

玉山氣象站日夜風速變化特性研究

黃成健¹ 謝新添²
玉山氣象站¹ 玉山氣象站²
中央氣象局

摘要

玉山氣象站，在11月到隔年5月期間，受高空西風邊緣影響，風向以西風為主，風速較大，7-9月受太平洋副熱高壓籠罩，以微弱東風到南風為主，6月和10月為兩個系統的交換的過渡期。在無明顯天氣系統影響下，玉山氣象站的風速有日夜週期變化，日夜相較，夜間風速較大，凌晨太陽升起之後，風速開始變小，持續到中午左右，午後風速又漸漸增加，直到太陽下山。

玉山氣象站的風速日夜週期變化的與大氣邊界層高層風速變化的現象有類同之處，美國奧克拉荷馬市鐵塔觀測也有類似風速日夜變化，大氣邊界層高層的高層風速，主要是白天太陽加熱，對流產生混合作用，使風速下降，玉山氣象站主要白天來至兩側的上坡風，使水平向的風速減弱。

每年11月到隔年4月份，白天下午水平氣流風速會較早上大，7-10月，早上風速較下午大，與冬季盛行西風、夏季盛行東南風及太陽早上照射東邊山坡，下午照射西邊山坡有關。

影響山區風向風速的因子很多，地轉風、氣流過山，上升氣流與水平氣流混合、山頂上溫度升高產生的對流、雲霧壟罩或因地形及建築物作用產生的紊流等等，本研究尚未對各個因子分類分析，將作為以後研究方向，若配合模式模擬必能得到更好結果。

一、前言

本研究利用玉山氣象站風速觀測資料了解高山風速變化特徵，發現風速有日夜周期性變化，夏季風速日夜差異較大，冬季較小。

Crawford and Hudson (1973) 將邊界層分成6層，發現夜間大氣邊界層穩定成層，高度越高風速越大，白天，地面受熱產生擾動，改變邊界層的穩定度，促使邊界層產生混合，降低邊界層風速。當加熱效應變得不重要時，垂直傳送的擾動消失，大氣回復到穩定成層，風速加快，回復到原來受準地轉風影響時的風速。

Holton, 1967; Bonner and Paegel, 1970提到地形特徵造成的水平氣壓梯度力將引起日夜間風速周期性的改變。

Wagneg, 1938; Defant, 1949 提出不平坦的地面，因地面加熱和冷卻的因素，產生水平面上溫度上的差異，引起日夜周期的環流。

分析玉山氣象站風速資料，發現玉山氣象站風速有日夜週期性的變化，夜間風速較大，當太陽升起，風速開始變小，接近中午時，風速最小，午後，隨著日射強度降低，風速又開始增加，直到日落。

二、資料分析

1. 風速全年特性分析：

本研究利用玉山氣象站風速觀測資料了解高山風速變化特徵，發現風速有日夜周期性變化，夏季風速日夜差異較大，冬季較小。

從玉山氣象站風速資料發現，1-6月份及11-12月，風向以西風分量最多，7-9月以東南風為主要分量，雖然6月份仍以西風分量為主，但可以明顯觀測到，6月份西風出現的頻率及風速相較1-5月有明顯下降，11月份西風再起，此時風速還不是很大，平均5.1M/S，12月份風速加大，平均到6.0M/S，西風出現的頻率也增加。7-10月，風速較小，風速依序只有4.9、4.5、4.7及4.3m/s，平均風速都在5m/s以下(圖1)。

玉山氣象站海拔高度3844公尺，1981-2010年測站平均氣壓642.2毫巴，風速呈現綜觀天氣尺度現象，從700毫巴面月平均風向風速圖及風花圖(圖2)顯示，1-5月間，台灣上空風向多為西南西風，6月吹西南風，7-8月吹南風，但風速很小，9-10月台灣700毫巴面剛好位於副太平洋高壓脊線位置，風速微弱，11-12月風向有轉為西南西風為主，風速較增。

2. 風速日夜變化分析：

將2001年到2010年風速資料，以月為單位，將當月每日同一整點風速資料累加後求其平均值，將平均值繪成24小時的時間序列圖(圖3)發現：

每個月份，風速都有明顯的日夜週期變化，當太陽出來的時候，風速開始變小，一般在中午前後，風速最小，中午過後，風速又開始變大，直到太陽下山，在夜間，風速雖略有變化，但變化大小都在小區間內。

風速的變化呈V或U字型，由以10月份形狀最接近U字型，1-4及11-12月V自行底部偏早上，即下午風速略大於早上，5-6月接近中午，7-10月偏下午，即早上風速略大於下午。

依上述計算結果，取當月夜間風速最大值、日間風速最小值及兩者差值繪置成圖4，顯示夏季的時候，夜晚與午間風速差距較大，冬天差距較小，7月份差值為3.8m/s，1月份差值1.8m/s。

3.風速日夜變物理分析

玉山氣象站風速日夜變化現象與一般山谷風(mountain and valley wind)或上坡/下坡風(slope wind)不同。山谷風一天中會有明顯兩次風向轉向現象，風速在中午時有最強的上坡風，凌晨時有最強的下坡風，但是玉山氣象站在中午的時候風速最小，也沒有風向兩次轉向現象，明顯的，玉山氣象站風速風向顯示出的結果並不是山谷風現象。

玉山氣象站山頂上的觀測的風速日夜週期變化的與大氣邊界層高層風速變化的現象有類同之處，美國奧克拉荷馬市鐵塔觀測得知，98m以上風速也是呈現日夜週期性的變化，白天時風速比夜間小，日落後風速變大。

大氣邊界層高層的風速，在日出後，由於地面受太陽輻射加熱，產生對流，混合作用，高層的動量往下傳，使高層風速在白天時有下降的現象，日落後大氣邊界層回覆到穩定成層，風速較大。

玉山氣象站日出後，有來自東西兩側的上坡風，上坡風與水平移動的氣流相遇，產生混合作用，類似在大氣邊界層混合層，大氣混合後，風速、溫度和濕度趨向一致，風速比自由大氣風速小，日落後，上坡風消失，混合作用停止，風速回到原來地轉風大小。

夏天與冬天相比，夏天風速降的較多，夏天時，輻射較強，垂直上升運動也較強，混合作用強烈，均質化強度較大，對風速降低的影響較大。

玉山山頂的風速是多重因子的結果，地轉風、氣流過山使風速加強，白天風速減弱，山坡上升的氣流與水平氣流混合、原本山頂上溫度升高產生的對流、雲霧籠罩或因地形及建築物作用產生的紊流等等。風速的大小及風向都可能因為接近山谷邊及高度而受到不同氣流及紊流影響，山頂的大小及形狀也會影響到紊流及混合的範圍，因此風速計架設的地點不同及高度不同，所量測的結果必定會有很大的差異，玉山北峰山頂上有一塊平坦的腹地，可供搭建氣象站建築物，因此可造成空氣類似大氣邊界層空氣混合或造成紊流，但如果是尖銳的山型，造成類似大氣邊界層日夜風速變化現象範圍和風速減弱現象一定比較小。

另外從月平均24小時風速變化的時間序列圖上(圖14)，顯示風速的變化呈V或U字型，由以10月份形狀最接近U字型，1-4及11-12月V自行底部偏早上，即早上風速比下午小，5-6月接近中午，7-10月偏下午，即下午風速比上午小。

玉山山塊呈十字形分布，玉山主峰到玉山北峰(玉山氣象站所在位置)剛好為南北走向的稜線，東西兩側向下傾斜，為說明V或U字型偏左或偏右的現象，假設一個左右對稱的山脈，走向為南北走向，氣流來至三個方向，水平方向、山脈東側上坡風及西側上坡風。

每年11月到隔年4月份，台灣高空地區盛行西風，假設在無雲的天氣條件下，早晨太陽從東邊升起加熱東邊山坡，西邊山坡屬背陽面，下午太陽移到西邊，東邊為背陽面，因此東邊上升氣流早上比下午旺盛，西邊山坡的上升氣流下午比早上旺盛。

在山頂上東邊的上升氣流提供的水平動量向西，與向東的水平氣流混合後，減少向東的動量，早上提供較多的向西分量，下午較少，只考慮東邊的上升氣流時，早上西風較下午風速小(圖5)。

西邊山坡的上升氣流提供的水平動量向東，西邊下午的上升氣流較早上大，只考慮西邊的上升氣流對水平氣流的影響時，下午水平氣流向東的分量較早上大，即下午西風較早上大。

從上述兩段分析，不論是東邊或西邊的上升氣流對西風來說，下午都會提供較多的向東分量，使下午風速大於早上，因此圖3中V或U字型的底部偏向早上，早上風速較下午小。

反之，7-10月，高空主要受太平洋高壓籠罩，以吹東風及東南風為主，東邊及西邊的上升氣流對向東的水平氣流提供相反的動量，早上東風風速會較小，下午比較大，山頂吹東風時，V或U字型的底部偏向下午，早上風速較下午大。

以上情況是假設晴天狀況之下，若午後有雲霧產生，將使情況變得更為複雜。

三、結論

玉山氣象站，因高度關係，風向風速由綜觀系統決定，冬季11月到隔年5月受高空西風邊緣影響，以西風為主，風速較大，7-9月受太平洋副熱高壓籠罩，以微弱東風到南風為主，6月和10月則為兩個系統的交換的過渡期。

玉山氣象站的風速風向資料除綜觀系統特徵外，因山區每日的環流影響，有日夜週期變化，風速在夜間較大，凌晨太陽升起之後，風速持續減小，直到中午左右，午後，風速又漸漸增加，直到太陽下山，夜間風速較大。

大氣邊界層高層的風速，主要是白天太陽加熱，對流產生混合作用，使風速下降，玉山氣象站主要白天來至兩側的上坡風，使水平向的風速減弱。

每年11月到隔年4月份，白天下午水平氣流風速會較早上大，7-10月，早上風速較下午大，與太陽早上照射東邊山

坡，下午照射西邊山坡及盛行風風向有關。不論是東邊或西邊的上升氣流對西風來說，下午都會提供較多的向西分量，使下午風速大於早上，反之，東風下午風速會小於早上。山頂的大小及形狀也會影響到紊流及混合的範圍，因此風速計架設的地點不同及高度不同，所量測的結果必定會有很大的差異。

四、 參考文獻

Crawford, K. C., and H. R. Hudson (1973), The diurnal wind variation in the lowest 1500 ft in central Oklahoma: June 1966-May 1967, J. Appl. Meteorol., 12, 127-132.

Jiménez, Pedro A., et al. "Diurnal surface wind variations over complex terrain." Física de la Tierra 21 (2010): 79-91.

STULL, R.B. (1988). An introduction to boundary layer meteorology. Kluwer academic publishers, 666 pp.

CRAWFORD, K.C. & H.R. HUDSON (1973). The diurnal wind variation in the lowest 1500 ft in central Oklahoma: June 1966-May 1967. J. Appl. Meteor., 12, 127-132.

HOLTON, J.R. (1967). The diurnal boundary layer wind oscillation above sloping terrain. Tellus, 19, 199-205.

WAGNER, A. (1938). Theorie und Beobachtung der periodischen Gebirgswinde. Gerl.Beitr. Geophys., 52, 408-449.

蒲金標，2006：台灣北部與東部高空風季節演變之分析研究。飛航天氣 第六期，p.1-14。

吳清吉（1997）：我們生活的空間—大氣邊界層。科學發展月刊，第29 卷第11 期p797。

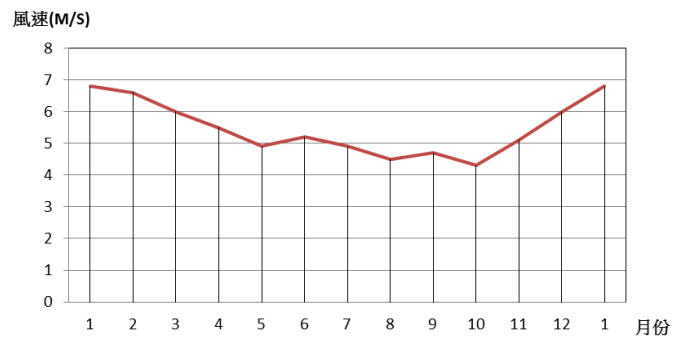


圖1. 玉山氣象站每月平均風速，每年1-4月及11-12月，受西風帶影響，風速較大，7-9月太平洋副高壓籠罩，風速較低。

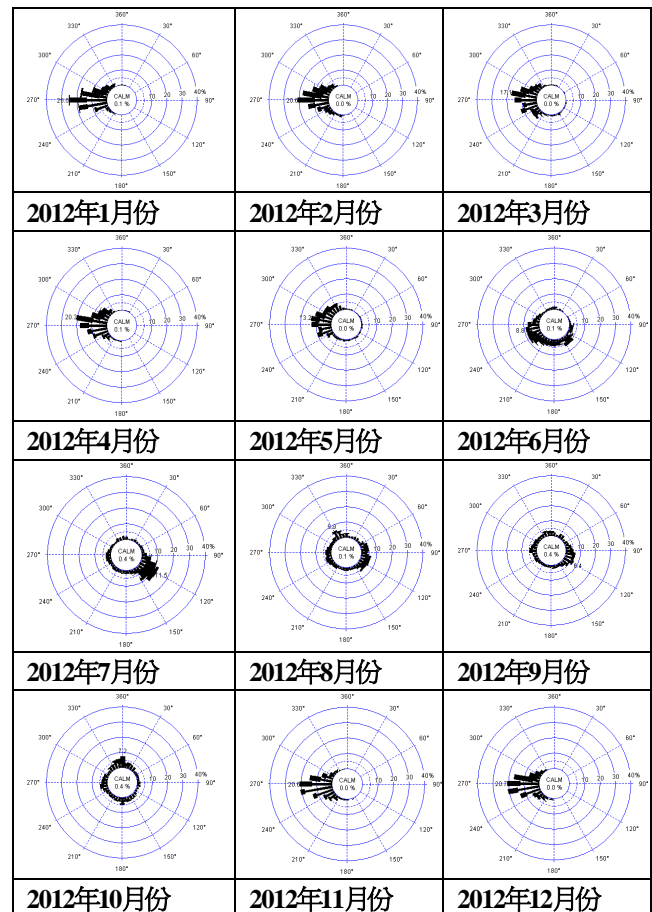


圖2. 玉山氣象站2012年風花圖

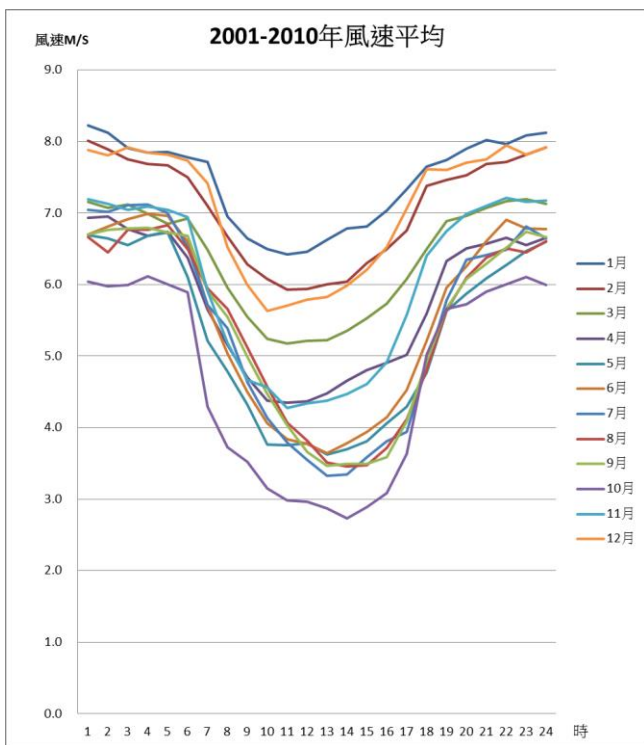


圖3. 將2001年到2010年的風速資料，以月為單位，將每日同一整點風速資料累加後之平均值。橫軸為小時，縱軸為風速m/s，每個月都有相同的現象，日出後風速開始變小，在中午左右達到最小，午後，風速又開始增強，直到太陽西落。白天的風速都比夜間小。

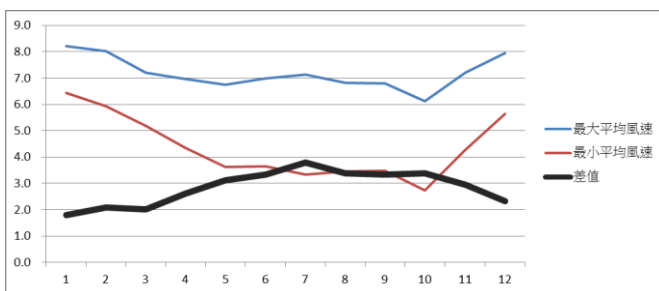


圖4. 依圖12結果，取每個月24小時平均中風速最大值、最小值及兩者差值。藍色線為平均值最大風速，紅色為平均值最小風速，黑色線在兩者間差值。7月份有最大差值，1月份差值最小。

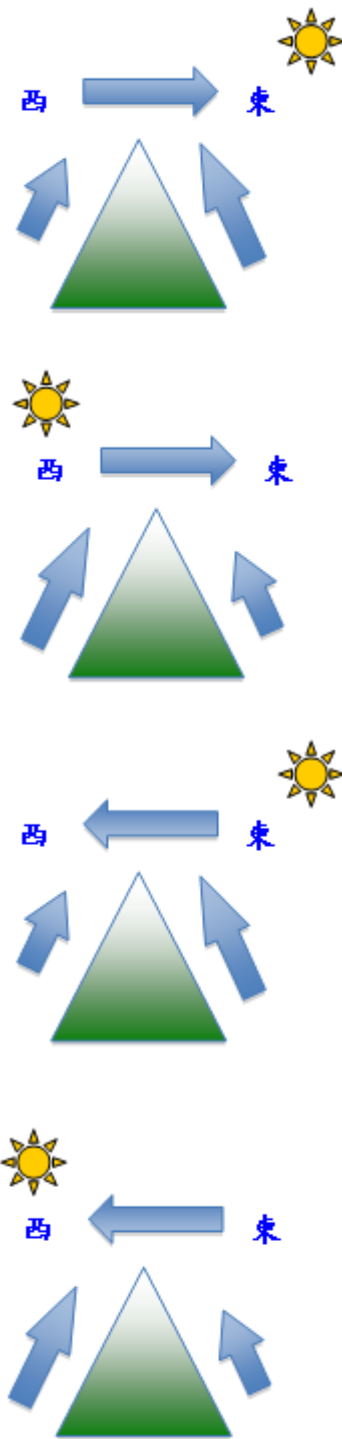


圖5. 上午和下午上坡風將提供不同方向動量分量，分別對西風和東風產生相反的分量。

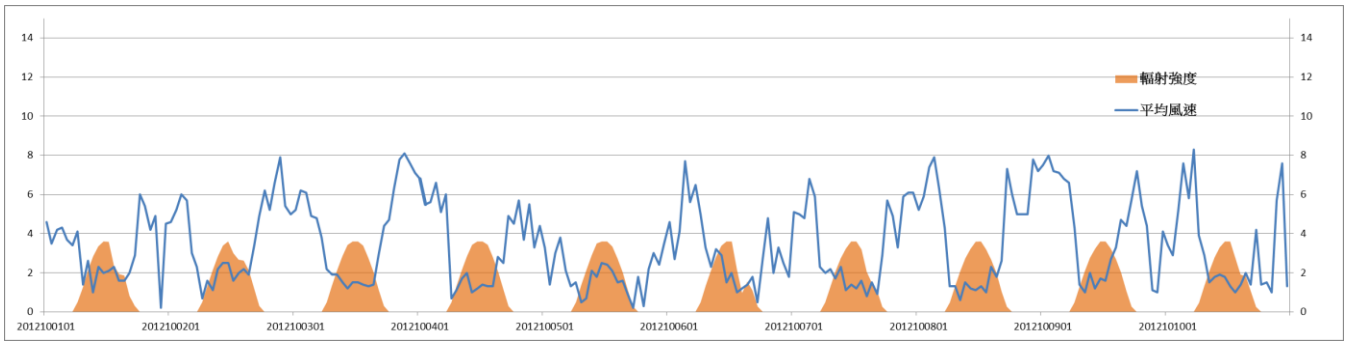


圖 5a.

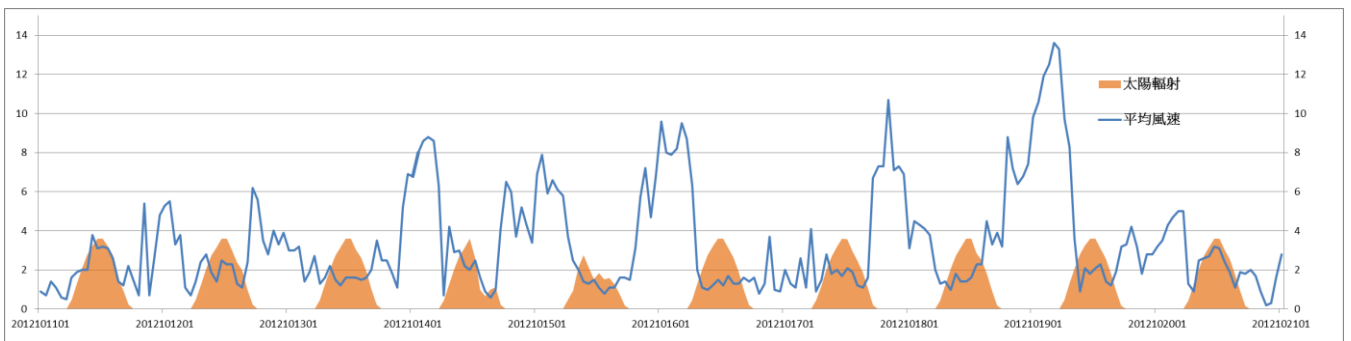


圖 5b.

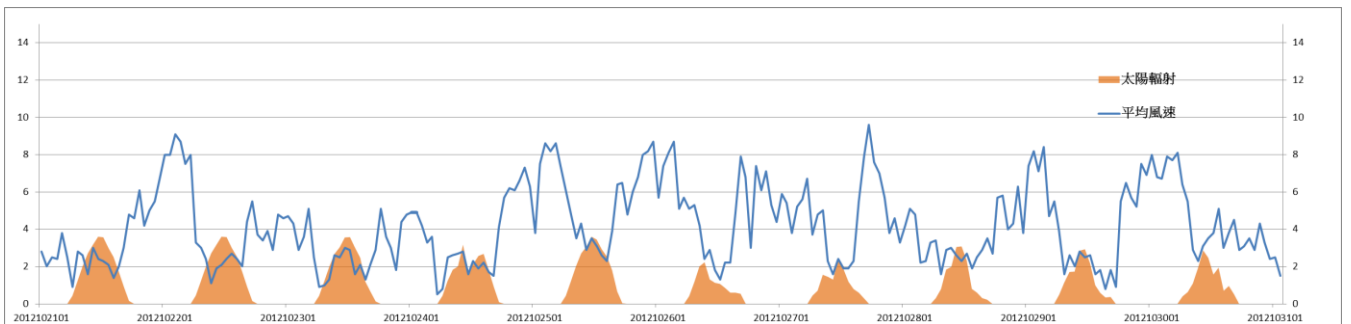


圖 5c.

圖 5. 2012 年 10 月份 1-30 日風速每小時風速序列圖，橫軸為時間(西元年月日時)，縱軸為風速(m/s)及輻射強度，藍色為風速，橘色為太陽輻射強度。幾乎每一天，當太陽升起時，風速就開始減低，接近傍晚時，風速升起。

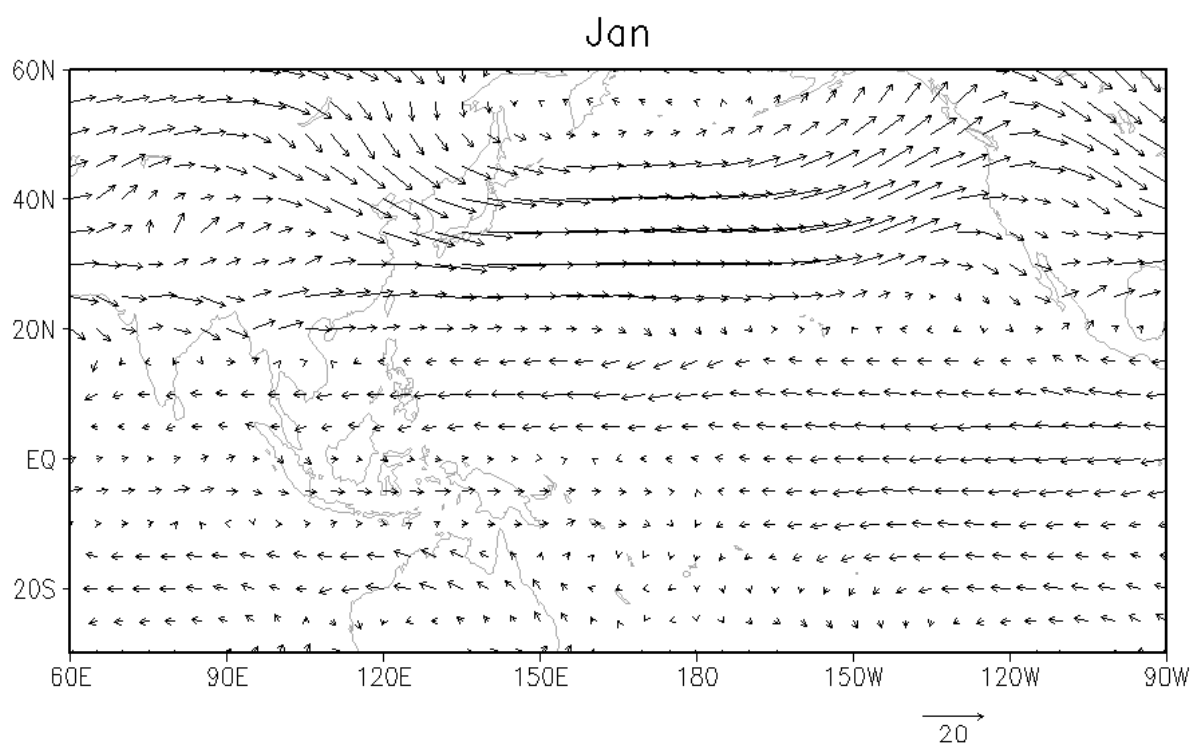


圖 6a. 1981 年至 2010 年 1 月份 700mb 面風向風速平均圖。

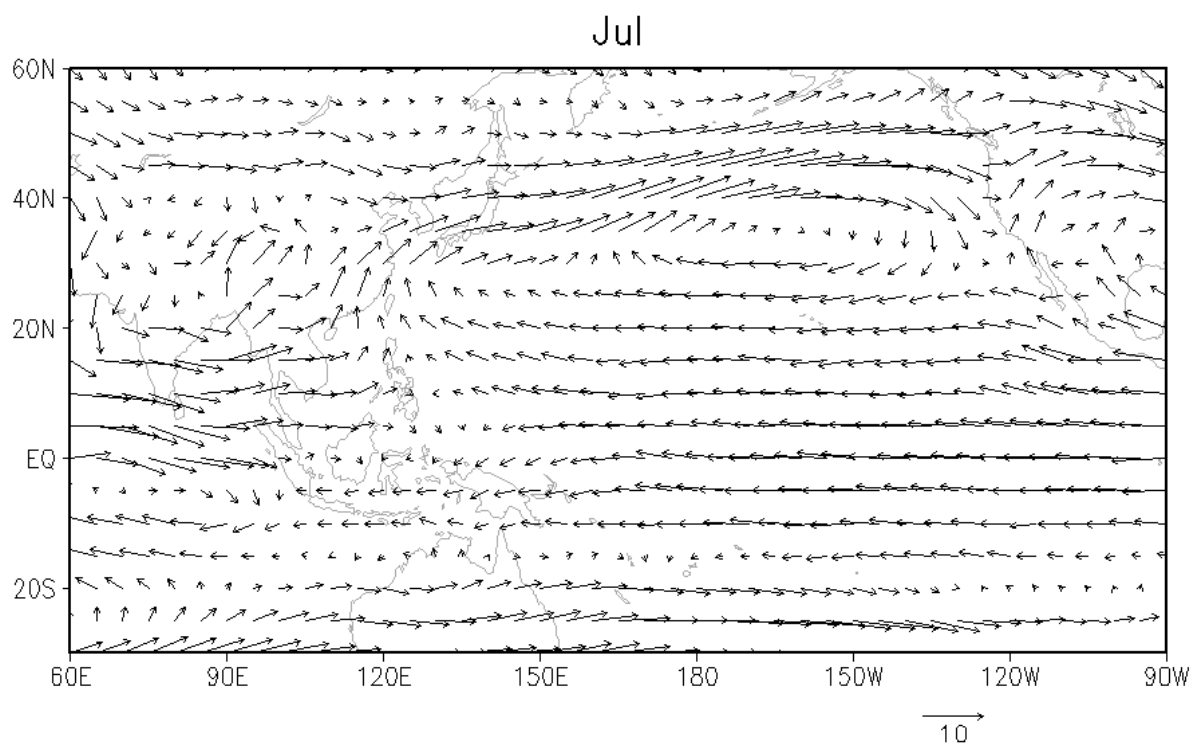


圖 6b. 1981 年至 2010 年 7 月份 700mb 面風向風速平均圖。