

东海黑潮流轴的变化及日本以南黑潮大弯曲同青岛降水量的关系*

于振娟

(中国科学院海洋研究所)

提要 本文在前人工作的基础上,通过对30年(1954—1984年)以来水文资料的分析,找出东海黑潮的变异与青岛的降水及其与日本以南黑潮出现大弯曲之间的关系,得到了一些有意义的结果。

一、资料及分析方法

迄今,国内外许多海洋学者已经发表了有关黑潮的起源、流速、流量、路径的变化,以及黑潮大弯曲发生、成长和消失机制等内容的许多资料和论文。

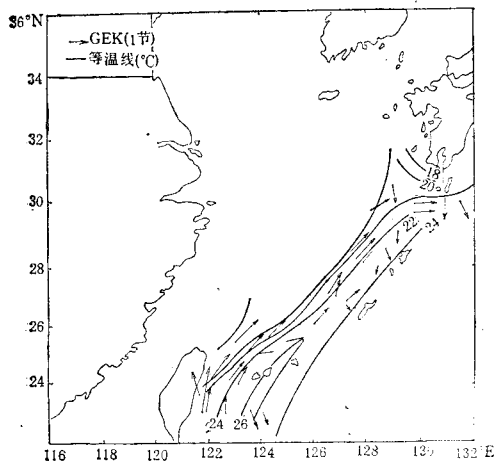


图1 东海黑潮100m层上的20—22°C等温线与实测GEK表层最大流速的比较(1966年7—8月)

Fig. 1 Comparison between the T_{100m} (20—22°C isotherm) with GEK (V_0, \max) of the kuroshio in the East China sea (1966. 7—8)

本文引用了我国出版的《中国降水资料》(1900—1970年)、《中国地面气象纪录月报》

(1971—1980年)、《青岛气象台降水资料》(1981—1985年),以及日本气象厅出版的《海洋气象观测资料》(1954—1984年)。

笔者应用上述资料作为分析基础,首先在东海黑潮区选用100m层上水温大面分布图,然后将实测的GEK流速矢量绘于图上(见图1),再加以对比和分析。从图1看出,在100m水温大面图上的20—22°C等温线密集处与实测表层最大流速的位置(即流轴所在处)是一致的。二谷颖男^[4](1977年)曾指出,200m层18°C等温线的分布,可作为吕宋海峡和台湾以东到吐噶喇海峡黑潮流轴的指标。本文通过对较长时间历史资料的分析 and 比较,选用100m层上20—22°C等温线密集处的分布作为东海黑潮流轴的指标,比较符合实测海流资料。

二、东海黑潮流轴位置的变化

黑潮是北赤道流的延续体,起源于我国台湾岛的东南方海域上。黑潮主干通过吐噶喇海峡转向东,流经日本南岸海域。在这个海域上,黑潮路径有多年变化:一些年份黑潮沿着较平直的路径流动;一些年份在日本南岸远州滩外

* 本文承管秉贤研究员和张法高副研究员审阅,谨此致谢。

海出现大冷水团, 及持续性的大弯曲。黑潮流至日本以东, 流速渐弱, 流幅拓宽, 称为黑潮的延续体, 尔后则加入了北太平洋流。

就气候式平均状况来说, 东海黑潮流轴位置比较稳定(因受海底地形的影响), 多年(1954—1984年)变幅平均约为 9 n mile。管秉贤(1964年)指出, 它位于海底地形变化最大的斜坡处, 同时, 也是位于 100 m 层上 20—22°C 等温线的密集处。就 G 断面(位于琉球群岛冲永良部岛的西北方, 东起 27°24'N、128°28'E, 西至 29°36'N, 125°09'E)为例, 黑潮流轴距离冲永良部岛平均约为 100 n mile, 流轴位置多年变化约为 7 n mile。就气候式平均状况而言, 流轴位置的季节变化以冬、春季最小(平均约为 6 n mile), 夏季其次(约为 7 n mile), 秋季平均约为 8 n mile。二谷颖男^[4]分析指出, 黑潮 G 断面流轴距离冲永良部岛约为 90—100 n mile。上述分析的结果与二谷颖男的结论相一致。

东海黑潮各断面流轴的变化见表 1。

表 1 东海黑潮各断面流轴的季节变化

Tab. 1 Seasonal variation of the axis on the sections of the Kuroshio in the East China Sea

断面	变化值	流轴的季节变化 (n mile)				平均值
		冬季	春季	夏季	秋季	
S		11	13	15	19	13
F		13	9	12	15	13
Y		6	7	7	8	7
G		6	6	7	8	7
I		8	6	9	9	9
平均值		9	8	9	10	9

东海黑潮 Y 断面、G 断面和 I 断面上流轴的位置较为稳定, 但是在西表岛和吐噶喇西北方海域上, 有时流轴位置有较明显的摆动。从分析资料看, 东海黑潮不仅在西表岛西北方海域上出现过反气旋小弯曲, 而且在吐噶喇西北方海域上也多次出现过反气旋小弯曲。如 1973 年秋季, 在西表岛西北方海域上, 出现过反气旋小弯曲, 这时期黑潮流轴距之约为 120 n mile

(多年平均约为 84 n mile); 又如 1957 年冬季、1973 年和 1974 年冬季, 在吐噶喇西北方海域上均出现过反气旋小弯曲, 这时黑潮流轴距离奄美大岛约为 140—160 n mile (多年平均约为 106 n mile)。与日本以南黑潮出现大弯曲时期的资料相对照后表明: 当东海黑潮在上述两海域上出现过短暂的反气旋小弯曲后的 1—2 年内, 日本潮岬以南外海将有可能出现大冷水团, 黑潮流轴也会显著地大弯曲。

三、东海黑潮流轴、流速的变化与日本以南黑潮大弯曲的关系

1. 东海黑潮流轴位置的变化与日本以南黑潮大弯曲的关系

根据 GEK 表层海流资料(1956—1984年)的分析, 得出了东海 G 断面上黑潮流轴位置多年变化分布图(见图 2)。流轴位置平均距离冲永良部岛约为 100 n mile。当 G 断面上黑潮流轴距冲永良部岛的位置小于多年平均值时(各自对应约为 96、96 和 95 n mile), 日本以南黑潮此时(1959—1963年, 1975—1980年, 1981—1984年)就出现大弯曲, 即东海 G 断面上黑潮流轴位置更靠近冲永良部岛(向东南方向变动)时, 日本以南黑潮即将出现大冷水团和显著的大弯曲。管秉贤^[3](1964年)指出, G 断面上黑潮流轴偏向冲永良部岛, 可以作为日本四国、本州以南黑潮流轴出现显著弯曲和黑潮北缘冷水团出现的一种预兆。松川康夫^[5](1979年)也指出, 如果日本以南出现黑潮流轴大弯曲和大冷水团, 那么黑潮流轴远离岸边, 东海黑潮流轴也要偏向东南。本文分析的结果与上述学者的结论是基本一致的。

2. 东海黑潮流速变化与日本以南黑潮大弯曲的关系

东海黑潮表层最大流速的变化相当大。如 G 断面上表层最大流速约为 139 cm/s (1984 年 5 月), 最小流速约为 42 cm/s (1973 年 10 月), 多年平均值约为 91 cm/s (1956—1984 年)。当

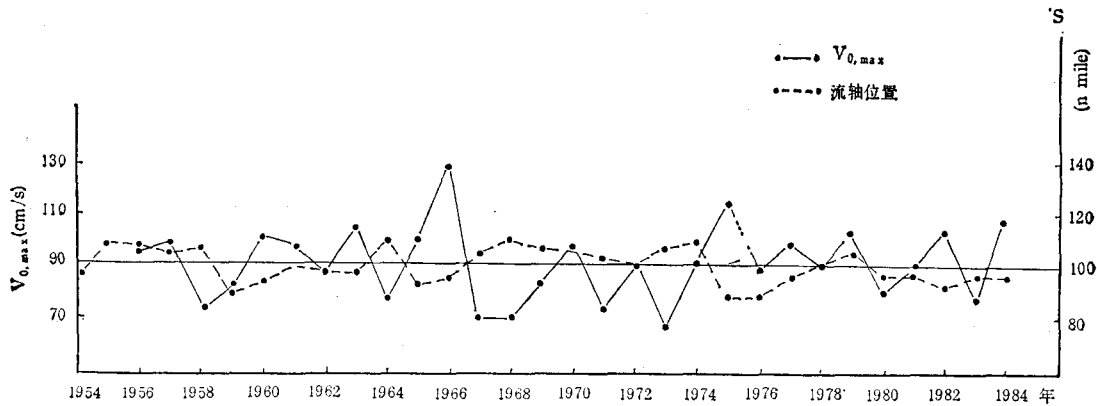


图2 东海黑潮G断面上表层最大流速和流轴位置的年际变化

Fig. 2 Annual variation of the position of axis and velocity ($V_{0,max}$) of G section of the Kuroshio in the East China Sea

日本以南黑潮出现大冷水团和显著大弯曲时期(1959—1963年, 1975—1980年, 1981—1984年), G断面上表层最大流速均大于平均值, 各个时期相对应的流速平均约为100 cm/s, 98 cm/s和97 cm/s。

顺便指出, G断面上黑潮流轴位置的变化与表层最大流速的变化存在着较密切的负相关关系(见图3)。其相关关系式为:

$$S = 117.626 - 0.196V_{0,max} \quad (1)$$

$$r = -0.51\%$$

当观察次数N为94时, 相关系数r为-0.51%, 超过了 α (可信度)为5%显著水平的相关系数的最小值。

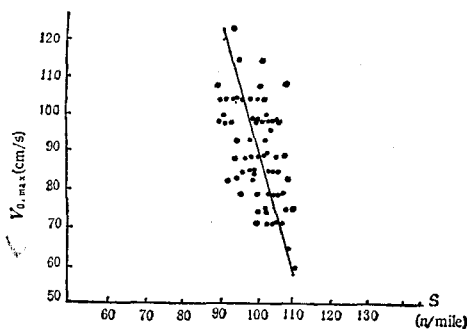


图3 东海G断面流速与流轴位置的相关关系
Fig. 3 Interrelationship of the velocity and the position of axis on the G section East China Sea

四、青岛降水与东海黑潮流量的变化及日本以南黑潮大弯曲的关系

当日本以南黑潮出现大冷水团和显著的大弯曲时, 日本南部沿海一带气候异常, 出现了灾害性的天气现象, 使得这个区域农业和渔业都减产。由此作者受到启发, 试图通过较长系列资料分析, 以期找出东海黑潮的变化对我国东部沿岸气候的影响。

1. 青岛降水与东海黑潮流量的关系

本文所用的流量是根据文献[1]表层(取深度为1m)流量推算出来的。笔者对青岛降水和G断面上黑潮流量进行了相关分析(见图4)。从图4可以看出, 1956—1984年G断面上黑潮流量与1957—1985年青岛降水有较密切的负相关关系。当观察次数N为29时, 相关系数r为-0.38, 超过了 α (可信度)为5%的相关显著性水平。其回归方程为:

$$W = 1224 - 20.86Q_{400m} \quad r = -38\% \quad (2)$$

两者位相相差1年, 即G断面上黑潮流量与次年青岛降水量之间存在着负相关关系。

当日本以南黑潮出现大冷水团和显著大弯曲时(1959—1963年, 1975—1980年, 1981—1984年), 东海黑潮流轴偏向东南, G断面上黑

潮流量 ≥ 22.6 SV (分别约为 22.6 SV, 24 SV 和 24 SV), 青岛次年降水将会减少。反之, 当日本以南黑潮大弯曲消失时, 东海黑潮流轴偏向西北, G 断面上黑潮流量减少, 青岛次年降水量将会增加。赵绪孔^[2]等也指出, 东海黑潮流轴往西摆动, 翌年青岛汛期为多水年。东海黑潮冬季或春季表层最大流速较上年增加(减少), 青岛汛期降水就比上年减少(增加)。本文所计算结果与上述结论是一致的。

2. 青岛降水与黑潮大弯曲的关系

从分析历史资料看出, 在近80多年(1900—1985年)来, 日本以南发生过黑潮7次弯曲^[7](1906—1907年, 1917—1919年, 1934—1944年, 1953—1955年, 1959—1963年, 1975—1980年, 1981—1984年), 根据自五十年代后期才有 GEK 测流资料, 在最近日本以南黑潮3次大弯曲(1959—1963年, 1975—1980年, 1981—1984年)中, 东海G断面上黑潮流轴向东南方向(冲永良部岛)变动。另外, 从青岛80多年来降水量年际变化来看(见图5), 降水量年平均值约为 700 mm (1900—1985年)。在上述7次黑潮大弯曲过程中, 青岛年降水量约有5次小于历史平均值(见表2)。其中1975—1980年期间降水量年平均值略大于历史平均值, 主要原因是1975年降水量增多(1255 mm), 该年1—9月份降水量接近1000 mm, 而这次黑潮大弯曲实际上是从10—11月才开始形成的, 因此, 除去上述因素, 1975—1980年黑潮大弯曲过程中, 青岛年平均降水量也是小于历史平均值。至于1959—1963年期间青岛年降水量大于历史平均值, 其详细原因值得进一

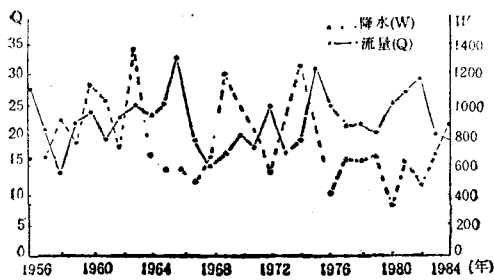


图4 东海G断面上黑潮流量与青岛次年降水的关系

Fig. 4 Relationship of the G sectional volume transport of the Kuroshio in the East China sea and precipitation in Qingdao next year

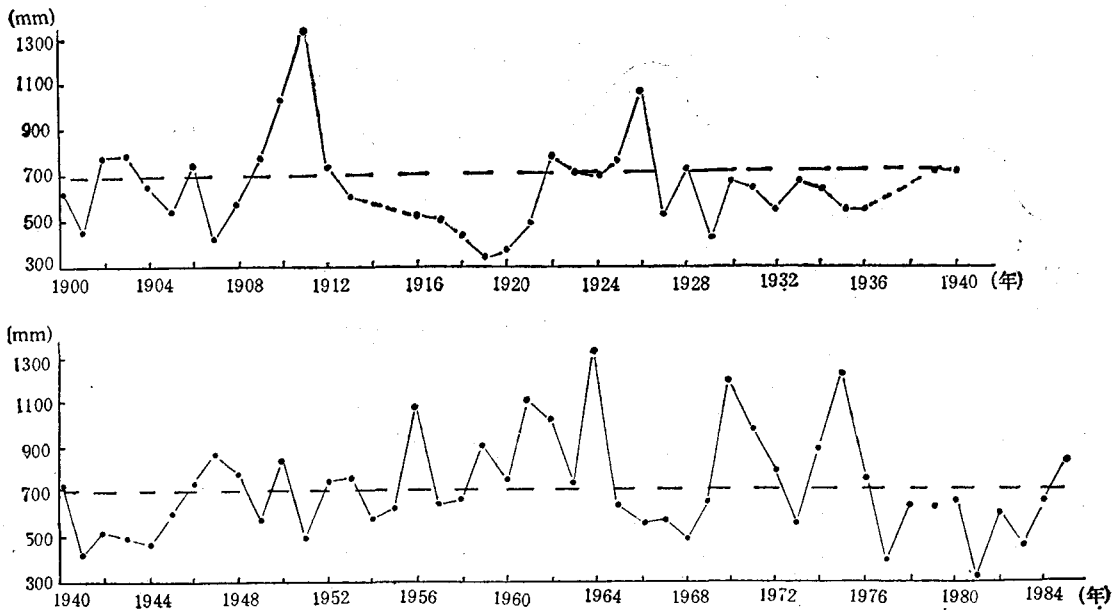


图5 青岛降水量的年际变化

Fig. 5 Annual variation of the precipitation in Qingdao

表2 青岛年降水量与黑潮大弯曲的关系

Tab. 2 Relationship of the precipitation in Qingdao and the meander of the Kuroshio

黑潮大弯曲 (年)	1906—1907	1917—1919	1934—1944	1953—1955	1959—1963	1975—1980	1981—1984
青岛平均降水量 (mm)	596	464	568	468	904	725	518

步研究。从以上初步分析结果来看是很有启发性的,它表明日本以南黑潮出现大弯曲时,青岛年降水量亦有减少的趋势。

值得注意的是,青岛历次降水量的最低值(干旱)都是在日本以南黑潮出现大冷水团和流轴显著大弯曲的年份。如黑潮出现大弯曲的1981年,青岛年降水量约为308mm,该年的降水量仅占常年的45%,是近百年来少见的特大干旱之年。又如青岛年降水量次小值约为338mm和402mm,分别占常年降水量的48%和58%,也是出现在黑潮大弯曲的1919年、1941年和1977年(见图5)。从上述分析结果看出,当日本以南黑潮出现大冷水团和显著大弯曲时,青岛年降水量可能出现最小值和次小值,也就是将要出现干旱。上述两者之间的关系是很有意义的,这将对预报青岛年降水量的增(涝)、减(旱)等灾害性天气提供参考指标。

另外,从图5可以看出,青岛年降水量最大峰值(涝灾)都是出现在黑潮大弯曲消失的时期。如青岛年降水量最大极值约为1369mm,几乎是常年降水量的2倍,出现在黑潮大弯曲消失的1964年。青岛年降水量次大值约为1357mm、1255mm和1250mm,分别是常年降水量的1.94倍和1.79倍,出现在黑潮大弯曲消失的1911年、1975年和1970年(其中1975年1—9月黑潮大弯曲还没有形成,降水量就有1000mm以上)。

五、结 语

1. 东海黑潮因受海底地形的影响,流轴位置比较稳定,各断面多年变幅的平均值约为9n mile。

2. 东海黑潮流轴的季节变化,以春季为最

小,平均约为8n mile;冬季和夏季其次,平均约为9n mile;秋季流轴的变化大于多年的平均值,约为10n mile。

3. 东海黑潮流轴基本上沿着200m等深线的走向。在西表岛和吐噶喇西北方海域上的黑潮流轴出现反气旋式小弯曲后1—2年,日本以南黑潮即将出现大冷水团和显著的大弯曲。

4. 当东海黑潮流轴向东南方向变动时,日本以南黑潮不久即将出现大冷水团和显著的大弯曲,东海黑潮表层最大流速增强、流量增大,而青岛年降水量将会减少,甚至将会出现年降水量的最小值或次小值(旱灾)。反之,当东海黑潮流轴向西北方向变动时,日本以南黑潮大冷水团和显著的大弯曲即将消失,东海黑潮表层最大流速减弱、流量减少,青岛年降水量将会增加,有时将会出现年降水量的最大值或次大值(涝灾)。

主要参考文献

- [1] 于振娟,范继铨,1984. 东海黑潮表层最大流速、表层流量与热容量关系的初步分析. 海洋科学集刊 21: 223—231.
- [2] 赵绪孔等,1983. 东海黑潮与东太平洋赤道海区水温的关系及青岛汛期降水预报. 海洋学报 1(5): 35—40.
- [3] 管秉贤,1964. 黑潮流速流量的分布、变化及其与地形关系的初步分析. 海洋与湖沼 6(3): 229—251.
- [4] 二谷颖男,1977. 黑潮大弯曲的发生、停滞、消失的过程. 海洋科学(日) 9(3): 173—180.
- [5] 松川康夫,1979. 黑潮大弯曲的发生、停滞、消失机制的研究. 日本海洋学会志 35(2): 118.
- [6] Nitani, H., 1972. Beginning of the kuroshio in "kuroshio its physical aspects" edited by Stommel, H and yoshida, K University of Tokyo press. pp. 129—163.
- [7] Solomom, H., 1972. Detachment and recombination of a current ring with the kuroshio, Natural 274 (671): 580—581.

RELATIONSHIP OF VARIATION OF AXIAL POSITION OF THE KUROSHIO IN THE EAST CHINA SEA AND ITS MEANDERS SOUTH OF JAPAN WITH THE PRECIPITATION IN QINGDAO

Yu Zhenjuan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

The characteristics of the variation of axial position of the Kuroshio in the East China Sea and its relationship to the meanders south of Japan are analysed, based on the JMA's temperature and GEK data (1954—1984) and the precipitation data (1900—1985) published by the Central Bureau of Meteorology of China. Some main results are as follows:

1. The axial position of the Kuroshio in the East China Sea is quite stable, its average deviation is about 9 n mile.
2. The mean distance of the seasonal variation of the axis is 8, 9 and 10 n miles in spring, summer and winter, and autumn, respectively.
3. When anticyclonic wind occurred in northwest of the Iriomote-jima and Tokara-kaikyo after 1—2 years, the meanders south of Japan will appear.
4. When the axial position of the Kuroshio in the East China Sea shifted to the southeast (northwest) the velocity and volume transport increases (decreases), but the precipitation in Qingdao decreases (increases), the meanders south of Japan will appear (disappear). Add, when the minimum (maximum) precipitation occurred in Qingdao, the meanders south of Japan will appear (disappear).