文章编号: 1000-2022(2000)03-0412-05

南方涛动与印度夏季降水相关联系的历史演变

李丽平, 王盘兴, 陈秀峰, 黄敏辉
(南京气象学院大气科学系, 南京 210044)

摘要: 用1871~1994年南方涛动指数(I_{SO})与印度夏季降水资料, 研究了它们的相关关系及其历史演变。结果表明: 不同季节两者相关程度不同; 同一季节两者的相关关系是随时间而变的不稳定关系。

关 键 词: 南方涛动, 印度夏季降水, 相关, 演变
中图分类号: P434^{+}.4 文献标识码: A

印度是季风现象最典型的区域, 其夏季风降水异常制约着印度的农业生产, 是印度短期气候预测关注的目标。Walker在30年代首先提出了南方涛动(Southern Oscillation)概念, 并将它与印度夏季风降水异常联系起来[1]。70年代中后期到80年代初, Khandekar等[2]、Angell[3]和Sikka[4]发现, 热带东太平洋海表温度暖异常或厄尔尼诺事件时, 印度夏季降水较正常年偏少; 由于厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件与南方涛动间存在强相关联系[5~7], 根据相关联系的可传递性[8], 这意味着南方涛动与印度夏季降水异常存在相关联系。

但是, 南方涛动与印度夏季降水间的联系可能随时间而变。例如, 根据国外报导, 在最近10余年间, 尽管发生了多次强厄尔尼诺事件, 印度夏季降水却是正常的。因此有必要深入研究南方涛动与印度夏季降水间的相关关系及其历史演变。

1 资料和方法

本文使用了1871~1994年逐季南方涛动指数(I_{SO})和逐年印度夏季(6~8月平均, 下同)全国降水及29区区域夏季降水量资料。其中I_{SO}是由两组资料通过检验连结而成, 1871~1950年用王绍武等提供的1857~1987年逐季I_{SO}资料的有关部分[9], 1951~1994年用中国国家气候中心提供的逐月I_{SO}资料求得的逐季I_{SO}。印度降水资料来自美国海陆气研究中心。

本文主要用到滑动平均及滑动相关系数的计算方法。以x记某季南方涛动指数I_{SO}, 以y记印度夏季降水量, 则得资料序列$x(t)$、$y(t)$, $t = 1, 2, \cdots, 124$。此时, 按下式可求得它们的滑动时段为31年的滑动平均序列

$$\bar{x}(t) = \frac{1}{31}\sum_{t=t-15}^{t+15} x(t), \quad \bar{y}(t) = \frac{1}{31}\sum_{t=t-15}^{t+15} y(t), \quad t = 16, 17, \cdots, 109。 \tag{1}$$

及滑动时段为31年滑动相关系数序列

收稿日期: 1999-09-06; 改回日期: 2000-03-23
基金项目: 国家自然科学基金49975025资助
作者简介: 李丽平, 女, 1971年11月生, 硕士, 助教

$$r(t) = \sum_{t'=t-15}^{t+15} \frac{(x(t') - \bar{x}(t))(y(t') - \bar{y}(t))}{\sqrt{\sum_{t'=t-15}^{t+15}(x(t') - \bar{x}(t))^2}\sqrt{\sum_{t'=t-15}^{t+15}(y(t') - \bar{y}(t))^2}}, \quad t = 16, 17, \cdots, 109。 (2)$$

2　南方涛动和印度夏季降水长期变化特点

2.1　南方涛动

图 1 给出逐季南方涛动指数 I_{SO} 的时间演变曲线。由图可看出, I_{SO} 存在年代际和年际两种时间尺度的变化。I_{SO} 滑动平均曲线显示各季在 1910 年以前持续为正(偏强), 1970 年以来则持续为负(偏弱); 在 1920～1960 年间, 滑动平均曲线存在季节差异: 夏秋持续为负值(偏弱), 冬春维持在 0 值(正常)附近。它们显示了南方涛动的年代际变化特征。I_{SO} 曲线本身则显示出存在周期为数年的振荡, 将发生在 1886～1979 年的 18 次厄尔尼诺事件[10]与同期 I_{SO} 比较, 发现其中的 15 次 I_{SO} 为负值。可见, 南方涛动的年际变化主要是与 El Nino 事件对应的海平面气压场年际异常的遥相关。比较而言, 年际振荡远强于年代际变化。

2.2　印度夏季降水量

图 2 给出了印度夏季降水量及其 31 年滑动平均曲线。由图知, 印度夏季降水量的年代际变化表现为 1914 年前、1949 年后随时间缓降, 和 1915～1948 年随时间缓升。而由印度夏季降水量曲线知, 它也存在明显的年际变化。并且印度夏季降水量曲线形态与 I_{SO} 曲线形态相似。

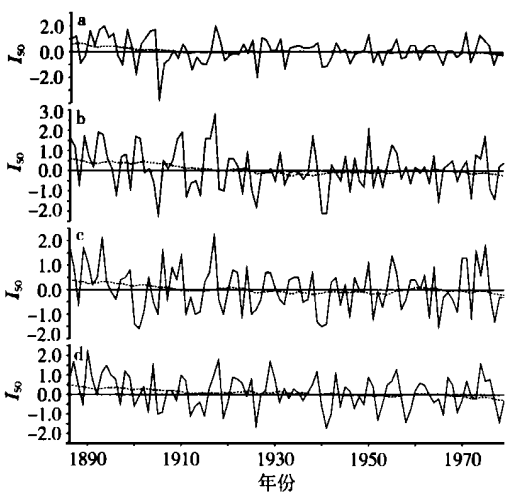


图 1　I_{SO} 曲线(实线)及其 31 年滑动平均曲线(虚线)
a. 春季; b. 夏季; c. 秋季; d. 冬季

Fig. 1　I_{SO} (solid line) and its 31-year running mean (dotted line)
a. Spring; b. Summer; c. Autumn; d. Winter

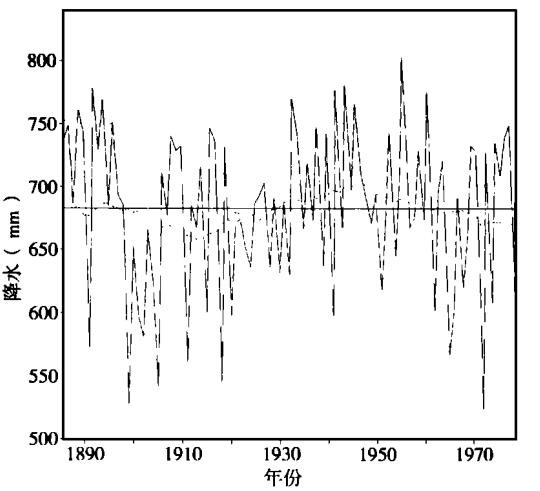


图 2　印度 6～8 月降水量(实线)及其 31 年滑动平均(虚线)曲线
图中横实线为 1871～1994 年均值(682.65 mm)

Fig. 2　Indian summer rainfall (solid line) and its 31-year running mean (dotted line)
Horizontal solid line is mean rainfall from 1871 to 1994

3　南方涛动与印度夏季降水量相关联系及其历史演变

这里研究南方涛动指数与印度夏季降水量的同时性(夏季 I_{SO} 与当年印度夏季降水量)线

性相关联系和时滞(上年秋、冬季或今年春季 I_{SO} 与当年夏季印度降水量) 相关联系, 它们分别与印度夏季降水量异常的形成机制及预测有关。

3.1 同时性相关

图 3 给出了夏季 I_{SO} 与印度夏季降水量的滑动相关系数曲线。在分析时段内, 它们均为正。对样本容量 $\eta = 31$、信度 $\alpha = 0.05$, 用 t 检验确定显著相关的相关系数临界值 $r_{\alpha=0.05} = 0.354$。按照此标准, 1920 年前正相关是显著的; 这意味着 El Nino 事件出现的夏季, 印度降水偏少。20 年代以来, 虽然两者仍保持正相关, 但从统计角度看, 它们是不显著的。

3.2 时滞相关

图 4 给出上年秋、冬季及当年春季 I_{SO} 与当年夏季印度降水的时滞滑动相关系数曲线。可见, 春季 I_{SO} 与印度夏季降水的时滞相关系数曲线(图 4 实线) 形态与夏季 I_{SO} 和印度夏季降水的同时性相关系数曲线(图 3) 相似, 主要差异仅在数值有所下降。上年秋、冬季 I_{SO} 与当年夏季印度夏季降水的时滞相关系数曲线(点线和长虚线) 不但与春季 I_{SO} 相应曲线差别大, 且它们之间差别也很大。

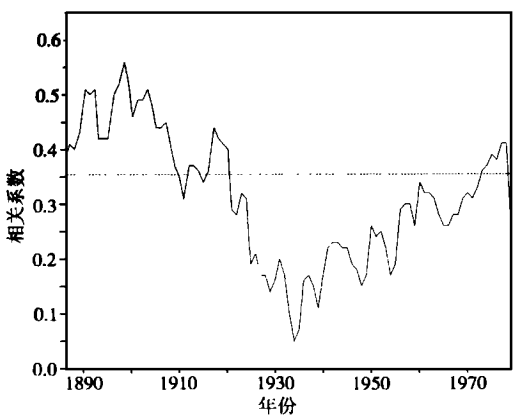


图 3 夏季 I_{SO} 与印度降水量
31 年滑动相关系数曲线
图中虚线为信度 0.05 对应的相关系数临界值
Fig. 3 The 31-year running mean correlation coefficent curve between summer I_{SO} and Indian rainfall, dotted line is t-test line of $\alpha = 0.05$

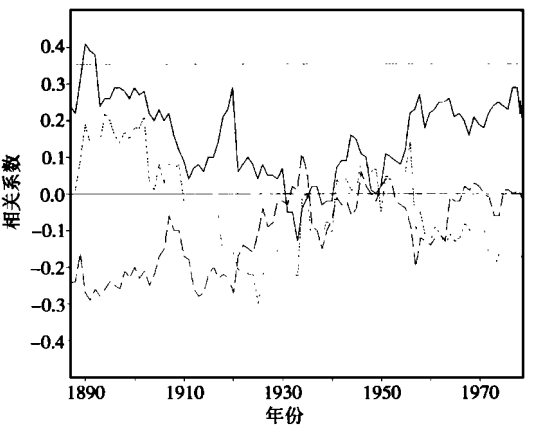


图 4 I_{SO} 与印度夏季降水的
时滞滑动相关系数曲线
实线: 春季; 点线: 秋季; 长虚线: 冬季
Fig. 4 Time-lagged correlation coefficent curves between Indian summer rainfall and I_{SO} in spring(solid line) , autumn(dotted line) and winter(long dashed line)

4 印度区域降水与 I_{SO} 相关的历史演变

下面我们分别研究 3 个时段(1871～1924 年、1925～1955 年、1956～1994 年) 中夏季 I_{SO} 与印度 29 区区域降水相关分布, 进一步探究两者相关关系的演变情况。

图 5a 给出了两者在时段 1871～1924 年间的相关分布, 可见, 以 82 °E 为界, 东部为一负相关区, 中心位于 22 °N 附近, 中心强度 − 0.24; 西部为大面积正相关区。图 5b 为两者在时段 1925～1955 年间的相关分布, 和图 5a 比较可见, 位于东部的负相关区向南扩展了, 中心位于 20 °N 附近, 中心强度 − 0.32; 西北部也出现一弱负值区。图 5c 为两者在时段 1956～1994 年间的相关分布, 可见, 相关分布区域类似图 5a, 但东部负相关区较弱。通过上述分析可见, 3 个

时段的夏季 I_{SO} 与夏季印度区域降水的相关关系随时间而变, 且第 1 时段和第 3 时段具有相似的区域特征, 均是东部为一负相关区, 西部为正相关区。而第 2 时段的区域特征稍有不同, 位于东部的负相关区向南略有扩展, 且西北部出现一弱负值区。

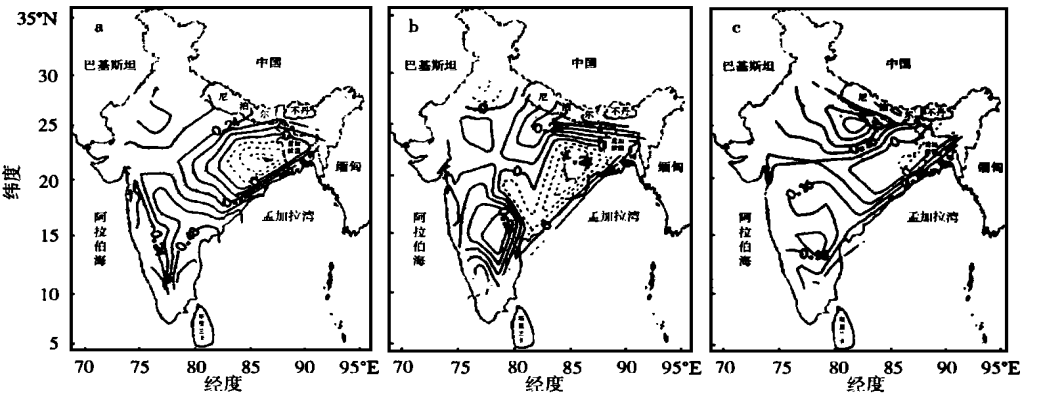


图 5　夏季 3 个时段 I_{SO} 与印度 29 区降水之间的相关系数分布图

a. 1871～1924 年; b. 1925～1955 年; c. 1956～1994 年

Fig. 5　Correlation coefficents distribution between Indian summer rainfall and summer I_{SO} from 1871 to 1924(a), from 1925 to 1955(b) and from 1956 to 1994(c)

5　结　论

(1) 不同季节南方涛动指数与印度夏季降水之间的相关程度不同。从总体上讲, 前期秋季和冬季的 I_{SO} 与未来印度夏季降水相关较小; 前期春季 I_{SO} 和未来印度夏季降水相关较大; 同期两者相关最大。

(2) 各个季节南方涛动指数与印度夏季降水之间的相关关系是随时间而变的, 有些时段相关较大, 有些时段相关较小, 且相关系数正负也有明显变化。

(3) 对夏季 3 个不同时段 I_{SO} 与 29 区印度区域降水相关的历史演变的分析, 进一步说明两者的相关关系是随时间而变的, 但第 1、第 3 时段的区域特征非常相似, 第 2 时段则略有不同。这一方面说明单纯用 I_{SO} 的变化来反应印度夏季降水的旱、涝情况有其局限性; 另一方面也说明大气是极端复杂的, 还有其他影响因子, 有待于进一步研究。

参考文献

[1] Walker G T, Bliss E W. World weather V[J]. Mem Roy Meteo Soc, 1932, 4(36): 53～84

[2] Khandekar M L, Neralla V R. On the relationship between the seasurface temperature in the equational Pacific and the Indian monsoon rainfall[J]. Geophy Res Let, 1984, 11(6): 1137～1140

[3] Angell J K. Comparison of variations in atmosphere quantities with sea surface temperature variations in equatorial eastern pacific[J]. Mon Wea Rev, 1981, 109(2): 230～243

[4] Sikka D R. Some aspect of the large scale circulation of summer monsoon rainfall over India in relation to fluctuations in the planetary and regional scale circulations parameter[J]. Proc Ind Acad Sci, 1980, 89(2): 179～195

[5] Bjerknes J. Atmosphere teleconnections from the equatorial Pacific[J]. Mon Wea Rev, 1969, 97(3): 163～172

[6] Deser C, Wallace J M. El Nino events and their relation to the Southern Oscillation: 1925～1986[J]. J Geophys Res, 1987, 92(A12～13): 14189～14196

[7] Bjerknes J. A possible response of the atmosphereic Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature[J].

Tellus, 1966, 18(4): 820～829
[8] 王盘兴. 论变量线性相关系数的相互制约及其对多元线性回归方程拟合优度的影响[J]. 气象学报, 1986, 44(1): 70～81
[9] 石 伟, 王绍武. 1857～1987 年南方涛动指数[J]. 气象, 1989, 15(5): 29～41
[10] 王绍武. 近 500 年的厄尔尼诺事件[J]. 气象, 1989, 15(4): 15～20

Evolution of the coreelation relationship between SO and summer rainfall in India

LI Li-ping, WANG Pan-xing,
CHENG Xiu-feng, HUANG Min-hui
(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044)

Abstract: In the context of 1871～1994 data, an investigation is carried out of the evolution of relationship between SO and summer rainfall in India. Results show that the correlation significance is different in different seasons; and that the correlation is unstable with time evolution in the same season.

Key words: Southern Oscillation, Indian summer rainfall, correlation, evolution

---

本刊加入中国学术期刊光盘版和中国期刊网的声明

为适应我国信息化建设需要, 扩大作者学术交流渠道, 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”。作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意将文章入编该数据库, 请来稿时声明, 本刊将做适当处理。

《南京气象学院学报》编辑部