

高空氣旋環流之形成及其影響地面系統 實例之研究

俞家忠

A Study Example in Case of The Genesis of The Upper
Cyclonic Circulation and Its Effect on The Surface System.

前 言

由實際預報工作經驗獲知，地面系統與高空環流之關係為地面氣旋之能否發展，端賴高空有無相伴之槽線及等高線之走向而決定。具有相當強度之地面氣旋，與高空封閉氣旋環流相配合之情形更屬必然。在大多數情形下，高空氣旋之發展，開始於業已存在之有強烈渦旋之高空槽上。高空氣旋與地面氣旋發生之先後次序不一，有時封閉低壓開始於地面，俟有足夠能量波，漸次垂直向上發展，而形成高空封閉低壓。有時高空之發展與地面之發展同時併進，有時高空之發展則為地面發展之前導。勿論何者為先何者為後，此等地面氣旋一經建立，其強度之大小及行向之改變，均隨高空情況而決定。尤其當高空形成割離低壓時，其相關之地面氣旋強度與行向之改變，兩者之相關更為密切。本年三月十四日生於華北而南下之氣旋，與形成於中國東北之高空氣旋，可為一顯著之實例。因其路徑特殊，而引起本研究之動機，期能對未來預報有所裨益。

天氣圖演變概述

三月十二日 0000Z 於東歐 55°N 50°E 處，自 850mb 至 300mb 同時形成一低壓系統並伴有槽線，為討論方便起見，蓋簡稱槽 (A)，十二小時後，地面低壓始發生，名為低壓 (A)，此為高空發展先地面發展之實例。此系統形成後，即以後慢之速度向東北偏東進行，而其強度漸增。至三月十四日 0000Z 時，該系統已

移抵東經 70°，地面低壓略在高空系統之北方。此時 500mb 之另一槽線 (稱槽 (B)) 自 68°N 119°E 伸至 36°N 108°E，(詳見圖一) 此兩槽線之間，為一強脊所控制 (詳見附圖 (A))。地面圖上除西伯

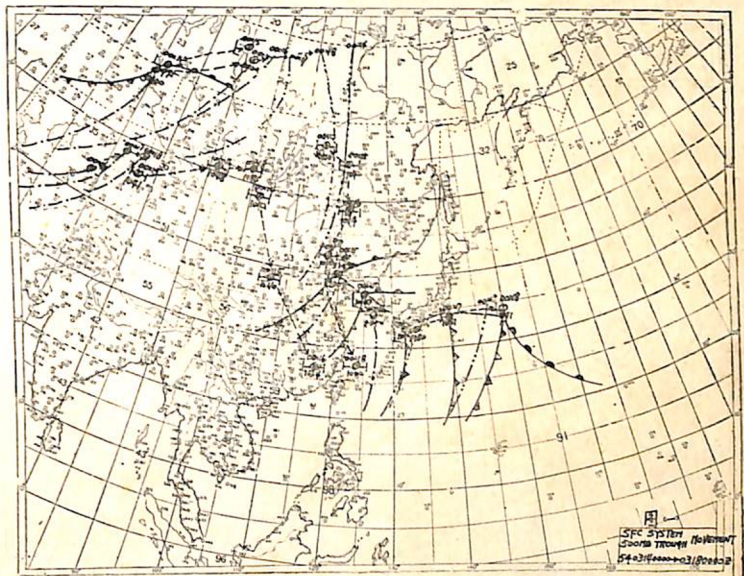


圖 (一)

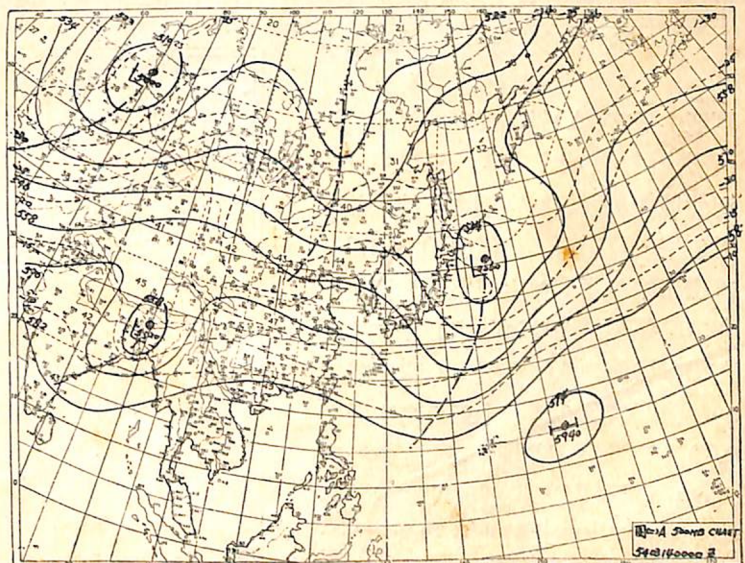
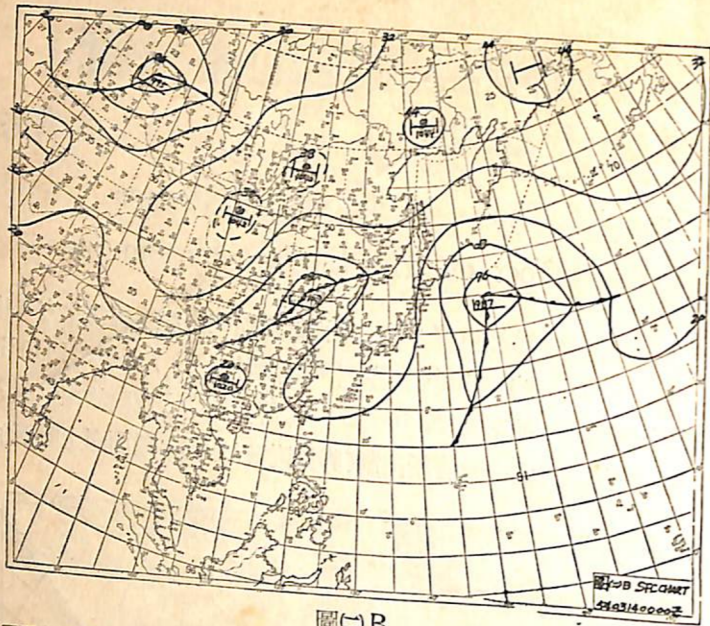
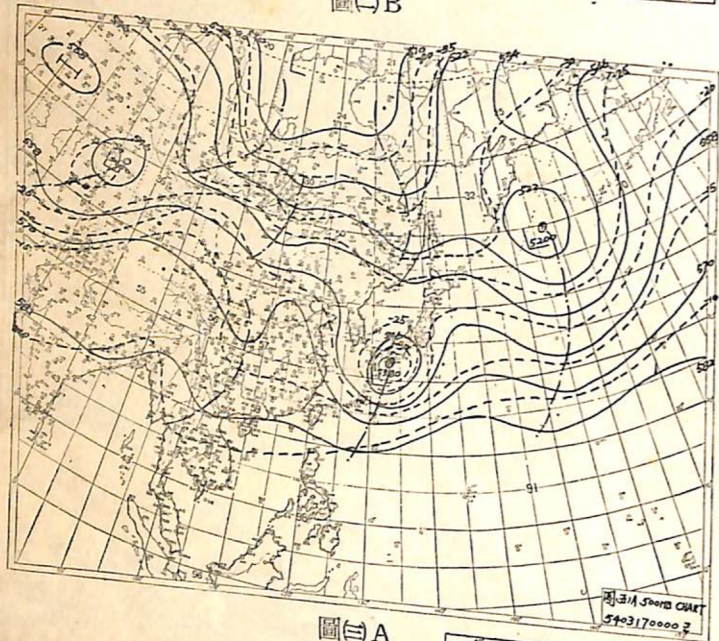


圖 (A)

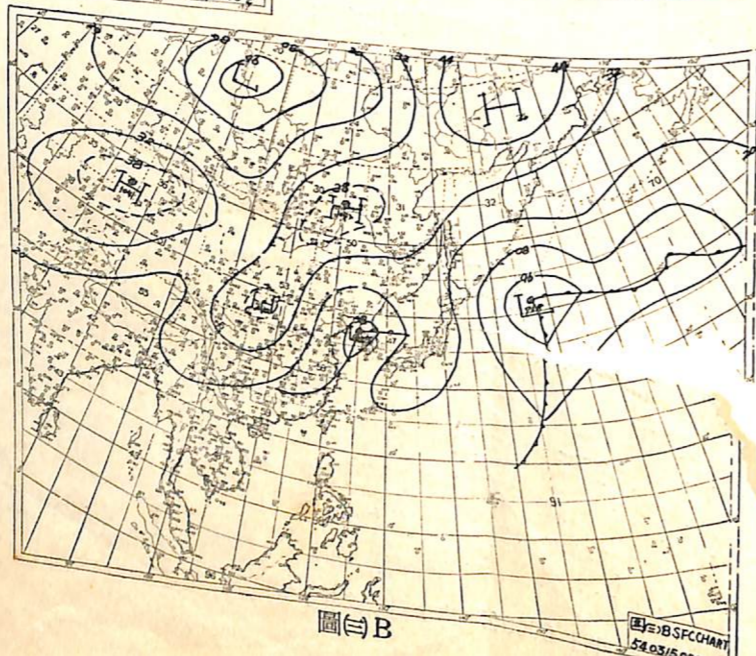


圖(二)B



圖(二)A

利亞之氣旋(A)外，尚有一氣旋(B)位渤海灣，(此氣旋於十三日生成於河北境內，因無高空槽之支持，故未見發展，及至十四日槽(B)之趨近，其環流始加強，並生成冷暖界面波。)中心氣壓為 1007mb 中心所在位置在槽(B)前約八個經度，(詳見附圖(二)及附圖(二)B)三月十五日高空低壓(A)位於 66°N 90°E 處，強度達於最大，地面低壓系統則在 68°N 88°E，略在高空低壓之西北偏北方，亦可說在高空槽線之後。位於我國東北之高空槽線(B)上，形成一封閉低壓，該低

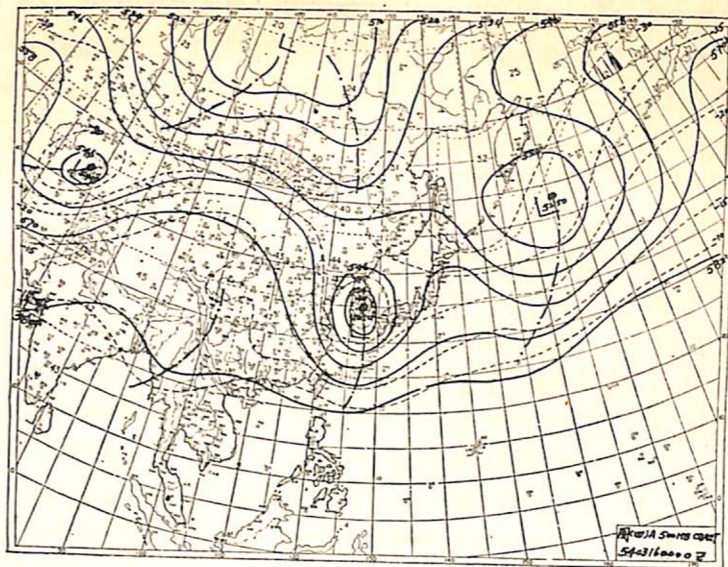


圖(二)B

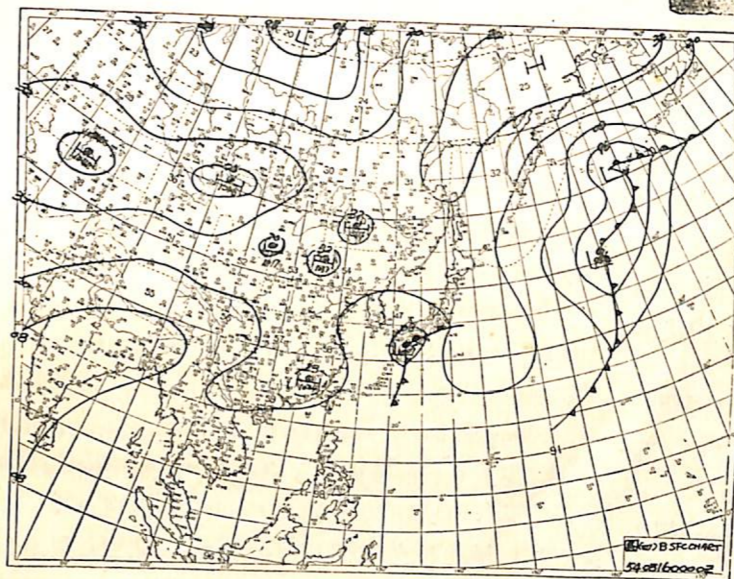
壓北部因東風之切入，使其與原連在一起之北邊槽線斷裂，成爲一完整之低壓，此低壓可稱爲割離低壓 (Cut off low)。其間地面圖上之氣旋(B)，已自渤海移至黃海，中心氣壓由 1007mb 減至 1006mb，(詳見附圖(二)A及B)，至三月十六日，西伯利亞之低壓系統(A)業已減弱，500mb 層上之封閉環流亦不復存在，此種減弱，可從三月十五日地面低壓系統已落後於 500mb 低壓而解釋之。相反的生成於我國東北熱河境內 500mb 之低壓(B)已加深，並向東南移至韓國西海岸，與地面氣旋(B)相配合(詳見附圖(二)A及B)，至三月十七日，高空低壓(B)抵達 32°N 134°E，並已向上發展至 200mb，強度亦達高峯，但已進入噴射氣流軸，乃轉向隨強烈之偏西風移入太平洋。此次低壓系統(B)不僅地面至高空完全配合，且其生成及強度之變化，與其上流之脊及槽有極爲密切之關係，茲以管見，述之如下：

高空低壓之生成及行向之研究

從逐日天氣圖看出，當東歐之低壓系統(A)向東北東進行時，強度不斷增加，500mb 槽線之波幅逐漸



圖(三)A



圖(三)B

加大，必有顯著之能量，向下流傳播，故其東方之高壓脊必增強，繼之使其下流之槽亦加深。氣象學家 Rossby 氏認爲槽脊之波幅增加後，其能量向下流傳播之速度與羣速(Group Velocity)同。按羣速之公式在北緯 45° 處爲 $C_g = u + L^2/360$ (式中 u 爲緯流，L 爲長波之波長)，從公式知右方兩項常爲正數，乃得以彼此相加，可見能量之傳播，較平均緯流爲快。平均而論，能量移動之速度約爲每日三十個經度。東歐之氣旋，至三月十三日已發展成相當強度，假設自該日起，其能量以每日三十個經度向下流傳播，則三月十五日已抵達東經 115°

以東之地區，必使附近之槽線加深，故三月十五日在熱河境內 500mb 之槽線上形成封閉低壓環流之原因，可以此隨羣速而來之能量加入解釋之。

試就三月十四日之實際高空圖而論，脊線已較十三日北伸，亦即脊已加強。且脊之西方爲暖平流，槽之西方爲冷平流，根據平流定則，此高壓脊及低壓槽均將繼續增加。同時槽(B)之西方約十個經度處，有一顯著之熱力槽(Thermal Trough)，槽之加深乃爲必然之現象。槽既加深，曲率與氣旋形風切加大，故槽線上之渦旋必增加。前已述及，高空氣旋之發展，開始於業已存在之有強烈渦旋之高空槽線上。是故三月十五日在熱河境內高空封閉低壓環流之生成，乃係水到渠成之事實，與前述上流能量往下輸送之解釋，不謀而合。

詳察三月十五日高空圖(如附圖(三)A)，知高壓脊及低壓槽(A)均達最大之強度，但槽(A)上半段之熱力槽位於等高線槽之前，亦即槽後爲暖平流，槽前爲冷平流。槽(A)下半段等高線與等溫線位相同，而等溫線之波幅遠較等高線者爲大，而且有一冷中心相伴，故槽(A)北段應漸減弱，南段應加深。高空槽(B)之等高線位相與等溫線位相相同，而後者之波幅遠較

前者爲大，故預報此槽將繼續加強。從三月十六日之高空圖(如附圖(三)A)，知槽(A)上半段確已減弱，而下半段則增強而形成一封閉低壓環流。槽(B)業已移至南韓西南部海岸，強度亦較十五日增加。又從此槽之等高線與等溫線分佈情形看，知此系統移動緩慢且頗爲穩定。實際情形確如此，當其往東南行進時，強度仍漸次增加，及至轉向後始逐漸減弱，造成此種情況之原因，茲再作進一步討論之：

關於能量輸送問題，BJERKNES 氏認爲，當一大波幅之脊在預報區以西持久存在，且脊線上等

之曲度異常顯著時，空氣移經高壓楔，未必能形成反氣旋形彎曲，因之將呈一較大之曲率半徑移向較低氣壓，乃致高壓之東方西北氣流速度增加，當其自高壓楔向下流到達轉向點時，其風力可能變為猛烈之超梯度風。此高速之空氣分子於其到達槽線時，被曳向氣流之右方，故此槽將減速而趨於加深。此原理用於三月十五日生成之槽(B)系統，完全相符。同時由於槽後等高線之走向幾近南北，北來空氣強烈，兼之槽上空氣之南曳，故使高空氣旋移向東南方。

根據渦旋原理公式： $\frac{f+\beta}{D} = K$ (式中 f 為地

轉偏向參數， β 為相對渦旋即 $\beta = \frac{V}{R} + \frac{2V}{2N}$ ，前項為曲率，後項為風切，氣旋型風切為正，反氣旋型風切為負， D 為空氣柱之高度， K 為常數)，當氣旋由北向南(包括東南東至西南西)移動時，因緯度減小，地轉偏向參數減小(因地轉偏向參數是 $2w \sin \phi$ 之故)，設無明顯之側邊輻散，則空氣柱高度不變，渦旋必增加。尤其當氣旋或槽移入海後，空氣柱勢必增高(因為海水水面較陸地低)，渦旋增加必更多，故氣旋加深，槽線增強。(所有槽線自高原東移至平地以致入海，其強度漸次增加，乃為常見之事實，此乃因空氣柱增高所造成渦旋增加之後果。所有美國西部之槽線越過 Rocky 山後都加強，其理由亦如此)。

又當氣旋抵達日本南部近海上時，其強度達於頂點，此乃因已進入噴射氣流軸之前方所造成，蓋在該象限內，曲率和氣旋型風切均隨下流而減小，在 300mb 層有渦旋輻散現象，低層則有渦旋輻合現象，故易於氣旋之加深。

此種氣旋環流下之天氣現象

由於槽脊均極強，槽後空氣之走向，幾成南北，而且速度很大，故空氣急速南衝，此從地面圖上三月十四日位於蒙古之高壓中心，於十六日即已移至華南之事實(如附圖(-))，已足資證明矣！北來空氣既因快速南下，冷面亦應快速南移，但由於氣旋中心係隨高空而移動，故頗為緩慢，在如此情況下，乃漸次迫使地面冷面之走向幾與經度平行。此種南下之空氣，源於大陸，秉性乾燥，在快速南移之一二日行程中，變性極微。故由界面帶來之惡劣天氣，為時甚暫。此次冷面於三月十五日十七時通過台北，界面未到前四小時已變為密雲，界面未到前

一小時開始下雨，界面到達時風速突然增大，最大陣風每小時 25Kts，桃園曾出現每小時 46Kts 之陣風，冷面通過四五小時後，雨即停止，風亦減小，稍後即迅速變為碧空無雲之良好天氣。冷面通過前後之溫度差別為攝氏 6° ，良好天氣自三月十六日起連續維持達四五日之久。此次良好天氣之形成，主要是由於氣團變性極微，空氣過於乾燥，此可從新竹十六日午後溫度 17°C 而露點僅 -3°C 之事實加以證明。其次，面後地區，自地面至高空均吹北來風，而且風速隨高度而增加，故有垂直輻散所造成之下降作用。此可從桃園探空資料獲得解答。此外，從高空圖上(尤其是 700mb 及 850mb)知十六日之等溫線走向幾近南北，以後漸轉為西北至東南，在如此情況下，同一經度上之溫度梯度很小，顯示空氣之秉性僅有東西之分，並無南北之別，在北來空氣控制下之台北地區，良好天氣乃為必然之事。

結 論

(一) 高空槽前為暖平流，槽後為冷平流，此槽將加強，如槽後有顯著之熱力槽，此槽加強更劇。高空槽後為暖平流，槽前為冷平流，此槽將減弱。如槽前有顯著之熱力槽，此槽減弱更速。

(二) 強烈之高空氣旋及高空槽，其能量將向下流傳播，使位於其下流之高壓脊及低壓槽均漸次增強。

(三) 當高空槽自西向東或東南移至東經 120° 以東之海上(黃海及東海)時，由於渦旋增加，該槽必增強。且易於在北緯 40° - 50° 間東經 120° 附近之區域內形成封閉低壓環流。此種低壓必與地面氣旋相配合，如原來地面無低壓，則將新生，如原來已有低壓，則將迅速加強。地面氣旋常在槽前(500mb) 5-10 個經度處移動。

(四) 高空圖上(700mb 尤為重要) 大陸地區南北溫度梯度大，且等溫線多與緯度近於平行(尤以靠海至 110°E 之區域為然)，顯示冷空氣已南移，台灣天氣惡劣。如南北溫度梯度小，且等溫線之走向呈西北東南，甚或與經度線近乎平行，則台灣天氣多良好。

(五) 地面快速冷面過境，北來空氣行速快，且多近乎南北向，面後極地大陸冷氣團變性極少，故空氣秉性仍多乾燥，冷面過境所造成之惡劣天氣為時甚暫。