

乐清湾珠带拟蟹守螺夏季种群的分布格局

郑荣泉^① 张永普^② 王 霆^① 李灿阳^①

(^①浙江师范大学生态学研究所 浙江 金华 321004; ^②温州大学生命与环境科学学院 浙江 温州 325027)

摘要 2004年7~8月,对温州乐清市雁荡镇西门码头、西门岛红树林、南岳镇、岐头、大门岛百花庙滩涂5个样点的珠带拟蟹守螺(*Cerithideopsis cingulata*)种群密度进行调查,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,珠带拟蟹守螺种群空间分布格局理论上属于聚集型负二项分布。其种群在中潮区的分布量最大,而高潮区又大于低潮区。珠带拟蟹守螺是一种对环境污染非常敏感的指示生物,滩涂生境如有污染就会直接反映在其种群密度上。

关键词: 珠带拟蟹守螺 种群 空间格局 乐清湾

中图分类号: Q958.885 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2007)01-134-06

The Spatial Distribution of *Cerithideopsis cingulata* Population in Yueqing Bay

ZHENG Rong-Quan^① ZHANG Yong-Pu^② WANG Ting^① LI Can-Yan^①

(^①Institute of Ecology, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang 321004;

^②School of Life and Environmental Sciences, Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang 325027, China)

Abstract The *Cerithideopsis cingulata* population in the tidal flat of Yueqing Bay were examined during July to August 2004. The result, which based on the data investigated and analyzed by Taylor's power law, Iwao's patch regression and Morisita index, showed that the spatial distribution of *C. cingulata* was clump-distributed. The population was most in mean tide, and more in high tide than in low tide. The *C. cingulata* is quite sensitive to pollution. The population would fall down rapidly if the environment was polluted.

Key words: *Cerithideopsis cingulata* Population Spatial distribution Yueqing Bay

种群数量的时空动态是种群生态学的研究核心,在潮间带种群生态学的研究中有有助于了解潮间带生物多样性的变化及影响^[1-3]。珠带拟蟹守螺(*Cerithideopsis cingulata*)主要分布于我国南北沿海和日本沿海泥沙滩或沙泥滩的潮间带,为腐食性贝类^[4]。珠带拟蟹守螺因其肉味鲜美,营养丰富,常被沿海居民食用,然而,珠带拟蟹守螺常与泥螺(*Bullacta exarata*)、彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*)、泥蚶(*Arca granosa*)、缢蛏(*Sinonovacula constricta*)等经济贝类竞争食饵与空间,是滩涂养殖贝类的主要敌害之一。

有关珠带拟蟹守螺生物学和生态学方面的

研究工作并不深入,於宏等研究了宁波三山滩涂珠带拟蟹守螺种群的年龄组成与生长^[5];其他仅见分类、形态和分布的简要描述^[6]。本文旨在探讨乐清湾珠带拟蟹守螺种群的数量组成及分布格局,以期来控制种群密度与持续利用提供基础资料。

1 自然概况与调查方法

1.1 自然概况 乐清湾属亚热带季风气候,

基金项目 浙江省自然科学基金项目资助(No. M303171);

第一作者介绍 郑荣泉,男,副教授,博士研究生,研究方向:动物生态;E-mail: zhengrq@zjnu.cn。

收稿日期 2006-05-12,修回日期 2006-09-01

位于浙江南部,东临台州温岭和玉环,西靠温州乐清,是温州和台州的海上分界线,同时也是多条河流入海口所在地。大荆溪、清江、淡溪以及瓯江从上往下依次汇入乐清湾。由于从河流上游带来的大量泥沙和丰富的营养物、有机物在河口的边滩及岛屿滩涂上凝聚沉积下来,因此为海岸和边滩底栖动物的生长发育提供了巨大的物质基础,同时也为各种贝类的生长与繁殖提供了良好的栖息环境。

本次调查选择了乐清湾西门码头、西门岛红树林、南岳镇、岐头和大门岛百花庙滩涂 5 个断面,每个采样断面分高、中、低 3 个潮区,共计 15 个采样站(图 1)。西门码头、南岳和岐头分别位于乐清湾西岸边滩湾底、湾中和湾口部;西门岛红树林和大门岛百花庙则位于乐清湾湾底和湾口的小岛屿上。选择的断面离养殖区较远,受人为干扰相对较少,调查的结果能较好地反映自然条件下珠带拟蟹守螺的种群密度和空间分布格局。

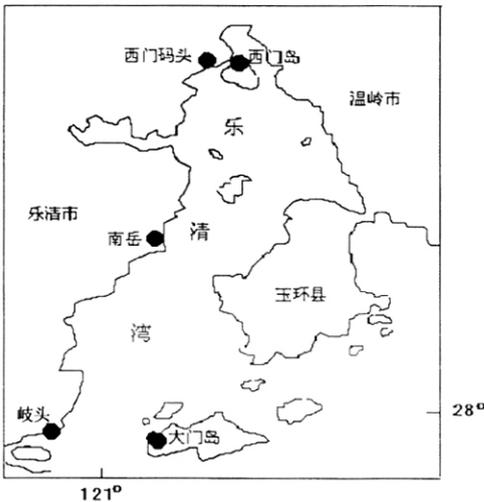


图 1 乐清湾珠带拟蟹守螺采样点示意图

● 为采样点所在地。

1.2 研究方法 样品取样和处理按《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海岸带生物调查方法”进行,同时应用全球定位系统(GPS)进行定位。各断面分为高、中、低 3 个潮区,每个潮区取 5 个样方,样方间距离为 100 m,

每个样方面积为 100 cm × 100 cm,采集样方的所有珠带拟蟹守螺,样品用 70% 酒精固定后带回实验室。用吸水纸吸干螺体表面水分后称重,逐个测量螺高,统计栖息密度。

1.3 数据处理 计算每个潮区的珠带拟蟹守螺平均密度(\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珠带拟蟹守螺的空间分布格局。Taylor 幂法则中方差(S^2)和平均数(\bar{X})的关系由方程 $\ln S^2 = \ln a + b \ln \bar{X}$ 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 $m = [\bar{X} + (S^2/\bar{X}) - 1]$ 。两回归方程中回归系数 b (β)用来判断珠带拟蟹守螺种群的分布型: $b(\beta) < 1$ 为均匀分布; $b(\beta) = 1$ 为随机分布; $b(\beta) > 1$ 为聚集分布,假设检验 $H_0: b(\beta) = 0$ 用 F 检验^[7]。

利用 Morisita 指数公式计算珠带拟蟹守螺种群个体的扩散指数^[8]:

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

$$F_0 = \frac{I(\sum n_i - 1) + N - \sum n_i}{N - 1}$$

式中, I 为 Morisita 指数, N 为抽样数, n_i 为第 i 个样品中的珠带拟蟹守螺数量, X 为全部样品中的珠带拟蟹守螺总数。当 $I = 1$ 时为随机分布(Poisson 分布), $I < 1$ 时为均匀分布, $I > 1$ 时为聚集分布(负二项分布)。指数 I 的随机分布偏离度的显著性检验采用 F_0 值进行 F 检验($df_1 = N - 1, df_2 = \infty$)。

单因素方差分析各断面不同潮区珠带拟蟹守螺种群密度的差异显著性,显著水平设在 $\alpha = 0.05$,珠带拟蟹守螺种群聚类分析用系统聚类法,所有数据用 SPSS 11.5 软件进行统计分析。

3 结果与分析

珠带拟蟹守螺各样方的地理位置、栖息密度和生物量等基本特征见表 1。

表 1 乐清湾夏季各样点的珠带拟蟹守螺样品特征

采样断面	代号	采集时间 (年-月-日)	地理位置	种群密度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)
西门码头	XM	2004-8-17	N 28°20'811", E 121°09'815"	7.25 ± 1.44	4.72 ± 1.37
南岳	NY	2004-8-18	N 28°10'131", E 121°05'482"	8.50 ± 1.23	6.58 ± 1.09
西门岛红树林	HS	2004-8-17	N 28°20'911", E 121°10'662"	6.58 ± 1.76	4.72 ± 1.58
岐头	QT	2004-7-20	N 27°59'278", E 120°58'071"	9.50 ± 1.56	8.29 ± 1.89
大门岛百花庙	DM	2004-7-31	N 27°58'181", E 121°02'852"	11.17 ± 2.01	8.51 ± 1.77

数据用平均数 ± 标准误表示。

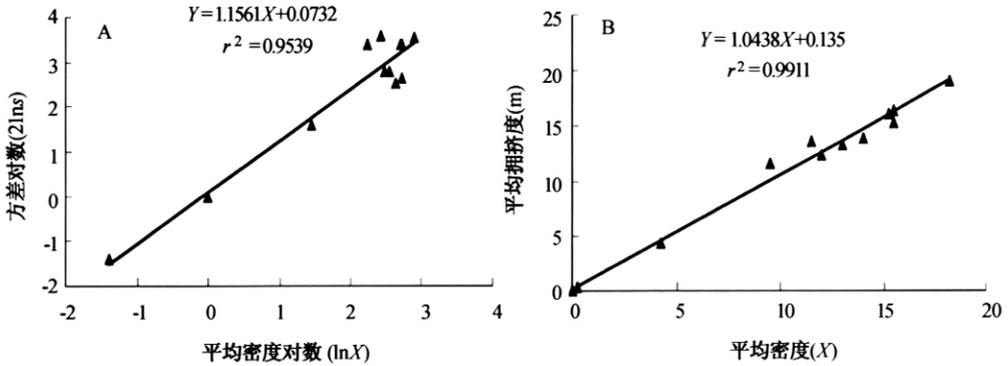


图 2 珠带拟蟹守螺的空间分布格局

A: Taylor 幂法则; B: Iwao 聚集格局回归分析。

用 Taylor 幂法则和 Iwao 聚集格局回归分析法分析珠带拟蟹守螺种群的空间格局, 直线回归关系极显著, 前者回归方程为 $\ln S^2 = 0.0732 + 1.156 \ln \bar{X}$ ($r^2 = 0.9536$), 后者为 (m

$= 0.135 + 1.0438 \bar{X}$ ($r^2 = 0.9911$) (图 2)。根据相应参数 $b(\beta) > 1$ 和 Morisita 指数, $I = 1.66$, $F_0 = 14.21 > F_{(14, \infty)} = 3.00$, 差异达显著水平, 珠带拟蟹守螺种群空间格局上属于聚集型负二项分布。

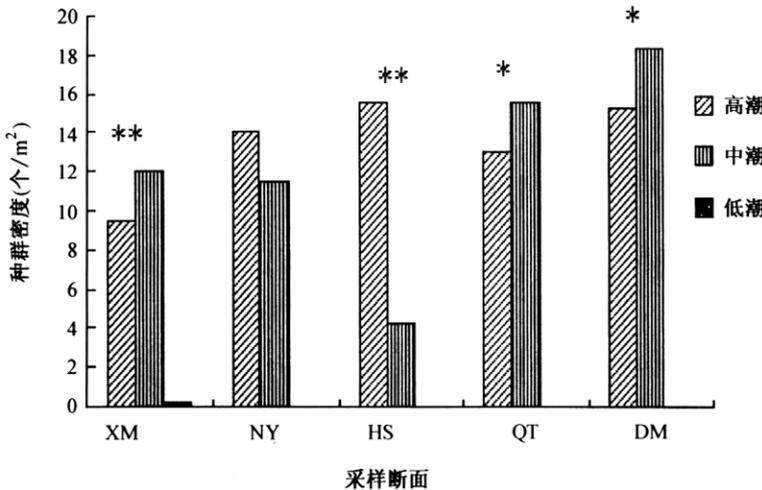


图 3 各断面不同潮区珠带拟蟹守螺种群密度

** $P < 0.01$, * $P < 0.05$ 。

XM: 西门码头; NY: 南岳; HS: 西门岛红树林; QT: 岐头; DM: 大门岛百花庙。

5 个采样断面珠带拟蟹守螺平均种群密度从高到低依次是 大门岛百花庙、岐头、南岳、西门码头和西门岛红树林,生物量的分布规律亦如此(表 1)。从各断面不同潮区珠带拟蟹守螺分布情况看,珠带拟蟹守螺的种群密度在各断面的高、中、低潮区分布上存在显著或极显著的差异(图 3)。珠带拟蟹守螺主要分布在高潮下缘以及中潮区,且以中潮区为多,而在低潮区鲜有分布。具体来说,除了在西门码头的低潮区有少量的珠带拟蟹守螺分布外,其他各断面的低潮区均无珠带拟蟹守螺分布。大门岛百花庙、岐头、西门码头 3 个断面的珠带拟蟹守螺种群密度中潮区显著地高于高潮区,而西门岛红树林区珠带拟蟹守螺种群密度高潮区显著地高于中潮区,南岳断面两者差异不显著。

照潮区聚类,但也有例外,如红树林中潮区和各样点的低潮区距离更近。

3 讨 论

3.1 不同潮区珠带拟蟹守螺种群分布差异

珠带拟蟹守螺主要分布在我国南北沿海和日本沿海泥沙滩或泥滩,通常以浙江、福建沿海尤为常见,一年四季均有分布。本次调查发现,乐清湾滩涂的珠带拟蟹守螺种群分布较广,在调查的 5 个断面中,均有分布。在调查的样方中,最大种群密度可达 35 个/m²。

珠带拟蟹守螺是腹足纲软体动物中对盐度、湿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,这是珠带拟蟹守螺在大陆沿岸分布颇广的原因所在。从地质角度而言,河口港湾是沉积场所和捕沙区。在河口咸淡水楔合作用下,输入河口的大量泥沙带来的丰富营养物质在河口边滩和岛屿滩涂絮凝沉积下来,为海岸和边滩的底栖动物生长发育提供了巨大的物质基础,同时也为珠带拟蟹守螺的生长繁殖提供了良好的栖息生境。乐清湾是多条河流入海口所在地。大荆溪、清江、淡溪以及瓯江从上往下依次汇入乐清湾,使得整个湾的盐度较低,营养物质丰富,正适合珠带拟蟹守螺生长。瓯江是整个温州市最大的河流,河水稀释了岐头和大门岛百花庙附近的海水,带来的大量泥沙和丰富的营养物,为珠带拟蟹守螺的生长提供了无与伦比的条件。

珠带拟蟹守螺种群在中潮区的分布量最大,而高潮区又大于低潮区。珠带拟蟹守螺在滩涂上蠕动寻找食物,当涨潮时就钻入自己所掘的洞里,以躲避潮水的冲刷。低潮区在大部分时间中浸泡在海水中,只有当完全退潮时,才暴露在空气中,即便这时,海浪还会不时的拍打滩涂。低潮区与海水接触的时间较长,一方面,珠带拟蟹守螺有较充足的氧气供给,但另一方面,由于海水的冲刷营养物质流失严重,而且土壤又以沙质为主。这些原因决定了珠带拟蟹守螺在低潮区尤其是下缘分布较少。相反,虽然高潮区营养丰富,但其暴露在空气中的时间最

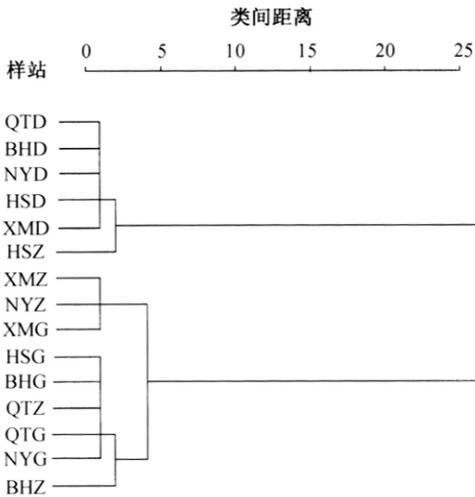


图 4 乐清湾 15 个采样站各潮区珠带拟蟹守螺种群结构系统聚类图

G、Z、D 分别代表高、中、低潮区。XM: 西门码头; NY: 南岳; HS: 西门岛红树林; QT: 岐头; DM: 大门岛百花庙。

将 5 个样点共 15 个样站珠带拟蟹守螺的种群进行系统聚类,结果表明,乐清湾 15 个采样站珠带拟蟹守螺的种群可以分成 3 类: 5 个样点的低潮区和红树林的中潮区归为一类; 西门码头中、高潮区和南岳中潮区归为一类; 西门岛红树林、南岳镇、岐头、大门岛百花庙滩涂的高潮区和大门岛百花庙滩涂、岐头的中潮区归为另一类(图 4)。珠带拟蟹守螺的种群基本按

长。阳光、风等因素使高潮区蒸发量加大,盐度升高。大量的蒸发使土壤变硬,水分减少,珠带拟蟹守螺在其上爬行变得困难,也不适合珠带拟蟹守螺生活。介于两者之间的中潮区,泥沙质性的土壤含水量多,营养丰富,而且环境稳定,正适合珠带拟蟹守螺生长。聚类分析的结果也表明,15个采样站珠带拟蟹守螺种群基本按照潮区聚类,除个别外,珠带拟蟹守螺的种群在相应的潮区中距离更近。这也提示,决定珠带拟蟹守螺种群分布的最主要因素是不同潮区特有的环境性质。

3.2 人类活动及环境对珠带拟蟹守螺种群的影响 虽然潮区是影响珠带拟蟹守螺种群分布的最主要因素,但人类活动及其他因素也对其分布造成了一定影响。如南岳和西门岛红树林两样点的珠带拟蟹守螺密度,高潮区大于中潮区,这与两个样点所处的环境有关。西门岛红树林位于西门岛北部,是中国红树林最北分布地^[9]。该处的红树林主要位于中潮区,在红树林区的底内,由于可口革囊星虫等一些种类的高密集分布限制了其他物种的栖息空间,故在红树林中潮区珠带拟蟹守螺的种群密度较低。以往的研究也表明,在红树林生长发育较好的底内底栖动物的种类多样性指数低、生物量高;红树林区周缘的底栖动物种类多样性指数高、生物量低,底栖动物物种与红树林发育状况呈负相关,底栖动物生物量与红树林分布和发育状况则呈正相关^[10-14]。南岳样点是一个底部宽不足200 m的狭滩,坡度较大,但高中低潮区界限明显。高潮区长有大片的盐生禾本科植物。与该滩涂不远处有一个泥沙散装码头,来往的船只搅动海水,使浪潮加剧。再加上狭滩呈喇叭形,口大底小,当潮水推进时,越到里面,与两边接触越剧烈,浪越大,因此中潮区和低潮区受到影响较大。

西门码头低潮区也有少量珠带拟蟹守螺分布。这是由于西门码头一带滩涂,泥沙中营养物质丰富,黏度大,即便是在低潮区,受海水冲刷,泥的性质还是能够保证珠带拟蟹守螺生存。珠带拟蟹守螺是一种对环境污染非常敏感

的指示生物,滩涂生境如有污染就会直接反映在其种群密度上。本次调查的5个样点虽然均离养殖场较远,但也受到不同程度的污染。

靠近西门码头采样点是一片滩涂养殖场,渔民投放农药以杀死与经济贝类竞争饵料的其他螺类,这些农药有的是速杀的,有的则是慢性的,会在螺体内慢慢积累。虽然调查样点的珠带拟蟹守螺不是直接处在这样的环境下,但从养殖场渗透过来的化肥和农药还是会影响到珠带拟蟹守螺的种群密度。南岳采样点,在滩涂的边上有一废弃储油场,储油罐内已经没有油,但残留的重油从罐里流出污染了滩涂。受影响最大的是中潮区和低潮区。同时,附近泥沙散装码头来往船只泄漏的机油也会污染滩涂。表现在这2个断面上珠带拟蟹守螺的种群密度也偏小,分别是 (7.25 ± 1.44) 个/ m^2 和 (8.50 ± 1.23) 个/ m^2 ,低于大门岛白花庙和歧头2个断面的 (11.17 ± 2.01) 个/ m^2 和 (9.50 ± 1.56) 个/ m^2 (表1)。

西门码头珠带拟蟹守螺受到污染较严重,反映在个体生物量上相对于其他样点也偏小,仅为 (4.72 ± 1.37) g/ m^2 。这证明,污染不但能够影响珠带拟蟹守螺的种群密度,而且对个体生物量也有影响。

参 考 文 献

- [1] 黄凤鹏,吴宝铃,徐汝梅等. 南极菲尔德斯岛潮间带南极帽贝的种群生态学研究: 夏季种群数量变化和垂直分布. *海洋与湖沼*, 1999, 30(6): 618~623.
- [2] 蒋南青,沈静,徐汝梅等. 南极菲尔德斯岛潮间带南极帽贝的种群生态学研究: 空间分布图式. *海洋与湖沼*, 2000, 31(5): 511~516.
- [3] Ryan P Moyer, Bernhard R. Spatial patterns and ecology of benthic communities on a high-latitude South Florida (Broward County, USA) reef system. *Coral Reefs*, 2003, 22: 447~464.
- [4] 蔡如星. 浙江动物志 软体动物. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991, 116~117.
- [5] 於宏,王一农,徐丹. 宁波三山滩涂珠带拟蟹守螺种群的年龄组成与生长. *宁波大学学报(理工版)*, 2004, 17(1): 48~51.
- [6] 蔡英亚,张英,魏若飞. 贝类学概论. 上海: 上海科学技术出版社, 1979, 222~223.

- [7] 丁岩钦.昆虫数学生态学.北京:科学出版社,1994,22 ~ 58.
- [8] 叶属峰,陆健健.长江口泥螺种群夏季的空间格局分析.动物学研究,2001,22(2):131 ~ 136.
- [9] 林鹏.中国红树林种类分布和林相类型.见:李振基主编.环境与生态论丛.厦门:厦门大学出版社,1993,74 ~ 79.
- [10] 马丽,蔡立哲,袁东星.红树林区底栖动物污染生态学研究进展.台湾海峡,2003,22(1):113 ~ 119.
- [11] 高爱根,陈全震,曾江宁等.西门岛红树林区大型底栖动物的群落结构.海洋学研究,2005,23(2):33 ~ 36.
- [12] 黄勃,张本,陆健健等.东寨港红树林区大型底栖动物生态与滩涂养殖容量的研究 I.潮间带表层底栖动物数量的初步研究.海洋科学,2002,26(3):65 ~ 68.
- [13] Quijon P, Jaramillo E. Seasonal vertical distribution of the intertidal macroinfauna in a estuary of south central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1996, 43(5): 653 ~ 663.
- [14] Kumar R S. Vertical distribution and abundance of sediment dwelling macro-invertebrates in an estuarine mangrove biotope-southwest coast of India. *Indian Journal of Marine Science*, 1997, 26(1):26 ~ 30.