

海 洋 学 报

ACTA OCEANOLOGICA SINICA

第 2 卷

第 1 期

Vol. 2

No. 1

1980

中 国 海 洋 学 会 编
海 洋 出 版 社 出 版

海 洋 学 报

第 2 卷 第 1 期

目 录

部分变性水团边界的温盐点聚对照法与东海西部海区变性水团的 分析.....	苏育嵩 (1)
北太平洋海表温度距平场变化因子与大气环流关系的 初步研究.....	许乃猷 张家诚 赵 溱 (17)
海底海面的边界反射对浅海环境噪声场的影响.....	尚尔昌 (33)
河口硅酸盐物理化学过程研究.....	李法西 (43)
水合氧化钛的结构及其在海水中的提铀 性能.....	陈松 廖文卓 黄宜宝 唐锦龙 (57)
关于东海残留沉积物的微体化石 特征.....	汪品先 闵秋宝 卞云华 章纪军 (67)
海州湾岸滩演变过程泥沙流 动向.....	王宝灿 虞志英 刘苍宇 金庆祥 (79)
东海表层沉积硅藻.....	金德祥 程兆第 林均民 刘师成 田存增 (97)
西沙群岛及其附近海域多毛类动物地理学的 研究.....	吴宝铃 孙瑞平 陈 木 (111)
宁波港附着生物生态的初步 研究.....	黄宗国 李传燕 张良兴 李福荣 (131)
刚臂式单点系泊系统在波浪作用下的链力分析.....	海工科研组 (136)
问题讨论	
关于布列霍夫斯基赫侧面波公式的符号错误.....	吴承义 (148)
研究报导	
在太平洋发现的一个管水母新种.....	张金标 (152)

ACTA OCEANOLOGICA SINICA

Vol. 2 No. 1

Contents

- The TS-Comparison Method for Determining the Boundary of Modified Water-Masses and the Analysis of Modified Masses Water in the Western Area of the East China Sea Su Yusong (1)
- A Preliminary Study on the Relationship Between Sea Surface Temperature of North Pacific and General Atmospheric Circulation.....Xu Naiyou, Zhang Jiacheng and Zhao Qin (17)
- The Effects of the Boundary Reflection on the Ambient Noise Field in Shallow Water Shang Erchang (33)
- Physico-Chemical Processes of Silicates in the Estuarial RegionLi Faxi (43)
- The Structures of Hydrous Titanium Oxide and Its Property of Extraction of Uranium from Sea Water.....Chen Song, Liao Wenzhuo, Huang Xuanbao and Tang jinlong (57)
- Micropaleontologic Characteristics of Relict Sediments of the East China Sea.....Wang Pinxian, Min Qiubao, Bian Yunhua and Zhang Jijun (67)
- The Change of Coasts and Beaches and the Movement of Longshore Sediments of Haizhou Bay.....Wang Baocan, Tu Zhiying, Liu Cangzi and Jin Qingxiang (79)
- Diatoms from the Surface Sediments of the East China Sea.....Jin Dexiang (Chin, T.G.), Cheng Zhaodi, Lin Junmin, Liu Shicheng, and Tian Cunzeng (97)
- Zoogeographical Studies on Polychaeta from the Xisha Islands and Its Adjacent Waters Wu Baoling (B.L.Wu), Sun Ruiping and Chen Mu (111)
- A Preliminary Survey on the Fouling Organisms in the Ningbo Harbour, ChinaHuang Zongguo, Li chuanyan, Zhang Liangxi and Li Furong (131)
- Analysis of Chain Force of the Single Buoy System (SBS) Under Regular Wave Action.....Ocean Engineering Research Group (136)

Discussion

- On the Mistakes of Sign in Brekhovskikh's Lateral Wave FormulaWu Chengyi (143)

Research Reports

- On a New Siphonophora, *Sulculeolaria Pacifica* N. SP. from the Pacific Ocean..... Zhang Jinbiao (152)

划分变性水团边界的温盐点聚对照法与 东海西部海区变性水团的分析^{*}

苏 育 嵩

(山东海洋学院)

一、问题的提出

分析水团已有许多方法,其中多数是分析大洋水团问题的[3][4][5][6][7][8],用于浅海有一定困难;关于分析浅海水团问题、我国进行了一些研究[1][2],主要解决确定水团边界问题。其中“组成比例法”能比较定量地确定出水团边界的位置,但这个方法要求参加混合的水团要有明确的核心值。由于水团的核心值难于确定,特别是在不同季节调查海区范围经常变动的情况下,若把被调查海区内温盐的极值当作核心值来处理。必然影响到比例中点的相应变动,所确定的水团边界也就不准确了。再者,这个方法是建立在纯内部混合的基础上的,在浅海外部作用显著及多个水团混合的情况下,根据该法确定的各水团边界之间的混合带过于宽广,对于解决鱼情预报问题帮助不大。此外,在东海区,对于冬季几个月,根据温盐极值确定的水团边界误差比较大,往往与其它季节水团的变动失去必要的连续性。至于单纯依靠温盐指标值确定水团边界的定性方法,其不足之处是不存在两水团之间的混合带,而混合带是客观存在的。为此,在研究局部浅海区水团问题时,有必要寻求其它途径。

二、东海西部海区的变性水团

本文所讨论的海区,是指东海西部东经 127° 以西,北纬 27° — 32° 的范围内海区。由于各月份的调查范围不一,其纬向范围仍有 0.5° — 1.0° 之间的变动。在这个区域内,通常认为有四个水团:即东海表层水团,具有高温高盐的性质,记作 M_1 ;江浙沿岸水(包括部分苏北沿岸水),具有低盐特征,温度随季节而异,记作 M_2 ;黄海冷水团,为低为低温中盐水,记作 M_3 ;太平洋上层水团,为低温高盐水,记作 M_4 。根据这四个水团对东海进行初步分析,大体上能够刻划出各水团随季节变化的概况。然而,为要弄清东

^{*} 本文1978年2月收到。

• 海洋系75届学生曾对本法进行了实践,做了大量整理分析工作,东海水产所刘树勋同志及海院李凤岐同志给予协作及审稿,王名文同志对第五部分提出某些见解,特此表示谢意。

海西部海区各水团在变性过程中的变动情况,以及与中上层鱼类的关系问题则尚嫌不足,有必要作进一步的细分,于是导出确定变性水团边界的概念。

由于 M_1 属于表层水团,在其北上途中受气候因子的影响十分强烈,特别在冬季与大气进行热交换将大量失热而迅速变性。变性较显著的那一部分水体其性质接近于 M_4 ,因此令这部分水体为变性水团 N_4 ;同时,通过 M_1 与 M_4 内部的混合作用,也可使一部分水体变性为 N_4 。而 N_4 与沿岸水 M_2 通过侧向混合作用也逐渐变性,变性的特征是其盐度显著降低,冬季,在黄海区域,这部分变性水体就是 M_3 的前身;而在东海西部区域,这部分变性水体其性质与 M_3 接近,只是温度稍高一些,由于不具备 M_3 的地理条件,保守性较差,特令其为变性水团 N_3 。这样,在东海西部区域共有六个水体,即除原有的四个水团外,又增加两个变性水团 N_3 和 N_4 。考虑到进入研究区域内的所有水团程度不同的都已变性,而且所有水团的核心温盐值都不在本区域内,其中 M_2 可以理解没有核心值,本文为方便起见,统称为变性水团的分析。

以上关于变性水团的初步描述,可以从所有水层的温盐点聚图上得到启发。根据多年的温盐资料的分析,发现本区域内冬季各月的温盐点聚图具有明显的规律性,即温盐点聚相当集中于一条曲线上,如图1中的实线所示。这条曲线一般从1月开始形成,以后逐渐往增盐降温方向移动,至3月份到达最低位置,从4月开始又往降盐增温方向往回移动,5月份消失。曲线的这种变动可参考图2所示,从图上可以看出,曲线的月变化是很有规律的,但年变化差别较大,它具有明显的地区性特征。可以相信,这曲线的存在,可以作为本海区冬季温盐预报的模式基础。这里,我把这些曲线称为变性回归线(也称混合曲线)。

从这些曲线的形状及温盐点聚的分布可以推测其形成的原因:

(一)在本区域内冬季只存在两种水系,一为外海水,一为沿岸水。在表层,外海水的逐步变性应该看成是主要受纬向上的气候因子的影响所致,使曲线附近的点子具有一定的连续性,亦即冬季变性回归线的形成与外界气候因子有密切关系,我们称这种变性为外部作用下的变性。在变性水团的分析中,这种变性作用是不可忽视的。

(二)在本区域以外的相邻海域实际上仍然存在着相对独立的其他水团。例如在黑潮区存在盐度较高的 M_4 水团,而在黄海区也存在温度较低的 M_3 水团等。它们客观上参与了本区域水体的混合作用,才使本区域内的变性回归线呈曲线形式。我们称这种变性为海水内部混合作用下的变性。

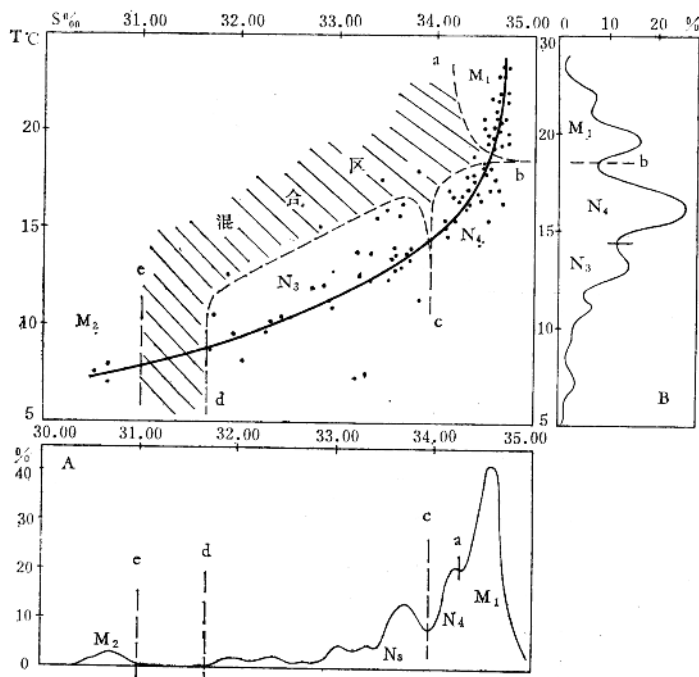


图1 东海西部海区冬季变性归线 (实线)
及各变性水团的定界线 (虚线)

A——盐度频率分布曲线
B——温度频率分布曲线

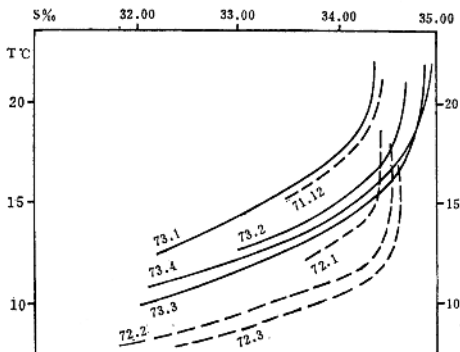


图2 东海西部海区同年份变性回归线的月变化

三、确定变性水团边界的温盐点聚对照法

温盐点聚对照法仍然以温盐点聚图作为确定水团边界的依据，分两个步骤进行：

(一) 在温盐点聚图上确定“定界线”

这里避开难于确定的温盐核心值，而以变性水团的分析为基础，并根据以下原则确定定界线：

1. 参考东海水产研究所对东海区水团分析及鱼情预报中所得到的温盐指标值。
2. 根据水团混合理论，在温盐点聚图上，温盐点密集部分应是水团本体，点稀疏部分应是水团的边界。
3. 在温盐点聚图中分别按温度坐标和盐度坐标以一定的间距统计温盐点子的个数，分别作出温、盐频率分布曲线。显然，其峰值部分为水团的主体，谷值部分为水团的边界（参考图1，3中的A和B）。
4. 考虑到本海区水团变性的特点，在温盐点聚图上混合带的位置不是在各核心点聚的中部，而是在各核心点聚的边缘。

在具体确定定界线时，以上原则应互相参照进行，现以冬季水团的划分为例加以说明（参看图1）。一般说来，定界线（图1中的ab, bc, cd和e线）的确定以原则2为主，而定界点（图1中的a, b, c, d和e）的确定可参照原则1和3。定界点除b点代表确定的温度界点外，其他各点均代表确定的盐度界点。在一般情况下，2和3是基本一致的，但由于温盐频率分布曲线是代表总体分布，不能完全互不干扰地体现各个水团的分布情况，有些月份曲线的谷值可能不明显，为了弥补这一缺陷，可采用分区过滤法。如b点不明显时，可在点聚图上作出盐度频率分布曲线后，滤去d线或c线左边的

点子, 只将右边其余点子作温度频率分布曲线, 这样b点就可体现出来。又如a点和c点不明显时, 可在点聚图上以b点为准分为上下两部分, 分别作盐度频率分布曲线, 这样就可以把a、c点分别体现出来。致于cd线顶部的斜线, 也可参照2、3适当划定, 略有误差并不影响大局。

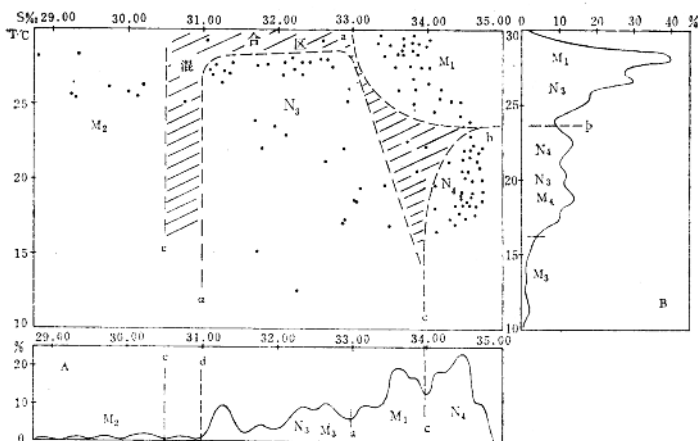


图3 东海西部海区夏季各变性水团的定界线

A——盐度频率分布曲线

B——温度频率分布曲线

这样, 在点聚图上, ab曲线围成的点子属M₁水团, bc曲线围成的点子为N₄ (其中包括M₄), cd曲线内为N₃ (包括M₃), e线左边为M₂。我们的任务不在于划分N₃与M₃、N₄与M₄的界线, 这里不作进一步分析。在以上划定的各水团范围以外的点子, 均属变性水团的混合区。夏季的定界与此类似, 参考图3。

在温盐点聚图上, 各定界点所对应的定界温盐值, 随着定界线的逐月移动也不断变动, 不同年月也各有差别。它们同使用地理学方法得到的各水团边界温盐指标值既有联系又有区别。由于前者考虑了混合带的存在, 因此定界温盐值比边界温盐指标值更靠近水团本体。

(二) 在平面分布图上确定水团边界

当各变性水团的定界线确定之后, 便可分层按各个站位原来的温盐值, 在温盐点聚图上找出其落在哪个定界线范围之内。例如该点落在M₁范围内, 则在平面图上相应站位处标上“1”, 若该点落在混合区内, 则标上“0”, 其余类推。这样, 在同一水层的平面图上, 各个站位都填上了各变性水团的标记, 根据这些标记, 便可划出各水团的边界线。为了防止因观测站位的间隔过大所引起的定界误差, 可在各水层的平面

图上先划出温、盐等值线，然后主要按照各变性水团的标记，并参照温、盐等值线的趋势，将边界线作适当的有限的调整。各变性水团边界的以外部分为混合带，混合带的宽狭在调整边界线时应该考虑到：温、盐等值线密集的地方，混合带应狭一些；温、盐等值线稀疏的地方，混合带应宽一些。在可能情况下，运用地理学分析法，可在这种平面图上作粗略的环流分析（参看图4—1，2所示）。

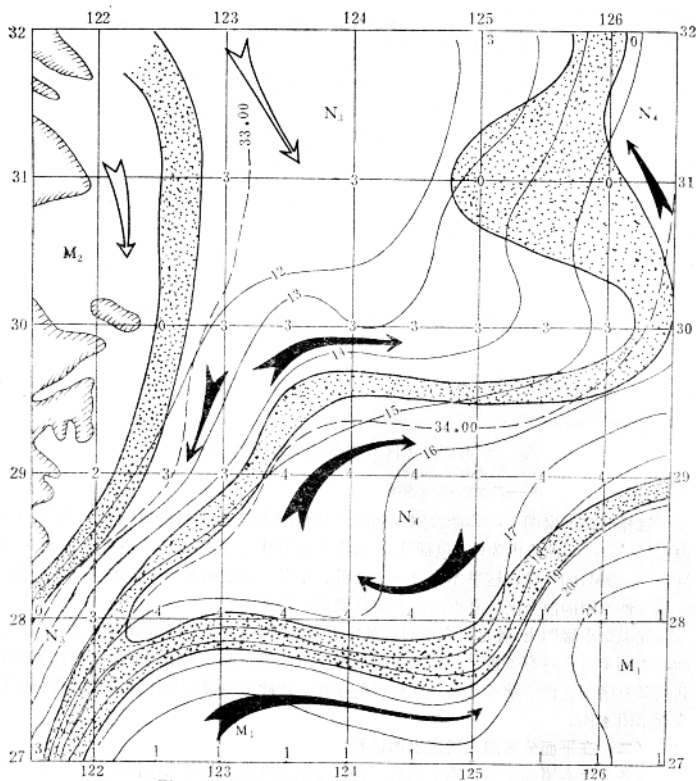


图4—1 东海西部海区冬季
温盐分布水团边界及环流图

—— 等温线 - - - - 等盐线 —— 变性水团边界
 混合带 外海水系环流 近岸水系环流

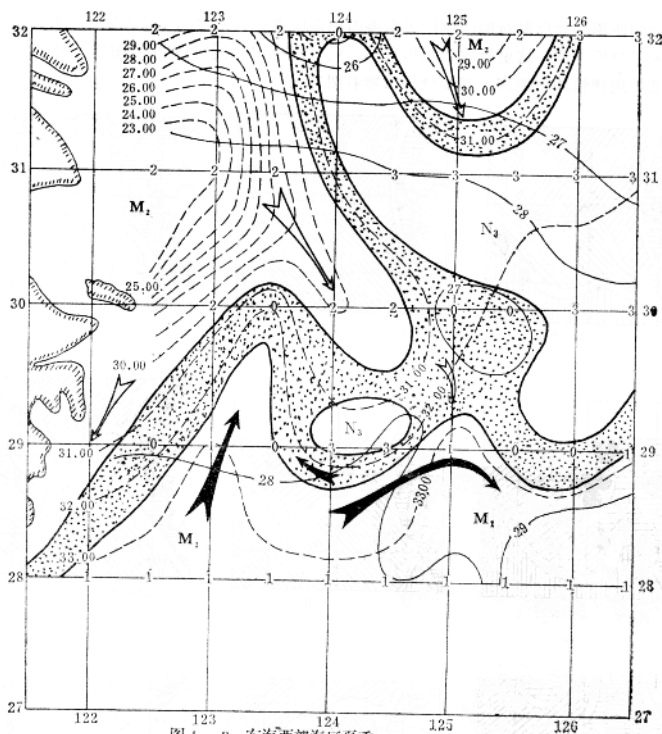


图 4—2 东海西部海区夏季
温盐分布水团边界及环流图

——等温线 - - - 等盐线 ← 变性水团边界
 混合带 ↗ 外海水系环流 ↘ 近岸水系环流

利用本法确定变性水团边界，其优点是不受研究海区内是否存在水团温盐核心值的限制，也不受调查范围经常变动的影响，比较实用，但经验性较强，因此有必要进一步提高。

四、东海西部海区变性水团消长变化的总体分析

我们使用温盐点聚对照法制作了东海西部海区多年各水层的变性水团边界分布图。为了分析方便,这里只取1973年2、5、8、11四个月表层和底层的图例,对其中具有某种规律性的现象作一初步分析(参看图5)。

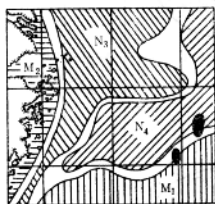


图5-1 2月表层

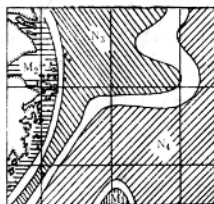


图5-2 2月底层

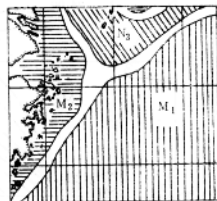


图5-7 11月表层

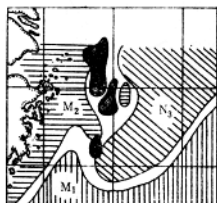


图5-3 5月表层

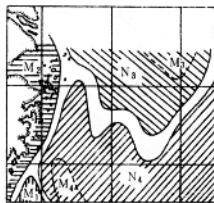


图5-4 5月底层



图5-8 11月底层

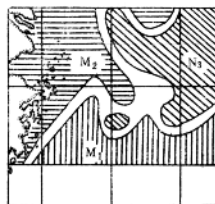


图5-5 8月表层

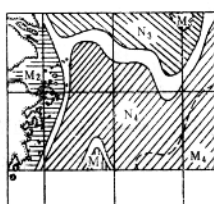


图5-6 8月底层

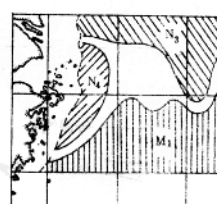


图5-9 8月35米层

图5 东海西部区表层及底层各变性水团范围的季节变化

(一) 变性交换区

从图5的图集中可以看出,本海区变性水团在不同时期的消长变化是十分复杂

的, 其普遍现象是在确定区域内, 不同时期各变性水团交替出现。然而其中仍然存在



图6 东海西部海区表层及底层
变性交换区位置图

——表层各变性水团本体区界线
·····底层各变性水团本体区界线

着一定的规律性。如果我们分别按水层将全年不同月份的各水团边界都进行投影, 将其中不参与交替变性的区域作出廓线如图6所示, 我们将不参与交替变性的区域称为各变性水团的主体区域, 而将参与交替变性的区域称为变性水团的交换区域。从图6中可以看出, 北纬 28° — 30° 、东经 123° — 126° 之间的区域是典型的交换区。这一交换区之所以形成, 是由于在这一区域内一年四季都不同程度地存在着一个顺时针的小环流。这个事实可以从温盐分布图及环流分析得到证实, 根据动力计算结果及变性水团边界分布图的分析中也可取得较好的联系(参看图4)。

在小环流区域内, 存在海水的相对停滞和下沉现象, 这就给进入交换区的海水在气候因子影响下发生变性创造了有利条件。特别在降温季节, 加上对流混合作用, 处在交换区内的变性水团, 一般从表层至底层几乎上下一致。

(二) 消长变化分析

冬季, M_1 在北上途中冷却降温, 其进入交换区的水体大部分变性为 N_4 , 使 N_4 占据了交换区的广大空间, 且上下一致。而此时的 N_3 仍是 N_4 与 M_2 的混合水; 在南部近岸呈带状分布, 而且仅在冬季存在; 在北部它占据大部分空间(图5—1, 2)。

春季, 由于增温降盐的结果, 除底层仍然为 N_4 盘据外, 在交换区内的大部分区域, 处于中上层的 N_4 迅速变性为 N_3 , 致使 N_3 的水平范围继冬季之后再次出现极大值, 但 N_3 所在位置却因沿岸区域 M_2 在表层向东的扩展以及 M_4 从底层向北楔入而东移。此时在东北部中下层也发现 M_3 向东南扩展的趋势(图5—3, 4)。

夏季, 由于上层继续增温降盐, 以及长江冲淡水的侵入和台湾暖流的增强⁽²⁾, 在交换区内形成 M_2 对 N_3 的“侵占”以及 M_1 对 N_3 的向北挤压, 在底部仍然以 N_4 占优势, 而且由于夏季小环流势力减弱了, 对流作用不复存在, 在海流作用下, M_4 水体从底部不断输入, 致使 N_4 的水平范围在一年中于夏季在底层达到最大值。也主要是由于 M_4 的横向水平推力, 导致江浙靠岸带出现 N_4 的涌升现象, 涌升的顶部可达到20米层(图5—5, 6, 9)。

秋季, 在本区域内, 除西北部小部分地区外, 几乎为 M_1 所占据, 成为 M_1 的全盛时期。秋季 M_1 最强与台湾暖流于夏季最强并不一致, 这种现象不能单方面从相邻水团的相互制约关系加以解释。考虑到海流运动与水团运动的区别, 除了动力因素外, 主要原因应在于水团的变性。秋季开始后, 一方面由于 M_2 势力的逐渐减弱, 另一方面则由于降温增盐作用, 除北部小部分地区外, 在交换区内绝大部分由原来的 N_3 变性为

M_1 。并且由于对流及下沉作用,自上而下几乎均为 M_1 占据,仅在底层由于 M_4 势力尚强仍占据着南部一隅(图5—7, 8)。

由图5可看出,在本区域内, N_3 是最活跃的,在一年之中,它先后活动于西部、东部和北部,构成一逆时针的循环态势。至于 M_2 的变化规律是众所周知的,这里仅指出,在各变性水团的消长变化中, M_2 除了积极参与同外海水的混合外,因其水体密度较小,在外力的作用下往往出现“漂移”的现象,在表层形成孤立的小水块,占有一定空间。 M_2 的存在及其消长变化的特点,对本区域中心渔场的形成具有重要意义。

在底层,各变性水团的季节变化大体上与表层的情况一致,唯有 N_4 例外。 N_4 在表层仅冬季才存在,而在底层则是夏季范围大冬季范围小,其原因前面已经叙述过了。

为了进一步比较和阐明各变性水团水平范围的消长变化情况,特绘制了表层和底层各变性水团面积百分比的过程曲线图(参看图7),以便对照分析。

(三) 消长变化模型

根据以上分析,特提出东海西部海区各变性水团消长变化图(图8)及模型图(图9)。在图8中,双箭头代表以外混合为主的变性,单线箭头代表以内部混合为主的变性,弯曲箭头代表侧向混合,虚线箭头代表海流作用引起的排挤取代现象,箭头旁边标的是混合变性季节。从图8中可以看出,表层与底层的混合变性的方向大体相反,变性的季节也有差别。这一方面是由于 N_4 的季节变化在表、底层正好相反;另一方面则因表层是以外混合变性为主,而底层则以内部混合变性为主所引起的。这种特征体现了本海区水团变性的复杂性。

在图9中,是将冬季(短线)与夏季(点线)的定界线同时刻在温盐点聚图上,并参照图7及图8标上不同类型的箭头(说明与图8的相同)以表示各水团变性的趋势,圆圈则表示水团的近似核心温盐值。图9实际上是东海西部海区各变性水团消长变化的概括。从图9中可以看出,在本海区内,暖季的增温降盐与冷季的降温增盐是水团变性的主要形式。此外图中也明显体现了冬季 M_1 所在的位置与夏季 N_4 所处的位置几乎吻合,这种现象可以理解为:冬季的 M_1 便是夏季 N_4 的前身,或者说,夏季的 N_4 就是冬季 M_1 的保持。如果不考虑到水团的变性现象,则划分本海区水团边界时,将无法区别 M_1 与 N_4 。一般的分析法很可能将 N_4 合并到 M_1 中去,或者由 M_4 所取代。对于前一种情况,在分析冬季中上层渔场时会带来不便,因为冬季的中心渔场多数在 N_4 与 M_1 之间的混合带上(参看图5—1);对于后一种情况,冬季在交换区内表层出现的大片 N_4 现象将无法解释,因为这种现象不能用 M_4 的涌升以自圆其说。从图9中还可看出,若不考虑水团的变性, N_3 也在排除之列,其结果在暖季本海区内的大片空间将成为混合带。由此可见,在本海区引进变性水团的概念,是具有一定的现实意义的。东海西部海区的水团分析,实质上就是变性水团的分析。

根据温盐点聚对照法对求得的变性水团边界进行总体分析,所得结果与过去原有的结论大体一致,而本文着重对如下规律及现象进行试探分析:变性水团 N_3 、 N_4 的

提出及其变性特征；冬季变性回归线的形成及其变化规律；变性交换区的存在与顺时针小环流的关系；一年中 N_3 范围的逆时针移动规律及 M_2 的漂移现象；表层与底层混合变性的反向现象；本海区变性水团变化模型以及夏季 N_4 与冬季 M_1 的重叠现象等。它们都具有明显的地区性特征。

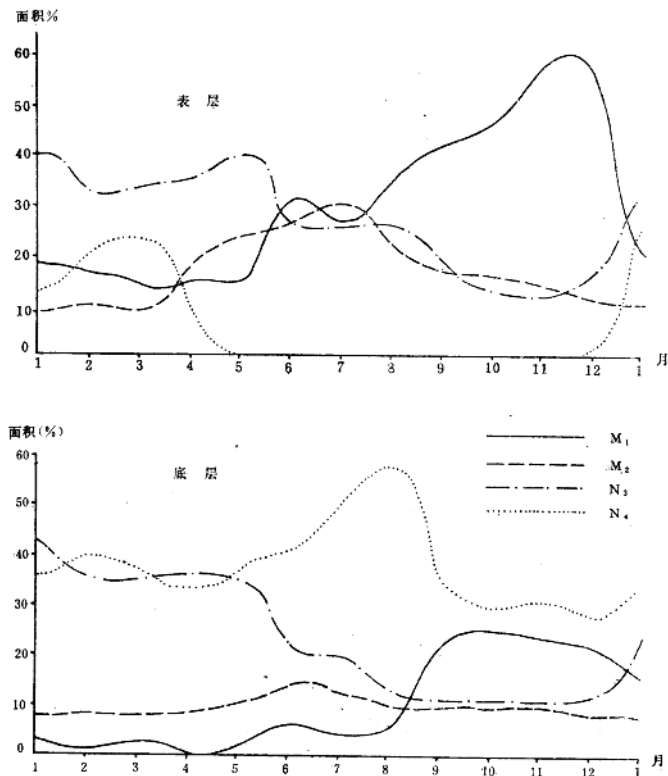


图7 变性水团面积百分比过程曲线

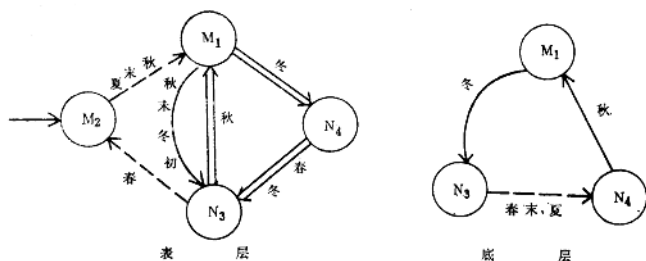


图8 变性水团混合变性简图

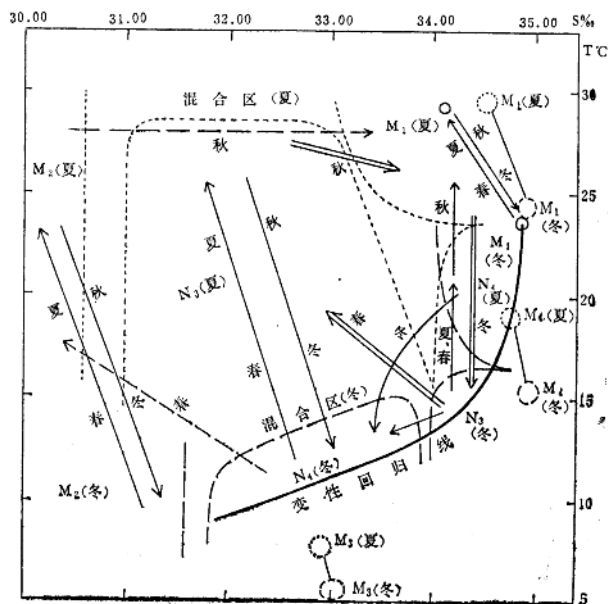


图9 东海西部海区变性水团消长变化模型图

五、变性水团的消长变化与中上层渔场的关系

这里试图使用温盐点聚对照法所确定的变性水团边界的消长变化规律同中上层渔场寻求某些联系。下面仅将其中具有一定规律性的关系作简要叙述。

(一) 根据所使用的资料来看, 渔场大体上都处于混合带附近。但由于鱼类的适温性要求, 在暖季渔场多处处在混合带偏低温(N_3)一侧(参看图10—1), 而冷季渔场多处处在混合带偏高温(M_1)一侧(参看图5—1)。

(二) 由 M_1 、 M_2 和 N_3 (或 N_4)的边界汇合处构成混合带的三角带, 在三角带处往往形成良好的中心渔场(参看图10—2, 3)。三角带的位置随着各变性水团的消长而推移, 暖季向北移动, 冷季又向南后退, 三角带的这种变动趋势与鱼群的回游路线有一定的联系。

(三) M_2 的强弱与渔场关系甚密, 在不同年份的同一月份, 若 M_2 向东扩展的势力强时, 渔场偏外, M_2 向东扩展势力弱时, 渔场偏内。特别是当 M_2 被分割成小块水体时, 则在两块水体之间便是良好的渔场(参看图10—1, 7及图5—3)。

(四) 当 M_2 于春初南下受到北上的 M_1 阻挡时, 有一部分水体将被迫改变方向, 形成一个向东南伸出的舌状分支, 这一舌状分支出现的早晚与渔场有密切关系。 M_1 增强得早, 舌状分支也出现得早, 其水温相对于周围的 M_1 来说是个低温水体, 因而起到一种“屏障”作用, 有利于鱼类在舌状分支南部的混合带内集群而构成中心渔场(参看图10—4, 5)。若 M_1 增强得晚, 因 M_2 增温迅速, 此时形成的舌状分支已不具备有低温性质, 失去屏障作用的能力。这样鱼群将提前北上, 该处就难于捕到鱼了(参看图5—3)。

(五) 在 M_2 向东扩展较广的年份, 中心渔场并不是在表层的混合带内, 而是在某个深度的混合带内。如1972年6月大量的鱼是在10米层的混合带内捕到的(参看图10—6, 7)。

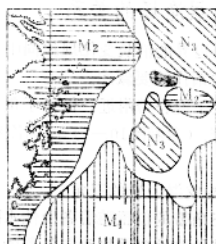


图10-1 73年6月表层



图10-2 73年4月表层

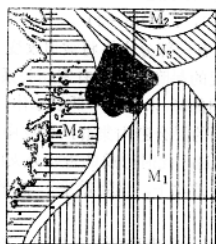


图10-3 73年10月表层



图10-4 71年4月表层

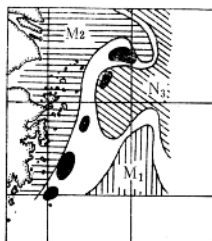


图10-5 71年5月表层

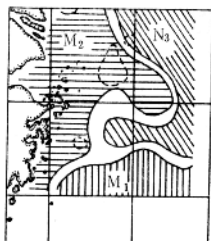


图10-6 72年6月表层

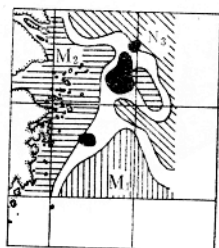


图10-7 72年6月10米层

图10 东海西部海区各变性水团分布与中心场渔的关系图