



## 北极涛动 对东亚气候的影响

· 北京师范大学资源科学研究所 龚道溢  
· 北京大学物理学院大气科学系 王绍武

大量研究指出,近几十年来北半球中高纬度近地面气候变化与大气环流系统的变化有非常密切的关系。Thompson 和 Wallace (1998) 发现北半球热带外 ( $20^{\circ}$  N 以北) 海平面气压场的变化中最突出的模态与北大西洋涛动 (NAO) 很相似,不过其纬向对称的特征更明显。这种模态从近地面到平流层低层都是存在的,接近正压结构。此模态被命名为北极涛动 (Arctic Oscillation, 缩写为 AO) 或者环状模态 (annular mode)。南、北半球的环状模态分别是两个半球中高纬度行星尺度大气环流的第一个模态。而北大西洋涛动则被认为是北极涛动在北大西洋区域的一种表现形式,尽管两者有较大的相似性,但 NAO 只是 AO 的一个组成部分 (Wallace, 2000)。AO 的强弱直接导致北半球中纬度地区与北极地区之间气压和大气质量反向性质的波动。AO 为正异常时,中纬度气压上升而极地下降,中高纬度西风环流盛行;AO 为负异常时,环流形势则与此相反,经向环流盛行。AO 在冬半年活动最强,而夏半年活动较弱 (Thompson et al, 2000)。

因为 AO 在冬半年最强,所以很多研究侧重 AO 对冬季北半球各地的气候影响。研究表明, AO 对包括我国在内的东亚地区气候也存在显著影响。图 1 给出了 (1952~1996 年) 冬季平均的 AO 指数及我国 160 站平均气温近几十年变化的时间序列 (Gong et al, 2001)。由图 1 看出,二者变化有较好的相似性。两个序列之间的相关系数为 0.49, 超过 95% 的显著信度水平。可见当 AO 处于正异常的时候,我国气温偏高, AO 为负位相时,我国气温偏低。当 AO 处于正位相时,我国大部分地区降水也是偏多的。降水变化在两个地区最显著,一个是大约  $100^{\circ}$  E 以东  $30^{\circ}$  ~  $40^{\circ}$  N 之间的地区;另外一个在华南。中国大陆 160 站,得到的平均降水量序列与 AO 指数之间的相关系数达到 0.47, 也超过了 95% 的信度水平 (龚道溢等, 2003)。

AO 对我国冬季气候的影响主要是通过影响区域的大气环流,即东亚冬季风来实现的 (Gong et al, 2001)。影响途径主要有两个方面:一是影响近地面的西伯利亚高压, AO 处于正的位相时,西伯利亚高压强度偏弱;二是通过影响对流层高层大气环流, AO 正异常时, 500 hPa 高度 (大约 5.5 km) 上西风加强,纬向风盛行,东亚大槽强度减弱。这两点都可造成东亚冬季风减弱,南下冷空气活动也减弱。

除了冬季外,有研究发现 AO 对东亚夏季气候也有显著影响,主要是影响长江中下游到日本南部的夏季降水,即梅雨带的降水 (Gong et al, 2003)。这种影响主要表现在年际尺度上。利用 Hulme (1992) 的全球陆地格点 1900 年以来的降水资料,首先将夏季降水进行 9 点 Gauss 滤波,只保留年

际变化分量,再分析AO指数与夏季降水年际变化的关系,发现梅雨带的降水与前期5月AO指数的关系最显著。图2是1900~1998年5月AO指数与夏季降水的回归系数,即AO指数偏强一个标准差时相应的夏季降水变化量。由图2看出,从长江中下游地区到日本南部整个地区降水都表现出很高的空间一致性,整个季风雨带夏季降水偏少3%到12%左右。带状分布特点很明显。北方地区包括华北和俄罗斯远东地区夏季降水与5月AO是正相关,也是呈东西向分布。整个长江中下游地区到日本南部,降水与AO的关系也达到了95%显著信度水平。为了比较,也选择较均匀分布的10个站(如图2中圆点所示)的观测降水资料计算夏季降水与AO的关系,发现10站平均夏季降水的年际尺度的变化,与5月AO指数的相关系数很高,达到-0.45(1899~1999年资料计算)。这些结果都说明,春季AO指数偏高时,夏季长江流域到日本南部的夏季降水通常偏少,当春季AO偏弱时,随后夏季降水易偏多。降水的这种变化与对流层东亚高空西风急流的变化密切相关:春季AO强时,随后夏季急流位置通常偏北,雨带位置也北移,从而造成梅雨带降水减少,反之亦然。

龚道溢: gdy@pku.edu.cn

主要参考文献

Gong, D.Y., C.H.Ho, 2003: Arctic Oscillation signals in East Asian summer monsoon. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 108(D2): 4066, doi: 10.1029/2002JD002193.

Gong, D.Y., S.W. Wang, J.H.Zhu, 2001: East Asian winter monsoon and Arctic Oscillation. *Geophysical Research Letters*, 28(10): 2073-2076.

Hulme, M.A., 1992: 1951-80 global land precipitation climatology for the evaluation of General Circulation Models. *Climate Dynamics*, 7: 57-72.

Thompson, D.W. J., J. M.Wallace, 2000: Annular modes in the extratropical circulation, Part I: Month-to-month variability. *Journal of Climate*, 13(5): 1000-1016.

Thompson, D.W. J., J. M.Wallace, 1998: The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophysical Research Letters*, 25: 1297-1300.

Wallace, J.M., 2000: North Atlantic Oscillation/Annular Mode: two paradigms-one phenomenon. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, 126(564): 791-805.

龚道溢, 朱锦红, 王绍武, 2002: 长江流域夏季降水与前期AO的显著相关. *科学通报*, 47(7): 546-549.

龚道溢, 王绍武, 2003: 近百年北极涛动对中国冬季气候的影响. *地理学报* (接受待刊).

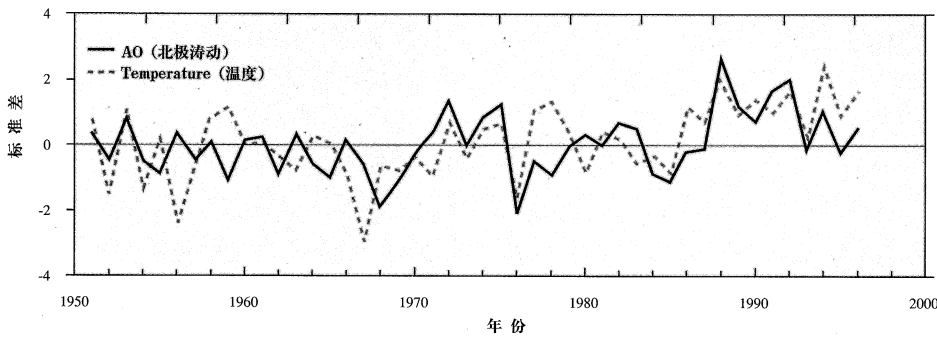


图1 冬季北极涛动指数AO(实线)及我国160站平均气温时间序列(虚线)(为方便比较,两条曲线都已经以1961~1990年为基准做了标准化处理)

图2 当5月AO指数偏强一个标准差时,夏季降水量年际尺度变化量(mm) (Hulme格点资料,1900~1998年;零等值线省略;达95%显著信度区用阴影标出)

