

2018年寒害事件分析

陳淡容 于宜強 朱容練 吳宜昭
國家災害防救科技中心

摘要

本研究透過2018年發生的兩場寒流事件針對不同的大尺度環流因子(如聖嬰、季內振盪、北極振盪等)對臺灣地區寒流發生的影響機制進行分析。結果顯示一月寒流發生時，聖嬰、季內振盪和北極振盪皆是位於有利增強西伯利亞高壓的條件，因而加強冷平流南下影響到臺灣地區寒流強度。二月份寒流發生時，雖然聖嬰、季內振盪和北極振盪並不是處於有明顯增強西伯利亞高壓的條件，但因高層有長時間阻塞發生，同樣造成西伯利亞高壓增強而南下影響了臺灣地區寒流發生。透過事件的分析，可將其分析結果做為後續建立低溫監測指標使用，同時累積低溫對災害衝擊影響的相關知識，有利提升低溫預警資料的可用性。

關鍵字：寒流、寒潮、低溫

一、前言

寒潮(cold wave)是指地表溫度驟降導致低溫、地表氣壓陡升和風速增加，甚至伴隨致災天氣的氣象事件，尤其在高緯度國家，能在幾小時內使氣溫降到非常低並持續很長一段時間，是具有高衝擊潛勢的極端天氣現象。世界各國對於極端低溫的重視，主要歸因於伴隨而來的嚴重災害衝擊，低溫造成的大雪可能中斷陸、海、空運等交通，並造成電力受損而停電，以及人民傷亡和農漁業損失等。類似這種極端事件的發生，在21世紀似乎有越發頻繁的趨勢(IPCC, 2007)。然而，世界氣象組織(World Meteorology Organization, 簡稱WMO) 2016年的報告指出，在進行調查的53個會員國中，只有將近50%的國家對於極端低溫有明確的定義。一般而言，寒潮與極區或高緯度地區非常冷的空氣移到較低緯度有關，有些個案因為大氣環流出現阻塞現象延長了影響時間，也有些個案因晴朗天氣伴隨的長波輻射冷卻更增強了低溫的影響。

臺灣位於緯度較低的東亞地區，冬季盛行東北季風。當大陸冷高壓勢力增強時，冷空氣便順著東北風由北往南輸送，造成臺灣的低溫事件。過去有文獻研究指出東亞地區寒流的發生與西伯利亞高壓的生成、增強與爆發南下有著密切的關係(Ding 1990; Zhang et al. 1997; Gong and Ho 2004; Wu and Wang 2002; Takaya and Nakamura 2005a; Jeong et al. 2006)。許多研究亦指出東亞地區的寒潮事件也與北極振盪(Arctic Oscillation, AO) (Park et al. 2011a; Park et al. 2014)、東亞低壓主槽(Jeong and Ho 2005; Bueh

et al. 2011; Song et al. 2016)、高緯度西風帶內的羅氏培波列(Rossby wave) (Takaya and Nakamura 2005a)及季內振盪(intraseasonal oscillation, ISO)等變化有關。

寒潮事件的發生需有強烈的西伯利亞高壓，而西伯利亞高壓的生成、快速增強和往東南向延伸常會造成冷空氣向東亞地區爆發(Ding and Krishnamurti 1987; Ding 1990)。北極振盪會影響西伯利亞高壓、高層槽線和極區噴流的強度，改變中、高緯度的大氣環流，進而影響東亞地區冬季的氣候。過去有研究指出當北極振盪處於負相位時，極區噴流強度會減弱，使得極區的冷空氣較容易往中、低緯度爆發，進而增強西伯利亞高壓強度。然而當西伯利亞高壓向南延伸時，便會加強東亞地區的寒流強度。另外，極區冷空氣往中緯度地區南下時會加深東亞主槽，槽線加深後容易形成阻塞，使得冷空氣不易往東傳播，東亞地區受冷氣團影響的時間便會拉長。Song and Wu (2017)分析東亞地區低溫事件發現，AO為一領先指標，AO約於南部發生低溫前一週達到負相位的極大值。

除了極區冷空氣直接南下增強西伯利亞高壓外，過去有研究指出El Nino/Southern Oscillation (ENSO)和季內振盪(intra-seasonal oscillation, 簡稱ISO)也會增強西伯利亞高壓，進而增加東亞地區地面北風，加強了東亞地區寒流的強度。這兩種大尺度振盪皆是透過局部次環流的改變來增強西伯利亞高壓(Hong and Li, 2009)。當反聖嬰發生時，因東太平洋地區海水溫度偏低，因此沃克環流(Walker circulation)會增強，增強的沃克環流在南海地區有較強的上升運動，增強了局部哈德里環流(Hadley circulation)，增強後的局部哈德里環流在西伯利亞地區有較強的

沉氣流，因此加強了西伯利亞高壓強度，增強後的西伯利亞高壓有較強的北風，進而增強了東亞地區的冷平流而加強東亞地區的寒潮強度。季內振盪則是位於印度洋地區時，印度洋地區的旺盛對流增強了局部哈德里環流，因而增強了西伯利亞高壓，進而增強了東亞地區的寒流強度。

本研究則是使用2018年於臺灣地區發生的兩場寒流事件，依據前人之研究來檢視大尺度環流因子對臺灣地區寒流的影響，並分析兩場寒流事件對臺灣低溫衝擊的影響和成因。本文第一部分為前言，第二部分介紹資料和分析方法，第三部分介紹兩場寒流事件和各大尺度環流因子對此兩場寒流的影響分析，第四部分將討論此兩場寒流事件對臺灣衝擊的影響和成因，最後是結論的部分。

二、資料與分析方法

本文所使用的資料為中央氣象局測站的日溫度資料，依據中央氣象局作業上的規定，當臺北測站日最低溫達到 10°C 以下即稱為寒流。依此定義選出1982至2018年間總計有98場寒流事件。

本文使用來分析環流場的資料來自於美國國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction, 簡稱NCEP)的再分析(reanalysis1)網格資料，網格解析度為 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ；每日北極振盪指數則來自於美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, 簡稱NOAA)的氣候預報中心(Climatology Prediction Center, 簡稱CPC)；海溫資料取自Hadley Centre Global Sea Ice and Sea Surface Temperature (HadISST)，時間為1982至2017年的月資料，空間解析度為 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ (Rayner et. al., 2003)。

三、寒流事件概述和大尺度因子分析

自2017年入冬以來，與氣候值相比，臺北站觀測日最低溫幾乎偏高，直到一月份才有較顯著低於氣候值的現象發生，而此兩次低於氣候值的事件亦達到寒流的門檻(圖1)。這兩次寒流事件發生時間分別為2018年01/11至01/13和02/02至02/06。

一月寒流是臺灣地區繼2016年2月以來第一場寒流事件，該事件歷時3天，臺北測站觀測到最低溫為 8.6°C ，發生於01/12。而整個事件的最低溫於01/13清晨發生在嘉義地區，溫度為 4.7°C 。此事件在達到寒流強度前，臺灣地區幾乎全臺皆有降雨發生(01/08~01/10)，寒流發生時降雨已趨緩轉為乾冷的天氣型態。白天因太陽加熱增溫，夜間因晴空關係輻射冷卻效應顯著，降溫明顯，造成寒流期間日夜溫差大。

二月寒流在發生前同樣有降雨發生，但降雨與一月個案相比較為緩和，且持續時間較長，北部地區於寒流期間為濕冷的天氣型態。二月寒流臺北測站觀測到最低溫為02/05發生的 7.7°C ，而整個事件的最低溫於同日發生在新竹， 6.3°C 。寒流期間因雲量多，白天回溫不顯著，有別於一月日夜溫差大的天氣型態，二月個案是屬於長時間低溫的天氣型態，加上大氣潮濕，北部山區有多處發生降雪。

北極振盪指數顯示2017年12月下旬開始由負相位轉為正相位，12月底轉為負相位，在2018年一月初短暫轉為微弱正相位後隨即轉為負相位，在振幅達最大值後約一週後，臺灣發生2018年首場寒流事件。一月中旬北極振盪指數有兩度轉為正相位，一月下旬轉為負相位，發生時間為臺灣二月寒流發生前約一週，但負相位振幅較一月寒流發生前小。依據Park et al. (2011、2014)的研究顯示，2018年在臺灣發生兩場寒流事件前，北極振盪皆位於有利東亞寒流事件發生的相位，其中一月寒流發生前北極振盪的效應較顯著。

Madden-Julian振盪(Madden-Julian Oscillation, 簡稱MJO)亦稱為季內振盪，2018年MJO的相位分布顯示一月寒流發生時位於第二相位的印度洋地區，二月寒流發生時則位於第七相位的西太平洋地區(圖3)。過去有研究指出，當MJO位於第二和第三相位(即印度洋地區)時，MJO引發的局部次環流將會增強東亞地區北風，冷平流增強後而加強了東亞地區的寒流強度。一月寒流發生時，MJO恰巧位於有利東亞地區寒流強度增強的相位。二月寒流發生時，MJO位於西太平洋地區，對於東亞地區寒流強度無增強作用。

ENSO影響東亞地區寒流的機制與MJO相似，當反聖嬰發生時，將有利東亞地區冷平流強度增加，而增強東亞地區寒流強度。2017年8月開始太平洋海溫進入聖嬰發展年，海溫距平由正轉負。圖4為一月和二月份海溫距平分布，顯示一月份聖嬰訊號較顯著、東太平洋海溫距平較小，依據過去研究成果，一月的反聖嬰對東亞地區冷平流強度的加成效應會較二月顯著。

由北極振盪、季內振盪和ENSO來看，一月份寒流發生時此三個大尺度環流因子較有利增強寒流強度。雖然二月寒流沒有此三個環流因子加成，但從一月底開始發生的阻塞高壓使得冷空氣一直堆積，增強了西伯利亞高壓而造成二月初時東亞地區大範圍氣壓距平偏高和溫度距平偏低(圖未示)。因此即便大尺度環流對二月寒流沒有較顯著增強作用，仍然造成臺灣地區低溫長達四天。

四、衝擊分析

發生於臺灣的這兩場寒流事件皆對臺灣地區農漁業造成不小的損失，一月寒流的農漁業損失初估達1億91萬元(統計期間為01/08至01/19的17時止)，二月損失金額初估9,285萬元(統計期間為02/02至02/23的17時止)，兩場事件造成的損失皆以農業損失為主，但二月寒流造成的漁業損失比例則有增加的情形。

兩場事件受災最嚴重的區域皆為南部地區的高雄，其中一月寒流事件雖然未在高雄地區造成長時間低溫，但高雄地區適逢食用番茄採收期，寒流發生前的霪雨加上寒流期間日夜溫差大，使得番茄大量裂果造成損失。

一月個案的顯著日夜溫差和二月個案的低溫是造成蓮霧損失嚴重的主要因素。此季節為蓮霧果實生長階段，果實對氣溫急遽變化非常敏感，加上蓮霧為熱帶常綠果樹，不耐低溫，當溫度低於10°C即會有輕度寒害發生，低於8°C則會有嚴重寒害發生。二月事件在屏東高樹地區溫度曾觀測到8.2°C的低溫，因此造成當地蓮霧的嚴重損失。

中北部地區主要以高接梨和柑桔類損失為主，前者受災的主因為此時適逢高接梨嫁接期間，剛嫁接完成的花芽不耐低溫或有雨的天氣，而一月的低溫和二月的低溫加上降雨因而造成損失。柑桔類同樣不耐低溫和濕冷的天氣，容易造成果實凍傷和腐爛。

一月份的漁業損失主要為南部臺南地區的虱目魚，原因為虱目魚為熱帶魚種，不耐10°C以下的低溫。一月個案因天氣晴朗，夜間晴空輻射顯著，因輻射冷卻而造成清晨低溫，因此造成混養於淺池中的虱目魚因不耐低溫而凍斃造成損失。另一方面，根據統計，二月份的損失以澎湖漁業最嚴重，主要原因為一月底時有幾波冷氣團南下，海峽溫度受冷氣團影響溫度降低，二月寒流發生時隨著寒流南下的北風增強，使得海峽溫度持續降低。依據過去寒害經驗，當水溫低於15°C時，便會對近海養殖業造成威脅(行政院農業委員會水產試驗所)，而澎湖地區則因海水溫度偏低的關係造成沿海養殖漁業有較大的損失。除此之外，二月的長時間低溫也造成雲林沿海地區養殖漁業的虱目魚有較大災情傳出。

五、結論

2018年分別於一月和二月發生一場寒流事件，兩者天氣型態有所差異，一月個案為乾冷、日夜溫差大的天氣型態，二月則為濕冷、長時間低溫。以臺北測站而言，一月個案的冷氣團強度較強，觀測到較高的氣壓1027.8 hPa，觀測到的最低溫度8.6°C略高於二月個案的7.7°C，但寒流期間觀測到的事件最低溫4.7°C則明顯較二月個案的6.3°C低。

在這兩場寒流事件中，依據前人研究成果檢視AO、ENSO、MJO對臺灣地區寒流發生之影響。結果顯示一月個案發生時，振幅較大的負相位AO、較強的反聖嬰訊號、MJO位於第二相位(印度洋地區)皆為有利增強西伯利亞高壓強度的條件。二月個案發生前有較弱的負AO和反聖嬰訊號，MJO則位於對東亞寒潮發生沒有增強機制的第六、七相位(西太平洋地區)。與一月個案較不相同的是一月底二月初開始有明顯的阻塞存在，氣流發生阻塞後冷空氣於東亞地區堆積，造成東亞地區大範圍氣壓偏高和氣溫偏低。因此雖然二月個案沒有大尺度振盪的加乘作用，仍於臺灣造成長時間低溫。

一月寒流個案期間天氣晴朗，白天太陽加熱回溫顯著，但清晨輻射冷卻效應顯著造成西半部平原地區顯著低溫，因而造成不耐低溫的農漁業產物損失。另一方面，因為寒流發生前臺灣地區有不少降雨，寒流期間天氣轉晴，濕度和溫度差異大造成果實損傷而受災。二月份寒流雖沒有顯著輻射冷卻效應造成清晨極端低溫，但長時間濕冷亦造成農漁產業損失，尤其是澎湖地區沿海漁業，水溫自一月底隨著冷氣團一波一波南下影響而持續偏低，造成漁業部分有較大損失。

雖然一月冷氣團強度、大尺度振盪的加乘效應較有利於寒流強度增強，但晴朗的天氣型態能在白天回溫，並沒有讓臺灣在寒流期間處於長時間低溫的狀態。二月寒流冷氣團強度雖然稍弱，也沒有大尺度振盪的加乘效應，但多雲和下雨的天氣造成白天無法回溫而長時間低溫。因此，除了基本氣象參數外，晴朗、多雲或下雨的天氣型態亦是需要關注的項目，不同的天氣型態下會影響低溫的持續時間以及低溫的規模，在未來寒害預警上也會有不同的因應措施。

六、參考文獻

- Bueh, C., N. Shi, and Z. Xie, 2011: Large-scale circulation anomalies associated with persistent low temperature over southern China in January 2008. *Atmos. Sci. Lett.*, 12, 273–280.
- Ding, Y., 1990: Build-up, air mass transformation and propagation of Siberian high and its relation to cold surge in East Asia. *Meteor. Atmos. Phys.*, 44, 281–292.
- Ding, Y., 1990: Build-up, air mass transformation and propagation of Siberian high and its relation to cold surge in East Asia. *Meteor. Atmos. Phys.*, 44,

281–292.

Ding, Y., and T. N. Krishnamurti, 1987: Heat budget of the Siberian high and the winter monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 2428–2449.

Gong, D.-Y., and C.-H. Ho, 2004: Intra-seasonal variability of wintertime temperature over East Asia. *Int. J. Climatol.*

Hong, C.-C., and T. Li, 2009: The extreme cold anomaly over Southeast Asia in February 2008: Roles of ISO and ENSO. *J. Climate*, 22, 3786–3801.

Jeong, J.-H., and C.-H. Ho, 2005: Changes in occurrence of cold surges over East Asia in associated with Arctic Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L14704.

Jeong, J.-H., B.-M. Kim, C.-H. Ho, D. Chen, and G.-H. Lim, 2006: Stratospheric origin of cold surge occurrence in East Asia. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L14710.

Park, T.-W., C.-H. Ho, and Y. Deng, 2014: A synoptic and dynamical characterization of wave-train and blocking cold surge over East Asia. *Climate Dyn.*, 43, 753–770.

Rayner, N. A.; Parker, D. E.; Horton, E. B.; Folland, C. K.; Alexander, L. V.; Rowell, D. P.; Kent, E. C.;

Kaplan, A. (2003) Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century *J. Geophys. Res.* Vol. 108, No. D14, 4407.

Song, L., and R. G. Wu, 2017: Processes for Occurrence of Strong Cold Events over Eastern China. *J. Climate*, 30, 9247–9266.

Song, L., L. Wang, W. Chen, and Y. Zhang, 2016: Intraseasonal variation of the strength of the East Asian trough and its climatic impacts in boreal winter. *J. Climate*, 29, 2557–2577.

Takaya, K., and H. Nakamura, 2005a: Geographical dependence of upper-level blocking formation associated with intraseasonal amplification of the Siberian high. *J. Atmos. Sci.*, 62, 4441–4449.

Wu, B., and J. Wang, 2002: Winter Arctic Oscillation, Siberian high and East Asian winter monsoon. *Geophys. Res. Lett.*, 29, 1897.

Zhang, Y., K. R. Sperber, and J. S. Boyle, 1997: Results from the 1979–95 NCEP/NCAR reanalysis. *Mon. Wea. Rev.*, 125, 2605–2619.

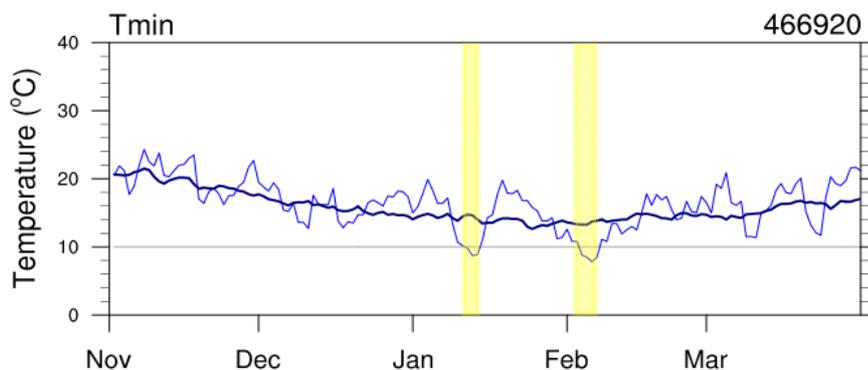


圖1 2017年11月至2018年3月逐日日最低溫曲線(細線)和逐日氣候值(粗線)

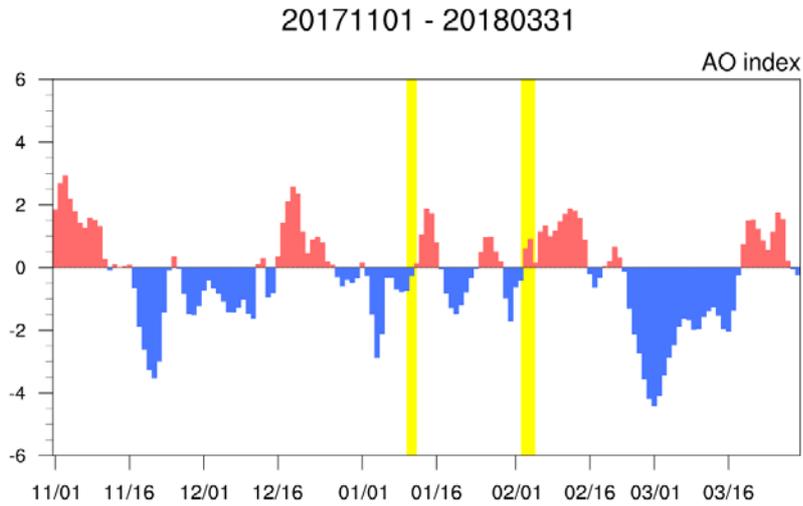


圖2 2017年11月至2018年3月的逐日AO指數分布，圖中黃色陰影為寒流發生期間 (資料來源：NOAA/CPC)

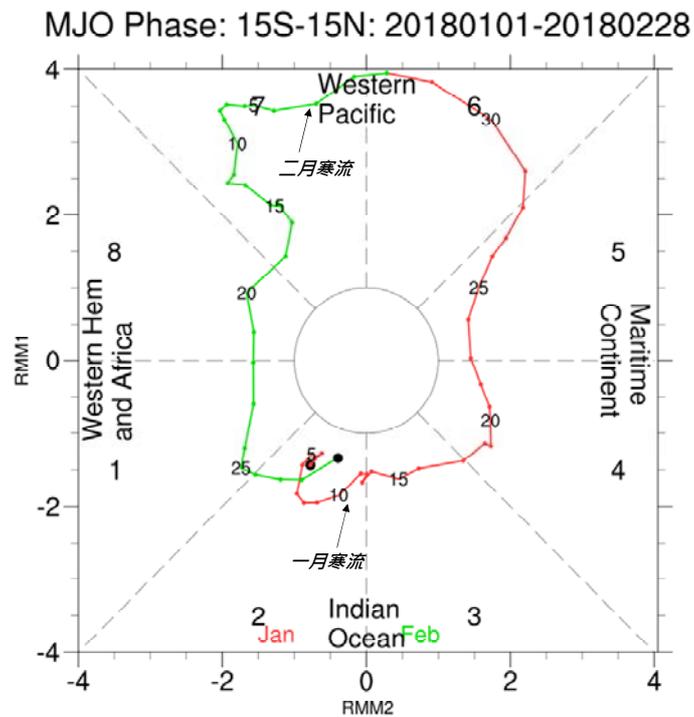


圖3 2018年1月和2月MJO相位分布圖 (資料來源：澳洲氣象局)

2018 HadISST SST Anomaly (base: 1982–2017 CMT)

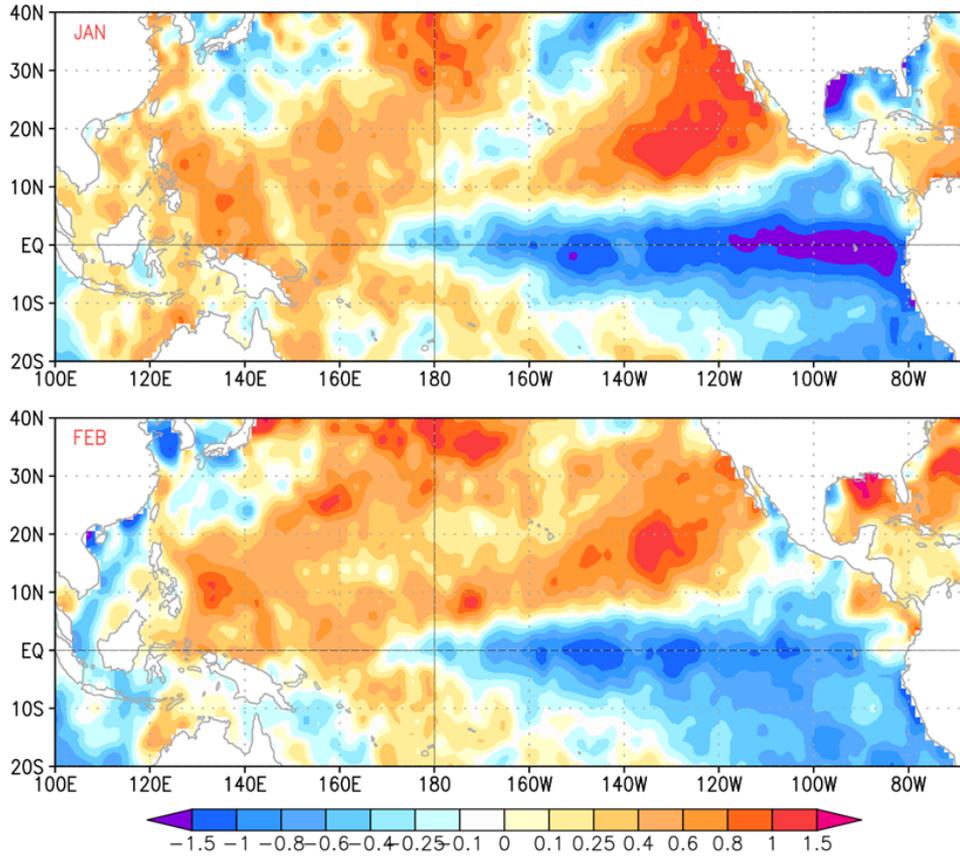


圖4 2018年一月(上)和二月(下)海溫距平