

珠江广州河段河蚬种群的若干生态学研究

杞 桑

(暨南大学生物系)

林美心

(广州市环境监测中心站)

摘 要

1981年至1983年每年两次不定期地自珠江广州河段采集河蚬(*Corbicula fluminea*)作种群分析,发现河蚬在此河段的分布呈不连续状态。用Morisita指数公式计算结果,其分布在理论上属负二项分布类型。河蚬最大的种群密度达7,500个/米²,但左岸的平均密度显著地低于右岸($t=2.6779$; $p<0.01$)。春季或夏初种群中以壳长11.0毫米者为主,其后则以15.0毫米者居优势。河蚬的壳长(L)与壳高(H)的关系可用回归方程表示: $H=0.8802L-0.6119$ 。为了更多地综合壳长(L),壳高(H)和壳宽(W)等参数,试用主成分分析法,取得第一主成分的表达式为 $Y=0.652L+0.656H+0.361$ 。

关于珠江下游蚬属种类的生态学问题,最早见于Miller等(1931)的一篇广州蚬业生产的调查报告中。其后,在较长时间,此河段中蚬的问题未再引起生物学工作者的注意。直至最近 Morton (1973,1982)才又对此问题先后作了研究。这些为数不多的研究报告,对于了解此河段中蚬的问题提供了十分有益的资料。

Miller等(1931)在报道珠江广州河段的蚬业生产情况中曾指出,如果该河段不受到有机物污染,则按当时捕大留小的传统作业方式,蚬的产量不致因年年捕捞而发生根本性的变化。事隔半个世纪后的今天,Miller等调查范围内蚬的情况如何,似有必要重新进行调查,借以了解此河段的河蚬及其相应的环境是否发生改变。其次,据推测,本世纪20年代河蚬由我国传入美国,现已几乎散布至美国各主要河流(McMahon, 1982)。河蚬在美国河流中的大量繁殖,引起了许多问题,对工农业的生产造成一定的影响(Gardner *et al.*, 1976; Cherry *et al.*, 1980),被称为一种“害虫”(Ingram, 1959)。既然美国的河蚬源自我国,且极可能源自珠江,那么,随着我国工农业的发展,现今美国出现的蚬害日后是否也会在我国发生?在对此问题作出回答之前,无疑需积累一定的资料才便于分析论断。再次,近年来我们在对珠江广州河段作污染生态调查中,发现河蚬在此河段的大型底栖无脊椎动物中占有一定的比例,在水污染的生物学评价中是一个重要的因素(杞桑等, 1982a),但对其种群生态尚缺乏较深入的了解。上述几方面的原因表明,有必要对珠江广州河段蚬的生态问题作一专题研究。

种的正确鉴定是种群研究的必要前提。珠江广州河段所产的蚬,Miller等(1931)与Morton (1973)定为马尼拉蚬(*Corbicula manillensis*)。后来,Morton (1979)认为此种系河蚬的同物异名。再后,Morton (1982)研究了一种据称为产于广州附近的珠江的蚬,拟定为江蚬¹⁾(*Corbicula cf. fluminalis*)。据此,珠江广州河段存在两种蚬,即河蚬与江蚬。但据我们实地调查,广东东莞县境内的东江支流下游盛产“黄沙蚬”,有相当部分出口

1) 中文名称暂定

香港。Morton (1982) 在香港市场所采购的很可能就是“黄沙蚬”,也即他所称的江蚬,其产地并非在广州河段,广州河段所产者只是河蚬。但考虑到广州河段下游与东江支流下游相交汇,不能完全排斥会有江蚬分布在广州河段下游的可能性。这样,确定本河段蚬的种类成了本文的重要前提。

河蚬与江蚬在贝壳外部形态上极为相似。Morton (1982) 认为它们在生态上主要有下列不同之处:

河 蚬	江 蚬
(1) 主要生活于流水环境	主要生活于静水环境
(2) 耐低盐 (15%) ¹⁾	耐高盐 (50%) ¹⁾
(3) 壳小而圆 (亚州产)	壳呈三角形
(4) 理论最大壳长35毫米 (香港产) 和60毫米 (美国产)	理论最大壳长54毫米 (华南产)
(5) 寿命3—5年	寿命10年
(6) 每年产生两个生长轮	每年产生一个生长轮
(7) 在春季与晚秋高温时一年产卵两次	在冬季水温低时一年产卵一次
(8) 雄性先熟 (香港) 或两性同时成熟 (美国的雌雄同体)	雌雄异体, 带有雌性先熟的雌雄同体倾向
(9) 受精卵从内鳃瓣中的栉鳃腺获得营养而长至200微米	卵不停留在鳃中, 但栉鳃腺照样发育

为确定蚬的种类, 抽样检查了1981年12月采自本调查河段第70号站右岸的蚬标本, 见其内鳃瓣中有受精卵及发育中的幼贝, 从而定为河蚬。

一、采样环境及方法

本文所称的珠江广州河段, 系指上自雅岗, 下至莲花山, 以前航道为主的70多公里的河段。此河段自西而东横贯广州市。其环境概况及采样方法已有记述 (杞桑等, 1982a,b), 故不重复, 必要时仅在文中再略为提及, 以便于叙述。但考虑到采样站的位置及编号曾稍作调整, 为使本文完整起见, 现再附以采样站分布示意图 (图1)。图中采样站编号有的空缺, 系因该站仅采水样而缺生物样。文中所称的采样站, 为一采样位置上左 (L) 右 (R) 岸两个采样点连成的。

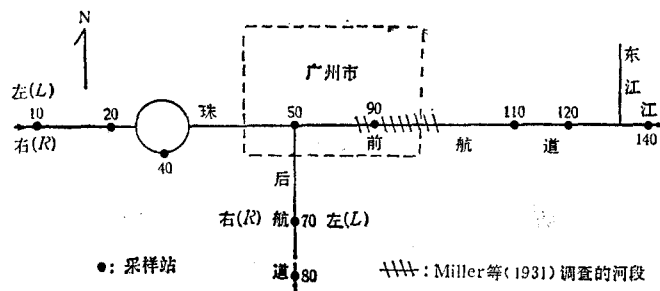


图1 河蚬采样站位置示意图

Fig.1 Schematic representation of sampling stations of *Corbicula fluminea* in the Guangzhou Reach of Pearl River

河蚬材料取自1981年6月至1983年4月, 共调查6次。

1) 原文如此。

二、结 果

1. 河蚬的分布

在6次调查中,河蚬在各次样品中的出现率为47—68% (表1)。这意味在大约一半的

表 1 河蚬在历次样品中的出现率

Table 1 Percentage of occurrence of *Corbicula fluminea* in series samples

采样时间	1981年6月	1981年12月	1982年3月	1982年7月	1983年1月	1983年4月
出现率 (%)	61	68	47	63	65	63

采样站上可采到河蚬。其分布大致呈这样不连续的倾向:从上游开始,沿河而下至后航道。在市中心的第50号(L)和90号站中断,此后又再恢复。为了对这种分布作定量描述,利用Morisita (1959)的指数公式,计算种群个体的散布指数。Morisita的指数公式为:

$$I = N \left(\frac{\sum_{i=1}^N n_i(n_i - 1)}{X(X - 1)} \right)$$

这里, I 为Morisita指数, N 为总样品数, n_i 为第 i 个样品中河蚬的数量, x 为全部样品中河蚬的总数。6次采样分别计算的结果见图 2:A—C。从图 2 可以看到它们的趋势基本上是一致的,即历次的 I 值均大于 1。按Morisita指数的定义,属于负二项分布类型。

2. 河蚬的种群密度

河蚬的种群密度分布见图 3。由于第90号站始终没有采到河蚬,故不成图。

位于本河段上游的第10号站,实际上仅在左岸设采样点。该点远离广州市区,周围既无工厂也无村镇,故选作珠江广州河段水质监测的对照点。该点河蚬密度最小为120个/米²,最大为1,700个/米²。第20号站的河蚬甚丰富,除了个别情况外,各采样时期均采到河蚬,其最小密度为80个/米²,最大达6,600个/米²。第40号站已开始接近市区,周围有工厂和居民点,难免受到一定的污染。该站河蚬的分布较稀疏,并非每次采样时均能采到。在所采到的样品中,其密度范围为27—4,100个/米²。第50号站已在市区范围,左岸接纳大量的城市污水,底质富有机物,呈黑色。在这环境下仅偶然采到极少数幼蚬。其右岸环境条件较良好,采到河蚬的机会较多,其最大密度达5,700个/米²。第70和80号站位于本河段的支流。前者

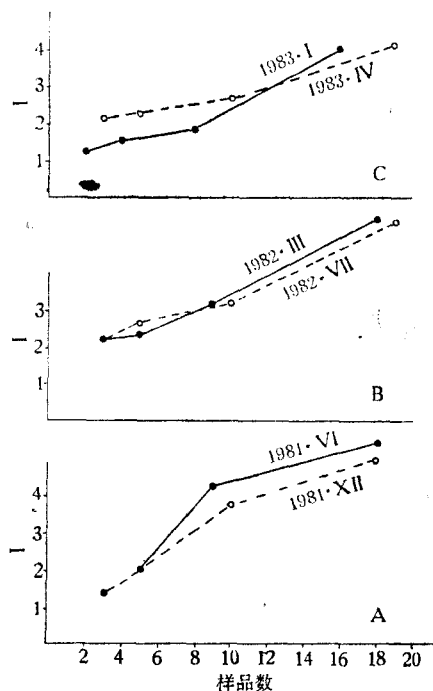


图 2 几个不同时期河蚬分布的Morisita指数(I)

Fig.2 Morisita Indices demonstrated the distribution pattern of *Corbicula fluminea* at various sampling periods

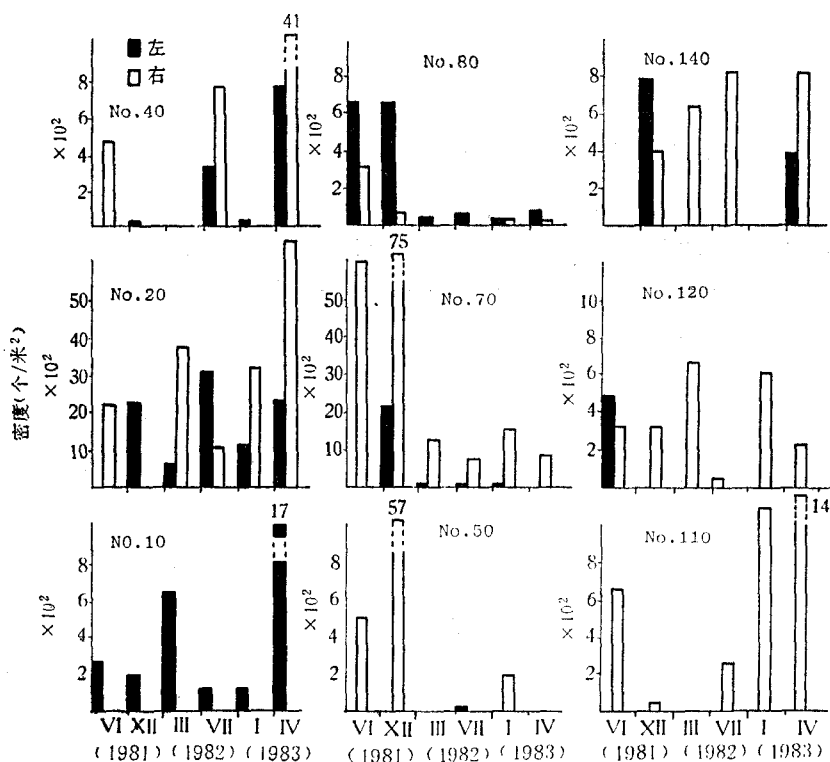


图3 各采样站河蚬的密度

Fig.3 Densities of *Corbicula fluminea* at each station

右岸河蚬数量特别多,种群的最大密度达 7,500个/米²,居本河段河蚬密度之冠;后者虽几乎历次均有河蚬出现,但其密度仅为 27—680个/米²。前已述及,第90号站位于广州市中心区,河水受城市有机物污染相当严重,两岸河床淤积大量的有机物,河蚬完全绝迹。第110和120号站的左岸为工业区,仅偶尔采到河蚬;而右岸河蚬的最大密度分别为1,460个/米²和680个/米²。位于本河段最下游的第140号站,河面宽阔,开始有咸水入侵,可惜此站的材料不完整。从已有资料看,河蚬种群密度仅为40—90个/米²。

由上可见(1)河蚬种群最大密度出现在河段的支流;(2)临广州市中心的河段,河蚬绝迹;(3)左右岸河蚬的密度分布不同。

前节Morisita指数给出了河蚬的理论分布。现为进一步比较左右岸河蚬密度分布是否有差异,将6次采样合并成一个总样品,然后分别计算左右岸的平均密度。由于Morisita指数大致同一趋向,样品这样处理是可取的。但考虑到第10号站实际上只在左岸采样,计算时此号除外。计算结果,左岸的平均密度为150个/米²,右岸为530个/米²。经 t 测验, $t=2.6779$ ($P<0.01$, $df=83$)。相差非常显著。由此进一步表明,此河段河蚬之所以呈负二项分布类型,很大程度是因为左右岸的种群密度存在显著的差异。

由于客观原因,整个调查计划未能有系统地按一定时间间隔进行,以致无法分析河蚬种群密度在时间上的变动情况。但若以12月至翌年2月代表南方的冬季,3—4月代表春季,6—10月左右代表夏季,然后计算各相应月份的河蚬平均密度,则冬季的平均密度为911个/米²,

春季为847个/米², 夏季为 660 个/米²。尽管此结果有很大的极限性, 但也可能暗示本河段河蚬种群密度周年变化不大。

3. 河蚬的种群结构

在作种群分析时, 分析的个体数量越多, 所包括的个体大小越全面, 就越有代表性。但在本河段大多数采样站实际所采到的河蚬标本很有限, 难以满足要求。仅有第70号站右岸采到的河蚬数量较多, 故选择此采样点 3 个不同时期的样品, 测量其壳长 (L), 然后分组。各壳长组的个体数在总个体数中所占的百分数, 称为出现频数。结果见图4:A—C。图4:A为1981年6月的样品, 大致可代表夏季河蚬的种群结构情况。此时期以壳长15.0毫米者为主, 大于此壳长者不多, 但有少数25.0毫米以上的大个体。图4:B为1981年12月的样品, 此时为南方冬季的开始, 种群中大小个体的分布较均匀, 以11.0毫米者占优势。图4:C采于1982年3月, 时为初春, 样品中占优势者已为壳长14.0毫米所取代, 而且15.0毫米至22.0毫米者占有较大的比重。由此可见, 6—12月, 河蚬种群不断获得补充, 同时一些老蚬陆续死亡。12月至翌年3月则为个体增长阶段。

4. 贝壳特征

对1981年6月取自第70号右岸的河蚬测量其壳长(L)、壳高(H)与壳宽(W)。其壳长与壳高的回归方程为(图5): $\hat{H} = 0.8802L - 0.6119$ 。当然, 尚可求出壳长与壳宽, 壳高与壳宽的关系, 且有显著的相关性。但这些仅反映贝壳两个参数之间的关系。事实上, 尽管河蚬在生长过程中贝壳形态有所差异, 但无论如何, 其长、

高、宽是同时在增长的。因此, 在定量描述贝壳特征时, 最好运用既能综合长、高、宽三者关系, 又独立支配着这三者关系的方法。这里, 试用主成分分析法对数据进行处理。

将590个河蚬按壳长分成8组, 计算各组长、高、宽的平均值, 从而得到一个样品矩阵(表2)。再对长、高、宽求主成分, 经过矩阵变换, 求得样品协方差矩阵的特征值(λ_i)、贡献率($\lambda_i/\sum \lambda_i$)及相应的特征向量(V_{i1}) (陈敦隆, 1982)。结果见表3。

由表3可见, 第1主成分的贡献率已达70%以上, 其数学表达式为:

$$Y_1 = 0.652\bar{L} + 0.656\bar{H} + 0.361\bar{W}$$

显然, 此表达式反映了长、高、宽三个指标的大部分信息。它不但比常用的二元回归方程更深刻地刻划河蚬的贝壳特征, 且可望在此基础上用以估计贝壳的增长。

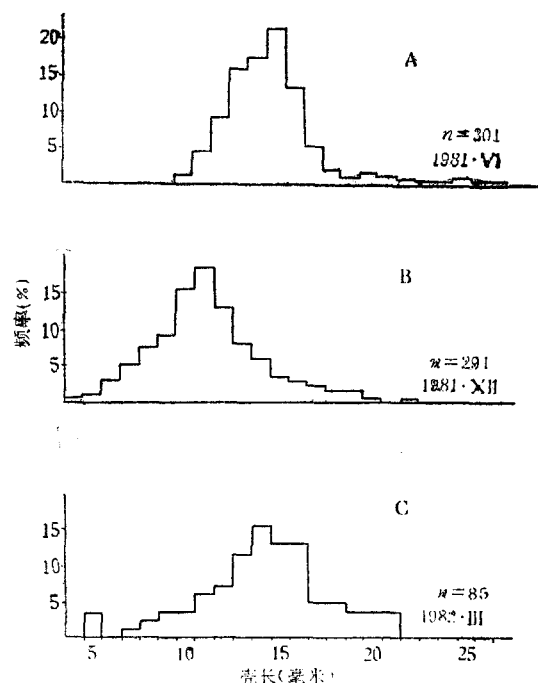


图4 三个不同时期河蚬种群壳长的频率分布
Fig.4 The frequency-distribution of shell length of *Corbicula fluminea* population at 3 different sampling periods

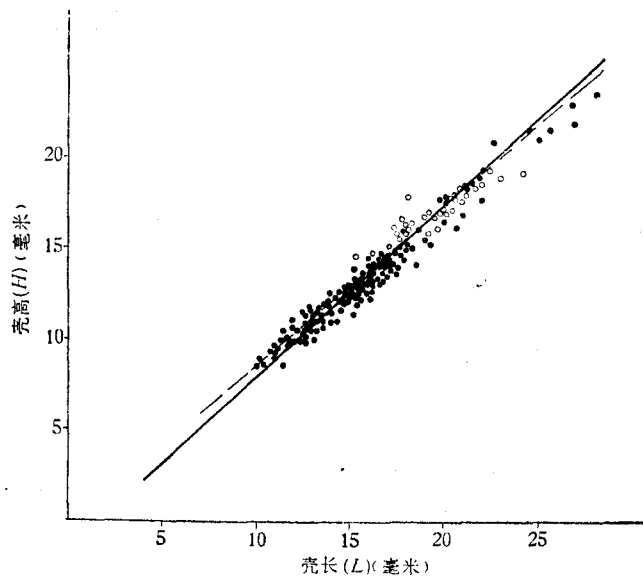


图 5 河蚬壳长与壳高的关系

Fig.5 The relationship between shell length(L) and shell height (H) of *Corbicula fluminea*

。---珠江上游的样品

• ——珠江广州河段的样品

表 2 样品矩阵

Table 2 Matrix of shell parameters

壳长组	$\bar{L}$	$\bar{H}$	$\bar{W}$
3.0	4.15	3.52	2.15
5.0	5.93	5.30	3.62
7.0	7.73	7.00	4.75
9.0	10.24	9.08	6.15
11.0	11.90	10.44	7.18
13.0	13.97	12.21	8.45
15.0	15.77	13.64	9.34
17.0	17.70	15.36	10.42

 $n = 590$ 表 3 样品特征值(λ_i)、贡献率($\lambda_i/\Sigma\lambda_i$)
及特征向量(V_{ik})Table 3 Characteristic values(λ_i), ratio of
characteristics($\lambda_i/\Sigma\lambda_i$) and
characteristic vectors(V_{ik})

λ_i	15.196	6.019	0.004
$\frac{\lambda_i}{\Sigma\lambda_i}(\%)$	71.46	28.35	0.19
V_{ik}	0.652	-0.257	0.703
	0.656	-0.254	-0.703
	0.361	0.932	0.002

三、讨 论

50多年前广州市仅有一百万左右人口及一些零星小手工业。估计当时城市生活污水及工业废水对珠江广州河段的压迫不大,水质与底质条件基本上是良好的,因而可在此河段捕捞到大量的河蚬,并加工出售或在河边建立蚬场暂养。时至今日,随着广州市人口的增加,城市相应地扩大,工农业也迅速发展,珠江广州河段,尤其是当年 Miller等(1931)所调查的河段(即第90号采样点向上约100米向下约4,000米),已受到严重的污染,导致此中心河段河蚬绝迹,广州蚬业生产也随之衰落。即使从现在起,此河段的污染得到控制,估计河蚬亦难以恢复,因为在此中心河段沉积着大量的固体废物及有机质,河蚬生活的底质理化环境破坏严重。至于河蚬在本河段上下游及左右岸的分布状况、底质性质也是一个十分重要的因素。许多报告表明,河蚬对底质有较大的适应能力,它可以生活于碎石底(Rinne,1974)、小卵

石底 (Graney *et al.*, 1980)、沙底 (Parmalee, 1965)、泥沙底 (Gardner *et al.*, 1976) 和沉积泥底 (Diaz, 1974) 中。在本调查范围内, 除上述临广州市区的中心部分河段外, 大多为泥沙或沙泥底, 因此即使水质受到一定程度的污染, 却依然保留着河蚬生存的必要条件。

环境的综合因素还决定了河蚬的密度分布。由于环境与采样时间不同, 河蚬的密度有很大的变化幅度。少者仅 17 个/米², 多者达 10,000 个/米² 以上 (Aldridge *et al.*, 1978; Gardner *et al.*, 1976)。在有温排水情况下, 密度达 11,522 个/米² (Graney *et al.*, 1980)。珠江广州河段河蚬的最高密度为 7,500 个/米², 看来并不突出。出现最高密度的是第 70 号站左岸。其附近有炼钢厂与造船厂, 水质受重金属污染势所难免。据 Cherry 等 (1980) 报告, 河蚬对某些重金属有较大的耐受力。由此产生这样一个问题: 一定程度的某些重金属污染是否反而有利于河蚬的生长繁殖, 目前尚难回答。

Morton (1977) 根据两年的观察, 发现香港水库中河蚬每年有两个繁殖时期, 即 3—6 月和 10 月至翌年 1 月。从我们对 3 个河蚬样品的分析结果来看, 在 12 月和 3 月时出现 10 毫米以下的个体, 这些无疑是在采样前 1 至 2 个月左右的新生幼贝, 由此推算, 其繁殖期约在 10 月至翌年 1 月, 这与 Morton (1977) 的结论是相符的。但如果 3—6 月也是河蚬的繁殖季节, 则在 6 月理应有前两个月产生的、壳长约为 5 毫米的个体。Morton (1977) 在 6 月就采到这种幼体, 在珠江的样品中则缺这种幼体, 其原因可能是我们采样的频度与强度不够, 或者生活于河流及水库者, 其繁殖季节多少存在差异。

河蚬的贝壳在颜色和外部形态上变化很大而不宜作分类主要依据, 但通过对贝壳的度量可以获得种的某些特征及生长的信息。为验证珠江广州河段河蚬种的问题, 特地取自距广州市直线距离约 220 公里的珠江水系上游的北江支流的一个河蚬样品作了同样的测量, 得长 (L) 与高 (H) 的回归方程为: $\hat{H} = 0.8963L - 0.1462$ (图 5), 两者十分相似。用主成分分析法对贝壳参数的处理, 实属一尝试, 其意义在于比常用的回归方法综合较多的信息, 对其生长作较精确的估计 (华元渝等, 1982)。

近十多年来, 美国生态学家对河蚬生态作了许多调查研究, 发现河蚬不但对当地底栖动物群落结构产生不利影响, 且由于河蚬的大量繁殖, 给工农业生产造成一定的危害 (Cherry *et al.*, 1980)。其中比较严重的是河蚬堵塞工厂冷却水管的问题。临江河的大型工厂在生产时需吸取大量的江河水作冷却用, 同时又相应地将已升温的冷却水排出, 造成热污染。河蚬是一种耐高温的动物 (Mattice *et al.*, 1976; Cairns *et al.*, 1983)。较高的水温条件导致它大量繁殖, 从而增加幼体被吸入的机会。Sickel (1973) 发现河蚬幼体 (6.0—7.8 毫米) 时常保留着足丝, 故幼体随水进入管道系统后, 将在管中适当的地方定居成长 (McMahon, 1977), 使冷却效果降低。此问题我国尚未见有报道。从珠江广州河段来看, 目前沿岸的大型工厂尚不多, 河流的热污染虽未作调查, 似未形成生态问题。河蚬在此河段的分布状况及种群密度很可能在今后维持一相当长的时间。尽管如此, 水体热污染与河蚬的关系, 无论是利是弊, 仍是一个值得注意的问题。

参 考 文 献

刘月英、张文珍等 1979 中国经济动物志: 淡水软体动物。科学出版社。

杞 桑、林美心等 1982a 用大型底栖动物对珠江广州河段进行污染评价。环境科学学报 2(3):181—189。

- 1982b 珠江广州河段环节动物多毛类污染生态的研究。暨南理医学报 (2):139—147。
- 华元渝, 胡传林等 1982 主成分分析法在鲢鱼种生长特征指标分析中的应用。生态学报 2(3):267—278。
- 陈敦隆 1982 海洋科学研究中的概率统计方法。海洋出版社。
- Aldridge, D. W. and R. F. McMahon 1978 Growth, fecundity, and bioenergetics in a natural population of the Asiatic freshwater clam, *Corbicula manilensis* Philippi, from North Central Texas. *J. Moll. Stud.* 44:49—70.
- Cairns, J., Jr. and D. S. Cherry 1983 A site-specific field and laboratory evaluation of fish and Asiatic clam population responses to coal fire power plant discharges. *Water Sci. & Tech.* 15:10—37.
- Cherry, D. S., Jr., J. Cairns and R. L. Graney 1980 Asiatic clam invasion: causes and effects. *Water spectrum*, Fall, 1980. 19—24.
- Diaz, R. J. 1974 Asiatic clam *Corbicula manilensis* (Philippi) in the tidal James River, Virginia. *Chesapeake Sci.* 15:118—120.
- Gardner, J. A., Jr., W. R. Woodall, et al. 1976 The invasion of the Asiatic clam (*Corbicula manilensis* Philippi) in the Altamaha River, Georgia. *Nautilus* 90(30):117—125.
- Graney, R. L., D. S. Cherry, et al. 1980 The influence of thermal discharges and substrate composition on the population structure and distribution of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, in the New River, Virginia. *Nautilus* 94(4):130—135.
- Ingram, W. M. 1959 Asiatic clams as potential pest in California water supplies. *J. Amer. Water Works Ass.* 51:363—370.
- Mattice, J. S. and L. L. Dye 1976 Thermal tolerance of the adult clam. In Esch, G. W. and R. W. McFarlane (eds.), *Thermal Ecology I*. National Tech. Inf. Serv., Springfield, Va. pp. 130—135.
- McMahon, R. F. 1977 Shell size-frequency distributions of *Corbicula manilensis* Philippi from a clam-fouled steam condenser. *Nautilus* 91(2):54—59.
- 1959 The occurrence and spread of the introduced Asiatic freshwater clam, *Corbicula fluminea* (Muller), in North America:1924—1982. *Nautilus* 96(4):134—141.
- Miller, R. C. and F. A. McClure 1931 The fresh-water clam industry of the Pearl River. *Lingnan Science, J.* 10(2/3):307—322.
- Morisita, M. 1959 Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. ser. E. (Biol.)* 2(4):215—233.
- Morton, B. S. 1973 Analysis of a sample of *Corbicula manilensis* Philippi from the Pearl River, China. *Malacol. Rev.* 6:35—37.
- 1977 The population dynamics of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculacea) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *J. Zool., Lond.* 181:21—42.
- 1979 *Corbicula* in Asia. In *Proceedings, First Int. Corbicula Symposium*. pp. 15—38. Texas Christian University Research Foundation, Fort Worth, Texas.
- 1982 Some aspects of the population structure and sexual strategy of *Corbicula cf. fluminalis* (Bivalvia: Corbiculacea) from the Pearl River, People's Republic of China. *J. Moll. Stud.* 48(pt. 1):1—23.
- Parmalee, P. W. 1965 The Asiatic clam (*Corbicula*) in Illinois. *Trans. Illinois, State Acad. Sci.* 58:39—45.
- Rinne, J. N. 1974 The introduced Asiatic clam, *Corbicula*, in Central Arizona Reservoirs. *Nautilus* 88:56—61.
- Sickel, J. B. 1973 A new record of *Corbicula manilensis* (Philippi) in the Southern Atlantic Slope Region of Georgia. *Nautilus* 87(1):11—12.

STUDIES ON SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF THE POPULATION OF *CORBICULA FLUMINEA* (MULLER) (MOLLUSCA) IN THE PEARL RIVER, GUANGZHOU

Qi Sang

(Department of Biology, Jinan University, Guangzhou)

Lin Meixin

(Center of the Environmental Monitoring Station, Guangzhou)

Samples of *Corbicula fluminea* (Muller) used for population analysis were taken from the Guangzhou Reach of Pearl River in 1981—1983, twice a year irregularly. The distribution of the species along the river reach was found to be discontinuous. Theoretically, it is attributed to a negative binomial pattern calculated from the Morisita Index. The maximum density of the clam reached 7,500 inds./m², however, the average density on the left river side is remarkably lower than on the right one ($t=2.6779$; $p<0.01$). During the spring or early summer season the population was mainly composed of clams measuring 11.0mm in shell length, thereafter, individuals of 15.0mm became dominant. The relation between shell length(L) and shell height(H) can be expressed by a regression formula: $H=0.8802L-0.6119$. In order to sum up more information from the length(L), height(H) and width(W) parameters the principle component analysis was used and a model is attained: $Y_1=0.652L+0.656H+0.361W$, where Y_1 is the first principle component.