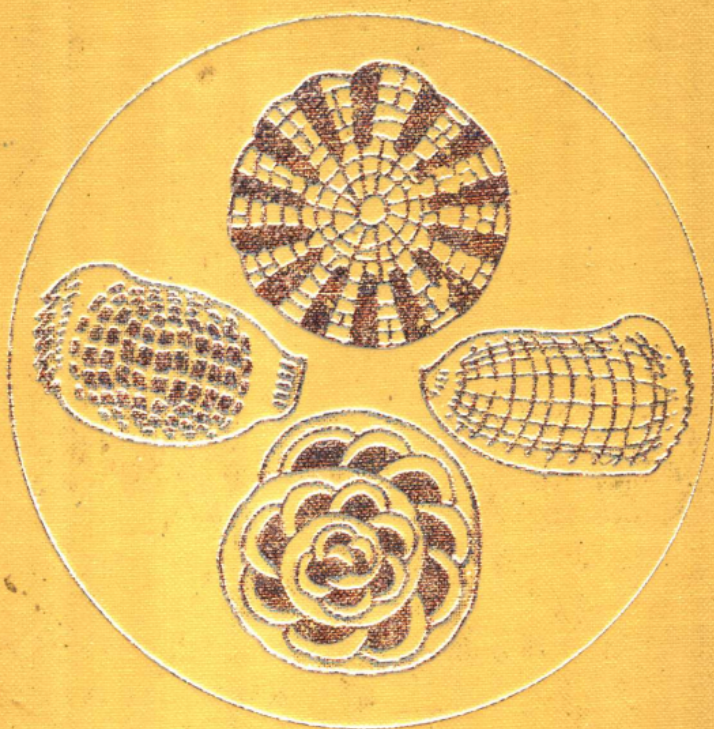


东海底质中的 有孔虫和介形虫



海洋出版社

东海底质中的有孔虫和介形虫

汪品先 章纪军 赵泉鸿 闵秋宝
卞云华 郑连福 成鑫荣 陈荣华

海洋出版社

1988年·北京

内 容 简 介

本书是研究东海表层和近表层沉积中有孔虫和介形虫系统分类和生态分布的专著。共描述四百余种,内56新种,并附扫描电子显微照相58个图版。根据表层沉积中各属种含量的定量统计,提供分布图一百余幅,并运用因子分析和聚类分析法分别确定浮游有孔虫、底栖有孔虫和介形虫三大类的属种组合,又进而讨论各项环境参数对东海有孔虫、介形虫分布的影响,指出水团与海流的控制作用。在活有孔虫染色分析和壳体保存状况研究的基础上,讨论壳体的搬运与沉积作用。根据大量沉积柱状样微体古生物分析的结果,探讨东海近四万年来的古地理变迁。本书不仅为我国海区 and 沿海地层的古生态解释、为东海历史的研究提供依据,而且为世界有孔虫、介形虫的生物地理和生态分布提供新资料。

此书可为海洋地质、古生物、古地理、海洋生物和第四纪地质工作者和有关大专院校师生参考。

责任编辑:李夫真

责任校对:刘兴昌

东海底质中的有孔虫和介形虫

汪品先 章纪军 赵泉鸿 闵秋宝

卞云华 郑连福 成鑫荣 陈荣华

*

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行 通县电子外文印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:24.125 字数:600千字 插页:29

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数:1—800

*

ISBN 7-5027-0084-6/P·9 ¥:16.00元

目 录

第一章 引言.....	(1)
一、研究历史.....	(1)
二、材料与方法.....	(2)
三、描述范例.....	(4)
第二章 自然概况.....	(6)
一、海底地形.....	(6)
二、海洋水文.....	(6)
(一) 海流.....	(6)
(二) 水团.....	(8)
(三) 水温和盐度的分布.....	(10)
三、海底沉积.....	(11)
第三章 浮游有孔虫.....	(14)
一、概述.....	(14)
(一) 个数.....	(15)
(二) 种数.....	(17)
(三) 壳体大小.....	(20)
二、属种分布与环境因素.....	(21)
(一) 深度.....	(32)
(二) 温度.....	(32)
(三) 水流.....	(36)
三、系统描述.....	(37)
汉京虫科.....	(38)
抱球虫科.....	(38)
白闪虫科.....	(44)
圆辐虫科.....	(46)
第四章 底栖有孔虫.....	(52)
一、全群的分布.....	(52)
(一) 数量分布.....	(52)
(二) 属种分布.....	(59)
(三) 组合分布.....	(91)
二、活底栖有孔虫的分布.....	(98)
(一) 材料与方法.....	(98)
(二) 数量分布.....	(98)
(三) 属种分布.....	(100)
(四) 组合分布.....	(103)
三、控制底栖有孔虫分布的环境因素.....	(105)

(一) 深度	(105)
(二) 温度	(110)
(三) 盐度	(111)
(四) 底质类型	(113)
(五) 其他	(113)
四、系统描述	(114)
串珠虫亚目	(116)
粟米虫亚目	(126)
瓶虫亚目	(133)
转轮虫亚目	(145)
第五章 介形虫	(181)
一、个数与种数	(181)
二、属种分布	(185)
三、组合分布	(215)
四、控制因素	(218)
(一) 盐度	(218)
(二) 温度	(221)
(三) 深度	(223)
五、系统描述	(225)
枝足介亚目	(227)
平足介亚目	(228)
速足介亚目	(229)
土菱介超科	(229)
金星介超科	(229)
浪花介超科	(233)
第六章 有孔虫、介形虫壳体与沉积作用	(281)
一、保存状况	(281)
二、沉积作用	(282)
(一) 沉积速率	(282)
(二) 壳体溶解作用	(284)
三、搬运作用	(285)
(一) 河口	(285)
(二) 陆架	(286)
(三) 海槽	(286)
四、残留沉积与变余沉积的微体古生物特征	(287)
第七章 东海沉积柱状样中有孔虫、介形虫的分布与古地理	(290)
一、沉积相类型	(291)
(一) 陆相沉积	(291)
(二) 河口、滨岸沉积	(292)

(三) 海相沉积	(294)
二、地层年代	(295)
三、海面升降	(298)
第八章 结语	(302)
一、分布	(302)
二、意义	(306)
三、进一步研究的课题	(307)
参考文献	(308)
种名索引	(326)
图版及其说明 I - LVIII	(339)

第一章 引言

一、研究历史

在海洋地质研究中,有孔虫占有特殊的地位。显生宙海相地层中有孔虫分布极为广泛,成为地层划分对比的主要依据之一;晚近地质时期的海洋沉积中有孔虫遗骸几乎无所不在,因此是古海洋学和古地理演变的重要见证。常与有孔虫相伴而生的海相介形虫,也随着研究的深入而越来越受到重视,特别对陆架浅海和海陆过渡相的地层来说,介形虫在古环境研究中的价值并不在有孔虫之下。研究现代海底沉积中有孔虫与介形虫的分布,既可为地层中运用这些微体化石再造古环境提供标准,而且本身又是了解海区第四纪近期历史的根据,因此已经成为当前世界微体古生物研究的重要方向。

东海是世界上最宽的陆架浅海之一,目前又是我国石油资源开发最有前景的海区之一,其海底有孔虫的研究无疑是当务之急。然而与欧美许多海区相比,东海有孔虫研究起步较晚。除五十年代苏联(别兹鲁科夫等, 1958)、美国(Polski, 1959)曾对东海、黄海有孔虫作过粗略的大面积概查以外,主要是我国科学工作者在近二十年来进行的大量工作。郑执中、郑守仪(1960, 1962, 1963)曾经对东海表层沉积中的浮游有孔虫作过专题研究,对其中的底栖有孔虫亦曾作简短的综合报道(郑执中等, 1979),黄敦友(Huang, 1972)对台湾海峡沉积中有孔虫的分布作过报道,汪品先等(1979a, 1980a)对东海底质中底栖与浮游有孔虫进行了综合分析。上述论文分别以不同的精度论述了东海有孔虫的属种及其分布,然而迄今尚无系统和全面的综合定量研究,国外有些文献中,还一直将东海误划为浮游有孔虫缺失区(Беляева, 1969, 1975; Belyaeva, 1976)。至于东海的介形虫,除日本Ishizaki, 1976, 1981)简单报道过25个站底质中介形虫群因子分析的结果及新种描述外,便是我们近年来(汪品先等, 1979a, 1980b)对其分布进行的定量研究,而东海介形虫系统分类与生态分布,比有孔虫更加缺乏全面的调查。

陆架现代沉积中钙质微体“化石”的分布,以有孔虫的研究程度为最高。继墨西哥湾(Phleger, 1960b; Walton, 1964)之后,加利福尼亚湾附近(Kaesler, 1966)、苏联远东海区(Сайдова, 1961; Фурсенко и др, 1979)、尼日尔三角洲外海区(Adegoke et al., 1976)等等许多海域都作过有孔虫分布的调查,而不久前Culver and Buzas (1980, 1981a, 1982)还用电子计算机全面总结过整个北美东侧海区、墨西哥湾与加勒比海底栖有孔虫的分布。至于整个陆架海区介形虫的分布,迄今只见Hazel (1970)对北美大西洋岸外介形虫的研究。上列种种研究成果,一般只涉及底栖有孔虫、浮游有孔虫和介形虫三者中的一类,而且大多只有定性或者半定量的数据,即使最近的著作(如Culver and Buzas, 1980, 1981a, 1982)载有各种有孔虫的分布范围图,却仍然缺乏定量资料。

二、材料与方 法

其实新生代海相地层的微体古生物分析,最好的办法是同时分析统计其中所含的有孔虫与介形虫。近年来,我们对中国海区及其沿岸第四纪地层作定量古生态研究时,主要地就是依靠这两类化石的综合分析。我们认为,如果选择东海作为陆架浅海的典型,对其底质中浮游有孔虫、底栖有孔虫和介形虫的各个属种分别进行定量统计,然后又对三者的分布关系进行调查,这样就能对地层中微体化石的综合分析树立起对比的标准,解决许多问题。例如,我国沿海第四纪地层中所见各种有孔虫、海相介形虫的生态含义如何?海相地层中有孔虫与介形虫的数量比例有何意义?有孔虫、介形虫作为深度、温度、盐度的标志,其可靠程度如何?……种种问题,都可以在这项研究中得到回答。

自1975年以来,国家海洋局第二海洋研究所与同济大学海洋地质系共同协作,对东海沉积中有孔虫、介形虫进行系统的定量研究。调查范围北起 $32^{\circ}30'N$,南抵 $26^{\circ}30'N$,西接我国大陆,东达 $129^{\circ}E$ 的冲绳海槽,所取样品包括从杭州湾、长江口到冲绳海槽水深2000m以内的各种深度。调查区内既有高温高盐的黑潮及其分支,又有低温低盐的沿岸流。环境如此多样的海区,其有孔虫、介形虫分布规律的认识不仅为东海地层调查与资源开发所必需,而且是世界海洋有孔虫、介形虫分布规律研究中不可或缺的一个环节。

此次我们共分析东海表层沉积抓样*300多个,分析柱状样品(重力取样管采)32站,其中表层样品作全面定量分析的约160个,柱状样也大多作定量分析(图1-1)。总计鉴定统计有孔虫约10万枚,近四百种(本书仅描述137属296种),介形虫12 000余瓣,计82属178种(全部描述)。

样品分析的方法与我们以前报道的一致(同济大学海洋地质系微体古生物实验室,1980),即取5克或20克、甚至50克干样(视壳体富集程度而异),用0.063和0.055mm孔径的标准铜筛冲洗,剩余物烘干后用四氯化碳重液浮选富集,将其中所含有孔虫、介形虫全部挑出,并检查浮剩底砂中的虫壳。如壳体过多,则将样品用四分法对分若干次,直到可以工作的数量(有孔虫数百至千余枚)时为止。

正确选择冲样的网筛,对于有孔虫、介形虫分析结果具有决定性意义。对于有孔虫分析国际上一般通用0.063mm的网筛,如果需要单独对较大个体进行分析、统计,则再经孔径0.120mm或0.150mm的分样筛筛析。我国陆架海区,特别是河口海岸一带,有孔虫个体细小,必须用孔径0.063mm或0.055mm的网筛冲洗,否则将失去大批优势种与常见种,从而取得只有较大个体有孔虫的片面认识。根据我们对长江三角洲第四纪浅海相沉积同一个样品的试验,用0.052mm与0.084mm孔径的网筛冲洗,所得有孔虫种数相差近3倍、个数相差近4倍(同济大学海洋地质系微体古生物实验室,1980)。如用0.13mm的粗筛冲洗,可以得出杭州湾与长江口沉积中“无有孔虫”的错误结论。应用0.150mm的粗筛分析东海底质中的底栖有孔虫分布(郑执中等,1979),所得结果与本书颇有出入,如水深20m以内每50克干样中平均只含3枚有孔虫,所得代表种亦与我们所见的优势种全然不同。国外有五位作者分别用不同的筛径分析大洋底栖有孔虫,结果用0.125mm孔径的发现*Epistominella exigua*

* 包括南黄海西南角。

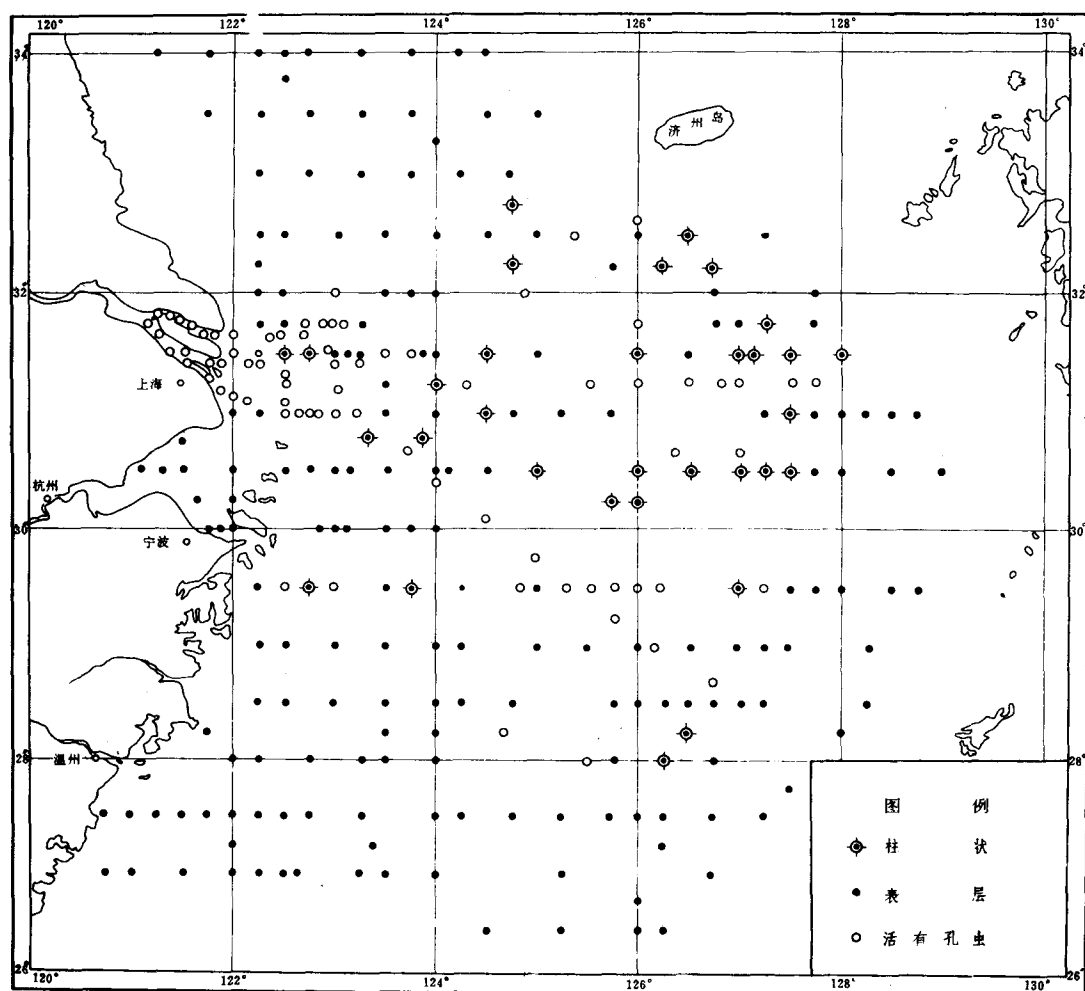


图 1 - 1 东海底质中有孔虫、介形虫分析站位图

(平均直径0.10—0.12mm)为优势种,用0.150mm孔径的见此种少量出现,用0.250mm孔径的就完全没有此种的记录 (Schnitker, 1980)。孔径大小的重要性,由是可见。

诚然,孔径略为变细,就会使鉴定统计的工作量增加数倍、数十倍之多,因此不应盲目地采用细筛,或以为孔径越细越好;然而在陆架海区如果缺乏这些工作量就难以全面了解陆架有孔虫群的特征,难以在地质工作中正确应用有孔虫化石群。

另一个重要的方法问题,是如何在东海海底沉积中根据定量分析结果划分有孔虫、介形虫的组合。划分生物组合(群落)或古生物组合(古群落)的方法至少有下列四种用于有孔虫:

(1) 根据优势种划分组合。此法是最早采用的方法之一,使用简便,但只考虑全群中个别优势种,其他属种一概忽略不计;

(2) 运用 χ^2 检验等方法确定重现组合。此类方法使用全部属种,然而对各属种的含量比例一概不加考虑 (Valentine, 1973);

(3) 用布朗-勃朗盖特法划分组合。此法将Braun-Blanquet划分植物群落的方法用于区分有孔虫群落(Hiltermann, 1982; Hiltermann and Tüxen, 1974), 不过也只得属种的有无, 不顾其含量的比例关系;

(4) 用Q型因子分析或聚类分析法划分组合。此法全面考虑所有属种的个体数量比例, 是既全面而又客观地划分组合的多元统计方法(Jöreskog et al., 1976), 目前已成为微体古生物生态分布研究方法中最受欢迎的一种。

对于东海的浮游有孔虫、底栖有孔虫与介形虫的定量分析数据, 我们都使用JS-719型电子计算机进行Q型因子分析或聚类分析。对东海底质中的介形虫以前虽曾有过因子分析与聚类分析的尝试(汪品先等, 1979a; 汪品先等, 1980b), 然则对大量站位进行电子计算机分析, 这还是第一次。

鉴于大陆架残留沉积与沉积搬运作用的广泛性, 极需辨认活个体以区别生物群与埋葬群。我们对东海90多个表层样品作了专门的活个体分析, 具体方法将在第四章叙述。

三、描述范例

东海的浮游有孔虫、底栖有孔虫和介形虫的研究程度不一。浮游有孔虫已由郑执中、郑守仪作过专文报道, 本书对未曾报道的属种进行了形态描述, 对各种在东海的分布作了详细讨论; 东海底栖有孔虫的属种已由郑守仪等在近年来作全面的详细研究并将有专著载出, 因此本书只对最为常见或重要的264个种进行讨论并附照相图版, 其余属种从略; 鉴于东海的介形虫迄无系统描述, 本书对全部178种提供描述与照相图版。限于篇幅, 各种描述中的同义名表原则上只取最初与最新有全面描述的文献, 其余尽量省略不用; 凡国内已经描述的属、种而此次又无新认识者, 一律不再描述。凡新属、新种, 均附有英文描述。为提高图版质量, 全部照片采用扫描电子显微镜拍摄。在图版说明中凡标本登记号后有HE、EP、US字号者均保存于国家海洋局第二海洋研究所, 有TH或H、TG字号者保存于同济大学微体古生物室。

为具体说明属种分布的格局, 选取有孔虫74种(属)、介形虫50种(属)的含量分布图载出, 并对它们的分布情况进行讨论, 此外还附有卅余种定性分布图, 而其余罕见种的分布图皆行略去。

本书是长期集体劳动的成果, 仅初稿的修改、补充工作就经历了二年多时间, 最后于1984年完稿。全书各部分均在共同工作基础上写成。文字部分分工撰写: 引言、结语、浮游有孔虫部分、介形虫的分布等主要由汪品先执笔, 底栖有孔虫分布、沉积过程、柱状样和古地理主要由章纪军与汪品先执笔, 海区概况主要由闵秋宝与汪品先执笔, 介形虫的描述部分主要由赵泉鸿执笔, 底栖有孔虫描述部分主要由章纪军、郑连福、闵秋宝、卞云华、成鑫荣执笔。鉴定、统计与分布图表的编制, 除上列人员之外还有陈荣华、侍茹参加。电算工作先后由陆培德、卞玉清同志承担, 扫描电镜照片承上海冶金研究所、同济大学、西德基尔大学地质系等扫描电镜室拍摄, 并由侍茹、王和平等洗印。图件清绘由何福英、王秀雅、吴梅英完成。图和图版的最后整理工作由闵秋宝、卞云华、成鑫荣担任。全书由汪品先负责汇总定稿。

本书编写过程中, 承国家海洋局第二海洋研究所和同济大学海洋地质系有关领导和各兄弟单位大力支持, 在此一并致谢。同时, 感谢C. G. Adams博士为我们在大英博物馆

核查有孔虫模式标本提供的方便，感谢 **马维骅 (Allan W. H. Bé)** 博士、G. F. Lutze 教授和 J. W. Murray 教授在有孔虫鉴定和生态分布方面提供的宝贵意见。

对于一个海区的有孔虫、介形虫分布进行定量分析的综合性总结，国外未见先例，国内尤属首次，限于水平与时间，本书中定有许多不足之处，诚恳欢迎批评指正。

第二章 自然概况

一、海底地形

东海是一个呈北东—南西向延伸的边缘海，总面积77万 km^2 。南北长1300km，东西宽750km，平均水深370m。以台湾与五岛列岛连线为界，东海西部基本上为大陆架，占总面积的2/3强；东部为陆坡、海槽，约占总面积的1/3弱。

东海陆架北宽南窄，最大宽度在长江口外达560km，是世界最宽的陆架之一，陆架面积为45万 km^2 ，海底向东南缓倾，平均坡度 $0^\circ 1'$ ，平均水深72m，陆架外缘转折处南北深度差别不大，变动在140—180m范围内。东海陆架以50—60m等深线为界，西部地形复杂，东部开阔平缓。

东海大陆坡以大于 1° 的陡坡急转直下进入冲绳海槽，陆坡宽度一般为55—110km，最大坡度可超过 10° 。水深大体东北段稍浅，西南段陡深。

冲绳海槽是一个NNE向的弧形海槽，是东海大陆架与琉球群岛岛缘陆架的天然分界。冲绳海槽全长800多km。最大宽度（中心线—陆架坡折线）为121km，最小50km，总面积为22万 km^2 。冲绳海槽北浅南深，北部水深一般为600—800m，中部水深在700—1500m，南部水深为2500m左右，最大水深出现在台湾东北，超过2719m。海槽坡度比较平缓。

二、海洋水文

（一）海流

一切海洋水文特征的形成几乎都与海流有密切关系，因此东海的水文可以先从海流谈起。东海的海流由黑潮暖流和沿岸流两个系统所组成，两者结合形成气旋式的环流体系（图2-1）。

黑潮源于北赤道流，是世界上最强大的暖流之一。它从太平洋经台湾省和与那国岛之间的水道进入东海，其主干沿东海陆坡边缘北上至九州以南，通过吐噶喇海峡流回太平洋。黑潮主干在东海的流速和厚度甚大，但流幅狭窄。其流速为2—3节，平均厚度约400m，影响厚度可达800m。黑潮的流向在垂向上几乎不变，但流速与流幅却随深度而迅速递减。因此，黑潮暖流对底栖生物分布的控制作用，应当在陆架外缘与陆坡顶部最为明显。

直接插入东海陆架区的，是黑潮的几个分支。黑潮在台湾东北受地形阻碍而转向东北的同时，有一支继续北上（台湾暖流），流经东海陆架西南部，流速渐减，到长江口外海区与沿岸水相混合。当黑潮在九州西南折向太平洋时，又有一支沿九州西岸继续北上入日本海，是为对马暖流，这是黑潮在东海最大的分支。对马暖流在济州岛东南海面又分出一支向西北流入黄海，称为黄海暖流。这三个分支虽然强弱不一（如黄海暖流平均流速仅0.1

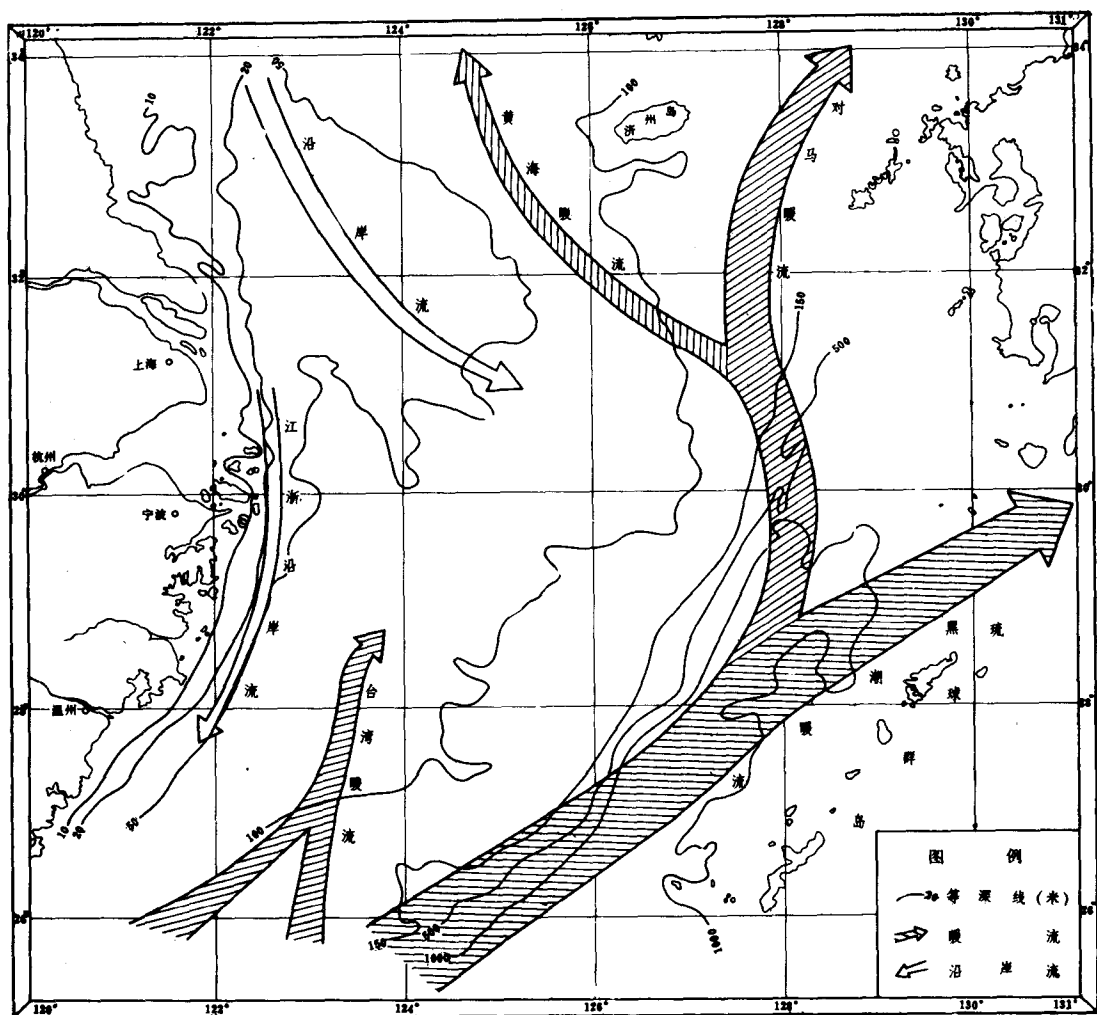


图 2 - 1 东海陆架海流和水深分布图

节), 还有强烈的季节性变化, 但都具有不同程度的高温高盐性。黑潮暖流属外洋水系, 给东海带来了大洋性的高温高盐水, 对东海的水文, 沉积、生物等各方面产生重大的影响; 黑潮各分支虽在强度上比主干远为逊色, 但由于进入或流经陆架浅水区, 对当地有孔虫、介形虫的分布同样起着关键性的作用。

黑潮系统主要控制着东海的东部, 而西部则大体属沿岸流控制的范围。沿岸流是河口输出的大陆淡水在沿岸浅水区与外海水混合而形成的, 具有低温低盐的性质。源于渤海湾的黄海沿岸流, 汇聚黄河、海河等冲淡水曲折南下绕过成山头, 冲入南黄海, 到苏北沿岸又因海州湾附近的冲淡水汇入而加强, 大致沿40—50m等深线流至长江口以北, 逐渐转而向东, 与长江冲淡水汇合, 在侵入东海后其前锋可达30°N附近, 对东北部的生物分布起着重要作用。

东海沿岸流主要源于长江冲淡水, 而长江平均径流量约为 $3000\text{m}^3/\text{s}$; 年入海总水量

达 9540 亿 m^3 ，占注入东海总径流量的92%，因而是造成东海盐度差异的主要原因。夏季东南季风期间，浙江沿岸水北移至长江口外，与长江及钱塘江冲淡水混合並流向东北，长江径流较强的年份可达济州岛附近；冬季长江径流大减，由于偏北季风的吹送，长江冲淡水顺岸南流，出台湾海峡进入南海。

(二) 水团

东海海流的格局决定了水团的分布：黑潮流域的海水具有与太平洋水相似的结构，属外海水团；大陆沿岸流区的海水具有低盐特征，属沿岸水团；此外，在黄海特定条件下产生了性质介于上述两者之间的黄海水团，正是这三种水团的配置决定了东海温度、盐度等水文要素的布局。

东海外海水团主要分布于黑潮区，和太平洋水团相似可按温度、盐度的垂直分布分为4层（图2-2）：表层水、次表层水、中层水和深层水。表层水分布最广，其温度和含氧量高，温、盐等水文要素呈现明显的季节变化，但垂直分布比较均匀；次表层水的分布与表层水相仿，以高盐为特征，在150—200m深处达到东海外海水团中盐度的极大值（34.6‰—35.0‰）。温度则随深度迅速下降；中层水的顶界在黑潮主干区约为400m深处，而到陆坡区由于海水的涌升作用而升到250m深处，这是一个低盐层（34.3‰—34.6‰），温度和含氧量继续随深度而递减；盘踞在冲绳海槽底的深层水水文要素比较均匀，温度、含氧量较中层水低而盐度稍高。上述完整的外海水团结构只见于黑潮主干区，而对马暖流、黄海暖流和台湾暖流等黑潮分支流域由于深度不足，只存在着表层水和次表层水的一部分，而且由于和相邻水团混合而发生变性。东海外海水团的分层结构，对其底栖生物的深度分布有着强烈的影响。

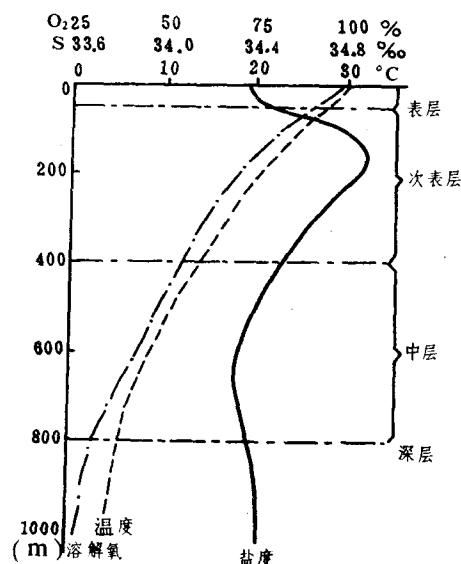


图2-2 东海外海水团的垂直分层模式*

50m左右；夏季长江径流剧增，江浙沿岸水自河口向东北扩展，形成一个厚度仅近20m的巨

东海的沿岸水团主要是江浙沿岸水和闽台沿岸水，由于本书调查的范围兼及苏北岸外而不到台湾海峡，因此着重讨论苏北沿岸水与江浙沿岸水的分布。这些沿岸水均以盐度低，温、盐度与分布范围多季节性变化为特征。东海沿岸水团大体上夏季范围扩大，厚度变浅，盐度降低；冬季范围缩小，厚度因垂直对流加强而变厚，盐度因径流减少而上升。属南黄海范围的苏北沿岸水，是苏北沿岸径流与海水混合而成，分布在苏北沿岸20—30m等深线以内的区域，冬季大体上与海岸呈平行分布，盐度约30.5‰；夏季自河口朝东北方向扩展（图2-3），盐度略低于冬季。由长江、钱塘江等河流冲淡水形成的江浙沿岸流，盐度变化在5—34‰之间，分布在长江口外和浙江沿海岸区，冬季受北风影响主要分布在长江口以南，厚度增至

*据中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，1979：中国自然地理——海洋地理。

大低盐水舌(图2-3),其下为东海外海水团和黄海水团,在浙江沿岸,此水范围远较冬季为小。江浙、苏北沿岸水的不同厚度与分布范围,在底栖生物的分布格局上亦有所反映。

黄海水团是外海水与沿岸水的混合水团,分布在渤海、黄海和东海北部水深30至150m以浅的海区,其主要部分位于黄海中央,其盐度介于沿岸水和东海表层水之间,约为29.0‰—34.0‰,冬季黄海水团最盛,其南部随黄海沿岸流越过长江浅滩推进至30°N,127°E附近与东海表层水交汇,与随黄海暖流楔入黄海水团的东海表层水

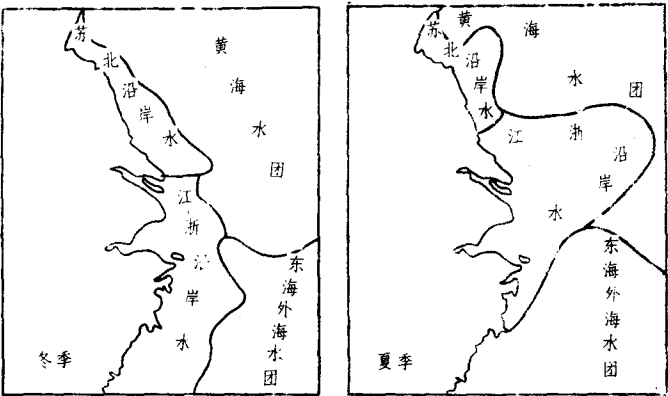


图2-3 江浙沿岸水、苏北沿岸水冬、夏季分布比较略图*

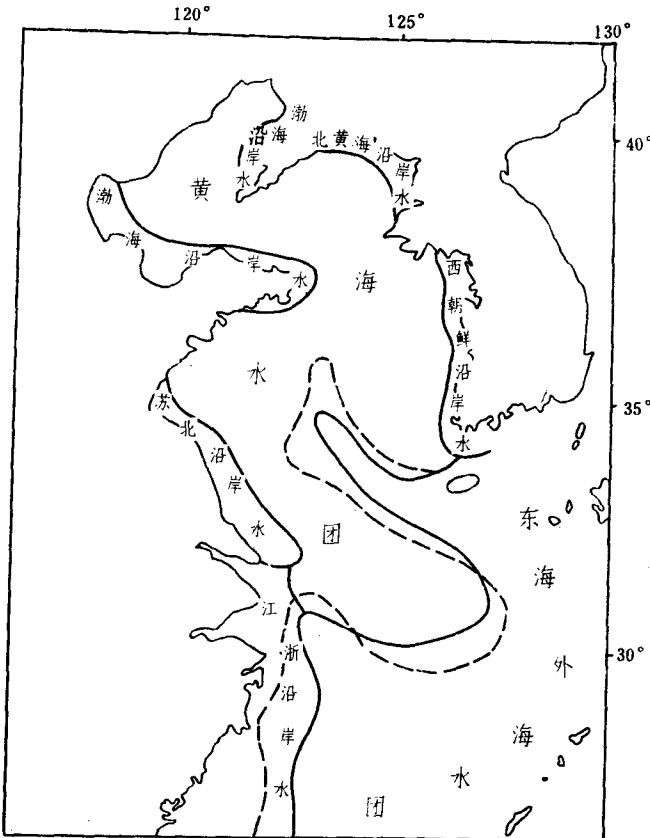


图2-4 冬季黄海水团分布略图*
(——水团表层界线: ---水团底层界线)

*据中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1979:中国自然地理——海洋地理

形成“S”形的弯曲锋区(图2-4);夏季黄海水团在表层的范围收缩,而下层因低温特征突出而成为“黄海冷水团”,向南可潜入江浙沿岸水低盐舌之下向南扩展,到长江口外与东海表层水相汇。因此,夏季的东海陆架中部是长江冲淡水、黄海冷水与东海表层水三者混合的海区,其中前者浮于表层,后两者在其下大体以 32°N 为界呈南北分布而相互交混(Limeburner and Beardsley, 1983),这种情况必然使东海陆架中部的底栖生物分布既有混合性质,又有相应的南北分异。

(三) 水温和盐度的分布

东海的表层水温平均 $20-24^{\circ}\text{C}$,冬季由西北向东南自 9°C 增至 20°C ,夏季则自 27°C 增至 28°C ,梯度比冬季小得多(图2-5)。由图可见,东海表层水温不仅随纬度而变化,而且明显地受水团、海流所控制。由于西部的沿岸水温度随季节变化明显,东部的黑潮水终年保持高温,因此冬季东海表层水温的经向梯度很大,夏季的温度分布却相当均匀。

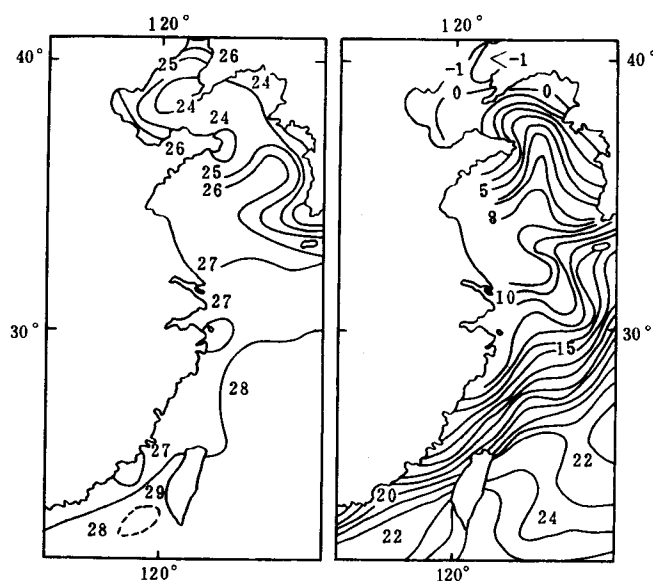


图2-5 东海陆架及相邻海域表层水温分布图(据孙湘平等, 1981)

(左——夏季; 右——冬季)

东海陆架的底层水温也是南部高于北部,南部一般在 $20-25^{\circ}\text{C}$,北部仅为 $10-18^{\circ}\text{C}$ 。由于近岸浅水区的底层水温季节变化强烈,东部黑潮区的深水底层温度终年稳定,因而夏季东海底层水温由东向西递增,近岸浅水区在 22°C 以上,长江口区高达 27°C ;冬季则相反,底层水温由东向西递减,到长江口区仅在 5°C 以下。

至于东海表层水的盐度分布,就更加取决于高盐黑潮水和低盐沿岸水的消长。东海平均盐度约 33‰ ,其中黑潮流域通常高于 34‰ ,江浙沿岸水通常低于 30‰ 。冬季,表层等盐线呈西南—东北走向,反映出海流的控制作用;而整个浅水区的盐度垂向分布相当均匀;夏季,长江径流大增,长江口附近盐度水平梯度极大,形成巨大的冲淡水舌(图2-6),但表层 10m 以下则为盐度较高的水体,垂向变化强烈。东海盐度分布的格局,决定了广盐

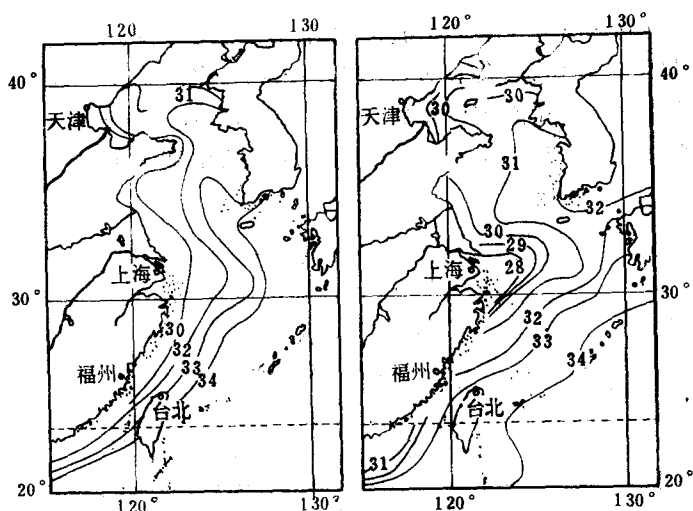


图 2 - 6 东海及相邻海域表层盐度 (‰) 分布图*

(左——冬季; 右——夏季)

性底栖生物群的分布局限在近岸浅水区。

此外, 东海底层盐度的南北差异也十分明显: 南部为34—35‰, 北部仅31—33‰。因此, 在底栖生物分布上南、北两边分别与南海与黄海具有相似性。

三、海底沉积

东海的海底沉积, 清楚地分为陆架和海槽两个区。陆架区以陆源碎屑物占绝大部分, 海槽中却以生物沉积、火山沉积为突出。根据粒度分析的结果, 大致可分为八个类型, 其分布如图 2 - 7 所示。

由岸向外, 东海沉积物大体可分为三个带: 近岸浅水区的细粒沉积物带, 中、外陆架的粗粒沉积物带, 陆坡、海槽的细粒沉积物带 (秦蕴珊等, 1982)。分布在长江口、钱塘江口与浙江沿岸的细粒沉积带, 以粉砂质泥和泥质粉砂沉积为主, 物质主要来源于长江, 其

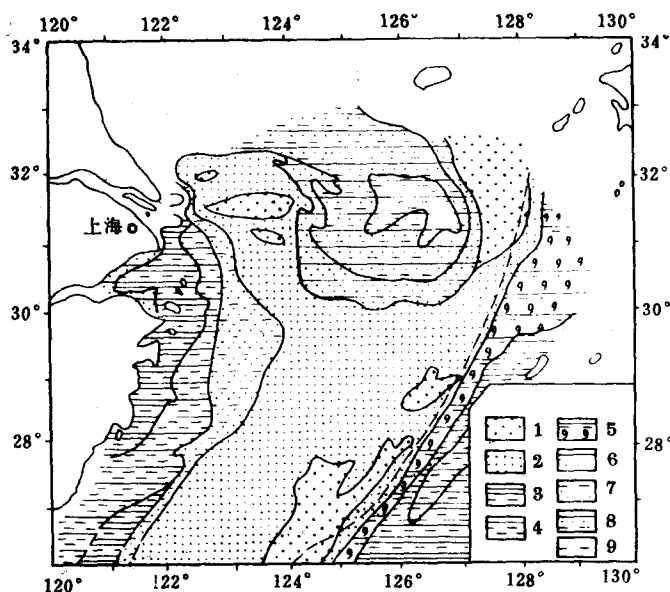


图 2 - 7 东海沉积物类型图

1. 中细砂, 2. 细砂, 3. 泥质粉砂, 4. 粉砂质泥, 5. 有孔虫—泥—粉砂, 6. 粉砂质细砂, 7. 泥质细砂, 8. 泥—粉砂—细砂, 9. 陆架边缘

*据中国科学院《中国自然地理》编辑委员会, 1979: 中国自然地理——海洋地理。