

近 400 a 来南方涛动与我国东部旱涝的关系*

李月洪

(国家气象局气象科学研究所, 北京 100081)

收稿日期 1990 年 7 月 28 日

关键词 南方涛动指数, 旱涝, 遥相关

提要 采用 1601 ~ 1979 年南方涛动指数(SOI) 和我国黄河、长江流域各分区旱涝等级资料, 计算了各季节的 SOI 与旱涝等级之间的遥相关及其振荡特性。结果表明, SOI 与黄河流域旱涝的遥相关较之与长江流域更为显著, 且两者呈反位相。谱分析还揭示了我国黄河、长江流域的旱涝变化具有明显的准 3.5 a 振荡周期, 这与各季节的 SOI 振荡有密切联系。此外, 南方涛动变化多超前黄河和长江中游区域性旱涝变化 1a 左右, 尤以冬季更为显著。

目前, 人们普遍认为南方涛动(SO) 是全球气候变化的重要原因之一。由于它与海气相互作用关系密切, 使得它的变化与全球大部分地区的气候有显著的对应关系。尽管这种对应关系的成因还不完全清楚, 但许多遥相关效应已引起人们的普遍关注^[1,4]。不久前, Lough 和 Fritts 曾用北美西部 65 个树木年表, 重建 1600 年以来的 SOI 资料, 经验证明效果较为理想。本文着重讨论近 400 年来 SOI 与我国黄河和长江流域各分区旱涝变化的遥相关及其振荡特性, 以了解 SO 对我国东部各分区旱涝变化的影响。

1 资料来源

采用 1601 ~ 1979 年南方涛动指数(SOI), 其中 1601 ~ 1934 年是 Lough 与 Fritts^[5] 的重建资料, 1935 年以后为美国气候中心发布的资料。所有 SOI 资料, 均是分为 4 个季节的距平值, 即包括冬季(DJF)、春季(MAM)、夏季(JJA) 和秋季(SON)。

我国黄河、长江流域各分区旱涝资料(1601

~ 1979 年), 是采用历史文献资料所定旱涝等级(I), 共分 5 个等级, 其中 I=1 为大涝, 2 为涝, 3 为正常, 4 为旱, 5 为大旱^[2]。由于降水的地区性强, 较大区域的旱涝状况不宜用其中某一点的旱涝等级值来表示, 故采用各区域内的算术平均值作为该区域的旱涝指数值。黄河流域的分区为下游区(鲁淮区)、中游区(陕晋区、渭河区)、上游区(甘宁区); 长江流域的分区为长江下游区、中游区和上游区(川黔区)。一般说来, 其旱涝特征主要反映该分区夏半年的雨量变化。

2 SO 与旱涝变化的遥相关

表 1 给出各季节的 SOI 与各分区旱涝等级的相关系数。从中可见, SOI 与我国两大流域旱涝等级的遥相关, 不仅具有区域性差异, 而且还有季节性差别。就区域性差异来看, 同期、时滞相关数达到 0.01 信度水平(表中带* 的), 黄河流域较之长江流域更为显著。同时, 还

* 国家自然科学基金资助项目。

指出黄河、长江流域旱涝场与SOI 的相关系数(达到0.05 信度水平, 表中记为 Δ) 的符号完全相反, 前者为正相关、后者为负相关。在黄河流域各分区中, 以中游地区(渭河区、陕晋区) 的相关程度较高, 长江流域各分区中, 以长江中游地区的相关性较好。

就季节而言, 在同期相关中黄河流域春季的相关程度较高, 各分区的相关系数均达到0.01 信度检验, 冬季次之; 长江流域大体上冬季的相关性较好, 各分区的相关系数均达到0.05 信度检验, 春季次之。在时滞相关中(这里仅讨论SOI 变化超前各分区旱涝1 a 的相关程度), 黄河流域以秋季的相关性较好, 尤以黄河中游(渭河地区) 相关程度最高, 相关系数可达0.39, 这就是说当年秋季SOI 偏高(低) 时, 来年该区易涝(旱)。长江流域大体上夏季较好, 且以负相关为主要特点。

为进一步证实SO 与历史时期我国两大流域旱涝的遥相关, 现将Quinn 等人(1987) 用秘鲁沿海状况划分出的强和十分强的El Niño 年以及对应的Lough 重建的SO 低指数年, 共计13 个^[5], 对照我国黄河、长江流域大范围旱涝统计资料(见表2, 表中季节的SOI 均为El Niño 年的当年数值; M 是SOI 的多年平均值; +1 年表示El Niño 年发生后的第一年) 看出, 当ENSO 事件出现后的1a 内, 在我国黄河、长江流域易发生大范围的干旱或洪涝。在给出的13 个El Niño 年中, 除了1838 年, 1957 年对应关系不很明显外, 其余11 a 基本上都在ENSO 事件发生后的第一年黄河流域发生大旱, 而长江流域容易出现大涝。可见, 所计算出的遥相关结果在El Niño 年更为明显。总之上述历史时期我国黄河、长江流域与SOI 之间存在一种遥相关现象。分析指出, 该期间黄河和长江流域分别与SOI 的遥相关中存在明显的差异。其一是其相关系数的符号基本上完全相反, 说明SO 变化对我国黄河、长江流域旱涝的影响是不同的, 当SOI 偏低(高) 时, 黄河流域易出现旱(涝), 而长江流域易出现涝(旱) 的情况。这是由于受西太平洋副热带高压

西伸活动及夏季风雨带位移等影响。其二是相关程度的差异性, 大体上说黄河流域的旱涝与SO 的相关程度较之长江流域更为显著, 这正如文献[3] 指出的一样, 即北方区域旱涝受SO 影响较之其它地区明显。其三是季节性差异, 在同期相关中黄河流域春季较好, 而长江流域则冬季较好。在时滞相关中黄河流域秋季较好, 长江流域夏季较好。值得注意的是, 秋季SOI 的变化超前黄河流域各分区旱涝变化1 a, 这种超前1 a 的遥相关将对黄河流域旱涝有预测意义。

3 周期振荡特性及谱相关

对季节性SOI 和黄河、长江流域各分区旱涝变化的功率谱计算结果表明, 各季节的SOI 序列的主要周期为2.9 ~ 4.0 a; 黄河流域各分区旱涝变化的主周期为3.0 ~ 4.1 a; 长江流域各分区旱涝变化的主周期为3.5 ~ 4.4 a。这说明了SOI 和我国两大流域各分区旱涝变化都表现出显著的准3.5 a 周期的振荡特点。

由于它们共同具有3 ~ 4 a 的周期, 因此, 可以着重讨论季节的SOI 和黄河、长江流域各分区旱涝指数序列共同存在准3.5 a 周期的背景下, 它们对应的耦合振荡特征, 以此判断SOI 与旱涝变化的相关性, 计算结果见表3。

表中给出了3 ~ 3.5 a 周期下, 各季节SOI 与黄河流域各分区之间的谱相关(H)、落后或超前的时间长度(L 年)。从表中可以看出各季SOI 与各分区旱涝不仅本身有着准3.5 a 周期, 而且它们之间还存在着准3.5 a 的耦合振荡。同时可见, 冬季的SOI 与各分区的谱相关程度较之其它季节较好, 尤以黄河中游的陕晋地区的谱相关最佳, 其值高达0.83。这充分显示了季节的SOI 与黄河流域各区旱涝的相关性, 事实表明, 历史时期黄河流域旱涝与SO 的相互作用是存在的。还要指出的是, 在这耦合领域中, 黄河下游(鲁淮地区) 与各季节的SOI 基本上同位相, 这说明当SO 强度发生变化的同时, 黄河下游地区旱涝也将发生变化。与此同时, 冬季SOI 与黄河中上游地区旱涝变

表1 季节的SOI与各地区旱涝的相关系数

Tab.1 The correlation coefficients between seasonal SOI and each regional dryness/wetness

季节		黄河流域				长江流域		
		下游	中游		上游	下游	中游	上游
			陕晋区	渭河区				
冬季	同期	0.32*	0.22*	0.30*	0.24*	-0.16 ^Δ	-0.27*	-0.16 ^Δ
	超前	0.11	0.14 ^Δ	0.27*	0.18*	0.01	0.02	-0.04
春季	同期	0.33*	0.22*	0.32*	0.28*	-0.17 ^Δ	-0.25*	-0.14 ^Δ
	超前	0.14 ^Δ	0.17 ^Δ	0.28*	0.17 ^Δ	0.01	0.03	-0.04
夏季	同期	0.16 ^Δ	0.48*	0.08	0.02	-0.07	-0.25*	0.04
	超前	0.23*	0.26*	0.45*	0.20*	-0.02	-0.22*	-0.24*
秋季	同期	0.25*	0.35*	0.06	0.12	-0.01	-0.10	-0.07
	超前	0.38*	0.25*	0.39*	0.27*	-0.10	-0.06	-0.03

表2 强和十分强El Niño与SO低指数和区域性旱涝的对照

Tab.2 The comparison between SOI and dryness/wetness of China in the strong El Niño years

El Niño 年	SOI				旱涝	
	春季	夏季	秋季	冬季	黄河流域	长江流域
1607	-0.25	-1.14	-0.89	-0.59	/	中下游涝(+1 a)
1761	0.21	-0.98	-0.84	-0.41	中游旱(+1 a)	/
1791	-0.34	-0.93	-0.54	-0.78	中下游旱(+1 a)	下游涝(+1 a)
1803	0.41	0.02	-0.60	-0.24	中游旱(+1 a)	下游涝(+1 a)
1828	0.16	-1.43	-1.01	-0.51	/	/
1844	-0.35	-1.75	-0.95	-0.64	中下游旱(+1 a)	/
1877	-0.50	-0.38	-0.47	-0.23	全旱(+1 a)	全涝(+1 a)
1884	-0.21	-0.81	-0.66	-0.29	/	中下游涝(+1 a)
1889	0.21	-0.27	-0.69	-0.21	全旱(+1 a)	上游涝(+1 a)
1925	1.19	-0.72	-0.62	-0.97	全旱(+1 a)	全涝(+1 a)
1932	0.02	-0.28	-0.13	-0.20	下游旱(+1 a)	/
1940	0.10	-2.17	-1.06	-1.39	全旱(+1 a)	/
1957	0.40	0.10	-0.25	-0.20	/	/
M	0.02	-0.23	-0.32	0.00	/	/

表3 季节的SOI与各流域分区旱涝变化的谱分析结果

Tab.3 The summary of spectral analysis on seasonal SOI and dryness/wetness of each region in the valleys

季节	黄河流域								长江流域					
	淮准区		陕晋区		渭河区		甘宁区		下游		中游		上游	
	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
冬季	0.81	0.3	0.83	1.0	0.73	1.3	0.66	1.3	0.74	0.2	0.72	1.2	0.64	0.5
春季	0.73	0.1	0.80	0.7	0.58	1.3	0.54	1.4	0.62	0.2	0.70	1.2	0.57	0.5
夏季	0.73	0.2	0.74	0.5	0.56	1.1	0.54	1.1	0.54	0.7	0.50	1.1	0.59	0.3
秋季	0.75	0.5	0.72	1.0	0.60	1.4	0.64	1.3	0.65	0.2	0.63	1.2	0.5	0.1

化之间大约存在1 a 左右的位相差,这意味着在该耦合振荡中,SOI变化超前黄河中上游地区旱涝变化1 a 左右。类似地,旱涝变化与其它季节的SOI之间也存在1 a 左右的时滞关系。总的来说,在准3.5 a 的周期下,SO 超

前黄河中上游地区1 a 左右振荡为主要特征。从而进一步证实了SO 是影响大气环流和我国气候的强烈信号,也说明了探讨季节性SOI 和黄河流域各分区旱涝变化的响应是有意义的,提醒人们密切注视冬季SOI 变化动态和它的诱

导作用。就区域而言,长江中下游的谱相关程度较之上游地区更高些。同时还可看出,各季节的SOI与长江中游地区旱涝变化之间的位相差在 $116 \sim 129^\circ$,也就是说季节的SOI变化超前中游地区旱涝变化1 a左右。大体上说,季节的SOI与长江流域其它分区旱涝之间是准同步振荡。

4 结论

通过上述的计算分析,可得到如下几点认识:

4.1 我国黄河、长江流域各分区旱涝变化与SOI之间存在一种遥相关现象,并且黄河、长江流域分别与SOI遥相关,其中黄河流域的相关程度较好。这表明黄河流域的旱涝受南方涛动影响比较明显,当SOI为低指数时,黄河流域出现偏旱的可能性较大。

4.2 季节的SOI和我国历时时期黄河、长江流域各分区旱涝变化具有准3.5 a振荡周

期。这一特征与赤道太平洋上的El Niño现象引起的大尺度海气相互作用过程有着密切联系。

4.3 在准3.5 a周期下,各季节的SOI变化超前黄河中、上游,长江中游地区旱涝变化1 a左右,尤以冬季的南方涛动变化更为显著。

参考文献

- [1] 陈烈庭, 1977. 东太平洋赤道地区海水温度异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响。大气科学 1:1 ~ 12。
- [2] 张德二, 1983. 我国近五百年各区域旱涝变化及其冷暖关系。气象科学技术集刊 4:40 ~ 46。
- [3] 唐佑民等, 1990. 我国旱涝影响因子探讨。地理科学 10(4):77 ~ 85。
- [4] L.J. OGALLO, 1988. Relationship between seasonal rainfall in East Africa and the Southern Oscillation. *Journal of Climatology* 8: 31-43.
- [5] Lough, J.M and H.C. Fritts, 1989. Historical Aspects of El Niño/Southern Oscillation-Information from Tree Rings, Elsevier Oceanography Series, 1-37.

A PRELIMINARY ANALYSIS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN SOUTHERN OSCILLATION AND DRYNESS/WETNESS IN THE EASTERN CHINA DURING THE LAST 400 YEARS

Li Yuehong

(Academy of Meteorological Science, State Meteorology Administration, Beijing 100081)

Received: July 28, 1990

Key Words: Southern Oscillation Index, Dryness/wetness, Teleconnection

Abstract

The teleconnection between the Southern Oscillation Index (SOI) of dryness/wetness over the Yellow River Valley and the Yangtse River Valley is analyzed in this paper, of which the former is more obvious than the later, and the opposite teleconnection phases were frequently found.

By the multi-spectral analyses a common "quasi-3.5 a pulse" could be pointed out. It is showed that SOI has represented one year lead before the variation of the dryness/wetness over the middle reaches of the two valleys. Besides, the high coherence in winter seems more significant.