

青岛岩相潮间带短滨螺种群动态的研究*

薛钦昭

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

摘要 于1987年2月—1988年1月在青岛太平湾岩相潮间带高、中、低潮区定量采样和现场观察,利用微机分析各月不同潮区短滨螺种群结构和数量动态。结果表明,短滨螺在潮间带呈垂直成带分布:由低向高,短滨螺种群平均体高和生物量依次减小,栖息密度依次增大;2月中旬—4月下旬是短滨螺持续排卵期,12月开始,成熟的短滨螺向低潮区迁移,为繁殖做准备并交配;交配后,雄性向上迁移,而雌性却依赖潮间带底部水环境作为排卵场所,从而使低、中潮区2月份性比不平衡,雌性个体多于雄性。5—11月,低潮区无短滨螺分布,捕食者对短滨螺的捕食和浪击作用是抑制短滨螺在低潮区分布的重要环境因子。

关键词 短滨螺 潮间带 种群动态

滨螺科是岩相潮间带优势类群,广泛分布于世界各海区。滨螺在潮间带潮区的划分和海岸带生态系统能量传递中占重要地位。另外,滨螺可作为海域污染监测指示生物。关于短滨螺种群动态的研究,国内外尚无报道。本文为短滨螺种群动态和分布规律的报告。

一、材料和方法

1. 采集地点

选择青岛太平湾岩相潮间带高(A站)、中(B站)、低(C站)潮区做周年观察和定量采集短滨螺(*Littorina brevicula*),定量框为 $25 \times 25 \text{cm}^2$ 。1987年2月—1988年1月,逐月在A, B, C各站定量采样,共采集短滨螺2469个。潮间带划区采用Stephenson^[9]原则,并结合Vaillant^[10]的划分方法。各潮区生物群落特点为:

A站:以短滨螺和东方小藤壶(*Chthamalus chenllegeri*)为优势种,只有在大潮时才被水淹没。

B站:以牡蛎(*Crassostrea* sp.)为优势种,一昼夜两次被海水淹没。

C站:出现大型底栖藻类,如鼠尾藻(*Sargassum thunbergii*)、浒苔(*Enteromorpha prolifera*),只有在大潮落潮时才露出水面。

2. 样品处理和分析

各定量样品在现场用10%福尔马林固定,测量体高,鉴定性别,将所得数据输入微机,分析各月各站短滨螺种群体高组成、栖息密度、生物量和性比[♀:(♀+♂)]。短滨螺生物量是据其体重和体高关系式推算而得的。在20℃条件下,将短滨螺干燥2h,称重并测量206个不同体高的个体,曲线回归,获得体重和体高的关系式。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1822号。
接受日期:1990年5月26日。

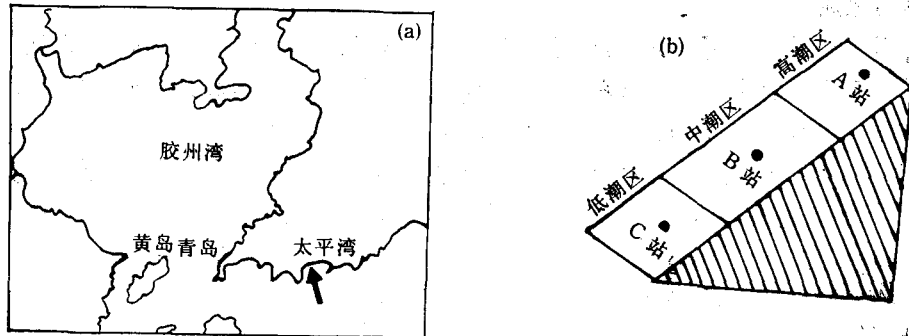


图1 样品采集点 (a)(箭头所示) 和调查断面 (b)

Fig. 1 The sampling site (a) (as the arrow indicates) and the investigated transect (b) in Qingdao

3. 室内观察

在室内无其他动物捕食和潮汐条件下, 观察短滨螺垂直分布的变化。将潮间带石块移入养殖缸中, 使其高出水面 1/2。在高潮区采短滨螺 50 个, 放入养殖缸中, 连续通气, 每周换水一次, 喂以孔石莼 (*Ulva pertusa*) 和缘管浒苔 (*Enteromorpha linza*), 观察短滨螺在养殖缸中的分布情况。

二、结 果

观测结果详见表 1。

表 1 不同潮区短滨螺各月平均体高、栖息密度、生物量和性比

Tab. 1 Monthly average heights, densities, biomasses and sex ratios of *L. brevicula* at different intertidal regions in Qingdao

月份	平均体高(mm)			栖息密度(个/m ²)			生物量 (g/m ²)			性 比		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	2.54	6.77	8.95	400	624	912	3.69	82.09	232.09	0.83 ^{a)}	0.44	0.52
2	3.21	5.81	10.82	208	208	448	2.70	13.88	195.07	0.43 ^{a)}	0.69	0.79
3	2.53	5.53	10.68	1984	688	848	10.35	44.00	366.82	0.50	0.51	0.45
4	3.23	8.57	11.36	1840	1056	144	45.45	240.86	73.40	0.51	0.57	0.33 ^{a)}
5	6.85	7.17	—	1248	1792	0	170.78	237.07	0	0.57	0.59	—
6	4.85	6.81	—	2144	2224	0	96.48	165.55	0	0.45	0.43	—
7	3.63	7.98	—	3776	1184	0	167.92	213.34	0	0.58	0.58	—
8	3.95	8.20	—	5200	480	0	225.45	90.04	0	0.50	0.56	—
9	3.60	8.54	—	2512	560	0	106.70	115.82	0	0.54	0.51	—
10	5.50	5.85	—	1728	1632	0	153.64	158.19	0	0.54	0.45	—
11	5.51	7.78	—	1424	992	0	103.77	183.64	0	0.53	0.48	—
12	2.22	6.19	8.18	416	1008	1264	2.68	95.32	240.43	0.80 ^{a)}	0.58	—
年平均	3.96	7.01	9.99	1906	1037	588	90.80	136.64	216.72	0.52	0.53	0.57

a) 定量框中个体数过少, 性比不予考虑。

1. 体高组成

各月不同潮区短滨螺体高组成,见图2。在高潮区,有大量1—3mm的小个体,占全年高潮区短滨螺总量的51.23%;7月份开始,有大量当年出生体高约2mm的幼体出现;全年短滨螺平均体高为3.96mm。在中潮区,栖息的短滨螺个体较大,体高大于4mm的个体占91.46%;5—7月,体高大于4mm的个体最多;10月份,中潮区出现体高约2mm的幼体;全年短滨螺平均体高为7.01mm。在低潮区,只有在12月和来年1—4月出现性成熟个体,平均体高为9.99mm。

各潮区月平均体高,见图3a。在高潮区,月平均体高最大出现在5月,为6.85mm;最

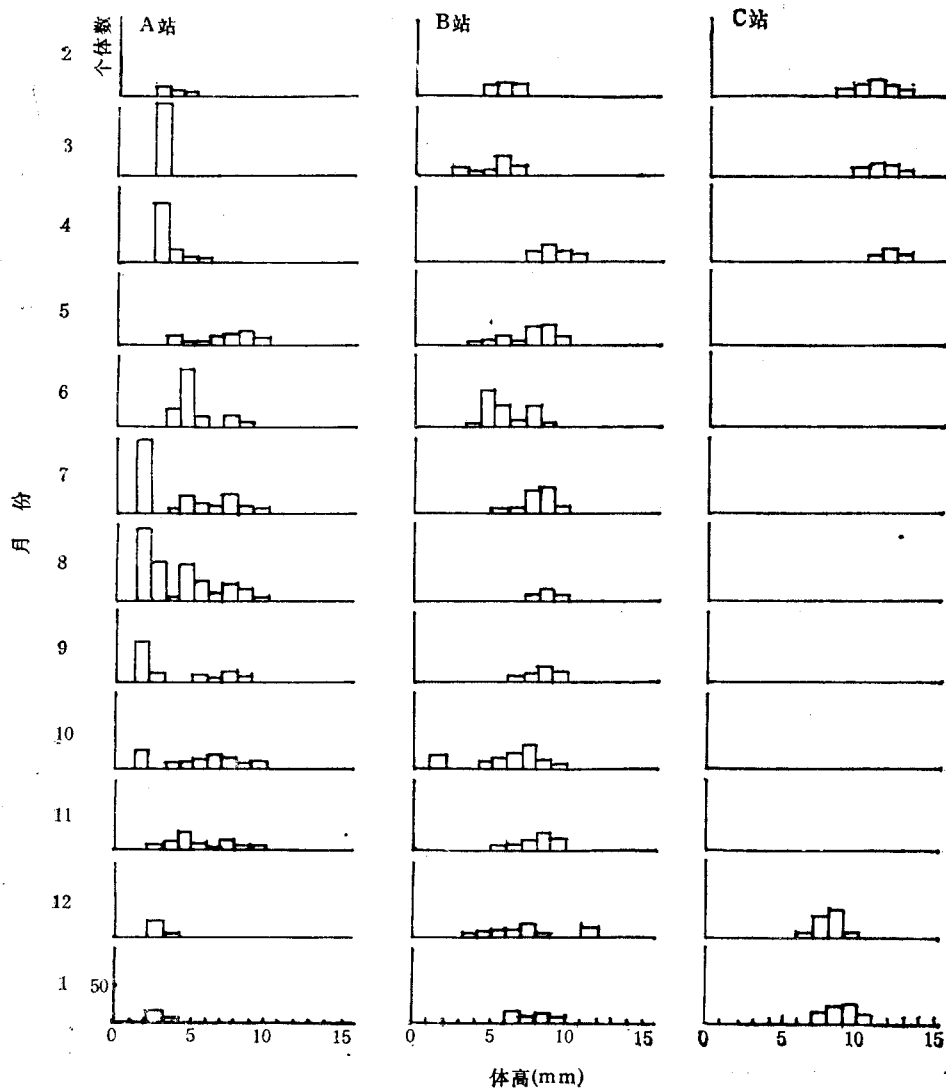


图2 不同潮区各月短滨螺体高组成

Fig. 2 Monthly height compositions of *Littorina brevicula* at different intertidal regions in Qingdao

低出现在 12 月, 为 2.22mm; 7—9 月, 高潮区月平均体高降低。在中潮区, 月平均体高最大出现在 4 月, 为 8.57mm; 最低出现在 3 月, 为 5.53mm; 7—9 月, 中潮区月平均体高上升。在低潮区, 4 月平均体高最大, 为 11.36mm。

各潮区平均体高排列顺序为: 低潮区 > 中潮区 > 高潮区。

2. 栖息密度

不同潮区的栖息密度, 见图 3b。在高潮区, 最大栖息密度出现在 8 月, 为 5200 个/m²; 最低出现在 2 月, 为 208 个/m²; 2—8 月, 高潮区短滨螺栖息密度呈上升趋势; 8 月—翌年 2 月, 栖息密度下降; 全年平均栖息密度为 1906 个/m²。在中潮区, 栖息密度最高出现在 6 月, 为 2224 个/m²; 最低出现在 2 月, 为 208 个/m²; 2—6 月, 栖息密度稳定地增长; 8, 9 两月, 栖息密度大幅度下降, 分别为 480 个/m² 和 560 个/m²; 全年平均栖息密度为 1037 个/m²。在低潮区, 12 月的栖息密度最大, 为 1264 个/m²; 1—4 月, 栖息密度下降; 5—11 月, 无短滨螺分布; 全年平均栖息密度为 588 个/m²。

各潮区平均栖息密度排列顺序为: 高潮区 > 中潮区 > 低潮区。

3. 生物量

短滨螺体高与体重函数关系式为:

$$W = 0.279 \times H^{3.085} \quad (N = 206, R = 0.932)$$

式中, W 为体重 (mg); H 为体高 (mm)。由关系式知, 短滨螺体重与体高立方成正比, 成熟大个体在生物量中起重要作用。

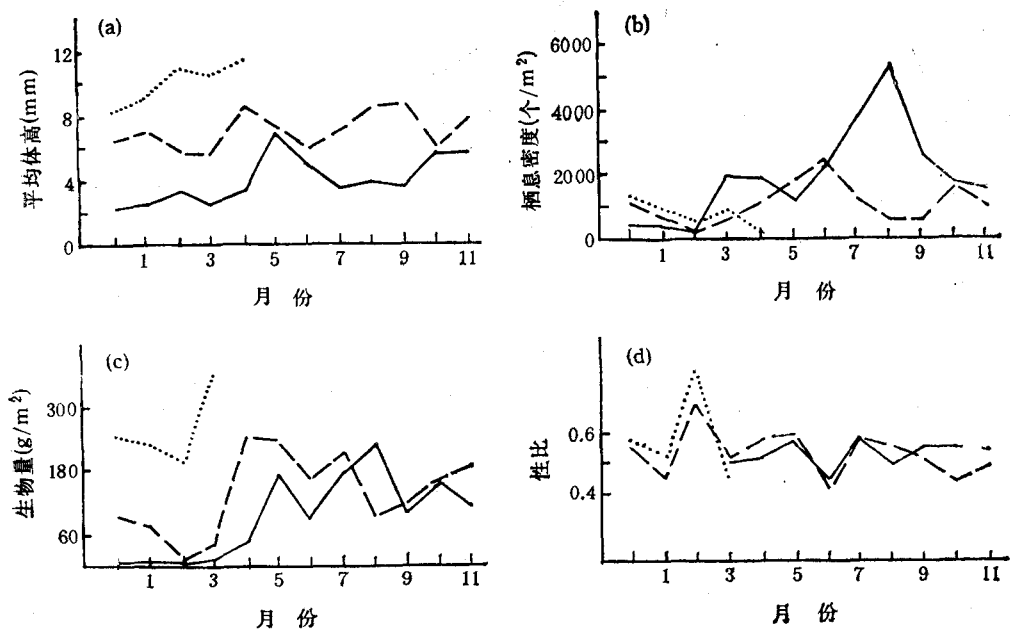


图 3 不同潮区短滨螺月平均体高(a)、栖息密度(b)、生物量(c)和性比(d)

Fig. 3 Monthly average heights(a), densities(b), biomasses(c) and sex ratios(d) of *Littorina brevicula* at different intertidal regions in Qing dao

—高潮区; ----中潮区;低潮区。

不同潮区短滨螺的生物量,见图 3c。在高潮区,冬季 2 月生物量最小,为 $2.70\text{g}/\text{m}^2$;春、夏季,生物量增加,8 月生物量达 $225.45\text{g}/\text{m}^2$;全年平均生物量为 $90.80\text{g}/\text{m}^2$ 。在中潮区,2 月生物量最小,为 $13.88\text{g}/\text{m}^2$;除 8 月中潮区生物量比高潮区的低外,其他月份生物量均比高潮区高;全年平均生物量为 $136.64\text{g}/\text{m}^2$ 。在低潮区,短滨螺只出现在冬季和初春,3 月份生物量最高,为 $366.32\text{g}/\text{m}^2$,是全年各潮区的最高生物量;全年平均生物量为 $216.72\text{g}/\text{m}^2$ 。

由上述可得,各潮区平均生物量排列次序为:低潮区>中潮区>高潮区。

4. 性比

短滨螺不同潮区的性比,见图 3d。在冬季 2 月,性比出现了明显的偏离;其它月份,性比基本平衡。

5. 室内观察

在室内无捕食和潮汐作用下,短滨螺开始(4 月份)仍栖息在石块上部,但 4 个月后(8 月份),短滨螺基本在养殖缸底部水环境中生活,而在同季节,自然海区的短滨螺只分布在高、中潮区。

三、讨论与结语

1. 短滨螺垂直成带分布

短滨螺在岩相潮间带,具有明显的垂直成带分布现象。不同体高的个体分布在潮间带不同的高度,大个体分布在小个体之下,并呈梯度分布。短滨螺的栖息密度和生物量也呈成带分布。由低向高,栖息密度依次增高,生物量依次降低。

其它种的滨螺在潮间带呈垂直成带分布,也见报道^[4,6-8]。短滨螺大个体比小个体显然具有更强的抵抗捕食和浪击的能力。短滨螺大个体分布在小个体之下,这种成带分布可有效地降低死亡率,对种群生存具有重要意义。

潮间带周期性地受潮汐作用,生物种类繁多,捕食竞争激烈。室内排除捕食和潮汐作用,短滨螺可在养殖缸底部水环境中生活,而在自然环境中,短滨螺却只分布在潮间带上部。这表明,捕食和潮汐作用是影响短滨螺垂直分布的重要环境因子。

短滨螺因周期性地长时间暴露于空气中,具有适应食物贫乏和干燥的能力。作者于 5 月将短滨螺(8mm)置于空气中 20 天,重新放入海水中,仍能生存,这进一步证明短滨螺具有很强的耐饥饿和干燥的能力。对高潮区短滨螺胃含物分析,发现胃中充满带有颗粒的冻状物(经福尔马林固定),可能是在得不到食物情况下,刮食岩石表面有机碎屑所致。Branch 证实,高潮区岩石表面地衣是滨螺 *L. unifasciata* 的重要食物^[3]。

在落潮时,短滨螺用厣封住壳口,防止体内水分丢失,并主动栖息在石缝中,躲避日光直射。盛夏,短滨螺利用足粘液,将其前唇粘在岩石上,减小岩石接触面积,以降低岩石对其的热量传递。另外,短滨螺还会群集成锥塔,减小群体水分丢失。在空气中,滨螺可利用外套膜和体表进行呼吸,降低代谢^[1,2]。由此可见,短滨螺在空气中具有很强的生存能力。

2. 短滨螺的垂直迁移

潮间带上部缺乏食物和水环境,到繁殖季节,短滨螺需要向下迁移,以摄取充足的营

养并将卵排到水中。12月开始,有成熟的短滨螺向下迁移。2—4月,是短滨螺持续排卵期^[5,11],雌性个体持续性排卵需要有充足的营养和水环境,而雄性在交配后,并无这种要求,为避开捕食和浪击作用,雄性向上迁移,致使2月低的中潮区性比明显不平衡。

短滨螺繁殖季节垂直迁移和幼体补充引起各潮区平均体高、栖息密度和生物量波动。12月起,成熟的短滨螺向下迁移,使高、中潮区平均体高、栖息密度和生物量降低;4月份排卵结束后,成熟个体全部向上迁移,使高、中潮区平均体高、栖息密度和生物量增加;6—8月,大量体高小于3mm的幼体经中潮区补充到高潮区,使高潮区短滨螺平均体高下降,而栖息密度和生物量增加;7,8月,中潮区幼体向高潮区迁移,使中潮区平均体高增大,栖息密度和生物量下降。

参 考 文 献

- [1] Atkinson, W. D. and Newbury, S. F., 1984, The adaptations of the rough winkle, *Littorina rudis*, to desiccation and to dislodgement by wind and waves, *J. Anim. Ecol.*, **53**(1): 93—105.
- [2] Berry, A. J., 1961, Some factors affecting the distribution of *Littorina saxatilis* (Oliv), *J. Anim. Ecol.*, **30**: 27—45.
- [3] Branch, G. M., 1981, Experimental analysis of intraspecific competition in intertidal gastropod, *Littorina unifasciata*, *Aust. J. Mar. Fresh. Res.*, **32**(4): 573—589.
- [4] Hylleberg, T. and Christesen, J. T., 1978, Factors affecting the intraspecific competition and size distribution of periwinkle *Littorina litorea*, *Nat. Jul.*, **20**: 193—202.
- [5] Masashi Yamguchi, 1967, Egg capsules of periwinkle, *Littorina brevicula*, in plankton samples, *Venus*, **25**(2): 73—76.
- [6] McQuaid, C. D., 1981, Population dynamics of *Littorina africana knysnaensis* (Phillippin) on an exposed rocky shore, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **54**(1): 65—76.
- [7] McQuaid, C. D., 1981, The establishment and maintenance of vertical size gradients in population of *Littorina africana knysnaensis* on an exposed rocky shore, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **54**(1): 77—89.
- [8] Raffaelli, D. G., 1978, Factors affecting the population structure of *Littorina neglecta*, *J. Mollusc. Stud.*, **44**: 223—230.
- [9] Stephenson, T. A. and Stephenson, A., 1949, The universal feature of zonation between tide marks on rocky coasts, *J. Ecol.*, **37**: 289—305.
- [10] Vaillant, L., 1873, Remarques sur les zones littorales, *C. R. Soc. Biol. Paris.*, **23**: 165.
- [11] Yoshio Kojima, 1957, On the breeding of periwinkle, *Littorina brevicula*, *Mar. Biol. Stat. Asamushi*, **8**: (2—4): 59—62.

STUDY ON POPULATION DYNAMICS OF *LITTORINA BREVICULA* ON ROCKY SHORE IN QINGDAO, CHINA*

Xue Qinzhao

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

ABSTRACT

Monthly quantitative-samplings and investigations of *Littorina brevicula* at the high intertidal region (HIR), middle intertidal region (MIR) and low intertidal region (LIR) were carried out from February, 1987 to January, 1988 on the rocky shore of Taiping Bay, Qingdao. Computer-aided monthly analyses of shell height pattern, dwelling-density, biomass and sex-ratio of *L. brevicula* at different intertidal regions were carried out. About 200 *L. brevicula* individuals and rocks in the intertidal zone were transferred to an aquarium in order to investigate the vertical distribution changes of *L. brevicula* when there is no predation and/or wave action on it for a long time. The results indicate that:

(1) *L. brevicula* presents vertical gradient zonation on rocky shore. The average shell height and biomass decrease, and dwelling-density increases from LIR to HIR.

(2) *L. brevicula* has great adaptative capacity to the amphibious intertidal environment and can live out of water for 20 days without food. In summer, they assemble in the shape of a tower to prevent water lose from their bodies.

(3) *L. brevicula* migrate vertically during different months. During the reproduction season (from February to April), adults migrate downwards to get enough food and release eggs into water. After intercourse, males migrate upwards, but females stay in the lower part of the intertidal zone to release eggs into water, so that females obviously outnumber males at the LIR and MIR in February. The vertical migration and recruitment of *L. brevicula* cause fluctuations of the average shell heights, biomasses and dwelling-densities of *L. brevicula* populations in different intertidal regions.

(4) From May to November, there are no *L. brevicula* in the LIR. But in laboratory, the predation and wave action on *L. brevicula* are eliminated and they can live in the water environment at the bottom of rocks. This indicates that predation and wave action play a very important role in affecting the vertical distribution of *L. brevicula*.

Key words *Littorina brevicula*, Intertidal region, Population dynamics.

* Contribution No. 1822 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.