

2003 年度东海暖流的分析

沈建华, 周甦芳, 董玉来, 崔雪森

(中国水产研究院渔业遥感信息技术重点实验室, 东海水产研究所, 上海 200090)

摘 要: 由黑潮派生的各种暖流对东海而言是重要的热能来源, 它们的态势会极大地影响东海的温度分布, 从而影响到生态系统的变化和发展。通过对 2003 年度东海暖流主干温度、暖舌前锋位置进行空间分析, 并与历史状况比较, 结果表明在 2003 年春夏黑潮和对马暖流的温度和势力与常年差不多, 台湾暖流及黄海暖流比常年要弱一些; 夏初各暖流都出现了较大幅度低于常年的状况, 先是黑潮, 然后台湾暖流、对马暖流最后是黄海暖流。而秋冬两季除黄海暖流只比常年略强一些外, 各暖流均呈强势, 不但温度较高, 而且暖舌的伸展距离比常年有不同程度增加。特别是黑潮、台湾暖流和对马暖流在冬季都接近历史最强水平, 而相对较弱的黄海暖流也比多年平均略强一些。

关键词: 暖流; 东海; 2003 年度

中图分类号: P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 0239 (2005) 4 - 0014 - 06

1 引言

暖流对处于亚热带的东海而言无疑是重要的热能来源, 特别是在冬季能极大地影响温度分布, 从而给东海带来了丰富多彩的温度分布状态。众所周知, 海水温度对海洋渔业生产有很大的影响^[1], 对沿岸的气候和其他沿岸经济活动也有一定的影响。一般来说, 夏季东海表面水温温差较小, 等温线稀疏, 表面流隔带不明显, 但暖流水系虽然温度比环境温度高不了多少, 但因盐度等参数与周边水体不同, 水体就环境因素而言还是存在较大的差别, 从而对鱼类的生存和活动产生一定的影响。而冬季东海表层水温温差最大, 等温线密度最稠密, 流隔带最为明显。在这一季节中由于相对来说温度比较低, 大多数鱼类 (除少数冷水性鱼类以外) 的活动空间范围比较小, 分布比较密集, 从而形成了许多著名的冬季渔汛 (如东海带鱼汛等)。而由黑潮派生的各种暖流则成为冬季东海中热量的源泉, 暖流区及其临近区域成为许多鱼类越冬场所, 暖流的范围和空间位置有可能间接影响到下一产卵季节的亲鱼状况, 从而影响到补充群体。所以暖流的强弱会影响海水温度的分布状况, 也极大地影响着海洋生态系统变化与发展, 分析暖流的态势对预测今、明两年的渔业资源状况很有意义。

2 材料和方法

收稿日期: 2004-06-01

资助项目: 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室重点开放项目 (开重-03-06)。

作者简介: 沈建华 (1956-), 女, 学士, 副研究员, 从事渔业遥感与渔场海洋学研究。

材料主要有 NOAA 极轨气象卫星 NOAA16、17 的 2003 年影像、《东黄海表层水温速报》^[2]、东黄海表层水温历史资料、太平洋热带平均水温 (<ftp://ftp.prd.ncep.noaa.gov/pub/cpc/>)、以及近年黑潮态势资料 (<http://www.data.kishou.gov.jp/>)。由于海洋的气候一般比陆上要晚 1 个月,所以按季节循环,研究期间定为 2003 年 3 月~2004 年 2 月。

卫星影像用 NOAA 发布的适用于近海海域的非线性模型计算^[3~4],通过地理校正生成单轨的准实时温度数据,用于观察和补充东海表层水温数据库中相关的细节,从 2003 年 3 月到 2004 年 2 月 25 日共选出可用影像 109 幅。处理后的温度数据进行经纬度 $30^{\circ}\times 30^{\circ}$ 抽样,规范后输入数据库。

用地理信息系统把数据库中的温度格点数据生成温度等温线等图形 shp 文档,并进行空间分析^[5~6],对感兴趣的东海暖流在不同年份相同时期的空间位置、范围、以及形态进行比较,还对不同年份东海暖流在冬季的温度变化情况进行了分析,从而判断暖流强度状态。用相关分析软件对暖流之间进行分析,以确定不同暖流变化期间的联动和因果关系,确定对东海暖流有决定性影响作用的黑潮对其他暖流以及水团的影响程度。此外,还初步对中西太平洋热带海域的温度变化和黑潮变化进行了相关分析,以便大致掌握东海暖流的变化原因。

3 结果

就东海暖流而言主要有黑潮以及黑潮在横跨东海时派生的台湾暖流、对马暖流以及黄海暖流,这些暖流的强弱关系到整个东海海域的水文结构分布,对东海生态系统的影响是不言而喻的^[7]。图 1 是 2003 年 3 月~2004 年 3 月期间各暖流的表面温度与同期多年平均的距平差(图中各横坐标均为 0,距上下相邻坐标的幅度为+5)。在春、夏两季黑潮的主干温度比多年平均值要略低一些,最大的温差出现在春末夏初的 6 月的下 2 周和 7 月第 1 周,当时黑潮主干温度比多年同期平均要低出-1.1 左右。秋、冬两季就平均而言比多年平均值略高一些,特别是在秋冬交会时,差别比较大。到 2004 年 1 月,黑潮的主干温度比多年平均值都要高,与多年平均值的最大差值 1.4 出现在 1 月上旬,且流幅也是近几年中相对较宽的,23 暖舌伸展位置比较偏东。说明当时黑潮不但温度较高,势力也相对较强。台湾暖流在春夏两季的温度比多年平均低得多,距平最低值出现在 6 月第 3 周,差值达到 2.8,在整个春夏季,只有 2 周的温度比多年平均略高一些,其余时间均低于多年平均;到了秋季台湾暖流的温度开始比多年平均值偏高,而且偏高的幅度越来越大,到冬季在 2004 年 2 月出现连续 4 周偏高 2.5 以上的情况,最高时达到 3 以上。此外其影响的范围也比较大,在 2 月第 1 周的距平图中(见图 3),受其影响温度偏高海域一直扩大到福建沿岸和台湾海峡;在空间分析中也发现台湾暖流北上,18 暖舌延伸幅度也接近了历史最高水平。对马暖流作为黑潮在东海的主要分枝其变化情况与黑潮极其相似(见图 1),只是变化幅度相对要大一些。春夏两季温度比多年平均要低一些,特别在夏季连续 5 周出现偏低 1 的状态,在 7 月第 2 周甚至偏低 3 左右;到秋初,温度急剧上升,一度比多年同期平均高出 2.5 左右,在整个秋冬季温度基本

上比多年同期平均要高一些，不但温度较高，而且 15 °C 暖舌一直深入日本海显示出较强的势力。黄海暖流的温度在春夏两季的温度比常年要低，但在夏末温度迅速升高，温度比常年偏高，偏高幅度最大时达到 2 °C 以上；此后，在秋季保持时高时低的状态，到了冬季平均而言比多年平均要高一些，而且起伏比较大，最大时虽达到 1.5 °C，但时高时低，有两周甚至比多年平均要略低一些(见图 1)，其暖舌西展程度也只会比多年平均状态略强一些(见图 2)。

总的说来，2003 年东海在春夏黑潮和对马暖流与常年差不多，台湾暖流及黄海暖流比常年要弱一些；夏初各暖流都出现了较大幅度低于常年的状况，先是黑潮，然后台湾暖流、对马暖流最后是黄海暖流。而秋冬季黄海暖流只比常年略强一些外，各暖流均呈强势，不但温度较高，而且暖舌的伸展距离比常年有不同程度增加。从势力来看，比多年平均状态强得多的有台湾暖流和对马暖流，稍强的为黑潮，略强的为黄海暖流。

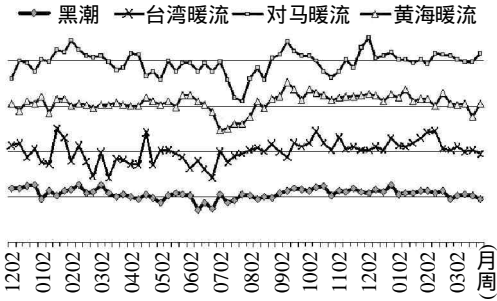


图 1 2002 年月 12 月~2004 年 3 月期间各暖流距平

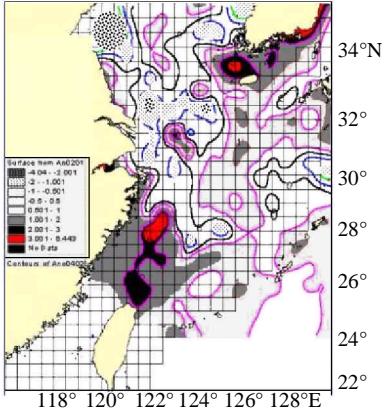


图 2 黄东海表面温度距平差
(2004 年 2 月第 1 周)

4 讨论

从以上的分析可以看到，2003 年度东海暖流与常年较大的不同分别出现在夏初以及秋、冬季，所以这里主要对这种情况进行简单的讨论。图 3 是 2003 年 1 月~2004 年 3 月期间东海不同海域表面温度与多年同期的距平差(绘制方式与图 1 相同)，从中可以看出，虽然 7 月暖流确实在一段时间比常年要低，但与当时海域大部分区域(主要指东海中部、黄海中部海域以及苏北沿岸海域)的低温比较起来，暖流的低温幅度还是比较小的。所以当时暖流的态势，应该结合盐度、密度等资料才能得出比较符合实际的结论。从图 3 可看出在秋季不仅暖流区域温度偏高，东海大部分沿岸海域以及中部海域的温度也比常年偏高。所以秋季温度偏高不仅是暖流而是整个东海区，而且除浙江沿岸外，各海域温度偏高的幅度都不大。但在冬季沿岸水体以及中部水体的变化比较大，平均起来

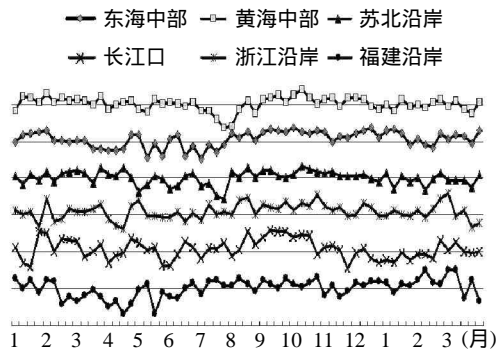


图3 2003 年 1 月~2004 年 3 月期间
东海不同海域温度的距平

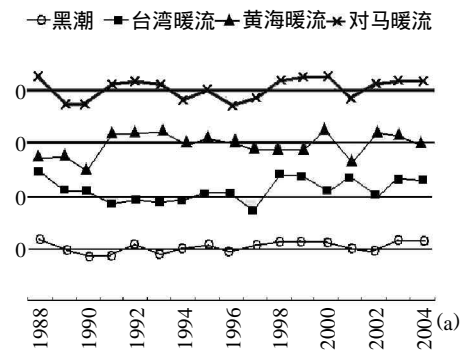


图4 不同年度 2 月第 1 周各暖流的距平差

和常年的状况差不多,而暖流距平却持续保持偏高状态,与海域其他水体形成明显差异,这种温度的偏高,无疑代表了当时暖流的强劲态势。图 4 绘出的是各暖流在冬季特征比较明显的 2 月第 1 周的距平差在不同年度的状态,从图中可以看出黑潮、台湾暖流、对马暖流都接近历史最高水平。说明 2003 年度冬季暖流的高温和强势并不多见,在这十七年中,只有在 1992 和 1995 年也出现过类似情况,但当时台湾暖流的强度明显不如今年,尽管黑潮的强度在 1995 年似乎比今年还要强一些。从图中也可看出黄海暖流只比常年略高一点的状态,可见对马暖流的流轴变化以及在分流时日本海和黄海冷水团水域的状态对其的影响也是相当可观的。从图中还可看出这些暖流并不总是一致变化,但黑潮和对马暖流的变化趋势却相当接近,可见台湾暖流和黄海暖流有类似的受分流时其他因素的影响比较多的特点。

对各暖流、沿岸海域以及中西热带太平洋水域的温度距平差所作的相关分析得出结果(见表 1)。从中可以看出黑潮与对马暖流、台湾暖流以及热带太平洋海域的表面温度间有很好的相关关系,这是很容易理解的,因黑潮是对马暖流和台湾暖流的源头,而太平洋热带海域则是黑潮的源头。此外黑潮与黄海暖流间相关性并不明显,这说明了前面提到的黄海暖流受其他因素影响比较大的情况。黑潮与沿岸水域间的相关性不明显,这一点也比较容易理解,因为影响沿岸水域的主要因素是海-陆热交换和气候的更替。而台湾暖流除了与黄海暖流的相关性不明显外与其他各暖流和水团的相关性都比较明显,特别是它与沿岸水域的相关性,显然由于台湾暖流对沿岸水域的影响比较大,可一直辐射到长江口和苏北沿岸,当然这一点需要更多的研究予以证明。对马暖流与其它暖流和热带太平洋海域的相关性都很明显,其中与黑潮和台湾暖流不同,它与黄海暖流的相关性非常明显,这是很容易理解的,因为后者是由前者派生的,虽然在强弱方面还受到其他因素的影响,但温度变化却显然是比较一致的,这一点从图 4 也可看出。黄海暖流只与对马暖流相关性比较明显,与其它暖流和水体的相关性都不明显,这说明一方面本身它受到多因素的影响,其中大部分因素未在本研究的范围之中,另一方面本身影响力又

比较弱，未达辐射到沿岸水体的地步，而受其影响的范围也不在本研究的范畴。

表 1 东海暖流与有关水团相关分析结果

	Kc	Tac	Hc	Tsc	Ofs	Cwp
Kc	1	*	×	*	×	*
Tac	*	1	×	*	*	*
Hc	×	×	1		×	×
Tsc	*	*	*	1	×	*
Ofs	×	*	×		1	×
Cwp	*	*	×	*	×	1

注：kc 为黑潮，Tac 为台湾暖流，Hc 黄海暖流，Tsc 为对马暖流，ofs 为中国大陆沿岸水，Cwp 为中西热带太平洋海域，*为相关性显著，×为相关性不显著

由于 2003 年度的冬季东海暖流高温并未波及大部分沿岸海域(见图 2)，所以 2003 年度冬季混合区冷侧的流隔较常年要明显，温度梯度更大，所以对大部分渔场的形成比较有利，但福建沿岸及台湾海峡的高温可能使当地的鱼群分散从而降低渔获量。另一方面暖流的高温对大部分在东海越冬的鱼类比较有利，这里显然包含了 2004 年的产卵群体，所以 2004 年和 2005 年的渔业资源可望有不同程度的增加和恢复。

参考文献：

[1] 二平章. 潮境域におけるカツオ回游鱼群の行動生態および生理に関する研究 [J]. 東北水研研报, 1996,58 :137~233.

[2] 韩士鑫, 刘树勋, 董玉来. 渔海况速报图 [J]. 海洋渔业, 1993 ,2 :78~80.

[3] McClain E P, W G Pichel and C C Wealton. Coparative Performance of AVHRR-based Multichannel sea surface tempwratres [J]. J Geophys Res, 1985,90 :11587~11601.

[4] May D A, M M Parmeter and D S Olszewski etc. Operational Processing of satellite sea surface temperature retrivals at the Naval Oceanographic Office [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1998,79 :297~407.

[5] Chang, Kang-tsung. Introduction to geographic information systems [k]. 陈健飞,等译. 北京 :科学出版社, 2003 ,120~132.

[6] Meadn G J, Do Chi T. Geographic information system: Application to marine fisheries [R]. FAOFish Techn Rap No, 356. FAO, Rome, Italy. 1996 , 335.

[7] 沈建华, 董玉来, 周甦芳. 2003 年东海及部分黄海海域表面水温状况分析 [J]. 海洋渔业, 2004 ,2 :156~159.

THE WARM CURRENTS IN THE EAST CHINA SEA IN THE YEAR OF 2003

SHEN Jian-hua, ZHOU Su-fang, DONG Yu-lai, Cui Xue-sen

(Key Laboratory of Remote Sensing Information Application in Fisheries Resources, Chinese Academy of Fishery Sciences,
East China Sea Fisheries Institute, Shanghai 200090 China)

Abstract : Deriving from Kuroshio, the warm currents are important sources of heat energy for the East China Sea, especially in winter. Their distribution and strengths will greatly influence the structure of sea temperature and affect further on the variation and development of the ecosystem. By analyzing temperatures and fronts of the warm currents in the East China Sea in 2003, and comparing them with the situations in different years, it is reviewed that in spring and summer in 2003, the temperatures and strengths of Kuroshio and Tsushima warm current are in their ordinary states while Taiwan warm current and Yellow Sea warm current experienced lower SST and weaker in strengths. Especially in the beginning of summer, there were big minus deviations of temperature exhibited in kuroshio, then Taiwan warm current, Tsushima current, and at last Yellow Sea warm current. In autumn and winter of this year, the strengths of Kuroshio, Taiwan warm current and Tsushima current were stronger, as the temperatures were higher and places that their warm tongues reached were farer than those in a regular year. Particularly in winter, the strengths of Kuroshio, Taiwan warm current and Tsushima current attained the highest in history, while the Yellow-sea warm current is only slightly stronger than the average.

Key words : warm current ; East China Sea ; in the year of 2003