

厦门海域大型底栖动物两个优势种的发现及其数量分析

杨洁¹, 蔡立哲¹, 梁俊彦¹, 周细平¹, 金亮¹, 陈志鸿²

(1. 厦门大学海洋环境科学国家重点实验室, 福建 厦门 361005; 2. 厦门市环境保护研究所, 福建 厦门 361006)

摘要: 根据 2004 年在厦门海域 22 个取样站获得的 4 个季度的大型底栖动物调查数据以及历史资料, 发现软体动物双壳纲的光滑河蓝蛤 (*Potamocorbula laevis*) 是厦门海域大型底栖动物群落的局部、季节性优势种; 环节动物多毛纲的昆士兰稚齿虫 (*Prionospio queenslandica*) 是局部优势、周年常见种。春季和夏季, 光滑河蓝蛤在鼓浪屿附近海域的密度分别为 1 098.8 个/m² 和 1 720.0 个/m², 夏季, 在曾厝垵附近海域的密度为 3 773.3 个/m², 均占所在海域大型底栖动物密度的 50% 以上, 而冬季和秋季, 很少采集到光滑河蓝蛤。夏季和秋季, 昆士兰稚齿虫在鼓浪屿附近海域的密度分别为 871.3 个/m² 和 232.5 个/m²; 从季度平均值看, 昆士兰稚齿虫密度和生物量夏季最高, 秋季次之, 春季第三, 冬季最低; 昆士兰稚齿虫的优势度没有光滑河蓝蛤高, 但在整个厦门海域均有一定的密度和生物量。本研究分析了光滑河蓝蛤、昆士兰稚齿虫数量与有机质、硫化物含量、水动力等环境因子之间的关系。

关键词: 厦门海域; 优势种; 昆士兰稚齿虫 (*Prionospio queenslandica*); 光滑河蓝蛤 (*Potamocorbula laevis*)

中图分类号: S93 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096 (2007) 09-0044-06

光滑河蓝蛤 (*Potamocorbula laevis*) 是一种常见的小型双壳贝类, 栖息于潮间带及低潮区浅水处, 体小壳薄, 适宜虾蟹及鱼类摄食, 是一种重要的饵料生物^[1]。昆士兰稚齿虫 (*Prionospio queenslandica*) 属于环节动物门 (Annelida) 多毛纲 (Polychaeta) 海稚虫科 (Spionidae), 体长约为 12 mm, 宽 0.5 mm^[2], 有关昆士兰稚齿虫的生态作用尚未见报道。

1980 年和 1981 年, 国家海洋局第三海洋研究所在厦门西部水域进行了大型底栖动物调查^[3-5], 当时有 8 个优势种, 按密度大小顺序排列是尖喙小囊蛤 (*Saccella cuspidata*)、亚热带杂毛虫 (*Poecilochaetus paratropicus*)、锥虫 (*Haploscoloplos* sp.)、梳鳃虫 (*Terebellides stroemii*)、双鳃内卷齿蚕 (*Aglaophamus dibranchis*)、不倒翁虫 (*Sternaspis sculata*)、模糊新短眼蟹 (*Neoxenopthalmus obscurus*) 和索沙蚕 (*Lumbrinereis*)。20 世纪 90 年代中期, 蔡立哲等^[6]

进行了西海域和九龙江口污染沉积物研究, 当时获得的优势种是双鳃内卷齿蚕和模糊新短眼蟹。可见, 上述两次调查, 均未发现光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫为优势种。相对游泳动物来说, 底栖生物活动性小、地区性强, 回避污染的能力远不及游泳动物, 可以较好地反映沉积环境状况, 在海洋污染生物监测中具有特别重要的意义。厦门海域两种大型底栖动物优势种的发现, 对于探索厦门海域大型底栖动物群落是否发生了改变; 群落的改变是由于污染造成的, 还是围垦、疏浚、水文特征的改变而引起的。有必要对两优势种的数量分布, 及其与生态环境因子的关系等进行分析。

收稿日期: 2007-05-10; 修回日期: 2007-07-02

作者简介: 杨洁 (1983-), 女, 河南新郑人, 从事环境生态学
研究, 电话: 0592-2182877, E-mail: xiaobaiyang05@sina.com

1 材料与方 法

2004年,在厦门海域对22个取样站进行了大型底栖动物调查,其中A、B、C取样站位于宝珠屿海域附近,D、E、F和I取样站位于鼓浪屿附近海域,G、H取样站位于海沧附近海域,J、K、L取样站位于曾厝安海域,M、N、O、P、Q位于东海域,R、S、T、U、V处于同安湾(图1)。

此次调查共进行4个航次的采样,即1月、4月、7月、10月,分别对应冬、春、夏、秋4个季度。

每个取样站用0.05 m²蚌式采泥器连续采集4次,将分选出的大型底栖动物清洗干净,装入塑料瓶内,加福尔马林(甲醛)固定。实验室中,用自来水洗掉其中的泥沙,解剖镜下将底栖动物分类和计数。吸干其表面上的水分,然后在感量为0.1 mg的电子天平上称其湿质量。进行光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫数量统计时,采用密度(个/m²)和生物量(g/m²)。每个取样站次的密度和生物量是4斗采泥器样品的总和。

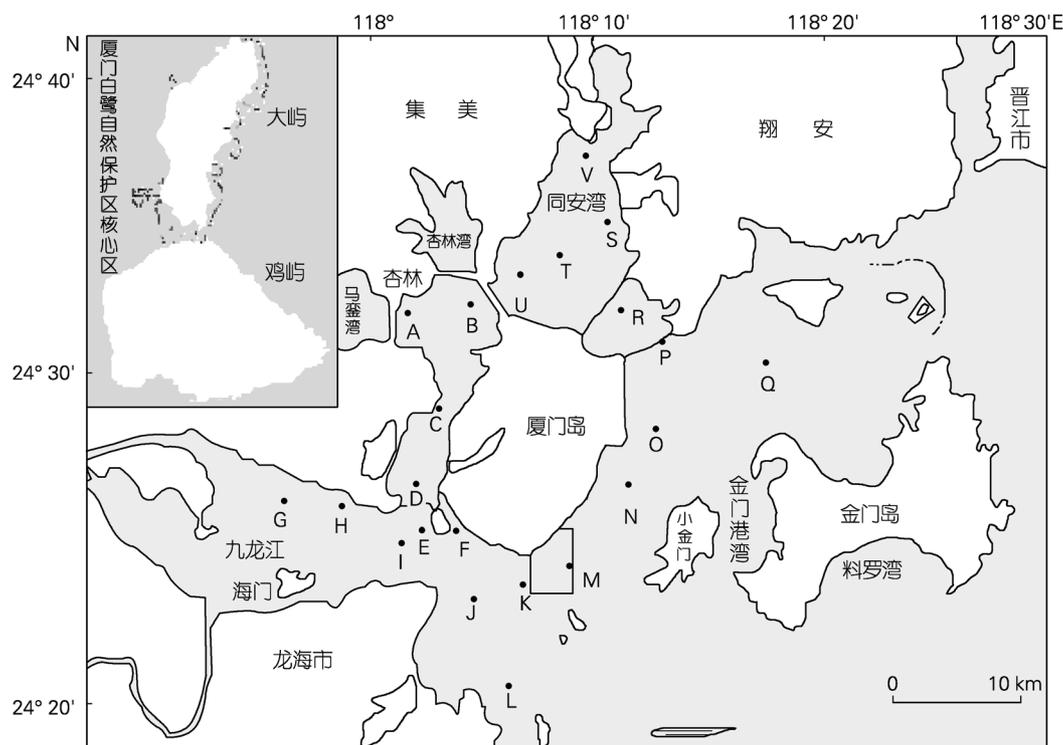


图1 厦门海域大型底栖动物取样站位

Fig.1 Sampling stations for macrofauna in Xiamen sea area

2 结果

2.1 光滑河蓝蛤的时空分布

2004年1月,仅在鼓浪屿附近海域采到少量光滑河蓝蛤,密度为1.3个/m²,其余海域没有采到;2004年4月,在海沧、鼓浪屿和曾厝安海域均有采到光滑河蓝蛤,南部海域密度很高(3773.3个/m²),其次是鼓浪屿附近海域(1098.8个/m²),海沧海域密度很低,仅2.5个/m²,宝珠屿、东海域和同安湾没有采

到光滑河蓝蛤;2004年7月,仅在鼓浪屿附近海域采到光滑河蓝蛤,密度为1720.0个/m²,其余海域没有采到;2004年10月,各海域均没有采到光滑河蓝蛤(表1)。

由表1可以看出,各海域光滑河蓝蛤的周年平均密度,曾厝安海域最高(943.3个/m²),其次是鼓浪屿附近海域(705.0个/m²),再次是海沧附近海域(0.6个/m²),宝珠屿、东海域和同安湾4个航次均没有采到光滑河蓝蛤;从各海域的周年平均生物量看,鼓浪

表1 厦门各海域2004年光滑河蓝蛤密度和生物量

Tab.1 Density and biomass of *Potamocorbula laevis* and *Prionospio queenslandica* in Xiamen sea area in 2004

海域	密度 (个/m ²)				生物量 (g/m ²)			
	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月
宝珠屿	0	0	0	0	0	0	0	0
海沧	0	2.5	0	0	0	0.08	0	0
鼓浪屿	1.3	1 098.8	1 720.0	0	0.04	12.85	305.79	0
曾厝安	0	3 773.3	0	0	0	12.46	0	0
东海域	0	0	0	0	0	0	0	0
同安湾	0	0	0	0	0	0	0	0
平均值	0.2	812.4	286.7	0	0.01	4.23	50.97	0

屿附近海域最高 (79.67 g/m²), 其次是曾厝安海域 (3.12 g/m²), 再次是海沧附近海域 (0.02 g/m²)。从季度平均值看, 光滑河蓝蛤密度和生物量的季节变化不一致, 密度是春季 (4月) 比夏季 (7月) 高, 而生物量是春季比夏季低, 其主要原因是春季采到的光滑河蓝蛤个体较小, 壳长在 5 mm 左右, 而夏季采到的光滑河蓝蛤个体较大, 壳长在 12 mm 左右。

2.2 昆士兰稚齿虫的时空分布

2004年1月和4月, 在厦门各海域获得的昆士兰稚齿虫密度均在 40 个/m² 以下; 2004年7月, 昆士兰稚齿虫密度在鼓浪屿附近海域很高, 达 871.3 个/m², 其它海域昆士兰稚齿虫密度为 40~100 个/m²; 2004年10月, 海沧附近海域、鼓浪屿附近海域和南部海域密度较高, 分别为 180.0 个/m²、232.5 个/m²和 251.7 个/m², 而宝珠屿附近海域、东海域昆士兰稚齿虫密度较低, 均在 15 个/m² 以下 (图2)。昆士兰稚齿虫生物量的分布与密度的分布相似 (图3)。

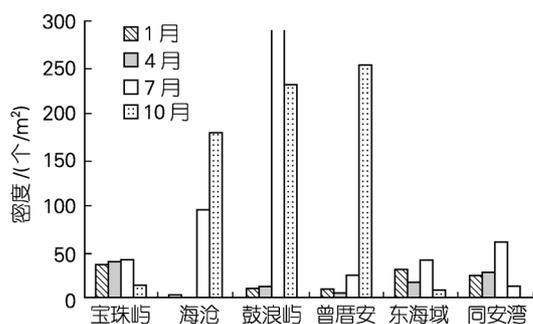


图2 厦门海域昆士兰稚齿虫密度的分布

Fig.2 Distributions of *Prionospio queenslandica* in density in Xiamen Sea Area

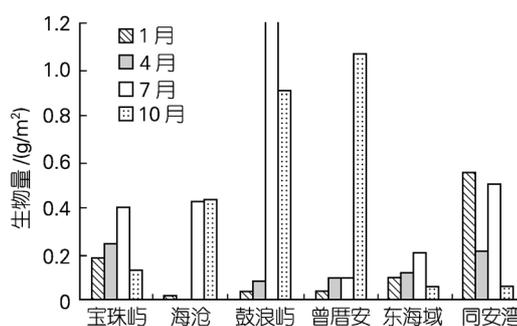


图3 厦门海域昆士兰稚齿虫生物量的分布

Fig.3 Distributions of *Prionospio queenslandica* in biomass in Xiamen Sea Area

从各海域昆士兰稚齿虫的周年平均密度 (图2) 看, 鼓浪屿附近海域最高 (281.9 个/m²), 其次是曾厝安海域 (73.8 个/m²), 第三是海沧附近海域 (69.4 个/m²), 宝珠屿、东海域和同安湾的年平均密度分别是 32.9 个/m²、25.8 个/m²和 31.3 个/m²; 从各海域昆士兰稚齿虫的周年平均生物量 (图3) 看, 也是鼓浪屿附近海域最高 (1.09 g/m²), 其次是同安湾 (0.33 g/m²), 再次是曾厝安海域 (0.32 g/m²)。从季度平均值看, 昆士兰稚齿虫密度和生物量的季节变化一致, 夏季最高 (189.6 个/m²和 0.83 g/m²), 其次是秋季 (116.4 个/m²和 0.44 g/m²), 冬季第三 (19.6 个/m²和 0.15 g/m²), 春季最低 (17.7 个/m²和 0.12 g/m²)。

2.3 光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫在大型底栖动物群落中的比例

光滑河蓝蛤密度和生物量占大型底栖动物密度和生物量的百分比的分布很不均匀, 从不同海域看, 鼓浪屿光滑河蓝蛤密度和生物量占大型底栖动物密

度和生物量平均百分比分别为 53.61%、82.96%，曾厝安海域光滑河蓝蛤密度占大型底栖动物密度平均百分比为 70.09%，均超过 50%，而宝珠屿、东海域和同安湾光滑河蓝蛤密度和生物量占大型底栖动物密度和生物量的百分比均为 0（图 4）。从不同季节看，在春季和夏季百分比高，而在冬季和秋季则百分比为 0。

昆士兰稚齿虫密度和生物量占大型底栖动物密度和生物量的百分比没有光滑河蓝蛤的高，但各海域

都占一定的百分比，其中海沧海域昆士兰稚齿虫密度和生物量绝对值并不高，但由于该海域大型底栖动物密度和生物量小，因而昆士兰稚齿虫密度和生物量所占百分比高。昆士兰稚齿虫个体相对较小，因而无论在某个海域或季节其密度占大型底栖动物密度的百分比，要比生物量占大型底栖动物生物量百分比高（图 5）。

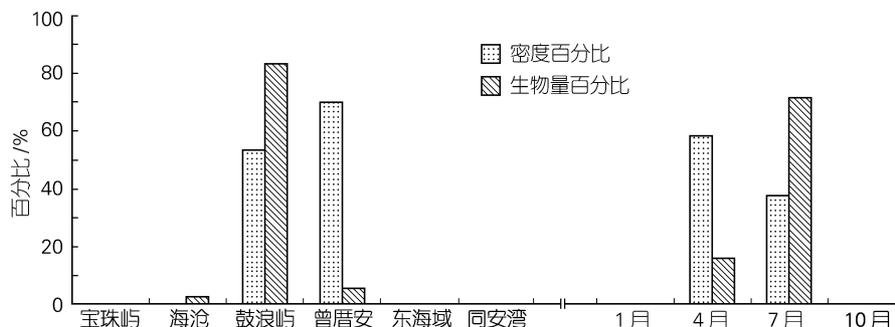


图 4 厦门海域光滑河蓝蛤密度和生物量占大型底栖动物密度和生物量的百分比

Fig.4 Percent of *Potamocorbula laevis* density and biomass to macrofaunal density and biomass in different sea areas and seasons

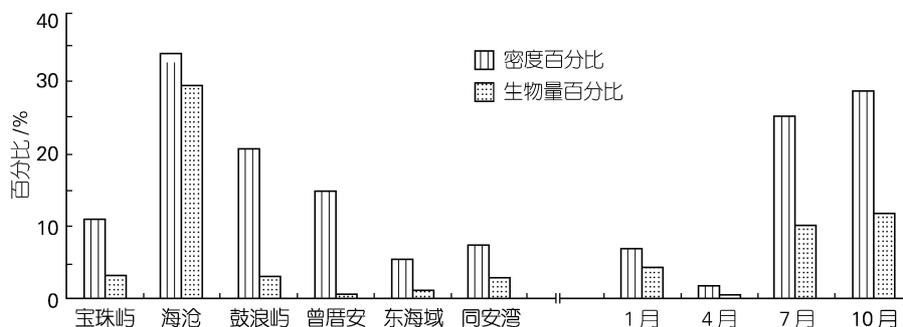


图 5 不同海域、季节昆士兰稚齿虫密度和生物量占大型底栖动物密度和生物量的百分比

Fig.5 Percent of *Prionospio queenslandica* biomass to macrofaunal biomass at each station in different sea areas and seasons

2.4 两种新优势种的数量与沉积物有机质和硫化物含量的关系

根据 2004 年 1 月，在厦门海域 22 个取样站获得的沉积物数据（有机质质量分数为 0.74%~3.59%，硫化物的质分数量为 0.3~436.0 mg/kg，盐度为 26.09~31.18），将光滑河蓝蛤、昆士兰稚齿虫密度和生物量，与有机质、硫化物质量分数和盐度分别进行相关分析，发现它们之间均无显著关系（表 2），但盐度与光滑河蓝蛤数量之间的系数比较高。

3 讨论

3.1 光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫成为厦门海域大型底栖动物新优势种的时间

20 世纪 80 年代初，厦门海域大型底栖动物优势种是尖喙小囊蛤、亚热带杂毛虫、锥虫、梳鳃虫、双鳃内卷齿蚕、不倒翁虫、模糊新短眼蟹和索沙蚕等 8 种大型底栖动物^[3-5]；20 世纪 90 年代初的海岛调查也未发现昆士兰稚齿虫是优势种^[6]；20 世纪 90 年代

中期获得的优势种是模糊新短眼蟹和双鳃内卷齿蚕^[6]；2001年至2003年，本课题组在进行厦门西海域沉积物中多环芳烃（PAHs）污染特征研究以及西海域综合整治生物监测中，在东渡码头和大屿岛附近海域发现高密度的光滑河蓝蛤；本研究的4个航次调查，证实了光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫是厦门海域局部、季

节性优势种。90年代末，已经有人在大屿岛附近海域发现高密度的光滑河蓝蛤。可见，90年代末光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫已开始在鼓浪屿附近海域出现，只不过当时没有进行较大规模的大型底栖动物调查而只有零星报道。

表2 2个优势种的数量与有机质、硫化物、底层盐度含量的相关系数

Tab.2 The correlations between quantities of two dominant species and organic, sulfide, and salinity

项目	光滑河蓝蛤密度 (个/m ²)	光滑河蓝蛤生物量 (g/m ²)	昆士兰稚齿虫密度 (个/m ²)	昆士兰稚齿虫生物量 (g/m ²)
有机质	-0.016	-0.016	-0.002	0.044
硫化物	-0.140	-0.140	0.054	0.061
底盐	-0.423	-0.423	0.056	0.062

注：22个取样点的数据

3.2 盐度是影响光滑河蓝蛤数量分布的主要环境因子

相关分析表明，光滑河蓝蛤、昆士兰稚齿虫密度和生物量与有机质、硫化物含量之间均无显著相关关系，可见沉积物中的有机质、硫化物不是影响光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫数量分布的主要环境因子。光滑河蓝蛤能忍受一定盐度变化，它可以分布在淡水和海水之间，繁殖和发育的更合适的盐度是5~25之间，孵化2h后的幼体可以忍受2~30盐度范围^[7]。但在日本九州西部的长崎湾，1997年进行围海造田，Shin'ichi Sato a和Mikio Azuma^[8]对其底栖动物进行了调查，发现由于湾内盐度变化而引起光滑河蓝蛤从出现到优势种再到消失，其对应的盐度变化从30到小于10，再到接近淡水小于1，可见其分布与盐度有很大的关系。从2004年1月测定的底层海水盐度看，盐度多在26以上，不利于光滑河蓝蛤的生长繁殖，因此只在鼓浪屿周围的E取样站发现少量的光滑河蓝蛤。2004年4月，由于春雨，可以想象鼓浪屿周围海域的盐度要比冬季低，因而有利光滑河蓝蛤的生长繁殖，而此时可能又是光滑河蓝蛤的繁殖季节，所以，在鼓浪屿周围海域采到的光滑河蓝蛤个体很小，壳长只有2~4 mm，属于稚贝。2004年7月，由于热带风暴的影响，降雨量增加，鼓浪屿周围海域的盐度更低，更有利于光滑河蓝蛤的生长，因此，鼓浪屿周围海域光滑河蓝蛤密度和生物量7月比4月更高。曾厝安海域的光滑河蓝蛤只有在4月出现高密度

和高生物量，这可能与被捕食有关。光滑河蓝蛤体小壳薄，适宜虾蟹及鱼类摄食，是一种重要的饵料生物^[1]。福建沿海居民也采捕光滑河蓝蛤作为养殖虾蟹及鱼类的饵料。

昆士兰稚齿虫密度在鼓浪屿周围海域较高，在东海域和西海域较低，与同属的其它种类如丝鳃稚齿虫（*Prionospio malmgreni*）和须稚齿虫（*P. cirrifera*）在河口密度较高^[9]的分布特征是相似的。

3.3 光滑河蓝蛤和昆士兰稚齿虫的生态功能 and 作用

在许多河口，影响底栖动物的因素由于有外来物种的加入而变得更加复杂。如美国的San Pablo Bay，1986年调查发现在黑龙江河蓝蛤（*Potamocorbula amurensis*）入侵后底栖生物优势种发生了变化，秋季，几乎所有的取样站底栖动物群落，黑龙江河蓝蛤均为优势种^[10,11]。Regina等^[12]研究了外来入侵种黑龙江河蓝蛤对圣弗朗西斯湾沉积物的影响，发现黑龙江河蓝蛤对沉积物中的重金属污染物的循环和清洁的过程有影响。

有关昆士兰稚齿虫的生态作用，未见详细的报道。但稚齿虫属（*Prionospio*）的种类，成体是底栖动物群落的重要组成成分，幼体是常见的浮游类群^[2]。

参考文献:

- [1] 刘吉明, 余君同. 光滑河蓝蛤生殖习性初步研究[J]. 水产科学, 2003, 22(5): 12-13.

- [2] 杨德渐, 孙瑞平. 中国近海多毛环节动物[M]. 北京: 农业出版社, 1988.220.
- [3] 何明海, 蔡尔西, 吴启泉, 等. 厦门西港底栖生物的生态[J]. 台湾海峡, 1988, 7 (2): 189-194.
- [4] 李荣冠, 江锦祥. 厦门西部海域大型底栖生物群落变化[J]. 台湾海峡, 1989, 9 (2): 144-149.
- [5] 李荣冠, 江锦祥. 应用丰度生物量比较法监测海洋污染对底栖生物群落的影响[J]. 海洋学报, 1992, 14 (1): 108-114.
- [6] 蔡立哲, 洪华生, 黄玉山. 厦门西港和香港维多利亚港底栖生物群落及沉积环境对比研究[A]. 《香港与厦门港湾污染沉积物研究》[C]. 厦门: 厦门大学出版社, 1997.211-218.
- [7] Soemodinoto A, Oey B L, Ibkar-Kramadibrata H. Effect of salinity decline on macrozoobenthos community of Cibeureum River estuary, Java, Indonesia[J]. **Oceanographic Literature Review**, 1995, 42(12): 1116-1120.
- [8] Shin'ichi Sato a, Mikio Azuma. Ecological and paleoecological implications of the rapid increase and decrease of an introduced bivalve *Potamocorbula* sp. after the construction of a reclamation dike in Isahaya Bay, western Kyushu[J]. **Japan Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, 2002, 185: 369-378.
- [9] Poulton V K, Lovvorn J R, Takekawa J Y. Spatial and overwinter changes in clam populations of San Pablo Bay, a semiarid estuary with highly variable freshwater inflow[J]. **Estuarine Coastal and Shell Science**, 2004, 59: 459-473.
- [10] Brown C L, Luomad S N. Use of the euryhaline bivalve *Potamocorbula amurensis* as a biosentinel species to assess trace metal contamination in San Francisco Bay[J]. **Marine Ecology progress Series**, 1995, 124(1-3): 129-142.
- [11] Nicolini M H, Penry D L. Spawning, fertilization, and larval development of *Potamocorbula amurensis* (Mollusca: Bivalvia) from San Francisco Bay[J]. **California Pac Sci**, 2000, 54: 377-388.
- [12] Regina G, Linville A, Samuel N, et al. Increased selenium threat as a result of invasion of the exotic bivalve *Potamocorbula amurensis* into the San Francisco Bay-Delta[J]. **Aquatic Toxicology**, 2002, 57: 51-64.

Quantitative analysis of two new dominant species of macrozoobenthos in Xiamen Harbour, China

YANG Jie¹, CAI Li-zhe¹, LIANG Jun-yan¹, ZHOU Xi-ping, JIN Liang, CHEN Zhi-hong²

(1. State Key Laboratory of Marine Environmental Science (Xiamen University), Xiamen 361006, China;

2. Environmental Protect Research Center of Xiamen, Xiamen 361000, China)

Received: May, 10, 2007

Key words: Xiamen sea area; dominant species; *Potamocorbula laevis*; *Prionospio queenslandica*

Abstract: According to macrofaunal data got seasonally at 22 sampling stations in Xiamen Harbor in 2004 and history data, we found that *Potamocorbula laevis* (Bivalvia: Corbulidae) becomes a new local and seasonal dominant species, and *Prionospio queenslandica* (Polychaeta: Spionidae) becomes a new local dominant species and yearly common species. The density of *Potamocorbula laevis* was 1 098.8 ind./m² and 1 720.0 ind./m² in the sea water around Gulang Island in spring and summer respectively, and was 3 773.3 ind./m² in the sea water near Zengcuo-an in summer. All the densities above exceed 50% of macrofaunal density. *Potamocorbula laevis* was few in winter and autumn. The densities of *Prionospio queenslandica* were 871.3 ind./m² and 232.5 ind./m² in the sea water around Gulang Island in summer and autumn respectively. The density of *Prionospio queenslandica* was the highest in summer, the second in autumn, the third in spring and the lowest in winter. The density of *Prionospio queenslandica* was not so higher than that of *Potamocorbula laevis*, but *Prionospio queenslandica* distributed in whole Xiamen sea water and in all seasons. In this paper, the relationships between the quantities of two species and contents of organic matter, sulfide, and hydrodynamic were analyzed.

(本文编辑: 康亦兼)