

东海黑潮区温度的月际变化特征^{*}

康建成 王国栋 朱 炯 孙闻政 刘 超 李 燕

(上海师范大学城市生态与环境研究中心 上海 200234)

提要 使用美国海洋大气局 2010 年发布的海洋温度数据库、地球物理数据中心 2006 年发布的海底地形数据库, 研发三维体积、切面可视和分析技术, 探讨东海黑潮区温度逐月空间变化。得出, 从东海黑潮的入口到出口, 表层平均温度的差值在 4—5 月份最大, 8—9 月份最小, 反映黑潮与东海热交换的月季变化; 表层温度的年较差和月差值在 128°E 附近最大, 指示了黑潮与东海陆架水热量交换最多的部位。以深度 220m 为转换层, 从东海黑潮的入口到出口, 在转换层以上同深度温度呈下降趋势, 以下呈上升的趋势; 反映黑潮进入东海后中层水的扩张。从温位差判断, 在表层, 东海黑潮区的热交换在 3—4 月份最大, 在 9 月份最小; 热交换主要出现在靠东海大陆架一侧, 热交换最大的区域在台湾东北海域、127°E 附近的海域和吐噶喇海峡东北侧。从平均温位差推断, 在东海黑潮区, 热交换主要出现在 30—150m 层, 在 7—9 月份最大, 11—1 月份最小。

关键词 东海, 黑潮, 温度, 海洋水文气候

中图分类号 P731.1

黑潮是北太平洋西边界流, 起源于菲律宾以东, 流经台湾岛以东进入东海, 穿越吐噶喇海峡出东海, 经日本以南海域汇入北太平洋。黑潮具有流速强、流量大、高温、高盐等特征, 从低纬度区传输大量的高温、高盐水至中纬度地区, 对我国近海环流产生强烈的影响, 成为影响我国近海环流变异的主要动力。在黑潮影响的区域, 通过海气相互作用过程, 对我国近海和全球气候产生影响(苏纪兰等, 2005; 孙湘平, 2008)。

我国于 20 世纪 80 年代开始的黑潮调查和国际合作研究, 获取了大量东海黑潮区域水文特征、垂直结构的观测资料, 有关的成果汇集在国家海洋局第一海洋研究所、第二海洋研究所出版的《黑潮调查研究论文集》、国家海洋局组织出版的《黑潮调查研究论文选(一—五)》和学术期刊论文中(浦泳修等, 1990; 于非等, 2002)。这些成果阐述了黑潮流经海域海况变异机制、海洋-大气相互作用等科学问题, 为认识黑潮特征以及对我国沿海和东海海洋水文、气候、环境的影响奠定了基础。

近年来, 有关季节、年际气候变异成为气候预报、预测急需解决的问题, 海洋在季节、年际气候变异中的作用研究成为海洋学研究的重点方向(WCRP, 2010; 苏纪兰, 2006)。已有对东海黑潮的研究大多是某(几)个季节航次观测结果的总结, 对东海黑潮作为整体, 在气候态的研究方面仍显不足, 对气候的基本过程——年循环过程(季节变化)解释仍不完整。随着观测资料的积累, 数据库的建设, 使这方面的研究成为可能。

近几年, 作者在对前人工作综述、理解, 用数据库资料与前人观测结果对比的基础上(安琰等, 2007; 任惠茹等, 2008a), 尝试对东海黑潮热核的时空变化(任惠茹等, 2008b), 台湾东北海域冷涡-上升流系统冬、夏季温度三维结构(王甜甜等, 2008)和长江口及东海营养盐、盐度的时空分布(王芳等, 2006, 2008; 郑琰明等, 2009; Liu *et al.*, 2011), 东海黑潮区盐度的分布(任惠茹等, 2011; Li *et al.*, 2011), 东海黑潮西边界的季节变化(Zhu *et al.*, 2011)等进行分析, 研发了分析技术, 得出了一些认识。在此基础上, 本文使用新发

^{*} 上海市教育委员会重点学科“地理科学与城市环境(J50402)”资助。康建成, 博士, 教授, E-mail: kangjc@126.com, kangjc@sh163.com

收稿日期: 2011-05-30, 收修改稿日期: 2011-06-28

布的海洋温度数据库、海洋地形数据库,研发三维体积、切面可视技术和分析技术,分析东海黑潮区温度的月际空间变化特征,探讨月际热量传输过程和温度变化的年循环过程,旨在为进一步揭示东海黑潮区温度的季节、年际变率提供基础。

1 资料来源与方法

1.1 资料来源

使用美国国家海洋大气管理局(NOAA)2010年发布的 World Ocean Atlas 2009 (WOA09) (Locarnini *et al.*, 2010)中的全球海洋温度数据库(<http://www.nodc.noaa.gov/cgi-bin/OC5/WOA09/woa09.pl>.[2010-05-05]),数据库的网格为 $1^{\circ} \times 1^{\circ} \times 14$ 层标准大洋水深,网格点温度数据的精度到 0.001°C 。该数据库是多年观测资料月平均的温、盐、营养盐的数据库,反映了月平均的变化。

美国国家地球物理学数据中心(NGDC)2006年6月发布的全球海底地形深度数据库[2-Minute Gridded Global Relief Data (ETOPO2v2)]¹⁾,数据库的网格为 $2' \times 2'$,网格点海底深度的精度到 1m。

1.2 分析方法

在计算机 Matlab 平台上提取包含东海黑潮范围的数据资料($21^{\circ}\text{--}35^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{--}131^{\circ}\text{E}$),内插到 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ} \times 2\text{m}$ 。研发三维体积、切面可视技术。切出典型区三维剖面,如 PN 剖面、区域表面,与以往观测的资料对比,校正方法和分析精度。以三维数据库为基础,研发数据分析技术,统计分析温度参量特征,如各种切面的逐层统计值。研发温度特征参量三维空间成图技术,在三维空间上进行逐月特征参数的对比,揭示温度的空间分布特征,结合地形数据库形成的高精度海底地形图和前人的观测和研究,研究东海黑潮区温度结构反映的水文物理过程。

1.3 东海黑潮区范围的确定

为了便于用数据库进行空间分析,首先需确定东海黑潮作用区的范围。有关东海黑潮区的范围划分,前人一致的意见是,由苏澳—与那国岛至吐噶喇海峡这一段在东海境内的称东海黑潮。东海黑潮自上而下可分为四个水层:东海黑潮表层水、东海黑潮次表层水、东海黑潮中层水、东海黑潮深层水。不完全一致的是东海黑潮的流幅范围,概括起来有以下几种表述:1) 以在冲绳海槽水域形成的狭长形的高温脊

中心线为界,左侧为东海黑潮的范围,右侧是黑潮逆流之所在(浦泳修等,1990);2) 东海黑潮表层水团盘踞在东海黑潮主干至逆流区(冯士筭等,1999);3) 东海黑潮表层水终年分布在东海黑潮主轴右侧至琉球群岛西侧的广阔海域(李凤岐等,2000;孙湘平,2008);4) 选用 1989—1996 年间投放和经过东海的约 170 个卫星跟踪的漂流浮标轨迹,轨迹密集之处,反映了东海黑潮的流轴路径(于非等,2002;孙湘平,2008);5) 从地形上看,黑潮的流轴,正好位于陆架与陆坡的毗邻地区——海底坡度最陡峻的附近(孙湘平,2008);东海黑潮的主轴主体沿陆架坡折走向(鲍献文等,2005),流核在 200m 以浅、位于东海陆架最大坡度的上方(郑小童等,2008)。

结合上述研究结果,本文确定东海黑潮作用区的范围:由苏澳—与那国岛至吐噶喇海峡,在东海大陆架边缘与琉球群岛链之间,沿冲绳海槽。多数研究(传统上)认为,东海大陆架的边缘大体沿 200m 等深线,2003 年发表的东海海底地形勘测结果提出,东海大陆架坡折线锁定在 160m 等深线,而不是 200m (刘忠臣等,2003)。将卫星多年跟踪的表层浮标路径图(孙湘平,2008)与东海海底地形图重叠,可见黑潮主流的边界在东海陆架的坡折处。用海洋深度数据库(ETOPO-2)资料,取 200m 等深线作为东海陆架的坡折处成图,与浮标路径图对比,没有把浮标路径图显示的黑潮在台湾东北和九州西南的转折区完全包含进去;而取 160m 等深线成图,与浮标路径图主体的西侧吻合得相当好。因此,本文取东海陆架坡折线水深 160m 处作为东海黑潮区的西北部边界。

东海黑潮作用区东南边界的划定,由于冲绳海槽东坡与琉球群岛链的坡脚线在 $26^{\circ}35'\text{N}$ 以北在 700m 水深,以南在 1000m 水深以上,岛坡很陡,岛架狭窄(刘忠臣等,2003)。为减少岛链中岛间区域对资料分析的影响,将东海黑潮区东南边界取在冲绳海槽东坡的坡脚线与琉球岛链之间 500m 水深处,这样在现有的 $2' \times 2'$ 海洋深度数据库中确定东海黑潮区的东南部边界较方便。

本文所讨论的东海黑潮范围在上述东海黑潮东、西边界以内。

1.4 分析切面设计和分析参数

分水平和垂直切面。水平切面以 2m 为间隔的 1—500m 各深度层。垂直切面有: 21°N 切面,位于黑潮

1) 2-Minute Gridded Global Relief Data. http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/gd_designagrid.html. [2010-05-05]

接近台湾岛前; 23°N 切面, 台湾东部东海黑潮的入口段; 24.5°N 切面, 苏澳—与那国岛—石垣岛断面, 黑潮入冲绳海槽前的宜兰海脊海栏处; 124°E 切面, 东海黑潮主段的东端; 129°E 切面, 东海黑潮主段的西端; 125°E、126°E、127°E、128°E 切面, 观测东海黑潮主段的变化; 130°E 切面, 吐噶喇海峡附近—东海黑潮的出口; 131°E 切面, 东海黑潮出吐噶喇海峡。

分析参数为, 东海黑潮的温度分布, 包括: 最高温、最低温、平均温度、温度年较差、温度的月差值和温位差。

2 结果与讨论

2.1 东海黑潮表层温度的变化

总体上, 在东海黑潮区表层, 平均温度在 8 月份最高(28.61℃), 2 月份最低(21.03℃); 各月最高温度在 8 月份最高(29.45℃), 1 月份最低(25.23℃); 各月最低温度在 8 月份最高(27.02℃), 3 月份最低(12.68℃); 温差在 8 月份最小(2.42℃), 3 月份最大(13.21℃), 见图 1。

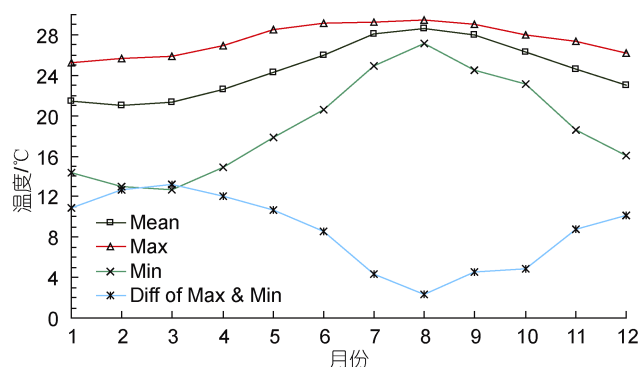


图 1 东海黑潮表层温度随月份的变化

Fig.1 Surface temperature (°C) in ECS Kuroshio with month

在表面, 入口段(21°—24.5°N)的平均温度在 2 月份最低, 在 22.92—25.05℃之间, 在 8 月份达到最高, 在 28.79—29.06℃之间。出口段(130°—131°E)的温度在 2 月份最低, 为 20.13—20.50℃, 8 月份达到最高, 为 28.56℃。

沿各断面, 在表层 0—50m, 平均温度的年较差(图 2)从东海黑潮的入口(分布在 22.92—29.06℃之间), 到 128°E 切面(19.47—28.64℃)逐渐增大; 再向出口减小, 在出口附近为

20.13—28.56℃。从东海黑潮的入口到 128°E 切面, 同切面同月最高温与最低温的差值逐渐增大, 从 128°E 切面到出口上述温差减小。表明, 在表层, 黑潮与东海陆架水热量交换最多的部位在 128°E 切面附近。

从入口到出口, 各断面月温度差(温度最大值与最小值的差, 反映温度分布的范围), 在入口段小(图 3), 到 128°E 断面达到最大, 向出口减小; 温度差表现出春季(5 月份) > 冬季(2 月份) > 秋季(11 月) > 夏季(8 月); 从表面到 50m 层, 各切面温差值有增大的趋势; 温差值增大的幅度在春、夏季明显, 在 128°E 断面最大。

沿各断面, 从黑潮的入口到出口, 表层平均温度的差值在 5 月份最大, 8 月份最小; 但 50m 深处, 平均温度的差值在 9 月份最小(图 4)。反映在黑潮与东海的热交换中, 5 月份黑潮在东海的放热量最大(大气+海洋), 8 月份最小。前人的研究提出(樊孝鹏等, 2006), 黑潮对东中国海的热输送春季最大, 秋季最小。在春季表层, 本结果与前人的结果相吻合。

2.2 黑潮温度随深度的变化

2.2.1 季节变化层 温度平均值和最高值反映出, 从入口到出口季节变化层的范围在扩大。表现为, 季节变化层的深度, 从入口(24.5°N 剖面)的 100m 下降到出口(129°E 和 131°E 剖面)处的 180m; 季节变化层温度变化的幅度, 从入口(24.5°N 剖面)的 23.0—28.8℃增大到 128°E 剖面处的 19.3—28.8℃, 再到出口(129°E 和 131°E 剖面)减小为 20.8—28.8℃; 季节变化层底部的温度, 从入口(24.5°N 剖面)22℃下降到出口(129°E 和 131°E 剖面) 18.4℃(图 5)。

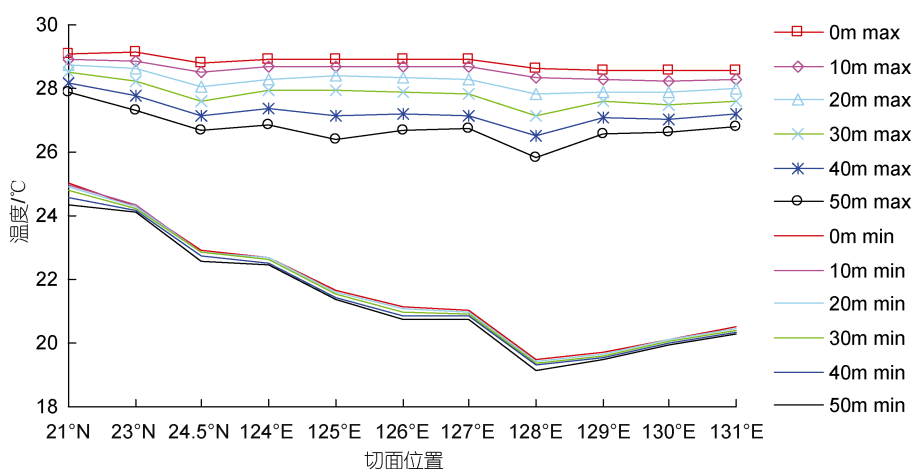


图 2 东海黑潮各切面表层(0—50m)平均温度的年较差

Fig.2 The yearly average temperature difference at surface (0—50m) for different sections along ECS-Kuroshio

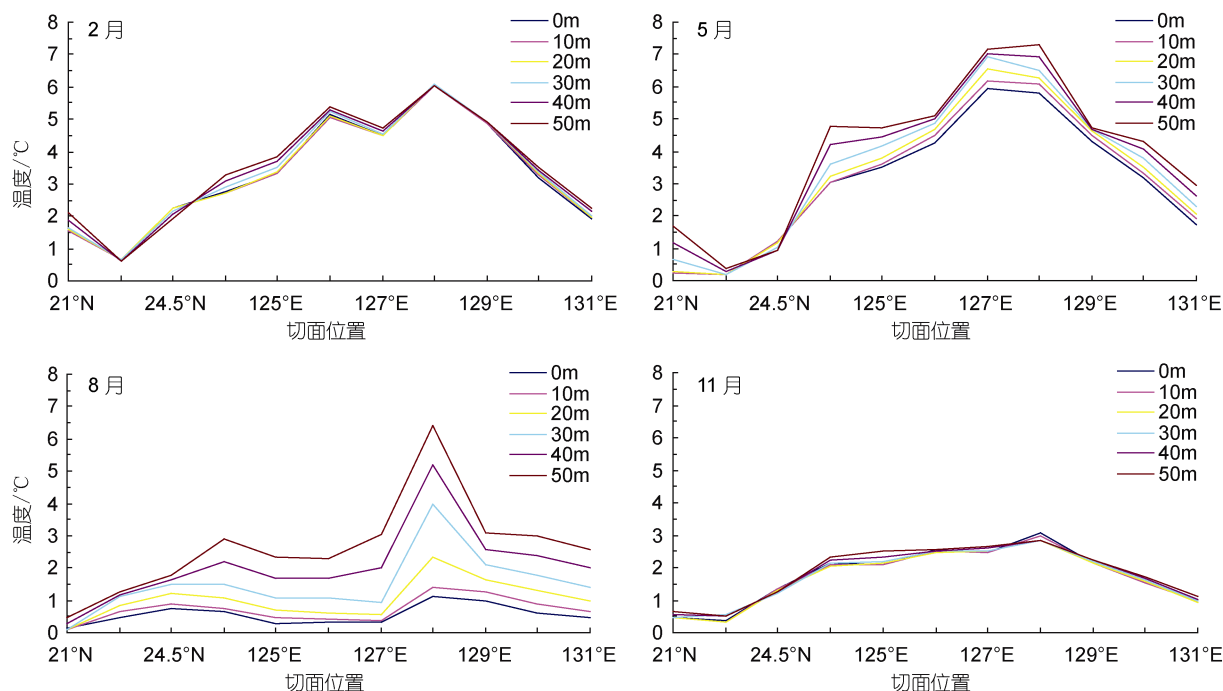


图3 东海黑潮各切面表层温度月差值的变化

Fig.3 The change of monthly surface temperature difference for different sections along ECS-Kuroshio

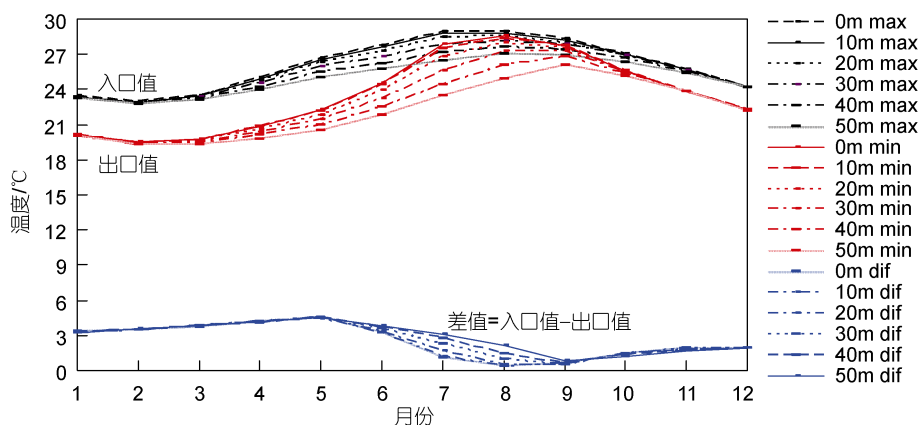


图4 东海黑潮从入口到出口表层(0—50m)逐月平均温度的变化和温差值的变化

Fig.4 The changes of average temperature and temperature difference with month at surface (0—50m) from entrance to exit along ECS-Kuroshio

2.2.2 0—500m 纵向温度的变化

(1) 同月份, 沿东海黑潮主流的温度切面图显示, 从东海黑潮的入口到出口, 上层等温线向上弯曲, 其中冬季2月份明显向上弯曲, 夏季8月份形成向上的斜线; 下部等温线向下倾斜延伸。表明黑潮入东海后表层水在逐渐减薄, 中层水向上、下扩张。

(2) 沿东海黑潮的各切面(0—500m), 逐月、逐深度提取最高温度对比, 可见, 在220m深附近形成转折层(Temperature transformational layer, TTL), 转折层的温度在19℃左右(图6)。转折层以上同月同深度

从东海黑潮的入口到出口, 温度呈下降的趋势, 其中在冬季2月份的表层最明显, 温度从黑潮入口到出口逐步降低; 8月份黑潮表层温差小, 不明显。在转折层以下, 同月同深度从东海黑潮的入口到出口, 温度呈上升的趋势; 在500m深度, 从入口到出口的温差可以达到2℃以上。

2.3 东海黑潮区温位差的变化

为了解东海黑潮在什么月份、什么部位向东海的传热最强和不同月份向东海传热的空间

变化状况, 引入温位差分析。

2.3.1 温位差 ΔT_{pd}

1) 温位差的物理意义: 温位差表示某点与周围点的温度差。用温位差的大小可以判断不同月份热传输潜在在空间上的分布。

2) 温位差的计算: 分别用 ΔT_x 、 ΔT_y 、 ΔT_z 代表各网格点温度在纬向 x 、经向 y 和纵向 z 的分量, ΔT_x 、 ΔT_y 、 ΔT_z 由下式(1)、(2)、(3)计算获得。用 ΔT_{pd} 代表各网格点的温位差, 由(4)式计算获得。

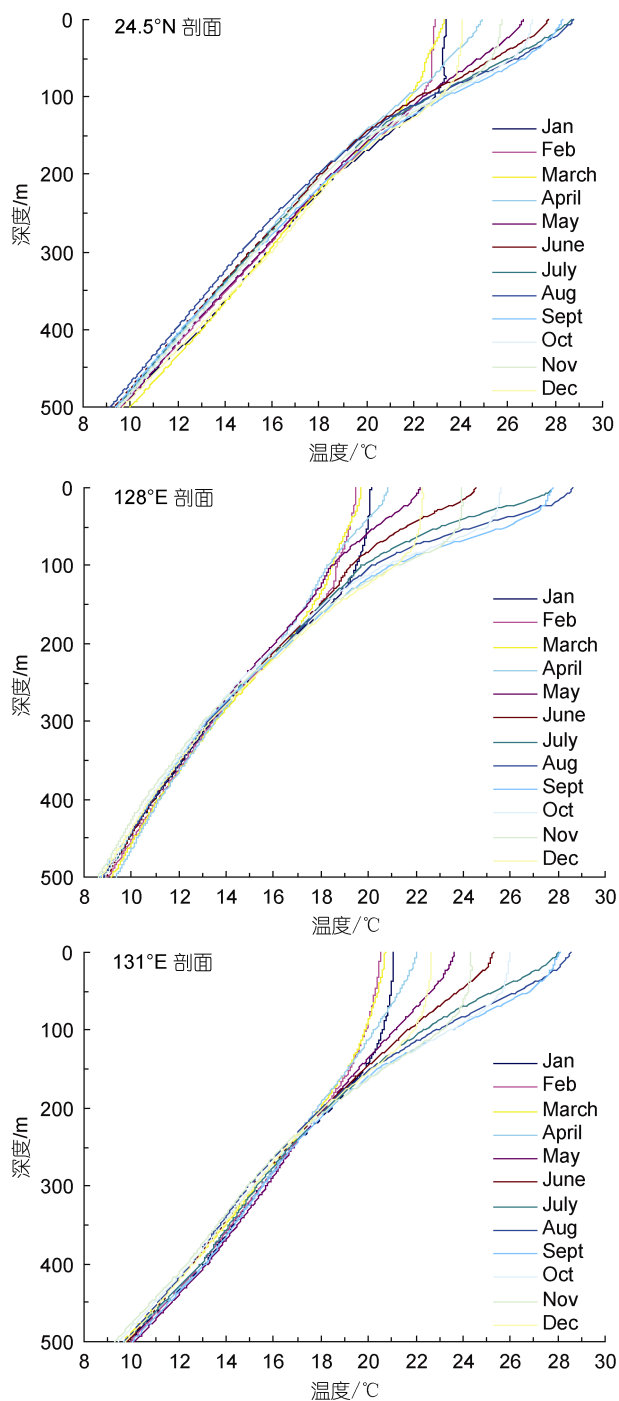


图5 东海黑潮从入口到出口各断面温度季节变化层范围的变化

Fig.5 The seasonal temperature change at different sections from entrance to exit along ECS-Kuroshio

$$\Delta T_x = (T_x - T_{x-1}) - (T_x - T_{x+1}) \quad (1)$$

$$\Delta T_y = (T_y - T_{y-1}) - (T_y - T_{y+1}) \quad (2)$$

$$\Delta T_z = (T_z - T_{z-1}) - (T_z - T_{z+1}) \quad (3)$$

$$\Delta T_{pd} = (\Delta T_x^2 + \Delta T_y^2 + \Delta T_z^2)^{1/2} \quad (4)$$

2.3.2 东海黑潮区温位差月平均值的变化 对东

海黑潮区从表面向下逐月各深度平均温位差统计分析, 可以得出(图 7):

1) 在表层 2m 水层, 平均温位差最小、季节变化明显。由东海黑潮表层温位差各月平均值的变化图看(图 7), 平均温位差在 3—4 月份最大、为 0.36℃, 9 月份最小、为 0.13℃; 从 9 月份到次年 3 月份平均温位差连续增加, 从 4 月份到 9 月份持续减小。表明, 黑潮表面的热交换, 从 9 月份到次年 3—4 月份呈增加的过程, 从 3—4 月份到 9 月份呈减小的过程。

2) 从 10—72m 深度层, 随深度平均温位差增大, 温位差的季节变化增大。平均温位差最大值出现的月份由 4 月份推迟到 7—8 月份, 到 72m 层 8 月份平均温位差达到最大值; 平均温位差的最小值也在逐月增大, 出现的月份由 9 月份推迟到 12 月份。

3) 从 72—150m, 随深度夏季(7—9 月份)平均温位差从 0.56℃减小到 0.40℃, 12—1 月份平均温位差略有增加, 季节变化减小。从 150—400m, 平均温位差 7 月份大, 12—1 月份小, 变化在 0.32—0.39℃之间, 季节变化小。从 400—500m, 各月平均温位差总体缓慢减小, 到 500m 平均温位差在 0.30℃附近。

各深度, 平均温位差的最小值出现在表层, 9 月份(0.13℃); 最大值出现在 72m 层, 8 月份(0.56℃)。140m 以上季节变化明显。

2.3.3 温位差的空间变化 逐月逐深度分析东海黑潮区温位差的分布, 可得:

1) 在 10m 表层, 温位差在 2—5 月份高, 高值区出现在黑潮靠东海大陆架的一侧和吐噶喇海峡, 其中, 吐噶喇海峡东北侧、台湾岛东北海域和 127°E 附近的海域最高。

2) 在 0—100m 层, 从 2 月到 8 月, 温位差高值区的分布向下移动。在 7—8 月, 温位差高值区的中心在 75—80m 附近。

3) 从表层到 500m 深度, 逐深度温位差高值分布区由靠东海大陆架一侧, 移到黑潮的中部。

3 结论

1) 从东海黑潮的入口到出口表层平均温度的差值来判断, 黑潮与东海的热交换在 3—5 月份最大, 8—9 月份最小。从各切面温度的年较差和月温度差来判断, 在表层, 黑潮与东海陆架水热量交换最多的部位在 128°E 附近。

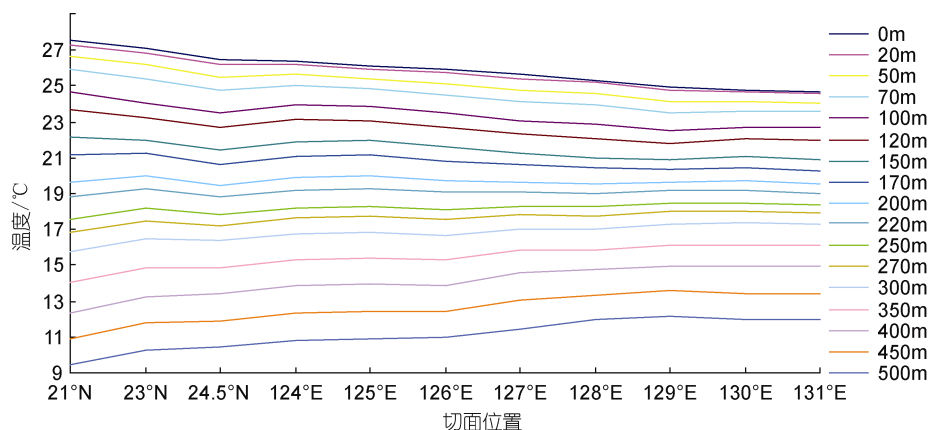


图 6 从入口到出口东海黑潮同深度最高温度年平均沿各切面的变化

Fig.6 Annual mean-highest-temperature change from entrance to exit with depth along ECS-Kuroshio current

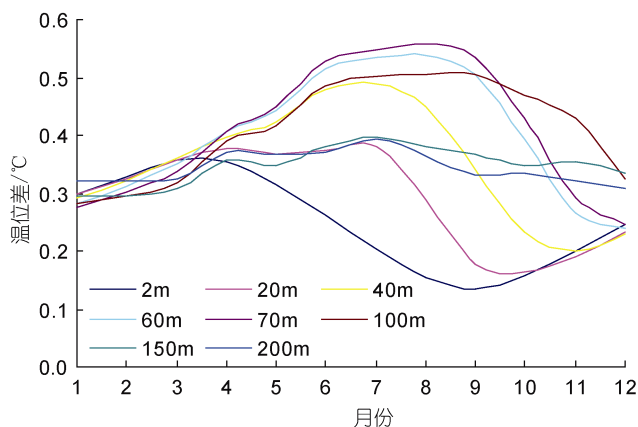


图 7 东海黑潮区逐月平均温位差(°C)随深度的变化

Fig.7 Changes of month mean temperature-potential-difference (°C) with depth in ECS-Kuroshio

2) 从东海黑潮的入口到出口, 温度季节变化层的深度在加深。从东海黑潮入口到出口, 大约以 220m 深度为转换层, 转换层以上同深度温度呈下降趋势, 转换层以下同深度温度呈上升的趋势。上部的趋势在 2 月份(冬季)最显著, 夏季 8 月份最弱; 下部的趋势没有明显的季节变化。其成因可能是: 黑潮进入东海后, 在上部向东海陆架区扩展, 下部向冲绳海槽下部扩张, 使中层水向上、下输送、扩张。

3) 如果用温位差大小说明热交换潜力大小, 在表层 10m, 东海黑潮区的热交换在 3—4 月份最大, 在 9 月份最小。从平均温位差推断, 在东海黑潮区, 热交换主要出现在 30—150m 层, 在 7—9 月份最大, 11—1 月份最小。

4) 在表层, 东海黑潮的热交换主要出现在靠东海大陆架一侧, 热交换最大的区域在台湾岛东北

124°E 附近的海域、127°E 附近的海域和吐噶喇海峡东北侧。形成这种分布的原因可能是, 随冲绳海槽走向变化, 黑潮流向转弯, 在转弯处下部温度较低的黑潮水受迫抬升, 与表层水热量交换增强, 在黑潮水受迫抬升区温位差增大。

致谢 加拿大海洋渔业部 Guoqi Han 研究员阅稿给予指导, 王甜甜、安琰、任惠茹、张建平、朱文武参与分析和讨论, 谨致谢忱。

参 考 文 献

- 于 非, 臧家业, 郭炳火等, 2002. 黑潮水入侵东海陆架及陆架环流的若干现象. 海洋科学进展, 20(3): 21—29
- 王 芳, 康建成, 周尚哲等, 2006. 春秋季节长江口及其邻近海域营养盐污染研究. 生态环境, 15(2): 276—283
- 王 芳, 康建成, 周尚哲等, 2008. 东海外海海域营养盐的时空分布特征. 资源科学, 30(10): 1592—1599
- 王甜甜, 康建成, 李卫江等, 2008. 台湾东北海域冷涡-上升流系统冬、夏季温度三维结构. 热带海洋学报, 27(6): 6—13
- 冯士筌, 李凤岐, 李少菁, 1999. 海洋科学导论. 北京: 高等教育出版社, 1—473
- 任惠茹, 康建成, 王甜甜等, 2008a. 东海黑潮温盐时空分布研究进展. 上海师范大学学报(自然科学版), 12: 120—125
- 任惠茹, 康建成, 王甜甜等, 2008b. 东海黑潮热核的时空变化. 海洋地质与第四纪地质, 28(5): 77—84
- 任惠茹, 康建成, 李卫江等, 2011. 东海黑潮表层盐度分布特征及其影响因素. 热带海洋学报, 30(5): 55—61
- 刘忠臣, 陈义兰, 丁继胜等, 2003. 东海海底地形分区特征和成因研究. 海洋科学进展, 21(2): 160—173
- 安 琰, 康建成, 李卫江等, 2007. 东海 PN 断面夏季温度特征. 上海师范大学学报(自然科学版), 12: 111—115
- 孙湘平编著, 2008. 中国近海区域海洋. 北京: 海洋出版社, 1—376
- 苏纪兰, 2006. 21 世纪初我国海洋科学的进展. 海洋学研究, 24(1): 1—5
- 苏纪兰, 袁业立主编, 2005. 中国近海水文. 北京: 海洋出版社, 207—228
- 李凤岐, 苏育嵩, 2000. 海洋水团分析. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 362—373
- 郑小童, 刘秦玉, 胡海波等, 2008. 琉球群岛以东的西边界流与东海黑潮流量时空特征的研究. 海洋学报, 30(1): 1—9
- 郑琰明, 康建成, 钟 巍等, 2009. 2004 年夏初、秋末长江口外海区冲淡水及羽状锋的盐度特征. 海洋与湖沼, 40(3): 275—282

- 浦泳修, 苏玉芬, 1990. 1986 年 5—6 月宫古岛至屋久岛岛链两侧的水文状况. 见: 国家海洋局科技司. 黑潮调查研究论文选(一). 北京: 海洋出版社, 137—138
- 鲍献文, 林霄沛, 吴德星等, 2005. 东海陆架环流季节变化的模拟与分析. 中国海洋大学学报, 35(3): 349—356
- 樊孝鹏, 黄大吉, 章本照, 2006. 东海黑潮的气候态数值模拟. 浙江大学学报(工学版), 40(5): 916—920
- Li Yan, Kang Jiancheng, Liu Chao, 2011. Spatial Change of Salinity at Kuroshio in East China Sea with Seasons. Applied Mechanics and Materials, (ISSN: 1660—9336): 420—425
- Liu Chao, Kang Jiancheng, 2011. Seasonal Distribution of Nitrate in Kuroshio of East China Sea. Advanced Materials Research, 250—253: 3776—3780
- Locarnini R A, Mishonov A V, Antonov J I *et al*, 2010. World Ocean Atlas 2009, Volume 1: Temperature. In: Levitus S ed. NOAA Atlas NESDIS 68, U.S. Government Printing Office, Washington D C, 1—184
- WCRP, 2010. WCRP IMPLEMENTATION PLAN 2010—2015. http://www.wmo.int/pages/prog/wcrp/documents/WCRP_IP_2010_2015.pdf. [2010-05-05]
- Zhu Wenwu, Kang Jiancheng, 2011. Variations of Western Boundary of the Kuroshio in the East China Sea. Advanced Materials Research, 2: 193—199

MONTH TEMPERATURE DISTRIBUTION OF KUROSHIO IN EAST CHINA SEA

KANG Jian-Cheng, WANG Guo-Dong, ZHU Jiong, SUN Wen-Zheng,
LIU Chao, LI Yan

(Urban Ecology and Environment Research Center, Shanghai Normal University, Shanghai, 200234)

Abstract The temperature distribution for the Kuroshio in the East China Sea (ECS-Kuroshio) is analyzed using the data from World Ocean Atlas 2009. It is found, the monthly temperature difference at surface layer (0—50m) gets the largest in the April—May and the least in the August—September, from the entrance of ECS-Kuroshio, section 24.5°N near east of Taiwan island, to the exit of ECS-Kuroshio, section 130°E near the Tokara Strait. It implies that the heat exchange in ECS-Kuroshio gets to the biggest in April—May at surface layer. Along ECS-Kuroshio current, the values of yearly-temperature-difference and monthly-temperature-difference become largest around section 128°E, it implies that the region around 128°E is area with largest heat exchange between East China Sea and Kuroshio. From the entrance to the exit of ECS-Kuroshio, there is temperature transformational layer (TTL) at the depth around 220m. Up the TTL, the temperature is decreasing with ECS-Kuroshio current for the same depth, but the temperature is increasing below the TTL. This characteristic is most remarkably in February. The process should be when Kuroshio enters ECS, the upper water outspread toward area of ECS continental shelf, and the water layer below the TTL expand toward the bottom of Okinawa Trough. Analysis of the temperature-potential-difference shows that heat exchange becomes the largest around March-April and the lowest at September at surface layer of ECS-Kuroshio; the areas with the larger heat exchange values are at the sea areas of northeast out Taiwan Island, around 127°E and Northeast of Tokara Strait. The heat exchange gets to the largest at July—September and reduces to the lowest at November—January in the layer of 30—150m in ECS-Kuroshio depending temperature-potential-difference.

Key words East China Sea, Kuroshio, Temperature, Oceanic hydrological climate