

УДК 597.5–152.6(265.54)

А.И. Маркевич*

Дальневосточный морской заповедник — ННЦМБ ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17

**МОНИТОРИНГ РЫБ ПРИБРЕЖНЫХ БИОТОПОВ
ЮЖНОГО УЧАСТКА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
МОРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО
ЯПОНСКОГО МОРЯ)**

Изучение распределения рыб и учеты их плотности, проведенные в 2012 и 2014 гг. у о. Фуругельма, а также в бухтах Сивучья, Калевала и Пемзоя в 2014 г., выявили снижение видового разнообразия, плотности и биомассы по сравнению с серединой 1990-х гг. Сокращение видового разнообразия рыб объясняется частичной деградацией биотопов (исчезновением зарослей зостеры) и небольшим увеличением периода высокой температуры воды, что препятствует подходу некоторых холодно-водных рыб в прибрежье. Немного снизилась прежняя высокая численность взрослых рыб и молоди восточного морского окуня в биотопе каменистых грунтов, остается низкой численность камбал на песках.

Ключевые слова: мониторинг рыб, прибрежное сообщество рыб, заросли зостеры, морской заповедник, залив Петра Великого.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-37-46.

Markevich A.I. Monitoring of fish in the coastal biotopes of the southern part of Far Eastern Marine Reserve (Peter the Great Bay, Japan Sea) // *Izv. TINRO.* — 2018. — Vol. 192. — P. 37–46.

Fish counts by SCUBA visual methods are conducted in the coastal biotopes at Furugelm and Popov Islands and in the Sivuchia, Kalevala, and Pemzovaya Bays in the western Peter the Great Bay in July–August of 2012 and 2014. In total, 23 fish species were registered on transects at Furugelm Island and 11 species at Popov Island in 2012, and in 2014 — 17 fish species at Furugelm Island, 16 at Popov Island, 9 in the Sivuchia Bay, 6 in the Kalevala Bay, and 11 in the Pemzovaya Bay. Species composition of fish had moderate or high similarity between transects (35 pairs with Sørensen-Chekanowski index 0.3–0.5 and 25 pairs with higher values). The species diversity and its similarity were conditioned by bottom structure and presence or absence of sea grasses and algae. The highest fish biomass was observed in the Pemzovaya Bay (29.2 g/m², mainly large-sized *Sebastes schlegelii*) and at Furugelm Island (21.2 g/m², mainly *S. taczanowskii* and nesting males of *Hexagrammos otakii*), but the biomass values < 10 g/m² prevailed. Generally, the observed fish diversity, density, and biomass are lower in compare with the mid 1990s because of partial degradation of their habitats (disappearance of eelgrass *Zostera marina*) and water warming that prevents migrations of some coldwater fishes to the shallows. The most prominent decreasing is noted for *Sebastes taczanowskii* adults and juveniles, previously high abundant on rocky grounds, and for flounders on sandy grounds. So far as the changes of fish abundance and diversity have

* Маркевич Александр Игоревич, кандидат биологических наук, научный сотрудник,
e-mail: alexmarkfish@mail.ru.

Markevich Alexander I., Ph.D., researcher, e-mail: alexmarkfish@mail.ru.

natural reasons, there is concluded that the effect of protection regime in the marine reserve is insignificant for fish populations.

Key words: fish monitoring, fish community, zoster bed, marine reserve, Peter the Great Bay.

Введение

Для оценки текущего состояния сообществ рыб на акватории Дальневосточного морского заповедника (ДВМЗ) выполняется программа долговременного ихтиологического мониторинга (Маркевич, 1997). С этой целью периодически проводятся визуальные водолазные учеты видового состава и численности рыб в типичных прибрежных биотопах заповедника: на каменистых, песчаных грунтах и в зарослях морских трав — зостеры *Zostera marina* и филлоспадикса *Phyllospadix iwatensis*. На южном участке ДВМЗ такие работы проведены в бухте Западной о. Фуругельма в 1991, 1996 (Маркевич, 2002) и 2007 гг. (Маркевич, 2015). Эти исследования продолжены и в последующие годы, причем в качестве контрольного, незаповедного участка использовано побережье о. Попова у п-ова Ликандера.

Цель настоящей работы заключалась в описании распределения и плотности рыб в биотопах побережья южного участка ДВМЗ и о. Попова в 2012 и 2014 гг.

Материалы и методы

Исследования проводили в августе 2012 г. в бухте Западной о. Фуругельма. В качестве контрольного, не заповедного участка использовали побережье о. Попова у перешейка п-ова Ликандера, учеты проводили также в августе 2012 г. Работы были повторены в июле-августе 2014 г. с включением в них бухт на материковом побережье южного участка ДВМЗ — Сивучья, Калевала и Пемзовая. Ранее было выяснено (Маркевич, 2002), что в течение второй половины июля, в августе и в первой половине сентября видовой состав и плотность рыб в одних и тех же местообитаниях побережья заповедника изменяются незначительно, что позволяет проводить работы в разные дни на удаленных друг от друга участках акватории заповедника. Данные по видовому, размерному составу и распределению рыб получали методом «визуальных водолазных разрезов» — трансект (Brook, 1954; Мочек, 1987). Метод «визуальных трансект» позволяет обходиться без отлова рыб и дает весьма точные сведения по их распределению и плотности для большинства открыто живущих придонных видов. Трансекты (мерные ленты) выполнялись из заякоренных капроновых фалов различной длины, исходя из донного рельефа. Трансекты располагали таким образом, чтобы была возможность изучить распределение рыб в наиболее типичных биотопах. Для межгодовой сравнимости результатов исследований трансекты закладывали в местах ранее сделанных учетов у о. Фуругельма в 1991, 1996 и 2007 гг.

Описание трансект. Трансекты в бухте Западной о. Фуругельма (рис. 1). Z-1 — у северного мыса бухты, направление трансекты — на северо-запад, вдоль побережья, длина 150 м (150 × 2 × 1 м), глубина 2–5 м, грунт — валуны, глыбы. Z-2 — середина бухты, перпендикулярно береговой черте, длина 150 м, глубина 1–3 м, грунт — чистый среднезернистый песок; глубина 3–5 м, грунт — крупнозернистый, плохо сортированный песок; глубина 5–7 м, грунт — ракуша, плохо сортированный песок. Z-3 — выступающий мыс в южной части бухты, вдоль побережья, длина 150 м, глубина 2–4 м, скала с зарослями филлоспадикса. Z-4 — у южного мыса бухты, вдоль склона на северо-восток, длина 200 м, глубина 8,0–2,5 м, грунт — глыбы, валуны.

Трансекты у материкового побережья южного участка ДВМЗ (рис. 1). Бухта Сивучья. S-1 (начало — 42°28'23,1" N 130°48'50,9" E), северная часть бухты, перпендикулярно берегу на юго-запад, длина 50 м (50 × 2 × 1 м), глубина 3,0–4,7 м — валунный склон, с 4,8 м и далее — заросли зостеры (10 м длиной), чистый песок до глубины 6,0 м. S-2 — южная часть бухты (начало — 42°27'15,5" N 130°47'07,7" E), вблизи протоки, вдоль склона на юго-восток, длина 50 м, глубина 6,3–8,5 м, глыбы, валуны с небольшими промежутками заиленного песка с ракушей. Бухта Калевала. K-1



Рис. 1. Карта-схема южного участка Дальневосточного морского заповедника. Цифрами обозначены номера трансект

Fig. 1. Scheme of the southern part of Far Eastern marine reserve. SCUBA transects are numbered

(начало — $42^{\circ}31'27,21''$ N $130^{\circ}50'06,4''$ E), на северо-восток, перпендикулярно берегу, длина 50 м, глубина 2,9–4,4 м, чистый среднезернистый песок, затем заросли *Zostera asiatica*. К-2 (начало — $42^{\circ}31'06,3''$ N $130^{\circ}51'34,4''$ E), на юго-запад, перпендикулярно берегу, длина 50 м, глубина 2,4–7,5 м, валунно-глыбовый склон, сменяемый чистым среднезернистым песком. Бухта Пемзовая. Рп-1 (начало — $42^{\circ}32'48,78''$ N $130^{\circ}50'27,21''$ E), на восток, перпендикулярно берегу, длина 50 м, глубина 2,3–3,8 м, валуны с друзами мидии *Crenomytilus grayanus*, сменяемые чистым среднезернистым песком. Рп-2 (начало — $42^{\circ}32'38,08''$ N $130^{\circ}50'33,30''$ E), на северо-запад, параллельно берегу, длина 50 м, глубина 1,3–1,8 м, камни, среднезернистый песок с зарослями филлоспадикса, цистозирры *Cystoseira* sp. и ульвы *Ulva lactuca*.

Трансекты на о. Попова были длиной 50 м. Первую (Р-1) вели на глубине от 1,2 до 3,5 м перпендикулярно берегу перешейка, 16 м длины трансекты от берега — заросли зостеры и хорды *Chordaria gracilis* на песчаном грунте, далее сменяемые крупнозернистым песком с отдельными валунами. Вторая трансекта (Р-2) шла вдоль берега, по краю валунно-глыбового склона с глубинами от 2,2 до 4,5 м, из бухточки перешейка до края мыса; третья (Р-3) закладывалась в бухточке вблизи кордона заповедника, перпендикулярно берегу, на глубине 1,0–4,5 м. На трансекте вначале была 20-метровая прибрежная полоса зарослей хорды, ульвы и кодиума *Codium yessoense* с суммарным проективным покрытием около 40 %, сменяемая далее отдельными растениями зостеры

и крупнозернистым песком с отдельными валунами. Следует отметить, что все трансекты располагались у побережий, открытых в юго-западном направлении.

Учет рыб вели в дневное время (11.00–16.00 час). Несколько рекогносцировочных наблюдений было проведено в ночное время (22.00–23.00 час) на трансектах Z-1 и Z-2. Во время проведения учетов наблюдатель, медленно проплывая над мерным фалом, отмечал на подводном планшете видовую принадлежность, количество и полную длину (TL) всех рыб на трансекте шириной 2 м и высотой толщии воды 1 м. При учетах регистрировали температуру воды термометром с ценой деления 0,5 °С. Все учеты вели по схеме «туда» и «обратно» и в 10-кратной повторности. Общий объем водолазных наблюдений — 126 ч. Данные по плотности рыб представлены в виде средних значений по всем учетам. Для того чтобы избежать возможных ошибок при визуальной идентификации рыб, некоторые виды указаны до ранга рода (бычки *Radulinopsis* spp.). Для некоторых видов рыб указано отдельно распределение взрослых и молоди. Это вызвано необходимостью показать или их высокую плотность (молодь восточного морского окуня *Sebastes taczanowskii* и опистоцентров *Opisthocentrus* spp.), или иной, чем у взрослых особей, характер распределения (молодь морских окуней *S. schlegelii* и *S. trivittatus*). Плотность рыб представлена в виде среднего арифметического значения числа экземпляров, вычисленного по всем учетам зарегистрированных на всей площади трансект (например, $50 \times 2 \text{ м} = 100 \text{ м}^2$). Для сравнимости результатов разных учетов средняя плотность рыб была пересчитана на длину трансект 100 м, т.е. на площадь дна 200 м². Для оценки сходства видового состава рыб на разных трансектах были вычислены коэффициенты Серенсена-Чекановского по формуле $K_s = 2a/(2a + b + c)$, где K_s — коэффициент Серенсена-Чекановского; 2a — число общих видов на 2 трансектах; b и c — число видов, зарегистрированных исключительно на первой или второй трансектах (Василевич, 1969). При вычислениях молодь и взрослых рыб одного вида принимали за 2, если же на разных трансектах были и молодь, и взрослые особи, то их считали как 1. Для расчета были использованы данные учетов только 2014 г. При расчете общей биомассы рыб (данные 2014 г.) использовали усредненные данные по массе отдельных видов, рассчитанные по 10 экз. соответствующего вида.

Результаты и их обсуждение

На трансектах в бухте Западной в 2012 г. было зарегистрировано 23 вида рыб, в 2014 г. их количество снизилось до 17 (включая гибрид терпугов *H. octogrammus* × *H. otakii* (табл. 1, 2). В бухтах материкового побережья южного участка в 2014 г. было встречено: в бухте Сивучьей — 8 видов и гибрид терпугов, в бухте Калевала — 5 и гибрид терпугов, в бухте Пемзовой — 11 видов (табл. 2). У побережья о. Попова в 2012 г. зарегистрировано 11 видов рыб, в 2014 — 16 (табл. 1).

Наиболее часто встречающимися рыбами на всех трансектах были опоясанный опистоцентр *Opisthocentrus zonope*, большеглазый бычок *Gymnogobius heptacanthus*, восточный морской окунь *Sebastes taczanowskii* и бурый терпуг *Hexagrammos octogrammus*. Опистоцентр, восточный окунь и бурый терпуг обычно распределялись поодиночке, большеглазые бычки собирались в малые и большие группы. Большими группами встречались также японская малоротая корюшка *Hypomesus japonicus* (трансекта Z-3 бухты Западной — 153,2 экз. в 2012 г. и 44,0 экз. в 2014 г.) и короткоперая песчанка *Hypoptychus dybowskii* (325,0 в 2014 г. и 48,1 в 2012 г.) (табл. 1, 2). Большие стаи молоди и взрослых особей восточного окуня были на трансектах с каменистыми грунтами (Z-1 и 4 в бухте Западной и P-2 у о. Попова). В довольно заметных количествах (больше 10 экз. на 200 м² трансекты) были зарегистрированы молодь тихоокеанского морского окуня *S. schlegelii* (K-2), молодь малого морского окуня *S. minor* (Z-4 в 2014 г.), большеглазый бычок (Z-1, 2, 3 в 2012 г. и Z-3 в 2014 г.), молодь опоясанного опистоцентра (P-2 в 2012 и 2014 гг.), взрослые опистоцентры (P-1 в 2012 г.), молодь дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* (P-3 в 2012 г.) и короткоперая песчанка (P-2 в 2014 г.) (табл. 1, 2). Другие виды рыб встречались нерегулярно и в малых количествах. Наиболее обычными из этих рыб были глазчатый *Opisthocentrus ocellatus* и белоносый *O. tenuis*

Таблица 1

Численность рыб на трансектах в бухте Западной о. Фуругельма в августе 2012 г.
и у о. Попова в июле-августе 2012 и 2014 гг., экз./200 м²

Table 1

Fish abundance on SCUBA transects in the Zapadnaya Bay of Furugelm Island
and at Popov Island counted in July-August of 2012 and 2014, ind./200 m²

Вид рыбы	Бухта Западная				О. Попова					
	2012 г.				2012 г.			2014 г.		
	Номера трансект									
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	P-1	P-2	P-3	P-1	P-2	P-3
<i>Hypomesus japonicus</i> , juv.	3,6	2,9	153,2					5,6		2,3
<i>Eleginus gracilis</i> , juv.					1,3		10,0			8,0
<i>Hypoptychus dybowskii</i>			24,0	48,1					10,0	
<i>Seriola quinqueradiata</i>		1,7								
<i>Sebastes taczanowskii</i>	3,3		0,2	71,6		26,0			48,8	
<i>S. taczanowskii</i> , juv.	42,3		1,0	93,4		14,0	4,0	35,6	29,5	15,7
<i>S. schlegelii</i>				0,3						
<i>S. schlegelii</i> , juv.	0,6		0,4						5,0	
<i>S. trivittatus</i>				0,1		1,0				
<i>S. trivittatus</i> , juv.	0,1			0,1				0,4	0,3	
<i>Hexagrammos otakii</i>	0,3			0,4						
<i>H. octogrammus</i>	1,0		3,4	3,0	4,3		3,0	2,8	1,25	4,3
<i>Bathymaster derjugini</i>				0,4						
<i>Opisthocentrus ocellatus</i>			0,8	1,3	9,3			0,8		2,0
<i>O. ocellatus</i> , juv.					7,3		3,0		1,5	
<i>O. zonope</i>	1,3		1,4	4,5	20,7	6,0	4,0	1,2	0,5	
<i>O. zonope</i> , juv.						42,0	4,0	3,6	11,3	
<i>O. tenuis</i>			0,8		2,0	2,0	2,0		0,3	1,7
<i>O. tenuis</i> , juv.					12,0				0,3	
<i>Neozarces pulcher</i>	0,9		1,4						0,3	
<i>Chirolophis saitone</i>				0,2		1,0			0,3	
<i>Syngnathus schlegelii</i>										0,6
<i>Rhodymenichthys dolichogaster</i>			0,1							
<i>Pholis crassispina</i>			0,1							0,1
<i>Bero elegans</i>	0,5		0,4	1,1						
<i>Myoxocephalus stelleri</i>			0,3	0,3						
<i>M. stelleri</i> , juv.					0,7					
<i>M. brandtii</i> , juv.	0,1				0,7					
<i>Microcottus sellaris</i>					0,7					
<i>Argyrocottus zanderi</i>										
<i>Hemitripteris villosus</i>				0,3						
<i>Radulinopsis</i> sp.	0,3	1,1	1,9					0,4		
<i>Gymnogobius heptacanthus</i> , juv.	61,5	14,3	81,8					0,4		1,4

Примечание. Аббревиатура географических названий: Z — бухта Западная о. Фуругельма; S — бухта Сивучья; K — бухта Калевала; Pm — бухта Пемзоя; P — о. Попова. Номерами обозначены соответствующие трансекты.

опистоцентры, элегантный керчак *Bero elegans*, широкорот красивый *Neozarces pulcher*, мохнатоголовая собачка Сайто *Chirolophis saitone*, бычки *Radulinopsis* spp., молодежь желтого окуня *S. trivittatus*. Эпизодически встречались желтохвостая лакедра *Seriola quinqueradiata*, батимастер Дерюгина *Bathymaster derjugini*, тихоокеанская морская игла *Syngnathus schlegelii*, длиннобрюхий *Rhodymenichthys dolichogaster* и толстошипый *Pholis crassispina* маслюки, дальневосточный *Myoxocephalus stelleri*, белопятнистый *M. brandtii*, седловидный *Microcottus sellaris* и серебристый *Argyrocottus zanderi* керчаки, желтополосая камбала *Pseudopleuronectes herzensteini*, белоточечная собака-рыба *Fugu niphobles* (табл. 1, 2). Японский терпуг *Hexagrammos otakii* и тихоокеанская волосатка

Таблица 2

Численность рыб на трансектах в бухте Западной о. Фуругельма и в бухтах Сивучья, Калевала и Пемзоява в июле-августе 2014 г., экз./200 м²

Table 2

Fish abundance on SCUBA transects in the Zapadnaya, Sivuchia, Kalevala, and Pemzovaya Bays counted in July-August of 2014, ind./200 m²

Вид рыбы	Бухта Западная				Бухта Сивучья		Бухта Калевала		Бухта Пемзоява	
	Номера трансект									
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	S-1	S-2	K-1	K-2	Pm-1	Pm-2
<i>Hypomesus japonicus</i> , juv.	4,2		44,0		51,4		22,0	22,5		147,6
<i>Hypoptychus dybowskii</i>	6,4	4,0	214,9	325,0						
<i>Sebastes taczanowskii</i>	0,4			26,3		2,0				
<i>S. taczanowskii</i> , juv.	68,0		29,2	66,8	2,6	6,6				
<i>S. schlegelii</i>				0,3		6,6				
<i>S. schlegelii</i> , juv.	4,1		2,0		3,4		1,0	21,5		0,8
<i>S. minor</i>				11,5						
<i>Hexagrammos otakii</i>	0,4			0,5		0,6				
<i>H. octogrammus</i>	0,8	0,2	1,6	1,3				1,0	0,2	3,0
<i>H. octogrammus</i> × <i>H. otakii</i>	2,2				0,4	0,6		2,0		
<i>Bathymaster derjugini</i>				1,5						
<i>Opisthocentrus ocellatus</i>	0,2		0,8	1,8		2,6			0,3	0,8
<i>O. ocellatus</i> , juv.					1,6					
<i>O. zonope</i>	1,4	1,5	2,3	9,5		2,4		2,5	0,6	3,0
<i>O. tenuis</i>			1,2	5,0						1,8
<i>Neozoarces pulcher</i>			1,6	0,5						0,6
<i>Syngnathus schlegelii</i>										0,6
<i>Rhodymenichthys dolichogaster</i>			1,0							
<i>Pholis crassispina</i>									0,2	
<i>Bero elegans</i>	0,8		1,6	1,0					0,2	
<i>Argyrocottus zanderi</i>			2,0							
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>					0,6	6,4				
<i>G. heptacanthus</i> , juv.	7,2	1,7	29,1		27,6		19,0			
<i>Pleuronectes herzensteini</i>									0,2	
<i>Fugu niphobles</i>		0,2								

Hemitripterus villosus начинали встречаться на трансектах только в начале сентября, когда у них начинался нерест в прибрежье на каменистых грунтах.

Сходство видового состава рыб, зарегистрированных на разных трансектах по индексу Серенсена-Чекановского (табл. 3), было преимущественно средним (0,30–0,49) — 35 пар — и высоким — больше 0,5 (25 пар). Наиболее высокие уровни сходства были отмечены между трансектами Z-1–Z-3 (0,74), Z-3–Pm-2 и Z-4–P-2 (0,67), Z-3–P-2 (0,64). Низкое видовое сходство наблюдалось заметно реже (19 пар), особо низкое — между трансектами Z-4–S-1 (0,10), K-1–P-2 (0,13) и Z-2–S-2 (0,15) (табл. 3). У 4 пар сравниваемых трансект — Z-4–K-1, S-1–K-1, S-1–Pm-1, K-1–Pm-1 — сходства не было вообще.

Следует отметить, что средний и высокий уровень видового сходства населения рыб обеспечивается не только тем, что учет вели в сходных биотопах (монотонный песчаный или каменистый грунт, заросли zostеры или филлоспадикса), но и тем, что часть обитающих там видов рыб (опистоцентры, молодь морских окуней, бурый терпуг, ширококорот) встречаются очень широко в прибрежной зоне и не привязаны жестко к какому-либо биотопу. Это же касается и кочующих видов (японская малоротая корюшка, короткоперая песчанка, частично — большеглазый бычок). Низкий же уровень видового сходства отмечен преимущественно при сравнении трансект (биотопов), в которых видовой список мал, поэтому отсутствие только пары общих видов на какой-либо из трансект приводит к сильному различию между ними.

Таблица 3

Матрица мер сходства (по Серенсену-Чекановскому) видового состава рыб на трансектах в бухтах Западной, Сивучьей, Калевала, Пемзовой и о. Попова в июле-августе 2014 г.

Table 3

Matrix of fish species composition similarity (Sørensen-Chekanowski indices) for pairs of SCUBA transects in the Zapadnaja, Sivuchia, Kalevala, and Pemzovaya Bays and the coastal waters at Popov Island in July-August, 2014

Номер трансекты	Номер трансекты												
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	S-1	S-2	K-1	K-2	Pm-1	Pm-2	P-1	P-2	P-3
Z-1	–												
Z-2	0,33	–											
Z-3	0,74	0,42	–										
Z-4	0,62	0,33	0,59	–									
S-1	0,53	0,17	0,40	0,10	–								
S-2	0,60	0,15	0,29	0,57	0,40	–							
K-1	0,40	0,25	0,38	0,00	0,40	0,00	–						
K-2	0,59	0,40	0,44	0,22	0,50	0,31	0,50	–					
Pm-1	0,44	0,36	0,42	0,42	0,00	0,29	0,00	0,36	–				
Pm-2	0,50	0,31	0,67	0,48	0,27	0,25	0,36	0,62	0,57	–			
P-1	0,48	0,43	0,55	0,36	0,50	0,47	0,33	0,43	0,40	0,47	–		
P-2	0,50	0,35	0,64	0,67	0,21	0,50	0,13	0,35	0,33	0,60	0,52	–	
P-3	0,48	0,29	0,55	0,36	0,53	0,35	0,33	0,29	0,27	0,59	0,53	0,27	–

Биомасса рыб на всех трансектах довольно низка. Наивысшие показатели были получены для трансект P-2 и Z-4 — соответственно 29,9 и 21,2 г/м² (рис. 2). Это объясняется присутствием крупных рыб на этих трансектах — тихоокеанского окуня на P-2 и большим количеством восточного окуня, а также постоянным обитанием крупных самцов японского терпуга на Z-4. На остальных трансектах биомасса рыб ниже 10 г/м², особенно она мизерна на трансектах с большими участками чистого песчаного грунта (Z-2 — 0,15, Pm-1 — 0,36, P-1 — 0,98 и P-3 — 1,50 г/м²) из-за очень низкой плотности редких здесь мелких (*TL* меньше 10 см) рыб. На трансектах с зарослями трав и мелководными каменистыми субстратами биомасса выше в несколько раз, но большое число обитающих здесь небольших рыб также не обеспечивают её высокий уровень. Снижение численности или отсутствие крупных рыб на трансектах бухты Западной в 2014 г. привело к тому, что общая биомасса уменьшилась практически на всех учетных полосах. Так, если на трансекте Z-1 в 1996 г. биомасса была 14,7 г/м² (Маркевич, 2002), то в 2014 г. — 3,3 г/м² (рис. 2); Z-2 — соответственно 14,30 и 0,15 г/м²; Z-3 — 6,40 и 6,13; Z-4 — 113,70 и 21,20 г/м².

Проведенные исследования показали, что видовой состав рыб в мелководном прибрежье южного участка морского заповедника представляет собой часть сообщества рыб, характерного для бухт заповедника (Епур, 2008; Баланов и др., 2010; Маркевич, 2014). Основу сообщества составляют резидентные рыбы — опистоцентры, бурый терпуг, восточный и тихоокеанский окуни, элегантный керчак, широкоорот, маслюки — и кочующие — малоротая корюшка, короткоперая песчанка, большеглазый бычок. Однако следует отметить, что видовой состав в последние годы стал беднее. Так, если в 1991 и 1996 гг. в бухте Западной о. Фуругельма насчитывалось 34 вида рыб (Маркевич, 2002), то в 2007 г. — 18 (Маркевич, 2015), в 2012 — 23, а в 2014 г. — 17 видов. Причины этого изменения есть как объективные, так и субъективные. В 1996 г. в южной части бухты еще оставались небольшие куртины морской травы zostеры, и только здесь, на бывшей трансекте IV, встречался японский волосозуб *Arctoscopus japonicus*, а также рыбы, обитающие у зарослей морских трав (Маркевич, 2002). В 2007 г. zostера исчезла уже полностью, остался чистый песчаный грунт, и эта трансекта стала идентична трансекте Z-2, поэтому здесь не стали встречаться ни волосозуб, ни другие рыбы. На трансекте Z-2 тоже стало значительно меньше отдельных куртин водорослей и пятен

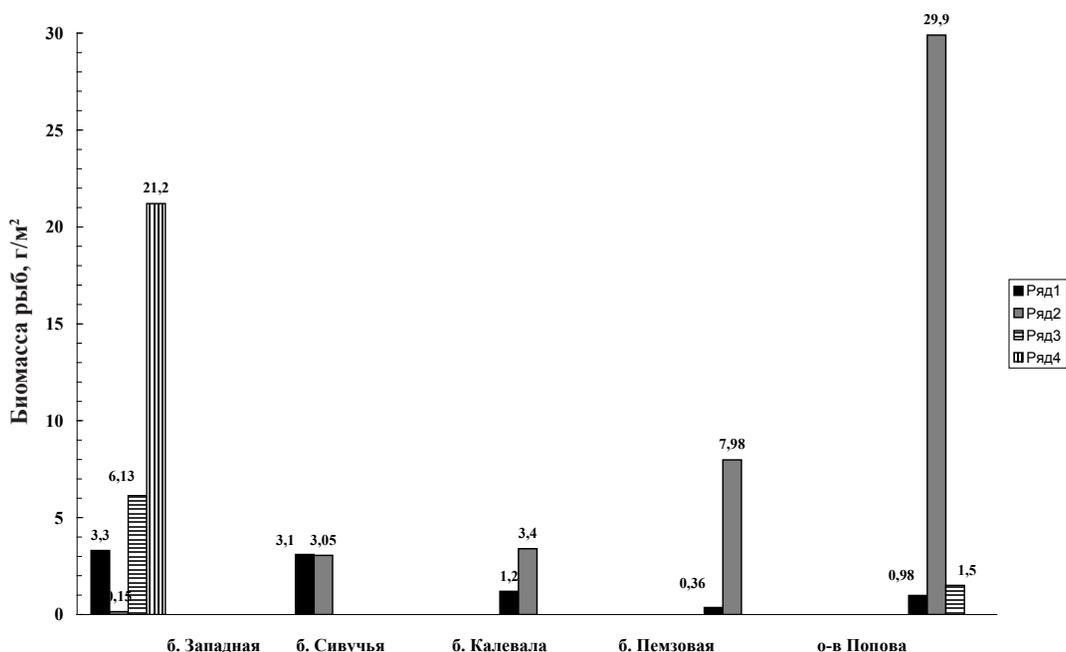


Рис. 2. Биомасса рыб на трансектах южного участка Дальневосточного морского заповедника и у о. Попова в июле-августе 2014 г.: 1–4 — номера трансект

Fig. 2. Total fish biomass (g/m²) on SCUBA transects in the southern part of Far Eastern marine reserve in July-August of 2014: 1–4 — transect numbers

ракушечника, что повлияло на обеднение состава рыб. Кроме того, учетная длина этой трансекты в 2012 и 2014 гг. была сокращена и заканчивалась на глубине 7 м, тогда как в 1990-е гг. большая часть камбал, наваги, корюшки, песчанки и даже южный одноперый терпуг встречались здесь на большей глубине. Однако рекогносцировочные погружения показали, что и на глубине более 10 м этих рыб стало значительно меньше. Навага, японская мохнатоголовая собачка *Chirolophis japonicus*, шестилинейный эрнограмм *Ernogrammus hexagrammus*, *Liparis agassizii* были встречены в 1990-е гг. на трансекте Z-1 ночью, в 2012 и 2014 гг. регулярные ночные учеты здесь не велись, хотя рекогносцировка показала, что навага, эрнограмм и собачка встречаются по-прежнему. На трансекте Z-4 ранее постоянно регистрировались тихоокеанская волосатка и бычки — яок *M. jaok* и дальневосточный, желтый окунь, в данных учетах их практически не было. Возможно, это связано с незначительным увеличением длительности периода прогрева воды, что препятствовало подходу этих рыб к берегу в преддверии спаривания и нереста, хотя температура воды на этой трансекте при учетах в 1990-х гг. (19,0–22,0 °C) и 2012, 2014 гг. (19,4–21,8 °C) была практически одинаковой. Ранее в бухте среди zostеры встречались *Hyporhamphus sajori*, *Syngnathus schlegelii* и *Pholidapus dybowskii*, в данных учетах их уже не было.

Значительные межгодовые колебания численности рыб на трансектах отмечены и для кочующих рыб. Так, в 1991 и 1996 гг. на трансекте Z-3 численность корюшки составила соответственно 45,2 и 21,3 экз. (Маркевич, 2002), в 2007 г. она возросла до 110,8 экз. (Маркевич, 2015), в 2012 г. повысилась еще больше — до 153,2 экз., а в 2014 г. её численность практически вернулась на уровень 1991 г. — 44,0 экз. (см. табл. 1, 2). Такая же картина наблюдается и в распределении короткоперой песчанки. В 1991 и 1996 гг. на трансекте Z-3 она не встречалась, в 2007 г. её численность составила здесь 227,4 экз. (Маркевич, 2015), в 2012 г. численность уменьшилась до 48,1 экз., а в 2014 г. снова возросла до 325,0 экз. (табл. 1, 2). Очевидно, что на распределение этих рыб основное влияние оказывают конкретные гидрологические условия во время проведения учетов (температура, волнение и прозрачность воды),

которые облегчают или усложняют процесс добычи корма, а также распределение самого корма (планктона) в прибрежье.

Немного сложнее объяснить колебания численности многочисленного оседлого вида рыб — восточного морского окуня. С 1991 по 1996 г. на трансекте Z-4 количество взрослых рыб возросло с 6,7 до 293,7 экз. (Маркевич, 2002), в 2007 г. их численность возросла еще больше — до 424,4 (Маркевич, 2015), а в 2012 и 2014 гг. количество рыб снизилось соответственно до 71,6 и 26,3 экз. (табл. 1, 2). Такие же изменения отмечены и на трансекте Z-1, и на этих же трансектах — подобные изменения в численности молоди восточного окуня. Однако на трансекте P-2 о. Попова отмечена противоположная тенденция — численность и взрослых, и молоди восточного окуня увеличилась в 2 раза с 2012 по 2014 г. (табл. 1). Возможно, что межгодовые колебания численности в разных группировках восточного окуня происходят разнонаправленно и зависят от гидрологических и трофических условий, складывающихся в данном конкретном местообитании.

Видовой состав и распределение рыб по биотопам в бухтах материкового побережья южного участка заповедника — Сивучьей, Калевала и Пемзовой — в основном повторяют таковые в бухте Западной. Так, трансекты S-1 и K-2 близки к Z-1, S-2 — к Z-4, Pm-2 — к Z-3. Но на всех трансектах бухт побережья видовой состав беднее, а численность рыб ниже, чем на трансектах о. Фуругельма. Особо бедна трансекта K-1, которая покрыта сплошными зарослями *Zostera asiatica*. По-видимому, здесь играет роль большая «упрощенность» донного ландшафта, которая сказывается на образе жизни рыб (Михеев, 2006), и заметная опресненность бухт.

Как отмечалось выше, видовой состав рыб в течение июля-сентября относительно стабилен и ряд видов составляет основу сообщества в течение длительного времени годового цикла, как и в умеренной зоне побережья Австралии (Jackson, Jones, 1999). Однако присутствие или отсутствие некоторых видов в прибрежье связано с изменениями температуры (Kuo et al., 2001; Pombo et al., 2005). При этом изменения температуры должны быть такими, чтобы происходил переход некой пограничной точки, которая служит толчком для подхода или ухода рыб. При незначительных температурных колебаниях резкого изменения разнообразия рыб обычно не отмечается, как, например, при сбросе теплой воды из охлаждающего контура АЭС на Тайване (Jan et al., 2001). Наоборот, на трансектах о. Фуругельма в сентябре 2012 г. не встретился южный одноперый терпуг, а в 2014 г. — и тихоокеанская волosatка, которые в начале месяца обычно подходили к берегу для нереста. Произошло это из-за небольшого сдвига их нереста на более поздние сроки, зарегистрированного в заповеднике вследствие повышения температуры воды (Маркевич, 2011).

Рассматривая влияние заповедного режима на видовое обилие и численность рыб прибрежья, следует отметить, что оно незначительно. Мелководное прибрежье акватории заповедника населяют преимущественно промысловые рыбы, и по ним сложно точно оценить положительное влияние охраны, как это однозначно отмечено, например, для промысловых спаровых (Buxton, Smale, 1989) и групперов (Chiappone et al., 2000). Наоборот, контрольные, не заповедные участки у о. Попова имеют большее видовое разнообразие и плотность рыб по сравнению с некоторыми районами бухт южного участка заповедника. Главную роль здесь, очевидно, играет более сложная структурированность подводного ландшафта, что очень ярко отмечено для рыб коралловых рифов — чем больше разнообразие кораллов, тем богаче население рыб (McCormick et al., 2010; Tkachenko, Soong, 2010).

Выводы

Проведенные в 2012 и 2014 гг. исследования сообществ рыб прибрежных мелководных биотопов южного участка Дальневосточного морского заповедника показали, что их видовой состав — обедненный вариант состава сообществ рыб бухт южного Приморья.

Биоразнообразие рыб, близость состава или различие его между разными участками прибрежья обуславливаются характером грунта и наличием или отсутствием морских растений, обеспечивающих рыб убежищами и кормом.

В 2012 и 2014 гг. отмечено снижение видового состава, плотности и биомассы рыб в бухтах заповедника по сравнению с 1990-ми гг. Связано это как с естественными колебаниями численности некоторых рыб, так и с разрушением некоторых биотопов (исчезновением zostеры), а также с временными задержками в подходах крупных рыб в прибрежье.

Эффект охраны рыб в заповеднике не отмечен, колебания их численности имеют естественные причины.

Список литературы

Баланов А.А., Епур И.В., Земнухов В.В., Маркевич А.И. Состав и сезонная динамика видового обилия ихтиоценоза бухты Средней (зал. Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 163. — С. 158–171.

Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике : моногр. — Л. : Наука, 1969. — 232 с.

Епур И.В. Экологическая и зоогеографическая характеристика ихтиофауны бухты Сивучья (залив Петра Великого, Японское море) // Биол. моря. — 2008. — Т. 34, № 1. — С. 3–12.

Маркевич А.И. Влияние температуры воды и глубины на размножение рыб — тихоокеанской волосатки *Hemitripterus villosus* и южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в Дальневосточном морском биосферном заповеднике // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. — 2011. — № 1. — С. 121–133.

Маркевич А.И. Мониторинг ихтиофауны Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого Японского моря) // Мониторинг биоразнообразия. — М. : ИПЭЭ РАН, 1997. — С. 340–346.

Маркевич А.И. Мониторинг численности рыб в прибрежных биотопах Дальневосточного морского заповедника // Мат-лы 11-й Дальневост. конф. по заповедному делу. — Владивосток : Дальнаука, 2015. — С. 255–261.

Маркевич А.И. Распределение рыб в прибрежных биотопах бухты Западной острова Фуругельма: изменения с 1991 по 1996 гг. // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. — Владивосток : Дальнаука, 2002. — Т. 3. — С. 137–148.

Маркевич А.И. Характеристика сообщества рыб небольшой бухты острова Большой Пелис (Дальневосточный морской биосферный заповедник) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. — 2014. — № 2. — С. 144–166.

Михеев В.Н. Неоднородность среды и трофические отношения у рыб : моногр. — М. : Наука, 2006. — 192 с.

Мочек А.Д. Этологическая организация прибрежных сообществ морских рыб : моногр. — М. : Наука, 1987. — 270 с.

Brock V.E. A preliminary report on a method of estimating of fish population // J. Wildl. Manag. — 1954. — Vol. 18, № 3. — P. 297–308.

Buxton C.D., Smale M.J. Abundance and distribution patterns of three temperate marine reef fish (Teleostei: Sparidae) in exploited and unexploited areas off the southern Cape coast // J. Appl. Ecol. — 1989. — Vol. 26, № 2. — P. 441–451.

Chiappone M., Sluka R., Sealey K.S. Groupers (Pisces: Serranidae) in fished and protected areas of the Florida Keys, Bahamas and northern Caribbean // Mar. Ecol. Progr. Ser. — 2000. — Vol. 198. — P. 261–272.

Jackson G., Jones G.K. Spatial and temporal variation in nearshore fish and macroinvertebrate assemblages from a temperate Australian estuary over a decade // Mar. Ecol. Progr. Ser. — 1999. — Vol. 182. — P. 253–268.

Jan R.-Q., Chen J.-P., Lin C.-Y., Shao K.-T. Long-term monitoring of the coral reef fish communities around a nuclear power plant // Aquat. Ecol. — 2001. — Vol. 35, Iss. 2. — P. 233–243.

Kuo S.-R., Lin H.-J., Shao K.-T. Seasonal changes in abundance and composition of the fish assemblage in Chiku Lagoon, southwestern Taiwan // Bull. Mar. Sci. — 2001. — Vol. 68, № 1. — P. 85–99.

McCormick M.I., Moore J.A.Y., Munday P.L. Influence of habitat degradation on fish replenishment // Coral Reefs. — 2010. — Vol. 23, Iss. 3. — P. 537–546.

Pombo L., Elliott M., Rebelo J.E. Environmental influences on fish assemblage distribution of the estuarine coastal lagoon, Ria de Aveiro (Portugal) // Sci. Mar. — 2005. — Vol. 69, № 1. — P. 143–159.

Tkachenko K.S., Soong K. Protection of habitat types: a case study of the effectiveness of a small marine reserve and impacts of different habitats on the diversity and abundance of coral reef fishes // Zool. Stud. — 2010. — Vol. 49, № 2. — P. 195–210.

Поступила в редакцию 10.01.18 г.

Принята в печать 26.02.18 г.