

# 西藏山區與臺灣山脈對平均緯流 地形作用的參數化

*A Parameterization of the Topographic Forcing to the Himalaya Mountain and the Taiwan Mountain on the Zonal Mean Current*

劉 明 禮\*

*Ming-Lee Liu*

## ABSTRACT

To consider the vertical distribution of the topographic forcing of the mountain on the zonal mean current, a parameterization of the forcing field of the wave deformation equation had become the following equation:  $\zeta_n = -\frac{V_k}{U_0} \left(\frac{h_k}{D}\right) \frac{\sin(KX_k)}{K}$ , where  $V_k$  might be defined as the natural frequency or the natural velocity of the topographic forcing field. An estimation had shown that it was about 10 m/sec or 9.7 longitude/day.

According to the scale analysis to compute the topographic forcing effect of the Taiwan mountain, and the analysis of the two surface lows in the downslope area of the Taiwan mountain from the weather chart Mar. 6 to Mar. 10, 1984 had come to the following conclusion:

- (i) when a wave disturbance of the scale smaller than  $7^\circ$  longitude was interacting with the Taiwan mountain, it would be available for this disturbance to be significantly intensified in the downslope area of the mountain.
- (ii) the mountain effect of Taiwan was mainly on the layer close to the surface or on the layer between the 850mb level and the surface.
- (iii) the developing of the surface low in the downslope area of the Taiwan mountain came from the stationary front which had been passing through the mountain, but whenever there was the expansion of the high pressure coming close to the Taiwan area, the surface low would not be developed.
- (iv) an estimation had shown that the time required for this surface low to be developed was that the stationary front had been passing through the mountain for 15-18 hours. this result was competable with the theoretical computation of the time period of 16-17 hours.

The disturbances of the large scale waves were usually intensified in the downslope area of the Himalaya mountain on the 500mb and 700mb layer, while the surface low in the downslope area of the Taiwan mountain would be easily

\* 中央氣象局預報測站技士

damped by the other forcing field of different character. The result above had shown that a linear parameterization of the vertical distribution of the topography was an important factor or physical quantity for the forcing field of the wave deformation equation.

The irregularly annular variation of  $V_k$  value had assumed that the annular variation of the strength of the zonal mean flow and those of the forcing field of the large scale were also important for the contribution of the wave deformation in the downslope area of the Himalaya mountain.

## 摘 要

考慮山脈地形的垂直尺度，對於平均緯流的地形效應，將波變方程式（劉：1983）中的強制場予以參數化，而得方程式： $\zeta_n = -\frac{V_k}{U_0} \left( \frac{h_k}{D} \right) \frac{\sin(KX_k)}{K}$ ，方程式中的參數  $V_k$ ，可定義為強制系統的自然速率或自然頻率，其與強制場的特性有關。取以西藏山區對亞洲冬季平均緯流作用的波變量、波數差的年平均值，設定  $U_0 = 20$  公尺/秒，計算而得  $V_k$  值約為 10 公尺/秒或每天移行 9.7 經度左右。

以尺度分析計算臺灣山脈對於緯流的地形效應；又取以 1984 年 3 月 6 日至 3 月 10 日天氣圖中的兩個臺灣山脈背風面的低壓做分析，得致以下的結果：

- (i) 當一尺度在 7° 經度以下的擾動波，在與臺灣山脈地形效應的相互作用下，將有利於造成此一擾動波在臺灣山脈背風面，有顯著的沉降波變現象。
- (ii) 臺灣山脈的地形強制效應，主要作用於近地面層的大氣，尤以 850 毫巴與地面之間的大氣層為主。
- (iii) 山脈背風面地面低壓的生成與發展，主要由於 850 毫巴面上的鋒面持續滯留通過臺灣山脈所致；但此一地面低壓，在大陸高壓向臺灣地區的伸展作用下，則易於減弱、消失或不發展。
- (iv) 由天氣圖顯示，山脈背風面地面低壓的生成，須得 850 毫巴層裏的鋒面，持續滯留通過臺灣山脈達 15~18 小時左右，此與理論上的估計值 16~17 小時，尚能符合。

大尺度山區與小尺度的臺灣山脈地形對平均緯流的強制作用，其差異可得自高層大氣（500 毫巴、700 毫巴）在西藏山區背風面區，經常出現緯流波加深現象；小尺度臺灣山脈背風面的低壓，則活躍於近地面層的大氣。由本研究的結果，吾人可以認定：地形的垂直尺度，對於緯流波的強制作用，取以線性參數化，為波變方程式的一重要因式或物理量。

由西藏山區對亞洲冬季平均緯流地形效應作用的現象，取各年的相關數值（1968~1981），計算所得的  $V_k$  值，呈現不規則年變化；顯示大氣中的緯流風場強度的年變化，以及其他構成大氣中，大尺度波動的強制作用場的年變化，亦為導致西藏山區背風面波變的動力因素。

## 一、前 言

山脈地形對大氣流體運動所造成的擾波，因山脈尺度的大小而有所差異。此一現象，在亞洲地區的天氣圖裏，可見及西藏山區背風面，在高層大氣（500 毫巴、700 毫巴）經常有顯著的沉降現象；而對於小尺度的山脈地形，若臺灣山脈，其地形效應在較高的大氣層裏，却不易見及。吾人可以想見，

山脈地形效應的水平、垂直尺度，為造成大氣運動擾波的重要因素。Queney (1948) 對大氣流體過山所產生的擾動，證明由流體動力理論，得以解釋所觀測的山脈擾動波特性。Bolin (1950) 的研究結果顯示，唯有大尺度若西藏山區和洛磯山的山脈地形，對於北半球的西風緯流，所產生的行星級尺度波動，具有實質的重要性。Veronis (1966) 的理論分析結果顯示：地形作用對大氣運動所產生的

低頻波極具重要性，而對於較小振幅的大氣波變，地形效應的重要性，將更甚於β-效應。劉 (1983) 的研究主要探討西藏山區的地形效應，對冬季平均緯流的作用。又劉 (1984) 的研究，則以論述地形作用對於中緯度緯流所產生的大尺度近似固定波為主。筆者所做的研究，偏於水平尺度的作用，對於地形效應的波變方程式 (劉; 1983)，考慮地形垂直尺度的強制作用，對緯流波變的影響度，則為本研究的主題。

## 二、地形效應的參數化

山脈地形對大氣流體的阻礙作用，造成大氣緯流波變形，此一變形的波動，可考慮為大氣粒子通過不同介質，或遇及障礙，造成流體流速的變化或動量的改變，而經由聚集效應，形成脈動波。相對於一固定的山脈地形，脈動波的波速，應為其反應於大氣緯流波動的特性之一。

設定大氣的運動，在中緯度的緯流場裏，具有波動性質，則以山脈地形的分佈，對平均緯流的強制作用，所產生的緯流波波變，將為兩擾波系統相互作用的現象。劉 (1983) 所推導的非線性波變方程式：

$$\zeta_n = -\frac{\eta_{no}}{U_0} \frac{\sin(KX_k)}{K} \dots\dots\dots(1)$$

即以上述兩擾波系統的水平尺度，相互作用為主。方程式(1)的符號意義如下：ζ<sub>n</sub> 表波變量，η<sub>no</sub> 表強制場的強度，U<sub>0</sub> 表緯流的平均流速，K=K<sub>γ</sub>-K<sub>α</sub>：K<sub>γ</sub> 為強制場或山脈地形的波數，K<sub>α</sub> 表緯流波波數，X<sub>k</sub> 表強制場所在的位置。該一論文主要探討西藏山區對冬季一月份 500 毫巴緯流波的變形作用。而地形垂直尺度對大氣緯流波動的影響度，則將因山脈地形的垂直伸展尺度的大小，而有所差異。此一差異，在本研究裏，則以實際觀測現象裏，定壓面的垂直高度分佈，因地形強制作用，而呈現於山脈背風面的擾波為依據。

設定大氣氣壓面的厚度為D，均勻流體的流速為U<sub>0</sub>，取單位長度為水平尺度，則整層大氣的總

動量為：

$$M = \int_D \rho U_0 dZ = \rho U_0 D \dots\dots\dots(2)$$

其中Z表大氣的高度，ρ表大氣的密度。而因山脈對大氣所造成的阻礙效應，設定其動量的改變量為ρV<sub>k</sub>，又設定山脈的高度為h<sub>k</sub>，則大氣流體通過山脈，單位長度動量的總改變量為

$$M' = \int_{h_k} \rho V_k dZ = \rho V_k h_k \dots\dots\dots(3)$$

由此定義山脈對流體的介質特性為

$$\gamma_h = \frac{V_k h_k}{U_0 D} \dots\dots\dots(4)$$

今將方程式改寫為下列式子：

$$\eta_{no} = V_k \left( \frac{h_k}{D} \right) \dots\dots\dots(5)$$

$$\zeta_n = -\frac{V_k}{U_0} \left( \frac{h_k}{D} \right) \frac{\sin(KX_k)}{K} \dots\dots\dots(6)$$

方程式(5)(6)兩式裏的V<sub>k</sub>，可定義為山脈擾波的自然頻率或自然速率，其物理意義，即為山脈對大氣流體的阻礙速度。此種阻礙作用，在實際大氣流體的運動裏，將因山脈的水平尺度分佈，造成動量的聚集，形成脈動波。

## 三、西藏山區地形強制作用的參數化

取以西藏山區背風面冬季平均緯流的年平均波變量及年平均波數差，又設定緯流風場為U<sub>0</sub>=20公尺/秒，500毫巴面的高度為D<sub>500</sub>=5500公尺，山脈垂直高度為h<sub>k</sub>=4000公尺。則當

ζ<sub>n</sub>=-0.15~0.16，K=2.0，代入方程式(6)，則當

$$\zeta_n = -0.15, V_k \approx 9.53 \text{ 公尺/秒} \dots\dots\dots(7)$$

$$\zeta_n = -0.16, V_k \approx 10.16 \text{ 公尺/秒} \dots\dots\dots(8)$$

由方程式(7)(8)兩式可知，V<sub>k</sub> 值約在10公尺/秒左右，或每天移行9.7經度。今依據1968~1981年各年的K值及ζ<sub>n</sub>值，設定U<sub>0</sub>=20公尺/秒，計算各年的V<sub>k</sub>值，如表一：

表一：1968~1981年1月份，西藏山區地形效應的波變量  $\zeta_n$ ，波數差K及自然速率  $V_k$  值  
 Table 1. The ratio of the deformation of the wave amplitude  $\zeta_n$ , the wave number difference between two interacting systems K and the natural velocity  $V_k$ , which were computed from the forcing effect of the Himalaya mountain on the zonal mean current in January from 1968 to 1981.

年	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
$\zeta_n$	-0.166	-0.133	-0.171	-0.143	-0.076	-0.089	-0.109	-0.143	-0.224	-0.185	-0.201	-0.159	-0.192	-0.139
K	2.20	1.57	2.00	1.60	3.00	2.67	2.03	2.17	2.23	2.13	1.77	1.67	2.07	1.67
$V_k$ (公尺/秒)	10.99	6.67	10.86	8.47	6.27	6.63	6.95	9.42	14.92	12.05	12.24	9.53	12.38	8.33

四、臺灣山脈的地形效應

設定  $V_k$  值為10公尺/秒，考慮小尺度的臺灣山脈地形效應，又取臺灣山脈的平均高度為  $h_k=2000$ 公尺，500 毫巴面的平均高度為5700公尺，山脈的水平尺度為 $2^\circ$ 經度，則函數  $\frac{1}{K} \sin(K \frac{L_k}{2}) \approx \frac{L_k}{2}$ ，因為  $L_k \approx 0$ ；臺灣山脈地形效應對於西風緯流的作用，則頗為微弱。設定一擾波系統，其尺度為  $L_2\pi$ ，與臺灣山脈尺度可相比擬，又設定此一擾動波與臺灣山脈地形的相互作用，具有近似共振的特性，令

$$\zeta_{nR} \approx -(\frac{V_k}{U_0})(-\frac{h_k}{D})(\frac{L_k}{2}) \dots\dots\dots(9)$$

若  $\zeta_{nR} \approx -0.16$ ， $h_k=2000$ 公尺， $D \approx 5700$ 公尺，代入方程式(9)，則

$$L_k = 1.824 \dots\dots\dots(10)$$

又  $\frac{L_k}{L_2\pi} = \frac{1.824}{2\pi} = \frac{2^\circ}{L_2\pi} \dots\dots\dots(11)$

$$L_2\pi = 6.89^\circ (\text{經度}) \dots\dots\dots(12)$$

若  $\zeta_{nR} = -0.15$ ，則

$$L_2\pi \approx 6.45^\circ (\text{經度}) \dots\dots\dots(13)$$

方程式(12)(13)兩式的物理意義為：對一尺度在 $7^\circ$ 經度以下的擾動波，在臺灣山脈地形強制作用下，將有利於此一擾波在山脈的背風面，有顯著的沉降或加深的波變現變呈現。

五、臺灣山脈背風面的低壓波

(-)1984年3月6日至3月10日，臺灣山脈背風面地面低壓的生成與發展

1. 1984年3月6日8時至3月10日20時，850毫巴面上通過臺灣山脈的滯留鋒面，與臺灣山脈背風面的地面低壓。

1984年3月6日至3月10日，850 毫巴面上的鋒面，持續滯留通過臺灣山脈，其間有兩個地面低壓生成、發展於臺灣山脈的背風面。但在3月7日20時至3月8日8時期間，以及3月9日20時至3月10日20時期間，皆有大陸高壓向南伸展至臺灣，阻礙了地面背風面低壓的發展。3月6日8時至3月10日20時，850 毫巴面上的鋒面，通過臺灣山脈的位置；以及3月7日5時至3月10日8時，臺灣山脈背風面地面低壓中心位置及氣壓值，各示於表二與表三。

表二：1984年3月6日8時至3月10日20時，850毫巴鋒面通過臺灣山脈的相關位置

Table 2. The position of the front which had been passing through the Taiwan mountain on the 850mb chart from 00Z, 6th, March to 12Z, 10th, March 1984.(where  $\rightarrow$  was the direction of the movement of the front)

時 間	鋒 面 位 置
6日8時至6日20時	鋒面滯留於臺灣山脈北端 : $25^\circ N$
6日20時至7日8時	鋒面滯留於臺灣山脈北端 : $25^\circ N$
7日8時至7日20時	鋒面滯留南移通過臺灣山脈 : $25^\circ N \rightarrow 23.5^\circ N$
7日20時至8日8時	鋒面滯留通過臺灣山脈 : $23.5^\circ N$
8日8時至8日20時	鋒面滯留稍微北移通過臺灣山脈 : $23.5^\circ N \rightarrow 24^\circ N$
8日20時至9日8時	鋒面滯留北移通過臺灣山脈 : $24^\circ N \rightarrow 25^\circ N$
9日8時至9日20時	鋒面滯留北移至灣山脈北方 : $25^\circ N \rightarrow 26^\circ N$
9日20時至10日8時	鋒面滯留南移通過臺灣山脈 : $26^\circ N \rightarrow 23.5^\circ N$
10日8時至10日20時	鋒面滯留通過臺灣山脈 : $23.5^\circ N$

表三：1984年3月7日5時至3月10日8時，臺灣山脈背風面地面低壓的位置及中心氣壓值

Table 3. The position and the strength of the surface low in the downslope area of the Taiwan mountain from 21Z, 6th, March to 00Z, 10th, March 1984.

時間	氣壓值	低壓位置
7日5時	1013mb	25.5°N, 122.5°E
7日8時	1014mb	25.5°N, 122.5°E
7日11時	1013mb	25.0°N, 123.0°E
7日14時	1008mb	26.0°N, 124.5°E
7日17時	1009mb	24.5°N, 125.0°E
7日20時	1011mb	24.0°N, 125.5°E
7日23時	1013mb	25.0°N, 126.0°E
8日2時	1012mb	24.0°N, 126.0°E
8日5時		
8日8時		
8日11時		
8日14時		
8日17時		
8日20時	1009mb	22.5°N, 125.0°E
8日23時	1009mb	23.0°N, 125.0°E
9日2時	1009mb	22.5°N, 123.5°E
9日5時	1009mb	24.0°N, 123.0°E
9日8時	1010mb	25.0°N, 123.5°E
9日11時	1009mb	24.5°N, 123.5°E
9日14時	1007mb	25.5°E, 126.0°E
9日17時	1009mb	25.0°N, 125.0°E
9日20時	1009mb	26.0°N, 127.0°E
9日23時	1007mb	27.0°N, 130.0°E
10日2時	1007mb	27.5°N, 130.5°E
10日5時	1007mb	26.5°N, 130.5°E
10日8時	1004mb	29.0°N, 132.0°E

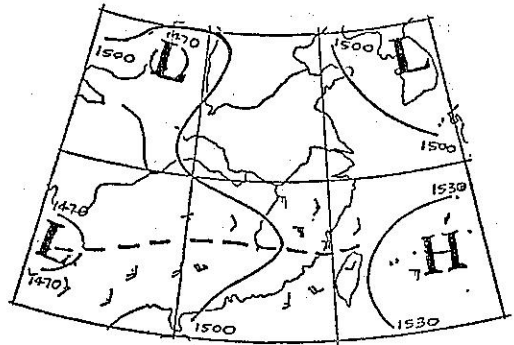
2. 3月6日8時至3月10日20時，天氣圖的分析

(1) 3月6日8時至3月8日8時天氣圖

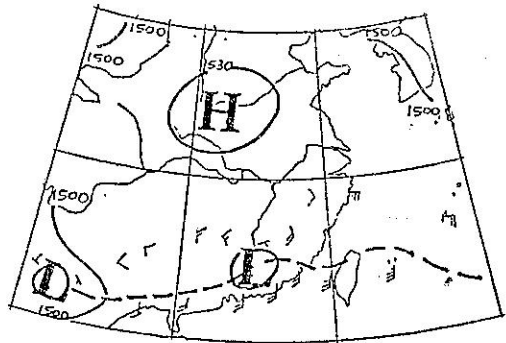
① 3月6日8時，850毫巴的鋒面，位於臺灣的北端（圖一），3月6日20時至3月7日8時，此一鋒面，則滯留通過臺灣北部（表二、圖二）。微弱的地面鋒面，於3月7日8時，位於臺灣的北端（圖四）。

② 高層700毫巴面上，3月7日8時，位於中國大陸，東經108°~116°的波脊（圖七），於3月8日8時，主波脊移至東經120°附近（圖八）。850毫巴面上通過臺灣山脈的鋒面，於7日20時，南移至臺灣中部；至8日8時，則伴隨700毫巴層波脊的東移，臺灣的北部有波脊南伸（圖三）。山脈背風面的地面低壓，於7日14時至7日17時，南移發展且達致最低中心氣壓值（表三），至7日20時止，滯留於北緯24°~25°，東經124°~125°（圖

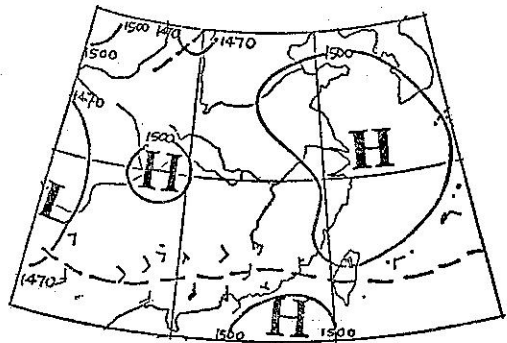
五）。伴隨高層（700毫巴、850毫巴）波脊的東移逼近臺灣，此一山脈背風面的地面低壓，於8日2時以後東移，不再發展（圖六）。



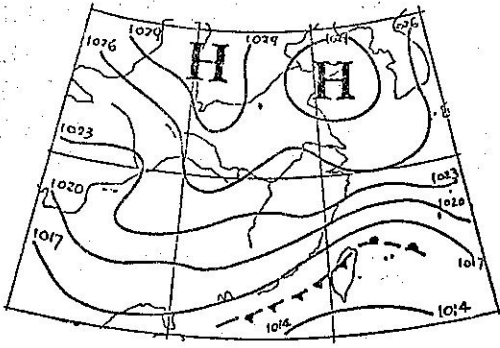
圖一：一九八四年三月六日八時850毫巴天氣圖  
Fig 1. 850mb chart at 0000Z 6th, March, 1984.



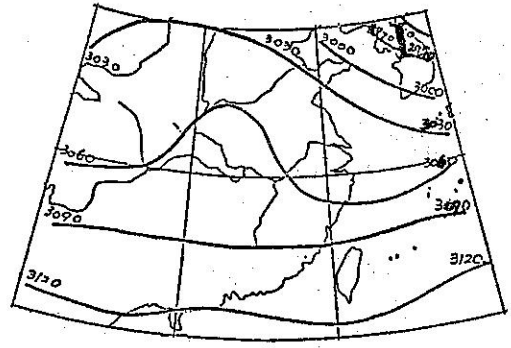
圖二、一九八四年三月七日八時850毫巴天氣圖  
Fig 2. 850mb chart at 0000Z 7th, March, 1984.



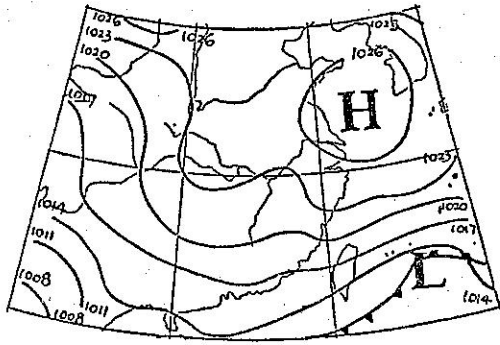
圖三：一九八四年三月八日八時850毫巴天氣圖  
Fig 3. 850mb chart at 0000Z 8th, March, 1984.



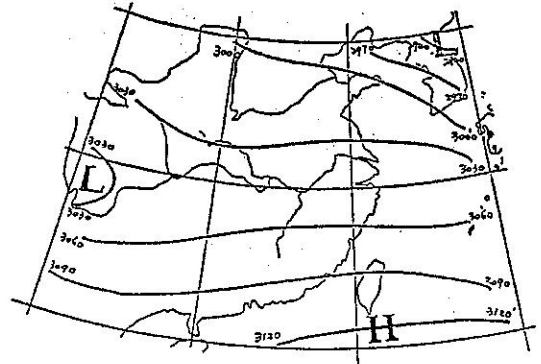
圖四：一九八四年三月七日八時地面天氣圖  
Fig 4. Surface chart at 0000Z 7th, March, 1984.



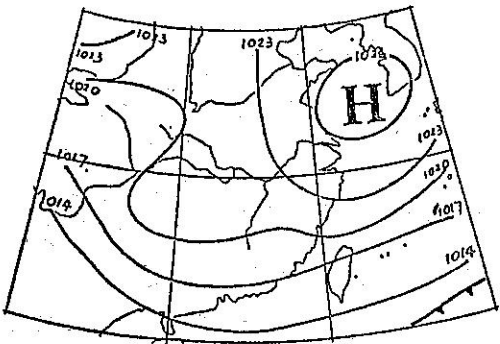
圖七：一九八四年三月七日八時700毫巴天氣圖  
Fig 7. 700mb chart at 0000Z 7th, March, 1984.



圖五：一九八四年三月七日二十時地面天氣圖  
Fig 5. Surface chart at 1200Z 7th, March, 1984.



圖八：一九八四年三月八日八時700毫巴天氣圖  
Fig 8. 700mb chart at 0000Z 8th, March, 1984.



圖六：一九八四年三月八日八時地面天氣圖  
Fig 6. Surface chart at 0000Z 8th, March, 1984.

(2) 3月8日8時至3月9日8時天氣圖

①700 毫巴天氣圖上的波槽，於8日8時呈西南走向，通過北緯30°，東經110°附近（圖八），於9日8時，東移至東經120°附近（圖十四）。

②伴隨高空槽（700 毫巴）的東移至臺灣附近，850 毫巴面於8日20時，則有波槽形成於臺灣中南部地區，且持續至9日8時（表二，圖九）。

③8日20時，臺灣山脈的背風面地面低壓呈現，位於北緯22.5°，東經125°附近（圖十一），而後向北移行至北緯25°，東經123.5°附近（表三）。

(3) 3月9日8時至3月10日20時天氣圖

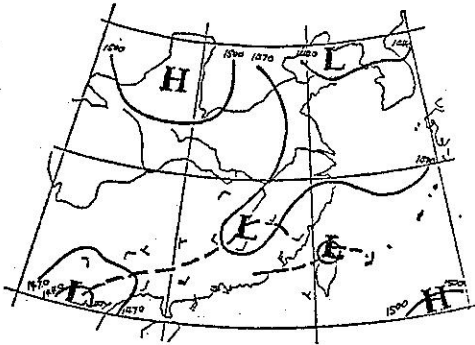
①9日8時，700 毫巴面上，位於東經120°的波槽東移，至10日8時，通過臺灣，移至臺灣東方外海（圖十五）。

②850 毫巴面於9日8時至10日8時，伴隨

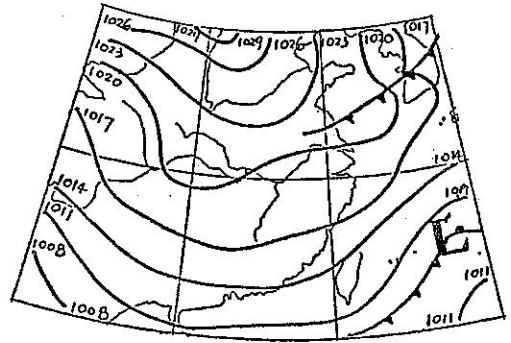
高層 700 毫巴波槽東移，通過臺灣，以及副熱帶高壓的向北伸展，波槽發展於臺灣北部，且持續滯留至 10 日 8 時止（圖九、圖十）。滯留鋒面於 10 日 20 時，中斷於臺灣北部。

③ 9 日 8 時以後，滯留於臺灣北部山脈背風

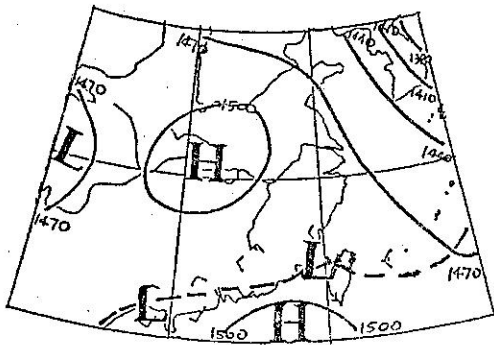
面的地面低壓，持續發展（圖十二）；至 9 日 14 時，其中心氣壓達致最低值（表三）；且伴隨 700 毫巴面上波槽的東移，以及 850 毫巴面上副熱帶高壓的向北伸展，此一地面低壓向東北移行，於 10 日 8 時，移至北緯 29°，東經 132° 附近（圖十三）。



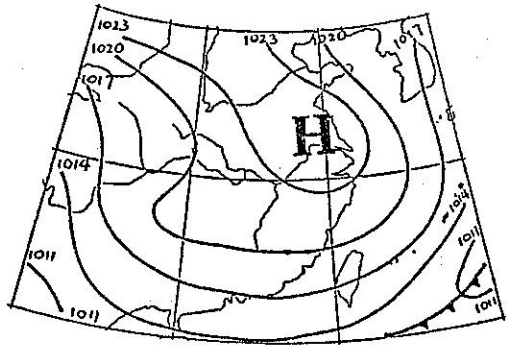
圖九：一九八四年三月九日八時 850 毫巴天氣圖  
Fig 9. 850mb chart at 0000Z 9th, March, 1984.



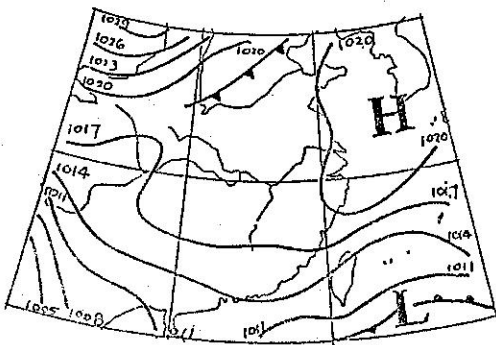
圖十二：一九八四年三月九日二十時地面天氣圖  
Fig 12. Surface chart at 1200Z 9th, March, 1984.



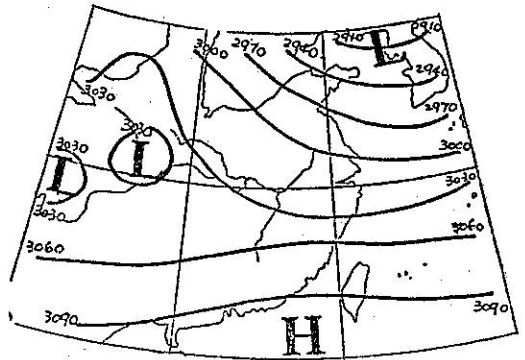
圖十：一九八四年三月十日八時 850 毫巴天氣圖  
Fig 10. 850mb chart at 0000Z 10th, March, 1984.



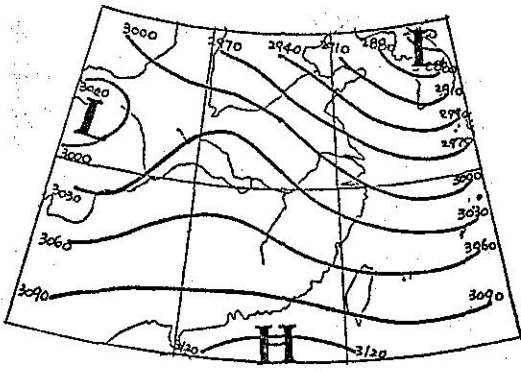
圖十三：一九八四年三月十日八時地面天氣圖  
Fig 13. Surface chart at 0000Z 10th, March, 1984.



圖十一：一九八四年三月八日二十時地面天氣圖  
Fig 11. Surface chart at 1200Z 8th, March, 1984.



圖十四：一九八四年三月九日八時 700 毫巴天氣圖  
Fig 14. 700mb chart at 0000Z 9th, March, 1984.



圖十五：一九八四年三月十日八時700毫巴天氣圖  
Fig 15. 700mb chart at 0000Z 10th, March, 1984.

(一)由上述的天氣圖分析，吾人可將臺灣山脈背風面地面低壓的生成與發展條件，歸納如下：

(1)臺灣山脈的地形效應，主要以呈現於低層大氣為主，而以850毫巴至地面間的大氣層，為有利於臺灣山脈地形作用，滋生顯著的低壓波。

(2)850毫巴面上的鋒面，持續滯留通過臺灣山脈，在不具其他相異性質的強制系統作用狀況下，則有利於山脈背風面地面低壓的生成與持續發展。

(3)山脈背風面地區低壓的顯著形成，至少須得850毫巴面上的鋒面，持續滯留通過臺灣山脈達15~18小時以上。

(4)上述的兩個地面低壓，生成、發展的位置在東經123°~125°之間。

## 六、討 論

(一)依據地形的垂直尺度，對地形強制波變方程式中的強制場，予以參數化， $\eta_{n0} = V_k \left( \frac{h_k}{D} \right)$ ；其中參數  $V_k$  所具有的特性，則以大氣通過不同的介質，造成大氣動量的變化，導致大氣流體波動變形為物理上的成因。因為  $V_k$  與大氣流體所遇及的強制場介質性質有關，本研究以1968~1981年西藏山區對平均緯流地形作用的各特性數值，取其年平均計算，而得  $V_k$  值為10公尺/秒，或每天移行9.7經度左右；據此以尺度分析計算臺灣山脈的地形效應，所得的結果為：一小於七度經度的擾波，與臺灣山脈地形的相互作用，將有利於造成山脈背風面擾動波顯著沉降現象呈現。由地形阻礙作用，造成動量的聚集效應，計算臺灣山脈背風面顯著波變的形成，則須時在  $(6.67^\circ)/(9.7^\circ/\text{天}) \approx 16.5$  小時左右，此與850毫巴及地面的天氣圖顯示，鋒面持續

滯留通過臺灣山脈15~18小時以後，山脈背風面地面低壓形成的現象，尚能符合。

(二)由1984年3月7日8時至3月10日20時的天氣圖中，臺灣山脈背風面的兩個地面低壓的形成，發展及消滅現象顯示，臺灣山脈背風面低壓的形成，主要來自850毫巴鋒面持續通過臺灣山脈所致。而在3月8日5時至3月8日17時，地面低壓消失；以及3月9日20時以後，山脈背風面低壓不再發展，則因高層(500毫巴、700毫巴)波脊及低層大陸高壓向臺灣伸展所致；此等結果顯示：臺灣山脈的地形效應，主要呈現於850毫巴氣壓面以下的近地面層大氣，其波變現象則呈現於山脈的背風面。

(三)大尺度的西藏山區，其地形效應活躍，而呈現於高層的大氣(500毫巴、700毫巴)，而小尺度的臺灣山脈，其地形效應則活躍於850毫巴以下的低層大氣。又且臺灣山脈背風面的低壓，易於在外加相異性質的強制場作用下，減弱、消失或不發展。據此，吾人可得以下的認定：對波變方程式中的地形強制場，取以地形垂直尺度的線性參數比，以及對地形水平尺度波動取以線性參數化，為地形對大氣波動強制效應，造成大氣緯流波波變的重要因式或物理量。

(四)取西藏山區對冬季平均緯流的強制作用各年的相關數值(1968~1981)，設定  $U_0 \approx 20$  公尺/秒，計算  $V_k$  值(如表一)，則呈現不規則的年變化，顯示大氣緯流風場的強度，以及其他構成大氣中大尺度擾波的強制場的年變化，亦為造成西藏山區背風面波變的重要因素。

## 七、結 論

(一)考慮地形強制效應中，地形的垂直尺度，將波變方程式(劉；1983)中的強制場予以參數化，而得方程式： $\zeta_n = -\frac{V_k}{U_0} \left( \frac{h_k}{D} \right) \frac{\sin(KX_k)}{K}$ ，其中  $h_k$  為地形的垂直尺度， $D$  為大氣的厚度場，而參數  $V_k$  則可定義為山脈地形強制作用對大氣流體的自然頻率或自然速率。取以西藏山區對中緯度平均緯流的地形強制作用，所造成的波變現象中，相關數值的年平均(1968~1981)計算，而得  $V_k$  值為10公尺/秒或每天移行9.7°經度左右。

(二)對於臺灣山脈的地形效應，經由尺度分析計算以及天氣圖資料分析，得致以下的結果：

1.一尺度在7°經度以下的擾動波場，在臺灣



山脈地形强制作用的效應下，將有利於造成山脈背風面擾波的發展或顯著沉降現象呈現。而此一山脈强制效應，則活躍於低層的大氣中。

2. 山脈背風面的顯著波變（地面低壓），須得大氣中小尺度的擾波與山脈相互作用，或 850 毫巴面上的鋒面滯留通過臺灣山脈，持續達 15~18 小時以上；此與理論上的計算結果，在 16~17 小時左右，大致符合。

(三) 大尺度的山脈地形（西藏山區），其地形效應經常活躍於高層大氣（500 毫巴、700 毫巴）。小尺度的山脈地形（臺灣山脈），則活躍於近地面層的大氣（850 毫巴至地面），且易於因外加相異性質的强制場作用下，減弱、消失或不發展。

(四) 山脈地形對緯流波的强制效應，取以地形垂直尺度的線性參數化，為地形對大氣强制作用，造成大氣波動變形的重要物理量或因式。

(五) 大氣緯流風場强度的年變化，以及其他構成大氣中，大尺度波動的强制系統的年變化，亦為造成西藏山區背風面區波變的重要因素。

### 八、誌 謝

本論文為筆者對地形强制效應研究的延續。這些年來，能費時思考做研究，皆得自家父、家母及家人的照顧與關切，於此深表謝意。

### 九、參 考 資 料

劉明禮；1983：西藏山區對亞洲冬季平均緯流之效應。中央氣象局七十三年度研究發展專題研究報告第 092 號，1~15。

劉明禮；1984：地形强制作用對中緯度大尺度波動的效應，中央氣象局氣象學報，第三十卷，第二期，1~7。

Bolin, B., 1950: On the influence of the earth orography on the westerlies. *Tellus*, 2, 184~195.

Queney, P., 1948: The problem of Air flow over Mountains: A Summary of theoretical Studies. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* Vol. 29, 16~26.

Veronis, G., 1966: Rossby Waves with Bottom Topography. *J. Mar. Res.*, Vol. 24, No. 3, 338~349.

\*\*\*\*\*

## 氣象學報徵稿簡則

1. 本刊以促進氣象學術研究為目的，凡有關氣象理論之分析與應用之論文，均為歡迎。
2. 本刊稿件分為四類：(1)研究論文(2)報告(3)綜評(4)最新重要論著綱要。
3. 本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳。
4. 稿件之題名、作者真實姓名、服務機關及職稱均須以中、英文註明。
5. 中文稿件在參考文獻之後，應附英文摘要。
6. 研究論文之圖表名稱及各欄細目，均須以中英文對照說明。
7. 惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版，如圖表不够清晰，本刊得徵得作者同意後，僱員代為另行重繪，所需費用由作者負擔或由稿費中扣出。
8. 稿件內容過長或內容、文字、圖片有修改之必要時，得請投稿人修正之。本刊亦得做必要之刪改，若作者不願刪改時，請先聲明。
9. 來稿如不刊登，則退還原著者。
10. 稿件經刊印後，非經本刊同意，不得在他處刊印轉載。
11. 來稿請逕寄中華民國臺北市公園路64號，中央氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

\*\*\*\*\*