

渤、黄、东海水团多年月平均分布与变化的初步分析*

刘树勋 沈新强 王幼琴 韩士鑫

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海)

摘 要 本文从浅海水团的变性特点出发, 根据多年月平均的温盐资料, 以温盐点聚图为基础, 采用模糊聚类法, 划分渤、黄、东海逐月表底层水团。文中着重探讨整个渤、黄、东海陆架区各水团的基本特征、消长规律及其与渔场的关系。

关键词 水团 温盐点聚图 模糊聚类 渔场

前 言

渤、黄、东海陆架上各水团的分布变化对整个陆架海域的水文状况有着十分显著的影响, 我国陆架海洋渔业生产以及沿海气候的变化均与之密切相关。因此, 对渤、黄、东海水团的研究一直受到国内外海洋学者和渔业工作者的重视。

迄今, 有关渤、黄、东海陆架上水团的基本特性、成因以及与渔业的关系, 国内外海洋学者已进行过许多的研究, 并已获得许多重要的结果。但现有的研究大多或针对特定海域^[1~6], 或针对特定时间和特定水团^[7~14]。关于对整个渤、黄、东海各水团多年月平均的时空分布和变化的研究尚未见。本文从浅海变性水团研究的角度出发, 试对渤、黄、东海陆架上各水团多年月平均分布变化特征作一初步探讨, 以求给出一个渤、黄、东海水团整体的时空分布、变化的模型。

1 资料和方法

本文资料取自60年代以来至1986年在渤、黄、东海区的各种海洋调查中表、底层温盐观测资料(水深大于200m取200m为底层), 按月统计其在标准站位上的平均值(图1)。值得指出的是东经127°从东及北纬28°以南的温盐观测资料序列相对较短。

水团划分的方法采用模糊聚类原理中的软划分模式^[15, 16], 为计算上的方便, 同时参照t-S点聚图, 确定各水团的聚类中心值, 以尽量减少计算次数。具体的方法、步骤如下:

本文于1991-01-29收到, 修改稿于1991-04-04收到。

• 国家自然科学基金资助项目。

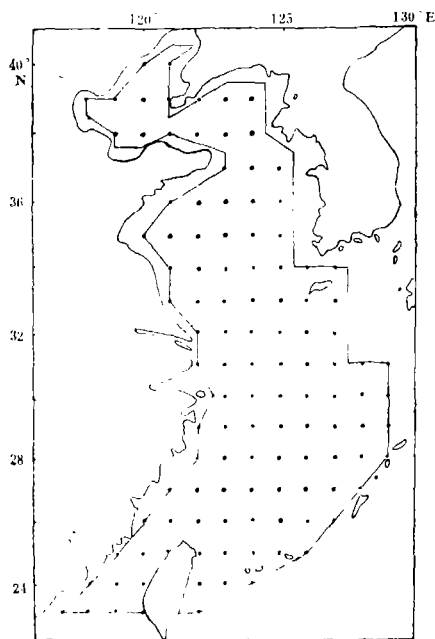


图1 统计站位图

(1) 建立各水团的隶属函数

$$U^{(1)}(K, J) = \exp\left(-\frac{X(I, J) - A(I, K)}{B}\right)^2. \quad (1)$$

各测样对水团的中心值的分布被认为服从正态形分布且 $U^{(1)}(K, J) \in [0, 1]$. 式中, $X(I, J)$ 为第 J 个样本, 指标为 I 的经标准化处理后的数值. $A(I, K)$ 为第 K 个水团, 指标为 I 的聚类中心值. B 为参数, 本研究给定 0.5.

(2) 对不同水团作加权处理

研究海区内, 不同季节每项指标对水团的影响有所不同, 为突出某些水团在不同季节中的指标特征, 便于水团划分更合理, 通过试验给予不同的权重.

$$U^{(1)}(K, J)^* = U^{(1)}(K, J) * C(I, K). \quad (2)$$

式中 $C(I, K)$ 为第 K 个水团, 指标为 I 的权重系数. 本研究中各水团的权重系数列于表1.

(3) 建立各样本与总体间的关系

$$U^{(1)}(K, J)^{**} = U^{(1)}(K, J)^* / S, \quad (3)$$

$$S = \left(\sum_{J=1}^m \sum_{K=1}^L U^{(1)}(K, J)^* \right) / m, \quad (4)$$

式中 S 为各样本对各水团的隶属度总和的平均. 每一样本除隶属于各水团外, 为对总体作出软划分, 需要在各样本之间进行比较, 通过建立各样本与总体平均的关系即式(3)的处理, 增大与平均值相近样本的隶属度, 降低偏离平均值较远的样本隶属度.

(4) 不同指标的隶属度合成

$$U(K, J) = \sum_{I=1}^N U^{(1)}(K, J)^{**}. \quad (5)$$

(5) 按最大隶属度原则, 对所有样本作出硬划分, 即归属于各水团.

(6) 软划分

在硬划分基础上, 剔除偏离水团中心较远的零星样本. 从最小隶属度的样本开始剔除, 每剔除一次, 步长增加(本研究中步长取0.001), 将剔除的样本数与总样本之比(G)与给定的临界值(G^*)相比较(G^* 值依经验并参照 t - S 图确定), 当 $G < G^*$ 时, 继续进行剔除, 直至 $G \geq G^*$ 时, 剔除停止, 剔除的样本定为混合区, 水团划分结束.

按图1中的框线计算各水团的分布面积与总面积之比.

2 水团的基本特征与消长规律

根据上述的资料和方法, 对整个渤、黄、东海陆架区表、底层按月进行计算, 获得研究海区各水团表、底层的逐月分布. 图2、3分别给出2、5、8和11月各水团在表、底层的分布, 表

表1 渤、黄、东海各水团多年月平均示性特征

类 型	水团名称	指 标	温 盐 度 范 围			温 盐 中 心 值				权 重 系 数		
			2月		5月	8月	11月	2月	5月	8月	11月	
黑潮水	黑潮表层水 (K)	t	18.0~24.5	22.0~25.5	28.0~29.0	23.5~26.0	20.0	24.0	28.8	24.5	0.5	0.5
		S	34.50~34.90	34.50~34.80	34.20~34.70	34.20~34.80	34.75	34.70	34.50	34.60	0.5	0.5
	黑潮次表层水 (KC)	t	—	17.0~21.0	14.4~19.5	16.5~20.5	—	18.8	18.0	18.5	—	0.5
		S	—	34.5~34.8	34.40~34.80	34.40~34.90	—	34.70	34.70	34.65	—	0.5
变 性 水	东海表层水 (E)	t	13.0~18.0	17.5~22.5	27.0~29.0	19.5~23.5	15.3	20.0	28.5	21.5	0.5	0.5
		S	34.00~34.70	33.70~34.60	33.00~34.20	33.80~34.50	34.42	34.20	33.80	34.20	0.5	0.5
	东海底层冷水 (EC)	t	—	13.5~17.0	18.0~22.5	—	—	15.0	20.0	—	—	0.5
		S	—	33.80~34.40	33.90~34.50	—	—	34.20	34.30	—	—	0.5
	台湾海峡表层水 (T)	t	14.5~19.0	23.0~26.5	27.7~28.6	21.5~24.5	17.8	24.5	28.2	23.0	0.5	0.5
		S	33.50~34.00	34.00~34.40	33.40~33.90	33.00~33.80	33.8	34.20	33.80	33.40	0.5	0.5
	台湾海峡底层水 (TC)	t	—	—	22.0~26.0	—	—	—	24.0	—	—	0.5
		S	—	—	33.70~34.20	—	—	—	34.00	—	—	0.5
	黄东海混合水 (HE)	t	9.5~14.0	14.0~18.5	—	18.5~21.5	11.5	15.5	—	19.5	0.5	0.5
		S	33.00~34.00	32.70~33.90	—	32.50~33.70	33.70	33.20	—	33.30	0.5	0.5
水	黄海表层水 (H)	t	4.0~10.0	11.0~15.0	24.0~28.0	15.0~19.5	7.5	13.3	26.5	17.5	0.5	0.5
		S	32.00~32.90	31.50~32.70	30.50~32.00	31.00~32.50	32.40	32.10	31.20	31.80	0.5	0.5
	黄海底层冷水 (HC)	t	—	5.0~11.0	7.0~12.0	8.0~12.0	—	7.5	9.0	9.5	—	0.55
		S	—	32.00~33.80	31.80~33.50	32.20~33.40	—	32.80	32.65	32.65	—	0.45
	黄渤海混合水 (HB)	t	0.0~6.5	5.5~12.0	16.0~25.3	10.0~14.0	2.0	8.5	20.5	11.3	0.5	0.5
		S	31.10~31.90	30.30~31.80	30.20~31.00	30.70~31.80	31.60	31.30	30.8	31.30	0.5	0.5
大陆沿岸水	东海沿岸水 (FE)	t	4.0~14.0	15.0~17.5	26.0~28.0	16.80~20.5	6.0	16.0	26.0	19.5	0.4	0.4
		S	19.00~31.00	10.4~30.00	10.0~30.00	14.0~30.00	29.80	29.60	29.60	29.60	0.6	0.6
	黄渤海沿岸水 (FB)	t	-1.8~1.0	10.0~12.0	13.0~27.5	9.5~12.5	0.1	10.5	26.0	11.0	0.45	0.4
		S	28.40~30.50	28.40~30.00	28.50~30.00	29.00~30.20	29.80	29.6	29.60	29.70	0.55	0.6

1列出2、5、8和11月各水团的示性特征, 图4给出各水团中心值逐月变动轨迹, 表2列出各水团表、底层分布面积的百分比。

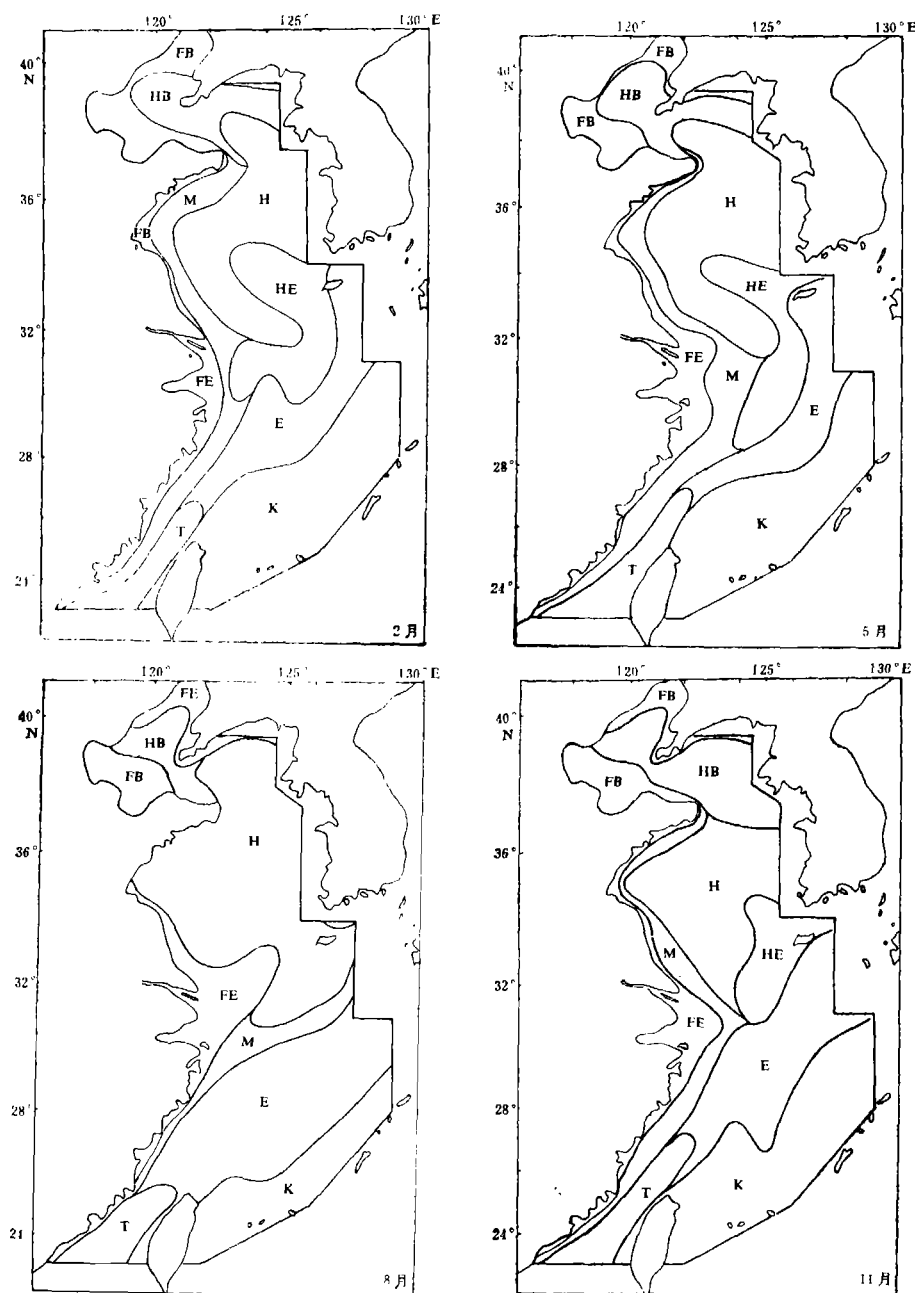


图2 表层水团分布

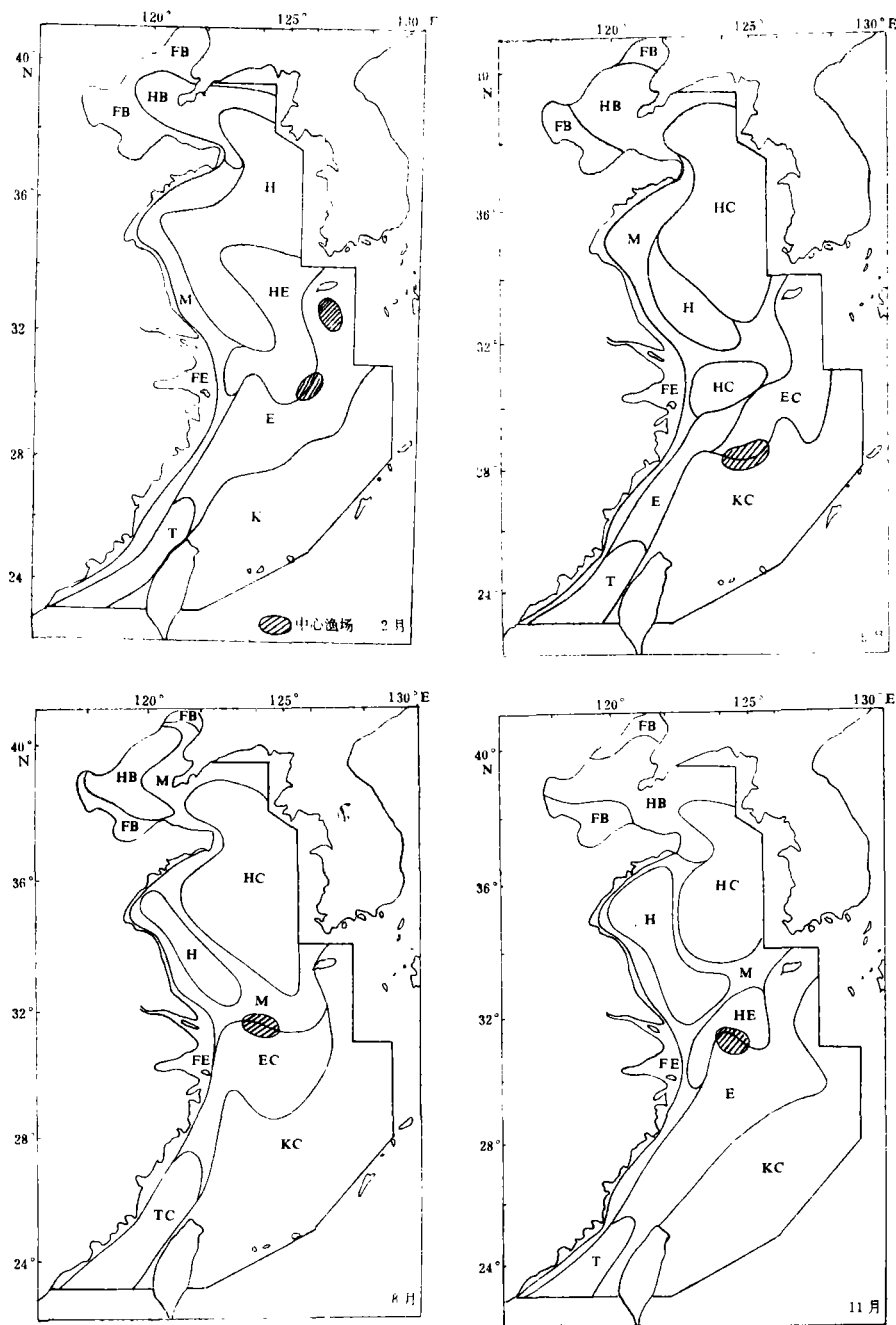


图3 底层水团分布

整个研究海区可划分为三大类，共12个水团。根据计算结果，对研究海区各水团多年平均的基本特征与消长规律作如下初步分析。

2.1 黑潮水

在研究区域内，它主要分布于台湾岛及东海陆架边缘以东的广大海域。从中学者的研

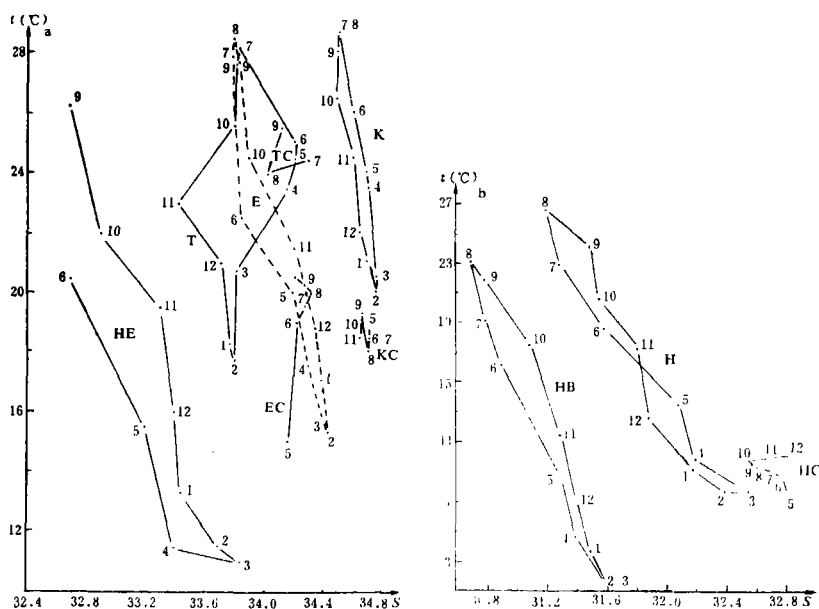


图4 水团温盐中心值逐月轨迹分布

究结果来看,黑潮就其垂直分布可分为黑潮表层水、黑潮次表层水、黑潮中层水和黑潮深层水。但在本研究中,最大深度取200米,因此仅涉及黑潮表层水和黑潮次表层水。

2.1.1 黑潮表层水(K)

该水团具有显著的高温高盐特性。其水平分布范围在研究海区内与其他诸水团相比面积为最大,平均占整个海区计算面积的四分之一强(表2)。其消长和变动直接制约着整个研究海区的水文状况。K水团的温盐值随季节有变动,年平均温度在 $18.0\sim 29.0^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $34.2\sim 34.9$ 之间。3~8月,K水团处于增温降盐期,6、7月间的增温幅度最大,可达 3.0°C ,8月的水温最高,盐度最低。9月至翌年2月为降温增盐期,最大降温幅度发生在11、12月间,可达 2.5°C ,2月的水温降至最低,盐度增至最高。冬季,由于强烈的表层冷却产生的对流混合使0~200m层结构均匀,分布趋于一致(图2中2月、图3中2月)。夏季,由于长江冲淡水的强烈影响,陆架低盐水势力强盛,且向东南推移,致使K水团一部分水体变性成为东海表层水。其水平分布范围在夏季诸月逐月缩小,8月减至最小,仅占冬季面积的二分之一左右。

2.1.2 黑潮次表层水(KC)

它潜于K水团之下,具有中温高盐特性且变动较小。KC水团的多年平均水温在 $14.4\sim 20.5^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $34.4\sim 34.9$ 之间。在本研究海区内,12月至翌年4月间,由于东海陆架海域(水深200m以内)的对流混合作用,从计算结果和点聚图均可看出,此时期表、底层的点子混合成一团,即为冬季型的K水团。从5月开始,随着上层海水增温降盐的加剧,此时位于东海陆架近底层的KC水团与上层的K水团开始分离。由于KC水团在夏季具有逆坡涌升现象,其水平分布范围由南向北扩展,势力逐月加强。8月,其分布面积达到最大(表2),此后,随涌升强度的减弱和对流混合的加强,KC水团的温度稍有上升,分布范围逐月缩

表2 渤、黄、东海表底层各水团面积百分比统计表*

水团	层次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
黑潮表层水(K)	表	29.3	29.3	28.7	28.1	25.7	22.9	20.7	14.5	23.4	28.7	28.8	29.1
	底	28.4	27.2	27.2	22.3	32.8▲	38.8▲	38.5▲	40.1▲	36.3▲	33.6▲	30.1▲	21.0
东海表层水(E)	表	16.2	14.8	14.0	13.5	12.8	14.3	18.7	29.5	20.7	17.6	17.6	17.0
	底	18.7	18.0	17.5	21.8	4.9 9.4▲	9.7▲	10.2▲	11.0▲	9.7▲	15.1 8.9▲	21.8	29.3
台湾海峡上层水(T)	表	4.3	4.4	4.7	5.4	6.2	8.2	7.5	4.8	4.8	4.0	5.4	5.1
	底	5.9	5.1	3.6	5.1	5.1	5.7	7.7▲	7.4▲	5.9▲	4.0	4.0	5.4
黄东海混合水(HE)	表	11.6	12.1	11.8	11.6	10.0	9.4	—	—	5.9	6.7	8.2	10.5
	底	8.7	9.4	12.7	12.7	9.0	—	—	—	—	3.0	5.7	7.0
黄海表层水(H)	表	17.5	17.8	20.5	20.7	22.3	24.2	32.6	33.0	22.6	18.0	17.8	17.5
	底	20.3	20.2	19.4	19.1	5.4 19.1▲	5.9 19.7▲	5.9 20.2▲	4.0 18.0▲	3.5 13.5▲	5.1 12.1▲	8.6 11.8▲	10.8 7.8▲
黄渤海混合水(HB)	表	7.5	7.5	7.3	7.3	5.9	3.2	3.0	3.2	6.7	8.9	9.2	8.9
	底	7.0	7.0	7.0	8.1	6.2	2.7	3.0	3.5	3.8	3.9	8.3	8.1
东海沿岸水(FE)	表	1.6	1.3	2.4	3.2	5.1	7.3	8.1	7.0	4.8	3.5	2.4	1.9
	底	1.6	1.6	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	1.9	1.9	1.9	1.6
黄渤海沿岸水(FB)	表	3.0	3.1	3.1	3.2	3.5	3.2	3.8	3.8	3.5	3.5	3.0	3.0
	底	1.3	3.9	3.0	2.7	1.9	1.3	1.1	1.9	2.4	2.4	1.6	1.6
混合区(M)	表	9.6	9.6	7.5	7.0	8.7	7.3	5.7	4.2	7.4	9.0	7.7	7.1
	底	7.9	7.5	8.1	6.9	10.0	15.7	12.1	12.9	23.0	14.0	6.1	7.4

* ▲为下层水。表、底层统计面积约为371.5个方区,1个方区为1/2纬距×1/2经距。

小。12月,又与K水团混为一体。

2.2 混合变性水

黑潮水在北上途中,随纬度的增加和海区深度的不断变浅,受大陆的影响越来越显著,海水的温盐特性不断地发生改变,按其变性程度和地理位置在研究海区区内划分出8个变性水团。

2.2.1 东海表层水(E)

它是黑潮表层水进入东海陆架后与大陆沿岸水混合变性形成的高盐暖水。多年平均水温在13.0~29.0℃之间,盐度在33.0~34.7之间。3~8月,E水团处于增温降盐期,平均月增温2.5℃,月降盐0.1左右,其中6、7月间最大增温幅度可达5.5℃,5、6月间最大降盐幅度可达0.35。9月至翌年2月为降温增盐期,其中9~11月的降温幅度较大,平均每月下降约3.0℃。最大增盐出现在10~11月,可达0.3。E水团从5月以后朝西北向扩展,水平分布范围在8月达最大(表层占34%),此后又逐月减小,至5月为最小(表层仅占16%)。这种消长规律与K水团的变动刚好相对应,清楚地表明E水团的变动主要受控于K水团的变化。12月至翌年4月间,因强烈的对流混合,表、底层的分布逐渐趋于一致。5月由于EC水团的生成,E水团在底层的分布范围迅速减小,6~9月则完全消失,10月复又出现。

2.2.2 东海底层冷水(EC)

它是盘踞于东海中部陆架的底层,仅在暖季(5~10月)出现的中温高盐水.多年平均温度在 $13.5\sim 22.5^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $33.8\sim 34.5$ 之间.5月以后,随着上层海水的迅速增温,下层则由于温跃层的屏障作用保持相对低温,从而与上层的E水团分离而形成.其形成的初期过程类似黄海底层冷水,但EC水团的水温高于黄海底层冷水而低于KC水团.值得注意的是EC水团所处的地理位置及水平范围极不稳定,月际变化较大,这一点与夏季黄海底层冷水不同.究其原因,除东海的海底地形与黄海不同外,最主要的是在黑潮及其支流的影响下,东海自表至底的平流效应极为显著,横向水交换十分活跃.因此,5~6月间EC水团增温可达 4.0°C ,6~8月,由于受KC水团朝陆架浅海涌升影响,EC水团的盐度逐月递增,水平分布范围明显扩大,8月达到强盛期.以后逐渐衰减,11月完全消失,重新归属于E水团.所以EC水团的变化很大程度上受控于K水团.

2.2.3 台湾海峡表层水(T)

多年温盐平均资料分析表明台湾海峡表层水具有高温次高盐特性,其温盐值略低于K水团而高于E水团.多年平均水温在 $14.5\sim 26.5^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $33.0\sim 34.4$ 之间.11月至翌年2月,T水团处于降温增盐期,最大降温幅度为 2.5°C ,发生在12月至翌年1月间,最大增盐幅度为0.3,出现在11~12月间.3~6月T水团继续增盐,同时水温上升.因此它不同于其他水团的一个显著特征是在增温的同时出现增盐.7~10月,由于上层水体强烈增温,南北温差极小,T水团与E水团的特征基本一致,底层则由相对低温的TC水团占据.各月表、底的分布显示T水团均呈舌状从台湾海峡向北伸展,表明台湾海峡水整年北上进入东海陆架西部海域^[10,12].

2.2.4 台湾海峡底层水(TC)

它仅是夏季(7~9月)在海峡的下层出现的一个次高温高盐的水体.多年平均水温在 $22.0\sim 27.0^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $33.7\sim 34.5$ 之间.7~8月,TC水团势力较强,其水平分布占据整个海峡的底层,并呈舌状向北伸展至北纬 27° 附近(图3).9月其势力减弱,舌锋向南退缩至北纬 26° 以南.TC水团的温盐值在8月趋于降低,而9月表现为上升,这样温盐值的变化与粤东沿岸水北上势力强弱和垂直混合有关.

2.2.5 黄东海混合水(HE)

它主要是东海表层水朝西北扩展途中与黄海表层水混合变性而形成的次级变性水,具有中温中盐特征.多年平均水温在 $9.0\sim 27.0^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $32.3\sim 34.1$ 之间,主要分布于研究海区的中部($30^{\circ}\sim 34^{\circ}\text{N}$, $123^{\circ}\sim 127^{\circ}\text{E}$).9月,随着降温的开始,HE水团在H水团的东南前沿的表层开始形成,底层则滞后一个月出现.该水团的温盐季节变化较为明显.9~3月,HE水团处于降温增盐期,平均月降温 2.5°C ,月增盐0.2.4~6月为增温降盐期,平均月增温 3.5°C ,月降盐0.35.HE水团表层分布范围自9月形成后逐月扩大,翌年1月达最大,此后逐月缩小.7~8月,由于长江冲淡水向东及东北部外海强烈扩展,使广大海区的盐度值降至32.0以下,HE水团与之混合发生显著变性,部分水体变为FE水团,部分并入H水团,其余则成为混合区.底层分布范围自形成后也是逐月扩大,3、4月间达到最大,5月随着黄海底层冷水的扩张,分布范围迅速减小,6月则完全消失.

2.2.6 黄海表层水(H)

它在黄海区长年存在,属于大陆沿岸水和E水团混合而成的中盐水体,其温盐值具有明显的季节变化.多年平均水温在 $4.0\sim 28.0^{\circ}\text{C}$ 之间,平均盐度在 $30.5\sim 32.9$ 之间.4~8月,

H水团处于增温降盐期,平均月增温 3.8°C ,月降盐 0.26 。5~6月的增温降盐幅度最大(水温变幅为 5.2°C ,盐度变幅为 0.5)。9~3月为降温增盐期,平均月降温 2.7°C ,月增盐 0.19 ,11~12月的降温幅度最大,可达 5.0°C 。最大增盐幅度出现于12月至翌年1月间,为 0.33 。H水团的分布面积与E水团相当,夏季分布于黄海的上层,冬季因强烈的对流作用可直达海底。表层的分布范围从1月起开始逐月增大,7~8月达最大。9月起,分布范围逐月减小,12月减至最小,仅占强盛期的二分之一(表2)。底层的分布范围自5月起随黄海底层冷水的出现而迅速减小,仅以狭带状分布于冷水团的西侧,9月以后,随底层冷水势力的消衰,其分布范围又趋于扩大,在1、2月间达最大。

2.2.7 黄海底层冷水(HC)

它位于黄海底层,系冬季H水团留下的水体。由于春夏季表层水的迅速增温产生跃层,致使垂直混合减弱,造成黄海的深层水依旧保持着冬季H水团的低温特征。HC水团的多年平均水温在 $5.0\sim 12.0^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $31.8\sim 33.8$ 之间。春季以后,HC水团的水温逐月有所回升,盐度也略有降低,但变动幅度较小。HC水团的分布具有明显的季节性变化,自5月开始出现至7~8月达到最盛期,其向南可伸展到北纬 32° 附近,北端可扩展至渤海海峡,水平分布面积约占计算海域的20%。8月以后,冷水势力开始衰弱,分布面积逐月缩小,至12月仅占计算海域的7.8%。1~4月其与上层H水团混为一体。

2.2.8 黄渤海混合水(HB)

它主要分布于黄河北部和渤海。HB水团是由黄海表层水进入渤海后与沿岸水混合变性而形成。其温盐性质介于H和FB之间。HB水团的多年平均水温在 $0.0\sim 25.3^{\circ}\text{C}$ 之间,盐度在 $30.2\sim 31.9$ 之间。9~3月,HB水团处于降温增盐期,平均月降温 3.0°C ,月增盐 0.13 ,最大降温幅度发生在10、11月间为 6.2°C ,最大的增盐出现在9~10月间为 0.3 。4~8月进入增温降盐期,平均月增温 4.2°C ,月降盐 0.19 ,最大的增温降盐发生在5~6月间,温度变幅达 7.5°C ,盐度变幅为 0.4 。HB水团水平分布范围自9月逐月增大,11月达最大。此后,由于沿岸低盐水在偏北风的作用下,向南流动加强,使HB水团的分布范围有所收缩。而在夏季(6~8月),由于H水团的扩张,HB水团的分布范围则进一步缩小。

2.3 大陆沿岸水

系指位于大陆沿岸海域,由江河径流入海冲淡而形成的低盐水,按其地理位置分为东海沿岸水和渤海沿岸水。

2.3.1 东海沿岸水(FE)

它主要是由长江、钱塘江等江河入海径流与海水混合形成的冲淡水。其主要特征是低盐(<31.0),盐度随径流量的变化而变动,水温受大陆气候的影响显著。其温盐值表现为春、夏季的增温降盐和秋、冬季的降温增盐。8月,FE水团的温度为全年最高($26.0\sim 28.0^{\circ}\text{C}$),盐度降至全年最低。2月,水温为全年最低($4.0\sim 14.0^{\circ}\text{C}$),盐度升至最高。秋冬季FE水团呈狭带状从长江口向南贴岸分布,表、底层基本一致,在统计区域内,分布面积较小。3月以后,表层分布范围开始向外扩展,5月以后则明显地呈舌状向东北扩展,7~8月其分布面积达最大。以后随径流量的减少,FE的分布范围又开始收缩并转为沿岸南下。底层的变动较小,与秋冬季的分布基本相似。

2.3.2 渤海沿岸水(FB)

它主要由黄河等沿岸江河径流入海后与海水混合形成的冲淡水,分布于沿岸区域.其水温的年变幅($-1.8\sim 27.5^{\circ}\text{C}$)比FE大,而且由于入海径流量小,盐度的年度变幅($28.4\sim 30.5$)较FE小得多.FB的水平分布范围很小(最大时也不到计算海域的4%),且年变动小,一般表层的分布范围大于底层.

3 水团分布与中心渔场的关系

渔业生产部门比较关心的是什么时候、到什么海区捕什么鱼.长期以来通过科研工作者的调查研究,从不同角度揭示了渔场形成的机制,如上升流、海洋涡旋、海洋锋区等渔场.水团研究的目的之一就是为了更好地揭示渔场形成的条件,指导渔业资源的开发.鱼类总是寻找最适宜的海洋环境栖息,从而形成一定的分布中心即通常所说的中心渔场.在中心渔场内渔获总产量和单位网产量较高,渔场比较稳定.离开中心渔场,鱼群密度低,产量显著降低.许多研究成果都揭示不同性质水团的交汇区(或混合带)往往形成良好的中心渔场^[2~4,6,11].从水平形态看,混合带中温盐要素的水平梯度较大.根据水团的多年平均分布形态,我们统计了近10年来东海区产量较高的马面鲀和带鱼两大主要鱼类的中心渔场的平均位置(图3),结果表明中心渔场的变动与水团之间的关系密切.如马面鲀渔场:12月至翌年1月,先于对马岛西侧捕捞越冬群体,形成旺汛.因该种类属暖水性底层鱼类,因此渔场位于对马暖水与朝鲜沿岸水之间偏暖水一侧.2月的中心渔场属过渡性渔场,即随季节的推移,越冬鱼群开始向南进行产卵回游,因此中心渔场的位置不稳定,但总是沿着E水团与HE水团的交界面偏E水团一侧(图3,2月)向南转移.3~4月,中心渔场位于钓鱼岛北部即K水团与E水团的混合区,偏向水温较高的K水团一侧.已有研究表明^[17,18],在该混合区内伴有局部黑潮次表层水的涌升现象及涡旋,主要捕捞产卵群体,渔场比较稳定,是马面鲀生产的主要渔场,平均产量可高达16万吨以上.5~11月,东海区生产主要以带鱼为主.春季带鱼开始离开越冬场进行产卵回游,随之形成了带鱼的捕捞汛期,其中心渔场大体沿东经 125° 以西逐月自南向北移动.5月中心渔场位于北纬 30° 以南的EC与KC水团之间的混合带(图3,5月).随着EC水团势力的增强,中心渔场向北移至舟山及长江口渔场.该海域是EC、HC、HE、E和FE等多个水团的混合区.因此夏、秋季中心渔场基本稳定在这一区域(图3,8月、11月).比较图3中的3月和11月,并对照表1可看出,5月EC和KC水团的中心水温在 $15\sim 19^{\circ}\text{C}$ 之间,8月EC水团的水温升至 20°C ,11月E水团和HE水团的水温分别为 21.5°C 和 19.5°C .它表明鱼群随水团特性的改变被迫作南北迁移,可以穿越两个水团的界面进入适宜其栖息的其他水团的界面,从而使中心渔场位置随之变动.

4 结论

1. 黑潮水(即K和KC)无论从其温盐特性,还是分布范围都是研究海区中最主要的两个水团,它们的变化直接影响着其他水团的特性.

2. 变性水团(除TC、EC和HC的温盐变化较小外)的盐度均由南向北逐级降低,水温变幅则由南向北逐级增大.

3. 大陆沿岸水 (FE和FB) 表现为低盐特征, 水温随季节变化剧烈, 盐度和分布范围与入海径流量的多寡密切相关。

4. 表层水团(K、E和H)均表现为春夏季的增温降盐, 秋冬季的降温增盐这样一个周期性的温盐变化过程, 且在过冬季因强烈的对流混合, 它们的分布都直达底层。其中K水团不论增温降盐还是降温增盐的幅度均小于E和H水团。

5. 底层水团(KC、TC、EC和HC)都是在春季随上层水体的迅速增温而下层保持相对低温而显现出来, 它们的势力均在7、8月间达到最强, 以后迅速减弱, 乃至消失。其中HC水团的温度特别低。

6. 次级变性水团HE的消长表现为因增温降盐作用与E和H的合并, 随后又因降温增盐作用与E和H的分离。

7. 不同水团的边界形成水域中的屏障往往构成良好的中心渔场, 其中暖水性鱼类总是偏于暖水团一侧。鱼群随水团特性的改变, 被迫作南北迁移, 致使中心渔场位置发生变更。

本文经青岛海洋大学苏育嵩、李凤岐教授审阅并提出修改意见, 特此致谢。

参考文献

- 1 毛汉礼, 任允武, 万国铭. 应用 $T-S$ 关系定量地分析浅海水团的初步研究. 海洋与湖沼, 1964, 6(1): 1~21
- 2 刘树勋, 韩士鑫, 魏永康. 东海西北部均团分析及渔场的关系. 水产学报, 1984, 8(2): 125~133
- 3 苏育嵩, 喻祖祥, 李凤岐. 聚类分析法在浅海水团分析中的应用及黄东海变性水团的分析. 海洋与湖沼, 1983, 14(1): 1~12
- 4 邱道立, 周诗贵, 李昌明. 应用聚类分析法划分黄海水团的初步研究, 海洋学报, 1984, 6(3): 281~292
- 5 佐原勉, 半沢洋一. 东シナ海の水系分布. 海と空, 1979, 54(4): 135~148
- 6 张元奎, 贺先明, 高永福. 北黄海及渤海水团的初步分析. 海洋湖沼通报, 1983, (2): 19~26
- 7 毛汉礼, 甘子钧, 蓝淑芳. 长江冲淡水及其混合问题的初步探讨. 海洋与湖沼, 1983, 5(3): 183~205
- 8 蓝淑芳, 顾传成, 傅秉照. 东海北部陆架区底层水的初步分析. 海洋科学集刊, 1984, 21, 75~85
- 9 杨天鸿. 东海黑潮水团的初步分析. 海洋科学集刊, 1984, 21, 179~197
- 10 翁学传, 王从敏. 关于台湾暖流水的研究. 青岛海洋大学学报, 1989, 19(1): 159~168
- 11 翁学传, 张以愚, 王从敏, 张启龙. 黄海冷水团的变化特征. 海洋与湖沼, 1988, 19(4): 368~379
- 12 管秉贤. 我国台湾及其附近的海底地形对黑潮途径的影响. 海洋科学集刊, 1978, 14, 1~21
- 13 深瀬茂. 东シナ海陆棚上の底层水. 海洋科学, 1975, 7(1): 19~26
- 14 赫崇本, 汪园祥, 雷宗友, 徐 斯. 黄海冷水团的形成及其性质的初步探讨. 海洋与湖沼, 1959, 2(1): 11~15
- 15 王凤钦, 李凤岐, 苏育嵩. 变性水团划分的一种Fuzz模式. 青岛海洋大学学报, 1989, 19(1): 47~55
- 16 贺仲雄. 模糊数学及其应用. 天津科学技术出版社, 1983
- 17 沈慧民, 沈新强. 东海南部马面鲷产卵场的海况特征分析. 东海区绿鳍马面鲷论文集, 北京: 学林出版社, 1986, 1~4
- 18 方端生, 郑元申. 钓鱼岛近海的涡旋及其与马面鲷渔场的关系. 东海区绿鳍马面鲷论文集, 北京: 学林出版社, 1986, 100~116