

環流指標及自然週期法※

對臺灣冷季長期天氣預報之綜合應用

王 時 鼎

Recurring Weather Type Classifications by a
Semi-Objective Method for Taiwan
in the Cold Season

Shih-Ting Wang

Abstract

This study is the second part of the paper entitled "Extended weather forecasting for Taiwan in the cold season—upper air circulation patterns and fronts." In this study a specific composite chart is designed, based on the Asian sector circulation index (S.C.I.), the circulation patterns expressed by 500mb level characteristic contours, and the surface front positions. The recurring weather types for Taiwan are classified according to the features and characteristics of the composite charts. These types include: (1) the persistent dry and rainy weathers in Taiwan, (2) the severe polar air outbreaks, (3) the blocking situations, and (4) the prominent variations in the S.C.I. from high to low index and vice versa. In addition, we have also tried to use Martin's 500mb level anomaly types to Asia region, but found that were not suitable.

一、前 言

本文爲有關「臺灣冷季長期天氣預報法——高空環流與鋒面系統」研究之第二部份。第一部份「亞洲區域 500mb 環流指標特性及其對天氣預報與分析之應用」(7)，爲就適用於亞洲高空環流型式之「區域環流指標」(Sector circulation index) 設計製作，及其對本區域高空環流型式代表性之調查核驗與

※ 本文係引自專題報告「臺灣冷季長期天氣預報法——高空環流與鋒面系統部份」，本研究之完成獲國家科學委員會之獎助。

對臺灣地區天氣因子預報分析之應用。另外並就指標循環 (Index cycle) 與現代動力氣象學核心「準地轉式理論」(Quasi-geostrophic theory) 之能量循環 (Energy cycle) 關係等有所闡揚。而第三部份「亞洲區域 500mb 環流型式及環流指標之客觀分析與預報」(8)係為對第一部份所設計「區域環流指標」及本區域環流型式，求作定量分析與預報之嘗試。所用方法均屬統計方面，包括：(1)藉調和分析法 (Harmonic analysis method) 對高空西風中波動之客觀分析——以兩次環流指標顯著自高轉低情形為例。(2)亞洲區域環流指標之「波譜」(Spectrum) 與「互波譜」(Cross-spectrum) 分析——指標循環之週期預報。(3)藉自回歸法 (Autoregressive integrated moving average) 對亞洲區域環流指標變化之客觀預測。期望藉上述等統計方法以獨立作出高空環流與環流指標，特以後者之客觀預報。而本部份研究之目的，主要在尋求藉天氣圖途徑以求作準客觀 (Semi-objective) 之預報方法。主要係在就美國長期預報學派之「環流指標」(Circulation index)，長波原理 (Long wave theorem)，距平圖 (Anomaly chart) (2)(3)等方法與蘇俄學派之「自然週期」(Natural synoptic periods) 原理之綜合運用，以求作對本區域為期三天以上之長期天氣預報。上述兩大學派方法之初步聯合運用已見諸 Khrabrov 所著之「三至七日天氣預報法」(A method of preparing weather forecast for 3 to 7 days) (1) 專書。惟其主要係用於蘇俄歐洲部份之區域。而對亞洲部份特以對中國區域，迄未見有對本法之應用。且其對指標觀念亦非為定量性質，並未製作環流指標圖配合應用。空軍氣象中心有鑒於該兩大學派長期預報方法之應用價值。早於十年前業已採用為臺灣及有關區域長期天氣預報方法之一種。其間筆者始終參予分析研究。故本文並可視為上述兩者綜合方法之實際應用報告。

二、研究方法說明

(一) 區域環流指標 (Sector circulation index, S.C.I.)

此處係採用代表西風帶中波動強度及其變化之西風環流指標 (Westerly circulation index 又稱 Zonal circulation index)，所用區域範圍為 $55^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$ ， $70^{\circ}-160^{\circ}\text{E}$ 。此項環流指標可分緯流 (Zonal flow) 或稱高指標 (High index)，經流 (Meridional flow) 或稱低指標 (Low index)，阻塞 (Blocking)，及變易型 (Transitional) 四類型 (2)。其相互間之變換亦即所謂「指標循環」(Index cycle)。有關本區域環流指標特性，與高空型式之關聯，及與臺灣天氣因子變化關係，以及指標本身之預報方法等等，已於本研究之第一部份 (7) 與第三部份 (8) 中討論。而此處研究目的旨在以環流指標為經，以自然天氣週期方法為緯，俾將此兩大長期預報學派熔於一爐，用於本區長期天氣預報之研究。

(二) 自然天氣週期 (Natural synoptic periods)

有關本項預報方法可參看上經述及之 Khrabrov 專著。此處係擷取其配合環流指標研究之 500mb 特性等高線 (Characteristic contours) 逐日演變圖，稱合成圖 (Composite chart)，作為研究之主要基礎。蓋每一「大規模天氣演變程序」(Synoptic macro-process) 均有一特定和諧 (Homogeneous) 之高空圖演變型式。而此項型式係以一系列之 500mb 等高線隨時間變化 (一日一次，取 1200Z 者) 以表出。原 Khrabrov 對特性等高線之選定係以各該月與高空行星鋒帶 (High-altitude planetary frontal zone)，此亦即西方氣象學家所謂「噴射氣流」(Jet stream) 相偕之平均等高線為依據 (就 1947—1955 年調查，冬半年自 10 月至翌年 4 月，依序每月各以 500mb 層上 5840, 5360, 5320, 5320, 5320, 1360, 5440 重力公尺等高線為代表)。為顧及臺灣所在緯度，本研究對特性等高線之選取係視需要計取三條或兩條，各為 5100, 5400, 5820 (5700) 重力公尺，此同時亦代表南北兩支西風之動態及其交互影響。阻塞情況時，並繪出「阻高」之特性等高線。有關環流指標數值及代表西風帶南北向變動 (Shift) 之 45°N 緯度上平均等高線時間變化值亦經繪入。另外，特別需要說明者，此處對長期預報研究重點在臺灣區域連續良好與惡劣之天氣型，故在高空運動圖上加繪與臺灣區域有關之最重要極鋒 (Polar front) 位置。逐日特性等高線分佈實際已包括波動之型式，如長波，短波，巨形槽 (Broad trough)，阻高 (

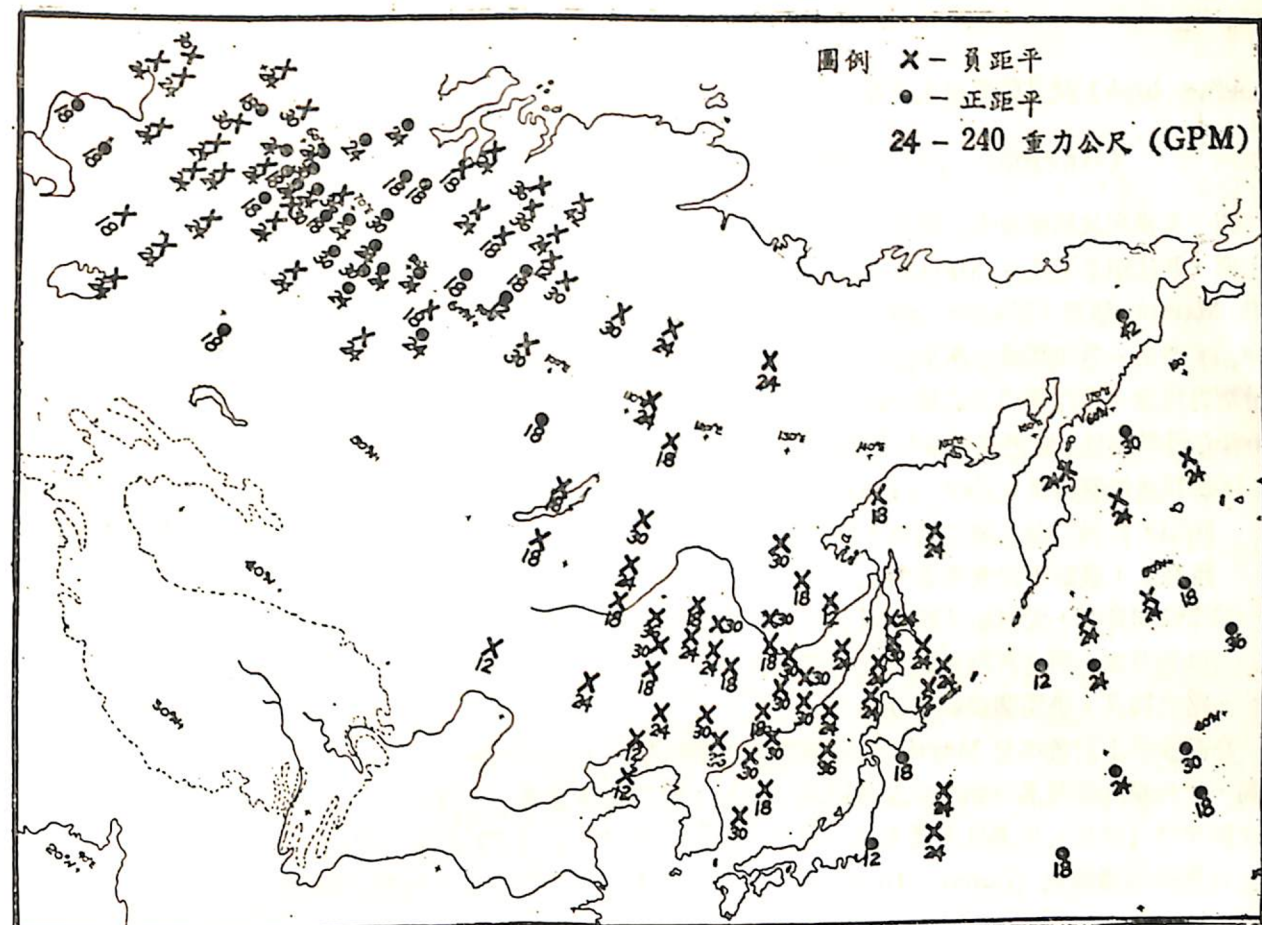


圖 1 1971—1974 年 12 月亞洲區域 500mb 層逐日 Martin 類型之關鍵區 (逐日最著之正或負距平中心位置) 統計。藉示該月高空環流特徵。
Fig. 1 Positions of "key area" of 500mb Martin anomaly types in Asia for December 1971-1974. ("•" positive, "X" negative).

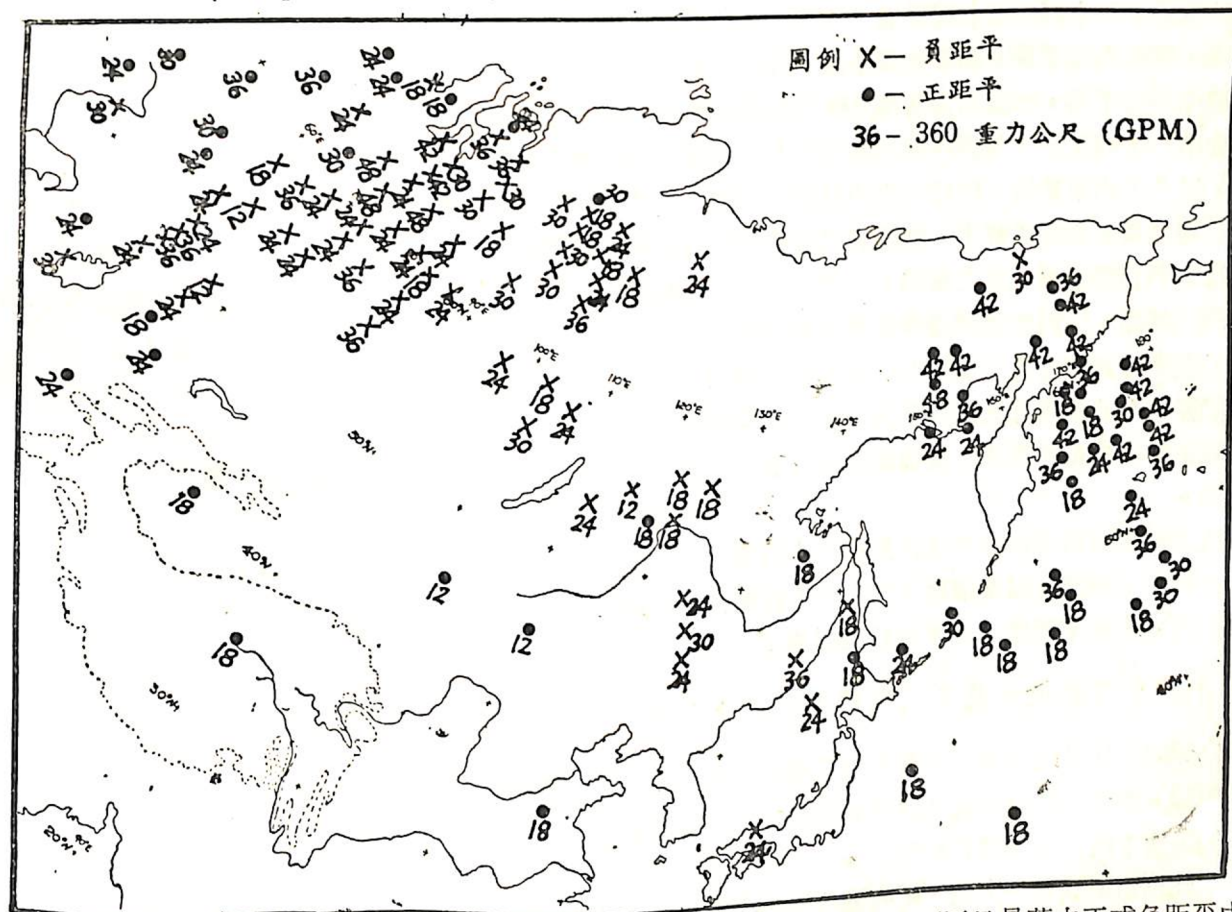


圖 2 1971—1974 年 1 月亞洲區域 500b m 層逐日 Martin 類型之關鍵區 (逐日最著之正或負距平中心位置) 統計。藉示該月高空環流特徵。
Fig. 2 Positions of "key area" of 500mb Martin types in Asia for January, 1971-1974 ("•" positive, "X" negatives).

Blocking high) 及其強度變化等等。

(三) 距平型式 (Anomaly patterns)

距平型式在長期預報中之價值，業在本研究之第一部份予以強調，並作實際應用。原擬計劃為配合環流指標，將就距平型式之 Martin 類型⁽³⁾在亞洲區域之應用作一調查。經 1971—1974 四年之分析研究，發現 Martin 類型 (Martin anomaly types) 雖極客觀，但冬半年間據以分類基礎之關鍵區域 (Key area，即某一地理區域中距平變化最大區) 分佈，極見集中，且均出現於高緯，不足作亞洲區域高空類型分類之代表。惟作為亞洲區域平均高空環流分佈之特徵，則極有用。此處茲附最近四年 12 月及 1 月之 Martin 距平類型之關鍵區域分佈如圖 1 與圖 2。比較兩圖可得：

(a) 於 12 月份關鍵區 (Key area) 係集中於兩個區域，其一在東九省及蘇俄濱海省一帶，主要均為負距平，此與沿海主槽之發展有關。另一在蘇俄烏拉山區一帶，正負距平均有，正距平實際係由於「阻高」，負距平代表槽線所在。

(b) 比較 12 月者，元月份「關鍵區」集中區域變化甚大。其中東九省一帶之負距平區完全不顯，而取代以堪察加一帶之正距平區，此實際係代表「阻高」（主要係出現於 1971 及 1974）。另烏拉山一帶略同 12 月，仍為關鍵區所在。

藉圖及由上討論可見 Martin 距平類型對亞洲區域言，其變化極不靈敏（集中於兩區），且出現緯度均高，故放棄此項著名分類法在亞洲區域之應用。惟值得注意者，其與環流指標關係則極密切。當高緯出現正距平時（阻高）係屬低指標型式（見第一部份之圖 10C，1971 年元月之例），而高緯出現為負距平時，每代表強盛緯流 (Zonal flow) 亦即高指標流型（如 1972 年元月情形，圖略）。

三、美國與蘇俄兩學派方法之綜合應用

以上業就美俄長期預報兩大學派方法作要略介紹。基本上，蘇俄「自然週期」學派之分類不可避免地將趨於主觀。但中國區域北鄰蘇俄，其方法較多實用價值。而環流指標係一完全客觀之參數，並與長波原理相聯，更具物理基礎。兩者截長補短，此亦為原擬議者 Khrabrov 之原意。Khrabrov 之分類係配合高空環流型式不同，將歐洲及其鄰近區域反氣旋流徑分為 22 支，氣旋流徑分為 18 支。並求出不同月份各類反氣旋中心所經區域（其係將歐洲及西伯利亞西部分為相等之九區）之東南西北四象限之平均溫度及雲量變化，以及平均雨量值。此項方法相信亦可同樣地用於中國區域，惟勢非短時間內所能為功。且對臺灣區域之長期預報直接關係較小。就筆者二十餘年工作經驗，臺灣區域以緯度較南，就冬半年言，高低壓中心特以高壓中心對臺灣天氣之影響，遠不若其前方之斜壓區亦即鋒面區影響之顯著。故此處之分類重點在高空環流與鋒面。又為使此兩者與臺灣天氣相聯，特先擷取較明顯之例先行研究。計包括有：

(1) 臺灣區連續惡劣天氣達七天以上之天氣型。

(2) 臺灣區連續良好天氣達七天以上之天氣型。

(3) 影響臺灣長期預報之幾種顯著高空環流型式，包括顯著之指標變化，阻塞現象，臺灣之強烈寒潮等。

以上 (1)，(2) 兩者過去筆者曾作有初步研究⁽⁴⁾。另臺灣三天至六天之惡劣天氣型筆者亦曾作有調查⁽⁵⁾。但過去研究並未配合環流指標，且亦未用蘇俄自然天氣週期所習用之合成圖 (Composite chart)，此為與本文研究主要不同處。以下茲分別討論：

(一) 冬半年臺灣區連續惡劣天氣達七天以上之天氣型

自 1964 年 10 月至 1975 年 4 月冬半年期間共凡 25 次。其全部之例之環流指標 (S.C.I.) 及天氣圖因素各見圖 13。以下為各該例就此處所特別設計之「合成圖」或稱「綜合類型圖」分別討論：

(1) 阻塞下巴士海峽滯留鋒型——

此項類型佔最多之例，就阻塞位置不同計可分下述四類討論：

(a) 西歐「阻高」形勢下——茲以 1965 年 2 月 20 日至 3 月 1 日之圖為例，參見圖 3。圖中 500mb 逐日

特性等高線各以實線，斷線等為代表，係隔兩天繪製。並附各該時日之指標變化曲線及用以代表西風帶南北向位移之 45°N 緯度之 500mb 平均高度變化曲線（虛線）。藉圖可見由於西歐之「阻塞」，其下游方向西風帶偏南，逐日變化幾極穩定，故壞天氣持續達十天。其相伴之鋒面係滯留於巴士海峽。

(b) 烏拉山區「阻高」形勢下——茲以 1969 年 1 月 1—5 日之圖為例，參見圖 4。本型之最大特徵為其東方有巨形低壓並伴隨橫槽。在地面圖上有較強之極地高壓。鋒面滯留巴士海峽，並伴隨有顯著之低指標。深值注意者，因西風指標極為敏感，如阻塞略微偏西，而其東方低壓又較偏北時，則指標曲線有較高值，例見 1969 年 2 月 19 日至 3 月 1 日之合成圖（參見圖 5）。

(c) 堪察加一帶「阻高」形勢下——茲以 1975 年 2 月 11—15 日為例，參見圖 6。藉圖可見該阻高係因槽前之脊加深分裂而成。亞洲沿海西風帶偏南，指標極低。惟與烏拉山區之阻塞不同，本型無橫槽出現（比較圖 4）。本例南北兩支西風各有不同相位之擾動 (Disturbances)，當南支槽移至沿海時，常在臺灣區一帶生成波動。

(d) 烏拉山及堪察加半島一帶同時出現「阻高」情形——此處茲附二例。其一為 1968 年 2 月 1—5 日，參見圖 7。其二為 1974 年 2 月 22—26 日，參見圖 8。該二例原始型式均略同，但其演變却極懸殊。圖 7 情形為兩阻高均向西移。圖 8 情形則為烏拉山區之阻高分裂為二。該兩阻高背道而馳。及後橫槽因之破壞，由阻塞轉為顯著深槽，造成臺灣區之強烈寒潮。25—26 日臺北陽明山竟降雪頗厚。另外，1968 年 2 月 19—23 日之例，亦類同圖 8（圖略），均為阻塞轉為極端低指標型式。

(2) 高空 110°—120°E 主槽下華南及臺灣波動或滯留鋒型——

此處茲附兩例。一為 1965 年 1 月 2—7 日者，一為 1968 年 3 月 21—31 日，各見圖 9 與圖 10。該類型之特徵為西風帶廣闊，亞洲沿海主槽略偏西（臺灣西方），曲率甚小，位置穩定，各特性等高線逐日變動均甚小。環流指標值接近正常（圖 10），或屬高指標（圖 9）。

(3) 華西主槽下偏北華南波或滯留鋒型——

茲以 1973 年 4 月 8—12 日之圖為例，參見圖 11。藉圖可見主要槽線係偏華西。南北兩支西風相位無顯著不同。此時，臺灣在主槽之前，鋒面位置略位於臺灣之北，惟其造成之輻合區仍強烈影響臺灣天氣。本例情形，臺灣均普遍出現雷陣雨。指標曲線則略近正常 (Normal) 分佈。此時如主槽曲率較小，即為臺灣區之滯留鋒型。例見 1965 年 4 月 1—5 日，圖略。

(4) 西行颱風與鋒面複合型——

初冬期間之長期惡劣天氣型幾均與本類型式有關。最顯著之例，1974 年 10 至 11 月間惡劣天氣維持達 26 天，則為連續有五次颱風 Bess, Carmen, Della, Elaine 及 Faye 相率影響之故。此處茲附上上述 Bess 颱風之地面圖型式如圖 12 藉供參考。本類西行颱風出現期間，環流指標型式幾均為高指標或正常型。極端低指標型絕無僅有（參見圖 13）。

以上為就 11 年共 25 次之例所作之分類。上述分類就亞洲全區言，雖天氣圖型式各殊，但如僅局限於臺灣地區以觀，則僅有兩種，一為穩定之華南及臺灣區波動，其波幅，波長均小，厚度亦淺，生命史亦較短。此型氣旋他處甚少見，日本氣象學家稱之為中幅度波動 (Intermediate-scale wave)，初夏之期最多，常穩定出現，此亦即所謂中國及日本之「梅雨」。此處之例均屬冬半年者，或可以「冬雨」稱之。另一為滯留鋒之型式，主要均與高緯阻塞現象有關。因阻塞現象本身極為穩定，故臺灣區之滯留鋒可維持甚久，最多有達近一個月者（1968 年 2 月），此亦可稱「冬雨」型式之一種。以上各型式與筆者過去所得結果甚為一致⁽⁴⁾。又臺灣區連續惡劣天氣在 3 至 6 天以內者，除上述及各類「穩定型式」外，並包含其他「不穩定」(Unsteady) 之類型。此處茲附筆者過去研究⁽⁵⁾ 1956—1969 年冬月臺灣區連續 3 至 6 天惡劣天氣型調查如表 1，藉供參照。

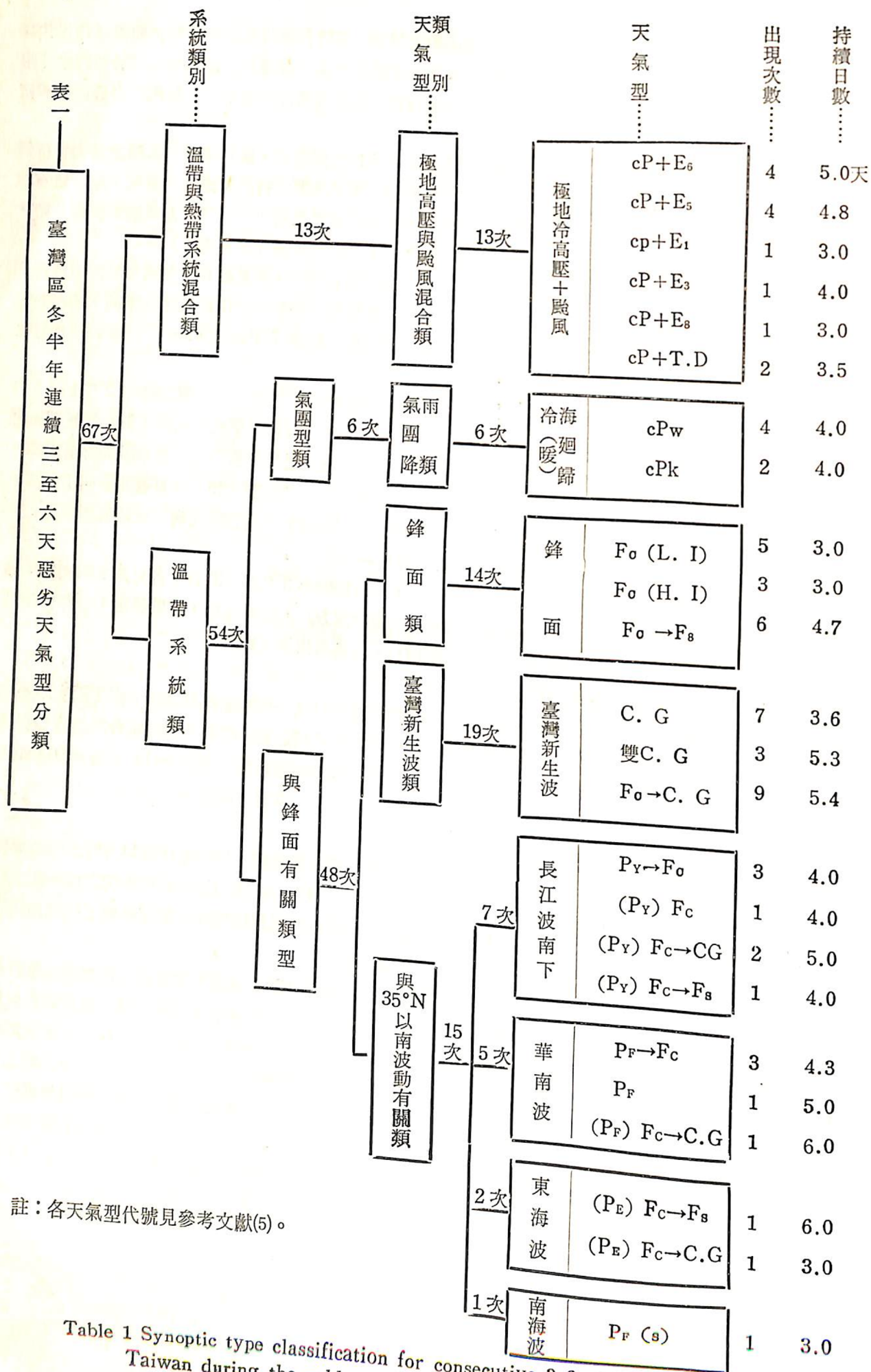


Table 1 Synoptic type classification for consecutive 3-6 days rainy weather in Taiwan during the cold season

(二)冬半年臺灣區連續良好天氣達七天以上之天氣型

自1964年10月迄至1975年4月之冬半年期間共凡19次之例(參見圖24)。以下為各該例就本研究所特別設計之「合成圖」或稱「綜合類型圖」分別討論：

(1)臺灣東方130°—140°E 深槽兼亞洲沿海阻高下乾寒潮型——

此為冬天連續良好天氣之最重要型式之一。本類情形甚多，此處茲以1974年1月6—10日及1975年2月21—25日之圖為例，各見圖14及圖15。藉該兩圖可見主槽均在臺灣東方約130°—140°E經度線內。西風中心均偏南，約在45°N左右。深值注意者，該兩例均伴隨有亞洲高緯沿海地區之「阻高」現象。所不同者，一為自西北向東南移至沿海(圖15)。另一之阻高係自阿拉斯加分裂西移至該處(圖14)。兩例鋒面均遠在中太平洋，指標數值均偏低。另外此處並附該兩例沿30°N緯度線上700mb之高度(φ)與溫度(T)逐日剖面，及臺北天氣如圖16與圖17，藉此可見臺灣東方巨形槽之動態與特性。

(2)500mb 巨形槽在臺灣附近(120°E以東)造成之乾寒潮型——

此處茲附兩例。一為1973年12月19—23日，一為1971年1月8—16日，各見圖18與圖19。該兩例主槽位置雖均甚接近臺灣，且西風帶均偏南(參見5700等高線逐日位置)，但指標變化却極不同。前者屬低指標，沿海高緯有小阻塞現象，地面有強氣旋發展程序(Cyclogenesis process)伴生。後者屬高指標型，地面無強低壓。兩者型式中，其間均曾有鋒面過境，惟空氣乾燥，故未造成降雨。

(3)脊線下(高指標)高壓出海型——

此亦為冬天連續良好天氣型之最重要型式之一。茲以1972年1月15—19日之圖為例，參見圖20。此為吾人最熟知者，此時西風帶類多偏北，指標型式亦偏高，天氣良好兼和暖。

(4)槽後(低指標)高壓出海型——

茲以1972年3月4—8日之圖為例，參見圖21。與高指標下高壓出海之不同處，在500mb距平圖上最易見出。前者地面高壓區係伴隨有正距平，而此處者係與負距平相偕。臺灣氣溫變化亦略不同，係先寒冷後暖和。

(5)中高緯度波動型下之臺灣良好天氣型——

此處茲以長江波情形為例，時間為1974年2月15—19日，參見圖22及24。藉圖可見本型均屬明顯之高指標環流型式。波不發展。而臺灣區始終均在鋒面之前，為冬期最良好暖和之天氣型。

(6)臺灣東方颱風轉向之良好天氣型——

茲以1969年11月6—9日之圖為例，參見圖23。此時由於颱風轉向，引下乾冷空氣，故天氣亦可甚佳。

以上為就1964年以後共11年之例所做良好天氣之分類，另外，此處茲附全部19次良好天氣型之環流指標型式及天氣圖因素之索引圖如圖24，藉供參考。

(三)影響臺灣長期天氣預報之幾種重要高空環流型式

此處僅作重點調查，僅包括較重要之三項，茲分述如下：

(1)造成臺灣寒潮之高空環流型式——

吾人一般咸認寒潮係在南北向流動(Meridional flow)亦即低指標時爆發，但實際却遠為複雜。筆者曾就過去所寫：「亞洲極地高壓生成發展與臺灣地區寒潮中期預報」(5)一文中所取1964年至1974年間因寒潮爆發，桃園1000mb層24小時溫度下降逾8°C之32次實例，做過調查。發現如就指標數值言，無論「區域環流指標」(Sector circulation index)為高為低均可出現寒潮。在該32次之例中，指標低於平均值者凡19次，高於平均值者12次，與平均值相同者1次。此處茲就該32個例內，就其實際環流指標值出現範圍中，依序擷取6例加以分析。其指標值各為：-141，-81，-30，+27，+60，+126。圖25a—f即為該各例之500mb距平圖，圖中並各附高低壓與鋒

面位置，24小時桃園之溫度變化值，臺北絕對最低溫度與天氣變化。其各指標值則另見表2。各該圖之指標值雖頗為懸殊（參見表2），但其有一共同特徵，即：亞洲沿海均有一明顯之負距平存在，此顯示在該各例中沿海均有強槽，此所以有寒潮之爆發。同時可見該負距平位置愈偏南及範圍愈大，則指標值愈低。另外各該圖基本上均有兩負距平區。另一則在蘇俄烏拉山區一帶，此實際屬兩波槽型式。深有興趣者，由上各圖可見蘇俄烏拉山區負距平係隨指標值增高而增大。上述各例為自負180增至負300重力公尺。故實際可見「區域環流指標」值對本區高空環流極具代表性。但對寒潮預報言，却並非為最佳之指示器（因寒潮僅與沿海區域南北向環流有關，而此處「區域環流指標」却甚敏感，其區域範圍中環流型式有變，指標值則有變化）。惟此區域環流指標對出現之最低溫度值，及鋒面南限位置却甚具代表性。指標愈低，最低溫度則愈低（指標負141時，臺北最低溫度為4.7°C，指標正126時，臺北最低溫度為14.0°C），鋒面亦愈偏南（各見圖例）。為彌補上述區域指標過於敏感之缺點，此處設計僅用亞洲沿海120°—140°E，35°—55°N之局部環流指標（略同徐晉淮，王博義專文⁽⁹⁾）以求與亞洲區域寒潮南下之關係。該項指標實際為沿海主槽發展之指標，而亞洲寒潮爆發主要則係由於該沿海主槽之後西北氣流之高空「駛引」（Steering）造成。故相信該項局部指標可關聯臺灣之寒潮。表2中並列該六次之例之該項局部指標值資料。藉表可見，如以此處局部環流指標表示該六次強烈寒潮，則均係出現於極端低指標中，且其值係在-270至-350之間，差距均不大。

出現年月日	1967 18/12	1965 30/12	1965 10/4	1969 4/4	1969 21/3	1966 11/2
環流指標值 (A) 70°—160°E者 (B) 120°—140°E者	235 24	291 22	312 24	322 33	349 24	499 56
與候(5)日平均值比較 (A) 70°—160°E者 (B) 120°—140°E者	-141 -345	-81 -350	-30 -321	+27 -270	+60 -273	+126 -319

表2 圖25a—f中六次臺灣強烈寒潮時，根據兩類不同「區域環流指標」所得之數值。其中(A)項表「亞洲環流指標」。(B)項表「亞洲沿海環流指標」。(指標單位：重力公尺/20°緯距)

Table 2 Two categories of S.C.I suitable for identification of severe polar outbreaks.
(2)阻塞現象及其與環流指標及臺灣天氣之關係——

由上長期連續惡劣與良好天氣型研究可見，幾乎東半球高緯任一地區之阻塞現象均嚴重影響臺灣之天氣。此在俞家忠(1975)⁽⁷⁾研究中亦經指出。由此處及本研究之第一部份可得：

- 當烏拉山區阻塞現象時，環流指標有絕對最低值，且亦最穩定（參見圖13）。此時有平均最強之極地高壓（參見參考文獻⁽⁶⁾中之圖6）及臺灣有持續最久之惡劣天氣（參見圖13）。
- 歐洲阻塞時，本區均為緯流（Zonal flow）型式，惟指標值則偏低（見圖3）。亦可謂為「低指標」時之「緯流」。此牽涉對指標更詳細之分類（可參看 Riehl et al: 「中緯度天氣預報」，空軍有中譯本）。此時臺灣天氣亦頗多惡劣且持續甚久（參見圖3）。
- 亞洲沿海阻塞時，指標值高低不一。一般均為低指標（見圖6），但亦有因阻高已移出55°N以北，致如西歐阻高然，此處之「區域環流指標」不能作為其代表。故實際造成阻塞時，指標反見升高（參見圖15）。至於高緯沿海阻塞與臺灣天氣關係，則視控制主槽之位置以決定。如偏臺灣以西或「橫槽」，有連續雨（參見圖6）。如偏東則為連續良好天氣（參見圖15）。
- 由上述各阻塞現象之例可見其動態極為複雜。有向東移，向西退或滯留。或東移演變成脊而造或極低之低指標，而產生強烈寒潮（圖8）。或東移時移出本區，而轉為「緯流」（圖15）。至其強度變化，可發現當其移出其滯留位置時，則均減弱（圖4，圖7，圖8）。
- 阻高之生成，消失及出現位置，在此處所引各例亦可見甚多指示。例如亞洲高緯沿海阻塞之產生，在其西南方每先有深槽形成，並與槽線相聯之西風中心之南移（圖7）。其阻高之消失多

類	型	類代 型號	實 例 時 間	綜 合 數 型	備 考
(1) 阻塞下 巴士海峽 滯留鋒型	(a)西歐「阻高」 形勢下	W _{3a}	1965, 2, 20—3, 1	圖3	1.各型代號均參用筆者 1970 ⁽⁴⁾ 分析者。該文所用資料較早，且未配合指標研究，但結論仍同。 2.W _{3b} 中兩例，型式相同，僅指標（S.C.I.）值有別。一為低指標，一為高指標。 3.W _{3d} 中兩例，原始型式相同，但隨後有顯著不同之演變。 4.W ₁ 中兩例，型式相同，僅 S.C.I. 有別。一為高指標型，一為正常型。 5.此項分類，因力求客觀，故設計所謂「綜合類型圖」。中含 (a) 500mb S.C.I.，(b) 500mb 環流特徵，(c) 低緯鋒面（因臺灣位置在低緯，故着重該項因子）。另分類型式力求不趨於複雜，以避免人為之主觀因素。 6.關於 3—6 天之連續惡劣天氣型。基本上與此處連續達 7 天以上者有別，可參見表 1。
	(b)烏拉山區「阻高」 形勢下	W _{3b}	1939, 4, 1—5 1969, 2, 19—3, 1	圖4 圖5	
	(c)堪察加一帶「阻高」 形勢下	W _{3c}	1968, 2, 1—5 1975, 2, 11—15	圖6	
	(d)烏拉山區及堪察加 半島一帶同時出現 「阻高」情形	W _{3d}	1968, 2, 1—5 1974, 2, 22—26	圖7 圖8	
(2)高空110°—120°E經度主 槽下華南及臺灣波動或滯 留鋒型		W ₁	1965, 1, 2—7 1968, 3, 21—31	圖9 圖10	
(3)華西主槽下偏北華南波或 滯留鋒型		W ₂	1973, 4, 8—12 1965, 4, 1—5	圖11	
(4)西行颱風與鋒面複合型		W ₄	1974 10月—11月	圖12	

表3 冷季臺灣區域長期連續（≥7天）惡劣天氣型綱要表（參見圖13）

Table 3 Summary of synoptic types for rainy weather ≥7 days in Taiwan.

類	型	類代 型號	實 例 時 間	綜 合 數 型	備 考
(1)臺灣東方130°—140°E深 槽兼亞洲沿海阻高下乾寒 潮型		D ₃	1974, 1, 6—10 1975, 2, 21—25	圖14, 16 圖15, 17	1.各型代號均參用筆者 1970 ⁽⁴⁾ 分析者。該文所用資料較早，且未配合指標研究，但結論仍同。 2. D ₃ 中兩例不同處在「阻高」來源不同。 3. D ₁ 中兩例型式相同，惟指標（S.C.I.）值有別。一為低指標，一為高指標。 4.此項分類因力求客觀，故設計所謂「綜合類型圖」。中含(a) 500mb S.C.I. (b) 500mb 環流特徵(c)低緯鋒面（因臺灣位置在低緯，故着重該項因子）。另分類型式力求不趨於複雜，以避免人為之主觀因素。
(2)500mb巨形槽即在臺灣附 近120°E以東造成之乾寒 潮型		D ₁	1973, 12, 19—23 1971, 1, 8—16	圖18 圖19	
(3)脊線下（高指標）高壓出 海型		D ₄	1972, 1, 15—19	圖20	
(4)槽後（低指標）高壓出海 型		D ₂	1972, 3, 4—8	圖21	
(5)中高緯度波動型下之臺灣 良好天氣型		D ₅	1974, 2, 15—19	圖22	
(6)臺灣東方颱風轉向之良好 天氣型		D ₆	1969, 11, 6—9	圖23	

表4 冷季臺灣區域長期連續（≥7天）良好天氣型綱要表（參見圖24）

Table 4 Summary of synoptic types for good weather ≥7 days in Taiwan.

為其向西南移併入脊線。圖29即為一標準之例。另外，本研究所引阻塞各例可見，亞洲阻塞現象之區域分佈均略一定。最多係在烏拉山區（55°N，60°E）一帶，另一最多區則在亞洲高緯沿海（60°N，160°E一帶）。前者主要因素與西藏高原之阻擋作用有關，而後者顯係由於亞洲沿海力管場強迫作用（Forcing effect）之連鎖效應結果（深槽→深脊→阻塞）。因該兩處之阻塞均與臺灣天氣演變密切相關（見上惡劣與良好天氣之討論），故此處略作較詳細之分析。

(3) 亞洲區域指標顯著變化之類型——

此項變化直接影響臺灣區之天氣預報。就長期預報言，更屬重要。因此項演變過程係循序漸進，如事前獲知徵候，則未來數天演變立可預知。有關於此，此處分兩部份討論：

- a. 指標顯著由高轉低：基本上僅有兩種型式使本區之指標由高轉低，即(a)沿海主槽之加深，(b)高緯阻塞之形成。有關前者，此處茲附兩例，其一為1975年1月8—10日，參見圖26，另一為1975年2月13—15日，參見圖27。該兩例均經藉傅氏分析（Fourier analysis）法作出客觀分析⁽⁸⁾。有關後者，茲舉一例，見1975年元月15—17日，參見圖28。該三例之圖均包括綜合類型圖及500mb距平圖（內含地面鋒面及高低壓中心資料）。此處所以增附距平圖之原因，乃在該兩類指標由高轉低變化之區別，在距平圖上最為明顯。在(a)之情形，正負距平中心係呈東西狀波動形式（二波型）。在(b)之情形，正負距平係呈南北向排列（且為北高南低）。另外，該兩類型式均係轉為低指標。但在(b)之情形（即高緯形成阻塞），一般言却有指標之絕對最低值。
- b. 指標顯著由低轉高：此項型式較之指標由高轉低遠為複雜。一般習見者為：(a)沿海主槽減弱並東移，(b)「阻高」移出指標計算之範圍區域，或阻高減弱併入脊線內，(c)西方有槽移入本「區域指標」範圍中，及(d)槽線自較高緯度向南移入本區。此處茲附兩例。其一為1975年元月19—21日之例（圖略）。該例係同時給出上述(a)(b)兩項之聯合效應，即沿海主槽之減弱與亞洲高緯沿海阻高之破壞（係向南併入西風帶主流之脊線中）。另一為上述(d)之特例，為「偏心」情形下之「極渦」（Polar vortex）於阻高之東自北向南移入本區中。例見1969年3月3—7日（圖略）。

五、結 論

(一) 本項研究期望將美國及蘇俄長期天氣預報方法（Extended forecasting methods）兩者聯合用於臺灣及有關區域。以本研究所設計之「區域環流指標」為經，以「自然天氣週期」方法為緯，使天氣型分類趨於客觀決定，發現不失為對本區長期天氣預報之一項有效途徑。

(二) 有關本項研究係以「綜合類型圖」表出，係將高空環流（以特性等高線之逐日變化表示），地面主要鋒面（因其對臺灣天氣預報關係最為密切），及環流指標值同時設計繪於一圖，以作「天氣類型」分類之判別依據。該項綜合圖並用於1964—1974年冬月臺灣長期惡劣及良好天氣達七天以上天氣型共凡44個例之研究。其標準天氣型經已作出（各參見表3與表4所示之綱要表）。

(三) 有關寒潮爆發之天氣型分類，發現此處所設計區域指標不甚合用，故特另行發展藉120°—140°E經線範圍作成亞洲沿海環流指標值，配合應用，成效良好。另並作亞洲區域500mb馬丁（Martin）類型之調查，發現不够敏感，故放棄其對亞洲高空環流分類之依據。

(四) 環流指標由高轉低，低轉高及正常情形下之亞洲高空環流天氣型，亦經作出，俾作三天以上長期天氣預報之應用。

參 考 文 獻

- (1) Y.B. Khrabrov: 三至七日天氣預報法。空軍總司令部譯印（翻譯叢書：氣——〇—四）
- (2) J. Namias: Extended forecasting by mean circulation methods. U.S. Weather Bureau, 1947
- (3) S. Petterssen: Weather analysis and forecasting. pp.279-286, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1956
- (4) 王時鼎：臺灣區域冬半年長期惡劣與良好天氣型研究。氣象預報與分析，42期（Feb. 1970）
- (5) 王時鼎：臺灣區域冬半年連續三至六天惡劣天氣型研究。氣象學報16卷2期（June 1970）
- (6) 王時鼎：亞洲極地高壓生成發展與臺灣地區寒潮中期預報。空軍氣象中心研究報告007號（1974）
- (7) 王時鼎：亞洲區域500mb環流指標特性及其對天氣預報與分析之應用。1975年國科會研究計劃，第一部份（空軍氣象中心研究報告第009號）
- (8) 王時鼎：亞洲區域500mb環流型式及環流指標之客觀分析與預報。1975年國科會研究計劃，第三部份（空軍氣象中心研究報告第009號）
- (9) 徐晉淮、王博義：臺灣區域長期天氣預報之研究。氣象學報20卷4期（Dec. 1974）
- (10) 俞家忠：阻塞高壓及其對臺灣天氣之研究。氣象預報與分析62期（Feb. 1975）
- (11) 鄭邦傑：臺灣冬季持續性惡劣天候之研究。氣象學報17卷4期（Dec. 1971）

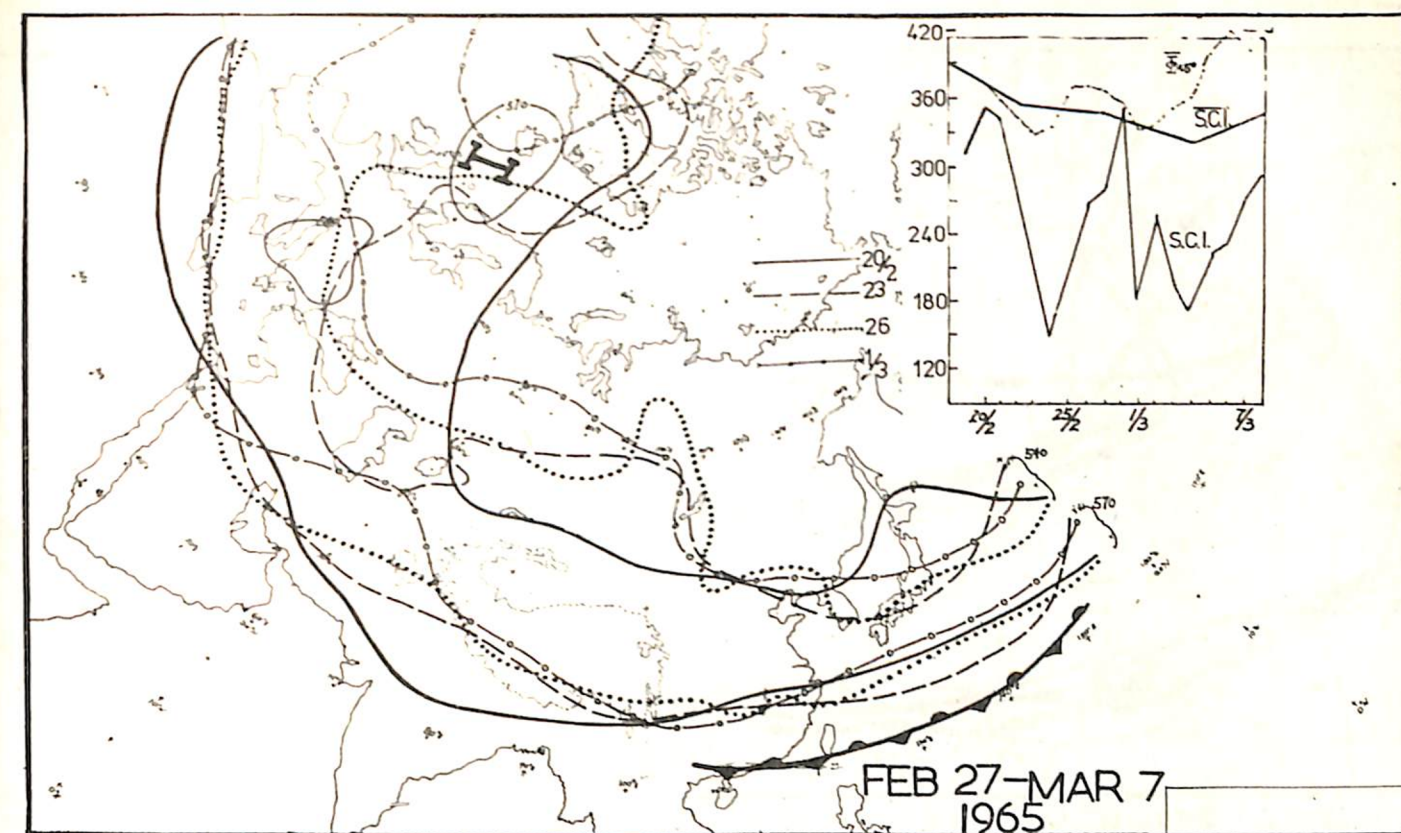


圖3 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之一——西歐阻高形勢下巴士海峽滯留鋒型。實例1965年2月20日至3月1日。在此合成圖中資料包括：(1) 500mb特性等高線連續各日位置，取5400, 5700重力公尺，藉示高空型式及其演變，其次序各為實線、斷線、點線及段線。(2) 區域環流指標（S. C. I.）細線，單位重力公尺（GPM/20° LAT）。其指標平均值（粗線），及45°N等高線平均值（ Φ_{45} ，段線）等曲線，藉示 S. C. I. 特徵及其演變。(3) 低緯（臺灣一帶）之平均鋒面位置。

Fig. 3 Persistent rainy weather type I—stationary front in Bashi channel during a blocking high in north Europe (the composite chart includes: (1) daily 500mb consecutive characteristic contours, (2) the 500mb sector circulation index and (3) surface main frontal position.)

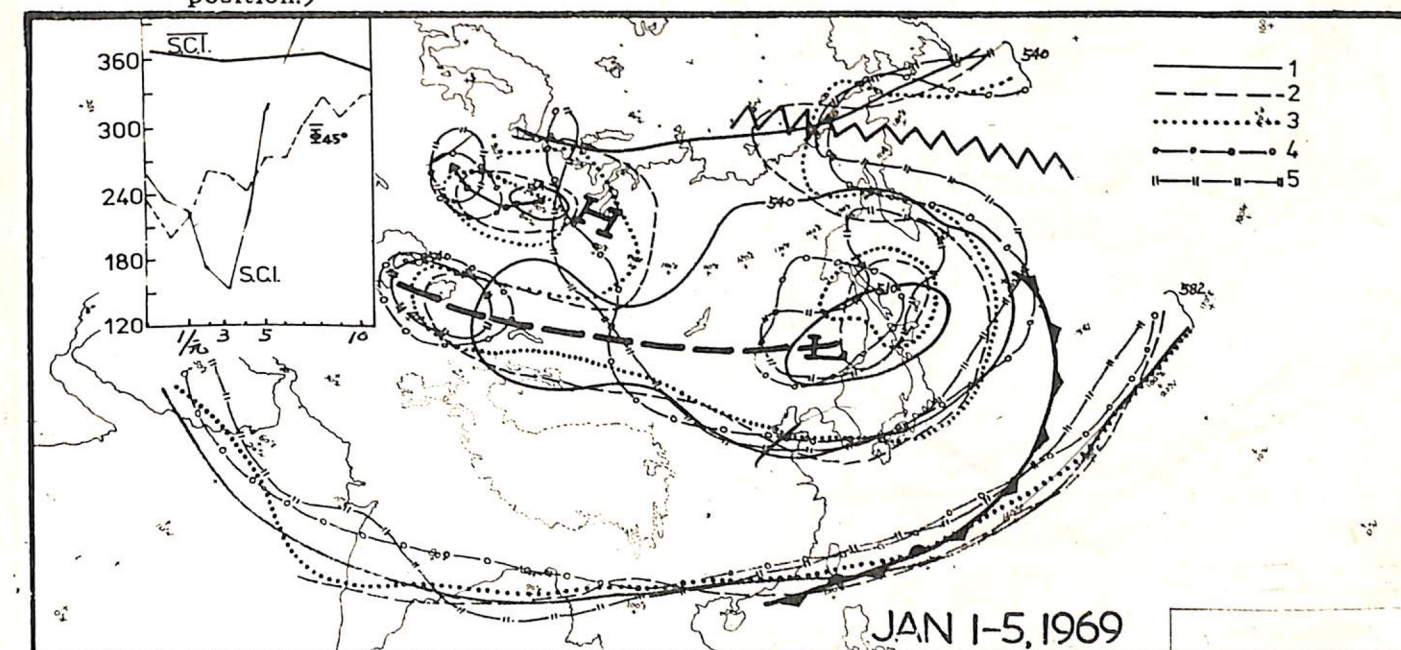


圖4 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之二——烏拉山區阻高形勢下，巴士海峽滯留鋒型。實例：1969年1月1—5日。（圖中說明同圖3）

Fig. 4 Persistent rainy weather types II—stationary front in Bashi channel during a blocking high in the Ural mountain area.

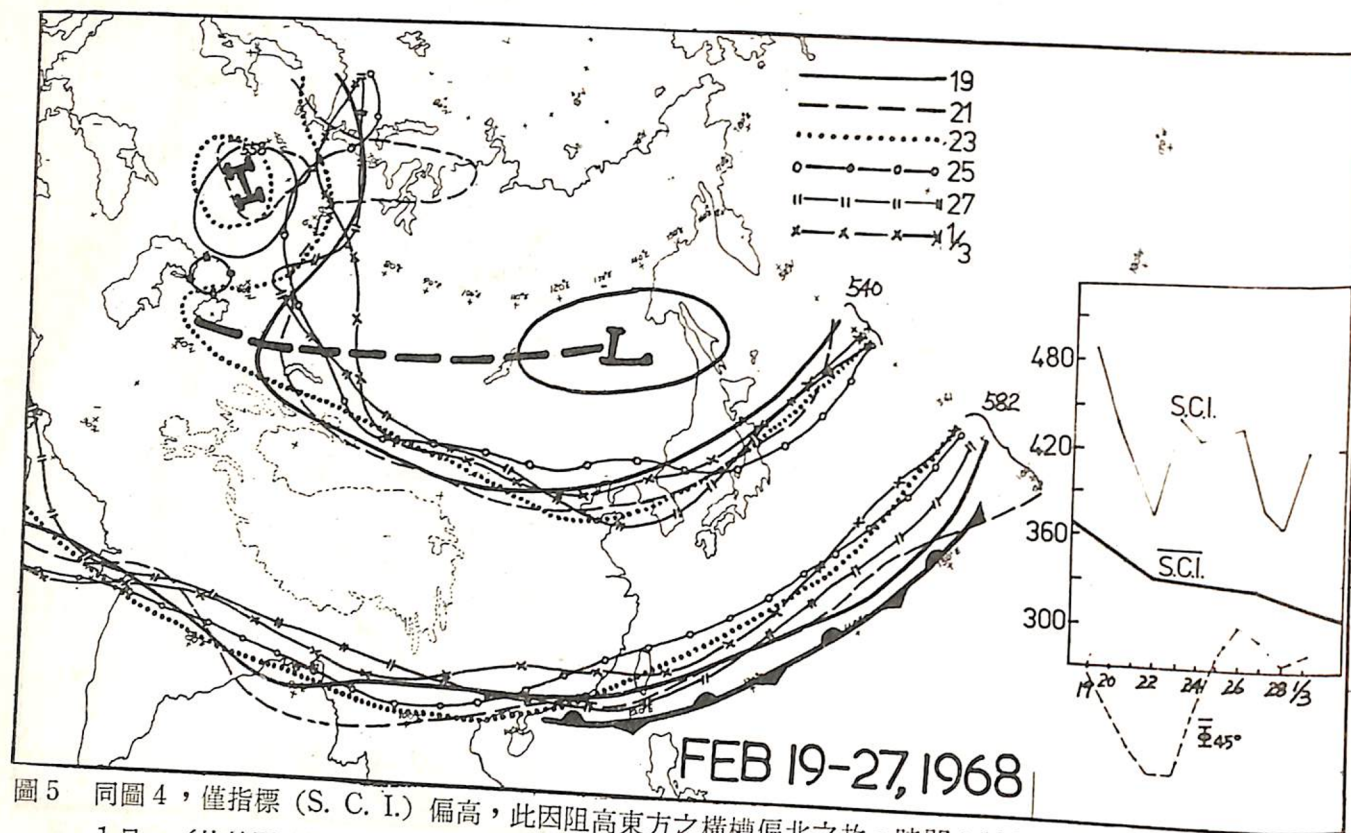


圖5 同圖4，僅指標(S.C.I.)偏高，此因阻高東方之橫槽偏北之故。時間：1969年2月19日至3月1日。(比較圖4)。
Fig. 5 Persistent rainy weather type II as Fig 4 but different in S.C.I.

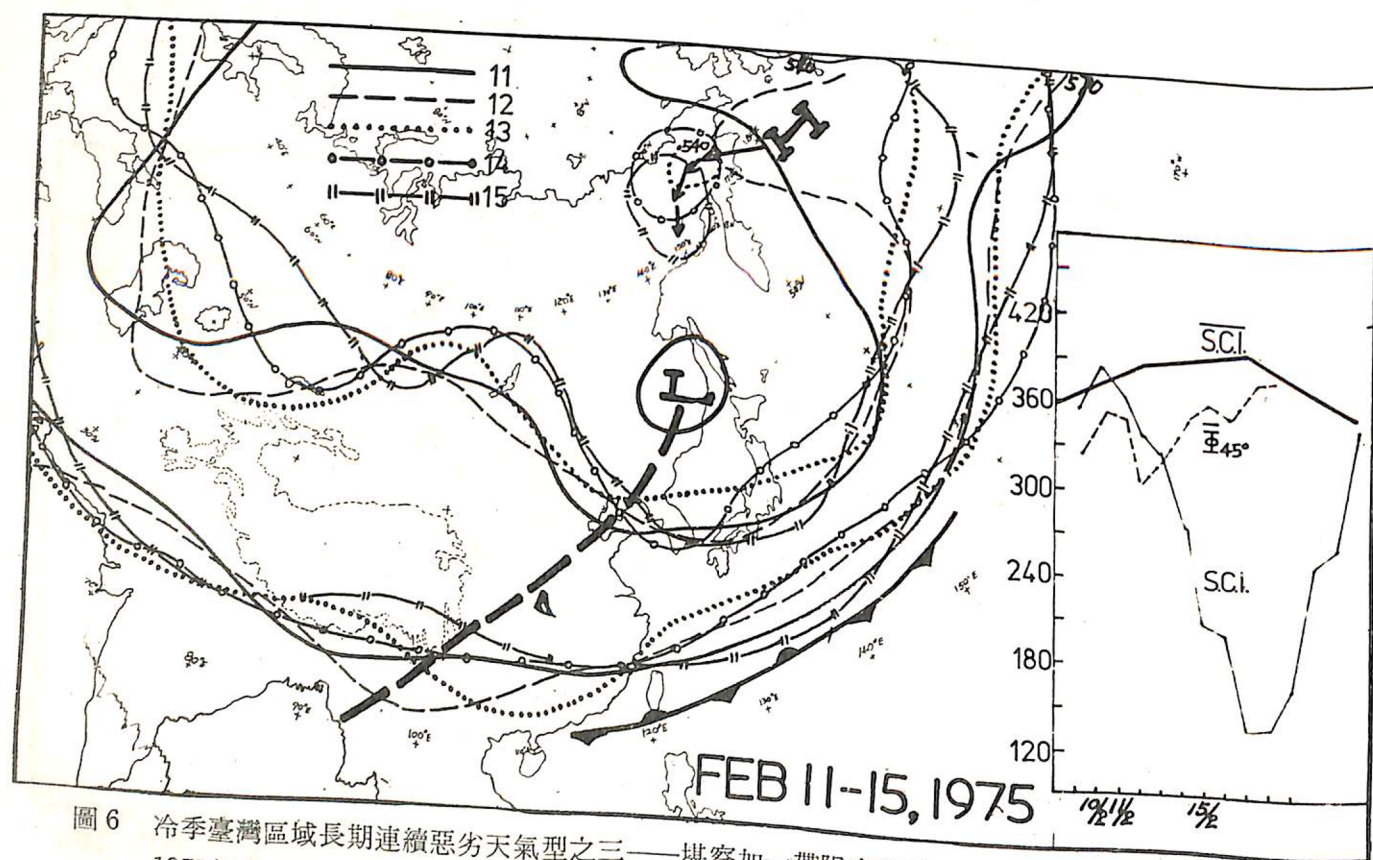


圖6 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之三——堪察加一帶阻高形勢下，巴士海峽滯留鋒型。實例：1975年2月11—15日。(圖中說明同圖3)
Fig. 6 Persistent rainy weather type III—stationary front in Bashi channel during a blocking high in Kamchatka peninsula and vicinity.

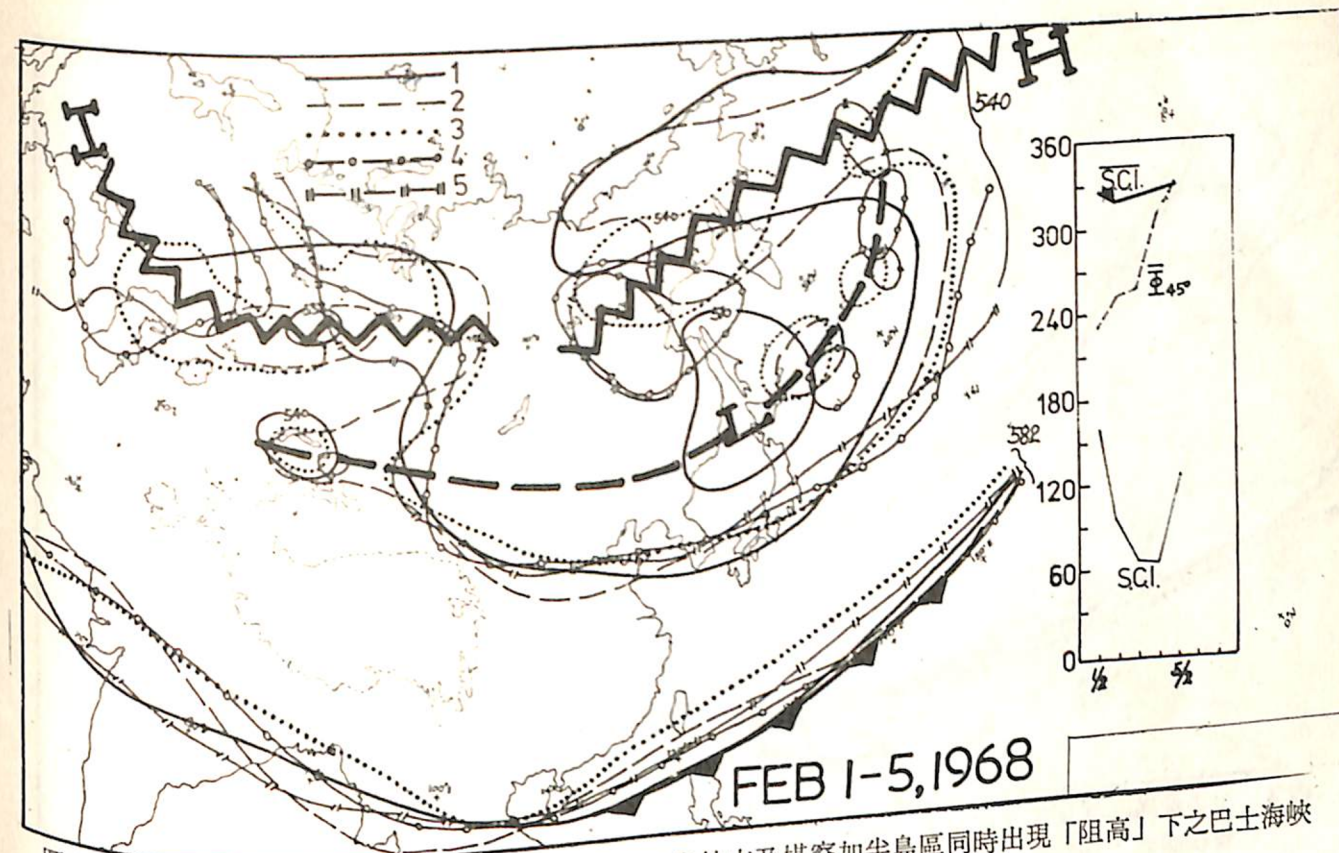


圖7 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之四——烏拉山及堪察加半島區同時出現「阻高」下之巴士海峽滯留鋒型。實例：1968年2月1日—5日。(圖中說明同圖3)
Fig. 7 Persistent rainy weather type IV—stationary front in Bashi channel during blocking highs both in the Ural mountain area and in Kamchatka peninsula.

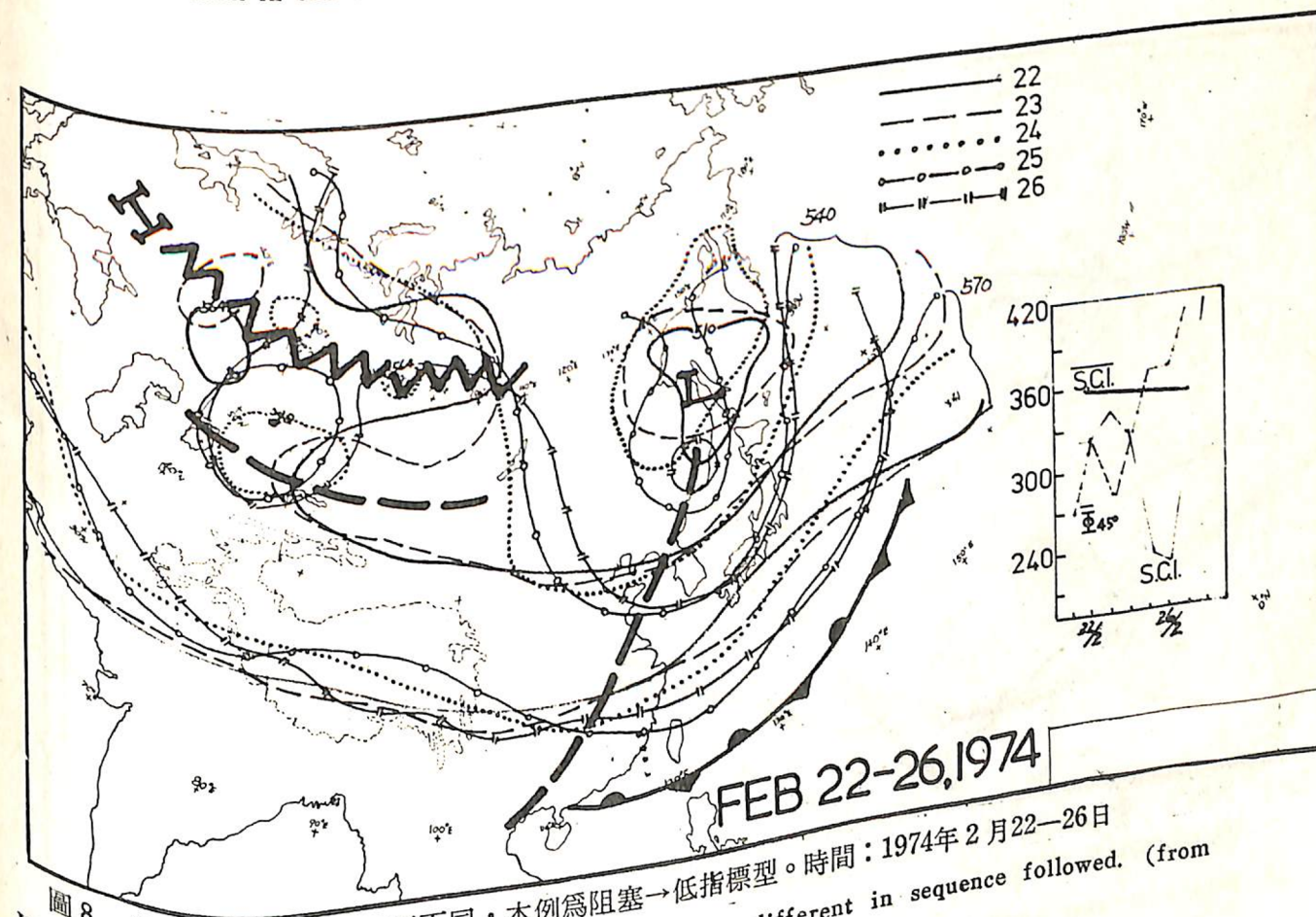


圖8 同圖4，僅隨後之演變不同，本例為阻塞→低指標型。時間：1974年2月22—26日
Fig. 8 Persistent rainy weather type IV as Fig. 7 but different in sequence followed. (from blocking to low index).

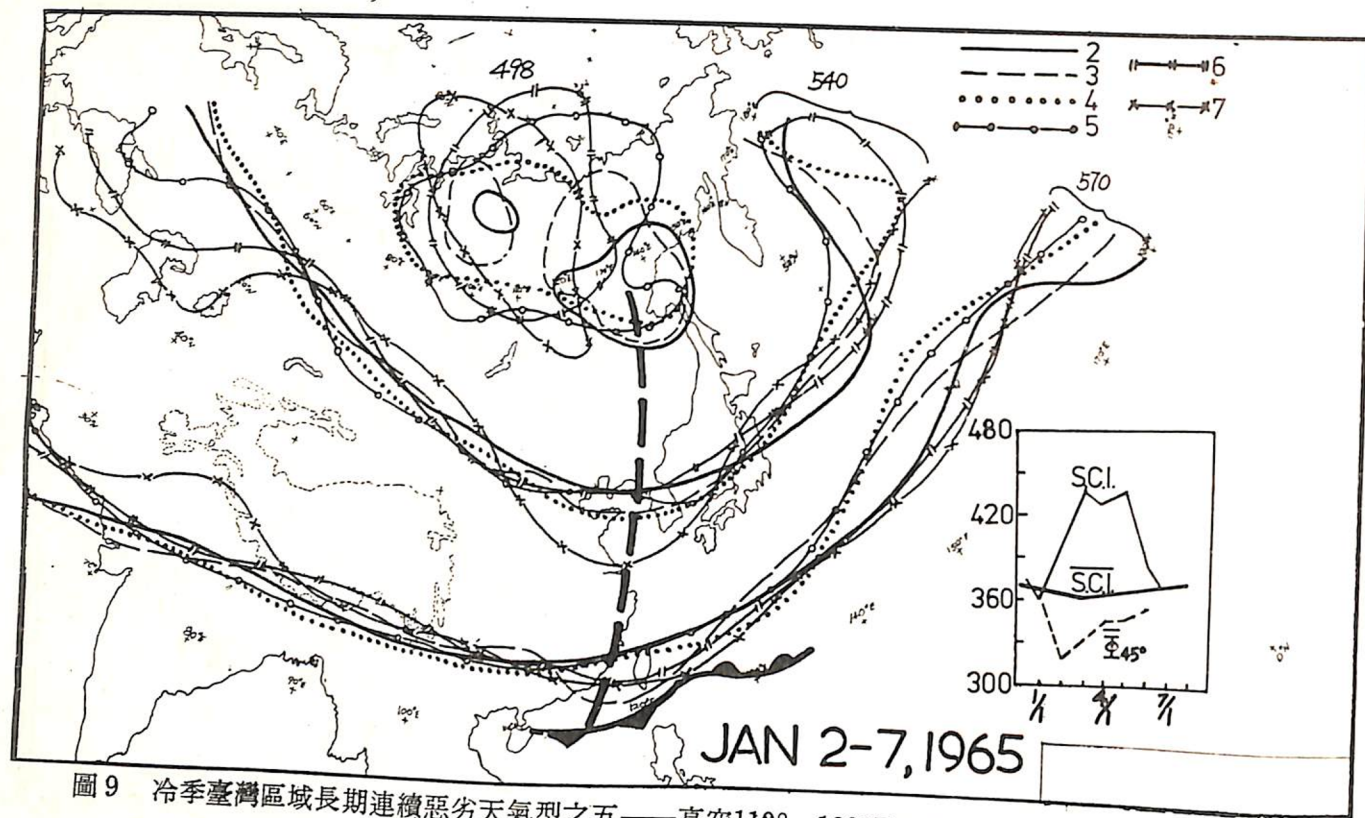


圖9 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之五——高空110°-120°E主槽下華南及臺灣波動或滯留鋒型。
實例時間：1965年1月2—7日。（圖中說明同圖3）。

Fig. 9 Persistent rainy weather type V—wave or front type in Taiwan area during a 500mb mayor trough along 110°-120°E.

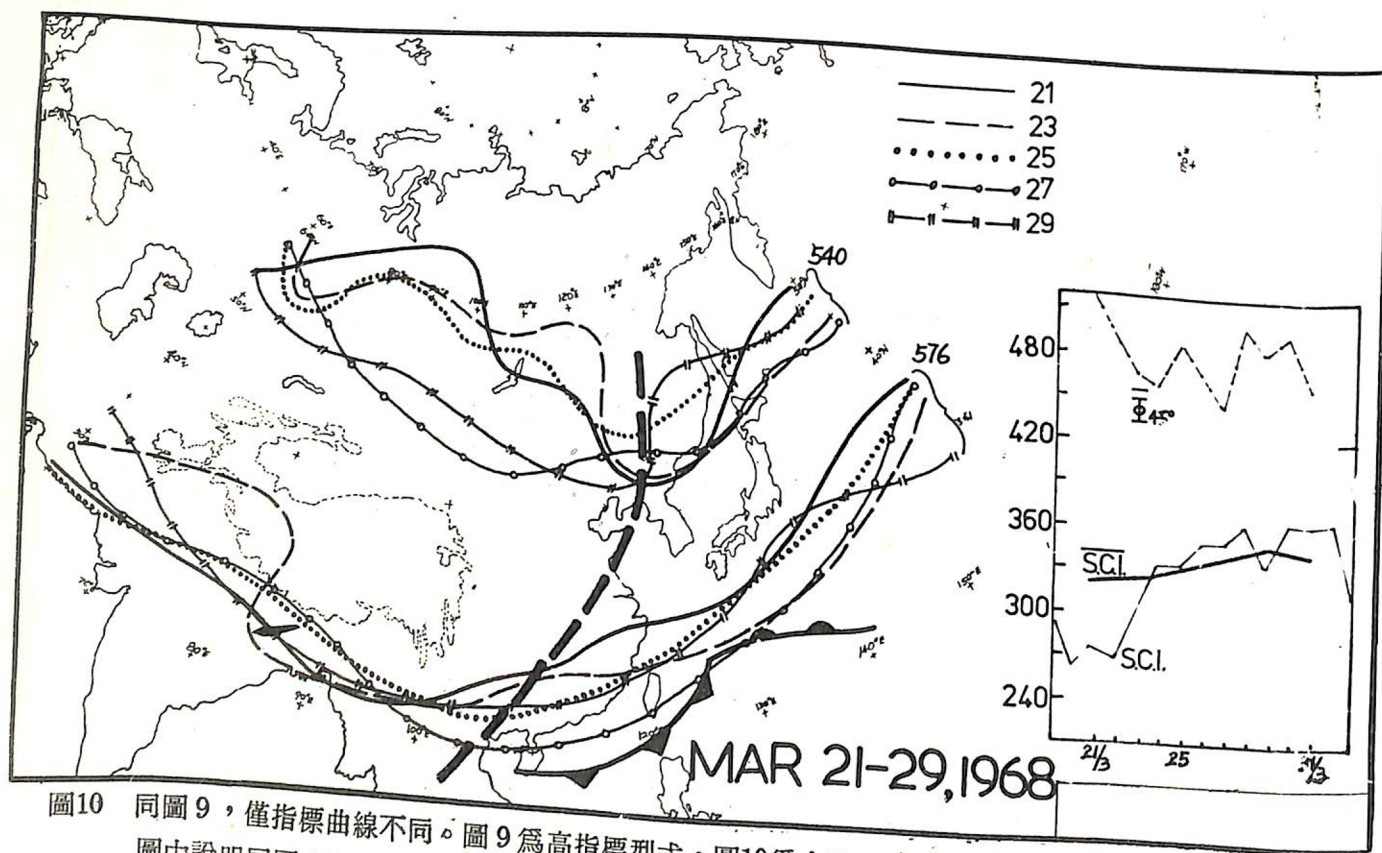


圖10 同圖9，僅指標曲線不同。圖9為高指標型式，圖10為中間型。實例時間1968年3月21—31日。（圖中說明同圖3）。

Fig. 10 Persistent rainy weather type V as Fig. 9 but different in S.C.I.

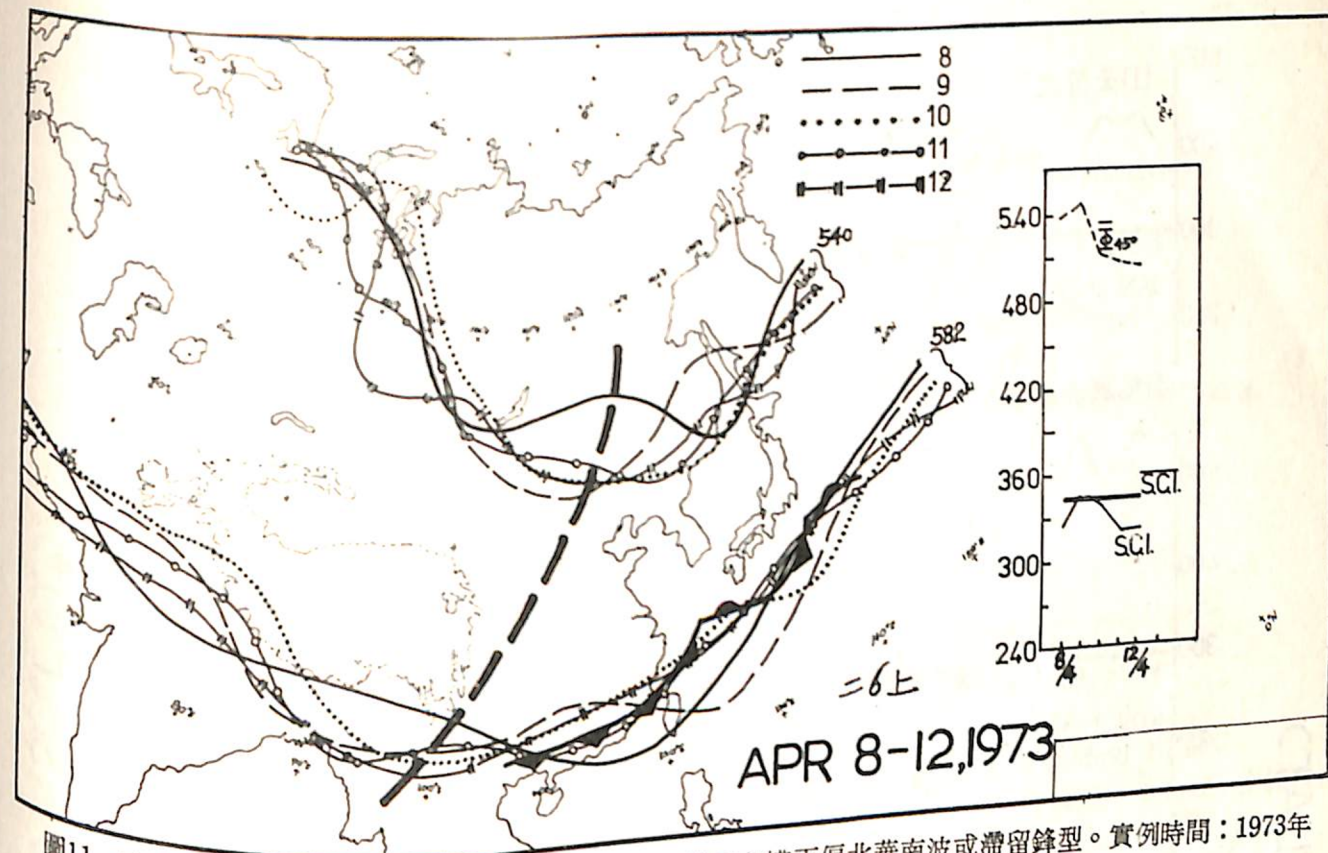


圖11 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之六——華西主槽下偏北華南波或滯留鋒型。實例時間：1973年4月8—12日。（圖中說明同圖3）

Fig. 11 Persistent rainy weather type VI—wave or front in south China during a 500mb major trough along 100°-110°E.

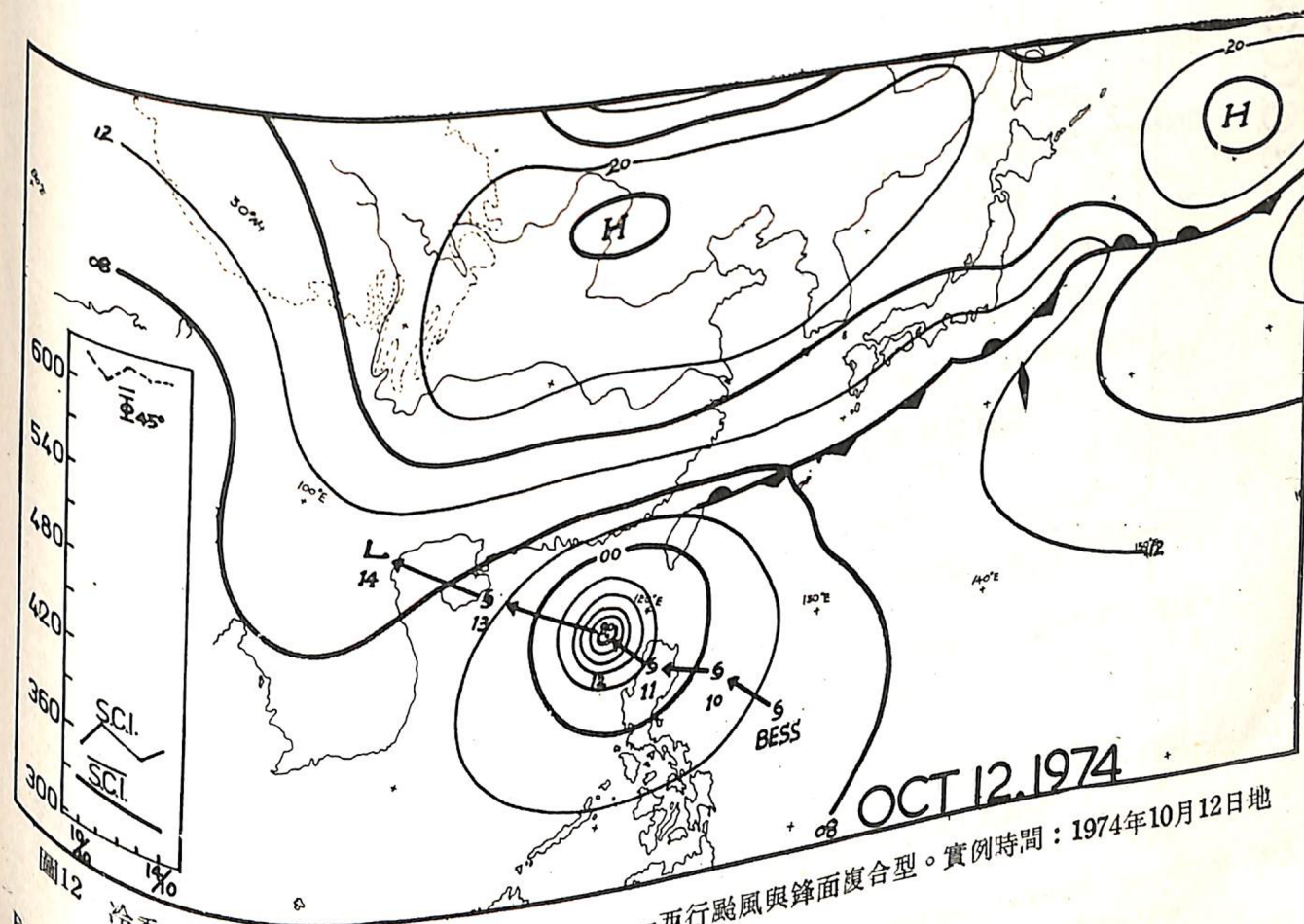


圖12 冷季臺灣區域長期連續惡劣天氣型之七——西行颱風與鋒面複合型。實例時間：1974年10月12日地面圖。圖中並附 Bess 颱風自10日至14日逐日位置。

Fig. 12 Persistent rainy weather type VII—combined type of typhoon and front.

SC.I. (GPM/20°LAT)

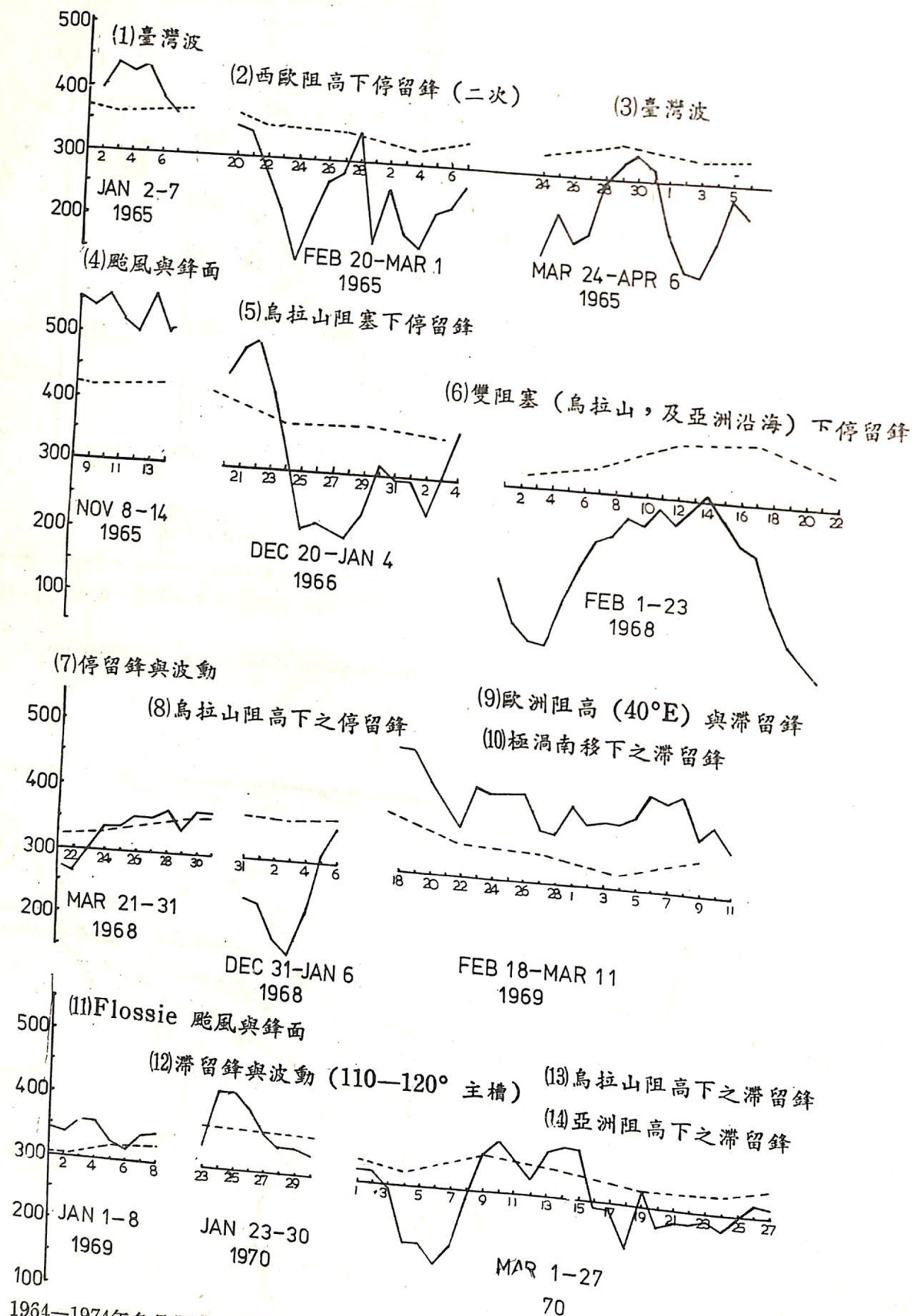
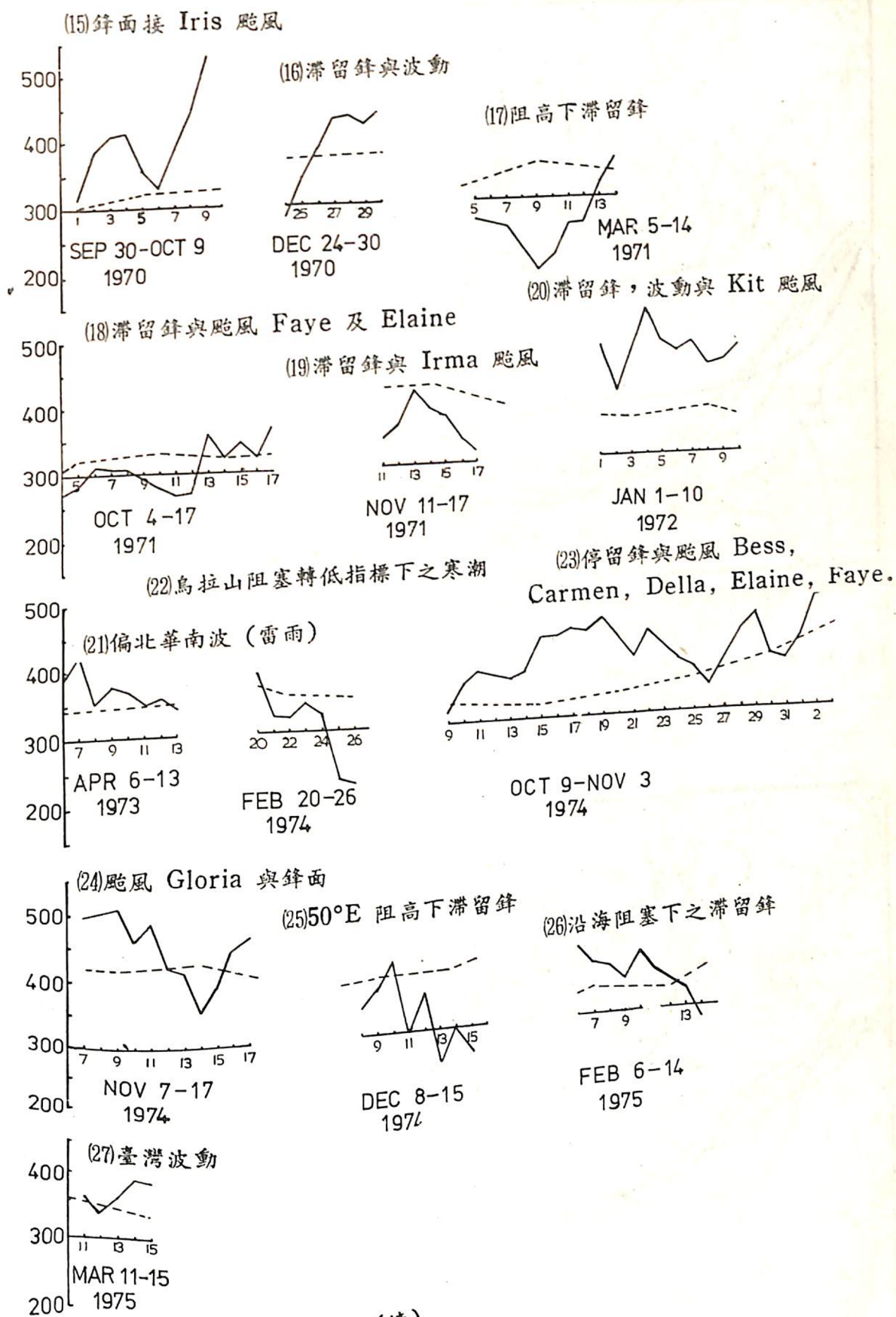
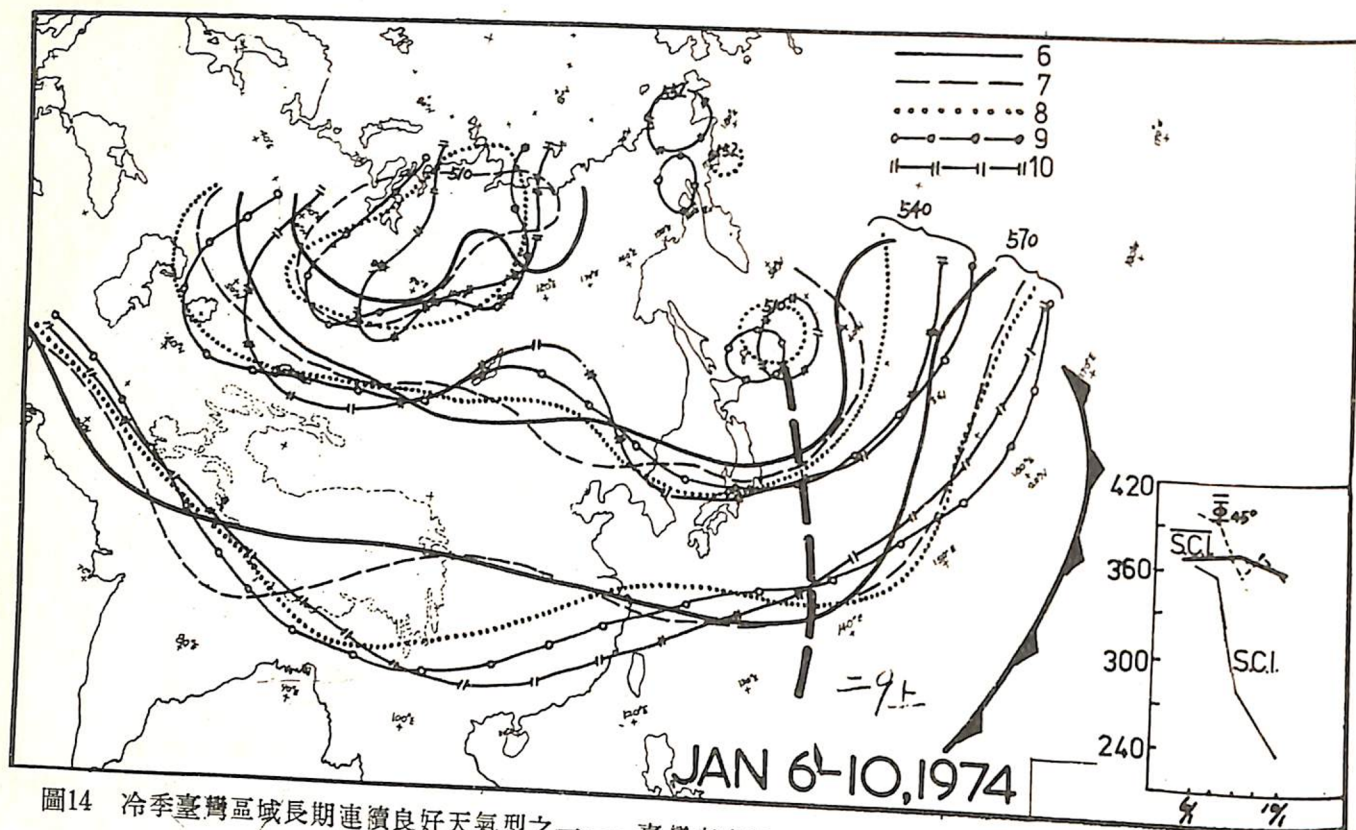


圖13 1964-1974年冬月期間，臺灣區域連續顯著惡劣天氣達7天以上之全部廿五次之例之區域環流指標 (S. C. I.) 曲線及天氣圖因素調查統計。圖中段線為 S. C. I. 平均值，實線為實際 S. C. I. 曲線。
Fig. 13 Sector circulation indices and synoptic factors associated with the persistent rainy weather up to 7 days and more in Taiwan during the cold season 1964-1974, including a total of 25 cases.

SC.I. (GPM/20°LAT)



(續)



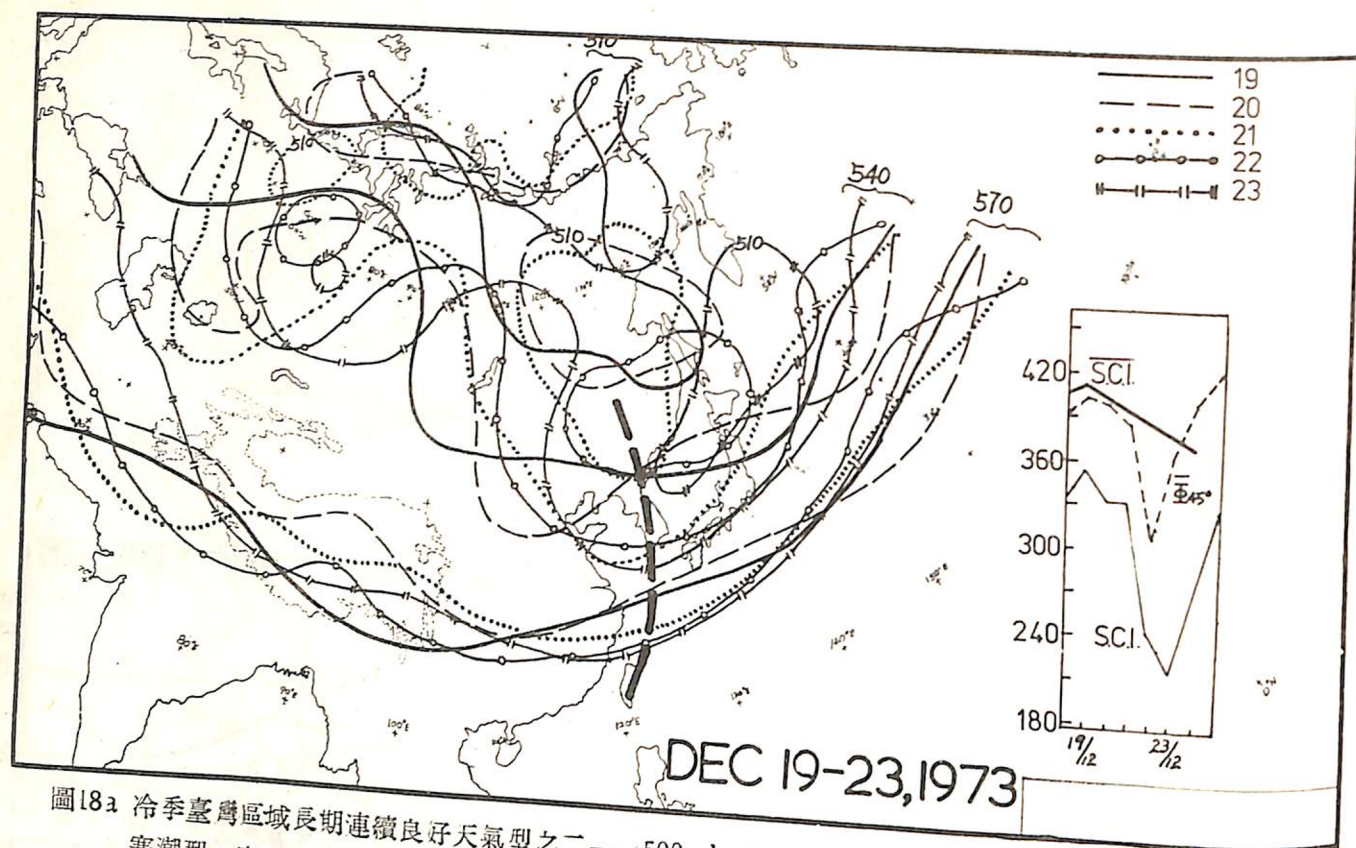


圖18a 冷季臺灣區域長期連續良好天氣型之二——500mb 巨形槽即在臺灣附近 (120°E 以東) 造成之乾寒潮型。實例時間：1973年12月19—23日。(圖中說明同圖3)
Fig. 18a Persistent good weather type II—dry “polar outbreak” during a 500mb broad trough along 120°E.

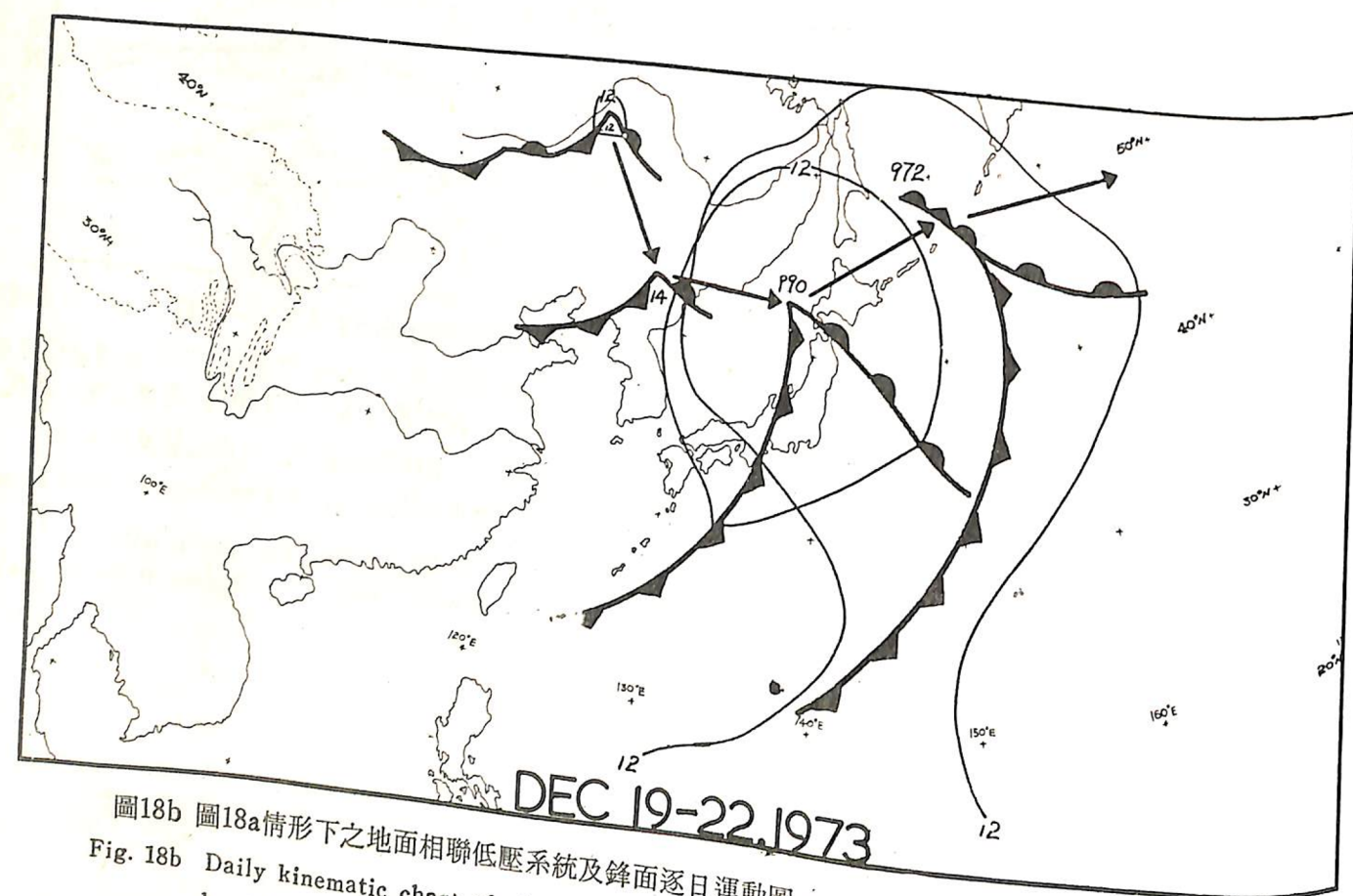


圖18b 圖18a情形下之地面相聯低壓系統及鋒面逐日運動圖。
Fig. 18b Daily kinematic chart of the surface frontal cyclone associated with dry “polar outbreak” in the case of Fig. 18a.

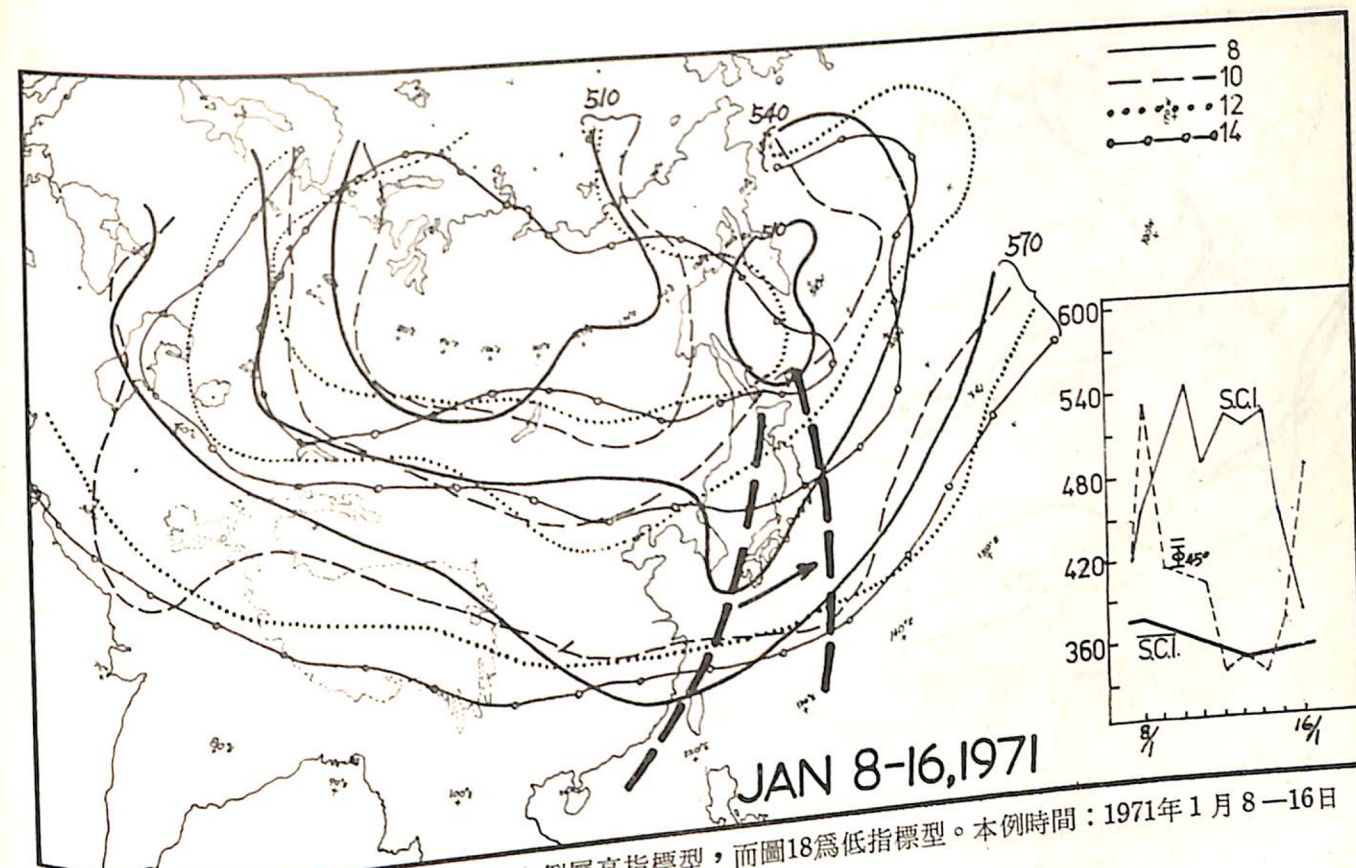


圖19 同圖18，僅指標變化不同，本例屬高指標型，而圖18為低指標型。本例時間：1971年1月8—16日。
(圖中說明同圖3)
Fig. 19 Persistent good weather type II as Fig. 18a but different in S.C.I.

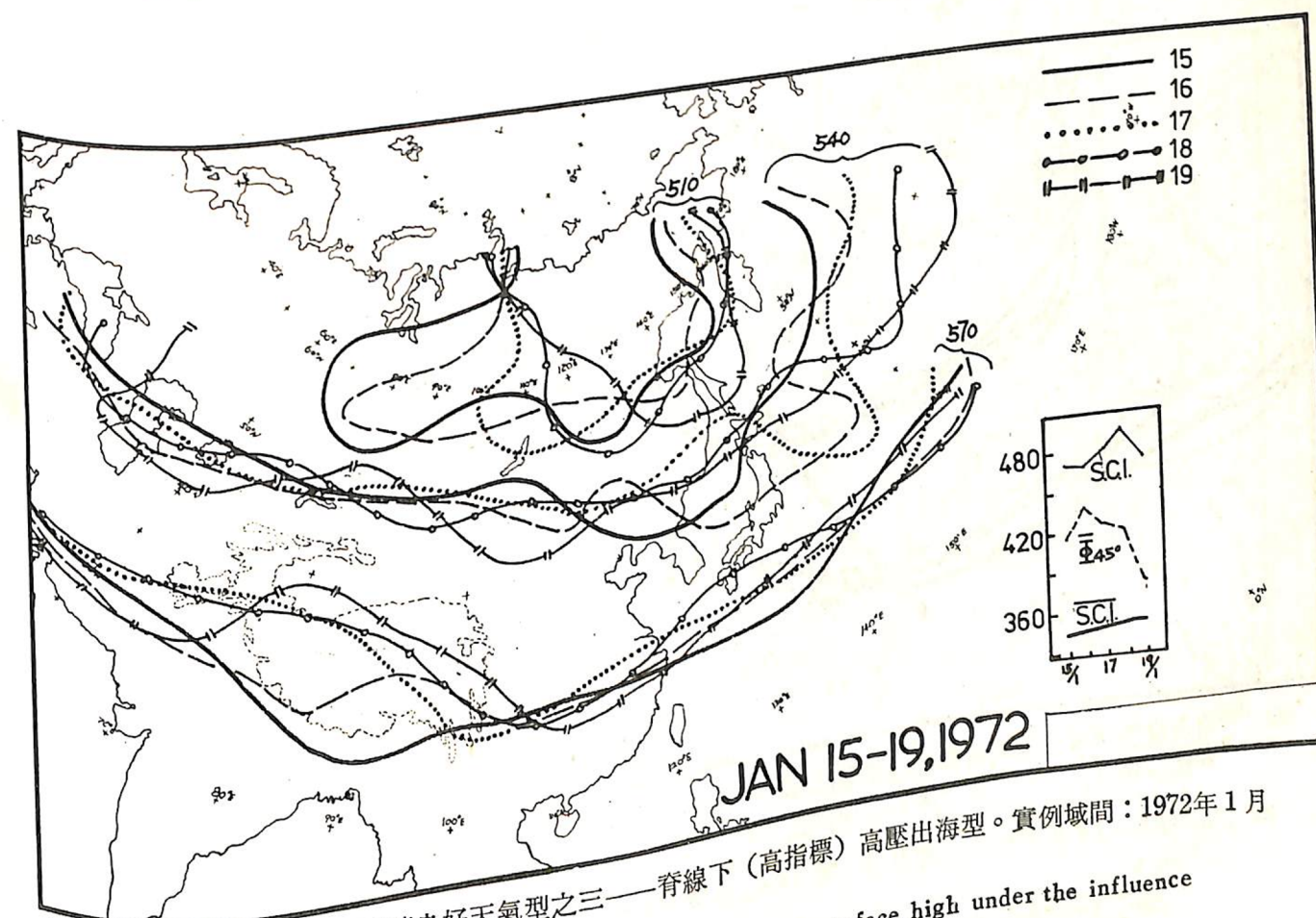


圖20 冷季臺灣區域長期連續良好天氣型之三——脊線下 (高指標) 高壓出海型。實例時間：1972年1月15—19日。(圖中說明同圖3)
Fig. 20 Persistent good weather type III—a eastward migratory surface high under the influence of an upper ridge (high index situation).

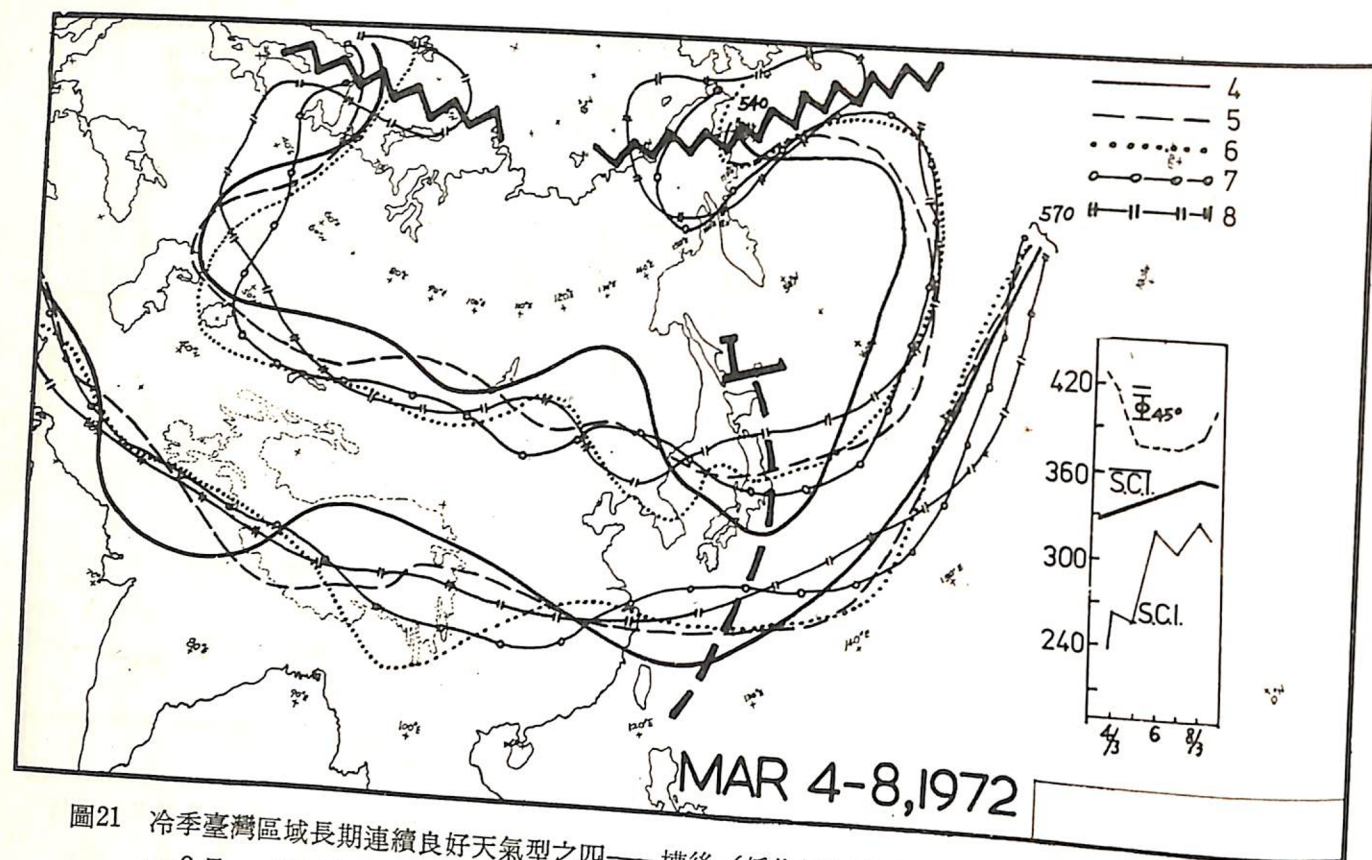


圖21 冷季臺灣區域長期連續良好天氣型之四——槽後（低指標）高壓出海型。實例時間：1972年3月4—8日。（圖中說明同圖3）
Fig. 21 Persistent good weather type IV—a eastward migratory surface high behind a major trough (low index situation).

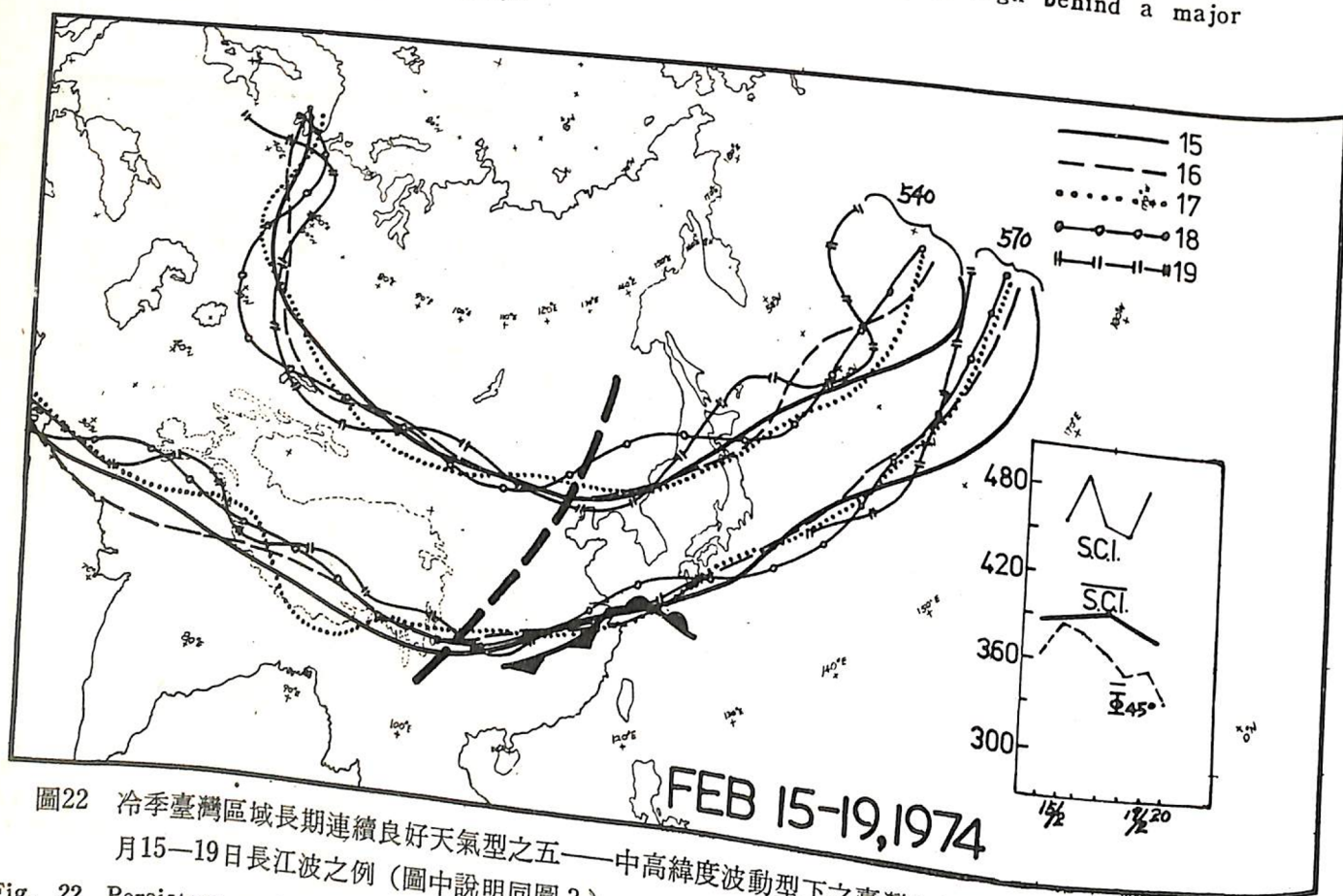


圖22 冷季臺灣區域長期連續良好天氣型之五——中高緯度波動型下之臺灣良好天氣型。所附為1974年2月15—19日長江波之例（圖中說明同圖3）。
Fig. 22 Persistent good weather type V—in front of a stable wave family in middle or higher latitudes.

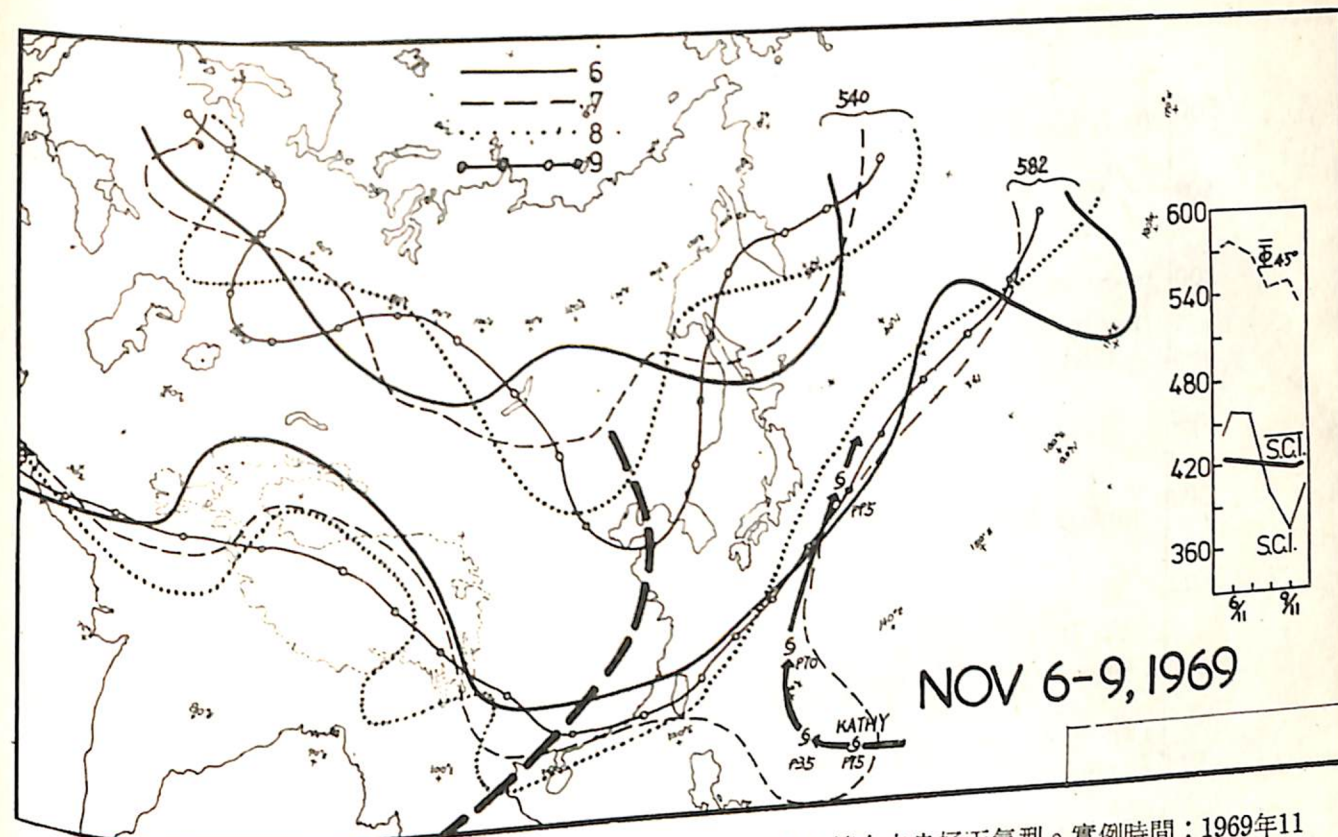


圖23 冷季臺灣區域長期連續良好天氣型之六——臺灣東方颱風轉向之良好天氣型。實例時間：1969年11月6—9日。（圖中說明同圖3）
Fig. 23 Persistent good weather type VI—recurving Typhoon to the ocean east of Taiwan.

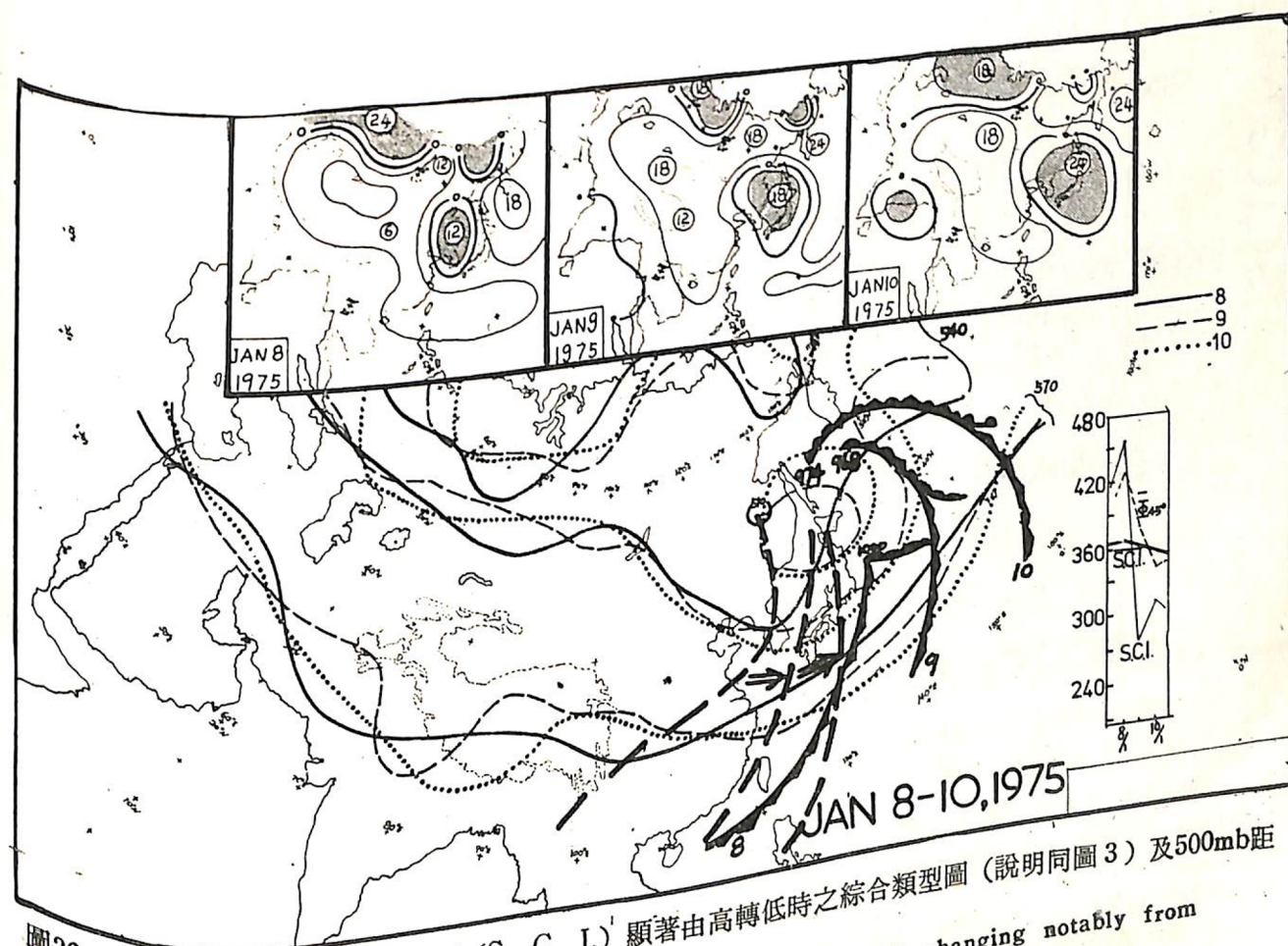


圖26 因沿海主槽加深引起之指標（S. C. I.）顯著由高轉低時之綜合類型圖（說明同圖3）及500mb距平圖型式。例一：1975年1月8—10日。
Fig. 26 The composite and anomaly charts associated with the S.C.I. changing notably from high to low index due to the polar air outbreak case I: Jan. 8-10, 1975.

S.C.I.(GPM/20°LAT)

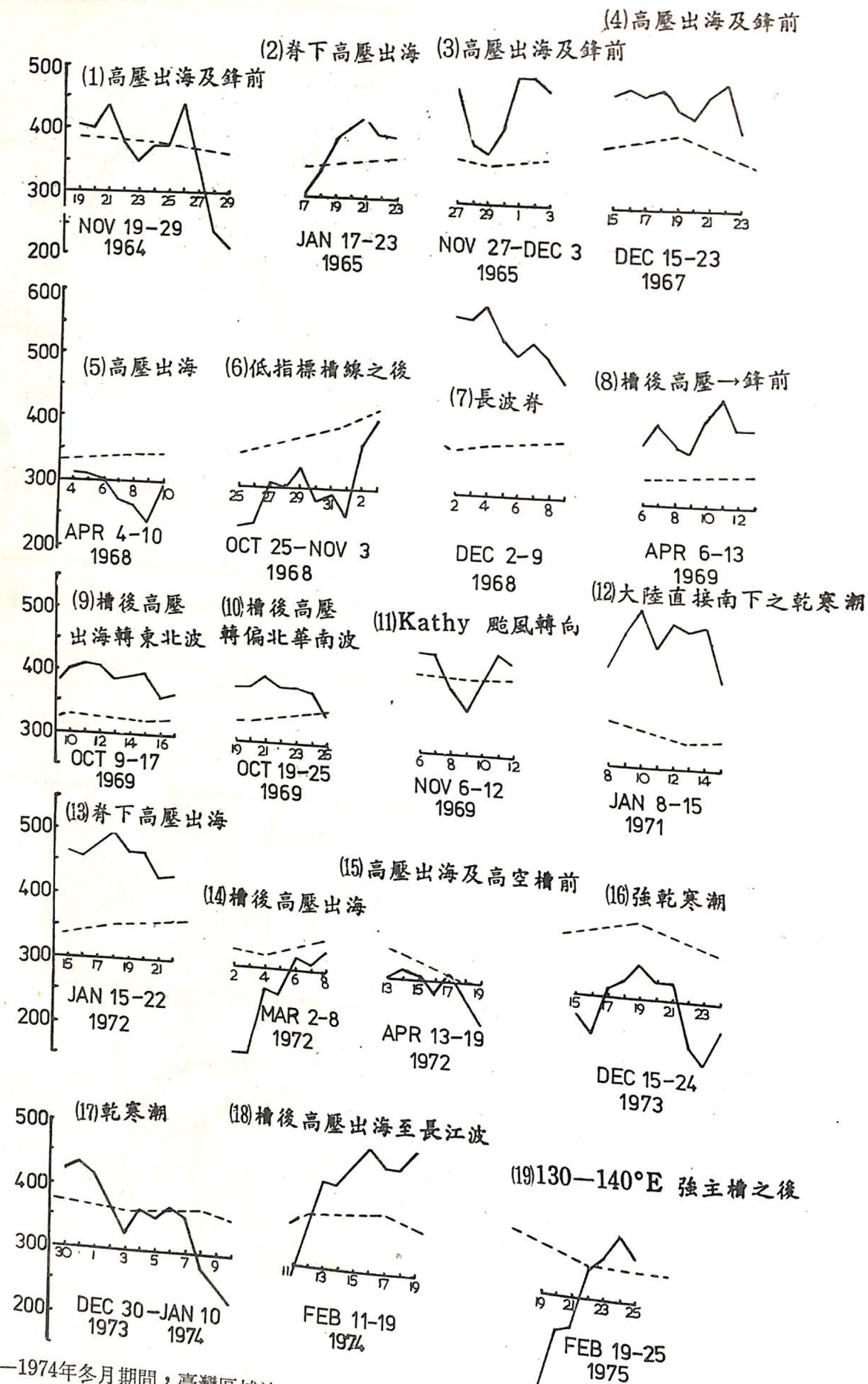


圖24 1964—1974年冬月期間，臺灣區域連續良好天氣達7天以上之全部19次之例之區域環流指標 (S. C. I.) 曲線及天氣圖因素調查統計。圖中段線為S. C. I.之平均值，實線為實際 S. C. I.曲線。
Fig. 24 Sector circulation indices and synoptic factors associated with the persistent good weather up to 7 days and more in Taiwan during cold season 1964-1974, including a total of 19 cases.

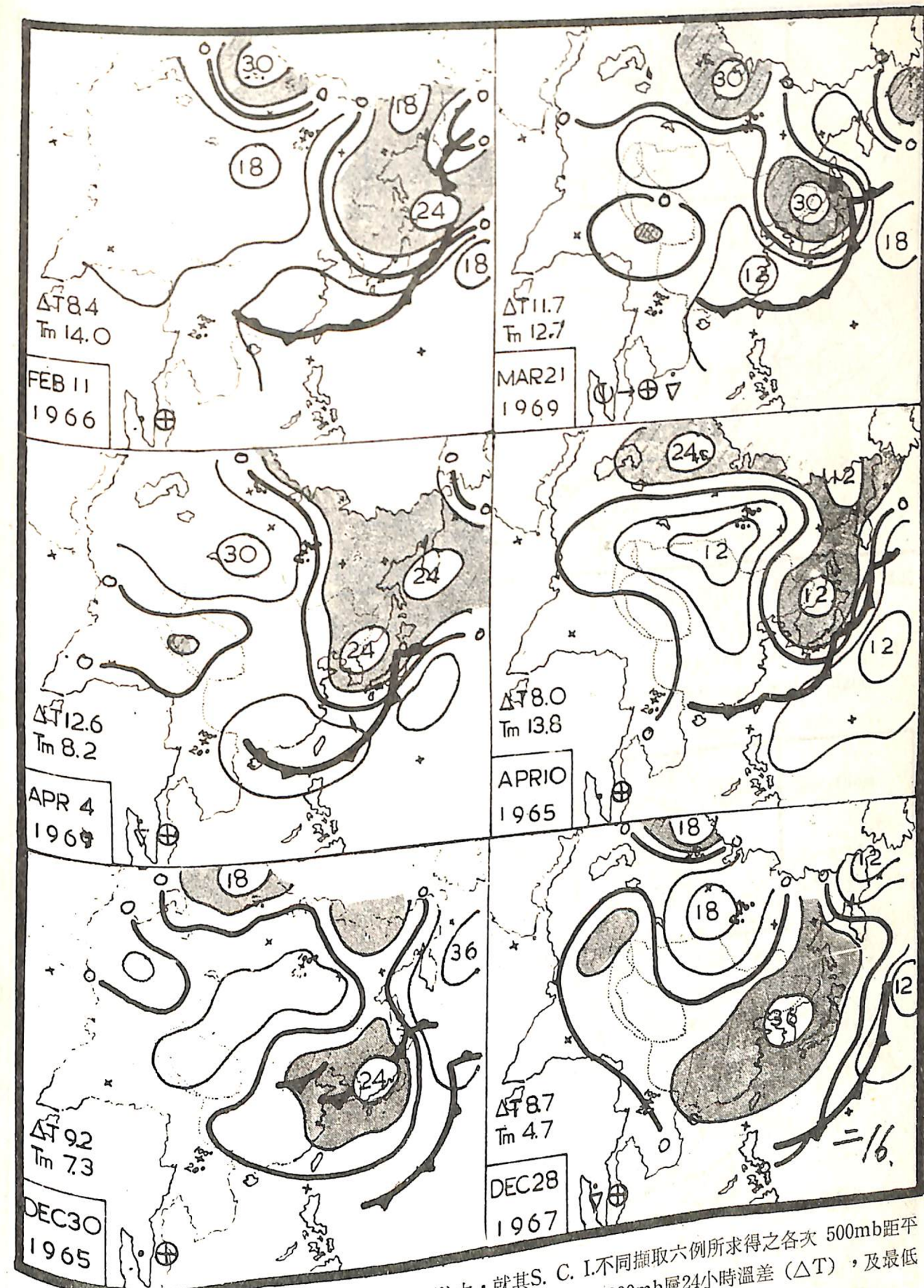


圖25a-f 1964—1974年冬月共32次寒潮實例⁽⁶⁾中，就其S. C. I.不同擷取六例所求得之各次 500mb距平圖，其有關資料可參看表1。另圖中並附臺北天氣與桃園 1000mb層24小時溫差 (ΔT)，及最低溫度 (Tm)。
Figs. 25a-f The 500mb anomaly charts associated with severe polar outbreaks selected from a total of 32 cases in 1964-1974 based on the different numerical values in S.C.I.

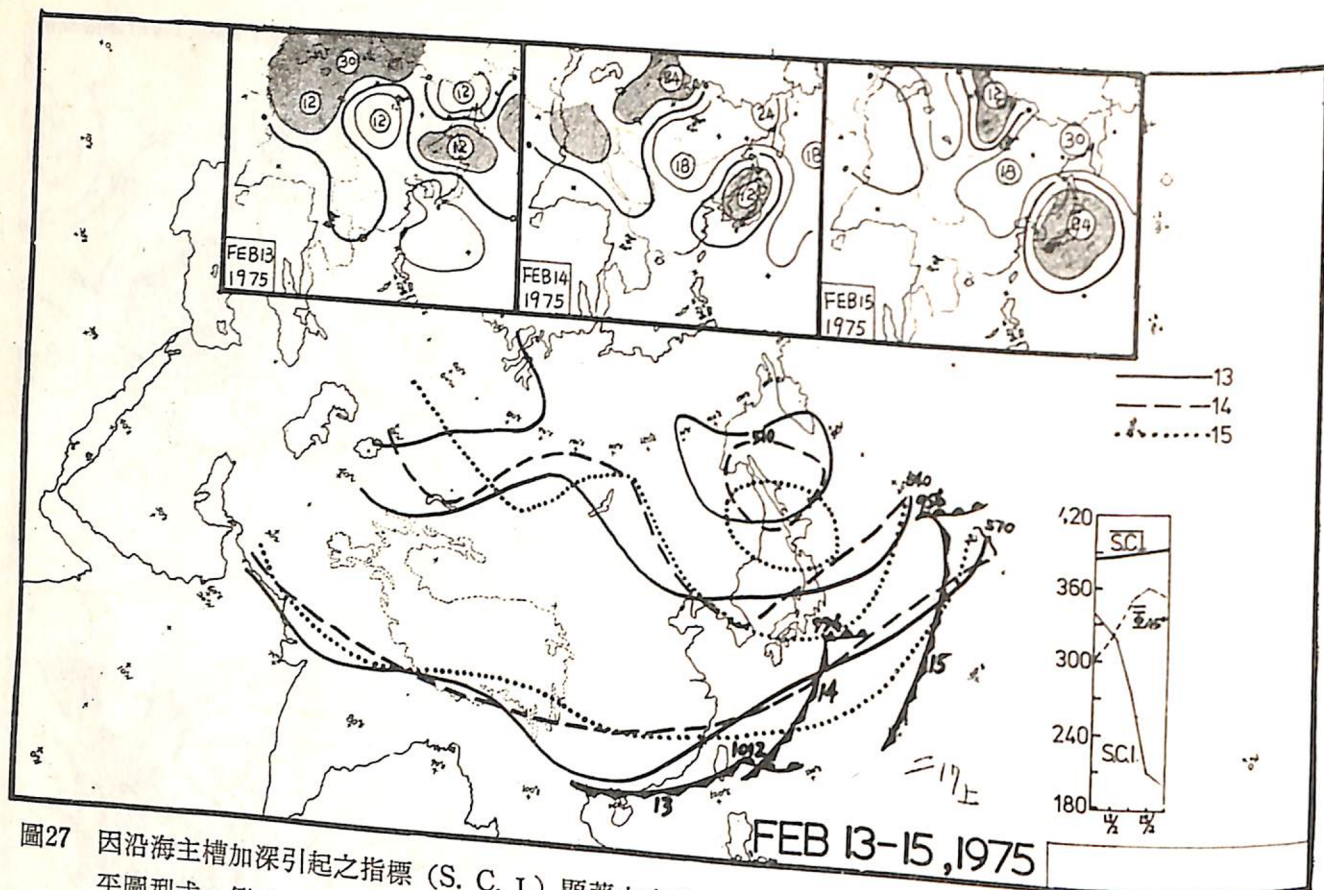


圖27 因沿海主槽加深引起之指標 (S. C. I.) 顯著由高轉低時之綜合類型圖 (說明同圖3) 及 500mb距平圖型式。例二：1975年2月13—15日。

Fig. 27 The composite and anomaly charts associated with the S.C.I. changing notably from high to low index due to the polar air outbreak case II Feb. 13-15, 1975.

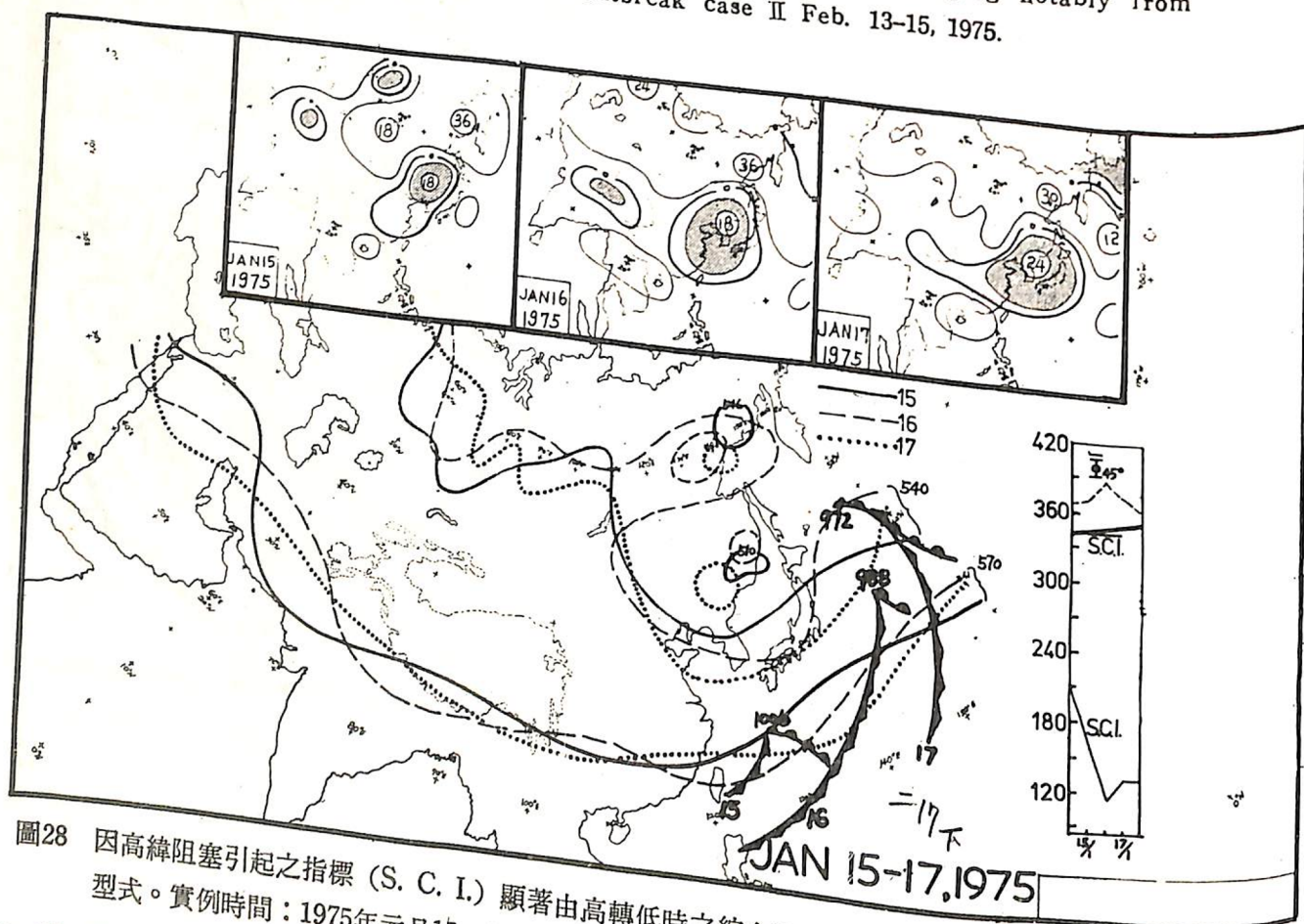


圖28 因高緯阻塞引起之指標 (S. C. I.) 顯著由高轉低時之綜合類型圖 (說明同圖3) 及 500mb距平圖型式。實例時間：1975年元月15—17日。

Fig. 28 The composite and anomaly charts associated with the S.C.I. changing notably from high to low index due to the establishment of a blocking high in higher latitudes.