南黄海暖流水附近冷水块的分析研究*

蓝淑芳 顾传宬 傅秉照

(中国科学院海洋研究所)

在南黄海东南部,呈现高温、高盐特征的南黄海暖流水(以下简称暖流水)终年入侵。 冬半年,暖流水自济州岛东南沿西北方向大量涌入南黄海,并盘踞其大部海区¹¹,因此,该 海域水文要素场(温度、盐度、密度)等值线的分布大多呈舌形。但在济州岛西北,朝鲜半 岛西南海域外的水文状况则呈现低温、高盐特征。夏半年,黄海冷水团与南黄海沿岸流强 盛,暖流水势力锐减,南黄海温、盐度等值线的分布不再大片地呈现明显舌形,舌状分布仅 出现在 34°N 以南,124°E 以东海区。此时,在暖流水附近,济州海峡西北部,朝鲜半岛 西南海岸外,经常出现一个具有高盐特性的冷水块。此冷水块的出现与南黄海暖流水的



图 1 暖流水附近冷水块的温度分布 (1979 年 6 月,表层)

^{*} 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1228 号。 收稿日期: 1985 年 7 月 19 日。

变异有关,并且存在时间较长,因此,其温、盐性质构成了南黄海水文特征的一部分。本文 试图分析研究这一冷水块的基本水文特征并对其成因提出初步看法。

本文主要引用 1976—1979 年在南黄海海域调查的部分观测资料以及朝鲜 1934 —1938 年的近海观测资料。

一、暖流水附近的冷水块

暖流水附近的冷水块通常出现于每年的6月或7月,近年来则以6月出现居多。图 1是1979年6月暖流水附近的温度分布图。从图中可清楚地看出,冷水块呈卵形,表层・ 冷水块的中心位置在34°43′N,125°32′E 附近,中心温度为15.0℃。冷水块的范围可由 18℃不完全封闭等温线的分布确定:东西向跨度为一个经度(约91km),南北向跨度为 一个半纬度(约166km),东西向水平温度梯度较南北向大。冷水块以西广大南黄海中部 海域的水温在18.0℃左右,其西南方海域的温度则在18.0-20.0℃之间。

资料分析表明,冷水块出现在海洋的上层,其下界深度(即厚度)在 30m 以内,上、下 界的温度差异较小。就 1979 年来说,表层以下冷水块范围比表层小,中心最低温度值约 为 13.0℃。

暖流水附近的冷水块呈现高盐特征(图 2)。对照图 1 和图 2 可以看出,冷水块所在 海区是一个等盐线封闭(或不封闭)的高盐中心,表层冷水块中心的位置与高盐中心的位



置相吻合,高盐中心的周界为33.8‰不完全封闭等盐线。 不言而喻,冷水块呈现高密度特征(图3)。由图3看出,在密度(σ,)平面分布图上,



图 3 暖流水附近冷水块的密度分布 (1979年6月,表层)

冷水块位置恰在高密度值封闭区内,随着深度的增加,冷水块的密度值增加,在表层和 10m 层上,其周界密度值为 24.2,而在 20m 层上则为 25.3。

二、暖流水附近冷水块的逐月变化

暖流水附近冷水块的持续时间为 3—7 个月。就 1979 年来说,自6月出现,可持续到 10月。8月,冷水块的中心位置和范围与6月十分接近,但温度值明显升高,表层以 24℃ 封闭等温线为周界,中心温度为 19℃,较6月升高约 4℃。这是因为6月至8月是整个 南黄海上层增温最显著的季节。随着深度的增加增温速率减小,20m 层上,冷水块周界 封闭等温线值为 19℃,中心最低温度值 18.2℃。10月,由于南黄海上层开始降温,各个 深度上冷水块的温度均开始下降,接近6月的温度值。表层冷水块周界封闭等温线值为 18℃,中心温度值为 16.2℃,20m 层冷水块周界封闭等温线值为 16℃,中心最低温度值 13.6℃。南黄海暖流水附近冷水块的盐度分布较为稳定,在其存在期间(6—10月),其周 界盐度在 33.5—34.0‰ 之间,变动幅度值仅 0.5‰。表层周界盐度值一般在 33.5‰ 左右, 底层则在 34.0‰ 左右。冷水块的密度值(*σ*,)分布以6月份较高,8月份则较低,表层周 界等密度线值为 22.5,下层为 24.0。10月,上、下层周界等密度线值均为 24.0。

8月(T) 8月(**5)** 8 月(q_i) 35 125° 125° 125° 10月(σ_t) [10月(T) 10月(S) .35° 125 125

尚须指出,在冷水块存在的诸月间其中心位置和扩展范围存在差异,如图 4 所示。 根据 1934—1938 年的朝鲜近海海洋图分析,南黄海暖流水附近的冷水块虽然均出现

> 暖流水附近冷水块范围(1979年8月,10月,表层) 图 4

于每年夏季,但并不总是在6至10月存在。以1936年为例,冷水块存在于5-9月,如图 5 所示。从 5 月至 8 月,冷水块温度逐月升高,其位置有逐月向东南移动的趋势。



三、暖流水附近冷水块的逐年变化

在 1976—1979 年间,冷水块的出现以 1979 年较为明显,且存在时间较长,其周界等 温线和等盐线呈封闭形态。其他各年,由于冷水块偏近朝鲜西南海岸,其温、盐度等值线 多呈现不完全封闭形态。

现以 8 月为例,讨论近几年冷水块的温度变化。 8 月的冷水块与其他月份相比,温度 值偏高而盐度值偏低。1976—1979 年观测资料表明,冷水块均出现在 30m 以浅 的上 层。 1976 年 8 月,冷水块在 0m, 10m, 20m 层的周界温度值分别为 24, 23, 20℃; 1977 年 8 月,其周界温度值表层仍为 24℃, 10m 层和 20m 层则较 1976 年偏低 1℃; 但这两年冷水 块的位置均移近朝鲜半岛西南海岸。1978 年 8 月,冷水块的周界温度值较前两年升高,表

表 1 月份 周界温度值 _____(℃) 年 份



图6 暖流水附近冷水块的逐年变化(7月,表层温度)

层,10m 层和 20m 层分别为 26,26,24℃;表层等温线呈封闭形态,表层以下等温线则 呈不完全封闭形态。1979 年则是这几年中 8 月份冷水块温度偏低的一年。

从朝鲜近海 1934—1938 年的观测资料可以得知,南黄海暖流水附近的冷水块在各年 出现和消失的时间不尽相同,现将其各年存在的月份及周界温度值列于表 1。

表 1 所列数年中,冷水块的存在时间短则三个月,如 1934 年和 1938 年,长则七个月,如 1937 年。

以 7 月为例, 冷水块在 1934—1938 年期间的逐年变化如图 6, 其位置有逐年向北移动的趋势,其周界温度等值线多呈封闭形态,在 8 月份则多呈现不完全封闭形态。

四、暖流水附近冷水块的环流性质

为从动力学上分析暖流水附近冷水块的环流性质,我们应用 Helland-Hansen 动力计 算方法,对研究海域各个测站进行了动力计算。取研究海域的观测最深层次(125m)作 为零面,算得的动力高度值绘于图 7。计算结果表明,暖流水附近的冷水块呈封闭状态



图 7 暖流水附近冷水块的密度环流

时,伴随出现一闭合的反时针的密度环流,在海洋学上通常称这种闭合的涡流为环,所以 我们认为这一密度环流可称为冷水环。

管秉贤、陈上及"在《全国海洋综合调查报告》(1964)中曾绘制了黄海表层密度流图。

1) 管秉贤、陈上及,1964。 中国近海的海流系统。全国海洋综合调查报告,第五册,第六章。

从该图可以简略看出,1959年8月和9月在34°—35°N,124°E,附近海域,存在一反时 针的密度环流。我们认为这很可能就是本文研究的密度环流的西部边缘。由于当时引用 的观测资料仅限于124°E以西,所以在该图上不能见到这一密度环流的全貌。

Yaochu Yuan (袁跃初)等(1982)⁶⁰ 在其东海陆架环流的简单模式中从理论上推断, 1977 年夏季在济州岛以西存在一个闭合的反时针环流。Yaochu Yuan 等的理论研究结果 与我们上述研究结果也相似,只是其模式中的反时针环流的位置略偏南而已。

冷水块的周界等温线和等盐线不呈封闭状态时,在一般情况下冷水块的密度流不再 构成环流。

五、关于冷水块成因的初步看法

我们认为,上述暖流水附近冷水块(特别是冷水环)的形成和存在并非随机因素影响的结果,它必定与该海域某种大尺度的海水运动相关联,冷水块很可能是从南黄海暖流水 切离下来的。

据当今世界海洋学者的研究,海洋上的强大海流均可能在其主干的两侧产生涡流。 Peter, H. Wiebe (1982)^[3]指出,湾流和其它海流会产生涡流,从湾流中分离出来的闭合 涡流称为环,并有冷水环和暖水环之分。据日本海洋学者上平悦朗等(1978)^[4]的研究,日 本东海道外存在大冷水块的切离现象。另据 Akira Tomosadam (1978)^[5]的研究,在日本 东部海域有一个大型暖涡从黑潮切离下来。管秉贤(1984)^[2]也曾指出,在黑潮左右两侧





图 9 纵贯冷水块断面的温、盐度分布 (1979 年 10 月) a, 温度; b. 盐度; c. 断面与测站位置

已有六处常常出现冷、暖涡。本文提到的南黄海暖流水起源于黑潮的分支——对马暖流, 冷水环经常出现在它的右侧。

上平悦朗等在其"东海道大冷水块的切离现象"一文⁴³中探讨了黑潮切离冷水块海区的温、盐度分布特点,与本文研究的暖流水及其附近冷水块的温、盐度分布特点也极为相似。由图 8 可以看出,在呈舌形分布的高温等值线的外侧出现一个封闭的低温中心。这似可表明,冷水块是从南黄海暖流水分离出来的。因此可以推断,冷水块的形成机制大致

是: 冬半年,南黄海暖流水势力强盛,朝鲜西南海岸外的低温、高盐水与南黄海暖流水发 生剧烈混合成为南黄海暖流水的一部分;夏半年,南黄海 30m 层以下至底层黄海冷水团 势力强盛,朝鲜西南海岸外底层冷水涌升(图 9),导致低温、高盐水与南黄海暖流水的分 离,从而出现冷水块。

关于底层冷水的涌升及其切离现象可由穿过冷水块纵断面的温、盐度分布图(图9) 看出,在冷水块以南,是具有高温、高盐特征的南黄海暖流水,两者之间形成明显的锋面; 在冷水块所在海区,存在明显的低温高盐水的涌升和冷水块的切离现象。

另从穿过冷水块横断面的温、盐度分布还可看出,夏季在横断面上,冷水块以东和以 西海区温、盐、密度的分层现象明显,在东部海区尤为显著;而在冷水块所在海区,温、盐度 的垂直分布较为均匀。从这一断面温、盐度等值线的分布可以看出,在冷水块附近海区的 下层,有一股高盐冷水向上涌升。

由于缺少海流观测资料,对该海域的流场和冷水块的成因目前尚难以进行详尽的讨 论,有待今后深入研究,以上所述只是初步的看法。

参考文献

- [1] 蓝淑芳、顾传宬、傅秉照,1986。南黄海暖流水的温、盐度分布特征。海洋科学集刊 27: 45-53。
- [2] 管秉贤,1984。中国海流系统及其结构概述。渤海、黄海、东海调查研究报告。中国科学院海洋研究所,116— 141页。
- [3] Peter, H. Wiebe, 1982。湾流的环。科学 (Scientific American 中译本),7月号,34-45页。
- [4] 上平悦朗、南秀人、石崎广、江口博、西沢纯一, 1978。东海道冲大冷水块の切離について。神户海洋気象台 彙報 No. 195: 1—15。
- [5] Akira Tomosada, 1978. A Large Warm Eddy Detached from the Kuroshio East of Japan. 東海区水產 研究所研究報告 No. 94:59—103。
- [6] Yaochu Yuan, Jilan Su and Jingsan Zhao, 1982. A single layer model of the continental shelf circulation in the East China Sea. うみ No. 3:131-135。

A STUDY OF COLD WATER BODY NEAR THE SOUTH-ERN YELLOW SEA WARM CURRENT WATER*

Lan Shuffang, Gu Chuancheng and Fu Bingzhao (Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

In summer a high salinity Cold Wate Body, sometimes in the form of a cold water ring, appears at the upper water layer near the Southern Yellow Sea Warm Current Water. It measures about 90 km east-west and about 166 km south-north. In this paper the observational data for the years 1976—1979 obtained by Chinla and Korea, and the "Oceanographical Charts of the Adjacent Seas of Tyôsen" for the years 1934—1938 are used. Its monthly, yearly changes and its circulation are analysed and discussed. The result of the dynamic calculation shows that the Cold Water Body is accompanied by a closed counterclockwise density circulation. At the end of the paper a suggestion on the cause for the formation of the Cold Water Body is presented. It may be a cut-off phenomenon of the cold water mass near the Southern Yellow Sea Warm Current Water.

^{*} Contribution No. 1228 from the Institute of Oceanology, Academia.