

南极海冰面积变化特性及其与赤道太平洋海表面温度的联系

陈锦年 乐肯堂 于康玲

张彦臣

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

(青岛海洋大学, 青岛 266003)

关键词 南极海冰面积 赤道太平洋海表面温度 厄尔尼诺

1 引言

80年代以前, 人们对南极实地考察、资料积累以及研究都非常少. 进入80年代以来, 随着科学技术的不断发展、先进科学测量仪器的应用, 人们不仅仅限于对热带低纬度的海洋进行研究, 而是将研究的视野拓宽到南极地区, 如 WOCE 规划中, 南极的研究被列为3个核心计划之一, 在 JGOFS 计划中, 南极作为研究的关键区域. 南极也是全球大气研究计划 (GARP)、世界气候研究计划 (WCRP) 及国际岩石圈-生物圈计划 (IGBP) 中的关键地区. 这充分说明, 南极研究已受到足够的重视. 尽管如此, 由于南极的特殊条件, 难以获得较完整的海洋环境资料, 所以无论从研究的内容还是研究的深度均远比不上在热带海洋方面的研究.

南极是世界上与北极和青藏高原齐名的三大气候敏感区之一, 该区常年被冰雪覆盖, 其最大特点是温度极低, 比寒冷的北极要低 20°C , 南极冰盖与南大洋毗邻, 且南大洋又是连结三大洋 (太平洋、大西洋、印度洋) 的主要通道. 因此, 南极无论是通过冰-气对其上空大气环流还是通过冰-水对海洋环境均产生重要影响^[1~4]. 故此, 研究南极的海冰变异无论对海洋温度场变异还是对全球气候变化的作用都是极为重要的.

本文应用1973~1986年逐月南极的海冰面积资料^[5], 分析研究了其自身的年变化及年际变化, 尤其是对每一经度带上的海冰面积变化进行分析, 企图揭示其变化规律及特性, 进而分析与赤道太平洋海表面温度之间的联系, 为进一步研究南极海冰的变化对赤道太平洋以及全球气候变化的影响提供理论基础.

2 南极海冰面积变化特性

由研究表明^[6], 在南极海冰覆盖范围约为 $19 \times 10^6 \text{ km}^2$, 且覆盖面积有非常显著的年变化, 其最小范围仅为最大范围的 $1/10 \sim 1/20$, 故在全球气候变化中, 南极海冰覆盖区域、密集度

本文于1997-02-10收到, 修改稿于1997-05-20收到.

第一作者简介: 陈锦年, 男, 42岁, 副研究员, 博士生, 现主要从事海气相互作用研究.

和物理特性的经向年变化将起到重要作用。

2.1 南极海冰面积年变化特性

为了宏观研究南极海冰面积的年变化特性，我们将1973~1986年共14a 逐月50°S 以南海冰面积变化值累加，得出年变化曲线（图1）。由图可见，南极海冰面积最小值出现在2月份，最大值出现在9月份。其量值相差近5倍。可以肯定，这种现象的发生与南半球气温的季节变化相适应，夏季（2月）海冰面积减小，冬季（9月）海冰面积增大。这一结果与文献[7]的结果一致。

为了更进一步说明南极海冰面积随经度的变化特性，我们对每10个经度带上的资料进行分析，图2是南极海冰面积变化的时空分布图，由图可看出，最小值基本发生在2月份，最大值发生在9月份，但是值得注意的

一个现象是以10个经度带为单位的海冰面积变化具有明显差异，在沿纬圈范围海冰面积距平变化存在两个最大值区和两个最小值区。由图2看出，两个最大值区分别位于160°E~120°W和60°W~100°E，而两个最小值分别位于110°~150°E 和120°~60°W。这些最大值区正处于罗斯海和威德尔海区，这与文献 [8] 中关于南极海冰北界位置的变化规律有相同的趋势。由图上还明显看出，南极海冰面积最大距平变化的最大振幅为 $-45 \times 10^4 \sim 40 \times 10^4 \text{km}^2$ ，它们之间相差 $80 \times 10^4 \text{km}^2$ 以上。

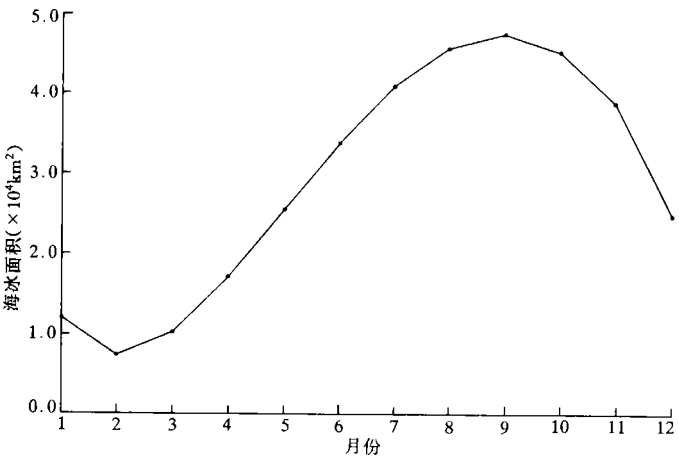


图1 南极冰面积年变化曲线

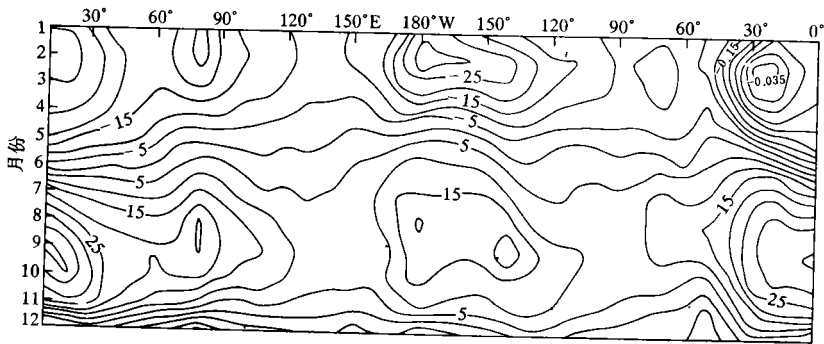


图2 南极冰面积距平变化时空分布

2.2 南极海冰面积年际变化

在海-气研究中，海洋与大气的年际变化是非常重要的。因此，在讨论南极海冰面积的变化中，其年际变化也是我们极为关注的一个重要问题。为了能说明问题，我们将1973~1986年逐月南极海冰面积距平变化资料进行处理并绘制成图3，由图可看出，在1973~1986年共14a

中，具有非常明显的年际变化，而且差值非常明显，最大值为 $20 \times 10^4 \text{km}^2$ ，最小值为 $-40 \times 10^4 \text{km}^2$ 。由上述分析可知，南极海冰面积的年变化在每一经度带上有明显差异。为认识年际变化是否也存在差异，为此我们将每一经度带上的海冰面积年际变化进行处理（图略）。图中，在 $60^\circ\text{W} \sim 100^\circ\text{E}$ 和 $160^\circ\text{E} \sim 120^\circ\text{W}$ 的年际变化也较为明显。

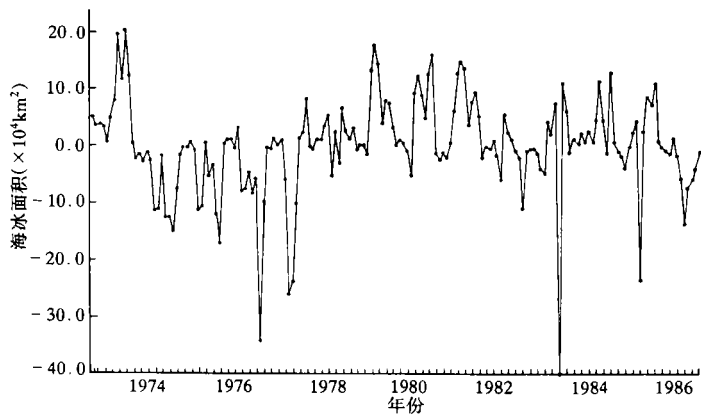


图3 南极海冰面积的年际变化曲线

3 南极海冰面积变化与赤道东太平洋海表面温度的关系

由于赤道东太平洋海表面温度^[9](简称 SST)变化在亚太区域乃至全球的气候变化中起到举足轻重的作用，也是厄尔尼诺发生发展的重要信号变化区域，为此研究赤道东太平洋海表面温度变化对进一步研究厄尔尼诺的发生以及全球气候变化是极为重要的工作。由于南极海冰面积的增加和减少会直接影响到与南极毗邻的南大洋和与南大洋勾通的太平洋、大西洋、印度洋的海洋状况，为此，我们对海冰面积变化与 SST 之间的关系进行了计算分析。

3.1 海冰面积平均值与 SST 平均值的关系

我们首先对海冰面积的平均值与 $5^\circ\text{N} \sim 5^\circ\text{S}$ 、 $85^\circ \sim 175^\circ\text{W}$ 范围1951~1986年的赤道太平洋 SST 的平均值进行分析（见图4），由图可知，在海冰面积平均值与 SST 在同期到时滞72个月

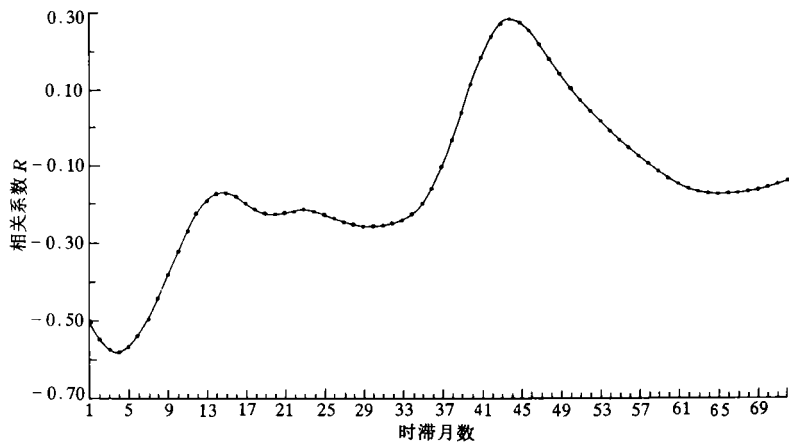


图4 南极海冰面积平均值与赤道太平洋 SST 平均值的时滞相关变化曲线

的相关关系中，存在负正反馈关系，但负反馈明显占主导地位。负反馈的范围是在 SST 滞后海冰面积0~3个月，其最大相关系数高达-0.58，其信度超过0.001。在 SST 滞后南极海冰面积43个月后的正反馈，其相关程度远不如前者，最大相关系数为0.29，其信度达不到0.001。这一现象可以说明，南极海冰面积变化与 SST 存在负正反馈的关系，但后者非常弱，海冰对 SST 的负反馈影响起主导作用。更有意思的是从 SST 滞后南极海冰面积变化的3个月的负反馈到 SST 滞后43个月的正反馈之间相距40个月。通过分析还发现，南极海冰面积变化对沿赤道各经度带上的 SST 影响有所不同，且受其影响的显著区域是在赤道东太平洋东部（图略）。

3.2 每一经度带的南极海冰面积与 SST 平均值的关系

由于沿各经度带的海冰面积年变化或年际变化均存在较大差异，因此，我们认为各经度带的海冰面积变化与 SST 的相关关系，也必然会存在较大的差异。图5是南极不同经度带上海冰面积变化与 SST 的相关时空分布图，由图可见，每一经度带的海冰面积变化与 SST 的相关关系具有明显的差异。海冰面积在0°~50°E 范围与 SST 关系表现为负正负反馈关系，在60°~90°E 范围与 SST 的关系为负正负反馈关系，而在100°E~120°W 范围与 SST 的关系为负负正反馈关系。0°~120°W 范围最大相关时滞随经度带的增加而减小，其最大相关系数之间的时间间隔也由43个月减至30个月左右。

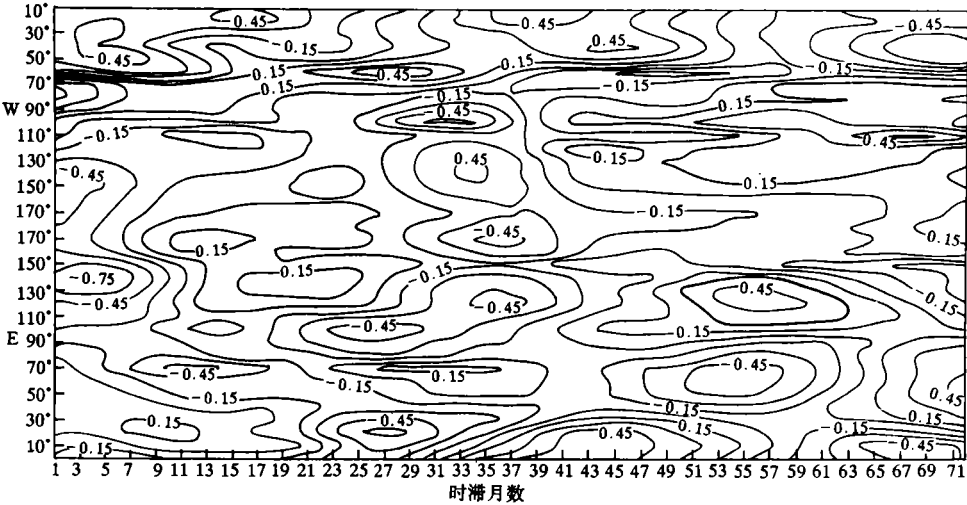


图5 南极各经度带上冰面积变化与赤道太平洋 SST 平均值的时滞相关

4 讨论与结论

4.1 南极海冰面积具有明显的年变化，其变化与南半球的太阳直射角偏移有密切关系，正距平发生在9月份，负距平发生在2月份。最大距平变化范围是在60°W~100°E 和160°E~120°W，这两个区域恰好对应于罗斯海和威德尔海区。最小变化范围是在110°~160°E 和120°~60°W，它们之间的最大距平变化在-45×10⁴~40×10⁴km²之间。在海冰面积的年际变化中也有较大明显变化，其最大变化区域也与年变化的最大变化区域相同。这种冰体的如此之大变化对其周围的海洋环境以及大气环流的长期变化将会产生重要影响。

4.2 南极平均海冰面积变化与赤道 SST 的平均值存在较密切的关系, 在它们之间的相关关系中, 最大相关发生在 SST 滞前海冰面积的3个月(负反馈)和43个月(正反馈)两个时段, 这种现象的发生, 与南极和赤道 SST 自身的振荡周期不同有密切关系. 通过功率谱计算, 我们发现整个南极海冰面积变化的主周期是168个月, 第一周期是15.2个月, 第二周期是21.9个月, 第三周期是12.3个月. 赤道 SST 的主周期是40个月, 第一周期是24个月, 第二周期是16个月. 这一结果分别与解思梅(1994)和黄嘉佑等(1990)的分析结果较吻合. 由于它们两者振荡周期上的差异, 所以当它们的位相呈反位相时, 其相关关系为负相关(负反馈), 反之, 当它们的位相呈同位相时, 其相关关系为正相关(正反馈).

4.3 由于南极海冰面积变化的平均值和每一经度带上的海冰面积变化存在较明显的差异, 在对 SST 进行分析研究时, 会出现结果上的差异. 在环南极的冰圈中, 在 $0^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{W}$ 范围中, 对赤道 SST 的影响最为明显, 且在其中的影响也存在明显的差别, 这种差别是南极海冰面积在不同区域的振荡周期不同所致($0^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{E}$, 其主周期为18.7个月. $60^{\circ}\sim 170^{\circ}\text{E}$, 其主周期为84个月. $170^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{W}$, 其主周期为168个月). 而在远离太平洋的大西洋侧南极海冰面积变化对赤道 SST 的影响很小. 就本文的研究而论, 利用每一经度带上或某一范围的海冰面积变化来讨论对 SST 的影响要比用其整个南极平均值要有益得多.

4.4 南极海冰面积变化对赤道 SST 影响主要反映在赤道太平洋东部($85^{\circ}\sim 145^{\circ}\text{W}$), 对其西部影响不明显. 这种现象的发生可能与大洋环流有密切关系, 这还有待于进一步分析研究.

参考文献

- 1 陆龙骅, 卞林根, 张永萍. 南极与全球气候环境的相互作用和影响研究进展. 北京: 科学出版社, 1996, 1~12
- 2 卞林根. 南极海冰的变动与赤道 SST 的关系. 气象科学研究院院刊, 1988, 3(2): 219~222
- 3 彭公炳, 王宝贯. 南极海冰对西北太平洋副热带高压的影响及其海洋大气环流背景. 科学通报, 1989, 34(1): 56~58
- 4 赵汉光, 姬菊芝. 南极极冰的时空变化特征及其对大气环流的影响. 气象, 1989, 15(2): 3~8
- 5 国家南极考察委员会, 国家海洋环境预报中心. 南极海冰图集及资料. 北京: 中国科学技术出版社, 1991, 671~793
- 6 Jacka T H. A Computer Data Base for Antarctic Sea Ice Extent. ANARE Research Notes 13, Antarctic Division, Department of Science and Technology, Australia, 1983
- 7 解思梅, 范晓莉译. 南极海洋学. 北京: 海洋出版社, 1992, 115~116
- 8 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
- 9 陈锦年, 乐肯堂. 黄渤海水温变异特性及其对埃尔尼诺现象和气温变化的响应. 海洋学报, 1993, 5(3): 126~132
- 10 国家南极考察委员会. 南极科学考察论文集, 第四集. 北京: 海洋出版社, 1~164
- 11 卞林根, 陆龙骅, 张永萍. 南极温度的时空特征及其与我国夏季天气的关系. 南极研究, 1989, 1(3): 8~17
- 12 解思梅. 南极海冰. 海洋灾害及预报, 北京: 海洋出版社, 1991, 155~186
- 13 Xie Simei, Hao Chunjiang, Qian Ping *et al.* The variation feature of the Antarctic sea ice (I). Acta Oceanologica Sinica, 1994, 13(1): 73~84

Characteristics of Antarctic sea ice extent and its relation to SST in the tropical Pacific

Chen Jinnian,¹ Le Kentang,¹ Yu Kangling,¹ Zhang Yanchen²

1. *Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*

2. *Qingdao Oceanology University, Qingdao 266003*

Key words Antarctic sea ice extent, SST in the tropical Pacific, El Niño