

夏季杭州湾南岸慈溪滩涂泥螺种群空间分布格局

葛宝明, 鲍毅新, 程宏毅, 郑 祥

(浙江师范大学 生态研究所, 浙江 金华 321004)

摘 要: 2004 年 7 月对杭州湾南岸慈溪自然滩涂的泥螺种群进行了取样调查, 分别采用 Taylor 幂法则、Iwao 聚集格局回归分析法及 Morisita 指数公式计算和统计分析。结果表明: 杭州湾南岸 7 个样地间泥螺种群密度差异极显著, 种群空间格局在局域斑块尺度属于聚集型负二项分布。造成样地间密度差异的主要原因是人为干扰, 泥螺种群的空间分布格局主要与滩涂上积水区域呈斑块状分布有关。

关键词: 泥螺; 杭州湾; 种群; 分布格局

中图分类号: S932.6

文献标识码: A

文章编号: 1003-1111(2006)11-0545-04

泥螺 [*Bullacta exarata* (Philippi, 1848)] 广泛分布于日本、朝鲜沿海和我国厦门以北沿海潮间带滩涂, 潮区分布冬季比春、夏季要低, 退潮后, 泥螺在滩涂表面匍匐爬行, 进行摄食^[1]。有资料显示: 泥螺的生存温度为 $-1.5 \sim 33$, 最适生长温度 $20 \sim 30$; 生存盐度为 $3.87 \sim 41.50$, 最适盐度为 $20.0 \sim 28.8$ 。生存的 pH 为 $4.97 \sim 9.57$, 最适 pH 为 $7.13 \sim 8.10$ ^[2]。作为经济价值较高的大型底栖动物, 国内针对其开展的研究也日益深入, 包括泥螺繁殖生物学的观察^[2], 沿海滩涂泥螺种群生物学、生态学和毒理学的研究^[3-5], 长江口泥螺种群特征及分布格局^[6-7]等。

杭州湾南岸滩涂是浙江省重要的泥螺分布区, 随着杭州湾沿岸围垦造地、围海养虾和工程建设, 泥螺栖息环境也遭到破坏, 滥采酷捕对泥螺资源存在很大影响。为此, 笔者于 2004 年 7 月下旬即泥螺种群的繁盛期对杭州湾南岸慈溪滩涂的泥螺种群分布进行了研究, 并对其空间分布格局进行了分析, 以利于我们更好地保护和利用泥螺野生资源。

1 研究方法

1.1 研究地点

以地理坐标 $30^{\circ}20'24''N$, $121^{\circ}16'00''E$ 为调查滩涂的样地原点 (即 No.1 样地, 距慈溪 13 km 正南方), 沿围垦堤坝分别在东西方向每隔 1000 m 的滩

涂上取样, 样地选择在潮间带的中潮带偏下位置, 即海三棱藨草 (*Scirpus mariqueter*) 生长区外侧滩涂, 共 7 个样地 (见图 1)。研究区域滩涂泥沙底质, 受潮汐作用的影响, 水体盐度为 $10.0 \sim 20.0$ ^[8]。

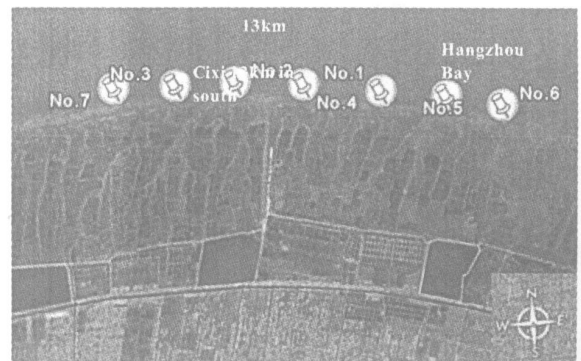


图 1 杭州湾南岸慈溪滩涂取样调查的样地位置

1.2 取样方法

退潮时到预定样地取样, 设置 $20.0\text{ m} \times 20.0\text{ m}$ 的样地, 每个样地取 10 个样方, 每个样方面积为 $1.0\text{ m} \times 1.0\text{ m}$, 采集泥螺样本, 应用全球定位系统 (GPS) 进行定位。泥螺样本用聚乙烯塑料袋盛装带回实验室, 统计每个样方内的泥螺个数, 经冲洗后, 测量壳长 (精度 0.01 cm)。

1.3 数据处理

泥螺种群密度样地间差异采用单因素方差分

收稿日期: 2005-11-19; 修回日期: 2006-03-19。

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目 (ZE0204)。

作者简介: 葛宝明 (1981-), 男, 硕士, E-mail: ahgebaoming@163.com。通讯作者: 鲍毅新 (1958-), 男, 教授, 研究方向: 动物生态学; E-mail: sky90@zjnu.cn, baoyix@21cn.com。

析和 SNK法进行检验^[9],计算每个样地的泥螺平均密度 ($\bar{X}$)和方差 (s^2),采用 Taylor幂法则和 Iwao聚集格局回归分析法分析泥螺的空间分布格局。Taylor幂法则中方差 (s^2)和平均数 ($\bar{X}$)的关系由方程 $\ln s^2 = a + b \ln \bar{X}$ 建立。Iwao聚集格局回归分析法中平均拥挤度 (m)和平均数 ($\bar{X}$)的关系由下式确立: $m = \alpha + \beta \bar{X}$,式中 $m = [\bar{X} + (s^2/\bar{X}) - 1]$ 。两回归方程中参数 $b(\beta)$ 用来判断泥螺种群的分布型: $b(\beta) < 1$ 为均匀分布; $b(\beta) = 1$ 时为随机分布; $b(\beta) > 1$ 时为聚集分布,利用 Morisita指数公式计算泥螺种群个体的扩散指数^[10]:

$$k = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i (X_i - 1)}{N(N-1)} \quad F = \frac{k(N-1) + n - N}{n-1}$$

式中 k 为 Morisita指数, n 为抽样数, X_i 为第 i 个样品中的泥螺数量, N 为全部样品的泥螺总数。当 $k = 1$ 时为随机分布 (泊松分布), $k < 1$ 时为均匀分布, $k > 1$ 时为聚集分布 (负二项分布)。指数 k 的随机分布偏离度的显著性检验采用 F 检验 ($df_1 = n-1$, $df_2 = \infty$)。文中所有数据用 Microsoft Excel 和 Spss10.0 软件进行数据处理和统计分析。

2 结果

2.1 泥螺种群密度比较

杭州湾慈溪庵东滩涂 7 个样地虽然各采样地点间隔只有 1000 m,但是各个样地间的生境特点、人为因素的干扰、滩涂植被等条件都有所不同,泥螺种群密度差异也较显著。样地间泥螺种群密度的单因素方差分析,差异极显著 (One-way ANOVA, $F = 6.1667 > F_{0.01}(6, 63) = 3.1028$) (见表 1)。SNK法多重比较 ($\alpha = 0.05$) 表明,样地泥螺种群数量分布顺序为: Na 4 > Na 3 > Na 2 > Na 7 > Na 1 > Na 5 > Na 6,泥螺种群密度分为 3 组: (Na 1, Na 6, Na 7), (Na 1, Na 5, Na 7), (Na 1, Na 2, Na 3, Na 4, Na 7) (见表 2)。通过捕获的泥螺个体壳长范围,笔者估算成体的壳长为: $0.20 + (1.61 - 0.20) \times 2/3 = 1.13$ cm,应采捕壳长 > 1.13 cm 的成体。

表 1 7 个样地泥螺种群密度的单因素方差分析

差异源	平方和	自由度	方差	F	P-value	$F_{0.01, crit}$
样地间	4347.971	6	724.6619	6.1667	3.95E-05	3.1028
样地内	7403.3	63	117.5127			
总计	11751.27	69				

表 2 各调查样地泥螺的样品特征

样地	采集时间	壳长范围/cm	壳长/cm	密度/个·m ⁻²
Na 1	2004-07-21	0.17~1.30	0.58 ± 0.21 ^b	20.10 ± 3.06 ^{abc}
Na 2	2004-07-22	0.39~1.55	0.95 ± 0.22 ^e	25.50 ± 2.93 ^c
Na 3	2004-07-23	0.27~1.42	0.76 ± 0.20 ^c	29.70 ± 2.93 ^c
Na 4	2004-07-24	0.31~1.61	0.85 ± 0.23 ^d	30.20 ± 3.37 ^c
Na 5	2004-07-25	0.61~1.40	0.98 ± 0.17 ^e	11.30 ± 1.81 ^{ab}
Na 6	2004-07-26	0.25~1.15	0.73 ± 0.21 ^c	8.50 ± 0.99 ^a
Na 7	2004-07-27	0.30~1.25	0.52 ± 0.17 ^a	22.80 ± 4.75 ^{bc}

上标不同的平均值间差异显著 (SNK法多重比较, $\alpha = 0.05$)

2.2 泥螺种群的空间分布格局

用 Taylor幂法则和 Iwao聚集格局回归分析法分析泥螺种群的空间格局,直线回归关系显著。前者回归方程为 $\ln s^2 = -1.7971 + 2.0688 \ln \bar{X}$, $r^2 = 0.7834$, 后者为 $m = -0.6565 + 1.2163 \bar{X}$, $r^2 = 0.9268$ (图 2A、B)。

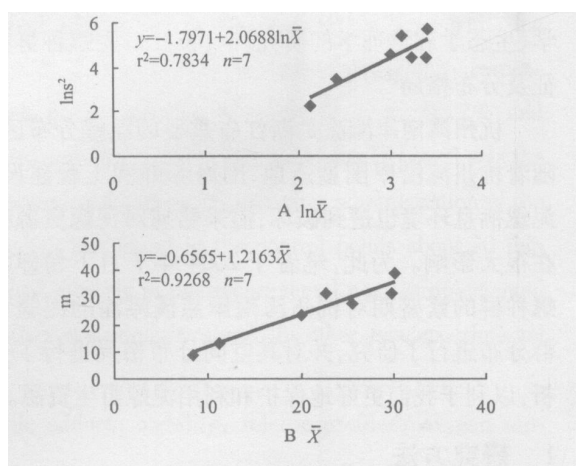


图 2 泥螺种群的空间分布格局

A: Taylor幂法则; B: Iwao聚集格局回归分析法

根据相应参数 $b(\beta) > 1$ 和 Morisita指数 $k = 1.13$, $F = 524.4 > F_{0.01}(6, \infty) = 2.80$,泥螺种群空间格局理论上属于聚集型负二项分布。

3 讨论

泥螺在中国沿海均有分布,通常以浙江沿海尤为习见。泥螺是后鳃类软体动物中对盐度、温度适应性较强的广盐性贝类,一般更适应于盐度偏低的环境,这是泥螺在西太平洋沿岸分布颇广的原因所在。长江口地区泥螺种群的地理分布表明,泥螺可以生活于盐度低至 0.17 的淡水水域,可见其对低盐度海水甚至淡水的耐受力很强^[7]。杭州湾南岸慈溪段的盐度在 10~20,比较适合泥螺的生长,夏季调查时,泥螺一般分布于潮间带的中潮带至低潮带,以中潮带下缘至低潮带上缘为最多,这与泥螺潮带的生态分布规律有关,泥螺夏季分布潮带较高,至高潮带下缘,夏季潮滩高潮带下缘具有丰富的沉积营养盐和饵料^[6]。与叶属峰等的研究相同,在海三棱藨草带分布的泥螺通常为个体(壳长 > 1.20 cm),分布数量少,密度低^[6]。生境位置不同,泥螺种群个体(壳长)差异较明显,这与采捕压力、植被和围垦情况等相关。

近十几年来,随着杭州湾地区经济发展和城市建设用地需求增加,杭州湾南岸滩涂受人类活动的影响非常明显,其中最为显著的方式是滩涂围垦造地、水产养殖和工程建设。而围垦大坝一般处在中潮带和高潮带相接的位置,造成高潮带滩涂宽度极小局部甚至消失,严重影响着泥螺种群的分布,同时围垦活动还伴随其他的干扰方式,如泥沙抽提等。研究区域正是受到以上围垦模式的影响,这可能是导致 Na 5、Na 6 样地滩涂泥螺种群密度较其他样地小的直接因素,同时 Na 6 样地附近在 2004 年初曾进行抽取泥沙充填围垦区的活动。而其他样地的人为干扰主要是渔民对泥螺的人工采捕,所以样地间密度差异的主要原因是人为干扰程度不同造成的。

泥螺种群在杭州湾南岸呈聚集型负二项分布,有关聚集型分布产生的原因,笔者认为其原因如下:退潮后,泥螺喜欢在光滩的有少量积水的地方(水深 1~3 cm)活动,这可能与落潮后泥螺在光滩上因为暴露失水而对生存不利有关,这也是养殖泥

螺不能曝晒的原因,积水在滩涂上的分布就是斑块状的。虽然滩涂整体比较平整,但就泥螺所栖息的局域斑块尺度来说,其栖息地的分布其实并不是均匀的,而是在光滩上聚集分布,导致了泥螺种群的空间分布格局就是聚集型分布,这也反映了资源分布是决定物种分布格局的重要因素。但是应该指出,这个结果是研究的尺度密切相关的,本研究采用的取样面积其尺度范围是在局域斑块的尺度水平^[11]。通过本研究可以指导滩涂泥螺养殖可以人为地增加“积水斑块”而提高产量。

慈溪庵东滩涂这类沿海滩涂为生物种群的生活和繁衍提供了良好的自然生态环境,因此这里物种丰富,更是候鸟越冬的停靠站,有多种国家一类和二类保护鸟类。但是随着滩涂围垦和滥捕掠夺,生物种类逐渐减少,生物多样性受到严重破坏^[12],因此,保护滩涂湿地生态结构功能的完整日益成为学者的共识。泥螺的经济价值较高,沿海群众采捕泥螺在获取经济利益的同时也面临一些问题,如:采捕使用拖网技术、网眼过小等,尽管泥螺的生长快,繁殖期长,资源恢复也较快,但是泥螺种群长期处于高采捕压力情况下,对泥螺资源会造成较大的破坏。为合理、长期地利用这一资源,有必要限定采捕期与采捕规格,从生物学观点来看,笔者认为:采捕规格应以壳长 1.13 cm 以上为主,放弃拖网采集的作业方法,因为拖网在采捕泥螺的同时也会破坏泥螺的卵,同时应大力发展人工养殖。

致谢:浙江师范大学生物科学、生物技术 2005 届毕业生吴昱杰、吴利斌和王冰参加了野外采样,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 蔡如星. 浙江动物志: 软体动物 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991: 116-117.
- [2] 王一农, 於宏, 邵健忠. 泥螺的生物学特性、育苗及养殖技术 [J]. 海洋渔业, 2003 (4): 198-203.
- [3] 王一农, 尤仲杰, 黄来亚, 等. 高锰酸钾对泥螺 *Bullacta exarata* (Philippi) 胚胎孵化及幼虫的毒理试验 [J]. 海洋科学, 1997 (5): 3-5.
- [4] 顾晓英, 尤仲杰, 王一农, 等. 泥螺 *Bullacta exarata*

- 生长生物学的初步研究 [J]. 浙江水产学院学报, (1): 47-54
1997, 16(1): 6-11
- [5] 王扬, 王国良, 於宏. 三唑磷在养殖泥螺中的残留及
消解动态 [J]. 东海海洋, 2004, 22(2): 35-39.
- [6] 叶属峰, 陆健健. 长江口泥螺种群夏季的空间格局分
析 [J]. 动物学研究, 2001, 22(2): 131-136
- [7] 叶属峰, 陆健健. 长江口泥螺的种群特征及其生态学
意义 [J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(3): 216-
222
- [8] 葛宝明, 鲍毅新, 郑祥. 围垦滩涂不同生境冬季大型
底栖动物群落比较研究 [J]. 动物学研究, 2005, 26
(1): 47-54
- [9] 葛宝明, 程宏毅, 郑祥, 等. 浙江金华不同城市绿地
大型土壤动物群落结构与多样性 [J]. 生物多样性,
2005, 13(3): 197-203
- [10] 丁岩钦. 昆虫数学生态学 [M]. 北京: 科学出版社,
1994: 22-58
- [11] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 3版. 北京: 北京师
范大学出版社, 2001: 161-164
- [12] 冯利华, 鲍毅新. 滩涂围垦的负面影响与可持续发展
策略 [J]. 海洋科学, 2004, 28(4): 76-77.

Population Distribution of *Bullacta exarata* in Cixi Shore, Southern Hangzhou Bay in Summer

GE Bao-Ming, BAO Yi-Xin, CHENG Hong-Yi, ZHENG Xiang
(Institute of Ecology, Zhejiang Normal University, Jinhua, 321004, China)

Abstract: Population of *Bullacta exarata* was investigated at southern shore of Cixi City in Hangzhou Bay by Taylor's power law, Morisita index and Taylor's power law in July, 2004. It was shown that the *B. exarata* population distributed extensively with clumped and negative binomial distribution theoretically (Morisita index $I_m = 1.13$, $F = 524.4 > F_{0.01}(6, \infty) = 2.80$). The regression equations of Taylor's power law and Ivao's patch regression were $\ln \bar{y}^2 = 2.0688 \ln \bar{x} - 1.7971$ ($r^2 = 0.7834$, $n = 7$) and $m = 1.2163\bar{x} - 0.6565$ ($r^2 = 0.9268$, $n = 7$) respectively. The population densities at 7 sample sites in the Hangzhou Bay ($N_4 > N_3 > N_2 > N_7 > N_1 > N_5 > N_6$) were significantly different by the analysis of variance [One-way ANOVA, $F = 6.1667 > F_{0.01}(6, 63) = 3.1028$], which were resulted obviously from human activities. The distributing pattern of *B. exarata* population was attributed to the distribution pattern of the seaper areas.

Key words: *Bullacta exarata*; Hangzhou Bay; population; distributing pattern

(责任编辑: 晓 荷)

欢迎订阅《南方饲料快讯》

《南方饲料快讯》(半月刊)创刊于 1998 年,是以饲料、畜牧业信息为主体的半月刊。突出我国南方各省、市、区的饲料信息,兼顾全国本行业动态。自创刊以来,深受读者欢迎,业务蒸蒸日上。

2007 年《南方饲料快讯》全年 24 期,年价 120 元(含邮费)。请从邮局汇款,并把地址、邮编、单位、收件人、电话等资料及汇款底单一同传真到本信息中心。

单位:南方饲料信息中心

地址:(526060)广东省肇庆市前进北路 3 号

电话:0758 - 2758902 2758903

传真:0758 - 2758907