

浙南岛屿岩相潮间带石鳖的群落结构*

张永普 刘德庆

(温州师范学院生物与环境科学系 温州 325027)

摘要: 研究了浙南岛屿岩相潮间带石鳖的群落结构。用 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Pielous 种类均匀度 (J)、Margalef 种类丰度 (d)、Berger-Parker 优势度指数 (I) 4 个测定群落种类多样性指标进行数值分析, 结果表明, 水平变化, H' 值为北麂的关帝山最大、七星岛最小, J 值为洞头的鸽尾礁最大、七星岛最小, d 值为南麂的马祖番口和北麂的海利相对较大、北麂的笕箕屿最小, I 值为七星岛最大、洞头的鸽尾礁最小; 垂直变化, 潮区由高到低, H' 、 J 和 d 值呈逐渐增大的趋势, I 值中潮区开始则逐渐变小; 季节变化, H' 、 J 、 d 值为春季 > 夏季 > 秋季 > 冬季, I 值则相反。用 Bray-Curtis 群落相似性系数聚类分析, 浙南岛屿潮间带石鳖群落可聚为两大类型。温度、潮汐、海岸开敞度、浪击度和空间异质性是影响石鳖群落结构的主要因素。

关键词: 浙南岛屿; 潮间带; 石鳖; 群落结构

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2002)04-05-05

Community Structure of *Chitons* in the Rocky Intertidal Zone of the Islands in South Zhejiang

ZHANG Yong-Pu LIU De-Qing

(Department of Biological and Environmental Science, Wenzhou Normal College Wenzhou 325027, China)

Abstract: Community structure of *Chitons* in the Rocky Intertidal Zone of Islands in South Zhejiang

* 温州师范学院科研基金资助项目(No.96015);

第一作者介绍 张永普,男,34岁,学士,高级实验师;研究方向:动物生态学;E-mail:zhangyongpu@wznc.zj.cn。

收稿日期:2001-08-04, **修回日期:**2002-03-04

were studied. The Shannon-wiener diversity index (H'), Pielous species uniform index (J), Margalef species abundance index (d) and Berger-Parker dominant degree (I) are used to conduct the numerical analysis of species diversity of *Chitons* community. The results show that: in horizontal changes, the value of H' is the highest in Guandishan and the lowest is in Qixingdao; J is the highest in Geweijiao and the lowest in Qixingdao; d is the relatively higher in Mazuao and Haili, the lowest in Xiaoqiyu; I is the highest in Qixingdao and the lowest in Geweijiao. In vertical change, with the tide area from high to low, the values of H' , J and d have an increasing trend, and I is in reverse from the middle-tide area. In seasonal changes, the values of H' , J and d are Spring > Summer > Autumn > Winter, I is in reverse. Bray-Curtis community similarity index is used to deal with the community similarity and cluster analysis. The result shows that *Chitons* community in rocky intertidal zone of the islands in south Zhejiang can be clustered into two types. The major important infactors with influence the community structure of *Chitons* are temperature, tides, open degree of seashore, lapping degree of waves and spatial heterogeneity.

Key words: The Islands of South Zhejiang; Intertidal zone; *Chitons*; Community structure

石鳖是我国东南沿海潮间带生物群落中的重要组成部分,在潮间带的生态平衡和能量流动中起着重要作用。我国沿海有关石鳖的生态学研究,张永普等^[1]报道了浙南岛屿岩相潮间带石鳖的种类组成与数量分布,迄今为止,未见潮间带石鳖群落结构的研究报道。本研究的目的在于:1)运用数理统计方法,揭示浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落种类多样性的水平变化、垂直变化和季节变化,并探讨影响群落种类多样性的原因;2)应用等级聚类多变量统计方法研究石鳖群落的相似性程度。

1 自然环境与研究方法

1.1 自然环境与取样 作者于1997~1999年按春(4~5月)、夏(7月)、秋(10月)、冬(12~1月)4个季节对浙南岛屿(27°55'26"~27°21'11"N, 121°59'45"~121°00'16"E)北麂山列岛的石鳖进行了季节取样,南麂山列岛、洞头列岛和七星岛仅春季取样。所有断面各潮区不同亚带的同一水平线上取2~4个25 cm × 25 cm大小的样方,采集样方内所有石鳖,经甲醛(7%)溶液固定后带回实验室鉴定、统计各样方内的种类密度,吸干体表水份后用灵敏度为0.1 mg的电子天平称重。样品采集断面:洞头列岛为洞头岛的鸽尾礁、桐桥;北麂山列岛为关帝山东面(简

称关帝山)、大笏箕屿北侧(简称笏箕屿)、北麂岛的海利南岬西南角(简称海利)和壳菜岬背侧(简称壳菜岬);南麂山列岛为南麂岛的龙船礁、大沙岬北岸(简称大沙岬)、马祖岬南岸岬口(简称马祖岬);七星岛本岛东岸(简称七星岛)。本研究共采集到浙南岛屿岩相潮间带石鳖9种,隶属于8属4科。

1.2 数据处理方法

1.2.1 群落的种类多样性测定方法 群落的种类多样性用下列4个指标测定。

Shannon-Wiener(1949)种类多样性指数:

$$H'(S) = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

Pielous(1966)种类均匀度:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Margalef(1958)种类丰度:

$$d = \frac{S - 1}{\log_2 N}$$

Berger-Parker 优势度指数:

$$I = N_{\max} / N_i$$

式中: P_i 为第*i*种的个体数与样品中总个体数的比值, S 为样品的总种数, N_{\max} 为优势种群数量, N_i 、 N 为样品总个体数。

1.2.2 群落相似性的测量方法 群落相似性

测量使用 Bray-Curtis 相似性系数 (Bray and Curtis, 1957):

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

式中: S_{jk} 是样方 j 与样方 k 的 Bray-Curtis 相似性系数; Y_{ij} 是第 j 个样方的第 i 物种个体数; Y_{ik} 是第 k 个样方的第 i 物种个体数; p 是所有物种总数。

1.2.3 等级聚类分析 根据计算出来的 Bray-Curtis 相似性系数, 采用逐步成群法中均值连接法, 选择距离最近的一对样方合并为一类, 再计算新类与其它之间的距离, 删除已选出的一对所在行和列, 再进行新的合并。直至所有样品合并为一类为止。

2 结果

2.1 群落的种类多样性

2.1.1 种类多样性的水平变化 浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落种类多样性分析值的水平变化以春季材料为例 (表 1)。10 个采样站的 H'

表 1 浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落种类多样性分析值的水平变化

	龙船礁	马祖岙	大沙岙	关帝山	壳菜岙	海利	筲箕屿	鸽尾礁	桐桥	七星岛
H'	1.852	1.745	1.205	1.965	1.847	1.802	1.047	1.546	1.600	1.042
J	0.716	0.675	0.603	0.760	0.715	0.642	0.661	0.773	0.689	0.521
d	0.788	0.969	0.658	0.738	0.765	0.939	0.391	0.575	0.670	0.559
I	0.437	0.532	0.387	0.350	0.370	0.522	0.462	0.331	0.582	0.677

表 2 浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落种类多样性分析值的垂直变化

	I ₁	I ₂	II ₁	II ₂	II ₃	III ₁	III ₂
H'	0.373	0.412	0.891	0.914	1.659	2.256	1.746
J	0.373	0.412	0.562	0.577	0.591	0.752	0.752
d	0.351	0.401	0.451	0.458	0.903	1.074	0.602
I	0.667	0.667	0.689	0.666	0.449	0.353	0.288

I₁: 高潮区第一亚带; I₂: 高潮区第二亚带; II₁: 中潮区第一亚带; II₂: 中潮区第二亚带; II₃: 中潮区第三亚带; III₁: 低潮区第一亚带; III₂: 低潮区第二亚带

2.1.3 种类多样性的季节变化 浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落种类多样性的季节变化以北麂山列岛为例 (表 3)。 H' 值在 1.348 ~ 1.868、 J

值在 1.042 ~ 1.965、 J 值在 0.521 ~ 0.773、 d 值在 0.391 ~ 0.969、 I 值在 0.559 ~ 0.936 范围内变化, 站间的变化幅度相对较小。石鳖种类多样性指数 H' 值: 开敞性和浪击度较大的北麂关帝山和壳菜岙、南麂龙船礁较大, 其值均大于 1.840; 半隐蔽性和浪击度较小的北麂筲箕屿、南麂大沙岙和七星岛较小, 其值均小于 1.250。种类均匀度 J 值: 七星岛最小、洞头的鸽尾礁最大, 其它断面较为相似。种类丰度 d 值: 南麂的马祖岙和北麂的海利相对较大, 北麂的筲箕屿最小。种类的优势度 I 值: 七星岛最大, 鸽尾礁最小。

2.1.2 种类多样性的垂直变化 由表 2 可知, 浙南岛屿岩相潮间带不同潮区石鳖的 H' 值在 0.373 ~ 2.256、 J 值在 0.373 ~ 0.752、 d 值在 0.351 ~ 1.074、 I 值在 0.288 ~ 0.689 范围内变化, 潮区间的 H' 值变化幅度相对较大, J 、 d 、 I 值变幅相对较小。种类多样性的垂直变化: 潮区由高到低, H' 、 J 和 d 值的基本趋势逐渐增大, H' 和 d 值低潮区第二亚带有所下降; 高潮区和中潮区第一亚带的 I 值变化不大, 中潮区第一亚带开始随着潮区的下移逐渐变小。

值在 0.581 ~ 0.715、 d 值在 0.663 ~ 0.949、 I 值在 0.382 ~ 0.552 范围内变化, 各季节间的变化幅度相对较小。 H' 、 d 值以春季最高、冬季最低, J 值夏季最高、冬季最低, I 值冬季最高、春季最低。

表 3 浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落种类多样性分析值的季节变化

	春季	夏季	秋季	冬季
H'	1.868	1.848	1.765	1.348
J	0.665	0.715	0.683	0.581
d	0.949	0.875	0.824	0.663
I	0.382	0.406	0.435	0.552

2.2 群落相似性及聚类分析 用 Bray-Curtis 群落相似性系数进行群落的等级聚类分析, 结果见图 1, 在 55% 的相似性水平上, 浙南岛屿岩相潮间带石鳖的群落可分为两组: 第 1 组为北麂的关帝山和壳菜岙、南麂的龙船礁及洞头的桐桥等四个断面, 第 2 组为洞头的鸽尾礁、北麂的海利和笏箕屿、南麂的大沙岙和马祖岙及七星岛等六个断面。

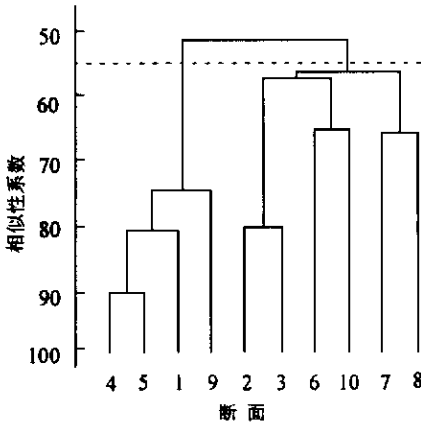


图 1 浙南岛屿岩相潮间带石鳖群落的聚类分析图

1. 南麂的龙船礁; 2. 南麂的马祖岙; 3. 南麂的大沙岙; 4. 北麂的关帝山; 5. 北麂的壳菜岙; 6. 北麂的海利; 7. 北麂的笏箕屿; 8. 洞头的鸽尾礁; 9. 洞头的桐桥; 10. 七星岛

3 讨论

3.1 群落多样性的水平分布与海岸开敞度、浪击度和空间异质性有关 石鳖群落多样性的水平分布主要与海岸开敞度和浪击度有关。关帝山、壳菜岙和龙船礁的海岸开敞度大、浪击度强, 其种类多样性(H')和均匀度(J)相对较大, 而优势度(I)相对较小; 七星岛属于背浪面的开敞性海岸, 种类数相对较少, 分布不均匀, 优势种明显, 其中红条毛肤石鳖(*Acanthochiton rubro-lineatus*) 的栖息密度占石鳖类总栖息密度的 67.75%, 其 H' 和 J 值较小, I 值较大, 说明随着海岸开敞度和浪击度的增加, 石鳖群落结构逐渐变得复杂。这一结果与嵛泗岩岸^[2] 和舟山岩岸^[3] 研究的潮间带底栖动物的群落结构相似。

群落结构与空间异质性(spatial heterogene-

ity) 也有关, 岩礁所处位置、岩面坡度、裂缝、岩面凹凸不平的微地形, 对贝类的分布有着明显的影响, 所有潮间带岩相生活的种类都有某种选择岩面的倾向^[4]。石鳖常栖息于岩礁缝隙间, 其种类组成与数量分布与空间异质性程度有关^[1], 从而影响了石鳖的群落结构。北麂的海利, 虽属于半隐蔽性海岸^[6], 但空间异质性程度高, 其 H' (1.802) 和 d (0.939) 值相对较大。

3.2 群落多样性的垂直变化与潮汐、抗失水性有关 潮间带石鳖由于潮汐、海岸开敞度和抗失水性程度的不同, 决定了其栖息的潮区不同^[1]。高潮区由于环境恶劣, 仅分布耐旱性较强的日本花棘石鳖(*Liolophura japonica*) 和红条毛肤石鳖, 其中日本花棘石鳖栖息密度相对较大, 群落的 H' 、 J 和 d 值相对较小, I 值较大。中潮区第一亚带至低潮区第一亚带, 随着潮区的下移, 失水性的减弱, 食物丰富程度的增加, 石鳖种类数相对增多^[1], 但其它底栖生物如藻类、螺类等种类得到了更好的发展, 以致于空间和食物的竞争加强, 从而抑制了优势种类个体数的大量生长, 种类分布相对趋于均匀。因此, 群落的 H' 、 J 和 d 值随着潮区的下移而逐渐增大, I 值逐渐变小。低潮区第二亚带由于藻类的大量生长, 抑制了石鳖的附着, 导致 H' 和 d 值下降。

3.3 群落多样性的季节变化与温度有关 不同温度性质的底栖生物在潮间带出现的季节不同, 温度是决定某一群落物种组成^[1,5] 的主要生态因子。春季由于藻类生长较好, 为石鳖提供了丰富的食物; 夏季由于台湾暖流分支的影响导致暖水性种类(如平濑锦石鳖 *Onithochiton hirasei*、日本花棘石鳖、红条毛肤石鳖等) 数量的增多; 冬季由于新生个体的长大、空间和食物的竞争, 部分种类的个体死亡率增大; 同时温度下降, 一些种类如日本宽板石鳖(*Placiphorella japonica*)、平濑锦石鳖等在潮间带具有下移现象, 结果群落的 H' 、 J 、 d 值总的趋势为春、夏、秋、冬逐渐变小, I 值逐渐变大。

3.4 群落相似性程度与海岸开敞度、浪击度有关 石鳖群落的相似性程度主要与海岸开敞度

和浪击度有关,从图 1 可知,开敞度、浪击度极强的关帝山、壳菜岙、龙船礁和桐桥相似性程度较高,等级聚类成一类;而其余 6 个半隐蔽性或开敞性且浪击度弱或背浪面的断面聚类成另一类。聚类分析中,应用 Bray-Curtis 群落相似性系数的测量方法能较好地与岩岸位置、潮汐、浪击度程度及石鳖的生物学特性所得到的结果相符合^[1],这一点在舟山岩岸潮间带动物^[3]和深圳湾潮间带动物^[6]的群落结构研究中也得到了证实。可以认为:在潮间带群落结构的研究中,尤其对某一类特定动物的群落结构研究中运用 Bray-Curtis 群落系数进行聚类分析更能客观地反映其真实的群落特征。

致谢 温州师范学院应雪萍和宁波大学王一农两位老师参加了野外采样工作,谨表谢意!

参 考 文 献

- [1] 张永普,应雪萍,黄象栋等. 浙南岛屿岩相潮间带石鳖的种类组成与数量分布. 动物学杂志,2001,36(3):5~9.
- [2] 杨万喜,陈永寿. 嵎泗列岛潮间带群落生态学研究 II. 岩相潮间带底栖动物的群落结构. 应用生态学报,1998,9(1):75~78.
- [3] 蔡如星,卢建平. 舟山岩相潮间带动物群落结构的研究. 东海海洋,1993,11(4):30~41.
- [4] Mori K, Tanaka M, Nishihama S. Community structure of a rocky shore in Tsuji-shima Island, Amakusa. II. Vertical distribution of dominant species and its zonation pattern. *Publ Amakusa Mar Biol Lab*, 1985, 8(1):27~41.
- [5] 张永普,应雪萍,吴海龙等. 北麂列岛岩相潮间带底栖生物群落的组成特征. 海洋湖沼通报,2000,4:26~33.
- [6] 厉红梅,蔡立哲,林丽珠等. 深圳湾潮间带低栖动物群落结构的等级聚类与非度量多维标度排序. 厦门大学学报(自然科学版),2001,40(3):735~740.