

三峡工程对长江口区无脊椎动物 资源影响的预测*

刘瑞玉 相建海 吴耀泉 张宝琳

(中国科学院海洋研究所)

长江大量径流给其河口及邻近海域带来丰富的营养物质,维持了长江河口生态系统的巨大生产力,并使之成为多种重要经济鱼虾类的索饵和产卵场。长江口生态环境的变化,对我国最大、最重要的浙江舟山渔场和江苏吕四渔场的渔业资源有举足轻重的影响。三峡工程的兴建将使长江入海径流量及其季节分配有很大改变,也不可避免地影响到河口和近海的海洋环境、经济动物的组成及资源状况。为研究长江口无脊椎动物资源结构及其分布特征,以及预测三峡工程对自然生态环境的影响,于 1985 年 9 月至 1986 年 8 月进行了无脊椎动物资源底拖网试捕调查。本文系统整理调查所得资料,结合历史资料进行分析研究。

一、材料和方法

(1) 调查范围为 $121^{\circ}10' - 123^{\circ}20'E$, $30^{\circ}15' - 32^{\circ}06'N$ 。共设 38 个调查站,其中包括 5—8 月生物繁殖期增设的 7 个取样站(图 1)。每站拖网 1 小时,周年有效投网计 366 站次。

(2) 逐月试捕拖网取样的同时,分别在宝山县石洞、崇明县北八灶及裕安等地,从定置网渔获物中收集繁殖期虾蟹样本。5, 6 月份又在长江口北支设点,用浮游生物网分层连续 24 小时拖网,收集中华绒螯蟹幼体样本。

(3) 对试捕拖网及定置网收集的样本,逐月进行种类鉴定、计数、称重、测定生物学数据(包括性比、体长、体重、胃饱满度、性腺成熟度)。

(4) 为系统分析资源与环境因子的动态联系,收集了长江口及附近海区 50 年代以来的渔业统计资料和长江口的水文、气象、潮流等资料。

(5) 将所得各类数据用 Apple-II 机和 dBASE-II 关系数据库管理系统实行微机管理,完成数据的贮存、删改、增添和补充等。并编出多元统计分析程序,包括聚类分析、趋势面分析、多元回归、三维分析。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1838 号。

崔玉珩研究员为本文作了多次修改,特此致谢。

收稿日期: 1990 年 2 月 15 日。

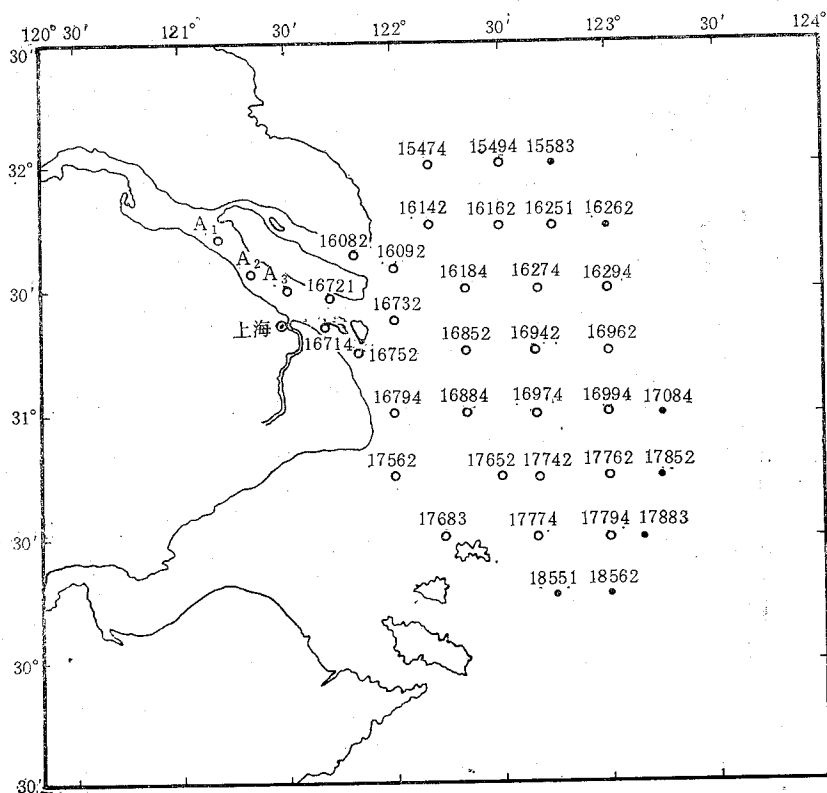


图1 长江口区试捕调查站位图

● 加设站

二、无脊椎动物的种类组成

调查所获无脊椎动物共 14.5 万尾,计 67 种。其中甲壳类 48 种(占 71.64%),软体动物 15 种(占 22.39%),其他类群 4 种(占 5.97%)。甲壳类占绝对优势。

具有重要经济价值的种有:三疣梭子蟹、细点圆趾蟹、中华绒螯蟹(俗称毛蟹)、安氏白虾、脊尾白虾、细指长臂虾、葛氏长臂虾、周氏新对虾、哈氏仿对虾和刀额仿对虾、中华管鞭虾、鹰爪虾、戴氏赤虾、中国对虾、日本对虾、曼氏无针乌贼、拟目乌贼、长蛸和短蛸等(文后附种名录)。

长江口及其邻近海域为淡水与海水交汇区,除长江径流外,还受台湾暖流和黄海冷水的影响。各水系强弱有变,消长各异,加之海域地形、地貌多变,因而水域无脊椎动物生态类型复杂。大体可分为 3 种类型。

1. 半咸水类型 终生生活于河口半咸水区,如安氏白虾、脊尾白虾、细指长臂虾、狭额绒螯蟹等。

2. 咸淡水洄游类型 如具降海洄游习性的中华绒螯蟹等。

3. 海水类型 根据适盐范围和生活习性,又可分为两类:

(1) 对盐度适应范围较广,生活史有一段时间(主要是产卵及幼体索饵肥育期)进入

长江河口海域生活的种,如葛氏长臂虾、周氏新对虾、海蜇、三疣梭子蟹、曼氏无针乌贼等;(2)分布于深度较大、盐度较高海区的种,如鹰爪虾、戴氏赤虾、细点圆趾蟹、拟目乌贼等。

逐月调查的渔获物中,三疣梭子蟹和细点圆趾蟹的数量占绝对优势,合占总捕获量的85%;其次是虾类和头足类。

三、无脊椎动物数量及其季节变化

1. 栖息密度 由表1可见,长江口及邻近海区无脊椎动物的栖息密度夏秋两季最高,平均密度分别为13 318尾/km²和12 894尾/km²,11月份最高达21 200尾/km²。进入冬季后,栖息密度锐减至2 283尾/km²,3月份最低,仅为1 130尾/km²。春季因长江口气温回升较快,4、5月水温已达10—14℃,越冬的群体返回调查区水域,密度骤升。

表1 长江口区底层经济无脊椎动物栖息密度和生物量

年、月	栖息密度 (尾/km ²)	生物量 (kg/km ²)
1985.9	7 412	204.2
10	10 071	684.9
11	21 200	681.2
12	2 548	92.2
1986.1	1 591	54.5
2	2 683	61.4
3	1 130	44.6
4	7 929	213.9
5	14 541	659.4
6	17 694	432.8
7	11 553	271.0
8	10 729	236.2

2. 生物量 无脊椎动物生物量的变化趋势与栖息密度基本一致(表1)。秋季平均生物量最高,达523.4kg/km²;10、11月均达680kg/km²以上。冬季生物量明显下降,为69.4kg/km²;1、3月最低,分别为54.5kg/km²和44.6kg/km²。

3. 资源量 以生物量为基础,用扫海面积法计算结果(表2),秋季资源量最高,平均达10 992t;高峰期的10、11月均达14 300t以上。主要种是当年新生的三疣梭子蟹和细点圆趾蟹。

调查区无脊椎动物栖息密度和生物量的季节变化是各种群洄游、繁殖、生长及死亡

表2 长江口区底层经济无脊椎动物资源量

年	1985				1986							
月	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
资源量 (t)	4 286	14 384	14 307	1 936	1 144	1 309	937	4 492	13 847	9 087	5 692	4 960

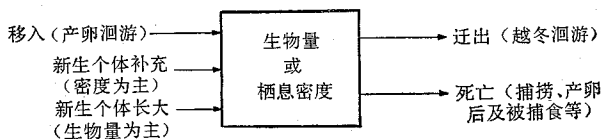


图2 长江口无脊椎动物生物量或栖息密度变化示意图

(自然死亡和捕捞)等的综合反映(图2)。

由表1,2可以看出,密度、生物量和资源量在冬季1—3月最低,从4月起栖息密度和生物量显著回升(分别为7929尾/ km^2 , 213.9kg/ km^2),5月陆续达高峰期(14541尾/ km^2 , 659.4kg/ km^2),栖息密度比4月上升1倍,生物量则更高。6月密度升至17694尾/ km^2 ,生物量则略下降(432.8kg/ km^2),这反映了产卵洄游个体4月起陆续进入产卵场,产卵后生命周期短的种陆续死亡的过程。6月份密度的上升是由于个体较小的种和新的补充群体尚在进入,而先进入的个体较大的种的陆续死亡则导致生物量一定程度的下降。从10月起,大量新生个体陆续自沿岸向调查范围移动,且补充个体长大到可以出现于拖网样品中,因此生物量和密度均有明显回升(分别为10071尾/ km^2 和684.9kg/ km^2)。

四、经济无脊椎动物主要种的生物学特点及其数量分布

1. 安氏白虾 *Exopalaemon annandalei* 和脊尾白虾 *E. carinicauda* 两种虾都生活在长江口附近半咸水水域。安氏白虾主要分布在河道内水域,脊尾白虾在低盐浅海区

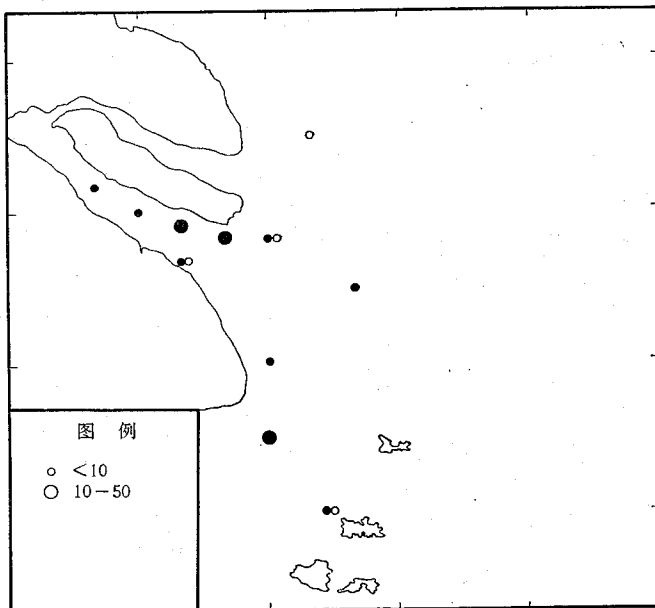


图3 1985年10月长江口区安氏白虾和脊尾白虾的数量分布[尾/(网·h)]

●安氏白虾; ○脊尾白虾

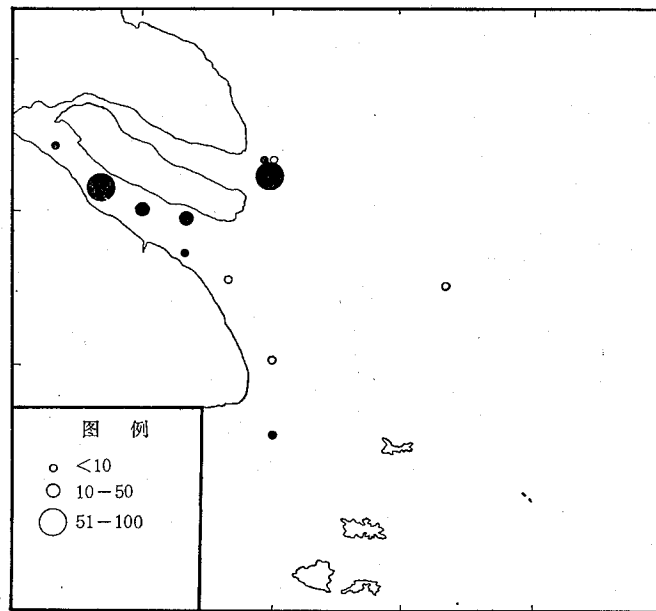


图4 1986年5月长江口区安氏白虾和脊尾白虾的数量分布[尾/(网·h)]
图例同上图

和河口半咸水域均有分布。图3和图4分别表示两种虾枯水期(5月)和丰水期(10月)的数量分布。春秋两季为长江口安氏白虾的产卵期,以5月为主,10月也有抱卵个体。脊尾白虾的繁殖季节为4—10月,在盐度稍高的长江北支有一定产量。王幼槐、倪勇(1984)统计的“安氏白虾”产量(包括两种白虾的产量),年捕捞量波动于250—4000t之间。

2. 中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis* 长江口是中华绒螯蟹的主要繁殖场地之一。9—11月性腺成熟的亲蟹从长江口中下游降海洄游生活,10月中旬数量达高峰(捕蟹汛期)。11—12月是亲蟹交配期,洄游至长江口的横沙、九段沙一带,栖息区盐度大约为2—17左右。胚胎发育约在3—4月,至4月底、5月初孵化出第1期蚤状幼体,约经25天左右发育变态为大眼幼体,俗称“蟹苗”。6月中旬,大眼幼体随底层流进入崇明岛北的长江北支,自浏河至常熟浒浦一带形成每年蟹苗汛期(图5)。自1969年起,上海开发了崇明蟹苗场,表3列出了该场蟹苗产量的年际变化,最高为1981年,达21000kg,最低为1984

表3 长江口中华绒螯蟹蟹苗产量(kg)

年份	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
产量	1500	775	2900	1050	5000	11055	12916	4355	895
年份	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
产量	14018	7705	11963	20525	64.7	657.4	0(?)	659.3	

注：本表录自崇明县水产局资料。

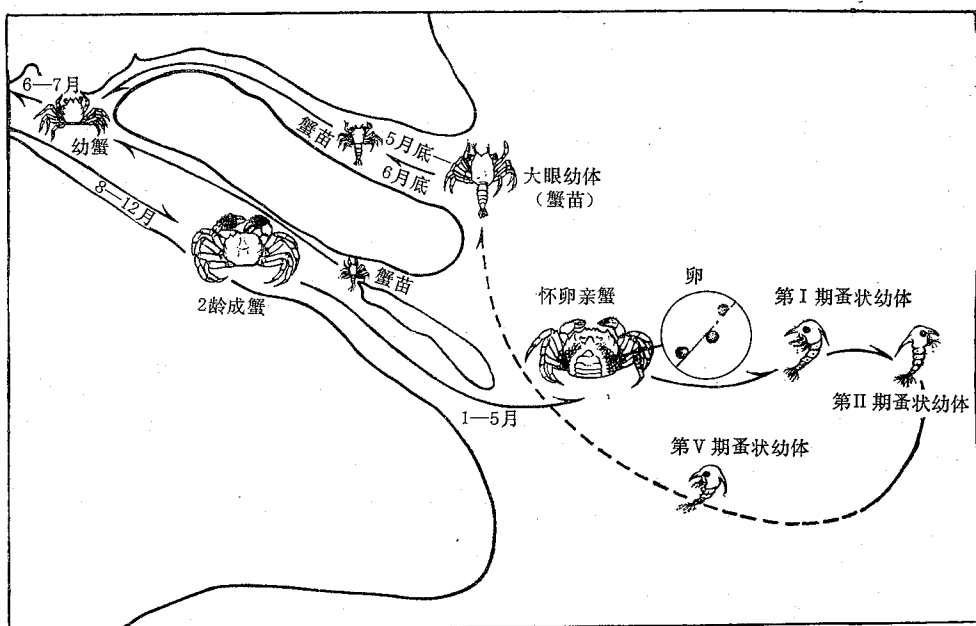


图5 长江口中华绒螯蟹生活史示意图

年(记录为零)。

3. 三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus* 和细点圆趾蟹 *Ovalipes punctatus* 两种蟹在试捕拖网无脊椎动物中占很大优势(表4)

表4 三疣梭子蟹和细点圆趾蟹在无脊椎动物总网获中所占百分比(%)

年、月	三 疣 梭 子 蟹		细 点 圆 趾 蟹	
	尾数	重量	尾数	重量
1985.9	40.3	88.3	0.3	0.1
10	65.3	93.5	0.8	0.2
11	34	92	0.2	0.1
12	21	81	5	4
1986.1	21	72	18	14
2	1	4.35	85.92	94.2
3	17.7	43.65	38.4	52.65
4	5.9	16.7	38.5	73
5	13	28	55	65
6	10	62	5	19
7	20	71.8	4.34	9.4
8	45	86.9	2.2	1.6

三疣梭子蟹 1—2 月主要在长江口水深 40m 以上、底层水温 8℃ 的海区越冬。春季 4, 5 月随着水温的回升, 性成熟的蟹群向近岸浅海移动, 长江口及舟山渔场一带为其主要产卵场。调查区亲蟹的产卵期比渤海、黄海的群体大致早 1 个月左右(沈嘉瑞、刘瑞玉, 1976)。8 月, 幼蟹在沿岸浅海索饵, 生长迅速。12 月水温下降到 12.7℃ 时, 蟹群向深水

迁移。

细点圆趾蟹主要分布于 $122^{\circ}30'E$, $31^{\circ}30'N$ 一带, 即长江口以东偏北较深海区。该蟹在河口及沿岸浅水区数量较少, 大多栖息于透明度较大、盐度较高(32—33)的海区。进

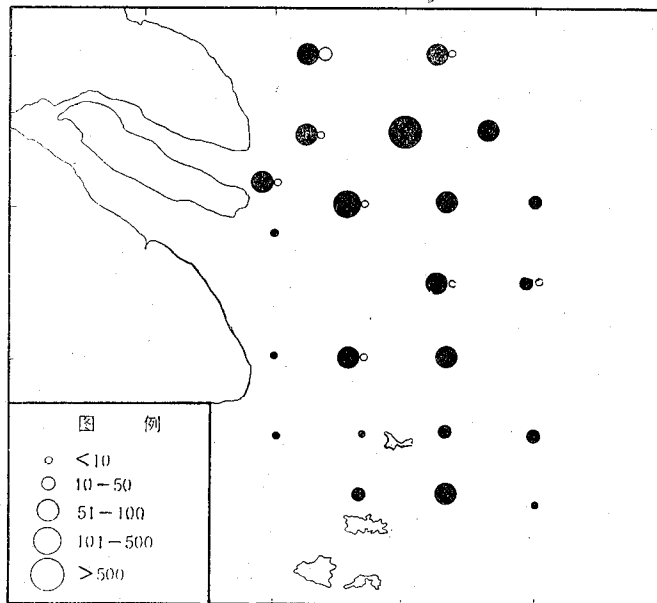


图 6 1985 年 10 月细点圆趾蟹和三疣梭子蟹的数量分布[尾/(网·h)]

○细点圆趾蟹; ●三疣梭子蟹

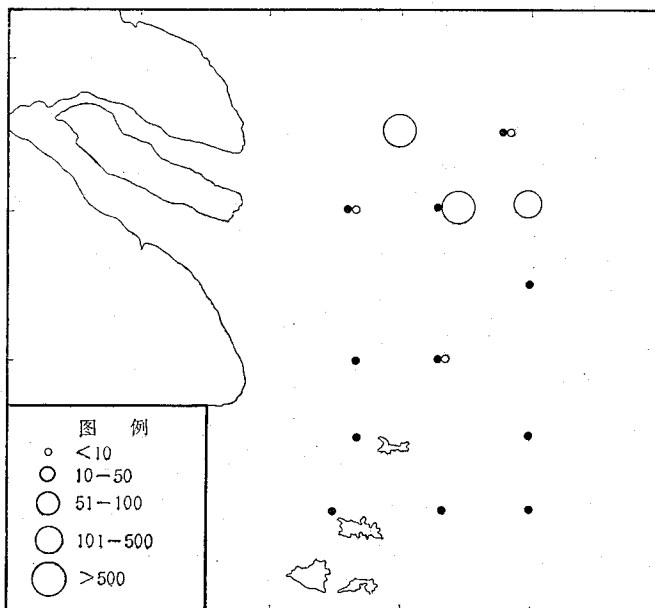


图 7 1986 年 2 月细点圆趾蟹和三疣梭子蟹的数量分布[尾/(网·h)]

(图例同上图)

入冬季,2月份试捕网获总量达102kg。它的产卵及新生幼蟹的索饵育成期与三疣梭子蟹相异。图6,7表示这两种蟹的数量分布状况。

4. 海水虾类 本次调查获虾类24种。经济价值较高的主要有葛氏长臂虾 (*Palaeomon gravieri*)、周氏新对虾 (*Metapenaeus joyneri*)、哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 和刀额仿对虾 (*P. cultrirostris*)、鹰爪虾 (*Trachypenaeus curvirostris*)、戴氏赤虾 (*Metapenaeopsis dalei*)、中华管鞭虾 (*Solenocera crassicornis*)、中国对虾 (*Penaeus orientalis*)、日本对虾 (*P. japonicus*)、脊腹褐虾 (*Crangon affinis*) 等。由于本次调查采用通用渔业底拖网取样,虾的捕获数量受到一定限制。本文仅分析网获量较高的4种虾(图8,9)。5月份,两种仿对虾的相对密度高达500尾/(网·h)以上的站主要分布于长江口东南123°E, 30°30'N一带的渔区。中华管鞭虾和鹰爪虾的分布与仿对虾大体一致,但数量较少。10月,4种虾的新生补充群遍及整个调查海区,相对密度达500尾/(网·h)以上的站仍位于河口东南海区。戴氏赤虾主要生活区在外侧较深的海区,常与鹰爪虾混栖。

个体较小的脊腹褐虾在调查区出现于早春3,4月,分布于水深20m以上的低温、高盐海区。

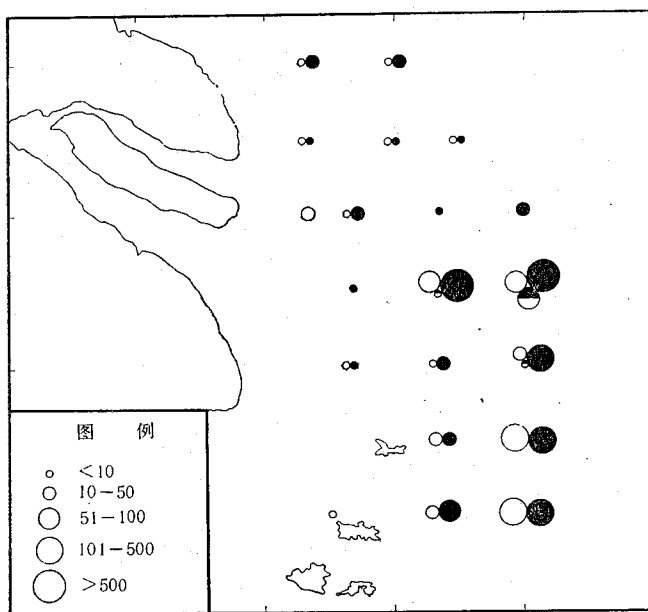


图8 1985年10月几种对虾类的数量分布[尾/(网·h)]

○中华管鞭虾; ●刀额仿对虾和哈氏仿对虾; ◐鹰爪虾

5. 曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* 本次调查捕获无针乌贼数量不多,但本种以东海产量较高,特别是舟山渔场,产量波动在1—3万吨之间。5月中旬在嵊泗列岛附近可捕到一定数量的性腺成熟的亲乌贼。9—11月,在调查区离岸较远、等深线15m左右的海域能捕到幼乌贼。无针乌贼的栖息环境比较特殊,习惯生活于海水透明度高的岛礁周围。其分布如图10所示。

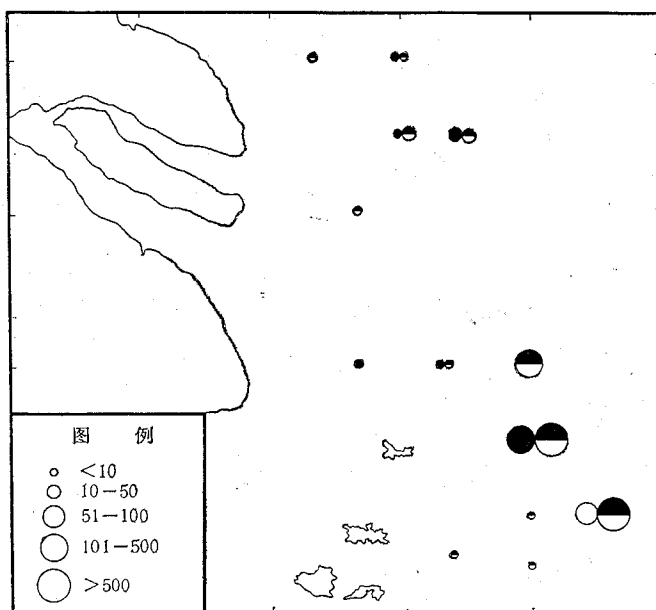


图9 1986年5月几种对虾类的数量分布[尾/(网·h)]

○中华管鞭虾；●刀额仿对虾和哈氏仿对虾；◐鹰爪虾

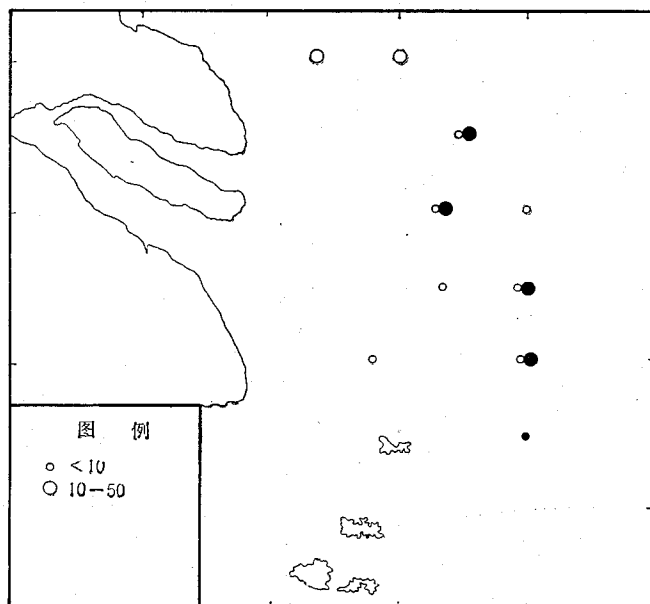


图10 曼氏无针乌贼的数量分布[尾/(网·h)]

●1985年10月；○1986年5月

五、三峡工程对长江口无脊椎动物资源影响的预测

根据三峡水利枢纽工程初步设计方案,大坝建成后,6—9月汛期继续排洪,10月开始蓄水。1—5月根据发电需要调节流量。与建坝前的常年相比,变化集中在1—5月和10月,其他月份与建坝前相差不多。三峡工程调节水流量将会影响水产动物资源的结构,现从如下三方面进行预测分析。

1. 对长江口无脊椎动物的分布格局的影响 如前所述,调查区经济无脊椎动物,按其不同的盐度适应范围分为三种生态类型。长江径流量的改变会使长江口盐度的分布格局发生相应的变化(口门附近水域盐度变化较大),各种河口生物的分布区将会随冲淡水的减少而向河口内收缩。如生活在河口半咸水域的两种白虾和狭额绒螯蟹等的分布可能有这种变化。淡水种的日本沼虾的分布区也将向河口内收缩。

由于长江口冲淡水的范围向东伸展较远,与高盐海水迅速相互交汇,因而对海水类型动物,如乌贼、三疣梭子蟹的栖息范围可能影响不大。

2. 对中华绒螯蟹蟹苗影响的预测 中华绒螯蟹是我国珍贵的水产资源之一。由于大坝调节水流量的时间正是亲蟹降河洄游(10月)、产卵繁殖期(1—4月)和幼蟹发育期(5—6月)。其产卵场又恰在长江口口门,水域盐度变化后蟹苗分布区变化较显著。由此产生的影响还有待进一步深入分析。

在目前尚不能建立合适数学模式的条件下,先勾画出理解性的概念模式将有助于了解影响中华绒螯蟹蟹苗的生物和非生物因子。从概念模式(图11)可以看出,影响中华

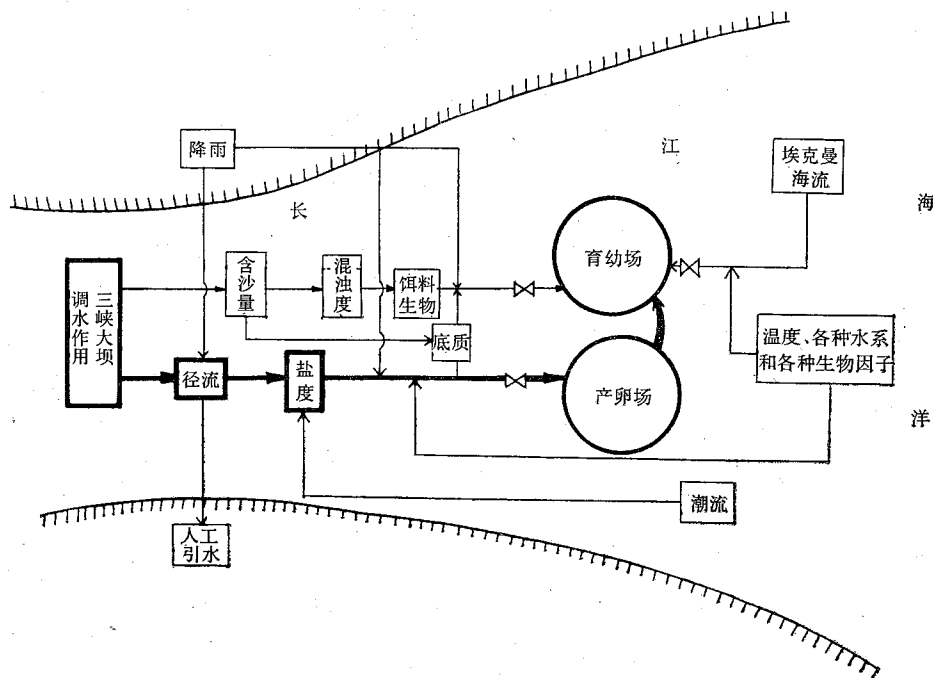


图11 环境条件对蟹苗资源影响的概念模式图

绒螯蟹蟹苗的因子是多方面的,关系也错综复杂。由于各种不利因子本来就存在,而且时刻处在变化之中,会对中华绒螯蟹蟹苗的变动产生作用,建坝以后也不会有所改变。若再加上三峡建坝后的调水作用,对蟹苗的影响将更为复杂。单从建坝调水角度看,其影响来自两条途径。一是径流量的改变引起的盐度变化,通过生态阀门(图 11 中用 $\times$ 符号表示,说明其作用,可能是放大、缩小、反馈或叠加等复杂过程),直接作用于产卵场和育幼场。二是大坝调水引起的含沙量下降,使江口水混浊度下降,失去原有自然生态的平衡,进而导致饵料成分变化和初级生产力的增加,以及海底沉积速率降低和沉积物粗化等地质条件的变化;这条途径的影响是间接的,需较长时间的积累作用才能呈现出来。所以我们将重点分析大坝调水引起盐度变化这条途径。

从图 12 可以看到,中华绒螯蟹产卵场位于引水船附近,三峡工程调水后,这里的盐度(S)将有明显改变。其变化程度与大通站径流量(Q)为负相关,关系式如下:

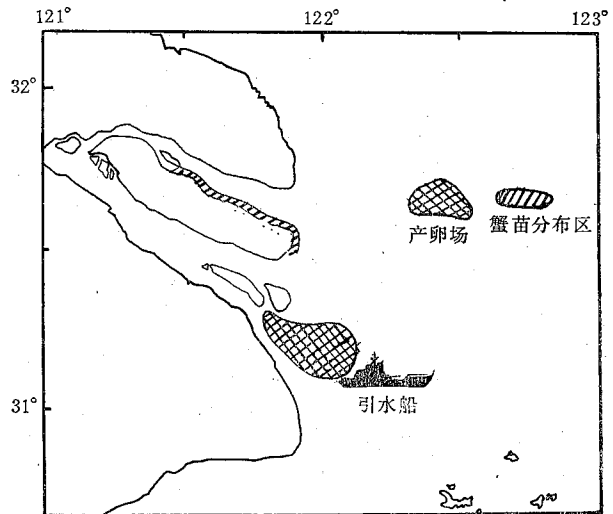


图 12 中华绒螯蟹产卵场及蟹苗场

$$S = 29e^{-0.27667Q}$$

已知中华绒螯蟹产卵的盐度范围大约为 1.85—17,根据公式可推算出,与该盐度范围相对应,引水船处盐度为 1.85 时, $Q = 9.95 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$; 盐度为 17 时, $Q = 1.93 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ 。也就是说,只有在流量突然增大 4 倍或减少 80% 以上时,才能使引水船处盐度变化的幅度超过中华绒螯蟹产卵的适盐范围。然而,大坝调水变化一般在 20% 以内,所以就调水引起的盐度变化而言,充其量只能使产卵场位置略向内收缩或向外延伸,而引水船周围仍将处于其适盐范围之内。

近年蟹苗产量波动很大,最多的 1981 年达 20 525kg, 1984 年则几乎为零(统计数字极少)。建坝后蟹苗产量前景如何,需要另作分析,但作者认为绝不会单纯因径流量的变化而使蟹苗产量超过客观存在的变动幅度。

从图 5 可看出,中华绒螯蟹的生活史决定了蟹苗的多少受 7 月份以前的径流量和降水量的影响,而与 7 月份以后的水文、气象无关。我们将 1969—1980 年崇明岛蟹苗产量与 7 月份以前各月的长江径流(大通站数据),和上海市气温及逐月降水量进行了多元统计分析。结果表明,蟹苗产量与上述各因子的相关程度和性质是不等的,按其相关程度大小顺序排列为:前一年第四季度温度距平(+),前一年的长江口渔业产量(-),和 6 月份的降水量(+);与其他因子(包括长江径流量在内)的相关性极弱,统计检验不显著。

许多学者认为,生命周期为 1 年左右的虾、蟹种群,某一世代数量的多少取决于其

幼体的补充,其决定因素是亲体的数量(与捕捞量成反比),以及幼体从卵孵化出来后的一段关键时间内能否有适宜的自然环境因素,将其搬运到适于它们发育的场所。一个中华绒螯蟹亲体怀卵量可高达20—90万粒,只要不是产卵群体过小,一般都会有足够的卵来保证其世代延续。但幼体补充的成功与否,不仅与长江的径流量有关,还取决于潮流、风向及埃克曼海流等因素的相互作用。

综上所述,我们认为三峡工程对蟹苗的分布范围可能有一定影响,但对其种群补充数量则不会有太大影响。

3. 对虾蟹渔业产量影响的分析 现将1959—1980年22年中华绒螯蟹和3种白虾的渔业统计资料与水文、气象的逐月资料进行相关分析。

(1) 中华绒螯蟹 中华绒螯蟹产量与各年逐月长江口径流量、各季度温度距平、各月降水量等多元回归分析的初步结果见表5和表6。从与径流量变化的关系来看,只在3,4月相关,前者为正相关,后者为负相关,相关程度一般。

(2) 白虾类 长江口盛产安氏白虾、脊尾白虾及秀丽白虾,在渔业统计资料中均以白虾类处理。故本文引用的1959—1980年虾类产量(表7)包括上述3种白虾。

用上述产量与诸环境因子作多元回归分析,其结果如表8所示。

表5 长江口区1959—1980年中华绒螯蟹年产量

年份	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
产量(t)	141.1	80.9	106.3	134.9	122.3	90.9	52.3	78.8	65.2	44.9	29.8
年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
产量(t)	25.0	39.3	32.6	21.1	50.0	45.0	114.1	47.3	18.1	47.5	60.0

表6 长江口中华绒螯蟹产量与环境因子的相关关系

因 子	当年 渔产量	3月 径流量	9月 降水量	1月 降水量	4月 径流量	3月 降水量	其他因子
相关程度顺序 (性质)	1(-)	2(+)	3(+)	4(-)	5(-)	6(-)	相关很弱,统计检验 不显著

注:表6,8中相关程度顺序按相关程度自大至小排列。

表7 长江口1959—1980年白虾类产量*

年份	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
产量(t)	636.7	375.5	439.2	190.8	322.4	227.9	150.3	169.6	196.5	215.2	230.9
年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
产量(t)	175.0	97.2	428.1	306.4	409.6	325.2	110.9	40.1	368.6	197.3	449.6

* 资料录自崇明县水产局。

表 8 长江口白虾类产量与环境因子的相关关系

因 子	3 月 径 流 量	4 月 径 流 量	11月 降 水 量	12月 降 水 量	其他因子
相关程度顺序 (性质)	1 (+)	2 (-)	3 (+)	4 (+)	相关很弱,统计检验 不显著

分析结果表明,白虾产量与 3,4 月的径流量有一定程度相关,相关方向前者为正,后者为负。

综上所述可知,大多数河口经济种类的产量与枯水期径流量有一定的相关关系,特别是在 1—5 月调水期间的 3 月份,多数呈正相关,而在 4 月则是负相关关系。对 10 月的径流量也进行了回归分析,结果不显著。但可初步预测,10 月份流量减少,对上述经济种类的产量影响不大。若 1—4 月增加下泄量,可能有利于河口渔业主要经济种类的繁殖和补充。

参 考 文 献

- 上海市水产研究所,1973,河蟹生活史的研究及蟹苗的捕捞,水产科技情报,2: 5—21。
 王幼槐、倪勇,1984,上海市长江口区渔业资源及其利用,水产学报,8(2): 147—159。
 刘瑞玉,1955,中国北部的经济虾类,科学出版社,8—73。
 刘瑞玉等,1987,三峡工程对河口生物及渔业资源的影响,长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集,科学出版社,403—446。
 宋大祥,1964,河蟹,生物学通报,3: 20—25。
 张列士等,1988,长江口河蟹繁殖场环境调查,水产科技情报,4: 3—7。
 张法高、沈志良、杨光复,1987,三峡工程对长江口水文、水化学和沉积环境的影响,长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集,科学出版社,369—402。
 张国祥、张雪生,1985,长江口定置张网渔业调查,水产学报,9(2): 186—188。
 沈嘉瑞、刘瑞玉,1976,我国的虾蟹,科学出版社,78—95。
 施铭、祝龙彪,1986,长江口河蟹蟹苗资源调查与分析,生态学杂志,5(4): 12—15。
 梁象秋等,1974,中华绒螯蟹的幼体发育,动物学报,20(1): 61—68。
 浙江省海洋水产研究所,1985,浙江省大陆架渔业自然资源调查报告(二): 海洋无脊椎动物资源。
 Gulland, J. A. and Rothshild, B. J., 1984, Workshop report, In: J. A. Gulland and B. J. Rothshild eds. Penaeid Shrimps—Their Biology and Management, Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, 9—30。
 Penn J. W., 1984, The behaviour and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationship to stock and recruitment. In: J. A. Gulland and B. J. Rothshild eds., Penaeid Shrimps—Their Biology and Management, Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, 173—186。
 Staples, D. J., Dall, W. and Vance, D. J., 1984, Catch prediction of the banana prawn, *Penaeus merguensis* in the southeastern Gulf of Carpentaria, In: J. A. Gulland and B. J. Rothshild eds., Penaeid Shrimps—Their Biology and Management. Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, 259—267。

长江口区试捕调查无脊椎动物种名录

腔肠动物 COELENTERATA

海仙人掌 *Cavernularia* sp.

软体动物 MOLLUSCA

纺锤螺 *Fusinus* sp.

脉红螺 *Rapana venosa* (Valenciennes)

蓝无壳侧鳃海牛 *Pleurobranchaea novaezealandiae* Cheeseman

栉江珧	<i>Pinna (Atrina) pectinata</i> Linnaeus
短蛸	<i>Octopus ocellatus</i> Gray
长蛸	<i>O. variabilis</i> (Sasaki)
太平洋褶柔鱼	<i>Todasods pacificus</i> Steenstrup
锦葵船蛸	<i>Argonauta hians</i> Solander
耳乌贼	<i>Sepiola</i> spp.
双喙耳乌贼	<i>S. birostrata</i> Sasaki
柏氏四盘耳乌贼	<i>Euprymna berryi</i> Sasaki
毛氏四盘耳乌贼	<i>E. mordei</i> Verrill
金乌贼	<i>Sepia esculenta</i> Hoyle
拟目乌贼	<i>S. subaculeata</i> Sasaki
曼氏无针乌贼	<i>Sepiella maindroni</i> de Rochebrune

甲壳类 CRUSTACEA

太平洋软荇荷	<i>Alepas pacifica</i> pilsbry
藤壶	<i>Balanus</i> spp.
中国对虾	<i>Penaeus orientalis</i> Kishinouye
日本对虾	<i>P. japonicus</i> Bate
周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i> (Miers)
鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i> (Stimpson)
刀额仿对虾	<i>Parapenaeopsis cultrirostris</i> Alcock
哈氏仿对虾	<i>P. hardwickii</i> (Miers)
细巧仿对虾	<i>P. tenella</i> (Bate)
戴氏赤虾	<i>Metapenaeopsis dalei</i> (Rathbun)
中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i> (H. Milne-Edwards)
中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i> Hansen
鲜明鼓虾	<i>Alpheus heterocarpus</i> (Yu)
日本鼓虾	<i>A. japonicus</i> Miers
鞭腕虾	<i>Hippolysmata vittata</i> Stimpson
五须公虾	<i>Exhippolysomata ensirostris</i> (Kemp)
水母虾	<i>Latreutes anoplonyx</i> (Kemp)
安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i> (Kemp)
脊尾白虾	<i>E. carinicauda</i> Holthuis
秀丽白虾	<i>E. modestus</i> (Heller)
日本沼虾	<i>Macrobrachium nipponensis</i> (De Haan)
葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i> (Yu)
细指长臂虾	<i>P. tenuidactylus</i> Liu et Liang
脊腹褐虾	<i>Crangon affinis</i> De Haan
细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i> Stimpson
滑脊等腕虾	<i>Heterocarpoides laevis</i> (Bate)
绒毛细足蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i> Stimpson
日本寄居蟹	<i>Pagurus japonicus</i> (Stimpson)
旋刺寄居蟹	<i>Spiropagurus spiriger</i> (De Haan)
绵蟹	<i>Dromia dehanni</i> Rathbun
日本新关公蟹	<i>Neodorippe japonica</i> Von Siebold
中华虎头蟹	<i>Orithyia sinica</i> Linnaeus
红线黎明蟹	<i>Matuta planipes</i> Fabricius
细点圆趾蟹	<i>Ovalipes punctatus</i> (De Haan)
锯缘青蟹	<i>Scylla serrata</i> (Forsk.)
不等狼牙蟹	<i>Lupocyclus inaequalis</i> (Walker)

三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i> (Miers)
红星梭子蟹	<i>P. sanguinolentus</i> (Herbst)
拥剑梭子蟹	<i>P. gladiator</i> (Fabricius)
银光梭子蟹	<i>P. argentatus</i> (White)
纤手梭子蟹	<i>P. gracilimanus</i> (Stimpson)
矛形梭子蟹	<i>P. hastatoides</i> Fabricius
日本蜆	<i>Charybdis japonica</i> (A. Milne-Edwards)
斑纹蜆	<i>C. cruciata</i> (Herbst)
双斑蜆	<i>C. bimaculata</i> (Miers)
狭颚绒螯蟹	<i>Eriocheir leptognathus</i> Rathbun
中华绒螯蟹	<i>E. sinensis</i> (H. Milne-Edwards)
口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i> (De Haan)

棘皮动物 ECHINODERMATA

砂海星	<i>Luidia</i> sp.
歪刺锚参	<i>Protankyra asymmetrica</i> (Ludwig)
哈氏刻肋海胆	<i>Temnopleurus hardwickii</i> (Gray)

PREDICTION OF THE IMPACTS OF THE THREE GORGES PROJECT ON THE INVERTEBRATE RESOURCES IN THE CHANGJIANG RIVER ESTUARY*

Liu Ruiyu (J. Y. Liu), Xiang Jianhai, Wu Yaoquan and Zhang Baolin

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

General characteristics of the economically important invertebrates were studied through monthly surveys with twin trawl in the period from September 1985 to August 1986. Sampling was made at each of the 33 stations. A total of about 145,000 individuals of invertebrates, belonging to 67 species, were collected and identified during the surveys. Among them, 48 species were crustaceans and 15 species were molluscs. Besides, data of fishing statistics and environmental factors were collected and analysed. The abundance and biomass of main invertebrate species in the investigated area changed seasonally. The abundance and biomass were 13,318 ind/km² and 313.3kg/km² in summer, 12,894 ind/km² and 523.4kg/km² in autumn respectively, which are much higher than 2,283 ind/km² and 69.4 kg/km² in winter.

The ecological characteristics and seasonal numerical distribution of some dominant species, such as the brackish water species *Exopalaemon annandalei*, *E. carinicauda*; the catadromous freshwater species *Eriocheir sinensis* and the common marine species: *Portunus trituberculatus*, *Ovalipes punctatus*, *Solenocera crassicornis*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Parapenaeopsis hardwickii*, *P. cultrirostris* and *Sepiella maindroni*, were briefly described.

The main purpose of the study was to predict the impact of the Three Gorges Project on the invertebrate resources. On the basis of fully understanding of the early life history of the woolly-handed crab, *Eriocheir sinensis*, which is one of the most important economic invertebrate in Changjiang Estuary, a conceptional model was developed. Furthermore, by stepwise regression analysis of multi-variable the relationship between the abundance of the crab seed (Megalopa) and various environmental factors, such as the monthly runoff flow of the Changjiang River and the precipitation, etc. was analysed. According to the presumable regulation of the rived runoff by the Three Gorges Project, the impact on the yield of the seed of woolly-handed crab was estimated. Similarly, the catch yields of the white shrimps and crabs were assessed. Some possible effects of the project on the resources, such as the changes of the distribution patterns of some invertebrate animals and the increase or decrease of their yield, are predictable.

* Contribution No. 1838 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.