

长江流域旱涝的 OLR 特征*

蒋尚城 温士顿

(北京大学地球物理系) (马里兰大学气象系)

卫星观测的 OLR(射出长波辐射)资料已在大气环流变化及气候异常的研究中得到广泛的应用。本文试图利用美国气候分析中心所提供的 9 年 NOAA 卫星所观测的 OLR 资料,对长江流域的夏季雨量的估算进行试验并对旱年、涝年的广大低纬地区的 OLR 特征进行诊断分析,为卫星资料应用于长江流域的旱涝分析预报作一初步探索。

1. 资料

本文用到两个基本资料集,一是 1974.6—1984.5(其中 1978 年有 10 个月缺测)NOAA 极轨卫星系列一天二次的 OLR 资料(全球 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 格点数值)。关于此资料的详细说明见 Gruber 和 Winston^[1] 及 Gruber 和 Krueger^[2] 的文章。月季平均值资料是由美国气候分析中心所提供。另一是相应时期长江流域(95 个测站)的降水资料,是由中国地面观测月报表得到的。

2. OLR 与雨量的关系

1) 计算

图 1 为长江流域计算区的范围,共分为 24 个 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的网格区。取每个网格区中心格点上的

表 1 长江流域不同时空尺度 OLR 与雨量的相关 (全部相关系数显著性水平平均超过 0.01)

尺 度			N	r	b	a
	时	空				
月	A*	平均	648(216)	-0.46(-0.68)	-2.73(-4.41)	797.54(1210.17)
		距平		-0.53(-0.64)	-3.76(-4.47)	0
	B**	平均	378(108)	-0.62(-0.49)	-3.16(-2.38)	905.12(717.33)
距平		-0.68(-0.65)		-3.89(-3.46)	0	
C	平均	27	-0.85	-2.64	776.24	
距平	-0.81		-2.87	0		
季	A*	平均	216	-0.35	-1.70	563.43
		距平		-0.55	-3.44	0
	B**	平均	126(36)	-0.57(-0.45)	-2.51(-1.8)	755.71(585.07)
距平		-0.73(-0.72)		-3.79(-3.81)	0	
C	平均	9	-0.94	-3.05	872.03	
距平	-0.94		-3.06	0		

* 不带括号的是对全区 24 个 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格区取样,带括号的是对长江流域干流区 8 个 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格区取样。

** 不带括号的是对 14 个 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 有重叠的网格区取样,带括号的是对 4 个 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 独立的网格区取样。

* 本文于 1987 年 10 月 20 日收到,1988 年 5 月 24 日收到最后修改稿。

OLR 值作为该区的平均值, 而各区内的平均雨量则由该区内几个测站的雨量平均求得。

由二个资料集再对 不同时间尺度(月、季)和空间尺度(A: $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, B: $5^{\circ} \times 5^{\circ}$, C: $7.5^{\circ} \times 20^{\circ}$)计算 OLR 及雨量的平均值和距平值, 分别进行相关统计, 结果如表 1, 这里 N 为样本数, a, b 为回归系数, r 为相关系数。回归方程 $y = a + bx$, y 为雨量(mm), x 为 OLR(W/m^2), Δ 为对 9 年平均的距平, $\Delta y = b \cdot \Delta x$ 为距平的线性方程。

另外还对于各个网格区分别计算了 r, 图 2 即为对于 A 和 B 尺度的分布图。格点中上面的数字是对月平均计算的, 下面括号内的数字是对季平均计算的。

最后还对于 1979.12—1980.11 整年进行了旬平均的相关计算(图略)。

2) 结果与讨论

主要计算结果如表 1 和图 2 所示, 由此可以看到:

① 长江流域夏季为月、季 OLR 与雨量及其距平之间有简单的线性关系。对于 A 尺度, 相关系数为 -0.53, 在长江流域干流上(包括 8 个网格区)则为 -0.34。经检验显著性水平平均超过 0.01。这个值与 Arkin^[1] (1984) 所计算的 1974—1980 年夏季热带中太平洋 ($5^{\circ}N-10^{\circ}S$) 上的相关系数 -0.66 差不多。这个结果是令人鼓舞的, 因为在这以前, 用卫星资料估算月、季雨量的工作(如 Barrett^[3], Kilonsky 和 Ramage^[4] 及 Arkin^[5] 等工作) 均只限于热带洋面, 而对中纬度大陆是否存在较好的关系一般是怀疑的。

② 统计结果表明, 相关系数是随时空尺度的增加而增大(表 1)。对于 C 尺度(即整个长江流域区) 相关系数达 -0.94。虽然样本数减少, 但相关的显著性水平仍超过 0.01。说明大面积的 OLR 与雨量的相关程度很高。再从时间尺度看, 距平值的相关季的都比月的高, 而平均值仅 C 尺度是如此。从 10 天平均的统计结果, C 尺度的负相关系数从 0.94 降为 0.58, A 尺度则降为 0.31(夏季), 相关的显著程度大大降低, 这表明月平均也许是线性关系能应用于雨量估算的临界时间尺度。

③ 从长江流域 r 的分布(图 2)看, 关系最差的是在西部高原东侧的上游地区, 最大相关则在长江流域 9 年平均的最大雨量中心附近。这暗示地形和降水量可能是影响 r 的重要因子。

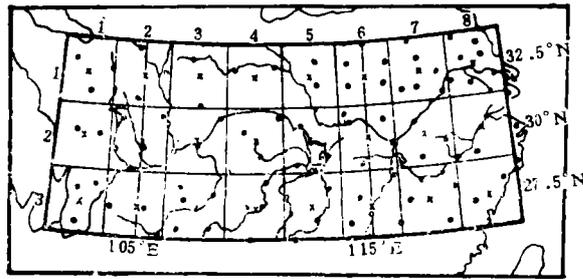


图 1 长江流域雨量站及计算网格区

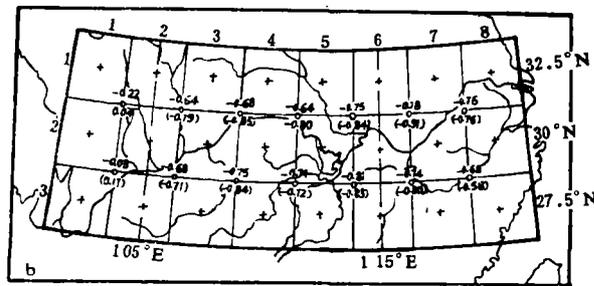
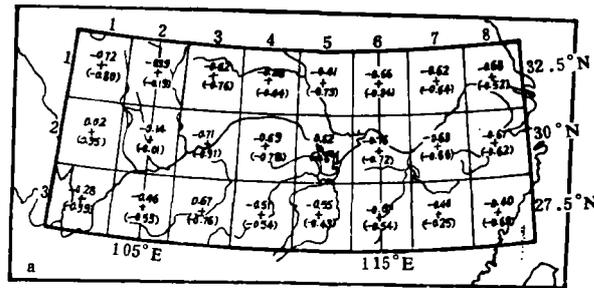


图 2 长江流域 r 的分布
(a: A 尺度($2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$), b: B 尺度($5^{\circ} \times 5^{\circ}$))

1) Arkin, P.A., An examination of the southern oscillation in the upper tropospheric tropical and subtropical wind field, 223—228, 1984.

④ 虽然只算了 1 年的旬平均资料,也有助于我们了解 τ 随季节的变化。结果正如所预计的那样, τ 在冬季即便是 C 尺度也只有 -0.21 ,比夏季低得多。而在热带洋面上 τ 的季节变化很小。这是容易理解的。由于东亚季风区主要降水集中于夏季,其它季节雨天较少,冬天更少。这时月平均的 OLR 值不仅决定于雨量的多少,还更决定于地理位置及地形。这说明热带洋面以外的地区,简单的线性关系只适用于降水集中的雨季。

3. 长江流域旱涝年的 OLR 特征

我们从有 OLR 资料的年代里选出 1976 年(旱年)和 1980,1983 年(涝年)作旱涝个例的对比分析。图 3 为对应年的 OLR 夏季(6,7,8 月)平均图。一般说来,在低纬地区,小于 225 W/m^2 的区域为对流活动区和降水区(对应为 ITCZ 区),大于 250 W/m^2 的区域为大规模下沉干区(即对应副热带高压区)。由图可以看出长江流域旱年和涝年,印度和西太平洋 ITCZ 的强度和副热带高压的位置是有明显差别的,我们把这些系统称为影响长江流域旱涝的关键系统,并以该系统活动区内的最小和最大 OLR 轴所在的位置作为 ITCZ 和副高的位置,最小与最大 OLR 的区域平均值表示其强度,将旱涝年这些关键系统的特征值列于表 2 以资比较。

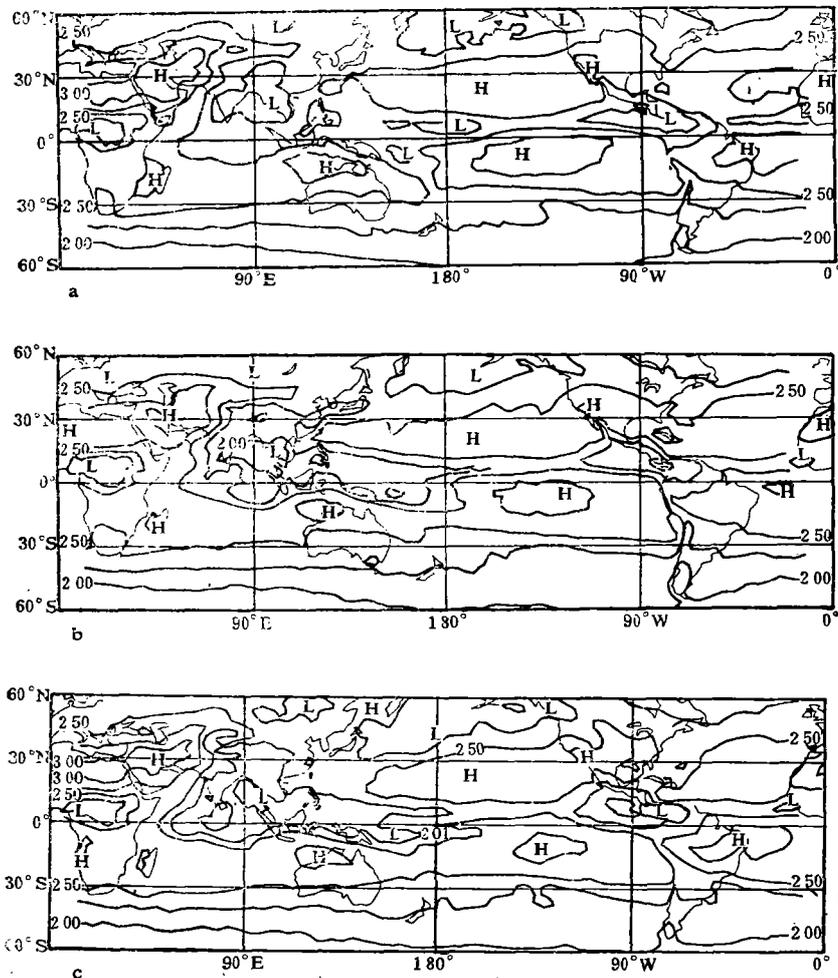


图 3 1976 年(a),1980 年(b),1983 年(c)夏季平均 OLR 分布图(单位: W/m^2)

表 2 旱涝年低纬关键系统的位置、强度及其距平值

南、北 ITCZ 与副高的强度 (W/m^2)	气候平均	1976(旱)		1980(涝)		1983(涝)	
		平均	距平	平均	距平	平均	距平
ITCZ(70—100° E)	201	208	7	189	-12	196	-5
ITCZ(120—150° E)	212	222	10	203	-9	209	-3
南ITCZ(135—165° E)	220	225	5	199	-21	209	-11
副高(120—150° E)	246	253	7	259	13	248	2
南、北ITCZ与副高的位置(纬度)							
ITCZ(70—100° E)	14.2	15.6	1.4	14.6	0.4	13.2	-1.0
ITCZ(120—156° E)	8.9	10	1.1	7.7	-1.2	7.5	-1.4
南*ITCZ(135—165° E)	4.8	6.3	1.5	3.8	-1.0	3.5	-1.3
副高(120—150° E)	23.8	27.1	4.1	21.5	-2.3	19.8	-4

* 指南半球ITCZ, 纬度为南纬, 正距平为偏南, 负距平为偏北, 无特指南的系统均指北半球。

由表 2 可以看到:

1. 印度及西太平洋的 ITCZ 强度涝年都比旱年强, 且最小 OLR 在涝年都是负距平, 旱年则为正距平。
2. 有意思的是涝年南太平洋上 ITCZ 的强度比北半球更强, 其距平为 $-21W/m^2$ (1980) 和 $-11W/m^2$ (1981) 约为北半球的一倍以上。这说明南半球对长江流域洪涝的影响不容忽视。
3. 无论是旱年和涝年最大 OLR 值(表示副高强度)都是正距平。说明西太平洋副高强度不是长江流域旱涝的决定因子。
4. 西太平洋 ITCZ 与副高的位置旱年与涝年有明显差别。旱年都偏北, 涝年则都偏南。但是副高的位置差别比 ITCZ 的差别明显得多。

所以通过诊断分析, 可以得到如下结论: 长江流域旱涝低纬地区 OLR 的特征是清楚的, 对于涝年, 印度洋 ITCZ 和两半球的西太平洋 ITCZ 都偏强(最小 OLR 负距平), 西太平洋副高与 ITCZ 的位置都偏南(最大 OLR 轴所在纬度位置为负距平), 而副高的位置偏南更明显。旱年则相反。这很可能反映了低纬强迫热源(ITCZ 中的对流活动产生的 凝结潜热释放) 的异常对中 高纬大气 环流异常的重要作用。其具体影响过程的机制有待于今后进一步的深入研究。

对实际预报而言似应更多地注意低纬度(不仅副热带而且赤道两侧的 ITCZ)。“立足于低纬洋面”^[6] 不仅是暴雨中短期预报的重要观点, 也应当作为旱涝长期预报的基本观点。故对于长江流域的旱涝预报应更着重于监测 ITCZ 的异常并把卫星的 OLR 观测作为重要手段。

参 考 文 献

- [1] Gruber, A., and J. S. Winston, Earth-atmosphere radiative heating based on NOAA scanning radiometer measurements, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **59**, 1570—1573, 1978.
- [2] Gruber, A., and A. F. Krueger, The status of the NOAA outgoing longwave radiation data set, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **65**, 958—962, 1984.
- [3] Barrett, E. C., The estimation of monthly rainfall from satellite data, *Mon. Wea. Rev.*, **98**, 322—327, 1970.
- [4] Kilonsky, B. J., and C. S. Ramage, A technique for estimating tropical open-ocean rainfall from satellite observations, *J. Appl. Meteor.*, **15**, 972—975, 1976.
- [5] Arkin, P. A., A diagnostic precipitation index from infrared satellite imagery, *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter*, **17**, 5—7, 1983.
- [6] Xie, Y., T. Zhang and S. C. Jiang, Effect of circulation of low latitudes on the weather of middle latitudes, *Acta Ocean sinica*, **9**, 546—533, 1981.

**THE CHARACTERISTICS OF OUTGOING LONGWAVE
RADIATION RELATED TO FLOOD AND
DROUGHT OVER THE YANGTZE
RIVER BASIN**

Jiang Shangcheng

(Department of Geophysics, Peking University)

J. S. Winston

(Department of meteorology, University of Maryland)

Abstract

Nine years of satellite observations of OLR have been used to study precipitation over the Yangtze River Basin and to diagnose the differences between the drought and flood cases. The results indicate that there are good relationships between OLR and precipitation over there and there are markedly differing OLR anomaly patterns in the regions of the ITCZ and the subtropical anticyclone over the western Pacific during the drought and flood years.