

东海表层沉积中有孔虫、介形虫 组合分布的初步研究*

汪品先 闵秋宝 卞云华 章纪军
(同 济 大 学) (海洋局二所)

提 要

东海沉积中有孔虫、介形虫定量研究的结果表明：河口、陆架内部、中部、外部、陆坡与海槽，分别具有不同的有孔虫、介形虫组合，它们受水深，水温与盐度等因素控制。

东海是世界上最宽的陆架之一，海底沉积物中含有极其丰富的有孔虫与介形虫壳体。然而东海的有孔虫研究程度较低。除我国郑执中、郑守仪^[1,2]曾对黄、东海浮游有孔虫作过研究外，仅美国波尔斯基^[3]对东、黄海有孔虫作过粗略的大面积概查，苏联船也曾在东海零星采样做了点有孔虫分析^[4]。近年来有不少文献总结世界各海洋有孔虫的分布，但涉及东海部分均甚错误，如有人反复地把整个东海划为无浮游有孔虫区^[5]。至于东海介形虫，迄今尚属文献上的空白。

然而有孔虫、介形虫在海洋学和海洋地质学研究以及海洋资源勘探上都具有重要意义。有孔虫既是海底地层划分对比的重要依据，又能反映海水温度、盐度等各种状况，有人把浮游有孔虫群比作海流的一面镜子。底栖有孔虫和介形虫，也能细致地反映水深、水温、盐度等种种特征。近年来，我们沿海平原及海底开展的大规模地质勘探，发现了大量新生代海相地层及其有孔虫、介形虫化石，这也迫切需要掌握我国海域有孔虫、介形虫分布规律，作为古生态分析的依据。

为此，四年来我们对东海海底数百个表层沉积物及沉积柱状样进行了有孔虫、介形虫的鉴定与统计。有孔虫、介形虫群的分布明显地反映了水深、水温与盐度等因素的变化。由于工作尚未全部结束，这里只就部分站位定量统计的数据，参照大量其他站位的分析结果，对东海有孔虫、介形虫组合分区问题进行初步探讨。

一、浮游有孔虫

浮游有孔虫在整个东海普遍分布，但在不同海域其种类、个数（特别是与底栖有孔虫的比例）以及壳体大小，都有明显的区别。

*参加本文工作的还有海洋局三所郑连福，上海师大华棣，海洋局二所徐孝诗，同济大学成鑫荣，沈明涛。图件由海洋局二所绘图室绘制。

东海浮游有孔虫的种数,据郑执中、郑守仪研究共有 25 种 1 变种,当时仅用孔径 0.15mm 的铜筛冲洗样品,所得均为较大个体。为了研究浮游有孔虫可能扩散的范围,避免遗漏小个体有孔虫,我们采用 0.052mm 孔径的细筛冲样,结果补充发现至少还有 5 种,它们是:

<i>Globigerina quinqueloba</i> Natland	五叶抱球虫
<i>Globigerina pumilio</i> Parker	矮小抱球虫
<i>Globigerinina humilis</i> (Brady)	低小近抱球虫
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberge)	厚壁新方球虫
<i>Globigerinella adamsi</i> (Banner and Blow)	亚当小抱球虫

这些浮游有孔虫除 *G. adamsi* 外,个体均甚细小,其长径一般不过 0.2 毫米。但五叶抱球虫、矮小抱球虫分布范围很广,从冲绳海槽到杭州湾、南黄海都有发现,属于广温性种;亚当小抱球虫、低小近抱球虫则为喜暖类型。

东海浮游有孔虫可以分为广温性种和喜暖窄温性种两类。广温性种较少,有:

<i>Globigerina bulloides</i> (d'Orbigny)	泡抱球虫
<i>G. quinqueloba</i> Natland	五叶抱球虫
<i>G. pumilio</i> Parker	矮小抱球虫

喜暖窄温性种较多,有:

<i>Orbulina univase</i> (d'Orbigny)	普通网球虫
<i>Globorotalia menardii</i> (d'Orbigny)	敏纳圆辐虫
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker et Jones)	斜室普林虫
<i>Globigerinoides conglobata</i> (Brady)	共球拟抱球虫
<i>G. sacculifer</i> (Brady)	袋状拟抱球虫
<i>G. ruber</i> (d'Orbigny)	红色拟抱球虫
<i>Hastigerina aequilateralis</i> (Brady)	等边矛棘虫
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)	截锥圆幅虫
<i>Globigerina inflata</i> (d'Orbigny)	胖抱球虫
<i>Sphaeroidinella dehiscens</i> (Parker et Jones)	果裂小球形虫

等,考察前四个喜暖种的分布范围,可以将东海分为三区(图 2)。

1. 喜暖浮游有孔虫分布区:大体相当 100 米等深线以外的海区。黑潮流系影响显著。全年表层平均水温是 20℃ 以上,各种喜暖性浮游有孔虫广泛发育,属种丰富,即郑执中、郑守仪所说的“热带浮游有孔虫基本分布区”[3];

2. 喜暖浮游有孔虫部分分布区:大体相当 50—100 米间的水域,不同水系呈现明显的季节性变化,年平均水温 17—20℃,仅有部分喜暖性种发育,属种减少;相当于“热带浮游有孔虫分布区的季节移动范围”[3];

3. 喜暖浮游有孔虫缺失区:50 米以内的水域,是低温低盐的沿岸流影响范围(图 1),喜暖性浮游有孔虫至少成年个体未发现,只有五叶抱球虫等少数广温性小个体浮游有孔虫分布。

东海表层沉积物中有孔虫个数占有孔虫总数的百分含量,主要由水深和离岸远近的控制,其次受海流影响很大。如图 3 所示,浮游有孔虫含量占 95% 以上的是水深 700 米以外的海槽区,占 90% 以上的是水深 150 米外的陆坡区,水深 100—150 米间的陆架外缘浮游有孔

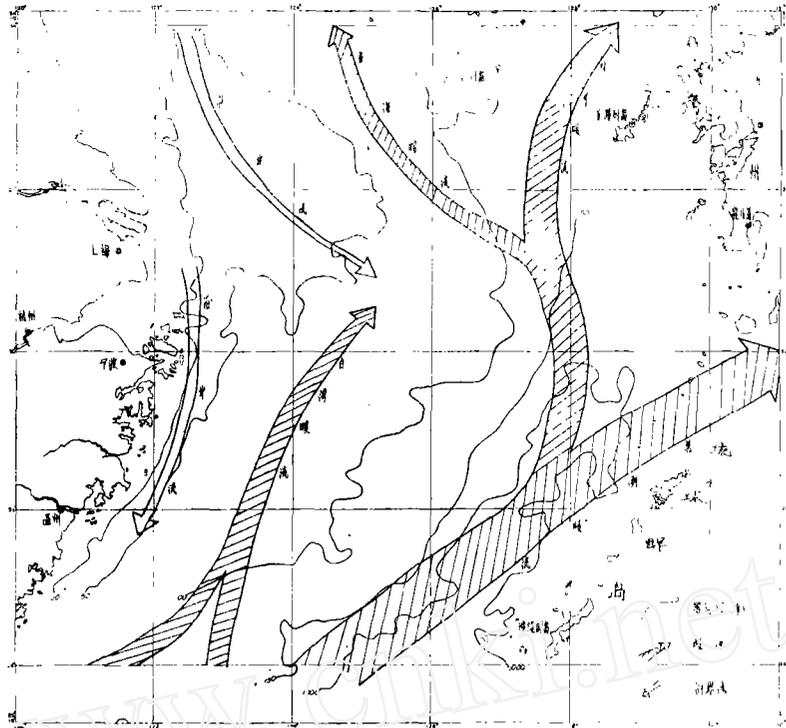


图 1 东海水深及海流分布图

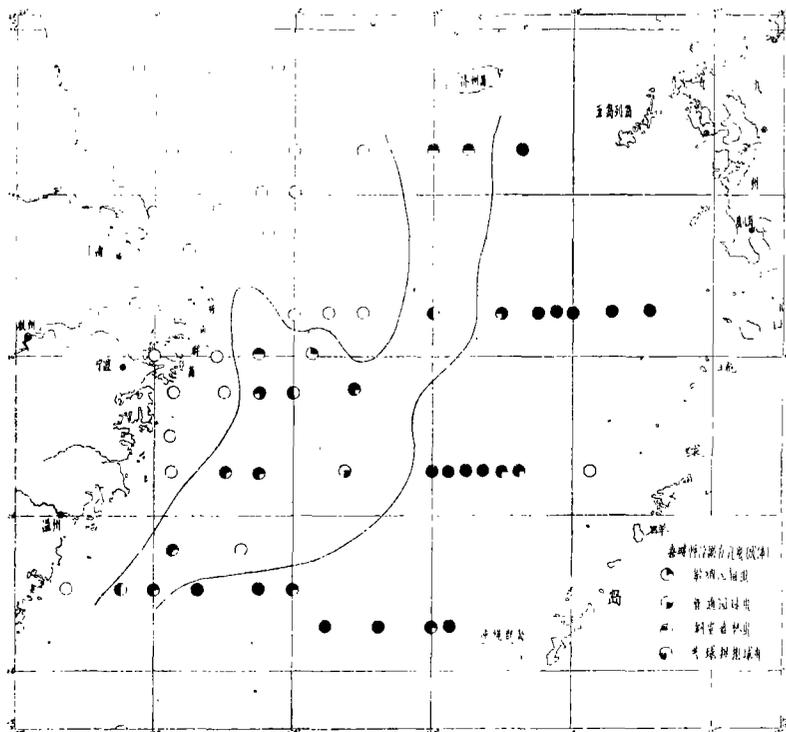


图 2 东海表层沉积物中部分喜暖浮游有孔虫分布图

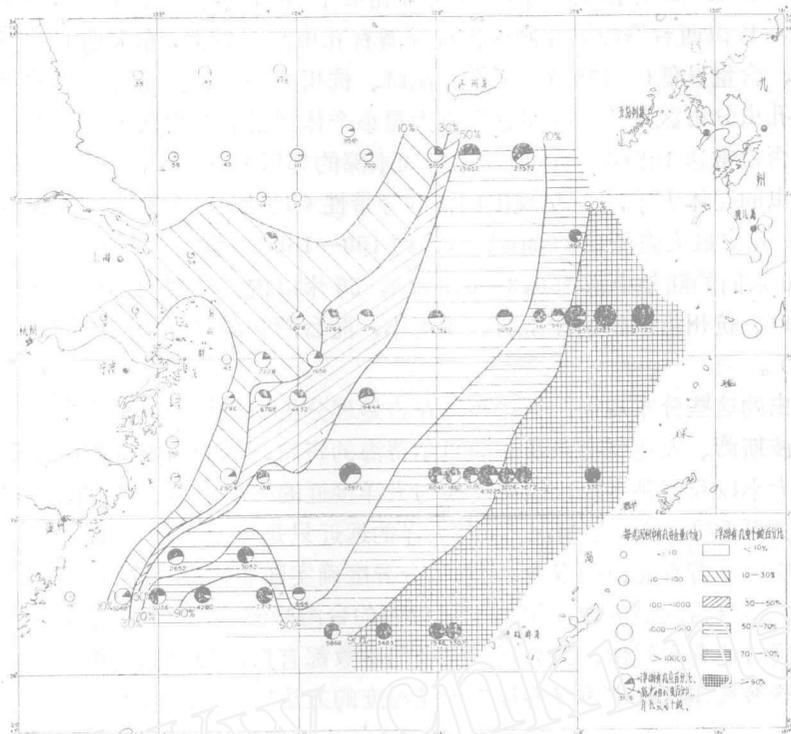


图 3 东海表层沉积中有孔虫含量及浮游、底栖有孔虫比值分布图

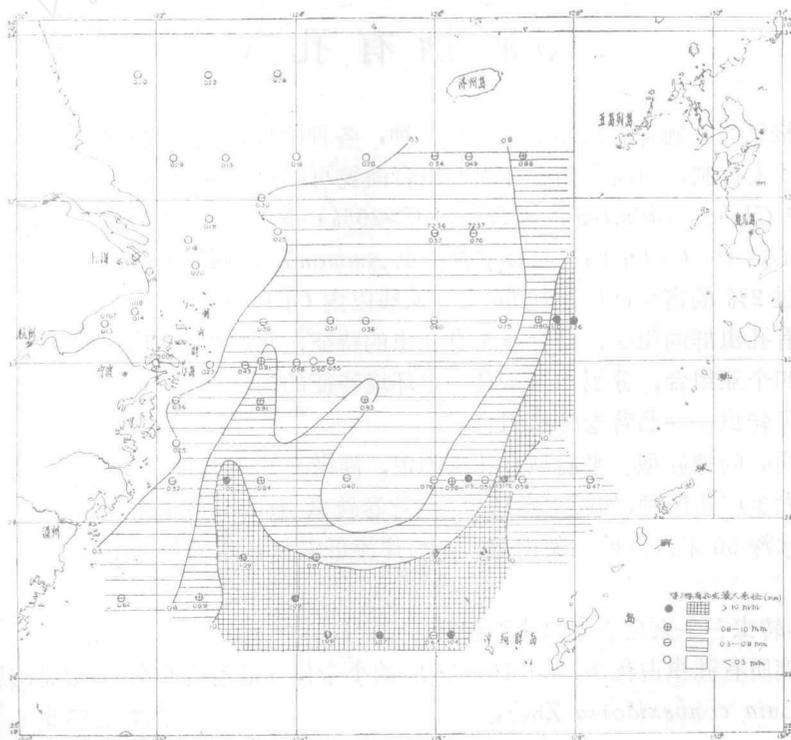


图 4 东海表层沉积中浮游有孔虫壳最大直径分布图(mm)

虫约占 70—90%，50 米以内的陆架内部浮游有孔虫在 30% 以下。上述分布规律又受海流的干扰，以致 124°E 以西台湾暖流控制区出现浮游有孔虫高含量带，东海西北角与浙闽沿海因受沿岸流影响，含量最低(<10%)。至于长江口、杭州湾一带，用粗筛分析的结果属于“稀少或无浮游有孔虫分布区”^[1]。其实这里有大量小个体浮游有孔虫随潮水带入河口内外，以致浮游有孔虫含量常达 10% 以上，而超过相同水深的邻区(图 3)。

浮游有孔虫的壳体大小，也呈现出同样的分带性(图 4)。150 米等深线以外的陆坡、海槽区，浮游有孔虫最大壳径在 1mm 以上，大约 100—150 米间的陆架外缘则在 0.8—1.0mm 之间，50—100 米间的陆架中部为 0.3—0.8 mm，50 米以内的陆架内部最大壳径一般不超过 0.3mm，长江口、杭州湾一带的浮游有孔虫更小，而台湾暖流区也形成壳径高值带，由南向北减小(图 4)。

浮游有孔虫的这些分布规律，当然可以在古地理分析中应用。默里(Murray, 1976)根据墨西哥湾、波斯湾、安达曼海以及美国贝尔蒂海的资料，认为陆架沉积中浮游有孔虫的数量比例，壳径大小以及属种多少，能够反映与大洋接近的程度，而在半封闭海盆则反映与大洋水体的联通关系[7]。从东海情况看，与大洋的远近只是一方面，另一方面还有海流与水温的影响。东海底质中浮游有孔虫的多少、大小和分异度确实随着接近大洋、远离陆地而增长，但在暖流区也能产生异常的高值带，如 124°E 以西的台湾暖流区便是。其实，浮游有孔虫不仅具有大洋性，同时还有喜暖性，其数量、壳径与种数都有自两极向赤道增长的趋势，因此运用化石群的这些参数作“确定边缘海接近大洋程度的方法”时，还必须考虑海流与水温的因素。

二、底栖有孔虫

东海比较常见的底栖有孔虫即不下二百余种，各种的分布范围或富集带明显地受深度、温度与盐度等因素控制，因而底栖有孔虫的组合面貌可以反映沉积环境。例如小盔虫 *Cassidulina*、盔球虫 *Globocassidulina* 的高含量带(>20%)是在陆架(150 m)以外，到 50 米以内的陆架内区则不足 1%(图 5)；而暖水卷转虫 *Ammonia tepida* (Cushman) 集中在近岸浅水区，含量超过 2% 的富集区局限在 50 米等深线以内(图 5)。

根据底栖有孔虫群的组成，结合浮游有孔虫的特征，可以把东海表层沉积中的有孔虫分为五个组合和四个亚组合，分别相当于具有一定环境特征的海区：

I. 暖水卷转虫——凸背卷转虫组合

以具玻璃质壳的螺旋型、平旋型有孔虫为主，浮游有孔虫含量在 30% 以下。富含滨岸浅水有孔虫，尤多广盐性种，如暖水卷转虫、凸背卷转虫 *Ammonia convexidorsa* Zheng 等。本组合分布在水深 50 米以内的陆架内部，是沿岸流低温低盐水的影响范围。内部又可分为两个亚组合：

I₁ 凸背卷转虫——奈良小上口虫亚组合

小个体玻璃质有孔虫占优势，除 10—25% 的小个体浮游有孔虫外，常见的底栖种有：

Ammonia convexidorsa Zheng

凸背卷转虫

Elphidium magellanicum Heron-Allen and Earland

缝裂希望虫



图 5 东海表层沉积中暖水卷转虫以及小盃虫、盃球虫百分含量图

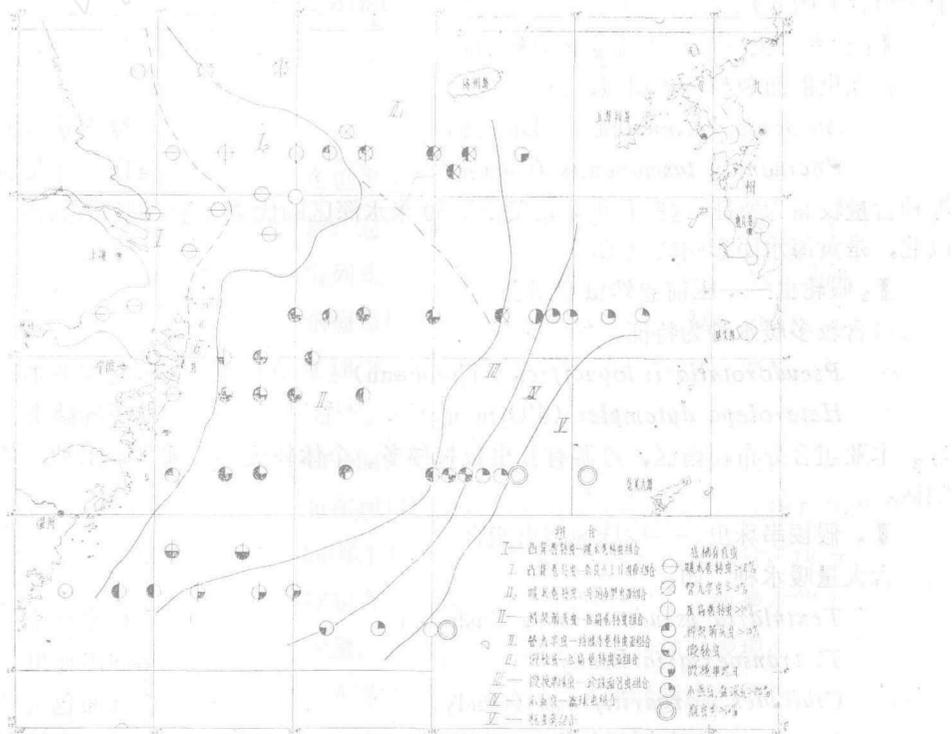


图 6 东海表层沉积中底栖有孔虫组合分布图

Cribrononion vitreum sp. nov. 透明筛九字虫

Epistominella naraensis (Kuwano) 奈良小上口虫

等, 胶结质壳有孔虫罕见。分布在长江口、杭州湾一带, 水深一般不超过 20 米。

I₂ 暖水卷转虫——异地希望虫亚组合

有孔虫个体大小正常, 由滨岸浅海种组成, 浮游有孔虫不超过 30%, 优势种主要有:

Ammonia tepida (Cushman) 暖水卷转虫

Elphidium advenum Cushman 异地希望虫

Florilus decorus (Cushman et McCulloch) 优美花朵虫

Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny 拉马克五块虫

Cribrononion subincertum (Asano) 亚易变筛九字虫

等, 分布在大约 20—50 米水深的陆架内区。

I. 科契箭头虫——压扁卷转虫组合

底栖有孔虫中列式钙质壳含量最高, 除台湾暖流区外, 浮游有孔虫一般不超过底栖的数量, 其含量变动在 10—70% 之间。数量最多的底栖有孔虫如:

Bolivina cochei Cushman et Adams 科契箭头虫

Ammonia compressiuscula (Brady) 压扁卷转虫

Textularia sagittula DeFrance 剑状串珠虫

Hanzawaia mantaensis (Galloway et Morrey) 曼顿半泽虫

Bulimina marginata d'Orbigny 具缘小泡虫

等, 前两种的含量都在 10% 以上。本组合分布在陆架中部, 水深约 50—100 米间。可分两个亚组合(图 6):

I₁ 管九字虫——结缘寺卷转虫亚组合

有孔虫群面貌与黄海相似, 以

Ammonia ketienziensis (Ishizaki) 结缘寺卷转虫

Pacinsonion tasmanensis (Carter) 塔斯曼管九字虫

等种含量较高为特征, 这些种也是南黄海 > 50 米水深区的优势分子。本亚组合分布于约 31°N 以北, 是黄海水团影响的范围。

I₂ 假轮虫——压扁卷转虫亚组合

以含较多暖水种为特征, 如

Pseudorotalia indopacifica (Thalmann) 印度太平洋假轮虫

Heterolepa dutemplei (d'Orbigny) 杜氏异鳞虫

等。本亚组合分布在南区, 浮游有孔虫数量偏多、个体较大并含部分暖水种, 是台湾暖流影响区。

II. 假棱串珠虫——珍珠面包虫组合

含大量暖水种, 如:

Textularia pseudocarinata Cushman 假棱串珠虫

T. transversaria Brady 横向串珠虫

Cibicides margaritifera (Brady) 珍珠面包虫

Neoeponides berthelotianus (d'Orbigny) 贝氏新上穹虫

等, 科契箭头虫含量仍高, 并有仿轮虫 *Pararotalia* 等更新世残留壳体。浮游有孔虫占 70—90%, 含有各种喜暖类型。分布于陆架外缘水深 100—150 米处, 受黑潮影响, 是暖流控制下的残留沉积发育区。

IV. 小盃虫——盃球虫组合

浮游有孔虫在全群中占优势, 含量一般在 90 以上, 底栖有孔虫以小盃虫 *Cassidulina*、盃球虫 *Globocassidulina* 高含量 (>20%) 为特征 (图 5), 陆架上的优势种如科契箭头虫含量骤降, 压扁卷转虫已经绝迹。除陆坡顶部尚保留部分陆架常见种外, 大多底栖有孔虫属于次深海类型, 如:

<i>Cassidulina carinata</i> Silvestri	具棱小盃虫
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	亚球形盃球虫
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)	泡幼体虫
<i>Melonis</i> sp.	苹果虫未定种

等。分布范围相当于陆坡区。

V. 瓶虫类组合

浮游有孔虫占全群 95% 以上, 底栖有孔虫稀少, 以出现甚大个体的胶结壳深水种和瓶虫类高含量 (超过或接近 10%) 为特征。除陆坡区上列各种亦见于本组合外, 只限于本组合的深水种较多, 如:

<i>Cyclanmina cancellata</i> Brady	格子环砂虫
<i>Eggerella?</i> sp. A	伊格尔虫? A 种
<i>Trochammina globigeriniformis</i> (Parker et Jones)	抱球砂轮虫
<i>Uvigerina dirupta</i> Todd	双裂葡萄虫
<i>Bulimina rostrata</i> Brady	鸟嘴小泡虫

等。分布在海槽区。

现代底栖有孔虫的分布规律, 在世界上研究较多, 普遍发现其组合在开放海域主要按深度分带。东海底栖有孔虫的深度分带, 总的特征与其他海区一致, 如近岸区由卷转虫、希望虫等螺旋壳、平旋壳为主, 远岸区由列式壳如箭头虫及小盃虫占优势。但是组合分界的深度和各个深度的组合面貌却有差别。东海底栖有孔虫组合的分界线主要在 20 米、50 米、100 米、150 米及 700 米左右, 而墨西哥湾为 18 米、55 米、183 米、549 米^[13], 加利福尼亚湾一带则为 25 米、80 米、180 米、350 米左右^[14]。箭头虫占优势的组合, 东海主要在 50—150 米水深的陆架外部, 而墨西哥湾却在 183—549 米的陆坡上段, 以胶结壳有孔虫占优势的潮间带组合, 在东海北部沿岸并无出现, 而在河口附近代之以小个体钙质壳的特殊有孔虫组合。这种种差异表明: 相同的深度区在不同海洋并不具有相同的底栖有孔虫组合, 浅海区尤其如此。究其原因, 在于水深本身并非控制有孔虫属种分布的独立因素, 而是水的压力、密度、透光性、温度、pH 值、O₂ 与 CO₂ 含量、食物供应等许多因素的综合表现, 因而有孔虫属种在世界各地不一定有统一的深度分布范围, 这也说明在对我国新生代海相地层作古地理分析时, 必需有中国海有孔虫分布规律作为标准, 而不能盲目搬用国外的资料。

三、介形虫

东海底质中介形虫的数量远较有孔虫逊色，在河口与近岸区介形虫个数尚相当有孔虫的百分之几，陆架大部海区通常为千分之几，到陆坡降为万分之几，海槽则仅相当十万分之几，随着水深加大、离岸变远，介形虫与有孔虫比例急剧递减。但是，不同属种的介形虫受水深、水温及盐度等方面的控制，却有时比有孔虫更加清楚。只要根据各个站位出现的介形虫属种，也就可以划分出五个组合（图7）：

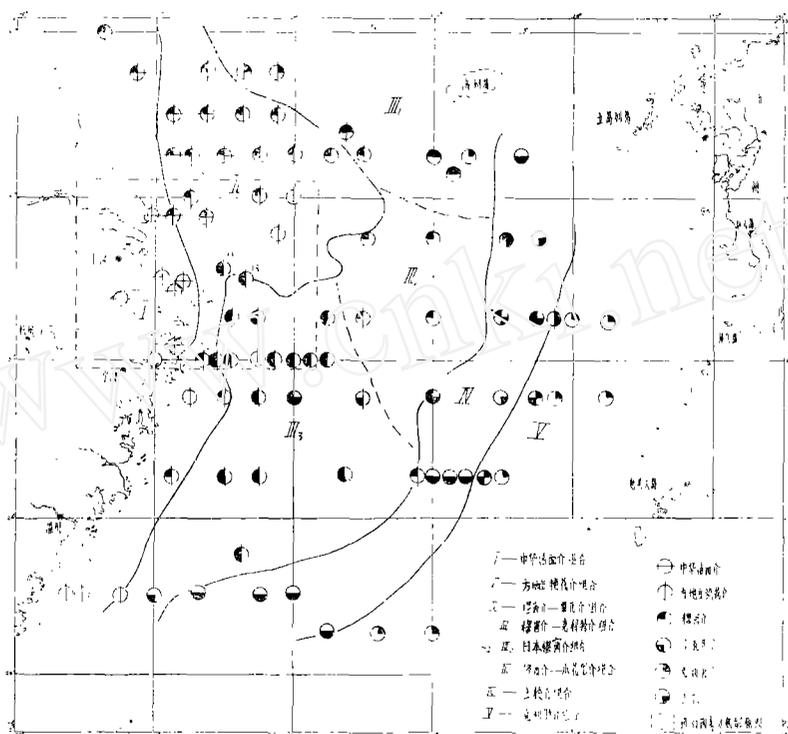


图7 东海表层沉积中介形虫组合分布图

I. 中华洁面介组合

Albileberis sinensis Hou

Neomonoceratina dongtaiensis Yang et Chen

Leptocythere ventriclivosa Chen

Tanella opima Chen

中华洁面介

东台新单角介

腹结细花介

丰满阵氏介

等。沉积中介形虫含量不高，一般每克中不足一瓣。分布河口区。

II. 方地豆艳花介组合

由近岸浅海相属种组成，主要如：

Leguminocythereis hodgii (Brady)

Aurila mi. Ishizaki

方地豆艳花介

三井耳形介

Trachyleberis niitsumai Ishizaki

二津满粗面介

介形虫含量较上一组合为多，每克沉积中平均超过一瓣。分布在水深约 50 米以内的陆架内区。

Ⅲ. 穆赛介——翼花介组合

以穆赛介、翼花介为特征，主要有：

Munseyella japonica (Hanai)

日本穆赛介

Munseyella pupilla Chen

瞳孔穆赛介

Cytheropteron miurense Hanai

三浦翼花介

Cytheropteron jiangsuense Yang

江苏翼花介

Abyssocythereis squalidentata (Brady)

糙齿渊花介

等。每克样品中介形虫在一瓣以上。分布在水深 50—100 米间的陆架中部。本组合内部按南北不同温度海水的影响，又可分为三个亚组合。

Ⅲ₁ 穆赛介——克利特介亚组合

分布在北段，以含长克利特介 *Krithe producta* Brady 而缺乏暖水种为特征，与南黄海 50 米等深线以外的介形虫组合相似，属黄海水团影响区。

Ⅲ₂ 日本穆赛介亚组合

分布在中段，以日本穆赛介、三浦翼花介为主，缺乏典型的指暖或指冷属种，系 Ⅲ₁ 与 Ⅲ₃ 的过渡带。

Ⅲ₃ 穆赛介——小花形介亚组合

分布在南段，以圆脊小花形介 *Cytherelloidea cingulata* 等暖水种为特征，属于暖流控制区。

Ⅳ. 土棱介——小花形介组合

以 *Bairdia* 土棱介、*Macrocypris* 巨星介和小花形介等典型暖水介形虫为特征，并含翼花介，与南海介形虫群面貌相似，分布在陆架外缘 100—150 米水深处，是黑潮控制区。

Ⅴ. 克利特介组合

本组合介形虫个体稀少，每克沉积物中不足一瓣，主要为芽克利特介，并含棘艳花介 *Echinocythereis*、布腊德介 *Bradleya* 等，分布于陆坡与海槽区。此组合的属种在陆架外部已出现，缺乏特征分子，相当于贫化的陆架外缘介形虫群。陆坡顶部可含较多介形虫，面貌与土棱介——小花形介组合相似。

上述各组合的划分，主要按照特征属种的有无。图 7 所示七个属种的分布范围，便是组合划分的重要依据之一。但是特征属种的有无其实是十分粗略的标志，相似的样品往往可以因一瓣之差而分为不同组合。准确的方法是对整个介形虫群各个属种的百分含量进行全面的比较。由于属种与样品众多，这种比较只能借助于电子计算机。我们选择了介形虫群变化频繁的长江、钱塘江河口以外的 17 个站位，运用 JS 719 型电子计算机进行介形虫群的因素分析，结果得出三个主因素（图 8），其分布范围分别相当于上述 I、II、III 三个组合，只是个别站位有所校正。如 A、B 两站均含方地豆艳花介、穆赛介与小花形介，按标志性属种的有无应划为 III。穆赛介——小花形介亚组合，但因素分析结果却表明 A 站应属组合 II（方地豆艳花介占优势），B 站则为 II—III 过渡类型。据此修改后，II、III 组合的分界线更加接近 50 米等深线。

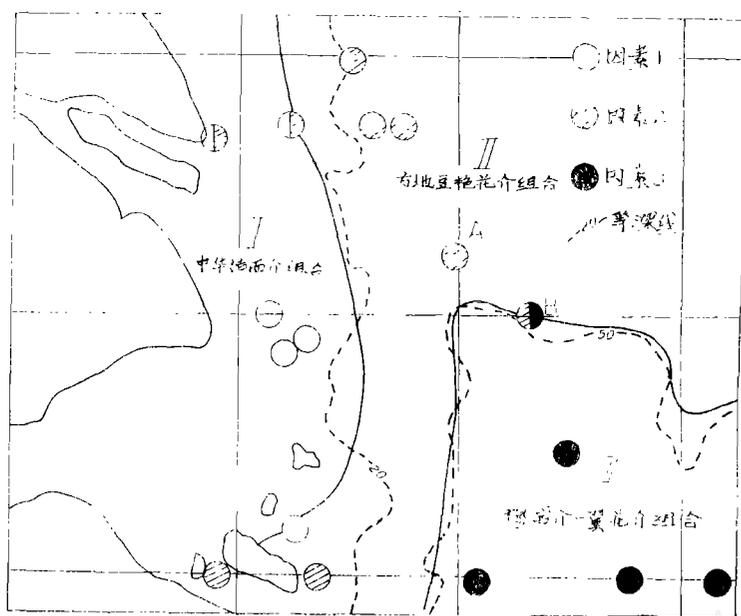


图 8 东海西北角底质中介形虫群三个主因素分布范围图

综上所述，东海介形虫组合首先按水深分布，从河口、滨岸到陆坡、海槽，五个组合基本上按等深线划分；同时又受温度与盐度的影响，如南部与北部又因海流、水团影响而分为不同的亚组合。从区域上看，东海的介形虫一部分与黄海共有，一部分则与南海相同。与黄海共有的如克利特介、穆赛介，主要分布在北部水温较低区；与南海相同的如土棱介、小花形介等，限制在南部暖流分布区。

世界上海相介形虫分布的研究程度远不如有孔虫。穿越整个陆架从海岸到深海的介形虫分布完整资料还甚罕见。研究较详的有地中海与墨西哥湾的部分海区，那里都可以分为产不同介形虫组合的深度带 [9]。然而介形虫与有孔虫不同，东海的组合与欧美海区很少有相同的种，只是在陆架外部至次深海有土棱介、深海星介 *Bythocypris* 等共同属种，而近岸类型则几乎完全不同，如中华洁面介、中华丽花介 *Sinocytheridea* 等，连属亦为我国沿海所特有。只是东海的组合 III（穆赛介——翼花介组合）才在日本海外也有广泛分布。因此查明东海介形虫的分布，对于我国海洋地质工作更具有重要意义。

四、有孔虫、介形虫分布的控制因素

通过以上讨论，可以看出东海有孔虫与介形虫两类生物壳体在沉积物中的组合分区十分吻合，而控制它们分布的因素，在全海盆范围来讲首先是水深与距岸远近，其次是水温与海流，再次是盐度，此外，残留化石群对分布规律亦有干扰作用。

1. 水深 对比图 1 与图 6、7，底栖有孔虫、介形虫组合分界与等深线的关系至为明显；而从图 3、4 又可看出，浮游有孔虫的数量比例、壳径大小，也随水深而增加。从东海看，水深 150 米左右是有孔虫、介形虫群变化最大的界线：其上以浅海型属种为主，并时而出现残留化石；其下浮游有孔虫占绝对优势，底栖有孔虫多含深水属种，介形虫数量骤减，是陆架

东海表层沉积中有孔虫、介形虫组合分区特征表 表 1

分区	水深 (米)	河口			陆架内区		陆架中区		陆架外区		陆坡	海槽
		河	口	陆架内区	陆架中区	陆架外区	陆架内区	陆架中区	陆架外区			
水	深	<20	<20	<50	50-100	100-150	150-700	700-2000				
有	每克沉积物中个数	<20	<200	<30-70%	$n \times 10^3$	$n \times 10^2 \rightarrow n \times 10^3$	$n \times 10^3$	$n \times 10^3$	$n \times 10^3 \rightarrow n \times 10^4$	<90%	>95%	
孔	浮游有孔虫占全群%	1.-25%	0.3 mm	0.3-0.8 mm	科契壳头虫一珍珠面包虫组合	I 科契壳头虫一珍珠面包虫组合	I 科契壳头虫一珍珠面包虫组合	II 假棱串珠虫一珍珠面包虫组合	IV 小盃虫组合	V 瓶虫组合		
虫	浮游有孔虫最大壳径	0.2 mm	0.3 mm	0.3-0.8 mm	0.8-1.0 mm							
介	底栖有孔虫组合	I: 凸背卷转虫一索良小上口虫组合	I: 暖水卷转虫一异地希望虫组合	螺旋类, 平旋类钙质壳	暖水卷转虫	科契壳头虫一珍珠面包虫组合	列式壳类	钙质壳	小盃虫, 盃球虫占20%以上			
形	优势类别	小个体为主	凸背卷转虫	暖水卷转虫	异地希望虫	科契壳头虫	曼顿半泽虫	假棱串珠虫	具棱小盃虫	格子球	子环砂	虫
虫	特征种和优势种	缝裂明透奈	凸背卷转虫	异地希望虫	曼顿半泽虫	假棱串珠虫	假横珍珠包	假横珍珠包	具棱小盃虫	格子球	子环砂	虫
介	每克沉积物中个数	<1	$N \times 10^{-2}$	>1	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-4}$	上部 > 1 下部 < 1	一般 < 1		
形	介形虫/有孔虫个数比											
虫	组合	I 中华洁面介	I 方地豆艳花介组合	II 穆赛尔-翼花介组合	III 穆赛尔-翼花介组合	IV 土棱介-小花形介组合	V 克利特介组合					
特征种和优势种	中华洁面介	方地豆艳花介	方地耳满粗面介	日本穆赛尔, 三浦翼花介, 江苏翼花介, 糙齿洲花介	土小星翼	土小星翼	克利特介等, 个体稀少	最上部同组合W				

[注] 本表数据指基本范围, N代表1到10之间的正数。

与陆坡的转折界线。在陆架上,除 20 米以内的河口区外,以 50 米、100 米为界又可分为陆架的内、中、外三部分;150 米以外,大约以 700 米左右为界又可分出陆坡与海槽不同的有孔虫组合。表 1 与图 9,归纳了这几条水深界线划分的不同海区,在有孔虫、介形虫组合特征上的区别。

前面说过,水深并不是控制有孔虫、介形虫分布的独立因素,但是它是其他若干因素的综合体现。例如东海 20 米以内浅水区因河流径流影响而盐度偏低,700 米以外的海槽是底层水温低值区,因而前者盛产广盐性生物(暖水卷转虫等),后者多含较冷水属种(克利特介等),这里水深与盐度、温度诸因素交织在一起。但水深与其他因素的关系视不同海区而异,如东海 100—150 米深的陆架外缘因受黑潮暖流控制而出现大量喜暖属种,但其他海区却并不如此。当然,尽管水深不是独立的控制因素,却总是海区划分和古地理分析时考虑的一项内容,因此深度分区无疑具有重要意义。

2. 水温 表层水温的变化对浮游有孔虫影响最大,无论喜暖属种的分布、分异度的高低,或者壳径大小,个体多寡,均受表层水温控制。底层水温则影响底栖有孔虫与介形虫组合,其表现主要在喜暖与喜冷属种的分布范围。

水温除纬度外,主要取决于海流。东海的海流,暖流为黑潮及其分支,较冷水流主要为沿岸流(图 1)。凡暖流控制的海区,属种丰富,浮游有孔虫个体多而且大,底栖有孔虫与介形虫群出现许多与南海相同的喜暖分子;凡沿岸流影响的海区,浮游有孔虫减少、变小,底栖有孔虫与介形虫多含与黄海共有的类型。另一方面,沉积物中的有孔虫、介形虫群又可以反映海流的强弱,例如沿陆架外缘移动的黑潮暖流,进入陆架中部南段的台湾暖流,都造成了明显的喜暖组合,说明暖流强大;而黄海暖流流经区在有孔虫、介形虫群上并无明显反映,说明海流甚弱。

3. 盐度及其他 东海盐度偏低的主要是长江口、杭州湾一带的河口区,另外黄海水团及沿岸流影响的范围也有盐度略低的现象。前者的反映是形成广盐性的河口有孔虫、介形虫组合,后者的表现则是浮游有孔虫减少、广盐性介形虫发育等。

此外,东海陆架外缘残留沉积中常含已经石化的仿轮虫等浅水滨岸类型,干扰了上述分布规律。底质的性质自然也影响有孔虫、介形虫的组合,但就整个东海盆地来说,还不是主要的控制因素。

东海有孔虫、介形虫组合的布局,反映了亚洲东边一个重要海盆里各项环境因素对它们的控制,也为我国海区及沿海新生代海相地层的古地理分析提供了参考依据。然而本文所述只是初步结果,全面分析的成果将在以后进一步介绍。

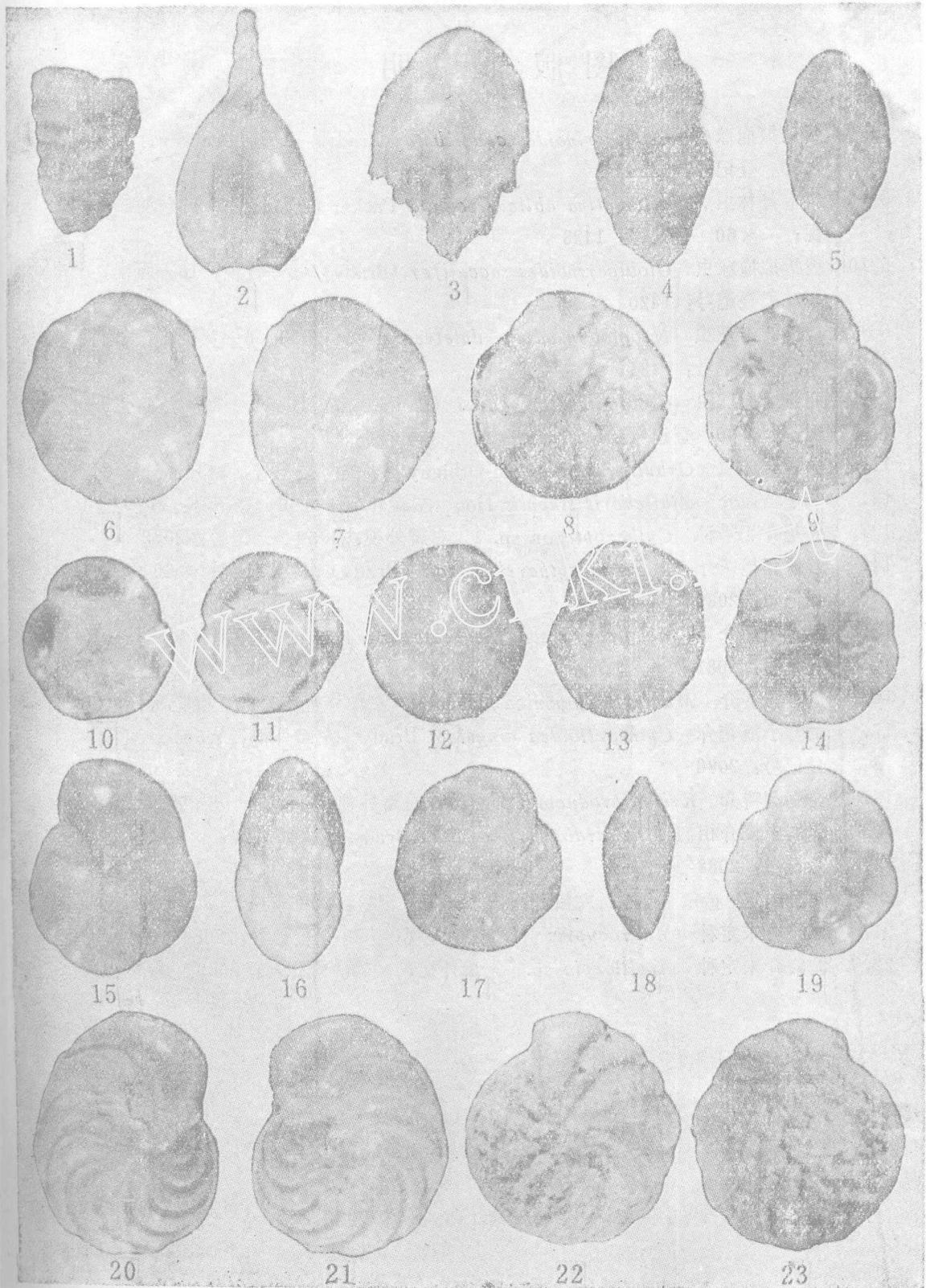
参 考 文 献

- [1] 郑执中、郑守仪, 1960. 黄海和东海的浮游有孔虫. 海洋与湖沼. 3(3): 125—156, 图版 1—11.
- [2] 郑执中、郑守仪, 1962. 黄海和东海的浮游有孔虫的生态研究. 海洋与湖沼 4(1—2): 77—102, 图 1—19, 图版 1.
- [3] 郑执中、郑守仪, 1963. 黄、东海及邻近水域浮游有孔虫地理区划的初步探讨. 海洋与湖沼 5(3): 207—214.

- [4] 别兹鲁柯夫等, 1958. 论中国北部的沉积物及底栖动物区系。海洋与湖沼 1(3): 269—315。
- [5] Belyaeva, N. V., 1976. Quantitative distribution of planktonic foraminifera in the sediments of the world ocean. Progress in Micropaleontology, N.Y. p10—16.
- [6] Murray, J.W., 1973. Distribution and ecology of living benthic foraminiferids. Heinemann Educational Books, 274 p.
- [7] Murray, J. W., 1976. A method of determining proximity of marginal seas to an ocean. Marine geology, 22(2):103—119, 7 text-figs.
- [8] Polski, W., 1959. Foraminiferal biofacies off the North Asiatic Coast. Jour. Paleont., 33(4): 569—587, pl. 8 text-figs.
- [9] Puri, H. S., 1971. Distribution of ostracodes in the oceans. The Micropaleontology of Oceans. Cambridge University Press, p. 163—169.
- [10] Walton, W. R., 1964. Recent foraminiferal ecology and paleoecology. Approaches to paleoecology (ed. by J. Imbrie and N. Newell). p. 151—237.

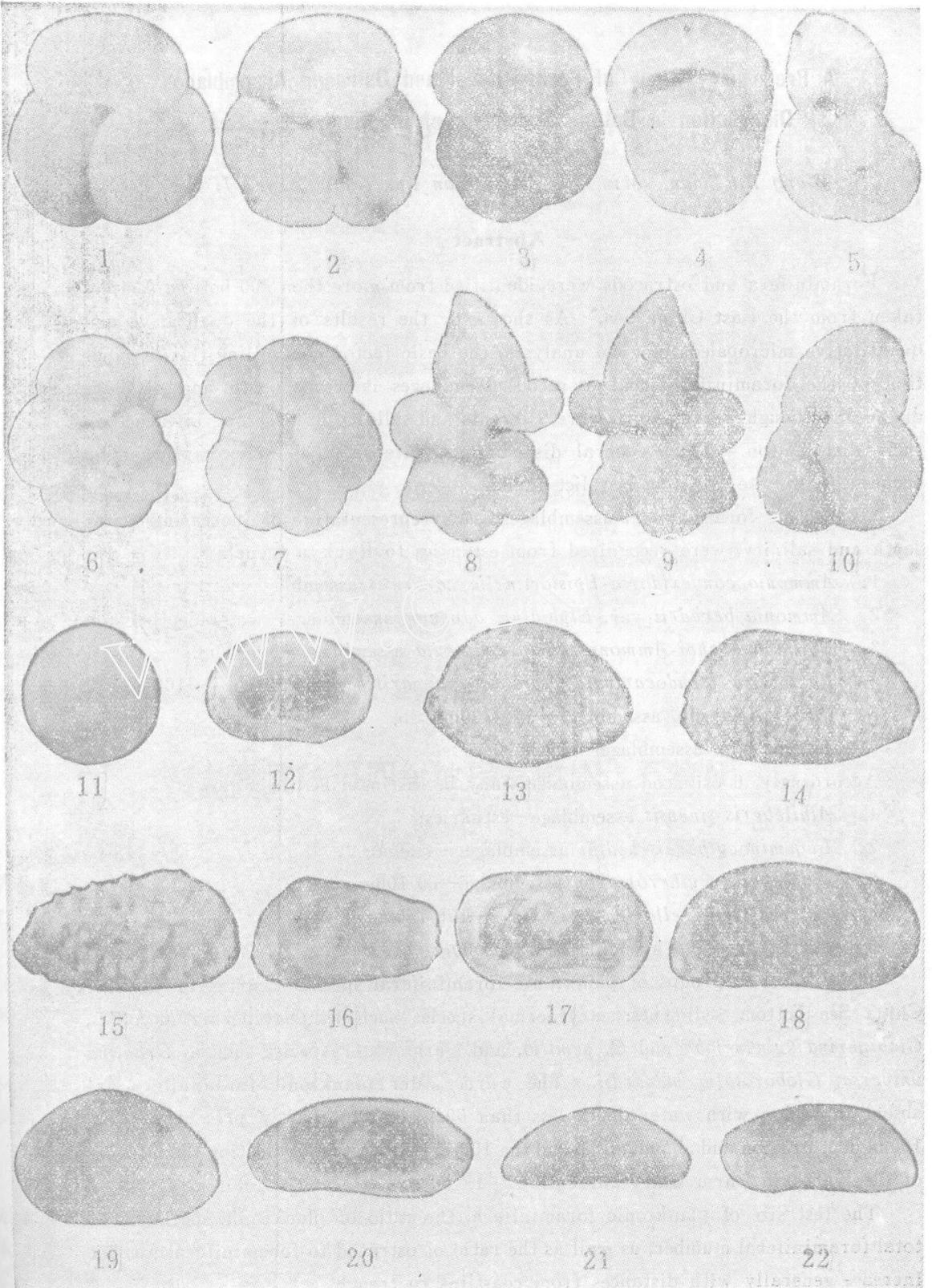
图版 I 说明

1. 剑状串珠虫 *Textularia sagittula* DeFrance × 50 登记号: 1412
2. 瓶虫未定虫 *Lagena* sp. × 100 登记号: 1411
3. 线纹小泡虫相似种 *Bulimina* cf. *striata* d'Orbigny × 110 登记号: 1420
4. 双裂葡萄虫 *Uvigerina dirupta* Todd × 55 登记号: 1430
5. 科契箭头虫 *Bolivina cochei* Cushman and Adams × 70 登记号: 1421
- 6—7 岛虫未定种 *Islandiella* sp. 6—口视; 7—反口视; × 150 登记号: 1424
- 8—9 压扁卷转虫 *Ammonia compressiuscula* (Brady) 8—腹视; 9—背视; × 40 登记号: 1417
- 10—11 凸背卷转虫 *Ammonia convexidorsa* Zheng 10—腹视; 11—背视; × 200 登记号: 1415
- 12—13 奈良小上口虫 *Epistominella naraensis* (Kuвано) 12—腹视; 13—背视; × 210 登记号: 1413
- 14、19 暖水卷转虫 *Ammonia tepida* (Cushman) var. 14—腹视; 19—背视; × 70 登记号: 1416
- 15—16 五叶幼体虫 *Pullenia quinqueloba* (Reuss) 15—侧视; 16—壳缘视; × 120 登记号: 1427
- 17—18 异地希望虫 *Elphidium advenum* Cushman 17—侧视; 18—壳缘视; × 64 登记号: 1418
- 20—21 曼顿半泽虫 *Hanzawaia mantaensis* (Galloway et Morrey) 20—腹视; 21—背视; × 50 登记号: 1423
- 22—23 珍珠面包虫 *Cibicides margaritifera* (Brady) 22—腹视; 23—背视; × 30 登记号: 1319



图版 II 说明

- 1—2 共球拟抱球虫 *Globigerinoides conglobata* (Brady) 1—腹视; 2—背视;
× 50 登记号: 1326
- 3—3 斜室普林虫 *Pulleniatina obliqueloculata* Parker et Jones 3—腹视; 4—口
视; × 60 登记号: 1428
- 5、10 袋状拟抱球虫 *Globigerinoides sacculifer* (Brady) 5—背视; 10—腹视;
× 75 登记号: 1420
- 6—7 杜氏新方球虫 *Neogloboquadrina dutetrei* (d'Orbigny) 6—背视; 7—腹视;
× 50 登记号: 1431
- 8—9 亚当小抱球虫 *Globigerinella adamsi* (Banner and Blow) 8—背视; 9—腹
视; × 60 登记号: 1425
11. 普通圆球虫 *Orbulina universa* d'Orbigny × 25 登记号: 1432
12. 中华洁面介 *Albileberis sinensis* Hou 左瓣外视; × 50 登记号: 2079
13. 翼花介 1 号种 *Cytheropteron* sp. 1 右瓣外视; × 50 登记号: 2082
14. 方地豆艳花介 *Leguminocythereis hodgii* (Brady) 左瓣外视; × 60
登记号: 2080
15. 粗楔粗面介 *Trachyleberis scabrocuneata* (Brady) 右瓣外视; × 45
登记号: 2081
16. 日本穆赛介 *Munseylla japonica* (Hanai) 左瓣外视; × 80 登记号: 2083
17. 围脊小浪花介 *Cytherelloidea cingulata* Brady 左瓣外视; × 50
登记号: 2086
18. 长克利特介 *Krithe producta* (Brady) 右瓣外视; × 50 登记号: 2087
19. 美丽土棱介相似种 *Bairdia* cf. *formosa* (Brady) 左瓣外视; × 40
登记号: 2088
20. 属种未定 gen. et sp. 左瓣外视; × 55 登记号: 2085
21. 巨星介未定种 *Macrocypris* sp. 右瓣外视; × 30 登记号: 2084
22. 泥穴介未定种 *Argilloecia* sp. 左瓣外视; × 50 登记号: 2089



A Preliminary Study of Foraminiferal and Ostracod Assemblages' Distribution in Bottom Sediments of the East China Sea

Wang Pin Xian, Min Qiu Bao, Bian Yun Hua, Zhang Ji Jun

Abstract

Foraminifera and ostracods were identified from more than 400 bottom samples taken from the East China Sea. As shown by the results of the qualitative and quantitative micropaleontological analyses, the basic factor controlling the distribution of the foraminiferal and ostracod assemblages is water depth and offshore distance, although water temperature, currents and salinity have strong influence on their distribution. These general distribution patterns have been complicated by occurrences of Late Pleistocene relict fauna.

Six benthic foraminiferal assemblages, each representative of increasing water depth and salinity, were recognized from estuaries to Ryukyu trench:

1. *Ammonia convexidorsa*-*Epistominella naraensis* assemblage—estuaries;
2. *Ammonia beccarii* var. *Elphidium advenum* assemblage—water depth < 55m.;
3. *Bolivina cochei*-*Ammonia compressiuscula* assemblage—50-100m.;
4. *Textularia pseudocarinata*-*Cibicides margaritifera* assemblage—100-150m.;
5. *Cassidulina* spp. assemblage—150-700m.;
6. *Lagena* spp. assemblage—700-2000m.;

Accordingly, 6 ostracod assemblages may be distinguished as follows:

1. *Albileberis sinensis* assemblage—estuaries;
2. *Leguminocythereis hodgii* assemblage;—<50m.;
3. *Munseyella*-*Cytheropteron* assemblage—50-100m.;
4. *Bairdia*-*Cytherelloidea* assemblage—100-150m.;
5. *Krithe producta* assemblage—150-2000m..

There are two groups of planktonic foraminiferal species occurring in the East China Sea bottom sediments: eurythermal species such as *Globigerina bulloides*, *Globigerina quinqueloba* and *G. pumilio*, and warm water species such as *Orbulina universa*, *Globorotalia menardii*. The warm water planktonic foraminifera are absent in region with water depth less than 50m., but are partly present in 50—100m. depth region and abundant beyond the 100m. isobath, thus indicating the influence of the Kuroshio warm water current.

The test size of planktonic foraminifera, the ratio of planktonic specimens to total foraminiferal number, as well as the ratio of ostracod to foraminiferal number increase generally with distances from coastline to trench.