

冬季东海黑潮海-气热量交换对长江 中下游汛期降水的影响*

赵永平 张必成 井立才

(中国科学院海洋研究所)

黑潮海区的海-气热量交换,表层水温及热含量的变异对大气环流和大陆旱涝的影响已有论述^{[1,2,5],1)}。本文的目的在于分析东海黑潮海区的海-气热量交换特征及其与整个黑潮的关系,探讨它与长江中下游降水的联系,进而计算比较东海嵎山站多年海-气热量交换的特性,得到了有预报意义的指标。

一、东海黑潮冬季海-气热量交换的年际变化 特性及其与整个黑潮的关系

作者²⁾在分析东海黑潮海区的海-气热量收支的年平均状况和季节变化特征时指出,10—3月海-气之间的热量比较显著,特别是在严冬季节。据此,本文只着重讨论东海黑潮冬、春季(12月—3月)海-气热量交换的年际变化特征。

文中采用日本气象厅出版的1962—1972年西北太平洋海洋气候资料^[3],计算了东海海区沿127.5°E经线,25°N, 27°N, 29°N, 31°N, 33°N等5站的海-气热量交换值,其中包括海-气之间的潜热和感热交换及海面有效回辐射,并以这5站的平均值来表示东海黑潮的海-气热量交换状况。图1为冬季(12月—2月)各热量交换值的年际变化曲线。

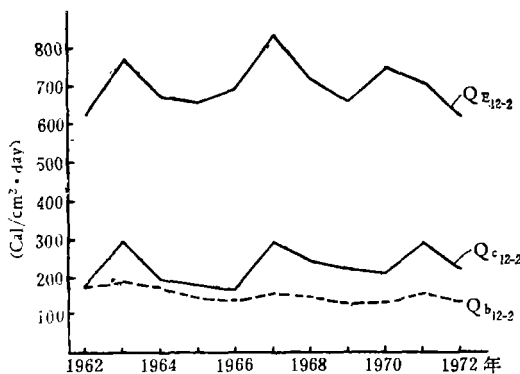


图1 冬季东海黑潮海-气热量交换各分量的年际变化(卡/厘米²·天)

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第839号。本文承毛汉礼、管秉贤先生指导和鼓励,姚秀玲同志清绘文中插图,特此致谢。

本刊编辑部收到稿件日期:1982年4月15日。

1) 赵永平、张必成,1981。东海黑潮与东海气候关系的初步探讨(未刊稿)。

2) 赵永平、陈永利等,1981。黑潮区域热量收支及其与副热带高压关系的初步分析(未刊稿)。

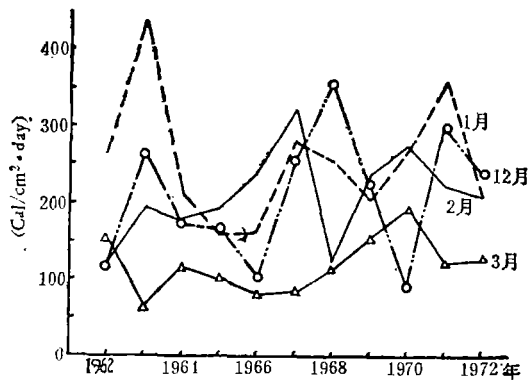


图2 东海黑潮12—3月海-气感热交换的 annual 变化(卡/厘米²·天)

由图可以看到,在三项热交换中,蒸发潜热的量值最大,其余两项较小。同时也可以看到,潜热和感热的年际变化是明显的。图2为海-气感热交换各月的年际变化曲线。仔细分析可知,各月之间似无相似之处;冬季各月海-气热交换量级基本相当,但3月比冬季各月明显偏低。为清楚的表示这些特性,我们计算了1962—1972年各热量交换分量的月平均值,标准差和各分量相邻月份及同月不同分量之间的相关(结果见表1—2)。由表1可知,三项海-气热量交换中,潜热占整个海洋热交换的2/3,感热和回辐射约各占1/6,其中感热稍多于回辐射值。表中的标准差表示各年对平均值的偏离程度。同样可以看到,海-气之间的潜热交换的离差值最大,冬季的平均偏差为150卡/厘米²·天,其次为感热交换,平均偏离为80卡/厘米²·天,海面回辐射的偏离仅17卡/厘米²·天。3月的各热量交换值的标准差都比冬季小。Sawyer^[4]指出,大于45卡/厘米²·天的大尺度(1000公里以上)长时间(月以上)的异常热源有可能造成长期天气的变化。根据以上分析,可以认为,对长期天气的可能影响来说,东海黑潮的潜热输送是特别重要的,其次为感热输送。由于海面回辐射的量值及其年际变化较小,它对长期天气的影响可以略去不计。

表1 东海黑潮海-气热交换的平均状况

月	海面回辐射			潜热交换			感热交换			总失热量
	平均	占总失热的比例	标准差	平均	占总失热的比例	标准差	平均	占总失热的比例	标准差	
12	156	16%	15	618	65%	181	182	19%	67	965
1	165	16%	18	679	64%	160	215	20%	86	1059
2	157	16%	17	692	67%	108	177	17%	80	1026
3	157	22%	16	440	63%	120	104	15%	40	701

在表2中,我们计算了各热量交换分量相邻月份和各月不同分量之间的相关。表2a表明,在样本数为11、信度达到0.10的各分量相邻月份之间的相关系数中,除海面回辐射及1月与3月的潜热交换外,其余相关均不好。表2b表明4个月中,1月份三个分量之间和各月潜热与感热之间存在可以信赖的关系。这说明海洋与大气之间的热量交换基本上随各月而异,特别是潜热和感热交换,除去有稍明显的两个月反相关系外,各月之间

表 2a 相邻月份各热量分量相关表 (N = 11)

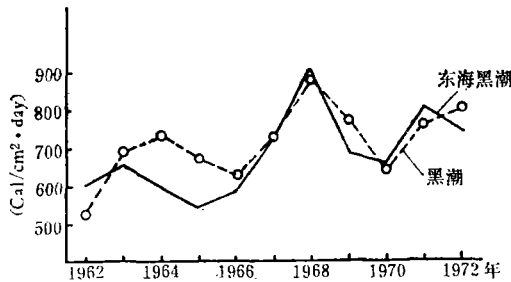
	12-1	1-2	2-3	1-3	12-2	12-3
海面有效回辐射	0.44	0.93	0.63	-0.69	0.38	0.28
蒸发潜热	0.12	0.22	0.00	-0.57	0.42	-0.15
感热交换	0.01	0.43	0.30	-0.22	0.44	0.09

表 2b 各月不同热量交换分量相关表 (N = 11)

	12	1	2	3
海面有效回辐射与潜热交换	0.28	0.75	0.08	-0.29
潜热交换与感热交换	0.60	0.82	0.83	0.71
海面有效回辐射与感热交换	0.12	0.69	0.36	-0.08

似乎没有多大的联系,不象水温那样具有显著的持续性。因此,以月为单位来计量海-气之间的热量交换是适宜的。由上述关系也可以知道,感热和潜热之间的相关较好,在没有湿度或湿度资料不大精确的海区,用感热交换来表征海-气热量交换的总趋势是可行的。

为比较东海黑潮与整个黑潮之间海-气热量交换的关系,我们计算了沿黑潮主轴(127.5°E, 25°N—160°E, 33°N) 等距取 10 个站的平均海-气潜热交换值,将此值与东海黑潮 5 个站的平均值点绘在图 3 上。由图可见,除 1964 年和 1972 年两年年变趋势不一致外,其余 9 年的变化基本上是同相的。这说明东海黑潮的海-气热量交换在一定程度上可以代表整个黑潮海区的的海-气热量交换状况。

图 3 东海黑潮与黑潮海-气潜热交换的 annual 变化 (卡/厘米²·天)

二、东海黑潮海-气热量交换与水文气象要素的关系

弄清楚各水文气象要素对海-气热量交换的关系,可以为选取预报因子提供可靠的物理依据。

由前节已知,潜热与感热交换的年际变化趋势是一致的,为简单起见,这里以感热交换为例来剖析海-气热量交换与水文气象要素的关系。海-气感热交换的计算公式为:

$$\theta_c = K_c(T_w - T_a)V$$

其中 T_w 为水温; T_a 为气温; V 为风速; K_c 为海-气热量交换的湍流交换系数。根据上式,水温越高,气温越低,风速越大,则海-气之间的感热交换也就越大。但实际情况是,海-气

感热交换的最大值往往出现在气温和水温同时低的条件下。图 4 为 1962—1972 年 2 月海-气感热交换及同时的水温、气温和风速。由图可以看出,气温与风速反相,就是说,气温愈低,风速愈大,这是符合天气学规律的。事实上,强冷空气南下时,必然伴有大风天气。水温 and 气温变化基本同相。由于水体的热惯性和大的热容量,水温变化的幅度比气温小。海-气之间感热交换的变化与气温、水温反相;与风速同相,它们之间的相关系数分别为 -0.88 , -0.14 , 0.22 。显然,海-气感热交换在很大程度上依赖于冷空气的强度。水温的变化主要是冷空气入侵引起的海-气热量收支不平衡的结果。但水温绝对值的大小,除受冷空气影响外,还取决于前期水温的高低。如 1968 年 2 月气温比 1963 年 2 月低 1.0 度,但前者的水温却比后者高 0.8 度。其原因是 1968 年 1 月水温比 1963 年 1 月高。这样就导致 1968 年 2 月的海-气感热交换明显地大于 1963 年 2 月的值。又如 1966 年 2 月水温高于 1963 年和 1968 年 2 月,但因其气温也高的缘故,其感热交换值却是多年中的小值。由此可见,当冬季冷空气相同时,水温高的年份的海-气热量交换比水温低的年份要大。以上表明,就对海-气之间的热量交换的贡献来说,冷空气的强弱处于第一位的主动地位,而水温的作用则是第二位的。这一规律至少在本海区或中高纬度是这样。

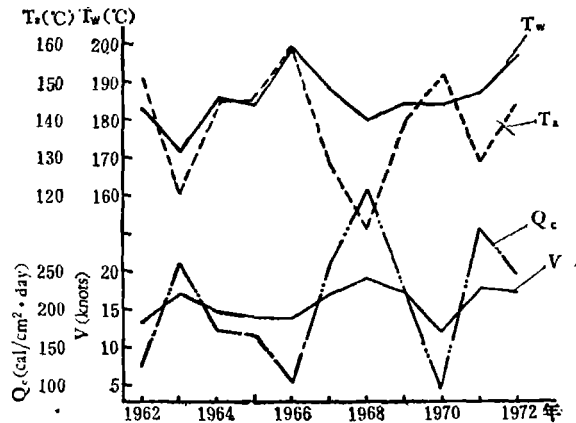


图 4 海-气感热交换与水温、气温及风速的关系(2月)

海洋影响大气的物理过程主要是通过海-气之间的热量交换来实现的,气温、水温或风速、云量、湿度等只是决定海-气热量交换多寡的物理因子之一,鉴于以上分析,只要能获得比较可靠的海上水文气象要素的观测资料,直接采用海-气之间的热量交换值作为预报因子,似比单一地用前期冷空气强弱(如大气韵律活动),或前期水温(如冬季大洋水温)来作预报指标更具可靠的物理依据。

三、东海黑潮海-气热量交换与长江中下游 6 月降水的联系

已有的研究表明,黑潮低纬地区的热量收支对长江流域的降水有显著影响^[2],但其最终仍以该区水温作为预报指标。本节拟直接采用海-气之间的热量交换值作为独立变量,并寻求其与长江流域汛期降水的关系。

长江中下游两湖地区降水采用中国科学院大气物理研究所长期天气预报组选用的汉口、九江、南昌、安庆、屯溪、芜湖等 6 站的平均降水量来代表。这些站之间的降水趋势和

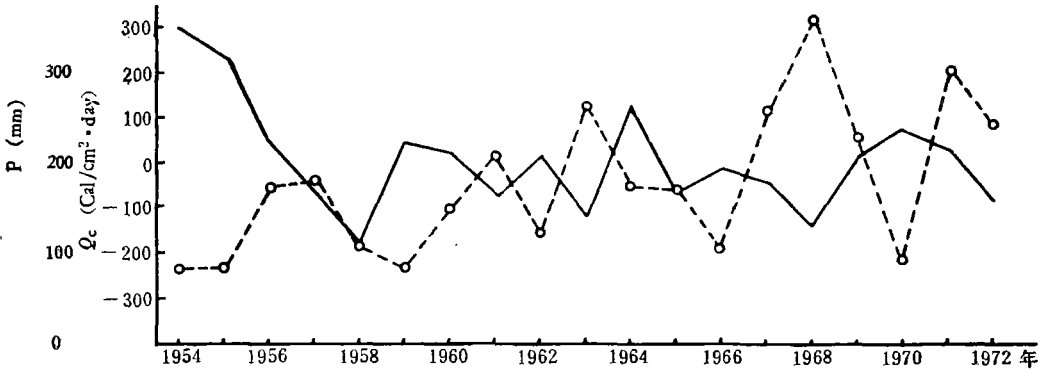


图5 东海黑潮海-气感热交换(虚线)与长江中下游6月降水(实线)的关系

年际变化基本上是一致的。事实上,这些站6月降水主要受梅雨天气形势控制。东海黑潮区的热交换仍以前节中5站的平均值表示。为加长时间系列,我们加算了1954—1961年东海黑潮感热交换值。图5为两湖地区6月降水量与东海黑潮2月海-气感热交换的年变曲线,由图可以看到,自1954—1972年,除1958,1965,1972三年二者的年变化同相外,其余各平均为反相,特别是1954,1955年的洪涝,1968年的干旱及1970年的多雨,东海黑潮的热量交换都有较好的反相对应关系。二者的相关系数为 -0.51 ,信度超过 0.05 。作者¹⁾在讨论黑潮与副热带高压关系时也曾指出,黑潮海域的海-气热量收支与副热带高压存在3个月及5个月的时滞相关,以上关系也可能与这一现象有联系。就是说,在东海黑潮区,当海洋给予大气的热量增多时,长江中下游6月降水就减少,相反,当海洋给予大气的热量减少时,长江中下游降水就有增多的趋势。多年的这种统计关系将对长江中下游降水预报有一定参考意义。

嵎山海洋站位于长江口东南约200公里的海中,海洋调查研究表明,冬季黑潮暖流的分支——台湾暖流,其北界可以到达嵎山邻近海区。图6为嵎山站与东海黑潮上游 125°E , 25°N 处2月水温的年际变化曲线,从1960—1981年(共21年),除1968—1971,1978等5年反相外,其余各年的年变化趋势都是一致的,二者相关系数为 0.52 ,信度超过 0.05 。可见在冬季,尤其在2月,嵎山站的水温变化趋势在一定程度上可以代表东海黑潮的水温状况。另外,关于冷空气的强弱,可以认为无论是西路或北路冷空气南下,它在嵎山站和在东海的其它海区之间的强度比值应当是一定的。因此,若能用嵎山海洋站的水文气象资料,计算得的该区的海-气热量交换值来代表东海黑潮海区的热交换状况,不仅能方便地取得海上难以得到的调查资料,而且及时可靠,具有实际预报参考价值。

嵎山站自1965年才有完整的海洋气象观测资料,这里我们计算了1965年以来10—3月该站的海-气热量交换值,分析其与长江中下游汛期降水的关系。结果表明,2月嵎山海-气之间的感热交换与长江中下游两湖地区6月降水也有较好的相关。图7为二者的年变曲线,图中数值用距平百分比表示。从年变趋势看,大多数年份都有明显的反相关关系,如1968年,1972年,1978年的干旱及1970年,1973年,1979年的涝都有较好的对

1) 见 P. 256, 1, 2)。

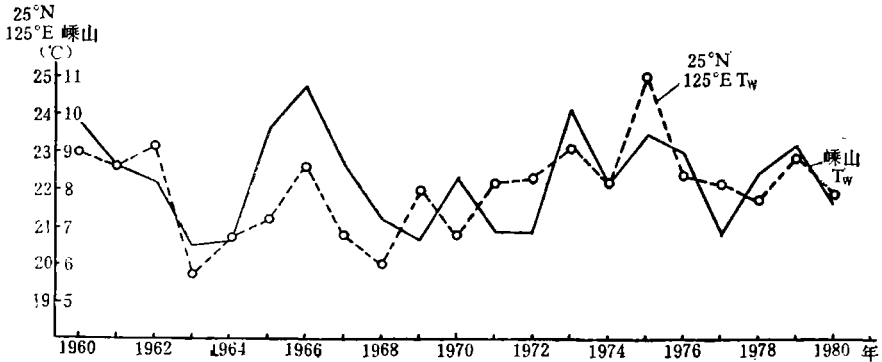


图 6 崧山站 2 月水温与 25°N, 125°E 处 2 月水温年际变化

应关系。1976 年, 1980 年对应关系不好, 其原因可能是该两年 2 月气温特别异常。统计表明, 崧山的气温多数在 2 月最低, 少数在 1 月最低, 1, 2 月气温差多在 1.5 度以下, 1976 年, 1980 年却相差 2.0 度以上。上述二者年际变化的相关系数为 -0.64 , 信度超过 0.01。由此可见, 从 17 年的统计资料来看, 虽然少数年份的对应关系失调, 但仍可以说明这两者之间还是确有可能存在着某种联系。

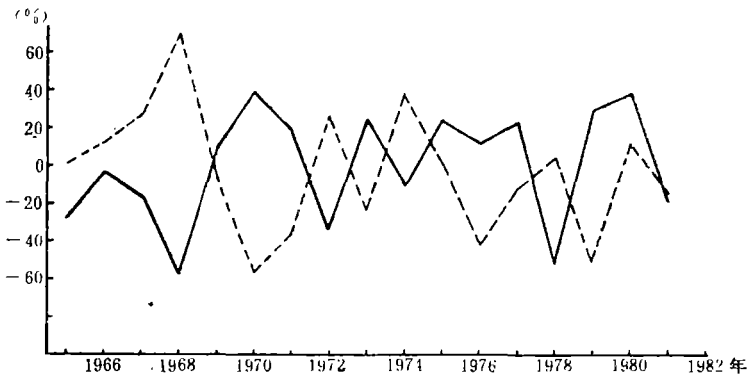


图 7 崧山 2 月感热交换 ($\Delta T-V$ 虚线) 与长江中下游 6 站 6 月降水 (实线) 距平百分比的年际变化

四、结 语

研究结果和预报实践表明, 北太平洋副热带高压的进退对长江中下游流域汛期降水有着重要的影响。文献 [2] 指出, 5 月份副高受 1—4 月黑潮加热场的影响, 6 月份副高则仅受 5 月黑潮加热场的影响。本文的结果指出, 仅 2 月东海黑潮的海-气热量交换与 6 月两湖地区降水有联系, 而其它月份及整个冬季 (12—2 月) 的海-气热量交换与降水之间均无明显关系。这一结果与 [2] 似不能统一。怎样从物理机制上来解释这些现象, 有待进一步的分析。

崧山站邻近大陆, 其水温变化不仅受黑潮水系制约, 而且也会受冬季较强沿岸冷流及长江径流的影响。仔细考虑这些因素, 将会使这一指标更为有效。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院大气物理研究所长期天气预报组, 1978。冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响。中国科学院大气物理研究所集刊 6: 1—12。
- [2] 潘怡航, 1978。冬春海洋加热场与两湖盆地汛期降水的初步分析。中国科学院大气物理研究所集刊 6: 102—115。
- [3] 日本气象厅海洋气象部, 1954 年—1972 年。北太平洋海洋气候表。
- [4] Sawyer, S., 1965. Note on the possible physical cause of longterm weather anomalies. W. M. O. Technical note. No. 66.
- [5] Корт, В. Г., 1970, О крупномасштабном взаимодействии океана и атмосферы. *Океанология* 2 (2): 222—239. М., Изд-во “Наука”.

**THE INFLUENCE OF THE SEA-AIR HEAT EXCHANGE
OVER THE KUROSHIO IN THE EAST CHINA SEA IN
WINTER ON THE PRECIPITATION IN THE MIDDLE
AND LOWER REACHES OF CHANGJIANG RIVER
IN FLOOD SEASON***

Zhao Yongping Zhang Bicheng and Jing Licai

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

In this paper, the sea-air heat exchange over the Kuroshio in the East China Sea during the winters of 1954—1972 was computed and analysed. The results indicate that the year to year anomalies of sea-air heat exchange is obvious and the values are mainly controlled by the intensity of the cold air at the same time. The authors have found a close relationship between sea-air heat exchange and precipitation in the region of the Changjiang River during the early summer. Finally, the predicting indication for forecasting this precipitation around the middle and lower reaches of Changjiang River in June has been given.

* Contribution No. 839 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.