

# 臺灣天氣之自然季節與冬季反常天氣之研究

王時鼎 鄭俠

中央氣象局

(中華民國七十一年五月四日收件)

## 摘 要

本文主要為研究高空環流變化之自然季節。計對流層中係取 700 mb, 500 mb 及 300 mb 層資料, 平流層即用 100 mb 層資料, 均為一年 73 候之長時期各等壓面高度平均值, 及候日平均變化值。其內容包括: (1) 由北半球 500 mb 層上 50°N 及 30°N 緯線上全年 73 候高度場及其變化以分析亞洲區域環流變化之自然季節。(2) 由 700 mb, 500 mb, 300 mb 及 100 mb 層上 90°E, 120°E 及 180°E 經線 73 候高度時間剖面圖以分析亞洲區域環流季節變化及其經向之差異。(3) 由 120°E 經線上平流層 100 - 300 mb 間及對流層 300 - 700 mb 間之全年 73 候厚度值所示之季節變化。(4) 由 120°E 經線上各地高空風及溫度逐月變化所示亞洲區域環流之自然季節。(5) 全年 73 候 500 mb 層 50°N 緯線上超長波資料分析及其所顯示之自然季節變化。藉以上各項資料之研判分析, 得出亞洲區域之自然季節分佈及其特徵如表 1 - 1。其中特以由超長波波數 1 至 3 之逐候分佈及其變化以作自然季節划分, 甚俱實際應用價值。

## 一、前 言

一般季節之劃分, 即: 春、夏、秋、冬, 係屬天文季節。而長期預報所關心者為自然季節。因一區域, 以緯度高低, 地理環境, 如陸、海、山脈分佈不同, 大範圍地形變化, 而使所出現季節性冷、暖、晴、雨特性有着顯著之不同。本文之目的, 即在探討控制台灣地區之亞洲區域環流變化之自然季節。有關自然季節研究, Klein and Winston (1958) 首先作出 700 mb 層上高空槽脊區域性出現頻率, 其係根據長時期北半球 700 mb 5 日及 30 日之平均圖為資料。其結論為, 盛行槽脊位置及其季節變化頗與陸海邊界所相連之熱力影響及顯著地形有關。其並根據長年 5 日及 30 日 700 mb 層之平均資料作出北半球逐月之槽脊分佈之百分頻率。另外一篇最具參考價值文獻為, Bradka (1966) 北半球之自然季節。其所選之環流參數包括: (a) 北半球噴射氣流之平均位置, (b) 停留性及移動性高低氣壓之分佈, (c) 各種代表性天氣類型及其季節分佈, (d) 環流指標之分佈。藉上述各參數之候

及月變化已決定自然季節, 計分: (A) 秋季, (B) 冬季前半期, (C) 冬季之後半期, (D) 初春, (E) 春季, (F) 夏季。以下為西太平洋及歐洲之各季平均開始日期, (A) 秋季——8 月 30 日, 一般略在 8 月 22 日至 9 月 6 日之間, (B) 冬季前半期——11 月 1 日, 一般略在 10 月 21 日至 11 月 10 日之間, (C) 冬季後半期——10 月 19 日, (D) 初春——3 月 9 日, 一般在 3 月 3 日至 13 日之間, (E) 春季——4 月 21 日, 一般在 4 月 13 日至 25 日之間, (F) 夏季——6 月 7 日, 一般在 6 月 1 日至 12 日之間。至於選定各季開始日期之條件, 對亞洲部份 Bradka 所選定條件為: (A) 秋季——蒙古高壓之生成, (B) 冬季前半期——亞洲沿海高空槽生成, 鋒面區移動呈西南至東北走向, (C) 冬季後半期——西伯利亞高壓移至 50°N 以北, (D) 初春——西伯利亞反氣旋減弱, 環流指標轉高呈緯流狀, (E) 春季——西伯利亞反氣旋衰退, 鋒面在該區發展, (F) 夏季——西伯利亞鋒面區不著。

另外, 蘇俄方面亦很早注意到環流變化之自然季節(曲克恭譯, 1964), 惟其研究重點主要均局限其領土之歐洲部份。較早期為 Mul'tanovshii

作有自然天氣週期 (natural synoptic period) 之研究, 其後 Duletova, Pagava 作進一步之闡揚, 而建立其中期天氣預報法之基礎。至 1960 年代 Khrabrov 並專作有「3 至 7 天天氣預報法」(a method of preparing weather forecasts for 3 to 7 days, 根據美譯本) 專著。而所謂「自然季節」, 乃謂該一季節中, 有其特定之各種「自然天氣系統及其演變過程」, 而冠以「自然」季節, 乃有別於「天文」季節之意。

另外, 日本氣象廳 (1981) 曾出版有「一個月天氣預報指南」, 各種統計及天氣資料非常豐富。而究其內容, 亦屬對自然季節之應用。該書中並包含甚多有關平流層中環流之討論。

以上為國外有關自然季節之研究, 在國內, 似均未見有自然季節之直接研究分析。而本文研究重點及其概念可略如下述。

(1) 以研究台灣區域環流與天氣之自然季節言, 必須先對亞洲地區環流的自然季節有一了解。此所以本文先自亞洲開始。

(2) 以研究自然季節言, 月平均資料不易見出較詳細之變化過程, 故此處主要均以一年 73 候 (5 日為 1 候) 之候資料為討論依據。

(3) 凡其他學者專家已曾論及之資料, 本文均略去不論, 對亞洲地區言係以高空環流變化為主, 除論其自然季節外, 尚並討論區域性之變化, 藉明亞洲區域環流變化之特徵。

(4) 有關亞洲地區, 此處之討論以  $90^{\circ}\text{E}$ ,  $120^{\circ}\text{E}$  及  $180^{\circ}\text{E}$  經線上各等壓面層資料之南北剖面圖為主。蓋因  $120^{\circ}\text{E}$  經線上為亞洲主槽所在,  $90^{\circ}\text{E}$  線上為西藏高壓及冬季高緯平均主脊位置, 而  $180^{\circ}\text{E}$  線上有兩活動中心, 其一為高緯之阿留申低壓, 另一為中低緯之副高。故筆者等認為, 在該三經線上環流系統之逐候分佈及其逐候變化之了解可代表亞洲區之自然季節變化之全般認識。故為此目的, 於  $90^{\circ}\text{E}$  及  $180^{\circ}\text{E}$  經線上之值中並附作與  $120^{\circ}\text{E}$  線上值之比較。

(5) 為就亞洲區域高空環流與全球其他各區之比

較, 我們曾作出  $50^{\circ}\text{N}$  及  $30^{\circ}\text{N}$  緯線 500mb 層全年平均 73 候之高度值及其候日變化圖, 藉悉亞洲區域環流變化在北半球環流變化中之角色。

(6) 特別值得一提者我們曾作出  $50^{\circ}\text{N}$  緯線上 500mb 層 73 候之超長波分析, 此項研究對自然季節之劃分提供了極有價值之研判資料。

## 二、由 500mb 層 $50^{\circ}\text{N}$ 及 $30^{\circ}\text{N}$ 緯線上 73 候高度場及其變化以分析環流之自然季節

此處所以選用 500mb 層乃因其為對流層內之中間層。又此處選用  $50^{\circ}\text{N}$  及  $30^{\circ}\text{N}$  緯線以作時間變化圖, 乃因  $50^{\circ}\text{N}$  緯線上為全年高空西風帶之中心區域, 而  $30^{\circ}\text{N}$  緯線主要乃因其接近台灣之緯度, 且其全年有着顯著之環流系統之變化, 即冬季在高空西風帶中, 而夏季即受副熱帶系統所控制。此兩緯度線上之環流變化頗可作北半球環流變化之代表。

圖 1-1a-b 為 500mb 層  $50^{\circ}\text{N}$  及  $30^{\circ}\text{N}$  緯線上全年 73 候高度值時間剖面圖, 圖 1-2a-b 為  $50^{\circ}\text{N}$  及  $30^{\circ}\text{N}$  線上 73 候之 500mb 層高度值候變化圖。藉該兩圖吾人期望作為自然季節研究之主要工具。研究重點包括: (a) 冬季西風波動強度、波槽位置及其時間變化, (b) 夏季環流特徵, (c) 冬夏變易季環流變化, (d) 區域性環流變化特徵。以下為分析之結論。

(1)  $50^{\circ}\text{N}$  緯線上 500mb 層高度 73 候時間變化圖 (圖 1-1a)

a. 冬季 10 至 11 月期間亞洲及美洲東海岸槽之發展為本圖最主要之特徵。

b. 初冬轉仲冬 (12 至 2 月) 最重要變化為二波轉三波, 故波長縮短, 指標轉低, 氣流成經向型 (南北向), 有最著之寒潮。

c. 仲冬轉初春 (3~4 月)  $40^{\circ}$ ~ $60^{\circ}\text{E}$  之槽轉變成脊而轉為二波型。

d. 7、8 月間有最弱之高度梯度。

(2)  $50^{\circ}\text{N}$  緯線上 500mb 層 73 候  $\Delta H$  之時間變化圖 (圖 1-2a)

a. 18~23 候 (4 月) 有最著候  $\Delta H$  值之

升高，59~65候（11月）有最著候  $\Delta H$  值之下降。

b. 500mb 層高度略自2月開始普遍上升，迄至8月中旬止。其下降為自8月至2月。升降區有明顯之經向變化。最大出現於亞洲及美洲東部沿海，又太平洋略在  $180^\circ W$  至  $140^\circ W$  間亦然。

c. 太平洋區及大西洋區  $\Delta H$  之升降均為延後

(3)  $30^\circ N$  緯線上 500mb 層高度之 73 候時間變化圖（圖 1-1b）

a. 其梯度隨經度（空間）及隨時間之變化均遠較  $50^\circ N$  者為小。

b. 在冬季 1 至 2 月間  $140^\circ E$  之主槽為本圖上最主要特徵。

c. 約自 34 至 55 候（即自 6 月中旬至 9 月下旬）， $30^\circ N$  線上主要均為副高所踞。故在時間變化上，在該兩候（34 候與 55 候）前後有西風帶之劇變，即：一為北退，一為南移入本區。

d. 無論初冬及仲冬均以三波槽為佔勢。

(四)  $30^\circ N$  緯線上 500mb 層 73 候  $\Delta H$  之時間變化圖（圖 1-2b）

a. 其基本變化同  $50^\circ N$  情形，僅強度較弱。

b. 美洲區  $\Delta H$  變化較其他區域為複雜。而且就全年言，降期長，升期短。

(五)  $50^\circ N$  緯線及  $30^\circ N$  緯線上 500mb 層高度值圖全年之比較

主要者計有：

a. 就亞洲沿海主槽言，於仲冬時兩緯度線上均有最大之強度，槽線位置亦相若，且主槽均隨季節自冬至春向西後退。

b.  $30^\circ N$  線上環流可極明顯分為兩制（regime），冬天為波動，7 至 9 月間為胞狀。 $50^\circ N$  線上，僅於 8 月間成胞狀分佈（參見圖 1-13 超長波圖）。

### 三、各經度線剖面圖所顯示之亞洲區域環流季節變化

此處所用資料包括：500mb，300mb，及

100mb 層沿  $90^\circ E$ ， $120^\circ E$ ， $180^\circ E$  經線上之平均高度值 73 候之時間變化圖（原始資料來源日本氣象廳），各見圖 1-3a-c，1-4a-c，1-5a-c，以及 700mb 沿  $120^\circ E$  經線之圖 1-6（吳宗堯，方力脩等，1981）。此處所以延用該三經線資料之原因為：

①  $90^\circ E$  經線恰位於西藏高原上，在冬季，其北為極地高壓之平均位置，在夏季，其上恰為西藏高壓所在。對亞洲區域環流季節變化有其代表性。

②  $120^\circ E$  經線經過台灣區域。在冬季上層恰為東亞高空西風帶中主槽所在，在低層為東北季風進退之中心地區。在夏季並為上層西藏副高與太平洋副高交逐之區。

③  $180^\circ E$  經線之重要性，在冬季為阿留申低壓活動中心所在，在夏季為太平洋副高發展最盛之區。

故由該三經線上所顯示之全年環流變化（以候資料表出，更可見出變化之細節），則略可代表亞洲區域環流變化之自然季節。是以此處除作出其高度場各候時間變化圖外，並在其中作出各候之高度值與  $120^\circ E$  線上高度值之比較，藉悉其空間上之變化（圖 1-4a-c，1-5a-c）。另外  $120^\circ E$  線上者則作出逐候高度值之變化（圖 1-3a-c），俾可更詳細見出其自然季節。700mb 層者未作  $90^\circ E$  及  $180^\circ E$  經線上之圖，主要乃因在  $90^\circ E$  線上，上經述及為西藏高原區，700mb 所在高度層係在地層以內，無意義。而  $180^\circ E$  者 700mb 層環流略同 500mb 層，故亦略去。

以下為各等壓面層各經度線上候日平均高度剖面圖之討論：

(1) 500mb 層（中對流層）

a.  $120^\circ E$  經線上（圖 1-3a）——藉圖可見就全年變化言，平均等高線值冬低夏高，冬季梯度大，夏天小，亦即所謂自然季節變化。特別要指出的為：(a) 自冬至夏有兩升高中心，一在 17 候  $50^\circ N$ ，一在 31 候  $70^\circ N$ 。自夏至冬下降中心主要僅一，係在 59 候  $65^\circ N$  之位置。(b) 7、8 月之間  $25^\circ N$  以南高度又見下降，示副高北移，該區為

間熱帶轉合區 (ITCZ) 所在。(c) 年變化正負變高線在中緯度向南係向右侧偏斜。

b. 90° 經線上 (圖 1-3b) —— 低緯部份之高度剖面略作不對稱分佈, 即副高以秋季為最顯著, 與 120° E 候高度 (虛線) 比較, 除 7、8 月份較 120° E 為低外, 餘各月均高, 特以 12 月與 1 月。此表此時 120° E 槽發展最著, 特以 50° N 一帶, 該區 90° E 並為與地面極地高壓相伴之高空西風帶內之脊線所在。

c. 180° 經線上 (圖 1-3c) —— 高度剖面隨季節呈極不對稱分佈, 即 6 月份高度場在 50° N 一帶仍偏低, 而 7 月份則有一顯著脊線。又中緯 30° ~ 50° N 緯度中, 高度梯度不若 90° E 與 120° E 者之顯著, 其高度場與 120° E 者之比較, 可見: 僅 1 ~ 2 月較 120° E 者為高, 其他各月 40° N ~ 70° N 間之值均較 120° E 者為低, 特以 5 ~ 7 月份。此想與該各月份超長波波數 1 及 2 隨夏季東移至該經度帶 (180° E) 附近有關 (見圖 1 ~ 13)。另比較 90° E 及 120° E 之圖 (圖 1-3a 及 b), 可見 180° E 經線 40° N 以南區域於夏季有較大之高度值, 此反映太平洋副高之位置。

#### (二) 300mb 層 (近對流層頂)

a. 120° E 經線上 (圖 1-4a) —— 其高度變化剖面圖及候日  $\Delta H$  圖基本上均同 500mb 層者。僅低緯 7、8 兩月 300mb 層為高壓區, 而 500mb 為低壓區。

b. 90° E 經線上 (圖 1-4b) —— 其 H 場  $\Delta H$  場基本上均略同 500mb 層者, 僅 30° N 及以南區於 6 ~ 9 月高度已顯著升高, 此實際亦即代表夏季西藏高壓之所在。

c. 180° E 經線上 (圖 1-4c) —— 在中高緯度其 H 場及  $\Delta H$  場與 500mb 層者均甚一致, 僅 30° N 以南, 500mb 層為太平洋副高所在, 但 300mb 已不見其踪跡, 且其高度甚至較 120° E 經線上尤低過甚多 (低 120 公尺)。此亦即太平洋副高至 300mb 層已不著。

#### (三) 100mb 層 (平流層)

a. 120° E 經線上 (圖 1-5a) —— H 線年

變化型式仍同對流層者 (500mb 層), 惟候  $\Delta H$  線却遠不相同, 即 100mb 層者 20° N 以北僅有一顯著升區與降區, 且均在極地, 其值亦較大。夏季 40° N 以南有顯著高度升高。甚有興味者, 20° N 以南  $\Delta H$  場與 20° N 以北者相反。

b. 90° E 經線上 (圖 1-5b) —— 本圖最主要變化為夏季西藏高壓之發展, 如以 16600 動力公尺 (gpm) 線為其範圍, 即可見自 26 候 (5 月第一候) 至 57 候 (10 月第一候), 約佔 31 候 (155 天) 時間。且其北可達 45° N (7 月下旬)。比較 300mb 及 500mb 圖, 顯見西藏高壓向上增強。另外, 其  $\Delta H$  場 (與 120° E 相比) 亦與對流層者 (500mb) 顯有不同。在冬半年為中緯度升高, 低緯度下降, 而夏半年則相反。

c. 180° E 經線上 (圖 1-c) —— 圖中最顯著的為於 7、8 月間相對於 120° E 之高度值, 有極顯著之下降, 90° E 經線上則有明顯之上升, 此示該層上夏季有東西向環流 (Walker circulation) 發展 (亦即西高東低之高度場)。另外為在 60° N 一帶冬半年有一顯著升高區 (與 120° E 線比較)。明顯可見全年中冬半年高度場較 120° E 值為高, 夏季則為偏低。與 90° 線上的亦有極大不同 (比較圖 1-5b)。

#### (四) 700mb 層 (下對流層)

此處僅作出 120° E 經線上之候高度變化及候  $\Delta H$  變化 (圖 1-6), 其因上經述及。深有興味者, 本圖資料來源不同 (上經述及), 但與同經線上之 500mb 層, 300mb 層兩者相較, 其型式及變化情形仍甚相一致。7 ~ 8 月間高度場為南低北高, 示 ITCZ 移至本經線之低緯地區。候  $\Delta H$  場, 無論自冬至夏, 或自夏至冬, 其高度變化均有兩中心, 即非漸變而係近似跳躍式者。例如以自冬至夏言, 3 ~ 4 月間 50° ~ 60° N 一帶有一候高度值升高中心; 6 ~ 7 月間, 略在 60° ~ 70° N 一帶又有一升高中心, 700mb, 500mb, 300mb 層均不例外, 原因不知。

(五) 各經度線剖面圖所顯示亞洲區域重要氣壓系統分佈及其變化

此處僅就各經度線上所顯示之幾項重要氣壓系統，即：(a)西藏高壓（ $90^{\circ}\text{E}$ ），(b)極地高壓（ $90^{\circ}\text{E}$ ），(c)太平洋副高（ $180^{\circ}\text{E}$ ），及(d)  $120^{\circ}\text{E}$  西風槽，作一重點性之討論。

a. 西藏高壓——僅出現夏半年，於夏半年中又僅出現於300mb層以上，其範圍及強度均向上增加（比較圖1-4b，1-5b）。並在 $120^{\circ}\text{E}$ 之剖面上亦可見其存在（圖1-4a，1-5a）。又在300mb層上，可見中心略偏南，至100mb層上中心已蛻變至西藏高原上空。在100mb層之 $90^{\circ}\text{E}$ 及 $120^{\circ}\text{E}$ 線上均可見出。

b. 極地高壓——在剖面圖上，僅見 $90^{\circ}\text{E}$ 經線 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$ 一帶高度值遠較 $120^{\circ}\text{E}$ 者為高，平均最高達180公尺（圖1-3b），此為地面極地高壓存在時之高空形勢（脊線），為吾人所熟知者。

c. 太平洋副高——僅見於 $180^{\circ}\text{E}$  500mb層之剖面上（圖1-3c），300mb層以上已不見。

d. 亞洲沿海主槽——藉 $120^{\circ}\text{E}$ 經線上所作700mb，500mb，300mb，100mb層（各見圖1-3a，1-4a，1-5a，及1-6）之時間剖面圖上均可見出，且可見其強度季節變化及隨高度之變化。另外因在 $90^{\circ}\text{E}$ 及 $180^{\circ}\text{E}$ 之剖面上均作有相同之候與 $120^{\circ}\text{E}$ 線上高度值之比較，藉之亦可見其強度變化。

內亞洲與美洲沿海主槽全年強度變化之比較

由圖1-1a可見，於北半球中，亞洲及美洲東海岸之主槽，對大氣運動扮演著支配性之角色，同時由圖1-6，1-3a，1-4a，1-5a，可見在700mb，500mb，300mb及100mb層均反映出亞洲主槽的重要性。而此處之目的，為藉500mb層 $50^{\circ}\text{N}$ 及 $30^{\circ}\text{N}$ 處之高度值資料就此兩主槽作一比較。

圖1-7a為 $50^{\circ}\text{N}$ 緯線 $140^{\circ}\text{E}$ （亞洲主槽）與 $70^{\circ}\text{W}$ （美洲主槽）線上高度值全年73候之比較，圖1-7b係為 $30^{\circ}\text{N}$ 線上之情形。藉該兩圖可見， $50^{\circ}\text{N}$ 上兩沿海主槽略均在1月下半月有最

低值。其中亞洲又比美洲者之高度值低達近100重力公尺。7、8月間則相反，美洲者較低。故可見亞洲沿海主槽不但在冬季有最低值，且就全年言有更著之年變化。 $30^{\circ}\text{N}$ 線上情形亦同。該項資料亦顯示出自然季節之變化。

另外圖1-7c及d為 $50^{\circ}\text{N}$ 及 $30^{\circ}\text{N}$ 線上，兩大洲主槽處（ $140^{\circ}\text{E}$ ， $70^{\circ}\text{W}$ ）全年73候高度之逐候平均變化圖。藉圖1-7c可見亞洲主槽處高度候變化值亦較美洲者為大。甚有興趣者，其係均呈多峯起伏狀之型式，而非單峯狀。例如 $140^{\circ}\text{E}$ 線上，3月中旬，5月中旬及7月中旬均有一高度升高值的尖峯。升高較小值一在4月中旬，一在6月中旬。均深值進一步之研討。另外兩處候高度變化自升至降之0值均出現於8月初，此可視為自然季節轉變之日期。另圖1-7d為 $30^{\circ}\text{N}$ 線上候高度變化值，其變化遠較 $50^{\circ}\text{N}$ 線上者為小，但型式甚相一致。

#### 四、由 $120^{\circ}\text{E}$ 經線上候厚度值所示之季節變化

本項厚度圖係根據上述 $120^{\circ}\text{E}$ 經線各平均高度剖面相減得出。此處選認100mb~300mb厚度代表平流層厚度（平均溫度）變化（圖1-8），300mb~700mb代表對流層厚度（平均溫度）變化（圖1-9）。以下茲分別討論之。

(一)平流層厚度（平均溫度）季節變化

a. 就厚度場而言，略自10月第3候開始至翌年3月第6候止，在 $30^{\circ}\text{N}$ 以北均為北低南高，亦即厚度（溫度）梯度向北，但在其他各候（夏季及其變易季），該項梯度相反，即南低北高，亦即言溫度南低北高。北極最高溫略出現於7月份第1候，而最低溫略出現於1月份第4候。在 $30^{\circ}\text{N}$ 以南，全年均為北高南低。

b. 就五日（候）厚度變化場而言，高緯度基本上為2至7月厚度升高，升高中心在極地。8月至1月則相反，為降低，降低中心亦在極地。甚值注意者，中緯及低緯有較小之升高降低中心。其分佈則與高緯者相反，則高緯升高時，中緯與低緯則

降低。

### (二) 對流層厚度 (平均溫度) 季節變化

a. 就厚度場而言,  $60^{\circ}\text{N}$  以南區域全年厚度 (溫度) 均為南高北低, 僅梯度大小有別。在仲夏 7 月間南北厚度 (溫度) 差極小, 特以中、高緯度。因在此經線 ( $120^{\circ}\text{E}$ ), 中高緯度均在陸上, 故溫差甚小。另在 6 月中旬至 8 月中旬間可繪出一高於  $6600\text{ gpm}$  之等厚度中心。

b. 就五日 (候) 厚度變化場而言, 升降最大中心主要均在  $50^{\circ}\text{N} \sim 70^{\circ}\text{N}$  之間。升區主要出現於 2 月中旬至 7 月下旬, 升高中心略出現於 6 月份第 6 候。降區出現於 7 月下旬至 1 月下旬。有兩下降中心, 一在 8 月第 2 候, 一在 10 月第 4 候。 $30^{\circ}\text{N}$  以南升降區分佈, 略與高緯相反。

### (三) 平流層與對流層厚度場及厚度變化場比較

a. 就厚度場而言, 基本上對流層中, 南北厚度差值大。另外就全年分佈型式言, 冬半年兩者相同, 夏半年則相反, 即: 夏季平流層中, 厚度 (溫度) 梯度向南, 對流層中仍為向北。

b. 就五日 (候) 厚度變化場而言, 平流層中以緯度分佈言, 變化中心有三: 主要者在極區, 次要者有二, 一在  $40^{\circ}\text{N}$  上下, 一在  $10^{\circ}\text{N}$  下。而對流層中僅有二: 主要者係在  $40^{\circ}\text{N}$  至  $60^{\circ}\text{N}$  之間之中緯度區域, 另一次要者, 係在低緯。另外可發現, 平流層中升降中心個數遠較流層者為多, 此示平流層中厚度變化係較複雜。

## 五、由 $120^{\circ}\text{E}$ 經線各測站高空風及溫度逐月變化圖所示亞洲區域環流之自然季節

此處準備下述兩種資料, 以為本問題之研究基礎, 即:

(1) 沿東經  $120^{\circ}\text{E}$  線上各測站, 自北至南: (a) 海拉爾、(b) 赤峯、(c) 青島、(d) 上海、(e) 衢州、(f) 福州 (其測站位置見圖 1-10), 1969 年  $850\text{ mb}$  至  $100\text{ mb}$  高空風及溫度逐月變化圖, 參見圖 1-11。(該各圖表係引自王時鼎, 1977)。

(2) 南京 1966 至 1970 年高空資料之逐月變化圖, 參見圖 1-12。此處並代表西藏高原東側流場

變化。

### (一) $120^{\circ}\text{E}$ 經線資料

由圖 1-11 資料可見:

a. 高空繞極西風帶 ( $W_u$ ) 之緯度及季節變化——風速最大係在上海與衢州 ( $30^{\circ}\text{N}$  以下)。約於 8 月份在青島赤峯一帶 ( $40^{\circ}\text{N}$  以下) 風速先開始增強。 $45^{\circ}\text{N}$  以南區域均在 2 月最大。至 5 月份上海以南已均為西北風 ( $W_r$ ) 取代 (西藏高壓風系, 見下述)。青島及以北全年仍均為西風 ( $W_u$ )。

b. 高空西北風 ( $W_r$ ) 及東風 ( $E_r$ ) ——此可參見圖 2-2f 及 2-1a, 顯見係由於西藏高壓所造成。在  $30^{\circ}\text{N}$  以南 (見衢州及福州者) 兩種風系依次出現, 計 5、6 月份為西北風 ( $W_r$ ), 示西藏高壓脊軸線北側之風, 7、8、9 月則轉為東風 ( $E_r$ ), 示高壓已北移, 故轉為東風。其控制高度略在  $400\text{ mb}$  層以上, 迄至  $100\text{ mb}$  均然 (實際到達  $50\text{ mb}$ , 見圖 2-1a 之台北者)。

c. 低層之西南季風 ( $SW$ ) ——約於 5 月先出現於台灣 (圖 2-1a 及 2-11g、h), 迄至 7 月其北界北移至華中 (上海), 其北已無痕跡 (見青島者)。此項風系係與「梅雨」伴生。

d. 東南信風 ( $SE$ ) ——代表太平洋副高軸線之南之風系, 僅福州以南方見之, 出現於 7、8、9 月。颱風則受該風系導引而西進者。

e. 東北季風 ( $NE$ ) ——僅出現於  $35^{\circ}\text{N}$  以南 (參見圖 1-11e 與 f)。於 10 月開始 (平均) 迄至翌年 5 月止 (1-11e、f)。於開始之時亦即初冬時厚度最大。

(二) 西藏高原東側高空環流之季節變化及其重要性——以南京平均資料為代表。

有關於此, 此處僅製作南京 1966 ~ 1970 年五年平均之逐月高空風 ( $850\text{ mb} \sim 100\text{ mb}$ )、溫度、等壓面高度及相對濕度變化, 各見圖 1-12a 與 b。以下為其說明:

a. 由高空風逐月變化圖 (圖 1-12a) 可見對流層中全年均為西風, 而特別要提出的是:  $500\text{ mb}$  層  $25\text{ kts}$  風速可作為一項甚佳之指標, 即當

西風風速 $\leq 25$  kts 時，在中緯度 500mb 層才可能出現有包圍性的低壓，而梅雨低壓亦可為其中之一種。此為自然季節中一項極重要之指標。因西藏高原之地形槽，於此形勢下，才會演變為封閉低壓。由南京之平均圖可見， $\leq 25$  kts 出現時間係在 5 月至 10 月間，沿  $30^{\circ}$  N 線上之 1969 年成都、芷江、漢口、南昌之情形亦類此（王時鼎，1977）。此亦所以該區（包括台灣）亦為高空冷心低壓之活動區域（王時鼎、羅季康 1980）。

b. 由高度逐月變化圖（圖 1-12b）可見，中緯情形，亦若台灣（圖 2-1b），即上下層高度場變化相反，並略以 700mb 為分界。在該層以下，5 至 7 月為負變高，在該層及以上均為正變高，而若暖心低壓性質。其出現比台灣略遲一個月。9 月至 11 月，700mb 層以下為正變高，在該層及以上為負變高，有若冷心高壓之性質。

c. 由溫度變化場（圖 1-12b）可見，以上 b. 中所述「暖低」，「冷高」性質，確有溫度變化場以支持之。另外極有興趣者，在 100mb 層上，溫度變化場與以下各層相反，宛若高度場在 850 mb 層以下與以上相反情形同。

## 六、候超長波資料分析及其所顯示之自然季節變化

此處有關超長波資料係根據日本氣象廳 500 mb 層  $50^{\circ}$  N 線上候平均高度值，藉調和分析法求得。何以採用  $50^{\circ}$  N 緯線上資料，乃因該緯度無論冬夏均在西風帶中之故。本項超長波資料見附表（略）。另外圖 1-13 為超長波波數 1, 2, 3 之波幅及槽線之逐候變化。該項圖表之應用有二：

(1) 藉此可知自然季節變化中超長波之特徵，並進而藉超長波分佈之特徵，以決定環流之自然季節及其變化。

(2) 本項超長波分佈係藉候平均圖作出，代表超長波之隨季節正常分佈情形。故與實際候平均圖及天氣圖所得者比較，可知季節是否提前，落後或反常。

以下為該項圖表之討論。由圖及表可見：

a. 無論 1 波，2 波，3 波均有極顯著之季節變化，且其變化均極有規律。所有各波冬季有最大波幅，至夏季均見減小。其中：

(1) 3 波對季節言最為敏感，對自 22 候起至 62 候止，其波幅均保持於低即約自梅雨季開始（見圖 1-13 中之分季資料）迄至秋季止。同時在該一時間平均槽位置均偏東（第一槽位置略在  $60^{\circ}$  E  $\sim 80^{\circ}$  E 之間）。冬季平均槽位置則略在  $50^{\circ}$  E 線上。另外，可見 3 波波幅係在 2 月上旬最大，此時恰為冬季溫度最低之時。

(2) 2 波於春季 17 候後波幅減至一定強度，約至台灣梅雨結束時（6 月中旬），又再一次下降，1 波亦然，此時西風帶位置有向北之突變。同時於初冬 11 月開始與 3 波波幅同時回升。其波槽位置，於冬季 11 月至 2 月間最穩定，均略在  $135^{\circ} \sim 140^{\circ}$  E 之間，即在亞洲沿海。春秋變易季其位置，顯有波動現象。

(3) 1 波之波幅於仲冬一月底時有明顯下降，而後又回升。於梅雨季時，與 2、3 波相反，其波幅直線下降。7 月下旬至 8 月中旬有最小之波幅。而此時波槽却有突變現象，即自  $170^{\circ}$  w 突跳至  $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$  w 經度。而後於秋季期間波幅迅速升高，與梅雨季之下降，恰成反比。

b. 此處之資料，經與美國 500mb 月平均圖  $50^{\circ}$  N 資料所作出者比較（王時鼎，1979），可見：

(1) 波幅各月平均情形甚相一致，僅美國資料 4 月者略小。位相亦相若，僅日本者 7、8 月份位位有突變，波幅在該期間則偏小。

(2) 2 波波幅及相位亦甚一致，惟美國資料作出者 9 月份波幅最小。而此處求者為 7 月，9 月有一次低值。

(3) 3 波兩者情形均甚一致，波幅最高同在 2 月，最低同在 8 月。

c. 除 1、2、3 波以外候平均圖上所顯示其他各波資料。

(1) 除仲冬者外，其他各候均可見 4, 5, 6 波，特以夏月西風減小時更見重要，其波幅甚為超過 1 至 3 波。

表 1-1 亞洲中低緯度區域之自然季節分佈及其特徵

季別	起始之候	超長波 (參見表 1-1 及圖 1-13)	500mb 50°N 高度剖面	500mb 50°N 候 $\Delta H$	500mb 30°N 高度剖面	500mb 30°N 候 $\Delta H$
秋季	9 月第 2 候 (51 候)	1 波取代 2 波為優勢波並迅速增大	呈波狀，但為緯流型 (zonal)	候 $\Delta H$ 全區均為負值，並在 120°E 線上增至最大 (-35 gpm/5 日)	急變 (由副高轉為西風波動)	候 $\Delta H$ 為負值
初冬	11 月第 1 候 (63 候)	1 波平均言最大，波幅均在 95 gpm 以上其他 2, 3 波快速長大，但波幅仍小	呈兩波型	全區候降值由大轉小呈緩和趨勢。太平洋及北美洛磯山一帶且出現正變化	呈兩波型，波槽較 50°N 者偏西，強度亦遠為弱	全區 $\Delta H$ 為降，150°E 有最大值
仲(後)冬	元月第 1 候 (1 候)	2 波取代 1 波為優勢波，並配有強裏潮。3 波有最大波幅，最後 1, 2, 3 波幅略相若	呈三波之經流型 (meridional)	候 $\Delta H$ 由負值漸轉正值	呈三波型，以 130°E 之波槽最強弱三波型	候 $\Delta H$ 由降轉升
春季	3 月第 1 候 (13 候)	1 波波幅轉為最大，且甚穩定 2 波穩定減小 3 波急劇減小	呈兩波狀但為緯流型 (zonal)	全球候 $\Delta H$ 均增加僅 150 ~ 140°W 區除外	急變 (三波型轉為副高)	$\Delta H$ 為升
初夏 (梅雨)	5 月第 1 候 (25 候)	1 波波幅最大並穩定減小	呈兩波型脊線加強	全區候 $\Delta H$ 均增加，僅於 7 月上半月間 30°~60°E 區除外	副高	$\Delta H$ 變化小
仲夏	7 月第 4 候 (40 候)	2 及 3 波波幅轉為最大特以 2 波穩定增加 1 波減至最小	西風平淺波幅漸增大	候 $\Delta H$ 由升轉為降值		



(2) 在 4、5 月各候中 4 波波幅與三波者相若，另 8 月者亦然。

(3) 5 波在 7、8 兩月各候中，平均言其波幅竟較超長波之 1，2，3 及 4 波均為大，亦即該兩月中 5 波為為最重要之波，深值注意。

(4) 6 波在 7 月中旬至 8 月中旬各候中亦為重要之波，深值注意。

以下茲將上述討論結果與自然季節之關係輯如表 1-1；藉供應用參考。

## 七、摘要與結論

討論台灣區域環流與天氣變化之自然季節，顯然必將牽涉到亞洲區域之自然季節。此處有關亞洲區域環流變化之自然季節討論，所用資料主要均得自日本逐候之等壓面層上每十度經度、緯度柵落點之平均高度值。我們所選用之等壓面層包括 100 mb，300 mb，500 mb 層（以上取自日本氣象廳）另外，700 mb 平均資料則得自吳宗堯、方力佈（1981）之研究。我們曾根據各該項平均資料，繪製 500 mb 層  $50^{\circ}\text{N}$  及  $30^{\circ}\text{N}$  緯線各經度上全年 73 候之高度場（H）及五日高度變化場（ $\Delta H$ ）分佈，及根據該項平均資料調和分析以求出超長波，波數 1，2，3 之全年逐候變化，以瞭解對流層中層環流變化之自然季節，發現無論藉高度場逐候變化或超長波逐候變化以作自然季節之劃分均為可能。此處並將亞洲區域中低緯度（ $50^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ ）劃分為六個自然季節，即：秋季、初冬、仲（後）冬、春季、初夏（梅雨）及仲夏（見表 1-1）。

另外，我們曾作亞洲區域各區環流變化之異同分析。並以 100 mb 代表平流層，300 mb 代表對流層頂，500 mb 代表中對流層，700 mb 代表下對流層。並取三個經度帶，即  $90^{\circ}\text{E}$ ， $120^{\circ}\text{E}$ ， $180^{\circ}\text{E}$  資料分別代表極地高壓（或高空脊線）及西藏高壓（ $90^{\circ}\text{E}$ ），東亞高空主槽（ $120^{\circ}\text{E}$ ），以及阿留申低壓與太平洋副高（ $180^{\circ}\text{E}$ ）。以分別分析上述各系統之時間（逐候）變化，並就各經度高度值之比較，以求各系統之異同及季節變

化。

另外，我們並就  $120^{\circ}\text{E}$  經線資料，就平流層厚度（平均溫度）及對流層厚度（此處以 100 mb ~ 300 mb 及 300 mb ~ 700 mb 高度差分別代表之）全年 73 候變化作過分析並比較。主要結論包括：平流層中 10 月第 3 候至 3 月第 6 候厚度場為北低南高，其他各候則相反。但就厚度變化（五日之差值）2 至 7 月為升高，升高中心在極地，8 月至 1 月反是，降低中心亦在極地。但對流層之厚度梯度全年均為向北（北低南高），厚度變化中心（五日者），則在  $50^{\circ}\text{N}\sim 70^{\circ}\text{N}$  之間。兩層中變化完全不同。

除上述外，我們曾就  $120^{\circ}\text{E}$  經線上各重要測站全年平均高空風變化作過分析，以瞭解風場變化之特徵，及高、中、低緯度風場變化之不同點。

## 致 謝

本研究在進行過程中，蒙趙友燮、華文達、葉龍益、黃榮宗、葉文欽、謝維權、陳熙揚等協助，特此致謝。又本研究為國科會 NSC-70-0202-M052-02 研究計畫下之一部份，並在其支援下完成，在此謹致敬意。

## 參考文獻

- Arai, Y., 1970 : A synoptic analysis of ultra-long waves. *JMS* Vol 49, No 5
- Bradka, J., 1966 : Natural seasons of the northern hemisphere. *Selected Meteor. Papers* NO 13 Long-Range Forecasting M.S.J. 1973 98—148
- Klein, W.H. and J.S. Winston, 1958 : Geographical frequency of troughs and ridges on mean 700mb charts. *Mon. Wea. Rev.*, 86, 344—358
- Kurashima, A., 1967 : Studies on the winter and summer monsoons in East Asia based on dynamic concept. *氣象廳論文彙報* Vol 34, No 2
- 王時鼎 1977 : 亞洲區域冬半年高空波動特性分

- 析及其對台灣中期天氣預報之應用。
- 王時鼎 1979：亞洲及西太平洋區域超長波之動態及發展研究，大氣科學6卷1期。
- 王時鼎、羅季康 1980：東亞及西太平洋夏季高空冷心低壓之氣候與天氣特徵分析，空軍氣象中心研究報告16號。
- 曲克恭譯 1964：3至7日天氣預報法，空軍總部翻譯叢書，氣—014。
- 吳宗堯、方力脩 1981：冬季馬丁距平類型在台灣地區天氣預報之應用。異常氣候研討會論文集編，P427—442。
- 日本氣象廳：100mb，300mb，500mb 各經度緯度點上標準高度值資料。
- 日本氣象廳：一個月預報指針 1981。

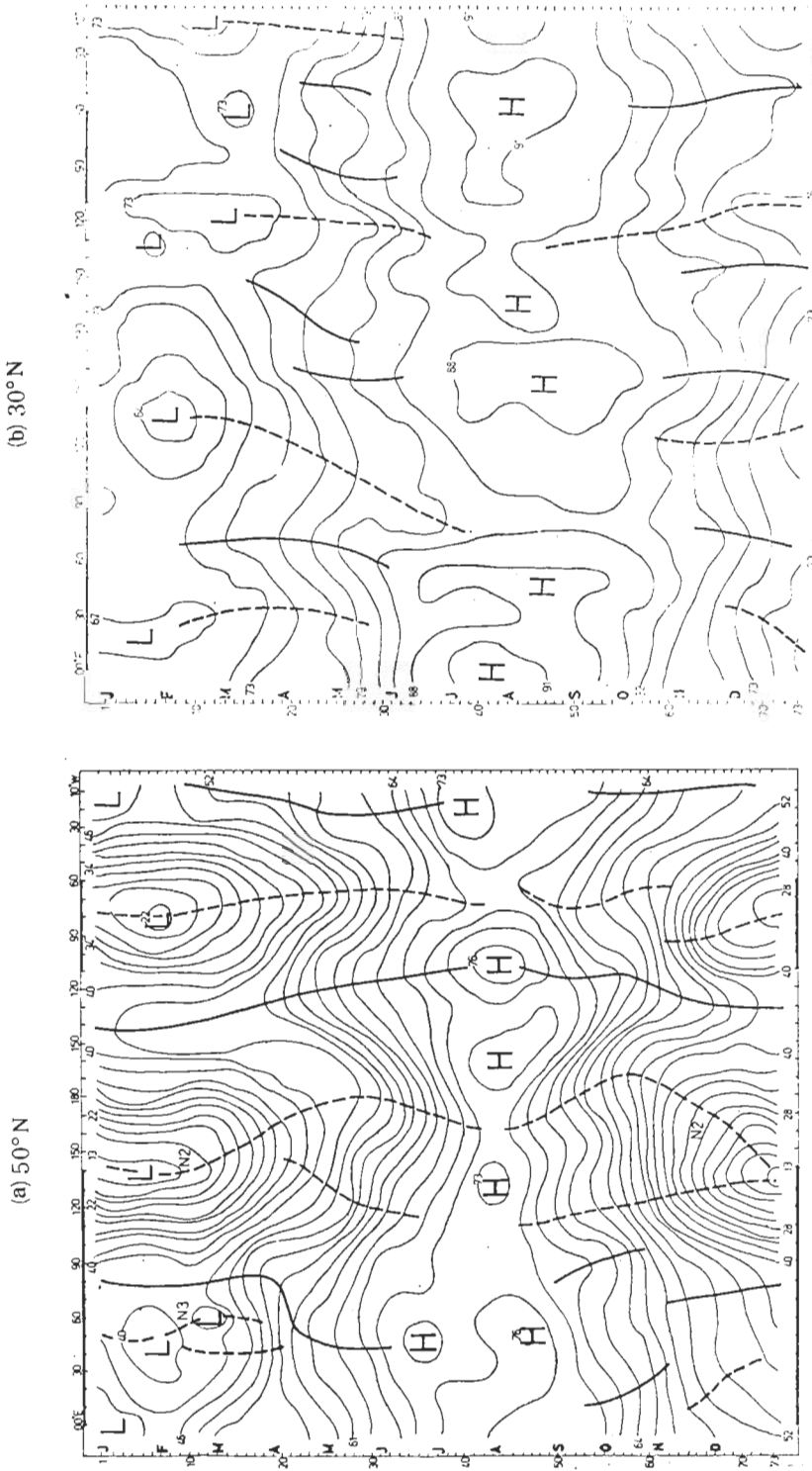


圖 1-1 500mb 層 50°N 及 30°N 緯線上全年 73 候平均高度值剖面圖。(a) 50°N, (b) 30°N。圖中粗實線為脊線，粗虛線為槽線。N2, N3 各表超長波，波數 2 及 3 槽線位置。上下底線之粗線表歐亞及美洲大陸所在經度範圍。

Fig. 1-1 Annual variation of longitudinal normal pentad height of 500mb level.

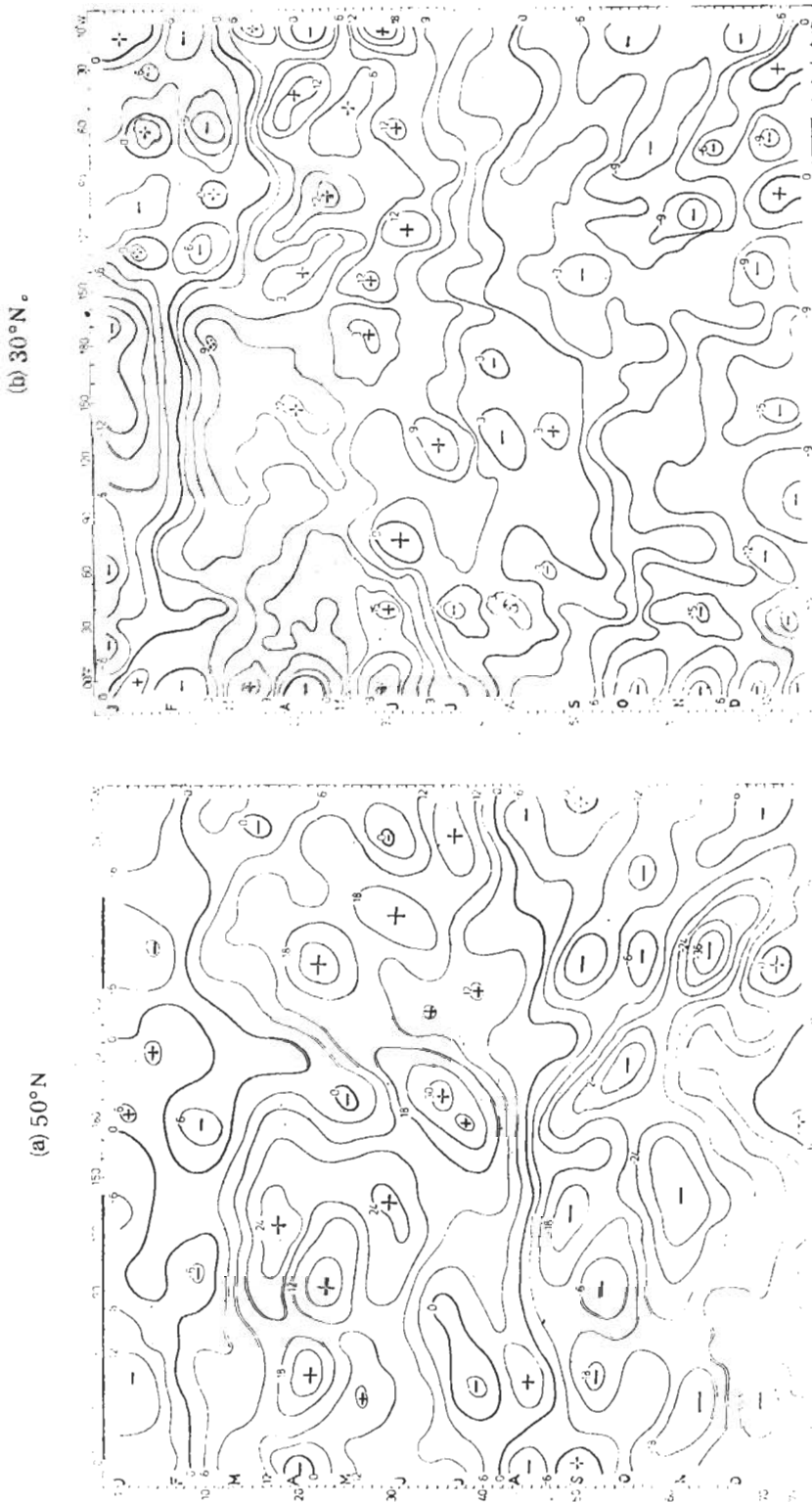


圖 1—2 500mb 層 50°N 及 30°N 緯線上全年 73 候平均高度逐候變化圖，(a) 50°N，(b) 30°N。  
 Fig. 1—2 Annual variation of longitudinal normal pentad height change of 500mb level。

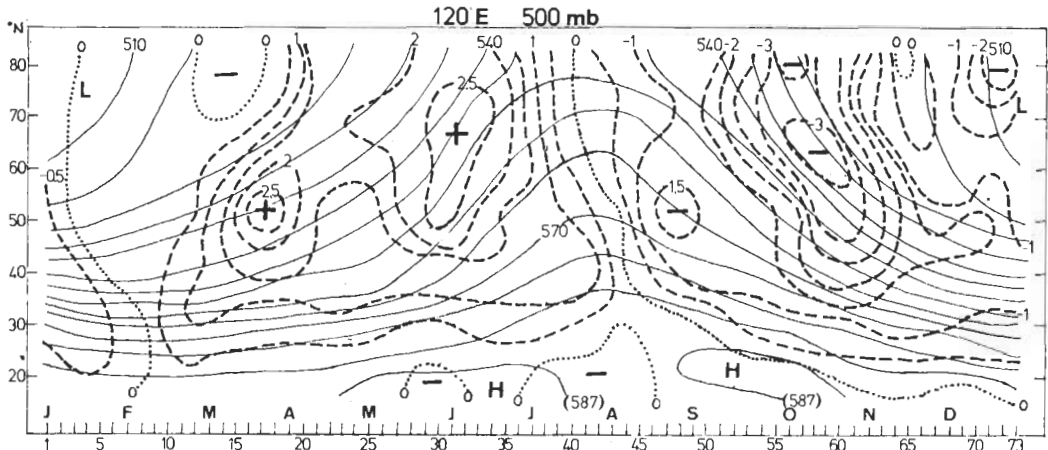


圖 1-3a 500mb 層 120°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其逐候變化 (虛線) 圖。  
 Fig.1-3a Annual variation of meridional normal pentad height (solid line) and height change (dashed line) of 500mb level along 120°E.

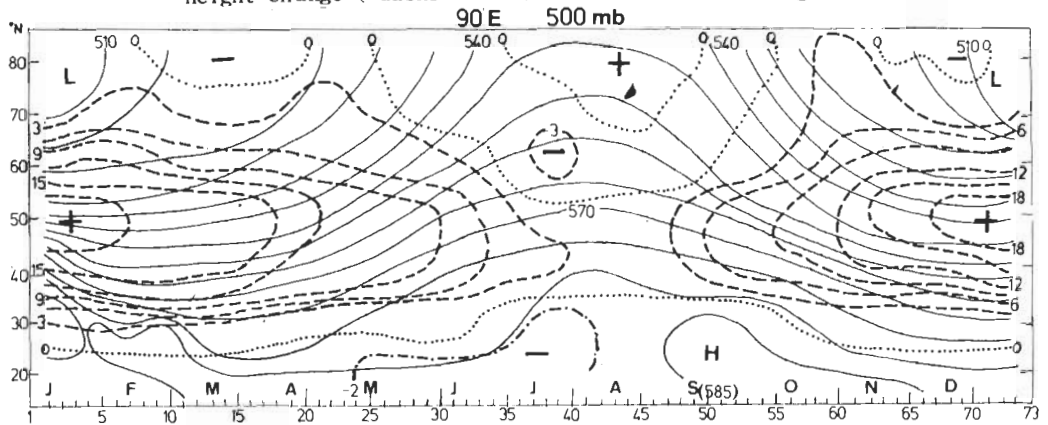


圖 1-3b 500mb 層 90°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與 120°E 高度差值 (虛線) 圖。  
 Fig.1-3b Annual variation of meridional normal pentad height (solid line) and height difference (90° - 120°E) of 500mb level along 90°E.

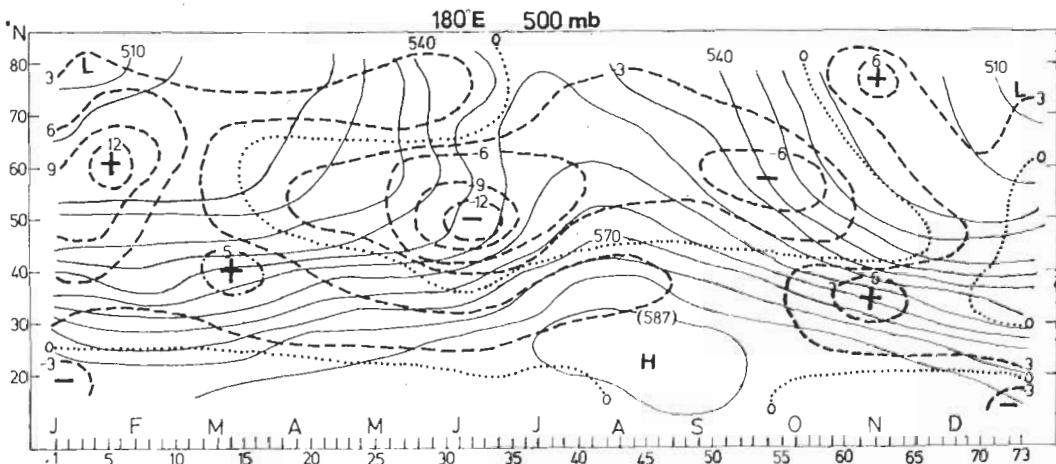


圖 1-3c 500mb 層 180°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與 120°E 高度差值 (虛線) 圖。  
 Fig.1-3c Annual variation of meridional normal pentad height (solid line) and height difference (180° - 120°E) of 500mb level along 180°E.

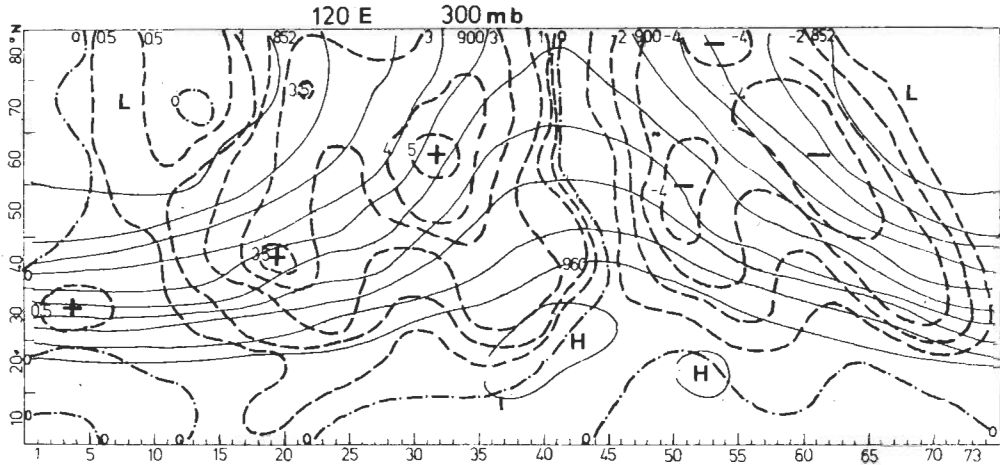


圖 1-4a 300mb 層 120°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其逐候變化 (虛線) 圖。  
 Fig.1-4a Same as Fig.1-3a, but for 300mb level

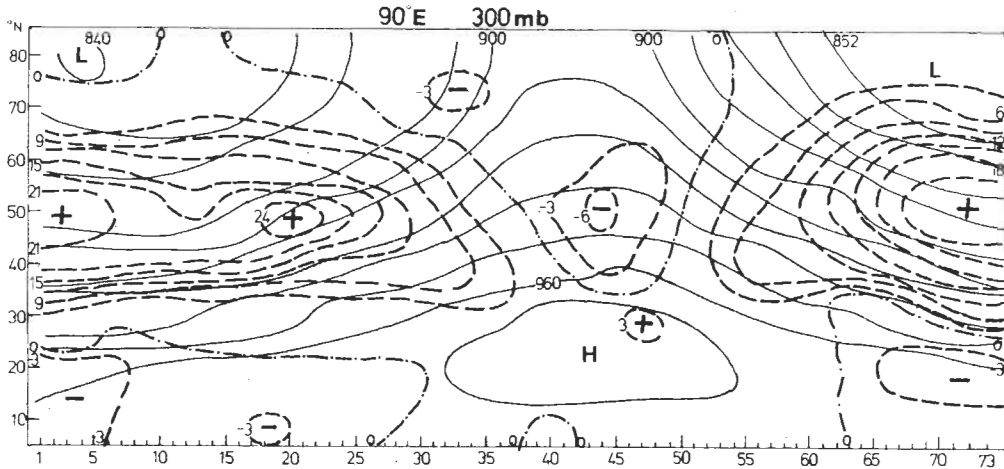


圖 1-4b 300mb 層 90°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與 120°E 高度差值 (虛線) 圖。  
 Fig.1-4b Same as Fig.1-3b, but for 300mb level

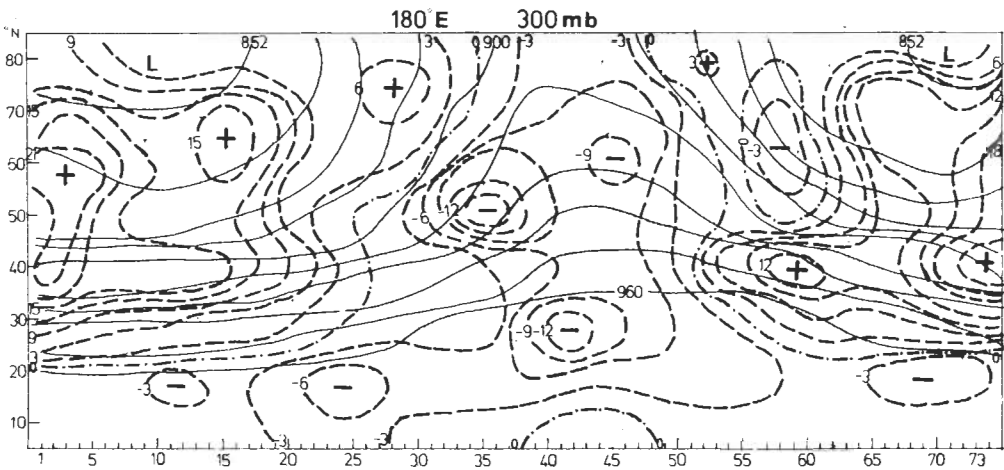


圖 1-4c 300mb 層 180°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與 120°E 高度差值 (虛線) 圖。  
 Fig.1-4c Same as Fig.1-3c, but for 300mb level

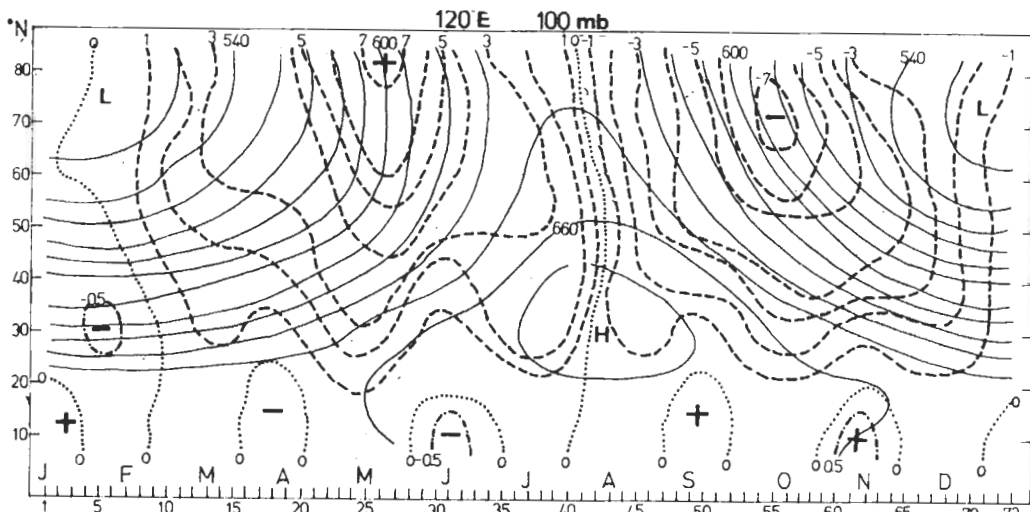


圖 1-5a 100mb 層 120°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其逐候變化 (虛線) 圖。  
 Fig.1-5a Same as Fig.1-3a, but for 100mb level

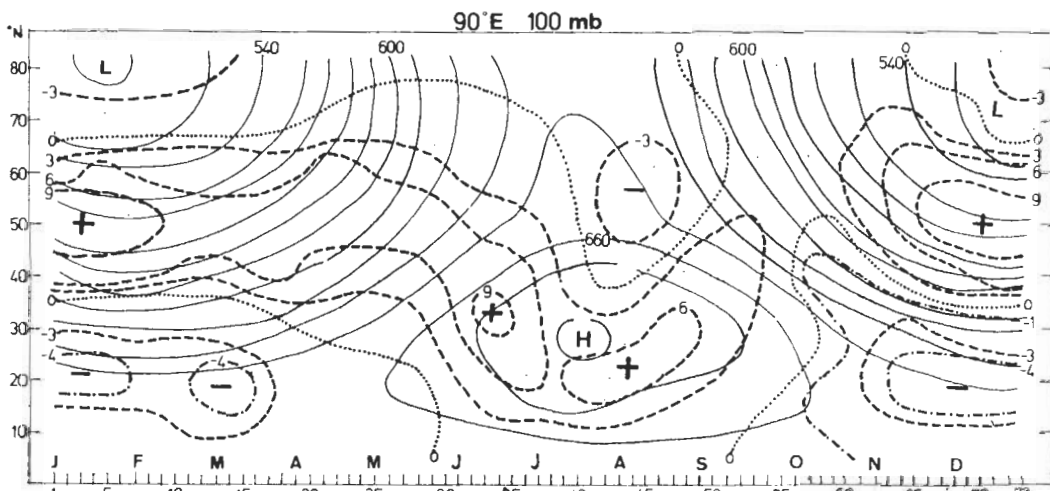


圖 1-5b 100mb 層 90°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與 120°E 高度差值 (虛線) 圖。  
 Fig.1-5b Same as Fig.1-3b, but for 100mb level

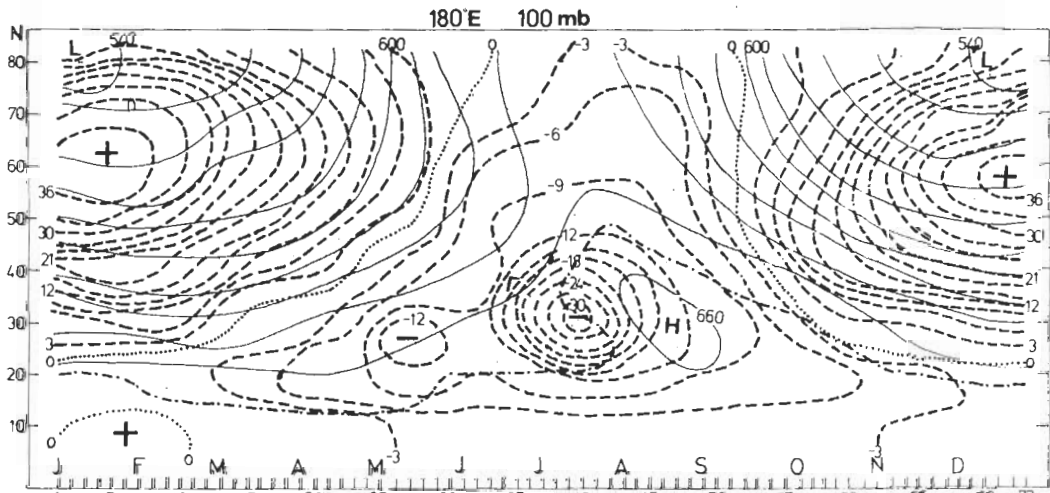


圖 1-5c 100mb 層 180°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與 120°E 高度差值 (虛線) 圖。  
 Fig.1-5c Same as Fig.1-3c, but for 100mb level

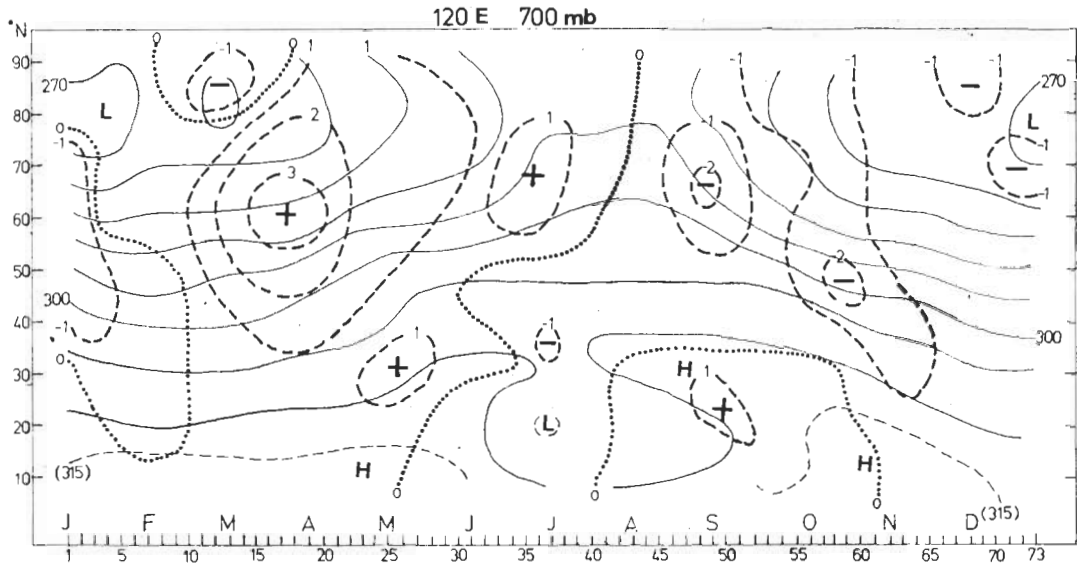


圖 1-6 700mb 層 120°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其逐候變化 (虛線) 圖。

Fig. 1-6 Same as Fig. 1-3a, but for 700mb level

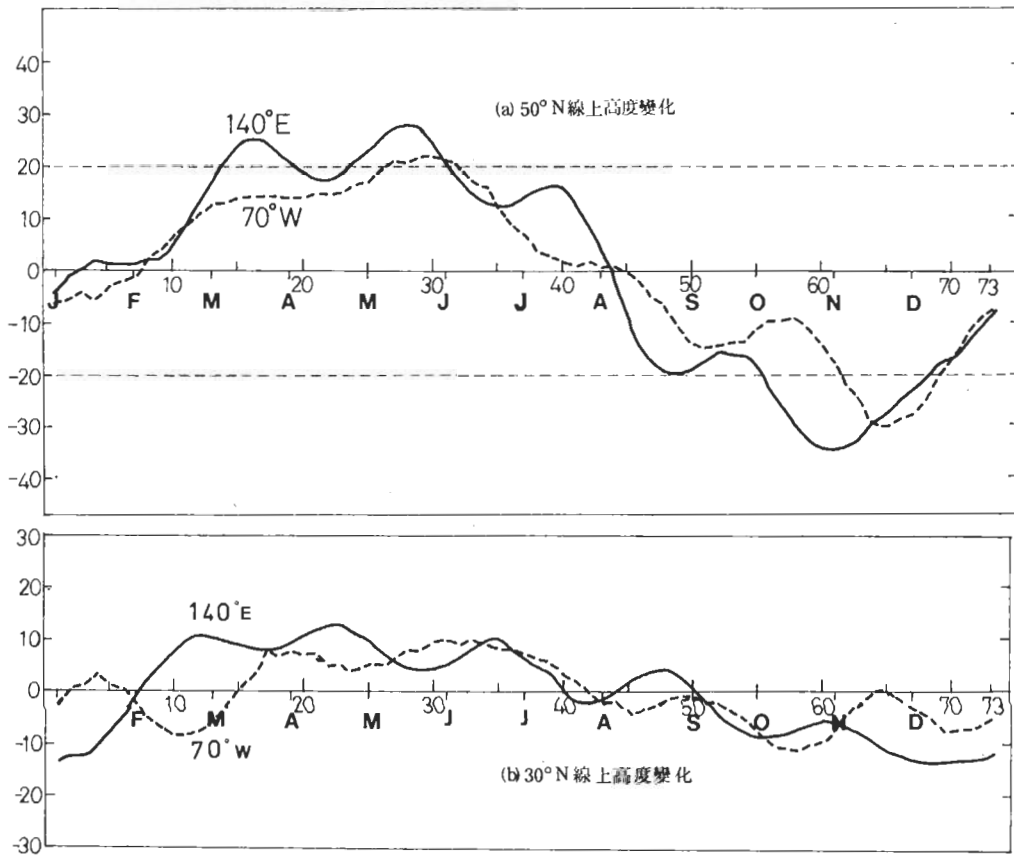
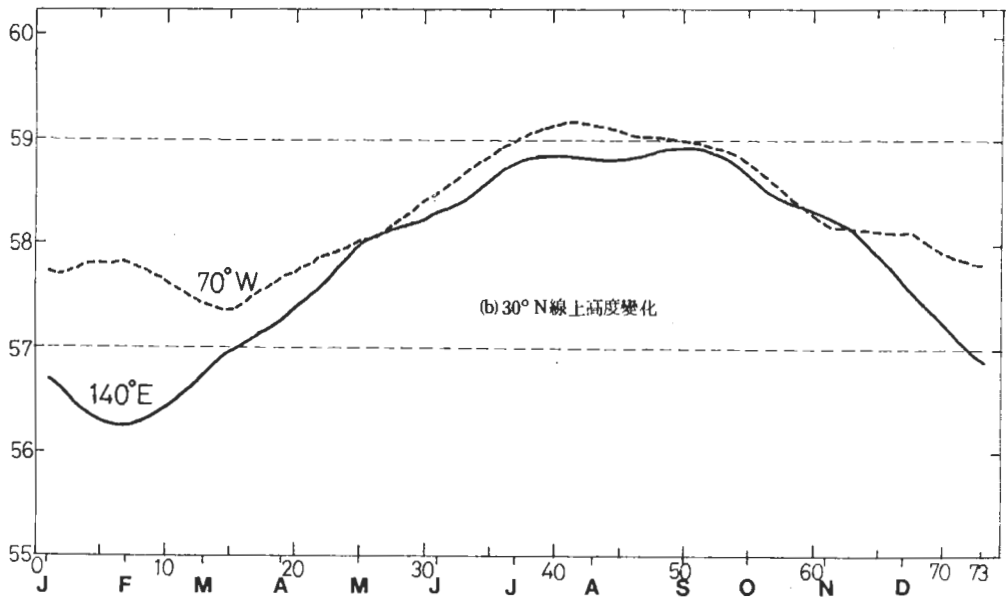
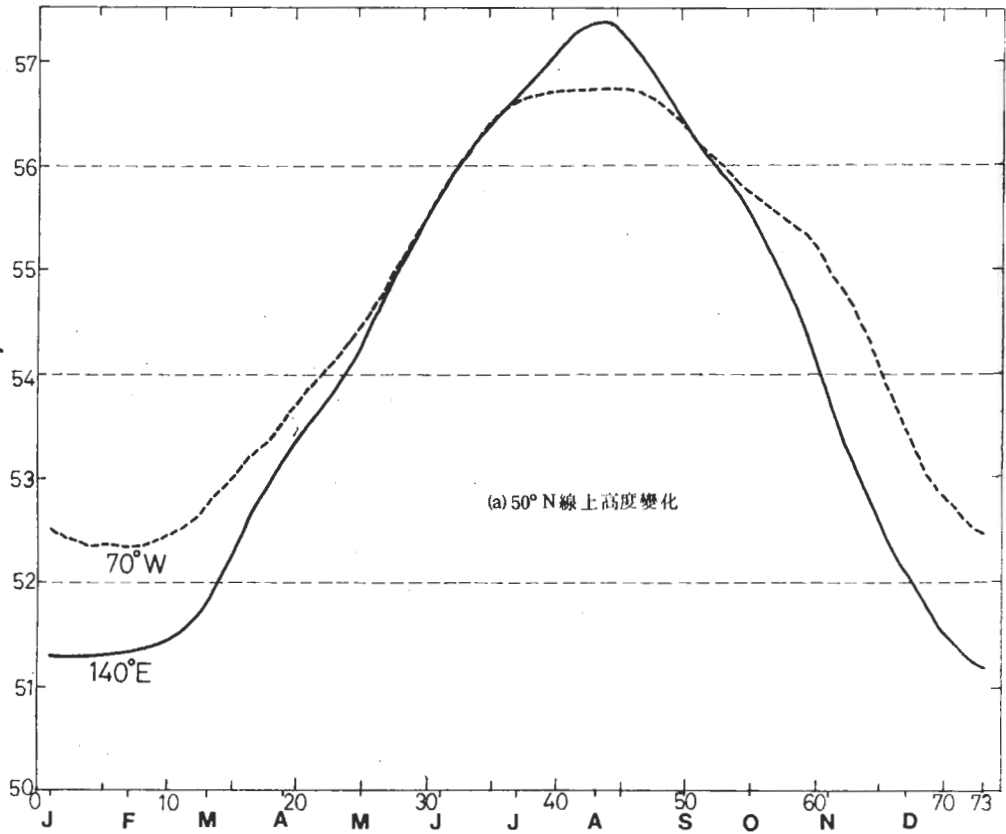


圖 1-7 東亞及美洲東方主槽所在 500mb 高度時間剖面之比較, (a) 50°N 線上, (b) 30°N 線上。





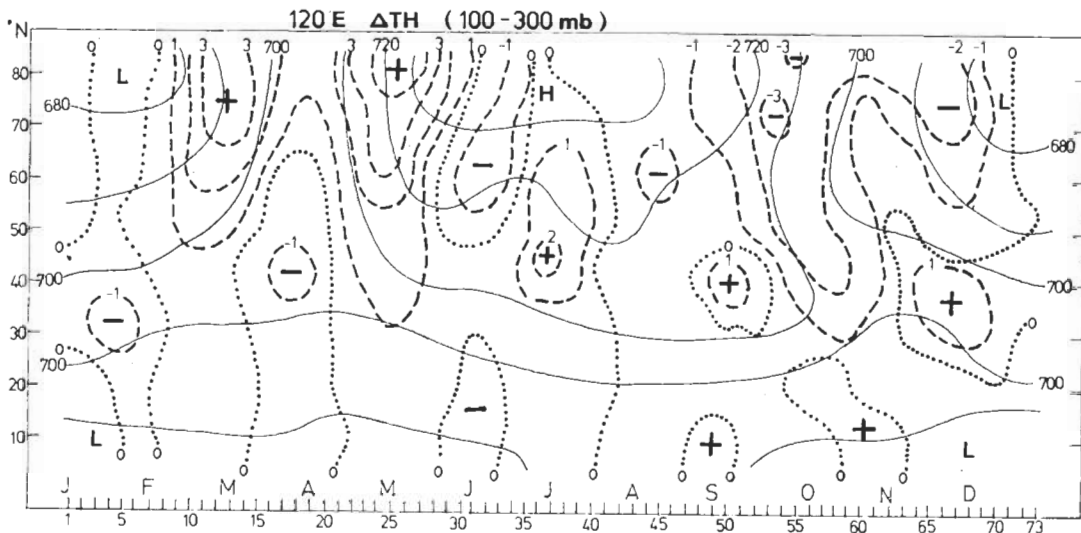


圖 1-8 120°E 經線上 100mb - 300mb 全年 73 候平均厚度值 (實線) 及其逐候變化 (虛線) 圖——平流層厚度變化。

Fig. 1-8 Annual variation of latitudinal normal pentad thickness (100mb - 300mb) (solid line) and thickness change (dashed line) along 120°E.

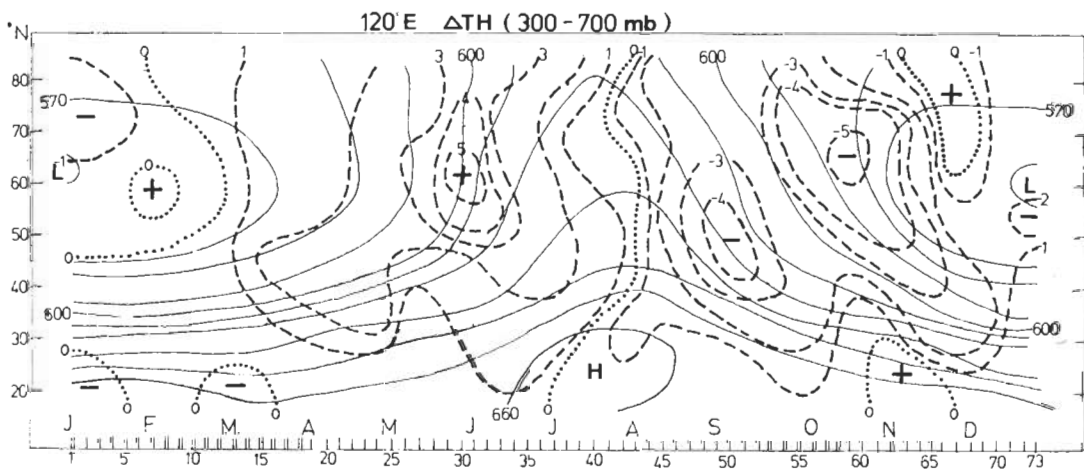


圖 1-9 120°E 經線上 300mb - 700mb 全年 73 候平均厚度值 (實線) 及其逐候變化 (虛線) 圖——對流層厚度變化。

Fig. 1-9 Same as Fig 1-8, but for layer between 300mb and 700mb level.

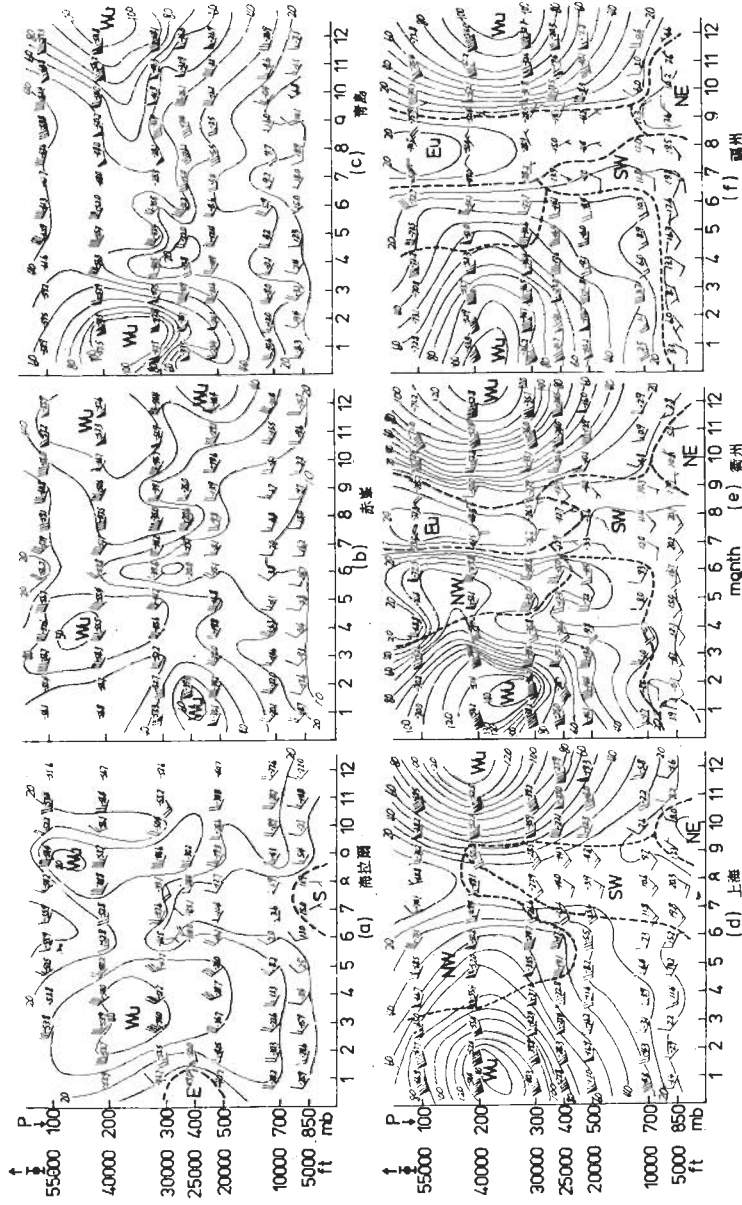


圖 1—11 沿 120°E 經線上各測站：(a)海拉爾，(b)赤峯，(c)青島，(d)上海，(e)福州，(f)福州，(g)桃園，(h)馬公，(i)東港，1969 年高空風及溫度逐月變化圖（引自王時鼎，1977）。

Fig. 1—11 Monthly distribution of winds and temperatures of upper air for selected stations along 120°E in 1969.

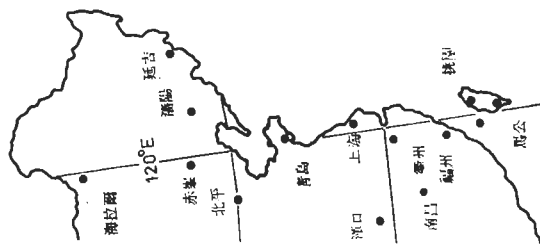


圖 1—10

沿 120°E 經線上各測站位置圖。

Fig. 1—10 Location of radiosonde stations along 120°E.

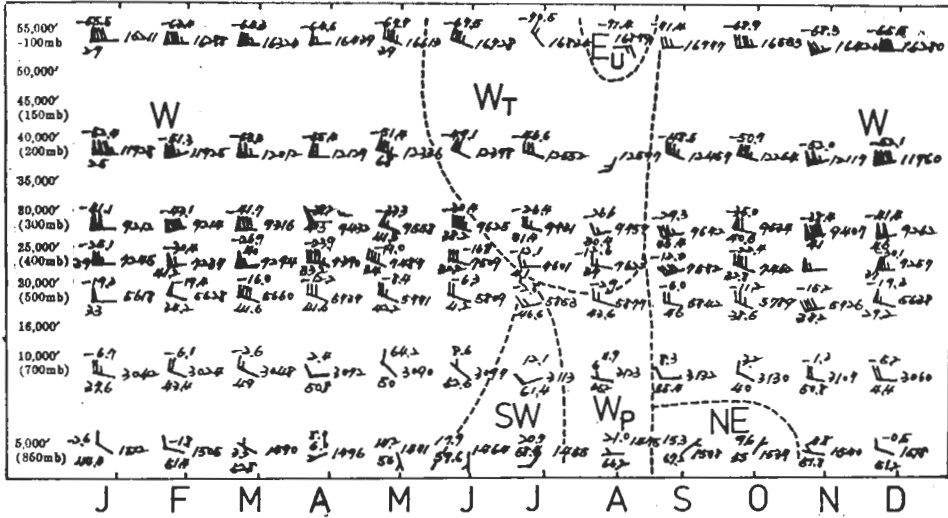


圖 1—12a 南京 1966—1970 年 5 年逐月平均之高空風、溫度、及等壓面高度及相對濕度變化圖，示流場及其屬性逐月變化。

Fig.1—12a Mean monthly distribution of winds, temperatures, and moistures of upper air for Nanking, 1966—1970, specifically showing wind regimes occurred to the east of Tibetan plateau.

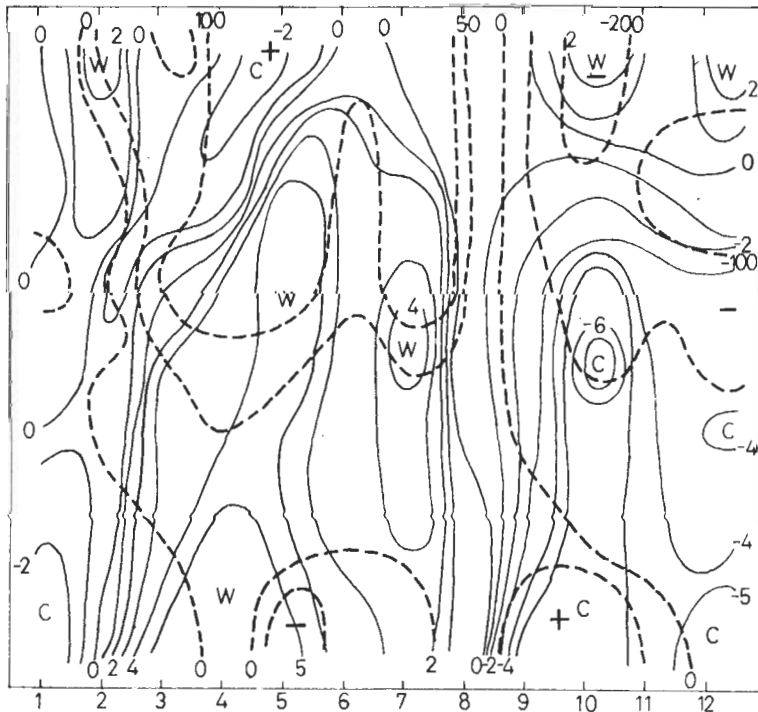


圖 1—12b 南京 1966—1970 年 5 年逐月平均之溫度及高度變化圖。

Fig.1—12b Mean monthly temperature and height changes of constant pressure levels for Nanking, 1966—1970.

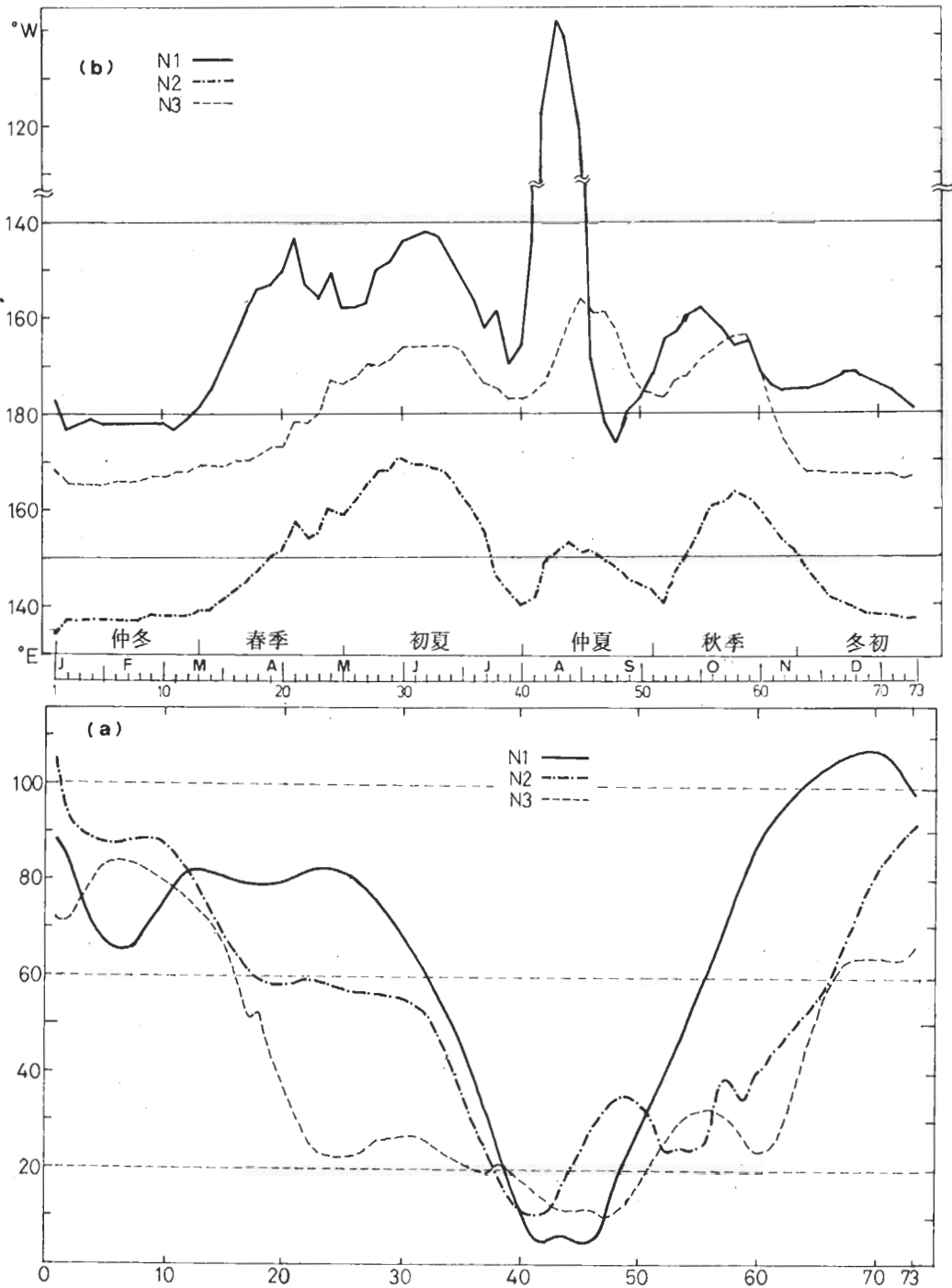


圖1-13 500mb 層沿 50°N 緯線上超長波 ( N = 1 , 2 , 3 ) 分析。(a)波幅,(b)槽之位置。及其自然季節之配置。

Fig.1-13 Annual variation of the extra-long waves , in pentad , of 500mb level along 50°N latitude ,(a)Amplitude ,(b) trough , showing the distribution of their natural seasons .

**Natural Seasons as Shown  
by the Variation of the Circulation in Asia**

**Shih-Ting Wang    Hsia Cheng**  
**Central Weather Bureau, R.O.C.**

**ABSTRACT**

The subtopics of the study include : (1) annual variation, in pentad, of the mean geopotential height at 500 mb level along  $50^{\circ}\text{N}$  and  $30^{\circ}\text{N}$  latitudes respectively, (2) annual variation, in pentad, of the mean geopotential heights of 700mb, 500 mb, 300 mb and 100 mb levels along  $90^{\circ}\text{E}$ ,  $120^{\circ}\text{E}$ ,  $180^{\circ}\text{E}$  longitudes respectively, (3) annual variation, in pentad, of the thickness of the troposphere and stratosphere along  $120^{\circ}\text{E}$  longitude, (4) monthly variations of the vertical wind and temperature for selected stations along  $120^{\circ}\text{E}$  longitude, and (5) annual variation, in pentad, of the ultra-long waves of  $50^{\circ}\text{N}$  at 500 mb level. From this study, the natural season for the variation of the circulation in Asia is given and discussed.