

SEA OTTER FORAGING OVER A LIMITED MARINE AREA IN GLINKA BAY (MEDNY ISLAND, THE COMMANDER ISLANDS): VISUAL OBSERVATIONS AND SCATOLOGICAL ANALYSIS

©1998 N. P. Zimenko¹, I. N. Shevchenko¹,
N. P. Sanamyan², E.A. Ivanyushina², A. V. Rzhavsky²,

¹ Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatski, 683000 Russia.

² Kamchatka Institute of Environmental Management, Far Eastern Division of the
Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000 Russia.

Accepted for publication 09/11/1996.

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

Visual observations of a limited marine area (about 0.16 km²) populated by sea otters were conducted using the methods of instantaneous and scan sampling and focal animal sampling. Zones of intensive and occasional foraging by sea otters were identified. During the observations period the otters preferred foraging near the exterior boundary of the sample area. Early morning and evening peaks in the foraging activity were observed. Sea urchins *Strongylocentrotus polyacanthus* and *S. pallidus* were the main prey species. Preferred sizes of harvested sea urchins were 4-5 cm in diameter. In most cases sea otters brought 4-12 urchins. The number of harvested urchins did not depend on the time otters spent underwater. The scatological analysis revealed 39 prey species, represented, in addition to sea urchins, mostly by crustaceans, chitons and bivalves. Among consumed urchins recovered from the scat 25 mm individuals appeared to predominate. The size difference between observed sea otter prey and that recovered from scat is probably caused by the fact that the analyzed feces had been deposited in springtime and/or during storms when sea otters could not be selective in their choice of prey.

According to marine survey data, the abundance of Commander Islands population of sea otters (*Enhydra lutris*) decreased from 3,600 to 2,300 during the period from 1990 to 1993 (Zimenko, 1995; Zimenko, Shevchenko, 1995). The drop in numbers occurred due to increased mortality of males on Bering Island, which resulted in considerable changes in the sex and age structure and distribution within the population. The causes of such changes remain unknown, although several hypotheses have been proposed. One of them explains the decline through food source depletion. A number of scientists (Kenyon, 1969; Shitikov, 1971, and others) believe that the abundance and condition of sea otter populations and sub-populations depend primarily on the condition of their prey species, sea urchins in particular. Others (Estes et al, 1981; Kvitek et al, 1993) espouse the view that profusion of food resources is not the main factor affecting internal population processes. The data collected by Estes, Kvitek and their coauthors (Estes et al, 1981; Kvitek et al, 1993) demonstrate that in some areas where traditional

food sources become depleted sea otters switch to other species or (as is the case in the Aleutians) continue preying on their traditional sources notwithstanding their obvious decline as revealed by hydro-biological studies.

Researchers have studied the effect of sea otter foraging on populations of benthic invertebrates for some time. Most of those studies fall into one of two kinds. The first kind is monitoring, i. e. tracking the abundance, size and age structure, and other characteristics of invertebrate populations in areas of manifested changes in sea otter abundance. The second type of studies focuses on comparing characteristics of prey-species in areas where sea otters are present and those where they are absent (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, Harrold, 1988; Reidman, Estes, 1988, 1990; Oshurkov et al, 1989, 1991; Estes, Duggins, 1995).

The purpose of this research was to study sea otter foraging and prey species condition as one of the possible factors affecting sea otter abundance in the Commander Islands. For this study we developed and applied a new method of concurrent and complimentary research of sea otter foraging spectrum and its effect on benthic populations using data obtained through visual observations, hydro-biological studies of a sample area, and a scatological analysis. This paper describes the results of visual observations and a scatological study to identify sea otters' strategy of foraging in the sample area and the composition of their prey.

Figure 1. Study area chart indicating location of diving sites (1 – 14). A – left side of the chart. B – right side of the chart. B – the charts' connecting line. 1-18 – numbers of horizontal rows starting from the shore. I – weed free areas; II – occasional alaria beds; III – alaria groves/fields of average density; IV – dense alaria fields; V – rocks.

MATERIALS AND METHODS

Field studies were performed between July 21 and August 29, 1995, on Medny Island over a sample area of about 0.16 km² (0.35 X 0.45 km) in the left part of Glinka Bay. The boundary of the sample area ran along the reef known and Lesser Beaver Pillars on the left (though this name is not indicated on charts) and a nameless reef at the edge of the sandy beach on the right. The area was tentatively divided into two zones: interior and exterior with the outer edge of a belt of brown algae (*Alaria fistulosa*) serving as boundary between them. The format and procedure for observations were developed on the basis of preliminary data on sea otters' use of the area collected in the summer of 1993. Between the 21st and 30th of July, 1995, three observers conducted visual observations during daylight hours (from 8 a.m. to 9 p.m.) from a stationary location using standardized charts (Figure 1) with a square grid. The charts depicted alaria fields and groves of various density, reefs and the main emergent rocks, which served as reference points. The chart was drawn from a panoramic photo of the sample area taken from the observation point; therefore Figure 1 has no indication of scale.

The time of day, wherever indicated, is Summer time, which is two hours ahead of the standard zonal time. Two different methods were employed in visual observations: the instantaneous and scan-sampling method and focal animal sampling method (Altmann, 1974). The first method requires the observer to record on the chart the number of sea otters and all their foraging locations every 20 minutes in the course of 4-6 hours. A total of 158 charts were produced after 70 hours of observations. To analyze foraging intensity during the day, eleven hour-long intervals were singled out (from 8 a.m. to 7 p.m.) and 14 charts were drawn for each interval. The data from all the charts were compiled into one which was then used to calculate the summary number of foraging activities in each square and identify the intensity of sea-otter foraging in the sample area. Following visual observations, diving and hydro-biological studies were conducted in the area between August 1 and 15, and after that visual observations continued on August 16-29 (using only the instantaneous and scan-sampling method) to compare the data on the intensity of sea otter foraging in the 18 lateral strata (or rows on the chart) into which the sample area had been divided (Figure 1). For each row we counted the number of foraging spots (or dives) and their percentage of the total number of foraging dives registered in the area. In the first observation period were recorded 220 foraging dives, and in the second 244.

The second method required two observers watching preselected foraging sea otters. The first observer recorded locations where the otter dived and surfaced, its movements between different sectors of the sample area and changes in behavior and activity recording the information on the chart. The other observer recorded the sex of each foraging otter, the quantity, quality and sizes of prey, timed the feedings and registered other behaviors and activities occurring in conjunction with the catching and consumption of prey. All information was recorded using a voice recorder. To identify the time spent on food procurement and consumption, we counted only those dive and surfacing behaviors that did not involve any other activities. Visual observations of preselected foraging otters were conducted in those locations where the distance between the observer and the selected animal did not exceed 200 m (maximum distance determined by the capabilities of our optical equipment – ZRT 30 X 60 telescope and BPC 12 X binoculars).

Additionally, divers observed sea otter behavior underwater, noting their reaction to the noise from the motor boat and the presence of divers.

We observed a total of 22 individual foraging behaviors of sea otters including 4 foraging behaviors of single females, 11 foraging behaviors of females with cubs and 7 foraging behaviors of two territorial males. A total of 273 foraging dives and surfacings were analyzed including 91 that were not linked to any other activities.

Prey sizes were estimated relative to the size of the sea otter's paw. To ensure correct visual identification of the consumed sea urchins' diameters, the observer was tested by being shown sea urchins of various sizes from a distance of about 120 m (similar to the distance to observed sea otters in the water). A total of 74 sea urchins

collected by divers during area sampling were shown to the observer. The estimated sizes were then compared to the actual sizes of the sea urchins.

Weather conditions (sea condition, wind strength, cloud cover, and precipitation) were also monitored during the study to track their possible effect on the study data.

Additionally, to identify sea otters' prey spectrum as well as size composition of consumed prey, 28 scat samples were collected from the reef along the right boundary of the study area. The feces had most probably been deposited in the spring and/or during a storm. The scat was processed to establish the species and, if possible, the number of consumed prey.

In large scat samples the abundance of consumed sea urchins was estimated by counting the total number of teeth from the Aristotle's lanterns and dividing it by 5. In small samples the teeth were sorted by size. The number of sea urchins was then estimated for each size separately. The number of hermit crabs and other craboid species was estimated by the number of walking-leg tips divided by 6 and separately by the moveable portions of the left and right claw pincers. A similar process was used to count the number of spider-crabs, except that the number of their leg-tips was divided by 8. The number of isopods was identified by counting their telsons. Bivalves were counted by the number of unpaired valve apices and half the number of paired apices. We counted opercula, columellas, and (for limpets) apices for Gastropods; back plates for Chitons; jaws for Nereid Polychaetes, and tubes for Sabellid Polychaetes. We extracted from the scat and measured 883 teeth of *Strongylocentrotus polycanthus* and 133 teeth of *S. pallidus*. Teeth measurements were accurate to 0.025 mm. To standardize the measurement error, all measurements were taken by the same person. Later, diameters of sea urchins found in the scat were reconstructed according to the following formula:

$$D = 13.0631 \times (w + h)^{1.2325}$$

Where w is the width of the tooth and h is its height (Ryazanov, 1991).

Table 1. Weather conditions during the time of visual observations in 1995.

Date	Sea condition	Cloud cover	Wind	Precipitation
07.21	Low seas	High clouds	Light	None
07.22	Low seas	Low clouds	Light	None
07.23	Low seas	Low clouds	Light	None
07.24	Calm seas	Low clouds	None	None
07.25	Low seas	Low clouds	Light	None
07.26	Calm seas	Low clouds	Light	Drizzle
07.28	Low seas	High clouds	Light	None
07.29	Calm seas	Low clouds	Light	None
07.30	Calm seas	High clouds	Light	None
08.25	Moderate seas	Low clouds	Light	None
08.26	Ripples	High clouds	Light	None
08.27	Calm seas	Low clouds	Light	None
08.28	Low seas	Low clouds	Light	None
08.29	Low seas	Low clouds	Light	None

RESULTS

Meteorological conditions. Meteorological conditions were sufficiently stable during the entire period of observations (Table 1) and therefore could not have affected animal behavior in any significant way.

Dynamics of sea otter abundance in the sample area. The total number of sea otters in the sample area (Figure 2) varied from day to day, but abundance fluctuations within each observation interval were not significant. The smallest number of otters recorded in the sample area was 2, and the largest was 60, however, usually the abundance remained between 6 and 30. The variation coefficient (C_v) was 61%. The average abundance for the observation period was 18 ± 0.87 animals, and the linear density of 29 animals per 1 km of shoreline. Animal abundance during daylight hours (according to the summary data for all observation days) tended to go down towards the end of the day (Figure 3).

Figure 2. Average sea otter abundance dynamics (with the error of mean) in the sample area during the period of observations.

Vertical axis: Average abundance during daylight hours

Horizontal axis: July, August, Data

Sea otter foraging in the sample area. The intensity of sea otter foraging varied during the day (Figure 4). We observed two peaks in the foraging activity: the morning peak occurring before 9 a.m., and the evening one occurring after 4 p.m. The lowest feeding frequency was recorded between 10 a.m. and 1 p.m. after which it would increase. We noticed a significant inverse correlation between changes in sea otter abundance during daylight and foraging intensity (correlation coefficient $r = -0.67$, $P < 0.05$): with an increase in the intensity of foraging the number of sea otters in the sample area went down.

Distribution of foraging sea otters in the sample area. Preliminary data obtained in 1993 has shown that foraging sea otters were distributed throughout the sample area unevenly. Firstly, sea otters foraged mostly in thinner alaria fields. Secondly, 55% of all foraging behaviors were recorded in the interior zone of the sample area at a distance of about 130 meters from the shoreline, 34% occurred between sections of dense kelp growth approximately 200 meters from the shore, and only 11% happened outside the outer boundary of the main kelp fields at a distance over 200 meters from the shore.

In 1995 sea otters also appeared to prefer feeding in particular locations, but their distribution throughout the area changed. Having processed the charts, we discovered that during the first period of observations there were three obvious zones of different foraging intensity. The zone of intensive foraging coincided with the outer boundary of the fields of *A. fistulosa* (Figure 1, Rows 14 – 18), and the zone of limited foraging with the interior zone of the sample area including alaria fields (Rows 6 – 13). No foraging was recorded in the near-shore zone (Rows 1 – 5). Eighty six per cent of all foraging behaviors were recorded in the exterior zone. Comparison of data for the first and the second periods of observations revealed that during the second period the number of

foraging behaviors in the previously intensely used zone went down to 51%, which means that the distribution of foraging otters throughout the area changed as well. Those changes are detailed in Table 2.

Qualitative and quantitative composition of prey. Focal animal sampling of foraging sea otters revealed that 250 out of 273 foraging dives were successful (in 23 cases otters failed to catch any prey). In 181 cases out of 250 otters harvested sea urchins. Most often the number of urchins brought up in one foraging dive was 6 – 10 (Figure 5); the largest catch numbered 38 individual sea urchins. In addition to sea urchins, otters harvested sand lances (*Ammodytes sp.*) (2 cases and 35 foraging dives) beyond the outer boundary of the seaweed fields. When foraging for sand lances, sea otters caught a total of 240 fish bringing up an average of 6 – 7 in one dive (the largest number of fish in one take was 12). There were a few isolated cases of foraging for octopus, greenling and opilio crab. Rarely, sea otters brought up sea stars (5) and red algae (once). In the latter case the prey was probably small bivalves *Vilasina pseudovernicosa*, which often inhabits the red algae and which we found in sea otter scat. In three cases the otters brought up rocks. Additionally, 22 harvested objects remained unidentified, although we can ascertain that in three cases they were definitely not sea urchins.

According to visual estimate, diameters of harvested sea urchins varied between 2 and 8 cm (Figure 6) with most urchins measuring from 4 to 5 cm in diameter. The testing of the observer revealed that he tended to underestimate the actual sizes of the urchins. The error was bigger in case of smaller sizes, but in case of larger sea urchins, it did not exceed 15% of their actual size. Therefore, we can assume the estimated size distribution of consumed sea urchins to be fairly accurate.

Analysis of correlation between the number of sea urchins harvested during a foraging dive and the time spent underwater showed that harvesting success was practically independent of the duration of the dive (correlation coefficient of 0.23). A closer significant connection (correlation coefficient of 0.56, $P = 0.05$) was observed between the number of harvested sea urchins and the time of their consumption.

Scatological analysis. The analysis of sea otter feces (Table 3) yielded 39 prey species. Apart from sea urchins, frequently encountered species included some crustaceans, chitons, and bivalves. Analyzing size distribution of *S. polyacanthus* extracted from the scat (Figure 6) revealed that sea otters preferred sea urchins with shell diameters of 2-3 cm.

Figure 3. Dynamics of average sea otter numbers during daylight hours (with the standard error of mean) derived from the data for the entire observation period.
Vertical axis: Average abundance during the hour interval for all days of observations.
Horizontal axis: Time of day

Figure 4. Dynamics of sea otter foraging activities during daylight hours (with the standard error of mean) derived from data for the entire observation period.
Vertical axis: Percentage of foraging otters (average for all days of observations) %.
Horizontal axis: Time of day

DISCUSSION

The presence of peaks in the foraging activities of sea otters on the Commander Islands and in other regions has been mentioned by several authors (Barabash-Nikiforov, 1933; Sevostyanov, 1989; Estes et al, 1982, 1986). We observed afternoon increases in the foraging activities in Topolevsky Bay of Medny Island in 1987 and 1988 as well. Peaks in foraging activities do not always occur and, according to Estes and his coauthors (Estes et al., 1982), may be caused by various factors. Thus, on the island of Amchitka, due to the decline of the main prey species (urchins), sea otters switched to fish, whose biology is tied to brown algae. Since catching fish requires greater expenditure of time and energy, the otters compensated for that by changing their foraging regimen and feeding only during the time when the fish were more readily available. In California (Estes et al, 1986), however, peaks in foraging activities were also present even though sea otters there fed mainly on abundantly occurring benthic invertebrates. The authors suggested that sea otter activity could have been affected by the diurnal changes in the intensity of wind-induced waves.

Table 2. The use of sample area of the bay by foraging sea otters

Row	Percentage of foraging sea otters, %	
	June 15 – 30	August 25 – 29
1 – 5	0	0
6	1.36	0
7	1.36	0.41
8	1.36	0.82
9	0	0.41
10	1.36	2.87
11	0.91	4.51
12	3.18	7.79
13	3.64	11.48
14	14.09	22.54
15	16.36	13.93
16	23.18	18.44
17	22.27	11.89
18	10.91	4.92

Neither of those hypotheses fits our case. Though we did observe sea otters foraging for fish (fish actually made up a considerable share of its diet), the fish was sand lances, which are most easily available in the morning and early afternoon when they “sit” on the bottom (Hydrometeorology, 1993). Therefore the evening activity peak cannot possibly be linked to its daily biological rhythms. Nor could the foraging activity have been affected by the wind-induced wave intensity since the weather was mostly calm and windless during our observations (Table 1).

Figure 5. Frequency of various numbers of sea urchins harvested during one dive.

Vertical axis: Frequency, %

Horizontal axis: Number of harvested sea urchins.

We believe that observed peaks in foraging activity may be connected to the high and low tide cycles, since during the observation period they appeared to coincide with the morning and the evening high tides. On the one hand a rising water level would lead to the thinning of the surface layers of alaria fields, on the other, dense kelp growths during low tide are more convenient for resting.

Additionally, high tide conditions expand the area available for foraging, allowing for the use of the shallows all the way to the beach. Even though we did not observe any near-shore foraging in the sample area, we often saw it happen in other places.

A decrease in sea otter numbers during increased foraging activity may be explained by the fact that the observer might have missed some of the foraging otters because they were underwater. Alternately, some feeding otters might have simply moved to adjacent areas.

The data on success rate of foraging dives are similar to the information from other regions available from literature (Kvitek et al. 1993; Doroff, DeGange, 1994) and supports the assumption by the last two authors that success of foraging dives is not linked to benthic abundance.

Our observations revealed that linear density of otters in the sample area was rather high. According to multiyear data, sea otter density in the region where the sample area is located has shown the least interannual fluctuations and remained quite stable (1994 annual report by I. N. Shevchenko, N.P. Zimenko, KamchatNIRO). Data from literature and reports from other scientists also speak of sea otters' preference for this region (Barabash-Nikiforov et al., 1968; 1978 and 1979 annual reports by B.V. Khromovskikh, KamchatNIRO).

One could expect that intensive and long-term use of the sample area by foraging otters would lead to depletion of prey species including sea urchins. And yet, back in 1973 A.M. Shitikov (1973 annual report of the Fisheries and Oceanography Research Institute, Vladivostok) described a great abundance of sea urchins around the sample area. Our visual observations (see above) and hydro-biological studies (Ivanyushina et al., 1998) showed that today, too, sea urchins' abundance in the benthos remains quite high while they continue to be sea otters' preferred prey.

Table 3. The list and abundance of invertebrate and other prey species revealed by the analysis of sea otter scat collected in Glinka Bay (28 feces samples)

Species	<i>n</i>	%	<i>X</i>	<i>S_x</i>
[Table in Latin]				

Note: n – species' occurrence in the feces; % - the same as percentage; X – average abundance of the species in the feces where it is present (number of individuals); S_x – error of the mean for the $N+$ index.

Figure 6. Size distribution of sea urchins harvested by otters according to visual observations and scatological analysis data.
Vertical axis: Frequency of occurrence, %
Horizontal axis: Shell diameter. □ – scatological analysis, ■ – visual observations

Interestingly enough, the observed size distribution of sea urchins harvested by otters in the interior zone was quite different from the one obtained as a result of the scatological analysis (Figure 6). Although the number of analyzed feces samples was small and could have been left by just one or two animals, we believe that the results allow for some preliminary conclusions.

As demonstrated by the testing of the observer, the difference in the size distribution can hardly be the result of observer's error. Most probably, the reason for this divergence is that the scat was left in the spring and/or during a storm when the otters were foraging near the shore and could not be very selective in their choice of prey. This assumption is indirectly supported by the fact that the feces contain a lot of isopod and hermit crab remains. These invertebrates are few in the benthos at the studied depths (Ivanyushina et al., 1998), but are abundant on the rocky littoral and in the top layers of the sublittoral zone. Additionally, the size distribution of sea urchins estimated by their teeth in the scat corresponds to the size structure of sea urchin communities in the interior zone (Ivanyushina et al., 1998), which supports the assumption of the lack of selectivity on the part of the otters.

The distribution of otters throughout the sample area deserves special attention. As was mentioned earlier, during preliminary observations in 1993, sea otters foraged mostly in the interior zone with no fluctuations throughout the season. This year the otters foraged mostly in the exterior zone (Table 2) during the first period of observations, while during the second observation period their distribution in the sample area began to resemble that of 1993. We considered several hypotheses as to the reasons for such redistribution, particularly in connection with the results of hydro-biological studies (Ivanyushina et al., 1998). But most likely, it was caused by human disturbance in the form of a poacher vessel that spent many hours trawling the area on the first day of our observations (July 21). We had observed sea otters' reaction to various noises (coming from ships, boats, planes etc.) for several years. In all cases otters had reacted to noise disturbance by changing locations. In addition, we made a preliminary assessment of sea otter distribution throughout the sample area without taking exact counts of their numbers on the eve of the starting date of our observations (on July 20). According to that assessment the distribution of sea otters that day was similar to that observed in 1993.

On the other hand, one may wonder if the sea otter redistribution in the second observation period may have been caused by the work of divers in the sample area. We do not believe it was, moreover, we believe that the otters were returning to their normal

distribution. Observing the animals during diving operations we noticed that short-term noise from the boat motor caused but a brief disturbance among the otters. Often they began foraging where the divers had just finished working, even though they kept some distance away from the working divers. Besides, had the diving operations been a major disturbing factor, the otters would hardly be returning so deeply into this enclosed area. They would more likely be keeping outshore, or leave the area altogether.

This research was conducted under a joint program of the Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO) and Kamchatka Institute of Environmental Management of the Far Eastern Division of the Russian Academy of Sciences (KIEM FED RAS). The program was initiated and financed by KamchatNIRO. K.E. Sanamyan (KIEM FED RAS) and N.A. Tatarenkova (Kommander Islands State Wildlife Preserve) participated in scat sorting and processing.

УДК 574.591.5 + 599.742.4

КОРМОДОБЫВАЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАЛАНА НА ОГРАНИЧЕННОЙ АКВАТОРИИ (БУХТА ГЛИНКА, ОСТРОВ МЕДНЫЙ, КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА): ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КОПРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

© 1998 г. Н. П. Зименко¹, И. Н. Шевченко¹,
Н. П. Сапаян², Е. А. Иванюшина², А. В. Ржавский²

¹ Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский 683000

² Камчатский институт экологии и природопользования ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский 683000
Поступила в редакцию 11.09.96 г.

Визуальные наблюдения на контрольной акватории площадью около 0.16 км², стабильно занимаемой каланами, проведены методами серийно-временных срезов и "избранника". Выделены зоны, используемые каланами для кормодобычания с разной степенью интенсивности. В период наблюдений каналы предпочитали кормиться у дальней от берега границы акватории. Отмечены утренний и вечерний пики кормовой активности. Основным объектом добычи в период наблюдений являлись морские ежи *Strongylocentrotus polyacanthus* и *S. pallidus*. Предпочтительный диаметр добываемых ежей 4–5 см, добыча за одно кормовое погружение чаще всего составляет 4–12 экз. Количество добытых ежей не зависит от времени погружения. По результатам копрологического анализа выявлено 39 объектов питания и других объектов, среди которых, помимо ежей, преобладают некоторые ракообразные, хитоны и двустворчатые моллюски. Доминирующий размер съеденных ежей, обнаруженных в экскрементах, составляет около 25 мм. Различие в размерах добываемых ежей обусловлено, по-видимому, тем, что изученные экскременты были оставлены весной и/или во время шторма, когда каланы не могли осуществлять селективный отбор добычи.

По данным наших морских учетов численность каланов (*Enhydra lutris*) командорской популяции в период с 1990 по 1993 гг. снизилась с 3600 до 2300 ос. (Зименко, 1995; Зименко, Шевченко, 1995). Снижение численности произошло за счет повышенной гибели самцов на о-ве Беринга. В результате произошли существенные изменения в возрастно-половой и пространственной структурах популяции. Причины, приведшие к этим измерениям, неизвестны, хотя существует несколько гипотез. Одна из них базируется на предположении об истощении кормовой базы. Так, одни авторы (Kenyon, 1969; Шитиков, 1971 и др.) считают, что численность и состояние популяций и группировок калана определяется, прежде всего, запасами кормовых ресурсов и, в частности, морских ежей. Другие же (Estes et al., 1981; Шилов, 1988; Kvitek et al., 1993) придерживаются мнения, что обилие кормовых ресурсов не является определяющим фактором, влияющим на внутривидовые процессы. По данным Эстеса и Квитека с соавторами (Estes et al., 1981; Kvitek et al., 1993), в некоторых районах при истощении одних кормовых ресурсов каланы переходят на другие корма или, как, например, на Алеутах, продолжают кормиться традиционными

объектами (при видимом их истощении по результатам гидробиологических исследований).

Влияние хищничества калана на состояние популяций донных беспозвоночных изучается довольно давно, и эти исследования проводятся в двух направлениях. Первое – мониторинг, т.е. отслеживается обилие, размерно-возрастной состав и другие характеристики популяций беспозвоночных в местах, где происходят изменения численности калана, а второе направление – сравнение характеристик популяций видов-жертв в районах, где калан присутствует, и там, где его нет (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; Reidman, Estes, 1988, 1990; Ошурков и др., 1989, 1991; Estes, Duggins, 1995).

Целью наших исследований было изучение кормодобывающей деятельности и состояния кормовой базы калана, как одного из возможных факторов, влияющих на численность его популяции на Командорских о-вах. При этом нами впервые была разработана и апробирована методика практически одновременного сопряженного изучения спектра питания калана и его воздействия

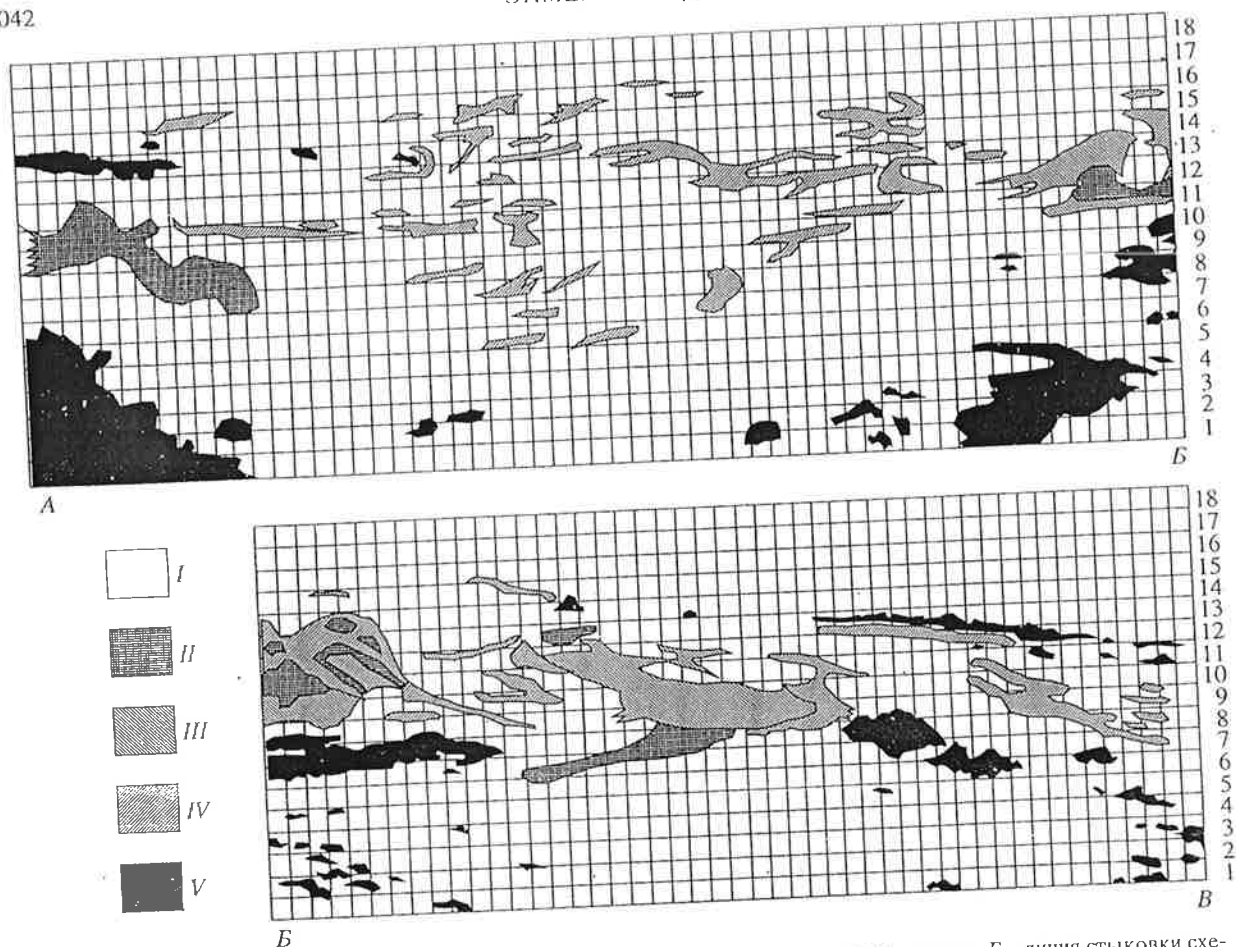


Рис. 1. Схема контрольного участка. А – левая сторона участка, В – правая сторона участка, Б – линия стыковки схемы; 1–18 – номера выделенных горизонтальных поясов в направлении от берега; I – участки, не занятые водорослями; II – участки с очень редкими полями алярии; III – участки с полями алярии средней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

на бентосное население по данным визуальных наблюдений и гидробиологических исследований на ограниченной акватории, а также копрологического анализа. Настоящая часть работы посвящена описанию результатов визуальных наблюдений и копрологического анализа для выяснения особенностей стратегии использования каланом контрольной территории для кормодобывания и состава добываемых кормов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы проведены с 21 июля по 29 августа 1995 г. на о-ве Медный в левой части акватории бухты Глинка на контрольном участке площадью около 0.16 км² (0.35 × 0.45 км). Границами участка были: слева – риф, известный как Малые Бобровые Столбы (хотя это название на картах не приводится), а справа – безымянный риф перед началом песчаного пляжа. Участок условно разбили на две зоны – внутреннюю и внешнюю, границей

между которыми служил внешний край пояса бурой водоросли алярии (*Alaria fistulosa*). Схема наблюдений была разработана на основе предварительных данных об использовании каланами контрольного участка, полученных летом 1993 г. С 21 июля по 30 июля 1995 г. в светлое время суток (с 8 до 9 час) три наблюдателя проводили визуальные наблюдения со стационарной точки с использованием стандартных схем (рис. 1), которые были разбиты на сеть квадратов. На схемы были нанесены поля алярии разной плотности, рифы и основные надводные камни, которые служили ориентирами. В основу схемы была положена панорамная фотография контрольного участка, произведенная из точки наблюдения, поэтому масштаб на рисунке не приводится.

При указании времени суток использовано летнее время, сдвинутое по отношению к поясному на 2 часа вперед.

При проведении визуальных наблюдений применяли две разные методики: метод серийно-вре-

менных срезов (instantaneous and scan-sampling) и метод "избранника" (focal animal sampling) (Altman, 1974). Первый метод предусматривает регистрацию каждые 20 мин (в течение 4–6 ч) наблюдателем общей численности каланов и всех мест кормлений в изучаемой акватории и нанесение данных на схемы. Всего таким образом получено 158 схем (70 ч наблюдений). При этом для анализа интенсивности кормлений в течение дня было выбрано 11 часовых интервалов (с 8.00 до 19.00), по каждому из которых получено, соответственно, по 14 схем. Данные со всех схем были перенесены на единую схему, по которой подсчитывали суммарное число кормлений в каждом квадрате для определения интенсивности использования каланами акватории контрольного участка для кормодобычания.

После визуальных наблюдений на участке в период с 1 по 15 августа мы проводили водолазные гидробиологические работы, по окончании которых 26–29 августа были продолжены визуальные наблюдения (только методом временных срезов для сравнения данных об использовании каланами акватории для кормодобычания по 18 выделенным горизонтальным поясам) (рис. 1). В каждом поясе подсчитывали число кормовых точек (кормовых нырков) и их процент от общего количества все кормовых точек на участке. В первый период наблюдений было зарегистрировано 220 кормовых точек, во второй – 244.

Согласно второму методу, два наблюдателя следили за отдельными кормящимися каланами. Первый регистрировал места заныряний и выныряний, перемещения, места изменения типа активности и наносил эту информацию на схемы. Вторым определял пол каждого кормящегося калана, качественный и количественный состав доставляемых жертв и их размеры, регистрировал сопряженность добычания и поедания пищи с другими типами активности, проводил хронометраж кормлений. Всю информацию записывали на диктофон. При обработке данных для определения "чистого" времени добычания и поедания корма учитывали только те кормовые заныряния и выныряния, которые не были сопряжены с другими типами активности. Визуальные наблюдения за отдельными кормящимися каланами ("избранниками") проводили в основном на акватории, где расстояние от наблюдателя до "избранника" не превышало 200 м и определялось возможностями применяемой оптики (зрительные трубы ЗРТ 30X, 60X и бинокли БПЦ 12X).

Кроме того, при проведении водолазных работ наблюдали поведение каланов, их реакции на шум лодочного мотора и самих водолазов.

Всего пронаблюдали 22 индивидуальных фуражирования каланов: 4 фуражирования самок без детенышей, 11 – самок с детенышами и 7 фу-

ражирований двух территориальных самцов. Всего проанализированы данные 273 кормовых заныряний и выныряний, в том числе 91 не сопряженных с другими типами активности.

Размеры жертв определяли относительно размеров лапы калана. Для оценки правильности определения диаметра поедаемых морских ежей при визуальных наблюдениях было проведено тестирование наблюдателя. С расстояния, соизмеримого с таковым при наблюдениях за каланами (около 120 м), наблюдателю было показано 74 не ранжированных по размерам морских ежей из водолазных проб. Затем сравнивали диаметры, отмеченные наблюдателем, и реальные размеры ежей.

В период исследований регистрировали погодные условия (волнение моря, силу ветра, облачность, осадки) для выяснения их возможного влияния на полученные данные.

Дополнительно для определения спектра питания калана и размерного состава поедаемых объектов собраны 28 экскрементов с рифа, являющегося правой границей изучаемой акватории. Экскременты, вероятно, были оставлены в весеннее время и/или во время шторма. При разборке экскрементов устанавливали видовой состав съеденных объектов и, по возможности, их обилие (количество).

Количество съеденных ежей в больших выборках устанавливали как число зубов аристотелева фонаря, деленное на 5, а в малых выборках зубы сортировали по размерам и оценивали количество ежей для каждой размерной группы отдельно. Подсчет крабидов и раков-отшельников вели по числу когтей ходильных ног, деленному на 6, и раздельно по пальцам правой и левой клешни; крабов-пауков – аналогично, но количество когтей делили на 8. Число изопод устанавливали по количеству тельсонов. Количество двусторчатых моллюсков определяли по числу непарных макушек и половине числа парных макушек, брюхоногих моллюсков – по крышечкам, колумеллам и (для морских блюдечек) по макушкам, панцирных моллюсков (хитонов) – по задним пластинкам, полихет-нерейд – по челюстям, полихет-сабеллид – по трубкам. Из экскрементов калана промерено 883 зуба *Strongylocentrotus polyacanthus* и 133 зуба *S. pallidus*. Размеры зубов измеряли с точностью до 0.025 мм. Для стандартизации ошибки измерений все промеры были сделаны одним человеком. В дальнейшем диаметры ежей из экскрементов были восстановлены согласно формуле

$$D = 13.0631 \times (w + h)^{1.2325},$$

где w – ширина зуба, h – высота зуба (Рязанов, 1991).

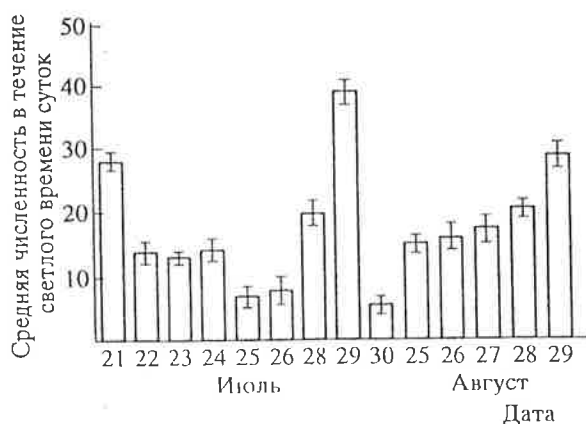
Таблица 1. Погодные условия в период визуальных наблюдений в 1995 г

Дата	Волнение моря	Облачность	Ветер	Осадки
21.07	слабое	высокая	слабый	нет
22.07	»	низкая	»	»
23.07	»	»	»	»
24.07	штиль	»	нет	»
25.07	слабое	»	слабый	»
26.07	штиль	»	»	бус
28.07	слабое	высокая	»	нет
29.07	штиль	низкая	»	»
30.07	»	высокая	»	»
25.08	умеренное	низкая	»	»
26.08	небольшая рябь	высокая	»	»
27.08	»	низкая	»	»
28.08	слабое	»	»	»
29.08	»	»	»	»

РЕЗУЛЬТАТЫ

Метеорологические условия. В течение всего периода наблюдений погодные условия были достаточно стабильны (табл. 1) и не могли оказывать существенного влияния на поведение животных.

Динамика численности каланов на контрольном участке. Общая численность каланов на контрольном участке (рис. 2) значительно варьировала по дням, однако в течение каждого интервала наблюдения изменения были незначительны. Минимальное число каланов на участке было 2, а максимальное 60, одна-

**Рис. 2.** Динамика средней численности каланов (с указанием ошибки средней) на контрольном участке за время наблюдений.

ко, как правило, численность колебалась от 6 до 30 ос. Коэффициент вариации (C_v) составил 61%. Средняя же численность за все дни наблюдений 18 ± 0.87 ос., а линейная плотность – 29 ос. на 1 км береговой линии. Численность животных в течение светлого времени суток (по суммарным данным по всем дням наблюдений) постепенно снижалась к концу дня (рис. 3).

Кормовая активность каланов на контрольном участке. Активность кормлений каланов в течение дня (рис. 4) была неравномерной: наблюдалось два пика кормлений – утренний (до 9.00) и вечерний (с 16.00). Минимальная частота кормлений наблюдалась с 10 до 13 час, после чего начинала возрастать. Между изменениями численности каланов в течение светлого времени суток и интенсивностью кормления активности наблюдалась достоверная обратная связь (коэффициент корреляции $r = -0.67$, $P < 0.05$): с повышением кормовой активности каланов на участке становилось меньше.

Использование каланами акватории контрольного участка для кормодобычания. Предварительные данные 1993 г. показали, что каланы используют акваторию контрольного участка неравномерно. Во-первых, места кормлений в большинстве случаев были приурочены к разрешенным полям алярии. Во-вторых, 55% всех кормлений было зарегистрировано во внутренней зоне акватории на расстоянии около 130 м от береговой линии, 34% – между плотными участками основного кельпа на расстоянии не более 200 м от берега и только 11% располагались за внешней границей основного поля и были удалены от берега на расстояние, превышающее 200 м.

В 1995 г. каланы использовали данную акваторию для кормодобычания также неравномерно, однако характер ее использования изменился. Обработка схем показала, что в первый период наблюдений явно обозначились три зоны с различной интенсивностью использования. Зона интенсивного использования совпала с внешним краем полей *A. fistulosa* (рис. 1, пояса 14–18); зона ограниченного использования – с внутренней областью акватории, включая область, занятую полями алярии (пояса 6–13); зона, в которой каланы не кормились, – с прибрежной полосой (пояса 1–5). Во внешней зоне было зарегистрировано 86% всех кормлений. Сравнение этих данных в первый и второй периоды визуальных наблюдений показало, что в первоначально интенсивно используемой зоне число кормлений снизилось до 51%, т.е. характер использования акватории каланами для кормодобычания изменился. Более детально эти изменения отражены в табл. 2.

Качественный и количественный состав добываемых кормов. По резуль-

татам наблюдений за отдельно кормящимися каланами из 273 зарегистрированных кормовых погружений 250 были результативными (в 23 случаях пища не была добыта). Из них в 181 случае каланы добывали ежей. Наиболее часто количество добытых ежей за 1 нырок составляло 6–10 штук (рис. 5), максимальная добыча – 38 ежей. Кроме кормлений ежами зарегистрированы кормления рыбой песчанкой (*Ammodytes* sp.) (2 случая – 35 кормовых нырков) за внешней границей водорослевых полей. При кормлении песчанкой общая ее добыча составила 240 шт. В среднем за один нырок добывалось 6–7 рыб, максимальная добыча 12 шт. Были отмечены также отдельные случаи кормлений осьминогом, терпугом и крабом-стригуном. Иногда каланы доставали звезд (5 шт.), красные водоросли (1 раз). В последнем случае объектом питания, скорее всего, служили небольшие двусторчатые моллюски *Vilasina pseudovernicosa*, часто в обилии поселяющиеся на красных водорослях и встречающиеся в экскрементах калана. В четырех случаях каланы доставали камни. Кроме того, 22 добытых объекта не были идентифицированы, причем в трех случаях это были точно не ежи.

Диаметр добытых ежей по визуальной оценке варьировал от 2 до 8 см (рис. 6), наиболее часто каланы добывали ежей 4–5 см в диаметре. Тестирование исследователя показало, что размеры ежей при наблюдении несколько занижаются. Наибольшая ошибка отмечена для мелких размеров классов, однако при повышении размерного класса ошибка не превышает 15% от реального размера ежей, так что описанное размерное распределение поедаемых ежей можно считать близким к истинному.

Анализ зависимости количества добытых ежей от времени нахождения каланов под водой во время кормового погружения показал, что успех нахождения добычи практически не зависит от времени погружения (коэффициент корреляции 0.23). Более тесная достоверная связь (коэффициент корреляции 0.56, $P = 0.05$) отмечена между количеством добытых ежей и временем их поедания.

Копрологический анализ. Анализ экскрементов калана (табл. 3) выявил 39 объектов питания, среди которых, кроме ежей, часто встречались некоторые ракообразные, хитоны и двусторчатые моллюски. Частотное распределение размеров *S. polyacanthus* из собранных экскрементов (рис. 6) показало, что наиболее предпочитаемыми были ежи с диаметром панциря 2–3 см.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наличие пиков в кормовой активности каланов у Командорских о-вов и в других регионах

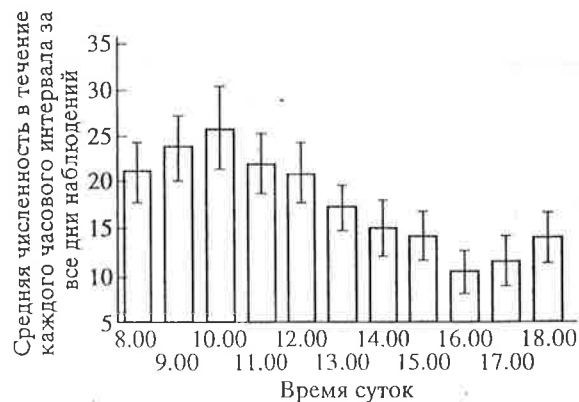


Рис. 3. Динамика средней численности каланов (с указанием ошибки средней) в течение светлого времени суток по данным всех дней наблюдений.

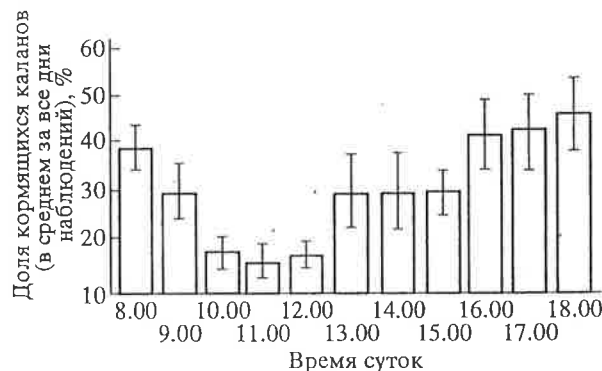


Рис. 4. Динамика активности кормления каланов (с указанием ошибки средней) в течение светлого времени суток по данным всех дней наблюдений.

было отмечено неоднократно (Барабаш–Никифоров, 1933; Севостьянов, 1989; Estes et al., 1982; 1986). Повышение кормовой активности во второй половине дня наблюдалось также нами в бухте Тополевской на о-ве Медном в 1987 и 1988 гг. Пики активности наблюдаются не всегда и, по мнению Эстеса с соавторами (Estes et al., 1982) могут быть обусловлены разными причинами. Так, на о-ве Амчитка в связи с истощением основного кормового ресурса (морского ежа) в питании каланов значительную долю стали составлять рыбы, биология которых связана с бурными водорослями. Энергетические и временные затраты на поимку рыбы должны быть гораздо выше, поэтому каланы компенсировали их изменениями суточных ритмов, кормясь только в то время суток, когда рыба является более доступной. Однако в Калифорнии (Estes et al., 1986) также наблюдались пики кормовой активности, хотя основными объектами питания каланов были донные беспозвоночные, запасы которых не истощены. В дан-

Таблица 2. Характер использования каланами контрольной акватории для кормодобывания

Пояс акватории	Доля кормлений, %	
	15–30 июня	25–29 августа
1–5	0	0
6	1.36	0
7	1.36	0.41
8	1.36	0.82
9	0	0.41
10	1.36	2.87
11	0.91	4.51
12	3.18	7.79
13	3.64	11.48
14	14.09	22.54
15	16.36	13.93
16	23.18	18.44
17	22.27	11.89
18	10.91	4.92

ном случае авторы предположили, что на активность каланов могло оказывать влияние суточное изменение интенсивности ветровых волн.

В нашем случае ни одна из этих гипотез не подходит. Так, хотя мы наблюдали кормления рыб (и она составляла значительную часть в диете), это была песчанка, наиболее доступная в утренние и дневные часы, когда "сидит" на дне (Гидрометеорология..., 1993), и наличие вечернего пика активности не может быть связано с ее суточными ритмами. Интенсивность ветровых волн также не могла повлиять на характер кормовой активности, поскольку наблюдения проводились в основном в безветренную погоду (табл. 1).

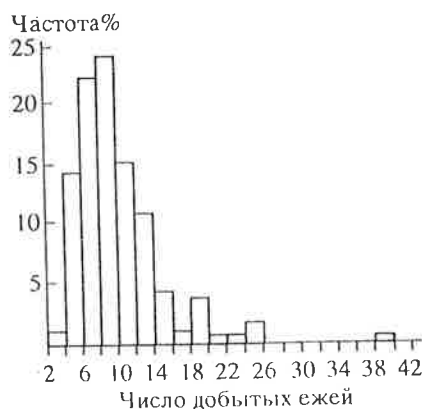


Рис. 5. Частота добычи определенного числа ежей за один пирок.

Мы предполагаем, что отмеченные нами пики активности могут быть обусловлены приливно-отливными циклами, поскольку в период наблюдений они совпадали с утренним и вечерним повышением уровня воды. С одной стороны, повышение уровня воды приводит к разреживанию полей алярии на поверхности, что облегчает каланам перемещение по акватории, а с другой — для отдыха более удобны плотные поля, наблюдающиеся во время малой воды.

Кроме того, повышение уровня воды расширяет кормовую зону и позволяет использовать мелководье вплоть до литорали. Хотя на контрольном участке мы не наблюдали кормлений вблизи от берега, в других местах кормления рядом с берегом отмечались довольно часто.

Уменьшение численности каланов на контрольном участке при возрастании кормовой активности может быть связано с тем, что часть кормящихся животных не попадала в поле зрения наблюдателя, поскольку находилась под водой. Не исключено также, что часть каланов переходила кормиться на соседние участки.

Полученные нами данные по успешности кормовых погружений калана аналогичны литературным сведениям для других регионов (Kvitek et al., 1993; Doroff, DeGange, 1994) и соответствуют предположению последних авторов, что успешность кормовых погружений не связана с обилием бентоса.

Наблюдения показали, что линейная плотность каланов на исследуемом участке находится на высоком уровне. По многолетним данным плотность каланов в районе, к которому относился контрольный участок, претерпевает наименьшие межгодовые изменения и остается стабильной (годовой отчет И.Н. Шевченко, Н.П. Зименко за 1994 г., КамчатНИРО). Литературные данные и сообщения других исследователей также свидетельствуют о том, что каланы предпочитают этот район (Барабаш–Никифоров и др., 1968; годовые отчеты Б.В. Хромовских за 1978 и 1979 гг., КамчатНИРО).

При длительном и интенсивном использовании акватории контрольного участка для питания можно было бы ожидать значительного истощения пищевых ресурсов, в том числе ежей. Однако еще А.М. Шитиков (годовой отчет за 1973 г., Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Владивосток) указывал на значительное обилие ежей в районе контрольного участка, а проведенные нами визуальные наблюдения (см. выше) и гидробиологические исследования (Иванюшина и др., 1998) показали, что и в настоящий момент морские ежи остаются здесь предпочитаемым объектом питания при сохранении достаточно большого обилия в бентосе.

Таблица 3. Список и обилие беспозвоночных-жертв калана и других объектов из экскрементов, собранных в бухте Глинка (28 экскрементов)

Объект	<i>n</i>	%	\bar{X}	S_x
<i>Dermaturus mandtii</i> (Decapoda)	25	89.29	5.16	1.54
<i>Idothea</i> spp. (Isopoda)	24	85.71	17.00	3.97
<i>Strongylocentrotus polyacanthus</i> (Echinoidea)	23	82.14	10.65	1.77
<i>Tonicella beringiensis</i> (Loricata)	19	67.86	1.63	0.31
Pisces	18	64.29	1.06	0.06
<i>Abietinaria variabilis</i> (Hydrozoa)	16	57.14	—	—
<i>S. pallidus</i> (Echinoidea)	15	53.57	3.00	0.41
<i>Vilasina pseudovernicosa</i> (Bivalvia)	15	53.57	3.93	1.68
<i>Oregonia gracilis</i> (Decapoda)	15	53.57	2.60	0.90
<i>Telmessus cheiragonus</i> (Decapoda)	12	42.86	1.08	0.08
<i>Collisella cassis</i> (Gastropoda)	12	42.86	3.50	1.56
Buccinidae (Gastropoda)	11	39.29	0.82	0.23
<i>Hiatella arctica</i> (Bivalvia)	10	35.71	36.60	17.68
<i>Modiolus kurilensis</i> (Bivalvia)	10	35.71	2.10	0.50
<i>Pagurus</i> sp. (Decapoda)	8	28.57	1.25	0.16
<i>Nereis</i> sp. (Polychaeta)	8	28.57	3.75	0.53
<i>Elassiochirus gilli</i> (Decapoda)	8	28.57	2.00	0.57
Bivalvia g. sp.	7	25.00	1.29	0.18
Amphipoda	7	25.00	1.14	0.14
Mex	7	25.00	—	—
<i>Protothaca staminea</i> (Bivalvia)	5	17.86	1.00	0.00
Sabellidae (Polychaeta)	5	17.86	2.20	0.74
<i>Margarites</i> spp. (Gastropoda)	5	17.86	1.20	0.20
<i>Hapalogaster grebnitzkii</i> (Decapoda)	5	17.86	1.00	0.00
<i>Littorina</i> sp. (Gastropoda)	5	17.86	2.60	0.98
Gastropoda variae	3	10.71	1.00	0.00
<i>Pagurus undosus</i> (Decapoda)	2	7.14	1.50	0.50
<i>Buccinum bayani</i> (Gastropoda)	2	7.14	1.00	0.00
<i>Pugettia gracilis</i> (Decapoda)	2	7.14	1.00	0.00
<i>Macoma</i> sp. (Bivalvia)	2	7.14	1.00	0.00
<i>Bossiella cretacea</i> (Algae)	2	7.14	—	—
<i>Buccinum</i> sp. (Gastropoda)	1	3.57	1.00	1.00
<i>Megangulus luteus</i> (Bivalvia)	1	3.57	1.00	1.00
<i>Mya</i> sp. (Bivalvia)	1	3.57	1.00	1.00
<i>Epheria vineta</i> (Gastropoda)	1	3.57	2.00	2.00
Lithodidae gen. sp. (Decapoda)	1	3.57	1.00	1.00
<i>Nucella lima</i> (Gastropoda)	1	3.57	1.00	1.00
<i>Musculus</i> sp. (Bivalvia)	1	3.57	1.00	1.00
<i>Protoleodora</i> sp. (Polychaeta)	1	3.57	1.00	1.00

Примечание. *n* — частота встречаемости вида в экскрементах; % — то же, в процентах; \bar{X} — среднее обилие вида в экскрементах с его присутствием (в экземплярах); S_x — ошибка средней для показателя $N+$.

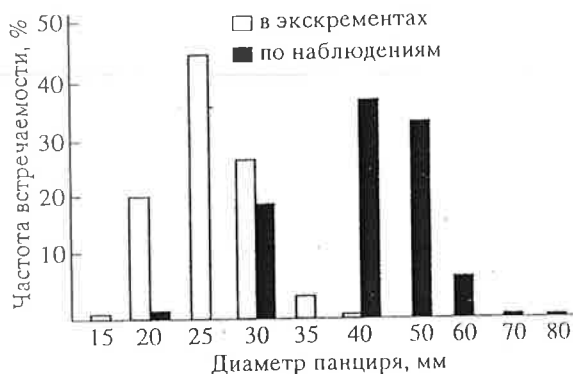


Рис. 6. Размерное распределение ежей, добываемых каланами, по визуальным наблюдениям и результатам копрологического анализа.

Весьма интересно, что размерное распределение добываемых каланами ежей во внутренней зоне значительно отличается от такового, полученного в результате копрологического анализа (рис. 6). И хотя количество исследованных экскрементов невелико и могло быть оставлено 1–2 животными, полученные данные позволяют, на наш взгляд, сделать некоторые предварительные заключения.

Как показало тестирование наблюдателя, отмеченное различие в размерном распределении не может быть связано с ошибкой наблюдения. Скорее всего, оно связано с тем, что исследованные экскременты были оставлены весной и/или во время шторма, когда каланы кормились близко у берега и не могли производить селективный отбор добычи. Косвенно это подтверждается большим обилием изопод и раков-отшельников в экскрементах – эти беспозвоночные малочисленны в бентосе на исследованных глубинах (Иванюшина и др., 1998), но в больших количествах заселяют скалистую литораль и самые верхние горизонты сублиторали. Кроме того, восстановленное по зубам размерное распределение съеденных ежей совпадает с размерной структурой поселений ежей во внутренней зоне (Иванюшина и др., 1998), что также говорит о не селективности отбора добычи в данном случае.

Особого внимания заслуживает характер распределения каланов на контрольной акватории. Как отмечалось выше, по предварительным наблюдениям 1993 г. основная часть кормлений приходилась на внутреннюю зону и никаких флуктуаций в течение сезона не наблюдалось. В текущем же году в первый период наблюдений каланы кормились в основном во внешней зоне (табл. 2), а в течение второго периода распределение по акватории стало приближаться к наблюдавшемуся в 1993 г. Нами рассматривались разные гипотезы такого перераспределения ка-

ланов, особенно в связи с результатами гидробиологической съемки (Иванюшина и др., 1998). Однако, скорее всего, это могло произойти в результате антропогенного воздействия – многочасового траления браконьерского судна в первый день наблюдений (21 июля). В течение ряда лет мы наблюдали за реакцией каланов на шумы (судна, бота, самолета и др.) и во всех случаях она проявлялась в виде различных перемещений животных. Кроме того, 20 июля, накануне плановых наблюдений, была сделана предварительная экспертная оценка распределения каланов на контрольной акватории без проведения точного количественного учета. Она показала, что распределение каланов в этот день соответствовало наблюдаемому в 1993 г. С другой стороны, возникает вопрос, не оказали ли влияние на перераспределение каланов во второй период наблюдений водолазные работы. По нашему мнению – нет, и происходило именно возвращение к нормальному распределению. Наблюдение за поведением каланов в ходе водолазных работ показало, что непродолжительный звук лодочного мотора вызывал у них лишь кратковременное беспокойство, и нередко каланы начинали добывать пищу там, где только что отработали водолазы, хотя во время самих работ держались на расстоянии. Кроме того, можно предположить, что если водолазные работы – серьезный фактор беспокойства, вряд ли бы каланы стали возвращаться в глубь замкнутой с трех сторон акватории. Скорее они продолжали бы держаться у морской ее части или покинули бы эту акваторию.

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. В разборке и обработке экскрементов принимали участие также К.Э. Санамян (КИЭП ДВО РАН) и Н.А. Татаренкова (Командорский государственный заповедник).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барабаш-Никифоров И.И., 1933. Калан, или морская выдра. М.: Советская Азия. 93 с.
- Барабаш-Никифоров И.И., Мараков С.В., Николаев А.М., 1968. Калан. (Морская выдра). Л.: Наука. 183 с.
- 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.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей, 1993. Т. 9. Охотское море. Вып. 2. СПб. 168 с.

- Зименко Н.П., 1995. Оценка современного состояния командорской популяции каланов // Междунар. конф. по изучению и охране морских млекопитающих 11–12 октября 1995 г. Тез. докл. М. С. 38–39.
- Зименко Н.П., Шевченко И.Н., 1995. Состояние командорской популяции калана в 1989–1993 гг. // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем. Владивосток. С. 27–30.
- 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.
- Иванюшина Е.А., Ржавский А.В., Зименко Н.П., Шевченко И.И., 1998. Кормодобывающая деятельность калана на ограниченной акватории (бухта Глинка, остров Медный, Командорские острова). II. Состояние кормовых ресурсов // Зоол. журн. Т. 77. № 10.
- 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.
- Рязанов Д.А., 1991. К количественной методике коп-рологического анализа питания калана // Биол. моря. № 6. С. 23–32.
- Севостьянов В.Ф., 1989. Изменение суточной активности и поведения каланов – индикатор состояния популяции // Промысловая фауна Северной Пацифики. Киров: изд-во ВНИИОЗ. С. 14–21.
- 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.
- Шилов И.А., 1988. Принципы организации популяций у животных // Популяционные проблемы в биогео-оценологии. Докл. на 6 ежегодном чтении памяти акад. В.Н. Сукачева, 18 ноября 1987 г. М.: Наука. С. 5–23.
- Шутиков А.М., 1971. Влияние трофического фактора на численность и распределение калана на средних и северных Курильских островах // Морские млекопитающие. М.: Наука. 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.
- Altmann J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods // Behaviour. V. 49. P. 227–267.
- Doroff A.M., DeGange A.R., 1994. Sea otter, *Enhydra lutris*, prey composition and foraging success in the northern Kodiak Archipelago // Fish. Bull. V. 92. P. 704–710.
- 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., Horrold 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., Jameson R.J., Johnson A.M., 1981. Food selection and some foraging tactics of sea otters // The worldwide fubearer conference proceedings. Frotsburg: Worldwide Fubearer Conference Inc. P. 606–641.
- Estes J.A., Jameson R.J., Rhode E.B., 1982. Activity and prey selection in the sea otter: influence of population status on community structure // Amer. Nat. V. 120. P. 242–258.
- 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.
- Estes J.A., Underwood K.E., Karmann M.J., 1986. Activity-time budgets of sea otters in California // J. Wildl. Manage. V. 50. № 4. P. 626–636.
- Kenyon W.K., 1969. The sea otters in the eastern Pacific ocean. Washington. 352 p.
- Kvitek G.R., Bowlby C.E., Staedler M., 1993. Diet and foraging of sea otters in southeast Alaska // Mar. Mamm. Sci. V. 9. № 2. P. 168–181.
- 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.

**FORAGING OF SEA OTTER IN LIMITED WATER AREA
(GLINKA BAY, MEDNYI ISLAND, THE COMMANDER ISLANDS):
VISUAL OBSERVATIONS AND ANALYSIS OF SCATS**

N. P. Zimenko¹, I. N. Shevchenko¹, N. P. Sanamyan², E. A. Ivanyushina², A. V. Pzhavskii²

¹ Kamchatka Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatskii 683000, Russia

² Kamchatka Institute of Ecology and Nature Management, Russian Academy of Sciences,
Petropavlovsk-Kamchatskii 683000, Russia

Visual observations for sea otters were carried out in the limited water area (about 0.16 km²) permanently populated by them. Methods of instantaneous and scan sampling and focal-animal sampling were used. Zones of intensive and occasional foraging used by sea otters were distinguished. During observations sea otters preferred to feed at the outer border of the studied area. Early morning and evening peaks of foraging activity were registered. The main preys of sea otters were the sea urchins *Strongylocentrotus polyacanthus* and *S. pallidus* of 4–5 cm diameter in size. The number of these preys for a diving was 4–12 and was not related to the time of diversions. Analysis of scats has found 39 prey species and other objects. Besides sea urchins (mainly of 25 mm diameter), some crustaceans, chitons and bivalves dominated in the scats. Differences in sizes between the observed sea urchins and those in scats appear to be due to spring and/or storm origin of the scats when sea otters could not select the food.