

东海北部多站锚碇浮标测流结果的分析*

吕良洪

(中国科学院海洋研究所)

1980年7月1—4日,我们在东海北部济州岛西南的海区投放了多站锚碇浮标,进行了三天的连续测流工作。此后,我们还对浮标站附近海域进行了准同步的水文大面观测。调查海区如图1所示。

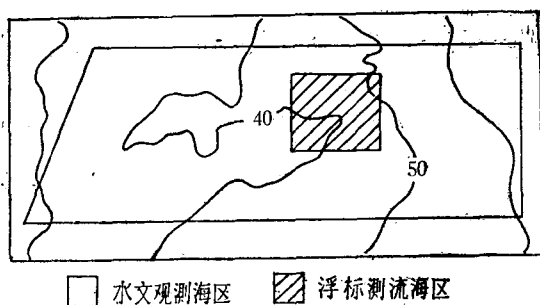


图1 调查海区

该调查海域是大陆沿岸水、黄海混合水和黑潮水的混合水域;是黄海沿岸流、黄海暖流和台湾暖流发生联系的地方;因此,这是一个复杂的流场。对该海区进行多日连续海流观测,并对测量结果进行一些统计分析研究,对进一步研究黄、东海大陆架环流是很有必要的。

一、测流方法和资料处理

该调查使用的浮标系统是根据1976年国家海洋调查规范自制的双联浮艇式锚碇浮标。使用的海流计是国产的印刷式海流计(HLJ-1型)。选定的记录方式是每10分钟记录一次平均流速和瞬时流向。将取得的记录值,先进行时间上的平滑处理,再进行24小时50分的时间平均求得余流值。将求得的余流值分成东分量U和北分量V,进行六点平均,决定每小时余流值。最后,取得每层72个小时(三个站

共8层)的同步的流速流向资料。

由图1可见,浮标站皆处在水深为40—50米等深线的范围内。三个站(SW,SE和NE)中,SW和SE两站的连线大体和这里的等深线垂直,NE和SE两站的连线大体和这里的等深线平行。SW,SE和NE站水深分别为41米、48米和43米。测流层次是:SW站5米、10米和20米;NE站10米、30米和45米;SE站10米和20米。

从测得的浮标站处的一个纬向断面的温度和盐度分布图看出,若以温度 17°C 和盐度31‰作为黄海冷水此时在该调查海区的分界线的話,那么,这些浮标站的位置正好处在黄海冷水在东海的伸展部分的东南侧边缘上;处在黄海沿岸水和黄海冷水之间。根据观测值求得的密度纬向断面分布图看出,测流浮标站处的密跃层大体上处在5—15米的范围内,其跃层强度都显著比两侧强。密跃层沿大陆斜坡有倾斜。在测流站附近,其等值线有明显的下凹,在靠近中国大陆一边又有较浅的下凹。在密跃层以下,测流站东侧的海水密度均匀分布,在其西侧,密度等值线垂直均匀分布。

二、测流结果

1. 每站每层每小时流向和流速值的频度

统计结果见图2,由图2可见三个测流站各层流向出现的方向和流速值的大小范围¹⁾。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第768号。

本文承蒙毛汉礼教授审阅,特此致谢。

1) SW站5米层的海流计,在测流后经过标定,发现其流速值偏小。

从流向的相对频度可见,在测流期间,除SW站5米和10米层流向的幅角大于 180° 外,其他各站层的流向的幅角都小于 180° ,甚至在SW站20米、NE站45米和SE站20米的幅角都小于 90° 。总之,各站层流向出现的范围大体上从上到下由大到小。而且各站层流向最大频度出现的方向,都有自上而下自左至右作反时针方向回转。这和艾克曼螺线的旋转方向相反。

从流速的相对频度可见,每站每层流速的最大频度不同,但仅是出现在0—5厘米/秒和5—10厘米/秒两个范围内。各站10米层的频度变幅都比其他层次的宽;其最大频度值都比其他层次的小。

各站各层流速的安定度(流速的矢量平均/标量平均 $\times 100\%$)为:SW站的值依次为56%(5米)、84%(10米)和98%(20米);NE站的值依次为78%(10米)、71%(30米)和99%(45米);SE站的值依次为84%(10米)和90%(20米)。

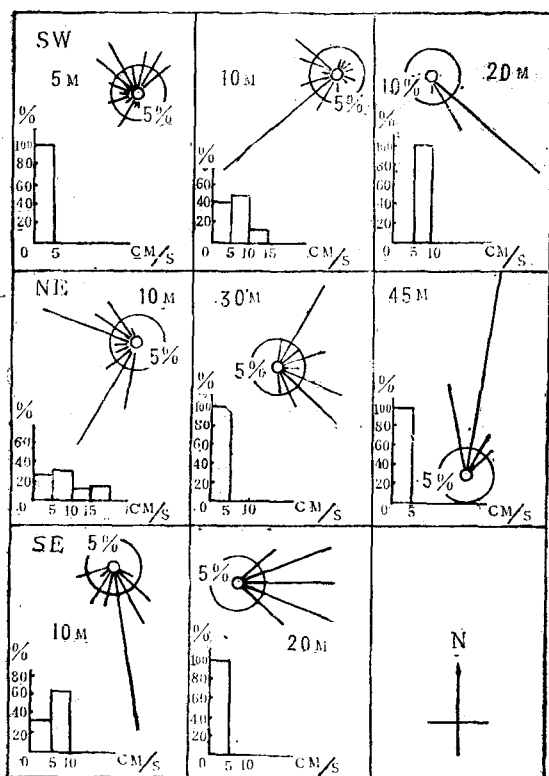


图2 流向和流速的相对频度

2. 流速的时间变化

图3是各站测流层流速的东分量U和北分量V的每时值和浮标站测流时局地风速和风向随时间的变化情况。

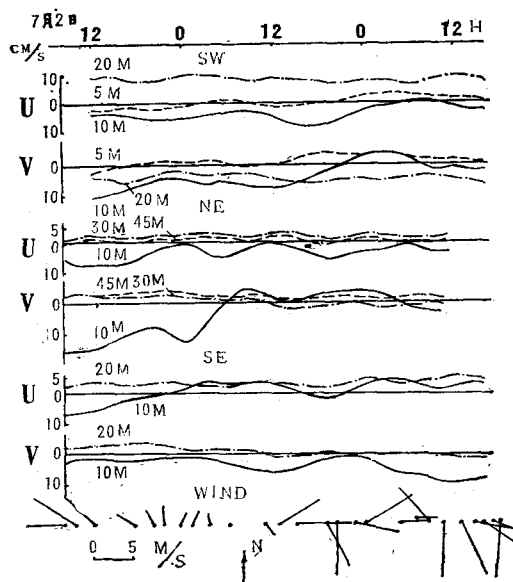


图3 测站流速和风速的时间变化

由图3可见,各站各层的流速,不论是东分量还是北分量,都有明显的波动。波动周期是半周日的较为明显和居多,周日的次之。波动的速度范围各站都以10米层的较大。最大的可达8厘米/秒(在NE站处)。其他各层次的波动都较小。30米层和45米层的波形相似,仅略有相位差。

图3的风速矢量,是用风速表测得的不太完整的局地风速和风向记录值绘制的。测流期间的前半期主要是偏南风,后期主要是偏北风,中期有一段时间风向多变。

3. 流速分量的零值线的时间——深度变化

图4是根据测得的各层流速值用内插法求得的。

由图4可见,它们的零值线都有明显的波动。各站的上层,其U值多为负值,即多为东向流所控制。其下层U值多为正值,即多为西向流所控制。各站V值的情况相反。大体上,上层为南向流,下层为北向流。在SW站的测

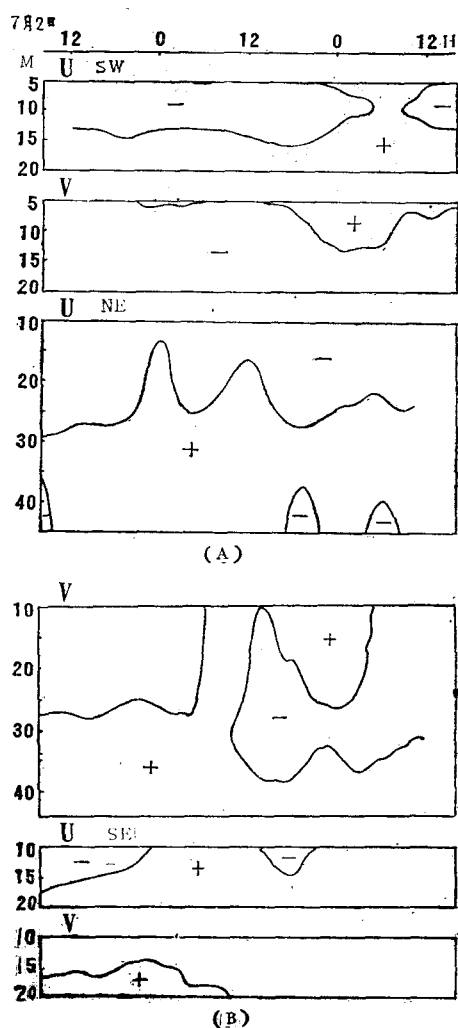


图4 流速U和V的零值线的时间—深度变化

流深度范围内，U的零值线在大部分时间内，同时在两个深度层（约5米和13米）内出现。海流在东西方向上，同时有3层流向的流动。在测流的中后期，该站约有4个小时的时间，U值全部为正值。这时水体完全为东向流所控制。NE站U的零值线，在底层以半周日的或其倍数的周期出现几个小时的负值区。该站在东西方向上，水体主要呈现双层流向的流动。NE站V的零值线，在中期约有4个小时水体完全为北向流所控制。后期又在两个深度内出现，把流体分为3层流向的流动。

4. 前进矢量图

测流期间的前进矢量图由图5示出。图5

所示为每站每层每小时流速的时间积分值。从该图亦可见每站每层水体，在流向上都有较明显的半周日的周期波动。在SW站5米层和10米层上还叠加有周日的顺时针方向的回转运动。但两者的回转周期皆为周日。

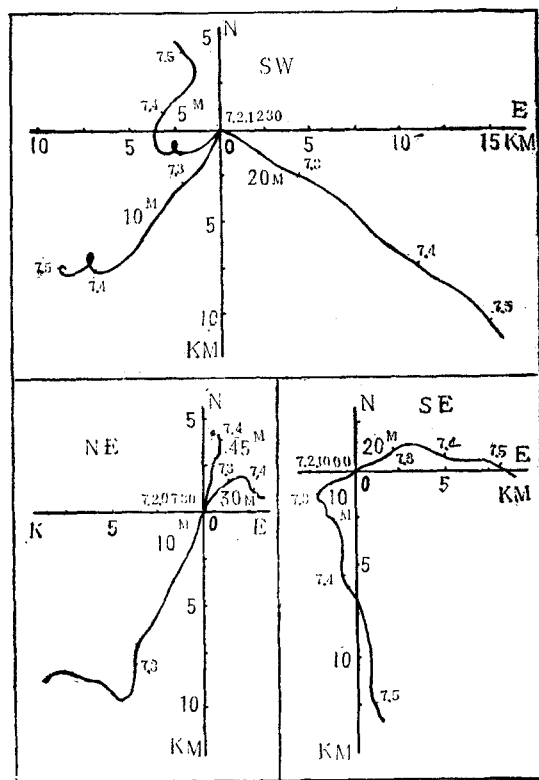


图5 前进矢量图（SW站5米层流速值放大3倍）

三、讨 论

从测流结果可以看出，测流海区24小时50分的平均流是较安定的，尤其是在密跃层以下，这是一个低流速的流场。尽管如此，该测流海区还是有着各种变动的复杂流场：即在所有测流层次上，其流速和流向都有大小不一的明显的半周日和周日的波动；在多数测流层次上，有大方向的流向改变；在水体的上层有顺时针方向的回转运动。

根据图3，在考虑了各层风应力与风向之间的夹角关系之后，各层海流的东分量和北分量都没有明显的与风向相应的变化。由图5知，测流初期，SW站5米层的流向为西南，而在这

之前的风向为东南。流向和风应力的方向大体上相反。这不能认为初期流是由风引起的。测流中后期的情况亦如此。测流期间最大风速为8.8米/秒,平均风速为5米/秒。可以认为,当风速等于这一数值时,该海区海面的风应力对5米以深的海流来说,将不是主要的作用力。同样可以认为,测得流的变动主要不是由风系引起的。我们也注意到,在测得流随时间的变化情况中,各站10米层的流速波动量较上层和下层的波动都较显著。但此处正是测流海区的密跃层。它大体上把水体分成两个密度不同的均匀层,成为两层海水的交界面;在这样的交界面处必将出现内波现象。

在两个测站测得的每两小时一次的温度和盐度变化。如图6所示。

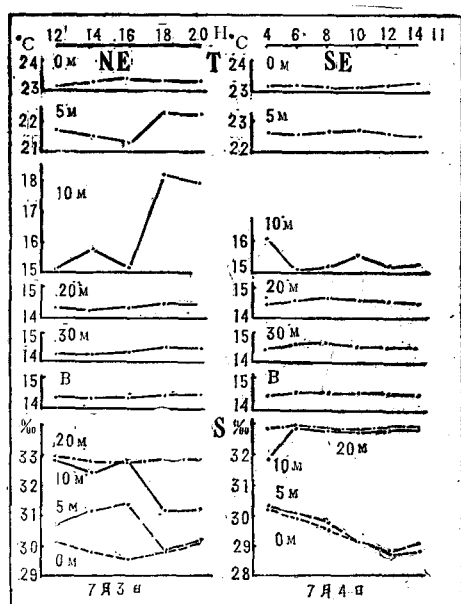


图6 测站温度和盐度随时间的变化

由该图可明显地看出,各层的温度和盐度亦有随时间的波动,而且在温度和盐度跃层附近,它们的垂直波动亦最大。这进一步说明,跃层处存在内波。把测流站的水体看成是密度均匀的两层海洋时,估算了它的内波传播速,最大为77厘米/秒。这里内波的振动周期与半日潮周期相当。其振幅最大可达5米。

在前进矢量图中,SW5米层和10米层有顺

时针方向的回转运动。这可以用Keulegan G. H.(1949)^[3]所做的水槽实验来解释。SW站的10米层和20米层各处密跃层的上下两边,这两层的流速差在U方向上,最大时可达17厘米/秒。这样的流速差已超过Keulegan判据中的临界值^[3]。因此,SW站5米层和10米层出现的回转运动,可以认为是该海区跃层处内波向上抛出的涡旋所诱发的。

文献^[1],^[2]曾指出,在该地区夏季存在着一个气旋型涡旋。这次测流的站位就是位于该涡旋的西北侧。从图2中各站主流方向的变化看出,在这些测流站的上层,其主流方向多指向西南。这是与上述涡旋在此海区的流向相一致的。这是黄海沿岸流,可能还有黄海暖流左侧支流在此处延伸的结果;其流速多在5—10厘米/秒的范围内。这说明该涡旋仅在该海区的上层存在,而且是一个相当弱的环流。在这些测流站的下层,其主流方向多为东北。这可以认为是黑潮北上余脉向北扩散的影响所致。根据1980年6月和7月东湖北部的盐度资料知道,从6—7月34‰的盐度等值线,在底层向北推移。从图4SW站U值的情况看出,在该站水体呈现出3层流向的流动,与其他站相比较,它在表层多了一个向外海的流层。这可能是长江冲淡水在该处向东北流动的分量的影响。这一层的存在,有助于在SW站的上层形成顺时针方向的涡旋。根据图4,我们还可认为在具有强密跃层的黄海冷水周围,都有层化流存在。

参 考 文 献

- [1] 胡敦欣、丁宗信等,1980.东湖北部一个气旋型涡旋的初步分析。科学通报25(1): 29—31。
- [2] 中尾 徹,1977.东海大学纪要。海洋学部,特别号(11月): 201—352。
- [3] Keulegan G. H., 1949. Journal of Research of the National Bureau of Standards, Research Paper 2040(43): 487—500。
- 1) 毛汉礼、任允武等,1965.南黄海及东湖北部夏季的水文特征以及海水类型的初步分析。海洋科学集刊 01:23—77。

STUDIES AND ANALYSES OF SOME MEASURED DATA OF CURRENT AT 3 BUOY STATIONS IN NORTHERN EAST CHINA SEA

Lü Lianghong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

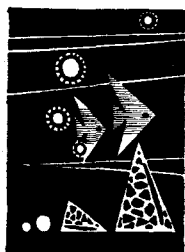
Abstract

In this paper, the measured data of residual current at 3 buoy stations in northern East China Sea are analysed. These data were obtained in July, 1980.

The periodic fluctuation of measured residual current are remarkable. The eddies of diurnal variation in the upper liquid are evident. The results of statistical analyses show that these variations of residual current do not occur immediately in response to that of wind forces, but are correlated to internal waves.

The stratified current appears to exist in this regions.

知识介绍



海洋的光辉 ——芋螺

有一种贝类叫芋螺, 亦称鸡心螺, 其贝壳长得非常好看, 是古今中外人们最喜欢搜集的贝类之一, 被誉为海洋的光辉。

芋螺生活在热带和亚热带海洋里, 热带珊瑚礁是它们栖息的最好环境; 岩岸、沙滩、潮间带十数米至百米水深都有分布。从我国浙江南部沿海至福建、广东沿海, 芋螺种类逐渐增多, 海南岛及西沙群岛的种类更多。目前我国沿海已发现有70—80种芋螺。

芋螺的贝壳为长卵圆形或纺锤形, 近上部宽, 向下渐尖瘦, 像芋头形状, 也似鸡心, 故被称为芋螺或鸡心螺。它的贝壳表面有一层很薄的黄褐色壳皮, 当动物死亡以后, 经海水的冲刷, 壳皮很容易脱落, 这

就露出光滑的壳面和鲜艳的花纹。壳面颜色和花纹随种的不同而异。倘若你能把各样的种类陈列起来, 真是琳琅满目, 美不胜收。

有些芋螺种类很稀少, 因而价值非常昂贵。我们研究贝类的人要采集它做研究材料, 目的是要弄清芋螺在世界上究竟有多少种类及其生态情况。另有一些人为出售贝壳获利而不惜工本到处采集。

芋螺的体内有毒腺, 能产生像蛇蝎一样的毒液。据报道, 芋螺毒液含有13种氨基酸和少量的缩多氨酸, 1毫克的毒液即可致人于死地。这种螺类的齿舌和其他螺类也不同, 它是两排箭头状的齿排列而成, 这种箭头状的齿连同毒液从口腔射出体外杀伤他物。不同的芋螺毒液的毒性有轻重之别, 因而被它咬伤后发生的症状也不同。地纹芋螺的毒液毒性很大, 据记载, 被它咬过的38人中就有11人死亡。织锦芋螺及线纹芋螺也属毒性较大的种类。上述毒性较大的芋螺在广东沿海、台湾、海南岛、西沙群岛都有分布, 所以, 我们在采集芋螺时应特别谨慎。采集时, 最好用镊子把芋螺夹起随即放在容器内; 切不可长时间把芋螺握在手中, 以防被它咬伤。 (马绣同)

更正

本刊1982年第4期第2页有四处错误, 特作如下更正:

左栏第18行

$$L_{ij} = \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i) (y_k - \bar{y})$$

左栏第21行

$i = 1, 2, \dots, m;$

右栏第10行

$$\sum_{k=1}^m a_i = 1$$

右栏第14行

$$a_i = A_i / \sum_{z=1}^m A_j$$

$$\text{应为 } L_{ij} = \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i) (\bar{x}_{kj} - \bar{x}_j)$$

应为 $j = 1, 2, \dots, m;$

$$\text{应为 } \sum_{i=1}^m a_i = 1$$

$$\text{应为 } a_i = A_i / \sum_{j=1}^m A_j$$