

黄海暖流水的调查研究

蓝淑芳

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

在东海东北部, 济州岛以南, 有一支沿西北方向进入南黄海的流动, 海洋学上统称黄海暖流。从水团结构分析, 也称之为南黄海高盐水^{①②}或南黄海暖流水^③、黄海暖流水。

黄海暖流水是渤、黄、东海唯一的外海水源, 具有高温高盐和低溶解氧含量特征, 其消长变化对渤、黄、东海的海洋环流, 包括水团、流系和涡旋等的分布及其变异具有重要影响。本文对国内、外关于黄海暖流水的调查研究进行了扼要总结, 重点概述了作者等近年来关于黄海暖流水的研究结果并引用国家气象局卫星气象中心所接收的卫星遥感资料, 包括经反演处理的黄、东海温度场和经过数字图象处理的红外遥感图象做进一步分析说明。

1 调查研究概况

黄海暖流水的调查研究早就引起国内、外海洋学者的关注, 近 30a 来, 在黄、东海进行了大量的调查研究, 特别是近 10a 来, 我国引进美国先进的海洋调查仪器 Mark-IIICTD 探测仪, 获取了精细的海洋调查资料, 如 1983 年, 我所与美国伍兹霍尔海洋研究所合作进行的“南黄海环流和沉积动力学联合调查”, 1985 年和 1987 年我所进行的“黄海暖流水专题调查”和“东海环流专题调查”等。此外, 由于测流工作的困难, 国内海洋学者还采用投放“人工水母”的方法来获取该海域的底层流场^[5]。70 年代以来, 卫星遥感探测技术进入海洋应用领域, 卫星所获取的快速、同步、连续、大面积的黄、东海海洋资料为黄海暖流水的研究提供了新的数据和信息源。

日本气象厅、水产厅、水路部等长期以来对黄、东海进行了海洋调查, 特别是 1965~1977 年的“黑潮及其邻近海域的合作调查(CSK)”和正在进行的“黑潮开发利用调查研究”等。南朝鲜和日本自 1952 年至今在朝鲜西

部和南部进行了长期联合海洋调查。此外, 日本自 60 年代以来多次在黄、东海投放漂流瓶和“人工水母”以获取表层流和底层流流场资料^[8~11]。

尽管国内、外海洋学者对黄、东海海域进行了长期的调查研究, 但国内调查研究多限于 124°E 以西海区, 而国外则着重于 124°E 以东海区, 且黄海暖流水仍是迄今在黄、东海调查研究较少的水团之一。作者等曾把国内、外调查资料有机地结合起来, 在一定程度上克服了因调查海区局限性所造成的困难, 分析了黄海暖流水的温、盐度分布特征, 暖流水附近的冷水块及其切离现象, 暖流水及其附近海域水文要素(温度、盐度和溶解氧等)的垂向微细结构以及底层流流场等^[2-6]。

2 黄海暖流水的温、盐度分布特征

文献[2]中指出, 黄海暖流水具有明显的冬强夏弱的季节变化特征, 根据暖流水海域全年的温、盐度分布特征, 大致可分冬半年和夏半年两种类型。冬季, 温、盐度(特别是温度)呈明显的舌形分布。根据冬季平均温、盐度大面图(1976~1979 年, 12 月), 将南黄海沿舌轴方向、锋面范围以内温、盐度水舌的显著部分看作暖流水的主体, 其主体的平均温度和盐度范围分别是 13~20.5°C, 31.8~34.5。根据暖流水主体范围内的 T-S 图表明, 在暖流水的高温高盐年(1979), T-S 点群的分布基本呈三角形; 在其高温低盐年(1977), T-S 点群的分布呈弧形。三角形的 3 个顶点和弧形的上端、下端、切点分别代表 3 种不同的水, 亦即黄海暖流水是由起源于对马暖流的高温高盐水, 随着暖流流向西北, 与位于朝鲜

① 管秉贤等, 1964. 中国近海的海流系统. 全国海洋综合调查报告, 第五册 1~85。

② 赫崇本等, 1964. 中国近海的水系. 全国海洋综合调查报告, 第四册, 7~90。

西南海岸外的低温高盐水和位于南黄海南部中央海区的低温低盐水混合而形成的混合水。

夏季,南黄海海域显著增温,黄海暖流水势力减弱,使温、盐度的舌形分布仅局限于 124°E 以东海域。

作者根据卫星气象中心所接收的 NOAA 卫星遥感资料,包括应用遥感技术所提取的黄、东海海面温度场及经过数字图象处理的红外图象进一步证实并揭示黄海暖流水的温度分布特征及黄海暖流的流径。

由 1988 年 4 月 4 日(和 4 月 8 日)黄、东海同步大面积海面温度场(图 1)看出,黑潮及对马暖流流经海域,其表层等温线的分布呈舌形,在 32°N、127~128°E 附近,出现一向西北的舌形,舌轴中心温度为 19°C。随着舌形向西北伸展进入南黄海后逐渐转向北,等温线的温度逐渐降低。黄海暖流水的特征尚可从 NOAA 卫星假彩色增强图象(图略)中清晰地显示出来。

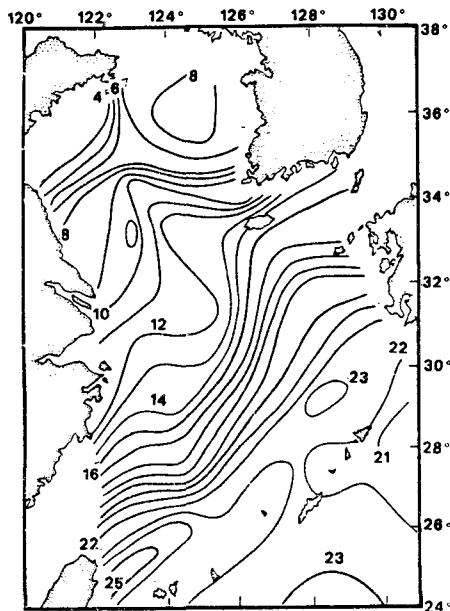


图 1 黄、东海卫星遥感温度分布(1988.04.04)

3 黄海暖流的流径

管秉贤指出,黄海暖流带有射形流的性质,其流动方向是沿着高温、高盐水舌的轴线方向,而不是沿着舌形的边缘流动。根据这一论点和温、盐度的舌形分布,黄海暖流的结构应该是这样:在济州岛东南(约 32°N、127~128°E 附近)沿西北方向进入南黄海,在进入南黄海后逐渐转向北流动。暖流冬季较夏季势力强盛。

根据文献[5],1986 年 9 月 25~27 日在南黄海斜断面 8 个测站上投放和回收的人工水母结果反映出,底层海洋科学,1993 年 1 月,第 1 期

流的流向与上述暖流的流向是相一致的,在济州岛西南测站,“人工水母”漂流的主流向为西北向,到达斜断面中部(南黄海西南部),主流转向向北。文献[5]中所叙述的 1984 年 7 月 17~19 日中美南黄海联合调查,1984 年 10 月 2~19 日中国科学院海洋研究所“科学一号”考察船访日,东海环流调查,1986 年 1 月 21 日~2 月 3 日委托青岛渔业公司等所投放的“人工水母”,其回收结果均反映了这一流动的趋势。

日本海洋学者井上尚文在文献[8]中绘制的“人工水母”投放和回收图也表明,济州岛西南存在沿西北方向进入南黄海并继续转向北的流动。

文献[1]按动力高度分布指出,黄海暖流是沿着南黄海高盐水舌的边缘流动,自西向东流入济州海峡。文献[7]指出,夏季的黄海暖流水可能去向有三:其一是沿济州岛海岸折向济州海峡,向东重新并入对马暖流;其二沿黄海冷水团东边界同当地水混合后继续北上;其三折向济州岛西南方向。作者从“人工水母”投放试验结果中看出,在济州岛西南,32~33°N、124~125°E 海域的底层,存在西南向的流动,但没有发现折向济州海峡的流动,其原因是黄海暖流带有射形海流的性质。文献[7]中的二,三去向是存在的。

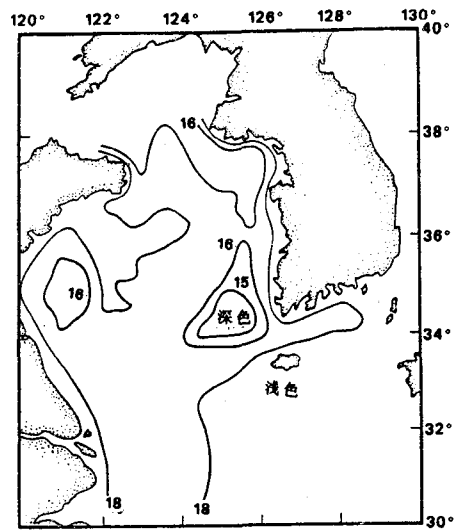


图 2 黄、东海 NOAA 卫星红外图象——黄海暖流水附近的冷水块(1988.06.12)

4 黄海暖流水附近的冷水块

按文献[3]所述,夏半年进入南海海的暖流水势力减弱,此时在暖流水附近,济州岛西北部,朝鲜半岛西南海岸外,经常出现一个具有高盐特征的冷水块。冷水块

多出现于每年的6月或7月,持续时间为3~7个月。根据1979年6月温、盐度资料,冷水块呈卵形,表层中心位置在34°43'N,125°32'E附近,中心温度15℃,东、西向跨度为一个经度,南、北向跨度为一个半纬度,从6月出现可持续到10月,冷水块出现在海洋上层,其下界深度在30m以内。动力计算结果表明,冷水块呈封闭形态时伴随出现一闭合的顺时针密度环流,海洋学上通常称这种闭合的涡流为环,所以这一冷水块可称为冷水环。

暖流水附近的冷水块现象不仅依据海洋水文资料分析提出,在经处理的NOAA卫星红外图象上也可反映出来(图2),图中浅色部分表示温度相对高的海域,深色部分表示温度相对低的海域,朝鲜半岛西南海岸外以16℃等温线为周界的深色海域,正是上述的暖流水附近出现的冷水块,图中分布在济州岛以南和西南的浅色海域是黄海暖流水。

文献[3]中根据该海域温、盐度结构和海流特征推断,冷水块的形成机制大致是:冬半年黄海暖流水势力强盛,朝鲜西南海岸外的低温、高盐水与起源于对马暖流的高温、高盐水发生混合,成为黄海暖流水的一部分;夏半年暖流水势力减弱,朝鲜西南海岸外底层冷水涌升,导致低温高盐水与黄海暖流水的脱离,从而冷水块出现。

5 黄海暖流水及其附近的微细结构

海洋水文要素微细结构的研究在物理海洋学中发展较晚,我国自80年代开始引进国外XBT,CTD,STD等先进海洋调查仪器以来,相继开展了海洋微细结构的调查研究。文献[6]中应用MaakIII CTD探测器所获取的精细资料,对穿过黄海暖流水的南黄海斜断面的垂向微细结构进行分析研究,得出在秋初该断面季节性跃层中,特别在黄海暖流水和黄海冷水团的交汇处,其温、盐度、溶解氧的分布均存在明显的微细变化。

根据该斜断面各测站水文要素的垂向梯度值划分为不同的梯度层并进行统计分析,得出各要素诸梯度层特征值概率分布的统计学参数具有下述特征:(1)温、盐度和逆温、逆盐度梯度层强度值在断面上呈低峰态分布;溶解氧负梯度层强度值具有非对称性、高峰态分布。(2)温度梯度层相对其他梯度层其平均厚度值较大,接

近正态分布;逆温梯度层厚度分布呈高峰态分布。(3)各要素梯度层上、下界深度分布统计特征是相似的,逆温梯度层平均位置在温度梯度层以深,而逆盐梯度层平均位置在盐度梯度层以浅;溶解氧负梯度层和逆温梯度层上、下界深度各统计参数接近,说明溶解氧随深度的增加而减小现象与温度逆转现象的出现密切相关。

最后尚需指出,黄海暖流水所处海域位置距我国大陆较远,调查资料(特别是海流资料)比较缺乏,特别在暖流水源地海域。卫星遥感资料的应用将为黄海暖流水的进一步深入研究提供丰富的信息源。鉴于黄海暖流水在黄、东海水团中具有重要地位,必将有更多的海洋学者对其作更深入的调查研究。

参考文献

- [1] 王元培,1985.黄海南部和东海西北部动力方法的一些结果.黄渤海海洋 3(2):84~90.
- [2] 蓝淑芳等,1986.南黄海暖流水的温、盐度分布特征.海洋科学集刊 27:45~53.
- [3] 蓝淑芳等,1986.南黄海暖流水附近冷水块的分析研究.海洋科学集刊 27:55~64.
- [4] 蓝淑芳,1988.南黄海斜断面溶解氧分布特征及其微细结构.海洋科学 3:1~5.
- [5] 蓝淑芳,1989.南黄海和东海人工水母投放试验.海洋科学 3:21~26.
- [6] 蓝淑芳等,1989.南黄海斜断面的水文状况及其微细结构.海洋科学集刊 30:33~50.
- [7] 赵宝仁等,1991.黄海南部及东海北部夏季若干水文特征.海洋与湖沼 22(2):132~139.
- [8] 井上尚文,1975.东け海大陆棚上的海底附近的流动.海ヒ空 51(1):5~12.
- [9] 佐原勉、半泽洋一,1979.东け海的水系分布.海の空 54(4):135~148.
- [10] 近藤正人、玉井一寿,1975.东け海の流況.海洋科学 7(1):27~32.
- [11] Nakao, T., 1977. Oceanic Variability in relation to fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea. *J. Faculty of Marine Science and Technology*, Special Number:199-234.