

长江口区枯、丰水期后底栖 动物分布特点*

孙道元 徐凤山 崔玉珩 孙宾 王洪发
(中国科学院海洋研究所)

近几年来,对长江口底栖生物曾进行多次调查研究:1980—1981年进行了“中美海洋沉积作用联合研究”(Boesch 等,1986;孙道元、董永庭,1986;Rhoads *et al.*, 1985; Sun and Dong, 1985);1982—1983年中国水产科学研究院东海水产研究所进行了“长

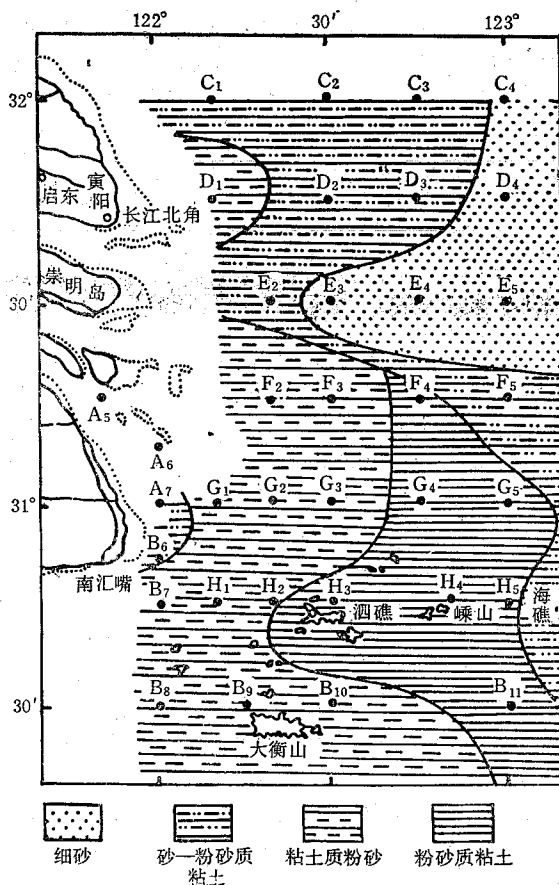


图 1 长江口枯、丰水期后底栖动物取样站位和底质分布图

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1933 号。

本文在刘瑞玉教授指导下完成,任先秋、张波等同志参加部分工作,孟昭炫同志绘图,在此一并志谢。

收稿日期:1989年11月4日。

江河口南岸污染对底栖生物的影响”的研究(戴国樑,1989);1985—1986年中国科学院海洋研究所进行了“长江口底栖生物及三峡工程对其影响的预测”的研究(刘瑞玉等,本集)。通过这些调查研究,基本掌握了长江口及其邻近水域底栖生物的概貌。

1988年4月和10月,作者又对长江口枯、丰水期后底栖动物的分布特点进行了调查研究。研究所用主要材料是在123°E以西,30°30'—32°00'N之间水域的35个取样站(图1)枯、丰水期后所获。海上取样每站以0.1m²的表层采样器取样两次,通过0.5mm孔目的筛子冲洗后,样品在实验室内挑选、鉴定、称重和计数。

一、底栖动物种类分布特点

两次调查共得采泥样品70个,计底栖动物标本977号。经鉴定共发现四大类底栖动物166种,其中多毛类94种(占56.6%),软体动物26种(占15.7%),甲壳类36种(占21.7%),棘皮动物10种(占6.0%),尚有部分类别未行鉴定。166种底栖动物中,有17种在长江口分布广泛,数量较大,且出现率较高,分列如下。

多 毛 类

- 1.寡鳃齿吻沙蚕 *Nephtys oligobranchia* Southern
- 2.长吻沙蚕 *Glycera chirori* Izuka
- 3.寡节甘吻沙蚕 *Glycinde gurjanovae* Uschakov et Wu
- 4.丝鳃稚齿虫 *Prionospio malmgreni* Claparede
- 5.小长手虫 *Magelona conuta* Wesenberg-Lund
- 6.异单指虫 *Heterocossura aciculata* Wu et Chen
- 7.方格独毛虫 *Tharyx tessellata* Hartman
- 8.不倒翁虫 *Siernaspis scutata* (Ranzani)
- 9.中蚓虫 *Mediomastus californiensis* Hartman

软 体 动 物

- 10.灰双齿蛤 *Felaniella usta* (Gould)
- 11.江户明樱蛤 *Moerella jodoensis* (Martens)
- 12.金星蝶铰蛤 *Trigonothracia jinxingae* Xu
- 13.圆筒原盒螺 *Eocylichna cylindrella* (A. Adams)

甲 壳 类

- 14.钩叶钩虾 *Harpinisa* sp.
- 15.双眼钩虾 *Ampelisca* sp.
- 16.豆形短眼蟹 *Xenophthalmus pinnotheroides* White

棘 皮 动 物

- 17.滩栖阳遂足 *Amphiura vadicola* Matsumoto

本次调查的主要目的是研究枯、丰水期后底栖动物的分布特点,因而与全年调查的结果有某些不同。例如,1985—1986年在本调查区大量出现的多毛类拟特须虫(*Paralacydonia paradoxa*)、丝异须虫(*Heteromastus filiformis*)和软体动物的光滴形蛤(*Theora lubrica*)、秀丽勒特蛤(*Raeta puchella*)等在这次调查中就较少出现(刘瑞玉等,1992)。本次调查没有拖网资料,所以与全国普查时的材料也有不同(刘瑞玉等,1986; Liu *et al.*, 1983)。

由于不同区域间沉积、盐度环境差别甚大,因此以上优势种中除部分在全调查区都有分布外,某些种只在局部区域大量发展。如以启东县沿岸的长江口北角与嵎山以东的海礁岛的连线将长江口水域划分成北区和南区,可以明显地看出,有些种主要分布在粗颗粒沉积的北区,如多毛类的丝鳃稚齿虫,软体动物的灰双齿蛤,甲壳类的钩叶钩虾、双眼钩虾和豆形短眼蟹(图2—5);而另一些种主要分布在细颗粒沉积的南区,如多毛类的小长手虫、异单指虫和软体动物的圆筒原盒螺(图6—8)。其他种则在长江口南、北区都有大量分布,如多毛类的寡鳃齿吻沙蚕、长吻沙蚕、寡节甘吻沙蚕、方格独毛虫、不倒翁虫、中蚓虫以及软体动物的江户明樱蛤和金星蝶铰蛤等(图9—15)。棘皮动物的滩栖阳遂足主要分布在长江口的外缘,在盐度低于30,底质为粘土质粉砂和粉砂质粘土的测站则较少分布(图

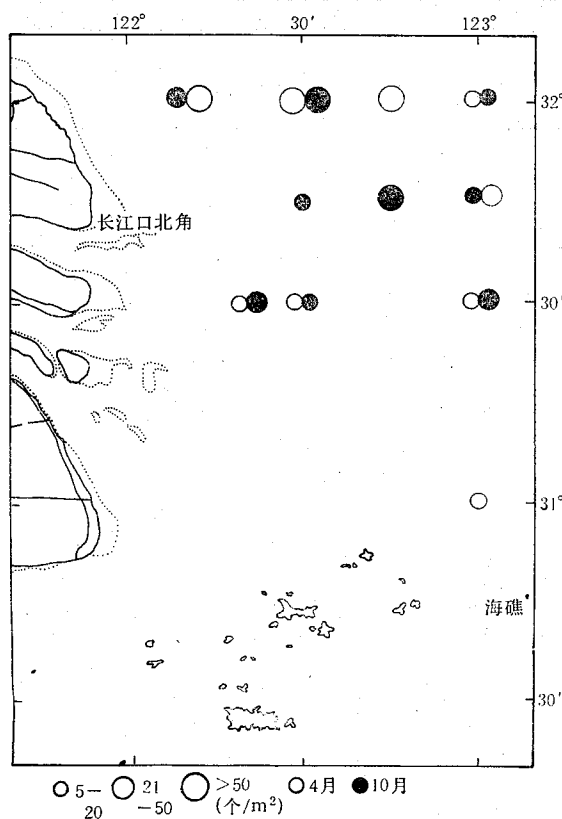


图2 丝鳃稚齿虫分布图

下列各图图例同

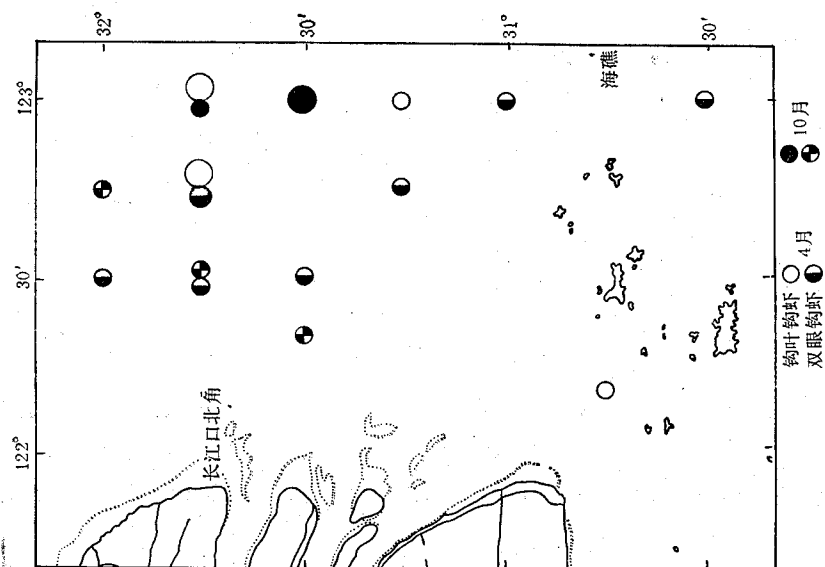


图4 钩叶钩虾 双眼钩虾分布图

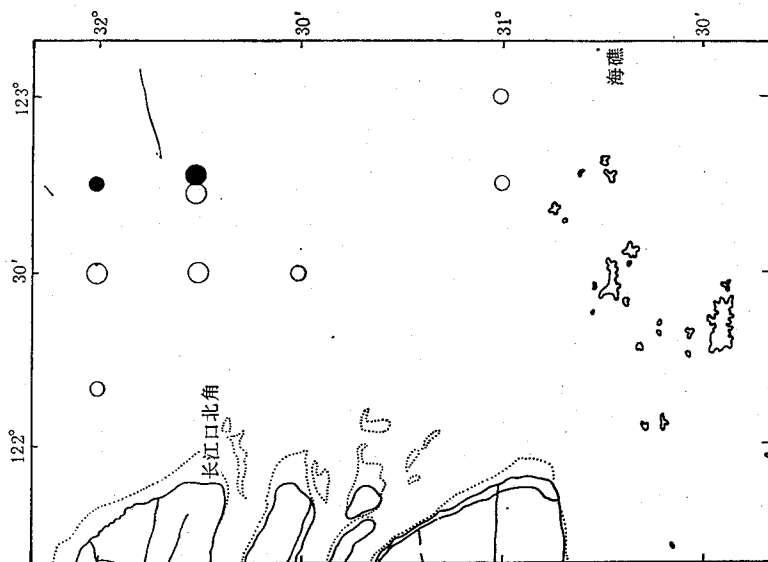


图3 灰双齿蛤分布图

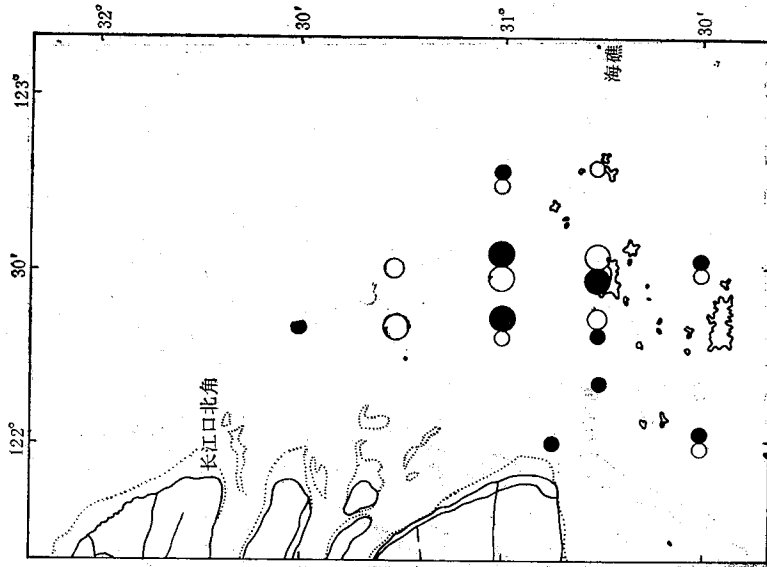


图6 小长手虫分布图

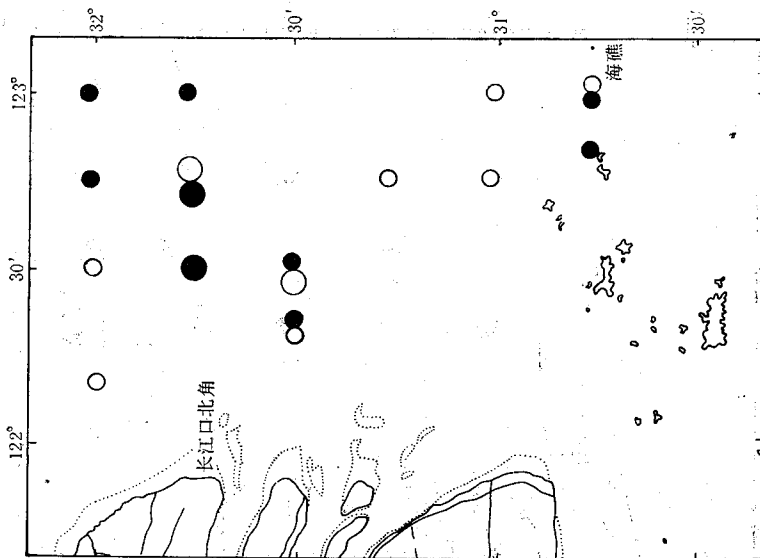


图5 豆形短眼蟹分布图

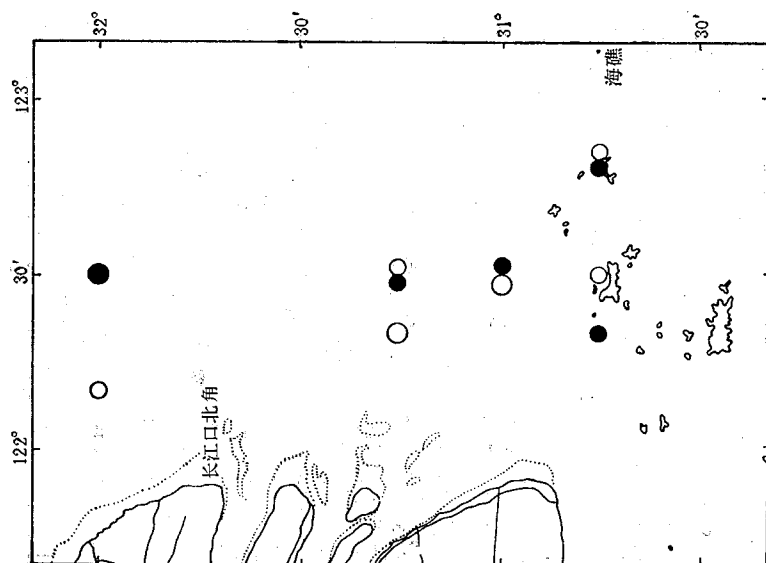


图 8 圆筒原盒螺分布图

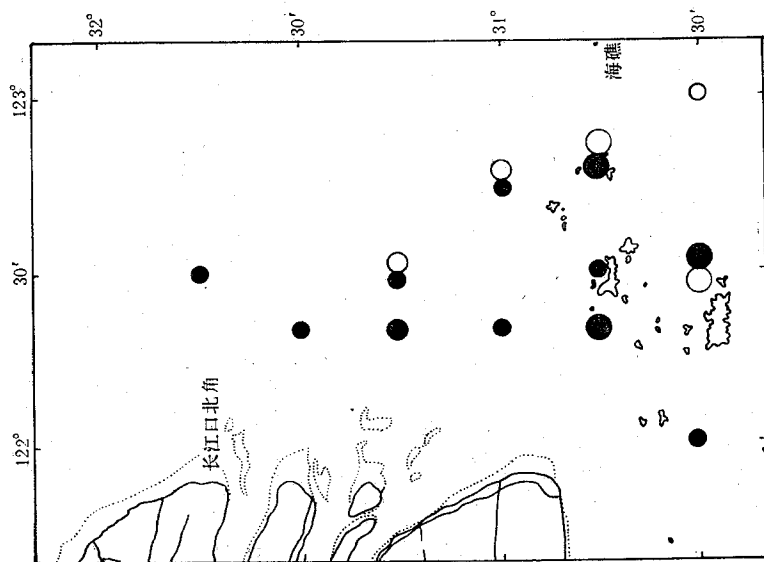


图 7 异单指虫分布图

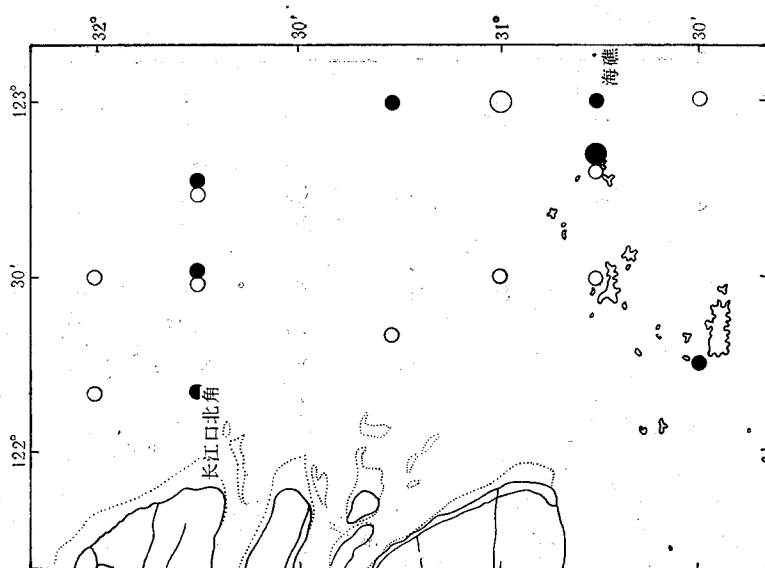


图 10 长吻沙蟹分布图

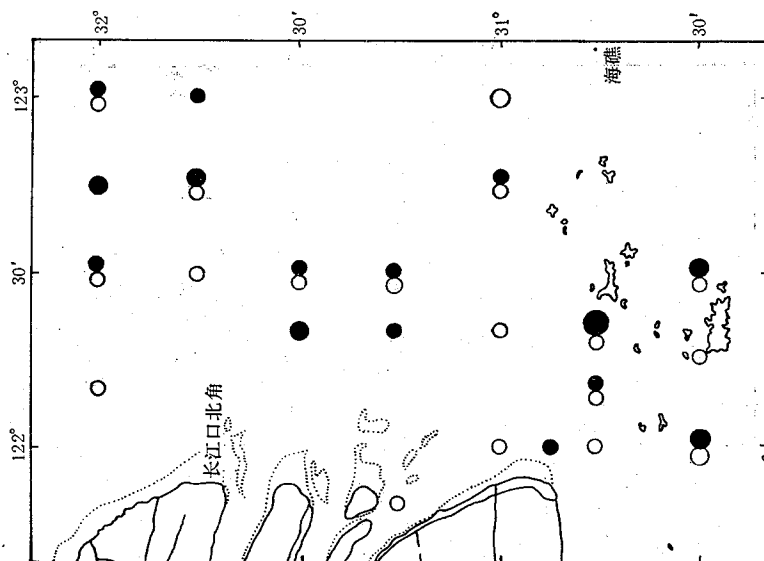


图 9 寡螯齿吻沙蟹分布图

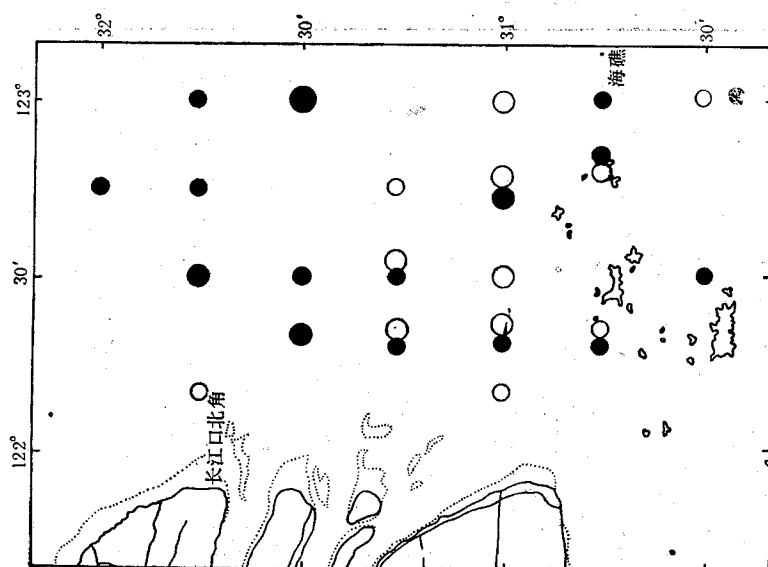


图 12 方格独毛虫分布图

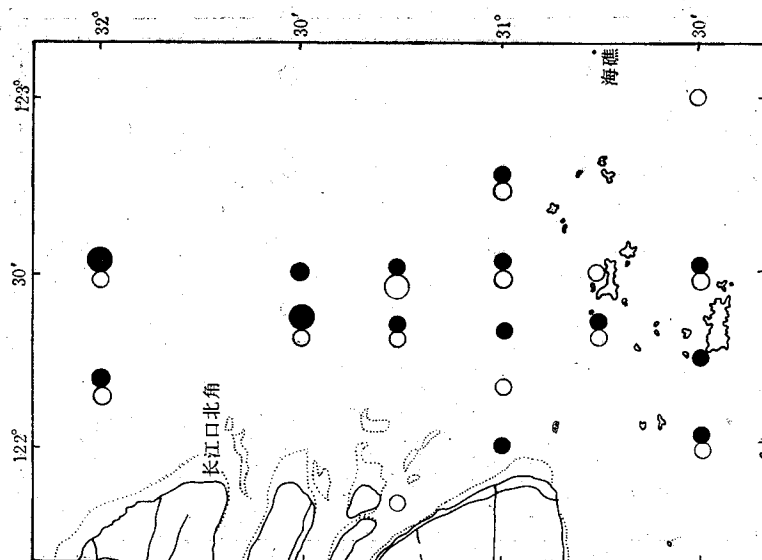


图 11 寡节甘吻沙蚕分布图

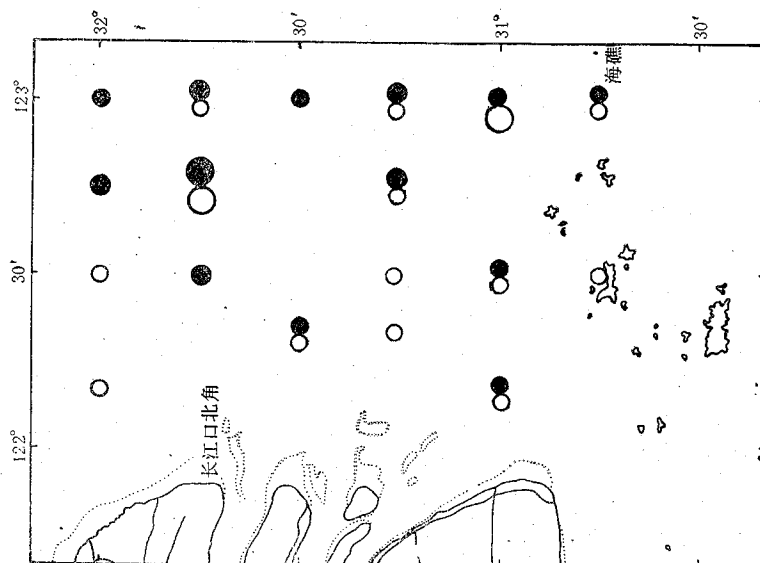


图 14 中蚓虫分布图

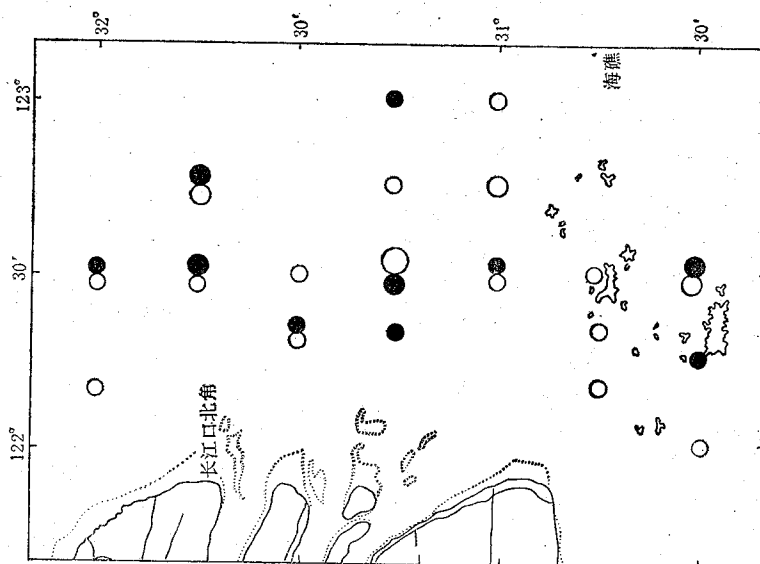


图 13 不倒翁虫分布图

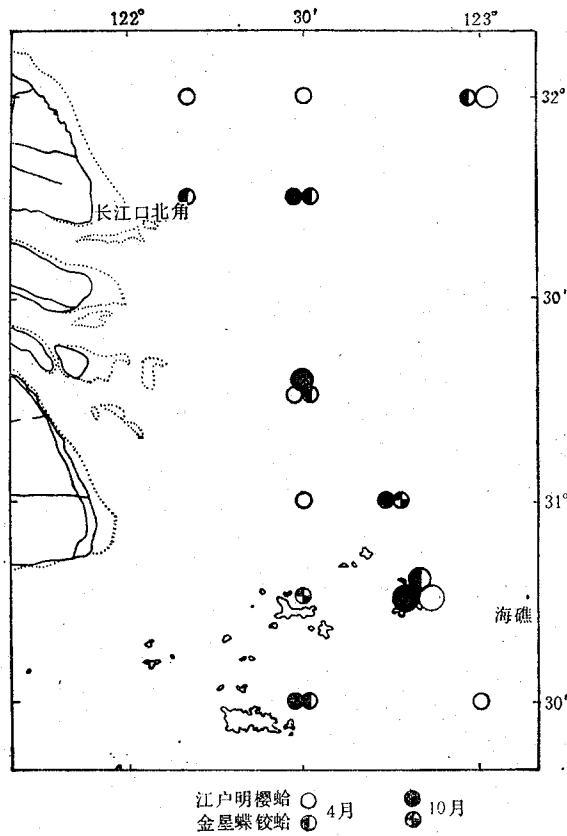


图 15 江户明樱蛤、金星蝶铰蛤分布图

1,16)。

丰水期后,长江口底栖动物种类分布特点有一定的变化。某些种的分布密集区有向北和向外海移动的趋势,如多毛类的方格独毛虫,软体动物的灰双齿蛤,甲壳类的豆形短眼蟹,棘皮动物的滩栖阳遂足等(图 12,3,5,16)。软体动物的金星蝶铰蛤几乎不见了,只在 G₄ 和 G₃ 两站才能采到(图 15),而某些河口种在河口区有较大的发展,如多毛类的异单指虫(图 7)。

丰水期后,种数也有一定的变化,4 月份调查得 135 种底栖动物,而 10 月份只得 115 种,减少率为 15% 左右(表 1)。

表 1 长江口枯、丰水期后各类底栖动物种数变化

种数 季节	类别	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	总种数
枯水期后		77	22	28	8	135
丰水期后		69	14	25	7	115
减少率(%)		10.4	36.4	10.7	12.5	14.8

从表 1 可以看出,丰水期后各类底栖动物的种数都有减少,但软体动物种数减少率最

高,达 36.4%。这说明栖息于河口软泥底质中的软体动物受长江冲淡水的影响最大,而且大部分是双壳类软体动物。一般说来,大型底栖生物的密度和多样性是随沉积速率的递增而递减,特别是短期沉积速率比长期的堆积速率更重要 (Boesch 等,1986)。软体动物移动能力差,双壳类鳃易被堵塞,所以受影响最大。

由于强大的长江径流对长江口底栖动物的组合有巨大的影响。雨季盐度降低,底栖生物出现种群贫乏,种类多样性降低,种数减少。这是由于雨季的大量洪水排出冲刷掉底栖生物群落的一部分而引起的。在河口区,溶解氧和 pH 值的变化对底栖生物的影响不是很大,在影响因素中,温度居第二,盐度居第一 (Chandran, 1982)。本次调查的 G 断面位置垂直于长江口海岸线向外延伸 (图 1),该断面的水文要素,特别是底层盐度基本代表了长江径流的流向,越向外海盐度受径流的影响越少 (图 1, 16)。所以 G 断面的某些生物学

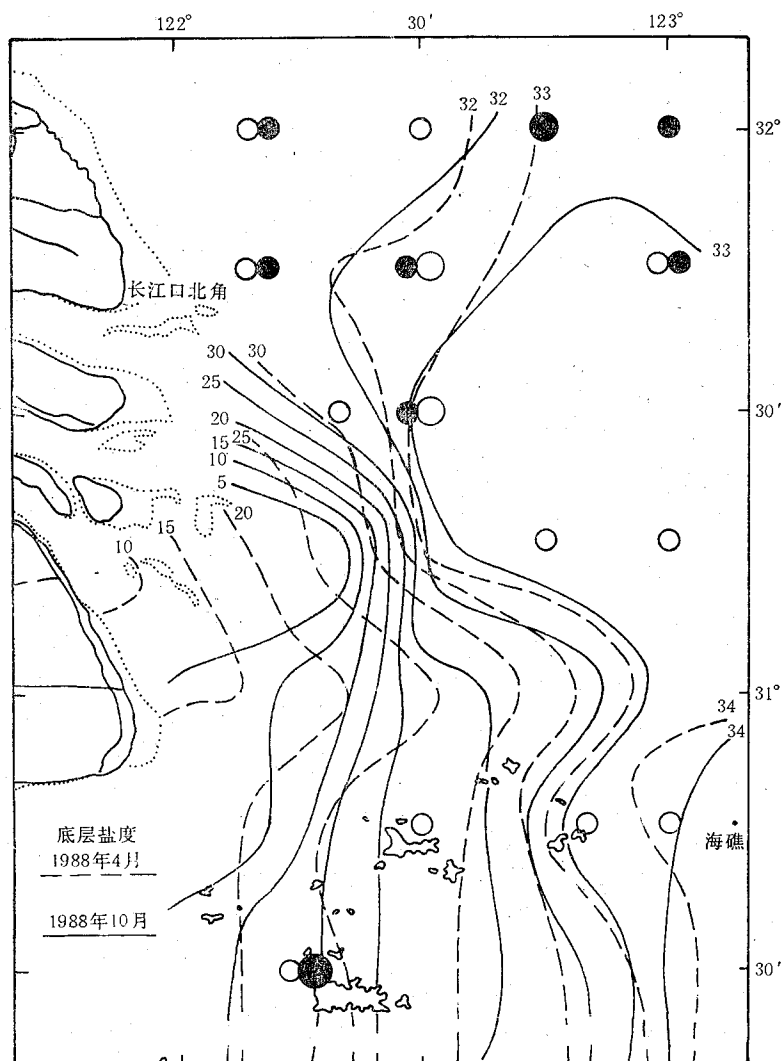


图 16 滩栖阳遂足和底层盐度分布图

表 2 长江口枯、丰水期后 G 断面各测站底栖动物种数变化

种数 站号 季节	A ₇	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅
枯水期后	2	7	14	20	19	46
丰水期后	2	2	11	10	18	9
减少率(%)	0	71.4	21.4	50.0	5.3	80.4

表 3 长江口 G₁, G₃, G₅ 测站枯、丰水期后各类底栖动物种数变化

种数		类别				
站号	季节	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他类别
G ₁	枯	5	0	0	0	2
	丰	2	0	0	0	0
G ₃	枯	14	3	1	0	2
	丰	7	2	0	0	1
G ₅	枯	29	7	8	1	1
	丰	3	1	3	1	1

参数可以说明径流对底栖动物组合的时空影响。从表 2 可以明显地看出底栖动物在长江口的分布趋势：枯水期后越往外海种数越多；丰水期后由于盐度降低，除 A₇ 站外，各测站种数都有减少，G₁, G₃ 及 G₅ 站分别减少 71.4%，50.0% 和 80.4%。还可从表 3 看出，减少最多的是多毛类和软体动物。以 G₅ 站为例，多毛类减少 89.7%，软体动物减少 85.7%，而棘皮动物由于多分布于调查区的外缘，所以没有明显的减少。

作者认为，在河口区，盐度和沉积速率对底栖动物的影响是互相关联的。大量的洪水排出必然使盐度降低，并带来大量沉积物，既有冲刷又有堵塞。所以，丰水期后底栖动物受到很大的影响。

二、底栖动物数量分布特点

长江口枯水期后(4月)底栖动物平均生物量为 13.87g/m²，其中多毛类 4.23g/m² (占 30.5%)，软体动物 4.27g/m² (占 30.8%)，甲壳类 1.32g/m² (占 9.5%)，棘皮动物 3.82g/m² (占 27.5%)。生物量分布很不均匀，生物量等值线走向基本上与海岸线平行，自内向外递增，但在调查区外缘南、北两角出现两个低生物量区(图 17)。河口附近 9 个站(占总站数的 25.7%)的生物量值都在 5g/m² 以下。高生物量区出现在调查区中间的南、北两部，北部以 D₂, D₃ 和 E₃ 等站为中心，D₂ 站最高，达 94.75g/m²，这里分布有大量的软体动物灰双齿蛤和体重较大的凸镜蛤 (*Dosinia gibba*)，甲壳类的豆形短眼蟹和棘皮动物的滩栖阳遂足。南部以嵎泗附近的 H₃ 和 H₄ 站为中心，H₄ 站生物量高达 123.7g/m²，这里有多毛类的异单指虫和软体动物的江户明樱蛤。

枯水期后底栖动物平均栖息密度为 $276 \text{ 个}/\text{m}^2$, 其中多毛类 $188 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 68.1%), 软体动物 $34 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 12.3%), 甲壳类 $36 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 13.0%), 棘皮动物 $10 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 3.6%)。栖息密度等值线分布趋势与生物量等值线分布基本相同, 也是自内向外递增, 低栖息密度区出现在河口附近及调查区外缘的南、北两角 (图 18)。河口附近 11 个站 (占总站数的 31.4%) 的栖息密度值都在 $100 \text{ 个}/\text{m}^2$ 以下。高栖息密度区也是出现在调查区的中间。北部以 D_3 站为中心, 栖息密度为 $855 \text{ 个}/\text{m}^2$; 这里分布大量的多毛类拟特须虫、中蚓虫, 软体动物的灰双齿蛤, 甲壳类的钩叶钩虾、豆形短眼蟹和棘皮动物的滩栖阳遂足。南部高栖息密度区范围较大, 与生物量分布有些不同, 以 F_3, G_3, G_4, G_5, H_4 和 B_{10} 站为中心, 一般在 $600 \text{ 个}/\text{m}^2$ 左右, B_{10} 站最高, 为 $1055 \text{ 个}/\text{m}^2$; 这里有大量的多毛类不倒翁虫、寡节甘吻沙蚕、中蚓虫、羽鳃拟稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*)、小长手虫、异单指虫和软体动

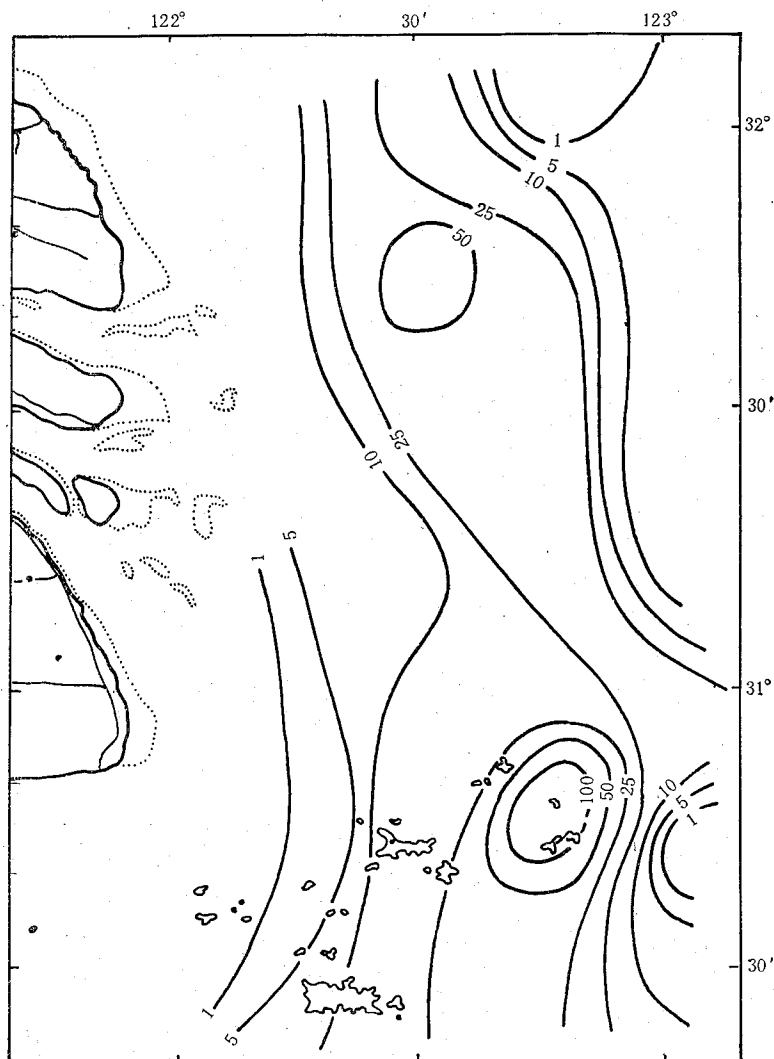


图 17 长江口枯水期后底栖动物生物量 (g/m^2) 分布图

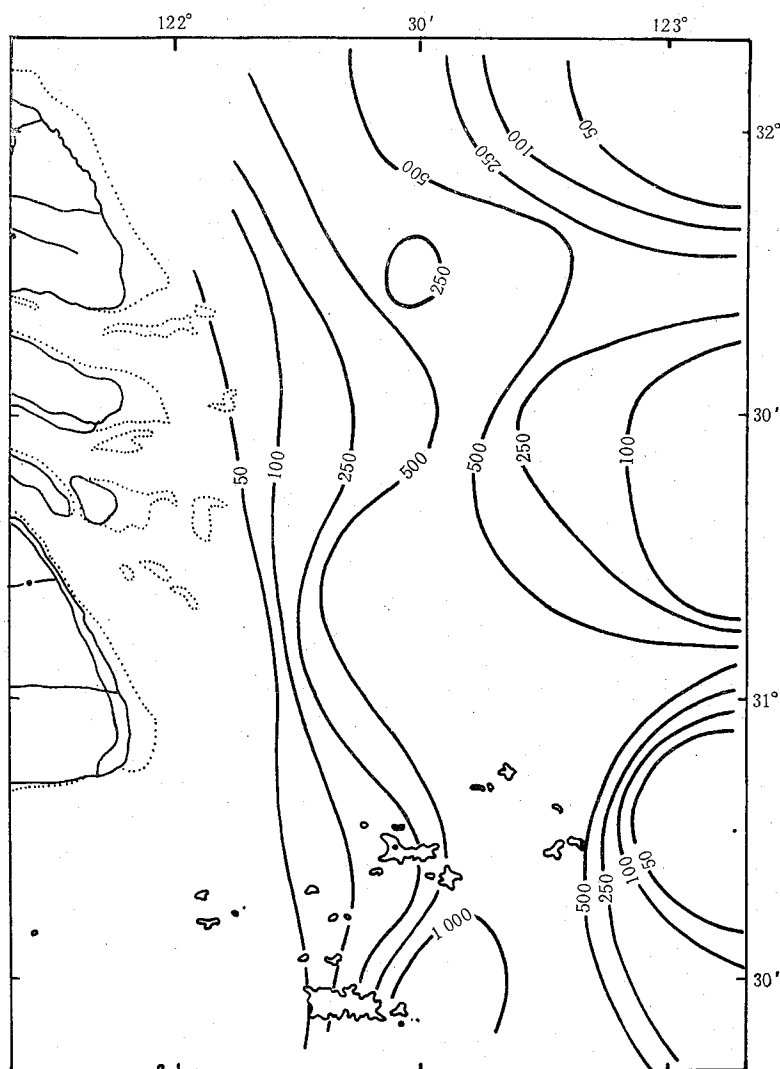
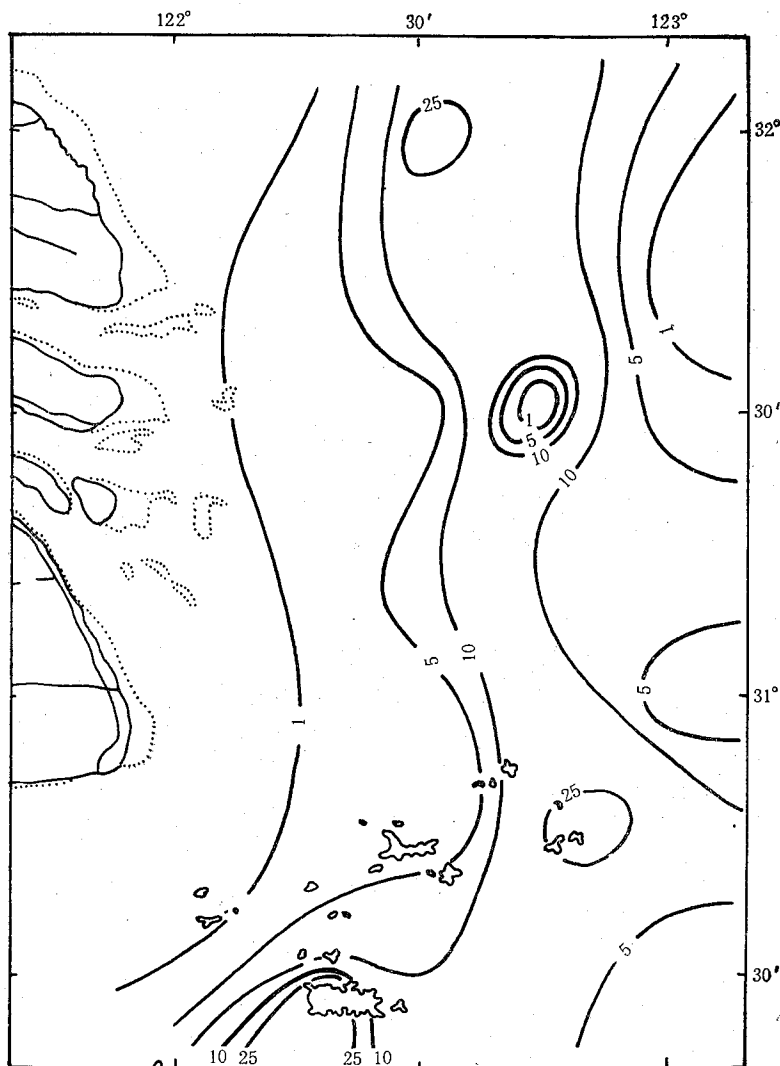


图 18 长江口枯水期后底栖动物栖息密度(个/ m^2)分布图

物的江戸明樱蛤等。

丰水期后底栖动物的平均生物量为 $9.89\text{g}/\text{m}^2$, 其中多毛类 $3.40\text{g}/\text{m}^2$ (占 34.4%), 软体动物 $2.42\text{g}/\text{m}^2$ (占 24.5%), 甲壳类 $0.63\text{g}/\text{m}^2$ (占 6.4%), 棘皮动物 $2.18\text{g}/\text{m}^2$ (占 22.1%)。生物量分布趋势与枯水期基本相同(图 19), 但生物量值有较大幅度的下降。河口附近有 16 个站(占总站数的 45.7%) 的生物量都在 $5\text{g}/\text{m}^2$ 以下, 低生物量等值线向外海推移。高生物量区与枯水期相比向南、北退缩。北部以 C_2 和 D_3 站为中心, 量值也比枯水期小, 最高的 C_2 站为 $28.6\text{g}/\text{m}^2$; 这里有多毛类的丝鳃稚齿虫、中蚓虫, 软体动物的灰双齿蛤, 甲壳类的豆形短眼蟹和棘皮动物的棘刺锚参 (*Protankyra bidentata*)。南部高生物量区在嵎山附近的 H_4 站和大衢山西北的 B_1 站, 生物量值降低较大, 其范围也缩小, H_4 站最高, 为 $44.85\text{g}/\text{m}^2$, 只有该站枯水期的三分之一; 这里有多毛类的异单指虫和软体动物

图 19 长江口丰水期后底栖动物生物量 (g/m^2) 分布图

的江戸明樱蛤。

丰水期后底栖动物的平均栖息密度为 $240 \text{ 个}/\text{m}^2$, 其中多毛类 $186 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 77.5%), 软体动物 $10 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 4.2%), 甲壳类 $28 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 11.7%), 棘皮动物 $9 \text{ 个}/\text{m}^2$ (占 3.8%)。其等值线分布趋势与枯水期后相比有较大的变化, 除河口和外缘南、北两角较低以外, 调查区中部广大水域栖息密度也比枯水期后有较大的降低(图 20)。河口附近 12 个站(占总站数 34.3%)的栖息密度都在 $100 \text{ 个}/\text{m}^2$ 以下, 高栖息密度区退缩到南、北两端。北部高栖息密度区以 C_2, C_3, D_2 和 D_3 站为中心, D_3 站最高, 为 $1285 \text{ 个}/\text{m}^2$ 。这里有大量的多毛类丝鳃稚齿虫、拟特须虫, 甲壳类的豆形短眼蟹等。南部高栖息密度区退缩至很小的范围, 只有 B_{10} 站附近较高, 达 $820 \text{ 个}/\text{m}^2$ 。这里出现大量的多毛类异单指虫和丝异须虫。

从上述调查结果可以看出, 丰水期后调查区南部受长江冲淡水影响较大, 不但生物量

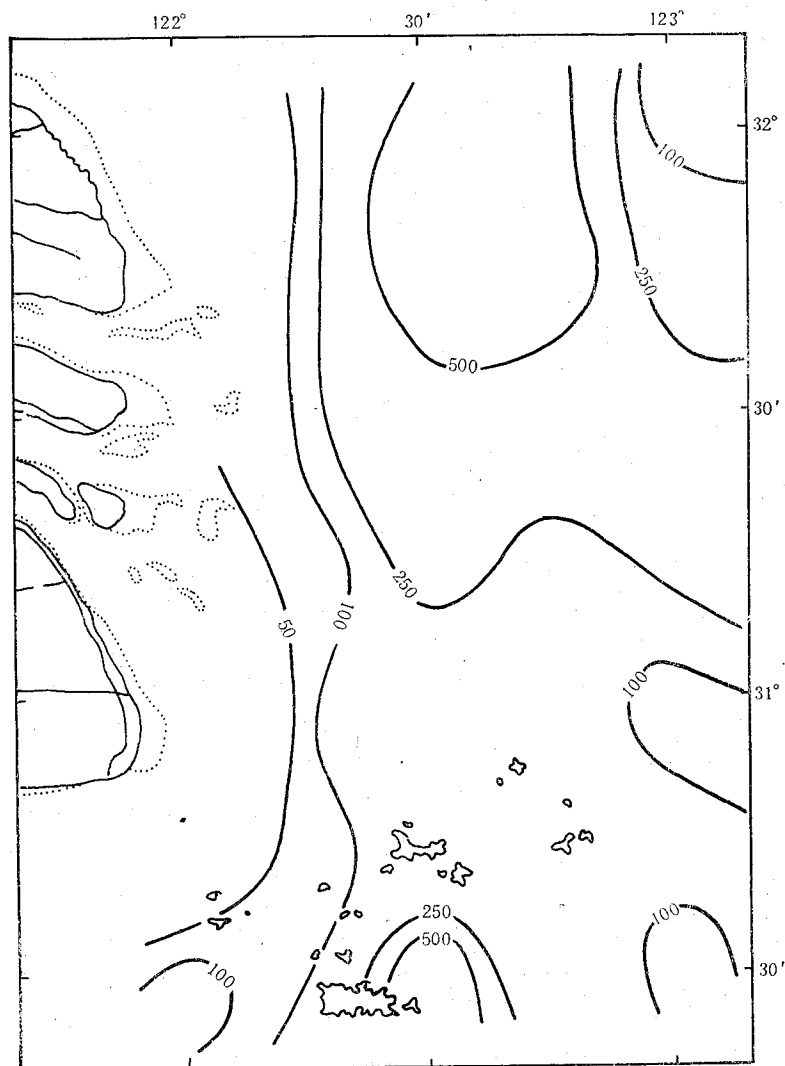


图 20 长江口丰水期后底栖动物栖息密度(个/ m^2)分布图

和栖息密度值都有明显的减少,而且南部的高生物量和高栖息密度的分布范围有明显的退缩,在北部分布范围向北推移,受影响的范围没有南部大。

长江口枯水期和丰水期后底栖动物的数量分布与周年调查的结果也有差别。1985—1986年的调查结果,底栖动物的年平均生物量为 $21.75\text{g}/\text{m}^2$, 栖息密度为 $525\text{个}/\text{m}^2$ (刘瑞玉等,本集)。本次调查枯水期后的生物量为 $13.87\text{g}/\text{m}^2$, 栖息密度为 $276\text{个}/\text{m}^2$; 丰水期后的生物量为 $9.89\text{g}/\text{m}^2$, 栖息密度为 $240\text{个}/\text{m}^2$; 两者都比周年调查的数值低。这可能是由于枯水期后尚有部分生物未繁殖,而丰水期后又有部分生物受径流的影响而消失所致。枯水期和丰水期后各类底栖动物的数量变化如表 4 和表 5。

从表 4 和表 5 可以看出,丰水期后与枯水期后相比,软体动物的生物量减少最多,达 85.2% , 其次是棘皮动物,为 42.9% ; 栖息密度也是软体动物减少最多,达 70.6% 。这主要

表 4 长江口枯、丰水期后各类底栖动物生物量变化

生物量 (g/m ²) 类别 季节	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他类别	总生物量
枯水期后	4.23	4.27	1.32	3.82	0.24	13.87
丰水期后	3.40	0.63	2.42	2.18	1.25	9.89
减少率(%)	19.6	85.2	/	42.9	/	28.7

表 5 长江口枯、丰水期后各类底栖动物栖息密度变化

栖息密度 (个/m ²) 类别 季节	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他类别	总栖息密度
枯水期后	188	34	36	10	8	276
丰水期后	186	10	28	9	7	240
减少率(%)	1.1	70.6	22.2	10	12.5	13.0

是因为软体动物多分布于河口水域,其移动能力也较弱,洪水期带来的大量细颗粒的沉积物使之无法摄食和呼吸。而且,沉积和侵蚀的交替出现使生命周期长的管栖种和深层穴居的种难以生存 (Boesch 等, 1986)。当然,上述这些变化也可能是各类底栖动物的生长、繁殖和自然死亡等其他因素参与的结果。因为温带沿岸和河口水域底栖生物种类的丰富度特点就是有很大的波动 (Boesch *et al.*, 1976)。

与种类分布特点相同, G 断面各测站枯、丰水期后的生物量和栖息密度的变化也可以说明长江径流对底栖动物的时空影响。从表 6 和表 7 既可看出长江口 G 断面各测站的生物量和栖息密度在枯水期后基本上随着长江径流影响的递减而递增; 又可看出在丰水期后生物量和栖息密度都有极为明显的降低: G₁, G₃ 和 G₅ 站的生物量分别减少 63.6%, 91.1% 和 91.0%; 栖息密度分别减少 75.0%, 58.8% 和 92.5%。所以, 作者认为在河口区越靠外海、环境越为稳定的水域, 如果遇到较大的环境变化(如径流的突然影响), 其种类和数量组成的变化就越大, 即种类减少得越快、越明显, 生物量和栖息密度也降低得越快。这种情况从 G 断面各站的数据变化可以得到证实。

表 6 长江口枯、丰水期后 G 断面各测站底栖动物生物量变化

生物量 (g/m ²) 站号 季节	A ₇	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅
枯水期后	0.10	0.55	5.45	11.80	14.55	28.45
丰水期后	0.10	0.20	2.55	1.05	15.80	2.55
减少率(%)	0	63.6	53.2	91.1	/	91.0

综上所述, 从本次调查结果可以看出: (1) 丰水期后各类底栖动物的种数都有减少, 以软体动物减少最多; (2) 丰水期后底栖动物的某些种的分布密集区有向北和向外海推

表7 长江口枯、丰水期后 G 断面各测站底栖动物栖息密度变化

栖息密度 (个/m ²)	站号	A ₁	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅
季节							
枯水期后		15	40	295	595	575	735
丰水期后		10	10	240	245	180	55
减少率(%)		33.3	75.0	18.6	58.8	68.7	92.5

移的趋势,而某些河口特有种又有向河口方向发展的特点;(3) 丰水期后底栖动物的生物量和栖息密度都有降低,以软体动物下降得最为明显;(4) 丰水期后高生物量和高栖息密度区明显地向南、北方向退缩,向南退缩特别明显;(5) 长江冲淡水主要影响调查区的南部,并对软体动物影响最大;(6) G断面各测站的生物学参数可以作为长江径流对调查区底栖动物时空影响的佐证;(7) 底栖动物调查与水文方面调查的结果基本上相吻合。

三峡工程建成后将会调节长江的入海流量。按 180m 建坝方案,当流量减少 7 000 m³/s 时,表层冲淡水面积减少 0.35km²,30 等盐线相应地要向长江口退缩 35km,其流速减少 15cm/s。这样,在丰水期可使入海流量减少,减轻短期内大量淡水注入而引起的盐度突然降低,并使短期沉积速率减弱;长江口入海泥沙量也将减少,引起沉积物粗化。枯水期又能增加调水 2 250m³/s,使长江口底质环境不但稳定而且多样化。根据上述调查研究结果,三峡工程建成后,原在外海分布的某些底栖动物就有可能向河口发展,大型底栖动物的密度和多样性就有可能增加,河口生物量低的状况也可能有所改变。这样,近河口区底栖动物的种类和数量都有可能略有增加。然而,根据目前的调查资料还难以阐明其因果关系和内在联系,还需连续多年调查,积累更多的资料,作进一步的深入研究。

参 考 文 献

- 刘瑞玉等,1986,黄海、东海底栖生物的生态特点,海洋科学集刊 27: 154—173。
 刘瑞玉等,1992,长江口底栖生物及三峡工程对其影响的预测,海洋科学集刊,本集。
 孙道元、董永庭,1986,长江口及其邻近水域多毛类生态特点,海洋科学集刊,27: 175—185。
 戴国樑,1989,长江河口南岸污染对底栖生物的影响,海洋环境科学,8(3): 32—35。
 Boesch, D. F. 等,1986,东海大陆架沉积物内大型底栖生物和生源结构,海洋科学集刊,27: 187—197。
 Boesch, D. F. *et al.*, 1976, The dynamics of estuarine benthic communities, Estuarine Processes, Academic Press, New York, San Francisco and London, Vol. 1, 177—196。
 Chandran, R., 1982, Ecology of macrobenthos in the Vellar estuary, *India Journal of Marine Sciences*, 11: 122—127。
 Liu Ruiyu *et al.*, 1983, Ecology of macrobenthos of the East China Sea and adjacent waters, Sedimentation on the Continental Shelf, with Special Reference to the East China Sea, China Ocean Press, Vol. 2, 879—903。
 Rhoads, D. C. *et al.*, 1985, Macrobenthos and sedimentary facies on the Changjiang delta platform and adjacent continental shelf, East China Sea, *Continental Shelf Research*, 4(1/2): 189—213。
 Sun Daoyuan and Dong Yongting, 1985, Ecological control of polychaete distribution in the Changjiang estuary and adjacent waters, *Continental Shelf Research*, 4(1/2): 215—225。

SEASONAL VARIATION OF DISTRIBUTION OF MACROBENTHOS IN THE CHANGJIANG RIVER ESTUARY*

Sun Daoyuan, Xu Fengshan, Cui Yuheng, Sun Bin, and Wang Hongfa

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

This paper presents the results of ecological study of the macrobenthic fauna in the Changjiang River Estuary. The materials for study were collected from 35 stations west of 123°E and 30°30'—32°00'N, in April and October 1988. The distribution of species of macrobenthos and their biomass and density were described and discussed.

After flood season, the center of the distribution of some species drew off shore and near the northern of the explored region, but the estuarine species, for example *Heterocossura aciculata*, developed again in the river mouth. The number of species and the biomass and density of macrobenthos, particularly Mollusca, decreased. The areas of high biomass and density visibly receded to the southern and northern of the explored region, particularly in the south.

* Contribution No. 1993 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.