

黄海、东海底栖生物的生态特点*

刘瑞玉 崔玉珩 徐凤山 唐质灿

(中国科学院海洋研究所)

黄海和东海,连同渤海,是面积广阔的陆缘海,绝大部分区域的深度不超过 160m,超过 200m 的深水区域范围很小,东海平均深度 370m,黄海平均深度 44m,渤海只有 18m。黄海、东海的海底地形、海流系统和水团结构都相当复杂。强大的高温高盐黑潮暖流水和以长江为主体的低盐冲淡水占主导地位。北部的黄海冷水则是在特殊的地理和气候条件下形成的夏季低温水团,而台湾暖流和黄海暖流对局部海域水文状况也有一定的影响。它们的存在及其相互作用决定了黄海和东海海域的底栖动物区系性质。此外,海底沉积物结构类型及其理化性质对底栖动物的组成和分布也有相当大的影响,不同种的分布式样明显地反映了粗、细、软、硬底质的分布轮廓;而有些底内动物的活动又对沉积物的物理纹理和化学特点产生一定的影响。

黄海、东海底栖动物种类很多,有的种数量很大,不少种(虾类)是具有经济价值的渔业捕捞对象,或是经济鱼虾的天然饵料,有些又可作为水团、海流的指示种,与生物资源的开发利用以及海洋生物科学的发展有密切关系。本文根据多年调查资料,系统反映中国东部近海大型底栖动物的概貌和生态特点,内容包括种类和群落组成、分布及其与水文和沉积环境的关系。

一、底栖动物分布与温、盐度及流系的关系

根据大型底栖生物的分布类型和生态特点,黄海、东海的大型底栖动物可分为三种生态类群。

1. 东海西部外陆架区(50—60m 等深线以外的广阔海域)的水文状况是由黑潮暖流决定的,其西侧在台湾暖流的影响下,底层水的温、盐度常年较高,也较稳定。冬季(二月) 14℃ 等温线和夏季(八月) 22℃ 等温线大致与 50—60m 等深线相一致,海水盐度超过 34‰。与沿岸浅水区相比,水文条件较为稳定。这一海域栖息的底栖动物种类很多,但区系的生态性质较为单纯,基本上都是热带、亚热带暖海才有的喜高盐高温种,组成与北部的黄海及西侧的浅海区完全不同的生物群落。底上动物特别发达。占优势的有十足目甲壳类的菲赤虾(*Metapenaeopsis philippi*)、须赤虾(*M. barbatus* 图 1)、两种管鞭虾(*Solenocera koelbeli* 和 *S. comata*)、长缝拟对虾(*Parapenaeus fissurus*)、红虾(*Plesionika izumae*, 图 2)、异指虾(*Process japonica*)、纤手梭子蟹(*Portunus gracilimanus*)、银光梭子蟹(*P.*

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1253 号。

本文曾在“东海及其他陆架沉积作用国际学术讨论会”(杭州,1983 年)上作邀请报告。

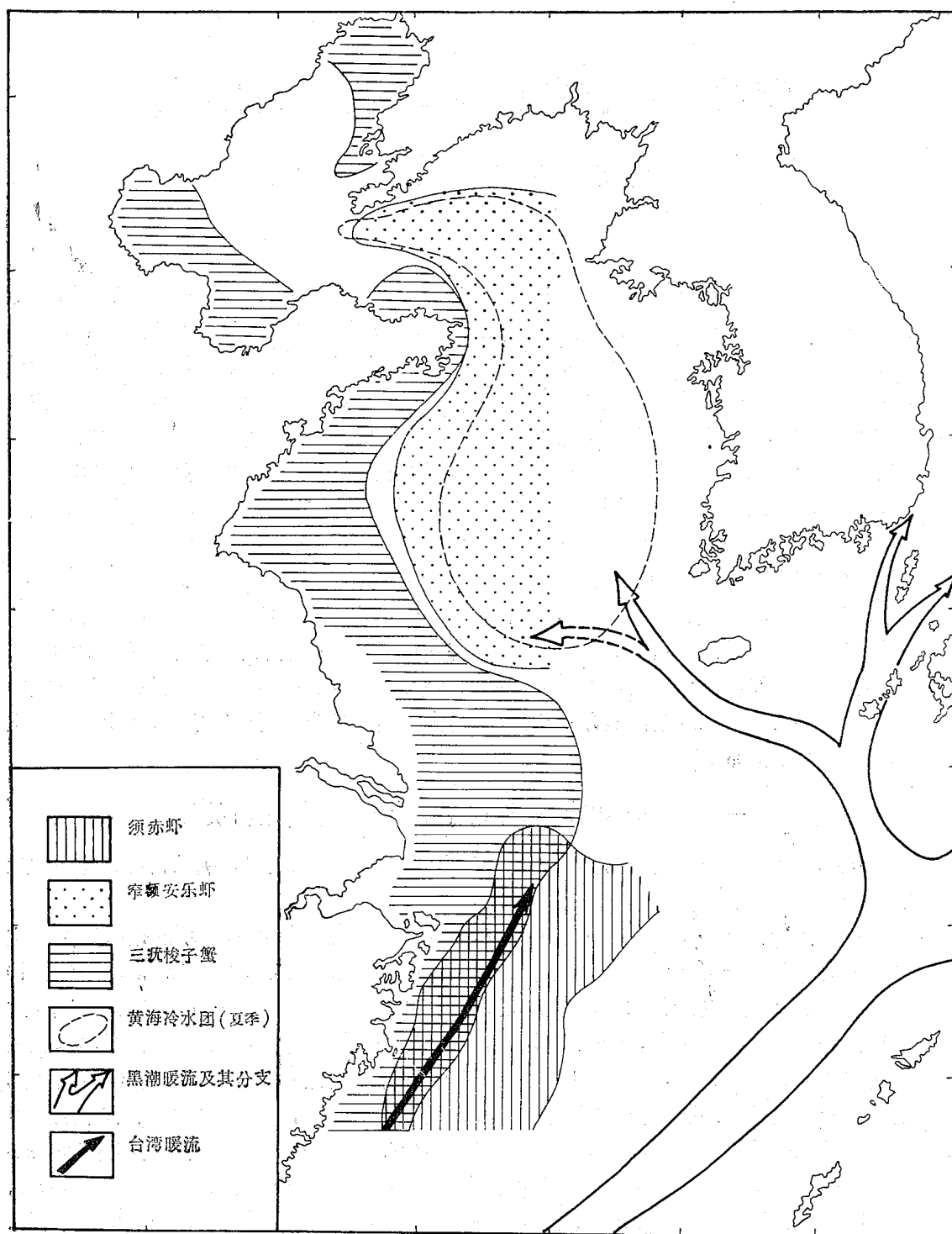


图1 须赤虾 (*Metapenaeopsis barbatus*)、窄额安乐虾 (*Eualus spathulirostris*)
和三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*) 在黄海和东海的分布

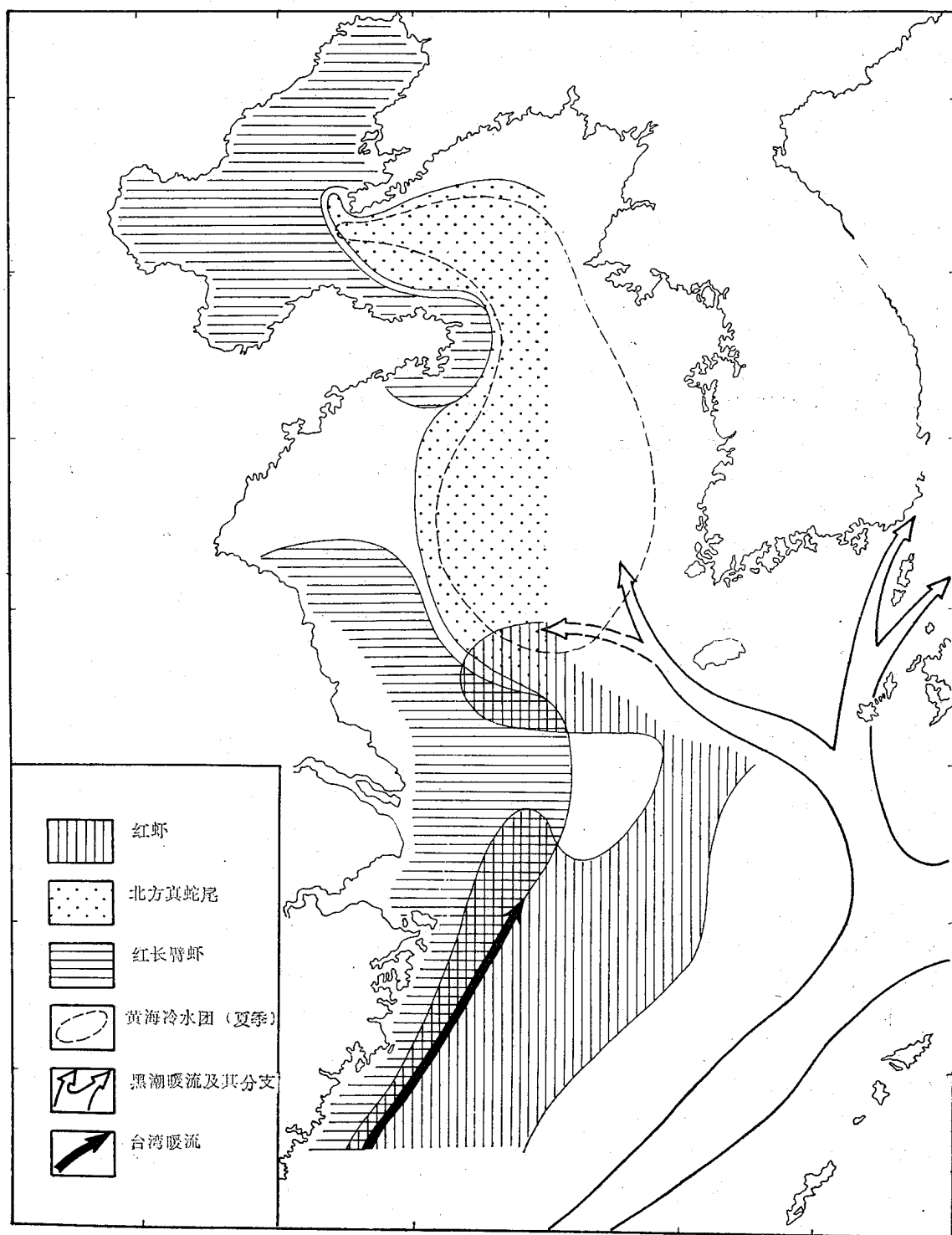


图2 红虾 (*Plesionika izumae*)、北方真蛇尾 (*Ophiura sarsii*) 和红长臂虾 (*Palaemon gravieri*) 在黄海和东海的分布

argentatus)等,软体动物的大角贝 (*Dentalium vernei*)、沟竹蛏 (*Solen canaliculatus*)、白帘蛤 (*Venus albina*)、羽江瑶 (*Pinna penna*)、棘皮动物的鞭枝蛇尾 (*Trichaster flagelliser*)、多毛类的医矾沙蚕 (*Eunice medicina*)、甌毛岩虫 (*Marphysa stragulum*)等。这些种一般不分布于近岸的低盐水域,向北更不进入黄海,但多数见之于南海北部。

东海底栖动物分布特点之一是种数自北向南和由近岸(西部)向外海(东部)明显增多,这种情况在软体动物中表现得非常突出。例如东海北部软体动物种数很少,拖网取样每次采到的种数一般不超过15种。但在东南部外海27°30'N,靠近冲绳海槽边缘处的两个站上拖网(1.5m宽小型阿网 Agassiz trawl)分别采到54种和71种软体动物;而在同一海区偏南处,堀越增兴^[10]一次拖网(小型单拖渔网)竟获得149种软体动物。这种由北向南、由西向东种数增多的趋势,显然是受黑潮暖流的影响。由此可见,东海的底栖动物距黑潮主干越近种数越多。

有些在长江口以南外海区常见的暖水种,如 *Pecten albicans*、栗色管螺 (*Siphonalia spadicea*)、疣褐虾 (*pontocaris haberreri*, 图3)、管鞭虾 (*Solenocera koelbeli*)、芮氏刻肋海胆 (*Temnopleurus reevesii*)、凹裂星海胆 (*Schizaster lacunosus*)、盖蛇尾 (*Stegophiura*)等,也发现于黄海南部33°—34°N, 120°E以东的海域,这显然是从外海向西北方向扩布的结果。这些种的分布情况恰恰反映了它们是由黑潮分支黄海暖流输送的,并反映了黑潮暖流影响的范围(图1—3)。此外,还有些种,如钩倍棘蛇尾 (*Amphioplus ancistrotus*)、*Tymolus japonica*、*Nucula tokyoensis*等,分布范围较窄,迄今在我国东部海域仅发现于这一小区,这些暖水性种随黄海暖流楔入黄海冷水团的边缘区,与一些北温带种混栖于黄海南部。只有在冷、暖水交汇混合的海域才有这种生态性质显著不同的区系成分同时存在。

黄海暖流是从黑潮分出的一个支流,它的高温高盐水在一定程度上改变了上述海域的温、盐状况,使一些暖水种得以生存。以上情况充分说明海流对底栖生物分布的影响。

2. 东海50—60m及黄海40—50m等深线以内的沿岸浅水区,主要受大陆气候条件及江河径流的影响,温、盐度的季节变化非常明显,盐度比较低,东海在33‰以内,黄海南部在32‰以内,而整个渤海低于31‰,近岸和河口区更低。温度年变幅极大,夏季高温期高达28—29℃(外侧略低),高于暖流所控制的外海水域。冬季渤海常有岸冰出现,其他水域水温可下降到2—3℃(黄海)或6—7℃(东海)。能适应温、盐度变化如此剧烈的环境的底栖动物种数少,几乎完全是广温广(低)盐性质的种,它们对温、盐度变化的适应能力较强,因而分布较广。其中有的分布在北方海域的河口附近,如金星蝶铰蛤 (*Trigonothracia jinxingae*)、毛蚶 (*Arca subcrenata*)、小荚蛏 (*Siliqua minima*)、几种白虾 (*Exopalaemon* spp.)、绒毛细足蟹 (*Raphidopus ciliatus*)、棘刺锚参 (*Protankyra bidentata*) 阳燧足 (*Amphiura* sp.)、单指虫 (*Heterocossura aciculata*)。还有大量在沿岸海域广泛分布的种,如日本蜆 (*Charybdis japonica*)、三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*, 图1)、对虾 (*Penaeus orientalis*)、鹰爪虾 (*Trachypenaeus curvirostris*)、短角赤虾 (*Metapenaeopsis dalei*)、黄新对虾 (*Metapenaeus joyneri*)、细螯虾 (*Leptochela gracilis*)、红长臂虾 (*Palaemon gravieri*, 图2)、日本鼓虾 (*Alpheus japonicus*)、口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、凸镜蛤 (*Dosinia gibba*)、日本刺疏鳞虫 (*Sthenolipsis japonica*) 和长吻沙蚕 (*Glycera chirori*)等。但由于南部冬季底温高于北部,来自南方的暖水性种也显著增多,例如对虾科的管鞭虾属 (*Solenocera*)、

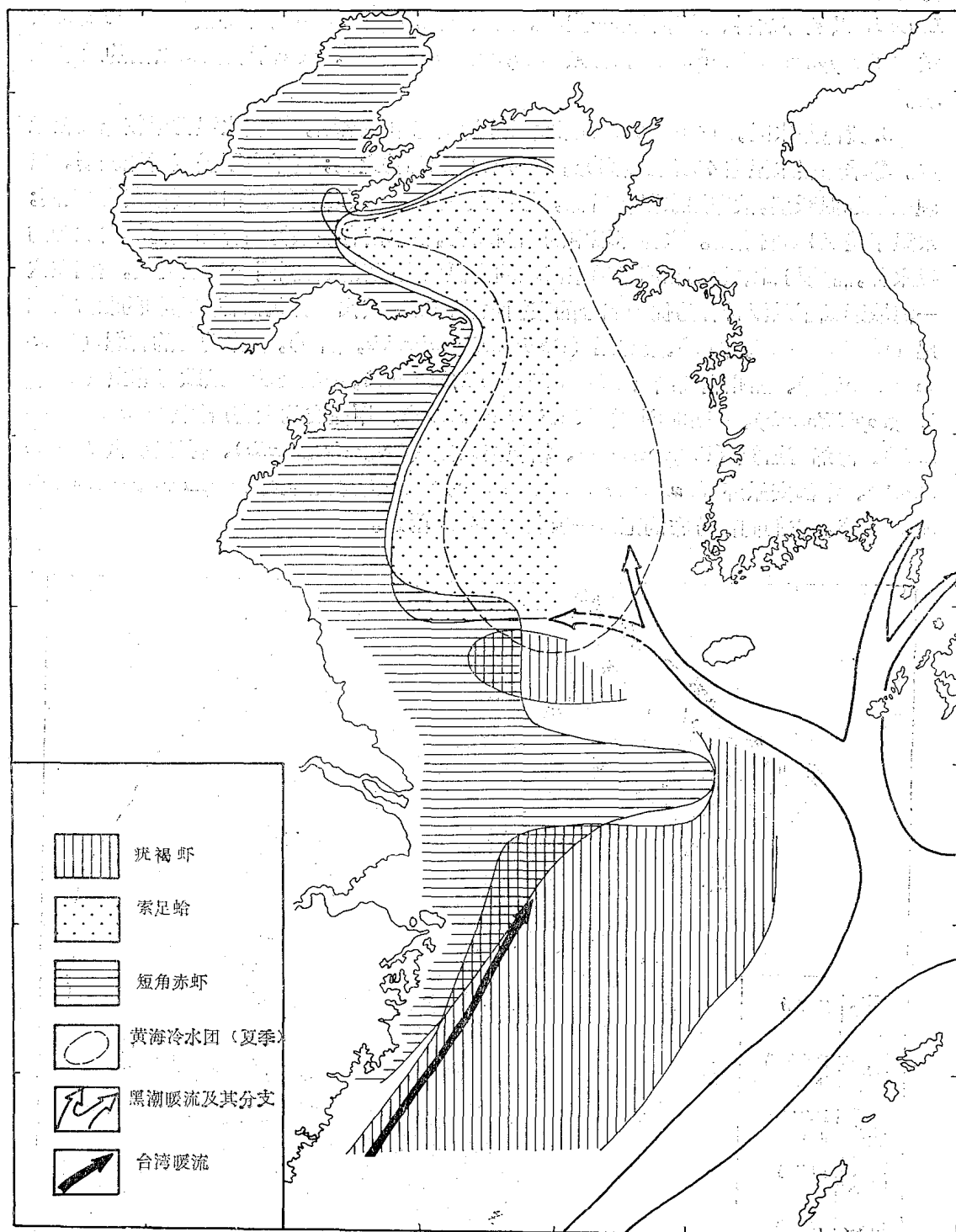


图3 索足蛤 (*Thysira cf. gouldi*)、短角赤虾 (*Metapenaeopsis dalei*) 和疣褐虾 (*Pontocaris habererii*) 在黄海和东海的分布

仿对虾属 (*Parapenaeopsis*), 梭子蟹科的几种梭子蟹 (*Portunus*)、玉蟹科的 *Arcania* 和 *Leucosia* 以及虾蛄科、鼓虾科的一些种。而典型的暖水种, 如几种龙虾 (*Panulirus* spp.)、螯 (*Tachypleus tridentatus*) 和青蟹 (*Scylla serrata*) 等, 仅见于长江口以南的近岸水域。

3. 黄海深水区, 即 40—50m 等深线以外的黄海中央水域, 底层水温常年较低且较稳定。冬季底层水温在 4°C (北黄海) 到 7—8°C (南黄海) 之间; 夏季由于垂直对流较弱, 出现明显的温跃层, 故底层水温相当低, 在 6 (或 8)—10°C (北黄海) 到 12°C (南黄海) 之间; 水温年差仅 4°C 或略高。这种环境中的底栖动物, 根本没有在东海同样深度海域占优势的暖水种, 而是与日本北部和苏联远东海域的冷温性或暖温性种属同一生态类型, 它们在这一海域形成了以温带种为优势成分的底栖生物群落。其代表种包括棘皮动物的北方真蛇尾 (*Ophiura sarsii*, 图 2)、紫蛇尾 (*Ophiopholis mirabilis*, 图 9), 软体动物的香螺 (*Neptunaea cumingi*)、加州扁鸟蛤 (*Clinocardium californiense*), 多毛类的蜈蚣欧努非虫 (*Onuphis geophiliiformis*)、斑角吻沙蚕 (*Goniada maculata*), 甲壳类的大寄居蟹 (*Pagurus ochotensis*)、海绵寄居蟹 (*P. pectinatus*)、枯瘦突眼蟹 (*Oregonia gracilis*)、脊腹褐虾 (*Crangon affinis*)、窄额安乐虾 (*Eualus spathulirostris*, 图 1)、堪察加七腕虾 (*Hepatocarpus camtschaticus*) 等。它们向南分布的范围一般仅达 34°N 附近。

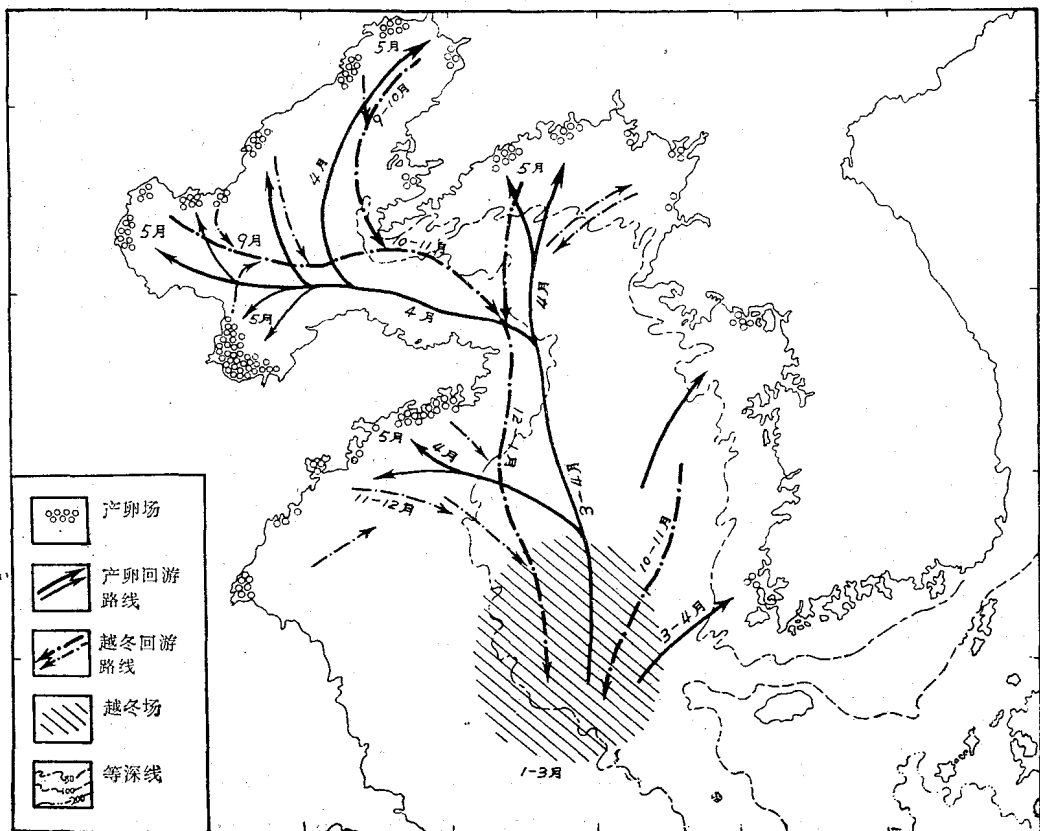


图 4 对虾 (*Penaeus orientalis*) 在黄海的回游

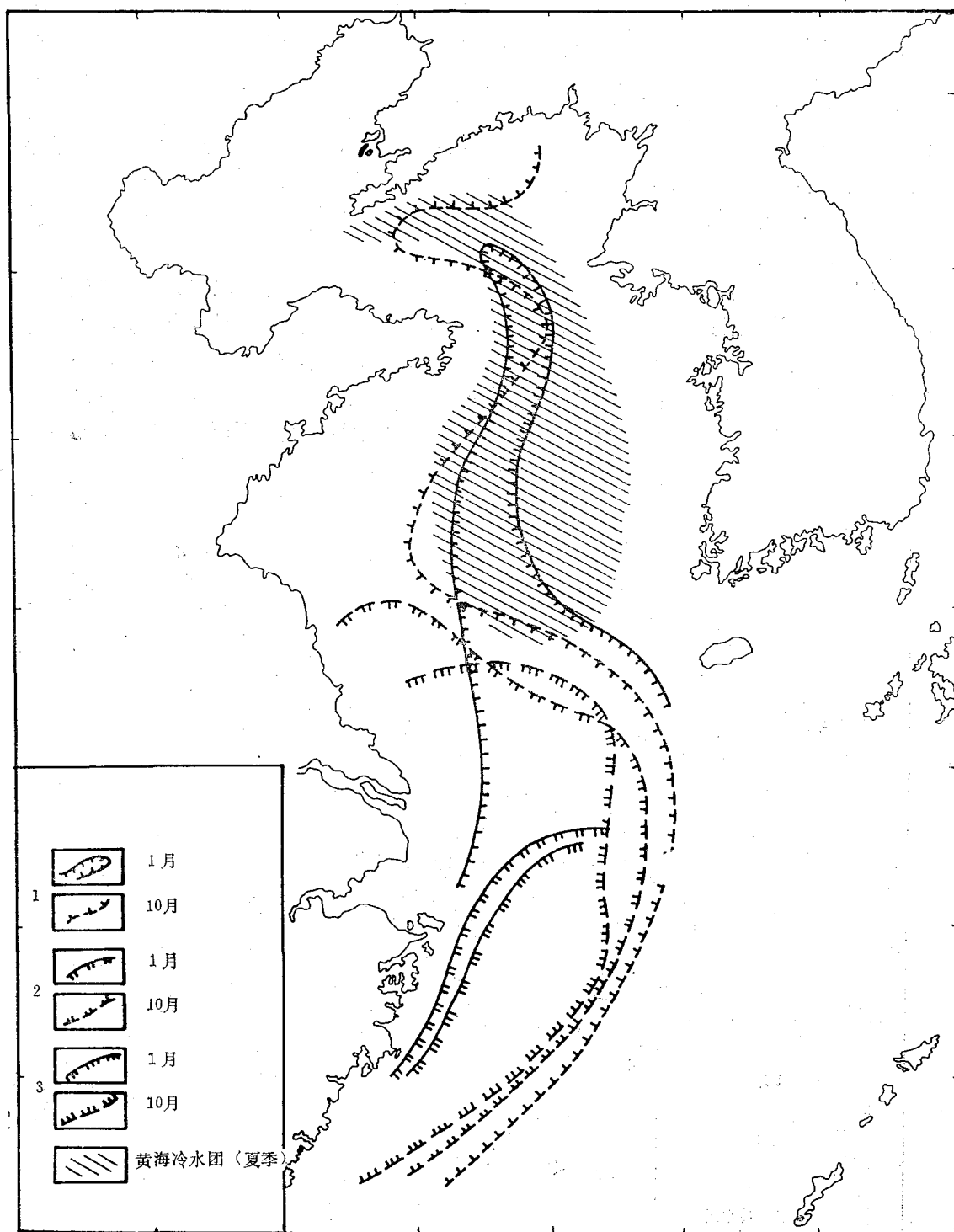


图5 鹰爪虾 (*Trachypenaeus curvirostris*) (图例1)、长额仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*) (图例2)和中华管鞭虾 (*Solenocera sinensis*) (图例3)在黄海和东海的分布

这些大量冷水种的存在及其数量上的压倒优势,是黄海底栖动物区系的重要特点。

以上三个生态类群的分布范围基本上不相重叠,恰与黑潮高温高盐水、沿岸低盐水和黄海冷水的分布范围相吻合,相当清楚地反映了黄海、东海海域的环境特点及区系性质和生态特点;有些暖水种的分布也清楚地反映了黑潮暖流及其分支黄海暖流和台湾暖流的流势与影响范围。在没有显著地理障碍 (Geographic barrier) 的黄海与东海之间,显然存在着一条明显的生态学屏障 (Ecological barrier)。它阻碍了大多数温带种向南进入东海,同时也限制了许多暖水种向北进入黄海;只有在沿岸的浅水区才使一些广温低盐性种向南北扩布。

上述情况说明,东海外海水域的底栖动物区系截然不同。自长江口向东北至济州岛和对马岛附近海域,形成一条明显的区系分界线,线以北为暖温带区系占优势,线以南为亚热带区系占优势。各主要类群的分布与组成情况基本一致,这为阐明我国东部海域底栖动物的动物地理学特点,进行区系区划,提供了重要依据。我们的材料补充了外国学者如 S. Ekman^[13] 和 J. C. Briggs^[12] 等对东海动物地理学特点及区系区划的论述,并修正

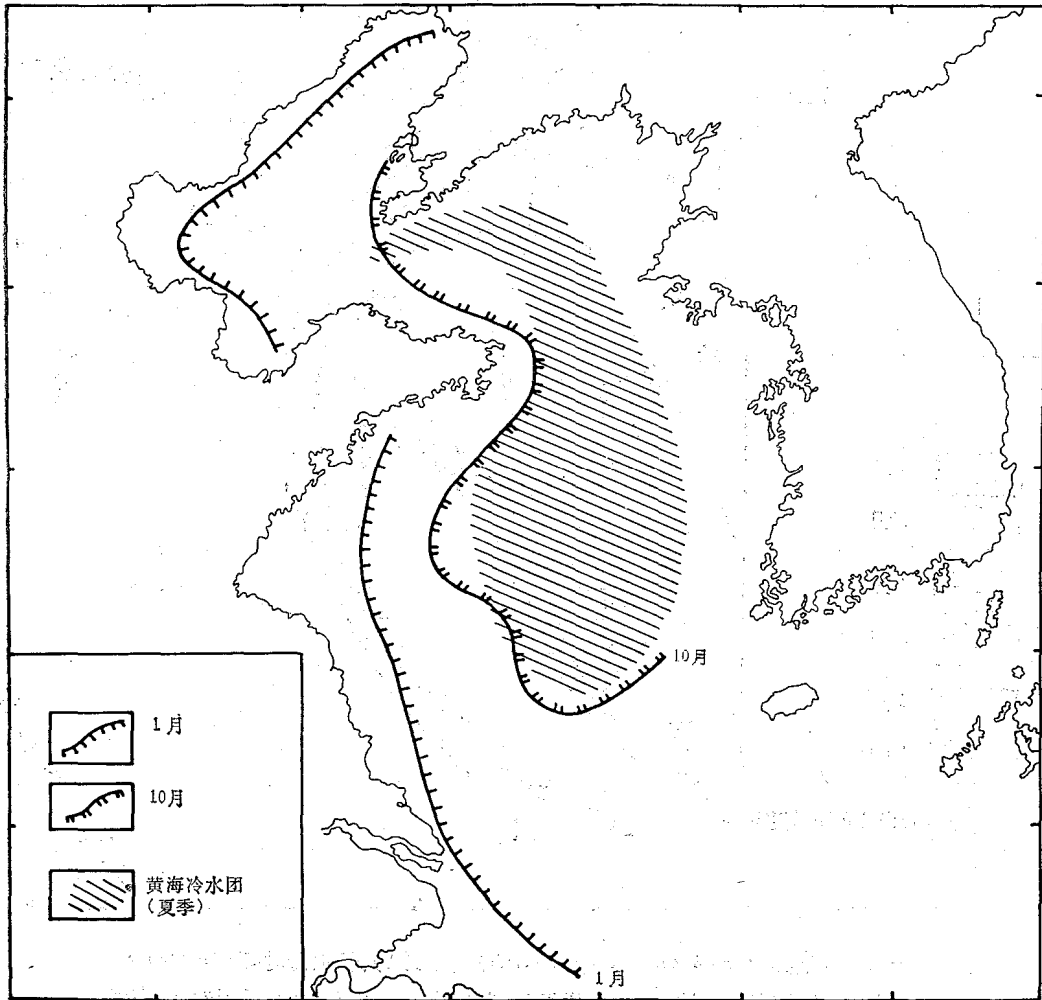


图6 脊腹褐虾 (*Crangon affinis*) 在黄海和东海分布的季节变化

了其中的缺点和错误。我们确认东海底栖动物区系属于印度-西太平洋热带区系的中国-日本亚区 (China-Japan Subregion), 而黄海区系则属于北太平洋温带区系的东亚亚区 (East Asia Subregion), 两者的分界线即上述的长江口至济州岛和对马岛之间的连线。

黄海与东海温度的明显变化导致活动能力较强的动物的季节性移动。一些活动能力较强的虾类, 对海水温度的季节变化具有特殊的适应方式, 它们可随温度的升降而扩大或缩小其分布范围。这种移栖(回游)现象在黄海、东海仅出现在有关种类分布区的边缘带。例如对虾(图 4) 和鹰爪虾(图 5), 冬季迁至南黄海深水越冬, 春季回游到渤海各河口区和黄海沿岸区产卵繁殖, 直到幼体长大。中华管鞭虾和长额仿对虾(图 5) 则迁移到东海长江口以南近岸水域越冬, 春季分布范围扩大到 34°N 附近的南黄海水域。应当指出, 虾类中这种扩大分布范围的习性, 不仅同海水温度变化有关, 而且大都与其繁殖周期密切相关。上述这些都是具有经济价值的种类, 常常是在其集群回游的过程中对其捕捞。与之相反, 冷水性的脊腹褐虾(图 6) 的季节性移动情况更为特殊, 它们是冬季扩大分布范围, 大量进入渤海、黄海沿岸水域和东海西北部, 夏季缩小范围, 局限在 40—50 m 等深线以外的黄海中部水域。我们在各月捕获的标本中都有抱卵雌体, 说明它们分布范围的扩大并不一定与生殖活动相关。虾类分布范围的扩大和缩小与鱼类的回游并不完全相同, 虾类分布范围的扩大仅见于分布区的边缘带, 这也是黄海、东海底栖动物分布的一个特点。

二、底栖动物分布与沉积物的关系

东海沉积物分布的规律性比较明显, 沉积物的颗粒从近岸向外海先由粗变细, 又由细变粗, 各种沉积类型的分布基本上呈带状, 与海岸相平行。软泥沉积物分布范围较小, 只出现在浙江近岸一个狭长地带, 即 30—60 m 等深线范围之内, 另在北部有一块孤立分布区。东海的广大大陆架区都为细砂质沉积, 其间散布有零星小面积的中砂。

在渤海和黄海海域, 各种沉积类型呈斑块状分布。细颗粒的软泥沉积区在渤海仅见于各大河口附近, 且面积均不大, 仅在南黄海中部有一面积较大的软泥沉积区。粉砂质沉积物一般分布在软泥区的周围, 在渤海是占优势的沉积类型。粗颗粒的细砂和中砂除在北黄海东部有一较大分布区外, 一般为零散分布。

影响底栖生物分布的环境因子中, 水文状况无疑是决定性因素, 它决定了动物区系的组成和性质, 而沉积物对它的影响则主要表现在底栖动物的生态类型、营养特点以及群落结构等方面。因此, 在同一海区不同水域虽然底质相同, 却可能由于水文条件不同而有完全不同的种出现。以下仅就这一海区各类型沉积物中的代表性种简略说明其相互关系。

1. 软泥底 生活于近岸和河口区软泥沉积中的动物主要有毛蚶、小菱蛭(图 9)、织纹螺 (*Nassarius succinctus**, *N. variciferus**)¹⁾、绒毛细足蟹*、棘刺锚参*等, 这些种由南向北普遍分布于黄海与东海。分布于长江口以南近岸区的除上述种类外, 还出现有细五角瓜参* (*Leptopentacta typica*), 东海 30—60 m 深软泥底区有凹裂星海胆(图 7)、芮氏刻

1) 带*者为沉积食性的种, 下同。

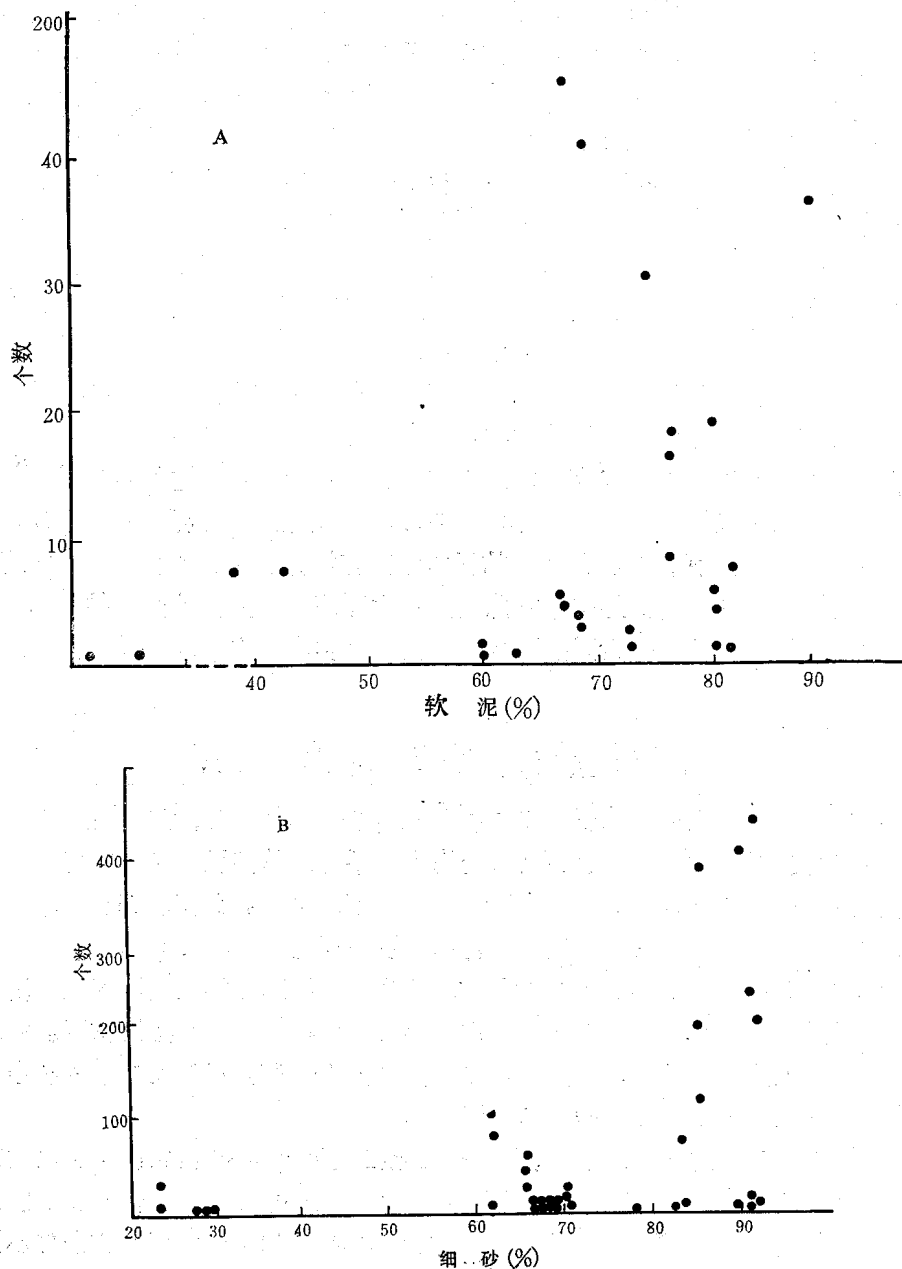


图7 底栖动物的分布与沉积类型的关系

A. 凹裂星海胆 (*Schizaster lacunosus*); B. 豆形短眼蟹 (*Xenophthalmus pinnotheroides*)

肋海胆*、织纹螺* (*Nassarius siquijorensis*) 和栗色管螺等。在这些软泥底范围内, 栖居的动物种类不多, 但个别种的数量很大; 群落的种类多样性指数偏低和均匀度 (evenness) 较差为其共同特点。特别是靠近河口的小区, 动物种类很少, 有时仅有个别多毛类或端足类, 这充分表明了河口区由于沉积速率较高而不利于动物生活, 特别是限制了滤食性底上动物的生存和发展的特点^[14]。长江口和黄河口附近底栖动物的分布情况也充分说明了这

一点。

在南黄海中部的软泥底质区, 生活着大量冷水性种, 如北方真蛇尾、索沙蚕 (*Lumbrineris* sp.)、蜈蚣欧努非虫、大寄居蟹、双壳类中 4 种原鳃类 (Protobranchia): *Acila mirabilis** (图 8A), *Leionucula tenuis**, *Portlandia japonica** (图 9) 和 *Nuculana yokoyamai**, 它们都属优势种。不难看出, 生活于软泥底质(包括近岸和外海)中的上述底栖动物, 沉积食性的种占很大比例, 它们的共同生态特点是以沉积物中有机碎屑为食, 密切地同有机质含量较高的细颗粒沉积物相联系。从图 8 中可以看出, *Acila mirabilis* 出现于软泥成分含量在 80% 左右的沉积区, 而 *Nuculana yokoyamai* (图 B) 和凹裂星海胆在软泥含量 60—80% 的沉积物中出现频率高, 数量也大。

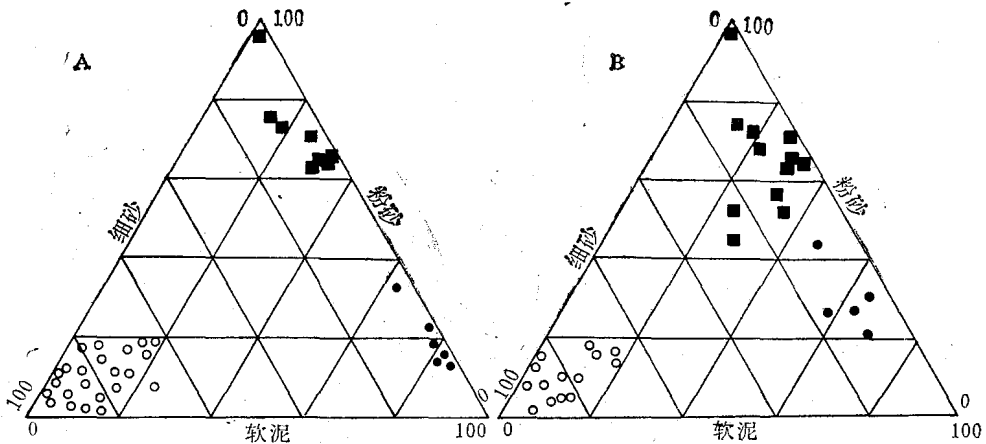


图 8 底栖动物的分布与沉积类型的关系

A. 奇异指纹蛤 (*Acila mirabilis*) (●); 骑士章海星 (*Stellaster equestris*) (○); 角管虫 (*Detrupa arientina*) (■); B. 粗纹吻状蛤 (*Nuculana yokoyamai*) (●); 多刺襞蛤 (*Plicatula muricata*) (○); 海蛹 (*Travisia pupa*) (■)

2. 粉砂底 粉砂沉积区在东海的面积不大, 主要在黄海。例如北黄海冷水团区的优势种紫蛇尾 (*Ophiopholis mirabilis*, 图 9)、*Yoldia notobilis* 和海绵寄居蟹等, 就是典型生活在粉砂沉积区的种。在近岸粉砂底质区中出现率较高的种有内褶蚶 (*Arca interplicata*)、*Felaniella usta*、倍棘蛇尾 (*Amphioplus* sp.); 特别是多毛类的角管虫 (*Detrupa arientina*, 图 8A), 生活在粉砂成分含量为 60—80% 的沉积区中; 海蛹 (*Travisia pupa*, 图 8B) 栖息区沉积物中粉砂成分含量在 50—70%。它们集中出现在山东半岛南北两侧的粉砂底质区。

3. 细砂和中砂底 砂质沉积区集中分布于东海, 在黄海、渤海仅有零散小区。近岸区有典型的砂底栖居者文昌鱼 (*Branchiostoma belcheri*), 形成了以它为单一优势种的底栖动物群落, 其分布范围较狭小。豆形短眼蟹 (*Xenophthalmus pinnotheroides*, 图 7B) 也是近岸浅水砂质沉积区的栖居者, 多出现于细砂成分含量在 60% 以上的沉积物中; 长江口外每平方米 200—500 个个体的高密度区, 细砂成分在 85—92% 之间, 它的出现率和数量同沉积物中细砂的含量成正比。

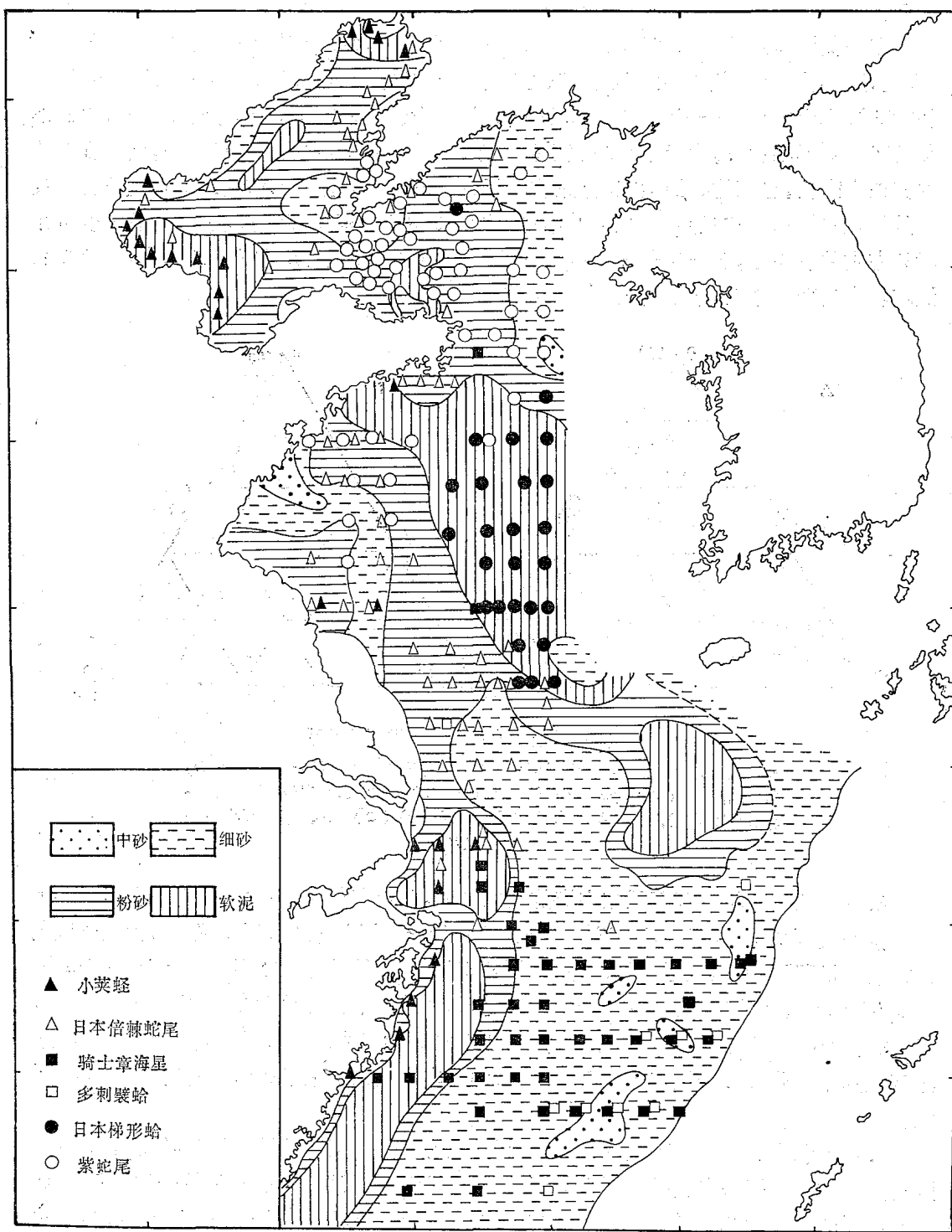


图9 底栖动物的分布与沉积物类型的关系

在东海外陆架区生活的大多数种都与粗颗粒的砂质沉积物密切相关。海绵动物、腔肠动物和苔藓动物等底上固着生活的种显著增多,这也反映出该区沉积环境和底层水的动力特点。一些数量大的优势种如多刺襞蛤 (*Plicatula muricata*, 图 8B 和图 9)、骑士章海星、单列羽螳 (*Monoserius pennarius*),也都是营底上生活的种。这同上述南黄海软泥沉积区中以底内动物为主的情况截然不同,形成鲜明的对照。在软体动物中,底上生活为主的腹足类种数多于双壳类,二者的比例约为 10.0:6.2;腹足类在软体动物种类组成中的比例也显著高于其他平底区。以上情况都清楚地反映了粗颗粒底质区底栖动物的生态和组成特点。

骑士章海星(图 9)是生活在细砂沉积物中的典型种,其分布局限于沉积物中细砂成分含量在 70—90% 左右的海底(图 8A)。多刺襞蛤对沉积物的要求与上种相似,细砂成分含量超过 80%(图 8B);由于它是固着生活的种,在中砂底质中的数量更大一些,在拖网取样中我们曾两次每网采到 4000 多个个体。伴随以上种类出现的还有滑指矶砂蚕 (*Eunice indica*) 和白玉虾 (*Callinassa* sp.) 等。

以上所列不同类型沉积物中栖息的生态特点不同的代表种的分布,显然是沉积物的物理化学特性影响的结果。

另一方面,底栖动物的大量繁殖和活动也不同程度地影响其生活环境中的沉积物。一些吞食性种,特别是头端向下的埋栖种,能将较深层的沉积物搬运到表层,从而扰乱破坏了沉积物的物理纹层,改造了表层沉积物的形态结构。属于这一类型的种大多是棘皮动物,如凹裂星海胆、棘刺锚参、歪刺锚参、柄扳锚参 (*Labidoplax dubia*)、细五角瓜参、紫纹芋参 (*Molpadia roretzii*)、白肛海地瓜 (*Acaudina leucoprocta*)、海地瓜 (*A. molpadioides*) 和多毛类的 *Scythoproctus* sp. 等。这些种都是非选择性沉积食性者 (*Non selective deposit feeder*),它们依靠吞食沉积物并摄取其中的微小生物和有机碎屑维持代谢,所搬运的沉积物数量很大,特别是体型大的白肛海地瓜和凹裂星海胆,对沉积物的扰动作用更为明显。以凹裂星海胆为例,一个成体(50.5×44.5mm)消化道内沉积物的重量平均有 8g。与其生态及食性相同,分类地位比较接近的心形海胆 (*Echinocardium cordatum*),Blegved (1914)^[1]曾报道其消化道中的沉积物从排出到摄取一昼夜至少进行一次,实际上可能更多。如按 24 小时摄食一次计算,一个凹裂星海胆一年就要搬运 3000g 沉积物。据我们的资料,这种动物在东海的最大密度为 70 个/m²,在 1m² 的面积中,一年内就有 210kg 左右的沉积物通过其消化道搬运到海底表面,平均堆积厚度可达 7cm 以上,由此可见其对沉积物改造的作用之大。

三、底栖动物群落

为了进一步阐明黄海、东海底栖动物的组成,分布规律及其反映海洋环境的特点,我们根据多年调查的资料,按照优势种的原则进行了动物群落的分析,将黄海、东海底栖动物划分为 22 个生物群落¹⁾(图 10),按其群落组成特点、生态学性质及其分布区的水文环

1) 刘瑞玉、崔玉珩、徐凤山。中国海底栖生物生态学的研究 I. 黄、东海。(未刊稿)

唐质灿、徐凤山,1978。东海大陆架区底栖生物数量分布和群落的初步分析。东海大陆架论文集。中国科学院海洋研究所,156—164页。

境,可归为四个主要类型:

1. 沿岸性(包括河口)广温低盐群落 分布于东海和黄海 30—40m 等深线以内的近岸浅水区及整个渤海(不包括海峡附近的深水区),包括 1, 2, 3, 5, 10, 11, 13, 14, 17 和 22 等群落。

2. 冷水性低温次高盐群落 分布于黄海中央深水区,大体与冷水团范围相当,其中包括 6, 7, 8 三个群落。

3. 暖水性高温高盐群落 分布于东海 60m 等深线以外的外陆架区,包括 16, 18, 19 和 20 等群落。

4. 混合群落 分布于黄海和东海沿岸与外海两种水系的混合交汇区,包括 4, 9, 12, 15 和 21 等群落。

与浮游生物和游泳生物相比,底栖生物群落的种类组成具有相对稳定的特点。但是在我国近海的沿岸性(包括河口)广温广盐群落中却有不少暂时性成分:一年中在一定季节出现于群落中的种,主要是活动能力较强的虾类和少数蟹类,特别是游泳虾类。它们常常在夏秋季以极大的优势活动于群落中,其摄食活动对群落的结构有较大影响;而冬季却常常退出这些群落的分布区。

以上各组底栖生物群落的分布区,受不同水团的控制,各群落成员的生态性质迥然不同。可作为代表的北方真蛇尾群落,其成员是来自北方海区的寒温带和暖温带种;多刺襃蛤-骑士章海星群落的成员是热带、亚热带高温高盐种。以上两类群落尽管成员甚多,温度性质却比较单纯。沿岸河口软泥底的毛蚶-织纹螺群落,其成员的性质较复杂,占优势的则是来自南方海域的广温广盐种。这明显地反映了有关海域的水文特点。

下面是上述前三种类型底栖动物典型站的主要成员。

1. IV-6 站 (28°30'N, 126°00'E) 水深 115m, 砂底, 1976 年 7 月 4 日, 阿氏网。由暖水性种类组成。

<i>Telesto</i> sp.	2	<i>Conus armadillo</i>	1
<i>Pseudoladochonus hicksoni</i>	40	<i>Siliquaria muricata</i>	1
<i>Eudendrium</i> sp.	20	<i>Xenophora exuta</i>	13
<i>Campanulariidae</i> gen. sp.		<i>Horaiclavus splendidus</i>	1
<i>Synthecium patulum</i>	20	<i>Hawaiaroa uwanensis</i>	155
<i>Hydrodendrom</i> sp. 1	4	<i>Plicatula muricata</i>	50
<i>Sertularella sinensis</i>	70	<i>Cryptopecten vesiculosus</i>	1
<i>S. areyi</i>	10	<i>Chama reifera</i>	1
<i>S. sp. 1</i>	2	<i>Randallia eburnea</i>	1
<i>S. sp. 2</i>	1	<i>Actumnus forficigerus</i>	19
<i>Soleniopsis</i> sp.	5	<i>Galethea</i> sp.	
<i>Hegella corruta</i>		<i>G. orientalis</i>	2
<i>H. neglecta</i>		<i>Mursia</i> sp. 1	1
<i>Cryptolaria</i> sp.	3	<i>Ibacus ciliatus</i>	1
<i>Lafoea fruticosa</i>	20	<i>Achaeus japonicus</i>	3
<i>Monostacchas quadridens</i>	20	<i>Synalpheus streptodactylus</i>	1
<i>Thecocarpos myriophyllum</i>	1	<i>S. gravieri</i>	1
<i>Monoserius pennarius</i>	2	<i>Balanus tenuis</i>	68
<i>Filellum serratum</i>		<i>Smilium sinense</i>	3
<i>Antipatharia</i>	1	<i>Ophiethrix koreana</i>	2
<i>Eunice medicine</i>	1	<i>Ophiactis</i> sp.	4
<i>Nereidae</i> gen. sp.	1	<i>Eumetra aphrodite</i>	1

<i>Temnopleurus reevesii</i>	2	<i>Spirobranchia latiscapus</i>	
<i>Henricia</i> sp.	3	<i>Ophiomusium simplex</i>	2
<i>Stellaster equestris</i>	730	<i>Nicon maculata</i>	2
<i>Trichaster flagellifer</i>	1	<i>Protula tubularia</i>	
<i>Stegophiura sladeni</i>	4	<i>Scrupocellaria diadema</i>	
<i>Dipsacaster pretiosus</i>	1	<i>Steganoporella magnilabris</i>	30

2. 2054 站 (37°45'N, 122°45'E) 水深 46m, 粉砂底, 1959 年 7 月 11 日, 阿氏网。
由冷水性种类组成。

<i>Actiniaria</i>	15	<i>Oregonia gracilis</i>	7
<i>Calliostoms</i> sp.	1	<i>Cancer gibbosulus</i>	7
<i>Natica janthostoma</i>	1	<i>Pagurus ochotensis</i>	15
<i>Trophon clathratus</i>	3	<i>Sclerocrangon</i> sp.	1
<i>Neptunea cumingi</i>	1	<i>Ophiura sarsii</i>	70,000
<i>Turridae</i> gen. sp.	1	<i>Asterias rollestoni</i>	3
<i>Philine japonica</i>	20	<i>Ophiopholis mirabilis</i>	2
<i>Hiatella orientalis</i>	2	<i>Aphelasterias japonicus</i>	1
<i>Clinocardium californiense</i>	30	<i>Luidia quinaria</i>	1
<i>Eulalus spathulirostris</i>	4		

3. 4111 站 (31°00'02"N, 122°45'E) 水深 15m, 软泥底, 1959 年 12 月 10 日, 阿氏网。由广温低盐性种类组成。

<i>Cavernularia</i> sp.	1	<i>Trigonostoma mangeloides</i>	5
<i>Actiniaria</i>	1	<i>Clavatula pseudo-principis</i>	16
<i>Nemertinea</i>	1	<i>Clavatula</i> sp.	1
<i>Glycera chirori</i>	1	<i>Turris polytropha</i>	1
<i>Cirratulidae</i>	2	<i>Alpheus japonicus</i>	2
<i>Sternaspis scutata</i>	15	<i>Palaemon gravieri</i>	7
<i>Terebellidae</i> gem. sp.	2	<i>Parapenaeopsis tenellus</i>	9
<i>Arca subcrenata</i>	88	<i>Solenocera sinensis</i>	11
<i>Yoldia similis</i>	3	<i>Acetes chinensis</i>	15
<i>Theora</i> sp.	8	<i>Portunus trituberculatus</i>	3
<i>Moerella jedoensis</i>	5	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>	2
<i>Neverita ampla</i>	5	<i>Arcania heptacantha</i>	1
<i>Nassarius succinctus</i>	315	<i>Cynoglossus</i> sp.	5
<i>N. variciferus</i>	96		

第一节所述三种不同分布类型的底栖动物, 其生态特点就是上述 1, 2, 3 类生物群落各自具有的基本生态特点(但对沉积物的适应有所差异), 此处不再赘述。

以下着重分析水团混合区域中群落的生态特点, 即兼有沿岸海域和暖流控制区或冷水团控制区的生态特点, 或在一定程度上兼有三种水系的生态特点。

在东海的底栖生物诸群落中, 兼具广温低盐性和高温高盐性(外海域)者主要是凹裂星海胆-织纹螺群落(15)。它分布于钱塘江口以南 30—60m 等深线范围内狭长的软泥底质区(近岸水域), 大体上与浙江海岸线平行(其内侧为群落 1)。其成员中既有广分布的广温广盐种, 例如对虾科的管鞭虾、仿对虾、两种鼓虾、细螯虾、口虾蛄、日本蛄、双斑蛄和三疣梭子蟹等, 也有外海高盐种, 如须赤虾、菲赤虾、红虾, 玉蟹科的遁行长臂蟹、各种栗壳蟹、几种玉蟹以及矛形梭子蟹等。本群落的特有种也较多, 其中数量最大的为群落代表种之一凹裂星海胆。

钩倍棘蛇尾-栗色管螺群落(12)分布于南黄海东南部边缘, 群落虽兼有三种生态性质

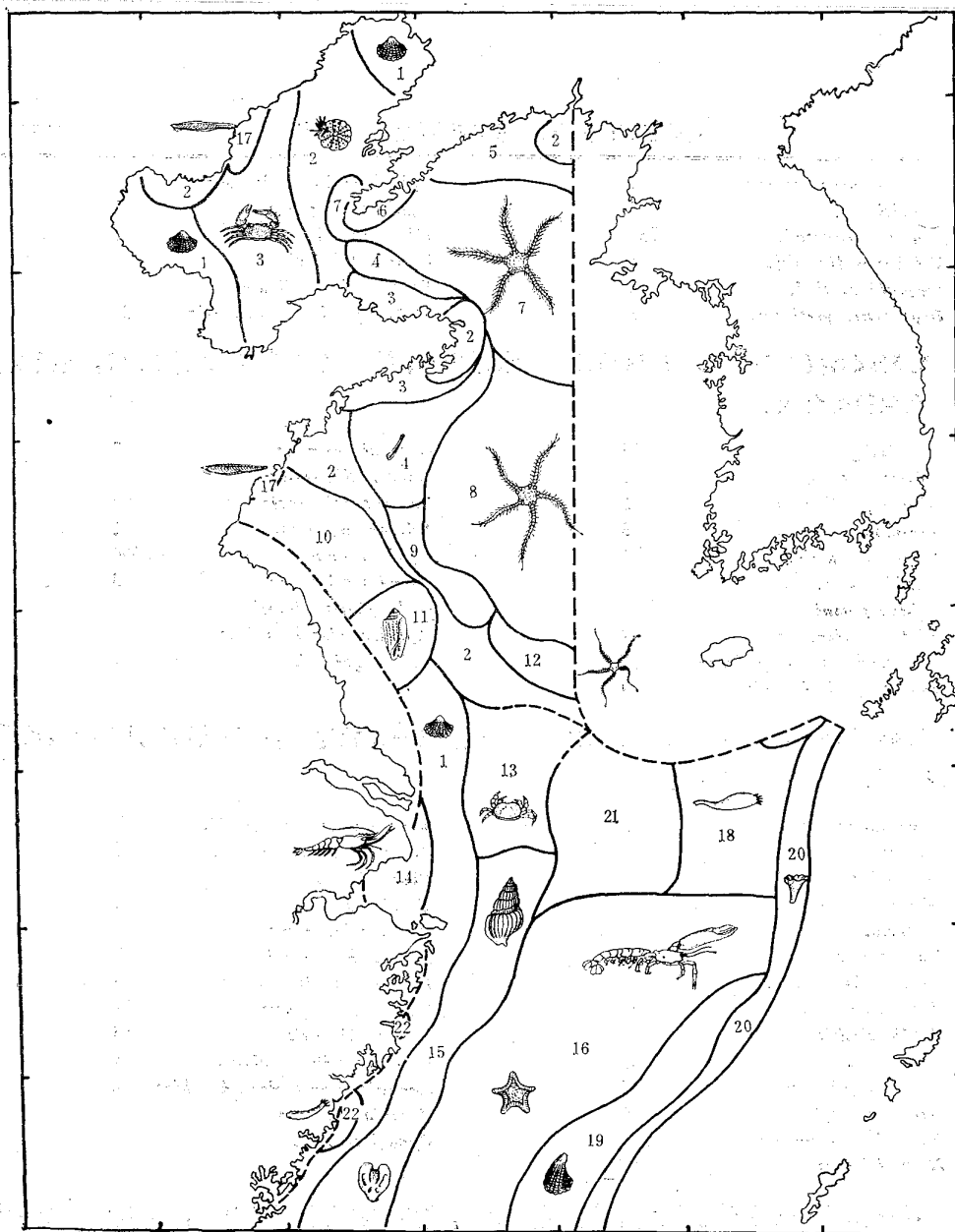


图 10 黄海和东海的底栖动物群落

- 1.毛蚶-织纹螺群落 (*Arca subcrenata*-*Nassarius succinctus*-*N. variciferus* Community); 2.哈氏刻肋海胆-日本倍棘蛇尾群落 (*Temnopleurus hardwickii*-*Amphiplus japonicus* Community); 3.泥足隆背蟹-内褶蚶群落 (*Carcinoplax vestitus*-*Arca interplicata* Community); 4.角管虫-海蛳群落 (*Ditrupa arietina*-*Travisia pupa* Community); 5.锦真蛇尾-砂海星群落 (*Ophiura kinbergi*-*Luidia* spp. Community); 6.布氏蚶-酸酱贝群落 (*Arca boucardi*-*Terebratella coreanica* Community); 7.北方真蛇尾-索足蛤群落 (*Ophiura sarsii*-*Thyasira* cf. *gouldi* Community); 8.索足蛤-蜈蚣欧努非虫-北方真蛇尾群落 (*Thyasira* cf. *gouldi*-*Onuphis geophiiformis*-*Ophiura sarsii* Community); 9.海鸡头群落 (*Eunephythya* sp. Community); 10.水媳虫-刻孔海胆群落 (*Synthecium patulum*-*Thuiaria* spp.-*Temnotrema sculptum* Community); 11.伶仃榧螺群落 (*Oliya mustelina mustelina* Community); 12.钩倍棘蛇尾-栗色管螺群落 (*Amphiplus ancistrotus*-*Siphonalia spadicea* Community); 13.豆形短眼蟹-锦真蛇尾群落 (*Xenophthalmus pinnotheroides*-*Ophiura kinbergi* Community); 14.白虾-长臂虾群落 (*Exopalaemon annandalai*-*E. carinicauda*-*Palaemon* sp. Community); 15.凹裂星海胆-织纹螺群落 (*Schizaster lacunosus*-*Nassarius siquijorensis* Community); 16.骑士章海星-单列羽螭-玉虾群落 (*Stellaster equestris*-*Monoeris pennarius*-*Callianassa* sp. Community); 17.文昌鱼群落 (*Branchiostoma belcheri* Community); 18.长手隆背蟹-白肛海地瓜-白帘蛤群落 (*Carcinoplax longimanus*-*Acaudina leucoprocta*-*Venus albina* Community); 19.多刺蛸蛤-骑士章海星群落 (*Plicatula muricata*-*Stellaster equestris* Community); 20.僧老同穴-扇形珊瑚群落 (*Euplectella* spp.-*Flabellum distinctum* Community); 21.锦真蛇尾-凸镜蛤群落 (*Ophiura kinbergi*-*Dosinia gibba* Community); 22.细五角瓜参-小荚蛸群落 (*Leptopentacta typica*-*Siliqua minima*-*Turritella bacillum* Community)

的成员,但以冷水性种和暖水性种的直接混合、共同出现为其特点,这在我国近海是最为突出的一个混合区。一些见于东海的暖水性种,例如红虾, *Solenocera koelbelli*, *Pecten albicans*, *Schizaster* 等,在东海北部不曾出现,反而出现在黄海南部的该群落中。我们认为形成这种不连续分布的主要原因是由于黄海暖流的存在,具有较高温度的暖流为这些暖水性种类的存在和分布提供了适宜的环境条件。

锦真蛇尾-凸镜蛤群落(21)分布在 124°E 以东水域,北界黄海冷水团,西接沿岸海域,其南部为暖流控制区。群落成员也兼具三种生态性质的成分,但不像群落(12)那样典型地由冷水和暖水性种直接交混。该群落中特有种不显著,且各种的数量也都不太大(该群落的详细情况还有待于今后补充)。

兼有广温低盐群落和冷水群落特点的是角管虫-海蛹群落(4)和海鸡头群落(9)。前者分布在北黄海和南黄海北部水深 40—50m 范围内的海域,即山东半岛两岸近海,后者在南黄海,北面与角管虫-海蛹群落相接,向南伸展到大约 34°N 线。这是沿岸水同黄海冷水的交汇区,其种类组成既有广温广盐种(沿岸水域广分布的鹰爪虾、鼓虾、口虾蛄、泥足隆背蟹、双斑蜉等等),也有冷水团的温带种(斑角吻沙蚕、北方真蛇尾、索足蛤、脊腹褐虾等等),其中包括特有成分,两个群落的代表种即是突出例子。

以上仅对群落的组成特点与海洋环境的关系进行一些分析,至于群落结构和动态特点还有待于进一步研究。

四、底栖动物生物量分布

生物量的分布数据是估计水域生产力,预测资源量所必需的基本资料。黄海与东海为中纬度浅海,底栖动物的生物量一般较低,表 1 为各海区总生物量平均值及其组成。

表 1 黄海、东海底栖动物平均生物量及其组成(单位: g/m^2)

海 区	总生物量	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其它
东海内陆架	31.7	2.8	4.1	1.0	21.4	2.4
东海外陆架	12.6	2.8	5.6	1.3	1.1	1.8
南 黄 海	27.7	3.6	11.7	1.5	7.4	3.5
北 黄 海	61.8	5.9	31.3	1.8	13.5	9.3
渤 海	24.3	1.4	16.9	1.2	3.1	1.7

东海内陆架区平均生物量($31.7\text{g}/\text{m}^2$)低于具有温带性质的北黄海($61.8\text{g}/\text{m}^2$),但高于渤海($24.3\text{g}/\text{m}^2$)和南黄海($27.7\text{g}/\text{m}^2$)。东海外陆架区生物量较低($12.6\text{g}/\text{m}^2$),与纬度较低的南海北部陆架区生物量平均值($11.0\text{g}/\text{m}^2$)近似。

东海陆架区生物量分布较均匀,其种类组成与黄海完全不同,棘皮动物最占优势;高生物量区主要分布于浙江近岸水深 30—60m 的狭长地带,底质为软泥、优势种为凹裂星海胆,常超过 $100\text{g}/\text{m}^2$,最高达 $735\text{g}/\text{m}^2$,密度 70 个/ m^2 。长江口外水深 20—30m 细砂底质区生物量也较高,一般为 $50—100\text{g}/\text{m}^2$ 左右,优势种是豆形短眼蟹、异毛蚓虫(*Heteromastus filiformis*)和阳燧足(*Amphiura* sp.)。这些动物是鱼类的主要捕食对象,它们繁殖期长,生长快,种群补充迅速,具有较高的饵料价值,在食物链(网)中占主要地位。东海外

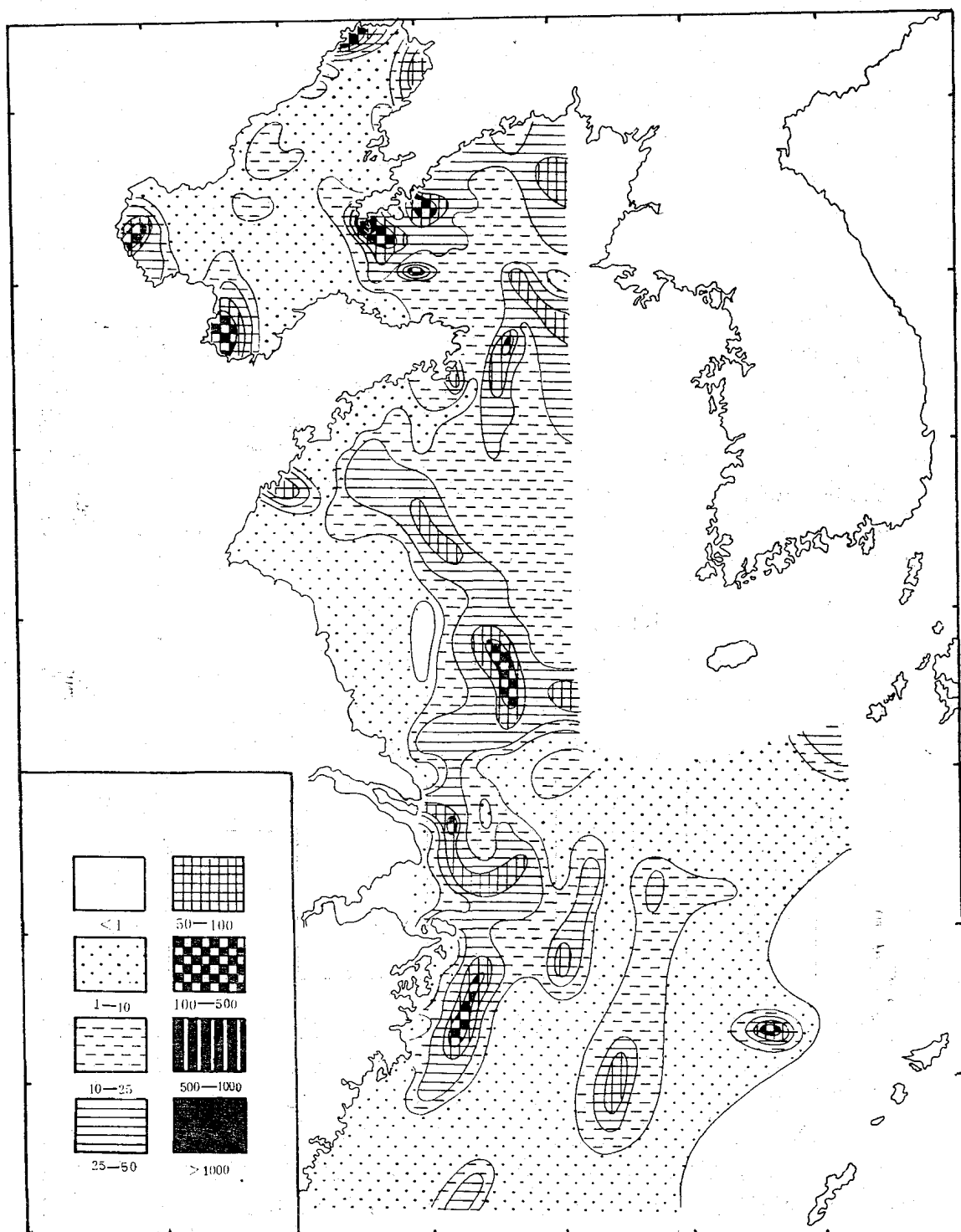


图 11 黄海、东海底栖动物总生物量分布 (g/m^2)

陆架内侧水深 100m 左右的砂质沉积区,距黑潮主流较近,生物量也较高,常在 $50\text{g}/\text{m}^2$ 以上,优势种为多刺襃蛤,低生物量区在长江口、钱塘江口附近及南部外海,一般平均 $1\text{g}/\text{m}^2$ 左右。(图 11)

我国近海广阔水域的底栖动物中,某些体型小、生长快、生命周期短(一般在一年之内或更短)的种类数量很大,它们同体型大、生长慢的种类相比在渔业上有更重要的意义,是经济鱼类的重要饵料来源,例如甲壳类中的豆形短眼蟹、绒毛细足蟹、钩虾类等,双壳类中的 *Raeta*, *Trigonothracia*, *Theora*, *Yoldia*, 单壳类的 *Philine* 和许多多毛类。此外,在不同月份中生物量组成的主要种类也不一致,很多种类的数量具有明显的季节性变化。这些情况说明许多底栖动物是处于不断消耗和补充之中,因而可以认为调查海区中较低的生物量值并不意味着底栖动物的生产量低,实际生产量应是较高的,调查所得生物量值只不过是补充(繁殖和生长)与消耗(被捕食、采捕和自然死亡)之间的动态情况的反映。上述情况是低纬度海域的一个特点。至于在黄海冷水团分布范围内,情况则有些不同,虽然对其主要种的生物学资料目前了解得还不够,但可以看出,这一海域中显然是以生命周期较长的多年生种占优势,具有高纬度海域的某些特点。

最后值得指出的是,长江口—杭州湾一带水域底栖动物生物量很低,一般均在 $5\text{g}/\text{m}^2$ 以下,显然是由于长江冲淡水所含大量泥沙在这里迅速沉积,浮泥很厚,限制了底栖动物的生存和发展,这是东海底栖动物数量分布的另一个显著特点。

参 考 文 献

- [1] 古里娅诺娃, E. Ф., 1962. 中国各海沿岸动物区系在世界大洋动物地理区划中的地位. 太平洋西部渔业研究委员会第五次全体会议论文集. 科学出版社, 240—243 页。
- [2] 刘瑞玉, 1960. 黄东海虾类动物地理学研究. 海洋与湖沼 5(3): 230—244.
- [3] ———, 徐凤山, 1963. 黄海底栖动物区系的特点. 海洋与湖沼 5(4): 306—321.
- [4] ———, 崔玉珩、林光宇等, 1964. 浙江近海底栖生物生态的研究. 浙江近海渔业资源调查报告. 浙江省水产资源调查委员会, 267—302 页。
- [5] 沈嘉瑞、刘瑞玉, 1963. 中国海蟹类区系特点. 海洋与湖沼 5(4): 139—153.
- [6] 张玺、齐钟彦等, 1963. 中国海软体动物区系区划的初步研究. 海洋与湖沼 5(2): 124—138.
- [7] 徐凤山, 1983. 东海软体动物分布与沉积物的关系. 贝类学论文集. 科学出版社, 115—120 页。
- [8] ———, 刘银城, 1983. 东海软体动物的分布特点. 第二次中国海洋湖沼科学会议论文集. 科学出版社, 357—363 页。
- [9] 秦蕴珊、郑铁民, 1982. 东海大陆架沉积物分布特征的初步探讨. 黄东海地质. 科学出版社, 39—52 页。
- [10] 堀越增典、蒲生重男、今島 実, 1971. 東支那海大陸棚の底生生物群集. 九州周道海域の地質学的諸問題. 九州大学, 141—147 頁。
- [11] Blegved, H., 1914. Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters. *Rep. Danish Biol. Stat.* 22: 41—78.
- [12] Briggs, J. C., 1974. *Marine Zoogeography*. McGraw-Hill Book Company, 475pp.
- [13] Ekman, S., 1953. *Zoogeography of the Sea*. Sidgwick and Jackson Limited, London, 417pp.
- [14] Rhoads, D. C. and Young, D. K., 1970. The influence of depositfeeding organism on sediment stability and community trophic structure. *Jour. Marine Research*, 28: 150—178.
- [15] Thorsen, G., 1957. Bottom communities, *In Treatise on Marine Ecology and Palaeoecology*, vol. 1, Ecology (ed. J. W. Hedgpeth), *Memoirs of the Geological Society of America* 67: 461—534.

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MACROBENTHOS OF THE YELLOW SEA AND THE EAST CHINA SEA*

Liu Ruiyu, Cui Yuheng, Xu Fengshan and Tang Zhican

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

This paper presents the results of marine benthos research carried out in the East China Sea, The Yellow Sea and the Bohai Sea during the recent by the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

The East China Sea covers a wide shallow water area which is less than 160 meters deep with only a small part exceeding 200 meters and an average depth of 370 meters. The Yellow Sea is more shallow, averaging 44 meters in depth. The average depth of Bohai Sea is 18 meters only. Influence of the continental climatic changes and interactions of the Kuroshio Warm Current, the Taiwan Warm Current, the East China Sea and Huanghai Sea Coastal Currents, the Changjiang (Yangtze) River and Huanghe (Yellow) River diluted water and the Yellow Sea Cold Water Mass result in very complicated oceanographic conditions.

Benthic faunas of the above mentioned areas are therefore also very complex in species composition, quantitative distribution and community structure, etc. In this paper special references are given to the relationship between the organisms and the physical oceanographic features, as well as between organisms and the sedimentation.

According to the distribution Pattern and the ecological characteristics, the macrobenthos inhabiting these waters may be distinguished into three main ecological groups: 1. Warm water species (tropical and subtropical) distributing in offshore deep waters of the East China Sea; 2. Eurythermal warm-water and hyposaline species dominating the shallow and coastal waters; 3. temperate species (cold water species) occurring in the central deeper part of the Yellow Sea below 40 or 50 meter of depth. Distribution of certain species belonging to different ecological groups serves to indicate the current systems or watermasses. The distribution and abundance of certain species belonging to various groups of macrobenthos are also closely related to the types of bottom sediments.

Marked seasonal variations in the faunal components and their high productivity are main characteristics of the benthic fauna in this particular area. Long range migration is also one of the main characteristics of the macrobenthos in the Yellow Sea-the boundary region of the warm-temperate zone, *Penaeus orientalis* and *Trachypenaeus curvirostris* are the representatives of this type of benthic animals.

Based upon materials obtained in the last 20 years, 22 macrobenthos communities have been recognized. Among them the *Ophiura sarsii*-*Thyasira* community, dominated

* Contribution No. 1253 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

by the circumpolar species of ophiuroid echinoderms, *Ophiura sarsii* which distributed only in the central deeper area of the Yellow Sea where the cold water mass exists, is the most interesting one in the shallow water communities.

Quantitative distribution of macrobenthos in the region is also characteristic. The biomass of macrobenthos in the region is low, being 31.6 g/m^2 in average. The highest value was found in the northern Yellow Sea, 61.8 g/m^2 in average; 27.7 g/m^2 for the southern Yellow Sea; 24.3 g/m^2 for the Bohai Sea; 22.2 g/m^2 for the East China Sea; only 12.6 g/m^2 for that in the outer shelf region.