

黃海冷水团的形成及其性質的初步探討

赫崇本 汪圓祥 雷宗友 徐 斯

(山东大学海洋系)

中国海海况,过去虽然没有大量地被人研究过,但部分的重要现象和问题已有过探讨并有一些结论,如有人认为:里門海流与黃海冷水团終年維持联系,是黃海冷水团长存的原因之一,并认为:冬季风浪大,表、底层比重和温度虽极为接近,但仍不交叉混合^[1];还有人提出:在黃海方面有黑潮分支經濟州島的南岸沿着黃海的中央部北上^[2]。类似这些论点都是十分重要的问题,是值得再深入探讨的。

要想深入地了解中国各海的海况,全面、正确地加以阐述,掌握它的变化过程和规律,必须拥有较大数量的资料来作为分析的依据。但这些资料目前是很缺乏的,尤其是东海和南海的资料,更是少有。因此,经常系统、全面地进行综合性海洋调查,是当前迫不及待的艰巨任务。

本文主要对黃海冷水团的形成及其性质作一些初步探讨,以便为今后研究黃海海况提供一点参考。海况中各种现象是相互联系的,彼此影响很大,因此仅仅把部分问题提出来进行讨论是不够全面的,又兼资料残缺,有不少测站并不是逐年逐月都进行了调查。这就使以下分析难免不带有片面性。

用来进行分析的资料,主要是取自海洋调查要报^[3],我们将1930—1940年的记录,按月份取其平均值,然后将其繪制成0米层、25米层及底层的温、盐度分布图,同时也繪制了一些其它的图表。本文以2月份及8月份的海况作为主要讨论对象,其它月份用来作补充说明。

一、黃海冷水团的基本情况

从8月份温、盐度分布图(图1—6)可以看出:表层的温度在北黃海有一高温水舌向渤海伸去,中心值为 27°C 左右;靠近山东半岛南面有一低温水舌,向连云港方向伸展,中心值低于 24°C ;在朝鲜西岸也有一支以正南偏西方向伸出的、势力很强的高温水舌,中心值达 28°C 左右(图1)。中层(25米)的温度较表层(0米)为低;在北黃海有一个高温水舌,但是伸向渤海的趋势已不甚明显;而在南黃海靠近大陆附近的地方,却出现一支分布趋势与表层相反的低温水舌,其中心值低于 13°C (图2)。整个底层海区除近陆岸外,几乎全被低温水体所盘据,这就是经常所提到的“黃海冷水团”。这一水团在北黃海的中心值低至 6.0°C 左右,分布情况有向渤海伸去的趋势;而南黃海则几乎被一个范围很大,中心值为 7.0°C 左右的低温水体所盘据(图3)。

盐度方面,8月份在北黃海表层(图4)有一个中心值较 31.00‰ 还高的高盐水舌,向渤海方向伸去;在南黃海有一支以正南偏西方向伸出的、中心值达 32.00‰ 的高盐水舌;在南

黄海靠近大陆的中层海水,有一势力很弱的低盐水舌存在;而南黄海中部相当广大范围为 32.00‰ 的海水所盘据(图 5)。底层则几乎全为一高盐水体,其中心值达 33.00‰ 左右(图 6)。

从上述有关各层温、盐度分布的趋势来看,表层海水的温度明显地较中、底层为高,而盐度值仅在南黄海中央一小范围内与中层相近,其他各区均比中层为低。根据其他各月温、盐度分布图的情况看来,8 月份上下层温、盐度差值最大,自 9 月份以后,上下层温、盐度差值则逐渐减小,2 月份差值几乎完全消失。

从 2 月份温、盐度分布图(图 7—12)中可以看出:各层温、盐度等值线分布情况均呈现由南往北凸出的形状。换言之,即上下层温、盐度值极为一致。温度中央较高,南黄海中部约为 7°C 左右,两旁较低,很明显这是由于两旁受陆地影响所致。盐度等值线呈现自南向北凸出的趋势,也是表明中央盐度值高,两旁低。从 2 月份底层温度、盐度分布图(图 9、12)中也可以看出,有一明显的高盐高温水舌伸向黄海中部。

综上所述,可以看出在夏季仅底层存在着一个低温高盐水团。中层海水在南黄海靠近中国大陆的地方,虽有一低温水体存在,但它的盐度较低,与底层冷水团的性质并不一致,而且在冬季特别是 1、2 月份,整个黄海上下层几乎全被一混合冷水团所占据,这就说明黄海冷水团季节性变化是很大的。

二、冷水团的形成原因

前面已提到在夏季黄海底层有一冷水团存在。当冬季开始后,由于强劲而干燥的季风的影响,使表层的大量海水自北向南移动,在这样情况下,就有部分海水以补偿形势沿底层进入黄海。这一个由南向北移动的水团,即是前面所提及的伸向黄海中部的高盐高温水舌。表面海水由于受干燥寒流的影响,随即产生蒸发、降温的情况,其结果就形成了上下的对流;而强劲的风力,更加强了上下层海水的搅拌作用,遂形成了一个上下一致的低温高盐水团。因此可以肯定,黄海冷水团的形成是在冬季,而且是在黄海本地形成的。到了夏季由于太阳辐射加强和陆地水注入量的增大,使表层海水温度增高而盐度降低,由于高温低盐具有较稳定性质,而且夏季风力又较冬季为弱,因此在黄海的底部就留下了一个稳定的冷水团。由此看来黄海冷水团终年存在是无可置疑的,同时它也有显著的季节性变化。

底层冷水团两旁高于中央温度的趋势,在夏季比冬季较为明显,这是容易理解的。至于盐度冬季比夏季稍高的原因,不仅与冬季河水流量小、蒸发量大有关,而且也与上述从南方进入黄海的、具有高盐性质的海水有关。当然,我们也考虑到从南方来的水,其温度是较高的,它也许会带来增温现象,因而破坏冷水团的性质。但是我们认为:冬季海水上下层对流很强,而从底层向北移动的水体力量又较弱,因此实际上它是很难起增温作用的。此外,在冬季由于西北季风的作用,渤海的海水要流向黄海,这也可能会使冷水团的高盐性质有所改变。但我们认为这种作用是不大的,因为在冬季流入渤海的河水量小,而蒸发量大,具有高盐性质的黄海海水将以补偿形势流入渤海,伴随着上下对流作用,使渤海海水的盐度有所增高;换言之,在西北季风作用下,流入黄海的海水,并不具有很明显的低盐性质,这就说明在冬季它对冷水团高盐性质改变所起的作用是不大的。

关于里門海流与冷水团彼此联系的問題,有人認為它們之間終年都保持着联系,而且是使黃海冷水团終年长存的原因之一^[1],这一观点似缺乏有力的論証,因为在我們的分析中,还看不出里門海流对冷水团形成起多大作用。如果黃海冷水团的形成是由里門海流所决定的話,那么就應該有一个低温水舌由对馬海峽指向黃海。但在我們繪制的温、盐度分布图时,並沒有发现这个水舌。另外,黃海冷水团消长情况和陆地的气象、水文的变化情况,在因果关系上看来也是非常吻合的。如果說冷水团是由对馬附近移入黃海,而不是在当地形成的話,就不会有这样的情况出現。

三、冷水团的性質

上面所討論的是关于冷水团形成的問題。至于冷水团的性質、季节变化以及它所能达到的范围,还有必要作进一步地探討。在分析中由于大部份测点只有表层、25米层及底层的記錄,所以不适宜于繪制各站的 $T-S$ 曲綫来进行討論。为此,我們繪制了一种意义与 $T-S$ 关系图相近的图解,暫称它为 $T-S$ 关系图,該图是以盐度值为橫坐标,温度值为縱坐标,把各测站获得的表层、25米层及底层的温、盐度值,分別在图上用“·”、“×”和“▲”来表示,图解中选取的测点,是均匀分布于黃海各海区的。这一图解的优点是能把上下层不同性質的海水标划出来。我們已选用了2、5、8及11月所获得的資料进行分析(图13—16)。

从 $T-S$ 关系图中显然可以看出:在2月份的图中(图13)代表表层、25米层及底层的点位都均匀地分布着,这就表明了整个海区上下层存在着一个低温、高盐水团。如果略去那些在图解中分散得較远的点位,这一水团即可由 $T=3.0^{\circ}\text{C}$ 、 $S=31.8\text{‰}$ 、和 $T=8.2^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.6\text{‰}$ 两点間直綫的 $T-S$ 关系来表示,然而,这仅只能代表水团的平均状况。从5月份的图中(图14)可以看出温度总的趋势比2月份稍高,而表层温度又較25米层及底层为高,上下层盐度均匀一致的情形,已不如2月份明显。同时,这个水团也可以由 $T=6.8^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.1\text{‰}$ 和 $T=10.2^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.4\text{‰}$ 两点間的直綫来表示。从8月份的图中(图15)可以明显地看出代表表层的点位“·”几乎都集中在图的左上角,它的温度較中、底层为高;表层盐度值則較中、底层为低,由此可見表层的海水和中、底层海水,并不具有同一的温、盐度性質。从图中还可以看出,25米层盐度值与底层的差异虽不象表层与底层的差异那样明显,但还是可以看出除了在一小范围内,中、底层盐度值趋于一致外,其他地区都是存有一定差异的。此外,从温度方面还可以看出,中层比底层高。如上所述,25米层海水和底层海水并不完全具有同一的性質;也即是說,8月份冷水团盘据在黃海的底层,这一冷水团同样可以由 $T=6.2^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.0\text{‰}$ 和 $T=12.8^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.1\text{‰}$ 两点間的直綫来表示。从11月份的图中(图16)可以看出,上、下层盐度又漸趋一致,但情况并不象2月那样明显,上、中层温度亦較底层为高,这可以認為它和5月份一样是一个过渡性的季节。同时,这一水团的性質也可以由 $T=8.6^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.9\text{‰}$ 和 $T=12.0^{\circ}\text{C}$ 、 $S=32.1\text{‰}$ 两点間的 $T-S$ 关系綫来表示。总的說来,由 $T-S$ 关系图解討論所得出的关于黃海冷水团的性質、变化情况和根据温、盐度分布图討論所得的結果是一致的。

結合上述分析,在那些用来標誌冷水团性質的 $T-S$ 关系图解中,选择一些位于最大和最小經緯度的点,来概略地划定冷水团所能扩展到的最大范围如下表:

月 份	2	5	8	11
水团的最大經度	126°E	126°E	125°E	125°E
水团的最小經度	122°E	122°E	121°E	122°E
水团的最大緯度	38°N	39°N	38°N	38°N
水团的最小緯度	34°N	35°N	33°N	34°N

从表中可知冷水团不仅在垂直方向,而且在水平方向也有季节性变化,这和根据水平分布图所分析的结果是一致的。

四、結 語

在黄海海区除了冷水团外,尚有从长江口冲向济州島方面的长江淡水流,沿大陆向南移动的沿岸流以及由对馬海峡附近进入的黑潮分支,这些水团对冷水团是有密切关系的。所以研究冷水团的变化情况时,也必需結合这些水团的变化来进行研究。

在 8 月份的温、盐分布图中可以看出:在表层和中层,特别是表层(图 1,4)有一明显的低盐水舌从长江口向济州島伸去,这一水团显然是由长江注入的淡水,即所謂“长江淡水流”所形成。它的移动路径正位在黄、东海交界处,这便显示了它与黄、东海海况的关系和重要性。长江淡水流冲出远近是随着季节改变的,因而黄、东两海水量交换也随着淡水流的消长而改变,这也就間接地影响冷水团的性质。在沿 124°E 的方向上有一个由这一水团分出的、伸向南黄海中部的低盐水舌。我們认为这一水团会对南黄海中部的海水产生一定的作用。夏季潜伏在黄海底部冷水团上面的低盐海水,可能一部分是来自长江淡水流这一个水团。

由于大量的陆地水不断的向渤海、黄海注入,在南黄海西岸一带就形成了一支向南移动的海流,其特征是盐度低,水色低。它和南黄海的冷水团是相毗連的。冬季黄海表面流都是南向的^[1],由于涡流作用在这两个水团交界地方就引起一定的混合作用。夏季 7、8 两个月份,南黄海的中部有左旋的涡流^[2],这也会把淡水流的海水带向南黄海中部。

須田皖次^[2]指出在济州島南部有一黑潮分支进入黄海,其属性是高温高盐度的,很明显它对冷水团性质会产生很大的影响。由于黑潮的强度和路径是受太平洋高压和陆地上天气变化的直接或间接影响的。因此,要了解冷水团的变化规律,必須对黑潮分支进入黄海后的情况进行深入地了解。

根据上面所討論的结果,我們还可以进一步来考虑,即所有这些水团的变化,都直接或间接地受天气和陆地水的影响和控制,而陆地水的变化又决定于天气的变化。如果我們要冷水团进行全面探討,就必须結合这两方面的情况来进行分析。

本文在温、盐分布图制作时,蒙山东大学海洋系王彬华教授参与和热忱指导,唐世凤教授提供資料,此外其他教师曾予热忱帮助,謹致深切謝意。

参 考 文 献

- [1] 唐世凤,1954—55. 海洋通論讲义,山东大学海洋系,(第 409,412 頁)。
- [2] 須田皖次,1948. 海洋科学. 东京古今书院. 335 頁。
- [3] 东京水产实验場,1930—40. 海洋調查要报。
- [4] U. S. Hydrographic office, 1945. Oceanic currents in the vicinity of the Japanese Islands and the China Coast. U. S. Hydrographic. Office, Pub. No. 237.

A PRELIMINARY STUDY OF THE FORMATION OF YELLOW SEA COLD MASS AND ITS PROPERTIES

HO CHUNG-PEN, WANG YUAN-XIANG, LEI ZONG-YOU AND XU SI

(Department of Oceanology, University of Shanghai)

ABSTRACT

From the materials available for the analytical study, it is evident that the Yellow Sea cold water mass is in existence all the year round. In the winter, under the influence of the strong seasonal winds, surface water temperature rapidly falls, and the dry cold air also hastens evaporation of the sea water, thus resulting in the formation of a strong convection current. Moreover, the turbulence of the water enhances vertical mixing; consequently, there is formed in the offshore region a vertically uniform cold water mass, which is characterized by its low temperature and high salinity.

In the summer, surface sea water temperature is high and the pouring in of large quantities of fresh water from the continent results in the small density of the sea water. Owing to these factors, stability of the water layer has been greatly enhanced and the low temperature and high salinity characteristics of the bottom layer of the sea water have been well maintained.

In the winter, the temperature of the cold water mass is about 30°C to 8.2°C , and its salinity about 31.8‰ to 32.6‰ . In the summer, its temperature is about 6.2°C to 12.8°C , and its salinity about 32.0‰ to 32.1‰ .

The Yellow Sea branch of the warm current coming from the south, the fresh water stream of the Yangtze River as well as the China Coastal Current of the Yellow Sea region all have exerted their respective influence of varying degrees on the cold water mass. At present, our knowledge on its subject is very incomplete and further analytical studies are necessary.