

南极海冰变异对华南后汛期旱涝的影响^①

张爱华 蒋伯仁

吴恒强 覃 武

(山东省气象科学研究所, 济南 250031)

(广西气象科学研究所, 南宁 530021)

提 要

应用逐月南极海冰北界资料和南半球海平面气压场资料,研究了南极海冰变异对华南后汛期旱涝的显著影响作用和可能机理,认为:南极总海冰、威德尔海海冰冰长期和罗斯海海冰最大面积的变异对后汛期的作用最为显著。9月罗斯海海冰最大面积变化与次年7~9月西太平洋副高关系密切,副高在海冰与后汛期关系中起重要纽带作用。后汛期旱涝可能是南极海冰变异产生的全球短期气候效应的结果之一。

关键词: 南极海冰 后汛期 南半球大气环流变异

引 言

随着探测资料的积累,冰雪覆盖与气候变化关系方面的研究日益增多。1974年的国际气候学会上,公认冰冻圈与大气圈、水圈、岩石圈、生物圈一样是气候五大成分之一,它们始终处在相互作用中。对大气圈和冰冻圈而言,大气环流制约着各地气候特点并决定冰雪覆盖状况,而冰雪覆盖不仅成为大气的冷源,影响着周围地区的气温,更重要的是影响着大气活动中心的强度和位置,进而制约全球大气环流和气候变化,冰雪已成为影响全球气候变化异常的重要因子。近年来南极冰雪对全球气候变化的重要影响,引起了世界各国的关注。彭公炳等曾对这方面的研究成果作了较全面的概括^[1]。本文试图通过分析南极海冰变化及与南半球大气环流的关系及其对华南后汛期旱涝的可能影响,进一步认识邻近南半球的华南后汛期旱涝的环流特征和气候背景,进一步做好华南汛期旱涝预测,减轻气象灾害造成的损失。

1 资料及分析

1.1 华南后汛期雨量

后汛期是指每年7~9月华南地区出现的又一个降雨高峰期。随着副高的增强、西伸、北跳,ITCZ随之北抬,热带气旋、台风等低纬系统频频影响华南地区,暴雨、洪涝、风暴潮等灾害不断出现,往往造成重大的生命财产损失。

本文选取福州、厦门、赣州、桂林、梅县、汕头、曲江、河源、广州、阳江、湛江、海口、柳州、南宁、北海、梧州、百色等17个站的1951~1992年逐年7~9月累计雨量为后汛期基本资料。17站的平均值代表研究区域的后汛期雨情。对17个站的后汛期雨量进行EOF分析,结果表明前3个特征量的方差贡献百分比可达总方差的61.3%,分别反映华南后汛期具有全区偏多(少)、东少(多)西多(少)及内陆少(多)沿海多(少)3种主要分布特征。

以EOF分析第1特征向量的时间系数绝对值大小为依据,结合17站后汛期雨量距平符号的一致性特征,在拥有南极海冰资料

^① 本研究得到国家自然科学基金49465012项目和广西自然科学基金项目资助。

的1973~1989年间选出1973、1976、1985年为多雨(涝)年,1978、1983、1989年为少雨(旱)年,分析旱涝年雨量差异。结果发现,旱年平均雨量只及涝年的64%,后汛期旱涝明显。

1.2 南极海冰资料

南极大陆是地球上最冷的地区及冷源所在,除经常有98%的冰雪覆盖外,周围还有广阔的海冰环绕。南极海冰位于开放的南大洋上,不仅面积大,还存在明显的月际和年际变化。南极海冰面积最大的9月,海冰面积可占南半球总面积的7.5%,与终年不化的北极冰相比,南极海冰年际变化是北极海冰的7倍^[2]。从图1全球及南北半球海冰逐月变化中易见^[1]:南北半球海冰变化反向,但全球海冰变化与南半球海冰变化趋势相当一致。充分说明南极海冰在全球海冰分布中的重要性,及其变化在全球海冰气候效应中的显著作用。

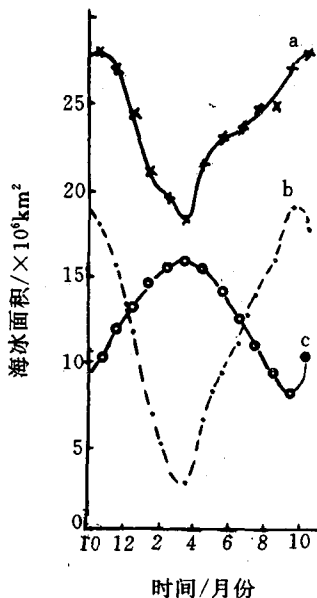


图1 全球(a)及南(b)、北(c)半球海冰逐月变化^[1]

研究发现^[3],南极海冰北界距平值与南

极海冰面积距平值呈显著负相关,说明海冰平均北界与海冰面积一样均能反映海冰的变化。本文即以南极海冰北界变化来代表海冰面积的变化进行分析研究。南极海冰资料为1973~1989年逐月每10个经度上的南极海冰北界纬度值。研究中以各经度的海冰北界平均值代表全南极海冰总面积,并计算每30个经度的南极海冰北界平均值以代表相应海区海冰面积;又根据南极大陆的地理特征将南极海冰划分为4个海区,即1区:罗斯海方向(160°E~130°W);2区:南极半岛方向(130°~60°W);3区:威德尔海方向(60°W~20°E);4区:威尔克斯地方向(20°~160°E)。以每个海区各经度上的海冰北界平均值代表该海区海冰面积,以便从不同角度进行研究分析。

2 南极海冰变化与华南后汛期旱涝相关显著性

2.1 相关显著的时段和海区

分别计算后汛期降雨距平百分率与当年1~9月和上年逐月上述各南极海冰北界值间的同期和前期相关显著性(连续20个经度以上 $\alpha > 0.05$ 为显著),结果发现:华南后汛期降雨量与南极海冰相关显著的时段多集中在3、4月和7~9月。相关显著的海区主要分布在威德尔海、罗斯海、普里兹湾等处,除与4月威德尔海海冰呈正相关外,均为负相关。即这些海区的海冰变化与后汛期降雨量存在明显的同期和滞后相关。尤其是与4月威德尔海海冰的正相关、7月全南极和7、8月威德尔海海冰、上年和当年9月罗斯海海冰的显著负相关有重要意义。

南大洋海冰特征研究^[4]表明,威德尔海海冰是时空剧变区,罗斯海海冰是次变区。海冰增长和消融的异常变化对南半球大气冷暖和大气环流以及华南后汛期旱涝有至关重要的作用。南极海冰一般在3~4月开始北扩,面积增大,5~7月增大最快,9月面积达最

大。因而,以上相关结果表明:若4月威德尔海海冰北界北扩慢、面积偏小,或7月全南极平均海冰和威德尔海海冰北界北扩异常快,面积异常大时,则对华南后汛期偏涝有显著作用。反之对偏早有作用。而9月罗斯海海冰的最大面积异常偏大(小)时,不仅影响当年后汛期雨量偏多(少),还将影响次年的后汛期雨量偏多(少)。

2.2 后汛期旱涝年的南极海冰特征

研究表明,后汛期雨量与前期1~9月逐月全南极海冰北界存在持续负相关性,只是与7月的相关更为显著。分析旱涝年的前期各月全南极平均海冰北界变化(图2)可见:

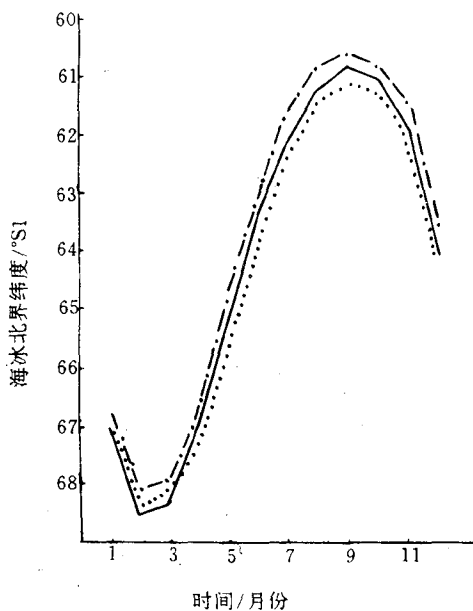


图2 华南后汛期旱年(点线)和涝年(点划线)的平均逐月南极海冰北界变化
实线为多年平均值

涝年的各月平均海冰北界均较旱年和常年平均北界偏北,甚至持续到后汛期结束后的12月;而旱年的各月平均海冰北界不仅较涝年偏南,还自4月起逐月比常年平均位置偏南。

因此涝年的前期和同期各月南极海冰面积均大于旱年和常年,旱年自4月海冰增长期始就小于常年平均。

3 南极海冰变异影响华南后汛期旱涝的可能机理分析

3.1 南极海冰变异激发南半球大气环流变化

南极海冰面积变化可通过改变南极地区大气和海洋的热量收支影响南极大气冷源的强度,进而影响大气环流和气候变化。Fletcher^[1]研究了南极海冰对全球大气环流强度的影响认为,南极海冰面积大,对应纬向环流强。在此着重研究与后汛期关系密切的全南极平均海冰、威德尔海海冰与南半球大气环流间的关系。

3.1.1 全南极平均海冰面积变化的影响作用

分析1~9月逐月全南极海冰平均北界与同期及滞后各月南半球海平面气压(20~85°S纬带内,5×5格点值)相关场特征。7月海冰的同期及滞后各月的显著相关($\alpha > 0.05$, 3个格点以上)分布场(图3)上,在低纬三大洋上和澳大利亚一带均为正相关显著区;中纬度印度洋为负相关区。可见7月南极海冰与中低纬气压场有同期和后滞1~2个月的相关性。

在南半球7月平均海平面气压场中,南极大陆为永久性的极地冷高压控制,环绕南极的三大洋方向为绕极低压中心,低纬三大洋上为副热带高压控制。澳大利亚此时也是一个高压区,中纬度为西风带,是南半球气旋频发带。因此当7月南半球冬季海冰北界北扩明显,面积偏大时,低纬三大洋副热带高压和澳大利亚高压将偏弱,南印度洋中纬度西风带气压增高,不利气旋生成。研究认为,海冰与气压场的这种关系可能是由高低纬间热量交换造成的^[1]。海冰面积大时,南极大气偏冷,绕极气旋活动增多,将南极冷空气和冷海

水送到中纬度西风带及西风漂流区,使西风带和西风漂流区海水偏冷,三大洋副热带高压南界纬度偏高(低),副高伸向较高(低)纬度,促使大气环流经向度加大,有利高(低)纬

冷(暖)空气和海水向低(高)纬输送交换。高纬冷空气和冷海水到达低纬地区,使低纬气温、海温降低,副热带高压随之减弱,反之亦然。

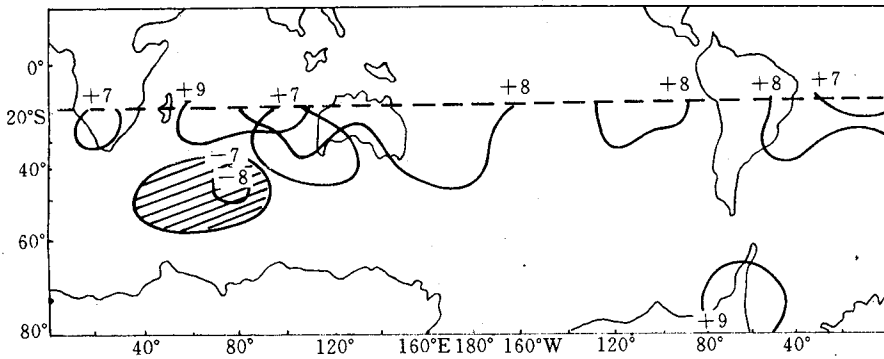


图3 7月全南极平均海冰北界与同期和后期南半球海平面气压显著相关区分布
正负号为相关性,旁边数字为月份,影区为关键区。下同

3.1.2 威德尔海海冰变化的作用

威德尔海海冰与南半球大气环流间的相关关系表明:4月威德尔海海冰与后期6月

别林斯高晋海至阿蒙森海一带的气压场呈显著正相关(图4)。4月海冰面积开始增长期,威德尔海海冰北扩明显、面积偏大时,则6月

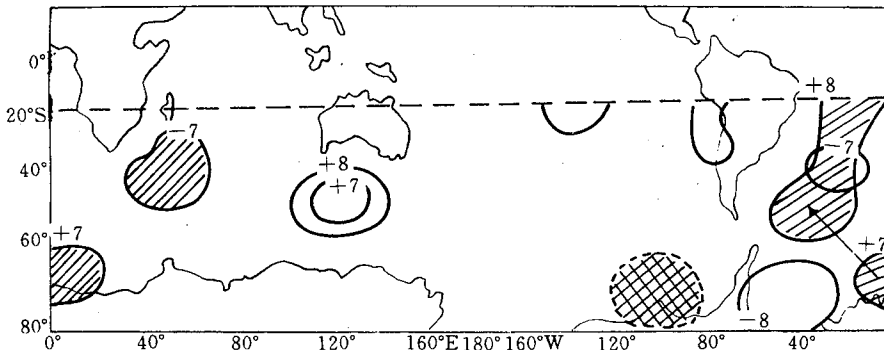


图4 7、8月威德尔海海冰北界与同期南半球海平面气压显著相关区分布
断线区为4月海冰与6月气压场的正相关显著区

别林斯高晋海一带气压偏低,绕极低压强。7月海冰与气压场的同期相关场中,澳大利亚以南洋面和威德尔海东部为正相关;在南印度洋和南大西洋中纬度地区各有一负相关显著区。8月的相关场上,仍在澳大利亚以南洋面有一显著正相关区,7月威德尔海以东的正相关区向北移到南大西洋中部(如矢线所示),而在威德尔海附近出现一负相关显著区。这些特征表明:7、8月威德尔海海冰变异对其邻近地区及中低纬地区气压场影响较大。

对南极海冰气候效应的数值试验结果^[5]表明:7月南极海冰变异的全球短期气候效应就可以导致中南半岛、我国东南部及西太平洋地区最大的降雨量异常分布。如Walsh^[5]所指出,极冰在气候变化中的作用,可以从空间尺度的局地、区域到半球甚至全球,而相应的时间尺度可以从局地数日(或数周)到全球尺度的数百年。所以上述华南后汛期与南半球大气环流和海冰的同期关系是存在的,而且可能正是南极海冰异常所产生的全球短期气候效应的结果之一。

3.2 南半球大气环流对南极海冰变异的响

应制约后汛期旱涝

3.2.1 后汛期旱涝与南半球绕极低压、中纬度气旋的遥相关关系

南北两半球大气环流的相互作用中,以冬半球影响夏半球为主,7~9月南半球正值冬季,临近南半球的华南地区更易受其影响。分析后汛期雨量与1~9月各月南半球海平面气压场的同期和前期相关性发现:6月,在别林斯高晋海一带有一显著正相关区,说明6月别林斯高晋海一带气压低(高),绕极低压强(弱)时,华南后汛期降雨偏少(多)。7月,非洲以南的西南印度洋为一正显著相关区,低纬三大洋上为负相关区,威德尔海附近有一显著负相关区(如图5)。因此,7月威德尔海附近气压偏低、绕极低压偏强,而西南印度洋一带气压偏高、中纬度气旋弱时,华南后汛期雨量将偏多;反之偏少。8月气压场的相关中,威德尔海的显著负相关北移至南极半岛北端的南大西洋上(如矢线所示)。即南大西洋中纬度气压低、气旋活跃时,有利后汛期雨量偏多。但与9月气压场的相关不显著($\alpha < 0.05$)。

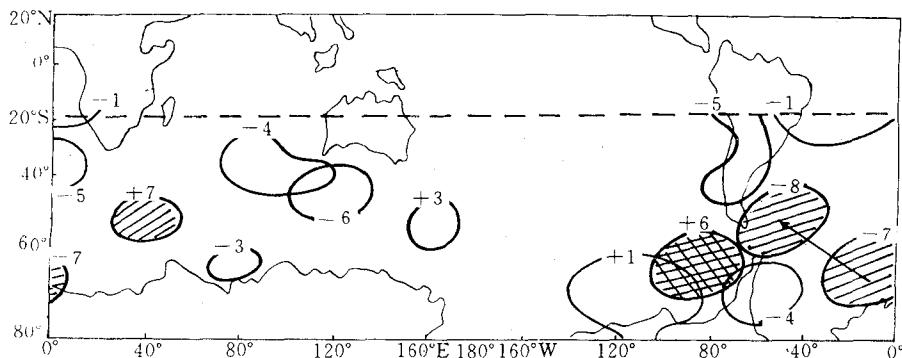


图5 华南后汛期雨量与1~9月各月南半球海平面气压显著相关区分布

3.2.2 海冰和大气环流系统变异对后汛期旱涝的制约作用

将图 3、4 中的相关区分布与图 5 比较, 不难看到, 在西南印度洋、别林斯高晋海、威德尔海和南大西洋附近存在基本吻合的显著相关区(影区)。这一方面表明这些区域是后汛期旱涝与南半球海平面气压场变化的相关关键区, 同时也是海冰变异激发的南半球大气环流明显响应区。即当 4 月威德尔海海冰增长慢、面积偏小时, 则 6 月别林斯高晋海一带气压场产生响应, 气压偏高、绕极低压弱。气压场的这一变化正有利后汛期多雨, 并与前述 4 月威德尔海海冰变化与后汛期旱涝的相关显著性吻合。同样, 7 月南极海冰面积偏大时, 西南印度洋一带气压明显偏高; 7 月威德尔海海冰多时, 其附近区域气压低, 绕极低压强; 而 8 月威德尔海海冰多时, 则南大西洋中纬地带气压低, 气旋生成多, 南半球大气环流的这些变化都有利后汛期多雨, 反之少雨, 并且也恰与海冰和后汛期旱涝的关系相一致。显然, 从海冰变异到大气环流变化, 再到后汛期旱涝异常, 存在 2~3 个月的滞后相关关系。南极海冰变异可能是通过中纬度气旋活动、绕极低压等系统的变化而制约后汛期旱涝趋势的。

3.3 西太平洋副高在南极海冰变异和后汛期旱涝间的纽带作用

副高在我国季风降雨中的至关重要的作用已为人所共识, 它的强弱、位置很大程度上决定着雨带分布和影响我国的热带气旋数, 也支配着华南后汛期的早晚和雨量多寡。研究发现, 后汛期雨量与同期副高脊线和北界显著正相关。副高脊线、北界偏北, 后汛期多涝, 这是不难理解的。研究南极海冰与副高关系发现罗斯海海冰与副高的关系最显著。尤其 9 月罗斯海海冰面积异常大时, 则来年 7~9 月副高脊线可能偏北, 显然正有利华南后汛期多雨。同时也与上年 9 月罗斯海海冰

与华南后汛期的显著相关性相一致。因此, 罗斯海海冰变异对后汛期的作用很可能是因西太平洋副高的响应而实现的。

副高的变动除受极地冷源和赤道热源的共同作用外, 海流也有一定作用。从全世界海流分布图^[6]可看到, 罗斯海的海冰面积大时, 其附近绕极低压强, 可将冷空气和冷海水输送到西风带和西风洋流中, 在秘鲁海流和南赤道海流作用下主要影响太平洋副热带高压变化, 再通过越赤道气流的作用影响北半球副高等大气环流系数发生变化, 从而对华南乃至我国的旱涝产生影响。所以副高在海冰和华南后汛期旱涝趋势中起重要纽带作用。

4 小结

4.1 南极海冰变异是影响南北半球大气环流异常的重要因子, 也是影响华南后汛期降雨异常的重要因素之一。尤以时空剧变的威德尔海和罗斯海海冰的作用最显著。

4.2 南极海冰总面积、威德尔海及罗斯海海冰的长期和最大面积时期的变异对南半球大气环流、后汛期旱涝有显著作用, 并有同期和 2~3 个月的滞后显著相关性。

4.3 9 月罗斯海海冰的最大面积变异对来年 7~9 月西太平洋副高有重要作用。海冰多, 则副高脊线偏北, 有利后汛期多雨。副高和绕极低压、中纬度气旋在海冰和后汛期旱涝间起重要纽带作用。

4.4 导致华南后汛期雨量异常的因素和机理是错综复杂的, 除北半球大气环流异常作用外, 可能也是南极海冰异常所产生的全球短期气候效应的结果之一。

4.5 研究南极海冰和大气环流变异在全球气候变化异常中的作用十分必要, 对进一步作好气候异常预测有重要意义。但因南极海冰和南半球气旋资料有限, 以上分析是初步的, 有待继续深入研究。

(下转封三)

(上接第19页)

参考文献

- 1 彭公炳,李晴,钱步东. 气候与冰雪覆盖. 北京:气象出版社,1992,4:119~123.
- 2 陈善敏,卞林根,贾朋群. 南极海冰和南半球气旋资料图集. 北京:气象出版社,1987,5:89~90.
- 3 吴仁广,陈烈庭. 南极海冰与南半球大气环流关系的初步探讨. 大气科学,1994 增刊:792~800.
- 4 李鸿洲,刘瑞晨,徐元太. 南大洋海冰气候特征研究. 大气科学,1996,(4):482~490.
- 5 杨修群,黄士松. 北半球夏季南极冰气候效应的数值试验. 大气科学,1992,(1):69~76.
- 6 章基嘉主编. 中长期天气预报基础. 北京:气象出版社,1994:271.

The Influence of Antarctic Sea Ice Anomalous Variance on Dryness and Wetness during Late-Flood Season in South China

Zhang Aihua Jiang Boren

(Shandong Research Institute of Meteorological Science, Jinan 250031)

Wu hengqiang Qin Wu

(Guangxi Research Institute of Meteorological Science, Nanning 530021)

Abstract

By using the Antarctic sea ice data and solenoid fields data of sea level pressure over the southern hemisphere, the remarkable influence of Antarctic sea ice variance on dryness and wetness during late-flood season in South China are studied. The results show that the acting of total Antarctic sea ice, Weddell sea ice in growing season and maximum area of Ross sea ice are the most remarkable. The area of Ross sea ice in September is closely related with the west Pacific high from July to September next year. Subtropical high is acting the mediums between Antarctic sea ice and dryness-wetness during late-flood season in South China. The variable of dryness-wetness may be one of the results of global short-range climatic effect caused by Antarctic sea ice anomalies.

Key Words: Antarctic sea ice late-flood season in South China general circulation variance southern hemisphere