

民國四十八年冬季遠東氣候異常現象 與北半球大氣環流特性之研究 廖學鑑

Characteristics of General Circulation over the Northern Hemisphere during the Winter 1959 in Relation to the Abnormal Weather of the Far East.

Shyue-Yih Liao

Abstract

The present work is to demonstrate the reason of the severe cold in January and the abnormal warmth in February of the Far East during the year of 1959 and its relation with the general circulation of the atmosphere over the Northern Hemisphere.

The average temperature during the month of February was above normal in many parts of China and Japan. About 81 stations in Japan and 20 stations in Taiwan (Table 1), their averages in February had broken their records.

Figure 10 showing the general circulation of Northern Hemisphere in February 1959 has four waves along middle latitudes. Negative anomalies were found at polar regions and in reverse case positive anomalies were found along middle latitudes. Under such circumstance, the westerlies around the polar regions are comparatively weaker than normal and contracted there ring area. The zonal index of temperate latitudes in Northern Hemisphere was 17.3 m/sec which was 2.9 m/sec above normal. The features on the disposition of the system obviously give a clear picture of high index as it is indicated in Figure 10.

The area of negative anomalies in southwestern China on 500mb. level associated with a trough extending from Tibet southward to the Bay of Bengal. On the east side of the trough strong southwesterly flow carried the warm tropical air across the Coasts of China and Japan. It appears to be a leading warm source of the troposphere. In addition to these thermal advection, the anticyclonic vorticity of lower latitude is also transported northward and creates the dynamic anticyclogenesis in the vicinity of Japan. Such warm advections and Anticyclogenesis considers as a main cause regarding the weakening of the trough along Asia Coasts and brings high positive anomalies over Japan and Central Pacific. The abnormal warmth in February of the Far East were enhanced by the anomalous flow moving from the southeast to rear parts of the region where shows high anomalies over Japan and Central Pacific.

In January 1959, a sharp decrease of temperature experienced along the Coasts of China (Figure 4). Many stations in the Far East reported with records of lowest temperatures due to the outbreak of severe cold waves during the middle of the month.

In January 1959 (Figure 8), there are four waves appeared in the middle latitudes on the chart of Northern Hemisphere at 500mb. level of atmosphere.

Positive height anomalies were found over the polar region. Intense wave ridge build up over the western Siberia and a deep cut-off low developed side by side in the Sea of Okhotsk. They played the principal roles in the drama of the outbreaks of severe cold winter in January in the Far East.

The axis of the strong Westerlies (or the mean jet) has a north shift and this corresponds to a sudden increase of temperature during the late of January 1959 under the synoptic investigation of this paper. The reverse case will be true.

In conclusion, the abnormal weather in the Far East was generally associated with the changes of large-scale circulation and the existence of the persistent anomalies in the certain regions, but not to any local weather conditions restricted to the Far East.

一、提要

民國48年(1959年)1月，在中國沿海地區，發生異常低氣溫。而2月在遠東地區，發生破紀錄的異常高氣溫。前者為1月上、中旬之寒潮爆發所致，而後者為熱浪(Heat Wave)之侵襲所致。茲研討1月及2月之北半球環流特性，作者研究遠東地區寒潮爆發之結構，2月份熱浪生成結構，及其間之環流演變經過，以資長期預報之參考。

本文第二章，將說明1959年1月及2月遠東地區之天氣演變經過。在第三章，說明平均天氣圖及距平圖之意義，及本文中使用之種種平均天氣圖及距平圖之製作法。以後於第四、六章中，將研討1月及2月之北半球環流特性，而在第五、七章中，將說明遠東地區寒潮爆發之結構，及2月份熱浪生成結構。

二、民國48年1月及2月之遠東地區天氣演變經過

(A) 1月之遠東地區氣候概況

民國48年1月上旬及中旬，在貝加爾湖(Baikal Lake)附近之西伯利亞高氣壓異常發展，如3日至6日，8日至10日其中心氣壓竟超過1060mb，15日至18日其中心氣壓達1058mb因而誘致寒潮爆發，遠東各地受寒潮之侵襲，氣溫寒冷，比累年平均氣溫低1至6度左右。尤其是1月中旬下半旬，低氣壓在日本北海道東方洋上異常發展，誘致大規模寒潮之南下，引起中國沿海及日本等地區之酷寒。如17日，日本西部之積雪打破過去之最高紀錄。又19日東京之自來水管凍破事故竟達6600件之多⁽¹⁾。在臺灣係1月17日於玉山測到之-17.4°C，日月潭之1.6°C，淡水之3.0°C，金六結之4.4°C及宜蘭之4.7°C，均破該測候所之絕對最低氣溫記錄。又基隆之5.0°C是該所之絕對最低氣溫。(參閱表一) 在圖1中所示者為

民國47年12月至48年至3月間臺灣各地之半旬平均氣溫之推移及累年半旬平均氣溫之比較圖。臺灣各地之1月16日至20日之5日平均氣溫非常低，臺中比累年平均氣溫低5.2°C，臺北低4.9°C，臺南低4.6°C，臺東低3.7°C，花蓮低3.4°C，恒春低2.8°C，而澎湖低2.3°C。

至1月下旬，西伯利亞高氣壓逐漸衰弱，23日至25日移動性高氣壓通過日本南方洋上東移，而低氣壓則跟着此後東移，極鋒滯留在臺灣北方及日本南方之間洋上。故臺灣因受赤道氣流所籠罩氣溫突昇，臺灣各地之26日至30日之5日平均氣溫很高，如澎湖比累年平均氣溫高出5.5°C，臺中高4.8°C，臺南高4.5°C，臺北及恒春高3.6°C，花蓮高3.3°C，臺東高3.2°C，如圖1中所示。

茲列遠東地區之1月平均氣壓分佈圖及其距平圖如圖2、3。即1月之平均氣壓分佈，呈現顯著的西高東低之氣壓分佈，而東北三省至日本一帶是有4mb至1mb之月平均氣壓負距平，而華南至臺灣一帶及千島列島是正距平。若此圖與月平均氣溫之距平圖(圖4)比較，可見月平均氣壓之負距平區域及正距平區域，大略與月平均氣溫之正距平區域及負距平區域一致。即東北三省地區較高溫而中國及東海區域及庫貝島附近區域較為低溫。臺灣之各測候所中，鹿林山、竹子湖、淡水、新竹等所之1月平均氣溫打破過去之最低紀錄，而鞍部是平紀錄。又關於雨量，1月中臺灣中部北部降水量較少，東南部地區較多超過累年平均，而臺東之降水量特別多，竟達累年平均之6倍。

又在日本屋久島係13日12時2分至14時50分間測到黃砂，石垣島係13日17時50分至14日12時45分間及16日8時40分至17日9時10分間亦有觀測黃砂。1月間在該地區測到黃砂是過去四十年以來未曾有之異常氣象。⁽¹⁾

Table. 1. Abnormal surface temperatures (°C.) during the winter 1959.

A. Hot Weather					
Station	Monthly average (Feb.)	Normal	Anomaly	Years of record (records start)	Remarks
子 六 月 里	12.2	10.5	+ 1.7	14 (1943)	
	13.6	12.3	+ 1.3	13 (1947)	
	17.2	15.3	+ 1.9	17 (1943)	
	17.6	15.3	+ 2.3	56 (1903)	
	17.1	15.1	+ 2.0	63 (1897)	
	16.9	14.9	+ 2.0	22 (1938)	
	17.9	16.4	+ 1.5	24 (1936)	
	17.9	16.6	+ 1.3	13 (1947)	
	18.3	15.9	+ 2.4	63 (1897)	
	16.9	15.1	+ 1.8	18 (1942)	
	20.0	16.0	+ 4.0	63 (1897)	
	8.7	6.6	+ 2.1	26 (1934)	
	20.7	19.2	+ 1.5	20 (1940)	
	20.1	17.6	+ 2.5	12 (1948)	
	20.5	17.3	+ 3.2	63 (1897)	
	21.2	19.7	+ 1.5	59 (1901)	
	22.3	19.3	+ 3.0	28 (1932)	
	22.6	20.8	+ 1.6	20 (1940)	
	20.3	18.9	+ 1.4	16 (1942)	
	23.2	20.7	+ 2.5	63 (1897)	
	19.3	17.6	+ 1.7	49 (1911)	
	6.4	5.2	+ 1.2	7 (1953)	
	16.2	14.9	+ 1.3	49 (1910)	
	-1.2	-1.4	+ 0.2	11 (1944)	
林佳	(Mar.) 2.4	1.0	+ 1.4	11 (1944)	Second warmest February of record.
	(Mar.) 17.9	14.9	+ 3.0	49 (1910)	Second warmest February.
玉佳	山嶼				Do
					Do
彭大	山嶼				Equalled warmest February record.
					Second warmest February.
六佳	武湖				Do
					Do
阿里	山山				Second warmest March.
					Third warmest March.
B. Cool Weather					
Station	Monthly average (Jan.)	Normal	Anomaly	Years of record (records start)	Remarks
林子	28.4	14. Feb.		17 (1943)	
	31.5	15. Feb.		63 (1897)	
	28.8	16. Feb.		13 (1947)	
	29.3	14. Feb.		22 (1938)	
	25.6	14. Feb.		49 (1910)	Equalled warmest record.
	28.3	16. Feb.		63 (1897)	
	34.2	17. Feb.		20 (1940)	Second warmest record.
阿林	里山	21.2	29. Mar	26 (1934)	Warmest record.
	山	20.0	29. Mar	7 (1953)	Second warmest record.
鹿竹	山湖				
	3.5	4.9	- 1.4	7 (1953)	
	9.7	11.4	- 1.7	13 (1947)	
	13.4	15.2	- 1.8	17 (1943)	
	13.4	14.9	- 1.5	22 (1938)	
	8.0	9.7	- 1.7	14 (1943)	
	- 2.6	- 1.0	- 1.5	12 (1944)	Equalled coldest January record.
玉金	山結	14.6	15.7	13 (1947)	Second coldest January.
	山潭				
	- 17.4	17. Jan.		12 (1944)	
	1.6	17. Jan.		18 (1942)	
	3.0	17. Jan.		17 (1943)	
	4.4	17. Jan.		13 (1947)	
	4.7	17. Jan.		24 (1936)	
日月	山	5.0	17. Jan.	56 (1903)	
	潭				Coldest record.
淡宜	水結				
	金基				Equalled coldest record.

(B) 2月之遠東地區氣候概況

2月1日至12日之間，遠東之氣候較溫暖，每隔3至4日移動性高氣壓通過日本附近東移。故遠東一帶之天氣變化呈現顯著的周期性。13日起西伯利亞高氣壓雖然稍有發展，但其中心氣壓尚在1040mb左右不能促進極鋒之南移。故鋒面帶(Frontal Zone)滯留在臺灣北方，日本南方間洋上，而臺灣受赤道氣流所籠罩，呈現異常高氣溫。1月14日於淡水測到之28.4°C，15日於臺中之31.5°C，16日於金六結之28.8°C均打破該測候所過去之絕對最高氣溫之紀錄。又新竹之29.3°C為平該所過去之最高紀錄，彭佳嶼之25.6°C，澎湖之28.8°C，大武之34.2°C是第二高溫，如表一所示。又於圖1中可見2月上旬及中旬之5日平均氣溫，繼續1月下旬，保持高氣溫，至中旬下半旬達到最高峯，如澎湖15日至19日之5日平均氣溫，比較累年平均值高出7.3°C，臺南高7.2°C，臺中高5.7°C，臺東高4.8°C，臺北高4.6°C，花蓮高4.6°C，恒春高4.4°C，如圖1中所示。

至2月下旬西伯利亞高氣壓逐漸發展，其中心氣壓係22日發展至1050mb，而25日增達1058mb，並伸展東南方，促進極鋒之南下，故遠東地區因受此西伯利亞高氣壓之籠罩，氣溫突降，其氣溫比累年平均低1至5°C。臺灣地區恒春以外之臺東、臺南、澎湖、花蓮、臺中及臺北等各地，其5日平均氣溫，均比較累年平均低1至2°C，如圖1中所示。總之2月上、中旬遠東各地呈現顯著的高氣溫，而下旬即稍低氣溫。

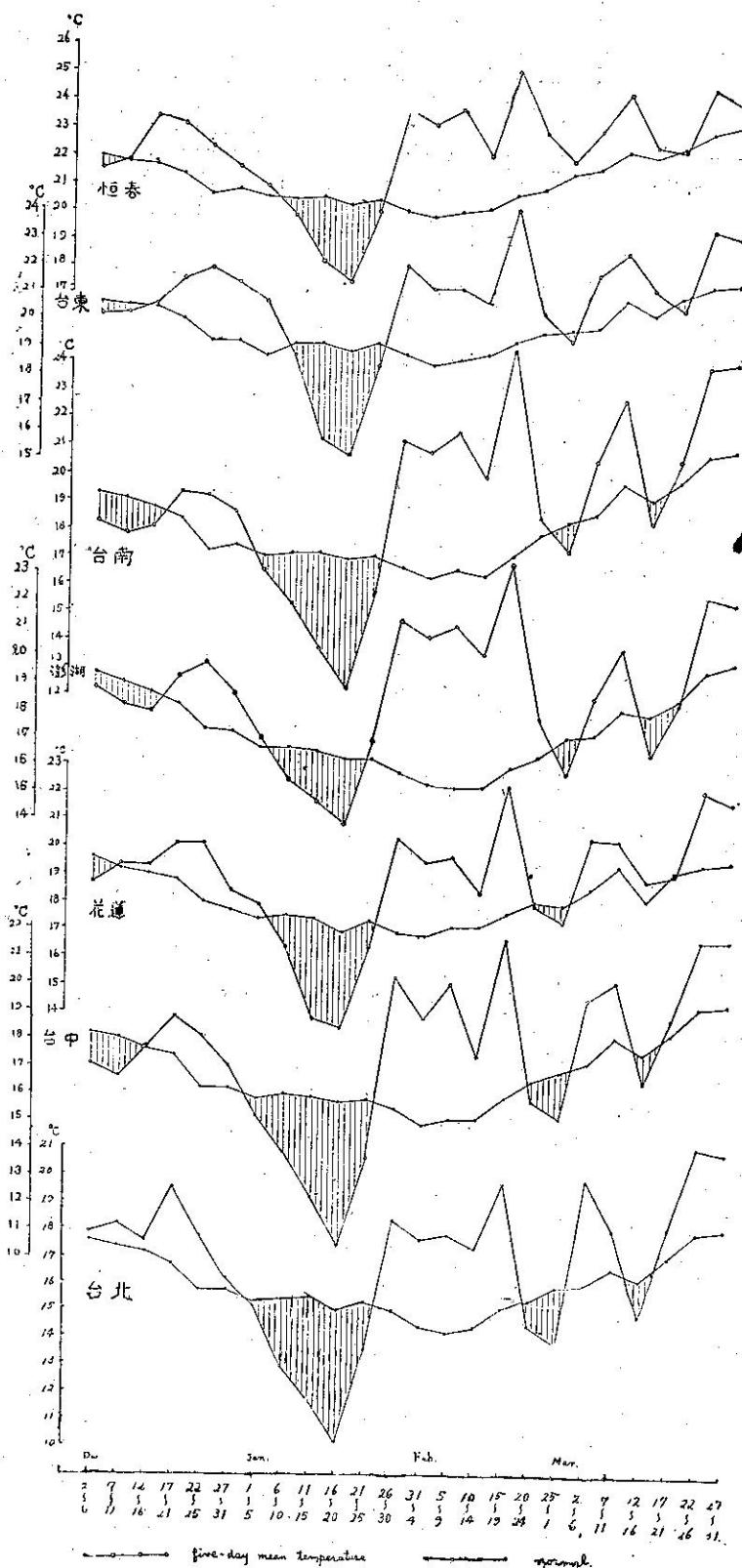


Fig. 1. Five-day mean surface temperature observed at various station of Taiwan during December 1958 through March 1959 compared with its normal; hatched areas denote the colder periods.

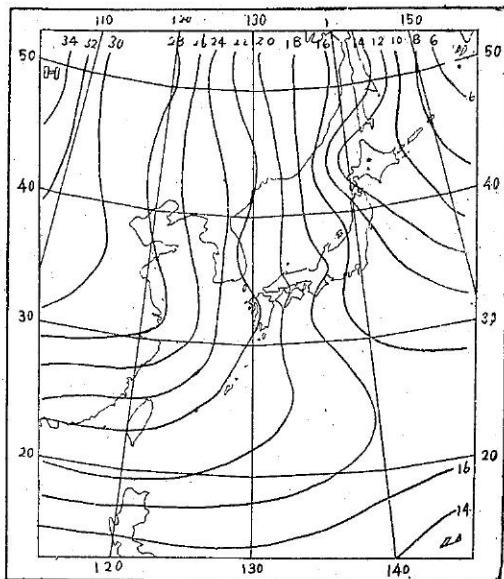


Fig. 2. Monthly mean pressure(1000mb+) January 1959.

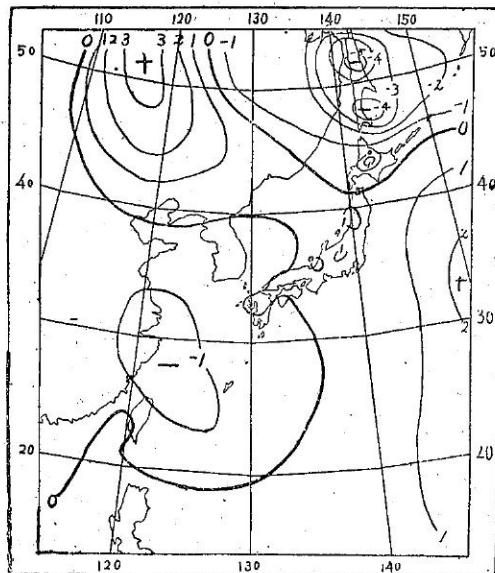


Fig. 4. Departure of average temperature from normal (°C) January 1959.

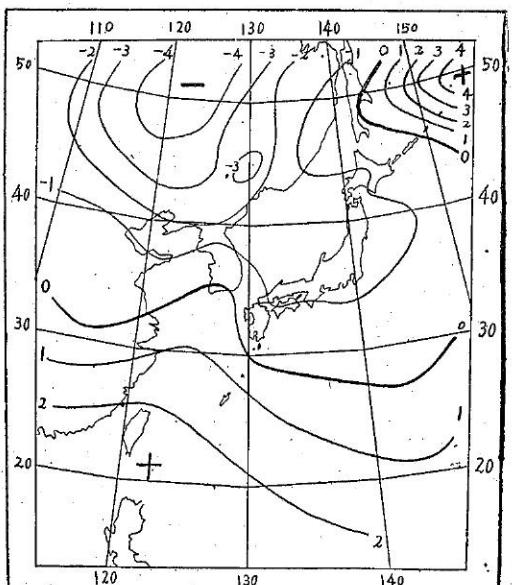


Fig. 3. Departure of monthly mean pressure from normal (mb.) January 1959.

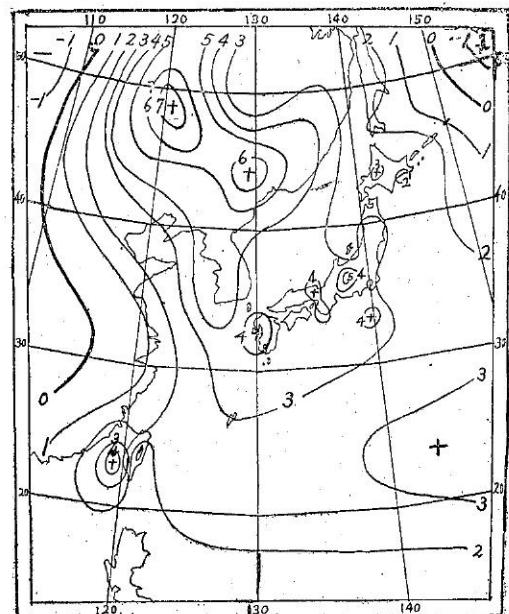


Fig. 5. Departure of average temperature from normal (°C) February 1959.

如果以一個月之時間為單位而言，2月之遠東地區之平均氣溫距平如圖5中所示。即東經110度至150度間之地區，均呈現正距平，尤為中國東北地區最顯著約6至7°C之正距平區，日本及臺灣西部居其次，約4至5°C之正距平區。據統計，日本96處測候所中，2月之平均氣溫打破過去之最高紀錄者，有81

處。而2月之絕對最高氣溫，打破過去之最高紀錄者，有30處⁽¹⁾。在臺灣省氣象所所管轄之24處測候所中，有20處測候所之2月平均氣溫打破過去之最高紀錄，而花蓮平紀錄，僅鹿林山、玉山及彭佳嶼等三地點未達最高紀錄，如表一中所示。此未達最高紀錄之三測候所中，兩處是高山測站，另一是位在臺灣北

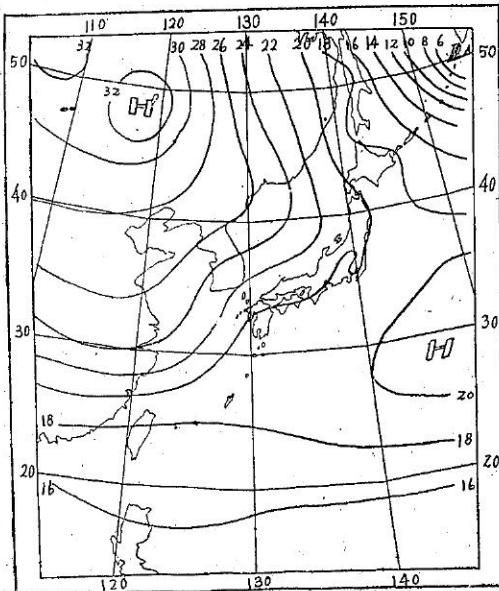


Fig. 6. Monthly mean pressure (1000mb) February 1959.

方洋上之離島測站。

茲列遼東地區之2月平均氣壓分佈圖及其距平圖如圖6,7。即2月之平均氣壓分佈，呈現顯著的北高西低之分佈，而東北三省經日本北部至日本東方洋上為顯著的正距平區域。貝加爾湖附近約高0.6mb，東北地區約高3mb，日本北部高4~6mb，日本東方洋上約高出8mb。而華中、華南、臺灣及東海區域為負距平地區，約低1~2mb。若正距平區域當做高氣壓，負距平區域當做低氣壓看距平圖⁽²⁾，遠東一帶即有顯著的赤道熱帶氣流之侵入。如此距平引起之赤道熱帶氣流，侵入遠東地區而造成紀錄的2月之高氣溫。

又2月之降水量臺灣西部及北部雨量較多，約為累年平均之2至3倍，而東部及南部較少，約為累年平均之5至8成。

三、平均天氣圖之意義

(A) 平均天氣圖

氣象學上，大氣環流之狀態，通常是使用平均天氣圖表現之。即使用5日或一個月等之時間的平均，以消去大氣運動中小波動(Minor Wave)，留下長波(Long wave)以明瞭大氣中之大規模運動狀態。平均天氣圖，在形態上，雖然與普通天氣圖相似，但在意義上，支配兩者間之物理學的法則，是否有不同。茲將狀態方程式，連續方程式及運動方程式，與其平均比較。由理論上檢討平均天氣圖之意義。

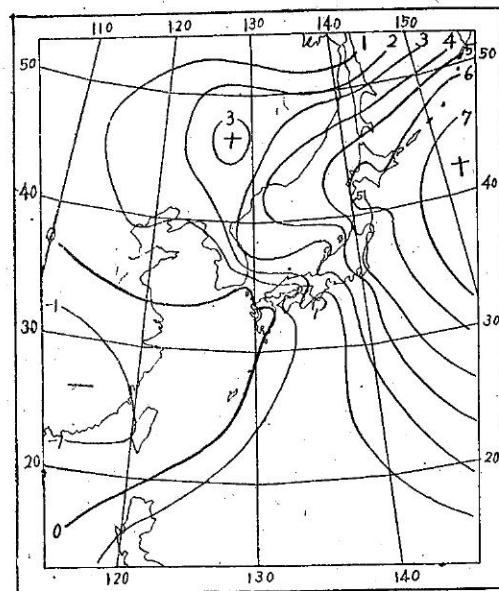


Fig. 7. Departure of Monthly mean pressure (mb) from normal February 1959.

若令 ρ 為空氣之密度， $\nabla(u, v, w)$ 為風速， t 為時間， p 為氣壓， T 為氣溫而 R 為氣體常數，即狀態方程式及連續方程式各為：

$$\left. \begin{aligned} p &= \rho RT \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

若某一物理量 A 之時刻 τ 至 $(\tau+T)$ 之間平均，記述為 \bar{A} ，即

$$\bar{A} = \frac{1}{T} \int_{\tau}^{\tau+T} A dt \quad (2)$$

茲計算狀態方程式及連續方程式，各得

$$\left. \begin{aligned} \bar{p} &= \bar{\rho} R \bar{T} \\ \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{\rho} u}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\rho} v}{\partial y} + \frac{\partial \bar{\rho} w}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

即有平均與無平均之方程式，在形式上完全一致。

若令 f 為科氏參變數 ($= 2\Omega \sin \phi$)； Ω 為地球自轉之角速度； ϕ 為緯度； ∇ 為水平梯度 ($= i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y}$)； K 為向上(Z方向)之單位向量

$; \times$ 及 \cdot 各為向量積及無向量積，即運動方程式為：

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{\partial \nabla}{\partial t} + \rho (\nabla \cdot \nabla) \nabla + f K \times \rho \nabla + \\ \nabla P = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

若求上式之時刻 τ 至 $(\tau+T)$ 之間平均，即

$$\left. \begin{aligned} & \frac{1}{\rho_m} \left(\rho \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \right) + \frac{1}{\rho_m} \{ \rho (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} \} \\ & + \frac{f \| K \times \rho \bar{V} }{\rho_m} + \frac{\nabla p}{\rho_m} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

其中 ρ_m 為密度之平均值。上式之第一項中之 $\frac{\partial \bar{V}}{\partial t}$ 可以計算如下，

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} &= \frac{1}{T} \int_{\tau}^{\tau+T} \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} dt = \frac{1}{T} (\bar{V}(\tau+T) - \bar{V}(\tau)) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

即加速度項之時間平均值，是完全由平均時間之最初及最後之風速而定，與取平均之 T 時間內之風速，完全無關。通常在大氣中之風速 \bar{V} 之變動懸隔，大略在定限度內，因此平均時間 T 愈長，此項愈小。若取平均之最初及最後之風速完全一致時，五日平均與一個月平均之加速度項比較，前者大於後者之六倍。

茲風速 \bar{V} 及密度 ρ ，分解為其平均值 \bar{V}_m 或 ρ_m 及其變化量 $\Delta \bar{V}$ 及 $\Delta \rho$ ，即

$$\left. \begin{aligned} \bar{V} &= \bar{V}_m + \Delta \bar{V} \\ \rho &= \rho_m + \Delta \rho \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

據 \bar{V}_m 之定義 (2)

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{V}_m}{\partial \tau} &= \frac{\partial}{\partial \tau} \left(-\frac{1}{T} \int_{\tau}^{\tau+T} \bar{V} dt \right) = \frac{1}{T} \\ (\bar{V}(\tau+T) - \bar{V}(\tau)) &= \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

因此 (5) 式之第一項為

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho_m} \left(\rho \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \right) &= \frac{\partial \bar{V}_m}{\partial \tau} + \frac{1}{\rho_m} \\ (\Delta \rho \frac{\partial \bar{V}}{\partial t}) & \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

1952 年 James⁽³⁾ 使用 1948 年 5 月於北部愛爾蘭 (Northern Ireland) Aldergrove ($54^{\circ}39'N$, $06^{\circ}13'W$) 之一個月平均資料，計算 800mb 面上之 (9) 式右邊各項，得到第一項為 0.5 kt/day ，第二項為 0.02 kt/day 。第二項僅為第一項之 4%，可略而不計。

又 (5) 式之第三項，同樣的可以寫成

$$\left. \begin{aligned} \frac{f}{\rho_m} \| K \times \rho \bar{V} &= f \| K \times \bar{V}_m + \frac{f}{\rho_m} \| K \\ \times \Delta \rho \bar{V} & \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

上述右邊各項，據 James⁽³⁾ 使用上述 Aldergrove 之資料計算之結果，800mb 高度之平均風為 246 度， 30 kt 時，第一項為 28.5 kt/day ，第二項為 0.073 kt/day 。第二項不到第一項之 1%，故可略而不計，大略為：

$$\frac{f}{\rho_m} \| K \times \rho \bar{V} = f \| K \times \bar{V}_m \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

又 (5) 式中之第一項與第三項比較時，前者僅為後者之 2%，故第一項可省略。

據上述 (5) 式中之第一項及第三項之檢討，可見空氣密度 (ρ) 變動 ($\Delta \rho$) 之影響很小，可省略，即可以假定空氣密度為一定不變。

故 (5) 式第二項大略可以寫成，

$$\frac{1}{\rho_m} \rho (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} = (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

James⁽³⁾ 使用 1948 年 5 月間，在 Aldergrove，英格蘭 (England) 之 Downham Market ($10.3^{\circ}E$, $52.6^{\circ}N$) 及設得蘭 (Zetland) 之 Lerwick ($60^{\circ} 08'N$, $01^{\circ} 11'W$) 等三地點之實測風，計算之結果

$$\left. \begin{aligned} \{ (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} \} \text{ 之西方成分} &= 7.1 \text{ kt/day} \\ \{ (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} \} \text{ 之北方成分} &= 1.1 \text{ kt/day} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

並且 $(\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V}_m = 0.5 \text{ kt/day}$

$$\left. = \frac{1}{20} \{ (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} \} \right\} \quad (14)$$

故由平均風及無平均之實測風，計算之 (12) 式完全不同。

茲綜合上述各項檢討，在平均天氣圖上，支配其演變之運動方程式為

$$(\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} + f \| K \times \bar{V}_m + \frac{\nabla p_m}{\rho_m} = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (15)$$

故 \bar{V}_m 之 x, y 方向之成分 u_m 及 v_m 各為

$$\left. \begin{aligned} u_m &= - \frac{1}{f \rho_m} \frac{\partial p_m}{\partial y} - \frac{1}{f} \left(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) \\ v_m &= \frac{1}{f \rho_m} \frac{\partial p_m}{\partial x} + \frac{1}{f} \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

在北緯 55° 度之科氏參變數 f ，約為 $1.2 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ 或 10.3 day^{-1} 。故 (16) 式右邊第二項約為 1 kt 。若平均風速 \bar{V}_m 為 10 kt 時，以 10% 之誤差，在平均天氣圖上，地衡風方程式可以適用。即平均風速愈大，在平均天氣圖上，地衡風方程式之適應性愈良好，但是平均風速愈小，地衡風方程式之適應性愈惡劣。

以上所檢討的，是使用風速觀測值之一個月平均資料。以後將擴張此理論，展開與平均時間之長短無關的，較有普遍性之理論。通常風速向量，在統計學上，呈現其平均風速向量為中心的圓分佈 (Circular distribution)^(4, 15, 16)，若令 $\bar{V}_m (u_m, v_m)$ 為水平風速， $\Delta \bar{V} (\Delta u, \Delta v)$ 為其偏差 (deviation)，即風速向量 \bar{V} 為：

$$\bar{V} = \bar{V}_m + \Delta \bar{V} \quad \dots \dots \dots \quad (17)$$

$\frac{A+B}{2}$ 。第二步驟；求 $\frac{C+D}{2}$ 。第三步驟；兩者相加，以 2 除之可以得到

$$\frac{1}{2} \left(\frac{A+B}{2} + \frac{C+D}{2} \right) = \frac{A+B+C+D}{4}.$$

第四步驟；求 $\frac{A+B+C+D}{4} - E$ ，以後乘 $4/5$ 。第五步驟；再加上 E 。即可以得五日平均圖。

在本研究中，使用日本氣象廳發行之「北半球 500mb 等壓面高度半旬平年值」⁽¹⁰⁾之表，當做五日平均之標準值，繪製標準圖而利用圖減法，由五日平均圖減去標準圖，求得五日平均高度距平圖。

若令 $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6$ ，代表第一半旬至第六半旬之不相重複的五日平均圖，即月平均 M_{30} 為

$$M_{30} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6}{6} \quad \dots (45)$$

上式可寫成

$$M_{30} = \frac{2}{3} \left\{ \left(\frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4}{4} \right) - \left(\frac{M_5 + M_6}{2} \right) + \left(\frac{M_5 + M_6}{2} \right) \right\} \quad \dots (46)$$

根據此式即可應用差異分析法，由圖加法求 $\frac{M_1 + M_2}{2}$ 和 $\frac{M_3 + M_4}{2}$ ，所得結果再予以平均即得 $\frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4}{4}$ 。另外求 $\frac{M_5 + M_6}{2}$ ，從 $\frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4}{4}$ 減去此平均，乘以 $\frac{2}{3}$ ，再加上 $\frac{M_5 + M_6}{2}$ ，即得月平均天氣圖。

月平均圖之標準值，是使用美國氣象局發行之「北半球標準天氣圖」⁽¹¹⁾。利用圖減法，從月平均圖減去標準圖，求得月平均距平圖。

四、民國48年1月之北半球環流特性

於圖 8 中所示者，為 1 月之月平均 500mb 面北半球天氣圖。圖中實線為等高度線，點線為等距平線，均每隔 60g.p.m. 描一條。

1 月之中緯度環流，是由四個波動而組成。其四個波槽位在日本、太平洋東部、美國東岸及歐洲中部四個波脊位在太平洋中部、美國西岸、太西洋北部及亞洲大陸（如圖 11 所示）。在高緯度，西半球之槽線比東半球之槽線較微弱，故位在北美之槽線，不能如位在歐洲及亞洲之槽線，侵入北方。又極地低氣壓（Arctic Low）偏向新地島（Norvaya Zemlya），阻塞高氣壓（Blocking High）位在白令海峽（Bering

Channel），顯著的波脊位在格陵蘭（Greenland）。因此西半球高緯度地區之對流圈中層（Midtroposphere）之環流狀態，比較累年平均之標準圖⁽⁹⁾ 帶有高氣壓性（Anticyclonic）之流動特性。而顯著的正距平分佈在白令海（Bering Sea）至丹麥海峽（Denmark Strait）一帶區域，其數值比標準值高出約 100 至 320g.p.m.。在北美洲高緯度區域之此種阻塞現象（Blocking），是由 1958 年 6 月起，一直存在的特殊現象⁽⁵⁾。

非常發展之低氣壓位在阿拉斯加灣（Gulf of Alaska），而槽線起自其中心向西南方伸展，達威克島東方洋上。故北太平洋東南部區域變成顯著的負距平區域。此槽線及位在本土之槽線間之波長短小，並且在國際日線（The International Date Line）附近構成顯著的散流（Difluence）狀態。此種環流狀態將抑壓 500mb 面上之最大西風軸之南下。

此槽線東方，沿北美洲西岸之波脊，及波幅較小的加拿大及美國東岸之槽線分佈構成的環流，呈現美國西部較溫暖，東部較寒冷的氣溫分佈狀態。

格陵蘭之顯著波脊與歐洲之波槽，有密切的關係。侵入歐洲中部之西風帶與從北極地區吹進之西北氣流融合，構成強烈的合流（Confluence）狀態，而輸送寒冷氣流侵入歐洲北部區域，形成英國及斯干的那維亞（Scandinavia）地區之低氣溫。⁽¹²⁾

在遠東區域，因為鄂霍次克海（Okhotsk Sea）之低氣壓異常發展，助長亞洲東岸槽線之發展及東移，故伸張位在歐亞洲大陸（Eurasian continent）地區西風帶之波長，並且在中國東北至日本一帶地區構成顯著的負距平區域。但是遠東地區之副熱帶高氣壓（Subtropical High）稍有發展，北緯 25 度以南區域尚保持正距平。如此，中緯度區域為負距平，低緯度區域為正距平的分佈，有抑壓最大西風軸南下之作用。茲計算東經 80 度至 160 度範圍之北緯 35 度至 55 度間之中緯度緯流指標（Temperate-latitude zonal index），及北緯 20 度至 35 度間之副熱帶緯流指標（Subtropical zonal index）。即各得 15.3m/sec 及 25.3m/sec。如果根據標準圖⁽⁹⁾ 計算此兩種緯流指數標準值，可得 15.0m/sec 及 24.0m/sec。前者比標準值僅高出 0.3m/sec，後者高出 1.3m/sec，此為該地區之最大西風軸南移之證據。又位在亞洲大陸之波脊非常發展，在中部亞細亞構成顯著的正距平區域。此正距平助長該地區之最大西風軸之北移，如在西伯利亞中部，最大西風軸竟達北緯 60 度附近地區。如

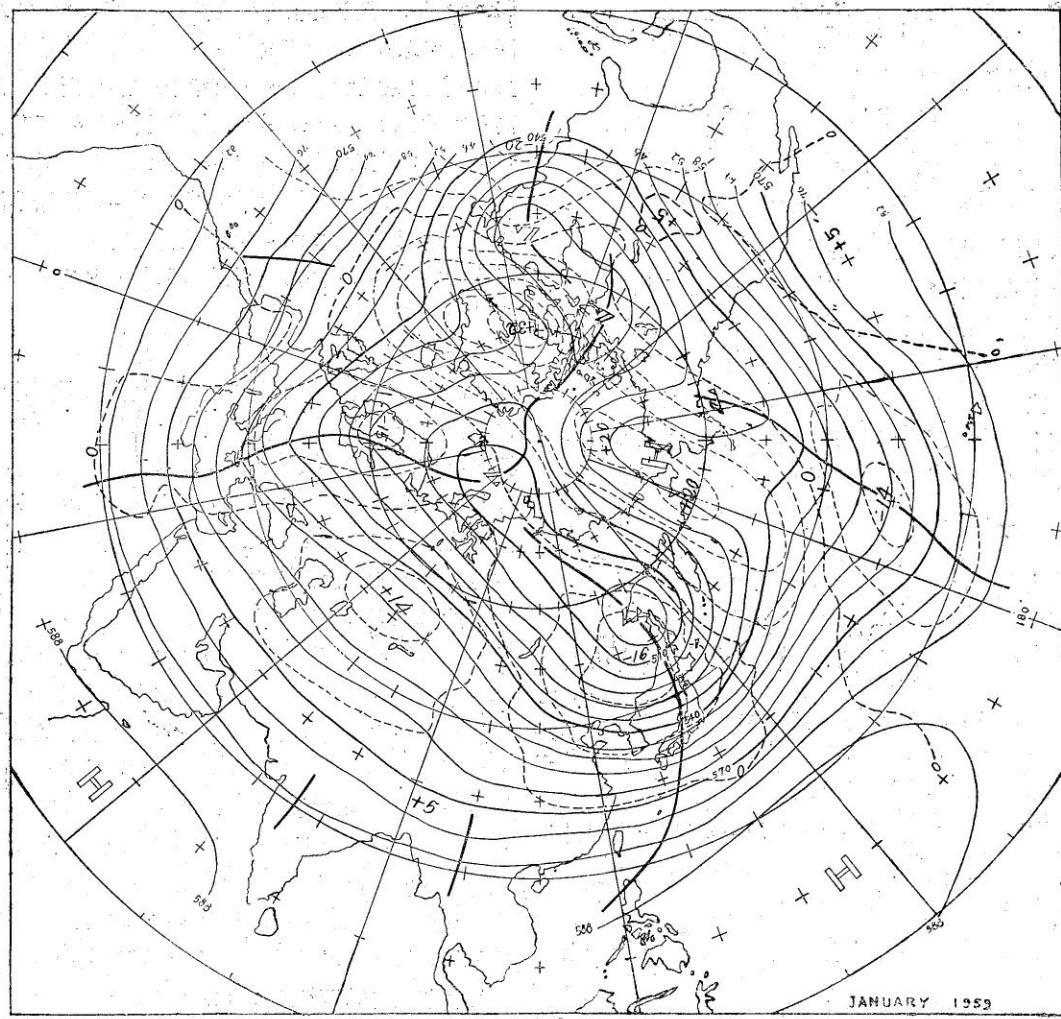


Fig. 8. Mean 500mb contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 1959. Widespread positive height departures over the polar region reflected intense blocking there. Principal features influencing weather in the Far East were stronger than normal ridge over the western Siberia and well-developed cut-off low in the Okhotsk Sea.

果位在中國東北地區之負距平當做低氣壓，而位在中部亞細亞之正距平當做高氣壓看之⁽²⁾，西伯利亞中部及中國一帶，有強烈西北距平風（Northwesterly anomalous flow）將位在西伯利亞中部之寒冷空氣，輸送至中國沿海地區，而造成該地區1月間之寒冷氣候，如圖4中所示。

總之，由四個波動而組成之對流圈中層之1月北半球環流，其波槽與波脊之波幅均甚大，呈現顯著的「低指標」(Low index) 環流狀態。據圖8計算北半球全域之1月間平均中緯度緯流指標，即得 12.7m/sec ，若與標準值 15.7m/sec 比較，低

3.0m/sec。據 Rossby⁽⁷⁾, Willet⁽⁸⁾ 及 Suda⁽¹¹⁾ 等研究, 低指標時, 對流圈中層之最大西風軸連接構成之周極流 (Circumpolar flow), 比較擴展, 並且呈視蛇行狀, 即西風帶蜿蜒的環流北半球, 容易助長波槽或波脊之發展而誘致氣團之南北交換 (Meridional exchange of air masses), 使寒流南侵或暖氣流北侵。

五、遠東地區寒潮爆發之結構

在圖 9 中所示者，為 1 月中之五日平均 500mb 面北半球天氣圖。圖中實線為等高線，點線為等距平

線，均每隔 60 g. p. m. 描一條。

民國48年1月上、中旬均有寒潮爆發，誘致臺灣地區之低氣溫。茲為顯示遠東地區寒潮爆發之結構，詳細的考察一月中，前四半旬之五日平均北半球天氣圖第9圖(A), (B), (C), (D)，可以看見該四張圖中之共通特性如下：

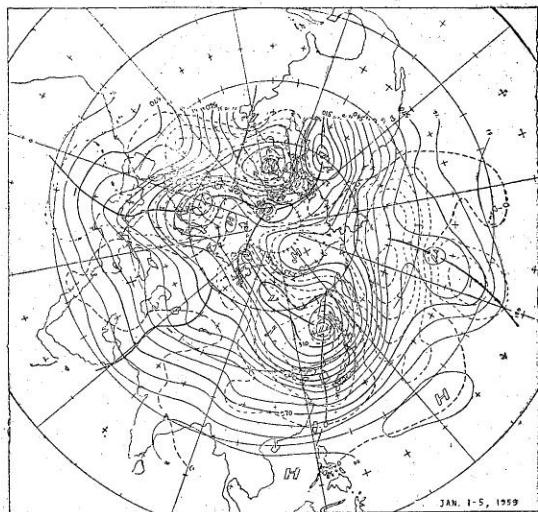


Fig. 9. (A) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 1-5, 1959.

(1) 非常發展之切斷低氣壓 (Cut off low)，位在鄂霍次克海附近，並且槽線在遠東地區 (Far Eastern trough)，比較其標準位置稍有東移。

(2) 遠東地區之噴射氣流南下，並且加強。

(3) 北極地區，變成顯著的正距平地區。遠東之

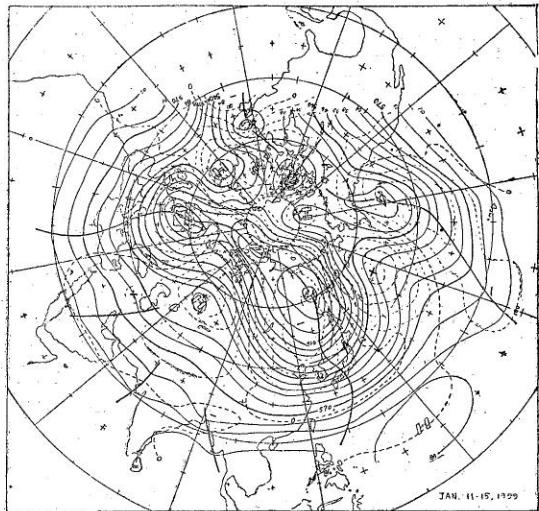


Fig. 9. (C) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 11-15, 1959.

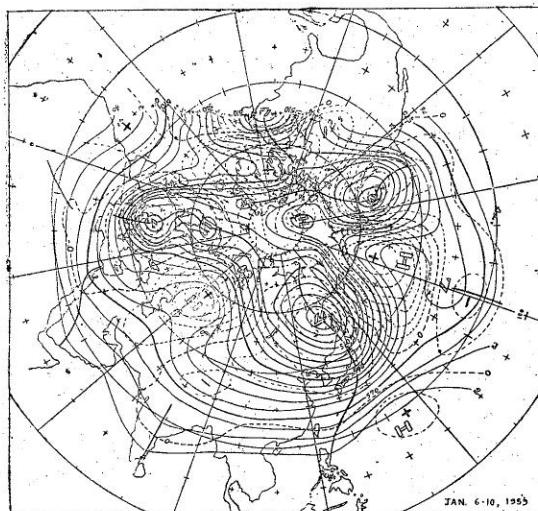


Fig. 9. (B) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 6-10, 1959.

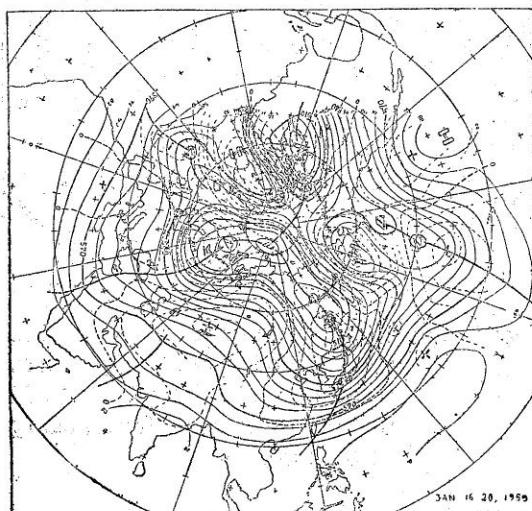


Fig. 9. (D) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 16-20, 1959.

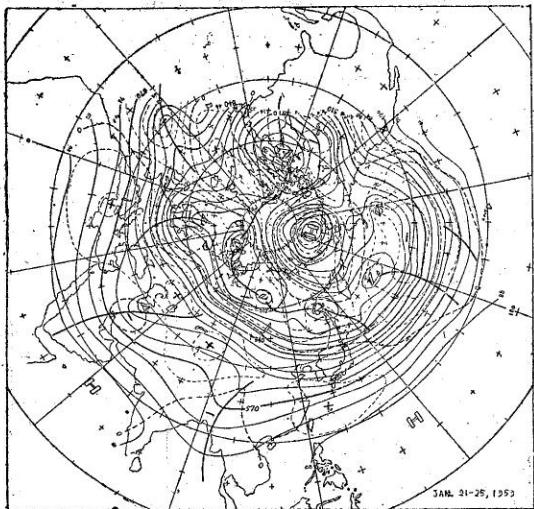


Fig. 9. (E) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 21-25, 1959.

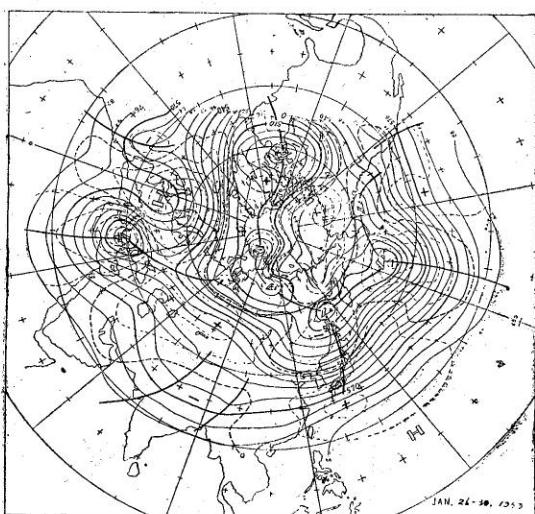


Fig. 9. (F) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for January 26-30, 1959.

副熱帶地區也是正距平區域。

(4) 波脊位在西伯利亞西部、大西洋及太平洋中部，波槽位在歐洲、日本及美洲。

茲綜合過去之研究^(11, 17, 18)，說明此種異常環流狀態之演變，誘致之遠東地區寒潮爆發之結構。若波

脊位在西伯利亞西部時，此波脊之西北部，即有西南氣流，將發生在副熱帶之暖氣流，輸送至西伯利亞北部或北極附近，誘致該地區之對流圈全層之氣溫上昇。通常此種熱力平流（Thermal advection），同時將低緯度地區之高氣壓性渦度（Anticyclonic vorticity）輸送至高緯度地區以外，尚有西南氣流之幅合而生成之下沉（Subsidence）現象⁽¹⁹⁾，助長該地區之力學的高氣壓發生（Dynamic anticyclogenesis）之氣運，而在西伯利亞北部或北極地區產成高度距平之正距平區域。

此種熱力平流及高氣壓發生之氣運，將急激的改變西伯利亞之高空氣壓分佈狀態。從標準圖⁽⁹⁾可以看見，在 500mb 面上之北半球環流中，有一個顯著發展之低氣壓；時常位置在西伯利亞東北部。此低氣壓中心同時也是寒氣流之中心，即整個低氣壓是一個寒冷大陸性氣團，位在西伯利亞西部之顯著波脊，將輸送暖氣流至此低氣壓地區，包圍此寒冷氣團，而構成獨立的切斷低氣壓（Cut off low）。此切斷低氣壓之西北方及西方有顯著的波脊，因此切斷低氣壓西方之氣壓梯度增加而對流圈下半層之向南方之大規模寒氣流平流即開始活動。此時切斷低氣壓變成操縱中心（Steering center）作用於對流圈下半層之寒冷氣流而誘導其氣流之南下。通常向低緯度之平流，同時也有輸送低氣壓性渦度之性質，因此切斷低氣壓受其影響而南移抵達鄂霍次克海附近。又南下之寒冷氣流，在低緯度地區，遭遇到副熱帶高氣壓中之溫暖氣流，加強兩者間之極鋒強度，同時在高空助長最大西風軸之南移及增強。

通常冷氣之平流，可以助長力管（Solenoid）之增加，而由海面蒸發之水汽，可以增加海上空氣之潛能（Latent energy）。因此，發生在極鋒上之低氣壓，受切斷低氣壓之操縱，向東北推進，抵達日本東方洋上時，因為力管及潛能之增加而急激發展，呈現閉塞現象後，合併於切斷低氣壓。此時供應一切的能量，給切斷低氣壓，而維持該低氣壓之長期生存。

如此，若切斷低氣壓，形成在鄂霍次克海域時，西伯利亞中部至中國一帶，即有冷氣之平流。此種冷氣平流，將助長該地區對流圈下層大氣之急驟下沉（Subsidence），及相對渦度（Relative vorticity）之減少，而在切斷低氣壓及西伯利亞西部波脊中間的對流圈下層，產生強烈的高氣壓。此高氣壓雖然是如上述之高空環流所產生之力學的原因生成，其下層却受冰雪所覆蓋的陸地之冷卻，增加其強度，並且保

持寒冷之物理特性。

總之，所謂西伯利亞寒冷氣團是如上述之力學的及熱力學的雙重原因重複而生成的。若此種高氣壓發生在貝加爾湖附近，而發生在極鋒上之低氣壓，於日本或其東方洋面發展，即遠東地區之上氣壓分佈，變成顯著的西高東低之形態，誘導寒潮爆發，引起遠東之寒冷氣候。

六、2月之北半球環流狀態

於圖10中所示者，為2月之月平均500mb面北半

球天氣圖。圖中實線為等高度線，點線為等距平線，均每隔60 g. p. m. 描一條。

2月之中緯度及高緯度環流，是由三個波動而組成。其三個波槽位在堪察加(Kamchatka)半島至日本東方洋上區域，北美洲東岸及中部亞細亞等地區。其中，位在中部亞細西亞之槽線較發展，在該地區生成顯著的負距平區域，並且伸展至低緯度地區。其餘之二波槽均微弱，唯在中及高緯度地區，而不伸展至北緯35度以南之低緯度地區。三個波脊是位置在北美洲西岸、歐洲及亞洲大陸。其中歐洲之波脊非常發

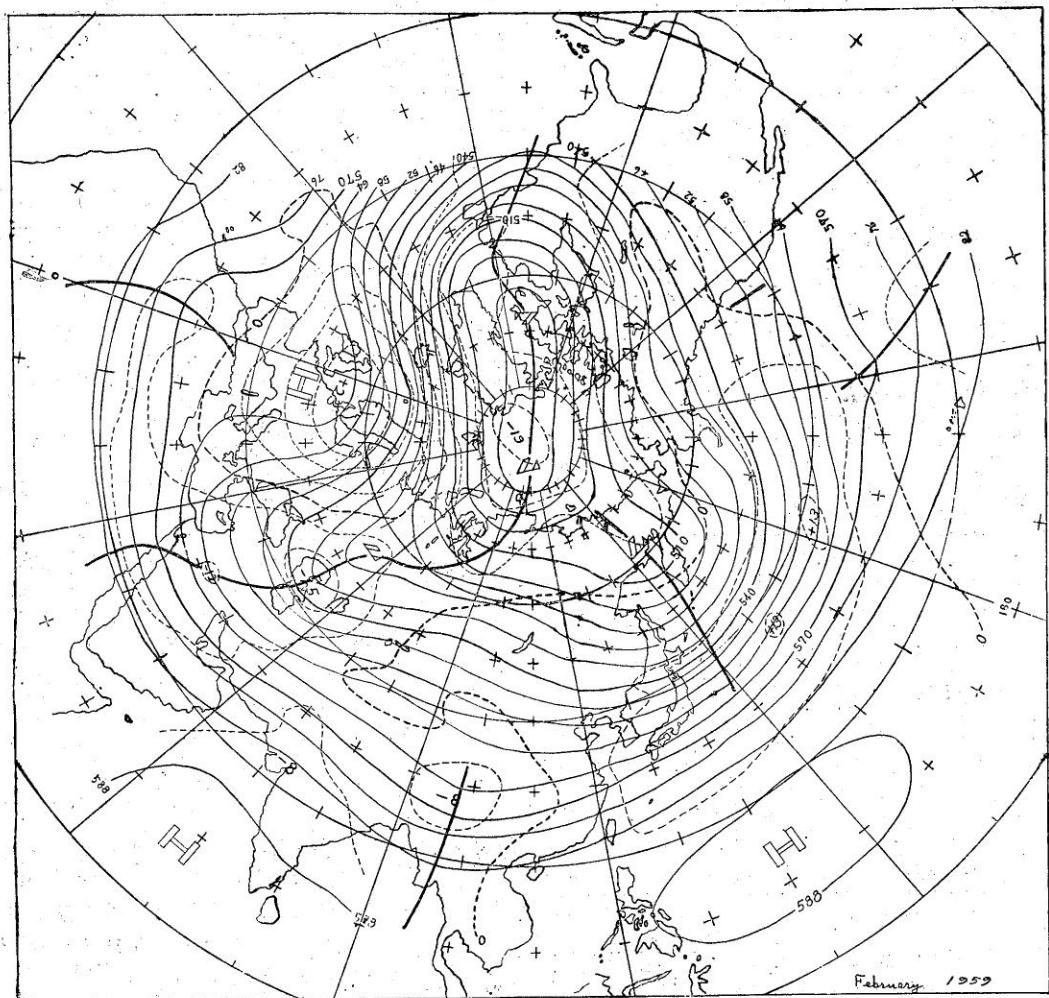


Fig. 10. Mean 500mb. hight contours (Solid) and departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for February 1959. Large negative anomalies in polar regions were accompanied by an almost circum polar ring of positive nomalies at middle latitudes in the Northern Hemisphere, resulting in contracted circumpolar westerlies.

展，在該地區構成阻塞高氣壓。北半球之低緯度環流，是由六個波動而組成⁽⁶⁾。上述之位在中部亞細亞之波槽以外，尚有位在緬甸、夏威夷東方洋上、美國西岸、北大西洋中部及非洲西北部等波脊。

2月之西風帶中大型波動(Large-scale waves)，略與其標準位置⁽⁹⁾一致。但是位在亞洲東岸之槽線(Asiatic coastal trough)，比其標準狀態很微弱，而位在堪察加之低壓比其標準狀態相當發展。因此太平洋北部地區之距平梯度急驟，引起該地區西風之顯著增強。此強烈西風帶誘致即可通常位在加拿大沿海各省波槽之東移，並且助長位在巴芬島(Baffin Island)低氣壓之異常發展。歐洲西部之阻塞高氣壓，在北歐構成距平+230 g. p. m. 之顯著正距平區域。此正距平及北極氣渦(Polar vortex)之-190 g. p. m. 之負距平間，竟有 420 g. p. m. 之距平梯度。因此格陵蘭東岸至英國間區域，有產生卓越西南距平風，(Southwesterly anomalous flow)，誘致大西洋地區之最大西風軸之北移及風速之增強。又此阻塞高氣壓東方之西北氣流，將高緯度之低氣壓性渦度輸送至中部亞細亞，與該地區之分流(Defluence)環流結構所生成之幅散(Divergence)作用合併，助長中部亞細亞波槽之發展。2月中，位在亞洲大陸之波脊不太發展，反而於中國西南部至緬甸發生低緯度之波槽，因此在中國西南部構成顯著的負距平區域。這個低緯度波槽之東方地區，有顯著的西南氣流及西南氣流之合流(Confluence)現象。這種西南氣流，將輸送熱帶地區之高溫空氣，到中國及日本一帶地區，誘致該地區對流圈全層空氣之上昇。通常此種熱力平流，同時將低緯度地區之高氣壓性渦度，輸送至中緯度地區。該地區尚有西南氣流之幅合而生成之下沉現象。此兩種力學的效果(Effect)有助長該地區之力學的高氣壓發生(Dynamic anticyclogenesis)之氣運，因此日本及其東方洋上一帶，變成顯著的正高度距平區域。此正距平及緬甸的負距平間，有急峻的距平梯度，因此中國沿海地區至日本一帶地區有顯著的南距平風(Southerly anomalous flow)，誘致熱帶氣流之侵入，生成該地區2月之異常高氣溫。

總之，2月中北極低氣壓異常發展，在北極地區形成顯著的負距平。同時位在副熱帶中之幾個高氣壓也相當發展並且有北移，在中緯度地區形成幾個正距平區域，包圍北極地區之負距平。因此，在北極四周之高緯度地帶，生成顯著的距平梯度，引起周極最大西風帶之縮小，呈現2月之高指標(High Index)環

流狀態。茲據圖 10 計算北半球全域之2月間平均中緯度緯流指標，即得 17.3m/sec，若與2月之標準值 14.4m/sec 比較，低 2.9m/sec。若縮小緯流指標計算之範圍，僅計算東經 80 度至 160 度間之遠東地區，即中緯度及副熱帶之各緯流指標各為 16.6m/sec 及 21.9m/sec，若與其標準值 14.4m/sec 及 24.0m/sec 比較，前者高出 2.2m/sec，後者低 2.1m/sec。此為該地區最大西風軸北移之證據。據 Rossby⁽¹⁾，Willet⁽⁸⁾等研究，高指標時，對流圈中層之最大西風軸連接構成之周極流，北移抵達高緯度地區，縮小其周流範圍，並且波槽與波脊之波幅均甚小，極地寒流均集於高緯度，反而暖流充滿在低緯度地區。

1月至2月之間，北半球全域之對流圈中層之環流狀態，有急驟之變化。茲將圖 8 與圖 10 比較，可以看見，1月中分佈在白令海至丹麥海峽間之顯著正距平帶，在2月完全消失，整個北極海及格陵蘭一帶地區變成顯著之負距平區域。格陵蘭南部之距平變化，竟達 360 g. p. m. 又1月中，位在中部亞細亞之

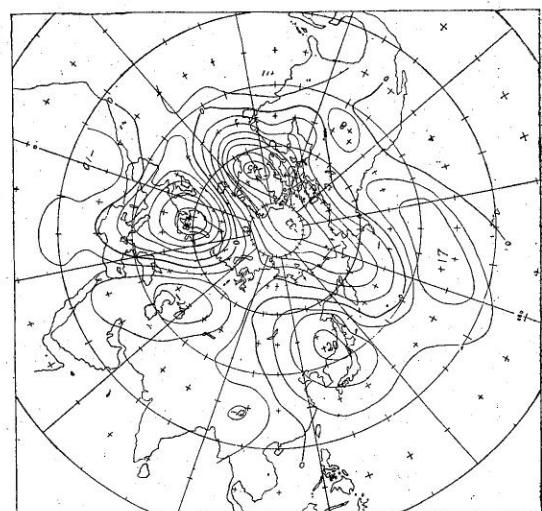


Fig. 11. Difference between monthly mean 500-mb. height anomaly for January and February 1959 (February minus January) in tens of g. p. m. Isoline interval is 60 g. p. m. Large falls were over the Greenland, the Arctic Ocean, the Central Asia and the southwestern China. Large rises were over the Scandinavia, the eastern Pacific and the Japan Sea. Changes over the Far East accompanied a reversal of the temperature anomaly from January to February.

顯著波脊，至2月就完全消失，該地區反而變成顯著波槽。又1月中，位在中國東北地區至日本一帶之正距平，以及位在北太平洋中部，北美洲東岸及北歐斯干的那維亞半島（Scandinavia）等地區之正距平，至2月就完全消失，反而變成顯著之負距平區域。茲為明此種變化，由圖8及圖10計算1月，2月間之距平變化，繪得如圖11。即日本海附近有顯著距平增加區域，而中國西南部有距平減少區域，因此，該兩地區間之遠東各地，將受東南距平風（South-westerly anomalous flow）之影響，呈現熱帶氣流之侵入現象而生成二月間該地區之異常高氣溫。

七、遠東地區熱浪(Heat Wave)生成之結構

在圖12中所示者，為2月中之5日平均500mb面北半球天氣圖。茲根據圖9及圖12計算東經80度至160度之中緯度緯流指標及副熱帶緯流指標，可繪得如圖13中所示。即民國48年第一至第四半旬是「低指標」，至第5半旬指標突然上昇，以後維持「高指標」。若此圖與第一圖比較，可以看見「低指標」時臺灣各地之氣溫比較低，而「高指標」時臺灣各地之氣溫比較高。「緯流指標」及臺灣各地氣溫之急激變化都在1月第5半旬。茲檢討當時之環流演變，以探討熱波(Heat wave)生成之結構。

若1月第4半旬及第5半旬之5日平均500mb面

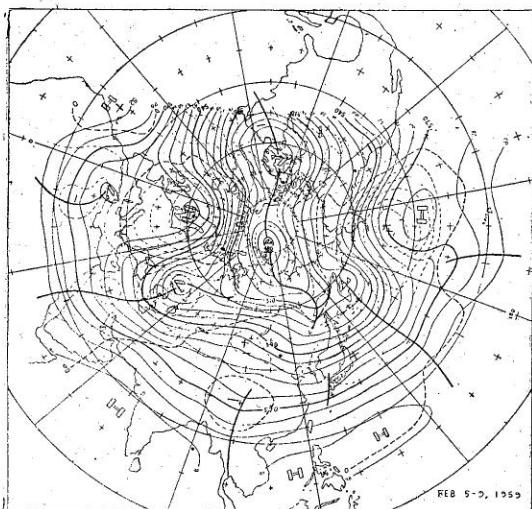


Fig. 12. (A) 5 day mean 500 mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for February 5-9, 1959.

北半球天氣圖，圖9 (D) 及 (E)，詳細比較，可以看出，第四半旬時，位在白令海之阻塞高氣壓，至第5半旬異常發展，並且由副熱帶高氣壓，完全切斷，變成切斷高氣壓 (Cut off anticyclone)，而北移進入北極海。因此第4半旬時，位在鄂霍次克海之切斷低氣壓，急激衰弱並且分裂為兩個而東進，抵達白令

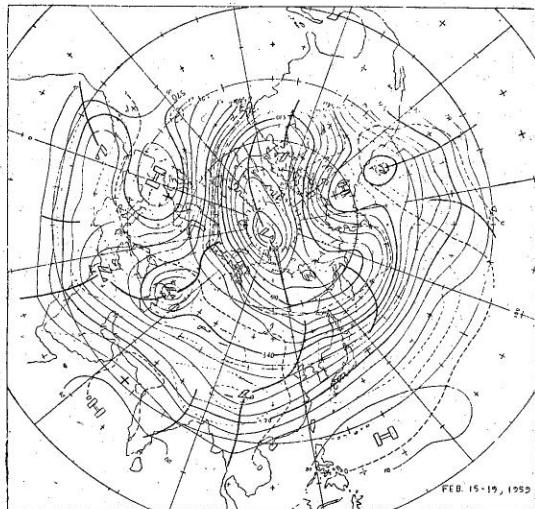


Fig. 12 (B) 5-day mean 500mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for February 15-19, 1959

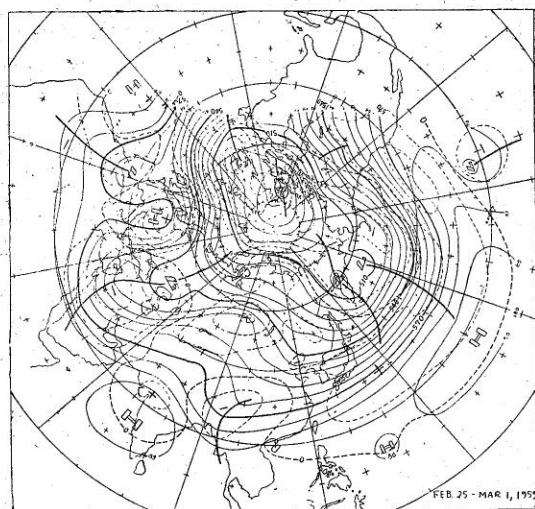


Fig. 12. (C) 5-day mean 500 mb. contours (solid) and height departures from normal (dotted) (both in tens of g. p. m.) for February 25-March 1, 1959.

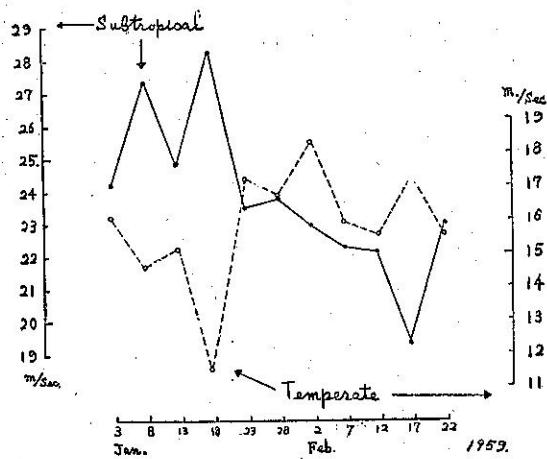


Fig. 13. Time variation of 5-day mean temperate-latitude zonal index (average strength of zonal westerlies in meters per second between 35°N . and 55°N .) and Subtropical zonal index (between 20°N . and 55°N .) at 500mb surface over the Northern Hemisphere from 80°E eastward to 160°E . longitude. Solid line connects 5-day mean subtropical zonal index values (plotted at middle of 5-day periods) for January and February, 1959. Dashed line shows time variation of temperate-latitude zonal index values.

海附近海上，與阿拉斯加灣之低氣壓連接，在切斷高壓南面，構成一個向東西之低氣壓帶。同時位置在日本附近之遠東波槽完全消失。故位在黑海及太平洋中部兩波槽間之中，低緯度地區環流，變成一個長波，其波長竟達經度 150 度之長度。從動力氣象學上之觀點看之，此種異常冗長之波動是非常的不穩定。因此在緬甸附近生成一個低緯度波槽，使得長波分裂為二而變成穩定。此低緯度波槽生成之結構，與常在美國中部低緯度地區生成之波槽發生結構，^{(17), (5)} 完全相同。

緬甸附近之波槽發生後，在這個低緯度波槽之東方地區發生顯著的西南氣流及其合流現象。西南氣流即將低緯度地區之高氣壓性渦度輸送至中緯度地區，而合流之幅合即產生下沉現象，助長該地區之力學的高氣壓發生之氣運，故在中國沿海地區至日本南方海上，生成一個顯著正距平區域。此正距平及緬甸波槽的負距平間，即發生急峻的距平梯度。因此中國沿海地區至日本一帶即發生顯著的南距平風 (Southly

anomalous flow)，誘致熱帶氣流之侵入，助長氣溫之上昇。

八、結論

茲將本文研究之結果，綜述如下：

- (1) 遠東地區之 1 月之月平均氣壓及氣溫之距平分佈物態相似。即月平均氣溫之正（負）距平區域，大略與月平均氣壓之負（正）距平區域一致。
- (2) 1 月份之異常低氣溫，係發生在「低指標」環流中。
- (3) 西伯利亞西部之波脊及位置在鄂霍次克海附近之異常發展的切斷低氣壓，通常充當主要角色，誘致遠東寒潮爆發，而引起遠東地區之異常低氣溫。
- (4) 2 月份之破紀錄的異常高氣溫，係發生在「高指標」環流中。
- (5) 發生在北極海之切斷高氣壓，所引起之異常環流，誘致緬甸附近之低緯度波槽之生成，及日本至太平洋中部之顯著高度正距平。而助長熱浪侵襲遠東地區，引起 2 月份破紀錄的異常高氣溫。
- (6) 緯流指標之急峻變動，係在 1 月第 5 半旬。環流狀態由「低指標」狀態，急激變成「高指標」狀態。隨之，氣溫也在此時急峻上昇。

總之，一小地區之氣候演變，不單是該地區之局部的氣象變動而生成，是全球性的環流演變所引起之現象。

參考文獻

- (1) Japan Meteorological Agency, 1959 : Geophysical Review, No. 713, 101pp. No. 714 95pp.
- (2) Naujas, J. 1953 : Thirty-day forecasting : a review of a ten-year experiment. Meteorological Monographs., Vol 2, No. 6, 83pp.
- (3) James, R.W., 1952 : Physical significance of mean flow charts. Met. Mag., 81, pp.42-48.
- (4) Crossley, A. F., 1952 : Significance of mean contour charts. Met. Mag., 81 pp. 229-231.
- (5) Stark, L.P. 1959 : The Weather and Circulation of January 1959-a month of exceptional persistence from the preceding December, Monthly Weather Review, Vol. 87, No. 1, pp. 33-39.
- (6) J. F. O'Connor 1959 : The Weather and

(下轉39頁)