

©1998 E.A. Ivanyushina¹, A. V. Rzhavsky¹, N. P. Zimenko², I. N. Shevchenko²

¹ Kamchatka Institute of Environmental Management, Far Eastern Division of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000 Russia.

² Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatski, 683000 Russia.

Accepted for publication 09/11/1996.

Translated by Marina Bell, Anchorage, Alaska, Tel.: (907) 562-6922, marina@ak.net

SEA OTTER FORAGING AND FOOD RESOURCE STATUS IN A SAMPLE AREA OF GLINKA BAY (MEDNY ISLAND, THE COMMANDER ISLANDS).

A hydrobiological study was performed in a limited sample area (about .16 km²) populated by sea otters. Samples were collected from a depth of 4-12 m in different locations used by sea otters for intensive and occasional foraging. The study established the average biomass of the sea urchin *Strongilocentrotus* spp. – sea otters' preferred prey – to be 671.1 g/m² with the mean density of 132.0 ind./m². Distribution of sea urchins over the studied area was irregular; locations with poor food resources were more used for foraging. The mean diameter of sea urchins in these sites was smaller than in lesser used locations. Sizes of sea urchins and other common sea otter prey species, such as *Dermaturus mandtii*, and *Vilasina pseudovernicosa* are considered. Possible causes of high foraging activity of sea otters in sites with least abundant food sources are discussed. It is proposed that the recent decrease in sea otter abundance on Medny Island is not connected to depletion of food resources.

A Hydrobiological study of the benthos was conducted in a limited area of Glinka Bay (Medny Island in the Commander Archipelago) intensely used by foraging sea otters (*Enhydra lutris*). The study was part of a large scale research of sea otters' food resources as one of the possible factors affecting its abundance in the Commander islands (Zimenko et al., 1998). Our purpose was to study benthic communities in connection with sea otter foraging strategy in the area by conducting a small scale comparison of the benthos in different sites of the study area in relation to their selection by foraging sea otters.

Materials and Methods

Samples for the Hydrobiological study were collected between August 1 and 15, 1995, in Glinka Bay (Medny Island) from an area occupied by a group of sea otters. The otters had been monitored in previous years and shortly before the start of diving operations for the intensity of their foraging and the prey targeted in different sites of the sample area (Zimenko et al., 1998).

According to our observations, the otters preferred foraging along the outer periphery of kelp groves (*Alaria Fitulosa*). The interior part of the sample area – surrounded by alaria groves – was used less intensely. Individual foraging behavior was observed in the interior (limited use) zone of the study area. The total size of the study area was about 0.16 km² (0.35 km X 0.45 km).

Samples were collected by scuba divers operating at selected sites (Figure 1). To evaluate benthic populations in zones of more or less active foraging by sea otters, samples were collected along the outer edge of alaria groves where most otters preferred to feed (sites 4 – 8; 16 samples collected at a depth of 6 – 10 meters) and in the interior zone (sites 1 – 3 and 9 – 14; 23 samples collected at a depth of 4 – 10 meters). These samples were referred to as “baseline”. Diving sites in the interior zone were selected at random. To compare the species and sizes of sea otter prey (according to data from visual observations of foraging activity) and potential prey species in the interior zone, 18 additional samples were collected from the same sites with the focus on sea otters’ preferred prey (sea urchins). “Sea urchin” samples, as they were referred to, were collected at sites of their highest concentration. Sample plot size was 0.25 m² in all cases.

All samples were sorted by species or systematic group. The abundance and weight of each species or group was identified if possible.

The fixed material and herbarium have been stored at the Kamchatka Institute Of Environmental Management of the Russian Academy of Sciences.

To analyze size structure of specific prey communities, we measured shell diameters of all sea urchins occurring in the samples (1,622 oc. *Strongilocentrotus polyacanthus* and 73 oc. *S. pallidus*) as well as valve lengths of bivalves *Vilasinia pseudovernicosa* (total of 1,354 oc.). The shell diameter and valve length measurements were accurate to 0.05 mm. To standardize the measurement error, all measurements were taken by the same person.

To evaluate sea urchin nutritional value during the study period, we analyzed the gonad index of 213 sea urchins (mainly *S. polyacanthus*) from benthic samples. The gonad index was calculated as a ratio of the gonad mass to the total body mass of the animal.

Figure 1. Study area chart indicating location of diving sites (1 – 14).

A – left side of the chart. B –right side of the chart. Б – the charts’ connecting line. 1-18 – numbers of horizontal strata starting from the shore. I – weed free areas; II – occasional alaria beds; III – alaria groves of average density; IV – dense alaria groves; V – rocks.

RESULTS

A brief description of benthic biotopes and associations within the sample area sublittoral. The area of study appeared to have an extremely divergent population with a motley collection of communities.

The near-shore interior zone had a sandy bottom. Sandy ocean floor also extended beyond the belt of brown algae *Alfaria Fistulosa*, which defined the outer boundary of the bay. Most of the sea floor in the study area was rocky. The bay's interior had a very uneven relief of the bottom with piles of boulders 2 – 3 meters high and large crevices between them or between the boulders and rock face. The boulders were mostly jagged. Negatively sloping cliffs were common. The surface of the rock face was jagged but had almost no crevices. Small canyons about 2 meters deep occurred in the bedrock. That meant that one diving site could have depth variations of up to 3 meters with benthic communities differing greatly between the top of a bolder and its bottom.

Interior zone. Benthic associations consisted mostly of kelp groves of *Laminaria dentigera* species. The density of its growth varied from 1 to 20 plants per square meter with 3 – 5 plants per square meter on the average. The kelp grew particularly densely on boulders forming a continuous dense cover. Boulders at shallow depths were covered with *Laminaria Longipes*. The species can form thick mats on the seabed with a high biomass (up to 2.8 kg/ m²).

Mats of *Alaria marginata* could also be occurring on boulders with density as high as 10 plants per square meter. But on the whole, that species was not baseline. Another species of the same genus – *A. fistulosa* – was much more ubiquitous.

The density of *Alaria fistulosa* at the periphery of its groves surrounding the bay's interior zone was 1 – 4 plants per square meter. Deeper inside, the growth would become thicker and concentrated in bunches consisting of 5 – 10 plants. The density of young shoots could be up to 100 plants per square meter. *Alaria* plants grew on the bedrock and boulders as well on apparently dead crusts of the encrusting red algae (*Clathromorphum nereostratum*). No benthic organisms were associated with the *Alaria* rhizoids. If abundant, *Alaria* would cluster over a small area (5X5 – 10X10 cm) leaving the rest of the surface unoccupied. In the center of the interior zone of the bay *Alaria* plants did not occur at all, or if it did, its density did not exceed 1 plant per 5 – 10 m².

The other brown algae typical for the sublittoral zone of Medny Island – *Agarum clathratum* and *Thalassiophyllum clathrus* – rarely occurred in the area under study and were occasional formed no groves. Occasionally in forests of *L. dentigera* in the interior zone, we encountered small patches of *Cymathere Clathrus*, but its abundance and density was low. There were also sections with no brown algae cover at all.

The second layer of seaweed vegetation was made up of the red algae, mostly sea ferns *Neoptilota asplenioides*. The species formed patches 2 X 2 meters in size. There were also occasional patches of *Constantinea* spp and *Turnerella mertensiana*. Sponges covered the bedrock in patches ranging in size from 1 X 1 or 1.5 X 1.5 m to tiny little spots, each representing one or several species. There were also many ascidians, stars, sea anemones, and polychaetes (including colonies of *Sabellidae* and *Crucigera zygophora*). All those organisms created a motley and colorful mosaic of the sea bed making it difficult to single out one baseline species or provide a general description of the seabed community.

Encrusting calcareous red algae *Clathromorphum nereostratum* was an important component of the benthos. Projective cover of this species reached 100% in places, but there were also areas with no growth at all. The thickness of the crust varied between several mm and 7 – 9 cm. The clathromorphum, in its turn, created a kind of biotope inhabited by various specific fauna. Living within the algal crusts and cavities were *Hiatella arctica* bivalves, sipunculoid worms, phoronida, and certain types of polychaetes. The cavities were inhabited by *Myxilla incrustans* sponges, sea anemones, brittle stars, small sea urchins and other vagile organisms. Chitons and the *Abietiharia variabilis* hydroids were usually associated with the surface of the crusts. The infauna biomass could reach substantial amounts. We did not notice any direct correlation between the crusts' thickness and the abundance of infauna.

Sea urchins concentrated primarily in nooks and crannies between boulders and in crevices in the rock face. They also hid under *Laminaria longipes* rhizomas and under *Clathromorphum nereostratum* crusts. Still, there were areas where sea urchins would sit openly on the surface of the rock or in small indentations in it. During diving operations we encountered two small areas of what we called “sea urchin flats”. They were flat rocky plates (about 10 X 0.5 m) densely crowded with relatively large sea urchins (at least 350 animals per m²). The plates were covered with a thin crust of *Clathromorphum*, and had no other benthic inhabitants or any alaria vegetation to camouflage them from above.

Outer zone

The density of *Alaria fistulosa* beds along the outer periphery of the alaria belt averaged 10 plants per square meter, although it could reach 20 or 25 plants per square meter. On the other hand, in some sections there was no alaria growth at all.

Laminaria dentigera occurred in patches with the average density at 2 -3 plants per square meter, although some patches had much thicker growth (up to 20 plants per square meter).

Just like in the interior zone, the abundance of *Agarym clathratum* and *Thalassiophyllum clathrus* brown algae here was fairly low. Their density did not exceed 1 – 2 plants per square meter. But unlike the interior zone, this area had rather large patches of *Cymathere triplicata*. Its beds were extremely poor in benthic population both from the point of view of abundance and special variety.

We found rather large beds of the red algae: *Ptilota* spp. and representatives of the *Delessericaceae* family in this zone. In fact, these algae appeared to be the only growth on otherwise empty expanses of the seafloor with hardly any noticeable presence of other benthic organisms. Monodominant communities of the *Constantinea* spp. red algae could also cover large areas. But generally, here, like in the interior zone, the second algal layer was made up predominantly of the *Neoptilota asplenioides*, though its abundance was lower.

There were colonies of sedentary marine polychaetes of the *Sabellidae* family occurring in large patches. These were overgrown with sponges and ascidia with a few sea urchins hiding underneath. Just like in the interior zone of the bay, large sections of the surface could be covered with patches of various sponges (up to 1 square meter in area) and ascidia. Projective cover of *Clathromorphum nereostratum* fluctuated between 0% and 70 - 80%, averaging around 40%. Here the crusts were no more than 2 – 3 cm thick with little infauna. Sea urchins would be hiding in the crevices forming no agglomerations. In beds of *Constantinea spp.*, sea urchins would hide under its blades in clusters of 5 or 6. As was mentioned earlier, individual sea urchins could also find shelter under colonies of *Sabellidae* polychaetes.

On the whole, benthic population of the external periphery of alaria groves was distributed in larger patches and did not form the same fine mosaics as in the interior zone. It also appeared more monotonous and represented by fewer species than that of the interior.

Prey composition and distribution. According to observations of sea otter foraging in the interior zone of alaria forests, sea urchins were the most popular prey (Zimenko et al., 1998). Therefore, we made them the focus of our study of benthic communities. Additionally, an analysis of sea otter feces (Zimenko et al., 1998) revealed a total of 39 different food sources, which included crustaceans (*Dermaturus mandtii*, *Idothea spp.*) and bivalves (*Vilasina pseudovernicosa* and *Hiatella arctica*) in addition to sea urchins.

Figure 2. Mean biomass, density and diameter of sea urchins (with average error) from different zones of the study area.

Left vertical axis: Biomass (g/m²) and density (ind./m²)
 Right vertical axis: Shell diameter (mm)
 Horizontal axis: “sea urchin” samples from interior zone
 baseline samples from interior zone
 exterior zone samples
 Legend: White rectangle – biomass
 Striped rectangle – diameter
 Dotted rectangle - density

Figure 3. Size structure: A – sea urchin colonies in different zones of the sample area (diver studies); Б – sea urchins eaten by sea otters (visual observations and scatological analysis).

Vertical axis: frequency of occurrence (%)
 Horizontal axis: Shell diameter (mm)

A - “sea urchin” samples from interior zone
 baseline samples from interior zone
 exterior zone samples
 Б - by excrements
 by observations

Figure 4. Sea urchin gonad index in the sample area of Glinka Bay

Vertical axis: gonad index (%)

Horizontal axis: Shell diameter (mm)

Figure 5. Average biomass and population density of *Dermaturus mandtii* (with the error of the median) from different zones of the sample area.

Vertical axis: Biomass (g/m²) and density (ind./m²)

Horizontal axis: exterior zone samples
“sea urchin” samples from interior zone
baseline samples from interior zone

Legend: shaded rectangle – biomass

white rectangle – density

Diver studies in the sample area identified the following potential sea otter prey species among benthic communities:

- Phylum Sipuncula: *Phascolosoma japonica*.
- Phylum Annelida. Class Polychaeta: *Crucigera zygophora*, *Nereis* spp. Sabellidae.
- Phylum Mollusca. Class Gastropoda: *Colisella* spp., *Fusitriton oregonense*, *Nucella lima*. Class Loricata: *Cryptochiton stelleri*, *Placiphorella borealis*, *Tonicella beringiensis beringiensis*. Class Bivalvia: *Hiatella arctica*, *Kellia commandorica*, *Modiolus kurilensis*, *Monia macroschizma*, *Musculus* sp., Pholadidae, *Protothaca staminea*, *Vilasina pseudovernicosa*.
- Phylum Anthropoda. Class Crustacea: *Dermaturus mandtii*, *Hapalogaster grebnitzkii*, Isopoda, Macrura, *Oregonia gracilis*, *Pagurus undosus*, *Pugettia gracilis*, *Semibalanus cariosus*, *Telmessus cheiragonus*.
- Phylum Echinodermata. Class Asteroidea: *Crossaster papposus*, *Evasterias retifera*, *Henricia* spp., *Leptasterias* spp., *Lethasterias nanimiensis chelifera*, *Solaster* spp., *Stephanasterias albula*; Class Echinoidea: *Strongylocentrotus pallidus*, *S. polyacanthus*; Class Ophiuroidea: *Ophiopholis aculeata*.
- Phylum Bryozoa: *Flustrellidra* spp.
- Phylum Chordata. Class Ascidiacea: *Aplidium dubitum*, *Aplidium translucidum*, *Aplidium spitzbergense*, *Ascidia callosa*, *Dendrodoa aggregate*, *Styela clavata*.

Sea urchins. Two species of radially symmetric sea urchins were encountered in the study area: *Strongylocentrotus polyacanthus* and *S. pallidus*. Representatives of the second species were rare and rather small. Therefore we decided to combine the data for both species when analyzing sea urchin colonies in the area. We were also guided by the assumption that hunting sea otters did not discriminate between the two species and instead selected their prey by size alone.

We found the greatest abundance of sea urchins (both in terms of biomass and density) in the interior zone of the study area where dissected topography of the sea bottom provided shelter in the form of crevices and caverns between the rock and boulders, as well on what we called “sea urchin flats” described above. The large biomass of sea urchins in such biotopes was largely due to their higher density compared to other sections of the study area (it was 4 times higher than the density in baseline samples from the interior zone, and almost 7 times higher than that of the outer perimeter of alaria groves. The average diameter of individual sea urchins also appeared to be somewhat larger here than in other zones, but the difference was not significant (Figure 2). The average bio mass of sea urchins for the entire study area was $671.1 \pm 133.5 \text{ g/m}^2$. The average density was $132.0 \pm 19.0 \text{ ind./m}^2$.

All the above-listed indices were lower in the baseline sections of the interior zone compared to areas of sea urchin concentration. But both the biomass and density of sea urchins in the interior zone were still higher than those along the outer perimeter of alaria groves (Figure 2).

Analysis of size distribution revealed that the exterior zone along the outer perimeter of alaria groves contained a lot more small-size sea urchins (about 20 mm in diameter) than any other site of the study area, while in sea urchin concentrations animals of larger size appeared to predominate. Interior baseline sites occupied the intermediary position (Figure 3).

The average gonad index during the study period was 8.71 ± 0.28 . No correlation between gonad index and shell diameter or species was established (Figure 4).

Observations of individual sea otter foraging behavior revealed that the average diameter of sea urchins caught and eaten by otters was almost two times larger than that of animals in benthic samples (Zimenko et al., 1998). Only a few of sea urchins found in the benthic samples had the shell diameter larger than 40mm, whereas in sea otters’ diet the share of such animals was over 40%. Two sea urchins measured nearly 80 mm in diameter (Figure 3).

At the same time results of scatological tests (Zimenko et al., 1998) showed that size distribution of sea urchins eaten by otters was very similar to that of sea urchin congregations in the benthos (collected in “sea urchin samples” from the interior zone) (Figure 3).

Crustaceans. Although we never actually observed sea otters feeding on crustaceans, the results of the feces analyses (Zimenko et al., 1998) indicated that one type of most frequently consumed prey was a small crab *Dermaturus mandtii*.

According to Figure 5, the biomass and density of this crab in the exterior zone is lower than in the interior, its abundance being the highest in baseline samples from the interior zone. The differences between extreme values are statistically valid.

There were few or no other crustaceans in our samples of sea otter prey.

Bivalves. We knew from previous research that sea otters actively fed on the *Vilasina pseudovernicosa* bivalve. Therefore we analyzed this bivalve's size composition and abundance in various sections of the study area. No statistically valid differences between the interior and exterior zones were observed for the average biomass, density, or size of this species (Figure 6). However we found a small area in the outer periphery of alaria groves overgrown with red algae of the *Ptilota* sp. where the bivalve occurred in large numbers (samples 41 and 42 of the diagram). The density of *Vilasina pseudovernicosa* in those communities was at least 10 times higher than in other areas, but due to the abundance of juveniles, the average size was smaller, and the biomass much higher than elsewhere. Bivalve size distribution in *Ptilota* beds was different from that of other areas, both interior and exterior (Figure 7). Apparently, this alga constitutes a better substrate for juveniles than the dominant red alga *Neoptilota asplenioides*.

According to scatological test results (Zimenko et al., 1998), another important bivalve in the sea otter diet might be *Hiatella arctica*, which populates the crusts and cavities of the calcareous coralline red alga *Clathromorphum nereostratum*. According to our observations, the correlation between the hiatella's abundance and the algal mass was not uniquely defined and therefore could not yet be interpreted.

DISCUSSION

The data we received on the abundance of prey species in various zones of the study area turned out quite unexpected even for ourselves. We had assumed that sea otters' preferred foraging locations would coincide with those of largest concentrations of prey species. The latter were found in the interior zone of the bay where the broken relief of the seabed created favorable conditions for sea urchin concentrations. The exterior zone, on the other hand, had a rather subdued floor relief and fewer sea urchins of smaller average sizes compared to the interior. The interior zone also had more crabs. But it was precisely in the exterior zone that we had observed 86% of all sea otter foraging activities before the start of our hydrobiological study (Zimenko et al., 1998).

Theoretically, the following explanation could be offered for such a situation.

1. The low abundance of prey in the exterior zone was the result of active foraging by sea otters.

Such an explanation would be self evident for a large-scale research. But in our case sea otters foraged in nutritionally depleted areas with much more abundantly populated sites literally adjacent to them.

2. When conducting observations in the exterior zone, we failed to notice local concentrations of sea urchins or other prey species. It had been proven earlier that sea otters could be actively collecting bivalves in areas where divers had failed to find them (Riedman, Estes, 1990).

But in our case that is hardly probable. True, plots for benthic sample collection in the interior zone were selected at random, but sea urchin concentrations could not fail to catch the eye of a diver whenever they were within visibility range. The exterior zone appeared to be sparsely populated in every sense. The seabed landscape looked monotonous as far as the diver could see. Even though the divers were no match for sea otters in terms of capabilities for spotting prey, it would be hard to miss concentrations of sea urchins similar to those in the interior zone.

3. Sea urchins from the interior zone were poor in nutrients.

That is not true, because the average gonad index of the sea urchins was fairly high (8.7%), reaching 25% in some individuals (Figure 4). It must be noted that for the resource to be commercial, the gonad index must be at least 8%. Therefore, low gonad content could not have been the reason why the sea otters preferred foraging in the exterior zone of the bay.

4. The otters were hunting something else due to a seasonal arrival of another type of prey, for instance, sand lance (*Ammodytes* sp.). The divers did see them catching sea lances in the exterior zone (Zimenko et al., 1998). Besides? They could also be preying on burrowing bivalves that inhabited sandy expanses outside the alaria belt. Since we did not sample the sand areas, and since visual observations at such distances did not allow us to identify the prey (except sea lances) we could be definite on the matter.

5. The distribution of sea otters through the sample area at the time of our study was aberrant.

The sea otters could have redistributed shortly before the beginning of our diving operations due to the noise from a poacher boat, which spent many hours trawling the near-shore waters on the first day of our observations (July 21). During the second observation period (a month after the trawling operations) the distribution of sea otters began returning to what we had expected it to be, and what was observed back in 1993, when foraging activities concentrated in the interior zone of the bay (Zimenko et al., 1998).

Interestingly enough, sea otters fed on much larger sea urchins in the interior zone than those we collected during underwater sampling (Figure 3). The same pattern in selecting prey for size was recorded in the American sector of their range (Riedman, Ester, 1990; Estes, Duggins, 1995).

On the other hand, size distribution data obtained from scatological analyses (Zimenko et al., 1998) corresponded to those from sea urchin concentrations in the interior zone of Glinka Bay (Figure 3). That could be due to the fact that the scat collected for analysis had been left in the spring and/or during a storm when otters were foraging near the shore and were thus unable to select their prey.

Still, whatever made the otters stay in the outer periphery of the bay during our study period, our data demonstrated that the interior zone was quite abundant in food resources and could sustain the population.

Another important fact was the very presence of large concentrations of sea urchins and other prey species in areas that had long been used by sea otters for foraging with no visible signs of resource depletion compared to 1972 (Shitikov, 1973 annual report, KamchatNIRO). According to Shitikov, in 1972, sea urchins' average biomass was 217.5 g/m². Our data has the biomass at 671.1 g/m². The average biomass of crustaceans (*D. mandtii* only) was 17.63 g/m² compared to the current 10.44 g/m². And the average mass of bivalves is 11.01 g/m² and 52.78 g/m² accordingly. Unfortunately a more detailed comparison of our data to Shitikov's is rather problematical for two reasons: 1) we do not know which species (groups) were included in the biomass estimate in 1972; 2) different sampling methods were used.

In addition, the average biomass of sea urchins in the study area significantly exceeded the species' average biomass for the entire Medny Island (at depths of 5 -10 meters) as measured in 1986 (Oshurkov et al., 1989, 1991) and in 1992 (our unpublished data). On the other hand, sea otter predation has been reliably demonstrated to reduce the abundance and sizes of sea urchins and other prey species (Shitikov, 1971; Shitikov, Lukin, 1977; Estes, Palmisano, 1974; Estes et al., 1978; Simenstad et al., 1978; Zorin, 1984; Sidorov, Burdin, 1986; Sidorov et al., 1987; Burdin, Sevostyanov, 1987; Sevostyanov, Burdin, 1987; Estes, Harrols, 1988; Riedman, Estes, 1988, 1990; Oshurkov et al., 1989, 1991; Estes, Duggins, 1995). The unexpected divergence of our results can probably be explained by the fact that they were obtained in a detailed study of a small sample area, whereas all other data resulted from large scale hydrobiological sampling. The latter, while providing an accurate general picture of benthic population's distribution and tendencies, may underestimate resources of specific benthic organisms in particular places.

GENERAL CONCLUSION

We believe that although predation by sea otters has a considerable effect on the qualitative and quantitative composition of benthic communities, their condition on Medny Island is hardly critical and is unlikely to have caused the changes in sea otter abundance on the island. Availability of food resources does not appear to be a determining factor of the sea otter population structure in the Commander Islands.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was conducted under a joint program of Kamchatka Fisheries and Oceanography Institute (KamchatNIRO) and the Kamchatka Institute of Environmental Management, Far Eastern Division of the Russian Academy of Sciences. The program was initiated and financed by KamchatNIRO. Diving operations were performed by V. I. Shalukhanov (Kamchatka Institute of Environmental Management). K.E. Sanamyan

actively participated in benthic sample collection and processing, and N.A. Tatarenkova (Commander Islands State Preserve) assisted in the sorting of collected material.

УДК 574.591.5+54.587

КОРМОДОБЫВАЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАЛАНА НА ОГРАНИЧЕННОЙ АКВАТОРИИ (БУХТА ГЛИНКА, ОСТРОВ МЕДНЫЙ, КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА): СОСТОЯНИЕ КОРМОВЫХ РЕСУРСОВ

© 1998 г. Е. А. Иванюшина¹, А. В. Ржавский¹, Н. П. Зименко², И. Н. Шевченко²

¹Камчатский институт экологии и природопользования ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский 683000

²Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский 683000

Поступила в редакцию 11.09.96 г.

Проведены гидробиологические исследования на ограниченной акватории площадью около 0.16 км², стабильно занимаемой каланами. Пробы отбирались на гл. 4–12 м на участках, с разной степенью интенсивности используемых для кормления. Установлено, что средняя биомасса морских ежей *Strongylocentrotus* spp. (предпочитаемого объекта кормодобыывания) для всей акватории составляет 671.1 г/м² при плотности 132.0 экз./м². Выявлено, что ежи распределены по акватории неравномерно, причем в период исследования наименее богатые запасами участки использовались для кормодобыывания более интенсивно. Средний диаметр ежей на этих участках также меньше, чем на малоиспользуемых. Рассматривается размерная структура поселений ежей и таких массовых объектов питания калана, как крабид *Dermaturus mandtii* и двустворка *Vilasina pseudovernicosa*. Обсуждаются возможные причины повышенной кормовой активности каланов на участках, наиболее бедных пищевыми ресурсами. Предполагается, что снижение численности каланов на о. Медный за последние годы не связано с истощением кормовой базы.

В ходе изучения кормовой базы калана (*Enhydra lutris*), как одного из возможных факторов, влияющих на численность его популяции на Командорских о-вах, были проведены гидробиологические исследования бентоса на ограниченной акватории в бухте Глинка (о-в Медный, Командорские о-ва) интенсивно используемой каланами для кормления (Зименко и др., 1998). Нашей целью было изучение донного населения в связи со стратегией фуражирования калана на этой акватории, для чего мы провели здесь мелкомасштабное сравнение бентоса между теми или иными зонами контрольного участка в зависимости от предпочтения их каланами для добыывания пищи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Гидробиологические работы проводили в период с 1 по 15 августа 1995 г. в бухте Глинка (о-в Медный) на акватории, занимаемой группой каланов, за которыми в предыдущие годы и перед началом водолазных работ велось наблюдение, в том числе для выявления интенсивности использования разных зон акватории для кормления и состава добываемой пищи на конкретных участках (Зименко и др., 1998).

Зона интенсивного кормления совпала, по данным наблюдений, с внешним краем полей *Alaria fistulosa*; зона ограниченного использования — с

внутренней областью акватории, отграниченной полями алярии. За кормлениями отдельных животных наблюдали во внутренней зоне (зоне ограниченного использования). Площадь изучаемой акватории составила около 0.16 км² (0.35 × 0.45 км).

Пробы собирали водолажным способом на выделенных станциях (рис. 1). Для оценки донного населения в зонах интенсивного и ограниченного использования были отобраны пробы на внешнем крае алярных полей в местах концентрации кормовых ныряний калана (станции 4–8; 16 проб глубина 6–10 м) и во внутренней зоне на станциях 1–3 и 9–14 (всего 23 пробы, глубина 4–10 м). Эти пробы условно называли “фоновыми”. Во внутренней зоне места станций выбирали случайным образом. Для сравнения видового и размерного состава объектов, поедаемых каланом (по данным визуальных наблюдений за кормлениями), и потенциальных видов-жертв во внутренней зоне было взято 18 дополнительных проб на этих же станциях с акцентом на наиболее часто поедаемые каланом объекты (ежи). При этом целенаправленно искали участки с повышенной концентрацией ежей, где и брали пробы, условно называемые “ежинными”. Площадь сбора во всех случаях составляла 0.25 м².

Пробы разбирали по возможности до вида или до систематической группы, для каждого ви

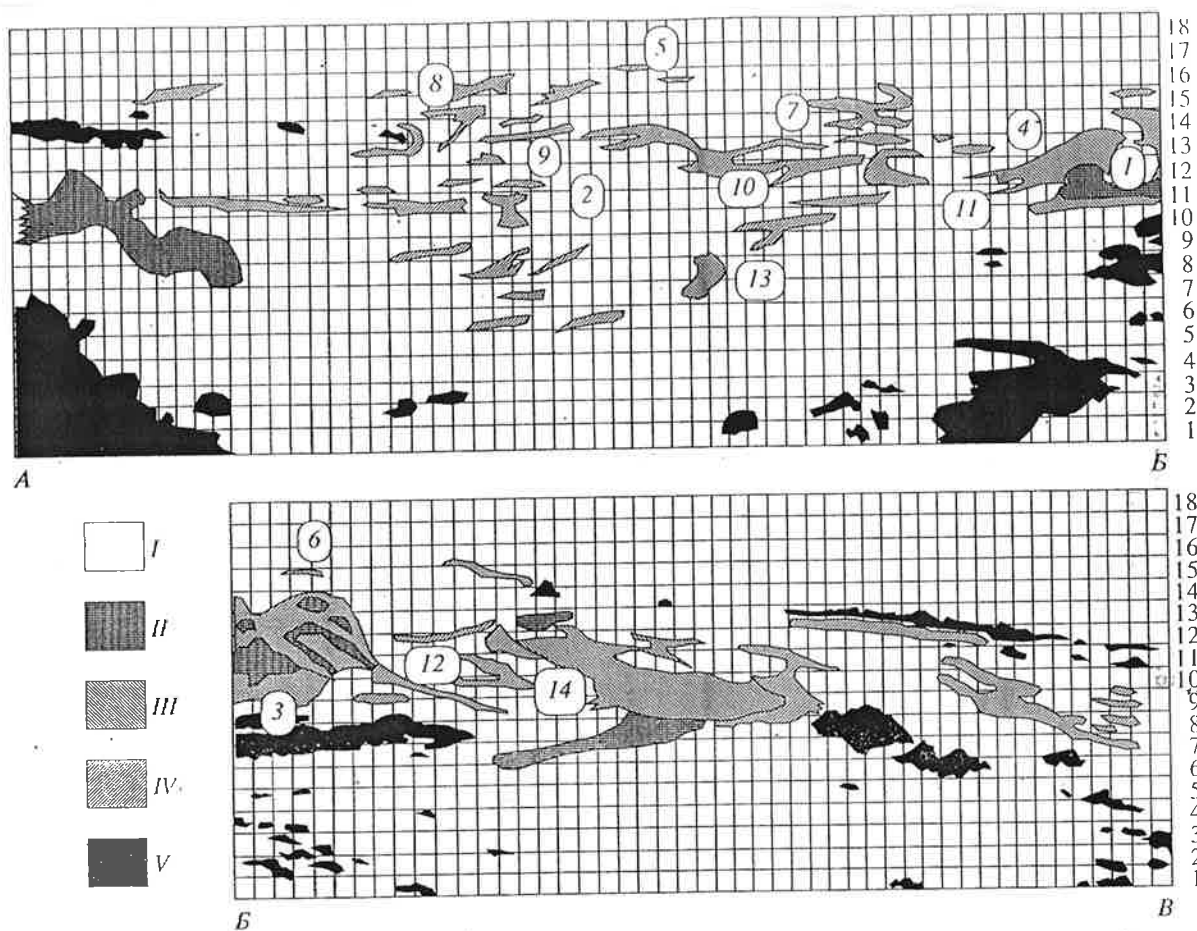


Рис. 1. Схема контрольного участка с указанием местоположения водолазных станций (1-14). А – левая сторона участка, В – правая сторона участка, Б – линия стыковки схемы; 1-18 – номера выделенных горизонтальных поясов в направлении от берега; I – участки, не занятые водорослями; II – участки с очень редкими полями алярии; III – участки с полями алярии средней плотности; IV – участки с густыми зарослями алярии; V – камни.

да/группы по возможности определяли их численность и вес.

Фиксированный материал и гербарий хранится в коллекции Камчатского института экологии и природопользования РАН.

Для анализа размерной структуры поселений некоторых кормовых объектов тотально проводили промеры диаметров панцирей морских ежей, встреченных в пробах (1622 ос. *Strongylocentrotus polyacanthus* и 73 ос. *S. pallidus*) и промеры длины створок для больших выборок моллюска *Vilasina pseudovernicosa* (всего 1354 ос.). Диаметры панциря и длину створок измеряли с точностью до 0.05 мм. В целях стандартизации ошибки измерения каждый тип объектов был промерен одним и тем же человеком.

Для оценки питательной ценности морских ежей в период работ проведен анализ гонадного индекса 213 ежей из бентосных проб (главным образом, *S. polyacanthus*). Гонадный индекс опре-

деляли как отношение массы гонад к массе тела ежа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Краткое описание биотопов и ассоциаций бентоса в сублиторали контрольного участка. Изученная акватория характеризуется чрезвычайной неоднородностью населения и пестротой представленных ассоциаций.

Прибрежная часть внутренней зоны занята песчаным грунтом. За наружной границей пояса бурой водоросли *Alaria fistulosa*, отграничивающей бухту, также начинается песок. Основную часть акватории занимают скальные грунты. Внутренняя зона бухты отличается весьма неровным рельефом дна. Здесь обычны навалы из глыб высотой 2-3 м, завалы валунов с большими щелевыми пространствами между ними либо между валунами и скалой, к которой они прилегают. Глыбо-

вый материал не окатан. Также обычны склоны скалы с отрицательным уклоном. Сам скальный массив имеет неровную поверхность, но скальные расселины практически отсутствуют. Также встречаются небольшие каньоны глубиной около 2 м относительно основного скального массива. Таким образом, перепады глубин в пределах одной станции могут достигать 3 м, а характер донного населения может сильно отличаться на вершине валуна и у его подножия.

Донный рельеф внешней зоны бухты (на наружном крае пояса алярии) отличается большей сглаженностью, валунные навалы отсутствуют.

Внутренняя зона. Бентосные ассоциации в основном представлены зарослями ламинарии *Laminaria dentigera*. Плотность ее зарослей варьирует в разных местах от 1 до 20 экз./м², в среднем 3–5 экз./м². На валунах она растет особенно густо, образуя сплошной покров высокой плотности.

На малых глубинах на валунах встречаются заросли *Laminaria longipes*. Этот вид образует густые дернины с высокой биомассой (до 2.8 кг/м²).

На валунах растет также *Alaria marginata*, образуя заросли плотностью до 10 экз./м², но в целом этот вид не является фоновым. Гораздо более массовым является другой вид этого рода — *A. fistulosa*.

Во внутренней зоне бухты на границе зарослей *Alaria fistulosa* плотность поселений этого вида составляет от 1 до 4 экз./м²; дальше идут довольно густые заросли, но они сконцентрированы пучками. В пучках встречаются от 5 до 10 растений. Плотность молодых растений может составлять до 100 экз./м². Алярия заселяет и валуны, и скалу, либо корки (по-видимому, мертвые) красной инкрустирующей водоросли клатроморфум (*Clathromorphum nereostratum*). С ризоидами алярии не ассоциированы никакие бентосные организмы. Если алярии много, она группируется на небольшой площади (5 × 5 – 10 × 10 см) и оставляет свободной остальную поверхность. В самой внутренней зоне алярия не встречается вообще, или ее плотность составляет не более 1 экз. на 5–10 м².

Другие обычные для сублиторали о-ва Медный виды бурых водорослей — *Agarum clathratum* и *Thalassiophyllum clathrus* — встречаются на исследованной акватории редко и зарослей не образуют. Иногда во внутренней зоне в зарослях *L. dentigera* встречаются небольшие участки, занятые видом *Cymathere triplicata*, но плотность и обилие этой водоросли невелико. Также встречаются участки, вообще лишенные покрова бурых водорослей.

Второй ярус водорослей образуют красные водоросли, преимущественно *Neoptilota asplenioides*. Этот вид может образовывать пятна размером 2 × 2 м. Иногда встречаются также небольшие

участки, занятые видами *Constantinea* spp. и *Turnerella mertensiana*. Скальный грунт покрывают пятна губок (от 1 × 1 или 1.5 × 1.5 м до маленьких пятнышек, причем как представленные одним видом, так и несколькими), асцидии, большое количество звезд, актиний, полихет (в том числе колонии Sabellidae и *Crucigera zygophora*). Эти организмы распределены мозаично и образуют весьма пеструю картину, так что трудно выделить основной фонообразующий вид и однозначно описать общий облик донного населения.

Важным компонентом бентоса является красная известковая коркообразующая водоросль *Clathromorphum nereostratum*. Проективное покрытие этого вида в отдельных местах достигает 100%, но встречаются и участки, где эта водоросль не растет. Толщина корок клатроморфума варьирует от нескольких миллиметров до 7–9 см. Сам клатроморфум создает своеобразный биотоп, в котором поселяется специфическая фауна. В толще корок этой водоросли и полостях поселяются двусторонки *Hiattella arctica*, сипункулиды, форониды и некоторые виды полихет, а в полостях обитают губки *Muxilla incrustans*, актинии, офиуры, небольшие морские ежи и другие вагильные организмы. С поверхностью корок клатроморфума обычно ассоциированы хитоны и гидроид *Abietinaria variabilis*. Биомасса инфавны может достигать значительных величин. По нашим наблюдениям, прямой связи между толщиной корок и их заселенностью инфавной нет.

Морские ежи преимущественно концентрируются в щелях между валунами и в скальных расселинах. Они также забираются под ризоиды *Laminaria longipes* и в значительных количествах прячутся под корками клатроморфума. Однако встречаются участки, где ежи открыто лежат на скальной поверхности или в небольших углублениях. В ходе подводных работ были обнаружены две небольшие “ежовые пустоши”. Они были представлены маленькими скальными плато (около 10 × 0.5 м), на которых довольно равномерно располагались относительно крупные ежи, чья плотность превышала 350 экз./м². Плато были покрыты тонким слоем клатроморфума, практически не имели другого донного населения и не были сверху замаскированы зарослями алярии.

Внешняя зона. На внешней границе пояса алярии (*A. fistulosa*) плотность зарослей этого вида может достигать 20–25 экз./м², а в среднем составляет около 10 экз./м². Однако встречаются участки, где алярии нет вообще.

Заросли *Laminaria dentigera* встречаются пятнами, и плотность их в среднем составляет 2–3 экз./м², хотя встречаются и пятна повышенной густоты (до 20 экз./м²).

Как и во внутренней зоне, бурые водоросли *Agarum clathratum* и *Thalassiophyllum clathrus* здесь

немногочисленны, и их плотность не превышает 1–2 экз./м². В отличие от внутренней зоны, встречаются довольно обширные пятна зарослей *Synthère triplicata*. Эти заросли исключительно бедны по видовому составу бентоса, и обилие бентосных организмов в них крайне низко.

В этом районе встречаются довольно обширные заросли красных водорослей *Ptilota* spp. и представителей семейства *Delisseiaceae*. Фактически они представляют собой пустоши, где почти отсутствуют сколько-нибудь заметные поселения других бентосных организмов. Монодоминантные заросли красных водорослей *Constantinea* spp. также могут занимать значительные площади. В целом же второй ярус водорослей образован видом *Neoptilota asplenioides* (как и во внутренней зоне), но обилие этой водоросли здесь ниже.

Отдельными большими пятнами встречаются колонии многощетинковых червей семейства *Sabellidae*. Их обрастают губки и асцидии, а под колониями прячутся немногочисленные ежи. Как и во внутренней зоне бухты, значительную часть площади могут занимать пятна различных губок (площадью до 1 м²) и асцидий. Проективное покрытие клатроморфума колеблется от 0 до 70–80%, а в среднем составляет около 40%. Здесь толщина корок не превышает 2–3 см, и инфауна его немногочисленна. Морские ежи прячутся в щелях и скоплений не образуют. В зарослях *Constantinea* spp. ежи забиваются под зонтики этой водоросли и сидят кучками по 5–6 экз. Как упоминалось выше, единичные ежи также находят укрытие и под колониями полихет-сабеллид.

В целом население внешней границы пояса алярии распределено более крупными пятнами и не образует такой мелкой мозаики, как во внутренней зоне. Также оно представляется более монотонным и более бедным по видовому составу, чем во внутренней части акватории бухты.

Состав и распределение кормовых объектов. По данным наблюдений за кормлениями во внутренней зоне алярных полей, наиболее часто добываемым и поедаемым объектом являются морские ежи (Зименко и др., 1998). Поэтому при изучении донного населения акватории особое внимание уделялось морским ежам. Кроме того, анализ экскрементов калана (Зименко и др., 1998) выявил 39 объектов питания, среди которых, кроме ежей, довольно часто встречались ракообразные (*Dermaturus mandtii*, *Idothea* spp.) и двустворки *Vilasina pseudovernicensis* и *Hiatella arctica*.

Водолазные исследования позволили выявить на изучаемой акватории следующих бентосных животных – потенциальных жертв калана.

Тип Sipuncula: *Phascolosoma japonica*.

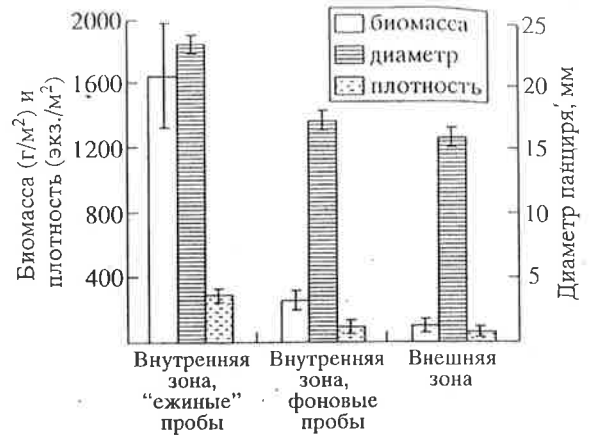


Рис. 2. Средние биомасса, плотность и диаметр морских ежей (с указанием ошибки средней) из разных участков контрольной акватории.

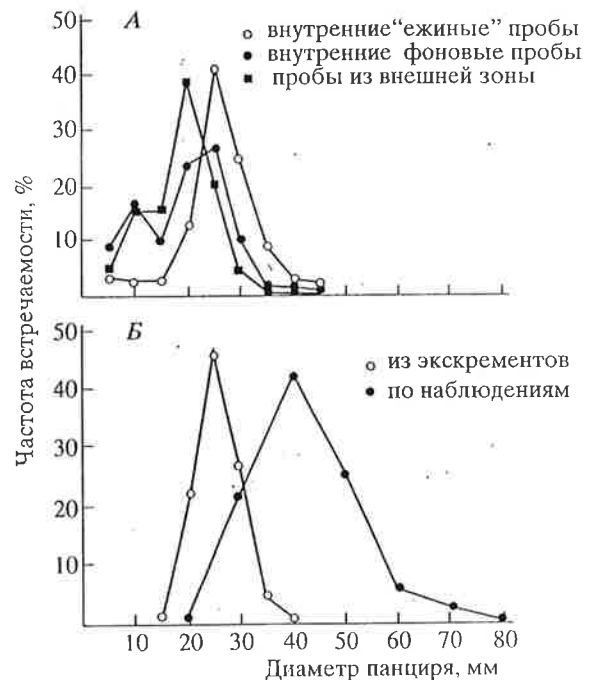


Рис. 3. Размерный состав: А – поселений ежей на разных участках контрольной акватории по водолажным сборам; Б – поедаемых ежей по результатам визуальных наблюдений и копрологического анализа.

Тип Annelida, класс Polychaeta: *Crucigera zygophora*, *Nereis* spp., *Sabellidae*.

Тип Mollusca, Класс Gastropoda: *Collisella* spp., *Fusitriton oregonense*, *Nucella lima*; класс Loricata: *Cryptochiton stelleri*, *Placiphorella borealis*, *Tonicella beringiensis beringiensis*; класс Bivalvia: *Hiatella arctica*, *Kellia commandorica*, *Modiolus kurilensis*, *Monia macroschizma*, *Musculus* sp., *Pholadidae*, *Prothothaca staminea*, *Vilasina pseudovernicensis*.

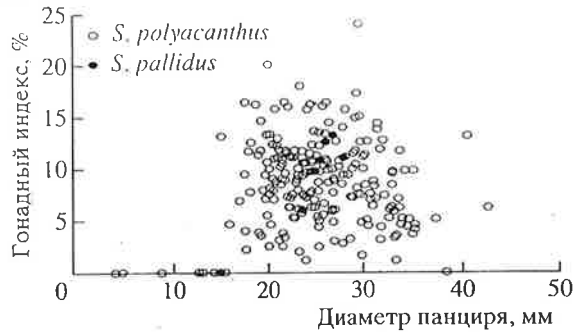


Рис. 4. Гонадный индекс морских ежей в бухте Глинка на контрольной акватории.

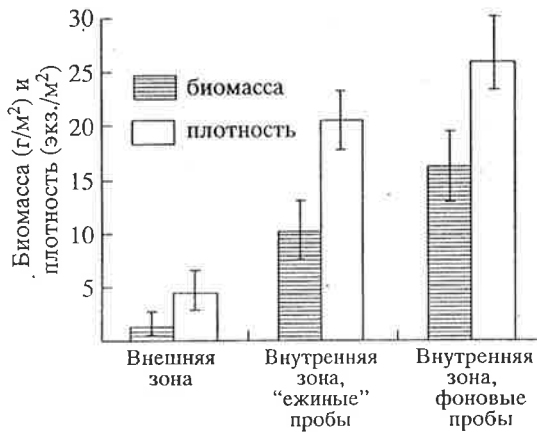


Рис. 5. Средние биомасса и плотность поселения *Dermaturus mandtii* (с указанием ошибки средней) из разных участков контрольной акватории.

Тип Arthropoda, класс Crustacea: *Dermaturus mandtii*, *Hapalogaster grebnitzkii*, Isopoda, Macrura, *Oregonia gracilis*, *Pagurus undosus*, *Pugettia gracilis*, *Semibalanus cariosus*, *Telmessus cheiragonus*.

Тип Echinodermata, класс Asteroidea: *Crossaster papposus*, *Evasterias retifera*, *Henricia* spp., *Leptasterias* spp., *Lethasterias nanimiensis chelifera*, *Solaster* spp., *Stephanasterias albula*; класс Echinoidea: *Strongylocentrotus pallidus*, *S. polyacanthus*; класс Ophiuroidea: *Ophiopholis aculeata*.

Тип Bryozoa: *Flustrellidra* spp.

Тип Chordata, класс Ascidiacea: *Aplidium dubium*, *Aplidium translucidum*, *Aplidium spitzbergense*, *Ascidia callosa*, *Dendrodoa aggregata*, *Styela clavata*.

Морские ежи. В изученном районе встречено два вида правильных морских ежей – *Strongylocentrotus polyacanthus* и *S. pallidus*. Второй вид встречался единично и был представлен небольшими особями. Поэтому при анализе характеристик поселений морских ежей на данной акватории мы сочли возможным объединять данные по обоим видам. Мы также руководствовались пред-

положением, что калан собирает морских ежей независимо от их видовой принадлежности и ориентируется только на размеры.

Наибольшее обилие (биомасса и плотность) ежей отмечено во внутренней зоне изучаемой акватории на участках с расчлененным рельефом, создающим укрытия в виде щелей между валунами или валунами и скалой, а также на описанных выше "ежовых пустошах". Большая биомасса морских ежей в таких биотопах создается главным образом благодаря их более высокой плотности, чем в других участках акватории (в 4 раза больше плотности ежей в фоновых пробах внутренней зоны, и почти в 7 раз больше плотности ежей на внешней границе полей алярии). Средний диаметр несколько больше, чем на других участках, но это отличие недостоверно (рис. 2). Средняя биомасса ежей по всей акватории составила 671.1 ± 133.5 г/м², а плотность – 132.0 ± 19.0 экз./м².

На фоновых участках внутренней части акватории все перечисленные показатели ниже, чем в местах скопления ежей. Однако и биомасса, и плотность ежей на этих участках достоверно превышают таковые на внешней границе полей алярии (рис. 2).

Размерные распределения ежей показывают, что на внешней границе полей алярии доля мелких ежей (около 20 мм) гораздо выше, чем на других исследованных участках, и что в местах скопления ежей выше доля особей более крупного размера. Фоновые участки внутренней зоны занимают промежуточное положение между этими двумя распределениями (рис. 3).

Среднее значение гонадного индекса в период работ составило 8.71 ± 0.28 . При этом не обнаружена зависимость величины гонадного индекса от диаметра панциря и видовой принадлежности ежей (рис. 4).

Размерное распределение морских ежей, добываемых и поедаемых каланом, полученное в результате наблюдений за индивидуальными кормлениями животных (Зименко и др., 1998), показало, что средний диаметр поедаемых ежей почти вдвое выше отмеченного для бентоса. В бентосных пробах было встречено всего несколько морских ежей с диаметром панциря более 40 мм, в то время как в диете калана доля ежей с диаметром около 40 мм составляла чуть более 40%, и было отмечено два ежа диаметром около 80 мм (рис. 3).

Вместе с тем анализ экскрементов (Зименко и др., 1998) показал, что размерное распределение ежей, съеденных каланом, практически не отличается от размерного распределения ежей из мест их концентрации в бентосе (в "ежиных" пробах внутренней зоны) (рис. 3).

Ракообразные. Хотя при прямых наблюдениях практически не было отмечено поедания ракооб-

разных, анализ экскрементов (Зименко и др., 1998) показал, что одна из наиболее часто поедаемых жертв – небольшой крабид *Dermaturus mandtii*.

Как видно из графика (рис. 5), биомасса и плотность крабидов во внешней зоне ниже, чем во внутренней, и наибольшего обилия он достигает в фоновых пробах из внутренней зоны. Различия между крайними значениями статистически достоверны.

Другие ракообразные – жертвы калана – в наших пробах встречались единично или не встречались вовсе.

Двустворчатые моллюски. Из более раннего опыта нам было известно, что калан интенсивно поедает двустворку *Vilasinia pseudovernicensa*, поэтому мы проанализировали обилие и размерный состав этого вида в разных участках акватории. Ни средняя биомасса, ни средняя плотность, ни средний диаметр этого вида не различаются достоверно во внутренней и внешней зонах акватории (рис. 6). Однако на внешней границе пояса алярии был обнаружен небольшой водоросли *Ptilota* sp., на которой в больших количествах обитала эта двустворка (на графиках обозначены как пробы 41 и 42). В поселениях на птитоте плотность на порядок превышает плотность из других участков, но из-за большого количества молоди средний размер меньше, а биомасса существенно больше. Размерные распределения двустворок с птитоты и из других участков внешней и внутренней области различаются (рис. 7). Вероятно, заросли *Ptilota* spp. представляют собой более подходящий субстрат для молоди, чем обычный доминирующий вид багрянок *Neoptilota asplenioides*.

Как показал анализ экскрементов (Зименко и др., 1998), довольно значительную роль в питании калана может играть двустворчатый моллюск *Hiatella arctica*, в массе заселяющий толщу и внутренние полости известковой корковой кораллиновой водоросли *Clathromorphum nereostratum*. По нашим наблюдениям, обилие хиателлы связано с массой водоросли неоднозначно и пока не поддается интерпретации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами данные по обилию пищевых объектов калана на разных участках контрольной акватории оказались неожиданными для нас самих. Априори мы предполагали, что места концентрации кормлений каланов будут совпадать с участками, более богатыми пищевыми объектами. Таковые оказались расположены во внутренней зоне бухты, которая характеризуется большим обилием ежей, что можно отчасти объяснить сильной расчлененностью рельефа, созда-

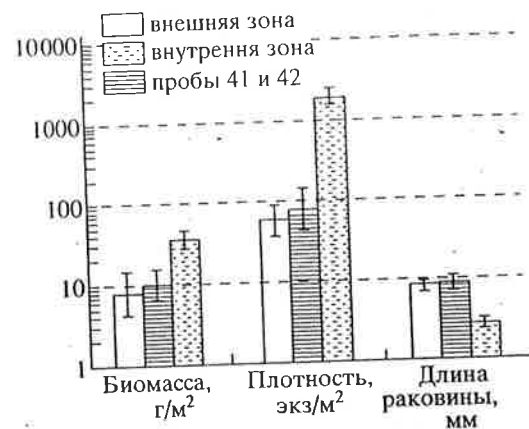


Рис. 6. Средние биомасса, плотность поселения и длина раковины *Vilasinia pseudovernicensa* (с указанием ошибки средней) из разных участков контрольной акватории.

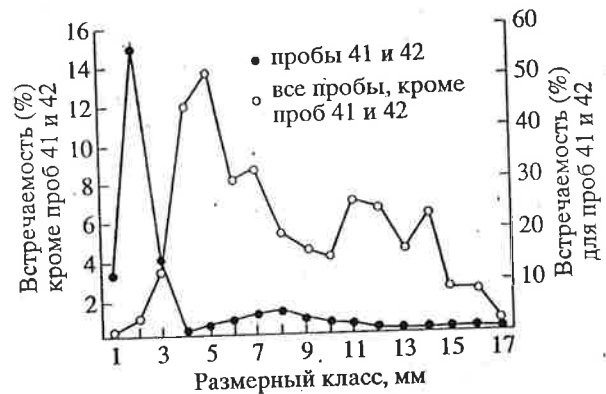


Рис. 7. Размерная структура поселений *Vilasinia pseudovernicensa*.

ющей хорошие условия для их концентрации. Для внешней зоны, напротив, характерен сглаженный рельеф, ежи там немногочисленны и в среднем мельче, чем во внутренней зоне. Обилие крабидов также выше во внутренней зоне, чем во внешней. Однако перед началом гидробиологических исследований именно во внешней зоне наблюдалось 86% всех кормлений (Зименко и др., 1998).

Теоретически можно предложить следующие объяснения такой ситуации.

1) Бедность внешней зоны кормовыми ресурсами как раз и является результатом активного кормодобыывания.

Такое объяснение очевидно для крупномасштабных исследований. В нашем же случае каланы кормились на обедненных участках при наличии буквально здесь же гораздо более богато заселенной бентали.

и позволяют достоверно описать обобщенную картину распределения бентоса и происходящих измерений, могут привести к заниженной оценке запасов тех или иных бентосных организмов на конкретных участках.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы полагаем, что хотя хищничество калана и оказывает значительное влияние на качественный и количественный состав донного населения, состояние кормовой базы калана на о-ве Медный вряд ли находится в критическом состоянии. Изменение численности каланов на о-ве Медный вероятно не связано с ее истощением, и обилие кормовых ресурсов в настоящий момент не является определяющим фактором в формировании популяционной структуры командорских каланов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящее исследование проведено по совместной программе Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО) и Камчатского института экологии и природопользования (КИЭП ДВО РАН). Программа предложена сотрудниками КамчатНИРО и профинансирована этой организацией. Обеспечение водолазных работ осуществлялось В.И. Шалухановым (КИЭП ДВО РАН). К.Э. Санамян принимал активное участие в сборе и обработке проб бентоса, а Н.П. Санамян (КИЭП ДВО РАН) и Н.А. Татаренкова (Командорский государственный заповедник) – в разборке собранного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бурдин А.М., Севостьянов В.Ф., 1987. Изменение питания калана на о. Медном // Каланы и котики Командорских островов. Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное изд-во, камчатское отд. С. 8–10.
- Зименко Н.П., Шевченко Н.И., Санамян Н.П., Ивановна Е.А., Ржавский А.В., 1998. Кормодобывающая деятельность калана на ограниченной акватории (бухта Глинка, остров Медный, Командорские о-ва). I. Визуальные наблюдения и копрологический анализ // Зоол. журн. Т. 77. № 9.
- Зорин А.В., 1984. Распределение и биомасса основного корма калана на Командорских островах (результаты исследований в 1979–1982 гг.) // Научно-исслед. работы по мор. млекопит. сев. части Тихого океана. М.: ВНИРО. С. 68–75.
- Ошурков В.В., Бажин А.Г., Лукин В.И., 1991. Изменение структуры бентоса Командорских островов под влиянием хищничества калана // Природные ресурсы Командорских островов. М.: Изд-во МГУ. С. 171–185.
- Ошурков В.В., Бажин А.Г., Лукин В.И., Севостьянов В.Ф., 1989. Хищничество калана и структура сообществ бентоса Командорских островов // Биол. моря. № 6. С. 50–60.
- Севостьянов В.Ф., Бурдин А.М., 1987. Популяция калана о. Медного и оптимальная емкость местобитания // Каланы и котики Командорских островов. Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное изд-во, камчатское отд. С. 19–23.
- Сидоров К.С., Бурдин А.М., 1986. Исследование кормовых ресурсов камчатской популяции калана // Научно-исслед. работы по мор. млекопит. сев. части Тихого океана в 1984–85 гг. М.: ВНИРО. С. 107–116.
- Сидоров К.С., Севостьянов В.Ф., Бурдин А.М., 1987. Подводные исследования кормовой базы командорского калана и перспективы роста его численности // Каланы и котики Командорских островов. Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное изд-во, камчатское отд. С. 30–33.
- Шутиков А.М., 1971. Влияние трофического фактора на численность и распределение калана на средних и северных Курильских островах // Морские млекопитающие. М.: Наука, 1971. С. 217–226.
- Шутиков А.М., Лукин В.И., 1977. Макробентос сублиторали некоторых островов Большой Курильской гряды как источник кормовой базы калана // Морские млекопитающие. М.: Наука. С. 227–239.
- Estes J.A., Duggins D.O., 1995. Sea otters and kelp forests in Alaska: generality and variation in a community ecological paradigm // Ecol. Monogr. V. 65. № 2. P. 75–100.
- Estes J.A., Harrold C., 1988. Sea otter, sea urchin and kelp beds: some questions of scale // The community ecology of sea otters. Berlin. P. 116–150.
- Estes J.A., Palmisano J.F., 1974. Sea otters: their role in structuring nearshore communities // Science. V. 185. P. 1058–1060.
- Estes J.A., Smith N.S., Palmisano J.F., 1978. Sea otter predation and community organization in the western Aleutian Islands, Alaska // Ecology. V. 59. № 4. P. 822–833.
- Riedman M.L., Estes J.A., 1988. A review of the history, distribution and foraging ecology of sea otters // The community ecology of sea otters. Berlin: Springer-Verlag. P. 4–21. – 1990. The sea otter (*Enhydra lutris*): behavior, ecology, and natural history // Biol. Rep. U.S. Dep. Inter. Fish. and Wildl. Serv. V. 90. № 14. 127 p.
- Simenstad C.A., Estes J.A., Kenyon K.W., 1978. Aleuts, sea otters, and alternate stablestate communities // Science. V. 200. № 4340. P. 403–411.

2) В ходе работ мы случайно не обнаружили во внешней зоне имеющихся там мест концентрации ежей или других кормовых объектов. Так, показано (Riedman, Estes, 1990), что каланы могут интенсивно промысливать двустворчатых моллюсков там, где водолазы их не находят.

В нашем случае это маловероятно. Во внутренней зоне станции для сбора бентоса выбраны произвольно, но концентрации ежей бросались в глаза в пределах видимости водолаза. Внешняя зона производила впечатление бедной во всех отношениях. Насколько мог видеть водолаз, пейзаж был практически однородный. Хотя возможности водолазов уступают возможностям калана, все же трудно было бы не заметить скоплений ежей, аналогичных таковым из внутренней зоны.

3) Ежи во внутренней зоне были пустые, не питательные.

Это не так, поскольку средний гонадный индекс был достаточно высок (8.7%), а у отдельных особей достигал 25% (рис. 4). Можно отметить, что для промышленной добычи ежей минимальная допустимая величина гонадного индекса равняется 8%. Следовательно, причиной, по которой каланы предпочитали держаться во внешней зоне бухты, не являлась малая наполненность ежей гонадами.

4) Каланы питались чем-то другим в связи с сезонным подходом какого-либо вида-жертвы, например, рыбы песчанки (*Ammodytes* sp.), кормления которой были зарегистрированы во внешней зоне (Зименко и др., 1998). Вероятно также, что компонентом питания калана во внешней зоне являлись двустворчатые зарывающиеся моллюски, обитающие на песчаном грунте за внешним поясом алярии.

Поскольку исследования на песчаном грунте нами не проводились, а визуальные наблюдения на таком расстоянии не позволяли идентифицировать объект питания (кроме песчанки), ничего определенного по этому поводу сказать нельзя.

5) Вероятно, распределение каланов на контрольной акватории в период исследований было aberrantным.

Их перераспределение в период наблюдений непосредственно перед водолазными работами могло произойти в результате шумового воздействия браконьерского судна, проводившего 21 июля (в первый день наблюдений) многочасовое траление в прибрежной зоне. Во второй период наблюдений, спустя месяц после траления, распределение каланов стало возвращаться к ожидаемому, наблюдавшемуся в 1993 г., когда именно во внутренней зоне животные кормились наиболее часто (Зименко и др., 1998).

Весьма интересно, что каланы во внутренней зоне питались значительно более крупными ежами, чем те, которые были собраны в ходе наших

подводных исследований (рис. 3). Аналогичная закономерность в селективном отборе жертв по размерам была отмечена и в американской части ареала (Riedman, Ester, 1990; Estes, Duggins, 1995).

С другой стороны, размерное распределение ежей из экскрементов (Зименко и др., 1998) вполне соответствовало распределению диаметров ежей из мест их концентрации внутренней зоны бухты Глинка (рис. 3). Это, скорее всего, связано с тем, что собранные экскременты были оставлены весной и/или во время шторма, когда каланы кормились близко у берега и не могли производить селективный отбор добычи.

Тем не менее, каковы бы ни были причины, заставлявшие каланов в период исследований держаться во внешней зоне бухты, по нашим данным, внутренняя ее зона вполне богата пищевыми ресурсами и может поддерживать группу на данной акватории.

Еще одним очень важным моментом является сам факт нахождения значительных скоплений ежей и других кормовых объектов в местах, длительное время используемых каланами для фуражирования. При этом уменьшения их обилия с 1972 г. (Шитиков, годовой отчет за 1973 г., КамчатНИРО) не произошло. Так, средняя биомасса морских ежей по данным Шитикова составляла 217.5 г/м², по нашим – 671.1 г/м²; средняя биомасса ракообразных 17.63 г/м² и 10.44 г/м² (только *D. mandtii*) соответственно, а двустворчатых моллюсков 11.01 и 52.78 г/м². К сожалению, более детально рассматривать в сравнительном аспекте данные Шитикова трудно, поскольку: 1) нам не известно, биомасса каких именно видов (групп) подсчитывалась в 1972 г.; 2) способы взятия проб различаются.

Более того, средняя биомасса ежей на изученной акватории достоверно превышает среднюю биомассу по о-ву Медный в целом (на глубине 5–10 м) в 1986 г. (Ошурков и др., 1989, 1991) и в 1992 г. (наши неопубликованные данные).

С другой стороны, достоверно показано (Шитиков, 1971; Шитиков, Лукин, 1977; Estes, Palmisano, 1974; Estes et al., 1978; Simenstad et al., 1978; Зорин, 1984; Сидоров, Бурдин, 1986; Сидоров и др., 1987; Бурдин, Севостьянов, 1987; Севостьянов, Бурдин, 1987; Estes, Harrold, 1988; Riedman, Estes, 1988, 1990; Ошурков и др., 1989, 1991; Estes, Duggins, 1995), что хищничество калана сильно сказывается на обилии и размерном составе популяций морских ежей и других кормовых объектов в сторону их уменьшения. Неожиданный характер полученных нами результатов обусловлен, скорее всего, тем, что они добыты в ходе детального исследования небольшой ограниченной акватории, тогда как остальные сравниваемые данные – результат крупномасштабных гидробиологических съемок. Последние, по-видимому, хотя

**FORAGING OF SEA OTTER IN LIMITED WATER AREA
(GLINKA BAY, MEDNYI ISLAND, THE COMMANDER ISLANDS):
STATE OF FOOD RESOURCES**

E. A. Ivanyushina¹, A. V. Rzhavskii¹, N. P. Zimenko², I. N. Shevchenko²

¹*Kamchatka Institute of Ecology and Nature Management, Russian Academy of Sciences,
Petropavlovsk-Kamchatskii 683000, Russia*

²*Kamchatka Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatskii 683000, Russia*

The limited water area (about 0.16 km²) inhabited by sea otters was studied using the SCUBA method. Samples were collected from zones of intensive and occasional foraging at a depth of 4–12 m. The average biomass of the sea urchin *Strongylocentrotus polyacanthus* (preferable prey of sea otter) from the area was 671.1 g/m², their mean density was 132.0 ind/m². Distribution of sea urchins over the studied area was irregular, sites with poor food resources were more often used for foraging. The mean diameter of sea urchins in these sites was smaller than in those from occasionally used habitats. Sizes of sea urchins as well as of other preys of sea otters, such as *Dermaturus mandtii* and *Vilasina pseudovernicosa*, are considered. Possible causes of high foraging activity in sea otters in the sites with poor food resources are discussed. A decrease in the sea otter numbers in Mednyi island appears not to be related with exhaustion of food resources.