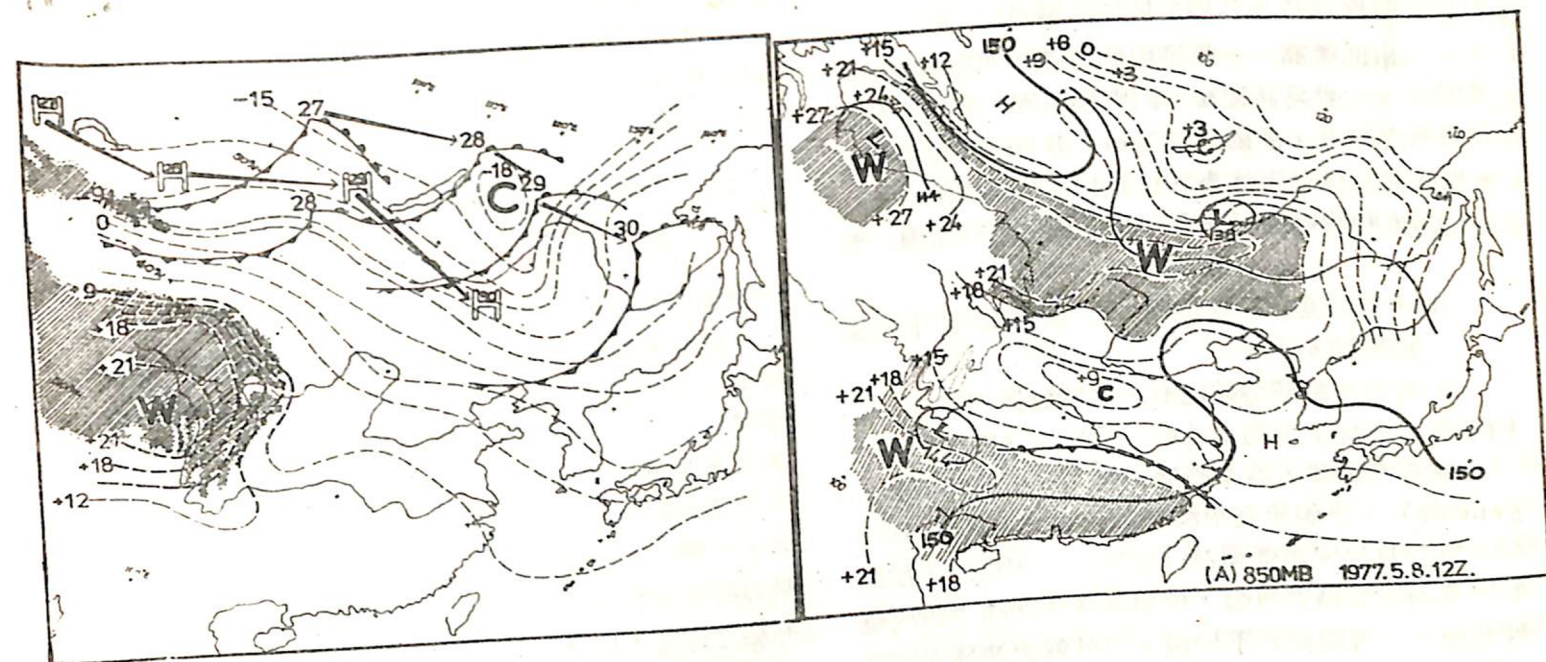


圖11. 1973年9月30日700mb等溫線圖。並附27日至30日850mb之鋒面及其後之冷高壓動態,示西藏高原「熱源」影響之一斑。

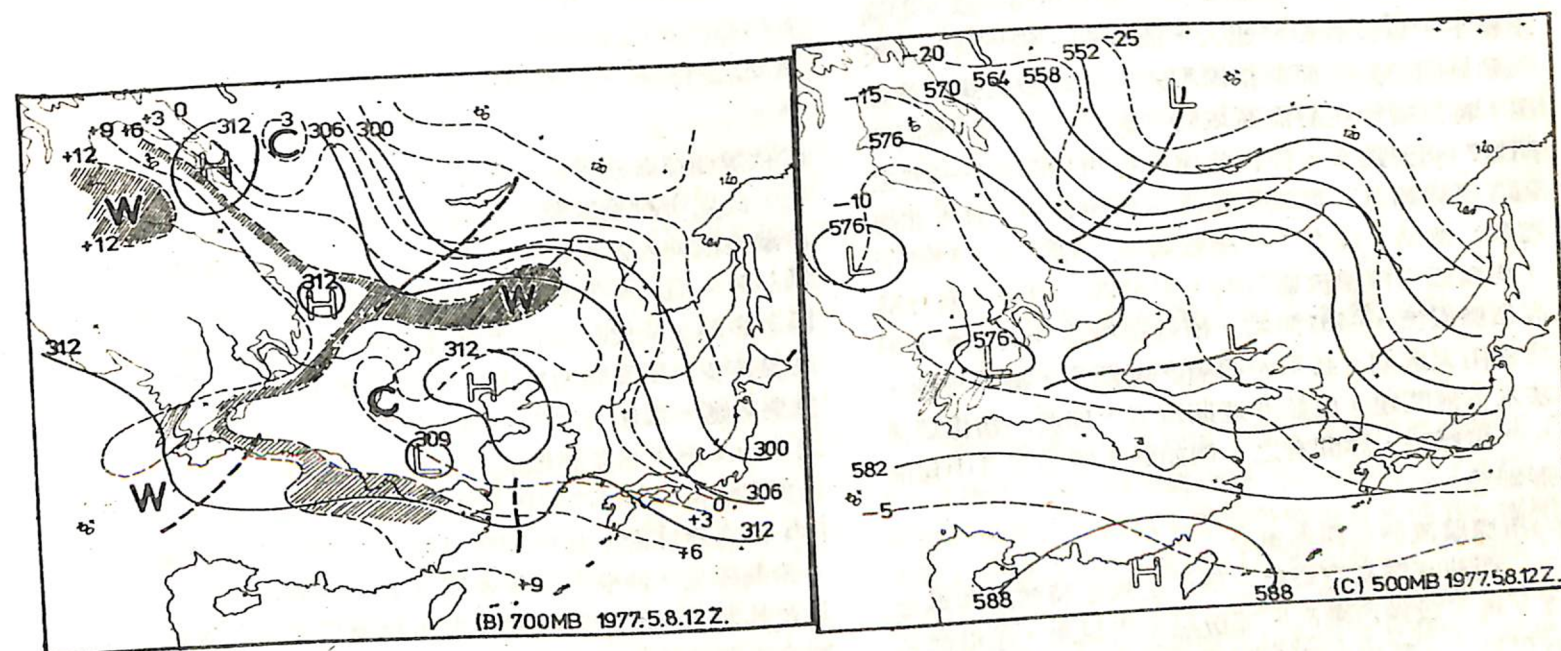


圖12. 1977年5月8日12Z之天氣圖。示春季期間差異增溫對亞洲區域環流之影響——雙熱源造成雙支西風。圖中(a)850mb, (b)700mb, (c)500mb圖。

APE) 均被洛士貝波動所吸收之故。(參見圖 8, 引自王時鼎1976年文第三部份之圖 4)

(2)由低轉高——指標由低轉高亦即高空波動減弱過程,一般均甚遲緩。因牽涉氣團之變性,海面非絕熱之增溫,波動動能耗損,非線性交換等效應。惟此時至少藉下述事實可獲相當明確指示:

(a)大陸冷高壓已移至中緯度並與高緯冷源割斷。

(b)中低緯度之沿海地區,已均無氣旋波生成或發展時。

(c)高空波動減弱並已有加速移動徵相時。

(4)亞洲沿海旋生與高空波動放大與否之關係

僅有與顯著高緯冷高壓相聯之旋生(cyclo-genesis),才能使高空波動顯著放大。例如 1975 年 1 月 15 日生成之臺灣波(圖略)。相反的,如圖 4 之臺灣波雖顯著增強,但以後係伴隨中緯度變性高壓,故高空波動不發展。另外氣旋波移向亦有關係,偏東移行者,高空波動類多不發展。

(5)高低指標型式下高空波動過境之週期

第一部份波譜分析結果顯示,在亞洲區域一地高空波動過境之週期最多為 2—3 天,其次為 6—8 天(另柯順德 1974,亦然)。此項結果恰與此處所作高低指標型式下,波動過境之週期甚相一致。即高指標下,以波長短移速大,故週期一般均為 2—3 天(參見圖 3)。而低指標型式下,以波長長,移速緩,特以槽線在沿海區域時(參見 6),故過境週期以 7—8 天為多。分析此處所引用 1975 年 1—2 月之例(參見圖 1)可見,元月 1—20 日間,日本北海道 401 測站,僅有二次槽線過境。1 為 7 天,1 為 8 天。均為低指標環流盛行時。另於 20—31 日,盛行高指標環流,401 測站,槽線過境凡 5 次之多,平均僅兩天週期。必須說明者,週期長,屬低指標,基本上無問題。但並非週期短者,即屬高指標環流。低指標時,亦間有之。例如圖 1 所示 2 月中旬情形則然。

(6)指標環流變化與西風分支

亞洲區域高空環流一項最主要之特徵為西風分支。惟一般僅西藏高原部份呈分支現象,至沿海又合併為一。特以在仲冬期間。另外,可資注意者,一般言,高指標時高空西風主流較低指標時為偏北,故西風分支情形遠為顯著。於變易季,特以春夏變易季期中,西風氣流已顯著減弱,西藏高原地形影響更著(王時鼎 1976)。故除非在顯著低指標時,主要均為分支。特以入春以後,南支西風槽常獨

立東移,影響臺灣天氣(王時鼎 1976)。

以上之討論係略指出,區域環流指標(S.C.I.)對高空波動研究之實際應用價值。必須特別強調說明,上述仍屬初步研究性質。

三、季節性熱源變化對亞洲區域高空波動之影響

(一)亞洲區域季節性之熱源遞變

就長期觀點言,熱源變化直接影響高空環流之變化。特以亞洲區域,西藏高原之存在,就熱力影響言,其重要性亦不亞於高原之動力效應。特以夏季及春秋變易季為尤甚。此時因風速一般較小,熱力平流影響小,故非絕熱(diabatic)變化更見顯著。一般言,西藏高原之熱力影響有三:(a)高原上熱力收支變化,衆所周知,在夏季其上空有熱力性高壓之建立,即為一例。(b)因其屏障作用,使華西區域易成熟源。吾人區域梅雨型式之產生主要係肇因於此。(c)春秋兩季,情形亦甚特殊。有關(a)與(b)兩項,筆者(1976)於對西藏高原影響討論中,已略有論及,而有關(c)項,則為此處擬特別強調並討論者。另外,我國北部亦屬高原地區,日射受熱較其他相同緯度之自由大氣中遠為顯著。於春夏間,蒙古冷高壓萎縮時,因冷空氣過境頻率減少。故亦呈重要之熱源區。另外最重要之熱源為熱帶太平洋地區。

(二)秋季亞洲區熱源遞變所造成之影響

此處所討論影響,主要係西藏高原造成者。因西藏高原伸入西風帶中,在秋季其上以日射受熱仍為熱源,而又不受日漸增強之中高緯度移動性冷高壓之影響。致使該區比亞洲同緯度之其他地區溫度過甚多。對高空西風帶言,此項事實所造成之最重要效應,為使其北方新疆及外蒙一帶造成等溫線之集中,形成高度斜壓狀態,進而影響高空之波動。圖 9 所示,為 1977 年 10 月 23 日 12Z 500mb 與 850mb 間之厚度圖。此亦即該氣層間之平均等溫線圖。藉圖顯見,西藏部份等厚度(溫)線向北突出,以及其北等厚度線之高度集中。此項事實對亞洲區域高空西風及其波動影響,可略歸納之如下:

(a)由於西藏之北區域,等厚度線集中,熱力風增大,而使該區 500mb 層以上,在秋季平均言,有較亞洲其他區域為大之風速。此可參見圖 10 之 1975 年 10 月 15 日 500mb 圖。

(b)由於該區熱力風增大,熱力風渦度(the vorticity of the thermal wind)亦然。致可發

現在蒙新一帶,每為秋季高空槽滯留區域,並使該區鋒面活動特為顯著,致我國西北氣候上有所謂「秋霖」之目。

(c)秋季我國西北多移動性冷高壓,而非如冬季之滯留性者。此與該區上空風速特強,低層冷空氣不易向上積聚,且冷高壓易受該區上空甚強西風氣速導引而俱移,不無關係。

為供上述討論之佐證,此處隨附 1973 年 9 月 25 日 700mb 等溫線圖,如圖 11。圖上並附 27 日至 30 日 850mb 之鋒面及冷高壓動態。藉該綜合圖可見:西藏高原熱源強度,其北自西歐移入鋒面強度,及冷高壓之移速。

(三)春夏變易季節亞洲區熱源遞變所造成之影響

此處所謂春夏變易季係指 5—6 月之間。在此期中亞洲區域在熱力場上,一項最主要特徵為:熱源之顯著調整,因此亦使高空氣流受到明顯的變化。其特徵為自塔里木盆地,向東北東伸展,整個華北黃土高原均為熱源。另雲貴高原亦為熱源。而使中國本土成為雙熱源型式。而此兩熱源之間之較低溫度區為華中平原,東中國海及日本海,而後兩者且為冷源(此時海溫較低)。因此而使高空西風亦明顯分為兩支。在地面圖上,亦穩定出現兩支低壓,各與南北兩支熱源相配合。南支低壓亦即為明顯影響長江以南至臺灣天氣之梅雨低壓。以下茲舉 1977 年 5 月 8 日 12Z 之圖為例,包括 850mb, 700mb 及 500mb 圖,各見圖 12a-c。圖中 850mb 層僅繪等溫線及鋒面(實際 850mb 層較海平面圖更接近地面)。700mb 圖包括等高線與等溫線。500mb 為等高線。藉 850mb 圖可見兩熱源區均向東伸展。而鋒面即在兩熱源區之北。藉 700mb 圖可見兩支西風與溫度場係密切相關。北支西風之南,有明顯之高壓帶。高壓之南之東風與南支西風間有明顯之橫槽。此為梅雨低壓最主要之特徵。藉 500mb 圖可見,兩支西風之北均有低壓區。北支西風由於冷暖源之溫差,風速為特強,特以西藏高原以北部份(註:夏季亦然,在該區域夏季西風甚至比冬季者猶大)。兩支西風中並各有其不同相位之波動。注意就全北半球之圖言,僅亞洲區域屬兩支西風,因其他地區均無如此可支持兩支熱源之良好地理環境也。此項發展使 500mb 層亦如 700mb 層,北支西風之南亦出現高壓帶(參見 12c)。上經述及春夏變易季雙支西風在地面圖上所不同於冬季情形,為前者出現兩支低壓。此處茲特繪製 1977 年 5

月之逐日 12Z 之地面鋒面位置圖,如圖 13,藉作引證。由圖可見,此項雙支西風係屬季節性之特徵。因此並使地面圖與冬季者完全改觀。約至 6 月下旬後,東海冷源消失,副熱帶高壓帶更向北移。40°N 以南無明顯之溫度梯度,因而使亞洲區域之兩支西風轉為一支西風。此亦即西風帶「突退」至西藏高原之北,出現夏季所謂高空標準天氣型之原因(戚啓勳譯,1959)。

四、熱帶太平洋區持續性熱源對高空波動之影響

熱帶太平洋區之持久性熱源,永為使接近該區高空波動減弱(damping)。即使仲冬亦然。故冬半年一般言,移至亞洲東海岸外之中緯高空波動均為增強。但即使在增強中之波動,其南段由於移至副熱帶太平洋正壓區(barotropic zone),却類多減弱且範圍縮小。圖 14a-b 為 1976 年 12 月 1—10 日,沿 45°N, 30°N 緯間線上,500mb 層 70°—150°E 經線間逐日高度變化圖。藉圖可見:在 45°N 緯度線上,沿亞洲海岸計有三次槽線,惟至 30°N 緯度線上已顯見減弱甚多。另外並可見幾乎該時間三次槽線均為至東海岸區才加深並移出 150°E 後趨減弱。同時可見西藏高原北方區域恰為脊線位置。

又就秋季變易季言,雖中緯有槽線東移出海,但一般至 30°N 緯線上已不顯著。此處茲舉 1974 年 10 月 1—16 日沿 45°N 及 30°N 緯線上自 70°—160°E 經線之 500mb 高度變化圖,如圖 15,藉供參考。

五、時間變化圖上所示高空波動特性之季節變化

本項圖橫坐標為經度(X),縱坐標為時間(t),緯度(Y)與等壓面層(p)為固定(亦即上節所討論者)。故藉本項設計圖表可求得某一等壓面層某一緯度線上,波動(等壓面高度)隨時間之變化,例如槽線之滯留、移動、增強、減弱、週期、波長及其某特定季節槽線易於出現及發展之區域等。另外,因 $Vg = \frac{1}{f_0} \frac{\partial \phi}{\partial X}$, 故該項圖表亦可求出 Y 方向之地轉風風力,實際亦即槽線之強度。此處之研究重點主要在,不同月份亞洲及西太平洋部份,代表槽線強制因素(forcing factors)之「槽線生成發展最常見區域」(preferred regions

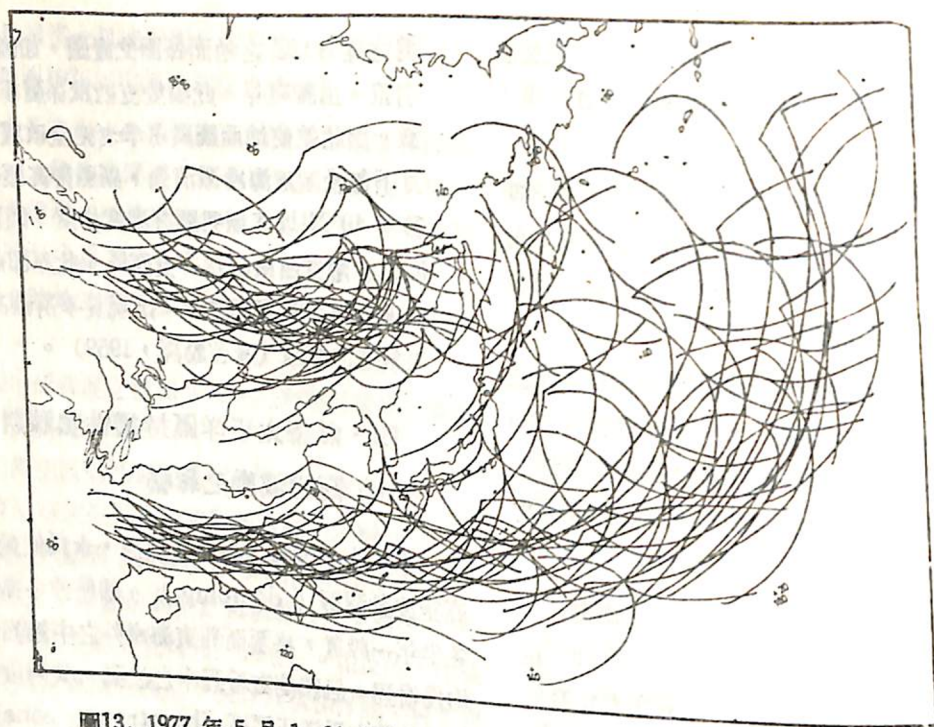


圖13. 1977年5月1~31日之逐日12Z之地面鋒面位置圖。示春季期間中國區域差異增溫造成地面圖上之雙支鋒面型式。

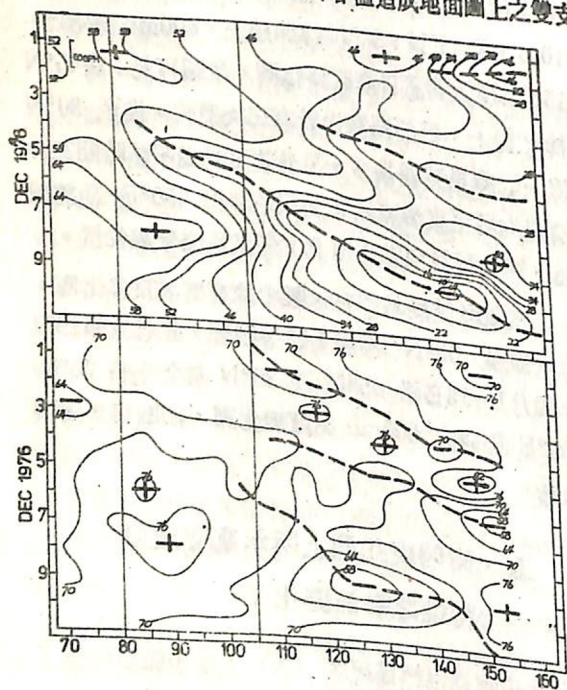


圖14. 1976年12月1~10日沿45°N, 30°N緯線上在500mb層70°~160°E經線間逐日高度變化圖——示太平洋區持久性熱源，對高空波動之影響。

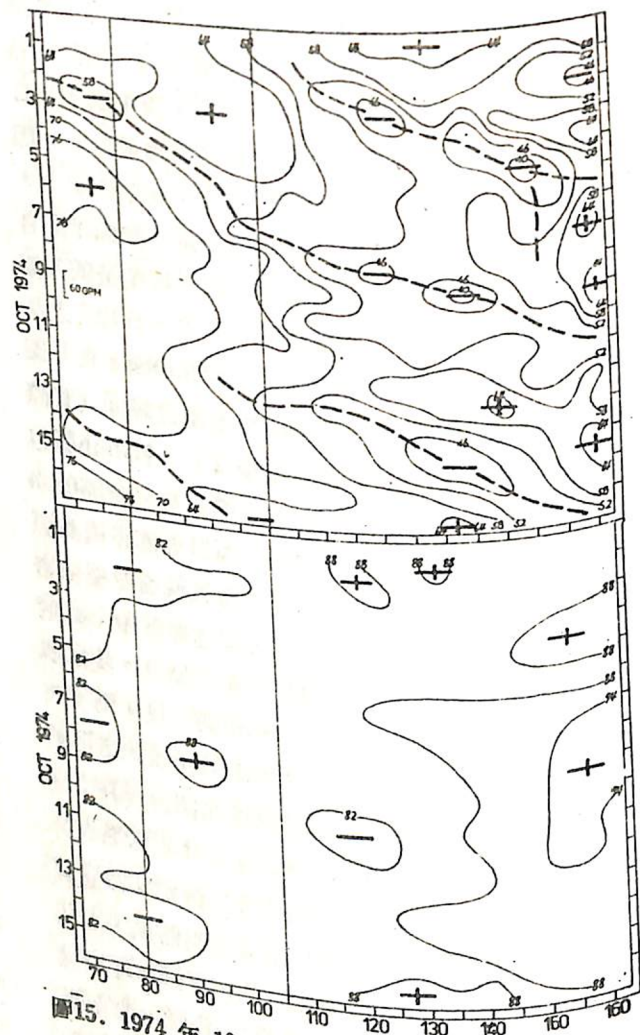


圖15. 1974年10月1~16日沿45°N及30°N緯線上自70°~160°E經線間之500mb高度變化圖——示秋季太平洋高壓對高空波動之影響。

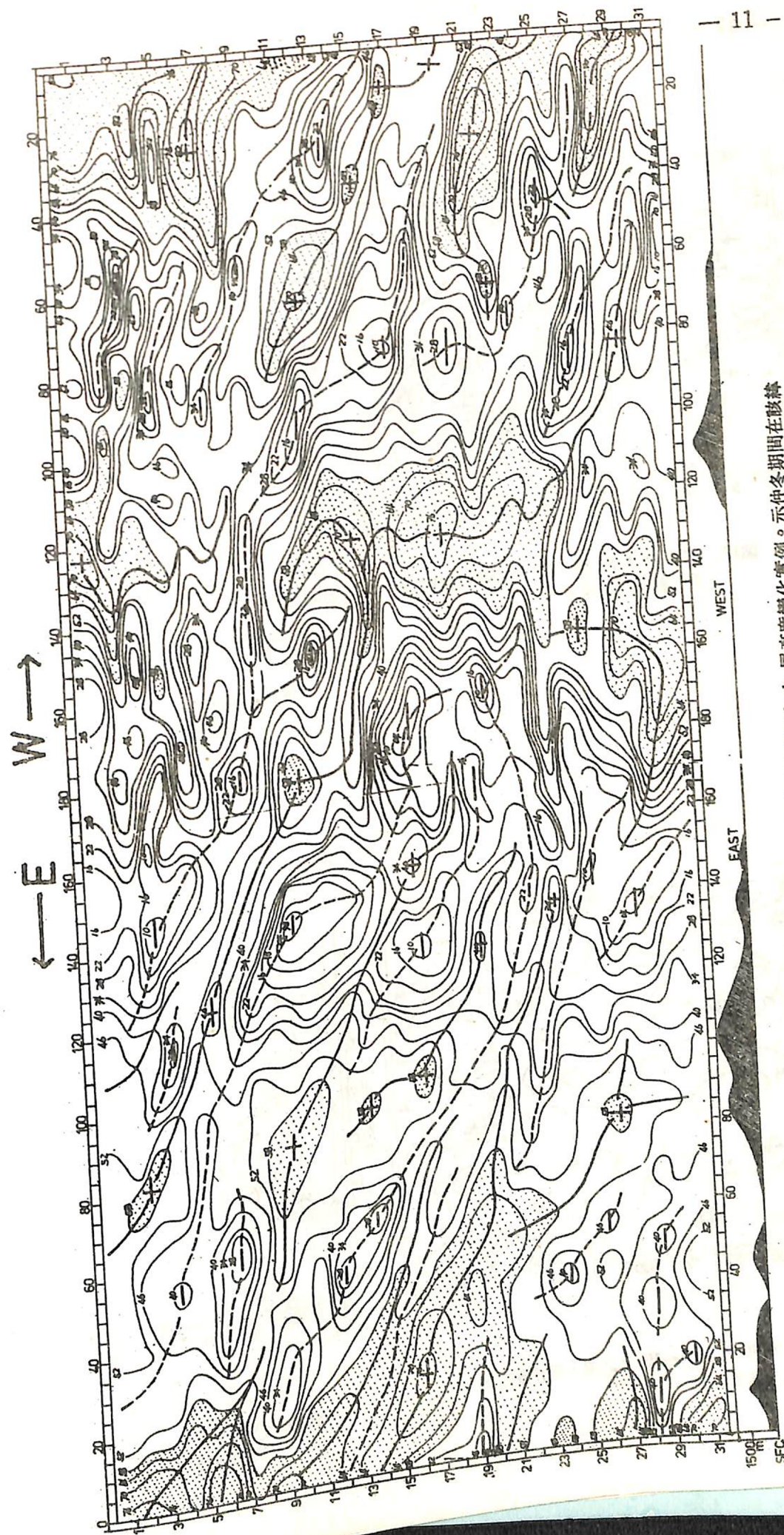


圖16. 1975年元月全月，沿45°N緯線上全球500mb層高度變化實例。示仲冬期間在該緯度帶上，波動易於發展之區域。圖中“+”表槽之符號，粗斷線表槽線逐日位置。

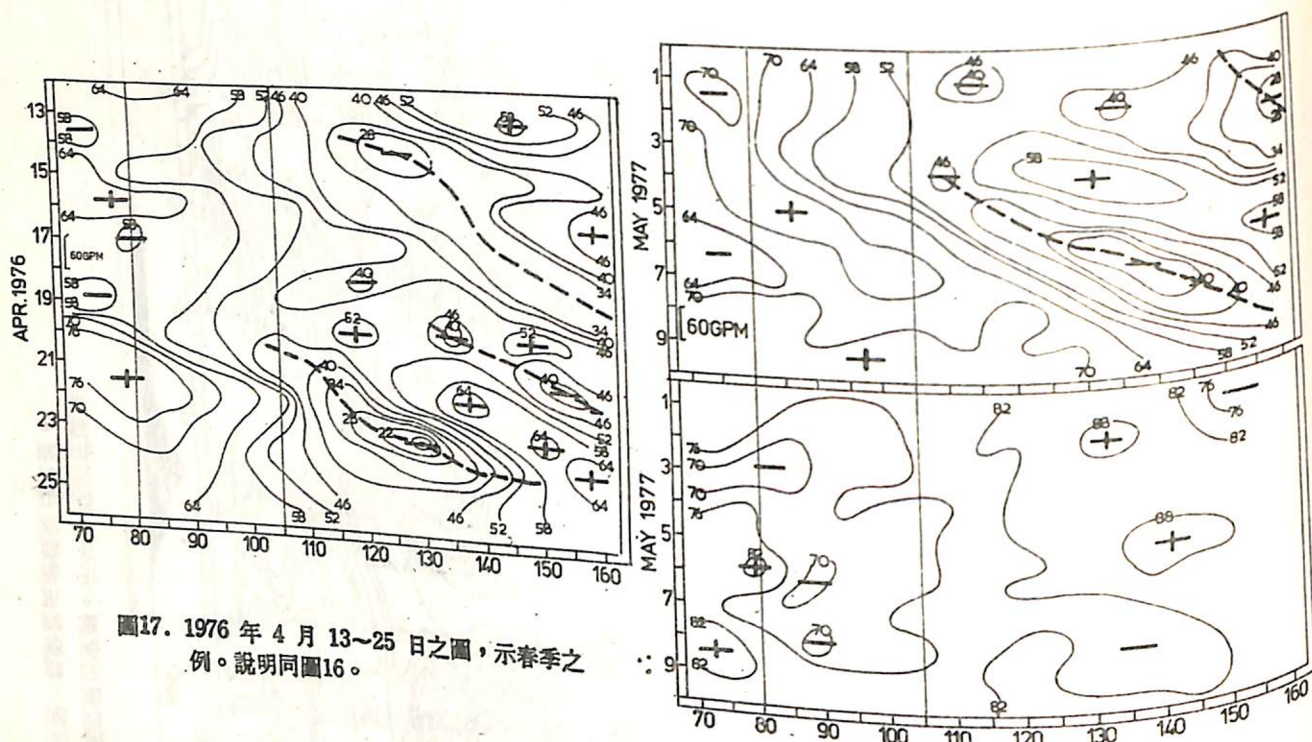


圖17. 1976年4月13~25日之圖，示春季之例。說明同圖16。

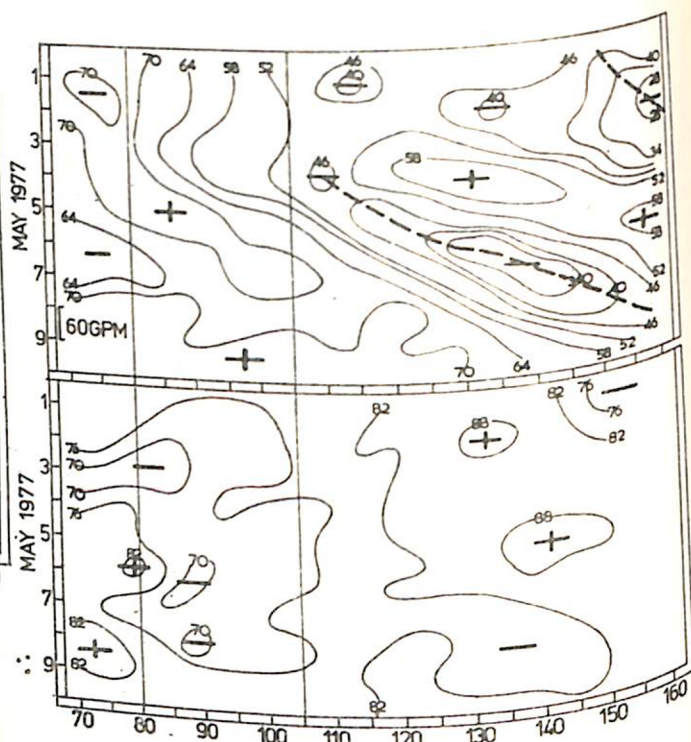


圖18. 1977年5月1~9日之圖，示初夏之例。說明同圖16。

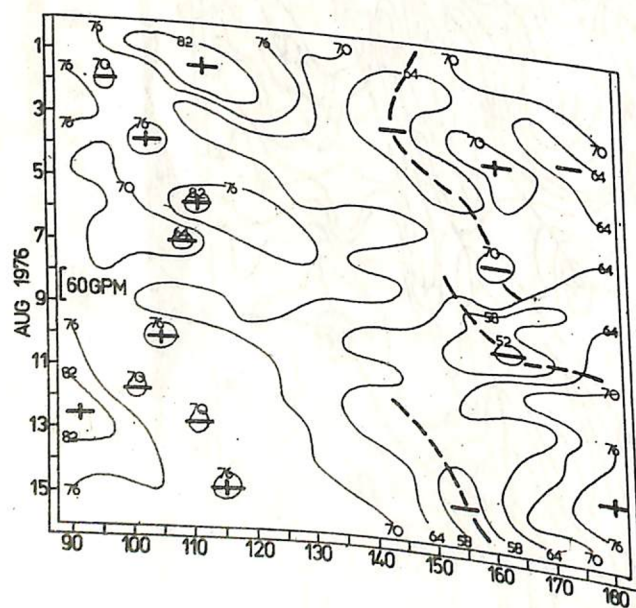


圖19. 1976年8月1~15日之圖，示仲夏之例。說明同圖16。

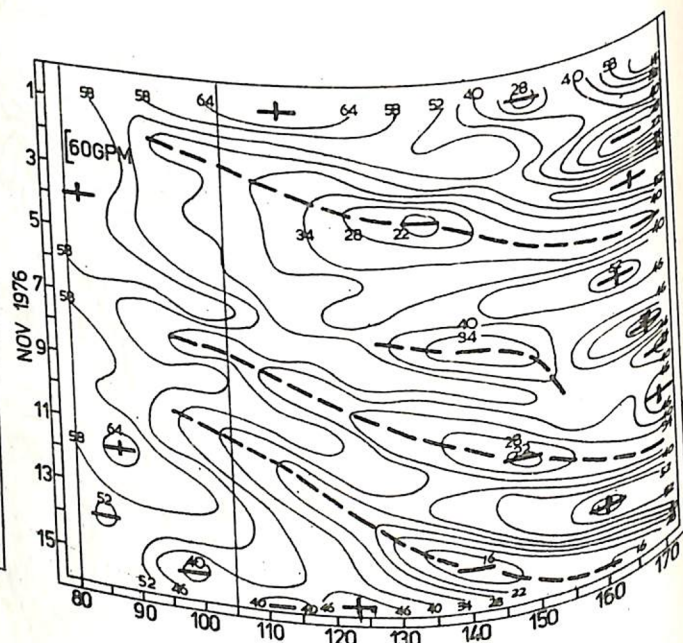


圖20. 1976年11月1~15日之圖，示秋季之例。說明同圖16。

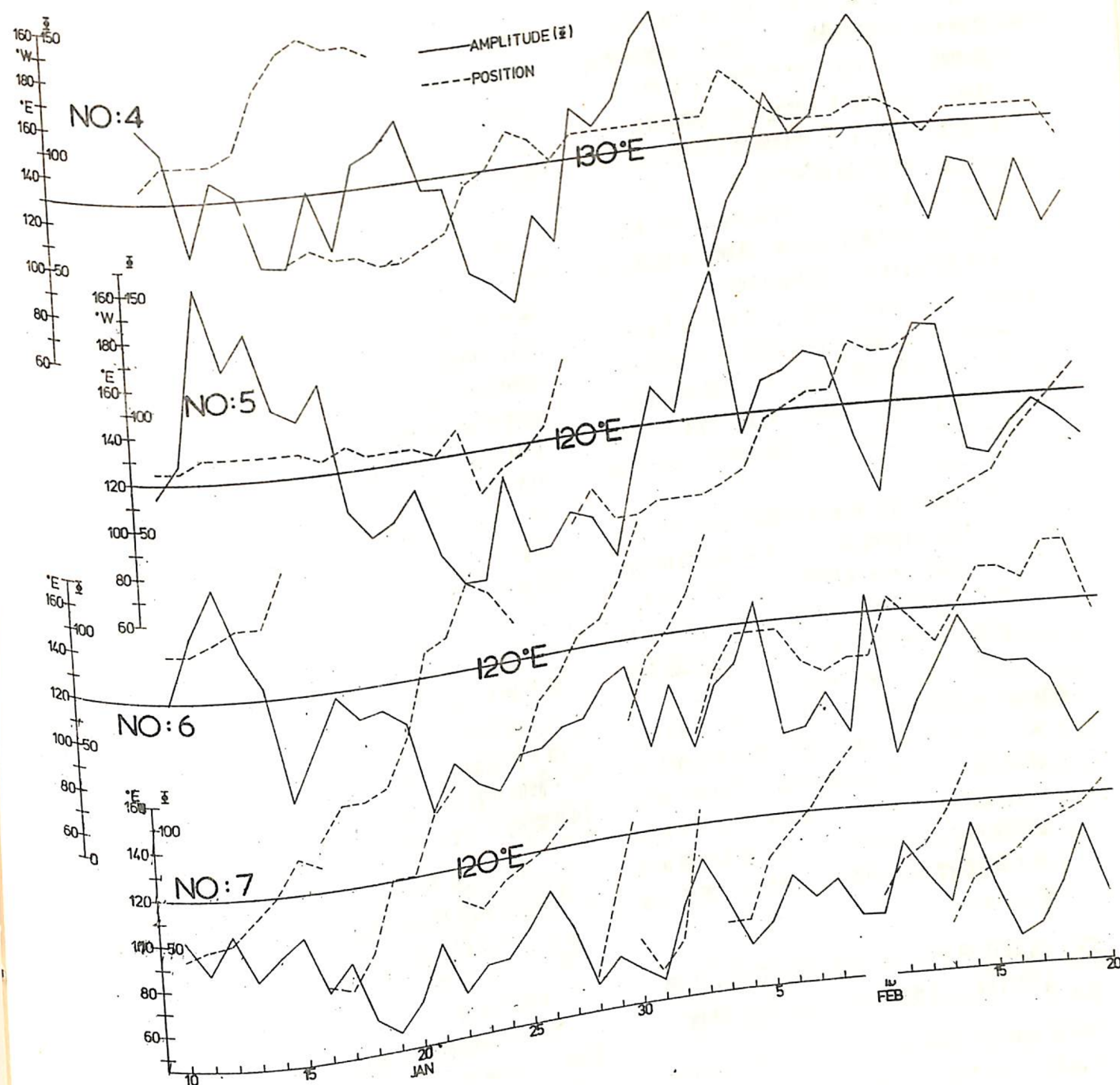


圖21. 1975年1月10日至2月20日，N=4至N=7波數之波示其在亞洲區域位置及波幅逐日變化圖。

之分析。

(一)仲冬：以元月為代表。圖16為500mb層，1975年元月全月，沿45°N緯線上高度變化實例。藉圖可見，就元月份一般言，槽線最易發展區域係在130°—145°E之間。此因「斜壓度」係由於大陸季風（寒潮）所控制（forcing）之故。又低指標期間（1—18日）槽線較諸高指標時（19—31日）更易發展（參見圖1）。另外，略於180°E附近亦有一槽線發展帶。此實際為N=1之波發展區。而前者為N=2波數之波之發展區。

(二)春季：以4月為代表。此處茲取1976年4月13—25日之圖如圖17以為例。藉圖可見較諸1月，槽線顯見減弱。沿海之槽並西退至120°—130°E之間之東九省區域。此實際由本研究第二部份可見，係為N=4之波。此係與遼寧平原之日射增溫有關。另N=2之波略在150°E，強制因素為來自鄂霍次克海之寒潮。另此處並附1977年5月1—9日之圖如圖18。結論與圖17者一致。

(三)仲夏：以8月為代表。此處茲附1976年8月份之圖如圖19。藉圖可見，此時有最弱之氣壓梯度，槽脊強度均弱。主槽滯留於150°E線上。比較第二部份研究，可知此為N=2之波東移之結果。強制因素同春季，為鄂霍次克海衝出之寒潮（polar air outbreak）。

(四)秋季：此處茲以圖20之1976年11月1—15日之圖作為討論依據。藉圖可見主槽又復活躍於亞洲海岸區，一般均為移動性者。並可見一般均向西可追溯至100°E，其週期約3—4天。此槽線實際為N=2超長波之波槽。係於仲夏東移後，復回退至亞洲沿海者（參見第二部份之圖2）。

六、由傅氏分析法所示亞洲區域500mb層45°N線上移動性洛士貝波動之特性

此處所謂移動性洛士貝波動（transient Rossby waves），在冬半年係指波數在4—7（N=4, 5, 6, 7）間之高空波動而言。延用之資料，為求與第二部份研究一致，亦係採用1975年1—2月份者。圖21a-d所示則為該時期中1月10日至2月20日，N=4, 5, 6, 7波數之波於亞洲部份逐日位置及波幅大小變化圖。以下為就該圖所作之簡單分析。

(一)波數為4 (N=4) 之波

與第二部份 N=1, 2 及3超長波比較，N=4及以上之波動，顯具移動之性質。藉圖21a可見，在亞洲部份波槽之一係在沿海。一般言移速甚緩，半數時間，均屬滯留。其強度（波幅或擾動能）在所附之例中，有三次最大，其中兩次均係在沿海（約140°E）時最強。另一次係在95°E附近最強，時間為1月19—21日。核驗該數日實際之500mb圖亦支持該項事實。

(二)波數為5 (N=5) 之波

一般言，其移速亦甚緩，半數時日係屬滯留。其平均波槽位置頗見變化。一般言，在亞洲區域平均脊線之處（90°—110°E），有最著之槽線移速。其強度有兩次最大，其一係在1月12—17日，槽線位置在130°E。該一時日，區域環流指標有最低值（參見圖1）。此相當於在地面圖為強環流，即有明顯之寒潮南下之時。特以15—17日有極明顯之台灣波發展。次強之高峯係在2月3—4日。槽線位置係在85°—90°E處。在實際之500mb圖上，甚至在700mb圖上，均可明顯見出。

(三)波數為6 (N=6) 之波

N=6波數之波，主要均為移動性者，此為與上述N=4及N=5之波明顯不同處。另其波幅亦較N=4, 5之波者為小。波幅最大僅出現一次，係在元月12日，當該波槽移至亞洲沿海之時。證諸圖1，實際係與低指標環流出現時一致，該時有最南之寒潮位置。

(四)波數為7 (N=7) 之波

本波亦同N=6者，屬移速頗大之波動。其波幅與上述各波比較屬最小者。且變動幅度亦較小。另外其與專為亞洲區域設計之「區域環流指標」（王時鼎1975）之變動關係，亦不若波數為4—6者之顯著。

由上討論略可見，就移速言，波數愈大（波長愈短），移速愈大。以及波之發展則均與寒流爆發及低指標環流（即南北向環流）出現有關。因此時有最大之可用位能釋出，而此等波數之波，有最高機會以携取可用位能（APE）也（蔡清彥與高仕功1977）。

七、亞洲及美洲高空波動最重要之強制（forcing）因素比較

此處茲就中緯度影響高空波動最重要之兩項控

制因素略作比較討論。一為上述重力位趨勢方程之第二項，即冷暖平流，在此處主要係為陸海分佈所造成者。另一為美洲與亞洲之不同「大地形」，此項因素之強制作用在相當正壓模式（Equivalent barotropic model）之公式中亦可見出。以下茲分別討論之。

(一)陸海作用——此處僅就上述冷暖平流之強制因素作一討論。在亞洲及美洲之東，雖同濱海洋，但以中國之主要山脈均為東西走向，而美國為南北走向。致亞洲蒙古可產生廣大「寒潮性」之極地高壓，而在美洲則否。是以美國無連續持久之強大寒流。因此由重力位趨勢方程（geopotential tendency equation）之強制項（forcing term），亦即冷暖平流項之影響，則遠不若亞洲之顯著。故亞洲區域有全球最著之沿海主槽（此可參見圖16）與噴射氣流（Petterssen, 1956）。此為不同點之一。

(二)大地形影響——此處主要係指亞洲之西藏高原及美洲之洛磯山而言。由相當正壓模式可見，在山脈之下風方面均可引起相對渦旋之增加，亦即成槽作用（troughing effect）。但由於兩者型式不一，緯度高低不同，故在亞洲區域冬半年西藏高原最大影響係為造成西風帶之分支（王時鼎1977）。但在美洲之洛磯山脈，却為造成其東側明顯之滯留性主槽，並約在90—80°N處，有最大之強度（參見圖16）。另外，此處並以美國氣象局所印製之北半球天氣圖，就1957—1959年11月至2月之500mb圖作過調查。其中32次高空槽均整體越過洛磯山脈。突裂成南北兩支槽線者，僅有6次。而亞洲西藏高原之影響，上已述及最主要者為使西風分支，因此亦即言，其對西風槽最大影響為使槽線「突裂」。甚少有南北兩支西風之槽線相位相同者。

八、吳、鄭「高空大天氣型」之物理機制討論

由於大氣環流主要係受日射，地球公轉，自轉及大規模之地形與陸海分佈等所制約（constraint）。季節性及緯度性之差異增溫（differential heating），決定了地球帶流（zonal flow）與波動（oscillation）之強度。而大規模之地形與陸海分佈則決定個別地區之環流特徵。由於其彼此作用之複雜性，是以為期兩天以上之中期預報，天氣型分

類法預期將始終擔負其無可替代之角色。以言高空天氣圖型式之分類，頭緒紛繁。但無可否認的，前在國科會支助下，吳宗堯與鄭俠所作冬季歐亞區域之高空大天氣型（1975），無疑地必將受識者所特別重視。由於最常及最穩定之天氣型式（有代表性之天氣型）必將有其顯著之物理機制（physical mechanism），故此處擬就上述有關亞洲區域高空波動特性分析與吳、鄭類型關係，略作討論。

吳、鄭高空大天氣型最顯著特徵，係將高緯及中緯分別作出天氣型之分類。計各分8類。而後再合而為一。此處縮小範圍僅討論中緯者。就物理機制言，吳、鄭該8類天氣型，可歸納為：

(一)與西藏高原阻擋作用有關者——B型（西方深波型），C型（橫槽型）及E型（割離低壓型），主要均係受西藏高原之對西風槽阻擋影響所造成。故所謂深槽，橫槽及割離低壓（cut off low），幾均略出現於相同位置，即在西藏高原西側之60°E經度處（參見原文圖1—8）。有關其生成，筆者曾於「西藏高原對高空西風帶中擾動之影響」（1977a）文中，加以初步分析。主要係由於阻擋（blocking）影響。亦即該文所謂高原對西風槽之「摺折」（folding）作用中的三個標準階段（原文圖14及圖15）。因吳、鄭八類型式，上述者則佔三類，故可見西藏高原對歐亞區域西風擾動影響之重要性。同時，吳、鄭在高空大天氣型之轉變一節討論中，可見最重要之轉變即出現於上述三類者之間。茲引述如次：「以中緯度而言，B型以轉E型最多（各英文代號見上述），計有8次之多。其次為E型轉為A型（高指標小槽型），計有七次。再次為A型轉為B型，B型轉為A型及C型轉為E型各有六次」。故可見就天氣型之分類言，西藏高原對亞洲波動影響之絕對重要性。

(二)與環流指標有關者——A型（中緯小槽）及D型（兩槽一脊，槽線一在亞洲沿海，一在中亞），實際代表亞洲區域高指標（high index）及低指標（low index）環流之標準型式。又F型（三波型）亦為高指標型。有關該環流指標型式與高空波動關係，筆者在本文第二節中有較詳細討論，並可參看圖2與圖6。而環流指標變化吾人感知主要係由於高低緯度之差異增溫造成，但實際造成亞洲區域低指標者為亞洲「極地高壓」季風環流之強制力。故代表

低指標之深槽係出現於亞洲東海岸區（並可參見本研究之第一部份與第二部份）。

(二)與西藏高原分流影響有關者——H型（南方小槽），A型，B型，C型，E型。

故由上分析可見吳、鄭8型中緯高空天氣型中，僅G型（歐洲阻塞）外，其餘7型之物理機制均與亞洲大規模地形及海陸分佈有關。此亦為分類適切之常見「天氣型」必具之特性。

九、結 論

有關本方面問題，此處係採重點討論，結論如下：

(1)就所設計之亞洲「區域環流指標」作為衡量標準下，可發現高空波動可分兩類，即：

(a)高指標環流下，高空波動波幅小，波長短，移速快。波過一地（在中緯度）之週期以3天為估勢。

(b)低指標環流下，高空波動波幅大，波長長，移速緩，特以在亞洲東海岸處，波動有向南之移速。波過一地之週期以7—8天為估勢。故可見第一部份波譜分析所示兩類週期，恰與此處高低指標（數）情形下，波動週期相一致。

(2)上述兩類波動之轉變，可發現係在亞洲東海岸進行。如高空槽移至沿海時，在地面層沿海區有氣旋波動發展，其後並伴有顯著冷源（寒潮高壓），則可由第一類波動（高指標時）轉為第二類波動（低指標者）。

(3)就「熱源」觀點言，亞洲區由冬轉夏，及由夏轉冬，高空環流顯受兩完全不同之熱源所控制。由冬轉夏，即於5—6月間，中國區呈雙熱源分佈。其一為低緯度者。另外西藏高原、塔里木盆地至華北黃土高原一帶亦成熟源。此項結果，使高空西風穩定分為兩支，並各伴有地面低壓之活動。南支者亦即所謂「梅雨低壓」。至秋間，熱源主要為西藏高原及其北之塔里木盆地。此項結果為使天山山

脈以北地區等溫線集中，因此而使該區有最大之高空風速。低層鋒面活動亦較著。

(4)亞洲海岸區之效應對高空波動影響，中緯與低緯顯有不同。在低緯由於溫度分佈均勻，一般均係使波槽減弱。此處係以 30°N 線上波動之時間剖面圖以求證之。

(5)為決定波槽強度控制（forcing）因素與季節及地域之關係，此處特設計沿特定緯度線（ 45°N ， 30°N ）不同經度上波動之時間剖面圖（參見圖16—20）。藉之可見，亞洲區各季節波槽盛行位置均有不同，其控制因素並經討論。

(6)就傅氏分析法對1975年1—2日（本篇參用資料最多之兩月）， $N=4$ 至7之波動逐日動態及波幅變化所作分析，可見上述各波之加深，主要均與冷空氣潰流有關。另並可見波長愈短，波幅愈小，同時向東之相速亦愈大。

上述大部份調和波發展時，在天氣圖上均可見其反映（例如參見圖1日本北海道401測站500mb層上之高度變化圖）。

(7)亞洲及美洲高空波動強制（forcing）因素最主要不同點為：在亞洲特以中國，主要山脈均為東西走向，故冬季有最強冷高壓與冷空氣潰流（polar air outbreak）。是以在亞洲東海岸亦有最著之高空槽線，及噴射氣流。另外為西藏高原與洛磯山之不同。前者對高空氣流及波動主要為阻擋及分流效應，後者為動力槽脊之效應，且槽線過山甚少折裂。

(8)經調查吳、鄭「高空大天氣型」之物理機制可見，其中緯度所作之八類天氣型中，與西藏高原阻擋影響有關者，計3型，即：B型、C型及A型（根據吳、鄭原編號），與西藏高原分流影響有關者，有5型，即：H、A、B、C、E型。直接與環流指標（數）有關者有三型，即A、D、F型。計8型中，僅G型（歐洲阻塞）外，均係由於亞洲區域地形或陸海效應之制約（constraint）。

藉綜觀及統計分析對亞洲區域*

高空波動特性之研究

王 時 鼎

Characteristics of the Upper Air Wave Disturbances over Asia as Revealed by Synoptic and Statistical Analysis

Shih-Ting Wang

Abstract

This report is the third part of the study of the upper air circulation and wave disturbances. The first part is "the upper air circulation in Asia" and the second part is "the nature of the orographic disturbances caused by the Tibetan Plateau". In the present study, five topics are emphasized. However, here only the third topic is presented.

In this study we examined the sector circulation index (S.C.I) for the upper air flows, the influences of seasonal changes in heat source and sink on the upper air circulation, the preferred location for the formation and development of upper disturbances, the characteristics of waves of numbers 4-7 in winter, the dominant forcing factors of upper air wave disturbances in Asia, and physical mechanism of the Eurasian upper air flow patterns. The principal results we found are that: (1) classification of upper wave disturbances is possible by the S.C.I. designed for this area. (2) the differential heating caused by orography in Asia plays a completely different role to the Asian circulation patterns in autumn and spring seasons. (3) the seasonal variation of the preferred regions for formation and development of upper waves are well documented by specially designed time cross section diagram. (4) three principal physical mechanisms for upper wave disturbances in Asia are to be found, i.e: the blocking and deflecting effects of the Tibetan Plateau, and the cycle of the S.C.I.

*本文為國科會獎助計劃之一部份。