

南极菲尔德斯半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*

黄凤鹏 吴宝铃 徐汝梅[†] 蒋南青[†]

(国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266003)

[†](北京师范大学生命科学学院 北京 100875)

提要 于1994年12月—1995年3月(南极夏季)期间,对南极菲尔德斯半岛卵石滩、岩石滩潮间带南极帽贝的种群数量、垂直分布进行了定点、定时、定量的调查和观察。结果表明,南极帽贝的种群数量有明显下降,分别仅为起始数量的35%和52%。卵石滩潮间带的帽贝分布于中潮区及低潮区,尤其是低潮区,且有随季节(冬季来临)向潮下带移动的趋势。岩石滩潮间带的帽贝具有类似的垂直分布特征,但其在分布带上的发生频次有很大差异,呈波动状态。在垂直岩面上,帽贝数量在低潮区的底部更为集中。讨论了导致数量变化、垂直分布的可能原因。今后有必要深入研究种群数量的时空动态及其调控机理。

关键词 南极帽贝 种群密度 垂直分布

学科分类号 Q145

种群生态学的核心内容是研究种群数量的时空动态及其调控机理(徐汝梅,1990),研究潮间带种群生态学对了解全球变化及其对生物多样的影响具有重要的意义。南极菲尔德斯半岛潮间带具有丰富的生物多样性,自中国1985年在南极建立考察站以来,科学工作者对菲尔德斯半岛潮间带进行了系统的生态学考察(吴宝铃等,1991)。杨宗岱等(1992a, b)的研究表明,该地区潮间带生态系统中食物网的组成较为简单,而南极帽贝(*Nacella concinna*)在网络中位于中间层次,具有承上启下的作用。本文探讨了菲尔德斯半岛潮间带南极帽贝数量的时空变化,以及影响该种群时空变化的主要因子,以期进一步揭示其时空动态的调控机理。

1 研究方法

1994年12月—1995年3月(南极夏季时间),在南极菲尔德斯半岛,按照潮间带的底质及坡度,将潮间带生态系统分为三种类型,即卵石滩、岩石滩和垂直岩面,对其分别进行定点、定时、定量观测,采样点见图1。

* 国家“八五”重点科技攻关项目,85-905-02号和国家南极考察委员会“八五”南极考察研究项目85-02号联合投资。黄凤鹏,男,出生于1952年2月,副研究员,Fax:0086-0532-2879562

收稿日期:1997-01-13,收修改稿日期:1998-06-17

1.1 卵石滩

卵石滩潮间带的底质主要由大小不一的石块及泥沙构成。菲尔德斯半岛的潮间带以此类型居多。取样代表点在中国南极长城站站前,共设置了三条取样带,宽度均为 1m,间隔 2m,在高潮线和低潮线分别打桩、拉绳,以保证每次取样时的位置固定。取样带最长为 46m,但因潮差的季节变化,实际采样长度有所不同,1994 年 12 月 17 日为 41m,1995 年 1 月 30 日为 46m,3 月 1 日为 37m。每次调查时,计数取样带中所有生活的南极帽贝和香螺 (*Neptunea* sp.) 数量,并按 1m × 1m 样方大小顺序记录。同时记录潮间带底栖大型藻类覆盖度(按每 m²计),及主要小型底栖硅藻的分布(测定叶绿素 a 含量)。

为了更细微地了解南极帽贝的空间分布,在帽贝分布区,设置了 16 × 16 的取样点,每个样本单位为 0.1m × 0.1m,共计 2.56m²。按行、列顺序记录帽贝数量。

1.2 岩石滩

岩石滩潮间带的底质主要由较大的板块岩石及少量泥沙构成。菲尔德斯半岛此类潮间带比卵石滩潮间带少。取样代表点是半三角北断面,因受宽度限制,只能取 1m 的宽度,其长度(高潮线至低潮线的距离)较为一致,为 45.8m。在帽贝分布区也设置了 0.1m × 0.1m 的 16 × 16 的取样点。此外,在低潮线处有一巨大的垂直岩石,也设置了垂直岩面的取样点,方法同上。

1.3 垂直岩面

垂直岩面(岩石峭壁)潮间带,在菲尔德斯半岛主要分布在地质学家岛、半三角、菲尔德斯海峡、西海岸等,潮间带的宽度与潮差基本一致。取样点除上述外,另设于地质学家岛。按 1m 宽,从高潮区至低潮区逐层(0.1m)计数,以调查帽贝的垂直分布。

2 研究结果

2.1 南极帽贝的种群密度

由表 1 可以看出卵石滩潮间带生态系统中南极帽贝的种群平均密度明显低于其它两种类型潮间带生态系统中的帽贝密度。然而,由于潮差的季节变化,每次潮间带暴露的长度不等,因而以上数据缺乏一定的可比性。若均以第 37m 处为界(取长度的最小值),帽贝密度分别为 3.30ind/m²(1994 年 12 月 17 日)、1.27ind/m²(1995 年 1 月 30 日)、1.16ind/m²(1995 年 3 月 1 日),种群密度逐月有明显下降,从 3.30ind/m²降至 1.16ind/m²,降低了 65%。

岩石滩潮间带生态系统由于地形因素虽然潮差有变化,但调查工作未受明显影响,每次均可调查潮间带全长(45.8m)的帽贝数量和分布。从表 1 可以看出帽贝的种群密度也呈

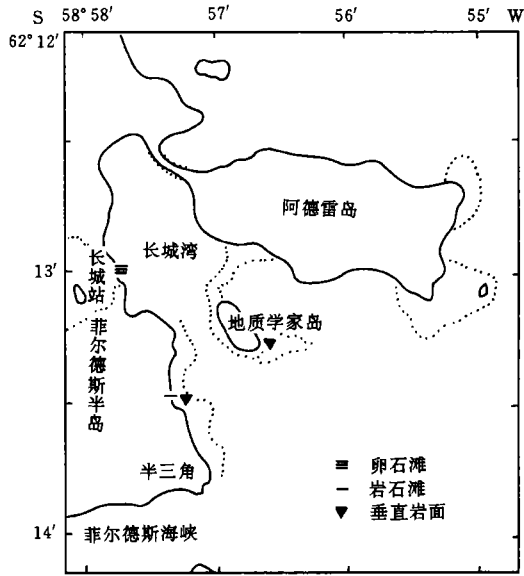


图1 采样点分布图

Fig.1 Distribution of sampling stations

表1 菲尔德斯半岛潮间带南极帽贝数量及垂直变化

Tab.1 Quantity and vertical distribution of *Nacella concinna* in the intertidal zone of the Fildes Peninsula

样品编号	日期 (年.月.日)	潮间带长度 (m)	样方大小 (m ²)	每样方最多 个体数(个/m ²)	总个体数 /总样方数	平均密度 (ind/m ²)	地 点
S1a	1994.12.17	41	1×1	37	577/123	4.69*	站前
S1b	1995.01.30	46	1×1	39	649/137	4.74*	站前
S1c	1995.03.01	37	1×1	19	129/111	1.16*	站前
R1a	1995.01.01	45.8	1×1	142	657/46	14.28	半三角北
R1b	1995.02.01	45.8	1×1	58	475/46	10.33	半三角北
R1c	1995.03.02	45.8	1×1	56	342/46	7.43	半三角北
VR102	1995.01.01	2.2	0.2×1	135	27/11	12.27	半三角北
VR101	1995.01.03	2.2	0.1×1	340	44/22	20.00	地质学家岛
VR01	1995.01.03	2.2	0.1×1	600	46/352	13.07	地质学家岛

注：“样品编号”中，S表示卵石滩；R表示岩石滩；VR表示垂直岩面，其潮间带长度栏中的数据为潮差。“平均密度”中，*表示三条取样带的平均数

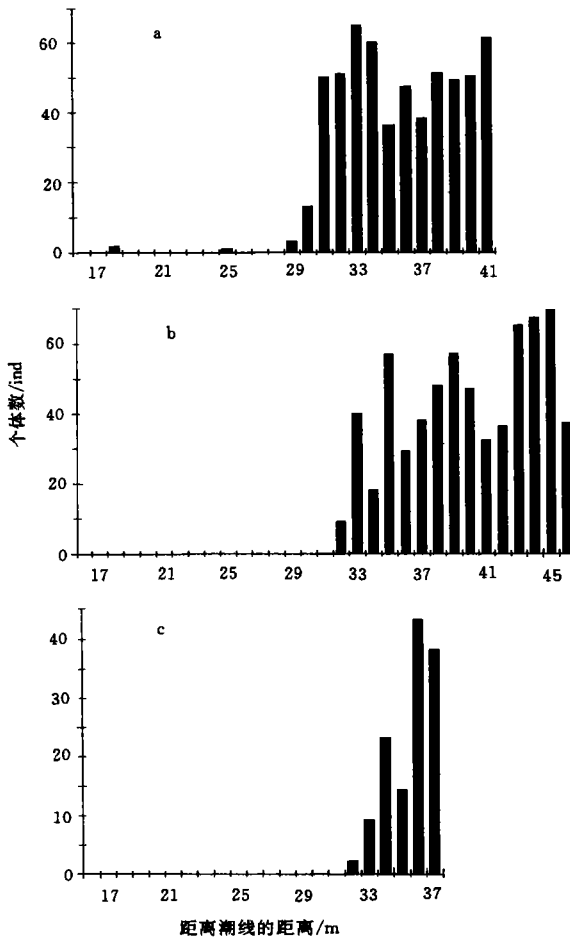


图2 卵石滩潮间带帽贝的垂直分布

Fig.2 Vertical distribution of *Nacella concinna* in the intertidal zone of pebble beach type
a, b, c分别为样品S1a, S1b, S1c

明显的下降趋势，且几乎是一种线性的衰减，种群密度由 14.28ind / m²，降至 7.43ind / m²，下降了 48%。

2.2 垂直分布

在潮间带生态系统中，帽贝的分布是不均匀的。在卵石滩潮间带生态系统中，以三个取样带中的帽贝数量之和为计数值，其垂直分布示于图2。图2中 a, b, c 三个图分别表示 12月、1月、3月的分布状况。由图2可知，随着时间的推移，帽贝呈向潮下带移动的趋势。12月17日帽贝的分布始于第18m处，自第31m至第41m处数量较多，呈较均匀的分布(图2a)。1月30日的调查显示帽贝分布于第32m至46m处；3月1日的分布范围为32m至37m处(因潮水未退下去，调查只能止于第37m处)。后两次的调查显示帽贝的分布已从第一次调查时的第18m处后移到了第32m处，且在分布区内也显示出了帽贝数量随深度而逐渐增加的趋势。

图3显示帽贝在岩石滩潮间带生态系统中的垂直分布。从该图可以看出帽贝的分布范围随季节无显著变化。分布于中潮区及低潮区，尤其是集中于低潮区，分布带上的发生频次差异很

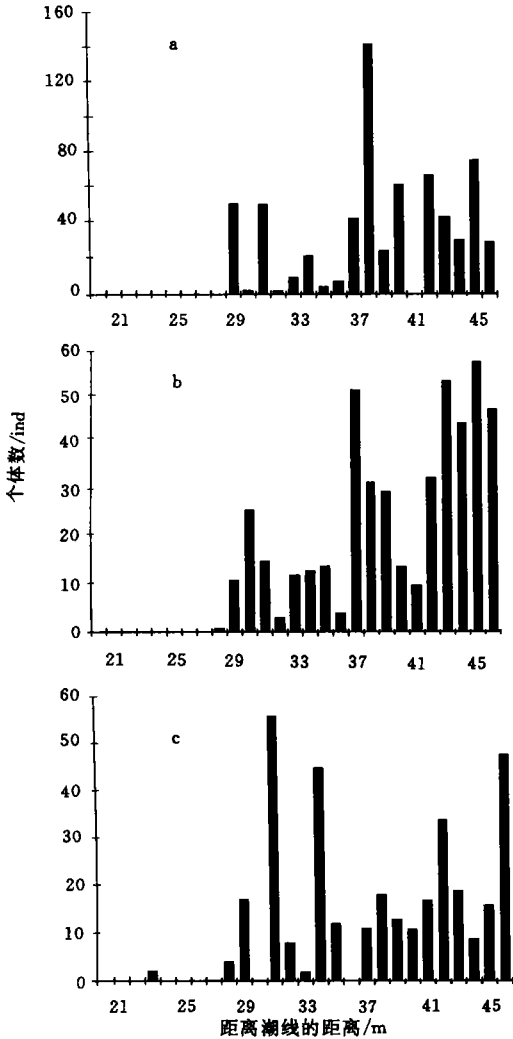


图3 岩石滩潮间带帽贝的垂直分布

Fig.3 Vertical distribution of *Nacella concinna* in the intertidal zone of rocky beach type
a, b, c 分别为样品 R1a, R1b, R1c

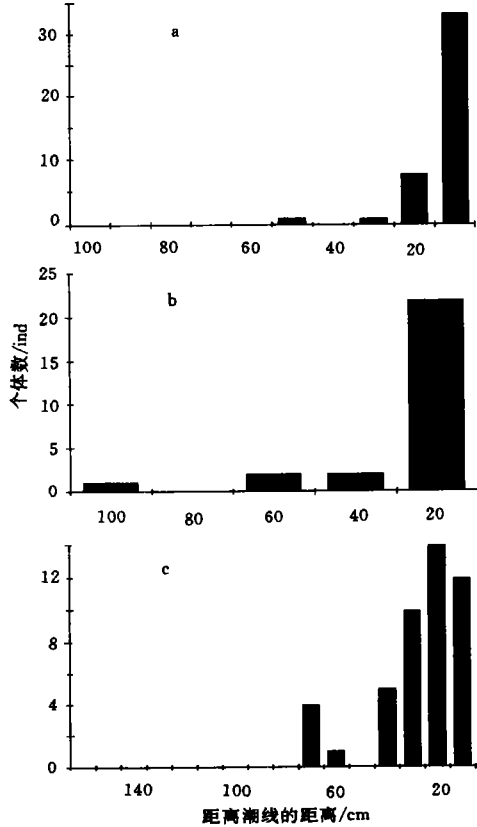


图4 垂直岩面潮间带帽贝的垂直分布

Fig.4 Vertical distribution of *Nacella concinna* in the intertidal zone of vertical cliff type
a, b, c 分别为样品 VR101, VR102, VR01

大, 呈波动状态。

对垂直岩面, 共在地质学家岛与半三角北取了三个点, 调查帽贝的垂直分布。在地质学家岛, 以 1m 宽, 0.1m 高, 从岩石底部 (低潮线) 至 2.2m 处 (高潮线) 的帽贝分布: 在最低的 10cm 范围内帽贝数量非常集中, 占总数的 77.27%。往上锐减, 止于 50cm 处 (图 4a)。在半三角北以 1m 宽, 0.2m 高为计数单位调查的分布结果: 帽贝分布于底部 1m 范围内, 尤其是集中于最底部的 20cm 范围内, 占总数的 81% (图 4b)。岩石面, 以 1.6m 为宽度、10cm 为高度调查的分布结果: 帽贝分布于底部 70cm 范围内, 其中底部 30cm 范围内均有较多的帽贝分布 (图 4c)。相对于其它两个样本, 其分布稍有分散。

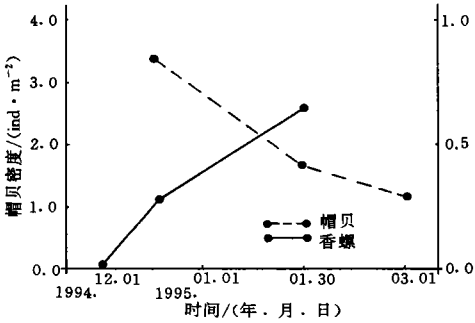


图5 夏季卵石滩潮间带帽贝、香螺的数量变化

Fig.5 Quantitative variations of *Nacella concinna* and *Neptunea* sp. in the intertidal zone of pebble beach type in summer

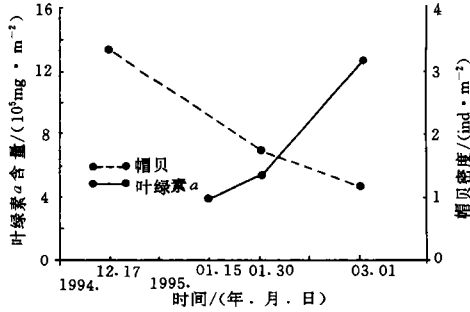


图6 夏季卵石滩潮间带帽贝数量、底栖硅藻叶绿素a含量的变化

Fig.6 Variations of *Nacella concinna* quantity and chlorophyll-a contents of benthic diatoms in the intertidal zone of pebble beach type in summer

2.3 香螺的数量变动与帽贝数量变化的关系

香螺是帽贝的天敌之一。现场考察时发现,在设置的取样带中,七八个香螺一起掠食帽贝(香螺索食帽贝的机理有待进一步探讨)。在卵石滩潮间带的调查中,也同时记录了香螺的数量及垂直分布。从其数量及其季节变化(图5)来看,对抑制帽贝种群数量有一定影响,作者认为香螺的捕食是造成帽贝数量呈急速下降的重要原因之一。

2.4 鸟类对帽贝的作用

以黑背海鸥为代表的鸟类捕食帽贝,菲尔德斯半岛附近发现捕食帽贝的鸟类约有675只。对黑背海鸥食性的分析结果表明,其食物的26.9%是帽贝。平均每只黑背海鸥每天取食8.63个帽贝。因此,黑背海鸥是帽贝的主要天敌之一,也可能是造成帽贝数量呈高速下降的重要因子。

2.5 帽贝的垂直分布与底栖藻类的关系

帽贝为草食性软体动物,食物来源为底栖硅藻、底质碎屑及大型藻类柔嫩的藻体。夏季帽贝主要分布在中潮区、低潮区至潮下带,相应于帽贝的垂直分布,对卵石滩潮间带底栖硅藻叶绿素a含量进行了测定,其结果见图6。由图6可知,中潮区叶绿素a的含量逐月增加,与夏季帽贝的数量变化相反。

3 讨论

本文所揭示的仅仅是一个南极夏季中南极帽贝的数量变化及垂直分布。然而,这是第一次用定点的方法所得到的调查数据。今后有必要在原样点坚持每年进行系统的调查,以揭示年度间的变化、动态规律及其调控机制。

在卵石滩和岩石滩潮间带的帽贝数量均出现迅速下降。究其原因,作者认为,在卵石滩潮间带,香螺的捕食作用是一个不可忽略的因素;但在岩石滩潮间带却未见到这样明显的香螺捕食作用,种群数量也下降了,虽然下降的百分比稍低一些。这些差异也很难确定是由于香螺作用的不同而导致的。此外,以黑背海鸥为代表的鸟类捕食帽贝,作用是强烈的(Castitela *et al.*, 1985)。因此,有必要进一步深化研究,明确各致死因子中的关键因子。

导致种群数量下降的因子除死亡外,还有迁出,此即 Krebs (1985) 所称导致种群数量

变动的 4 个参数(出生、死亡、迁入、迁出)之一。在卵石滩潮间带,可见帽贝有随季节(冬季来临)向潮下带移动的趋势。同样,在岩石滩潮间带,这种趋势又不太明显。但仅从垂直分布的图式也很难排除迁出的可能性。因此,有必要进一步研究帽贝的分布特征及其与环境、食物等的关系,以及帽贝的运动和扩散的规律。

从调查结果看,帽贝的数量变化和垂直分布因生态系统的底质不同而有所差异。帽贝喜欢食用硅藻和系列演替中早期质地柔嫩的藻类(杨宗岱等,1992a)。不同底质(如卵石或岩石底质)潮间带中的总生物量及藻类生物量是不同的。据杨宗岱等(1992a)报道,岩相潮间带总生物量达 $5\ 733\text{g}/\text{m}^2$,其中藻类生物量约占 81.8%。砾石潮间带总生物量达到 $1\ 658\text{g}/\text{m}^2$,其中藻类占 80.8%。藻类生物量之比为 3.5:1。本文中也可看到岩石滩潮间带帽贝的密度高出卵石滩上帽贝的密度有数倍之多(不同时间倍数不同)。因此,有必要进一步研究有关帽贝的食性、帽贝取食的藻类的数量变动和分布。

进一步研究清楚以上内容,对了解有关潮间带生态系统的主食物链(网)的结构和数量变动规律,以及帽贝数量、分布的调控机理有着重要意义。

致谢 北京师范大学生命科学学院张正旺副教授等提供黑背海鸥食性有关资料,中国科学院海洋研究所张素萍副研究员帮助鉴定香螺标本,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 吴宝铃,李永祺,1991. 水生生态系统的研究现状及发展趋势. 见:马世骏主编,中国生态学发展战略(第一集). 北京:中国经济出版社,203—231
- 杨宗岱,吴宝铃,黄凤鹏,1992a. 菲尔德斯半岛潮间带生态系统中的食物网. 南极研究,4(4):68—73
- 杨宗岱,黄凤鹏,吴宝铃,1992b. 菲尔德斯半岛潮间带生物生态学的研究. 南极研究,4(4):74—83
- 徐汝梅,1990. 种群数量的时空动态——对温室白粉虱的探讨. 北京:北京师范大学出版社,337
- Castitela J C, Rozbaczyio S T, 1985. Rocky assemblages and Predation on the gastropod *Nacella (Patinigera) concinna* at Robert Island South Shetland Antarctica. Ser Cient INACH, (32):65—73
- Krebs C J, 1985. Ecology, the Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 3rd ed. Harper and Row Publ, 800

STUDIES ON THE POPULATION ECOLOGY OF THE LIMPET
NACELLA CONCINNA IN THE INTERTIDAL ZONE OF
FILDES PENINSULA, ANTARCTICA

—VARIATION OF POPULATION DENSITY IN SUMMER AND VERTICAL
DISTRIBUTION

HUANG Feng-peng, WU Bao-ling, XU Ru-mei[†], JIANG Nan-qing[†]

(First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao, 266003)

[†](College of Life Sciences, Beijing Normal University, 100875)

Abstract During the summer (December 1994 to March 1995) in Antarctica, investigations at fixed stations were made into the population quantity and vertical distribution of the Antarctic limpet (*Nacella concinna*) on the pebble beach, rocky beach and vertical cliffs, respectively, of the intertidal zone of the Fildes peninsula, Antarctica. On the pebble beach, three sampling zones, each 1m wide and spaced 2m apart, were set up; piles were driven and connected with ropes to serve as marks for sampling at the high and low tide areas. The quantities of *Nacella concinna* and *Neptunea* sp. living in the sampling zone, the cover percentage of the algae and the distribution of benthic algae were counted and recorded for every 1m × 1m quadrats. The spatial distribution of *Nacella concinna* was studied by setting up 16 × 16 quadrats 0.1m × 0.1m each and the quantity was recorded. On the rocky beach one sampling zone was set up. On the cliff the vertical distribution of *Nacella concinna* was investigated by counting layer by layer (0.1m) from the high to low tide areas.

An obvious drop in the population quantity of *Nacella concinna* on the pebble and rocky beach to 35% and 52% of its initial quantity, respectively, was found from Dec. 1994 to March 1995. The limpet on the pebble beach was distributed in the mid-tide and low-tide areas and, especially in the low-tide area, they showed a tendency to migrate towards the infralittoral zone along with the coming of winter. On the rocky beach the limpet had a similar vertical distribution, but there appeared large differences in occurrence frequency, showing a state of fluctuation. On the vertical cliffs, the limpets were even more concentrated on the bottom of the low-tide area. During the investigation, 7 or 8 *Neptunea* sp. were preying upon the limpets in the sampling zone. The tendency of the variation of the quantitative distribution of the *Neptunea* sp. was opposite to that of the limpets. The birds represented by *Larus dominicanus* prey on the limpets, which amounted to 26.9% of the food of the bird. Each bird can consume 8.63 limpets every day.

The food of the limpets consists mainly of benthic algae. Determinations were made of the chlorophyll-*a* content of benthic algae in the tide area where the limpets were mainly distributed. In the mid-tide area the chlorophyll-*a* content increased every day, the tendency of the variations in the content was opposite to that of the limpets.

This paper only reveals the quantitative variations and vertical distribution of the limpets in summer. It is necessary to make systematic investigations successively in the sampling sites to reveal the interannual variations, and the patterns of dynamics and control mechanisms.

On the rocky beach the predation of *Neptunea* sp. is not seen and the quantity of *Nacella concinna* also drop but the percentage is slightly lower. As the predation of *Nacella concinna* by birds is strong, it is necessary to study and the key factor of the various lethal factors. Among the factors causing drop in quantity of population there is the factor of migration besides death. There is a tendency for the limpets on the pebble beach to migrate towards the infralittoral zone in winter. Hence, it is necessary to further study the relations between the distribution features of the limpets and the environment and food, and the patterns of the migration and spread of the limpets.

Owing to different ecological environments and bottom material there may be differences in the quantitative variation and vertical distribution of *Nacella concinna*, in view of the fact that its density on the rocky beach is several times that on the pebble beach. Hence, it is necessary to investigate into the food habit of *Nacella concinna*, the quantitative variation of its ingestion of algae and the distribution of the algae.

Key words Antarctic limpets (*Nacella concinna*) Population density Vertical distribution

Subject classification number Q145