

亞洲季風之10年期變化探討

李宗翰¹ 魏閻萱²¹颶風動力研究室²國立臺灣大學大氣科學研究所

摘要

本研究將1950~1999年資料做去除趨勢(detrend)的處理後,利用1976~1999年太平洋10年震盪(Pacific Decadal Oscillation, PDO) 暖相位(warm phase)的月平均減掉1950~1975年PDO冷相位(cool phase)的月平均,來代表2倍暖相位的PDO訊號,再經過T檢驗來確認此差異的顯著性,針對夏季和冬季季風在PDO暖相位呈現的特徵做討論。結果顯示在PDO的暖相位時,夏季季風的特徵為孟加拉的雨量會較少,此現象推測和該處海陸交界的風場有北風分量有關;而夏季的太平洋高壓和季風槽在PDO暖相位時並沒有明顯的特徵。

冬季時,在PDO暖相位時200hPa的噴流沒有明顯的差異;但在500hPa的風場,可看出阿留申群島南方有一個氣旋式的風場,也使得此處的槽線正渦度較為明顯;而西伯利亞高壓在PDO暖相位時有略為減弱的情況,此現象和低層風場(925hPa)在東亞的北風減弱有個對應的關係,不過減弱的北風並沒有對應到東南亞溫度的上升,推測是減弱的分量占此時北風分量太小的緣故。

關鍵字: 季風、太平洋10年震盪、T檢驗

一、前言

針對亞洲季風的年代際變化,因此將討論時間空間尺度和亞洲季風年代際變化較相關的振盪和季風的關係。

PDO 的全名為 Pacific decadal oscillation,其指標的定義,是做去除趨勢過

後,20N°以北的太平洋月平均海溫距平做經驗正交函數(Empirical Orthogonal Function, EOF)分析的主成分分析,其 EOF 函數如圖 1.1 所示,而此震盪的週期約為 40~60 年, PDO 指標的時間序列如圖 1.2 所示。由上可知, PDO 在時間尺度上,符合 10 年期的長度,空

間上則是在 20N° 以北的太平洋上訊號最強，和東亞季風區域較近，本報告著重在討論 PDO 與東亞季風之間的關係。研究討論分為探討所有月份平均的 PDO 相位現象、針對夏季(夏季)以及冬季(冬季)的季風分布受 PDO 相位的影響。

二、資料來源及方法

本報告中使用的降雨資料是 University of Delaware Air Temperature & Precipitation，時間範圍從 1950~1999 年，空間解析度為 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ，海平面溫度資料來自 HadI 海平面溫度, Version 1.1，時間從 1870 到現在，空間解析度為 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ ，各壓力層的風場、地面氣壓、地面氣溫，以及重力位高度來自 NCEP/NCAR 重分析資料 (Reanalysis Means and Other Derived Variables)，時間範圍從 1948~present，空間解析度為 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。

本研究分析是討論 1950~1999 年間的 PDO 震盪和季風之間的關係，由於(A)1976 - 1999 年為 PDO 的暖相位期間，(B)1950~1975 年為 PDO 的冷相位期間(如圖 2.1 所示)，將 1950~1999 期間的資料先經過去除趨勢的處理後，將其分別做 A 其間和 B 其間的(1)每個月分的平均，(2)取出夏季 3 個月的月平均(3)取出冬季 3 個月的月平均，並將 A 期間平均減去 B 期間平均，試圖得到消除年際變化後的兩倍 PDO 的訊號，得出結果後，為了確定其具有統計上的顯著性，將每個網格點皆做 T 檢驗的統計檢定，將顯著值小於 0.05 的值留

下，其餘設為遺漏值，來看真正具有顯著性的差異。

三、分析

(1) 月平均差異

先比較在 A 期間月平均減掉 B 期間月平均的海平面溫度、海平面氣壓以及風速向量和 PDO 相位的關係。如圖 3.1.1 所示，和圖 1.1 的暖相位分布比較，可以發現阿留申群島附近有個壓力場相對負值的區塊，經過 T 檢定後(如圖 3.1.2 所示)，該區低壓仍然有統計上顯著的差異性，可以說與 PDO 暖相位有一致性的。從圖 1.1 可看出伴隨此低壓的氣旋式風場，不過在圖 3.1.1 中十分不明顯，經過 T 檢驗後(圖 3.1.2)只有一小部份有通過檢定，不過圖 1.1 中接近赤道的西風距平倒是可以從圖 3.1.1 看出來，通過 T 檢驗後(圖 3.1.2)也具有統計顯著性。而決定 PDO 指標的海溫距平從圖 3.1.3 中可看出，和圖 1.1 的海溫距平分布頗為相似，但通過 T 檢驗檢定後(圖 3.1.4)，這些相對的負值海溫卻不見，因 PDO 相位應是由海平面溫度所計算出來的，雖然圖上有看到類似的分布，卻沒有通過 T 檢驗檢定，不具有統計顯著性。比對兩者的量值時，會發現圖 1.1 中北太平洋的海溫距平大約為 $-0.4 \sim -0.6^\circ\text{C}$ ，圖 3.1.3 中的海溫差值最大值亦約為 $-0.4 \sim -0.6$ ，圖 3.1.3 中的差值應為 PDO 暖相位的 2 倍，因暖相位減去冷相位的差值，發現結果在量值上極小。猜測可能是去除趨勢過程中，將 PDO 的變化當作趨勢去掉了，

在後面的章節中會針對這問題做討論。

(2) 夏季平均差異

比較在 A 期間夏季平均減掉 B 期間夏季平均的海平面溫度，海平面氣壓以及風向量和 PDO 相位的關係。如圖 3.2.1 所示，和圖 1.1 的暖相位分布比較，發現阿留申群到附近的壓力場負值很不明顯，經過 T 檢驗後(如圖 3.1.2 所示)，該區若低壓更是沒有統計上顯著的差異性，從圖 1.1 可看出伴隨此低壓的氣旋式風場，在圖 3.2.1 也十分不明顯，經過 T 檢驗後(圖 3.2.2)也沒通過檢定，圖 1.1 中接近赤道的西風距平是可以從圖 3.1.1 看出來，通過 T 檢驗後(圖 3.2.2)也具有統計顯著性。而決定 PDO 指標的海溫距平從圖 3.2.3 中可看出，和圖 1.1 的海溫距平分布頗為相似，通過 T 檢驗檢定後(圖 3.2.4)，有一些區塊的負值海溫距平具有統計顯著性，比對兩者的量值，發現圖 1.1 中北太平洋的海溫距平大約為 $-0.4 \sim -0.6^\circ\text{C}$ ，而圖 3.2.3 中的海溫差值最大值亦約為 $-0.4 \sim -0.6$ ，但圖 3.2.3 中的差值應為 PDO 暖相位的 2 倍，因為是暖相位減去冷相位的差值，發現結果在量值上太小。之後會針對這問題做一些簡單的討論。PDO 在不同相位時對夏季季風的影響，看暖相位和冷相位的差值，可以將其想成 2 倍 PDO 的暖相位的影響。夏季季風最明顯的雨量，由圖 3.2.5 可看出亞洲地區最明顯的雨量變異在孟加拉有個頗大的負值，從 T 檢驗後的場(圖 3.2.6)也可看到這樣特徵，進一步搭配低層風場來看是否互相關聯。在圖 3.2.5 以及經過 T 檢

驗的圖 3.2.6 中可以看到在孟加拉南邊的海陸交界處有北風的分量，這代表在暖相位時，此處原本從暖濕的南海帶來雨水的南風有減弱的趨勢，這和孟加拉的雨量減少的現象十分一致。雨量相關的輻散的改變是否和雨量的變化一致，而輻散又與垂直速度有關，但從圖 3.2.7 以及通過 T 檢驗的圖 3.2.8 中，可以看出在孟加拉雨量減少的地區，並沒有搭配下沉速度($w < 0$)的出現，顯示該處的上升速度沒有明顯的減少。

分析降雨的分布後，夏季季風時期太平洋高壓以及季風槽的特徵。從圖 3.2.9 中可稍微看出太平洋上有十分微弱的氣旋式風場差異，因此推估在 PDO 暖相位可能會有許許太平洋高壓減弱的情形，不過經過 T 檢驗檢定後(圖 3.2.10)發現該特徵就不明顯了，進一步從暖相位以及冷相位的整體平均環流場來看太平洋高壓以及季風槽的配置，如圖 3.2.11 及圖 3.2.12 所示，會發現季風槽和太平洋高壓在暖相位以及冷相位都沒有明顯的不同，因此在 PDO 兩個不同相位時，夏季季風的太平洋高壓以及季風槽沒有明顯的不同。

(3) 冬季平均差異

比較在 A 期間冬季平均減掉 B 期間冬季平均的海平面溫度，海平面氣壓以及風向量和 PDO 相位的關係。如圖 3.2.1 所示，和圖 1.1 的暖相位分布比較，可以發現阿留申群島附近有個壓力場相對負值的區塊，經過 T 檢驗後(如圖 3.2.2 所示)，該區低壓仍然有統計上顯著的差異性，風場部份從圖 1.1 可看出伴

隨此低壓的氣旋式風場，在圖 3.2.1 這裡也有明顯的氣旋式風場，經過 T 檢驗後(圖 3.2.2)也有一部份通過檢定，另外圖 1.1 中接近赤道的西風距平也可以從圖 3.2.1 看出來，通過 T 檢驗後(圖 3.2.2)也具有統計顯著性。可以說這是與 PDO 暖相位有一致性的。而決定 PDO 指標的海溫距平從圖 3.2.3 中可看出，和圖 1.1 的海溫距平分布有一小部分相似，但通過 T 檢驗檢定後(圖 3.2.4)，這些相對的負值海溫卻不見了，因為 PDO 相位應是由海平面溫度所計算出來的，在圖上有看到類似的分布，但卻沒有通過 T 檢驗檢定，不具有統計顯著性。比對兩者的量值時，發現圖 1.1 中北太平洋的海溫距平大約為 $-0.4\sim-0.6^{\circ}\text{C}$ ，而圖 3.2.3 中的海溫差值最大值亦約為 $-0.4\sim-0.6$ ，但圖 3.2.3 中的差值應為 PDO 暖相位的 2 倍，為暖相位減去冷相位的差值，發現結果量值太小。

而 PDO 在不同相位時對冬季季風的影響。看暖相位和冷相位的差值時，可以將其想成 2 倍 PDO 的暖相位的影響，看不同相位的平均場則有利於了解整體分佈的狀況。影響冬季季風的 500hPa 槽線及風場(圖 3.3.5)來看，在阿留申群島附近上空有個相對的低壓，也有相對低壓所伴隨的相對氣旋式風場，兩者在 T 檢驗過後也存在有統計上的顯著性，與海平面氣壓有相同的分布，為 PDO 暖相位的一個特徵。從這個配置來看，可推測在 PDO 暖相位的平均場，500hPa 東亞的槽線(圖 3.3.7)，在紅色框框的範圍內，與圖 3.3.8 相比，有一個渦度較大的區塊。

日本南方的 200hPa 噴流條是冬季季風的特徵之一，200hPa 的經向方向風場(圖 3.3.9)，兩者幾乎沒有差異，經過 T 檢驗檢定後也不會有差異。暖相位及冷相位的冬季平均 200hPa 經向方向風場，如圖 3.3.10 及 3.3.11，兩者噴流條位置及強度並沒有差異性。

除冬季阿留申群島附近有個海平面相對低壓，西伯利亞地區也有個海平面相對較低的低壓(圖 3.3.13 及 3.3.14)，相對低壓對冬季季風所造成的影響。若冬季差值部份西伯利亞有個相對低壓，可以推測出冬季西伯利亞高壓在暖相位及冷相位有個差異性存在，暖相位的冬季平均場的西伯利亞高壓應該勢力較小、強度較弱(圖 3.3.15 及 3.3.16)。冬季西伯利亞高壓的強度會影響到東亞的季風大小，因此圖 3.3.17 及 3.3.18，可以看到在冬季東亞地區低層風場的差值部份，有一個相對西南風的分量，在暖相位的情況，其北風分量較小，這是由於西伯利亞高壓的強度及勢力所影響的。此外，東亞的北風分量大小，會影響到低層的溫度場的配置，若北風分量較大，其較低的等溫線將會比較靠南，推測在暖相位的情況，由於西伯利亞高壓勢力較弱，低層東亞北風分量較小，低層的較冷溫度線應該較北。但圖 3.3.19 及 3.3.20，無論是有無經過 T 檢驗的檢定，其地表溫度都沒有什麼特別的差異。因此兩個不同相位的平均場，由圖 3.3.21 及 3.3.22 來看，其溫度場的配置未如預期，而是兩個溫度場的圖沒有差異性，或許是前張圖的北風分量太小，無法

足以影響到溫度場的分布。

(4) 去除趨勢之影響

比較 PDO 相位和處理過後 2 個相位差值時，發現即使分布符合，量值也不符合。尤其是海平面溫度的差異，可能因 PDO 指標是由海平面溫度所決定，應該和 PDO 指標較為一致，但幾乎都無法通過 T 檢驗檢定。猜測可能因為去除趨勢時將 PDO 的差異去掉了，因此分析沒有經過去除趨勢處理的海平面溫度，海平面氣壓，風向量分析，月、夏季、冬季的改變皆差不多，所以在本報告中，只討論月的情況為代表。如圖 3.4.1 所示，海平面溫度去掉去除趨勢後，兩個相位的差值變大且更加明顯，通過 T 檢驗的區域也變多了，但海平面氣壓、風向量去掉去除趨勢後整體差異並不大。由此結果加上因為海平面溫度資料處理的關係，海平面溫度使用的去除趨勢方法為 CDO，和其他變數使用 NCL 去除趨勢不同，猜測是由於海平面溫度去除趨勢方法不同，而其去除趨勢方法可能將 PDO 的差異去掉較大分量，因此海平面溫度在去除趨勢後 PDO 的訊號消失許多。而其他參數的去除趨勢影響並不大。

四、結論

藉由上述的分析，發現將 PDO 暖相位(1976~1999 年)的平均減去 PDO 冷相位(1950~1975 年)的平均時，和 PDO 暖相位的海平面溫度、海平面氣壓、風向量的分布相比，並沒有都符合，經過 T 檢驗後更是有很

多不符合的情況，且即使分布相符，量值也和與其中的兩倍暖相位小了將近一倍，問題在去掉去除趨勢的程序後，排除了和去除趨勢將 PDO 相位去除的關係。其中用來定義 PDO 指標的海溫距平應該要最能表現出 PDO 的特性，但是在每個月平均和冬季平均都不符合，去除趨勢後改善許多，猜測和海平面溫度的去除趨勢方法不同有關。

而在 PDO 的暖相位時，夏季季風的特徵為孟加拉的雨量會較少，此現象推測和該處海陸交界的風場有北風分量有關，而和 850hPa 的輻散沒有搭配的情形；而夏季的太平洋高壓和季風槽在 PDO 暖相位時並沒有明顯的特徵。

冬季時，在 PDO 暖相位時 200hPa 的噴流沒有明顯的差異；但在 500hPa 的風場，可看出阿留申群島南方有一個氣旋式的風場，也使得此處的槽線正渦度較為明顯；而西伯利亞高壓在 PDO 暖相位時有略為減弱的情況，此現象和低層風場(925hPa)在東亞的北風減弱有個對應的關係，不過減弱的北風並沒有對應到東南亞溫度的上升，推測是減弱的分量占此時北風分量太小的緣故。

呈現的圖分為拿來和 PDO 相位比較的月平均的差異、夏季平均的差異、冬季平均的差異，為了和 PDO 相位做比較，其範圍大小取經度為 $100^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{W}$ ，以及緯度為 $30^{\circ}\text{S}\sim 60^{\circ}\text{N}$ ；另外，比較夏季季風在不同 PDO 相位特徵的夏季平均的差異時，取的範圍為經度為 $80^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{W}$ ，緯度為 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$ ；而看

冬季季風特徵的冬季平均差值時，範圍為經度從 60E°~160W°，緯度從 0N°~80N°，這是為了能多看到冬季季風中扮演重要角色的西伯利亞高壓的特徵。

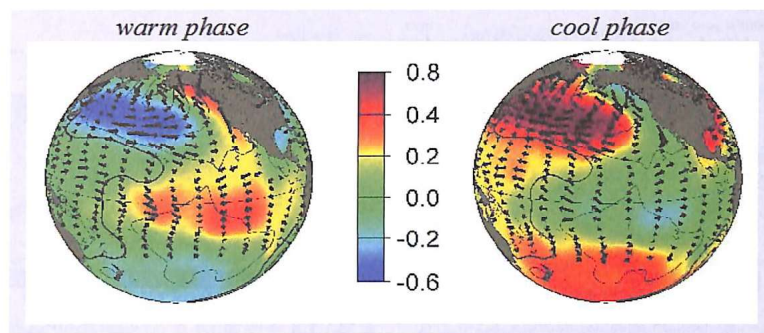
五、參考文獻

The Pacific Decadal Oscillation By Nathan Mantua, Ph. D. Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Oceans University of Washington, Seattle, Washington, USA.

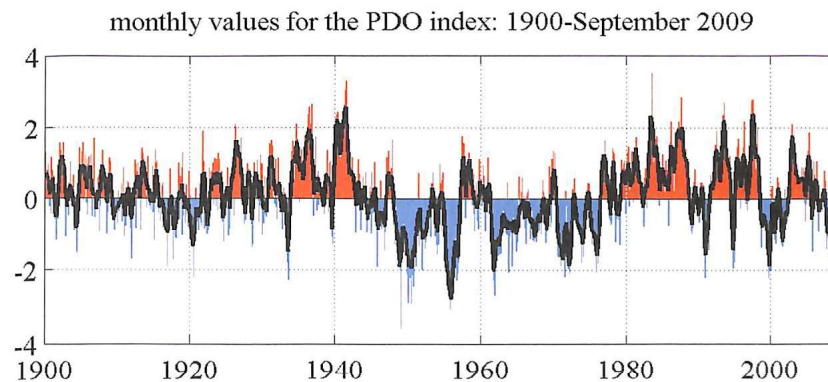
Chang, C-P., Yongsheng Zhang, Tim Li, 2000: Interannual and Interdecadal Variations of the East Asian Summer Monsoon and Tropical Pacific sea surface temperatures. Part I: Roles of the Subtropical Ridge. *J. Climate*, 13, 4310-4325.

Chang, C-P., Yongsheng Zhang, Tim Li, 2000: Interannual and Interdecadal Variations of the East Asian Summer Monsoon and Tropical Pacific sea surface temperatures. Part II: Meridional Structure of the Monsoon. *J. Climate*, 13, 4326-4340.

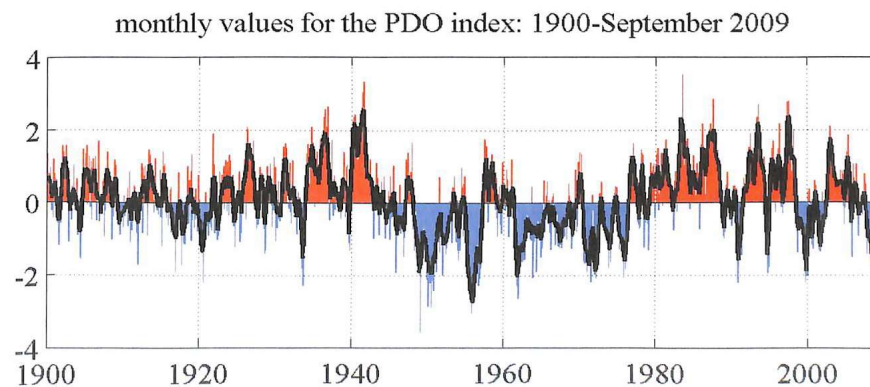
Wang, Bin, LinHo, 2002: Rainy Season of the Asian-Pacific Summer Monsoon. *J. Climate*, 15, 386-398.



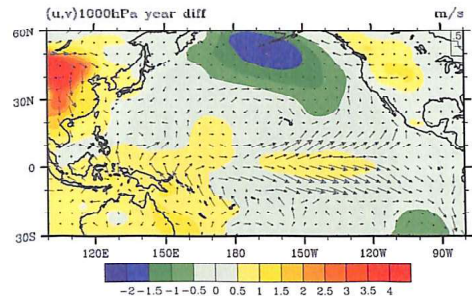
▲圖 1.1 為 PDO 的暖相位以及冷相位，其中，色階為海平面溫度距平分布 (°C)，等值線為海平面氣壓距平分布，向量為水平風向量距平(最長為 10 m²/s²)。



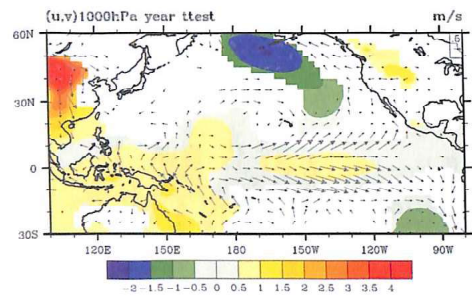
▲圖 1.2 為 PDO 指標的時間序列，紅色為暖相位，藍色為冷相位。



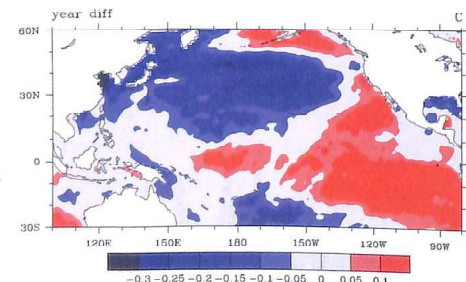
▲圖 2.1 (A)1976~1999 年，PDO 的暖相位，(B)1950~1975 年，PDO 的冷相位。



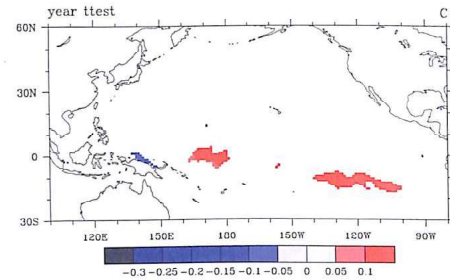
▲圖 3.1.1 為去除趨勢後 A 期間月平均減 B 期間月平均的差值，色階為地面氣壓場，向量為 1000hPa 風場。



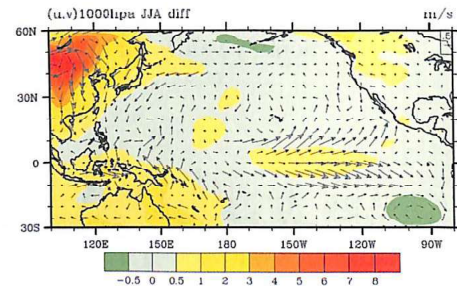
▲圖 3.1.2 同圖 3.1.1，但為通過 T 檢驗檢定的結果。



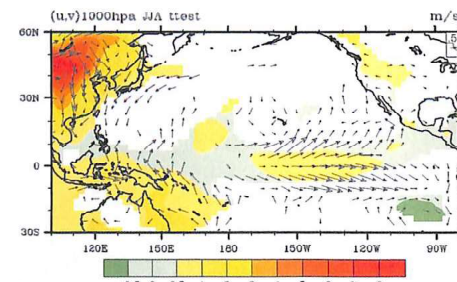
▲圖 3.1.3 為去除趨勢後 A 期間月平均減 B 期間月平均海平面溫度的差值。



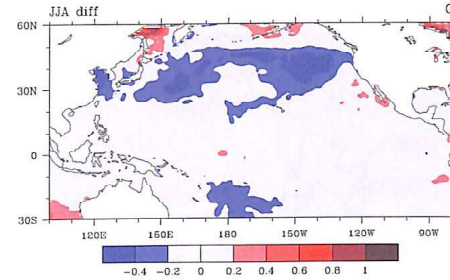
▲圖 3.1.4 同圖 3.1.3，但為通過 T 檢驗的結果。



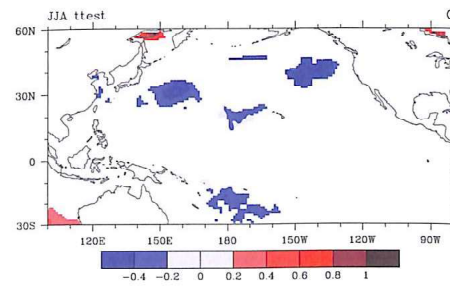
▲圖 3.2.1 去除趨勢後 A 期間夏季平均減 B 期間夏季平均的差值，色階為地面氣壓場，向量為 1000hPa 風場。



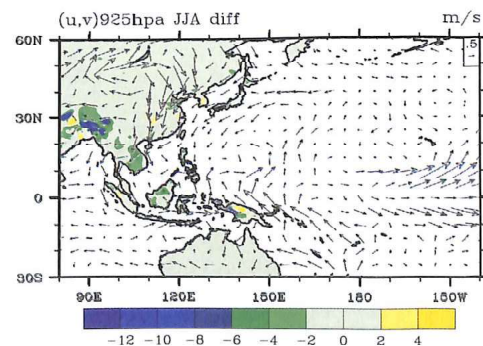
▲圖 3.2.2 同圖 3.2.1，但為通過 T 檢驗檢定的結果。



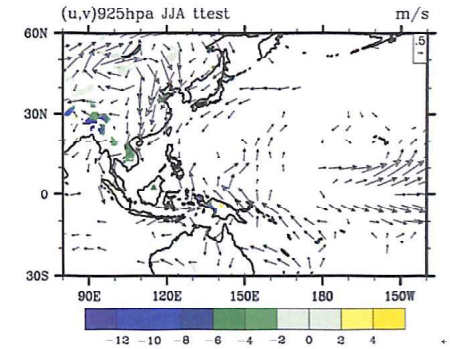
▲圖 3.2.3 去除趨勢後 A 期間夏季平均減 B 期間夏季平均海平面溫度的差值



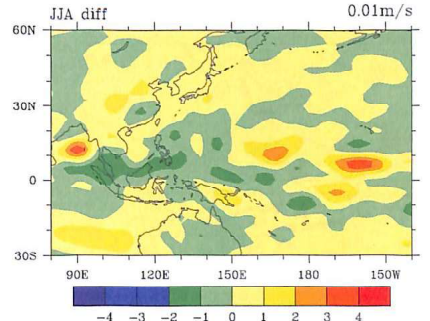
▲圖 3.2.4 同圖 3.2.3，但為通過 T 檢驗的結果。



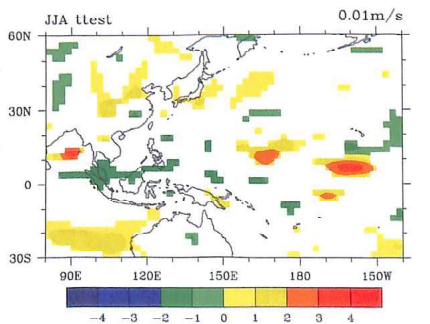
▲圖 3.2.5 為去除趨勢後 A 期間夏季平均減 B 期間夏季平均的差值，色階為平均一個月的累積雨量，單位為 cm/month，向量為 925hPa 的風場，長度如圖右上角所示。



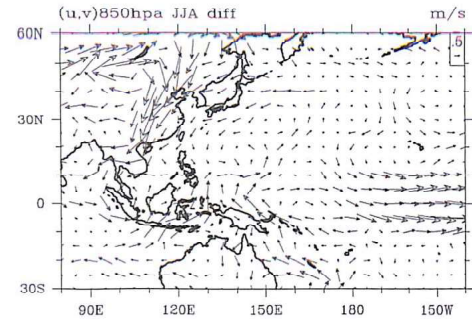
▲圖 3.2.6 同圖 3.2.5，但為通過 T 檢驗檢定後的結果。



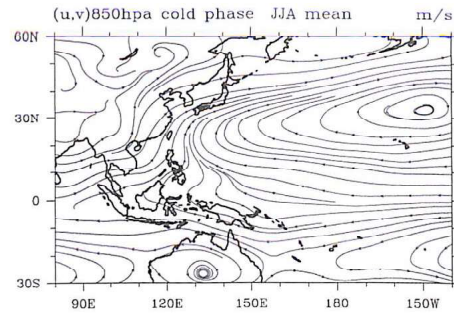
▲圖 3.2.7 為去除趨勢後 A 期間夏季平均減 B 期間夏季平均的 500hPa omega 的差值。



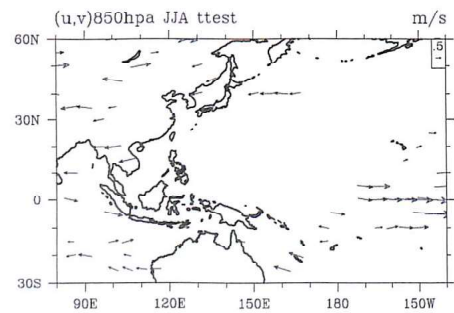
▲圖 3.2.8 同圖 3.2.7，但為通過 T 檢驗檢定後的結果。



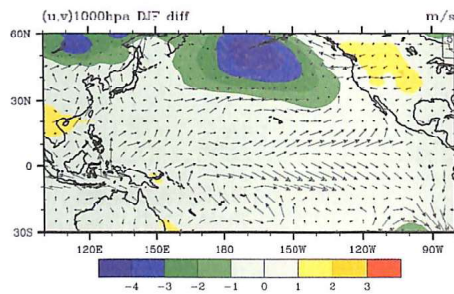
▲圖 3.2.9 為去除趨勢後 A 期間夏季平均減 B 期間夏季平均的 850hPa 風場的差值。



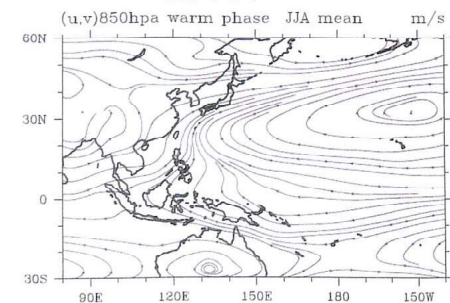
▲圖 3.2.12 為 B 期間(1950~1975年)夏季的 850hPa 月平均流場,呈現 PDO 冷相位的情況。



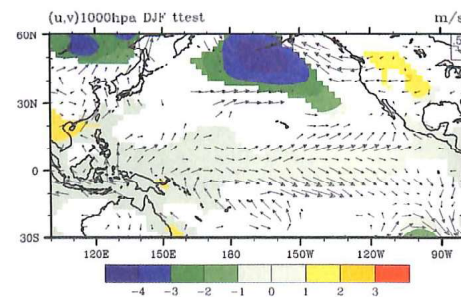
▲圖 3.2.10 同圖 3.2.9,但為通過 T 檢驗檢定後的結果。



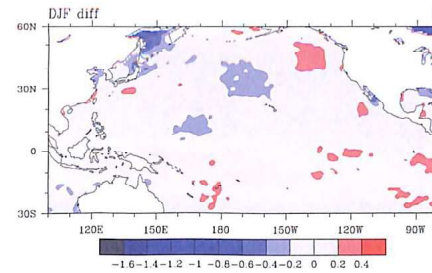
▲圖 3.3.1 為去除趨勢後 A 期間月平均減 B 期間月平均的差值,色階為地面氣壓場,向量為 1000hPa 風場。



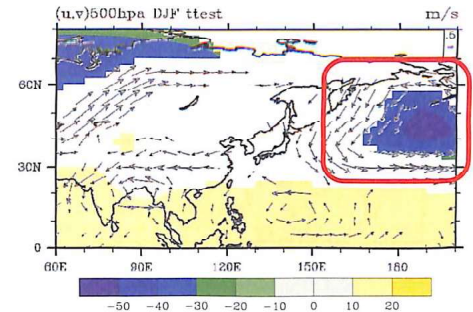
▲圖 3.2.11 為 A 期間(1976~1999年)夏季的 850hPa 月平均流場,呈現 PDO 暖相位的情況。



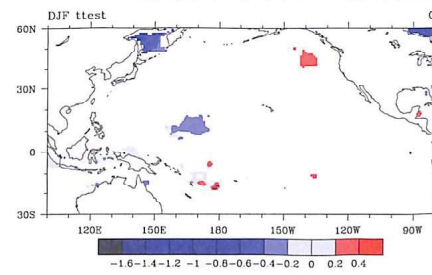
▲圖 3.3.2 同圖 3.3.1,但為通過 T 檢驗檢定的結果。



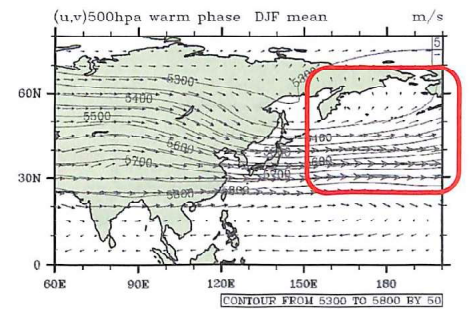
▲圖 3.3.3 為去除趨勢後 A 期間月平均減 B 期間月平均海面溫度差值的差值。



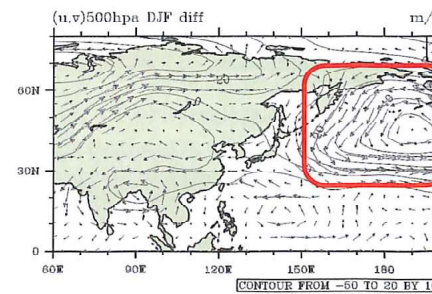
▲圖 3.3.6 同圖 3.3.5,但為通過 T 檢驗檢定的結果。但色階為 500hPa 重力位高度。



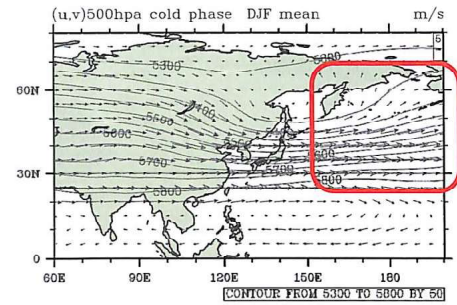
▲圖 3.3.4 同圖 3.3.3,但為通過 T 檢驗的結果。



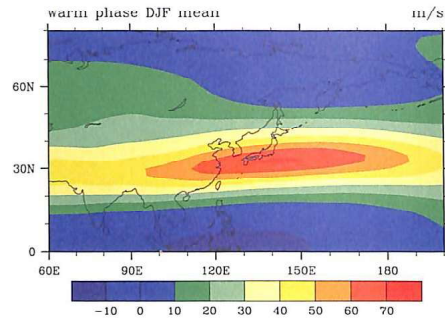
▲圖 3.3.7 為 A 期間(1976~1999年,PDO 暖相位)冬季的 500hPa 月平均重力位高度,向量是冬季的 500hPa 月平均風場。



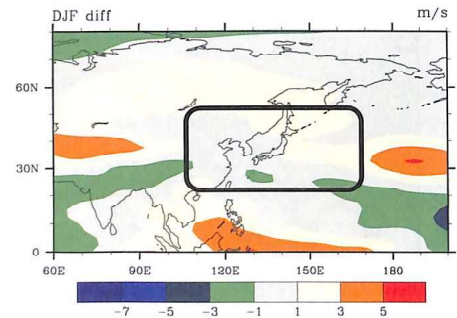
▲圖 3.3.5 為去除趨勢後 A 期間冬季平均減 B 期間冬季平均的 500hPa 風場的差值。Contour 為 500hPa 重力位高度。



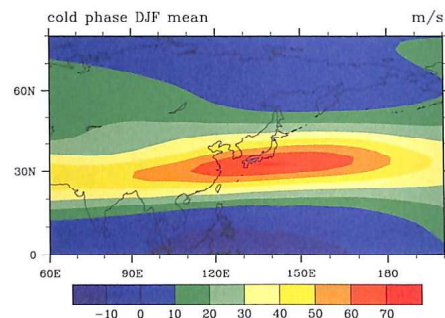
▲圖 3.3.8 為B期間(1950~1975年)冬季的500hPa月平均重力位高度,向量是冬季的500hPa月平均風場,呈現PDO冷相位的情況。



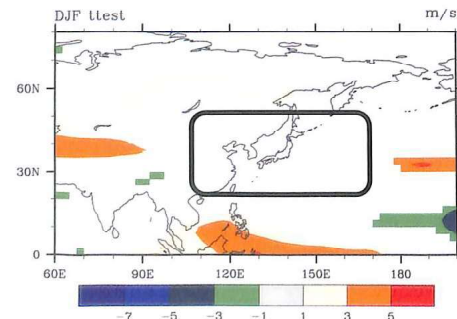
▲圖 3.3.11 為A期間(1976~1999年)冬季的200hPa月平均經向方向風場,呈現PDO暖相位的情況。



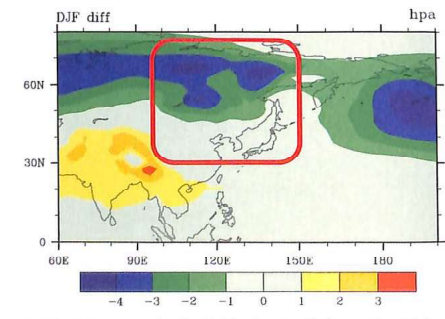
▲圖 3.3.9 為去除趨勢後A期間冬季平均減B期間冬季平均200hPa經向方向風場的差值。



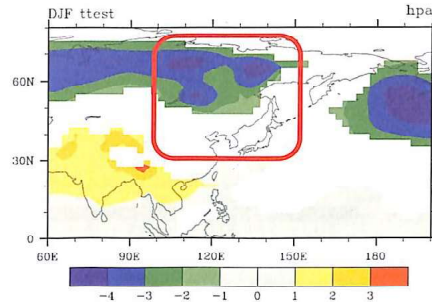
▲圖 3.3.12 為B期間(1950~1975年)冬季的200hPa月平均經向方向風場,呈現PDO暖相位的情況。



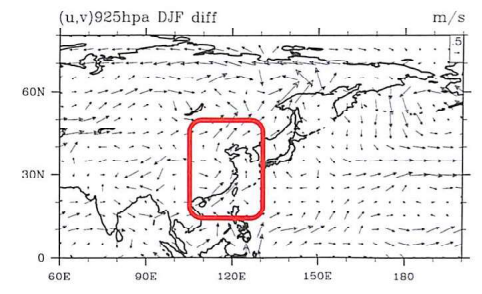
▲圖 3.3.10 同圖 3.3.9,但為通過T檢驗的結果。



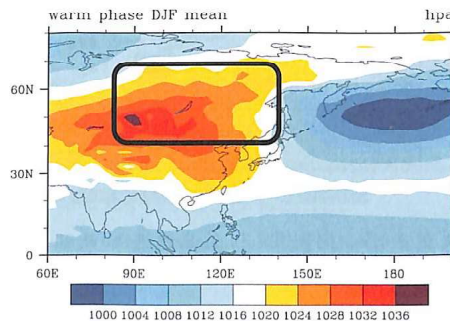
▲圖 3.3.13 去除趨勢A期間減B期間冬季平均海平面氣壓差值。



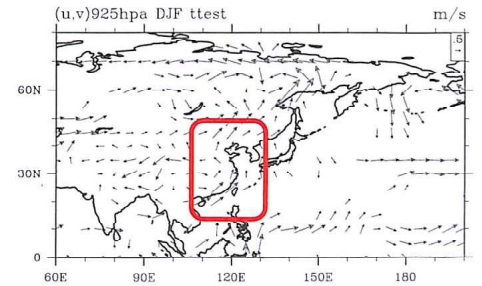
▲圖 3.3.14 同圖 3.3.13,但為通過T檢驗的結果。



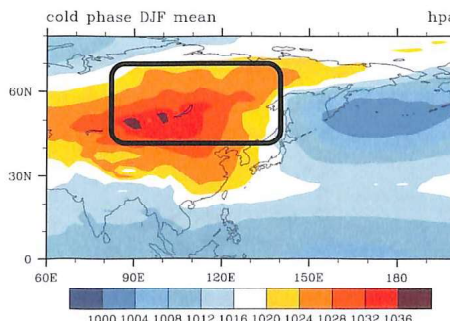
▲圖 3.3.17 為去除趨勢後A期間冬季平均減B期間冬季平均925hPa風場的差值。



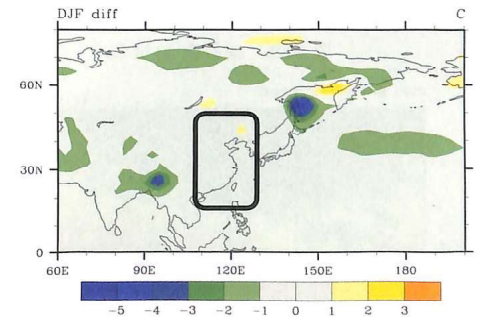
▲圖 3.3.15 為A期間(1976~1999年)冬季的sea level pressure月平均,呈現PDO暖相位的情況。



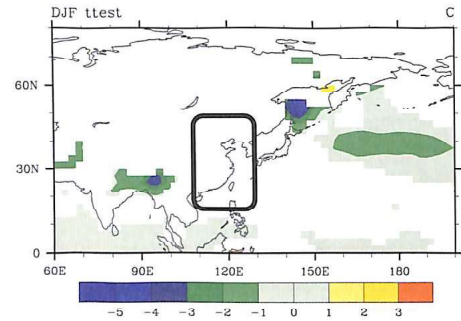
▲圖 3.3.18 同圖 3.3.17,但為通過T檢驗的結果。



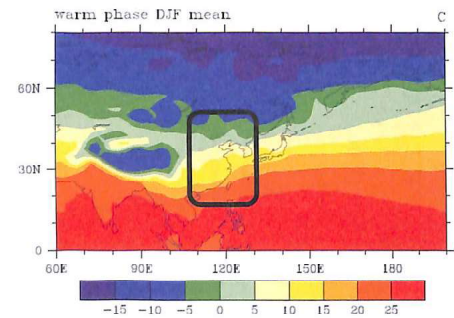
▲圖 3.3.16 為B期間(1950~1975年)冬季的海平面氣壓月平均,呈現PDO冷相位的情況。



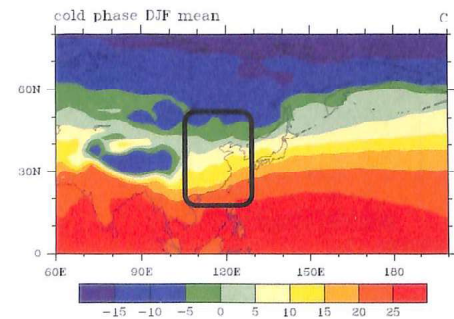
▲圖 3.3.19 去除趨勢後A期間冬季平均減B期間冬季平均地表溫度差值。



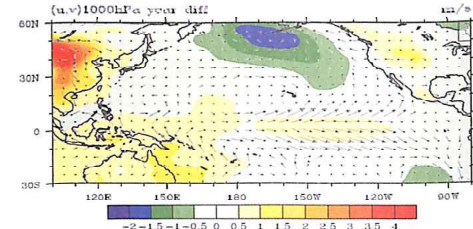
▲圖3.3.20 同圖3.3.19，但為通過T 檢驗的結果。



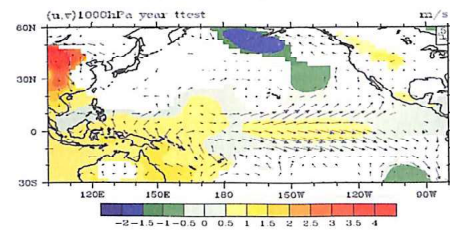
▲圖3.3.21 為A期間(1976~1999年)冬季的地表溫度月平均地表溫度，呈現PDO 暖相位的情況。



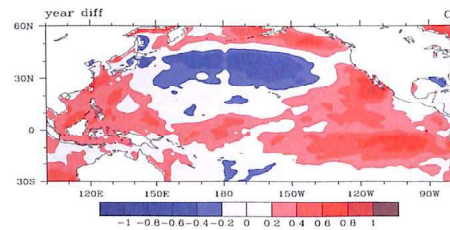
▲圖3.3.22 為B期間(1950-1975年)冬季的地表溫度月平均地表溫度，呈現PDO暖相位的情況。



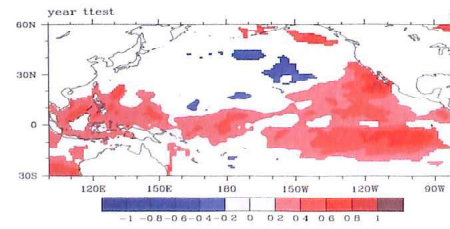
▲圖 3.4.1 為沒有做去除趨勢處理的 A 期間月平均減 B 期間月平均的差值，色階為地面氣壓場，向量為1000hPa 風場。



▲圖 3.4.2 同圖 3.4.1，但為經過 T 檢驗檢定後的結果。



▲圖 3.4.3 為沒有做去除趨勢處理的 A 期間月平均減 B 期間月平均海平面溫度的差值。



▲圖 3.4.4 同圖 3.4.3，但為經過 T 檢驗檢定後的結果。

Decadal Change of Asia Monsoon

Chung-Han Li¹, Ho-Hsuan Wei²

¹ Typhoon Dynamic Research Center

² Department of Atmospheric Science National Taiwan University

Abstract

By using the difference of Pacific Decadal Oscillation (PDO) warm phase average in 1976~1999 and cool phase average in 1950~1975 after the detrending in 1950~1999 to present the twice times of warm phase signal, this study demonstrates the characteristics of summer and winter monsoon in PDO warm phase after utilizing the t-test to confirm the significance. The results show that the precipitation in Bangladesh would decrease in summer since the northerly wind is restrained in PDO warm phase.

In winter, the jet at 200hPa have no significant difference in PDO warm phase, while the cyclonic wind is obvious on the north Pacific at 500hPa and induce the positive vorticity increase. Besides, the intensity of continental high in Siberia decreases in PDO warm phase. This phenomenon is consistent with the decreasing northerly wind in East Asia at 925hPa. However, the temperature in East-South Asia doesn't increase. Perhaps the decreasing is not enough to affect the temperature distribution.

Keywords : Monsoon、Pacific Decadal Oscillation (PDO)、T test