

北极海冰对我国梅雨及气候预报的指示意义

刘宗秀 曹鸿兴

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

分析了北极海冰面积和长江中下游地区梅雨各特征量之间的相关关系, 发现北极海冰对未来 3—5 年的梅雨预测有指示意义, 而梅雨对下一年北极海冰有显著的遥相关, 这反映了北极海冰与东亚大气环流间的交互作用。

关键词: 北极冰 梅雨 遥相关 短期气候预测

前 言

极冰是影响大气环流和气候变化的重要因子之一, 极冰面积的扩展和收缩, 直接改变了下垫面对太阳辐射的吸收及海面的热平衡, 从而影响大气运动状态, 而大气运动状态的改变, 反过来又导致极冰状态的再分布。所以, 近年来, 冰气相互作用愈来愈受到气象学者的重视。但大量的工作多限于极冰与大气环流方面的分析, 如王小兰等研究极地海冰自身变化的规律^[1]。符淦斌曾讨论过我国长江流域梅雨变动与南极冰雪状况的可能联系^[2]。本文探讨北极海冰面积与我国长江中下游地区梅雨的关系, 为制作汛期长期天气预报和探讨短期气候预测提供依据。

1 资料和方法

1953—1992 年逐月北极海冰覆盖面积资料是陈寅生整编的, 并根据 NOAA 卫星资料作了补充。

1953—1991 年西太平洋副高强度指数和梅雨资料取自国家气象中心长期科, 梅雨资料是根据上海、南京、芜湖、合肥和汉口 5 站降水量和西太平洋地区副热带高压的特点综合确定的, 描述梅雨特征的量包括入梅和出梅日期、梅雨期长度、梅雨总量和梅雨强度。

计算逐月北极海冰面积与梅雨各特征量

值的同期及相互滞后相关系数, 从中分析北极海冰与梅雨的相互影响; 计算极冰和梅雨分别与西太平洋副高强度的相关系数, 分析极冰与大气环流的相互作用和对梅雨天气的影响。

本文计算中资料长度均取 39 年。当相关系数 $|R| \geq 0.317$ 时, 则通过 $\alpha = 0.05$ 的相关检验, $|R| \geq 0.408$ 时, 则通过 $\alpha = 0.01$ 信度标准。

对北极海冰和梅雨的功率谱估计中, 最大落后步长取 12。

2 北极海冰面积与长江中下游地区梅雨天气的同期遥相关

据 1—7 月逐月北极海冰面积与梅雨各特征量值的相关系数分析, 发现 6 月北极海冰面积与当年入梅日期、7 月北极海冰面积与当年出梅日期正相关关系均显著。图 1 给出了 6 月份北极海冰面积和当年入梅日期距平变化曲线, 从图上看到, 6 月份北极海冰覆盖范围较常年偏大的共 22 年, 其中 17 年入梅日期较常年偏晚, 而 6 月份北极海冰覆盖范围较常年偏小的有 17 年, 其中 13 年入梅日期较常年偏早。两条曲线的相关概率接近 79%。由此可见, 6、7 月北极海冰覆盖范围与当年长江中下游地区梅雨季节存在明显的遥相关现象。

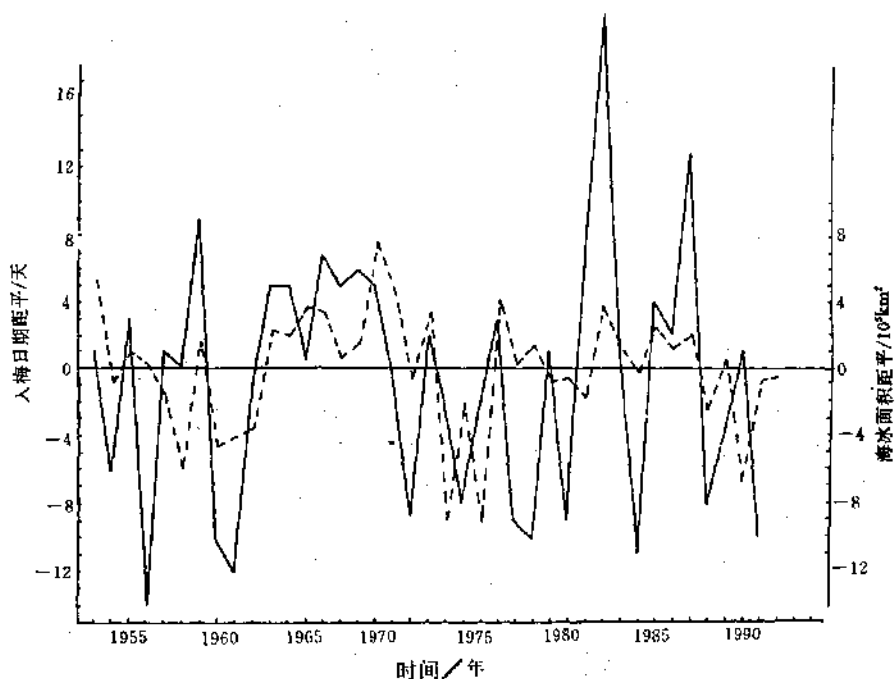


图1 1953—1991年6月份北极海冰面积和当年入梅日期变化曲线

实线表示极冰面积距平,虚线表示入梅日期距平

梅雨天气是大气环流的产物,西太平洋副热带高压是影响我国梅雨的重要环流系统。为了对上述事实作出初步解释,分析了6、7月北极海冰面积与同期副热带高压,副热带高压与梅雨的关系。结果表明,6、7月北极海冰与当月西太平洋副热带高压强度指数反相关关系较好,而6、7月西太平洋副热带高压强度指数与入梅和出梅日期反相关关系也很显著。即表示6、7月北极海冰面积较常年偏大(小)、当月西太平洋副热带高压较常年偏弱(强),副热带高压季节性向北跳跃偏晚(早),以致长江中下游地区梅雨季节开始、结束均晚(早)。

夏季极地海冰的存在,对大气起着冷源的作用,夏季海冰面积的变化影响大气状态。极冰面积增大,极区反射辐射增大,海冰又阻止海洋与大气的热量交换,致使大气温度降低,并使季节推迟。北极海冰与梅雨的遥相关实际上是北极冷源与副热带大气环流相互作

用的结果。

上述分析表明,夏季北极海冰的分布状况,在研究、预测我国梅雨季节的变化中是值得重视的重要因素。

3 北极海冰与梅雨的滞后相关及短期气候预测

为了进一步讨论北极海冰与梅雨的联系,我们把各月北极海冰面积与梅雨各特征量值滞后1—5年的相关系数分别列表分析。

表1给出了北极海冰面积与滞后1年梅雨相关系数分布,表中60个相关系数,相关显著的占5%(3/60),这表明大多数月份的极冰对下一年梅雨预测的指示性很小,只有3月份北极海冰面积与来年梅雨长度、7和12月极冰与来年入梅日期为显著的正相关关系。极冰与滞后2年梅雨各特征值相关系数绝对值都很小,无一达到0.05信度标准。表2给出了4月与8月北极海冰面积与滞后3年的梅雨各特征值的相关系数。其中4月

极冰与3年后的出梅日期、梅雨总量和梅雨强度,8月极冰与出梅日期和梅雨强度均为正相关,尤其4月和8月极冰与3年后的出梅日期关系最好,相关系数均超过了0.01信度标准。据北极海冰面积与滞后4、5年的梅雨各特征值的相关关系分析(表略),4月和8月极冰和入梅日期、梅雨长度及梅雨强度关系也密切,即4和8月极冰面积偏大,其后第4、第5年的梅雨季节开始早、梅雨季节短,而第4年的梅雨强度强;相反的情况下,其后第4、5年梅雨季节晚、梅雨期长,第4年的梅雨强度弱。

表1 北极海冰面积与滞后1年梅雨相关系数分布

月份	入梅日期	出梅日期	长度	梅雨总量	强度
1	-0.07	0.11	0.26	0.14	0.16
2	-0.15	0.06	0.26	0.12	0.16
3	-0.23	0.13	0.35	0.24	0.27
4	-0.10	-0.08	0.10	0.04	0.07
5	0.00	-0.11	-0.03	0.04	0.04
6	0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.00
7	0.32	0.30	0.12	-0.07	-0.04
8	0.22	0.22	0.13	-0.22	-0.17
9	0.24	0.18	0.00	-0.19	-0.16
10	0.12	0.10	-0.03	0.07	0.03
11	0.24	-0.13	-0.25	-0.28	-0.28
12	0.35	0.18	-0.03	-0.07	-0.07

表2 4月和8月北极海冰面积与滞后3年梅雨相关系数分布

月份	入梅日期	出梅日期	长度	梅雨总量	强度
4	0.02	0.48	-0.15	0.35	0.40
8	0.05	0.45	-0.30	0.26	0.34

从以上极冰与梅雨滞后3—5年的相关分析证明,4月和8月是北极海冰对梅雨短期气候预测有意义的关键月份,4月和8月北极海冰面积是影响梅雨的重要因子。

从北极海冰面积的月际变化看,8月份北极海冰面积最小,4月份是转换季节,都是北极海冰面积变化有代表性的月份。因此,我们分别对这两个月的北极海冰面积作功率谱分析,研究其自身变化周期。

图2给出了4月北极海冰的功率谱和红噪声谱估计,图中纵坐标为谱密度估计值

$s(l)$,横坐标为波数。从图中可以清楚地看到,在6波处即周期为4年,功率谱估计值超过了红噪声检验,说明4月北极海冰面积存在准4年的显著周期。8月份北极海冰功率谱分析结果表明,存在准3年和12年周期。梅雨各特征量的功率谱分析,比较一致地存在准3年、4年和6年周期,这里的3、4年周期可能是与北极海冰变化同步的结果。

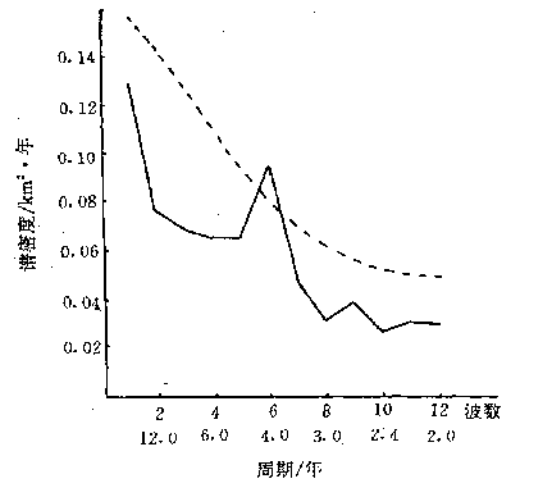


图2 4月份北极海冰的功率谱

实线表示北极冰功率谱估计,虚线表示红噪声检验

上述分析证实,7月和12月北极海冰面积对于研究、预测未来一年梅雨季节的开始,很有参考价值;4月和8月北极冰面积及与梅雨的关系,可为展望未来3—5年的梅雨趋势提供依据。

另外,我们还分析了梅雨对北极海冰的滞后关系(见表3),发现梅雨仅对滞后1年的北极海冰有明显的影响,入梅日期与来年各月北极海冰面积均为正相关关系,其中9个月相关系数达到或超过0.05的信度水平。其余4个梅雨特征量值与来年各月极冰呈反相关关系,梅雨总量和梅雨强度对北极冰影响很大,各月相关系数都通过了0.05信度检验,特别是梅雨总量与其后1年12个月北极海冰的相关系数中,有10个月超过了0.01信度水平。这表示我国长江中下游梅雨季节开始早、梅雨总量多并且梅雨强度强,来年北极冰范围将收缩,反之,来年北极冰面积将扩展。说明大气环流对极冰的扩展和收缩有明

显的反馈作用。这种关系可作如下解释：在长江中下游地区夏季降水较常年多的年份，垂直对流旺盛，空气湿度大，大量的水汽通过经向环流向极地输送，水汽遇冷凝结释放潜热，致使大气温度升高，导致极地海冰范围的收缩，在相反的情况下，有利于极地海冰的扩展。

表3 梅雨与滞后1年北极海冰面积相关系数分布

月份	入梅日期	出梅日期	梅雨长度	梅雨总量	梅雨强度
1	0.34	-0.04	-0.14	-0.45	-0.40
2	0.32	-0.06	-0.15	-0.45	-0.41
3	0.30	-0.05	-0.14	-0.44	-0.40
4	0.30	-0.03	-0.13	-0.42	-0.39
5	0.27	-0.07	-0.15	-0.43	-0.40
6	0.34	-0.05	-0.18	-0.42	-0.39
7	0.34	-0.05	-0.19	-0.44	-0.41
8	0.41	0.00	-0.18	-0.39	-0.36
9	0.34	-0.03	-0.16	-0.32	-0.30
10	0.34	-0.09	-0.23	-0.47	-0.43
11	0.34	-0.02	-0.15	-0.42	-0.39
12	0.31	-0.06	-0.16	-0.46	-0.42

4 结论和讨论

通过上述分析可得如下简要结论：

4.1 北极海冰与梅雨间的遥相关，说明极冰的异常，引起东亚环流的异常，而东亚环流的异常又导致极冰的异常。

4.2 梅雨对极冰的影响在下一年，而极冰对梅雨的影响过程要长得多，滞后达3—5年，

其中以3年最显著。

4.3 极冰是气候系统的一个重要成员，它在长期气候变化中扮演重要角色。它在短期气候中的作用至今研究甚少，尤其象梅雨这类地域性气候现象与极冰之间的关系至今知之甚少。通过我们的研究，可获得如下概念性结果：

由于大气环流和地球冰雪圈之间的耦合作用，梅雨作为亚洲大气环流的产物，也间接地或直接地受到冰雪圈的影响。极冰是冰雪圈的重要成员，相对大气环流变化是一个慢速系统^[3]。因此它对大气环流成员的影响要经过一个长过程，从这里我们可以理解为何极冰范围变化对3年后的梅雨有指示意义。反之大气环流也会影响极冰变化，相对而言，大气环流的特征变化速度要快，这样我们可以解释为何梅雨对下一年的极冰有很显著的遥相关关系。当然极冰与梅雨间的关系受到多种因素影响，关系也相当复杂，有待更深入的研究。

参考文献

- 王小兰、彭公炳等. 北极海冰面积时空分布特征的统计学分析. 海洋学报, 1991, 13(4): 475—488.
- 符淙斌. 我国长江流域梅雨变动与南极冰雪状况的可能联系. 科学通报, 1981, 8: 484—486.
- 曹鸿兴. 气候动力模式与模拟. 北京: 气象出版社, 1994: 5—9.

Teleconnection Between Arctic Ice and Meiyu over the Middle and Lower Reaches of Changjiang River

Liu Zongxiu Cao Hongxing

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

Through analysis of correlations between the Arctic ice area and indicatrixes of Meiyu over the Middle and Lower reaches of Changjiang River, it is found that the Arctic ice has premonitory for the Meiyu forecast in the following 3—5 years and there is a significant teleconnection between the Meiyu and the one-year-lag Arctic ice area. It shows the interation between the Arctic ice and the general circulation over Asia, however, it demonstrates climatic predictibility.

Key Words: Arctic ice meiyu teleconnection climatic predictibility